

令和 6 年度文部科学省委託事業

原子力平和利用確保調査
(諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査)
成果報告書

2025 年 3 月

公益財団法人原子力安全研究協会

本報告書は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、公益財団法人原子力安全研究協会が実施した令和 6 年度「原子力平和利用確保調査（諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査）」の成果をとりまとめたものです。

事業の概要

この「原子力平和利用確保調査（諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査）」では、我が国の原子力平和利用を円滑に推進するため、効果的かつ効率的な原子力平和利用のための政策立案に資することを目的として、次ページに示すスケジュールに従って、諸外国の研究開発動向や国際協力動向、最新の関連トピックスを、各種会合、学会誌、国際機関報告書等の情報源から調査した。

1. 原子力をめぐる諸外国の動向調査

原子力に関連する国際動向の調査として、以下の国における原子力事情・原子力政策動向（エネルギー政策および原子力政策の状況と動向、原子力関連予算の状況と動向、原子力発電所の建設・運転状況を含む）、原子力研究開発動向（核燃料サイクル・革新炉・バックエンド（廃棄物処理・処分、廃炉等）・核融合に関する研究開発の状況と動向、原子力研究機関と主な研究内容を含む）、国際協力動向（二国間原子力協力関係、国際的取り組みへの参加状況、原子力人材育成に関する協力の状況と動向を含む）、原子力行政体制（規制体系（組織・法令）、原子力関連行政・規制機関の役割を含む）、核不拡散・核セキュリティ（国際機関や各国における核不拡散・核セキュリティに関する行政・規制（組織、法令を含む）、研究開発の動向や人材育成への取組の状況を含む）、および原子力に関連する最近のトピックスについて調査をした。

調査対象国：米国、カナダ、英国、フランス、ポーランド、ウクライナ、EU、ロシア、中国、韓国、インド、オーストラリア、バングラデシュ、インドネシア、カザフスタン、マレーシア、モンゴル、フィリピン、シンガポール、スリランカ、タイ、ベトナム、台湾、オランダ、ドイツ、イタリア、スペイン、フィンランド、スウェーデン、スイス、リトアニア、ブルガリア、ハンガリー、チェコ、クロアチア、トルコ、サウジアラビア、アラブ首長国連邦、イラン、メキシコ、アルゼンチン、ブラジル、エジプト、南アフリカ

2. 原子力政策国別資料

米国、カナダ、英国、フランス、ポーランド、ウクライナ、EU、ロシア、中国、韓国、インドについて、原子力研究開発動向を主体とし、各国の特徴を踏まえた国別資料を作成した。

3. その他

文部科学省が指示する事項について、調査を行った。

原子力平和利用確保調査（諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査）
（令和 6 年度スケジュール）

区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①原子力をめぐる諸外国の動向調査 ・前月の報告 ・国/地域別資料の提出		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
②指定事項調査 (随時報告)	←											→
③適時調査・事実確認	←											→
年度末報告												年度末▼
成果報告書の作成									←			→

目次

<第1章> 原子力をめぐる諸外国の動向調査

・ 米国	I-1-1
・ カナダ	I-2-1
・ 英国	I-3-1
・ フランス	I-4-1
・ ポーランド	I-5-1
・ EU	I-6-1
・ ウクライナ	I-7-1
・ ロシア	I-8-1
・ 中国	I-9-1
・ 韓国	I-10-1
・ インド	I-11-1
・ オーストラリア	I-12-1
・ バングラデシュ	I-13-1
・ インドネシア	I-14-1
・ カザフスタン	I-15-1
・ マレーシア	I-16-1
・ モンゴル	I-17-1
・ フィリピン	I-18-1
・ シンガポール	I-19-1
・ スリランカ	I-20-1
・ タイ	I-21-1
・ ベトナム	I-22-1
・ 台湾	I-23-1
・ オランダ	I-24-1
・ ドイツ	I-25-1
・ イタリア	I-26-1
・ スペイン	I-27-1
・ フィンランド	I-28-1
・ スウェーデン	I-29-1
・ スイス	I-30-1
・ リトアニア	I-31-1
・ ブルガリア	I-32-1

・ハンガリー	I-33-1
・チェコ	I-34-1
・クロアチア	I-35-1
・トルコ	I-36-1
・サウジアラビア	I-37-1
・アラブ首長国連邦	I-38-1
・イラン	I-39-1
・メキシコ	I-40-1
・アルゼンチン	I-41-1
・ブラジル	I-42-1
・エジプト	I-43-1
・南アフリカ	I-44-1
・その他	I-45-1

＜第2章＞ 原子力政策国／地域別資料.....	II-1

＜第3章＞ 参考資料（事実確認および適時調査）

(1) SMR から大型炉に回帰する流れ.....	III-1-1
(2) IAEA 低濃縮ウラン（LEU）バンクの最新状況	III-2-1
(3) 米国の核燃料サイクル政策に関する動向	III-3-1
(4) 英国の核燃料サイクル政策に関する動向	III-4-1
(5) 英国の核燃料サイクル政策の経緯に関する動向	III-5-1
(6) フランスの核燃料サイクル関連施設	III-6-1
(7) フランスの核燃料サイクル政策に関する動向	III-7-1
(8) インドの核燃料サイクル政策に関する動向	III-8-1
(9) アジア諸国における原子力導入に向けた動向	III-9-1
(10) 各国の原子力に対する AI 活用の検討状況	III-10-1

第 1 章

原子力をめぐる諸外国の動向調査

1 米国

1.1 原子力事情・原子力政策動向

DOE の LPO、パリセード再稼働のために 15 億 2,000 万ドルの融資保証を条件付きで決定：2024 年 3 月 27 日、エネルギー省（DOE：Department of Energy）の融資プログラム局（LPO：Loan Programs Office）は、2022 年 5 月に恒久停止したホルテック・インターナショナル（Holtec International）社のパリセード（Palisades）原子力発電所について、再稼働させるために最大 15 億 2,000 万ドルの融資保証（loan guarantee）を行うことを条件付きで決定したことを明らかにした。この融資保証が最終的に決定されるためには、ホルテック社は、いくつかの技術的・法的・環境面・融資上の条件を満たさなければならない。なお同発電所については、少なくとも 2051 年まで運転を行うことができるように（ただし原子力規制委員会（NRC：Nuclear Regulatory Commission）の承認を受けることができた場合）、改修を行うことを目的としたプロジェクトが進行中である*。（2024 年 3 月 27 日付 DOE）

- * 2023 年 10 月、ホルテック社は、パリセード原子力発電所について運転認可申請を NRC に対して提出している。その際に同社は、同発電所の商業運転を再開するために DOE からの資金援助を求める意向であることを明らかにしていた。また同社は、同発電所サイトにおいて 2 基の小型モジュール炉（SMR：Small Modular Reactor）を新設することに関心を持っていることも表明をしている。

新たな指針「石炭から原子力への転換を対象とした利害関係者のためのガイドブック」：2024 年 4 月 3 日付の報道によると、エネルギー省（DOE）は、石炭火力発電所を原子力発電所へと転換させること*について、新たな指針「石炭から原子力への転換を対象とした利害関係者のためのガイドブック」（Stakeholder Guidebook for Coal-to-Nuclear Conversions）を発行した。この指針において DOE は、閉鎖後の石炭火力発電所サイトの再活用のためには、従来の大型原子力発電所での軽水炉と比較して物理的により小さな先進炉が適していると指摘している。なお DOE は、石炭火力発電所から原子力発電所への転換を検討する際に電力事業者にとって有益であると考えられる検討事項を以下のように提示している。

- 新規原子力発電所はどの程度の電気を出力すべきか。
- 置き換えとなる原子力発電所は、石炭火力発電所が元々立地していたサイトにおいて建設されるのか、あるいはその近隣において建設されるのか。
- 石炭火力発電所としての既存のインフラの何が原子力発電所のために再活用可能であるか。
- 転換プロジェクトは、石炭火力発電所の場合と原子力発電所の場合での運転の違いに起因した課題に対して、支援を行うことが可能か。

（2024 年 4 月 3 日付 American Nuclear Society）

- * 2022 年 9 月 13 日付の DOE の報告書「閉鎖予定の石炭火力発電所を原子力発電所へと転換することの便益と課題に関する調査」（Investigating Benefits and Challenges of Converting Retiring Coal Plants into Nuclear Plants）は、米国国内において 300 か所以上の石炭火力発電所を原子力発電所へと転換させることについて、可能性を見出している。同報告書によると、そのような転換を行うための過程は複雑であるが、環境面での便益と送電網に対する信頼性での便益について大きく期待することができるとのことである。

セイレム 1、2 号機およびホープ・クリークは 80 年運転を目指す方針：2024 年 4 月 4 日付の報道によると、PSEG ニュークリア社（PSEG Nuclear LLC）は、セイレム（Salem）原子力発電所 1、2 号機およびホープ・クリーク（Hope Creek）原子力発電所の計 3 基の原子炉について*1、2 回目の 20 年間の運転期間延長（80 年運転）を求める方針を明らかにし、原子力規制委員会（NRC）に対して通知を行った。セイレム原子力発電所 1、2 号機は 2011 年 6 月 30 日付で 1 回目の運転期間延長を NRC により認められており、現行の運転認可は 1 号機について 2036 年まで、2 号機について 2040 年まで有効である。ホープ・クリーク原子力発電所は 2011 年 7 月 20 日付で 1 回目の運転期間延長を NRC により認められており、現行の運転認可は 2046 年まで有効である。なお、PSEG ニュークリア社は、2027 年第 2 四半期までは正式な継続認可更新（SLR：subsequent license renewal）*2 申請（request）を提出しないとしている。（2024 年 4 月 4 日付 American Nuclear Society）

- *1 セイレムおよびホープ・クリークの両原子力発電所はニュージャージー州に立地しており、これら 3 基の原子炉により同州の電力の約半分を供給している。
- *2 商業用発電炉における、80 年運転を目指した 2 回目の認可更新の申請を「継続認可更新」（SLR）と呼ぶことがある。

ドレスデン 2、3 号機について 2 回目の運転期間延長（80 年運転）を申請：2024 年 4 月 17 日、コンステレーション・エナジー（Constellation Energy）社は原子力規制委員会（NRC）に対し、同社がイリノイ州モリス（Morris）に保有するドレスデン原子力発電所（Dresden Clean Energy Center）の継続認可更新（SLR）申請を提出したことを明らかにした*。現在運転中の同発電所 2 号機と 3 号機は 1970 年と 1971 年にそれぞれ商業運転を開始し、2004 年に最初の認可更新を受けた。現在の運転認可はそれぞれ 2029 年と 2031 年まで有効である。運転期間が延長された場合は、それぞれ 2049 年と 2051 年まで運転が可能となる。コンステレーション社によると、2021 年にイリノイ州において「気候および雇用平等法」（CEJA：Climate and Equitable Jobs Act）が制定されるまで、同発電所は経済的不確実性から早期閉鎖の危機にあったという。また同社は、2022 年に連邦政府の原子力生産税額控除（nuclear production tax credit）による政策的支援が 2032 年まで延長されたことにも言及している。コンステレーション社は、同発電所をいつまで運転するかは今後の政策および市場状況により最終的に決定されるとしている。（2024 年 4 月 17 日付 Constellation、World Nuclear News、4 月 18 日付 American Nuclear Society）

- * コンステレーション社は 2024 年 2 月に同じくイリノイ州に所有するクリントン原子力発電所（Clinton Clean Energy Center）の 1 度目の更新申請を行っている。クリントン原子力発電所の現在の認可期限は 2027 年 4 月であり、更新されれば 2047 年まで運転が可能となる。

ボーグル原子力発電所 4 号機が商業運転を開始：2024 年 4 月 29 日、ジョージア・パワー（Georgia Power）社は、ボーグル（Vogtle）原子力発電所 4 号機が商業運転を開始したことを明らかにした。なお同発電所 3 号機は 2023 年 7 月 31 日に商業運転を開始している*。（2024 年 4 月 29 日付 Georgia Power）

- * 同発電所 3、4 号機の炉型はいずれも AP1000 であり、いずれも 2013 年に建設が開始されていた。同発電所 4 号機の運転開始を以て米国において計 2 基の AP1000 が運転中ということとなる。

FY2025 連邦予算要求のうちの原子力政策に関連した項目の解説：2024 年 5 月 1 日付の報道によると、2024 年 4 月 24 日に開催された米国原子力学会（ANS：American Nuclear Society）主催のウェビナー*において、2025 会計年度（FY2025）の連邦予算要求について、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE：Office of Nuclear Energy）の高官が解説したとのことである。それによると FY2025 として DOE-NE は計約 16 億ドルの予算を要求している。その予算要求においては、DOE-NE の研究・実証プロジェクトを対象とした高含有低濃縮ウラン（HALEU：High-Assay Low-Enriched Uranium）の短期的な供給を支援するための資金拠出として 1 億 8,800 万ドル、「先進的原子炉設計の実証プログラム」（ARDP：Advanced Reactor Demonstration Program）でのリスク低減（Risk Reduction）に係る研究に対する継続的な資金拠出として 1 億 4,250 万ドル、原子炉の製造に便益のある先進材料と先進製造技術の開発継続のための資金拠出として 2,300 万ドル、および国際的な原子力協力を支援するための資金拠出として 800 万ドルなどが計上されているとのことである。（2024 年 5 月 1 日付 American Nuclear Society）

* 開催されたウェビナー名は "An Inside Look at the FY 2025 Budget" である。

米国国内の原子力産業を強化するための米国政府の新たな取組み：2024 年 5 月 29 日、米国大統領府（The White House）は、米国国内の原子力産業を強化しクリーンエネルギーによる米国の未来を推進するための新たなステップを明らかにした。米国政府は同日、「米国国内における原子力の商業展開に関するホワイトハウス・サミット」（White House Summit on Domestic Nuclear Deployment）を主催し、公的部門と民間部門にまたがった原子力分野での全体的な進展について強調を行った。また米国政府は同日、「原子力発電計画の管理と実現（Nuclear Power Project Management and Delivery）作業部会（working group）」*1を立ち上げたことを明らかにした。この作業部会では、費用超過と工期遅延についてリスクの原因（sources）を積極的に低減させる（mitigate）ための機会を明らかにすることにおいて助けとなるように、原子力業界および巨大プロジェクト建設業界における専門家から知見を引き出すことが予定されている*2。これとは別に米国陸軍は、米国国内の複数の陸軍サイトにおいて先進炉によって発電を行うための配備計画について、情報提供依頼（RFI：Request for Information）を間もなく発出する予定であることを明らかにしている。（2024 年 5 月 29 日付 The White House）

*1 同作業部会のメンバーは、ホワイトハウス国内気候政策局（White House Office of Domestic Climate Policy）、ホワイトハウス・クリーンエネルギー・技術革新および実行局（White House Office of Clean Energy Innovation & Implementation）、ホワイトハウス科学技術政策局（White House Office of Science and Technology Policy）、およびエネルギー省（DOE）等の連邦政府機関からの人員によって構成される。

*2 同作業部会は、プロジェクト開発者、エンジニアリング企業、調達企業、建設企業、電力事業者、投資家、労働団体、学術団体、および非営利組織（NGO）等の利害関係者と関与するとされる。

ドミニオン・エナジー社がノースアナにおける SMR 開発について RFP を発出：2024 年 7 月 10 日、ドミニオン・エナジー（Dominion Energy）社は、バージニア州に立地する同社のノースアナ（North Anna）原子力発電所における小型モジュール炉（SMR）開発の実現可能性評価について、主要な SMR 技術企業を対象とした提案募集（RFP：Request for Proposals）を発出したことを明

らかにした。ドミニオン・エナジー社によるとこの RFP は同発電所における SMR 建設を誓約するものではないが、同社の最新の統合資源計画（Integrated Resource Plan）に沿って顧客の将来的なエネルギー需要を支援するため、SMR 技術とノースアナ・サイトを評価することにおいての重要な第一歩であるという。（2024 年 7 月 10 日付 Dominion Energy、7 月 11 日付 World Nuclear News）

ネクストエラ社、閉鎖したデュアン・アーノルド原子力発電所の再稼働を検討中：2024 年 7 月 24 日付の報道によると、ネクストエラ・エナジー（NextEra Energy）社の J.ケッチャム（John Ketchum）CEO は、アイオワ州に立地し 2020 年に恒久停止したデュアン・アーノルド（Duane Arnold）原子力発電所^{*1}について運転再開を検討していることを明らかにした^{*2}。ケッチャム CEO は、同発電所の運転再開には多くの検討とリスク評価が必要になるとしている。同発電所は燃料取り出しが完了しているが^{*3}、安全貯蔵（SAFESTOR）状態に置かれており 50 年が経過するまで解体は行われない予定である。既に閉鎖された原子力発電所が運転再開を目指す動きとしては、ミシガン州に所在するパリセード（Palisades）原子力発電所のほか、2024 年初めにコンステレーション・エナジー（Constellation Energy）社の J.ドミンゲズ（Joe Dominguez）CEO が、2019 年に閉鎖されたスリーマイルアイランド（TMI：Three Mile Island）原子力発電所 1 号機について運転再開の可能性を排除しないとの見解を明らかにしている。（2024 年 7 月 24 日付 CNBC、7 月 26 日付 World Nuclear News）

- *1 デュアン・アーノルド原子力発電所は経済的理由により 2020 年 10 月に恒久停止した。同発電所からの電力購買契約（PPA：power purchase agreement）の期限について、2025 年から 2020 年へと 5 年間短縮することで、電力事業者であるアライアント・エナジー（Alliant Energy）社と同発電所を所有するネクストエラ・エナジー・リソースズ（NEER：NextEra Energy Resources）社が 2018 年 7 月 27 日に合意していた。なお、同発電所は 2020 年 8 月に暴風雨により冷却塔を含む一部が損傷したことにより運転を停止し、運転を再開しないまま恒久停止となった。
- *2 7 月 24 日に実施された第 2 四半期収支報告において投資家からの質問に対する回答として明らかにされたという。
- *3 取り出された燃料は同発電所サイト内の施設において乾式貯蔵されている。

上院の歳出法案、将来の HLW のための基準の策定を対象とした EPA に対する予算：2024 年 7 月 25 日付で連邦議会上院（Senate）の歳出委員会（Committee on Appropriations）は、「内務省、環境保護庁、および関連省庁に関する 2025 会計年度歳出法案」（Department of the Interior, Environment, and Related Agencies Appropriations Bill, 2025）に関する報告書を発表した。この報告書において歳出委員会は、将来の高レベル放射性廃棄物（HLW）のために包括的で特定の技術に依拠しない（technology-neutral）防護基準を策定することを対象として、環境保護庁（EPA：Environmental Protection Agency）に対して 25 万ドルの予算を定めている^{*1,2}。その目標は、米国内で発生する放射性廃棄物を貯蔵するための新たな計画の策定において、最新の実践内容（良好事例）と国際慣行を EPA が活用することである。なお EPA は、この目標のために 63 万 5,000 ドルの資金拠出を要請していた^{*3}。（2024 年 7 月 25 日付 U.S. Senate、7 月 29 日付 American Nuclear Society）

- *1 この歳出法案の 91 ページ目において言及されている。法案原文は次の通りである： "The Committee provides \$250,000 to develop a new, generic, technology-neutral protection standard that is informed by modern, international practices and that would apply to future high-level nuclear waste disposal facilities as authorized by Public Law 97-425, as amended. Further, the Agency is directed to brief the Committee on its plans for this matter within 90 days of enactment of this act."
- *2 将来の高レベル放射性廃棄物（HLW）のために包括的で技術中立的であるような基準を策定することを対象とした環境保護庁（EPA）に対する資金拠出は、2024 年 7 月時点では、上院の歳出法案において記載されているだけであり下院の歳出法案においては記載が無い。
- *3 米国原子力学会（ANS）は、25 万ドルであっても基準策定を進めるための一助になると述べている。

NRC がコマンチェピーク 1、2 号機の運転認可を更新（20 年間）：2024 年 7 月 30 日、原子力規制委員会（NRC）は、コマンチェピーク（Comanche Peak）原子力発電所 1、2 号機*について運転認可を更新したことを発表した。これにより同発電所 1、2 号機の運転期間は 20 年間延長され、1 号機の運転認可は 2050 年 2 月 8 日、2 号機の運転認可は 2053 年 2 月 2 日まで有効となる。

（2024 年 7 月 30 日付 NRC No: 24-062）

- * コマンチェピーク原子力発電所 1 号機はウェスチングハウス（WH）社製加圧水型軽水炉（PWR：Pressurized Water Reactor）で、1990 年 8 月に商業運転を開始した。同発電所 2 号機も WH 社製 PWR であり、1993 年 8 月に商業運転を開始している。

パリセード運転再開に向けた動向：2024 年 8 月 7 日付の報道によると、ホルテック・インターナショナル（Holtec International）社は公開会合において、閉鎖されたパリセード（Palisades）原子力発電所について安全規制当局が運転を承認すれば 2025 年 10 月に発電を再開する計画を明らかにした。同発電所の運転再開については、2024 年 4 月にエネルギー省（DOE）融資プログラム局（LPO）が融資保証として最大 15 億 2,000 万ドルの条件付き融資を提供すると発表しており、LPO による融資保証に関する意思決定通知（ROD：Record of Decision）が 8 月 5 日付で連邦官報（Federal Register）上に掲載されている。なお、原子力規制委員会（NRC）は 8 月 7 日付の発表において、同発電所の運転再開に関して 2 件のヒアリングを実施することを明らかにしている。1 件目のヒアリングはホルテック社による認可修正要求について*、2 件目のヒアリングは同発電所に係る認可をホルテック・デコミッショニング・インターナショナル（Holtec Decommissioning International）社からパリセード・エナジー（Palisades Energy）社に移転することについて行われる。（2024 年 8 月 5 日付 Federal Register、8 月 7 日付 Nuclear Engineering International、NRC No: 24-064、8 月 8 日付 American Nuclear Society）

- * パリセード原子力発電所に係る認可の一部を原子炉の運転に必要な程度に回復するものである。

ネブラスカ州が SMR サイト候補 16 地点を発表：2024 年 8 月 9 日付の報道によると、ネブラスカ州電力公社（NPPD：Nebraska Public Power District）*は、ネブラスカ州内における小型モジュール炉（SMR）サイト候補として 16 地点を発表し、フィージビリティスタディが第 2 段階に到達したことを明らかにした。第 2 段階では候補サイトは 2～4 か所まで絞り込まれる見込みである。（2024 年 8 月 9 日付 Nebraska Examiner、NTV NEWS）

- * ネブラスカ州電力公社（NPPD）はクーパー（Cooper）原子力発電所を運転している。

TVA がクリンチリバーにおける SMR 開発事業に追加投資：2024 年 8 月 22 日、テネシー渓谷開発公社（TVA：Tennessee Valley Authority）の取締役会は、テネシー州オークリッジ近隣のクリンチリバー（Clinch River）サイトにおける小型モジュール炉（SMR）開発の継続を支援するため、追加で 1 億 5,000 万ドルの投資を承認した。TVA は 2022 年 2 月の取締役会において既に 2 億ドルの資金投入を承認しており、今回の取締役会の承認により投資額は総額 3 億 5,000 万ドルとなった。TVA はクリンチリバー・サイトにおける SMR 建設について 2019 年に原子力規制委員会（NRC）から早期サイト許可（ESP：early site permit）を取得している*。同サイトのための先進炉設計としては軽水炉と非軽水炉の双方が検討されているが、TVA は軽水炉技術が近い将来の配備にむけた準備が最も整っているとして、2022 年 8 月に GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH：GE Hitachi Nuclear Energy）社との間で BWRX-300 の配備可能性について合意を締結している。（2024 年 8 月 22 日付 TVA、8 月 23 日付 World Nuclear News）

* 早期サイト許可（ESP）はサイトの安全性・環境影響・緊急時対応計画の観点からサイトが原子力発電所建設に適しているかを認証するものであるが、技術選択については具体的なものではない。また、ESP とは別に、発電所の建設・運転に係る認可が必要となる。

ノースアナ 1、2 号機について 2 回目として 20 年間の運転期間を延長：2024 年 8 月 28 日、原子力規制委員会（NRC）は、ノースアナ（North Anna）原子力発電所 1、2 号機の運転認可（operating licenses）について、2 回目として 20 年間の運転期間を延長したことを明らかにした。これにより同 1 号機と 2 号機の運転期限は、それぞれ 2058 年 4 月 1 日と 2060 年 8 月 21 日となった。（2024 年 8 月 28 日付 NRC No: 24-067）

テキサス A&M 大学 RELLIS キャンパスにおける原子炉新設事業が提案募集中：2024 年 9 月 6 日、アメリカ原子力学会（ANS）は、テキサス A&M 大学（Texas A&M University）が同大学の RELLIS キャンパスにおいて商用原子炉を建設する計画について*、必要な要件を満たしている（qualified）候補者からの提案を募集していることを報じた。ANS によると、この RELLIS 原子炉事業（RELLIS Nuclear Reactor Project）に関する正式な提案募集（RFP）は 8 月 30 日に公表され、9 月 26 日が提出期限であるという。RELLIS 原子炉事業は 150～250 エーカーにわたる原子力エネルギー実証のための場として構想されており、企業は最新の原子炉技術について大規模な試験・開発を行うことが可能である。（2024 年 9 月 6 日付 American Nuclear Society）

* テキサス A&M 大学は 2024 年 5 月 29 日に RELLIS キャンパスにおいて原子炉を建設する方針を明らかにしていた。なお、この原子炉はテキサス州電力信頼性評議会（ERCOT：Electric Reliability Council of Texas）が運用する送電網に直接に接続される計画であるという。

DOE が既存原子力サイトに合計 60GWe 以上の発電容量新設が可能との報告書を公開：2024 年 9 月 9 日、エネルギー省（DOE）は、米国内の運転中もしくは最近退役した原子力発電所サイトにおいて合計 60～95GWe の新規原子力発電容量を建設可能であるとする報告書を公開した*¹。報告書では米国内 31 州の運転中の原子力発電所サイト 54 か所と最近退役した原子力発電所サイト 11 か所の計 65 か所について調査している*²。初期的な調査では、この 65 か所のうち運転中

サイト 37 か所、退役済サイト 4 か所の合計 41 サイトにおいて大型軽水炉*³を 1 基もしくはそれ以上設置することが可能な空間があることが示されている。DOE によると、この 41 サイトにより 60GWe の新規容量の追加が可能であるという。また、運転中サイト 41 か所と退役済サイト 7 か所の合計 48 サイトにおいて 60 万 kWe の小型先進炉を設置することができれば、発電容量を 95GWe まで増やすことが可能であるという*⁴。なおこの報告書では石炭火力発電所 (coal plants) の近くへの原子力発電所建設についても調査しており、炉型によるが 145 か所の石炭火力発電サイトに対し 128~174GWe の原子力発電容量の新設が可能であるという。(2024 年 9 月 9 日付 DOE)

- *1 公開は 9 月 9 日であるが、報告書の表紙に記載された日付は 9 月 3 日である。タイトルは「新規原子力 [発電] 容量のための原子力発電所および石炭火力発電所サイトの評価」(Evaluation of Nuclear Power Plant and Coal Power Plant Sites for New Nuclear Capacity) である。
- *2 研究者は実現可能性を見積もるために、サイトの面積 (footprint) およびエーカー数 (acreage)、航空機で取得したデータの解析 (aerial analysis)、公共計画 (utility plans)、オークリッジ国立研究所 (ORNL : Oak Ridge National Laboratory) が開発した解析ツールを注視したという。また、十分な冷却水の取得可能性、人口密集地域や危険性のある施設との近接性、および地震や洪水災害といった他の要因も考慮しているという。
- *3 大型軽水炉の例として、ウェスチングハウス (WH : Westinghouse) 社の AP1000 が挙げられている。
- *4 111 万 7,000kWe の大型炉の場合は合計 54 基 60GWe であり、60 万 kWe の小型炉の場合は合計 158 基 95GWe であるとされる。

NRC、ターキーポイント原子力発電所の 2 度目の更新認可期限を元に戻した:2024 年 9 月 17 日、原子力規制委員会 (NRC) は、ターキーポイント (Turkey Point) 原子力発電所 3、4 号機の継続更新施設運転認可 (Subsequent Renewed Facility Operating License) *¹の有効期限を、それぞれ 2052 年 7 月 19 日と 2053 年 4 月 10 日へと元に戻した (restore) したことを発表した。同発電所 3、4 号機は 2019 年 12 月 4 日付で同発電所を運営するフロリダ・パワー・アンド・ライト (FPL : Florida Power & Light) 社による 20 年間の運転期間更新申請 (2 回目) を NRC が承認したことにより、2052 年 7 月 19 日と 2053 年 4 月 10 日までの認可更新が行われた。これにより同発電所 3、4 号機の運転期間は 60 年を超えて最大 80 年間となった。しかし、2022 年 2 月 24 日に NRC 委員 3 名が NRC スタッフによる同発電所 3、4 号機の 2 回目の認可更新申請の環境評価は不適切 (inadequate) であるという決定*²を下したことから、NRC は 2022 年 3 月 25 日に継続更新施設運転認可の有効期限を 1 度目の更新施設運転認可の有効期限である 2032 年 7 月 19 日と 2033 年 4 月 10 日へと変更した。NRC は 2022 年 2 月の決定に従うための補足的環境評価 (supplemental environmental review) が完了したことにより有効期限を元に戻したという。(2024 年 9 月 17 日付 NRC、9 月 19 日付 World Nuclear News)

- *1 商業用発電炉における、80 年運転を目指した 2 回目の認可更新の申請を「継続認可更新」(SLR) と呼ぶことがある。
- *2 更新手続きにおいて NRC スタッフが頼りにする「認可更新のための包括的環境影響評価書」(GEIS : Generic Environmental Impact Statement) が 60 年を超えた延長運転期間を対象としていないと決定したことを理由として、スタッフの環境評価が不適切とされた。

長期電力買取契約の締結、スリーマイルアイランド1号機の運転再開へ：2024年9月20日、コンステレーション（Constellation）社は、5年前に運転を停止したペンシルバニア州所在のスリーマイルアイランド原子力発電所（TMI）1号機^{*1}の運転を再開させて生産される電力を対象として、マイクロソフト（Microsoft）社のデータセンターに対する炭素を排出しない形での電力を供給するために^{*2}、20年間にわたる長期電力買取契約をマイクロソフト社との間で締結したことを明らかにした^{*3}。同1号機の運転再開には、安全と環境に関する包括的なレビューに続いて原子力規制委員会（NRC）の承認が必要になるほか、関連するペンシルベニア州と地元機関からの許可も必要になる。これらとは別個の要請としてコンステレーション社は、少なくとも2054年までにわたって運転を行うことができるように、運転認可の更新をNRCに対して求める予定である。同1号機はクレーン・クリーンエナジー・センター（CCEC：Crane Clean Energy Center）^{*4}へと改称され、2028年に運転を再開する予定である。（2024年9月20日付 Constellation）

- *1 TMI 原子力発電所1号機は83万7,000kWeの加圧水型軽水炉（PWR）であり、コンステレーション社は1999年に同炉を購入していたが、採算が取れないことを理由として2019年9月20日を以て運転を停止している。コンステレーション社は、TMI 1号機の運転を再開させることについて、炭素の排出を行わない形での発電が行われ、直接的なものと間接的なものを含めて3,400件の雇用を生むとともに、連邦政府とペンシルベニア州政府に対して36億ドルの納税を行う（つまり連邦政府と同州政府にとっての収入になる）ものであるとしている。
- *2 マイクロソフト社は、人工知能（AI）を活用した同社のデータセンターからの電力需要を賄うためのクリーンエネルギーを求めており、米国における送電網の脱炭素排出を支援している。
- *3 投資銀行であるジェフリーズ（Jefferies）社の試算によるとマイクロソフト社は、今回締結された長期電力買取契約における固定価格での電力買取の一環として、1メガワット時（MWh）あたり約110～115ドルのプレミアムを支払う可能性があるとのことである。
- *4 2022年までコンステレーション社の親会社であったExelon社の前最高経営責任者（CEO）であり2024年4月に死去したC.クレーン（Chris Crane）氏を記念して改称される。

恒久停止したパリセード原子力発電所の再稼働に向けた支援の動向：2024年9月30日、エネルギー省（DOE）は、「改定版2005年エネルギー政策法」（Energy Policy Act of 2005 as amended）の「第17条「革新技術を対象としたインセンティブ」：第1706節「エネルギーインフラ再投資融資」」（Title 17 INCENTIVES FOR INNOVATIVE TECHNOLOGIES: Section 1706 Energy Infrastructure Reinvestment Financing）を根拠として「2022年インフレーション抑制法」（Inflation Reduction Act of 2022）の下で承認されて予算が計上された融資プログラムである「エネルギーインフラ再投資（EIR：Energy Infrastructure Reinvestment）プログラム」^{*1}を通じて、2022年5月に恒久停止されて閉鎖されているパリセード（Palisades）原子力発電所を再稼働させようとするホルテック・インターナショナル（Holtec International）社の計画^{*2}に対して、最大15億2,000万ドルの融資保証（loan guarantee）を行う最終決定を行ったことを明らかにした^{*3}。また同日、米国農務省（USDA：United States Department of Agriculture）は、アメリカ農村部活性化（New ERA：Empowering Rural America）プログラム^{*4}を通じて、同発電所が再稼働した場合にその電力を購入する予定である地域電力協同組合であるウルバリン電力協同組合（Wolverine Power Cooperative）とフージャー・エナジー（Hoosier Energy）社に対して^{*5}、それぞれ6億7,500万ドル以上と6億7,500万ドルを授与することを明らかにした。なお再稼働させることができた場合には同発電所は、閉鎖されて廃止措置段階に入った後で再稼働される米国の原子力発電所として初の事例となる^{*6}。

(2024 年 9 月 30 日付 World Nuclear News、10 月 1 日付 American Nuclear Society)

- *1 正確には 2005 年エネルギー政策法第 17 条に基づく、DOE 融資プログラム局 (LPO) の「第 17 条クリーンエネルギー資金提供プログラム」(Title 17 Clean Energy Financing Program) の中に含まれるカテゴリの 1 つとして ERI プログラムカテゴリが設けられており、それを通じることで LPO には既存のエネルギーインフラへの投資が許される。なお、第 17 条は「2021 年インフラ投資・雇用法」(Infrastructure Investment and Jobs Act) や「2022 年インフレーション抑制法」などによって修正を受けている。
- *2 これまでにミシガン州政府は、パリセード原子力発電所の再稼働を支援するために、計 3 億ドルの支援を行うことを決定している。そのうちの 1 億 5,000 万ドルは、2023 年 7 月に成立した同州の 2024 会計年度予算において計上された分である。残りの 1 億 5,000 万ドルは、2024 年 7 月に成立した同州の 2025 会計年度予算において計上された分である。
- *3 2024 年 3 月 27 日、DOE の LPO は、パリセード原子力発電所について、再稼働させるために最大 15 億 2,000 万ドルの融資保証をホルテック社に対して行うことを条件付きで決定したことを明らかにしていた。
- *4 農村部のクリーンエネルギー等への移行を支援するプログラムで、農村部の電力協同組合 (electric cooperatives) へ資金提供を行う。
- *5 2023 年 9 月 12 日、ホルテック社はパリセード原子力発電所の再稼働を目指す取組みとして、同発電所が再稼働した時に発電する電力を非営利電力供給体のウルバリン電力協同組合が長期にわたって購入することを定めた契約について、同組合とホルテック・パリセード・エナジー社 (Holtec Palisades Energy LLC) が署名したことを明らかにした。同組合は、同発電所で発電される電力の最大 3 分の 2 を購入する予定である。また、この長期電力購入契約 (PPA) においては、同発電所のサイト内で電気出力 30 万 kWe の小型モジュール炉 (SMR) を最大 2 基建設することについて、拡大条項として含める内容になっている。同発電所で発電される電力の 3 分の 1 については、ウルバリン電力協同組合の協力会社であるフージャー・エナジー社が購入する予定である。
- *6 2024 年 8 月 5 日付の連邦官報において、ホルテック社について、パリセード原子力発電所の運転を少なくとも 2051 年までにわたって行うことができるよう、運転認可の延長申請 (2 回目となる 20 年間の運転期間延長＝継続認可更新 (SLR)) を原子力規制委員会 (NRC) に対して行う意向であることが明らかにされている。

ABS が FNPP 等に関する包括的規格を発表：2024 年 10 月 3 日、アメリカ船級協会 (ABS : American Bureau of Shipping) は、浮揚式原子力発電所 (FNPP : floating nuclear power plants) に関する業界初の包括的規格「海洋およびオフショア利用のための原子力発電システムに関するアメリカ船級協会要件」(ABS Requirements for Nuclear Power Systems for Marine and Offshore Applications) を発表した*。ABS は包括的規格を策定した背景として、海事分野における原子力の可能性は船舶に搭載する原子炉に留まるものではなく、海事産業における従来の在り方に対して原子力エネルギーが根本的な変革を迫るという意味で破壊的な変化をもたらす (disruptor) 可能性があることは明白であると述べている。この規格は、FNPP や、原子力発電を用いた浮揚式製造・オフロード・貯蔵ユニット (nuclear-powered floating production, offloading and storage units) といった原子力発電事業資産を対象として、船級符号 (classification notation) を提供するものである。今回発表されたこの要件により設計者はあらゆる種類の原子炉技術を検討することが可能になるとともに、完結した規制上の監視と許認可を行うために原子力規制機関が ABS や旗国主管庁 (Flag administration) と連携するための枠組みを提供することができる。なお ABS は、原子炉や原子力安全構造物・システム・構成要素の許認可については、この要件を採用したとしても各国の原子力規制機関が責任を負うものであると指摘している。(2024 年 10 月 3 日付 American Bureau of Shipping、10 月 4 日付 World Nuclear News)

- * ABS とアイダホ国立研究所 (INL) が共同開催した原子力産業界のリーダーを対象としたフォーラムにおいて発表されたもの。

既存造船所における集中型製造により、原子力発電所建設費用・期間を削減：2024 年 10 月 8 日付、米国のスタートアップ企業であるブルー・エナジー (Blue Energy) 社^{*1}は、同社のモジュール式かつ原子炉に依存しない (reactor-agnostic) 発電所構造物 (power plant architecture) について、既存の造船所において集中型製造を行うことが可能であると発表した^{*2}。これにより同社の原子炉については、1kW あたりの資本コスト (capital cost) が 1 万ドルから 2,000 ドルへと低減されるほか、建設期間が 10 年間から 2 年間へと短縮されるとのことである^{*3}。なお同社は、シリーズ A (Series A) の資金調達^{*4}において 4,500 万ドルを確保したとも述べている。(2024 年 10 月 8 日付 Blue Energy、10 月 10 日付 World Nuclear News)

- *1 マサチューセッツ工科大学 (MIT : Massachusetts Institute of Technology) 原子力科学・工学部 (Nuclear Science & Engineering Department) からのスピンオフ企業として 2023 年に設立された。
- *2 ブルー・エナジー社の報道発表およびワールド・ニュークリア・ニュース (WNN) 記事の双方において、原子炉の出力等についての詳細な記述は無いため、いわゆる小型モジュール炉 (SMR) を指しているのかは不明である。なお、ブルー・エナジー社の公式サイト上では、同社の「モジュール式かつ原子炉に依存しない発電所」においては既存の加圧水型軽水炉 (PWR) 技術を使用し、受動的安全性を備え、事故時に運転員が現場を離れても完全に安全である (100% walk-away safe) という。同社は原子炉建屋をプール水中に沈めることで、核物質防護と予備的な冷却を確保するとしている。ブルー・エナジー社公式サイト上で示されている原子力発電所は、水中にある原子炉および受動的な安全機能 (passive safety functions) と、陸上にある発電所の残りの非原子力 (non-nuclear) 系が完全に分離されている。同社は原子力系と非原子力系を完全に分けることにより、タービン建屋やその他非原子力系を既存造船所において製造することが可能となるとしている。以上により、同社は今回の発表において「原子炉に依存しない」 (reactor-agnostic) という表現を用いていると推測される。
- *3 ブルー・エナジー社は従来の原子力発電所建設に係る費用のうち、原子炉が占める割合はわずか 7%であり、建設期間中の利息 (interest during construction) や建設・開発経費 (construction & development overhead)、追加の材料や作業員 (additional materials & labor) といった部分に費用の 93%が費やされているとして、この原子炉以外の要素に着目したとしている。その上で同社は、常駐の労働力と自動化された機械を有する造船所における非原子力系の製造により、建設に係る費用と期間を大幅に削減できると主張している。
- *4 スタートアップ企業の資金調達については、その企業がどの程度の成長段階にあるのかを示す方法として、シリーズ A、B、および C という慣習的な区分方法がある (このような区分方法はシリコン・バレーが発祥であるとされる)。この慣習的な区分方法によると、シリーズ A における資金調達とは、スタートアップ企業が実用最小限の製品 (MVP : Minimum Viable Product) を実証できる段階に到達した場合に、その段階における資金調達のことを言う (投資する側にとってはシリーズ A における投資となる)。シリーズ B における資金調達とは、MVP の開発段階を超えて事業を次の段階へ進める際における資金調達のことを言う。シリーズ C における資金調達とは、他社を買収するための資金調達または公募増資 (既上場銘柄の公募または売込) としての資金調達のことを言う。

アマゾン社とドミニオン・エナジー社、SMR 展開で協力：2024 年 10 月 16 日、ドミニオン・エナジー社 (Dominion Energy) は、アマゾン (Amazon) 社との間で、バージニア州における小型モジュール炉 (SMR) 配備を進めるための商業・資金調達構造を模索するための了解覚書 (MOU) を締結したことを発表した。バージニア州の電力需要は年 5%以上増加しており、今後 15 年間で 2 倍になると予想されている。この MOU では、消費者および資本提供者にとっての潜在的な費用リスク・開発リスクを緩和しながら SMR の開発および資金調達を進めるための道筋を、両

社が共同で探求することを定めている。なお、ドミニオン・エナジー社は 2024 年 7 月に、同社のノースアナ(North Anna)原子力発電所における SMR 開発の可能性を調査する提案募集(RFP)を行っているが、これは同発電所への SMR 建設を約束するものではない。(2024 年 10 月 16 日付 Dominion Energy)

人工知能に関する国家安全保障覚書 (AI に関する NSM) における原子力に関連した指示内容について : 2024 年 10 月 24 日、米国大統領府 (The White House) は、「人工知能^{*1}に関する国家安全保障覚書 (AI に関する NSM)」(National Security Memorandum (NSM) on Artificial Intelligence (AI)) ^{*2}を公表した。この NSM は様々な省庁に対して指示を出しており、エネルギー省 (DOE) に対しては以下の内容を実行することを指示している。

- 原子力リスクと放射線リスクについて評価するとともに化学的な脅威・生物学的な脅威・その他の脅威の評価について米国政府機関を横断的に調整することを目的として、国家核安全保障局 (NNSA : National Nuclear Security Administration) を通じて、最先端 AI モデル (frontier AI models) について、米国政府を代表して安全試験と体系的評価 (いわゆるレッドチーム^{*3}の設立を含む) を主導すること。
- AI モデルと AI システムの体系的試験と体系的評価を支援するために、専門的知見、インフラ、および施設を供すること。
- 科学研究と情報分析 (諜報分析 (intelligence analysis)) を対象とした最先端 AI について、人間の制御下に置きつつ活用することのできる大規模施設の設計と建設を行うこと。
- 最先端 AI 規模での訓練 (training)、微調整 (fine-tuning)、および推論 (inferencing) を対象とした連合機械学習 (federated AI、Federated learning または federated machine learning とも呼称) ^{*4}とデータソース (data sources) について、性能と効率性を評価すること。
- AI のサプライチェーンにおける重要な中心点を明らかにし、潜在的なリスクを明らかにするとともに、そのようなリスクの低減に努めるために、米国政府機関を横断的に調整すること。
- AI の実現を可能にするようなインフラの建設を対象とした許可発行、承認、およびインセンティブについて、効率化を行うための取組みを主導すること。
- AI の責任ある採用を加速化させるために、教育・訓練の機会を明らかにすること等によって、雇用と継続雇用に係る戦略を推進すること。

(2024 年 10 月 24 日付 The White House、10 月 25 日付 National Nuclear Security Administration)

*1 合衆国法典第 15 編「商業および貿易」(Title 15 Commerce and Trade) 第 119 章「国家人工知能イニシアチブ」(National Artificial Intelligence Initiative) の第 9401 節 (3) (15 U.S.C. 9401(3)) における人工知能の定義は次の通りである。「人工知能」という用語は、人間によって定義された所与の一連の目的について、現実環境または仮想環境に対して影響を与えるような予測、勧告、または決定を行うことを可能にするような、機械に基づいたシステムを意味する。人工知能システムは、機械に基づいた入力または人間に基づいた入力を利用して、(A) 現実環境と仮想環境を知覚 (理解) し、(B) 自動的な分析を通じてそのような知覚 (理解) をモデルへと抽象化するとともに、(C) モデル推論を利用して、情報または行動を対象とした選択肢を定式化する」(The term "artificial intelligence" means a machine-based system that can, for a given set of human-

defined objectives, make predictions, recommendations or decisions influencing real or virtual environments. Artificial intelligence systems use machine and human-based inputs to-(A) perceive real and virtual environments; (B) abstract such perceptions into models through analysis in an automated manner; and (C) use model inference to formulate options for information or action.)。

- *2 この覚書の正式名称は「人工知能における米国の指導的な立場を推進すること、国家安全保障上の目的を全うするために人工知能を「人間の制御下に置きつつ」活用すること、および人工知能の安全性、安全保障、および信頼性を醸成することに関する覚書」(Memorandum on Advancing the United States' Leadership in Artificial Intelligence; Harnessing Artificial Intelligence to Fulfill National Security Objectives; and Fostering the Safety, Security, and Trustworthiness of Artificial Intelligence) である。
- *3 いわゆるレッドチーム (red team) は、当該組織の敵として仮想的に組織された集団であり、当該組織の監督の下で敵として物理的またはデジタル上でネットワークへの侵入を試みた上で、防衛上の改善点等について当該組織に対して報告を行う。レッドチームは当該組織を構成する一集団であることもあれば当該組織によって一時的に雇用された集団であることもある。レッドチームの活動は合法であるが、レッドチームが組織されていることを知らない当該組織の従業員またはレッドチームによって欺かれた当該従業員の中には、不意打ちを食らった形になる者が出る可能性がある。
- *4 連合機械学習は、ローカル・ノード (local nodes) において格納されている複数のローカル・データセットについて、データ・サンプルの明示的な共有を行うことなく機械学習アルゴリズムを訓練することを目的とした機会学習である。そのため連合機械学習は、プライバシーの保護に役立つほか、機械学習と特に深層ニューラルネットワーク (DNNs : deep neural networks) にとっては、より多くのデータを利用することができるようになり、データ転送上の障害を解決することができるようになるとともに、より高い精度で協調学習を行うことができるようになる。

FERC、PJM インターコネクション社等の改訂版サスケハナ系統連系業務契約を却下 : 2024 年 11 月 1 日、連邦エネルギー規制委員会 (FERC : Federal Energy Regulatory Commission) は、アマゾン (Amazon) 社の子会社であるアマゾン・ウェブ・サービス (AWS : Amazon Web Services) 社のデータセンター^{*1,2}に対してサスケハナ (Susquehanna) 原子力発電所からの電力供給を拡大すること^{*3}を企図して PJM インターコネクション社 (PJM Interconnection, L.L.C.)、PPL エレクトリック・ユーティリティーズ社 (PPL Electric Utilities Corporation)、およびタレン・エナジー社 (Talen Energy Corporation) の三者が締結した改訂版サスケハナ (Susquehanna) 系統連系 (相互接続) 業務契約 (ISA : Interconnection Service Agreement) について、却下する内容の命令 (order) を発行した^{*4}。却下の理由として FERC は、PJM インターコネクション社が締結する ISA について FERC が承認済の雛形／書式 (pro forma ISA) に適合しない形でこの改訂版の ISA において提案されている規定 (non-conforming provisions) について、ISA (pro forma ISA) において条項として規定することになっている内容から逸脱することが必要であることに関して、送電網の信頼性に係る個別の懸念事項 (specific reliability concerns)、新規性のある法律上の懸念事項 (novel legal issues)、または類の無いその他の要因 (other unique factors) の観点で理由を述べる必要があるにもかかわらず、PJM インターコネクション社が十分に説明していない (has not demonstrated) ためであると述べている^{*5,6}。(2024 年 11 月 1 日付 Federal Energy Regulatory Commission、11 月 4 日付 World Nuclear News)

- *1 このデータセンターは、ペンシルバニア州東北地域に所在する容量 96 万 kW のキュムラス (Cumulus) データセンター・キャンパスであり、タレン・エナジー社から AWS 社へと 2024 年 3 月に売却された。このデータセンターとサスケハナ原子力発電所の間の距離は、直線距離で

- 1.5km 程度である。
- *2 このデータセンターにおいては、情報処理等のために活用する人工知能（AI）の稼働を支えるために、電力需要が増加することが見込まれている。なお近年、米国をはじめとしてデータセンターの運用については、事業を通じて発生する炭素排出を抑えることを目的として、原子力発電による給電を志向する動きが起きている。その中には、データセンターのサイト内において小型モジュール炉（SMR）を建設することにより、送電中の電力喪失を可能な限り抑える形で直接的に給電することを志向している事例もある。
 - *3 2024 年 6 月 3 日、PJM インターコネクション社は、サスケハナ原子力発電所との共立地負荷（Co-Located Load）として位置付けられている AWS 社のデータセンターへの電力供給につき改訂前の ISA（すなわち、FERC から承認済の現行の ISA（No. 1442））で定められていた 30 万 kW について、系統のアップグレードを行うことなく 48 万 kW へと拡大する内容の改訂版 ISA に対して承認を求める申請を FERC に対して行っていた。この改訂版 ISA は、PJM インターコネクション社、PPL エレクトリック・ユーティリティーズ社、およびタレン・エナジー社の 3 者の合意を経て実際には 2024 年 9 月 3 日に改訂された。ここで共立地とは、異なる所有者や運転者（操業者）の設備や機器について、共通の立地において設置することを指す。
 - *4 この決定に至る FERC の委員 5 名による採決の結果は、賛成 2、反対 1、棄権 2 であった。
 - *5 PJM インターコネクション社の説明が不十分である点の 1 つとして FERC は、発電者の電力（サスケハナ原子力発電所からの電力）を送電網に流すことなく発電が行われているそのサイトにおいて直接給電すること（いわゆる「Behind the Generator Meter」と「behind the Customer Facility's Point of Interconnection」）によって顧客（AWS 社のデータセンター）に対して給電するという内容の契約条項について、修正版 ISA に盛り込むことを正当化できるために十分な根拠が提示されていないことを挙げている。
 - *6 2024 年 6 月 24 日、PJM インターコネクション社の顧客であるエクセロン社（Exelon Corporation）とアメリカン・エレクトリック・パワー（American Electric Power）社は、修正版 ISA に基づいて「Behind the Generator Meter」と「behind the Customer Facility's Point of Interconnection」によってサスケハナ原子力発電所から AWS 社のデータセンターへ大規模に給電が行われることについて、送電系統の使用料金を支払うことなく送電系統からの便益を AWS 社が得る一方、PJM 容量市場においては着実に給電量が減少していく等と述べ、FERC に対して抗議を行った。その上でエクセロン社とアメリカン・エレクトリック・パワー社は、この修正版 ISA に関する公聴会を FERC が開催すべきであると述べるとともに、公聴会の開催を行うことができない場合にはこの修正版 ISA を却下すべきであるとの見解を明らかにしていた。

米国国内の原子力発電容量を 2050 年までに 300GW へ: 2024 年 11 月 12 日、大統領府（The White House）は、新たなロードマップ『安全かつ責任ある形で米国の原子力エネルギーを拡大すること：商業展開目標と行動のための枠組み』（Safely and Responsibly Expanding U.S. Nuclear Energy: Deployment Targets and a Framework for Action）を公表した。このロードマップによると米国政府は、2035 年までに米国国内における原子力発電容量を新たに 35GW 増設し、最終的には 2050 年までに米国国内における原子力発電容量を 300GW にすることを目標としている*2。なお現在の米国国内の原子力発電容量は約 100GW である。（2024 年 11 月 12 日付 The White House、11 月 14 日付 American Nuclear Society）

- *1 2023 年 12 月 2 日、米国政府は、国連気候変動枠組条約第 28 回締約国会議（COP28：the 28th Conference of the Parties）において、2050 年までに原子力発電容量を現状の 3 倍となるように増設することを求めた宣言に署名していた。今回公表されたロードマップは、その署名を受けたものである。
- *2 2040 年までに毎年 15GW の原子力発電容量を増設することにより、2050 年までに 200GW の原子力発電容量を増設し、最終的に 300GW の原子力発電容量を達成する目標であるという。

ディアブロ・キャニオン原子力発電所の文書管理に AI を導入: 2024 年 11 月 13 日、PG&E（Pacific Gas & Electric）社とスタートアップ企業のアトミック・キャニオン（Atomic Canyon）社は、デ

ディアブロ・キャニオン（Diablo Canyon）原子力発電所において「ニュートロン・エンタープライズ」（Neutron Enterprise）と称される人工知能（AI）ソフトウェアをインストールすることについて署名を行った（契約額は非公開）。このソフトウェアは、同発電所のシステム上に格納されている電子文書（多くは紙媒体またはマイクロフィッシュでの文書をスキャンしたもの＝画像情報としての電子文書）について、自然言語において読み込む（文字認識させる）とともに検索可能にするものである。これにより、同発電所の許認可に関連した過去の膨大な文書の管理が容易になる。（2024 年 11 月 14 日付 Reuters）

アパラチア電力、バージニア州で SMR 導入を計画：2024 年 11 月 14 日、アパラチア電力（Appalachian Power）は、小型モジュール炉（SMR）をバージニア州内において導入する計画を発表した。キャンベル（Campbell）郡ジョシュア・フォールズ（Joshua Falls）の同社が保有する地所において SMR 計画用のサイト候補を特定しており*、早期サイト許可申請（Early Site Permit Application）プロセスを開始する計画であるという。同社は 2025 年春にバージニア州企業委員会（Virginia State Corporation Commission）に SMR 計画について申請を提出するとともに、エネルギー省（DOE）による 9 億ドル規模の助成金プログラムにも申請を行うとしている。（2024 年 11 月 14 日付 Appalachian Power）

* アパラチア電力によると、ジョシュア・フォールズのサイトには 765kV の変電所があり、また機器の輸送に必要な道路が近隣にあるという。

80 年運転を目指すモンティセロ原子力発電所について NRC が最終環境影響評価書を発行：2024 年 11 月 15 日、原子力規制委員会（NRC）は、2 回目となる 20 年間の運転期間延長申請（80 年間の運転を行うための申請）が行われているモンティセロ（Monticello）原子力発電所（沸騰水型軽水炉（BWR：boiling water reactor））について、最終の環境影響評価書（EIA：Environmental Impact Assessment）を発行した。この最終の EIA において NRC スタッフは、同発電所の運転期間をさらに 20 年間延長させることを妨げるような環境影響上の問題が無かったと結論付けている。NRC は、同発電所の 2 回目となる 20 年間の運転期間延長申請を対象とした安全評価報告書を 2024 年 3 月に発行していた。なお同発電所の現行の運転認可の期限は 2030 年 9 月である。（2024 年 11 月 15 日付 NRC No: 24-080）

Meta 社、1～4GW の原子力発電容量を提供するデベロッパーを求め RFP 発出：2024 年 12 月 3 日、Facebook 等を運営する Meta 社は、増大するデータ需要のためのエネルギー源として原子力を求めるとして、2030 年代初めまでに米国内において 1～4GW の新規原子力発電容量を提供する原子力エネルギー開発事業者を特定するため、提案募集（RFP）を発出することを明らかにした。Meta 社は発表において、同社の将来的なエネルギー需要に対応するとともに広範な産業における脱炭素化を進めるため、原子力発電所の利用可能性を促進し、複数ユニットの配備により材料コスト削減を実現することが可能であるような十分な規模を創出する取り組みを支援するデベロッパーを特定したいと述べている。（2024 年 12 月 3 日付 Meta、12 月 4 日付 World Nuclear News）

コンステレーション社、一般調達局との間で2件の契約を獲得：2025年1月2日、コンステレーション（Constellation）社は、電力供給と省エネに関する2件の政府調達について、一般調達局（GSA：General Services Administration）から契約を獲得したことを明らかにした。前者は、GSAに対して年間100万メガワット時（MWh/yr）以上の電力について、10年間にわたり2025年から原子力発電等によって供給を行うというものである*1。契約額は8億4,000万ドルであり、GSAに係る契約額として史上最高額である。後者は、首都圏（National Capital Region）におけるGSA所有の施設にて、省エネに係る措置を実施するもの*2であり、契約額は1億7,200万ドルである。（2025年1月2日付 Constellation）

- *1 コンステレーション社によると、多くの企業や政府による持続可能なエネルギー調達において原子力エネルギーは対象から除外されてきた経緯があるという。コンステレーション社は今回の契約に基づき、所有する原子力発電所群の再認可（relicense）や運転期間延長に取り組むとしている。
- *2 この契約は「省エネ出来高契約」（Energy Savings Performance Contract）と呼称されている。LEDライトの設置や対候化等が対象であり原子力とは関係が無い。

モンティセロ原子力発電所、2回目となる20年間の運転期間延長（80年間の運転へ）：2025年1月2日、原子力規制委員会（NRC）は、モンティセロ（Monticello）原子力発電所1号機*1の運転認可について、2回目となる20年間の延長を行ったことを明らかにした*2。これにより同発電所の運転認可の期限は2050年9月8日となる。NRCが今回の措置を行うに至るまでには、2024年3月に同発電所を対象とした安全評価報告書（safety evaluation report）が発行され、2024年11月に最終の環境影響評価書（environmental impact statement）が発行されていた。（2025年1月2日付 NRC NEWS No: 25-001）

- *1 モンティセロ原子力発電所は沸騰水型軽水炉（BWR）1基で構成され、1970年に初臨界を達成し、1971年に商業運転を開始した。
- *2 モンティセロ原子力発電所に対して2回目となる20年間の運転期間延長をNRCが行ったことにより、同発電所は運転開始から80年間の運転を行うことが可能となった。NRCによって80年間の運転が可能となった米国国内の原子炉の基数は、今回の事例を含めて9基となった。

BWXT社がキネクトリックス社を買収へ：2025年1月7日、BWXTテクノロジーズ（BWXT：BWXT Technologies）社は、キネクトリックス（Kinectrics）社を約5億2,500万ドルで買収する契約を締結したことを発表した。BWXT社は、今回の買収により同社の商業事業部門が補完され、原子力および放射性医薬品に関する製品・サービスのポートフォリオを拡大することが可能になると述べている*。（2025年1月7日付 BWXT Technologies）

- * BWXT社は、キネクトリックス社を買収することによりCANDU炉市場におけるBWXT社の地位を強化するとしている。また、核医学分野においてはキネクトリックス社により更なる同位体照射技術や同位体製造技術がもたらされると述べている。

地下設置型SMR開発企業とデータセンター開発企業が提携：2025年1月7日、小型モジュール炉（SMR）開発企業であるディープ・フィッション（Deep Fission）社は、人工知能（AI）対応データセンター開発企業エンデバー・エナジー（Endeavour Energy）社との間で戦略的提携関係を結んだことを明らかにした。エンデバー社のデータセンターに電力を供給するため、両社は

2GW の原子力エネルギー開発に共同で取り組むとしており、最初の原子炉は 2029 年に運転を開始する見込みであるという。ディープ・フィッション社は地下 1 マイル（約 1.6km）の深さの掘削孔（boreholes）に SMR を設置するアプローチを開発している*1。ディープ・フィッション社によると、深い掘削孔に SMR を配置することで、堅固な閉じ込めや一定した圧力といった天然の地質学的利点を活用し原子炉の固有の安全性を確保するとともに、地上建設型の原子力発電所事業の高いコストと長期にわたる建設期間を大幅に削減し*2、1/4 エーカーの広さで 10 万 kW 超という高い発電密度を提供するという。（2025 年 1 月 7 日付 Deep Fission）

- *1 ディープ・フィッション社のウェブサイトによると、掘削孔に配置される SMR は加圧水型軽水炉（PWR）技術に基づくものであるという。SMR の 1 基あたりの出力は 1 万 5,000kWe である。掘削孔の大きさは、直径 30 インチ（約 76cm）、深さ 1 マイル（約 1.6km）である。掘削孔 1 本につき 1 基の SMR が配置される。
- *2 1kWh あたりの発電費用は 5〜7 セントとのことである。

クリーン水素製造に関する税額控除について、原子力発電も適格となるような最終規則が発効：
2025 年 1 月 10 日、連邦官報（Federal Register）上に掲載された内国歳入庁（IRS : Internal Revenue Service）および財務省（DOT : Department of the Treasury）による「クリーン水素製造に関する税額控除およびエネルギー税額控除」（Credit for Production of Clean Hydrogen and Energy Credit）* に関する最終規則（Final regulations）が発効した。「クリーン水素製造に関する税額控除」の第 45V 節（Section 45V）は様々な経路により製造されたクリーン水素の配備を支援することを目的としているが、これに関する 2024 年発効の規則では水素施設が操業を開始した時点から 3 年以内に操業を開始したクリーン発電装置のみが控除対象とされ、原子力を含む米国内の多くの既存のクリーン発電容量が事実上排除される形となった。今回発表された最終規則では、既存容量に対する「増分」（incremental）となる発電容量によって水素製造が行われることが引き続き求められているが、原子力発電所に対する例外規定を含め、「増分」であることを示すための追加的な方法が提示されている。原子力発電所については、「退役のリスクがある」（at risk of retirement）場合、適格な原子炉 1 基あたり最大で 20 万 kW までが「増分」と見做される可能性があるという。（2025 年 1 月 6 日付 World Nuclear News、1 月 10 日付 Federal Register）

- * 「2022 年インフレーション抑制法」（Inflation Reduction Act of 2022）によって制定されたもの。

ニューヨーク州、ナイン・マイル・ポイントでの先進炉導入支援等を発表： 2024 年 1 月 14 日、K.ホウクル（Kathy Hochul）ニューヨーク州知事は、2025 年施政方針演説（2025 State of the State）において、気候危機に対応するため 10 億ドル超の投資を行う方針を明らかにした。この投資にはニューヨーク州における先進原子力エネルギー開発のための基本計画の提案が含まれている*1。「先進原子力基本計画および青写真」（Advanced Nuclear Master Plan and Blueprint）と題されたこの取り組みでは、ナイン・マイル・ポイント（Nine Mile Point）原子力発電所サイトにおいて 1 基もしくはそれ以上の新規先進炉を設置するための調査を支援するような連邦計画助成金（federal planning grant funding）の獲得に向けて、コンステレーション（Constellation）社を支援する方針が示されている。エネルギー省（DOE）から資金が得られた場合は、ナイン・マイル・

ポイントの早期サイト許可（ESP）^{*2}取得のために用いられるという。なお、基本計画策定を進めるため、ニューヨーク州エネルギー研究開発機関（NYSERDA：New York State Energy Research and Development Authority）は1月14日付で先進原子力技術の概要と検討が必要な課題をまとめた「先進原子力エネルギー技術検討のための青写真」（Blueprint for Consideration of Advanced Nuclear Energy Technologies）を発表している。（2025年1月14日付 New York State、New York State Energy Research and Development Authority、1月17日付 World Nuclear News）

*1 基本計画は2025～2026年にかけて作成され、2026年末に完成版が発表される予定である。

*2 早期サイト許可（ESP）は最長20年間有効であり、有効期間中であれば事業者はいつでも建設・運転認可を申請することが可能である。

バイデン大統領が原子力等のクリーンエネルギー源を伴うAIインフラ整備に関する大統領令を発出：2025年1月14日、J.バイデン（Joe Biden）大統領は、「人工知能インフラにおける米国の主導的地位を前進させるための大統領令」（Executive Order on Advancing U.S. Leadership in Artificial Intelligence Infrastructure）を発出した。この大統領令では国防総省（DOD：Department of Defense）およびエネルギー省（DOE）に対し、民間セクターが最先端の人工知能（AI）インフラを迅速かつ大規模に構築し、経済競争力、国家安全保障、AI安全、およびクリーンエネルギーを強化できるような場所にあるDODおよびDOE所有の土地を、GW級（gigawatt-scale）AIデータセンターの立地として貸し出すよう指示している。また大統領令は、DODおよびDOEの敷地内にAIデータセンターを建設する開発事業者は、データセンターの電力需要に対応するに十分なクリーンエネルギー源を設置する必要があるとしている。その上で大統領令はDOEに対し、分散型エネルギー資源（distributed energy resources）を促進し、既存の相互接続ポイントにおけるクリーン発電源の設置を推進し、原子力エネルギーの安全かつ責任ある展開を支援するため、更なる措置を講じるよう指示している。（2025年1月14日付 The White House、1月16日付 American Nuclear Society）

中止されたV.C.サマー2、3号機建設事業の取得・完成に関するRFPが発出される：2025年1月22日、サンティー・クーパー（Santee Cooper）社は、2017年に建設途中で事業が中止されたV.C.サマー（V.C. Summer）原子力発電所の2基の原子炉^{*1}について、1基もしくは2基の事業および資産の取得および完成、もしくは代替案の提案を求める提案募集（RFP）を発出した^{*2}。サンティー・クーパー社はこれらの原子炉を自社で所有・運転する計画はないとしながらも、新規原子力発電ユニットの導入には長期間を要するが、同発電所2、3号機は大幅にタイムラインを短縮しながら信頼性の高い炭素フリー発電のオプションをもたらす機会であると述べている。

（2025年1月22日付 Santee Cooper、1月23日付 World Nuclear News）

*1 サウスカロライナ州ジェンキンズビル（Jenkinsville）に立地するV.C.サマー原子力発電所の2、3号機として、2基のウェスチングハウス（WH）社製AP1000の建設が2013年に開始されたが、2017年にWH社が破産申請を行ったことをうけて同年8月に建設が中止された。建設が中止された時点において、2号機の建設はかなりの段階まで進んでいたという。原子力規制委員会（NRC）は2019年に同発電所2、3号機の建設・運転一括認可（COL：Combined License）の終了を認めている。

※2 この RFP はサンティアー・クーパー社に代わってセンタービュー・パートナーズ社（Centerview Partners LLC）が実施する。

トランプ政権におけるエネルギー政策動向：2025 年 1 月 20 日、D.トランプ（Donald Trump）大統領は、大統領令（Executive Order）「米国のエネルギーの解放」（Unleashing American Energy）を発出した。この大統領令は、大陸棚を含む米国内の土地と海域におけるエネルギー探査および生産を奨励し、電気自動車（EV：electric vehicle）義務化の撤廃等をうたい、各省庁に対し国内エネルギー資源開発において負担となる可能性がある活動について即時に評価を行うよう指示している。2 月 5 日には、トランプ政権下でエネルギー省（DOE）長官に就任した C.ライト（Chris Wright）長官が、大統領令に従い「米国エネルギー優位の黄金時代を解き放つ」（Unleashing the Golden Era of American Energy Dominance）と題した就任後初の長官令（Secretarial Order）を発出した。長官令の冒頭においてライト長官は、米国内のエネルギー生産を拡大しエネルギー費用を削減するとともに、DOE 国立研究所群における取組の加速も含め米国が世界のイノベーションと技術的ブレイクスルーを主導すべきであること、エネルギーインフラを認可・建設し、エネルギーインフラ事業を進めるにあたっての障壁を取り除く必要があると述べている。その上でライト長官は、DOE による最初の措置として以下の 9 項目を挙げている*。

1. 引き算ではなく、エネルギーの加算を進める（Advance Energy Addition, Not Subtraction）：ネットゼロ政策はエネルギー費用の上昇と安全保障の弱体化を招くとして、エネルギー生産を減らすのではなく増産を目指す。
2. 米国のエネルギー革新を解放する（Unleash American Energy Innovation）：DOE の研究・開発（R&D）活動として、化石燃料、先進原子力、地熱、水力発電等の手頃な価格かつ信頼性がありセキュアなエネルギー技術を優先する。また DOE は、核融合・高性能コンピューティング・量子コンピューティング・人工知能（AI）といった技術的ブレイクスルーを優先し国際競争力を維持するため、R&D ポートフォリオの包括的見直しを行う。
3. 液化天然ガス（LNG：liquefied natural gas）輸出の通常状態への回帰（Return to Regular Order on LNG Exports）
4. 家電製品の手頃な価格化と消費者による選択の促進（Promote Affordability and Consumer Choice in Home Appliances）
5. 戦略的石油備蓄（SPR）の補充（Refill the Strategic Petroleum Reserve (SPR)）
6. 核兵器備蓄の最新化（Modernize America’s nuclear stockpile）
7. 米国内の商用原子力発電の解放（Unleash Commercial Nuclear Power in the United States）：米国の原子力復興（nuclear renaissance）はトランプ政権下で始めなければならないとして、次世代原子力技術の迅速な配備・輸出を可能にするよう DOE は積極的に取り組む。
8. 送電網の信頼性・セキュリティの強化（Strengthen Grid Reliability and Security）
9. 許認可を合理化し米国のエネルギーにおける過度な負担を特定する（Streamline Permitting and Identify Undue Burdens on American Energy）：手間のかかる（burdensome）連邦許認可手続きが米国の競争力と国家安全保障を損なっているとして、民間投資を可能とし、より安

価で信頼できセキュアなエネルギーのために必要なエネルギーインフラを構築するため、より効率的な許認可手続きを追求する。

また、DOE 長官令発出と同日の 2 月 5 日付で、C.フライシュマン（Chuck Fleischmann）議員（共和党、TN-03）と M.ヴィージー（Marc Veasey）議員（民主党、TX-33）は共同声明を発表し、超党派の「米国エネルギー優位性議員連盟」（American Energy Dominance Caucus）の設立を明らかにした。この議員連盟はあらゆる形態の米国産エネルギーに対する意識向上を図り、国内エネルギー生産を推進し、エネルギー安全保障に重点を置くものである。発表においてフライシュマン議員は「あらゆる形態の米国産エネルギー、特に新規原子力エネルギーを増やすことは、党派的な問題であってはならない」と述べている。（2025 年 1 月 20 日付 The White House、2 月 5 日付 DOE、Chuck Fleischmann、2 月 6 日付 World Nuclear News、2 月 8 日付 American Nuclear Society）

* 以下、各項目について原子力に関連する部分を抜粋して紹介する。

閉鎖されたデュアン・アーノルドの運転再開に向けた動向：2025 年 1 月 24 日、ネクステラ・エナジー（NextEra Energy）社は、子会社であるネクステラ・エナジー・リソースズ（NextEra Energy Resources）社が、デュアン・アーノルド（Duane Arnold）原子力発電所の再稼働に向けた評価活動を継続していることを明らかにした*¹。同社によると、運転認可の回復（restore）と早ければ 2028 年末の運転再開に向けた重要な一歩として、原子力規制委員会（NRC）に対し認可変更を求める通知を提出したという。デュアン・アーノルド原子力発電所は発電容量 61 万 5,000kWe の沸騰水型軽水炉（BWR）1 基で構成され、1974 年に運転を開始した。同発電所は 2034 年 2 月まで有効な運転認可を保有していたが、2020 年 8 月に閉鎖された*²。ネクストラ・エナジー・リソースズ社は 2020 年 4 月に閉鎖後廃止措置活動報告書（PSDAR：Post-Shutdown Decommissioning Activities Report）を NRC に提出し、同発電所を安全貯蔵（SAFSTOR）状態とし 2075 年に廃止措置を開始する方針を説明していた。2022 年 4 月には、すべての燃料がサイト内の独立使用済燃料貯蔵施設（ISFSI：independent spent fuel storage installation）に移されている。（2025 年 1 月 24 日付 NextEra Energy、1 月 27 日付 Nuclear Engineering International）

*¹ ネクステラ・エナジー社の 2024 年第 4 四半期および通年の業績報告において明らかにされたものの。

*² 2018 年にネクステラ・エナジー・リソースズ社とアライアント・エナジー（Alliant Energy）社が電力購入契約（PAA）期間を短縮することで合意した際に、同発電所の早期廃止（2020 年後半）が決定された。しかし、2020 年夏に暴風により冷却塔等の安全に関連しない構造物が破壊されたため、同発電所は予定より早く 2020 年 8 月に恒久停止された。

APS 等がアリゾナ州内での原子力発電所追加を検討：2025 年 2 月 5 日、アリゾナ・パブリック・サービス（APS：Arizona Public Service）、ソルト・リバー・プロジェクト（SRP：Salt River Project）、およびツーソン電力会社（TEP：Tucson Electric Power）は、アリゾナ州内における原子力発電所の追加の可能性を探ることで協力することを発表した。三者は協力の下で、廃止される石炭火力発電所サイトを含む様々な原子力発電所候補地の評価を行うとしている。追加の原子力発電所としては小型モジュール炉（SMR）と大型原子炉が検討されるという。APS ら三者は、エネルギー省（DOE）の原子力エネルギー局（NE）とクリーンエネルギー実証局（OCED：Office of Clean

Energy Demonstrations) が実施する「第 III 世代+小型モジュール炉プログラム」(Generation III+ Small Modular Reactor program) *に申請を提出しており、承認されれば得られた助成金は 3 年間のサイト選定プロセスおよび早期サイト許可申請 (early site permit) の準備に使用される見込みである。(2025 年 2 月 5 日付 Arizona Public Service)

- * 2024 年 10 月 16 日、DOE は、第 III 世代+炉として分類されるような SMR 技術の米国における初となる商業展開を支援するために行う最大 9 億ドルの資金拠出について、融資を受けることを希望する申請者からの申請受付を開始したことを明らかにした。この申請受付は 2 つの類 (tier) に分けて行われる。第 1 類は「先発者チーム支援」(First Mover Team Support) と称するものであり、OCED によって運営され、米国における初の SMR 発電所配備に取り組む電力事業者、原子炉開発事業者、建設事業者、および最終使用者 (end-user) または電力購入者 (power off-takers) による最大 2 つのチームを対象として、合計で最大 8 億ドルの資金拠出を行うものである。第 2 類は「後発者の商業展開の迅速な支援」(Fast Follower Deployment Support) と称するものであり、DOE の NE によって運営され、第 III 世代+SMR の追加配備を促進することを対象として、最大 1 億ドルの資金拠出を行うものである。

NASEO、先進原子力先行者イニシアチブを立ち上げ：2025 年 2 月 5 日、全米州エネルギー担当官協会 (NASEO : National Association of State Energy Officials) は、複数州における先進原子力プロジェクトの実施を加速させることを目的として、「先進原子力先行者イニシアチブ」(Advanced Nuclear First Mover Initiative) を立ち上げた。このイニシアチブでは、そのような目的を達成するために、財政上・技術上のリスクを低減するための機会を模索し、市場における先進原子力技術の採用を支援するような政策を考案し、サプライチェーンのニーズを明らかにし、連邦政府レベルの許認可を効率的なものにし、調達について協調的な選択肢を用意するようにし、州政府・連邦政府・民間における融資構造の確立を模索するとともに、官民パートナーシップを樹立する。なおイニシアチブ先行者イニシアチブは、ニューヨーク (New York) 州、インディアナ (Indiana) 州、ケンタッキー (Kentucky) 州、テネシー (Tennessee) 州、およびワイオミング (Wyoming) 州が共同で議長を務め、メリーランド (Maryland) 州、ペンシルベニア (Pennsylvania) 州、ユタ (Utah) 州、バージニア (Virginia) 州、およびウェストバージニア (West Virginia) 州が参加する。(2025 年 2 月 5 日付 National Association of State Energy Officials)

カルバートクリフスの運転期間延長と発電量増加を目指し設備更新に 1 億ドル投資：2025 年 2 月 11 日、コンステレーション (Constellation) 社は、メリーランド州に所在するカルバートクリフス (Calvert Cliffs) 原子力発電所 1、2 号機*1について、運転認可更新と発電量増加を可能なものとするため、設備と電気系統の更新に約 1 億ドルを投資することを明らかにした。更新作業の大部分は、2025 年 2 月下旬に予定されている同発電所の燃料交換のための運転停止期間中に行われる*2。またコンステレーション社は、同発電所の変電所の更新を行うことにより、電力生産量が約 10%増加する可能性があるとしている。ワールド・ニュークリア・ニュース (WNN) の報道によると、原子力規制委員会 (NRC) は 2000 年 3 月に同発電所の 1 回目の運転認可更新を承認しており、同発電所 1 号機は 2034 年まで、2 号機は 2036 年までの運転が認められている。(2025 年 2 月 11 日付 Constellation、2 月 12 日付 World Nuclear News)

- *1 メリーランド州唯一の原子力発電所であるカルバートクリフス原子力発電所は 2 基の加圧水型

軽水炉（PWR）で構成される。同発電所は計 1,756MWe の電力をメリーランド州に供給しているが、これは同州の総発電量の 40%、またクリーン発電量の 80%を占める。

- *2 ポンプ・モーター・バルブ・制御棒システムの改修および交換、発電所の 13kV 変圧器のオーバーホール等が行われる予定である。

大統領に対して助言を行う組織として国家エネルギー優位性委員会が設立：2025 年 2 月 14 日、米国大統領府（The White House）は、同日に D.トランプ（Donald Trump）大統領が署名した行政命令（executive order）により、米国の世界におけるエネルギー生産での優位性を実現することについて大統領に対して助言を行う組織として、「国家エネルギー優位性委員会」（National Energy Dominance Council）を設立した。同委員会の機能（Functions）として、許認可審査、エネルギー生産、発電、分配、規制、輸送、およびあらゆる形の米国産のエネルギーの輸出において、改善を行うことについて大統領に助言することが挙げられる。また、同大統領に対する助言内容としては、閉鎖された発電所の再開促進と小型モジュール炉（SMR）の商業発電開始に関するものも含まれる。なお、同委員会の議長は内務長官（Secretary of the Interior）が務め、副議長はエネルギー省長官（Secretary of Energy）が務める。（2025 年 2 月 14 日付 The White House、2 月 18 日付 World Nuclear News）

パリセード原子力発電所サイトにおいて 2030 年に SMR-300 の商業運転を目指す動き：2025 年 2 月 25 日、ホルテック・インターナショナル（Holtec International）社は、同社の小型モジュール炉（SMR）である SMR-300 について、ミシガン州コバート・タウンシップ（Covert Township）所在のパリセード（Palisades）原子力発電所サイトにおいて、2030 年に商業運転を開始することを目指して 2 基建設することを企図した「ミッション 2030」（Mission 2030）と称するプログラムを立ち上げたことを明らかにした*。このため同日、ホルテック・インターナショナル社と韓国の上通エ&C（Hyundai E&C）社は、SMR-300 の建設について、2021 年に締結した協力関係を拡張することで合意した。（2025 年 2 月 25 日付 Holtec International）

- * パリセード原子力発電所サイトにおいては、一度閉鎖された既存原子炉（80 万 kW）の再稼働に向けた取組が進められている。「ミッション 300」において建設される SMR-300 は、この既存炉に併設する形となる。

ラスト・エナジー社、テキサス州に 30 基のマイクロ炉を建設する計画を発表：2025 年 2 月 28 日、ラスト・エナジー（Last Energy）社は、テキサス州ハスケル郡（Haskell County）において同社製マイクロ炉 PWR-20 を 200 エーカーの敷地に 30 基建設し、同州内のデータセンター*1を顧客として電力を供給する計画を発表した。同社は送電系統と私設送電線を組み合わせて電力供給を行う計画であり、既にテキサス州電気信頼性評議会（ERCOT）*2 に対し送電網接続を申請している。また、同社は 200 エーカーの土地について土地管理権（site control）を取得しており、原子力規制委員会（NRC）に対して早期サイト許可（ESP）を申請するための準備を進めているという。（2025 年 2 月 28 日付 Last Energy）

- *1 ラスト・エナジー社によると、テキサス州内には 340 件以上のデータセンターが立地しており、およそ 8GW の電力を消費しているという。
*2 テキサス州の独立系統運用機関（ISO：Independent System Operator）。

TMI-1 再稼働事業は計画より前倒しで進行中：2025 年 2 月 28 日付の報道によると、コンステレーション（Constellation）社は、恒久停止されたスリーマイルアイランド（TMI）原子力発電所 1 号機をクレーン・クリーンエネルギー・センター（CCEC）として再稼働する事業について、計画よりも前倒しで進行していることを明らかにした。コンステレーション社は、2019 年に経済的理由により恒久停止された TMI 原子力発電所 1 号機を再稼働するため、2024 年 9 月にマイクロソフト（Microsoft）社と 20 年間の電力購入契約（PPA）を締結した。これ以降、コンステレーション社は 200 名以上のフルタイム職員を雇用し、主事務棟の修復や訓練センター、制御室シミュレータの強化等の取り組みを進めている。また、同発電所の蒸気発生器等の厳格な検査が実施されたほか、再稼働にあたり必要な最大規模の新規設備購入のひとつである主電力変圧器（main power transformers）3 基の新設契約が締結され、2026 年の納入が予定されている。許認可や規制上の文書提出については、コンステレーション社はペンシルベニア地域の送電事業者である PJM に対し送電網への相互接続要請（interconnection request）を提出したという。また同社は、原子力規制委員会（NRC）に対する許認可および規制に関する文書の提出を予定通りに進めているとしている*。TMI 原子力発電所 1 号機は 2019 年に恒久停止された時点において 2034 年まで有効な運転認可を保有していた。コンステレーション社は CCEC について、2028 年までに運転を再開し、少なくとも 2054 年まで運転を延長する計画である。（2025 年 2 月 19 日付 Constellation Energy、2 月 28 日付 World Nuclear News）

* TMI 原子力発電所 1 号機の名称をクレーン・クリーンエネルギー・センター（CCEC）に変更することについて、コンステレーション社は 2025 年 1 月に認可修正申請を NRC に提出したという。NRC は名称変更についての審査を 2025 年 5 月 23 日までに完了する見通しである。

WH 社と Data4 社、欧州内のデータセンターでの AP300 利用で協力：2025 年 3 月 11 日、ウェスチングハウス（WH）社と欧州のデータセンター開発・運営事業者である Data4 社は、欧州において WH 社製 AP300 小型モジュール炉（SMR）を将来のデータセンターにおける電力供給に利用することを探る了解覚書（MOU）に署名した。MOU に基づき、Data4 社は将来のデータセンターのひとつにおいて化石燃料への依存を低減させるために導入を評価する目的の技術的選択肢として AP300 を選択することになる。（2025 年 3 月 11 日付 Westinghouse Electric Company）

1.2 国際協力動向

USTDA、欧州とユーラシアにおける米国主導の民生原子力開発を推進するためのワークショップに対して資金拠出：2024 年 3 月 23 日、米国貿易開発庁（USTDA：United States Trade and Development Agency）は、欧州とユーラシア大陸における米国主導の民生原子力開発を推進するために実施する一連の国際ワークショップを対象として、資金拠出を行うことを明らかにした。発表によると USTDA は、欧州と米国において今後 2 年間のうちに 4 件のワークショップを主催するとのことである。それらのワークショップは、大西洋を横断した原子力産業全体にわたるパートナーシップを促進することを目的とするとともに、民生原子力計画の実行を計画するにあたり意思決定者（政策決定者）を支援することを目的としている。（2024 年 3 月 23 日付 USTDA）

米国、ガーナにおける SMR 配備について協力：2024 年 5 月 28 日、在ガーナ米国大使館（U.S. Embassy in Ghana）は、A.ガンザー（Ann Ganzer）国務省国際安全保障・核不拡散担当筆頭次官補代理による発表として、ガーナの安全かつ安心（secure）な原子力発電利用に対する一層の支援のための、新たな民生原子力協力を明らかにした^{*1}。この新たな民生原子力協力にはガーナを小型モジュール炉（SMR）に関する地域拠点（regional hub）とすることが含まれている。在ガーナ米国大使館によると、米国の「SMR 技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST）プログラム」（Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology (FIRST) Program）の下で、ガーナにおける米国製 SMR の安全かつ安心な配備を進めるため、以下の取決めについて署名が行われたという。

- NuScale エネルギー探求（E2：Energy Exploration）センターおよびガーナ原子力委員会（GAEC：Ghana Atomic Energy Commission）における関連業務の規定（Provisions）に関する了解覚書（MOU）および契約（Contractual Arrangements）。GAEC と NuScale パワー（NuScale Power）社、および国際科学技術センター（ISTC：International Science and Technology Center）^{*2}が署名した^{*3}。E2 センターは NuScale 社の SMR 制御室のシミュレーターであり、FIRST プログラムによる資金提供の下で実地研修を提供する施設である。また、アフリカにおける安全かつセキュアな民生用原子力の配備に向けて、ガーナを地域の教育・訓練拠点として確立するものであるという。
- 地域溶接資格認証プログラム（Regional Welding Certification Program）に関する MOU。GAEC と ISTC の間で締結された。このプログラムは FIRST プログラムによって資金が提供され、地域における SMR サプライチェーンの一部としてのガーナの立場を確立することを支援する。

なお、在ガーナ米国大使館によると、米国はガーナとの間で原子力平和利用協定（123 協定）の交渉を行っているという。（2024 年 5 月 28 日付 U.S. Embassy in Ghana、5 月 30 日付 Ghanaian Times、6 月 3 日付 World Nuclear News）

^{*1} この発表は 5 月 28 日にガーナのアクラ（Accra）において開催されたアフリカ原子力事業プラットフォーム（Africa Nuclear Business Platform）会合において行われた。

- *2 国際科学技術センター (ISTC) はカザフスタンに本部を置く国際機関で、化学、生物、放射性物質、原子力といった分野において様々な地域の科学者による事業を支援している。ISTC には日本、米国、EU、ノルウェー、韓国、カザフスタン、アルメニア、キルギス、ジョージア、タジキスタンが参加している。
- *3 この MOU と契約については、片方は GAEC と ISTC が署名し、もう片方は GAEC、ISTC、および NuScale 社が署名したという。なお、どちらの文書に署名したのかは明示されていない。

NRC 委員長、米国で政権交代が起きてもフィリピンとの 123 協定へのコミットメントを明言：
2024 年 7 月 18 日、フィリピンを訪問中の原子力規制委員会 (NRC) の C.ハンソン (Christopher Hanson) 委員長*は、マカティ市 (Makati City) でのメディアラウンドテーブル (media roundtable) においてフィリピン側に対して、特に 2024 年 11 月の米国大統領選挙の結果として政権交代が起きたとしても、米国政府は両国間の 123 協定の下でフィリピン政府に対するコミットメントを貫くと述べた。またハンソン委員長は、フィリピンの原子力部門のための規制枠組みの策定において支援を行うという観点で、NRC はフィリピンを優先するとも述べた。さらにハンソン委員長は、原子力規制枠組みの策定においてフィリピンに対して支援を行うことのほか、フィリピンにおいて米国がワークショップを開催すること、および原子力工学研究のためにフィリピン原子力研究所 (PNRI : Philippine Nuclear Research Institute) の専門家 3 名を米国へ招聘することにも言及したとのことである。(2024 年 7 月 18 日付 Philippine news agency、7 月 23 日付 American Nuclear Society)

- * ハンソン委員長は、フィリピンにおける原子力技術利用を対象とした規制枠組みの草案策定について討議を行う目的で、フィリピンの規制当局と会談を行うためにフィリピンを訪問していた。2024 年 7 月 18 日、ハンソン委員長は、フィリピンのラファエル・ロティリヤ (Raphael Lotilla) エネルギー大臣および S.ガリン (Sharon Garin) DOE 次官 (Undersecretary) と面会し、その際の議論は原子力発電所の整備へ向けたフィリピン政府の抱負と計画に焦点をあてたものとなった。そのほかハンソン委員長は、フィリピン議会下院原子力特別委員会議長の M.コファンコ (Mark Cojuangco) 議員とも面会し、フィリピンの原子力部門発展における権能付与法 (enabling legislation) について議論を行った。同 7 月 19 日に PNRI で行われた会談では、原子力安全枠組みの策定におけるフィリピンの優先順位について議論を行った。

ガーナと米国、アクラにおいて地域クリーンエネルギー訓練センターを設置：2024 年 8 月 1 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、DOE とガーナ原子力委員会 (GAEC) の原子力発電機関 (Nuclear Power Institute) が、アフリカ初となる地域クリーンエネルギー訓練センター (Clean Energy Training Center) をアクラ (Accra) において正式に設置したことを発表した。この訓練センターはアフリカ大陸における民生原子力エネルギープログラム開発を支援するためのものであり、ガーナや原子力エネルギーを検討しているアフリカ諸国にとって、地域訓練ハブとして機能するものである。なお、DOE は世界初となる同様のクリーンエネルギー訓練センターを 2024 年初めにポーランドにおいて設立している。DOE は 2025 会計年度において、ガーナやポーランドに設置したものと同様のハブをアフリカ、アジア、中央・東ヨーロッパにおいても設置するため 800 万ドルを追加で要求しているという。(2024 年 8 月 1 日付 DOE)

ガーナ国内において VOYGR-12 SMR 発電所を建設するための商業協定：2024 年 8 月 29 日、米
国国務省（DOS：Department of State）は、ガーナ国内において NuScale（NuScale Power）社製の
小型モジュール炉（SMR）を 12 基連結した原子力発電所である VOYGR-12 SMR 発電所を建設
することについて、ガーナ原子力発電会社（NPG：Nuclear Power Ghana）とレグナム・テクノロ
ジー・グループ（Regnum Technology Group）社*が商業協定（commercial agreement）に署名した
ことを明らかにした。両社は、アフリカ初の商用先進軽水炉型 SMR を用いた原子力発電所
（VOYGR-12 SMR 発電所）を所有・運転するための子会社を近い将来に設立する予定である。
なお今回の商業協定は、「SMR 技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST）プログラム」
（Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology (FIRST)
Program）等で行われている米国とガーナの間の既存の民生原子力協力に立脚したものであ
る。FIRST プログラムは、SMR 地域ハブ（SMR Regional Hub）と卓越研究拠点（center of excellence）
をガーナが設立することを支援しているほか、技術訓練、諮問業務、および視察旅行（study tours）
に加え、原子力発電所の技術者と運転員を対象とした地域訓練センターとして機能する NuScale
エネルギー探求（E2）センターの制御室シミュレータを提供するとともに、ガーナの周辺地域を
対象とした雇用整備とサプライチェーン整備を支援するための溶接認証プログラムを立ち上げ
ている。（2024 年 8 月 29 日付 U.S. Department of State、DOE）

* レグナム・テクノロジー・グループ社は、NuScale 社の技術を利用した SMR についての米国のプ
ロジェクト開発会社である。

北欧における AP1000 展開について WH 社とヒョンデ E&C 社が協力：2024 年 9 月 10 日、ウェ
スチングハウス（WH）社は、スウェーデンおよびフィンランドにおける WH 社 AP1000 技術に
基づく原子力発電所の機会を追求するため、韓国のヒョンデ E&C（Hyundai Engineering &
Construction）社との間で協業契約（teaming agreement）に署名したことを明らかにした*。この
協業契約のもと、WH 社は AP1000 技術の設計・開発を提供し、ヒョンデ E&C 社は事業に対し
エンジニアリング・建設サービスを提供する。WH 社はこの発表について、バッテンフォール
（Vattenfall）社がスウェーデンのリングハルス（Ringhals）における新規原子力発電所事業を 2024
年 2 月に開始したことや、フォータム（Fortum）社と WH 社が 2023 年 6 月にフィンランドおよ
びスウェーデンにおける新規原子力発電所の可能性や前提条件を調査することを定めた了解覚
書（MOU）を締結したことを受けたものであるとしている。（2024 年 9 月 10 日付 Westinghouse
Electric Company、American Nuclear Society）

* WH 社によると、今回署名された協業契約は、2022 年に両社が締結した戦略的協力合意に基づく
ものであるという。

EXIM 理事会、RoPower 社を対象とした融資 9,800 万ドルを承認：2024 年 10 月 1 日、米国輸出
入銀行（EXIM：Export-Import Bank of the United States）は、「EXIM エンジニアリング増強計画」
（EXIM Engineering Multiplier Program）の下でルーマニアの RoPower 社（RoPower Nuclear S.A.）
*1を対象とした融資 9,800 万ドルについて、EXIM の理事会が 2024 年 9 月 22 日の週に承認して
いたことを明らかにした。この融資は、ルーマニア国内のみならず世界において初の（a first-of-

kind) 小型モジュール炉 (SMR) の整備を対象として必要となる計画開始前の事前作業 (pre-project services) を支援するものであり、EXIM の「中国と競争している米国企業および変革性のある分野における米国企業を対象とした輸出支援プログラム」(CTEP: China and Transformational Exports Program) *2の中に位置づけられるものである。なお、この融資により、米国国内で 400 件の雇用が創出される見込みである。(2024 年 10 月 1 日付 Export-Import Bank of the United States)

*1 RoPower 社は、ルーマニア国営原子力発電会社 (SNN) と民間エネルギー企業ノヴァ・パワー&ガス (Nova Power & Gas) 社が 2022 年 9 月に新設した合弁企業であり、ルーマニアのドイチェシュティ SMR 事業 (Doicești SMR project) のプロジェクト企業である。

*2 CTEP は、中国企業との競争に直面している米国の輸出企業を支援することを目的とするとともに、社会を大きく変革させる可能性のある 10 分野において引き続き米国が世界で主導的な立場であり続けることを確実なものにすることを目的として、米国議会からの委任 (congressional mandate) により EXIM が実施しているプログラムである。中国企業との競争に直面している米国企業は、CTEP により EXIM の利用において、手数料の割引、償還期間の延長、および EXIM のその他の政策による制約からの除外措置について、EXIM から便益を得ることが可能である。社会を大きく変革させる可能性のある分野において技術開発を行っている米国企業は、米国原産品目 (U.S. content) の輸出品目における組込み比率が 51%を超えることを条件として、その輸出取引を対象として適用可能な範囲の融資について EXIM から完全な支援を得ることができる。その条件を満たすことができない場合であっても、その他の判断規準を満たすことができる場合には、EXIM から同様の支援を得ることができる。なお、10 分野は、再生可能エネルギー・省エネ・エネルギー貯蔵の分野、人工知能の分野、バイオテクノロジーの分野、バイオ医科学の分野、ワイヤレス・コミュニケーション機器の分野、量子コンピューティングの分野、半導体の分野、新興金融技術の分野、水処理・汚水処理の分野、および高性能計算の分野である。

米国とブラジル、民生原子力発電に関するパートナーシップの継続を確認：2024 年 10 月 2 日、エネルギー省 (DOE) は、米国 - ブラジルエネルギーフォーラム (USBEF: U.S.-Brazil Energy Forum) 第 3 回閣僚級会合において、米国 DOE の J.グランホルム (Jennifer Granholm) 長官とブラジルの A.シルベイラ (Alexandre Silveira) 鉱山・エネルギー大臣 (Minister of Mines and Energy) が、クリーンエネルギーに関する新たな共同イニシアチブを発表したことを明らかにした。この中で両国は民生原子力発電に関する二国間パートナーシップを継続し、ブラジルのアングラ (Angra) 原子力発電所 1 号機の最新化や原子力規制に関する協力関係を確認した。(2024 年 10 月 2 日付 DOE)

米国政府、スロバキアに対して SMR サイト選定を対象として 500 万ドルを拠出：2024 年 10 月 9 日付の報道によると、スロバキア国内において小型モジュール炉 (SMR) を建設するためのサイト選定を支援することを目的として、米国の「原子力によるエネルギー移行促進」(NEXT: Nuclear Expediting the Energy Transition) プログラムから 500 万ドルがスロバキア政府に対して拠出されることになった。なおスロバキア政府に対しては、石炭火力発電所から SMR 発電所への転換の実現可能性についてのフィージビリティスタディを対象*1として、別個の計画である「プロジェクト・フェニックス」(Project Phoenix) *2から 200 万ドルが拠出されることが 2023 年 9 月に気候変動問題担当の J.ケリー (John Kerry) 大統領特使により発表されている*3。(2024 年 10 月 9 日付 World Nuclear News)

*1 スロバキア電力 (Slovenské elektrárne) 等から成るパートナーシップは、SMR を対象としたフィ

ージビリティスタディを実施する候補として5か所を挙げている。

- *2 「プロジェクト・フェニックス」と「原子力によるエネルギー移行を促進する SMR 支援を対象としたワンストップ・ショップ」は、いずれも国務省の「SMR 技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST）プログラム」（Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology (FIRST) Program）の下位プログラムである NEXT プログラムに含まれる一連のプログラムの1つである。

- *3 2023 年 9 月の発表時点では最大 200 万ドルの支援を受ける対象として選定された国はポーランド、チェコ、スロバキアであったが、2024 年 2 月にスロベニアが追加された。

【背景】

気候変動問題担当の J.ケリー大統領特使は 2022 年に「プロジェクト・フェニックス」を発表し、中欧・東欧の 17 か国における石炭火力発電所から SMR 発電所への転換についてのフィージビリティスタディに対して支援を行う方針を明らかにした。2023 年 9 月 6 日には、ケリー大統領特使は「プロジェクト・フェニックス」においてスロバキア、ポーランド、およびチェコから提案されたプロジェクトが競争的な手続き（コンテスト）を経て選定されたことを発表した。また、「原子力によるエネルギー移行を促進する SMR 支援を対象としたワンストップ・ショップ」はケリー大統領特使によって 2023 年 9 月に設置されたプログラムであり、SMR の商業展開を目指す欧州とユーラシアの国々を対象として、技術的・資金的・規制的なコンサルティング等を行うとともに、米国の原子力施設・国立研究所・大学への調査旅行の機会を提供し、地域訓練ハブとして運転員の育成を行うことを支援するために競争的な選定の下で SMR シミュレータを供与し、教育内容の開発等を目的とした大学間のパートナーシップを構築するものである。

米韓両政府、「原子力輸出と協力に係る原則に関する了解覚書」に暫定的に署名：2024 年 11 月 1 日、米国政府と韓国政府は、「原子力輸出と協力に係る原則に関する了解覚書」（Memorandum of Understanding (MOU) on Principles Concerning Nuclear Exports and Cooperation）に暫定的に署名した。今回の暫定的な MOU 締結により両国政府は、安全性、保障措置、および核セキュリティに係る高い基準（standards）を維持しつつ、原子力平和利用の拡大を促進することに対する相互のコミットメントを再確認した。また両国政府は、この目的の達成に向けて民生原子力技術の輸出規制の運営管理を強化した。なお、今回の暫定 MOU については、両国政府議会において最終的な審議が行われる予定である。（2024 年 11 月 4 日付 DOE）

米国とリトアニア、第 IV 世代 SMR のリトアニアへの配備を目指す政府間合意を締結：2024 年 11 月 26 日、J.M.グランホルム（Jennifer M. Granholm）エネルギー省（DOE）長官とリトアニアの D.クレイヴィース（Dainius Kreivys）エネルギー大臣は、リトアニアの民生用原子力プログラム開発における協力を目的とした米国ーリトアニア間の政府間合意に署名した*。この合意は、第 IV 世代小型モジュール炉（SMR）の配備に特化した DOE 主導の政府間枠組みであり、米国の同盟国向けに安全かつ安価で信頼できる原子力発電の開発を推進する米国の取り組みにおいて重要な要素となる。（2024 年 11 月 26 日付 DOE）

- * 合意においては、SMR 配備における協力に加えて、安全性とセキュリティの高い基準の促進やリトアニアの民間原子力施設のセキュリティ等の強化、廃止措置、燃料管理、人材育成に関する良好実践について協議するための専門家交流を予定している。

ラスト・エナジー社の英国での PWR-20 事業に対し EXIM が融資の意向を表明：2024 年 12 月 13 日、マイクロ炉開発スタートアップ企業であるラスト・エナジー（Last Energy）社は、同社が英国サウス・ウェールズ（South Wales）で計画しているマイクロ炉事業について、米国輸出入銀行（EXIM）から 1 億 370 万ドルの借り入れ資金調達（debt financing）に関する意向書（LOI : letter

of intent) を受領したことを発表した。米国に基盤を置くラスト・エナジー社は、加圧水型軽水炉 (PWR) に基づく電気出力 2 万 kWe、熱出力 8 万 kWt の原子炉技術を開発している。同社が開発する PWR-20 と呼称される原子力発電所は数十個のモジュールにより構成され、「レゴキットのようにはめ込む」(snap together like a Lego kit) ことができるという。また、PWR-20 は 24 か月以内に製造・輸送・組み立てができるよう設計されている。2024 年 10 月にラスト・エナジー社は、英国サウス・ウェールズのリンフィ (Llynfi) 石炭火力発電所跡地に 4 基の PWR-20 ユニットの配備する計画を発表していた*。(2024 年 12 月 13 日付 Last Energy、World Nuclear News)

* サウス・ウェールズにおける PWR-20 配備計画では、2027 年に 1 基目の試運転を開始することが目標とされている。

米韓が原子力輸出と協力に関する MOU に正式署名:2025 年 1 月 8 日、米国エネルギー省 (DOE) および国務省 (DOS) は、韓国の産業通商資源部 (MOTIE : Ministry of Trade, Industry and Energy) および外交部 (MOFA : Ministry of Foreign Affairs) との間で、「原子力輸出と協力に係る原則に関する了解覚書 (MOU)」(Memorandum of Understanding (MOU) on Principles Concerning Nuclear Exports and Cooperation) に署名した。この MOU は 2024 年 11 月に両国が合意した暫定的了解事項を確定するものである*¹。朝鮮日報 (CHOSUN Daily) 紙によると、事情に詳しい匿名の情報筋の話として、韓国水力原子力発電会社 (KHNP : Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.) とウェスチングハウス (WH) 社は、2025 年 3 月に最終契約締結が予定されているチェコにおける KHNP の事業について、この MOU の下でこれ以上 WH 社が異議を唱えないことで合意したとのことである*²。(2025 年 1 月 8 日付 DOE、1 月 10 日付 CHOSUN Daily)

*1 2024 年 11 月 1 日、米国政府と韓国政府は同 MOU に暫定的に署名しており、暫定署名後に両国政府議会において最終的な審議が行われることとなっていた。

*2 2024 年 7 月にはチェコ政府がドコバニ (Dukovany) 原子力発電所における新規 2 基 (同発電所 5、6 号機) の原子炉建設計画について、優先交渉者 (preferred bidder) として KHNP を選定した。この決定について WH 社は 2024 年 8 月にチェコの競争保護庁 (ÚOHS : Úřad pro ochranu hospodářské soutěže、Office for the Protection of Competition) に対し異議申し立てを行ったが、2024 年 10 月 31 日に ÚOHS により却下された。その後、WH 社が本件について ÚOHS 長官に対して控訴したことが 11 月 18 日に明らかになっている。

商務省、インドの原子力研究機関等を輸出規制リストから除外:2025 年 1 月 15 日、商務省 (DOC : Department of Commerce) 産業・安全保障局 (BIS : Bureau of Industry and Security) は、インドを仕向け地とするエンティティ・リスト (Entity List) *¹を修正し、3 団体をリストから除外したことを明らかにした。今回除外された団体はインディアン・レアアース (Indian Rare Earths) 社*²、インディラ・ガンジー原子力研究所 (IGCAR : Indira Gandhi Atomic Research Center)、バーバ原子力研究所 (BARC : Bhabha Atomic Research Center) である。BIS は、この措置により共同研究開発や科学技術協力等の先進的エネルギー協力における障壁を減らし、米国の外交政策目標を支援するとしている。(2025 年 1 月 15 日付 U.S. Department of Commerce's Bureau of Industry and Security)

*1 DOC は大量破壊兵器拡散の懸念、または米国の国家安全保障や外交政策上の懸念がある企業・団体の一覧を「エンティティ・リスト」として作成している。このリストに掲載された企業・団

体に対し米国製品を輸出・再輸出する場合は、通常であれば輸出許可は不要な品目であっても、事前の許可が必要となる。

- *2 インド原子力庁 (DAE : Department of Atomic Energy) 管轄下にある企業。DOC の発表では “Indian Rare Earths” と表記されているが、2025 年 1 月時点においては “IREL (India) Limited” という社名が使用されているとみられる。

トランプ大統領、パリ協定からの脱退を指示する内容の行政命令に署名：2025 年 1 月 20 日、D. トランプ (Donald Trump) 大統領は、「環境に関する国際合意において米国を第一に置くこと」 (Putting America First In International Environmental Agreements) と題した行政命令 (executive order) に署名した。この行政命令において同大統領は、「気候変動に関する国際連合枠組条約」 (United Nations Framework Convention on Climate Change) の下で採択され発効している「パリ協定」 (Paris Agreement) から米国が脱退することについて、正式な書面での通知を国際連合 (国連) の事務局長に宛てて直ちに提出するよう、米国の国連大使に対して指示している^{*1,2,3,4}。(2025 年 1 月 20 日付 The White House)

- *1 この行政命令においてトランプ大統領は、パリ協定と同協定に係る履行義務からの米国の脱退について、国連の事務局長に宛てた正式な書面での通知を以て直ちに有効になるとの認識を示している。
- *2 この行政命令においてトランプ大統領は、「気候変動に関する国際連合枠組条約」の下で締結されたあらゆる合意／協定 (agreement)、協定／盟約 (pact)、合意 (accord)、または類似の外交公約 (commitment) から米国が脱退することについても、正式な書面での通知を国連の事務局長に宛てて直ちに提出するよう、米国の国連大使に対して指示している。
- *3 この行政命令においてトランプ大統領は、「気候変動に関する国際連合枠組条約」の下で意図されていた米国による資金拠出の公約について、米国の国務長官と財務長官との協力の下で直ちに終了するまたは無効にするよう、米国の国連大使に対して指示している。
- *4 この行政命令においてトランプ大統領は、「米国国際気候変動対策資金計画」 (U.S. International Climate Finance Plan) を直ちに終了させて撤回することを表明している。その上で同大統領は、凍結された全ての基金の撤回を対象とした指針について、この行政命令から 10 日以内に発行するよう行政管理予算局 (Office of Management and Budget) の局長に対して指示している。

米国とエルサルバドル、NCMOU を締結：2025 年 2 月 3 日、米国国務省 (DOS) は、米国とエルサルバドルが「戦略的民生原子力協力に関する了解覚書」 (NCMOU : Memorandum of Understanding Concerning Strategic Civil Nuclear Cooperation) に署名したことを発表した。この NCMOU は両国が堅固な民生原子力協力を確立する上での第一歩として位置付けられており、経済協力の拡大による相互繁栄を推し進め、高い水準における原子力安全・核セキュリティ・核不拡散を促進するものであるという。(2025 年 2 月 3 日付 Department of State)

米印両首脳、共同声明において民生原子力協力強化の方針を発表：2025 年 2 月 13 日、米国の D. トランプ (Donald Trump) 大統領とインドの N.モディ (Narendra Modi) 首相は共同首脳声明を発表し*、「米印包括的グローバル戦略的パートナーシップ」 (India-U.S. Comprehensive Global Strategic Partnership) を再確認するとともに、新規イニシアチブとして「21 世紀のための米印 COMPACT (軍事パートナーシップ、加速された商取引および技術に関する機会促進)」 (U.S.-India COMPACT for the 21st Century : U.S.-India Catalyzing Opportunities for Military Partnership, Accelerated Commerce & Technology for the 21st Century) を設置した。共同首脳声明は「エネルギー安全保障」

(Energy Security) の項目において原子力に言及し、大規模な現地化と考える技術移転を通じて米国の設計による原子炉をインドにおいて建設するにあたり協働するための計画を進め、これによって米印 123 民生原子力協定 (U.S.-India 123 Civil Nuclear Agreement) の完全な実現を目指すとする両首脳の意向を示している。また両者は、インド政府が原子力法 (Atomic Energy Act) と原子力損害賠償法 (CLNDA : Civil Liability for Nuclear Damage Act) 改正を盛り込んだ予算を発表したことを歓迎するとともに、米国およびインドの産業界の協力を促進するような CLNDA に沿った二国間協定を締結することを決定したという。これにより、米国設計の大規模原子力発電所建設計画が可能になるほか、先進小型モジュール炉 (SMR) による原子力発電の開発・配備・拡大に向けた協力が可能になる。(2025 年 2 月 13 日付 The White House、2 月 20 日付 American Nuclear Society)

* モディ首相が米国ワシントンを公式に訪問した際に発出されたもの。

1.3 原子力研究開発推進・規制体制

先進炉の許認可審査を対象とした新たな規制指針である「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」: 2024 年 4 月 3 日付の連邦官報 (Federal Register) において、先進炉の許認可審査を対象とした新たな規制指針である「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」(Regulatory Guide 1.253, Revision 0) *が掲載された。この新たな規制指針は、非軽水炉施設設計に係る「許認可審査最新化プロジェクト」(LMP: Licensing Modernization Project) 手続きを活用した申請について、建設許可 (construction permit)・運転認可 (operating license)・一括認可 (combined license)・設計認証の申請を対象とした最低限の要件を満たすことを確実なものとするを目的として、NRC による許可・認可・認証・承認を取得するための申請において要求されている安全解析報告書について、その主要部分の内容の策定において利害関係者 (interested parties) と申請予定者 (prospective applicants) を補助するための指針を提示するものである。原子力規制委員会 (NRC) スタッフによると NRC は、許認可審査手続きを調整して効率的なものとするとともに新規原子炉の許認可審査からの教訓を規制に組み込むように、連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項 (10 CFR Parts 50 and 52) を改訂するための新たな規則を策定中である。連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項が改訂された場合には、それに合わせて「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」についても改訂が必要となる可能性がある。また現時点において NRC スタッフは、新たに設ける連邦規則集第 10 編第 53 項 (10 CFR Part 53) として、原子力発電所の許認可審査について、実績/性能に基づき (performance-based) 技術包括的 (technology-inclusive) であるような規制枠組みを策定中である。そのため NRC は、連邦規則集第 10 編第 53 項を対象とした進行中の規則策定の一環として、「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」を改訂していく意向である。なお NRC スタッフは、非軽水炉に係る申請において要求される安全解析報告書の内容の策定方法を標準化するために、「先進炉を対象とした申請内容に係るプロジェクト」(ARCAP: Advanced Reactor Content of Application Project) と「技術包括的な申請内容に係るプロジェクト」(TICAP: Technology-Inclusive Content of Application Project) の 2 つの活動に焦点をあてていた。このうちの ARCAP は、連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項の下でのレビューを受けるために提出する非軽水炉に係る申請書を完成させるための指針として取りまとめることを企図して、NRC が主導した活動である。ARCAP の活動において取りまとめられた指針は、連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項について行われている前述の改訂内容と連邦規則集第 10 編第 53 項の最終版を受けて、改訂が行われる予定である。一方 TICAP は、LMP 手法の実施に取り組むような安全解析報告書の一部において含めるための情報の範囲と複雑さ (scope and depth) に焦点をあてた、原子力産業界が主導した指針策定活動である。(2024 年 4 月 3 日付 Federal Register)

* 文書としての名称は "Guidance for a Technology-Inclusive Content of Application Methodology To Inform the Licensing Basis and Content of Applications for Licenses, Certifications, and Approvals for Non-Light-Water Reactors" である。

DOE が大学研究炉についての報告書を議会に提出：2024 年 4 月 8 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、原子力エネルギー大学プログラム（NEUP：Nuclear Energy University Program）のウェブサイトにおいて、連邦議会に対し報告書「大学原子炉の改修・更新・新規炉に関する需要」（Needs for University Nuclear Reactor Refurbishments, Upgrades, and New Reactors）を公開したことを明らかにした。この報告書は、(1) 米国内の大学が有する研究炉の現在の状態^{*1}、(2) 既存の国内能力では満たすことができない先進研究炉（advanced research reactor）および人材の開発における需要、(3) 先進的な大学研究炉を新規設置するにあたっての予備的（preliminary）な計画立案情報（planning information）^{*2}をまとめたものである。報告書は、現在運転中の研究炉 25 基が約 30～70 年前に建設されたもので、経年化した研究炉群にとって交換用の設備や構成要素を見つけることが課題であり、原子炉インフラの更新事業は規制、取得（acquisition）、費用における問題が組み合わさった課題に直面していると指摘している。また、報告書において DOE は、2023 会計年度包括歳出法案（The Consolidated Appropriations Act, 2023）において最大 1,200 万ドルが既存の大学原子力研究インフラの再活性化に対し配分されており、その一部をコンソーシアムやパートナーシップが組織横断的にインフラ上の課題に取り組むことを推奨する新たなアプローチのために使用しているとしている。その上で DOE は、そのようなアプローチを採用したとしても、現在のインフラを現代的課題に取り組むために必要な水準まで再活性化するには多額の継続的な投資が必要になることを認めている。（2024 年 4 月 8 日付 DOE、4 月 11 日付 American Nuclear Society）

*1 技術や利用、必要なメンテナンスや更新に関する情報が含まれる。

*2 研究炉を新設するにあたっての費用や政府による支援の可能性のある範囲、そのような事業を支援する場合に政府のコストとリスクを DOE が管理する手段についての議論が含まれる。

DOE、計 28 機関に対し 5,900 万ドル以上の資金提供を発表：2024 年 4 月 15 日、米国エネルギー省（DOE）は、原子力エネルギー研究開発に対する支援と研究施設へのアクセスを提供するため、米国の 25 の大学（colleges and universities）、2 つの国立研究所、1 つの業界団体（industry organization）に対し、計 5,900 万ドル以上の資金提供を行うことを発表した。今回の資金提供により、原子力エネルギー研究の前進と次世代の原子力エネルギー分野のリーダーの育成に取り組む米国内の大学（colleges and universities）に対し、DOE 原子力エネルギー局（NE）は 2009 年から合計 10 億ドル以上の資金提供を行ってきたことになる^{*1}。DOE によると、今回の資金提供ラウンドでは以下の分野において計 50 件のプロジェクトが支援を受けるといふ。

- 統合された革新的原子力研究（CINR：Consolidated Innovative Nuclear Research）研究開発（4,400 万ドル）：44 件の資金提供（awards）^{*2}と、原子力科学技術を前進させるために複雑な課題の解決に取り組む協力チームを設置する。
- CINR 統合研究プロジェクト（CINR Integrated Research Projects）（900 万ドル）：原子力エネルギーにおける能力ギャップおよび特定の研究課題に取り組むため 3 つの学際的チームに資金を提供する^{*3}。
- 原子力科学ユーザ施設（Nuclear Science User Facilities）（660 万ドル）：3 つの研究チーム

(1 つは業界団体、2 つは国立研究所) に対し、既存の原子炉群の維持と次世代炉技術の前進を支援するような世界レベルの研究施設と独自の能力へのアクセスを提供する。また、「CINR 研究開発」による資金提供を受ける大学うち 4 件も、この「原子力科学ユーザ施設」アクセス資金を受け取る予定である*4。

(2024 年 4 月 15 日付 DOE)

- *1 次世代炉概念、事故耐性燃料、原子炉構造材料といった研究に対し支援が行われてきたという。
- *2 詳細については https://neup.inl.gov/SitePages/FY24_CINR_R&D_%20Awards.aspx で確認できる。
- *3 詳細については <https://neup.inl.gov/SitePages/FY24%20IRP%20Awards.aspx> で確認できる。
- *4 詳細については https://neup.inl.gov/SitePages/FY24_NSUF_Awards.aspx で確認できる。

NRC、新規炉向け GEIS の規則変更案を公開予定：2024 年 4 月 23 日、原子力規制委員会 (NRC) は、NRC スタッフに対し、提案された包括的環境影響報告書 (GEIS : Generic Environmental Impact Statement) をパブリックコメントのために公表するよう指示したことを明らかにした*1。この指示は、連邦規則集第 10 編第 51 項 (10 CFR Part 51) 「国内許認可および関連規制機能のための環境保護規則」 (Environmental Protection Regulations for Domestic Licensing and Related Regulatory Functions) を修正する規則提案を連邦官報 (Federal Register) に掲載するという NRC スタッフによる提案を NRC が承認したというものであり*2、以下の内容を NRC スタッフに対して指示している。

- 規則策定に係る一括提案 (rulemaking package) および指針文書 (guidance documents) から「先進炉」 (advanced nuclear reactor) の定義を削除すること。
- 例えば GEIS の概要 (executive summary) を改定するなどの手段により、規則策定に係る一括提案および関連する指針文書草案 (draft guidance documents) が GEIS の適用可能性 (applicability) を明確に記述することを保証すること。
- この GEIS の限定的な適用先 (limited applicability) を先進炉のみから、すべての新規原子炉利用に変更するよう、規則策定に係る一括提案と関連する指針文書草案を改訂すること。
- 規則策定に係る一括提案および関連する指針文書草案の改訂に合わせて GEIS の題名を変更するか検討すること。
- GEIS の適用先について公衆および利害関係者の意見を求めるため、意見募集期間 (comment period) を利用すること。
- 連邦規則集第 10 編第 30 項 (10 CFR Part 30) の副生成物枠組み (byproduct material framework) の下で目先の核融合システムを規制するとした SRM-SECY-23-0001「核融合エネルギーシステムの許認可および規制に関する選択肢」 (Options for Licensing and Regulating Fusion Energy Systems) における NRC の方針に照らして、10 CFR Part 51 を修正するための規則案から核融合炉についての言及を削除すること。

規則がまとまった場合、新規炉許認可申請 (new reactor license applications) はプロジェクト固有の問題の評価によって、該当する包括的環境事項 (generic environmental findings) を補足することになるという。(2024 年 4 月 17 日付 NRC ML24108A200、4 月 23 日付 NRC No: 24-026、4 月

24 日付け American Nuclear Society)

- *1 2024 年 4 月 17 日付のメモ (ML24108A200) による指示である。
- *2 規則案の見直しは 10 年ごとに行われるという。

NRC、運転認可更新申請に係る審査のための最終規則案を承認 : 2024 年 5 月 16 日、原子力規制委員会 (NRC) の委員 4 名^{*1} は、運転認可更新申請審査に係る環境レビューの手続きにおいて評価が行われなければならない環境影響に関する潜在的な諸課題に係る指針等を最新のものとするために、連邦規則集第 10 編第 51 項 (10 CFR Part 51) 「国内許認可および関連規制機能のための環境保護規則」^{*2} の下で行われている NRC の規制を改訂する内容の最終規則案について、全員一致で承認した。NRC によると今回の改訂は、運転認可の更新申請に係る審査の際に NRC が活用する包括的環境影響評価書 (GEIS) での指針等を前回改訂した 2013 年^{*3}以降に NRC が実施した認可更新審査から得られた経験に基づいた変更であるとのことである。また、今回の改訂では GEIS における継続認可更新 (SLR)^{*4}の環境影響についての詳細な評価を反映しているという。NRC は今回の最終規則とそれに関連した GEIS の最新版について連邦官報において発行する予定である。(2024 年 5 月 16 日付 NRC SECY、5 月 20 日付 American Nuclear Society)

- *1 C.T.ハンソン (Christopher T. Hanson) 委員長、D.A.ライト (David A. Wright) 委員、A.カプート (Annie Caputo) 委員、および B.R.クロウエル (Bradley R. Crowell) 委員の 4 名。
- *2 原題は "Environmental Protection Regulations for Domestic Licensing and Related Regulatory Functions" である。
- *3 現在、運転認可更新に係る GEIS は 10 年毎に更新されており、次回の改訂に向けたレビューの期限は 2031 年 9 月となっている。そのレビュー後に確定される次回の改訂版は 2034 会計年度に有効となる。
- *4 80 年運転のための 2 回目の運転認可更新 (20 年間) を指す。

ハンソン現 NRC 委員長が NRC 委員長として再任 (任期期限は 2029 年 6 月 30 日) : 2024 年 6 月 5 日、連邦議会上院は、原子力規制委員会 (NRC) の C.ハンソン (Christopher Hanson) 現委員長について、NRC 委員長としての再任を賛成票 81 対反対票 17 の採決により承認した。これによりハンソン委員長の任期は 2029 年 6 月 30 日までとなった。同氏の NRC 委員長としての再任については、2024 年 5 月に連邦議会上院の環境・公共事業委員会 (Environment and Public Works Committee) において、賛成票 18 対反対票 1 の採決により上院全体での採決を行うことが承認されていた。なおハンソン氏は 2020 年から NRC 委員を務めており、2021 年 1 月からは J.バイデン (Joe Biden) 大統領により NRC 委員長へと任命されていた。(2024 年 6 月 5 日付 American Nuclear Society)

DOE、SMR の米国国内での商業展開を対象として最大 9 億ドルの資金拠出を行うための意思通知書を発出 : 2024 年 6 月 17 日、エネルギー省 (DOE) は、J.バイデン (Joe Biden) 大統領が掲げる「アメリカへの投資」(Investing in America) でのアジェンダの一環として、第 III 世代+ (Gen III+) 小型モジュール炉 (SMR) 技術*の米国における最初の商業展開を支援するために、最大 9 億ドルの資金拠出を行うための意思通知書 (NOI : Notice of Intent) を発出したことを明らかにした。この資金拠出は、ひとつには「超党派インフラ法」(Bipartisan Infrastructure Law) によって

可能になったものである。この資金拠出は2段階に分けて行われるものであり、第1段階はクリーンエネルギー実証局（OCED）による「先発者チーム支援」（First Mover Team Support）で、最初の SMR 発電所配備に取り組む電力事業者、原子炉開発事業者、および最終使用者（end-user）または電力購入者（power off-takers）による最大2つのチームに対し、最大8億ドルを提供する計画である。第2段階は原子力エネルギー局（NE）による「後発者の照合展開の迅速な支援」（Fast Follower Deployment Support）で、第III世代+SMRの追加配備を促進するために最大1億ドルを提供する計画である。（2024年6月17日付 DOE）

- * NOIで示された第III世代+SMRの定義1において、冷却材として軽水を、燃料として低濃縮ウラン（LEU）を使用することが明示されているため、軽水炉に基づいた SMR 技術を指していることが確認できる。

GAIN から2企業にバウチャーを支給（FY2024として3回目）：2024年6月20日、「原子力のイノベーションの加速に対するゲートウェイ」（GAIN：Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear）は、エンタジー・オペレーションズ社（Entergy Operations, Inc.）とテレストリアル・エナジーUSA社（Terrestrial Energy USA, Inc.）に対して、各社が取り組んでいる先進原子炉技術の技術革新と適用を加速させることを目的としてバウチャー*を支給することを明らかにした。エンタジー・オペレーションズ社は、原子力発電所において現在採用されているような人による巡回と資源集約的なモニタリングの取組みについて、それらを低減させることにいずれ繋がるようなリアルタイム予測モデルを実行するために、オークリッジ国立研究所（ORNL）と協働する予定である。テレストリアル・エナジーUSA社は、パシフィック・ノースウェスト国立研究所（PNNL：Pacific Northwest National Laboratory）と提携し、通常運転時と事故シナリオ時において温度に応じて燃料塩がどのように変化するかについてより良く理解するために、同社の一体型溶融塩炉（IMSR：Integral Molten Salt Reactor）において使用される燃料塩の解析を行う予定である。なお、バウチャーを支給される各企業は、米国エネルギー省（DOE）管轄下の国立研究所複合施設を通じて利用可能な広範囲に及ぶ（幅広い分野に及ぶ）原子力研究能力と原子力専門知見について、金銭的な負担が軽減された形で利用する権利を持つこととなる。（2024年6月20日付 Office of Nuclear Energy, DOE）

- * このバウチャーは、エネルギー省（DOE）が所管する国立研究所の複合施設で広範な原子力分野の研究能力と専門的見解を利用可能にするためのものである。バウチャーの授与を受けた者が直接的に DOE から資金拠出を受けるものではなく、バウチャーの授与を受けた者が重要な技術的、商業的課題を克服することを助ける目的で DOE の国立研究所に対して資金を拠出するものである。授与を受けた企業は発生する費用の20%以上を分担する責務を負うが、その負担の方法は現物出資（in-kind contribution）でも良いものとされている。

ARPA-E が使用済燃料の核変換技術開発に4,000万ドルの資金提供へ：2024年7月16日、エネルギー省（DOE）エネルギー高等研究計画局（ARPA-E：Advanced Research Projects Agency-Energy）は、使用済燃料（UNF：used nuclear fuel）をより放射性の低い物質とする核変換を可能にするための最先端技術の開発を目的として、「原子力エネルギー廃棄物核変換の即時最適化」（NEWTON：Nuclear Energy Waste Transmutation Optimized Now）プログラムを通じて4,000万ド

ルの資金提供を行うことを発表した。ARPA-E は NEWTON プログラムについて、連邦議会 (Congress) により概説された同局の主要目標である放射性廃棄物および使用済燃料の管理・クリーンアップ・処分に取り組むものであり*、大規模での核変換の経済的実現可能性を達成することを目指すと説明している。NEWTON プログラムは主に以下の3つの目的に焦点を当てたものである。

- 核変換反応を起こすことができる粒子ビームの生成と加速に関連する技術を開発する。
- 使用済燃料の核変換のための標的物質のモデル作成・設計・製造、核変換可能な物質の標的への組み込み、核変換された物質の廃棄もしくは隔離のための処理に関するソリューションを特定する。
- 前述の2つのカテゴリにおいて開発された技術を、核変換施設のライフサイクル評価および技術経済的分析に統合し、核変換施設向けの物質および構成要素データベースを維持する。

(2024年7月16日付 Advanced Research Projects Agency-Energy、
7月18日付 American Nuclear Society)

- * ARPA-E は使用済燃料に関する取り組みとして、NEWTON プログラムのほかに、使用済燃料を先進炉向けにリサイクルすることに焦点を当てた「使用済燃料放射性同位体エネルギー転換」(CURIE: Converting UNF Radioisotopes Into Energy) プログラムや「放射性廃棄物・先進炉処分システム最適化」(ONWARDS: Optimizing Nuclear Waste and Advanced Reactor Disposal Systems) プログラムを実施している。

DOE と NRC、HALEU 規制支援を目的に実験・分析プロジェクト 16 件に 1,700 万ドルを提供：
2024年8月30日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、「エネルギー省 (DOE) ・原子力規制委員会 (NRC) による臨界ベンチマーク募集」(DOE & NRC's Criticality Benchmarking solicitation) *¹を通じた初の資金提供として、16件の実験・分析プロジェクトに対し計1,700万ドルを提供することを発表した。これらのプロジェクトにより公開され利用可能となるデータは、NRC による高含有低濃縮ウラン (HALEU) の許認可および規制を支援するものである。採択されたプロジェクトは、NRC による許認可評価プロセス (licensing evaluation process)、および商業規模での HALEU 運用に伴う産業側の許認可申請に有用なデータの開発を支援する5つのトピック領域*²を対象とする。選定されたプロジェクトチームは6機関の国立研究所にまたがり、6校の大学および複数の産業界パートナーとの提携関係が含まれる*³。DOE は「DOE・NRC による臨界ベンチマーク募集」における提案募集をあと2回実施する予定であり、第2回は2025年初めの募集が予定されている。(2024年8月30日付 Office of Nuclear Energy, Department of Energy)

- *¹ 「DOE・NRC による臨界ベンチマーク募集」は、DOE の「HALEU 安定供給プログラム」(HALEU Availability Program) の下で実施されている。HALEU 安定供給プログラムは、民生分野における国内研究・開発・実証・商業利用のための HALEU の可用性を支援するためのプログラムで、「2020年エネルギー法」(Energy Act of 2020) のセクション 2001「先進核燃料能力」(Section 2001 "Advanced Nuclear Fuel Availability") に基づき設置された。

- *² この募集では、1) 減速材を取り除いた (moderator exclusion) 状態での六フッ化ウラン (UF₆) の輸送、2) 10~20%濃縮ギャップ、3) 非核分裂物質の検証、4) 核分裂性塩、5) 先進的な減速材核データの5領域が対象とされている。

*3 今回選定された 16 件のプロジェクトの詳細は以下の URL から確認できる。
<https://www.energy.gov/ne/criticality-benchmarking>

NRC、NPUFs の許認可に対する規制を修正：2024 年 9 月 4 日、原子力規制委員会（NRC）は、非電力生産もしくは利用施設（NPUFs：non-power production or utilization facilities）の許認可に対する規制を修正した最終規則（final rule）を承認した。この規則では研究炉*¹ や薬物療法施設（medical therapy facilities）に対する許認可の有効期限（license terms）が削除され、これらの施設は運転・操業を継続するために許認可更新申請を行う必要がなくなる。その代わりに、現行の許認可基準（basis）を維持するため、これらの施設は 5 年ごとに最終安全解析報告書（final safety analysis reports）を更新することが求められる。なお、商用もしくは試験用施設に分類される NPUFs に対しては、引き続き有効期限が設けられた許認可が適用される*²。このほか、最終規則では試験施設の定義も改訂している。現在は NPUFs のうち 1 万 kW 以上のエネルギー生産能力を有する施設が試験施設とみなされているが、1 レム（Rem）を上回る事故時線量率（accident dose rate）*³ というリスクに基づく基準（risk-informed standard）へと変更するという。なお、今回の最終規則による商用原子力発電所の許認可更新手続きについての変更はない。この最終規則は連邦官報（Federal Register）に掲載後 30 日経過で有効となる。（2024 年 9 月 4 日付 NRC No:24-069）

*1 NRC が現在認可している運転中の研究炉 28 基が相当する。

*2 NRC は現在、メリーランド州ゲイザーズバーグ（Gaithersburg）の国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology）内の施設を試験用施設として認可している。また、テネシー州オークリッジ（Oak Ridge）のケイロス・パワー（KP：Kairos Power）社のヘルメス試験炉（Kairos Power Hermes test reactor）に対して、建設許可を発給している。また、NRC はシャイン・メディカルテクノロジーズ（SHINE Medical Technologies）社に対しウィスコンシン州ジェーンズビル（Janesville）での商用医療用アイソトープ製造施設（commercial medical isotope production facility）の建設許可を発給している。なお、今回承認された最終規則では、商用もしくは試験用施設に分類される NPUFs の許認可更新プロセスの明確化も行われている。

*3 想定上の最悪の事故（hypothetical worst-case accident）において施設境界にいる人が受けるであろうと計算された放射線量が反映されるという。

NRC、ACU 溶融塩研究炉について建設許可を発給：2024 年 9 月 16 日、原子力規制委員会（NRC）は、アビリーン・クリスチャン大学（ACU：Abilene Christian University）に対し、テキサス州所在の同大学のアビリーン・キャンパスにおいて溶融塩研究炉（MSRR：Molten Salt Research Reactor）*施設を建設することについて、建設許可（Construction Permit）を発給したことを発表した。NRC によると MSRR は米国において数十年ぶりに建設が承認された研究炉であり、溶融塩技術研究プラットフォームおよび原子力科学および工学の学習機会を提供する非発電用施設である。また、米国原子力学会（ANS）によると、MSRR はケイロス・パワー（KP）社によるヘルメス（Hermse）試験炉に次ぐ、NRC が建設許可を発給した第二の非軽水炉（non-light water reactor）であるという。NRC は 2022 年 11 月に原子炉建設に係る ACU による申請を受領し、規制評価を開始した。その後 NRC は、2024 年 3 月 7 日には建設サイトについての最終環境影響評価書（final environmental assessment）を、9 月 16 日には建設許可についての最終安全評価書（final safety evaluation）を発行していた。なお、今回発給された許可は建設のみを対象としたものであり、将

来的には ACU は運転認可（operating license）に係る申請を別途提出する必要がある。ACU は 2025 年上半期には運転認可申請を行う意向を明らかにしている。（2024 年 9 月 16 日付 NRC No: 24-071、9 月 17 日付 World Nuclear News、9 月 18 日付 American Nuclear Society）

- * 熔融塩研究炉（MSRR）はナチュラ・リソースズ（Natura Resources）社が開発する熔融塩炉システムである Natura MSR-1 の最初の実装例である。MSRR は燃料が溶け込んだ熔融塩を冷却材として使用し、熱出力は 1,000kWt である。発電は行わない。燃料には高含有低濃縮ウラン（HALEU）が使用される。

GAIN の 2024 会計年度第 4 ラウンドではデータセンターのサイト特定等を支援：2024 年 9 月 24 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、「原子力の技術革新を加速するゲートウェイ」（GAIN）の 2024 会計年度における最終ラウンドにあたる第 4 ラウンドにおいて、4 社に対しバウチャー^{*1}を提供することを発表した。GAIN の 2024 会計年度第 4 ラウンドにおいて選定された企業は以下のとおりである。

- アンタレス・ニュークリア社（Antares Nuclear, Inc.）：オークリッジ国立研究所（ORNL）との協力の下、炉心の中性子工学と熱水力学を検証する目的で同社製ヒートパイプ冷却マイクロ炉である Antares R1 の独立した技術監査を行う。
- アドバンスド・ニュークリア・アドバイザーズ社（Advanced Nuclear Advisors LLC）：ORNL との協力の下、先進原子炉による発電施設（advanced nuclear capacity）やそこから給電されるデータセンターを収容できる可能性がある米国内のサイトを特定する。
- NANO ニュークリア・エナジー社（Nano Nuclear Energy, Inc.）：アイダホ国立研究所（INL : Idaho National Laboratory）との協力の下、数値計算モデリングや感度分析を通じたマイクロ炉 ZEUS の熱交換器設計の評価に取り組む。
- シグマ・アルドリッチ社（Sigma-Aldrich Inc.）のミリポアシグマ（MilliporeSigma）^{*2}：INL との協力の下、熔融塩炉やその他高温産業利用における腐食問題を防止するため、塩中の酸化不純物を検出するための試験方法の標準化に取り組む。

（2024 年 9 月 24 日付 GAIN、DOE、9 月 26 日付 American Nuclear Society）

- *1 バウチャーの授与を受けた者が直接的に DOE から資金拠出を受けるものではなく、バウチャーの授与を受けた者が重要な技術的、商業的課題を克服することを助ける目的で DOE の国立研究所に対して資金を拠出するものである。授与を受けた企業は発生する費用の 20%以上を分担する責務を負うが、その負担の方法は現物出資（in-kind contribution）でも可とされている。
- *2 シグマ社はメルクグループに買収された企業で、メルクのブランドの一つであり、ミリポアシグマは同社が北米地域においてビジネスを行う際の名称である。

DOE、原子力安全人材育成のため 1 億ドル規模の FOA を実施：2024 年 9 月 30 日、エネルギー省（DOE）は、原子力安全に関する訓練・人材育成プログラムを設立することを目的として 1 億ドルの資金提供を実施することを発表した。バイデン - ハリス（Biden-Harris）政権下の「アメリカへの投資」（Investing in America）政策により米国内の原子力部門における雇用は 2050 年までに 3 倍に増加すると予測されている。この資金提供（FOA : Funding Opportunity Announcement）は「原子炉安全訓練・人材育成プログラム」（Nuclear Reactor Safety Training and Workforce Development Program）と題されており、今回発表された最初の資金提供ラウンドでは、最大 5,000

万ドルの資金提供が行われ、大学主導により産業界・国立研究所・テクニカルカレッジ・コミュニティカレッジとの提携の下で実施される原子力安全カリキュラムの開発・訓練実施を支援することとなる。この FOA には以下の 2 種のトピック領域（Topic Area）が設けられている。

- トピック領域 1「実証・実践」（Demonstration and Implementation）：原子炉安全訓練プログラムの実証・実践、および産業界が認める原子炉安全訓練資格の制定または強化に焦点を当てる。
- トピック領域 2「訓練ニーズ・カリキュラム開発」（Training Needs and Curriculum Development）：原子炉安全プログラムを支援するための大学等における原子炉訓練・カリキュラム・教員の開発育成、および、電力事業者・産業界・州・地方政府・K-12（およそ幼稚園から高校までの）各種教育機関・労働組合の間における持続可能な提携関係の確立を目標とする。

なお、2025 会計年度の第 2 ラウンドにおいては、予算に応じてではあるが、5,000 万ドルの資金提供が予定されている。今回の募集に対する申請者の中から選定される受賞者は 2025 年春に発表される。（2024 年 9 月 30 日付 DOE）

DOE、米国国内初となる SMR 商業展開を対象とした最大 9 億ドルの資金拠出について、融資申請の受付を開始：2024 年 10 月 16 日、エネルギー省（DOE）は、第 III 世代+炉（Gen III+）として分類されるような小型モジュール炉（SMR）技術の米国における初となる商業展開を支援するために行う最大 9 億ドルの資金拠出について、融資を受けることを希望する申請者からの申請受付を開始したことを明らかにした。この申請受付は 2 つの類（tier）に分けて行われる。第 1 類は「先発者チーム支援」（First Mover Team Support）と称するものであり、DOE のクリーンエネルギー実証局（OCED）によって運営され、米国における初の SMR 発電所配備に取り組む電力事業者、原子炉開発事業者、建設事業者、および最終使用者（end-user）または電力購入者（power off-takers）による最大 2 つのチームを対象として*1、合計で最大 8 億ドルの資金拠出を行うものである。第 2 類は「後発者の商業展開の迅速な支援」（Fast Follower Deployment Support）と称するものであり、DOE の原子力エネルギー局（NE）によって運営され、第 III 世代+SMR の追加配備を促進することを対象として*2、最大 1 億ドルの資金拠出を行うものである。（2024 年 10 月 16 日付 DOE）

- *1 これらのチームには、商業展開プロジェクトに対して保障措置と核セキュリティを設計によって組み込むために、国家核安全保障局（NNSA）と協働する機会を促進しながら SMR 発電所の商業展開を行っていくことが求められている。
- *2 追加配備の促進においては、設計、許認可申請、サプライヤーの整備、およびサイト準備等の分野において米国国内の原子力産業界を不利な状態にしてきた重要な見直しに対処することが求められている。

【背景】

2024 年 6 月 17 日、エネルギー省（DOE）は、J.バイデン（Joe Biden）大統領が掲げる「アメリカへの投資」（Investing in America）でのアジェンダの一環として、第 III 世代+（Gen III+）小型モジュール炉（SMR）技術*の米国における最初の商業展開を支援するために、最大 9 億ドルの資金拠出を行うための意思通知書（NOI）を发出したことを明らかにした。この資金拠出は、ひとつには「超党派インフラ法」（Bipartisan Infrastructure Law）によって可能になったものである。この資金拠出は 2 つの類に分けて行われるものであり、第 1 類は DOE クリーンエネルギー実証局（OCED）が運営する「先発者チーム支援」（First Mover Team

Support) であり、米国における初の SMR 発電所配備に取り組む電力事業者、原子炉開発事業者、および最終使用者 (end-user) または電力購入者 (power off-takers) による最大 2 つのチームに対し、最大 8 億ドルを提供する計画である。第 2 類は DOE 原子力エネルギー局 (NE) が運営する「後発者の商業展開の迅速な支援」(Fast Follower Deployment Support) であり、第 III 世代+SMR の追加配備を促進するために最大 1 億ドルを提供する計画である。

- * NOI で示された第 III 世代+SMR の定義 1 において、冷却材として軽水を、燃料として低濃縮ウラン (LEU) を使用することが明示されているため、軽水炉に基づいた SMR 技術を指していると言える。

リスク情報を活用し実績／性能に基づき技術包括的 (technology-inclusive) であるような新たな規制枠組みに対する公衆からの意見聴取が開始:2024 年 10 月 31 日付の連邦官報 (Federal Register) において、原子力技術革新・規制最新化法 (NEIMA : Nuclear Energy Innovation and Modernization Act) *¹ において規定された要求事項を受けて*²、商用原子力発電所 (commercial nuclear plants) *³ を対象として、リスク情報を活用し (risk-informed) 実績／性能に基づき (performance-based) 技術包括的 (technology-inclusive) であるような規制枠組みを追加する*⁴ ことにより、現行の規制を改訂することを原子力規制委員会 (NRC) が提案していることが明らかになった。認可の申請者は、軽水炉 (LWRs : light water reactors) と非軽水炉 (non-LWRs) の別を問わず、新たな枠組みと既存の枠組みのうち、いずれか任意の規制枠組みの下で申請を行うことが可能となる*^{5,6,7}。NRC は、今回の規則案 (proposed rule) について十分な理解が得られるようにするとともに公衆からの意見聴取を促進するために、公聴会を開催する予定である。なお今回の規制の改訂に対して公衆が意見を提出する際の期限は 2024 年 12 月 30 日である。(2024 年 10 月 31 日付 Federal Register、11 月 1 日付 American Nuclear Society)

- *¹ NEIMA は 2019 年 1 月に制定され、2024 年 7 月に ADVANCE 法の下で改訂された。
- *² NEIMA の「セクション (section) 103(a)(4)」の規定は、新規原子炉認可申請を求める商用先進炉申請者により任意で選択することができる形において、技術包括的な規制枠組みを確立するような規制策定を完了させることを NRC に対して指示している。規定の原文は「(4) TECHNOLOGY-INCLUSIVE REGULATORY FRAMEWORK.—Not later than December 31, 2027, the Commission shall complete a rulemaking to establish a technology-inclusive, regulatory framework for optional use by commercial advanced nuclear reactor applicants for new reactor license applications.」である。
- *³ NRC は当初、追加する新たな規制枠組みの対象について、NEIMA (ただし NEIMA は 2024 年 7 月に ADVANCE 法の下で改訂されている) において定義された意味での「先進炉」(advanced nuclear reactors) 1 基以上から成る「先進原子力発電所」(advanced nuclear plants) を想定していた。NEIMA の「セクション 3(1)」においては、「“先進炉”という用語は、・・・この法が制定された日付時点で建設中の商用原子炉と比較して、以下で述べるような点において顕著な改善が見られる核分裂炉または核融合炉を意味する・・・」(The term “advanced nuclear reactor” means a nuclear fission or fusion reactor... with significant improvements compared to commercial nuclear reactors under construction as of the date of enactment of this Act, including improvements such as...) という定義が規定されていた。NRC は、NEIMA に関連して以前開催された公開討論での議論を踏まえて、「顕著な改善」(significant improvements) という文言について、NRC の規制において規定を行うために十分な特定性 (具体性) が無いため、NEIMA において定義が行われていないという判断を行った。また多数の利害関係者からは、「先進」(advanced) という文言について、「安全性向上」(enhanced safety) という点で改善が行われているということを一般的には意味しているが、NEIMA での定義においては安全性向上以外の分野での顕著な改善が行われているものであるということが含意されているという指摘があった。以上を踏まえて NRC は、今回の新たな規制枠組みの対象について、「商用原子力発電所」(commercial nuclear plants) という文言を用いて規定することが望ましいとの結論に達した。

- *4 この新たな規制枠組みは、連邦規則集第 10 編 (10 CFR) の中に新設される第 53 項 (10 CFR Part 53) として「商用原子力発電所を対象としたリスク情報を活用し技術包括的な規制枠組み」(Risk-Informed, Technology-Inclusive Regulatory Framework for Commercial Nuclear Plants) と題して新たに規定されるものである。
- *5 建設や運転等を対象とした既存の規制枠組みは、連邦規則集第 10 編第 50 項 (10 CFR Part 50) 「生産・使用施設を対象とした国内認可審査」(Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities) と同第 52 項 (10 CFR Part 52) 「原子力発電所を対象とした認可、認証、および承認」(Licenses, Certifications, and Approvals for Nuclear Power Plants) である。第 50 項の下では建設許可 (construction permit) の申請と運転認可 (operating license) の申請を別個に行うこととなる一方、第 52 項の下では建設認可と運転認可について一括して申請 (即ち、建設・運転一括認可申請 (COLA)) を行うこととなる。第 50 項の下の場合と比較して第 52 項の下で許認可審査を受ける場合には、審査対象施設の設計・建設・運転を申請者が行うにあたり、効率的な手続きになる利点がある。その他の利点としては、ある原子炉設計について建設・運転一括認可 (COL) を一度取得することができた場合には、その COL を以て「参照 COL」(R-COL : reference combined operating license) と位置付けることにより、それと同じ設計の原子力発電所を対象とした COLA の審査について、要する時間を大幅に短縮させることができるほかそのような COLA を同様に繰り返すことが可能となる。なお、テラパワー (TerraPower) 社は、第 50 項の下で同社の Sodium 炉について建設許可申請を行っている。オクロ (Oklo) 社は、第 52 項の下で同社のオーロラ (Aurora) 炉について COLA を行っていた (2020 年 3 月に申請を行ったが、提出すべき情報に不足があったことを理由として NRC は 2022 年 1 月にこの申請を却下)。
- *6 既存の規制枠組みである連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項の規定については、様々な訂正を含めた改訂内容の最終版が 2024 年 7 月 16 日付の連邦官報において公開され、2024 年 8 月 15 日付でその改訂内容が有効となっている。
- *7 規制影響分析案によると、申請者 1 人が第 53 項の下で許認可申請を行った場合、従来の規制枠組みの下で必要になることがあった除外申請 (exemption requests) に対する審査を通じて発生する分の費用等を節約することが可能となるため、原子力産業界と NRC が節約することのできる費用の 2023 年の物価水準で計算した割引現在価値 (NPV : net present value) は 5,360 万ドル (割引率として 7%を仮定した場合) ~6,820 万ドル (割引率として 3%を仮定した場合) になるとのことである。節約される費用の詳細については、下記の文書を参照。
Draft Regulatory Analysis for the Proposed Rule: Risk-Informed, Technology-Inclusive Regulatory Framework for Advanced Reactors (RIN No.: 3150-AK31; NRC Docket ID: NRC-2019-0062)
<https://www.nrc.gov/docs/ML2116/ML21165A112.pdf>

【背景】

2024 年 4 月 3 日付の連邦官報 (Federal Register) において、先進炉の許認可審査を対象とした新たな規制指針である「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」(Regulatory Guide 1.253, Revision 0) *が掲載された。この新たな規制指針は、非軽水炉施設設計に係る「許認可審査最新化プロジェクト」(LMP : Licensing Modernization Project) 手続きを活用した申請について、建設許可 (construction permit) ・運転認可 (operating license) ・一括認可 (combined license) ・設計認証の申請を対象とした最低限の要件を満たすことを確実にものとするを目的として、NRC による許可・認可・認証・承認を取得するための申請において要求されている安全解析報告書について、その主要部分の内容の策定において利害関係者 (interested parties) と申請予定者 (prospective applicants) を補助するための指針を提示するものである。原子力規制委員会 (NRC) スタッフによると NRC は、許認可審査手続きを調整して効率的なものとするとともに新規原子炉の許認可審査からの教訓を規制に組み込むように、連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項 (10 CFR Parts 50 and 52) を改訂するための新たな規則を策定中である。連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項が改訂された場合には、それに合わせて「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」についても改訂が必要となる可能性がある。また現時点において NRC スタッフは、新たに設ける連邦規則集第 10 編第 53 項 (10 CFR Part 53) として、原子力発電所の許認可審査について、実績/性能に基づき (performance-based) 技術包括的 (technology-inclusive) であるような規制枠組みを策定中である。そのため NRC は、連邦規則集第 10 編第 53 項を対象とした進行中の規則策定の一環として、「規制指針 1.253 (改訂 0 版)」を改訂していく意向である。なお NRC スタッフは、非軽水炉に係る申請において要求される安全解析報告書の内容の策定方法を標準化するために、「先進炉を対象とした申請内容に係るプロジェクト」(ARCAP : Advanced Reactor Content of Application Project) と「技術包括的な申請内容に係るプロジェクト」(TICAP : Technology-Inclusive Content of Application Project) の 2 つの活動に焦点をあてていた。このうちの ARCAP は、連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項の下でのレビューを受けるために提出する非軽水炉に係る申請書を完成させるための指針として取りまとめることを企図して、

NRC が主導した活動である。ARCAP の活動において取りまとめられた指針は、連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項について行われている前述の改訂内容と連邦規則集第 10 編第 53 項の最終版を受けて、改訂が行われる予定である。一方 TICAP は、LMP 手法の実施に取り組むような安全解析報告書の一部分において含めるための情報の範囲と複雑さ（scope and depth）に焦点をあてた、原子力産業界が主導した指針策定活動である。

- * 文書としての名称は"Guidance for a Technology-Inclusive Content of Application Methodology To Inform the Licensing Basis and Content of Applications for Licenses, Certifications, and Approvals for Non-Light-Water Reactors"である。

DOE、HALEU 輸送パッケージ開発・認可取得支援として資金提供を実施：2024 年 11 月 19 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、「高含有低濃縮ウラン（HALEU）輸送パッケージ資金提供公募」（High-Assay Low-Enrichment (HALEU) Transportation Package Funding Opportunity）を通じて、最大 1,600 万ドルの資金提供を行うことを発表した*1。この資金提供は、新規輸送パッケージの開発もしくは既存パッケージの改良を通じて HALEU 輸送に関する長期的かつ経済的なソリューションを開発することを目的としており*2、HALEU 輸送パッケージに関する研究・開発、および原子力規制委員会（NRC）からの許認可取得を対象としている。募集は以下の 2 種のトピックエリア（Topic Area）に分けて行われる。応募締切は 2025 年 1 月 21 日である。

● トピックエリア 1

新規パッケージ設計概念についての NRC 認証申請。DOE は、コスト競争力があり経済的に実行可能な輸送パッケージを実現するにあたり、十分な期間と助成額を必要とする可能性がある概念を、このトピックエリアの対象としている。選定された場合、実施期間は最大 3 年間。

● トピックエリア 2

既存パッケージ設計に関する NRC 認証修正のための申請。DOE は、開発が進んでおり、NRC 適合証明書（CoC : certificate of compliance）取得に要する時間と費用が少ない概念を、このトピックエリアの対象としている。選定された場合、実施期間は最大 2 年間。

（2024 年 11 月 19 日付 DOE）

- *1 この資金提供は、2020 年エネルギー法（Energy Act of 2020）により設けられた HALEU 利用可能性プログラム（HALEU Availability Program）の一環として位置づけられるとともに、バイデン・ハリス（Biden-Harris）政権による「アメリカへの投資」（Investing in America）政策による支援を受けるという。
- *2 DOE-NE によると、発表時点において NRC の許認可を得た HALEU 輸送方法は既存の高濃縮ウラン（HEU）用キャスクの利用であるが、HEU キャスクは少量しか輸送できず、輸送費用の劇的な増加を招くとしている。

マーザノ氏、NRC の新たな委員として就任することが確定：2024 年 12 月 13 日、M.マーザノ（Matthew Marzano）氏が原子力規制委員会（NRC）の新たな委員として就任することが確定した*。既に進行している 5 年の任期の途中から取り組み、NRC 委員としての同氏の任期の期限は 2028 年 6 月 30 日である。なお、同氏の略歴は以下の通りである。

M.マーザノ氏の略歴

2012 年	ノールズ原子力研究所（Knolls Atomic Power Laboratory）にて勤務。米国海軍の訓練を支援する業務に従事。
2015 年	ドミニオン・エナジー（Dominion Energy）社にて勤務。2 年間にわたり、V.C.サマー（V.C. Summer）原子力発電所における 2 基の AP1000 建設プロジェクトを支援する業務に従事。
2017 年	エクセロン・ジェネレーション（Exelon Generation）社（当時。現在のコンステレーション（Constellation）社）にて勤務。ブレードウッド（Braidwood）原子力発電所において、デジタル化に関する発電所の改修を支援する業務に従事するとともに、上級原子炉運転士免許（senior reactor operator license）を取得。
2022 年	米国原子力学会（ANS）の「2022 年 グレン T.シーボーグ連邦議会科学エンジニアリングフェロー」（the 2022 Glenn T. Seaborg Congressional Science and Engineering Fellow）に任命され、連邦議会議員のほか原子力政策決定に関する連邦議会委員会と直接的に協力することにより、原子力科学・原子力エネルギー・原子力技術に対して政策立案が与える影響について、1 年間にわたって習得した。
2023 年	コロンビア特別区（D.C.）において、アイダホ国立研究所（INL）から連邦議会上院の環境・公共事業（EPW：Environment and Public Works）委員会への出向者／派遣スタッフ（detailee）として勤務。

（2024 年 12 月 13 日付 American Nuclear Society）

- * マーザノ氏は、連邦議会上院における採決の結果（賛成 50 票、反対 45 票）を受けて、新たな NRC 委員として就任することが確定した。同氏については、2024 年 7 月に J.バイデン（Joe Biden）大統領が新 NRC 委員として指名を行い、それを受けて同氏の指名について連邦議会上院の EPW 委員会が 2024 年 9 月に公聴会を開催し、同委員会は 2024 年 11 月に行った採決の結果（賛成 10 票、反対 9 票）を受けて、同氏の指名について上院全体で採決を行うこととなった。

DOE、HALEU 製造技術開発に対する最大 8,000 万ドルの資金提供を発表：2024 年 12 月 18 日、エネルギー省（DOE）は、高含有低濃縮ウラン（HALEU）を製造するプロセスにおける進展を加速させるため、最大 8,000 万ドルの新たな資金提供公募を発表した*。この資金提供は米国の HALEU サプライチェーンを強化するための革新的技術および手法を開発する産業パートナーを支援するものである。DOE は、技術ギャップに取り組み、現在の HALEU 製造手順を強化し、リスクの低減、生産量の増加、およびコストの削減に繋がる新技術を推進させるような申請を求めているという。資金提供はエンジニアリング規模またはパイロット規模の実証プロジェクト、ならびに初期段階の応用研究開発プロジェクトを支援するものであり、申請期限は 2025 年 2 月 26 日午後 5 時である。（2024 年 12 月 18 日付 DOE）

- * DOE はこの資金提供公募について、バイデン - ハリス（Biden-Harris）政権による「アメリカへの投資」（Investing in America）政策の一環として位置付けている。

DOE、使用済燃料リサイクル技術 R&D 支援として 1,000 万ドルの資金提供公募を実施へ：2024 年 12 月 20 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、使用済燃料リサイクル技術に関する研究開発を支援するため、1,000 万ドルの資金提供公募「技術・経済の進化に応じて選択肢を評価するための燃料サイクル研究開発」（Fuel Cycle Research and Development to Assess Options as Technologies and Economics Evolve）を実施することを発表した*¹。DOE-NE は発表において、米国は使用済燃料の商用リサイクルを現在は推奨していないが、しかし技術と経済の進歩に応じて選択肢を評価するために燃料サイクルに関する研究開発を行っていると言及している*²。DOE の M.ゴフ（Michael Goff）原子力エネルギー担当筆頭次官補代理（Principal Deputy

Assistant Secretary) は「リサイクルの技術的・経済的課題を、核不拡散目標を満たす形で解消することは、原子力エネルギーの持続可能性を大幅に高めるとともに、雇用を創出し、エネルギー安全保障を強化することに繋がる可能性がある」と述べている。(2024 年 12 月 20 日付 DOE、GRANTS.GOV)

- *1 申請提出期限は 2025 年 2 月 19 日午後 5 時（東部標準時）である。
- *2 当該箇所について DOE-NE による原文は以下のとおりである。 “The United States does not currently encourage commercial recycling of used nuclear fuel. However, it conducts research and development on the nuclear fuel cycle to assess options as technologies and economics evolve.”

テキサス州、ユタ州、ラスト・エナジー社、SMR と試験炉に対して使用施設規則を一律に適用するのは規制が過剰であるとして NRC を提訴：2024 年 12 月 30 日、テキサス州政府、ユタ州政府、およびラスト・エナジー社（Last Energy Inc.）は、現行の原子力規制委員会（NRC）の規制において小型モジュール炉（SMR）と試験炉が大型炉を対象とした場合と同様に一律に 1956 年に NRC が採択した規則に従わなければならないことについて、規制が過剰であるとの主張によりテキサス州東部地区連邦地方裁判所（US District Court in the Eastern District of Texas）において NRC を提訴した。現行の NRC の使用施設規則（Utilization Facility Rule）の下では、物理的な大きさ、使用される核物質の量、または運転に係るリスクにかかわらず、建設と運転について米国国内の全ての原子炉は NRC から認可を取得することが要求されている。これについて原告である上述の 3 者は、最小かつ最も安全な SMR やマイクロ炉のみならず LED 電灯を灯すだけの出力すら無いような炉についても必要な認可を NRC から取得しなければならず、複雑であり費用がかさみ多大な時間を要する要件が課されていると述べている。さらに原告である上述の 3 者は、テキサス州とユタ州の大学における既存の研究炉や試験炉も、NRC の運転認可を維持するために莫大な費用に直面していると述べている。加えて原告である上述の 3 者は、過去 28 年間にわたり米国において僅かに 3 基の商用原子炉が新たに建設されただけである点を指摘した上で、使用施設規則によって米国国内ではどのような規模の商用原子炉であっても建設することが事実上不可能になっていると主張している*。(2024 年 12 月 30 日付 Court Listener、1 月 10 日付 World Nuclear News)

- * マイクロ炉である「PWR-20」（加圧水型 SMR、発電容量 2 万 kWe）を開発しているラスト・エナジー社は、テキサス州において同炉を製造するための取組みだけで 200 万ドルを投資していることを含め、マイクロ炉の開発のためにこれまでに数億ドルの投資を行ってきたと述べている。その上で同社は、米国において同社のマイクロ炉を建設したいという考えを持っているものの、規制に係る費用が過剰であるため、最小限の規制が適用される米国国外での事業開発のみが実行可能であると述べている。なお同社は、欧州において同社のマイクロ炉を利用した原子炉施設の開発を行うことについて、50 件以上の合意に達しているとのことである。

DOE、先進炉の許認可支援のためコスト分担型助成金プログラムを開始：2025 年 1 月 8 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、新設した「先進原子力エネルギー許認可コスト分担型助成金プログラム」（Advanced Nuclear Energy Licensing Cost-Shared Grant Program）を通じ、最大 1,300 万ドルの競争的資金調達の機会を提供することを発表した*。このプログラムは先進炉の市場投入に取り組む先発事業者（first movers）の許認可費用を軽減するためのものであ

り、軽水炉と非軽水炉の双方の先進炉設計の配備・商業化を加速させるため、官民共同の資金により規制上の確実性を増大させることを狙いとしている。DOE によるとこのプログラムでは、原子力規制委員会 (NRC) に正式な許認可申請を提出するより前の段階である、白書 (white paper) やトピカルレポートのレビュー活動、および、正式な許認可申請が NRC に提出された後のレビュー活動の双方を支援する資金提供を行うという。申請期限は 2025 年 4 月 8 日午後 5 時であり、2025 年後半に授与者を発表する予定である。予算次第であるが、プログラムでは 5 年間で最大 5,000 万ドルを提供する見込みである。(2025 年 1 月 8 日付 DOE)

ARPA-E、NEWTON プログラムを通じて 11 事業に計 4,000 万ドルを提供：2025 年 1 月 17 日、エネルギー省 (DOE) エネルギー高等研究計画局 (ARPA-E) は、「原子力エネルギー廃棄物核変換の即時最適化」(NEWTON) プログラムを通じて 11 事業に対し計 4,000 万ドルの資金提供を行うことを発表した。NEWTON プログラムは恒久的貯蔵施設 (permanent storage facilities) 内の使用済燃料 (UNF) の影響を軽減する核変換 (transmutation) 技術を追求する事業に対して資金提供を行うものであり、既存の商用 UNF ストックパイルの質量・体積・放射エネルギー・有効半減期を核変換技術により大幅に削減することで、UNF 処分を世代間の課題から世代内の課題へと移行させることを目的としている*¹。今回選定された事業には以下が含まれる*²。

- シャイン・テクノロジーズ (SHINE Technologies) 社：UNF から先進燃料用としてウランとプルトニウムおよびその他価値がある元素を回収した後、残りの UNF 成分を外部中性子源と結合するよう設計された溶融塩核変換標的に組み込む*³。NEWTON プログラムでは、UNF リサイクルおよび核変換を通じて原子力発電の環境影響を削減する画期的技術の設計・シミュレーション・実験室での試験を実施する。
- アルゴンヌ国立研究所 (ANL)：粒子加速器の超伝導加速器の大きさおよび費用を削減すると同時に信頼性を向上させる実用的アプローチを開発する。蒸気拡散プロセスで製造されるニオブ - 錫 (Nb₃Sn) 薄膜という萌芽の技術に基づき、より小型で高性能な超伝導空洞を活用する。
- ストローニー・ブルック大学 (Stony Brook University)：サイクロトロンに基づく加速器駆動システム (ADS) 技術の研究を進めるとともに、破砕ターゲット開発、未臨界原子炉の最適化、システムレベルでの技術 - 経済分析を行う。

(2025 年 1 月 17 日付 ARPA-E、2 月 12 日付 SHINE Technologies)

- *¹ 2025 年現在、米国内には民間原子力部門に由来する UNF を恒久処分するための稼働中の施設はない。また、深地層処分施設の推定費用は 150 年間の操業期間において 960 億ドルを超える。
- *² 選定された 11 事業すべての概要は https://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/2025-01/ARPA-E%20NEWTON_Project%20Descriptions_FINAL.pdf において確認できる。
- *³ シャイン・テクノロジーズ社はこの方式 (method) を「元素回収 - 望ましくないものの破壊 - エネルギー創造」(REDUCE : Recover Elements - Destroy Undesirables - Create Energy) と呼称している。

NexGen MURR、2032～2033 年に運転開始の計画：2025 年 3 月 21 日、ミズーリ大学 (University of Missouri) は、計画中的の新たな研究炉である「次世代ミズーリ大学研究炉」(NextGen MURR)

について、設計・建設の監督を支援するコンサルタントを1～2社に依頼することを目的として、エンジニアリングおよび／または事業管理役務の提供に関する電子資格証明書（e-SOQ：electronic Statement of Qualifications）提出を求める文書を発出した*。文書においてミズーリ大学は、次世代ミズーリ大学研究炉の想定事業スケジュール（Estimated Project Schedule）について、2025～2029年に設計および初期許認可活動を行い、2028～2032年に建設および調達を実施し、2032～2033年に運転を開始する（Commissioning）という方針を明らかにしている。（2025年3月21日付 University of Missouri、3月24日付 ABC17MEWS）

* 設計サービスについては別途契約が行われる予定であるという。

【背景】

2023年3月23日、ミズーリ大学（University of Missouri）は、ミズーリ大学研究炉（MURR：MU Research Reactor）*よりも大型の新たな研究炉を建設する「次世代 MURR」（NextGen MURR）事業を発表した。ミズーリ大学はこの新研究炉について、同大学で行われているがん治療研究や医療用放射性同位体（RI）製造を拡大するものと位置付けており、今後75年間にわたって米国におけるもっとも重要な医療用 RI 供給源としての同大学の地位を確かなものにするとして述べている。ミズーリ大学は2023年4月に資格認定募集／提案募集（RFQ/RFP：Request for Qualification/Request for Proposal）を発出し、予備設計や産業パートナーシップを提供する資格を有する者からの関心表明を募るとしている。

* MURR は年 52 週、週 6.5 日、1 日あたり 24 時間運転されており、米国の大学が所有する研究炉では最大の出力を有する。MURR ではモリブデン 99（Mo-99）のほか、肝臓がん治療で用いられるイットリウム 90（Y-90）、甲状腺がん治療で用いられるヨウ素 131（I-131）、膵臓がんや前立腺がんの治療に用いられるルテチウム 177（Lu-177）の製造を行っている。

DOE、SMR 商業展開を対象とした最大 9 億ドルの資金拠出について再度の申請受付：2025 年 3 月 24 日、エネルギー省（DOE）は、第 III 世代+炉（Gen III+）として分類されるような小型モジュール炉（SMR）技術（軽水炉技術に基づいたもの）*¹の米国における初となる商業展開を支援するために行う最大 9 億ドルの資金拠出について、融資を受けることを希望する申請者からの申請受付を再度開始*²したことを明らかにした。この申請受付は2つの類（tier）に分けて行われる*³。第1類は「先発者チーム支援」（First Mover Team Support）と称するものであり、初となる SMR 原子力発電所の商業展開に取り組む電力事業者、原子炉開発事業者、建設事業者、および最終使用者（end-user）または電力購入者（power off-takers）による最大2つのチームを対象として、合計で最大8億ドルの資金拠出を行うものである。その際、これらのチームには、複数の原子炉から成る原子力発電所の促進、Gen III+として分類される SMR に基づいた原子力発電所の受注の促進、および商業展開プロジェクトに対して保障措置と核セキュリティを設計によって組み込むために、国家核安全保障局（NNSA）と協働する機会を促進しながら SMR 発電所の商業展開を行っていくことが求められている。第2類は「後発者の商業展開の迅速な支援」（Fast Follower Deployment Support）と称するものであり、第 III 世代+SMR の追加配備を促進することを対象として最大約1億ドルの資金拠出を行うものである。その際、設計、許認可申請、サプライヤー・チェーンの整備、およびサイト準備等の分野において、米国国内の原子力産業界を不利な状態にしてきた重要な断絶（gaps）に対処することが求められている。（2025年3月24日付 DOE）

*1 元募集は2025年1月で終了している。再度の申請受付開始を知らせる DOE の今回の発表においては、Gen III+として分類される炉という点について、軽水炉技術に基づいたものであるとい

うことが本文中に明示的に示されている。ただし、何故再度の申請受付が行われることになったのかについての明示的な説明は、今回の発表において明示的には提示されていない。ただし今回の募集に関する詳細情報によると、以前の募集において応募要件となっていた「コミュニティベネフィット計画」(Community benefits plan)の策定・提出が要件から除かれている。

- *2 2024年10月16日にエネルギー省(DOE)は本件についての申請受付を開始していた。2024年10月16日に開始された申請受付の時に申請を行った企業は、今回開始された申請受付に対しても再度申請を行わなければならない。今回の申請期限は2025年4月23日午後5時(東部時間)である。
- *3 再度の申請受付を知らせるDOEの今回の発表においては、それぞれの類がDOE内部のどの部署によって運営されるのかについての明示的な記述が無い模様である。2024年10月16日に開始された方の申請受付を知らせる発表においては、クリーンエネルギー実証局(OCED)が第1類を対象とした融資の運営を行い、原子力エネルギー局(NE)が第2類を対象とした融資の運営を行うことが明示的に記載されていた。

1.4 核融合

ザップ・エナジー社が Z ピンチ核融合装置 FuZE で摂氏 3,700 万度を達成：2024 年 4 月 23 日、ザップ・エナジー（Zap Energy）社は、「せん断流安定化」（sheared-flow-stabilized）Z ピンチ核融合アプローチ^{*1}を用いて FuZE（Fusion Z-pinch Experiment）装置^{*2}において 1～3keV プラズマ電子温度（およそ摂氏 1,100 万～3,700 万度に相当）に達したことを発表した^{*3}。これは太陽の中心温度である摂氏 1,000 万度を超える温度であり、太陽の中心温度を超えることは核融合閉じ込め概念がエネルギー利得と核融合エネルギーの実現を追求するにあたってのひとつのハードルとされている。なお、FuZE を用いた実験結果の収集と並行して、ザップ・エナジー社は次世代の実験装置である FuZE-Q の運用を 2022 年に開始している^{*4}。（2024 年 4 月 23 日付 Zap Energy、4 月 25 日付 American Nuclear Society）

- *1 Z ピンチ核融合は電流が流れるプラズマの細い線の特徴としており、それ自体に磁場を生成させることでプラズマを「挟み込む」（pinch）ことで、核融合が発生するポイントまで圧縮と加熱を行うものである。他の磁気閉じ込め型核融合方式と同様に、Z ピンチ核融合も閉じ込めを目指し、ナノ秒以内に噴出する可能性があるようなプラズマの不安定性を制御する必要がある。ザップ・エナジー社はプラズマの閉じ込め・圧縮方法として「せん断流安定化」方式を用いてプラズマの不安定性を抑制するとしている。
- *2 FuZE は、元はエネルギー省（DOE）エネルギー高等研究計画局（ARPA-E）の出資によりワシントン大学（University of Washington）において研究のために設置されたもので、2020 年にザップ・エナジー社の研究開発施設に移設された。
- *3 FuZE で行われた測定の詳細については 2024 年 4 月 8 日発行の "Physical Review Letters" 誌に掲載された論文「せん断流安定化 Z ピンチにおける観測された核融合反応と同期した高電子温度」（Elevated Electron Temperature Coincident with Observed Fusion Reactions in a Sheared-Flow-Stabilized Z Pinch）（<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.155101>）から確認できる。なお、この論文にまとめられた 2022 年の成果は、ARPA-E による資金提供のもと、ローレンス・リバモア国立研究所（LLNL）やカリフォルニア大学サンディエゴ校（UCSD：University of California, San Diego）の研究者との協働により得られたものであるという。
- *4 FuZE-Q はザップ・エナジー社が開発した Z ピンチ装置の第 4 世代であり、2022 年 6 月 22 日には、同社は FuZE-Q による初のプラズマを達成したことを発表している。

連邦議会上院に提出された核融合法案（S.4151）について：2024 年 5 月 3 日付の報道において米国原子力学会（ANS）は、同 4 月 17 日付で連邦政府上院に対して核融合法（Fusion Energy Act）案（S.4151）が提出された件について解説を行った^{*1}。S.4151 においては、商用核融合エネルギーシステムに対する原子力規制委員会（NRC）の許認可発行給権限が定められているほか、「大量生産される核融合装置」（mass-manufactured fusion machines）を対象とした、リスクに応じ（risk-based）^{*2}、実績（／性能）に基づき（performance-based）、設計に固有（design-specific）であるような許認可審査枠組^{*3}に関する調査報告書を 1 年以内に議会に対して提出することを求めている。核融合法案が成立すると、「1954 年原子力法」において核融合装置（fusion energy machines）の定義^{*4}を条項として追記するような修正が行われることとなる^{*5}。（2024 年 5 月 3 日付 American Nuclear Society）

- *1 同様の法案が連邦議会下院に対しても H.R.5244 として 2023 年 8 月に提出されている。H.R.5244 は 2024 年 2 月 28 日に下院で可決された。
- *2 graded approach のことを指しているものと考えられる。
- *3 原子力発電所等に対する現行の規制である使用施設（utilization facility）アプローチとは異なる

副生成物 (byproduct materials) アプローチ (背景欄を参照) によって規制枠組を策定することが予定されている。

- *4 法案での定義によると核融合装置とは、「(1) 核融合プロセスを通じて原子核を様々な元素、同位元素、またはその他の粒子へと転換させる能力を持ち、かつ、(2) 粒子、熱、またはその他の電磁放射線を含め、装置を稼働させた結果としての生成物を直接的に捕捉し利用することができる能力を持った装置」である。原文は "a machine that is capable of—(1) transforming atomic nuclei, through fusion processes, into different elements, isotopes, or other particles; and (2) directly capturing and using resultant products, including particles, heat, or other electromagnetic radiation." である。
- *5 「1954 年原子力法」への追記を行った後で、その追記での定義と同様に、「原子力技術革新・規制最新化法」(NEIMA) に対しても核融合装置についての定義を行う条項を追記するように修正を行うこととなる。

【背景】

2019 年 1 月 14 日付で発効した「原子力技術革新・規制最新化法」(NEIMA) での規定により、NRC は、商用先進炉施設 (核融合炉を含む) を対象として含めるような形で、技術包括的 (technology-inclusive) であるような規制枠組を 2027 年 12 月 31 日までに策定することとなっている。2023 年 1 月に NRC スタッフが発行した「核融合エネルギーシステムの許認可および規制に関する選択肢」(SECY-23-0001) においては、核融合発電炉を対象とした規制アプローチの選択肢として、以下を提示した。

- 選択肢 1：使用施設アプローチ
核分裂を対象とした現行の規制である連邦規則集第 10 編第 50 項と第 52 項 (10 CFR Parts 50 and 52) と策定中の第 53 項を適用する。
- 選択肢 2：副生成物アプローチ
核融合に関連した機器に対して加速器を対象とした現行の規制である連邦規則集第 10 編第 30 項 (10 CFR Part 30) を引き続き適用する。
- 選択肢 3：ハイブリッド・アプローチ
使用施設アプローチと副生成物アプローチを組み合わせ適用する。即ち、規制対象についてある閾値までは副生成物アプローチを適用して、それ以上について使用施設アプローチを適用する。

原子炉安全諮問委員会 (ACRS) と NRC スタッフは、長期的な技術包括性の観点からハイブリッド・アプローチ (選択肢 3) を推奨していたが、2023 年 4 月 14 日、NRC は、副生成物アプローチ (選択肢 2) を NRC 委員が全員一致で採択したことを明らかにした。その上で、副生成物利用に関する既存の許認可手続きに基づいて核融合エネルギーシステム向けの規制枠組を策定するよう NRC スタッフに対して 2023 年 4 月 13 日付で指示した。

DIII-D 国立核融合施設 (DIII-D) のアップグレードが完了：2024 年 5 月 8 日、ジェネラル・アトミックス (GA : General Atomics) 社は、2023 年 7 月からオフラインとなっていた DIII-D 国立核融合施設 (DIII-D : DIII-D National Fusion Facility) * について、8 か月にわたって実施されてきたアップグレードが完了したことを発表した。今回のアップグレードにおいては、強化された核融合プラズマ制御システムの設置、様々な新診断機器の設置、核融合反応を支えるプラズマと電流についてそれぞれ加熱し駆動させるための能力の増強、およびトカマクから排気熱と不純物を取り除くためのダイバータ・システムの増強等が行われた。(2024 年 5 月 14 日付 American Nuclear Society)

- * エネルギー省 (DOE) 科学局 (SC : Office of Science) のユーザ施設 (user facility) であり、DIII-D トカマク装置を有する。なお、施設の運営は GA 社が担っている。

ステラレックス社と IPP がステラレータ技術による核融合エネルギー開発における協力について MOU 締結：2024 年 5 月 13 日、ステラレックス (Stellarex) 社*¹とドイツのマックスプランク・プラズマ物理研究所 (IPP : Max Planck Institute for Plasma Physics) *²は、ステラレータ技術に基づく核融合エネルギー生成の開発における科学的・学術的協力のための枠組を定めた了

解覚書（MOU）を締結した。両者は共有された専門知識を活用し、プラズマ閉じ込めおよび出力／粒子制御の最適化を含む核融合エネルギー科学技術の特定分野において提携するとしている。（2024 年 5 月 13 日付 Stellarex）

- *1 ステラレックス社は 2022 年にプリンストン大学（Princeton University）からのスピンアウトとして設立された。ステラレータ核融合パイロットプラント SX1 の開発に取り組んでいる。
- *2 マックスプランク・プラズマ物理研究所（IPP）はグライフスヴァルト（Greifswald）支部においてヴェンデルシュタイン 7-X（W7-X：Wendelstein 7-X）ステラレータを運用している。

DOE 核融合エネルギー科学室が新たな FOA を開始：2024 年 6 月 4 日付の報道によると、エネルギー省（DOE）科学局（SC：Office of Science）の核融合エネルギー科学室（FES：Office of Fusion Energy Sciences）は、2024 年 5 月 22 日に資金提供公募（FOA）「核融合イノベーション研究推進（FIRE）協力」（Fusion Innovation Research Engine (FIRE) Collaboratives）を発表した。FES はこの FIRE について、FES の基礎科学研究プログラムと成長する核融合産業の懸け橋となるものであり、米国に基盤を置いた製造業とサプライチェーンを強化するための活動的な技術革新拠点となることを想定している。FIRE は核融合イノベーション・エコシステム^{*1}の構築を目指す変革的な（transformative）イニシアチブで、仮想上の（virtual）集中管理された（centrally managed）協力により、最終用途に着想を得た（end-use inspired）核融合科学技術の研究開発に取り組むという^{*2}。FES は、FOA において「核融合推進エコシステム」（Fusion Engine Ecosystems）として呼称される（1）核融合材料、（2）核融合ブランケットと燃料サイクルシステム、（3）核融合を可能にする技術、（4）設計および最適化のための高度シミュレーションという 4 領域を挙げており^{*3}、FIRE 協力はこれら 4 領域のうち 1 つ以上に重点を置く必要があるとしている。また、FIRE 協力として選定された者は FIRE データ・リポジトリ（FIRE Data Repository）にデータを共有することが期待される。リポジトリに集められたデータは、他の研究者や核融合エネルギーシステム開発事業者等のエンドユーザが利用できるという。このほか、FIRE 協力には「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」（Milestone-Based Fusion Development Program）^{*4}に対する意識醸成に関する技術ロードマップの策定も含まれる。FES は FIRE に対し 4 年間で 1 億 8,000 万ドルを投資する計画で、各年において共同研究 1 件あたり 200 万～500 万ドルを提供するとしている。（2024 年 5 月 22 日付 DOE、5 月 23 日付 DOE、6 月 4 日付 American Nuclear Society）

- *1 ここで言う「エコシステム」とは企業間の連繋から成る産業構造を指す。
- *2 「最終用途に着想を得た」（end-use inspired）とは、核融合エネルギーシステム開発事業者等のエンドユーザが直面する特定のニーズや課題によって進められる研究を指す。
- *3 FES に対し助言を行う核融合エネルギー科学諮問委員会（FESAC：Fusion Energy Science Advisory Committee）が 2021 年 2 月 11 日に公表した報告書「Powering the Future: Fusion & Plasmas」において、2040 年代に核融合パイロットプラント（FPP：fusion pilot plant）における発電を実現するという目標の下で達成すべき核融合科学技術（Fusion Science and Technology）の推進力（Drivers）として、「プラズマ燃焼の維持」（Sustain Burning Plasma）、「極端な条件への対処」（Engineer for Extreme Conditions）、および「核融合エネルギーの制御」（Harness Fusion Energy）を挙げている。FIRE において重点が置かれる 4 領域は、これらの駆動要因を更に詳しく分析し導出したものであるという。
- *4 「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」は、FES の支援によって実施されている FOA であり、2022 年 9 月 22 日に同プログラムの開始が発表されている。このプログラムは、国立研究所や大学等と連携した営利団体（for-profit entities）を対象としており、FPP 設計の成功に向けた主要な技術的・商業的マイルストーンの達成を支援するものである。

DOE、「核融合エネルギー戦略 2024」を公表：2024 年 6 月 6 日、エネルギー省（DOE）は、「核融合エネルギー戦略 2024」（Fusion Energy Strategy 2024）を公開したことを明らかにした。この戦略は、(1) 商業的に重要な核融合パイロット発電所を実現するために科学と技術の間に存在する差を埋めること、(2) 核融合について持続可能かつ公平な商業展開への道筋を準備すること、および (3) 外部のパートナーシップの構築と活用という 3 つの柱からなっている。DOE の D. ターク（David Turk）副長官（Deputy Secretary）は、「核融合エネルギー戦略 2024」を公開したとの発表について、「商業核融合エネルギー 10 年構想」（Bold Decadal Vision for Commercial Fusion Energy）を DOE が野心的に実行している* ことを DOE が再度示したものであると述べている。（2024 年 6 月 6 日付 DOE）

- * 「商業核融合エネルギー 10 年構想」は 2022 年 4 月 19 日付で大統領府（The White House）が発表したものである。同構想の発表に際して DOE は、民間部門とのパートナーシップを構築することによって商業核融合の実用化を加速化させることについて、戦略を策定するためのイニシアチブを立ち上げている。

「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」を通じた資金拠出の第 1 段階について：2024 年 6 月 6 日、コモンウェルス・フュージョン・システムズ（CFS：Commonwealth Fusion Systems）社*¹ は、商用核融合発電所の実現に向けた研究開発のために 1,500 万ドルの資金拠出をエネルギー省（DOE）から受けることで、DOE との間で合意に署名したことを明らかにした。この資金拠出は、核融合技術の開発を推進し核融合技術開発における米国のリーダーシップを確実なものとするために、DOE の「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」（Milestone-Based Fusion Development Program）*² の第 1 段階（phase）の一部として行われるものである。なお CFS 社は、同プログラムを通じて計 4,600 万ドルの拠出を受ける企業として、DOE によって 2023 年に選定された核融合関連企業 8 社のうちの 1 社である*³。（2024 年 6 月 6 日付 Commonwealth Fusion Systems）

- *¹ CFS 社は、核融合の商業化を加速させることを目的として、マサチューセッツ工科大学（MIT）に在籍していたスタッフと学生によって 2018 年に設立された企業であり、高温超伝導（HTS：high-temperature superconducting）磁石の開発等が進んでいる。
- *² 「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」は、DOE 科学局（SC）が SC 内の核融合エネルギー科学室（FES）の支援によって実施されている資金提供公募であり、2022 年 9 月 22 日に同プログラムの開始が発表されている。このプログラムは、国立研究所や大学等と連携した営利団体（for-profit entities）を対象としており、核融合パイロットプラント（FPP）設計の成功に向けた主要な技術的・商業的マイルストーンの達成を支援するものである。
- *³ 最初の 18 か月間を対象とした計 4,600 万ドルの資金は、2022 会計年度および 2023 会計年度から拠出される。選定された各事業は最大で 5 年間にわたり継続可能であるが、年度外の資金提供は議会の歳出予算が条件であり、チームの継続的な参加はマイルストーン達成に向けた十分な進展が条件となる。今回の合意により CFS 社が DOE から受ける資金拠出額の 1,500 万ドルは、この計 4,600 万ドルの資金拠出の内の一部として拠出されるものであると考えられる。

トカマク・エナジー社と DOE が「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」の下で契約締結：2024 年 6 月 6 日、英国に基盤を置くトカマク・エナジー（Tokamak Energy）社は、米国政府による「商業核融合エネルギー 10 年構想」（Bold Decadal Vision for Commercial Fusion Energy）の一環として、米国エネルギー省（DOE）との間で契約（agreement）を締結したことを発表した。

この契約は DOE の「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」(Milestone-Based Fusion Development Program) によるものであるという*。(2024 年 6 月 6 日付 Tokamak Energy)

- * 同日にコモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社が「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」により 1,500 万ドルの資金提供を受けることについて、DOE との間で契約を締結したことを明らかにしている。トカマク・エナジー社は契約額について明らかにしていない。

TAE テクノロジーズ社の核融合技術を DAC 施設への電力・熱供給源として検討：2024 年 6 月 11 日、核融合エネルギー開発企業 TAE テクノロジーズ (TAE Technologies) 社とオキシ・ローカーボン・ベンチャーズ (OLCV : Oxy Low Carbon Ventures) 社*¹ は、直接空気回収技術 (DAC : Direct Air Capture) *² 施設に二酸化炭素排出フリーの電力および熱を供給するために TAE 社の核融合技術を使用することについて、商業的機会を探索することを定めた了解覚書 (MOU) を締結したことを発表した。この MOU を通じて TAE 社は、高利用率の商業的環境における TAE パワー・ソリューションズ (TAE Power Solutions) 電力管理システムの信頼性、費用削減性、安全性についての実証に取り組むという。(2024 年 6 月 11 日付 Occidental)

- *¹ 米国、中東、北アフリカ地域で活動する国際エネルギー企業オクシデンタル (Oxy : Occidental) 社の子会社で、最先端の低炭素技術および事業ソリューションに取り組む。
- *² 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (AIST) によると、直接空気回収技術 (DAC) とは「大気から直接、二酸化炭素 (CO₂) を分離・回収する技術」であり、「大気中の約 0.04 % という希薄な CO₂ を取り出すため、固体や液体に CO₂ を吸着・吸収させる、特殊な膜で CO₂ を分離して回収する、冷却して固体 (ドライアイス) にして回収するなどさまざまな技術が研究されて」いるという。DAC は装置に多量の空気を送り込むためのファンを稼働させるために多くの電力を使用するほか、吸着・吸収された CO₂ を回収するために多大な熱エネルギーや電力を必要とするという課題がある。

ADVANCE 法が大統領署名を以って成立 (消防助成・安全法の一部として)：2024 年 7 月 9 日、J. バイデン (J. Biden) 大統領が「消防助成・安全法」(Fire Grants and Safety Act) に署名を行い、法として成立させた*¹。この法には「クリーンエネルギーのための多目的・先進的原子力配備加速法」(ADVANCE Act : Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy Act) *² として知られる超党派法が含まれている。ADVANCE 法には先進炉配備促進向け、エネルギー省 (DOE) と原子力規制委員会 (NRC) に対して複数の指示を行う内容になっている。なお、DOE の報道発表には記載されていないものの、ADVANCE 法には「核融合法」(Fusion Energy Act) 案*³ の条文が含まれており、「原子力法」(Atomic Energy Act) と「原子力技術革新・規制最新化法」(NEIMA) について、核融合装置の定義等を追記する内容の修正等が行われている*⁴。核融合産業協会 (FIA : Fusion Industry Association) はこの点について、核融合エネルギーシステムを副生成物 (byproduct materials) アプローチにより規制するとした NRC 決定を成文化し、商業核融合配備を合理化するものとして紹介している。(2024 年 7 月 9 日付 The White House、7 月 10 日付 DOE、7 月 18 日取得 Congress Legislation、7 月 18 日取得 Fusion Industry Association)

- *¹ 正式名は「合衆国消防局および消防士支援助成プログラムを対象とした歳出を承認するため、原子力エネルギーの便益を推進させるため、およびその他の目的のための法」(An Act To authorize appropriations for the United States Fire Administration and firefighter assistance grant programs, to advance the benefits of nuclear energy, and for other purposes) である。この法は Division A 「消防助

成・安全」(Fire Grants and Safety)と Division B「クリーンエネルギーのために多目的先進炉の商業展開を加速させること」(Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy)によって構成されている。この Division A と Division B は、元々は別個の法案として審議されていたが、今回の法においてはひとつの法として統合された。なお、本稿では核融合規制に関する条文 (Sec. 205, Title II) を中心に紹介するが、Division B の多くの部分は次世代炉や核燃料サイクルに関するものである。

- *2 法案時点での ADVANCE 法の正式名称は「米国の民間原子力リーダーシップを強化し、先進原子力技術の許認可を支援し、国内の核燃料サイクルとサプライチェーンを強化し、および原子力規制を改善する目的、ならびにその他の目的のための法案」(Bill To enhance United States civil nuclear leadership, support the licensing of advanced nuclear technologies, strengthen the domestic nuclear energy fuel cycle and supply chain, and improve the regulation of nuclear energy, and for other purposes)であった。
- *3 核融合法の法案時の正式名は「核融合装置に関連した既存の要件を明確化するために 1954 年原子力法と原子力技術革新・規制最新化法を修正するため、および他の目的のための法案」(Bill To amend the Atomic Energy Act of 1954 and the Nuclear Energy Innovation and Modernization Act to clarify existing requirements relating to fusion machines, and for other purposes)である。
- *4 この修正内容は、核融合装置の定義等については、2024 年 5 月時点の法案において提起されていた修正内容 (後述の【背景】のうち*3 を参照)との間で変更が無い模様である。また、法案時点との相違が無い模様であるが、今回成立した法において、核融合を対象とした規制に関連した規定では、核融合を対象とした許認可審査枠組について、連邦議会の適切な委員会に対して報告書を提出することを原子力規制委員会 (NRC) に対して要件として定められている。その要件は次の通りである。

「(c) 報告

(中略)

(2) 要件 — この法が施行されてから 1 年を超えない期間内に、NRC は、以下に定めるような内容に関する報告書を連邦議会の適切な委員会に対して提出しなければならない。

(A) 大量生産される核融合装置について、リスク情報を活用し、実績／性能に基づき、設計に固有であるような許認可審査枠組に関する調査 (協定州と民間核融合部門との協議により実施する) の結果。この許認可審査枠組には、大量生産される核融合装置に対する規制のための見込みのあるモデルとして、設計、製造、および運航に至る航空機を対象とした認証手続きについて、連邦航空局によって使用される評価 [方法等の体系] を含める。

(B) 大量生産される核融合装置について許認可審査を行うための統合的な指針または規定について、NRC が発行するための期限の見積。この見積については下記を考慮に入れる。

(i) [前項 (A) の] 調査の結果

(ii) そのような指針または規定に対する必要性の見込み」

ウィスコンシン大学マディソン校のミラー型核融合装置 WHAM が初プラズマ達成:2024 年 7 月 18 日、ウィスコンシン大学マディソン校 (UW-Madison : University of Wisconsin-Madison) は、ストートン (Stoughton) において同校の物理科学研究所 (Physical Sciences Lab) が有する核融合装置 WHAM (Wisconsin HTS Axisymmetric Mirror) が同 7 月 15 日に初プラズマを達成したことを発表した。WHAM は初プラズマをもって建設段階から運転モードに移行したことになる。WHAM 事業はウィスコンシン大学マディソン校とマサチューセッツ工科大学 (MIT)、およびコモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社の三者による提携の下で 2020 年に開始され、現在はウィスコンシン大学マディソン校と同校のスピンオフ企業であるリアルタ・フュージョン (Realta Fusion) 社^{*1}による公民 (public-private) 提携の下で運営されている。また、上述の三者は 2020 年以降に WHAM 建設のためにエネルギー省 (DOE) から 1,000 万ドルの資金提供を受けているという。ウィスコンシン大学マディソン校は強力な高温超伝導 (HTS : high-temperature superconductor) 磁石を用いたミラー型装置 (mirror machines) ^{*2}を核融合装置として

検討しており、CFS 社が HTS 磁石開発を担い、ウィスコンシン大学マディソン校がミラー型装置 WHAM の製造を行ってきた。2024 年 7 月初めに CFS 社から HTS 磁石が納入され、15 日に初プラズマが達成されたという。(2024 年 7 月 18 日付 University of Wisconsin-Madison)

- *1 リアルタ・フュージョン社は、2023 年 5 月にエネルギー省 (DOE) による「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」(Milestone-Based Fusion Development Program) において支援対象として選定された核融合研究開発企業 8 社のうちの 1 社である。
- *2 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が作成した「原子力百科事典 ATOMICA」における解説によると、ミラー型装置とは「プラズマをシンプルな磁場で閉じ込める核融合装置の一方式」である。ミラー型装置の原理は「ミラー型閉じ込め容器の基本形は、2 個の円形コイルを向かい合わせて置き、これらのコイルに同方向の電流を流したときに発生する、ちょうど納豆を入れるわらの『つと』のような磁力線束で作られる。電離した原子 (イオン) や電子の荷電粒子で構成されるプラズマは、磁力線に巻き付くように磁力線に沿って移動するが、両端の磁界の強いくびれた部分で大半の粒子が反射され引き返す」というものである。

ヘリオン・エナジー社、ワシントン州保健局から副生成物の所有について認可を取得 : 2024 年 7 月 30 日、ヘリオン・エナジー (Helion Energy) 社^{*1} は、副生成物 (byproduct material) の所有と利用について、ワシントン州^{*2} 保健局 (DOH : Washington State Department of Health) から認可 (Large Broad Scope) ^{*3} を取得したことを明らかにした。この認可は、副生成物の所有と利用のために病院や大学が取得している認可と類似のものであり、同社の核融合装置であるポラリス (Polaris) ^{*4} を運転するために必要となる副生成物の必要量を所有しかつ利用することを同社にに対して可能にするものである。(2024 年 7 月 30 日付 Helion Energy)

- *1 ヘリオン・エナジー社は 2013 年に設立された核融合スタートアップ企業で、米国に拠点を置く。同社はパルス式非点火方式核融合システム (pulsed non-ignition fusion system) を採用しており、これにより他のアプローチよりも小型な核融合装置と需要に応じた出力調整が可能であるとしている。他の核融合システムは熱により水を加熱して蒸気を生成し、タービンを回転させることで発電を行うが、この過程で多くのエネルギーが失われる。一方、ヘリオン・エナジー社の核融合システムでは電気を直接回収するように構築されるという。なお、燃料には重水素 - ヘリウム 3 ($D-^3He$) が用いられる。
- *2 ワシントン州は原子力規制委員会 (NRC) の協定州 (Agreement State) である。協定州は、副生成物に関連した許認可についての権限を NRC から委譲されている。
- *3 取得した認可としてヘリオン・エナジー社自身が表記している "a Large Broad Scope license" とは、ワシントン州が規定する「放射性物質認可手数料規則」(Radioactive Materials License Fee Codes) において記載されている施設カテゴリ (facility category) の中の "BROAD A (BIG)" を指しているものと考えられる。"BROAD A (BIG)" は、原子番号 3 番から 83 番の元素を所有する権限を与える認可であるが、その最大量について、あらゆる単一の同位体について 1 キュリーを超える量と規定されている。
- *3 ヘリオン・エナジー社はこれまでに 6 基のプロトタイプ装置を製造しており、6 番目の装置では民間核融合企業では初めて摂氏 1 億度のプラズマ温度を達成している。同社は現在構築中の 7 番目のプロトタイプ装置により 2024 年までに発電能力を実証するとしている。ポラリスは、この 7 番目のプロトタイプ装置に当たる。

DOE、INFUSE プログラムを通じて 17 件の事業に計 460 万ドルを提供 : 2024 年 8 月 8 日、エネルギー省 (DOE) 科学局 (SC) は、「核融合エネルギーのためのイノベーションネットワーク」(INFUSE : Innovation Network for Fusion Energy) プログラム^{*1} を通じて 17 件の事業に対し計 460 万ドルの資金提供を行うことを発表した。今回選出された事業には、材料研究や、モデリングおよびシミュレーション等が含まれているという。各プロジェクトの期間は 1 年もしくは 2 年間

であり、予算額はそれぞれ 10 万～50 万ドルである*2。(2024 年 8 月 8 日付 DOE、8 月 9 日付 American Nuclear Society)

- *1 INFUSE プログラムは、SC 内の核融合エネルギー科学プログラム室(Fusion Energy Sciences (FES) program office) の支援により 2019 年に設立されたもので、官民の研究パートナーシップを通じて核融合エネルギー開発を加速することに焦点を当てている。2019 年の設置以降、これまでに INFUSE プログラムにおいて資金提供の対象として選出された事業は 108 件にのぼる。
- *2 今回選出された事業の一覧は <https://science.osti.gov/-/media/funding/pdf/Awards-Lists/2024/Awards-List-Spreadsheet-INFUSE-2024.pdf> から閲覧可能である。フォーカスト・エナジー (Focused Energy) 社、トカマク・エナジー (Tokamak Energy) 社、リアルタ・フュージョン (Realta Fusion) 社、ジェネラル・アトミックス (GA) 社、コモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社、Marathon Fusion 社、サクシマー・エナジー (Xcimer Energy) 社、京都フュージョニアリング社、TAE テクノロジーズ (TAE Technologies) 社、ExoFusion 社、タイプ・ワン・エナジー (Type One Energy) 社、ブルーレーザー・フュージョン (Blue Laser Fusion) 社、電力研究所 (EPRI) による事業が選出されていることがこの一覧により確認できる。

DOE、国立研究所群における核融合材料研究等 19 件に 4,900 万ドル提供：2024 年 10 月 9 日、エネルギー省 (DOE) 科学局 (SC) は、「基礎核融合材料・原子力科学・技術」(Foundational Fusion Materials, Nuclear Science, and Technology) プログラムを通じて、国立研究所による 19 件のプロジェクトに対し計 4,900 万ドル*の資金提供を行うことを発表した。同プログラムは実験室ベース (laboratory-based) の基礎的でベーシックな (foundational and basic) 科学研究プログラムを、新たな核融合エネルギー科学 (FES : Fusion Energy Science) ビジョンとより適正に整合させ、支援することを目的としたものである。同プログラムにおいて資金提供の対象となる研究分野には、加熱技術、磁石技術、ブランケット、燃料サイクル、第 1 壁 (first wall) 研究における機能・構造材料に関する研究開発が含まれる。今回、資金提供が行われた 19 件のプロジェクト名は以下のとおりである。

アルゴンヌ国立研究所 (ANL : Argonne National Laboratory)

- プラズマ誘起材料劣化の予測モデリング、および D/T 保持・浸透・再利用のダイナミクスに関する衝突効果と熱効果の統合

アイダホ国立研究所 (INL)

- 液体増殖ブランケットにおけるトリチウム輸送現象に関する基礎研究
- 核融合システム安全性評価支援のための基礎研究
- 核融合材料における照射とトリチウム効果を予測するためのモデリングおよびシミュレーションと、高度な特性評価の統合
- トリチウム在庫削減を可能にする革新的研究

ローレンス・バークレー国立研究所 (LBNL : Lawrence Berkeley National Laboratory)

- 高磁場小型核融合概念の実現とリスク削減のための重要な高温超伝導 (HTS) 磁石技術

ロスアラモス国立研究所 (LANL : Los Alamos National Laboratory)

- 核融合材料の寿命の外挿 (extrapolation)
- 核融合燃料サイクルの準備のための包括的アプローチ：研究・技術・人材育成

オークリッジ国立研究所 (ORNL)

- 核融合パイロットプラントに進むために必要な基礎知識を拡大することを目的とした燃料サイクルおよび関連実現技術の研究
- 核融合エネルギーを可能とするための高性能材料の開発
- 第1壁および高周波ランチャー (RF Launcher) のプラズマ対向構成要素のプラズマ材料相互作用および先進製造技術
- トリチウム増殖ブランケットおよび核融合科学における基礎研究

パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (PNNL)

- 新たな低放射化 DPT-W 複合材料と展延性耐火多元元素合金

プリンストン・プラズマ物理研究所 (PPPL : Princeton Plasma Physics Laboratory)

- 小型核融合における高電流密度 HTS ケーブルと高磁場高速傾斜ソレノイド

サンディア国立研究所 (SNL : Sandia National Laboratories)

- ブランケット構造材の水素透過バリア被覆における放射線影響の理解
- 次世代核融合材料開発のための表面劣化および水素同位体輸送の根底にあるメカニズムの評価

サバンナリバー国立研究所 (SRNL : Savannah River National Laboratory)

- 非水性 2D 材料ベースの水素同位体分離
- フロー・ループ統合によるリチウム電気分解と CoRExt プロセスの開発およびリスク削減

SLAC 国立加速器研究所 (SLAC National Accelerator Laboratory)

- 核融合材料の正確なモデリングを可能にする原子間ポテンシャルのベンチマーキング
 - * 資金提供は最長 3 年間継続し、2024 会計年度における提供額は 700 万ドルである。それ以降の資金については連邦議会による予算配分に拠る。

(2024 年 10 月 9 日付 DOE、10 月 11 日付 American Nuclear Society)

ザップ・エナジー社が核融合発電所システム実証施設 Century の運用を開始:2024 年 10 月 9 日、ザップ・エナジー (Zapp Energy) 社は、プラズマに面する液体金属ブランケットやその他主要な核融合エネルギー技術の試験プラットフォームである Century の運用を開始したことを発表した。Century は最大 100kW の入力電力により作動する高反復率 (high-rep-rate) 液体金属冷却 (liquid-metal-cooled) 核融合プラットフォームであり、ザップ・エナジー社によるエンジニアリング設計を検証する目的で発電所に類似した運転を模擬するように設計*されているものである。ザップ・エナジー社は Century について、同社初となる 3 件の主なプラント関連 (plant-relevant) 技術の完全統合実証施設としている。Century においては、プラズマと液体金属に関する最初の試験が 2024 年 6 月 13 日に実施されており、その後、連続して 1,000 回以上のプラズマを 3 時間未満の間に発生させる試験運転が既に実証されている。同社はエネルギー省 (DOE) の「マイルストーンを基にした核融合開発プログラム」(Milestone-Based Fusion Development Program) *2 の一部として概説されているマイルストーンを 2024 年末までに達成することを次の目標としている。

Century は 2025 年に入力電力平均 100kW へ向けて徐々に入力電力を増加させていく予定である。

(2024 年 10 月 9 日付 Zapp Energy、10 月 10 日付 World Nuclear News)

- *1 Century は核融合発電所に似た動作を再現するよう設計されており、2 時間以上にわたり安定したシーケンスで高電圧の電力パルス を 10 秒ごとに発射するほか、初期構成では 70kg、最終的な構成では 1t 超の高温液体ビスマスを循環させる、極端な熱や中性子束による電極の損傷を緩和するための重要な戦略の試験等が行われるという。
- *2 2022 年 9 月に開始された、DOE 科学局 (SC) 内の核融合エネルギー科学室 (FES) の支援による資金提供公募 (FOA)。国立研究所や大学等と連携した営利団体 (for-profit entities) を対象としており、核融合パイロットプラント設計の成功に向けた主要な技術的・商業的マイルストーンの達成を支援するものである。応募者は、2030 年代初頭までに運転可能な核融合パイロットプラントの予備設計審査 (PDR : preliminary design review) を 2020 年代後半までに実施することを目標とする Tier 1 申請と、2030 年代半ばまでに PDR を成功させ、2030 年代後半に FPP 運転を目指す Tier 2 申請のどちらか一方、あるいは両方に申し込むことが可能である。

トカマク・エナジー社が核融合パイロットプラントの設計詳細を発表 : 2024 年 10 月 15 日、トカマク・エナジー (Tokamak Energy) 社は、同社が開発する高磁場球状トカマクによる核融合パイロットプラントの設計詳細 (design details) を初めて発表したことを明らかにした*¹。この核融合パイロットプラントは、商用核融合の実現に向けた米国の 10 年構想 (decadal vision) *²の一部として、米国エネルギー省 (DOE) の「マイルストーンに基づく核融合開発プログラム」(Milestone-Based Fusion Development Program) *³の下で開発されている。トカマク・エナジー社が設計する核融合パイロットプラントは、80 万 kW の核融合出力 (fusion power) と、8 万 5,000kW の正味電力 (net electricity) を生成する能力を有する。当初設計においては、トカマク装置のアスペクト比は 2.0、プラズマの主半径は 4.25m、磁場は 4.25 テスラ (T) であり、液体リチウムのトリチウム増殖ブランケットを備える。トカマク・エナジー社は、2030 年代半ばにこの核融合パイロットプラントからの正味電力の生成を実証することを目指している。

(2024 年 10 月 15 日付 Tokamak Energy、10 月 16 日付 World Nuclear News)

- *1 10 月 7 日から 11 日にかけて開催された米国物理学会 (ASP : American Physical Society) プラズマ物理分科会 (DPP : Division of Plasma Physics) の年次会合において発表されたものである。
- *2 2022 年 3 月にホワイトハウスから発表された「商業核融合エネルギー 10 年構想」(Bold Decadal Vision for Commercial Fusion Energy) を指す。核融合をクリーンエネルギー技術分野におけるゲームチェンジングな技術として位置付け、商用核融合エネルギー開発を加速させるための取り組みとして DOE によるイニシアチブの新設等を示している。
- *3 トカマク・エナジー社は 2023 年 5 月に同プログラムの資金提供先として選出されている。

CFS 社、放射性物質の所有等に関する認可をマサチューセッツ州から取得 : 2024 年 10 月 24 日、コモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社は、同社の世界初の商業関連正味エネルギー核融合装置である SPARC について、放射性物質の所有 (possess)、使用 (use)、および貯蔵 (store) を認める認可*をマサチューセッツ州 (Commonwealth of Massachusetts) から取得したことを発表した。この認可取得は CFS 社が核融合発電所を開発するにあたって必要な段階である。CFS 社は認可取得にあたり、放射性物質の安全な取扱と使用のための経験と厳格な手続きを証明したとしている。CFS 社は SPARC の建設から運転へ向かうにあたり、マサチューセッツ放射線管理プログラム (Massachusetts Radiation Control Program) と密接な連携を続ける予定であると

述べている。CFS 社は 2026 年に SPARC の初プラズマ発生と、その直後の正味エネルギー発生を予定しており、同社の核融合発電所である ARC は 2030 年代初めの送電開始を予定している。

(2024 年 10 月 24 日付 Commonwealth Fusion Systems)

- * CFS 社はこの認可を「広範な放射性物質に関する認可」(broad-scope radioactive materials license)と呼称している。

SRNL、2 件の核融合関連プロジェクトのために 600 万ドルを受領する予定:2024 年 10 月 29 日、サバンナリバー国立研究所 (SRNL) は、「核融合関連材料、原子力科学、および実現技術における研究所基礎科学プログラム」(Laboratory Foundational Science Programs in Fusion Materials, Nuclear Science, and Enabling Technologies) *¹に関連した 2 件のプロジェクトを主導するために 600 万ドルを受領する予定であることを明らかにした。その 2 件のプロジェクトの内容はそれぞれ、「非水性の二次元材料に基づいた水素同位体分離」(Non-Aqueous 2-D Material Based Hydrogen Isotope Separation) *²と「流体ループの統合によるリチウム電解と CoRExt 工程の開発とリスク低減」(Development and De-risking of Li Electrolysis and CoRExt Process by Flow-Loop Integration) *³であり、いずれも燃料サイクルとブランケット技術、および核融合炉関連材料とトリチウムの相互作用における諸課題に焦点をあてたものである。(2024 年 10 月 29 日付 Savannah River National Laboratory)

- *¹ エネルギー省 (DOE) 科学局 (SC) が実施する資金提供プログラムである。このプログラムの対象は、加熱技術、磁石技術、ブランケット、燃料サイクル、および第一壁を対象とした機能性材料と構造材料に及ぶ。このプログラムに対する資金拠出の目的は、核融合を実現するための基礎となるような科学上のギャップを埋めるためのものであるとともに、主に国立研究所において推進されている基礎科学研究プログラムについて、SC 内の核融合エネルギー科学室 (FES) が実施するプログラムの新たな構想に対してより近づけていくようにするとともに支持するものとなるように新たな方向付けを行うことである。
- *² 商用核融合発電所を対象とした大多数の概念では、重水素 (deuterium) と三重水素 (tritium) を燃料として用いる。商用核融合発電所において燃焼プラズマを維持するためには、炉の中の燃料の同位体組成が重要である。そのような好ましい同位体組成を実現させるためのものとして、商業的に採算を取ることのできる核融合発電所を実現するために、水素同位体分離は重要な技術である。水素同位体分離を対象とした従来の技術は、過度にエネルギーを必要とする、低温である必要がある、機器を置くために大きな面積を必要とする、またはそれらの 3 つのうちの複数の状況に直面している。今回の二次元材料プロジェクトは、二次元材料で被覆された固体プロトン導電性セラミックスに基づいた水素同位体分離について、燃焼プラズマを持続させるような手法でありかつよりエネルギー効率の良い手法の開発を提案するものである。
- *³ 持続可能であるために、核融合炉は自身のトリチウム燃料を生成し取り出す必要がある。このプロジェクトでは、核融合コミュニティと多くの民間核融合スタートアップが研究している 2 つの流体からトリチウムを取り出すことについて、単純化するとともに費用を低減させようとしている。

コロラド州立大学、新たなレーザー研究施設の建設を開始: 2024 年 10 月 29 日、アメリカ原子力学会 (ANS) は、コロラド州立大学 (CSU : Colorado State University) *¹のフォート・コリンズ (Fort Collins) 所在のフットヒルズ・キャンパス (Foothills Campus) において、官民パートナーシップ (public-private partnership) による資金拠出*²の下で、新たなレーザー研究施設である「応用と科学のための先進技術レーザー」(ATLAS : Advanced Technology Lasers for Applications and Science) 施設の建設が同年 10 月 16 日に開始されていたことを紹介した。CSU の既存のレ

レーザー施設と ATLAS 施設は、あわせて「エクストリームフォトニクスのための先進レーザー (ALEPH : Advanced Laser for Extreme Photonics) センター」と呼称される予定である。ATLAS 施設は、面積 7 万 1,000 平方フィートの敷地において、単一の核融合標的に対して同時に照射を行うことができるように高強度 (high-intensity) かつ高繰り返し (high-repetition-rate) が可能であるように設計されたレーザーの一群^{*3}を備える予定であり、2026 年中頃に運用を開始する予定である。(2024 年 10 月 29 日付 American Nuclear Society)

- *1 CSU は、エネルギー省 (DOE) 科学局 (SC) 内の核融合エネルギー科学室 (FES) が 2023 年 12 月に発表した 3 か所の「慣性核融合科学技術加速器研究 (IFE-STAR : Inertial Fusion Energy Science and Technology Accelerated Research) プログラム拠点」のうちの 1 か所であり、DOE の SLAC 国立加速器研究所 (SLAC National Accelerator Laboratory) とともにこの拠点を主導する。この拠点は RISE と呼称され、今後 4 年間にわたって 1,600 万ドルの資金拠出を受ける予定である。
- *2 民間部門からの資金拠出は、2023 年 8 月に発表されたマーベル・フュージョン (Marvel Fusion) 社からの 1 億 5,000 万ドルである。一方、公的部門からの資金拠出は、DOE-FES からの 1,250 万ドルである。FES からの資金により、DOE-FES によって運営されているレーザー研究ネットワークである LaserNetUS のひとつとして、CSU において ATLAS 施設が建設される。なお 2024 年 11 月現在、LaserNetUS と呼称されるレーザー研究ネットワークを構成する施設数は 13 施設、利用者数は、1,567 名であり、これまでに 140 件以上の実験が実施されているとともに、それらの実験を通じて 58 件の論文等が公開されている。
- *3 CSU によると一群のレーザーは全体として、人間の髪の毛の太さほどの焦点 (標的) に対して、約 7 ペタワットの出力 (米国の発電容量の 5,000 倍を超える) を約 1.0×10^{-13} 秒 (100 quadrillionths of a second) にわたって照射することができるとのことである。

CFS 社、ARPA-E の CHADWICK プログラムから 250 万ドルの資金獲得 : 2024 年 11 月 4 日、コモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社は、エネルギー省 (DOE) エネルギー高等研究計画局 (ARPA-E) による「知識集約による強化・耐久核融合第一壁の開発」(CHADWICK : Creating Hardened And Durable fusion first Wall Incorporating Centralized Knowledge) プログラムから、250 万ドルの資金提供を受けたことを発表した。CHADWICK プログラムは新たな計算材料工学 (computational materials engineering) により核融合エネルギーの進展を支援するもので、核融合発電所の重要な構成要素用に、より強固な材料の設計・創出・製造強化に取り組むものである。CFS 社は、CHADWICK プログラムを通じて、同社の ARC 発電所^{*1}に設置される真空容器内の過酷条件に耐えられるような 2 種の材料の組み合わせ^{*2}の設計に取り組むとしている。なお、ARPA-E は 2024 年 9 月 27 日付で CHADWICK プログラムにおける資金提供先として 13 事業を発表しており、提供額は計 2,980 万ドルである。CHADWICK プログラムにおいて選定された事業には、CFS 社の事業のほか、エクソフュージョン (ExoFusion) 社による第一壁用の低蒸気圧・低融点・低プラズマ汚染液体金属の開発事業や、ローレンス・リバモア国立研究所 (LLNL) による核融合発電所の実現性・安全性・費用対効果を高めるための新奇性のある材料の迅速な開発を行う事業^{*3}等が含まれる^{*4}。(2024 年 9 月 27 日付 ARPA-E、11 月 4 日付 Commonwealth Fusion Systems)

- *1 CFS 社は最初の ARC 発電所において、2030 年代初めには電力網向けのエネルギー生成を開始する計画である。
- *2 真空容器構造物用のバナジウム合金は、長年にわたって高温下で動作しながら高压に耐える必要がある。一方、プラズマに接するタングステン合金は、プラズマ付近の極端な条件に耐える必要がある。また、バナジウム合金とタングステン合金はともに、核融合プロセスによる中性子衝突

に耐える必要があり、安価に大量生産を行う必要もある。CFS 社はこの 2 種の材料を同時に開発することで、すべての核融合発電所条件を同時に満たすことを目指しているという。

*3 LLNL による事業には、フィンランド VTT 技術研究センター (VTT: VTT Technical Research Centre of Finland) が参加している。米国外の機関が ARPA-E による核融合商業化に関するプログラムに参加するのは今回が初めてであるという。

*4 CHADWICK プログラムにおいて選定された 13 事業の詳細は https://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/documents/files/CHADWICK_Project%20Descriptions_FINAL.pdf から確認できる。

米国 DOE、英国 DESNZ、トカマク・エナジー社が ST40 の改良に共同で 5,200 万ドルを出資：
2024 年 12 月 5 日、エネルギー省 (DOE) 科学局 (SC) は、DOE と英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ)、およびトカマク・エナジー (Tokamak Energy) 社の三者により、トカマク・エナジー社の ST40 核融合実験施設 (ST40 experimental fusion facility) を改良するため 5,200 万ドルの資金を拠出することを発表した。この 5,200 万ドルの資金は三者間で均等に分割負担される。事業期間は 5 年間であり、改良後の施設は 2027 年に運転可能となる見込みである。DOE-SC によると、後続年度の資金拠出には議会の承認と十分な進捗が条件になっているとのことである。DOE によると、DOE、DESNZ、およびトカマク・エナジー社の協力により、米国および英国の大学や国立研究所、研究機関に所属する研究者は ST40 球状トカマク装置において実施される研究の恩恵を受けることが可能になるという。(2024 年 12 月 5 日付 DOE)

【背景】

2023 年 11 月 8 日、米国エネルギー省 (DOE) と英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) は、核融合の実証と商業化を加速させるための戦略的パートナーシップを締結した。このパートナーシップは米国の「商業核融合エネルギー 10 年構想」(Bold Decadal Vision for Commercial Fusion Energy) および英国の核融合戦略 (Fusion Strategy) の推進を企図している。このパートナーシップは学界、産業界および政府の有する核融合の施設および資源の両国間の相補性を実現することを目的としており、DOE の発表によると以下の事項を企図している。

- 両国間の既存の技術的・科学的協力の合意に従い、商業的に利用可能な核融合実現のための技術的挑戦に取り組むこと。
- 核融合の研究・開発に必要な主要な新国立施設の共同利用と整備に焦点をあてること、および組織的かつ戦略的なアプローチが如何に両国において核融合の価値を最大化させることができるかに焦点をあてること。
- 規制枠組み (regulatory frameworks) および法体系 (codes) および基準 (standards) の策定における国際的な協調を支援するための機会を模索すること。
- 商用核融合の配備のために必要となるしなやかで強靱な (resilient) サプライチェーンの整備対象を特定して支援すること。
- 核融合の配備に向けて核融合が社会に受け容れられやすくする (facilitate social license) ことを目的として、公平性とエネルギー正義を含め、公衆の関与 (public engagement) に対して地域社会 (communities) とともに支援を行うこと。
- 今後 10 年およびそれ以降において核融合業界によって必要とされる頑健な (robust)・あらゆる属性の人を含めるような (inclusive)・多様な (diverse) 労働力について、そのような労働力が必要とする人員と能力向上 (talent growth) を確保するためにスキル開発 (skills development) を促進すること。

なお、英国側の発表ではこのパートナーシップの企図するところについて以下の様に説明されている。

- 両国の科学者と技術者が商用核融合の実現に向けた技術的課題に共同で取り組む。
- 施設の共同利用を許容することと新たな研究開発 (R&D) 機会を促進すること。
- 国際規制枠組みおよび実施規則 (codes of practice) の標準化。
- 長期にわたって核融合産業界を支援するために核融合物質を対象としたしなやかで強靱な (resilient) サプライチェーンを整備すること。
- 今後 10 年間にわたる頑健な人材プールの確保のためのスキル開発を促進すること。

CFS 社、バージニア州において世界初となる系統用の商用核融合発電所を建設する予定：2024 年 12 月 17 日、コモンウェルス・フュージョン・システムズ（CFS）社^{*1}は、バージニア州のチェスターフィールド郡（Chesterfield County）のジェームズ・リバー・インダストリアル・パーク（James River Industrial Park）において、世界初となる系統用（grid-scale、送電網に接続できる規模）の商用核融合発電所（ARC と呼称）^{*2}を建設する予定であることを明らかにした。この取組みの一環として CFS 社は、ドミニオン・エナジー・バージニア（Dominion Energy Virginia）社（以下、ドミニオン社）との間で、非財務的な協力を行うことで合意に達している。この協力には、開発、技術的専門知見の供与、および建設予定地の借地権が含まれる。なお建設予定地はドミニオン社が所有している。（2024 年 12 月 18 日付 Commonwealth Fusion Systems）

- *1 CFS 社は、核融合の商業化を加速させることを目的として、マサチューセッツ工科大学（MIT）に在籍していたスタッフと学生によって 2018 年に設立された企業であり、高温超伝導（HTS）磁石の開発等が進んでいる。
- *2 現在 CFS 社は、同社の本拠地が所在するマサチューセッツ州デベンズ（Devens）において、SPARC と呼称する核融合実証装置の開発を完了させつつあるところである。SPARC については 2026 年に初となるプラズマの生成を行う予定であり、それに続けて正味の核融合エネルギーの生成を達成する予定である。CFS 社は、SPARC を実証することにより、系統用核融合発電所である ARC について、2030 年代に商業発電を開始させることを目標としている。

核融合イノベーション研究推進（FIRE）協力の資金提供先として 6 事業が選定される：2025 年 1 月 16 日、エネルギー省（DOE）は、科学局（SC）核融合エネルギー科学（FES）プログラムが管理する「核融合イノベーション研究推進（FIRE）協力」（Fusion Innovation Research Engine (FIRE) Collaboratives）^{*}において、6 件の事業に対し計 1 億 700 万ドルの資金提供を行うことを発表した。今回選定された事業は以下のとおり。

- 核融合パイロットプラント設計の先進的プロファイル予測（APP-FPP：Advanced Profile Prediction for Fusion Pilot Plant Design）：マサチューセッツ工科大学（MIT）等
- 燃料サイクル核融合イノベーション研究エンジン（FC-FIRE：Fuel Cycle Fusion Innovation Research Engine）：サバンナリバー国立研究所（SRNL）等
- 原子力試験を通じた核融合ブランケット開発の加速（BNT：Accelerating Fusion Blanket Development through Nuclear Testing）：アイダホ国立研究所（INL）等
- 開発研究のための標的インジェクター群（TINDeR：Target Injector Nexus for Development Research）：ジェネラル・アトミックス（GA）社等
- 商用核融合エネルギーシステムのソリューションを加速するための迅速高忠実度バルク照射材料データ生成（Rapid High-Fidelity Bulk Irradiated Materials Data Generation to Accelerate Solutions for Commercial Fusion Energy Systems）：MIT 等
- チャンバー技術を加速するための統合材料プログラム（IMPACT：Integrated Materials Program to Accelerate Chamber Technologies）：テネシー大学（University of Tennessee）

FIRE 協力の予想総資金提供額は最長 4 年間の複数事業に対し 1 億 8,000 万ドルであり、追加の資金提供が行われる可能性もあるという。なお、この資金提供は議会による配分に依存するものである。（2025 年 1 月 16 日付 DOE、1 月 22 日付 American Nuclear Society）

- * DOE-SC が 2024 年 5 月に FES プログラムによる新たな資金提供公募 (FOA) として発表した。FES は、FOA において「核融合推進エコシステム」(Fusion Engine Ecosystems) として呼称される (1) 核融合材料、(2) 核融合ブランケットと燃料サイクルシステム、(3) 核融合を可能にする技術、(4) 設計および最適化のための高度シミュレーションという 4 領域を挙げており、FIRE 協力はこれら 4 領域のうち 1 つ以上に重点を置く必要があるとしている。また、FIRE 協力として選定された者は FIRE データ・リポジトリ (FIRE Data Repository) にデータを共有することが期待される。リポジトリに集められたデータは、他の研究者や核融合エネルギーシステム開発事業者等のエンドユーザが利用できるという。

タイプ・ワン・エナジー社と TVA、核融合パイロット発電所建設で協力合意: 2025 年 2 月 11 日、タイプ・ワン・エナジー (Type One Energy) 社は、テネシー渓谷開発公社 (TVA) との間で、タイプ・ワン・エナジー社のステラレータ型核融合技術を用いてテネシー渓谷地域における将来的な TVA 核融合発電所事業の計画立案を共同で実施するための協力合意 (Cooperative Agreement) を締結したことを発表した。この核融合発電所はインフィニティ・ツー (Infinity Two) と呼称され、35 万 kWe の核融合パイロット発電所として早ければ 2030 年代半ばには地域におけるベースロード電源の補完を提供するという。両社とオークリッジ国立研究所 (ORNL) はテネシー州による支援の下、TVA のブル・ラン発電所 (Bull Run power plant) *¹ にタイプ・ワン・エナジー社のインフィニティ・ワン・ステラレータ原型装置 (Infinity One stellarator prototype) を配備する計画であるプロジェクト・インフィニティ (Project Infinity) を 2024 年に開始しており*²、今回の協力合意はこのプロジェクト・インフィニティを拡張するものであるという。(2025 年 2 月 11 日付 Type One Energy)

- *¹ クリンチ川 (Clinch River) を挟みオークリッジの向かいに位置するテネシー州クリントン (Clinton) にある 86 万 5,000kW の石炭火力発電所で、1967 年に運転を開始し、2023 年 12 月 1 日に廃止された。
- *² 2024 年 2 月 21 日、タイプ・ワン・エナジー社は、ステラレータ型の核融合原型装置であるインフィニティ・ワンについて、TVA のブル・ラン発電所において建設する計画であることを明らかにした。インフィニティ・ワンの建設は、タイプ・ワン・エナジー社、TVA、および ORNL の三者間で 2023 年に締結された了解覚書 (MOU) を受けて実施されるものであり、この三者は経済的で実践的な核融合技術の開発と商業化について関心を表明している。インフィニティ・ワンは必要な環境評価、パートナーシップ合意、必要な認可および運転許可が得られれば 2025 年の建設開始がありうるという。

CFS 社、タイプ・ワン・エナジー社のステラレータに HTS 技術を提供へ: 2025 年 2 月 11 日、コモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社とタイプ・ワン・エナジー (Type One Energy) 社は、CFS 社の高温超伝導 (HTS) ケーブル技術をタイプ・ワン・エナジー社のステラレータ核融合磁石の開発に使用するにあたっての専用実施権 (exclusive license) を、CFS 社がタイプ・ワン・エナジー社に与えることで合意したことを発表した。使用を許諾された技術によりタイプ・ワン・エナジー社は同社のインフィニティ・ツー (Infinity Two) 核融合発電所向け磁石を開発するという。この合意は商業化リスクを最小化しながら資本効率が高い方法でインフィニティ・ツーを提供するタイプ・ワン・エナジー社のサプライチェーン戦略の一環として位置付けられている。また CFS 社にとっては、ステラレータ核融合企業であるタイプ・ワン・エナジー社と提携することで、CFS 社の磁石事業の市場拡大に繋がる。CFS 社は 2 月 11 日付の同社ブログ記事に

において、CFS 社の核融合装置はトカマク型である一方、タイプ・ワン・エナジー社の核融合装置はステラレータ型であるが、いずれのシステムにおいてもプラズマの閉じ込め・制御に強力な磁場を用いることを指摘している。(2025 年 2 月 11 日付 Commonwealth Fusion Systems)

GA 社と UCSD が核融合データサイエンス・デジタルエンジニアリング・センターを共同で設置：2025 年 3 月 18 日、ジェネラル・アトミックス (GA) 社とカリフォルニア大学サンディエゴ校 (UCSD : University of California San Diego) は、サンディエゴにおいて核融合データサイエンス・デジタルエンジニアリング・センター (Fusion Data Science and Digital Engineering Center) を設置することを発表した。同センターは、先進的デジタルエンジニアリングや人工知能 (AI)、機械学習 (ML : Machine Learning)、高性能コンピューティング (HPC : high-performance computing) におけるより一層の協働の土台となる。また同センターには、GA 社および UCSD 以外にアンシス (Ansys) 社やエヌビディア (NVIDIA) 社といった企業が関与するという。GA 社は同センターについて、GA 社が運営する米国エネルギー省 (DOE) DIII-D 国立核融合施設 (DIII-D National Fusion Facility) の実験データと大きな相乗効果 (great synergy) が生まれるとの見通しを述べている。(2025 年 3 月 18 日付 General Atomics)

CFS 社が SPARC トカマク装置の組み立てを開始：2025 年 3 月 25 日、コモンウェルス・フュージョン・システムズ (CFS) 社は、3 月に SPARC トカマク装置*のクライオスタットベース (cryostat base) を設置し、装置の組み立てを開始したことを明らかにした。CFS 社は今後数か月以内に行われる作業について、D 字型のトロイダル磁場 (TF : toroidal field) 磁石をスタンドに設置し、SPARC の真空容器を TF 磁石の内部に挿入した後、構造物の周囲をループ状に囲う円形のポロイダル磁場 (PF : poloidal field) 磁石を設置、円柱型のセントラル・ソレノイド (CS : central solenoid) 磁石をトカマク装置の中央に配置し、クライオスタット上部と側面によって全構造物を密閉すると説明している。(2025 年 3 月 25 日付 Commonwealth Fusion Systems)

- * CFS 社はマサチューセッツ州デベンズ (Devens) の同社キャンパスにおいて SPARC を建設している。SPARC はネット核融合エネルギーの実証とともに、CFS 社が計画している ARC 核融合発電所で使用される中核的技術の改良を目的としている。

1.5 次世代炉

テラパワー社が Natrium 炉実証プロジェクトの建設許可申請を NRC に提出:2024 年 3 月 29 日、テラパワー（TerraPower）社は、Natrium 炉実証プロジェクトに関する建設許可申請を原子力規制委員会（NRC）に対し提出したことを発表した。テラパワー社によると、商業用先進炉に関する建設許可申請の NRC への提出は、同社が初であるという*。テラパワー社は、Natrium 炉実証プロジェクトにおける非原子力（non-nuclear）部分の建設作業については、その設計の独自性を理由として、同建設許可が承認されるのを待たずに 2024 年夏に開始するとしている。テラパワー社はワイオミング州ケメラ（Kemmerer）にある廃止された石炭火力発電所の隣にある土地を購入しており、このサイトで Natrium 炉実証プロジェクトを建設する計画である。米国原子力学会（ANS）の報道によると、この Natrium 炉実証プロジェクトはケメラ発電所 1 号機（Kemmerer Power Station Unit 1）と呼ばれ、34 万 5,000kW のナトリウム冷却炉を熔融塩ベースのエネルギー貯蔵と組み合わせて運転するものであるという。（2024 年 3 月 29 日付 TerraPower、3 月 30 日付 American Nuclear Society、4 月 2 日付 World Nuclear News）

- * NRC は非軽水炉型先進炉に関する審査活動として、ケイロス・パワー（KP：Kairos Power）社のヘルメス（Hemes）試験炉とヘルメス 2（Hermes 2）試験炉、およびアビリーン・クリスチャン大学（ACU：Abilene Christian University）による熔融塩研究炉の建設許可申請を取り扱っているが、これらはいずれも商業用発電所ではない。

USNC と PPT 社がパイロン原子炉による先進的エネルギーシステム開発で協力: 2024 年 4 月 15 日、ウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC：Ultra Safe Nuclear Corporation）とペレグリン・タービン・テクノロジーズ（PTT：Peregrine Turbine Technologies）社は、USNC のパイロン原子炉（Pylon reactor）と PTT 社が特許を有する超臨界二酸化炭素（sCO₂：supercritical carbon dioxide）エネルギー変換システム*¹および先進的熱交換器技術の統合に向けて協働することを発表した。パイロン原子炉は USNC が開発した小型原子炉で、1,000～5,000kW_{th} の熱出力を最大 3 年間にわたり供給することが可能である*²。また、パイロン原子炉は、地上の遠隔地・海洋・宇宙での配備といった特定の用途に合わせて調整されたモジュール式 BOP（balance of plants）と統合することが可能であるという*³。（2024 年 4 月 15 日付 USNC、4 月 16 日付 World Nuclear News）

- *¹ PTT 社のエネルギー変換システムは、サンディア国立研究所（SNL）のブレイトン研究所（Brayton Laboratory）との協力により開発・実証された、先進炉向けに調整されたシステムである。PTT 社のシステムでは、従来の蒸気およびエア・ブレイトン変換システム（steam and Air Brayton conversion systems）と比較して著しく設置面積が小さく、効率性が強化されているという。
- *² パイロン原子炉は、USNC が開発する高温ガス冷却炉マイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Modular Reactor）よりも小型であるという。USNC は 2024 年に国立原子炉イノベーションセンター（NRIC：National Reactor Innovation Center）のフロントエンド・エンジニアリング（Front End Engineering）において選定されており、2027 年までアイダホ国立研究所（INL）のマイクロ炉実験実証（DOE：Demonstration of Microreactor Experiments）テストベッド施設においてパイロン原子炉の実証にむけて取り組むとされている。
- *³ 地上でパイロン原子炉を使用する場合、それぞれが標準的な 20 フィートコンテナに収まるような大きさの分離式の原子力熱供給システムと BOP モジュールが必要となる。

BANR を活用した産業利用目的での熱供給と電力供給に向けた動き：2024 年 4 月 25 日、L&H インダストリアル（L&H Industrial）社は、産業利用^{*1}のための熱供給と電力供給を目的としたマイクロ炉（microreactors）の商業展開を企図し、同社と BWXT アドバンスド・テクノロジーズ（BWXT AT：BWXT Advanced Technologies LLC）社が共同開発合意（Joint Development Agreement）に署名したことを明らかにした。両社は、ワイオミング州とその周辺の州を皮切りとして、コジェネレーションセット（cogeneration sets）における BWXT AT 社の BWXT 先進原子炉（BANR：BWXT Advanced Nuclear Reactor）^{*2}の開発と商業展開の可能性について取組むこととしている。（2024 年 4 月 25 日付 L&H Industrial）

- *1 ワイオミング州等における鉱業等での採掘におけるエネルギー利用に対する需要に応えるためのものである。
- *2 BWXT 先進原子炉（BANR）は、熱出力 5 万 kWt の可搬型の小型炉である。2030 年代前半に商業展開することが目標となっている。

Natrium 炉は 2030 年までに建設、ただし引き続き燃料供給に懸念：2024 年 5 月 9 日付のロイター通信の報道によるとテラパワー（TerraPower）社は、同社の Natrium 炉^{*1}について、建設計画と許認可審査が円滑に進んでおり^{*2}、2030 年までに建設が完了することが確実であるとの見解を表明した。ただし、同炉の燃料供給については引き続き懸念^{*3}があるとの見解をも示したとのことである。（2024 年 5 月 9 日付 Reuters）

- *1 Natrium 炉は電気出 34 万 5,000kWe のナトリウム冷却高速炉と熔融塩に基づいたエネルギー貯蔵システムを組み合わせたものである。当初は 2028 年に商業発電を開始する予定であった。Natrium 炉は燃料に高含有低濃縮ウラン（HALEU）を使用するが、商業規模で HALEU を製造する世界で唯一の企業であるテネックス（TENEX）社を要するロシアが 2022 年にウクライナに軍事侵攻を開始したことを受けて、HALEU の安定供給が見通せなくなったことから Natrium 炉の運転開始予定時期は 2028 年から 2030 年へと延期された。
- *2 同社は原子力規制委員会（NRC）に対し 2024 年 3 月に建設許可申請を提出しており、30～36 か月で完全な許認可を取得できると考えているという。
- *3 ロシアからの輸入を行わずに HALEU の必要量を西側諸国のみから安定的に確保することができるか否かは、将来時点での西側諸国における HALEU の生産能力次第であり、現時点では依然として不透明である。

原子炉級黒鉛を対象とした米国国内サプライチェーンを強化する動き：2024 年 5 月 22 日、レイディアント・インダストリーズ（Radiant Industries）社^{*1}は、原子炉級（nuclear-grade）の黒鉛を対象とした米国国内サプライチェーンを強化することを企図した了解覚書（MOU）について、アムステッド・グラファイト・マテリアルズ社（Amsted Graphite Materials LLC）^{*2}との間で署名したことを明らかにした。この MOU は 2024 年 5 月 21 日付で発効しており、両社は原子炉級黒鉛の米国国外からの輸入への依存を低減させるために協力を進めていくこととなる。なおレイディアント・ニュークリア社は、同社のカライドス（Kaleidos）マイクロ炉の開発において使用するために^{*3}、アムステッド・グラファイト・マテリアルズ社の PCEATM 原子炉級黒鉛を購入する注文を発注済である。（2024 年 5 月 22 日付 Radiant Nuclear、5 月 23 日付 World Nuclear News）

- *1 レイディアント・インダストリーズ社は、カライドス・マイクロ炉の開発を行っているスタートアップ企業である。カライドス・マイクロ炉は、高温ガス炉に基づいた電気出力 1,200kWe（熱出力 1,900kWt）のマイクロ炉であり、レイディアント・ニュークリア社は 2026 年までに試験を

- 行うことを目標にしている。なお同社は、エネルギー省（DOE）からの資金提供を受け、アイダホ国立研究所（INL）内のマイクロ炉実験実証（DOME）テストベッド（test bed）においてマイクロ炉設計の開発・試験を行う次世代原子力エネルギー開発事業者3社のうちの1社である。
- *2 アムステッド・グラファイト・マテリアルズ社は、人造黒鉛（synthetic graphite）を製造する米国資本として最大の企業である。
 - *3 カライドス・マイクロ炉は、炉心の素材として黒鉛を利用し、燃料として三重被覆（TRISO）燃料を利用する。

DOE、カライドス・マイクロ炉を対象とした安全設計戦略（SDS）を承認 2024年6月4日、レイディアント・インダストリーズ（Radiant Industries）社*は、アイダホ国立研究所（INL）所在の国立原子炉イノベーションセンターのマイクロ炉実験実証（NRIC-DOME：National Reactor Innovation Center’s Demonstration of Microreactor Experiments）テストベッドにおける同社のカライドス・マイクロ炉（Kaleidos microreactor）について、同炉を対象とした安全設計戦略（SDS：Safety Design Strategy）についてエネルギー省（DOE）がレビューを行い承認したことを明らかにした。この SDS はカライドス・マイクロ炉を対象として承認済の（accepted）安全解析アプローチについて記述したものである。SDS が承認されたことを以て、INL の施設において燃料を装荷して試験を行う前にマイクロ炉の各開発業者が実施することとなっている包括的安全レビュー手続きにおいて、最初の段階に達したこととなる。NRIC-DOME において試験を行うことによりレイディアント・インダストリーズ社は、原子力規制委員会（NRC）に対して申請する将来の商業認可手続きでの申請内容を裏付けるためのカライドス・マイクロ炉の安全・性能について、データを取得することができるようになる。（2024年6月4日付 RADIANT）

- * レイディアント・インダストリーズ社は、カライドス・マイクロ炉の開発を行っているスタートアップ企業である。カライドス・マイクロ炉は、高温ガス炉に基づいた電気出力 1,200kWe（熱出力 1,900kWt）のマイクロ炉であり、レイディアント・ニュークリア社は 2026 年までに試験を行うことを目標にしている。

Natrium 炉実証プロジェクトにおいて建設作業が開始：2024年6月10日、ベクテル（Bechtel）社は、Natrium 炉実証プロジェクトについて起工式を行い、建設作業*を開始した。ベクテル社は、ワイオミング州ケメラ（Kemmerer）において計画されている Natrium 炉実証プロジェクトについて、同プロジェクトの実施主体であるテラパワー（TerraPower）社のエンジニアリング・調達・建設におけるパートナーである。（2024年6月10日付 Bechtel）

- * Natrium 炉実証プロジェクトにおける非原子力（non-nuclear）部分の建設作業が開始されたということを示しているものと考えられる。以下の背景情報を参照。

ケンタッキー州内の石炭火力発電所の原子力への置き換えに向けた動き：2024年6月26日、PPL 社（PPL Corporation）*1は、同社の子会社である LG&E 社（Louisville Gas and Electric Company）および KU 社（Kentucky Utilities Company）の2社が、ケンタッキー州内の石炭火力発電所サイトにおける原子力発電の実現可能性に関する初期評価に基づき、同州における原子力エネルギーを支援するような追加の立地と提携関係を模索する方針であることを発表した。PPL 社はこの取り組みについて、経年化した発電設備の将来的な置き換えに関するすべての選択肢を評価し、ゼロ炭素目標を有するエネルギー集約型産業の顧客をより良く支援するための継続的な取

り組みの一環として位置づけている。LG&E 社と KU 社が保有するケンタッキー州のгент発電所（Ghent Generation Station）*2において、PPL 社とエネルギー省（DOE）による「原子力のイノベーションの加速に対するゲートウェイ」（GAIN）イニシアチブにより過去に実施された実現可能性評価*3では、同サイトは小型モジュール炉（SMR）発電所には適しているものの、より大型の従来型原子炉については大きさによる制約があることが明らかになっている。PPL 社の研究・開発チームは評価の第 2 段階においても、エネルギー省（DOE）による GAIN イニシアチブ、および X エナジー社（X-energy）社と提携する予定であるとしている。評価の第 2 段階では、製造業やデータセンター等のエネルギー集約型顧客が信頼性と適切な価格を維持しながらゼロ炭素目標を達成できるような、立地の選択肢（alternative locations）と産業パートナーシップを探るという。（2024 年 6 月 26 日付 PPL Corporation、6 月 28 日付 World Nuclear News）

- *1 ペンシルベニア州、ケンタッキー州、バージニア州、ロードアイランド州において、電力および天然ガスの供給を行うエネルギー企業。
- *2 4 基で構成される石炭火力発電所で、発電容量は 191 万 9,000kW とされる。гент発電所は段階的な廃止が予定されている。同発電所周辺 5 マイル以内に、大量の電力を消費しかつ処理熱の顧客となりうる工業会社が複数立地しているという。
- *3 GAIN は石炭火力から原子力への移行を支援する取り組みを行っており、PPL 社と GAIN による実現可能性調査もその一環である。この調査については 2024 年 3 月に報告書（INL/RPT-23-72896）が刊行された。

カライドス・マイクロ炉について概念設計レビュー（CDR）が完了：2024 年 6 月 27 日、レイディアント・インダストリーズ（Radiant Industries）社は、同社のカライドス・マイクロ炉（Kaleidos microreactor）について、概念設計レビュー（CDR：Conceptual Design Review）*1が完了したことを明らかにした。今回の CDR の完了は同炉についての概念設計基準（conceptual design basis）と安全解析に対する審査*2を受けたものであり、これによりレイディアント・インダストリーズ社は同炉の設計を最終化させるために更に作業を進めていく予定である*3。（2024 年 6 月 27 日付 Radiant Industries）

- *1 CDR の完了は、軽水炉の場合とは異なり概念設計に対する審査が標準化されていない先進炉設計のような新規性の高い原子炉設計について、運転上・安全上・環境上・利用目標上の要求事項に関する報告書での記載内容を満たすということを確認にする重要な過程である。CDR は、エネルギー省（DOE）によって定められているように、推奨される設計の選択肢、性能として実現されるべき要件と機能、および性能ベースライン（Performance Baseline）を形作る主要な性能パラメータについて記載するものである。
- *2 今回の CDR は、アイダホ国立研究所（INL）の複数分野の専門家から成るチームの支援を受けて実施された。今回の CDR は INL でのカライドス・マイクロ炉の燃料装荷試験へ向けた重要なマイルストーンである。
- *3 なお、カライドス・マイクロ炉は 2024 年 6 月 4 日にエネルギー省（DOE）から安全設計戦略（SDS）の承認を受けている。

KP 社、ETU 1.0 における FLiBe 溶融塩試験を完了：2024 年 7 月 1 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、ケイロス・パワー（KP）社が、これまでに建設されたものの中で最大規模のフッ化リチウムベリリウム（FLiBe）溶融塩システムである同社初の工学試験ユニット 1.0（ETU 1.0：Engineering Test Unit 1.0）における試験を完了したことを発表した。ETU 1.0 は KP 社によるヘルメス（Hermes）実証炉の設計・建設・運転に関する情報を得るために設置される 3 件のシステムのうちの最初の 1 件にあたり、ヘルメス実証炉のフルスケールかつ電気によ

り過熱が行われる原型（prototype）である。ETU 1.0 はニューメキシコ州アルバカーキ（Albuquerque）に所在する KP 社の製造施設に設置され、2023 年 12 月に動作を開始し、6 か月の間に 12 t の FLiBE による熔融塩冷却材を使用して 2,000 時間以上に及ぶ汲み上げ塩運転（pumped salt operations）が行われた。現在は ETU 1.0 は廃止措置が行われているという。次段階として、原子炉のモジュール設計を実証することに焦点をあてた ETU 2.0 に関する計画がアルバカーキにおいて進められているという。（2024 年 7 月 1 日付 DOE-NE、7 月 3 日付 Nuclear Engineering International）

アロー・アトミクス社、アロー 1 炉について規制関与計画を NRC に提出：2024 年 7 月 1 日、アロー・アトミクス（Aalo Atomix）社は、同社のアロー 1（Aalo-1）炉^{*1}について、原子力規制委員会（NRC）に対して規制関与計画（REP：Regulatory Engagement Plan）^{*2}を提出したことを明らかにした。アロー・アトミクス社は、当初目標として 7 基のアロー 1 炉により構成される原子力発電所を 2029 年までに稼働させることを目指すイニシアチブである「アイダホ原子力計画」（Idaho Nuclear Project）を立ち上げており、この原子力発電所については、場合によっては 7 基を追加し計 14 基により運転することが予定されている。アロー・アトミクス社は、目標を設定し、信頼を醸成し、かつ NRC からの質問と懸念に対して早期に対処することにより、「アイダホ原子力計画」のために、安全で社会的に受容され採算の合うアロー 1 炉を建設することを目標としていると述べている。その上でアロー・アトミクス社は、REP の目標として、(1) 規制上の期待（NRC の要件）に対して完全に沿うようにすること、(2) 信頼を醸成し透明性を確立すること、(3) 規制上のリスク低減計画について早期に NRC とコミュニケーションを取ること、および (4) プロジェクトのリスク管理とプロジェクト・ガバナンスを整備することを挙げている。今後アロー・アトミクス社は、アロー 1 炉の設計等について正式に許認可申請を行う予定であり、2026 年に建設・運転一括認可申請（COLA）を NRC に対して提出することを目標としている。（2024 年 7 月 1 日付 Aalo Atomix）

*1 アロー 1（Aalo-1）炉は、電気出力 1 万 kWe の核分裂性物質に基づいた原子炉であり、アイダホ国立研究所（INL）のマイクロ炉（microreactor）である MARVEL（Microreactor Applications Research Validation and Evaluation）に触発されたものである。アロー 1 炉による発電では、1 kWh あたり 3 セントの発電原価を達成することを目標としている。なお MARVEL は、マイクロ炉設計の研究・開発を前進させることを目的として、INL において 40 年以上振りに設置される新たな試験炉（test reactor）である。MARVEL はナトリウム - カリウム冷却のマイクロ炉であり、100kW の電力を生成可能である。INL の過渡原子炉試験施設（Transient Reactor Test Facility）において 2024 年末までに運用が開始される見込みで、INL 初の原子力マイクロ送電網にも接続される予定である。MARVEL は規制上の承認プロセスの策定、マイクロ炉利用の試験、遠隔監視システムの評価、自立制御技術の開発に使用されるほか、蓄熱や水の浄化、地域暖房といった様々な発電・非発電用途に向けてマイクロ炉の機能の調査・試験が行われるという。

*2 REP は、原子炉安全を確実なものとするために行う NRC の原子炉設計等の許認可審査において、その NRC の目標を達成することができるよう申請者がどのように NRC と協働していくかについて記載した文書である。

フロリダ州において先進炉を導入するための動き:2024年7月10日付で米国原子力学会(ANS)は、フロリダ州で法として成立した法案1645 (House Bill 1645) *¹において、特に軍事基地をも含めてフロリダ州において新規原子力利用(先進炉の利用)を行うことに関する調査結果と勧告について、同州知事と同州議会議員に対して2025年4月1日までに報告書を発行することをフロリダ州公益事業委員会(Florida Public Service Commission)に対して命じる内容が含まれていることを紹介した*²。フロリダ州公益事業委員会は、2024年9月5日にワークショップを開催することを予定しており、同州の緊急事態管理庁(Division of Emergency Management)と環境保護局(Department of Environmental Protection)から意見聴取を行い、同州において先進炉を導入することに関する調査を開始する予定である。なお米国の連邦政府レベルでは、2024年6月にJ.バイデン(Joe Biden)政権がイニシアチブを立ち上げ、軍事基地において先進炉発電計画による発電を2030年までに開始するように提案書を提出することを米国の原子力会社に対して要請している。米軍の軍事基地においては、3,000 kWe~1万kWeの発電容量を持ったマイクロ炉を建設することを希望している。(2024年7月10日付 American Nuclear Society)

*¹ フロリダ州のR.デサンティス(Ron DeSantis)知事が2024年5月15日に法案1645に署名を行ったことを受けて成立した。

*² 法案1645においては、先進炉として小型モジュール炉(SMR)を含める記述となっている。

【参考】

米国では民生利用の観点でもSMRの利用促進に向けた動きが上述の話題と同時期に起きている。2024年6月17日、エネルギー省(DOE)は、J.バイデン(Joe Biden)大統領が掲げる「アメリカへの投資」(Investing in America)でのアジェンダの一環として、第III世代+ (Gen III+) 小型モジュール炉(SMR)技術*の米国における最初の商業展開を支援するために、最大9億ドルの資金拠出を行うための意思通知書(NOI: Notice of Intent)を発出したことを明らかにした。この資金拠出は、ひとつには「超党派インフラ法」(Bipartisan Infrastructure Law)によって可能になったものである。この資金拠出は2段階に分けて行われるものであり、第1段階はDOEクリーンエネルギー実証局(OCED)による「先発者チーム支援」(First Mover Team Support)で、最初のSMR発電所配備に取り組む電力事業者、原子炉開発事業者、および最終使用者(end-user)または電力購入者(power off-takers)による最大2つのチームに対し、最大8億ドルを提供する計画である。第2段階はDOE原子力エネルギー局(NE)による「後発者の商業展開の迅速な支援」(Fast Follower Deployment Support)で、第III世代+SMRの追加配備を促進するために最大1億ドルを提供する計画である。

* NOIで示された第III世代+SMRの定義1において、冷却材として軽水を、燃料として低濃縮ウラン(LEU)を使用することが明示されているため、軽水炉に基づいたSMR技術を指していることが確認できる。

ヘルメス2 先進試験施設の建設許可申請に対する最終安全評価書が完成:2024年7月22日、原子力規制委員会(NRC)は、テネシー州のオークリッジ(Oak Ridge)におけるサイト内にヘルメス2(Hermes 2) 先進試験施設を建設するための許可(permit)を求めてケイロス・パワー(KP)社が行っていた申請*¹について、最終安全評価書をNRCスタッフが完成させた*²ことを明らかにした。この安全評価書では、同施設を対象とした建設許可の発行を妨げるような安全面での問題が無かったと結論付けている。NRCスタッフは、今回完成した最終安全評価書と予定通りに2024年の夏に完成する見込みの最終環境評価書について、年内の許認可審査手続きの最終段階での判断に供するためにNRCに対して提出する予定である。NRCは、ヘルメス2の建設許可の発行に必要な調査結果をNRCスタッフのレビュー結果が支持しているか否かについての判断を下す予定である。そのようなことについて討議を行った上でNRCは、ヘルメス2の建設許可を

発行するための権限を NRC スタッフに対して与えるか否かについて、採決を行う予定である*
³。なお KP 社は、ヘルメス 2 先進試験施設の操業認可について、今回話題になっている建設許可とは別個に将来的に申請を行わなければならない。(2024 年 7 月 22 日付 NRC No: 24-060)

- *1 KP 社によるこの申請は、フッ化物塩冷却高温炉 (fluoride salt-cooled, high-temperature reactors) である熱出力 3,500kWt の試験炉を 2 基から成る施設の建設について、NRC に対して許可の発行を要請するものである。この試験炉は、2023 年に NRC が発行した建設許可の対象となった研究炉と設計において類似している。
- *2 この安全評価書でのヘルメス 2 設計に対するレビューは、当初の予定よりも 4 か月早く終了し、当初想定されていたよりも約 60%少ない人的等の資源を使用して完了したとのことである。この安全評価書においては、KP 社による申請に対して過去に実施したレビューからの知見が活用された。
- *3 ヘルメス 2 先進試験施設の建設許可申請については、NRC スタッフとは独立して NRC の原子炉安全諮問委員会 (ACRS : Advisory Committee on Reactor Safeguards) もレビューを行っており、その結果が 2024 年 7 月 17 日に NRC へ提出されている。ACRS も同建設許可の発行について全体として肯定的に結論付けている。

ナチュラ社等、随伴水処理施設と組み合わせた熔融塩炉の導入で協力 : 2024 年 7 月 26 日、ナチュラ・リソーシズ (Natura Resources) 社*¹ は、テキサス随伴水コンソーシアム (TxPWC : Texas Produced Water Consortium) *² との間で、テキサス州パーミアン盆地 (Permian Basin) への電力供給を目的として、ナチュラ社による液体燃料熔融塩炉 (LF-MSR : liquid-fueled molten salt reactor) 技術を導入することを検討する新たな提携関係を締結したことを発表した。「未来の強化」 (Fortifying the Future) と題されたこの提携は、随伴水 (produced water) 処理施設群と組み合わせたエネルギー源を追加する目的でナチュラ社の LF-MSR 技術を導入するための優れた機会を提供するものとされている。(2024 年 7 月 26 日付 Natura Resources、7 月 30 日付 World Nuclear News)

- *1 ナチュラ・リソーシズ社は、アビリーン・クリスチャン大学 (ACU) における熔融塩研究炉 (MSRR) の建設計画を進めている。ACU の MSRR は、米国原子力規制委員会 (NRC) が初めて審査を行う液体燃料熔融塩炉 (LF-MSR) 設計であるという。NRC によると MSRR の安全性評価完了と原子炉建設許可の発給は 2024 年 9 月末までに行われる見込みである。
- *2 テキサス随伴水コンソーシアム (TxPWC) は、パーミアン盆地の石油・ガス産業外における処理済みの随伴水の有意義な利用の可能性を探るために、テキサス州議会により 2021 年に設立された。テキサス工科大学 (Texas Tech University) の監督の下、TxPWC はテキサス州政府機関諮問委員会 (Government Agency Advisory Council) やステークホルダー諮問委員会 (Stakeholder Advisory Council) と連携し、環境面において安全かつ経済的に実行可能な有益な利用制度を推奨するような政策について、提言や指針を提供することを任務としている。なお、随伴水 (produced water) とは石油やガスに付随して汲み上げられる水で、典型的には塩分や炭化水素残留物を含んでいる。

ケイロス・パワー社、「ヘルメス低出力実証炉」の建設を開始 : 2024 年 7 月 30 日、ケイロス・パワー (KP) 社は、「ヘルメス低出力実証炉」 (Hermes Low-Power Demonstration Reactor) *¹ の建設を開始したことを明らかにした。「ヘルメス低出力実証炉」は、第 IV 世代炉に分類される原子炉として米国において建設許可を取得している初にして唯一の原子炉であり、過去 50 年以上において建設が許可された初の非軽水炉である。KP 社と大型土木工事会社であるバーナード建設会社 (Barnard Construction Company, Inc.) は、オークリッジ (Oak Ridge) 所在の「ヘルメス低出力実証炉」の立地場所において、現場工事と掘削を 2024 年 7 月に開始している。また両社は、

「ヘルメス低出力実証炉」に係る工学試験ユニット (ETU) *²の3機目にあたる ETU 3.0 を建設するための協力を開始している。なお「ヘルメス低出力実証炉」は、2027 年に運転を開始することができるような状態になっていることが目標とされている。(2024 年 7 月 30 日付 Kairos Power)

- *1 「ヘルメス低出力実証炉」は、KP 社が開発する KP 社製フッ化塩冷却高温炉 (KP-FHR) の非発電版であり、球状燃料 (TRISO 燃料) を使用する熱出力 3 万 5,000kWt の熔融塩冷却炉である。従来この炉については、「ヘルメス非発電試験炉」(Hermes non-power test reactor)、「ヘルメス実証炉」(Hermes demonstration reactor)、「ヘルメス熔融塩試験炉」(Hermes molten salt test reactor)、または「ヘルメス試験炉」(Hermes Test Reactor) と呼称されていたこともある。「ヘルメス低出力実証炉」では発電は行われず、商業発電用のより大規模な原子炉としての KP-FHR である KP-X (14 万 kWt) の開発を支援するための運転データ収集に利用される。なお、「ヘルメス低出力実証炉」は、エネルギー省 (DOE) による「先進的原子炉設計の実証プログラム」(ARDP) による支援を 2020 年から受けている。原子力規制委員会 (NRC) は、「ヘルメス低出力実証炉」について、2023 年 6 月に最終環境影響評価報告書 (FSER) を発行し、2023 年 12 月に建設認可を発給していた。
- *2 「ヘルメス低出力実証炉」に係る ETU は、フッ化リチウムベリリウム熔融塩システム (FLiBe molten salt system) であり、「ヘルメス低出力実証炉」の実寸大の大きさの非原子力原型炉である。KP 社は、別個の ETU を順番に計 3 機製造し、前機の ETU における試験成果を生かす形で後機の ETU を 1 機ずつ製造していくこととしている。1 機目の ETU を ETU 1.0 (または単に ETU)、2 機目の ETU を ETU 2.0、および 3 機目の ETU を ETU 3.0 と呼称している。ETU 1.0 においては、5 か月にわたって実施される試験を通じてデータの取得等が行われた。ETU 2.0 においては、モジュール式の建設の実証が行われる。ETU 3.0 は、「ヘルメス低出力実証炉」とともにいずれも、ニューメキシコ州アルバカーキ (Albuquerque) 所在の KP 社の試験製造施設群 (17 万 2,000 平方フィート) において試験運用されているモジュール式建設技術を利用して建設される。

可搬性に優れたマイクロ炉「MN-1」についての動き: 2024 年 8 月 5 日、モバイルニュークリア・エナジー (MNE : MobileNuclear Energy) 社とペレグリン・タービン・テクノロジーズ (PTT) 社の原子力エネルギーシステム (NES : Nuclear Energy System) に係る子会社 (PPTNES) は、PTT NES が特許を有する超臨界二酸化炭素 (sCO₂) エネルギー変換システム*¹ および熱準拠熱交換技術 (Thermally Compliant Heat Exchanger technologies) を MNE 社のマイクロ炉である「MN-1」と統合することに関して、協力を行う意図があることを明らかにした。MNE 社によると、「MN-1」は熱出力 1,000kWt、電気出力 350kWt のモジュール式のマイクロ炉で、陸海空での優れた可搬性に焦点をあてたものであり、推進システム、指向性エネルギー兵器 (directed energy weapons)、または移動中 (on the move) について、高出力のエネルギー利用のために電力を供給することができる*。 (2024 年 8 月 5 日付 EIN Presswire)

- *1 PTT 社のエネルギー変換システムは、サンディア国立研究所 (SNL) のブレイトン研究所 (Brayton Laboratory) との協力により開発・実証された、先進炉向けに調整されたシステムである。PTT 社のシステムでは、従来の蒸気およびエア・ブレイトン変換システム (steam and Air Brayton conversion systems) と比較して著しく設置面積が小さく、効率性が強化されているという。
- *2 MNE 社によると「MN-1」は、目的地に到着してから 2 時間以内に全出力で電力を供給することができ、4 時間未満で運転を停止させることができるという。

NANO ニュークリア社がルワンダと SMR 等の配備について協定締結: 2024 年 8 月 14 日、NANO ニュークリア (NANO Nuclear Energy) 社とルワンダ原子力委員会 (RAEB : Rwanda Atomic Energy Board) *は、ルワンダにおける小型モジュール炉 (SMR) およびマイクロ炉の配備に道を開く原

子力エネルギー計画策定に関する了解覚書（MOU）を締結した。協定に基づき NANO ニュークリア社は、ルワンダにおける原子力エネルギー人材の増加のために技術的支援や、訓練、教育プログラムを提供する。なお、ルワンダは 2023 年にカナダとドイツに本拠地を置く原子力エネルギー企業であるデュアル・フルイド（Dual Fluid Energy）社との間で、試験発電炉をルワンダ国内において開発することで協力することを定めた協定を締結している。（2024 年 8 月 14 日付 Anadolu Ajansı、Tech Labari、15 日付 NANO Nuclear Energy）

- * ルワンダ原子力委員会（RAEB）は、ルワンダにおける原子力エネルギーに関するすべての研究開発を調整することを目的として、2020 年に設置された。

アエロ社とアイダホ・フォールズ電力が Aalo-1 の配備で MOU 締結：2024 年 9 月 16 日、アエロ・アトミックス（Aalo Atomix）社はアイダホ・フォールズ電力（Idaho Falls Power）^{*1}との間で、アイダホ・フォールズにおいて 7 基の Aalo-1 を配備し、計 7 万 5,000kW の発電を実現するための準備を整えることについて、了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。Aalo-1 はアイダホ・フォールズ電力のエネルギー研究パークに建設される計画である^{*2}。アエロ社は Aalo-1 の配備に向けて段階的なアプローチ（phased approach）を採用しており、現在はテキサス州オースティン（Austin）にあるアエロ社の本社において非原子力試験炉（non-nuclear test reactor）である Aalo-0 の建設に取り組んでいる。その後はアイダホ国立研究所（INL）において、最初の原子炉として Aalo 実験炉（Aalo-X：Aalo Experimental reactor）を建設する方針である。MOU はこの開発理念に沿っており、特定の費用および不確実性マイルストーンが達成された場合にのみ、完全な建設段階へと事業を進めることが定められている。また、MOU 締結にともないアエロ社は原子力規制委員会（NRC）から規制上の承認を得るための計画を進めているという。（2024 年 9 月 16 日付 Aalo Atomix、Idaho Falls Power、9 月 18 日付 American Nuclear Society）

- *1 米国原子力学会（ANS）によると、アイダホ・フォールズ電力はアイダホ国立研究所（INL）の敷地内に NuScale（NuScale Power）社の小型モジュール炉（SMR）による発電所を建設するとしてカーボンフリー・パワー・プロジェクト（CFPP）に参加しており、SMR 発電所から 5,000kW を受け取る計画であったが、CFPP は 2023 年 11 月に事業中止となっている。
- *2 運転開始時期について、アエロ社は 2020 年代末までに送電を開始するとしているが、アイダホ・フォールズ電力は 2030 年より前に運転を開始する予定はないとしている。なお Aalo-1 は、工場で製造（建設）され、配備場所へと移送される。

WH 社が eVinci の FEEED プロセスを完了し、PSDR を DOE に提出：2024 年 9 月 16 日、ウェスチングハウス（WH）社は、同社が開発する eVinci マイクロ炉の予備的安全設計報告書（PSDR：Preliminary Safety Design Report）^{*1}をエネルギー省（DOE）国立原子炉イノベーションセンター（NRIC：National Reactor Innovation Center）に対し提出したことを明らかにした。アイダホ国立研究所（INL）にある NRIC のマイクロ炉実験実証（DOE）テストベッド（test bed）における試験炉設置を支援する取り組みにおいて^{*2}、WH 社は PSDR の提出というマイルストーンに最初に到達した企業であるという。WH 社は PSDR について、同社が 2023 年 10 月に開始し最近完了したフロントエンド・エンジニアリングおよび実験設計（FEEED：Front-End Engineering and Experiment Design）プロセスにおける主要なマイルストーンとして位置づけている。eVinci マイ

クロ炉の開発チームは次段階として、INLにおけるエンドツーエンド（End-to-End）の原子炉試験プログラムのためのタイムラインの策定および予備的安全解析書（PDSA：Preliminary Documented Safety Analyses）の提出に取り組むとしている。（2024年9月16日付 Westinghouse Electric Company、9月17日付 World Nuclear News、9月18日付 Nuclear Engineering International）

- *1 PSDR には包括的な安全性および運転上の参照情報（reference materials）が記載されているという。
- *2 DOE によるプログラムである NRIC は先進炉技術の開発および配備の加速を目標としており、4 件の新規実験施設と 2 件の大規模原子炉テストベッドを 2028 年までに設置し、2030 年までには 2 種の先進原子力技術に関する実験を完了（finalize）することを目的としている。DOE テストベッドにおける試験炉設置支援の取り組みには、WH 社のほかにレイディアント（Radiant）社やウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC）が参加しており、2024 年中の FEEED プロセス完了を目指している。

プロジェクト・ペレが INL において着工：2024 年 9 月 24 日、国防総省（DOD）は、プロジェクト・ペレ（Project Pele）^{*1}において開発された可搬式原子炉の試験が実施される試験サイトについて、アイダホ国立研究所（INL）において着工したことを明らかにした。DOD の戦略的能力室（SCO：Strategic Capabilities Office）の主導の下でこのプロジェクトで用いられる可搬型のマイクロ炉の原型炉は、バージニア（Virginia）州リンチバーグ（Lynchburg）に拠点を置く BWXT アドバンスド・テクノロジーズ（BWXT AT）社が製造中である。最終型（final）の原型原子炉の組立は 2025 年 2 月に開始される予定である。現行のスケジュールによると、完全に組立が終わった原型炉の INL への輸送は 2026 年に行われる予定である。この原型炉は、米国において発電を行う初の第 IV 世代炉となる^{*2}。（2024 年 9 月 24 日付 U.S. Department of Defense）

- *1 プロジェクト・ペレは、エネルギー省（DOE）、原子力規制委員会（NRC）、米国陸軍工兵隊、米国航空宇宙局（NASA）、エネルギー省（DOE）の国家核安全保障局（NNSA）および産業界との緊密な協力の下で、DOD の SCO が主導しており、2020 年時点から 5 年以内に可搬式マイクロ炉の原型炉を設計、建設、および実証することを目的としている。プロジェクト・ペレで開発される可搬式マイクロ炉は、1,000～5,000kWe の電力を全出力で少なくとも 3 年間にわたって供給することが可能なものであり、第 4 世代炉として米国初の発電炉となる見込みである。BWXT 社は、2022 年 6 月 13 日にプロジェクト・ペレにおけるマイクロ炉の原型炉（Prototype Reactor）の製造および引き渡しを行う事業者として選定されたことを発表している。なお、プロジェクト・ペレの非商業的性質から、原型炉の試験および運転は DOE の承認（authorization）の下で行われ、NRC は適用される規制や許認可プロセスに関する正確かつ最新の情報を SCO に提供することとなる。
- *2 プロジェクト・ペレのチームは、2026 年に予定されている原型炉の設置に備えて、試験サイトにおいてコンクリート遮蔽構造物を 2025 年に建設する予定である。原型炉は INL に到着し次第、コンクリート遮蔽構造物の内に設置される。その上で配管と電気配線により原型炉と INL の分散型電力網へと接続する。原型炉の最終安全レビューが完了すると、プロジェクト・ペレのチームは、初期の試験評価計画を実施する。この試験評価計画を成功裏に完了すると、DOD の業務に対してこの原型炉は、遠隔環境かつ資金的に限定的な形ではあるが電力を常時供給することになる。

KP 社がアルバカーキにおいて塩製造施設の起工式を実施：2024 年 10 月 2 日、ケイロス・パワー（KP）社は、ニューメキシコ州アルバカーキ（Albuquerque）に同社が新設した製造技術開発キャンパス（Manufacturing Development Campus）において、塩製造施設（Salt Production Facility）の起工式を実施したことを発表した。この塩製造施設ではヘルメス低出力実証炉（Hermes Low-

Power Demonstration Reactor) をはじめとした KP 社先進炉向けに高純度の溶融塩冷却材であるフッ化リチウム・フッ化ベリリウム混合塩 (Flibe) が製造される。KP 社は 2026 年中に塩製造施設の操業を開始し、塩の製造を開始したいとしている。エネルギー省 (DOE) によると、アルバカーキの製造技術開発キャンパスには塩製造施設のほかに圧力容器製造、構成要素製造、モジュール式原子炉建設、燃料製造プロセス開発、非原子力 (non-nuclear) 原型試験 (prototype testing) のための施設群が設置され、ヘルメス低出力実証炉の構成要素の多くが同キャンパスにおいて製造されることになるという。(2024 年 10 月 2 日付 Kairos Power、10 月 3 日付 DOE、10 月 4 日付 American Nuclear Society)

KP 社とグーグル社が次世代原子力発電所展開で契約締結：2024 年 10 月 14 日、ケイロス・パワー (KP) 社は、グーグル (Google) 社との間で、2035 年までに米国において計 50 万 kW の次世代原子力発電事業を展開するための道筋を設けることを目的とした、マスタープラント開発契約 (Master Plant Development Agreement) を締結したことを発表とした。この契約に基づき KP 社は一連の次世代原子力発電所群を開発・建設・運転するとともに、電力購入契約 (PPA) に基づいてグーグル社に対し電力・アンシラリーサービス・環境属性 (または環境価値、environmental attributes) を販売する。KP 社による発電所は、グーグル社のデータセンターにクリーン電力を提供するため関連サービス地域に配備される予定で、最初の発電所は 2030 年までに配備される計画である。(2024 年 10 月 14 日付 Kairos Power)

アマゾン社が X エナジー社に投資、2 社共同で SMR 事業を展開へ：2024 年 10 月 16 日、X エナジー (X-energy) 社は、C-1 資金調達ラウンドにおいてアマゾン (Amazon) 社等から約 5 億ドルの投資を受けることを明らかにした。また X エナジー社とアマゾン社は、米国内において 2039 年までに X エナジー社の小型モジュール炉 (SMR) を用いた 5GW 以上の新規発電事業を実現するための協働も行っており、これは発表時点において最大規模の SMR 商業展開目標であるという。まず初めに両社は、ワシントン州中部の地域電力事業者であるエナジー・ノースウェスト (Energy Northwest) 社とともに 4 基計 32 万 kW 規模の事業を支援するとしている*。また、X エナジー社が行う初期開発作業へ資金提供するために、アマゾン社はエナジー・ノースウェスト社に対し即時の直接投資を行うとしている。X エナジー社は、同社の先進炉技術は、エネルギー集約型データセンターの要件を満たすための効率性と弾力性 (efficiency and resiliency) を提供するものであり、アマゾン社が成長目標と炭素フリーエネルギー目標を満たすことを可能とするものであるとしている。(2024 年 10 月 16 日付 X-energy、World Nuclear News)

* X エナジー社によると、この事業は 12 基 96 万 kW まで拡張するオプションもあるという。

USNC、米国連邦破産法第 11 章第 363 条の適用を申請：2024 年 10 月 29 日、ウルトラ・セーフ・ニュークリア社 (USNC) *¹ は、同社の資産の売却手続きを円滑に進めることを目的として、デラウェア (Delaware) 州ウィルミントン (Wilmington) の (デラウェア地区の) 連邦破産裁判所 (U.S. Bankruptcy Court) に対して米国連邦破産法第 11 章第 363 条 (Section 363 of Chapter 11) の適用を申請*² したことを明らかにした*^{3,4}。USNC は、同裁判所の承認を経て、裁判所監督手

続き（court-supervised process）中の業務を支援し、契約上の義務を履行するのに十分な占有継続債務者融資（debtor-in-possession（DIP）financing）を確保していると述べている^{*5}。また USNC は、同社の資産を売却することを目的として、スタンダード・ニュークリア（Standard Nuclear）社との間で同 10 月 28 日に事業譲渡契約（APA：asset purchase agreement）に署名したことを明らかにしている。これによりスタンダード・ニュークリア社は、USNC の燃料関連資産と技術開発契約（技術開発協定）を対象とした当て馬入札者（stalking horse bidder）となる予定である。この APA において規定された条項の下でスタンダード・ニュークリア社は、USNC の資産を現金払いの形において 2,800 万ドルで取得する（事業譲渡を受ける）予定である。ただし USNC は、公開競売（public auction）を通じて同社の全ての資産を対象とした売却手続きを行っており、結果として行われる売却取引の全ては米国連邦破産法第 11 章第 363 条に従って実施される^{*6}。なお USNC は、売却取引を 2024 年 12 月に完了させることについて、連邦破産裁判所に対して承認を求めている。（2024 年 10 月 29 日付 Ultra Safe Nuclear Corporation、10 月 30 日付 World Nuclear News、10 月 31 日付 American Nuclear Society）

- *1 USNC は、高温ガス冷却炉マイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Modular Reactor）の開発を行っているほか、三重被覆層・燃料粒子（TRISO）燃料の開発を行っている。
- *2 USNC の申請において米国連邦破産法第 11 章第 363 条の適用対象範囲は、USNC、およびその子会社の Ultra Safe Nuclear-Technologies、USNC-Power、および Global First Power である。同法第 11 章第 363 条の適用による事業や資産の譲渡は、再建計画において実施される事業や資産の売却とは異なり、裁判所の認可を受けることにより、債権者の決議等を要する再建計画案に基づくことなく債務者の事業や資産を迅速に売却することを可能とする手法である。このため、同法第 11 章第 363 条の適用が可能な場合には、事業や資産が持つ価値を毀損する程度を最小限に抑えることが可能になる。
- *3 USNC の申請書に記載された背景情報によると、2024 年 5 月までは同社の取締役会は 2 名で構成されていた。そのうちの 1 名（会長）が亡くなった後で同社の取締役会を刷新することとなり、新たに 3 名の取締役を迎え入れ、同取締役会は、以前からの取締役を最高経営責任者（CEO）とする全 4 名で構成されることとなった。しかし新たに加わった取締役 3 名は、USNC の経営における流動性（負債の短期的な支払い能力）^{*7}の問題を直ちに指摘して同 CEO に辞任を求めたため、同 CEO は 2024 年 6 月 26 日付で辞表を提出した（2024 年 7 月 31 日付で有効。同社の最高科学責任者（CSO）へと転身）。なお、取締役会には留任している。
- *4 USNC の代理人は、USNC の流動性に対処するための選択肢を評価するための事業再生顧問としてヤング・コナウェイ・スターガット・アンド・テイラー（Young Conaway Stargatt & Taylor）社、財務顧問としてアンクラ・コンサルティング（Ankura Consulting）社である。イントレピッド・インベストメント・バンカーズ社（Intrepid Investment Bankers LLC）は、USNC に対する外部からの融資や投資を引き込む上での助言を USNC に対して供する投資銀行である。また USNC の債権目録の管理（claims）と送達（noticing）を対象とした代理人はストレット社（Stretto, Inc.）である。
- *5 USNC は、占有継続債務者（DIP）としての融資（いわゆる DIP ファイナンス）を受ける立場を確保しており、連邦破産裁判所の監督の下で実施される同社の事業や資産の売却手続きにおいて、同社の事業運営を適切に維持していくとともに責務を果たしていくと述べている。
- *6 USNC の事業譲渡（売却）については、スタンダード・ニュークリア社が当て馬入札者として提示している購入条件よりも好条件での購入の提示が他社から出た場合には、その好条件を提示した者に対して売却が行われる。
- *7 米国連邦破産法第 11 章第 363 条の適用を求めた USNC の申請において、この申請が行われた 2024 年 10 月 28 日現在、USNC が抱える負債の額は担保付債権の形と無担保債権の形で計約 7,270 万ドルである。ただし、ブルームバーグ・ロー（Bloomberg Law）紙の報道によると USNC は、推定負債総額として 5,000 万ドル～1 億ドルを計上している一方で、推定資産総額として 1,000 万ドル～5,000 万ドルを計上しているとのことである。

LNG 輸送船に対する原子力推進力としては HTGR 技術のみが適しているとの調査結果：2024 年 10 月 31 日付の報道によると、アメリカ船級協会（ABS）は、「低炭素未来への道筋：液化天然ガス輸送原子力船の概念設計」（Pathways to a Low Carbon Future: LNG Carrier Nuclear Ship Concept Design）*と題した報告書を発表した。この報告書において ABS とハーバート・エンジニアリング社（Herbert Engineering Corporation）は、原子力による船舶推進力の実行可能性と安全性について船舶業界がより良く理解できるようにすることを目的とするとともに、原子力推進船の将来の開発プロジェクトを支援することを目的として、14 万 5,000m³ 型液化天然ガス（LNG）輸送船設計の設計、運転、および炭素排出に対して高温ガス冷却炉（HTGR: high-temperature, gas-cooled reactor）が与える変革的な影響についてモデル化を行っている。それによると、LNG 輸送船に対する設計上の制約のため、LNG 輸送船に対する原子力推進力としては HTGR 技術のみが適しているとのことである。（2024 年 10 月 29 日付 American Bureau of Shipping、10 月 31 日付 World Nuclear News）

* この報告書は以下の URL から閲覧可能である。

<https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/whitepapers/pathways-to-low-carbon-lng-carrier.pdf>

テキサス A&M 大学、次世代炉の試験と建設を可能とする「テストベッド」が可能と NRC に対して通知へ：2024 年 11 月 7 日、テキサス A&M 大学機構評議会（Texas A&M University System Board of Regents）は、複数の企業を対象として次世代炉の試験と建設を行うことについて、ブライアン（Bryan）所在の同大学 RELLIS キャンパスにおいて潜在的なサイトが利用可能なものとして存在するという内容の通知を原子力規制委員会（NRC）に対して行うことで合意に達した。そのような「テストベッド」（test bed）により、人工知能（AI）を対象としたデータセンターやその他の電力を大量に消費するベンチャー企業を対象として、電力供給を行うことができるようなエネルギー開発の推進に繋がるとのことである。（2024 年 11 月 7 日付 The Texas A&M University System）

【背景】

テキサス A&M 大学は 2024 年 5 月 29 日に RELLIS キャンパスにおいて原子炉を建設する方針を明らかにした。この原子炉はテキサス州電力信頼性評議会（ERCOT）が運用する送電網に直接に接続される計画とされた。2024 年 9 月 6 日、アメリカ原子力学会（ANS）は、テキサス A&M 大学が RELLIS キャンパスにおいて商用原子炉を建設する計画について、必要な要件を満たしている（qualified）候補者からの提案を募集していることを報じた。ANS によると、この RELLIS 原子炉事業（RELLIS Nuclear Reactor Project）に関する正式な提案募集（RFP）は 8 月 30 日に公表され、9 月 26 日が提出期限であるという。RELLIS 原子炉事業は 150～250 エーカーにわたる原子力エネルギー実証のための場として構想されており、企業は最新の原子炉技術について大規模な試験・開発を行うことが可能である。

オクロ社、データセンターへの電力供給に関する LOI を受領と発表：2024 年 11 月 13 日、オクロ（Oklo）社*は、2 社の大規模データセンタープロバイダの米国内の複数のデータセンターに対し最大 75 万 kW の低炭素電力を供給することについて、基本合意書（LOI）を受け取ったことを発表した。この LOI に基づき、オクロ社は現在急成長中のデータセンター企業のうちの 1 社と協力するとしているが、具体的な企業名は明らかにしていない。（2024 年 11 月 13 日付 Oklo、World Nuclear News）

* 鉛冷却高速炉によるオーロラ発電所（Aurora powerhouse）を開発している。

報告書『テキサスにおいて世界的に著名な先進炉を展開すること』が発行される：2024 年 11 月 18 日、テキサス (Texas) 州の G.アボット (Greg Abbott) 知事とテキサス州公益事業委員会 (PUCT: Public Utility Commission of Texas) は、先進炉産業を構築するための同州の計画について、PUCT 内に設置されている先進炉ワーキンググループ (Texas Advanced Nuclear Reactor Working Group) が最終報告書『テキサスにおいて世界的に著名な先進炉を展開すること』(Deploying a World-Renowned Advanced Nuclear Industry in Texas) *を発行したことを明らかにした。この報告書では、テキサス州について、先進炉技術において世界を主導する拠点となるべきであると力説している。なお 2023 年 8 月にアボット州知事は、同州において先進炉を利用するための調査と計画を行うためのワーキンググループを組織するように PUCT に対して指示していた。(2024 年 11 月 18 日付 Office of the Texas Governor)

* https://gov.texas.gov/uploads/files/press/TANRWG_Advanced_Nuclear_Report_v11.17.24c_.pdf

DOE、DOME テストベッドにおけるマイクロ炉開発の第 2 段階として 500 万ドルを 2 社に提供：2024 年 11 月 18 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、ラディアント・インダストリーズ社 (Radiant Industries, Inc) およびウェスチングハウス (WH) 社に対し、アイダホ国立研究所 (INL) に設置されたマイクロ炉実験実証 (DOME) テストベッド (test bed) におけるマイクロ炉設計試験を進めるため、計 500 万ドルの資金提供を行ったことを発表した。この資金提供は詳細エンジニアリング・実験計画立案 (DEEP: detailed engineering and experiment planning) プロセスを支援するもので、DEEP は燃料が装荷された原子炉実験の設計・製造・建設・試験の計画立案において原子炉開発事業者を支援することを目的とした多段階アプローチにおける第 2 段階にあたる。ラディアント社と WH 社はそれぞれ、DEEP プロセスの一環として予備的安全解析書 (PDSA) を完成させる予定であり、この PDSA の完成は DOME における原子炉の製造・試験に先立ち必要とされる。また、DEEP のための資金提供を受けるより以前に、2 社はフロントエンド・エンジニアリング・実験設計 (FEEED) を完了している。(2024 年 11 月 18 日付 DOE)

ノルウェーにおける SMR 配備を検討する MOU に X エナジー社が署名：2024 年 11 月 19 日付の報道によると、ノルスク・シャーナクラフト (Norsk Kjekraft) 社と X エナジー (X-energy) 社は、ノルウェーにおける小型モジュール炉 (SMR) 配備を検討する了解覚書 (MOU) を締結した。この MOU はノルスク・シャーナクラフト社が 2024 年 8 月に協力合意*を締結した韓国の DL エナジー (DL Energy) 社および DL E&C 社を包含しており、韓国企業の専門性および原子力発電施設の建設経験と、米国に基盤を置く X エナジー社の原子炉技術を組み合わせるものであるという。(2024 年 11 月 19 日付 World Nuclear News)

* 2024 年 8 月にノルスク・シャーナクラフト社と韓国企業が締結した協力合意には、ノルウェーのオーストハイム (Austheim) およびアルバー (Alver) 自治体に立地するモングスタッド (Mongstad) 石油精製所における原子力発電所建設の実現可能性調査が含まれている。

NRC、ヘルメス 2 非発電試験炉施設を対象とした建設許可を発給へ：2024 年 11 月 20 日、原子力規制委員会（NRC）は、ケイロス・パワー（KP）社が建設申請を行っている同社のヘルメス 2 非発電試験炉施設（Hermes 2 non-power test reactor facility）について、建設許可（construction permits）を発給するよう NRC スタッフに対して指示を出したことを明らかにした*。この建設許可が発給されると KP 社は、炉心の冷却材として熔融塩を使用する熱出力 3 万 5,000kWt の原子炉 2 基から成る施設の建設を行うことが可能となる。（2024 年 11 月 20 日付 NRC NEW No: 24-081）

* KP 社は 2023 年 7 月にヘルメス 2 の建設申請を NRC に提出していた。

WH 社とコアパワー社、eVinci 搭載 FNPP を共同開発へ：2024 年 11 月 25 日、ウェスチングハウス（WH）社とコアパワー（CORE POWER）社は、WH 社が開発する eVinci マイクロ炉を使用した浮揚式原子力発電所（FNPP）の設計・開発に関する協力合意を正式なものとしたことを発表した。WH 社によると、eVinci は可搬性が高いことから FNPP に適しており、また、必要なメンテナンスも最小限かつ燃料交換無しで 8 年間フルパワー運転が可能であることから、ほぼあらゆる場所において長期にわたり信頼性のある発電が可能であるという。今回の合意の下で、両社は FNPP システムの許認可取得のための規制アプローチについても共同で開発に取り組むとしている。（2024 年 11 月 25 日付 Westinghouse Electric Company）

NANO ニュークリア社ら、AI による原子力規制・許認可ソリューションを開発：2024 年 11 月 26 日、NANO ニュークリア・エナジー（NANO Nuclear Energy）社とエバースター（Everstar）社は、原子力エネルギー産業向けの人工知能（AI）による規制・許認可ソリューションを開発するための 3 か月のパイロット事業が、成功裏に完了したことを発表した。2 社は 2024 年 7 月に協力関係を結んだことを発表していた。このパイロット事業では、NANO ニュークリア社の規制・許認可ワークフローのより広い範囲にエバースター社の AI ソリューションを適用することに焦点を当てていたという。NANO ニュークリア社はこの取り組みについて、複雑な原子力規制および許認可プロセスを効率的に進めるという同社の重要な目的に対する技術主導のアプローチであると位置づけている。今後の取り組みについて両社は、検査や品質保証モジュール、調達・ロジスティクス・流通プロセスの合理化、また究極的には原子炉設計および安全性認証プロセスの改善も含めるとしている。NANO ニュークリア社によると、これらの取り組みは原子炉開発や規制上の許認可、運転といった全ライフサイクルの単純化・最適化によって原子力発電の配備を加速することを狙いとしたものであるという。（2024 年 11 月 26 日付 NANO Nuclear Energy）

エナジーソリューションズ社所有の旧原子力発電所サイトに IMSR 建設を検討へ：2024 年 12 月 4 日、テレストリアル・エナジー（Terrestrial Energy）社は、エナジーソリューションズ（EnergySolutions）社との間で、エナジーソリューションズ社所有サイト群におけるテレストリアル社の一体型熔融塩炉（IMSR）のサイト選定および配備について協力することを定めた了解書（MOU）を締結したことを発表した。エナジーソリューションズ社は米国およびカナダにおいて、原子力産業に対し廃止措置、除染、廃棄物処理・処分といった環境修復サービスを提供

しており、新規原子力発電所のためのブラウンフィールド（brownfield）サイトを複数所有している。2023 年 6 月にエナジーソリューションズ社は、同社が取得した旧原子力発電所*の調査を実施し、新規原子力発電所の立地候補を決定することを発表していた。（2024 年 12 月 4 日付 Terrestrial Energy、World Nuclear News）

- * エナジーソリューションズ社はキウオーニー（Kewaunee）原子力発電所、スリーマイルアイランド（TMI）原子力発電所 2 号機、サンオノフレ原子力発電所（SONGS：San Onofre Nuclear Generating Station）、ザイオン（Zion）原子力発電所、ラクロス（La Crosse）原子力発電所を取得し、廃止措置を完了または実施している。

NANO ニュークリア社、マイクロ炉を INL に建設する可能性を DOE と検討：2024 年 12 月 4 日、NANO ニュークリア・エナジー（NANO Nuclear Energy）社は、エネルギー省（DOE）アイダホ運営事務所（Idaho Operations Office）との間で、アイダホ国立研究所（INL）において NANO ニュークリア社のマイクロ実験炉である ZEUS*¹ および ODIN*² のサイト選定・建設・試運転・運転・廃止措置の実行可能性評価について、協力するための枠組みを定めた了解覚書（MOU）に署名したことを発表した。MOU には、サイト評価、原子力規制委員会（NRC）許認可手続きの支援、危険物質管理を含む運転・セキュリティ計画の策定といった活動が概説されるという。

（2024 年 12 月 4 日付 NANO Nuclear Energy Inc.）

- *1 NANO ニュークリア社が開発する ZEUS マイクロ炉は「固体炉心バッテリー原子炉」（Solid Core Battery Reactor）と呼ばれる。ZEUS は遠隔地における安全な運転のために設計されており、船舶用コンテナに収まる大きさで遠隔地までの輸送が用意であるという。
- *2 NANO ニュークリア社が開発する ODIN マイクロ炉は、濃縮度最大 20% の「従来型」（conventional）ウラン燃料を使用し、従来の水冷式原子炉よりも高温で動作する。ODIN では低圧冷却材を使用することで構造材にかかる負荷を最小化し、原子炉の信頼性と設計寿命を改善するという。また、独自の反応度制御システム設計を採用し、可動部品数を最小限とすることで高度な信頼性と堅固性を実現する。

NANO ニュークリア社、トーゴ政府とマイクロ炉配備を視野に MOU 締結：2024 年 12 月 5 日、NANO ニュークリア・エナジー（NANO Nuclear Energy）社は、トーゴ共和国政府との間で、トーゴ国内における原子炉や燃料施設、核物質輸送の開発・配備を進めるための枠組みの確立を目的とした了解覚書（MOU）を締結したことを発表した*。この協力は、NANO ニュークリア社が開発する次世代マイクロ炉である ZEUS および ODIN 等のマイクロ炉を含む先進原子力技術により、トーゴの国家エネルギーイニシアチブを補完し、より堅固なエネルギーエコシステムを築くことを狙いとしている。この MOU は将来的には 1 件以上の正式契約に繋がる可能性があるという。なお、NANO ニュークリア社にとって今回の MOU は、2024 年 8 月に発表されたルワンダ原子力委員会（Rwanda Atomic Energy Board）との協力関係に続く、西アフリカ地域における 2 件目の覚書にあたるという。（2024 年 12 月 5 日付 NANO Nuclear Energy）

- * トーゴは NANO ニュークリア社と MOU を締結した後に、トーゴ原子力委員会（TAEC：Togo Atomic Energy Commission）の設立を決定したことを明らかにしている。

DOE、アール X 炉実験施設の建設候補地を INL 内に特定、アール 1 炉の設計を推進へ：2024 年 12 月 10 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、アール・アトミクス（Aalo

Atomics) 社の実験炉アロー X 炉 (experimental Aalo-X Reactor) について、アイダホ国立研究所 (INL) の敷地内において実験炉施設の建設候補地の区画を特定したことを明らかにした*¹。アロー・アトミクス社は、同社の電気出力 1 万 kWe の商用の塩冷却マイクロ炉であるアロー 1 炉について、この施設を利用して先進安全システム、燃料性能、および冷却の効率性に関連した運用等を含めた、同炉に関する新たなデータを取得することにより同炉の設計を進める予定である*²。(2024 年 12 月 10 日付 Office of Nuclear Energy, DOE)

- *1 アロー・アトミクス社は、アロー X 炉を対象とした実験炉施設について、DOE のアイダホ運営室 (Idaho Operations Office) の監督の下で DOE から建設と操業について承認 (authorization) を取得する予定である。なお同社は、同実験炉施設について、建設地の選定に係る手続きを 2 年以内に完了させ、早ければ 2026 年に建設を開始し、2027 年に操業を開始する予定である。
- *2 アロー・アトミクス社は、アロー 1 炉の商業展開を 2020 年代末以前に開始する予定である。

タタ・ケミカルズ子会社、ワイオミング州の製造サイトに BANR を 8 基配備することを検討： 2024 年 12 月 12 日、タタ・ケミカルズ・ノースアメリカ (Tata Chemicals North America) 社*¹は、同社子会社であるタタ・ケミカルズ・ソーダアッシュ・パートナーズ (TCSAP : Tata Chemicals Soda Ash Partners) 社と BWXT アドバンスド・テクノロジーズ (BWXT AT) 社が、マイクロ炉 BANR (BWXT's Advanced Nuclear Reactor) を最大 8 基配備することについて検討することを定めた基本合意書 (LOI) に署名したことを明らかにした。BWXT 社と TCSAP 社は、TCSAP 社がワイオミング州グリーン・リバー (Green River) に保有するソーダ灰製造サイト*において BANR を電力・工業処理用に統合することの実現可能性について、2023 年 9 月から協力関係を結んでいる。今回の LOI により両社は協力関係を拡大し、BWXT 社から BANR を条件付きで購入するための商業的取引条件 (commercial terms and conditions) の策定、2030 年代初めまでに BANR を配備するためのスケジュールと主要なマイルストーンの確立等を協力に含めることに同意したという。(2024 年 12 月 12 日付 Tata Chemicals North America、12 月 16 日付 Rocket Miner.com)

- *1 インドのタタ・グループ企業であるタタ・ケミカルズ社 (Tata Chemicals Ltd) の北米支社。
- *2 同製造サイトはトロナ鉱石を採掘する地下鉱山とトロナ鉱石をソーダ灰に処理する地上の精製工場から構成される。

オクロ社とスイッチ社、法的には拘束力を持たない形での主電力合意に署名： 2024 年 12 月 18 日、オクロ (Oklo) 社は、スイッチ (Swtech) 社との間で、法的には拘束力を持たない形 (non-binding) の主電力合意 (Master Power Agreement) に署名したことを明らかにした*。この合意によるとオクロ社は、今後署名が行われる一連の電力購入合意を通じて全米にかけてスイッチ社の施設等を対象として、オクロ社のオクロ・オーロラ発電所 (Oklo Aurora powerhouses) 合計 12GW 分の開発・建設・運転を 2044 年にかけて行っていく予定である。これにより、スイッチ社の最先端の人工知能 (AI) データセンター・クラウドデータセンター・エンタープライズデータセンター (企業内データセンター) を対象としたインフラに対して電力供給が行われることとなる。(2024 年 12 月 18 日付 Oklo)

- * 本合意は協力の枠組みを確立するものであり、事業のマイルストーンが達成された際に個別の合意が締結されることが見込まれている。

NANO ニュークリア社、USNC の MMR とパイロン原子炉に関連した特許を計 850 万ドルで取得：2024 年 12 月 24 日、NANO ニュークリア・エナジー（NANO Nuclear Energy）社は、ウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC）が保有する高温ガス冷却炉マイクロ・モジュラー・リアクター（MMR）に関する特許とパイロン宇宙用原子炉（Pylon Space Reactors）に関する特許について、計 850 万ドルで取得することで両社が最終契約（definitive agreement）に署名したことを明らかにした。NANO ニュークリア社は、MMR に関連した資産として、MMR に関連するすべての特許とその他の知的財産権のほか、MMR システムに関連したいくつかの実証プロジェクト・パートナーシップを取得する。また NANO ナノニュークリア社は、パイロン宇宙用原子炉に関連した資産として、同炉技術とそれに関連した知的財産を取得する。（2024 年 12 月 24 日付 NANO Nuclear Energy）

NANO ニュークリア社、USNC 技術の取得を完了：2025 年 1 月 13 日、NANO ニュークリア・エナジー（NANO Nuclear Energy）社は、マイクロ・モジュラー・リアクター（MMR）エネルギーシステムおよびパイロン可搬式原子炉プラットフォーム（Pylon Transportable Reactor Platform）について、ウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC）およびその子会社からの 850 万ドルでの取得を完了したことを発表した*1。今回取得された資産には、米国およびカナダにおける発行済み（issued）および申請中（pending）、または公開済み（published）の特許と関連する商標が含まれる。また、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校（University of Illinois at Urbana-Champaign）等における MMR 実証事業も NANO ニュークリア社はあわせて取得している*2。NANO ニュークリア社は米国原子力規制委員会（NRC）およびカナダ原子力安全委員会（CNSC：Canadian Nuclear Safety Commission）による MMR に関する許認可プロセスを継続するとしている。このほか、NANO ニュークリア社によると、同社が USNC から取得した技術の一部には USNC 関連企業が英国において関連技術を開発するために使用していた技術が含まれており、将来的には英国においてそのような関連技術の認可または買収を模索する可能性があり、これには英国政府による支援が伴う可能性があるという*3。なお、NANO ニュークリア社は 1 月 14 日付で MMR エネルギーシステムを KRONOS MMR に改称することを発表し、続く 1 月 15 日にはパイロン可搬式原子炉プラットフォームを LOKI MMR と改称することを発表している。（2025 年 1 月 13 日付 NANO Nuclear Energy、1 月 14 日付 World Nuclear News、NANO Nuclear Energy、1 月 15 日付 NANO Nuclear Energy）

*1 2024 年 12 月 24 日に NANO ニュークリア社は、USNC の米国連邦破産法第 11 章（いわゆる Chapter 11）適用申請に関連し、USNC が保有する高温ガス冷却炉 MMR に関する特許とパイロン原子炉に関する特許について、計 850 万ドルで取得することで両社が最終契約（definitive agreement）に署名したことを明らかにした。

*2 1 月 14 日付の発表において NANO ニュークリア社はイリノイ大学との協力関係を拡大する方針を示している。また同社は 1 月 15 日付の発表において、カナダ政府による買収承認を待って、カナダ原子力研究所（CNL）のチョークリバー研究所（Chalk River Laboratories）における MMR のさらなる実証に取り組む方針も明らかにしている。

*3 2023 年 3 月 20 日、ユレンコ（Urenco）社は、U-Battery 先進モジュール炉（U-Battery Advanced Modular Reactor）事業に対する支援を終了することを発表した。U-Battery は出力 4,000kW_e の高温ガス冷却マイクロ炉設計で、TRISO 燃料を使用し、遠隔地コミュニティや鉱山等のオフグリッド

ド地点におけるディーゼル発電を置き換えることを目的としている。U-Battery は 2008 年にユレンコ社によって開発が開始されたもので、概念設計は英国のマンチェスター大学（Universities of Manchester）と同大学ダルトン原子力研究所（Dalton Nuclear Institute）、およびオランダのデルフト工科大学（Technology University of Delft）による。その後、2023 年 3 月 24 日に USNC が、英国のビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS、当時）に資金提供された先進モジュール炉研究・開発・実証（AMR RD&D：Advanced Modular Reactor Research, Development and Demonstration）プログラムを支援する USNC-UK 社（USNC-UK, Ltd）に、U-Battery チームの主要な人員を迎えたことを発表した。USNC-UK 社は、USNC が開発する MMR を基礎として、英国における熱および発電の需要に最適化された先進的 MMR 設計である MMR-III の開発を行っている。英国における USNC の活動には以上のような経緯があるが、今回の NANO ニュークリア社による発表においてはこれら USNC の活動についての明示的な言及はない。

ワイオミング州、Natrium 発電所の非原子力施設の建設を認める：2025 年 1 月 14 日、テラパワー（TerraPower）社は、ワイオミング州産業サイト選定評議会（ISC：Wyoming Industrial Siting Council）から、同社初の Natrium 発電所（Natrium plant）となるケメラ発電所 1 号機（Kemmerer Power Station Unit 1）について、原子力規制委員会（NRC）の管轄外となる建設・運転に関するすべての活動をカバーするような許可を受領したことを発表した*1。この ISC による認可により、Natrium 発電所のうち熔融塩エネルギー貯蔵タンクおよびタービン発電機を格納するエネルギー・アイランド（energy island）部分を含む、非原子力（non-nuclear）施設の建設が可能となる。テラパワー社は 2025 年にケメラ訓練センター（Kemmerer Training Center）とエネルギー・アイランドの建設を開始する計画である*2。なお、テラパワー社は 2024 年 3 月に Natrium 発電所の認可申請を NRC に提出しており、2026 年 12 月の承認に向けて予定通り審査が進行しているという。（2025 年 1 月 14 日付 TerraPower、1 月 15 日付 World Nuclear News）

*1 Natrium 発電所はその設計により、NRC が原子力部分に関する審査を進行している間にも、それ以外の非原子力部分の建設を開始することが可能である。

*2 ケメラでは既にナトリウム試験・充填施設（sodium test and fill facility）の建設が 2024 年に開始されている。

オクロ社と RPower 社、データセンター向け段階的発電モデルの配備で協力：2025 年 1 月 17 日、オクロ（Oklo）社は、RPower 社*との間で、データセンター向け段階的発電モデル（phased power model）の提供に関する了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。この段階的発電モデルは、RPower 社の天然ガス発電機による即時的エネルギー配備と、オクロ社のオーロラ発電所（Aurora powerhouses）によるクリーンかつ信頼性の高いエネルギーへの移行経路を組み合わせたもので、ディーゼル発電機への依存をなくし、拡張性と持続可能性のあるデータセンター運用を支援するという。段階的発電モデルは以下の 3 段階により構成される。

第 1 段階：RPower 社の天然ガス発電機が約 24 か月以内に配備され、地域の電力事業者が賄えないデータセンター向け電力需要を即時に充当する。

第 2 段階：第 1 段階で発電機が配備されたサイト内においてオクロ社のオーロラ発電所が追加で配置され、商業利用が可能になり次第、炭素排出のない（emissions-free）エネルギーをデータセンターに供給する。

第 3 段階：オーロラ発電所がエネルギー需要の大部分を供給し、RPower 社天然ガス発電機は

バックアップへと移行するとともに、必要に応じて地域の送電網に追加の電力を供給する。

両社はこの提携により、データセンターやその他の大規模電力利用者に対して包括的なターンキーソリューションと市場投入までの迅速性を提供するとしている。(2025 年 1 月 17 日付 Oklo、1 月 20 日付 Nuclear Engineering International)

* オンサイトでの主電源およびバックアップ電源ソリューションのプロバイダー企業。

Natrium 発電所のデータセンター運用における活用を検討へ：2025 年 1 月 23 日、テラパワー (TerraPower) 社は、データセンター開発・所有・運用企業である SDC (Sabey Data Centers) 社との間で、SDC 社の現在および将来のデータセンター運用において Natrium 発電所 (Natrium plants) を活用するための戦略的協力合意を策定することを目的とした了解覚書 (MOU) を締結したことを発表した。両社による戦略的協力関係では、SDC 社保有のデータセンターの電力需要増を支援するため、ロッキーマウンテン (Rocky Mountain) 地域やテキサス州において新たに Natrium 発電所を設置する可能性を探ることが含まれるという。(2025 年 1 月 23 日付 TerraPower)

コアパワー社、米国の港向け FNPP 開発でグロステン社と協力：2025 年 1 月 29 日、コアパワー (CORE POWER) 社*は、米国の港に電力を供給する浮揚式原子力発電所 (FNPP) の運用コンセプトおよび FNPP 用浮体式施設の設計を、造船・海洋エンジニアリング企業であるグロステン (Glosten) 社に依頼したことを明らかにした。コアパワー社による FNPP 概念は、はしけベース (barge-based) の原子力発電所とはしけ支援サービス (barge support services)、送電網との統合、運転チームを含む沿岸インフラシステムであり、推定で年間 175GWh のクリーン電力を供給するものである。またグロステン社は、原子炉を搭載したはしけを対象とした規制経路を確立し、サイト承認を支援し、FNPP を製造・組み立て・統合・輸送・設置するための潜在的サプライチェーン・ネットワークの特定にも取り組むという。(2025 年 1 月 29 日付 CORE POWER)

* 熔融塩炉 (MSR) を複数基搭載した浮揚式原子力発電所 (FNPP) の開発に取り組んでいる。

テキサス A&M 大学 RELLIS キャンパスで KP 社等が SMR 建設へ：2025 年 2 月 4 日、テキサス A&M 大学機構 (Texas A&M University System) は、同大学キャンパス近隣の土地を原子炉開発事業者 4 社に提供し、最新の小型モジュール炉 (SMR) を建設できるようにすることを発表した。今回選出された事業者は、ケイロス・パワー (KP) 社、ナチュラ・リソースズ (Natura Resources) 社、テレストリアル・エナジー (Terrestrial Energy) 社、アーロ・アトミックス (Aalo Atomix) 社の 4 社である。これら 4 社はテキサス A&M 大学機構と協働し、同州ブライアン (Bryan) に位置する同大学の RELLIS キャンパスにおける「エネルギー実証基盤」(The Energy Proving Ground) 事業の一環として、各社の開発する小型モジュール式原子炉を建設することとなる。(2025 年 2 月 4 日付 Texas A&M University System)

コアパワー社、米国に本拠地を置いた FNPP の大量生産プログラムを発表：2025 年 2 月 12 日、英国に本拠地を置くコアパワー（CORE POWER）社は、米国を拠点とする（US-anchored）海上民生原子力プログラム「自由」（Liberty）の構想を発表した。このプログラムは、核分裂性物質を利用した先進技術である同社の熔融塩炉技術に基づいた小型モジュール炉（SMR）についてモジュール式に製造（建設）を行うとともに、規制枠組みとサプライチェーンの枠組みを創生することを企図したものであり、その第一部は浮揚式原子力発電所（FNPP）の大量生産を目指すものである。同社は、FNPP を巡る全世界での市場規模について 26 兆ドルであるとの認識を示した上で、全世界での経済活動の 65%が沿岸部で行われていることを指摘し、FNPP の可能性を力説している。なお同社は、今回発表されたプログラムを通じて 2030 年代半ばまでに FNPP を商業展開する意向であり、2028 年に同社の FNPP について購入の申し込みの受付を開始する予定である。また、同プログラムでは FNPP の大量生産に続くプログラムの第二部として、民間船舶向けの原子力推進の開発等を想定しているという。（2025 年 2 月 13 日付 CORE POWER）

「Natura MSR-100」を展開する 2 件のプロジェクト：2025 年 2 月 18 日、ナチュラ・リソースズ（Natura Resources）社は、テキサス（Texas）州において同社の小型モジュール炉（SMR）の熔融塩炉である「Natura MSR-100」を展開する 2 件のプロジェクトについて発表した。1 件目は、同社、テキサス工科大学（TTU：Texas Tech University）、およびアビリーン・クリスチャン大学（ACU）の間で締結された了解覚書（MOU）に基づくものである。この MOU の下で行われる協力においては、TTU における「テキサス随伴水コンソーシアム」（TxPWC）*をも含め、脱塩淡水化システム（water desalination systems）と同社の「Natura MSR-100」を統合することに焦点をあてるものである。この協力の目標は、石油・ガス産業での事業において発生する随伴水を浄化することにより、農業利用等での水不足問題に対する持続可能な解決策を提供することである。2 件目は、テキサス A&M 大学（Texas A&M University）RELLIS キャンパスにおいて「Natura MSR-100」を展開するためのパートナーシップ締結である。このパートナーシップは、複数の原子炉製造会社に関わる「エネルギー実証基盤」（The Energy Proving Ground）というより広範なプロジェクトの一環として行われるものであり、レリス・キャンパスにおいて商業展開が可能な状態になっている SMR を請来し、テキサス州の独立系統運用者（ISO）であるテキサス電力信頼性評議会（ERCOT）に対して信頼性のあるクリーンエネルギーを提供することである。（2025 年 2 月 19 日付 Natura Resources）

* TxPWC は、パーミアン盆地（Permian basin）における石油・ガス産業からの処理済の随伴水の利用可能性に焦点をあてることを目的として、2021 年にテキサス州議会によって設立された。

ABS、HD KSOE の原子力推進コンテナ船設計に基本承認を与える：2025 年 2 月 19 日、アメリカ船級協会（ABS）は、HD 韓国造船海洋（HD KSOE：HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering）が設計した原子力推進コンテナ船が、ABS から基本設計承認（AiP：approval in principle）を取得したことを発表した。この原子力推進コンテナ船は 1 万 5,000 TEU（twenty-foot equivalent unit）型で、熱用の熔融塩炉（MSR）と発電用の超臨界二酸化炭素（sCO₂）システムから成る推進システムを搭載する。ABS は 2024 年 10 月に、浮揚式原子力発電所（FNPP）や原子力発電式浮体式

製造・積出・貯蔵ユニット等の原子力発電事業資産に関する船級符号（classification notation）を記載した「海洋およびオフショア利用のための原子力発電システムに関するアメリカ船級協会要件」（ABS Requirements for Nuclear Power Systems for Marine and Offshore Applications）を発表している。（2025 年 2 月 19 日付 American Bureau of Shipping、2 月 25 日付 Nuclear Engineering International）

WH 社の eVinci をペンシルベニア州立大学のキャンパスに設置へ：2025 年 3 月 4 日、ウェスチングハウス（WH）社とペンシルベニア州立大学（Penn State：The Pennsylvania State University）は、ペンシルベニア州立大学のユニバーシティ・パーク（University Park）キャンパス内に新たな原子力研究施設を整備（develop）し、WH 社が開発する eVinci マイクロ炉を設置する方針を発表した*。これについて、ペンシルベニア州立大学は原子力規制委員会（NRC）に対し、申請プロセスの第一歩となる意向書（letter of intent）を 2 月 28 日付で提出したという。（2025 年 3 月 4 日付 Westinghouse Electric Company、3 月 5 日付 World Nuclear News）

* WH 社とペンシルベニア州立大学は 2022 年から研究開発協力を続けており、今回の発表もその流れに位置するものである。

ディープ・アトミック社、MK60 について設計認証を対象とした申請前手続きを開始する意思を NRC に通知：2025 年 3 月 20 日付の書簡によって、ディープ・アトミック社（Deep Atomic Inc.）は、同社の MK60 小型モジュール炉（SMR）について、設計認証（DC：Design Certification）を対象とした申請前手続き（Pre-Application Process）を開始する意思を原子力規制委員会（NRC）に対して正式に示した。MK60 は、データセンターへの給電を特に企図し、第 III 世代+炉（Gen III+）として分類される加圧水型軽水炉（PWR）技術に基づいた SMR であり、1 基あたり 6 万 kWe の発電を行う能力を持つとともに、それとは別に、データセンターのサーバ等の冷却を行うために 1 基あたり 6 万 kWe の冷却能力を持つものとして設計されている。なお同社は、MK60 について、規制関与計画（REP）*の提出予定時期として 2025 年 7 月、DC と早期サイト許可（ESP）の申請提出予定時期として 2027 年の第 4 四半期、および大量生産の開始予定時期として 2029 年の第 4 四半期を想定している。（2025 年 3 月 20 日付 NRC/Deep Atomic Inc.）

* REP は、原子炉安全を確実なものとするために行う NRC の原子炉設計等の許認可審査において、その NRC の目標を達成することができるよう申請者がどのように NRC と協働していくかについて記載した文書である。

オーロラ発電所の COLA に係る申請前準備状況評価が 2025 年 3 月中に開始見込み：2025 年 3 月 24 日、オクロ社（Oklo Inc）は、アイダホ国立研究所（INL）において同社のオーロラ発電所（Aurora Powerhouse）*¹を建設することを対象とした建設・運転一括認可申請（COLA）について、その実際の申請に先立って申請前準備状況評価（Pre-Application Readiness Assessment）*²を原子力規制委員会（NRC）から受けることを明らかにした。NRC は、この評価を 2025 年 3 月中に開始する予定である。なおオクロ社は、NRC に対して COLA を 2025 年中に行う予定である。（2025 年 3 月 24 日付 Oklo）

- *1 鉛冷却高速炉技術に基づくオーロラ発電所は、リサイクル核燃料（recycled nuclear fuel）と新しい燃料の両方を使用し、最大 1 万 5,000kWe の電力を生産するよう設計されている。
- *2 この申請前準備状況評価は、オクロ社が今後行う COLA に対する NRC の全面的な審査に先立ち、COLA に対する効率的な審査について同社と NRC の双方が準備を行うことができるようにするために、同社の許認可申請提出物について NRC スタッフがレビューと把握を行うことができるようにするためのものである。

1.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

GLE 社は DOE の HALEU 濃縮能力確保に関する RFP に応じない決定：2024 年 3 月 25 日、サイレックス (Silex Systems) 社は、米国エネルギー省 (DOE) による高含有低濃縮ウラン (HALEU) 濃縮能力の確保 (enrichment acquisition) に関する提案依頼書 (RFP) に対し、グローバル・レーザー・エンリッチメント (GLE : Global Laser Enrichment) 社*からは提案を提出しないとする決定を行ったことを発表した。サイレックス社は、GLE 社にとっての商業的最優先事項を、天然等級 (natural grade) 六フッ化ウラン (UF₆) 生産のためのパデューカ・レーザー濃縮施設 (PLEF : Paducah Laser Enrichment Facility) 設立から変更する根拠にこの RFP はあたらないと判断したという。(2024 年 3 月 25 日付 Silex)

* サイレックス社とカメコ (Cameco) 社による合弁会社。サイレックス社が 51%、カメコ社が 49% の株式を保有する。

第 5 巡回区控訴裁判所、ホルテック社の CISF に対する許認可をも無効と判断：2024 年 3 月 27 日、第 5 巡回区控訴裁判所 (The 5th Circuit Court of Appeals) は 3 人合議法廷 (three-judge panel) *¹にて、原子力規制委員会 (NRC) がホルテック (Holtec International) 社に対して 2023 年 5 月に付与していた集中中間貯蔵施設 (CISF : Consolidated Interim Storage Facility) *²の建設・操業のための許認可 (license) について、無効化する内容の命令 (order) 文書を発行した。今回の判断は、ホルテック社の CISF に対して NRC が許認可を発行したことについて反対する趣旨で、ファスケン・ランド・アンド・ミネラルズ (Fasken : Fasken Land and Minerals) *³とパーミアン盆地ランド・アンド・ロイヤリティ・オーナーズ (PBRO : Permian Basin Land and Royalty Owners) *⁴が第 5 巡回区控訴裁判所に対して同認可の無効を訴える請願 (petition) を提起したことに対するものである。今回発行された命令文書において第 5 巡回区控訴裁判所は、「原子炉から離れた」(away-from-reactor) 場所に立地する使用済燃料中間貯蔵施設に対して許認可を発給する権限が NRC には法的に与えられていないため無効との判断を行ったとしている*⁵。その上で今回発行された命令文書は、上述の請願に関連した再審理のために所管をコロンビア特別区巡回区連邦控訴裁判所 (the United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit) へと移管させることを求めた NRC の動議に対して、見当違いであり議論の余地が無い (as moot) として却下している*⁶。(2024 年 3 月 27 日付 The 5th Circuit Court of Appeals、4 月 3 日付 American Nuclear Society)

*¹ この法廷は E.ジョーンズ (Edith Jones) 判事、J.W.エルロッド (Jennifer Walker Elrod) 判事、および C.ウィルソン (Cory Wilson) 判事によって構成されたものである。

*² ニューメキシコ州リー (Lea) 郡において建設が計画されており、HI-STORE CISF という名称で呼ばれている。

*³ 石油・ガス産業グループである。

*⁴ 近隣農場主と石油企業の連合である。

*⁵ テキサス州アンドリュース (Andrews) 郡において CISF を建設・操業することについて中間貯蔵パートナーズ (ISP : Interim Storage Partners) 社に対して 2021 年 9 月 13 日付で NRC から発給された許認可に対して、ファスケン・ランド・アンド・ミネラルズと PBRO は無効化を求める請願を第 5 巡回区控訴裁判所へ提起していた。この請願を受けて第 5 巡回区控訴裁判所は 2023 年 8 月 25 日、「原子炉から離れた」場所に立地した使用済燃料中間貯蔵施設に対する NRC の許認可

発行権限について、原子力法（Atomic Energy Act）においても放射性廃棄物政策法（Nuclear Waste Policy Act）においても認めていない（規定していない）との理由により、ISP 社の CISF 建設・操業に係る許認可を無効であると裁決した。この裁決について NRC と司法省（DOJ）は 2023 年 10 月、第 5 巡回区控訴裁判所に対して、同裁判所の大法廷において裁判官全員による再審理を行うことを求めた。しかし第 5 巡回区控訴裁判所は、2024 年 3 月 14 日、NRC と DOJ の再審理の申立を賛成 7 票対反対 9 票の僅差で否決したことを明らかにした。

- *6 米国原子力学会（ANS）は、コロンビア特別区地方裁判所（The D.C. district court）において HI-STORE CISF の許認可に対する別件の訴訟（Beyond Nuclear, Inc. v. NRC）について審理が行われていることを指摘するとともに、「原子炉から離れた」場所に立地した中間貯蔵施設に対する NRC の許認可権を認める内容の判例が存在していることを指摘した上で、ISP 社とホルテック社の CISF に対して第 5 巡回区控訴裁判所が行った裁決について、合衆国最高裁判所（the U.S. Supreme Court）において再審理が行われるものと考えられるとしている。

ANEEL 燃料の照射試験開始を発表：2024 年 4 月 1 日、クリーン・コア・トリウム・エナジー（CCTE：Clean Core Thorium Energy）社は、同社が特許を持つ ANEEL（Advanced Nuclear Energy for Enriched Life）燃料*の加速化照射試験（accelerated irradiation testing）と適格性評価（qualification）が、アイダホ国立研究所（INL）の新型試験炉（ATR：Advanced Test Reactor）において開始されることを発表した。2022 年に同社と INL は、ANEEL 燃料の性能を実証し評価するための照射試験を設計・実行することを定めた戦略的パートナーシップ・プロジェクト協定（Strategic Partnership Project Agreement）を締結しており、この協定の一環として INL はテキサス A&M 大学（Texas A&M University）から 300 体以上の ANEEL 燃料ペレットを受領した。今回開始される試験は CCTE-ANEEL-1A 照射試験と呼ばれており、ANEEL 燃料の性能を実証する目的で、従来の CANDU 炉燃料や加圧重水炉（PHWR）燃料では現時点では不可能な高い燃焼度（high-burnup）水準である最大 60 GWd/T に達することを目標としている。試験は 2024 年 4 月開始予定で、試験後の燃料ペレットは破壊・非破壊照射後試験のために INL の材料・燃料複合施設（MFC：Materials and Fuels Complex）に送られる。（2024 年 4 月 1 日付 globe news wire）

- * トリウムと高含有濃縮ウラン（HALEU）を原料とし、加圧重水炉（PHWR）および CANDU 炉での運転実績向上を目的に開発された燃料。クリーン・コア社によると、ANEEL 燃料は核拡散抵抗性を持った燃料であり、生成される高レベル放射性廃棄物の量を顕著に減少させつつ、CANDU 炉やその他 PHWR による発電費用を低減させることが可能とのことである。

【背景】

2022 年 6 月 14 日、クリーン・コア・トリウム・エナジー（CCTE）社は、同社製の原子力発電所用先進燃料 ANEEL（Advanced Nuclear Energy for Enriched Life）の試験について、新たな戦略的パートナーシップ合意をエネルギー省（DOE）との間で締結したことを明らかにした。この合意は、アイダホ国立研究所（INL）の先進試験炉（ATR）において実施する ANEEL 燃料の適格性評価（qualification）に関する今後のステップについて定める内容である。これによると、INL は ATR において ANEEL 燃料の照射試験を 2022 年末までまたは 2023 年初頭までに開始する予定であるとした。なお、CCTE 社は、テキサス A&M 大学（Texas A&M University）および INL とのパートナーシップの下で、INL の品質保証要件を満たすような ANEEL 燃料ペレットの製造を完了している。

シュータリング・キャニオン工場の再稼働を申請：2024 年 4 月 9 日、カナダを拠点とするアンフィールド・エナジー（Anfield Energy）社は、米国のユタ州環境品質局（UDEQ：the State of Utah's Department of Environmental Quality）に対し、シュータリング・キャニオン工場（Shootaring Canyon mill）に関する生産再開計画（production reactivation plan）を提出したことを発表した。同社はこの提出をシュータリング・キャニオンにおけるウラン生産再開に向けた重要なマイルストーン

として位置づけている。生産再開計画では工場の放射性物質許認可 (radioactive materials license) のスタンバイ状態 (standby status) から稼働状態 (operational status) への更新、処理能力 (throughput capacity) の増加および認可された生産量の 3 倍増を申し入れている*。同社は計画承認と施設改装の後、2026 年のウラン生産再開およびバナジウム生産開始を目標とするとしている。(2024 年 4 月 9 日付 Anfield Energy)

* 計画では処理能力を 750 トン／日から 1,000 トン／日へ増加させることと、年産能力を 100 万ポンドから 300 万ポンドへ増加させることを概説しているという。

FY2025 予算案で高レベル放射性廃棄物処分施設の別サイト選定に向けた動き：2024 年 4 月 16 日付の報道によると、2025 会計年度予算案 (proposed fiscal year 2025 budget) *¹において、米国の高レベル放射性廃棄物処分施設 (high-level nuclear waste repositories) に関する新しい環境保護庁 (EPA：Environmental Protection Agency) 一般基準 (generic standard) の公布に向けた動きを示す予算配分があったという。米国ではネバダ州のユッカマウンテン (Yucca Mountain) が、1987 年以降は修正核廃棄物政策法 (NWPAA：Nuclear Waste Policy Amendments Act) により指定された処分施設サイトとして扱われているが、ネバダ州における政治的反対意見による壁にぶつかり、このため米国の放射性廃棄物政策は 30 年にわたり行き詰まった (standstill) 状態にある。この間に米国の原子力産業には 8 万 5,000t 以上の使用済燃料が蓄積され、エネルギー省 (DOE) に対し第 2 の処分施設 (a second repository) の探索を開始することを求める NWPAA の条項が発動されたという*²。第 2 の処分施設の探索過程において、安全性および技術的要件の基準 (baseline standards) の策定は重要な最初の段階であるという。EPA の室内大気・放射線局 (Office of Indoor Air and Radiation) は放射性廃棄物貯蔵および廃棄アプローチを含む放射性防護能力における重大なギャップに取り組む追加の 2 名の職員の給与のための 63 万 5,000 ドルを含む予算要求をしているという。(2024 年 4 月 16 日付 American Nuclear Society)

*¹ 2025 会計年度予算案自体は 2024 年 3 月に公開されている。EPA は裁量的予算権 (discretionary budget authority) 110 億ドルを求めており、2023 年水準から 8 億 5,800 万ドル増加 (+8.4%) であった。2023 年の実予算額は 101 億ドルである。

*² EPA による NWPAA 要約によると、議会の認可がない限り、DOE は第 2 のサイトにおいてサイト特有の活動 (site specific activities) を行うことは禁じられている。

X エナジー社の燃料製造施設 TX-1 が 14 億 8,500 万ドルの税額控除を獲得：2024 年 4 月 23 日、X エナジー (X-energy) 社は、同社の完全子会社である TRISO-X 社によるテネシー州オークリッジにおける先進核燃料製造施設 (TX-1) *¹の建設に対し、14 億 8,500 万ドルの税額控除 (tax credit) を受けたことを発表した*²。この控除は 2022 年インフレーション抑制法 (Inflation Reduction Act of 2022) による資金提供の下、先端エネルギー製造投資税額控除 (Qualifying Advanced Energy Project Tax Credit) *³の一部として行われたものである。TRISO-X 社は 2022 年に原子力規制委員会 (NRC) に対し、先進燃料製造のための特殊核物質 (SNM：special nuclear material) の所持および使用について 40 年間の許認可を申請し、受領されている。NRC によると 2024 年 3 月 20 日時点で評価の進捗は 45%であるという。(2024 年 4 月 23 日付 X Energy)

*¹ TRISO 粒子燃料である TRISO-X 燃料を製造する。X エナジー社によると、TX-1 は約 400 人の無

期雇用の職と 450 人の建築の仕事を生むという。21 万 5,000 平方フィートの燃料製造施設では他の核燃料と並行して、最大で年間 71 万 4,000 個のペブルを製造可能な設計である。

- *2 2024 年 4 月 19 日に DOE が発表した合計 19 億 3,000 万ドルの割当の先端エネルギー製造投資税額控除の対象 35 件の全件リストの中に X エナジー社が含まれていた。区分はクリーンエネルギーおよびクリーン車両製造 (Clean Energy and Clean Vehicle Manufacturing) である。
- *3 米国エネルギー省 (DOE)、米国財務省、内国歳入庁 (IRS) が共同管理するプログラム。内国歳入法 48 条 C (48C) に定められている。

バレシトス原子力センターに係る所有権と許認可の移転について：2024 年 4 月 25 日、原子力規制委員会 (NRC) は、バレシトス原子力センター (Vallecitos Nuclear Center) に係る所有権と許認可について、GE 日立 (GEH) 社からノーススター・グループ・サービスズ (NorthStar Group Services) 社へと移転させるという両社の申請 (2023 年 9 月に提出) を承認した。この移転は、除染、廃止措置、およびサイトの環境修復を進めるためのものである。(2024 年 5 月 2 日付 American Nuclear Society)

【背景】

2023 年 5 月 9 日、GE 日立 (GEH) 社は、同社の GEH バレシトス原子力センター (GEH Vallecitos Nuclear Center) の所有権について、除染・廃止措置・環境修復のためにノーススター・グループ・サービスズ (NorthStar Group Services) 社への移転を考えていることを明らかにした。GEH バレシトス原子力センターは、一般公衆への電力供給を目的としての米国初の商業炉として 1957~1963 年に運転が行われていたバレシトス沸騰型軽水炉 (VBWR : Vallecitos Boiling Water Reactor) を擁しており、1965~1975 年にかけて当時の原子力委員会 (AEC : Atomic Energy Commission) の原子力エネルギー計画 (Nuclear Energy Program) と民生原子力産業を対象とした研究のために利用されていた。既に GEH は、VBWR のみならず同サイトにおけるゼネラル・エレクトリック試験炉 (General Electric Test Reactor) と ESADA (Empire State Atomic Development Associate) のバレシトス過熱実験炉 (ESADA Vallecitos Experimental Superheat Reactor) についても廃止措置に係る作業を開始している。2021 年に GEH は、VBWR の廃止措置を 2025 年までに完了させる考えであることを原子力規制委員会 (NRC) に対して通知している。2023 年 11 月 13 日、ノーススター・グループ・サービスズ社は、GE 日立バレシトス原子力センターからの VBWR の原子炉容器撤去と、処分のためのウェイスト・コントロール・スペシャリスト社 (WCS : Waste Control Specialists, LLC) への輸送が完了したことを発表した。

ハンフォード・サイトにおける放射性液体廃棄物等の管理を巡る動向：2024 年 4 月 29 日、エネルギー省 (DOE)、ワシントン州生態保護省 (Department of Ecology)、および環境保護庁 (EPA) は、ハンフォード・サイト (Hanford Site) における 177 個の地下タンクに貯蔵された数百万ガロンの放射性液体廃棄物と化学液体廃棄物について、その管理を対象とした計画改訂版で合意に達した。これを受けてこの三者は和解合意 (settlement agreement) *1 に署名するとともに、三者合意 (TPA : Tri-Party Agreement) および「ワシントン州政府対 DOE グランホルム長官」(Washington v. Granholm) の訴訟での同意判決 (consent decree) におけるクリーンアップの期限を新たに定め、また改訂することを提案している。改訂案の概要は以下の通りである。

- ガラス固化を行うことにより、低放射能廃棄物 (low-activity waste) *2 と高レベル放射性廃棄物 (HLW) の処理を開始するための既存の期限を維持する。
- 高放射能廃棄物のガラス固化において、DOE の「直接供給低放射能廃棄物プログラム」(Direct-Feed Low-Activity Waste Program) において使用しているアプローチに類似した「直接供給アプローチ」(direct-feed approach) *3 を使用する。
- HLW の処理を支援するため、ボールド貯蔵システム (vault storage system) および第 2 排

水管理施設を建設する。

- ハンフォード・サイトの 200 ウェスト・エリア (200 West Area) に存在する 22 個の地下タンクから廃棄物を 2040 年までに回収すること。また、オフサイトでの処分のために、廃棄物の内の低放射能であるような部分についてグラウト注入を行う。
- タンク廃棄物の多目的貯蔵を対象として、百万ガロン分の追加の貯蔵容量を持つ貯蔵設備を設計・建設する。
- タンクから廃棄物を回収するための新たな技術を評価するとともに開発すること。

なお今回署名が行われた和解合意の下で DOE は、ハンフォード・サイトにおける処理済の廃棄物の処分またはタンク・システムの閉鎖の際に、「高レベル放射性廃棄物」(HLW) という文言についての解釈を適用しないこととしている。2021 年に DOE は、HLW という文言の解釈について、使用済燃料の再処理からの廃棄物の一部を非 HLW であると分類することが可能であり、従ってそのような非 HLW に関してはその放射性特性に応じて安全に処分を行っても良いという意味であるとしていた。

(2024 年 5 月 1 日付 American Nuclear Society)

- *1 1998 年にワシントン州政府、DOE、および EPA は、包括的環境対策補償責任法 (Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act) と資源保全回復法 (RCRA : Resource Conservation and Recovery Act) に従ってハンフォード・サイトのクリーンアップを完了させるための条項について定めた TPA に署名した。TPA においては特定の作業を完了させるための目標が多数定められているが、ハンフォード・サイトの条件の変化に対処するために TPA の内容は、1998 年以降複数回にわたって改訂されている。一方、今回の話題での同意判決は、DOE を相手取ってワシントン州生態省が提起した訴訟の結果として 2010 年に裁決されたものである。この同意判決についても TPA と同様にこれまでに複数回にわたって改訂が行われている。このような経緯を背景に持った TPA と同意判決については、その改訂案について 2020 年に開始されて以降複数回開催された全体交渉 (Holistic Negotiations) において DOE、ワシントン州生態省、および EPA が概念的合意 (conceptual agreement) に達している。
- *2 ハンフォード・サイトにおける放射性廃棄物について DOE は、低放射能廃棄物 (low-activity waste) と高放射能廃棄物 (high-activity waste) という表記を行っている場合があるが、これらはそれぞれ低レベル放射性廃棄物 (LLW) と高レベル放射性廃棄物 (HLW) のことである。
- *3 DOE の「直接供給低放射能廃棄物プログラム」における「直接供給」とは、廃棄物の内のより放射能が高い部分を取り除くように廃棄物を分離させることにより、分離の結果として残った低放射能 (低放射性) の廃棄物について、ガラス固化を行うために廃棄物処理・固化工場 (Waste Treatment and Immobilization Plant) の低放射能廃棄物施設 (Low-Activity Waste Facility) へと直接的に供給することである。

ロシア産 LEU の輸入を禁止する法案が大統領の署名により成立 : 2024 年 4 月 30 日、米国連邦議会上院は全会一致 (unanimous consent) でロシアからのウラン輸入を禁止する法案*1 を承認し議会を通過させた。2024 年 5 月 13 日、J. バイデン (Joe Biden) 大統領が法案へ署名を行い、公法 (Public Law) 118-62 として「ロシア産ウラン輸入禁止法」(Prohibiting Russian Uranium Imports Act) が成立した。成立から 90 日後の 2024 年 8 月 11 日に効力を発揮する。この法律はロシア連邦もしくはロシア企業 (Russian entity) により製造された未照射の低濃縮ウラン (LEU) *2 を米国に輸入することを禁じるもので、成立後 90 日をもってロシアからのウラン輸入が禁止されるようになる。しかしこの法律は、LEU の利用可能な代替供給源が存在しない場合において米国の原子力発電所もしくは米国の原子力発電企業の操業を維持する目的で、もしくはロシアから

のウラン輸入が国益に適う場合に、エネルギー省（DOE）がロシア産 LEU の輸入禁止を免除（waive）することを可能としている^{*3, 4, 5}。この免除措置は 2028 年 1 月 1 日で終了するが、それまでは年間上限量の中で輸入が許可される。2024 年は 47 万 6,536kg（476MT536kg）SWU が上限量とされ、以降は 2027 年まで上限量は毎年削減される^{*6}。なお、この法律は時限立法であり、2040 年 12 月 31 日で失効するとされる。また、法律が成立することで、大統領の要望を受けて議会により割り当てられた、米国内のウラン濃縮、転換能力の拡張を目的とする、27 億 2,000 万ドル^{*7} が利用可能となることにより米国内の核燃料製造が復活する（revive）と DOE は述べている。（2024 年 5 月 1 日付 World Nuclear News、American Nuclear Society、5 月 14 日付 DOE、World Nuclear News）

- *1 下院決議案 1042（H.R.1042）であり、一般に使われる略称は「ロシア産ウラン輸入禁止法」（Prohibiting Russian Uranium Imports Act）、正式名称は「ロシア連邦で生産された未照射の低濃縮ウランの米国への輸入を禁じるため、および他の目的のための法」（An Act To prohibit the importation into the United States of unirradiated low-enriched uranium that is produced in the Russian Federation, and for other purposes.）である。法案は下院で 2023 年 12 月に決議され、上院に渡されていた。
- *2 この法律によって改正される合衆国法典第 42 編 2297 条の規定によると、LEU とはウラン 235（U-235）を 20%未満含む六フッ化ウラン（UF₆）および二酸化ウラン（UO₂）を含む形態のウラン製品で、燃料棒もしくは完成した燃料集合体に組み込まれたものを除いたものを意味すると定義されている。
- *3 報道では DOE が独断で免除を決定できるように記述されているが、法文では「エネルギー長官（Secretary of Energy）は国務長官（Secretary of State）および商務長官（Secretary of Commerce）との協議の上で（in consultation with）—（中略）—適用を免除（waive）してもよい」とされており、DOE 単独で免除を決定することはできない。
- *4 DOE は WEB サイトへ 5 月 20 日付の手続き文書を公開していたが、2024 年 5 月 24 日付の連邦官報へ適応延期を求める際の手順を掲載した。
- *5 ロシアの燃料企業であるテネックス（TENEX）社は米国の顧客に対し、輸入禁止の適用免除を得られた場合、納品スケジュールについて交渉を行う必要があるものの LEU を輸出する旨を通知したという。
- *6 2025 年が 47 万 376kg、2026 年が 46 万 4,183kg、2027 年が 45 万 9,083kg という上限を定められている。2023 年に下院へ法案が提出された時点では、2023 年の上限も設定されていた。
- *7 2024 年 3 月に成立した 2024 年会計年度予算において、国内先進燃料サプライチェーンを構築する目的で 27 億 2,000 万ドルが含まれていた。

連邦政府運営の集中中間貯蔵施設を建設するための動き: 2024 年 5 月 6 日、エネルギー省（DOE）原子力エネルギー局（NE）は、商用由来の使用済燃料のための連邦政府運営の集中中間貯蔵施設（CISF）を対象としたサイト選定を行うことについて、重大決定手続き-0（CD-0：Critical Decision-0）と呼ばれる予算支出に係る意思決定段階の 1 つで提案されている本事業の意義^{*}に対して DOE からの承認を得ていたことを明らかにした。連邦 CISF を対象としたサイト選定に関する CD-0 に対する今回の承認を受けて DOE は、同施設に係る研究開発、概念設計、マネジメント計画、および費用・工期見積について作業を開始することができるようになる。DOE の計画の次段階では、連邦 CISF の受入について検討を行うことに関心を持つようなコミュニティのスクリーニングを行い、それに続いてサイト評価、サイト選定、およびサイト決定に係る交渉を開始することとなる。なお DOE は、重大決定手続き-1（CD-1）において、連邦 CISF の設計として検討されている選択肢についての解析を開始し、それらの設計に対する公衆からの意見

収集を行う予定である。(2024 年 5 月 10 日付 American Nuclear Society)

- * 「重大決定手続き」(Critical Decision Process)と呼ばれる方法において、事業の推進者は、その事業の提案(事業の意義の提案)を行う「CD-0」という段階、その事業の概念設計・基本設計について提案を行う「CD-1」という段階、その事業における設備等の性能実証について提案を行う「CD-2」という段階、その事業における設備等の建設について提案を行う「CD-3」という段階、およびその事業の稼働について提案を行う「CD-4」という段階について、各段階における所管省庁の承認を受けることとなっている。

ライトブリッジ社と INL の燃料開発に関する動向:2024 年 5 月 9 日、ライトブリッジ(Lightbridge)社は、同社とアイダホ国立研究所(INL)の戦略的パートナーシップ・プロジェクト合意の下で、劣化ウランとジルコニウムの合金を利用した部分長燃料棒サンプル(partial-length rod sample)の製造を INL が実証したことを明らかにした。両者は、劣化ウラン材料とジルコニウム材料の合金を使用する更なる押出(extrusions)を実施するに先立ち、押出プロセス・パラメータ(extrusion process parameters)*について確認するために押出燃料棒(extruded rod)についての解析を 2024 年中に共同で行う予定である。2025 年には両者は、濃縮ウランとジルコニウムの合金を使用して、INL の先進試験炉(ATR)における照射試験のための切り取り試片試料(coupon samples)を製造する予定である。ライトブリッジ社によると、両者が開発している燃料には燃料自体の寿命を延ばすことについて可能性があり、かつ、既存の原子炉と小型モジュール炉(SMR)にとって安全上の便益をもたらすものであるとのことである。(2024 年 5 月 9 日付 Lightbridge)

- * 押出プロセスと性能に大きな影響を及ぼすような要因。

2024 年第 1 四半期における米国のウラン生産量は 8 万 2,533 ポンド(U_3O_8):2024 年 5 月 13 日、エネルギー省(DOE)エネルギー情報局(eia: Energy Information Administration)は、四半期ごとの『国内ウラン生産報告書』(Domestic Uranium Production Report)を発行した。この報告書によると、2024 年第 1 四半期において米国は 8 万 2,533 ポンド(lb)の八酸化三ウラン(U_3O_8)を生産した(32.1 tU に相当)とのことであり、これは第 1 四半期における米国のウラン生産量として 2018 年以降で最も高く、2023 年全体における米国のウラン生産量よりも約 80%増である。また、この報告書では、2024 年第 1 四半期において、ユタ州に所在するシューテアリング・キャニオン(Shootaring Canyon)とホワイト・メサ(White Mesa)、およびワイオミング州に所在するスウィートウォーター(Sweetwater)の 3 か所における米国のウラン工場(uranium mills)が「待機中」(on standby)として掲載されている。この内のシューテアリング・キャニオン工場については、2026 年に再操業することを目標にしているとカナダのバンクーバーに拠点を置くアンフィールド・エナジー社(Anfield Energy Inc)が述べている*。同社は 2015 年に同工場を取得しており、同工場を再操業するための計画について、ユタ州の規制当局に対して承認を求める申請を行っている。(2024 年 5 月 13 日付 U.S. Energy Information Administration、5 月 14 日付 World Nuclear News)

- * 2024 年 5 月 1 日、アンフィールド・エナジー社は、ベルベット・ウッド(Velvet-Wood)鉱山でのウラン生産に係る操業計画(Plan of Operation)について、承認を求めるためにユタ州政府とユタ州土地管理機関(BLM: Bureau of Land Management)に対して提出したことを明らかにした。同社は、銅鉱山について、シューテアリング・キャニオン工場の再操業に先立ちウラン生産を開始する準備ができていることを明らかにしている。

フラマトム社とテラパワー社、HALEUの金属化パイロット・ラインの設計・開発で合意：2024年5月29日、フラマトム（Framatome）社とテラパワー（TerraPower）社は、米国ワシントン州のリッチランド（Richland）におけるフラマトム社の燃料製造施設において、高含有低濃縮ウラン（HALEU）の金属化パイロット・ライン（metallization pilot line）を設計・開発することで合意したことを明らかにした。この金属化パイロット・ラインは、二酸化ウラン（ UO_2 ）を HALEU 金属へと転換するフラマトム社の能力をさらに検証するものであるとともに、金属の原料を供給するための長期にわたる両社の協力を開始するものであり*、これによりテラパワー社による HALEU の国内サプライチェーン構築を支援していくものである。HALEU の金属化は再転換過程（deconversion process）において重要な工程であり、この工程によりウランを金属へと変換させることができ、その金属を使用して先進炉用の燃料を製造することとなる。なお、フラマトム社は、米国エネルギー省（DOE）の「HALEU 安定供給プログラム」（HAP：HALEU Availability Program）において募集が行われている「HAP 再転換・金属化に係る提案依頼」（the HAP Deconversion and Metallization Request for Proposals）に対して申請書（提案書）を提出済である。（2024年5月29日付 Framatome）

- * この HALEU の金属化パイロット・ラインは現在建設中である一方、テラパワー社はワシントン州ベルヴュ（Bellevue）所在の同社の本社と研究所およびエベレット（Everett）所在の研究所における操業センター（複数）に対して支援を行っている。

『2023年版ウラン市場年次報告書』：2024年6月6日、エネルギー省（DOE）のエネルギー情報局（eia）による『2023年版ウラン市場年次報告書』（2023 Uranium Marketing Annual Report）が発行された*¹。この報告書によると米国における民生原子炉の所有者・運転者（民生事業者、COOs：civilian owner/operators）が2023年に購入した総ウラン量は、八酸化三ウラン（ U_3O_8 ）換算で約5,160万ポンド（lb）（1万9,838tU）であり、2022年の4,050万lbと比較して購入量が27%増えたとのことである。また、2023年における加重平均でのウラン購入価格は1lbあたり43.80ドルであり*²、2022年の39.08ドルと比較して価格が12%上昇しており、2015年以降で最も高額であったとのことである。2023年に米国のCOOsに対して供給されたウランの大部分は米国国外からの輸入であり、供給量の大きい順に27%がカナダから、22%がオーストラリアから、別の22%についてカザフスタンから、12%がロシアから、および10%がウズベキスタンからであり、米国産のウラン供給量は2022年の時の比率と同じく全体の5%であったという*³。（2024年6月6日付 U.S. Energy Information Administration、6月11日付 World Nuclear News）

- *¹ この報告書は、米国国内におけるウラン市場の活動に関する詳細なデータを2018～2023年について提示しているほか、2002年にまで遡った要約データも含まれている。この報告書での情報は、「Form EIA-858」として知られるeiaのウラン市場年別調査（Uranium Marketing Annual Survey）を通じて収集されたデータに基づいている。米国国内のウラン産業に関わっているすべての企業・個人を対象としたこの調査においては、契約、納入、購入した濃縮役務、在庫（貯蔵量）、燃料集合体での利用、濃縮役務を受けるために行うウラン濃縮事業者に対する原材料としての納入、および今後10年間についてまだ濃縮役務を受ける契約の対象になっていない分のウラン（unfilled market requirements for the next 10 years）に関するデータが収集されている。
- *² 米国の原子力発電事業者が納入を受けたウランの総量の15%は、スポット契約（単発での取引）の下で購入したものである（2023年を通じた加重平均での購入価格は1lbあたり51.64ドル）。一方、残りの85%については、長期契約の下で購入したものである（加重平均での購入価格は

1 ポンドあたり 42.42 ドル)。

- *3 2023 年に COOs は、 U_3O_8 換算において、ウラン精鉱 (uranium concentrate) の形で 2,990 万 9,000lb、天然 UF_6 (Natural UF_6) の形で 1,149 万 7,000 lb、濃縮済 UF_6 (Enriched UF_6) の形で 1,021 万 9,000lb、天然 UF_6 と濃縮済 UF_6 の組合せで 2,171 万 6,000 lb を購入していた。その上で 2023 年に COOs は、自身が所有権を有するもののうち U_3O_8 換算で計 3,400 万 lb (2023 年以前に購入済のものを含める) のウランを原材料 (natural uranium feed) としてウラン濃縮業者に納入したが、その内の 39% は米国の濃縮ウラン供給者に対する納入であった。これにより COOs は、1500 万 SWU (separative work units) の濃縮役務を 2023 年に購入した。この内の 72% は米国国外からの SWU であり、ロシアから供給された量は約 414 万 SWU であったほか、米国に由来したものは約 431 万 SWU であった。

オルタ・メサ・プロジェクトがウラン生産を再開：2024 年 6 月 13 日、enCore エナジー (enCore Energy) 社は、操業が停止されていたオルタ・メサ・ウラン中央処理工場 (Alta Mesa Uranium Central Processing Plant) と坑井区域 (wellfield) においてウランの生産を開始したことを明らかにした。この既存のウラン生産プロジェクトはオルタ・メサ・プロジェクト (Alta Mesa Project) と呼称されており、enCore エナジー社の下で実施される同プロジェクトによるものとして最初のイエローケーキの出荷は、約 60～90 日後が予定されている。enCore エナジー社は、2023 年 2 月に同プロジェクトを取得してからの 15 か月の間に、同中央処理工場のアップグレード、坑井区域の設置、およびウラン生産を行ったこととなる。同プロジェクトは、テキサス州内においてテキサス州政府の規制を受ける 20 万エーカー以上の私有地と埋蔵鉱物権 (mineral rights) から成る一方、同プロジェクトの敷地面積の 5% について探査が行われているのみであり、これまでに明らかにされている総延長距離 52 マイルのロールフロント型のウラン鉱床 (stacked uranium) の内の 5 マイル分のみについてこれまでに探査が行われている。なお、この中央処理工場におけるウラン生産能力は八酸化三ウラン (U_3O_8) 換算で 1 年あたり 150 万ポンド (lb) である。この中央処理工場では 2005～2013 年に約 500 万 lb のウランが生産されている。(2024 年 6 月 13 日付 enCore Energy)

CISF に対する認可の無効化を取り消すことを求める請願：2024 年 6 月 27 日、ホルテック (Holtec International) 社は、ニューメキシコ州リー (Lea) 郡において使用済燃料を対象とした同社の集中中間貯蔵施設 (CISF) を建設・操業するための許認可 (license) が第 5 巡回区控訴裁判所 (The 5th Circuit Court of Appeals) によって 2024 年 3 月に無効化された件について、その無効化を取り消すことを求める請願を連邦最高裁判所に対して提出したことを明らかにした。なお、ホルテック社による請願に先立ち、同年 6 月に中間貯蔵パートナーズ (ISP : Interim Storage Partners) 社と原子力規制委員会 (NRC) はそれぞれ、テキサス州アンドリュース (Andrews) 郡において使用済燃料を対象とした ISP 社の CISF を建設するための許認可が第 5 巡回区控訴裁判所によって 2024 年 3 月に無効化された件について、無効化の取り消しを求める請願を連邦最高裁判所に対して提出している。(2024 年 7 月 1 日付 American Nuclear Society)

【背景】

使用済燃料を対象とした CISF の建設計画が ISP 社とホルテック社によって各々進行している。前者については 2021 年 9 月に建設・操業認可が原子力規制委員会 (NRC) によって発給された。後者については 2023 年 5 月に建設・操業認可が NRC によって発給された。しかしいずれに対しても、受入先となるテキサス州

とニューメキシコ州の両政府は両建設計画の中止を求める動きを見せている。2023 年 3 月 17 日、ニューメキシコ州知事は、同州の同意無しに同州内において放射性廃棄物の貯蔵と処分を行うことを禁じる内容の州法(SB 53)に署名した。2023 年 8 月、第 5 巡回区控訴裁判所は、「原子炉から離れた」(away from reactor)場所における民間の使用済燃料貯蔵施設に対して認可を発給する権限を原子力法が NRC に対して与えておらず、放射性廃棄物政策法でも NRC に対して権限を与えていないとの理由により、ISP 社に対して NRC が発給した建設・操業認可を無効化する判決を下した。これに対して NRC は米国司法省とともに 2023 年 10 月、この判決について大法廷における裁判官全員による再審理を行うことを求める申し立てを同裁判所に対して行った。しかし同裁判所は 2024 年 3 月、この申立を否決した。また同様に 2024 年 3 月、第 5 巡回区控訴裁判所は、NRC がホルテック社に対して 2023 年 5 月に付与していた CISO の建設・操業のための許認可について、「原子炉から離れた」場所に立地する使用済燃料貯蔵施設に対して許認可を発給する権限が NRC には法的に与えられていないとの理由により、無効化する内容の命令 (order) 文書を発行した。

低濃縮ウラン (LEU) の米国政府による購入についての提案依頼 (RFP) : 2024 年 6 月 27 日、エネルギー省 (DOE) は、米国国内を起源とする低濃縮ウラン (LEU) の米国政府による購入について、提案依頼 (RFP) を発出した。今回の RFP について DOE は、米国国内におけるウラン濃縮能力の構築に役立ち、低濃縮ウラン市場における生産地の多様化を促進し、ロシアの影響を受けないような形で商用核燃料の安定供給に繋がるという趣旨の説明を行っている。DOE の発表によると米国政府は、最大 10 年間にわたって継続するウラン買取契約を 2~3 件締結する予定であり、全体としての契約総額の上限は 34 億ドルとのことである*。(2024 年 6 月 27 日付 DOE、6 月 29 日付 American Nuclear Society)

* パイデン政権が掲げる「アメリカへの投資」(Investing in America) アジェンダからは今回の RFP に対する支援額は 27 億ドルである。

DOE が連邦 CISO の設計・建設について RFI を発出 : 2024 年 7 月 1 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、使用済燃料を対象とした連邦 (federal) 集中中間貯蔵施設 (CISO) の設計・建設に関する情報提供依頼 (RFI) を発出した。RFI の発行にあたり DOE は、CISO の設計・建設および関連する輸送に関する DOE のアプローチについて、情報、意見、フィードバック、推奨事項を求めているという。DOE は、最終処分施設が利用可能になるまでの間にわたり使用済燃料を管理するために連邦 CISO の設置を計画している。DOE は連邦 CISO について、サイト選定、設計、許認可手続き、建設、操業開始といった一連の流れには 10 年以上を要すると見込んでいるという。また、DOE は連邦 CISO の建設を開始する前に連邦議会 (Congress) による承認を取得する必要があるが、2021 年に連邦議会は DOE に対し、CISO サイトを特定するための DOE の既存権限を用いて、同意に基づいた (consent-based) プロセスにより取り組みを進めるよう指示している。(2024 年 7 月 1 日付 FedConnect、7 月 4 日付 American Nuclear Society)

【背景】

2024 年 5 月 6 日にエネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、商用由来の使用済燃料のための連邦政府運営の集中中間貯蔵施設 (CISO) を対象としたサイト選定を行うことについて、重大決定手続き-0 (CD-0) と呼ばれる予算支出に係る意思決定段階の 1 つで提案されている本事業の意義*に対して DOE からの承認を得ていたことを明らかにした。連邦 CISO を対象としたサイト選定に関する CD-0 に対する今回の承認を受けて DOE は、同施設に係る研究開発、概念設計、マネジメント計画、および費用・工期見積について作業を開始することができるようになる。DOE の計画の次段階では、連邦 CISO の受入について検討を行うことに興味を持つようなコミュニティのスクリーニングを行い、それに続いてサイト評価、サイト選定、およびサイト決定に係る交渉を開始することとなる。なお DOE は、重大決定手続き-1 (CD-1) において、連邦 CISO の設計として検討されている選択肢についての解析を開始し、それらの設計に対する公

衆からの意見収集を行う予定である。

- * 「重大決定手続き」(Critical Decision Process) と呼ばれる方法において、事業の推進者は、その事業の提案(事業の意義の提案)を行う「CD-0」という段階、その事業の概念設計・基本設計について提案を行う「CD-1」という段階、その事業における設備等の性能実証について提案を行う「CD-2」という段階、その事業における設備等の建設について提案を行う「CD-3」という段階、およびその事業の稼働について提案を行う「CD-4」という段階について、各段階における所管省庁の承認を受けることとなっている。

NANO ニュークリア社とキュリオ社、マイクロ炉向け燃料リサイクル技術で協力：2024 年 7 月 1 日、NANO ニュークリア・エナジー (NANO Nuclear Energy) 社は、キュリオ (Curio Solutions) 社との間で、キュリオ社の核燃料リサイクル技術を NANO ニュークリア社が開発中の次世代可搬型マイクロ炉^{*1} のために最適化することで協力することを定めた了解覚書 (MOU) に署名したことを発表した。両社は今後 1 年間の協働期間において、リサイクル性を高めるために NANO ニュークリア社の燃料設計を最適化し、キュリオ社の NuCycle プロセス^{*2} を用いた最先端のリサイクル技術の実装を目指すとともに、リサイクル燃料 (recycled fuel) を NANO ニュークリア社のマイクロ炉設計に組み込む機会も模索するとしている。この MOU は予備的 (preliminary) なものであるが、協働が期待通りに進展した場合、両社はより正式な最終契約書 (definitive documentation) の締結を最終的に目指すとしている。(2024 年 7 月 1 日付 NANO Nuclear Energy)

- *1 NANO ニュークリア社は ODIN と ZEUS という名称の 2 種のマイクロ炉設計を開発している。ODIN は、濃縮度最大 20% のウラン 235 (U-235) を使用した二酸化ウラン (UO₂) 焼結ペレットを燃料として使用し、従来の水冷式原子炉よりも高温で動作する。ODIN では低圧冷却材を使用することで構造材にかかる負荷を最小化し、原子炉の信頼性と設計寿命を改善するという。また、独自の反応度制御システム設計を採用し、可動部品数を最小限とすることで高度な信頼性と堅固性を実現する。ZEUS は「固体炉心バッテリー原子炉」(Solid Core Battery Reactor) と呼ばれ、冷却材やポンプを必要とせず熱伝導による熱除去が可能である。ZEUS は遠隔地における安全な運転のために設計されており、一般的な ISO 規格の船舶用コンテナに収まる大きさで遠隔地までの輸送が用意であるという。
- *2 キュリオ社は、2022 年 2 月 4 日付で使用済燃料のリサイクルのためのプロセス (手法) として、NuCycle 放射性廃棄物リサイクリング・プロセスを発表した。キュリオ社は、米国内の原子力発電所を対象とした低濃縮ウラン (LEU) 燃料や、高含有低濃縮ウラン (HALEU)、および先進炉を対象とした超ウランを使用する同社製燃料 TRUfuel を、米国内で製造・供給するため、米国初となる商用燃料リサイクル施設の展開を計画している。

オクロ社、同社の先進燃料リサイクリングについて E2E 実証を完了：2024 年 7 月 17 日、オクロ社 (Oklo Inc.) ^{*1} は、同社の先進燃料リサイクリング実現過程における重要な複数段階の内の最初となる E2E 実証 (end-to-end demonstration) ^{*2} について、アルゴンヌ国立研究所 (ANL) とアイダホ国立研究所 (INL) との協力の下で成功裏に完了したことを明らかにした。今回 E2E 実証が完了したことは、先進炉用の燃料供給を増加させることを目的とした、オクロ社の燃料リサイクリング能力の規模拡大と商業規模のリサイクリング施設を商業展開するとともに先進燃料の費用対効果を高めていくために行っているオクロ社の取組みにおいて、大きな前進となった。なお、この E2E 実証は、エネルギー省 (DOE) のエネルギー高等研究計画局 (ARPA-E) による、商業規模の先進燃料リサイクリング施設^{*3} の商用展開を促進することを目的とした「放射性廃棄物・先進炉処分システム最適化」(ONWARDS : Optimizing Nuclear Waste and Advanced Reactor

Disposal Systems) プログラムの下で、500 万ドルの費用分担型の資金拠出の支援を得て実施されたものである。(2024 年 7 月 17 日付 OKLO)

- *1 オクロ社は、EBR-II (Experimental Breeder Reactor-II) をベースとした液体金属高速炉技術を採用するオーロラ発電所 (Aurora Powerhouse) の建設を目指している。オーロラ発電所は、リサイクル核燃料 (recycled nuclear fuel) と新しい燃料の両方を使用し、最大 1 万 5,000kWe の電力を生産するよう設計されている。
- *2 オクロ社の説明においては、何を以て先進燃料リサイクル事業における end-to-end (事業の端から端まで、または事業の全体) と捉えているのかについての明示的な言及が無い。また、何を以て実証と捉えているのかについても明示的な言及が無い。すなわち、ここで言う E2E 実証によって何が実証されたのかについて明示的な言及が無い。
- *3 オクロ社によると同社の燃料リサイクル技術は、利用可能なものとして残っているエネルギーの 90%以上を使用済燃料から取り出すことができるとのことである。

2024～2025 年に米国顧客に納品することが既に契約済である分のロシア産 LEU について「ロシア産ウラン輸入禁止法」から適用除外：2024 年 7 月 18 日、エネルギー省 (DOE) は、「ロシア産ウラン輸入禁止法」(Prohibiting Russian Uranium Imports Act) *1 の適用からの除外をセントラス (Centrus) 社が求めている件について、2024～2025 年に米国内の顧客と既に同社が契約済である顧客への納入品分用ロシア産低濃縮ウラン (LEU) を対象として適用除外 (waiver) *2 を同社に対して認めた*3。セントラス社は、第 1 回目の適用除外申請を 2024 年 5 月 27 日に行い、第 2 回目の適用除外申請を 2024 年 6 月 7 日に行っていた。第 1 回目の適用除外申請においてセントラス社は、2024～2027 年に米国内の顧客に納品することが既に契約済である分のロシア産 LEU を対象として適用除外を DOE に対して求めていた*4。第 2 回目の適用除外申請においてセントラス社は、同社の米国国外の顧客に対してロシア産 LEU を処理して再輸出することを目的として、ロシア産 LEU の輸入を許可するよう DOE に対して求めていた。なおセントラス社は、第 3 回の適用除外申請として 2026～2027 年に米国内で利用される、納品先が未だ決まっていない濃縮ウラン分の LEU を対象として適用除外を求める申請を DOE に対して行う予定であるとのことである*5。(2024 年 7 月 19 日付 S&P Global、7 月 22 日付 World Nuclear News)

- *1 「ロシア産ウラン輸入禁止法」(Prohibiting Russian Uranium Imports Act) は、公法 (Public Law) 118-62 として J.バイデン (Joe Biden) 大統領が 2024 年 5 月 13 日に署名を行ったことにより成立した。同法は成立から 90 日後の 2024 年 8 月 11 日に発効する。
- *2 今のところ DOE は、「ロシア産ウラン輸入禁止法」(Prohibiting Russian Uranium Imports Act) の適用からの除外を求める申請がこれまでに何件あったか、および、これまでに何件の除外申請を認めたのかについて何も明らかにしていない。
- *3 2024 年 7 月 19 日にセントラス社が米国証券取引委員会 (US Securities and Exchange Commission) に対して提出した文書によって明らかにされた。
- *4 セントラス社によると、2026～2027 年に米国の顧客に納品することが既に契約済である分のロシア産 LEU を対象とした適用除外を認めるか否かについては、DOE はその納品日の近日になるまでは意思決定を保留しているとのことである。
- *5 セントラス社は、2026～2027 年にロシアから米国に納品される予定の LEU について、それを元にしてウラン製品を売却する対象の顧客が未決定であることを明らかにしている。

新たな TRISO 燃料工場をワイオミング州において建設するための動き: 2024 年 7 月 18 日、BWXT テクノロジーズ (BWXT) 社は、同社製の三重被覆 (TRISO) 燃料を製造するための新たな燃料工場を建設することについて、ワイオミング州内において立地選定するための要件に関して評価することを対象として、同社の子会社である BWXT アドバンスド・テクノロジーズ (BWXT AT) 社とワイオミング州政府が協力協定に署名したことを明らかにした。この協力協定の下で両者は、約 18 か月をかけて、潜在的な施設の立地場所、TRISO 燃料製品の仕様、施設の設計とエンジニアリング、設備投資額 (capital expenditures) と操業費用の見積、人材の配置と作業員に対して求められるスキル (能力) の要件、サプライチェーンに対して求められること、許認可審査、およびその他の要件等について評価を行う予定である。(2024 年 7 月 18 日付 BWX Technologies)

WH 社が ADOPT 燃料の製造を開始: 2024 年 8 月 7 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、英国に所在するスプリングフィールド燃料製造施設 (Springfields Fuel Manufacturing Facility) において、低濃縮ウラン・プラス (LEU+) ADOPT 燃料ペレットの製造を開始したことを発表した。LEU+ADOPT 燃料は最大 8% のウラン 235 (U-235) を含有しており、標準的な二酸化ウラン (UO₂) を使用した燃料と比較して安全性能を改善する添加物が含まれている。WH 社は、LEU+ADOPT 燃料ペレットの最初の商品化は 2025 年春を見込んでおり、その際は同ペレットを収めた先行試験燃料集合体 (LTA: Lead Test Assemblies) がサザン・ニュークリア (Southern Nuclear) 社のボーグル (Vogtle) 原子力発電所 2 号機に装荷される予定である。WH 社は、ADOPT 燃料の製造開始というマイルストーンは、サザン・ニュークリア社との提携関係、および米国エネルギー省 (DOE) の支援により達成されたとしている。(2024 年 8 月 7 日付 Westinghouse Electric Company、8 月 9 日付 World Nuclear News)

クリステンセン・ランチの第 10 鉱坑においてウラン生産が再開: 2024 年 8 月 13 日、ユレイニウム・エナジー社 (UEC: Uranium Energy Corp) は、同社がかつて操業していたもののこれまでにはウラン生産が行われていなかったクリステンセン牧場 (Christensen Ranch) の第 10 鉱坑において、原位置回収 (ISR: In-Situ Recovery) *によるウラン生産を同 8 月 6 日に成功裡に開始したことを明らかにした。今回のウラン生産再開を受けたイエローケーキ (ウラン精鉱) の初の発送は、2024 年 11 月または 12 月の予定である。(2024 年 8 月 13 日付 Uranium Energy Corp)

* ISR は、原位置抽出法 (ISL: in-situ leaching) と呼ばれ、地上から地下へ酸やアルカリ溶液等の溶媒を注入し、有益な金属資源を溶かして回収する採掘方法である。

【背景】

ユレイニウム・エナジー社 (UEC) は 2021 年 12 月にロスアトム (ROSATOM) 社からユレイニウム・ワン・アメリカ (U1A: Uranium One Americas) 社を買収した。U1A 社の資産にはイリガライ (Irigaray) 中央処理工場 (CPP: central processing plant) とクリステンセン牧場 ISR プロジェクトが含まれていた。2018 年に保存・整備 (care-and-maintenance) 状態 (産出は停止しているが将来的な再開を視野に管理され安全が保たれている状態) に置かれる以前のクリステンセン牧場 ISR プロジェクトでは、イリガライ CPP で生産されたものと合わせて、600 万ポンドを超えるウランが生産されたという。イリガライ CPP は UEC 社のワイオミング・ハブ・アンド・スポーク計画 (Wyoming hub-and-spoke project) の中核に位置付けられており、最初の原料をイリガライ CPP へ供給するプロジェクトがクリステンセン牧場 ISR プロジェクトであるとい

う。同社は 2023 年初めからクリステンセン牧場において生産再開に向けて取り組んでおり、既に鉱山ユニットにおいて一連の操業試験を実施したとしている。また、180 の坑井からなる新しい坑井区域 (Wellfield) の掘削・坑井設置を 2023 年 8 月に開始する予定としていた。2023 年 7 月 12 日には、UEC はクリステンセン牧場 ISR プロジェクトの操業再開のため必要な措置を加速させる同社の計画が完了し、同プロジェクトの早期再開が可能となったことを発表した。

WH 社が NRC から Encore 燃料の燃焼度制限引き上げを承認される：2024 年 8 月 15 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、同社の Encore 燃料設計の燃焼度制限を引き上げることに*、原子力規制委員会 (NRC) から承認を得たことを発表した。米国の加圧水型軽水炉 (PWR) は、現在は 18 か月の燃料サイクルで運転されているが、Encore 燃料により供給バッチのサイズを削減し燃料サイクルの経済性を向上することが可能であるという。WH 社は、将来的には電力事業者が 24 か月の燃料サイクルで原子炉を経済的に運転できるような道を開くとしている。(2024 年 8 月 15 日付 Westinghouse Electric Company)

* WH 社によると、米国において燃料交換される燃料バッチとして初めて、62 GWd/MTU の燃焼度制限を超過することが可能になったという。

NRC、フラマトム社によるウラン濃縮度最大 8%の燃料集合体の米国内での輸送を承認：2024 年 8 月 28 日、フラマトム (Framatome) 社は、同社による既存の TN-B1 沸騰水型軽水炉 (BWR) 燃料集合体輸送コンテナを使用し、ウラン濃縮度が最大 8%の使用前 (fresh) 燃料集合体を米国内において輸送することについて、米国原子力規制委員会 (NRC) が認可修正を承認したことを発表した。フラマトム社はこの NRC による承認について、現行の原子力発電所群において 2027 年までに濃縮度が高く高燃焼度の燃料を装荷するという同社の誓約 (commitment) に向けた大きな一歩であると述べている。(2024 年 8 月 28 日付 Framatome、8 月 29 日付 Nuclear Engineering International)

オラノ USA 社、オークリッジに北米最大級のウラン濃縮施設を新設の方針：2024 年 9 月 4 日、B.リー (Bill Lee) テネシー州知事は、オラノ USA (Orano USA) 社が最先端の遠心分離方式ウラン濃縮施設 (centrifuge uranium enrichment facility) の新規建設サイト候補として、同州内のオークリッジ (Oak Ridge) を選定したことを明らかにした。このウラン濃縮施設は多重構造 (multi-structure) の商業製造サイトであり、広さは約 75 万平方フィートで北米地域における最大級の濃縮施設となる。また、この濃縮施設によりローン郡 (Roane County) において 300 件以上の新規直接雇用が生じるとされる。テネシー州では州議会との提携の下で「原子力エネルギー基金」 (Nuclear Energy Fund) が設置されており*、オラノ USA 社はこの原子力エネルギー基金を利用してテネシー州内に施設を設ける第 2 の企業となるという。なお、オラノ社は 2023 年にフランスのジョルジュ・ベス II (GB-II : Georges Besse II) ウラン濃縮工場の濃縮能力拡張計画を明らかにしており、同社の N.マース (Nicolas Maes) CEO は 9 月 5 日にロンドンで開催された世界原子力シンポジウム (World Nuclear Symposium) において、GB-II ウラン濃縮工場の拡張工事は 2024 年 10 月に着工予定であり、2028 年の操業開始を目標としていることを明らかにしている。(2024 年 9 月 4 日付 Office of the Governor of Tennessee、9 月 5 日付 World Nuclear News)

- * リー知事が 2023～2024 会計年度の州政府予算において設置した基金であり、2024～2025 会計年度予算においては追加 1,000 万ドルが基金に対し配分されている。

2024 年第 2 四半期までに米国国内で生産されたウランの総量は既に 2023 年の年間総生産量の 3 倍以上：2024 年 9 月 25 日付の報道によると、2024 年第 2 四半期までに米国国内で生産されたウランの総量は、2023 年に米国国内で生産されたウランの総量の 3 倍以上に既に達しているとのことである。エネルギー情報局 (eia) の 2024 年第 2 四半期報告書によると、2024 年第 2 四半期に米国国内で生産されたウランの総量は八酸化三ウラン (U_3O_8) として 9 万 7,709 ポンド (lb) であり、2024 年第 1 四半期における 8 万 2,533 ポンドと比較して 18% の増加である。即ち、2024 年前半期における U_3O_8 としてのウラン生産の総量は計 18 万 242 ポンドであり、これは 2023 年の年間総生産量である 4 万 9,619 ポンドの 3 倍以上であり、2022 年の年間生産量である 19 万 3,945 ポンドに迫っている。なお、ロシア産ウランを対象とした米国政府による輸入禁止措置の回避手段として中国からの輸入が利用される懸念があるため、中国からの放射性物質等を対象とした輸入関税率*を現在の 7.5% から 25% へと 2024 年 9 月 27 日以降に引き上げる予定であるという。(2024 年 9 月 25 日付 World Nuclear News)

- * この関税の対象はアクチニウム (actinium)、カリフォルニウム (californium)、キュリウム (curium)、アインスタインウム (einsteinium)、ガドリニウム (gadolinium)、ポロニウム (polonium)、ラジウム (radium)、ウラン (uranium)、ならびに、それらの化合物 (compounds)、合金 (alloys)、分散物 (dispersions)、セラミック製品 (ceramic products)、および混合物 (mixtures) であるが、現時点において米国の原子力業界はそれらの物品を使用していないという。なお、中国からの濃縮ウラン製品 (EUP) に対する輸入関税率は現在 7.5% である。

DOE、HALEU 製造のための再転換役務契約を 6 社と締結：2024 年 10 月 8 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、高含有低濃縮ウラン (HALEU) サプライチェーンを構成する重要な役務の 1 つとして位置付けられる再転換 (deconversion) 役務について、米国政府が民間事業者から役務の提供を受けることに関する契約を、以下の 6 社との間で締結したことを明らかにした。

- BWX テクノロジーズ (BWXT) 社
- セントラス・エナジー (Centrus Energy) 社
- フラマトム (Framatome) 社
- GE ベルノバ (GE Vernova) 社
- オラノ (Orano) 社
- ウェスチングハウス (WH) 社

この契約により各社は再転換役務に係る入札に参加することが可能となる。DOE はこの契約により強力な競争が生じ、DOE は将来的な取り組みにあたって最適な事業者を選択することが可能になるとしている。各契約は 10 年間継続され、各事業者は最低 200 万ドルの契約報酬を受け取る。また、予算の余裕に応じて最大 8 億ドルが利用可能になるという。この契約により DOE が取得した HALEU は、DOE が実施している「先進的原子炉設計の実証プログラム」(ARDP) の下で開発中の原子炉*等を支援するために用いられる。なお、DOE はこの取り組みについて、

バイデン - ハリス (Biden-Harris) 政権による「米国への投資」(Investing in America) 政策の一環として位置付けている。(2024 年 10 月 8 日付 DOE)

- * テラパワー (TerraPower) 社による Natrium 炉、および X エナジー (X-energy) 社による Xe-100 が ARDP の下で開発されている。

【背景】

2023 年 11 月 28 日、DOE は HALEU を使用する先進炉向け燃料の信頼できる国内供給の確立を支援する目的で、再転換役務 (deconversion services) に関する提案依頼書 (RFP) を発行した。DOE は、六フッ化ウラン (UF₆) ガスとしての HALEU を多くの先進炉開発事業者が必要とする燃料の製造に使用される金属や酸化物等の様々な化学的形態へと再転換する契約を 1 件以上締結することを計画していた。再転換された物質は燃料製造事業者や他のエンドユーザに出荷されるまで保管される。すべての契約は最大 10 年間継続するとされ、契約事業者ごとに最低 200 万ドルの基本報酬 (base awards) が保証される。米国原子力学会 (ANS) によると契約の作業範囲は以下のとおりであるが、これらに限定されるものではない。

- 再転換サイトにおいて、UF₆ の形態で HALEU を濃縮サイトから受け取るにあたっての、あらゆる側面の調整、開発、および／もしくは実行
- 酸化物、金属、およびその他の形態の濃縮ウランを燃料製造業者に対し輸送するにあたり、計画立案、準備、梱包、積み込み、その他支援の必要に応じた提供
- 個別の発注 (individual task order) に規定されているとおり、UF₆ を金属、酸化物、および他の形態の燃料製造原料に転換するような、米国本土 (continental United States) における再転換役務の提供
- HALEU 製品の梱包を含む、施設・設備・消耗品 (supplies) の設計、エンジニアリング、製造、および試験
- 保障措置およびセキュリティ要件を含む、NRC の認可 (licenses)、認証 (certifications)、許可 (permits)、および必要なその他の承認 (approvals) の取得
- DOE により特定された、プログラムに関連する参加者を対象としたプロジェクト管理、統合、および計画立案業務
- あらゆる形態における HALEU の一時的な貯蔵の提供
- 費用対効果分析を含むビジネス・経済調査の実施

HALEU 商業生産確立に向けた DOE 提案について FEIS が発行される：2024 年 10 月 8 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、高含有低濃縮ウラン (HALEU) の商業生産確立を促進するため DOE が提案した措置^{*1}の影響を分析した、最終 (final) 環境影響評価書 (EIS : Environmental Impact Statement) ^{*2}を公表した。この最終 EIS において提案された措置 (Proposed Action) は、商業団体 (commercial entities) が生産した HALEU を取得し、商用利用や実証事業に使用できるようにすることに重点を置いたものである。DOE はこの最終 EIS により、バイデン - ハリス (Biden-Harris) 政権による HALEU の国内生産拡大という目標に向けて前進したと述べている。(2024 年 10 月 8 日付 DOE)

- *1 2020 年エネルギー法 (Energy Act of 2020) は DOE に対し、民生用、また米国内の研究・開発・実証・商業利用のための HALEU の入手可能性を支援するプログラムを設置・実施するよう指示している。
- *2 この文書の正式表題は「FINAL Environmental Impact Statement for Department of Energy Activities in Support of Commercial Production of High-Assay Low-Enriched Uranium (HALEU)」である。下記のページにて閲覧可能である。<https://www.energy.gov/ne/haleu-environmental-impact-statement>

ユレンコ社のユーニス濃縮施設に新規遠心分離機が設置される：2024 年 10 月 10 日、ユレンコ (Urenco) 社は、米国ニューメキシコ州ユーニス (Eunice) 所在のウラン濃縮施設において、既存の遠心分離ホールに新たな遠心分離機を設置したことを発表した。新規の遠心分離機により同施設の濃縮能力は約 15%増加し、年間 70 万分離作業単位 (SWU) が追加される。ユレンコ社

はこの新たな遠心分離機による濃縮ウラン生産を 2025 年に開始する予定である。ユレンコ社のユーニス施設は米国における唯一の商用ウラン濃縮施設であり、2023 年の年間生産量は 440 万 SWU であった。同施設は年間生産量を 1,000 万 SWU まで拡張可能であるような物理的空間と認可を有しており、ユレンコ社は 2027 年完了を予定して同施設の拡張事業を行っている。(2024 年 10 月 10 日付 Urenco)

オクロ社燃料製造施設の概念設計が DOE により承認される：2024 年 10 月 15 日、エネルギー省 (DOE) は、オクロ (Oklo) 社によるオーロラ燃料製造施設 (Aurora Fuel Fabrication Facility) に関する概念設計安全報告書 (CSDR : Conceptual Safety Design Report) *¹ を承認したことを発表した。オーロラ燃料製造施設はアイダホ国立研究所 (INL) に設置される計画で、EBR-II から回収された使用済の放射性物質 (used material) を、オクロ社の先進原子力発電所において使用可能な燃料の形に変えるものである。オクロ社が開発する鉛冷却高速炉であるオーロラ発電所 (Aurora Powerhouse) は、新しい (fresh) 高含有低濃縮ウラン (HALEU) と使用済燃料の双方で運転するよう設計されている。今回 CSDR が承認されたオーロラ燃料製造施設では、EBR-II に由来する HALEU を使用して燃料が製造されるという*²。施設の建設開始に先立ち、オクロ社は施設設計を完了し、DOE から承認を取得する必要がある。(2024 年 10 月 15 日付 DOE、Oklo)

- *1 CSDR は 2024 年初めに DOE のアイダホ運営事務所 (DOE-ID : Idaho Operations Office) に対し提出されていた。同事務所はオクロ社による INL における事業の原子力安全および規制を担当する。
- *2 オクロ社は INL との間の協力協定 (cooperative agreement) の一部として、5MT の HALEU へのアクセス権を与えられている。なお、DOE この HALEU の使用中・使用後においても所有権を保持するとされている。

DOE、HALEU 製造のための濃縮契約を 4 社と締結：2024 年 10 月 17 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、高含有低濃縮ウラン (HALEU) サプライチェーンを構成する重要な役務の 1 つとして位置付けられる濃縮 (enrichment) 役務について、米国政府が民間事業者から役務の提供を受けることに関する契約を、以下の 4 社との間で締結したことを明らかにした。

- ルイジアナ・エナジー・サービスズ (Louisiana Energy Services) 社*¹
- オラノ・フェデラル・サービスズ (Orano Federal Services) 社*²
- ジェネラル・マター (General Matter) 社*³
- アメリカン・セントリフュージ・オペレーティング (American Centrifuge Operating) 社*⁴

今回の契約により、各社は六フッ化ウランガス (UF₆) の形で HALEU を製造・貯蔵する取り組みについての入札に参加することが可能となる。DOE は、この契約により 4 社の間で競争が生じ、将来的な取り組みにあたって DOE は最適な事業者を選択することが可能になるとしている。各契約は 10 年間継続され、各事業者は最低 200 万ドルの契約報酬を受け取る。また、予算によっては最大 27 億ドルが利用可能になるという。この契約により DOE が取得した HALEU は、DOE が実施している「先進的原子炉設計の実証プログラム」(ARDP) の下で開発中の原子炉等

を支援するために用いられる。(2024 年 10 月 17 日付 DOE)

- *1 ユレンコ (Urenco) 社の子会社であり、ユレンコ USA (UUSA : Urenco USA) ユーニス (Eunice) 施設を運営している。
- *2 オラノ USA (Orano USA) 社内のビジネスユニットであり、環境浄化 (environmental cleanup) と先進的原子力ソリューションに関するサービスを提供する。
- *3 公式サイト <https://generalmatter.com/> が開設されているが、詳細は不明である。
- *4 セントラス・エナジー (Centrus Energy) 社の子会社であり、オハイオ州パイクトンのアメリカン・セントリフュージ・プラント (ACP : American Centrifuge Plant) において HALEU 製造を行っている。

セントラス社が遠心分離機製造を再開、追加投資も行う方針 : 2024 年 11 月 20 日、セントラス (Centrus Energy) 社は、テネシー州オークリッジ (Oak Ridge) の同社の技術・製造センター (Technology and Manufacturing Center) ^{*1} において遠心分離機の製造作業 (centrifuge manufacturing activities) を再開することを発表した。またセントラス社は、オークリッジ施設における遠心分離機製造作業再開の取り組みに対して、今後 18 か月間において約 6,000 万ドルの追加投資を行う方針も併せて示した。セントラス社は、この一連の取り組みにより、オハイオ州パイクトン (Piketon) に立地するアメリカン・セントリフュージ・プラント (ACP : American Centrifuge Plant) ^{*2} におけるウラン濃縮の大規模な拡大の可能性を支援するとしている。(2024 年 11 月 20 日付 Centrus Energy、11 月 21 日付 World Nuclear News)

- *1 セントラス社のアメリカン・セントリフュージ技術 (American Centrifuge technology) は、オークリッジに所在する技術・製造センターにおいて 14 社の米国企業のサプライチェーンによる支援を受けて独占的に製造されている。
- *2 ACP では米国エネルギー省 (DOE) との契約に基づき高含有低濃縮ウラン (HALEU) 製造がおこなわれている。

LANL で HALEU 燃料の臨界実験が行われる : 2024 年 11 月 21 日、エネルギー省 (DOE) 原子力エネルギー局 (NE) は、一部の先進炉設計が必要とするセラミック燃料を使用した米国初の臨界実験を実施したことを発表した。この実験はダイモス実験 (Deimos experiment) と呼称されており、ロスアラモス国立研究所 (LANL) の研究者らがラスベガス郊外の国立臨界実験研究センター (National Criticality Experiments Research Center) において実施したものである。実験では臨界実験装置 (critical assembly machine) を改造し、新たな黒鉛炉心と、TRISO 粒子を含む高含有低濃縮ウラン (HALEU) ベースの燃料ペレットを入れる「カップ」(cups) を取り付け、システムの臨界性を実証した。この実験により、米国において 20 年以上振りに、HALEU 燃料に関する臨界安全性データが得られたという。ダイモス実験により得られたデータは、原子炉の実証・配備のための HALEU インフラの適時な許認可を確実なものとするための取り組みを支援するために用いられる。(2024 年 11 月 21 日付 DOE)

新たな原子力技術における廃棄物問題でディープジオ社とコペンハーゲン・アトミックス社が協力へ : 2024 年 11 月 26 日、米国等に拠点を置く多国籍処分施設開発企業であるディープジオ (DeepGEO) 社^{*}と、デンマークの次世代炉開発企業であるコペンハーゲン・アトミックス (Copenhagen Atomix) 社は、コペンハーゲン・アトミックス社が開発する小型モジュール式ト

リウム溶融塩炉に必要な放射性物質および燃料の理解を深めるため、協力合意を締結したことを発表した。コペンハーゲン・アトミックス社によるトリウム溶融塩炉では、従来型の原子炉に由来する使用済燃料内の超ウラン元素を消費（consume）することが期待されている。コペンハーゲン・アトミックス社が試験・実証を開始するにあたって、ディープジオ社は低・中レベル放射性廃棄物の管理と処分に関連する役務を提供するとしている。両社による協力の重要な面には、技術、燃料と廃棄物の特性評価、および国家間でこれらの物質を取り扱い、輸送し処分するにあたっての法制度や規制が含まれるという。（2024 年 11 月 26 日付 DeepGEO、World Nuclear News）

- * 米国を本拠地とし、カナダ、欧州、アフリカにおいて、使用済燃料を対象とする多国間処分施設の開発に取り組んでいる。

NWF の財務諸表監査報告書、商用由来の使用済燃料を処分できないことによる全体的な見積負債について指摘：2024 年 11 月 27 日付の報道によると、エネルギー省（DOE）管轄下の放射性廃棄物基金（NWF：Nuclear Waste Fund）について、2024 会計年度の財務諸表監査報告書^{*1}が公開されていたとのことである。その結果によると、米国国内で発生した商用由来の使用済燃料を処分することができないことによる全体的な見積負債は、2023 会計年度において 341 億～410 億ドルであったものが、2024 会計年度においては 376 億～445 億ドルとなり、約 10%増加したとのことである^{*2}。なお 2024 年 9 月現在における NWF の残高は 522 億ドルであるとのことである。（2024 年 11 月 27 日付 American Nuclear Society）

- *1 この監査報告書は 2024 年 11 月 14 日付で公開された『The Department of Energy Nuclear Waste Fund's Fiscal Year 2024 Financial Statement Audit』であり、監査は KPMG LLP が行った。この監査は現行の発電炉群の運転期間について様々な考え得るシナリオを反映している。また、この監査は DOE が使用済燃料の受け入れを開始する可能性があると思定している時期に基づいているという。DOE は 2024 年 5 月に集中中間貯蔵施設（CISF）に係る初期承認を受けており、この CISF は建設されれば 2046 年までに使用済燃料の受け入れを開始する見込みである。
- *2 この見積負債には、連邦規則集第 10 編第 961 項（10 CFR Part 961）において規定されている使用済燃料の処分を対象とした標準契約（standard contract）を DOE が履行していないことについて、原子力発電所の所有者と事業者に対して既に支払済である 111 億ドル分は含まれていない。10 CFR Part 961 の規定によると DOE には、米国国内で発生した商用由来の使用済燃料について、処分のために 1998 年 1 月 31 日までに各原子力発電所からの引取を開始することが要求されている。一方、DOE に対して課されている義務が果たされていないにもかかわらず、使用済燃料の所有者に対しては DOE による使用済燃料処分を名目とした手数料の支払いが義務付けられていることを受けて、使用済燃料の所有者は、使用済燃料管理に係る継続的な費用を巡り、いつものことながら米国連邦政府を提訴している。ただし、使用済燃料の所有者の立場で捉えた時の回収費用は、財務省の判決基金（Judgement Fund）から支払われており、DOE から支払われているのではない。

使用済燃料リサイクル施設の許認可を合理化する超党派法案が提出：2024 年 12 月 6 日、米国連邦議会下院において、超党派法案として「Nuclear REFUEL 法」案が提出された*。同法案は原子力法（Atomic Energy Act）における「製造施設」（production facility）の定義を修正し、ウラン-超ウラン混合燃料を製造する再処理施設の許認可を単一段階の許認可プロセスである連邦規則集第 10 編第 70 項（10 CFR Part 70）の下でのみ行うことを明確にするとともに、燃料リサイクル施設への許認可要件を合理化することを企図するものである。（2024 年 12 月 6 日付

Congressman Bob Latta Press Releases、12 月 12 日付 American Nuclear Society)

- * 共和党の B.ラッタ (Bob Latta) 下院議員と民主党の S.ピーターズ (Scott Peters) 下院議員によって提出された。正式名は「プルトニウムを他の超ウラン元素から分離しない方法で使用済燃料の再処理能力を有する機器もしくは装置を除外する目的で 1954 年原子力法の「製造施設」の定義を修正するため、および他の目的のための法案」(A BILL To amend the definition of “production facility” in the Atomic Energy Act of 1954 to exclude an equipment or device capable of reprocessing spent nuclear fuel in a manner that does not separate plutonium from other transuranic elements, and for other purposes.) である。法案番号として H.R.10321 が付与され、提出日に下院のエネルギー商業委員会へ付託された。

【背景】

原子力規制委員会 (NRC) はプルトニウムを分離しない方式で使用済燃料のリサイクルを行う使用済燃料リサイクル施設の許認可に使用する規制経路を明確に示していない。B.ラッタ下院議員は、そのような使用済燃料リサイクル施設は、連邦規則集第 10 編 (10 CFR) のうち主に原子炉を対象とする第 50 項 (Part 50) と燃料サイクルを対象とした許認可の第 70 項 (Part 70) の 2 つのカテゴリに基づき許認可が行われうると推測している。NRC は 2007 年から再処理施設の許認可に関する規制上のギャップの問題に取り組んでいたが、2021 年に再処理施設の許認可に関する規制策定の中止を決定していた。また、2024 年 9 月 24 日、エネルギー省 (DOE) に対し、米国内の使用済燃料在庫のリサイクルに関する新技術と機会を調査するための独立専門家委員会の創設を求める、略称「2024 年核燃料リサイクル研究促進法」(Advancing Research in Nuclear Fuel Recycling Act of 2024) の法案が T.クルーズ (Ted Cruz) 上院議員と M.ハインリッヒ (Martin Heinrich) 上院議員により上院へ提出されていた。この法案は S.5157 という番号を付与され、即日上院エネルギー天然資源委員会 (Committee on Energy and Natural Resources) へ付託されている。なお、米国においては、1977 年に J.カーター (Jimmy Carter) 政権が商用原子炉に由来する使用済燃料の商業目的の再処理の無期限延期を決定して以降、使用済燃料は再処理せずに廃棄物として処分するという方針 (ワンスルー方式) が取られている。

LEU の調達契約を DOE が締結することが可能である対象企業として 6 社を選定：2024 年 12 月 10 日、エネルギー省 (DOE) は、低濃縮ウラン (LEU) の調達契約を DOE が締結することが可能である対象企業として 6 社^{*1}を選定した。今回の選定は、米国国内におけるウラン製造能力を新たに構築することについて民間企業に対してインセンティブを与えるものである^{*2}。これは、ロシアの影響を受けないようなサプライチェーンを構築しつつ、価格が手頃で信頼性のある電力と高賃金のクリーンエネルギー分野での雇用について、米国国内を通じて消費者に対して確実に利用可能なものにするという現行のバイデン - ハリス政権 (Biden-Harris Administration) のコミットメントを強化するものである。(2024 年 12 月 10 日付 Office of Nuclear Energy, DOE)

- *1 American Centrifuge Operating, LLC、General Matter, Inc.、Global Laser Enrichment, LLC、Louisiana Energy Services, LLC、Laser Isotope Separation Technologies, Inc.、および Orano Federal Services, LLC の 6 社。
- *2 DOE との間で LEU の調達契約を締結することができた場合、いずれの企業についても、契約期間は最大 10 年間であり、契約額は 200 万ドル以上である。

UUSA 社の遠心分離濃縮工場、濃縮度上限が 10wt%へ：2024 年 12 月 10 日付の連邦官報によると、原子力規制委員会 (NRC) は、北米で唯一操業しているニューメキシコ州ユーニス (Eunice) 所在の商用ウラン濃縮施設であるユレンコ USA (UUSA : Urenco USA) 社の遠心分離濃縮工場を対象として、UUSA 社として事業を行っているルイジアナ・エナジー・サービスズ社 (Louisiana Energy Services, LLC) に対して発給している特殊核物質 (SNM) 認可第 SNM-2010 号 (License No. SNM-2010) について、UUSA 社からの申請を受けて改定することを承認した。これにより同工場で製造されるウラン 235 (U-235) は、濃縮度の上限について、従来の 5.5wt% (weight percent)

から 10wt%未満（低濃縮ウラン・プラス（LEU+））^{*1}へと高めることが可能となる。これを受けて NRC スタッフは、この改定について環境評価書（EA）を発行し、重大な影響が確認されないとする所見（FONSI : Finding of No Significant Impact）を発行している。なお次の段階は、この改定における要件について UUSA 社の実施状況に対する NRC のレビューであり、これは 2025 年春後半に予定されている^{*2}。（2024 年 12 月 10 日付 Federal Register、12 月 13 日付 World Nuclear News）

- *1 LEU+は、濃縮度 5～10wt%のウラン 235（U-235）を使用する燃料のことを非公式に指す用語である。高含有低濃縮ウラン（HALEU）は、濃縮度 5～19.75wt%の U-235 を使用する燃料のことである。つまり LEU+は、HALEU として分類される濃縮度の燃料のうち、濃縮度が低い方を指している。
- *2 最終的に UUSA 社は、同工場のすべてのカスケードにおいて、濃縮度が最大 10wt%のウランを製造することについて NRC からの承認を取得する予定である。

ライトブリッジ社、NRC および DOE と先進燃料開発協力で MOU を締結：2024 年 12 月 18 日、ライトブリッジ（Lightbridge）社は、原子力規制委員会（NRC）およびエネルギー省（DOE）との間で、先進核燃料の開発および準備において協力することを目的とした了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。「2024 年クリーンエネルギーのための多目的・先進的原子力配備加速法」（ADVANCE : Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy Act of 2024）^{*}の下で締結されたこの MOU は、事故耐性燃料および次世代炉用燃料を含む先進燃料の開発、試験、規制評価を加速することを確認なものとするため、DOE と NRC が技術的専門知識および知見を共有する枠組みを設けるものである。（2024 年 12 月 18 日付 Lightbridge）

- * ADVANCE 法は、超党派の支援を受けて議会を通過し 2024 年 7 月 9 日に J.バイデン（Joe. Biden）大統領が署名を行って、法律として成立させた「消防助成・安全法」（Fire Grants and Safety Act）にディビジョン B として含まれている。

ランス鉱山において 5 年ぶりにウラン原位置抽出法プロジェクトが再開：2024 年 12 月 18 日、ワイオミング州所在のランス（Lance）鉱山の鉱山ユニット 1（Mine Unit 1）内で選定された区域において、前回最後にウランの商業生産が行われた 2019 年以降 5 年振りに、ウランの原位置抽出（in-situ leach）プロジェクト^{*}が再開した。再開後に初となるイエローケーキの生産は 2025 年 3 月の予定である。（2024 年 12 月 20 日付 World Nuclear News）

- * このプロジェクトは、オーストラリアに本拠地を置くペニンシュラ・エナジー社（Peninsula Energy Ltd.）が所有しており、その完全子会社である米国法人のストラータ・エナジー社（Strata Energy Inc.）が同プロジェクトを実施している。ユレイニウム・エナジー社（Uranium Energy Corp）のイリガラヤ（Irigaray）中央処理工場（central processing plant）の操業によって発生した吸着樹脂（loaded-resin）を処理するための加工契約（toll-milling agreement）が失敗に終わった後の 2023 年 9 月、ペニンシュラ・エナジー社は、ランス鉱山において中央樹脂処理工場（central resin processing plant）を建設する計画を進めることを決定している。この計画が完了すると、この中央樹脂処理工場では、年間最大 200 万ポンドの八酸化三ウラン（U₃O₈）（7 万 6,929tU）のイエローケーキを生産することができるようになる。

ライトブリッジ社とオクロ社、両社の商用燃料製造施設の併設を検討する MOU を締結：2025 年 1 月 28 日、オクロ（Oklo）社とライトブリッジ（Lightbridge）社は、ライトブリッジ商業規模燃

料製造施設（Lightbridge Commercial-scale Fuel Fabrication Facility）をオクロ社の商用燃料製造施設に併設することについて実現可能性調査を実施し、放射性廃棄物である使用済燃料のリサイクルにおいて協働する機会を探るための計画を定めた了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。ライトブリッジ社は既存軽水炉および加圧重水炉（PHWR）向けの次世代型燃料技術であるライトブリッジ燃料（Lightbridge Fuel）を開発しているほか、小型モジュール炉（SMR）向けライトブリッジ燃料の開発にも取り組んでいる。オクロ社のビジネスモデルは、高速中性子炉であるオーロラ発電所（Aurora powerhouse）を販売することであるというよりは、同発電所を同社自身が建設・所有・運転することによって電力を販売することである。またオーロラ発電所では新しい高含有低濃縮ウラン（HALEU）もしくは使用済燃料から製造された金属燃料を使用する。ライトブリッジ社によると、両社の商用燃料製造施設を併設することで、初期資本支出（upfront capital expenditures）と継続的運用コスト（ongoing operating cost）の双方において大きな相乗効果をもたらす可能性があるという。（2025 年 1 月 28 日付 Oklo、World Nuclear News）

2023 年に米国原子力発電事業者が使用したウランのほぼ全量が輸入品：2025 年 1 月 30 日、米国エネルギー情報局（eia）は、米国の原子力発電事業者が 2023 年に使用したウラン精鉱のほぼ全量を輸入に依存していたことを明らかにした。2023 年において米国の原子力発電事業者が燃料製造に使用したウラン精鉱（八酸化三ウラン（ U_3O_8 ））のうち 3,200 万ポンド（lb）が輸入品であった一方、米国産の U_3O_8 は 5 万ポンドであったという。2023 年における米国のウラン輸入先は主にカナダ、オーストラリア、ロシア、カザフスタン、およびウズベキスタンであったが、eia は米国の原子炉で使用されるウランの生産地は今後数年間で変化する可能性があるとは指摘している*。なお、eia によると 2024 年第 3 四半期における米国の U_3O_8 生産量は 12 万 1,296 ポンドであり、第 2 四半期の生産量である 9 万 7,709 ポンドから 24%増加している。また、エネルギー省（DOE）は米国内における商用原子力発電所向け燃料製造の復興を支援するため、連邦議会から 27 億ドルの資金を受けたという。（2025 年 1 月 30 日付 U.S. Energy Information Administration、2 月 3 日付 NucNet）

* 2024 年 5 月に米国はロシア産ウラン製品の輸入を禁止した。しかし、各企業は 2028 年 1 月 1 日までは輸入禁止の免除を申し出ることが可能である。

ニュージャージー州租税裁判所、使用済燃料貯蔵キャスクについて不動産として課税可能との判断：2025 年 2 月 25 日、ニュージャージー州租税裁判所（The Tax Court of New Jersey）は、閉鎖済のオイスター・クリーク（Oyster Creek）原子力発電所*1サイトにおける使用済燃料貯蔵キャスクについて、不動産として課税の対象となるとの判断を示した*2。この判断について同裁判所は、現行の連邦法の下では、原子力発電所サイトに設置されている独立使用済燃料貯蔵施設（ISFSI：independent spent fuel storage installation）において定置されている使用済燃料について処分を行うための輸送先（最終処分場等）が存在しないため、そのような使用済燃料を閉じ込めているキャスクはその場所において永続的に定置されているのであり、従って不動産として課税が可能であると述べている。なお、同発電所の ISFSI においては、使用済燃料とクラス C を超

える放射性廃棄物 (greater-than-Class C waste) の両方を閉じ込めた (containing) 67 基のキャスクがいずれも単体で屋外に並べた形で定置されている。(2025 年 2 月 27 日付 American Nuclear Society)

- *1 オイスター・クリーク原子力発電所は、電気出力 62 万 5,000kWe の沸騰水型軽水炉 (BWR) 1 基からなり、1969 年に商業運転を開始して 2018 年に恒久停止した。同発電所の認可について原子力規制委員会 (NRC) は 2019 年、所有事業者かつ運転事業者であったエクセロン (Exelon) 社から、所有事業者としてのオイスター・クリーク・環境防護 (Oyster Creek Environmental Protection) 社 (ホルテック・インターナショナル (Holtec International) 社の子会社) と運転事業者 (操業事業者) としてのホルテック・デコミッショニング・インターナショナル (HDI : Holtec Decommissioning International) 社へと移転することを承認している。HDI 社は、同発電所の廃止措置を行っており、同発電所に残っていた全ての使用済燃料について、同発電所サイトの ISFSI への移転を 2021 年 5 月末までに完了している。2035 年末までに HDI 社は、同発電所の廃止措置を完了させるとともに同発電所の認可を終了させる意向である。
- *2 ニュージャージー州租税裁判所による今回の判断は、オイスター・クリーク原子力発電所サイトにおける使用済燃料貯蔵キャスク (ISFSI) について、不動産であると看做することが可能であるかを巡る訴訟においてレイシー自治体 (Township of Lacey) が同発電所の現在と過去の所有者 (前者はオイスター・クリーク・環境防護社、後者はエクセロン社) と法廷で争っていた件に対するものである。同発電所の現在と過去の所有者は、ISFSI について、最終処分場が操業を開始するまでの間に限定して暫定的に定置しているものであるため、不動産には当たらないと述べていた。

MCRE を対象とした燃料製造効率が大きく改良 : 2025 年 3 月 3 日、アイダホ国立研究所 (INL) は、熔融塩実験炉 (MCRE : Molten Chloride Reactor Experiment) * の開発において、2020 年以降の 5 年にわたる取組みを経て、投入量の 90% 以上の金属ウラン原料 (metal uranium feedstock) について、MCRE を対象として利用可能な燃料を製造するために、熔融塩において溶解するような化合物へと変換させることに成功したことを明らかにした。これにより、以前は一度に 2~3 オンス (ounces) の燃料しか製造することができなかったが、1 回分の製造作業によって一度に 190 オンス以上の燃料を製造することができるようになったとのことである。(2024 年 3 月 3 日付 Idaho National Laboratory、3 月 7 日付 American Nuclear Society)

- * MCRE については 2028 年までに INL において運転を開始することが最終目標である。それにより MCRE は、INL 所在の国立原子炉イノベーションセンター (NRIC) における実験室 LOTUS (Laboratory for Operation and Testing in the United States) のテストベッドにおいて運転を開始する最初の事例となる見込みである。

トランプ政権下の人員削減によるハンフォード浄化事業への影響 : 2025 年 3 月 4 日付の報道によると、政府効率化省 (DOGE : Department of Government Efficiency) や大統領令による連邦政府組織の人員削減により、エネルギー省 (DOE) はこれまでに人員の約 11% にあたる 1,800 名の職員を解雇したという。DOE のハンフォード (Hanford) サイト*では、300 名の職員のうちこれまでに約 50 名が解雇され、更なる人員削減も予定されている。ハンフォード・サイトの B. ヴァンス (Brian Vance) サイト・マネージャーは、残った DOE 職員はハンフォード・サイトの環境的クリーンアップに注力しなす必要があり、クリーンエネルギー・イニシアチブ等の以前実施していたいくつかの事業に対する支援は行わない可能性がある」と述べている。また同サイト・マネージャーは、請負事業者と協力し連邦政府職員の削減による損失を軽減するための機会を探っている。(2025 年 3 月 4 日付 Nuclear Engineering International)

- * ハンフォード・サイトには第二次世界大戦から冷戦期における核兵器開発および原子力エネルギー研究に由来する老朽化した地下廃棄物タンクが 177 基存在しており、DOE によるクリーンアップ事業が行われている。ハンフォード・サイトは業務の多くが請負に出されており、連邦職員約 300 名に対し、請負事業者は約 1 万 3,000 名が勤務していたという。なお、トランプ政権は請負事業者の利用を最大限減らさなければならないとしている。

WIPP における SSCVS 施設の試稼働が完了：2025 年 3 月 4 日、エネルギー省（DOE）環境管理局（EM：Office of Environmental Management）は、核廃棄物隔離試験施設（WIPP：Waste Isolation Pilot Plant）における新規・最新式・大規模な換気システムである「安全上重要な閉じ込め換気システム」（SSCVS：Safety Significant Confinement Ventilation System）施設の試稼働が完了したことを明らかにした。これにより WIPP の地下に対する追加の空気の流れができたこととなる。次の段階の目標としては、SSCVS について、WIPP サイトの他のシステムに対して完全に統合化されていることを示すための評価を行うことである。これは、想定通りに全ての主システムとバックアップシステムが機能して稼働していることを実証するためのものであるとともに、この換気システムについて WIPP の運転員が熟達し、完全に理解していることを実証するためのものである。その上で最終的に EM は、SSCVS の稼働を承認するための評価を実施する予定である。（2025 年 3 月 4 日付 Department of Energy Office of Environmental Management）

WH 社とユレンコ社、eVinci マイクロ炉向けに HALEU 濃縮契約を締結：2025 年 3 月 18 日、ウェスチングハウス（WH）社とユレンコ（Urenco）社は、WH 社の eVinci マイクロ炉向けにユレンコ社が高含有低濃縮ウラン（HALEU）の濃縮役務を提供することについて、契約を締結したことを発表した。契約期間は 5 年間であるという。（2025 年 3 月 18 日付 Westinghouse Electric Company）

1.7 放射線利用技術開発

DOE IP、Sr-82 民間サプライチェーンの確立をもって Sr-82 製造能力の待機状態を終了：2024 年 4 月 25 日、エネルギー省アイソトープ・プログラム (DOE IP: Department of Energy Isotope Program) は、ストロンチウム 82 (Sr-82) *¹ 製造能力のアクティブ待機 (active stand-by) 状態を終了したことを発表した。DOE IP は待機終了の理由として、Sr-82 サプライチェーンの商業化に成功したことを挙げている*²。DOE IP は放射性同位体製造能力を、ストロンチウム 89 (Sr-89) を含む他のミッションの需要に再割り当てするとしている。(2024 年 4 月 25 日付 DOE IP、5 月 3 日付 American Nuclear Society)

- *1 Sr-82 は Sr-82/Rb-82 医療用ジェネレータ (Sr-82/Rb-82 medical generators) において使用される親核種である。ルビジウム 82 (Rb-82) は半減期 72 秒で、成人の心臓画像診断向け PET トレーサーとして用いられる。Rb-82 は、モリブデン 99 (Mo-99) のサプライチェーンが脆弱だった際の代替品としても利用されてきた。
- *2 DOE IP は 2000 年代初頭から Sr-82 の安定供給を開始した。その後、需要が高まるにつれて民間事業者によるサプライチェーンへの参入が始まったことから、DOE IP は商業化促進のための技術的支援を提供してきた。民間事業者によるサプライチェーンが成熟した 2020 年以降は、緊急時のバックアップとして DOE IP の Sr-82 製造能力はアクティブ待機状態を維持していた。

放射性同位体の製造についてオクロ社とアトミック・アルケミー社が協力：2024 年 5 月 13 日、オクロ (Oklo) 社は、同社のリサイクリング過程から、および、高速炉での同位体製造を通じて放射性同位体を製造することについて、戦略的パートナーシップを樹立することで同社とアトミック・アルケミー (Atomic Alchemy) 社が了解覚書 (MOU) に署名したことを明らかにした。この戦略的パートナーシップにより両社は、がん治療・画像診断・クリーンエネルギー技術において極めて重要な産業用・医療用同位体の製造を増加させることを企図している。なお、この戦略的パートナーシップについてオクロ社は、同位体の安定的な米国国内供給を達成し、同位体に対する現在と将来の需要を満たすことに繋がり、サプライチェーンにおける同位体とトリチウムの供給不足について対処するものであるとともに、それにより米国国外のサプライヤーへの依存を低減させることに繋がるものであると評している。(2024 年 5 月 13 日付 Oklo、5 月 17 日付 American Nuclear Society)

オラノ・メッド社、Pb-212 を用いた医薬品製造施設を米国で開所：2024 年 6 月 6 日、オラノ・メッド (Orano Med) 社*は、米国インディアナ州インディアナポリス (Indianapolis) 近郊のブラウンズバーグ (Brownsburg) において同社初のアルファ療法研究所 (ATLab: Alpha Therapy Laboratory) である ATLab インディアナポリスを正式に開所した。ATLab インディアナポリスは、鉛 212 (Pb-212) に基づく放射性リガンド療法の放射性医薬品製造に特化した世界初の産業規模の製薬施設であり、北米地域における Pb-212 製造および流通に焦点を当てた施設である。オラノ・メッド社によると、インディアナポリス近郊は主要な国内・国際流通ネットワークに近く、世界で 2 番目に大きいフェデックス (FedEx) 社のハブがあることから放射性医薬品の確実な輸送が保証されるという。オラノ・メッド社は 2023 年にフランスにおいて欧州向けの同様の施設

である ATLab ヴァランシエンヌ (Valenciennes) の建設工事を開始している。ATLab インディアナポリスと ATLab ヴァランシエンヌを合わせて、オラノ・メッド社は 2025 年までに年間 1 万回分 (doses) の Pb-212 を製造可能であり、10 年後には 10 万回分の Pb-212 を製造することを目指している。また同社は世界的な需要を満たすために ATLab の追加での建設も検討しているという。(2024 年 6 月 6 日付 Orano)

- * オラノ (Orano) 社の子会社で、がんに対する標的アルファ線療法 (TAT : targeted alpha therapies) の開発を行う。

BWXT メディカル社が無担体 Ac-225 の DMF を FDA に提出 : 2024 年 6 月 7 日、BWXT テクノロジーズ (BWXT) 社は、子会社である BWXT メディカル (BWXT Medical) 社が米国食品医薬品局 (FDA : U.S. Drug and Food Administration) に対し、無担体 (n.c.a. : No Carrier Added) アクチニウム 225 (Ac-225) 原薬 (API : Active Pharmaceutical Ingredient) に関するドラッグマスターファイル (DMF : Drug Master File) ^{*1} を提出したことを発表した。BWXT メディカル社はカナダの粒子加速器センター TRIUMF と共同で、トリウム標的の高エネルギー陽子による核破砕法 (high-energy proton spallation) による Ac-225 製造技術の開発および Ac-225 製造を行っている^{*}。² BWXT メディカル社の Ac-225 は既に早期臨床研究 (early clinical study) において使用されており、DMF は早期以降の段階の臨床研究や新薬申請書類を裏付けるために参照可能な状態にあるという。(2024 年 6 月 7 日付 BWXT)

- *1 ドラッグマスターファイル (DMF) とは、人間を対象とした医薬品の製造、処理、梱包、および貯蔵に使用される施設やプロセス、又は物品に対する機密かつ詳細な情報を提供するために FDA に対し提出される書類を指す。
- *2 高エネルギー照射はラジウム 225 (Ra-225) 製造において有利である。Ra-225 は分離され、Ac-225 ジェネレータに装填される。このジェネレータの溶出により、長寿命不純物である Ac-227 を含まない Ac-225 を得ることができる。

HEU を使用せずに Mo-99 を製造するための取組み : 2024 年 7 月 17 日、シャイン・テクノロジーズ (SHINE Technologies) 社は、同社のモリブデン 99 (Mo-99) 製造に対する米国政府による支援として、エネルギー省 (DOE) の国家核安全保障局 (NNSA) から 3,200 万ドルの資金拠出を受けたことを明らかにした。今回の資金拠出は、両者の間で締結されている既存の協力協定での協力内容に対する追加支援として実施されたものであり、同社が建設中の大規模医療用アイソトープ工場である Chrysalis の建設を支援するものである。高濃縮ウラン (HEU) を使用せずに米国産の Mo-99 を米国市場に対して供給することができるようにするための取組みである。(2024 年 7 月 17 日付 SHINE Technologies)

BWXT メディカル社とノーススター社が Ac-225 製造で協力 : 2024 年 7 月 22 日、BWXT テクノロジーズ (BWXT) 社の子会社である BWXT メディカル (BWXT Medical) 社は、ノーススター・メディカル・ラジオアイソトープス (NorthStar Medical Radioisotopes) 社との間で、アクチニウム 225 (Ac-225) 製造促進を目的とした、複数年にわたる基本契約 (MSA : Master Services Agreement) を締結したことを発表した。この MSA に従い両社はラジウム 226 (Ra-226) の処理および精製

(process and purify) において協力する。また MSA の範囲には、標的設計事業の可能性や、互いの顧客に対するバックアップ供給の提供機会を探ることも含まれているという。BWXT メディカル社は、ノーススター社との協力により Ac-225 製造過程の合理化、安全プロトコルの改良、同位体製造の新たな方法の開発に取り組むとしている。(2024 年 7 月 22 日付 BWX Technologies)

Ra-225 を用いた Ac-225 製造で QSA グローバル社と Niowave 社が協力：2024 年 8 月 12 日、QSA グローバル社 (QSA Global, Inc.) *¹ と Niowave 社 (Niowave, Inc.) *² は、Niowave 社のラジウム 226 (Ra-226) 処理技術を QSA グローバル社に移転し、「拡張性のあるラジウム精製プロセス」(Scalable Radium Purification Process) を共同開発するための戦略的パートナーシップを発表した。この戦略的パートナーシップはアクチニウム 225 (Ac-225) を含む重要な放射性同位体 (RI) のサプライチェーンを強化するものであり、Ra-226 精製プロセスの開発と、Ac-225 生産の増加を可能とするために行う Niowave 社に対するラジウム供給という 2 つの提携内容からなる。QSA グローバル社は、2025 年初めに Niowave 社に対する複数年にわたる精製済み Ra-226 供給を開始し、2026 年にはその他の事業者に対しても精製済み Ra-226 供給を拡大する方針である。(2024 年 8 月 12 日付 QSA Global、8 月 15 日付 American Nuclear Society)

*1 放射性同位体製品およびサービスの供給事業者。

*2 Niowave 社は医療用アイソトープ製造企業で、2017 年からレガシー Ra-226 処理と線形加速器技術を用いた Ac-225 製造に取り組んでいる。

テラパワー社子会社、Ac-225 の大量生産と世界的供給を実施：2024 年 10 月 1 日、テラパワー (TerraPower) 社は、子会社のテラパワー・アイソトープス (TPI : TerraPower Isotopes) 社が商業規模でアクチニウム 225 (Ac-225) を製造し、週次の生産工程により世界中の製薬業界に対して高純度 Ac-225 を継続的に利用可能なものになっていることを発表した。これにより、世界中の臨床試験 (human clinical trials) において TPI 社の Ac-225 が利用されているという。同社は不純物のない Ac-225 製造のためにトリウム 229 (Th-229) の自然崩壊法を利用している。この手法により TPI 社の Ac 製造過程において効率の向上と自動化がもたらされ、Ac-225 の大量かつ安定的な供給が可能となったとされる。(2024 年 10 月 1 日付 TerraPower)

【背景】

テラパワー (TerraPower) 社は、子会社であるテラパワー・アイソトープス (TPI) 社を通じて、Th-229 ジェネレータを用いた Ac-225 製造に 2018 年から取り組んでいる。2019 年 11 月 22 日、エネルギー省 (DOE) とアイソテック・システムズ (Isotek Systems) 社、テラパワー社の三者は、次世代のがん研究・治療に放射性同位体 (RI) を提供することを目的とした官民パートナーシップを締結したことを明らかにした。この合意に基づき、アイソテック社はオークリッジ国立研究所 (ORNL) に保管されている冷戦時代のウラン 233 (U-233) から Th-229 を抽出してテラパワー社に販売し、テラパワー社はこの Th-229 から Ac-225 を製造する。またアイソテック社は、Th-229 の販売から得た利益を ORNL からの U-233 除去作業に充てる。これにより、結果的には約 9,000 万ドルの経費削減が可能になるとされている。2022 年 8 月 23 日には、標的 α 線療法 (TAT) 用放射性医薬品の開発を行うアクティス・オンコロジー (Aktis Oncology) 社が、医療用放射性同位体製造企業であるノーススター・メディカル・ラジオアイソトープ (NorthStar Medical Radioisotopes) 社、Niowave 社、およびテラパワー社の各社との間で、Ac-225 の前臨床 (preclinical)・臨床 (clinical)・商業 (commercial) 供給に関する契約を締結したことを発表した。2024 年 1 月 24 日には、TPI 社が Ac-225 の最初のサンプルを製薬会社 2 社に対し出荷したことがテラパワー社により発表された。

オクロ社が RI 製造企業を買収へ：2024 年 11 月 14 日、オクロ（Oklo）社は、米国の放射性同位体（RI）製造企業アトミック・アルケミー（Atomic Alchemy Inc.）社を買収することについて、基本合意書（LOI）に署名したことを明らかにした。オクロ社によると、同社の高速炉*¹および燃料サイクル技術*²からは副産物として RI が生じるという。このことから、アトミック・アルケミー社の RI 製造に関する専門性とオクロ社の発電・燃料リサイクル能力を組み合わせることで、オクロ社の発電所用燃料生産を加速させ、RI から新たな収入源を得られる機会があるとされる*³。また、アトミック・アルケミー社はシリコンの中性子変換ドーピング（NTD：Neutron Transmutation Doping）技術を有しているという。以上より、アトミック・アルケミー社を買収することによってオクロ社のビジネスと市場はバイオテクノロジー、医薬品、宇宙、国防、半導体といった分野へと拡大するという。（2024 年 11 月 14 日付 Oklo）

- *1 オクロ社はオーロラ発電所（Aulora Powerhouse）という名称の鉛冷却高速炉を開発している。
- *2 オーロラ発電所は、新品の高含有低濃縮ウラン（HALEU）と、使用済燃料のリサイクルによる燃料の双方で運転できるよう設計されている。
- *3 最初の収益は、1 基目の RI 製造原子炉の完成に先立ち発生すると見込まれている。

オクロ社が買収提案中のアトミック・アルケミー社、RPS 開発企業に Sr-90 等を供給へ：2024 年 11 月 21 日、オクロ（Oklo）社は、同社が買収を提案しているアトミック・アルケミー（Atomic Alchemy）社について、商用放射性同位体発電システム（RPS：Radioisotope Power Systems）開発企業であるゼノ・パワー（Zeno Power）社*と了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。この MOU に基づき、アトミック・アルケミー社は、ゼノ・パワー社の RPS で必要となるストロンチウム 90（Sr-90）やアメリシウム 241（Am-241）、およびその他の放射性同位体（RI）をゼノ・パワー社に対し供給する。（2024 年 11 月 21 日付 Oklo）

- * 2018 年に設立されたゼノ・パワー社は、海底や軌道上、月面上において利用可能な放射性同位体発電システム（RPS）の提供を目指し、国防総省（DOD）とアメリカ航空宇宙局（NASA）との契約によりこれまでに 4,000 万ドル以上の提供を受けている。ゼノ・パワー社は 2026 年までに最初の商用 RPS を市場投入する計画である。2024 年 1 月には、エネルギー省（DOE）からオークリッジ国立研究所（ORNL）に保管されている旧式 RPS から回収されたレガシー Sr-90 の供給を受け、同社製 RPS 用燃料（熱源）とすることを明らかにしている。

1.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

米国 NNSA と韓国 MSICT が研究炉の核拡散抵抗性研究において協力：2024 年 4 月 24 日付の報道によると、米国のエネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）と韓国の科学技術情報通信部（MSICT：Ministry of Science & ICT）は、NNSA による核拡散抵抗性最適化 X（PRO-X：Proliferation Resistance Optimization-X）プログラムの下で、輸出向けの韓国が開発した研究炉および関連施設の設計において協力する計画に関する共同声明を発表した。MSICT は、米国と韓国の両国はこの協力が、他国による核不拡散の原則に基づく研究炉の開発・運転を支援することを期待していると述べている。（2024 年 4 月 24 日付 Nuclear Engineering International）

NNSA と FANC、内部者脅威について関心を高めるための催事を開催：2024 年 5 月 21 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）の全地球核物質セキュリティ室（Office of Global Material Security）とベルギーの連邦原子力管理庁（FANC）は、2024 年 5 月 20～24 日の期間にわたって国際原子力機関（IAEA）が開催した核セキュリティに関する国際会議（ICONS：International Conference on Nuclear Security）において、核セキュリティに対して内部脅威者（insiders）が潜在的に成し得る脅威について関心を高めることを企図した催事を共催した。この催事においては、IAEA によって伝達文書 INFCIRC/908（Information Circular 908）として伝達された「内部者脅威の緩和に関する共同声明」（Joint Statement on Mitigating Insider Threats）を通じて IAEA 加盟国に対して門戸が開かれたイニシアチブ*での国際作業グループ（IWG：International Working Group）の下で実施された過去の作業と将来に実施される作業について主に報告が行われた。その報告内容は、原子力施設と放射線施設における内部者脅威の緩和を対象とした INFCIRC/908 実践者ワークショップ（この種類のワークショップとして初）、第 2 回内部者脅威の緩和に関する国際シンポジウム、および INFCIRC/908 イニシアチブへの原加盟国以外の追加加盟 7 か国の紹介等であった。（2024 年 5 月 31 日付 DOE/NNSA）

* 2016 年に米国が立ち上げたイニシアチブである。これまでに 30 か国以上の IAEA 加盟国と国際刑事警察機構（INTERPOL）がこのイニシアチブに加入している。

NNSA と EC、放射線源セキュリティの強化に関する共同声明を発表：2024 年 5 月 22 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）は、欧州委員会（EC：European Commission）と共に国際原子力機関（IAEA）の核セキュリティ国際カンファレンス*において「放射線源セキュリティの強化に関する共同声明」（Joint Statement on Enhancing Radioactive Source Security）を発表したことを明らかにした。この共同声明では、放射線源のセキュリティの重要性、および放射線源がテロ行為において使用されることを阻止するためのセキュリティを強化することの必要性を強調するものであり、使用・貯蔵・輸送における放射線源のセキュリティを対象とした国内および国際パートナーの能力を強化することを企図した米国と欧州連合（EU：European Union）の間の既存のプログラムに立脚したものである。（2024 年 5 月 22 日付 DOE NNSA）

* 2024 年 5 月 20 日から 24 日にウィーンの IAEA 本部で開催された。

ノルウェーから HEU を無くすことに向けた動き：2024 年 5 月 22 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）とノルウェー外務省（MFA：Ministry of Foreign Affairs）は、核不拡散の観点において高濃縮ウラン（HEU）の保有量を最小化することに関する共同声明に署名した。両者は、核セキュリティと HEU 保有量の最小化に関して長い協力の歴史があり、ノルウェーにおいて最後に残る HEU の在庫（inventory）を無くすことに向けて 2020 年以降これまでに顕著な進展があった。HEU の在庫を無くすことを達成するためとして NNSA と MFA は、ノルウェーにおける HEU-トリウム在庫について、ノルウェー国内において 2024 年末までに低濃縮ウランへとダウングレードする取り組みの第 1 フェーズを開始する意図を確認した。また NNSA と MFA は、最終的にノルウェーにおいて HEU が存在しないようにするために、同国の規制枠組みと統合的なものとなる方法で、可動式溶解固化システム（Mobile Melt-Consolidate）システムを可及的速やかにノルウェー国内において展開する意図を持っていることを確認した。（2024 年 5 月 23 日付 Ministry of Foreign Affairs of Norway）

NNSA と ANSTO が核セキュリティと核不拡散においてさらに協力：2024 年 5 月 22 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）とオーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）は、核セキュリティと核不拡散においてより効果的な協力が可能となるようにすることを企図した了解覚書（MOU）に署名した*。今回の MOU での合意内容には、ワークショップ・研究・訓練活動等を含めた、知見と情報の共有等が含まれている。（2024 年 5 月 31 日付 DOE/NNSA）

* 核セキュリティに関する国際会議（ICONS 2024）にて行われた。

ICONS2024 の開催期間中における核セキュリティに関連した様々なイベント：2024 年 5 月 27 日、国際原子力機関（IAEA）は、5 月 20 日～24 日に「核セキュリティに関する国際会議：未来を形作る」（ICONS 2024：International Conference on Nuclear Security: Shaping the Future）を開催したことを発表した*¹。ICONS2024 の開催期間中には、核セキュリティに関連した様々なイベントが開催された。米国が主導したイベントの例としては例えば 5 月 21 日、米国エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）国際核セキュリティ室（Office of International Nuclear Security）は、IAEA が開始した「アトムズ 4 ネットゼロイニシアチブ」（Atoms4NetZero Initiative）*²に対して米国が行ってきた支援について示すイベントを ICONS2024 のサイドイベントとして主催した。5 月 23 日、DOE/NNSA と英国（担当機関不詳）は、核物質の輸送に際して中継地点となる国々等を通過（transit）する際における核物質（nuclear materials）のセキュリティについて、IAEA 加盟国に対して改善を奨励する（encourage）ことを企図したサイドイベントを共同開催した。このイベントは、核物質輸送を巡って変化している情勢と全世界の核セキュリティに対する潜在的な諸課題について強調するものであり、改正核物質防護条約（A/CPPNM）を通じた国際的な法的枠組みの重要性を提起するものとなった。ICONS2024 の開催期間中に DOE/NNSA は、以下の通り共同声明と了解覚書（MOU）を締結したほか、IAEA*³、ベルギー、ブラジル、中国、イスラエル、日本、ルーマニア、ウクライナ、南アフリカ等の核セキュリティを担当する政府機関等との間で二国間会合を開催した。

ICONS2024 の開催期間中に DOE/NNSA が締結した共同声明と了解覚書（MOU）

種類	相手	内容
共同声明	イタリア外務・国際協力省	高濃縮ウラン（HEU）およびプルトニウム（Pu）について使用する量の最小化を進める意向を示す内容である。特にイタリアの TAPIRO 炉について使用する燃料を低濃縮ウラン（LEU）へと変更した時の影響に関する分析を完了させること、HEU および Pu の在庫量を最小化するための計画を策定すること、および HEU とトリウムの混合物を扱うための手法を模索することに焦点を置いている。
MOU	オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）	核セキュリティ、核不拡散、緊急時準備と緊急時対応（EPR）において米国とオーストラリアの間でより効果的な協力を可能にするためのものである。
共同声明	カナダ原子力公社（AECL）	HEU および Pu について使用する量を最小化することを目的としている。
共同声明	ノルウェー外務省	ノルウェーが保有する HEU について低濃縮ウランへの希釈（downblending）を進めること、および可動式溶解固化システム（Mobile Melt-Consolidate system）をノルウェーにおいて展開することを目的としている。
共同声明	欧州委員会（EC）	能力強化による放射性線源セキュリティの強化。

（出典：DOE/NNSA）

（2024 年 5 月 27 日付 IAEA、5 月 30 日付 DOE、5 月 31 日付 DOE、6 月 5 日付 American Nuclear Society）

- *1 「核セキュリティに関する国際会議」（ICONS）は、4 年に 1 度ウィーンで開催される。今回開催された ICONS2024 には 130 以上の国々から約 2,000 人が参加した。
- *2 Atoms4NetZero イニシアチブは、2022 年 11 月に開催された国連気候変動枠組条約第 27 回締約国会議（COP27）において、IAEA の R.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長が立ち上げたイニシアチブである。同イニシアチブは、ネットゼロを達成するために原子力が果たし得る役割の追究において、協力と人材育成（capacity building）、利害関係者の参画（stakeholder engagement）、アウトリーチ、長期エネルギー戦略に対する専門家による支援、および国家・地域エネルギーシナリオのモデリングという 5 つの主領域を持っている。
- *3 グロッシーIAEA 事務局長と D.ターク（David Turk）NNSA 副長官の会合において米国は、国際核物質防護諮問サービス（IPPAS）最終報告書を受理した。米国は第 2 回目の IPPAS ミッションの一部として IAEA が選出した 9 名の専門家チームにより、2024 年 2 月 26 日～3 月 8 日にかけて米国の核セキュリティ体制に対するレビューを受け入れていた。

NNSA が NPT による民間原子力商取引支援についてポッドキャストを配信:2024 年 6 月 17 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）は、NNSA の核不拡散・軍備管理局（NPAC : Office of Nonproliferation and Arms Control）がアルゴンヌ国立研究所（ANL）およびサウンド・メイド・パブリック（Sound Made Public）^{*1} と提携し、「原子力について共有する：NPT トーク」（Sharing the Atom: NPT Talk）と題したポッドキャスト（podcast）を配信したことを明らかにした。このポッドキャストは、民間の原子力商取引を支援し可能とする場面において核兵器不拡散条約（NPT : Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons）が果たす役割について模索するものであるという^{*2}。ポッドキャストでは NPT の役割および平和利用における責任により、気候変動の影響に対処し持続可能な開発やエネルギー不安に取り組み、その他世界的な諸課題を緩和するにあたって、各国やその国民が原子力技術から利益をどのように得られるかについて考察するという^{*3}。（2024 年 6 月 17 日付 DOE/NNSA）

- *1 オーディオ体験に重点を置いたクリエイティブ・エイジェンシー。
- *2 NNSA は NPT について、一般には核兵器の拡散を防ぎ、核軍縮目標を進めるための条約として見られているが、農業、エネルギー、産業、医療分野における使用のための原子力技術へのアクセスを許可するものでもあると指摘している。
- *3 以下のサイトにて配信されており、Spotify および Apple podcasts で聞くことができる。「エピソード1：黎明期の原子力」、「エピソード2：注目に値する協定」、「エピソード3：全ての分野のための原子力技術」、および「エピソード4：明日の原子力を確実なものとする」が配信されている。<https://sharingtheatom.com/>

NRC は「汚い爆弾」のリスクに十分対応せずと GAO が指摘：2024 年 9 月 30 日、米国会計検査院（GAO：U.S. Government Accountability Office）は報告書「汚い爆弾の防止：原子力規制委員会は放射線セキュリティ上のリスクに対処していない」（Preventing a Dirty Bomb: Nuclear Regulatory Commission Has Not Taken Steps to Address Certain Radiological Security Risks）を刊行した^{*1}。GAO は、「汚い爆弾」が使用されることにより最大 300 億ドルの損害（damages）および経済的損失（economic losses）が生じるとしている。その上で、GAO が 2012～2024 年の間に原子力規制委員会（NRC）に対して行った勧告 18 件のうち 11 件が未対応であり、NRC は「汚い爆弾」による社会経済的影響を考慮した規制を取り入れていないと指摘している。同報告書において GAO は、議会（Congress）から NRC に対し指示（direct）をするよう望む事項として以下 2 点を挙げている。

- 社会経済的影響に関連する意思決定および規制に組み込むこと。
- すべてのカテゴリ 3（Category 3）^{*2} 放射性物質および認可を中央システム（central system）により追跡し、すべてのカテゴリ 3 認可をより厳格な検査措置（verification measure）の対象とすること。

なお、NRC は同報告書について、賛成・反対いずれの意向も示していない。（2024 年 9 月 30 日付 U.S. Government Accountability Office、10 月 8 日付 American Nuclear Society）

- *1 同報告書は 2024 年 10 月 8 日付で一般公開された。
- *2 NRC は特殊核物質（SNM）の管理にあたり、SNM を核保障措置上の分類（Safeguard Categories）としてカテゴリ 1 から 3 の 3 段階に分けている。このうちカテゴリ 3 は戦略的重要性が低い SNM にあたり、具体的には 15g を超えるウラン 235（U-235）（濃縮度 20%以上）、ウラン 233（U-233）、またはプルトニウム（Pu）、1,000g 以上 10,000g 未満の U-235（濃縮度 10%以上 20%未満）、10,000g 以上の U-235（濃縮度 10%未満）を指す。

NNSA が年次報告書で 2025～2029 会計年度の計画を明らかに：2024 年 10 月 4 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）は、年次報告書「防止・対抗・対応——世界の核の脅威削減のための国家核安全保障局による計画 2025～2029 会計年度」（Prevent, Counter, and Respond—NNSA's Plan to Reduce Global Nuclear Threats (NPCR) FY 2025-2029）を刊行したことを発表した^{*1}。この報告書では差し迫った核および放射線に関する課題と、NNSA がその能力^{*2}をどのように提供しているかについての説明が行われている。また、報告書では 2023～2024 会計年度における活動成果が報告されているほか、2025～2029 会計年度における核セキュリティプログラム策定計画がまとめられている。NNSA は今後の活動として、以下のような事項を挙げている。

- 高濃縮ウラン（HEU）燃料に依存する研究炉や同位体製造施設の閉鎖および／または低濃

縮ウラン（LEU）への転換。

- 同盟国から兵器利用可能な物質を 10kg 取り除く、および／または処分されたことを確認する。
- サウスカロライナ州からのプルトニウム除去のため希釈・処分（dilute and dispose）戦略を継続する。
- セシウムやコバルトを用いた装置の置き換えに重点を置き、高放射能放射線源（high-activity radioactive sources）を使用せずに実行可能な代替技術の採用を促進する。
- 将来における世界的な配備のため先進炉における「設計によるセキュリティ」（Security-by-Design）について産業界と技術的提携関係を構築する。また、核セキュリティ基盤開発において原子力新規導入国との連携を拡大する。
- 先進炉設計に「設計による保障措置」（Safeguard-by-Design）の要素を組み込むために主要な利害関係者と協力する等、先進炉国際保障措置関与プログラム（Advanced Reactor International Safeguards Engagement program）の実施を継続する。

（2024 年 10 月 4 日付 DOE/NNSA）

- *1 報告書本文は <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-10/FY25%20NPCR.pdf> において閲覧できる。
- *2 ここでいう「能力」とは、NNSA が取り扱う次のような分野における能力を指す。(1) 敵対者が核兵器や兵器利用が可能な物質・技術・専門知識を得ることを防止する、(2) そのような兵器または知識を取得する試みに対抗する、(3) 米国内外の核・放射線事件や事故に対応する。

HALEU の核不拡散上のリスクに懸念を示したサイエンス誌記事に NNSA が反応：2025 年 1 月 6 日、エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）は、サイエンス（Science）誌に 2024 年 6 月に掲載された記事（article）「高含有低濃縮ウランの兵器としての可能性」（The weapons potential of high-assay low-enriched uranium）^{*1}に対する反応として、J.フルビー（Jill Hruby）NNSA 長官が電子書簡（e-letter）を 2025 年 1 月 2 日にサイエンス誌に投稿したことを明らかにした。2024 年 6 月掲載の同記事に対しては、2024 年 9 月にアメリカ原子力学会（ANS）が公開書簡（open letter）により反論を行っており^{*2}、2024 年 11 月にはサイエンス誌掲載記事の筆者らが ANS 公開書簡に対する反論をニュークリア・ニュース（Nuclear News）上に掲載した。これらすべての記事において、高含有低濃縮ウラン（HALEU）ベースの原子炉が核兵器拡散を増大させる可能性について、NNSA に対してはリスク評価を実施することが提案されている。今回の電子書簡においてフルビー長官は、原子炉の種類、燃料の濃縮レベル・量・形態が、核拡散リスクを評価するにあたって重要な要因であることを NNSA は認識しており、原子力エネルギー固有の核拡散に関する課題に対する、リスクに基づいた（risk-informed）適応的な（adaptive）アプローチが正当化されることを NNSA は信じている（believe）と述べている。また同長官は、米国製の先進・小型モジュール炉（A/SMR：Advanced and small modular reactors）設計が国際市場において優位に競争し、安全性・セキュリティ・保障措置に関する基準（standards）を高く設定することが重要であるとしている。その上で、NNSA は設計段階による（by-design）セキュリティ・保障措置について米国の A/SMR 開発事業者を支援するプログラムを有しており、国立研究所群に

において常にデータ収集を行うとともに HALEU のリスク評価を行っていることを明らかにしている。このほか、NNSA は全米アカデミーズ (National Academies) に対し報告書作成を委託する計画を立案中であるという^{*3}。(2025 年 1 月 6 日付 DOE/NNSA)

*1 R. Scott Kemp et al., The weapons potential of high-assay low-enriched uranium. Science 384,1071-1073(2024). DOI:10.1126/science.ado8693

*2 ANS による公開書簡は <https://www.ans.org/news/article-6297/open-letter-to-science/> から閲覧できる。

*3 なお、これら報告書の大部分は機密扱いである。

2 カナダ

2.1 原子力事情・原子力政策動向

CNL がチョークリバー研究所を 2040 年までに炭素中立とする目標を設定：2024 年 3 月 25 日、カナダ原子力研究所（CNL：Canadian Nuclear Laboratories）は、新たに発表した「2023 年環境・社会・ガバナンス報告書：カナダ原子力研究所の持続可能性パフォーマンス最新情報」（2023 ESG Report, A CNL Sustainability Performance Update）において、チョークリバー研究所（Chalk River Laboratories）キャンパス*¹において 2040 年までに炭素中立的な運営を達成するという目標を設定したことを明らかにした。CNL は統合炭素中立戦略（Consolidated Carbon Neutral Strategy）を策定しており、この中では組織的変更点として、古い非効率的な建物の取り壊しや車両の電動化（electrification）等のほかに、チョークリバー・サイトにおいて建設が提案されている小型モジュール炉（SMR）*²に接続する可能性を模索中であるとしている。（2024 年 3 月 25 日付 Canadian Nuclear Laboratories、3 月 27 日付 World Nuclear News）

- *1 チョークリバー研究所はカナダ原子力公社（AECL：Atomic Energy of Canada Limited）が所有しており、CNL が GoCo（Government-owned, Company-operated）管理モデルの下でサイトの運営を行っている。
- *2 ウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC：Ultra Safe Nuclear Corporation）とオンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社による合弁企業であるグローバル・ファースト・パワー社（Global First Power Ltd）が、チョークリバー研究所サイトにおいて、高温ガス冷却炉であるマイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Modular Reactor）を 2030 年までに建設・所有・運転することを目指している。

カナダ、2024 年予算で原子力に対する支援を複数提示：2024 年 4 月 16 日、C.フリーランド（Chrystia Freeland）副首相兼財務大臣は、カナダ庶民院（the House of Commons）において 2024 年連邦予算（2024 Federal Budget）*¹を発表した。カナダ原子力協会（CNA：Canadian Nuclear Association）によると、予算には原子力エネルギー分野に影響を与える新たな公約（commitments）や発表（announcements）が若干数含まれているが、今後数十年間での急速な原子力増強を支援することを目的に発表された一連の政策・財政的支援を確認することにより、予算の大部分において原子力に対する政府の明確な支持を強化するものとなっている。政府は連邦予算において近年の原子力分野に対する様々な支援を強調しており、大型炉については新規 CANDU 炉 2 基の建設支援のためのルーマニアに対する 30 億カナダドルの輸出金融（export financing）、ブルース・パワー（BP：Bruce Power）社による新規大規模原子炉計画の支援のための 5,000 万カナダドルが挙げられている。小型モジュール炉（SMR）については、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG：Ontario Power Generation）社によるダーリントン（Darlington）における SMR 建設を支援するためカナダインフラ銀行（Canada Infrastructure Bank）からの 9 億 7,000 万カナダドルの投資や、3 種類の次世代 SMR 設計の開発を加速させるための戦略的イノベーション基金（Strategic Innovation Fund）による 9,470 万カナダドルの資金、政府によるサスクパワー（SaskPower）社の SMR 開発を支援するための 7,400 万カナダドルの資金提供、規制能力の

確立といった様々な活動を通じて SMR の開発を可能とするための政府による 1 億 2,060 万カナダドルの支出が挙げられている。また、持続可能な財源 (Sustainable Finance) として、カナダ政府がグリーン・ボンド枠組 (Green Bond Framework) を更新し、特定の原子力関連支出を適格としたことが支援のひとつとして提示されている*²。また、2024 年予算ではクリーン電力投資税額控除 (Clean Electricity investment tax credit) の設計および実施についての詳細が発表されており、原子力や風力等を用いた低炭素エネルギーシステム等に関する新設備または改修における適切な投資のための 15% の給付付き税額控除 (refundable tax credit) *³ が制度の特徴として示されている。クリーン電力投資税額控除は 2024 - 2025 年からの 5 年間で 72 億カナダドルの費用を予定しており、2029 - 2030 年から 2034 - 2035 年にかけて 250 億カナダドルの追加費用を予定している。控除対象は 2023 年 3 月 28 日以前において開始されていないプロジェクトであり、2024 年予算が利用可能となった後に控除が適用される*⁴。2024 予算では、大規模事業 (major project) のタイムラインの明確化・短縮化を支援するための措置も発表されている。その一環として、連邦政府による影響評価および許認可手続きを、連邦政府指定プロジェクト (federally designated projects) については 5 年以内、非連邦政府指定プロジェクト (non-federally designated projects) については 2 年以内に完了するという目標が設定されている。また、原子力プロジェクトの評価に 3 年目標 (three-year target) を設定し、カナダ原子力安全委員会 (CNSC : Canadian Nuclear Safety Commission) とカナダ影響評価庁 (IAAC : Impact Assessment Agency of Canada) との協力の下で、手続きを合理化し両機関の重複を削減する方法について検討していると示している*⁵。この他、2024 年予算ではカナダ原子力公社 (AECL) に対し、カナダ原子力研究所 (CNL) において進行中の原子力科学研究、環境防護、サイト復元作業を支援するため、残る分割償還 (amortization) の 15 億カナダドルとともに、2025 - 2026 年からの 11 年間で 31 億カナダドルを提供することを提案している。(2024 年 4 月 16 日付 Department of Finance Canada、Canadian Nuclear Association、4 月 19 日付 Nuclear Engineering International)

- *1 カナダ政府が発表しているタイトルは、「2024 年予算：全世代のための公平」(Budget 2024 : Fairness for every generation) である。原子力については、「第 4 章：全世代のための経済成長」(Chapter 4: Economic Growth for Every Generation) 内の「4.2 ネットゼロ経済のための投資を引き寄せる」(Attracting Investment for a Net-Zero Economy) に記述されている。Nuclear Engineering International の報道によると、2024 予算は総額 5,350 億カナダドルであるとされる。
- *2 2024 年 2 月 27 日にカナダ政府は特定の原子力関連支出を含む 40 億カナダドルのグリーン・ボンドを発行しており、これによって原子力に対する支出を含むグリーン・ボンドを発行した世界初の政府となった。
- *3 "refundable tax credit" とは税控除額が税額を上回った場合にその差額を給付することであり、補助金的性質を有する税額控除である。2023 年予算でも同様の税額控除が提示されていた。
- *4 Nuclear Engineering International の報道では、投資税額控除が実行されるのは 2024 年 6 月 1 日とされている。
- *5 影響評価プロセスのより一層の効率化のための機会についての更なる分析が、影響評価法 (Impact Assessment Act) の指定事業リストの 5 年ごとの見直しの一環として実施される予定である。

CNSC、ダーリントンにおける BWRX-300 建設について新規の環境評価は不要と判断：2024 年 4 月 22 日、カナダ原子力安全委員会 (CNSC) は、ダーリントン新規原子力計画 (DNNP: Darlington

New Nuclear Project) に関する既存の環境評価 (EA : environmental assessment) *¹について、オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社が選択した技術である GE 日立 (General Electric Hitachi) 社*²の BWRX-300 に対し適切である (applicable) とする決定を発表した*³。OPG 社は BWRX-300 建設の許認可申請を 2022 年 10 月 31 日に提出しているが*⁴、この建設許認可申請について検討するに先立ち、CNSC は、DNNP に関する既存の EA で評価された技術が、今回選定された技術である BWRX-300 と根本的に異なるのか、また、新規の EA が必要となるかを決定する必要があったという。今回の発表において CNSC は、BWRX-300 は DNNP に関する既存 EA において評価された原子炉技術と基本的に変わりはなく、新規の EA は不要であると結論付けている。(2024 年 4 月 22 日付 CNSC、4 月 24 日付 Nuclear Engineering International)

- *¹ DNNP は原子炉技術を特定しない状態で「1992 年カナダ環境影響評価法」(CEAA : Canadian Environmental Assessment Act) に基づく共同審査委員会 (JRP : joint review panel) による EA の対象となっており、2011 年 8 月に発行された JRP による EA 報告書において「重大な環境への悪影響を引き起こす可能性は低い」と結論付けられていた。
- *² BWRX-300 は GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH Nuclear Energy) 社による小型モジュール炉 (SMR) であるが、今回の発表において CNSC は GE 日立 (General Electric Hitachi) 社と記載しているため、本稿では CNSC 発表における表記に従っている。
- *³ CNSC は今回の決定は DNNP において BWRX-300 の建設を許可するものではないとして、ダーリントンにおける BWRX-300 建設の許認可申請を検討するための公聴会を開催する予定であり、2 回目の規制公聴会 (regulatory hearing) は 2024 年 10 月に開催予定である。
- *⁴ 当初は 1 基建設として申請されていたが、2023 年にオンタリオ州政府と OPG 社が、追加の 3 基の建設に関する許認可手続きの開始を発表した。

アルバータ州とサスカチュワン州が原子力発電開発推進で協力 MOU を締結: 2024 年 5 月 2 日、サスカチュワン州とアルバータ州は、安価で信頼性があり持続可能な送電網の 2050 年までの確立における両州のニーズを支援するため、原子力発電開発の推進を定めた了解覚書 (MOU) を締結したことを発表した。この MOU は、原子力サプライチェーンや労働力開発、燃料供給の安全保障、小型モジュール炉 (SMR) を含む原子炉技術の開発および規制といった、原子力発電における重要な領域における情報共有と協働を支援するものであるという。(2024 年 5 月 2 日付 Government of Saskatchewan)

サスクパワー社が SMR 建設サイト候補としてエステヴァン地域の 2 か所を発表: 2024 年 5 月 31 日、サスクパワー (Saskpower) 社は、サスカチュワン州における最初の小型モジュール炉 (SMR) 施設*のサイト候補地として、エステヴァン (Estevan) 地域のバウンダリー・ダム貯水池 (Boundary Dam Reservoir) およびラファティ貯水池 (Rafferty Reservoir) の 2 か所を、更なる調査の対象として選定したことを発表した。同社は 2024 年中に両サイト候補地について詳細なサイト評価を実施し、2025 年初めには最終的なサイトを選定する見込みである。サスクパワー社はサイト選定について、2029 年に同社が最終的な投資決定を行うにあたり重要なステップであるとしている。(2024 年 5 月 31 日付 Saskpower、6 月 3 日付 World Nuclear News)

- * サスクパワー社は配備可能性のある SMR 技術として、GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH) 社の BWRX-300 を選定している。

最大 4 基の SMR を建設する「ダーリントン新規原子力計画」においてサイト準備の第 1 フェーズが完了：2024 年 6 月 13 日、オンタリオ州政府は、同州内のダーリントン（Darlington）における小型モジュール炉（SMR）建設計画である「ダーリントン新規原子力計画」（DNNP）* について、サイト準備の第 1 フェーズが完了したことを明らかにした。これによりサイト準備は第 2 フェーズへと入ることとなり、第 2 フェーズにおいては建設パートナーであるイーコン（Aecon）社によって主たるサイト準備が開始されることとなる。その際に実施される作業は、掘削、山留め壁の工事、および追加で建設する 3 基の SMR のための土地開墾等である。（2024 年 6 月 13 日付 Ontario、6 月 14 日付 World Nuclear News）

* 「ダーリントン新規原子力計画」を推進しているオンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社は、同計画においてまず最大 4 基の BWRX-300 を建設する予定である。

サスクパワー社が原子力事業を担う完全子会社を新設：2024 年 9 月 4 日、サスクパワー（SaskPower）社は、サスカチュワン州内における小型モジュール炉（SMR）事業を規制・許認可プロセスを通じて進めるために、原子力事業を行う完全子会社としてサスクニュークリア（SaskNuclear）社を設置したことを発表した。サスクパワー社は SMR 事業を継続するかどうかに関する最終投資決定を 2029 年に行うことを予定している。（2024 年 9 月 4 日付 SaskPower）

カナダの原子力関係雇用は増加傾向にある：2024 年 9 月 24 日、カナダ原子力協会（CNA）は、カナダの原子力産業において著しい雇用の増加があったことが調査*を通じて明らかになったことを公表した。調査によると、カナダの原子力労働者数はこの 5 年間で 17%増加し、これによる国内総生産（GDP）に対する 1 年あたりの寄与分は過去 5 年分の平均で 220 億カナダドルに相当し、原子力雇用の経済規模の名目値は過去 5 年間で 30%増加したことになるという。また、原子力に関する雇用の 44%は 40 歳以下が占めており、雇用の 89%が高技能職（high job skill）に分類されている。また、カナダにおいては新規原子力事業が進行中であることから雇用の伸びは続くと同報告書は指摘しており、一部企業は今後 3 年間で従業員数をさらに 20%増やす計画があると報告している。同報告書は、以前に同様の調査が行われた 2019 年時点においては既存原子力発電所の改修以降のカナダの原子力産業の見通しは不透明であったと述べる一方で、今日のカナダにおいては小型モジュール炉（SMR）や大型炉の新設が必要であると述べており、そのためカナダの原子力業界全体で相当数の雇用増加に繋がるとの見通しを示している。その上で、同報告書では、熟練原子力労働者（skilled nuclear workforce）を育成するための教育・訓練を開発する堅実な戦略を実施するさらなる取り組みが必要になると指摘している。（2024 年 9 月 24 日付 Canadian Nuclear Association、9 月 27 日付 World Nuclear News）

* CNA とカナダ原子力産業機構（OCNI：Organization of Canadian Nuclear Industries）が MZ コンサルティング社（MZConsulting Inc）に委託し実施したものである。

CNSC、ピッカリング 5～8 号機の 2026 年末までの運転を認める：2024 年 10 月 11 日、カナダ原子力安全委員会（CNSC）は、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社が所有するピッカリング（Pickering）原子力発電所に係る認可について、修正する決定をしたことを発

表した。この決定により、OPG 社は同発電所 5～8 号機^{*1}を 2026 年 12 月 31 日まで運転することが可能となる^{*2}。OPG 社は同発電所 5～8 号機について改修する計画を 2024 年初に正式に明らかにしており^{*3}、それによると 2026 年に同発電所全体を「休止状態」(layup state)として改修作業を開始し、2030 年代半ばには改修を完了し運転を再開する予定であるという。なお、同発電所において運転中であった 1 号機は 2024 年 9 月 30 日をもって商業運転を終了しており、4 号機は 2024 年末に恒久停止される見込みである^{*4}。(2024 年 10 月 11 日付 CNSC、10 月 14 日付 World Nuclear News)

*1 ピッカリング B とも呼ばれることがある。1983 年から 1986 年にかけて運転を開始した。

*2 以前の認可では 2024 年 12 月 31 日までの運転が認められていた。

*3 ピッカリング原子力発電所が立地するオンタリオ州は、同発電所改修を支援する方針を 2024 年初めに明らかにしている。

*4 同発電所 1～4 号機はピッカリング A とも呼ばれる。なお、同発電所 2、3 号機は 1997 年に恒久停止されている。

CANDU MONARK 原子炉の許認可前設計審査計画の策定が始まる：2024 年 10 月 30 日、アトキンス・リアリス (AtkinsRéalis) 社は、グループ企業であるキャンドウ・エナジー社 (Candu Energy Inc.) が、カナダ原子力安全委員会 (CNSC) と特別プロジェクトを開始し、CANDU MONARK 原子炉のカナダにおける許認可・建設の適合性について許認可前設計審査 (Pre-Licensing Design Review) に関する計画策定を行うことを発表した。CANDU MONARK 原子炉は 2023 年に発表された第 III 世代炉+原子炉で、他の CANDU 技術と比較して高出力である。2027 年に設計を完了し、早ければ 2029 年に 1 基目の CANDU MONARK の建設を開始、2030 年代半ばに建設完了する計画であるという。CNSC はベンダー設計審査 (VDR : vendor design review) により、設計プロセスの早い段階から原子炉ベンダーに対しフィードバックを提供することが可能である。この VDR は 3 段階で構成されるが、CANDU MONARK 設計は VDR の 3 段階をすべて完了した過去の CANDU 原子炉モデルのプラットフォームや、すでに認可を取得し建設されたモデルのプラットフォームを活用している。そのため、アトキンス・リアリス社は CNSC に対し、VDR もしくは予備的規制設計評価のどちらかの許認可前設計審査を検討するよう依頼している。アトキンス・リアリス社と CNSC による特別プロジェクトでは、CNSC の専門家が VDR と予備的規制設計評価の双方についてスケジュールと費用見積を作成するという。(2024 年 10 月 30 日付 AtkinsRéalis、11 月 1 日 World Nuclear News、11 月 5 日 Nuclear Engineering International)

ダーリントン 1 号機、予定より 5 か月早く改修が完了：2024 年 11 月 18 日、オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社は、ダーリントン (Darlington) 原子力発電所 1 号機の改修作業が予定より 5 か月前倒しで完了し、同発電所 1 号機はまもなく送電網に復帰することを明らかにした。OPG 社は同発電所 1～4 号機のすべてについて改修を行っており、2 号機は 2020 年、3 号機は 2023 年に改修を完了している。同発電所 4 号機については改修作業が進行中であり、2026 年末に完了する見込みである。(2024 年 11 月 18 日付 Ontario Power Generation)

オンタリオ州政府、原子力含む新規発電容量追加を検討する動き：2024 年 11 月 27 日、オンタリオ州政府（Government of Ontario）は、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社に対し、同州において急増する電力需要^{*1}を満たすための原子力を含む全種類の新たな発電に対するコミュニティによる支援を決定することを目的として、OPG 社保有の既存サイトがあるポート・ホープ（Port Hope）、ハルディマンド・カウンティ（Haldimand County）、およびセントクレア・タウンシップ（St. Clair Township）の先住民、コミュニティ、および自治体首長との間で議論を開始するよう依頼した^{*2}。オンタリオ州政府によると、同州は 2035 年までの電力需要を満たすための軌道に乗ってはいるものの^{*3}、2050 年の電力需要を満たすためには更に 1 万 6,000MW の発電が必要になるという。（2024 年 11 月 27 日付 Government of Ontario、12 月 2 日付 World Nuclear News）

- *1 オンタリオ州独立系統運用機関（IESO：Independent Electricity System Operator）によると、州内の電力需要は 2050 年までに 75%増加すると予測されている。この増加量はトロントと同規模の都市 4.5 個分を送電網に接続することに等しいという。
- *2 OPG 社は、ポート・ホープにおいて Wesleyville サイト、ハルディマンド・カウンティにおいて Nanticoke サイト、セントクレア・タウンシップにおいて Lambton サイトを所有している。
- *3 オンタリオ州は、ダーリントン（Darlington）における小型モジュール炉（SMR）事業や、同州の歴史において最大規模の競争的エネルギー調達といった取り組みを実施している。

OPG 社、ダーリントン原子力発電所の 30 年間の運転延長を申請中：2024 年 11 月 29 日、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社は、2024 年秋の活動に関する近隣住民向けの記事において、2025 年 11 月 30 日付で現行の運転認可が失効するダーリントン（Darlington）原子力発電所^{*1}について、2055 年 11 月 30 日までの 30 年間の運転延長を可能とすることを求める申請を、カナダ原子力安全委員会（CNSC）に対し提出したことを報告した^{*2}。CNSC は OPG 社による申請を検討するにあたり、2025 年 3 月と 6 月に公聴会を開催する予定である。（2024 年 11 月 29 日付 Ontario Power Generation）

- *1 ダーリントン原子力発電所は 4 基の CANDU 炉で構成され、運転延長を目的とした大規模な改修作業が進行中である。
- *2 CNSC が公表している資料によると、OPG 社は 2024 年 5 月 30 日付で CNSC に対しダーリントン原子力発電所の運転認可更新申請を提出している。資料は以下の URL から閲覧できる。
<https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/the-commission/hearings/cmd/#hearing-20250624-20250626>

ピッカリング 4 号機が 2024 年 12 月末に恒久停止：2025 年 1 月 2 日付の報道によると、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社は、ピッカリング（Pickering）原子力発電所 4 号機が予定通りに 2024 年 12 月 31 日をもって恒久停止したことを X（旧 Twitter）上で明らかにした。同発電所 4 号機は、ピッカリング A と呼ばれる同発電所 1～4 号機（いずれも 50 万 kWe の CANDU 炉）のうち運転していた最後の原子炉であった。ピッカリング B と呼ばれる同発電所 5～8 号機については改修が予定されており、2026 年に原子炉を改修のために停止したのち、2030 年代半ばに運転を再開する計画である。なお、OPG 社はダーリントン（Darlington）原子力発電所 1～4 号機の改修を 2026 年までに完了する見込みである。（2025 年 1 月 2 日付 World Nuclear News）

OPG 社、休眠状態の火力発電所サイトへの新規原子力発電所設置を検討中:2025 年 1 月 15 日、オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社は、45 年間にわたり休眠状態となっている火力発電所であるウェズレイビル (Wesleyville) 発電所サイトにおいて新たな原子力発電所を建設することについて、ポート・ホープ町 (Town of Port Hope) およびウィリアムズ条約先住民民族 (Williams Treaties First Nations) *と共に検討を行っていることを明らかにした。OPG 社によると、同サイトは送電網に近く、必要な資源も利用可能であり、著しい発展の最中にある南オンタリオ (Southern Ontario) 地域にあるという理想的な立地である。OPG 社の初期評価では、同サイトにおいて 1 万 MW (10GW) の原子力発電容量を設置可能であるという。(2025 年 1 月 15 日付 OPG)

- * ウィリアムズ条約先住民民族 (Williams Treaties First Nations) とは、1923 年ウィリアムズ条約 (1923 Williams Treaties) をカナダ国王 (the Crown) との間で締結した、複数の先住民民族コミュニティを指す。同条約は、入植者が先住民の土地を侵害しているためこれに対処するよう求める先住民の要請を反映したものとして締結されたが、条約締結により不十分な補償、不十分な保留地、収穫する権利の侵害といった問題が生じた。同条約がもたらした問題については、2018 年にカナダ政府およびオンタリオ州と先住民の間で和解が成立している。

AECL と CNL が SLOWPOKE 技術等のライセンス供与について関心表明を募集: 2025 年 1 月 16 日、カナダ原子力公社 (AECL) とカナダ原子力研究所 (CNL) は、AECL が保有する SLOWPOKE 技術*¹ および原子力バッテリー (Nuclear Battery) 技術*² のライセンス供与に関する市場の関心を把握するため、関心表明募集 (RFEOI : Request for Expression of Interest) を発出したことを明らかにした。この RFEOI は技術デベロッパーやその他関心がある利害関係者 (stakeholders) に対し、発電・地域暖房・同位体製造・物理学研究を含む広範な用途を有する SLOWPOKE 技術および原子力バッテリー技術に関して、見解やフィードバックを求めるものである。(2025 年 1 月 16 日付 Canadian Nuclear Laboratories)

- *¹ SLOWPOKE 技術は低圧プール型原子炉技術で、小型・シンプル・安価で固有安全性を有する原子炉設計である。初期型にあたる SLOWPOKE-1 と改良型の SLOWPOKE-2 の 2 タイプがあり、長年の運転経験がある。また、SLOWPOKE-2 はカナダにおいて自動モードでの無人運転が認可されている唯一の原子炉である。
- *² 原子力バッテリー技術は、1980～1990 年代に AECL が開発した固体 (solid-state) 黒鉛減速ヒートパイプ冷却 (heat-pipe-cooled) マイクロ炉概念で、最長 15 年間にわたり燃料補給なしで電気 (最大 600kW_e) と熱 (最大 2,400kW_t、摂氏 400 度) を生成可能である。また、仮定されるすべての事故シナリオにおいて人間の介入なしで耐えうるという。なお、この原子力バッテリー技術は建設には至っていない。

ブルース 4 号機が運転を停止し、運転期間延長のための主要構成要素交換を開始: 2025 年 2 月 3 日、ブルース・パワー (BP) 社は、ブルース (Bruce) 原子力発電所 4 号機について、運転を停止し、同発電所の運転期間延長プログラム (Life-Extension Program) の一環としての主要構成要素交換 (MCR : Major Component Replacement) プロジェクトを開始したことを発表した。同発電所では今後数十年間の運転延長のため 3～8 号機の改修を行っており、既に 3 号機と 6 号機において MCR が行われている。同発電所 4 号機における MCR には 3 年間に要する見込みである。同発電所における MCR のための運転停止は、各炉の停止期間をオーバーラップさせ

る形で 2033 年まで行われる。なお、ブルース原子力発電所の運転期間延長プログラムは 130 億カナダドル規模の事業であり、インフラ事業としてカナダ国内において 3 番目に大きく、オンタリオ州内では最大のものであるという。(2025 年 2 月 3 日付 Bruce Power)

- * ブルース原子力発電所では 6 号機が MCR を完了し 2023 年 9 月に商業運転を再開しているほか、3 号機の MCR が 2023 年 3 月に開始されている。

WH 社、AP1000 と AP300 についてカナダ等での商業展開を視野にカナダの原子力サプライヤー 6 社との間で MOUs を締結：2025 年 3 月 10 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、同社の大型軽水炉である AP1000 と同社の小型モジュール炉 (SMR) である AP300 について、カナダ国内外における商業展開を行うことを企図して、カナダのサスカチュワン (Saskatchewan) 州における原子力サプライヤー 6 社との間で、複数の了解覚書 (MOUs) に署名したことを明らかにした。これらの MOUs により、チーム・パワー・ソリューションズ (Team Power Solutions) 社によって電気設備等の原子炉主要機器の製造が行われる可能性が確立されるほか、インダストリアル・マシン&Mfg 社 (Industrial Machine & Mfg. Inc.)、JNE ウェルディング (JNE Welding) 社、ノーザン・スタンダーズ・グループ・オブ・カンパニーズ (Northern Strands Group of Companies)、STC インダストリアル・グループ (STC Industrial Group)、およびヴェナブルズ・マシン・ワークス (Venables Machine Works) 社によって鋼構造物等といった原子炉の主要機器の製造が行われる可能性が確立される。(2025 年 3 月 6 日付 Westinghouse Electric Company)

2.2 国際協力動向

ルーマニアのチェルナボダ 1 号機の改修工事についての契約：2024 年 6 月 13 日、オンタリオ州政府は、6 月 11 日に行われたルーマニアのチェルナボダ (Cernavoda) 原子力発電所 1 号機の改修工事に関する支援のためにカナダのオンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社の子会社であるカナディアン・ニュークリア・パートナーズ (Canadian Nuclear Partners) 社とルーマニアのエネルギー会社である SNN 社との間の契約 (契約額は 3 億 6,000 万カナダドル) の締結について、カナダの S.レッチェ (Stephen Lecce) エネルギー・電化大臣とルーマニアの S.ブルドゥージャ (Sebastian Burduja) エネルギー大臣が出席したことを明らかにした。この契約により SNN 社は、同発電所 1 号機の改修工事において OPG 社の作業者の専門的知見を活用することとなる。(2024 年 6 月 13 日付 Ontario)

NWMO、複数の組織と使用済燃料長期管理の知見交換に関する合意を締結：2024 年 6 月 27 日、核廃棄物管理機関 (NWMO : Nuclear Waste Management Organization) は、5 月に韓国で開催された「地層処分に関する国際会議」(ICGR : International Conference on Geological Repositories) において、英国の原子力廃止措置機関 (NDA : Nuclear Decommissioning Authority)、フィンランドのポシバ (Posiva) 社、韓国原子力研究院 (KAERI : Korea Atomic Energy Research Institute)、

韓国原子力環境公団（KORAD : Korea Radioactive Waste Agency）、台湾の国家原子能科技研究院（NARI : National Atomic Research Institute）との間で、それぞれ合意を取り交わしたことを発表した。いずれの合意についても、使用済燃料の長期管理に関する知識や経験、良好実践の共有を可能にするものであるという。（2024 年 6 月 27 日付 NWMO）

CNL と FANR が原子力科学技術において協力：2024 年 7 月 11 日、カナダ原子力研究所（CNL）とアラブ首長国連邦の連邦原子力規制庁（FANR : Federal Authority for Nuclear Regulation）は、原子力科学技術において協力することを企図した了解覚書（MOU）に両者が署名したことを明らかにした。この MOU の一環として両者は、小型モジュール炉（SMR）、水素科学、医療用放射性同位体、放射性廃棄物管理、環境モニタリング、および国境での核物質検出能力といった、両者が関心を持ちかつ両者の独自の強みを活用する対象としての重点分野のリストを明らかにしている。また、今回の MOU により両者は、共同研究プロジェクトやプログラムの実施、科学者・エンジニア・その他の専門家の共有（相互交流）、科学的・技術的情報の交換、共同研究への参加、セミナーや会合の開催、および両者の人員の相互訪問等において、両者間の協力を推進していくものである。（2024 年 7 月 11 日付 Canadian Nuclear Laboratories）

【背景】

カナダ原子力研究所（CNL）と連邦原子力規制庁（FANR）による今回の了解覚書（MOU）は、国連気候変動枠組条約第 28 回締約国会議（COP28）を受けて締結されたものであるという。なお、2023 年 12 月 1 日に COP28 において 22 か国*は、「原子力 3 倍宣言」（Declaration to Triple Nuclear Energy）と題した共同宣言に署名した。この共同宣言は、ネットゼロの達成にあたり原子力発電が重要な役割を果たすとの認識に立ち、全世界における原子力発電容量を 2050 年までに現状の 3 倍へと増設することを署名国の共通目標として掲げ、エネルギー計画に対する融資方針（energy lending policies）において、融資対象として原子力発電を含めるよう国際金融機関の出資者に対して働きかけることを謳っている。

- * 米国、ブルガリア、カナダ、チェコ、フィンランド、フランス、ガーナ、ハンガリー、日本、韓国、モルドバ、モンゴル、モロッコ、オランダ、ポーランド、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、スウェーデン、ウクライナ、アラブ首長国連邦、および英国の計 22 か国。その後、12 月 7 日にアルメニアが賛同し計 23 か国となった。

カナダ、ジャマイカと原子力協力のための MOU を締結：2024 年 10 月 22 日、カナダ原子力公社（AECL）とカナダ原子力研究所（CNL）はジャマイカ政府との間で、原子力科学・技術における協力に関する了解覚書（MOU）*1 を締結した。この MOU は既存の両国間の合意に沿ったものであるという。ジャマイカはカリブ共同体（CARICOM : Caribbean Community）加盟国の中で初めて独立した原子力規制組織を設立した国であり、カリブ地域で唯一原子炉*2 を有する国である。（2024 年 10 月 24 日付 CNL）

- *1 ジャマイカ政府はジャマイカにおける原子力技術の採用（adoption）を進めるための MOU であるとしている。MOU の一部として焦点を当てる領域のリストが明らかにされており、中には小型モジュール炉（SMR）や医療用アイソトープ、放射性廃棄物管理などが含まれている。
- *2 AECL が設計したプールタイプの SLOWPOKE-2 研究炉であり、JM-1 と呼ばれる。熱出力 20kW であり、燃料として濃縮度 19.86% のウラン 235 を約 6kg 使用する。

カナダとポーランドが原子力協力協定に署名：2025 年 1 月 28 日、カナダの J.トルドー（Justin Trudeau）首相とポーランドの D.トゥスク（Donald Tusk）首相は、カナダ - ポーランド原子力

協力協定（Canada-Poland Nuclear Cooperation Agreement）に署名した。この協定により、カナダとポーランドによる原子力協力、核不拡散、原子力安全、核セキュリティにおける共通の取り組みを強化するとともに、ポーランドのクリーンエネルギー部門を強化し、エネルギーミックスにおける段階的な脱石炭を支援するという。（2025 年 1 月 28 日付 Prime Minister of Canada）

2.3 原子力研究開発推進・規制体制

CNSC がマクマスター原子炉の運転認可更新を認める：2024 年 6 月 12 日、カナダ原子力安全委員会（CNSC）は、マクマスター大学（McMaster University）が保有するマクマスター原子炉（MNR：McMaster Nuclear Reactor）*の運転認可について、追加の 20 年間を対象として更新する決定を行ったことを発表した。マクマスター大学は 2023 年 4 月に MNR の運転認可更新申請を提出していた。更新された認可は 2044 年 6 月 30 日まで有効である。（2024 年 6 月 12 日付 CNSC）

* オンタリオ州ハミルトン（Hamilton）のマクマスター大学キャンパスにおいて 1959 年から運転されている研究炉で、低濃縮ウラン燃料を使用し、熱出力 5,000kWt のオープンプール型原子炉である。ヨウ素 125（I-125）等の同位体製造も行っている。

NRCan が SMR 研究等を対象として資金拠出：2024 年 7 月 3 日、カナダ天然資源省（NRCan：Natural Resources Canada）の J.ウィルキンソン（Jonathan Wilkinson）大臣は、9 件のエネルギー技術を対象として合計で約 1,100 万カナダドルの資金拠出を行うことを明らかにした。そのうちの約 250 万カナダドルについては計 2 件の小型モジュール炉（SMR）研究に対して拠出し、残りの約 850 万カナダドルについてはクリーン技術により水素生産を行うカナダ国内の産業界における技術革新を支援するために計 7 件に対して拠出される。SMR 研究に対して拠出される対象のひとつは、サスカチュワン（Saskatchewan）州内の SMR からの中レベル放射性廃棄物と非燃料からの高レベル放射性廃棄物を対象とした長期処分戦略の調査を行うレジャイナ大学（University of Regina）であり、拠出額は 3 年間にわたり合計で約 94 万カナダドルである。もう 1 件の対象は、SMR において使用される次世代の傾斜機能材料(functionally graded materials)について付加製造（AM：additive manufacturing）に関するプロジェクトを行うアルバータ大学（University of Alberta）であり、拠出額は 3 年間にわたり合計で約 166 万カナダドルである。資金拠出対象の詳細は下表のとおりである。（2024 年 7 月 3 日付 Natural Resources Canada）

\$11 Million in Funding for Nine Energy Technology Projects		
\$2.5 Million in Funding for Small Modular Reactor Research		
Awardee	Amount	Research Objectives
University of Regina	\$941,651 over three years	To study long-term disposal strategies for intermediate level and non-fuel high level wastes from SMRs within Saskatchewan
University of Alberta	\$1,656,000 over three years	For its project on additive manufacturing (AM) of next-generation functionally graded materials for use in SMRs.

\$8.5 Million to Support Innovation in Canada's Clean Hydrogen Sector		
Through the Energy Innovation Program's (EIP) Clean Fuels and Industrial Fuel Switching call for proposals		
<u>Awardee</u>	<u>Amount</u>	<u>Research Objectives</u>
Aurora Hydrogen Inc.	\$3,000,000	To advance the use of microwave energy for pyrolysis technology to convert methane to hydrogen and solid carbon with minimal greenhouse gas emissions and no water use
Quantiam Technologies	\$1,000,000	For the production of carbon-negative methanol and e-fuels from captured carbon dioxide and green hydrogen
Innova Hydrogen Corp	\$1,000,000	For zero-carbon hydrogen production via catalytic methane pyrolysis.
Through the EIP and Support the Hydrogen Centre of Excellence, a Strategic Initiative led by Alberta Innovates		
<u>Awardee</u>	<u>Amount</u>	<u>Research Objectives</u>
ATCO Gas and Pipelines Ltd.	\$1,300,450	In partnership with Qualico, to conduct a feasibility assessment of a pure hydrogen pipeline network to heat new homes in the community of Bremner in Strathcona County, Alberta, including constructing a pure-hydrogen demonstration home
Innovative Fuel Systems	\$1,264,550	To reduce emissions from heavy-duty vehicles by developing a hydrogen and diesel dual-fuel retrofit system applicable to 90 percent of heavy-duty engines
ATCO Gas and Pipelines Ltd.	\$508,935	To develop the Fort Saskatchewan Operating Centre into the first commercial 100-percent hydrogen-heated building in North America and as a demonstration site for end-user heating technologies that utilize pure and blended hydrogen with natural gas
New Wave Hydrogen Inc.	\$415,000	To accelerate the time of methane thermal cracking for hydrogen production via shock wave heating technology in preparation for successive field pilots.
(出典：Natural Resources Canada)		

レジャイナ大学の原子力研究等にサスカチュワン州から 58 万カナダドル超を提供：2024 年 7 月 15 日、イノベーション・サスカチュワン（Innovation Saskatchewan）^{*1}は、レジャイナ大学（University of Regina）による 3 件の研究プロジェクトに対し、合計で 58 万カナダドル超の資金提供を行うことを発表した。資金提供はイノベーション・科学基金（ISF：Innovation and Science Fund）^{*2}を通じて行われる。今回資金提供を受ける研究プロジェクトは以下のとおり。

- 原子力エネルギーおよび科学（Nuclear Energy and Science）
 - 1) 小型モジュール炉（SMR）燃料腐食研究室（SMR Fuel Corrosion Laboratory）に対し 20 万カナダドル。SMR 内の燃料を保護するために使用される材料の錆や損傷を防ぐ方法を研究するとともに、SMR 技術に関する高度な訓練機会を提供する。
 - 2) 核媒質のマルチスケール研究（Multi-scale studies of the Nuclear Medium）に対し 8 万 3,109 カナダドル。
- 素粒子物理学（Subatomic Physics）
 - 3) ソレノイド大強度装置重ガスチェレンコフ検出装置（Solenoidal Large Intensity Device (SoLID) Heavy Gas Cherenkov (HGC) Detector）の構成要素の建設および試験に対し 30 万

カナダドル。

(2024 年 7 月 15 日付 Innovation Saskatchewan、7 月 17 日付 World Nuclear News)

- *1 サスカチュワン州政府のイノベーション機関。
- *2 イノベーション・科学基金 (ISF) は、サスカチュワン州内の大学や研究機関の研究上の卓越性や競争力を促進することを目的として、カナダ連邦政府によるイノベーション資金と州内の大学等による研究プロジェクトのマッチングを行う。

CNL が CNRI 等の既存プログラム群を統合: 2024 年 8 月 2 日、カナダ原子力研究所 (CNL) は、クリーンエネルギーや健康科学分野における既存プロジェクト群を統合し、新原子力・萌芽的技術 (N2ET: New Nuclear & Emerging Technologies) プログラムを設置することを発表した。N2ET プログラムは有望な技術 (promising technologies) の商業化・実装に向けて迅速に進める (fast-track) ことを支援することを目的としており、CNL と先駆的な技術開発者 (developers) の間の協働を促進するとともに、CNL が有望な技術やベンチャー企業に直接資金提供することを可能とするものである。CNL によると N2ET プログラムは医療用同位体を主要な焦点として、原子力エネルギー、核融合、水素、再生可能エネルギー、健康科学といった研究および技術を包含することが期待されているという。N2ET プログラムに統合されたプログラム等は以下のとおりである。

- 小型モジュール炉 (SMR) サイト招致 (siting invitation) *¹
- カナダ原子力研究イニシアチブ (CNRI: Canadian Nuclear Research Initiative) *²
- CNL のクリーンエネルギー実証・イノベーション・研究 (CEDIR: Clean Energy Demonstration, Innovation and Research) パーク事業
- CNL とドイツの ITM (ITM Isotope Technologies Munich SE) 社による合弁会社アクチニア (Actineer) 社*³
- CNL と日本の京都フュージョニアリング (KF: Kyoto Fusioneering) 社による合弁会社フュージョン・フュエル・サイクルズ社 (FFC: Fusion Fuel Cycles, Inc.)

N2ET の活動ポートフォリオに基づく CNL による事業支援は、需要に応じて変動するものの過去 5 年にわたり年間平均 1,700 万カナダドルに達しており、今後何年かで更なる成長が見込まれるという。(2024 年 8 月 2 日付 Canadian Nuclear Laboratories)

- *1 CNL は 2017 年長期戦略 (2017 Long Term Strategy) において、CNL が管理するサイトであるチョークリバー研究所 (Chalk River Laboratories) やホワイトシェル研究所 (Whiteshell Laboratories) において 2030 年までに SMR を設置するとした目標を設定した。CNL はこの取り組みを「SMR 実証事業の招致」(Invitation for SMR Demonstration Projects) や「SMR 招致プロセス」と呼称している。選定プロセスは 4 段階 (認定前段階、適正評価段階、土地の手配とその他契約に関する交渉段階、事業実施段階) で行われるが、1 件のみの優先事業を選定するものではない。CNL は 2017 年に SMR デベロッパーから 19 件の関心表明を受け取り、2018 年 4 月には U バッテリー (U-Battery) 社、スターコア (Starcore) 社、テレストリアル・エナジー (Terrestrial Energy) 社、グローバル・ファースト・パワー (GFP: Global First Power) 社の 4 社が CNL に提案を提出している。CNL は 2024 年 6 月 14 日付の発表において、チョークリバー研究所やホワイトシェル研究所には核融合実証炉を設置するに適した複数のサイトがあるとして、プログラムの対象を核融合まで拡大することを明らかにしている。
- *2 CNL は、2018 年 11 月にカナダ天然資源省 (NRCan) が発表したカナダ SMR ロードマップを背景に、国内における SMR の設置を加速するための研究開発プログラムとして、カナダ原子

力研究イニシアチブ（CNRI）の開始を 2019 年 7 月 18 日に発表した。CNL によると、市場分析、燃料開発、原子炉の物理モデリング、輸送といった重点分野に関する計画に関するプロポーザル募集（CFP）を毎年行い、参加者には、リソースの最適化や技術的知識の共有、SMR 技術の商業化促進のために、CNL の専門的技術の利用等といった利点を与えられる。また、2020 年の第 2 ラウンドからはプログラムの規模および範囲を広げ、送電網に接続される（on-grid）次世代原子炉から核融合技術まで含む、全ての先進炉（AR：advanced reactor）設計が対象となった。

- *3 2023 年 10 月 18 日、CNL とドイツの放射性医薬品バイオ技術企業である ITM 社（ITM Isotope Technologies Munich SE）は、アクチニウム 225（Ac-225）の商業規模製造のための両者による新たな合弁会社として、アクチニア社（Actineer Inc.）を設立したことを発表した。合意に基づき、アクチニア社は Ac-225 の製造・加工技術を前進させ、国際的供給を大幅に増加させるような医療用アイソトープの短期的生産能力を確立するとともに、長期的な取り組みとして Ac-225 製造のための専用の大規模インフラを備えたアクチニウム製造施設（APF：Actinium Production Facility）の建設を行う。この協力には APF において使用される製造プロセスの開発および実装も含まれており、CNL は照射用の出発原料（starting material）、および中間的規模の放射化学グレード Ac-225 の供給製造プロセスについて初期的管理を提供し、ITM 社は適正製造プロセス（GMP：Good Manufacturing Process）に基づき Ac-225 を医薬品グレードへと加工するという。

NRCCan、SMR 実現プログラムによる計 1,360 万カナダドルの資金提供を発表：2024 年 10 月 3 日、カナダ天然資源省（NRCCan）は、同省の「小型モジュール炉（SMR）実現プログラム」（Enabling Small Modular Reactors (SMR) Program）*を通じて、9 件の研究事業に対し計 1,360 万カナダドルの資金提供を行うことを発表した。9 件の研究事業は SMR の安全な商業開発を促進することを目的としているという。今回選定された研究事業は以下のとおりである。

- クイーンズ大学（Queen’s University）による燃料の乾式貯蔵に関する調査と、SMR の効果的な配備を可能とするための技術的ギャップ／ライフサイクル評価の実行に対し、93 万 5,542 カナダドル。
- ケメティクス（Chemetics）社による SMR 製造技術の研究開発に対し、213 万 1,000 カナダドル。
- プロディジー・クリーン・エナジー社（Prodigy Clean Energy Ltd）による、SMR サプライチェーンの一環としての可搬式原子力発電所を実現するための研究開発に対し、275 万カナダドル。
- 核燃料廃棄物管理機関（NWMO）による、将来的な SMR 配備と NWMO の現行の「適応性のある段階的管理」（Adaptive Phased Management）プログラムの互換性強化に対し、375 万カナダドル。
- カリアン社（Calian Ltd.）による、SMR ベンダーおよび計画中の SMR 所有事業者または運転事業者を対象とした、SMR 施設の新設用の建材中の放射性元素の特性評価を概説した指針文書を提供する取り組みに対し、26 万 1,535 カナダドル。
- カナダ原子力産業機構（OCNI：Organization of Canadian Nuclear Industries）による、カナダ国内における技術的ギャップに起因する調達上のリスクを特定し、リスクのある部品や構成要素の供給戦略を開発するための Ready4SMR プログラム策定に対し、54 万 3,000 カナダドル。
- キネクトリックス（Kinectrics）社による、放射性廃棄物から回収された炭素 14（C-14）

同位体の処分の実現可能性調査、および廃棄物の流れを処分から転換するための経路の特定における利害関係者との関与の取り組みに対し、12 万 6,475 カナダドル。

- ノースショア・ミクマク部族評議会（NSMTC : North Shore Mi'kmaq Tribal Council）による、ニューブランズウィック州に先住民が所有権を有する形での SMR 製造のための堅固なサプライチェーン研究・開発に対し、207 万 336 カナダドル。
- オポチュニティーズ・ニューブランズウィック（Opportunities New Brunswick）による、カナダ国内における SMR の開発と配備を強化するために、費用効果的なモジュール式 SMR 製造技術に関する研究開発ライフサイクル枠組みの提供に対し、109 万 4,850 カナダドル。

（2024 年 10 月 3 日付 Natural Resources Canada）

- * NRCan は、SMR 製造・燃料サプライチェーンの開発を支援し、SMR および SMR 由来の廃棄物の安全管理を保証するための SMR 廃棄物管理ソリューションに関する研究に資金を提供することを目的として、2023 年に SMR 実現プログラムを設置した。これまでにカナダ標準協会（Canadian Standards Association）やアルバータ大学（University of Alberta）、レジャイナ大学（University of Regina）による研究事業に対し計 350 万ドルの資金提供を行っている。

CNL がカナダ原子力研究イニシアチブ（CNRI）で核融合を含む提案募集を開始：2024 年 10 月 4 日、カナダ原子力研究所（CNL）は、カナダ原子力研究イニシアチブ（CNRI）の次ラウンドにおける提案募集を開始したことを明らかにした。CNRI は 2019 年に開始されたプログラムであり*、イノベーションにおけるギャップを埋め、次世代の小型モジュール炉（SMR）や先進炉（advanced reactor）設計の技術的準備を可能とするため、CNRI 参加者がリソースを最適化し技術的知見を共有するとともに、CNL が有する専門性やカナダ原子力公社（AECL）が保有するチョークリバー研究所（Chalk River Laboratories）の独自の機能を利用できるようにするものである。また CNRI の研究対象は、核融合に基づく研究開発に対してより大きな焦点をあてるようにする等、核分裂性物質の利用といった従来の対象とは別の形のクリーンエネルギーを対象に含めるよう、2024 年から範囲が拡大されている。このラウンドの応募期限は 2024 年 12 月 20 日であり、選定対象の発表は 2025 年春が予定されている。（2024 年 10 月 4 日付 Canadian Nuclear Laboratories）

- * 2024 年 8 月 2 日に CNL は、クリーンエネルギーや健康科学分野における既存プロジェクト群を統合し、新原子力・萌芽的技術（N2ET）プログラムを設置することを発表した。この再編により CNRI は N2ET プログラムに含有されることとなった。

NRCan、クリーンエネルギーの開発等を行うプロジェクトを対象として投資：2025 年 3 月 5 日、カナダ天然資源省（NRCan）の J.ウィルキンソン（Jonathan Wilkinson）大臣は、クリーンエネルギーの開発等を行うプロジェクトを対象として投資を行うことを明らかにした。今回の投資対象のうち原子力に関連したものは、CANDU 炉に対する最新のアップグレードを対象とした標準設計（standard design）の確立（deliver）を目指す AtkinsRéalis 社の「次世代 CANDU」（Next Generation of CANDU）プロジェクトに対して行う、4 年間にわたる融資を通じた 3 億 400 万カナダドルの拠出を始めとして、ダーリントン原子力発電所における新規炉として小型モジュール

ル炉（SMR）3 基の建設を目指すオンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社の「ダーリントン新規原子炉計画」（DNNP）*に対して規制上の承認等の支援を行うための、未来電力基金（FEF : Future Electricity Fund）を通じた 5,500 万カナダドルの資金拠出等である。この 2 件以外にも、SMR の開発等を目指すプロジェクトや三重被覆層・燃料粒子（TRISO）燃料に基礎を置いた使用済燃料の性質や特性に関する詳細調査を実施するプロジェクトに対する投資が行われる。プログラム名、資金の受領者、資金源、およびプロジェクトの概要等の詳細は下表の通りである。

- * OPG 社によるダーリントン・サイトにおける SMR 建設事業では、GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社製 BWRX-300 を計 4 基建設することが計画されている。このうち 1 基目は先行して計画が進められており、今回の発表において支援対象となった新規炉は「2、3、および 4 号機」（Units 2, 3 and 4）と記述されていることから、計画されている 4 基のうち 2 基目以降が該当すると推測される。

(2025 年 3 月 5 日付 Natural Resources Canada)

List of Investments for the Projects Developing Clean Energy, etc. (As Announced by NRCAN on March 5, 2025)
(Those Programs that are Related to Nuclear Energy)

Project Name	Next generation of CANDU
Recipient	AtkinsRéalis
Reach	Ontario
Location	Mississauga, Ontario
Funding	\$304 million through a loan over four years, matched by AtkinsRéalis
Project Summary	This project aims to deliver a standard design for the latest upgrade to Canada's homegrown CANDU technology, to help it compete in modern markets.
Project Name	Darlington New Nuclear Project
Recipient	Ontario Power Generation
Reach	Ontario
Location	Darlington, Ontario
Funding	\$55,000,000 (Environment and Climate Change Canada's Future Electricity Fund (FEF))
Project Summary	This project will see Ontario Power Generation Inc. use FEF funds to support the predevelopment activities required to advance small modular reactor (SMR) implementation at its Darlington New Nuclear Project (DNNP) site. The project will support site planning, site preparation, various procurements and regulatory approvals for the three new SMRs at the DNNP site (Units 2, 3 and 4).
Project Name	Small Modular Reactor Predevelopment
Recipient	Saskatchewan Government's Crown Investments Corporation (CIC)
Reach	Saskatchewan
Location	Saskatoon, Saskatchewan
Funding	\$80,000,000 (initial contribution was \$24,000,000) (Environment and Climate Change Canada's Future Electricity Fund (FEF))
Project Summary	SMR development in Saskatchewan, led by SaskPower. This funding will support pre-engineering work and technical studies, environmental assessments, regulatory studies and community and Indigenous engagement to help advance this important project.
Project Name	Safety Assessment and Fuel Evaluation of TRI-structural ISotropic (TRISO) (SAFE-T)
Recipient	Western University
Reach	Ontario
Location	London, Ontario
Funding	\$4,999,996 (NRCAN's Enabling Small Modular Reactors Program)
Project Summary	The University of Western Ontario will receive a total of \$4,999,996 over three years for its project to conduct a detailed study of TRISO-based used fuel properties and characteristics. The project will seek to advance knowledge and understanding of the management, characterization and minimization of TRISO-based fuel waste.
Project Name	Supporting the Canadian Nuclear Industry with Guidelines, Strategies and Standards for SMR and MMR Deployment
Recipient	Canadian Nuclear Laboratories Ltd.
Reach	Pan-Canadian
Location	Chalk River, Ontario
Funding	\$3,537,809 (NRCAN's Enabling Small Modular Reactors Program)
Project Summary	Canadian Nuclear Laboratories will receive a total of \$3,537,809 over three years for its project on developing guidelines, strategies and standards for small modular reactor (SMR) deployment to support the Canadian nuclear industry. The project will undertake work to develop guidelines for implementing advanced manufacturing technologies within the Canadian nuclear framework of codes and standards and to develop guidelines for performing fuel qualification within the Canadian regulatory context. The project will also aim to minimize the creation of SMR wastes and optimize SMR waste management.

Project Name	Accelerating Supply Chain Readiness and Participation in Saskatchewan for SMRs and Fuel Supply
Recipient	Saskatchewan Industrial and Mining Suppliers Association (SIMSA)
Reach	Saskatchewan
Location	Saskatoon, Saskatchewan
Funding	\$2,830,385 (NRCan's Enabling Small Modular Reactors Program)
Project Summary	The Project aims to evaluate the capabilities of the existing supply chain in Saskatchewan, including Indigenous suppliers, and identify the technical requirements, gaps, opportunities and barriers relating to the manufacturing, fuel cycle, construction and operations of SMRs.
Project Name	Alberta Small Modular Reactor (SMR) Site Evaluation
Recipient	Capital Power Limited Partnership
Reach	Alberta
Location	Edmonton, Alberta
Funding	\$13,000,000 (Electricity Predevelopment Program (EPP))
Project Summary	This project will develop an assessment of the potential suitability of three locations in Alberta as potential host locations for SMR deployment and increase public and Indigenous community understanding and awareness of SMRs and nuclear power generation.
Project Name	Peace Region, Alberta Nuclear Power Plant Project
Recipient	EAC Capital Limited Partnership
Reach	Alberta
Location	Peace River area of northern Alberta
Funding	\$8,366,800 (Electricity Predevelopment Program (EPP))
Project Summary	The objective of this project is to advance predevelopment for EAC Capital's proposed new nuclear plant with a capacity of up to 4,800 MW in the Peace Region.

出典：

<https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2025/03/canada-invests-in-the-next-generation-of-canadian-made-clean-affordable-nuclear-energy.html>

2.4 核融合

CNL と京都フュージョニアリング社、フュージョン・フュエル・サイクルズ社を設立：2024年5月22日、カナダ原子力研究所（CNL）は、ジョイントベンチャー企業のフュージョン・フュエル・サイクルズ（FFC：Fusion Fuel Cycles Inc）社を京都フュージョニアリング（KF）社とともに設立することを明らかにした。このジョイントベンチャーは、2023年9月にCNLとKFが締結した戦略的連携（Strategic Alliance）*を拡張するものである。この戦略的連携は、重水素（Deuterium）と三重水素（トリチウム、Tritium）による核融合反応（D-T 反応）に基づいた核融合燃料サイクル技術の開発と商業展開を目標としている。（2024年5月22日付 Canadian Nuclear Laboratories）

- * この戦略的連携の下で両者は、チョーク・リバー（Chalk River）研究所において核融合試験ループ（fusion test loop）UNITY-2を建設する予定である。UNITY-2は世界初の統合型燃料サイクル試験施設であり、2025年末までに試運転を開始し、2026年半ばまでに本格的に操業を開始する予定である。UNITY-2において両者は、燃料の排出（fuel discharge）から燃料精製（fuel purification）と燃料供給に至る D-T 燃料サイクルの構築に取り組むとともに、リスクを低減させる形で核融合パイロット・プラント（FPP：fusion pilot plant）を実現することに繋がるような条件と処理率において効率的なトリチウム処理技術を実証する予定である。

OPG 社とステラレックス社、核融合エネルギー配備を探る MOU を締結：2024年6月7日、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社とステラレックス（Stellarex）社は、オンタリオ州における核融合エネルギーの開発および配備を探求することを定めた了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。この MOU に基づき、両社はオンタリオ州において核融合エネルギーに関する中核的研究拠点（centre of excellence）の設置を模索するとともに、州内におけるステラレータ型核融合エネルギー装置のサイト選定および配備の可能性を特定するとしている。（2024年6月7日付 OPG）

CNL が核融合に関する計画を発表し、クリーンエネルギー・プログラム群を核融合を対象として拡大：2024 年 6 月 14 日、カナダ原子力研究所（CNL）は、イベント「核融合デー2024」（Fusion Day 2024）を開催し、カナダにおいて核融合エネルギーを実現するための核融合開発における協力者間の共通のビジョン（collective vision）および国家的戦略について概説した新たな計画である報告書「カナダのための核融合エネルギー」（Fusion Energy for Canada）を公表したことを発表した。CNL による報告書は、核融合エネルギーの国内実施から得られる経済的利益を活用し、国際的な原子力分野を支援するため、カナダ政府に対し明確な政策と権限（mandate）を通じて核融合エコシステムを速やかに準備するよう要請している。また、CNL は自身が実施する 2 件の主要なクリーンエネルギー・プログラムを拡大し、核融合技術を対象に含めることを発表した。CNL は、1 件目としては小型モジュール炉（SMR）招致プロセス（SMR Invitation Process）に核融合原型炉やその他クリーンエネルギー技術を含めるよう拡張し*1、2 件目としてはカナダ原子力研究イニシアチブ（CNRI）プログラム*2についてその他の形態のクリーンエネルギーをも対象として含めるように拡大し、核融合に基盤を置く研究開発に対してより重点を置くとしている。（2024 年 6 月 14 日付 Canadian Nuclear Laboratories）

*1 CNL は 2017 年長期戦略（2017 Long Term Strategy）において、CNL が管理するサイトであるチョークリバー研究所（Chalk River Laboratories）やホワイトシェル研究所（Whiteshell Laboratories）において 2030 年までに SMR を設置するとした目標を設定した。CNL はこの取り組みを「SMR 実証事業の招致」（Invitation for SMR Demonstration Projects）や「SMR 招致プロセス」と呼称している。選定プロセスは 4 段階（認定前段階、適正評価段階、土地の手配とその他契約に関する交渉段階、事業実施段階）で行われるが、1 件のみの優先事業を選定するものではない。CNL は 2017 年に SMR デベロッパーから 19 件の関心表明を受け取り、2018 年 4 月には U バッテリー（U-Battery）社、スターコア（Starcore）社、テレストリアル・エナジー（Terrestrial Energy）社、グローバル・ファースト・パワー（GFP）社の 4 社が CNL に提案を提出している。CNL は今回の発表において、チョークリバー研究所やホワイトシェル研究所には核融合実証炉を設置するに適した複数のサイトがあると述べている。

*2 CNL は、2018 年 11 月に天然資源省（NRCan）が発表したカナダ SMR ロードマップを背景に、国内における SMR の設置を加速するための研究開発プログラムとして、カナダ原子力研究イニシアチブ（CNRI）の開始を 2019 年 7 月 18 日に発表した。CNL によると、市場分析、燃料開発、原子炉の物理モデリング、輸送といった重点分野に関する計画に関するプロポーザル募集（CFP）を毎年行い、参加者には、リソースの最適化や技術的知識の共有、SMR 技術の商業化促進のために、CNL の専門的技術の利用等といった利点が与えられる。また、2020 年の第 2 ラウンドからはプログラムの規模および範囲を広げ、送電網に接続される（on-grid）次世代原子炉から核融合技術まで含む、全ての先進炉（AR：advanced reactor）設計が対象となった。

LM26 用診断技術開発に NSERC から資金提供：2024 年 11 月 12 日、ジェネラル・フュージョン（General Fusion）社は、カナダ自然科学・工学研究評議会（NSERC：Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada）同盟プログラムから、同社による LM26（Lawson Machine 26）*のための診断技術の開発について 2024 年において 2 度目の資金提供を受けることを発表した。ジェネラル・フュージョン社は数年にわたりサイモン・フレイザー大学（SFU：Simon Fraser University）と核融合研究開発（R&D）において協力してきたが、今回の資金提供では、この協力に基づき中性子活性化分析（neutron activation analysis）と呼ばれる診断方法の最適化に取り組む。この診断方法は、LM26 の運転中に生成された中性子の総数を計算し、プログラムにおける主要な技術的マイルストーンの達成を測定・検証するための重要なデータを提供するもの

であるという。(2024年11月12日付 General Fusion、11月15日付 Nuclear Engineering International)

- * LM26 は、ジェネラル・フュージョン社が 2023 年 8 月に建設する方針を発表した、新たな磁化標的核融合 (MTF : Magnetized Target Fusion) 装置である。LM26 は同社が運用中のプラズマ入射装置 (plasma injector) である PI3 と新たなリチウム・ライナー (liner) 圧縮システムを統合したものであり、磁化プラズマ (magnetized plasmas) を繰り返し可能な (repeatable) 方法で対称的に圧縮し、大規模な装置における核融合条件を達成するように設計されている。LM26 は摂氏 1 億度超の核融合条件を 2025 年までに達成し、2026 年までに科学的損益分岐点 (scientific breakeven) を達成することを目標としている。ジェネラル・フュージョン社は LM26 を、商用核融合エネルギーにより早ければ 2030 年代半ばの送電網への電力供給を目指す同社の実証プログラムを加速し、リスクを低減するものとして位置づけている。

ジェネラル・フュージョン社が磁化標的核融合アプローチでブレイクスルー達成と発表：2024

年 11 月 22 日、ジェネラル・フュージョン (General Fusion) 社は、磁化標的核融合 (MTF) アプローチ*¹ に必要な球状トカマク構成におけるプラズマ圧縮科学 (PCS : Plasma Compression Science) 実験シリーズによって、有意な (significant) 核融合中性子収量を生成することに成功し、その結果が査読済み論文として Nuclear Fusion 誌に掲載されたことを発表した*²。この結果は圧縮中にプラズマの安定性および対称性を確保する方法を実証するものであり、また、プラズマ加熱率と中性子収量の増加に関するジェネラル・フュージョン社の予測を検証するものであったという*³。また、試験により金属ライナーを使用したプラズマ形成・圧縮に関する同社技術の有効性が証明され、同社が開発中の大規模核融合実証装置 LM26 (Lawson Machine 26) の基礎が築かれたとしている。(2024 年 11 月 22 日付 General Fusion、12 月 5 日付 Nuclear Engineering International)

- *¹ 磁化標的核融合 (MTF) とは圧縮空気ピストンにより音響衝撃波を発生させて、液体金属中に生成したスフェロマク (Spheromak) を圧縮し、核融合条件の達成を目指すものである。
- *² 当該論文は “S.J. Howard et al 2025: “Measurement of spherical tokamak plasma compression in a PCS-16 magnetized target fusion experiment,” Nucl. Fusion 65 016029” であり、<https://dx.doi.org/10.1088/1741-4326/ad9033> から閲覧できる。
- *³ 中性子収量は大幅に増加し、1 回の圧縮ショットにおいて毎秒 6 億個超の中性子が生成されたという。また、圧縮中にプラズマ密度が開始時の約 190 倍の密度になり、高温プラズマを閉じ込めるための磁場は圧縮作用により開始時から 13 倍以上高くなったという。プラズマ加熱測定値は実験規模から期待されるレートと一致し、圧縮中にイオン温度が約 0.63keV までわずかに上昇した。

CNL と KIT がトリチウムや水素について共同研究を検討：2024 年 12 月 20 日、カナダ原子力

研究所 (CNL) は、ドイツのカールスルーエ工科大学 (KIT : Karlsruhe Institute of Technology) との間で、核融合、材料特性評価、および水素科学・水素技術に関する共同研究を追求することを定めた合意 (agreement) に署名したことを発表した。合意事項によると CNL と KIT は、トリチウム分析、トリチウム障壁・表面分析、トリチウム燃料サイクルの最適化、照射材料の特性評価および冶金、および水素の安全性といった分野において共同研究事業を検討するという。CNL は数十年間にわたり CANDU 炉の運転を支援してきたことによるトリチウムに関する専門知識を保有している。この CNL が有する専門知識は、KIT のトリチウム研究所が有する核融合向けトリチウムの取り扱いおよび処理に関する経験と相補的なものであるという。(2024 年 12 月 20 日付 Canadian Nuclear Laboratories)

CNL の SMR サイト招致プログラムが改称、対象に核融合等が追加される：2025 年 2 月 3 日、カナダ原子力研究所（CNL）は、小型モジュール炉（SMR）サイト招致（siting invitation）プログラム*¹の範囲を拡大することを発表した。SMR サイト招致プログラムは今回の発表時点において「クリーンエネルギー・サイト選定プログラム」（Clean Energy Siting Program）と改称され、核融合ベースの技術、水素製造、バッテリー貯蔵、およびクリーン燃料製造施設等を含む試作的（prototype）ソリューションの確立に関心があるベンダーや技術開発事業者を対象とするという。クリーンエネルギー・サイト選定プログラムにおいては、選定されたプロジェクトは、申請の関心や適合性に応じてチョークリバー研究所（Chalk River Laboratories）サイトかホワイトシェル研究所（Whiteshell Laboratories）サイトのいずれかに配置される。なお、招致プロセスには CNL の研究施設やその他補助的プログラムの利用権は含まれない。また、CNL は、既に同プログラムに参加している SMR ベンダーとも引き続き緊密に協力するとしている*²。

（2025 年 2 月 3 日付 Canadian Nuclear Laboratories）

- *1 CNL は 2017 年長期戦略（2017 Long Term Strategy）において、CNL が管理するサイトであるチョークリバー研究所（Chalk River Laboratories）やホワイトシェル研究所（Whiteshell Laboratories）において 2030 年までに SMR を設置するとした目標を設定した。CNL はこの取り組みを「SMR 実証事業の招致」（Invitation for SMR Demonstration Projects）や「SMR 招致プロセス」と呼称している。選定プロセスは 4 段階（認定前段階、適正評価段階、土地の手配とその他契約に関する交渉段階、事業実施段階）で行われるが、1 件のみの優先事業を選定するものではない。CNL は 2024 年 6 月 14 日付の発表において、チョークリバー研究所やホワイトシェル研究所には核融合実証炉を設置するに適した複数のサイトがあるとして、プログラムの対象を核融合まで拡大する方針を明らかにしていた。
- *2 CNL は 2017 年に SMR 開発事業者から 19 件の関心表明を受け取り、2018 年 4 月には U バッテリー（U-Battery）社、スターコア（Starcore）社、テレストリアル・エナジー（Terrestrial Energy）社、グローバル・ファースト・パワー（GFP）社の 4 社が CNL に提案を提出している。

ジェネラル・フュージョン社の LM26 が初プラズマ達成：2025 年 3 月 10 日、ジェネラル・フュージョン（General Fusion）社は、磁化標的核融合（MTF）実証装置である LM26（Lawson Machine 26）について、同装置の標的チャンバー内での磁化プラズマ（magnetized plasma）形成に成功したことを発表した。プラズマ形成成功以降の LM26 では、圧縮による核融合と加熱を実現するためのリチウム内壁（liner）によるプラズマ圧縮という次段階に向けた準備のために、プラズマ形成の最適化が行われている。（2025 年 3 月 10 日付 General Fusion）

2.5 次世代炉

Xe-100 のアルバータ州への配備を検討：2024 年 4 月 2 日、X エナジー（X-energy）社とカナダの発電事業者であるトランスアルタ（TransAlta）社は、X エナジー社の先進小型モジュール炉（SMR）である Xe-100 をアルバータ州において配備することの実行可能性等について調査するためのパートナーシップを締結したことを発表した。この調査はアルバータ排出量削減機構（ERA：Emissions Reduction Alberta）からの資金提供を受けて*1、化石燃料発電所サイトを Xe-100 発電所として当初の目的外で再活用（repurposing）することについて実現可能性を評価するものである。また、調査ではアルバータ州に基盤を置くサプライチェーンとなり得るような企業群の特定および確立や、州にとっての経済的利益についても焦点を当てている。また、両社はカナダに拠点を置く原子力・専門エンジニアリング企業*2からの支援を受けるといふ。2023 年にアルバータ州は、炭素排出ネットゼロを 2050 年までに達成するという目標を定めている。（2024 年 4 月 2 日付 X-energy、4 月 3 日付 World Nuclear News）

- *1 アルバータ排出量削減機構（ERA）は、アルバータ州の環境および経済目標の達成を支援する組織として 2009 年に設立された。X エナジー社は ERA が実施しアルバータ州政府が支援する「エネルギーシステムの再形成」（Reshaping Energy Systems）資金提供公募から 62 万 3,152 カナダドルの資金提供を受けることになる。
- *2 ハッチ（Hatch）社やキネクトリックス（Kinectrics）社、PCL ニュークリア・マネジメント（PCL Nuclear Management）社を指す。

ARC-100 の商業展開に向けた韓・加企業の協業：2024 年 5 月 1 日、ARC クリーン・テクノロジー（ARC：ARC Clean Technology）社、ニューブランズウィック・パワー（NB Power：New Brunswick Power）社、および韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、小型モジュール炉（SMR）である ARC 社の ARC-100*1 を世界的に商業展開することを対象とした協業合意（teaming agreements）を締結することを最終目標として、三者間の協力を深化させることを目的とした協力合意（collaboration agreement）に署名した。今回署名された協力合意により、ARC-100 の商業展開に対する参画・潜在的な投資に関する議論を進めるために ARC-100 の実現に繋がるような成果（deliverables）・手続き・タイムライン策定に取り組むことについて*2、三者の強固なコミットメントが確立される*3。なお今回署名された協力合意は、2023 年 11 月にこの三者が締結した了解覚書（MOU）*4に続くものである。（2024 年 5 月 1 日付 ARC Clean Technology、5 月 2 日付 World Nuclear News）

- *1 ナトリウム高速冷却炉に基づいた電気出力 10 万 kWe の SMR である。
- *2 今回の協力合意においては、この 3 者間での更なる議論に向けてワーキンググループを設置することが定められている。
- *2 この三者は、まずはカナダのニューブランズウィック州において ARC-100 の商業実証炉を建設する予定である。
- *3 この MOU を通じてこの三者は、カナダ、韓国、米国、および KHNP が事業を展開しているその他の地域において ARC-100 の商業化を目的とした協力の機会を模索している。

テレストリアル・エナジー社が本社をカナダから米国に移転：2024 年 6 月 20 日、一体型溶融塩炉（IMSR：Integral Molten Salt Reactor）を開発するテレストリアル・エナジー（Terrestrial Energy）

社は、事業所をカナダから米国に移転するための組織再編を完了したことを明らかにした。テレストリアル・エナジー社は移転の理由として、最大の市場、商業的提携先、および主要な株主（principal shareholders）との連携の確保を挙げている*。テレストリアル・エナジー社は、カナダのオンタリオ州オークビル（Oakville）、アルバータ州カルガリー（Calgary）、英国のオックスフォード（Oxford）に子会社を構えるとしている。（2024年6月20日付 Terrestrial Energy、6月26日付 Nuclear Engineering International）

- * テレストリアル・エナジー社は米国において、化学工場や石油化学精製工場といった工業施設の運営事業者、またデータセンターの運営事業者と提携している。

モルテックス社が SSR-W による使用済燃料燃焼能力を実証したと発表：2024年10月3日、モルテックス・エナジー・カナダ（Moltex Energy Canada）社は、リサイクル済の使用済燃料を燃料として消費する高速スペクトル燃料ピン型溶融塩炉 SSR-W（Stable Salt Reactor – Wasteburner）の独自の能力を実証した新たな研究を発表した*¹。この研究では、カナダの CANDU 炉に由来する使用済燃料束に含まれる超ウラン元素（TRU elements）の大部分を SSR-W により消費可能であることが示されたという*²。この研究によると、SSR-W は新規燃料の輸入を必要とせず、カナダの既存の CANDU 炉燃料から最低でも 600 万 kW のクリーンエネルギーを生産することができるということである。モルテックス社はポイント・ルプロー（Point Lepreau）サイトにおいて、2030 年代初めに最初の SSR-W を実装することを計画している*³。（2024年10月3日付 Moltex Energy Canada、10月4日付 World Nuclear News、10月8日取得 Moltex Energy Canada）

- *¹ 「モルテックス SSR-W による廃棄物燃焼性能」(Waste Burning Performance of the Moltex SSR-W) と題された査読済み論文であり、カナダのオタワ（Ottawa）で開催された第 IV 世代・小型炉会議（G4SR : Generation IV and Small Reactors conference）において 10 月 4 日に発表された。
- *² この研究では、SSR-W による燃料サイクルのモデル化結果が示されており、燃料リサイクルを繰り返すことで、原子炉内での燃焼中にすべてのアクチノイドの濃度が低下し、アクチノイド燃焼が無限に継続する平衡状態（equilibrium）に到達可能であることが実証されたという。出力 120 万 kW の SSR-W においては、年間 425kg のアクチノイドが除去可能になるとされる。
- *³ ポイント・ルプロー・サイトにおいては、使用済燃料を SSR-W 用燃料へとリサイクルするための技術である WATSS (Waste To Stable Salt) プロセスも併せて設置される計画である。なお、同サイトにおいて現在運転中の CANDU 炉は 2040 年頃の恒久停止が予定されている。

プロディジー社の可搬型原子力発電所の商業展開を目指す動き：2025年3月11日、プロディジー・クリーン・エナジー（Prodigy Clean Energy）社（以下、プロディジー社）とロイド船級協会（LR : Lloyd's Register）*¹は、プロディジー社の可搬型原子力発電所（TNPPs : Transportable Nuclear Power Plants）*²について、2030 年までにカナダ国内で商業展開を行うことを目指し、TNPPs のライフサイクル要件（lifecycle requirements）の策定（開発）を完了させるための協力を行うことを発表した。両者の今回の協力は、部分的にカナダ政府から約 190 万カナダドルの資金拠出を受けている*³。（2025年3月11日付 Lloyd's Register、3月14日付 American Nuclear Society）

- *¹ 今回の協力における LR の役割は、カナダにおける TNPPs の許認可取得と商業展開を次の 5 年～7 年以内に達成するというプロディジー社の目標において、同時に、海事産業、原子力産業、および沖合産業における良好慣行に従う形でプロディジー社が事業を行うことができるよう

- にすることに対して、支援を行うことである。
- *2 プロディジー社の TNPPs は、エンド・ユーザーが必要とするサイトに近い海上沖合で運転することを想定したものであり、例えば、海上沖合の石油・ガス採掘プラットフォーム、商用海港、資源採掘作業、僻地、および海水淡水化工場等での利用が想定されている。またプロディジー社の TNPPs においては、異なる種類のマイクロ炉を統合することが可能である。なお同社は、ウェスチングハウス（WH）社との協力の下で、WH 社の eVinci マイクロ炉を備えた TNPP を開発している。
 - *3 カナダ天然資源省（NRCan）による「小型モジュール炉（SMR）実現プログラム」（Enabling Small Modular Reactor (SMRs) programme）を通じた資金拠出である。

2.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

NWMO、将来の使用済燃料処分の計画を形成するため公衆に意見を求める：2024 年 3 月 26 日、核燃料廃棄物管理機関（NWMO）は、最新の実施計画「適応性のある段階的管理の実行 2024～28 年」（Implementing Adaptive Phased Management 2024-28）*について、公衆（the public）に対し考えを共有するよう求めていることを明らかにした。この計画はカナダでの使用済燃料地層処分施設のサイト選定を行うとともに規制上の意思決定（decision-making）プロセスに移行する、組織の重要な変革期において実施する業務の 5 年間を概説したものであるという。NWMO は 2024 年 6 月 7 日までオンライン調査（online survey）での回答を求めている。なお、NWMO は地層処分施設の望ましいサイトが選定された後、以下のような主要な活動に取り組むとしている。

- ホストコミュニティとのパートナーシップ協定の実行
- 特定されたサイトに関するセーフティケースの仕上げ
- 専門知識センター（Centre of Expertise）の構築の開始
- 規制上の意思決定プロセスへの参加
- 地層処分施設サイトへの NWMO 業務（operations）の移転の開始

（2024 年 3 月 26 日付 NWMO）

- * NWMO は 2024 年において実施計画は、「2023 年次報告：未来を共に作る」（2023 annual report, Creating the future together）と並行して出版されたと述べている。なお、この報告書は 2023 年の NWMO の進捗について追加的な情報を提供するものであるという。

ANEEL 燃料の VDR プロセスのフェーズ 1 が完了：2024 年 4 月 9 日、クリーン・コア・トリウム・エナジー（CCTE: Clean Core Thorium Energy）社は、トリウム - 高含有低濃縮ウラン（HALEU）に基づく ANEEL（Advanced Nuclear Energy for Enriched Life）燃料*について、カナダ原子力安全委員会（CNSC）によるベンダー設計審査（VDR）プロセスのフェーズ 1 を完了したことを発表した。フェーズ 1 の完了および関連する評価報告において、CNSC はカナダにおける ANEEL 燃料の許認可に対する根本的な障害はないと判断したという。（2024 年 4 月 9 日付 Clean Core Thorium Energy）

- * トリウムと高含有低濃縮ウラン（HALEU）により製造され、加圧重水炉（PHWR）および CANDU 炉向けに開発された。CCTE 社によると、トリウムの本質的に優れた原子の性質、熱の性質、

物理的な性質を利用することにより、ANEEL 燃料は既存重水炉の性能を著しく向上させる能力を有するという。

NWMO 代表、2024 年中のサイト選定および今後 10 年の動きを発表：2024 年 4 月 23 日、核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) の L.スワミ (Laurie Swami) 理事長兼最高経営責任者 (President and CEO) は声明を発表し、2024 年中にカナダにおける深地層処分施設 (DGR : Deep Geological Repository) のサイト選定*を完了させ、カナダの廃棄物管理計画の実施における重要なマイルストーンに到達する見込みであることを明らかにした。また、2024 年の焦点の大部分が DGR サイト選定に当てられたとしても、優先サイトの決定は 2024 年の単なるマイルストーンではなく、将来へ向けた新しい章の始まりであると述べ、今後 10 年間では、人々と環境を守ることができるよう規定された強固な規制的意思決定プロセス (regulatory decision-making process) へと廃棄物管理計画が進むとした。スワミ理事長は、このプロセスには多くのグループから幅広い関与 (engagement) と参加 (participation) を求めるとしている。最後にスワミ理事長は、地域コミュニティ、先住民族、科学的専門家、国際的リーダー、原子力産業および政府等との協力を続けることで、カナダの廃棄物管理計画を実行し、ともに未来を創ることができると確信していると述べた。(2024 年 4 月 23 日付 NWMO)

- * 2010 年にサイト選定プロセスを開始した時点で 22 コミュニティが関心を表明し、そこから候補地 2 か所として、オンタリオ州の南東のサウスブルースと北西のイグナスが選ばれた。2024 年 3 月 18 日には NWMO とイグナスの間で立地協定 (hosting agreement) が締結された。

NWMO、DGR 候補地のひとつと立地可能性協定を締結：2024 年 5 月 1 日、サウスブルース自治体議会 (Municipality of South Bruce Council) の承認により、核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) とサウスブルース自治体は立地協定 (Hosting Agreement) *¹を締結した。立地協定では、サウスブルースが立地候補地となることを決断し、NWMO の使用済燃料管理プロジェクト*²の立地サイトとして選定された場合に生じる事柄が詳細に示されている。また、この協定にはサウスブルースが立地候補地であることを望まない、もしくは候補地として選定されなかった場合にどのように選定手続きから離脱するかも記されている。両者の協定締結はコミュニティが深地層処分施設 (DGR) の候補地となることを望ましいと判断する以前の重要なマイルストーンであるとされ、協定は優先事項を反映したコミュニティの 36 指針 (36 Guiding Principles) にどのように取り組むかの明確な見取り図を有権者に提供するものである。また、協定は環境および健康の保護、コミュニティの利益およびプロジェクトでの進行中の意見をカバーするという。なお、サウスブルース自治体はソーギーン・ファーストネーション (Saugeen First Nation) とチプワ・オブ・ナワシュ未譲渡ファーストネーション (Chippewas of Nawash Unceded First Nation) が NWMO との間で計画について独自の議論を行い、独自に意思表示をすることを理解し、尊重するとされている。(2024 年 5 月 1 日付 NWMO、5 月 2 日付 World Nuclear News)

- *1 当局はコミュニティ構成員に対し、協定内容をより理解する機会を以下の方法で提供している。
 - ・公衆は当局の Web サイトを訪れ、協定および関連文書を読むことができ、質問を行うことができる。
 - ・協定の意味および次に起こることを記述した 4 ページの解説記事 (backgrounder) が全家庭へ

届けられる。

- ・協定の写し (Hard copies) が地域図書館および役場 (Municipal Office) で閲覧可能。
- ・コミュニティは 2024 年 5 月 15 日に開催される、協定についてパネルディスカッションを行うサウスブルース原子力調査フォーラム (South Bruce Nuclear Exploration Forum) への参加を招待されている。フォーラムの詳細は以下で確認できる。<http://www.southbruce.ca/Forum>
- ・原子力調査チームはより深く知りたいもしくは質問のあるコミュニティグループおよび居住者に対し「レッツトーク DGR」(Let's Talk DGR) セッションを提供し続ける。

*2 使用済燃料を対象とした深地層処分施設 (DGR) を指す。

【背景】

カナダにおいて使用済燃料は深地層処分施設 (DGR) における処分が求められている。カナダでは使用済燃料の安全かつ長期的な管理のための計画である「適応性のある段階的管理」(APM: Adaptive Phased Management) が策定され、これを背景として DGR サイト選定プロセスが進められている。これまでに 22 のコミュニティがプロセスに参加する関心を表明し、そこからオンタリオ州北西部のワビグーンレイク・オジブワネーション・イグナス地区 (Wabigoon Lake Ojibway Nation-Ignace area) のレヴエル (Revell) サイトと、オンタリオ州南部のソーギーン・オジブワネーション・サウスブルース地区 (Saugeen Ojibway Nation-South Bruce area) のサウスブルース・サイトの 2 カ所に候補地が絞られた。これら 2 サイトでは 2022 年 4 月にボアホール掘削調査が完了しており、2022 年 6 月には各サイトについて「安全性への信頼」(Confidence in Safety) と題した報告書がカナダ原子力安全委員会 (CNSC) により刊行されている。2024 年 3 月 18 日、イグナス行政区議会 (Council of the Township of Ignace) の承認により、NWMO とイグナス行政区は行政区の役割および潜在的利益を概説した立地可能性協定 (potential hosting agreement) を締結した。この協定は、イグナス行政区が使用済燃料の DGR の立地場所となることや、この協定への署名もしくは NWMO のいずれかによって、DGR 立地決定のための意思決定 (decision on willingness) が行われた、あるいは影響されたことを保証するものではないとされる。協定締結はイグナス行政区による意思決定に向けた流れにおける次の論理的段階として考えられており、この協定への署名により、行政区、推進特別委員会 (Willingness Ad Hoc Committee)、住民、利害関係者、およびその他関心を有する団体は、推進プロセスおよび 2024 年半ばの議会による最終決定を進めるにあたってのデータポイントとして、経済的・法的・規制上の影響を考慮することが可能となる。なお、NWMO は 2024 年中に DGR サイト選定を完了する方針を 2024 年 4 月に示している。

イグナス行政区、DGR サイト選定手続きの次段階へ：2024 年 7 月 10 日、核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) は、カナダ国内で発生した使用済燃料を対象とした深地層処分施設 (DGR) を受け入れるためのサイト選定手続きについて、イグナス行政区 (Township of Ignace) が次段階へと進む意思を確定させたことを明らかにした。これによりイグナス行政区は、DGR のサイト候補地となっている 4 つのコミュニティ*の中で、選定手続きにおいて次段階へと進む最初のコミュニティとなった。(2024 年 7 月 10 日付 NWMO)

- * 他の 3 つのコミュニティは、ワビグーンレイク・オジブワネーション (WLON: Wabigoon Lake Ojibway Nation)、ソーギーン・オジブワネーション (SON: Saugeen Ojibway Nation)、およびサウスブルース自治体 (Municipality of South Bruce) である。これらのコミュニティは、ワビグーンレイク・オジブワネーション・イグナス地区 (Wabigoon Lake Ojibway Nation-Ignace area) とソーギーン・オジブワネーション・サウスブルース地区 (Saugeen Ojibway Nation-South Bruce area) に所在している。

サウスブルース自治体、DGR 受け入れ意思表明を住民投票で決定：2024 年 10 月 28 日、核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) は、サウスブルース自治体 (Municipality of South Bruce) において同日に実施された、深地層処分施設 (DGR) 受け入れ意思の表明の賛否を問う住民投票について、投票者の 51% が DGR 事業受け入れに賛成という非公式の結果*¹を認識していることを明らかにした。その後、サウスブルース議会 (Council) は 11 月 12 日に開催された特別議会において、住民投票の結果を正式に受領した (received) *²。次の段階として、サウスブルース自

治体はNWMO に対し DGR 受け入れの意思があることを正式に通知することとなる。なお、サウスブルース・サイトにおける DGR 立地選定プロセスを進めるためには、サウスブルース自治体のほかソーギーン・オジブワネーション (SON : Saugeen Ojibway Nation) がプロセスを進める意思を示す必要がある。(2024 年 10 月 28 日付 NWMO、10 月 29 日付 World Nuclear News、10 月 30 日付 American Nuclear Society、11 月 12 日付 Municipality of South Bruce、NWMO)

*1 この非公式結果は [https://www.southbruce.ca/Results-\(1\).pdf](https://www.southbruce.ca/Results-(1).pdf) から確認できる。なお、有権者の 69% が住民投票に参加したことから、オンタリオ州の自治体選挙法 (Municipal Elections Act) に基づき、この住民投票は拘束力を有することになる。

*2 NWMO はサウスブルース議会による住民投票結果の受領について「条例を可決」(passed the bylaw) と表現している。

ワビグーンレイク・オジブワネーションが DGR サイト選定プロセスを進める意思を表明 : 2024 年 11 月 18 日、核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) は、ワビグーンレイク・オジブワネーション (WLON : Wabigoon Lake Ojibway Nation) がコミュニティにおける意思決定プロセス (community willingness decision-making process) を経て、深地層処分施設 (DGR) 設置サイト選定プロセスの次段階に進むことをコミュニティとして支持する意向を NWMO に対し通知したことを明らかにした。なお、オンタリオ州北西部の DGR サイト候補については、イグナス自治体 (Township of Ignace) が既に 2024 年 7 月に DGR サイト選定プロセスの次段階に進む意思を表明している。(2024 年 11 月 18 日付 NWMO)

NWMO が DGR サイトとしてワビグーンレイク・オジブワネーション - イグナスを選定 : 2024 年 11 月 28 日、核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) は、将来の深地層処分施設 (DGR) サイトの受け入れコミュニティ (host community) として、ワビグーンレイク・オジブワネーション (WLON : Wabigoon Lake Ojibway Nation) およびイグナス自治体 (Township of Ignace) を選定したことを発表した。NWMO は 2010 年からコミュニティ主導 (community-driven) による同意に基づく (consent-based) サイト選定プロセスを開始しており、NWMO は今回の発表を重要なマイルストーンとして位置付けている。今後、カナダにおける DGR 事業は以下の内容を含む厳格な規制上の意思決定プロセスへと進むことになる。

- 先住民主導 (Indigenous-led) 規制評価・承認プロセス (RAAP : Regulatory Assessment and Approval Process)。WLON によって策定および実施される主権的な規制プロセスであり、NWMO が同意したものである。DGR 事業の潜在的影響が WLON のアニシナアベ価値体系 (Anishinaabe Values) *1 に照らして評価され、影響を緩和するための条件が WLON によって設計され、また NWMO がこれを遵守するよう、WLON はプロセスを設計することになる。このアプローチは、NWMO の和解公約 (Reconciliation commitments) に沿ったものであり、NWMO は主権者プロセスの実施に伴い WLON と協力することを楽しみにしている。
- カナダ原子力安全委員会 (CNSC) に対する許認可申請。
- カナダ影響評価庁 (IAAC) による影響評価プロセス。

ブルース・パワー（BP）社の発表によると、NWMO と CNSC、IAAC の三者は DGR の統合的評価（integrated assessment）に関するプロトコルについて合意しており、このプロトコルでは三者各々の責任や役割が概説されているという。（2024 年 11 月 28 日付 NWMO、Bruce Power）

- *1 先住民族であるオジブワ族は、自身について「野生の人々」を意味する「アニシナアベ」と呼ぶ。
- *2 “Protocol among Canadian Nuclear Safety Commission, Impact Assessment Agency of Canada, and Nuclear Waste Management Organization for the Integrated Impact Assessment of the Deep Geological Repository (DGR) for Canada’s Used Nuclear Fuel Project” と題された文書で、2024 年 7 月 22 日に初版が署名・発効された後、2024 年 9 月 4 日に第 2 版が署名・発効している。

モルテックス社が WATSS プロセスのホットラボ実験に成功：2025 年 3 月 3 日、モルテックス・エナジー（Moltex Energy）社は、カナダ国内の商用炉*¹ 由来の使用済燃料束を用いた WATSS（Waste To Stable Salt）プロセス*²について、カナダ原子力研究所（CNL）によって実施されたホットセル実験において検証に成功したことを発表した。モルテックス社は 24 時間で超ウラン物質の 90%を使用済燃料から抽出可能であることを実証したという。（2025 年 3 月 3 日付 Moltex Energy）

- *1 CANDU 炉を指す。
- *2 使用済燃料からモルテックス社が開発中の次世代炉の燃料として使用可能な燃料を生産する過程のこと。モルテックス社は、使用済燃料を燃料として利用する高速炉である高速スペクトル燃料ピン型熔融塩炉 SSR-W を開発している。

2.7 放射線利用技術開発

ブルース 7 号機のアイソトープ製造システム、製造ラインを追加し製造能力を倍加の方針：2024 年 5 月 27 日、ブルース・パワー（BP）社、ソーギーン・オジブワネーション（SON : Saugeen Ojibway Nation）、Isogen 社*、および ITM（ITM Isotope Technologies Munich SE）社は、ブルース（Bruce）原子力発電所 7 号機（CANDU 炉）においてアイソトープ製造システム（IPS : Isotope Production System）の第 2 の製造ラインが設置され、製造能力が 2 倍になる見込みであることを発表した。IPS アップグレードの試験操業（commissioning）は 2024 年後半に行われる予定であるという。同発電所 7 号機にはルテチウム 177（Lu-177）を製造するための IPS が設置されており、2022 年 10 月には Lu-177 製造を行う世界初の商業用発電炉となった。（2024 年 5 月 28 日付 Bruce Power）

- * フラマトム（Framatome）社とキネクトリックス（Kinectrics）社による合弁会社。

CNSC がダーリントン 1～4 号機における Co-60 製造を認める：2024 年 6 月 7 日、カナダ原子力安全委員会（CNSC）は、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社が保有するダーリントン（Darlington）原子力発電所に関する運転認可について、コバルト 60（Co-60）の製造を許可するよう修正する決定を下したことを明らかにした。OPG 社は 2023 年 4 月 28 日付で運転認可修正の申請を提出していた。OPG 社は同発電所が擁する 1～4 号機（いずれも CANDU

炉) のすべてにおいて Co-60 の製造を行う方針である。修正された認可は 2025 年 12 月 30 日まで有効となる予定である。(2024 年 6 月 7 日付 CNSC)

【背景】

オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社は同社が運転するピッカリング (Pickering) 原子力発電所の CANDU 炉においてコバルト 60 (Co-60) を製造しており、全世界における製造量の 15~20% を占めていた。ピッカリング原子力発電所が順次商業運転を終了するにあたり Co-60 の供給不足が生じる見込みであることから、OPG 社はダーリントン (Darlington) 原子力発電所において Co-60 製造改修事業 (Co-60 Production Modifications Project) を立ち上げた。同事業の期間は 2022~2027 年とされており、ダーリントン原子力発電所 1~4 号機における Co-60 製造のための改修作業は、定期点検期間中もしくは運転延長に向けた改修期間中に実施されるという。なお、同発電所 2 号機についてはモリブデン 99 (Mo-99) と Co-60 の製造が共に行われる見込みである。

Ra-226 が Ac-225 の材料として TINT から CNL に輸送される : 2024 年 7 月 22 日、国際原子力機関 (IAEA) は、「世界ラジウム 226 管理イニシアチブ」 (Global Radium-226 Management Initiative) の下で、タイ原子力研究所 (TINT : Thailand Institute of Nuclear Technology) からカナダ原子力研究所 (CNL) にラジウム 226 (Ra-226) の使用廃止線源 (disused sources) * が輸送され、この Ra-226 はアクチニウム 225 (Ac-225) 製造の材料としてリサイクルされることを明らかにした。TINT が 2023 年 6 月に輸出許可を受領した後、70 梱包以上の Ra-226 の使用廃止線源がカナダに輸送されたという。Ra-226 は、以前は放射線治療に利用されてきたが、今日では他の線源によって代替されている。Ra-226 はアルファ線放出核種である Ac-225 製造のための材料として利用可能であるが、IAEA によると多くの国は使用されなくなった Ra-226 の在庫を抱えている一方で、それらの国々の中には Ra-226 をリサイクルする能力を有していない国も存在する。同イニシアチブは使用されなくなり在庫となっている Ra-226 の長期管理を支援するとともに、増加する Ac-225 の需要を支えるものであるという。IAEA は、同イニシアチブの一環として 2024 年中にオランダ領キュラソー島 (Curaçao)、エルサルバドル (El Salvador)、フィジー (Fiji)、スロベニア (Slovenia) から Ra-226 の輸送が予定されていることも明らかにしている。(2024 年 7 月 22 日付 IAEA)

- * 「使用廃止線源」 (disused sources) の定義は、認可が与えられた行為のためにはもはや使用されておらず、かつ、その認可が与えられた行為のために再度使用することが意図されていないような放射性線源である。「Disused sources」との標題で IAEA が用意している解説によると、放射性崩壊の結果として意図されていた目的のためにはもはや使用することができない「使用済線源」 (spent sources) は、「使用廃止線源」として分類される線源の部分集合である。

ダーリントン 1 号機で Co-60 を製造中、2~4 号機でも Co-60 製造を行う予定 : 2025 年 1 月 24 日、オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社は、改修が完了したダーリントン (Darlington) 原子力発電所 1 号機において、コバルト 60 (Co-60) の製造を行っていることを明らかにした。OPG 社によると、同発電所 1 号機の改修の際に Co-60 の製造が可能になるような改造を行ったという。同発電所 1 号機で製造された Co-60 は、定期点検のための運転停止期間中に回収され、ノルディオン (Nordion) 社*¹ に納入される予定である。また OPG 社は、同発電所 4 号機については改修の際に*²、2 号機*³ および 3 号機については定期点検のための運転停止期間中に、1 号機と同様に Co-60 の製造が可能となるような改造を行う計画であるという。発表時点におい

て、全世界の Co-60 のうち約 50%がオンタリオ州内の原子炉により供給されている。OPG 社は、ダーリントン原子力発電所において新たな Co-60 製造の製造能力を確保することにより、近年中に予定されているピッカリング（Pickering）原子力発電所の運転終了や改修に備え、Co-60 の安定供給を確実なものとするとともに需要の増加に対応している。（2025 年 1 月 24 日付 OPG）

- *1 オタワ（Ottawa）に本社を置く Co-60 供給企業。ガンマ線加工システム（gamma processing system）構築も行っている。
- *2 ダーリントン原子力発電所では大規模な改修計画が進行しており、1～3 号機は既に改修が完了し運転を再開している。4 号機については改修作業が進行中である。
- *3 ダーリントン原子力発電所 2 号機ではモリブデン 99（Mo-99）の製造も行われている。

2.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

（新たな動向情報はありませんでした）

3 英国

3.1 原子力事情・原子力政策動向

シェフィールド・フォージマスタース社が ASME 認定を再取得：2024 年 4 月 18 日、シェフィールド・フォージマスタース（Sheffield Forgemasters）社は、民生用原子力市場向けの重鍛造品・鋳物（heavy forgings and castings）のサプライヤーとしての認定を、アメリカ機械学会（ASME：American Society of Mechanical Engineers）から取得したことを発表した。同社は 1992 年に原子力材料機関（Nuclear Material Organisation）としての ASME による認定を取得していたが、その後数年間において原子力の新設がなかったため、認定が失効していた。今回の認定により、シェフィールド・フォージマスタース社は英国において唯一の大規模かつ原子力グレードの重鍛造品・鋳物のサプライヤーとなった。同社は「次世代の小型モジュール炉（SMR）民生用原子力発電所向けの先進的製造技術に関する取り組みを継続する」ことが可能になったと述べている。（2024 年 4 月 18 日付 Sheffield Forgemasters、4 月 19 日付 World Nuclear News）

ロールス・ロイス SMR 社、英国 SMR コンペの遅延を受け SMR 製造工場計画を見直し：2024 年 4 月 30 日付の報道によると、ロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社は、英国政府による小型モジュール炉（SMR）設計コンペの遅延により*、英国内における 2 件の原子力工場建設計画を変更したという。ロールス・ロイス SMR 社は、重圧力容器（HPV：heavy pressure vessel）や重要な構成要素を製造する工場と、その他 SMR のモジュール・ユニットの組み立てを行う工場の 2 件を建設する計画であった。しかし、ロールス・ロイス SMR 社は、同社が最初の SMR の起動を行うとしている 2030 年代初頭までに工場を建設し最初の圧力容器を製造するだけの時間がないとして、第三者のサプライヤーから HPV を購入する計画としたという。なお、モジュール・ユニットの組み立てを行う第 2 の工場についての計画は維持されており、HPV 製造工場の立地候補であったサイトは第 2 の工場用サイト候補として挙げられる可能性があるが、まだ決定は行われていないという。また同社は、SMR の堅固な受注の経路が確立できれば、将来的には HPV 製造工場に関する計画を復活させる可能性があるとしている。（2024 年 4 月 30 日付 Nuclear Engineering International）

* グレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN：Great British Nuclear）による SMR コンペが 2023 年 7 月 18 日に開始され、2023 年 10 月 2 日には GBN により SMR コンペの第 2 段階に進む 6 社（フランス電力会社（EDF）、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル（GEH）社、ホルテック・ブリテン社（Holtec Britain Limited）、NuScale（NuScale Power）社、ロールス・ロイス SMR 社、ウェスチングハウス UK（WH UK）社）が発表された。第 2 段階の選考結果および契約締結は 2024 年春が予定されていたが、早くとも 2024 年 6 月に延期された。

【背景】

2022 年 7 月 4 日にロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社は、同社製の小型モジュール炉（SMR）を製造する工場の建設予定地候補として、タイン・アンド・ウェア（Tyne and Wear）のサンダーランド（Sunderland）、北ヨークシャー（North Yorkshire）のリッチモンド（Richmond）、ウェールズ（Wales）のディーサイド（Deeside）、ヨークシャー（Yorkshire）のフェリーブリッジ（Ferrybridge）、リンカンシャー（Lincolnshire）のストーリングボロ（Stallingborough）、およびカンブリア（Cumbria）のカーライル（Carlisle）

の英国内 6 か所に絞り込んだことを明らかにした。この候補地は、建設予定の 3 つの工場の内の 1 件目を対象としたものであり、47 万 kWe の軽水炉を製造するための工場である。更に、2022 年 10 月 20 日、ロールス・ロイス SMR 社は、同社製 SMR 発電所の構成要素を製造する最初の工場の立地候補について、ショットン（Shotton）とティーズワークス（Teesworks）の 2 か所を候補に追加することを発表した。2022 年 12 月 19 日、ロールス・ロイス SMR 社は、同社製 SMR の機器を製造する「重圧力容器（HPV）施設」の候補地の選定対象として、次の 3 か所に絞り込んだことを明らかにした。2023 年の早い時期に、この施設の最終的な建設地が決定される予定とされた。

- 北東イングランドにおけるサウス・タインサイド（South Tyneside）とサンダーランド所在の国際先端製造パーク（IAMP：International Advanced Manufacturing Park）
- 北東イングランドにおけるティーズサイド（Teesside）のティーズワークス
- 北ウェールズのディーサイド所在のゲートウェイ（Gateway）

ONR、建設計画中のサイズウェル C 原子力発電所について原子力サイト認可を発行：2024 年 5 月 7 日、原子力規制局（ONR：Office for Nuclear Regulation）は、建設計画中のサイズウェル（Sizewell）C 原子力発電所について、サイズウェル C 社（Sizewell C Ltd）に対して発電所の設置と操業を対象とした原子力サイト認可（nuclear site licence）を発行したことを明らかにした。ONR によると、同発電所についての原子力サイト認可が 2022 年に発行されなかった理由であった諸点*が解決されたことにより、今回の発行に至ったとのことである。なお、サイト認可は発給されたが、同サイトでの原子力関係の建設開始は許可されていない。（2024 年 5 月 7 日付 Office for Nuclear Regulation）

- * サイズウェル C 原子力発電所サイトに係るサイズウェル C 社の株主間での合意、サイズウェル C 原子力発電所サイトの土地の所有権に関連した課題が 2022 年にサイト認可の発行に至らなかった理由の一部である。また ONR は、サイズウェル C 社の事業体としての組織機構、およびサイズウェル C 原子力発電所サイトの原子力発電所サイトとしての適切さ等に関連した課題について、2022 年以降に進展があったとしている。

「技能を対象とした国家原子力戦略計画」（NNSPS）が始動：2024 年 5 月 16 日、原子力技能遂行集団（NSDG：Nuclear Skills Delivery Group）*は、英国政府後援の「能力と一体化した技能を対象とした国家原子力戦略計画」（NNSPS：National Nuclear Strategic Plan for Skills）が 2024 年 5 月 15 日に公式に始動したことを明らかにした。この計画においては、2026 年までに技能修習生（apprenticeships）の数を 2 倍に増やすとともに、2030 年までに新規 4 万件の雇用を行うことを目標としている。なおこの計画は 2023 年に設立された原子力技能タスクフォース（Nuclear Skills Taskforce）によって策定されたものであり、この計画における諸活動は NSDG によって実施される。（2024 年 5 月 16 日付 Nuclear Skills Delivery Group）

- * NSDG は、NNSPS の枠組み内のプロジェクトを実行することに対して責任を負い、かつ、地域協力を支援することにおいて責任を負う諸機関によって構成される集団である。NSDG は、計画管理組織（PMO：Programme Management Organisation）、計画遂行推進部（Project Delivery Leads）、および地域拠点推進部（Regional Hub Leads）の 3 部門から成り、これらの 3 部門は NNSPS の遂行において原子力技能遂行委員会（Nuclear Skills Delivery Board）と原子力技能評議会（Nuclear Skills Executive Council）を支援する。

ロールス・ロイス SMR 社が原型モジュール製造施設をシェフィールド大学内に設置へ：2024 年 5 月 20 日、ロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社は、ロールス・ロイス SMR モジュール開発施設（Rolls-Royce SMR Module Development Facility）を、シェフィールド大学（University

of Sheffield) の先端製造技術研究センター (AMRC : Advanced Manufacturing Research Centre) 内の 2050 施設群 (Factory 2050 facilities) において設置する計画を発表した。ロールス・ロイス SMR モジュール開発施設では、ロールス・ロイス SMR 社が開発する小型モジュール炉 (SMR) の各モジュールについて実際に動作する (working) 原型 (prototype) モジュールを製造し、試験を行う。ロールス・ロイス SMR 社は今回発表したこの施設の第 1 段階 (first phase) の価値を 270 万ポンドとしており、同社の SMR プログラムを支えリスクを軽減するための 1,500 万ポンド以上の広範な作業パッケージの一環として位置づけている。(2024 年 5 月 20 日付 Rolls-Royce SMR、World Nuclear News)

英国政府、ウィルファを英国 3 番目の大規模原子力発電所の優先サイトとして選定 : 2024 年 5 月 22 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ : Department for Energy Security and Net Zero) は、ノースウェールズ (North Wales) 沿岸に位置するアングルシー島 (Anglesey) のウィルファ (Wylfa) を、英国 3 番目の大型原子力発電所のために政府が選定した優先サイトとして発表した*¹。英国政府は、約 600 万世帯に対する 60 年間にわたる電力供給に相当する新規原子力発電所*² の建設の可能性を探るため、複数の世界的なエネルギー企業と対話を開始しているという。DESNZ の発表では、ウィルファは冷却水として使用する海水と原子力遺産 (nuclear heritage) である既存の施設*³ が近いことから、原子力発電所の立地に理想的であるとされている。なお、グレート・ブリティッシュ・ニュークリア (GBN : Great British Nuclear) *⁴ は、新規原子力計画の候補地としてウィルファとグロースターシャー州 (Gloucestershire) オールドベリー・オン・セバーン (Oldbury-on-Severn) の 2 か所を確保していた*⁵。(2024 年 5 月 22 日付 Department for Energy Security and Net Zero)

- *1 原子力規制局 (ONR) もこの発表を受け、安全性、セキュリティ、保障措置の高い水準を保つために規制機関としての役割において政府と連絡を取り合うことを発表している。
- *2 同等の規模の原子力発電所として、サマセット (Somerset) のヒンクリー (Hinkley) 原子力発電所とサフォーク (Suffolk) のサイズウェル (Sizewell) 原子力発電所が挙げられている。
- *3 ウィルファでは 2 基のマグノックス炉 (49 万 kWe) が 1971 年 11 月と 1972 年 1 月に商業運転を開始し、2015 年 12 月と 2012 年 4 月に恒久閉鎖された。
- *4 GBN は、省庁から一定の距離を置いて事業を行う公的組織 (arms-length body) として、前例のない規模およびペースでの原子力発電所の急速な拡大を推進することを目的として、2023 年 7 月 18 日に G.シャップス (Grant Shapps) エネルギー安全保障大臣 (Energy Security Secretary) により設立が発表された。GBN の設立については、2022 年 4 月に発表された「英国エネルギー安全保障戦略」(BESS : British Energy Security Strategy) において設置の意向が示されていた。
- *5 2024 年 3 月に英国政府は日立製作所と、同社が原子力発電所用地として取得していたウィルファとオールドベリーの土地を 1 億 6,000 万ポンドで購入することで合意した。原子力発電のために政府が土地を取得することは 1960 年代以降において初のことであったという。

GBN による SMR コンペのスケジュールが延期される : 2024 年 6 月 10 日付の報道によると、グレート・ブリティッシュ・ニュークリア (GBN) による小型モジュール炉 (SMR) コンペのスケジュールが延期され、SMR 開発事業者 6 社*からの事業文書 (project documentation) の提出期限が 2024 年 6 月 24 日から 7 月 8 日に延期された。GBN は、選挙前期間は政府による情報発信に制限があるため、この延期についての詳細は発表できないと述べたという。英国では 7 月 4 日に

総選挙が行われるため、提出期限は選挙後まで延期された形となる。なお、エナジー・インテリジェンス（Energy Intelligence）社による報告では、米国に本拠地を置く SMR 開発事業者が期限延長を願い出たことが今回の延期の理由とされており、延期は総選挙の実施によって生じたものではないとされているという。（2024 年 6 月 10 日付 New Civil Engineer、6 月 11 日付 World Nuclear News、6 月 12 日付 Nuclear Engineering International）

- * フランス電力会社 (EDF)、GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH) 社、ホルテック (Holtec Britain) 社、NuScale (NuScale Power) 社、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社、ウェスチングハウス (WH) 社の 6 社。

EDF、GBN が開催している SMR コンペから撤退：2024 年 7 月 9 日付の報道によると、フランス電力会社 (EDF) は、グレート・ブリティッシュ・ニュークリア (GBN) が 2023 年 7 月 18 日に開始した小型モジュール炉 (SMR) コンペ^{*1} から撤退したことを明らかにした。その理由として EDF の報道担当者は、GBN が要求する貢献の程度やタイムスケジュールについて、EDF の子会社である NUWARD 社による NUWARD SMR^{*2} の完成度との間で相容れないことを挙げている^{*3}。このコンペに残っている他の 5 企業（以下の「*1」を参照）は、提出期限である同 7 月 8 日までに要求されていた文書を提出済である。（2024 年 7 月 9 日付 World Nuclear News）

- *1 GBN による SMR コンペは 2023 年 7 月 18 日に開始され、2023 年 10 月 2 日に GBN により SMR コンペの第 2 段階に進む 6 社として、EDF、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル (GEH) 社、ホルテック・ブリテン (Holtec Britain) 社、NuScale (NuScale Power) 社、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社、およびウェスチングハウス UK (WH UK) 社が発表された。第 2 段階の選考に関連したこの 6 社からの事業文書 (project documentation) の提出期限について、当初は 2024 年春が予定されていたが、早くとも 2024 年 6 月 24 日へと延期されたのち、米国に本拠地を置く SMR 開発事業者が期限延長を願い出たことを理由として（英国において 2024 年 7 月 4 日に総選挙が行われることを理由としてではなく）2024 年 7 月 8 日へと延期されていた。
- *2 NUWARD SMR は、加圧水型原子炉 (PWR) 技術を基にした、17 万 kWe の原子炉 2 基を有する 34 万 kWe の発電所として計画されている。熱出力は 1 基あたり 54 万 kWt (2 基で 108 万 kWt)、燃料サイクルは最大 24 か月、運転寿命 60 年で建設期間は 40 か月が予定されている。
- *3 2024 年 7 月 1 日、EDF は、同社の子会社である NUWARD 社の SMR 設計である NUWARD SMR について、同社自身の技術革新に基づいて開発を行うよりも、既存の技術を利用するように方針を変更する予定であることを明らかにした。NUWARD 社内の匿名者からの情報として 2024 年 7 月 1 日付のロイター通信の記事によると、SMR 設計開発において既存技術の利用へと今回 EDF が方針転換したのは、同社の SMR の顧客見込みであるスウェーデンのバテンフォール (Vattenfall) 社、チェコ電力 (ČEZ)、およびフィンランドのフォータム (Fortum) 社等との間で EDF 社が議論した後のことであり、これらの顧客見込み企業は EDF の第 III 世代炉である大型軽水炉に基づいた原子力発電所と SMR の双方に対する投資について精査しているとのことである。これらの EDF にとっての顧客見込み企業は、SMR によって生産される電力についてメガワット時 (megawatt-hour) あたりの均等化発電原価が 70～100 ユーロの間に確実に収まるようにするために、確立された技術に基づいた原子炉設計の開発に対して進んで投資を行いたいとの意向であるという。

NIA がロールス・ロイス SMR 社の SMR 設計について「妥当性評価の決定」を申請：2024 年 7 月 19 日、原子力産業協会 (NIA : Nuclear Industry Association) は、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社の原子炉設計に関する「妥当性評価の決定」(justification decision) についての申請を英国政府に対して提出したことを明らかにした。NIA はこの申請について、検討対象として

提出された英国製原子炉設計としては初のものであるという*。英国政府はこの申請が検討対象として受理されたことを確認しており、環境・食糧・農村地域省（DEFRA：Department for Environment, Food and Rural Affairs）が「妥当性評価の決定」の担当機関として担当大臣を支援する。（2024年7月19日付 NIA）

- * 2024年4月5日に NIA は、英国に基盤を置く次世代炉開発企業であるニュークレオ（newcleo）社の鉛冷却高速炉 LFR-AS-200 について「妥当性評価の決定」申請を提出しており、その際に「英国において初となる先進原子力技術の『妥当性評価』についての申請」であると述べている。

【背景】

「妥当性評価」（justification）は規制プロセスのひとつで、英国において電離放射線を伴う新たな分類または種類（class or type）の活動を導入する際は、前もって政府による決定が必要とされる。「妥当性評価」の決定は「2004年電離放射線を伴う活動の妥当性評価に関する規則（改正版）」（The Justification of Practices Involving Ionising Radiation Regulations 2004）により定められたプロセスである。規則では、電離放射線を生じるすべての新たな活動について、潜在的な利益および不利益の評価により「妥当性評価」を行うことを求めている。「妥当性評価の決定」は英国における新たな原子力技術の運用に必要な段階のひとつであるが、特定の事業について進行を許可するような許可（permit）あるいは認可（licence）ではない。なお、原子力産業協会（NIA）は英国の民間原子力産業の代表団体として「妥当性評価」について申請を行うことが多い。NIA はその理由として、「妥当性評価」は包括的決定（generic decisions）であり、個々の原子炉供給事業者や事業開発事業者によるパーソナルなものではないことを挙げている。NIA はこれまでに日立製作所による ABWR や、ウェスチングハウス（WH）社の AP1000、アレバ（Areva）社（当時）による EPR について「妥当性評価」申請を行っている。

ロールス・ロイス SMR 社の SMR 設計が GDA の第 2 段階を完了、第 3 段階へ：2024 年 7 月 30 日、原子力規制局（ONR）、環境庁（EA：Environment Agency）、およびウェールズ自然保護機関（NRW：Natural Resources Wales）は、ロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社の小型モジュール炉（SMR）設計（電気出力 47 万 kW_e）について、包括的設計審査（GDA：Generic Design Assessment）の第 2 段階が完了したことを明らかにした。これにより同設計は、GDA の第 3 段階へと入ったこととなる*。（2024 年 7 月 30 日付 Environment Agency、Office for Nuclear Regulation、Rolls-Royce SMR）

- * GDA の第 2 段階では 16 か月をかけて規制当局により詳細な技術的評価が行われる。GDA 全体に要する期間は 53 か月とされており、ロールス・ロイス SMR 社の SMR 設計に対する GDA は 2026 年 8 月の完了が予定されている。GDA の第 2 段階から第 3 段階へ進むにあたっては、第 2 段階の間にロールス・ロイス SMR 社が追加資金を確保することが条件とされていた。同社は、英国政府からの資金拠出 2 億 1,000 万ポンドと民間資本 2 億 8,000 万ポンドの資金を確保している。

【背景】

包括的設計審査（GDA）は、原子力規制局（ONR）、環境庁（EA）、およびウェールズ自然保護機関（NRW）によって実施される、英国に配備する意図のある原子力発電所設計の安全性、セキュリティおよび自然保護の側面を評価することを目的とした、3 段階のプロセスである。GDA は、ONR による設計承認確認書（DAC：Design Acceptance Confirmation）と EA からの設計容認声明書（SoDA：Statement of Design Acceptability）の発効により完了する。2021 年 5 月にビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）が SMR を含む先進原子力技術に GDA プロセスを開放した。これを受けて 2021 年 11 月にロールス・ロイス SMR 社は同社製 SMR 設計について GDA 登録を申請する意向を BEIS に通知し、2022 年 3 月には審査に向けて設計が受理され、GDA 第 1 段階が 2022 年 4 月に開始された。2023 年 4 月 2 日にロールス・ロイス SMR 社は、この GDA 第 1 段階が完了したことを明らかにしていた。

ホルテック社の SMR-300、GDA 第 1 段階を完了：2024 年 8 月 1 日、原子力規制局（ONR）、環境庁（EA）、およびウェールズ自然保護機関（NRW）は、ホルテック・インターナショナル（Holtec International）社の小型モジュール炉（SMR）設計である SMR-300 について、包括的設計審査

(GDA) プロセスの第 1 段階が完了し、第 2 段階に進むことを明らかにした。SMR-300 に対する GDA 第 1 段階は 2023 年 10 月に開始されていた。発表によると、SMR-300 に対する GDA は第 2 段階の最後に行われる GDA 第 2 段階声明書 (Step 2 GDA Statement) の発行をもって完了するものであり、第 3 段階にあたる公聴会は含まれず、設計承認確認書 (DAC : Design Acceptance Confirmation) や設計容認声明書 (SoDA : Statement of Design Acceptability) の発行も行われない*。なお、ONR は SMR-300 設計の審査および評価に関する情報交換と協力の可能性について、米国原子力規制委員会 (NRC) との関わりを継続している。(2024 年 8 月 1 日付 ONR)

* ホルテック社がイングランドまたはウェールズにおける SMR 建設計画の継続を希望する場合は、GDA プロセスの第 3 段階やサイト固有の開発の一環として、規制当局による更なる詳細な設計審査を受ける必要がある。

AP300 に対する GDA が正式に開始される : 2023 年 8 月 23 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、英国のエネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) から、WH 社の AP300 小型モジュール炉 (SMR) に係る包括的設計審査 (GDA) 開始について、正式な承認を受け取ったことを明らかにした。AP300 に対する GDA は 2 段階 (2-Step) で行われるという。(2024 年 8 月 23 日付 Westinghouse Electric Company)

新たな補助金制度である DEVEX 制度について : 2024 年 8 月 30 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) は、建設することが提案されているサイズウェル C (SZC : Sizewell C) 原子力発電所の開発について、最終投資決定 (FID : Final Investment Decision) およびそれにより最終的に運転を行うことができるようになるまで、継続して支援を行うことができるような新たな補助金制度の詳細を発表した。この補助金制度は、「サイズウェル C DEVEX 制度」(Sizewell C Devex Scheme) または単に DEVEX 制度*¹ と呼称されるものであり、「2022 年補助金管理法」(Subsidy Control Act 2022) *² の下で規定された要件を満たしているか否かに関する DESNZ の評価に対する競争・市場庁 (Competition and Markets Authority) *³ の検討を踏まえて発表されたものである。DEVEX 制度により英国政府は、妥当な VfM (Value for Money) *⁴ 評価と適切な時点での承認を条件として、FID までを含む開発費用に対する補助金の支給について高い柔軟性を持つことができるようになる。DEVEX 制度において英国政府が行うことのできる支援の金額上限は 55 億ポンドである*⁵。(2024 年 8 月 30 日付 Department for Energy Security and Net Zero)

*¹ 正式名称は「サイズウェル C 開発費用補助金制度」(DEVEX Scheme : Sizewell C Development Expenditure Subsidy Scheme) である。

*² 独立行政法人日本貿易振興機構 (JETRO) の説明によると「2022 年補助金管理法」について、「英国政府は、EU の補助金制度で求められていた欧州委員会への事前の通知や承認などの事務手続きを問題視しており、今回の新制度 (本抄訳での註 : 「2022 年補助金管理法」によって規定される新たな補助金管理制度) では自治政府や自治体 (以下、自治体) が補助金を提供する際に必要な手続きを簡素化し、タイムリーな提供を可能にしている。また、簡素化のため、英国の安全保障の保護や緊急事態への対応向けに提供される補助金などの例外を除き、全ての補助金を新制度の対象とするとしている。施行は 2022 年秋を予定している」とのことである。

*³ 英国の競争・市場庁は、日本の公正取引委員会に相当する。

*⁴ VfM は、効果的・効率的・経済性の高い資源利用を指す。即ち、対価となる金額に対して最も高い価値を得ることができるように志向する考え方である。

*⁵ 詳細内容については <https://searchforuksubsidies.beis.gov.uk/scheme/?scheme=SC11179> を参照。

GBN の SMR コンペ、第 1 段階（入札段階）が終了。残った計 4 社が第 2 段階へ：2024 年 9 月 26 日、グレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN）は、英国における小型モジュール炉（SMR）建設計画において採用する技術を選定することを目的として GBN が実施している SMR コンペ*1 について、このコンペにおける第 1 段階としての入札手続きが終了し、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル（GEH）社、ホルテック・ブリテン（Holtec Britain）社、ロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社、およびウェスチングハウス UK（WH UK）社の計 4 社が選定候補として残ったことを明らかにした*2。これらの 4 社は、コンペにおける第 2 段階としての GBN にとっての調達手続きにおいて、GBN との間で交渉を行っていくこととなる。なお GBN の S.ボウエン（Simon Bowen）会長は、2024 年 1 月にワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）のポッドキャストに出演した際に、設計上・規制上・環境上・サイト個別の許可を取得するための手続きの完了までを対象として、選定する SMR 技術に対して候補事業者と共同で資金拠出を行うことについて、2024 年末までに 2～3 社との間で契約を締結することをこのコンペのスケジュール上の目標として挙げていた。また、ボウエン会長は機器の供給を対象とした契約を締結することも可能性として考えるとしていた。このコンペの最終目標は、投資について最終的な決定を 2029 年に行うことである。（2024 年 9 月 26 日付 World Nuclear News）

*1 英国政府は、2050 年までに英国内の電力供給の最大 4 分の 1 を原子力発電由来にするという目標を立てており、英国の原子力分野を再興し、世界の先進技術開発レースをリードしようという英国政府の計画の一部として、このコンペが今回実施されている。GBN が実施しているこの SMR コンペは 2023 年 7 月 18 日に開始され、2023 年 10 月 2 日に GBN により SMR コンペの第 2 段階に進む 6 社として、フランス電力会社（EDF）、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル（GEH）社、ホルテック・ブリテン（Holtec Britain）社、NuScale（NuScale Power）社、ロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社、およびウェスチングハウス UK（WH UK）社が発表された。第 2 段階の選考へと進むためにこの 6 社が提出すべき事業文書（project documentation）の期限について、当初は 2024 年春が予定されていたが、2024 年 6 月 24 日以降の未確定日へと延期されたのち、米国に本拠地を置く SMR 開発事業者が期限延長を願い出たことを理由として（英国において 2024 年 7 月 4 日に総選挙が行われることを理由としてではなく）2024 年 7 月 8 日へと延期された。その後、2024 年 7 月 9 日付の報道により、このコンペから EDF が撤退したことが明らかとなった。撤退の理由として EDF の報道担当者は、GBN が要求する貢献の程度やタイムスケジュールについて、EDF の子会社である NUWARD 社による NUWARD SMR の完成度との間で相容れないことを挙げた。このコンペに残っていた 6 社の内の他の 5 社は、提出期限であった同 7 月 8 日までに要求されていた文書を提出した。

*2 このコンペにおいて採用候補として挙がっている SMR 設計は、GEH 社について BWRX-300、ホルテック・ブリテン社について SMR-160、ロールス・ロイス社について Rolls Royce SMR、および WH UK 社について AP300 である。選定過程から撤退済の EDF 社については Nuward SMR、NuScale 社については VOYGR SMR が選定候補として挙がっていた（「*1」を参照）。

ラストエナジー社、ウェールズのブリジエンド郡にて SMR を 4 基建設する予定：2024 年 10 月 15 日、米国の小型モジュール炉（SMR）開発企業であるラストエナジー（Last Energy）社は、同社の SMR（電気出力 2 万 kWe）*1 について、ウェールズ（Wales）のブリジエンド郡（Bridgend County）において 4 基を建設する予定であることを明らかにした。同社は、許認可手続き等の進み具合にもよるとしつつ、2027 年までに 1 基目の建設を終えて運転を開始させる意向を示している。なお同社は、3 億ポンドの投資を呼び込み*2、公的資金に頼ることなく同計画を遂行すると述べている。（2024 年 10 月 15 日付 Last Energy）

- *1 ラストエナジー社は PWR-20 と呼ばれる加圧水型軽水炉（PWR）技術による SMR を開発している。PWR-20 では、ウラン濃縮度 4.95%以下の標準的長さの PWR 用燃料が使用される。PWR-20 は数十のモジュールで構成され、24 か月以内に製造・輸送・組み立てができるよう設計されているという。
- *2 ただしラストエナジー社は、そのうちの少なくとも 3,000 万ポンドについて、サウス・ウェールズの電力事業者からの投資を見込んでいる。

2024 年秋季予算でサイズウェル C 事業への資金提供等が明らかに：2024 年 10 月 30 日、財務大臣（Chancellor of the Exchequer）は国会に対し 2024 年秋季予算（Autumn Budget 2024）を提出した。2024 年秋季予算では、「3 英国の再建」（3 Rebuilding Britain）の「イノベーション」（Innovation）と題された節において、政府方針として核融合エネルギー研究に対し大きな支援を行うことが示されている。また、原子力発電については、「3 英国の再建」内の「ネットゼロとクリーンエネルギー」（Net Zero and Clean Energy）と題された節、および「4 省庁別合意文書」（4 Departmental settlements）内のエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）に関する節において、新規原子力の導入は英国がエネルギー安全保障とクリーン発電を達成するにあたり重要な役割を果たすとの認識を示している。これを踏まえ、サイズウェル C（Sizewell C）原子力発電所建設計画を 2025～2026 年にかけて継続するための資金として、英国政府から 27 億ポンドを提供することが 2024 年秋季予算において示されている*1。なお、サイズウェル C に係る事業を進めるかについての最終投資決定（FID）は、歳出見直し（Spending Review）第 2 段階（Phase 2）において実施するとされている*2。また DESNZ 予算の節においては、グレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN）により進行中の小型モジュール炉（SMR）コンペに関する最終決定は、2025 年春に行うことが示されている。ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、2024 年秋季予算とは別に、GBN は 2024 年 10 月末に商業パイプライン文書（commercial pipeline document）を公開しており、各 SMR 技術提供事業者との推定契約額（estimated contract value）は 10 年間で 6 億～8 億ポンド、調達開始予定日は 2025 年、契約開始日は 2026 年 9 月であることが示されているという。なお、2024 年秋季予算において示された、DESNZ に対する 2025～2026 年予算配分額は総額 141 億ポンドであり、2023～2024 年の額から 22.0%の増額となっている。（2024 年 10 月 30 日付 HM Treasury、10 月 31 日付 World Nuclear News、11 月 5 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 2024 年 8 月 30 日に DESNZ が発表したサイズウェル C 開発支出（DEVEX）スキームにおいて、最終投資決定（FID）に達するため、英国政府からの資本注入を主要な支援として、55 億ポンドの補助金が提供されることとなっている。2024 年秋季予算において示された 27 億ポンドは新規の資金提供ではなく、すでに利用可能となっている先述の 55 億ポンドの補助金から、もしくは、もしくは FID の時点において設置される別の補助金制度を通じて提供されるものであるという。
- *2 ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）は本件に係る報道において、サイズウェル C に関する FID は 2025 年春に行われると記述している。

GBN、SMR コンペの第 2 段階を通過済の 4 企業を対象として詳細な交渉を開始：2024 年 11 月 11 日、グレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN）は、英国における小型モジュール炉（SMR）建設計画において採用する技術を選定することを目的として GBN が実施している SMR コンペの第 2 段階を通過済の 4 企業を対象として、詳細な交渉を開始したことを明らかにした。

その4企業は、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル (GEH) 社、ホルテック・ブリテン (Holtec Britain) 社、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社、およびウェスチングハウス UK (WH UK) 社である。(2024 年 11 月 11 日付 Great British Nuclear)

【背景】

グレート・ブリティッシュ・ニュークリア (GBN) は、省庁から一定の距離を置いて事業を行う公的組織 (arms-length body) として、前例のない規模およびペースでの原子力発電所の急速な拡大を推進することを目的として、2023 年 7 月 18 日に G.シャップス (Grant Shapps) エネルギー安全保障大臣 (Energy Security Secretary) (当時) により設立が発表された。GBN の設立については、2022 年 4 月に発表された「英国エネルギー安全保障戦略」(BESS) において設置の意向が示されていた。英国政府は 2050 年までに英国内の電力供給の最大 4 分の 1 を原子力発電由来にするという目標を立てており、英国の原子力分野を再興し、世界の先進技術開発レースをリードしようという英国政府の計画の一部として GBN が小型モジュール炉 (SMR) コンペを実施している。SMR コンペは英国における小型モジュール炉 (SMR) 建設計画において採用する技術を選定することを目的として実施されているものであり、2023 年 7 月 18 日に開始され、2023 年 10 月 2 日に GBN により SMR コンペの第 2 段階に進む 6 社として、フランス電力会社 (EDF)、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル (GEH) 社、ホルテック・ブリテン (Holtec Britain) 社、NuScale (NuScale Power) 社、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社、およびウェスチングハウス UK (WH UK) 社が発表された。第 2 段階の選考へと進むためにこの 6 社が提出すべき事業文書 (project documentation) の期限について、当初は 2024 年春が予定されていたが、2024 年 6 月 24 日以降の未確定日へと延期されたのち、米国に本拠地を置く SMR 開発事業者が期限延長を願い出たことを理由として (英国において 2024 年 7 月 4 日に総選挙が行われることを理由としてではなく) 2024 年 7 月 8 日へと延期された。その後、2024 年 7 月 9 日付の報道により、このコンペから EDF が撤退したことが明らかとなった。撤退の理由として EDF の報道担当者は、GBN が要求する貢献の程度やタイムスケジュールについて、EDF の子会社である NUWARD 社による NUWARD SMR の完成度との間で相容れないことを挙げた。このコンペに残っていた 6 社の内の他の 5 社は、提出期限であった同 7 月 8 日までに要求されていた文書を提出した。2024 年 9 月 26 日、GBN は、SMR コンペにおける第 1 段階としての入札手続きが終了し、GEH 社、ホルテック・ブリテン社、ロールス・ロイス SMR 社、および WH UK 社の計 4 社が選定候補として残ったことを明らかにした*。これらの 4 社は、コンペにおける第 2 段階としての GBN にとっての調達手続きにおいて、GBN との間で交渉を行っていくこととなる。なお GBN の S.ボウエン (Simon Bowen) 会長は、2024 年 1 月にワールド・ニュークリア・ニュース (WNN) のポッドキャストに出演した際に、設計上・規制上・環境上・サイト個別の許可を取得するための手続きの完了までを対象として、選定する SMR 技術に対して候補事業者と共同で資金拠出を行うことについて、2024 年末までに 2~3 社との間で契約を締結することをこのコンペのスケジュール上の目標として挙げていた。また、ボウエン会長は機器の供給を対象とした契約を締結することも可能性として考えるとしていた。このコンペの最終目標は、投資について最終的な決定を 2029 年に行うことである。

- * このコンペにおいて採用候補として挙がっている SMR 設計は、GEH 社について BWRX-300、ホルテック・ブリテン社について SMR-160、ロールス・ロイス社について Rolls Royce SMR、および WH UK 社について AP300 である。選定過程から撤退済の EDF 社については Nuward SMR、NuScale 社については VOYGR SMR が選定候補として挙がっていた。

運転中の 4 基の AGR について 1 年間もしくは 2 年間の運転延長が決定: 2024 年 12 月 3 日、EDF エナジー (EDF Energy) 社は、英国国内の改良型ガス冷却炉 (AGR: Advanced Gas Cooled Reactor) による原子力発電所 4 か所について、運転期間を延長する方針を決定した。EDF エナジー社は、ヘイシャム 2 (Heysham 2) 原子力発電所とトーネス (Torness) 原子力発電所については 2 年間運転を延長し 2030 年 3 月まで、ヘイシャム 1 (Heysham 1) 原子力発電所とハートルプール (Hartlepool) 原子力発電所については 1 年間運転を延長し 2027 年 3 月まで運転するとしている。EDF エナジー社は運転中の原子力発電所 5 基*に対し、2025~2027 年の 3 年間に 13 億ポンドを投資するという。EDF エナジー社によるこの決定に対し、原子力規制局 (ONR) は 2024 年 12 月 4 日付で声明を発表し、ヘイシャム 1・2、トーネス、およびハートルプール原子力

発電所の運転期間延長決定について、ONR による正式な規制評価や許認可は必要としないことを明らかにしている。その一方で ONR は、有効なセーフティ・ケースに基づく運転を行うことがサイト認可の要件であり、各発電所についていくつかのセーフティ・ケースを更新する必要があることを指摘している。(2024 年 12 月 4 日付 EDF Energy、ONR、World Nuclear News)

- * 今回運転延長の方針が決定された 4 基の AGR と、サイズウェル B 原子力発電所の 1 基 (PWR) を指す。

BWRX-300 の GDA が第 2 段階に進む: 2024 年 12 月 12 日、原子力規制局 (ONR)、環境庁 (EA)、およびウェールズ天然資源機関 (NRW) の三者は、GE 日立ニュークリア・エナジー・インターナショナル (GEH) 社の BWRX-300 原子炉設計に関する包括的設計審査 (GDA) が第 2 段階に進んだことを発表した。GEH 社は BWRX-300 について、2022 年 12 月に 2 段階 GDA を申請していた。GDA 第 2 段階は 2025 年 12 月の完了が予定されており、第 2 段階終了時には規制機関から信頼レベルを示す GDA 第 2 段階声明書 (Step 2 GDA Statements) が発行されるが、設計承認確認書 (DAC) や設計承認声明書 (SoDA) の発行は予定されていない。(2024 年 12 月 12 日付 ONR、World Nuclear News)

英国政府「クリーン発電 2030 行動計画」で引き続き原子力発電に取り組む方針: 2025 年 1 月 2 日付の報道によると、英国政府は、政策文書 (policy paper) 「クリーン発電 2030 行動計画」(Clean Power 2030 Action Plan) を発表した*1。同行動計画は、少なくとも英国の年間消費電力の総量と同量かつ英国の総発電量の少なくとも 95% をクリーンエネルギー源により発電することを達成するための主要な対策を定めたものである*2。行動計画中には「再生可能エネルギーおよび原子力発電による電力は、2030 年までにクリーン電力システムの背骨となる」として、原子力発電に対する新たな取り組みが示されている。行動計画では、既存の原子力発電所群の大部分は 2030 年までに運転期間を終えることから、原子力発電所群が直面するハードルが複数あることを認めつつも、ヒンクリー・ポイント C (Hinkley Point C) 原子力発電所 1 号機の 2029~2031 年の完成を目指し EDF エナジー (EDF Energy) 社を英国政府が支援する方針が明らかになっている*3。また、英国政府は 2030 年以降の発電部門 (post-2030 generation sector) に対する介入も進めており、サイズウェル C (Sizewell C) 原子力発電所建設計画およびグレート・ブリティッシュ・ニュークリア (GBN) による小型モジュール炉 (SMR) プログラムに関する最終決定を今後の歳出見直し (Spending Review) において行うと述べている*4。また英国政府は同行動計画において、規制プロセスの合理化と原子力技術におけるイノベーション促進に継続して取り組むとして、2030 年以降のネットゼロ移行において新たな原子力が引き続き重要な役割を果たすようにするという方針を明らかにしている。(2024 年 12 月 13 日付 DESNZ、1 月 2 日付 Nuclear Engineering International)

- *1 2024 年 12 月 13 日付の文書として、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) および国家エネルギーシステムオペレーター (NESO : National Energy System Operator) のウェブサイトにおいて公開されている。NESO は、英国内の送電会社等を英国政府が買収する形で 2024 年 10 月に設置された、公共機関としての独立システムオペレータ (ISO : Independent System Operator) で

ある。また NESO は ISO としての機能のほかに、ネットゼロ排出推進機関の機能も担っている。

- *2 「クリーン発電 2030 行動計画」における目標は、発電の炭素強度（carbon intensity）を 2023 年の 171gCO₂e/kWh から、2030 年には 50gCO₂e/kWh を大幅に下回るところまで下げることである。
- *3 行動計画においては、ヒンクリー・ポイント C 建設計画の過去数年間にわたる遅延を考慮すると、HPC が 2020 年代末までに運転を開始できるかは不確実であることも指摘されている。
- *4 この方針は 2024 年 10 月 30 日発表の 2024 年秋季予算（Autumn Budget 2024）においても示されている。

英国政府、AI のためのエネルギー源として SMR 等を活用する方針：2025 年 1 月 13 日、科学・イノベーション・技術省（DSIT：Department for Science, Innovation and Technology）は、「人工知能（AI）機会行動計画」（AI Opportunities Action Plan）を発表した。発表において、AI は英国政府による「変化に向けた計画」（Plan for Change）^{*1}を推進し、経済成長の促進と生活水準の改善を支援するものであると位置づけられている。その上で、DSIT は AI インフラに関する計画立案を加速するための「AI 成長ゾーン」（AIGZ：AI Growth Zone）を指定すること、および最初の AI 成長ゾーンはカラム（Culham）^{*2}に設置することを明らかにした。DSIT によるとカラムの AI 成長ゾーンは、立地地域、英国原子力公社（UKAEA：UK Atomic Energy Authority）の核融合エネルギーミッション、および更に広範な国家的 AI インフラに利益をもたらすような官民パートナーシップの合意を条件として設置されるものであるという。また、政府と UKAEA は 100MW から開始し 500MW まで拡張する計画を伴う大規模 AI データセンター開発を行う官民パートナーの募集を、2025 年春から開始するとしている。このほか、DSIT は同発表において、AI エネルギー評議会（AI Energy Council）を新設し、AI 技術開発の原動力となるエネルギー需要および課題にエネルギー企業と共同で取り組むことを明らかにした。この取り組みにより、小型モジュール炉（SMR）等の技術を活用し英国のクリーンエネルギー大国化を目指すとした政府方針を直接的に支援するという。（2025 年 1 月 13 日付 Department for Science, Innovation and Technology, and Prime Minister's Office、1 月 13 日付 World Nuclear News、NucNet）

- *1 2024 年 12 月 5 日に K.スターマー（Keir Starmer）首相が発表した政策文書（policy paper）である。「変化に向けた計画」では労働党（Labor Party）の公約である、経済成長（Kickstart economic growth）、将来に向けた国民保健サービス（NHS）の再建（Build an NHS fit for the future）、治安強化（Safer streets）、機会平等（Break down the barriers to opportunity）、英国のクリーンエネルギー大国化（Make Britain a clean energy superpower）を実現するための 6 件のマイルストーンを設定している。
- *2 カラム（Culham）には英国原子力公社（UKAEA）によるカラム核融合センター（CCFE：Culham Centre for Fusion Energy）が立地している。

英国政府、SMR 建設促進のため計画規則を一新へ：2025 年 2 月 6 日、英国政府は、イングランドおよびウェールズにおける原子力発電所建設を促進するため、計画規則（planning rules）^{*1}を一新することを発表した。これにより、英国において初めて小型モジュール炉（SMR）^{*2}を建設するための道が開かれるという。英国政府は発表において、英国の原子力産業は規制により窒息し（suffocated）、投資の崩壊を招き^{*3}、建設中の原子力発電所がヒンクリー・ポイント C（Hinkley Point C）のみとなる事態を招いたこと^{*4}、投資家は信頼性が高く安価な原子力発電所を建設しスーパーコンピュータ等のインフラを支援することを望んでいるが英国の計画規則がその妨げと

なっていることを指摘している。その上で、英国政府は計画規則を以下のように更新することを提示している。

- 小型原子力発電所（mini-nuclear power stations）を計画規則に含める。これにより企業は必要な場所で小型原子力発電所の建設を開始することが可能となる。
- 原子力発電所建設サイトを 8 サイトのみとする指定^{*5}を解除し、これら 8 サイトに加えイングランドおよびウェールズのいずれの場所においても原子力発電所を建設できるようにする。
- 原子力計画規則において、承認された原子力計画を対象として設定することとなっていた有効期限についての規定を撤廃する。これにより原子力事業は時間切れになることなく、企業は長期計画を立てることが可能となる。
- 原子力規制タスクフォース（Nuclear Regulatory Taskforce）を設置する。タスクフォースにより規制の改善を先導し、より多くの企業が英国において原子力発電所を建設できるようにする^{*6}。タスクフォースの結果は首相に直接報告される。

また、この政府発表とあわせてエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は「原子力発電に関する国家政策声明書（EN-7）」（National Policy Statement for nuclear energy generation (EN-7)）草案を公表し、意見募集（consultation）を開始した^{*7}。この国家政策声明書（NPS : National Policy Statement）EN-7 はイングランドおよびウェールズ^{*8}において 2025 年以降に配備される原子力発電所に対し適用される。NPS EN-7 は開発同意（Development Consent）申請^{*9}において開発事業者が充当する必要があるサイト評価や原子力インフラ^{*10}設計等の規準を定め、意思決定を導くような堅固な政策枠組を提供するものである。NPS EN-7 草案では、英国における原子力情勢の変化に対応するための戦略的アプローチとして以下が提示されている。

1. SMR、先進モジュール炉（AMR : Advanced Modular Reactor）、および GW 級原子力インフラを提供する。
2. 原子力の扱いを他のエネルギーインフラと同等のものとし、申請者に対しサイト選定のための厳格な基準を提供する。
3. 新規原子力発電所についての計画枠組（planning framework）から配備期限を削除する。

意見募集は 2025 年 4 月 3 日まで行われる予定である。（2025 年 2 月 6 日付 Prime Minister's Office and Department for Energy Security and Net Zero、Department for Energy Security and Net Zero、ONR）

*1 今回の英国政府による発表（原題：Press release Government rips up rules to fire-up nuclear power）では「計画規則」（planning rule）がどのような法律等に基づく制度かには言及していない。しかし、この発表とあわせて公開されたエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）による「原子力発電に関する国家政策声明書（EN-7）」（National Policy Statement for nuclear energy generation (EN-7)）草案においては、英国政府発表と同様の方針を示しながら、2008 年計画法（Planning Act 2008）に基づく開発同意（Development Consent、詳細は*9を参照）にあたり開発事業者が満たすべき規準が提示されている。また、国家政策声明書（NPS）は 2008 年計画法に基づき指定される、インフラの必要性を明示し国家的に重要なインフラ事業に係る意思決定を行うための政策枠組を概説する等、意思決定者にとって重要な指針として機能する。以上より、英国政府発表における「計画規則」という語は、2008 年計画法に基づくこれらの規準等を指すと考えられる。

*2 政府発表の冒頭では SMR のみが提示されているが、同発表内の K.スターマー（Keir Starmer）首相の発言からは先進モジュール炉（AMR）も対象として含まれていることが読み取れる。

- *3 E.ミリバンド（Ed Miliband）エネルギー大臣は発表中において、現在の英国は原子力発電所建設にあたり世界で最も費用が掛かる国のひとつと見做されていると指摘している。
- *4 英国政府は発表中において、ヒンクリー・ポイント C 原子力発電所建設計画も不必要な規則により何年も遅延し、企業は計画許可（planning permission）を得るため 3 万ページにおよぶ環境評価書を作成することになったと指摘している。
- *5 「2011 年原子力発電国家政策声明書（EN-6）」（The 2011 National Policy Statement for Nuclear Energy Generation（EN-6））により、英国の原子力発電所建設サイトはムーアサイド、ハートルプール、ヘイシャム、ウィルファ・ネーウィズ、サイズウェル、ブラッドウェル、オールドベリー、ヒンクリー・ポイントの 8 か所に限定されている。なお、NPS EN-6 は 2025 年末までに配備される原子力発電所に対し適用される。
- *6 ミリバンド大臣は発表において、タスクフォースにより新たな原子炉設計の承認を迅速にし、開発側と規制側の関与を合理化するとしている。また、この原子力規制は民生用・国防用原子力の両方を対象とするという。このほか、国際パートナーとの連携を強化し、他国で承認された原子炉設計の承認を迅速に行うことで費用を要する変更を最小限に抑えるほか、複数の規制機関が重複する問題を取り扱う際にプロセスを簡素化する方法等を検討するとしている。この方針の背景としてミリバンド大臣は、ヒンクリー・ポイント C（EPR）では欧州の 3 つの規制機関が原子炉設計についてそれぞれ異なる評価を下したことで、事業の遅延と費用増大を招いたことを挙げている。
- *7 NPS EN-7 については 1 回目の意見募集が 2024 年 1～3 月に実施されており、今回の意見募集は 2 回目にあたる。
- *8 スコットランドおよび北アイルランドについては、5 万 kW 超の発電所建設に同意する法的権限がそれぞれの大臣に対し行政権として移譲されていることから、NPS EN-7 の対象外である。なおウェールズについては、2017 年ウェールズ法（Wales Act 2017）により、発電容量が 1 万～35 万 kW の発電所建設に関してウェールズの大臣に対し建設に同意する責任が付与されている。
- *9 英国では発電所や空港等の国家として重要な大規模インフラ事業（large scale nationally significant infrastructure projects）に対して、2008 年計画法に基づき国務大臣（Secretary of State）が同意を与える際に、二次法（secondary legislation）の一種である行政委任立法（statutory instrument）として開発同意決定（DCO：Development Consent Order）が策定される。大規模インフラ事業の実施に対する許可を得るために事業者が提出する申請に係る審査は計画審査庁（PINS：Planning Inspectorate）が実施する。PINS は審査完了後に国務大臣に対し報告および勧告（report and recommendation）を提出し、国務大臣が同意を与えるか否かの判断を行う。DCO は計画に対し同意を与えるのみならず、その他の同意や土地の強制収用（compulsory acquisition of land）に関する権限の付与も含む。DCO では開発同意の詳細および同意を履行するための要件が明記され、計画に変更が必要となった場合には DCO の正式な変更が必要となる。
- *10 「原子力インフラ」（nuclear infrastructure）とは、NPS EN-7 においては「エネルギー生成に核分裂を用いるインフラ、およびこれに付随するインフラ」（infrastructure using nuclear fission to generate energy, as well as to any infrastructure ancillary to this）を指す。なお、地層処分施設（GDF：Geological Disposal Facility）は NPS EN-7 の対象外であり、2019 年発表の「地層処分インフラに係る国家政策声明書」（The National Policy Statement for Geological Disposal Infrastructure）が参照される。

ラストエナジー社、原子力サイト認可審査の手続きへ：2025 年 2 月 17 日、米国に本拠地を置くラストエナジー（Last Energy）社は、同社のマイクロ炉（出力 2 万 kW_e）をサウス・ウェールズ（South Wales）において 4 基建設する計画について、原子力サイト認可審査（NSL：nuclear site licensing）の手続きに入ったことを明らかにした。同社は、2024 年 5 月以降、原子力規制室（ONR）の早期規制関与枠組みに参加しており、ONR の規制手続きと規制において求められることについての理解を深めていた。（2025 年 2 月 17 日付 Office for Nuclear Regulation、Last Energy）

ロイド船級協会、海事分野における許認可申請文書の作成において生成 AI を利用する意向:2025 年 3 月 5 日、ロイド船級協会（LR : Lloyd's Register）は、許認可申請文書の作成において、マイクロソフト（Microsoft）社の「Azure OpenAI Service」*に立脚した生成人工知能（生成 AI=コンテンツを新たに生み出す人工知能）を利用することで海事分野における原子力技術の利用を推進する意向を明らかにした。LR によると、生成 AI を使用して原子力技術の陸上利用と海事利用の間のギャップを埋めるという。過去の原子力許認可データを分析することで、許認可エンジニアが新たな許認可に係る文書を迅速に作成できるようにするほか、大規模規制データセット内に埋もれている規制や前例、価値ある情報を素早く検索することが可能となる。海上安全と原子力安全を対象とした LR が保持するデータや知見とマイクロソフト社の生成 AI プラットフォームを組み合わせることにより、浮揚式原子力発電所、沖合での発電、および船舶推進力として活用できる原子力技術を対象とした規制審査対応について、より迅速かつ費用効果的に規制を通過することが可能となるとのことである。（2025 年 3 月 5 日付 Lloyd's Register、3 月 6 日付 World Nuclear News）

* 「Azure OpenAI Service」は、マイクロソフト社が提供するクラウド・コンピューティング・サービスである「Microsoft Azure」において、API（application programming interface）連携を通じて、OpenAI 社が提供する GPT 等の言語モデル（生成 AI）を利用することができるサービスである。Azure OpenAI サービス上に構築された許認可機能（permitting capabilities）向け生成 AI を使用するという。

3.2 国際協力動向

英米、新たな GIF の枠組み合意の下でロシアを GIF から排除: 2024 年 11 月 18 日、英国政府と米国政府は、2025 年 2 月に期限切れとなる現行の「第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム」（GIF : Generation IV International Forum）について、それ以降も継続することを可能にするような新たな枠組み合意に署名した。この新たな枠組み合意の下では、ロシアは GIF から排除される。この新たな合意は 2025 年 3 月 1 日に発効する。（2024 年 11 月 18 日付 Department for Energy Security and Net Zero、11 月 20 日 World Nuclear News）

3.3 原子力研究開発推進・規制体制

英国の宇宙開発促進のための基金で原子力プロジェクト 2 件が選出: 2024 年 4 月 8 日、英国宇宙庁（UK Space Agency）は、国際二国間基金（International Bilateral Fund）第 2 フェーズにおいて*1、11 件のプロジェクトに対し総額 1,300 万ポンドの資金提供を行うことを発表した*2。11 件の中には以下の 2 件の原子力エネルギーに関する事業が含まれる。

- 英国のロールス・ロイス・サブマリン社（Rolls-Royce Submarines Limited）と米国 BWXT アドバンスド・テクノロジーズ（BWXT AT : BWXT Advanced Technologies）社による、様々な宇宙開発ミッションに対し柔軟性のバランスを取りつつ、プログラム上および技術的リ

スクを最小化しながら性能を最大化するような、核分裂原子力システム（fission nuclear system）に関する最適な技術を特定するプロジェクト（約 120 万ポンド）。

- レスター大学（University of Leicester）と英国・米国・日本の提携先による、英国の宇宙原子力技術に関する様々なミッションの機会を特定する事業（約 80 万ポンド）。この協力には、米国の既存の転換技術（conversion technologies）を用いたハイブリッド発電システムの開発が含まれる。

英国宇宙庁の P.ベイト（Paul Bate）最高責任者（Chief Executive）は「人工知能（AI）や宇宙原子力発電（space nuclear power）といった新技術の限界を押し広げ、自国の宇宙開発能力を強化し、英国経済に対する投資を促進するために、最良の世界的人材を活用したい」と述べている。

（2024 年 4 月 8 日付 UK Space Agency、World Nuclear News）

- *1 国際二国間基金は、英国の「国家宇宙戦略」（National Space Strategy）に定められた「宇宙開発を行う国々（spacefaring countries）との二国間・多国間パートナーシップを強化し、宇宙における英国の目標を達成するために最良の関係性を構築する」という公約（commitments）の実現を通じて、英国の宇宙開発能力と研究基盤の発展に貢献するものとされている。基金の規模は総額 2,000 万ポンドとされる。具体的には、「優先国（priority country）とのより強固な関係を構築し、選ばれる信頼できる宇宙パートナーとなる」、「英国の宇宙分野に対する対内投資と輸出を強化する」、「国際パートナーと協力し英国の能力を開発する」という 3 項目が目的として挙げられている。なお、国際二国間基金は 2 つのフェーズに分けて実施され、第 1 フェーズの「概念募集」（Concept Call）において成功をおさめたプロジェクトが第 2 フェーズの「実施募集」（Implementation Call）に招待される。
- *2 今回選定された 11 件のプロジェクトについては、次の URL から確認できる。
<https://www.gov.uk/government/news/uk-funding-boost-for-international-space-projects>

NDA が複数の廃止措置研究に対し計 3,000 万ポンドを提供：2024 年 8 月 19 日、原子力廃止措置機関（NDA：Nuclear Decommissioning Authority）は、NDA 研究ポートフォリオ（NRP：NDA Research Portfolio）コンペを通じて、安全で持続可能かつ費用対効果の高い廃止措置を実現するための新技術に関するイノベーションと研究を促進するため、合計 60 以上の原子力関連の組織体による 7 つのコンソーシアムとの間で計 3,000 万ポンドの契約を締結したことを発表した。各契約は以下の 3 つの領域に対応しているという。

- 大学の相互作用（University Interactions）：原子力廃止措置部門内の技能育成のため学術研究を支援する。
- 廃止措置・廃棄物管理・修復の実現（Enabling Decommissioning, Waste Management and Remediation）：放射性廃棄物管理と廃止措置技術および実践についての研究の基盤となる。
- 使用済燃料・核物質（Spent Fuels and Nuclear Material）：使用済燃料貯蔵および処分、プルトニウムおよびウラン戦略の開発に関する研究を可能とする。

各契約の詳細については明らかにされていない。今回締結された 3 件の新規契約は 4 年間を対象として実施され、2020 年に実施された直接研究ポートフォリオ（DRP：Direct Research Portfolio）での契約を差し替えるものであるという。（2024 年 8 月 19 日付 Nuclear Decommissioning Authority, Sellafield Ltd, Nuclear Waste Services and Nuclear Restoration Services）

英・米・カナダの規制機関、原子力分野での AI 利用へ向けて文書を共同発行：2024 年 9 月 5 日、原子力規制局（ONR）は、米国の原子力規制委員会（NRC）、カナダ原子力安全委員会（CNSC）と共同で、原子力部門において十分な安全性とセキュリティを維持しつつ人工知能（AI）を導入するための原則（principles）を概説した三者間文書（trilateral paper）「原子力応用における AI システム開発のための考慮事項」（Considerations for developing artificial intelligence systems in nuclear applications）を発行した。ONR はこの取り組みについて、世界の原子力規制当局が協力して原子力部門に AI を導入するための原則を作成した初めての例であり、原子力責任者（nuclear dutyholders）が安心・安全（safe and secure）に AI 技術を導入できるようにするための重要な一歩であるとしている。また、文書では AI 規制の複雑さに取り組むにあたり、知識の共有と規制アプローチの調和を通じた国際協力の重要性を強調している。この文書では以下のようなトピックスを対象としている。

- AI に取り組む際に規制当局が焦点を当てる共通領域
- AI の失敗の結果と AI 自動化レベルに基づくシステムをどのように管理するか理解すること
- AI 利用における人的・組織的要因の重要性
- AI を既存の原子力システムへ統合すること
- 設計から実装まで AI ライフサイクルを管理すること
- 原子力応用における AI のためのセーフティケースの検討

（2024 年 9 月 5 日付 ONR）

UKAEA 主導の原子力ロボット工学・AI クラスタが 2025 年春に開設：2024 年 11 月 19 日、英国リサーチ・イノベーション機構（UKRI：UK Research and Innovation）は、新たな研究・イノベーションクラスター（Research and innovation clusters）事業 7 件を発表し^{*1}、そのうちの 1 件として英国原子力公社（UKAEA）が主導する「カンブリアとオックスフォードシャーにまたがる原子力ロボット工学・AI クラスタ」（Nuclear robotics and AI cluster across Cumbria and Oxfordshire）が含まれることが明らかになった。UKAEA によると同クラスターは、カンブリア地方およびオックスフォードシャー地方における核分裂施設の廃止措置において、人間を危険な環境から遠ざけたうえで廃止措置を加速させることに繋がるという。また、同クラスターを通じて学界^{*2}をサプライチェーンと結びつけることで、分野間の連携やスピナウト企業の設立による商業的機會をもたらすとしている。同クラスターは 2025 年春に正式に設立される予定である。（2024 年 11 月 19 日付 UKAEA、UKRI）

^{*1} UKRI が発表した研究・イノベーションクラスターは、経済成長を促し地域のニーズを解決することを目的としたものである。デジタル・ヘルスケア技術や洋上風力発電、サイバー技術等に関するクラスターが発表されている。

^{*2} 同クラスターを主導するにあたり、UKAEA はカンブリア大学（Universities of Cumbria）、オックスフォード大学（Universities of Oxford）、マンチェスター大学（University of Manchester）とのコンソーシアムを形成している。

ONR が気候変動影響対策に関するサイト検査を完了: 2024 年 11 月 28 日、原子力規制局 (ONR) は、気候変動に関するテーマ別検査 (themed inspection) のサイト検査を完了したことを発表した。ONR の検査官はヘイシャム 2 (Heysham 2)、サイズウェル B (Sizewell B)、セラフィールド (Sellafield)、ドーンレイ (Dounreay)、核兵器機関 (AWE : Atomic Weapons Establishment) (オルダーマストン (Aldermaston) およびバーフフィールド (Burghfield)) の各サイトを訪問し、関連するセーフティ・ケースや危険性の定義 (hazard definition) に最新の気候変動予測が反映されているか確認した。ONR によるとこのサイト検査は、気候変動影響に対するレジリエンスを提供するような取り決めを英国内の原子力産業が実施しているか確認することを目的とした、首席原子力査察官 (CNI : Chief Nuclear Inspector) によるテーマ別検査*の一環であるという。この検査に関する完全な報告書は 2025 年に刊行される予定である。(2024 年 11 月 28 日付 ONR)

- * CNI によるテーマ別調査は 2017 年に ONR により導入されたもので、日常的な規制査察活動と比較して、より戦略的もしくは広範な規制上の事項を調査するように設計されている。またこの調査を通じて重要な課題に対する意識を高め、原子力産業界に加えてより広範な人々を対象として ONR の規制活動と期待を周知することが強調されている。

【背景】

2024 年 3 月 6 日、原子力規制局 (ONR) は、首席原子力査察官 (CNI) による気候変動影響に関するテーマの決まった調査 (themed inspection) の次段階の対象として、国内 5 か所の原子力サイト (ヘイシャム 2、サイズウェル B、セラフィールド、ドーンレイ、および核兵器機関 (AWE)) を選定したことを発表した。今回の発表に先立ち ONR は、産業界から提出された気候変動の影響に対する取決めとレジリエンスに関する自己評価質問紙について評価を行っていた。ONR はこの調査について、各サイトが危険の定義や取決めにおいて気候変動をどのように考慮しているのか、原子力施設にとって最大の課題をもたらすような気候変動の影響を受ける外部危険事象 (external hazard) の種類、および気候科学の進展に伴う潜在的な不確実性という観点からの気候変動に関する長期的な検討、といった点に焦点が当てられるとしている。A. イデュー (Alexandra Edey) 原子力検査官 (Nuclear Safety Inspector) は、認可された原子力サイトが気候変動の影響に対して安全かつ安心であり続けることが不可欠であり、また施設の運用期間を通じて合理的かつ予測可能な気候変動の影響を考慮しなければならないと述べている

NNL が UKNNL に改称: 2025 年 1 月 2 日付の報道によると、原子力研究所 (NNL : National Nuclear Laboratory) は英国原子力研究所 (UKNNL : United Kingdom National Nuclear Laboratory) に改称した。UKNNL の目的は改称前と同様に「社会に利益をもたらす原子力科学」(Nuclear Science to Benefit Society) である。UKNNL の新たな方針は、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) による NNL の戦略的レビューに沿ったものであるという。DESNZ は UKNNL と緊密に連携し、国の政策や優先順位との整合性を確保するとしている。(2024 年 12 月 18 日付 UKNNL、1 月 2 日付 Nuclear Engineering International)

3.4 核融合

FLF 社が飛翔体開発でマイルストーンに到達：2024 年 4 月 3 日、慣性閉じ込め核融合開発企業であるファースト・ライト・フュージョン（FLF：First Light Fusion）社は、飛翔体方式核融合発電所（projectile fusion power plant）設計において工学的課題であった、スタンドオフ（stand-off）距離と呼ばれる核融合標的までの飛翔体の飛行距離を、従来の 10 倍である 10cm に伸ばすことに成功したことを明らかにした*。FLF 社によると、核融合発電所においては、スタンドオフ距離は数 m 必要となるという。N.ホーカー（Nick Hawker）CEO は今回の成功により固体の飛翔体が完成したとして、今後は射出精度の研究および制御に移るとしている。（2024 年 4 月 3 日付 First Light Fusion、World Nuclear News）

* 研究には FLF 社の Machine 3 が使用された。

STEP 向け HTS テープの試験のため UKAEA とチェコ原子力研究所が協力：2024 年 5 月 2 日、英国原子力公社（UKAEA）とチェコの原子力研究所（CVŘ：Centrum výzkumu Řež）は、英国のプロトタイプ核融合発電所である「エネルギー生成のための球状トカマク」（STEP：Spherical Tokamak for Energy Production）において重要な高温超伝導（HTS：High Temperature Superconducting）テープ*¹ に関する独自の試験を行うことを目的として、施設利用に関する多年度協定に署名したことを発表した。今回の協定の下、UKAEA は CVŘ との協働を通じて「超伝導体の高中性子フルエンス極低温照射」（Hi-CrIS：High neutron fluence Cryogenic Irradiation of Superconductors）と呼ばれる新たな（first-of-a kind）試験装置（test rig）を提供することとなる。Hi-CrIS は 2026 年に稼働予定で、超伝導磁気構成要素の設計および寿命を決定するための試験結果を得るものである。STEP の超伝導磁気構成要素は極低温（20K、摂氏マイナス 253 度）の環境下で作動し、高流量エネルギー中性子（high flux energy neutrons）の影響を受ける。試験では核融合エネルギーに関連する中性子スペクトルが HTS テープの超伝導特性に与える影響についてのデータ収集が行われる。HTS テープのサンプルは CVŘ の軽水タンク型研究炉 LVR-15 において高エネルギー中性子の照射を受け、輸送および測定の間は装置内で 20K に保たれるという*²。（2024 年 5 月 2 日付 UKAEA、World Nuclear News）

*¹ STEP では HTS テープを使用して核融合プラズマをトカマク内に閉じ込める計画である。

*² 試験において HTS テープは極低温まで冷却されるが、UKAEA によると照射・輸送・測定の間、極低温を維持することは HTS テープが動作環境下でどのように劣化するかを理解するために重要であるという。

核融合の計画立案に関する国家政策声明の策定に向けたコンサルテーションが開始される：2024 年 5 月 8 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、新たな核融合エネルギーに関する国家政策声明（NPS）である「EN-8 核融合エネルギー国家政策声明」（EN-8 Fusion Energy National Policy Statement）*¹ の策定に向けた手続きを開始するためのコンサルテーションを開始した*²。DESNZ は新たな NPS 策定の背景として、「核融合規制グリーンペーパー」（Fusion Regulation Green Paper）*³ に対する 2022 年発表の政府回答において核融合は核分裂とは異なる

枠組みにおいて規制されることを確認したこと、および、核融合エネルギー施設に対し核分裂規制を適用するべきではないという政府提案を挙げ、開発者（developers）やコミュニティに対し明確性（clarity）を提供するためには核融合に特化した NPS が不可欠であることが確認されたとしている*4。新たな NPS は開発同意決定（DCO）*5 申請の審査（examination）を支援するため、計画審査庁（PINS）や開発者、規制当局に対し、オーダーメイドかつ効果的、明瞭な指針を提供するものとされる。新たな NPS の策定にあたり、英国政府は以下のような政策提案を行っている。

- 新たな NPS においては技術にかかわらず（independent of technology）すべての核融合エネルギー施設を対象とする*6。
- 単一のサイトのみを候補とするのではなく複数のサイトを候補とし（open-sited）かつ開発者主導（developer-led）のアプローチの採用。このアプローチを採用することにより開発者はサイト選定の最前線に立つことが可能となり*7、NPS において示される規準（criteria）*8 と考慮事項、また規制当局による精査に基づき、サイトの特性評価（characterisation）を実施する権限を与えるようになる。
- イングランドにおけるすべての核融合発電施設（fusion electricity-producing stations）を、国家的重要インフラ事業（NSIP : Nationally Significant Infrastructure Projects）の計画立案手続きに含める*9。
- 核融合は水素製造や脱塩等のその他工業処理用の高品位熱製造において大きな役割を果たす可能性がある。このため、2008 年計画法（Planning Act 2008）を修正し、NSIP 計画立案手続きにおいてエネルギー製造施設（energy production facility）の出力（output）には電気出力と熱出力の双方が含まれることを明確化する。
- 核融合エネルギー施設は英国において未だ配備可能ではなく、官民両セクターにおいて配備にむけたタイムラインが策定されてはいるが、配備期限（deployment deadline）を適用するに十分な確実性はない。政府としても核融合エネルギー施設に対し配備期限を適用することは、それらの配備を不必要に妨げる（constrict）ことに繋がると考える。

この核融合に関する新たな NPS の最終版は 2025 年末までに公表される予定である。（2024 年 5 月 8 日付 Department for Energy Security and Net Zero、5 月 9 日付 World Nuclear News）

*1 国家政策声明（NPS）は政府によって作成され、政策の理由を説明するとともに、その政策が気候変動の緩和・適応に関する政府方針（government policy）をどのように考慮しているかを説明するものである。エネルギー、運輸、水資源および廃棄物に関する国家的重要インフラ事業（NSIP）が対象となる。エネルギー関連の NPS には「EN」から始まる番号が付与されている。

*2 コンサルテーションは 2024 年 7 月 3 日午後 11 時 59 分まで行われる。

*3 2021 年 10 月 1 日から 12 月 24 日にかけて実施された核融合エネルギー規制枠組みに関するコンサルテーションに対する政府回答として、2022 年 6 月に発表された「核融合エネルギーに向かって：政府による対応」（Towards fusion energy: government response）を指す。

*4 2023 年 10 月には「2023 年エネルギー法」（Energy Act 2023）が可決され、英国は世界初の核融合規制のための立法を行った国となった。

*5 開発同意決定（DCO）は、発電所や空港等の国家として重要な大規模インフラ事業（large scale nationally significant infrastructure projects）に対して、2008 年計画法（Planning Act 2008）に基づき国務大臣（Secretary of State）が同意を与える際に、二次法（secondary legislation）の一種である行政委任立法（statutory Instrument）として策定される決定である。大規模インフラ事業の実施に

対する許可を得るために事業者が提出する申請に係る審査は計画審査庁（PINS）が実施する。PINS は審査完了後に国務大臣に対し報告および勧告（report and recommendation）を提出し、国務大臣が同意を与えるか否かの判断を行う。DCO は計画に対し同意を与えるのみならず、その他の同意や土地の強制収用（compulsory acquisition of land）に関する権限の付与も含む。DCO では開発同意の詳細および同意を履行するための要件が明記され、計画に変更が必要となった場合には DCO の正式な変更が必要となる。

- *6 英国政府が 2023 年に発表した「核融合戦略」（Fusion Strategy）の更新版において、すべての核融合技術に対する支援を表明したことが背景にある。
- *7 DESNZ は、民間企業は 2030 年代に商用核融合施設の建設を予定しており、そのためにはサイト選定と建設をこの 10 年のうちに開始する必要があることから、計画立案体制（planning regime）を今すぐ確立する必要があると指摘している。
- *8 これらの規準には、放射線安全・セキュリティ、環境保護、運転要件が含まれる。
- *9 新規原子力に関する NPS（EN-7）についてのコンサルテーションにおいて、政府は 2008 年計画法（Planning Act 2008）を修正し、イングランドのすべての原子力発電施設（nuclear electricity-producing stations）を NSIP 計画立案手続きの対象とすることを提案している。

STEP のエンジニアリング・建設事業者を選定するコンペが開始される：2024 年 5 月 8 日、英国原子力公社（UKAEA）は、英国のプロトタイプ核融合エネルギー発電所である「エネルギー生成のための球状トカマク」（STEP）のエンジニアリング・建設において提携する事業者を選定するため、産業コンペ（industry competition）を実施することを C.コウチーニョ（Claire Coutinho）エネルギー安全保障・ネットゼロ大臣と A.ボウイ（Andrew Bowie）原子力・再生可能担当大臣が発表したことを明らかにした。コンペは 2024 年 5 月 22 日から開始され、エンジニアリングにおいて 1 社、建設において 1 社を多段階の選考過程を通じて選定する。選定された事業者は、英国インダストリアル・フュージョン・ソリューションズ社（UKIFS: UK Industrial Fusion Solutions Ltd）^{*1} が主導する官民連携（public-private alliance）に参加することになる^{*2}。選出された各事業者との契約は 2025 年末および 2026 年初めに行われる予定で、初期段階の契約の期間は 2029 年までとされる。STEP の開発と並行して契約は段階的に行われるという。また、同日にエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）も、STEP 建設のためにエンジニアリング・建設企業が最大 6 億ポンドの入札に招かれる予定であることを発表した。（2024 年 5 月 8 日付 UKAEA、DESNZ、5 月 9 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 2023 年 2 月に設置された UKAEA の完全子会社。STEP プログラムにおけるプログラム実施組織（programme delivery organisation）として、2040 年までにウエスト・パートン（West Burton）サイトにプロトタイプ核融合エネルギー発電所の建設を完了するよう取り組んでいる。
- *2 UKAEA は落札 2 社との統合的連携の一環として、専門知識や資源を提供する 3 つの「全プラント・パートナー」（Whole Plant Partner）のうちのひとつとして貢献することになる。

UKAEA、核融合発電所概念の開発推進のために 6 機関との間で計 960 万ポンドの契約を締結：2024 年 5 月 15 日、英国原子力公社（UKAEA）は、核融合エネルギー開発を支援する概念の開発を進めることを目的として、6 機関との間で計 960 万ポンドの契約を締結したことを明らかにした。各機関との契約額は 46 万～190 万ポンドの間であり、2021 年に開始された UKAEA の核融合産業プログラム（Fusion Industry Programme）を通じて資金が拠出される。このうちの 2 機関は、次世代デジタル・ツールと連携した核融合発電所設計の開発を加速させる研究プロジェクトを進めている。残りの 4 機関は、水素同位体の先進的な製造技術・取扱い技術と共に、核融合

発電所の燃料に係る要件を低減させるような研究プロジェクトを進めている。(2024 年 5 月 15 日付 UKAEA)

【参考】契約締結先一覧

Accelerating fusion powerplant design with next-generation digital tools

Organisation	Project title	Project summary
Full Matrix	Development of Digital Tools to Enable Remote Ultrasonic Inspection of Fusion Reactor In- Vessel Components	This project addresses the theme of accelerating fusion power plant design with next-generation digital tools. This project will develop a prototype for a new approach to condition monitoring of pipe using low frequency ultrasonics, with unique high sensitivity electromagnetic acoustic transducers (EMATs) and digital twin technology.
University of Manchester	DBO-IM: Design, Build and Operation of Fusion Power Plants in the Industrial Metaverse	The purpose of the project is to implement novel Cyber-Physical Systems technology and elements of enabling infrastructure with the goal of radically compressing the development timelines for fusion machine design and manufacture.

Reducing fusion powerplant fuel requirements with advanced production and handling technology for hydrogen isotopes

Organisation	Project title	Project summary
AqSorption Ltd	A project to efficiently separate hydrogen isotopes via graphene molecular sieves for use cases with the fusion sector.	The project's overall aim is to demonstrate the differential mechanism within electrolysis cells and across molecular sieve gas membranes that favour light hydrogen exchanges and proportionally retain more heavier isotopes.
IS-Instruments Ltd	Gas Raman Detection of Tritium (GRADE)	The project aim is to expand on the work conducted during GRADE phase 1 and continue the development of the Gas Raman technology, and to confirm its ability to successfully analyse for tritium.
University of Bristol	Studying Tritium in Diamond Energy Structures (STRIDES)	STRIDES seeks to develop and to demonstrate a highly novel diamond-based tritium detector technology that can be deployed in the fusion fuel delivery system as well as the fusion machine walls to monitor tritium use in real-time and migration.
University of Liverpool	Molecular Cage Materials for Hydrogen Isotope Separation	The University of Liverpool is developing advanced materials for hydrogen isotope separation, a key challenge for fusion energy applications. Our hybrid nanoporous materials exploit kinetic quantum sieving (KQS) to separate isotopes with high selectivity and uptake capacity. These properties are essential features of a viable and scalable solution for hydrogen isotope generation.

UKAEA、同位体分離系の詳細設計を行う事業者を選定：2024 年 5 月 21 日付の報道によると、英国原子力公社（UKAEA）は、持続可能な核融合の実現に関する研究を強化するために、同位体分離系（isotope separation system）の詳細設計を行う事業者としてカナダのエンジニアリング企業であるアトキンスレアリス（AtkinsRéalis）社を指名したとのことである。この同位体分離系は、UKAEA の三重水素先進技術（H3AT：Hydrogen-3 Advanced Technology）*施設を構成する一

部となるものである。H3AT 施設は、原型規模の処理工場（process plant）と実験プラットフォームをも備えるような世界初のトリチウム燃料サイクル研究施設であり、核融合実験炉 ITER を対象とした H3AT 施設と同様の施設の設計の縮小版である。（2024 年 5 月 21 日付 World Nuclear News）

＊ 「H3AT」は「heat」と同じ発音（ヒート）である。

UKIFS 社が STEP プログラムの主導的役割を UKAEA から引き継ぐ：2024 年 11 月 1 日、英国原子力公社（UKAEA）は、同社の完全子会社である英国インダストリアル・フュージョン・ソリューションズ（UKIFS）社に対し、「エネルギー生成のための球状トカマク」（STEP）プログラムにおける主導的役割を移管したことを明らかにした。2023 年 2 月に G.フリーマン（George Freeman）科学大臣（当時）により、英国における核融合プログラムの新たな実施機関として UKIFS 社を設置することが発表されていた*。UKAEA は今後も引き続き STEP の核融合パートナーとして、英国主導による核融合産業の発展を先導するとしている。（2024 年 11 月 1 日付 UKAEA、World Nuclear News）

＊ 2023 年 2 月 3 日、ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）（当時）は、英国政府が UKIFS 社を設立したことを発表した。UKIFS 社は STEP プログラムにおけるプログラム実施組織（programme delivery organisation）として、2040 年までにノッティンガムシャー（Nottinghamshire）のウエスト・バートン（West Burton）サイトにプロトタイプ核融合エネルギー発電所の建設を完了するよう取り組むとされた。また、フリーマン大臣による UKIFS の設置の発表は 2 月 6 日であった。

UKAEA、AI 等を活用した核融合エネルギー設計で IBM 等と協力：2024 年 12 月 12 日、英国原子力公社（UKAEA）は、科学技術施設会議（STFC：Science and Technology Facilities Council）ハートリー・センター（Hartree Centre）*と共に、将来の実験的核融合発電所を設計する取り組みのために、IBM 社と提携関係を結んだことを発表した。この提携では、IBM 社と STFC の人工知能（AI）に関する専門知識と UKAEA のデータおよびモデル化能力を活用し、実験用核融合データの基本的な動力学（dynamics）を学習できる「基礎モデル」（foundation models）を作成するという。本パートナーシップでは、核融合発電所の設計と実験施設の運用に対して AI を活用することにより、現状を打破するような変革を引き起こすことを目的としている。（2024 年 12 月 12 日付 UKAEA）

＊ 英国リサーチ・イノベーション機構（UKRI）内の科学技術施設会議（STFC）の一部としてハートリー・センターは設置されており、英国の生産性やスマートなイノベーション、経済成長を支援するためのデジタル技術研究に取り組んでいる。

UKAEA 等が核融合グレードの RAFM 鋼の工業規模での製造に成功：2025 年 1 月 9 日、英国原子力公社（UKAEA）は、NEURONE（Neutron Irradiation of Advanced Steels）コンソーシアム*¹が、核融合グレードの低放射化フェライト・マルテンサイト（RAFM：reduced-activation ferritic-martensitic）鋼の工業規模（5.5 トン）での製造を成功裏に実証したことを発表した。この RAFM 鋼は材料加工研究所（MPI：Materials Processing Institute）の電気アーク炉（EAF：Electric Arc Furnace）を用いて製造されたものである。NEURONE コンソーシアムによる RAFM 鋼は、EAF 技術によ

り従来の RAFM 鋼と比較して製造コストを最大 10 倍ほど削減することができる可能性があるという。また、NEURONE コンソーシアムは、EAF 技術による最適化済み先進 RAFM 合金^{*2}について、欧州連合 (EU) が開発した核融合装置用の最良の RAFM 鋼である「EUROFER97」と同程度の重量の規模 (数トン規模) で製造する方針である。(2025 年 1 月 9 日付 UKAEA)

*1 UKAEA の材料部門 (Materials Division) と英国内の複数の大学、産業部門、およびオーストラリア原子力科学技術機構 (ANSTO) による 1,200 万ポンド規模の共同研究事業である。従来よりも高温に耐える鋼の研究・試験・開発を目的としている。

*2 EU 開発の核融合装置用の RAFM 鋼である「EUROFER 97」と同等の品質のものであるという。

英国政府、核融合開発に 4 億 1,000 万ポンドを投資する方針を発表：2025 年 1 月 16 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) は、英国政府による「変化に向けた計画」(Plan for Change) *の一環として、核融合エネルギー開発を加速し経済成長を加速させることを目的として、2025～2026 年にかけて 4 億 1,000 万ポンドの投資を行う方針を発表した。英国政府は発表において、科学者・技術者・溶接工・プログラム管理者らが核融合エネルギー産業に参入するにあたって必要となる技能に投資することで、英国核融合エネルギー部門の迅速な発展を支援すると述べている。今回の 4 億 1,000 万ポンドの投資は、2024 年秋季予算 (Autumn Budget 2024) における「2025～2026 年にかけて英国の核融合エネルギー研究に大規模な支援を行う」(significant support in 2025-26 for UK fusion energy research) という発表に続くものであり、以下を含む英国核融合プログラムに対する資金提供が行われる。

- プロトタイプ核融合発電所である「エネルギー生成のための球状トカマク」(STEP)
- 技能開発や、新たな核融合燃料研究開発施設であるリチウム増殖トリチウムイノベーション (LIBRTI : Lithium Breeding Tritium Innovation) を含む、一連の核融合能力確立を目的とした施策である「核融合の未来」(Fusion Futures)
- カラム (Culham) に所在し運転を終了した欧州共同トーラス型核融合実験施設 (JET : Joint European Torus) の別用途での再利用 (repurposing)
- 英国原子力公社 (UKAEA) の既存の研究・イノベーション・施設の支援

(2025 年 1 月 16 日付 Department for Energy Security and Net Zero)

* 2024 年 12 月 5 日に K.スターマー (Keir Starmer) 首相が発表した政策文書 (policy paper) である。「変化に向けた計画」では労働党 (Labor Party) の公約である、経済成長 (Kickstart economic growth)、将来に向けた国民保健サービス (NHS) の再建 (Build an NHS fit for the future)、治安強化 (Safer streets)、機会平等 (Break down the barriers to opportunity)、英国のクリーンエネルギー大国化 (Make Britain a clean energy superpower) を実現するための 6 件のマイルストーンを設定している。

STEP 建設・エンジニアリングパートナー選定コンペが第 2 段階へ：2025 年 1 月 16 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) は、英国インダストリアル・フュージョン・ソリューションズ社 (UKIFS) が実施している「エネルギー生成のための球状トカマク」(STEP) の建設・エンジニアリングにおいて提携する事業者を選定するためのコンペについて^{*1}、計 5 組の入札者が調達プロセスの次段階である詳細討議 (detailed discussions) に進むことを明らかにした^{*2}。2025 年の遅く、もしくは 2026 年の早い時期に、建設パートナーとエンジニアリングパートナー

が各 1 組ずつ選定される予定である。(2025 年 1 月 16 日付 Department for Energy Security and Net Zero)

- *1 2024 年 5 月に開始された。
- *2 建設パートナーの候補として 3 組、エンジニアリングパートナーの候補として 2 組のジョイントベンチャー (JV) が選定されている。

UKAEA、トリチウム増殖実証プログラムに 2 億ポンドを投資へ：2025 年 1 月 17 日、英国原子力公社 (UKAEA) は、リチウム増殖トリチウムイノベーション (LIBRTI) プログラムに 2 億ポンドの投資を行い、核融合燃料開発を加速する方針を発表した。より広範な「核融合の未来」(Fusion Futures) イニシアチブの一環として、LIBRTI プログラムは 4 年間の事業期間のうちに制御されたトリチウム増殖の実証を目指す。LIBRTI プログラムの一環として、UKAEA はカラム (Culham) キャンパスに建設する初のテストベッド施設用に、中性子源装置を米国のシャイン・テクノロジーズ (SHINE Technologies) 社から購入する*。このほか、UKAEA は 12 件の小規模トリチウム増殖実験やデジタル・シミュレーション実験に対し、総額 900 万ポンドの資金を提供する。また、LIBRTI プログラムのための包括的デジタル戦略もあわせて策定された。この戦略に拠るデジタルプラットフォームにはマルチフィジックス (multi-physics) シミュレーションモデルと連携した建設情報管理 (BIM : Building Information Management) システムが含まれており、将来的なトリチウム増殖ブランケットシステムの設計のための正確なモデル化と最適化を確実に実行することが可能となるという。(2025 年 1 月 17 日付 UKAEA)

- * LIBRTI 施設に中性子源を提供するため、シャイン・テクノロジーズ社は 14 MeV の重水素 - 三重水素 (D-T : deuterium-tritium) 核融合システムを 2027 年中に供給する予定である。シャイン社は、同社の核融合システムは既に 1 秒あたり最大 50 兆回の核融合反応を実現しており、これは世界で最良の定常 (steady-state) D-T 中性子源であると述べている。

核融合専門家育成のための博士課程訓練センターが開設される：2025 年 2 月 25 日、英国原子力公社 (UKAEA) カラム核融合エネルギーセンター (CCFE : Culham Centre for Fusion Energy) は、博士課程訓練センター (CDT : Centre for Doctoral Training) において 2025 年 9 月から第 1 期生 (first cohort) の教育を開始することを発表した*1。CDT は、マンチェスター大学、シェフィールド大学、リバプール大学、およびバーミンガム大学による主導のもと、「核融合の未来」(Fusion Futures) *2の一環として UKAEA が実施する「技能・教育・研究における核融合の機会」(FOSTER : Fusion Opportunities in Skills, Teaching Education and Research) プログラムと提携し、150 名以上の科学・技術・工学・数学 (STEM : science, technology, engineering and mathematics) 分野の大学院生 (post-graduates) に対し核融合エネルギーにおける重要課題に取り組む機会を提供するものである。CCFE によると、CDT の専門家養成プログラムは高度な課題解決 (problem-solving) に焦点を置いたものであり、核融合発電所の設計・建設・安全な運転・維持・廃止措置を主導する核融合エンジニアリングの専門家を育成するものであるという。学生は 4 年間のプログラムを通じて工学博士号 (Doctor of Engineering) を取得する。全学生は 3 か月間の基礎的な核融合工学の訓練からプログラムを開始する。(2025 年 2 月 25 日付 Culham Centre for Fusion Energy)

- *1 CCFE によると第 1 期生 (2025 - 2026 年) の募集を直ちに開始するという。

- ※2 「核融合の未来」(Fusion Futures)とは、技能開発や、新たな核融合燃料研究開発施設であるリチウム増殖トリチウムイノベーション (LIBRTI) を含む、英国の核融合能力確立を目的とした施策である。

FLF 社が自社での核融合発電所建設計画を取り下げ、他社への技術提供を中心とした戦略に転換：2025 年 3 月 3 日、ファースト・ライト・フュージョン (FLF) 社は、事業戦略と事業モデルを更新し、同社独自の増幅技術 (amplifier technology) を慣性閉じ込め核融合産業や核融合以外の研究開発に提供するという新たな方針を発表した*。この新たな戦略は発射体方式核融合 (projectile fusion approach) による核融合発電所を FLF 社自身が建設するという以前の計画に代わるものである。新たな戦略の下で FLF 社は他の慣性閉じ込め核融合開発企業と商業的パートナーシップを締結し、商用核融合発電所開発を支援するために技術提供を実施する計画である。また、宇宙探査や国防といった非核融合分野の企業や大学、研究機関と提携する方針である。この方針について FLF 社は、アメリカ航空宇宙局 (NASA) およびオープン大学 (Open University) と提携し、FLF 社の増幅技術を前例のない圧力での高速衝撃試験に活用する可能性を模索することも明らかにしている。(2025 年 3 月 3 日付 First Light Fusion、IP Group、World Nuclear News)

- * FLF 社によると、今回の戦略・事業モデルの見直しは、M.トーマス (Mark Thomas) 氏が同社の新たな CEO に就任したことに続くものであるという。

UKAEA が Eni 社と協働し 2028 年までにトリチウム燃料サイクル施設を建設：2025 年 3 月 7 日、英国原子力公社 (UKAEA) は、イタリアに本社を置く多国籍エネルギー企業 Eni 社との間で、核融合エネルギー分野における研究開発活動を共同で実施することを定めた提携合意 (collaboration agreement) を締結したことを発表した。この協働関係の始まりとして、世界最大規模かつ最先端のトリチウム燃料サイクル施設が建設される。この施設は UKAEA-Eni H3AT*トリチウムループ施設 (UKAEA-Eni H3AT Tritium Loop Facility) と呼ばれ、2028 年までにカラム (Culham) キャンパスにおいて完成予定である。(2025 年 3 月 7 日付 UK Atomic Energy Authority and Department for Energy Security and Net Zero、World Nuclear News)

- * 「H3AT」とは「Hydrogen-3 Advanced Technology」であり、「トリチウム先進技術」を意味する。なお、「H3AT」は「heat」と同じ発音 (ヒート) である。

パルサー・フュージョン社が核融合ロケット概念を発表：2025 年 3 月 10 日、パルサー・フュージョン (Pulsar Fusion) 社*は、核融合ロケット (nuclear fusion rocket) 概念であるサンバード (Sunbird) を発表した。同社はサンバードについて、惑星間移動に要する時間を大幅に短縮する可能性があり、宇宙推進技術の大きな飛躍を象徴するものと位置付けている。サンバード移住性軌道間輸送機 (Sunbird Migratory Transfer Vehicle) は、火星へのミッションに要する時間を半分に短縮し、また、深宇宙における運用に適した再利用可能な軌道保持 (station-keeping) 能力を有するという。パルサー・フュージョン社は軌道上 (in-orbit) 試験に向けて取り組んでおり、サンバードの動力システムの構成要素の実証は 2025 年中に行われる見込みである。また、パルサー・フュージョン社は早ければ 2027 年に宇宙空間における核融合を達成することを目指している。(2025 年 3 月 10 日付 Pulsar Fusion、3 月 11 日付 World Nuclear News)

- * パルサー・フュージョン社は2013年にアプライド・フュージョン・システムズ (Applied Fusion Systems) 社として設立され、核融合を使用した高速宇宙推進システムの開発に取り組んでいる。同社は2022年に英国宇宙庁 (UK Space Agency) から原子力電気推進 (nuclear electric propulsion) についての研究を対象とした資金提供を受けている。

3.5 次世代炉

DESNZ が英国における Xe-100 開発に対し 334 万ポンドの資金提供：2024 年 4 月 4 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) は、「将来の原子炉建設を可能にするための基金」(FNEF: Future Nuclear Enabling Fund) *¹を通じて、X エナジー (X-energy) 社の子会社である X エナジーUK (X-Energy UK Holdings) 社とキャベンディッシュ・ニュークリア (Cavendish Nuclear) 社 *²に対し、最大 334 万ポンド相当の助成金を提供することを発表した*³。キャベンディッシュ・ニュークリア社は X エナジーUK 社との提携関係のもとで Xe-100 先進モジュール炉 (AMR) *⁴の開発に取り組み、建設可能性 (constructability) とモジュール化 (modularisation) に関する調査や、燃料管理、国内製造能力およびサプライチェーンの評価を行う。X エナジー社とキャベンディッシュ・ニュークリア社は、ハートルプール (Hartlepool) において 13 基の原子炉により構成される数十億ポンド規模の原子力発電所を開発し、2030 年代初頭までに完成させることを提案している。また両社は、英国内において最大 40 基の Xe-100 を建設すること計画している。(2024 年 4 月 4 日付 DESNZ、X-energy、World Nuclear News)

- *¹ 2022 年 5 月に設置された 1 億 2,000 万ポンド規模の基金で、2030 年までに最終投資決定 (FID) に到達できる可能性がある、成熟した技術を備えた潜在的な原子力事業を対象としている。FNEF の下では、2023 年 1 月 25 日付で GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH) 社が、2023 年 12 月 7 日付でホルテック・ブリテン (Holtec Britain) 社が、それぞれ資金提供を受けている。
- *² バブコック・インターナショナル (Babcock International) 社の子会社。
- *³ X エナジー社も同額 (334 万ポンド) を負担することで、プログラムの総額は 668 万ポンドとなるという。
- *⁴ X エナジー社が開発する高温ガス炉で、米国等においては Xe-100 小型モジュール炉 (SMR) と呼称される。英国は従来の軽水炉技術に基づく小型かつモジュール性を有する原子炉を「小型モジュール炉」(SMR)、次世代炉技術に基づきモジュール性を有する原子炉を「先進モジュール炉」(AMR) とそれぞれ呼称している。このため、第 IV 世代先進炉設計である Xe-100 は英国においては AMR として分類される。

NIA がニュークレオ社の鉛冷却炉設計について「妥当性評価の決定」に係る申請を政府に提出：2024 年 4 月 5 日、原子力産業協会 (NIA) は、ニュークレオ (newcleo) 社の鉛冷却高速炉 LFR-AS-200 に関する「妥当性評価の決定」(justification decision) についての申請を政府に対し提出したことを発表した*¹。「妥当性評価」(justification) は規制プロセスのひとつで、英国において電離放射線を伴う新たな分類または種類 (class or type) の活動を導入する際は、前もって政府による決定が必要とされる*²。「妥当性評価の決定」は英国における新たな原子力技術の運用に必要な段階のひとつであるが、特定の事業について進行を許可するような許可 (permit) あるいは認可 (licence) ではない。今回は、英国において初となる先進原子力技術の「妥当性評価」についての申請であり、環境・食糧・農村地域省 (DEFRA) が「妥当性評価の決定」に責任を負う機

関となる。また、NIAによると、新たな原子炉設計が検討対象として提出されるのはほぼ10年振りであるという。(2024年4月5日付 Nuclear Industry Association)

- *1 NIAは英国の民間原子力産業の代表団体として「妥当性評価」について申請を行うことが多い。NIAはその理由として、「妥当性評価」は包括的決定(generic decisions)であり、個々の原子炉供給事業者や事業開発事業者によるパーソナルなものではないことを挙げている。NIAはこれまでに日立製作所によるABWRや、ウェスチングハウス(WH)社のAP1000、アレバ(Areva)社(当時)によるEPRについて「妥当性評価」申請を行っている。
- *2 「妥当性評価」の決定は「2004年電離放射線を伴う活動の妥当性評価に関する規則(改正版)」(The Justification of Practices Involving Ionising Radiation Regulations 2004)により定められたプロセスである。規則では、電離放射線を生じるすべての新たな活動について、潜在的な利益および不利益の評価により「妥当性評価」を行うことを求めている。

ハートルプール新規原子力発電所建設計画が同地域経済に与える潜在的な便益についての調査委託：2024年5月22日、XエナジーUK(X-Energy UK Holdings)社とキャベンディッシュ・ニュークリア(Cavendish Nuclear)は、ハートルプール(Hartlepool)における新規原子力発電所建設計画が同地域経済に与える潜在的な便益について、ティーズサイド大学(Teeside University)に対して調査業務委託を行ったことを明らかにした。この調査では、雇用件数・技能・サプライチェーン契約・投資等の社会経済機会についての評価が行われる。なおハートルプールについてXエナジーUK社は、2030年代初めまでに同社のXe-100先進モジュール炉*を利用した原子力発電所を建設することを提案している。(2024年5月22日付 Cavendish Nuclear)

- * Xe-100は電気出力8万kWeの高温ガス冷却炉で、4基のXe-100を1セットとした32万kWeの発電所として運用することが可能である。燃料として、Xエナジー社が開発する高含有低濃縮ウラン(HALEU)燃料であるTRISO-X燃料を使用する。

ニュークレオ社とスロバキアの原子力企業がLFR技術と燃料サイクルについて協力：2024年8月7日、ニュークレオ(newcleo)社とスロバキアの原子力企業VUJEは、スロバキア国内における先進モジュール炉(AMR)技術および先進燃料サイクルソリューションの開発について緊密な協力を確立することを定めた協力合意に署名した。この合意は、ニュークレオ社の鉛冷却高速炉(LFR)技術と混合酸化物(MOX)燃料に焦点をあて、両社の原子力専門家間の緊密な協力を促進することを目的としているという。ニュークレオ社の発表では具体的な協力分野として、スロバキアにおけるニュークレオ社製LFR技術の配備についての評価、スロバキアが保有する使用済燃料在庫の再利用の可能性を有した燃料サイクルソリューションの探求、研究開発活動における協働、先進原子力技術に関する技能・能力開発が挙げられている。(2024年8月7日付 newcleo、8月8日付 World Nuclear News)

LR、コアパワー社、マースク社が原子力貨物船の規制調査を共同で実施：2024年8月15日、ロイド船級協会(LR)、コアパワー(CORE POWER)社^{*1}、およびA.P.モラー・マースク(Maersk : A.P. Moller – Maersk)社^{*2}は共同開発事業合意に署名し、欧州の港湾において貨物輸送を行う可能性がある第IV世代原子炉を使用した原子力推進貨物船の安全性および規制上の考慮事項を特定することを目的とした規制評価調査を実施することを明らかにした。共同調査では最新の安

全規則要件のほか、コンテナ輸送における原子力発電の適用に必要な運転および規制に関する理解の向上について調査するという。国際海事機関（IMO：International Maritime Organization）は 2023 年 7 月に、2050 年までもしくは 2050 年頃にネットゼロ排出を達成するとした新たな温室効果ガス排出量削減目標を承認している。（2024 年 8 月 15 日付 Lloyd's Register、World Nuclear News）

- *1 コアパワー社は浮揚式溶融塩炉（MSR）発電所の開発を支援する企業である。コアパワー社やザンカンパニー（Southern Company）、テラパワー（TerraPower）社とオラノ USA（Orano USA）社による多国籍チームは世界初の高速スペクトラム塩炉（fast-spectrum salt reactor）の臨界を目指して、アイダホ国立研究所（INL）に溶融塩実験炉（Molten Chloride Reactor Experiment）を建設している。2022 年にコアパワー社はマサチューセッツ工科大学エナジー・イニシアチブ（MIT Energy Initiative）、および INL と共に、米国における洋上浮揚式原子力発電開発のための 3 年間の研究を対象として、エネルギー省（DOE）の原子力エネルギー大学プログラム（NEUP）から資金拠出を受けている。
- *2 マースク社はデンマークに本拠地を置くコンテナ物流企業。

ニュークレオ社と Saipem 社、LFR 技術の海上利用を検討へ：2024 年 9 月 5 日、鉛冷却高速炉開発企業であるニュークレオ（newcleo）社と、大規模エネルギーインフラ分野のエンジニアリング・建設企業であるイタリアの Saipem 社は、ゼロエミッション発電のためにニュークレオ社の原子力技術を海上（offshore）利用することについての革新的なソリューションを特定するため、協力合意（collaboration agreement）に署名した。両社は、ニュークレオ社の「小型モジュール式鉛冷却高速炉」（SM-LFR：Small Modular Lead-cooled Fast Reactor）技術を、ゼロエミッション発電や石油・ガスの海上施設におけるプロセス熱供給のために利用することについて、調査を行うという。この合意によりニュークレオ社の SM-LFR 技術の利用範囲を拡大し、浮揚式原子力ユニット（floating nuclear units）を通じてゼロエミッション発電を行う可能性をもたらすという。（2024 年 9 月 5 日付 newcleo）

テレストリアル社、英国での IMSR プロジェクトのためのパートナーシップ MOU を締結：2024 年 10 月 21 日、テレストリアル・エナジー（Terrestrial Energy）社とビアロ・エナジー（Viaro Energy）社は、テレストリアル・エナジー社の一体型溶融塩炉（IMSR）技術^{*1}を用いた民間原子力業界主導のプロジェクトを英国国内で開発するための戦略的パートナーシップを締結したことを発表した。このパートナーシップは、人工知能（AI）を対象としたデータセンターに対する給電を含めた幅広い産業利用へ向けて IMSR 技術を商業展開していくことにおいて協働することを企図して、両社の間において了解覚書（MOU）が締結されたことによって裏付けられたものである。これにより両社は、原子力によって生産される電力と産業用熱に対する需要の増加による商業機会を捉えていくことにおいて協力を行う予定であり、IMSR を建設するためのサイト特定とそれに続く詳細評価およびサイト選定の手続きに入る前に、プロジェクトの実行可能性を確認する目的でまずはサイト選定上・規制上・マクロ経済上・政策上の要因について評価を行う予定である。また両社は、英国での IMSR プロジェクト実現へ向けジョイントベンチャーを設立する方針であり、ビアロ・エナジー社は商業展開を対象としてインフラと資金の提供を行い、テレス

トリアル・エナジー社は原子力システム開発と調達活動を主導するとしている。その上で両社は、プロジェクトについての最終投資決定を 2030 年に行う予定である。なお 2023 年 8 月にテレストリアル・エナジー社はスプリングフィールドズ燃料会社（Springfields Fuels Limited）^{*2}との間で IMSR 燃料パイロットプラントの設計と建設を対象とした契約を締結している。（2024 年 10 月 21 日付 Terrestrial Energy）

- *1 IMSR は燃料として濃縮度 5%未満の標準的な低濃縮ウランを使用する。テレストリアル・エナジー社は、2030 年代初頭において IMSR 発電所 1 号機の建設、認可、および運転を行うために、規制当局・関連機器等のサプライヤー・原子力業界のパートナーとともに事業に取り組んでいる。
- *2 スプリングフィールドズ燃料会社が英国のプレストン（Preston）において有する燃料製造サイトは、IMSR 開発に対して燃料供給支援を行うことのできるインフラを備えており、2030 年代に運転を行う IMSR 発電所群に対して燃料供給支援を行うために拡張可能であるとのことである。

【背景】

2023 年 8 月 3 日、テレストリアル・エナジー社は、ウェスチングハウス（WH）社の英国における子会社であるスプリングフィールドズ燃料会社との間で、IMSR 用燃料のパイロットプラントの設計および建設のための製造・供給契約を締結した。この契約は IMSR 発電所用の大型商用原子炉燃料供給施設に先立ちパイロットプラントを提供するものであるという。英国政府は英国エネルギー安全保障戦略（BESS）の一環として、パイロットプラントの設立に対し核燃料基金（NFF：Nuclear Fuel Fund）プログラムから 290 万ポンドの支払いを約束している。

ニュークレオ社、商業規模 LFR について GDA 申請を提出：2024 年 12 月 2 日、ニュークレオ（newcleo）社^{*1}は、同社が開発する商業規模の 20 万 kWe 鉛冷却高速炉（LFR：Lead-cooled Fast Reactor）技術^{*2}について、英国における包括的設計審査（GDA）申請を提出したことを発表した^{*3}。ニュークレオ社は原子力規制局（ONR）と環境庁（EA）によって 2 段階にわたって実施される GDA の完了を目指しており、2025 年春に GDA が開始され、審査期間は約 2 年を要する見通しであるという。ニュークレオ社は、2030 年までにフランスにおいて 3 万 kWe の鉛冷却高速炉を配備し、2033 年までには英国において 20 万 kWe の商業用 LFR を配備する計画である。

（2024 年 12 月 2 日付 newcleo、World Nuclear News）

- *1 ニュークレオ社は当初は英国に本社を置いていたが、2024 年 10 月にフランスに本社を移転した。
- *2 この LFR 設計について、ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）は LFR-AS-200 という名称の小型モジュール鉛冷却高速炉であると報じている。
- *3 これによりニュークレオ社は、英国において「妥当性評価の決定」（justification decision）と GDA の両方について申請を行った先進モジュール炉（Advanced Modular Reactor）の開発者として英国初の企業となった。なお、「妥当性評価」の決定は「2004 年電離放射線を伴う活動の妥当性評価に関する規則（改正版）」（The Justification of Practices Involving Ionising Radiation Regulations 2004）により定められたプロセスである。規則では、電離放射線を生じるすべての新たな活動について、潜在的な利益および不利益の評価により「妥当性評価」を行うことを求めている。ただし、「妥当性評価の決定」は、特定の事業について進行を許可するような許可（permit）あるいは認可（licence）ではない。

3.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

英国、ユレンコ社の HALEU 製造施設に対し資金拠出：2024 年 5 月 8 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、ウラン濃縮施設建設のためにユレンコ（Urenco）社^{*1}に対し英国政府から 1 億 9,600 万ポンドの資金提供を行うことを発表した。このユレンコ社施設は 2031 年までに年間最大 10t の高含有低濃縮ウラン（HALEU）製造能力を保有する見込みである^{*2}。DESNZ は、これにより 2031 年までに国内向けおよび輸出向け燃料を製造し、HALEU の唯一の商業生産者としてのロシアによる市場支配に終止符を打つとともに、他国がロシアからの輸入に依存しないようにすることができるとしている。また、施設は約 400 件の高技能雇用（highly-skilled jobs）を下支えし、地域のサプライチェーンの強化ならびに経済成長の支援になるという。施設はチェシャー（Cheshire）州カーペンハースト（Capenhurst）に立地し、施設の建設は燃料製造におけるイングランド北西部の世界的な主導的立場を強固にするものであるとされている。なお、今回の資金提供は英国政府が 2024 年 1 月に発表した 3 億ポンド規模の HALEU プログラムの一環であるという。（2024 年 5 月 8 日付 Department for Energy Security and Net Zero）

*1 英国政府とオランダ政府がそれぞれ株式の 3 分の 1 を、残る 3 分の 1 をドイツ企業の E.ON 社と RWE 社が 50%ずつ保有している。なお、英国政府はエンリッチメント・インベストメンツ（Enrichment Investments Limited）社を、オランダ政府はウルトラ・セントリフュージ・ネーデルラント（Ultra-Centrifuge Nederland N.V.）を通じてユレンコ社の株式を保有している。

*2 10t の HALEU を燃料へと加工した場合、石炭 100 万 t と同程度のエネルギーを有するという。

DESNZ、放射性廃棄物等の扱いへのアプローチを更新：2024 年 5 月 16 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、放射性廃棄物と放射性物質の取り扱いへのアプローチを更新したことを明らかにした^{*}。今回のアプローチでは、リサイクリングを強化し環境への影響を低減させることを目的として放射性廃棄物の処理技術における技術革新に焦点をあてているほか、危険がより小さい（有害さの程度がより低い）放射性廃棄物（中レベル放射性廃棄物）について浅地中処分を行うことが可能であると述べ、これらの措置によってより早期かつ安全な廃止措置が可能になると述べている。今回公表されたアプローチは、2023 年 3 月～5 月に議論され、公衆・地方政府・原子力産業界・規制当局からの意見提出があり、DESNZ がその反応とともに更新戦略を発表したものである。この内、中レベル放射性廃棄物の管理に関するアプローチとして、英国において最も危険な放射性廃棄物（高・中レベル放射性廃棄物）を処分する地層処分施設（GDF : Geological Disposal Facility）が 2050 年代までは利用可能にならない見通しであることを指摘した上で、中レベル放射性廃棄物向けの最深地下 200m の浅地中処分場についてはイングランドやウェールズにおいて 10 年以内に利用可能になると述べている。その上で、中レベル放射性廃棄物について、浅地中処分を行うことにより、より早期に廃止措置を行うことが可能となり貯蔵費用を約 5 億ポンド節約することに繋がると指摘している。（2024 年 5 月 16 日付 Department for Energy Security and Net Zero、5 月 21 日付 World Nuclear News）

* 『放射性物質の管理と原子力廃止措置政策コンサルテーション：政府の対応』（Managing radioactive substances and nuclear decommissioning policy consultation. Government response）において、更新されたアプローチについての記述が掲載されている。

DESNZ が HALEU 再転換施設建設支援のコンペを開始：2024 年 7 月 19 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、高含有低濃縮ウラン（HALEU）再転換（deconversion）施設の整備を支援するため、最大 7,000 万ポンドの資金提供を行うコンペを開始した。「HALEU 再転換コンペ」（HALEU deconversion competition）と題されたこの取り組みは、2024 年 1 月に英国政府が立ち上げた HALEU プログラム（HALEU Programme）の一環である*。このコンペでは商業規模の酸化物 HALEU 再転換施設の設計および建設、および商業規模の金属 HALEU 再転換施設の設計を支援することが目的とされている。酸化物 HALEU 再転換施設は 2031 年までに英国内において操業を開始するとされており、少なくとも年間 1 万 kgU を処理可能な初期容量を備え、将来的には 3 万 kgU まで生産量を拡大できるよう設計する必要がある。また市場が拡大した場合には、将来的に金属再転換ラインを追加できるようにする必要があるという。また申請には、最小でも年間 5,000kgU の能力を有する商業規模の金属 HALEU 再転換施設の詳細設計提案を含まねばならないとされる。関心表明期限は 2024 年 9 月 5 日とされており、申請受付は 9 月 9 日までである。資金提供期間は 2025～2026 会計年度から 2028～2029 会計年度に掛けてとされており、分担比率は英国政府対企業で 7 対 3 である。（2024 年 7 月 19 日付 Department for Energy Security and Net Zero、7 月 25 日付 World Nuclear News）

- * 英国政府は 2024 年 5 月に、一連の資金提供の第 1 段階（first tranche）として、ユレンコ（Urenco）社に対し、2031 年の操業開始を目標とした商業規模の HALEU 濃縮能力確保のため 1 億 9,600 万ポンドの資金提供を行っている。

【背景】

2024 年 1 月 7 日、エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、次世代炉に必要となる高含有低濃縮ウラン（HALEU）の自国内生産を支援するため、3 億ポンドの投資を含む HALEU プログラムの立ち上げを発表した*¹。これにより英国は欧州初の HALEU 燃料プログラムを立ち上げた国となり、イングランド北西部において HALEU の製造を行うことになるという。最初の HALEU 製造工場は 2030 年代初めに操業開始予定とされている。DESNZ による発表では、このプログラムにより英国は世界に専門的核燃料（specialist nuclear fuel）を供給できるようになるとともに、HALEU の唯一の商業生産者としてのロシアの立場に終止符を打つことになるかと述べている。また、英国においてその他の先進燃料*²を製造するための技術（skills）およびサイトを開発する目的のもと、追加の 1,000 万ポンドが提供される予定である。DESNZ によると HALEU プログラムは、国際的な核燃料市場（特にウラン転換役務）からロシアを排除するための英国の取り組みに基づくものであるという*³。

- *1 DESNZ による発表では、2024 年現在においてロシアにおいてのみ HALEU が商業生産されていると述べられている。ただし、本件に関連する報道では、ロシアと中国のみが HALEU を大規模生産するためのインフラを有しているとされている。
- *2 発表では燃料の種類については明示されていないが、英国では 2023 年 7 月のグレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN）設立の際に、HALEU および低濃縮ウラン・プラス（LEU+）の開発等に対する資金提供が発表されている。また、2023 年 11 月末にフラマトム（Framatome）社が英国における燃料製造施設設計計画を発表しており、DESNZ とも共同でサイト選定を進めていることが明らかにされている。この計画については次世代炉に関するフラマトム社の戦略の一環として、大型加圧水炉や軽水炉型小型モジュール炉（SMR）向けの燃料を製造することが明らかにされているが、燃料の具体的な種類については明らかにされていない。
- *3 英国政府と産業界は、2020 年代末までに英国のウラン転換能力を取り戻すことを目的として、最大 2,600 万ポンドの投資を協力して実施しているという。

廃止措置中のチャペルクロス原子力発電所サイトをグリーン・エネルギー・ハブとして開発利用するための基本計画：2024 年 8 月 6 日、原子力廃止措置機関（NDA）と原子力復旧サービスズ（NRS : Nuclear Restoration Services）*¹は、廃止措置中のチャペルクロス（Chapelcross）原子力

発電所*2 サイトについて、グリーン・エネルギー・ハブ（Green Energy Hub）として開発利用するための将来の構想についてまとめた基本計画（masterplan）を公開した。このクリーン・エネルギー・ハブは、数百万ポンドの資金を投入してネットゼロに焦点をあてた開発となり、水素製造貯蔵、先進製造、エネルギー・企業のための敷地（campuses）によって構成される。なお、NDA は、このグリーン・エネルギー・ハブを実現するための戦略的開発事業者を決定しようとしている。この戦略的開発事業者としての提案は、2024 年 10 月 25 日までに NDA に対して提出しなければならない。NDA は、2025 年初に戦略的開発事業者を選定した上で任命する予定である。

（2024 年 8 月 6 日付 Nuclear Decommissioning Authority and Nuclear Restoration Services）

- *1 原子力廃止措置機関（NDA）の子会社であったマグノックス社（Magnox Ltd）が、2023 年 10 月 31 日に組織名を変更したもの。NRS は新たなブランド戦略において、12 か所のマグノックス炉サイトとドーンレイ（Dounreay）サイトを統合するとともに、現在は EDF エナジー社が管理する 7 か所の AGR サイトの廃止措置や、その他将来的な任務に向けて受け入れる準備を整えるとしている。
- *2 チャペルクロス原子力発電所は、4 基の改良型ガス冷却炉（AGR）であるマグノックス（Magnox）炉（電気出力は各 6 万 kWe）によって構成されており、1959 年に運転を開始して 2004 年 6 月に恒久停止した。

ヒンクリー・ポイント B 原子力発電所 4 号機の燃料取り出しが完了：2024 年 9 月 11 日、原子力規制局（ONR）は、2022 年 8 月に恒久停止されたヒンクリー・ポイント B（Hinkley Point B）原子力発電所 4 号機について、原子炉からの燃料取り出しが完了したことを明らかにした。また ONR によると、同じく恒久停止された同発電所 3 号機についても燃料取り出し作業が開始される見込みであるという。（2024 年 9 月 11 日付 ONR）

ハンターストン B の廃止措置が ONR により承認される：2024 年 9 月 13 日、原子力規制局（ONR）は、ハンターストン B（Hunterston B）原子力発電所 3、4 号機における廃止措置開始に関する EDF エナジー（EDF Energy）社による申請に対し、同意を与えたことを発表した。ONR による決定は、EDF エナジー社による環境声明に対する ONR 専門検査官による詳細評価、および公聴会の後に下されたものである*。ハンターストン B 原子力発電所 3、4 号機は出力 49 万 kWe の改良型ガス冷却炉（AGR）であり、3 号機は 1976 年 2 月に、4 号機は 1977 年 3 月にそれぞれ送電網に接続された。その後、同発電所 3 号機は 2021 年 11 月、4 号機は 2023 年 1 月にそれぞれ恒久停止された。同発電所 3 号機からの燃料取り出しは 2023 年 9 月に完了しており、4 号機からの燃料取り出しは 2025 年中に完了する見込みである。燃料取り出しが完了した後、同発電所 3、4 号機のサイト認可は、廃止措置のため EDF エナジー社から原子力復旧サービスズ（NRS）に移転される。（2024 年 9 月 13 日付 ONR、9 月 13 日付 World Nuclear News）

- * EDF エナジー社による環境声明には詳細な環境影響評価（EIA : environmental impact assessment）が含まれている。EIA 中では廃止措置に伴う重大な影響として、解体作業に伴う住民に対する視覚的な一時的悪影響と、ハンターストン B 原子力発電所から解雇される労働者と地域雇用市場に対する社会経済的影響が特定されており、これらの影響を緩和するための軽減策が提示されている。ONR はこの軽減策について適切であるとの見解を示している。

ユレンコ社、高温ガス冷却マイクロ炉開発企業と LEU+供給契約を締結：2024 年 10 月 11 日、ユレンコ（Urenco）社は、高温ガス冷却マイクロ炉技術*の開発事業者であるジミー（Jimmy）社との間で、低濃縮ウラン・プラス（LEU+）供給に関する契約を締結したことを発表した。ジミー社は高温ガス冷却マイクロ炉に TRISO 燃料を使用する予定である。ジミー社はユレンコ社の LEU+供給を活用し、高含有低濃縮ウラン（HALEU）が利用可能になればそちらに切り替える方針である。ユレンコ社からジミー社への最初の LEU+配送は、米国ニューメキシコ州ユーニス（Eunice）に所在するユレンコ社施設から 2026 年に行われる予定である。（2024 年 10 月 11 日付 Urenco）

- * ジミー社が開発する高温ガス冷却マイクロ炉は熱出力 2 万 kWt で、フランスのマルヌ（Marne）地方において最初の産業顧客を対象とした同社初となる事業の建設申請を行っているところであるという。

NAO、セラフィールド・サイトの廃止措置の進捗についての報告書：2024 年 10 月 23 日、会計検査院（NAO：National Audit Office）は、報告書『セラフィールドの廃止措置：原子力遺産からのリスクの管理』*を公開した。今回の報告書の構成と対象範囲は、次の通りである。

- 第 1 部：原子力廃止措置のガバナンスと監督。2018 年以降の原子力廃止措置機関（NDA）の改革について、便益の確保の程度と廃止措置に係るガバナンス・監督の改善の程度。
- 第 2 部：原子力の負の遺産（過去の原子力サイト）からのリスクを管理することにおける今日までの進展。原子力遺産からのリスクを管理することと、さらに何を行う必要があるかについて、2018 年以降、セラフィールド・サイトの廃止措置を行っているセラフィールド社（Sellafield Ltd.）がどの程度うまく廃止措置事業を行ってきたか。
- 第 3 部：将来のリスクと計画立案・実行について把握すること。廃止措置に係る現在のリスクと将来に新たに発生するリスクについて評価と把握を行うこと、および、それらに対処するための短期・長期計画を立案し実行することに関するセラフィールド社の能力。

その上で同報告書において NAO は、結論として次のように述べている。

- セラフィールド・サイトの廃止措置：英国における原子力遺産の管理を行う事業者として NDA が設立されて 20 年間が経過し、セラフィールド・サイトを NDA が直接監督するようになって 8 年が経過したが、2125 年まで継続される同サイトの浄化（cleaning up）を実現するには、まだ初期段階にある。
- セラフィールド・サイトの廃止措置の難しさ：セラフィールド社は、廃棄物を完全に取り除いて廃止措置が完了するまでの間にわたり経年化施設とその関連設備を維持していく一方で、様々な種類の放射性廃棄物を処理・貯蔵するための新たな施設を建設する必要がある。
- 2018 年以降のセラフィールド社の進捗：セラフィールド社は、最も古い 4 つの貯蔵室から大多数の有害な（hazardous）廃棄物を回収することが可能であることを実証するとともに、最新の安全基準を満たす形でそのような廃棄物を貯蔵することが可能であることを実証している。また、セラフィールド・サイトの廃止措置を行っているセラフィールド社の監

督について、NDA の組織改編が便益をもたらしているということが実証されている。

- セラフィールド社の意欲：セラフィールド社は、NDA グループの他の組織からの専門的な知見を活用することができており、セラフィールド・サイトで進行中の主要な計画に関する業務成績を改善するための措置を講じている。また近年のセラフィールド社には、困難な課題に立ち向かい解決しようとするより強い意欲が見られる。
- NDA とセラフィールド社の課題：セラフィールド・サイトの廃止措置のために投じられている巨額の資金に見合った結果を出しているとは言えない。同サイトの廃止措置に係る大規模計画は、予定されていた期日より遅れているだけでなく、予定されていた費用を超過して実施されている。セラフィールド社は、同社の予定よりも遅い速度で同サイトのリスクを低減させているため、今後は、最も古い貯蔵施設から廃棄物を回収する速度を大いに加速させなければならない。
- セラフィールド社が取り組むべきこと：セラフィールド社は、セラフィールド・サイトにおける主要な資産（施設等）について悪化しつつある状況に対処する必要がある。また、セラフィールド・サイトが依拠する解析能力を維持すること、および労働力の能力を改善すること（と持続させること）を対象として、実現の見込みのある計画を策定する必要がある。依然として同社は、リスクを低減させることにおける進捗を評価するための包括的な措置を欠いている。同社の業務成績が悪いままの場合には、同サイトの廃止措置を実現するという任務を完了させるための費用が著しく増大することとなり、許容できない安全上のリスクがより長期にわたって継続することとなる。

(2024 年 10 月 23 日付 National Audit Office)

* 原表題は『Decommissioning Sellafield: managing risks from the nuclear legacy』である。この報告書は、2018 年に公開された前回版の更新版である。

NTS、政府から 1,050 万ポンドの資金提供を受け HALEU 輸送能力開発に取り組む：2024 年 12 月 5 日、原子力輸送ソリューションズ (NTS : Nuclear Transport Solutions) は、エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) から 1,050 万ポンドの資金提供を受け、高含有低濃縮ウラン (HALEU) 利用のための輸送能力開発に取り組むことを明らかにした。NTS は英国政府および原子力分野のパートナーと共同で多年次作業プログラムを出資・実施し、英国国内での使用および輸出のために HALEU 材料の輸送に必要な技術・能力・資産 (assets) を開発するとしている。資金提供による支援を受ける主要な領域として、NTS は以下の 4 つの領域を挙げている。

- 産業界パートナー向けの英国 HALEU 協力フォーラムの設置。
- HALEU 燃料を様々な形態で輸送可能な多様な HALEU パッケージの開発。
- 英国内の施設間で HALEU 材料を国内輸送するための陸上輸送ソリューションの開発。
- HALEU を英国から国外に輸出するための海上輸送ソリューション。

(2024 年 12 月 5 日付 Nuclear Transport Solutions、12 月 11 日付 World Nuclear News)

英国政府、民生由来の分離プルトニウムについて GDF で処分する方針を決定：2025 年 1 月 24 日、M.シャンクス（Michael Shanks）エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）政務次官（Parliamentary Under Secretary of State）は、セラフィールド（Sellafield）に保管されている民生分離プルトニウムのインベントリについて、DESNZ と原子力廃止措置機関（NDA）が共同で固定化（immobilise）に取り組む方針を「プルトニウム処分戦略」（Plutonium Disposition Strategy）として明らかにした。この分離プルトニウムのインベントリは使用済燃料の再処理により生じたものであり、約 140 トンがセラフィールドにおいて保管されている。英国政府はこれら分離プルトニウムについて、保管中の長期的な安全およびセキュリティに関する負担を軽減し、地層処分施設（GDF）における処分に適する形にすることを目標としているという。分離プルトニウムについては、2011 年に実施されたパブリックコンサルテーションを経て英国政府は、プルトニウムは MOX 燃料として再利用することを追求するが、プルトニウム管理に関する代替案の提案も引き続き受け付けるとする暫定的な政策上の見解を提示した。その後、NDA が固定化と再利用の双方の選択肢を含む長期処分ソリューションの好ましい選択肢を特定するため、技術面・実現可能性・経済面に関する分析を実施し、固定化を推奨する結論を明らかにしていた。今後、NDA は長期保管と GDF での処分に適した製品（product）としてプルトニウムを固定化するための技術の選定に取り組む^{*1}。また、政府による承認後、NDA とセラフィールド社（Sellafield Ltd）は約 10 年後を目途にプルトニウム処分インフラの大規模構築プログラムを開始する見込みである^{*2}。（2025 年 1 月 24 日付 UK Parliament、NDA、World Nuclear News）

*1 この取り組みには NDA のほか、セラフィールド社（Sellafield Ltd）と原子力廃棄物サービス（NWS : Nuclear Waste Services）、英国国立原子力研究所（UKNNL）、および広範なサプライチェーンが参加する予定であるという。

*2 このプログラムは設計・建設・運用期間を含め数十年間にわたり実施される見通しであるという。

NWS、GDF サイト選定のため候補コミュニティ内から重点区域を特定する：2025 年 1 月 30 日、ニュークリア・ウェイスト・サービスズ（NWS）は、地層処分施設（GDF）を設置するにあたり、適合性のあるサイトおよび設置意思を有するコミュニティ（willing community）を特定するための「重点区域」（Areas of Focus）を発表した。この重点区域は、選定プロセスに参加しているコミュニティであるミッド・コーブランド（Mid Copeland）、サウス・コーブランド（South Copeland）、およびイースト・リンカンシャー（East Lincolnshire）の中に位置している*。重点区域を設定することにより NWS は、GDF を安全かつセキュアに設置できる区域を専門家が理解し考慮することを支援するような、より詳細な研究および調査に焦点を当てることが可能となる。重点区域は、地質データ、環境保護区域、既成市街地（built up areas）といった幅広い情報に基づき特定されたものである。NWS は、重点区域の特定はその地域に GDF が立地することを意味するものではなく、適合性のあるサイトが特定され、ホストコミュニティが GDF 設置の意思を有していることが確認され、必要な同意や許可がすべて取得された場合にのみ、GDF の建設が開始されるとしている。2025 年 1 月時点で予定されているタイムラインでは、2050～2060 年の間に GDF における中レベル放射性廃棄物の受け入れ開始が見込まれている。（2025 年 1 月 30 日付 Nuclear Waste Services、World Nuclear News）

- * 重点区域は地下（Sub-surface、いわゆる余裕深度での地下）と地上（Surface）のそれぞれについて特定されている。ミッド・コーブランドとサウス・コーブランドの地下重点区域は共通しており、海岸沿いの海底 300m² が対象となっている。ミッド・コーブランドの地上重点区域はセラフィールド（Sellafield）サイトの東隣、サウス・コーブランドの地上重点区域はレイク・ディストリクト国立公園（LDNP : Lake District National Park）と海岸の間の地区がそれぞれ選定されている。イースト・リンカンシャーの地下重点区域は海岸沿いの海底 460km²、地上重点区域はゲイトン（Gayton）集合型風力発電所（wind farm）の南西の地域に設けられている。

NDA が大学と共同でプルトニウム・セラミック学術ハブを設置：2025 年 2 月 25 日、原子力廃止措置機関（NDA）は、マンチェスター大学（University of Manchester）およびシェフィールド大学（University of Sheffield）と共同でプルトニウム・セラミック学術ハブ（Plutonium Ceramics Academic Hub）を設置することを発表した。この発表は、今後 5 年間で大学院における研究活動（postgraduate research）に 500 万ポンドを投資し、英国のプルトニウム処分戦略*に係る取り組みに貢献するとして NDA の方針に基づくものである。プルトニウム・セラミック学術ハブでは、プルトニウムの固定化（immobilisation）に適した技術を選定するための最先端の研究に従事する、約 20 名の博士課程学生と 2 名のポスドク研究員に対し資金提供を行う。NDA はプルトニウム・セラミック学術ハブの主要な目的として以下を挙げている。

- 革新的な研究（Innovative Research）：安全かつ効果的なプルトニウム処分のための主要なセラミックおよび製造技術を開発するため画期的な研究を実施する。
- 学術的卓越性（Academic Excellence）：学術的卓越性と革新性を促進するような協力的な環境を育む。
- 未来のリーダー（Future Leaders）：次世代の原子力科学者および技術者を育成し、原子力廃止措置における将来的な課題を解決するための知識と技能を身に付けさせる。

（2025 年 2 月 25 日付 Nuclear Decommissioning Authority、2 月 26 日付 American Nuclear Society）

ONR が廃止措置中サイト 10 か所の規制要件を緩和：2025 年 3 月 5 日、原子力規制局（ONR）は、廃止措置中の原子力サイト 10 か所*において、リスクプロファイル（risk profiles）が低下したことを理由として、安全に寄与しなくなった約 100 件の古い規制要件を撤回した。この措置により運用上の柔軟性が向上し、オペレーターが支払う費用が軽減され、廃止措置中の原子力サイトにおいてより効率的な管理が促進される。（2025 年 3 月 5 日付 ONR）

- * パークレー（Berkeley）、ブラッドウェル（Bradwell）、チャペルクロス（Chapelcross）、ダンジネス A（Dungeness A）、ヒンクリー・ポイント A（Hinkley Point A）、ハンターストン A（Hunterston A）、オールドベリー（Oldbury）、サイズウェル A（Sizewell A）、トросフィニッド（Trawsfynydd）、ウィルファ（Wylfa）が該当する。

ハンターストン B の廃止措置のため NRS がサイト認可等の移転に関する申請を提出：2025 年 3 月 13 日、原子力復旧サービズ（NRS）は、スコットランドに所在する廃止されたハンターストン B（Hunterston B）原子力発電所*¹サイトに係る責任を 2026 年に EDF エナジー（EDF Energy）社から引き継ぐにあたり、複数の規制当局に対し正式に申請を提出したことを発表した。NRS はこの申請について、廃止措置のために NRS に移管される英国の改良型ガス冷却炉（AGR）群の

中で、同発電所が最初のサイトとなるにあたっての重要な一歩であると位置づけている^{*2}。NRS は原子力規制局 (ONR) に対し、ハンターストン B の原子力サイト認可に係る責任者 (duty holder) となるにあたっての承認を求める申請を提出している。また、NRS は EDF エナジー社と共同で、スコットランド環境保護庁 (Scottish Environment Protection Agency) に対し「2018 年スコットランド環境承認規則」(Environmental Authorisations (Scotland) Regulations 2018) に基づく放射性物質活動に関する許可の移転を申請している。(2025 年 3 月 13 日付 Nuclear Restoration Services and Nuclear Decommissioning Authority、ONR)

- *1 ハンターストン B 原子力発電所は 2022 年に恒久停止された。
- *2 2021 年に英国政府は、EDF エナジー社が所有・運転する AGR を擁する原子力発電所サイトは、運転を停止し燃料の取り出しが完了した後、NDA がサイト所有権を取得し NRS により長期廃止措置プログラムが実施されるとした合意を発表している。

3.7 放射線利用技術開発

UKNNL 等、再処理ウランからの Pb-212 収穫について UKRI から資金提供を受ける：2025 年 1 月 16 日、英国国立原子力研究所 (UKNNL) ^{*1} と薬剤発見カタパルト (MDC : Medicines Discovery Catapult) ^{*2} は、再処理ウラン^{*3} からの鉛 212 (Pb-212) ^{*4} 収穫量の規模を拡大するための事例 (取組み) を完結させることを対象として、英国リサーチ・イノベーション機構 (UKRI) から資金提供を受けることを明らかにした。UKNNL によると、英国では標的アルファ線療法 (TAT : Targeted Alpha Therapy) に用いられる放射性医薬品について持続可能性がある供給路が確保されていないとのことであり、今回の資金提供により TAT において他国に依存しない独立した能力 (sovereign capacity) を確立することができるようになるという。(2025 年 1 月 16 日付 UKNNL、1 月 17 日付 World Nuclear News)

- *1 2024 年 12 月に「国立原子力研究所」(NNL) から「英国国立原子力研究所」(UKNNL) に改称した。
- *2 薬剤発見カタパルト (MDC) は、英国研究・イノベーション機構 (UKRI) の一部であるイノベート UK (Innovate UK) が所管する、非営利技術イノベーションセンターである 11 のカタパルト・センターのうちのひとつ。
- *3 この再処理ウランは、英国内の原子力発電所で使用される燃料に由来するものであるという。
- *4 Pb-212 の半減期は約 11 時間である。標的アルファ線療法 (TAT) に使用される。

【背景】

2022 年 5 月 30 日、国立原子力研究所 (NNL) は、NNL のプレストン研究所 (Preston Laboratory) において、標的アルファ線療法 (TAT) に用いられる鉛 212 (Pb-212) の製造工程を、英国内で初めて開発したことを発表した。タイムズ紙 (The Times) によれば、開発チームは放射性廃棄物から適切な品質 (to the right quality) で少量の Pb-212 を抽出可能であることを証明したという^{*1}。NNL は、現在は品質保証と規模拡大に向けて取り組んでいるとしている^{*2}。

- *1 放射性廃棄物の供給に限られていることから、持続可能な Pb-212 供給のため、開発チームは他の手段による製造も検討しているという。
- *2 NNL は、ロンドン大学クイーン・メアリー校 (Queen Mary University of London)、ロンドン大学キングス・カレッジ (King's College London)、聖バーソロミュー病院 (St Bartholomew's Hospital)、ガイズ・聖トーマス NHS 病院 (Guy's and St Thomas' NHS Foundation Trust) の臨床医や研究者との緊密な協力の下、品質保証や規模拡大に取り組んでいるという。

3.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

ユレンコ社の廃止済濃縮施設、核不拡散に関する IAEA 中核拠点として再利用：2024 年 8 月 19 日、ユレンコ（Urenco）社は、英国カーペンハースト（Capenhurst）の同社サイトにおいて、国際原子力機関（IAEA）の核保障措置・核不拡散中核的研究拠点（Centre of Excellence for Safeguards and Non-Proliferation）の開設を記念する式典を開催した*。この CoE はユレンコ社の廃止された濃縮施設を再利用したもので、この種の施設としては世界唯一の核不拡散試験・訓練施設であり、他のガス遠心分離濃縮施設における保障措置実施の有効性と効率性の向上について IAEA を支援するものである。濃縮は核燃料サイクルにおける繊細な（sensitive）段階であり、その複雑な技術が効果的な検証（verification）の上で課題となっているという。この CoE は 2025 年に全面運用を開始する予定である。（2024 年 8 月 20 日付 Urenco、8 月 22 日付 American Nuclear Society）

- * 式典には IAEA からの代表者のほか、ユレンコ社に出資する英国・オランダ・ドイツの 3 か国の政府代表者、米国連邦政府の代表者が出席した。また、R.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長が記念の除幕を行った。

4 フランス

4.1 原子力事情・原子力政策動向

フラマンビル 3 号機 (EPR) の運転開始を承認する決定案に関するパブリック・コンサルテーションが開始：2024 年 3 月 27 日、原子力安全機関 (ASN : Autorité de sûreté nucléaire) は、フラマンビル (Flamanville) 原子力発電所における EPR の運転開始を承認する決定案 (draft decision) について、同年 4 月 17 日にかけて実施するパブリック・コンサルテーションを開始した。同発電所は 2024 年夏に送電網へ接続される予定である。今回実施されるパブリック・コンサルテーションにより、同発電所の運転開始を承認するために必要であったコンサルテーション手続きが完了することとなる。同様のパブリック・コンサルテーションは、2023 年夏と 2024 年 1 月 15 日から同年 2 月にかけての 2 回にわたって実施されている。(2024 年 3 月 28 日付 World Nuclear News)

ASN がフラマンビル 3 号機の試運転を承認、EDF は燃料装荷を開始：2024 年 5 月 7 日、原子力安全機関 (ASN) は、同日付の ASN 決議 2024-DC-0780 (ASN resolution 2024-DC-0780 of 7 May 2024) によりフラマンビル (Flamanville) 原子力発電所 3 号機 (EPR) の試運転 (commissioning) を承認した。この承認により、フランス電力会社 (EDF) は原子炉への燃料装荷と起動試験を行うことが可能となった。翌 5 月 8 日、ASN による承認を受けて EDF は同発電所 3 号機への燃料装荷を開始した。EDF によると、同発電所 3 号機の送電網接続は 2024 年夏が予定されている。(2024 年 5 月 8 日付 ASN、EDF)

EDF、既存原子力発電所の運転寿命を延長させるために資金調達：2024 年 5 月 13 日、フランス電力会社 (EDF) は、諸銀行^{*1}との間で計約 58 億ユーロ^{*2}のグリーン銀行融資 (bank loan) に署名したことを明らかにした。この融資の満期は 3～5 年であり、借り入れた資金については、フランス国内における EDF の既存原子力発電所群の運転寿命を延長させることに関連した投資資金の借り換え (refinancing) のために使用される。なお EDF は、今回のグリーン銀行融資とは別に、法人としての運営上必要となる業務に対して資金を融通するために、5 年満期の 3 億ユーロの銀行融資に署名している。(2024 年 5 月 13 日付 EDF)

*1 BNP パリバ (BNP Paribas)、バンクオブアメリカ (Bank of America)、クレディ・アグリコル CIB (Crédit Agricole CIB)、ING、ナティクスィス CIB (Natixis CIB)、ソシエテ・ジェネラル (Société Générale)、およびウェルズファーゴ (Wells Fargo) が含まれる。

*2 一部はドル建て、一部は円建てであるとされている。

EDF、SMR 設計開発において既存技術の利用へと方針転換：2024 年 7 月 1 日、フランス電力会社 (EDF) は、同社の子会社である NUWARD 社の小型モジュール炉 (SMR) 設計である NUWARD SMR^{*1}について、同社と NUWARD 社自身の技術革新に基づいて開発を行うよりも、既存の技術を利用するように方針を変更する予定であることを明らかにした。しかしながら EDF は、

NUWARD SMR について 4 年にわたり開発作業を行った後で設計に関する方針を変更することによる予算への影響について言及せず、同社の SMR が商業展開される時期について遅れが生じるようになるか否かについても言及していない*2。これまで EDF は、同社の SMR について 2030 年代に商業展開ができるようになる」と述べていた。(2024 年 7 月 1 日付 Reuters)

- *1 NUWARD SMR は、加圧水型原子炉 (PWR) 技術を基にした、17 万 kWe の原子炉 2 基を有する 34 万 kWe の発電所として計画されている。熱出力は 1 基あたり 54 万 kWt (2 基で 108 万 kWt)、燃料サイクルは最大 24 か月、運転寿命 60 年で建設期間は 40 か月が予定されている。
- *2 NUWARD 社内の匿名者からの情報としてロイター通信によると、SMR 設計開発において既存技術の利用へと今回 EDF が方針転換したのは、同社の SMR の顧客見込みであるスウェーデンのバッテンフォール (Vattenfall) 社、チェコ電力 (ČEZ)、およびフィンランドのフォータム (Fortum) 社等との間で EDF 社が議論した後のことであり、これらの顧客見込み企業は EDF の第 III 世代炉である大型軽水炉に基づいた原子力発電所と SMR の双方に対する投資について精査しているとのことである。これらの EDF にとっての顧客見込み企業は、SMR によって生産される電力についてメガワット時 (megawatt-hour) あたりの均等化発電原価が 70~100 ユーロの間に確実に収まるようにするために、確立された技術に基づいた原子炉設計の開発に対して進んで投資を行いたいとの意向であるという。

フラマンビル 3 号機が送電網接続に向けて前進：2024 年 9 月 2 日、原子力安全機関 (ASN) はフラマンビル (Flamanville) 原子力発電所 3 号機 (EPR) における発散運転 (divergence operations)*1 の開始を承認した。この承認により、同発電所を運転するフランス電力会社 (EDF) は同発電所 3 号機における核分裂連鎖反応を開始するための運転を始めることが可能となる*2。EDF によると、極低出力の安定的な核反応が行われると原子炉は定格出力の 0.2% に達する。その後は 25% の出力レベルを達成するための試験が実施され、この出力レベルに達して初めて同発電所 3 号機は送電網に接続され、発電が行われることになる。同発電所 3 号機の送電網接続は 2024 年秋が予定されている。(2024 年 9 月 2 日付 ASN、EDF)

- *1 フランス語の文言では「opérations de divergence Divergence du réacteur EPR」である。これは原子炉の中で核反応 (連鎖反応) を開始させることを意味する。
- *2 ASN によるとこの承認は、メンテナンスのための運転停止後に発電炉が運転を再開する際に ASN が発給する承認と類似したものであるという。

フランス政府、原子炉新設にあたり EDF に国家融資の提供を検討か：2024 年 11 月 29 日付の報道によると、フランス政府はフランス電力会社 (EDF) に対し、無利子の原子炉開発融資 (interest-free reactor development loan) を提供する計画を検討しているという。この融資は新規原子炉 6 基の建設*に充てられる予定であり、フランス政府が検討している計画には長期価格保証として、いわゆる差金決済取引 (CfD : contract for difference) が含まれると報じられている。(2024 年 11 月 29 日付 Nuclear Engineering International)

- * E.マクロン (Emmanuel Macron) 大統領が 2022 年に発表した計画に基づき、6 基のうち最初の 1 基は 2027 年に建設を開始する予定である。

フラマンビル 3 号機が送電網に接続し発電開始：2024 年 12 月 21 日、フランス電力会社 (EDF) は、フラマンビル (Flamanville) 原子力発電所 3 号機 (EPR) が同日午前 11 時 48 分に送電網に接続し、発電を開始したことを発表した。今後は原子力安全機関 (ASN) の監督の下、原子炉出力が

100%に達するまで、試験や送電網への接続・切断の段階が数か月間続くという。同発電所3号機は2007年12月に建設を開始し、当初は2013年の商業運転開始を予定していたが、度重なる遅延が生じていた。2024年5月にASNが同発電所3号機の試運転を承認した後、5月22日には燃料装荷が完了し、9月3日に同発電所3号機は初臨界を達成した。今回の送電網接続により同発電所3号機は、中国の台山(Taishan)原子力発電所1,2号機、フィンランドのオルキルオト(Olkiluoto)原子力発電所3号機に続いて送電網に接続されたEPRとなった。なお、英国のヒンクリー・ポイントC(Hinkley Point C)原子力発電所において2基のEPRが建設中である。(2024年12月21日付EDF、World Nuclear News)

NUWARD SMRの開発が再開、2026年の概念設計完了を目指す：2025年1月6日、フランス電力会社(EDF)子会社であるNUWARD社は、2024年7月に設計最適化の計画を明らかにしていた小型モジュール炉(SMR)について、開発を再開することを発表した。NUWARD社の発表によると、NUWARD SMRは40万kWeの電力を供給するとともに、最大10万kWthの熱電併給(cogeneration)オプションを提供するという。NUWARD社は2026年までの概念設計完了、2030年代の製品販売を目標としている。NUWARD事業は、原子力・代替エネルギー庁(CEA)、EDF、ネイバル・グループ(Naval Group)、およびテクニカトム(TechnicAtome)により2019年9月に開始された。開発開始時のNUWARDは1基あたり17万kWeの加圧水型軽水炉(PWR)2基で構成される34万kWeの発電所で、フランスが有するPWRに関する知見を用いて共同開発されていた。NUWARD社の以前のSMRロードマップにおいては、詳細設計および新規原子力施設に係る正式な申請を2026年中に行い、2030年にはフランス国内において1基目の最初のコンクリート打設を実施し、3年間かけて建設することが計画されていた。しかし2024年7月にEDFは、欧州の顧客からの意見を受けて、事業の予算および期限が遵守されるよう、既存の実証済み技術に重点を置きSMR設計を最適化することを予定していることを明らかにしていた*。(2025年1月6日付NUWARD、1月7日付World Nuclear News)

* 設計見直し発表の数日後、EDFは英国におけるグレート・ブリティッシュ・ニュークリア(GBN)によるSMRコンペからの撤退を発表している。

フランスにおけるAIデータセンターにおける原子力発電利用を巡る動向：2025年2月10日、英国に拠点を置く人工知能(AI)クラウド提供企業フルイドスタック(Fluidstack)社とフランス政府は、フランス国内において1GW規模のAIスーパーコンピュータを建設することに関する了解覚書(MOU)を締結した。この事業の初期投資額は100億ユーロと見込まれており、主に原子力エネルギーによる脱炭素エネルギーを利用したAIデータセンターを2026年までに設置し、2028年までに1GW超まで拡張可能なよう設計する計画である。また同じく2月10日に、フランス電力会社(EDF)は、フランス国内において新規データセンターを開発するにあたり適したサイトの利用権を提供することを目的として、デジタル企業を対象とした関心表明募集を近く開始することを明らかにした。EDFは自社が保有する土地の中で既に4か所の工業用地を特定しており、利用可能な電力は合計2GWにのぼるという。またEDFはサイトの特定を続けるとしており、2026

年までに更に2か所のサイトを選定することを目標としている。(2025年2月10日付 Fluidstack、EDF、2月11日付 World Nuclear News)

原子力政策委員会、EPR2の商業運転開始予定時期の延期やEDFへの融資等を決定：2025年3月17日、E.マクロン（Emmanuel Macron）大統領が議長を務める原子力政策評議会（CPN : Conseil de Politique Nucléaire）^{*1}の第4回会合^{*2,3}において、EPR2の商業運転開始予定時期について、当初の予定から3年遅らせて2038年とすることが決定されたとのことである。6基のEPR2を建設することを予定して2022年2月に発表されたEPR2建設計画^{*4}に係る建設費用の見積は、当初は517億ユーロであったが、フランス会計検査院（Court of Auditors）の試算によると2023年には674億ユーロへと膨れ上がり、2025年3月現在ではインフレーションを考慮に入れると800億ユーロに上るものと考えられている。このような状況を受けてCPNは、このEPR2建設計画に係る費用の少なくとも半分を対象として、政府による助成金付き融資（subsidized government loan）を国有企業であるフランス電力会社（EDF）に対して行うべきであるとの結論に達した^{*5}。この結論についてフランス大統領府（The Élysée）は、フランス政府とEDFの間でフランス政府による融資に係る議論を今後数週間以内に決着させることを可能にするものであり、従ってこの融資について、欧州連合（EU）の規制対象となっている国家補助（state aid）に当たるか否かを巡る議論を欧州委員会（EC : European Commission）との間で早急に開始することができるようになるものであるとの見解を明らかにしている。またフランス大統領府は、EPR2の建設に関するEDFの最終的な投資決定について、2026年までに行われる見込みであるとの見解も明らかにしている。(2025年3月18日付 World Nuclear News、3月21日付 Nuclear Engineering International)

- *1 CPNはマクロン大統領を議長として2022年から定期的に行われている会合であり、フランス政府としての原子力政策の主な方向性について決定している。
- *2 この会合においてCPNは、オラノ社のウラン採掘活動の整備を対象とした戦略を承認した（validate）。これによりオラノ社に対しては、フランス国内に対するウラン供給を確保するための権限が与えられたこととなる。
- *3 この会合においてCPNは、商用由来の使用済燃料の貯蔵とリサイクリングを対象としたオラノ社のラ・アーグ（La Hague）サイトについて、施設の改修を行うための計画を承認した（confirm）。この改修には、既存の原子炉と新規建設予定のEPR2において発生する使用済燃料を貯蔵する必要性に対応することを目的として、2040年までに運用を開始する必要がある新たな貯蔵用プールの整備等が含まれる。
- *4 このEPR2建設計画においては、さらに追加で8基のEPR2を建設することが選択肢となっている。建設予定の6基のうちの3基については、パンリー（Penly）、グラブリーヌ（Gravelines）、およびビュージェイ（Bugey）原子力発電所サイトにおいてそれぞれ1基ずつ建設される予定であり、建設開始時期として2027年が見込まれている。
- *5 現在フランス政府が検討している融資上・規制上の枠組みは、6基のEPR2の建設費用の少なくとも半分を対象としてEDFに対して政府による助成金付き融資を行うことを前提としているほか、原子力による発電1MWhあたり最大で100ユーロ（2024年時点での現在価値）という差金決済取引（CfD : Contract for Difference）を行うことを前提としている。EDFに対してフランス政府が行う融資の先例は、EUから承認を得たチェコのドコパニ（Dukovany）原子力発電所建設計画に対するチェコ政府の融資であり、特に無利子での融資である。

4.2 国際協力動向

EDF と CNNC が協力協定 2 件を締結：2024 年 5 月 30 日、フランス電力会社（EDF）と中国核工業集団（CNNC）は、原子力エネルギーにおける包括的協力協定、および先進的原子力発電所建設（advanced nuclear power construction）に関する特別協力協定（special cooperation agreement）を締結した。CNNC によると、2024 年は中国とフランスの国交樹立 60 周年かつ EDF による中国市場参入 40 周年にあたり、今回の協定は両国間の全面的・多分野・徹底的（in-depth）な協力における新章の始まりであるという。（2024 年 6 月 4 日付 World Nuclear News）

フラマトム、スロバキアの 2 原子力発電所の VVER に対して 2027 年から燃料供給：2024 年 7 月 23 日、フラマトム（Framatome）社は、スロバキア国内のボフニチェ（Bohunice）原子力発電所とモホフチェ（Mochovce）原子力発電所において運転されているロシア製の VVER に対して燃料の長期供給を行うことについて、スロバキア電力（Slovenské elektrárne）との間で契約に署名したことを明らかにした。この契約による燃料供給は 2027 年から始まる。なお両者は、長期にわたる戦略的協力関係の構築を企図して 2023 年 5 月に了解覚書（MOU）に署名を行っており、今回の契約締結はそれに続くものである。（2024 年 7 月 23 日付 Framatome）

4.3 原子力研究開発推進・規制体制

ニュークレオ社が LFR 開発向け CEA とパートナーシップを締結：2024 年 4 月 9 日、ニュークレオ（newcleo）社は、フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA）との間でパートナーシップ合意（partnership agreement）を締結したことを発表した。ニュークレオ社は、同社による 3 万 kW_e の鉛冷却高速中性子実証炉である LFR 30（Lead Fast Reactor 30）事業のフランスにおける実現のための重要な段階として、CEA との協働では以下の分野に取り組むとしている。

- 1) フランスの原子力発電所群における LFR 原子炉の開発シナリオ
- 2) 燃料の品質認証（qualification）
- 3) 計算コード
- 4) 材料
- 5) 計装および測定

ニュークレオ社は「フランス 2030」（France 2030）投資計画^{*1}内の「革新的原子炉」（Innovative nuclear reactor）を対象とした事業募集を通じて資金提供を受けており、フランス国内における LFR 30 と MOX RNR 燃料製造ユニット（MOX RNR fuel fabrication unit）の設置を目標としている^{*2}。

（2024 年 4 月 9 日付 newcleo）

^{*1} 「フランス 2030」投資計画とは、2021 年 10 月 12 日に E.マクロン（Emmanuel Macron）大統領が発表した大規模な投資計画である。「フランス 2030」では 2026 年までに 540 億ユーロの投資を展開するとしており、「2030 年までに小型モジュール炉（SMR）を開発する」、「2030 年にグリーン水素および再生可能エネルギーの主導的存在となる」、および「産業界の脱炭素化を進める」等の

10 件の目標を設定している。

- *2 ニュークレオ社はフランスにおいて LFR 30 および MOX RNR 燃料製造ユニットを建設したのち、英国において 2033 年までに初の商用発電炉である電気出力 20 万 kWe の LFR-AS-200 を建設する計画である。

ASN と IRSN が統合され原子力安全・放射線防護機関（ASNR）が発足：2025 年 1 月 1 日、原子力安全機関（ASN：Autorité de sûreté nucléaire）と放射線防護・原子力安全研究所（IRSN：Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire）が統合され、原子力安全・放射線防護機関（ASNR：Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection、英称 Nuclear Safety and Radiation Protection Authority）が設置された*。この組織統合は「2024 年 5 月 21 日原子力安全および放射線防護のガバナンス組織に関する法律」（law on the organisation of the governance of nuclear safety and radiation protection of 21 May 2024）に基づく。ASNR は独立行政機関としてフランスにおける民生原子力活動の監督を担うとともに、原子力安全および放射線防護の分野における研究、専門家による評価、訓練、広報活動も実施する。（2025 年 1 月 2 日付 ASNR）

- * 原子力安全・放射線防護機関（ASNR）のウェブサイトは <https://www.asnr.fr/> から閲覧できる。

【背景】

2023 年 2 月 8 日、フランス政府は、放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）の権限（competences）を、原子力安全機関（ASN）や原子力・代替エネルギー庁（CEA）に移管する方針を発表した。フランスが原子力プログラムの拡張を進めるにあたり、相乗効果を強化することが狙いである*¹。フランス政府はこの統合により、以下の取り組みを実施するとしている。

- 高い水準の安全要件を保証するため、単一の独立した安全機関内での原子力安全管理の独立性を強化する。
- 政府による原子力分野の再立ち上げ（relaunch）に関連した活動の増加に対応するため、スキルを統合・強化し、ASN の技術審査および意思決定プロセスを合理化する。
- 原子力分野における研究・開発の相乗効果を高めることで、この分野における長期的課題に対するレジリエンスや予測に貢献する。
- 新組織内において、国内・国際水準での技術的・科学的チームの卓越性を長期にわたり保証する。

A.パニエ＝リュナシェ（Agnès Pannier-Runacher）エネルギー移行大臣（Minister of Energy Transition）は、IRSN、ASN、および CEA に対し、この新たな指針を実行するにあたっての「最初の措置と作業方法」（first measures and a working method）2023 年 2 月末までに提出するよう要請している*²。

- *1 フランス政府は、原子力政策評議会（CPN）が「原子力発電の上流および下流における全ての課題をレビューし、ASN の独立性および資源を強化することの重要性を強調した」ことを挙げ、IRSN と ASN の技術的スキルを統合することを決定したという。
- *2 フランス政府はこの統合にあたり、CEA および国防関連活動・施設に関する原子力安全・放射線防護代表（DSND、Nuclear Safety & Radiation Protection Delegate for Defence-related Activities & Installations）との相乗効果を考慮するよう指示している。

4.4 核融合

プラズマ実験装置 WEST が定常状態での中心電子温度 4 keV で 6 分 4 秒間のプラズマ持続時間を達成：2024 年 5 月 7 日、原子力・代替エネルギー庁（CEA）は、プラズマ実験装置である WEST^{*1}について、1.15 GJ の注入エネルギーによって、定常状態での中心電子温度（steady-state central electron temperature）4 keV（摂氏 5,000 万度）で 6 分 4 秒間のプラズマ持続時間を達成したことを明らかにした。今回の実験^{*2}での電子密度は、WEST の前身の Tore Supra 装置であった時に達成された放電での電子密度の 2 倍である。なお今回の実験での電子密度は、米国エネルギー省（DOE）のプリンストン・プラズマ物理研究所（PPPL：Princeton Plasma Physics Laboratory）からの協力者によって開発された新たな手法によって測定された。現在 WEST はメンテナンスと新システム設置のため停止中であり、次の実験は 2024 年秋の開始を予定している。（2024 年 5 月 7 日付 CEA）

*1 プラズマ実験装置 WEST（Tungsten (W) Environment in Steady-state Tokamak）は、核融合実験炉 ITER を開発するためにプロトタイプの構成要素を実験するもので、ITER の開発を推進するために設計されたものである。WEST は 2016 年 12 月 14 日に初プラズマを達成した。WEST を所有している CEA は、プロトタイプの実験を通じて、ITER の構成要素を産業化するための費用とスケジュールに関するリスクを最小にするために WEST を活用していくとしている。

*2 2024 年 1 月半ばに開始され、4 か月の実験期間後の 2024 年 4 月 26 日に完了した。

アシシステム社が GenF 社の慣性閉じ込め核融合炉計画に協力：2024 年 12 月 6 日、アシシステム（Assystem）社は、慣性閉じ込め核融合（ICF：inertial confinement fusion）炉を開発する TARANIS 計画に取り組む GenF 社^{*1}との間で、戦略的パートナーシップを締結したことを発表した。GenF 社は、原子力・代替エネルギー庁（CEA）および国立科学センター（CNRS：Centre National de la Recherche Scientifique）との協力により TARANIS 計画を進めている。同計画は高エネルギー利得（high-gain）核融合スキームの経済的実行可能性を実証することを目的としており、10 万 kW 超のエネルギー利得^{*2}を目標としている。パートナーシップの一環として、アシシステム社はシステムエンジニアリングとデジタル技術に関する専門知識を結集して GenF 社を支援するという。ニュークリア・エンジニアリング・インターナショナル（Nuclear Engineering International）の報道によると、TARANIS 計画は「フランス 2030」（France 2030）計画^{*3}による支援を受ける 3 件の革新的原子炉に関する事業のうちのひとつとして、2024 年 3 月に選定されている^{*4}。（2024 年 12 月 6 日付 Assystem、12 月 12 日付 Nuclear Engineering International）

*1 フランスの大手電機企業であるタレス（Thales）グループの子会社。

*2 アシシステム社は、1,000kW の電力を使用するごとに核融合炉により 10 万 kW の核融合出力を生成すると説明している。

*3 フランス 2030 とは、2030 年までにフランスにおいて技術革新を支援し、より良く理解し、より良く生活を享受し、より良く生産することを目指して、環境移行のために、自動車産業・宇宙産業・デジタル産業・グリーン産業・バイオテクノロジー・文化産業・健康分野を対象として、5 年間にわたって 300 億ユーロの投資を行う計画である（その内の 30 億～40 億ユーロ分については 2022 年中に投資が行われる）。投資の内訳の概要は、エネルギー部門に対して 80 億ユーロ、将来の輸送システムに対して 40 億ユーロ、食料生産部門に対して 20 億ユーロ、健康部門に対して 30 億ユーロ、宇宙分野と海底開発分野に対して 20 億ユーロ、および文化産業・クリエイティブ・コンテンツ産業の振興に対する資金拠出（ただし、額については明示されていない）である。

*4 GenF 社とともに 2024 年 3 月に選定された企業は、第 IV 世代炉開発企業であるステラリア（Stellaria）社と Thorizon 社である。

4.5 次世代炉

溶融塩化学に特化した共同研究所 IMS Lab の創設：2024 年 6 月 26 日、第 IV 世代炉として分類される溶融塩高速マイクロ炉*1 の開発を行っているスタートアップ企業である NAAREA (Nuclear Abundant Affordable Resourceful Energy for All) 社は、溶融塩化学に特化した共同研究所を創設するために、フランスの国立科学研究センター (CNRS) とパリ＝サクレ大学 (Université Paris-Saclay) と提携していることを明らかにした。この共同研究所は「技術革新溶融塩研究所」(IMS Lab : Innovation Molten Salt Lab) と呼称され、NAAREA とイレヌ・ジョリオ＝キュリー・ラボラトリー (ICJLab : Laboratoire de Physique des 2 Infinis Irène Joliot-Curie) *2 の専門的知見を活用していくこととなる。IMS Lab の目標は、原子力発電利用 (溶融塩炉) と非原子力発電利用の両方について溶融塩の研究開発分野において欧州を主導する立場になることである。(2024 年 6 月 26 日付 NAAREA)

- *1 NAAREA 社は電気出力 4 万 kWe の超小型先進モジュール炉 XAMR (Extra-small Advanced Modular Reactor) を開発しており、2030 年までの市場投入を目指している。NAAREA 社はフランス政府によるイニシアチブである「フランス 2030」(France 2030) 投資計画の下で資金提供を受けている。
- *2 CNRS とパリ＝サクレ大学の共同研究ユニット (joint research unit) であり、線形加速器研究所 (LAL : Laboratoire de l'accélérateur linéaire) 等 5 つの研究所の統合によって設置された。

ニュークレオ社の LFR について、設計審査過程のうちの「準備段階」が完了：2024 年 7 月 2 日、英国のロンドンに本拠地を置くニュークレオ (newcleo) 社は、同社が開発している電気出力 3 万 kWe の鉛冷却高速炉 (LFR) について、フランスの規制機関によって定められた設計審査過程のうちの「準備段階」(preparatory stage) を 6 月 26 日に完了したことを明らかにした。ニュークレオ社によると、この「準備段階」において原子力安全機関 (ASN) と放射線防護・原子力安全研究所 (IRSN) は、同社の LFR 設計の成熟度についての評価を行うとともに、この LFR 開発計画での設計を対象とした安全上のすべての選択肢について議論を行ったほか、この LFR に関連した燃料製造工場について議論を行ったとのことである。この「準備段階」は、フランスの規制機関から約 20 名の専門家が出席するような多数の技術会合のほか、様々な技術トピックについて扱う広範囲の技術文書の策定を経て完了したものである*。(2024 年 7 月 2 日付 newcleo、World Nuclear News)

- * ニュークレオ社の LFR とその LFR のための混合酸化物 (MOX) 燃料の製造工場の双方について、公式な技術的な選択肢に関する文書がニュークレオ社によりフランスの規制機関 (ASN 等) へと提出されたことに従い「準備段階」が完了したこととなる。それを受けてフランスの規制機関 (ASN 等) は、ニュークレオ社に対して勧告書を発行する予定である。「準備段階」での議論から導き出された考慮事項とともにこの勧告書により、必要となる承認の政令 (décrets) をニュークレオ社に対して発行するためのより迅速な手続きが可能となる。

NAAREA 社の溶融塩炉の海事利用について評価するパートナーシップ：2024 年 10 月 3 日、NAAREA 社*1 と、海軍・港湾エネルギーシステムを専門とする研究開発企業 EO コンセプト (EO Concept) 社*2 は、海上モビリティ (maritime mobility) に焦点を当て、水素および／または低炭素エレクトロフューエル (electrofuels) *3 の製造において NAAREA 社の溶融塩高速マイクロ炉 XAMR

を使用する機会を探ることを目的としたパートナーシップを締結した。また、NAAREA 社によるとこのパートナーシップは競争力のある水素およびエレクトロフューエルの生産を確保するために必要な条件を評価し、達成する手段を特定することも目的としているという。また、両社は XAMR によって可能となる高温水素製造の利点を探ることについても興味を有しているとされている。(2024 年 10 月 3 日付 NAAREA、World Nuclear News)

- *1 NAAREA 社は 2021 年に設立された企業で、第 IV 世代の熔融塩高速マイクロ炉 XAMR の開発に取り組んでいる。XAMR は電気出力 4 万 kWe、熱出力 8 万 kWt で、従来の原子力発電所に由来する使用済燃料から回収された超長寿命放射性廃棄物を燃焼させることで運転される。
- *2 再生可能エネルギーと海水による水素製造チェーンを組み合わせた世界初のゼロ排出船舶の開発企業であるエナジー・オブザーバー (Energy Observer) 社の子会社。EO コンセプト社は、液体水素を利用した 4,800kW の燃料電池システムで駆動する貨物船エナジー・オブザーバー2 (Energy Observer 2) 開発事業の継続を目的として、2023 年に設立された。
- *3 エレクトロフューエルは、発電電源として化石燃料に依存しない形で生産される電力を利用した水の電気分解によって得られた水素により製造される合成燃料を指し、「e-fuel」という略称が当てられることもある。

ニュークレオ社、本社をロンドンからパリに移転：2024 年 9 月 30 日、ニュークレオ (newcleo) 社は、本社を英国のロンドンからフランスのパリに移転したことを発表した。この移転に伴い、同社は英国におけるシリーズ A 資金調達を終了し、本年中にフランスにおいてシリーズ A 資金調度を再開する予定である。(2024 年 9 月 30 日付 newcleo)

ニュークレオ社・JAVYS 社・VUJE 社がボフニチェでの LFR 建設に向けて枠組合意を締結：2025 年 1 月 15 日、ニュークレオ (newcleo) 社は、スロバキアの JAVYS 社および VUJE 社との間で、スロバキアのボフニチェ (Bohunice) サイトにおいてニュークレオ社が開発する鉛冷却高速炉 LFR-AS-200^{*1} を最大 4 基建設することに関連した枠組合意 (framework agreements) を、2 社それぞれと締結したことを発表した。1 件目の合意はニュークレオ社とスロバキアの国営放射性廃棄物管理企業である JAVYS 社によるもので、使用済燃料利用開発センター (CVP、Centre for Development of Spent Nuclear Fuel Utilisation) という名称の合弁企業 (JV) を設立するための条件を定めるものである^{*2}。CVP では以下の事業に取り組むという。

- スロバキアのヤスロースク・ボフニチェ V1 (Jaslovské Bohunice V1) サイトに、最大 4 基の LFR-AS-200 原子炉を備えた先進モジュール炉 (AMR : Advanced Modular Reactor) ベースの原子力発電所を開発・建設すること。
- スロバキアが保有する使用済燃料を再処理して活用し、クローズド核燃料サイクルの一環として長期マルチリサイクルを可能とすることを最終目標として、フランス政府の支援を受け核燃料供給ルートの開発を確実なものとする。

2 件目の合意はニュークレオ社とスロバキアの大手原子力エンジニアリング企業である VUJE 社によるもので、ニュークレオ社の LFR 技術のスロバキアにおける開発・実装を支援するための技術的・商業的協力枠組みを確立するものである。この協力合意の一環として、CVP が実施する初期的な実現可能性調査およびそれに続く活動に、VUJE 社が参加することになる。なお、ボフニチェにおける LFR-AS-200 建設に係る費用は 32 億ユーロと予測されている。(2025 年 1 月 15 日付 newcleo、VUJE、World Nuclear News)

- *1 ニュークレオ社によると同社の LFR-AS-200 の実装に向けた予定は、イタリアにおいて 2026 年までに同炉の非原子力先行炉としての原型炉を完成させ、フランスにおいて 2031 年末までに初号機の運転を開始させることである。一方、同炉を用いた初となる原子力発電所の建設を対象とした最終的な投資決定（投資判断）については、2029 年頃に行う予定である。
- *2 CVP の株式のうち 49%をニュークレオ社が、51%を JAVYS 社が保有する。

LFR-AS-30 の初号機建設のための土地取得手続きが開始:2025 年 2 月 13 日、ニュークレオ(newcleo)社は、同社が開発している鉛冷却高速中性子炉である LFR-AS-30（電気出力 3 万 kWe）の初号機の建設について、アンドル・エ・ロワール（Indre-et-Loire）県のシノン・ヴィエンヌ・エ・ロワール（Chinon Vienne et Loire）自治体コミュニティの領域内における土地取得手続きを開始したことを明らかにした。同社は同地域において 2031 年までに LFR-AS-30 を建設する予定である。（2025 年 2 月 13 日付 newcleo）

4.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

Cigéo 建設認可申請に対する IRSN による技術レビューの一部についての結論:2024 年 6 月 10 日、放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）は、放射性廃棄物深地層処分施設 Cigéo（Centre Industriel de Stockage Géologique）の安全性を評価するために使用された基本的なデータに対して IRSN が実施した技術レビューの結果について、原子力安全機関（ASN）の廃棄物諮問委員会（GPD、Advisory Committee of Experts on Waste）に対して 2024 年 4 月 24、25 日に説明を行っていたことを明らかにした*。この技術レビューは、放射性廃棄物管理機関（ANDRA：Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs）が 2023 年に ASN に対して提出した Cigéo 建設認可申請に対して 30 か月かけて建設認可の申請を行う段階におけるものとして実施されるテーマ別の 3 つの審査のうち、Cigéo の安全評価を対象として使用された基本的なデータについての審査であり、「GP1」と呼称される。「GP1」での結論として IRSN は、廃棄体（waste package）、ムーズ（Meuse）／オート＝マルヌ（Meuse/Haute-Marne）サイト、カロボ・オックスフォードイアン粘土層（Callovo-Oxfordian formation）、およびセメント系材料の分野において ANDRA が深めてきた知見は、建設認可の申請を行う段階におけるものとして、Cigéo の安全評価を対象とした十分なデータに基づいていると述べている。続けて IRSN は基準インベントリ（reference inventory）と予備インベントリ（reserve inventory）について、今後の見込みとして選定されている産業シナリオを考慮すると、ANDRA によって収集されたデータは、Cigéo の安全の実証と適応性評価（adaptability studies）に対して全体的に妥当である（relevant）と述べている。さらに IRSN は、建設認可の申請を行う段階における審査である「GP1」において、特に注意を要する点として、高レベル放射性廃棄物（HLW）セルとシール構造（sealing structures）に関連した 2 つの課題（topics）を明らかにしている。なお今回の技術レビューは、建設認可の申請を行う段階におけるものとして実施される技術レビューにおけるテーマ別の審査の内の残りの 2 つである Cigéo の操業段階に関連した安全評価を対象とした審査（「GP2」と呼称）と Cigéo の閉鎖後の段階に関連した安全評価を対象とした審査（「GP3」と呼

称)によって補完されることとなる。(2024年6月10日付 IRSN)

- * 「GP1」の審査結果自体は2024年4月12日付のIRSNの文書としてASNに対して提出されていた。Cigéo建設認可申請に対して「GP1」～「GP3」によって構成される技術レビューは、ASNの要請によってIRSNが実施している。

【背景】

2023年1月16日、放射性廃棄物管理機関(ANDRA)は、放射性廃棄物深地層処分施設Cigéoに関する建設認可申請(DAC: la demande d'autorisation de création)を、原子力安全機関(ASN)に提出した。ANDRAは、ムーズ(Meuse)／オート＝マルヌ(Haute Marne)県境地域のビュール(Bure)近くの天然の粘土層に、処分トンネルの地下システムを備えた処分場であるCigéoを建設する計画である*1。Cigéoでは、合計8万3,000m³の高レベル放射性廃棄物(HLW)と中レベル放射性廃棄物(ILW)の処分が行われるとされている。ANDRAによる申請に対する審査はASNが主導し、ASNの技術支援機関である放射線防護・原子力安全機関(IRSN)が支援を行う。この技術的審査フェーズは30か月を要するとされている。その後、コンサルテーションフェーズで地方・国の関連行政機関から意見を募集し、2026年に予定されている公開調査(public inquiry)において市民からの意見を募るという。プロセス終了後は、ASNの助言に基づき、建設開始に関する認可がフランス政府により政令(décret)として発給される*2。ANDRAは2027年頃にはCigéoの建設を開始したいとしている。

- *1 放射性廃棄物を生成する事業者であるフランス電力会社(EDF)、フラマトム(Framatome)社、および原子力・代替エネルギー庁(CEA)が資金を提供し、Andraが施設の管理を行う。
- *2 ANDRAによれば、建設認可申請審査が完了するには3～5年が必要であるという。

オラノ社、バックエンド施設更新等のプログラムで4社とエンジニアリング提携: 2024年10月8日、オラノ(Orano)社は、「未来のバックエンド」(Back End of the Future)プログラムの一環として、5年間にわたるエンジニアリング・パートナーシップ4件を、Capgemini社、Egis社、ECIA社、およびSNEF-EKIUM社との間でそれぞれ締結した。未来のバックエンドプログラムにおいて、オラノ社はラ・アーク(La Hague)サイトにおいて2040～2050年の間に使用済燃料処理・リサイクル施設を更新するとともに、ラ・アークとメロックス(Melox)の両施設について長期的な将来性と回復力(resilience)を確保するプログラムの一環として、既存施設を操業可能な状態に維持する取り組みを進めるとしている。また、未来のバックエンドプログラムでは、ラ・アーク・サイトにおいて2040年代に操業開始が予定されている新規の混合酸化物(MOX)燃料製造施設と、2045～2050年までの間に操業開始が計画されている新たな使用済燃料処理施設について、調査を開始するとされている。(2024年10月8日付Orano、10月11日付Nuclear Engineering International)

【背景】

2024年2月26日にE.マクロン(Emmanuel Macron)大統領が議長を務める原子力政策評議会(CPN)により、使用済燃料の処理および再利用と物質の完全なリサイクルの見通しを組み合わせた、燃料サイクルのバックエンドにおけるフランスの政策の主な推進事項(thrusts)が確認・発表された。これを受けて2024年3月7日、B.ル・メール(Bruno Le Maire)経済・財務・産業およびデジタル主権大臣と、同大臣付のR.レスキュール(Roland Lescure)産業・エネルギー担当大臣がオラノ社のラ・アーク・サイトを訪問し、フランスは2040年以降も使用済燃料の処理・リサイクル(treatment-recycling)戦略を継続する意向であることを発表した。この計画には以下の事柄が含まれる。

- 2024年以降も、ラ・アークおよびメロックス両サイトの施設寿命を延長するための持続可能性／回復力(sustainability/resilience)プログラム
- ラ・アーク・サイトにおける新たなMOX燃料製造施設のための研究の立ち上げ
- 2045/2050年までのラ・アーク・サイトにおける新たな使用済燃料処理施設のための研究の立ち上げ

フランスでは原子力発電の約10%がMOX燃料の形態によるリサイクル材料により発電されているという。オラノ社はMOX燃料による発電の割合を25%まで高めることが可能であり、また使用済MOX燃料のマルチリサイクルによって、更に約40%まで高めることも可能であるとしている。また、ル・メール大臣はX(旧Twitter)への投稿で、この戦略により廃棄物の量を75%減少させることができると述べている。

GB-II 濃縮施設の拡張工事が始まる：2024 年 10 月 10 日、オラノ（Orano）社は、トリカスタン（Tricastin）サイトのジョルジュ・ベス II（GB-II : Georges Besse 2）施設*拡張工事の定礎式を実施した。この拡張工事では既存の 14 モジュールと同一のモジュールを 4 基追加する予定で、これによりオラノ社の濃縮ウラン生産能力は 30%以上（250 万 SWU 相当）増加するとされる。拡張工事に対する投資額は 17 億ユーロと予想されている。拡張工事後の生産開始は 2028 年、完全操業の開始は 2030 年が予定されている。（2024 年 10 月 10 日付 Orano）

* ジョルジュ・ベス II 施設は 2011 年に操業を開始したウラン濃縮施設で、2016 年にはフル生産能力である 750 万 SWU を達成している。

オラノ社、高速炉向け燃料開発についてスタートアップ企業との作業グループを 2 件設立：2024 年 10 月 14 日、オラノ（Orano）社は、協力憲章（collaboration charter）に署名を行うことにより、「FNR MOX シェアリング・グループ（sharing group）」および「MSR シェアリング・グループ」と称する 2 つの作業グループを立ち上げたことを明らかにした*。「FNR MOX シェアリング・グループ」は、オラノ社、ヘクサナ（Hexana）社、ニュークレオ（Newcleo）社、およびオトレナ（Otrena）社から成り、高速中性子炉（FNRs : fast neutron reactors）において利用される混合酸化物（MOX）燃料を製造するために必要な開発に取り組むことを目的とするとともに、オラノ社のラ・アーク（La Hague）サイトの施設において将来的に同燃料を処理することを目的とするほか、原材料の調達と MOX 燃料の生産等の過程に関連する物流における課題の解決策について取り組むことをも目的としている。「MSR シェアリング・グループ」は、オラノ社、NAAREA（Nuclear Abundant Affordable Resourceful Energy for All）社、ステラリア（Stellaria）社、およびオランダに本拠地を置く Thorizon 社から成り、高速中性子溶融塩炉（MSRs : molten salt reactors）において利用される液体燃料を製造するために必要な開発に取り組むことを目的とするとともに、原材料の調達と液体燃料（溶融塩）の生産等の過程に関連する物流における課題の解決策について取り組むことを目的とするほか、ラ・アーク・サイトにおいてそれらの溶融塩を処理する可能性について取り組むことをも目的としている。（2024 年 10 月 14 日付 Orano、10 月 21 日付 World Nuclear News）

* オラノ社が言うこの場合の「シェアリング・グループ」とは、フランスにおいて革新的な高速中性子炉の主要な設計者（設計企業=多くはスタートアップ企業）を集めることにより、高速中性子炉を対象とした燃料の開発について、スタートアップ企業からの関連ニーズを集めて共有することを可能にするような作業グループのことを指す。

ニュークレオ社が燃料集合体試験施設建設に向けて DOS を ASN に提出：2024 年 12 月 16 日、ニュークレオ（newcleo）社は、燃料集合体試験施設（fuel assembly testing facility）に係る安全オプションファイル（DOS : dossier d'options de sûreté）を原子力安全機関（ASN）に対し提出したことを明らかにした。ニュークレオ社は今回の DOS 提出について、新たな規制フェーズの開始を示すマイルストーンであり、事業の主要な安全オプションが検討され、原子力基本施設（INB : installations nucléaires de base）設置許可申請への道を開くものであると述べている。ニュークレオ社は、2024 年 6 月 26 日に放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）および ASN と共に実施したテーマ別審査会合を経て、燃料集合体試験施設の準備段階（preparatory stage）を完了していた。ニュークレオ社

は鉛冷却高速炉（LFR）を開発しており、2026 年までにイタリアにおいて先駆けとなる原子炉（precursor reactor）を開発した後、2030 年までにフランスにおいて燃料集合体試験施設を設置し、2031 年までに原型炉（reactor prototype）の建設をフランスにおいて開始するとしている。商用炉の運転開始は2033 年が予定されている。（2024 年 12 月 16 日付 newcleo、12 月 17 日付 World Nuclear News）

GB-II ウラン濃縮施設拡張にあたりオラノ社と EIB が 4 億ユーロの融資契約を締結：2025 年 3 月 10 日、オラノ（Orano）社と欧州投資銀行（EIB：European Investment Bank）は、フランス南部のトリカスタン（Tricastin）サイトに立地するジョルジュ・ベス II（GB-II）ウラン濃縮施設の拡張事業に関連し、4 億ユーロの融資契約（loan agreement）に署名したことを発表した。この融資契約による資金は、トリカスタン・サイトにおけるウラン濃縮能力を 30%増強*するためのオラノ社による約 17 億ユーロの投資の一部としての融資である。今回の融資契約は、EIB のエネルギー部門融資政策および欧州委員会（EC）による REPowerEU プログラムに沿う形で、欧州のエネルギー供給における安全保障を強化するものとして位置付けられている。拡張後の GB-II ウラン濃縮施設では、2028 年に最初の製造操業（productive operations）が計画されており、2030 年までに完全な操業を開始する計画である。（2025 年 3 月 10 日付 Orano、European Investment Bank、World Nuclear News）

- * 250 万分離作業単位（SWU）に相当し、既存の 14 基のモジュールに 4 基のモジュールを追加することで実現される。

南ジェンゲルディにおけるウラン採掘プロジェクト：2025 年 3 月 10 日、オラノ（Orano）社とウズベキスタンの国営ウラン生産会社であるナボイウラン（Navoiyuran）社は、両社の合弁企業であるヌルリクム・マイニング社（Nurlikum Mining）社がウズベキスタンの南ジェンゲルディ（South Djengeldi）において行うウラン採掘プロジェクトについて、産業振興の基礎となる合意に署名した。また今回の合意においては、少数株主として伊藤忠商事がヌルリクム・マイニング社の株式を取得することとなった。これにより南ジェンゲルディにおけるウラン採掘プロジェクトでは、10 年間にわたって年間最大 700 トンのウランを持続的に生産することが可能になるものと見込まれている*。（2025 年 3 月 12 日付 Orano）

- * 南ジェンゲルディにおけるウラン採掘プロジェクトは、2022 年にオラノ社とウズベキスタン政府が署名した戦略的枠組合意の枠内で立ち上がったものである。

ニュークレオ社、研究開発技術革新兼訓練センターを建設するための土地を取得：2025 年 3 月 13 日、ニュークレオ（newcleo）社は、将来における同社の燃料集合体製造施設の開発を裏付けるための研究開発技術革新兼訓練センターである FASTER（Fuel process Assembly Storage Training and Enhanced Reality）と呼称する施設の建設を目的として、フランス国内のシュスクラン（Chusclan）において土地を取得したことを明らかにした。FASTER においては、100 名の従業員を配置し、同社の新技術について、エンジニアリング、訓練、および実験が行われる。なお、FASTER の設計はイタリアのピニンファリーナ（Pininfarina）社が行う。なおピニンファリーナ社は、自動車の設計、工業意匠、および建築設計における専門性で知られる設計会社である。（2025 年 3 月 13 日付 newcleo）

4.7 放射線利用技術開発

オラノメッド社等が神経内分泌腫瘍の TAT 治療薬に関する事業で協力：2024 年 9 月 12 日、フランスの医薬品製造企業であるサノフィ（Sanofi）社は、オラノメッド（Orano Med）社^{*1}、および RadioMedix 社^{*2}との間で、独占的ライセンス契約を締結した。三社による協働は、標的アルファ線療法（TAT：targeted alpha therapy）で使用される治療薬である AlphaMedix^{*3}に関する事業に焦点を当てたものであるという。ライセンス契約に基づき、サノフィ社は AlphaMedix の世界的な商業化を担当し、オラノメッド社は同社が現在開発中の世界的産業プラットフォームを通じて AlphaMedix の製造を担うとされている^{*4}。（2024 年 9 月 12 日付 Orano）

- *1 鉛 212（Pb-212）放射性リガンド療法（RLT：radioligand therapies）開発企業で、オラノ（Orano）社の子会社。
- *2 PET 画像診断と標的アルファ線療法（TAT）のための放射性医薬品開発に取り組む米国の臨床段階バイオ技術企業。
- *3 AlphaMedix は Pb-212 により放射標識されたソマトスタチン受容体標的ペプチド複合体により構成される TAT 向け治療薬である。希少がんである、切除不能もしくは転移性の進行性ソマトスタチン受容体発現神経内分泌腫瘍（unresectable or metastatic, progressive somatostatin-receptor expressing neuroendocrine tumors）の成人患者向け治療薬として、評価が進行中である。
- *4 RadioMedix 社は以前より AlphaMedix へ関与してきた企業であるが、今回のライセンス契約の下でどのような役割を担うかは発表においては明言されていない。

Th-228 の製造に特化した世界初の工場が建設開始：2024 年 11 月 14 日、オラノ（Orano）社の子会社のオラノメッド（Orano Med）社は、フランスのオート＝ヴィエンヌ（Haute-Vienne）県ベシーヌ＝シュール＝ガルトンプ（Bessines-sur-Gartempe）において、同社の先進トリウム抽出施設（ATEF：Advanced Thorium Extraction Facility）の建設開始を祝う式典を開催した^{*}。この ATEF は、トリウム 228（Th-228）の製造に特化した世界初の工場（床面積 7,000m²）であり、2027 年に操業を開始する予定である。なお Th-228 は、放射性リガンド療法（RLT）のために用いられる鉛 212（Pb-212）の放射性前駆体（precursor）である。（2024 年 11 月 14 日付 Orano）

- * この ATEF プロジェクトに対しては合計約 2 億 5,000 万ドルの投資が行われており、このプロジェクトにより約 70 件の直接的な雇用と約 100 件の間接的な雇用が創出される。

フラマトム社と IBA 社、サイクロトロンによる At-211 製造で協力：2025 年 2 月 7 日、フラマトム（Framatome）社と IBA（Ion Beam Applications）社^{*}は、欧州および米国においてアルファ線放出核種であるアスタチン 211（At-211）の産業規模での生産を進めることを目的とした戦略的パートナーシップを開始するための了解覚書（MOU）を締結したことを明らかにした。両社の協力において最先端のアルファ線放出サイクロトロンの信頼性があり持続可能なネットワークを構築し、At-211 の適時かつ一貫した生産を確実なものとするという。両社の協力における最初のマイルストーンとして、2027～2028 年頃の専用の試験生産施設設置が設定されている。フラマトム社が資金を拠出し、IBA 社が機器の提供を行う。この試験生産施設はフランスのペイ・ド・ラ・ロワール（Pays de la Loire）地方に設置される予定である。（2025 年 2 月 7 日付 Framatome）

- * IBA 社は粒子加速器技術の開発企業であるとともに、医療用放射性同位体製造ソリューションの提供を行っており、アクチニウム 225（Ac-225）の製造にも取り組んでいる。

4.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

5 ポーランド

5.1 原子力事情・原子力政策動向

原子力発電所計画のためポモージェのサイトで地質調査を開始: 2024 年 4 月 16 日、PEJ (Polskie Elektrownie Jądrowe) 社は、ウェスチングハウス (WH) 社とベクテル (Bechtel) 社によるコンソーシアムとの間で締結したエンジニアリングサービス契約 (ESC: Engineering Services Contract) の下で、ポモージェ (Pomorzu、英語ではポメラニア (Pomerania)) 地方のホチェボ自治体 (Choczewo commune) に位置するポーランド初の原子力発電所サイトにおいて、詳細な (in-depth) 地質調査 (geological survey) が開始されることを発表した*¹。調査対象として指定された地域は適切に準備されており、「動員」(mobilization) と呼ばれる研究施設 (lab facilities) の建設は 4 月末まで続く予定で、地質調査は 2024 年 5 月から 2024 年末まで行われる予定である*²。調査は地域の地質工学的 (geological-engineering) 調査および水文地質学的状態 (hydrogeological conditions) の詳細を述べるためにおよそ 30 ヘクタールの範囲で実施し、およそ 220 か所の調査地点において地下 20m から 210m の範囲で行うという。また、4 月 24 日には、ベクテル社がサイト地質調査を開始したことを発表した。(2024 年 4 月 16 日付 PEJ、4 月 24 日付 Bechtel)

*1 ベクテル社が地質調査を実行することは、2023 年 9 月に締結された ESC において重要なマイルストーンであるという。

*2 ベクテル社は、地質調査は 2024 年 5 月から 11 月にかけて実施するとしている。

ロールス・ロイス社製 SMR を建設するインダストリア社の計画に対して原則決定: 2024 年 5 月 10 日、気候・環境省 (Ministry of Climate and Environment) は、ロールス・ロイス (Rolls-Royce) 社製の小型モジュール炉 (SMR) を用いた原子力発電所を建設するというインダストリア (Industria) 社の計画に対して、原則決定 (decision-in-principle) *を発行した。2023 年 12 月、インダストリア社は、同計画に対する原則決定の発行を求める申請を行っていた。なお、この申請においては、原子力発電所に不可欠なものとして使用済燃料貯蔵施設の建設も含まれている。(2024 年 5 月 15 日付 World Nuclear News)

* 原則決定は、ポーランド国内の原子力施設に対する投資を対象とした行政上の許認可手順におけるポーランド政府としての最初の決定になるものである。原則決定の取得は、そのプロジェクトの実施に対するポーランド政府の支援を意味する。また、原則決定の取得者は、サイトの決定や建設許可等といったその後の行政上の決定を対象とした申請を行う資格を持つ。

ポーランド政府、同国初の原子力発電所建設計画に対する政府補助について、EC の承認を求める手続きへ: 2024 年 9 月 11 日、ポーランド政府の戦略エネルギー・インフラ担当全権委員 (Government Plenipotentiary for Strategic Energy Infrastructure) の M.バンド (Maciej Bando) 氏*¹は、同国における初の原子力発電所建設計画*²に対して同国政府が 600 億ズウォティ (zloty) を拠出すること*³について、欧州委員会 (EC: European Commission) の承認を得るための要請

を行う公式な手続きを開始することを明らかにした。ポーランド政府は同国初の原子炉としてウェスチングハウス（WH）社の AP1000 を採用することを 2022 年に決定している。ポーランド政府は、1 基目の AP1000 について、2033 年に商業運転を開始することを目標にしている。

（2024 年 9 月 23 日付 Westinghouse Electric Company、9 月 24 日付 World Nuclear News）

- *1 バンド氏は気候・環境省の次官をも務めている。
- *2 建設予定地は、ポモージェ（Pomorze、英語ではポメラニア（Pomerania））地方のルビャトボ - コパリノ（Lubiatowo-Kopalino）である。
- *3 国家融資（state aid）を意味する。現在ポーランド政府は原子力発電所建設の監督を担当する国営企業 PEJ 社への資金注入を可能とするための立法措置を進めている。

ポーランド、最初の原子力発電所計画は当初予定から 3 年遅れる見込み：2024 年 12 月 11 日、W.ヴローナ（Wojciech Wrochna）戦略的エネルギー基盤担当次官（undersecretary of state for strategic energy infrastructure）は記者団に対し、ポーランド原子力エネルギー計画（PPEJ：Program Polskiej Energetyki Jądrowej、Polish Nuclear Energy Programme）の更新に伴い*1、同国初となる原子力発電所の最初のコンクリート打設は 2028 年、1 基目の商業運転開始は 2036 年になるとの見通しを明らかにした*2。以前のポーランド政府による計画では 2033 年の運転開始が予定されていたことから、改定後のタイムフレームでは 3 年の遅れとなる。計画遅延の原因としては、技術ベンダー選定、原子力法の改正、資金調達に関する議論の遅れが報じられている。（2024 年 12 月 12 日付 NucNet、12 月 17 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 ヴローナ次官によると、PPEJ の更新作業は現在最終段階にあるという。
- *2 ヴローナ次官によると、2 基目は 2037 年、3 基目は 2038 年の送電網接続が予定されているという。

大統領が原子力発電所建設事業に対する公的資金の提供に関する法案に署名：2025 年 3 月 25 日、ポーランド大統領府は、同国初の原子力発電所建設に対し国家予算から資金を充当することを定めた法案に A.ドゥダ（Andrzej Duda）大統領が署名したことを明らかにした。この法律に基づき原子力発電所建設事業の主要（primary）投資家かつ運営者である PEJ（Polskie Elektrownie Jądrowe）社は、2025 年から 2030 年にかけて資本金（founding capital）に対する金銭的貢献（monetary contributions）の形で 602 億ズウォティの公的資金を受け取ることになる。また、同法案により政府が財務省証券（Treasury securities）を用いて PEJ 社を支援することが可能となる。なお、欧州委員会（EC）は 2024 年 12 月からポーランド政府による PEJ 社に対する公的資金提供が欧州連合（EU）の国家融資（state aid）規則に適合するか正式に調査を開始しており、資金提供に対する EC による承認はまだ下りていない状況である。（2025 年 3 月 25 日付 Polska Agencja Prasowa）

5.2 国際協力動向

韓国がワルシャワ大学における原子力訓練センター設置を支援へ：2024 年 3 月 25 日、ワルシャワ大学（University of Warsaw）は、韓国電力国際原子力大学院（KINGS：KEPCO International Nuclear Graduate School）^{*1}、釜山国立大学（PNU：Pusan National University）、および韓国原子力国際協力協会（KNA：Korea Nuclear Association for International Cooperation）との間で、欧州原子力エネルギー訓練センターのひとつとしてワルシャワ大学において原子力コラボレーションセンター（Nuclear Collaboration Center）を設置することについて、支援するための了解覚書（MOU）を締結した。この事業は欧州連合（EU）による「欧州社会基金プラス」（ESF+：European Social Fund Plus）プログラム^{*2}から 800 万ズウォティ超の資金提供を受けている。ワルシャワ大学では 2011 年から原子力分野における専門家教育を行っている。（2024 年 3 月 25 日付 University of Warsaw、4 月 5 日付 Nuclear Engineering International）

*1 韓国電力国際原子力大学院（KINGS）は、実務型の原子力発電人材の育成を目的として 2012 年に設置された。

*2 欧州社会基金プラス（ESF+）は、EU における雇用・社会・教育・技能施策とこれらの分野における構造改革を支援する基金で、2021～2027 年の期間における予算は 1,427 億ユーロである。

米国 DOE がワルシャワでクリーンエネルギー訓練センターを開設：2024 年 4 月 3 日、米国エネルギー省（DOE）は、ポーランドのワルシャワにおいて世界初となる地域クリーンエネルギー訓練センター（regional Clean Energy Training Center）を開設したことを発表した*。このセンターは、ポーランドおよびより広範な中央ヨーロッパ地域において、原子力エネルギーの拡大または新規導入を検討している国々を対象とした訓練ハブとして利用される。最初の訓練セッションは、ワルシャワ工科大学（Warsaw Technical University）において、ポーランド気候・環境省（Poland Ministry of Climate and Environment）および米国のオークリッジ国立研究所（ORNL）の協力の下で開催されたという。なお、DOE は同様の地域クリーンエネルギー訓練センターをガーナおよびアラブ首長国連邦（UAE）においても設置する計画であり、今後数年で更に多くの訓練センターを設置するために 2025 会計年度予算において 800 万ドルを要求している。（2024 年 4 月 3 日付 DOE）

* 地域クリーンエネルギー訓練センターは、DOE 原子力エネルギー局（NE）内の国際原子力エネルギー政策・協力室（Office of International Nuclear Energy Policy and Cooperation）が主導する。

ポーランドとオランダの規制機関が協力協定を締結：2024 年 11 月 7 日、ポーランド原子力庁（PAA：Państwowej Agencji Atomistyki）とオランダ原子力安全・放射線防護庁（ANVS：Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming）は、原子力エネルギーの平和目的での利用を監督することについての良好実践に関する情報交換を可能とするような協力協定を締結した。この協定は、原子力規制機関が新規原子力技術の許認可に関連する活動に向けた準備をするために必要な技術会合、訓練、文書交換の組織化に必要な共同活動を想定している。（2024 年 11 月 8 日付 World Nuclear News）

米国国際開発金融公社、ポーランド初の原子力発電所建設計画に対して融資を行う関心表明：
2024 年 11 月 13 日、PEJ (Polskie Elektrownie Jądrowe) 社は、ポーランド国内において初となる原子力発電所を建設する計画に対する支援を行うことについて、米国国際開発金融公社 (U.S. DFC : United States International Development Finance Corporation) から 2024 年 11 月 12 日付の署名による関心表明 (LOI : letter [of] interest) を得たことを明らかにした。この関心表明によると U.S. DFC は、40 億ズウォティ (約 9 億 8,000 万ドル) 以上の額に相当する支援 (融資) を上述の計画に対して行うとのことである。(2024 年 11 月 13 日付 Polskie Elektrownie Jądrowe)

ポーランド初の原子力発電所建設事業にフランスやカナダの金融機関が融資の意向:2024 年 12 月 9 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、ポーランド初の原子力発電所を建設する AP1000 プロジェクトにおいて、カナダ輸出開発公社 (EDC : Export Development Canada) が PEJ (Polskie Elektrownie Jadrowe) 社^{*1} に対して 14 億 5,000 ドルの融資を行うことについての関心表明書 (LOI : Letter of Interest) を歓迎する意向を表明した^{*2,3}。また、PEJ 社は 12 月 12 日付の発表において、フランス公的投資銀行輸出保証 (Bpifrance Assurance Export) や地方金融公社 (Sfil) から、同発電所について 150 億ズウォティ (37 億 5,000 万ドル) 相当の融資について関心表明を受けていることを明らかにした。(2024 年 12 月 9 日付 Westinghouse Electric Company、12 月 12 日付 PEJ)

- *1 ポーランドにおける原子力発電事業を進める国営企業。
- *2 WH 社の株式はカナダのエネルギー大手企業であるブルックフィールド (Brookfield) 社とカメコ (Cameco) 社が所有している。
- *3 後に WH 社は、LOI は資金調達プロセスの最初の段階であり署名済みの財政的コミットメントを意味するものではないことを確認するために、発表内容を修正している。

5.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

5.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

5.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

5.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

5.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

5.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

6 EU

6.1 原子力事情・原子力政策動向

EC、NUWARD 社に対するフランス政府の国家補助を承認: 2024 年 4 月 26 日、欧州委員会 (EC : European Commission) は、小型モジュール炉 (SMR) の研究開発においてフランス電力会社 (EDF) の子会社である NUWARD 社を支援する目的でフランス政府が NUWARD 社に対して 3 億ユーロの国家補助 (state aid) を行うことについて、EU 国家補助規則 (EU State aid rules) の下で承認したことを明らかにした。今回の措置の下でこの国家補助により、NUWARD 社の研究開発プロジェクトに対して直接補助の形で、最大 3 億ユーロの資金が 2027 年初めまでの間にわたり拠出される。(2024 年 4 月 26 日付 European Commission)

EC、EDU II に対するチェコ政府の電力買取契約計画を承認: 2024 年 4 月 30 日、欧州委員会 (EC) は、チェコのドコバニ (Dukovany) 原子力発電所における新規 1 基の原子炉建設計画*¹ を支援する目的でチェコ政府がドコバニ II 原子力発電会社 (EDU II : Elektrárna Dukovany II) に対して国有の特別目的事業体 (SPV) との電力買取契約 (買取期間は 40 年間) の形で直接的に電力価格を買い支えすること (direct price support) について、EU 国家補助規則 (EU State aid rules) の下で承認したことを明らかにした。2022 年 3 月にチェコ政府は、電力買取契約の形で直接的に買い支える計画について、EC に対して通知していた。なお電力買取契約のほかに EDU II は、建設費用の大部分を対象とした利子助成付き国家融資 (subsidized state aid) だけでなく、建設計画の実現が不可能となるような予期せぬ事象と政策変更に対する保護メカニズム*² もも受けることとなっている。(2024 年 4 月 30 日付 European Commission)

- *1 今回の電力買取契約の対象は、建設が計画されている 4 基のうちの 1 基目のみである模様である。1 基目については 2038 年に商業運転を開始することが予定されている。
- *2 2022 年 6 月 30 日時点の情報では、例えばチェコの法律が変更され計画の実現が不可能となるような予期せぬ事象が発生した場合にチェコ電力 (ČEZ) グループと国家を保護するための仕組みとされる。明示的な記述はないが、法制度による保護または保険制度による保護等が想定されている可能性がある。

欧州理事会、ネットゼロ産業法 (NZIA) を承認: 2024 年 5 月 27 日、欧州理事会 (European Council) は、ネットゼロ産業法 (NZIA : Net-Zero industry Act) を承認した*¹。NZIA は、以下の箇条書きの内容により、グリーン技術 (ネットゼロ技術)*² に対する投資に対して望ましい条件を作り出す。

- ・ 戦略的プロジェクトを対象とした許認可発行手続きを簡素化すること。
- ・ 特に、公共部門での調達や再生可能エネルギーのオークションにおいて、戦略的技術による製品の市場へのアクセスを容易にすること。
- ・ グリーン技術を活用する業界における欧州連合 (EU) の労働者の技能を育てること。
- ・ グリーン技術を活用する分野において EU 加盟国の行動を調整するためのプラットフォームを立ち上げること。

また、技術革新を促進させるために NZIA は、革新的技術の開発・試験・妥当性確認（validation）を対象として、規制サンドボックス（regulatory sandboxes）として知られる望ましい規制枠組みを制定することを提案している。なお、欧州議会の意見書（position）を欧州理事会が今回承認したことを以て NZIA が欧州理事会によって採択されたこととなる。NZIA は、欧州議会議長と欧州理事会議長が署名を行った後で、EU 官報（Official Journal of the European Union）に掲載される。EU 官報への掲載日を以て NZIA は発効する。（2024 年 5 月 27 日付 European Council）

- *1 欧州における NZIA の制定は、米国のインフレーション抑制法（IRA : Inflation Reduction Act）から欧州が受ける影響への対応を念頭に置いている。NZIA は 2023 年 3 月 16 日に欧州委員会（EC）が欧州議会に提案したものであり、これについて欧州議会は、2023 年 11 月 21 日に同議会としての意見書（position）を採択するとともに、2023 年 12 月 7 日に欧州理事会案（general approach）を採択していた。その後 2024 年 2 月 6 日に欧州理事会と欧州議会は NZIA について暫定的に合意し、裁決の結果 2024 年 4 月 25 日に欧州議会は NZIA を採択していた。
- *2 NZIA での支援対象となる技術は、再生可能エネルギー技術、原子力技術、産業用脱炭素技術、送電網技術、エネルギー貯蔵技術、およびバイオ技術である。

EC エネルギー総局、ルーマニアのチェルナボダ 3、4 号機建設計画について肯定的な「見解」を公表：2024 年 7 月 1 日、欧州委員会（EC）のエネルギー総局（Directorate General for Energy）は、ルーマニアにおけるチェルナボダ（Cernavodă）原子力発電所 3、4 号機の建設計画について、ユーラトム条約（Euratom Treaty）の第 41 条に基づき、「見解」（opinion）を発表した。この「見解」は、同建設計画の技術的な側面と安全上の側面について EC のエネルギー総局が実施した評価を反映したものであり*、同建設計画について肯定的に評価している。今回、同建設計画について肯定的な評価を示した「見解」が発表されたことは、同発電所 3、4 号機の建設を完了させることがユーラトム条約の目的に適っていると EC が評価したということを意味している。なお、ユーラトム条約の規定により原子力プロジェクト開発者は、自身のプロジェクト開発において計画されている投資について EC に対して通知することが要件となっているほか、そのプロジェクト開発が最高水準の原子力安全基準に従っていることを実証することが要件となっている。このため、チェルナボダ原子力発電所の運転事業者であるエネルゴニュクレアル（Energonuclear）社は、同発電所 3、4 号機の建設計画について EC に対して 2023 年 5 月に通知を行っていた。（2024 年 7 月 2 日付 Nuclearelectrica）

- * EC のエネルギー総局が発表した今回の「見解」は、ルーマニア側が提出した情報の解析、チェルナボダ原子力発電所サイトへの訪問、およびエネルゴニュクレアル社との間で 13 か月にわたって行われた議論の結果として、同発電所 3、4 号機の建設について肯定的に評価したものである。

EC、「小型モジュール炉（SMRs）に関する欧州産業同盟」の下で「プロジェクト作業部会」を設置する対象として 9 件の SMR プロジェクトを選定：2024 年 10 月 7 日に開催された「小型モジュール炉（SMRs）に関する欧州産業同盟」（The European Industrial Alliance on SMRs）*¹の第 2 回理事会会合を受けて、欧州委員会（EC）は、同産業同盟の下において「プロジェクト作業部会」（PWG : Project Working Group）*²を設置する対象として選定されることを希望する SMR プロジェクトの申請の第 1 段階において、9 件の SMR プロジェクトを選定した*³。そのうちの 2 件は、鉛冷却高速炉に基礎を置いた SMR プロジェクトである。今回選定された各 SMR プロジ

エクトには、それぞれのプロジェクトにおける協働に関心を持つ全てのパートナーが参加するような、各々の PWG を設置する機会が与えられることとなる。(2024 年 10 月 14 日付 World Nuclear News)

- *1 「小型モジュール炉 (SMRs) に関する欧州産業同盟」は、欧州の製造能力と技術革新能力を生かすとともに EU 加盟国間の協力を強化することによって欧州における原子力サプライチェーンを強化することを目的として 2024 年 2 月 9 日に入会申請受付が発表された新たな欧州産業同盟 (European Industrial Alliance) である。同産業同盟は、原子力ベンダー、電力事業者、原子力専門会社、金融機関、研究機関、訓練センター、および市民社会組織 (civil society organisations) 等の広範な SMR ステークホルダーを対象としている。その上で同産業同盟は、2030 年代早期までに欧州において SMRs の開発・実証・配備を促進することを目標としている。
- *2 2024 年 6 月、「小型モジュール炉 (SMRs) に関する欧州産業同盟」は、同産業同盟の下において「プロジェクト作業部会」(PWG) を設置する対象として選定されることを希望する SMR プロジェクトについて、申請の募集を開始した。その結果、22 件の SMR プロジェクトの申請があった。
- *3 選定されたプロジェクト名とプロジェクト推進者は次の通りである (凡例:「プロジェクト名」(プロジェクト推進者))。「EU-SMR-LFR project」(Ansaldo Nucleare, SCK-CEN, ENEA, RATEN)、「CityHeat project」(Calogena, Steady Energy)、「Project Quantum」(Last Energy)、「European LFR AS Project」(Newcleo)、「Nuward」(EDF)、「European BWRX-300 SMR」(OSGE)、「Rolls-Royce SMR」(Rolls-Royce SMR Ltd)、「NuScale VOYGR SMR」(RoPower Nuclear SA)、および「Thorizon One project」(Thorizon) の 9 件のプロジェクトである。この内の「EU-SMR-LFR project」と「European LFR AS Project」の 2 件は、鉛冷却高速炉に基礎を置いた SMR によるプロジェクトである。

【背景】

欧州の 2040 年までの気候目標および持続可能な・公正な・繁栄した社会を築き 2050 年までに気候中立を達成するための道筋^{*1}に関するコミュニケーション (Communication)^{*2}を採択した。このコミュニケーションは、欧州連合 (EU) が 2050 年までに気候中立目標を達成するためにはすべての技術が必要であるということを強調している。このコミュニケーションを受けて EC は、新たな欧州産業同盟 (European Industrial Alliance) として「小型モジュール炉 (SMRs) に関する欧州産業同盟」(The European Industrial Alliance on SMRs) を設立する^{*3}ために、この同盟への入会申請の受付を開始したことを 2 月 9 日に明らかにした^{*4}。

- *1 原題は"Securing our future: Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society"である。
- *2 ここで言う「Communication」は、政策評価、行動計画についてのコメントや説明、または将来の政策に関する概要もしくは現行の政策の詳細に関する取決め等について発行される文書である。ただし、政策提言について「Communication」の手段で提案が行われることは決して無い。
- *3 EC のエネルギー委員 (European Commissioner for Energy) がこの同盟を 2024 年初に設立する予定であることを 2023 年 11 月に明らかにしていた。
- *4 この入会申請の受付期限は 2024 年 4 月 12 日であった。

スロベニアの新規原子力発電所事業に WH 社と EDF が参加、KHNP は撤退：2025 年 1 月 30 日付の報道によると、ウェスチングハウス (WH) 社とフランス電力会社 (EDF) は、スロベニアのクルシュコ (Krško) 原子力発電所^{*}に隣接する形で各社の原子炉を新規原子力発電所として配備する提案について、クルシュコ原子力発電所を所有する GEN エネルギア (GEN Energija) 社に対し、それぞれ技術的実現可能性調査 (Technical Feasibility Study) を実施するという。スロベニアではクルシュコ原子力発電所の隣に、1 基もしくは 2 基から構成される発電容量が最大で 240 万 kWe の原子力発電所を建設する計画が、JEK2 プロジェクトとして進行している。JEK2 プロジェクトは、原子力発電所供給事業者の候補であった WH 社、EDF、および韓国水力原子力発電会社 (KHNP) と 2024 年 5 月に協議を行い、費用を 100 万 kW 規模の原子炉で 93 億 1,400 万ユーロ、165 万 kW 規模の原子炉で 153 億 7,100 万ユーロと見積もっていた。しかし、GEN エネ

ルギア社によると、KHNP は調査準備のための入札に参加せず、JEK2 プロジェクト建設に関する入札にも参加しないことを GEN エネルギア社に対して最近になって通知したという。KHNP の決定は現在のビジネス環境の評価とビジネスの戦略的優先順位の変化に基づくものであるという。(2025 年 1 月 30 日付 World Nuclear News)

- * クルシュコ原子力発電所は 69 万 6,000kWe の加圧水型軽水炉 (PWR) 1 基で構成されている。同発電所の運転事業者は Nuklearna Elektrarna Krško 社であるが、この会社はクロアチアの Hrvatska elektroprivreda 社とスロベニアの GEN エネルギア社が共同で所有している。

6.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

6.3 原子力研究開発推進・規制体制

研究炉 MYRRHA 建設の第 1 段階として加速器 MINERVA が着工：2024 年 6 月 27 日、ベルギー原子力研究所 (SCK・CEN) は、モル (Mol) 所在の加速器駆動型研究炉 MYRRHA (Multipurpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications) の第 1 段階にあたる粒子加速器 MINERVA の建設サイトにおいて、T.バンデアストラッテン (Tinne Van der Straeten) エネルギー大臣の出席のもと、6 月 25 日に起工式が行われたことを発表した。MINERVA は長さ約 300m の粒子加速器と 2 件の標的施設 (target facilities) *により構成され、将来の原子炉用材料の研究、基礎研究、加速器技術の改良のほか、アルファ線を放出する医療用放射性同位体の製造に用いられる予定である。(2024 年 6 月 27 日付 SCK・CEN、6 月 28 日付 World Nuclear News)

- * 標的施設の 1 件は研究および医療用の放射性同位体の製造のために使用され、別の 1 件は核融合での利用を対象とした素材の研究のために利用される。

【背景】

SCK・CEN では研究炉 MYRRHA を建設する計画が進行している。MYRRHA は鉛ビスマス高速炉と加速器駆動システム (ADS) の複合装置であり、ベルギー・モル (Mol) の SCK・CEN サイト内に建設が予定されている。MYRRHA は 2033 年の運転開始を目標としており、計画の第 1～2 段階 (2018～2026 年) では 100MeV の加速器 MINERVA (MYRRHA Isotopes production coupling the linEar accelerator to the Versatile proton target facility) を建設後、600MeV まで拡張が行われ、第 3 段階 (2026～2033 年) において原子炉の建設が開始される予定である。SCK・CEN はベルギーのトラクテベル (Tractebel) 社およびスペインのエンプレサリオス・アグルパドス (Empresarios Agrupados) 社と、MYRRHA 計画の第 1 段階における建造物およびユーティリティの設計に関する 760 万ユーロの契約を 2019 年 11 月 5 日に締結しており、この契約は、MYRRHA に関する初の契約となった。なお、ベルギー政府は MYRRHA 開発を強力に後押しする方針であり、2018 年 9 月にはベルギー閣僚会議が MYRRHA 計画に対し 2019～2038 年にかけて 5 億 5,800 万ユーロを拠出する決定をしている。また、MYRRHA 計画は欧州連合 (EU) による支援を受けている。SCK・CEN は、MINERVA 建設に係る申請を 2021 年末に提出した。2022 年 9 月には、SCK・CEN は、ゼロポイント (zero point) と呼称する MINERVA の建設開始地点を SCK・CEN のサイト内に設置し、同年 11 月には建設作業に向けたサイト準備を行った。2022 年 12 月 9 日付で SCK・CEN は MINERVA の建設について、連邦原子力規制局 (FANC : Federal Agency for Nuclear Control) から正式な承認を得た。

FRM-II と JHR の LEU 転換を目指し EU-CONVERSION プロジェクトが開始：2025 年 2 月 7 日付の報道によると、欧州連合（EU）において、高性能研究炉の燃料を高濃縮ウラン（HEU）から低濃縮ウラン（LEU）利用への転換を加速させるため、候補となる低濃縮ウラン分裂物質の試験を行う研究プロジェクトである EU-CONVERSION*¹が開始された。EU-CONVERSION プロジェクトでは、ドイツのミュンヘン工科大学（TUM）が運転する研究炉 FRM-II*²と、2030 年代に初臨界達成が見込まれているフランスのジュール・ホロヴィッツ炉（JHR：Jules Horowitz Reactor）の LEU 利用への転換を検討している*³。EU-CONVERSION プロジェクトは EU のホライズン 2020 研究・イノベーションプログラム（Horizon 2020 research and innovation programme）から 1,280 万ユーロの資金提供を受けており、TUM 等が参加している*⁴。同プロジェクトでは候補となる核分裂性物質としてウラン - モリブデン（U-Mo）とウラン・シリサイド（U₂Si₃）が検討されており、ベルギー原子力研究所（SCK・CEN）が運転する BR2 研究炉の炉心において、候補物質に対しては 3 サイクル分（55～75 日間）にわたり極度の照射条件下におく予定である*⁵。（2025 年 2 月 7 日付 World Nuclear News）

- *1 プロジェクトの正式名称は「医療用放射性同位体供給の確保を目的とした転換および長期運転のための欧州研究炉に対する安全な低濃縮ウラン燃料供給」（Supplying the European Research Reactors with Safe Low-Enriched Uranium Fuels for Their Conversion and Long-Term Operation to Secure the Supply of Medical Radioisotopes）であり、プロジェクト期間は 2024 年 10 月 1 日から 2028 年 9 月 30 日までである。同プロジェクトは EU-QUALIFY、LEU-FOREvER、および HERACLES-CP という 3 件の先行プロジェクトに基づくものであるという。
- *2 FRM-II は高密度の中性子束を生成するため HEU に相当するウラン 235（U-235）の濃縮度が 95% 超の燃料を使用している。FRM-II を運転する TUM はドイツ連邦政府およびバイエルン州政府との間で、適した燃料が利用可能になった際は濃縮度が低い燃料への転換を進めることで合意しており、これは 2003 年に発給された原子炉運転認可の条件にもなっている。
- *3 欧州において多くの研究炉は LEU への転換が完了している一方、FRM-II や JHR は技術仕様が特殊であることから LEU 利用への転換に課題があるという。
- *4 TUM 以外の参加機関は、フラマトム（Framatome）社、ラウエ・ランジュバン研究所（Institut Laue-Langevin）、ベルギー原子力研究所（SCK・CEN）、原子力・代替エネルギー庁（CEA）、グルノーブル・アルプ大学（Université Grenoble Alpes）、チェコ原子力研究所（CVR：Centrum Vyzkumu Rez）、チェコ国立放射線防護研究所（SÚRO）、テクニカトム（Technicatome）社である。
- *5 2025 年に実証試験の準備が開始され、実際の照射は 2027～2028 年が予定されている。

6.4 核融合

欧州核融合協会（EFA）設立へ：2024 年 6 月 12 日、Assystem 社は、欧州における長期的エネルギー供給確保の観点から欧州核融合協会（EFA：European Fusion Association）を設立することで、欧州の核融合開発企業が合意したことを発表した*。EFA は核融合エネルギーの産業化の加速を目的としており、核融合エネルギーに関する持続可能で長期的なサプライチェーンを確かなものとするような、強力で世界に通じる欧州核融合エコシステムの構築を目指している。EFA は今後数か月以内に正式に設立される見込みである。（2024 年 6 月 12 日付 Assystem）

- * EFA の創設メンバーには、Alsymex 社（フランス）、ASG 社（イタリア）、Assystem 社（フランス）、Bruker EAS 社（ドイツ）、Demaco 社（オランダ）、Gauss Fusion 社（欧州）、IDOM 社（スペイン）、Simic 社（イタリア）、Subra 社（デンマーク）、Thales 社（フランス）、Trumpf 社（ドイツ）が含まれる。

核融合分野から他の分野へと技術の移転を促進: 2024 年 9 月 18 日、EUROfusion^{*1} と F4E (Fusion for Energy) ^{*2} は、核融合分野から他の分野への技術の移転を促進することを目的とした「欧州核融合技術マーケットプレイス」(European Fusion Technology Marketplace) と称する共同プラットフォーム (ウェブサイト) ^{*3} を立ち上げたことを明らかにした。両者は、ITER のような大規模な国際プロジェクトを対象として開発された最先端の技術と方法 (processes) には核融合分野を超えて利用することができるような大きな可能性があるとの認識を示した上で、仲介業者としての Viromii 社 (F4E について) と InExtenso 社 (EUROfusion について) との協力の下で、核融合分野において開発された技術上の大きな進展 (breakthroughs) についてより広範な欧州の産業界に対して提示し、核融合分野以外の新たな市場に向けた核融合分野からそれら技術の商業的な移転について支援を行うことを企図している^{*4}。(2024 年 9 月 18 日付 EUROfusion)

*1 EUROfusion は、欧州における核融合エネルギーの研究開発を目的としたコンソーシアムであり、2014 年 10 月に設置された。2024 年 9 月時点では、26 か国の欧州連合 (EU) 加盟国、英国、スイス、およびウクライナの計 29 か国から 31 の研究機関が参加している。EUROfusion は、欧州委員会 (EC) のユーラトム (Euratom) プログラムを代表して核融合研究活動に対する支援・資金提供を行っている。

*2 F4E は、ITER 計画における欧州国内機関 (European Domestic Agency for ITER) である。

*3 <https://fusion-technology-transfer.europa.eu/>

*4 「2021~2025 年ユーラトム作業計画」(Euratom Work Programme 2021-2025) において強調されているように、現行の技術移転計画が継続的に拡大されてきたことにより、経済と社会に対して核融合研究の付加価値が増大しているとのことである。また、このような取組みは、欧州において頑健な核融合サプライチェーンを構築することに特別な焦点をあてた F4E の新たなヴィジョンに沿ったものであるとのことである。そのような中で現在 F4E は、「2024 年核融合技術移転賞」(Fusion Technology Transfer Award 2024) への応募を受付けている。F4E の「核融合技術移転賞」は、毎年開催されるものであり、核融合技術または核融合に関連したノウハウについて、非核融合市場環境において利用しているまたは利用予定の取組みを行う欧州企業または欧州機関を対象として、その取組みの中から受賞者を選定して顕彰するものである。選定された受賞者に対しては 1 万ユーロの懸賞金が授与される。

F4E が ITER 真空容器第 5 セクターの製造を完了: 2024 年 9 月 24 日、欧州連合 (EU) における ITER 国内機関にあたる F4E (Fusion for Energy) は、F4E が製造を担当している 5 基の真空容器 (vacuum vessel) ^{*}セクターのうち最初の 1 基にあたる第 5 セクターについて、イタリアにおいて製造が完了したことを明らかにした。ITER の真空容器は 9 つのセクターに分割されており、このうち 5 つのセクターを欧州が、4 つのセクターを韓国が製造する。組み立ての際に中央に配置される第 6 セクターと関連する熱遮蔽については、すでに韓国の ITER 国内機関により製造・納入が完了している。(2024 年 9 月 24 日付 F4E、9 月 27 日付 World Nuclear News)

* プラズマ容器 (plasma chamber) とも呼ばれる。

欧州核融合協会 (EFA) が正式設立: 2024 年 10 月 1 日付の発表によると、欧州核融合協会 (FEA) が国際非営利団体 (AISBL、International Non-Profit Association) としてブリュッセルで公式に設立された。設立証書 (Deed of Incorporation) は 2024 年 9 月 24 日付で署名されている。(2025 年 10 月 1 日付 simic)

EUROfusion が今後数年間の計画策定に関する会合を開催：2024 年 10 月 15 日、EUROfusion は、今後数年間における核融合研究開発のニーズに応えるための計画策定に関する会合を開催したことを発表した。核融合実験炉 ITER の研究開発について、熱排出（power exhaust）とプラズマ壁相互作用（plasma-wall interactions）の分野における要件*1に対して特に重点を置いたプロジェクトが最優先とされることとなったという。欧州が有する装置の科学的活用については、2025 年には ASDEX-Upgrade*2、WEST*3、TCV*4、MAST-U*5 の 4 つの装置を並行して運転することにより、それらの分野における課題への取り組みを加速させるという。ステラレーター・プログラムについては、ヴェンデルシュタイン 7-X（W7-X）を最大の稼働装置として、ステラレーター核融合炉概念に向けた科学的ギャップの解消に取り組むとされた。モデリング&シミュレーション分野においては、ITER および DEMO*6に向けた実験・予測の解釈モデリングのため、成熟したソフトウェアと計算ツールの一層の普及に重きが置かれる。また、JT-60SA トカマク装置の科学利用に向けた準備が整いつつある中、欧州における参加への関心が高まっており、今後 2 年間をかけて日本側とともに詳細な実験プログラムの決定が行われるという。また EUROfusion は中国のカウンターパートと協力し、BEST 実験装置*7の科学利用のための研究計画の策定に取り組んでおり、活動を調整するための欧州専門家チームが組織されたとしている。（2024 年 10 月 15 日付 EUROfusion）

- *1 トリチウム燃料の滞留量（tritium fuel retention）、プラズマ壁の腐食、および長パルス運転についての知見を更に深めることに重点を置きつつ、プラズマに対向する壁が完全に金属であるという条件（full metal wall conditions）の下での熱排出とプラズマ壁相互作用がここでの焦点になっている。
- *2 ドイツのマックスプランク・プラズマ物理研究所（IPP）が所有・運転するトカマク装置。
- *3 フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA）が所有・運転するトカマク装置。
- *4 スイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）のスイスプラズマセンター（SPC）が所有・運転するトカマク装置。
- *5 英国原子力公社（UKAEA）カラム核融合エネルギーセンター（CCFE）が所有・運転するトカマク装置。
- *6 核融合原型炉（DEMO : Demonstration Fusion Power Reactor）。DEMO は、核融合実験炉 ITER と欧州共同トーラス型核融合実験施設（JET）の経験を通じて得られる知見に基づいた核融合炉となる予定であり、ITER の次のステップと位置付けられた原型炉である。エネルギーの継続的な生産を実証し、送電網へ電力を供給することを目的に、2050 年までに建設される予定である。
- *7 中国で建設中の JT-60SA と同規模のトカマク実験装置であり DT 運転も計画している。

F4E が初期段階にある核融合技術の成熟を支援するプログラムを開始：2024 年 11 月 15 日、F4E（Fusion for Energy）は、「技術開発プログラム」（TDP : Technology Development Programme）を開始することを発表した。TDP は初期段階にある技術の成熟を支援し将来の核融合事業に備えることを目的としている。F4E は、核融合実験炉 ITER のような核融合装置の建設・運転の分野における様々な技術領域を対象とする募集を定期的に行うという。今回募集が行われる 2 件の試験（pilots）の目的は、それぞれ、トリチウム化した水素ガスと空気中のトリチウム蒸気（tritiated vapor）を区別するために用いるウェアラブルモニタのプロトタイプの開発と、タングステン合金勾配ジョイントの特性評価であり、2024 年 12 月中旬まで募集が行われる。F4E は TDP に関する予算を 2025 年は 600 万ユーロとしており、将来的には年間 5,000 万ユーロまで引き上げたいとしている。（2024 年 11 月 15 日付 F4E）

EUROfusion と F4E が核融合研究開発での協力を強化：2024 年 12 月 11 日、EUROfusion と F4E (Fusion for Energy) は、核融合研究開発での協力を強化することについて、両者の間で了解覚書 (MOU) に署名したことを明らかにした*¹。今回の MOU により両者は、試験ブランケット・モジュール (TBM : Test Blanket Module) システムと増殖ブランケット、核融合原型炉 DEMO の設計とその関連研究開発、および「幅広いアプローチ」(BA : Broader Approach) プロジェクト*²等の分野を推進するにあたって緊密な連携を行っていくこととなる。またこの MOU は、核融合実験炉 ITER の運営とその関連研究のほか、ITER 設備の技術開発、試運転 (commissioning)、および設置をも対象としている。さらに両者は、知識管理 (knowledge management) と訓練における取組みを強化していく予定であり、それにより知見の共有と維持を確実なものとしていくとのことである。(2024 年 12 月 11 日付 EUROfusion、F4E)

*¹ F4E の発表では、締結された MOU が更新された (renewed) MOU であるとされている。

*² 両者が関係する BA プログラムは、JT60-SA、IFMIF/EVEDA、および IFERC に係る諸活動であり、その諸活動には計算シミュレーション、DEMO に係る作業、および遠隔実験等が含まれる。

6.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

6.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

WENRA が ATF に関するポジションペーパーを発表：2024 年 3 月 27 日、西ヨーロッパ原子力規制機関協会 (WENRA : Western European Nuclear Regulators Association) *¹の原子炉調和作業部会 (RHWG : Reactor Harmonisation Working Group) *²は、ポジションペーパー「新燃料開発における課題に関する WENRA の考慮事項」(WENRA considerations with respect to new fuels development challenges) *³を発表した。欧州連合 (EU) タクソノミー規則 (Taxonomy Regulation) に基づき、補完委任法 (Complementary Delegated Act) には、原子力事業がタクソノミーに適合しているかを識別するための技術的スクリーニング規準 (TSC : Technical Screening Criteria) 群が含まれている。TSC のうちのひとつは 2025 年からのいわゆる事故耐性燃料 (ATF : Accident-Tolerant Fuels) の使用に関するものであり*⁴、ATF 技術が国の安全規制機関により認証 (certified) および承認 (approved) されることが必須の (must) 条件とされている。WENRA はこれらの TSC について、ATF を定義しておらず、既存の燃料を ATF と見做すことができるか否かを明確にしていないと指摘している。WENRA はポジションペーパーの目的として、ATF の要件定義や既存燃料を ATF と見做せるか否かについての議論ではなく、WENRA 加盟国における新燃料の許認可に関する経験をまとめることにあるとしている。ポジションペーパーでは、WENRA 加盟国間で国としてのアプローチには大幅な違いがあると指摘している。(2024 年 3 月 27 日付 WENRA)

*¹ 西ヨーロッパ原子力規制機関協会 (WENRA) は、欧州連合 (EU) 諸国およびスイスの原子力規制機関のトップによるネットワーク組織である。1999 年に 10 か国からの参加により発足し、

2023 年 4 月現在メンバー18 か国、準メンバー2 か国（カナダおよびロシア）、オブザーバー12 か国（米国等）により構成される。

- *2 原子炉調和作業部会（RHWG）は、原子力発電所の運転における安全性について調和のとれたアプローチを策定することを任務とする。RHWG では既存炉を対象とした WENRA 安全参照レベル（SRLs : Safety Reference Levels）の策定等に取り組んでいる。
- *3 ニュースとして発表されたのは 2024 年 3 月 27 日であるが、表紙には 2023 年 11 月 14 日と記載されている。2023 年 11 月の WENRA 総会にて新燃料の開発に関する問題について議論され、RHWG メンバーは新燃料の許認可のための実証的な経験の概要を提供するとともに、フィードバックを行った。そのフィードバックの概要は文書中で確認できる。
- *4 EU タクソノミーは原子力発電所に対し 2025 年以降は ATF を使用するよう要求している。

フラマトム社主導の VVER 用燃料開発プロジェクトに 1,000 万ユーロの資金提供：2024 年 6 月 20 日、欧州委員会（EC）研究・イノベーション総局（Directorate-General for Research and Innovation）は、6 月 14 日に締結した贈与契約（grant agreement）によりフラマトム（Framatome）社が主導する「安全・新たな欧州 VVER」（SAVE : Safe and Alternative VVER European）プロジェクトに対し、ユーラトム研究・訓練プログラム（Euratom Research and Training Programme）を通じて 1,000 万ユーロの資金提供を行うことを発表した。SAVE プロジェクトにはフラマトム社のほか EU 加盟 7 か国およびウクライナから 17 の提携組織が参加しており、ロシア製 VVER 向けの欧州製燃料ソリューションの迅速かつ確実な開発・配備に取り組む。欧州連合（EU）は原子燃料の多様化に関する研究に対し欧州原子力共同体（Euratom）を通じて 2,000 万ユーロを投じている。SAVE プロジェクトは、2023 年 7 月に開始されたウェスチングハウス（WH）社が主導する「安心な VVER 燃料供給実現のための加速プログラム」（APIS : Accelerated Program for Implementation of Secure VVER Fuel Supply）に続く 2 件目のプロジェクトに相当する。（2024 年 6 月 20 日付 European Commission、Framatome）

ユーラトム供給機関、年次報告書で EU の燃料サプライチェーンの課題を指摘：2024 年 8 月 13 日、ユーラトム供給機関（ESA : Euratom Supply Agency）は、「ユーラトム供給機関 2023 年報告書」（ESA Annual Report 2023）の最終版を公表した。同報告書によると、欧州連合（EU）による天然ウラン需要は全世界の天然ウラン需要のうち約 22%を占める*1。ロシアによるウクライナ侵攻に由来する地政学的緊張を背景とした動向（trend）として、電力事業者は原子炉に装荷する以上の材料を購入している。また、EU 内の電力事業者は、特にロシア製 VVER 原子炉用の原子燃料の供給源の多様化に向けた取り組みを継続している。なお、天然ウランやその他原子力サービスの供給については、主に備蓄を目的として、ロシアからの供給を含めて 2023 年は増加が見られたという。EU 内の電力事業者に供給された天然ウランの大部分はカナダ、ロシア、カザフスタン、ニジェールからのものであり*2、非 - 独立国家共同体（CIS）諸国およびカナダからの供給が著しく増加したとされる。このほか同報告書では、特に「西側諸国」における濃縮および転換能力が不足する可能性に着目し、濃縮・転換市場の分析を行っており、長期にわたり安定かつ信頼できる転換・濃縮サービスの供給を維持できるよう更なる投資の必要性を強調しているほか、将来における高含有低濃縮ウラン（HALEU）供給の脆弱性に対処するよう EU および EU 加盟国に対し求めている。また同報告書は、医療用放射性同位体（RI）供給については、材料物

質について特にロシアを含む EU 圏外の供給源に依存していることから、懸念点が残ると指摘している。(2024 年 8 月 13 日付 Euratom Supply Agency、8 月 19 日付 World Nuclear News)

- *1 2023 年において、原子力発電は EU における総発電量のうち約 23%を占めており、EU 圏内には 103 基の運転中の原子炉が存在する。
- *2 2023 年の EU における天然ウラン供給のうち、33% (4,801 tU) をカナダが占めており、これは 2022 年比で 86%超の増加であるという。ロシアは 2023 年においても引き続き第 2 位の供給源であり、総供給量のうち 23%を占める 3,419 tU が供給された。

EU 内の HALEU サプライチェーン確立に向けたプロジェクトが始動：2025 年 1 月 14 日、PrepHALEU プロジェクト*のキックオフ会合が、ブリュッセルのバイエルン自由州欧州連合 (EU) 代表部 (Representation of the Free State of Bavaria to the EU) において開催された。同プロジェクトは欧州における高含有低濃縮ウラン (HALEU) の独立したサプライチェーンを確立することに重点を置いており、医療用同位体製造に不可欠な原子炉燃料と原材料の製造・供給を強化することを目的としている。(2025 年 1 月 24 日付 NRG PALLAS)

- * 正式名称は「HALEU 燃料供給確保のための欧州製造能力に関する準備フェーズ」(Preparatory Phase for a European Production Capability to Secure a Supply of HALEU Fuel)である。EU のユーラトム研究・訓練 (Euratom Research and Training) プログラムから資金提供を受けている。CORDIS 上では同プログラムの背景について、EU は HALEU 供給をロシアと米国に依存してきたが、ロシアからの供給が停止し米国からの供給も不確かであることから、EU 自身による HALEU 製造が必要となったと説明されている。

6.7 放射線利用技術開発

SCK・CEN と米国の放射性医薬品製造企業、2025 年 Q1 に Ac-225 供給開始：2024 年 10 月 17 日、ベルギー原子力研究所 (SCK・CEN) と米国の放射性医薬品開発製造受託機関 (rCDMO：radiopharmaceutical contract development and manufacturing organization) である SpectronRx 社は、2025 年に欧州においてアクチニウム 225 (Ac-225) の供給を開始する見込みであることを発表した。両者は 2023 年に、モル (Mol) に所在する SCK・CEN の敷地に SpectronRx 社の新 rCDMO 施設を建設することについて了解覚書 (MOU) を締結している。この施設は Ac-225 に対する放射性医薬品のラベリング*に重点を置いた施設であるという。両者は今回、公式かつ拘束力を有する契約を締結し、協力関係を正式なものとしたことで、SpectronRx 社施設の開設に近づいていると述べている。同施設は 2024 年 11 月の完成が予定されており、GMP (Good Manufacturing Practice) 認証が承認され次第、2025 年第 1 四半期に Ac-225 の供給を開始するという。(2024 年 10 月 17 日付 SCK・CEN、SpectronRx)

- * 京都大学複合原子力科学研究所の説明によると、Ac-225 等の放射性同位体を放射性医薬品にする際には、「特定のがん細胞の表面に現れる抗原に対して、特異的に結合する抗体を利用し」、「RI の金属と錯形成 (ラベリング) し抗体を接続する配位子を設計することで可能」となるという。

6.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

7 ウクライナ

7.1 原子力事情・原子力政策動向

4号機が冷温停止状態に移行し、ZNPPは全基冷温停止状態へ：2024年4月11日、国際原子力機関(IAEA)は、4月12日をもってザポリージャ原子力発電所(ZNPP: Zaporizhzhia Nuclear Power Plant) 4号機を温態停止状態から冷温停止状態に移行する方針について、発電所側から通知を受けたことを明らかにした。同発電所4号機はZNPPと隣の町であるエネルホダル(Energodar)に対する熱供給等を目的として温態停止状態に置かれていたが、冬が終わったことにより冷温停止に移行するという。ZNPPのほかの5基は既に冷温停止している。IAEAは、冷温停止はZNPPの原子力安全および核セキュリティにとって前向きな一歩であると述べている。(2024年4月11日付IAEA)

フメルニツキー5、6号機の建設作業が開始される：2024年4月15日、ウェスチングハウス(WH)社は、国営原子力企業エネルゴアトム(Energoatom)社がフメルニツキー(Khmelnitsky)原子力発電所5号機にあたるWH社製AP1000の建設作業を開始したことに対し祝意を表明した。両社は、フメルニツキー原子力発電所5、6号機を含め、9基のAP1000をウクライナ国内において建設することを定めた了解覚書(MOU)を2022年に締結している。また、4月17日付の報道によると、同発電所5、6号機のためのコンクリート打設が行われたという。WH社は同発電所5号機の建設は「加速版スケジュール」(accelerated schedule)により進められるとしている。また、米国輸出入銀行(EXIM)がフメルニツキー原子力発電所におけるAP1000建設事業に対し部分的な融資を行う予定であるという。(2024年4月15日付Westinghouse Electric Company、4月17日付Nuclear Engineering International)

フメルニツキー3、4号機完成をWH社が支援：2024年7月1日、国営原子力企業エネルゴアトム(Energoatom)社は、フメルニツキー(Khmelnitsky)原子力発電所3、4号機(VVER-1000)の完成にむけて*、ウェスチングハウス(WH)社がギャップ分析を実施し支援を行うことを発表した。このギャップ分析は同発電所3、4号機の安全システムを強化するもので、VVER-1000の初期設計を第III世代+相当の安全レベルまで到達させるために追加する必要がある部分についてWH社が分析を行うという。また、その他いくつかの追加の安全系もWH社の参加により設計が進められており、将来的に同発電所3、4号機に実装される予定である。(2024年7月1日付Energoatom)

- * フメルニツキー原子力発電所1～4号機(いずれもVVER-1000)の建設は1980年代に開始され、1号機は1987年に送電網に接続されたが、2～4号機については1990年に工事が中止された。2号機については工事が再開され2004年に送電網に接続されたが、3、4号機は引き続き未完のままとなっていた。2024年1月25日付の報道によると、ウクライナのG.ハルシチェンコ(German Galushchenko)エネルギー大臣はロイター通信(Reuters)に対し、同発電所において新規炉4基の建設を2024年夏もしくは秋に開始する意向を明らかにした。新規炉4基のうち、未完成の同

発電所 3、4 号機については完成に向けて、また同発電所 5、6 号機に当たる完全な新規炉として、ウェスチングハウス（WH）社製 AP1000 技術に基づく 2 基の建設に取り組むという。いずれの建設についても、WH 社との緊密な協力により取り組むとされている。なお、同発電所 3、4 号機の完成に向けた工事にあたっては、ウクライナがブルガリアからの輸入を希望しているロシア製設備が使用されるという。

エネルゴアトム社、チヒルィーン・サイトに AP1000 を 4 基建設する計画：2024 年 8 月 27 日、国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社は、チェルカースィ（Cherkasy）地方のオルビタ（town of Orbita）近くのチヒルィーン（Chyhyryn）サイトにおいて、米国ウェスチングハウス（WH）社の AP1000 技術による新規発電炉 4 基を建設する計画を明らかにした。チヒルィーン・サイトは旧ソビエト連邦時代の 1970 年代および 1980 年代に新規原子力発電所サイトとして選定されたものの、チョルノービリ原子力発電所事故に伴い計画が中止され、発電所の衛星都市として新たに建設されたオルビタもその大部分が放棄された。エネルゴアトム社によると計画の実施に関する取り組みは既に開始されており、チヒルィーン市議会は以下の事項について第 51 回臨時市議会において決定しているという。

- エネルゴアトム社による恒久的利用のための土地割り当てに関する土地管理事業開発許可の発給
- エネルゴアトム社による恒久的利用のための総面積 38.1493 ヘクタールの土地区画の譲渡

また、エネルゴアトム社は原子力発電所建設とあわせてオルビタの復興（revive）にも取り組む方針である。（2024 年 8 月 27 日付 Energoatom、8 月 28 日付 World Nuclear News）

リウネ 5 号機として AP1000 を建設する方針が確認される：2024 年 10 月 11 日、国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社は、リウネ（Rivne）原子力発電所 5 号機（AP1000）の建設が予定されているサイトを*、提携先の外国企業数社の代表者が訪問したことを明らかにした。（2024 年 10 月 11 日付 Energoatom）

- * リウネ原子力発電所 5 号機として米国ウェスチングハウス（WH）社の AP1000 を建設することは 2004 年には決定されており、2022 年 8 月 16 日にエネルゴアトム社は改めて同建設計画の実施を表明している。

ZNPP の許認可手続きについて：2025 年 1 月 7 日付の報道によると、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）においては、同発電所を占拠して運転・管理しているロシア側の許認可手続きの一環として、ウクライナが導入した外国（いわゆる西側諸国）製機器のロシア製機器への置き換えが進行中であるという*¹。ロシア連邦大統領府第一副長官（First Deputy Head of the Presidential Administration）が 12 月 29 日に ZNPP の全原子炉を速やかに再稼働させる準備を求めたということであるが、ZNPP は 2028 年までに全基の運転認可取得を完了させる計画である。また、原子炉の冷温停止中も運転認可が必要となるため、現在の運転認可の有効期限が 2025 年 12 月である 1 号機は 2025 年中に運転認可を取得しなければならないという*²。なお、ZNPP は 2024 年 12 月 20 日に初めてロシアの認可を放射線源の運用に対して取得したとされている。この認可はロシアの規制通り 10 年間有効として発行されている。（2025 年 1 月 7 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 ZNPP には大量の米国製燃料が存在しているが、この問題も米国製からロシア製に置き換えて解決する必要があるとされている。
- *2 2024 年 11 月末に着任した ZNPP 新所長は、12 月末に行った大統領府第一副長官との会談で、1 号機の認可取得までに ZNPP の安全運転の全準備を完了させることが必要であると述べている。なお、ロスアトム（ROSATOM）社はウクライナで武力衝突が続く限り ZNPP を再稼働させることはないとし繰り返し明言している。しかしながら、準備は継続される見込みである。

ウクライナ議会、ブルガリアからの原子炉購入を許可：2025 年 2 月 11 日、ウクライナ最高議会（Verkhovna Rada）は、国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社がブルガリアからロシア製原子炉 2 基*1 分の資材を購入することを許可する法律を成立させた。これは未完成のフメルニツキー（Khmelnitsky）原子力発電所 3、4 号機*2 を完成させることを目的としている。（2025 年 2 月 11 日付 President of Ukraine Volodymyr Zelenskyy、2 月 12 日付 World Nuclear News、2 月 13 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 ブルガリアがベレネ（Belene）原子力発電所計画用に購入していた VVER-1000/V-466 原子炉であり、ベレネ原子力発電所計画が中止となったためにサイトに保管された状態となっていた。当初は 2024 年 6 月に購入契約を締結予定であったが、購入を認める法がウクライナ側に存在しないために締結できなかった。ブルガリア議会は原子炉圧力容器およびフメルニツキー原子力発電所 3、4 号機完成に必要な装置の売却交渉開始をエネルギー大臣に指示していた。ブルガリアは売却額を 6 億ドルと見積もっていたという。今回成立した法律では契約総額を定めていない。
- *2 フメルニツキー原子力発電所は 1990 年に 2～4 号機の建設工事が中断しており、その時点で 3 号機は約 75%、4 号機は約 25%完成していた。2 号機はその後、工事を再開し 2004 年に送電網に接続したものの、3 号機と 4 号機は未完成のままであった。ブルガリアからの購入により、フメルニツキーにおける 1 基目は 2～3 年以内の起動が可能になるとされている。国際原子力機関（IAEA）は同発電所 3、4 号機について安全面で問題が生じないことを保証する準備があることを示しており、安全評価のための特定分野の分析作業が開始されている。必要な燃料はウェスチングハウス（WH）社が供給する意向を示している。

ブルガリアからの原子炉購入を許可する法律が公示、発効：2025 年 3 月 15 日、「フメルニツキー原子力発電所 3・4 号機建設のために必要な機器の購入に関する法律」（The Law of Ukraine “On the purchase of equipment necessary for the construction of Units 3 and 4 of the Khmelnytskyi Nuclear Power Plant”）*が議会公式新聞である「ウクライナの声」（Holos Ukrainy）で公示された。この法は公示の翌日に発効し、国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社に対し、ブルガリアから必要な機材を購入する契約を締結する許可を与えることとなる。（2025 年 3 月 15 日付 Energoatom）

- * 2025 年 2 月 11 日にウクライナ最高議会（Verkhovna Rada）が法律を成立させ、3 月 13 日に V.ゼレンスキー（Volodymyr Zelensky）大統領が署名を行っていた。

7.2 国際協力動向

ホルテック社とエネルゴアトム社が SMR 等関連の製造能力確立に関する基本契約を締結：2024 年 4 月 12 日、国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社は、米国のホルテック・インターナショナル（Holtec International）社との間で、ウクライナ国内における原子力システム・構造物・構成要素（SSCs：systems, structures, and components）の製造能力を確立することで、ウク

ライナのロシアによる攻撃で損傷したエネルギー生成インフラの再建を期する基本契約書（Master Agreement）に署名した。ホルテック社によると、この SSCs 製造能力は小型モジュール炉（SMR）や使用済燃料貯蔵・輸送システム、その他ウクライナ国内および近隣国における原子力エネルギー関連の応用的ニーズに関するものであるという。また今回の基本契約書は、2023 年 4 月 21 日に両社が締結した協力合意（Cooperation Agreement）に従いウクライナ国内におけるホルテック社製 SMR-300 先進原子炉（Holtec SMR-300 Advanced Nuclear Reactors）配備を前進させるとともに、使用済燃料貯蔵施設の配備により原子炉の円滑な運転を支援するものであるという。（2024 年 4 月 16 日付 Holtec International）

ウクライナ国内での新規原子炉の設計・建設・運転を対象としてエネルギーアトム社とヒョンデ E&C 社が MOC を締結：2024 年 5 月 13 日、国営原子力企業エネルギーアトム（Energoatom）社と韓国のヒョンデ E&C（Hyundai E&C）社は、ウクライナ国内において新たな原子炉（複数基）を設計、建設、および運転することを対象として*、協力覚書（MOC）に署名した。今回の MOC は、2023 年 11 月に両社が署名した意向表明書（LOI）に立脚したものである。署名に同席した駐ウクライナ韓国大使は、今回の MOC が両国の原子力産業の協力の発展、特に、原子力技術分野における経験の共有に貢献すると述べている。なおヒョンデ E&C 社は、ウェスチングハウス（WH）社製の AP1000 を用いた原子力発電所を全世界で商業展開する機会を共同で模索していくことを企図した戦略的協力合意に WH 社との間で署名している。（2024 年 5 月 14 日付 Energoatom、5 月 14 日付 World Nuclear News）

* エネルギーアトム社の P.コーチン（Petro Kotin）社長は、韓国企業との協力強化がウクライナ領内への新規原子力施設（nuclear facilities）建設においてエネルギーアトム社の助けになると強調するとともに、エネルギーアトム社がヒョンデ E&C 社の技術と経験により巨大インフラと復旧計画を実施することを望むと述べている。

ウクライナとフランスが原子力平和利用協力協定を更新し、エネルギーアトム社と EDF も協力協定を締結：2024 年 6 月 6 日、ウクライナとフランスは、「原子力エネルギーの平和利用における協力に関する協定」（Agreement on Cooperation in the Peaceful Uses of Nuclear Energy）の更新（renewal）に関する文書に署名した*。同協定は 1998 年に締結されたもので 2020 年に失効していたが、今回の文書により 20 年間延長される。また同日に、国営原子力企業エネルギーアトム（Energoatom）社とフランス電力会社（EDF）が協力協定（Agreement on Cooperation）に署名した。この協定では協力分野として、EPR 技術や NUWARD 小型モジュール炉（SMR）技術に関する調査、原子力発電所運転や安全支援、原子炉の信頼性や効率性に関する知見の交換が定められている。また、東ヨーロッパ地域におけるロシア製 VVER 原子炉に対する燃料供給に関する両社の知見の交換も行われる見込みである。（2024 年 6 月 7 日付 President of Ukraine、Energoatom、6 月 8 日付 Ministry of Economy of Ukraine、6 月 10 日付 World Nuclear News）

* ウクライナの V.ゼレンスキー（Volodymyr Zelenskyy）大統領のフランス訪問および E.マクロン（Emmanuel Macron）大統領との会談の際に、ウクライナの Y.スヴィリデンコ（Yuliia Svyrydenko）第一副首相兼経済大臣と、フランスの S.セジュールネ（Stéphane Séjourné）欧州・外務大臣により署名された。

エネルギー原子力専門家が米国における SMR 配備に関する作業に参加予定：2024 年 11 月 13 日、国営原子力企業エネルギー原子力（Energoatom）社は、米国のパリセード（Palisades）原子力発電所におけるホルテック・インターナショナル（Holtec International）社の小型モジュール炉（SMR）である SMR-300 の配備について、そのための作業にエネルギー原子力専門家が参加することをホルテック・インターナショナル社が歓迎していることを明らかにした。エネルギー原子力社は、同発電所における SMR-300 の建設、試験、および運転に同社の専門家が参加することにより、ウクライナにおける SMR-300 の導入のための経験を積むことができると述べている。（2024 年 11 月 13 日付 Energoatom）

SMR 技術を利用したウクライナ支援としての 3 件のプロジェクト・パートナーシップ：2024 年 11 月 16 日、米国国務省（Department of State）は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 29 回締約国会議（COP29：the 29th Conference of the Parties）の機会において、ウクライナ国内での小型モジュール炉（SMR）の利用*に関する 3 件のプロジェクト・パートナーシップについて、同省の軍備管理・国際安全保障（Arms Control and International Security）担当次官（Under Secretary）の B.ジェンキンス（Bonnie Jenkins）氏とウクライナの G.ハルシチェンコ（German Galushchenko）エネルギー大臣が発表したことを明らかにした。それらのプロジェクト・パートナーシップは「SMR 技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST）プログラム」（Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology (FIRST) Program）の下で次のように実施される。

- * SMR 建設サイトの候補地の 1 つとしてチョルノービリ原子力発電所サイトが挙げられているとの報道もある。
- SMR パイロット・プラント（第 2 段階）からのウクライナ・クリーン燃料：このプロジェクトの第 2 段階では、ウクライナ国内においてパイロット・プラントを建設し、SMR 技術を利用することにより水素とアンモニアの製造を実証する*。このプロジェクトは、日本、韓国、ウクライナ、および米国からの多国籍官民パートナーシップによって実施されている。なお、このプロジェクトの第 1 段階については、COP27 において発表されていた。
 - * このプロジェクトに参画する企業の 1 つとしてカナダに本拠地を置く AmmPower Corp. が選定されている。
- プロジェクト・フェニックス（Project Phoenix）によるウクライナに対する支援：ウクライナ国内における既存の石炭火力発電所を SMR による発電所へと置き換えていくプロジェクトである。このプロジェクトでは、立地選定調査とフィージビリティスタディ、送電網の統合に係る包括的な戦略の策定、および石炭火力発電から SMR への移行に関する諮問業務が行われる。
- ウクライナにおける SMR からのクリーン鉄鋼のためのロードマップ（Ukraine Clean Steel from SMR Roadmap）：このプロジェクトでは、SMR を利用することによりウクライナの鉄鋼業を再建し、最新化し、かつ脱炭素化することについて、ロードマップを策定する

とともに技術支援を行う。策定されるロードマップにより、ウクライナの鉄鋼業における鉄鋼の製造と生産を対象として、SMR からのクリーンな電力、処理熱、および水素を利用することに対して道を開くものとなる。

(2024 年 11 月 16 日付 U.S. Department of State)

チョルノービリ立入禁止区域の修復のためカナダ等が 700 万ユーロを ICCA に追加：2024 年 12 月 9 日付の報道によると、国際チョルノービリ協力基金 (ICCA: International Chernobyl Cooperation Account) *¹ に出資する諸国がチョルノービリ立入禁止区域 (Chornobyl exclusion zone) の開発のために約 700 万ユーロを配分することを、ウクライナの S.ハリンチュク (Svitlana Hrynychuk) *² 環境保護・天然資源大臣 (Minister of Environmental Protection and Natural Resources) が明らかにした。同大臣によると、カナダは最近ロシアにおいて閉鎖した基金から 500 万ユーロを ICCA に移す計画を明らかにしたという。また、欧州委員会 (EC: European Commission) も過去に提供した 500 万ユーロに追加して 170 万ユーロを提供するほか、ベルギーも資金を追加するという。同大臣は、これらの資金はロシアによる占領時に破壊・破損されたチョルノービリ原子力発電所の設備の修復に使用されると述べている。(2024 年 12 月 9 日付 Ukrainska Pravda)

*1 欧州復興開発銀行 (EBRD: European Bank for Reconstruction and Development) がウクライナ政府の要請に応じ 2020 年 11 月に設置した。

*2 報道ではこのつづりになっているが、ウクライナ政府の文書では Svitlana Grynychuk と表記され、日本政府は S.グリンチュック大臣とのカナ表記をあてている。

7.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

7.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

7.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

7.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

エネルギー原子力社、燃料製造施設建設の公聴会を開催し、翌日に承認を得る：2024年4月4日、国営原子力企業エネルギー原子力（Energoatom）社は、ユズノウクラインスク（Yuzhnoukrainsk）において、近くの原子力発電所^{*1} 向けの燃料集合体を製造するための技術的複合施設（Technological Complex）を建設することに関する公聴会を開催した。この技術的複合施設では、ウェスチングハウス（WH）社の技術を用いて VVER-1000 用の燃料集合体を製造する予定である^{*2}。施設の建設により約 110 件の雇用が創出される見込みである。経済的利益や社会的優先事項等に関する残りの質問の回答をうけて、ユズノウクラインスクの住民は建設を支援することを全会一致で決定したという。翌4月5日、エネルギー原子力社は地域コミュニティ（local community）から建設計画への承認（approval）を得た^{*3}。（2024年4月4日付 Energoatom、4月5日付 Nuclear Engineering International）

- *1 ユズノウクラインスク近郊には南ウクライナ（South Ukraine）原子力発電所が位置する。
- *2 この施設では既成の（ready-made）部品を使用し、それら部品の一部は既にエネルギー原子力社の施設で製造されているという。なお、複合施設での技術的操業には以下の段階が含まれるとされる。
 - ・ステンレス製コンポーネント（上下の端のキャップ）の製造
 - ・燃料集合体の組み立て（buildup）
 - ・製造された燃料集合体の管理
 - ・出荷および一時的貯蔵の準備
- *3 ニュークリア・エンジニアリング・インターナショナル（Nuclear Engineering International）の報道では承認となっているが、ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道では支持（backing）を得たとされている。

ウクライナ議会が EBRD によるチョルノービリ資金提供計画を批准：2024年6月6日付の報道によると、ウクライナ議会（Verkhovna Rada）は、チョルノービリ（Chernobyl）原子力発電所サイトおよび立入禁止区域（exclusion zone）における安全対策強化のための事業に対する資金提供を目的とした、ウクライナと欧州復興開発銀行（EBRD：European Bank for Reconstruction and Development）^{*1}による枠組み合意について承認する法案を可決した。枠組み合意の批准により、1986年のチョルノービリ原子力発電所事故後に建設された石棺を解体し安全な状態とするための作業を含む、国際チョルノービリ協力基金（ICCA）^{*2}の活動を管理するためのメカニズムの創設が可能になるという。R.ストリレツ（Ruslan Strilets）環境保護・天然資源大臣（Minister of Environmental Protection and Natural Resources）は議会演説において、ロシアによるウクライナ侵攻が開始されて以降、ウクライナは基金の構造の変更を願い出ており、既に 18 か国が 1,400 万ユーロの出資を行っているが、この額は枠組み合意の批准により倍増する見込みであると述べている。またストリレツ大臣によると、基金はチョルノービリがロシア軍により占領されている間に失われた設備の復旧や、困難な状況下において働く労働者の待遇改善、必要な防火設備の購入等に使用される予定であるという。EBRD が管理するチョルノービリ事業はこれまでに 45 の支援国・組織から 20 億ユーロ以上の寄付を受けており、EBRD 自身も 7 億 1,500 万ユーロを拠出している。（2024年6月6日付 World Nuclear News、6月11日付 Nuclear Engineering International）

- *1 欧州復興開発銀行（EBRD）は、ポスト冷戦期において中央ヨーロッパおよび東ヨーロッパにおける市場経済への移行を支援するため 1991 年に設立された。欧州連合（EU）および欧州投資銀行（EIB：European Investment Bank）のほか、73 か国が参加している。
- *2 チョルノービリにおける包括的計画を支援することを目的として、ウクライナ政府の要請に基づき EBRD により 2020 年 11 月に設置された。最初の助成金契約は 2023 年 3 月に締結され、立入禁止区域内の火災安全の回復、シェルターの安全性解析の支援、輸送インフラおよび新安全閉じ込め構造物（NSC：New Safe Confinement）の復旧支援に資金が充てられた。2 番目の助成金契約は 2024 年 2 月に締結されたもので、NSC の設計前活動の完了、不安定な構造物の解体、NSC の安全性と信頼性を確保した運用のための車両や設備の調達等が定められている。

チョルノービリの「石棺」において早急に解体が必要な箇所の調査が開始される：2024 年 10 月 10 日、チョルノービリ（Chornobyl）原子力発電所は、1986 年のチョルノービリ原子力発電所事故直後に建設された「石棺」（sarcophagus）について、早急に解体が必要な箇所と安定化が必要な箇所の範囲を特定するための調査が開始されたことを明らかにした^{*1}。この事業は国際チョルノービリ協力基金（ICCA）^{*2}からの資金提供により実施されているもので、不安定な石棺の構造物の早期解体に向けた見通しを立て、初期費用見積を提供し、次段階のための設計作業の開始を可能とすることを目的としている。石棺構造物を強化する事業は 2008 年に完了したが、その時点において安定化が図られた構造物の最長寿命は 2023 年末までと定められていた。なお、石棺内部の放射性廃棄物の保管認可の期限は 2023 年から 2029 年に延長されており、不安定な構造物を解体するための新規設計開発の期限は 2025 年に設定され、解体完了の期限は 2029 年 10 月 31 日に設定されている。（2024 年 10 月 10 日付 Chornobyl NPP、10 月 14 日付 World Nuclear News）

- *1 UTEM エンジニアリング社（UTEM-Engineering LLC）がコンサルタントとしてチョルノービリ原子力発電所と契約し、調査を行う。
- *2 ウクライナ政府の要請に基づき、欧州復興開発銀行（EBRD）により 2020 年 11 月に設置された基金。

エネルゴアトム社とオラノ社、ウクライナ向け濃縮役務提供の長期契約を締結：2025 年 3 月 6 日、国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社とフランスのオラノ（Orano）社は、2040 年までの濃縮役務提供に関する長期商業契約に署名した。この契約により、エネルゴアトム社はウクライナ国内の原子力発電所群に燃料を供給するための濃縮役務提供を多様かつ信頼できるものとするのが可能となる。（2025 年 3 月 6 日付 Orano）

7.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

7.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

ZNPP に対しドローン攻撃：2024 年 4 月 7 日、国際原子力機関（IAEA）は、同日にザポリージャ原子力発電所（ZNPP）サイトの 3 か所に対してドローンによる攻撃があったことを明らかにした。IAEA はこのドローンによる攻撃について、2022 年 11 月以降初めて ZNPP が軍事行動の直接の標的となった事例であり、2023 年 5 月に R.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長が国際連合安全保障理事会（United Nations Security Council）において定めた施設保護のための 5 つの基本原則（five basic principles for protecting the facility）^{*1}に対する明確な違反であると述べている。4 月 7 日の IAEA 発表時点においては、ZNPP サイトの重要な原子力安全システムや核セキュリティシステムにドローン攻撃による損傷が生じた兆候はない。IAEA によると、ZNPP に常駐する IAEA 専門家は発電所から爆発に関する情報を受け取った後に影響を受けた 3 か所の地点に向かい^{*2}、ドローン攻撃による物理的影響を確認するとともに、ドローンの残骸を観察したという。グロッシー事務局長は、6 号機が受けた損傷は原子力安全を損なうものではなかったが、原子炉の閉じ込めシステム（containment system）を損なう可能性がある重大な事象であると指摘している。また、IAEA によると、4 月 9 日にも 1 号機から約 500m の距離にある、ZNPP の外周に隣接する訓練棟がドローン攻撃の標的となったという。これらの事態を受けて IAEA は臨時の IAEA 理事会（Board of Governors）を開催した^{*3}。臨時の理事会においてグロッシー事務局長は、原子力発電所を攻撃することによる軍事的もしくは政治的な利益を得る者はいないと強調して、軍事的意思決定者（military decision makers）に対し 5 つの基本原則に違反するいかなる行為も慎むよう強く訴えた。（2024 年 4 月 7 日付 IAEA、4 月 9 日付 IAEA、4 月 11 日付 IAEA）

- *1 国際連合安全保障理事会においてグロッシー事務局長が発表した 5 つの基本原則とは、(1) 特に原子炉・使用済燃料貯蔵施設・その他重要インフラ・人員を対象としたいかなる種類の攻撃もあってはならない、(2) ZNPP は発電所からの攻撃に使用されうる重火器や軍人の保管場所や基地として使用されてはならない、(3) 発電所の外部電源を危険に晒してはならず、そのためには外部電源が常に利用可能かつ安全な状態を維持できるようあらゆる努力を行う必要がある、(4) ZNPP の安全かつセキュアな運営に不可欠なすべての構造物・システム・構成要素は攻撃や妨害行為から保護されなければならない、(5) これらの原則を損なうような行動はとるべきではない、の 5 項目である。現地に滞在する IAEA 専門家はこれらの原則について遵守状況を IAEA 事務局長に報告し、IAEA 事務局長は違反事項について公的に報告を行うとされる。
- *2 攻撃を受けた 3 か所には ZNPP の 6 棟の原子炉建屋のうちの 1 棟が含まれており、監視・通信機器が標的になったと考えられる。IAEA 専門家が 6 号機建屋屋上にいる間に、接近するドローンのようなものとロシア軍が接触し、その後に建屋近くで爆発したという。
- *3 臨時の IAEA 理事会はロシアとウクライナのそれぞれから別個に開催の要請を受けて招集された。

ZNPP の状況について（2024 年 5 月）：2024 年 4 月 30 日付の報道によると、同 4 月 7、9、および 18 日にドローンによる攻撃を受けたザポリージャ原子力発電所（ZNPP）^{*1}について、その後は 2024 年 4 月 25 日の国際原子力機関（IAEA）報告までの間にドローンによる攻撃が無かったとのことである。2024 年 5 月 7 日、米国原子力学会（ANS）は、ZNPP の近くにおいてロシア軍がドローンを使用した場面とされるビデオをウクライナ国防省情報総局（GUR）が 5 月 2 日

に公表したことを明らかにした。このような状況を受けて IAEA の R.M.グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長が「いかなる種類の攻撃もこの主要な原子力施設 (ZNPP) からまたはこの施設に対して行われてはならない」(There must be no attack of any kind from or against this major nuclear facility.) と述べたことを同年 5 月 9 日付で IAEA が明らかにしている。同年 5 月 16 日、IAEA は、ZNPP サイトについて IAEA 専門家による巡回 (walkdowns) を継続して実施しており*2、最近の巡回において重火器は発見されず ZNPP からドローンが発進された形跡も無かったことを明らかにした。同年 5 月 23 日午後、ZNPP に対する外部からの唯一の送電線 (750kV) の接続が 3 時間以上わたって短絡を原因として失われ、その間 ZNPP バックアップ送電線 (330kV) に頼ることとなった。同年 5 月 28 日、ZNPP の安全とセキュリティについて、ロスアトム (ROSATOM) 社の A.リハチョフ (Alexey Likhachev) 総裁と IAEA の R.M.グロッシー事務局長が会談を行った。この会談においてリハチョフ総裁は、ZNPP の安全な運転を確保する活発な活動を継続するためのロシア側の即応体制が整っていると述べた一方、グロッシー事務局長は ZNPP の状況についての自身の評価を述べた。(2024 年 4 月 30 日付 Nuclear Engineering International、5 月 7 日付 American Nuclear Society、5 月 9 日付 IAEA、5 月 16 日付 IAEA、5 月 23 日付 IAEA、5 月 28 日付 ROSATOM)

*1 ZNPP は、2024 年 2 月以降はロシア国籍を持つ者のみによって運転されているものと考えられている。2024 年 2 月 1 日、ZNPP のロシア側運転事業者は、ウクライナの国営原子力発電会社エネルゴアトム (Energoatom) に雇用されている 120 名の従業員について、サイトへの入構を許可しないことを発表した。国際原子力機関 (IAEA) によると、ZNPP で働く従業員は、ロシア国籍を取得しロシアの運転事業者と雇用契約を結んだ元エネルゴアトム従業員と、ロシア連邦から ZNPP に派遣された職員により構成される。

*2 IAEA 専門家による巡回は 6 つの主制御室を含めたサイト内で実施されているが、主制御室の人員と IAEA 専門家の会話が許可されていないため、彼らの能力を正確に評価できないという。また、同発電所サイト内全域を対象とした IAEA 専門家の立ち入りについて、ロシア側からの許可が下りていない。

ZNPP が一時的に主送電線から切断される：2024 年 5 月 23 日、国際原子力機関 (IAEA) は、ザポリージャ原子力発電所 (ZNPP) が 750kV の外部送電線への接続を喪失し、3 時間 18 分にわたり単一の予備送電線 (330kV) に依存する状況になったことを明らかにした。ロシアによるウクライナ侵攻以前は ZNPP には 4 本の 750kV 送電線と 6 本の 330kV 予備送電線があったが、現在は各 1 本のみが機能している。IAEA の発表によると、発電所側は ZNPP に常駐する IAEA 専門家に対し 750kV 送電線への接続が失われた原因は短絡 (ショート) であると説明したが、詳細な情報は提供されなかったという。この事象について IAEA の R.M.グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長は、欧州最大の原子力発電所が 1 本もしくは 2 本の送電線に依存している状況は大きな懸念材料であり、明らかに持続可能な状態ではなく、外部電源喪失は原子力安全に極めて深刻な影響を及ぼす可能性があるとして述べている。また、6 月 23 日に IAEA は ZNPP 近隣の町であり同発電所職員の多くが居住するエネルホダール (Enerhodar) において、6 月 21 日午後 8 時頃から 22 日正午頃までの約 16 時間にわたる停電が発生したことを明らかにした。この停電による ZNPP への直接の影響はなかったが、グロッシー事務局長は原子力安全および核セキュリティにとって極めて重要であるウクライナの電力インフラの脆弱性 (fragility and vulnerability) に

対する懸念が深まったと述べている。(2024年5月23日付 IAEA、5月28日付 American Nuclear Society、6月23日付 IAEA)

原子力安全・核セキュリティ上の危険がある限り ZNPP は運転再開しない：2024年5月28日付の報道によると、国際原子力機関（IAEA）の R.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長とロスアトム（ROSATOM）社の A.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁はロシアのカリーニングラード（Kaliningrad）で同日に行われた会談において、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の運転再開について議論を行った。グロッシー事務局長によると、両者は「会談の結果として、最終的な原子力発電所の再稼働において、実行が必要な緊急作業（immediate work）、原子力発電所の安全のために把握することが必要な情報交換、再稼働のために求められるもの、現在の状況下で再稼働が可能かどうかという事柄のいくつかについて、合意に達することができた」という*。また、IAEA は 2024 年 6 月 6 日付の発表において、グロッシー事務局長がロスアトム社のリハチョフ総裁との会談後にウクライナの G.ハルシチェンコ（German Galushchenko）エネルギー大臣に対し、紛争により原子力安全と核セキュリティが危険にさらされている限り、ZNPP は運転を再開しないとする了解があると述べたとしている。現在、ZNPP の 1～6 号機は冷温停止状態に置かれている。(2024年5月28日付 TASS、5月30日付 IAEA、5月31日付 American Nuclear Society、6月6日付 IAEA、6月7日付 World Nuclear News)

- * アメリカ原子力学会（ANS：American Nuclear Society）は IAEA のグロッシー事務局長とロスアトム社のリハチョフ総裁の会談についての報道記事において、ロスアトム社は ZNPP の運転を再開する計画は今のところ有していないと述べたとしている。また、IAEA の発表では、両者の会談においてグロッシー事務局長は、IAEA が原子力安全における課題であると考えている ZNPP 外部送電線の脆弱性、信頼できる水の供給の必要性、人員配置や設備メンテナンスの状況といった要因を再度取り上げたという。

ZNPP 近隣の放射線モニタリングステーションが破壊される：2024年6月27日、国際原子力機関（IAEA）は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）から 16km 南西に位置する外部放射線モニタリングステーションが砲撃と火災により破壊されたことを明らかにした。ZNPP に常駐する IAEA 専門家は、6月24日午後に、発電所側からモニタリングステーションとの接続を喪失したことを通知されたという。セキュリティ上の問題から IAEA 専門家チームは被害確認のために現場を訪れることはできなかった。紛争前は ZNPP の周囲 30km 圏内に 14 か所あった放射線モニタリングステーションのうち 4 か所が現在は利用できなくなっているという。(2024年6月27日付 IAEA)

ZNPP 近隣におけるドローン攻撃が続く：2024年7月3日、国際原子力機関（IAEA）は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）から、ZNPP 近くの変電所がドローンによる攻撃を受け、森林火災が発生したとの報告を受けたことを明らかにした。ZNPP に駐在する IAEA 専門家によると、近隣の森にドローンが攻撃し、風の強い天気で火災が発生したと伝えられた後 ZNPP の 750kV 変電所付近に濃い煙が見え、爆発音が聞こえたという。IAEA は、ZNPP に駐在する IAEA 専門

家からは、ZNPP サイトにおいて何らかの影響が生じた報告は受けていないと述べている。また、ロスアトム（ROSATOM）社は、7月3日にラドゥガ（Raduga）変電所が3回にわたりドローンによる攻撃を受け、作業員8名が負傷したことを同日付で明らかにしている。IAEAのR.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長はこの状況について、ZNPPの安全およびエネルギー（Enerhodar）の人々にとって明白な脅威であり、ドローンによる攻撃が続いていることを極めて憂慮していると述べている。（2024年7月3日付IAEA、ROSATOM）

国連総会がロシアにZNPPからの即時撤退等を要求する決議を採択：2024年7月11日、国際連合（UN：United Nations）総会（General Assembly）は、ロシアに対し、ウクライナに対する攻撃の即時の終了とウクライナ国内から無条件で軍を撤退することを要求する決議（resolution）を、賛成99か国、反対9か国*、棄権60か国で採択した。決議は「ザポリージャ原子力発電所を含むウクライナの原子力施設の安全およびセキュリティ」（Safety and security of nuclear facilities of Ukraine, including the Zaporizhzhia nuclear power plant）と題されており、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の安全およびセキュリティを確保するためにZNPPからロシア軍および資格を有さない人員（unauthorized personnel）を「緊急に撤退」（urgently withdraw）させ、ZNPPをウクライナの完全な管理下に「直ちに返還」（immediately return）するよう求めている。（2024年7月11日付United Nations）

* 決議に反対した国は、ベラルーシ、ブルンジ、キューバ、北朝鮮、エリトリア、マリ、ニカアグラ、ロシア、およびシリア。

ZNPPの冷却用水池の水位は低下し続けている：2024年8月2日、国際原子力機関（IAEA）は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の冷却用水池（cooling pond）の水位が低下し続けていることを明らかにした。このまま水位低下が続くと近いうちに冷却用地から水を汲み上げることが困難になるが、夏の暑さにより水位維持がより困難になっているという。ZNPPは全基が冷温停止状態にあるものの、IAEAは冷却用水池の水の可用性は発電所の原子力安全において依然として重要であるとしている。なお、2023年のカホフカ（Kakhovka）ダム崩壊後、ZNPPでは11基の井戸が掘られスプリンクラー池に毎時約250m³の冷却水を供給している。2024年7月末のIAEA専門家チームによるサイト巡回時にはスプリンクラー池は機能しており通常の水位を維持していた。このスプリンクラー池の水位が低下した場合は、バックアップとして冷却用水池の水を使用する必要がある可能性があるという。（2024年8月2日付IAEA）

ZNPP冷却塔がドローン攻撃により損傷、安全上の直接的な影響はなし：2024年8月11日、国際原子力機関（IAEA）は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の冷却塔がドローンによる攻撃を受けたことを明らかにした。ZNPPに滞在するIAEA専門家らは、複数の爆発音が聞こえた後にZNPP北西エリアから黒煙が上がる様子を目撃した。その後、発電所側から2基の冷却塔のうちの1基に対するドローン攻撃があったことを知らされたという。冷却塔は発電所運転中に使用されるが、ZNPPは全基冷温停止中であるため、この攻撃によるZNPPの原子力安全への直接的

な影響はない。また、冷却塔周辺には放射性物質がないことから、放射線量が上昇するリスクもないとされる。翌 8 月 12 日には IAEA 専門家により冷却塔における火災の影響評価が行われたが、最終的な結論は出ておらず、追加調査と分析が継続される予定である。(2024 年 8 月 11 日付 IAEA、8 月 12 日付 IAEA)

IAEA、ZNPP の冷却水は十分供給されていると報告: 2024 年 8 月 29 日、国際原子力機関 (IAEA) はザポリージャ原子力発電所 (ZNPP) の冷却水の情報を公開した。2023 年のカホフカ (Kakhovka) ダムの破壊後、ZNPP では原子炉の冷却および他の必要な原子力安全機能のために必要な水を確保するために 11 か所の井戸 (wells) が掘られた。ZNPP の全 6 基の原子炉は全て冷温停止状態であり、これらの井戸は必要な水を十分に提供していたが、8 月初めに井戸の 1 つが一時的に運転を停止した。9 月 1 週に実施した巡回 (walkdowns) において IAEA チームは 11 か所の井戸からの水を受ける散水池 (water sprinkler ponds) に ZNPP の停止中の原子炉を冷却するために十分な量の水があると確認し、9 月 3 週に実施した査察でも IAEA チームは井戸から供給されている水が原子力安全とセキュリティのために十分な量であると確認した。なお、9 月 4 日時点*では ZNPP の貯水池の水面位置は 2023 年半ばから 2m 以上下がっており、3 週目の巡回ではカホフカ・ダム破壊前と比べて水面は 2.2m 下がっていたという。(2024 年 8 月 29 日付 IAEA、9 月 5 日付 IAEA、9 月 19 日付 IAEA)

* R.M.グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長が ZNPP を訪問した際の情報である。

IAEA、ウクライナのエネルギーインフラを対象とした支援の拡大を表明: 2024 年 9 月 3 日、国際原子力機関 (IAEA) の R.M.グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長はキーウ (Kyiv) で V.ゼレンスキー (Volodymyr Zelensky) 大統領と会談した後、IAEA はより積極的な姿勢をとることでウクライナへの支援を拡大する方針であることを明らかにした。これはエネルギーインフラの脆弱性が原子力安全への影響を与えないようにエネルギーインフラの状況を防護することが目的であるという*。(2024 年 9 月 3 日付 IAEA)

* 複数の原子炉で外部電源からの切断 (disconnection) を直接的にもたらしたか、もしくは原子炉に外部電源を供給するウクライナの送電網に危険な不安定さをもたらした大量のミサイル攻撃が原因と考えられる。

IAEA が紛争中のウクライナにおける活動に関する報告書を刊行: 2024 年 9 月 4 日、国際原子力機関 (IAEA) は、ウクライナにおける紛争中の原子力安全および核セキュリティの確保に向けた IAEA の取り組みに関する新たな報告書「ザポリージャ原子力発電所における IAEA による 2 年間の駐留」(Two years of IAEA continued presence at the Zaporizhzhya nuclear power plant) を刊行した。この報告書は、2022 年 9 月 1 日に IAEA の R.M.グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長が歴史的な IAEA ミッションを開始して以降の、ザポリージャ原子力発電所 (ZNPP) における同発電所を防護するための IAEA の活動の課題と成果を取りまとめたものである。報告書において IAEA は、ウクライナにおける原子力安全、核セキュリティ、核保障措置に対するゆるぎない支援の継続を強調している。また、同報告書ではウクライナ国内の ZNPP 以外の原子力施設

における 2023 年初めに IAEA ミッションが設置されて以降の活動等についても掲載している。IAEA はウクライナ国内の原子力サイトに対し計 139 回の支援・補助ミッション（Support and Assistance Missions）を実施し、合計 1,000 万ユーロを超える額の 69 件の設備供給を実施している。（2024 年 9 月 4 日付 IAEA）

ZNPP、危機的状況は継続：2024 年 9 月 5 日、国際原子力機関（IAEA）はザポリージャ原子力発電所（ZNPP）等に関する情報を公開した。9 月 2 日の夕方、ZNPP において一本だけ残存している 330kV バックアップ送電線が接続を失い（disconnected）、約 3 日後の 9 月 5 日に再接続された。この間、ZNPP は 750kV の送電線 1 本に頼る状況であった。送電線の接続が失われた直後、IAEA チームは接続が失われた周辺地域で黒い煙を確認したが、その煙と送電線が接続を失ったことが関連するかは明らかでなかった。ZNPP 側は、送電線の切断は軍事行動によるものであると信じていると述べたという。ウクライナの原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社は、ロシアによる爆撃の結果として、ウクライナの電力システムから ZNPP が電気を受ける送電線が 9 月 2 日に損傷したと発表している。なお、9 月第 1 週に行われた IAEA チームの巡回（walkdown）では、750kV の変電所（switchyard）においてはメンテナンス作業が行われていたという。また、9 月第 3 週に IAEA チームは、ZNPP の近隣都市のエネルホダル（Enerhodar）へ電力を供給する 2 本の送電線について、9 月 17 日に不特定の軍事活動により損傷したことを ZNPP 側から伝達されたという。しかし ZNPP には 750kV と 330kV の送電線による敷地外からの電力供給が続いており、その電線損傷による ZNPP の原子力安全やセキュリティへの影響は発生せず、損傷した 2 本の送電線は 9 月第 3 週の後半に再接続されたという。（2024 年 9 月 3 日付 Energoatom、9 月 5 日付 IAEA、9 月 19 日付 IAEA）

グロッシー事務局長 5 度目の ZNPP 訪問：2024 年 9 月 4 日、国際原子力機関（IAEA）の R.M. グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長はザポリージャ原子力発電所（ZNPP）へ 5 回目の訪問を果たし、ZNPP の貯水池や 8 月 11 日の攻撃で損傷した冷却塔を視察した。（2024 年 9 月 5 日付 IAEA）

IAEA、ZNPP での活動を報告：2024 年 9 月 13 日、国際原子力機関（IAEA）はザポリージャ原子力発電所（ZNPP）で IAEA チームが行った活動を公開した。巡回（walkdown）^{*1}以外の活動では、IAEA チームは 9 月第 2 週目に ZNPP において要請を行い、9 月 7 日のドローン攻撃^{*2}の後、ZNPP から 4km の輸送作業場（transport workshop）への立ち入りが認められた。IAEA チームはドローン攻撃による衝撃を受けたトラック 2 台と 1 つの屋根にあいた穴を至近で確認した。このドローン攻撃による、ZNPP の原子力安全およびセキュリティに関わるような損傷は確認されなかった。また、9 月第 2 週目の初めに IAEA チームは、9 月末までに有効になることが予定されている ZNPP の新しい非常時計画（new emergency plan）ならびに 9 月第 3 週に実施することが計画されている非常時訓練（emergency exercise）について、ZNPP との間で協議を行った。

9月17日、IAEA チームは ZNPP で行われた非常時訓練を観察した。(2024 年 9 月 13 日付 IAEA、9 月 19 日付 IAEA)

- *1 立ち入り許可が発行されない場所が存在しているが、ZNPP 内の施設への巡回は継続して行われている。
- *2 本文中では報告されたと記述されているが、その攻撃に関連する詳細等の記述は本文中では言及されていない。

原子力発電所近辺で攻撃用ドローンの飛来を確認:2024 年 9 月 23 日、エネルゴアトム (Energoatom) 社は、フメルニツキー (Khmelnysky) 原子力発電所サイト近くにおいて、それ以前に確認されていたものとは別のイラン製攻撃用ドローン*の飛行が監視システム上に同月 22 日夜に記録されていたことを明らかにした。同社は、飛来したドローンの軌跡の解析結果からは、同原子力発電所に対する直接攻撃をシミュレートしようとしていたことが示唆されると述べている。また 10 月 8 日にエネルゴアトム社は、同 6 日から 7 日にかけての夜間に、南ウクライナ (South Ukraine) 原子力発電所の原子力施設から 10km も離れていない飛行禁止区域について、ロシア側のイラン製ドローン 2 機が飛行していたことが監視システム上に記録されたと述べている。同社は、ロシア側ドローンの飛来を監視システムにおいて捕捉する事例が増えていると述べた上で、ウクライナの原子力インフラに対する攻撃をロシアが準備している可能性が示唆されているとの認識を示している。また 10 月 3 日付の国際原子力機関 (IAEA) の報道発表によると、ウクライナ国家原子力規制局 (SNRIU) は IAEA に対して、南ウクライナ原子力発電所の区域を 9 月 27 日と 29 日の夜にそれぞれ 10 機と 13 機のドローンが飛行 (そのうちの 1 機は同サイト上空を直接通過) したことを報告したほか、5 基のドローンが同様の飛行を 10 月 1 日に行ったと報告したとのことである。その後の 10 月 18 日付の IAEA の報道発表によると、SNRIU は IAEA に対して、同発電所の飛行監視区域 (monitoring zone) で 10 月 10 日に 3 機、10 月 14 日に 5 機のドローンの飛行が監視システム上に記録されたことを報告したとのことである。(2024 年 9 月 23 日付 Energoatom、10 月 3 日付 IAEA、10 月 8 日付 Energoatom、10 月 18 日 IAEA)

- * 飛来したドローンについてウクライナ側は、イラン製の自爆型無人機「シャヘド」(Shahed) であり、ロシア側からの攻撃用ドローンであるとの認識を示している。

ZNPP の核セキュリティ状況について: 2024 年 9 月 26 日、国際原子力機関 (IAEA) は、ザポリージャ原子力発電所 (ZNPP) をはじめとするウクライナの核セキュリティ状況についての報告を行った。報告によると、ZNPP では 9 月第 4 週 (22~28 日) に ZNPP 至近での爆風を含む数度の爆発を聞いたものの、ZNPP の損傷はなかったという。また、9 月 21 日には ZNPP から 300m 離れた、ZNPP の安全に関連しない施設に電力を供給する変電所*に対するドローン攻撃があった。この週に IAEA チームは ZNPP の巡回 (walkdowns) を継続したものの、9 月 25 日は軍事行動にリスクから巡回を許可されなかった。10 月第 1 週 (1~5 日) に ZNPP のバックアップ送電線の切断と復旧が 1 度発生し、10 月第 2 週 (6~12 日) には ZNPP 近くで爆発音があったものの、ZNPP に被害は発生しなかったという。また、IAEA チームによる巡回についても通常通り行われた。10 月第 3 週 (13~19 日) は ZNPP の施設至近で数度の爆発が報告されている。ZNPP に

損傷はなく、ZNPP ではメンテナンス作業と人員訓練が行われており、IAEA チームはそれら活動とサイト評価に焦点をあてているという。なお、IAEA チームは定期的巡回を継続している。また ZNPP の人員状況が更新され、約 5,000 人の ZNPP の労働者のうち講師 70 人を含めた 130 人が訓練所で勤務中であるという。ZNPP は 6,000 人まで人員を拡大することを目標としているとされる。10 月第 4 週（20～26 日）には、10 月において 2 度目となるバックアップ送電線の切断と復旧があった。また、この 1 週間において ZNPP の IAEA チームは爆発音を毎日聞いたが、ZNPP の損傷はなかったという。また、IAEA チームは ZNPP の巡回を行ったほか、8 月に発生した火災により損傷した冷却塔の被害範囲の評価について ZNPP と話し合いを持った。（2024 年 9 月 26 日付 IAEA、10 月 3 日付 IAEA、10 月 10 日付 IAEA、10 月 18 日付 IAEA、10 月 24 日付 IAEA）

- * ZNPP のインフラ施設に対し給電していた Zarya 変電所であるとされ、報道によると ZNPP はウクライナ軍による攻撃であると主張しているとのことである。

IAEA、ZNPP 職員暗殺について声明を発表：2024 年 10 月 7 日、国際原子力機関（IAEA）の R.M. グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長は、10 月 4 日の朝にザポリージャ原子力発電所（ZNPP）職員のコロツキー（Korotkyi）氏が ZNPP 職員の居住するエネルホダル（Enerhodar）にて自動車爆弾で暗殺されたことについて、ロシアとウクライナの両国から情報提供があったことを発表した。IAEA によると、ロシア側は同氏について ZNPP の核セキュリティの確保に責任を持つ許可局（permits bureau）の局長という重要職員のひとりであったと述べる一方で、ウクライナ側は同氏について暗殺された時点では既に ZNPP の職員ではなかったと述べているとのことである*¹。両国からの情報提供とは別に IAEA は、コロツキー氏の暗殺事件が起きたのと同じ日にウクライナ軍の情報機関*²が発出した公式声明について、2022 年 3 月にロシアが ZNPP を管理下に置いてからの間に同氏が取ったとされる行動が爆殺の標的になった理由であると同情報機関が述べていることを把握していることも明らかにしている*³。一方、グロッシー事務局長は、IAEA にはこの事件を捜査する権限はないと述べた上で、ロシアとウクライナの間で戦争が起きている中、原子力安全と核セキュリティの維持は原子力事故を防ぐために重要であり続けると念押しした。またグロッシー事務局長は、原子力発電所の職員を攻撃の標的とすることについて、原子力安全と核セキュリティ全体を確保するための基本的な柱に対する明確な違反であると述べた。その上でグロッシー事務局長は、原子力発電所の職員に対してそのような脅威を与えることについて、政治的・軍事的な全体としての状況に対して責任を持たない職員が職務を全うするための労働条件の最低基準を否定するものであるとして、ロシアとウクライナの両国に対して最大限の自制を再度訴えた。（2024 年 10 月 7 日付 IAEA）

- *¹ IAEA によると、本件について再確認するために行った情報の遣り取りにおいてウクライナ側は、「ウクライナは民間人を攻撃しない」（[Ukraine] does not attack civilians）と述べつつ、コロツキー氏の暗殺事件について関与を認めることも否定することもしなかったとのことである。一方、IAEA によるとロシア側は、コロツキー氏の暗殺事件について、ウクライナによる「恐るべき犯罪」（horrific crime）であると述べたとのことである。
- *² ウクライナ国防省情報総局（GUR）。
- *³ さらに IAEA は、破壊された自動車の写真を GUR が自身のウェブサイト上に掲載していること

に言及するとともに、他の人たちも「報い」(retribution)を受けることになる可能性があるとして GUR が仄めかしていることに言及している。

ウクライナの核セキュリティ事情について：2024 年 10 月 28 日、ウクライナの国営原子力企業 エネルゴアトム (Energoatom) 社は、同日朝 6 時頃にフメルニツキー (Khmelnitsky) 原子力発電所の原子炉のうち 1 基の至近をロシアのミサイル (無人航空機 (UAV)) が飛行していたことを発表した。また、同社は 10 月 21～27 日に IAEA 専門家チームらとともに、ロシアのミサイル攻撃で破壊された原子力発電所の運転のために重要なエネルギーインフラの実際の損傷状況を調査したことを明らかにした。10 月 31 日、国際原子力機関 (IAEA) はザボリージャ原子力発電所 (ZNPP) の 1 号機で一次系につながる導圧管 (impulse line) からの水漏れが発見されたのち、修理が行われたことを明らかにした。1 号機は他の 5 基と同じく冷温停止しており、修理のため停止状態に変更されていた。修理と試験が終わった後に冷温停止状態に戻されるという。また、IAEA チームは引き続き ZNPP の巡回 (walkdowns) を継続している。チームは毎日のように爆発音を聞いているが、発電所の損傷はないという。10 月 28 日にフメルニツキー原子力発電所の IAEA チームは空襲警報の後、シェルターへ数時間避難した。同発電所の最も近くでは 400m のところを 12 機のドローンが朝に飛行したことをウクライナ規制当局から通知され、ドローンは南ウクライナ原子力発電所でも過去 1 週間で 3 度にわたり報告されていると知らされたという。11 月 7 日、IAEA は新しい専門家チームが前線を横切って ZNPP に到着したことを明らかにした。ウクライナの他の原子力発電所で行われた類似ミッションから数か月遅れで、ZNPP でも専門家チームの交代が実施されたものであった。ZNPP では 1 号機の溶接修理と試験が完了し 11 月 2 日に冷温停止状態へ復帰したことが明らかにされた。また、IAEA チームは ZNPP との間で厳冬の準備について話し合い、ボイラーを敷地内に設置することで 6 基の原子炉の冷温停止を維持することを確認したという。なお IAEA によると、IAEA チームは爆発音を聞き続けたが ZNPP の損傷はなかったという。11 月 15 日、IAEA は ZNPP の安全システムのメンテナンスが行われていることを明らかにした。ZNPP では各炉に対しセイフティー・トレイン (safety trains) と呼ばれる独立した安全システムを 3 系統ずつ設置しており、11 月初め、ZNPP4 号機のセイフティー・トレイン 1 系統と ZNPP5 号機の 1 系統の計 2 か所で水規制バルブ (water regulation valves) のメンテナンス作業が行われ、15 日までに完了した。また、11 月 11 日からの週において、5 号機と 6 号機のセイフティー・トレインにおいてもメンテナンス作業が行われた。また、IAEA チームは過去 2 週間で 1 号機から 4 号機のタービン建屋の巡回はできたものの、建屋西側への立ち入りは拒否された^{*1}。また、ディーゼル燃料の保管場所等への訪問もできなかったという。なお IAEA は、IAEA チームは毎日爆発音を聞いていたが、それによる発電所の損傷はなかったと述べている。同報告では 11 月 7 日、チョルノービリ (Chornobyl) 原子力発電所の立入禁止区域に位置する使用済燃料集中貯蔵施設が約 2 時間にわたり停電し、緊急用ディーゼル発電機を使用したことがウクライナの規制当局から通知されたことが示されている。その 4 日後にはウクライナ国内の運転中の原子力発電所において一時的に出力を低下させる予防的措置が取られたという。ウクライナ規制当局は過去数週間にわたり南ウクライナ (South Ukraine) 原子力発電所およびフ

メルニツキー原子力発電所の付近で複数のドローンが観測されたことも IAEA へ通知している。11 月 17 日、IAEA は 11 月 16 日夜と 17 日朝にウクライナのエネルギーインフラを狙った攻撃がなされた後、17 日朝にウクライナの原子力発電所において予防策として出力抑制が行われたことを明らかにした。原子力発電所は攻撃による直接の影響はないものの、4 つの変電所とつながる主送電線が失われ、フル出力で運転できているのは 3 か所の原子力発電所の 9 基の原子炉のうちの 2 基だけであるという^{*2}。11 月 21 日、IAEA は ZNPP の唯一残った 750kV 送電線が数日の間に 2 度にわたり切断されたことを明らかにした。IAEA は原因について ZNPP から約 17km 地点での詳細不明の損傷によるものであるとしている^{*3}。1 度目の切断は 11 月 17 日の朝の出来事であり、18 日の正午付近までの 30 時間以上に渡って継続していた。その後、21 日の朝に再度送電線への接続が失われたという。11 月 23 日、エネルギー原子力公社はその週において ZNPP で発生した送電線切断が復旧したことを発表した。同社によると、ウクライナの制御下にあるドニプロ川 (Dnipro River) 右岸にてロシア軍の砲撃により送電線が損傷し、度重なる砲撃によって 23 日までエンジニアが電線の損傷した地域へ修理のために近づくことができなかったという。(2024 年 10 月 28 日 Energoatom、10 月 31 日付 IAEA、11 月 7 日付 IAEA、11 月 15 日付 IAEA、11 月 17 日付 IAEA、11 月 21 日付 IAEA、11 月 23 日付 Energoatom)

- *1 今までも一部区域への立ち入りを拒否されることはあったが、同日のエネルギー原子力公社の発表によると、IAEA の R.M.グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長の声明を理由としてロシア外務省は ZNPP における IAEA ミッションを停止させるとの脅しをかけているとのことである。また、11 月 21 日の英国代表スピーチにおいて、IAEA チームが武装した兵士により ZNPP の全 6 基のタービン建屋西側への立ち入りを遮られたことを報告書が示しているとして、ロシアに原子力施設からの兵士の撤収を求めている。
- *2 6 基は最大出力の 40%以上から 90%以上での運転となっており、1 基はメンテナンスのために停止中である。
- *3 IAEA はウクライナとロシアのどちらの攻撃によるものかについて判断を留保している。

ZNPP 以外の原子力発電所の核セキュリティ状況: 2024 年 11 月 28 日、国際原子力機関 (IAEA) は同日朝、フメルニツキー (Khmelnysky)、リウネ (Rivne)、南ウクライナ (South Ukraine) の各原子力発電所 (NPP) で出力抑制が行われたことを明らかにした。さらにリウネ NPP の 1 基は送電網から切断された。なお、フメルニツキー NPP では外部からの送電線のうち 2 本が切断されたが、全 NPP で外部からの給電は続いているという。これは繰り返されるエネルギーインフラに対する攻撃^{*1}の後に行われたものであるが、各 NPP への直接の損傷はないと報告されている。なお、12 月 5 日に IAEA はこれら NPP の出力がおおよそ回復したことを明らかにしている。また、12 月 12 日 IAEA はウクライナの 9 基の原子炉のうち 2 基が攻撃の影響で出力を抑えた運転になっていることを明らかにした。12 月 13 日には再度の攻撃によりフメルニツキー、リウネ、および南ウクライナの各 NPP の出力抑制が行われたことが発表された。9 基中 5 基で出力抑制が行われ、1 基は一時的に送電網から切り離されたという。影響を受けたうちの 3 基は発表時点において既に通常出力に復帰している。12 月 18 日、IAEA は繰り返されるエネルギーインフラに対する攻撃でウクライナの送電網が弱体化 (破壊) されたことで、原子炉の冷却に使用するオフサイト電力の供給能力が低下しており、原子力安全が危機にさらされる可能性があるこ

とを明らかにした。また、IAEA チームが変電所 7 か所を訪問していることも発表された。12 月 5 日の報告で IAEA は、南ウクライナ NPP ではその週初めに 17 機のドローンが NPP から 3km 地点で発見されたことが報告されたことを明らかにしている。12 月 12 日の IAEA による報告では、各 NPP から空襲警報が何度も発出されており、南ウクライナ NPP ではサイトから数 km 地点で多目的ミサイルとドローンが発見されたことが報告された。12 月 13 日の報告において IAEA は、南ウクライナ NPP でサイトから約 300m の場所を軍事物品（military objects）^{*2}が飛行している様子が目撃されたことを明らかにしている。（2024 年 11 月 28 日付 IAEA、12 月 5 日付 IAEA、12 月 12 日付 IAEA、12 月 13 日付 IAEA、12 月 18 日付 IAEA）

*1 ウクライナは 11 月 28 日開催の欧州原子力安全規制グループ（ENSREG）第 55 回本会議においてロシアによるエネルギーインフラへの攻撃の脅威を訴えている。

*2 ミサイルもしくはドローンを指すと思われる。

ZNPP の核セキュリティ状況：2024 年 11 月 28 日付の報道によると、ロシア国防省は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）サイトおよび職員の居住するエネルホダル（Enerhodar）に対し、ウクライナ軍によるヘリコプター型ドローンを用いた 6 度の攻撃と砲門による 2 度の攻撃があったことを明らかにした。報道によると ZNPP に被害はなかったというが、攻撃のあった日にザポリージャ州の複数地域において高压電線の非常停止による停電が発生したという。12 月 5 日、国際原子力機関（IAEA）はウクライナの原子力発電所に係る状況報告を更新した。IAEA チームが ZNPP において、外部と接続した 750kV 線用の電圧安定装置が修理中であるという報告を受けたが、送電線の接続に影響はないという。また、ZNPP1 号機の漏水の修理現場を訪問し状況等の報告を受けた。IAEA チームは毎日のように爆発音を聞いているが、多くは ZNPP から距離が離れており、ZNPP に損傷はないという。12 月 12 日、IAEA は可搬式ディーゼルボイラー 9 台のうちいくつかを ZNPP とエネルホダルへの熱供給のために再度利用したことを明らかにした。これとは別に、IAEA は ZNPP の原子炉 3 基のタービン建屋近隣に 3 台の新しいディーゼル発電機が設置されたことを確認した。ZNPP が IAEA へ通知した内容によると、この設置はロシアの規制に従ってのことであるという。12 月 12 日付の報告においても ZNPP 滞在の IAEA チームは毎日爆発音を聞いたことを報告しているが、ZNPP への直接的な被害はないという。（2024 年 11 月 28 日付 Nuclear Engineering International、12 月 5 日付 IAEA、12 月 12 日付 IAEA）

IAEA 車両に対してドローン攻撃が行われる：2024 年 12 月 10 日、国際原子力機関（IAEA）は、武力衝突の最前線から約 8km のウクライナ勢力地域において、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）へ向かっていた IAEA の公用車^{*1}が、同日午後の後方からの自爆ドローン（Kamikaze drone）攻撃を受けたことを明らかにした。攻撃を受けた車両に乗っていた IAEA 職員 2 名に怪我はなかったものの、車両後方が大きく破壊された。この攻撃についてロシア、ウクライナの双方が相手側を非難しており、R.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長は「受け入れられない」（unacceptable）攻撃であるとして非難した^{*2}。なお、このドローンは衝突すると爆発するように設計されていたことが、12 月 12 日付の IAEA による発表において明らかにされた。（2024 年

12月10日付 IAEA、12月11日付 World Nuclear News、12月12日付 IAEA)

- *1 当該車両は IAEA のロゴマークが明確に視認できるようになっていた。
- *2 IAEA はこの攻撃が何者によって行われたかについて判断を示していない。

ZNPP の核セキュリティに関連した状況について：2024 年 12 月 30 日、国営原子力企業エネルギーアトム（Energoatom）社は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）において、同発電所を占拠して運転や管理を行っているロシア側^{*1}がウクライナの送電網地域管理センター（Ukrainian power grid's regional control center）から許認可を得ずに分路リアクトル（shunt reactor）^{*2}の修理を行うとともに、修理後の分路リアクトルのスイッチを2度にわたり入れようとしたが、いずれにおいても縦方向および横方向の差動保護（differential protection）によりその分路リアクトルが停止されたと発表した^{*3}。また国際原子力機関（IAEA）は、ZNPP において様々なメンテナンスが行われたことを報告しているほか^{*4, 5, 6, 7}、ZNPP を標的とした攻撃が継続的に行われていると報告している。（2024 年 12 月 30 日付 Energoatom、2025 年 1 月 2 日付 IAEA、1 月 5 日付 IAEA、1 月 17 日付 IAEA、1 月 23 日付 IAEA）

- *1 米国財務省は ZNPP を対ロシア制裁リストに追加している。2025 年 1 月に制裁リストに新たに追加された対象として、A.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁をはじめとしたロスアトム社の役員や ZNPP の占拠に関与した個人等が含まれている。
- *2 分路リアクトルは、系統に対して並列に接続され、対地静電容量に起因する進相無効電力を補償することにより、電圧上昇を抑えて電圧の安定化を実現するための機器である。
- *3 エネルギーアトム社によるとロシア側は、2024 年 11 月 23 日以降、ZNPP の原子炉に対して同発電所の外部から給電するための 750kV 架線について、開閉装置が設置された分路リアクトル（shunt reactor）の修理を行っていた。ロシア側は、修理後の分路リアクトルのスイッチを2度にわたって入れようとしたが、いずれにおいても縦方向および横方向の差動保護（differential protection）により、その分路リアクトルは停止された。これについてエネルギーアトム社は、ウクライナの送電網地域管理センターからいかなる許認可も得ずに行われたものであるとして、ウクライナ国内を対象として規定された規制に対する重大な違反であると主張している。また本件についてエネルギーアトム社は、ZNPP の全電源喪失から原子力事故または放射線事故を生じさせる可能性があったと主張した上で、ロシア側が管理している ZNPP について、修理のための熟練人材が欠如しているとの見解を示し、安全運転の保証を行うことができない状態にあることが示されていると指摘している。
- *4 ZNPP を対象として今なお残っている最後のバックアップ送電線である 330kV の送電線は、2024 年 12 月 20～22 日と 24～25 日の2度にわたり、メンテナンスのために ZNPP への接続が解除された状態となった。また 2025 年 1 月 12 日に 330kV 送電線の ZNPP への接続がメンテナンスのために数時間失われた一方、750kV 送電線用電圧安定装置の修理が完了して 12 月 31 日に ZNPP への再接続が行われた。ロシアとウクライナの間で軍事衝突が起きる以前は、ZNPP は、750kV のオフサイト送電線 4 本と 330kV のオフサイト送電線 6 本によってサイト外の電源に接続されていた。
- *5 ZNPP 冷却池の水の流れと清潔さを保つために使用されていた ZNPP4 号機の循環ポンプが 12 月 18 日に水位維持を目的に停止されていた。
- *6 ZNPP では 2、4、6 号機の安全トレインでメンテナンスが実施されたほか、緊急時ディーゼル発電機（EDG）のメンテナンスが行われた。また ZNPP においては、液体廃棄物の処理を行うために必要な蒸気を発生させる目的で、ディーゼル蒸気発生器の作動が行われた。
- *7 IAEA は ZNPP の巡回（walkdown）を継続しており、以前は立ち入りを拒否されたエリアに立ち入ることができた。ただし、2 号機タービンホール（西側）への立ち入りは再度拒否された。IAEA は ZNPP の巡回を継続するとともに、ZNPP の安全に関係するメンテナンス作業について監視するとともに ZNPP との間で協議を行っている。

ZNPP 以外の原子力施設の核セキュリティ状況：2025 年 1 月 2 日、国際原子力機関（IAEA）はウクライナでの最近の活動で得られた情報と観測記録の評価を行っていることを明らかにした^{*1,2}。また、IAEA はウクライナで運転中の 3 原子力発電所（NPPs）（フメルニツキー（Khmelnitsky）、リウネ（Rivne）、南ウクライナ（South Ukraine））とチョルノービリ・サイトで何度も空襲警報が発せられたことを明らかにした^{*3}。なお、IAEA はチョルノービリ・サイト近傍で発砲音が聞こえたことも 1 月 17 日に報告している。そのような軍事的状況にもかかわらず、3NPPs では冬季の電力需要を満たすために 1 月第 4 週にフル出力運転を行っているという。（2025 年 1 月 2 日付 IAEA、1 月 17 日付 IAEA、1 月 23 日付 IAEA）

- *1 IAEA はウクライナの 3NPPs の複数の原子炉において出力抑制を生じさせた 2024 年 12 月 25 日の大規模攻撃を含むウクライナ電力インフラへの攻撃により、ウクライナ送電網の安定性が低下していると述べている。12 月 16～23 日の 8 日間に IAEA 専門家はそれら NPPs の安全運転に重要な変電所等の技術情報を収集した。その際、送電事業者、発電所運転事業者および原子力規制当局の専門家と面会した。
- *2 ウクライナ国家原子力規制局（SNRIU）は 12 月 25 日にハリコフ物理工学研究所（Kharkiv Institute of Physics and Technology）の未臨界中性子線源施設（subcritical neutron source facility）が攻撃により外部電源を喪失したという報告を IAEA に対し行った。施設は停止状態を維持しており、約 5 時間後の電源復帰までディーゼル発電機による給電が行われた。
- *3 1 月 2 日と 1 月 23 日の IAEA 報告で空襲警報が何度も報告されており、フメルニツキー NPP の IAEA チームは何度も防空壕への避難が必要だったという。1 月 15 日にはリウネ NPP が空襲への予防措置として午前中に原子炉 1 基において一時的な出力抑制を行った。チョルノービリ・サイトにおいては、過去 2 か月に立入禁止区域（exclusion zone）上空をドローンが飛行していることが目撃されており、1 月 14 日には少なくとも 2 基のドローンがチョルノービリの工業地帯に接近したという。1 月 15 日にはフメルニツキー NPP で空襲警報により IAEA チームは防空壕への避難を余儀なくされ、南ウクライナ NPP ではドローンがサイトの約 5km 地点まで接近したという。1 月 23 日までにフメルニツキー NPP、南ウクライナ NPP とチョルノービリ・サイトではサイトから 2～30km の範囲でドローンが発見された。

ZNPP の核セキュリティに関連した状況について：2025 年 1 月 30 日、国際原子力機関（IAEA）は、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の状況報告を更新した^{*1,2}。すべての報告において、ZNPP では毎日のように爆発音が聞こえてくるものの、発電所本体への損傷はないことが明らかにされている^{*3}。また、2 月 12 日、IAEA は予定されていた駐留人員のローテーションの中止を発表した^{*4}。（2025 年 1 月 30 日付 IAEA、2 月 6 日付 IAEA、2 月 12 日付 IAEA、2 月 20 日付 IAEA）

- *1 ZNPP の外部からの送電線である 750kV 送電線が 1 月 29 日に防護システムの起動により切断され、必要電力を 330kV 送電線に頼ることになった。750kV 送電線は 2 月 1 日に復旧した。2 月 11 日には 330kV 送電線が切断され、20 日になっても完全復旧できていない。そのため 750kV 送電線のみに頼る状況が 1 週間以上継続している状態であると報告されている。ZNPP はこれを電気防護システムの起動によるものとしているが、ウクライナ側は詳細不明の攻撃により送電線が損傷したと IAEA に報告している。なお、1 月に継続して実施されていた巡回（walkdowns）において電圧安定装置（voltage stabilizers）のメンテナンスが完了したことを確認しており、さらなるメンテナンス作業について ZNPP と議論したという。
- *2 1 月 24 日には ZNPP5 号機建屋にて床と壁に結露の発生が確認された。ZNPP もこの問題を把握しており、IAEA チームは調査を実施するとしていたものの、続報はない。
- *3 2 月 12 日にはサイトから約 300m 地点でのドローン攻撃があったという未確認の報告と一致する至近距離での爆発が確認されている。
- *4 ウクライナとロシアの双方から書面によって安全にローテーションを実施できるという保証を受けていたものの、状況があまりにも危険すぎるとして中止された。

ZNPP 以外の原子力発電所の核セキュリティ状況：2025 年 1 月 30 日、国際原子力機関（IAEA）は、ウクライナの原子力発電所の状況について情報を更新した。各発電所では毎日空襲警報が発出されていたという*¹。また、各発電所と送電網を接続する送電線が軍事行動による影響を受けていたことも明らかにされた*²。（2025 年 1 月 30 日付 IAEA、2 月 6 日付 IAEA、2 月 20 日付 IAEA）

- *1 フメルニツキー（Khmelnitsky）、南ウクライナ（South Ukraine）の両発電所とチョルノービリ・サイトでは様々な距離でドローンが確認された。2 月 20 日の報告ではリウネ（Rivne）発電所でもドローンが確認されているという。
- *2 南ウクライナ原子力発電所では 1 月 29 日の朝に 2 本の 750kV 送電線の 1 本が切断され、同日遅くまで 3 基の原子炉のうち 1 基で出力抑制が行われた。なお、2 月 6 日の報告では軍事行動により 29 日に切断された南ウクライナ原子力発電所の 750kV 送電線は未だ復旧していないとされている。また、過去数か月にわたり送電網に対する攻撃を理由に各発電所の原子炉の出力抑制が行われており、直近では 2 月 1 日にも出力抑制を IAEA に通知している。なお、2 月 4 日に原子力発電所へ送電する変電所のうち 1 か所を R.M.グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長が訪問している。

チョルノービリの NSC でドローン攻撃により火災発生：2025 年 2 月 14 日、国際原子力機関（IAEA）は、ドローン攻撃によりチョルノービリ（Chornobyl）サイトにおいて火災が発生したことを明らかにした。この火災は、同日午前 1 時 50 分頃、ドローンが新安全閉じ込め構造物（NSC：New Safe Confinement）*¹へ突入した*²ことで発生したものである。2 月 15 日に IAEA チームが実施した損害評価では、NSC の屋根に穴が開いていることが確認された*³が、周囲の放射線レベルに変化はないという。（2025 年 2 月 14 日付 IAEA、2 月 15 日付 IAEA）

- *1 1986 年に事故を起こしたチョルノービリ原子力発電所 4 号機からの放射性物質の拡散を防止するとともに、外的要因から 4 号機を防護する目的で建造された構造物。
- *2 駐留する IAEA チームの宿舎では、爆発音が聞こえた後、煙と炎を視認することができたという。数分の内に消防が駆け付けて鎮火したが、数時間にわたって断続的に火の手が確認されたことが明らかにされている。また、2 月 27 日時点でも NSC で小火が発生し続けていることが明らかにされている。15 日時点で、屋根の被覆材（cladding）の可燃物による延焼防止などのために復旧作業が遅れていることが明らかにされていた。
- *3 IAEA チームは NSC の屋根からの煙を視認するとともに、プラスチックの燃える臭いを嗅いだとしている。NSC の広い範囲がドローン攻撃の影響と火災の影響を受けており、外部被覆材と内部被覆材のどちらも直径約 6m に渡って穴が開き、電気ケーブルなどにも損傷が生じたという。なお、IAEA チームはサイト内に翼などのドローンの残骸が残されていることも確認したという。ドローンはウクライナの専門家によって除去された後、分析に回されたとされている。2 月 27 日に IAEA チームは、このドローンの残骸とされるものはイランが開発したシャヘド（shahed）型ドローンのパーツと一致することを確認したが、ドローンの起源について更なる評価は行わないこととした。

ZNPP の核セキュリティに関連した状況について：2025 年 2 月 27 日、国際原子力機関（IAEA）はザボリージャ原子力発電所（ZNPP）の 330kV バックアップ送電線の復旧*¹を報告した。報告において ZNPP では毎日のように爆発音が聞こえてくるものの、発電所本体への損傷はないことが明らかにされている*²。また、3 月 5 日には駐在する IAEA チームの交代が 1 か月遅れで完了したことが報告された*³。また、各原子炉でメンテナンス作業が進展していることも報告されている*⁴。なお、IAEA チームは交代後も原子炉建屋の訪問を継続している*⁵。（2025 年 2 月 27 日付 IAEA、3 月 5 日付 IAEA、3 月 13 日付 IAEA、3 月 21 日付 IAEA）

- *1 外部から ZNPP へ電気を供給する 330kV バックアップ線は 2 月に軍事行動により 1 週間ほど切

断されていた。

- *2 2月24日夜には機関銃の連射音を聞いたとしている。しかし、3月17日からの週では、前週末までは聞こえていた軍事行動による音が聞こえていないという報告がされている。
- *3 2月に予定されていた交代は危険性を理由として中止されていた。今回、初めて交代人員がウクライナ側からではなくロシア側から ZNPP へ辿り着いているが、ウクライナはそのことを非難している。この決定について IAEA は、専門家にとってのリスクを避けるためのものであり、いかなる政治的判断も不適切であると述べている。
- *4 ZNPP1 号機の安全システムの一部で定期メンテナンスが完了して作動したことと、1 号機の別の安全システムのメンテナンスが開始されたことが報告された。3月10日からの週においては、ZNPP5 号機の主変圧器のメンテナンスが実施された。3月21日の報告では 750kV 送電線の開閉所に外部電源が切断された場合用のディーゼル発電機が導入された。IAEA チームは 5 号機の主変圧器と 1 号機の安全装置のメンテナンスを監視した。また、330kV バックアップ線が開閉所の回路遮断機のメンテナンスのために一時切断されたという。
- *5 3月21日の報告で、2 号機建屋を訪問した IAEA チームは、原子炉ホールの床と壁に結露が発生していることと、未塗装の区画にいくつかの腐食の兆候を認めたことを報告した。ZNPP は原子炉が冷温停止状態にあるために結露が発生したと述べたという。

ZNPP 以外の原子力発電所の核セキュリティ状況：2025 年 2 月 27 日、国際原子力機関（IAEA）は、ウクライナの原子力発電所の状況について情報を更新した。国内 3 原子力発電所では毎日のように空襲警報が発出されていたという*¹。3月5日には発電炉のメンテナンス等の状況も報告された*²。3月24日の報道によるとウクライナの国営原子力企業エネルゴアトム（Energoatom）社は、2025 年も原子力発電所の発電炉（power units）の修理作業期間を短縮する取り組みを継続する方針*³である。（2025 年 2 月 27 日付 IAEA、3 月 5 日付 IAEA、3 月 13 日付 IAEA。3 月 21 日付 IAEA、3 月 24 日付 Interfax-Ukraine）

- *1 2月の最終週や3月3日にフメルニツキー（Khmelnitsky）原子力発電所駐在の IAEA チームはシェルターへ避難する必要があった。南ウクライナ（South Ukraine）原子力発電所のチームは2月25日の朝、同サイトの東 3km でドローンが確認されたという報告を受けるとともに、対空砲火の音とそれに続く爆発音を聞いたという。3月14日にはフメルニツキーとリウネ（Rivne）の IAEA チームがシェルターに避難することになった。
- *2 フメルニツキー原子力発電所では原子炉1基が3月1日に燃料交換およびメンテナンスのために停止した。この運転停止は計画されていたものであり、燃料交換・メンテナンス作業は3月21日時点でも継続している。
- *3 この取り組みは 2023 年と 2024 年に達成しており、同社は原子炉の燃料交換と同時に修理作業を行うとしている。2024 年はウクライナの管理下にある全 9 基の発電炉で計画され、59 日分の期間短縮を達成したという。

チョルノービリ・サイトの NSC での火災は完全鎮火：2025 年 3 月 7 日付の報道によると、ウクライナ国家非常事態庁（State Emergency Service of Ukraine）は、チョルノービリ・サイトの新安全全閉じ込め構造物（NSC）で発生したドローン攻撃による火災について、NSC の絶縁層（insulation layers）においてくすぶっていた火（smouldering fires）への対応作業が完了したことを発表した*¹。ウクライナ立入禁止区域管理庁（State Agency of Ukraine for Exclusion Zone Management）によると、次の段階として NSC が受けた被害の分析が行われるという*²。（2025 年 3 月 7 日付 World Nuclear News）

- *1 NSC では2月14日にドローン攻撃により発生した火災が鎮火されずにくすぶり続けていた。火災発生から完全鎮火まで3週間かかったこととなる。なお、鎮火後もサーモグラフィーによる監視および緊急対応人員の駐在は継続される予定である。なお、ウクライナとロシアはドローン攻

撃について互いを非難している。

- *2 ドローン攻撃によって NSC の外壁被覆材 (external cladding) に 15m² の穴が開き、200m² の区域が不具合の影響を受け、いくつかの結合部およびボルトが損傷しているという。

EBRD、NSC の詳細検査を実施：2025 年 3 月 18 日、欧州復興開発銀行 (EBRD) の代表団がチヨルノービリ・サイトを訪問した。訪問目的は、ドローン攻撃により損傷した新安全閉じ込め構造物 (NSC) の詳細検査 (detailed inspection) を実施することであった*。EBRD は 3 月 4 日に、専門家による NSC の被害評価 (specialist-led damage assessment) について管理予算 (administrative budget) から 40 万ユーロを割り当てることを承認していた。(2025 年 3 月 19 日付 Chornobyl NPP)

- * NSC は 2025 年 2 月 14 日のドローン攻撃により火災が発生し、15m² の穴が外部被覆材 (external cladding) に開いたほか、200m² の区画やボルト等が損傷した。

8 ロシア

8.1 原子力事情・原子力政策動向

ロスアトム社、沿海地方への浮揚式発電施設配備に向けた協定を締結：2024年3月26日、ロスアトム（ROSATOM）社と沿海地方^{*1}政府は、浮揚式原子力発電ユニット（floating nuclear power units）の沿海地方沖合への配備について、フィージビリティスタディおよび立地選択肢（location options）に関する協定（agreement）を締結した^{*2}。ロスアトム社は、当該協定にはどのように事業を組織化するか、また将来の事業の財政的、経済的、法的および技術的側面（aspects）が含まれるとしている。プリモルスキー地域エネルギー・ガス供給大臣（Minister of Energy and Gas Supply of the Primorsky Territory）は、地域の中期的発展のためには2基の60万kW原子炉を有する原子力発電所を設ける必要があると考えているという。（2024年3月27日付 World Nuclear News）

*1 沿海地方は中国、北朝鮮と国境を接し、日本とは海を挟んで400km程度（約250マイル）離れている。ロシア語ではプリモルスキー地方（Primorsky Krai）と呼ばれる。ロシア極東地域では2029～2030年に少なくとも1.35GWの電力が必要になると見積もられている。

*2 ソチで開催されているアトムエキスポ2024（Atomexpo 2024）において締結された。

ロスアトム社、浮揚式原子力発電所輸出に向けた協定を締結：2024年3月26日、ロスアトム（ROSATOM）社の機械エンジニアリング部門アトムエネルギーゴマシュ（Atomenergomash）社とTSSグループ（TSS Group）は、海外市場向けの浮揚式原子力発電ユニットの建設および運転を目的とした合弁企業（JV）を設立することを定めた協定（agreement）を締結した*。この浮揚式原子力発電所は、60年以上の耐用年数を持ち、容量10万kWであり、RITM-200M原子炉が搭載される予定であるとされている。（2024年3月27日付 World Nuclear News、4月2日付 Nuclear Engineering International）

* ソチで開催されているアトムエキスポ2024（Atomexpo 2024）において締結された。

【背景】

2023年6月15日、ロスアトム社は、ロシア国外市場を対象として、10万kWe以上の電気出力を持ち運転期間最大60年間の浮揚式原子力発電所（FNPP）を建造していくことを目的として、また、FNPPを建設した国々においてFNPPからの電力を販売することを目的として、合弁会社を設立することでTSSグループとの間で枠組合意（framework agreement）に署名した。この枠組合意において建造が想定されているFNPPに搭載する原子炉は、ロシアの最新型の原子力砕氷船に搭載されている原子炉から派生したRITM-200Mである。試運転は2029年から2036年を見込んでいる。

ロスアトム社が2023年の研究成果を提示：2024年4月5日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社は、国家プログラム（state programme）「ロシア連邦における原子力エネルギー利用分野の工学・技術・科学研究の発展」（Development of Engineering, Technologies & Scientific Research (RTTN Razvitiia Tekhniki Tekhnologii i Nauchnikh Issledovaniia) in the field of the use of atomic energy in the Russian Federation）^{*1}の2023年の成果を明らかにした。このプログラムには以下の5件の主要な連邦プロジェクト（federal projects）が含まれる。

- ・ 新型の次世代炉の創出を目標とした新原子力エネルギー（New Nuclear Energy）。

- ・ 多目的高速中性子研究炉 MBIR (Mnogotsелеvoi Bistrii Issledovatel'skii Reaktor) の建設 (55% 完成) *2。
- ・ T-15MD トカマクを含む熱核融合およびプラズマ技術。T-11M 小型トカマク。ロシア核融合発電原型炉 (Russian Fusion Power Demonstration Reactor) の設計。
- ・ 事故耐性燃料。
- ・ 新しい VVER-TOI 炉を含む原子炉の連続的な建設 (serial construction) のための技術開発。

第 1 プロジェクトの成果には、BREST-OD-300 鉛冷却高速炉と付随するクローズド燃料サイクル施設群の進展、およびベロヤルスク (Beloyarsk) 原子力発電所における 120 万 kWe ナトリウム冷却高速炉 (BN-1200M を指す) の建設準備、ロシア連邦サハ共和国 (Republic of Sakha、ヤクーチア (Yakutia) とともに) における RITMN 原子炉を用いた陸上型低出力原子力発電所の作業開始が含まれるという。第 2 プロジェクトの成果には MBIR への主要設備の設置、および BRICS (Brazil, Russia, India, China, South Africa) 各国の科学者を対象に MBIR の利用権 (access) を提供するための世界的研究先進インフラネットワーク (Global Research Advanced Infrastructure Network) の設置があるという。第 3 プロジェクトである熱核融合とプラズマ技術の開発分野における主要な出来事は、T-15MD トカマクにおける 2 秒以上におよぶ電子の熱核温度でのプラズマ保持の実証が挙げられている。第 4 プロジェクトの枠組みでは、特殊鋼を含む新素材ならびに炭素 - ケイ素 (carbido-silicon) 繊維のサンプルおよび炭化ケイ素に基づく燃料要素モックアップの開発が行われている。第 5 プロジェクトでの VVER 技術開発においては、VVER-TOI を使用するクルスク (Kursk) II 原子力発電所の建設で建設期間の短縮と経済性の向上のために新たな手法が使用されているという。これら以外の 2023 年の進展として、強度特性を強化した耐食スチール製品の製造、液体塩 (liquid-salt) 技術開発の基盤となり、将来的にはマイナーアクチノイド (MA) 燃焼を行うためのフルスケール液体塩原子炉の創出に繋がるような液体塩研究炉の基本設計の進展が挙げられている。また、3D プリンタによる完全製造ラインによる、セラミックとポリマーの複合素材からの原子力エネルギーに必要な部品の製造が行われたという。(2024 年 4 月 5 日付 Nuclear Engineering International)

- *1 2020 年に開始され、国立研究センター・クルチャトフ研究所 (National Research Centre the Kurchatov Institute)、ロシア科学アカデミー (Russian Academy of Sciences) および科学・高等教育省 (Ministry of Science & Higher Education) とロスアトム社が共同で計画したもので、2024 年までの予定であったが、期間は 6 年間延長されている。
- *2 デイミトロフグラード (Dimitrovgrad) の原子炉研究所 (NIIAR: Scientific Research Institute of Atomic Reactors) で建設中である。

サハ共和国での低出力原子力発電所建設へ向けた複合調査が完了: 2024 年 4 月 23 日付の報道によると、ロシア企業の Orgenergostroy 社が、サハ共和国 (Republic of Sakha、ヤクーチア (Yakutia) とともに) のウスチ - クイガ (Ust-Kuyga) における低出力原子力発電所 (ASMM: Atomnoi Stantsii Maloi Moshnosti) *建設に向けた設計文書 (design documentation) 作成のための工学的・地質学的な複合調査を完了した。同社はすべての作業を 2023 年に完了しており、その中で合計 12km 以上、計 700 か所以上の立坑 (wells) を掘削したという。2024 年に同社は建設中の環境の地震学

的、地球学的監視ならびに地震調査を含む作業を継続する予定で、現地調査の実施期間は 2024 年 5 月から 11 月を予定している。(2024 年 4 月 23 日付 Nuclear Engineering International)

- * 原子力砕氷船で使用される RITM-200 を基にする陸上型の RITM-200N に基づくロシア初の陸上型低出力原子力発電所計画である。この発電所の建設はサハ共和国のインフラ整備および雇用創出に寄与するとみられており、天然資源開発に対し安定的電力提供を行うことで投資および開発を惹きつけるとされている。

サハ共和国の SMR 発電所は 2 基の RITM-200N で構成:2024 年 6 月 6 日、ロスアトム(ROSATOM)社はサハ共和国 (Republic of Sakha、ヤクーチア (Yakutia) と) との間で、ヤクーチ小型モジュール炉原子力発電所 (Yakut small modular reactor nuclear power plant) の容量負荷に関する協定に署名した。この発電所で用いられる小型モジュール炉 (SMR) は出力 5 万 5,000kW の RITM-200N であるが、発電所の稼働に伴う新たな工業企業や社会・交通基盤が設置されることによる人口増や、将来的な鉱山開発を考慮すると、消費電力は 9 万 kW を超える見込みであるという。このため、ヤクーチ小型モジュール炉原子力発電所を 2 基の RITM-200N による設計に移行する方針である。また、事業実施の一環として両者は電力インフラ開発に取り組むとしており、Deputatskoe、Tirekhtyakh、および Kyuchus といった鉱山に近いヤクーチ地方において、配電網・送電線・変電所を含む小型モジュール炉 (SMR) 発電所に必要なすべての電力インフラを構築するという。(2024 年 6 月 6 日付 ROSATOM、6 月 10 日付 World Nuclear News)

「PEB-106 プロジェクト」における 1 基目の FNPP は 2028 年に運転開始:2024 年 6 月 24 日付の報道によると、「PEB-106 プロジェクト」として知られる 4 基の浮揚式原子力発電所 (FNPP) 建設計画*について、その内の 1 基目は 2028 年に運転を開始する予定であるという。この FNPP は、チュクチ自治管区 (Chukotka Autonomous Okrug) ビリビンスキー (Bilibinsky) 地区における鉱業・処理工場プロジェクトに対してエネルギーを供給するために予定されているものであり、当初のプロジェクトへの必要投資額の見積は 9,000 億ルーブルであったが上方修正されている。これまでに 1,700 億ルーブルの資金が投資されているとのことである。なおこの FNPP に搭載される予定の原子炉の炉型は RITM-200S である。(2024 年 6 月 24 日付 Nuclear Engineering International)

- * 2022 年の報道では、4 基の FNPP のうち 3 基を主に使用し、1 基は修理やメンテナンスの際に代替として使用する計画とされていた。

レニングラード 8 号機の建設準備が進行中:2024 年 8 月 6 日、ロスエネルゴアトム (Rosenergoatom) 社は、新設されるレニングラード (Leningrad) 原子力発電所 8 号機 (VVER-1200) において、原子炉用コンクリート基礎ピットの建設が完了したことを発表した。建設作業は約 2 か月かけて行われ、予定よりも 2 か月半早く完了したという。ロスエネルゴアトム社によると、原子炉用コンクリート基礎ピットに先行して、2024 年 6 月には原子炉建屋ピットの建設も完了している。工事実施ロードマップによると、2025 年中の原子炉建屋の基礎への最初のコンクリート注入が予定されているという。なお、同発電所 7 号機 (VVER-1200) では 2024 年 3 月 14 日に原子炉建屋の基礎における最初のコンクリート打設が行われている。同発電所 7 号機は 2030 年、8 号機は 2032 年の運転開始が予定されている。(2024 年 8 月 6 日付 Rosenergoatom)

ロシアが原子力拡大計画を発表、2042 年までに 28GWe の原子力発電を新設：2024 年 8 月 26 日付の報道によると、2042 年までの発電施設配置に関する全体計画案（draft general scheme）が公開討論のために発表され、2045 年までにロシアのエネルギーバランスにおける原子力エネルギーの割合を 25%にするという大統領命令が明らかにされた。この全体計画案の公開は、ロシア政府による 2022 年の政令により承認された「発電産業の有望な発展のための文書の作成・承認に係る規則」（the Rules for the Development and Approval of Documents for the Promising Development of the Electric Power Industry）に定められた要件に沿ったものである。ロスアトム（ROSATOM）社によると、この新たな全体計画案では 2042 年までに 28GWe の新規原子力発電所を建設することが定められており、大規模*¹・中規模*²・低出力*³の原子力発電所 37 基を新設するとしてロスアトム社による提案が含まれているという。全体計画案には、スモレンスク（Smolensk）、レニングラード（Leningrad）、コラ（Kola）、ベロヤルスク（Beloyarsk）、クルスク（Kursk）、ノボボロネジ（Novovoronezh）の各発電所における置き換え容量の建設と、11 か所の新規原子力発電所建設が提案されている。また、この全体計画案は加圧水型軽水炉（PWR）による従来型原子力発電所に加えて、第 IV 世代炉技術による革新的ユニットが計画されている点が特徴として挙げられている。最も原子力発電容量の増加が見込まれる地域としては、現在電力消費が高成長率を示しているシベリア、極東、ウラルの 3 地方が挙げられており、計 12.7GWe 以上の容量増加が予想されている。これらの地域では 2042 年までに 13 基の最新式の大規模・中規模原子炉を建設する計画であるという。（2024 年 8 月 26 日付 Nuclear Engineering International）

*1 VVER-1200 による最適化された高出力ユニットを指す。

*2 高速中性子炉による革新的な中程度の出力（60 万 kWe）ユニットを指す。

*3 最大 11 万 kWe の低出力原子力発電所を指す。

ロスエネルゴアトム社がノボボロネジにおける新規炉建設計画を発表：2024 年 8 月 29 日、ロスエネルゴアトム（Rosenergoatom）社は、ノボボロネジ（Novovoronezh）原子力発電所において第 III 世代+の加圧水型軽水炉（PWR）1 基を建設することを明らかにした*。2024 年 8 月末において同発電所では 4～7 号機が運転中であるが、このうちソビエト時代の原子炉である 4 号機（VVER-440）と 5 号機（VVER-1000）については 2040 年までに恒久停止が予定されている。同発電所における新規炉は 2031 年から 2037 年の間に建設工事が実施される見込みであるという。（2024 年 8 月 29 日付 Rosenergoatom）

* この新設計画は、2024 年 8 月に明らかにされた 2042 年までの発電施設配置に関する全体計画（draft general scheme）に含まれるものである。ロスエネルゴアトム社による発表では新規炉の出力 120 万 kWe とされていることから炉型は VVER-1200 であると推測されるが、発表中においては明言されていない。

ロシア政府、原子力発電容量拡大を含む 2042 年までの発電設備配置計画を承認：2025 年 1 月 15 日、ロスエネルゴアトム（Rosenergoatom）社は、ロシア連邦政府が「2042 年までの発電設備配置に関する包括的計画」（General Scheme for the Placement of Electric Power Facilities until 2042）を承認したことを明らかにした。ロスエネルゴアトム社によると、2042 年までに運転を開始すると予測される発電設備容量は 88.477GW であり、2042 年時点においてロシアのエネルギー系統

内の発電所の総容量は 299.345GW に達する見込みであるという。発電量における原子力発電所の割合は、2023 年の 18.9%から、2042 年には 24%に増加すると予測されている。合計 38 基（総発電容量 29.3GW）の発電炉が 2042 年までに運転を開始する見込みである。また、2035 年までの包括的計画においては*、過去の同計画において示されていた以下の原子力発電所建設事業がすべて維持されているという。

- クルスク（Kursk）II 原子力発電所における 2 基
- スモレンスク（Smolensk）II 原子力発電所における 2 基
- レニングラード（Leningrad）II 原子力発電所における 2 基
- ベロヤルスク（Beloyarsk）原子力発電所における 1 基
- コラ（Kola）II 原子力発電所における 1 基

このほか、極東連邦管区の発展を加速させるという大統領による指示内容を達成するため、プリモルスク（Primorsk）原子力発電所における 2 基の発電炉の運転開始時期を 2035 年までに早めることが決定されたという。ロスエネルゴアトム社は 2035 年以降の展望について、ウラル・シベリア・極東等の新たな立地や、核燃料サイクル完結に必要な高速中性子炉を含む新たな炉型、中・小規模発電炉等が含まれると述べている。（2025 年 1 月 15 日付 Rosenergoatom）

- * ロスエネルゴアトム社の発表においては“The General Scheme through 2025”という表現と“The post-2035 outlook”という表現があることから、「2042 年までの発電設備配置に関する包括的計画」が 2035 年以前／以降についての 2 部構成になっていると推測することができる。

ロストフ 1 号機、30 年間の運転延長に向けて大規模改修へ：2025 年 1 月 24 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社は、ロストフ（Rostov）原子力発電所 1 号機（VVER-1000）について、運転期間を 30 年延長する計画の一環として大規模な作業プログラムを承認した。同発電所 1 号機は 2001 年に運転を開始し、運転認可は 2030 年に失効する。大規模作業プログラムは 2029 年まで継続する見込みである。なお、同発電所 1～4 号機の最新化作業は 2024 年に実施されており、最も大規模な作業は 1 号機において行われたという*。（2025 年 1 月 24 日付 World Nuclear News）

- * 最新化作業が運転期間延長計画の端緒であったという。

レニングラード 3 号機、2030 年まで運転延長：2025 年 2 月 4 日付の報道によると、連邦環境・技術・原子力監督庁（Rostakhnadzor）は、レニングラード（Leningrad）原子力発電所 3 号機（RBMK-1000）について、追加で 5 年間の運転を認める認可を発給した。これにより同発電所 3 号機は 2030 年まで運転可能となる。同発電所 3 号機は 1980 年に商業運転を開始し、既に当初の運転期間である 30 年間に対して 15 年間の運転延長を行っている。同発電所の運転事業者であるロスエネルゴアトム（Rosenergoatom）社は、同発電所 4 号機（RBMK-1000）についても 2030 年まで運転延長するための認可取得プロセスが進行中であると述べている。（2025 年 2 月 4 日付 World Nuclear News）

コラ原子力発電所の水素製造ベンチテスト複合施設建設が承認される：2025 年 2 月 11 日付の報道によると、国家専門家審査会（Glavgosexpertiza）*は、コラ（Kola）原子力発電所における水素製造ベンチテスト複合施設建設に係る計画を承認した。ロスエネルゴアトム（Rosenergoatom）社が開発する同施設にはコラ原子力発電所サイト内の 8,000m² 以上におよぶ区画が割り当てられており、水の電気分解による水素製造、および水素の貯蔵とその後の輸送を目的としている。同施設の水素製造能力は 1 時間あたり 200m³（摂氏 0 度、1 気圧の通常状態）であるという。

（2025 年 2 月 11 日付 Nuclear Engineering International）

* 建設省（Ministry of Construction）傘下の非営利組織で、設計文書やエンジニアリング調査結果の国家専門家による評価を行う。

連邦環境・技術・原子力監督庁、クルスク II 原子力発電所 3 号機の立地認可を発行：2025 年 3 月 6 日付の報道によると、連邦環境・技術・原子力監督庁（Rostekhnadzor）は、建設することが提案されているクルスク（Kursk）II 原子力発電所 3 号機について*¹、立地認可（location licence）*²を発行したとのことである。同発電所は 4 基の VVER-TOI から成る原子力発電所となる予定であり、1 号機については 2018 年に建設が開始され、2022 年 6 月に原子炉容器が設置されている。2 号機についても建設中である。（2025 年 3 月 6 日付 World Nuclear News）

*¹ クルスク原子力発電所は 4 基の RBMK で構成され、1 号機は 2021 年 12 月に、2 号機は 2024 年に恒久停止された。同発電所 3、4 号機については 2031 年までに恒久停止が行われる予定である。なお、同発電所 1～4 号機は、4 基の VVER-TOI から成るクルスク II 原子力発電所によって置き換えられる。

*² いわゆるサイト認可のようなものと推測される。

クルスク II 4 号機についても立地認可が発給される：2025 年 3 月 17 日付の報道によると、連邦環境・技術・原子力監督庁（Rostekhnadzor）は、クルスク（Kursk）II 原子力発電所 4 号機（VVER-TOI）について、ロスエネルゴアトム（Rosenergoatom）社に対し立地認可を発給した。（2025 年 3 月 17 日付 Nuclear Engineering International、3 月 18 日付 World Nuclear News）

レニングラード II 原子力発電所 4 号機が着工：2025 年 3 月 20 日、レニングラード（Leningrad）II 原子力発電所 4 号機（VVER-1200）*¹の原子炉建屋基礎に最初のコンクリート打設が行われた。レニングラード原子力発電所 1、2 号機（RBMK-1000）はそれぞれ 2018 年と 2020 年に恒久停止され、これらの置き換えとしてレニングラード II 原子力発電所 1、2 号機（VVER-1200）が運転を開始している*²。また、今後数年のうちに恒久停止される予定のレニングラード原子力発電所 3、4 号機（RBMK-1000）の置き換えとしてレニングラード II 原子力発電所 3、4 号機が計画されており*³、3 号機は 2024 年 3 月に最初のコンクリート打設が行われている。（2025 年 3 月 20 日付 ROSATOM、World Nuclear News）

*¹ 「レニングラード原子力発電所 8 号機」と呼称されることもある。

*² それぞれ、2018 年と 2021 年に運転を開始している。

*³ それぞれ、2030 年と 2032 年の運転開始を計画している。

8.2 国際協力動向

ウズベキスタンのジザフにおいて RITM-200N を 6 基建設する予定：2024 年 5 月 27 日、ロシア大統領府（Kremlin）は、2018 年 9 月に署名された「ウズベキスタン国内において原子力発電所を建設することでの協力に関する政府間協定」（Intergovernmental Agreement on cooperation in the construction of a nuclear power plant in Uzbekistan）を修正する内容の議定書（protocol）にロシア政府とウズベキスタン政府が署名したことを明らかにした。この議定書により、両国政府間の協力には、ロシアが提案する計画に基づいて小型原子力発電所（SNPP：small nuclear power plant）をウズベキスタン国内において建設することが対象として含まれることとなった。今回の議定書の署名に際しては、ウズベキスタン国内において SNPP を建設することを対象とした契約について、ロスアトム（ROSATOM）社のエンジニアリング部門であるアトムストロイエクスポルト（Atomstroyexport）社とウズベキスタン原子力開発庁（UZATOM）原子力発電所建設局（Directorate for the Construction of Nuclear Power Plants）が署名を行った。ウズベキスタンとして初となる原子力発電所の建設計画は、ジザフ（Jizzakh）地域においてロシア製小型モジュール炉（SMR）である RITM-200N（電気出力 5 万 5,000kW_e）を 6 基建設するという内容である。原子力発電所の建設においてはロスアトム（ROSATOM）社が総合建設事業者（general contractor）となり、ジザフの地元企業も建設に関与し、ロスアトム社から業務発注を受ける予定である。なお、選定されたサイトにおける安全性等の確認は既に行われており、サイトにおける建設作業は 2024 年夏に開始される予定である。（2024 年 5 月 27 日付 Kremlin、5 月 27 日付 ROSATOM）

ブルキナファソのエネルギー・鉱山及び採掘場省との間で 3 件の MOU に署名：2024 年 6 月 5 日、ロスアトム（ROSATOM）社とブルキナファソのエネルギー・鉱山及び採掘場省（MEMC：Ministry of Energy, Mines and Quarries）は、3 件の了解覚書（MOU）に署名した*。これらの MOU は、原子力分野における訓練と教育、原子力インフラの評価と開発、および原子力に対する肯定的な世論の醸成等を対象としており、ブルキナファソにおける原子力平和利用のための国家計画の策定を支援することを目的としてそれらの分野における協力のための枠組みを規定するものである。これらの MOU では、ブルキナファソの原子力業界における人材育成のための具体的なステップを明らかにしている。そのための取組みとしては、両国の教育機関の間での協力、短期教育プログラムの共同での実施、教員の研修、教育的・科学的な文献の構築（図書の整備）、および交換留学等が定められている。また両者は、ブルキナファソにおける原子力インフラ整備のための現時点でのニーズについて明らかにしていく意向である。なお、原子力に対する肯定的なブルキナファソの世論を醸成するための協力についての MOU においては、原子力技術とその非エネルギー利用（特に医学と農業での原子力利用）の便益に対する公衆の意識を高めることを目標とした諸活動等を行うことが定められている。（2024 年 6 月 5 日付 ROSATOM）

* ロスアトム社とブルキナファソの協力は、原子力平和利用における協力に関する了解覚書（MOU）が両者の間で署名された 2023 年 10 月に始まる。2024 年 3 月には、両国の協力を発展させるためのロードマップへの署名が行われている。

ロスアトム社がガーナに小型原子力発電所や FNPP をプレゼン：2024 年 6 月 5 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、ガーナのアクラ（Accra）において 5 月 28～31 日に開催されたアフリカ原子力ビジネス・プラットフォーム 2024（Africa Nuclear Business Platform 2024）において、ガーナ向けに小型陸上式原子力発電所と浮揚式原子力発電所（FNPP）についての発表を行ったことを明らかにした。ガーナの原子力発電プログラムには 6 か国から 15 社が関心を示しており、その中にはロスアトム社も含まれている。（2024 年 6 月 5 日付 ROSATOM）

ギニアにおいて FNPP を商業展開することの実行可能性について調査へ：2024 年 6 月 7 日、ロスアトム（ROSATOM）社の機械工学部門（Mechanical Engineering Division）とギニア^{*1}は、ギニア国内において浮揚式原子力発電所（FNPP）を商業展開することの実行可能性について、調査することを企図した了解覚書（MOU）に署名した。この MOU の下で関係者は、ギニア国内における FNPP の実行可能性について調査するとともに、実行可能であった場合に FNPP 建設計画に係る契約における取引条件（terms and conditions）について検討を行うこととなる。なお、ギニアにおいて FNPP の商業展開を行う際にそれらの FNPP に搭載する予定の原子炉の炉型は RITM-200 である^{*2}。（2024 年 6 月 7 日付 ROSATOM）

- *1 ロスアトム社の報道発表では、ギニアのパートナー（ロスアトム社側からの視点である）との間でこの MOU に署名を行ったという記載のみであり、そのパートナーがギニア政府内の特定の省庁を指すのかギニア国内の企業を指すのかは不明瞭である。
- *2 電気出力 5 万 5,000kWe の小型モジュール炉（SMR）である。

ロスアトム社、マリとの間で 3 件の MOU に署名：2024 年 7 月 3 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、マリのエネルギー・水資源省（Ministry of Energy and Water Resources）との間で 2 件の了解覚書（MOU）に署名するとともに、マリの高等教育・科学研究省（Ministry of Higher Education and Scientific Research）との間で 1 件の MOU に署名したことを明らかにした。前者は、原子力インフラ整備の分野における協力に関する MOU と原子力に対する肯定的な世論を形成することに関する MOU の 2 件である。後者は、人員の訓練の分野における協力に関する MOU である。ロスアトム社によると、今回の MOU 締結に至るロシアとマリの間の議論においては、マリ国内においてロシア設計の低出力原子力発電所を建設するための戦略的プロジェクトを立ち上げることの見通しについて注目が集まったとのことである。（2024 年 7 月 3 日付 ROSATOM）

- * ただし今回のロスアトム社の発表においては、低出力原子力発電所をマリ国内において建設することについて、具体的にどのような合意等に達したか等についての明示的な言及が無い。また、この低出力原子力発電所が民生目的であるか否かについても明示的な言及が無い。

ウズベキスタンにおける SMR 発電所建設に向けて最新の議定書が締結される：2024 年 9 月 16 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社のエンジニアリング部門であるアトムストロイエクスポート（Atomstroyexport）社とウズベキスタン原子力開発庁（UZATOM）原子力発電所建設局（Directorate for the Construction of Nuclear Power Plants）は、ウズベキスタン初の低出力原子力発電所（LPNPP：low-power nuclear power plant）建設に関する最新の議定書（protocol）に署名した。この議定書は、ウズベキスタンのジザフ（Jizzakh）地域において RITM-200N 加圧水型

軽水炉（PWR）技術に基づく小型モジュール炉（SMR）6基による原子力発電所を建設することを定めた契約が、2024年5月に締結されたことに基づくものである。ウズベキスタン原子力開発庁原子力発電所建設局のO.アマノフ（Otabek Amanov）局長は、今回の議定書への署名はLPNPPの建設に向けた活発な取り組みへの移行を示すものであり、近く建設サイトにおける直接の作業が開始できるとの見込みを示している。また、ロスアトム社のエンジニアリング部門は、LPNPPの設置および建設サイトにおける調査作業に向けた許認可取得のための文書作成を開始しているという。（2024年9月16日付 World Nuclear News）

BRICS+が設立中の「原子力エネルギー・プラットフォーム」について：2024年10月17日、ロスアトム（ROSATOM）社は、BRICS+（Brazil, Russia, India, China, South Africa、およびその他の国々）^{*1,2}の国々が中心となって設立中の「原子力エネルギー・プラットフォーム」（Nuclear Energy Platform）の枠組みにおいてBRICS+の国々の原子力大企業および組織の最高幹部（Top executives）が第1回会合を開催し、イニシアチブについて検討を行うとともに今後の計画について要点を提示したことを明らかにした。このプラットフォームは、BRICSとBRICS+の市場において、良好事例（best practices）、先進炉、およびその他の原子力技術の導入と普及を促進させることを目的としており、これによりBRICS構成国における原子力計画を対象としてインセンティブとモデルを提示しようとしている。なおロスアトム社の専門家は、BRICS構成国における発電量と電力消費量が全世界に占める割合が2050年までに50%に達すると述べており、増大する電力需要を満たすために原子力発電が重要な役割を果たすと主張している。（2024年10月17日付 ROSATOM）

- *1 この話題に関するロスアトム社の報道発表においては、ロシア語版と英語版のいずれにおいてもBRICSを構成するインドについての言及が無い。また、この話題について報じたロシア国営通信社であるタス（Tass）通信の報道においても、同様にインドについての言及が無い。さらに、BRICSを構成する国々についての言及する際の順番は、ロシア、中国、南アフリカ、およびブラジルであるが、これはキリル文字としての配列とラテン・アルファベットとしての配列のいずれであっても配列順ではないため、このような言及の順番にはロシア側の意図が込められている可能性が示唆される。ただし、この話題に関するロスアトム社の報道発表に関連して配信されている写真中には、インド政府の代表がこの会合に出席していたことが示唆されているものがある。
- *2 この話題に関するロスアトム社の報道発表においては、その他の国々としてイラン、エチオピア、およびボリビアについて言及されている。

ロスアトム社、エチオピアにおける原子力科学技術センター開発に関与：2024年12月4日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社とエチオピア革新・技術省（Ethiopian Ministry of Innovation & Technology）は、エチオピアにおける原子力科学技術センター（CNST：Centre for Nuclear Science & Technology）に関する実現可能性調査の策定についての契約に署名した。ロスアトム社はすぐにでもエチオピアの非エネルギー分野の分析を開始し、技術的ニーズの調査や潜在的利用者の一覧化を行うという。またロスアトム社は、CNSTのサイト候補の特定や、サイト選定のための予備的エンジニアリング調査も実施するとしている。（2024年12月4日付 Nuclear Engineering International）

ロシアとエチオピア、原子力技術協力の強化に関するロードマップに署名：2025 年 2 月 26 日付の報道によると、エチオピアとロシアは、原子力技術における協力強化を定めた 3 年間のロードマップに署名した。このロードマップは、2023 年に開催されたロシア - アフリカ経済・人道フォーラム (Russia-Africa Economic & Humanitarian Forum) の際に締結された合意に基づくもので、この 2023 年の合意ではエチオピアにおける原子力発電所開発と原子力科学技術センター設置の機会を探ることが定められていた。また、両国はロードマップへの署名とあわせて、2025 年に設置予定の特別投資基金 (special investment fund) によって費用を賄う共同事業を設置することも決定したという。(2025 年 2 月 26 日付 Nuclear Engineering International)

ロシアとミャンマーが SMR 建設に関する政府間合意を締結：2025 年 3 月 4 日、ロシアとミャンマーは、小型モジュール炉 (SMR) 建設の方針に関する政府間合意に署名した。この政府間合意は 11 万 kW の SMR 事業*の実施枠組み内において、両国間の相互関係 (interaction) の条件と主な方向性を定めるものであるという。なお、ロシアとミャンマーは 2023 年に原子力平和利用に関する政府間協力合意を締結している。(2025 年 3 月 4 日付 ROSATOM)

* ロスアトム (ROSATOM) 社によると、この SMR 事業は最大 33 万 kW まで拡大される可能性があるという。

ベラルーシ、第 2 の原子力発電所建設をロシアに要請：2025 年 3 月 17 日付の報道によると、ベラルーシの A.ルカシェンコ (Alexander Lukashenko) 大統領は、ロシアに対しベラルーシにおける第 2 の原子力発電所建設を要請したことを明らかにした。ルカシェンコ大統領はロシアの V.プーチン (Vladimir Putin) 大統領との会談において、第 2 の原子力発電所の建設について協議したという。ルカシェンコ大統領は、この第 2 の原子力発電所がベラルーシ東部の国境付近に建設可能であると考えており、必要に応じてロシア側の近隣地域に電力供給を行うことが可能であると述べたという。ロスアトム (ROSATOM) 社の広報担当者はタス通信 (Tass news agency) に対し、ベラルーシにおける新規原子力発電所建設については調査中であり、複数のレイアウト案を検討していると述べている。なお、ベラルーシのエネルギー省 (Ministry of Energy) は 2024 年 11 月に、第 2 の原子力発電所の実現可能性調査を実施中であり、決定は 2025 年中に行われることを明らかにしている。(2025 年 3 月 17 日付 World Nuclear News)

8.3 原子力研究開発推進・規制体制

研究炉 IVV-2M の運転期間が 2040 年まで延長される：2024 年 8 月 15 日付の報道によると、研究炉 IVV-2M について、ロスアトム (ROSATOM) 社の科学部門である原子炉材料研究所 (IRM : Institute of Reactor Materials) が運転期間延長に必要な手続きを完了し、IVV-2M は 2040 年末までの運転が可能となった。IVV-2M は減速材に水を使用する加圧水型の研究炉で、運転期間は 30 年間として 1966 年 4 月に運転を開始した。その後、IVV-2M は 1970 年代に熱出力が 1 万 kW から

1 万 5,000kW に増強され、2007 年には設備更新により運転期間が 2025 年 4 月まで延長されていた。IRM は更なる運転期間延長を可能とするための原子炉の再構築（reconstruction）プログラムを IVV-2M に対して 2010 年から実施しており、今回の運転期間延長を以て完了したものである。

（2024 年 8 月 15 日付 World Nuclear News、8 月 15 日付 Nuclear Engineering International）

8.4 核融合

ロスアトム社、核融合研究向け統合情報空間にトカマク装置や遠隔参加センターを設置：2024 年 11 月 18 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、ロシア国立原子力大学（MEPhI）において、遠隔参加センター（CRP：Center for Remote Participation）が同日に開所したことを発表した。CRP は、ロスアトム社による核融合研究のための統合情報空間（Unified information space）における通信ノード（communication nodes）のひとつである。また、この統合情報空間にはトカマク装置 MEPHIST-0 も接続されているという。ロスアトム社によると、統合情報空間は核融合研究分野で研究を行う重要な科学センターを統合する独自の情報ネットワークである。ネットワークに接続された全機関に CRP が設置される予定で、参加者は科学実験の結果を利用可能になるだけでなく、科学実験に遠隔参加^{*1}することも可能であるとされる。また、CRP の開所にあたり、トカマク装置 MEPHIST-0 の正式起動も CRP から統合情報空間を通じて行われた。MEPHIST-0 の最初の遠隔プラズマは、モスクワやサンクトペテルブルク、フランスから参加した科学者によりリアルタイムで観測された^{*2}。（2024 年 11 月 18 日付 ROSATOM）

*1 将来的には、核融合実験炉 ITER における科学実験への遠隔参加も含まれるという。

*2 国際原子力機関（IAEA）が公開している核融合装置情報システム（FusDIS：Fusion Device Information System）においては、MEPHIST-0 は掲載されていない。

プロトタイプ核融合炉内 PFC 用にタングステン - 銅複合材料の付加製造技術が開発される：2025 年 1 月 10 日、国立科学技術大学 MISIS（NUST MISIS：National University of Science and Technology MISIS）は、D.V.エフレモフ電気物理装置研究所（JSC NIIEFA）と共同で、ハイブリッド付加製造技術（hybrid additive manufacturing）を用いた 2 種の金属で構成される（バイメタル）材料（bimetallic material）の製造方法を実証することに成功したことを明らかにした^{*1}。この複合材料（Composites）はタングステンと銅から製造されたもので金属の特性が強化されており、核融合炉内のプラズマ対向機器（PFC：plasma-facing components）に用いられるという。このタングステン - 銅複合材料の熱物理的特性および機械的特性は従来の製造方法により製造されたものと同様であることが研究により明らかになっている。また、ハイブリッド付加製造技術によってより効率的な熱放散と熱サイクルリソース（thermal cycling resources）の増加が実現できるという。なお、タングステン - 銅複合材料による PFC は TRT トカマク核融合原型炉（prototype TRT tokamak nuclear fusion reactor）に使用される予定である。なお、ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、JSC NIIEFA は 2024 年 12 月に TRT トカマク核融合原型炉の予備設計を完了したという^{*2}。ロスアトム（ROSATOM）社は TRT トカマク核融合原型炉を 2030

年までに建設することを目標としている。(2025 年 1 月 10 日付 NUST MISIS、1 月 22 日付 World Nuclear News)

- *1 タングステンは高硬度かつ高脆性であることから機械加工が困難である。タングステン製品の製造には一般的に粉末冶金法が用いられるが、従来の技術では複雑な形状の製品を製造することはできなかった。このため、従来のプラズマ対向機器 (PFC) 設計には単純な多層構造が採用されていた。しかし付加製造技術を用いることで、多孔質構造等を含む製品が製造可能になるという。
- *2 予備設計作業は 2022 年に開始されていた。

8.5 次世代炉

BREST-OD-300 の原子炉シェルは完成間近：2024 年 4 月 9 日付の報道によると、鉛冷却高速炉 BREST-OD-300 の原子炉シェル (reactor shell) が完成間近であるという*1。BREST-OD-300 は、クローズド燃料サイクルを実証するためのブレイクスルー (Proryv) プロジェクトの一環であるパイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC: Pilot Demonstration Energy Complex、ロシア語 ODEK) の一部として建設されている。PDEC には核燃料の製造 (fabrication)・再製造 (refabrication) のためのモジュール (MFR) *2、および照射済燃料の再処理のためのモジュール*3 が含まれる。BREST-OD-300 は 2027 年の送電網接続を予定している。(2024 年 4 月 9 日付 Nuclear Engineering International)

- *1 建設作業を行う Titan-2 社によると、原子炉シェルの設置は年内に完了する見込みであるという。
- *2 MFR はほぼ完成しており、2024 年の試験操業開始を予定している。
- *3 再処理モジュールは 2030 年の試験操業開始に向けて、2025～2026 年の建設を予定している。

連邦天然資源監督庁、BN-1200M の建設について環境面で問題無しと判断：2024 年 5 月 17 日付の報道によると、連邦天然資源監督庁 (Rosprirodnadzor) は、ベロヤルスク (Beloyarsk) 原子力発電所サイトにおけるナトリウム冷却高速中性子炉 BN-1200M の建設計画について、環境面での問題が無いとの認識により承認したとのことである。ロスアトム (ROSATOM) 社によると連邦天然資源監督庁は、同建設計画について、調査の結果は環境への重大な影響が無いことを示していると述べた上で、環境法令の要件を満たしていると述べたという。連邦天然資源監督庁の見解は、連邦環境・技術・原子力監督庁 (Rostechnadzor) に対して提出される文書において反映されるとのことである。その文書等に基づき連邦環境・技術・原子力監督庁は、同建設計画に対する許認可の発行に関する決定を行うこととなる。(2024 年 5 月 17 日付 World Nuclear News)

ロスアトム技術アカデミー、「2 要素による原子力エネルギー (DKYaE) 計画」と第 IV 世代炉を対象とした訓練コースを開講：2024 年 7 月 17 日、ロスアトム技術アカデミー (Rosatom Technical Academy) は、計画されている「2 要素による原子力エネルギー (DKYaE : DvukhKomponentnoi Yadernoi Energetiki) 計画」*1 と第 IV 世代炉で作業を行うことを対象として、原子力専門家の再訓練を開始した。この新たな訓練コースは、ロスアトム社の科学技術計画局 (Department of Scientific & Technical Programmes) から支援を受けつつ、ブレイクスルー (Proryv) プロジェクト*2 の主要な専門家との協力の下で 1 年半以上にわたって開発されてきたものである。2024 年に

ロスアトム技術アカデミーが計画している訓練コースは、「BREST-OD-300^{*3} のタービン部の機器とシステム」(Equipment and systems of the turbine department BREST-OD-300) と「SNUP 燃料^{*4} の製造のための技術」(Technology for the production of SNUP fuel) 等である。これらの訓練コースへは、Proryv プロジェクトの様々な側面の実施に直接携わるようなロシア国内の原子力産業界を主導する機関の従業員が受講者として参加する。(2024 年 7 月 23 日付 Nuclear Engineering International)

- *1 熱中性子炉と高速炉をセット運用する原子力システムを指す。
- *2 Proryv (ブレイクスルー) プロジェクトは、高速中性子炉を使用したクローズド核燃料サイクル技術の実証を目標としたロシアの国家計画である。
- *3 BREST-OD-300 は、クローズド燃料サイクルを実証するためのブレイクスルー (Proryv) プロジェクトの一環であるパイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC、ODEK) の一部を構成するものであり、電気出力 30 万 kWe の鉛冷却高速実証炉である。BREST-OD-300 は、連邦環境・技術・原子力監督庁 (Rostekhnadzor) から建設許可の発給を 2021 年 2 月 10 日に受け、2021 年 6 月 8 日に建設が開始された。BREST-OD-300 は 2027 年の送電網接続を予定している。
- *4 「SNUP」(キリル文字表記をラテン文字で表記し直したもの) は「混合ウラン-プルトニウム窒化物」(mixed uranium and plutonium nitrides) を指す。「MNUP (mixed dense uranium-plutonium) 窒化物」と呼称されることもある。

8.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

PDEC 施設の試験開始記念式典を開催：2024 年 3 月 25 日、ロスアトム (ROSATOM) 社は、ソチ (Sochi) で開催された ATOMEXPO-2024 の最中、ビデオ会議 (video conference) でトムスク州 (Tomsk) セベルスク (Seversk) と繋ぎ、燃料製造施設におけるカーボサーマル合成 (carbothermal fusion) 装置の試験開始を記念する式典^{*1}を開催したことを明らかにした。同装置が設置された燃料製造／再製造ユニット (fuel fabrication/refabrication unit) は、ブレイクスルー (Proryv) プロジェクトの下で建設中のパイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC、ODEK) ^{*2}において初めて稼働する施設であり、全作業の完了は 2024 年中を予定している。燃料製造過程における第 1 段階は燃料ペレットの製造に使用されるカーボサーマル合成ライン (carbothermal synthesis line) であり、カーボサーマル合成炉で計量、混合および粉末のペレット焼結を行うものである。(2024 年 3 月 25 日付 ROSATOM)

- *1 式典にはロスアトム社の A.リハチョフ (Alexey Likhachev) 総裁、国際原子力機関 (IAEA) の R.M. グロッシー (Rafael Mariano Grossi) 事務局長 (ビデオ会議出席)、世界原子力協会 (WNA) の S. ビルバオ・イ・レオン (Sama Bilbao y León) 事務局長が出席した。
- *2 パイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC) は、ウラン-プルトニウム混合窒化物燃料製造／再製造ユニット、鉛冷却高速炉 BREST-OD-300、および使用済燃料再処理ユニットにより構成され、世界初となる高速炉によるオンサイトのクローズド燃料サイクル実現を目指す施設である。

PDEC におけるモックアップ燃料製造に対し許認可が発給される：2024 年 4 月 12 日、ロスアトム (ROSATOM) 社は、連邦環境・技術・原子力監督庁 (Rostekhnadzor) がシベリア化学コンビナート (SGChE : Siberian Group of Chemical Enterprises) ^{*1}に対し、劣化ウラン (depleted uranium) を用いてモックアップ燃料集合体の製造を認める許認可を発給したことを明らかにした。この

許認可は、ロシアが推進するブレイクスルー (Proryv) プロジェクトの下でセベルスク (Seversk) に建設中のパイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC、ODEK) *2 に含まれる施設のひとつである、ウラン - プルトニウム混合窒化物燃料製造／再製造ユニット (Fabrication/Refabrication Unit) を対象としたものである。ロスアトム社は鉛冷却高速炉 BREST-OD-300 向けに MNUP 燃料 (mixed dense uranium-plutonium nitride fuel) と呼称する高密度ウラン - プルトニウム混合窒化物燃料を開発しており、ウラン濃縮の副産物である劣化ウランと照射済み燃料から抽出されるプルトニウムがこの MNUP 燃料の主な構成要素であるという。現段階では劣化ウランの使用は複数のリスクから実行されておらず、連邦環境・技術・原子力監督庁からプルトニウム取扱認可を取得した後の次の段階において、最終的な MNUP 燃料を製造することになるという。(2024 年 4 月 12 日付 ROSATOM)

- *1 トムスク州セベルスクに所在するロスアトム社の燃料部門の企業である。かつてはロシア語名の英語訳として "Siberian Chemical Combine (SCC)" と記述されていた企業であり、現在もロスアトム社の英語記事では SCC と表記されているが、2014 年にジョイントストックカンパニー (JSC) となった際に英語表記および英語略称について "Siberian Group of Chemical Enterprises (SGChE)" であることを発表している。
- *2 パイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC) は、ウラン - プルトニウム混合窒化物燃料製造／再製造ユニット、鉛冷却高速炉 BREST-OD-300、および使用済燃料再処理ユニットにより構成され、世界初となる高速炉によるオンサイトのクローズド燃料サイクル実現を目指す施設である。

ベロヤルスク 4 号機 (BN-800) に MOX 燃料が初装荷: 2024 年 7 月 10 日、ロスアトム (ROSATOM) 社は、マイナーアクチノイド (MA) であるアメリシウム 241 (Am-241) とネプツニウム 237 (Np-237) を含有した先行試験燃料集合体 (lead-test assemblies) にあたるウラン - プルトニウム混合酸化物 (MOX) 燃料について、ベロヤルスク (Beloyarsk) 原子力発電所 4 号機 (ナトリウム冷却高速中性子炉 BN-800) において燃料交換の際に初めて装荷されたことを明らかにした。今回装荷された 3 体の先行試験燃料集合体については、2023 年後半に鉱業化学コンビナート (MCC: Mining & Chemical Combine、ロシア語 GKKhK: Gorno Khimicheskovo Kombinata) で製造されたものであり、約 1 年半にわたる 3 回のマイクロキャンペーン (micro-campaigns) *1 によって BN-800 の炉心で試験運転が実施される予定である。このマイクロキャンペーンにより、産業モードで MA を燃料として利用することの可能性について実験的に確認を行うこととなる。MA に対して後燃焼 (afterburning) を行うことによって MA を取り除くことができる可能性があることが高速中性子炉の利点のひとつであり、このことによって原子力発電所の運転による核燃料サイクルのインフラ全体において生じる放射性廃棄物の容量を低減させることが可能になる*2。

(2024 年 7 月 10 日付 ROSATOM)

- *1 ロシアにおいては通常の燃料交換サイクル 1 回分のことを「campaign」と呼称している模様であることから、「micro-campaign」はそれよりも短い期間での燃料交換サイクルのことを指しているものと考えられる。
- *2 ロスアトム社の解説によると、使用済燃料の中に含まれる MA は、最も放射性毒性が高くかつ長寿命の放射性核種である。そのような特徴を持った MA を放射性廃棄物の中から取り除く (分離させる) ことができた場合には、取り除いた後の放射性廃棄物については、放射性毒性の環境等への影響を無視することができるようになるまで隔離を行う必要のある期間が 300 年間のみである。一方、MA を取り除かないままの放射性廃棄物についてロスアトム社は、科学者の見積として、約 70 万年間にわたって隔離を行う必要があるとしている。

【背景】

2023 年 12 月 5 日付の報道によると、ベロヤルスク（Beloyarsk）原子力発電所 4 号機（ナトリウム冷却高速中性子炉 BN-800）を利用して実施される研究においてマイナーアクチノイド（MA）を燃焼させることについて、認可を発給するために根拠を示すことを目的として公聴会*が開催されてきたとのことである。この研究は、BN 炉を利用して MA を除去する可能性に道を開くような原子力技術を開発するという、ロスアトム（ROSATOM）社のロードマップの一環であり、今後はベロヤルスク原子力発電所 5 号機として計画されている BN-1200 において同様の技術を開発・適用していくことが計画されている。

* この公聴会には、ロシア政府による戦略的産業プロジェクトであるブレイクスルー（Proryv）プロジェクトの設計責任者（General Designer）、無機材料研究所（VNIINM）の副本部長（Deputy Director General）、OKBM アフリカントフ（OKBM Afrikantov）社（ロスアトム子会社）の設計エンジニア、ザレーチヌイ（Zarechny）市長、および同市議会議員等が出席したとのことである。

恒久停止されたレニングラード 2 号機からの燃料取り出しが完了：2024 年 10 月 10 日付の報道によると、2020 年に恒久停止されたレニングラード（Leningrad）原子力発電所 2 号機（RBMK-1000）において、燃料の取り出しが完了した。取り出された燃料のうち、設計燃焼レベルの半分に到達していない燃料については、同発電所 3、4 号機（ともに RBMK-1000）において使用される。（2024 年 10 月 10 日付 Nuclear Engineering International）

TVEL 社、濃縮度 5%超の燃料について言及：2024 年 10 月 17 日付の報道によると、TVEL 社は、ウラン濃縮度 5%超の燃料を使用した 24 か月燃料サイクル等の様々な原子燃料開発がロシアの原子力容量目標の達成の助けとなるとの見解を明らかにした*。TVEL 社は、VVER 原子炉の効率性を向上させるためには、標準的な 5%を超えるウラン濃縮度の燃料を導入することが重要であるとしている。TVEL 社はウラン濃縮度を 6%、将来的には 7～8%まで高めることは世界的な傾向であるとして、このような燃料を導入することで燃料交換サイクルを 18 か月から 24 か月に伸ばすことが可能としている。また、原子炉容器や内部装置への中性子漏れが少ない燃料装荷を確立し、運転寿命を設計上の 60 年以上に延長できるようにすることが重要であるという。また、既存の VVER-1000 の熱出力を 107%まで増強するにあたり、高濃縮度の燃料が有用であるとしている。TVEL 社は既に濃縮度 5%超の燃料による試験的な商業運用を実施するためのソリューションを準備していると述べている。（2024 年 10 月 17 日付 World Nuclear News）

* ソチ（Sochi）で開催された会議「原子力発電所のための新たな世代の原子燃料—開発結果、運用経験、開発方針」（Nuclear fuel of the new generation for nuclear power plants - development results, operating experience and development directions）において、TVEL 社が発表したもの。

ロシア、米国によるロシア産ウラン輸入制限・禁止に対抗し対米ウラン輸出を制限：2024 年 11 月 15 日、ロシア政府は、2022 年 3 月 9 日政令 313 号（Government Decree No 313 of 9 March 2022）を修正することにより米国向けの濃縮ウラン輸出を制限することを公式ウェブサイトにおいて発表した。これは「米国向けの、または米国の管轄区域において登録された者と締結した国外貿易契約に基づく」（to the United States or under foreign trade contracts concluded with persons registered in the jurisdiction of the United States）輸出を対象としている。ロシア連邦技術輸出管理局（Russian Federal Service for Technical and Export Control）が発給する 1 回限りの（one-off）認可の下での輸出については除外される。ロシア政府によると、この決定は V.プーチン（Vladimir Putin）大統領

の指示によるものであり、米国による 2024～2027 年にかけてロシア産ウランの輸入を制限し、2028 年以降は輸入禁止とする措置への対応として行われたものであるという。報道によれば、ロスアトム（ROSATOM）社は、米国以外の国家に対するウラン輸出については変更なく継続されると述べている。なお、米国のウラン濃縮企業であるセントラス（Centrus Energy）社は、2024 年 7 月にロシアからの低濃縮ウラン（LEU）輸入を認める免除措置を米国エネルギー省（DOE）から受けている。セントラス社の最大の LEU 供給元である TENEX 社は、米国向けに LEU 輸出を行うための TENEX 社保有の包括的許可（general license）が政令に基づき取り消されたこと、および、セントラス社に対する 2024 年の残りの出荷と 2025 年の出荷については、出荷の都度にロシア当局から認可を取得する必要があることを、セントラス社に対し通知したという。（2024 年 11 月 18 日付 World Nuclear News）

【背景】

2024 年 4 月 30 日、米国連邦議会上院は全会一致（unanimous consent）でロシアからのウラン輸入を禁止する法案^{*1}を承認し議会を通過させた。2024 年 5 月 13 日、J.バイデン（Joe Biden）大統領が法案へ署名を行い、公法（Public Law）118-62 として「ロシア産ウラン輸入禁止法」（Prohibiting Russian Uranium Imports Act）が成立した。成立から 90 日後の 2024 年 8 月 11 日に効力を発揮する。この法律はロシア連邦もしくはロシア企業（Russian entity）により製造された未照射の低濃縮ウラン（LEU）^{*2}を米国に輸入することを禁じるもので、成立後 90 日をもってロシアからのウラン輸入が禁止されるようになる。しかしこの法律は、LEU の利用可能な代替供給源が存在しない場合において米国の原子力発電所もしくは米国の原子力発電企業の操業を維持する目的で、もしくはロシアからのウラン輸入が国益に適う場合に、エネルギー省（DOE）がロシア産 LEU の輸入禁止を免除（waive）することを可能としているとされる^{*3,4,5}。この免除措置は 2028 年 1 月 1 日で終了するが、それまでは年間上限量の中で輸入が許可される。2024 年は 47 万 6,536kg（476MT536kg）SWU が上限量とされ、以降は 2027 年まで上限量は毎年削減される^{*6}。なお、この法律は時限立法であり、2040 年 12 月 31 日で失効するとされる。また、法律が成立することで、大統領の要望を受けて議会により割り当てられた、米国内のウラン濃縮、転換能力の拡張を目的とする、27 億 2,000 万ドル^{*7}が利用可能となることにより米国内の核燃料製造が復活する（revive）と DOE は述べている。

- *1 下院決議案 1042（H.R.1042）であり、一般に使われる略称は「ロシア産ウラン輸入禁止法」（Prohibiting Russian Uranium Imports Act）、正式名称は「ロシア連邦で生産された未照射の低濃縮ウランの米国への輸入を禁じるため、および他の目的のための法」（An Act To prohibit the importation into the United States of unirradiated low-enriched uranium that is produced in the Russian Federation, and for other purposes.）である。法案は下院で 2023 年 12 月に決議され、上院に渡されていた。
- *2 この法律によって改正される合衆国法典第 42 編 2297 条の規定によると、LEU とはウラン 235（U-235）を 20%未満含む六フッ化ウラン（UF₆）および二酸化ウラン（UO₂）を含む形態のウラン製品で、燃料棒もしくは完成した燃料集合体に組み込まれたものを除いたものを意味すると定義されている。
- *3 報道では DOE が独断で免除を決定できるように記述されているが、法文では「エネルギー長官（Secretary of Energy）は国務長官（Secretary of State）および商務長官（Secretary of Commerce）との協議の上で（in consultation with）—（中略）—適用を免除（waive）してもよい」とされており、DOE 単独で免除を決定することはできない。
- *4 DOE は WEB サイトへ 5 月 20 日付の手続き文書を公開していたが、2024 年 5 月 24 日付の連邦官報へ適応延期を求める際の手順を掲載した。
- *5 ロシアの燃料企業である TENEX 社は米国の顧客に対し、輸入禁止の適用免除を得られた場合、納品スケジュールについて交渉を行う必要があるものの LEU を輸出する旨を通知したという。
- *6 2025 年が 47 万 376kg、2026 年が 46 万 4,183kg、2027 年が 45 万 9,083kg という上限を定められている。2023 年に下院へ法案が提出された時点では、2023 年の上限も設定されていた。
- *7 2024 年 3 月に成立した 2024 年会計年度予算において、国内先進燃料サプライチェーンを構築する目的で 27 億 2,000 万ドルが含まれていた。

発電炉 26 基の廃止措置に今後 70 年間で 3 兆ルーブルが必要との見通し：2024 年 11 月 28 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社は今後 70 年間で原子力発電炉 26 基の廃止措置を行う必要があり、廃止措置のために 3 兆ルーブルが必要となるという。エネルギー省（Ministry of Energy）が議会下院（State Duma）委員会との共同会合において言及したところによると、エネルギー省は廃止措置に対する融資に関する作業を行っているという。Y. グラブチャク（Yevgeny Grabchak）エネルギー副大臣（Deputy Energy Minister）によると、ロシア国内には現在 25 基の発電炉があり、このうち 9 基は既に廃止措置が行われている。また、廃止措置に必要な 3 兆ルーブルについて、同副大臣はロスアトム社からの資金と、連邦予算からの補助金という選択肢があると述べたという。（2024 年 11 月 28 日付 EurAsia Daily）

試験実証センター（ODTs）において第 2 番目となる再処理施設の建設が完了：2024 年 12 月 11 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社の鉱業・化学コンビナート（MCC、GKhK）は、試験実証センター（ODTs：Opitno Demonstratsionno Tsentra）*において、再処理を対象とした第 2 番目となる複合施設の建設を完了させたとのことである。この再処理施設については、エネルギーに関する国会委員会の会合を受けて、操業許可が発給済であるとのことである。なお、第 1 番目の再処理施設は 2015 年に操業を開始している。（2024 年 12 月 11 日付 Nuclear Engineering International）

- * ロスアトム社によると ODTs は、使用済燃料の新資源化を行うための技術を改良することにおいて、大規模かつ汎用であるようなプラットフォームを持つ施設として、2024 年 12 月時点では世界で唯一の施設であるとのことである。

ADE-2 炉の廃止措置が開始、跡地には熔融塩研究炉を建設予定：2024 年 12 月 12 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社の鉱業・化学コンビナート（MCC、GKhK）は、工業用ウラン黒鉛炉である ADE-2 炉*¹の廃止措置を開始したとのことである。この廃止措置の第 1 段階には 2 年を要する予定である。ADE-2 炉の廃止措置が行われた後には、同炉の跡地に熔融塩研究炉（IZhSR：Issledovatel'skovo Zhidko Solevovo Reaktora）*²が建設される予定である。（2024 年 12 月 12 日付 Nuclear Engineering International）

- *¹ かつて ADE-2 炉では核兵器用のプルトニウムの製造が行われていた。
- *² 2024 年 2 月 2 日付の報道によると、MCC は IZhSR 開発プロジェクトに関する研究開発を完了し、予備設計（preliminary design）が完了したとのことである。IZhSR を物理起動（physical launch）させるために要求される基本的な設計判断（fundamental decisions）について記述した予備設計の開発は、ロシア国内の MCC 以外の諸機関との協力の下で行われてきたという。マイナーアクチノイド（MA）の核変換を対象とした重要な技術的解決策、熔融塩技術の習得、および MA を焼却する実規模の原子炉の建設（MCC 施設地下に建設予定）に向けた IZhSR 開発プロジェクトの概要を策定することが次段階として取組む事項である。MCC は、2027 年に IZhSR の建設認可を取得し、2031 年に起動することを予定している。

BREST-OD-300 用燃料製造／再製造ユニットが試験操業を開始：2024 年 12 月 25 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、鉛冷却高速炉 BREST-OD-300 用燃料製造／再製造（fabrication/refabrication）ユニットの試験操業（pilot operation）を開始したことを発表した。ロスアトム社はこの試験操業

開始を第 IV 世代原子力発電システムの開発における最初の重要なマイルストーンとして位置付けている。同ユニットは、シベリア化学コンビナート (SGChE) におけるブレイクスルー (Proryv) プロジェクトの一環として建設中の第 IV 世代パイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC、ODEK) * に含まれる 3 件の施設のうち最初の 1 件に相当する。同施設では連邦環境・技術・原子力監督庁 (Rostekhnadzor) による認可に従い劣化ウラン燃料母材 (matrix) を使用した BREST-OD-300 用燃料バンドル製造の技術および経験の習得に努めているという。規制機関が同施設におけるプルトニウム取り扱いを承認した後、同施設のターゲット製品であるウラン-プルトニウム混合窒化物 (MNUP) 燃料の製造を開始する予定である。(2024 年 12 月 25 日付 ROSATOM)

- * パイロット実証エネルギー複合施設 (PDEC) は、ウラン-プルトニウム混合窒化物 (MNUP) 燃料製造/再製造 (refabrication) モジュール、鉛冷却高速炉 BREST-OD-300、照射済燃料再処理モジュールの 3 施設で構成されており、クローズド燃料サイクルを単一サイト内で完結することを目指している。

8.7 放射線利用技術開発

レニングラード原子力発電所で製造された Lu-117 のパイロット・バッチの品質について : 2024 年 7 月 11 日、ロスアトム (ROSATOM) 社は、レニングラード (Leningrad) 原子力発電所において製造された医療用放射性同位体であるルテチウム 177 (Lu-117) のパイロット・バッチについて、フローピンラジウム研究所 (KRI : V.G. Khlopin Radium Institute) の専門家から肯定的な評価を得たことを明らかにした。評価を行った専門家による調査報告書 (expert report) によると、このパイロット・バッチは、Lu-117 に基づいた放射性医薬品の製造を行うための要件を完全に満たすとのことである。(2024 年 7 月 11 日付 ROSATOM)

クルスク 3、4 号機での RI 製造許可は 2025 年中の取得を目標 : 2024 年 11 月 26 日付の報道によると、ロスエネルゴアトム (Rosenergoatom) 社は、クルスク (Kursk) 原子力発電所*¹における医療用アイソトープ製造について、2025 年中に連邦環境・技術・原子力監督庁 (Rostekhnadzor) からの許認可取得を目指す方針を明らかにした。同発電所において製造が予定されているアイソトープは、サマリウム 153 (Sm-153)、ヨウ素 131 (I-131)、ヨウ素 125 (I-125)、モリブデン 99 (Mo-99)、ルテチウム 177 (Lu-177) である*²。なお、現在ロシア国内においてそれらの医療用アイソトープ製造およびシリコンドーピングが行われているのはレニングラード (Leningrad) 原子力発電所のみである。(2024 年 11 月 26 日付 World Nuclear News)

- *¹ クルスク原子力発電所は 4 基の RBMK で構成され、1 号機は 2021 年に、2 号機は 2024 年に恒久停止された。同発電所 3、4 号機については 2031 年の恒久停止が予定されている。なお、同発電所 1~4 号機は、クルスク II 原子力発電所として建設中の 4 基の VVER-TOI により置き換えられる。
- *² クルスク原子力発電所では既にコバルト 60 (Co-60) の製造が行われている。なお、同発電所等で運転されている RBMK 原子炉は、原子炉の運転を停止せずに出発原料を他の種類のアイソトープと同時に装荷することが可能である。

ロスアトム社等が国産 Ra-223 放射性医薬品の製品認可を取得：2024 年 12 月 27 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、ロシア連邦医学・生物学庁（Russian Federal Medical and Biological Agency）が、輸入代替（import-substituting）のラジウム 223（Ra-223）放射性医薬品 Rakurs の製品ライセンス（product license）を取得したことを発表した。放射性医薬品 Rakurs は、連邦医学・生物学庁の放射線・腫瘍学連邦科学・臨床センター（Federal Scientific and Clinical Center for Medical Radiology and Oncology）において、ロスアトム社傘下の原子炉科学研究所（RIAR JSC：Research Institute of Nuclear Reactors, State Scientific Centre, a joint-stock company of Rosatom's scientific division）所属の専門家による協力の下で開発され、ロシア産の出発材料を用いて製造されているという。ロスアトム社は、今回の認可取得により、物流遅延（logistics delays）が軽減され、ロシア市民はより放射線治療の恩恵を受けられるようになる」と述べている。（2024 年 12 月 27 日付 ROSATOM）

8.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

IAEA がクルスクの状況について注視するとした声明を発表：2024 年 8 月 9 日、国際原子力機関（IAEA）は、ロシアのクルスク（Kursk）原子力発電所*の近隣で生じている軍事活動の状況について、注視しているとする事務局長声明を発表した。事務局長声明においては、深刻な放射線影響をもたらす可能性がある原子力事故を回避するために、すべての関係者に対して最大限の自制を呼びかけている。なお、8 月 20 日付の報道によると、同発電所は平常通り運転しているとクルスク州知事代理が明らかにしているという。（2024 年 8 月 9 日付 IAEA、8 月 20 日付 Nuclear Engineering International）

* クルスク原子力発電所は計 6 基の原子炉を擁しており、このうち 2 基の RBMK-1000 が恒久停止、2 基の RBMK-1000 が運転中、2 基の VVER-510（VVER-TOI と呼ばれる）が建設中である。

クルスク原子力発電所にドローンの残骸、IAEA グロッシー事務局長はサイト訪問予定：2024 年 8 月 22 日、国際原子力機関（IAEA）は、クルスク（Kursk）原子力発電所の敷地内においてドローン 1 機の残骸が発見されたとの報告をロシア政府から受けたことを明らかにした。ドローンの残骸は同発電所の使用済燃料貯蔵施設から約 100m 離れた地点で発見されたという。IAEA にはこのドローンが同日の早朝に鎮圧されたと報告されている。この事態を受けて IAEA の R.M. グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長は、8 月 26 日からの週に予定されているロシア訪問に際して KNPP サイトの状況を自ら評価する意向を確認した。グロッシー事務局長は、原子力発電所近隣における軍事行動は、原子力安全および核セキュリティに対する重大なリスクであると述べている。（2024 年 8 月 22 日付 IAEA、7 月 23 日付 World Nuclear News）

IAEA のグロッシー事務局長がクルスク原子力発電所を訪問：2024 年 8 月 26 日、国際原子力機関（IAEA）の R.M. グロッシー（Rafael Mariano Grossi）事務局長は声明を発表し、クルスク（Kursk）

原子力発電所に対する IAEA ミッションをグロッシェ事務局長自身が率いて実施していることを明らかにした。グロッシェ事務局長は声明において、翌 8 月 27 日に同発電所に到着次第、状況を直接確認した上で同発電所の原子力安全および核セキュリティの状態を評価するために必要な更なる活動の手順について議論するとした。その上でグロッシェ事務局長は、武力衝突における原子力安全の 7 つの柱とウクライナのザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の保護のために確立された 5 つの原則は、どの原子力発電所に対しても適用されると述べている。8 月 27 日にはロスアトム（ROSATOM）社がプレスリリースを発表し、同日にグロッシェ事務局長率いる IAEA 代表団がクルスク原子力発電所サイトとクルスク II 原子力発電所サイトを訪問し、クルスク原子力発電所 3 号機が運転を継続している事等を視察したことを明らかにした。視察の結果は、グロッシェ事務局長とロスアトム社の A.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁による会談の場において近々検討される予定であるという。（2024 年 8 月 26 日付 IAEA、8 月 27 日付 ROSATOM、World Nuclear News、Nuclear Engineering International）

9 中国

9.1 原子力事情・原子力政策動向

防城港 4 号機が初臨界を達成し送電網に接続される：2024 年 4 月 11 日付の報道によると、防城港（Fangchenggang）原子力発電所 4 号機（華龍一号（Hualong One））が 4 月 3 日に初臨界を達成し、4 月 9 日に送電網に接続された。中国広核集団（CGN: China General Nuclear Power Corporation）は、商業運転条件下における同発電所 4 号機の様々な性能を更に検証するための試験が行われた後、2024 年上半期には同発電所 4 号機の「高品質な電力生産」（high-quality production）を開始予定としている。（2024 年 4 月 11 日付 Nuclear Engineering International、World Nuclear News）

原子力法の改訂草案が審議へ：2024 年 4 月 26 日付の報道によると、原子力法の改訂草案が審議のために第 14 期全国人民代表大会（全人代）常務委員会第 9 回会議へと提出されたとのことである*。今回の原子力法改訂草案は、全 8 章で全 53 条にわたり、主要な内容は、原子力の平和的な開発と利用のための原則的要件を明確にすること、監督・マネジメント・システムを明確にすること、原子力の研究・開発・利用を促進すること、核燃料サイクルシステムの構築を標準化すること、安全についての監督と管理を強化すること、および輸出入管理と国際協力を改善することである。（2024 年 4 月 26 日付 Nuclear Engineering International）

* 提出された日付は 2024 年 4 月 23 日。

廉江 2 号機において最初のコンクリート打設が行われる：2024 年 4 月 29 日付の報道によると、広東省の廉江（Lianjiang）原子力発電所 2 号機において、4 月 26 日に原子炉本体周辺設備（nuclear island）について最初の安全関連のコンクリート打設が行われた。同発電所では 6 基の CAP1000^{*1}の建設が予定されており、今回コンクリート打設が行われた 2 号機は発電所第 1 段階として計画されている 2 基の CAP1000 のうち 2 基目に相当する^{*2}。（2024 年 4 月 29 日付 World Nuclear News）

*1 CAP1000 原子炉設計は米国ウェスチングハウス（WH）社による AP1000 の中国版であり、モジュール建設技術（modular construction techniques）を使用している。

*2 廉江原子力発電所 1、2 号機の建設は国务院（State Council）により 2022 年 9 月に承認された。同発電所における掘削作業は 2022 年 9 月に開始され、1 号機の最初のコンクリート打設は 2023 年 9 月に完了した。同発電所 1 号機は 2028 年の商業運転開始を予定している。

防城港 4 号機、試験運転を完了し商業運転を開始：2024 年 5 月 28 日付の報道によると、広西チワン族自治区（Guangxi Autonomous Region）所在の防城港（Fangchenggang）原子力発電所^{*4} 4 号機が商業運転を開始した。同発電所 4 号機は 2024 年 5 月 25 日午前 8 時に 168 時間の試験運転を完了し、商業運転のための条件を公式に満たしたという。同発電所 4 号機は中国広核集団（CGN）が設計した、同発電所における 2 基の華龍一号実証炉の 2 基目である。国家核安全局（NNSA : National Nuclear Safety Administration）は CGN に対して同発電所 4 号機の運転認可を 2024 年 2 月

27日に発行し、燃料装荷は2024年3月2日に完了した。同発電所4号機の初臨界達成は2024年4月3日で、その6日後に防城港4号機は送電網に接続された。グロス電気出力118万kWの加圧水型軽水炉（PWR）である同発電所4号機は、2016年に建設が開始され、当初2020年の起動を予定していたが、起動予定は2022年に延期され、さらに新型コロナウイルス感染症（COVID-19）パンデミックによる遅れが発生していた。（2024年5月28日付 World Nuclear News）

- * 防城港原子力発電所は、計画では6基の原子炉を有する原子力発電所であり、建設計画第I期の2基のCPR-1000は2016年に商業運転を開始している。一方、建設計画第II期として採用された華龍一号の1基目である同発電所3号機は2015年12月に建設が開始され、2022年12月27日に初臨界に達し、2023年1月10日に送電網へ接続され、2023年3月25日に商業運転を開始している。なお同発電所5、6号機としても華龍一号の建設が予定されている。

田湾原子力発電所において中国初の工業用蒸気供給事業が運用開始：2024年6月19日、中国国家原子能機構（CAEA：China Atomic Energy Authority）は、中国初の工業用原子力蒸気供給事業である、中国核工業集団（CNNC：China National Nuclear Corporation）による田湾（Tianwan）原子力発電所における「和気一号」（Heqi No.1）が正式に完成し、運用を開始したことを発表した。和気一号は同発電所3、4号機（ともにVVER-1000）のタービン系統において生成された二次系蒸気を熱源として使用する。蒸気は多段式熱交換器を介してから工業用ガスパイプラインにより連雲港（Lianyungang）市の石油化学産業基地（petrochemical industrial base）へと運ばれるという。（2024年6月19日付 China Atomic Energy Authority）

徐大堡2号機が建設開始：2024年7月17日、遼寧省の徐大堡（Xudapu もしくは Xudabao）原子力発電所2号機において初のコンクリート打設が行われた。これにより同発電所2号機について正式に建設が開始されたこととなる。2023年7月31日に国務院（State Council）が同発電所1、2号機の建設を承認していた。同発電所1号機については、2023年11月15日に建設開始を記念する式典が開催されていた。なお同発電所1、2号機の炉型は出力125万kWのCAP1000であり、商業運転開始はそれぞれ2028年と2029年が予定されている。（2024年7月17日付 World Nuclear News）

寧徳5号機が着工：2024年7月28日付の報道によると、寧徳（Ningde）原子力発電所5号機（華龍一号）について、同日に最初のコンクリート打設が行われ、建設が開始されたことを中国広核集団（CGN）が明らかにした。同発電所のII期にあたる5、6号機の建設は、2023年7月31日に国務院により承認されたものである。（2024年7月28日付 CGTN、Global Times）

石島湾1号機としてPWRの建設が開始される：2024年7月28日付の報道によると、石島湾（Shidaowan）原子力発電所サイトにおいて、加圧水型軽水炉（PWR）による拡張工事の第I期が同日に着工した*¹。同発電所では第IV世代炉が運転を開始している*²。（2024年7月28日付 Global Times）

- *¹ 2023年7月31日に国務院は、石島湾原子力発電所1、2号機として2基の華龍一号の建設を承

認していた。今回着工した原子炉は、この時に承認された2基の華龍一号のうちの1基と考えられる。

*2 高温ガス冷却実証炉 HTR-PM が2023年12月に商業運転を開始している。

国務院が11基の新規炉建設を承認：2024年8月19日、国務院（State Council）は、江蘇省の徐圩（Xuwei）原子力発電所第I期、広東省の陸豊（Lufeng）原子力発電所第I期、山東省の招遠（Zhaoyuan）原子力発電所第I期、浙江省の三澳（San'ao）（あるいは蒼南（Cangnan））原子力発電所第II期、広西チワン族自治区の白龍（Bailong）原子力発電所第I期の計5件の原子力発電事業における11基の原子炉について、建設を承認した。ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、これら5件の原子力発電事業のうち徐圩原子力発電所第I期について、中国核工業集団（CNNC）は、世界初の高温ガス冷却炉（HTGR）と加圧水型軽水炉（PWR）を組み合わせた原子力発電所として2基の華龍一号（Hualong One）と1基のHTGRで構成され、1基の蒸気熱交換施設を備え、熱電変換（heat-to-electricity）運転モードが初めて採用される計画であると述べている。中国広核集団（CGN）は香港証券取引所（HKEX：Hong Kong Stock Exchange）に対する文書（statement）において、CGN子会社の山東招遠核電有限公司（Shandong Zhaoyuan Nuclear Power Co Ltd）が2基の華龍一号（各121万4,000kWe）を招遠原子力発電所1、2号機として建設することについて承認を得たほか、同じくCGN子会社である中広核陸豊核電有限公司（CGN Lufeng Nuclear Power Co Ltd）が陸豊原子力発電所1、2号機として2基のCAP1000（各124万5,000kWe）を建設することについて承認されたことを明らかにしている*1。またCGNは、中広核蒼南第二核電有限公司（CGN Cangnan Second Nuclear Power Co Ltd）による浙江省の蒼南（Cangnan）原子力発電所3、4号機として、2基の華龍一号（各121万5,000kWe）の建設が承認されたことも明らかにしている*2。また、WNNの報道によると、国家電力投資集団（SPIC：State Power Investment Corporation）は、白龍原子力発電所1、2号機として2基のCAP1000を建設することを承認された。SPICは今後4基のCAP1400を同発電所サイトにおいて建設する計画であるという。（2024年8月19日付 Hong Kong Stock Exchange、8月21日付 World Nuclear News、Nuclear Engineering International）

*1 陸豊原子力発電所については1～4号機としてCAP1000を建設する計画であったが、これらに先行する形で5、6号機（それぞれ華龍一号）の建設が国務院により2022年4月に承認され、既に着工している。

*2 CGNの発表およびそれを受けて作成されたニュークリア・エンジニアリング・インターナショナル（Nuclear Engineering International）の記事では「蒼南」（Cangnan）原子力発電所と表記されているが、これは三澳（San'ao）原子力発電所を指す。

漳州4号機が着工：2024年10月12日、中国核工業集団（CNNC）は、漳州（Zhangzhou）原子力発電所4号機（華龍一号）について、最初のコンクリート打設が行われ建設が開始されたことを発表した。同発電所では4基の華龍一号が建設中であり、2019年10月に建設が開始された同発電所1号機については2024年中に発電を開始する見込みである。また、同発電所5、6号機建設に関する予備的作業も順に行われているという。（2024年9月27日付 World Nuclear News、10月12日付 CNNC）

漳州 1 号機に運転認可が発給され、燃料装荷が開始される：2024 年 10 月 16 日付の報道によると、生態環境部（MEE：Ministry of Ecology & Environment）は、漳州（Zhangzhou）原子力発電所 1 号機（華龍一号）の運転認可を発給した。これをうけて同発電所 1 号機では燃料装荷が開始された。同発電所 1 号機は 2019 年に建設が開始され、2024 年中の商業運転開始が予定されている。（2024 年 10 月 16 日付 Nuclear Engineering International）

中国政府が原子力技術応用産業の促進に関する行動計画を発表：2024 年 10 月 24 日、中国国家原子能機構（CAEA）、国家発展改革委員会（NDRC：National Development and Reform Commission）、およびその他省庁は、「原子力技術応用産業の質の高い発展のための 3 年間行動計画（2024～2026 年）」（Three-Year Action Plan for High-Quality Development of Nuclear Technology Application Industry (2024-2026)）^{*1} と題した行動計画を共同で発表した。今後 3 年間の原子力技術応用産業（nuclear technology application industry）の発展支援を目的とした行動計画においては、2026 年までに原子力技術応用産業の年間直接経済生産額を 4,000 億元とすることを目標としているという。また、2026 年までに中国の原子力技術応用産業における独立したイノベーション能力は大幅に強化され、産業分野も大幅に拡大されとの見通しが示されている。行動計画では、今後 3 年間で、医療診断・治療、農業育種、食品加工、安全・セキュリティ等の分野における原子力技術応用に重点を置くことで、複数の主要技術においてブレイクスルーが実現され、多くのイノベーション・プラットフォームが構築され、新興企業の育成が進むとしている。なお、ニュークリア・エンジニアリング・インターナショナル（Nuclear Engineering International）の報道では、中国では 2024 年中に原子力技術分野において多くの進展が見られたことに言及している^{*2}。（2024 年 11 月 1 日付 Xinhua、11 月 6 日付 World Nuclear News、11 月 7 日付 Nuclear Engineering International）

*1 中国語の原文表題は『核技术应用产业高质量发展三年行动方案（2024-2026 年）』である。

*2 商業炉における炭素 14（C-14）の大量生産開始、濃縮ホウ素 10（enriched Boron-10）製品の安定生産、新しい同位体であるプルトニウム 227（Pu-227）の発見が挙げられている。

初の CAP1400 が送電網に接続：2024 年 10 月 31 日、国家能源局（NEA：National Energy Administration）は、石島湾（Shidaowan）サイトにおいて建設されている 2 基の実証版国和一号（Guohe One）のうち、1 号機が送電網に接続されたことを明らかにした。同 1 号機は、同 2 号機とともに中国において初めて建設された 2 基の「国和一号」（Guohe One）と呼称される CAP1400 のうちの 1 基である。同 1 号機の建設は 2019 年 6 月に、同 2 号機の建設は 2020 年 4 月に開始されていた。なお CAP1400 は、ウェスチングハウス社の AP1000 に基づき中国が独自に開発した炉型とされる。（2024 年 11 月 4 日付 World Nuclear News）

漳州 1 号機が送電網に接続：2024 年 11 月 28 日、中国核工業集団（CNNC）は、漳州（Zhangzhou）原子力発電所 1 号機（華龍一号）が同日午前 7 時 46 分をもって送電網に接続したことを発表した。同発電所サイトでは 4 基の華龍一号が建設されている。同発電所 1 号機はこのうち最初の 1 基にあたり、2019 年 10 月に建設が開始された。（2024 年 11 月 28 日付 World Nuclear News）

漳州 1 号機が商業運転を開始：2025 年 1 月 1 日、漳州（Zhangzhou）原子力発電所 1 号機（華龍一号）が商業運転を開始した。同発電所 1 号機は 2024 年 11 月 20 日に初臨界を達成し、11 月 28 日に送電網に接続されていた。同発電所は 6 基の華龍一号により構成される計画で、第 I 期にあたる同発電所 1 号機の建設は 2019 年 10 月、2 号機は 2020 年 9 月に開始された。第 II 期にあたる同発電所 3、4 号機については、2024 年 2 月に 3 号機、10 月に 4 号機について最初のコンクリート打設が行われている。（2025 年 1 月 2 日付 Xinhua、World Nuclear News）

陸豊 1 号機（CAP1000）が正式に着工：2025 年 2 月 24 日、中国広核集団（CGN）は、広東省に位置する陸豊（Lufeng）原子力発電所 1 号機（CAP1000）について、最初のコンクリート打設を行った。同発電所サイトでは 6 基の原子炉の建設が予定されており、今回コンクリート打設が行われた 1 号機は同サイトにおいて建設が開始された原子炉として 3 基目にあたる*。（2025 年 2 月 24 日付 World Nuclear News）

* 陸豊原子力発電所では 1～4 号機として CAP1000、5～6 号機として華龍一号の建設が予定されている。2022 年 4 月に国務院（State Council）は同発電所 5、6 号機（華龍一号）の建設を承認し、5 号機は 2022 年 9 月、6 号機は 2023 年 8 月に最初のコンクリート打設が行われた。一方、同発電所 1～4 号機（CAP1000）の建設は 2014 年 9 月に国家発展改革委員会（NDRC）の承認を受けて以降は保留されていたが、2024 年 8 月に国務院が同発電所 1、2 号機の建設を承認した。なお、同発電所 3、4 号機の建設については引き続き保留されている。

9.2 国際協力動向

CGN と EDF、原子力発電に関する協力を深化・拡大させることを企図した基本合意書（LOI）に署名：2024 年 5 月 6 日、中国広核集団有限公司（CGN）とフランス電力会社（EDF）は、原子力における協力を深化・拡大させていくことについての基本合意書（LOI：Letter of Intent）に署名した。この LOI について CGN は、CGN と EDF が共同で発展していくことを目的に、原子力発電所の運転の分野を対象として原子力発電所のエンジニアリング建設、人材育成、EPR の運転、およびリーダーシップ研修等の諸点において両社間の協力を更に拡大・強化させるものであると述べている。（2024 年 5 月 9 日付 World Nuclear News）

ハンガリーと中国が原子力平和利用の MOU を締結：2024 年 5 月 10 日付の報道によると、中国国家原子能機構（CAEA）とハンガリーの外務省（Ministry of Foreign Affairs）は、原子力エネルギーの平和利用に関する了解覚書（MOU）を締結した*。今回の習近平国家主席によるハンガリー訪問において発表された公式声明等では MOU の詳細な内容は明らかにされていない。なお、包括的な「新時代の全天候型全面的戦略パートナーシップ」（All-Weather Comprehensive Strategic Partnership for the New Era）の確立について両国が発表した共同声明において、「中国政府は中国国外への投資を行う能力を持つ中国企業に対してハンガリーにおいて投資を行うことを引き続き奨励する。両国はクリーンエネルギー、人工知能（AI）、移動通信技術、原子力エネルギーおよび原子力技術といった新興分野における秩序ある協力を推進する」と述べられているという。

(2024 年 5 月 10 日付 World Nuclear News)

- * 中国の習近平国家主席によるハンガリー訪問に際して締結された、様々な領域における計 18 件の合意のうちの 1 件にあたる。

CNNC が「原子力技術の平和利用に関する中国 - アフリカ会議」を開催：2024 年 7 月 5 日、中国核工業集団（CNNC）は、エチオピアで開催された「原子力科学技術における研究・開発・訓練に関するアフリカ地域協力合意」（AFRA：African Regional Cooperative Agreement for Research, Development, and Training in Nuclear Science and Technology）の第 35 回技術作業部会会合（Technical Working Group Meeting）に際し、「原子力技術の平和利用に関する中国 - アフリカ会議」（China-Africa Conference on Peaceful Uses of Nuclear Technology）を開催したことを明らかにした。会議には AFRA 加盟国から 40 名以上の政府職員、専門家、研究者が参加した。CNNC は会議において、クリーンエネルギーの統合的利用や、小型モジュール炉（SMR）と高温ガス冷却炉について建設と利用を含め、原子力エネルギーおよび原子力技術応用の分野におけるソリューションや実践例を紹介したという。（2024 年 7 月 4 日付 CNNC）

CNNC と UZATOM が MOU を締結：2024 年 8 月 7 日、中国核工業集団（CNNC）とウズベキスタン原子力開発庁（UZATOM）は、原子力エネルギー部門における二国間協力の更なる強化および拡大についての了解覚書（MOU）と協力ロードマップに署名した。CNNC の申彦鋒（Shen Yanfeng）総経理は、原子力発電・核医学・ウラン資源といった分野における二国間協力を深め、一帯一路構想の実現と両国による未来を共有したコミュニティの構築に向けて協力するよう両国に対し求めている。（2024 年 8 月 16 日付 CNNC）

中国とナイジェリアが原子力協力に関する MOU を締結：2024 年 9 月 3 日、中国の習近平国家主席とナイジェリアのボラ・ティヌブ（Bola Ahmed Tinubu）大統領は、両国間の経済協力を強化することを定めた協定群に署名した。この中には一帯一路構想や人材開発、原子力エネルギーに関する包括的協定も含まれているという。ナイジェリア原子力委員会（NAEC：Nigeria Atomic Energy Commission）は、9 月 3 日付の発表において、NAEC と中国の国家能源局（NEA：National Energy Administration）を当事者とする原子力エネルギーに関する了解覚書（MOU）が署名されたことを明らかにしている。NAEC によると、MOU は 1) 原子力平和利用分野における基礎研究、2) 原子力発電所の設計・建設・運転・更新・管理・廃止措置、3) 人材教育を対象としているという。（2024 年 9 月 3 日付 Nigeria Atomic Energy Commission、9 月 10 日付 Nuclear Engineering International）

チャシュマ 5 号機（華龍一号）で最初のコンクリート打設：2024 年 12 月 30 日、パキスタンのチャシュマ（Chashma）原子力発電所 5 号機（華龍一号）において最初のコンクリート打設を記念する式典が開催された。パキスタン原子力委員会（PAEC：Pakistan Atomic Energy Commission）は 2024 年 4 月に建設認可をパキスタン原子力規制庁（PNRA：Pakistan Nuclear Regulatory Authority）

に申請し、PNRA は 12 月 26 日付で建設認可を発給した。パキスタンと中国は同発電所 5 号機として華龍一号を建設することについて 2023 年 6 月に 48 億ドルの契約に署名しており、起工式は既に 2023 年 6 月に実施されている。同発電所 5 号機はパキスタンにおいて建設される華龍一号として 3 基目に相当する*。(2025 年 1 月 2 日付 World Nuclear News)

* パキスタンではカラチ (Karachi) 原子力発電所 2、3 号機として 2 基の華龍一号が運転中である。

ケニアと中国が原子力協力に関する MOU を締結：2025 年 3 月 19 日、ケニアの原子力発電・エネルギー庁 (NuPEA : Nuclear Power and Energy Agency) は、中国核工業建設有限公司 (CNECC : China Nuclear Engineering and Construction Corporation) *との間で、原子力エネルギー開発における協力に関する了解覚書 (MOU) を締結した。この MOU は研究・イノベーション・技術移転における協力を概説するものであるという。(2025 年 3 月 19 日付 Nuclear Power and Energy Agency - Kenya、3 月 19 日付 The Star)

* 中国核工業集団 (CNNC) の子会社。

9.3 原子力研究開発推進・規制体制

中国の宇宙用原子炉の情報が明らかに：2024 年 4 月 12 日付の報道によると、中国科学院 (CAS : Chinese Academy of Sciences) と国家自然科学基金委員会 (National Natural Science Foundation of China) が共同出資する科学誌「中国科学：技術科学」(SCIENTIA SINICA Technologica) に掲載された論文 (v.54, Issue 3, pp. 365-376) *において、メガワット級リチウム冷却宇宙用原子炉の設計および研究開発が取り上げられた。論文要旨によると、宇宙用原子炉は高いエネルギー密度、高出力、運転継続時間の長さ、外部環境から受ける影響が最小限であるといった利点を持ち、長期間の宇宙探査や深宇宙探査等における電源として望ましいという。論文ではメガワット級宇宙用原子炉の様々な設計オプションの特徴および開発要件に基づき、メガワット級リチウム冷却小型宇宙用原子炉の技術スキームが策定されている。このスキームでは、軽量かつ丈夫なブレイトン電力変換システム (Brayton power conversion system) と組み合わせてリチウム冷却原子炉を使用する計画である。中国のチームは冷却材として液体金属を選定し、ナトリウムやカリウム等の選択肢が検討された結果、リチウムが選定された。リチウムは熱容量および熱伝導率が大きく、炉の小型化が可能となったという。またリチウムは沸点が高く (1,600 ケルビン (K))、冷却材の入口温度は 1,400K、出口温度は 1,500K である。燃料はウラン濃縮度 93%の窒化ウランで、出力は熱出力約 6,000kW または電気出力約 1,500 万 kW であるという。設計寿命は 10 年とされる。制御システムには炭化ホウ素吸収材 (boron carbide absorber) を使用し、圧縮バネで駆動する。なお論文では、水素化リチウム (lithium hydride) の使用を使用することによる課題や、無重力化でどのようにリチウムからヘリウムを分離するかといった問題があると指摘しているという。(2024 年 4 月 12 日付 Nuclear Engineering International)

* アブストラクトのみ英語、本文は中国語である。

9.4 核融合

エナジー・シンギュラリティ社の高温超伝導トカマク装置が初プラズマ：2024年6月18日、エナジー・シンギュラリティ（Energy Singularity、能量奇点）社は、同社が開発した世界初の完全な（fully）高温超伝導トカマク装置である HH70（Honghuang 70、洪荒 70）が初プラズマを達成したことを発表した。エナジー・シンギュラリティ社は HH70 の完成および運転から出発し、HH70 を主要な実験プラットフォームとして、重水素 - 三重水素（D-T : deuterium-tritium）換算で 10 以上のエネルギー利得（Q）を達成することを目標とした次世代の高磁場（high-field）高温超伝導トカマク装置 HH170 の開発に投資するとしている。（2024年6月18日付 Energy Singularity）

ASIPP、合肥市に核融合技術総合研究施設（CRAFT）を建設中：2024年12月2日付の科技日報（Science and Technology Daily）の報道によると、中国科学院等离子体物理研究所（ASIPP : Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences）は、全超伝導トカマク型核融合実験装置（EAST : Experimental Advanced Superconducting Tokamak）に続くステップとして、安徽省合肥（Hefei）市に核融合技術総合研究施設（CRAFT : Comprehensive Research Facility for Fusion Technology、聚变堆主机关键系统综合研究设施）を建設している。CRAFT は夸父施設（Kuafu facility）*とも呼ばれ、2025 年末に完成予定である。CRAFT は次世代核融合炉のための主要システムの開発を想定し設計されており、長時間のプラズマ閉じ込め、超伝導材料、効果的な冷却システムに関する工学的・科学的課題の解決に取り組むという。（2024年12月2日付科技日報）

* 「夸父」（kuafu）とは中国神話に登場する巨人族で、太陽を捕まえようとしたという伝説がある。中国では太陽探査衛星にも夸父 1 号（Kuafu-1）という名称がつけられている。

9.5 次世代炉

HTR-PM による熱供給事業が運用開始される：2024年4月2日付の報道によると、中国華能集団（China Huaneng Group）は、山東省石島湾（Shidaowan）原子力発電所における実証版ペブルベッドモジュール型高温ガス冷却炉（HTR-PM : High Temperature Gas-Cooled Reactor - Pebble-bed Module）の原子力熱供給事業について、熱供給グリッド（heating grid）に接続され運用が開始されたことを発表した。この事業は、HTR-PM の蒸気システムから抽出された高温の水蒸気により熱交換器内の水を加熱し、この高温の水を自治体や発電所のエネルギー圏内（energy area）の熱交換所に流し、二次熱交換を経て住宅暖房として利用するものである。熱供給パイプラインは 2024 年 3 月 22 日に完成し、熱供給グリッドには 3 月 27 日に接続されたという。中国華能集団は今回の発表について、第 IV 世代原子力エネルギー熱供給システムによる都市住民向けの暖房供給が実現した初めての例であり、第 IV 世代原子力エネルギーの包括的利用における画期的出来事として位置づけている。（2024年4月2日付 World Nuclear News）

HTR-PM は自然冷却可能であるとする論文が発表される：2024 年 7 月 25 日付の報道によると、石島湾（Shidaowan）原子力発電所で運転中の実証版ペブルベッドモジュール型高温ガス冷却炉（HTR-PM）が自然冷却（naturally cooled down）可能なことが確認されたとのことである。HTR-PM には、ペブル（pebble）と呼ばれるビリヤード球ほどの大きさの黒鉛シェル（graphite shell）に覆われた極小のウランカプセルが燃料として使用されており、燃料棒を使用する従来型の原子炉と比較して燃料のエネルギー密度が大幅に低くなっている。このペブル設計では従来型原子炉と比べて核分裂反応はゆっくりと生じる一方で、ペブル燃料はより高温に長時間耐えることが可能であるとともに、核分裂反応による熱が分散することから受動的冷却プロセス（passive cooling process）が可能であるとされている。炉の自然冷却を行うために HTR-PM では、自然冷却システムを通じて、水よりも高温に耐えうるヘリウムガスを配管により少量供給する。原子炉が過熱した場合は自動的に核分裂反応が減速され冷却が行われるため、概念上このような原子炉は「炉心溶融耐性」（meltdown proof）があるとされる。清華大学（Tsinghua University）の研究者らによりジュール誌（Joule）に掲載された論文によると、HTR-PM において有効電力供給（active power supply）を切断することで崩壊熱を受動的に除去することが可能かを調べる実験が 2 回にわたり実施され、HTR-PM の各炉における温度および反応状況から、能動的介入なしに自然に冷却可能であることが確認された。研究者らによると、この結果は商業規模の固有安全性（inherent safety）を達成した業界初の画期的なマイルストーンであるという。（2024 年 7 月 17 日付 Joule、7 月 25 日付 America Nuclear Society）

トリウム溶融塩炉による発電所の建設がゴビ砂漠において 2025 年に開始：2024 年 7 月 26 日付の報道によると、世界初となるトリウム溶融塩炉（燃料としてトリウムに基づいた塩を利用）による発電所の建設がゴビ砂漠（Gobi Desert）において 2025 年に開始される予定であるとのことである。この溶融塩炉は小型モジュール炉（SMR）であり、2029 年に建設が完了して運転開始が可能な状態となる予定で、最大 6 万 kW の熱を生産するとのことである。生産される熱エネルギーの一部は 1 万 kWe の電力を生産するために利用され、残りの熱エネルギーは高温での水分子分解による水素生産のために利用されることとなる。この溶融塩炉の建設と運転は、中国科学院（CAS）の上海応用物理研究院（SINAP：Shanghai Institute of Applied Physics）によって行われる予定であり、SINAP は 2024 年 7 月 22 日の週に、この溶融塩炉を対象とした環境影響評価報告書^{*1}における建設計画書を公開した。なお、2024 年 7 月現在、地球上で稼働している唯一のトリウム溶融塩炉は、甘粛（Gansu）省武威（Wuwei）市の中心部から西北に約 120km の地点のゴビ砂漠に立地するトリウム溶融塩実験炉 TMSR-LF1（2023 年 10 月に初臨界を達成）^{*2,3}である。TMSR-LF1 は熱出力 2,000kW で発電は行っていない。2025 年に建設が開始される方のトリウム溶融塩炉は TMSR-LF1 の西側の土地（サッカー場よりも小さな面積）において建設される予定である^{*4}。（2024 年 7 月 26 日付 South China Morning Post）

*1 この環境影響評価報告書の原題は、「小型模块化钍基熔盐堆研究设施项目环境影响报告书（选址阶段）」である。この環境影響評価報告書によると、2025 年に建設が開始される予定の溶融塩炉は、科学者を主に対象とした研究目的で利用される予定ではあるが、トリウム発電所として、風

力発電基地、太陽光発電所、熔融塩に基づいたエネルギー貯蔵発電所、火力発電所、および化学製品生産基地も同時に建設される予定である（後述の*4も参照）。

- *2 TMSR は「トリウム増殖熔融塩炉」(thorium-breeding molten-salt reactor) の省略形である。TMSR-LF1 は熱出力 2,000kWt の実験炉で、濃縮度 20%未満のウラン 235 (U-235) を燃料として使用する。それに含まれるトリウム量 (thorium inventory) は約 50kg、転換率は 0.1 とされる。99.95%以上のリチウム 7 (Li-7) を含むフッ化リチウム - ベリリウム (FLiBe) 製のブランケット (核分裂物質に転換される親物質の層) が使用される。四フッ化ウラン (UF₄) も燃料として使用される。燃料塩 (fuel salt) としてだけでなく冷却材塩 (coolant salt) としても FLiBe が、カバーガスとしてアルゴンが使用される。減速材は原子炉用黒鉛 (nuclear graphite) で構造材は UNS N10003 超合金である。最高温度摂氏 650 度で最大 10 年間の運転が予定されている。
- *3 2023 年 6 月 7 日、SINAP は、TMSR-LF1 の運転認可 (operating license) を、生態環境部 (MEE) 国家核安全局 (NNSA) から取得した。TMSR-LF1 は甘肅省武威市において 2018 年 9 月に建設が開始された。完成は 2024 年が予定されていたが、報道によると作業が前倒しで進み 2021 年 8 月に完成していたとされる。SINAP は 2022 年 8 月に MEE から TMSR-LF1 の試運転について承認を獲得していた。TMSR-LF1 が成功を収めた場合には、中国は 2030 年までに 37 万 3,000kWt のトリウム熔融塩炉を建設する計画であるとされていた。2024 年 7 月現在では、中国は、モジュラー式の商用トリウム熔融塩炉 (電気出力 10 万 kWe 以上) の建設を 2030 年に開始する予定であるとのことである。なお、2023 年 12 月、中国船舶工業集団 (CSSC: China State Shipbuilding Corporation) 傘下の江南造船所 (Jiangnan Shipyard) は、上海で開催された国際海事展「マリンテック・チャイナ 2023」(Marintec China 2023、2023 年中国国際海事技術学术会议和展览会) において、推進システムとしてトリウム熔融塩炉を利用した原子力コンテナ船「KUN-24AP」の設計を明らかにしている。
- *4 2025 年に建設が開始される予定の熔融塩炉計画においては、研究センターと使用済燃料処理工場等の多くの施設も建設される予定である。上述の環境影響評価報告書によると、2025 年に建設が開始される予定の熔融塩炉からの使用済燃料の 80%以上はリサイクルされ、残った放射性廃棄物についてはガラス固化を行った上でゴビ砂漠における深地層処分場へと輸送・処分されることとなっている。

【背景】

TMSR のような原子炉は冷却に水を必要としないことから砂漠地帯での運用が可能と目されており、中国政府は西部の砂漠・平原地帯に建設することで風力・太陽光発電を補完する計画を立てている。CAS は 2011 年 1 月に、30 億元を投じて液体フッ化物トリウム炉 (LFTR : liquid fluoride thorium reactors) 研究開発プログラムを開始した。LFTR はフッ化物塩冷却高温炉 (FHR : fluoride salt-cooled high-temperature reactor) と呼ばれる。SINAP が中心となり液体燃料の TMSR-LF と、被覆粒子燃料を熔融塩で冷却する固体燃料型の TMSR-SF の 2 種類の開発が進められている。SINAP によれば、固体燃料型の TMSR-SF の開発について、2025 年までに 1 万 kWt のパイロットプラント (TMSR-SF1) を建設し、その後 10 万 kWt のペブルベッド型実証炉 (TMSR-SF2)、続いて 100 万 kWt の実証炉 (TMSR-SF3) を建設する予定であるという。液体燃料型の TMSR-LF については、2018 年 3 月に実験炉 TMSR-LF1 の建設地として甘肅省武威市が決定された。2019 年 5 月 24 日に生態環境部 (MEE) より、SINAP が提出した建設段階 (原子炉および放射性廃棄物関連施設) における環境影響報告書が承認された。なお、TMSR-LF1 の運用段階における環境影響報告書は、2020 年 12 月に SINAP により公表された。将来的には TMSR-LF1 を基にした SMR が計画されている。

9.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

「国家ウラン一号 (国铀一号、National Uranium No. 1) 計画」: 2024 年 7 月 12 日、中国国家原子能機構 (CAEA) は、内モンゴル自治区 (Inner Mongolia Autonomous Region) のオルドス (Ordos、鄂爾多斯) において中国核工業集団 (CNNC) が開発しているウラン鉱山開発事業である「国家ウラン一号 (National Uranium No. 1、国铀一号) 計画」について、ウラン生産施設の建設が開始されたことを明らかにした。CAEA によると、このウラン生産施設は中国国内で最大規模の生産能力を持ち、原位置 (in-situ) 抽出 (leaching) によるウラン採掘について中国国内における 30 年

間にわたる技術革新と技術開発に立脚したものであり*¹、天然ウランの供給に関して中国のエネルギー安全保障を更に強化するものであるとのことである。「国家ウラン一号計画」においては、自動化、遠隔中央制御、およびビッグ・データ解析について統合を行い、それにより、採掘現場から数千マイル離れた場所からひとつのスクリーン制御と 1 クリックによりウラン採掘を行うことができるようになるほか、ウラン資源賦存量の視覚化、知的操業解析（人工知能を利用した操業解析）、および正確なウラン資源採掘（ウラン資源採掘の標準化）が可能となるという*²。

（2024 年 7 月 15 日付 World Nuclear News）

- *¹ 「国家ウラン一号計画」では、二酸化炭素（CO₂）と酸素（O₂）のガスから作製された浸出溶液をウラン鉱石に注入する形式の原位置抽出法が採用される。この方法においては、処理のためにウラン鉱石を地表へと引き上げることなく、ウラン溶液の閉鎖ループ状の循環方法を通じてウランが抽出される。CAEA によると、この技術により、廃液、排ガス、および固体廃棄物の発生を防ぐことができるほか、CO₂の排出を最小化することができるとのことである。
- *² CAEA の説明原文は次の通りである：「此外，该项目还将集成自动化、远程集控和大数据分析等先进技术，可实现“千里之外、一屏掌控、一键采铀”和“赋存资源可视化、运行分析智能化、资源开采精准化”」。

アルギン酸ナトリウムと機能性 DNA 鎖によるウラン吸着剤を開発：2024 年 7 月 30 日付の報道によると、中国科学院（CAS）の青島バイオエネルギー・バイオテクノロジー研究所（QIBEBT：Qingdao Institute of Bioenergy and Bioprocess Technology、青島生物能源与過程研究所）所属の研究者等は、海水からウランを抽出*¹するための経済性に優れた有機物を開発したとのことである。具体的には、アルギン酸ナトリウム（SA：sodium alginate）と機能性 DNA 鎖（functional DNA strands）を選定した上で、ウラニルイオン（UO₂²⁺）を選択的に吸着させるための SA-DNA ハイドロゲル微粒子を製造する。ウランを抽出するためのアミノオキシム（AO：amine oxime）基（group）を利用した吸着剤と比較すると、SA-DNA ハイドロゲル微粒子は、ウランについて顕著に高い抽出選択性を実証したとのことである。なお QIBEBT 所属の研究者等のこの研究は、ケミカル・エンジニアリング・ジャーナル誌の第 495 号（2024 年 9 月 1 日発行）*²に掲載される（詳細については本論文を参照）。（2024 年 7 月 30 日付 Nuclear Engineering International）

- *¹ 1 トンの海水中に含まれるウランの量は 3.3 ミリグラムである。
- *² Zhang et al. (2024): “SA-DNA hydrogel microspheres for Ultra-Selective uranyl (VI) extraction from seawater,” Chemical Engineering Journal, vol. 495 (<https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.153690>)

オルドス盆地で大規模なウラン鉱床が発見される：2025 年 1 月 10 日付の報道によると、自然資源部（Ministry of Natural Resources）の中国地質調査局（China Geological Survey）は、オルドス盆地の涇川（Jingchuan）地域において大規模なウラン鉱床を発見した*¹ことを明らかにした。経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）によると、中国はウラン供給を確保するために国内におけるウラン採掘を強化しているという。（2025 年 1 月 10 日付 NucNet）

- *¹ 新華社通信の報道によると、風成砂岩（aeolian sandstone）主体の地域で発見された世界初の大規模ウラン鉱床であるという。

内モンゴル自治区でトリウム資源が発見される：2025 年 3 月 3 日付の報道によると、内モンゴル自治区のバヤン・オボー（Bayan Obo）鉱山複合施設（mining complex）においてトリウム資源が発見された。バヤン・オボー鉱山の採鉱廃棄物から大量のトリウムが発見されたという。サウスチャイナ・モーニング・ポスト（South China Morning Post）によると、科学者らはバヤン・オボー鉱山において抽出可能なトリウムの量について 100 万トンにのぼると推計している。中国はゴビ砂漠において世界初のトリウム溶融塩実験炉である TMSR（thorium-based molten salt reactor）の建設を完了している。（2025 年 3 月 3 日付 THE PINNACLE GAZETTE）

【背景】

トリウム溶融塩炉のような原子炉は冷却に水を必要としないことから砂漠地帯での運用が可能と目されており、中国政府は西部の砂漠・平原地帯に建設することで風力・太陽光発電を補完する計画を立てている。中国科学院（CAS）は 2011 年 1 月に、30 億元を投じて液体フッ化物トリウム炉（LFTR：liquid fluoride thorium reactors）研究開発プログラムを開始した。LFTR はフッ化物塩冷却高温炉（FHR：fluoride salt-cooled high-temperature reactor）とも呼ばれる。上海応用物理研究院（SINAP）が中心となり液体燃料の TMSR-LF と、被覆粒子燃料を溶融塩で冷却する固体燃料型の TMSR-SF の 2 種類の開発が進められている。SINAP によれば、固体燃料型の TMSR-SF の開発について、2025 年までに 1 万 kWt のパイロットプラント（TMSR-SF1）を建設し、その後 10 万 kWt のペブルベッド型実証炉（TMSR-SF2）、続いて 100 万 kWt の実証炉（TMSR-SF3）を建設する予定であるという。液体燃料型の TMSR-LF については、2018 年 3 月に実験炉 TMSR-LF1 の建設地として甘粛省武威市の中心部から西北に約 120km の地点のゴビ砂漠が決定された。2019 年 5 月 24 日に生態環境省（MEE）より、SINAP が提出した建設段階（原子炉および放射性廃棄物関連施設）における環境影響報告書が承認された。TMSR-LF1 の運用段階における環境影響報告書は、2020 年 12 月に SINAP により公表された。TMSR-LF1 は 2023 年 10 月に初臨界を達成し、2025 年 3 月現在、地球上で稼働している唯一のトリウム溶融塩炉となっている。TMSR-LF1 は熱出力 2,000kW で発電は行っていない。また、TMSR-LF1 を基にした小型モジュール炉（SMR）が計画されており、2024 年 7 月 26 日付の報道によると、世界初となるトリウム溶融塩炉発電所の建設がゴビ砂漠において 2025 年に開始される予定であるという。この溶融塩炉は SMR であり、2029 年に建設が完了して運転開始が可能な状態となる予定で、最大 6 万 kW の熱を生産するとのことである。生産される熱エネルギーの一部は 1 万 kWe の電力を生産するために利用され、残りの熱エネルギーは高温での水分子分解による水素生産のために利用されることとなる。この溶融塩炉の建設と運転は SINAP によって行われる予定であり、SINAP は 2024 年 7 月 22 日の週に、この溶融塩炉を対象とした環境影響評価報告書における建設計画書を公開した。2025 年に建設が開始される方のトリウム溶融塩炉は TMSR-LF1 の西側の土地（サッカー場よりも小さな面積）において建設される予定である。

9.7 放射線利用技術開発

秦山原子力発電所で C-14 製造開始、全面国産化へ：2024 年 4 月 22 日付の報道によると、中国核工業集団（CNNC）は、秦山（Qinshan）原子力発電所における炭素 14（C-14）*の製造開始を発表した。CNNC によると、これにより年間約 150 Ci の C-14 が製造可能となり、中国国内における C-14 需要をすべて満たすことが可能になったという。（2024 年 4 月 22 日付 World Nuclear News）

- * 炭素 14（C-14）は炭素の放射性同位体であり、 β 線を放出する。C-14 は医学・科学研究や、農業、化学、医療、生物学といった分野において使用される。

中国の Ac-225 等製造企業が技術的ブレイクスルー達成を公表：2024 年 8 月 15 日付の報道によると、パンメディソ社（PanMediso Holdings (Shenzhen) Limited、磐美迪控股（深圳）有限公司）

*¹ が、アクチニウム 225 (Ac-225) の主要製造技術におけるブレイクスルーを達成したことを 2024 年 8 月にロンドンで開催されたカンファレンスにて発表した*²。パンメディソ社はサイクロトロンを用いた Ac-225 製造技術を採用しており、この技術は高純度で高収率、低放射性であり、原材料損失を最小化するという利点を有するという。同社によると、この主要製造技術は英国の著名な大学により厳密に検証されたものであり、Ac-225 製造の規模拡大および商業化における重要なマイルストーンであるという。パンメディソ社は第一段階として、中国における輸入医療用同位体への長期的依存に関連する技術的および能力的ボトルネックに対処することに焦点を当て、中国における Ac-225 およびゲルマニウム 68 (Ge-68) の全工程の実現を目指している。(2024 年 8 月 15 日付 ACN Newswire)

*¹ アクチニウム 225 (Ac-225) およびゲルマニウム 68 (Ge-68) の研究・製造・販売を手掛ける中国企業。パンメディソ社の研究チームには英国やカナダ、中国から専門家が参加しているという。

*² 当該技術の具体的な内容については報道されていない。

CIAE、高電流の陽子サイクロトロン加速器を利用して純度 99%以上の Ge-68 を製造することに成功：2024 年 9 月 2 日、中国原子能科学研究院 (CIAE : China Institute of Atomic Energy) は、純度 99%以上で医療利用の需要を満たすゲルマニウム 68 (Ge-68) について、100 メガ電子ボルト (MeV : mega electron-volt) の高電流の陽子サイクロトロン加速器を利用して製造することに成功したことを明らかにした。Ge-68 は、腫瘍の検出を目的とした陽電子放出断層撮影 (PET : positron emission tomography) において広く利用されているガリウム 68 (Ga-68) を放射性崩壊により生成するため、有用である*¹。中国は、ゲルマニウムについて全世界での製造量の 65%以上を製造する世界最大の製造国であり、ゲルマニウムとガリウムについて世界最大の輸出国である。しかしその一方で中国は、Ge-68 については、中国国内での需要を満たすために中国国外からの輸入に大きく依存している*²。(2024 年 9 月 2 日付 China Daily)

*¹ Ga-68 の半減期が 68 分でしかない一方で Ge-68 の半減期は約 271 日であるため、Ge-68 の形で保管しておく方が簡単で便利である。製薬会社は、通常は Ge-68 を製造し、Ge-68 が Ga-68 へと崩壊するまでの間にわたり保管し、Ga-68 へ崩壊した後に使用する。

*² これについてチャイナデیلیー紙は、中国国外の企業が中国からゲルマニウムを低価格で購入し、そのゲルマニウムに由来した放射性同位体を高価格で中国に売却していると述べている。

CAEA と IAEA、アフリカの放射線治療物理士向け訓練プログラムを開始：2024 年 9 月 2 日、中国国家原子能機構 (CAEA) は、国際原子力機関 (IAEA) と共同で、アフリカ地域の放射線治療物理士 (radiotherapy physicists) を対象とした訓練セッションを、北京において開始した。訓練プログラムは 3 か月間であり、中国核工業集団 (CNNC) の子会社 2 社が共同で実施し、ガーナやジンバブエ等のアフリカ 15 か国から 16 名が参加しているという。この訓練プログラムは IAEA による Rays of Hope イニシアチブに対応することを目的にしているとされている。(2024 年 9 月 6 日付 CNNC)

9.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

10 韓国

10.1 原子力事情・原子力政策動向

新ハヌル 2 号機が商業運転を開始：2024 年 4 月 5 日、新ハヌル（Shin-Hanul）原子力発電所 2 号機（APR-1400）が正式に商業運転を開始した*¹。同発電所 2 号機は 2023 年 9 月に運転認可を取得した上で燃料装荷を行い、7 か月におよぶ試運転を成功裏に完了した。韓国水力原子力発電会社（KHNP：Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.）によると、同発電所 2 号機の商業運転開始を以て韓国国内における運転中の原子力発電所は計 26 基となった*²。（2024 年 4 月 8 日付 KHNP、World Nuclear News）

*1 新ハヌル原子力発電所 2 号機は、セウル（Seoul）原子力発電所 1、2 号機（旧称は新古里（Shin-Kori）原子力発電所 3、4 号機）、および新ハヌル原子力発電所 1 号機に続く、韓国国内において 4 基目の APR-1400 にあたる。

*2 運転中の 26 基の中には、運転認可更新を申請中である古里（Kori）原子力発電所 2 号機も含まれる。

第 11 次電力需給基本計画の草案：2024 年 5 月 31 日付の報道によると、産業通商資源部（MOTIE：Ministry of Trade, Industry and Energy）が発表した第 11 次電力需給基本計画（11th Basic Electricity Supply and Demand Plan）の草案において、最大 3 基の発電用大型原子炉と小型モジュール炉（SMR）を 2038 年までに建設する可能性があることが記載されているとのことである。同草案によると、韓国における電力需要は 2038 年までに 129.3GW に達する見込みであるとのことである（2023 年と比較して 30%以上増加）。また同国の電源構成の割合は、炭素排出ゼロ電源について 2038 年時点で 70%（2023 年時点では約 40%）となる一方、原子力発電が発電源全体に占める割合は 2030 年時点で 31.8%、2038 年時点で 35.6%になる見込みであり、再生可能エネルギーによる発電が発電源全体に占める割合は 2031 年時点で 21.6%、2038 年までに 32.9%に達する見込みであるとのことである（2023 年時点では 7.9%）。また、水素とアンモニアによる発電が発電源全体に占める割合は、2038 年までに合計で約 5.5%に達する見込みであるとのことである。一方、石炭火力発電が発電源全体に占める割合は、2030 年時点で 17.4%、2038 年時点で 10.3%になる見込みであるという（現在は発電所の約 3 分の 1 を占める）。また MOTIE は、適切な電源予備率（reserve ratio）を 22%と考えると 2038 年までに必要となる発電容量の総量は 157.8GW であり、再生可能エネルギー供給見通しを考慮すると 2038 年時点で確定している発電容量の総量は 147.2GW であるので、その差の 10.6GW 分について追加的な発電容量が必要であるとしている。その 10.6GW 分については、大型原子炉による発電所、SMR による発電所、および液化天然ガス（LNG）による熱電併給の発電容量を新たに整備することによって対処する計画であるとしている。これについて MOTIE は、大型原子炉による発電所の建設期間が 167 か月（13 年 11 か月）であることを考えると新規発電所について可能となる運転開始時期は 2037 年以降であり、4.4GW 分の発電容量が 2037～2038 年に必要となる見込みであるとした上で、そのような大型炉として APR-1400 を建設する場合には最大 3 基を建設することが可能であると述べている。（2024 年 5 月 31 日付 World Nuclear News）

ユン大統領、慶州に SMR 産業複合施設を創設する計画：2024 年 6 月 20 日、ユン・ソンニョル（Yoon Suk-yeol）大統領は、慶尚北道の慶州（Gyeongju）市に小型モジュール炉（SMR）産業複合施設を創設する計画を発表した。SMR 産業複合施設の規模は 3,000 億ウォン相当とされている。またユン大統領は、慶尚北道において水素産業クラスターを設置する意向もあわせて明らかにしている。（2024 年 6 月 20 日付 Yonhap News Agency、World Nuclear News）

KHNP と大邱広域市が SMR 発電所建設について MOU 締結：2024 年 7 月 3 日付の報道によると、韓国水力原子力発電会社（KHNP）と大邱広域市（Daegu Metropolitan City）は、新設される大邱慶北新空港（Daegu-Gyeongbuk New Airport）近隣のハイテク産業複合施設において小型モジュール炉（SMR）発電所を建設することに関する了解覚書（MOU）を 6 月 17 日に締結した。MOU には、1 基あたり 17 万 kWe のモジュール 4 基から成る 68 万 kWe の SMR 発電所を建設・商業化することを目指し、サイト適合性や経済的実現可能性、住民の受容促進に関する実現可能性調査が含まれているという。大邱広域市は KHNP や建設企業と共同で予備的な実現可能性調査を 2026 年までに実施し、政府による標準設計認証（SDA：Standard Design Approval）取得を 2028 年、商業開発開始を 2033 年に予定している。また、この目標を達成するために、SMR 建設を行う特別目的会社（SPC：special purpose corporation）を設置し、軍威先進産業複合施設（Gunwi Advanced Industrial Complex）の約 16 万 m²の土地を購入し、建設を進める計画である。総事業費 4 兆ウォンは SPC により全額賄われるという。なお、大邱広域市は、過去 2 年間にわたり通商産業資源部（MOTIE）や韓国原子力研究院（KAERI：Korean Atomic Energy Research Institute）、i-SMR 技術開発機関（i-SMR Technology Development Agency）と、同地における韓国初となる SMR 建設について議論を行ってきたことを明らかにしている。（2024 年 7 月 3 日付 World Nuclear News、7 月 11 日付 Nuclear Engineering International）

MOTIE が SMR 分野における世界的リーダーシップ確立のための戦略を提示：2024 年 7 月 3 日、通商産業資源部（MOTIE）は、SMR アライアンス（SMR Alliance）*の設立 1 周年を記念する第 1 回総会において、小型モジュール炉（SMR）における韓国の世界的リーダーシップに関する戦略を明らかにした。SMR における世界的リーダーシップの確立に関する戦略には、韓国独自設計である i-SMR の建設・運転の支援、SMR に基づく民間ビジネスの促進、鋳造場（foundries）の設置、インフラの維持が主要戦略として含まれる。また MOTIE は、i-SMR の開発管理および建設、民間主導の企業の設置、関連実証事業の支援、SMR および原子力産業に対する投資に必要な 800 億ウォンの政策資金を投じる計画であるという。（2024 年 7 月 3 日付 MOTIE）

* SMR アライアンスは、国営・民間 42 団体による韓国の SMR 分野の成長を目的とした官民パートナーシップとして 2023 年 7 月 4 日に設立された。第 1 回総会において、SMR アライアンスに現在参加する 44 団体は、SMR アライアンスを 2025 年中に正式な協会（Association）の形に統合する計画を明らかにしている。

NSSC が新ハヌル 3、4 号機の建設許可を発給：2024 年 9 月 12 日、原子力安全委員会（NSSC：Nuclear Safety and Security Commission）は韓国水力原子力発電会社（KHNP）に対し、新ハヌル

(Shin-Hanul) 原子力発電所 3、4 号機 (ともに APR-1400) の建設許可を発給した。KHNP は 2014 年に蔚珍 (Ulchin) 郡との間で同発電所 3、4 号機の建設に合意し、2016 年 1 月には建設許可申請を提出していた。当初の予定では、サイト準備工事は 2017 年 5 月に開始し、同発電所 3 号機は 2022 年 12 月、4 号機は 2023 年 12 月に商業運転を開始するとされていたが、ムン・ジェイン (Moon Jae-in) 政権における脱原子力発電政策に伴い作業が中止された。しかしその後、2022 年 5 月に就任したユン・ソンニョル (Yoon Suk-yeol) 大統領の下で同発電所 3、4 号機の建設再開に向けた取り組みが開始された。同発電所 3、4 号機建設のための予備的な土木工事は、韓国政府による事業実施計画の承認を受けて 2023 年 6 月に開始されている。同発電所 3 号機の工事は 2032 年、4 号機の工事は 2033 年に完了する見込みである。(2024 年 9 月 12 日付 World Nuclear News、Nuclear Safety and Security Commission)

NSSC、SMART100 に対して SDA を発行：2024 年 9 月 26 日、韓国原子力安全委員会 (NSSC) は、韓国原子力研究院 (KAERI) などが開発した小型モジュール炉 (SMR) である SMART100 (System-integrated Modular Advanced Reactor 100) *について、標準設計認証 (SDA) を発行した。SMART100 は、韓国から韓国国外への原子力輸出の対象として、準備が整ったこととなる。特に、サウジアラビアへの輸出が期待されている。(2024 年 9 月 27 日付 Korea Atomic Energy Research Institute)

* SMART100 はこれまで単に SMART と呼称され、2012 年に SDA を取得していた原子炉設計の先進版であり、加圧水型軽水炉 (PWR) である。熱出力については、SMART の時の 33 万 kWt から SMART100 では 36 万 5,000kWt へと増強されており、これにより電気出力について、SMART の時の 10 万 kWe から SMART100 では 11 万 kWe へと増強されている。SMART100 は、一体型蒸気発生器と受動安全性を備えており、発電だけでなく海水脱塩化等の熱利用を想定して設計されている。設計寿命は 60 年、燃料交換サイクルは 3 年間である。

【背景】

サウジアラビアは、SMART が水不足の解消とともに中小規模の都市に電力を供給できると判断し、SMART の導入に関心を示している。2013 年 12 月、KAERI がアブドラ国王原子力・再生エネルギー都市 (K.A.CARE) と原子力技術協力協定を締結し、2014 年 2 月から 1 年かけて SMART の導入に向けた共同フィージビリティスタディを実施した。2015 年 3 月 3 日、韓国とサウジアラビアの両政府は、サウジアラビアにおける SMART の導入に向けた予備的プロジェクト (PPE : Pre-Project Engineering) を共同で実施し、サウジアラビアに 2 基以上の SMART 炉を建設するための MOU を締結した。PPE 協約への正式な署名は、2015 年 9 月に行われており、その後は 36 か月にわたる PPE が実施された。SMART の建設費用は、共同フィージビリティスタディ結果によると 1 基当たり 10 億ドルと見積もられている。また 2016 年 8 月 31 日、SMART の設計教育訓練を 9 月から開始すると発表した。PPE に基づき、SMART の初号機の建設に関する提案書作成を担当していたスマートパワー社が、2018 年 12 月 28 日に「SMART の初号機建設のための計画」(SMART FOAK Construction Plan) を発行した。同社によると、当初は KAERI を通じて K.A.CARE に提出しようとしていたが、PPE 契約当事者間の今後の事業計画協議が遅れるなどの理由で、単独で建設計画書を作成、発行したという。2019 年 9 月 17 日、科学技術情報通信部 (MSICT) と K.A.CARE は、原子力研究開発分野における包括的協力に関する MOU、および原子力共同研究センターの設立と運営に関する協約を締結した。包括的協力に関する MOU には、SMART の標準設計許認可およ

びサウジアラビア内での建設・許認可の支援、革新型の SMART 開発、SMART 建設と商用化に向けた技術協力、原子力共同研究センターの設立等の内容が盛り込まれている。また両者は、小型炉の導入を検討している中東および東南アジア諸国における SMART の輸出にも協力していくこととした。両者はこのほか、2019 年末にサウジアラビア国内に共同の原子力研究センターを設置し、SMART の重要要素技術開発、安全解析コード等に関する共同研究を進めることとした。2020 年 1 月、PPE 協約改定版に KAERI と K.A.CARE が署名を行ったことが発表された。その改定協約の下、SMART の建設と輸出を担当する合弁会社 SMART EPC を設立するという。しかし、合弁会社の設立は遅延している。

「第 11 次電力需給基本計画」において 4 基の SMR を建設する計画が盛り込まれる予定：2024 年 10 月 20 日、大統領室のパク・サンウク（Park Sang-wook）科学技術首席は、2024 年内に発表される第 11 次電力需給基本計画（the 11th Basic Plan for Electricity Supply and Demand）において、4 基の小型モジュール炉（SMR）を建設する計画が盛り込まれる予定であることを出演したテレビ番組で明らかにした。その際にパク氏は、大型の軽水炉と同等の電気出力を達成するためには 1 基あたり 17 万～35 万 kWe の発電能力を持つ SMR を約 4 基連結する必要があるとの考えを示している。（2024 年 10 月 20 日付 Korea JoongAng Daily）

新ハヌル 3、4 号機の起工式が開催される：2024 年 10 月 30 日付の報道によると、新ハヌル（Shin-Hanul）原子力発電所 1、2 号機（APR-1400）の完成と、同発電所 3、4 号機の建設開始*を記念する式典が開催された。同発電所 1、2 号機はそれぞれ 2022 年 12 月と 2024 年 4 月に商業運転を開始している。また同発電所 3、4 号機については、2024 年 9 月に原子力安全委員会（NSSC）が韓国水力原子力発電会社（KHNP）に対し建設認可を発給している。同発電所 3 号機は 2032 年、4 号機は 2033 年の完成が予定されている。（2024 年 10 月 30 日付 World Nuclear News）

* 報道上では「建設開始」（the start of construction）や「起工式」（the groundbreaking ceremony）といった表現が用いられているが、国際原子力機関（IAEA）が提供する発電炉情報システム（PRIS）上では新ハヌル原子力発電所 3、4 号機が建設中であるとする情報は掲載されていない。

WH 社と KEPCO および KHNP による知的財産権をめぐる紛争が解決：2025 年 1 月 16 日、ウェスチングハウス（WH）社は、韓国電力公社（KEPCO：Korea Electric Power Corporation）および韓国水力原子力発電会社（KHNP）との間で、知的財産権に関する紛争を解決するための和解合意に署名したことを発表した。和解条件の詳細は全当事者の合意にもとづき機密扱いとなる。WH 社は KEPCO および KHNP と協力し、進行中のすべての法的措置を取り下げるとしている。三社による合意を受けて、米国エネルギー省（DOE）の J. グランホルム（Jennifer Granholm）長官は同日付で合意を歓迎する声明を発表した。グランホルム長官は声明において、民生原子力エネルギーにおける米国と韓国の協力は、最も高い核不拡散基準を維持しながら世界市場において高い競争力を有する選択肢を提供することに繋がると述べた。その上で「原子力輸出と協力に係る原則に関する政府間了解覚書」（MOU on Principles Concerning Nuclear Exports and Cooperation）*と合わせて、今回の合意は民生原子力エネルギー協力を推進するものであると位置づけている。（2025 年 1 月 16 日付 Westinghouse Electric Company、U.S. Department of Energy）

* 2025 年 1 月 8 日に正式な署名が行われた。これにより両政府は安全性、保障措置、および核セキュリティに係る高い基準（standards）を維持しつつ、原子力平和利用の拡大を促進することに対する相互のコミットメントを再確認した。また両政府は、この目的の達成に向けて民生原子力技術の輸出規制の運営管理を強化した。

【背景】

ウェスチングハウス（WH）社は 2022 年 10 月 21 日に、韓国水力原子力発電会社（KHNP）の APR-1400 原子炉設計について、WH 社が 2000 年に買収したコンバッション・エンジニアリング（Combustion Engineering）社が設計した System 80 炉をコピーしたものであり、WH 社によってライセンス供与された知的財産が含まれていることから、ポーランドや APR-1400 の配備を検討しているその他の国に移転する前に WH 社による許可が必要であるとして、KHNP およびその親会社である韓国電力公社（KEPCO）に対しコロンビア特別区連邦地方裁判所（U.S. District Court for the District of Columbia）において訴えを起こした。また WH 社

は別の訴訟において、韓国政府に対しこのような問題を解決するための措置を策定するよう要求した。一方 KHNP は、韓国の原子力技術は WH 社の技術から独立しており米国の同意なく輸出可能であるとして、WH 社の訴えを取り下げるための訴訟を起こし仲裁を要請した。また KHNP は、米国の原子力エネルギーに関する法律群に基づき法的措置を行う権限は米国連邦政府のみにあり、WH 社にその権限はないと主張していた。2023 年 1 月 12 日付の報道によると、KHNP と KEPCO は、原子炉輸出により両社が得る利益を WH 社と分配する可能性について、WH 社との間で協議中とのことであった。WH 社と KHNP および KEPCO の協議は一定の比率で利益を分割することに焦点が当てられており、他国において韓国が受注した原子力発電所に関連するロイヤリティを、韓国事業者がどのように WH 社に支払うかを明確にするものであるという。その後、2023 年 9 月 18 日にコロンビア特別区連邦地方裁判所は WH 社による訴訟を棄却 (dismiss) した。WH 社は控訴する意向を示し、WH 社と KHNP および KEPCO の間で進行中の仲裁手続きとは無関係であるとした。この時点においては、仲裁委員会 (arbitration panel) による最終判断は 2025 年後半までは行われない見込みとなっていた。2024 年 7 月にはチェコ政府がドコパニ (Dukovany) 原子力発電所における新規 2 基 (同発電所 5、6 号機) の原子炉建設計画について、優先交渉者 (preferred bidder) として KHNP を選定した。この決定について WH 社は 2024 年 8 月にチェコの競争保護庁 (ÚOHS : Úřad pro ochranu hospodářské soutěže, Office for the Protection of Competition) に対し異議申し立てを行ったが、2024 年 10 月 31 日に ÚOHS により却下された。その後、WH 社が本件について ÚOHS 長官に対して控訴したことが 11 月 18 日に明らかになっている。

MOTIE、中小原子力企業に対し 2025 年は計 1,500 億ウォンを融資する方針 : 2025 年 2 月 10 日付の報道によると、通商産業資源部 (MOTIE) は、「原子力発電所エコシステム財政支援事業」 (Nuclear Power Plant Ecosystem Financial Support Project) を通じて韓国内の原子力発電産業界に対し 2025 年において 1,500 億ウォンの資金援助を行う方針であるという。2025 年の同事業における資金援助に向けて、MOTIE は設備投資・運転資金用の中小規模の原子力企業向け低金利融資の提供先の選定を開始するとしている。MOTIE は 2024 年から同事業を実施しており、事業開始以降 69 社に対し計 1,000 億ウォンの融資を行っている。2025 年の予算は 2024 年から 500 億ウォンの増額となるが、これは新ハヌル (Shin-Hanul) 原子力発電所 3、4 号機の建設の加速や、エジプトやルーマニアといった国外受注の拡大を考慮したものであるという。同事業で支援対象として選定された企業は、最大 110 億ウォン*の融資を 1~2%の低金利で受けることが可能である。(2025 年 2 月 10 日付 World Nuclear News)

* 110 億ウォンの内訳は設備投資に最大 100 億ウォン、運転資金として最大 10 億ウォンである。

第 11 次電力需給基本計画が承認される : 2025 年 2 月 21 日、韓国議会 (National Assembly) 電力政策評価委員会 (Power Policy Review Committee) は、第 11 次電力需給基本計画 (11th Basic Power Supply and Demand Plan) を承認した*¹。同計画によると、韓国の電力需要は 2024 年から 2038 年にかけて年平均 1.8%増加し、2038 年には 129.3 GW (2023 年から 30%の増加) に達する見込みである。原子力発電は 2023 年の 180.5 TWh から 2038 年には 248.3 TWh に達すると予想されており、発電電源全体に占める原子力発電の割合は 2023 年の 30.7%から 2038 年には 35.2%に増加すると予想されている。産業通商資源部 (MOTIE) によると、この計画は、既に計画されている 5 つの原子力発電所*² の円滑な建設および継続的運転を前提としたものであるという。MOTIE は、目標の原子力発電容量に達するためには、2038 年までに合計 2.8 GWe の発電容量を有する 2 基の大型原子炉、および 0.7 GWe の小型モジュール炉 (SMR) による発電容量が必要になると述べている*³。(2025 年 2 月 21 日付 World Nuclear News)

- *1 2024 年 5 月に産業通商資源部（MOTIE）により草案が国会に提出されていたもの。電力需給基本計画には今後 15 年間の国内発電設備計画が含まれており、MOTIE によって 2 年ごとに更新が行われる。第 11 次電力需給基本計画は 2024～2038 年を対象とする。
- *2 セウル（Saeul）原子力発電所 3、4 号機と新ハヌル（Shin-Hanul）原子力発電所 3、4 号機、および 2024 年 4 月に商業運転を開始した新ハヌル原子力発電所 2 号機を指す。これらを合わせると合計 7 GWe の発電容量となるという。
- *3 MOTIE は、2030 年代初頭に SMR 建設許可を原子力事業者が取得するという前提で、2035 年までに国産 SMR の商業化を見込むことが可能であると述べている。

KHNP とサムソン C&T 社、アジア太平洋地域における原子力発電所建設プロジェクトを共同開発するために戦略的パートナーシップ：2025 年 3 月 11 日、韓国水力原子力発電会社（KHNP）とサムスン C&T 社（Samsung C&T）社は、韓国国外における原子力発電所建設プロジェクトを共同で開発していくことを目的として、戦略的パートナーシップを樹立したことを明らかにした。両社の協力内容は、企業間取引（B2B：business-to-business）を活用した新規原子力発電所建設プロジェクトの共同提案、大規模原子力発電所建設計画に係る入札を対象とした競争力の強化、および韓国国外における新規原子力発電所建設プロジェクトの開発を対象とした小型モジュール炉（SMR）の建設に関する協力である。なお今回両社が締結した戦略的パートナーシップの焦点は、電力需要の増加が見込まれるアジア太平洋地域における原子力発電所建設計画である。（2025 年 3 月 17 日付 Nuclear Engineering International）

10.2 国際協力動向

KAERI と BRIN が共同ワークショップを開催し、MOU に署名（研究協力と原子力平和利用）：2024 年 5 月 29 日～5 月 31 日、韓国原子力研究院（KAERI）とインドネシアの国立研究革新庁（BRIN、National Research and Innovation Agency）^{*1}は、「研究炉の再興と除染に関する共同ワークショップ」（Joint Workshop on Revitalization of Research Reactors and Decontamination）をインドネシア国内のスルボン（Serpong）とジャカルタ（Jakarta）において共催した。今回開催された共同ワークショップは、インドネシア国内の原子炉（研究炉）^{*2}の運転実績を改善させることおよびインドネシア国内の原子力施設の再興を促進することについて、技術支援を 2024 年 4 月に BRIN が KAERI に対して要請したことにより実現したものである。この共同ワークショップにおいては、KAERI からは 7 名の専門家が参加するとともにインドネシアからは 35 名の技術専門家を含めた 40 名以上が参加し、原子炉の連続運転、燃料製造、標準的な手続き（standard procedures）^{*3}の準備（整備）と実施、放射性医薬品の製造、および放射性廃棄物の扱い等についての議論が行われた。その上で 2024 年 5 月 31 日に KAERI と BRIN は、両者間の研究協力と原子力技術の平和利用を促進することを企図した了解覚書（MOU）に署名した。この MOU での協力分野は、原子力に関する基礎科学、加速器技術、原子力安全と環境規制（environmental control）、小型モジュール炉（SMR）を含めた原子力発電所システム、核燃料サイクル、放射性廃棄物管理と廃止措置、および原子力技術の医療・産業利用等である。（2024 年 6 月 3 日付 Korea Atomic Energy

Research Institute)

- *1 BRIN は、インドネシア原子力庁 (BATAN) とその他のインドネシア国立の研究機関を統合することによって 2021 年に設立されたインドネシアの官庁であり、原子力技術の研究開発に焦点をあてている。
- *2 インドネシアでは 3 基の研究炉が運転されている。
- *3 「standard procedures」という文言を以て何を意味しているかについて明示的な言及は無い。規制や規制指針のことを指している可能性がある。

韓国船舶・海洋工学研究院とアメリカ船級協会が SMR 推進船等開発で協力: 2024 年 7 月 19 日、韓国船舶・海洋工学研究院 (KRISO : Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering) とアメリカ船級協会 (ABS : American Bureau of Shipping) は、商用の小型モジュール炉 (SMR) 推進船および浮揚式 SMR 発電プラットフォームの開発の推進に共同で取り組むことを発表した。ABS は SMR 推進船設計に適用される規制指針や国際基準の分析を行い、KRISO は船体および推進システムの概念設計を含む SMR 推進船の中心的技術を開発するほか、浮揚式 SMR 発電プラットフォームや海上原子力発電所の設計、島嶼部に安定した電力を供給可能な商業化モデルの開発に取り組むという。(2024 年 7 月 19 日付 American Bureau of Shipping)

【背景】

2024 年 4 月 16 日、韓国船舶・海洋工学研究院 (KRISO) は、SMR 推進船および浮揚式 SMR 発電プラットフォームを 2028 年までに開発することを狙いとした新たな研究開発プロジェクトを立ち上げたことを発表した。

石油精製所における SMR 建設調査でノルウェーと韓国の企業が協力: 2024 年 9 月 2 日付の報道によると、ノルウェーのノルスク・シャーナクラフト (Norsk Kjekraft) 社と韓国の DL エナジー (DL Energy) および DL E&C 社は、ノルウェーのオーストハイム (Austrheim) およびアルバー (Alver) 自治体にあるモングスタッド (Mongstad) 石油精製所に原子力発電所を建設することの実現可能性について調査することを定めた了解覚書 (MOU) を締結した。ノルスク・シャーナクラフト社は、電力集約型産業と連携してノルウェー国内において小型モジュール炉 (SMR) 発電所を建設・所有・運転することを目指している。(2024 年 9 月 2 日付 Nuclear Engineering International)

韓国とスロバキア、原子力含む包括的なエネルギー協力に関する MOU に署名: 2024 年 9 月 30 日、韓国の産業通商資源部 (MOTIE) とスロバキアの経済相 (Ministry of Economy) は、包括的なエネルギー協力に関する了解覚書 (MOU) に署名した*1。この MOU の対象は、温室効果ガスを一切排出しない形の電源であり、その中には原子力、再生可能エネルギー、および水素が含まれている。この MOU の締結に至った背景は、スロバキアが同国西部地域におけるヤスロウスケー・ボフニツェ (Jaslovske Bohunice) 原子力発電所*2にて最大 120 万 kW_e の設備容量を持った新たな原子力発電所 (原子炉) を建設することを計画していることを受けたものであり、同発電所建設計画に対して参画することについて韓国水力原子力発電会社 (KHNP) が関心を表明している。(2024 年 9 月 30 日付 Yonhap News)

- *1 両国は同日に貿易投資枠組に関する MOU にも署名している。この MOU は、両国間での貿易と

投資を促進させることに道を開くとともに、国防産業における両国の協力を深化させることに道を開くものである。

- *2 国際原子力機関（IAEA）の発電炉情報システム（PRIS）等ではボフニチェ原子力発電所と呼ばれる。

韓国政府、チェコの新規炉建設計画への入札に際して融資の検討を示唆していた可能性: 2024 年 10 月 2 日付の報道によると、チェコのドコバニ（Dukovany）原子力発電所とテメリン（Temelin）原子力発電所における新規炉建設計画に対して資金協力を行うことはない韓国政府が発言していた件について、同建設計画に対する融資を韓国政府が検討していたことを示唆する内容の文書が存在することが明らかになったとのことである。韓国のハンギョレ新聞（Hankyoreh）によると、ドコバニ 6 号機とテメリン 3、4 号機の建設計画に係る入札において韓国水力原子力発電会社（KHNP）がチェコ政府に対して提出した関心表明（letter of interest）*では、これらの 3 基の建設について、韓国輸出入銀行（KEXIM : Export-Import Bank of Korea）と韓国貿易保険公社（K-SURE）から KHNP に対して発出された関心表明（KHNP が 4 月 4 日付で受理）において両者（いずれも韓国国営）が融資の検討を行うと述べていたことが示されているとのことである。（2024 年 10 月 2 日付 Nuclear Engineering International）

- * 英語記事での表題は、「Nuclear Power Plant Project Unit Dukovany 6 & Temelin 3/4 Project in the Czech Republic」である。

KORAD、ポシヴァ社や Enresa と MOU を締結: 2024 年 11 月 25 日、韓国原子力環境公団（KORAD : Korea Radioactive Waste Agency）は、フィンランドのポシヴァ社（Posiva Oy）および子会社のポシヴァ・ソリューションズ（Posiva Solutions）社との間で、了解覚書（MOU）を締結した。KORAD によるとこの MOU は、地下研究施設の建設・運用の経験の共有、共同研究の推進、専門家交流を通じての人材開発プログラムの運営といった、高レベル放射性廃棄物管理事業における技術的能力の確立の基礎となることが期待されているという。また、KORAD は 11 月 27 日に、スペインの放射性廃棄物管理公社（ENRESA）とも MOU を締結した。ENRESA との MOU を通じて KORAD は、廃止措置による廃棄物の処理や処分、高レベル放射性廃棄物向けの中間貯蔵施設の操業に関する情報共有により、将来的な事業における協力を推進するにあたり必要な基盤を拡張することを計画しているという。KORAD はこれらの MOU によって、放射性廃棄物管理政策やサイト選定プロセスの確立、放射性廃棄物の処理・輸送・貯蔵・処分を含む課題における協力を強化したいとしている。（2024 年 11 月 28 日付 World Nuclear News）

KHNP、i-SMR に関する情報交換について北欧 2 社と MOU 締結: 2025 年 1 月 29 日付の報道によると、韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、ノルウェーのノルスク・シャーナクラフト（Norsk Kjekraft）社およびスウェーデンのシャーンフル・ネクスト（KNXT : Kärnfull Next）社のそれぞれと、KHNP が開発する i-SMR に関する情報交換において協力することを定めた了解覚書（MOU）を締結した*。各社は、i-SMR のサイト候補地について予備的実現可能性調査を実施するとともに、i-SMR を用いた小型モジュール炉スマート・ネットゼロ都市（SSNC : SMR Smart

Net-zero City) モデルの開発を行うという。(2025 年 1 月 29 日付 Nuclear Engineering International)

- * i-SMR について KHNP は、2025 年末までに標準設計を完了させ、2028 年に標準設計認証 (SDA) を韓国原子力安全委員会 (NSSC) から取得することを目標としている。なお標準設計認証 (SDA) とは、複数の商業炉や関連施設を同一設計で建設する場合において NSSC が発給する設計承認である。SDA を導入することにより審査に要する時間が短縮され、効率化に繋がる。

10.3 原子力研究開発推進・規制体制

NSSC、SMR 向け標準設計認証のための規則を 2026 年に制定する方針：2024 年 6 月 4 日、韓国原子力安全委員会 (NSSC) は、小型モジュール炉 (SMR) に対して標準設計認証 (SDA) ^{*1} を適用するための規則を 2026 年に制定する方針を明らかにした。NSSC によると、6 月 4 日に SMR 規制研究推進チーム (SMR Regulation Research Promotion Team) の設置式典が大田コンベンションセンター (DCC) にて開催され、SMR に関する規制研究と研究・開発の間のコミュニケーションをはかるワークショップが行われたという。式典には、2024 年から開始される、SMR 許可審査のため規制制度を再編し規制技術を開発することを目的とした 9 件の新規研究開発プロジェクトの代表者が参加したという。推進チームは今後、i-SMR ^{*2} 等の軽水炉型 SMR を対象とした規制制度および規制技術について事前に準備を進めるとしている。(2024 年 6 月 4 日付 Nuclear Safety and Security Commission)

- *1 標準設計認証 (SDA) とは、複数の商業炉や関連施設を同一設計で建設する場合において NSSC が発給する設計承認である。SDA を導入することにより審査に要する時間が短縮され、効率化に繋がるとされる。
- *2 2023 年 12 月に開催された国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 第 28 回締約国会議 (COP28) において韓国水力原子力発電会社 (KHNP) が発表した、一体型の加圧水型軽水炉による原子力発電所 (電気出力 17 万 kWe) である。発表においては、i-SMR は KHNP が開発中であり、標準設計完了は 2025 年末までに、SDA 取得は 2028 年中予定とされていた。一方、今回の NSSC による発表では、i-SMR は科学技術情報通信部 (MSICT : Ministry of Science and ICT) と通商産業資源部 (MOTIE) が技術開発を担当し、2026 年頃に SDA 申請を行う計画であるとされている。

NSSC が SMR の規制研究と開発研究の相互協力を図る円卓会議を開催：2024 年 8 月 16 日、原子力安全委員会 (NSSC) は、小型モジュール炉 (SMR) の規制および開発に関与する研究者のための原子力安全円卓会議 (Roundtable Meeting for Nuclear Safety) ^{*1} を開催し、規制研究と開発研究の間の相互協力措置を発表した。円卓会議には NSSC をはじめ規制および開発研究に関与する機関や^{*2}、研究に重点を置く専門組織^{*3} 等から計 40 名が参加し、利害関係者間の協力計画を共有するとともに、効果的な研究の実施方法について意見の収集が行われた。また円卓会議では、i-SMR 技術開発プロジェクトチーム (i-SMR Technology Development Project Team) ^{*4} と SMR 規制研究管理庁 (RMAS : Regulatory Research Management Agency for SMR) が協力強化を定めた了解覚書 (MOU) に署名した。(2024 年 8 月 16 日付 NSSC)

- *1 NSSC は、異分野間のコミュニケーションを促進し、安全に対する理解を深めることによって国民の信頼を得るため、2023 年から毎年円卓会議を主催することとなっている。
- *2 規制研究側からは韓国原子力安全院 (KINS)、韓国核不拡散・管理院 (KINAC) 等が、開発研究側からは韓国水力原子力発電会社 (KHNP) 中央研究所 (Central Research Institute)、韓国原子力

研究院（KAERI）等が参加した。

- *3 SMR 規制研究管理庁（RMAS：Regulatory Research Management Agency for SMR）、i-SMR 技術開発プロジェクトチーム（i-SMR Technology Development Project Team）が参加した。
- *4 「i-SMR」は、KHNP が開発している SMR である一体型加圧水型軽水炉に基づいた原子力発電所であり、電気出力は 17 万 kW_e である。KHNP は、「i-SMR」の標準設計を 2025 年末までに完成させ、2028 年に標準設計認証（SDA）を取得する計画である。なお、SDA とは、複数の商業炉や関連施設を同一設計で建設する場合において韓国原子力安全委員会（NSSC）が発給する設計承認である。SDA を導入することにより審査に要する時間が短縮され、効率化に繋がるとされる。

NSSC による 2025 年予算要求額は SMR 規制対応等により前年比で上昇：2024 年 9 月 2 日、原子力安全委員会（NSSC）は、2025 年予算要求として、2024 年予算から 160 億ウォン増となる 2,769 億ウォンを国会に対し提出したことを明らかにした。2025 年予算要求において NSSC は、i-SMR の安全性を確認するための枠組み作りのための予算として 154 億 7,000 ウォン（2024 年予算から 87 億ウォン増）、既存および新規原子力発電所の安全検査のために 622 億ウォン、非軽水炉の安全規制技術を取得するために 29 億ウォン、重大放射線事故（severe radiation accidents）等の緊急時対応の基礎確立のために 73 億ウォン等を提案している。（2024 年 9 月 2 日付 NSSC、YONHAP NEWS AGENCY）

KAERI、世界初の原子力特化 LLM である AtomicGPT を開発：2024 年 12 月 11 日、韓国原子力研究院（KAERI）は、原子力エネルギー分野に特化した世界初の大規模言語モデル（LLM：large language model）である AtomicGPT を開発したことを発表した。AtomicGPT は原子力研究開発を支援するよう設計されており、オープンソース・プラットフォームであるハギング・フェイス（Hugging Face）において利用可能である。AtomicGPT には 80 億パラメータ版と 700 億パラメータ版の 2 種が存在し、80 億パラメータ版は迅速かつ軽快な使用を、700 億パラメータ版はより複雑な質問（queries）を処理することを志向している。この LLM は公開論文や辞書、規制文書、報告書等の原子力分野において蓄積された膨大な知識に基づき訓練されており、原子力研究開発において 10 年以上の経験を有する専門家が、実用性を高めるため語彙と指示の洗練に取り組んだという。AtomicGPT は、報告書作成、規制適合評価、技術検証、標準化手続き、構成管理等における活用が期待されている。また KAERI は原子力発電所シミュレータを制御する人工知能（AI）原子炉運転員に AtomicGPT を適用する研究を進めているという。（2024 年 12 月 12 日付 Pulse by Maeil Business News Korea）

NSSC、非軽水炉や SMR の規制研究に投資：2025 年 1 月 9 日、韓国原子力安全委員会（NSSC）は第 206 回委員会会合を開催し、「2025 年原子力安全研究開発プログラム計画（案）」（Nuclear Safety Research and Development Program Plan (draft) for 2025）を採択した。このプログラムは安全規制および規制技術における技術的能力を確保するためのもので、558 億 7,800 万ウォン規模を要するという。プログラムでは小型モジュール炉（SMR）安全規制の検証技術や原子力安全規制の基礎的技術の開発に取り組むことで、将来の原子力発電技術に対する対応力を強化すること

を狙いとしている。報道によると、2025 年の同プログラムは既存 7 件（計 455 億 4,900 万ウォン）と新規 2 件（計 89 億 2,500 万ウォン）の計 9 件のプロジェクトにより構成される。新規プロジェクトのうち「原子力安全規制のための基礎・基盤的技術の開発」（Development of Basic and Foundational Technology for Nuclear Safety Regulation）には 29 億 2,500 万ウォンが配分されており、非軽水炉規制等に対応する計画であるという。もう 1 件の新規プロジェクトである「SMR の全ライフサイクルにおける安全規制検証技術の開発」（Development of Safety Regulation Verification Technology for Small Modular Reactors Throughout Their Lifecycle）には 33 億ウォンが配分されており、i-SMR の建設・運転に備えて SMR に関する規制技術を確立することが目的とされている。（2025 年 1 月 9 日付 NSSC、ChosunBiz）

NSSC、i-SMR 向け評価制度の確立等を含む取り組み方針を提示：2025 年 1 月 21 日付の報道によると、韓国原子力安全委員会（NSSC）は、原子力事故や放射線災害から安全な社会を目指し、原子力施設を対象とした規制制度の刷新を含む 6 つの課題について、以下のような取り組みを行う方針を発表した。

- 新月城（Shin-Wolsong）原子力発電所 2 号機において試験的に導入した定期検査制度を拡大する*¹。
- 定期検査を拡充するため、原子力発電所における通常と異なる兆候や異常を検出するための詳細な検査手順を確立し、より効果的な検査方法を開発する。
- 継続運転中の原子力発電所の安全性を検証するため関連システムの改善に取り組むほか、継続運転の安全性評価のための項目および手順を整理し、地域住民を対象とした公聴会を実施する。
- 原子力発電所の廃止時に発生する放射性廃棄物の処分に関する制度を補完し、核燃料サイクル施設の許認可システムを確立するための法改正に取り組む。
- チェコに対する APR-1000 輸出に関する安全規制を支援する*²。
- i-SMR 向け評価制度の確立*³。
- 高温ガス炉および熔融塩炉開発のための許認可制度の確立および専門家の育成。

（2025 年 1 月 21 日付 ChosunBiz）

- *¹ 従来は原子力発電所を停止した後に定期検査を実施していたが、運転停止期間が短く十分な安全性を確保することができていないとの懸念があった。そのため、定期検査のうち一部のメンテナンス項目については運転中に実施する形が導入されたという。
- *² APR-1000 は韓国国内での建設経験がないことから、NSSC はチェコ原子力規制庁（Czech Nuclear Regulatory Authority）との協力を強化するとともに、APR-1000 に関する標準設計承認（standard design approval）のための安全評価を実施するという。
- *³ i-SMR の標準設計承認申請は 2026 年中に行われる見込みである。

10.4 核融合

KSTAR がダイバータをタングステン製に変更し、プラズマ運転記録を更新：2024 年 4 月 4 日、韓国核融合エネルギー研究院（KFE：Korea Institute of Fusion Energy）は、韓国型次世代超伝導核融合研究装置（KSTAR：Korea Superconducting Tokamak Advanced Research）*について、ダイバータをタングステン製モノブロック（monoblocks）に変更後初のプラズマ実験（campaign）において、プラズマ運転記録を更新したことを発表した。KFE によると、2023 年 12 月から 2024 年 2 月にかけて行われたプラズマ実験において、KSTAR はイオン温度摂氏 1 億度のプラズマを 48 秒間維持することに成功するとともに、H モード（high confinement mode）を 102 秒にわたり達成したという。KFE は、ダイバータを 2023 年にタングステン製に変更したことにより、以前の炭素ベースのダイバータと比較して同様の熱負荷の下でも表面温度は 25%の上昇に抑えられており、これはロングパルス（long-pulse）の高温出力運転（high heating power operations）において大きな利点となるとしている。KSTAR はイオン温度 1 億度超での 300 秒のプラズマ運転の達成を最終的な目標としている。（2024 年 4 月 4 日付 Korea Institute of Fusion Energy）

* 2007 年に建設された超伝導トカマク装置。2018 年にイオン温度 1 億度のプラズマを初めて達成した。KSTAR は、2019 年の実験で 8 秒以上、2020 年の実験で 20 秒以上、2021 年の実験で 30 秒とプラズマ維持記録を伸ばしている。

MSICT、新核融合炉設計・開発に 10 年間で 1 兆 2,000 億ウォン投資：2024 年 7 月 22 日、科学技術情報通信部（MSICT：Ministry of Science and ICT）は、ITER や韓国型次世代超伝導核融合研究装置（KSTAR）とは区別される（distinguished）核融合炉の設計・開発のための新計画を発表した*¹。この計画に基づき、韓国政府は 2026 年からの 10 年間で 1 兆 2,000 億ウォンの投資を行い、官民パートナーシップを通じて核融合炉の構成要素を開発するとともに、民間主導の産業核融合エネルギーエコシステムを確立する方針である。計画の目標は KSTAR や ITER よりも高度な核融合炉技術を開発することであり、技術開発が成功すれば発電容量 10 万 kW の小型試験核融合炉（small-sized pilot reactor）を 2030 年代に建設し、2040 年代に運転を開始するという。この発表について、韓国核融合エネルギー研究院（KFE）の Oh Yeong-kook 所長は、イネーブル・フュージョン（EnableFusion）社*²のような新規スタートアップ企業が最近韓国の核融合エネルギー研究においても出現しており、KSTAR や ITER 計画に関与する多くの企業が経験を蓄積していることから、産官学共同で核融合エネルギーエコシステムを創出する計画であると述べている。またパク・サンウク（Park Sang-wook）科学技術担当大統領府首席秘書官は、米国・英国・中国において 2030 年代の核融合炉の商業運転開始を目指すスタートアップ企業が出現し競争が激化しており、官民パートナーシップが無ければ核融合技術開発の世界的競争において韓国が遅れを取る可能性があるとの見解を示している。（2024 年 7 月 24 日付 Korea JoongAng Daily）

*¹ この新計画は MSICT 傘下の国家核融合エネルギー委員会（National Fusion Energy Committee）により 7 月 22 日付で承認されたものである。

*² イネーブル・フュージョン社は、核融合炉開発事業者とスキルを有する製造事業者について、プラットフォーム事業を通じて結びつけることを目的とした韓国の核融合スタートアップ企業であり、トカマク型の核融合装置の開発を行っている。

10.5 次世代炉

KAERI とシーボーグ社が熔融塩炉開発について協力：2024 年 5 月 27 日、韓国原子力研究院（KAERI）とデンマークの浮揚式原子力発電所開発企業であるシーボーグ（Seaborg Technologies）社は、原子力技術、特に熔融塩炉についての開発を進める上での協力を定めた了解覚書（MOU）に署名した。両者はともに熔融塩炉を開発しており、この MOU によりそれぞれの研究開発における専門知識やインフラを活用する道を開き、相乗効果のある関係を構築することを目的としているという。（2024 年 5 月 28 日付 Seaborg、5 月 30 日付 World Nuclear News、6 月 5 日付 Nuclear Engineering International）

KAERI とヒョンデ E&C 社、SFR の開発を対象とした官民パートナーシップ協定に署名：2024 年 6 月 11 日、韓国原子力研究院（KAERI）とヒョンデ E&C（Hyundai Engineering & Construction）社は、ナトリウム冷却高速炉（SFR）の開発を対象とした官民パートナーシップ協定に署名した。この協定に基づき両者は、開発、韓国国内外での実証プロジェクト、商業化と輸出、共同研究と知的財産技術移転、両者間での人員支援、およびコンサルティングの枠組み等の SFR 計画の様々な側面に関して協力を進めていくこととなる。（2024 年 6 月 12 日付 The Korea Economic Daily）

木浦大学校、世界初となる「SMR 船舶研究所」を開設：2024 年 7 月 2 日、木浦大学校（Mokpo National University）は、船舶推進エンジンとして小型モジュール炉（SMR）を活用した船舶についての研究と教育を行うための全世界的な拠点を整備することを目的として、世界初となる「SMR 船舶研究所」（SMR Ship Research Institute）を開設した。国際連合（UN）の海事専門機関である国際海事機関（IMO：International Maritime Organization）によると、2050 年以降は、海洋で運転されるすべての船舶に対して炭素を全く排出しない燃料のみを使用することが求められる*1。この条約について木浦大学校は、「そのような厳しい海洋環境規制を踏まえると、炭素を排出しない燃料を利用するとともに先進的な新技術を利用するような船舶に対して需要がある。特に、SMR 船舶技術について、将来の海運産業にとっての中核技術として注目が集まっている」と述べている。なお、今回の木浦大学校の動向は、SMR に関して商用展開が実現可能な水準にまで技術が抬頭していることについて、規制上の障害が克服された場合には船舶における原子力の応用にとってはひとつの変革になると英国のロイド船級協会（Lloyd's Register）が述べていたことと連動している*2。（2024 年 7 月 5 日付 World Nuclear News）

*1 2023 年 7 月、IMO は、「船舶から温室効果ガスの排出を削減することに関する 2023 年 IMO 戦略」（2023 IMO GHG Strategy：2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships）を採択した。この戦略においては、2050 年までに、または 2050 年頃までに、海洋で運転されるすべての船舶からの炭素の排出をゼロにするとの目標が謳われている。

*2 2024 年 7 月 3 日、ロイド船級協会は、「考察に値する燃料：原子力」（Fuel for thought: Nuclear）と題した報告書を公開している。その報告書においてロイド船級協会は、海事用途における原子力の確かな実績を踏まえた上で、商業海運に対して原子力によってもたらされる機会について評価しており、商業船舶の推進力とエネルギーに係る要件を満たすために、維持に手間の掛

からない適切な原子炉を市場へ導入することにおいて、新規 SMR が果たす役割についての考察を掲載している。この報告書によると、船舶の所有者と船舶を推進させるためのエネルギーである電力の生産者の間の商取引関係については、生産される電力が原子炉の所有者からの貸与となる可能性があるため変更することになるとしており、それにより、原子力技術に係る許認可と原子炉の運転という複雑さから船舶所有者を分離することになるとしている。

KAERI と民間 5 社が共同で HTGR 開発を開始：2024 年 7 月 31 日付の報道によると、科学技術情報通信部（MSICT）は同日に、韓国原子力研究院（KAERI）と韓国国内の民間企業 5 社*¹ が共同事業として高温ガス冷却炉（HTGR）の開発を開始したことを明らかにした。事業には 445 億ウォンが投じられ、このうち 255 億ウォンは韓国政府が、残りの 200 億ウォンは民間 5 社が負担する*²。この共同事業においては、KAERI が原子炉の設計を担当し、民間 5 社が HTGR 発電所の設計・建設を行うという*³。KAERI および民間 5 社は 2027 年までに HTGR の開発を行う意向である。（2024 年 7 月 31 日付 The Korean Economic Diary）

- *1 大手製鉄企業であるポスコ（POSCO）社の子会社であるポスコ E&C 社（POSCO E&C Co.）、大宇建設（Daewoo Engineering & Construction Co.）、ロッテケミカル社（Lotte Chemical Corp.）、SK エコプラント社（SK Ecoplant Co.）、およびスマートパワー社（Smart Power Co.）の 5 社。
- *2 韓国政府負担額 255 億ウォンと民間 5 社負担額 200 億ウォンを合計すると 455 億ウォンであるが、本文中の投資額 445 億ウォンと相違がある理由については明らかでない。
- *3 MSICT によると、HTGR 開発事業を通じて、ポスコ E&C 社は HTGR の製鉄における利用、SK エコプラント社は高温水蒸気電解法による水素製造、ロッテケミカル社は石油化学事業における技術応用を見込んでいるという。

慶尚南道が次世代炉開発企業と協定締結：2024 年 10 月 28 日、米国のテラパワー（TerraPower）社は、慶尚南道（Gyeongsangnam-Do）との間で、慶尚南道における原子力製造能力強化について協力・支援することを定めた了解覚書（MOU）を「慶南小型モジュール炉国際会議」（Gyeongnam Small Modular Reactor International Conference）において締結したことを明らかにした。MOU に基づき、慶尚南道政府はテラパワー社が開発する Sodium 炉に基づいた原子力発電所設備の設計・製造向けのインフラ能力および地元施設を評価するための行政的・財政的支援を提供する。またこの支援には、原子力発電所用の構成要素の設計・試験のための研究開発センターを慶尚南道に建設することが含まれる可能性がある。また、10 月 25 日付の報道によると、慶南小型モジュール炉国際会議においてデンマークのシーボーグ・テクノロジーズ（Seaborg Technologies）社も、慶尚南道との間で協力協定を締結したという。（2024 年 10 月 25 日付 World Nuclear News、10 月 28 日付 TerraPower）

Natrium 炉の世界的な商業展開を実現するために HD 現代重工業社の製造能力を活用：2025 年 3 月 12 日、HD 現代重工業（HD Hyundai）社は、テラパワー（TerraPower）社の Natrium 炉*¹について、迅速な商業化を支援するために世界的な製造サプライチェーンを拡大することを目的として、両社が戦略合意に署名したことを明らかにした。この合意の下で両社は Natrium 炉の世界的な商業展開を実現するために必要となる商業規模の製造能力確立のために、HD 現代重工業社の製造業としての経験とテラパワー社の先端技術を結び付けるとのことである。（2025 年 3 月 12 日付 HD Hyundai）

- * Natrium 炉は、小型モジュール炉（SMR）として分類される炉であり、電気出力 34 万 5,000kWe のナトリウム冷却高速炉と熔融塩に基づいたエネルギー貯蔵システムを組み合わせたものである。当初は 2028 年に商業発電を開始する予定であった。Natrium 炉は燃料に高含有低濃縮ウラン（HALEU）を使用するが、商業規模で HALEU を製造する世界で唯一の企業であるテネックス（TENEX）社を擁するロシアが 2022 年にウクライナに軍事侵攻を開始したことを受けて、HALEU の安定供給が見通せなくなったことから Natrium 炉の運転開始予定時期は 2028 年から 2030 年へと延期された。

10.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

ユレンコ社、KHNP への濃縮役務の長期提供契約を締結: 2024 年 3 月 22 日、ユレンコ（Urenco）社と韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、韓国に対する核燃料の安全（secure）、かつ多様（diverse）で信頼できる（reliable）供給の支援を目的とした、長期の濃縮役務提供に関する新たな契約を締結した。ユレンコ社と KHNP は 1993 年から協力関係にあり、今回の契約は次の 10 年間においてもユレンコ社が KHNP の主たる供給事業者であり続けることを示すものである。（2024 年 3 月 26 日付 Urenco）

KAERI、研究炉用燃料開発で進展: 2024 年 3 月 29 日付の報道によると、韓国原子力研究院（KAERI）は、研究炉用高濃縮ウラン（HEU）燃料の置き換えを目的として、高密度（high-density）ケイ化合物ウラン（uranium silicide）燃料を開発し、照射試験に成功したという。開発された板状（plate-type）ニケイ化三ウラン（ U_3Si_2 ）燃料のウラン密度は 1cm^3 あたり 5.3g であり、KAERI によると現在多くの材料試験炉で使用されている燃料集合体のウラン密度（ 1cm^3 あたり 4.8g）よりも約 10%高い密度だという。KAERI は 2020 年にガス噴霧法（atomization technique）を使用したケイ化合物ウランの球状粒子粉末（spherical-particle powder）^{*1} の開発を契機に、新燃料の研究開発を開始した。この新燃料の試験および適格性評価のため、KAERI はベルギー原子力研究センター（SCK・CEN）と提携した。KAERI 高密度ガス噴霧化燃料適格性評価照射（KIMQI: KAERI high-density atomized silicide fuel qualification irradiation）プロジェクト^{*2} と呼ばれる燃料認証キャンペーンのため、SCK・CEN は所有する研究炉 BR2 において燃料照射を実施した。照射後試験の結果を含む最終適格性評価報告書（final qualification report）は 2025 年末までの発行を予定している。（2024 年 3 月 29 日付 American Nuclear Society）

*1 この粉末は別の研究炉燃料の開発に使用されていた。

*2 2021 年に開始されたプロジェクトには 2 つの段階があり、2021 年から 2023 年に行われた基本性能を確認するための KIMQI-FUTURE 試験および高熱流束と高燃焼状況下での性能を評価するための KIMQI-GTA（包括的試験集合体: generic test assembly）である。KIMQI-GTA 照射は完了しており、最高値は平方センチメートルあたり 470W および燃焼度 74%であったという。

【背景】

2023 年 6 月 28 日、KAERI と SCK・CEN は原子力技術分野における協力強化のための了解覚書（MOU）を締結した。この MOU では研究炉燃料技術を含む 7 つの重要領域における協力強化のために両機関の果たす責任（commitment）が示された。

古里 1 号機において廃止措置に向けた最初の段階として除染が開始：2024 年 5 月 7 日、韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、古里（Kori）原子力発電所 1 号機*について、解体作業の実施に対する原子力安全委員会（NSSC）からの承認に先立ち、化学的に放射性物質を取り除く作業を開始したことを明らかにした。この作業は廃止措置に係る作業員の放射線被ばくを最小限に抑えるために実施するものである。この作業は廃止措置手順における最初のステップとなる除染であり、廃止措置を行うことに対する承認を NSSC から得られるようにするための要件となっている技術的な手順である。（2024 年 5 月 7 日付 KBS WORLD、5 月 14 日付 Nuclear Engineering International）

- * 古里原子力発電所 1 号機は加圧水型軽水炉（PWR）で、1978 年に商業運転を開始し 2017 年に恒久停止した。

高レベル放射性廃棄物の研究を行うための地下研究施設についてサイト募集を開始：2024 年 6 月 18 日、産業通商資源部（MOTIE）は、高レベル放射性廃棄物の研究を行うために建設する予定の地下研究施設について、受入サイトとして立候補する自治体の募集を同日付で韓国原子力環境公団（KORAD：Korea Radioactive Waste Agency）と共に開始したことを明らかにした（申請受付期間は 2024 年 7 月 19 日～2024 年 8 月 2 日）*1。この募集は、「第 2 次高レベル放射性廃棄物管理基本計画」（2021 年 12 月）と「高レベル放射性廃棄物研究開発ロードマップ」（2024 年 2 月）において規定された放射性廃棄物管理技術開発措置に従って行われるものである。予定されている地下研究施設においては、韓国の岩盤の特性について調査を行うとともに、高レベル放射性廃棄物処分施設と同様の深さの地下 500m における処分システムの性能について研究を行う予定である*2。なお、この地下研究施設は、そのサイト内においていかなる放射性廃棄物または使用済燃料についても搬入を一切許可しないような形で、かつ、実際に処分が行われることとなる高レベル放射性廃棄物処分施設とは完全に切り離されたサイトにおいて建設される予定であり、研究目的のみで運用される。MOTIE は、同様の施設が過去または現在において米国、ドイツ、スウェーデン、スイス、カナダ、ベルギー、フランス、および日本の各国内において運営されていた／いると述べている。（2024 年 6 月 18 日付 MOTIE）

- *1 サイト選定については、2024 年末までに選定手続きを完了させることを目標として、地質環境の適切さと 8 件の選定規準の観点で、地下研究施設のサイト候補地として立候補する地方政府（地方自治体）が提出するサイト提案について KORAD 下のサイト評価委員会が評価を行う。この地下研究施設については、2026 年に建設を開始し、2032 年に建設を完了する予定である。またこの地下研究施設の運営期間は、建設途中の 2030 年から約 20 年間である。
- *2 予定されている地下研究施設は、専門的な職業訓練と韓国国内の地質環境に適した処分技術の開発を行うためのものであり、高レベル放射性廃棄物処分施設の実際の環境に似た環境を体験する機会を一般公衆に提供する。この地下研究施設において開発される技術は、2024 年 5 月末時点において法案として議会において審議中である「高レベル放射性廃棄物管理に関する特別法」（Special Act on High-Level Radioactive Waste Management）の制定時に、高レベル放射性廃棄物処分施設のサイト選定、施設の建設、および管理において活用される予定である。

KHNP、セントラス社と 10 年間の濃縮ウラン供給契約を締結：2025 年 2 月 4 日、韓国水力原子力発電会社（KHNP）と米国のセントラス（Centrus Energy）社は、10 年間の濃縮ウラン供給契約に署名した*。KHNP は、この契約により原子力発電のための濃縮ウラン供給源を多様化し、燃

料供給の安定性を向上させると述べている。(2025 年 2 月 5 日付 KHNP、World Nuclear News)

- * KHNP とセントラス社の間では、2023 年 4 月に協力強化を狙いとした了解覚書 (MOU) が結ばれ、2024 年 2 月にはウラン資源安全保障と両社間の原子力協力の強化を目的とした基本合意書 (LOI) が取り交わされていた。

2060 年までの処分施設建設を定めた高レベル放射性廃棄物特別法が可決：2025 年 2 月 27 日、国会（一院制）は、本会議（plenary session）において「高レベル放射性廃棄物特別法」（High-Level Radioactive Waste Special Act）を可決した。同法は、2050 年までに高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設を操業開始し、2060 年までに恒久処分施設を操業開始することを定めたものである。また、同法には以下の規定が含まれている。

- 中間貯蔵施設と恒久処分施設の立地地域に対する支援。
- 首相の管轄下に高レベル放射性廃棄物管理委員会（High-Level Radioactive Waste Management Committee）を設置すること。
- 高レベル放射性廃棄物貯蔵サイトの選定に関する手続きを策定すること。
- 原子力発電所サイト内に貯蔵施設を設置する際に周辺地域の意見を収集し支援するための措置。
- 処分施設の建設・操業に必要な技術開発・検証を目的とした地下研究施設の建設。

通商産業資源部（MOTIE）は、同法の施行にあわせて韓国政府はサイト選定プロセスを本格的に開始する予定であると述べている。(2025 年 3 月 4 日付 World Nuclear News)

水資源からのウラン抽出を巡るカザフスタンとの協力の動き：韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、ウラン抽出のための水資源を特定することについての技術共有と共同研究を促進することを目的として、2025 年 3 月 3 日にカザフスタンのアルファラビ国立大学（Al-Farabi National University）との間で、同 4 日にカザトンプロム（Kaztomprom）社の研究部門である先端技術研究所（IHT：Institute of High Technologies）との間で、それぞれ了解覚書（MOU）に署名した。今回締結された MOU を通じてこれらの三者は、カザフスタンの海水と地下水におけるウランの濃度と分布について共同で調査を行っていくこととなる。またこれらの三者は、KHNP が現在開発中の技術であるウラン吸着剤（uranium adsorbents）の性能評価をも実施する予定である。(2025 年 3 月 7 日付 World Nuclear News)

10.7 放射線利用技術開発

フラマトム社と KHNP が月城原子力発電所における Lu-177 製造を検討：2024 年 4 月 17 日、フラマトム（Framatome）社と韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、韓国の月城（Wolsong）原子力発電所（CANDU 炉）において無担体ルテチウム 177（Lu-177）製造の実現可能性を実証することを定めた了解覚書（MOU）に署名したことを発表した。この MOU に基づき、両社はフラマトム社のアイソトープ製造技術*の使用について同発電所において技術評価を共同で実施する。

(2024 年 4 月 17 日付 Framatome)

- * フラマトム社のアイソトープ製造技術はカナダのブルース (Bruce) 原子力発電所において商業生産レベルで成功裏に運用されている。なお、フラマトム社は同様のアイソトープ製造に関する合意を、ルーマニアのニュークリアエレクトリカ (Nuclearelectrica) 社との間でも 2023 年 11 月に締結している。

韓国政府、放射性医薬品産業の輸出を目指して育成へ：2024 年 11 月 7 日、科学技術情報通信部 (MSICT) は、国内の放射線生物学産業の育成の一環として、2030 年までに放射性同位体 (RI) の完全自給を達成するとした目標を明らかにした。また、MSICT は 2035 年までに放射性医薬品の輸出を開始すると述べたという。イ・チャンユン (Lee Chang-yune) MSICT 次官 (1st Vice Minister) は、世界の放射性医薬品市場に先頭を切って参入する戦略*を策定したと述べている。この戦略の下で韓国政府は、RI を独自に製造・供給するための技術開発およびインフラ構築を 2030 年までに行うための国家アイソトープ・プログラムを創設するという。この目的のため韓国政府はルテチウム 177 (Lu-177) やモリブデン 99 (Mo-99) 等の医療用アイソトープの技術開発を支援し、既存の陽子加速器や研究炉の改良を行うとしている。また、2035 年までに少なくとも 3 件の新薬候補を開発するための研究プロジェクトを政府が支援するほか、ソウルの新薬開発センターや南東地域のアイソトープ・クラスターといった産業クラスターの形成に取り組むとしている。

(2024 年 11 月 7 日付 Yonhap、MSICT)

- * 「放射線・バイオテクノロジー革新戦略」(Radiation-Biotechnology Innovation Strategy) として発表された。この戦略では以下 4 つの戦略目標が提示されている。1. 中核同位体の自給自足の確立、2. 放射性医薬品開発に対する端から端までの支援の提供、3. 産業成長を支援するエコシステムの基礎を築く、4. 世界ネットワークを構築し、制度的支援を提供する。この 4 目標の下で 9 つの課題が設定されている。

10.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

11 インド

11.1 原子力事情・原子力政策動向

シン大臣がインドの原子力配備や技術開発の見込みについて言及：2024 年 6 月 25 日、原子力庁（DAE：Department of Atomic Energy）は、J.シン（Jitendra Singh）大臣（Union Minister）が、7 基の原子炉の新設によりインドの原子力発電容量は今後 5 年間で約 70%増加すると発言したことを明らかにした。シン大臣によると、原子力発電の設置容量は現在の 7.48GWe から 2029 年までに 13.08GWe まで増加する見込みであるという。また同大臣は、国産技術開発とエネルギー安全保障推進が優先事項であることも述べ、バーラト小型炉（BSR：Bharat Small Reactor）を発電利用するための 22 万 kW の加圧重水炉（PHWR）を DAE が設計中であること、およびカランドリア管を圧力容器に置き換えた軽水炉ベースの原子炉であるバーラト小型モジュール炉（BSMR：Bharat Small Modular Reactor）の開発*に取り組んでいることを明らかにした。このほかシン大臣は、高速増殖原型炉（PFBR：Prototype Fast Breeder Reactor）について BHAVINI 社（Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Limited）が燃料装荷完了に向けて作業を進めており、今後数か月のうちに初臨界を達成する見込みであることも述べた。（2024 年 6 月 25 日付 Department of Atomic Energy）

* 2024 年予算案において、バーラト小型モジュール炉（BSMR）の研究開発について民間と協力する方針が示されている。

ラジャスタン 7 号機（インド国産 PHWR）で燃料装荷が開始される：2024 年 8 月 2 日、インド原子力発電公社（NPCIL：Nuclear Power Corporation of India Limited）は、ラジャスタン（Rajasthan）原子力発電所 7 号機について、原子力規制委員会（AERB：Atomic Energy Regulatory Board）の許可を受けて 8 月 1 日に初期燃料装荷（IFL：Initial Fuel Loading）を開始したことを発表した。同発電所では 7、8 号機としてインド国産 70 万 kW 級加圧重水炉（PHWR）が建設されており、7 号機は 2024 年中の商業運転開始が予定されている。同発電所 8 号機については 2025 年中の運転開始が見込まれている。（2024 年 8 月 2 日付 NPCIL）

インド国営火力発電公社、原子力発電を担う 100%子会社を新設の方針：2024 年 8 月 20 日付の報道によると、インド国営火力発電公社（NTPC：National Thermal Power Corporation）は、小型モジュール炉（SMR）を含む原子力発電設備容量を計画の中心に据えており、NTPC の 100%子会社となる NTPC 原子力発電会社（NTPC Nuclear Power Company）の設置を決定したことを明らかにした*¹。また、NTPC は原子力発電所の立地を積極的に探しており、グジャラート（Gujarat）州、タミル・ナドゥ（Tamil Nadu）州、チャッティースガル（Chhattisgarh）州、オリッサ（Odisha）州、カルナタカ（Karnataka）州が候補に含まれる。同社によると増設後の原子力発電設備容量は数十 GW を見込んでいるという*²。また、インド政府による予算案において示された、民間部門と提携しバーラト・スモール・リアクターズ（Bharat Small Reactors）という名称の会社を設

立するという計画について、NTPC は関与する方針を示している*³。なお、NTPC が同社初の原子力事業として、インド原子力発電公社（NPCIL）と共に進めているラジャスタン（Rajasthan）州のマヒ・バーンスワラー（Mahi Banswara）における原子力発電事業については*⁴、今後 2 か月以内に着工する予定であるという。（2024 年 8 月 20 日付 World Nuclear News、8 月 21 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 2024 年 7 月末に開催されたアナリストおよび投資家を対象とした会合において、NTPC の G.シン（Gurdeep Singh）会長が明らかにしたもの。
- *2 原文では NTPC のシン会長の発言として "It's not going to be 2 GWe or 5 GWe, but it is going to be tens of gigawatts." と書かれており、この「数十 GW」（tens of gigawatts）が増設する原子力発電設備容量を指すのか、あるいは、増設後のインドにおける総設備容量を指すのか、明示的ではない。2024 年 8 月時点のインドにおける運転中の原子力発電所の設備容量は 20 基で計 6,920 万 MWe（ネット）であることから推測し、本稿ではこの「数十 GW」について「増設後のインドにおける総設備容量」を指しているものと解釈している。
- *3 インドでは法律により NPCIL と BHAVINI 社の 2 社のみがインド国内において原子力発電所を所有・運転することが認められていたが、2016 年に行われた 1962 年原子力法（1962 Atomic Energy Act）の改正により、公的部門（public sector）による合弁企業の設置は認められるようになった。
- *4 マヒ・バーンスワラーにおける原子力発電事業は NPCIL と NTPC の合弁事業として進められており、NPCIL が 51%、NTPC が 49%の権利を保有している。

22 万 kWe 級 PHWR 設計を民間部門への移管を前提に修正:2024 年 8 月 21 日付の報道によると、インド製 22 万 kWe 級加圧重水炉（PHWR）設計について、民間部門に移管する準備としてバーラト小型炉（BSR）へと用途を変更するための修正が行われているという*。22 万 kWe 級 PHWR はナローラ（Narora）原子力発電所等において運転中である。22 万 kWe 級 PHWR を BSR へと変更するための設計の修正は最小限のものであり、作業に 1 年以上は掛からない見込みであるという。また、NPCIL は BSR 設計を民間部門に移管するとしている。（2024 年 8 月 21 日付 Nuclear Engineering International）

- * 原子力委員会（AEC : Atomic Energy Commission）の委員であり、ホミ・バーバ国立研究所（Homī Bhabha National Institute）名誉教授である R.B.グローバー（Ravi B Grover）博士が、インドにおけるネットゼロ排出移行に関する報告書刊行イベントにおいて行った講演において明らかにされたもの。

カクラパー4号機がフル出力での運転を開始:2024 年 8 月 21 日、インド原子力発電公社（NPCIL）は、カクラパー（Kakrapar）原子力発電所 4 号機がフル出力による運転を開始したことを発表した。同発電所 4 号機はインド国産の 70 万 kWe 級加圧重水炉（PHWR）である。（2024 年 8 月 21 日付 NPCIL）

PHWRs を SMR として再設計、2032 年までに 40～50 基を製造（建設）する予定：2024 年 8 月 28 日付の報道によると、原子力庁（DAE）は、インド国産のものとして開発と商業展開が行われた電気出力 22 万 kWe の加圧重水炉（PHWR）について、バーラト小型モジュール炉（BSMR）として再設計を行うためにタタ・コンサルティング・エンジニアズ（TCE:Tata Consulting Engineers）社と協働しているとのことである。この再設計においては先進的な 3D 設計プラットフォームを利用し、BSMR について、モジュラー性を持たせ、拡張性を持たせるとともに、福島原子力発

電所事故以降の安全基準に沿った安全性を有したものにするという。今後 7～8 年以内に（つまり 2032 年までに）40～50 基の BSMR を製造（建設）する予定であるとのことである。（2024 年 8 月 28 日付 Nuclear Engineering International）

インド政府が NPCIL と NTPC による原子力合弁会社の設置を認める：2024 年 9 月 11 日、インド政府は、インド原子力発電公社（NPCIL）とインド火力発電公社（NTPC）による原子力発電所の建設・所有・運転を目的とした合弁会社の設置を承認した。この合弁会社は Ashvini 社（Anushakti Vidhyut Nigam Ltd）と呼ばれ、所有権について NPCIL が 51%、NTPC が 49%を保有する。この承認により Ashvini 社は、既存のインド国内の法的枠組みに従う形で、インド国内において原子力発電所を建設・所有・運転することが許可されたこととなる。またインド政府は、マヒ・バーンスワラー（Mahi Banswara）におけるインド製 70 万 kWe 級加圧重水炉（PHWR）建設事業を NPCIL から Ashvini 社に移管することについても承認した。（2024 年 9 月 17 日付 Nuclear Power Corporation of India LIMITED、9 月 18 日付 World Nuclear News）

ラジャスタン 7 号機が初臨界を達成：2024 年 9 月 19 日、ラジャスタン（Rajasthan）原子力発電所 7 号機が初臨界を達成した。同発電所 7 号機は電気出力 70 万 kWe の加圧重水炉（PHWR）であり、3 基目のインド国産 PHWR である。同発電所 7 号機への燃料装荷は 2024 年 8 月 1 日に開始された。原子力規制委員会（AERB）は同発電所 7 号機における臨界許可を 2024 年 9 月 10 日付で発給していた。今後は送電網に送電する前に行われる様々な試験が実施される。（2024 年 9 月 20 日付 World Nuclear News、9 月 28 日付 Department of Atomic Energy）

コバーダにおける AP1000 建設計画について、インド政府と WH 社は協議中：2024 年 12 月 3 日付の報道によると、J.シン（Jitendra Singh）内閣官房国務大臣（Minister of State in the Prime Minister's Office）は議会下院（Lok Sabha）に対する文書回答において、アーンドラ・プラデーシュ（Andhra Pradesh）州コバーダ（Kovvada）においてウェスチングハウス（WH）社製 AP1000 を 6 基建設する計画について、インド政府は WH 社との協議を継続していることを明らかにした。また、インド原子力発電公社（NPCIL）はコバーダ原子力発電所の主要発電所区域用に 2,079.66 エーカーの土地の取得の取得を完了しているという。シン大臣によると、WH 社による技術 - 商業提案（TCO: Techno-Commercial Offer）は未だ提出されていない。（2024 年 12 月 3 日付 Business Standard）

NPCIL、自家消費目的の BSR に関する RFP を民間事業者向けに発出：2024 年 12 月 31 日、インド原子力発電公社（NPCIL）は、電気出力 22 万 kW の加圧重水炉（PHWR）であるバーラト小型炉（BSR）を民間事業者による自家消費（captive use）用として設置する事業に関する提案依頼書（RFP : Request for Proposal）^{*1}を、インド国内の民間事業者を対象として発出したことを発表した。この RFP は 2024 - 2025 年連邦予算での発表^{*2}に沿ったものであり、BSR は既存の規制枠組みおよび承認されたビジネスモデルの中で^{*3}、民間資本により設置することが予定されて

いる。当該 RFP においては、提案企業が NPCIL の監督・制御下で BSR の建設を行うこと、完成後は運転のために原子力発電所の資産 (Assets of NPP) を提案企業から NPCIL に対し譲渡することが定められ*4、譲渡の際に発生する税金等も提案企業が負担するとされている。ただし、発電所で生成された全電力（補助施設における消費分を除く）に関する権利、つまり実質的所有権は提案企業が保有すると定められている*5。また、建設開始以降は NPCIL と企業の双方ともに事業の全期間が完了するまで離脱は認められないといった規定も設けられている。(2024 年 12 月 31 日付 NPCIL)

- *1 RFP に対する提案の提出期限は封書を用いて 2025 年 3 月 31 日、提案の開封は 2025 年 4 月 4 日である。提案書は英語で記載されなければならないと定められている。また、締切後に届いた提案は検討しないこと、定められた期間内に 1 億ルピーの手付金 (EMD : Earnest Money Deposit) / 提案保証金 (Proposal Security) が支払われていない提案は即座に却下されることが明記されている。RFP には別紙 1~5 が添付されており、別紙 1 には BSR2 基分の立地には炉から半径 1 km の立入禁止区域約 331 ヘクタールが必要であるといった BSR サイトの必要条件等の情報が記載されている。
- *2 2024-2025 年連邦予算における 9 項目の優先事項の中に「エネルギー安全保障」(Energy Security) という項目が設定されており、その中で「バーラト小型炉の設置」(Setting up Bharat Small Reactors) および「バーラト小型炉および原子力エネルギー関連新技術の研究開発」(R&D of Bharat Small Modular Reactor and newer technologies for nuclear energy) が取り組みとして挙げられている。また、2024 年 7 月 23 日に行われた財務大臣による予算演説では、これらの取り組みを民間セクターと政府の提携により実施することが明示されている。
- *3 インドにおいては、原子力法 (Atomic Energy Act) 第 3 条 (Section 3) によって原子力事業を行う権限は公的企業等を通じて中央政府に与えられており、民間事業者による原子力事業への参入は制限されている。
- *4 BSR 建設サイトは提案企業が保有する土地であり、原子力発電所が完成した後は NPCIL に 99 年間以上の長期契約により転貸 (sublease) する。原子力発電所の運転に係る認可は NPCIL が取得し保有する。
- *5 BSR により発電された電力は提案企業が自社工場等で自家消費することが想定されているが、規制に従うことを条件に売電することも可能と定められている。

インド国営火力発電公社、原子力発電事業に関する子会社等を設置 : 2025 年 1 月 15 日付の報道によると、インド国営火力発電公社 (NTPC) は、NTPC Limited の子会社であった NTPC 原子力発電会社 (NPUNL : NTPC Parmanu Urja Nigam Limited) を 1 月 7 日付で完全子会社化した*1。また、1 月 9 日には、NTPC とインド原子力発電公社 (NPCIL) が、2010 年に締結した合弁会社契約 (joint venture agreement) の修正に署名し、Ashivini 社を NPCIL が 51%、NTPC が 49% 保有する形に再編するとともに、マヒ・バーンスワラー・ラジャスタン原子力発電所事業 (Mahi Banswara Rajasthan Atomic Power Project) を NPCIL から Ashivini 社に移管することを決定した*2。(2025 年 1 月 15 日付 World Nuclear News)

- *1 2024 年 8 月 20 日付の報道によると、NTPC は小型モジュール炉 (SMR) を含む原子力発電設備容量を計画の中心に据えており、NTPC の 100% 子会社となる NTPC 原子力発電会社 (NTPC Nuclear Power Company) の設置を決定したことを明らかにした。
- *2 インドでは法律により NPCIL と BHAVINI 社 (Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Limited) の 2 社のみがインド国内において原子力発電所を所有・運転することが認められていたが、2016 年に行われた 1962 年原子力法 (1962 Atomic Energy Act) の改正により、公的部門 (public sector) による合弁企業の設置は認められるようになった。2024 年 9 月 11 日、インド政府は、NPCIL と NTPC による原子力発電所の建設・所有・運転を目的とした合弁会社である Ashivini 社の設置を承認した。またインド政府は、マヒ・バーンスワラー (Mahi Banswara) におけるインド製 70 万

kWe 級加圧水型重水炉 (PHWR) 建設事業を NPCIL から Ashvini 社に移管することについても承認した。

2025 - 2026 年予算で原子力部門を民間に開放する方針が示される : 2025 年 2 月 1 日、財務省 (Ministry of Finance) は、N.シサラマン (Nirmala Sitharaman) 財務・企業問題大臣 (Union Minister of Finance and Corporate Affairs) が議会における 2025 - 2026 年予算 (Budget 2025-2026) 発表において、小型モジュール炉 (SMR) の研究開発のための原子力エネルギーミッションを、約 2,000 億ルピーを投じて設置する方針を明らかにした。シサラマン大臣によると、少なくとも 5 基のインド産 SMR を 2033 年までに運転可能な状態とするという。またシサラマン大臣は、2047 年までに少なくとも 100GW の原子力エネルギーを開発することが、インドにおけるエネルギー移行取り組みにおいて不可欠であるとして、この目標に向かって民間部門と積極的に連携するため (For an active partnership with the private sector towards this goal) *¹、原子力法 (Atomic Energy Act) および原子力損害賠償法 (Civil Liability for Nuclear Damage Act) の改正を検討すると述べた。2 月 3 日には、原子力庁 (DAE) が「2025 - 2026 連邦予算における原子力発電」(Nuclear Power in Union Budget 2025-26) と題した記事を公開した。この記事の中で DAE は、政府が民間部門と提携する目的として以下を挙げている。

- バーラト小型炉 (BSR : Bharat Small Reactors) の設置*²
- バーラト小型モジュール炉 (BSMR : Bharat Small Modular Reactor) の研究開発*³
- 原子力エネルギーに関する新規技術の研究開発*⁴

ロイター通信 (Reuters) およびワールド・ニュークリア・ニュース (WNN) の報道によると、インドの電力事業者であるタタ・パワー (Tata Power) 社とナヴィーン・ジンダル・グループ (Naveen Jindal Group) *⁵ の 2 社が SMR 設置に対し興味を示しているという。また、インド鉄道 (Indian Railways) が電力需要を満たすために既存もしくは新規の原子力発電所からの電力調達を模索していることも、あわせて報じられている。(2025 年 2 月 1 日付 Ministry of Finance、Ministry of Science & Technology、2 月 3 日付 Department of Atomic Energy、2 月 5 日付 Department of Atomic Energy、Reuters、2 月 11 日付 World Nuclear News、2 月 12 日付 Nuclear Engineering International)

- *¹ 2 月 1 日に、科学技術省 (Ministry of Science & Technology) は、J.シン (Jitendra Singh) 大臣による 2025 - 2026 年予算に対する見解を発表した。シン大臣は、原子力法の改正により民間部門の参加を促すことは極めて革命的であり、これは N.モディ (Narendra Modi) 首相が以前に宇宙開発分野で行った手法と同様であると指摘している。更に 2 月 5 日には原子力庁 (DAE) が、シン大臣による原子力エネルギーミッションに対する発言を紹介した。この記事中では、シン大臣が「インドの原子力エネルギー部門が民間部門による参加に対し開放された」(India's nuclear energy sector has been opened for private sector participation) ことを歓迎したと記載されている。
- *² バーラト小型炉 (BSR) は 22 万 kWe の加圧重水炉 (PHWR) である。民間事業者の工場における電力の自家消費を目的とした BSR 建設に係る提案募集 (RFP) が、2024 年 12 月 31 日付でインド原子力公社 (NPCIL) から民間事業者を対象として発出されている。この RFP においては、BSR の建設は民間事業者が、運転は NPCIL が行うことが定められている。
- *³ パーバ原子力研究所 (BARC : Bhabha Atomic Research Centre) が、廃止される石炭火力発電所の再利用や遠隔地における電力需要への対応を目的として、SMR の開発を行っているという。DAE は、インドが有する PHWR に関する知見は国産 SMR 設計の開発・配備における強力な基盤になると述べている。

- *4 DAE は、水素製造のため熱電併給を行う高温ガス冷却炉や、インドが豊富に有するトリウム資源を活用するための溶融塩炉等、新たな原子炉の導入も計画しているという。
- *5 ナヴィーン・ジンダル・グループは、今後 20 年間で 1 兆 8,000 億ルピーを投資し 18GWe の原子力発電所を建設する計画のもと、子会社としてジンダル原子力発電会社 (Jindal Nuclear Power Pvt Ltd) を設立した。BSR 等の先進技術を活用し、原子力発電所を建設・所有・運転する計画であるという。

ベダント社、自家消費用原子力発電容量の建設・運転について関心表明募集:2025 年 2 月 20 日、インドに本拠地を置く天然資源・技術コングロマリットであるベダント (Vedanta) 社は、インド国内における 500 万 kWe 規模の原子力発電容量の建設・運転について、関心表明を国際的に募集することを発表した。この原子力発電容量はベダント社が自家消費 (captive use) することを目的としている。ベダント社は自社のエネルギー・ポートフォリオについて、900 万 kW の火力発電と 400 万 kW の再生可能エネルギーを保有しており、今後 3 年間で 2,000 万 kW までポートフォリオを拡大する計画であるほか、包括的な送電インフラおよびソリューションを有していると述べている。ワールド・ニュークリア・ニュース (WNN) はベダント社による関心表明募集について、N.シサラムン (Nirmala Sitharaman) 財務大臣が予算演説において、原子力事業への民間部門の参入を推進するよう法律を修正する方針を明らかにしたことに続くものであると述べている。(2025 年 2 月 20 日付 Vedanta、2 月 26 日付 World Nuclear News)

DAE がバーラト小型モジュール炉 (BSMR) の情報を明らかに:2025 年 3 月 12 日、原子力庁 (DAE) は、議会下院 (Lok Sabha) における議員からの質問に対する J.シン (Jitendra Singh) 大臣による文書回答において、バーラト小型モジュール炉 (BSMR : Bharat Small Modular Reactor) に関する情報を明らかにした。文書回答によると、BSMR は加圧重水炉 (PHWR) であり、微濃縮ウラン (SEU:Slightly Enriched Uranium) を燃料として使用する*。出力 20 万 kW の BSMR は「BSMR-200」と呼称される。BSMR-200 の利用目的としては以下が挙げられている。

- 鉄鋼、アルミ、セメント産業等のエネルギー集約産業を対象とした自家消費目的発電
- 退役した火力発電所の再利用 (repurposing)
- 送電網に接続されていない遠隔地の電力需要対応

電気出力 5 万 5,000kWe 型の BSMR は、先駆けとなる 2 基 (lead twin units) が DAE サイトにおいて 2033 年までに建設される予定である。5 万 5,000kWe 型 BSMR も BSMR-200 も、送電網には接続せず独立状態で運転するよう設計されている。バーバ原子力研究所 (BARC:Bhabha Atomic Research Centre) とインド原子力発電公社 (NPCIL) が BSMR-200 の開発に取り組んでいる。BSMR-200 の概念設計は既に完了しており、現在は承認段階にあるという。BSMR-200 の建設に要する期間は 60~72 か月と見積もられている。BSMR の燃料の再処理技術については、燃料の配置条件 (fuel configuration) に基づいて再設計する必要があるという。(2025 年 3 月 12 日付 Lok Sabha、World Nuclear News)

- * DAE による 2024 年 6 月 25 日付の発表では、BSMR は「カランドリア管を圧力容器に置き換えた軽水炉ベースの原子炉」と説明されていた。

ラジャスタン 7 号機が送電網に接続：2025 年 3 月 17 日、インド原子力発電公社（NPCIL）は、3 基目の国産 70 万 kWe 級加圧重水炉（PHWR）であるラジャスタン（Rajasthan）原子力発電所 7 号機について、同日 2 時 37 分をもって送電網に接続されたことを発表した。今後、同発電所 7 号機は規制機関による承認の下で出力上昇試験を実施した後に商業運転を開始することになる。なお、同発電所サイトでは 8 号機として同じく 70 万 kWe 級 PHWR が建設中であり、2025～2026 年には運転状態になる見込みであるという。（2025 年 3 月 17 日付 NPCIL、World Nuclear News）

11.2 国際協力動向

第 22 回インド - ロシア年次サミットを受けた共同声明（原子力にも言及）：2024 年 7 月 9 日、インドの首相府（Prime Minister's Office）は、同 8～9 日の日程で開催された第 22 回インド - ロシア年次サミットを受けた両国の共同声明を公表した。この共同声明は全 81 段落（項目）からなり、その内の第 33 段落目において民生原子力分野における協力について言及がある。それによると、「33. [インド政府とロシア政府の] 双方は、戦略的パートナーシップの重要な構成要素としての原子力平和利用における協力の重要性を指摘した。双方は、クダंकラム（Kudankulam）原子力発電所における残りの原子炉の建設において達成された進捗を歓迎するとともに、[それらの原子炉の建設に際して納入されるべき機器等の] 供給が時宜に適った形で行われるようにすることを含め、[原子炉建設に係る] スケジュールに従うことで合意した。双方は、以前に署名が行われた合意に従い、インドにおける [ロシア製原子炉を採用する] 2 件目の [原子力発電] サイトに関して更に議論を行うことの重要性を指摘した。双方は、ロシア製の VVER-1200、機器 [の製造の] 現地化、原子力発電所構成機器の [インド企業とロシア企業による] 共同製造、および第三国 [での原子力発電所建設事業等] における協力について、技術的討議を継続することで合意した。双方は、燃料サイクル、運転中のクダंकラム原子力発電所を対象としたライフサイクル支援、および [原子力の] 非発電利用^{*1} 等について、原子力における協力 [の範囲] を拡大する意図 [を有していること] を確認した。」^{*2} とのことである。（2024 年 7 月 9 日付 Prime Minister's Office (India)）

*1 インドとロシアの間の協力における原子力技術の非発電利用としては、脱塩淡水化（water desalination）、品質改良を目的とした種子と食品への放射線照射、北海ルートによるインドから欧州とロシアへの [原子力船による] 物資輸送、および浮揚式原子力発電所（FNPP）[による熱供給] 等が挙げられている。

*2 原文は次の通りである： "33. The Sides noted the importance of the cooperation in the peaceful uses of nuclear energy as a significant component of the strategic partnership. The Sides welcomed the progress achieved in the construction of the remaining nuclear power plant units at Kudankulam and agreed on adhering to the schedule, including to the timelines for delivery of supplies. Both Sides noted the importance of further discussion on the second site in India in accordance with earlier signed agreements. The Sides agreed to continue technical discussions on the VVER 1200 of the Russian design, localization of equipment and joint manufacturing of NPP components as well as on cooperation in third countries. The Sides confirmed their intention to broaden cooperation in Nuclear Power including fuel cycle, life cycle support for operating KKNPPs and non-power applications." なお、本稿における訳文中の [] で示した部分は訳出時に語を補った箇所を示すものである。

NPCIL と UAE が原子力発電所運転・保守について MOU 締結：2024 年 9 月 9 日、インド原子力発電公社 (NPCIL) とアラブ首長国連邦 (UAE: United Arab Emirates) の首長国原子力会社 (ENEC: Emirates Nuclear Energy Company) は、原子力発電所の運転および保守 (Operations & Maintenance) の分野における了解覚書 (MOU) に署名した。この MOU により、サプライチェーン開発や知見の共有、原子力発電所運転・保守関連サービスの提供、原子力コンサルティング・サービスの提供、人材開発・訓練、研究開発といった関連分野における考えうる両社間の協力について包括的枠組みがもたらされるという。(2024 年 9 月 10 日付 NPCIL)

インドの建設系コングロマリット、ANEEL 燃料の世界展開に協力へ：2024 年 10 月 18 日、インドの建設系コングロマリットであるラーセン&トゥブロ (L&T: Larsen & Toubro) 社と、米国の先進原子燃料企業であるクリーン・コア・トリウム・エナジー (CCTE: Clean Core Thorium Energy) 社は、CCTE 社の ANEEL (Advanced Nuclear Energy for Enriched Life) 燃料を通じた効率的ソリューションの世界展開において協力することを定めた了解覚書 (MOU) を締結した。ANEEL 燃料はトリウムと濃縮ウランを材料とし、加圧重水炉 (PHWR)、CANDU 炉、先進炉を対象として開発されたものである。この MOU に基づき L&T 社はインドの法的枠組みの範囲内で CCTE 社を支援することになる。CCTE 社は、この MOU により 2008 年に締結された米国・インド間の民生原子力協力が活性化されると述べている。(2024 年 10 月 23 日付 Larsen & Toubro)

インドとフランスが SMR・AMR 開発で協力することで合意：2025 年 2 月 12 日、N.モディ (Narendra Modi) 首相はフランス訪問において E.マクロン (Emmanuel Macron) 大統領と会談し、国防や宇宙、民生用原子力といった重要な協力分野を再確認した。民生用原子力分野について、両首脳は「民生用原子力エネルギーに関する特別タスクフォース」(Special Task Force on Civil Nuclear Energy) の第 1 回会合が開催されたことを歓迎した。また両首脳は、小型モジュール炉 (SMR) および先進モジュール炉 (AMR) に関する基本合意書 (LOI: Letter of Intent)、インドの原子力エネルギー・パートナーシップ・グローバルセンター (GCNEP: Global Centre for Nuclear Energy Partnership) とフランスの国立原子力科学技術研究所 (INSTN: Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires) による実施協定 (implementing agreement) について合意した。また、インド原子力庁 (DAE) とフランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) の間で、GCNEP に係る協力についての了解覚書 (MOU) の更新が行われたという。インドの V.ミスリ (Vikram Misri) 外務次官は「両国は、進化するエネルギー展望において SMR と AMR の可能性を認識するとともに、共同設計・共同開発・共同生産において協力することで合意した」と述べている。また、モディ首相とマクロン大統領は同日に国際熱核融合実験炉 (ITER) を訪問した。(2025 年 2 月 12 日付 DD News、World Nuclear News)

11.3 原子力研究開発推進・規制体制

インド政府、SMR の商業展開を視野に入れた規制枠組みについて検討中：2024 年 8 月 25 日、インドの科学技術省（Ministry of Science & Technology）は、同国と米国の間での民生原子力における通商貿易に関する二国間会合（bilateral meeting on US-India Civil Nuclear Commerce）を開催したことを明らかにした。この中でインドの科学技術省の J.シン（Jitendra Singh）大臣はインド政府として、小型モジュール炉（SMR）について、国際協力を模索し、研究開発に対して投資を行うとともに、商業展開を支援するための規制枠組みについて検討を行っていることを明らかにした。（2024 年 8 月 25 日付 Ministry of Science & Technology, India）

11.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

11.5 次世代炉

AERB が PFBR の初臨界許可を発給：2024 年 7 月 27 日、原子力庁（DAE）は、カルパッカム（Kalpakkam）に立地する高速増殖原型炉（PFBR）について、原子力規制委員会（AERB）が初臨界実施（First Approach to Criticality）の許可を正式に発給したことを発表した。次の最終段階においては炉心に燃料集合体（fuel sub-assemblies）が装荷され臨界に達した後で、原子炉挙動の更なる評価と理解のために、一連の低出力物理実験（Low Power Physics Experiments）が行われるという。（2024 年 7 月 27 日付 Department of Atomic Energy）

シン大臣、PFBR は 2025 年末までに運転開始見込みと発言：2024 年 12 月 4 日、J.シン（Jitendra Singh）内閣官房国務大臣は、議会下院（Lok Sabha）に対し、高速増殖原型炉（PFBR）は 2025 年末までに運転開始するとの見通しを示した*。（2024 年 12 月 4 日付 The Economic Times）

* PFBR の建設は BHAVINI 社（Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Limited）により 2004 年に開始され、当初は 2010 年の建設完了が予定されていたが、計画は遅延している。2024 年 3 月 4 日に PFBR の燃料装荷が行われた。7 月 27 日には原子力庁（DAE）が、原子力規制委員会（AERB）により初臨界実施（First Approach to Criticality）許可が正式に発給されたことを発表した。

11.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

NTPC と米国 CCTE 社、ANEEL 燃料のインド展開を目指し提携：2024 年 12 月 27 日、インド国営火力発電公社（NTPC）と米国のクリーンコア・トリウム・エナジー（CCTE）社は、CCTE 社の加圧重水炉（PHWR）用トリウム燃料である ANEEL（Advanced Nuclear Energy for Enriched Life）

燃料の開発・配備に関する戦略的パートナーシップを締結したことを発表した。両社は以下について協働する方針であるという。

- ANEEL 燃料のインドにおける開発・配備に関する調査
- ANEEL 燃料製造のインド国産化、インドにおける現地サプライチェーン開発の可能性の調査
- 高含有低濃縮ウラン（HALEU）に関するサプライチェーン構築に関する調査
- インドに対する国家保証（sovereign guarantee）を伴うウラン供給に関する調査

なお、両社によるパートナーシップは、インドおよび米国の両政府からの承認を条件としている。
(2024 年 12 月 27 日付 NTPC)

11.7 放射線利用技術開発

BARC において医療用放射性同位体の製造のみを目的とした新たな原子炉を建設する予定:2024 年 6 月 12 日、バーバ原子力研究所（BARC）の V.バシン（Vivek Bhasin）所長（director）は、医療用放射性同位体の製造のみを目的とした新たな原子炉を BARC において建設する予定であることを明らかにした。またバシン所長は、今後 20 年間にわたりインド国内の全ての医科系大学を対象として、核医学学部（nuclear medicine departments）を設立するための指針を BARC とタタメモリアルセンター（Tata Memorial Centre）病院が提供する予定であることをも明らかにした。
(2024 年 6 月 13 日付 NDTV)

11.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

12 オーストラリア

12.1 原子力事情・原子力政策動向

CSIRO、原子力発電にコスト優位性はないとする報告書を発表：2024 年 12 月 9 日、オーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO：Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization）は、インフラ計画に用いられる、オーストラリアにおける将来的な発電コストの経済的分析をまとめた「発電コスト 2024 - 2025 年報告書」（GenCost 2024-25 Report）^{*1}の草案を公開した^{*2}。報告書草案において CSIRO は、原子力の長期にわたる運転期間という要因をモデル化しても、原子力発電の他発電技術に対する独自のコスト優位性は見られないとしている^{*3}。CSIRO は新規かつ大規模な原子力発電施設について以下の 3 点の考慮事項があると指摘している。

- より長期にわたる運転期間（60 年間）
- オーストラリアにおける推定設備利用率の幅（最大出力で運転する平均時間）
- 予測される開発時間（新規国内電源を導入するにあたり予想される計画立案、規制、コミュニティおよび建設活動）

CSIRO は、原子力発電における経済的利点の欠如は、長期運転を達成するにあたり必要とされる再投資額が高額になるためであると述べている。報告書草案によると、原子力発電の設備利用率を 53～89%とした過去の GenCost 報告書による分析は妥当であり、検証可能なデータおよびオーストラリア固有の発電部門の考慮事項に基づいても変更は生じないという。また、世界における原子力発電の建設期間の中央値は、過去 5 年間で 6 年間から 8.2 年間に増加しており、開発期間枠は 12～17 年になったと報告されている。これらの分析に基づく、オーストラリアにおける原子力発電の合計開発期間は少なくとも 15 年間になると、同報告書は主張している。（2024 年 12 月 9 日付 CSIRO、World Nuclear News）

*1 GenCost は CSIRO とオーストラリアエネルギー市場管理機関（AEMO：Australian Energy Market Operator）が発行する、技術にとらわれず（technology-agnostic）、かつ政策的に中立な（policy-neutral）報告書である。新設される発電、貯蔵、水素技術の費用見積に焦点を当てたものであり、ビジネスリーダーや意思決定者に対し、計画立案や融資調査のための最新の資本コストやデータ比較を提供する。

*2 同報告書に係る 9 週間のパブリックコンサルテーション開始にあわせて公開されたもの。

*3 過去の GenCost においては大型原子力発電所に係る詳細な費用が計算されている。今回の GenCost では、分析対象となる原子力（nuclear）技術の詳細について明示的な言及はないが、報告書本文中においてフィンランドのオルキルオト（Olkiluoto）原子力発電所 3 号機（EPR）等に言及していることから、引き続き大型原子力発電所を分析対象としていることがうかがえる。また、GenCost は本文において小型モジュール炉（SMR）にも言及しているが、今後も費用は他選択肢と比較して高額なままであると指摘している。なお、CSIRO は SMR の資本コスト見積の際に、米国において NuScale（NuScale Power）社とユタ州公営電力システム（UAMPS：Utah Associated Municipal Power Systems）が進めていたものの 2023 年 11 月に事業中止となったカーボンフリー・パワー・プロジェクト（CFPP：Carbon Free Power Project）のみを使用している。失敗に終わった CFPP のみを分析対象とした理由について GenCost は「現在いくつかの SMR 事業が存在および提案されているが、UAMPS 事業のみがオープンかつ信頼性の高い費用見積を提供する意志を有していた」（While there are several currently existing and proposed SMR projects, only the UAMPS project has been willing to provide an open and reliable costing for their project.）と述べている。

12.2 国際協力動向

ARWA と NWMO、廃棄物管理における先住民との和解等について協力する合意を締結：2024 年 11 月 20 日、カナダの核燃料廃棄物管理機構（NWMO）とオーストラリア放射性廃棄物庁（ARWA：Australian Radioactive Waste Agency）は、新たな協力合意（co-operation agreement）に署名したことを明らかにした。ARWA と NWMO は、先住民との和解（Reconciliation with Indigenous peoples）という重要な話題を含む、放射性廃棄物の安全な管理に関する広範な課題において協力する。この協力合意は、NWMO 代表団のオーストラリア訪問の際に署名されたものである。NWMO は訪問においてアボリジニ（Aboriginal Australians）やトレス諸島民（Torres Strait Islanders）の経験を学ぶ機会があり、今後のパートナーシップ関係や知見の共有に期待を寄せていると述べている。（2024 年 11 月 20 日付 NWMO）

【背景】

2023 年 8 月 10 日、M.キング（Madeleine King）資源大臣は、建設を計画している国立の低・中レベル放射性廃棄物処分施設について、南オーストラリア州キンバ（Kimba）近郊のナパンディー（Napandee）において立地を決定することをオーストラリア政府として模索しないことを明らかにした。国立の低・中レベル放射性廃棄物処分施設の建設については、サイト指名（site nominations）の募集が 2015 年に行われた後の 2017 年に、ナパンディーの土地所有者が候補として名乗りでたことにより自らの意思によって同施設の候補地としての指名を受けることとなった。2020 年 9 月にオーストラリア上院の委員会は、同施設の最優先サイトとしてナパンディーを規定する法案を同国議会が採決するよう勧告した。2021 年 11 月には、複数年にわたるコンサルテーションを経て、同施設のサイトとしてナパンディーを選定したことを当時の K.ピット（Keith Pitt）資源大臣が宣言した。この宣言は、関連法の下で、国立の低・中レベル放射性廃棄物処分施設としての国立放射性廃棄物管理施設（NRWMP：National Radioactive Waste Management Facility）を受け入れるためにオーストラリア連邦政府が 211 ヘクタールの土地を取得することについて効力を持つこととなった。しかし、ナパンディーの伝統的な土地所有者（オーストラリア先住民）であるバーンガーラ人（Barngarla people）は、サイト選定の決定について適切な意見聴取を受けていなかったと主張し、2021 年の宣言について司法審査（judicial review）を求めた*。これを受けて実施された司法審査の結果、2023 年 7 月 18 日に、連邦裁判所の N.チャールズワース（Natalie Charlesworth）判事は、バーンガーラ人の主張を認め、2021 年の宣言を無効とする判決を下していた。

* NRWMP のサイト予定地周辺は、バーンガーラ人にとって神聖な土地である。

12.3 原子力研究開発推進・規制体制

OPAL 炉が冷中性子源装置交換のため計画停止：2024 年 4 月 15 日、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）は、OPAL 多目的炉*¹を改良（upgrade）およびメンテナンスのために計画停止したことを明らかにした。今回の計画停止の主な目的は、冷中性子源装置（CNS：cold neutron source）の交換であるという。既存の CNS は既に 15 年間の運用期間を終えており、ANSTO は装置を交換することで科学的性能の向上が見込めるとしている。ANSTO によると OPAL 炉は年に 10～11 回ほど計画停止をしているが、今回は作業が複雑なため通常よりも若干長い停止期間となるという。ANSTO が OPAL 炉の停止状況についてまとめたウェブページによると、OPAL 炉は 2024 年 3 月 18 日に停止され、2024 年 4 月 24 日時点においては 2024 年 7 月 5 日に完全に運転を再開する予定である*²。（2024 年 4 月 15 日付 ANSTO、4 月 24 日付 ANSTO）

*¹ OPAL は "Open Pool Australian Lightwater" の略である。OPAL 炉はアルゼンチンの INVAP 社製であり、2007 年に運転を開始した。設計寿命は 60 年間と見積もられている。

*² OPAL 炉の運転再開は 2024 年 9 月 30 日に公式に発表された。

12.4 核融合

HB11 エナジー社と ELI ERIC、レーザー核融合における技術開発について合意に署名：2024 年 12 月 16 日、HB11 エナジー（HB11 Energy）社は、レーザー核融合における技術開発について、高強度レーザー（high-power laser）施設を有する世界最大の研究開発研究所である欧州極限光科学拠点（ELI ERIC）*との間で合意に署名した。今回の合意は 3 か所の世界規模のレーザー施設について ELI ERIC と HB11 の間の強固な協力を強化するものである。また両者の協力において ELI ERIC の施設で行われる実験を支援するための微細構造のレーザー標的（micro-structured laser target）の開発・製造での協調的な取り組みに焦点を当てる予定であり、HB11 エナジー社は、核融合の推進とその他の多くの応用のための研究である高エネルギー密度物理（high energy density physics）について、科学的な可能性を拓げるために設計された ELI ERIC でのレーザー実験において必要とされる微細構造のレーザー標的の供給者としての位置が確立されることとなる。具体的には両者は次の項目において合意に達している。

- 高強度レーザー物質相互作用（high power laser matter interaction）についての実験を対象とした高精度な標的（high-precision targets）を共同で開発・製造すること
- 高強度レーザー物質相互作用と核融合に関連した実験において、プラズマの特性（properties）を解析・測定するための診断ツールの革新（innovate）と実用化（implement）
- ELI ERIC のビームライン施設において、協力的かつ独占的（proprietary）に一連の実験を行っていくこと
- 若手の科学者とエンジニアが専門性を磨いていくことを支援すること
- 査読付き学術誌において高品質の共同研究論文を刊行すること

（2024 年 12 月 16 日付 HB11、Capital Brief）

* 「ELI ERIC」は、2021 年 4 月 30 日付で欧州委員会（EC : European Commission）から「欧州極限光科学拠点」（ELI : Extreme Light Infrastructure）が「欧州研究基盤コンソーシアム」（ERIC : European Research Infrastructure Consortium）としての法的な立場の認定を受けている。チェコ、ハンガリー、ルーマニアに施設を有し、各施設に 1 基以上のレーザー装置が設置されている。

12.5 次世代炉

（新たな動向情報はありませんでした）

12.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

ハネムーン鉱山において 10 年以上振りにウラン生産が再開：2024 年 4 月 22 日、ボス・エナジー社（Boss Energy Limited）は、同社が完全所有するサウス・オーストラリア（South Australia）のハネムーン（Honeymoon）ウラン・プロジェクトにおいて、10 年以上ぶりにウランバレルが生産されたことを発表した。最初のウランバレルの生産はハネムーン・プロジェクトの操業再開

プロセスにおける重要なマイルストーンとされており、ボス社は八酸化三ウラン (U_3O_8) で最大年間 245 万ポンド (942 tU) まで生産量を増やす予定であるという。ハネムーン・プロジェクトは 2011 年に操業を開始したが、以前の所有者であるウラニウム・ワン (Uranium One) 社により 2013 年に保存整備状態 (care-and-maintenance) に置かれた。ボス社は 2015 年にハネムーン・プロジェクトを取得し、2022 年 6 月には操業再開に向けた最終投資決定を取締役会が承認する等、操業再開へ向けた動きを進めていた。(2024 年 4 月 22 日付 Boss Energy、4 月 23 日付 World Nuclear News)

ハネムーン・ウラン・プロジェクト、生産再開後 2024 年 6 月 30 日までに合計 5 万 7,364 ポンドの U_3O_8 を生産 : 2024 年 7 月 4 日、サウス・オーストラリア (South Australia) のハネムーン (Honeymoon) ウラン・プロジェクトを完全に所有するボス・エナジー社 (Boss Energy Limited) は、10 年以上振りに*ハネムーン鉱山においてウラン生産を 2024 年 4 月に再開していた件について、2024 年 6 月 30 日までに合計 5 万 7,364 ポンド (lbs) の八酸化三ウラン (U_3O_8) を生産したことを明らかにした。現在ボス・エナジー社は既存の売買契約の下で、原子力発電を行っている欧州の電力事業者に対して、再開後のハネムーン鉱山で生産された初のウランを納入するところである。この納入に対する欧州からの代金支払いの受取は 2024 年第 3 四半期中が予定されている。ハネムーン・ウラン・プロジェクトにおいては、想定されている能力の通りに NIMCIX イオン交換塔の 1 基目が機能を発揮し、NIMCIX イオン交換塔の 2、3 基目の建設が予定通りに進行しており、2025 年 6 月 30 日までに少なくとも合計約 85 万 lbs の U_3O_8 を生産する予定である。これにより、ハネムーン鉱山で 2026 会計年度における U_3O_8 の生産量は、フィージビリティスタディでの予測値である年間 163 万 lbs に達するかそれを超えることが確実視されている。NIMCIX イオン交換塔の 4~6 基目の建設が行われ、想定されている能力の通りにそれらが機能を発揮するようになると、ハネムーン鉱山でのウラン生産量は、定格での生産能力である年間 245 万 lbs となる。(2024 年 7 月 4 日付 Boss Energy、World Nuclear News)

* ハネムーン・プロジェクトは 2011 年に操業を開始したが、以前の所有者であるウラニウム・ワン (Uranium One) 社により 2013 年に保存整備状態 (care-and-maintenance) に置かれた。ボス・エナジー社は、2015 年にハネムーン・プロジェクトを取得し、2022 年 6 月には操業再開に向けた最終投資決定を取締役会が承認する等の操業再開へ向けた動きを進め、2024 年 4 月にウラン生産を再開していた。

ARPANSA が研究炉 HIFAR の廃止措置第 1 段階に認可を発給 : 2024 年 12 月 10 日、放射線防護・原子力安全庁 (ARPANSA : Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency) は、オーストラリア独自の研究炉である HIFAR (High Flux Australian Reactor) について、廃止措置第 1 段階を承認したことを発表した。HIFAR は 1958 年に運転を開始した出力 1 万 kWt の研究炉で、2007 年 1 月 30 日に恒久停止し、使用済燃料と重水の除去が行われた。ARPANSA は 2008 年 9 月に HIFAR の所有・管理 (possess and control) に係る認可をオーストラリア原子力科学技術機構 (ANSTO) に対して発給している。その後、ANSTO は 2023 年 9 月に HIFAR 廃止措置の初期段階を開始するための認可申請を ARPANSA に対し提出していた。最初の限定的な廃止措置作業

は 2026 年に開始され、完了まで 4 年を要する見通しである。なお、後に実施される予定の炉心の廃止措置には ARPANSA による別の認可が必要となる。(2024 年 12 月 10 日付 ARPANSA)

ANSTO が研究炉 HIFAR の廃止措置を開始：2025 年 3 月 4 日、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）は、オーストラリア初の研究炉であった HIFAR（High Flux Australian Reactor）について、廃止措置の第 1 段階を開始したことを発表した。HIFAR は 1958 年に運転を開始し、2007 年に現行の OPAL 炉に置き換えられるまで約 50 年にわたり運用されていた。HIFAR の廃止措置は、中性子ビーム装置、制御室、燃料集合体ステーション、およびその他周辺設備を撤去するフェーズ A のステージ 1 から開始される*。フェーズ A のステージ 2 および 3 では、HIFAR に設置された各種回路（HIFAR Circuits と総称）が第 1 貯蔵ブロック（No.1 Storage Block）の内容物（contents）と共に除去される。フェーズ B ではオーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）による更なる認可承認と国としての放射性廃棄物処分方針を条件として、炉心の廃止措置が行われる予定である。廃止措置のフェーズ A ステージ 1 は 2026 年に完了する見込みである。なお、ANSTO は 2012 年に研究炉 Moata の廃止措置および解体を行っており、HIFAR の廃止措置は ANSTO にとって 2 件目の研究炉廃止措置にあたる。(2025 年 3 月 4 日付 ANSTO、World Nuclear News)

* HIFAR からの燃料や重水の取り出しは、2007 年の恒久停止から 12 か月のうちに完了している。

12.7 放射線利用技術開発

テリックス社と EZAG 社、Ac-225 の製造と TAT の開発等に向けた協力：2024 年 11 月 13 日、テリックス（Telix）社は、ドイツに本拠地を置くエッカート&ツィーグラール社（EZAG : Eckert & Ziegler SE）のサイクロトロンに基づいたシステムを用いてアクチニウム 225（Ac-225）を製造することについて、技術協力と使用許諾に関する契約に EZAG 社との間で署名したことを明らかにした。これによりテリックス社は、Ac-225 の商業的供給源を追加で確保することができるようになるとともに、同社が掲げる事業戦略のひとつとしての標的アルファ線療法（TAT: targeted alpha therapies）の開発において同位体の高効率かつ大量の生産を可能とする EZAG 社のプラットフォーム技術を活用することができるようになる。(2024 年 11 月 13 日付 Telix)

Th-228 密閉線源から Pb-212 を生成するジェネレータが開発される：2025 年 3 月 13 日、テリックス（Telix）社^{*1}は、トリウム 228（Th-228）密閉線源から鉛 212（Pb-212）を生成するジェネレータ技術を開発・検証したことを発表した。このジェネレータは従来のものと比較して、放射線量、収量、および保存可能期間が大幅に向上しているという。また、今回発表されたジェネレータは、最大 60 回分の臨床投与量相当の Pb-212 を溶出させることが可能であり、更に拡張できる可能性があるという。テリックス社によると、Pb-212 は標的アルファ線療法（TAT）において有望な同位体であるが、半減期が 10.6 時間と短く^{*2}生産規模が小さいことから、商業的可能性

は限られていた。しかし、今回発表されたジェネレータにより商業規模の Pb-212 同位体製造の可能性が生まれたという。(2025 年 3 月 13 日付 Telix Pharmaceuticals Limited.)

- *1 オーストラリアのメルボルンに本社を置く放射性医薬品開発企業。
- *2 TAT に用いられる他のアルファ線放出核種の半減期は、例えばアクチニウム 225 (Ac-225) は 9.9 日である。

12.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

13 バングラデシュ

13.1 原子力事情・原子力政策動向

ルプール 1 号機は 2024 年中に物理起動予定、研究炉と追加 2 基の発電炉の建設も検討中：2024 年 4 月 2 日、バングラデシュの S.ハシナ（Sheikh Hasina）首相とロスアトム（ROSATOM）社の A.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁は会談において、バングラデシュとロシアの間での平和利用を目的とした原子力エネルギー利用分野における戦略的協力について議論を行った。この中でリハチョフ総裁は、バングラデシュにおいて建設中のルプール（Rooppur）原子力発電所 1 号機（VVER-1200）について物理起動（physical start-up）が 2024 年中に予定されていることを明らかにした。またリハチョフ総裁は、同サイトにおいて追加で 2 基の発電用原子炉を建設することについて*、バングラデシュ側が強い関心を示していることにも言及した。また、バングラデシュにおける多目的高出力研究炉の建設可能性についても評価が行われているという。（2024 年 4 月 2 日付 ROSATOM）

* ルプール原子力発電所サイトでは、既に同発電所 1、2 号機（VVER-1200）が建設中である。

ルプール 1 号機の建設・設置作業が完了：2024 年 12 月 18 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、バングラデシュにおいて建設中のルプール（Rooppur）原子力発電所 1 号機の建設・設置作業が同日付で完了したことを発表した。その後、同発電所 1 号機では大規模試験プログラムが開始されたという。ロスアトム社は、同発電所 1 号機は物理起動に向けた準備の「最後の直線」（final straight）に入ったとしている。ルプール原子力発電所は 2 基の VVER-1200 により構成され、2011 年 11 月にロシアとバングラデシュの両政府による同発電所建設に係る政府間合意が署名された。2015 年 12 月に包括的契約（general contract）が締結され、2017 年初めにはロシア政府からバングラデシュに対し国家融資（113 億 8,000 万ドル）が提供された。同発電所建設の主要段階は 2021 年に開始され、2023 年にはロシアから同発電所サイトに核燃料が納品されている。現在原子炉には模擬燃料が装荷されており、核燃料が装荷されるのは模擬燃料での試験が成功した後である。（2024 年 12 月 18 日付 ROSATOM、12 月 19 日付 Nuclear Engineering International）

13.2 国際協力動向

（新たな動向情報はありませんでした）

13.3 原子力研究開発推進・規制体制

KAERI がバングラデシュ訓練研究炉の改修を完了：2024 年 7 月 11 日付の報道によると、韓国原子力研究院 (KAERI) は、バングラデシュ訓練研究炉 (BTRR: Bangladesh Training Research Reactor) *¹ の最新化された計装・制御 (I&C) システムについて作動のための作業が完了したことを明らかにした。2021 年 7 月に KAERI はバングラデシュ原子力委員会 (BAEC: Bangladesh Atomic Energy Commission) から BTRR の改修に関する約 390 万ドルの契約を獲得している*²。また 2022 年 5 月に原子力研究開発における技術協力を目的として KAERI と BAEC が締結した了解覚書 (MOU) には研究炉の開発・利用・更新が主な協力分野の中に含まれている*³。(2024 年 7 月 11 日付 World Nuclear News)

- *1 バングラデシュ訓練研究炉 (BTRR) は 3,000kWt の TRIGA MARK II 研究炉で、1986 年に初臨界を達成した。
- *2 この契約には、デジタル I&C システムの納入を含む、BTRR の主要設備の開発および交換が含まれていた。
- *3 この MOU には、放射性同位体の製造および利用、放射線技術開発、中性子科学、放射性廃棄物管理といった分野も協力分野として挙げられている。

13.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

13.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

13.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

13.7 放射線利用技術開発

CNNC 子会社がバングラデシュ原子力農業研究所からガンマ線照射施設建設事業を落札：2024 年 6 月 17 日、中国核工業集団 (CNNC) は、中国同輻股份有限公司 (CIRC: China Isotope & Radiation Corporation) *が、バングラデシュ原子力農業研究所 (BINA: Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture) によるガンマ線照射施設建設事業を落札したことを発表した。この施設は 100 万キュリー以上の照射能力を有する照射施設で、CIRC が外国の政府機関から委託を受けた初の事業

であるとともに、CIRC が受注した初の国外設計・調達・建設（EPC：engineering, procurement, construction）事業であるという。施設では主に食品、医療器具、医薬品、および化粧品の消毒・殺菌を行う。（2024 年 6 月 17 日付 CNNC）

- * CNNC のグループ企業である中国宝原投資有限公司（China Baoyuan Investment Co., Ltd）の子会社。

13.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

（新たな動向情報はありませんでした）

14 インドネシア

14.1 原子力事情・原子力政策動向

インドネシアは原子力エネルギー開発に向けて複数の国と対話中：2024年6月17日付の報道によると、ダダン・クスディアナ（Dadan Kusdiana）エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Energy and Mineral Resources）長官は、原子力エネルギー開発について、ロシア、日本、韓国、米国等の国際的な提携先との対話を行っていることを明らかにした*。同大臣によると、インドネシアにおいて原子力エネルギー開発を実現するにあたっては16件の充当すべき要件があり、このうち14件はすでに満たされているという。残る2件の要件が原子力発電計画実施機関（NEPIO: Nuclear Energy Program Implementing Organization）の設置、および政府による「Go Nuclear」の宣言であるという。また報道によると、2024年3月にアリフィン・タスリフ（Arifin Tasrif）エネルギー・鉱物資源大臣が、インドネシアにおける原子力発電所開発を加速させるため、NEPIO 設立準備のための規則を発行したという。なお、6月13日付のインドネシア・ビジネスポスト（Indonesia Business Post）紙の報道によると、アイルランガ・ハルタルト（Airlangga Hartarto）経済調整大臣（Coordinating Minister for the Economy）がロスアトム（ROSATOM）社の K. コマロフ（Kiril Komarov）企業開発・国際事業担当第一副 CEO（First Deputy CEO for Corporate Development and International Business）と会談し、原子力エネルギー協力について協議したという。（2024年6月13日付 Indonesia Business Post、6月17日付 Asia Today. id）

- * 国家ゼロ炭素排出ロードマップ（national zero carbon emissions roadmap）において、インドネシア政府は原子力発電所について商業運転開始時期の目標を2039年から2032年に前倒ししている。

原子力発電所についての包括的なロードマップを策定中：2024年9月17日、第68回国際原子力機関（IAEA）総会（9月16日～20日にかけて開催）においてインドネシア政府代表部の D.D. アグスマン（Damos D. Agusman）氏は、インドネシアが原子力発電所についての包括的なロードマップを策定中であることを明らかにした。このロードマップは、IAEA の専門知見の下で、IAEA が主催する「革新的原子炉・核燃料サイクルに関する国際プロジェクト」（INPRO : International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles）の手法を用いて策定される。アグスマン氏によるとこのロードマップは、原子力安全、核セキュリティ、および原子力の技術側面について取組むものであり、これによりインドネシアの将来の原子力利用が安全かつ持続可能であることを確実なものにするとのことである。また、アグスマン氏はインドネシアの原子力計画を国際的安全基準に沿って効率できに開発、実施および管理するための機関である原子力発電計画実施機関（NEPIO）を設立中であることも明らかにした*。（2024年9月24日取得 IAEA）

- * 2024年9月9日にインドネシアエネルギー・鉱物資源省が2024年中の NEPIO 設立を発表していた。同時に、インドネシアの計画では2032年までに出力25万kWの原子力発電所の建設を目標としていることが述べられた。

インドネシアと米国、SMR 技術開発支援を盛り込んだ共同声明を発表：2024 年 11 月 12 日、インドネシアのプラボウォ・スビアント（Prabowo Subianto）大統領の米国訪問に際し、プラボウォ大統領と米国の J.バイデン（Joe Biden）大統領は共同声明（Joint Statement）を発表した。この共同声明において、米国はインドネシアにおける小型モジュール炉（SMR）技術開発に対する支援を約束した。この支援には、進行中のフィージビリティスタディの促進や、原子力評価者研究認証プログラム（nuclear assessor research certification programs）を通じたインドネシアにおける専門知識の構築における協力可能性の模索といった事項が含まれる。なお、インドネシア国営電力会社の子会社であるインドネシア・パワー社（PLN Indonesia Power）は、2023 年に米国貿易開発庁（USTDA：US Trade and Development Agency）との間で、西カリマンタンにおいて提案されている SMR*の技術的・経済的実現可能性評価の支援を含む、計画技術支援契約を締結している。また報道によると、プラボウォ大統領は 2024 年 7 月に次期大統領としてロシアを訪問した際、ロシアの V.プーチン（Vladimir Putin）大統領に対し、インドネシアとロシアの間で二国間原子力協定を締結するよう促し、ロスアトム（ROSATOM）社と話し合いの機会を持ったという。（2024 年 11 月 12 日付 The White House、11 月 13 日付 JakartaGlobe.id）

* 米国 NuScale（NuScale Power）社技術の使用が検討されているという。

インドネシア、南東スラウェシに原子力発電所建設を検討：2024 年 11 月 18 日、インドネシア国家エネルギー評議会（DEN、National Energy Council）のムスリ（Musri）氏は、ロスアトム（ROSATOM）社インドネシア事務所代表等*との会談において、国立研究革新庁（BRIN）がインドネシアにおける原子力発電所建設のためのサイト候補 2 か所を南東スラウェシ（Southeast Sulawesi）において予備的に特定したことを明らかにした。なお、これらのサイト候補については追加の調査と承認が必要である。これに対しロスアトム社は、ロシア側がインドネシアの提携先と共同での実施を提案している予備的実現可能性調査の枠組み内において、これらのサイトを検討する準備があることを明らかにしている。（2024 年 11 月 21 日付 ROSATOM）

* ロスアトム社の発表によると、会談に出席した南東スラウェシ州政府は増大する電力需要や原子力への関心について述べたとのことである。現在、同州の電力の 75%以上は石炭に頼っている。

インドネシア政府、原子力導入を加速し 2032 年までに原子力利用開始を目指す：2024 年 12 月 3 日、バーリル・ラハダリア（Bahlil Lahadalia）エネルギー・鉱物資源大臣（Minister of Energy and Mineral Resources）兼国家エネルギー評議会（DEN）委員長はエネルギー・鉱物資源省が発出した声明において、インドネシア政府は原子力エネルギー導入を加速し、2032 年までに原子力エネルギー利用を開始することを目指していることを明らかにした。同大臣によると、最初のステップとして 25 万～50 万 kW の小規模原子力発電所から導入を開始し、将来的にはより大規模まで拡大するとしている。（2024 年 12 月 3 日付 Xinhua）

国家エネルギー評議会委員が原子力発電所サイト候補 29 か所を明らかに：2024 年 12 月 10 日、A.P.プラセトヨノ（Agus Puji Prasetyono）国家エネルギー評議会（DEN）委員は、2032 年の運転

開始を目標としている原子力発電所の建設サイト候補としてインドネシア国内の 29 か所を明らかにした*1。同委員によるとこの 29 か所は原子力発電所施設建設に関する安全基準*2に基づいて分類されたものであるという。(2024 年 12 月 10 日付 ANTARA)

*1 プラセトヨノ委員が言及した原子力発電所建設サイト候補 29 か所は次のとおりである。

北スマトラ：Pangkalan Susu、Tanjung Balai

リアウ諸島：Batam、Bintan

バンカ・ブリトゥン諸島：West Bangka、Central Bangka、South Bangka

バンテン：Bojanegara

中部ジャワ：Muria

バリ：Gerokgak

西カリマンタン：Sambas、Semesa Island、Gosong Beach、Muara Pawan、Pagarantimur、Keramat Jaya、Kendawangan、Airhitam、Kualajelai

東カリマンタン：Sangatta、Samboja、Babulu Laut

中央スラウェシ：Morowali

南東スラウェシ：Muna、Toari

マルク：Tanjung Kobul

西パプア：Bintuni Bay

中央パプア：Timika

南パプア：Merauke

*2 プラセトヨノ委員は安全基準として、津波の可能性がなく、火山や断層から少なくとも 5km は離れていることを挙げている。

インドネシア、原子力発電所運転開始目標を 2032 年から 2029 年に前倒し：2025 年 1 月 23 日付の報道によると、エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Energy and Mineral Resources）は、インドネシアにおける原子力発電所運転開始を当初目標の 2032 年から 2029 年に早めるよう、開発を加速する方針である。「2025～2060 年国家電力総合計画」（RUKN、National Electricity General Plan 2025-2060）では、インドネシアの発電容量は 2060 年までに 443GW に達し、そのうち 79%が新エネルギー・再生可能エネルギーにより賄われると予測されており、この目標を達成するためには原子力発電所建設を加速させる必要があるという。(2025 年 1 月 23 日付 ANTARA)

インドネシア、浮揚式 SMR を含む複数の原子力発電所を建設する方針：2025 年 2 月 2 日付の報道によると、ハシム・ジョヨハディクスモ（Hashim Djojohadikusumo）気候・エネルギー担当大統領特使（Presidential Special Envoy for Climate and Energy）は、インドネシアは原子力発電所を複数建設し総容量 4.3GW とする計画であること、およびその中には浮揚式（floating）小型モジュール炉（SMR）が含まれることを明らかにした。また同特使は、インドネシアは 2040 年までの全石炭火力発電所閉鎖は行わないものの、新規石炭火力発電所の建設はしない方針も明らかにした。(2025 年 2 月 2 日付 Vietnam+)

インドネシアの原子力発電計画に中国・ロシア・米国等が関心：2025 年 2 月 27 日付の報道によると、ハシム・ジョヨハディクスモ（Hashim Djojohadikusumo）気候・エネルギー担当大統領特使（Presidential Special Envoy for Climate and Energy）は、中国、ロシア、米国の 3 か国の複数の企業から原子力発電所建設に関する提案を受けていることを明らかにするとともに、インドネ

シア政府はそのうちに（soon）原子力発電所建設を開始すると発言した。なお2月26日にハシム特使は、原子力発電所建設サイトについては、立地は未だ決定しておらず、また地価急騰を招く可能性があるとして、現時点でのサイト発表は拒否したという。（2025年2月27日付 Indonesia Business Post、Antara、2月28日付 ROSATOM）

14.2 国際協力動向

インドネシア、カナダとの原子力協力を模索：2024年12月4日、カナダのグローバル連携省（Global Affairs Canada）は、M.イン（Mary Ng）輸出促進・国際貿易・経済開発担当大臣（Minister of Export Promotion, International Trade and Economic Development）のインドネシア訪問に際し、カナダ原子力研究所（CNL）とインドネシアの国立研究革新庁（BRIN）が了解覚書（MOU）を締結したことを明らかにした。12月5日付の報道によると、インドネシアのバーリル・ラハダリア（Bahlil Lahadalia）エネルギー・鉱物資源大臣（Minister of Energy and Mineral Resources）はイン大臣に対して、インドネシアの水力発電所および原子力発電所の開発における協力を提案したという。（2024年12月4日付 Global Affairs Canada、12月5日付 Indonesia Business Post）

14.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

14.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

14.5 次世代炉

BRIN が高温ガス炉 PeLUIT-40 の開発を発表：2024年6月11～13日に韓国で開催された「小型モジュール炉（SMR）の安心安全な配備を進めることに関する小型モジュール炉（SMR）技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST: Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor (SMR) Technology）南・中央・東アジア地域会合」*1において、インドネシアの国立研究革新庁（BRIN）はその他国立機関と共同で、ペブルベッド式高温ガス冷却炉（HTGR）技術による SMR である PeLUIT-40*2を開発していることを発表した。PeLUIT-40 の熱出力は 4 万 kWt であり、熱利用と発電の双方について産業利用を目的として設計されている。また、BRIN は設計承認や実証施設の建設、更なる商業化のため、PeLUIT-40 共同開発の国際戦略的パートナー

ーを求めているという。インドネシア政府は 2060 年までにネットゼロ排出（NZE：Net Zero Emission）目標を実現するための取り組みの一環として、原子力エネルギーを新エネルギーおよび再生可能エネルギーのひとつとして位置づけており、2030～2034 年の間にインドネシア初の商用原子力発電所の運転開始を計画している*3。（2024 年 6 月 19 日付 BRIN、6 月 21 日付 Energy Central、Nuclear Business Platform）

- *1 英語名称は「South, Central, and East Asia Regional FIRST Conference on Advancing the Safe and Secure Deployment of Small Modular Reactors (SMR)」である。
- *2 PeLUIT は "Pembangkit Listrik Ultra-High Temperature" の略称で、「超高温発電所」（Ultra-High Temperature Power Plant）を意味する。現在は BRIN に統合されたインドネシア原子力庁（BATAN）により、2021 年から設計が行われていた。
- *3 BRIN はインドネシア初の商用原子力発電所について 2030～2034 年の間に運転開始する計画であり、25 万 kWe の原子力発電容量を達成するための当初の目標時期として特に 2032 年を設定しているため、SMR による発電がインドネシアの電力市場に参入する良い機会であると述べた。その上で BRIN は、インドネシアにおいて SMR を導入するためには 2 つの戦略が存在すると説明した。戦略の 1 つは、国際的ベンダーと協力してそれらのベンダーの SMR 技術を導入することである。もう 1 つの戦略は、国際的な原子力団体（企業、機関等）との間での戦略的協力を通じて PeLUIT-40 のような自国産技術を振興していくことである。

インドネシア初の原子力発電所として TMSR をケラサ島に設置：2024 年 12 月 17 日付の報道によると、インドネシア政府による 20 基の原子力発電所を建設する計画において、インドネシア初の原子力発電所がバンカ＝ブリトゥン州（Bangka Belitung）のケラサ島（Kelasa Island）に建設される計画であり、2028 年までに原型炉（prototype reactor）が韓国から海路で納入される予定であるという。これは Thorcon 社のトリウム溶融塩炉（TMSR：Thorium Molten Salt Reactor）を用いた施設*であり、電気出力は 50 万 kW である。この事業への投資企業である Thorcon Power インドネシア（PT TPI：PT Thorcon Power Indonesia）社の担当者は、西カリマンタン（West Kalimantan）も候補地であったが、トリウムが錫の副産物であるため、錫資源の豊富なバンカ・ブリトゥンを選んだと明らかにしている。また、担当者によると、この原子力発電所については空間計画に関する地域規制（regional regulations on spatial planning）が承認を待っている状態であるという。なお、12 月 12 日にはインドネシアの経済担当調整大臣（Coordinating Minister for Economic Affairs）が投資調整会合（investment coordination meeting）において、国有電力会社 PNL が既に日本および米国の企業と提携し、インドネシアにおいて 30 万 kW 未満の小型モジュール炉（SMR）を開発していることを発表していた。（2024 年 12 月 17 日付 Reccessary、12 月 18 日付 Vietnam+）

- * 同社が開発する原子力発電システムは陸上型ではなく、浮揚式原子力発電所（FNPP）である。同社はインドネシアへの液体燃料原子力発電所の導入を 2 段階で行うとしており、FNPP1 基の導入は第 1 段階に該当する。

【背景】

2023 年 3 月 29 日、Thorcon 社は、子会社である Thorcon パワー・インドネシア（PT TPI）社とインドネシア原子力規制庁（BAPETEN）が、バンカ＝ブリトゥン州（Province of Bangka-Belitung）のケラサ（Kelasa）島への設置が予定されている 50 万 kW 実証発電所*について、許認可手続き準備における安全・セキュリティ・保障措置に関するコンサルテーションを正式に開始することを定めた合意書に署名したことを発表した。このコンサルテーションは、規制当局、申請者、利害関係者が正式な許認可手続きに備えると共に、スケジュールや役割と責任、適用される法律や規制、許認可申請における技術文書および行政文書の範囲や様式、設計準備度の評価といった項目が含まれるロードマップの策定を行うことを目標としている。なお、このコンサルテーションの期間は 12 か月を予定している。Thorcon 社は 2029 年までに同州初めての実

証発電所を運転する予定計画である。

* TMSR-500 と呼ばれるトリウム溶融塩炉を搭載した浮揚式原子力発電所である。

Thorcon 社が BAPETEN にサイト評価に関する文書を提出：2025 年 3 月 4 日、Thorcon インターナショナル（Thorcon International）社は、同社の溶融塩炉技術に基づく発電所について、シンガポールに拠点を置く同社の子会社である Thorcon Power インドネシア（PT TPI）社がインドネシア原子力規制庁（BAPETEN）に対して 2 月 13 日に文書を提出したことにより、建設に係る許認可プロセスが開始されたことを発表した。今回提出された文書はサイト評価プログラム（PET、Site Evaluation Programme）とサイト評価管理システム（SMET、Site Evaluation Management System）である。Thorcon 社によると、バンカ・ブリトゥン（Bangka Belitung）州中央バンカ（Central Bangka）県のケラサ島（Kelasa Island）内の土地を発電所サイトとして調査中であるという。今回の文書提出をもって、PT TPI 社はインドネシアにおいて史上初の原子力発電所認可の申請者となった。なお、PT TPI 社は今回の文書提出に先立ち、50 万 kWe 級 Thorcon 溶融塩実証炉（a demonstration 500 MWe Thorcon molten salt reactor）*の許認可に向けた準備として、2023 年 3 月に BAPETEN と 3S（safety, security and safeguards）コンサルティングを正式に開始するための合意書に署名し 2 年間の許認可手続き前（pre-licensing）コンサルティングを実施している。（2025 年 3 月 4 日付 Thorcon、3 月 5 日付 World Nuclear News）

* 「Thorcon 500」という名称の溶融塩炉（MSR）発電所であり、低濃縮ウランを燃料として使用する 2 基の MSR（1 基あたり 25 万 kWe）により構成される。

14.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

BAPETEN と保健省が使用済燃料等の管理に係る国家政策・戦略を策定中：2025 年 2 月 18 日、インドネシア原子力規制庁（BAPETEN）放射線施設・放射性物質規制局（DP2FRZR、Directorate of Regulation of Radiation Facilities and Radioactive Materials）と保健省（Kemenkes、Ministry of Health）は、「放射性廃棄物および使用済燃料管理に係る国家政策・戦略」（National Policy and Strategy (Jakstranas) for the Management of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel）草案作成手続きの一環として会合を開催した。この国家政策・戦略は大統領規則（Presidential Regulation）として発行される予定である。（2025 年 2 月 18 日付 BAPETEN）

14.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

14.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

15 カザフスタン

15.1 原子力事情・原子力政策動向

カザフスタン、原子力発電所に採用する技術の候補として日米企業の設計を再度審査：2024 年 5 月 28 日付の報道によると、カザフスタンの A.サトカリエフ（Almasadam Satkaliyev）エネルギー大臣は、米国と日本の企業の小型モジュール炉（SMR）設計^{*1}を、カザフスタンにおける将来の原子力発電所として採用する原子炉の選択肢としてカザフスタンエネルギー省が再度審査していると述べたという。また、サトカリエフ大臣は、カザフスタンの原子力発電所として導入する技術についての入札手続き（bidding process）を開始する準備ができているとも述べた。2022 年 6 月にエネルギー省は、米国の NuScale（NuScale Power）社、米国と日本の GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社、韓国水力原子力（KHNP）、中国核工業集団（CNNC）、ロスアトム（ROSATOM）社、およびフランス電力会社（EDF）の 6 社の技術^{*2}についての審査報告を行った。その審査過程においてエネルギー省は、米国と日本の企業が提案した SMR について、地球上で運用された例が存在しないとの理由により、審査から除外していた。なお 2024 年初めに駐ロシア・カザフスタン大使は、カザフスタンにおける原子力発電所の導入について是非を問うために、カザフスタンで国民投票が 2024 年中に実施されるだろうと発言している。（2024 年 5 月 28 日付 Kursiv）

*1 NuScale 社のニュースケール・パワーモジュール（NPM、7 万 7,000kWe）と GEH 社の BWRX-300（30 万 kWe）のことを指す。

*2 カザフスタンの原子力発電所計画に対して、ロスアトム社は VVER-1200 および VVER-1000 を提案しており、CNNC は HPR-1000、KHNP は APR-1400、EDF は EPR1200 を提案していた。

カザフスタン初となる原子力発電所建設の是非について、2024 年秋に国民投票：2024 年 6 月 27 日、K-J.トカエフ（Kassym-Jomart Tokayev）大統領は、カザフスタン国内において同国初となる原子力発電所を建設することの是非について、2024 年秋に国民投票を行う意向であることを明らかにした。国民投票を行う実際の日付については、同国政府が後日決定することである。（2024 年 6 月 27 日付 The Astana Times）

【背景】

カザフスタンは研究炉だけでなく、ウラン鉱山を含む燃料サイクルのフロントエンドに関係する原子力施設を操業している。また、BN-350 高速増殖炉は、1999 年の恒久停止以降、現在も廃炉作業中である。エネルギー省は、化石燃料への依存を減らし、エネルギーミックスを多様化し二酸化炭素の排出を削減するため、原子力発電の再導入を計画している。将来の原子力発電所の所有者／運転事業者として指定されたカザフスタン原子力発電会社（KNPP：Kazakhstan Nuclear Power Plants）は原子力発電導入の必要性の正当化を目的として、建設候補地の選定と計画された発電量の評価のため、2018 年にフィージビリティスタディを開始した。2022 年 6 月 9 日、K-J.トカエフ（Kassym-Jomart Tokayev）大統領は、同国初の大型の原子力発電所のサイトとして、アルマ・アタ（Alma-Ata、アルマティとも）地方のバルハシ湖（Lake Balkhash）地域を選定したことを明らかにした。同じく 2022 年 6 月にエネルギー省は、米国の NuScale（NuScale Power）社、米国と日本の GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社、韓国水力原子力（KHNP）、中国核工業集団（CNNC）、ロスアトム（ROSATOM）社、およびフランス電力会社（EDF）の 6 社の技術^{*}についての審査報告を行った。2023 年 8 月 17 日付の報道によると、エネルギー省がカザフスタンにおける最初の原子力発電所のサイト選定や原子炉技術選定に関する調査の経過を発表し、アルマトイ（Almaty）州のザンビ

ル（Zhambyl）地区ウルケン（Ulken）村が最も好ましいサイトとして選ばれたという。原子炉技術のサプライヤー候補としては、CNNC、KHNP、ロスアトム社、および EDF の 4 社が挙げられた。審査過程においてエネルギー省は、NuScale 社と GEH 社が提案した小型モジュール炉（SMR）について、地球上で運用された例が存在しないとの理由により、審査から除外したという。しかし、2024 年 5 月 28 日付の報道では、カザフスタンの A.サトカリエフ（Almasadam Satkaliyev）エネルギー大臣は、NuScale 社と GEH 社の SMR 設計を、カザフスタンにおける将来の原子力発電所として採用する原子炉の選択肢としてカザフスタンエネルギー省が再度審査していると述べたという。また、サトカリエフ大臣は、カザフスタンの原子力発電所として導入する技術についての入札手続き（bidding process）を開始する準備ができているとも述べた。

- * カザフスタンの原子力発電所計画に対しては、小型モジュール炉（SMR）としては NuScale 社がニュースケール・パワーモジュール（NPM）、GEH 社が BWRX-300 を提案した。一方、従来型の大規模炉としては、ロスアトム社が VVER-1200 および VVER-1000 を提案しており、CNNC は HPR-1000、KHNP は APR-1400、EDF は EPR1200 を提案している。

なお、2023 年 9 月 1 日、トカエフ大統領は、教書演説（state-of-the-nation address）において、原子力発電所建設に関する国民投票（referendum）を実施する予定であることを発表した。トカエフ大統領は、原子力発電所の建設可能性については様々な考えがあるとし、世界最大のウラン生産国であるカザフスタンは原子力発電所を保有して当然であるという意見がある一方で、セミパラチンスク核実験場（Semipalatinsk nuclear test site）を考えれば多くの市民や一部の専門家が原子力発電所の安全性に懸念を有していることも理解できると述べ、公聴会や包括的議論を継続する必要があるとしている。2024 年初めに駐ロシア・カザフスタン大使は、カザフスタンにおける原子力発電所の導入については是非を問うために、カザフスタンで国民投票が 2024 年中に実施されるだろうと発言している。

カザフ政府が国民投票実施についての決定を採択、実施日は不明：2024 年 8 月 27 日、カザフスタン政府は、原子力発電所建設に係る国民投票実施についての決定（decision）を採択したことを明らかにした。国民投票が行われる具体的な日付については明らかにされていない。採択までの経緯としては、O.ベクテノフ（Olzhas Bektenov）首相が議長を務める閣僚会議（Government session）において科学者とともにカザフスタンの原子力開発についての議論が行われた後、A.サトカリエフ（Almassadam Satkaliyev）エネルギー大臣がカザフスタンへの原子力発電所建設に関する国民投票実施に関する大統領令案について政府決議案の検討を提議した。これに対する検討の結果として投票が行われ、政府決議案は全会一致で支持された。またあわせて、エネルギー大臣と行政府は共同で大統領に法令案を提出するよう指示を受けている。（2024 年 8 月 27 日付 Official Information Source of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan）

カザフスタン初となる原子力発電所を建設することの是非を問う国民投票を 2024 年 10 月 6 日に実施：2024 年 9 月 2 日、カザフスタンの K-J.トカエフ（Kasym-Jomart Tokayev）大統領は、カザフスタン国内において同国初となる原子力発電所を建設することの是非を問う国民投票を 2024 年 10 月 6 日に実施することをテレグラムにおいて明らかにした。トカエフ大統領は、同国のエネルギー自給に大きな影響を与える原子力発電所建設の是非について、同国の長期的な国益と同国が置かれている状況を考慮し、カザフスタンは将来について検討を行うべきであるとの見解を示している。またトカエフ大統領は、今回の国民投票は詳細な情報を得た上でカザフスタン国民が意思決定を行う時であると信じていると述べるとともに、国民投票の実施までに複数の段階を経た今回の施策について国家として重要な意思決定を行うことを対象として、新たな社会政治的な文化を醸成するとともに新たな政治規範を確立することになると評している。（2024 年 9 月 2 日付 The Times of Central Asia）

国民投票の結果、投票数の約 71%が原子力発電所建設に賛成：2024 年 10 月 8 日、カザフスタンの国民投票中央委員会（Central Referendum Commission）は、10 月 6 日に実施されたカザフスタン国内における原子力発電所建設の是非を問う国民投票の最終的な結果を発表した。投票資格を有する 1,228 万 4,487 人のうち、63.66%にあたる 782 万 204 人が投票に参加し、投票者数の 71.12%にあたる 556 万 1,937 人が賛成票を投じたという*¹。同委員会はこれをもって国民投票は有効であるとみなされ、今回の国民投票における提案事項*²に対し肯定的決定が下されたとしている。（2024 年 10 月 7 日付 World Nuclear News、10 月 8 日付 Central Referendum Commission of the Republic of Kazakhstan）

*1 地域・都市別の投票数等の詳細は、国民投票中央委員会が公開している集計結果の予備的報告（<https://www.election.gov.kz/eng/news/releases/index.php?ID=9565>）において確認できる。

*2 カザフスタン国内における原子力発電所建設を指す。

カザフスタン初の原子力発電所入札から米国 SMR 企業 2 社は除外：2024 年 12 月 24 日付の報道によると、A.サトカリエフ（Almasadam Satkaliyev）エネルギー大臣は、カザフスタン当局は米国の NuScale（NuScale Power）社や GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社と小型モジュール炉（SMR）建設について協議してきたが、2 社はカザフスタン初の原子力発電所の入札には参加しないことを明らかにした。サトカリエフ大臣は、NuScale 社や GEH 社の SMR 技術はカザフスタンにおいて使用するにあたり最も有望な技術のひとつであるとしながらも、同国初となる今回の原子力発電所建設計画においてではなく、より遠い将来時点での決定において検討されるものであると述べたという。（2024 年 12 月 24 日付 EurAsia Daily）

原子力発電所建設の国際コンソーシアム参加者は 2025 年中に決定する方針：2025 年 1 月 3 日、K-J.トカエフ（Kassym-Jomart Tokayev）大統領は、カザフスタンにおける原子力発電所建設のための国際コンソーシアム参加者について 2025 年中に決定する方針であることを明らかにした。トカエフ大統領は、ロシアの V.プーチン（Vladimir Putin）大統領がアスタナを訪問した際にこの国際コンソーシアムについて協議し、事業の顧客となるカザフスタン企業を包括的運転事業者（general operator）としてコンソーシアムに含めることで合意したという。またトカエフ大統領は、中国企業とも交渉を継続していることを明らかにしたほか、いわゆる西側諸国の企業を含む他企業もカザフスタンにおける原子力発電所建設事業に関心を示していると述べている。（2025 年 1 月 3 日付 The Astana Times）

カザフスタン、第 2、第 3 の原子力発電所建設も検討中：2025 年 1 月 28 日付の報道によると、カザフスタンエネルギー供給機関協会（Kazakhstan Association of Energy Supply Organisations）の S.アガフォノフ（Sergey Agafonov）会長は、カザフスタン初の原子力発電所を建設する企業の候補として、中国核工業集団（CNNC）、韓国水力原子力発電公社（KHNP）、フランス電力会社（EDF）、およびロスアトム（ROSATOM）の 4 社に絞り込んだことを明らかにした*。選定の要因として、原子力発電所建設について豊富な経験を有すること、カザフスタンが原子力発電所として採用す

る可能性が高い水冷式原子炉を専門としていることが挙げられている。また報道によると、カザフスタンの現行の計画ではエネルギー源の多様化と長期的エネルギー安全保障の確保が目標とされており、第 2、第 3 の原子力発電所建設が検討される可能性があるという。これについて、1 月 28 日に O.ベクテノフ（Olzhas Bektenov）首相は、K-J.トカエフ（Kassym-Jomart Tokayev）大統領が議長を務める拡大政府会合において、第 2 の原子力発電所の立地を決定するための地域分析（regional analysis）が完了に近づいていることを明らかにした。また、1 月 29 日付の報道によると、A.サトカリエフ（Almassadam Satkaliyev）エネルギー大臣は、第 3 の原子力発電所の立地を検討していることを明らかにした。同大臣によると、この第 3 の原子力発電所では乾式冷却技術も使用できるとして水辺に近い場所以外でも建設することができるという。報道では、第 2 の原子力発電所の立地候補としてクルチャトフ（Kurchatov）が挙げられている。また第 3 の原子力発電所の立地候補として、国家委員会（State Commission）がバルハシ（Balkhash）とクルチャトフを提案しており、アクタウ（Aktau）、ステプノゴルスク（Stepnogorsk）、東カザフスタン、西カザフスタンの各地域も検討対象となっているという。（2025 年 1 月 28 日付 Nuclear Engineering International、The Astana Times、1 月 29 日付 Tengri News、Kazinform、1 月 30 日付 Xinhua、1 月 31 日付 Nuclear Engineering International）

- * 4 社のほか、GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社と NuScale（NuScale Power）社がそれぞれ小型モジュール炉（SMR）設計を提案していた。

カザフスタンにおける原子力発電計画が前進：2025 年 2 月 26 日付の報道によると、法務省（Minister of Justice）ウェブサイト上に掲載された政令（decree）において、カザフスタン政府が原子力発電所建設地域を 2025 年 12 月 30 日付で決定しており、決議（resolution）は公布（first official publication）された当日に効力を発揮するという。この政令によってアルマティ（Almaty）地域のザンビル（Zhambyl）地区が、カザフスタン初の原子力発電所サイトとして正式に指定された。同日に、A.サトカリエフ（Almassadam Satkaliyev）エネルギー大臣は、原子力発電所の技術サプライヤーもしくはコンソーシアムの選定を 2025 年前半に実施する方針であることを明らかにした*¹。同大臣によると、技術的ソリューションや安全対策、資金面、環境上の考慮事項等の 19 側面についての計 207 問におよぶ質問書が候補事業者宛に送付されているという。このほか、サトカリエフ大臣は、第 2、第 3 の原子力発電所建設サイト候補として、バルハシ（Balkhash）、クルチャトフ（Kurchatov）、アクタウ（Aktau）が検討されていることを明らかにした。同大臣は、バルハシについて非常に有望であり 120 万 kW の原子炉を最大 4 基設置可能であると述べたほか、クルチャトフには 120 万 kW の原子炉を 2 基、アクタウには中規模の原子力発電所*²を設置可能であると発言したという。またサトカリエフ大臣は、2050 年までの原子力産業に関する国家戦略を策定中であると述べた。（2025 年 2 月 26 日付 World Nuclear News、2 月 27 日付 Nuclear Engineering International、The Astana Times、2 月 28 日付 The Times of Central Asia）

- *¹ カザフスタンにおける原子力発電所建設計画に対し、中国核工業集団（CNNC）が HPR-1000、フランス電力会社（EDF）が EPR1200、韓国水力原子力発電会社（KHNP）が APR-1000 または APR-1400、ロスアトム（ROSATOM）社が VVER-1200 を提案している。
- *² アクタウでは旧ソ連時代に実験炉（experimental nuclear reactor）が運転されていた。

原子力エネルギー庁を設置：2025 年 3 月 17 日付の報道によると、K-J.トカエフ（Kassym-Jomart Tokayev）大統領は、大統領直属の組織として原子力エネルギー庁（Nuclear Energy Agency）を設置する方針を明らかにした。トカエフ大統領はエネルギー部門の開発には長期的かつ包括的なアプローチが必要であることを強調している。その後、3 月 18 日にトカエフ大統領は原子力エネルギー庁設置に係る大統領令（decree）に署名した。アナドル通信社（Anadolu Agency）の報道によると、ウラン採掘を含む地下資源利用、原子力エネルギー利用、放射線からの住民の安全の確保、セミパラチンスク（Semipalatinsk）原子力安全区域の確立・運営等、エネルギー省が有していた機能や権限を原子力エネルギー庁が引き継ぐという。また、原子力エネルギー庁の長官は A.サトカリエフ（Almassadam Satkaliye）前エネルギー大臣*が務める。（2025 年 3 月 17 日付 The Times of Central Asia、3 月 18 日付 Anadolu Agency）

* 2023 年 4 月からこの任命までの間エネルギー大臣を務めた。後任のエネルギー大臣には E.アッケンジェノフ（Erlan Akkenzhenov）エネルギー次官が就任した。

15.2 国際協力動向

カザトムプロム社とオラノ・グループ、教育と訓練の分野で MOUC：2024 年 11 月 12 日、カザトムプロム（Kazatomprom）社は、原子力産業を対象とした教育と訓練の分野について、同社とフランスのオラノ・グループ（Orano Group）が協力了解覚書（MOUC：Memorandum of Understanding and Cooperation）に署名したことを明らかにした。今回締結された覚書により両社は、ウラン転換工場を含めたオラノ・グループ傘下の企業において、カザトムプロム社と同社の子会社であるウルバ冶金工場（Ulba Metallurgical Plant）の専門家を対象として、インターンシップと訓練のプログラムを提供することとなる。（2024 年 11 月 12 日付 Kazatomprom）

カザトムプロムと JUMCO、ヨルダン国内におけるウラン探査と鉱山プロジェクトに係る共同調査へ：2025 年 2 月 19 日、カザトムプロム（Kazatomprom）社は、ヨルダン国内におけるウラン探査と鉱山プロジェクトについて共同で調査を行うことを対象として、ヨルダン・ウラン鉱山会社（JUMCO：Jordan Uranium Mining Company）との間で協力了解覚書（MOUC）に署名した。この MOUC により両者は、地層特性を精査するとともに、ヒーブリーチング法（heap leaching mining technology）*を考慮しながらウラン資源等の埋蔵量について精査することとなる。ウラン探査と鉱山プロジェクトの実施に係る実行可能性の評価にあたり両者は、環境上の持続可能性と経済的な実行可能性に留意することとなる。（2025 年 2 月 19 日付 Kazatomprom）

* 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）による原子力百科事典「ATOMICA」によると、「ヒーブリーチング法は坑外に堆積した鉱石に稀硫酸等の浸出溶液を散布し、鉱石中を浸透して下に集まった浸出液をポンプで循環させながら回収精製して、ウランを回収する方法」とのことである。

国家経済省次官、他国の原子力製造企業による原子力発電所建設の場合、当該国の輸出信用機関による資金拠出を受けることが可能との考え：2025 年 3 月 5 日、国家経済省（Ministry of National Economy）の A.カセノフ（Arman Kasenov）次官（vice minister）は、カザフスタン国外の原子力製造企業（サプライヤー）によってカザフスタン国内で原子力発電所の建設が行われる場合について、開発金融機関にとってエネルギー事業は一般的に魅力的かつ低リスクであると指摘した上で、その原子力製造企業の出身国の輸出信用機関（export credit agencies）からの資金拠出を受けることが可能であるとの考えを明らかにしたとのことである。さらにカセノフ次官は、生産された電力の売却量が明瞭であるため、電力買取価格を設定するためのメカニズムが明瞭であると述べた上で、従って、電力生産業界や公共事業（housing and communal services）におけるプロジェクトは世界的に見て低リスクであると考えられていると述べている。その上でカセノフ次官は、カザフスタンにとって魅力的な条件でカザフスタン国外の輸出信用機関から融資を受けることができるであろうということは疑いの無いことであると述べている。（2025 年 3 月 5 日付 KazTAG）

15.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

15.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

15.5 次世代炉

（新たな動向情報はありませんでした）

15.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

カザトムプロム社、カザフスタン産の天然ウランをスイスへ供給：2025 年 2 月 17 日、カザトムプロム（Kazatomprom）社は、スイスのベツナウ（Beznau）原子力発電所とライプシュタット（Leibstadt）原子力発電所を対象として、カザフスタン産の天然ウラン精鉱（natural uranium concentrates）をスイスに対して供給する内容の契約について、スイスのアクスポ・パワー社（Axpo Power AG）とライプシュタット原子力発電会社（KKL AG：Kernkraftwerk Leibstadt AG）とともに署名したことを明らかにした。カザフスタンとスイスの間でこのような供給契約が締結されたのは今回が初めてのことである。（2025 年 2 月 17 日付 Kazatomprom）

15.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

15.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

16 マレーシア

16.1 原子力事情・原子力政策動向

マレーシア、原子力発電導入に向けた動き：2024 年 11 月 6 日付の報道によると、エネルギー移行・水資源転換省（PETRA、Ministry of Energy Transition and Water Transformation）は傘下組織の MyPower* と共同で、原子力エネルギーに関する予備的実現可能性調査を実施中であるという。ダトゥク・セリ・ファディラ・ユソフ（Datuk Seri Fadillah Yusof）副首相兼 PETRA 大臣が 2025 年予算に関する国会（Dewan Rakyat）演説において明らかにしたもので、同大臣によるとこの予備的実現可能性調査には小型モジュール炉（SMR）技術の評価が含まれており、2024 年 12 月に完了する予定である。予備的実現可能性調査における MyPower の調査では、1984 年原子力許可法（Atomic Energy Licensing Act 1984）改正と国際法を考慮した新たな法律の立法のどちらが適切かといった法的側面についても触れているほか、2018 年に閉鎖されたマレーシア原子力発電会社（Malaysia Nuclear Power Corporation）の復活も検討されているという。また、ファディラ大臣は、原子力発電導入を決定した場合、マレーシア政府は原子力分野において十分な高技能人才を確保するための包括的人材開発計画を実施する方針であると述べている。また、ラフィジ・ラムリ（Rafizi Ramli）経済大臣は、マレーシア政府は第 13 次マレーシア計画（2026～2030 年）に原子力エネルギー政策を盛り込む方針であることを明らかにしている。同国における原子力エネルギー利用可能性に関する調査（＝実行可能性調査を行う）決定は既になされており、原子力エネルギー利用は PETRA および科学技術・イノベーション省（MOSTI : Ministry of Science, Technology & Innovation）の管轄で進められるという。原子力エネルギー導入に際し政府が資金提供を行うかという質問に対しラフィジ大臣は、政府は国際的な規制を含む包括的枠組みの確立を行うのみであるとして、現在の電力産業モデルにおいては民間部門によって原子力事業が実施されとの見解を示している。（2024 年 11 月 6 日付 The Edge Malaysia、11 月 11 日付 BEENAMA、11 月 12 日付 Nuclear Engineering International）

* 政府の経済改革プログラムに沿って行われるマレーシア電力供給産業（MESI : Malaysian Electricity Supply Industry）イニシアチブにおいて、主要な改革に取り組む組織として設置された、特別目的機関。

マレーシア政府、2035 年以降の原子力エネルギー利用に向けて準備中：2024 年 12 月 20 日付の報道によると、マレーシア政府は 2035 年以降の原子力エネルギー利用に向けた準備を進めているという。ストレイツ・タイムス（ST : The Straits Times）紙によると、国家エネルギー評議会（MTN、National Energy Council）が提案した原子力ロードマップ*¹について、2024 年 11 月下旬にマレーシア内閣が議論を行い、2035 年以降の「発電の選択肢のひとつ」（one of the options of electrical power generation）として原子力を決定したという。マレーシア政府高官が ST 紙に明らかにしたところによると、マレーシアにおいて国際原子力機関（IAEA）が定める規制上のマイルストーンを完了するまでには、約 10 年間が必要であるという。また ST 紙は、ダトゥク・セ

リ・ファディラ・ユソフ (Datuk Seri Fadillah Yusof) 副首相兼エネルギー移行・水資源転換省 (PETRA) 大臣の発言として、PETRA 傘下組織の MyPower が、マレーシアにおける原子力発電計画実施機関 (NEPIO : Nuclear Energy Programme Implementation Organisation) として指名されたことも報じている*²。あわせて ST 紙は、マレーシア国民の間には放射能汚染の潜在的リスクに対する懸念があり*³、原子力エネルギー導入に向けた動きは国民からの反発を受ける可能性がある」と指摘している。(2024 年 12 月 20 日付 The Straits Times)

*1 2024 年 4 月の内閣からの要請を受けて国家エネルギー評議会 (MTN) が作成したもの。

*2 ST 紙によると、ファディラ大臣はこの決定が行われた時期については明らかにしていない。

*3 マレーシアでは、ペラ (Perak) にあった希土類施設が 15 年間の操業を経て 1994 年に閉鎖されたが、操業期間の間に放射線レベルが許容できる閾値 (limit) の 800 倍まで上昇し、当該地域における先天性異常、白血病、死亡の急増の原因とされたことがある。現在も、オーストラリア企業が運営する、中国以外では世界最大規模の希土類精錬施設であるライナス (Lynas) 希土類精錬施設がパハン (Pahang) に存在する。しかし、廃棄物が有する放射能に対する懸念から、施設は 2012 年に操業開始する以前から抗議運動に直面してきた。同施設は廃棄物に含まれるトリウムを完全に処分することを約束した上で操業を継続している。また、同施設はトリウムを抽出し原子炉の燃料とする新技術の開発に取り組んでいるという。

16.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

16.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

16.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

16.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

16.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

16.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

16.8 核セキュリティ

(新たな動向情報はありませんでした)

17 モンゴル

17.1 原子力事情・原子力政策動向

(新たな動向情報はありませんでした)

17.2 国際協力動向

ロシアとモンゴル、モンゴルの新首都近郊で低出力原子力発電所を建設することで 2025 年前半に合意の可能性：2024 年 10 月 23 日付の報道によると、ロシアの駐モンゴル大使である A.エフシコフ (Alexey Evsikov) 氏は、モンゴルの遷都先である新カラコルム (New Karakorum) *¹ 近郊において低出力の原子力発電所*² を建設することについて、2025 年前半にロシア政府とモンゴル政府が合意に署名する可能性があると発表した。建設予定の原子力発電所の設備容量は最大で 33 万 kWe であるとのことである。なお同大使によると両国は、医療、農業、およびその他の分野を対象とした原子力平和利用に係る計画についても協議を行っているという。(2024 年 10 月 23 日付 Nuclear Engineering International)

- *1 新カラコルムは、現在の首都であるウランバートル (Ulaanbaatar) の南西 400km の地点において、今後 20～30 年をかけて建設される新首都である。なお新カラコルムは、13 世紀に成立したモンゴル帝国の首都が置かれていたカラコルムの近隣である。
- *2 「低出力原子力発電所」のロシア語名称はキリル文字表記で「атомной станции малой мощности」であり、そのラテン・アルファベット表記例は「Atomnoi Stantsii Maloi Moshnosti」である。

カザフスタンとモンゴル、ウラン産業や原子力エネルギー分野で協力：2024 年 10 月 30 日、カザトンプロム (Kazatomprom) 社は、カザフスタンの K.J.トカエフ (Kassym-Jomart Tokayev) 大統領のモンゴル訪問に際し、カザトンプロム社とモンゴルのモンアトム (Mon-Atom) 社との間で、両国のウラン産業における新たな機会を提供するような戦略的協力関係について合意したことを明らかにした。この新たな協力により、モンゴルにおけるウラン探査および採掘に関する共同事業を実施する見通しが立ち、両社はウラン産業界における地位をより強化することになるという。また、11 月 1 日付の報道によると、トカエフ大統領のモンゴル訪問中に、原子力エネルギー分野における協力覚書 (MOC) がカザフスタンエネルギー省 (Ministry of Energy) とモンゴル原子力委員会 (Atomic Energy Commission) の間で締結されたという。(2024 年 10 月 30 日付 Kazatomprom、11 月 1 日 World Nuclear News)

17.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

17.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

17.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

17.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

モンゴル政府とオラノ社、Zuuvch-Ovoo 鉱山開発・操業の投資契約に署名：2025 年 1 月 17 日、モンゴル政府とフランスのオラノ (Orano) グループは、モンゴル南東部のドルノゴビ (Dornogovi) 県に所在する Zuuvch-Ovoo ウラン鉱山の開発・操業に関する投資契約 (investment agreement) に署名した。合意に基づき、オラノ社とモンゴル国営企業 MonAtom グループによる合弁会社 (JV) であるバドラフ・エナジー (Badrakh Energy) 社が、Zuuvch-Ovoo 鉱山および Dulaan Uul / Umnut 鉱床の操業に責任を負うこととなる。同鉱山のウラン埋蔵量は約 9 万トンであり、操業開始後は年間約 2,500 tU のウラン生産能力 (公称) を有すると推定されている。全事業期間は 30 年間で想定されており、事業開発期間は 4 年間で要すると見込まれている。鉱床が稼働するまでの初期投資額は約 5 億ドル、全事業期間における投資額は 16 億ドルと見積もられている。(2025 年 1 月 17 日付 Orano、World Nuclear News)

【背景】

2023 年 10 月 12 日、モンゴルの国有投資会社エルデネス・モンゴル (Erdenes Mongol) 社とフランスのオラノ (Orano) 社は、モンゴルにおけるウラン鉱山事業の開発および操業に関する議定書 (Protocol) に署名した*¹。オラノ社は、2021 年 7 月から 2022 年 12 月にかけて行われたモンゴルとの合弁ベンチャーによる試験操業により、モンゴル南東のドルノゴビ (Dornogovi) 県に位置する Zuuvch-Ovoo サイトの操業について経済的、環境的、社会的実現可能性が確認されたとしている*²。モンゴルには既知のウラン資源が豊富に存在しているが、北東部のドルノド (Dornod) 鉱床の露天掘り鉱山が 1995 年に閉鎖されて以降、ウラン採掘は行われていない。

*1 署名は、モンゴルのオフナー・フレルスフ (Ukhnaagiin Khürelsükh) 大統領とフランスの E.マクロン (Emmanuel Macron) 大統領の立会いのもと、フランス・パリのエリゼ宮において行われた。なお、投資契約は 2023 年末までに締結される予定である。

*2 オラノ社は Zuuvch-Ovoo 事業について 30 年の鉱山寿命を有すると予想しており、事業継続期間中にモンゴルに約 16 億ドルの直接投資をもたらすと同時に、国および地方政府に 10 億ドルの税収をもたらす可能性があるとしている。経済協力開発機構／原子力機関 (OECD/NEA) と国際原子力機関 (IAEA) による『ウラン 2022：資源、生産、需要』(Uranium 2022: Resources, Production and Demand) によると、Zuuvch-Ovoo 鉱床にはウラングレード 0.022%の資源が 9 万 3,291tU 存在するという。

17.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

17.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

18 フィリピン

18.1 原子力事情・原子力政策動向

マルコス大統領と USNC 幹部が会談、法整備状況への言及も：2024 年 4 月 12 日、フィリピン通信社（PNA：Philippine News Agency）は、同日にマルコス（Ferdinand R. Marcos Jr.）大統領がウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC：Ultra Safe Nuclear Corporation）の幹部と会談したことを発表した。両者は USNC によるマイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Modular Reactors）に関するフィリピンにおける投資の進捗状況について議論したという*1。また、会談中にフィリピンエネルギー省（PH-DOE：Department of Energy）の R.ロティリヤ（Rafael Lotilla）長官はマルコス大統領に対し、フィリピン議会において進行中の立法措置について説明した。PNA の発表によると、2023 年 11 月 22 日に議会下院は下院法案 9293（House Bill 9293）「フィリピン国家原子力安全法」（Philippine National Nuclear Energy Safety Act）*2を承認し、2024 年 3 月 4 日には下院法案 9876（House Bill 9876）「フィリピン原子力損害賠償法」（Philippine Nuclear Liability Act）も承認している。これらの法案についてマルコス大統領は、USNC による MMR 事業の開始に必要な法的要件が速やかに満たされるよう、同法案が議会上院においても可決されることを期待していると述べたという。（2024 年 4 月 12 日付 Philippine News Agency）

- *1 2023 年 11 月 15 日にフィリピンの配電事業者最大手であるメラルコ（Meralco：Manila Electric Company）は、USNC との間で、フィリピンにおいて USNC 製 MMR エネルギー・システム（Micro-Modular™ Reactor Energy Systems）を 1 基以上配備する可能性を調査するための協力協定（cooperative agreement）を締結した。この協定の下で、USNC は 4 か月かけてプレフィージビリティスタディを実行する予定とされた。メラルコには、この調査結果に基づき MMR エネルギー・システムの採用および配備に焦点をあてた詳細なフィージビリティスタディを実行する選択肢が与えられている。
- *2 「フィリピン国家原子力安全法」はフィリピンでの原子力の平和利用における原子力安全、核セキュリティおよび保障措置のための包括的な法的枠組みを提供するものであり、フィリピン原子力規制機関（PhilATOM：Philippine Atomic Energy Regulatory Authority）を設置するためのものであるという。この法の下で PhilATOM は、原子力の平和的で安全かつ確実な利用、および放射線源の規制管理を実行するための単独かつ独占的な権限を有することになり、フィリピン原子力研究所（PNRI：Philippine Nuclear Research Institute）が現在担っている規制業務を引き継ぐとされている。また、使用済燃料最終処分のための放射性廃棄物管理基金（radioactive waste management fund）と、原子力発電所運転認可の条件としての廃止措置基金（decommissioning fund）も設立され、双方ともフィリピン開発銀行（Development Bank of the Philippines）の信託により運用されるという。

フィリピン、2032 年の原子力発電開始を目標に据える：2024 年 9 月 25 日、フィリピンエネルギー省（PH-DOE）は、2024 年 9 月 16～20 日に開催された国際原子力機関（IAEA）総会において、フィリピンが新たな原子力エネルギーロードマップ（Nuclear Energy Roadmap）を公表したことを明らかにした。IAEA 総会において S.ガリン（Sharon Garin）PH-DOE 副長官（Undersecretary）は、フィリピンは 2032 年までに商業運転を開始するような原子力発電所を保有することを目指しており、最初は少なくとも 120 万 kW を電力ミックスに加え、2050 年までに徐々に 480 万 kW まで原子力発電容量を増やしたいとする方針を発表したという。このほか PH-DOE は、フィリ

ピンにおける原子力に関する取り組みの中心には、PH-DOE が主導する原子力エネルギー計画省庁間委員会（NEP-IAC : Nuclear Energy Program – Inter-Agency Committee）^{*1}が位置付けられていることに言及している。また、フィリピンは IAEA による統合原子力基盤レビュー（INIR : Integrated Nuclear Infrastructure Review）のフォローアップミッションを 2024 年 12 月に実施する予定であるという^{*2}。（2024 年 9 月 16～20 日付 Republic of the Philippines、9 月 25 日付 Republic of the Philippines Department of Energy、10 月 1 日付 Philippine Nuclear Research Institute）

*1 NEP-IAC は、2020 年 7 月 24 日に R.ドゥテルテ（Rodrigo Duterte）大統領（当時）が署名した大統領令（EO : Executive Order）116 にその設置が定められているもので、原子力エネルギー計画の準備におけるロードマップおよびタイムラインを含む国家戦略の評価・策定、既存の法的枠組みの見直し、原子力エネルギーの実行可能性の調査、パターン原子力発電所に限らない既存施設や原子力エネルギーの利用に必要なステップについての提言を行うとされている。

*2 フィリピンに対する INIR ミッションのフェーズ 1 は 2018 年 11 月に実施された。

IAEA 総会サイドイベントで、フィリピンが CSC への署名に言及：2024 年 10 月 1 日、科学技術省（DOST : Department of Science and Technology）フィリピン原子力研究所（PNRI : Philippine Nuclear Research Institute）は、国際原子力機関（IAEA）総会にあわせて実施された「原子力損害の補完的補償に関する条約」（CSC : Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage）^{*1}に関するサイドイベントにおいて、PNRI の C.アルシヤ（Carlo Arcilla）所長がフィリピンによる原子力賠償制度に関する取り組みについて発言したことを紹介した^{*2}。これによると、フィリピンはすでに条約（the convention）に署名しており、協定（the agreement）への加盟に向けて活動しているという。また、条約への加盟を検討している東南アジア各国が参加するワークショップをフィリピンが主催したことが紹介されている。（2024 年 10 月 1 日付 Philippine Nuclear Research Institute）

*1 原子力損害の補完的保障に関する条約（CSC）は、パリ条約やウィーン条約と並ぶ原子力損害賠償に関する国際条約である。欧州地域や経済開発協力機構（OECD）加盟国が主に加盟するパリ条約や、中東欧や中南米、IAEA 加盟国を中心に加盟国が構成されるウィーン条約に対し、CSC はアルゼンチン、モロッコ、ルーマニア、米国、日本等が加盟する。

*2 フィリピン国内においては、2024 年 3 月 4 日に議会下院が下院法案 9876（House Bill 9876）「フィリピン原子力損害賠償法」（Philippine Nuclear Liability Act）を承認したことが明らかになっている。

フィリピンが従来型原子力発電所導入についてフランスと協議中：2024 年 11 月 18 日付の報道によると、メラルコ（Meralco : Manila Electric Company）は、120 万 kW_e 級の従来型原子力発電所導入の可能性についての実現可能性調査を、フランス政府と共同で実施する計画であるという。メラルコはフランス電力会社（EDF）と複数回にわたる協議を行ったとされる。メラルコとフランス政府は今後 2～3 か月でタームズ・オブ・レファレンス（the terms of reference）を完成させる予定である。フィリピン政府は、2032 年までに少なくとも 120 万 kW_e の商業的に運転可能な原子力発電所を所有することを目指している。また、メラルコは発電容量 30 万 kW_e 以上の小型モジュール炉（SMR）についても視野に入れているという。なお、フィリピンエネルギー省（PH-DOE）によるフィリピン原子力エネルギー計画（Philippine Nuclear Energy Program）では、独立した原子力規制機関の運用を 2026 年までに完全に開始することを目指しており、そのた

めには必要な法律や規制枠組みが 2025 年までに確立される必要がある。(2024 年 11 月 18 日付 BusinessWorld)

【背景】

2023 年 11 月 15 日、メラルコ (Meralco) は、米国のウルトラ・セーフ・ニュークリア社 (USNC) との間で、フィリピンにおいて USNC 製 MMR エネルギー・システム (Micro-Modular™ Reactor Energy Systems) *1 を 1 基以上配備する可能性を調査するための協力協定 (cooperative agreement) を締結した*2。この協定の下で、USNC は 4 か月かけてプレフィージビリティスタディを実行する予定である。メラルコには、この調査結果に基づき MMR エネルギー・システムの採用および配備に焦点をあてた詳細なフィージビリティスタディを実行する選択肢が与えられている*3。

- *1 第 4 世代炉である高温ヘリウム冷却マイクロ炉と熱貯蔵ユニットを組み合わせたもので、原子炉 1 基あたりの熱出力は 4 万 5,000kWt である。1 基もしくは複数基の MMR が接続された熱貯蔵ユニットから過熱蒸気 (superheated steam) や電力を抽出することで、数十～数百 MW という幅広い電力需要に対応可能であるとされる。
- *2 この協定は 8 月に発表された両社の協力関係に基づくものであるという。
- *3 フィージビリティスタディは、メラルコによる特定されたサイトにおける事業固有の調査や事業開発計画に関する重要な意思決定および考えられる将来的な活動を支援するものとして位置づけられている。また、この調査においては財政・技術・安全性・サイト選定等についての評価が行われるという。

PEP 2023-2050 発表、2032 年の原子力発電開始等が盛り込まれる：2025 年 1 月 6 日、フィリピンエネルギー省 (PH-DOE) は、「2023～2050 年フィリピンエネルギー計画」(PEP 2023-2050 : Philippine Energy Plan 2023-2050) を公開した。PEP 2023-2050 では原子力エネルギーの潜在的役割を再評価しており、第 1 巻 (Volume I) 冒頭の概要 (Overview) において 2050 年までに 4,800MW (4.8GW) の原子力容量を導入する方針が示されている*。また、戦略的重点分野 (Strategic Focus Area) を取り扱う第 3 巻 (Volume III) において原子力エネルギー計画 (NEP : Nuclear Energy Program) が詳述されている。PEP 2023-2050 では国際原子力機関 (IAEA) マイルストーンアプローチに基づく NEP タイムラインが提示されており、2025～2028 年に最初の原子力発電所の規制適合に取り組み (マイルストーン 2 に相当)、2028～2032 年に最初の原子力発電所を建設し 2032 年に運転を開始する (マイルストーン 3 に相当) という計画が示されている。また、長期 NEP 目標 (Long-Term NEP Targets) として、2032 年に少なくとも 1,200MW の原子力発電容量をもって原子力発電を開始した後、2035 年までに 1,200MW を追加し、2050 年までに更に 2,400MW を追加するという目標が提示されている。このほか、小型モジュール炉 (SMR) やマイクロ炉についても、コスト競争力があり迅速に建設可能な技術として NEP 内で言及している。なお、PEP 2023-2050 では NEP の持続的開発のために国際技術協力プログラムを継続するとしており、この中には原子力エネルギー開発の地域における良好実践を紹介するトレーニングとしての、IAEA および日本との協力が含まれるという。(2025 年 1 月 6 日付 PH-DOE)

- * このほか、再生可能エネルギーの発電ミックスにおける割合を、2030 年までに最大 35%とし、2040 年までに 50%、2050 年には 50%以上とする目標等も示されている。

原子力発電導入を視野に緊急時対応計画の改良が行われる：2025 年 3 月 4 日、フィリピンエネルギー省 (PH-DOE) は、「国家原子力・放射性緊急事態準備・対応計画」(RADPLAN : National Nuclear and Radiological Emergency Preparedness and Response Plan) の改良に取り組む作業部会

(writeshop) を完了したことを発表した*。フィリピン通信社 (PNA) によると、フィリピン政府が発電源構成に原子力発電を導入することを検討していることから RADPLAN の見直しと改良が行われたという。今後は国家災害リスク低減・管理委員会 (National Disaster Risk Reduction and Management Council) により、RADPLAN が国の災害リスク低減政策と合致しているかについて評価が行われる。(2025 年 3 月 4 日付 Department of Energy、Philippine News Agency)

* この作業部会はエネルギー省 (PH-DOE) とフィリピン原子力研究所 (PNRI) が主導し、原子力エネルギー計画省庁間委員会 (NEP-IAC) に参加する 23 機関から 70 名が参加した。

18.2 国際協力動向

フィリピン－米国原子力協定 (いわゆる 123 協定) が発効 : 2024 年 7 月 2 日、「原子力の平和利用に関する協力のための米国とフィリピンの協定」(the United States and Philippines' Agreement for Cooperation in Peaceful Uses of Nuclear Energy)、いわゆる 123 協定 (米国の原子力法第 123 条に由来) が発効した*¹。この協定は 2023 年 11 月 16 日にサンフランシスコにて米比両国が締結していたものであり、両国の所定の手続きを経て発効したものである。なおフィリピン外務省は、2024 年 6 月 26 日に米国に対して公式に、同 123 協定の発効へ向けたフィリピン国内の法的要件が満たされた*² との見解を通知していた。(2024 年 7 月 8 日付 Department of state、7 月 9 日付 Department of Energy Philippines)

- *1 米国エネルギー省 (DOE) によると、この 123 協定は 2054 年 7 月 2 日までの 30 年間にわたり有効である。ただし米国大統領府 (Whitehouse) によると、どちらかの国がこの協定の終了を希望する場合には、終了希望日の 1 年前に書面にて相手国に対して事前通告を行うことにより終了させることが可能である。
- *2 2023 年 11 月にフィリピン下院で可決されフィリピン上院へ送られた「フィリピン国家原子力安全法」(Philippine National Nuclear Energy Safety Act) は上院の科学技術委員会で審議中 (Pending in the Committee) の状態が 2023 年 11 月から続いており、法として成立はしていない。フィリピン司法省 (DOJ) は 2024 年 4 月 1 日に意見 (opinion) を発表し、123 協定の施行 (implementation) は既存のフィリピン国内法 (RA : Republic Acts) で適用可能であるとの意見を述べた。この国内法には 1968 年原子力法 (Atomic Energy Regulatory and Liability Act of 1968、RA5207) 修正版 (as amended) や 2015 年戦略取引管理法 (Strategic Trade Management Act of 2015、RA10697) および 2020 年反テロ法 (Anti-Terrorism Act of 2020、RA 11479) が含まれるという。フィリピンの DOJ は、修正版原子力法は古くなった法ではあるが、戦略取引管理法や反テロ法を始めとした近年に成立した複数の法によって補完 (complemented) されていると述べている。またフィリピンの DOJ は、米国との間で今回発効した 123 協定は 1983 年に発効したカナダとフィリピンの間の原子力協力協定 (Nuclear Cooperation Agreement) に匹敵するものであると述べた上で、類似点として、両者ともに同様の分野を対象としていることと 1968 年原子力法の下で締結されていることを挙げている。その一方で相違点として、カナダとフィリピンの間の原子力協力協定は 1973 年のフィリピン憲法の下で締結されたのに対して、米国との間で発効した 123 協定は 1987 年のフィリピン憲法の下で締結されたことを挙げている。さらにフィリピンの DOJ は、今回の 123 協定における規定について、既存のフィリピン国内法や上院委員会で審議中の原子力関連法案との間で矛盾しないと述べている。

【背景】

米国側の国内要件として米国では、原子力法第 123 条 (42 U.S.C. 2153(b), (d)) の規定*に従い、大統領は、123 協定案文書をそれに付属する機密扱いになっていない核拡散評価声明書 (NPAS : Nuclear Proliferation Assessment Statement) とともに上下両院の外交委員会へ提出し、両委員会と同一会期において 30 継続日 (continuous session) 以上にわたり協議を行い、その協定案の締結について承認を行うとともに実際に署名

を行う者に対して権限を与え、協定案として結実した合意の履行によって共通の防衛と安全保障（common defense and security）が促進されることおよびこの協定案を履行することが共通の防衛と安全保障に対して不当なリスクとならないことについて書面によって裁決（判断）を示すこととなっている。一方、同じく原子力法第 123 条の規定に従い、議会は、協定案および上述の大統領の承認と判断等について大統領から提出された文書等を両院の外交委員会へ付託し、加えて、軍事に関連した米国国内法に従って協定案の策定が準備された場合には上院下院の軍事委員会へ付託する。その協定案を議会が受理した後は、いくつかの条件が満たされることを前提としつつ、同一会期における 60 継続日の間にその協定案に実質的に賛成しないという内容の両院の共同決議を議会が採択した場合には、その協定案を発効させてはならない。なお両院外交委員会は、同一会期における 60 継続日の間に、協定案に関する公聴会をそれぞれ開催した上で、その協定案を承認するか否かについて勧告する内容の報告書を各院に対して提出しなければならないことになっている。

- * 大統領が行うことについては「(b) Presidential approval and authorization for execution of proposed agreements for cooperation」において、議会が行うことについては「(d) Congressional action」において規定されている。

フィリピン DOE と KHNP、バターン原子力発電所復活の実現可能性調査を実施：2024 年 10 月 7 日、フィリピンエネルギー省（PH-DOE）と韓国水力原子力発電会社（KHNP）の間で、エネルギー分野における協力を定めた了解覚書（MOU）が締結された*¹。この MOU に基づき、KHNP は PH-DOE との協力の下、バターン（Bataan）原子力発電所の復活の可能性について技術的・経済的な実現可能性調査を実施するという*²。調査に係る全費用は KHNP が負担する一方で、フィリピン政府は、同発電所の修復を行う、あるいは調査結果に基づき KHNP と契約するといった法的義務を負わない。実現可能性調査は 2025 年 1 月に開始される予定で、2 段階で実施される。第 1 段階では同発電所とその構成要素の現在の状態を評価し、第 2 段階では最も適切なモデルを使用し同発電所を改修可能か評価する。なお、第 1 段階の調査の結果として第 2 段階の調査に進むことが当を得ないと判断された場合は、KHNP が従来型の原子力発電所や小型モジュール炉（SMR）といった代替案を提案する可能性がある。またこの MOU は、バターン原子力発電所以外の原子力技術や原子力エネルギー開発のための代替サイトの調査においても、フィリピン政府による意思決定プロセスを導くための重要な情報を得られるよう設計されているという。（2024 年 10 月 7 日付 Republic of the Philippines Department of Energy、Yonhap News Agency、Philippine News Agency）

- *¹ MOU への署名には F.マルコス Jr.（Ferdinand Marcos Jr.）大統領とユン・ソンニョル（Yoon Suk Yeol）大統領が同席した。
- *² バターン原子力発電所復活に関する実現可能性調査は、KHNP 等により 2008 年および 2017 年にも実施されている。

メラルコ、韓国企業と原子力に関する協力を定めた MOU を締結：2024 年 10 月 7 日、斗山エナビリティ（Doosan Enerbility）社は、フィリピン最大の電力事業者であるメラルコ（Meralco）との間で、原子力発電所、小型モジュール炉（SMR）、およびガスタービンを中心に据えた発電インフラ分野における協力の強化を定めた了解覚書（MOU）に署名した。この MOU はユン・ソンニョル（Yoon Suk Yeol）大統領のフィリピン訪問にあわせて締結されたもので、メラルコはサムスン C&T 社（Samsung C&T Corp.）との間でも、原子力技術・設計・規制に関する事業の可能性について情報共有や協力を行うことを定めた MOU を締結している。（2024 年 10 月 7 日付 Philippine News Agency、10 月 8 日付 Doosan Enerbility）

フィリピンと UAE、原子力を含むエネルギー移行に関する協力強化 MOU を締結：2024 年 11 月 26 日、フィリピンとアラブ首長国連邦（UAE）は、エネルギー移行における協力を深化することを定めた了解覚書（MOU）を締結した*。フィリピンエネルギー省（PH-DOE）の R.ロティリヤ（Raphael Lotilla）長官によると、この MOU には、再生可能エネルギー、移行燃料としての液化天然ガス、発電、送電、配電システム、原子力エネルギー、エネルギー効率・省エネ、代替燃料、萌芽的技術といった複数の協力分野が含まれるという。（2024 年 12 月 2 日付 Philippine News Agency）

* フィリピンのマルコス（Ferdinand R. Marcos, Jr.）大統領が 11 月 26 日に UAE を訪問し、UAE のムハンマド・ビン・ザーイド・アール・ナヒヤーン（Mohammed bin Zayed Al Nahyan）大統領と会談した際に取り交わされた合意のうちのひとつであるという。

18.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

18.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

18.5 次世代炉

米国企業が PNRI と提携し超小型高温ガス炉を研究炉として建設する計画：2025 年 3 月 24 日付の報道によると、米国のヴァラー・アトミックス（Valar Atomic）社*¹はフィリピン原子力研究所（PNRI）と提携し、フィリピンにおいて「概念実証」（proof-of-concept）小型モジュール炉（SMR）を建設する計画であるという。この原子炉はフィリピンに建設される初の超小型（micro）高温ガス炉であり、研究目的で使用され、送電網に接続されることはない。ヴァラー・アトミックス社の「概念実証」原子炉は、同社と米国の EoS オーガニゼーション（EoS Organization）*²、PNRI、フィリピン原子力科学財団（PNSF：Philippine Nuclear Science Foundation）により共同開発され*³、フィリピンにおける将来の原子力エネルギー専門家の訓練を強化するものであるという。ヴァラー・アトミックス社は計画中の原子炉のタイムラインおよび立地についての詳細を明らかにすることは差し控えたものの、PNRI の規制部門を通じて許認可プロセスを既に開始していると述べている。（2025 年 3 月 24 日付 GMA Integrated News）

*¹ ヴァラー・アトミックス社は米国カリフォルニア州に拠点を置き、TRISO 燃料を使用した高温ガス炉（HTGR）の開発に取り組んでいる。

*² EoS オーガニゼーションは米国に拠点を置く統合エネルギーソリューション企業。2025 年 3 月 21 日に、フルブライト・フィリピン（Fulbright Philippines）および国立ミンダナオ大学イリガン技術校（MSU-IIT：Mindanao State University-Iligan Institute of Technology）との間で、原子力エネ

ルギー分野における将来の人材に対する研究・教育・訓練を通じてフィリピンにおける民生原子力エネルギー利用を支援することを目的とした了解覚書（MOU）を締結している。

- *3 ヴァラー・アトミックス社の原子炉を支援するため、E&S オーガニゼーションは PNSF に対し 1 億 9,200 万ペソの助成金を提供したという。

18.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

（新たな動向情報はありませんでした）

18.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

18.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

国家捜査局が違法劣化ウランを含む金属 100kg を押収：2024 年 12 月 9 日、国家捜査局（NBI : National Bureau of Investigation）*は、「1968 年原子力エネルギー規制・賠償責任法」（Atomic Energy Regulatory and Liability Act of 1968）に違反する劣化ウランの違法取引について全国的な捜査作戦（operation）を 1 か月に渡って実施したことを明らかにした。NBI は 3 名の容疑者を逮捕するとともに、ウラン 235 およびウラン 238 の陽性反応を示す金属を合計約 100kg 押収したという。また、フィリピン原子力研究所（PNRI）の代表者が NBI の局長と会談し、劣化ウランの違法取引に対する捜査への協力を求めたことも明らかにされている。（2024 年 12 月 9 日付 National Bureau of Investigation、Philippine News Agency）

- * 国家捜査局（NBI）は司法省傘下の捜査機関である。フィリピン国家警察（PNP）と同じくあらゆる刑事事件に対する捜査権限が与えられているが、NBI は捜査官の大半を法曹資格や会計士資格を有する者が占めており、専門的知識を要する捜査に特化している。

19 シンガポール

19.1 原子力事情・原子力政策動向

約 100 名の原子力専門家の人材プールを中長期的に構築する予定：2024 年 4 月 3 日、タン・シーレン（陈诗龙、Tan See Leng）第二貿易産業大臣（Second Minister for Trade and Industry）は、シンガポール政府として約 100 名の原子力専門家の人材プールを中長期的に構築していく計画であることを国会において明らかにした。タン大臣の今回の発言は、労働者党（WP）のジェラルド・ギアム（严燕松、Gerald Giam Yean Song）議員が議会で行った質問に対して回答したものである。ギアム議員の質問内容は、シンガポール国立大学（NUS: National University of Singapore）のシンガポール原子力研究・安全イニシアチブ（Singapore Nuclear Research and Safety Initiative）における現在の科学者数、各年における奨学金の授与数、および核分裂や核融合のようなシンガポールとして将来的に導入する可能性のある原子力計画を監督するために必要な規制政策枠組みの構築を行っているか否かである。この質問に対するタン大臣の回答は、シンガポールの科学者と専門家を対象とした同国国内外の大学での訓練の取組みに対してシンガポール政府として支援を行っているとした上で、原子力科学分野と原子力工学分野における大学院課程での研究を対象としてシンガポール原子力研究・安全イニシアチブが最近の 10 年間で 30 件の奨学金を授与したほか、放射線生物学・放射線化学・原子力安全を専攻する約 40 名の研究者から成る人的繋がりを構築しているというものであった。核融合についてタン大臣は、技術が依然として開発段階にあるとの認識を示した上で、核融合技術の開発状況について調査するためにシンガポールから米国へ研究者が派遣されていると述べた一方で、核融合の導入に向けたシンガポール政府としての取組みはまだ始まったばかりであり核融合の同国への導入には少なくとも 10 年を要するとの認識を示した。なおシンガポール政府は、これまでのところ原子力発電の商業展開に関して何も決定を行っておらず、シンガポール政府としての立場を決定することができずにいる*。（2024 年 4 月 3 日付 CNA）

- * 2023 年 10 月 23 日、ガン・キムヨン（顔金勇、Gan Kim Yong）貿易産業大臣（Minister for Trade and Industry）は、シンガポール政府として原子力発電の商業利用へ向けたいかなる決定も行っていないと述べる一方、原子力利用について複数の選択肢を取り得る余地を残しつつ、原子力分野における専門知見の構築（専門家の育成）を行っていかなければならないと述べた。

【背景】

シンガポールはマレーシアとインドネシアから商業電力の輸入を 2022 年に開始した。2022 年 3 月にエネルギー市場監督庁（EMA: Energy Market Authority）が発行した「エネルギー 2050 委員会報告」（Energy 2050 Committee Report）では戦略 4 として、シンガポールにとってエネルギー業界における脱炭素化の選択肢が限られていることを理由として挙げた上で、従来の発電技術の代替となるような新たな低炭素排出技術のすべてについて検討対象とすることが謳われている。そのような技術として、二酸化炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）、地熱、バイオメタン、核分裂を利用した小型モジュール炉（SMR）、および核融合技術が挙げられている。また、事前に運用能力を育成しておくことにより、それらの技術が利用可能となった時に速やかに採用することが可能となるとしている。

サイヒート社、AI データセンター向けの SMR ソリューションを発表：2024 年 11 月 11 日、サイヒート社（SAIHEAT Limited）*1 は、人工知能（AI）コンピューティング・センター向けに電力供給を行うオープンソース小型モジュール炉（SMR）ソリューションである HEATNUC を発表した。HEATNUC には SMR に基づくベースロードエネルギー源*2 と、AI キャンパスのマイクロ送電網、インテリジェントなエネルギー管理システムが含まれる。サイヒート社によると、HEATNUC は固有の安全性（inherent safety）、単純化されたシステム設計*3、シフト中（on-shift）人員要件の最小化を備えており、原子力と AI コンピューティングから生じる排熱を閉鎖型循環でリサイクルすることによりエネルギー効率を高め、遠隔地の過酷環境*4 における展開を支援するという。また、サイヒート社は 11 月 14 日付で「2029 年基本計画」（Base Plan 2029）を発表し、主要な 2 つのビジネスモジュールのひとつとして HEATNUC を挙げている。（2024 年 11 月 11 日付 SAIHEAT Limited、11 月 14 日付 SAIHEAT Limited）

- *1 サイヒート社は次世代データセンターを対象とした統合エネルギーサービスを提供する企業。シンガポールに本社を置き、米国・中国にも拠点を構えている。
- *2 HEATNUC に含まれる SMR について、サイヒート社は、第 III 世代+の加圧水型軽水炉（PWR）、第 IV 世代のナトリウム冷却炉（SFR）や高温ガス冷却炉（HTGR）を想定しているようである。
- *3 HEATNUC はプレハブ（Prefabricated）式、モジュール式（modular）、およびプラグ・アンド・プレイ（plug-and-play）設計により、設置と廃止が容易になるとされている。
- *4 砂漠や極圏、また地震や津波が発生しやすい地域が想定されている。

19.2 国際協力動向

NUS と IRSN が原子力安全分野において共同で研究所を設立：2024 年 5 月 2 日、シンガポール国立大学（NUS）とフランス放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）は、NUS シンガポール原子力研究安全イニシアチブ（NUS-SNRSI：NUS-Singapore Nuclear Research and Safety Initiative）と IRSN との間で、共同研究所の設立についての協力協定に署名した。この共同研究所を通じてシンガポールとフランスは、両国間の原子力安全の分野における科学協力を更に強化していくこととなる。なお NUS と IRSN は約 10 年にわたって交流を行っており*、その結果として今回の協力協定に至った。（2024 年 5 月 2 日付 IRSN）

- * このことにより放射線生物学（radiobiology）、放射化学測定（radiochemical measurements）および特に小型モジュール炉（SMRs）に関する原子炉安全解析（reactor safety analysis）の分野において新しい科学的知識の共同研究および開発を行うことが可能になったと述べられている。

シンガポールと米国が原子力平和利用協定に署名（いわゆる 123 協定）：2024 年 7 月 31 日、シンガポールの V.バラクリシュナン（Vivian Balakrishnan）外務大臣と米国の A.J.ブリンケン（Antony J. Blinken）国務長官は、原子力平和利用協定（いわゆる 123 協定（米国の原子力法第 123 条に由来））に署名した。両国は、「小型モジュール炉（SMR）の責任ある利用のための基盤インフラ」（FIRST：Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology）プログラム等の能力構築イニシアチブと同様に、この協定を通じて民生原子力利用において協力を強化していくこととなる。なお 2017 年以降、シンガポールの国家環境庁（NEA：National

Environment Agency) と米国の原子力規制委員会 (NRC) は、原子力安全の案件に関する協力を行うことでいくつかの取決めを行っており、それらの取決めの下で直近では 2024 年 7 月に共同ワークショップを開催していた。(2024 年 7 月 31 日付 Ministry of Foreign Affairs, Singapore)

シンガポールの米国原子力協力協定 (いわゆる 123 協定) が発効 : 2024 年 12 月 12 日、「米国とシンガポールの間の原子力平和利用に関する協力協定」(the Agreement for Cooperation Concerning Peaceful Uses of Nuclear Energy between the United States and Singapore)、いわゆる 123 協定 (米国の原子力法第 123 条に由来) が発効した*1。米国国務省 (Department of State) によると両国は、今回発効したこの 123 協定とともに能力構築を企図した他のイニシアチブ*2 を通じて、小型モジュール炉 (SMR) を含めた先進原子力技術について、エネルギー需要とバランスを取りながら気候目標に対していかに貢献し得るかについてより良く理解するために、民生原子力協力をさらに強化していくことを企図している。(2024 年 12 月 12 日付 U.S. Department of State)

- *1 米国国務省の報道発表においては、この協定の有効期間や更新条件等についての言及が無いものの、米国エネルギー省は 123 協定一覧で 2054 年 12 月 12 日が有効期限と明記している。
- *2 米国国務省の報道発表においては、「小型モジュール炉 (SMR) の責任ある利用のための基盤インフラ」(FIRST : Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology) プログラムを挙げている。

シンガポールと米国、NCMOU を締結 : 2025 年 1 月 15 日、米国エネルギー省 (DOE) とシンガポール貿易産業省 (Ministry of Trade and Industry) は、戦略的民生原子力協力に係る了解覚書 (NCMOU : Memorandum of Understanding Concerning Strategic Civil Nuclear Cooperation) に署名した。駐シンガポール米国大使館 (U.S. Embassy in Singapore) によると、この NCMOU は、2024 年 12 月に両国間で締結された「米国とシンガポールの間の原子力平和利用に関する協力協定」(the Agreement for Cooperation Concerning Peaceful Uses of Nuclear Energy between the United States and Singapore)、いわゆる 123 協定に基盤を置くものであるという。(2025 年 1 月 15 日付 U.S. Embassy in Singapore)

19.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

19.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

19.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

19.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

19.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

19.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

20 スリランカ

20.1 原子力事情・原子力政策動向

IAEA が SEED ミッションを実施：2024 年 6 月 6 日、国際原子力機関（IAEA）は、スリランカにおいて 2024 年 5 月 30 日～6 月 5 日にサイト評価・安全設計レビュー業務（SEED: Site and External Events Design Review Service）ミッションを実施したことを明らかにした。このミッションは、スリランカ政府の要請により、スリランカの発電・エネルギー省（Ministry of Power and Energy）傘下のスリランカ原子力委員会（SLAEB: Sri Lanka Atomic Energy Board）を主催者として実施された。SEED ミッションを実施した IAEA チームは、カナダ、パキスタン、およびトルコからの専門家と 1 名の IAEA スタッフから成り、サイト選定手続き、選定規準、データ収集手続き、および選定活動のための管理システムの適用についてのレビューをも行いながら、スリランカのサイト調査報告書をレビューした。また同チームは、トリンコマリー（Trincomalee）地域近くのプルモダイ（Pulmoddai）における原子力発電所建設サイト候補地のひとつを訪れ視察した*。この IAEA チームのリーダーを務めた A.アルティンヨラル（Ayhan Altinyollar）IAEA 原子力安全官（IAEA Nuclear Safety Officer）は、「スリランカは、IAEA 安全基準に従い良好事例を採用しつつ、サイト選定手続きにおいてサイト固有の外部ハザードについて包括的にスクリーニングを行っている」と述べた。IAEA チームは、最優先サイトを選定することを対象としたサイト評価手続きを最適化するための勧告を行った。特に IAEA チームは、SLAEB に対して、サイト選定手続きをより IAEA 安全基準シリーズ SSG-35「原子炉等施設のサイトサーベイ及びサイト選定」（Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations）に沿ったものにする、および、サイト選定手続きにおいて追加的なサイト固有の情報を収集し組み込むことを勧告した。（2024 年 6 月 6 日付 IAEA）

- * スリランカはサイト調査の段階を完了しており、3 つの異なる地域から 6 か所の原子力発電所建設サイト候補地を特定している。原子力発電所建設サイトの決定に向けた次の段階は、候補地についての評価、比較調査、および格付け調査等である。

スリランカ、30 万～40 万 kW の原子力発電導入を検討中：2025 年 3 月 4 日付の報道によると、K.ジャヤコディ（Kumara Jayakody）エネルギー大臣は、スリランカ政府は 30 万～40 万 kW の原子力発電所建設を検討していることを国会に対して明らかにした。原子力エネルギーに関する取り組みは、国際原子力機関（IAEA）、スリランカのエネルギー省（Ministry of Energy）、スリランカ原子力委員会（SLAEB）、スリランカ原子力規制委員会（Sri Lanka Atomic Energy Regulatory Council）による直接的な監督の下で実施されている。また、スリランカは国際支援によって原子力エネルギーに関する規制枠組みの策定にも取り組んでいるという。（2025 年 3 月 4 日付 economynext）

20.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

20.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

20.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

20.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

20.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

20.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

20.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

21 タイ

21.1 原子力事情・原子力政策動向

タイ首相、SMRの導入を模索していると発言:2024年5月31日、S.タウィーシン(Srettha Thavisin)首相は、発電用の天然ガスの備蓄量を低減させつつタイの発電電源構成を多様化させるために、小型モジュール炉(SMR)を導入することを模索していると述べた。同首相は、2040年までに同国の発電の50%を再生可能エネルギーによって行うことを定めた包括的なロードマップを実施中であると述べた上で、同国の製造業をより環境に優しい業界にするために産業用の発電源としてSMRの導入を模索していると述べた。(2024年5月31日付 Reuters)

NEPC、原子力政策を推進:2024年11月1日、タイ原子力平和利用事務局(OAP:Office of Atoms for Peace)は、副首相の代理でスパマート・イサラパックディー(Supamas Isarabhakdi)高等教育・科学・研究・イノベーション大臣が委員長を務めた原子力平和利用委員会(NEPC:Nuclear Energy for Peace Committee)*において、効率性、機敏性、および包括的な法的監督(legal oversight)を強化するためのNEPC小委員会に対する調整が承認されたことを発表した。委員会の重要な議題は電源開発計画(PDP:Power Development Plan)に沿った将来の原子力発電の準備として、タイのクリーンエネルギー・サステナビリティ政策の一部としての小型モジュール炉(SMR)の検討であった。(2024年11月1日付 OAP)

* 科学、工学、医学、農学、法学などの各種分野の専門家と各省庁の代表者が出席し、政府庁舎(Government House)にて開催された。

EGAT、SMR計画において中国の玲龍一号等のSMRを調査中:2024年11月5日付の報道によると、タイ電力公社(EGAT:Electricity Generating Authority of Thailand)は、小型モジュール炉(SMR)計画の詳細を明らかにした。EGATは18か国から80種類以上のSMRについて調査しており、その中には中国による玲龍一号(Linglong One)*が含まれているという。(2024年11月5日付 The Nation)

* 中国・海南省の昌江(Changjiang)において、世界初の地上型商用SMRとして建設中である。

21.2 国際協力動向

米国とタイが123協定に署名:2025年1月14日、米国とタイは、通称123協定(123 Agreement)と呼ばれる原子力平和利用協力協定(Agreement for Cooperation Concerning Peaceful Uses of Nuclear Energy)に署名した。両国間では1974年民生原子力協力協定(1974 Civil Nuclear Cooperation Agreement)が締結されたが、2014年6月に失効していた。米国は今回の123協定締結に関する発表において、タイとの二国間協力を再構築できることを歓迎すると述べている。(2025年1月14日付 U.S. Department of State)

タイと中国、タイにおける SMR 導入協力を定めた MOU を締結：2025 年 2 月 6 日、タイ高等教育・科学・研究・イノベーション省（MHESI：Ministry of Higher Education, Science, Research, and Innovation）のスパチャイ・パトゥムナクル（Supachai Pathumnakul）事務次官と中国国家原子能機構（CAEA：China Atomic Energy Authority）の単忠徳（Shan Zhongde）会長（Chairman）は、原子力技術平和利用における協力に係る了解覚書（MOU）に署名した*¹。MOU の主要な焦点は小型モジュール炉（SMR）導入のための調査および準備にあるという。両国は今後 5 年間のロードマップおよび実施計画を策定するための共同作業部会を設置する*²。また、2 月 7 日には CAEA と MHESI およびタイ原子力平和利用事務局（OAP）による二国間協議が行われ、SMR を用いた発電に向けた原子力技術導入準備のため、CAEA は訓練や能力開発において MHESI を支援する意向を明らかにした。（2025 年 2 月 7 日付 Office of Atoms for Peace）

*1 署名には両国首相のほかタイ原子力平和利用事務局（OAP）関係者が立ち会った。

*2 ロードマップ作成にあたっては OAP が主要コーディネーターとして活動する。

タイと韓国、SMR 等の原子力研究開発を進めることで合意：2025 年 3 月 21 日、タイ政府と韓国政府は、平和利用目的の原子力研究開発を進めるための合意に署名した。スパマート・イサラバクティ（Supamas Isarabhakdi）高等教育大臣とパク・ヨンミン（Park Yongmin）駐タイ韓国大使による会談の際に署名されたもので、スパマート大臣は小型モジュール炉（SMR）の研究開発における協力の拡大に繋がるものであると述べている。パク大使は原子力、原子力安全、核融合技術、人工知能（AI）等において専門家の協力、技術共有および知識交換を通じてタイを支援することを強調した。（2025 年 3 月 23 日付 the nation）

21.3 原子力研究開発推進・規制体制

エネルギー規制委員会が OAP と共同で原子力規制について調査：2024 年 11 月 19 日付の報道によると、エネルギー規制委員会（ERC：Energy Regulatory Commission）は、タイにおける原子力エネルギー利用に備えるため*、小型モジュール炉（SMR）事業の法的側面について検討を行う方針を明らかにした。ERC はタイ原子力平和利用事務局（OAP）と了解覚書（MOU）を締結し、タイにおいて原子力事業を進めるにあたって必要な規制に関する調査を共同で実施すると予定であるという。この MOU は、運転の枠組みの大枠を作成し、公聴会を実施し、クリーンかつ低コストのエネルギーを推進することを目的とした調査委員会（study committee）の設立を目的としているとされる。調査委員会はエネルギー省（Ministry of Energy）、タイ電力公社（EGAT）、科学技術省（Ministry of Science & Technology）、高等教育・科学・研究・イノベーション省（MHESI）、およびその他関連機関の代表者により構成される。なお、ERC はその他発電所と同様に原子力発電所に対しても許認可と監督に関する規制を担う可能性があるという。（2024 年 11 月 19 日付 NUCNET、11 月 20 日付 Nuclear Engineering International）

* 本件に係る報道では、タイ政府が原子力エネルギー導入を検討する背景として、タイ国内におけるガス供給の不足が差し迫っているとともに、未境界画定水域（OCA：Overlapping Claims Area）

における石油共同生産についてのカンボジアとの交渉が不調に終わったことが指摘されている。タイランド湾の両国間にある地域には資源開発権がどちらに帰属するか確定していない水域があるが、この水域には多量の天然ガスが存在していると目されている。

CNNC からスラナリー工科大学に小型中性子源炉用設備等が輸出される：2024 年 11 月 12 日、中国核工業集団（CNNC）は、タイのスラナリー工科大学（Suranaree University of Technology）において建設が予定されている小型中性子源炉（MNSR：Miniature Neutron Source Reactor）用システム*1 および設備の輸出のための発送式（shipping ceremony）を開催した*2。CNNC は、この式典をもってタイのマイクロ炉事業が正式に建設段階に入ったと述べている。MNSR は、CNNC 傘下の中国原子能科学院（CIAE：China Institute of Atomic Energy）が独自に開発した定格出力 30kW の小型研究炉である。CNNC は MNSR について、放射線について安全であり、環境にやさしく、運転出力が低く、単純な構造であり、建設・運転・管理費用が安く、高い固有の安全性を有していることから、大学や病院、原子力研究機関等の人口密集地帯に存在する施設での設置に適しているとしている。スラナリー工科大学におけるマイクロ炉事業は 2015 年に開始されたもので、MNSR は中性子捕捉療法等に使用される予定である。（2024 年 11 月 20 日付 World Nuclear News、11 月 25 日付 CNNC）

*1 SUT-RR と呼称される。なお、CIAE は中国内外で 10 件の MSNR 事業に参加しており、うち 5 件は中国国内で実施されている事業である。SUT-RR は、CIAE が設計した MNSR として 6 番目の設計にあたる。

*2 輸出を記念する式典には、タイ側からタイ原子力平和利用事務局（OAP）やスラナリー工科大学の要人が出席した。

21.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

21.5 次世代炉

タイにおける CMSR パワーバージの配備に向けた MOU が締結される：2024 年 4 月 24 日、タイのグローバル・パワー・シナジー・パブリック社（GPSC：Global Power Synergy Public Company Limited）*1 と、デンマークのシーボーグ・テクノロジーズ（Seaborg Technologies）社は、シーボーグ社が開発する小型熔融塩炉（CMSR：Compact Molten Salt Reactor）を搭載した CMSR パワーバージ（CMSR Power Barge）*2 をタイにおいて配備する可能性を探るための了解覚書（MOU）を締結した。MOU に基づき GPSC とシーボーグ社は、CMSR パワーバージがタイのネットゼロ（net-zero）への移行支援においてどのように活用できるかを評価するとしている。また、両社はこの評価を用いて、CMSR パワーバージの商業展開について実現可能かつ商業的に実行可能である（採算がとれる）ような初期プロジェクトの範囲を策定するという。これらの調査は 2024 ～2027 年の約 4 年間で掛け行われる見込みである。なお、シーボーグ社によると、事業が投

資準備 (investment-ready) 状態まで成熟した後は、両社は計画実現を目的として国外からの直接投資の誘致に取り組む計画であるという。また、調査結果に基づき、容量 20 万～80 万 kWe の CMSR パワーバージの開発および配備といった更なる協力が検討される見込みである。(2024 年 4 月 24 日付 Global Power Synergy Public Company、4 月 26 日付 Seaborg Technologies、4 月 30 日付 World Nuclear News)

- *1 GPSC はタイの国営石油・ガス企業である PTT グループ (PTT Group) の子会社であり、革新的で持続可能な電力事業に取り組んでいる。
- *2 シーボーグ社が開発する小型熔融塩炉 (CMSR) は冷却材として機能する液体塩中に燃料が溶解しており、緊急時には原子炉をシャットダウンすることにより固化することができる。CMSR の運転寿命は 24 年、出力は 10 万 kW であり、この CMSR をはしけ船 (barge) に 2～8 基搭載した CMSR パワーバージ (CMSR Power Barge) が提案されている。シーボーグ社は 2024 年に商用プロトタイプを建造し、2026 年には商用発電を開始する計画を立てている。なお、低濃縮フッ化物燃料塩は未だ商業利用に至っていないことから、シーボーグ社は初期の CMSR パワーバージについては低濃縮ウラン (LEU) を使用する方針を発表している。シーボーグ社はタイのほか、インドネシア、ベトナムにおいても CMSR パワーバージの配備に向けて活動している。

21.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

21.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

21.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

第 15 回核不拡散および軍縮に関する ASEAN 地域フォーラム期間会合: 2024 年 4 月 29 日～5 月 1 日、第 15 回核不拡散および軍縮に関する ASEAN 地域フォーラム期間会合 (ARF ISM on NPD: ASEAN Regional Forum Inter-Sessional Meeting on Non-Proliferation and Disarmament) が米国ハワイ州のホノルル (Honolulu) において開催された。この会合は、タイ、スリランカ、および米国が共催した。この会合の目的は、核不拡散と核兵器の削減に関する地域的な取組みを促進することであった。タイ原子力平和利用事務局 (OAP) の代表者はタイの電源開発計画および原子力プログラムに対する原子力規制機関としての OAP の準備について発言する機会があった。(2024 年 4 月 30 日付 Office of Atoms for Peace)

22 ベトナム

22.1 原子力事情・原子力政策動向

ベトナムで原子力施設建設へ向けた動きが明らかに：2024 年 9 月 17 日付の報道によると、商工省（MoIT：Ministry of Industry and Trade）は、常任政府（Permanent Government）からの指示により*1、将来のベトナムのエネルギー・マトリックスにおいて原子力技術を統合するための提案を作成することを目的として、各国における原子力発電開発の包括的調査を実施するという*2。MoIT は党政治局（Politburo）に対し、原子力開発に関する調査結果（findings）と提言（recommendations）を報告することになる。また、ベトナムは第 68 回国際原子力機関（IAEA）総会の声明（Statement）において、運転開始から 40 年が経過したダラット研究炉（Da Lat reactor）を代替する目的で、1 万 5,000kW までの拡張性を持つ 1 万 kW の研究炉を有する原子力科学技術研究センター（Research Center for Nuclear Science and Technology）を設置する事業を進めていることを明らかにした。事業は現在、サイト調査およびサイト評価、ならびにフィージビリティスタディ報告書の作成の段階にあるという。（2024 年 9 月 17 日付 Nuclear Engineering International、9 月 24 日取得 IAEA）

- *1 常任政府は第 8 次国家電源開発基本計画（PDP8：Power Development Plan VIII）の下で全てのエネルギー源の早急な評価を求めている。MoIT に対する今回の指示は、ガスおよび養生風力発電部門における課題を取り扱う重要な会議において、常任政府が提示した結論に基づいたものであるとされる。
- *2 なお、MoIT は法的な障壁にも取り組んでおり、効率的な戦略と現在の規制枠組みを統合し洗練することを目的として電力法（Electricity Law）の改正を決着させるための努力を行っている。作業部会は 9 月 20 日までに法案を完成させ、承認のために国会（National Assembly）へ提出しなければならないという。

改正電力法案で原子力発電事業は国が独占する方針が示される：2024 年 10 月 22 日付の報道によると、グエン・ホン・ジエン（Nguyễn Hồng Diên）商工大臣は、国会において改正電力法案（draft revised electricity law）を明らかにした*。法案では、原子力発電所や戦略的多目的水力発電所、送電網等は国家安全保障にかかわる重要事業と見做されることから、国が投資・建設・運用を独占するとされている。法案において原子力発電開発計画については、電力供給の安全保障を保証するため、全体的な電力開発計画と同調するように策定するとされている。また、原子力発電所の投資・建設・運転・廃止措置・安全性の確保は原子力法（Law on Atomic Energy）および関連法規に従う必要があるとされる。原子力事業は高水準の安全性を確かなものとするため、最新の検証済技術（verified technology）を用いるという。（2024 年 10 月 22 日付 Viet Nam News）

- * 改正の理由として、電力法は施行から 20 年が経過し多くの課題を抱えており、時代に合うように更新する必要があるということが挙げられている。

商工省、原子力発電の必要性を政府に報告：2024 年 11 月 17 日付の報道によると、商工省（MoIT）は、第 8 次国家電源開発基本計画（PDP8：Power Development Plan VIII）*に基づいて同国国内

の将来の電力需要について再評価を行い、原子力発電の可能性についてベトナム政府に対して報告を行ったとのことである。この報告において MoIT は、電力需要について再評価を行った結果、発電電源構成として原子力を考慮していない PDP8 の下では 2026～2030 年の間に発電容量が不足する深刻なリスクに直面するとの見解が示されている。その上で MoIT は、原子力発電について、ベトナムの将来の持続可能な開発とエネルギー安全保障のために大規模で安定的、かつグリーンなエネルギーをもたらすものであるとして、ベトナムの原子力発電建設計画を再開することの根拠を述べている。また同時に MoIT は、どのような規模であれ、小型モジュール炉（SMR）を含めた原子力発電の開発は、ベトナム共産党とベトナム政府の指示と合致する形で行われる必要があること、および全ての投資は原子力法（Law on Atomic Energy）に従う必要があることに言及している。（2024 年 11 月 17 日付 Viet Nam News、Vietnam Net）

- * PDP8 の正式名称は「2021～2030 年を対象とした国家電力開発計画」（National Electricity Development Plan for 2021 - 2030）であり、2023 年 5 月 15 日にベトナム政府が発出した「決定 500/QĐ-TTg」（Decision 500/QĐ-TTg）を以て承認されていた。PDP8 においては、再生可能エネルギーを中心とした発電電源構成の実現を目標としており、その中に原子力は含まれていなかった。

ベトナム議会、ニン・トゥアン原子力発電計画の再開で合意：2024 年 11 月 30 日付の報道によると、ベトナム議会（National Assembly）は、2016 年 11 月に中止されたニン・トゥアン（Ninh Thuận）省における原子力発電計画^{*1}を再開することで合意した。11 月 29 日に可決された議決（resolution）の下で、ベトナム政府はニン・トゥアン原子力発電計画を再開するためのリソースを配分するように求められているほか、原子力法（Law on Atomic Energy）を含む関連法の調査および修正を、関連省庁・機関に指示するよう要求されている。ベトナム政府によると、原子力発電計画が原則承認（in-principle approval）を得た後は、関係当局（relevant authorities）がエネルギー開発戦略や電力産業戦略等の関連する戦略における原子力エネルギー開発の方針を検討・更新するとともに、大規模原子力発電所、小型原子力発電所、マイクロ規模の原子力発電所等の様々な種類の原子力発電所について可能性を詳述した原子力発電開発計画を策定するという。また、11 月 29 日には、原子力発電に関する規定が盛り込まれた改正電力法（amended Electricity Law）が議会で承認されている^{*2}。なお、商工省（MoIT）のグエン・シン・ニャット・タン（Nguyen Sinh Nhat Tan）副大臣によると、ニン・トゥアン原子力発電計画の正確なコスト評価は進行中であるが、数十億ドルの投資が必要になると予測されている。（2024 年 11 月 30 日付 The Investor、12 月 8 日付 Tuoi Tre News）

- *1 2005 年にベトナム共産党中央委員会はニン・トゥアンにおいて 2 つの原子力発電所を建設する計画を承認し、2009 年には議会も計画を承認した。しかし 2016 年 11 月に、安全面、資金面、技術面の問題から議会はニン・トゥアンにおける原子力発電計画の中止を決定した。
- *2 2024 年 10 月 22 日付の報道によると、グエン・ホン・ジエン（Nguyễn Hồng Diên）商工大臣は、国会において改正電力法案を明らかにした。法案では、原子力発電所や戦略的多目的水力発電所、送電網等は国家安全保障にかかわる重要事業と見做されることから、国が投資・建設・運用を独占するとされている。法案において原子力発電開発計画については、電力供給の安全保障を保証するため、全体的な電力開発計画と同調するように策定するとされている。また、原子力発電所の投資・建設・運転・廃止措置・安全性の確保は原子力法（Law on Atomic Energy）および関連法規に従う必要があるとされる。原子力事業は高水準の安全性を確かなものとするため、最新の検証済技術（verified technology）を用いるという。

首相、2030年までに原子力発電所建設完了との方針を示す:2025年1月15日付の報道によると、ファム・ミン・チン（Phạm Minh Chính）首相は、ニン・トゥアン（Ninh Thuận）県におけるベトナム初の原子力発電所計画について、ベトナム共産党創立100周年にあたる2030年までに完了しなければならない（運転を開始しなければならない）との方針を述べた。また、2025年1月10日付で原子力発電所建設運営委員会（Steering Committee for Nuclear Power Plant Construction）が新たに設置され、同首相が委員長に就任したという。チン首相は関連省庁・機関・地方政府の責任を明確化した、具体的な5か年計画および年次計画の必要性を強調した。これらの団体は、原子力発電所建設における詳細なタスク提案を商工省（MoIT）に対し提出することが求められる。また、チン首相は MoIT に対し、原子力発電所建設事業に関連したすべての必要な計画を2025年2月28日までに更新・最終化するよう求めている。このほか、チン首相はベトナム電力公社（EVN）に対し、ベトナムが現在有する約400名の原子力エネルギー分野の専門家を直ちに動員するとともに、新たな訓練のニーズを特定するよう指示した。あわせて詳細な人材開発計画も速やかに政府に報告する必要があるという。（2025年1月15日付 Viet Nam News）

首相が2031年末までのニン・トゥアン運転開始を指示するも、商工省は2035年運転開始の見通しを示す:2025年2月6日付の報道によると、ファム・ミン・チン（Phạm Minh Chính）首相は、原子力発電所建設運営委員会（steering committee for the construction of nuclear power plants）の第2回会合において、建設事業完了の時期を前倒して遅くとも2031年末、目標としては2030年末とする方針を示した*¹。ベトナムが計画しているニン・トゥアン（Ninh Thuận）原子力発電所事業は、それぞれ2基の原子炉から構成される2つの原子力発電所からなる。ニン・トゥアン I 原子力発電所は Thuan Nam 地区の Phuoc Dinh コミュニティに位置し、ニン・トゥアン II 原子力発電所は Ninh Hai 地区の Vinh Hai コミュニティに位置する。同首相はこの会合において、ニン・トゥアン I 原子力発電所の投資事業者としてベトナム電力公社（EVN）を、ニン・トゥアン II 原子力発電所の投資事業者としてベトナム石油・ガスグループ（Petrovietnam、Vietnam Oil & Gas Group）*²を指定したという。このほか同首相は、建設事業に参加する外国パートナーの選定について、EVN、ペトロベトナム、および関連機関は2025年2月中に交渉のための実務代表団を派遣する必要があると述べている*³。なお、商工省（MoIT）は第8次国家電源開発基本計画（PDP8）改定案において、ベトナム初の原子力発電所となるニン・トゥアン I 原子力発電所の運転開始時期は最速で2035年になるとの見通しを示している*⁴。（2025年2月6日付 World Nuclear News、The Investor）

*¹ 2030年はベトナム建国85周年にあたる。

*² ベトナムの国営石油・ガス企業。

*³ ロイター通信（Reuters）の2月4日付の報道によると、外国パートナー選定にあたっての交渉先にロシア、日本、韓国、フランス、および米国が含まれるという。

*⁴ 一般的な手続きにおいて、原子力発電所事業は投資準備から運転開始まで148か月を要するとされていることから、ニン・トゥアン I 原子力発電所の場合は2037年半ばの運転開始が見込まれる。しかし商工省は、実現可能性調査や建設承認の段階を短縮することで事業スピードの向上を図ることは可能であるとしている。また商工省は、ロシアがベラルーシやトルコ、バングラデシュ、エジプトにおいて原子力発電所の建設から運転開始までを7～8年間で達成していることから、10年間という事業期間は実現可能であるとも述べている。

放射線利用等を含む 2030 年までの原子力エネルギー基本計画を副首相が承認：2025 年 2 月 10 日付の報道によると、ブイ・タイン・ソン（Bùi Thanh Sơn）副首相は、原子力エネルギー基本計画にあたる「2030 年までの原子力エネルギー開発・利用および 2050 年までの構想に係る決定 245/QĐ-TTg 号」（Decision No. 245/QĐ-TTg on the development and application of atomic energy to 2030, with a vision to 2050）に署名した。この決定の全体的な目標は国際的慣行に沿って原子力エネルギーに関する法制度、政策、および国家管理機関を完成させることにある。放射線および放射性同位体利用分野においては、様々な産業およびセクターにおける広範かつ効果的な実施、生産性・品質・効率の向上、公衆衛生の改善、環境保護、原子力安全および核セキュリティの確保への貢献が図られる。また、国としての原子力発電開発プログラムの実施を継続しながら、ニン・トゥアン（Ninh Thuận）原子力発電事業の実施を支援するための国家的な原子力発電インフラの完成と開発に迅速に取り組むという。このほか今回の決定においては、ベトナムの状況に合わせて、放射性鉱物の探査、採掘、処理、および利用の方針を策定することにも焦点が置かれている。決定では、2030 年までの取り組みとして以下が挙げられているという。

- 放射線学、核医学、腫瘍学 - 放射線治療に特化した医療施設ネットワークを完成させる。
- 水資源・地質・鉱物の基礎調査、環境保護、気候変動対応、気象学・水文学的モニタリング・予測における原子力技術応用の開発を行う。
- 研究・実践能力を強化し、植物品種・微生物の開発・選択、植物保護、作物栽培学・作物の栄養、動物飼育、水産養殖、収穫後の保存・加工といった分野で放射線および放射性同位体の応用に関する先進技術を導入する。
- 原子力科学技術能力、人材訓練、原子力安全・核セキュリティ確立においては、既存の研究・訓練機関の機能再編および技術インフラの向上を図る。

このほか、ニン・トゥアン原子力発電事業実施および原子力エネルギー開発・利用において、原子力安全および核セキュリティを確保するための技術的支援能力の強化に関する取り組みも実施される見込みである。（2025 年 2 月 10 日付 Viet Nam News）

ニン・トゥアン原子力発電計画のための投資含む特別メカニズムについての決議：2025 年 2 月 28 日付の報道によると、チャン・タイン・マン（Trần Thanh Mẫn）国会議長が、ニン・トゥアン（Ninh Thuận）原子力発電計画における投資に関する特別メカニズムと政策に関する決議 189/2025/QH15 号（Resolution No 189/2025/QH15）に署名した。この決議により、投資決定および事業承認の調整と並行する形で、建設協力および信用供与（credit provision）について国際パートナーとの間で合意に署名することが可能となるという。投資家および契約事業者の選定については、首相が事業における投資家を指定する一方で、主要プラント建設に関する主要な契約については入札手続きは合理化されることが、今回の決議において規定されている。首相は事業パートナーとの交渉に基づき単価（unit prices）や規準（norms）の適用について決定する権限を有すると定められている。また、「企業における国家資本の利用および管理に係る法律」（Law on Management and Use of State Capital in Enterprises）に定められているように、投資家は国有資本管

理当局に対し、投資計画の詳細や資本移動計画、融資のための担保資産について承認を得るための提案書の提出を免除されているという。このほか同決議では、事業から生じる追加的歳入の70%に相当する目標補足予算を、中央政府がニン・トゥアン省の地方政府予算に毎年割り当てることが規定されている。また、地方分権（decentralisation system）によりニン・トゥアン省は未払い債務額が予算収入の90%を超過しないように外国から政府開発援助（ODA）資金と無償融資（concessional loans）を借り入れることとなる。（2025年2月28日付 Viet Nam News）

22.2 国際協力動向

ベトナムとロシアが原子力協力について協議：2024年6月19日、ロスアトム（ROSATOM）社のA.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁はベトナムのファム・ミン・チン（Phạm Minh Chính）首相と会談し、ベトナムにおける原子力科学技術センター（NSTC：Nuclear Science and Technology Center）建設計画*の実施状況について情報提供を行った。また、報道によると、リハチョフ総裁はファム・ミン・チン首相に対し原子力エネルギーの選択肢の範囲として、大型原子炉、小・中規模原子力発電所、陸上式および浮揚式の小型モジュール炉（SMR）といったロスアトム社の輸出製品のすべてを提示したという。同日にはリハチョフ総裁とフイン・タン・ダット（Huỳnh Thanh Dat）科学技術大臣による会談も行われ、会談ではNSTC建設計画の現状および実施計画、専門的な科学技術協力、ベトナムの原子力産業を対象とした人材育成について協議が行われた。6月20日にNSTC建設計画実施のためのスケジュールに関する省庁間覚書（interdepartmental memorandum）が締結された。（2024年6月20日付 ROSATOM、6月21日付 World Nuclear News）

* 2011年にベトナムとロシアが締結した政府間合意において原子力科学技術センター（NSTC）が含まれている。

ベトナムとロシアが原子力発電における協力強化に関する協定に署名：2025年1月14日、ベトナム電力公社（EVN）とロスアトム（ROSATOM）社は、原子力発電における協力を強化することを定めた協定に署名した。協定への署名に先立ち、1月13日にファム・ミン・チン（Phạm Minh Chính）首相はロスアトム社のA.リハチョフ（Alexey Likhachev）CEOと会談し、ロシアに対し、原子力プログラムのための人材訓練および技術移転についてベトナムを支援するよう要請した。（2025年1月15日付 NucNet）

チン首相、仏米に対して原子力分野等での協力拡大への期待を表明：ファム・ミン・チン（Phạm Minh Chính）首相は、ベトナム国内におけるグリーン・エネルギーとクリーンエネルギーに対する投資を拡大することおよび原子力プロジェクト開発においてベトナム側の提携企業に対する支援を行うことについて、2025年3月12日にフランス電力会社（EDF）に対して呼び掛けたほか、同13日に駐ベトナム米国大使のM.E.ナッパー（Marc Evans Knapper）氏に対してベトナム政府として米国について戦略的に重要なパートナーであると考えていると述べた*¹。チン首相の

呼び掛けに対してフランス側は、「ベトナム - フランス包括的戦略パートナーシップ」(Viêt Nam-France Comprehensive Strategic Partnership) *2 に沿ってエネルギー部門（特に再生可能エネルギー・プロジェクト開発）においてベトナムに対する協力と投資の拡大を継続したいとの意向を示したほか、ベトナムの原子力発電プロジェクトにフランスが参画することについてフランス政府および EDF が特に関心を示していると述べた。一方、チン首相の発言に対してナッパ駐ベトナム米国大使は、様々な分野で不可欠となる鉱物の利用と原子力研究開発において、両国の協力を拡大したいとの考えを明らかにしている。なお 2025 年は、ベトナムと米国の間で外交関係が樹立されてから 30 周年にあたる。(2025 年 3 月 12 日付 Viet Nam News、3 月 13 日付 Viet Nam News)

- *1 いずれも仏米の駐ベトナム大使の訪問を受けた際の同首相の発言である。
- *2 2024 年 10 月 8 日、ベトナム政府は、同パートナーシップについての共同声明を両国が発表したことを明らかにしている。同パートナーシップは、両国の政治的な協力を深化させること、国防とセキュリティにおける協力を強化すること、貿易と技術革新を促進させるために経済協力を強化すること、持続可能な発展と自主独立のたへの協力を強化すること、および人的交流を継続して促進していくことが謳われている。

22.3 原子力研究開発推進・規制体制

ドンナイ省においてロスアトム社と共同で CNST を建設: 2024 年 7 月 4 日、科学技術省 (MOST : Ministry of Science and Technology) の傘下にあるベトナム原子力研究所 (VINATOM : Vietnam Atomic Energy Institute) のチャン・チ・タン (Tran Chi Thanh) 所長は、ベトナム南部のドンナイ (Dong Nai) 省のロンカイン (Long Khanh) 市において熱出力 1 万 kW の研究炉 *1 を伴う「原子力科学技術研究センター」(CNST : Nuclear Science and Technology Research Center) を MOST とロシアのロスアトム (ROSATOM) 社が共同で建設する予定であることを明らかにした *2。この CNST においては、医療用・産業用の放射性同位体を製造し、半導体材料を製造するために中性子によるシリコン照射を行うとともに、原子力エネルギー部門を対象とした労働者の訓練を行うほか、材料科学と物理科学において研究を行うこととなっている。チャン所長は、建設予定の CNST に設置される研究炉のような規模の大型でシリコン照射を行う能力を持った原子炉がベトナムにおいて稼働するのは初めてのことでありとの認識を示した上で、ベトナム側の人員の訓練を行うこととベトナム側の専門家を同 CNST 建設計画に参画させることをロスアトム社に対してベトナム政府が要請したことを明らかにした。一方、MOST のグエン・ホアン・ザン (Nguyen Hoang Giang) 事務次官 (deputy minister) は、ベトナムの原子力政策について、社会経済開発に関連した平和利用を目的としたものであると強調している。なお MOST は、同 CNST 建設計画について、操業の前後の段階での業務を行うための人員を既に準備しているところであるという *3。(2024 年 7 月 5 日付 The Investor、Saigon News)

- *1 この研究炉はプール型軽水炉であり、燃料としてロシア製の低濃縮ウラン (LEU) を使用する。
- *2 この CNST の建設計画は、ベトナムとロシアの両国の規制と国際原子力機関 (IAEA) の規則 (安全基準等) に従って進行する予定である。なおベトナム政府とロシア政府は、ダラット (Dalat) 市において原子力科学技術研究センターを設立するために、5 億ドルの融資を行うことで合意

していた。当初は 2015 年に着工し、2018 年に完成させることを目指していたが、建設サイトが決まらず計画が遅延していた。今回 CNST の建設が決まったドンナイ省は、ダラット市が所在するラムドン（Lam Dong）省とは別である。

- *3 MOST は、炉物理、CNST の設計、研究炉を利用した放射性同位体の製造、材料研究、半導体製造のためのシリコン照射、放射能解析の研究、環境防護、および原子力安全について、専門家集団を確立することを VINATOM に対して命じている。

ロスアトム社はベトナムにおいて 2027 年に新研究炉建設を開始する計画：2025 年 1 月 15 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社の A.リハチョフ（Alexey Likhachev）CEO は、2027 年中にベトナムにおいて 1 万 5,000kW 規模のロシア製研究炉の建設を開始する計画であることを明らかにした。リハチョフ CEO によるとフィージビリティスタディは既に契約を終えて進行中であり、2026 年には研究炉建設に関する契約締結を行う意向であるという。（2025 年 1 月 15 日付 TASS）

22.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

22.5 次世代炉

（新たな動向情報はありませんでした）

22.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

（新たな動向情報はありませんでした）

22.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

22.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

（新たな動向情報はありませんでした）

23 台湾

23.1 原子力事情・原子力政策動向

卓行政院長が第三原子力発電所の運転延長に関する規制改訂の計画はないと述べる：2024年6月7日付の報道によると、卓榮泰（Cho Jung-tai）行政院長は、台湾において唯一運転中の原子力発電所である第三（馬鞍山（Maanshan））原子力発電所1、2号機について、継続運転を可能とするような規制の改定を行う計画はないことを明らかにした。同発電所1号機は2024年7月、2号機は2025年5月にそれぞれ運転認可が失効し、廃止措置段階に入る見込みである。台湾では原子力施設規制法と関連規則により認可期限の少なくとも5年前に核能安全委員会（NSC：Nuclear Safety Commission）に対し運転認可の更新申請を提出する必要があるため、卓行政院長の発言は、運転認可の更新申請が行われていない同発電所の運転継続について法的根拠がないというように同行政院長が判断していることを意味するものであるとのことである。卓行政院長は、同発電所の運転停止に伴うエネルギー源の喪失を、多様なグリーンエネルギー源の開発によりまかなうとしている*¹。なお今回の卓行政院長の発言は、台湾における電力需要増加を踏まえ第三原子力発電所の運転延長と恒久停止した第二原子力発電所の運転再開について6月5日に郭智輝（J.W. Kuo）経済部長が言及した件について*²、その発言を否定するものとして報道されている。（2024年6月7日付 Focus Taiwan）

*¹ 2023年の台湾のエネルギーミックスにおいて、原子力発電が6.3%、化石燃料が83.1%、再生可能エネルギーが9.5%を占めている。

*² 郭経済部長は、2024年5月30日にも人工知能（AI）の急速な発展の可能性を考慮した場合に第三原子力発電所をバックアップとして活用することについて言及している。

第三原子力発電所1号機は予定通り2024年7月27日を以て廃止措置へ：2024年7月11日、行政院（内閣）の陳世凱（Chen Shih-kai）報道官は、第三（馬鞍山（Maanshan））原子力発電所1号機について、運転認可が期限切れとなる2024年7月27日を以て予定通りに廃止措置を開始する予定であることを明らかにした*。同報道官は、原子炉施設規制法（Nuclear Reactor Facilities Regulation Act）とその細則が2024年7月27日以降に改訂されることにより同発電所の再稼働が可能になったとしても、同発電所が直ちに発電を再開することは難しいとの見解を明らかにした。台湾の規制においては、運転期間を延長しようとする原子炉について、遅くとも運転認可が切れる5～15年前までに運転認可の更新を行わなかった場合には、その原子炉の運転を継続してはならないこととなっている。なお同発電所2号機については、40年間にわたる運転期間を経た2025年5月に恒久停止する予定である。（2024年7月11日付 Focus Taiwan CNA English News）

* 第三原子力発電所1号機は、7月27日に予定通り閉鎖された。

第三（馬鞍山）原子力発電所1号機が恒久停止される：2024年7月27日、第三（馬鞍山（Maanshan））原子力発電所1号機は、運転認可（40年間）の失効に伴い運転が停止され、翌28日に正式に

廃止措置段階に移行した。同発電所 1 号機は電気出力 93 万 6,000kWe の加圧水型軽水炉 (PWR) であった。同発電所 1 号機が運転を停止したことにより、台湾における運転中の発電炉は同発電所 2 号機 (PWR、93 万 8,000kWe) のみとなった。なお、同発電所 2 号機の運転認可 (40 年間) は 2025 年 5 月 17 日まで有効である。(2024 年 7 月 29 日付 World Nuclear News、7 月 30 日付 Nuclear Engineering International)

卓首相が原子力発電に対し引き続き門戸を開くとの発言:2024 年 11 月 26 日付の報道によると、卓榮泰 (Cho Jung-tai) 首相は、台湾のエネルギー供給における課題に関連して、原子力発電の利用にも門戸を開いたままとすると述べたという*¹。卓首相は「世界中で新たな原子力エネルギー技術が開発されており、台湾政府もそれから離れることはない」と述べた。その上で卓首相は、原子力エネルギーが安全に使用でき、放射性廃棄物処分の解決策が発見され、国民が原子力について合意に達した場合には台湾政府は原子力の利用に「非常に前向き」(we are actually very open to [it],) であると発言したという。この一連の発言についてフォーカス台湾 (Focus Taiwan) 紙*²は、与党である民主進歩党が公約としてきた「非核家園」(nuclear-free homeland) および 2025 年までの原子力発電の段階的廃止を撤回したように見えると指摘している。(2024 年 11 月 26 日付 Focus Taiwan)

*1 11 月 26 日に行われた中華民国工商協進会 (CNAIC : Chinese National Association of Industry and Commerce) 主催のビジネス朝食会の席上において卓首相が発言したもの。

*2 台湾の国営通信社である中央通訊社の英語版。

23.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

23.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

23.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

23.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

23.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

第二原子力発電所の乾式貯蔵施設建設計画が承認される：2024 年 8 月 22 日付および 23 日付の報道によると、台湾電力（Taipower）は、新北市（New Taipei City）萬里（Wanli）地区に立地する廃止措置中の第二（國聖（Guosheng））原子力発電所*の高レベル放射性廃棄物屋外乾式貯蔵施設および発電所解体に関する計画について、8 月 12 日からの週に新北市政府から承認を取得した。台湾電力は 2019 年に同発電所の廃止措置手続きを開始したが、貯蔵施設が不足しており、同発電所の使用済燃料プールに置かれた使用済燃料の取り出しや解体作業を開始できない状況にあった。そのため発電所サイト内に乾式貯蔵施設を建設する計画であったが、台湾電力はサイトにおける土壌・水保全計画について新北市政府の同意を得ることができず作業は中断していた。台北時報（Taipei Times）の報道によると、2024 年 4 月 1 日に台湾電力と新北市政府は行政調停を通じて合意に達し、5 月 10 日付で新北市は水資源保護および屋外乾式貯蔵施設の計画変更を承認した。その後、台湾電力は 6 月 12 日に乾式貯蔵施設に係る作業を開始しているという。フォーカス台湾（Focus Taiwan）の報道では台湾電力副社長の発言として、調停は 2024 年 6 月に完了し、台北市は 8 月中旬に乾式貯蔵施設建設のために策定した土壌・水保全計画を承認したとされている。台湾電力は 2025 年初めに屋外乾式貯蔵施設の建設を正式に開始し、2026 年末に使用済燃料プールからの使用済燃料の取り出しを開始する予定である。また台湾電力はあわせて更なる貯蔵スペースのために屋内乾式貯蔵施設も建設する方針であるという。使用済燃料の貯蔵や原子炉の解体、水・土壌品質の回復を含め、廃止措置には 25 年間を要する計画である。（2024 年 8 月 22 日付 Taipei Times、8 月 23 日付 Focus Taiwan）

* 第二（國聖）原子力発電所は 2 基の沸騰水型軽水炉（BWR）により構成され、1 号機は 1981 年、2 号機は 1983 年に商業運転を開始した。その後、1 号機は 2021 年、2 号機は 2023 年に恒久停止した。

第二原子力発電所の使用済燃料貯蔵施設の起工式が実施される：2024 年 1 月 2 日付の報道によると、台湾電力（Taiwan Power Company）は、第二（國聖（Guosheng））原子力発電所*1の使用済燃料屋外乾式貯蔵施設建設工事の起工式を実施した。台湾電力は米国の NAC インターナショナル（NAC International）社との間で、第二（國聖）原子力発電所向けに NAC インターナショナル社製マグナストア（Magnastor）使用済燃料貯蔵システムの供給に関する契約を 2010 年に締結した。同貯蔵施設に関する水・土地保全計画（water and soil conservation plan）が農業委員会（Council of Agriculture）により 2014 年に承認され、2024 年 8 月には 9 年間の議論を経て新北市（New Taipei City）により建設現場流出排水汚染削減計画（Construction Site Runoff Wastewater Pollution Reduction Plan）が承認された後、建設開始申請が 2024 年 11 月に承認された。同施設の土木工事は 2026 年完了見込みであり、新北市が完工承認を発給した後に試験操業が行われ、原子力安全委員会（NSC）に対し操業認可の申請が行われる予定である。台湾電力は 2027 年の操業認可取得を見込んでいる。なお、第二（國聖）原子力発電所の廃止措置計画には使用済燃料乾式貯蔵施設の建設が含まれている*2。しかし、管轄区域内に恒久的な使用済燃料貯蔵施設が設置されることに反対する新北市と台湾電力の間で論争があったことから、貯蔵

施設の建設は遅延していた。(2024 年 1 月 2 日付 World Nuclear News)

- *1 第二（國聖）原子力発電所は 2 基の沸騰水型軽水炉（BWR）により構成され、1 号機は 1981 年、2 号機は 1983 年に商業運転を開始した。その後、1 号機は 2021 年、2 号機は 2023 年に恒久停止した。
- *2 台湾電力は、使用済燃料乾式貯蔵施設が完工し操業認可を取得してはじめて、炉心からの段階的な燃料取り出しが可能となり、廃止措置を完全に実施することが可能となるとしている。

23.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

23.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

24 オランダ

24.1 原子力事情・原子力政策動向

ULC エナジー社が原子力推進バルクキャリアについての調査を完了：2024 年 9 月 27 日、原子力開発・コンサルティング企業である ULC エナジー（ULC-Energy）社は、ニューカッスルマックス・バルクキャリア（Newcastlemax Bulk Carrier）^{*1}における民生原子力発電の利用について、低硫黄燃料油（VLSFO：very low sulfur fuel oil）によって稼働する船やアンモニア燃料によって稼働する船との比較も含め、設計および経済的影響を分析する調査を完了したことを発表した^{*}。² ULC エナジー社によると、この調査により以下の点が明らかになったという。

1. 原子炉をニューカッスルマックス・バルクキャリアに統合するために必要な構造上・安全上の修正が貨物容量に対し与える影響は僅かである。
2. アンモニアや VLSFO と比較して、原子力推進は積載トンあたりの運用コストが最も低い。原子力船の燃料費の低さは船舶の建造に必要な高額な資本支出により一部相殺されるものの、原子力推進のニューカッスルマックス・バルクキャリアは温室効果ガスを排出せず、より長く、より速く、より安価に航行可能である。
3. 原子力推進のニューカッスルマックス・バルクキャリアは温室効果ガスの排出がほぼゼロであり、グリーンアンモニア^{*3} 推進の船舶よりも排出量が少なく、海運業界の脱炭素化目標^{*4}を支援するような原子力推進の可能性を示している。

なお、この ULC エナジー社による調査では、民生用の原子力推進海運においては許認可や運転等における課題が存在することが確認されている。また、海上での使用が検討されている原子炉設計のほとんどが未だ概念設計段階にあることから、資本コストの推計には限界があることも指摘されている^{*5}。（2024 年 9 月 27 日付 ULC-Energy、9 月 30 日付 World Nuclear News）

- *1 バルクキャリアは、梱包されずに輸送される鉄鉱石・穀物・石炭等のバラ積みの貨物を専門に輸送する船舶を指す。「ニューカッスルマックス」とはオーストラリアのニューカッスル港に入港可能な最大サイズであることを示す。
- *2 調査は C ジョブ・ネイバル・アーキテクト（C-Job Naval Architects）社の協力により実施された。
- *3 グリーンアンモニアとは、再生可能エネルギーを使用し二酸化炭素（CO₂）を排出しない方法で生成された水素を元に作られたアンモニアを指す。
- *4 国際海事機関（IMO）は、国際海運業からの温室効果ガス排出量を削減し、2050 年頃にネットゼロ排出を達成するとした新たな目標を 2023 年 7 月に採択している。
- *5 ULC エナジー社は、今後事業が成熟するに従い資本コストの推計も精度が向上するとしている。

オランダ政府による新規原子力発電所立地決定は遅延の見込み：2024 年 12 月 24 日付の報道によると、S.ヘルマンズ（Sophie Hermans）気候大臣（Climate Minister）付の報道官は、新規原子力発電所 2 件の立地決定が遅れており、予定されていた 2025 年に立地が決定されるかは不透明であることを明らかにした。当初は新規原子力発電所に適したサイトとして考えられていた場所は、ロッテルダム港のエールスト・マースフラクテ（Eerste Maasvlakte）地区、およびゼーラント州（Zeeland）のボルセレ（Borssele）^{*1}の 2 か所のみであった。前内閣^{*2}はボルセレを新規原

子力発電所 2 件の望ましい立地として指定したが、9 月以降にテルネーゼン（Terneuzen）、エームスハーヴェン（Eemshaven）、およびトゥエーデ・マースフラクテ（Tweede Maasvlakte）が立地候補として追加された。現内閣^{*3} はエームスハーヴェンを候補から除外することを望んでいるが、気候・グリーン成長省（Ministry of Climate and Green Growth）はエームスハーヴェンを含め調査を行う法的な義務があるという。報道官はこれら 3 地域が立地決定の延期における重要な要因であることを明らかにしている。（2024 年 12 月 24 日付 NL Times）

- *1 ゼーラント州ボルセレでは、オランダにおける唯一の運転中の原子力発電所であるボルセレ原子力発電所が運転中である。
- *2 第 4 次ルッテ内閣を指す。
- *3 2024 年 7 月に発足したスホーフ内閣を指す。

ヘルダーラント州内で SMR の建設に適した地域として 4 か所：2025 年 3 月 13 日付の報道によると、ヘルダーラント（Gelderland）州の委託を受けて原子力研究コンサルタントグループ・パラス炉準備財団連合（NRG-Pallas）^{*1} が実施した小型モジュール炉（SMR）の商業展開に適した地域に関する調査について、報告書が発行された。ヘルダーラント州は 1 基の SMR を 2027 年に建設することを対象として、SMR の建設に適した 2 か所を選定することを目標としており、今回発行された報告書では、同州内において、アーネム＝ナイメーヘン（Arnhem-Nijmegen）地域、リビーレンラント（Rivierenland）地域、アイセル＝ザウド（IJssel-Zuid）地域、およびラントマーレン（Randmeren）地域の 4 か所が SMR の建設のために潜在的に適していると評されている^{*2}。（2025 年 3 月 13 日付 World Nuclear News）

- *1 ペッテン（Petten）の高中性子束炉（HFR）等を有する原子力研究コンサルタントグループ（NRG）と、HFR の後継となる PALLAS 炉の建設に取り組むパラス炉準備財団（PALLAS：Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor）は、両組織が併存する形で連合を形成している。
- *2 これらの 4 地域は、十分に利用可能な空間、環境安全の保証、その地域における冷却用の水の十分な利用可能性、およびその地域におけるエネルギー需要といった、ヘルダーラント州において SMR を建設するための技術的な条件について調査を行った結果、SMR の商業展開に適した地域として名が挙げられている。

KHNP がオランダの新規炉建設計画から撤退：2025 年 3 月 19 日付の報道によると、韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、オランダのボルセラ（Borssele）原子力発電所サイトにおける新規炉 2 基の技術選定プロセスから撤退した。KHNP は 2023 年 12 月にボルセラにおいて韓国製原子炉 2 基を建設することについて実現可能性調査を実施するための契約を締結した。オランダの S.ヘルマンス（Sophie Hermans）気候・グリーン成長大臣によると、調査は完了したが最終協議の際に KHNP から撤退の意向が示されたという。KHNP は、撤退は自社による戦略的考慮に基づくものであり、オランダにおける事業の条件や性質とは無関係であるとしている。KHNP はスウェーデンおよびスロベニアにおける同様の原子炉技術選定プロセスからも撤退しており、今回の決定はこれに続くものであるという。なお、オランダにおける技術選定プロセスにはウェスチングハウス（WH）社とフランス電力会社（EDF）も参加している。ヘルマンス大臣は、KHNP の決定が競争入札の準備に影響を及ぼすことはなく、原子力発電所建設に向けた準備は迅速に進められると述べている。（2025 年 3 月 19 日付 World Nuclear News）

24.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

24.3 原子力研究開発推進・規制体制

デルフト工科大学の研究炉が冷中性子源装置を追加し再起動：2024 年 7 月 1 日、デルフト工科大学（TU Delft）は、デルフト工科大学原子炉研究所（TU Delft Reactor Institute）が有する研究炉について、改善された計器と冷中性子源装置の設置を含む改修を終えて再起動したことを発表した。改修後最初の研究成果は 2024 年 10 月の原子炉の正式な運転再開にあわせて明らかにされる予定である。この改修により、デルフト工科大学の研究炉は、欧州において冷中性子源装置による研究を実施できる 6 基の研究炉のうちの 1 基になったという。なお、冷中性子源装置の設計および製造は韓国原子力研究院（KAERI）が担当した。（2024 年 7 月 1 日付 TU Delft、7 月 9 日付 Nuclear Engineering International）

24.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

24.5 次世代炉

Thorizon 社と EDF R&D 社が Thorizon One の設計開発で協力協定に署名：2024 年 5 月 16 日、Thorizon 社^{*1}とフランス電力 R&D（EDF R&D）社^{*2}は、熔融塩炉 Thorizon One の設計開発を進めることを対象とした協力協定（cooperation agreement）に署名した。EDF R&D 社は、Thorizon 社による中性子炉心物理計算（neutronic core calculations）について検証するとともにシナリオ解析（scenario analyses）を実施し、欧州の原子炉群において燃料サイクルを完結させるために Thorizon One がどのように役立つかについて判断するとしている。（2024 年 5 月 16 日付 Thorizon）

- *1 Thorizon 社は原子力研究・コンサルタントグループ（NRG）のスピンオフ企業である。同社が開発する熔融塩炉 Thorizon One は熱出力 25 万 kWt、電気出力 10 万 kWe であり、カートリッジ方式（cartridge-based）炉心を特徴とし、核廃棄物とトリウムを組み合わせることで廃棄物の削減を目指す。同社は 2030 年までに 1 号機を建設することを目標とし、大規模な産業会社および公共体を対象としている。短期間で非原子力熔融塩実証装置（non-nuclear molten salt demonstrator）を建設し、Thorizon One の詳細設計を完了させる目的で、同社は 2022 年に 1,250 万ユーロの資金調達に成功している。
- *2 EDF R&D 社はフランス電力会社（EDF）の子会社であり、EDF グループの事業を支援するために研究開発と技術革新に取り組んでいる。EDF R&D 社は、フランス国内の 3 か所に事業拠点をもち、英国、ドイツ、イタリア、中国、シンガポール、および米国において研究所を擁している。

Thorizon One 溶融塩炉の予備的レビューで ANVS と ANS が協力：2024 年 9 月 4 日付の報道によると、オランダの Thorizon 社が開発する Thorizon One 溶融塩炉の許認可前申請（pre-license applications）を合理化するために、オランダの原子力安全・放射線防護庁（ANVS）と、フランスの原子力安全機関（ANS）および ANS の技術支援機関である放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）が、Thorizon One の予備的レビュー（preparatory review）において協力することで合意した。この予備的レビューは、オランダ・フランス両国における将来的な許認可手続きを促進するため、原子炉の設計および安全機能に関する理解を深めることを目的としている。Thorizon 社によると、このレビューは今後数か月以内（2024 年秋）に開始される一連の共同技術会合（joint technical meetings）を通じて行われる。Thorizon One に関する許認可前申請はオランダ・フランスの両国において 2025 年に同時に開始される見込みである。なお、ANVS と ANS は 2023 年 9 月に、小型モジュール炉（SMR）をはじめとした原子力施設の許認可手続きや、新しい革新的な技術に関する知見の共有を含む規制イニシアチブにおいて協力することを目的とした了解覚書（MOU）に署名している。（2024 年 9 月 5 日取得 Thorizon、9 月 4 日付 World Nuclear News）

24.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

ユレンコ社、オランダ工場の拡張工事を開始：2024 年 3 月 25 日、ユレンコ（Urenco）社は、オランダのアルメロ（Almelo）にある同社サイトにおいて、工場拡張のための起工式を行った。ユレンコ社は 2023 年 12 月にアルメロ工場の濃縮能力を 15%向上させる計画を発表しており、今回の工事は既存施設に新しい多目的遠心分離カスケード（multiple new centrifuge cascades）を追加するものであるという。最初の新規カスケードは 2027 年に稼働予定である。この拡張により、米国およびドイツのユレンコ社施設で行われている事業*と合わせて、160 万分離作業単位（SWU）の濃縮ウラン供給を支援することになるという。（2024 年 3 月 25 日付 Urenco、3 月 26 日付 World Nuclear News）

- * 2023 年初めに同社は米国ニューメキシコ州のユーニス（Eunice）工場について、年間 4,600tSWU の濃縮能力を 1 年あたり 700tSWU 増加させるような拡張計画を承認しており、2025 年に最初のカスケードが稼働予定である。ドイツのグローナウ（Gronau）工場では、工場の能力を強化するより最新の遠心分離技術（more modern centrifuge technology）により、既存スペースの再設置（re-fitting）を行っている。

AMG、フランスにおいて孫会社にあたる MOX 燃料企業を設立：2024 年 4 月 4 日、オランダを拠点とする AMG 社（AMG Critical Materials N.V.）は、フランスのグルノーブル（Grenoble）を拠点とするニューモックス単純型株式会社（NewMOX SAS）の設立を発表した。ニューモックス社はドイツのハーナウ（Hanau）を拠点とする ALD 社（ALD Vacuum Technologies GmbH）の子会社として設置された。真空炉（vacuum furnace）技術を有する ALD 社は AMG 社の工学分野における子会社であり、ALD 社の技術にはプルトニウムと劣化ウランから MOX 燃料を製造することを可能とする焼結炉（sintering furnace）システムが含まれる*。AMG 社は、商業用原子力

発電所由来の使用済燃料再処理による民生利用プルトニウムが、現在全世界で約 380t 存在しており、これらプルトニウムの貯蔵には極めて費用が掛かると指摘している。その上で、プルトニウムを MOX 燃料へと換えることにより、リスクを削減できるだけでなく貯蔵に代わる商業的に魅力的な選択肢が生まれるとしている。また AMG 社は、小型モジュール炉 (SMR) の波が大きくなるとともに成長が見込まれる巨大な MOX 燃料市場が存在すると述べている。ニューモックス社の目的は、概念設計およびフィージビリティスタディから始まる、MOX 燃料を製造する商業プルトニウムリサイクル施設の建設および操業のためのパートナーシップの形成であるという。(2024 年 4 月 4 日付 AMG、4 月 5 日付 World Nuclear News)

- * ALG 社の MOX 技術はドイツ、米国、フランス、ベルギー、英国で承認されており、近年では中国にもシステムを輸出している。

ユレンコ社のアルメロ・サイトにおける放射性廃棄物貯蔵施設の建設・操業に対して最終許可：2024 年 5 月 15 日、原子力安全・放射線防護庁 (ANVS) は、ユレンコ (Urenco) 社のアルメロ (Almelo) サイトにおいて新たな放射性廃棄物貯蔵施設を建設・操業することについて、同社に対して最終許可を発給した*。ANVS による査察後の 2022 年秋にユレンコ社は、十分に耐火性を持った貯蔵室において放射性廃棄物 (活性炭と廃油) の貯蔵が行われていなかったことを理由として警告を受けていた。この事実は公衆と環境に対する差し迫った危険ではなかったが、ユレンコ社が安全要件を可及的速やかに満たすことができるようにするために、2023 年 4 月に ANVS は同社に対して「容認決定」(tolerance decision) を発行することにより、2024 年 7 月 1 日までを対象として、必要な許可を事前に取得せずとも同社が新たな貯蔵施設を建設し、使用することができるようにした。今回発行された最終許可により、容認決定下において新たな放射性廃棄物貯蔵施設の建設を行っているというユレンコ社の状況が終了となった。(2024 年 5 月 15 日付 World Nuclear News)

- * この決定に対し、2024 年 6 月 26 日までの間、オンラインもしくは郵送にて異議申立が可能であるとされている。

24.7 放射線利用技術開発

TAG1 社と NRG PALLAS が Ra-224/Pb-212 製造において協力：2024 年 10 月 18 日、医療用アイソトープの供給事業者である TAG1 社 (TAG1 Inc.) と原子力研究コンサルタントグループ・パラス炉準備財団連合 (NRG PALLAS) *は、鉛 212 (Pb-212) 製造のためのラジウム 224 (Ra-224) 供給を確保するため、多年度にわたる戦略的パートナーシップ協定を締結したことを明らかにした。この協定に基づき、両者は Ra-224 とその娘核種である Pb-212 を含む重要なアイソトープの製造において協働するとしている。(2024 年 10 月 18 日付 NRG PALLAS)

- * ペッテン (Petten) の高中性子束炉 (HFR) 等を有する原子力研究コンサルタントグループ (NRG) と、HFR の後継となる PALLAS 炉の建設に取り組むパラス炉準備財団 (PALLAS : Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor) は、両組織が併存する形で連合を形成している。

24.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

25 ドイツ

25.1 原子力事情・原子力政策動向

総選挙での勝利が有力視される CDU、原子力発電復活を提唱か：2025 年 2 月 11 日、米国原子力学会（ANS）は、ドイツ連邦議会の解散に伴い 2 月 23 日に実施される総選挙*において勝利が有力視される保守政党キリスト教民主同盟（CDU：Christian Democratic Union）が、原子力発電復活を提唱していることを報じた。CDU の J.シュパーン（Jens Spahn）副党首は原子力発電という選択肢を維持することは国益にかなうとして、新世代の小型かつ廃棄物が少ない原子力発電所の市場投入の準備を整えば、それを利用すべきであるとの見解を示しているという。ドイツでは、主にロシアからの燃料供給への依存を背景として国内エネルギー価格が高騰し、これによりドイツ国内産業の競争力低下と国外流出への圧力が生じているという。（2025 年 2 月 11 日付 American Nuclear Society）

- * 次年度予算案をめぐる対立から、社会民主党（SPD）の O.シュolz（Olaf Scholz）首相は 2024 年 11 月に自由民主党（FDP）の C.リントナー（Christian Lindner）財務大臣を罷免し、SPD、FDP、および緑の党による 3 党連立政権が崩壊した。これを受けてシュolz 首相は議会において自身の信任投票を実施したが否決されたことから、同首相は F-W.シュタインマイヤー（Frank-Walter Steinmeier）大統領に議会解散を提案し、2024 年 12 月 27 日にシュタインマイヤー大統領は正式に議会解散を発表した。

25.2 国際協力動向

（新たな動向情報はありませんでした）

25.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

25.4 核融合

プロキシマ・フュージョン社が 2,000 万ユーロの追加資金調達に成功：2024 年 4 月 10 日、ドイツの核融合スタートアップ企業プロキシマ・フュージョン（Proxima Fusion）社*¹は、シードファンディング（seed funding）*²において 2,000 万ユーロの資金調達に成功したことを発表した。この資金は高温超伝導（HTS：high-temperature superconductors）を用いた準等磁場（QI：quasi-isodynamic）ステラレータに基づく第 1 世代核融合発電所の建設を推進するためのものである。シードラウンドでの資金調達は redalpine*³ 社により主導され、バイエルン州政府の支援を受け

たバイエルン・カピタル (Bayern Kapital)、ドイツ政府の支援を受けたディープテック・気候基金 (DeepTech & Climate Fonds)、およびマックスプランク財団 (Max Planck Foundation) が参加した。プルーラル (Plural) 社^{*4}、UVC パートナーズ (UVC Partners) ^{*5}等の既存の投資家はプレシードラウンド^{*6}における投資を倍増した。また、同社は設立から 1 年たたずして、グーグル (Google)、テスラ (Tesla)、ミュンヘン工科大学 (TUM : Technische Universität München)、ハーバード大学 (Harvard University) 等の出身の人材により従業員 30 人以上に成長したという。(2024 年 4 月 10 日付 Proxima Fusion)

- *1 プロキシマ・フュージョン社はマックスプランク・プラズマ物理研究所 (IPP) からのスピンオフ企業として、元 IPP 所属研究者 6 名を含むチームにより 2023 年初めに設立された。IPP は世界最大のステラレータであるヴェンデルシュタイン 7-X (W7-X : Wendelstein 7-X) を有する。
- *2 創業前、もしくは創業後の初期の資金調達のことをいう。
- *3 スイスのベンチャーキャピタル企業。
- *4 2022 年 6 月に設立された初期段階投資基金 (early-stage investment fund)。
- *5 ミュンヘンとベルリンに拠点を置くベンチャーキャピタル。
- *6 2023 年 6 月に実施され、750 万ユーロを獲得した。

W7-X が改修され、新しい実験が開始される : 2024 年 9 月 9 日、マックスプランク・プラズマ物理研究所 (IPP : Max Planck Institute for Plasma physics) は、ヴェンデルシュタイン 7-X (W7-X : Wendelstein 7-X) ^{*1}について 1 年におよぶ改修が完了し、9 月 10 日から新しい実験段階 (experiment phase) である OP2.2 を開始することを発表した。OP2.2 における実験目的の 1 つはプラズマ温度を段階的に上昇させることである。W7-X では改修期間において装置のメンテナンスと新モジュールの追加が行われた^{*2}。また、システムの可用性と信頼性を大幅に改善することを目的として体系的な故障モード (failure mode) 分析が実施されたほか、重要な新規観測装置が W7-X に追加されたという。IPP は重要な機能強化として以下の 2 点を紹介している。

- 電子サイクロトロン共鳴加熱 (ECRH : Electron Cyclotron Resonance Heating) 法^{*3}においてプラズマを加熱する要素であるジャイロトロン (gyrotron) について、1MW 以上の出力をマイクロ波としてプラズマに対し発生させることが可能なものが利用できるようになった^{*4}。
- 米国オークリッジ国立研究所 (ORNL) において W7-X 向けに製造された新しい定常状態ペレット入射装置 (steady-state pellet injector) が初使用される^{*5}。この装置は、核融合発電所実現に向けた重要な段階である、プラズマに対する水素粒子の供給を確実なものとするために使用される。

W7-X の今後の実験スケジュールは、OP2.2 を 2024 年 9～12 月に行い、OP2.3 を 2025 年 2～5 月に行う^{*6}。2025 年 6 月から 2026 年 8 月にかけて装置のメンテナンスを行い、2026 年 8～12 月に OP2.4 を、2027 年 2～5 月に OP2.5 を行うという予定になっている。(2024 年 9 月 9 日付 Max Planck Institute for Plasma Physics)

- *1 IPP のステラレータ型核融合装置である W7-X は 2023 年 2 月に 1.3 ギガジュールのエネルギー出力とともに 8 分間プラズマを維持するという同装置における新記録を達成したのち、計画通りに停止し、大規模な装置メンテナンスおよび新規モジュールの追加が行われていた。
- *2 IPP は、W7-X 本体、制御およびデータ取得システム群、過熱システム、および約 50 個の異なる

プラズマ診断装置 (plasma diagnostic) において数多くの拡張・改良・修繕が実施され、W7-X は大幅に最適化されたとしている。

- *3 ECRH 法は正確な周波数 (exact frequency) でプラズマへ向けてマイクロ波を放つ。その周波数においてプラズマの中の電子が磁場線 (magnetic field lines) の周囲をらせん状に運動する。ECRH は核融合装置の超パルス動作 (long-pulse operation) におけるもっとも効率的でもっとも重要なプラズマ加熱方式である。
- *4 以前の W7-X には類似の装置が 10 基取り付けられていたが、その出力は W7-X を運転する数分間における出力はそれぞれ 1MW 未満であり、利用可能な出力は合計でも 7.5MW であった。新しいモジュールはピーク時に最大 1.5MW を出力可能であり、このようなモジュールが 12 基利用可能となるため、合計出力は著しく向上しているという。W7-X ではイオンサイクロトロン共鳴加熱 (ICRH : Ion Cyclotron Resonance Heating) および中性粒子ビーム入射加熱 (NBI : Neutral Beam Injection heating) も備えている。
- *5 新たな定常状態ペレット入射装置では凍結した水素の長い棒を製造し、数分の 1 秒間隔でその棒から小さなペレットを定期的に切り出し、プラズマに向けて高圧で射出する。
- *6 OP2.2 と OP2.3 は発生させたプラズマの性能パラメータ (performance parameters) を徐々に向上させることに主な関心を置いているという。

IPP、新ステラレータ設計 SQuIDs を発表：2024 年 10 月 22 日、マックスプランク・プラズマ物理研究所 (IPP) は、新しいステラレータ設計である SQuIDs (Stable Quasi-Isodynamic Designs、安定的準等磁場設計) を開発したことを発表した*¹。この設計は IPP が運転する世界最大のステラレータであるヴェンデルシュタイン 7-X (W7-X) から得られた知見をもとに開発された*²。IPP によると、SQuIDs はコンピューターシミュレーションにおいて核融合発電所での使用に適した以下の非常に望ましい特性 (highly desirable properties) を示しているという。

- プラズマにおける正味トロイダル電流 (net toroidal current) を極低値に限定する。これは W7-X のプラズマ排出概念を核融合炉に外挿するために必要とされる。
- シミュレーションにおいて、SQuIDs がプラズマ乱流 (plasma turbulence) について閉じ込め性能低下を抑制する励起特性 (encouraging properties) を示した。これは、核融合炉の主目的の 1 つであるエネルギー閉じ込め性能*³が良好であることを示す。
- プラズマ内の核融合反応によって生じた高エネルギー粒子は浮遊せず、炉内の壁に衝突しない。高エネルギー粒子はプラズマ容器 (plasma vessel) を損傷する可能性があると考えられる。

IPP は、SQuIDs は基礎的な科学理解と最新のスーパーコンピューター性能の統合により可能になった設計であり、シミュレーションによって計算的に検証されたもので理論的には妥当であるが、実際に建設・運転・研究されるまで真の可能性は明らかにならないと述べている。また IPP は、SQuIDs はその実現に必要な新たな磁石概念やその他技術の開発の基礎となるとしている。

(2024 年 10 月 22 日付 Max Planck Institute for Plasma Physics)

- *1 この発表の元となった論文は 2024 年 6 月 24 日に公開されており、<http://dx.doi.org/10.1103/PRXEnergy.3.023010> から閲覧可能である。
- *2 W7-X は準等磁場 (QI) 型のステラレータである。IPP の発表によると、QI 型ステラレータの利点が W7-X における実験によって確認されたことから、特に QI 型ステラレータの開発に注力する方針を採用したという。
- *3 日本原子力学会誌掲載の解説によると、熱核融合反応により核融合炉を実現するためには、プラズマを超高温まで加熱することやプラズマ密度の向上のほか、熱エネルギーが外部に失われる時間を長くし、加熱エネルギーよりも発生エネルギーを大きくするためのプラズマ閉じ込め性能の向上が必要となる。

【背景】

磁気閉じ込め核融合にはトカマクとステラレータ（ヘリカル）という 2 つの主要概念が存在する。トカマク型は核融合発電所実現へ向けた実験で多くの重要なマイルストーンを達成しているものの、ステラレータ型と比較して運転時に大電流が必要という大きな不利があるとされる。電流はプラズマを不安定化させ、炉を損傷する原因になりうる。さらに、この電流は定期的にスイッチを切らなければならないため、核融合による出力は短時間停止することになる。このような運転は「パルス運転」(pulsed operation)と呼ばれ、各パルス運転は数時間持続するとされる。一方、ステラレータはドーナツ構造の複雑な歪みによりプラズマが本質的に定常状態に保たれることから、電流なしに運転でき、継続的に運転可能である。しかし、ステラレータはトカマクと同等の閉じ込め性能を有すると証明する必要があるという。SQuIDs の設計がシミュレーションにより示した特性のうち、2 点目はこの閉じ込め性能に関連する部分であり、3 点目はトカマクと比較した場合の利点に関連すると考えられる。

プロキシマ・フュージョン社、Stellaris 核融合発電所概念を発表：2025 年 2 月 26 日、プロキシマ・フュージョン (Proxima Fusion) 社^{*1}は、Fusion Engineering and Design 誌に掲載された査読付き論文において、Stellaris 核融合発電所 (Stellaris Fusion Power Plant) 概念を発表したことを明らかにした^{*2}。Stellaris はマックスプランク・プラズマ物理研究所 (IPP) が有するヴェンデルシュタイン 7-X (W7-X) に基づく準等磁場 (QI) ステラレータであり、高温超伝導 (HTS) 磁石技術によって従来のステラレータ概念と比較して大幅な小型化が可能になるという。プロキシマ・フュージョン社は、2027 年にステラレータ・モデル・コイル (SMC : Stellarator Model Coil) の実証版磁石 (demo magnet) を作成することで HTS 技術をステラレータに対して使用することに関するリスクを取り除き、2031 年には実証版ステラレータ Alpha によってエネルギー生産が可能であることを示し、2030 年代には核融合エネルギーによって生み出された電力を送電網に供給することを目指している。(2025 年 2 月 26 日付 Proxima Fusion)

*1 マックスプランク・プラズマ物理研究所 (IPP) からのスピンオフ企業。

*2 この論文は <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2025.114868> から閲覧可能。

旧ビブリス原子力発電所サイトにレーザー核融合発電所建設を目指す動き：2025 年 3 月 14 日付の報道によると、ヘッセン州政府 (Hessian state government) ^{*1}、フォーカスト・エナジー (Focused Energy) 社^{*2}、ダルムシュタット工科大学 (Technical University of Darmstadt)、ヘルムホルツ協会重イオン研究所 (GSI Helmholtz Centre)、およびショット (Schott) 社等の製造業企業により、ヘッセン州にある旧ビブリス (Biblis) 原子力発電所^{*3}サイトにおいて 2035 年までにレーザー核融合発電所^{*4}を設置することを目的とした了解覚書 (MOU) が 3 月 13 日に締結された^{*5}。署名者は MOU に基づき、ヘッセン州における商用核融合エネルギー発電所の実現に向けた道筋を探るとともに、同州を最先端のレーザー核融合研究開発を主導する地域として位置付けるために活動することになる。MOU では、ビブリス原子力発電所サイトにおいて実証施設を設置した後、核融合発電所を建設する計画である。ヘッセン州政府は、2025 年において核融合研究に対し最大 2,000 万ユーロを提供する予定であるという。また同州政府は、州による投資に加え、民間資金やドイツ連邦政府や欧州連合 (EU) プログラムからの資金も活用する方針である。(2025 年 3 月 14 日付 World Nuclear News)

*1 B.ライン (Boris Rhein) ヘッセン州首相の主導のもと、K.マンソーリ (Kaweh Mansoori) ヘッセン州経済相、T.グレンメルス (Timon Gremmels) ヘッセン州研究相が MOU への署名に参加している。

- *2 フォーカスト・エナジー社はレーザー核融合に取り組む企業で、2021年にダルムシュタット工科大学とナショナル・エナジェティクス（National Energetics）社からのスピンオフ企業として設置された。
- *3 ビブリス原子力発電所は、福島第一原子力発電所事故をうけて2011年3月に閉鎖された。
- *4 この核融合発電所の出力については、別の報道において1GWであると報じられている。
- *5 このMOUへの署名は、同発電所において開催された「第1回核融合に関する円卓会議」（the first Round Table on Nuclear Fusion）の場で行われた。

25.5 次世代炉

（新たな動向情報はありませんでした）

25.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

グンドレミンゲン B、C 号機の廃止措置最終認可が発給される：2024 年 5 月 31 日付の報道によると、RWE 社は、グンドレミンゲン（Gundremmingen）原子力発電所 B、C 号機*の廃止措置・解体についての第 3 番目かつ最終の認可をバイエルン州環境・消費者保護省（Bavarian State Ministry for the Environment and Consumer Protection）から取得した。原子力法（Atomic Energy Act）に基づくバイエルン州環境・消費者保護省による解体認可は、同発電所 B 号機については2019年3月に（第1番目の認可）、C 号機については2021年5月に発給され（第2番目の認可）、これまでに各原子炉建屋からの数千トンの材料（materials）が除去された。RWE によると、今回発給された認可により、これまでに発給された認可の対象外であったすべての発電所構成要素の解体が可能になるという。RWE 社は同発電所 B、C 号機について2030年代半ば～後半の廃止措置完了を目標としている。（2024 年 5 月 31 日付 World Nuclear News）

- * グンドレミンゲン原子力発電所 B 号機（BWR）は2017年12月31日に、C 号機（BWR）は2021年12月31日に、それぞれ恒久停止された。

クリュンメル原子力発電所が廃止措置許可を取得：2024 年 8 月 21 日付の報道によると、クリュンメル（Krümmel）原子力発電所が、運転後（post-operation）から廃止措置の段階に移行するための規制上の許可を取得した。廃止措置および解体を開始するための許可は、2015 年にバッテリーフォール（Vattenfall）社からシュレースヴィヒ＝ホルシュタイン（Schleswig-Holstein）州に対し提出され、今回発給された許可はキール（Kiel）に所在する同州の原子力監督機関の長官から発給されたものである。クリュンメル原子力発電所は電気出力 126 万 kWe の沸騰水型軽水炉（BWR）1 基で構成され、バッテリーフォール社と E.On 社が共同で所有し、バッテリーフォール社が運転していた。1983 年に送電網に接続された同発電所は、2011 年の福島第一原子力発電所事故後に直ちに閉鎖された 8 基の古い原子炉のうちの 1 基である。同発電所の解体には約 15 年を要する見込である。（2024 年 8 月 21 日付 World Nuclear News）

ブリュンスビッテルの低・中レベル放射性廃棄物中間貯蔵施設が連邦政府に移管される : 2024 年 9 月 25 日付の報道によると、連邦中間貯蔵機関 (BGZ : Gesellschaft für Zwischenstorage mbH) *¹ は、廃止措置中のブリュンスビッテル (Brunsbüttel) 原子力発電所*² サイト内に新規建設された低・中レベル放射性廃棄物中間貯蔵施設 LasmA について、同発電所を所有するバッテンフォール (Vattenfall) 社*³ から施設の引き渡しを受けた。現在、同発電所サイトにおいて操業している輸送準備ホール I および II (transport preparation halls I and II) の置き換えとして、LasmA は同発電所サイトにおける唯一の低・中レベル放射性廃棄物貯蔵施設となる。同発電所の運転および解体から生じた廃棄物が LasmA に保管されるほか、クリュンメル (Krümmel) 原子力発電所の運転に由来する廃棄物も LasmA に保管される。これらの廃棄物はコンラッド (Konrad) 最終処分施設に輸送されるまで貯蔵される。なお、LasmA を連邦政府に移管することは法律により定められている*⁴。BGZ は最終的にはドイツ国内の原子力発電所サイト内にある 12 件の中間貯蔵施設すべてを所有することになっている。(2024 年 9 月 25 日付 World Nuclear News)

- *1 ドイツ連邦政府が所有する、放射性廃棄物の中間貯蔵および最終処分を実施する組織。2017 年 3 月に連邦環境・自然保護・原子炉安全省 (BMU、当時) と原子力サービス会社 (GNS : Gesellschaft für Nuklear-Service mbH) による合弁会社として設立され、2017 年 5 月には連邦政府が BGZ の単独所有者となった。
- *2 ブリュンスビッテル原子力発電所は 77 万 1,000kWe の沸騰水型軽水炉 (BWR) 1 基により構成され、ドイツにおいて 2011 年の福島第一原子力発電所事故をうけて即時廃止された 8 基の旧式原子炉のうちの 1 基である。同発電所を所有するバッテンフォール社は、2012 年後半に同発電所の廃止措置申請を提出している。
- *3 ブリュンスビッテル原子力発電所はバッテンフォール社が 66.7%、E.On 社が 33.3% を所有する。
- *4 BGZ に施設を移管するにあたっての条件として、全システムの完成と、立地州であるシュレーズヴィヒ=ホルシュタイン (Schleswig-Holstein) 州のエネルギー移行・気候保護・環境・自然省 (Ministry for Energy Transition, Climate Protection, Environment and Nature) による関連する承認の取得が定められていた。

エムスラント原子力発電所について廃止措置と解体を行うための許可が発給 : 2024 年 9 月 27 日付の報道によると、ニーダーザクセン (Lower Saxony) 州の環境・エネルギー・気候保護省 (Ministry for the Environment, Energy and Climate Protection) は、2023 年 4 月に恒久停止して現在は運転後段階 (post-operation) の状態に置かれているエムスラント (Emsland) 原子力発電所*¹ について、廃止措置と解体を行うための許可を同炉の所有者である RWE 社に対して発給したとのことである。同発電所の廃止措置は原子力法の定めに従い 2030 年代後半に完了する予定である*²。なお RWE 社は、ドイツ政府が掲げる脱原子力政策に基づき、同発電所について廃止措置と解体を行うための許可申請を 2016 年に行っていた。(2024 年 9 月 27 日付 World Nuclear News)

- *1 エムスラント原子力発電所は、グロスでの発電設備容量が 140 万 kWe の加圧水型軽水炉 (PWR) であり、1988 年 6 月に商業運転を開始していた。
- *2 同社は解体作業には約 15 年かかると見ており、同発電所から放射線の痕跡がなくなった後、2037 年までに原子力法の対象から外れるとの見込みを述べている。

【背景】

ドイツでは 2011 年の福島第一原子力発電所事故を受けて脱原子力政策が決定され、第 13 次改正原子力法 (Atomic Energy Act) に基づき、17 基の原子炉のうち 8 基の原子炉が 2012 年に恒久停止され*¹、残る 9 基についても 2022 年末までに閉鎖することが定められ、6 基が順次閉鎖された*²。しかし、2022 年 10 月に、ロシア産天然ガス供給に対する制裁によるヨーロッパのエネルギー危機を背景に、ドイツ連邦内閣は残る 3 基*³ の運転継続を決定し、これら 3 基を最長で 2023 年 4 月 15 日まで運転継続可能とする原子力法の修

正を行っていた。

- *1 EnBW 社のフィリップスブルグ (Phillipsburg) 原子力発電所 1 号機とネッカーヴェストハイム原子力発電所 1 号機、E.ON 社のイサール (Isar) 原子力発電所 1 号機とウンターベーザー (Unterweser) 原子力発電所、RWE 社のビブリス A および B 原子力発電所、バッテンフォール (Vattenfall) 社のブルンスビュッテル (Brunsbüttel) 原子力発電所とクリュンメル (Krümmel) 原子力発電所の計 8 基。
- *2 E.ON 社のグラーフエンラインフェルト (Grafenrheinfeld) 原子力発電所は 2015 年に、RWE 社のグンドレミンゲン B (Grundremmingen B) 原子力発電所は 2017 年に、EnBW 社のフィリップスブルグ原子力発電所 2 号機は 2019 年に、バッテンフォール社のブロックドルフ (Brokdorf) 原子力発電所、E.ON 社のグローンデ (Grohnde) 原子力発電所、および RWE 社のグンドレミンゲン C (Grundremmingen C) 原子力発電所が 2021 年に、それぞれ閉鎖された。
- *3 E.ON 社のイサール (Isar) 原子力発電所 2 号機、EnBW 社のネッカーヴェストハイム (Neckarwestheim) 原子力発電所 2 号機、および RWE 社のエムスラント (Emsland) 原子力発電所の 3 基。

ブロックドルフ原子力発電所の廃止措置と解体について第 1 許可が発行された:2024 年 10 月 24 日付の報道によると、シュレーズヴィヒ＝ホルシュタイン (Schleswig-Holstein) 州のエネルギー移行・気候保護・環境・自然省 (Ministry for Energy Transition, Climate Protection, Environment and Nature) は、2021 年 12 月 31 日に恒久停止したブロックドルフ (Brokdorf) 原子力発電所 (電気出力 141 万 kW_e の加圧水型軽水炉 (PWR)) の廃止措置と解体について、E.ON グループの子会社であるプロイセンエレクトラ (PreussenElektra) 社*に対して 1 つ目の許可 (第 1 許可) を発行したとのことである。同社は同発電所の廃止措置と解体の許可を求める申請を 2017 年 12 月に行っていた。今回発行された第 1 許可により、不要となり規制監視の対象ではなくなった発電所の機器について、廃止措置と解体を行うことができることとなった。ただし、原子炉圧力容器と生体遮蔽壁 (biological shield) について廃止措置と解体を行うためには別の許可 (第 2 許可) を取得する必要がある。(2024 年 10 月 24 日付 World Nuclear News)

- * プロイセンエレクトラ社は、ドイツ国内 8 か所の原子力発電所の廃止措置に対して責任を負っている。同社はこれら原子力発電所群を 2040 年までに解体する計画である。

ブロックドルフ原子力発電所が解体段階に移行: 2024 年 12 月 20 日付の報道によると、E.ON グループ子会社であるプロイセンエレクトラ (PreussenElektra) 社は、ブロックドルフ (Brokdorf) 原子力発電所*¹ の解体作業が正式に開始されたことを明らかにした。同発電所はドイツにおいて解体が始まっていない最後の原子力発電所であった。プロイセンエレクトラ社は同発電所について 2017 年 12 月に廃止措置および解体に係る承認を申請し、同発電所は 2021 年 12 月 31 日に恒久停止された。2024 年 10 月 23 日付でシュレーズヴィヒ＝ホルシュタイン (Schleswig-Holstein) 州エネルギー移行・気候保護・環境・自然省 (Ministry for Energy Transition, Climate Protection, Environment and Nature) はプロイセンエレクトラ社に対し、同発電所の廃止措置および解体に係る最初の許可 (第 1 許可) を発給した*²。その後、12 月 13 日付で承認を必要とする最後の文書が発効したことにより、廃止措置および解体に係る許可の使用条件がすべて充当された。同日にプロイセンエレクトラ社は当局に対し許可を使用していることを通知したが、これは同発電所の操業後 (post-operation) 段階が終了し、解体段階に入ったことを意味するという。(2024 年 12 月 20 日付 World Nuclear News)

- *1 ブロックドルフ原子力発電所には出力 141 万 kWe の加圧水型軽水炉 (PWR) が設置されている。2024 年 8 月、プロイセンエレクトラ社と E.On グループ企業は共同で同発電所サイトに欧州連合 (EU) 内最大規模のバッテリー貯蔵施設を建設する計画を明らかにしている。
- *2 第 1 許可により、不要となり規制監視の対象ではなくなった発電所の機器について、廃止措置と解体を行うことができることとなった。ただし、原子炉圧力容器と生体遮蔽壁 (biological shield) について廃止措置と解体を行うためには別の許可 (第 2 許可) を取得する必要がある。プロイセンエレクトラ社は 2024 年 8 月に第 2 許可に係る申請を提出している。

BGE と BASE が高レベル放射性廃棄物処分施設サイト選定プロセスの加速を提案：2025 年 3 月 21 日付の報道によると、連邦放射性廃棄物機関 (BGE、Federal Company for Radioactive Waste Disposal) と連邦放射性廃棄物処分安全庁 (BASE、Federal Office for the Safety of Nuclear Waste Management) ^{*1} は、ドイツにおいて計画中の高レベル放射性廃棄物処分施設のサイト選定プロセスを加速させるための提案を連邦政府に対し提出した^{*2}。適合サイトの提案を担う BGE は、探査を行うにあたり、許可の他にも土地に関する様々な利用権やアクセス権が必要であることがボトルネックとなっており、時間的リスクに繋がると指摘している^{*3}。BGE は、指定されたサイト設置地域 (designated siting regions) において迅速に探査作業を実施するためには特別な法的調整が必要であるとして、再生可能エネルギー拡大において用いられて成功を収めている規制を、処分施設のサイト選定に対しても適用することを提案している。BGE はサイト選定プロセスのフェーズ II とフェーズ III を統合し^{*4}、段階的な探査により最大 3 件の適切なサイトを徐々に特定し、各サイトを相互に比較することを提案している。BGE は 5~10 か所のサイトを地表探査 (surface exploration) の対象として BASE に 2027 年末までに提案する方針である。サイト固有の探査プログラムについても、サイト地域提案とあわせて審査のために BASE に提出する必要がある。また BASE も、2050 年頃までに高レベル放射性廃棄物処分施設サイトを特定できるよう、探査プロセスの全関係者に対し拘束力を有するタイムテーブルを策定することを目的として、プロセスの加速を提案している。BASE の勧告には以下の項目が含まれるという。

- フェーズ I 終了時の地域数を最大 6 か所に制限すること。
- 採掘承認手順の準備作業を、サイト地域提案の提出とより密接に関連付けること。
- 法的調整によって探査作業を通年実施できるようにすること。
- 地下探査にあたっては、法律で定められているように探査鉱全域を掘削するのではなく、最新の探査手法および掘削技術を使用すること。

BASE はこれらの措置によってプロセスを数年~数十年の幅で加速させられる可能性があると述べている。連邦環境・自然保護・原子力安全・消費者保護省 (BMUV、Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection) は、BGE および BASE から提出された提案について検討した後、選定プロセスを加速する方法を特定・実施するため BGE および BASE と協議する方針を明らかにしている。(2025 年 3 月 21 日付 World Nuclear News)

- *1 放射性廃棄物由来の電離放射線から環境と人々を保護する責任を有する。
- *2 今回の提案に先立ち、2024 年に BASE は処分施設サイトを特定するための 2074 年までのタイムスケジュールを定めた調査結果を発表している。
- *3 BGE によると、探査が必要な地域のうち 1 区画でもアクセス権が拒否されただけで、サイト選定プロセスが年単位で遅延することになるという。また、現状の規制の下では BGE は複数の州

に対し同一の申請を提出しなければならず、これも遅延の大きな原因となり得るという。

- *4 ドイツにおける高レベル放射性廃棄物処分施設のサイト選定プロセスは「高レベル放射性廃棄物の最終処分場のサイト選定に関する法律」(StandAG、Law on the Search and Selection of a Site for a Repository for High-Level Waste)により規定されている。このため、BGE は StandAG を改正するための基礎を次の2年以内に構築する必要があると述べている。なお、フェーズ I では地上探査を行う地域を選定し、フェーズ II ではこの中から地下探査を行う地域を選定する。最後にフェーズ III において地下探査を行ったサイトの中から処分施設サイトを決定する。

25.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

25.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

フラマトム社と TUM、U-Mo 燃料の産業化に向けて協力協定を締結：2024 年 4 月 19 日、フラマトム (Framatome) 社はミュンヘン工科大学 (TUM) との間で、同大学が運用する FRM II (Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz) 研究炉*用ウラン-モリブデン (U-Mo) 一枚板燃料 (monolithic fuel) の産業化プロセス開始のための協力協定を締結したことを発表した。TUM との協力のもと、フラマトム社の CERCA 研究・イノベーション実験室 (CRIL : CERCA's Research & Innovation Laboratory) は小規模のプロトタイプの製造を含めた高品質 U-Mo 燃料製造プロセスの重要段階を開発し、実験室内にパイロット製造ラインを設置した。この燃料は FRM II が運転を継続するために重要であり、TUM は高濃縮ウラン (HEU) で運転している FRM II がその優れた性能を維持したまま低濃縮ウラン (LEU) に基づく燃料を使用することについて実現可能性を探るプログラムに取り組んでいるという。CERCA は 2022 年に燃料の製造に初めて成功しており、2024 年後半に U-Mo 燃料プロトタイプへの初の照射を予定している。(2024 年 4 月 19 日付 Framatome)

- * 2005 年に運転を開始した熱出力 2 万 kW の炉で、世界でも最も効率的で新しい高中性子束 (high-flux neutrons) 源のひとつである。FRM II において現在使用されている燃料は濃縮度 95%以上の HEU である。

【背景】

2023 年 4 月 27 日、フラマトム (Framatome) 社は、ミュンヘン工科大学 (TUM) が運用する FRM II 研究炉用の一枚板状 (monolithic) ウラン-モリブデン (U-Mo) 燃料について、主要構成要素の開発を完了したことを発表した。この燃料は研究炉用燃料としては、これまでに実現された中で最高密度を有するヨーロッパ製低濃縮ウラン (LEU) 燃料であるという。フラマトム社は TUM と協力して U-Mo 燃料の主要コンポーネントを開発し、プロトタイプを製造し、認定手続きを定め、記録的な速さで予算内にパイロットラインを設置した。FRM II 研究炉は高密度中性子束を生成するために高濃縮ウラン (HEU) 燃料を使用していることから、TUM は原子炉の性能を維持しながら LEU に基づく燃料を使用する実現可能性を探るプログラムを実施してきた*。フラマトム社による一枚板状 U-Mo 燃料は、高いウラン密度によって LEU を使用しながら高い性能を維持することが可能であるという。

- * 2019 年に TUM はフラマトム社との間でアルミ被覆に埋め込まれたホイルの既存技術を支援するための U-Mo ホイル生産技術開発の契約を結んだ。2020 年 5 月にフラマトム社と TUM が共同で高濃縮ウラン燃料の代替となる U-Mo 燃料の開発に取り組むことを発表し、2022 年に最初のプロトタイプ製造を予定していた。

26 イタリア

26.1 原子力事情・原子力政策動向

イタリアの脱原子力政策終了に向けた動き:2024 年 4 月 28 日、G.ピケット＝フラティン (Gilberto Pichetto Fratin) 環境・エネルギー安全保障大臣は、将来的なイタリアにおける原子力、特に小型モジュール炉 (SMR) の新たな役割について建設的かつ科学に基づいた議論が行われることを期待すると述べた*1。同大臣によると、イタリアはエネルギーの 3 分の 1 を再生可能エネルギーから、3 分の 2 を化石燃料から賄っているが、この割合を 2030 年までに逆転させることを目標にしている。その一方で、同大臣は短期および中期的には原子力利用も検討する必要があるとして、SMR および核融合に対する政府による研究・開発資金の投入にも言及したという。また、同大臣は、新規原子力発電は環境面における利点のみでなく、地政学的な事態の影響からイタリアを守る (to shield) ために役立つとしている。また、5 月 7 日付の報道によると、ピケット＝フラティン大臣は、イタリアの原子力発電への復帰を可能とするために必要な法案について、政府は現在の会期中に国会を通過させることを目指していることを明らかにしたという。同大臣は Radio 24 に対し、SMR を導入する場合には SMR に対して対応可能な (compatible) 司法枠組みが必要であると述べるとともに、イタリア政府が第 IV 世代原子炉の可能性について検討していることを明らかにした*2。(2024 年 4 月 29 日付 World Nuclear News、5 月 7 日付 Nuclear Engineering International)

*1 トリノにおいて 4 月 29～30 日に開催された G7 気候・エネルギー・環境大臣会合に先立ち、4 月 28 日に開催された大西洋評議会 (Atlantic Council) のイベント「エネルギー移行における原子力の役割」(The role of nuclear in the energy transition) における発言である。

*2 ピケット＝フラティン大臣は、英国に本社を置き、イタリアやその他の国の企業と多数の協定を締結している鉛冷却高速炉開発企業 newcleo 社について言及したという。

イタリア政府、潜在的な原子力発電能力を盛り込んだ NECP を提出: 2024 年 7 月 1 日、イタリア政府による 2021～2030 年についての「国家エネルギー・気候計画」(NECP: National energy and climate plans) 最終更新版 (final updated) が、欧州委員会 (EC: European Commission) のウェブサイトにおいて公開された。イタリア政府はこの NECP において、原子力発電容量の回復が重要な役割を果たすとして、核分裂モジュール炉や核融合炉の利用可能性や実装可能性、費用や性能について、環境・エネルギー安全保障省 (MASE: Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) とエネルギーシステム研究社 (RSE, Energy System Research Company)、新技術・エネルギー・持続的経済開発機構 (ENEA) による作業部会において検討するとしている。また、NECP には潜在的な原子力発電能力が盛り込まれており、「保守的な」(conservative) 原子力シナリオ*において、2050 年における小型モジュール炉 (SMR) や先進モジュール炉 (AMR) といった核分裂炉による発電容量は 7.6GW、核融合炉による発電容量が 0.4GW と予想されている。また、電力需要における原子力発電の割合は約 11%になる見込みであるという。また、配備可能な原子力容量すべてを実装した場合を想定した野心的なシナリオにおいては、原子力発電の容量は 16GW、

電力需要における割合は 20～22%とされている。また、気候目標を達成するための費用見積もりにおいて、原子力を用いない場合と比較して原子力を利用する場合は 17 億ユーロの費用を削減できるという。(2024 年 7 月 1 日付 European Commission、7 月 2 日付 World Nuclear News)

* 実装可能な容量の半分に原子力発電容量を限定したシナリオ。

エジソン社・フラマトム社・ミラノ工科大学が原子力教育について協力合意: 2024 年 7 月 16 日、イタリアの大手電力会社であるエジソン (Edison) 社、フラマトム (Framatome) 社、およびミラノ工科大学 (Politecnico di Milano) の三者は、原子力エネルギー分野における科学および技術的な研究・訓練に関する協力合意を締結したことを発表した。特にこの協力合意では、インターンシップ、修士号学位および博士号論文、セミナー、ワークショップ、相互に関心のある技術的な話題に関するその他イニシアチブを通じて、合同プロジェクトを実施するとされている。また、会合や訓練コースの実施、学生や従業員によるフラマトム社製造サイトやプラント、ミラノ工科大学やエジソン社の研究施設の訪問が予定されているという。エジソン社はこの協力合意について、イタリアにおける新規原子力発電、およびそのために必要な専門性の開発に関する協力および研究に向けての、もうひとつのステップであると述べている。(2024 年 7 月 16 日付 Edison、World Nuclear News)

EDF やエジソン社等、イタリア鉄鋼産業の脱炭素化に向けて SMR 利用を模索: 2023 年 7 月 23 日、フランス電力会社 (EDF)、エジソン (Edison) 社、Federacciai 社、アンサルド・エネルギー (Ansaldo Energia) 社、およびアンサルド・ヌクレアーレ (Ansaldo Nucleare) 社は、イタリアにおける鉄鋼産業の競争力強化および脱炭素化促進のために原子力エネルギーを利用することにおける協力強化のための了解覚書 (MOU) に署名したことを発表した。この MOU の目的は、第一にイタリアの鉄鋼産業における需要を満たすために小型モジュール炉 (SMR) 原子力発電所建設に対する中期的な共同投資の機会を検討すること、第二にイタリア - フランスの既存の相互接続網 (interconnector) 容量を活用して中長期的な原子力エネルギー供給の機会を検討することであるという。四社は発表において、イタリアにおける新規原子力エネルギー利用に関する議論の再開は決定的な段階 (decisive step) にあると考えられるとの見解を述べている。(2024 年 7 月 23 日付 EDF)

アンサルド・ヌクレアーレと建設会社が SMR・AMR 開発で協力: 2024 年 9 月 3 日、アンサルド・エネルギー (Ansaldo Energia) 社は、同社子会社であるアンサルド・ヌクレアーレ (Ansaldo Nucleare) 社とイタリアの設計・建設会社であるウィービルド (Webuild) 社が、安全で持続可能かつ柔軟な最先端のソリューションとして、出力約 30 万 kW の小型モジュール炉 (SMR) の開発および世界展開、また SMR に続く第 IV 世代技術を使用した先進モジュール炉 (AMR) の採用を支援することを目的とした提携関係に関する了解覚書 (MOU) を締結したことを発表した。この MOU により、両社は今後 5 年間にわたり、最先端原子力技術の開発・マーケティング・実行に関して協力する方針が定められたという。(2024 年 9 月 3 日付 Ansaldo Energia)

イタリア政府は原子力発電再開に係る計画を 2027 年までに完成させる意向：2025 年 1 月 23 日付の報道によると、イタリア政府は、国内における原子力発電の再開を許可する可能性のある計画を、2027 年末までに完成させることを目標としているという*。G.ピケット＝フラティン（Gilberto Pichetto Fratin）環境・エネルギー安全保障大臣によると、新たな法律の暫定的な草案が承認を得るため 2 週間以内に内閣に提出される予定である。同大臣は以前に、新たな原子炉技術を配備することを可能とするような規則案を 2025 年の早い時期までに起草する方針を明らかにしていた。（2025 年 1 月 23 日付 NucNet）

* ピケット＝フラティン大臣が報道機関に対し明らかにしたものの。

内閣、先進原子力技術と核融合をエネルギーミックスに含めるための委任法案を承認：2025 年 2 月 28 日付および 3 月 3 日付の報道によると、イタリアの内閣（Council of Ministers）は、原子力発電再導入に向けた法的枠組みを作成するため、政府（government）に対し一連の法令（a series of legislative decrees）を採択するよう求める*、持続可能な原子力エネルギーに関する委任法案（draft delegation law on 'sustainable nuclear energy'）を承認した。この法案は G.メローニ（Giorgia Meloni）首相と、G.ピケット＝フラティン（Gilberto Pichetto Fratin）環境・エネルギー安全保障大臣の提案によるものである。同法案は、持続可能な原子力および核融合をイタリアのエネルギーミックスに含めることを目指すものであるという。また同法案では、イタリアは「過去の原子力発電所とははっきりと決別し」（a clear break ... with respect to the nuclear plants of the past）、モジュール式や先進原子力技術を含む最善の技術を用いるべきとした方針が示されているほか、原子力インフラの規制・監督・コントロールのための独立機関の設置を政府に対し求めている。法案では原子力事業の主催者（Promoters）に対し、発電所の建設・運転・廃止措置に要する費用および関連するリスクをカバーするため、適切な財政的・法的保証を提供することも求めている。同法案は最終的な承認のため議会に提出されるという。（2025 年 2 月 28 日付 Reuters、3 月 3 日付 World Nuclear News）

* この法案では、一連の法令が発効してから 12 か月以内に新たな持続可能なエネルギー（小型モジュール炉（SMR）や先進炉を指す）のライフサイクルの全体を組織的に規制することが求められている。

26.2 国際協力動向

（新たな動向情報はありませんでした）

26.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

26.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

26.5 次世代炉

ニュークレオ社、イタリアで安価に SMR を建設すると発言：2024 年 12 月 9 日付の報道によると、ニュークレオ（newcleo）社はイタリアにおける小型モジュール炉（SMR）建設に係る産業費用予測を 2035 年以降はほぼ半減させ、60 ユーロ/MWh に設定する計画であるという。イタリアは発電にガスを多用していることからスポット電力価格が欧州内においても高額となっており、報道時点においてスポット電力価格は約 129.84 ユーロ/MWh である。報道時点までの 2024 年 12 月と 2024 年年間の平均スポット価格は 141.63 ユーロ/MWh と 106.99 ユーロ/MWh であり、ニュークレオ社による予測はこれを大きく下回る。また、ニュークレオ社の予想費用は、アナリストによる SMR 費用予測である 114 ユーロ/MWh を下回るとともに、従来型の原子力発電の 64 ユーロ/MWh に迫るという。(2024 年 12 月 9 日付 MONTEL News)

鉄鋼製造工程に必要な電力と高温熱を LFR によって供給しようとする動き：2025 年 3 月 10 日、ニュークレオ（newcleo）社は、同社が開発している鉛冷却高速炉（LFR）について、プラント用鉄鋼の製造会社であるダニエリ社（Danieli & C. Officine Meccaniche S.p.A.）の鉄鋼製造技術と組み合わせることを企図して、両社が了解覚書（MOU）に署名したことを明らかにした。ニュークレオ社の LFR を利用することによって、ダニエリ社の炭素排出量を低く抑える形で鉄鋼製造の工程のいくつかにおいて必要となる電力供給と高温熱の供給を行えるようにすることが目標であるという。(2024 年 3 月 10 日付 newcleo)

26.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

26.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

26.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

27 スペイン

27.1 原子力事情・原子力政策動向

CSN、トリリヨ原子力発電所の 2034 年までの運転延長を認める：2024 年 7 月 25 日付の報道によると、スペイン原子力安全委員会（CSN：Consejo de Seguridad Nuclear）は、トリリヨ（Trillo）原子力発電所*について、運転期限が 2034 年までとなるように 10 年間の運転認可延長を承認した。同発電所は 2028 年に運転開始から 40 年を迎え、長期運転（LTO：Long-Term Operation）状態に入る見込みである。なお、スペインの環境移行・人口問題省（MITECO）は 2027～2035 年にかけてすべての原子力発電所を閉鎖する計画を明らかにしている。（2024 年 7 月 25 日付 Enerdata）

* トリリヨ原子力発電所は加圧水型軽水炉（PWR）1 基で構成され、1988 年に商業運転を開始した。

MITECO がトリリヨ原子力発電所の 2034 年までの運転を認める：2024 年 11 月 20 日付の報道によると、CNAT（Centrales Nucleares Almaraz-Trillo）社は、トリリヨ（Trillo）原子力発電所*の運転を 2034 年 11 月 16 日まで認める省令（ministerial decree）に関する通知を受領した。この許可は、スペイン原子力安全委員会（CSN）が 2024 年 7 月に公表した、同発電所の 2034 年までの運転について認める報告を、環境移行・人口問題省（MITECO）が考慮した結果として下されたものである。なお、2019 年に署名された閉鎖議定書（Closing Protocol）に基づき、同発電所は 2035 年に閉鎖することが定められている。CNAT 社によると、閉鎖議定書において廃止措置・廃棄物管理企業である放射性廃棄物管理公社（ENRESA）が徴収する税（tax）は 20%増額後に上限額において凍結されると規定されていたが、2024 年 6 月にさらに 30%増額されたことにより、他の税金とともに同発電所にとって経済的打撃となっているという。（2024 年 11 月 20 日付 Nuclear Engineering International）

* トリリヨ原子力発電所は出力 106 万 6,000kW の加圧水型軽水炉（PWR）1 基で構成され、1988 年 8 月に商業運転を開始した。

スペイン議会下院、脱原子力政策を撤回することを求める提議を承認：2025 年 2 月 12 日、スペイン議会下院の本会議において、賛成票 171、反対票 164、棄権 14 により、スペイン政府により決定済の脱原子力政策を撤回するために、一連の処置を講じることをスペイン政府に対して求める内容の提議*¹ が承認された。この提議では、スペイン国内の既存の原子力発電所の運転寿命を延長すること*²、および、原子力施設の経済的な持続可能性を確実なものとする*³等をスペイン政府に対して求めている。2019 年にスペイン政府が行った決定によると、スペイン国内で運転中の全 7 基の原子炉のうち、4 基については 2030 年末までに閉鎖することが予定されており、残りの 3 基については 2035 年までに恒久停止が行われる予定である。（2025 年 2 月 14 日付 World Nuclear News）

- *1 国民党（People's Party）が提起した提議である。日本の外務省は、スペインに関する基礎データを提供している同省のページにおいてスペインの国民党について、中道右派政党であると形容している。
- *2 この提議では、同国内の原子力発電所の運転寿命を延長することについて、技術的・経済的な判断規準を考慮しつつ、欧州連合（EU）が定める規則（European regulations）、スペイン原子力安全委員会（CSN）の指針、および原子力発電所の運転者の指針に従って実施することを求めている。
- *3 脱炭素化に向けたエネルギー移行において原子力発電が果たす重要な役割を認識することをスペイン政府に対して求めている。

27.2 国際協力動向

（新たな動向情報はありませんでした）

27.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

27.4 核融合

セビリヤ大学の球状トカマク装置 SMART が初プラズマ達成：2025 年 1 月 21 日付の報道によると、セビリヤ大学（University of Seville）プラズマ化学・核融合技術研究室（PSFT：Plasma Science and Fusion Technology Laboratory）が設計・建設・運転する SMART（SMall Aspect Ratio Tokamak）装置が、初プラズマを達成した*。SMART は球状トカマク装置であり、球状トカマクに基づく小型核融合発電所に向けて、負の三角形プラズマ（Negative Triangularity shaped plasmas）の固有の物理学的・工学的特性を実証するために設計されたという。（2025 年 1 月 21 日付 Phys Org）

- * この成果は D.J. Cruz-Zabala et al 2024 Nucl. Fusion 64 126071
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/ad8a70> において発表されている。

27.5 次世代炉

（新たな動向情報はありませんでした）

27.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

（新たな動向情報はありませんでした）

27.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

27.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

28 フィンランド

28.1 原子力事情・原子力政策動向

フォータム社がロビーサに水素製造試験施設を建設の方針:2024 年 5 月 7 日、フォータム(Fortum)社は、ロビーサ(Loviisa)原子力発電所近くの Källa 地区にある同社が所有する区画において、水素製造試験施設(hydrogen production pilot plant)を建設する方針を明らかにした。施設の建設は 2024 年夏に開始され、2025 年末に試験操業を開始し、2025 年から 2028 年の間の約 2 年間、操業を行う予定である。施設は Källa テストセンター(Källa test center)と呼称されており、費用は全額フォータム社の研究開発(R&D)基金から賄われる。パイロット事業の R&D 費用は約 1,700 万ユーロとされる。(2024 年 5 月 7 日付 Fortum)

LDR-50 熱供給炉を用いたパイロット発電所の建設について:2024 年 6 月 6 日、フィンランドの原子力スタートアップ企業であるステディ・エナジー(Steady Energy)社^{*1}は、同社の小型モジュール炉(SMR)である「LDR-50 熱供給炉」(LDR-50 district heating reactor)^{*2}を原子炉として用いるパイロット発電所の建設について、フィンランド国内において 2025 年に開始する予定であることを明らかにした^{*3}。このパイロット発電所は、実寸大かつ運転可能な LDR-50 を採用するものであるが実際の発電所とは異なり、核燃料の代わりに電気素子(electric element)を利用して原子炉小型容器(reactor capsule)の内部で熱を生産するものである。このパイロット発電所の主要目的は、運転機能を試験するとともに、実際の発電所を建設するために必要となる様々な製造業者から成るサプライチェーンを確立することである。現在、このパイロット発電所のサイト候補地としては、首都ヘルシンキの都心部(inner city)におけるサルミサーリ洞窟(Salmisaari caves)、クオピオ(Kuopio)におけるフーハンマキ洞窟(Huuhannmäki caves)、およびラハティ(Lahti)における Kymijärvi と Teivaanmäki の発電所サイトが挙げられている。現在、これらの候補地についての最終評価が行われており、2024 年夏の終わりまでに最終候補地についての決定が行われる予定である。その後で、建設のための詳細な計画立案と入札が開始される予定である。このパイロット発電所は、試験段階が終わった後では訓練と研究を目的として利用される予定である。なおステディ・エナジー社は、ヘルシンキの地元電力事業者であるヘレン(Helen)社とクオピオン・エネルギア(Kuopion Energia)社との間で、最大 15 基の原子炉を納入することを対象とした基本合意書(LOI: letter of intent)に署名済である。両電力事業者へ納品する原子炉の建設は早ければ 2028 年に開始される予定であり、運転開始は 2030 年に開始される予定である。

(2024 年 6 月 6 日付 Steady Energy)

- *1 ステディ・エナジー社は、2023 年 5 月に設立され、官民双方から合計で約 1,500 万ユーロの資金調達を行っている。
- *2 「LDR-50 熱供給炉」は、熱出力 5 万 kWt の加圧水型軽水炉(PWR)に基礎を置いた SMR であり、受動的な安全設計を備えている。なお LDR は「低温熱供給炉」(Low-temperature District heating Reactor)の略であり、燃料交換サイクルは 24 か月、炉心入口温度は摂氏 80~105 度、炉心出口温度は摂氏 130~155 度、および原子炉運転圧力は 0.5~0.8MPa である。

※3 このパイロット発電所への投資額は約 1,500 万～2,000 万ユーロであると見積もられている。

クオピオにおける地域熱供給炉建設に向けて計画前契約が締結される：2024 年 7 月 18 日、ステディ・エナジー（Steady Energy）社とクオピオン・エネルギー（Kuopion Energia）社は、クオピオ（Kuopio）において 2030 年代初めにステディ・エナジー社による LDR-50 熱生産小型原子力施設（LDR-50 heat-producing small nuclear plant）を建設するため、1 年間の計画前契約（pre-planning agreement）を締結したことを発表した。これによりクオピオン・エネルギー社は最終投資決定に向けて次のステップに進んだことになる。計画前契約の一環として、クオピオン・エネルギー社は施設候補地の環境影響評価を開始する。施設の適切な立地は環境影響評価プロセスの間に絞り込まれる見込みである。2023 年 12 月に両社は最大 5 基の地域熱供給炉建設というオプションを含む意向表明書（LOI）を締結していた。（2024 年 7 月 18 日付 Steady Energy、7 月 19 日 World Nuclear News）

ヘレン、原子力プログラムを立ち上げ：2024 年 9 月 9 日、ヘレン（Helen）社は、ヘルシンキ（Helsinki）市向けの熱生産（heat production）を目的とした小型原子力発電所の建設を目標として、原子力プログラム（nuclear energy programme）を立ち上げたことを発表した*。このプログラムの第 1 段階において、ヘレン社は潜在的パートナー株主（partner shareholder）との交渉、原子炉サプライヤーの評価および発電所候補サイトの決定を行う予定である。この第 1 段階は 2026 年の完了を目指している。（2024 年 9 月 9 日付 Helen、World Nuclear News）

* 同社の O.シルカ（Olli Sirkka）CEO は 2035 年までに同社の原子力発電所がヘルシンキに建設されたと信じていると述べている。

【背景】

2023 年 10 月 3 日、ヘレン（Helen）社はステディ・エナジー（Steady Energy）社との間で、熱生産（heat production）を目的とする小規模原子力発電所への投資を可能とすることを目的とした基本合意書（LOI：letter of intent）を締結したことを公表した。ヘレン社は、小規模原子力発電所は発電と熱生産の両方における排出量を迅速かつ高い費用対効果で削減するにあたっての最も有望な解決策のひとつであるが、その開発には法改正や他の考慮が必要であるとしている。LOI によると、両社は、今後 6 か月以内の原子力による熱生産に関する事前投資合意（pre-investment agreement）の締結を目的として、計画立案プロセス（planning process）を開始するという。今回の合意は 2024 年から 2027 年まで有効であり、合意にはサイト選定認可（siting licence）および設計審査（design review）に適用されるフィンランドの原子力法（Nuclear Energy Act）の改革を促進すること、および発電所の契約価格を確定することが含まれる。また、ヘレン社がステディ・エナジー社から最大 10 基の原子力ユニット（出力 5 万 kW）を調達可能とすることも含まれる見込みであるという。

ケラヴァ市、地域熱供給を目的として SMR の利用を検討（フィンランド国内で 3 例目）：2024 年 10 月 12 日、ステディ・エナジー（Steady Energy）社は、小型モジュール炉（SMR）を利用した地域熱供給を整備していくことについて、同社とフィンランドのケラヴァ（Kerava）市を対象としたエネルギー企業（電力会社）であるケラヴァン・エネルギー（Keravan Energia）社が合意したことを明らかにした。これによりケラヴァ市は、地域熱供給を目的として SMR の利用を検討する都市として、クオピオ（Kuopio）市とヘルシンキ（Helsinki）市に続きフィンランド国内で 3 例目の都市となった。SMR による地域熱供給を行うプロジェクトに対して現時点で投資が

行われた場合には、早ければ 2029 年に SMR の建設を開始することができ、2032 年に SMR による地域熱供給を行うことができる見込みである。(2024 年 10 月 12 日付 Steady Energy)

フォータム社、北欧 2 か国における新規炉事業の実現可能性調査を完了：2025 年 3 月 24 日、フォータム (Fortum) 社は、フィンランドおよびスウェーデンにおける新規炉建設の前提条件を調査する 2 年間の実現可能性調査を完了し、従来式大型原子力発電所の供給事業者としてフランス電力会社 (EDF) *1 とウェスチングハウス (WH) 社*2、小型モジュール炉 (SMR) の供給事業者として GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH) 社*3 を選定し、協議を継続することを発表した。フォータム社は 2022 年 10 月にこの実現可能性調査を開始し、複数の技術ベンダーや潜在的パートナー、顧客、社会的利害関係者との詳細な協議を行っていた。なお、フォータム社は今回の実現可能性調査から得られた結論として、現在の電力市場の見通しでは新規原子力発電所は商業ベースのみでは採算が合わず経済的に実行不可能であるが、顧客需要の高まりと合致した場合は、スウェーデン政府が準備しているような堅固なリスク共有枠組み*4 のもとで新規原子力事業を管理することは可能であると指摘している。(2025 年 3 月 24 日付 Fortum、World Nuclear News)

- *1 EDF は EPR の建設を提案している。
- *2 WH 社は韓国のヒョンデ (Hyundai) と共同で AP1000 を提案している。
- *3 GEH 社は BWRX-300 を提案している。
- *4 2024 年 8 月 13 日付の報道によると、スウェーデン政府は、新規原子力発電所建設のための資金調達およびリスク分担に関するモデル提案についての調査結果を発表した。この調査では、少なくとも 250 万 kWe (大型炉 2 基分の出力に相当) の合計出力を有する原子力発電所を遅くとも 2035 年までに導入することを前提としたモデルが検討され、主にヨーロッパを中心に他国で採用されたモデルの分析が行われた。その上で、報告において提案されたモデルの目的は、新規原子力発電所の投資コストに関連して低コストで電力生産を提供すること、建設段階において費用対効果において強いインセンティブがあり運転段階において市場価格のシグナルに反応するインセンティブが維持されることを保証すること、特定された市場の失敗に対処する支援策を設計すること、民間主体 (private actors) が新規原子力発電に投資する意思を持つのに十分な期待収益 (expected return) を提供すること、国家補助承認のために概説された規準に従うことである。報告された資金調達およびリスク分担モデルは、低コストでの原子力への新規投資を促進する低額の資本コストの原因となる以下の 3 つの主要な要素により構成される。(1) 資本コストを低減することになる、新規原子力発電に対する投資の資金調達をするための国家融資。(2) 国と原子力発電事業者の間で締結される双方向 (two-way) の差金決済取引 (contract-for-difference)。(3) 投資家に対し最低限の自己資本利益率 (ROE : return on equity) による指標を与えるリスクおよび利益共有のメカニズム。また調査では、支援を受ける条件や支援措置、申請に含めるべき内容について、新規の立法により規制する必要があると結論付けており、この新法を 2025 年 5 月 6 日までに発効することが提案されている。

28.2 国際協力動向

フォータム社、放射性廃棄物管理での協力のために KORAD との間で MOU を締結：2024 年 6 月 28 日、フォータム (Fortum) 社は、韓国原子力環境公団 (KORAD) との間で、放射性廃棄物管理の分野における協力を企図した了解覚書 (MOU) に署名したことを明らかにした。この MOU の目的は両者間の協力を更に発展させるとともに正式なものとするものであり*1、この MOU は

両者が包括的に情報と経験を共有していくための基礎となるものである。フォータム社にとって今回の MOU は、KORAD との協力を強化し、新たな役務業務の機会を明らかにするとともに、フォータム社の廃棄物管理と最終処分に関連した業務を拡大するためのひとつの機会になるものである*2。(2024 年 6 月 28 日付 Fortum)

- *1 今回の MOU に先立ち、廃棄物管理および処分に関する 2 件の異なる業務（assignments）を通じてフォータム社は KORAD を支援してきた経緯がある。
- *2 フォータム社にとって今回の MOU は、より詳細な技術支援とコンサルティング活動へと繋がるものである。それらの支援と活動は、個別の事例毎に締結する合意の下で商業契約上の根拠を持たせた形で実施される。

28.3 原子力研究開発推進・規制体制

STUK、新規原子力発電所計画の安全性を評価：2024 年 9 月 5 日、放射線・原子力安全センター（STUK）は、フィンランドにおける現行の方式とは異なる新規原子力発電所の建設に対する準備を進めており、フィンランド企業による原子力発電所計画*1 の評価に取り組んでいることを明らかにした*2。評価にかかる費用は企業が負担しており、STUK はこの取り組みを通じて新たな種類の発電所の選択肢について熟知するようになるとともに、それら発電所の安全性を評価する機会を得ているという。また STUK はこの評価を通じて、原子力エネルギー法制の刷新（the renewal of nuclear energy legislation）が行われた場合において、安全性評価がどのように行われるかについての実践的経験を得ているという。なお、フィンランド企業各社は原子力発電所の建設に係る申請は提出しておらず、STUK が行っている調査は許認可プロセスとは無関係のものである。ただし、原子力法（Nuclear Energy Act）は STUK に対し、許認可プロセスとは関係のない予備的安全性評価を行う機会を認めている。(2024 年 9 月 5 日付 STUK)

- *1 例えば、ステディ・エナジー（Steady Energy）社は地域熱供給用の原子力発電所の建設についてクオピオン・エネルギー（Kuopion Energia）社と交渉しており、フォータム（Fortum）社はフィンランドおよびスウェーデンにおける新規原子力発電所建設の前提条件の調査を行っている。
- *2 2024 年 8 月末にステディ・エナジー社が STUK へ同社の SMR 様式に関する資料（material）を評価のために提出している。フォータム社は 2024 年初めにいくつかの発電所の代案の特殊特性（special characteristics）の主な見積もりのために STUK へ質問をしている。

28.4 核融合

VTT、米国 ARPA-E の核融合プログラムに米国以外として初の参加：2024 年 10 月 30 日、フィンランド VTT 技術研究センター（VTT：VTT Technical Research Centre of Finland）*1 は、米国エネルギー省（DOE）エネルギー高等研究計画局（ARPA-E）による核融合エネルギー商業化に関するプログラムに参加する初の米国以外に所在するパートナーとして選定されたことを明らかにした。これに関連し、VTT は米国のローレンス・リバモア国立研究所（LLNL）との間で、科学技術協力に関する了解覚書（MOU）に署名した。VTT によるとこの協働は、核融合エネルギーの商業化においてボトルネックとなっている、極限状態において必要な材料に関する課題を

解決することを目的としたものであるという*²。VTT はこの協働において、計算材料工学 (computational materials engineering) および人工知能 (AI) に基づくシミュレーション手法に関する専門知識を提供するとしている*³。(2024 年 10 月 30 日付 VTT)

- *1 フィンランド国立の研究機関で、研究・技術の商業および社会における実用化・商業化を推進している。
- *2 数年間にわたって極端な温度と放射線に耐える必要がある、核融合炉の第一壁 (first wall) 用の材料の開発に重点を置くとしている。
- *3 材料開発において、VTT は独自の AI 支援 VTT ProperTune 計算・シミュレーション技術 (AI-assisted VTT ProperTune computing and simulation technology) を使用しているほか、量子アルゴリズムおよびソフトウェア開発にも多額の投資を行っている。

28.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

28.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

研究炉 FiR1 の解体が完了: 2024 年 6 月 18 日、フィンランド VTT 技術研究センター (VTT) は、廃止措置が行われていた研究炉 FiR1 について、2024 年 4 月に解体を完了したことを明らかにした。FiR1 は 1962 年に運転を開始した熱出力 250kW の原子炉であり、研究・医療目的で使用された後に 2015 年に恒久停止され、廃止措置に係る許認可手続きと解体計画の立案が開始された。2020 年には原子炉から使用済燃料棒 103 本が取り除かれ、更なる利用のために米国へと移送された。VTT は 2021 年にフィンランド政府から FiR1 の廃止措置認可を取得した。主たる請負事業者であるフォータム (Fortum) 社により 2023 年 6 月から解体作業が開始され、2024 年 4 月に解体が完了した。FiR1 の廃止措置費用の総計は約 2,400 万ユーロであったという*。フォータム社による FiR1 廃止措置事業に係る取り組みは、ロビーサ (Loviisa) 原子力発電所内の低・中レベル廃棄物最終処分場における FiR1 解体に由来する廃棄物の処分まで継続される。FiR1 廃止措置から得られた経験は、フィンランド国内における商用原子力発電所の廃止措置モデルとして活用されるという。(2024 年 6 月 18 日付 VTT)

- * 廃止措置に係る費用はフィンランド放射性廃棄物管理基金 (Finnish Nuclear Waste Management Fund) から拠出された。

テラフェーム社が天然ウラン回収を開始: 2024 年 6 月 18 日、テラフェーム (TerraFame) 社*¹は、ソトカモ (Sotkamo) の工業用地においてソトカモ鉱山の鉱石からの亜鉛およびニッケル生産の副産物としての天然ウランの回収 (recovering) を開始した*²。始動 (start-up) 段階の後、回収施設は 2026 年までにフル操業になると予想されており、フル操業時のウラン生産量は年間約 200 t と見込まれている*³。テラフェーム社は、少なくとも今後 30 年間にわたり、他の金属と並行してウラン生産を継続する計画である。回収されたウランはフィンランド国外に輸送され、処理さ

れた後に燃料に使用される。同社によると、操業開始をもってフィンランドは欧州連合（EU）加盟国で唯一のウラン生産国になるという。（2024 年 6 月 18 日付 Terrafame）

- *1 フィンランドの完全国有企業であるフィンランド・ミネラル・グループ（Finnish Minerals Group）が株式の 70%を保有する。
- *2 テラフェーム社による天然ウラン回収開始に先立ち、2024 年 6 月 17 日に放射線原子力安全センター（STUK）が施設の使用に定められた安全要件は満たされているとする決定を発行しており、この決定により同社は施設の操業が可能となった。
- *3 オルキルオト（Olkiluoto）原子力発電所 3 号機（EPR）におけるウラン消費量 9 か月分に相当する。

【背景】

ソトカモ鉱山における天然ウラン回収については、同鉱山の前所有者である Talvivaara 鉱山会社（Talvivaara Mining Company）が同サイトにおいてウランを生産し、ウラン抽出施設を建設する計画を有していたが、同社は 2014 年に破産しテラフェーム（Terrafame）社により買収された。テラフェーム社は 2017 年に雇用経済省（TEM）に対し、大規模なウラン回収に関する申請を提出した。フィンランド政府は 2020 年 2 月に同社に対しウラン回収許可を発給し、この許可は 2021 年 7 月の最高行政裁判所（Supreme Administrative Court）の判決により法的に有効と判断された。テラフェーム社はこのほかにウラン回収のための環境許可や化学的許可も取得している。

最終処分施設において実際の使用済燃料を使用しない試操業を開始：2024 年 8 月 30 日、ポシヴァ（Posiva）社はエウラヨキ（Eurajoki）自治体のオルキルオト（Olkiluoto）に立地する使用済燃料最終処分施設で最終処分の試操業（Trial Run of Final Disposal）を開始した。開始から数か月の間に実際の使用済燃料を使用せずに、最終処分施設の設備（equipment）とシステムを試操業段階で計画された手順に従って初めて一体的に試験を行う予定である。試操業の目的は、実際の最終処分の操業開始以前に安全な最終処分を確認することであるという。試操業においては最終処分施設の操業を包括的に試験し、最終処分の試操業では 4 つの使用済燃料密封用キャニスター*が最終処分の試操業のために掘削された 70m の長さの最終処分トンネルの底に掘られた深さ 8m の処分孔（deposition holes）へ処分される。その後この最終処分トンネルはベントナイト粘土で埋められ、コンクリート製の蓋で封印される。また、この試操業には損傷したキャニスターを地上へ回収することも含まれている。（2024 年 8 月 30 日付 Posiva、World Nuclear News）

- * 最終処分の際、使用済燃料は鋳鉄製の内部キャニスターに収められ、さらに耐蝕性（anti-corrosion）銅で製造された外部キャニスターに収められる。その後、キャニスターは地下約 430m のオンカロ（ONKALO）に掘られた堆積孔へ安置され、ベントナイト粘土で覆われることになる。

ロビーサ 2 号機（VVER-440）に WH 社製燃料が初めて装荷される：2024 年 9 月 2 日、フォータム（Fortum）社は、ロビーサ（Loviisa）原子力発電所 2 号機（VVER-440）において 8 月に実施された計画停止期間中に、ウェスチングハウス（WH）社製燃料が初めて同発電所 2 号機*に装荷されたことを明らかにした。フォータム社は 2022 年 11 月に WH 社との間で、同発電所用の新たな燃料の設計・許認可・供給に関する契約を締結し、2023 年の計画停止の際にはウランを含まない試験要素が同発電所 2 号機に装荷されていた。（2024 年 9 月 2 日付 Fortum、World Nuclear News）

- * フォータム社は WH 社製燃料を装荷した号機を明示せず、ロビーサ原子力発電所へ装荷したとのみ述べている。7 月時点の予定では同発電所 2 号機は 8 月 4 日から短期の年次停止に入り、その後、同 1 号機が 4 年に 1 度の長期の年次停止に入るとされていた。停止期間中に両機とも装荷された燃料の 4 分の 1 が交換されることになっていた。

ポシヴァ社の最終処分の試操業、第1段階を完了：2024年9月12日、ポシヴァ（Posiva）社は、最終処分施設における最終処分の試操業（Trial Run of Final Disposal）の第1段階が成功したことを発表した。試操業は、キャニスターが完成し、試験輸送キャスク（test transport cask）を TVO（Teollisuuden Voima Oyj）の使用済燃料中間貯蔵施設から指定されたルートを通りポシヴァ社の最終処分施設へと輸送されることから開始された*¹。この試験輸送キャスクの移送は、TVO が原子力発電所において燃料を輸送する際とほぼ同じ手順であったという*²。キャニスターは密封施設（encapsulation plant）において内部キャニスターと外部キャニスターを組み合わせることにより完成するとされる。ポシヴァ社によると、試操業の次段階は、密封容器（キャニスター）への〔模擬使用済燃料の〕充填（filling）と密封容器の閉塞（closing）とされる*³。（2024年9月12日付 Posiva）

- *¹ 文章では記述されていないが、写真および映像で、密封工場で輸送車両から輸送キャスクを下ろして密封工場内で輸送する台車（trolley）へキャスクを乗せるところまで実施したことが描写されている。
- *² キャスクを輸送する車両は最大速度時速 5km で、保安スタッフ（security staff）が同行し、道筋を横切る他の交通を遮断して安全な輸送を確保した。最終処分施設が稼働した後の実際の使用済燃料の中間貯蔵施設からの輸送は同様の手順で数週間ごとに行われる予定である。
- *³ 充填・閉塞の作業は放射線防護施設内において遠隔操作により行われる。

ロビーサ原子力発電所、年次停止中に WH 社製燃料を 2 号機に装荷：2024年10月10日、フォータム社はロビーサ（Loviisa）原子力発電所の年次停止が終了し発電に復帰したことを発表した。両機ともこの停止期間中に、装荷されていた燃料の 4 分の 1 について交換が行われた。同発電所 2 号機に対してはウェスチングハウス（WH）社から納入された燃料が装荷されたという*。（2024年10月10日付 Fortum）

- * フォータム社の発表においては、2 号機への WH 社製燃料装荷は明言されているが、1 号機については装荷された燃料が WH 社製とロシア製のどちらの燃料であるかについて言及がない。

最終処分施設等の操業認可に関する STUK の意見書、提出時期を 2025 年末まで延期：2024年12月4日、放射線・原子力安全センター（STUK）は、ポシヴァ（Posiva）社の使用済燃料最終処分施設および密封施設を対象とした操業認可に関する安全評価を STUK が実施するにあたり必要な資料を、ポシヴァ社が未だ完成させていないことを明らかにした。ポシヴァ社は 2021 年末に最終処分施設および密封施設の操業認可申請を雇用経済省（TEM）に提出した。これを受けて、TEM は STUK に対し可能であるならば 2023 年末までに意見書（statement）を提出するよう要請した。しかし、2023 年末の意見書提出は困難であったことから、TEM と STUK は提出期限を 2024 年末とすることで合意していた。今回の STUK の発表によると、STUK は意見書提出を 2025 年 12 月 31 日までに行うことを提案し、TEM もこの提案を認めたという。STUK は遅れの理由として、STUK がポシヴァ社に要求した資料の範囲および更新のため予想よりも処理に時間を要していること、また、STUK による処理中にポシヴァ社が最終処分の技術計画を変更したため、ポシヴァ社が資料を再作成する必要があることを挙げている。（2024年12月4日付 STUK）

28.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

28.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

29 スウェーデン

29.1 原子力事情・原子力政策動向

オスカーシャム原子力発電所で製造された水素を水素充填ステーションに供給へ:2024 年 5 月 8 日、OKG 社とハイニオン（Hynion）社^{*1}は、OKG 社が運転するオスカーシャム（Oskarshamn）原子力発電所の水素工場からの水素供給について、合意を締結したことを発表した。同発電所では 1992 年から水の電気分解（electrolysis of water）により水素製造が行われ、同発電所 1～3 号機における水素利用に供されてきた^{*2}。しかし、同発電所 1、2 号機が恒久停止されたことから水素を必要とする原子炉は同発電所 3 号機のみとなり^{*3}、余剰の水素製造能力が残された状態となっている。OKG 社は水素工場の操業を拡大するために改修を行い、2022 年には水素工場から水素を供給することを定めた初めての契約を工業ガス企業のリンデ（Linde）社との間で締結している。今回の合意に基づき、オスカーシャム原子力発電所の水素工場からの余剰水素は、ハイニオン社の水素供給ステーション（hydrogen refueling stations）に対し供給されるという。（2024 年 5 月 8 日付 Hynion、5 月 9 日付 World Nuclear News）

- *1 交通分野向けにグリーン水素燃料の開発・販売を行う会社。
- *2 オスカーシャム原子力発電所 1～3 号機はいずれも沸騰水型軽水炉（BWR）である。冷却材中の遊離酸素の量を削減し、原子炉配管における応力腐食割れ（SCC：stress corrosion cracking）のリスクを低減するため、冷却材に水素が添加されていた。
- *3 オスカーシャム原子力発電所 1 号機は 2017 年 6 月に、2 号機は 2016 年 12 月に恒久停止された。

バッテンフォール社が SMR サプライヤー最終候補に 2 社を選定: 2024 年 6 月 12 日、バッテンフォール（Vattenfall）社は、スウェーデンのリングハルス（Ringhals）原子力発電所の隣において建設を計画している新規原子炉について、6 社の小型モジュール炉（SMR）サプライヤー候補の中から、英国のロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社と米国の GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社を最終候補として決定したことを発表した。次段階において、バッテンフォール社は最終候補となった 2 社の提案を詳細に分析した後、SMR を建設する際のスケジュールを共同で作成するとしている。またこれと並行してバッテンフォール社は大規模原子力発電所を建設するための条件に関する調査を継続するとしており、米国のウェスチングハウス（WH）社、フランス電力会社（EDF）、韓国水力原子力発電会社（KHNP）が評価対象になっている。（2024 年 6 月 12 日付 Vattenfall）

バッテンフォール社、フォルスマルクとリングハルスについて 80 年運転の方針: 2024 年 6 月 17 日、バッテンフォール（Vattenfall）社は、フォルスマルク（Forsmark）原子力発電所とリングハルス（Ringhals）原子力発電所の計 5 基の原子炉について、運転期間を現在の 60 年間から 80 年間に延長する方針を決定したことを発表した。バッテンフォール社は、両発電所において過去に実施された大規模な改修作業により、運転期間を最大 20 年間延長する見込みが立ったとしている。バッテンフォール社によると、今回の決定に続いて詳細な費用計算や、専門性やサプライヤ

一の観点からの特定されたリスクの分析といった詳細調査が行われた後に最終投資決定が行われるという。必要な投資のうち大部分は 2030 年代に行われる見込みである。(2024 年 6 月 17 日付 Vattenfall)

シャーンフル・ネクスト社、フィンランドのステディ・エナジー社と SMR による地域熱供給で提携：2024 年 6 月 18 日、スウェーデンの小型モジュール炉（SMR）事業開発企業であるシャーンフル・ネクスト（KNXT：Kärnfull Next）社とフィンランドの SMR 開発事業者であるステディ・エナジー（Steady Energy）社*は、スウェーデンにおける地域熱供給のための SMR 導入について戦略的パートナーシップを締結したことを発表した。KNXT 社はステディ・エナジー社の SMR をポートフォリオに導入することにより、同社の電力に重点を置いた Re:Firm SMR プログラムに、持続可能な暖房ソリューションを必要とする自治体を対象とした Re:Heat プログラムが追加されるとしている。KNXT 社によるとスウェーデンにおける地域熱暖房によるエネルギー消費量は年間 50TWh であり、その 3 分の 2 はバイオマス燃料に由来しているが、近年は燃料費が急激に上昇しているほか、温室効果ガスの排出に繋がるという。(2024 年 6 月 18 日付 Kärnfull Next)

* ステディ・エナジー社はフィンランドのヘルシンキ（Helsinki）やクオピオ（Kuopio）において SMR 建設に向けた準備を進めており、2030 年に 1 基目の運転を開始することを目標としている。

シャーンフル・ネクスト社、SMR 建設サイト候補としてバルデマーシュビクを発表：2024 年 6 月 26 日、シャーンフル・ネクスト（KNXT）社は、小型モジュール炉（SMR）向けサイトの新たな候補として、エステルイェートランド（Östergötland）地方の海沿いに位置するバルデマーシュビク自治体（Valdemarsvik Municipality）を発表した。このサイトは、スウェーデン南部における炭素フリーかつ需給調整可能な（dispatchable）エネルギー生産の拡大を目指す、同社による Re:Firm サウス SMR 計画（Re:Firm South SMR program）の一環である。KNXT 社は土地所有者であるラトナ・グループ（Latona Group）と独占的パートナーシップ合意を締結したという。バルデマーシュビクには軽水炉技術による SMR が 4～6 基設置され、年間 10～15TWh の発電が行われる見込みである。なお、KNXT 社は 2022 年からスウェーデン国内の複数の自治体においてサイト選定および実現可能性調査を実施しており、2023 年 8 月にはニュヒーピング（Nyköping）がバルデマーシュビクとは別の候補サイトとして発表されている。KNXT 社は複数の SMR パークを同一プログラム内で設置することで、技術選定、建設パートナー、電力購入契約（PPA）、資金調達パートナーの面において規模の経済（economies of scale）を達成できることを期待しているという。(2024 年 6 月 26 日付 Kärnfull Next)

新規原子力発電事業向けの資金調達・リスク分担モデルが提案される：2024 年 8 月 13 日付の報道によると、スウェーデン政府は、新規原子力発電所建設のための資金調達およびリスク分担に関するモデル提案についての調査結果を発表した*¹。この調査では、少なくとも 250 万 kWe（大型炉 2 基分の出力に相当）の合計出力を有する原子力発電所を遅くとも 2035 年までに導入することを前提としたモデルが検討され、主にヨーロッパを中心に他国で採用されたモデルの分析が

行われた。ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、資金調達モデルに関する分析結果は以下のとおりである。

- リスクの大部分を発電事業者に割り当てるモデルは費用対効果に対する強いインセンティブをもたらすが、高い資本コストがついて回る。
- 欧州諸国は、資本コストを削減し新規原子力発電への投資を可能とするために、原子力発電事業においてより多くのリスクを国が負担する傾向がある。
- 原子力発電事業に対する政府の関与には監視コストが伴う。
- 資金調達およびリスク分担モデルの設計において、より効率的な国家補助評価プロセスのために、欧州委員会（EC：European Commission）が承認済みの支援形態を採用することに潜在的な利点がある。

報告において提案されたモデルの目的は、新規原子力発電所の投資コストに関連して低コストで電力生産を提供すること、建設段階において費用対効果において強いインセンティブがあり運転段階において市場価格のシグナルに反応するインセンティブが維持されることを保証すること、特定された市場の失敗に対処する支援策を設計すること、民間主体（private actors）が新規原子力発電に投資する意思を持つのに十分な期待収益（expected return）を提供すること、国家補助承認のために概説された規準に従うことである。報告された資金調達およびリスク分担モデルは、低コストでの原子力への新規投資を促進する低額の資本コストの原因となる以下の 3 つの主要な要素により構成される。

- 資本コストを低減することになる、新規原子力発電に対する投資の資金調達をするための国家融資。
- 国と原子力発電事業者の間で締結される双方向（two-way）の差金決済取引（contract-for-difference）^{*2}。
- 投資家に対し最低限の自己資本利益率（ROE：return on equity）による指標を与えるリスクおよび利益共有のメカニズム。

また調査では、支援を受ける条件や支援措置、申請に含めるべき内容について、新規の立法により規制する必要があると結論付けており、この新法を 2025 年 5 月 6 日までに発効することが提案されている。なお、スウェーデンにおいて最後の原子力発電所が建設されてから 40 年が経過していることから、報告では、現在の経験不足とサプライチェーン構築の必要性を考慮すると最初の新規原子炉は相対的に高価になるものの、以降は費用とリスクが減少し、政府による支援の必要性も低減されると予測している。この報告をうけてバッテンフォール（Vattenfall）社は、新規原子力発電所の資金調達において国が明確な役割を担っているとする調査報告における見解に賛同するとしてコメントを発表している。（2024 年 8 月 13 日付 World Nuclear News）

*1 この調査は 2023 年 12 月 20 日にスウェーデン政府が M.ディレン（Mats Dillén）氏に対し調査を依頼したものである。今回の発表はディレン調査官と N.ウィクマン（Niklas Wykman）金融市場大臣（Minister of Financial Markets）により行われた。

*2 今回の調査では、新規原子力発電に係る差金決済取引はすべて電力顧客によって賄われることを提案している。費用は 1kWh あたり 0.02 スウェーデンクローナ（SEK）未満と見込まれている。

スウェーデン政府、2025 年予算案において原子力発電に関する投資を提案：2024 年 9 月 9 日、スウェーデン政府は声明を発表し、2025 年予算案において 10 億スウェーデンクローナ（SEK）以上を化石燃料に拠らない発電の拡大に投じる提案を行った。この中には原子力発電分野における試験・実証（pilot and demonstration）事業における 1 億 SEK の投資が含まれる。また、新規炉の効率的な許認可プロセスのための手引き（guidance）策定などのために、スウェーデン政府は 2025 年において環境保護庁（Environmental Protection Agency）に対する助成金を 250 万 SEK 増額し、環境保護庁が環境法（Environmental Code）に沿った指針を許認可プロセスにおいて提供できるよう支援するとしている*¹。また、新規原子力発電のための条件を強化するにあたり必要な追加の取り組みのため、2025 年には 3,000 万 SEK の予算を配分するという*²。スウェーデン政府はこれらの提案について、2025 年予算案に含めて国会に提出する意向である。（2024 年 9 月 11 日付 World Nuclear News、9 月 13 日付 Nuclear Engineering International）

*¹ スウェーデン政府は、環境保護庁に対する助成金について、2026 年は 250 万 SEK、2027 年は 150 万 SEK の増額となる見込みであるとしている。

*² 新規原子力発電のための条件の強化に向けた取り組みのため、スウェーデン政府は 2026 年には 3,500 万 SEK、2027 年には 2,500 万 SEK を割り当てる方針である。

オスカーシャム原子力発電所、80 年運転の可能性を調査へ：2024 年 9 月 18 日、オスカーシャム（Oskarshamn）原子力発電所を所有するフォータム（Fortum）社とユニパー（Uniper）社は*、同発電所の運転期間を 80 年間まで延長できるような措置について調査することを決定したことを明らかにした。同発電所は出力 145 万 kW_e の沸騰水型軽水炉（BWR）1 基により構成され、1985 年に運転を開始し、2009 年に運転期間延長と発電容量の増強が行われた。同発電所について計画されている運転期間は 2045 年までであるが、両社は 2060 年代半ばまで発電を継続することが可能との見解を示しているという。（2024 年 9 月 18 日付 Fortum、World Nuclear News）

* フォータム社が 45.5%、ユニパー社が 54.5%を所有する。なお、ユニパー社はスウェーデン国内においてリングハルス（Ringhals）、フォルスマルク（Forsmark）、バーゼベック（Barsebäck）の各原子力発電所や、スウェーデン原子燃料取扱会社（Swedish Nuclear Fuel Handling）の権利も保有している。またフォータム社は、パッテンフォール（Vattenfall）社と共同で、2024 年 6 月にフォルスマルク原子力発電所の運転期間を 60 年間から 80 年間に延長する可能性を調査することを決定している。

2026 年までに新規原子力発電所の建設を開始する予定：2024 年 9 月 25 日、スウェーデンの U. クリステション（Ulf Kristersson）首相は、次回の国政選挙が行われる 2026 年までに新たな原子力発電所の建設を開始する予定であることを明らかにした。2023 年 11 月にスウェーデン政府は、2035 年までに原子炉 2 基分に相当する原子力発電容量を増設する予定であることを明らかにするとともに、2045 年までに原子力発電容量を大きく拡大させる予定であることを明らかにしていた。（2024 年 9 月 27 日付 The European Conservative）

SMR 建設計画用の土地の恒久的な使用権を確保：2025 年 2 月 18 日、小型モジュール炉（SMR）のプロジェクト開発会社であるシャーンフル・ネクスト（KNXT）社*は、スウェーデン南東部のエステルイエータランド（Östergötland）県におけるバルデマーシュビク（Valdemarsvik）自治

体にて4～6基のSMRから成る原子力発電所を建設するというKNXT社の計画について、ラトナ・グループ（Latona Group）が所有する土地の恒久的な使用权をKNXT社が保持するという内容の協力合意にKNXT社と同グループが署名したことを明らかにした。対象となっている土地の面積は合計1,300ヘクタール以上であり、人工知能（AI）を活用したデータセンター等、2030年代に想定されるエネルギーを大量に消費する産業とのコロケーション（co-location）を実施する場所として魅力的であると述べている。（2025年2月18日付Kärnfull Next、World Nuclear News）

- * KNXT社はGE日立ニュークリア・エナジー（GEH）社との間で、スウェーデンにおけるGEH社製BWRX-300の配備に関する了解覚書（MOU）を2022年に締結している。

シャーンフル・ネクスト社、スウェーデンでのSMR建設候補地を追加：2025年2月24日、シャーンフル・ネクスト（KNXT）社*は、ブレーキンゲ（Blekinge）地方における小型モジュール炉（SMR）開発の次段階として、カールスハムン自治体（Karlshamn Municipality）のElleholmおよびGuö-Köpegårdaの2か所の土地について、実現可能性調査を実施するための協力合意をそれぞれの土地所有者との間で締結したことを明らかにした。これらカールスハムン自治体内の土地は、KNXT社が実施するSMRプログラムRe:Firmサウス（SMR program Re:Firm South）における新規候補地であり、すでに発表されているバルデマーシュビク（Valdemarsvik）、モタラ（Motala）、ニュヒューピング（Nyköping）の各地域における事業に続くものである。（2025年2月24日付Kärnfull Next、World Nuclear News）

29.2 国際協力動向

スウェーデンと米国、民生原子力協力に関するMOUを締結：2024年8月1日、スウェーデンのE.ブッシュ（Ebba Busch）エネルギー・ビジネス・産業大臣（Minister for Energy, Business and Industry）と米国のJ.グランホルム（Jennifer Granholm）エネルギー省長官（Secretary of Energy）は、二国間原子力協力に関する了解覚書（MOU）に署名した*。このMOUに基づき両国は、サプライチェーンに関する政策・研究・イノベーション、資金調達モデル、技能供給、先進燃料開発に関する課題について知見の交換を行うとしている。（2024年8月1日付Government Office of Sweden）

- * 今回署名されたMOUの名称は「スウェーデン王国気候・企業省とアメリカ合衆国エネルギー省の民生原子力エネルギーにおける協力に関する了解覚書」（Memorandum of understanding between the Ministry of Climate and Enterprise of the Kingdom of Sweden and the Department of Energy of the United States of America concerning cooperation on civil nuclear energy）である。

29.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

29.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

29.5 次世代炉

第 IV 世代炉として分類されるような原子炉システム全体の開発を対象として 5,000 万スウェーデンクローナの資金拠出：2024 年 5 月 16 日付の報道によると、スウェーデン・エネルギー庁 (Swedish Energy Agency) は、第 IV 世代炉として分類されるような原子力システム全体の開発を対象として、チャルマース工科大学 (Chalmers University of Technology) の研究者が主導する MUST (Multidisciplinary Commitments for Sweden's Gen IV Technology and Expertise) プロジェクト^{*1}に対して 5,000 万スウェーデンクローナ (SEK) の資金を拠出することを明らかにした。MUST プロジェクトは、スウェーデン国内における原子力科学における既存の研究センター^{*2}を強化するものであり、第 IV 世代炉システムにおける持続可能な電力生産・資源利用に焦点をあてている。また MUST プログラムにおいては、燃料回収と新規製造 (fuel recovery and new manufacturing)、放射線防護戦略、および原子炉のモニタリングを対象とした技術の開発が行われているが、従来のイニシアチブ (研究プロジェクト) とは異なり、第 IV 世代原子力発電システム全体の開発が対象となっている。(2024 年 5 月 24 日付 World Nuclear News)

- *1 MUST プログラムに対しては、チャルマース工科大学 (Chalmers University of Technology) のほか、スウェーデン王立工科大学 (the Royal Institute of Technology (KTH))、ウプサラ大学 (Uppsala University)、およびルンド大学 (Lund University) からの研究者が参加している。
- *2 ウプサラ大学における「持続可能なエネルギーの未来を達成するための原子力技術産学イニシアチブ」(ANItA : Academic-industrial Nuclear technology Initiative to Achieve a sustainable energy future) と KTH における「スウェーデンにおける持続可能な原子力エネルギー研究」(SUNRISE : Sustainable Nuclear Energy Research In Sweden) を指す。

鉛冷却炉開発企業 Blykalla 社、SMR を利用した再生可能資源製造事業に参画：2024 年 9 月 2 日、鉛冷却小型モジュール炉 (SMR) 開発企業である Blykalla 社^{*1}は、バイオ石炭 (bio-coal) やバイオオイル (bio-oil) といった再生可能資源 (renewable materials) を製造することを目的として、SMR と熱化学処理 (thermochemical processes) の統合^{*2}に焦点を当てた新規事業に参加することを明らかにした。この新規事業は、スウェーデンの鉄鋼・化学産業における炭素排出量を削減しエネルギー効率を高めるために計画されたものである。この事業は学术界と Blykalla 社や鉄鋼製造会社である SSAB、バイオ石炭製造会社の Envigas といった関連産業の事業主体 (actors) の協力により進められ、スウェーデン・エネルギー庁 (Swedish Energy Agency) による 1,000 万スウェーデンクローナ (SEK) 以上の投資を受けるといふ。事業は 2024 年 12 月に開始される予定である。(2024 年 9 月 2 日付 Blykalla、9 月 5 日付 World Nuclear News)

- *1 Blykalla 社 (旧称レドコールド (Leadcold) 社) はスウェーデン王立工科大学 (KTH) からのスピノフ企業で、鉛冷却炉の開発に取り組んでいる。同社が開発している鉛冷却炉は SEALER (Swedish Advanced Lead Reactor) と呼ばれ、実証炉である SEALER-D は熱出力 8 万 kW の設計が予定されている。Blykalla 社は最初に商用鉛冷却炉として SEALER-55 (14 万 kWt) を 2030 年

までに運転開始する計画である。

- *2 SMR により生成された熱を利用して、熱分解 (pyrolysis) や過熱蒸気式炭化 (HTC : hydrothermal carbonization) といった熱化学処理に動力を供給する (power) ことに重点を置いているという。

29.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

SSM、VLLW を対象とした陸上処分場の建設を承認 : 2024 年 6 月 26 日、スウェーデン放射線安全機関 (SSM) は、オスカーシャム (Oskarshamn) 原子力発電所を運転している OKG 社に対して、極低レベル放射性廃棄物 (VLLW) を対象とした新たな陸上処分場 (land repository) * を同社が建設することを承認した。この陸上処分場は VLLW を対象とした最終処分場であり、オスカーシャムの北のシンプバープス (Simpevarps) 半島における以前の 2 か所の陸上処分場を繋ぐように建設される。処分の対象となる VLLW の大部分は、OKG が実施中の廃止措置作業から出るものと恒久停止されて廃止措置中のバーセベック (Barsebäck) 原子力発電所からのものであり、これらの VLLW の多くはコンクリートである。また今回建設される VLLW を対象とした陸上処分場では、現在運転中のオスカーシャム原子力発電所 3 号機からの廃棄物のほか、使用済燃料を対象としたスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB) の中間貯蔵施設 (CLAB) からの廃棄物を受け入れる予定である。なお、この陸上処分場は、1 万 8,000m³ の廃棄物を受容することができる容量であり、2048 年まで操業が行われる予定である。その後は OKG 社によって更に 30 年間にわたって放射線防護管理下に置かれることとなる。(2024 年 7 月 2 日付 Nuclear Engineering International)

- * SSM によるとこの陸上処分場は、有害物質を対象とした埋立処分場と似たような方法で処分を行うような設計であるとのことである。ただし今回の陸上処分場に対しては、原子力施設からの廃棄物を対象とした以前の陸上処分場の場合とは異なり、焼却によって処理を行うことが可能な紙、布、および木材のようなセルロース廃棄物の処分を行うことが許可されていない。

使用済燃料の最終処分場と封入施設を対象とした環境許可を SKB が取得 : 2024 年 10 月 26 日、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB) は、使用済燃料を対象としたフォルスマルク (Forsmark) 所在の最終処分場*¹ とオスカーシャム (Oskarshamn) 所在の封入施設 (encapsulation facility) について、建設・操業のための環境許可 (environmental permit) を国土・環境裁判所 (Land and Environmental Court) から取得した*²。同時に SKB は、フォルスマルクにおいて 2025 年初に開始予定の初期作業*³を行うことを可能とするような執行命令 (enforcement order) も国土・環境裁判所から取得している。ただし SKB は、トンネル掘削に係る実際の作業工程を開始することができるようにするためには、同社が策定する安全解析報告書について、スウェーデン放射線安全機関 (SSM) から承認を得る必要がある。フォルスマルク所在の最終処分場の建設は、オスカーシャム所在の封入施設の建設が開始される 2 年前に開始される予定であり、両施設は 2030 年代の半ばに操業を開始する予定である。(2024 年 10 月 26 日付 Svensk Kärnbränslehantering AB)

- *1 最終的に SKB は、約 6,000 本のキャニスタ (1 万 2,000 トンの廃棄物) を地下約 500m の場所にある最終処分場に処分することが可能となる。SKB は、今後約 70 年をかけて廃棄物の定置を行っていく予定であるが、現在運転中の原子炉の運転期間が延長された場合には、廃棄物の定置

にはさらに時間がかかる見込みである。

- *2 今回の国土・環境裁判所による環境許可発給に先行し、2022年1月にスウェーデン政府はSKBに対し、最終処分場および封入施設の建設を認め、認可を発給していた。
- *3 この初期作業は、敷地内の木の伐採・撤去、施設操業予定区域を対象とした掘削作業、作業中に発生する小石や岩を貯蔵するための空間の建設、冷却水通路（cooling water channel）の上を通る橋の建設、および施設操業予定区域と高純度窒素製造施設予定区域の埋め戻し等である。

スウェーデン政府、調査を通じてウラン採掘禁止の解除を提案：2024年12月23日付の報道によると、スウェーデン政府は、ウラン採掘の禁止を廃止し、鉱業法（Minerals Act）の下で規制されるその他天然資源と同様にウランの採掘を可能とするべきであるとした調査結果を公表した。スウェーデンでは2018年からウラン探査および採掘が禁止されているが、2024年2月にR.ポルモタリ（Romina Pourmokhtari）気候・環境大臣はこの禁止を解除することについて政府による調査を実施することを明らかにしていた。調査結果の中でスウェーデン政府は、ウランを鉱業法に基づく「採掘権鉱物」（concession mineral）*として規制することを提案している。これにより、採算性を確保するに十分な量のウランを含む鉱床を、スウェーデン国内のその他天然資源同様に採掘可能となるという。必要な法律は2026年1月に発効する見込みであるという。政府による調査結果は協議のため関連機関、組織、自治体、その他利害関係者に回付されており、2025年3月20日まで実施されるコンサルテーション・プロセス中に一般市民も意見を述べるのが可能である。スウェーデンのHäggånには約8億ポンドの八酸化三ウラン（30万7,718tU）が埋蔵されており、現在の使用量であればスウェーデンのウラン需要を300年以上満たすことが可能であるという。また、ポルモタリ大臣は、欧州の既知のウラン埋蔵量のうち4分の1以上がスウェーデンの岩盤において発見されたことを指摘している。（2024年12月23日付 World Nuclear News）

* 採掘に際してスウェーデン政府の許可を要するものとして定義された鉱物を指す。

使用済燃料最終処分施設の建設が開始される：2025年1月15日、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB）は、フォルスマルク（Forsmark）において使用済燃料最終処分施設の建設を開始した。SKBは同施設の建設作業を開始するための環境許可（environmental permit）および施行令（enforcement order）を2024年秋に国土・環境裁判所（Land and Environmental Court）から受領していた。今回開始された工事は2年間にわたる地上での準備工事であり、その後、岩盤へ向けて掘削工事が開始される。使用済燃料最終処分施設の建設は、処分開始まで10年を要する見込みであり、操業開始後も長期にわたり継続的に拡張が行われるという。（2025年1月15日付 SKB、World Nuclear News）

研究者らが最終処分施設の情報を将来世代に伝える文書を作成：2025年3月20日付の報道によると、リンショーピング大学（Linköping University）の研究者らが、フォルスマルク（Forsmark）に建設される使用済燃料最終処分施設についての認識（awareness）を将来世代に伝えることを目的として*1、「重要情報ファイル」（Key Information File）と題した文書を作成した*2。リンショーピング大学の研究者らは、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB）による部分的な支

援の下、将来の読者が最終処分施設について必要とする可能性がある重要な情報を含む 42 ページの文書を作成した。文書は要約、重要な情報、および将来のための説明 (instructions) の三部に分かれている。文書は英語のみで提供されているが、将来的には複数の言語に翻訳することが計画されている。また、耐久性と長期にわたる残存を確実にするために、複数の異なる記憶媒体形式へと複製される計画である。リンショーピング大学によると、言語や図 (images)、記号 (symbols) の解釈は時代と共に変化することから、将来の世代に対し同文書の情報を更新し、必要に応じて新たな記憶媒体に移すことを課しているという。研究者らはこの方法を SHIRE (Share, Imagine, Renew) と名付け、コンテンツを共有し、忘れ去られないようコンテンツを更新する方法を考えることに積極的に参加するよう、読者に対して呼びかけている。研究者らは同文書を 10 年ごとに更新することを提案しているが、スウェーデンにおける文書更新の担当者は明確ではない。SKB は文書の更新について正式な責任は有していないものの、何らかの形で貢献する用意はあると述べている。同文書はスウェーデン国立公文書館に収蔵されるとともに、オーストリアで 2012 年に開始された大規模アーカイブ事業である「人類の記憶」(Memory of Mankind) に収録されることが決定している。なお、スウェーデンのほか、フランスやスイス等においても同様の取り組みが行われている。(2025 年 3 月 20 日付 World Nuclear News)

- *1 処分施設は 10 万年維持できるよう設計されており、封印されるため理論上はアクセスできないようになるが、偶発的または意図的な侵入、技術的失敗、実存に関わるような社会変化 (existential societal change) の可能性を除外することはできない。このため「そこに何が埋められているのか」(what is buried there) について忘却されないようにすることが重要となる。なお、ここでいう「実存に関わるような社会変化」は、急激な気候変動や世界大戦、あるいは今日において核廃棄物として理解される物質の価値が変容するような技術的革命を指す。
- *2 文書は <https://doi.org/10.3384/9789180758581> から閲覧できる。

29.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

29.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

30 スイス

30.1 原子力事情・原子力政策動向

ベツナウ 1、2 号機、60 年超運転の技術的実現可能性を調査へ：2024 年 3 月 28 日、Axpo 社は、ベツナウ（Beznau）原子力発電所 1、2 号機^{*1}の運転期間について、これまでに想定されてきた 60 年を超えて運転する際の技術的実現可能性を評価する決定をしたことを発表した。スイスにおいては原子力発電所の運転期間制限は設けられておらず、安全である限り運転を継続することが可能である。Axpo 社は原子力発電について、冬季も発電可能な、エネルギー供給の安全保障において特に重要なものであるとしている^{*2}。（2024 年 3 月 28 日付 Axpo、4 月 3 日付 World Nuclear News）

- *1 ベツナウ原子力発電所は、36 万 5,000kWe のウェスチングハウス（WH）社製加圧水型軽水炉（PWR）2 基により構成され、1 号機は 1969 年、2 号機は 1972 年に運転を開始した。同発電所は発電のほかに地域暖房の供給も行っている。
- *2 冬季のスイスにおいては発電量の約半分を原子力発電が担っている。スイスは気候目標を達成するためにより多くの電力を必要としており、2050 年までには、現在の水力発電量を大幅に超過する 50TWh 以上の電力不足に直面すると予測されている。

スイス国民投票、再生可能エネルギー発電促進法を承認：2024 年 6 月 9 日、国民投票が実施され、「再生可能エネルギーに基づく確実な電力供給に関する法」（Federal Act on a Secure Electricity Supply from Renewable Energy Sources）が承認された。投票率（Participation）は 45.39%で^{*1}、賛成 68.72%、反対 31.28%であった^{*2}。今回の国民投票は、同法の法案を連邦議会^{*3}が 2023 年秋に承認したことに対して任意的国民投票（optional referendum）の実施を求める署名数が必要規定数を超えた^{*4} ことを受けて実施された^{*5} ものである。今回の国民投票の結果として同法が承認されたことにより、産業利用、電気自動車、およびヒートポンプ等における電力需要の増加に対する電力供給の安定性を確保するために、水力、太陽光、風力、およびバイオマスといった再生可能エネルギー源^{*6} からの発電を急速に拡大させることに対して法的な根拠が与えられたこととなる^{*7}。なお同法は 2025 年 1 月 1 日を以て発効する。（2024 年 4 月 17 日更新 Swiss federal office of energy、6 月 9 日更新 The Federal Council The portal of the Swiss government）

- *1 スイスにおける国民投票の投票率は平均して 45.4%であるため、2024 年 6 月 9 日に実施された国民投票の投票率 45.39%は平均的な投票率であると言える。
- *2 「再生可能エネルギーに基づく確実な電力供給に関する法」に対する投票結果について、州（canton）ごとまたは地区（district）ごとで見た場合には、全体的に賛成多数であったように見える。しかし、最小単位の自治体（commune）で見た場合には、反対が 73%を超えているウンターイベルク（Unteriberg）やアルプタール（Alpthal）のように、反対多数であった自治体は何十か所も存在している。
- *3 スイス連邦議会は州（cantons）を代表する全州議会（Council of States）と国民を代表する国民議会（National Council）からなる二院制を採用している。
- *4 スイスではスイス連邦議会において承認されて成立した法について、成立から 100 日以内に 5 万筆以上の署名を集めることにより、任意的国民投票（optional referendum）として国民投票の実施を求めることができる。ただし、スイス連邦議会が承認したスイス憲法のすべての修正法については、義務的国民投票（mandatory referendum）の対象となる。スイスにおいては、任意的国民投票

票と義務的国民投票が約3～4か月に1度の頻度で行われている。

- *5 今回の任意的国民投票は、「再生可能エネルギーに基づく確実な電力供給に関する法」に反対する意思を持った人たちの要請によって実施された。特に、太陽光発電や風力発電によって自然や景観が損なわれることを危惧した環境保護団体が中心となって同法に反対するために任意的国民投票の実施を求める署名が行われた。また今回の任意的国民投票には、同法が成立しない方が原子力発電を推進するために有利であると考え人たちも、同法に反対する立場で参画した。任意的国民投票の結果として同法が成立したことを受けて、スイスにおいて原子力発電を推進するための動きが停滞する可能性が高くなっている（後述の【背景】を参照）。
- *6 スイスでは夏季よりも冬季において電力需要が大きい。再生可能エネルギーによる電力供給の成否は気候的・地理的要因に大きく依存する。例えば水力発電は降水量と河川水量に依存するが、スイスにおいては夏季には水量が潤沢である一方で冬季には水量が少なくなるため、スイスにおいて水力発電による電力供給は夏季において潤沢である一方で冬季にはひっ迫する。また太陽光発電による電力供給についても、スイスの年間の日照率（annual relative sunshine duration）が南部の一部を除き38～51%程度であり、特に北部においては冬季には曇りまたは雪が多いため、冬季には不利である。
- *7 「再生可能エネルギーに基づく確実な電力供給に関する法」の法案には、電力供給の自給性を強固なものとする意図があり、発電、送電、電力貯蔵、および消費を対象とした融資手段の適用や新規規制の制定が含まれている。また同法案によると、主に建築物へ太陽光発電パネルを設置することによって太陽光発電の拡大を行うとしている。特に同法案は、建屋とインフラにおいて太陽光パネルの設置に対して補助金を支給することを通じて、太陽光発電を急速に拡大させることを可能なものとしている。また、再生可能エネルギーによる発電の適合地では、冬季における電力供給のために特に重要な風力発電所と大規模太陽光発電所を対象として、計画条件（planning conditions）を緩和する（規制を緩和する）という。本法案で言及された16か所の水力発電所建設計画についても、より緩和された計画条件が課される対象となる。

【背景】

スイス連邦議会は、福島第一原子力発電所事故後の2011年6月、同事故以前に国民投票によって承認されていた既設炉の建て替えを行わないことを決定し、段階的に脱原子力を実現する方針を決定した。この決定は、2017年に実施された国民投票によって確定された。これによりスイスでは、新規原子力発電所の建設を行わないことが事実上決定された。このような状況に対して2024年2月16日、2017年に実施された国民投票の結果を覆す目的で、スイスにおける電力の安定供給を実現するための手段のひとつとして原子力を考慮に入れることを求めた国民発議（イニシアチブ）である「いつでも全ての人のための電力（停電を阻止せよ）」（Electricity for all at all times (stop the blackout)）について、任意的国民投票の実施を求めるために必要な規定数を満たす約13万筆の署名*がスイス連邦内閣事務局に対して提出された。中道右派団体（centre-right circles）が推進するこの国民発議においては、水力発電と原子力発電という環境に優しく気候に優しい組合せについて、不必要に放棄されているとの主張が行われている。任意的国民投票を実施するための必要規定数の署名が集まったこの国民発議「いつでも全ての人のための電力（停電を阻止せよ）」については、炭素排出を抑え自給性を高める形で安定的な電力供給を実現するという同一の論点において「再生可能エネルギーに基づく確実な電力供給に関する法」が2024年6月9日に承認されたため、国民発議としての説得力が小さくなってしまふことが懸念されている。

- * スイスの政治体制は直接民主制によって特徴づけられている。直接民主制を実現する手段として、国民発議（initiatives）と国民投票（referendums）の2つがある。国民発議によってスイス国民は、スイス連邦憲法（Constitution）に対する条項の修正や追加を提起することができ、特定の事項に関する政治討論を喚起または再開させることができる。国民発議を実現するためには、国民発議の提起から18か月以内にその国民発議を支持する人々から10万筆の署名を集める必要がある。このような国民発議に対して当局は、国民と州の大多数が支持するとの見込みの下で、対案を提示する場合がある。一方の国民投票については、上述の「*4」を参照。

データセンターに対する給電を対象として設計された新たなSMRを導入しようとするスタートアップ企業の動き：2024年10月23日、スイスのチューリッヒに本社を置く原子力スタートアップ企業のディープ・アトミック（Deep Atomic）社は、データセンターに対する給電を対象として設計された新たな小型モジュール炉（SMR）の導入を計画していることを明らかにした。このSMRは軽水炉型で、名称は「MK60」であり、1基あたり最大6万kW_eの発電を行う能力を

持つ。また発電能力とは別に、MK60 はデータセンター向けの統合的な設計アプローチを通じて追加的な冷却能力*6 万 kWe を提供することも可能であるという。なお同社は、グーグル(Google)社、アマゾン (Amazon) 社、およびメタ (Meta) 社を始めとした企業のデータセンターにおいて人工知能 (AI : Artificial Intelligence) の活用が進むことにより、膨大な計算のために世界的に電力需要が大幅に増大するとの認識を示している。(2024 年 10 月 23 日付 Deep Atomic)

* データセンターを対象とした冷却を行うための発電能力を指す。

ベツナウ原子力発電所は 2033 年まで運転 : 2024 年 12 月 4 日、Axpo 社は、ベツナウ (Beznau) 原子力発電所*1 について 1 号機は 2033 年まで、2 号機は 2032 年まで運転した後に廃止・解体することを決定した*2。また、Axpo 社は同発電所に対し、2033 年までの運転を確かなものとするため、3 億 5,000 万スイスフランを追加で投資するとしている*3。今回の決定により同発電所の運転期間は 64 年間となる。連邦原子力安全検査局 (ENSI、Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate) は Axpo 社による今回の決定に対するコメントを 12 月 5 日付で発表している。ENSI は、同発電所はスイス国内の他の原子力発電所と同様に無期限 (open-ended) の運転認可を保有しており、安全性の保障を条件として運転事業者は発電所の運転期間に係る商業的決定を自由に行うことができる」と述べている。その上で ENSI は、10 年ごとに実施しなければならない定期安全性評価 (PSR : Periodic Safety Review) において、40 年以上運転する原子力発電所の場合は長期運転に関するセーフティ・ケースを含める必要があることを指摘している。ENSI によると、ベツナウ原子力発電所は次回 PSR に係る文書を 2027 年末までに ENSI に対し提出する必要がある。(2024 年 12 月 5 日付 Axpo、ENSI)

*1 ベツナウ原子力発電所は、36 万 5,000kWe のウェスチングハウス (WH) 社製加圧水型軽水炉 (PWR) 2 基により構成され、1 号機は 1969 年、2 号機は 1972 年に運転を開始した。同発電所は発電のほかには地域暖房の供給も行っている。

*2 Axpo 社は運転終了時期を 2032 年および 2033 年とした決定は、同社の社会的責任や、技術・組織・規制・経済的な側面に基づいたものであると述べている。

*3 Axpo 社はこの 3 億 5,000 万フランの追加投資について、スイス連邦政府からの助成は受けないとしている。

【背景】

2024 年 3 月 28 日、Axpo 社は、ベツナウ原子力発電所 1、2 号機の運転期間について、これまでに想定されてきた 60 年を超えて運転する際の技術的実現可能性を評価する決定をしたことを発表した。スイスにおいては原子力発電所の運転期間制限は設けられておらず、安全である限り運転を継続することが可能である。Axpo 社は原子力発電について、冬季も発電可能な、エネルギー供給の安全保障において特に重要なものであるとしている。

30.2 国際協力動向

ENSI とスペインの CSN が原子力規制における経験の共有と情報の交換を強化することで合意 : 2024 年 6 月 30 日、連邦原子力安全検査局 (ENSI) とスペインの原子力安全委員会 (CSN : Consejo de Seguridad Nuclear) は、原子力規制における経験の共有と情報の交換について、スイスとスペインの両国間で強化していくことを企図した了解覚書 (MOU) に署名した。経験の共有と情報

の交換について強化の対象となるのは、原子力安全と放射線防護の分野における情報である。ENSI によると両国は民生原子力利用において多くの類似性があるため、既に両国間では良好な協力関係が築かれているものの、さらに情報交換を強化していくことにより両国は大きな便益を得ることになるとしている。今回の二国間協力は、ENSI が掲げる「2024 年国際協力戦略」(International Cooperation Strategy 2024) に沿ったものであり、ENSI は、今回 CSN との間で締結したような協力について、ドイツ、カナダ、イタリア、オーストリア、米国、フィンランド、および EU の規制当局との間で二国間合意に達している。(2024 年 7 月 4 日付 ENSI)

30.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

30.4 核融合

スイス、2026 年から F4E に加盟国として復帰へ：2025 年 1 月 14 日、F4E (Fusion for Energy) は、欧州委員会 (EC : European Commission) が主導する欧州連合 (EU) - スイス交渉の一環として、両者の関係を深化・拡大する協定に関する広範なパッケージ (a broad package of agreements) についての協議が成功裡に完了したことを明らかにした。この協定には、ホライズン・ヨーロッパ (Horizon Europe) プログラム、ユーラトム研究・訓練 (Euratom Research and Training) プログラム、F4E にスイスが参加することが含まれている。F4E によると、スイスは 2026 年から再び F4E の正式加盟国となり F4E 組織のガバナンスに参加するとともに、スイスの企業や研究機関は国際熱核融合炉 (ITER) 計画や「幅広いアプローチ」(BA : Broader Approach) 計画といった大規模な核融合実験に参加することが可能となる*。(2024 年 12 月 20 日付 European Commission、1 月 14 日付 Fusion for Energy)

* 2025 年 1 月 1 日から移行準備 (transitional arrangements) が講じられ、スイス企業は同日から提案等の募集 (calls) へ参加することが可能となっている。

【背景】

スイスは 2007 年から F4E 加盟国として ITER 計画に参加していた。しかし、スイスと EU の間で締結されていた多数の協定を一本化するための枠組み条約締結に関する交渉を、2021 年 5 月にスイス側が打ち切ったことを受けて、EU はホライズン・ヨーロッパへのスイスの参加資格を格下げし、スイスはユーラトム条約から離脱した。これにより、スイスは核融合エネルギー分野を含む EU の助成金申請や科学研究事業への参加が制限されることとなった。これに伴い、スイスは ITER 計画や F4E への参画を見合わせざるを得ない状況に置かれたという。

30.5 次世代炉

パウル・シェラー研究所と溶融塩炉開発企業、協力して臨界実験を実施へ：2024 年 7 月 1 日、スイスのパウル・シェラー研究所（PSI：Paul Scherrer Institute）とデンマークの溶融塩炉開発企業コペンハーゲン・アトミックス（Copenhagen Atomics）社は、大規模な実験に向けた協力に関する合意を締結したことを明らかにした。今回締結された当初 4 年間にわたる協力合意はトリウム溶融塩臨界実験に関するものである。この実験の目的は、技術を検証し、新たな溶融塩炉技術の設計、建設、許認可申請、運転、廃止措置における価値ある経験を提供するとともに、原子炉モデリングツール用のオープンソースデータや、商業展開のためのデータを収集することにあるという。実験はコペンハーゲン・アトミックス社が開発したトリウムを燃料とするオニオン・コア（Onion Core）原子炉設計を用いて、PSI のホットラボ施設において 2026～2027 年に実施される見込みである。ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）によると、この実験は欧州において初のトリウム溶融塩炉による臨界実験であるという。（2024 年 7 月 1 日付 Paul Scherrer Institute、World Nuclear News）

30.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

NAGRA、深地層処分施設運用へ向け 2024 年中の子会社の設立を決定：2024 年 4 月 3 日、放射性廃棄物管理協同組合（NAGRA）は、深地層処分施設（deep geological repository）の建設および操業に責任を負う Nagra gTL 社（Nagra gTL AG）と、廃棄物の密封施設（encapsulation plants）の建設および操業を担う Nagra BEVA 社（Nagra BEVA AG）という子会社 2 社を設立することを発表した*。両社とも NAGRA の完全子会社となる予定であり、設立は 2024 年半ばまでに完了する予定である。両社は 2024 年秋にそれぞれの施設に対する総合的認可申請（general licence applications）を提出予定で、今後数年間は経営上の活動（operationally active）のみを行うという。（2024 年 4 月 3 日付 NAGRA）

* 臨時総会（extraordinary general meeting）において NAGRA のメンバーが全会一致で子会社 2 社の設立を決定したという。

【背景】

スイスにおいて、処分施設のサイト選定や建設は電力会社等の放射性廃棄物発生者によって設立された放射性廃棄物管理協同組合（NAGRA）が担当している。低・中レベル廃棄物（LLW/ILW）用処分施設および高レベル廃棄物（HLW）用処分施設のサイト選定プロセスの第 1 段階は 2008 年に開始され、2011 年 11 月には 6 サイトが提案された。サイト選定プロセスの第 2 段階は 2011 年末に開始され、調査対象とするサイトを各処分場につき少なくとも 2 サイトに絞り込むことが目的とされた。その後、NAGRA は 2015 年 1 月に、チューリッヒ北東部（Zürich Nordost）とジュラ東部（Jura Ost）の 2 か所で、サイト選定プロセスの第 3 および最終段階として更なる調査を実施することを提案した。第 2 段階で提案されていた他 4 地域は予備とされたが、2016 年 12 月に、連邦原子力安全検査局（ENSI）が北部レゲレン（Nördlich Lägern）も最終段階に含めるよう提案した。2018 年 11 月には、連邦参事会（Federal Council）が北部レゲレンを更なる調査対象とすることを決定した。2019 年 1 月には、NAGRA は候補地における深地層のボーリング調査を開始した。2022 年 9 月 12 日、NAGRA は、全種類の放射性廃棄物の深地層処分施設用の最も安全なサイトとして、北部レゲレンを提案したことを明らかにした。NAGRA は北部レゲレンを LLW/ILW と HLW の合同処分施設（combined repository）として提案している。処分施設入口となるいわゆる「地上施設」はチュー

リッヒ（Zürich）州シュターデル（Stadel）のハーバーシュタール（Haberstal）地区に建設される。NAGRA によれば、使用済燃料密封施設（used fuel encapsulation plant）は、アールガウ（Aargau）州ヴュレンリンゲン（Würenlingen）に立地する Zwilag 中間貯蔵施設（Zwilag interim storage facility）*サイト内に建設されるという。2022 年時点で、NAGRA は処分場および使用済燃料密封施設に関する包括的認可申請（general licence application）を準備し、2024 年に連邦参事会に提出するとしていた。申請に対しては関連機関と連邦政府が審査を行い、その後、連邦参事会と議会が意思決定を行う。承認時期は 2030 年頃が予定されており、任意国民投票の対象となる。処分施設への廃棄物定置作業が開始されるまでには、承認から 30 年ほど掛かると予測されている。

* スイスの HLW の多くは Zwilag 中間貯蔵施設の輸送・貯蔵用キャスクに保管されている。これらの廃棄物は、地層処分場に送られる前に密封施設において小型処分用キャニスタに移される。

放射性廃棄物の核変換技術について NAGRA と関連付けた報道に対する NAGRA 自身の反論：

2024 年 6 月 1 日、米国原子力学会（ANS : American Nuclear Society）は、放射性廃棄物を核変換するための新技術を開発したとスイスの工学系スタートアップ企業であるトランスミューテックス（Transmutex）社が主張している件について、スイスの放射性廃棄物管理協同組合（NAGRA）*1 と関連付ける形で報道が行われていることに対して NAGRA 自身が反論を行っていることを紹介した。フィナンシャル・タイムズ（Financial Times）紙の報道を始めとした諸報道によると、トランスミューテックス社の粒子加速器技術には、高レベル放射性廃棄物について、より低寿命である（半減期がより短い）ような種類の放射性同位体へと核変換することにより、廃棄物量を 80%低減させることができる可能性があるとのことである。2024 年 5 月 25 日付のフィナンシャル・タイムズ紙は、トランスミューテックス社によって提案されたそのような手法について NAGRA が数か月にわたって同社との間で共同研究を行っていたと報道するとともに、そのような核変換に対してスイス政府が支援を行っているとした上で、NAGRA について放射性廃棄物の処分等に関して権限を有するスイスの機関であると指摘している。この報道に対して NAGRA は、トランスミューテックス社との間では情報交換を行っただけであると反論している。なお NAGRA は、スイスの放射性廃棄物を管理するための手法として核変換を用いることについて、スイスの国内法は許可していないと指摘している。また NAGRA は、核変換炉*2 もまた深地層処分場において処分を行わなければならない放射性廃棄物を発生させると指摘している。さらに NAGRA は、低・中レベル放射性廃棄物については核変換を行うことができないと述べた上で、それらについても処分場において処分しなければならないと指摘している。（2024 年 6 月 1 日付 American Nuclear Society）

*1 NAGRA は、スイスの電力会社等の放射性廃棄物発生者によって 1972 年に設立された組合であり、地層処分施設の立地選定や建設を行っている。

*2 トランスミューテックス社は、同社が開発する小規模な原子炉 6 基をリサイクルのために建設しなければならないとしており、この 6 基でライプシュタット（Leibstadt）原子力発電所と同等の出力を有すると主張している。

NAGRA が深地層処分施設・封入施設に関する包括的認可申請を提出： 2024 年 11 月 19 日、放射性廃棄物管理協同組合（NAGRA）は、深地層処分施設（deep geological repository）および封入施設（encapsulation plant）に関する包括的認可（general licence）*1 の申請を、スイス連邦エネルギー局（SFOE : Swiss Federal Office of Energy）に対し提出した。深地層処分施設は北部レゲレン

(North of Lägern)、封入施設についてはヴュレンリンゲン (Würenlingen) に立地する放射性廃棄物集中中間貯蔵施設 (Central Interim Storage Facility for Radioactive Waste) *2 サイト内に建設される予定である。連邦原子力安全検査局 (ENSI) はこの NAGRA による申請に対して安全性評価を実施する責任を有し、最初に文書群の完全性について確認を行う。NAGRA によると、この申請に対し、ENSI が行う技術的内容 (technical content) の評価に続き、連邦内閣 (Federal Council)、連邦議会 (Parliament)、および場合によっては有権者による判断 (electorate) による判断が行われるという。現在の計画においては、連邦内閣による申請に係る決定は 2029 年、議会における決定は 2030 年が予定されている。また、国民投票 (national referendum) は 2031 年に実施される見込みである。(2024 年 11 月 19 日付 ENSI、NAGRA)

*1 「包括的認可」(general licence) について、原子力環境整備促進・資金管理センターは「概要承認」という訳をあてている。

*2 Zwilag 中間貯蔵施設 (Zwilag interim storage facility) とも呼ばれる。現在、スイスの高レベル廃棄物 (HLW) の多くは Zwilag 中間貯蔵施設の輸送・貯蔵用キャスクに保管されている。これらの廃棄物は、地層処分場に送られる前に、密封施設において小型処分用キャニスタに移される。

【背景】

スイスにおける低・中レベル廃棄物 (LLW/ILW) 用処分場および高レベル廃棄物 (HLW) 用処分場のサイト選定プロセスの第 1 段階は 2008 年に開始され、2011 年 11 月には 6 サイトが提案された。サイト選定プロセスの第 2 段階は 2011 年末に開始され、調査対象とするサイトを各処分場につき少なくとも 2 サイトに絞り込むことが目的とされた。その後、放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) は 2015 年 1 月に、チューリッヒ北東部 (Zürich Nordost) とジュラ東部 (Jura Ost) の 2 か所で、サイト選定プロセスの第 3 および最終段階として更なる調査を実施することを提案した。第 2 段階で提案されていた他 4 地域は予備とされたが、2016 年 12 月に、連邦原子力安全検査局 (ENSI) が北部レゲレンも最終段階に含めるよう提案した。2018 年 11 月には、連邦内閣 (Federal Council) が北部レゲレンを更なる調査対象とすることを決定した。2019 年 1 月には、NAGRA は候補地における深地層のボーリング調査を開始した。2022 年 9 月 12 日、NAGRA は、全種類の放射性廃棄物の深地層処分場用の最も安全なサイトとして、北部レゲレン (Nördlich Lägern) を提案したことが報じられた。処分場入口となるいわゆる「地上施設」はチューリッヒ (Zürich) 州シュターデル (Stadel) のハーバーシュタール (Haberstal) 地区に建設される。使用済燃料密封施設 (used fuel encapsulation plant) は、アールガウ (Aargau) 州ヴュレンリンゲン (Würenlingen) に立地する Zwilag 中間貯蔵施設 (Zwilag interim storage facility) サイト内に建設される。NAGRA は処分場および使用済燃料密封施設に関する包括的認可申請 (general licence application) を準備し、2024 年に連邦内閣に提出するとしている。申請に対しては関連機関と連邦政府が審査を行い、その後、連邦内閣と議会が意思決定を行う。承認時期は 2030 年頃が予定されており、任意国民投票の対象となる。処分場への廃棄物定置作業が開始されるまでには、承認から 30 年ほど掛かると予測されている。

30.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

30.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

31 リトアニア

31.1 原子力事情・原子力政策動向

(新たな動向情報はありませんでした)

31.2 国際協力動向

VATESI、ベラルシアン 1、2 号機の運転停止を求める書簡をベラルーシ非常事態省へ送付：2024 年 5 月 23 日、国家原子力安全検査院（VATESI）は、ベラルシアン（Belarusian）原子力発電所 1、2 号機について、安全に関する全ての課題が解決するまで運転を停止することを再度求める内容の書簡を、ベラルーシの原子力安全規制当局であるベラルーシ非常事態省（MES : Ministry of Emergency Situations）に対して同 22 日付で送付したことを明らかにした。この書簡において再度 VATESI は、同発電所について、原子力発電所サイトの選定と評価、原子力発電所施設の耐震性および大型民間航空機の衝突への耐久性、ストレステスト勧告の履行、確率論的安全評価、火災危険評価等についての情報が欠如していることを指摘している。また VATESI は、同発電所 2 号機の冷却系の有機物による汚染、同発電所 1 号機の 2 次循環冷却系の放射性核種による汚染、原子炉格納容器の修繕（fixing）の欠損、検出された欠陥や目立った作業について、公知となっている情報を明確にすることを MES に対して再度要求している。（2024 年 5 月 23 日付 VATESI）

【背景】

2023 年 5 月 25 日付文書で、国家原子力安全検査院（VATESI）はベラルーシの原子力安全規制を担うベラルーシ非常事態省（MES）に対し、すべての安全上の問題が解決されるまでベラルシアン（Belarusian）原子力発電所 1 号機の運転、および同発電所 2 号機の試運転を中断するよう再度要請した。VATESI は同文書において、同発電所については安全上の問題の多くが未だに解決されておらず、詳細な情報^{*1}も不足した状態が継続していると改めて指摘している。また VATESI は、知財権が存在しない形（public domain）で発出された情報^{*2}について明らかにすることや、原子力発電所からの認可済み排出上限（authorized discharge limits）の情報を提供するよう、ベラルーシに対し要求している。このほか、VATESI は MES や関連省庁に対し、すべての国際的専門家ミッションによる提言とその実施結果の公開や、起こり得る事故の際の放射性物質放出のより正確な予測に必要な追加情報の提供も要請している。この文書の写しは国際原子力機関（IAEA）、欧州委員会（EC）、欧州原子力安全規制機関グループ（ENSREG）の議長、西欧原子力規制者会議（WENRA）にも送付された。

- *1 原子力発電所サイトの選定と評価、原子力発電所施設の耐震性、大型民間航空機の突入への耐久性、ストレステスト勧告の履行、確率的な安全評価、火災危険性分析そのほか安全上の問題に対するもの。
- *2 ベラルシアン原子力発電所 2 号機の冷却系の有機物による汚染、同発電所 1 号機の 2 次循環冷却系の放射性核種による汚染、原子炉格納容器の修繕（fixing）の欠損、検出された欠陥や目立った作業についての情報が含まれる。

31.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

31.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

31.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

31.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

リトアニア、DGR の概念開発を発表：2024 年 3 月 29 日、国営イグナリナ原子力発電所会社（INPP：State Enterprise Ignalina Nuclear Power Plant）は、放射性廃棄物深地層処分施設（DGR：deep geological repository）建設のための包括的概念（general concept）を開発したことを発表した。処分施設はリトアニア国内のサイトに建設される予定で*1、建設には 40 年以上かかることが予想されるが、すでに集中的予備作業（intensive preliminary work）が進行しているという。また、概念設計はポシヴァ・ソリューションズ社（Posiva Solutions Oy）が開発したという*2。INPP によると、サイト選定プロセスにおける意思決定プロセスに市民や地方自治体の代表が参画するために、この概念開発は DGR 設置における重要な段階であるという。DGR は地下数百 m に建設され、INPP の運転期間（1983～2003 年）および廃止措置期間（～2038 年）において発生する長寿命放射性廃棄物を安全に閉じ込める（containment）ためのものであり、地上部分には放射性廃棄物受入施設が含まれる予定である。DGR は 2068 年までの建設および操業を目指しており、2047 年までのサイト承認を予定している。リトアニア政府が承認した「2021～2030 年原子力施設および放射性廃棄物の管理のための開発計画」(The Development Programme for the Management of Nuclear Facilities and Radioactive Waste 2021-2030) では、現在中間貯蔵施設に貯蔵されている放射性廃棄物は施設の操業期間終了までに最終処理（final treatment）し DGR へ輸送することになっている。（2024 年 3 月 29 日付 Ignalina Nuclear Power Plant）

*1 INPP は DGR 建設サイトについては未選定（yet-to-be-selected）であるとしている。

*2 ポシヴァ社は 2022 年初めに INPP との間で契約を締結し、子会社であるポシヴァ・ソリューションズ社が DGR の概念開発に協力したという。

リトアニアの最終処分施設のサイト候補が 77 か所に絞り込まれる：2024 年 8 月 5 日付の報道によると、リトアニアにおいて計画中の使用済燃料および高レベル放射性廃棄物を対象とした

地層処分施設（GDF：Geological Disposal Facility）について、候補地点が当初の 110 か所から、29 自治体における 77 か所に絞り込まれた*。GDF のサイト選定に関する研究プログラムは 2047 年に完了する見込みで、暫定的に GDF の建設は 2058 年から 2067 年にかけて行われ、2068 年から 2074 年に操業し、2075 年から 2079 年にかけて閉鎖するとされている。GDF の立地に関する最終決定は 2047 年までは行われない見込みである。なお、リトアニアの「2021～2030 年放射性廃棄物および原子力施設の管理に関する開発計画」（Development Programme for the Management of Nuclear Facilities and Radioactive Waste 2021-2030）では、長寿命放射性廃棄物は中間貯蔵施設の操業期間終了時に GDF において最終処分されるまでは中間貯蔵施設において保管することとされている。リトアニアは、中間貯蔵施設の操業期間が終了するタイミングで GDF の操業を開始する計画である。（2024 年 8 月 5 日付 World Nuclear News）

- * 候補地から外れた土地のうち、31 か所については地下水、鉱床、および GDF の安定性を決定付けるヘリウム異常（helium anomalies）の存在に係る判断規準を満たさなかったことが理由で、別の 2 か所については社会経済的な判断規準（土地利用計画と環境面での判断規準）を満たさなかったことが理由で候補地から外れた。

VATESI がイグナリナ原子力発電所の発電ユニット等の廃止措置許可を発給：2024 年 10 月 17 日、国家原子力安全検査局（VATESI）は、国営イグナリナ原子力発電会社（INPP）に対し、イグナリナ原子力発電所の発電ユニット群（power units）および古い放射性廃棄物管理施設の廃止措置活動に関する認可を発給した。リトアニアの現行の法的枠組みにおいては、VATESI から廃止措置活動の実施に係る認可が発給されると、除染・解体事業および安全解析報告書において廃止措置活動の安全性が実証された（substantiated）後に、同発電所発電ユニットの特定の廃止措置活動を実施可能となる。認可取得後、同発電所は 1、2 号機に由来する汚染された設備の解体や、廃止措置の間に発生する廃棄物の管理、サイト内の不要な建造物の解体といった作業を継続することとなる。また、同発電所の運転開始当初に設置された放射性廃棄物貯蔵施設については、廃棄物を他の放射性廃棄物管理施設にすべて移した後に解体作業を行うとされている。（2024 年 10 月 17 日付 VATESI）

31.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

31.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

内部者脅威の緩和に関するイニシアチブに加入：2024 年 6 月 3 日、国家原子力安全検査院（VATESI）は、核セキュリティ分野における内部者脅威の緩和に関するイニシアチブについて、リトアニアが 2024 年初に加入していたことを明らかにした。このイニシアチブは、IAEA によ

って伝達文書 INFCIRC/908 (Information Circular 908) として伝達された「内部者脅威の緩和に関する共同声明」(Joint Statement on Mitigating Insider Threats) を通じて IAEA 加盟国に対して門戸が開かれたイニシアチブ*である。このイニシアチブに加入したことによりリトアニアは、この分野における IAEA のアジェンダを全面的に支持するとともに、内部者脅威の緩和に係る諸措置を実施することとなる。その諸措置を通じてリトアニアは、核セキュリティ政策を策定するとともに、規制活動を実施し、原子力施設において予防的措置を適用していくこととなる。

(2024 年 6 月 3 日付 VATESI)

* 2016 年に米国が立ち上げたイニシアチブである。これまでに 30 か国以上の IAEA 加盟国と国際刑事警察機構 (INTERPOL) がこのイニシアチブに加入している。

32 ブルガリア

32.1 原子力事情・原子力政策動向

ブルガリア、ベレネ原子力発電所用機器の一部をコズロドイ 5、6 号機の運転延長のために利用することを決定：2024 年 5 月 29 日付の報道によると、ブルガリア内閣（Council of Ministers）は、中止されたことによりベレネ（Belene）原子力発電所建設計画のサイト内で保管されている同計画用の機器の一部^{*1}について、コズロドイ（Kozloduy）原子力発電所 5 号機と 6 号機の運転寿命を延長するために再活用することを目的として、コズロドイ原子力発電所に対して国営電力会社（NEK）が売却することを決定したとのことである^{*2}。ベレネ原子力発電所建設計画は、2 基のロシア製 VVER-1000/V-466 を建設するものであり、2008 年にサイト準備作業が開始され、供給会社との間で機器の供給のための契約が締結されていたが、2012 年のブルガリア政権交代後に中止された（2018 年に同計画は一時的に復活したが再度中断された）。建設を請け負ったアトムストロイエクスポート（Atomstroyexport）社が製造した同計画用の機器については、度重なる仲裁手続き（arbitration procedures）の結果、同社に対して費用の補償（compensation）としてブルガリア政府が 6 億 160 万ユーロを支払うこととなった。現在、それらの機器はベレネ建設サイトにおいて保管されている。（2024 年 5 月 29 日付 Nuclear Engineering International）

- *1 今回の売却とは別件で、ベレネ原子力発電所用に購入していた原子炉圧力容器等の設備をフメリニツキー（Khmelnitsky）原子力発電所の 3、4 号機を完成させる用途でウクライナに対し売却する交渉を開始するよう議会在決定しており、ブルガリアはそれら設備の対価として 120 万ブルガリアレフ（BGN）以上を望んでいるが合意には至っていない。
- *2 現在コズロドイ原子力発電所では 5、6 号機としてソ連製 VVER-1000 が運転されているが、2027 年と 2029 年が廃止措置の期限となっている。コズロドイ原子力発電所に売却されるベレネ原子力発電所用の機器の価値は約 100 万 BGN 分である。なお、2 年前にはコズロドイ原子力発電所 5、6 号機の修理のために、同発電所に対してベレネ原子力発電所用のフィルターなどが売却されている。

コズロドイ 5、6 号機と使用済燃料乾式貯蔵施設の運転認可が修正される：2024 年 7 月 29 日付のブルガリア通信（BTA、Bulgarian News Agency）の報道によると、コズロドイ（Kozloduy）原子力発電所は、同発電所 5、6 号機（ともに VVER-1000）および使用済燃料乾式貯蔵施設の運転（操業）に関する修正版認可（amended licenses）をブルガリア原子力規制庁（NRA：Nuclear Regulatory Agency、AYaR：Agentsiyata za Yadreno Regulirane）から受領した。2024 年初めに行われた国内法の変更に従い、これらの認可には期限は設けられていない。「原子力エネルギー安全利用法」（Safe Use of Nuclear Energy Act）では少なくとも 10 年ごとの定期安全審査を義務付けていることから、同発電所は定期安全審査の結果要約を引き続き NRA に提出するとしている。（2024 年 7 月 29 日付 BTA）

ブルガリア内閣、コズロドイ 5、6 号機向けのロシア製品・役務の調達を認める：2024 年 10 月 2 日付の報道によると、ブルガリア内閣（Council of Ministers）は、ロシアから物品と役務の供給

を受けることについて、欧州連合（EU）規則に沿う形でコズロドイ（Kozloduy）原子力発電所が公共調達を行うとともに契約を締結することができるようにする決定を承認した。EU 加盟国による対ロシア制裁からの今回の除外は、既存の契約の履行が完了するまでの間のみにおいて有効である。同発電所では 5、6 号機として 2 基の VVER-1000 が運転中であり、今回の除外は旧ソビエト連邦の設計による発電所の安全な運転を確かなものとするを理由としている。（2024 年 10 月 2 日付 Nuclear Engineering International）

32.2 国際協力動向

USTDA、ブルガリアに対する 2 件の資金援助協定に署名：2024 年 12 月 13 日、米国貿易開発庁（USTDA：US Trade and Development Agency）は、ブルガリアに対する 2 件の資金援助協定に署名した。1 つは、小型モジュール炉（SMR）のブルガリア国内における商業展開を加速させることとブルガリアのエネルギー安全保障とクリーンエネルギー目標を推進することを対象として、ブルガリア国営のブルガリア・エナジー・ホールディング（BEH：Bulgaria Energy Holding EAD）社に対する技術支援のために行う資金援助についてのもの（technical assistance grant）である。特に USTDA の支援は、ブルガリアが計画中の 1 か所またはそれ以上の SMR 発電所の商業展開を支援するために、米国製 SMR 設計の選択肢について、詳細な技術分析を BEH に対して提示するものである。技術分析に加えて、SMR 候補地の調査やロードマップの策定に対しても USTDA が支援を行う予定である。もう 1 つは、ブルガリア国内の原子力発電所から発生する使用済燃料について、地下における安全な処分を裏付けるために行うフィージビリティスタディを対象として、ブルガリア政府に対して行う資金援助についてのもの（grant agreement）である。このフィージビリティスタディは、米国のカリフォルニア州に本拠地を置くディープ・アイソレーション US 社（Deep Isolation US LLC）が実施するとともにその費用を分担することとなっており、同社の深孔技術（deep borehole technology）による処分の可能性に焦点が当てられる予定である。なお、今回署名が行われた 2 件の資金援助協定について、具体的な資金拠出額に関しては報道発表文において言及が無い。（2024 年 12 月 13 日付 U.S. Embassy in Bulgaria、U.S. Embassy in Bulgaria）

32.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

32.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

32.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

32.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

コズロドイ 5 号機に WH 社製 VVER-1000 用燃料が装荷される : 2024 年 5 月 29 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、ブルガリアのコズロドイ (Kozloduy) 原子力発電所 5 号機 (VVER-1000) への WH 社製 VVER-1000 用燃料の納入を 4 月に行い、5 月 29 日にこの燃料の装荷を記念する式典を D.グラフチェフ (Dimitar Glavchev) 首相等の出席の下で開催したことを明らかにした。同発電所では燃料供給源の多様化プロセスを進めており、WH 社は 2022 年 10 月に同発電所 5 号機を対象とした燃料供給に関する 10 年間の供給契約を締結していた*。また、2024 年 5 月 30 日付の報道によると、同式典においてコズロドイ原子力発電所会社 (KNPP : Kozloduy Nuclear Power Plant) の V.ニコロフ (Valentin Nikolov) 取締役 (executive director) は、ロシアとの間の燃料供給契約の終了を同発電所が決定したことを明らかにしたという。このロシアとの契約は 2025 年に終了する予定であった。ニコロフ取締役によると、既に納入されているロシア製燃料は、今後は予備として取り扱われるという。(2024 年 5 月 29 日付 Westinghouse Electric Company、World Nuclear News、5 月 30 日付 Nuclear Engineering International)

* コズロドイ原子力発電所 6 号機 (VVER-1000) に対する燃料供給についてはフランスのフラマトム (Framatome) 社が契約を獲得している。

ブルガリアの放射性廃棄物管理について原子力規制庁長官が言及 : 2024 年 10 月 8 日付の報道によると、原子力規制庁 (NRA) の T.バチイスキ (Tsanko Bachiyski) 長官は、既存施設に十分な容量があることからブルガリアは少なくとも 2032 年までは使用済燃料を保管可能であるとの見解を示した。NRA によると、使用済燃料の乾式貯蔵期限は 50 年間、水中での保管期限は施設の容量による。同長官は、使用済燃料の最終処分問題を解決するために十分な時間があると述べている。コズロドイ (Kozloduy) 原子力発電所に由来する使用済燃料は近年までロシアにおいて再処理が行われており*、その再処理により生じた高レベル放射性廃棄物は処分のためにブルガリアに返送される予定である。ただし現時点ではそのような廃棄物はまだ返送されておらず、返送されてくる予定の廃棄物についてブルガリアは今後 10 年以内に正確な量と種類を特定するための方法論を策定するとしている。なお、バチイスキ長官は、低・中レベル放射性廃棄物については、コズロドイ原子力発電所の用地内に設置されるラディアナ (Radiana) サイトにおいて貯蔵することにより、処分についての問題が解決したことになるとの見解を示している。ラディアナ・サイトは 2025 年に操業認可を取得する見込みである。(2024 年 10 月 8 日付 Nuclear Engineering International)

* ブルガリアからロシアに対する使用済燃料の輸送が最後に行われたのは 2022 年であるという。

32.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

32.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

33 ハンガリー

33.1 原子力事情・原子力政策動向

パクシュ II 建設計画は EU の対ロシア制裁における制限措置から完全に除外：2024 年 6 月 24 日、EU 官報（Official Journal of the European Union）において、ウクライナにおける状況を不安定化させるロシアの行為を考慮した制限措置（ロシアに対する制裁措置）に関する欧州連合（EU）理事会規則（Council Regulation）「No 833/2014」（ただしこれまでに多数回にわたり改訂済）^{*1}を改訂する内容の理事会決定（Council Decision）である共通外交・安全保障政策（CFSP：Common Foreign and Security Policy）「2024/1745」が掲載された。今回の決定では、エネルギー、制裁措置を逃れるための第三国を介した迂回貿易等の防止、金融、EU 域内の政党その他の組織がロシアから献金等を受け取ること、輸送、および輸出入の管理・制限についてロシアに対する制裁を強化しているほか、対ロシア制裁の影響を受ける EU 域内の事業者を保護するための補償措置を定めるとともに、特定の知財権についてロシア国籍者とロシア企業による EU での登録申請の受理を制限する等の措置について定めている。「2024/1745」においては、ハンガリーのパクシュ II (Paks II) 原子力発電所建設計画について、「No 833/2014」の前回改訂版の第 12 条に対して第 h 項を追加している。第 h 項の文言は以下の通りである：「パクシュ II プロジェクトに関して、民生原子力能力（施設）の確立・運転・維持・燃料供給と再処理・安全のために必要な諸活動に対しては、および、民生原子力施設の完成のために必要となる設計・建設・運転の継続に対しては、そのような全ての活動についてその活動が開始される 2 週間前までに、自然的・法的な権利享有主体としての個人・事業体・団体によって、それらの主体が居住者となっている・所在している・設立されている・法人化されている EU 加盟国の所轄官庁に対して通知が行われる場合には、この規則における禁止事項は適用されない。（改段落）[この条項に基づいた適用除外に] 関係する EU 加盟国は、取得した全ての情報について、この条項に基づき、その情報を取得してから 2 週間以内に他の EU 加盟国と欧州委員会に対して通知しなければならない」^{*2}。今回の「2024/1745」についてハンガリーの P. シーヤールトー（Péter Szijjártó）外務貿易大臣は、パクシュ II 原子力発電所建設計画における手続き・建設段階・機器等の輸入が EU の対ロシア制裁措置から完全に除外されたと指摘した上で、欧州企業がパクシュ II 原子力発電所建設計画に参画する場合にはその企業が帰属する自身の国の所轄官庁からの許可を求めるために申請を行う必要が無いと述べている。その上で同大臣は、同計画の遂行に係る一連の手続きが過剰になることと同計画に参画することに対する EU 加盟国等からの政治的悪意について、そのようなことが起きる可能性が排除されたということであると指摘するとともに、EU 企業が同計画に参画することをいかなる EU 加盟国政府も妨害することができないと強調している。また同大臣は、投資の観点においては、ロシアとウクライナの戦争が起きる前の政治的な状況へとパクシュ II 計画を巡る状況が本質的に戻ったと付け加えている。（2024 年 6 月 24 日付 Official Journal of the European Union、Council of the European Union、PAKS II. LTD.）

- *1 「No 833/2014」は2014年7月31日に成立して以降、2014年中に2回、2015年に1回、2017年に1回、2019年に1回、2022年に8回、2023年に7回、および2024年に2回改定されており、今回の改訂により2024年としては3回目の改訂となる。
- *2 第12条第h項の原文は次の通りである： "With regard to the Paks II project, the prohibitions in this Regulation shall not apply to activities necessary for the establishment, operation, maintenance, fuel supply and retreatment and safety of civil nuclear capabilities, and the continuation of design, construction and commissioning required for the completion of civil nuclear facilities, provided that any such activity has been notified by natural and legal persons, entities and bodies within two weeks of its start to the competent authority of the Member State where they are resident, located, established or incorporated. (改段落)
The Member State concerned shall inform the other Member States and the Commission of any information received under this Article within 2 weeks of its receipt."

パクシュ II、最初のコンクリート打設に必要な承認を HAEA から取得：2024 年 11 月 29 日、パクシュ II 開発会社（Paks II Ltd.）は、P.シーヤールトー（Peter Szijjarto）外務貿易大臣の発言として、パクシュ II 原子力発電所における最初のコンクリート打設に必要な予備的安全報告書（preliminary safety report）に対する承認を、原子力規制当局であるハンガリー原子力庁（HAEA：Hungarian Atomic Energy Authority）から取得したことを明らかにした。また、同大臣はコンクリート打設が 2025 年初めに行われることを強調したとしている。（2024 年 11 月 29 日付 Paks II Ltd.）

33.2 国際協力動向

ハンガリーとベラルーシが VVER-1200 建設について協力強化：2024 年 5 月 29 日付の報道によると、ハンガリーの P.シーヤールトー（Peter Szijjarto）外務貿易大臣とベラルーシの V.カランケヴィチ（Viktor Karankevich）エネルギー大臣は、両国におけるロシア製 VVER-1200 による原子力発電所建設やその他広範なエネルギー問題について協力を深めるようなロードマップに署名した。このロードマップは、両国が 2023 年 4 月に締結した了解覚書（MOU）のフォローアップにあたるという。（2024 年 5 月 29 日付 World Nuclear News）

核不拡散、保障措置、および規制についての協力に関する了解覚書をオーストラリアと締結：2024 年 9 月 13 日、ハンガリー原子力庁（HAEA）とオーストラリアの外務貿易省（Department of Foreign Affairs and Trade）内のオーストラリア保障措置・核不拡散局（Australian Safeguards and Non-Proliferation Office）は、「原子力エネルギーの平和利用に関連した核不拡散、保障措置、および規制についての協力に関する了解覚書」*1 に署名した。なお両者は、紛失した放射線源の取扱いに関わる機関間の調整に関する既存の経験、および「原子力エネルギーの平和利用と核物質の移転における協力に関する政府間合意」*2 の規定に関する二国間行政協定の改訂等について議論を行っている。（2024 年 9 月 19 日付 Hungarian Atomic Energy Authority）

- *1 Memorandum of Understanding regarding Cooperation on Nuclear Non-Proliferation, Safeguards and Regulation related to Peaceful Uses of Nuclear Energy
- *2 Intergovernmental Agreement Concerning Cooperation in Peaceful Uses of Nuclear Energy and the Transfer of Nuclear Material

HAEA と FANR、核物質防護と放射線防護等について情報交換等を開始するための MOU を締結：2024 年 9 月 17 日、ハンガリー原子力庁（HAEA）とアラブ首長国連邦の連邦原子力規制庁（FANR：Federal Authority for Nuclear Regulation）は、協力に関する了解覚書（MOU）に署名した。この MOU により両者は、核物質防護と放射線防護の安全評価、原子力緊急事態の管理、および原子力施設の規制監視等の分野における情報の交換と経験の共有に主に焦点をあてた組織間の協力を開始することができるようになる。（2024 年 9 月 19 日付 Hungarian Atomic Energy Authority）

ハンガリーと英国、SMR 開発で戦略的協力：2025 年 1 月 29 日付の報道によると、ハンガリーの P.シーヤールトー（Péter Szijjártó）外務貿易大臣は、英国とハンガリーの間で原子力産業分野における戦略的協力が開始されることを明らかにした*。この戦略的協力は小型モジュール炉（SMR）を可能な限り速やかに利用できるようにすることに重点を置いている。シーヤールトー大臣によると、ハンガリーは SMR 技術開発に参加する用意があり、英国のロールス・ロイス（Rolls-Royce）社は SMR 開発において世界を主導する企業のひとつであると述べたという。なお、ロールス・ロイス SMR（Rolls-Royce SMR）社は 1 月 31 日付でこの戦略的協力を歓迎する声明を発表している。（2025 年 1 月 29 日付 World Nuclear News、1 月 31 日付 Rolls-Royce SMR、2 月 4 日付 Nuclear Engineering International）

* シーヤールトー大臣がロンドン訪問時に英国の D.ラミー（David Lammy）外務大臣と会談した後、Facebook 上においてビデオメッセージとして明らかにしたものの。

33.3 原子力研究開発推進・規制体制

HAEA、規則の改正を発表：2024 年 4 月 12 日、ハンガリー原子力庁（HAEA）は、等級別アプローチ（graded approach）の原則に沿っており、施設のライフサイクルに適合した、規制監督（regulatory supervision）のより効果的申請を可能とする、新原子炉建設のための新しい監視概念（oversight concept）*¹に関する実施規則（implementing rules）に主に焦点を当てた修正（amendments）を発表した。新しい規制規則は、検査に関与する可能性がある独立検査機関（independent inspection bodies）の登録およびその認定要件（accreditation requirements）を対象としている。また、これに関連した HAEA の行政サービス手数料は、新たな登録業務に係る費用を加味するための結果として徴収される予定である。規制システムの見直しの結果として、規制監督の有効性（effectiveness）の強化や原子力安全水準の継続的向上、規制監督における等級別アプローチの原則の系統的な適用、施設レベルの許認可手続きの強化による構成要素レベルでの許認可手続きの最適化、許認可事業者（licensee）のマネジメントシステム・内部手続き・安全文化・許認可事業者責任の適用の制御、検査の実施における第三者関与の機会の創出を、新たな監視概念の狙いとしている。以上の目的を達成するため、HAEA 政令 2022 年 1 号（HAEA Decree No 1/2022 (IV. 29.)) は修正され、政令 2024 年 1 号（HAEA Decree No 1/2024 (IV. 8.)) が導入され

た。法によって権限を与えられた（authorized）独立検査機関の登録は、行政サービス手数料の対象となる手続きである。この手数料は、HAEA 政令 2022 年 11 号（No 11/2022 (XII.29.)) *2 の修正により規定される。これらの規則は 2024 年 4 月 8 日付のハンガリー官報（the Hungarian Gazette）に掲載され、31 日後に効力を発効する。（2024 年 4 月 12 日付 HAEA）

- *1 HAEA は今後数年で既存の業務に加えて多くの問題に直面すると予想されることから、活動をより効率的に、国際要件に沿った形で実行できるようにするため原子力安全に対する注意深い視点（mindful eye）を維持しながら現在のシステムの評価と最適化を行うことが必要となると述べている。
- *2 特定の行政手続および行政的性質を有する業務に対して支払うべき手数料について規定した政令である。

33.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

33.5 次世代炉

（新たな動向情報はありませんでした）

33.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

フラマトム社、パクシュ 1～4 号機に 2027 年から VVER-440 用燃料を供給: 2024 年 10 月 25 日、フラマトム（Framatome）社は、ハンガリーのパクシュ（Paks）原子力発電所 1～4 号機（VVER-440）に対し 2027 年から燃料供給を行うとした長期燃料供給契約に署名したことを発表した。フラマトム社は 2023 年 9 月にハンガリーのエネルギー省（Ministry of Energy）との間で、原子力分野における戦略的関係を発展させることを企図した了解覚書（MOU）を締結しており、今回の長期燃料供給契約はこの MOU に基づくものであるという。（2024 年 10 月 25 日付 Framatome、10 月 28 日付 World Nuclear News）

33.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

33.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

34 チェコ

34.1 原子力事情・原子力政策動向

新規4基の建設に係る拘束力のある入札:2024年4月30日付の報道によると、チェコ電力(ČEZ)とドコバニ II 原子力発電会社(EDU II: Elektrárna Dukovany II)は、チェコにおいて4基の新規原子炉を建設することに対して、拘束力のある入札の改訂版^{*1}の提出を韓国水力原子力発電会社(KHNP)^{*2}とフランス電力会社(EDF)^{*3}から受けたとのことである。EDU IIは、この2社からの提案内容について、国際原子力機関(IAEA)の勧告に基づいたシステムを使用して経済的・商業的・技術的観点から評価を行い、チェコの貿易産業省(Trade and Industry Ministry)に対して評価報告書を提出する予定である。このようにして行う評価の目的は、新規4基の建設に係る契約を2025年3月31日までに締結のための準備ができた最終的なものにすることである。新規1基目の試験運転開始目標時期は2036年であり、その1基目については2038年に商業運転を開始することが予定されている。(2024年4月30日付 World Nuclear News)

- *1 2023年10月31日、ČEZは、新規1基目となるドコバニ(Dukovany)原子力発電所5号機の建設を対象とした拘束力のある最終入札、および同発電所6号機およびテメルン(Temelin)原子力発電所で建設が計画されている2基の最大計3基を対象とした拘束力の無い入札について、ウェスチングハウス(WH)社、EDF、およびKHNPからの提出をČEZの子会社であるEDU IIが10月31日午前11時までに受理したことを明らかにしていた。しかし2024年2月にチェコ政府は、新規4基について拘束力のある入札を行うことを発表するとともに、WHについて必要な条件を満たさないとの理由により入札手続きから除外していた。
- *2 APR-1000を建設することを提案している。
- *3 EPR1200を建設することを提案している。

チェコ政府、ドコバニ5、6号機建設のための優先交渉者としてKHNPを選定:2024年7月17日、チェコ政府は、ドコバニ(Dukovany)原子力発電所における新規2基(同発電所5、6号機)の原子炉建設計画について、優先交渉者(preferred bidder)として韓国水力原子力発電会社(KHNP)を選定したことを明らかにした。またチェコ政府は、KHNPとフランス電力会社(EDF)から提出を受けた法的拘束力のある入札内容とそれらに対して慎重に実施した評価に基づき、優先交渉者として今回選定したKHNPとの間で、ドコバニ原子力発電所において新規2基を建設することに関する交渉とテメルン(Temelin)原子力発電所において追加で新規原子炉2基を建設することを対象とした法的拘束力のある契約を締結する可能性に関する交渉を開始する決定を行った。なお、ドコバニ原子力発電所における新規2基の合計での価値は173億ドルと見積もられているとのことである*。(2024年7月17日付 Government of the Czech Republic、7月18日付 Yonhap News)

- * 韓国の聯合ニュースによると、ドコバニ原子力発電所における新規2基の建設事業に対しては、取引条件を考慮すると、KHNPにとって利益の出るものではないとの批判があるという。このような批判があることに関連して、韓国のアン・ドクン(Ahn Duk-geun)産業通商資源大臣は、「韓国は、優れた技術力とプロジェクト管理能力に基づき、国際的に価格競争力を持っている。価格ダンピングによって優先交渉者の立場を手に入れたというのは事実ではない」と述べたとのことである。

ドコバニ2号機が出力増強して運転再開:2024年8月13日付の報道によると、チェコ電力(ČEZ)はドコバニ(Dukovany)原子力発電所2号機(VVER-440/V213)が発電容量を増強して運転を再開したことを明らかにした。同発電所2号機では2020年から最適化プログラムが実施され、グロス出力が50万kWから51万2,000kWに増強されたという。同発電所では2024年4月に3号機が51万3,000kW(グロス)の出力記録を達成しているほか、1号機および4号機においても出力増強が行われる予定である。チェコ政府は2024年1月に、同発電所1~4号機を2047年頃まで運転継続することを目的として、同発電所に対し2024年を通じて33億チェココルナ(CZK)以上を投資する計画を明らかにしている。(2024年8月13日付 Nucnet)

WH社、ドコバニ新設事業にKHNPのAPR-1400が選定されたことについて抗議:2024年8月26日、ウェスチングハウス(WH)社は、チェコ電力(ČEZ)がドコバニ(Dukovany)原子力発電所における新規炉2基建設に関する優先入札者として韓国水力原子力発電会社(KHNP)を決定したことについて抗議するため、チェコ独占禁止局(Czech Anti-Monopoly Office)*¹に対し陳情(appeal)を提出したことを明らかにした。WH社は、入札において開発事業者は提示した原子力技術をČEZおよび現地供給事業者に対し移転(transfer)および再許諾(sublicense)する権利を有していることを証明する(certify)必要があるが、KHNPのAPR-1400およびAPR-1000にはWH社がライセンスを保有するSystem 80技術が用いられており、KHNPは基礎技術(underlying technology)を有しておらず、WH社の同意なく第三者に再許諾する権利も有していないと述べている。またWH社は、同社技術を輸出するための許可を米国政府から取得する法的権利はWH社のみが有するとしている。その上で、チェコにおいてWH社のAP1000ではなくKHNPのAPR-1000が採用された場合、米国の技術が違法に使用されるのみならず、チェコと米国におけるクリーンエネルギーに関する数万件の雇用*²が韓国に流出すると主張している。

(2024年8月26日付 Westinghouse Electric Company)

*1 チェコにおいて独占禁止局として扱われる該当部局は競争保護庁(ÚOHS: Úřad pro ochranu hospodářské soutěže、Office for the Protection of Competition)である。

*2 WH社は本拠地である米国ペンシルベニア州における1万5,000件の雇用を含むとしている。

【背景】

韓国水力原子力発電会社(KHNP)のAPR-1400は、2000年にウェスチングハウス(WH)社に原子力事業を売却した米国コンバッション・エンジニアリング(Combustion Engineering)社の技術であるSystem 80に基づき開発された。WH社は2022年10月21日に、KHNPの原子炉設計にはWH社によってライセンス供与された知的財産が含まれており、ポーランドをはじめAPR-1400の配備を検討しているその他の国に移転する前にWH社による許可が必要であるとして、米国連邦裁判所に対し訴訟を起こした。またWH社は別の訴訟において、韓国政府に対しこのような問題を解決するための措置を策定するよう要求した。一方でKHNPは、韓国の原子力技術はWH社の技術から独立しており、米国の同意なく輸出可能であるとして、WH社の訴えを取り下げるための訴訟を起こし、仲裁を要請した。またKHNPは、米国の原子力エネルギーに関する法律群に基づき法的措置を行う権限は米国連邦政府のみにあり、WH社にその権限はないとしている。2023年1月12日付の報道によると、KHNPとその親会社である韓国電力公社(KEPCO)は、原子炉輸出によりKHNPとKEPCOが得る利益をWH社と分配する可能性について、WH社との間で協議中とのことである。WH社とKHNPおよびKEPCOの協議は、一定の比率で利益を分割することに焦点が当てられており、他国において韓国が受注した原子力発電所に関連するロイヤリティを、韓国事業者がどのようにWH社に支払うかを明確にするものであるという。2024年8月26日付のWH社による発表においては、仲裁に関する判決は2025年後半までは下されない見込みであるとされている。なお、KHNPのAPR-1400はアラブ首長国連邦のバラカ(Barakah)原子力発電所1~4号機として既に輸出実績がある。朝

鮮日報は 2024 年 8 月 27 日掲載の社説・コラム記事「米原発巨大企業ウェスチングハウスの没落」において、UAE に対する APR-1400 輸出に際して 2009 年に WH 社は特許侵害であるとして技術料を要求したが、WH 社および東芝の設備を韓国側が購入することで解決とされたことを指摘している。

WH 社と EDF が新規炉建設に係る入札プロセスに異議申し立て：2024 年 8 月 27 日付の報道によると、チェコの競争保護庁（ÚOHS : Úřad pro ochranu hospodářské soutěže、Office for the Protection of Competition）*に対し、米国ウェスチングハウス（WH）社とフランス電力会社（EDF）から、韓国水力原子力発電会社（KHNP）が優先入札者として選定された新規原子力炉建設に係る入札手続きの審査を求める陳情が提出された。ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、ÚOHS は WH 社および EDF 社による異議申し立ての根拠について、詳細は明らかにしていない。また、本件について WH 社は 8 月 26 日付で声明を発表しているが、EDF からの声明等は確認できていないことも報じられている。ロイター通信（Reuters）は、チェコ電力（ČEZ）は入札者からの異議申し立てを受けており、同社は ÚOHS に対し回答を提供する用意があるものの、国家安全保障上の例外として競争上の理由で入札に対し異議を申し立てることは不可能であるとの見解を ČEZ が示していることを紹介している。（2024 年 8 月 27 日付 World Nuclear News、Reuters）

* 本件に係るウェスチングハウス（WH）社の発表（8 月 26 日付）においては「チェコ独占禁止局」（Czech Anti-Monopoly Office）と表記されている。

チェコ政府と ČEZ、SMR 建設に向けて前進：2024 年 8 月 27 日、チェコ電力（ČEZ）は、チェコ政府との間で小型・中型モジュール炉（small and medium-sized modular reactors）開発に関する安全保障協定（security agreement）を締結したことを発表した。ČEZ によると、この協定は低炭素法（Low Carbon Act）により義務付けられたもので、請負事業者の選定に先立ち取り交わされるものであるという。この安全保障協定により、チェコ国内におけるモジュール炉の開発および建設のための将来的な提携先を適切に選定することによって国としての安全保障上の権益を確保することが可能となるとされる。安全保障協定の下では投資家の義務として、小型モジュール炉（SMR）の契約事業者の選定に関する情報をチェコ政府に提供すること、いわゆる安全保障上の要件を通じて国家がその安全保障上の権益を確保できるようにすること等が含まれる。ČEZ は南ボヘミア地方のテメリン（Temelin）原子力発電所近隣において 1 基目のモジュール炉を建設する計画であり、2 基目および 3 基目の SMR 建設サイトについても調査を行っている。（2024 年 8 月 27 日付 ČEZ、8 月 28 日付 World Nuclear News）

【背景】

2023 年 11 月 1 日、チェコ政府は、産業通商省（Ministry of Industry and Trade）が提出した「チェコ小型モジュール炉（SMR）ロードマップ—経済への適用性と貢献」（Czech SMR Roadmap - Applicability and Contribution to Economy）を承認したことを発表した。このロードマップに基づき、SMR 技術が国家エネルギー政策（State Energy Policy）に含まれるとともに、チェコ共和国空間開発政策（Spatial Development Policy of the Czech Republic）において SMR 技術が認識されることとなる。ロードマップではサイト候補と投資モデルの概要が示されており、2030 年代前半に SMR 建設を開始するためにサイト選定・準備プロセスを加速させることが提案されている。また、サイト候補としては既存の原子力サイト以外に、Dětmárovice や Tisová といった現在石炭火力発電所が立地する場所を含む計 45 か所が挙げられている。J.スィーケラ（Jozef Síkela）産業通商大臣はロードマップ承認をうけて、小型および中型原子炉は電力および熱生産の双方の観

点からチェコの現代的な電力システムにおける素晴らしい追加となるとして、2030 年代～2040 年代以降に大型原子炉を SMR により補完するビジョンについて言及している。なお、チェコにおける SMR 事業については、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社と GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH) 社が関心を示している。

競争保護庁、判決が下されるまで情報提供を行わないと表明：2024 年 9 月 3 日、チェコの競争保護庁 (ÚOHS) は、8 月最終週にウェスチングハウス (WH) 社およびフランス電力会社 (EDF) から受領した新規原子力発電所建設の入札手続きに対し異議を申し立てる訴え (submissions) * について、一審判決 (first instance decisions) が下されるまで行政手続きの進捗について追加の情報提供を行わないことを明らかにした。その理由として ÚOHS は、WH 社と EDF のどちらの事例においても行政手続き (administrative proceedings) が開始されているが、実質的および手続き上の複雑性を考慮すると、行政手続きに要する期間が現時点では予測できないことを挙げている。(2024 年 9 月 3 日付 Office for the Protection of Competition)

- * EDF の訴状 (complaint) は優先サプライヤーの選定に関する決定に対するものであり、ÚOHS に対して入札条件の違反を認定し入札評価に関する契約当局 (contracting authority) の行為を取り消すよう求めている。WH 社は、いわゆる「安全保障上の例外」(security exception) を根拠として契約当局が法的枠組みの外部において行った手続きを問題としている。WH 社によれば ÚOHS は契約当局が韓国水力原子力発電会社 (KHNP) と EDF を選定し WH 社を入札手続きの次の段階へと選定しなかったこと、ならびに、契約当局の 2024 年 1 月からの契約範囲の拡大決定とそれ以降のすべての行動を取り消さなければならないという。

チェコ、導入する SMR 候補にロールス・ロイス社製 SMR を選定：2024 年 9 月 18 日、ロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社は、同社がチェコ政府およびチェコ電力 (ČEZ) グループから、チェコにおける小型モジュール炉 (SMR) の開発および建設に関する優先サプライヤー (preferred supplier) として指名されたことを明らかにした*1。同社はこの決定が ČEZ グループによる厳格な評価プロセスの結果であるとしたうえで、契約期間を決定するための議論が進行中であり、最終合意は慣例的な規制当局による承認 (regulatory clearances) を条件とするとしている。合意の詳細は署名時に明らかにされるという。一方で、9 月 19 日にチェコ産業通商省 (Ministry of Industry and Trade) は、ČEZ グループがロールス・ロイス SMR 社と SMR の開発および建設において協力し、戦略的パートナーシップを締結することを公表した。ČEZ はテメリン (Temelin) 原子力発電所サイトの近隣へ同国初のモジュール式原子炉を建設する計画で、大型炉が新設される 2040 年より以前の 2030 年代前半に建設される予定である*2。なお、ČEZ は SMR に適している可能性がある他のサイトについても探査中であり、その中にはトゥシミツェ (Tušimice) およびデトマロヴィツェ (Dětmárovice) の石炭火力発電所サイトが含まれているという。(2024 年 9 月 18 日付 Rolls-Royce SMR、9 月 19 日付 Ministry of Industry and Trade)

- *1 同社によると、SMR 技術を有する 7 社の中から選定されたという。

- *2 ロールス・ロイス SMR 社は英国で 2030 年代初めに初の SMR を配備する計画である。

競争保護庁、ドコバニ新設に係る入札に関する WH 社・EDF の異議申し立てを却下：2024 年 10 月 31 日、競争保護庁 (ÚOHS) は、チェコ国内で新規 2 基の原子炉を建設する計画に係る入札において韓国水力原子力発電会社 (KHNP) が選定されたことについて、それを受けた契約を行

ったドコバニ II 原子力発電会社 (EDU II) の手続きに対してウェスチングハウス (WH) 社とフランス電力会社 (EDF) が異議を申し立てていた件について、退ける内容の第一審として暫定的な裁決を下したことを明らかにした。この裁決によると WH 社と EDF の申立は、大部分が終了し (terminated)、部分的には却下された (rejected) こととなる。ただしこの裁決は最終的なものではなく、WH 社と EDF は、却下された部分の申立について ÚOHS 長官 (Chairman of the Office) に対して控訴することが可能である。その後、11 月 18 日に ÚOHS は、WH 社と EDF が本件について ÚOHS 長官に対して控訴したことを明らかにした*。(2024 年 10 月 31 日付 ÚOHS、World Nuclear News、11 月 18 日付 ÚOHS)

* チェコ国内法の規定によると、本係争に係る最終的な裁決が確定するまでの間は、本入札についての手続きを進めてはならないことになっている。

チェコ産業省の担当者、ドコバニ新設計画に対する韓国政府による融資疑惑を否定：2024 年 11 月 29 日付の報道によると、チェコ産業省 (Czech Ministry of Industry) の T.エーラー (Tomas Ehler) 原子力新技術部副部長 (deputy director of the Nuclear New Technology Department) はインタビューに対し、ドコバニ (Dukovany) 原子力発電所新規建設にチェコ政府から国家融資 (national loan) を提供する予定であることを明らかにした。この発言により、韓国政府がチェコに対し長期低金利財政支援を提供することを約束したという韓国野党や一部報道の主張を否定した形となる。またエーラー副部長は、韓国水力原子力発電会社 (KHNP) がチェコにおける原子力発電所に関する入札においてダンピングによる低価格で落札したという疑惑について、財務面のみならず多様な要素を考慮した厳格な評価プロセスであったことを強調し、選定プロセスが包括的かつ多面的であったと述べている。エーラー副部長は、KHNP と米国ウェスチングハウス (WH) 社の間で生じている知的財産権に係る紛争について、速やかに解決されることを期待しており、2024 年 11 月 4 日に発表された米国政府と韓国政府による暫定合意のニュースについて歓迎を表明したという*。チェコにおける原子力発電所新設に関する最終的な契約は 2025 年 3 月に締結される見込みである。(2024 年 11 月 29 日付 Business Korea)

* 11 月初旬に米国政府と韓国政府は、第三国に対する原子力発電所輸出について両国当局間のコミュニケーションを図るための仕組みを確立することを目的として、「原子力輸出と協力に係る原則に関する了解覚書」(Memorandum of Understanding (MOU) on Principles Concerning Nuclear Exports and Cooperation) に暫定的に署名している。なお、ビジネス・コリアの報道およびエーラー副部長の発言においては 11 月 4 日署名とされているが、当事者である米国エネルギー省 (DOE) の発表では 11 月 1 日署名となっている。

更新版 NECP において原子力発電は 2040 年までに電源の 68%を占めることが示される：2025 年 1 月 8 日付の報道によると、チェコは欧州委員会 (EC : European Commission) に対し、国家エネルギー・気候計画 (NECP : National Energy and Climate Plan) *¹ の更新版を提出した。この更新版 NECP は産業通商省 (Ministry of Industry and Trade) と環境省 (Ministry of Environment) が共同で作成したものである*²。NECP において、発電における再生可能エネルギーの割合は 2023 年の 16.5%から 2030 年までに 28%、2050 年までに 46%へと増加すると示されている。原子力発電の割合については 2030 年までに 44%になり、新規炉の完成をもって 2040 年には 68%へと増

加することが見込まれている。また、チェコ国内における熱供給について、現在は 28%が再生可能エネルギーにより供給されているが、2030 年には 40%、2050 年には 74%まで割合を増やす計画であるという。ほか、チェコは原子力発電所からの熱も利用するとしている。なお、NEPC では天然ガスを中間的なエネルギー源としているが、天然ガスも段階的に廃止され、最終的には水素等の低排出ガスおよび再生可能エネルギーにより完全に代替されるという。(2024 年 12 月 18 日付 Ministry of Industry and Trade、12 月 20 日付 European Commission、2025 年 1 月 8 日付 World Nuclear News)

- *1 「エネルギー同盟および気候に関する行動のガバナンスについての規則」(The Regulation on the governance of the energy union and climate action (EU)2018/1999) により、EU 加盟国は 2021 年から 2030 年にかけての国家エネルギー・気候計画 (NECP) の提出を義務付けられている。チェコは更新版 NECP の提出が遅れていたことから、EC からの非難を受けていたという。
- *2 更新版 NECP は 2024 年 12 月 18 日に政府により承認され、12 月 20 日付の発行として EC のウェブサイト上に掲載されている。

ドコバニ新設事業の入札について EDF が EC に抗議文書を提出：2025 年 3 月 5 日付の報道によると、フランス電力会社 (EDF) は、ドコバニ (Dukovany) 原子力発電所に係る競争入札において契約を獲得できなかったことをうけ、欧州委員会 (EC) に対し抗議文書 (letter of protest) を提出したという*¹。抗議文書において EDF は、欧州において原子力発電所に関する入札が成立する場合、入札条件は高い透明性をもって公開されなければならない、また公正な評価が行われなければならないと主張している。その上で EDF は、特に欧州以外 (non-European) の国が入札に参加する場合は、その国の政府がどの程度の補助金を出しているかについても詳細に公表する必要があると述べているという*²。(2025 年 3 月 5 日付 The Chosun Biz)

- *1 ドコバニ原子力発電所における新規炉建設に係る入札では、ウェスチングハウス (WH) 社と EDF をおさえ、韓国水力原子力発電会社 (KHNP) が優先交渉事業者として選定された。これに対し WH 社と EDF はチェコ競争保護庁 (ÚOHS) に異議を申し立てたが、訴えは却下されている。その後、WH 社は KHNP との協議を経て和解に至っているが、EDF は抗議を続けている。
- *2 EDF は、ドコバニ原子力発電所に係る入札において韓国政府が韓国水力原子力発電会社 (KHNP) に対し補助金を提供したという疑惑を指摘しているが、KHNP 側はそのような補助金等は受けていないと繰り返し述べている。

34.2 国際協力動向

ČEZ グループ、ロールス・ロイス SMR 社の株式の約 20%を取得：2024 年 10 月 29 日、チェコ電力 (ČEZ) グループとロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社は、ČEZ がロールス・ロイス SMR 社の株式の約 20%を取得することで合意した*¹ことを明らかにした。今回の合意において両社は、チェコ国内において最大 3GW のロールス・ロイス SMR 社製小型モジュール炉 (SMR) による設備容量を商業展開することを計画している。ČEZ グループは、チェコ国内における SMR の商業展開に向けた作業を 2025 年に開始すると述べている。(2024 年 10 月 29 日付 Rolls-Royce SMR、World Nuclear News)

- *¹ ただし、通例の規制上の認可 (customary regulatory clearances) と安全保障上の評価を受けることを条件としている。

34.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

34.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

34.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

34.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

フラマトム社とチェコ電力、VVER-1000 用燃料開発で協力：2024 年 10 月 1 日、フラマトム (Framatome) 社は、自社設計による VVER-1000 用燃料開発プログラムに関する了解覚書 (MOU) を、チェコ電力 (ČEZ) との間で締結したことを発表した。ČEZ はテメリン (Temelin) 原子力発電所において 2 基の VVER-1000 を運転している。ČEZ は燃料供給の多様化に関する入札プロセスを 2018 年に開始し、2022 年には同発電所の燃料供給に関する契約を、フラマトム社およびウェスチングハウス (WH) 社との間でそれぞれ締結している*。(2024 年 10 月 1 日付 Framatome、World Nuclear News、10 月 3 日付 Nuclear Engineering International)

* 2023 年には、VVER-440 が運転中のドコパニ (Dukovany) 原子力発電所についても、燃料供給に関する契約を WH 社との間で締結している。

34.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

34.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

35 クロアチア

35.1 原子力事情・原子力政策動向

経済省が原子力エネルギー作業部会を設置、SMR 導入も検討：2025 年 2 月 12 日付の報道によると、クロアチア経済省（Croatian Ministry of Economy）は*、同省の代表者や科学者コミュニティ、国立機関、原子力専門家により構成される原子力エネルギー作業部会（Nuclear Energy Working Group）を設置した。作業部会の主なタスクは、原子力エネルギーに関する法的枠組みの策定、独立規制機関としての原子力エネルギー機関または庁（Nuclear Energy Institute or Agency）の設置に向けた準備、エネルギー開発シナリオの策定および分析への参加、従来型原子力発電所または小型モジュール炉（SMR）いずれかの原子力発電容量開発のためのサイト候補に関する調査、従来型原子力発電所と比較した SMR 技術の財政・経済的側面についての分析等である。報道では、作業部会の参加者は、より厳格な安全基準と分散型電力供給アプローチにより、SMR の方がより柔軟で安全かつ迅速な導入が可能になることに同意したという。このほか、経済省は原子力エネルギー研究プログラムの設置に係るイニシアチブも開始した。（2025 年 2 月 12 日付 CEENERGYNEWS）

* クロアチアはスロベニアとクルシュコ（Krško）原子力発電所を共同所有しており、同発電所由来する電力はクロアチアの総電力消費量の 16%を占めている。

35.2 国際協力動向

（新たな動向情報はありませんでした）

35.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

35.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

35.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

35.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

35.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

35.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

36 トルコ

36.1 原子力事情・原子力政策動向

シノップ原子力発電所建設に向けて NDK がサイト承認を発給：2024 年 4 月 3 日、原子力規制庁（NDK：Nükleer Düzenleme Kanunu、Nuclear Regulatory Authority）は、トルコ原子力公社（TÜNAŞ：Türkiye Nükleer Enerji Anonim Şirketi）が 2023 年 5 月 30 日に提出したサイト承認（Site Approval）申請を受け、黒海沿岸のシノップ県（Sinop Province）アバリ村（Abalı Village）インジェブルン地区（Inceburun Locality）に位置するシノップ（Sinop）原子力発電所サイトについて、原子力規制法（Nuclear Regulation Law No. 7381）に従いサイト認可を発給した。（2024 年 4 月 3 日付 NDK）

アックユ 1 号機において起動・試運転作業が開始される：2024 年 4 月 9 日、ロスアトム（ROSATOM）社は、アックユ（Akkuyu）原子力発電所 1 号機（VVER-1200）においてフルスケールでの起動・試運転（start-up and commissioning）作業を開始したことを発表した。ロスアトム社の A.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁は、同発電所 1 号機における作業の進捗について、原子炉本体周辺設備（nuclear island）に関する作業は予定通り進行していると述べた上で、2024 年には一次系（primary circuit）を含むすべてのシステムの確認や水圧試験（hydraulic tests）の実施等を行い、2025 年には同発電所 1 号機をトルコのエネルギー・システムに接続したい（送電を開始したい）としている。（2024 年 4 月 9 日付 ROSATOM）

エネルギー大臣、建設中のアックユ原子力発電所用主要機器のドイツ・ジーメンス社からの納入遅れについて、政治的態度に起因する困難と指摘：2024 年 9 月 11 日付の報道によると、A.バイラクタル（Alparslan Bayraktar）エネルギー・天然資源大臣（Energy and Natural Resources Minister）はアックユ（Akkuyu）原子力発電所について、建設は 90%以上が完了しているが、ドイツのジーメンス（Siemens）社による主要機器の納入が遅延していることを明らかにした。バイラクタル大臣はこの納入遅延について、最も高いレベルにおいて（at the highest level）生じた困難であるとして、法的根拠がなく、かついかなる国際的制裁の対象にもならない問題に対して〔ジーメンス社側の〕政治的態度による決定（主要機器の意図的な遅延）が行われたと述べている。アックユ原子力発電所においては 4 基のロシア製 VVER-1200 が建設中である。（2024 年 9 月 11 日付 Anadolu Ajansı）

アックユ原子力発電所用の主要機器について、ジーメンス社製から中国企業製へと切り替える可能性大：2024 年 11 月 1 日付の報道によると、A.バイラクタル（Alparslan Bayraktar）エネルギー・天然資源大臣は、同国初となる原子力発電所であるアックユ（Akkuyu）原子力発電所で使用される予定であったドイツのジーメンス（Siemens）社製の主要機器について、中国企業製へと切り替えることになる可能性が非常に高くなっていることを明らかにした。2024 年 7 月にトル

コの R.T.エルドアン（Recep Tayyip Erdogan）大統領は、ジーメンス社からの主要機器の納品が遅れていることについてドイツに対して苦情を述べ、これに対して 2024 年 10 月 20 日にトルコを訪問したドイツの O.ショルツ（Olaf Scholz）首相は主要機器の納品を約束した。しかし、今回のバイラクトル大臣の発言によると、納品される筈であったジーメンス社製の主要機器について、代替となる機器を中国企業から調達するための手配をロシアのロスアトム（ROSATOM）社が既に終えているとのことであり、それを受けて調達先をジーメンス社から中国企業へと変更する確率は 99%になっているとのことである。（2024 年 11 月 1 日付 Al-Monitor）

36.2 国際協力動向

大型原子力発電所と SMR をトルコ国内において建設することについて米国政府と協議：2024 年 7 月 2 日、トルコのエネルギー・天然資源省の高官である Y.ジェイラン（Yusuf Ceylan）氏は、大型原子力発電所と小型モジュール炉（SMR）をトルコ国内において建設することについて、米国政府との間で協議を行っていることを明らかにした*。協議の対象として同氏は、トルコ国内における既存の原子力発電所または新規建設の分野について検討を行うことが可能であるとの見解を示している。同氏によると、原子力発電容量を増設することと新規原子力発電所を建設するというトルコ政府の目標について、米国政府が重大な関心を示していると述べている。一方 2024 年 6 月、駐トルコ米国大使である J.フレイク（Jeff Flake）氏は、トルコ国内において SMR を建設することについて、米国とその他の国に対してトルコ政府が協議を持ちかけているとロイター通信社に対して述べていた。（2024 年 7 月 2 日付 Reuters、Turkiye Today）

- * ジェイラン氏は、トルコ国内における第 2 の原子力発電所をシノップ（Sinop）において建設することについて、韓国とロシアに対する交渉を継続していることを明らかにしたほか、トルコ国内における第 3 の原子力発電所をトラキア（Thrace）にて建設することについて中国の国家電力投資集団（SPIC）との間で交渉を行っていることを明らかにしている。

36.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

36.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

36.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

36.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

36.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

36.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

37 サウジアラビア

37.1 原子力事情・原子力政策動向

(新たな動向情報はありませんでした)

37.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

37.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

37.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

37.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

37.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

サウジアラビアがウラン濃縮・販売を行う方針を発表:2025年1月13日、エネルギー大臣(Minister of Energy)を務めるアブドルアジーズ・ビン・サルマン王子(Prince Abdulaziz bin Salman)は、サウジアラビアはウランの濃縮・販売を行う計画であることを明らかにした。アブドルアジーズ王子は、マディーナ(Madinah)地方のジャバル・サイード(Jabal Sayid)鉱物帯(mineralized belt)にはウラン等の多くの鉱物が含まれるとして、エネルギー安全保障達成のためにこれらを利用可能とする方針を述べている。アブドルアジーズ王子によると、サウジアラビアはウランを濃縮、販売するとともに、イエローケーキ(yellowcake)として販売するという。ロイター通信(Reuters)の報道によるとサウジアラビアは原子力開発の初期段階にあり、最終的には原子力開発計画をウラン濃縮まで拡大したいとしているという*。(2025年1月13日付 Reuters、Saudi Gazette)

- * ロイター通信は、2018年にムハンマド・ビン・サルマン皇太子(Crown Prince Mohammed bin Salman)が対立するイランが核兵器開発を行う場合はサウジアラビアも核兵器を開発すると発言したことを挙げ、サウジアラビアの原子力開発計画がどこで終了するかは不透明であると指摘している。

37.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

37.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

38 アラブ首長国連邦

38.1 原子力事情・原子力政策動向

バラカ 4 号機が商業運転を開始：2024 年 9 月 5 日、首長国原子力会社（ENEC：Emirates Nuclear Energy Corporation）は、バラカ（Barakah）原子力発電所 4 号機（APR-1400）が商業運転を開始したことを発表した。同発電所 4 号機は 2015 年 7 月に着工し、2024 年 3 月に送電網に接続されていた。バラカ原子力発電所は 4 基の韓国製 APR-1400 で構成されており、ENEC のモハメド・アル・ハマディ（Mohamed Al Hammadi）CEO によると、1 号機の商業運転開始から 4 号機の商業運転化開始までの間に、運転準備から商業運転までに要する時間は 40%短縮されたという。同発電所 1～4 号機により年間 40TWh の発電が行われ、アラブ首長国連邦（UAE）における電力発電量のうち最大 25%を同発電所が供給している。（2024 年 9 月 5 日付 ENEC、World Nuclear News）

ENEC とアブダビ国営石油会社、先進原子力技術導入の評価で協力：2024 年 11 月 26 日付の報道によると、首長国原子力会社（ENEC）とアブダビ国営石油会社（ADNOC：Abu Dhabi National Oil Corporation）は、アラブ首長国連邦（UAE）におけるエネルギー多角化戦略を支援するため小型モジュール炉（SMR）等の先進原子力技術の導入を評価することを定めた戦略的協力合意を締結した。この合意の下で ENEC の専門知識を活用し、ADNOC に最も適した原子炉技術を特定するための包括的な技術・経済評価が行われる。また両社は、バラカ（Barakah）原子力発電所からの余剰熱を ADNOC の石油・ガス事業において活用することも検討するという。（2024 年 11 月 26 日付 World Nuclear News）

38.2 国際協力動向

ENEC と KEPCO、第三国での原子力に対する投資機会へ共同で参入：2024 年 5 月 29 日、首長国原子力会社（ENEC）と韓国電力公社（KEPCO）は、第三国での原子力における研究・投資機会への参入を強化することを企図した了解覚書（MOU）に署名した。この署名は、アラブ首長国連邦のムハンマド・ビン・ザーイド・アール・ナヒヤーン（Mohamed bin Zayed Al Nahyan）大統領と韓国のユン・ソンニョル（Yoon Suk-yeol）大統領の臨席の下で行われた。（2024 年 5 月 30 日付 World Nuclear News）

ENEC と CNNC が原子力発電所の開発・運転に関する協力を定めた MOU を締結：2024 年 6 月 1 日、首長国原子力会社（ENEC）は、中国核工業集団（CNNC）との間で、民生原子力エネルギー施設（civil nuclear energy plants）の開発・運転・メンテナンスにおける協力と良好実践を

確かなものとする機会を探る了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。研究開発における協力分野には、原子力技術センター開発の模索や、第 IV 世代炉と水素製造技術における協力、海水脱塩における原子力エネルギーの利用も含まれるという。（2024 年 6 月 1 日付 ENEC）

【背景】

2023 年 5 月 7 日、首長国原子力会社（ENEC）は、中国核工業集団（CNNC）、CNNC の原子力発電所運転子会社である核電運行管理有限公司（Nuclear Power Operations Research Institute）、および中国核能工業（CNEIC : China Nuclear Energy Industry Corporation）と了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。1 件目の MOU は原子力施設の運転とメンテナンスにおける両国の協力を焦点を当てたもので、2 件目の CNNC との間で締結された MOU は、高温ガス冷却炉（HTGR）の分野における協力を焦点を当てたものである。3 件目の ENEC と CNEIC による MOU は、燃料供給と投資における協力を焦点を当てている。また 2023 年 12 月には国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 28 回締約国会議（COP28）においても、ENEC と CNNC は HTGR 開発に関する協力機会を模索することを定めた MOU を締結している。

38.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

38.4 核融合

（新たな動向情報はありませんでした）

38.5 次世代炉

ENEC とニュークレオ社、中東・北アフリカ地域における LFR 配備で協力：2025 年 2 月 24 日、首長国原子力会社（ENEC）とニュークレオ（newcleo）社は、欧州における原子力エネルギー事業に対する共同投資・開発、および中東・北アフリカ（MENA : Middle East and North Africa）地域におけるニュークレオ社の鉛冷却高速炉（LFR）技術配備について調査することを定めた、戦略的協力覚書（memorandum of strategic cooperation）に署名した。この戦略的協力覚書には、データセンターやオフグリッド利用、水素製造等の二酸化炭素排出量削減が困難な事業の脱炭素化を、LFR 技術によってどのように支援するかを調査することが含まれるという。（2025 年 2 月 24 日付 Emirates Nuclear Energy Company、2 月 25 日付 World Nuclear News）

38.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

（新たな動向情報はありませんでした）

38.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

38.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

39 イラン

39.1 原子力事情・原子力政策動向

今後4年以内に300万kWe規模の原子力発電容量を増設する予定：2024年9月1日付の報道によると、イラン原子力庁（AEOI：Atomic Energy Organization of Iran）のM.エスラミ（Mohammad Eslami）長官は、今後4年以内に300万kWe規模の原子力発電容量を増設する予定であることを明らかにした。この増設分は建設中または建設が予定されている2か所の原子力発電所*の建設工事（construction operation）の完了によって達成されるとのことである。また同長官は、イランが原子力発電所の国産化、原子炉開発と放射性医薬品の開発について、ロードマップを策定したと述べたほか、同長官によるとイランは現在放射性医薬品を他国へ輸出しているとのことである。（2024年9月1日付TABNAK）

* この記事では現在建設中の原子炉としてブシェール（Bushehr）原子力発電所2号機と3号機が挙げられているが、国際原子力機関（IAEA）のデータベースである発電炉情報システム（PRIS：Power Reactor Information System）上では、ブシェール原子力発電所2号機のみが建設中となっている。また、いずれの原子炉も発電設備容量はグロスで105万7,000kWeである。

AEOIがIAEA総会サイドイベントで原子力計画の状況を発表：2024年9月27日付の報道によると、イラン原子力庁（AEOI）は、国際原子力機関（IAEA）総会のサイドイベントにおいて同国の原子力計画を発表した。原子力発電所については、ブシェール（Bushehr）原子力発電所2、3号機として計画されている2基のVVER-1000のうち、2019年に最初のコンクリート打設が行われた2号機についてはコアキャッチャーが2024年9月に設置され、原子炉圧力容器の設置は30か月後、物理起動は2029年に予定されていることが明らかにされた。同発電所3号機については2024年第4四半期に最初のコンクリート打設を予定しているという。また、ホルムズガン（Hormozgan）州において原子炉4基で構成される原子力発電所の建設が予定されており、AEOIによると2024年初めにサイトにおける作業が開始されているという。研究炉については、1967年に運転を開始したテヘラン研究炉（TRR：Tehran Research Reactor）の新たな利用方法*が近年開発されたことを紹介するとともに、置き換えの新研究炉である10MWイスファハーン研究炉（IRR10：10MW Isfahan Research Reactor）が2022年から建設中であることが紹介された。また、イラン国内では2024年9月現在において6か所の照射サイトが操業中であり、これらと同規模の照射施設が建設中であるという。燃料サイクルについては、TRRやIRR10、改良型アラク研究炉（Modernised Arak Research Reactor）、ダクホヴァン発電炉（Darkhovin Power Reactor、IR-300とも）を対象とした燃料の設計・製造に今後5年間で取り組む計画であることが明らかにされた。またAEOIは、2040年までに20GWの原子力発電容量を追加するという計画を達成するにあたり燃料サイクル分野において必要とされていた、あるいは必要とされるステップとして以下を挙げている。

- ウラン鉱山の空中探査

- ウラン鉱石処理施設およびイエローケーキ製造施設の設計・建設
- 酸化ウランと六フッ化ウラン（UF₆）を製造するための転換施設の設計・建設
- 軽水炉用のジルコニウム被覆・燃料棒・燃料集合体製造施設の設計・建設、および TRR 用のプレート型燃料の製造
- 燃料サンプル照射および照射後試験用インフラの設計・建設

このほか、AEOI はイランにおいて事故耐性燃料の開発や、低・中レベル放射性廃棄物の処分前施設および浅地中処分施設の設計・建設も検討していることを明らかにした。（2024 年 9 月 27 日付 World Nuclear News）

- * TRR では、放射線照射による宝石の彩色が 2017 年から、中性子イメージングが 2019 年から、燃料照射および試験が 2020 年から行われているという。

39.2 国際協力動向

イランとロシアが更なる原子力発電所建設について協議中：2025 年 1 月 17 日、イラン原子力庁（AEOI）は、M.エスラミ（Mohammad Eslami）副大統領兼 AEOI 長官が、マスウード・ペゼシュキアン（Masoud Pezeshkian）大統領のロシア訪問に際し、イランのブシェール（Bushehr）原子力発電所 2、3 号機（VVER-1200）*の建設は進行中であり良好な運用状況にあると発言したことを明らかにした。ロシアの V.プーチン（Vladimir Putin）大統領は、マスウード・ペゼシュキアン大統領と会談し包括的戦略パートナーシップ条約（Comprehensive Strategic Partnership treaty）に署名した後の会見において、イランで更なる追加の原子炉を建設する可能性について両国間で協議が行われていることを明らかにした。また、ロスアトム（ROSATOM）社の A.リハチョフ（Alexey Likhachev）総裁がイスラム共和国通信社（IRNA：Islamic Republic News Agency）に対し明らかにしたところによると、イランにおける更なる原子力発電所建設に係る交渉は近い将来（in the near future）において開始される見込みであり、このほか両国は小型モジュール炉（SMR）の可能性についても協力する可能性があるという。（2025 年 1 月 17 日付 AEOI、1 月 20 日付 World Nuclear News）

- * ブシェール原子力発電所 2 号機の建設は 2019 年に最初のコンクリート打設が行われ、2024 年にはコアキャッチャーの設置が行われている。同発電所 3 号機については 2024 年第 4 四半期に最初のコンクリート打設が行われる計画であったが、2025 年 1 月時点において状況は不明である。

39.3 原子力研究開発推進・規制体制

（新たな動向情報はありませんでした）

39.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

39.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

39.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

39.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

39.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

IAEA 理事会、保障措置に係る検認活動についてイランに対する決議を採択：2024 年 6 月 5 日、国際原子力機関（IAEA）の理事会（Board of Governors）は、保障措置に係る検認活動（verification activities）の対象となる場所（locations）への立入（access）と核物質とその関連情報の入手（access）を IAEA に対して許可すること等について、IAEA に完全に協力することをイランに対して求める内容の決議（resolution）を採択した。この決議は、フランス、ドイツ、および英国の 3 か国（E3）が起草したものであり、35 か国の理事国のうち賛成票 20、反対票 2（中国とロシア）、および棄権票 12 での採決により採択された。イランに対する要求内容として、2019 年以降に IAEA とイランの間で繰り返された多数の遣り取りにもかかわらず残されている保障措置上の諸課題を解決するために、2022 年 11 月の決議において IAEA 理事会が決定した重要かつ緊急性のある諸活動について、イランは IAEA に対して十分な協力を行うことが挙げられている。今回の決議に対して駐ウィーン国際連合イラン政府代表部（Permanent Mission to the United Nations in Vienna）は、「これまでイランは包括的保障措置協定（Comprehensive Safeguards Agreement）の下で IAEA に対して完全に協力してきた。イランの核物質と原子力活動についてイラン政府は IAEA に対して完全に申告し、それらは IAEA によって検認されてきた。このことは再度強調されなければならない」と述べている。一方、今回の決議を起草した E3 は、この決議が採択されたことを歓迎するとともに、この決議について「イラン国内の複数の場所において見つかった未申告の核物質

に関連した未解決の諸課題について、問題点を明らかにするために誠意を持って IAEA と協力することをイランが執拗に拒否していることに対応したものである」と共同声明において述べている。(2024 年 6 月 5 日付 IAEA Board of Governors、6 月 6 日付 World Nuclear News)

イラン、IAEA 査察回数増加に合意：2024 年 12 月 18 日付の報道によると、イランは国際原子力機関（IAEA）が核開発計画に対する査察回数を増やすことを許可したと発表したとのことである。イラン原子力庁（AEOI）の M.エスラミ（Mohammad Eslami）長官は記者会見において「イランは核開発の能力（capacity）を高めたのだから、査察回数も増えて然るべきである」と述べた上で、核開発活動（nuclear activities）を行う際には規模が変われば監視レベル（monitoring level）も変わると付け加えた。IAEA は、フォルドゥ（Fordow）濃縮施設*に対する保障措置活動の実施頻度および強度を高めるという IAEA の要求にイランが合意したと報告している。(2024 年 12 月 18 日付 Nuclear Engineering International)

- * IAEA はイランがフォルドゥ濃縮施設を改良し、最大濃縮度 60%のウランの製造比率を著しく高めていると述べている。

40 メキシコ

(新たな動向情報はありませんでした)

41 アルゼンチン

41.1 原子力事情・原子力政策動向

CAREM SMR 計画について詳細設計審査が開始される：2024 年 5 月 31 日付の報道によると、アルゼンチン原子力委員会（CNEA：Comisión Nacional de Energía Atómica）の G.グイド・ラバジェ（Germán Guido Lavalle）委員長は、CAREM（Central Argentina de Elementos Modulares）小型モジュール炉（SMR）^{*1}に関する詳細設計審査（Critical Design Review）について、既に専門家グループが選定され作業を開始しており、60 日以内に完了する見込みであることを明らかにした。専門家グループは、見直し（review）や再設計が必要な部分、特に原子炉において最も革新的（innovative）な部分を特定する必要があるという。この専門家グループによる審査作業についてグイド・ラバジェ委員長は、土木工事に対しては影響を与えないが、基本的にはまだ製造されていない原子炉内部の部品に焦点が当てられることになるとの見解を示している。なお、ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、アルゼンチンでは 2023 年 12 月に、一部国営企業の民営化を含む政府支出の削減と財政再建による国家経済の立て直し計画を掲げた J.ミレイ（Javier Milei）大統領が選出されて以降、原子力事業へのアルゼンチン政府による融資の在り方に対して疑問が呈されている状況にあるという^{*2}。この状況についてグイド・ラバジェ委員長は、アルゼンチン議会は未だ 2024 年予算を承認していないが、CNEA は経済大臣との間で議論を続けており、好意的なメッセージを受け取っているとしている。（2024 年 5 月 31 日付 World Nuclear News）

*1 CAREM SMR はアルゼンチン初の国内設計・開発による原子炉で、電気出力 3 万 2,000kWe の原型炉である。CAREM の構成要素や関連サービスのうち少なくとも 70%はアルゼンチン国内企業から調達される。CAREM の最初のコンクリート打設は 2014 年 2 月に行われ正式に建設が開始されたが、度々建設が中断されている。2022 年 10 月に CNEA は CAREM の土木工事は 2024 年中に完了し、初臨界は 2027 年末の見込みであることを発表しており、2023 年 10 月には CNEA とアルゼンチン国営原子力発電会社（NA-SA：Nucleoeléctrica Argentina S.A.）が、CAREM 事業に対する技術支援に関する枠組み合意を締結している。

*2 CNEA の A.セルキス（Adriana Serquis）前委員長がロイター通信（Reuters）に対し 2024 年 5 月初めに明らかにしたところによると、アルゼンチンでは年間インフレ率が 300%に迫る時期があったにも関わらず CNEA の予算はインフレ率を考慮せず 2023 年レベルに抑えられており、これによって一部の供給事業者や請負事業者は CAREM 建設に係る作業を中止せざるをえなかったという。

CAREM-25 の建設が資金不足を背景として再度停止：2024 年 9 月 17 日付の報道によると、アルゼンチンにおける CAREM-25 小型モジュール炉（SMR）建設事業は、建設作業員の一時解雇（layoffs）を理由として再度建設作業が停止した。この一時解雇は CAREM-25 の建設を請け負う民間企業 3 社において行われたもので、理由として政府からの十分な資金提供が行われていないことが挙げられているという。作業停止前の時点においては、CAREM-25 はその 85%が完成しており、2028 年の運転開始を予定していた。（2024 年 9 月 17 日付 Nuclear Engineering International）

NA-SA、アトーチャ 1 号機の運転延長事業のための資金確保に成功：2024 年 10 月 1 日付の報道によると、アルゼンチン国営原子力発電会社（NA-SA：Nucleoeléctrica Argentina S.A.）は、アトーチャ（Atucha）原子力発電所 1 号機*の運転期間延長事業を実施するために必要な資金を確保した。NA-SA の A.ラマーニャ（Alberto Lamagna）社長（President）は、同発電所のメンテナンスのための停止は 2024 年 9 月 29 日から開始されることを認めたという。同発電所 1 号機は中南米地域初の原子力発電所として 1974 年に商業運転を開始した。当初の運転認可において定められていた運転期間は、最大出力換算で 32 年間とされていたが、2018 年に運転認可が 2024 年まで延長されている。今回の運転期間延長事業は 20 年以上の運転延長を可能とするものであるという。なお、アルゼンチン原子力規制庁（ARN：Autoridad Regulatoria Nuclear）は 2024 年 6 月に、同発電所 1 号機の長期運転（LTO：Long-Term Operation）計画を更新している。（2024 年 10 月 1 日付 Nuclear Engineering International）

* アトーチャ原子力発電所 1 号機は電気出力 36 万 2,000kWe の加圧重水炉（PHWR）である。

ミレイ大統領が「アルゼンチン原子力計画」を発表、アトーチャ 3 号機は中国製原子炉から SMR 建設に方針変更か：2024 年 12 月 20 日、J.ミレイ（Javier Milei）大統領は、「アルゼンチン原子力計画」（Argentine Nuclear Plan）を発表した。この計画においては、アルゼンチンの原子力発電容量とウラン鉱山の採掘能力を増強することが謳われている。この計画は、エネルギーを大量に消費する人工知能（AI）の活用を増やしている技術会社を対象として、同国におけるデータセンターの設立を誘致することを目標としている。一方、同大統領の筆頭アドバイザーでありミレイ政権における原子力政策を主導している D.レイデル（Demian Reidel）氏は、同国における第 4 番目の原子力発電所として計画されているアトーチャ（Atucha）原子力発電所 3 号機の建設計画についてミレイ大統領は、中国核工業集団（CNNC）製の原子炉を採用するのではなく、アルゼンチンの INVAP 社の設計による 1.2GW 規模の事業として小型モジュール炉（SMR）を建設するよう変更する予定であることを明らかにしている。またレイデル氏は、第 4 番目の原子力発電所建設計画においては、米国の投資家からの投資を呼び込む予定であるとのことである。その結果として、中国製の原子炉を第 4 番目の原子力発電所として建設する計画は終了する可能性があるとのことである。ただし、ミレイ大統領は、2014 年に建設が開始されたものの資金不足等を理由として建設が停止している CAREM-25（SMR）建設事業については、今回の発表において言及していない。（2024 年 12 月 21 日付 Financial Times、Buenos Aires Herald）

【背景】

CAREM SMR はアルゼンチン初の国内設計・開発による原子炉で、電気出力 3 万 2,000kWe の原型炉である。CAREM の構成要素や関連サービスのうち少なくとも 70%はアルゼンチン国内企業から調達される。CAREM の最初のコンクリート打設は 2014 年 2 月に行われ正式に建設が開始されたが、度々建設が中断されている。2022 年 10 月に CNEA は CAREM の土木工事は 2024 年中に完了し、初臨界は 2027 年末の見込みであることを発表しており、2023 年 10 月には CNEA とアルゼンチン国営原子力発電会社（NA-SA）が、CAREM 事業に対する技術支援に関する枠組み合意を締結している。2024 年 5 月 31 日付の報道によると、アルゼンチン原子力委員会（CNEA）の G.グイド・ラバジェ（Germán Guido Lavalle）委員長は、CAREM-25 に関する詳細設計審査（Critical Design Review）について、既に専門家グループが選定され作業を開始しており、60 日以内に完了する見込みであることを明らかにした。専門家グループは、見直し（review）や再設計が必要な部分、特に原子炉において最も革新的（innovative）な部分を特定する必要があるという。こ

の専門家グループによる審査作業についてグイド・ラバジェ委員長は、土木工事に対しては影響を与えないが、基本的にはまだ製造されていない原子炉内部の部品に焦点が当てられることになるとの見解を示している。なお、ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）の報道によると、アルゼンチンでは2023年12月に、一部国営企業の民営化を含む政府支出の削減と財政再建による国家経済の立て直し計画を掲げた J. ミレイ（Javier Milei）大統領が選出されて以降、原子力事業へのアルゼンチン政府による融資の在り方に対して疑問が呈されている状況にあるという。2024年9月17日付の報道によると、アルゼンチンにおける CAREM-25 建設事業は、建設作業員の一時解雇（layoffs）を理由として再度建設作業が停止した。この一時解雇は CAREM-25 の建設を請け負う民間企業3社において行われたもので、理由として政府からの十分な資金提供が行われていないことが挙げられているという。作業停止前の時点においては、CAREM-25 はその85%が完成しており、2028年の運転開始を予定していた。

41.2 国際協力動向

アルゼンチン INVAP 社、ウガンダにおける原子力科学技術センター設置に協力：2024年8月31日付の報道によると、アルゼンチンの INVAP 社とウガンダ政府は、ウガンダのソロティ大学（Soroti University）における原子力科学技術センター（CNST：Centre of Nuclear Science and Technology）設置に関する了解覚書（MOU）を締結した。この MOU に基づき、CNST のサイト評価および技術調査が開始される。この CNST は、ウガンダを原子力科学分野における教育・訓練・研究の拠点とすることを想定したものであり、また医療用および農業用の放射性同位体（RI）製造にも焦点を当てているという。なお、CNST 設置には原子力技術の安全な開発のための堅固な法的枠組みも必要であるとして、原子力発電所や研究炉を含む原子力施設に対し包括的な規制枠組みを提供できるよう、ウガンダ政府は2008年原子力法（Atomic Energy Act of 2008）の改正に取り組んでいるという。「ウガンダエネルギー政策2023」（Energy Policy for Uganda 2023）では、社会 - 経済成長のために原子力エネルギー開発を目指している。（2024年8月31日付 Nile Post）

アルゼンチンとエルサルバドルが原子力エネルギー分野で協力：2024年10月2日付の報道によると、アルゼンチン原子力委員会（CNEA）とエルサルバドルの原子力エネルギー計画実施機関（OIPEN、Agency for the Implementation of the Nuclear Energy Program）は、原子力エネルギーに関する了解覚書（MOU）を締結した*。MOU には、情報交換、科学・技術訪問、専門家ミッション、訓練機会の提供を促進することが定められているという。エルサルバドルでは2024年7月に議会が OIPEN の設立を定める法律を承認しており、2024年9月に開催された国際原子力機関（IAEA）総会においても原子力エネルギーをエネルギーマトリックスに組み込むことを表明している。（2024年10月2日付 World Nuclear News、10月4日付 Nuclear Engineering International）

* エルサルバドルの N. ブケレ（Nayib Bukele）大統領によるアルゼンチン訪問の機会に締結された。

41.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

41.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

41.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

41.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

(新たな動向情報はありませんでした)

41.7 放射線利用技術開発

CNEA は研究炉 RA-3 の RI 製造量増加の方針、輸出も可能に：2024 年 10 月 22 日付の報道によると、アルゼンチン原子力委員会（CNEA）は、エセイサ原子力センター（Ezeiza Atomic Centre）において運転中の研究炉 RA-3^{*1}によるモリブデン 99（Mo-99）およびヨウ素 131（I-131）の製造量を増やすことを明らかにした。CNEA によると、RA-3 による照射時間増加とシフト追加により、Mo-99 は 50%、I-131 は 22%の製造量増加に繋がるという。またこの製造量増加により、建設中の研究炉 RA-10 の起動以前にこれらの放射性同位体（RI）の輸出が可能となるという^{*2}。

(2024 年 10 月 22 日付 World Nuclear News)

*1 RA-3 は 1967 年に運転を開始した、熱出力 1 万 kWt のプール型研究炉。

*2 CNEA が建設中の研究炉 RA-10 は、世界の放射性同位体需要の約 20%を供給する能力を有するとされている。なお、RA-3 はこれまでも国内需要に対応可能な量の RI を製造してきた。

41.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

42 ブラジル

42.1 原子力事情・原子力政策動向

アングラ 3 号機の建設作業停止命令が解除：2024 年 6 月 18 日付の報道によると、エレクトロニュークリア（Eletronuclear）社は、同社が建設を進めているアングラ（Angra）原子力発電所 3 号機の建設作業に対して 2023 年 4 月にアングラ・ドス・レイス（Angra dos Reis）市から発出されていた停止命令について、この停止命令の解除を求めた同社の請願をリオデジャネイロ裁判所（Rio de Janeiro Court of Justice）が認めたことを明らかにした。この停止命令は、環境補償金（environmental compensation）の支払いに関連した合意と発行済の計画許可に関連した変更を巡り、アングラ・ドス・レイス市とエレクトロニュークリア社の間の係争の結果として発出されていたものである。その一方で、停止命令の解除を勝ち取ったことを明らかにした同日にエレクトロニュークリア社は、同発電所 3 号機の土木工事を再開することについて、フェレイラ・ゲデス（Ferreira Guedes）社、マトリシアル（Matricial）社、およびアドトランツ（ADtranz）社から成るコンソーシアムとの間で 2022 年 2 月に締結した同発電所 3 号機の建設契約を一方的に破棄していたことを明らかにした。（2024 年 6 月 18 日付 World Nuclear News）

* 本件についてエレクトロニュークリアは 2024 年 6 月 17 日に発表している。

【背景】

アングラ原子力発電所 3 号機は出力 140 万 5,000kW の加圧水型原子炉（PWR）で、建設のための作業は 1984 年に開始されたが、その 2 年後に建設開始前に作業が中断された。作業は 2006 年に再開され、2010 年にコンクリート打設が行われたが、2015 年に 65%が完成した時点で 2 度目の中断がなされ、2022 年 11 月に 7 年ぶりに作業が再開された。しかし、作業再開から 6 か月後の 2023 年 4 月 19 日に、アングラ・ドス・レイス市役所はエレクトロニュークリア社が市の許可に従っていないことを理由に作業停止を指示した。許可の発給には 2009 年に支払いが約束されていた社会環境補償金（socio-environmental compensation）2 億 6,400 万レアルの未払いが解決されなければならないとしていた。その後、2023 年 7 月 18 日、エレクトロニュークリア社はアングラ・ドス・レイス市役所との間で、社会環境補償金を支払うことで合意に達したことが報じられた。合意に基づきエレクトロニュークリア社は、年 5 回の分割払いで、同発電所 3 号機の運転開始予定の 2027 年まで補償金を支払うとされた。2022 年 11 月に建設が再開した時点でエレクトロニュークリア社は同発電所 3 号機の運転開始を 2026 年末と見込んでいた。なお、ブラジルは水力発電に電力の 80%を依存していたが、降雨パターンの変化により 2018 年には水力発電の割合が 65%まで減少した。このため、ブラジルでは 2022 年から新しい原子力発電所のためのサイト選定が進められており、今後 30 年で原子力発電容量を 10GW 追加することを目指している。

アングラ 3 号機の完成時・放棄時それぞれの費用見積りが明らかに：2024 年 9 月 11 日付の報道によると、エレクトロニュークリア（Eletronuclear）社は、ブラジル国立経済社会開発銀行（BNDES：Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social、National Bank for Economic & Social Development）が作成したアングラ（Angra）原子力発電所 3 号機建設計画に関する調査結果を受け取った。BNDES の調査は同計画の技術的・経済的・法的実現可能性を調査したもので、同計画を中止した場合の総費用は 210 億レアルを超えると結論付けている^{*1}。一方で、調査は同発電所 3 号機の建設を完了させるための費用について約 230 億レアルと見積もるとともに、建設作業には既に約 120 億レアルが費やされているとした^{*2}。この調査結果はエレクトロニュークリア社

からブラジル鉱山・エネルギー省（MME：Ministry of Mines & Energy）と同社の株主へ送られ、その後 MME が国家エネルギー政策委員会（CNPE：Conselho Nacional de Política Energética, National Energy Policy Council）に提出し、CNPE が同発電所 3 号機を完成させるか否かを決定することになる。同発電所 3 号機は 2031 年の商業運転開始を予定している。（2024 年 9 月 11 日付 Nuclear Engineering international）

- *1 内訳はブラジル連邦貯蓄銀行（Caixa Econômica Federal）および BNDES からの既存の財政支援の清算が 92 億レアル、締結済みの契約の取り消しとその違約金が 25 億レアル、機器の取得と輸入において受けた税制優遇（tax incentives）の返還に 11 億レアル、既の実施された建設作業の解除へ 9 億 4,000 万レアル、投資された資本の機会費用が 73 億レアルであり、それを短期で返済するために更に 120 億レアルがかかるとされる。これらを合算すると、中止時の総費用は 330 億レアルを超えることになる。
- *2 2024 年 3 月にエレクトロニュークリア社が実施したアングラ原子力発電所 3 号機の完成に係るパブリックコンサルテーション（public consultation）では、同発電所 3 号機には 78 億レアルが費やされ、完成にはさらに 200 億レアルが必要であるとされていた。

アングラ 3 号機の建設再開決定が延期される：2025 年 3 月 5 日付の報道によると、国家エネルギー政策委員会（CNPE）は、アングラ（Angra）原子力発電所 3 号機の建設再開に関するいかなる決定についても当面見合わせることにしたという。同発電所 3 号機はジーメンス/KWU（Siemens/KWU）製加圧水型原子炉で、最初のコンクリート打設が 1984 年に行われた後、複数回にわたって建設が中断されてきた。2022 年にはエレクトロニュークリア（Eletronuclear）社が建設再開を命じたが、2023 年 4 月にアングラ・ドス・レイス（Angra dos Reis）市が工事の停止を命じている。2025 年 2 月にエレクトロニュークリア社は経営改善と財政的持続可能性強化のための戦略的措置群*を採択した。しかし、CNPE の会合後に A.シルベイレエ（Alexandre Silveirahe）鉱山・エネルギー大臣（Minister of Mines & Energy）は記者団に対し、同発電所 3 号機の完成を支持しつつも、現状においてエレクトロニュークリア社はこの規模の事業を遂行可能と確信できないような企業ではないと述べている。（2025 年 3 月 5 日付 Nuclear Engineering International）

* 1 月 27 日に取締役会の承認を受けており、新組織構造は 4 月 1 日に発効する。

42.2 国際協力動向

（新たな動向情報はありませんでした）

42.3 原子力研究開発推進・規制体制

ブラジル多目的原子炉（RMB）建設のインフラ工事が開始：2025 年 2 月 25 日付の報道によると、イペロー（Iperó）におけるブラジル多目的炉（RMB、Brazilian Multipurpose Reactor）建設のためのインフラ工事の開始を記念する式典が開催された*1。ブラジルでは 2008 年から RMB 事業が進められており、モリブデン 99（Mo-99）や診断・治療に重要な他の放射性同位体の製造や、

核燃料・材料の開発・試験の拡大、中性子ビーム利用を含む科学研究の加速、農業・産業を含む幅広い分野での利用を目的としている。RMB はアルゼンチンにおいて建設中の RA-10 多目的原子炉^{*2} と類似した設計で、アルゼンチンの Invap 社がオーストラリア原子力科学技術機構 (ANSTO) に提供した OPAL 炉を参照設計 (reference design) としている^{*3}。RMB が設置されるサイトには、核融合研究、粒子加速器、および放射性医薬品開発・製造のための研究室も設置されるという。建設費用は 5 億ドルと見積もられており、建設期間は 5 年間で予定されている。

(2025 年 2 月 25 日付 World Nuclear News)

- *1 式典には L.サントス (Luciana Santos) 科学技術イノベーション大臣 (Minister of Science, Technology and Innovation) が出席した。
- *2 熱出力 3 万 kWt のオープンプール型研究炉。今後 1~2 年のうちの運転開始が見込まれている。
- *3 2013 年に Invap 社は、ブラジルとアルゼンチンにおいて 1 基ずつ研究炉を建設する契約を締結している。

42.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

42.5 次世代炉

ブラジル原子力委員会が自国製マイクロ炉開発計画を発表：2025 年 3 月 19 日付の報道によると、ブラジル原子力委員会 (CNEN : Comissão Nacional de Energia Nuclear) は、自国製マイクロ炉開発の実現可能性を実証するための 3 年間にわたる計画を開始した。このマイクロ炉は出力 3,000~5,000kW、40 フィートコンテナに収まる大きさで、燃料補給を必要とせず 10 年以上にわたり遠隔で運転可能であるという。提案されている用途としては、遠隔地の町や病院、工場に対する電力供給、およびディーゼル発電機への依存度の軽減が挙げられている。CNEN によるとエネルギー・原子力研究所 (IPEN : Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) がマイクロ炉に不可欠な材料の研究開発を担当し*、原子力工学研究所 (IEN : Instituto de Engenharia Nuclear) が未臨界ユニット (subcritical unit) の組み立てを通じて自己持続的な (self-sustaining) 核分裂連鎖反応を伴わない形のマイクロ炉の実現可能性の実証に取り組む。また、この計画にはブラジル海軍や原子力公企業である AMAZUL (Amazônia Azul Defense Technologies) 社および様々な大学が参加するという。CNEN はこのマイクロ炉計画は数理モデル作成や予備的研究段階にあたる技術成熟度レベル 3 (TRL 3 : Technology Readiness Level 3) にあり、実際の運用により近い妥当な (relevant) 環境において技術の実証が行われる TRL 6 の段階まで進めることが目標であると述べている。(2025 年 3 月 19 日付 World Nuclear News)

- * IPEN は酸化ベリリウム等の減速材や、炭化ホウ素等の制御棒材料の研究に取り組むという。

42.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

低・中レベル放射性廃棄物を対象とした処分場を 2029 年初までに建設の方針：2024 年 7 月 9 日付の報道によると、低・中レベル放射性廃棄物を対象とした恒久的な処分場が 2029 年初めまでに設置される予定であるとのことである。この処分場においては、ブラジル国内の原子力発電所、医療施設、および食品産業からの放射性廃棄物が処分されることとなる*¹。この処分場の操業はブラジル原子力委員会（CNEN）によって行われる予定である。なお、この処分場は、原子力・環境技術センター（CENTENA：Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental）*²プロジェクトの重要な一部を成す。（2024 年 7 月 9 日付 Nuclear Engineering International）

- *¹ 現在、アングラ（Angra）原子力発電所（別称：アルミランテ・アルバロ・アルベルト（Almirante Alvaro Alberto）発電所）からの放射性廃棄物は、同発電所近傍の貯蔵施設において貯蔵されている。そのうちの低・中レベル放射性廃棄物である汚染された道具や制服は、スチール製のバレルと小さな容器において隔離され、廃棄物管理センター（CGR：Centro de Gerenciamento de Resíduos）へと輸送される。CGR においては 2030 年まで追加で低・中レベル放射性廃棄物を受け入れることができるような放射性廃棄物の貯蔵容量である。
- *² CENTENA は、放射性廃棄物の恒久的な貯蔵施設（最終処分場）であるだけでなく、操業に係る諸活動を行うための支援建屋、および研究と技術開発を行うための施設等によって構成される。なお、CENTENA においては、放射性廃棄物の処分等に関連した専門性の高い訓練も行われる。

INB が 40 年振りにウラン探査を再開へ：2024 年 8 月 21 日、ブラジル原子力工業会社（INB：Indústrias Nucleares do Brasil）は、「ウラン探査・採掘パートナーシップ・プログラム」（Uranium Prospecting and Mining Partnership Programme）を立ち上げ、ブラジルにおけるウラン探査を 40 年振りに再開することを発表した。INB によると、ブラジル国内におけるウラン生産量はアングラ（Angra）原子力発電所 1、2 号機による国内消費量を下回っており*、建設中の同発電所 3 号機が完成することによる需要増を考慮すると新たなウラン資源の調査は重要であるという。また INB は、ウラン価格が近年において 3 倍以上に上昇していることを指摘した上で、濃縮ウラン輸出という形でブラジルの核燃料サイクル部門に成長機会をもたらし、国際市場に対する燃料提供の可能性により地域の製造チェーンに価値を追加することもできるとの見込みを示している。（2024 年 8 月 21 日付 World Nuclear News、INB）

- * INB は 2022 年 12 月にロスアトム（ROSATOM）社との間で、アングラ原子力発電所用に 2023 年から 2027 年にかけて天然六フッ化ウラン（UF₆）330tU の供給を受ける契約を締結している。更に、2023 年 5 月にはウェスチングハウス（WH）社との間で、同発電所 1 号機の燃料交換用に先進燃料の供給を受けることを含む 3 件の契約を締結している。

INB、U-235（濃縮度 3.2%）5.7 トンの輸出について CNEN から承認取得：2025 年 2 月 10 日付の報道によると、国営企業ブラジル原子力工業会社（INB）は、5.7 トンの濃縮度 3.2% のウラン 235（U-235）について、国際市場において買い手を探すことに関する承認をブラジル原子力委員会（CNEN：Comissão Nacional de Energia Nuclear）から取得した。この U-235 は 2016 年に輸入されたもので、レセンデ原子燃料工場（Resende Nuclear Fuel Factory）に保管されている。INB はこの U-235 の輸出を求める理由について、燃料製造には操業上不適切であること、および国内利用についての経済的実現不可能性を挙げ、この U-235 を売却することによりアングラ（Angra）原

子力発電所に対する燃料供給に不可欠な原材料のための空間を確保し、国営企業による新規投資のための収益も得られると述べている。この U-235 の輸出にあたり、INB は公開競争を実施する計画である。潜在的な買い手が決定した後、INB は外務省（Ministry of Foreign Affairs）から輸出許可を取得する必要がある。（2025 年 2 月 10 日付 World Nuclear News）

ロスアトム社は引き続きブラジルにウラン転換・濃縮サービスを提供：2025 年 3 月 4 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社とブラジル原子力工業会社（INB）は、ブラジルで採掘されたウランの転換および濃縮に関する契約を締結した*。現在、ロスアトム社はアングラ（Angra）原子力発電所用燃料製造のために濃縮ウラン製品をブラジルに納入しており、同社は今回の新たな契約により濃縮ウラン供給量の増加等の協力拡大の見通しが開かれると述べている。なお、ブラジルでは 2022 年後半に濃縮施設の第 I 期が完成しており、その施設は超遠心分離機カスケードが 10 基設置され、アングラ原子力発電所用の燃料製造に用いられている。これにより INB は同発電所 1 号機の燃料需要のうち 70%を満たすことが可能となっている。また、濃縮施設の第 II 期として 30 基の超遠心分離機カスケードが追加される予定で、これによりブラジルはウラン濃縮を自国内でまかなうことが可能となる。INB は 2033 年までに同発電所 1、2 号機の燃料需要を満たし、2037 年までには同発電所 3 号機の需要も満たすことが可能であると予測している。（2025 年 3 月 4 日付 Nuclear Engineering International）

* 契約額は約 4,000 万ドルである。中国原子能工業有限公司（CNEIC：China Nuclear Energy Industry Corp）等が参加した入札を経てロスアトム社が契約に至った。

27 万 5,000kg のウラン精鉱、「転換」のために INB からロシアへ：2025 年 3 月 11 日、国営企業ブラジル原子力工業会社（INB：Indústrias Nucleares do Brasil）は、ブラジルのバイーア（Bahia）州のカエティテ（Caetité）に所在する同社のウラン濃縮工場（Uranium Concentration Unit）において生産された 27 万 5,000kg のウラン精鉱の形での八酸化三ウラン（ U_3O_8 ）について、転換と濃縮のために暫定的にロスアトム（ROSATOM）社の子会社であるインターネクスコ社（Internexco GmbH）へ輸出することを企図した契約に同社との間で署名したことを明らかにした。INB の説明によると、イエローケーキを六フッ化ウラン（ UF_6 ）へと転換（conversion）する過程は燃料サイクルにおいて INB が実施していない唯一の段階（過程）であるとのことであり、今回インターネクスコ社へと輸出されるウラン精鉱を処理した最後の製品は UF_6 の形で 2027 年 12 月までに INB へと返却されるとのことである。INB は、この UF_6 から燃料を製造してアングラ（Angra）原子力発電所に対して供給する予定である。（2025 年 3 月 14 日付 World Nuclear News）

42.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

42.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

IPEN-CNEN が IAEA の「核セキュリティに関する協力センター」として認定（ラテンアメリカとして初）：2024 年 6 月 21 日、ブラジル原子力委員会（CNEN）と国際原子力機関（IAEA）は、CNEN の技術・科学事業部であるエネルギー・原子力研究所（IPEN）について、ラテンアメリカ（中南米）において初となる「核セキュリティに関する協力センター」（Collaborating Centre on Nuclear Security）として認定する合意に署名し、IPEN に協力センターを設立した。IPEN は、IAEA の協力センターとしてコンピュータ・セキュリティ、放射線検出、および核セキュリティのための核物質防護の分野における諸活動について、4 年間にわたって IAEA を支援していく予定である。なお 2024 年 6 月 7 日に IAEA は、「核セキュリティに関する協力センター」として認定を受けることに IPEN が関心を表明していた件を承認していた。（2024 年 6 月 21 日付 IAEA、6 月 25 日付 World Nuclear News）

IEN 内に核物質防護センターを新設、3 年以内に運用開始が目標：2025 年 1 月 9 日付の報道によると、ブラジル原子力委員会（CNEN）原子力工学研究所（IEN）は、所内に核物質防護訓練センター（Nuclear Physical Security Training Centre）を新設することを提案しており、同提案は研究・プロジェクト資金提供機関（Funding Agency for Studies and Projects）による資金提供対象として選定された。同センターはブラジルの州・地域および国際的機関とパートナーシップを結ぶ予定であり、3 年以内に完全運用を開始することが目標であるという。IEN の放射線安全・防護部門の担当者によると、同センターはブラジルや中南米地域の核物質防護分野に従事する専門職を対象としており、米国、オーストリア、ロシア等の国際的な核物質防護訓練センターで訓練を受けた専門家による訓練コースが提供されるという。（2025 年 1 月 9 日付 World Nuclear News）

43 エジプト

43.1 原子力事情・原子力政策動向

(新たな動向情報はありませんでした)

43.2 国際協力動向

エルダバ建設計画においてロシアがエジプトに 250 億ドルの国家輸出融資を提供: 2024 年 11 月 20 日付の報道によると、ロシア国家院（連邦議会下院）（State Duma）は、エジプトのエルダバ（El Dabaa）原子力発電所建設に関する 250 億ドルの国家輸出融資（state export loan）の提供のためのロシア - エジプト政府間合意議定書を批准した。報道によると、この融資は 4 基の原子炉を有する同発電所の建設費用の 85%をカバーし、2024 年 7 月にモスクワ、9 月にカイロで署名されたものである。なお、同発電所の建設は 2022 年 7 月に開始され、報道の時点では 4 号機のコアキャッチャーの設置が開始されたところであるという。(2024 年 11 月 20 日付 World Nuclear News)

43.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

43.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

43.5 次世代炉

(新たな動向情報はありませんでした)

43.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

エルダバ原子力発電所内の使用済燃料乾式貯蔵施設に建設許可が発給される：2024 年 1 月 6 日付の報道によると、原子力発電所庁（NPPA：Nuclear Power Plants Authority）は、建設中のエルダバ（El Dabaa）原子力発電所*において使用済燃料貯蔵施設を建設する許可を原子力・放射線規制庁（NRRA：Nuclear and Radiological Regulatory Authority）から取得した。NPPA は NRRA に対し建設許可申請を 2024 年 6 月に提出していた。NPPA によると、この施設は最長 100 年間にわたり使用済燃料を乾式貯蔵することが可能であるという。NPPA は 2025 年中に使用済燃料貯蔵施設の建設を開始する計画である。（2025 年 1 月 6 日付 NucNet）

* エルダバ原子力発電所では 4 基の VVER-1200 が建設中であり、最初の 1 基は 2026 年の運転開始が予定されている。

43.7 放射線利用技術開発

（新たな動向情報はありませんでした）

43.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

（新たな動向情報はありませんでした）

44 南アフリカ

44.1 原子力事情・原子力政策動向

クバーグ 1 号機、20 年間の運転延長：2024 年 7 月 15 日、国有電力会社の Eskom 社は、クバーグ（Koeberg）原子力発電所 1 号機について、20 年間にわたり運転期間を延長することを国家原子力規制局（NNR：National Nuclear Regulator）が承認したことを明らかにした。これにより同発電所 1 号機は 40 年間を超えて運転を行う原子炉となり、その運転期限は 2044 年 7 月 21 日までとなった。（2024 年 7 月 15 日付 Eskom）

DMRE が新規原子力発電容量の調達に係る決定を撤回、プロセスの透明化を図る方針：2024 年 8 月 16 日、鉱物資源・エネルギー省（DMRE：Department of Mineral Resources and Energy）は、新規原子力発電容量の調達に係る決定を撤回することを発表した。南アフリカでは、2006 年電力規制法（HE ELECTRICITY REGULATION ACT, 2006 (ACT NO. 4 OF 2006)）第 34 条（1）に基づき、南アフリカ国家エネルギー規制機関（NERSA：National Energy Regulator of South Africa）の同意を得て、2024 年 1 月 26 日に電力担当大臣（Minister in the Presidency for Electricity）が政府官報上の通知の形で政府決定を発行し、その決定の中で原子力発電所建設計画に係る調達手続きおよび実施手続きを進めるための政府計画を公表していた。DMRE の発表では、決定の公表後にその手続きを差し止めるための訴訟が起こされたことから、電力担当大臣は手続きについて国民に対して開かれており、また透明性があることという原則に完全に従っていることを確実なものとするべきであるとの見解の下で上述の政府決定の撤回を選択したとされている。ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）が報じた記者会見における K.ラモコパ（Kgosisentsho Ramokgopa）エネルギー・電力大臣の発言によると、調達に係る決定および NERSA による同意においてパブリックコメントの募集が行われず手続きが公正でなかったという理由から法的なプレッシャーを受けており、更なるパブリックコンサルテーションを行うために決定の撤回が行われたという。同大臣は調達と実施に係る手続きに対して 3～6 か月の追加期間を設けることにより、市民に対し精査するための機会を与え、手続きの透明性を確固たるものとするとしている。（2024 年 8 月 16 日付 Department of Mineral Resources and Energy、World Nuclear News）

クバーグ 2 号機が運転延長のためのメンテナンスを完了し送電網に復帰：2024 年 12 月 30 日、クバーグ（Koeberg）原子力発電所 2 号機が、20 年間の運転期間延長のための大規模メンテナンスを完了し、送電網に再接続された。同発電所 2 号機は、メンテナンスのため 2023 年 12 月 11 日に送電網から切り離されていた。（2025 年 1 月 3 日付 World Nuclear News）

44.2 国際協力動向

(新たな動向情報はありませんでした)

44.3 原子力研究開発推進・規制体制

(新たな動向情報はありませんでした)

44.4 核融合

(新たな動向情報はありませんでした)

44.5 次世代炉

南ア政府は PBMR 計画を復活させる方針：2024 年 12 月 3 日付の報道によると、Z.ムバンボ（Zizamele Mbambo）鉱物資源・エネルギー省副長官（Deputy Director General of the Department for Mineral Resources and Energy）は、南アフリカ政府は引き続き原子力エネルギー利用に力を入れるとともに、ペブルベッド型モジュール炉（PBMR：Pebble Bed Modular Reactor）計画^{*1}の復活および PBMR 新設に着手する計画であることを 11 月 29 日に明らかにした。同副長官によると南アフリカ政府は、プロトタイプ小型モジュール炉（SMR）^{*2}を市場投入し、燃料製造を支援し、商業化に成功をもたらすことで、原子力エネルギー研究における主導的立場を回復することを目指している。鉱物資源・エネルギー省（DMRE）は内閣に対し、PBMR の保存・整備（Care and Maintenance）状態を解除するようまもなく提案するという。また、南アフリカ政府は統合資源計画（IRP：Integrated Resource Plan）の更新に取り組んでいる^{*3}ほか、DMRE 大臣は原子力発電所新設計画（Nuclear New Build Programme）について助言を行う産業界専門家チーム（Industry Expert Team）を組織中^{*4}であるという。（2024 年 12 月 3 日付 World Nuclear News）

*1 PBMR は小型かつ高温の原子炉で、黒鉛被覆の三重被覆層・燃料粒子（TRISO）燃料を使用し、ヘリウムを冷却材として使用する。ドイツの技術を下敷きとして、南アフリカにおいて 1993 年から開発が行われていたが、2010 年に政府が事業への投資を行わないことを決定し、以降は関連する知的財産等を保護するために保存・整備状態に置かれている。

*2 同国のストラテック・グローバル（Stratek Global）社は、PBMR から派生した SMR である HTMR-100 を開発しており、2023 年時点で同社の CEO は 5 年以内に第 1 号プラントの建設を完了することを目標としてしていると述べていた。

*3 DMRE は 2023 年 12 月に IRP2023 草案を公表している。また、11 月最終週に DMRE は利害関係者との会合を開き、更新された IRP2023 を提示したという。なお、別の報道によると DMRE は、IPR2024 の仕上げにかかっているとのことである。ただし、更新された IPR2023 と IPR2024 が同一のものであるか否かについては、報道内容からは不明瞭である。

*4 南アフリカでは 2006 年電力規制法（THE ELECTRICITY REGULATION ACT, 2006 (ACT NO. 4 OF 2006)）第 34 条（1）に基づき、南アフリカ国家エネルギー規制機関（NERSA：National Energy

Regulator of South Africa) の同意を得て、2024 年 1 月 26 日に電力担当大臣 (Minister in the Presidency for Electricity) が政府官報上の通知の形で政府決定を発行し、その決定の中で原子力発電所建設計画に係る調達手続きおよび実施手続きを進めるための政府計画を公表した。しかし、手続きが不透明かつ公正でなかったとの指摘を受け、2024 年 8 月 16 日に DMRE はこの決定を撤回することを発表した。今回報じられた DMRE 大臣による産業界専門家チームの編成は、この決定撤回を背景としている。

アフリカと中東における HTMR-100 設計の商業展開を視野に入れた動き：2025 年 3 月 6 日付の報道によると、高温ガス炉を開発している南アフリカのストラテック・グローバル (Stratek Global) 社は、同社の小型モジュール炉 (SMR) である高温ガス炉について、アフリカと中東において商業展開プロジェクトの潜在性を対象としたフィージビリティスタディを準備することを目的として、フランスのグループ・アルバトロ (Groupe Albatros) 社との間で戦略的パートナーシップを締結したことを明らかにした。ストラテック・グローバル社は、10 万 kWt の熱と 3 万 5,000kWe の電力を生産することのできる高温ガス炉 HTMR-100 設計を開発している。HTMR-100 設計は、南アフリカで 1993 年以降開発が進められているペブルベッド型モジュール炉 (PBMR) 計画*から派生したものであり、三重被覆層・燃料粒子 (TRISO) 燃料を燃料として使用する。(2025 年 3 月 6 日付 World Nuclear News)

- * PBMR は小型かつ高温の原子炉で、黒鉛被覆の TRISO 燃料を使用し、ヘリウムを冷却材として使用する。ドイツの技術を下敷きとして、南アフリカにおいて 1993 年から開発が行われていたが、2010 年に政府が事業への投資を行わないことを決定し、以降は関連する知的財産等を保護するために保存・整備状態に置かれている。一方、2024 年 11 月 29 日、Z.ムバンボ (Zizamele Mbambo) 鉱物資源・エネルギー省副長官 (Deputy Director General of the Department for Mineral Resources and Energy) は、南アフリカ政府は引き続き原子力エネルギー利用に力を入れるとともに、PBMR 計画の復活および PBMR 新設に着手する計画であることを明らかにしている。

44.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

テラパワー社、南アフリカでの HALEU 濃縮施設建設への出資と HALEU 購入へ向けた合意を締結：2024 年 10 月 30 日、テラパワー (TerraPower) 社と ASP アイソトープス社 (ASP Isotopes Inc)

*¹ は、高含有低濃縮ウラン (HALEU) 生産能力を有するウラン濃縮施設の建設およびテラパワー社への将来的な HALEU の供給*²に関する主要内容を提示した文書 (term sheet) を、両社の間で締結したことを発表した。この文書は、テラパワー社が南アフリカにおける HALEU 濃縮施設の建設に対して資金提供を行うことに関する最終合意、および、HALEU 濃縮施設の完成後 10 年間にわたって施設で製造された HALEU の全量をテラパワー社が購入する契約について準備することを企図しているという。(2024 年 10 月 30 日付 TerraPower、ASP Isotopes)

- *¹ ワシントン DC に本拠を置く米国企業で、医療用および半導体産業用の安定同位体の濃縮を行う企業である。2023 年に放射性医薬品の供給企業である南アフリカの PET ラボ社 (PET Labs (Pty) Ltd) の株式の 51%を取得している。また、将来の核燃料である HALEU、リチウム 6 (Li-6) およびリチウム 7 (Li-7) と塩素 37 (Cl-37) の製造・開発を行う完全子会社のクアンタム・リープ・エナジー (QLE : Quantum Leap Energy) 社を英国と米国に保有している。ASP アイソトープス社は南アフリカにおいて、3 件の濃縮施設を建設済または建設中であり、炭素 14 (C-14)、シリコン 28 (Si-28)、イッテルビウム 176 (Yb-176) をそれぞれの施設で濃縮予定である。

- *2 ASP アイソトープ社は、テラパワー社を同社の米国子会社である QLE 社の顧客として、HALEU の供給を行う予定であるとしている。

【背景】

2023 年 5 月 27 日付で、2022 年 12 月にクバーグ（Koeberg）原子力発電所に対する燃料供給が米国政府によって差し止められたことは、南アフリカが将来的な自国での核燃料製造の権利を主張したことに起因する*1ということが報じられた。同発電所を運営する Eskom 社によると、クバーグ原子力発電所には 3 年分の燃料備蓄が存在する*2 が、それ以降に米国からの燃料供給を確保することができるか否かは不透明であり、代替となる燃料供給元を探しているという。なお、2022 年 12 月に米国の原子力規制委員会（NRC）は、ウェスチングハウス（WH）社による南アフリカへの燃料輸出に関する許可を差し止めている*3。2023 年 1 月 31 日付の連邦官報（Federal Register）において NRC は、WH 社が保有する輸出許可は米国-南アフリカ間のいわゆる「123 協定」である「原子力平和利用のための協力協定」（the Agreement for Cooperation in Peaceful Uses of Nuclear Energy）の規定に基づくものであったが、両国間の 123 協定が 2022 年 12 月 4 日に失効したことから、差し止めが必要となったと述べている。123 協定の失効については米国と南アフリカの双方が不確かな説明を行っている状況であるが、政府関係者からの情報として、協定延長の合意に失敗した原因は、南アフリカに対して米国からの燃料輸入を継続し独自に燃料製造を行わないよう定めた条項を米国が要求し、これを南アフリカが不当な権利侵害として拒否したことにあると報じられている*4。なお、南アフリカ当局者は、米国が南アフリカを核拡散リスクとみなしているかについて米国側に説明を求めているという*5。

- *1 2022 年のウクライナ侵攻以降に南アフリカとロシアの関係が密になったことが背景にあるとの推測もあるが、米国の行動の目的は不確かであるという。なお、2022 年 9 月時点では米国は協定の延長に向けた通常の法的手続きを進めていたものの、手続きが完了するために規定上必要な日数を捻出するのが難しい日程であったという。南アフリカ政府によれば、2018 年から新しい協定締結に向けた交渉を開始していたという。
- *2 2023 年 2 月の南アフリカ政府の発表によれば、今回の燃料交換サイクルでは、2024 年初めに WH 社から燃料が到着する予定であったため、電力供給制限（loadshedding）を深刻化させる差し迫った危機はないという。しかしながら、鉱物資源エネルギー省は早急な問題解決のために WH 社による燃料供給が認められることが必要であるとしている。なお、Eskom 社では発電所の老朽化や故障などの要因で電力不足が生じており、2022 年には 200 日以上計画停電が行われている。また、2023 年 5 月時点においても日に 10 時間以上の停電を起こすことが常態化しており、冬に向けて前例のない停電が予想されていた。
- *3 WH 社は燃料集合体製造のために構成要素をスウェーデンに輸出し、続けて完成した燃料集合体を南アフリカに輸出することについて許可を保有していたが、この許可が差し止めとなったものである。
- *4 政府関係者からの情報によれば、南アフリカは燃料製造について直近の計画は有していないものの、特にアフリカにおいて利益を上げられる可能性がある燃料市場への選択肢を維持することが目的であったという。
- *5 南アフリカの当局者は、米国が南アフリカを核拡散リスクとみなすのであれば、懸念事項は国際原子力機関（IAEA）に提起されるべきであると指摘している。また、米国が南アフリカを核拡散リスクとみなさないのであれば、南アフリカの核燃料サイクルへのアクセス制限は解除されるべきであると述べているという。

NECSA と ASP アイソトープ社、HALEU 研究開発や製造で協力：2024 年 11 月 14 日、ASP アイソトープ社（ASP Isotopes Inc.）*1 は、南アフリカ原子力公社（NECSA : South African Nuclear Energy Corporation）との間で、先進燃料（advanced nuclear fuels）の研究・開発、および最終的には商業生産における協力を定めた了解覚書（MOU）を締結した。両社は南アフリカにおいて新たな組織（new entity）を設置し、新組織の取締役会には両社から少なくとも 2 名の代表者を含めるとしている。過去 3 年間に於ける両者間の議論では、最初に小型モジュール炉（SMR）に特化した新たな先進燃料についての議論に重点が置かれ、後に HALEU 製造のための燃料製造施設の建設に焦点が移ったという。研究・開発、および最終的な HALEU 製造施設の建設はペリンダバ（Pelindaba）*2 で行われる見込みである。ASP アイソトープ社は、従来の遠心分離技術を用いた

濃縮施設と比較して、同社の濃縮技術^{*3}による HALEU 施設はより低い資本コストかつより短期間で建設できると主張している。(2024 年 5 月 11 日 14 付 ASP Isotopes)

- *1 ASP アイソトープ社は同位体製造・処理技術を有する先進材料企業。
- *2 ペリンダバには原子力研究センターが設置されており、研究炉 SAFARI-1 が運転中である。SAFARI-1 ではモリブデン 99 (Mo-99) 等の放射性同位体 (RI) 製造がおこなわれている。
- *3 ASP アイソトープ社は、低い相対原子質量 (原子量、atomic mass) および高い相対原子質量 (原子量) の分子の濃縮に適した空気力学的分離プロセス (ASP : Aerodynamic Separation Process) 技術を採用しており、開発中の量子濃縮技術 (Quantum Enrichment technology) を使用して原子力エネルギー向けアイソトープの濃縮も行うとしている。また、ASP アイソトープ社はプレトリア (Pretoria) に軽元素同位体の濃縮を行う同位体濃縮施設を保有している。

44.7 放射線利用技術開発

核医学研究インフラストラクチャー施設が正式に開所 : 2024 年 5 月 21 日、アフリカ大陸初の核医学研究施設である核医学研究インフラストラクチャー (NuMeRI : Nuclear Medicine Research Infrastructure) 施設がプレトリア (Pretoria) において正式に開所した*。NuMeRI は放射線治療において使用される放射性同位体を製造するためのサイクロトロンを保有しており、医学とバイオ科学における核技術の統合的な専門知見を提供する。それにより NuMeRI は、南アフリカにおける研究能力・開発能力・技術革新能力を創出し、がんを始めとした疾病に対する治療を支援していくこととなる。また NuMeRI は、スティーブ・ビコ学術病院 (Steve Biko Academic Hospital) に隣接しており、医薬品開発と臨床研究を行うとともに、がんや結核等に関連した診断および治療を行う。なお、NuMeRI の効率的な経営管理のために非営利企業を設立することでプレトリア大学 (University of Pretoria) とスティーブ・ビコ学術病院が合意している。この取り組みには、プレトリア大学健康学部、iThemba LABS、および南アフリカ原子力公社 (NECSA) が主要なパートナーとして関与する。(2024 年 5 月 21 日付 South African Government News Agency)

- * NuMeRI は、2012 年から続く南アフリカと欧州連合 (EU) の協力の産物であるという。南アフリカの科学技術革新省 (DSI : Department of Science and Innovation) は EU と協力し、南アフリカを対象として同国初の「南アフリカ研究インフラ・ロードマップ」(South African Research Infrastructure Roadmap) を策定している。

44.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

(新たな動向情報はありませんでした)

45 その他

45.1 原子力事情・原子力政策動向

中国、ガーナの原子力プログラムについて協定締結：2024年4月25日付の報道によると、第26回世界エネルギー会議世界大会（26th World Energy Congress）^{*1}の機会に、ガーナ原子力発電会社（NPG：Nuclear Power Ghana）^{*2}と中核海外有限公司（CNOS：CNNC overseas Limited）は、華龍一号（HPR-1000）原子力発電プロジェクトの建設およびガーナの送電網の更新について協力合意および枠組合意を締結した。ガーナは増加が予想される電力需要を満たすために、2008年に原子力計画を再構築していた。国際原子力機関（IAEA）の支援を基にして、中国を含む複数の国がガーナの原子力発電プログラム開発の支援に関心を有しているという^{*3}。（2024年4月25日付 Nuclear Engineering International）

- *1 オランダのロッテルダム（Rotterdam）において2024年4月22～25日に開催された。
- *2 ガーナ原子力発電会社（NPG）は、2018年にガーナ初の原子力発電所の所有／運転事業者として設立された。
- *3 2023年7月19日に米国の原子力規制委員会（NRC）とガーナ原子力規制庁（Ghana Nuclear Regulatory Authority）が原子力安全および規制に関する協力継続を確認した。9月13日には、A. ガンザー（Ann Ganzer）筆頭次官補代理（国際安全保障・不拡散担当）（Principal Deputy Assistant Secretary of State for International Security and Nonproliferation）が、ガーナをサブサハラ・アフリカ地域の小型モジュール炉（SMR）地域訓練ハブ（Small Modular Nuclear Reactor (SMR) Regional Training Hub）および卓越研究拠点（center of excellence）として確立するための米国による更なる支援を発表したことが明らかにされた。ガーナにおける原子力人材開発支援のために175万ドルの資金提供が行われ、支援にはSMR制御室シミュレータや大学間パートナーシップ、学術交流が含まれる。なお、このプログラムは「SMR技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST）能力確立プログラム」（Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology (FIRST) capacity building Program）によるものであり、ガーナはFIRSTプログラムに2022年から参加している。

【背景】

ガーナでは2008年に内閣がエネルギーミックスに原子力を含める決定をしたことを受けて、ガーナ原子力発電プログラム機関（Ghana Nuclear Power Programme Organisation）が設置され、原子力発電プログラムの実行および調整を監督している。ガーナは2013年には書簡を通じて国際原子力機関（IAEA）に対し平和目的での原子力発電プログラムを追求する意向を表明した。その後、ガーナ原子力規制庁と事業会社であるガーナ原子力発電会社（NPG）が設立された。2022年8月には、ナナ・アクフォ＝アド（Nana Akufo-Addo）大統領が、同国の3段階からなる原子力計画が、第1段階である「原子力発電計画開始決定前の検討」から第2段階の「政策決定後の原子力発電所建設に向けた準備作業」に進んだことを明らかにした。なお、第3段階は「最初の原子力発電所実現に向けた活動」とされている。世界原子力協会（WNA）によると、2021年にはガーナの環境・科学・技術・イノベーション大臣（Minister of Environment, Science, Technology and Innovation）が、米国・ロシア・カナダ・韓国の5社のベンダーがガーナとして初となる原子力発電所について建設支援に関心を示しており、1GWe規模の発電所に関する契約が2024～2025年の間に締結される見込みであることを明らかにしたという。また、2022年には、米国・日本とガーナが、西アフリカ地域における小型モジュール炉（SMR）配備支援に関する戦略的協力を行うことを発表している。2023年9月26日付の報道によると、ガーナ原子力発電会社（NPG）が、ガーナ初の原子力発電所（100万kWe）のサイト候補として、ガーナ西部のNsubanと中部のObotanを選定した。優先サイトを決定するための詳細な技術評価は2030年までに結論が出るとされているが、Nsubanが優先サイト、Obotanが予備のサイトとされている。NPGのS.ヤモア（Stephen Yamoah）専務取締役（Executive Director）は、サイト選定は原子力発電プログラムにおける現行の第2フェーズにおける重要なステップであり、発電所を建設するベンダーの選定に先立ち行われるものであると述べている。また、ヤモア専務取締役は、ベンダーの選定において進展があり、ガーナ政府は原子力発電所建設を行うパートナー国を2030年までに発表することも明らかにしている。

ウズベキスタンにおける原子力発電所建設に向けた作業が進行中：2024 年 4 月 25 日付の報道によると、ロスアトム（ROSATOM）社とウズベキスタン原子力開発庁（UZATOM）社は、ウズベキスタンにおける原子力発電所建設のための契約に向けた作業を行っている。ロスアトム社はウズベキスタン向けの選択肢として低出力原子力発電所を提案する用意もあるという。ロシア副首相兼産業商務大臣の D.マントロフ（Denis Manturov）氏によると、両者は原子力発電所の一括契約草案（draft general contract）作成に取り組んでいる。また、建設サイトはすでに選定されており、ジザフ（Jizzakh）州のトゥズカン湖（Tuzkan Lake）の近くであるという。サイトの技術調査（Engineering surveys）は完了しており、原子力発電所建設に適していることは確認されている。加えて、プロジェクトにおける最適な技術構成（technical configuration）も決定されている。現在は、原子力発電所のエネルギー系統への統合、再生可能エネルギー源との協働、原子力発電所運転に際して使用する水資源の少量化、および最大発電量について、サイトの気候条件を考慮しつつ、技術的問題に関する検討を行っているという。（2024 年 4 月 25 日付 Nuclear Engineering International）

ガーナ、同国初の原子力発電所を建設する企業について 2024 年 12 月までに選定：2024 年 5 月 21 日付の報道によると、ガーナエネルギー省は、同国初となる原子力発電所の建設を行う企業について、フランス電力会社（EDF）、米国に基盤を置く NuScale（NuScale Power）社とレグナム・テクノロジー・グループ（Regnum Technology Group）、および中国核工業集团公司（CNNC）の中から 2024 年 12 月までに選定する予定であると公式に発表したとのことである。韓国の韓国電力公社（KEPCO）とその子会社である韓国水力原子力発電会社（KHNP）、およびロシアのロスアトム（ROSATOM）社についても、同国初となる原子力発電所を建設する契約のために上述の企業と競合しているとのことである*。最終的に選定された企業についてガーナの内閣は承認を行うことになるが、承認される企業数は 1 社でもあり得るし、2 か国にわたることもあり得るとのことである。資金調達モデルと技術の詳細によって決まるとのことである。ガーナは 2034 年までにエネルギーミックスにおいて約 100 万 kW の原子力発電容量を加えることを目標としているとされる。（2024 年 5 月 21 日付 Reuters）

* ガーナ政府の要請に対し、16 の国と企業から反応があり、その中からエネルギー省が主導する技術チームが現在の 5 か国まで候補を絞り込んだという。

IAEA のマイルストーン・アプローチに関する出版物、SMR を想定して更新：2024 年 8 月 9 日、国際原子力機関（IAEA）は、IAEA 出版物（publication）「原子力発電のための国家インフラ開発におけるマイルストーン」（Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power）の最新版を刊行したことを発表した。この最新版では小型モジュール炉（SMR）*に関する課題に取り組むための改訂が行われている。IAEA は今後数年間の新規原子力発電容量の多くは従来型の大型水冷式原子炉の形で配備されると想定する一方で、SMR がクリーンエネルギー移行における重要な構成要素となることは明白であり、SMR 技術に関心を有する国が SMR 事業を成功させるために必要なことを確かに理解できるようにする必要があるとしている。（2024 年 8 月 9 日付 IAEA）

- * この場合の「小型モジュール炉」(SMR)は、電気出力 30 万 kWe 未満でモジュール設計を特徴とする原子炉を指し、従来型の水冷式原子炉と、水以外の冷却材を使用する原子炉の双方が含まれる。

低線量による累積被ばくと白血病リスクの間に関連性があることを再度確認: 2024 年 8 月 30 日付でザ・ランセット・ヘマトロジー (The Lancet Haematology) 誌において、低線量の電離放射線による累積被ばくと白血病リスク^{*1}の間に関連性が存在することが再度確認されたという、国際原子力労働者調査 (INWORKS: International Nuclear Workers Study)^{*2}で実施された疫学調査のフォローアップによる新たな知見に関する論文^{*3}が掲載された。それによると白血病(慢性リンパ性白血病を除く)のリスクは、赤色骨髄において吸収される累積線量が 100 mGy 増えるごとに、被ばく線量に比例する形で約 26.8%増加する(増加するリスクの 90%信頼区間は 11.3%~45.5%である)とのことである^{*4}。今回の結果は、2015 年に公開された論文^{*5}によって得られていた知見である 29.6%のリスク増加(90%信頼区間は 11.7%~52.1%である)という数値について、より狭い信頼区間の幅でその数値の信頼性を再度確認したものであると言える。また、累積線量が 300 mGy 未満の場合に限定した分析では累積線量の増加に従う白血病(慢性リンパ性白血病を除く)のリスクの増加が有意であった一方、累積線量が 0 mGy~200 mGy の間の場合に限定した分析ではリスクの増加が有意ではなかった^{*6}。(2024 年 8 月 30 日付 IRSN、9 月 16 日付 IRSN)

- *1 ここで言うリスクは死亡リスクを指している。
- *2 INWORKS は、電離放射線の低線量により繰り返して受ける被ばくに潜在的に関連する健康リスクについて、数量化するために設計された国際的な疫学調査である。この疫学調査は 2000 年代後半に導入され、最初の結果は 2015 年に公開された。この調査における母集団は、1940 年代中頃以降に雇用された 30 万 9,932 人の作業員(このうち男性は 26 万 9,487 人、女性は 4 万 445 人)であり、フランス、米国、および英国の原子力産業界(燃料製造、研究、発電、および使用済燃料の処理の業界)において少なくとも 1 年以上にわたって雇用された作業者を観察対象群(cohort)として合わせたものである。このうちフランスの観察対象群は、原子力・代替エネルギー庁(CEA)、フランス電力会社(EDF)、およびオラノ(Orano)社からの作業員 5 万 9,000 人以上から成り、データの取りまとめを放射線防護・原子力安全研究所(IRSN)が主導している。
- *3 Klervi Leuraud, Dominique Laurier, Michael Gillies, Richard Haylock, Kaitlin Kelly-Reif, Stephen Bertke, Robert D Daniels, Isabelle Thierry-Chef, Monika Moissonnier, Ausrele Kesminiene, Mary K Schubauer-Berigan, David B Richardson, “Leukaemia, lymphoma, and multiple myeloma mortality after low-level exposure to ionising radiation in nuclear workers (INWORKS): updated findings from an international cohort study,” The Lancet Haematology, 2024, ISSN 2352-3026, [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(24\)00240-0](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(24)00240-0). (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352302624002400>)
- *4 この調査の母集団を構成する作業者のうち、慢性リンパ性白血病を除いた白血病による実際の死亡者数は 771 である。
- *5 Leuraud K, Richardson DB, Cardis E, Daniels RD, Gillies M, O'Hagan JA, Hamra GA, Haylock R, Laurier D, Moissonnier M, Schubauer-Berigan MK, Thierry-Chef I, Kesminiene A. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study. Lancet Haematol. 2015 July; 2: e276-e281.
- *6 今回の調査で対象となった作業員が受けた累積線量は赤色骨髄において平均 16 mGy という比較的に低線量であったため、低線量被ばくの累積によって引き起こされる白血病による死亡の絶対的なリスクは、35 年間にわたって 1 万人の作業員あたりの超過死亡が 1 人という解釈になるとのことである。

「原子力 3 倍宣言」に対して新たに 6 か国が署名：2024 年 11 月 13 日、国連気候変動枠組条約（UNFCCC：United Nations Framework Convention on Climate Change）第 29 回締約国会議（COP29：the 29th Conference of the Parties）において、2023 年 12 月に第 28 回締約国会議（COP28）の場において発出され、これまでに 25 か国^{*1}が署名している「2050 年までに原子力発電容量を現状の 3 倍となるように増設する」ことを求める内容の宣言について、新たに 6 か国^{*2}が署名した。これにより、この宣言に署名した国の数は計 31 か国となった。なお、COP29 においては、2050 年までに原子力発電容量を現状の 3 倍となるようにするための柔軟性があり費用対効果の高い方策として、小型モジュール炉（SMR）に期待する動きが起きている。（2024 年 11 月 13 日付 World Nuclear News）

- *1 この宣言に対しては、2023 年 12 月 2 日に、ブルガリア、カナダ、チェコ、フィンランド、フランス、ガーナ、ハンガリー、ジャマイカ、日本、韓国、モルドバ、モンゴル、モロッコ、オランダ、ポーランド、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、スウェーデン、ウクライナ、アラブ首長国連邦、英国、および米国の計 23 が署名し、その後にアルメニアとクロアチアが署名していた。
- *2 今回新たに署名した国々は、エルサルバドル、カザフスタン、ケニア、ナイジェリア、およびトルコの計 6 か国である。

アマゾン社等の原子力業界以外の業界の主要企業 14 社、2050 年までに現在の 3 倍へと全世界の原子力発電容量を増設することに対する支持を表明：2025 年 3 月 12 日、世界原子力協会（WNA：World Nuclear Association）は、全世界における原子力発電容量を 2050 年までに現在の 3 倍へと増設することに対する支持を表明する内容の「エネルギー大規模利用者誓約」（Large Energy Users Pledge）^{*1}について、エネルギーを大規模に利用する産業横断的なグローバル企業 14 社（アマゾン（Amazon）社やグーグル（Google）社等）^{*2}が署名したことを明らかにした。この誓約は、世界的な主要銀行 14 行、140 社の原子力企業、および 31 か国の政府によって過去に署名^{*3}が行われた同様の趣旨への支持を表明するものであり、原子力業界を超えて必ずしも原子力業界に所属していない主要企業が上述の趣旨に対する支持を表明した初の事例となった^{*4}。（2025 年 3 月 12 日付 World Nuclear Association）

- *1 https://world-nuclear.org/images/articles/Large%20Energy%20Users%20Pledge_FINAL%2012%20March%20WNA.pdf
- *2 この誓約に今回署名した 14 社は、Allseas、Amazon、Bureau Veritas、Carbon3Energy、Clean Energy Buyers Association、Core Power、Dow、Fly Green Alliance、Google、Lloyd's Register、Meta、Occidental、OSGE、および Siemens Energy である。
- *3 2023 年 12 月にアラブ首長国連邦（UAE）のドバイ（Dubai）で開催された国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 28 回締約国会議（COP28）において、米国を始めとした 22 か国政府は、2050 年までに全世界での原子力発電容量を現在の 3 倍へと増設することにコミットするとの宣言を行った。これを受けて、2024 年 9 月に世界的な主要銀行 14 行が、2024 年 11 月に 140 社の原子力企業が、および 2024 年 11 月に計 31 か国の政府（COP28 以降に増加）が上述のコミットメントを支持することを表明している。
- *4 この誓約に今回署名した 14 社は、全世界における原子力発電容量を 2050 年までに現在の 3 倍へと増設することについて、他のエネルギー利用者に対して支持を呼びかけている。

45.2 国際協力動向

原子力発電を志向する国々を G7 として支援していく方針：2024 年 4 月 30 日、主要国首脳会議（G7：Group of Seven）は、イタリアのトリノで開催された G7 気候・エネルギー・環境大臣会合の最後に共同声明（コミュニケ、communiqué）を発表した。この共同声明では、原子力発電を志向する国々を G7 として支援していく意思が表明されているほか、先進炉設計について安全性・持続可能性・経済性・事業リスクの低減・放射性廃棄物管理の改善・社会的受容性・高温熱および水素の同時提供による産業機会の観点において更なる便益が将来的にもたらされる可能性があるとの認識が表明されている。（2024 年 4 月 30 日付 G7 ITALIA、World Nuclear News）

ウズベキスタン、CNNC 子会社やアシテム子会社と協力へ：2024 年 12 月 5 日、ウズベキスタン原子力開発庁（UZATOM）は国際会議*の場において、原子力分野における国際協力強化に関する複数件の文書に署名した。この中には、UZATOM 付属の原子力発電所建設総局（Nuclear Power Plant Construction Directorate）が中国核工業集団の子会社である中国中原对外工程有限公司（CNOS：China National Nuclear Corporation Overseas Ltd.）と締結した協力覚書（MoC）や、UZATOM がフランスのアシテム・エンジニアリング&オペレーション・サービスズ（Assystem Engineering & Operation Services）社と締結した協定（agreement）が含まれるという。（2024 年 12 月 8 日付 UZATOM）

* 「イスラム協力機構加盟国の持続可能な開発における原子力エネルギー平和利用の展望：国際・国内の経験」（Perspective use of nuclear energy for peaceful purposes in sustainable development of Organization of Islamic Cooperation member states: international and national experience）と題し、サマルカンドにおいて開催された。

OECD/NEA が SMR 開発における AI 利用の不確実性軽減のためイニシアチブを新設：2025 年 2 月 11 日、経済開発協力機構／原子力機関（OECD/NEA）は、規制対応を強化し小型モジュール炉（SMR）の開発・配備を促進するため人工知能（AI）の安全かつ効率的利用を可能とすることを目的とした、RegLab イニシアチブを新たに設置したことを発表した。OECD/NEA の W.D.マグウッド 4 世（William D. Magwood, IV）事務局長は、安全かつ持続可能な SMR 事業の効率的開発を促進するためには原子力部門は AI の可能性を大胆に活用する必要があると述べたうえで、新技術は不確実性を有しており AI も例外ではなく、RegLab イニシアチブはこの不確実性を軽減し、SMR の許認可および配備における安全な AI 利用における障壁を克服するための多国間取り組みであるとしている。RegLab イニシアチブは米国の電力研究所（EPRI：Electric Power Research Institute）の協力のもと、カナダ原子力安全委員会（CNSC）、韓国原子力研究院（KAERI）、英国の原子力規制局（ONR）、米国原子力規制委員会（NRC）、およびアラブ首長国連邦の連邦原子力規制庁（FANR）が参加しており、これら以外の原子力規制機関や研究機関もイニシアチブに参加するよう招待されているという。（2025 年 2 月 12 日付 OECD/NEA）

45.3 原子力研究開発推進・規制体制

ケニア初の研究炉建設事業の初期費用の一部として約 8,300 万ドルを予算要求：2024 年 3 月 25 日付の報道によると、ケニアの原子力発電・エネルギー機関（NuPEA：Nuclear Power and Energy Agency）^{*1} は、将来の原子力発電プログラム^{*2} に向けたステップとして、同国初の研究炉開発に対し少なくとも 110 億ケニア・シリング（約 8,300 万ドル）の予算を要求する方針であるという。NuPEA は財務省（Treasury）に対し、プロジェクトの初期費用のうち約 40%を賄うために 2026 年に 30 億ケニア・シリング、2027 年に 80 億ケニア・シリングの 2 回に分けて資金を要求する計画である。NuPEA は 2023～2027 年の戦略的計画において、研究炉は教育・訓練、福祉、産業、エネルギー、研究といった目的に利用するとしている。NuPEA は既にコンザ技術都市（Konza Technopolis）の 65 エーカーの土地を研究炉およびその他原子力研究施設の建設用に取得している。最初の研究炉の建設作業は 2026 年に開始する見込みで、2030 年から 2034 年の間に運転開始する計画である。（2024 年 3 月 25 日付 The East African、3 月 27 日付 Nuclear Engineering International）

*1 2019 年エネルギー法（Energy Act 2019）に基づいて設立された、エネルギー・石油省（MoE&P：Ministry of Energy and Petroleum）傘下の国営企業。ケニアにおける原子力発電プログラムの推進および実施、エネルギー分野における研究開発の実施に責任を負っている。

*2 ケニアは 2024 年 3 月に発表した原子力発電開発に向けた戦略的計画・ロードマップにおいて、同国初の原子力発電所を 2027 年に建設開始し、2034 年に運転開始するという目標を示している。

45.4 核融合

ITER 建設状況について（冷却システム試験成功、最後のポロイダル磁場コイルが完成）：2024 年 4 月 30 日、ITER 機構（ITER Organization）は、核融合実験炉 ITER の 10 の誘引通風冷却セル（induced-draft cooling cells）のひとつから蒸気が排出されたことにより、冷却システム試験の成功を視覚的に確認したことを発表した。ITER の冷却システムは最大 14m³/s の水を通過させることが可能な、ポンプ、フィルター、熱交換器を備えた全長 60km の配管を特徴としており、完全に運転した場合は 2 系統の冷却ループにより最大 120 万 kW の熱を抽出できるようになるという。また、同日に ITER 機構は、6 基のポロイダル磁場コイル（poloidal field coils）のうち最後の 1 基にあたる PF3（poloidal field coil No 3）が完成し、製造場所であるポロイダル磁場コイル巻線施設（Poloidal Field Coils Winding Facility）から保管施設に移送されたことを発表した。この PF3 と、PF2、PF4、および PF5 の計 4 基のポロイダル磁場コイルは ITER の欧州国内機関（European Domestic Agency for ITER）である F4E（Fusion for Energy）が製造を担当したものである*。PF1 はロシアにより製造され 2024 年 2 月に ITER サイトに納入されており、PF6 は中国科学院（CAS：Chinese Academy of Sciences）等离子体研究所（IPP：Institute of Plasma Physics）により製造され、2024 年 4 月に中国とフランスのコンソーシアムである TAC1 によって ITER サイトへの設置が完了している。（2024 年 4 月 30 日付 ITER Organization、5 月 1 日付 World Nuclear News、5 月 7 日付 American Nuclear Society）

- * PF2～4 はサイト外で製造し輸送するには大きすぎることから、ITER サイトにおいて製造されたという。

ITER 計画の改定版ベースライン案が ITER 理事会に提示される：2024 年 6 月 19～20 日に開催された第 34 回 ITER 理事会（ITER Council）において核融合実験炉 ITER 計画の進捗報告が行われるとともに、更新版計画ベースライン（project baseline）の提案が行われた。2022 年に P.バラバスキ（Pietro Barabaschi）機構長は事業管理の合理化や品質管理の重視等を含む計画改革プログラム（program of project reform）を立ち上げた。加えて、バラバスキ機構長等は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）感染拡大による計画の遅れや多くの構成要素が初めてのもの（first-of-a-kind）であることに関係した技術的困難による計画の遅れを理由として*¹、計画ベースラインの改定を行う必要性に対処した。ただし 2023 年 10 月にバラバスキ機構長は、前述の問題がなかったとしても 2025 年の初プラズマ達成は困難であると述べていた。今回の ITER 理事会において提案された更新版計画ベースラインは、重大な研究活動を可能な限り速やかに開始することを優先しており、これはトカマク装置組み立て段階の統合整理や、組み立て前試験の強化、機械の組み立て工程の低減と試運転におけるリスクの低減といった事柄により達成されるという。ITER 機構は今回の発表において、完全磁気エネルギーおよびプラズマ電流運転（full magnetic energy and plasma current operation）に先立ち、重水素 - 重水素（DD：deuterium-deuterium）核融合運転を 2035 年に行う見込みを示している*²。バラバスキ機構長は 2024 年 7 月 3 日に記者会見を実施し、提案の詳細を説明するとしている。（2024 年 6 月 20 日付 ITER Organization、World Nuclear News）

- *1 ワールド・ニュークリア・ニュース（WNN）は遅れの原因として、真空容器（vacuum vessel）セクターの溶接や、熱遮へい（thermal shield）配管部における腐食割れといった問題を指摘している。
- *2 ITER 機構はこれらの目標を達成することにより、重水素 - 三重水素（DT）段階における完全な核融合出力に進むことが可能となるとしている。なお、2016 年版ベースラインでは、ITER における DT 運転の開始時期は 2035 年とされていた。

ITER 計画ベースラインに関する記者会見に対する反応：2024 年 7 月 3 日、ITER 機構（ITER Organization）の P.バラバスキ（Pietro Barabaschi）機構長は記者会見を行い、ITER 機構が現在検討中の「ベースライン」（baseline）と呼ばれる新たな事業計画*¹についての質問に回答した。ITER 機構のプレスリリースによると、記者会見における主要なメッセージは、ITER のプログラム上の目標は変更されておらず*²、装置の最初の実験段階は遅延しているものの、当初の計画よりも遥かに重要なものになると見込まれるという点にあったという。また費用については、ITER 機構の追加費用は 50 億ユーロにのぼるとされているが、具体的な金額については ITER 加盟国により検討中であるという*³。記者会見を受けた報道において、サイエンス誌（Science）はマサチューセッツ工科大学（MIT）やジェネラル・フュージョン（General Fusion）社の関係者の意見として、民間の核融合企業がより早い時期の核融合発電を約束している状況において ITER が稼働する頃には既に ITER が時代遅れの装置になっている可能性を指摘している。その一方で、ITER の技術とソフトウェアが有用である可能性があることから、ITER 計画は継続すべきであるとの

ジェネラル・フュージョン社創設者の声も紹介している。また、サイエンス誌は ITER と同じようなタイムラインでプロトタイプ核融合発電所を計画している ITER 加盟国もあり、それらの国がそのための資金を必要とする可能性、またより短期的な商業的目標に ITER から資金を振り分けることを求める声が高まる可能性を挙げているカリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA : University of California, Los Angeles）の研究者の発言を紹介している。また、今回のベースライン発表をうけてサイエンス・ビジネス（Science Business）は、ITER 加盟国においては、遅延と追加費用にもかかわらず ITER 計画への投資を継続するか否かを決定する必要があると報じている*4。また、民間核融合企業が 2040 年までの商業核融合発電実現を主張している状況についてのバラバスキ機構長の発言として、ITER は民間核融合企業を支援するために最善を尽くすが、2040 年までの商業展開は困難であるとの見解を紹介している。ネイチャー誌（Nature）は、ドイツのマックスプランク・プラズマ物理研究所（IPP）所属のプラズマ物理学者の発言として、ITER 計画の遅延は劇的に聞こえるものの物理学コミュニティにおける影響が大きくなりすぎることではなく、ITER はその実現時期にかかわらず引き続き重要な存在であり続けるとの見方を掲載している。また、コロンビア大学所属の研究者の見解として、米国はエネルギー省（DOE）が 2018 年に予算において 50%の予備費を追加したことから、少なくとも米国は ITER 計画に対する義務を果たすことが可能であるとしている。なお、アメリカ原子力学会（ANS）はバラバスキ機構長の記者会見に先立ち、7 月 2 日に「なぜ ITER は米国にとって価値があるのか？」（Why is ITER valuable for the U.S.？）と題した記事を公開している*5。（2024 年 7 月 2 日付 American Nuclear Society、7 月 3 日付 ITER Organization、Science、Physics World、7 月 4 日付 Science Business、7 月 8 日付 Nature）

- *1 2024 年 6 月 19～20 日に実施された ITER 理事会（ITER Council）において提案されたもの。2016 年に作成された以前の計画と比較して、完全磁気エネルギー（full magnetic energy）達成は 3 年遅れとなる 2036 年予定、重水素 - 三重水素（DT）運転段階の開始は 4 年遅れとなる 2039 年予定とされている。
- *2 産業規模の核融合運転に必要なシステムの統合を実証すること、50MW の入力加熱電力に対し 500MW の熱核融合電力によりプラズマ燃焼を達成すること、および、400 秒間のパルスで熱平衡に達することを指す。
- *3 ITER 機構は、加盟国による資金拠出の大部分が構成要素の現物により提供されていることから加盟国政府は実際の費用を公表する必要がなく、このため ITER 計画に係る費用を正確に見積もることは困難であるとしている。
- *4 この点についてバラバスキ機構長は、「歓迎されていない」としながらも「個人的な印象としては、各国による支援はいまだ力強いものであると感じた」と述べている。
- *5 建設スケジュール遅延や費用増大を理由として、米国議会には ITER 計画への参加継続を疑問視する動きがかつてあり、2016 年連結歳出法（2016 Consolidated Appropriations Act）によって DOE 長官に対して、ITER 計画への参加にあたっての予算予測、事業スケジュール、事業管理、外交政策の実施等を含む報告書を議会に提出するように指示が行われたことがある。

ITER 用トロイダル磁場コイル全 19 基の調達が完了：2024 年 7 月 3 日、ITER 機構（ITER Organization）は、全 19 基のトロイダル磁場（TF : toroidal field）コイルの調達が完了したことを記念する式典が 7 月 1 日に開催されたことを発表した。TF コイルの調達は欧州と日本が担当し、2020 年 4 月 17 日に 1 基目の TF コイルである TF9 がイタリアから ITER 建設サイトに納入され、4 月 25 日に 2 基目の TF コイルである TF12 が日本から到着した。欧州からは 10 基、日本からは 9 基の TF コイルが納入されたという。（2024 年 7 月 3 日付 ITER）

WFEG の閣僚会合が初めて開催：2024 年 11 月 6 日、ワールド・フュージョン・エネルギーグループ（WFEG：World Fusion Energy Group）の創立閣僚級会合（inaugural ministerial meeting）がこの類の会合として初めて開催された。この閣僚会合は、国際原子力機関（IAEA）とイタリアが共催したものであり、イタリアのローマで開催された。この閣僚会合における議論は、核融合エネルギーの現状、国際的な協力と官民パートナーシップ（public-private partnerships）、および資源を持続可能なものにすることと代替的な事業機会の模索について焦点があてられ、核融合研究から商業化への移行を加速させるためには、国境を超えた協力が非常に重要（essential）であるという点で参加者から幅広く合意が得られた。この閣僚会合は、炭素を排出しないという意味でクリーン、安全、かつエネルギー源が無尽蔵である核融合技術の開発について、関心の高まりと進展を強調するものとなった。なお同日、IAEA は、2023 年版に続く第 2 版である「世界の核融合の展望（2024 年版）」（World Fusion Outlook 2024）^{*1}と「核融合を実現するための重要な要素」（Fusion Key Elements）^{*2}を発表した。（2024 年 11 月 6 日付 IAEA）

*1 この文書は、核融合分野の現状と方向性について概説したものである。

この文書の URL は、<https://www.iaea.org/publications/15777/iaea-world-fusion-outlook-2024>

*2 この文書は、共通構想を共有することの重要性と、すべての利害関係者が参加する形で核融合エネルギーの商業化に至る道筋について理解することの重要性を強調したものである。その上でこの文書は、(1) 研究、開発と実証に係る優先事項と指標（metrics）、(2) 資源・労働力・知見について産業化のためのマネジメント、(3) 原子力安全、核セキュリティ、および核不拡散、(4) 国際協力、(5) 利害関係者の役割、および (6) 核融合エネルギーに関連した公共政策形成への市民／公衆の参加（public engagement）、市民／公衆に向けた広報等を通じた働きかけ（outreach）、および双方向対話（communication）という 6 件の重要な要素について扱っている。

この文書の URL は、<https://www.iaea.org/publications/15764/fusion-key-elements>

ITER 理事会、ITER 計画ベースラインに対する支持を承認：2024 年 11 月 21 日、ITER 機構（ITER Organization）は、第 35 回 ITER 理事会（ITER Council）が 11 月 20～21 日に開催されたこと発表した。第 35 回 ITER 理事会では ITER 建設、製造、組み立て、許認可の進捗について報告とレビューが行われた。議論においては 2024 年の作業計画に対する事業実績、および 6 月の第 34 回 ITER 理事会で提示された 2024 年ベースライン提案（Proposed Baseline 2024）^{*1}に焦点が当てられた。今回の第 35 回 ITER 理事会においては、ITER 機構および各国内機関（Domestic Agency）が 2024 年の進捗監視および運営管理における作業計画として 2024 年ベースラインを使用することが支持された。また、この 2024 年ベースラインのスケジュールに沿って作業が実施されており、執行率はこれまでの年を既に上回っているという。今後については、ITER 理事会は 2025 年予算を承認しており、事業リスクの軽減と費用の最適化に関する取り組みを継続するよう要求している。また、第 35 回 ITER 理事会では、ITER 計画の進捗状況として以下が報告された。

- 重要な構成要素の修理^{*2}は順調に進行中である
 - 真空容器セクターの 1 番および 5 番が納品された
 - トロイダル磁場（TF）コイルがすべて完成
 - ITER クライオプラント（cryoplant）において、ヘリウム液化（helium liquefaction）を達成
- （2024 年 11 月 21 日付 ITER）

*1 2024 年 6 月 19～20 日に開催された第 34 回 ITER 理事会において示されたベースラインは、重

大な研究活動を可能な限り速やかに開始することを優先しており、これはトカマク装置組み立て段階の統合整理や、組み立て前試験の強化、機械の組み立て工程の低減と試運転におけるリスクの低減といった事柄により達成されるという。ITER 機構はこの発表において、完全磁気エネルギーおよびプラズマ電流運転（full magnetic energy and plasma current operation）に先立ち、重水素 - 重水素（DD：deuterium-deuterium）核融合運転を 2035 年に行う見込みを示している。ITER 機構はこれらの目標を達成することにより、重水素 - 三重水素（DT）段階における完全な核融合出力に進むことが可能となるとしている。なお、2016 年版ベースラインでは ITER における DT 運転の開始時期は 2035 年とされていた。

- *2 真空容器セクターの溶接不具合や、熱遮へい（thermal shield）配管部における腐食割れといった問題の修理が行われている。

ITER 機構、容器内構成要素の組み立てプロセスの包括的レビューを実施：2025 年 3 月 17 日、ITER 機構（ITER Organization）は、1 月 30～31 日に ITER 容器内組み立て事業（ITER In-Vessel Assembly Project）が容器内コイルおよびブランケット、ダイバータ系統等の主要な容器内構成要素の組み立て・設置プロセスについて包括的レビューを実施したことを明らかにした。この取り組みは、2 年強にわたって続く予定である設置作業の基礎となるシークエンスやツール、ロジックを最適化することで、設置作業の見直しを行うことを目的としている。また今回開催された ITER 機構のレビュー会合においては、容器内構成要素の設置スケジュールを全体的な事業タイムラインと整合させることを重視したという。（2025 年 3 月 17 日付 ITER Organization）

45.5 次世代炉

新たな GIF 枠組協定が署名される：2025 年 1 月 29 日、経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）は、第 IV 世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF：Generation IV International Forum）枠組協定が署名されたことを発表した。2025 年 3 月 1 日に発効予定のこの新たな枠組協定により、現行の枠組協定が 2025 年 2 月 28 日に期限終了となった後も、GIF の下での協力やプロジェクトが継続される。新たな枠組協定について、米国および英国は 2024 年 11 月に開催された国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 29 回締約国会議（COP29）において署名しており、2025 年 1 月 29 日に開催された式典においてはカナダ、フランス、日本、およびスイスが枠組協定に署名した。OECD/NEA による発表では、他の主要な原子力エネルギー国も署名に加わるとの見通しを示している*。（2025 年 1 月 29 日付 OECD/NEA）

- * ロシアについては、2024 年 11 月に英国政府と米国政府が、新たな枠組協定からロシアは除外されるとの発言をしている。ただし、今回の OECD/NEA の発表においては、ロシアの位置付けについての明示的な言及が無い。

45.6 核燃料サイクル・フロントエンド・バックエンド

2024 年ウラン価格の動向：2025 年 1 月 8 日付の報道によると、2024 年のウラン市場は、1 ポンド当たりのスポット価格は 72.63 ドル、長期価格は 80.50 ドルをもって終了した。スポット価格

は 2024 年 1 月に記録した最高値である 100.25 ドルから下落した。長期価格については、2020 年 1 月の 32.50 ドルから 2024 年末の 80.50 ドルまで複数年間にわたり徐々に上昇している。カメコ (Cameco) 社はウラン供給および需要に関する分析をまとめたウェブページにおいて*、ウクライナにおける戦争に関連する市場の混乱といった地政学的不確実性や、新規ウランおよび燃料サイクル役務能力に対する長年におよぶ投資不足を要因としたウラン供給の不確かさと、原子力エネルギーの利点に焦点が当たっていることによる世界的なウラン需要の増加を対比して論じており、需要増がウラン市場における長期的な楽観論を正当化していると述べている。(2025 年 1 月 8 日付 American Nuclear Society)

* <https://www.cameco.com/invest/markets/supply-demand>

DeepSeek に関連したウラン先物価格の動向：2025 年 2 月 5 日、米国原子力学会 (ANS) はトレーディング・エコノミクス (Trading Economics) 社による分析を紹介する形で、ウラン先物価格が 1 月下旬に 1 ポンドあたり 69 ドルを下回り、1 月 27 日に 67 ドルの安値をつけた後、1 月 31 日には 71.35 ドルまで回復したことを報じた。ウラン先物価格が 69 ドルを下回ったのは 16 か月ぶりであるという。トレーディング・エコノミクス社はウラン市場に要因を与える要因のひとつとして、「より効率的な大規模言語モデルの出現による」(following the emergence of more efficient large language models) 米国内のデータセンターを対象とした「原子力発電需要に関する投機的な立場」(speculative positions on nuclear power demand) を指摘し、1 月 27 日に報道された中国のオープンソース大規模言語モデル (LLM) DeepSeek が、既存の米国の競合企業 (counterparts) よりも消費電力が 95%少なく、代替発電源の開発競争*を終わらせると主張していることを挙げている。(2025 年 2 月 5 日付 American Nuclear Society)

* マイクロソフト (Microsoft) 社等のデータセンターに電力を供給するような原子力発電所の運転開始などが含まれる。

45.7 放射線利用技術開発

(新たな動向情報はありませんでした)

45.8 核セキュリティ・保障措置に関する取り組み

ICONS2024 が開催された：2024 年 5 月 31 日、国際原子力機関 (IAEA) は、2024 年核セキュリティに関する国際会議 (ICONS 2024) *¹ について、ハイライトおよび洞察を公開した。ICONS2024 は共同議長*² により主宰された 2 日間にわたる閣僚会合 (Ministerial segment) を以て開始された。共同議長は、「全ての核物質その他放射性物質及びそれらの施設の効果的かつ包括的な核セキュリティを維持し、強化することに責任を持つ」という趣旨の共同議長声明*³ を発表することにより閣僚会合を開始した。今回の閣僚会合は、持続可能な開発目標 (SDGs) の世界的追求を

可能とすることにおいて核セキュリティの果たす重要な役割について、全員参加討論（plenary panel）が行われたことにも特徴があった。ICONS2024 の開催期間中には、52 件の技術会合（technical sessions）および 45 件のサイドイベントが開催され、コンピューターセキュリティや人工知能から無人システム（uncrewed systems）や小型モジュール炉（SMR）までに至る幅広い論題について、多くの議論が行われた。すべての会合を通じて強調されたより共通のテーマのいくつかは、国際的協力および協調（cooperation and collaboration）の決定的重要性、人員の教育・訓練・多様性が果たす重要な役割、様々な利害関係者を対象とした効果的コミュニケーション戦略の必要性、および、新興技術によって引き起こされる諸課題に対して集団として対処するためのアプローチ（collective approaches）を策定する差し迫った必要性である。閉会全体会合（closing plenary session）においては、大学生や若手専門家から成る集団である「将来の核セキュリティ代表団」（Nuclear Security Delegation for the Future）が核セキュリティの将来に関する共同声明^{*4}を発表した。（2024 年 5 月 31 日付 IAEA）

- *1 2024 年 5 月 2 日～24 日にウィーンで開催され、142 か国と 16 機関から 2,000 人以上が参加した。
- *2 オーストラリアの T.ワッツ（Tim Watts）外務補佐大臣とカザフスタンのサンガト・エシムカノフ（Sungat Yessimkhanov）エネルギー副大臣が共同議長を務めた。
- *3 声明の全文は以下の URL にて確認できる。
https://www.iaea.org/sites/default/files/24/05/joint_statement_of_the_co-presidents_icons_2024.pdf
 また、以下の外務省の URL から日本語仮訳を確認できる。
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100675486.pdf>
- *4 声明の全文は以下の URL にて確認できる。
https://www.iaea.org/sites/default/files/24/05/delegation_for_the_future_statement.pdf

IAEA と UNODC が核セキュリティに関する強度セミナーを開催：2024 年 7 月 16 日、国際原子力機関（IAEA）は、国連薬物・犯罪事務所（UNODC：United Nations Office on Drugs and Crime）と共同セミナーを 6 月 18～20 日に開催したことを明らかにした。共同セミナーでは核セキュリティ分野における主要な国際法的文書（国際法令）の重要性と利点について議論し、各国がこれらを遵守し実施できるよう支援するプログラムについて紹介したという。共同セミナーには、「核物質防護条約」（A/CPPNM）と「核によるテロリズムの行為の防止に関する国際条約」（ICSANT：International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism）のいずれにも加盟していない 40 か国から 64 名の代表者が参加した。（2024 年 7 月 16 日付 IAEA）

第 2 章

原子力政策国／地域別資料

1. 米国の原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- 原子力発電は炭素排出ゼロの観点で将来の電源構成において重要と位置付けられている。採算性の低さを理由として恒久停止された原子力発電所の再稼働を目指す動きがあるほか、原子力発電容量を 2035 年までに 35GW 増設し、最終的に 2050 年までに 300GW とする目標が提示されている（2024 年 11 月発表の『安全かつ責任ある形で米国の原子力エネルギーを拡大すること：商業展開目標と行動のための枠組み』）。小型モジュール炉（SMR）等の先進炉の開発促進を図った原子力政策が進められている。高含有低濃縮ウラン（HALEU）を国産化しようとする動きに促し、商用炉からの使用済燃料について 1977 年以降に事実上禁止されてきたリサイクリング（再処理）を行おうとする動きが見られる。
- 2019 年 1 月成立の「原子力技術革新・規制最新化法」（NEIMA：Nuclear Energy Innovation and Modernization Act）により原子力規制委員会（NRC）は、先進炉（NEIMA での定義では核分裂性物質による炉または核融合炉）を対象とした許認可手続きを 2027 年 12 月 31 日までに定めることとなった。核融合に対しては、明示的な規定が無かった従来と同じく、副生成物アプローチにより規制が規定される予定である。2024 年 7 月に「消防助成・安全法」の一部として成立した「クリーン・エネルギーのための多目的・先進的原子力配備加速法（ADVANCE Act）」により、「1954 年原子力法」と NEIMA について、核融合装置の定義等を条項として追記する内容の修正等が行われた。核分裂性物質を用いた先進炉による商用原子力発電所については、軽水炉であるか非軽水炉であるかを問わない形で、リスク情報を活用し実績/性能に基づき技術包括的であるような新たな規制枠組みの策定が行われている途中である（公衆からの意見聴取のため規則案が 2024 年 10 月に公開されている）。
- 2022 年 8 月に「2022 年インフレーション抑制法」（Inflation Reduction Act of 2022）が成立した。同法では、気候変動とエネルギー投資を対象として約 3,690 億ドルの資金拠出が計上されており、原子力分野における支援対象は、既存の大規模原子力発電所、新規先進炉、HALEU 生産（7 億ドルの HALEU 開発パッケージを含む）、および水素製造である。
- 2025 年 1 月、「クリーン水素製造に関する税額留保およびエネルギー税額留保」が発効した。これにより、クリーン水素製造に係る税額留保について、原子力発電による水素製造も適格となった。
- 2025 年 1 月に発足したトランプ政権下の米国においては、パリ協定からの脱退を指示する内容の大統領令（2025 年 1 月）と「米国のエネルギーの解放」（Unleashing American Energy）（2025 年 1 月）が発出された。後者の大統領令を受けて、先進原子炉を含めたエネルギー技術を開発の対象として優先させるとともに次世代原子力技術の迅速な配備・輸出・許認可審査の簡素化等を志向した DOE 長官令「米国エネルギー優位の黄金時代を解放」（Unleashing the Golden Era of American Energy Dominance）が発出されている（2025 年 2 月）。

【原子力発電の現状】

- 2025 年 3 月現在、94 基の原子炉が運転中である（加圧水型軽水炉（PWR）63 基、沸騰水型軽水炉（BWR）31 基）。新規炉として、ボーグル 3、4 号機（API000）が各々 2023 年 7 月と 2024 年 4 月に運用した。2017 年に建設途中で事業が中止された V.C.サマー-2、3 号機について、事業の取得・完成等に関する提案を求める提案募集（RFP）が発出されている（2025 年 1 月）。
- 原子炉の運転期間とは、当初は 40 年間であったが、延長することが認められている。運転期間の延長を何回行うことができるかについて法的な制限は無い。NRC は、80 年運転の認可に関する認可更新包括的環境影響評価書の改訂を含めた規則案を NUREG-1437 改訂第 2 版として 2023 年 2 月に発行した（2025 年 5 月に NRC 委員により承認）。2 回目となる 20 年間の運転期間延長（80 年運転）の承認については、ターキーポイント 3、4 号機（2019 年 12 月、史上初）、ピーチボトム 2、3 号機（2020 年 3 月）、ノースアナ 1、2 号機（2024 年 8 月）、およびモンティセロ（2025 年 1 月）を挙げることができるとしている。
- 既に恒久停止された原子力発電所について、再稼働を目指す動きがある。そのような事例として、パリセード、デュアンアーノルド、およびスリー・マイル・アイランド 1 号機（クリーン・クリーンエナジー・センターへの改称を申請中）等を挙げることができる。
- 2023 年 1 月 1 日、NuScale 社は、NuScale パワーモジュール（NPM）と称する 1 基あたり 7 万 7,000kWe の原子炉を 6 基連結した VOYGR-6 SMR 原子力発電所の設計について、標準設計認証（SDA：standard design approval）を求める申請を NRC に対して提出した。この申請について NRC は、2025 年末までに SDA を発給する予定である。なお同社の最初の商業用 SMR はアイダホ国立研究所（INL）サイト内に建設予定であった（早ければ 2029 年に運転開始）が、同計画（カーボンフリー・パワー・プロジェクト、CFPP と呼称）の中止が 2023 年 11 月 8 日に明らかになった。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- 2025 年 3 月現在、HALEU を商業規模で供給可能な企業はロシアの TENEX 社のみであるが、その理由は、HALEU の需要が主に研究炉に限られていることにより、HALEU の商業規模が小さいので参入しようとする企業がなかったからであるとされている。しかし先進炉の実用化を見越した時、先進炉を効率的に運転するために HALEU の需要が増大していくと考えられるため、エネルギー安全保障の観点で DOE は HALEU の備蓄・生産能力を早急に確立することの重要性を認識している。
- DOE は、HALEU を製造する米国国内における新たな施設について、設計・許認可取得・建設のために数年を要するとの認識を持っている。最終的には、毎年 25t の米国産 HALEU を可能な限り早く購入する計画である。HALEU 燃料製造に向けた計画が進行中である（セントラス社、X エナジー社、BWXT 社、ケイロス・パワー（KP）社、INL、オクロ（Oklo）社、GE ヘルネ社、テラパワー社、ウェスチングハウス（WH）社、ユレコン USA 社、およびオラノ USA 社等の取組みを挙げることができる）。
- 米国国内におけるウラン鉱山について操業を再開させようとする動きが見られる（シェーディング・キャニオン（2024 年 4 月）、オルタ・メサ（2024 年 6 月）、クリステンセン・ランチ（2024 年 8 月）、およびランス（2024 年 12 月））。
- 2024 年 5 月、ロシアからのウラン輸入を禁止する「ロシア産ウラン輸入禁止法」（Public Law）118-62 として成立した。
- ユッカマウンテンにおける高レベル放射性廃棄物の最終処分場建設計画が進められていたが、同所在州であるネバダ州の反対等を受けて、2009 年にオバマ政権（当時）が中止したことにより頓挫した。2013 年 1 月、DOE は、「使用済燃料および高レベル放射性廃棄物の管理・処分のための戦略」を公表した。2021 年までに使用済燃料パイロット中間貯蔵施設を、2025 年までに大規模中間貯蔵施設を開発し、2026 年までに最終処分場のサイトを選定した上で 2048 年に最終処分場を建設し操業を開始する計画であった。しかし 2017 年に発足したバイデン政権（当時）はこの計画を承認しない方針を示し、高レベル放射性廃棄物を対象としたユッカマウンテンに替わる処分場の選定において、同意に基づいた（consent-based）戦略を優先していくことを明らかにした。2023 年 4 月に「同意に基づいたサイト選定手続き～2023 年 4 月版」が公開された。
- 使用済燃料の集中中間貯蔵施設（CISF：Consolidated Interim Storage Facility）の建設計画が中間貯蔵パートナーズ（ISP：Interim Storage Partners）社とホルデック社によって各々進行している。前者については 2021 年 9 月に建設・操業認可が NRC によって発給された。後者については 2023 年 5 月に建設・操業認可が NRC によって発給された。しかしいずれに対しても、受入先となるテキサス州とニューメキシコ州の両州政府両建設計画の中止を求める動きを見せており、係争において第 5 巡回控訴審判所もいずれの建設・操業許可についても無効であると裁定している（前者については 2023 年 8 月、後者については 2024 年 3 月）。一方、DOE の原子力エネルギー局（NE）は、商用由来の使用済燃料を対象とした連邦政府運営の CISF について、重大決定手続き-0（CD-0：Critical Decision-0）と呼ばれる予算支出に係る意思決定段階の 1 つにおいて提案されている本事業の意義に対して DOE からの承認を得ていたことを明らかにするとともに（2024 年 5 月）、この CISF の設計・建設に関する情報提供依頼（RFI）を発出した（2024 年 7 月）。

- 再処理/リサイクル:DOE のエネルギー高等研究計画局（ARPA-E）プログラムである「原子力エネルギー廃棄物核変換の即時最適化」（NEWTON：Nuclear Energy Waste Transmutation Optimized Now）、「使用済燃料放射状同位体エネルギー転換」（CURIE：Converting UNF Radioisotopes Into Energy）、および「放射性廃棄物・先進炉処分システム最適化」（ONWARDS：Optimizing Nuclear Waste and Advanced Reactor Disposal Systems）等を通じた研究開発が行われている。

米国の原子力発電所（2025 年 3 月現在）

	運転中	建設中
原子炉基数	94	0
出力（グロス）（万 kW）	10,256.9	0

2. 米国の原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- DOE は特に、2015 年 11 月に創設が発表された「原子力の技術革新を加速するゲートウェイ」（GAIN：Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear）と称するイニシアチブを通じた資金提供公募（FOA：Funding Opportunity Announcement）によって、民間企業の先進炉開発等を支援している。そのほか DOE は、国内原子力産業界による先進炉の実証を加速させることを支援するために 2020 年 5 月 14 日に開始された「先進的原子炉設計の実証プログラム」（ARDP：Advanced Reactor Demonstration Program）や、「先進原子力エネルギー許認可コスト分担型助成金プログラム」（Advanced Nuclear Energy Licensing Cost-Shared Grant Program）、および「第三世代小型モジュール炉プログラム」（Generation III+ Small Modular Reactor program）等を通じて、民間部門における原子力開発を支援している。民間企業は、自身の研究施設等において研究開発活動を行っているほか、上述のような DOE との契約のもとで FOA 等を通じて資金を得ながら、国立研究所においても研究開発活動を行っている。
- 核融合分野について、DOE の科学局（SC）が行う FOA、および ARPA-E が行うプログラムや FOA を通じて、研究開発への支援が行われている。2022 年 12 月 5 日、ローレンス・リヴァー国立研究所（LLNL）は、慣性閉じ込め核融合により、投入したエネルギーを上回るエネルギーを生成した（史上初）。その後、2023 年 7 月 30 日、10 月 8 日、および 10 月 30 日にレーザー核融合による正味エネルギー利得を達成している。民間部門においても、核融合発電所の実現に向けた動きが進行中である（トカマク・エナジー（TE：Tokamak Energy）社、モモンウェルズ・フュージョン・システムズ（CFS：Commonwealth Fusion Systems）社、タイプ・ワン・エナジー社等）。
- 2018 年 9 月成立の「2017 年原子力技術革新対応法」（NEICA2017：Nuclear Energy Innovation Capabilities Act of 2017）を受け、先進炉研究に必要な高速中性子試験炉である多目的試験炉（VTR：Versatile Test Reactor）に関する 3 年研究計画が開始した。2022 年 7 月に発行した意思決定記録（ROD：Record of Decision）において DOE は、2022 年 5 月に発行された VTR の建設に関する最終環境影響評価書（FEIS）において好ましい選択扱とされていた INL を建設地とする決定を示した。
- 許認可審査が進行中であるような先進炉設計：オクロ社が開発中の超小型炉を用いたオーロラ（Aurora）発電所（建設・運転一括認可（COL）申請 2020 年 6 月受理、情報不足を理由として申請却下（2022 年 1 月 6 日発表）、許認可プロジェクト計画を NRC に対して提出（2022 年 9 月））。KP 社のヘルメス（Hermes）2 非発電試験炉施設（建設許可申請（2023 年 7 月）、建設許可発給を NRC がスタップに指示（2024 年 11 月）等）。
- 何らかの許認可が発行された先進炉設計：ヘルメス低出力実証炉（かつてはヘルメス非発電試験炉、ヘルメス実証炉、ヘルメス溶融塩試験炉、およびヘルメス試験炉とも呼称されていた。建設許可発給（2023 年 12 月）、建設開始（2024 年 7 月））。アビリオン・クリスチアンダム（ACU）の溶融塩研究炉（MSRR）（建設許可発給（2024 年 9 月））。テラパワー社の Natrium 炉（建設許可申請提出（2024 年 3 月末）、およびワイオミング州政府が Natrium 発電所の非原子力施設に係る建設を許可（2025 年 1 月））等。
- SMR や次世代炉導入に向けて州政府レベルでの取組も：ケンタッキー州内の石炭火力発電所の原子力への置き換えに向けた動き（2024 年 6 月）。ネブラスカ州政府が SMR サイト候補 16 地点を発表（2024 年 8 月）。デネシー峽谷発電公社（TVA）がクリンチリバーにおける SMR（BWRX-300）開発事業に対して追加投資（2024 年 8 月）。アラバチャ電力、バージニア州で SMR 導入を計画（2024 年 11 月）。ニューヨーク州、ナイン・マイル・ポイントでの先進炉導入支援等を発表（2025 年 1 月）。アリゾナ・パブリック・サービス（APS）社等がアリゾナ州内での原子力発電所追加を検討（2025 年 2 月）。
- 米国高級協会（ABS）が浮揚式原子力発電所（FNPP）等を対象とした包括的な適格性を発表（2024 年 10 月）。
- ウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC：米国連邦破産法第 11 章第 363 条の適用を申請（2024 年 10 月）。その後 NANO ニュークリア社は、USNC の高温ガス冷却炉であるマイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Modular Reactor）と MMR よりも小型の高温ガス冷却炉であるパイロン原子炉（Pylon reactor）について、USNC が保有していた特許を取得（2024 年 12～2025 年 1 月）。
- AI を活用したデータセンターに対する給電のために SMR による発電所を利用しようとする動きがある。

【国際協力動向】

- 大統領府、米国輸出入銀行（EXIM：Export-Import Bank of the United States）を通じて米国製 SMR 等の輸出支援を発表（2023 年 12 月）。
- 「SMR 技術の責任ある利用のための基礎インフラ（FIRST）プログラム」とその下位プログラムである「プロジェクト・フェニックス」等を通じて SMR 発電所の建設を支援。ルーマニア、スロバキア、スロベニア、ウクライナ、およびガーナ等。米国製 SMR の商業展開についてその他の対象国は、ブルガリア、カナダ、フィリピン、インドネシア、リトアニア、ノルウェー、ポーランド、ルワンダ、シンガポール、トーゴ、トルコ、および英国等である。
- 新規 123 協定締結：フィリピン（2024 年 7 月発効）、シンガポール（2024 年 7 月署名、12 月発効）、およびタイ（2025 年 1 月署名）。
- 対英：「大西洋宣言」（2023 年 6 月）において、「21 世紀の米英経済パートナーシップを対象とした行動計画」（ADAPT：Atlantic Declaration Action Plan）を構成する 4 点目の「将来のクリーン・エネルギー経済の構築」として、米英両国政府の高官による監督の下で運営される民生原子力パートナーシップを立ち上げることが謳われている。
- 対中：中国とマカオを対象とした原子力関連品目の輸出入規制について商務省が確認を拡大（2023 年 8 月）。
- 対印：米国商務省、インドの原子力研究機関等を輸出規制対象リストから除外（2025 年 1 月）、米印両首脳声明において民生原子力協力を強化する方針を発表（2025 年 2 月）。
- 対韓：米国エネルギー省、国務省、および韓国の産業通商資源部が「原子力輸出と協力に係る原則に関する了解覚書」に署名（2025 年 1 月）、WH 社と韓国電力公社・韓国水力原子力発電公社が韓国製 APR-1400 の知財権を巡る係争について和解（2025 年 1 月）。

【人材育成動向】

- DOE が研究開発を通じた人材維持・確保を、NRC が職員向けの教育訓練や人材育成プログラムを実施している。産業界では、原子力エネルギー協会（NEI）、電力研究所（EPRI）、原子力発電連合協会（INPO）等による教育訓練が多く実施されている。
- 2009 年に DOE が原子力エネルギー大学プログラム（NEUP：Nuclear Energy University Program）を策定し、大学への支援を行っている。学生・研究支援の他、設備更新のためにも資金が用いられる。

1. カナダの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- ・2024 年 4 月 16 日、2024 年予算での原子力に対する複数の支援策を打ち出した。
- ・2024 年 10 月 3 日、天然資源省（NRCan：Natural Resources Canada）は 2023 年 2 月に開始した「小型モジュール炉（SMR）実現プログラム」（Enabling Small Modular Reactors (SMRs) Program）を通じて計 1,360 万カナダドルの資金提供を行うことを発表した。

【原子力発電の現状】

- ・2025 年 3 月現在、4 サイト 17 基の商業炉が運転中である。炉型は全て CANDU 炉である。
- ・ダーリントン原子力発電所とブルース原子力発電所では、運転寿命の 30～35 年延長を企図した大規模改修が進行している。ブルースでは 3～8 号機の改修が計画されており、うち 6 号機は改修を完了している。3 号機は改修中であり、2025 年 2 月に 4 号機も改修を開始した。ダーリントンでは 2024 年 11 月までに 1～3 号機の改修が完了し、改修中の 4 号機は 2026 年に完了予定である。
- ・2024 年 10 月 11 日、カナダ原子力安全委員会（CNSC：Canadian Nuclear Safety Commission）は、オンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社のピッカリング 5～8 号機を 2026 年 12 月 31 日まで運転が可能とした。ピッカリング 1 号機は 2024 年 9 月 30 日に、4 号機は 12 月 31 日に恒久停止した。
- ・2024 年、OPG 社は 2025 年 11 月 30 日に現行認可が失効するダーリントン原子力発電所について、2055 年 11 月 30 日までの 30 年間の運転期間延長を CNSC に対して申請した。なお、ダーリントン原子力発電所の運転認可は 2024 年 6 月 7 日にコバルト 60（Co-60）の製造を許可する修正が決定されており、2025 年 1 月には 1 号機での Co-60 製造が明らかにされている。
- ・2022 年 10 月 31 日、OPG 社が CNSC にダーリントン原子力発電所サイトにおける GE 日立ニュークリア・エナジー（GEH）社の SMR である BWRX-300 の建設許可申請を提出した（当初 1 基。2023 年に追加 3 基の手続きを開始）。2024 年 4 月 22 日、CNSC は BWRX-300 建設について新規の環境評価は不要と結論を下した（BWRX-300 の建設を許可するものではない）。2024 年 6 月 13 日にオンタリオ州政府は、サイト準備の第 1 フェーズが完了し、第 2 フェーズへと入ることを明らかにした。サイト準備活動は 2022 年 12 月 2 日に 2025 年までの予定で開始されていた。
- ・2023 年 7 月 5 日、オンタリオ州政府は、ブルース・パワー（BP）社の既存サイトに 480 万 kWe の新規大型炉を建設するための開発前作業の開始を発表した。2023 年 10 月 20 日、BP 社は、CNSC およびカナダ影響評価庁（IAAC）に対し、BP 社サイトに原子炉を増設することについて、早期のコミュニティ・先住民・公衆関与を含めた影響評価を開始する意向を通知し、2024 年 8 月には意見公募も実施されたが、BP 社の申し出により 2025 年 1 月 15 日から環境影響評価プロセスが中断されている。
- ・2024 年 5 月 2 日、アルバータ州とサスカチュワン州が原子力発電開発推進で協力 MOU を締結した。
- ・2022 年にサスカチュワン州営電力会社サスクパワーは実装する SMR に GEH 社の BWRX-300 を選定したことを発表し、2024 年 5 月 31 日にサイト候補地としてエステヴァン（Estevan）地域の 2 か所を選定した。また、同社は州内の SMR 事業を進めるためにサスクニュークリア社を設立した。同社の SMR 事業への最終投資決定は 2029 年の予定である。
- ・2025 年 1 月 15 日、OPG 社は休眠火力発電所サイトへの原子力発電所新設を検討していることを明らかにした。初期評価で同サイトには 10GW の発電容量が設置可能であるとされている。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- ・核燃料廃棄物管理機関（NWMO：Nuclear Waste Management Organization）により高レベル放射性廃棄物処分場サイト選定が行われており、2024 年 11 月 28 日、NWMO は将来の深地層処分施設（DGR）サイトの受け入れコミュニティ（host community）として、ワビグーンレイク・オジブワネーション（WLON：Wabigoon Lake Ojibway Nation）およびイグナス自治体（Township of Ignace）を選定した。イグナスは 2024 年 7 月に、WLON は 2024 年 11 月に選定プロセスの次段階へ進む意思を表明していた。2024 年 1 月 11 日にモルテックス・エナジー社は、使用済燃料リサイクル処理プロセスについて特許が認められたことを発表した。また、同社は 2025 年 3 月 3 日に使用済燃料から開発中の次世代炉の燃料として使用可能な燃料を生産する WATSS（WAste To Stable Salt）プロセスについて、カナダ国内の CANDU 炉由来の使用済燃料束を用いてホットセル実験において検証に成功したことを発表した。

カナダの原子力発電所（2025 年 3 月現在）

	運転中	建設中
原子炉基数	17	0
出力（グロス）（万 kW）	1,354.5	0

2. カナダの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ・2024 年 6 月 12 日、CNSC は、マクマスター大学の研究炉であるマクマスター原子炉（MNR）の運転認可について、20 年間追加し 2044 年 6 月 30 日まで有効として更新する決定を行った。
- ・2024 年 10 月 30 日、キャンドウ・エナジー社（Candu Energy Inc.）と CNSC が特別プロジェクトを開始し、第 III 世代＋原子炉設計 CANDU MONARK のカナダにおける許認可・建設の適合性について許認可前設計審査（Pre-Licensing Design Review）に関する計画策定を行うことが発表された。
- ・2024 年 7 月 3 日、NRCan は、2 件の SMR 研究に対する約 250 万カナダドルを含むエネルギー技術を対象とした 9 件計約 1,100 万カナダドルの資金拠出を明らかにした。2025 年 3 月 5 日には NRCan は、クリーンエネルギーの開発等を行うプロジェクトを対象として投資を行うことを明らかにした。
- ・2024 年 8 月 2 日、CNL は、クリーンエネルギーや健康科学分野における既存プロジェクト群を統合し、核融合等も対象に含めた新原子力・萌芽的技術（N2ET）プログラムを設置することを発表した。
- ・NB パワー社は、ポイント・ルブロー・サイトに ARC-100 を建設する計画を有しているが、2024 年 4 月から 2025 年 3 月の期間において大きな動きは見られなかった。
- ・テレストリアル・エナジー社は一体型溶融塩炉（IMSR）の開発を行っており、2023 年 4 月には IMSR のベンダー設計審査（VDR）フェーズ 2 を完了している。同社は 2024 年 6 月 20 日に米国移転のための組織再編を完了した。
- ・X エナジー社の高温ガス炉 Xe-100 の VDR フェーズ 1・2 は 2024 年 1 月 17 日に完了している。
- ・マイクロ炉 eVinci を開発する WH 社は、同炉に関する許認可報告書提出の意思通知書を、米国の NRC と CNSC の共同レビューに対して提出し、CNSC に対しては、VDR 文書の最初の一組を 2023 年に提出した。2024 年にはプロデューサー社と eVinci を利用した可搬式原子力発電所の設計を行っていることを公開した。
- ・2023 年 5 月 11 日、カナダ原子力研究所（CNL）チョークリバー研究所の駐車場をウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC）のマイクロ・モジュラー・リアクター（MMR）実証炉を建設・運転するサイトに転用することが明らかになった。2024 年に USNC は破綻し、NANO ニュークリア社が技術特許を取得した。CNL における MMR 事業についてカナダ政府の承認をもって同社が引き継ぐ意図を示している。
- ・2023 年 8 月 9 日、ジェネラル・フュージョン社は、新たな磁化標的核融合装置ローソン・マシン 26 を建設することを発表し、2025 年 3 月 10 日、同装置の標的チャンパー内での磁化プラズマ（magnetized plasma）形成に成功したことを発表した。同装置用診断技術開発にはカナダ自然科学・工学研究評議会（NSERC：Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada）同盟プログラムから資金提供を受けている。
- ・2025 年 1 月 16 日、カナダ原子力公社（AECL）と CNL は、AECL の SLOWPOKE 技術および原子力バッテリー技術のライセンス供与に関する市場の関心を把握するため、関心表明募集（RFEOI）を発出した。

【国際協力動向】

- ・2023 年 4 月、アルバータ州が韓国原子力研究院（KAERI）と州内での SMR 技術展開で MOU を締結した。
- ・2024 年 5 月、NWMO は、英国の原子力廃止措置機関（NDA）、フィンランドのポシバ（Posiva）社、韓国原子力研究院（KAERI）、韓国原子力環境公団（KORAD）、台湾の国家原子能科技研究院（NARI）との間で、それぞれ合意を取り交わした。
- ・2024 年 7 月 11 日、CNL と UAE の連邦原子力規制庁（FANR）は、SMR 等の両者の独自の強みを活用する対象を重点分野とした原子力科学技術において協力することを企図した MOU に署名した。
- ・2024 年 10 月 22 日、AECL と CNL はジャマイカ政府との間で、原子力科学・技術における協力に関する MOU を締結した。2025 年 1 月 28 日にはカナダ-ポーランド原子力協力協定（Canada-Poland Nuclear Cooperation Agreement）が署名された。

【人材育成動向】

- ・大学と原子力産業界のパートナーシップにより訓練・開発プログラムが提供されている。

1. 英国の原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- 2050年までのネットゼロ達成のため新規炉建設に向けて取り組んでいるが、人材を含めた原子力利用の基盤整備が喫緊の課題である。2024年7月に保守党から労働党への政権交代があったが、原子力発電・核融合開発推進の方針は維持されている。
- エネルギー政策の所管官庁：2023年2月7日、ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）等が対象となる省庁再編が行われ、以後はエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）が原子力を含めたエネルギー政策を担当している。
- 近年の原子力政策の概要：2020年11月18日にジョンソン首相が「グリーン産業革命のための10項目計画」を発表し、大型炉やSMR、先進的モジュール炉（AMR）、核融合エネルギー技術への関与や投資について言及した。2021年10月には「ネットゼロ戦略：よりグリーンな再建」が公表され、これらに基づいて2022年4月7日にBEISと首相官邸は「英国エネルギー安全保障戦略」を公表し、原子力は2050年までに電力需要の25%を賄うことや、最大8基の原子炉建設を視野に1年に1基ペースで建設する可能性が示された。2024年1月11日、英国政府は「原子力ロードマップ」を発表した。2050年までに原子力発電容量を最大で現在の4倍である24GWまで増やすための方法が定められている。2024年12月13日に政府は「クリーン発電2030行動原画」を発表し、ヒンクリー・ポイントC建設事業やサイズウェルC建設計画に対する支援を表明した。
- 原子力新規建設のための資金調達モデル：2022年6月14日、BEISは新規原子力発電所建設プロジェクトを対象として規制資産ベース（RAB：Regulated Asset Base）モデルの適用を実施することについての文書を公開した。
- 計画規則の更新：2024年5月、DESNZは核融合発電施設をインフラ事業計画立案手続きに含めることを目的として「核融合エネルギー—国家政策声明書（EN-8）」策定に向けたコンサルテーションを開始した。また、SMR建設のインフラ事業としての承認迅速化を目指し、DESNZは2025年2月に「原子力発電に関する国家政策声明書（EN-7）」草案を公表、コンサルテーションを開始した。
- 核融合規制：核融合エネルギー施設は既存の原子力規制と許認可要件から除外する方針である。2023年10月、「2023年エネルギー法」が発効した。同法においては「核融合施設」の定義が規定されている。

【原子力発電の現状】

- 現在運転中の原子炉は9基（ガス冷却炉（GCR）8基、PWR1基）、建設中の原子炉は2基（PWR2基）である。
- 大型原子力発電所だけでなくSMRを用いた原子力発電所の建設計画がある。
- 恒久停止：ハンターストン3号機（2021年11月）、ハンターストン4号機（2022年1月）、ヒンクリー・ポイントB1号機（2022年8月）、ヒンクリー・ポイントB2号機（2022年7月）が恒久停止した。
- 既設炉の運転延長：2024年1月にEDF エナジー社は、サイズウェルB、トーネス、ヘイシャム1、ヘイシャム2、およびハートブルールの運転延長のために13億ポンドの投資を行うことを明らかにした。同社は2024年12月3日に、ヘイシャム2とトーネスは2年間運転を延長し2030年3月まで、ヘイシャム1とハートブルールは1年間運転を延長し2027年3月まで運転する方針を決定した。サイズウェルBについては20年以上の運転延長が検討中である（2022年4月）。
- 新規建設（ヒンクリー・ポイントC）：2016年9月29日、BEIS、EDF、中国広核集団（CGN）がヒンクリー・ポイントC原子力発電所に2基のEPRを建設する最終合意文書に署名した。1号機は2018年12月11日に、2号機は2019年12月12日に着工した。2021年時点で1号機の発電開始は2026年7月を目指していたが、2022年5月に1年延期して2027年7月を目標とすることが発表され、2号機の遅れの可能性も15か月と見積もられた。同時にコストが250億〜260億ポンドとなることが公開された。2023年2月21日には建設費用が320億ポンドまで増加すると見込まれた。2024年1月のEDFの発表によると、同1号機の運転開始時期は2020年代末頃まで後ろ倒しされる見込みであり、要する費用は310億〜340億ポンドである。
- 新規建設（サイズウェルC）：サイズウェルC原子力発電所建設計画ではEDF エナジー社が2020年5月に計画審査官（PI）に開発同意決定（DCO）申請を提出し、2022年7月20日にDCO発給が決まった。2022年9月1日には政府から7億ポンドの資金提供が発表された。11月29日、CGNの計画からの撤退をうけてBEISが出資して権益の50%を所有する予定と明かされた。英国政府は、2023年7月に1億7,000ポンド、同8月に3億4,100万ポンド、2024年1月に13億ポンド、2024年秋季予算において27億ポンドの追加投資を行うことを発表した。2024年5月にはONRが原子力サイト認可を発行した。
- 計画中止サイト：2024年3月、大蔵省は、建設計画が中止されたウィルフアとオールドベリーの両サイトについて、計1億6,000万ポンドで日立製作所から取得することで同社と合意したことを明らかにした。その後、2024年5月にDESNZがウィルフアを英国第3の新規大型炉建設の優先サイトとして指定した。
- 中国資本排除の動き：ヒンクリー・ポイントC（建設中）、サイズウェルC（計画中）、ブラッドウェルB（提案中）等における中国資本導入を懸念・排除しようとする動きが度々報道されている。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- 次世代炉燃料製造：2023年7月、ウェスチングハウス（WH）社は、英国の次世代原子炉を支援する目的でスプリングフィールド燃料製造施設を更新・拡張するため、英国原子燃料基金（NFF）から3件の助成金を受けたことを明らかにした。
- 高含有低濃縮ウラン（HALEU）：2024年1月7日、DESNZはHALEUの自国内生産を支援するため、3億ポンドの投資を含むHALEUプログラムの立ち上げを発表した。2024年5月、DESNZはHALEU濃縮施設建設のためユレコン社に対する1億9,600万ポンドの資金提供を発表した。2024年7月にはDESNZによるHALEU再轉換施設整備に係るコンペが開始され、2024年12月には原子力輸送ソリューションズ（NTS）がHALEU輸送能力開発のためDESNZから1,050万ポンドの資金提供を受

けることを明らかにしている。

- 放射性廃棄物政策：2018年12月19日、BEISは政策文書「地層処分の実施—地域社会との連携：高レベル放射性廃棄物の長期管理のための最新枠組み」を公表した。この公表に合わせて、高レベル放射性廃棄物の地層処分施設（GDF）における新たなサイト選定プロセスも開始された。原子力廃止措置機関（NDA）とBEISは、2019年9月16日、「統合廃棄物管理—放射性廃棄物戦略」の最終版を発表した。同戦略は、中・高レベル放射性廃棄物に関するこれまでのNDA戦略を代替するものであり、かつ、低レベル放射性廃棄物に関する戦略と一貫した、唯一の廃棄物戦略である。
- GDF：2020年2月18日、放射性廃棄物管理会社（RWM）は、イングランドおよびウェールズにおけるGDFのサイト評価方法を公表し、6項目から成る「立地要因」を挙げた。2020年11月にはコーブランドに、2021年1月にはアラデールに、2021年10月にレッドルソープにGDF設置に関する議論を開始するための作業部会がそれぞれ設置された。2021年11月に中部コーブランド、2021年12月南部コーブランド、2022年1月にアラデール、2022年6月にレッドルソープでコミュニティパートナーシップが開始された。ニュークリア・ウェスト・サービスズ（NWS）は2023年6月にGDFのサイト適正評価を開始し、同9月に地質環境の不適切さを理由としてアラデールをGDF候補地から除外した。2025年1月にNWSは、中部・南部コーブランドおよびレッドルソープの3つの候補コミュニティにおける「重点区域」を発表した。これによりNWSはより詳細な研究および調査に焦点を当てることが可能となる。
- 2025年1月24日、英国政府は民生由来の分離プルトニウムについてGDFで処分する方針を決定した。

英国の原子力発電所（2025年3月現在）

	運転中	建設中
原子炉基数	9	2
出力（グロス）（万kW）	653.4	344

2. 英国の原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- 2021年5月、BEISは包括的設計審査（GDA）をSMRを含む先進原子力技術に開放した。ロールス・ロイスSMR（2022年4月開始、2024年7月に第3段階）、ホルテック社SMR-300（2023年12月開始、2024年8月に第2段階）、WH社AP300（2024年8月開始）、newcleo社LFR-AS-200（2024年12月申請提出）、GEH社BWRX-300（2024年12月に第2段階）が審査中。
- SMR（ロールス・ロイスSMR）：2020年9月、ロールス・ロイスSMR社は2029年までに同社製SMRの運転開始を目指す計画を発表した。2022年11月9日に発電所建設サイト候補としてNDAのサイト4か所が発表され、同11月11日には西カンブリアの開発企業が使用するSMRとしてロールス・ロイスSMR社製が選定された。
- SMR（ホルテック社）：2023年12月7日にSMR-300のGDA開始。第2段階GDA声明書発行を以て完了する予定である。
- SMR（WH社）：2024年2月8日にWH社は、コミュニティ・ニュークリア・パワー社との間でノースイースト・イングランドにおいてAP300（4基）の配備に取組む合意を締結したことを明らかにした。
- グレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN）：2023年7月18日、原子力発電所の建設推進を目的とした公的組織としてGBNが設立された。GBNは同日を以てSMRコンペを開始し、同10月にコンペの次段階に進む企業として6社が選定された（EDF、GEH社、ホルテック社、NuScale社、ロールス・ロイスSMR社、およびWH社）。2024年7月にEDFがコンペ撤退を発表した。2024年9月にコンペ第2段階に進む企業としてGEH社、ホルテック社、ロールス・ロイスSMR社、WH社の4社が発表され、2024年11月に4社との間で第2段階としての詳細交渉が開始された。
- 鉛冷却高速炉（newcleo社LFR-AS-200）：2024年4月に原子力産業協会（NIA）がLFR-AS-200に関する「妥当性評価の決定」申請を政府に提出したことを発表。なお、同社は2024年10月に本社を英国からフランスに移転した。
- 2023年9月7日、DESNZはユーラトム研究・訓練プログラムおよびF4Eプログラムと提携しないという英国政府の決定を受けて、これらの代替となる英国における新たな核融合研究開発計画を発表した。また、2025年1月にDESNZは政府による「変化にむかった計画」の一環として核融合開発に4億1,000万ポンドを投じる方針を発表した。
- 英国原子力公社（UKAEA）は、2040年代初頭までに核融合によるエネルギー供給を実現するため「エネルギー生成のための球状トカマク」（STEP）プログラムを設置している。2022年10月3日、建設サイトにウエスト・ハートン発電所が選定された。2023年2月6日、実施組織として英国インダストリアル・フュージョン・ソリューションズ（UKIFS）社が開設された。
- UKAEAは核融合分野で国内外の機関・企業と契約や合意を結んでいる（2022年7月25日に米国コモンウェルス・フュージョン・システムズ（CFS）社と5年間の協力枠組み合意、10月10日にトカマク・エナジー社と枠組み合意、3月13日に米国オークリッジ国立研究所（ORNL）とパートナーシップ、3月23日に京都フュージョンアライнгと連携協定）。

【国際協力動向】

- 2023年12月20日、UKAEA カラム核融合エネルギーセンター（CCFE）は、欧州共同トーラス型核融合実験施設（JET）の運用を終了したことを明らかにした。JETは2024年から廃止措置段階へ移行した。

【人材育成動向】

- 2018年2月7日、英国における将来の原子力計画の支援等のために国立原子力カレッジ（NCIN）が設置された。
- 2024年2月12日、原子力労働力の拡充を目的としたイニシアチブとしてデスティネーション・ニュークリア（Destination Nuclear）が設立された。
- CCFEに核融合専門家育成のための博士課程訓練センターが開設され、2025年9月から第1期生の教育を開始する予定。

1. フランスの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- ・エネルギー資源に乏しく、石油危機を受けてエネルギー自給のため原子力開発計画に着手した。1980年代には米国に次ぐ原子力発電大国となった。政権によっては原子力への反対が高まった時期もあったが、2005年のエネルギー政策法において第3世代炉である欧州加重水型炉（EPR）の建設が規定され以降は、基本的に原子力発電を推進している。
- ・現行の原子力規制機関は、原子力安全・放射線防護機関（ASNR）である。ASNRは、原子力安全機関（ASN）と放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）が統合されることにより、2025年1月に設置された。なお、本稿では原則として発表・報道当時の組織名を記載することとする。
- ・2017年5月に発足したマクロン政権は、1期目においては前政権と同様に原子力発電を縮小させるエネルギー政策を引き継いだ。2期目では原子力発電を重視しつつある。2018年11月27日、マクロン大統領は、2019年～2028年を対象とした改訂版多年度エネルギー計画（PPE：Programmes pluriannuelles de l'énergie）案を発表した。この改訂版PPE案では原子力発電割合を現行の75%から50%に低減するという目標の達成時期を2025年から2035年へ先送りすることが盛り込まれた。改訂版PPEは2020年4月23日に政令（デクレ）として発表されている。
- ・EPR2は、フランス電力会社（EDF）とフラマトム社により開発中の第3世代加重水型軽水炉（PWR）である。当初は、2019年1月のPPEに沿う形で、EPR2の建設について2021年中頃までに意思決定を行う予定であったが、フラマンビル3号機の運転開始後まで延期されることとなった。2022年2月、マクロン大統領は、新規炉（EPR2）を2035年までに6基建設する計画と、更に8基の新規炉建設を検討する計画を発表した。EDF取締役会はパンリー・サイトに2基のEPR2を建設する計画を進める決定を行った（2023年6月）ほか、原子力政策審議会は2基のEPR2の建設サイトとしてビュージェイを選定した（2023年7月）。また、グラブリーヌもEPR2建設サイト候補として挙げられている。2025年3月、マクロン大統領が議長を務める原子力政策委員会（CPN：Conseil de Politique Nucléaire）の第4回会合において、EPR2の商業運転開始予定時期について、当初の予定から3年遅らせて2038年とすることが決定された。EPR2建設計画に係る建設費用の見積は、2025年3月時点でメインプレーションを考慮に入れたと800億ユーロに上る。このような状況を受けてCPNは、このEPR2建設計画に係る費用の少なくとも半分を対象として、政府による助成金付き融資（subsidized government loan）を国有企業であるEDFに対して行うべきであると結論づけている。
- ・2022年7月6日、ボルン首相（当時）は、EDFに対するフランス政府の株式取得率を84%から完全国有化する方針を明らかにした。2023年6月8日付でフランス政府は残りの全てのEDF株式を取得した（完全国有化を達成）。
- ・2023年1月に上院、2023年3月に下院は、既存原子力サイト近隣における新規原子力施設の建設、および既存施設の運転に関する手続きを加速させることを目的とした法案（原子力投資計画）を可決した。同法案では同国の発電電源における原子力の割合を2035年までに50%へと削減するとして従来の目標を削除することが盛り込まれたため、2050年まで原子力の発電電源に占める割合は50%以上で維持される。また、建設される可能性がある原子炉の種類として小型モジュール炉（SMR）が追加された。フランス政府は、既存原子力発電所群の運転延長を引き続き検討・計画中である。

【原子力発電の現状】

- ・2025年3月時点で57基が運転中である。90万kWe級原子炉（32基）について、ASNは40年超の継続運転に関する条件を2021年2月23日に決定した。2024年1月23日付の報道によると、原子力安全情報・透明性高等委員会（HCTISN）は、130万kWe級P4原子炉の40年超の継続運転について、パブリック・コンサルテーションを開始した。
- ・2023年6月29日、ASNは、トリカスタン1号機について更に10年間の運転継続を認める決定を採択した。
- ・フラマンビル3号機（EPR）は、当初は2012年半ばの完工を予定していたが建設が遅延し、総工費が増加した。同3号機は、2024年12月に商業運転を開始した。
- ・2021年後半～2022年初にかけて、シボー1、2号機、ショーB1、2号機、およびパンリー1号機の安全注入システムの配管において亀裂の存在が検出された。この他、フラマンビル、ゴルフージュ、カットノン、およびシンノンの内の少なくとも4基においても同様の問題が確認されていたとの報道が2022年4月24日および2022年5月5日にEDFは、このうちのショーB1号機、シボー1号機、およびパンリー1号機について腐食が起きていることが確定したと発表した。2022年7月26日にASNは、原子炉における応力腐食割れ（SCC）についてEDFが提案した検査戦略が適切であるとの認識を示した。しかし、2023年3月7日、ASNは、パンリー1号機において新たな亀裂が見つかったことを受けて、修理に係る戦略を見直すようEDFに対して要請した。2023年4月25日、ASNは、修理に係る従来の戦略を修正するためのEDFの計画改訂版を承認した。今回の一連のSCCに関連した諸問題は2023年中に対応が完了し、特に深刻であったP4（130万kWe級）とN4（145万kWe級）の原子炉の全てが2024年1月までに再稼働を行っている。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- ・フランスはバックエンド戦略として使用済燃料の再処理を含むクローズドサイクル方式（全量再処理オプション）を採用している。使用済燃料は各原子炉の使用済燃料プールで短期間保管された後、ラ・アーグ再処理工場の燃料プールへと送られ、3～5年貯蔵された後に処理される。同再処理工場はフランス国外からの使用済燃料の再処理も行っている。2024年3月、フランス政府は、2040年以降も使用済燃料の「処理・リサイクル戦略」を継続する意向であることを明らかにした。クローズド燃料サイクル政策の継続、ラ・アーグ等再処理施設の寿命延長・拡張方針が決定されている。
- ・高レベルおよび長寿命中レベル放射性廃棄物地層処分施設Cigéoの建設計画が進行中である。当初は2020年の建設開始を目標としていたが計画は遅延している。2023年1月16日に放射性廃棄物管理機関（ANDRA）がCigéoの建設認可申請（DAC：la demande d'autorisation de création）をASNに提出した。Cigéoの安全評価を対象として使用された基本的なデータについて、「GPI」と呼称される審査の結果は2024年4月12日付のIRSNの文書としてASNに対して提出されている。IRSNは、ANDRAによって収集されたデータについて、Cigéoの安全の実証と適応性評価（adaptability studies）に対して全体的に妥当であると結論づけている。
- ・2023年9月11日付の報道によると、オラノ社は、ジョルジュ・ベスIIウラン濃縮工場において濃縮能力を強化するた

- めの計画を明らかにするとともに、同工場において高含有低濃縮ウラン（HALEU）の製造を行うための規制審査申請手続きを開始したことを明らかにした。2025年までに最大で濃縮度6%のウランを供給できる見込みとされている。
- ・2024年10月、ジョルジュ・ベスII濃縮施設の拡張工事が開始された。
 - ・2024年10月、オラノ社は、「未来のバックエンド」（Back End of the Future）プログラムの一環として、ラ・アーグの施設更新等に関するエンジニアリング・パートナーシップを4社と締結した。
 - ・2024年10月、オラノ社は、高速炉向け燃料開発についてスタートアップ企業との作業グループ2件を設置した。

フランスの原子力発電所（2025年3月現在）

	運転中	建設中
原子炉基数	57	0
出力（グロス）（万kW）	6,569	0

2. フランスの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ・原子力・代替エネルギー庁（CEA）によるガス冷却高速炉（GFR）の実験炉アレグロ（ALLEGRO）、アレノ社（2012年当時）によるブロック型炉心蒸気サイクルの高温ガス冷却炉（SC-HTGR）の開発が報じられていたが、続報が無い。
- ・2019年9月、CEAは、高速増殖実証炉との位置付けのナトリウム冷却高速炉（SFR）であるアストリッド（ASTRID）の開発について、中止したことを認めた。ASTRIDはCEAが開発し、2050年頃の実用化を目指していた。
- ・2019年9月17日、CEA、EDF、ネイバル・グループ、およびテクニカトム社は、PWR型のSMRであるNUWARD（30万～40万kW）の共同開発計画を明らかにした。2022～2025年の間に基本設計の完成、2025～2030年に許認可取得やサプライチェーンの開発を経て、2030年に実証炉の建設を開始する予定とされた。2023年3月30日、EDFは、NUWARDの開発を行う同社の完全子会社としてNUWARD社を設立したことを明らかにした。2023年7月19日、EDFは、NUWARDの安全オプションファイル（DOS：dossier d'options de sûreté）をASNに提出し、許認可前プロセスを開始した。しかし2024年7月、EDFは、NUWARD設計について、参加していた英国のグレート・ブリティッシュ・ニュークリア（GBN）のSMRコンペ（2023年7月18日開始）から撤退したことを明らかにするとともに、同社自身の技術革新に基づくのではなく既存技術の利用による開発へと方針を変更する意向を明らかにした。2025年1月、NUWARD社は、NUWARD設計の開発再開を発表するとともに、2026年までに概念設計を完了させるとの目標を明らかにした。
- ・2020年10月13日付の報道によると、フラマトム社と米国ジェネラル・アトミック（GA）社は、ヘリウムガスを冷却材とする高速モジュール炉（FMR）概念の開発において協働している（2030年には実証可能の予定）。
- ・CEAはカダラッシュ研究所において、ジュール・ホロウィッツ研究炉（JHR：Jules Horowitz Reactor）を建設している。老朽化したOSIRIS炉の代替であり、燃料・材料の照射試験および医療用アイソトープ製造などを行う多目的研究炉である。2020年代末までに運転を開始する予定である。
- ・2021年10月発表の「フランス2030」投資計画の下、革新的原子炉の提案募集を通じて、newcleo社（英国（当時））、Thorizon社（オランダ）、NAAREA社（フランス）、ステラリア社（フランス）に対し資金提供が行われている。
- ・2023年3月9日、CEAは、SMR開発のための原子力スタートアップ企業として、ヘキサナ社とステラリア社の2社がCEAからスピンオフしたことを発表した。前者は1基あたり40万kWtのナトリウム冷却高速中性子炉2基に高温熱貯蔵装置を備えた発電所の開発を目的とし、後者は塩化物熔融塩炉に基づくエネルギーシステムの開発を目的としている。
- ・鉛冷却高速炉：2023年11月付の報道によると、アシステム社、Ingérop社、およびOnet Technologies社は、英国（当時、2024年9月以降はフランス）のnewcleo社との間でそれぞれ協力関係を締結した。これは、3万kWeの実証・照射炉であるLFR30と高速炉用MOX燃料製造・マルチリサイクル施設を2030年までに稼働させる目標の達成を企図している。なおnewcleo社は、本社機能を英国からフランスへと移転させたほか（2024年9月）、燃料集合体試験施設建設に向けてDOSをASNに提出し（2024年12月）、同社が開発しているLFR-AS-30の初号機建設のためシンノン・ヴィエンヌ・エ・ロワール（Chinon Vienne et Loire）自治体の土地取得手続きを開始している（2025年2月）。
- ・熔融塩炉：2024年1月、NAAREA社とnewcleo社は、第IV世代原子力エネルギーに関する戦略的・産業的パートナーシップの創設を発表した。2024年2月、NAAREA社とオランダのThorizon社は、欧州における熔融塩炉配備の推進を目的とした戦略的パートナーシップ協定を締結した。この熔融塩炉には海事利用を目指す動きもある（2024年10月）。

【国際協力動向】

- ・インド：アレノ社（当時）がインドのジャイタプルサイトに最大で6基の原子炉を建設する計画がある。2021年にはEDFが技術商業提案書をNPCILに提出していた。2022年5月4日にフランスとインドの両国首相が発表した共同声明において、同計画を成功裏に遂行することに対する両国のコミットメントが再確認された。2023年7月に発表された両国首脳の間で共同声明においても同計画の進展を歓迎する旨が示されている。
- ・フィンランド：2005年8月、世界初のEPRを採用したオルキルオト3号機が着工した。当初2009年の運転開始を予定していたが計画は遅延し、2021年3月に燃料装荷が開始され、2022年3月に送電網へ接続された。2023年5月1日、同発電所3号機は商業運転を開始した。
- ・中国：CEAと中国の科学技術省（MOST）が、仏中核融合エネルギーセンター（SIFTER）を2018年1月に設立した。

【人材育成動向】

- ・国立原子力科学技術学院（INSTN：Institut national des sciences et techniques nucléaire）や国際原子力学院（I2EN：Institut international de l'énergie nucléaire）等の政府機関他、EDF等による人材育成が行われている。
- ・2023年6月9日、エネルギー移行省は、民生原子力部門における訓練・研究・技術革新を対象として、1億ユーロ以上の投資を行うことを発表した。

1. ポーランドの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- ・ポーランドでは、大型原子力発電所導入の動きと同時に、小型モジュール炉（SMR）導入の動きが見られる。
- ・エネルギー省は2018年11月23日に、「2040年までの国家エネルギー政策」（PEP2040：Poland Energy Policy 2040）案を発表し、発電電力量に占める石炭の割合を2030年までに現在の80%から60%に低減させる一方で、2043年までに原子力発電所を最大6基運転開始することなどの方針を示した。しかしその後、PEP2040改定案について内容の見直しが行われた。気候・環境省は2021年2月2日に、PEP2040が内閣により正式に採択されたことを発表した。採択されたPEP2040では、原子力発電所の最大6基新設のほか、設置済全設備容量のうち半分以上を2040年までにゼロ排出エネルギー源とすることとされている。
- ・2024年12月11日、更新作業が最終段階にある「ポーランド原子力発電計画」（PPEJ：Program Polskiej Energetyki Jądrowej、PNPP：Polish Nuclear Power Program）の更新に伴い、初となる原子力発電所の最初のコンクリート打設は以前の計画より3年遅れて2028年、1基目の商業運転開始は2036年になるとの見通しが明らかにされた。
- ・2021年4月、財務省は、PGE EJ1（ポーランド初の原子力発電所の建設と運転を目的とした会社）を5億3,100万ズウォティで買収した。その上で、ポーランド政府所有の原子力事業企業としてPEJ（Polskie Elekrownie Jądrowe）社が設立された。この企業が同国内での原子力への投資を主導していくこととなる。
- ・2022年4月12日、ポーランド原子力庁（PAA：Państwowej Agencji Atomistyki）は、気候・環境大臣によって提出されていた「原子力安全と放射線防護の整備に関する国家戦略・政策」について、内閣が採択したことを明らかにした。
- ・2022年8月17日、PAAは、内閣が原子力発電施設への投資および関連投資の準備と実施に関する法律を修正する内容の法案を採択したことを明らかにした。この修正の主な目的は、投資実施までの所要時間を短縮することにある。
- ・2024年9月11日、ポーランド政府は原子力発電所建設計画に対する政府補助について、欧州委員会（EC）の承認を得るための要請を行う公式な手続きを開始することを明らかにした。2025年3月25日にポーランドの大統領は、ECの承認が下りていない状況ではあるが、原子力発電所建設に対し国家予算から資金を充当することを定めた法案に署名した。

【原子力発電の現状】

- ・運転中の商業炉はない。
- ・2020年3月2日、Pナイムスキ戦略エネルギー・インフラ特任長官が、ポーランド初となる原子力発電所建設計画に関する入札プロセスをまもなく開始すると明らかにしたことが報じられた。建設サイトとして、沿岸部のコパルノやジャルノビェツ、ポーランド中央部のベウハトゥフ周辺が検討されていた。
- ・AP1000建設（ボメラニア地方ホチェボ自治体（Choczewo commune））：2022年11月、ポーランド政府は、ウェスチングハウス（WH）社のAP1000をボメラニア地方において3基建設することを決定した。2023年4月13日、PEJ社は、ポーランド初の大型原子力発電所の建設に関する原則決定の発給を求めて、気候・環境省に対して申請を行った。2023年6月9日、PAA長官は、2022年9月にPEJ社が申請していた新規原子力発電所の建設を対象とした安全解析に対する一般見解を発行した。2023年7月12日、政府による原則決定が発給されたことが報じられた。2023年8月22日、PEJ社は「立地決定」の発行を求める申請を県知事に対して提出した。2023年9月19日、ポーランド環境保護総局（GDEP：General Directorate for Environmental Protection）はPEJ社に対し環境条件決定を発給した。2024年4月16日、PEJ社は、ホチェボ自治体の原子力発電所サイトにおいて、詳細な（in-depth）地質調査（geological survey）が2024年5月に開始されることを発表した。
- ・APR-1400建設（ポントヌフ - コニン）：2022年4月25日、韓国水力原子力発電会社（KHNP）がポーランドに対し、6基のAPR-1400建設に関する「技術・価格提案」という文書を提出したことが報じられた。2022年10月31日、国有財産省、韓国の産業通商資源部（MOTIE）、ポーランドの民間エネルギー企業ZE PAK社、PGE社、およびKHNPは、ポントヌフ - コニンにおいて原子力発電所を建設する計画を策定することを定めた基本合意書（LOI）に署名した。このLOIにより各者は、韓国製のAPR-1400技術に基づいた原子力発電所の建設計画を共同で策定するとともに、地質学的・地質学的・環境的条件に関する解析、建設前作業・建設・運転の各段階における予算について当事者間で相互に提起される融資モデルに基づいた評価、建設計画を実施した時の影響の明確化、および建設計画の実施に係るマイルストーンの設定を行う。2023年3月7日、PGE社とZE PAK社は、ポントヌフ - コニンにおける原子力発電所建設事業を遂行するための共同特別目的事業体（SPV：special purpose vehicle）を設立することを定めた予備合意書に署名し、2023年4月13日、SPVとして、PGE PAK Energia Jądrowa SA が公式に設立されたことが報じられた。2023年8月17日付の報道によると、同SPVがポントヌフ - コニン地域における少なくとも2基のAPR-1400を備えた原子力発電所の建設に関する原則決定の発給を求めて申請を行った。2023年11月24日、原則決定を取得したことを明らかにした。
- ・2024年5月10日、インダストリア（Industria）社のロールス・ロイス（Rolls-Royce）社製のSMRを用いた原子力発電所の建設計画に対して、原則決定が発行された。
- ・2019年10月21日、GE日立ニュークリア・エナジー（GEH）社とポーランドのシントス（Synthos）社は、BWRX-300のポーランドにおける展開可能性を模索するために協力することで合意し、MOUを締結したと発表した。このMOUに基

- づき、両社はBWRX-300のポーランドにおける建設可能性について調査を進めることとなり、BWRX-300のフィージビリティスタディを完了したことをシントス・グリーン・エナジー（SGE）社が2020年12月11日に発表した。
- ・2020年11月3日、SGE社は、ウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC）との間で、USNCの小型モジュール式高温ガス炉マイクロ・モジュラー・リアクター（MMR）およびMMRエナジー・システムを用いた水素・熱・電力生成の実行可能性を評価することを企図した企業協定に署名したことを明らかにした。
 - ・2022年7月8日、PAAは、SMR技術の評価に関する申請2件の提出を受けた。1件目はKGHM社によるNuScale社のVOYGR SMR発電所に基づく申請であり、2件目はオーレン・シントス・グリーン・エナジー（OSGE）社によるGEH社のBWRX-300に基づく申請である。2023年、BWRX-300とNuScale社の「NPM-20」に対し一般見解が発行された。
 - ・2023年4月14日、KGHM社は、SMRの建設に関する原則決定の発給を求めて、気候・環境省に対して申請を行い、2023年7月13日、NuScale製VOYGR発電所建設に関する原則決定が発給された。
 - ・2023年4月27日、OSGE社は、国内6か所においてGEH社製BWRX-300に基づく原子力発電所を建設する計画について、原則決定の発行を求める申請を行い、2023年12月7日、原則決定が発行された。2024年2月2日、同社はスタビ・モノフスキエでの建設に関する環境報告書の範囲を特定する決定が発行されたことを明らかにした。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- ・研究炉の歴史が古いポーランドでは、1961年にワルシャワの北東約90kmのルジャンに低レベル放射性廃棄物処分場を建設した。ルジャン処分場は、コンクリートピットを用いた浅地中処分場であり、2002年1月に設立された国営の放射性廃棄物管理施設（RWMP）（ポーランド語：ZUOP）が管理を担当している。
- ・ルジャン処分場の受入れ可能容量は2020年で限界を迎える見込みであったため、2009年8月27日の経済省令によって、「放射性廃棄物および使用済燃料処理国家計画の起草委員会」が設置され、新処分場の建設計画が進められている。新処分場の建設に向けて19の候補サイトを選定しているが、積極的に誘致する自治体は現れていない。2023年8月18日の報道によると、気候・環境省は、低・中レベル短寿命放射性廃棄物の地表処分施設のサイト選考プロセスへの参加に関心がある地方自治体を探しているという。

2. ポーランドの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ・国家原子力研究センター（NCBJ：Narodowe Centrum Badań Jądrowych）や原子力化学技術研究所（ICHTJ：Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej）、原子炉物理研究所（IFJ：Instytut Fizyki Jądrowej）、放射線防護中央研究所（CLOR：Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej）で原子力関連の研究を行っている。
- ・現在運転中の原子炉は、NCBJが所有する2基目の研究炉であるマリア（MARIA）炉のみである。同炉は1974年に臨界に達した。2025年3月現在、熱出力3万kWt、低濃縮ウラン（LEU）燃料を使用するブル型軽水炉で、広範囲の研究と医療用・産業用RI製造など多種多様な照射実験の実施のため用いられている。2023年6月22日、内閣が2027年以降も運転可能とするための改修に関する決議を可決し、2023年10月27日、運転認可の延長を2025年に受けるために必要な数か月にわたる最新化のための改修作業を終えて再稼働した。

【国際協力動向】

- ・2023年6月2日、カナダのオンタリオ・パワー・ジェネレーション（OPG）社とその子会社は、OSGE社との間で、SMR配備に関する両社の既存の協力関係を拡張することを定めたLOIに署名した。
- ・2024年2月13日、PEJ社は、フォーラム（Forum）社およびティオリスデン・ボイマ（TVO）の子会社社によるコンソーシアムとの間で、技術協力を目的とした2年間の業務枠組み契約に署名したことを明らかにした。
- ・2024年11月7日、PAAとオランダ原子力安全・放射線防護庁（ANVS）が、原子力エネルギーの平和目的での利用を監督することについての良好実践に関する情報交換を可能とする協力協定を締結した。
- ・ポーランド初の原子力発電所建設に関し、米国国際開発金融公社、カナダ輸出開発公社、フランス公的投資銀行輸出保証が融資に関心を示している。

【人材育成動向】

- ・2023年1月31日、ボズナン工科大学、シレジアン工科大学、グダニスク工科大学、AGH科学技術大学、ワルシャワ工科大学、ヴロツワフ科学技術大学、エネルギー企業PKN Orlen社（ポーランド政府が株式の49%を保有する）、および教育・科学省は、2023年度から新たに原子力エネルギー関連のコースを設置することに関する基本合意書に署名した。これは、ポーランドにおいてSMRの大規模な採用計画が立ち上がっていることを視野に入れたものである。
- ・2023年8月7日、PEJ社とワルシャワ工科大学は、原子力分野の人員訓練のための協力合意を締結した。
- ・米国がワルシャワへ中欧地域を対象とした地域クリーンエネルギー訓練センターを開設したほか、韓国も原子力訓練センター設置を支援している。

1. EUの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- ・欧州連合（EU：European Union）のエネルギー政策は、地球温暖化対策等の観点から持続可能なエネルギー安定供給を目指している。域内のエネルギー政策を計画・実施するため、欧州委員会（EC：European Commission）の政策部門に33あるDG（Directorate General）の1つとして、エネルギー総局（DG Energy）が設置されている。
- ・欧州では、加盟各国のエネルギー源を輸入に依存しないように多様化することと、温室効果ガス（GHG：greenhouse gas）の排出量を削減し再生可能エネルギーの利用を高めることが喫緊の課題である。特に、ロシア産エネルギー源依存からの脱却を志向している。2022年5月18日、ECは、EUにおけるロシア産化石燃料への依存を速やかに低減することを狙いとした「REPowerEU計画」（REPowerEU Plan）を正式に採択した。この計画では原子力に関連し、ロシア製原子燃料に依存しているEU加盟国に対して、EU加盟国内および国際パートナー間の協力により、代替となるウラン供給源を確保し、転換・濃縮・燃料製造能力を確保するよう取組む必要があると指摘している。
- ・ECは、EUにおける気候変動への長期的な取り組みとして、2019年12月に欧州グリーンディール（European Green Deal）を発表した。欧州グリーンディールはEUが持続可能な経済を確立するためのロードマップであり、2050年までに気候中立を達成するため、2030年までのGHG排出量を1990年比で50～55%削減するとした目標が定められている。目標達成のための投資枠組みとして、EUの金融商品を通じて公共投資の促進および民間資金の解放支援を行う「欧州グリーンディール投資計画」（European Green Deal Investment Plan）、および、低炭素経済への移行により大きな影響を受ける産業や地域を支援するための「公正な移行メカニズム」（Just Transition Mechanism）が設定されている。2021年7月29日に欧州気候法（European Climate Law）が発効し、欧州グリーンディールでの目標が法的拘束力を持つものとなった。
- ・域内における原子力利用の枠組みを構築するため、1957年3月にユーラトム条約が調印された（1958年発効）。ユーラトム条約に基づいて設立されたユーラトム供給機関（ESA：Euratom Supply Agency）が、加盟国内で生産されるウラン鉱石や放射線源、特殊核物質を取得・選択する権限及び核物質の取得契約等を所管している。また、原子力に関する研究開発については共同研究センター（JRC：Joint Research Center）が設置されている。現在、ユーラトムはEUの諸機関によって運営されている。
- ・ユーラトム条約の下で原子力発電が推奨され、多くの欧州諸国において原子力発電が導入されてきたが、1986年4月のチェルノブイリ事故以降、原子力に対する加盟国の態度の二極化（推進・撤退）が進んだ。また2011年3月の福島事故により、原子力を志向していたドイツは2022年末までに原子力を完全に廃止する方針を打ち出し、スイスも原子炉の寿命を以て原子力発電を廃止する方針を決定した。一方、フランス、フィンランド等は原子力発電を継続する姿勢を堅持している。
- ・2022年7月6日、欧州議会は、ECが提案していたタクソノミー委任法（Taxonomy Delegated Act）に対して欧州議会委員によって提出された反対動議について、否決したことを発表した。この反対動議は、EUタクソノミーによって対象範囲とされる環境的に持続可能な経済活動のリストにおいて、特定の原子力およびガスエネルギー活動を一定の条件下（炭素排出ゼロを達成するための移行的な措置の形）で含めることに反対する内容の動議であった。その後、期日となっていた2022年7月11日までに欧州議会と欧州連合理事会（Council of the European Union）の双方が上述のECの提案に反対しなかったため、タクソノミー委任法は2023年1月1日付で発効した。
- ・2023年2月13日、ECは、原子力に基づくエネルギーシステムにより生産された水素の一部について、EU再生可能エネルギー目標に計上可能とする規則を発表した。計上可能となる対象は、水素を製造する原子力発電事業者がその地域の再生可能電力供給事業者との間で長期電力購入契約（PPA）に署名することを条件に、低い二酸化炭素排出量の上限に収まる地域において送電網の電力を使用して製造する水素についてである。但し、そのように製造された水素は、「再生可能」電源由来の水素ではなく「低炭素」電源由来の水素として扱われる。
- ・2023年3月16日、ECは、ネットゼロ産業法（NZIA：Net-Zero Industry Act）を欧州議会に対して提案した。NZIAはEUの「グリーンディール産業計画」（Green Deal Industrial Plan）の一環であり、EUにおけるクリーン技術の製造能力について規模を拡大することを目的としている。NZIAにおいてECは、脱炭素化に大きく貢献する技術として、太陽光、風力、バイオガス/バイオメタン、二酸化炭素回収・有効利用・貯留（CCUS：Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）等と並び、「燃料サイクル、小型モジュール炉（SMR）、関連する最高クラスの燃料からの廃棄物を最小限に抑えた原子力プロセスからエネルギーを生成する高度な技術」を挙げている。2023年11月21日、欧州議会は、核分裂と核融合を対象に含めたNZIA案に関する意見書を採択し、2024年5月には欧州連合理事会がNZIAを承認した。
- ・2023年3月17日、ECは、2023～2025年ユーラトム活動プログラムを採択した。このプログラムでは、1億3,200万ユーロの資金により、ユーラトム研究・訓練プログラムを実施するとともに、原子力研究者を支援する。
- ・2024年2月6日、ECは、「我々の将来を確保すること：欧州の2040年までの気候目標および持続可能な・公正な・繁栄した社会を築き2050年までに気候中立を達成するための道筋」に関するコミュニケーションを採択した。これを受けECは、「小型モジュール炉（SMRs）に関する欧州産業同盟」（The European Industrial Alliance on SMRs）を設立するために、入会申請の受付を開始したことを2月9日に明らかにした。2024年10月にはECが同同盟下でプロジェクト作業部会を設置する対象として鉛冷却高速炉SMR事業など9件を選定した。

【原子力発電の現状】

- ・2013年1月、欧州議会のエネルギー委員会で、福島事故を受けて実施されたストレステストから得られた教訓の速やか

な実施を勧告する決議案が承認された。決議案には、「原子力発電所の運転事業者は、EUの全131基の原子力発電所に対して勧告された安全上の改善事項のコストを負担すべきである」と述べられている。これらの費用総額は約250億ユーロと見積もられ、1基当たり平均約190億ユーロとなる。ストレステストの結果を受け、原子力安全指令が2014年7月に改正されている。

- ・2023年3月2日、EUR機関は、韓国水力原子力発電会社（KHNP）のAPR-1000原子炉設計について、欧州電力要求（EUR：European Utility Requirements）に準拠していることを認証した。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- ・EUレベルでの使用済燃料と放射性廃棄物に関する指令については、ECが放射性廃棄物管理に関する新たな指令案の検討を進め、2011年7月19日にECによって「放射性廃棄物および使用済燃料の管理に関する指令（2011/70/Euratom）」が採択された。指令は、原子炉および医療・研究施設から発生する使用済燃料と放射性廃棄物に関して、処分に至るまでの全ての段階においてIAEAの安全基準の適用をEU加盟国に求めるなど、EU域内での法的拘束力を持つ共通の枠組みの構築を目指すものとなっている。
- ・2021年1月7日、欧州における多国間共有の放射性廃棄物処分場設置等に取り組む欧州処分施設開発機構（ERDO：European Repository Development Organisation）が、オランダやデンマーク等により設立された。
- ・2023年7月6日、ウェスチングハウス（WH）社は、同社が率いるコンソーシアム「安心なVVER燃料供給実現のための加速プログラム」（APIS：Accelerated Program for Implementation of Secure VVER Fuel Supply）がEUから1,000万ユーロの共同出資を受けることを公表した。
- ・2024年6月20日、フラマトム社主導の「安全・新たな欧州VVER」（SAVE：Safe and Alternative VVER European）プロジェクトに対しユーラトム研究・訓練プログラムから1,000万ユーロの資金提供を行うことが発表された。
- ・2025年1月、EU内のHALEUサプライチェーン確立を目指すPrepHALEUプロジェクトのキックオフ会合が開催された。RI製造に不可欠な原子炉燃料・原材料の確保を目的としている。

2. EUの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ・2007年9月に「持続可能な原子力プラットフォーム」（SNETP：Sustainable Nuclear Energy Technology Platform）が設立された。SNETPには欧州各国の電気事業者、原子炉機器製造業者、研究機関、大学が加入している。2010年11月にSNETPは、「欧州持続可能な原子力産業イニシアチブ」（ESNII：European Sustainable Nuclear Industry Initiative）をスタートさせた。ESNIIにより第4世代炉の実証（技術開発）を行うとしており、支援対象としては、フランスで開発が進められていたナトリウム冷却高速炉ASTRID（ASTRID）、ベルギー原子力研究所（SCK・CEN）で開発が進められている鉛ビスマス高速炉と加速器駆動システムの複合装置であるMYRRHA、およびガス冷却炉アレグロ（ALLEGRO）が挙げられていた。
- ・フランスのカダラッシュで建設が進められている国際熱核融合実験炉（ITER）計画に参加しており、EUはITER計画資金の45%を出資することになっている。
- ・2024年9月18日、EUROfusionとF4E（Fusion for Energy）は、核融合分野から他分野への技術移転の促進を目的とした「欧州核融合技術マーケットプレイス」（European Fusion Technology Marketplace）と称する共同プラットフォーム（ウェブサイト）を立ち上げたことを明らかにした。
- ・ホライズン・ヨーロッパプログラム（2021～2027年の7年間を対象とするEUの研究・イノベーション分野の枠組を定めたプログラム）では、ITER計画等の他EU事業との連携を促進していくとしており、核セキュリティ、放射線防護の研究訓練に資金を提供するユーラトム研究・訓練プログラムにおいては原子力研究者の移動支援を行うとしている。
- ・離脱協定に基づき、英国は2020年1月31日にEUを離脱した。2020年12月24日、ユーラトムは英国のビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）（当時）と原子力協力協定（NCA：Nuclear Cooperation Agreement）に署名した。
- ・2023年3月28日、ベルギー国立放射性元素研究所（IRE）は、モリブデン99（Mo-99）とヨウ素131（I-131）について、HEUによる製造から、LEU標的による製造へ完全に転換したと発表した。
- ・2023年5月4日、パラス炉準備財団（PALLAS）は、オランダのベッテンにおいて、PALLAS炉の建設ピットへのコンクリート打設を発表し、これにより準備工事が開始された。2023年9月19日、PALLASは、パラス炉建設計画について、オランダ政府による全額出資が同日に発表されたことを明らかにした。議会在国企業の新設に反対せず、またECがパラス炉に対する公的投資を承認すれば、パラス炉の建設が最終的に進められるという。なお、2023年2月に原子力安全・放射線防護庁（ANVS：Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming）はパラス炉の建設認可を発給しており、2023年2月に公共事業局も水法に基づく冷却水の取水・排出許可を発給している。2023年12月5日建設請負事業者としてスペイン企業を選定したことを発表した。
- ・2023年11月8日、鉛冷却高速炉ベースのSMR配備加速に向け5者がMOUを締結した。

【国際協力動向】

- ・2022年6月2日、フランス電力会社（EDF）は、同社のSMR設計であるNUWARD（2基の17万kW_e加圧水型SMRで構成される）が欧州早期共同レビュー（European early joint review）の試験的事例として選定されたことを明らかにした。

【人材育成動向】

- ・（各国の記述を参照）

1. ウクライナの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- ・ウクライナは旧ソビエト連邦時代の1986年にチョルノービリ（Chornobyl）原子力発電所事故が発生し、深刻な影響を被った。2025年3月現在チョルノービリサイトには新安全閉じ込め構造物（NSC）が建設され、事故を起こした4号機を外部影響から守るとともに放射性物質の飛散を防ぐ措置が取られている。
- ・事故後も4号機以外の原子炉は運転を継続していたが、2000年12月までに全機が運転を停止した。
- ・ウクライナはチョルノービリ事故以降も原子力利用を継続する政策をとっている。
- ・ウクライナは2022年2月のロシアによる侵攻以前は、国内電力の約半分以上を原子力発電によって賄っていた。2022年2月8日に発表されたエネルギー戦略の目標では、2050年までにエネルギー部門を可能な限り気候中立の状態にすることが定められていた。
- ・2022年以前からウクライナは原子力発電能力の強化を計画しており、2021年には旧型原子炉2基の代替となる新原子炉の建設と未完成原子炉の完成を計画していた。2022年6月にはウェスチングハウス（WH）社との間で9基のAP1000を導入することで合意した。

【原子力発電の現状】

- ・2025年3月現在、ウクライナ国内ではフメルニツキー（Khmelnitsky）、リウネ（Rivne）、南ウクライナ（South Ukraine）、ザポリージャ（Zaporizhzhia）の4サイト計15基の原子炉が運転中である。うち、ザポリージャ原子力発電所（ZNPP）の6基の原子炉はロシアの管理下にあり、全基の運転が停止されている。ZNPPの原子炉は2025年3月時点で冷温停止を維持している。
- ・ウクライナ国内に存在する運転中の原子炉はすべて旧ソビエト連邦製沸騰圧入水型軽水炉（VVER）である。内訳はVVER-440が2基、VVER-1000が13基である。ZNPPの6基はすべてVVER-1000である。
- ・ウクライナの原子力発電所の運転は国営のエネルゴアトム（Energoatom）社が担っているが、ZNPPについてはロシアが実効支配している。2025年1月にZNPPはロシアの運転認可取得にむけた動きを明らかにしている。なおロシア側は、ウクライナで武力衝突が続く限りZNPPを再稼働させることはないとし繰り返し表明している。
- ・フメルニツキー3～6号機建設計画：3、4号機（VVER-1000）は建設が中断されていたが、ウェスチングハウス（WH）社の支援のもと完成を目指している。3、4号機を完成させるためにブルガリアがベレネ原子力発電所計画で購入していた原子炉用の資材を購入することを認める法律が2025年に制定された。3、4号機の安全系はWH社の協力で第III世代+相当へ引き上げられる予定である。また、5、6号機としてWH社製AP1000の建設が計画されており、2024年4月15日に5号機の周辺インフラ建設が開始された。
- ・2024年8月、チヒリーン（Chyhyryn）サイトにAP1000技術による新規発電炉4基を建設する計画が明らかにされた。
- ・2024年10月に、リウネ5号機としてAP1000を建設する方針が確認された。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- ・ウクライナは原子力発電所の燃料供給等のロシア依存を改めるため、西側諸国と協力を行っている。例えば、ヨーロッパ製VVER用燃料の実現を目指すコンソーシアム「確実なVVER燃料供給実現のための加速プログラム」（APIS：Accelerated Program for Implementation of Secure VVER Fuel Supply）にエネルゴアトム社が参加している。また、WH社とフラマトム社からVVER用燃料供給を受ける契約を締結している。
- ・エネルゴアトム社は南ウクライナ原子力発電所向けVVER-1000用燃料集合体をWH社の技術で製造する施設の建設を計画している。2024年4月4日に建設に関する公聴会を開催し、翌日には地域からの計画承認を取得した。
- ・かつては使用済燃料をロシアに輸送していたが、2023年12月からはホルテック社の協力によりチョルノービリ立入禁止区域に建設された使用済燃料集中貯蔵施設（CSFSF）への輸送が開始されている。
- ・2024年6月にウクライナ議会は欧州復興開発銀行（EBRD）によるチョルノービリサイトおよび立入禁止区域（exclusion zone）における安全対策強化のための事業に対する資金提供の枠組み合意を承認した。同年10月よりチョルノービリ事故当時に封じ込めのために設置された「石棺」について解体の必要な部分等に関する調査が開始された。
- ・2025年3月6日、エネルゴアトム社がフランスのオラノ（Orano）社との間で2040年までの濃縮役務提供に関する長期商業契約に署名した。

【核セキュリティ】

- ・ロシアとの軍事衝突により、フメルニツキー、リウネ、南ウクライナの各サイトではドローンの接近とそれによる空襲警報の発令が頻繁に生じている。また、電力インフラに対する攻撃の影響により、原子炉の出力抑制や、サイト外から給電を受けるための送電設備の損傷が生じている。なお、原子炉の修繕期間を短縮し、燃料交換の期間にあわせて実施することで年間の稼

働期間を延長する方針が取られている。

- ・ZNPPは、侵攻前にはバックアップ含め10本あった外部から給電を受ける送電線が、主線1本バックアップ1本の状態となっている。原子炉の管理のためには電力が必要だが、軍事行動等の理由により主送電線が接続を失い、バックアップ送電線のみに頼らなければいけない状況が複数回発生している。また、完全に外部電源を喪失する事態も複数回発生している。なお、ZNPPは周辺施設を含めてドローン攻撃を受けており、施設に損傷を受ける事態も発生した。ZNPPではほぼ毎日のように爆発音等の軍事行動で発生する音が聞こえる状況にあるが、ZNPPの原子炉自体への被害は発生していない。
- ・各原子力発電所サイトには国際原子力機関（IAEA）の専門家チームが駐留し、状況の監視を行っている。国内を移動するIAEAの公用車がドローン攻撃を受けるなどIAEAが危険性を感じる状況もしばしば発生しており、駐留人員の交代が中止されるなど、IAEAの活動にも影響を与えている。
- ・2024年10月にZNPP職員が暗殺される事件が発生し、IAEAが提唱した原子力安全と核セキュリティのための基本的な原則に対する明確な違反であるとIAEAが述べるに至った。
- ・ZNPPにおいてはIAEAチームの立ち入りが断られている区画が存在し、IAEAは繰り返し立ち入りを求めている。
- ・2023年にZNPPへ冷却水を供給していたカホウカ（Kakhovka）ダムが破壊されて以降は、ZNPPでは冷却水を確保するために井戸を掘削するなどの対応がとられている。また、外部電源喪失に備え、敷地内へのディーゼル発電機の配備が行われている。
- ・2025年2月14日、チョルノービリサイトのNSCにドローンが突入して火災が発生した。この攻撃によりNSCには約15m²の穴が開き、200m²の区画やボルト等が損傷した。発生した火災はくすぶり続け、完全鎮火には約3週間を要した。3月18日にEBRD代表団がNSCの詳細検査実施のためサイトを訪問したが、3月末時点で詳細な損害評価は発表されていない。
- ・チョルノービリサイトはロシアの占拠を受けた際に設備の破壊・破損を受けており、その復旧を目的としてカナダ等が国際チョルノービリ協力基金（ICCA：International Chernobyl Cooperation Account）への出資を明らかにしている。

ウクライナの原子力発電所（2025年3月現在）

	運転中	建設中
原子炉基数	15	2
出力（グロス）（万kW）	1,383.5	217.8

2. ウクライナの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ・未臨界中性子線源施設（subcritical neutron source facility）を有するハリコフ物理学研究所（Kharkiv Institute of Physics and Technology）が存在する。2022年のロシア侵攻以降、ウクライナ国内の研究施設は攻撃による施設の損壊や外部電源喪失などの影響を受けている。

【国際協力動向】

- ・2024年4月12日、エネルゴアトム社とホルテック社はウクライナに原子力システム・構造物・構成要素の製造能力を確立する基本契約を締結した。両社は2023年にウクライナへのSMR展開等を企図した協力協定を締結していた。
- ・2024年5月13日、エネルゴアトム社がウクライナ国内への新規原子炉展開等を対象に韓国の一重（WJD）E&C社と協力協定を締結した。
- ・2024年6月、フランスとの原子力平和利用協定を更新し、国有企業間の協力協定も締結した。
- ・2024年11月、エネルゴアトム社は、ホルテック社が米国で建設する小型モジュール炉（SMR）の作業に同社が協力することを発表した。
- ・2024年11月、米国がウクライナ国内へのSMR展開を目的とした3件のプロジェクト・パートナーシップについて実施することが発表された。

【人材育成動向】

- ・エネルゴアトム社は技術専門家を育成する専門大学と強固な協力関係を結んでおり、エネルゴアトム社の職員が大学へ出向き、VVERのシミュレーターを使った教育を支援することを行っている。

1. ロシアの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- エネルギー資源に恵まれたロシアは、経済の資源輸出に対する依存度が高く、原子力・石油・ガス等のエネルギー資源を外交政策上の重要な手段として位置付けている。一方で資源依存型経済からの脱却を目指している。
- 2020年4月16日に公布された大統領令では、連邦政府は連邦プロジェクトの財源確保等の実施手順を規制するロシア連邦の法令規則を適用した包括的プログラム「2024年までのロシア連邦の原子力利用における機器、技術および科学研究の発展」の策定ならびに承認が3か月以内に行われるようにすること、および、将来有望な原子力、熱核、プラズマその他の技術に基づく安全かつ効率的なエネルギーシステムの構成要素の形成、複数の分野における経済のハイテクセクターへの先進技術の導入、および国内外市場で競争力を持つ製品の製造に向けて、2024年までに解決すべき課題の決定が、包括的プログラムの策定時に行われるようにすることが記されている。
- 2022年5月26日、ロシア政府が2045年までに総エネルギー収支における原子力発電の割合を25%とする目標を設定したこと（2021年時点で19.7%）が明らかになった。2035年までの総合的な計画が承認されており、計画には具体的なサイトや基数（16基）が記載されている。一方、2030年までに置き換えなく10基が運転停止する見込みであり発電効率の向上が不可欠であるという。
- ロシア連邦政府が「2042年までの発電設備配置に関する包括的計画」（General Scheme for the Placement of Electric Power Facilities until 2042）を承認（2025年1月）：大規模（VVER-1200）、中規模（高速中性子炉による革新的な中程度の出力（60万kW）ユニット）、および低出力（最大11万kW）の炉から合計38基（総発電容量29.3GW）が2042年までに運転を開始する見込みである。以前の包括的計画において示されていたクルスク（Kursk）II原子力発電所における2基、スモレンスク（Smolensk）II原子力発電所における2基、レニングラード（Leningrad）II原子力発電所における2基、ベロヤルスク（Beloyarsk）原子力発電所における1基、およびコロ（Kola）II原子力発電所における1基についての原子力発電所建設事業は全て維持されている。また、プリモルスク（Primorsk）原子力発電所における2基の発電炉の運転開始時期を2035年までに早めることが決定されている。なお、ウラル・シベリア・極東等の新たな立地や、核燃料サイクル完結に必要な高速中性子炉を含む新たな炉型、中・小規模発電炉等が2035年以降の展望として検討されている。
- チュクチ自治管区ビリビンスキーで浮揚式原子力発電所（FNPP：Floating Nuclear Power Plant）4基が2028年に運開予定である（2024年6月）。
- 従来型の熱中性子炉と高速中性子炉を組み合わせた燃料サイクルシステムを指向しており、実現に向けた研究開発が進められている。2023年12月1日付の報道によると、ロスアトム社は、高出力高速中性子炉を備えたエネルギー複合施設をシベリア地方およびウラル地方に建設する計画を有している。
- 計画中のコロII原子力発電所は世界初となるスペクトル制御原子炉（spectrally regulated reactor）を2基備えた原子力発電所となる予定で、2035年までに運転開始する予定である。
- 原子力の宇宙での利用として、中国と協力して2033年から2035年の間に、原子力ロケットを用いて月面に原子炉を建設する計画を検討していることが発表されている（2024年3月）。

【原子力発電の現状】

- 運転中の原子炉は36基である。
- 運転期間延長：ベロヤルスク3号機（BN-600）（2040年までの運転へ（2024年3月））。ロストフ1号機（2060年までの運転へ（2025年1月））。レニングラード3号機（2030年までの運転へ（2025年2月））。
- 建設中：チュクチ自治管区ナグリョウィニン岬（Cape Nagloynyn）FNPP1、2号機（RITM-200S）、クルスクII1、2号機（VVER-TOLV-510）、レニングラードII3、4号機（VVER-1200/V-491）、およびセベルスク BREST-OD-300（Seversk BREST-OD-300）。
- 恒久停止：クルスク2号機（RBMK-1000）（2024年1月）。
- 廃止措置へ：レニングラード1、2号機（RBMK-1000）。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- 使用済燃料はマヤク再処理工場において処理されている。
- ロスアトム社は低・中レベル放射性廃棄物を対象とした浅地中貯蔵施設を建設する計画である。ウラル電気化学統合プラント（40万8,000m³）、マヤク（10万m³）、シベリア化学コンビナート（SCC：Shiberian Chemical Combine）（20万m³）の3か所がロシア連邦政府政令（2016年8月1日付）で承認された。
- 高レベル放射性廃棄物（HLW）は地層処分を行う方針である。ロシア連邦政府政令（2016年8月1日付）で、HLWの地層処分用としてニジネカンスキー花崗岩塊2か所（計15万9,500m³）が承認された。
- 2023年6月28日、エニセイ・サイトにおいて天然・人工安全障壁の研究を行う地下研究所（PIL：Podzemnaya Issledovatel'skaya Laboratoriya）の建設作業が開始されたことが報道された（2028年運用開始予定）。
- マイナーアクチノイド（MA）の高速炉での燃焼の実証が進められており、2023年12月にはベロヤルスク4号機（BN-800）への装荷に向けてMAを含有した混合酸化物（MOX）燃料集合体が製造された。

- 2023年6月27日、原子炉研究所（RIAR：Research Institute of Atomic Reactor）は、VVER用のウラン-プルトニウムMOX燃料の試験を開始したことが公表された。
- パイロット実証エネルギー複合施設（PDEC）：PDECを構成する3施設のうちのウラン-プルトニウム混合酸化物（MNUP）燃料製造／再製造ユニットに対してモックアップ燃料製造許可を取得（2024年4月）。同施設について試験操業が開始（2024年12月）

ロシアの原子力発電所（2025年3月現在）※チュクチ自治管区において建設中のFNPP2基は除く		
	運転中	建設中
原子炉基数	36	5
出力（グロス）（万kW）	2857.6	511.9

2. ロシアの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ロシアでは高速炉を組み込んだクローズド燃料サイクルが優先事項として位置づけられており、BN-600、BN-800といったナトリウム冷却高速炉が開発・運転されてきた。これらの後継としてBN-1200（M）の開発が進められており、2024年1月にベロヤルスク5号機として2027年に建設開始予定であることが明らかになった。Mは性能向上版（upgraded）もしくは改善版（improved）を表すと2022年2月24日にロスアトム社が明らかにしている。2024年3月にBN-600の運転期間延長が決定された。
- 鉛冷却高速実証炉 BREST-OD-300（30万kW）の建設を進めている。2016年8月1日の政府政令で BREST-OD-300の実証炉を2025年までに建設することが承認されたが、2018年10月12日にロスアトム社は2026年以前に商業運転を開始することはないとし、2019年12月5日には建設完了は2026年末までを予定しているとしていた。2021年2月10日に連邦環境・技術・原子力監督庁は、BREST-OD-300の建設許可を発給し、2021年6月8日に建設が開始された。2024年4月に原子炉シェルが完成間近となった。
- 2024年2月2日、溶融塩研究炉 IZhSR 開発プロジェクトにおける予備設計が完了したことが報じられた。
- RIAR内で多目的研究用高速炉（MBIR）の建設が2015年9月に開始された。2021年2月にロスアトム社は、MBIRの運転許可を2027年に取得し、2028年に運転開始予定であることを明らかにした。2023年1月に予定より8か月前倒しで原子炉容器が設置された。運転開始時期は1年早い2027年の見込みである。
- ロシアでは、1990年代前半から遠隔地向けに船舶用小型原子炉を用いたFNPPの建設構想がある。2020年5月20日に商業運転を開始した最初のFNPPアカデミック・ロモノソフは2023年に燃料交換が開始されることが明らかになった。また、2023年6月15日国外市場向けにFNPPを建造するジョイントベンチャー設立の合意がなされた。
- 2023年4月にクルチャトフ研究所で以前の装置の改良版であるT-15MDトカマク装置が、この20年に国内で建設された熱核施設（thermonuclear plant）で初めて、初プラズマを達成した。
- 2024年7月、ベロヤルスク4号機（BN-800）においてマイナーアクチノイド（Am-241、Np-237）含有MOX燃料が初装荷された。

【国際協力動向】

- 商用発電炉の建設に向けた動き：バングラデシュ（建設中）、ブルキナファソ（MOUを締結（2023年10月））、ブルンジ（協力強化で合意（2023年7月））エジプト（VVER-1200建設中（2023年5月建設開始））、エチオピア（CNST実現可能性調査へ（2024年12月））、ガーナ（SMRやFNPPを提案中（2024年6月））、ギニア（FNPP提案中（2024年6月））、ハンガリー（バクシュII原子力発電所建設計画）、インド（クダンクラム原子力発電所における原子炉新設で合意（2023年12月）、協定の修正で合意（2024年2月））、インドネシア（提案中（2024年6月））、イラン（VVER-1000をプシェール2号機として建設中（2019年11月建設開始））、カザフスタン（VVER-1200を提案中）、マラウイ（資金提供の提案（2024年5月））、マリ（原子力インフラ整備に係るMOUを締結（2024年7月））、モンゴル（SMRを提案中（2024年10月））、ミャンマー（SMRの建設を提案中（2025年3月））、スリランカ（FNPP導入の提案（2023年5月））、トルコ（VVER-1200をアックコ原子力発電所として建設中（2018年～2022年にかけて4基が建設開始））、ウズベキスタン（RITM-200N（6基）の建設計画（2024年5月））、ベトナム（提案中（2024年6月））、およびジンバブエ（協力強化で合意（2023年7月））等。
- 研究炉に関連した動き：ボリビア（研究施設の建設完了目標は2025年）、ベラルーシ（多目的研究炉建設を視野に入れたMOUを締結（2024年1月））。
- 放射性医療分野での協力関係も強化しており、独立国家共同体（CIS）、中国、中東、および中南米等の地域との関係が強化され、2023年は特に中国、インドへの医療用放射性物質の出荷による収益が増加した。

【人材育成動向】

- ロスアトム社の傘下にある中央先進訓練研究所（CICE&T）では、国内外の原子力分野の人材を対象として教育訓練を実施している。
- 原子力発電所を輸出したトルコに対し、学生をロシア国内に留学させ、大学にて学ばせるプログラムを実行している。

1. 中国の原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- ・経済成長に伴う電力需要の増加に対し、更なるエネルギー資源の確保と送電網の整備が課題である。
- ・2018年1月1日、「中華人民共和国核安全法」（原子力安全法）が施行された。
- ・2021年3月5日、李克強総理は、「中華人民共和国国民経済・社会発展のための第14次5か年計画（2021-2025）および2035年までの長期目標概要（草案）」を公表した。この草案によると中国は、原子力発電の設備容量を2025年までに70GWeとすることを目標としている。また、近代的エネルギーシステムの構築を行うとして、エネルギーミックスにおける非化石燃料の割合を20%まで増やすことや、第III世代の沿岸原子力発電所の建設促進などが挙げられている。
- ・2024年10月24日、中国国家原子能機構（CAEA）等が「原子力技術応用産業の質の高い発展のための3年間行動計画（2024～2026年）」を発表した。今後3年間の原子力技術応用産業の発展支援を目的とし、2026年までに原子力技術応用産業の年間直接経済生産額を4,000億元とすることを目標としている。

【原子力発電の現状】

- ・2025年3月現在、57基（加圧水型軽水炉（PWR）50基、加圧水型重水炉（PHWR）（CANDU炉）2基、ロシア製軽水炉（VVER）4基、高温ガス炉（HTGR）1基）の原子炉が運転中、小型モジュール炉（SMR）を含めた31基が建設中である。
- ・国務院は2024年8月19日に徐圩における3基（華龍一号が2基、高温ガス冷却炉（HTGR）が1基）、白龍1、2号機（CAP1000）、陸豊1、2号機（CAP1000）、招遠1、2号機（華龍一号）、三澳（蒼南）3、4号機（華龍一号）の建設を承認した。
- ・2024年4月26日廉江2号機（CAP1000）、7月17日徐大堡2号機（CAP1000）、7月寧徳5号機（華龍一号）、7月石島湾1号機（華龍一号）、10月漳州4号機（華龍一号）、2025年2月24日陸豊1号機（CAP1000）の建設が開始された。
- ・中国国産第III世代炉とされる国和一号（CAP1400）が石島湾サイトで実証版として2基建設中である（1号機は2019年6月、2号機は2020年4月に建設開始）。このうち1基目が2024年10月31日に送電網に接続された。
- ・2024年5月に防城港4号機（華龍一号）、2025年1月に漳州1号機（華龍一号）が商業運転を開始した。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- ・低・中レベル放射性廃棄物は、西北低・中レベル放射性固体廃棄物処分場（西北処分場）、大亜湾原子力発電所サイト内にある広東低・中レベル放射性固体廃棄物北龍処分場（北龍処分場）および四川省の飛鳳山処分場で処分されている。
- ・原子力発電所で発生する使用済燃料は各発電所の原子炉建屋内の燃料プールなどで貯蔵されている。高レベル放射性廃棄物処分については、原子力安全法（2018年1月施行）によって集中的に地層処分することが規定されている。2021年6月から甘肅省北山に長期貯蔵の地域の適合性を試験するための地下実験室が建設されており、2022年11月に地下傾斜路の掘削が開始されている。
- ・経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）によると、中国はウラン供給を確保するために国内におけるウラン採掘を強化している。
- ・2024年7月12日、内モンゴル自治区オルドスの中国核工業集団（CNNC）によるウラン鉱山開発事業「国家ウラン一号（国铀一号）計画」においてウラン生産施設の建設が開始されたことが明らかになった。2025年1月には、自然資源部の中国地質調査局がオルドス盆地の涇川（Jingchuan）地域において大規模なウラン鉱床が発見されたことを明らかにしたことが報じられた。
- ・2024年1月、中国の研究者による海水からの効率的なウラン抽出についての研究が発表されたことが報じられた。

中国の原子力発電所（2025年3月現在）※建設中はFNPPを除く

	運転中	建設中
原子炉基数	57	31
出力（グロス）（万kW）	5936.4	3528.8

2. 中国の原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- ・CNNCのACP1000の炉心部分と中国広核集団（CGN）のACPR1000+の補助系統部分を組み合わせた新型炉「華龍一号」（HPR-1000）が共同開発され、2014年1月に初期設計の完成が発表された。2015年には福清5、6号機として華龍一号の建設が開始された。両社は華龍一号の輸出にも積極的に取り組んでいる。
- ・SMRについてCNNCは、2019年7月18日、玲龍一号（ACP100）（10万kW_e）の実証炉建設プロジェクトに着手すると発表し、2021年1月から昌江で建設が開始された。2023年8月、炉心モジュールの吊り上げ・設置が開始された。
- ・浮揚式原子力発電所（FNPP）の開発は、CNNC（ACP100S）とCGN（ACPR50S）によりそれぞれ進められている。
- ・2基の原子炉と1基のタービンにより構成される高温ガス実証炉（HTR-PM）が、2023年12月6日に商業運転を開始した。
- ・上海応用物理研究所（SINAP）の2021年8月に建設が完了した液体燃料トリウム溶融塩実験炉 TMSR-LF1 について国家核安全局（NNSA）は2023年6月7日に運転認可を発給した。TMSR-LF1は2023年10月に初臨界を達成しており、2025年3月現在、地球上で稼働している唯一のトリウム溶融塩炉となっている。また、TMSR-LF1を基にしたSMRが計画されており、2024年7月26日付の報道によると、世界初となるトリウム溶融塩炉発電所の建設がゴビ砂漠において2025年に開始される予定である。
- ・2024年1月、コンソーシアムであるFDS（Frontier Development of Science、鳳麟核集団）が重金属を冷却材として使用する原子炉シリーズ（加速器駆動型核融合 - 核分裂複合システム CLEAR-0 と、CLEAR-M、CLEAR-A、CLEAR-400）開発事業を進めていることが報じられた。
- ・2020年12月4日、CNNCは、トカマク装置 HL-2M が初の放電に成功したことを明らかにした。2021年12月には1,056秒の連続高温プラズマ運転を達成し、2022年10月8日にはプラズマ電流が100万アンペア超を記録した。2023年8月、トカマク装置 HL-3 はHモードでの運転を達成し、2023年12月にはITER機構との間でHL-3を中国国外の研究者へ開放する合意へ署名を行った。HL-3はHL-2Mと同一とされている。
- ・2023年12月29日、CNNCが主導し、25のエネルギー、建設、およびその他関連分野の国営企業や国立研究機関が参加する、核融合技術開発に焦点を当てた新たな国営産業コンソーシアムとして中国核融合エネルギー社（China Fusion Energy Inc.、中国聚变能源有限公司）が設立された。
- ・2024年6月18日、エナジー・シンギュラリティ（Energy Singularity、能量奇点）社は、高温超伝導トカマク装置 HH70（Honghuang 70、洪荒 70）が初プラズマを達成したことを発表した。
- ・2024年12月2日、中国科学院等离子体物理研究所（ASIPP）が全超伝導トカマク型核融合実験装置（EAST）の次ステップとして安徽省合肥市に核融合技術総合研究施設（CRAFT）を建設中であることが報じられた。
- ・2023年10月、kg規模で同位体存在度が99%のMo-100の製造に成功し、Mo-100の自給が可能となった。
- ・2024年4月22日付の報道によると、CNNCは秦山原子力発電所におけるC-14の製造開始を発表した。中国国内におけるC-14需要をすべて満たすことが可能になったという。

【国際協力動向】

- ・フランス：2024年5月6日、CGNとフランス電力会社（EDF）が原子力発電協力の深化・拡大についての基本合意書（LOI）に署名した。
- ・ロシア：2024年3月、両国共同で月面原子炉を建設することを検討しているとロシアが発表した。
- ・ハンガリー：2024年5月、CAEAとハンガリー外務省が原子力平和利用のMOUを締結した。
- ・パキスタン：2023年6月、チャシュマ5号機（華龍一号）の建設契約が締結され、2023年7月に起工式が実施された。2024年12月には最初のコンクリート打設が行われた。
- ・タイ：タイ初のトカマク装置 TT-1（HT-6M のアップグレード）の設置・運転に協力したことが報じられた。2024年11月、CNNCがスラナリー工科大学に小型中性子源炉（MNSR）用システム等を供給した。
- ・アフリカ地域：2024年9月にナイジェリア、2025年3月にケニアと了解覚書（MOU）を締結した。

【人材育成動向】

- ・中国では原子力発電の急速な発展に対応するために、原子炉の建設・操作から原子力発電所事業の管理にいたる各種の領域で、人材を育成することが急務とされている。2018年6月15日にCNNCと天津市人民政府は、原子力工業大学（修士課程と博士課程を設置）を天津市に設立することで合意し、2019年7月には同年9月に着工予定、2021年完成見込みであると報じられた。

1. 韓国の原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- 2022年5月に成立したユン・ソンニョル政権（当時）は原子力発電を推進した。2022年7月12日には産業通商資源部（MOTIE：Ministry of Trade, Industry and Energy）大臣が、早ければ2024年に新ハヌル3、4号機の建設を再開する計画を策定したと報じられた。2022年8月18日には原子力発電開発事業輸出促進のためのタスクフォースが設置され、9省庁、10機関・民間企業等が参加している。2023年8月29日、MOTIEと韓国水力原子力発電会社（KHNP）は原子力発電所輸出総合説明会を開催した。ユン政権（当時）は2030年までに原子力発電所輸出10件、2027年までに5兆ウォン相当の原子力発電設備注文獲得、独自に原子力発電所設備輸出に取り組む中小企業100社育成の方針であった。2023年9月には、2027年までに新たな原子力設備輸出企業を60社育成する狙いで、1社あたり年間最大4億ウォン規模の包括的支援プログラムを提供することが報じられた。
- 2023年8月16日、原子力熱利用評議会（Nuclear Heat Utilisation Council）が産業界、研究機関、地方政府を含む韓国国内の13組織により結成されたことが報じられた。
- 2025年2月、韓国議会の電力政策評価委員会は、第11次電力需給基本計画を承認した。同計画によると、韓国の電力需要は2024年から2038年にかけて年平均1.8%増加し、2038年には129.3GW（2023年から30%の増加）に達する見込みである。原子力発電は2023年の180.5TWhから2038年には248.3TWhに達すると予想されており、発電電源全体に占める原子力発電の割合は2023年の30.7%から2038年には35.2%に増加すると予想されている。MOTIEによると、この計画は、既に計画されている5つの原子力発電所（セウル3、4号機、新ハヌル2、3、4号機）の円滑な建設および継続的運転を前提としたものである。MOTIEは、目標の原子力発電容量に達するためには、2038年までに合計2.8GWeの発電容量を有する2基の大型原子炉、および0.7GWeの小型モジュール炉（SMR）による発電容量が必要になると述べている。
- 2025年2月10日付の報道によると、MOTIEは、「原子力発電所エコシステム財政支援事業」を通じて韓国内の原子力発電産業界に対し2025年において1,500億ウォンの資金援助を行う方針である。2025年の同事業における資金援助に向けて、MOTIEは設備投資・運転資金用の中小規模の原子力企業向け低金利融資の提供先の選定を開始するとしている。

【原子力発電の現状】

- 現在26基の原子炉が商業運転中であり、そのうち23基が加圧水型軽水炉（PWR）、3基が加圧水型重水炉（PHWR）（CANDU炉）である。2基のPWR（セウル3、4号機）が建設中である。
- 新ハヌル2号機（APR-1400）が2024年4月に商業運転を開始した。
- 新ハヌル3、4号機の建設については、2017年2月27日にKHNPが政府からの承認（工事計画認可）を取得しつつも同年中に建設計画が中断したが、ムン政権からユン政権への交代を経て2024年9月12日にKHNPが原子力安全委員会（NSSC）から建設許可を取得し、2024年10月に建設計画が再開された。

韓国の原子力発電所（2025年3月現在）

	運転中	建設中
原子炉基数	26	2
出力（グロス）（万kW）	2,621.6	280

【核燃料サイクル・バックエンド】

- 低・中レベル放射性廃棄物処分施設である「環境管理センター」（慶州処分場）の第1段階工事が2014年6月に完了し、2024年12月にNSSCから操業許可を取得した。建設工事は3段階に分けて行われる計画で、第2段階の建設は2012年に開始され、2022年の完成を見込んでいた。2020年12月に議会で成立した改正原子力安全法（2021年6月23日発効）により、慶州処分場を含め、処分施設は操業開始から10年ごとに12分野の項目について安全性の総合的評価を行うことが求められるようになった。
- 2023年6月、KNF社とGSE&C社、シーボーグ・テクノロジーズ社は、低濃縮ウラン燃料塩（LEU fuel salt）製造施設を韓国において建設する可能性に関する調査で協力することを定めた了解覚書（MOU）を締結したことを発表した。
- 2024年6月、MOTIEは、高レベル放射性廃棄物の研究を行うために建設する予定の地下研究施設について、受入サイトとして立候補する自治体の募集を同日付で韓国原子力環境公団（KORAD：Korea Radioactive Waste Agency）と共に開始したことを明らかにした。
- 2025年2月、国会（一院制）は、本会議において「高レベル放射性廃棄物特別法」（High-Level Radioactive Waste Special Act）を可決した。同法は、2050年までに高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設を操業開始し、2060年までに恒久処分施設を操業開始することを定めたものである。同法においては、立地地域に対する支援、サイト選定手続きの策定、地下研究施設の建設、および高レベル放射性廃棄物管理委員会の設置等も盛り込まれている。

2. 韓国の原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- 原子炉の国産化として、5種（韓国標準型炉 OPR-1000、改良型加圧水炉 APR-1400、次世代韓国改良型加圧水炉 APR+（APR-1500）、システム一体型原子炉 SMART、i-SMR（Innovative SMR））の炉型が開発されている。APR-1400を基

にした APR-1000 原子炉設計は欧州電力要求（EUR：European Utility Requirements）に準拠していることが、EUR 機関により正式に認証された（2023年3月2日発表）。

- APR-1400 は2019年8月に米国原子力規制委員会（NRC）による設計認証（DC：Design Certification）を取得した。APR-1400の知財権については、ウェスチングハウス（WH）社の知財権を侵害しているとWH社が米国国内の法廷において提訴したことを受けて、KHNPと韓国電力公社（KEPCO）対WH社の構図で係争状態にあったが、2025年1月16日に和解が成立した。ただし和解内容の詳細は機密扱いであるため公開されていない。
- SMR等を対象とした規制の整備：NSSCは、SMR向け標準設計認証（SDA）規則を2026年に制定する方針である（2024年6月）。またNSSCは、非軽水炉やSMR規制研究に投資する方針を発表している（2025年1月）。
- SMRを利用した発電所／産業複合施設：蔚珍原子力水素国家産業団地（計画中）。熱供給と電気供給のためにNuScale社のVOYGR-6SMR発電所を検討することを定めたMOU（2023年5月）、慶州にSMR産業複合施設を創設する計画（2024年6月）、KHNPと大邱広域市がSMR発電所建設についてMOU締結（2024年7月）。
- SMART100：2024年9月、NSSCは、韓国原子力研究院（KAERI）等が開発したSMRであるSMART100（System-integrated Modular Advanced Reactor 100）に対して、SDAを発行した。
- 韓国国産のi-SMR技術：KHNPが開発中の一体型PWRによる原子力発電所であり、電気出力は17万kWである。標準設計完了は2025年末までに、SDA取得は2028年中が予定されている。COP28においてKHNPがi-SMR技術およびi-SMRを発電源とするスマート・ネットゼロ都市モデルを発表した。韓国のSMR部門の成長を目的として2023年7月に設立された官民パートナーシップである「SMRアライアンス」（SMR Alliance）の設立1周年を記念して2025年7月に開催された第1回総会において、MOTIEは、SMR分野における世界的リーダーシップ確立のための戦略を提示した。i-SMR建設・運転の支援、SMRに基づく民間ビジネスの促進、鋳造場の設置、インフラの維持等を行っていく計画である。
- 韓国国外企業製SMR：コアパワー（CORE POWER）社のSMR（コアパワー社は、HD韓国造船海洋エンジニアリング（KSOE）社がテラパワー社およびコアパワー社等と共同で新造船向けSMRを開発する計画（2024年2月））、ホルテック・インターナショナル社のSMR-160（韓国貿易保険公社（K-Sure）と韓国輸出入銀行（KEXIM）がそれぞれ、ホルテック社やヒョンデE&C社との間で、世界各国におけるSMR-160事業のための財政的支援を提供することを定めた合意を締結（2023年5月））、NuScale社のVOYGR発電所（KEXIMとNuScale社は、NuScale VOYGR発電所の商業展開を支援するための資金協力について合意する内容のMOUに署名（2023年3月）、斗山エナビリティ社、KEXIM、NuScale社は、三者間の協力強化とNuScale社製SMRの商業展開支援についてMOUに署名（2023年4月））、シーボーグ社のSMR（KHNPとサムスン重工業、シーボーグ社は、シーボーグ社の革新的溶融塩炉技術を用いたFNPP開発のためのコンソーシアムを設立（2023年4月）。最初の計画は20万kWのFNPPになると想定されている）、テラパワー社のNatrium炉（SKグループ、KHNPおよびテラパワー社は、テラパワー社のNatrium炉とその統合エネルギー・システムについて、実証と商業化を支援する内容の協力合意に署名（2023年4月））。
- 韓国企業による次世代原子炉開発：2024年3月20日、科学技術情報通信部（MSICT：Ministry of Science and ICT）とサムスン重工業など韓国企業8社は、次世代原子炉開発における協力を定めたMOUに署名した。
- 機張研究炉（KJRR：Kijang Research Reactor）：KAERIでは、医療用および産業用RIの生産を主な目的とする新しい研究炉として、機張研究炉を建設する計画が進められている。2019年5月10日にNSSCが、KJRRの建設許可申請を承認した。2022年4月に建設コンソーシアムが選定され、2023年4月28日に建設開始記念式典が開催された。
- 核融合開発への投資：2024年7月、MSICTは、新核融合炉設計・開発のために10年間で1兆2,000億ウォンを投資する方針を示した。この投資の目標は、KSTARやITERよりも高度な核融合炉技術を開発することであり、発電容量100MWの小型試験核融合炉を2030年代に建設し、2040年代に運転を開始する計画である。

【国際協力動向】

- 2023年11月、英国の原子力廃止措置機関（NDA：Nuclear Decommissioning Authority）とKORADが協力強化で協定を締結した。
- 2023年11月、英国と「英韓クリーンエネルギー・パートナーシップ」（the UK-ROK Clean Energy Partnership）を締結した。
- 2023年のCOP28でKHNPがインドネシアにおけるi-SMRの導入・建設に関する相互協力を定めたMOUを締結した。
- 2023年のCOP28でKHNPがヨルダンにおけるi-SMR配備に関するMOUに署名した。
- 2024年2月、ブルガリアのコズロイ7、8号機のWH社製API1000のエンジニアリング・建設・納入・試運転を担う建設会社の最終候補にヒョンデE&C社が選ばれた。
- 2024年7月、チェコにおけるドコヴァ（Dukovany）原子力発電所における新規2基（同発電所5、6号機）の原子炉建設計画について、優先交渉者（preferred bidder）としてKHNP（APR-1400）の建設を提案）を選定したことを明らかにした。

【人材育成動向】

- 2011年に設立された原子力教育協力会議（NECC）には2020年末時点において、29の組織が会員として参加している（2025年3月現在で英語情報として最新）。NECC加盟組織は、情報交換、ニーズに応える教育・訓練プログラムに協力するほか、国内の原子力人材開発計画やプログラムのモニタリングもしている。

1. インドの原子力事情・原子力政策動向

【エネルギー政策と原子力発電】

- 2024 年 6 月 25 日、J.シン國務大臣は、インドの原子力発電容量は原子炉 7 基の新設により今後 5 年間で約 70%増加すると発言したことが明らかにされた。設置容量は現在の 7.48GWe から 2029 年までに 13.08GWe まで増加する見込みである。2025 年 2 月 1 日には N.シサラマン財務・企業問題大臣が 2047 年までに少なくとも 100GW の原子力エネルギーを開発することが、エネルギー移行取り組みにおいて不可欠であるとして、この目標に向かって民間部門と積極的に連携するため、原子力法 (Atomic Energy Act) および原子力損害賠償法 (Civil Liability for Nuclear Damage Act) の改正を検討すると述べた。
- 核兵器不拡散条約 (NPT) と包括的核実験禁止条約 (CTBT) が未締結であることから、原子力に関連する貿易制限が課されてきたが、米国は NPT 枠外の特例として 2007 年 7 月に原子力協力協定を妥結し、2025 年 1 月には制限が緩和された。2008 年 8 月には、IAEA 理事会が保障措置協定を承認した。
- 小型モジュール炉 (SMR) については、インド政府として SMR に関する国際協力を模索し研究開発に投資するとともに、商業展開を支援するための規制枠組みについて検討を行っていることが 2024 年 8 月 25 日に明らかにされた。また 2025 年 2 月 1 日に、シサラマン大臣が 2025-2026 年予算発表において、SMR 研究開発のための原子力エネルギーミッションを、約 2,000 億ルピーを投じて設置する方針を明らかにした。

【原子力発電の現状】

- 2025 年 3 月現在、加圧重水炉 (PHWR) 21 基、沸騰水型軽水炉 (BWR) 2 基、ロシア製加圧水型軽水炉 (VVER) 2 基の合計 25 基が運転中である。
- 建設中の原子炉は 8 基 (2025 年 3 月時点) : ラジャスタン 8 号機 (70 万 kW)、クダングラム 3~6 号機 (各 100 万 kW)、高速増殖炉原型炉 (PFBR) (50 万 kW)、ゴラクプール 1、2 号機 (各 70 万 kW)
- 建設開始前の原子炉は 10 基 (2025 年 3 月時点) : カイガ 5、6 号機 (各 70 万 kW)、ゴラクプール 3、4 号機 (各 70 万 kW)、チュトカ 1、2 号機 (各 70 万 kW)、マヒ・バーンスワラー 1~4 号機 (各 70 万 kW)
- ラジャスタン 7 号機 (国産 70 万 kW 級 PHWR) は 2024 年 8 月 1 日に初期燃料装荷を開始し、9 月 19 日初臨界に達した。2025 年 3 月 17 日に電力網に接続された。
- 2023 年 5 月 1 日、NPCIL と国営企業ナショナル・サーマル・パワー社 (NTPC) は、インド国内における原子力発電所建設計画を対象としたジョイント・ベンチャー補足協定に署名し、2024 年 9 月 11 日、インド政府が両社による原子力発電所の建設・所有・運転を目的とした合弁会社 Ashvini 社 (Anushakti Vidhyut Nigam Ltd) の設置を承認した。また、ラジャスタン州のマヒ・バーンスワラーにおける PHWR 建設事業を NPCIL から Ashvini 社に移管することについても承認された。これとは別に、2024 年 8 月に NTPC は 100%子会社となる NTPC 原子力発電会社 (NTPC Nuclear Power Company) の設置を決定したことが報じられており、2025 年 1 月に設置した。
- ゴラクプール 1、2 号機における最初のコンクリート打設について、原子力規制委員会 (AERB : Atomic Energy Regulatory Board) が 2020 年 11 月 18 日に許可を発給した。2025 年 3 月時点で打設が実施されたという発表は確認できていないが、インド政府は前述の通り同 1、2 号機を建設中と分類している。
- 2024 年 12 月 3 日、議会への質問回答として、アーンドラ・プラデーシュ州コバーダにウェスチングハウス (WH) 社製 AP1000 を 6 基建設する計画について、インド政府が WH 社との協議を継続していることを明らかにしたことが報じられた。
- 2024 年 12 月 31 日、NPCIL は PHWR であるバーラト小型炉 (BSR : Bharat Small Reactor) (22 万 kW) を民間事業者による自家消費 (captive use) 用として設置する事業に関する提案依頼書 (RFP) を、インド国内の民間事業者を対象として発出した。
- 2025 年 2 月 20 日、ベダント社が自家消費用 500 万 kW 規模原子力発電容量の関心表明募集を開始した。

【核燃料サイクル・バックエンド】

- インド国内には 4 つの再処理施設があり (1 か所は廃止措置中)、使用済燃料を再処理している。現在インドでは原子力発電所および再処理施設において発生した放射性廃棄物について、それぞれのサイトで処理、貯蔵している。なお地層処分に関しては研究開発段階である。
- 2024 年 1 月 4 日、インディラ・ガンジー原子力研究センター (IGCAR : Indira Gandhi Centre for Atomic Research) において、インドの科学者によって設計された世界初の産業規模の再処理施設である実証高速炉使用済燃料再処理工場 (DFRP) の除幕式が行われた。
- 2024 年には米国企業が開発した ANEEL 燃料の国内外での展開についてラーセン&トップロ社や NTPC が協力している。

インドの原子力発電所 (2025 年 3 月現在)

	運転中	建設中
原子炉基数	25	8
出力 (グロス) (万 kW)	888	660

2. インドの原子力研究開発・国際協力・人材育成動向

【研究開発動向】

- 国内の豊富なトリウム資源を用いて、3 段階からなるトリウム燃料サイクルの確立を目指している。概要 : 第 1 段階「天然ウランの U-235 を PHWR で燃焼」、第 2 段階「PHWR から回収した Pu-239 とトリウムを FBR で燃焼させる」、第 3 段階「FBR から回収した U-233 とトリウムを増殖炉で燃焼させる」。PFBR への燃料装荷をもって、現在は第 2 段階に入っている。
- 高速増殖炉 (FBR) の原型炉である PFBR がカルパツカムで建設中であり、当初の計画では 2015 年 9 月頃に送電網に接続し、2016 年 4 月までに全出力で運転する予定であったが、計画は度々遅延していた。2024 年 3 月 4 日に燃料装荷が開始され、2024 年 7 月 27 日に初臨界実施許可を受け、2025 年中の運転開始を見込んでいる。PFBR の次段階である商用炉 (CFBR) については、PFBR の経験を反映して設計・開発が実施される。
- 2024 年 6 月 12 日、医療用放射性同位体の製造のみを目的とした原子炉をバーバ原子力研究所 (BARC) に建設予定であることが明らかにされた。
- 2024 年 6 月 25 日、原子力庁 (DAE) が BSR を設計中であること、および軽水炉ベースの原子炉であるバーラト小型モジュール炉 (BSMR : Bharat Small Modular Reactor) の開発に取り組んでいることが明らかにされた。2024 年 8 月には PHWR を BSR へと変更するための設計の修正は最小限で、作業に 1 年以上は掛からない見込みであり、NPCIL は BSR 設計を民間部門に移管するとしていることが報じられた。また、DAE は 2032 年までに 40~50 基の BSMR を製造 (建設) する予定であるという。2025 年 3 月には出力 5 万 5,000kWe 型の BSMR が、DAE サイトにおいて 2033 年までに先駆けとなる 2 基 (lead twin units) 建設される予定であることが明らかにされ、出力 20 万 kW 型の BSMR の用途も明らかにされた。

【国際協力動向】

- 2016 年 6 月 7 日、インド国内に WH 社製の AP1000 を 6 基建設することで合意した。2023 年 6 月 22 日、両国首脳は共同声明を発表し、その中で AP1000 配備へ向けた交渉が進行中であり、コバーダ原子力発電所計画への技術的・商業的参入の機会を WH 社に与えるための一層の協議を歓迎していると言及した。また、国内市場および輸出市場向けに、協力して次世代型 SMR 技術の開発に取り組むことについても議論が進行中であることにも言及した。
- 2023 年 12 月 25 日、ロシアとの間でクダングラム原子力発電所への新規炉建設で合意した。また、2024 年 2 月 8 日にはクダングラム 3~6 号機の建設にかかる 2008 年締結の政府間協定を修正する内容の新たな議定書に署名した。2024 年 7 月 9 日には共同声明において民生原子力分野の協力について言及した。
- ジャイタブール・サイトにおいて EPR を建設する計画は、インドの原子力損害賠償制度に関する懸念等により遅延していたが、2018 年 3 月、NPCIL とフランス電力会社 (EDF) が計画実施の前進を定めた合意に署名し、2021 年には EDF が EPR6 基を建設するための拘束力のある技術商業提案書を NPCIL へ提出した。2024 年 1 月 26 日、共同宣言により両国間の民生原子力における関係の深さと原子力平和利用における取組みについて認識を共有し、両首脳が強化戦略対話の枠組みの中で 3 か月以内に原子力に関する特別タスクフォースを招集することで合意した。また、2023 年 7 月 14 日、フランスとの原子力エネルギー分野での協力に SMR を含めることが発表された。2024 年 1 月 26 日、フランスとの原子力分野の協力が含まれる共同声明を発表した 2025 年 2 月 12 日、民生用原子力分野について、両国首脳は「民生用原子力エネルギーに関する特別タスクフォース」の第 1 回会合が開催されたことを歓迎し、SMR および先進モジュール炉 (AMR) に関する基本合意書等に合意した。
- 2024 年 9 月 9 日、NPCIL とアラブ首長国連邦 (UAE) の首長国原子力会社 (ENEC) が、原子力発電所の運転および保守 (Operations & Maintenance) の分野における了解覚書 (MOU) に署名した。

【人材育成動向】

- 1957 年に AEET 訓練学校 (現 BARC トレーニングスクール) が設立されている。DAE、ホミ・バーバ国立研究所 (HBNI : Homi Bhabha National Institute) や NPCIL 等も技術者や運転員の訓練を行っている。
- 2010 年 9 月にインド政府は、DAE 傘下に世界原子力パートナーシップセンター (GCNEP : Global Centre for Nuclear Energy Partnershi) の設立を承認した。現在、GCNEP では、先進的原子力発電システム、核セキュリティ、放射線安全、RI および放射線技術について研究する 5 校の学校が設置されている。

第 3 章

参考資料

(事実確認および適時調査)

(1) SMR から大型炉に回帰する流れ

民生発電用原子炉を既に導入している国において、既存の大型炉を放棄して小型モジュール炉（SMR）へと置き換えを行った国は 2024 年 8 月時点では存在しないが、老朽化した大型炉の後継として新規建設の位置付けとして SMR の導入を検討している国は存在する。また、民生発電用原子炉を既に導入している国において、新規建設炉として大型炉の建設を選択肢の一つとして検討せず SMR の検討のみを行っている国が存在する。その意味では民生発電用原子炉を既に導入している国において、新規原子炉建設計画において当初は SMR の導入を検討していながら実際には SMR の建設計画を放棄して大型炉の建設計画へと切り替えた事例がある場合には、そのことを以て「SMR から大型炉に回帰する流れ」があるという言い方をすることは可能である。ただし、民生発電用原子炉を既に導入している国において実際にはそもそも大型炉の放棄自体が行われていないため、放棄された大型炉建設へと志向が回復するという意味で「回帰」という文言を捉えた場合、全体としては「SMR から大型炉に回帰する流れ」があるという言い方をすることができない。

民生発電用原子炉が存在せず今後の導入を検討している国において、新規建設炉として大型炉の建設を選択肢の一つとして検討せず SMR の検討のみを行っている国が存在する。その意味では民生発電用原子炉が存在せず今後の導入を検討している国において、新規原子炉建設計画において当初は SMR の導入を検討していながら実際には SMR の建設計画を放棄して大型炉の建設計画へと切り替えた事例がある場合には、そのことを以て「SMR から大型炉に回帰する流れ」があるという言い方をすることが可能である。

しかしながら全体的な傾向としては、民生発電用原子炉を既に導入している国であるかそうでない国であるかを問わず、新規原子炉建設の検討においては大型炉と SMR の双方が選択肢として含まれていることが多いので、放棄された大型炉へと志向が回復するという意味で「回帰」という文言を捉えた場合、全体としては「SMR から大型炉に回帰する流れ」があるという言い方をすること自体が困難である。

本調査においては、民生発電用原子炉を既に導入している国であるかそうでない国であるかを問わず、採用する予定の原子炉として SMR が候補となっている新規建設計画の事例において大型炉の採用も考慮の対象になっているか否かについて下表のように纏める。

SMR の建設が提案または計画されている事例 (大型炉が候補になっているかについても記載)		
新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
米国 カーボンフリー・パワー・プロジェクト（CFPP）	2023 年 11 月 8 日、ユタ州公営電力システムズ（UAMPS）と NuScale（NuScale Power）社は、カーボンフリー・パワー・プロジェクト（CFPP）について、中止することで相互に合意したことを明らかにした。CFPP の中止について両者は、「NuScale 社製の SMR の実装に向けて CFPP 事業を継続するために十分な UAMPS 会員からの参加者数（出資）を確保できる可能性が小さいと考えられる」（it appears unlikely that the project will have enough subscription to continue toward deployment）と述べた上で、「CFPP を中止することは両者にとって最も思慮のある決定である」（ending the project is the most prudent decision for both parties）と述べている。当初の CFPP は、アイダホ国立研究所（INL）の敷地内において、NuScale 社の	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
	NuScale パワーモジュール (NPM) を最終的に 12 基連結した電気出力容量 72 万 kWe の原子力発電所を建設するプロジェクトであった。しかし、2023 年 8 月現在での CFPP は、1 基あたり 7 万 7,000kWe の NPM を 6 基連結した VOYGR-6 小型モジュール炉 (VOYGR-6 SMR) 原子力発電所を建設するプロジェクトとなっている模様であった。	
ネブラスカ州への配備	2024 年 8 月 9 日付の報道によると、ネブラスカ州電力公社 (NPPD : Nebraska Public Power District) は、ネブラスカ州内における SMR サイト候補として 16 地点を発表し、フィージビリティスタディが第 2 段階に到達したことを明らかにした。第 2 段階では候補サイトは 2~4 か所まで絞り込まれる見込みである。なお、NPPD はクーパー (Cooper) 原子力発電所を運転している。	候補になっていない。
ノースカロライナ州への配備	2023 年 8 月 18 日付の報道によると、デューク・エナジー (Duke Energy) 社は、ノースカロライナ州とサウスカロライナ州の両公益事業委員会 (public utility commissions) に対して、州によって義務付けられている炭素削減計画の 2023 年版である『2023 年カロライナズ資源計画』(2023 Carolinas Resource Plan) を提出した。この文書は 2022 年版を更新するものであり、この中で同社は、2030 年代に閉鎖される予定になっているノースカロライナ州のストークス (Stokes) 郡所在のベリューズ・クリーク (Belews Creek) 石炭火力発電所において、同発電所の閉鎖後に SMR を建設することを提案している。	候補になっていない。
オハイオ州とペンシルベニア州への配備	2023 年 10 月 6 日、NuScale 社は、スタンダード・パワー (Standard Power) 社がオハイオ州とペンシルベニア州において 2 件の SMR 発電施設の建設を計画していることを明らかにした。この SMR 発電施設は隣接するデータセンターに炭素フリー電力を供給することを目的としており、SMR 発電施設において使用される技術として NuScale 社の技術が選定されたという。また、ENTRA1 (ENTRA1 Energy) 社が両州における 2 件の事業の支援にあたるという。NuScale 社はスタンダード・パワー社の計画に基づき、オハイオ州とペンシルベニア州の両サイトに対し 1 基あたり電気出力 7 万 7,000kWe のモジュールを計 24 基提供し、これらの合計電気出力は約 2GWe (184 万 8,000kWe) に及ぶ。スタンダード・パワー社は 2029 年までの施設稼働を目指している。	候補になっていない。
パリセード原子力発電所	2023 年 12 月 4 日、ホルテック・インターナショナル (Holtec International) 社は、同社の SMR である SMR-300 を既存のパリセード (Palisades) 原子力発電所のサイトにおいて 2 基建設する計画について、2030 年代半ばに最初の 1 基目の商業運転を開始させる予定であることを明らかにした。2 基の SMR-300 を建設するこの計画について同社は、建設許可申請 (CPA : Construction Permit Application) を 2026 年に提出することを目標としている。	言及無し。
バージニア州への配備	2023 年 4 月 13 日付の報道によると、バージニア州を拠点とする不動産・事業開発企業 (property and project development company) のグリーン・エナジー・パートナーズ社 (GEP : Green Energy Partners LLC) は、バージニア州サリー郡の 641 エーカー (ac) の敷地において、米国初の完全一体型グリーン・エネルギー・センターを建設する計画を発表した。このサリー・グリーン・エネルギー・センター (SGEC : Surry Green Energy Center) には、データセンターと、最終的に 4~6 基の 25 万 kWe の SMR を配備するグリーン水素ハブ (Green Hydrogen Hub) が含まれる。2023 年 8 月 14 日、IP3 社 (IP3 Corporation) と GEP 社は、SGEC の設立を目的として、ジョイントベンチャー会社のサリー・グリーン・エナジー・センター社 (Surry Green Energy Center, LLC) を立ち上げることで合意したことを明らかにした。	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
バージニア州への配備	2023 年 5 月 22 日、バージニア州のエネルギー省は、同州における SMR の導入を視野に LENOWISCO 計画地区委員会 (LENOWISCO Planning District Commission) のためにドミニオン・エンジニアリング社 (DEI : Dominion Engineering, Inc.) が策定したサイトフィージビリティスタディ (Site Feasibility Study) が同日に公開されたことを明らかにした。SMR サイト候補地として 7 か所が挙げられている。	候補になっていない。
バージニア州への配備	2024 年 7 月 10 日、ドミニオン・エナジー (Dominion Energy) 社は、ノースアナ (North Anna) 原子力発電所における SMR 開発の実現可能性評価について、主要な SMR 技術企業を対象とした提案募集 (RFP : Request for Proposals) を発出したことを明らかにした。ドミニオン・エナジー社によるとこの RFP は同発電所における SMR 建設を誓約するものではないが、同社の最新の統合資源計画 (Integrated Resource Plan) に沿って顧客の将来的なエネルギー需要を支援するため、SMR 技術とノースアナ・サイトを評価することにおいての重要な第一歩であるという。	言及無し。
テキサス州への配備	2023 年 5 月 10 日、ダウ (Dow) 社と X エナジー (X-energy) 社は、ダウ社子会社であるユニオン・カーバイド・コーポレーション (UCC : Union Carbide Corporation) がテキサス州に有する施設である UCC シードリフト・オペレーションズ (UCC Seadrift Operations) の製造サイトを、先進 SMR プロジェクトのために選定したと発表した。両社は原子力規制委員会 (NRC) に対し建設許可申請 (Construction Permit application) を提出する予定である。X エナジー社が開発する高温ガス冷却炉 Xe-100 は 1 基あたり 8 万 kWe の電気ユニット (electric unit) として動作するよう設計されており、約 30 エーカーのサイトで 32 万 kWe を供給する 4 基構成の発電所として最適化されている。Xe-100 はベースロード電力の供給のほか、1 基あたり 20 万 kW の熱出力による高圧高温水蒸気の産業利用が可能である。シードリフト・サイトにおいて両社は 4 基の Xe-100 を 2026 年に建設開始し、2020 年代中に完成させることを計画している。	候補になっていない。
テキサス州への配備	2024 年 8 月 22 日、テネシー渓谷開発公社 (TVA : Tennessee Valley Authority) の取締役会は、テネシー州オークリッジ近隣のクリンチリバー (Clinch River) サイトにおける SMR 開発の継続を支援するため、追加で 1 億 5,000 万ドルの投資を承認した。TVA は 2022 年 2 月の取締役会において既に 2 億ドルの資金投入を承認しており、今回の取締役会の承認により投資額は総額 3 億 5,000 万ドルとなった。TVA はクリンチリバー・サイトにおける SMR 建設について 2019 年に NRC から初期サイト許可 (ESP : early site permit) を取得している。同サイトのための先進炉設計としては軽水炉と非軽水炉の双方が検討されているが、TVA は軽水炉技術が近い将来の配備にむけた準備が最も整っているとして、2022 年 8 月に GE 日立ニュークリア・エナジー (GEH) 社との間で BWRX-300 の配備可能性について合意を締結している。	候補になっていない。
カナダ アルバータ州への配備	2023 年 4 月 19 日 (カナダ時間では 18 日)、韓国原子力研究院 (KAERI) とアルバータ州政府が、韓国設計のシステム一体型モジュール式先進炉 (SMART : System-integrated Modular Advanced Reactor) を含む SMR 技術のアルバータ州における展開に関する協力について、了解覚書 (MOU) に署名した。	候補になっていない。
アルバータ州への配備	2023 年 9 月 19 日、アルバータ州政府は、「技術革新と温室効果ガスの排出削減基金」 (Technology Innovation and Emissions Reduction Fund) を通じて、アルバータ州北部における SMR 利用と将来の規制上の承認にあたり必要となる追加情報に関するセノバス・エナジー (Cenovus Energy) 社による調査を支援	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
	するため、700 万カナダドルの投資を行うことを発表した。2024 年 4 月 2 日、X エナジー社とカナダの発電事業者であるトランスアルタ (TransAlta) 社は、X エナジー社の先進 SM) である Xe-100 をアルバータ州において配備することの実行可能性等について調査するためのパートナーシップを締結したことを発表した。	
チョークリバー研究所	グローバル・ファースト・パワー社 (Global First Power Ltd) は、チョークリバー研究所サイトにおいて高温ガス冷却炉のマイクロ・モジュラー・リアクター (MMR : Micro Modular Reactor) を 2030 年までに建設・所有・運転することを目指している。カナダ原子力研究所 (CNL) は 2017 年長期戦略 (2017 Long Term Strategy) において、CNL が管理するサイトであるチョークリバー研究所やホワイトシェル研究所 (Whiteshell Laboratories) において 2030 年までに SMR を設置するとした目標を設定した。CNL はこの取り組みを「SMR 実証事業の招致」(Invitation for SMR Demonstration Projects) や「SMR 招致プロセス」と呼称している。選定プロセスは 4 段階 (認定前段階、適正評価段階、土地の手配とその他契約に関する交渉段階、事業実施段階) で行われるが、1 件のみの優先事業を選定するものではない。CNL は 2017 年に SMR デベロッパーから 19 件の関心表明を受け取り、2018 年 4 月には U バッテリー (U-Battery) 社、スターコア (Starcare) 社、テレストリアル・エナジー (Terrestrial Energy) 社、グローバル・ファースト・パワー (GFP : Global First Power) 社の 4 社が CNL に対して提案を提出している。	候補になっていない。
ダーリントン新規原子力計画	オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社がダーリントン原子力発電所サイトでの SMR (BWRX-300) の建設を計画している。2024 年 6 月 13 日、オンタリオ州政府は、サイト準備の第 1 フェーズが完了したことを明らかにした。	候補になっていない。
ニューブラウンズウィック州 (ポイント・ルプレウ原子力発電所) への配備	2023 年 12 月 13 日、ニューブラウンズウィック州政府は、同州におけるクリーンエネルギー移行戦略を定めた「クリーンエネルギーによる経済・世界への電力供給—2035 年に向けた道程」(Powering our Economy and the World with Clean Energy—Our Path Forward to 2035) を公表した。この戦略は、「手頃な価格」(affordability)、「エネルギー安全保障と信頼性」(energy security and reliability)、「規制改革」(regulatory reform)、および「経済成長」(economic growth) の 4 分野に焦点を当て、風力・太陽光等の再生可能エネルギーや、ピーク時の電力需要を満たすためにカーボンフリーのベースロード電源としての SMR による原子力発電の利用増を要請している。原子力については 2035 年までにポイント・ルプレウ (Point Lepreau) 原子力発電所サイトに SMR により 60 万 kWe の原子力発電容量を追加することで原子力によるベースロード発電容量を倍にする」とされている。この戦略に含まれるロードマップ上では、2030～2031 年に 15 万 kWe の SMR を起動し、2035 年に 45 万 kWe の SMR を起動するとされている。	候補になっていない。
サスカチュワン州への配備	2024 年 1 月 30 日、サスカチュワン州電力会社であるサスクパワー (SaskPower) 社と GEH 社は、サスカチュワン州において GEH 社製 SMR である BWRX-300 の開発を進めることを定めた合意を締結した。2024 年 5 月 31 日、サスクパワー社は、サスカチュワン州における最初の SMR 施設 (BWRX-300 を採用予定) のサイト候補地として、エステヴァン (Estevan) 地域のバウンダリー・ダム貯水池 (Boundary Dam Reservoir) とラファティ貯水池 (Rafferty Reservoir) の 2 か所について、更なる調査の対象として選定した。	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
<u>英国</u>		
廃止措置中のトロースフィニッド原子力発電所サイトにおける SMR 建設の動き	2023 年 5 月 16 日付の報道によると、ウェールズ (Wales) に位置する廃止措置中のトロースフィニッド (Trawsfynydd) 原子力発電所サイトにおいて SMR を建設することを提案しているクムニ・エギノ (Cwmni Egino) 社は、同サイトにおける SMR の商業展開の実現可能性を確認するための開発作業の第 1 段階を完了したとのことである。	候補になっていない。
ノースイースト・イングランドへの配備	2024 年 2 月 8 日、ウェスチングハウス (WH) 社は、英国のコミュニティ・ニュークリア・パワー (CNP : Community Nuclear Power, Ltd.) 社との間で、ノースイースト・イングランド (Northeast England) のノース・ティーサイド (North Teesside) 地域において WH 社の AP300 (SMR) を 4 基配備することに取り組むとした合意 (agreement) を締結したことを発表した。英国における最初の民間資金 (privately-financed) による SMR 群にあたるという。	候補になっていない。
<u>ポーランド</u>		
インダストリア社の計画	インダストリア (Industria) 社は、ロールス・ロイス (Rolls-Royce) 社製の SMR を用いた原子力発電所をポーランド国内において建設することを計画している。この計画に対して気候・環境省は、2024 年 5 月 10 日に原則決定 (decision-in-principle) を発行した。	候補になっていない。
KGHM 社の計画	2023 年 4 月 14 日、KGHM 社 (KGHM Polska Miedź SA) は、SMR の建設に関する「原則決定」 (decision-in-principle) の発給を求めて、気候・環境省に対して申請を行ったことを発表した。KGHM 社は、NuScale 社の VOYGR SMR 発電所をポーランド国内において早ければ 2029 年に商業展開することで NuScale 社と 2022 年 2 月に合意しており、2022 年 7 月にはポーランド原子力庁 (PAA : Państwowa Agencja Atomistyki) に対して NuScale 社の SMR 技術を評価してサイト調査を準備するための申請を行っている。2023 年 7 月 13 日、KGHM 社は、NuScale 社製 SMR に基づく発電所の建設計画に関する「原則決定」申請が、気候・環境省により承認されたことを発表した。	候補になっていない。
オーレン・シントス・グリーン・エナジー社の計画	2023 年 4 月 27 日、オーレン・シントス・グリーン・エナジー (OSGE : Orlen Synthos Green Energy) 社は、ポーランド国内の 6 か所において GEH 社製の SMR の BWRX-300 に基づいた原子力発電所を建設する計画について、「原則決定」の発行を求める申請を行った。2023 年 5 月 23 日、PAA 長官は、GEH 社の SMR の BWRX-300 を対象とした「一般見解」 (general opinion) を発行した。この中で PAA 長官は、BWRX-300 について、ポーランドの原子力法 (Atomic Law) と原子力施設の安全に関する規則の要件を満たしていると述べている。2023 年 12 月 7 日、気候・環境省は、GEH 社製の SMR である BWRX-300 をポーランド国内の 6 か所において計 24 基建設することについて、OSGE 社に対して「原則決定」を発行した。	候補になっていない。
<u>ウクライナ</u>		
具体的には未定	2023 年 4 月 21 日、ホルテック・インターナショナル社とウクライナの国営原子力エネルギー企業エネルゴアトム (Energoatom) 社は、2029 年 3 月までの最小制御原子炉出力 (minimum controlled reactor power) 達成と送電網接続を目標とした、ホルテック社製 SMR である SMR-160 の最初のパイロット事業の実施を想定した協力協定 (Cooperation Agreement) に署名した。更にこの契約では、ウクライナ国内で最大 20 件の SMR-160 発電所を迅速に建設・運転開始するため、また SMR-160 発電所の建設に必要な様々な設備の製造を現地化するために必要な製造設備を設けるための効率的な実行計画を、両社が共同で策定することを定めている。	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
NGSI とレッドコールド社の計画	2023 年 5 月 12 日、鉛冷却の小型炉である SEALER-55 の開発を行うレッドコールド (Leadcold) 社は、ウクライナのエネルギー企業グループ NGSI (Neftegazstroyizolyatsiya) との間で、ロシアとの戦争終結後にウクライナに対し SMR を提供するための条件を調査することを定めた基本合意書 (LOI : Letter of Intent) に署名した。レッドコールド社が開発している鉛冷却小型炉 SEALER-55 は高水準の受動的安全性を特徴としており、電気容量は 5 万 5,000kW とされる。	候補になっていない。
<u>ロシア</u>		
ノリリスク工業地区への配備	2023 年 11 月 13 日、ロスアトム (ROSATOM) 社は、ノリリスク・ニッケル (Norilsk Nickel) 社との間で、ノリリスク工業地区 (NID : Norilsk Industrial District) に対するエネルギー供給を行うための陸上小規模原子力発電所 (SNPPs) 建設に関する協力意向合意 (Agreement of Intent and Cooperation) を締結したことを発表した。両社は陸上 SNPP 事業のための優先サイト、構成、発電所の建設・運転に必要なインフラ、および最適な事業実施モデルについて調査・決定する計画であるという。なお、ロスアトム社によると最新の RITM-400 原子炉施設に基づく SMR 原子力発電所事業が優先的に検討される可能性があるという。	候補になっていない。
ヤクート小型モジュール炉原子力発電所の建設計画	ロシア連邦サハ共和国 (Republic of Sakha) におけるヤクート SMR 原子力発電所 (Yakut small modular reactor nuclear power plant) の建設計画。採用予定の炉型は RITM-200N (出力 5 万 5,000kW) である。2023 年 4 月 21 日、連邦環境・技術・原子力監督庁 (Rostekhnadzor) は、サハ共和国におけるロシア初の地上型 SMR の建設許可を発給した。	候補になっていない。
<u>韓国</u>		
SMR 産業複合施設の建設計画	2024 年 6 月 20 日、ユン・ソンニョル (Yoon Suk-yeol) 大統領は、慶尚北道の慶州 (Gyeongju) 市に SMR 産業複合施設を創設する計画を発表した。SMR 産業複合施設の規模は 3,000 億ウォン相当とされている。	候補になっていない。
大邱慶北新空港近隣のハイテク産業複合施設における SMR 発電所建設計画	2024 年 6 月 17 日、韓国水力原子力発電会社 (KHNP) と大邱広域市 (Daegu Metropolitan City) は、新設される大邱慶北新空港 (Daegu-Gyeongbuk New Airport) 近隣のハイテク産業複合施設において SMR 発電所を建設することに関する MOU を締結した。MOU には、1 基あたり 17 万 kWe のモジュール 4 基から成る 68 万 kWe の SMR 発電所を建設・商業化することを目指し、サイト適合性や経済的実現可能性、住民の受容促進に関する実現可能性調査が含まれているという。大邱広域市は KHNP や建設企業と共同で予備的な実現可能性調査を 2026 年までに実施し、政府による標準設計認証 (SDA) 取得を 2028 年、商業開発開始を 2033 年に予定している。なお、大邱広域市は、過去 2 年間にわたり通商産業資源部 (MOTIE) や KAERI、i-SMR 技術開発機関 (i-SMR Technology Development Agency) と、同地における韓国初となる SMR 建設について議論を行ってきたことを明らかにしている。	候補になっていない。
<u>インド</u>		
具体的には未定	2023 年 8 月 2 日、J.シン (Jitendra Singh) 閣外大臣 (Minister of State) はインド下院であるローク・サバー (Lok Sabha) における質問への回答として、インド政府は SMR を選択肢として検討しているが、大型炉によって原子力発電容量を増強することがインド原子力庁 (DAE : Department of Atomic Energy) にとっての最重要の目標であることを明らかにした。	原子力発電容量の増強において大型炉の建設が候補になっている。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
<u>インドネシア</u>		
具体的には未定	2023 年 12 月 4 日付の報道によると、インドネシア国営電力公社 (PLN, Indonesian Electric Power Corporation) の子会社であるヌサンタラ・パワー (Nusantara Power) 社と KHNP は、インドネシアにおいて一体型の加圧水型軽水炉 (PWR) による原子力発電所である KHNP の i-SMR (電気出力は 17 万 kW) の導入建設に関する相互協力を定めた MOU を締結した。	候補になっていない。
プブック・カリマンタン・ティムール社等の計画	2023 年 5 月 19 日、インドネシアのアンモニア (肥料) 生産会社プブック・カリマンタン・ティムール (PKT: Pupuk Kalimantan Timur) 社とプルタミナ新・再生可能エネルギー (Pertamina New & Renewable Energy) 社、およびデンマークのコペンハーゲン・アトミックス (Copenhagen Atomics) 社とオールボー CSP (Aalborg CSP) 社、アルファ・ラヴァル (Alfa Laval) 社、トプソー (Topsoe) 社は、コペンハーゲン・アトミックス社製 SMR であるトリウム溶解塩炉によって稼働する PKT 社のアンモニア生産施設をインドネシアの東カリマンタン州ボルネオ島東岸のボンタン市において建設するための運転条件・規制上件を調査することを定めた MOU に署名した。	候補になっていない。
<u>カザフスタン</u>		
カザフスタン初となる原子力発電所の建設計画	2024 年 5 月 28 日付の報道によると、カザフスタンの A.サトカリエフ (Almasadam Satkaliyev) エネルギー大臣は、米国と日本の企業の SMR 設計を、カザフスタンにおける将来の原子力発電所として採用する原子炉の選択肢としてカザフスタンエネルギー省が再度審査していると述べた。NuScale 社の NPM (7 万 7,000kW) と GEH 社の BWRX-300 (30 万 kW) が採用される炉型の候補となっている。	候補になっている。ロスアトム社は VVER-1200 および VVER-1000 を提案しており、中国核工業集団 (CNNC) は HPR-1000、KHNP は APR-1400、フランス電力会社 (EDF) は EPR1200 を提案している。
<u>イタリア</u>		
エジソン社の計画	2023 年 10 月 4 日、イタリアの大手電力会社であるエジソン (Edison) 社は、イタリア国内における原子力発電再開の条件が整った場合、EDF の SMR 技術 (NUWARD) に基づく原子力発電所 (34 万 kW) を 2030～2040 年の間に 2 か所建設する意向を明らかにした。	候補になっていない。
EDF・エジソン社等と鉄鋼会社による SMR 発電所計画	2024 年 7 月 23 日、EDF、エジソン社、Federacciai 社、アンサルド・エネルギー (Ansaldo Energia) 社、およびアンサルド・スクレアーレ (Ansaldo Nucleare) 社は、イタリアにおける鉄鋼産業の競争力強化および脱炭素化促進のために原子力エネルギーを利用することにおける協力強化のための MOU に署名したことを発表した。この MOU の目的は、第一にイタリアの鉄鋼産業における需要を満たすために SMR 原子力発電所建設に対する中期的な共同投資の機会を検討すること、第二にイタリア-フランスの既存の相互接続網容量を活用して中長期的な原子力エネルギー供給の機会を検討することであるという。	候補になっていない。
<u>タイ</u>		
SMR の導入を検討中	2024 年 5 月 31 日、S. タウィーシン (Srettha Thavisin) 首相は、発電用の天然ガスの備蓄量を低減させつつタイの発電電源構成を多様化させるために、SMR を導入することを模索していると述べた。産業用の発電減として SMR の導入を検討している。	候補になっていない。
<u>フィンランド</u>		
LDR-50 熱供給炉を用いたパイロット発電所	2024 年 6 月 6 日、フィンランドの原子力スタートアップ企業であるステディ・エナジー (Steady Energy) 社は、同社の SMR である「LDR-50 熱供給炉」(LDR-50 district heating reactor) を原子炉として用いるパイロット発電所の建設について、フィ	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
	ンランド国内において 2025 年に開始する予定であることを明らかにした。「LDR-50 熱供給炉」は、熱出力 5 万 kWt の PWR に基礎を置いた SMR であり、受動的安全設計を備えている。なお LDR は「低温熱供給炉」(Low-temperature District heating Reactor) の略であり、燃料交換サイクルは 24 か月、炉心入口温度は摂氏 80～105 度、炉心出口温度は摂氏 130～155 度、および原子炉運転圧力は 0.5～0.8MPa である。	
スウェーデン リングハルス原子力発電所の隣	2024 年 6 月 12 日、バッテンフォール (Vattenfall) 社は、スウェーデンのリングハルス (Ringhals) 原子力発電所の隣において建設を計画している新規原子炉について、6 社の SMR サプライヤー候補の中から、英国のロールス・ロイス SMR (Rolls-Royce SMR) 社と米国の GEH 社を最終候補として決定したことを発表した。なお、バッテンフォール社は同サイトにおいて大型炉を建設する条件の調査も並行して継続している。原子炉の種類にかかわらず、早くとも 2030 年代前半に新規炉の運転を開始することを目標としている¹。	候補になっている。WH 社、EDF、KHNP の設計が検討対象。
チェコ SMR ロードマップ	2023 年 11 月 1 日、チェコ政府は、産業通商省 (Ministry of Industry and Trade) が提出した「チェコ SMR ロードマップー経済への適用性と貢献」(Czech SMR Roadmap – Applicability and Contribution to Economy) を承認したことを発表した。このロードマップに基づき、SMR 技術が国家エネルギー政策 (State Energy Policy) に含まれるとともに、チェコ共和国空間開発政策 (Spatial Development Policy of the Czech Republic) において SMR 技術が認識されることとなる。ロードマップではサイト候補と投資モデルの概要が示されており、2030 年代前半に SMR 建設を開始するためにサイト選定・準備プロセスを加速させることが提案されている。また、サイト候補としては既存の原子力サイト以外に、Dětmárovice や Tisová といった現在石炭火力発電所が立地する場所を含む計 45 か所が挙げられている。J. スィーケラ (Jozef Sikela) 産業通商大臣はロードマップ承認をうけて、小型および中型原子炉は電力および熱生産の双方の観点からチェコの現代的な電力システムにおける素晴らしい追加となるとして、2030 年代～2040 年代以降に大型原子炉を SMR により補完するビジョンについて言及している。	原子力政策においては大型炉が主。SMR は大型炉を補完するもののとの位置付け。
アルゼンチン CAREM SMR	2024 年 5 月 31 日付の報道によると、アルゼンチン原子力委員会 (CNEA : Comisión Nacional de Energía Atómica) の G. グイド・ラバジェ (Germán Guido Lavalle) 委員長は、CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares) SMR に関する詳細設計審査 (Critical Design Review) について、既に専門家グループが選定され作業を開始しており、60 日以内で完了する見込みであることを明らかにした。CAREM SMR はアルゼンチン初の国内設計・開発による原子炉で、電気出力 3 万 2,000kW の原型炉である。CAREM の構成要素や関連サービスのうち少なくとも 70% はアルゼンチン国内企業から調達される。CAREM の最初のコンクリート打設は 2014 年 2 月に行われ正式に建設が開始されたが、度々建設が中断されている。2022 年 10 月に CNEA は CAREM の土木工事は 2024 年中に完了し、初臨界は 2027 年末の見込みであることを発表しており、2023 年 10 月には CNEA とアルゼンチン国営原子力発電会社 (NA-SA : Nucleoeléctrica Argentina S.A.) が、CAREM 事業に対する技術支援に関する枠組み合意を締結している。	候補になっていない。

¹ Vattenfall takes the next step for new nuclear power at Ringhals in Sweden, <https://group.vattenfall.com/press-and-media/pressreleases/2024/vattenfall-takes-the-next-step-for-new-nuclear-power-at-ringhals-in-sweden>

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
<u>ガーナ</u> 具体的には未定	米国等がガーナにおいて SMR の建設を提案中。米国は、ガーナを SMR に関するアフリカ大陸における地域拠点 (regional hub) とすることを提案している。	候補になっていない。
<u>ヨルダン</u> 具体的には未定	2023 年 12 月 4 日付の報道によると、ヨルダン原子力エネルギー委員会 (JAEC : Jordan Atomic Energy Commission) と KHNP は、ヨルダンにおいて一体型の PWR による原子力発電所である KHNP の i-SMR (電気出力は 17 万 kWe) の配備に関する MOU に署名した。ヨルダンは 2030 年以降の SMR 導入を検討しており、2024 年以降に SMR 供給事業者を選定することを目標として入札プロセスの準備を進めている。	候補になっていない。
<u>キルギス</u> 具体的には未定	ロスアトム社とキルギスは、2022 年 1 月 20 日にドバイ万博において SMR 発電所建設に関する協力覚書 (MOC) を締結した。これはキルギスに RITM-200N を基にした SMR を建設することへの協力発展を企図するものであった。また両者は 2022 年 11 月に SMR 発電所の建設に関する予備的フィージビリティレポートに関する技術的任務 (Technical Assignment) に署名しており、2023 年中に予備調査 (pre-study) の完了が期待されている。2023 年 6 月 9 日付で報道のあった両者の更なる MOU を以て、この分野における協議 (consultations) を継続することで合意したという。	候補になっていない。
<u>ルーマニア</u> ドイチェシュティへの配備	2024 年 3 月 18 日、K.カバレック (Kathleen Kavalec) 駐ルーマニア米国大使は、ルーマニアのドイチェシュティ (Doicesti) SMR サイトを訪問し、ドイチェシュティ SMR 事業 (Doicesti SMR project) に対して米国輸出入銀行 (EXIM) と米国国際開発金融公社 (U.S. International Development Finance Corporation) がそれぞれ 10 億ドルと 30 億ドルの融資を約束したことを明らかにした。米国大使館チームはルーマニア国営原子力発電会社 (SNN) や RoPower 社、NuScale 社、フルーア (Fluor) 社と協力し、ドイチェシュティ SMR 事業に取り組んでいるとしている。	候補になっていない。
<u>スロバキア</u> 具体的には未定	2023 年 7 月 17 日、WH 社は、スロバキアの国営原子力会社 JAVYS との間で、WH 社製 AP1000 および AP300 (SMR) の配備可能性に関する MOU に署名したことを発表した。両社は今回の MOU に基づき、スロバキアにおいて AP1000 および AP300 技術を導入するにあたっての次段階を探りながら、詳細な技術・開発計画について協力するための枠組み構築に取り組むとしている。	候補になっている。 WH 社の AP1000 が候補になっている。
<u>中央・東欧</u> 具体的には未定	2023 年 9 月 6 日、気候変動問題担当の J.ケリー (John Kerry) 大統領特使は、既存の石炭火力発電所を SMR 発電所へと転換するために中欧・東欧の 17 か国を対象として米国政府が実施する支援について、スロバキア、ポーランド、およびチェコから提案されたプロジェクトが競争的な手続き (コンテスト) を経て選定されたことを発表した。今回選定されたことが発表された 3 つのプロジェクトは、ケリー大統領特使が 2022 年に発表した「プロジェクト・フェニックス」(Project Phoenix) に基づき、石炭火力発電所から SMR 発電所への転換についてのフィージビリティスタディに対して支援を受けることとなる。	候補になっていない。

SMR の建設が提案または計画されている事例
(大型炉が候補になっているかについても記載)

新規建設計画名／立地候補	SMR 建設計画の概要	大型炉も候補か
ウズベキスタン ジザフ (Jizzakh) 地域	ウズベキスタンとして初となる原子力発電所として、ロシア製 SMR の RITM-200N (電気出力 5 万 5,000kWe) を 6 基建設することが計画されている。	候補になっていない。

(出典：原子力平和利用確保調査)

上表の事例において、採用する原子炉として **SMR** が放棄されて大型炉の採用へと切り替わった場合には、そのことを以て「**SMR から大型炉に回帰する流れ**」があるということが可能である。しかしながら上表の通り、実際にはそのような事例が 2024 年 8 月時点では無いことから、2024 年 8 月時点では公開情報に基づく限りでは「SMR から大型炉に回帰する流れ」があるという主張を行うことはできない。

以上

(2) IAEA 低濃縮ウラン（LEU）バンクの最新状況

国際原子力機関（IAEA）の公開情報に基づく限りにおいて、2022 年以降に低濃縮ウラン（LEU）バンク¹の動きに関する報道発表は存在しない*²。

* 2022 年 4 月 11 日の News は 2021 年 12 月刊行の IAEA Bulletin の記事へリンクするもので、2022 年に執筆された新しい記事ではない。

関連する動きとしては、2023 年 9 月に開催された第 67 回 IAEA 総会初日のサイドイベントとして、カザフスタンが企画した「IAEA LEU バンク：最終手段としての供給メカニズムの保証と適格加盟国が利用できる LEU 備蓄」（IAEA Low Enriched Uranium (LEU) Bank: Assurance of Supply Mechanism of Last Resort and a Reserve of LEU Available for Eligible Member States）が実施された³。このサイドイベントでは、LEU バンクの設立と運営について検討するとともに、市場混乱時の核燃料供給確保のための世界的な取り組みの一環として、LEU シリンダーの再認証（recertifying）プロセスが取り上げられた。このサイドイベントに関するカザトンプロム（Kazatomprom）社の発表によると⁴、LEU バンクに貯蔵されているシリンダーの認証更新（re-certification）の第 1 段階が 2023 年に実施され、残りのシリンダーの認証更新の第 2 段階は 2024 年に実施される予定である。また、LEU バンクは約 90t の LEU を貯蔵しており、この量はカザトンプロム社の子会社であるウルバ冶金工場（UMP：Ulba Metallurgical Plant JSC）が自身の生産在庫として貯蔵していたウラン総量の 10%を超えない量である。

IAEA によると⁵、LEU バンクの設立と少なくとも 20 年間の運営のために必要な合計 1 億 5,000 万ドルのうち、核脅威イニシアチブ（NTI：Nuclear Threat Initiative）が 5,000 万ドル、米国が 4,900 万ドル、EU が最大 2,500 万ドル（セキュリティ用の最大 500 万ドル誓約を含む）、アラブ首長国連邦（UAE）とクウェートが各 1,000 万ドル、ノルウェーが 500 万ドルを提供し、カザフスタンが 40 万ドルと LEU バンクの立地を含む現物出資を提供している。

以上

¹ IAEA Low Enriched Uranium (LEU) bank, <https://www.iaea.org/topics/iaea-low-enriched-uranium-bank>

² News – IAEA Low Enriched Uranium Bank, <https://www.iaea.org/news?topics=2958>

³ 67th IAEA General Conference: Day 1 Highlights, <https://www.iaea.org/newscenter/news/67th-iaea-general-conference-day-1-highlights>

⁴ Kazatomprom is participating in the IAEA General Conference, https://www.kazatomprom.kz/en/media/view/kazatomprom_prinimaet_uchastie_v_generalnoi_konferentsii_magate

⁵ Funding of the IAEA LEU Bank, <https://www.iaea.org/topics/leubank/funding>

(3) 米国の核燃料サイクル政策に関する動向

1. 米国核燃料サイクル政策の基本方針

米国はマンハッタン計画以来、世界の燃料再処理技術をリードしていたが、1977年に米国政府（J.カーター（Jimmy Carter）政権）は核拡散に対する姿勢の一環として、商用原子炉からの使用済燃料の商業目的の再処理を無期限延期することにした。これ以降、使用済燃料は再処理せずに直接処分する政策をとっている。使用済燃料を直接処分前に各サイトから1ヶ所へ集約して管理する集中中間貯蔵施設の計画があるが、ほとんどの使用済燃料は発電所でサイト内貯蔵されている。この方針は2025年2月末時点においても維持されているとみられる。

商業目的の再処理は現在も実施できない状況ではあるが、エネルギー省（DOE）は燃料サイクル研究開発（FC R&D：Fuel Cycle Research and Development）プログラムを継続しており、その開発の使命をロードマップに記載している。すなわち、持続可能な燃料サイクル開発に役立つ研究を行うこととして、その選択肢は、ウラン資源の利用を改善し、エネルギー生成を最大化し、放射性廃棄物の発生を最小限に抑えるとともにその安全性を向上させ、核拡散リスクを制限するものとしている。プログラムの全体的な目標は、使用済燃料の持続可能な管理のための、安全、経済的、安心で、米国社会に広く受け入れられる解決策の商業的展開を可能にするため、2050年までに必要な技術を実証することである。

このプログラムでは、ワンススルー、モディファイドオープン、フルリサイクルの3つの燃料サイクル戦略を検討している。

① ワンススルー燃料サイクル戦略

FC R&D プログラムは、ウラン資源の効率的な利用を促進し、発電された電力のメガワット時あたりの直接処分を必要とする使用済燃料の量を削減するように原子炉で使用する燃料を開発する。

② モディファイドオープン燃料サイクル戦略

FC R&D プログラムは、拡散リスクを大幅に低減する技術を用いて、燃料資源の利用率を高め、処分される使用済燃料中の長寿命放射性元素の量を減少させる燃料形態と原子炉を調査する。さらに、FC R&D プログラムは、処分する使用済燃料に含まれる長寿命の放射性毒性元素を低減する可能性のある原子炉燃料の選択肢として、非ウラン物質を含めることを評価する。

③ フルリサイクル燃料サイクル戦略

FC R&D プログラムは、長寿命のアクチニド元素を処分せずに、繰り返しリサイクルできるようにする技術を開発する。最終的な目標は、廃棄物によってもたらされる長期的なリスクを劇的に低減し、廃棄物処分に伴う不確実性を軽減し、費用対効果が高く核拡散リスクの低いアプローチを開発することである。

このほか、DOE は研究開発プログラムの多様なポートフォリオを有している。このよう

な研究開発活動には、高度に専門化された研究開発施設と機能が必要となるが、これらは主に DOE の国立研究所でのみ利用が可能である。研究開発の一環として、DOE 内のエネルギー高等研究計画局（ARPA-E）が革新炉と燃料サイクル関連の新技术に関するプログラムとして ONWARDS（Optimizing Nuclear Waste and Advanced Reactor Disposal Systems）、CURIE（Converting UNF Radioisotopes Into Energy）、NEWTON（Nuclear Energy Waste Transmutation Optimized Now）を実施している。この3つのプログラムには、DOE の予算のもと、多くの国立研究所、大学、民間企業が参加している。

2. 直近 1 年間の動向

2.1. 資金提供公募

使用済燃料のリサイクルの例としては、関連する経済的および技術的課題に対処するための米国の業界の取り組みを支援するため「技術・経済の進化に応じて選択肢を評価するための燃料サイクル研究開発」（Fuel Cycle Research and Development to Assess Options as Technologies and Economics Evolve）として 1,000 万ドル、高濃縮低濃縮ウラン（HALEU）の製造プロセスの進歩を促進するために最大 8,000 万ドルの資金提供（公募）を行っている。これは米国における国内使用済燃料リサイクルプロセスの革新と競争力を促進することになる。リサイクルの技術的・経済的な課題を、不拡散目標を達成する方法で解決することは、原子力エネルギーの持続可能性を大幅に高め、より多くの雇用を創出することになると DOE は考えている。

また、ARPA-E による NEWTON（Nuclear Energy Waste Transmutation Optimized Now）プログラムが 2024 年に設置され、2025 年 1 月に資金提供先が選定された。シャイン・テクノロジーズ（SHINE Technologies）社等の 11 事業に対し計 4,000 万ドルの資金提供が行われる。

2.2. 2025 年度の FC R&D プログラムの展望と予算

2025 年度の FC R&D プログラムにおける DOE のビジョンは、今世紀半ばまでに、米国の商用使用済燃料の安全で長期的な管理と最終的な処分のための戦略と技術、および軽水炉の事故耐性を高め、持続可能な燃料サイクルを可能にする関連する燃料サイクル技術が実証され、展開されることであると表明されている。

DOE 原子力エネルギー局（NE）は、2024 年 4 月に原子力エネルギー諮問委員会（Nuclear Energy Advisory Committee）に対して 2025 会計年度（2025 年 10 月開始）の DOE の原子力エネルギーの予算要求を説明している。これによると、FC R&D プログラムの要求額は 2024 会計年度予算額（enacted）から 1,819 万ドル（4%）増額している。FC R&D 費用は毎年増加傾向にある。NE は開発技術の重点分野について詳細に説明するとともに、燃料のリサイクルが経済と廃棄物管理のメリットをもたらすと同時に、先進的な原子炉技術の国内導入を促進し、米国の世界市場での競争力を高め、米国のエネルギー安全保障と炭素削減目標の達成を後押しするという考えを示している。また、燃料が HALEU に移行する場合、再処理と

リサイクルを真剣に検討する必要がある、HALEU 燃料の再処理はウランの利用と供給の信頼性に対処するために大規模な供給問題への対処と並行して行う必要があると述べている。先進炉の展開にリサイクルを組み込むには 15～20 年かかるとして、その基盤を確立する必要性を指摘している。

2.3. 使用済燃料リサイクルに関する立法動向

使用済燃料をリサイクルして先進的な原子炉の燃料を製造する道を開く可能性のある「Nuclear REFUEL 法」案が、2024 年 12 月に連邦議会下院に提出された。米国の原子力業界は、この法案が米国のサプライチェーンの回復力を高め、長期的な原子力廃棄物の削減にも役立つと考えている。Nuclear REFUEL 法は、2024 年 9 月に連邦議会上院に提出された「2024 年核燃料リサイクル研究促進法」(Advancing Research in Nuclear Fuel Recycling Act of 2024) 案に続くものである。上院法案は、DOE に対し、国内の使用済燃料を商業用および先進的な原子炉、その他の民生用途に使用可能な燃料にリサイクルすることのコスト、利点、リスクを評価する専門家の独立委員会を設置するよう求めている。両法案に対する業界の反応は、使用済燃料の商業的な国内リサイクルが国の燃料サプライチェーンの回復力とエネルギー安全保障に与える可能性のあるプラスの影響と、長期的な持続可能性へのプラスの影響を強調している。

3. 参考文献

- [1] DOE Funding for Advanced Nuclear Reactors, Los Alamos National Laboratory, Nov. 1, 2023, <https://www.lanl.gov/media/publications/actinide-research-quarterly/first-quarter-2023/doe-funding-for-anr>
- [2] U.S. Department of Energy Releases \$10 Million to Support Research on Used Nuclear Fuel Recycling Technologies, Office of Nuclear Energy, Dec. 20, 2024, <https://www.energy.gov/ne/articles/us-department-energy-releases-10-million-support-research-used-nuclear-fuel-recycling>
- [3] DOE announces funding for HALEU recycling R&D, Core Power News Letter, Dec. 23, 2024, <https://www.corepower.energy/news/doe-funding-for-haleu-technology-and-recyclingtechnology>
- [4] ARPA-E Announces \$40 Million for Groundbreaking Approach to Reduce the Impact of Used Nuclear Fuel, Jan 17, 2025, <https://arpa-e.energy.gov/news-and-events/news-and- insights/arpa-e-announces-40-million-groundbreaking-approach-reduce-impact-used-nuclear-fuel>
- [5] Fiscal Year 2025 Distinguished Early Career Program, Funding Opportunity Announcement: DE-FOA-0003311, U. S. Department of Energy Idaho Operations Office, May 20, 2024, https://neup.inl.gov/content/uploads/14/2024/07/FY_2025-_DECP_DE-FOA-0003311_Final

- [6] Advanced Reactors Spent Fuel & Waste Science and Technology Program, Gordon M Petersen et al., Idaho National Laboratory, March 2024, WM2024 Conference, https://inldigitallibrary.inl.gov/sites/sti/sti/Sort_82329.pdf
- [7] NE FY25 Budget, Presentation to Nuclear Energy Advisory Committee, Office of Nuclear Energy, DOE, April 30, 2024, <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-06/ne-neac-presentation-043024.pdf>
- [8] Merits and Viability of Different Nuclear Fuel Cycles and Technology Options and the Waste Aspects of Advanced Nuclear Reactors (2023), Overview of Congressional Issues, National Academic Press, Dec.14, 2023, <https://nap.nationalacademies.org/read/26500/chapter/3>
- [9] Bipartisan bills seek to enable recycling of used nuclear fuel, Core Power, Dec.16, 2024, <https://www.corepower.energy/news/bipartisan-bills-seek-to-enable-recycling-of-used-nuclear-fuel>

以上

(4) 英国の核燃料サイクル政策に関する動向

1. 英国核燃料サイクル政策の基本方針および過去の経緯

英国では 1971 年以降、核燃料サイクルに関する研究開発は英国原子力公社（UKAEA）が、核燃料サイクル業務全般は英国原子燃料会社（BNFL）が実施していた。2005 年以降は原子力廃止措置機関（NDA）が再処理関連施設を管理している。NDA の組織体制は実施状況を基に変更されてきたが、現在は再処理施設のあるセラフィールド（Sellafield）やドーンレイ（Dounreay）も含めて、実施組織はそれぞれ NDA の子会社として運営されている。

核燃料サイクル政策には必須である再処理技術開発は 1940 年代に開始され、1952 年にはセラフィールドにおいて黒鉛ガス炉の天然ウラン燃料を年間 500 トン処理する B-204 の操業を開始し、1964 年まで再処理を行った。1964 年にはマグノックス炉の天然ウラン燃料を年間 1,500 トン処理する B-205 が操業を開始し、その後、B-204 の前処理設備は濃縮ウランの処理ができるように改良され、前処理工程を終えた材料は B-205 に供給されることになった。B-204 と B-205 の両プラントで合計 4 万トン以上の使用済燃料が再処理された。B-205 は 2022 年に操業を終了した。マグノックス炉燃料の再処理施設における再処理業務終了を伝える NDA のプレスリリースでは、再処理終了までに約 5 万 5,000 トンの使用済燃料が再処理されたことを明らかにしている。

1992 年にはセラフィールドにおいて、酸化燃料の再処理工場として濃縮ウラン燃料の再処理を年間 1,200 トン（実際の処理能力は年間 900 トン）行う THORP（Thermal Oxide Reprocessing Plant）の建設を完了し、1994 年に操業を開始した。THORP は 2018 年に操業を停止した。また、ドーンレイにおいて UKAEA が行っていた高速炉サイクル計画の一環として、高速実験炉（DFR : Dounreay Fast Reactor）と原型炉（PFR : Prototype Fast Reactor）から発生する使用済燃料の再処理を目的として、年間処理能力が 5～6 トンの小規模再処理施設が建設され、1960 年に操業を開始し、1996 年に操業を停止した。

THORP の操業停止以降、英国は再処理を伴うクローズド燃料サイクルを実施していない。2023 年 10 月 2 日付の NDA およびその子会社群による報告書（Corporate report）『事例研究：使用済燃料戦略的テーマ』（Case studies: Spent Fuels strategic theme）では、「NDA の戦略は再処理プログラムを終了させることにある」（The NDA's strategy has been to bring the reprocessing programme to an end.）という記述がみられ、使用済燃料はすべて深地層処分施設（GDF : Geological Disposal Facility）において処分するという想定のもとで計画策定が行われている。

英国政府は、再処理分野の将来の能力と研究プログラムのサポートの両方において、英国の核燃料サイクルの知識とスキルベースの価値を認識しているため、研究施設とプログラムへの投資を通じて、支援を継続している。研究開発の一例として、国立原子力研究所（NNL）はプルトニウム（Pu）の総在庫を安定化または削減し、燃料サイクルを通じた Pu の移動による拡散リスクの短期的な増加を犠牲にして、長期的な拡散リスクを軽減できるとし、保管

している使用済燃料を再処理することでオープンサイクルと Pu リサイクルを含むクローズド燃料サイクルを比較検討している。また、第 III 世代+および第 IV 世代原子炉システムを通じて、短期的および長期的に必要とされる規模で、安全で信頼性が高く、経済的で持続可能な原子力エネルギーを提供するためには、大規模な国際的作業プログラムが必要と考え、5 つのパートナー大学と NNL にまたがる学際的なチームを編成して、新型原子炉に適した特定の使用済燃料再処理技術の開発を実施している。このチームは、直接酸化物還元による材料電気合成と、熔融塩システムからの選択的電解溶解および電気めっきを開発することにより、燃料再処理を提供するための材料研究プログラムを実施する。これらのプロセスを開発することで、核燃料を再処理する最善の方法と基本的な理解が得られる。

2. 直近 1 年間の動向

英国では、新規の原子力発電所（加圧水型軽水炉（PWR）や小型モジュール炉（SMR））の建設計画が加速しており、2024 年 1 月に発表された『民生用原子力：2050 年までのロードマップ』（Civil nuclear: roadmap to 2050）によれば、英国政府は 2050 年までに原子力発電容量を最大 24GW にするという目標を掲げており、これは予測電力需要の最大 4 分の 1 をカバーすることになるとしている。核燃料サイクルについては、低濃縮ウラン（LEU）や高含有低濃縮ウラン（HALEU）の転換、濃縮、脱転換、燃料製造といったフロントエンドについては言及しているが、クローズド核燃料サイクルに必要な再処理事業については言及していない。現在セラフィールドに集約して保管している使用済燃料再処理に由来する民生分離 Pu の先進的な原子力技術による使用を支持しないが、現場では高い危険リスク低減活動を優先するとしている。

2025 年 1 月 24 日、M.シャンクス（Michael Shanks）エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）政務次官（Parliamentary Under Secretary of State）は、セラフィールドに保管されている民生分離 Pu のインベントリ（約 140 トン）について、DESNZ と NDA が共同で固定化（immobilise）に取り組む方針を「プルトニウム処分戦略」（Plutonium Disposition Strategy）として明らかにした。英国政府はこれら分離 Pu について、保管中の長期的な安全およびセキュリティに関する負担を軽減し、GDF における処分に適する形にすることを目標としているという。分離 Pu については、2011 年に実施されたパブリックコンサルテーションを経て英国政府は、Pu は MOX 燃料として再利用することを追求するが、Pu 管理に関する代替案の提案も引き続き受け付けるとする暫定的な政策上の見解を提示した。その後、NDA が固定化と再利用の双方の選択肢を含む長期処分ソリューションの好ましい選択肢を特定するため、技術面・実現可能性・経済面に関する分析を実施し、固定化を推奨する結論を明らかにしていた。

3. 参考文献

- [1] Civil nuclear: roadmap to 2050 (accessible webpage) - GOV.UK, Department for Energy Security & Net Zero, Updated 26 January 2024, <https://www.gov.uk/government/publications/civil-nuclear-roadmap-to-2050/civil-nuclear-roadmap-to-2050-accessible-webpage>
- [2] UK policy framework for managing radioactive substances and nuclear decommissioning, March 2024, <https://www.gov.wales/sites/default/files/publications/2024-03/managing-radioactive-substances-and-decommissioning-policy-framework.pdf>
- [3] Case studies: Spent Fuels strategic theme - GOV.UK, October, 2023, <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-decommissioning-authority-annual-report-and-accounts-2022-to-2023/case-studies-spent-fuels-strategic-theme>
- [4] The United Kingdom's Ninth National Report on Compliance with the Convention on Nuclear Safety, Department of Business Energy & Industrial Strategy, April 2023, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65ce5db30f4eb1001aa9812f/uk-9th-national-report-compliance-convention-nuclear-safety.pdf>
- [5] Advanced Reprocessing Research and Development Needs, National Nuclear Laboratory, January 2019, <https://www.nnl.co.uk/wp-content/uploads/2019/01/advanced-reprocessing-position-paper-final.pdf>
- [6] A coordinated materials programme for the sustainable reduction of spent Fuel vital In a closed loop Nuclear Energy cycle, University of Edinburgh, October 2024, Lead Research Organisation
- [7] Job done: Sellafield plant safely completes its mission, NDA, 19 July 2022, <https://www.gov.uk/government/news/job-done-sellafield-plant-safely-completes-its-mission>
- [8] Plutonium Disposition Strategy Statement made on 24 January 2025, <https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2025-01-24/hcws388>

以上

(5) 英国の核燃料サイクル政策の経緯に関する動向

1. 用語の定義

「核燃料サイクル」(nuclear fuel cycle) という語について、国際原子力機関 (IAEA) は「原子力発電炉から電力を生産することに関連した様々な活動を総称して核燃料サイクルと呼ぶ」(The various activities associated with the production of electricity from nuclear power reactors are referred to collectively as the nuclear fuel cycle.) と説明している¹。核燃料サイクルはウラン採掘から始まり、廃棄物の処分を以て終了となる。IAEA は核燃料サイクルを、燃料の準備を行う「フロントエンド」(front end)、発電のための原子炉運転のために燃料が使用される「サービス期間」(service period)、再処理やリサイクル、処分を含む使用済燃料の安全管理を行う「バックエンド」(back end) の3段階に大別している。使用済燃料の再処理を行わない場合、その燃料サイクルは「ワンスルー」(once-through) 核燃料サイクルと称される。使用済燃料が再処理・リサイクルされる場合は「クローズド」(closed) 核燃料サイクルと呼ばれる。

一方で、日本語における「核（あるいは原子）燃料サイクル」という語は、例えば電気事業連合会ウェブサイト上で「ウラン燃料をリサイクルして利用する一連の流れを『原子燃料サイクル』といいます」²と説明されている等、IAEA による説明における「クローズド」核燃料サイクルのみを指すと理解される傾向がある。このため、他国において「核燃料サイクル」(nuclear fuel cycle) という語が使用された場合、日本語における理解との相違について留意する必要がある。

2. 「民生原子力：2050年までのロードマップ」(Civil Nuclear: Roadmap to 2050) における“nuclear fuel cycle”に関する言及

2024年1月11日、英国政府は政策文書 (policy paper) として「民生原子力：2050年までのロードマップ」(Civil Nuclear: Roadmap to 2050) を発表した³。ロードマップ冒頭の「概要」(Executive Summary) において「英国核燃料サイクル」(UK nuclear fuel cycle) と題した項目が設けられている。このセクションでは「我々は英国国内の燃料サイクル能力を再生し、成長させる」(We will regenerate and grow the UK's domestic fuel cycle capabilities.) として、英国におけるロシア製燃料およびウラン製品の供給を2030年までにすべて排除すること、最大3億ポンドを投資し英国における高含有低濃縮ウラン (HALEU) 濃縮・再転換能力を実現する等のフロントエンド部門を強化する方針が示されている。

ロードマップ中の「使用済燃料管理」(Managing spent fuel) のセクションにおいて「政府

¹ IAEA, “The Nuclear Fuel Cycle,” <https://www.iaea.org/sites/default/files/19/02/the-nuclear-fuel-cycle.pdf>

² 電気事業連合会、「原子燃料サイクルとは」 <https://www.fepc.or.jp/supply/hatsuden/nuclear/cycle/about/>

³ Department of Energy Security and Net Zero, “Policy paper Civil nuclear: roadmap to 2050” <https://www.gov.uk/government/publications/civil-nuclear-roadmap-to-2050>

は再処理を再開するための信頼しうる提案を産業界から受け取っておらず、使用済燃料の産業規模での再処理を追求する、あるいは財政的支援を提供する計画を有していない」(The government has not received any credible proposals from industry to restart reprocessing and has no plans to pursue, or provide financial support for, industrial scale reprocessing of spent nuclear fuel)との記述が見られる。また、セラフィールド (Sellafield) サイトに貯蔵されているプルトニウム (Pu) についても、先進原子力技術により使用することは支援しないとの立場が示されている。

以上より、ロードマップにおいて用いられる「核燃料サイクル」(nuclear fuel cycle) という表現は IAEA の説明におけるワンススルー核燃料サイクルを指すと考えられ、ロードマップが示す内容は、使用済燃料の再処理は行わないとする 2018 年の THORP (THERMAL OXIDE REPROCESSING PLANT) 操業終了以降の英国政府方針と合致するとみなすことが可能である。

3. 英国の核燃料サイクル政策の経緯 (THORP 操業開始以降、主に再処理について)

年 (月)	政権	出来事
1994 年	J. Major (保守党)	THORP 操業開始。ガス冷却炉や軽水炉由来の使用済燃料に対応。
1996 年	J. Major (保守党)	ドーンレイ高速炉 (DFR : Dounreay Fast Reactor) および高速原型炉 (PFR : Prototype Fast Reactor) の使用済燃料再処理のための小規模再処理施設 (1960 年操業開始) が操業終了。
2011 年 8 月	D. Cameron (保守党)	福島第一原子力発電所事故をうけ、原子力廃止措置機関 (NDA) がスプリングフィールドズ (Springfields) 所在の MOX 燃料製造工場の閉鎖を発表 ⁴ 。
2011 年 12 月	D. Cameron (保守党)	政府、使用済燃料は MOX 燃料として利用することが最適であるとして MOX 燃料工場の新設を発表 ⁵ 。2019 年着工、2025 年操業開始を見込んでいた。
2018 年	T. May (保守党)	THORP が操業終了。以降、同施設は改良型ガス冷却炉 (AGR) 由来使用済燃料の貯蔵に使用される。
2021 年 3 月	B. Johnson (保守党)	NDA 報告書 (Corporate Report) 『2021 年 3 月から有効な原子力廃止措置機関戦略』 (Nuclear Decommissioning Authority Strategy effective from March 2021) 発表 ⁶ 。「6. 使用済燃料」(6. Spent Fuels)

⁴ 令和 2 年度原子力平和利用確保調査事業成果報告書

⁵ 令和 2 年度原子力平和利用確保調査事業成果報告書

⁶ Nuclear Decommissioning Authority, “Nuclear Decommissioning Authority Strategy effective from March 2

年（月）	政権	出来事
		において「NDA の戦略はすべての使用済燃料をセラフィールドに集約すること」（Our strategy is to consolidate all our spent fuels at Sellafield）、「再処理されていない使用済燃料に関する NDA の戦略は、それらを廃棄物として分類し地層処分施設（GDF：Geological Disposal Facility）において処分するかについての将来的な意思決定を待つ間、暫定的に貯蔵することにある」（Our strategy for the spent fuels which have not been reprocessed is to place them in an interim store pending a future decision on whether to classify them as waste for disposal in a GDF.）といった記述がみられる。
2021 年 12 月	B. Johnson（保守党）	NDA が『2022～2025 年事業計画案』（Draft Business Plan 2022 to 2025）をコンサルテーション用に公開 ⁷ 。「NDA の五大テーマ」（Our five theme）において「NDA の戦略は再処理プログラムを終了させることにある」（The NDA's strategy is to bring the reprocessing programme to an end.）という記述が出現する*。 * これ以前の事業計画等ではこのような表現は見られない。
2022 年 7 月	B. Johnson（保守党）	B-205（マグノックス炉由来の使用済燃料の再処理に対応）が操業終了 ⁸ 。当初は 2020 年に操業終了が予定されていたが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響によりスケジュールが後ろ倒しになっていた。
2023 年 10 月	R. Sunak（保守党）	NDA 報告書（Corporate Report）『事例研究：使用済燃料戦略的テーマ』（Case studies: Spent Fuels strategic theme）発表 ⁹ 。「NDA の戦略は再処理プログラムを

021” <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-decommissioning-authority-strategy-effective-from-march-2021>

⁷ Nuclear Decommissioning Authority, “Nuclear Decommissioning Authority: Draft Business Plan 2022 to 2025 for consultation” <https://www.gov.uk/government/consultations/nuclear-decommissioning-authority-draft-business-plan-2022-to-2025-for-consultation>

⁸ Nuclear Decommissioning Authority, “Job done: Sellafield plant safely completes its mission” <https://www.gov.uk/government/news/job-done-sellafield-plant-safely-completes-its-mission>

⁹ Nuclear Decommissioning Authority “Case studies: Spent Fuels strategic theme” <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-decommissioning-authority-annual-report-and-accounts-2022-to-2023/case-studies-spent-fuels-strategic-theme>

年（月）	政権	出来事
		終了させることにある」（The NDA’s strategy has been to bring the reprocessing programme to an end.）という記述がみられ、使用済燃料はすべて GDF において処分するという想定のもとで計画策定が行われている。
2024 年 1 月	R. Sunak (保守党)	原子力発電拡大計画の概要を示した『民生原子力：2050 年までのロードマップ』（Civil Nuclear: Roadmap to 2050）を政府が発表 ¹⁰ 。核燃料サイクル部門の強化を強調しながらも、再処理を行う計画はないことが明示される。
2025 年 1 月	K. Starmer（労働党）	『プルトニウム処分戦略』（Plutonium Disposition Strategy）を発表 ¹¹ 。セラフィールド貯蔵の民生分離 Pu は固定化し、GDF において処分する方針を決定。
2025 年 3 月	K. Starmer（労働党）	NDA が『2025～2028 年事業計画案』（Draft Business Plan 2025 to 2028）をコンサルテーション用に公開 ¹² 。2023 年 10 月発表の『事例研究：使用済燃料戦略的テーマ』に引き続き「NDA の戦略は再処理プログラムを終了させることにある」（The NDA’s strategy has been to bring the reprocessing programme to an end.）との記述がみられる。

以上

t-fuels-strategic-theme

¹⁰ DESNZ, “Civil Nuclear Roadmap to 2050,”

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65c0e7cac43191000d1a457d/6.8610_DESNZ_Civil_Nuclear_Roadmap_report_Final_Web.pdf

¹¹ UK Parliament, “Plutonium Disposition Strategy” <https://hansard.parliament.uk/Commons/2025-01-24/debates/25012410000005/PlutoniumDispositionStrategy>

¹² Nuclear Decommissioning Authority, “Open consultation Nuclear Decommissioning Authority: Draft Business Plan 2025 to 2028 for consultation” <https://www.gov.uk/government/consultations/nuclear-decommissioning-authority-draft-business-plan-2025-to-2028-for-consultation>

(6) フランスの核燃料サイクル関連施設

1. はじめに

本稿では、フランスの研究用・商業用核燃料サイクル関連施設（高速炉、燃料製造施設、再処理関連施設、高レベル放射性廃棄物管理施設等）について、その概要や性能、現在の状況について取りまとめる。調査は原則として英語による一般公開情報に基づき実施したが、一部については仏日機械翻訳を利用している。なお、出典表記がない情報については平成 27 年度～令和 2 年度および令和 4 年度～令和 5 年度「文部科学省委託事業 原子力平和利用確保調査（諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査）成果報告書」を参照している。

2. 高速炉

2.1. はじめに：規制対応について

フランスの原子力規制当局である原子力安全・放射線防護機関（ASNR）*は、「小型モジュール炉」（SMR）に軽水炉（LWR）技術のほか、高温ガス炉（HTGR）、熔融塩炉（MSR）、鉛冷却高速中性子炉（LFR）、ナトリウム冷却高速中性子炉（SFR）等の先進原子力技術による原子炉設計をも規制対応の対象として含めている¹。ASNR は SMR 事業に対し以下のような 4 段階の対話・評価プロセスを提供している²。

* 2025 年 1 月 1 日、原子力安全機関（ASN : Autorité de sûreté nucléaire）と放射線防護・原子力安全研究所（IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire）が統合され、原子力安全・放射線防護機関（ASNR : Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection、英称 Nuclear Safety and Radiation Protection Authority）が設置された。本稿では各情報が発表された当時の組織名を記載する。

4 段階の対話・評価プロセス

準備段階 (Preparatory Phase)	概念設計 (Conceptual Design)	フェーズ 1：スクリーニング段階（事業内容と会社のプレゼン）
		フェーズ 2：事業準備レビュー（テーマ別レビュー会合の開催等）
規制段階 (Regulatory Phase)	基礎設計 (Basic Design)	フェーズ 3：基本的安全オプションの許認可前（pre-licensing）評価
	詳細設計 (Detailed Design)	フェーズ 4：建設承認申請の評価

¹ ASNR, “The Small Modular Reactors (SMR)” <https://www.french-nuclear-safety.fr/inspection/small-modular-reactors/the-small-modular-reactors-smr>

² ASNR, “ASNR adapts to innovative SMRs” <https://www.french-nuclear-safety.fr/inspection/small-modular-reactors/asnr-adapts-to-innovative-smrs>

「2.2 LFR30」から「2.6 Thorizon One」については、「許認可手続きの状況」として上述の対話・評価プロセスのうち、いずれの段階に該当するかを記載する³。

2.2. LFR30

開発事業者	ニュークレオ（newcleo）社 https://www.newcleo.com/
名称	LFR30* * newcleo 社ウェブサイト上では「LFR-AS-30」と表記される ⁴ 。
炉型	鉛冷却高速炉（LFR）
熱／電気出力	熱出力不明／30MWe
燃料	ウラン／プルトニウム酸化物（MOX）
冷却材	液体鉛
現在の状況	計画中（概念設計段階）
立地	2025 年 2 月、LFR-AS-30 の初号機建設のためアンドル・エ・ロワール（Indre-et-Loire）県のシノン・ヴィエンヌ・エ・ロワール（Chinon Vienne et Loire）自治体コミュニティ内における土地取得手続きを開始（2031 年までに建設予定） ⁵ 。
建設開始時期	不明
運転開始時期	2031 年までに運転開始
許認可手続きの状況	ステップ 2：事前事業レビュー
特記事項	実証炉としての運転と材料照射試験を実施（鋼材、コーティング材）。2023 年に「フランス 2030」（France 2030）投資計画内の革新的新型炉プロジェクトで受賞し、フランス政府から 2,490 万ユーロの資金提供を得ている。

2.3. XAMR

開発事業者	NAAREA（Nuclear Abundant Affordable Resourceful Energy for All）社 https://www.naarea.fr/en
名称	XAMR（Extra-small Advanced Modular Reactor）
炉型	熔融塩高速中性子小型モジュール炉（molten salt, fast neutrons and small modular reactors）
熱／電気出力	80MWth / 40MWe（熱出力は熱源の利用）

³ ASNR, “SMR projects” <https://www.french-nuclear-safety.fr/inspection/small-modular-reactors/smr-projects>

⁴ newcleo, “Reactors,” <https://www.newcleo.com/our-technology/reactors/>

⁵ newcleo, “newcleo reaches a key milestone in its land acquisition process for its first reactor in Indre-et-Loire and strengthens its leadership team,” <https://www.newcleo.com/news-insights/newcleo-reaches-a-key-milestone-in-its-land-acquisition-process-for-its>

燃料	溶融塩中のプルトニウムやウラン（使用済燃料に由来）、トリウム等
冷却材	溶融塩
現在の状況	計画中
立地	未定
建設開始時期	未定
運転開始時期	2027 年に原型炉試運転、2030 年までに市場投入と量産開始 ⁶
許認可手続きの状況	ステップ 2：事前事業レビュー
特記事項	2023 年に「フランス 2030」投資計画内の革新的新型炉プロジェクトで受賞し、フランス政府から 2,490 万ユーロの資金提供を得ている。

2.4. Stellarium

開発事業者	ステラリア（Stellaria）社 https://www.stellaria.fr/en/
名称	Stellarium
炉型	溶融塩高速炉（MCFR：molten chloride fast reactor）
熱／電気出力	250MWth / 110MWe（熱出力は熱利用の産業用）
燃料	ウラン、プルトニウム、MOX、マイナーアクチノイド、トリウム 高含有低濃縮ウラン（HALEU）での運転も可能 ⁷
冷却材	溶融塩
現在の状況	計画中
立地	未定
建設開始時期	未定
運転開始時期	未定
許認可手続きの状況	ステップ 1：スクリーニング段階
特記事項	「フランス 2030」投資計画の公募で 1,000 万ユーロの補助金を得ている ⁸ 。

⁶ NAAREA, “FRANCE 2030: NAAREA steps up progress in sustainable nuclear energy and pursues its ambitious development,” <https://www.naarea.fr/en/france-2030-naarea-steps-progress-sustainable-nuclear-energy-and-pursues-its-ambitious-development>

⁷ Stellaria, “Audit by the High Commissioner for Atomic Energy on Stellaria: Key Findings,” <https://www.stellaria.fr/en/conclusion-audit-hc-energie-atomique-stellaria/>

⁸ Stellaria, “STELLARIA, winner of the France 2030 call for projects: “Innovative Reactor”” <https://www.stellaria.fr/en/stellaria-france2030-innovative-reactors-winner/>

2.5. ヘキサナ社ナトリウム冷却高速炉

開発事業者	ヘキサナ（Hexana）社 https://www.hexana.fr/
名称	不明
炉型	ナトリウム冷却高速炉（sodium-cooled fast reactor）
熱／電気出力	400MWth / 電気出力不明（2 基分）
燃料	劣化ウランと使用済燃料由来プルトニウムを組み合わせた MOX 燃料 ⁹
冷却材	ナトリウム
現在の状況	計画中
立地	未定
建設開始時期	未定
運転開始時期	未定
許認可手続きの状況	ステップ 1：スクリーニング段階
特記事項	変動する電力需要に対応するための特別に設計された蓄熱装置を備え、オンデマンドで柔軟な発電を行う ¹⁰ 。

2.6. Thorizon One

開発事業者	Thorizon 社* * オランダに本拠地を置く企業であるが、「フランス 2030」を通じてフランス政府から資金提供を受けているため、本稿において取り扱う。 https://thorizon.com/
名称	Thorizon One
炉型	熔融塩高速炉（fast neutron molten salt reactor）
熱／電気出力	250MWth / 110MWe（熱出力は熱利用の産業用も）
燃料	プルトニウム・TRU（使用済燃料の長寿命元素）、トリウム
冷却材	熔融塩
現在の状況	計画中
立地	北ブラバント州（オランダ）が誘致活動
建設開始時期	2030 年頃
運転開始時期	2032 年までに運転開始予定 ¹¹

⁹ Green Car Congress, “CEA spins out two SMR start-ups: Hexana and Stellaria,” <https://www.greencarcongress.com/2023/03/20230312-cea.html>

¹⁰ Green Car Congress, “CEA spins out two SMR start-ups: Hexana and Stellaria,” <https://www.greencarcongress.com/2023/03/20230312-cea.html>

¹¹ World Nuclear News, “Joint preparatory review for Thorizon One reactor” <https://www.world-nuclear-news.>

許認可手続きの状況	ステップ2：事前事業レビュー 2025年にフランスとオランダで同時に事前許認可申請を予定
特記事項	「フランス2030」の公募で1,000万ユーロの補助金を得ている。 また、欧州連合（EU）の小型モジュール炉（SMR）産業同盟に選ばれた。

2.7. 実験炉ラプソディ

開発事業者	原子力・代替エネルギー庁（CEA）
名称	Rapsodie
炉型	ナトリウム冷却高速炉
熱／電気出力	熱出力4万kWt
燃料	MOX
冷却材	ナトリウム
現在の状況	閉鎖（1982年）、CEAにより廃止措置中であり、2030年までに建屋解放予定 ¹²
立地	カダラッシュ（Cadarache）
建設開始時期	不明
運転開始時期	1967年
許認可手続きの状況	最終解体を許可する新たな法令は2019年の発行予定であったが、その後の状況は不明。2021年に部分的廃止措置デクレ ¹³ 発効。
特記事項	建屋除染後は一般建屋として再利用する。

2.8. 原型炉フェニックス

開発事業者	CEA
名称	Phénix
炉型	ナトリウム冷却高速炉
熱／電気出力	電気出力25万kWe
燃料	MOX
冷却材	ナトリウム
現在の状況	閉鎖（2009年）、CEAにより廃止措置中
立地	マルクール（Marcoule）

org/articles/joint-preparatory-review-for-thorizon-one-reactor

¹² 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、「世界の高速炉の廃止措置」、https://www.jaea.go.jp/04/monju/world_decommissioning/

¹³ ASN, “Annual Report 2021” https://www.french-nuclear-safety.fr/annual_report/2021gb/343/

建設開始時期	1968 年
運転開始時期	1973 年
許認可手続きの状況	2016 年 6 月に廃止措置の認可を取得。2045 年に廃止措置を完了予定、建屋は一般建屋として再利用。
特記事項	2003 年から 2009 年までは、研究炉としての実証炉スーパーフェニックスの役割であるマイナーアクチノイド（MA）や長寿命放射性廃棄物の核変換試験および将来のガス冷却高速炉開発のための照射試験を行った。 適時調査 6「フランスの核燃料サイクル政策」に詳細について記載するが、使用済燃料のラ・アーグ（La Hague）サイト内の再処理施設への搬出と、当該再処理施設において必要となる改造（TPC）について、CEA、オラノ（Orano）社、フランス政府、規制機関との調整（資金、時期、保管、再処理後のプルトニウム利用計画等）に時間を要しており、廃止措置実施が遅れている。

2.9. 実証炉スーパーフェニックス

開発事業者	フランス電力会社（EDF）
名称	Super-Phénix
炉型	ナトリウム冷却高速炉
熱／電気出力	電気出力 124 万 kWe
燃料	MOX
冷却材	ナトリウム
現在の状況	廃止（1998 年）、EDF により廃止措置中
立地	クレイ - マルビル（Creys-Malville）
建設開始時期	1974 年
運転開始時期	1985 年
許認可手続きの状況	2009 年に恒久停止および廃止措置に係るデクレ ¹⁴
特記事項	1987 年 3 月に原子炉容器に隣接する炉外燃料貯蔵内側容器からのナトリウム漏洩が発見され運転を中断したが、1990 年 4 月に運転再開した。しかし、1990 年 7 月に発電機の故障や冷却ナトリウム浄化フィルタの目詰まりが発見され、再度停止された。 1994 年 8 月に研究炉としての目的を高速増殖炉からプルトニウム燃焼およびアクチノイド消滅に変更して運転を再開し順調な運転を続けていたが、1998 年に廃止措置が決定された。

¹⁴ ASN, “Annual Report 2021” https://www.french-nuclear-safety.fr/annual_report/2021gb/343/

	廃止措置はフェニックスよりも 10 年早く開始されており、実施結果はフェニックスに反映される。二次系ナトリウムについては、当初 NaCl にしてローヌ川に廃棄する予定であったが、反対にあい、苛性ソーダにしてコンクリートブロックとして固化し、放射性廃棄物管理機関（ANDRA）が管理する処分場で処分する予定。

2.10. ASTRID

開発事業者	CEA
名称	ASTRID（Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration）
炉型	プール型
熱／電気出力	当初の計画 1500MWth/～600MWe、2018 年に 100M～200MWe と大幅に変更
燃料	MOX
冷却材	ナトリウム
現在の状況	出力の計画変更後、2019 年に計画を中止。計画が再開されるとしても 2050 年以降になるとの見込み（CEA）。
立地	マルクール
建設開始時期	未定
運転開始時期	未定
許認可手続きの状況	未定
特記事項	ASTRID 計画の中止後、2019 年 12 月にフラマトム（Framatome）社とフランス原子力委員会、日本原子力研究開発機構（JAEA）、三菱 FBR システムズ、三菱重工業との間で、高速中性子炉の開発に関する協力協定が締結された。高速中性子炉技術のハイスターク（high-stake）なトピックに関する研究を実施。

3. 特殊燃料処理設備

3.1. TCP

運営事業者	オラノ（Orano）社
名称	TCP (Traitement des Combustibles Particuliers)
設置サイト	ラ・アーグ（La Hague）
操業開始年	未定
操業状況	未定

性能等	高速炉の使用済燃料の再処理のために、再処理施設（UP2-800 または UP3）の前処理設備を改造する
許認可手続きの状況	未定
特記事項	「(6) フランスの核燃料サイクル政策」において詳細について記載するが、使用済燃料のラ・アーグの再処理施設への搬出と、当該再処理施設において必要となる改造（TCP）について、CEA、オラノ社、フランス政府、規制機関との調整（資金、時期、保管、再処理後のプルトニウム利用計画等）に時間を要している ^{15, 16, 17} 。

4. 燃料製造施設

4.1. メロックス MOX 燃料製造工場

運営事業者	オラノ社
名称	Orano Melox recycling plant
設置サイト	マルクール
操業開始年	1995 年
操業状況	操業中
性能等	120tHM/y、2022 年の実績は 60tHM
許認可手続きの状況	原子力基本施設（INB：installations nucléaires de base）151 として ASN による規制を受けている ¹⁸ 。
特記事項	軽水炉の MOX 燃料製造施設として、2025 年 2 月時点において唯一操業している施設である。各国の軽水炉用 MOX 燃料を製造しており、日本の各電力会社の MOX 燃料も製造している ¹⁹ 。 2024 年 3 月に B.ルメール（Bruno Le Maire）経済・財務・産業・デジタル主権大臣がラ・アーグを訪問時に、MOX 燃料製造施設の寿命を 2040 年以降に延長すると発言。これを受けてオラノ社

¹⁵ Orano, “Etablissement de la Hague – Gestion des combustibles Phenix” <https://www.asn.fr/content/download/193221/file/Courrier%20d%27Orano%20relatif%20%C3%A0%20la%20gestion%20des%20combustibles%20du%20r%C3%A9acteur%20Ph%C3%A9nix.pdf>

¹⁶ ASN, “Projet de décision de l’ASN relative à la réception, à l’entreposage et au traitement, dans les installations nucléaires de base 116, dénommée « usine UP3-A », et 117, dénommée « usine UP2-800 », de s aiguilles de combustibles irradiés du réacteur Phénix” <https://www.asn.fr/reglementation/consultations-du-public/reception-entreposage-et-traitement-des-aiguilles-de-combustibles-irradies-du-reacteur-phenix>

¹⁷ ASN, “Décision n° 2023-DC-0775 de l’ASN du 19 décembre 2023” <https://www.asn.fr/reglementation/bulletin-officiel-de-l-asnr/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2023-dc-0775-de-l-asn-du-19-decembre-2023>

¹⁸ ASN, “ASN Report 2023” https://www.french-nuclear-safety.fr/annual_report/2023gb/

¹⁹ Orano, “Melox” <https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/orano-s-sites-around-the-world/recycling-spent-fuel/melox/expertise>

	は「未来のバックエンド」(Back End of the Future) プログラムを立ち上げ、エンジニアリング企業とパートナーシップを締結する等、操業延長に向けて取り組んでいる ²⁰ 。

4.2. ラ・アーグ・サイトにおける新規 MOX 燃料製造プラント

運営事業者	オラノ社
名称	MOX fuel fabrication plant (正式名称は未定)
設置サイト	ラ・アーグ
操業開始年	2040 年代 (予定)
操業状況	計画中
性能等	不明
許認可手続きの状況	未定
特記事項	2024 年 3 月にルメール経済・財務・産業・デジタル主権大臣がラ・アーグを訪問時に「新しい MOX 燃料製造プラントの研究開始」と発言。2040 年以降、MOX 燃料の利用率は現在の 10% から 40% まで増加する可能性を示唆。同時に現在稼働中のマルクルの MOX 燃料製造施設の寿命も 2040 年以降に延長すると発言。2024 年 2 月中旬のフランス議会上院の公聴会では、オラノ社により新しい MOX 燃料製造施設の建設コストは 50 億～70 億ユーロとの見積りが示されている ²¹ 。

4.3. ニュークレオ社高速炉用 MOX 燃料製造施設

運営事業者	ニュークレオ社
名称	FR-MOX 燃料製造施設 (FR-MOX production facility)
設置サイト	フランス (サイト未定)
操業開始年	2030 年までに施設の設立、2031 年までにプロトタイプの建設
操業状況	未定
性能等	不明
許認可手続きの状況	許認可前 (pre-licensing) 段階にある。2023 年 9 月から原子力安全機関 (ASN) および放射線防護・原子力安全研究所 (IRSN) と

²⁰ Orano, “Orano’s Back End of the Future program First engineering partnerships signed” <https://www.orano.group/en/news/news-group/2024/october/orano-s-back-end-of-the-future-program-first-engineering-partnerships-signed>

²¹ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, “La Hague reprocessing plant: expansion and continued operation until at least 2100” <https://www.grs.de/en/news/la-hague-reprocessing-plant-expansion-and-continued-operation-until-least-2100>

	ニュークレオ社の間で技術会合が複数回開催されている ²² 。
特記事項	2022 年 6 月、MOX 製造プラントの設立に関する実現可能性調査のためにニュークレオ社はオラノ社と契約。2022 年後半に、MOX 燃料製造工場の建設サイトの確保に向けて、優先業務を進めていくことを発表。「5.4.ニュークレオ社高速炉用 MOX 燃料マルチリサイクル施設」と同一施設であり、再処理設備と MOX 燃料製造設備が併設されている。

5. 再処理施設

5.1. UP2-800

運営事業者	オラノ社
名称	UP2-800
設置サイト	ラ・アーグ
操業開始年	1994 年操業開始
操業状況	操業中
性能等	1,000 トン／年の軽水炉燃料を処理できる*。 * 使用済燃料の年間処理量は UP3-A とあわせて最大 1,700 トンと定められている。
許認可手続きの状況	INB 117 として ASN による規制を受けている。
特記事項	UP2-800 の操業開始時の年間処理量は 800 トンであったが、2003 年に年間処理量は 1,000 トンに引き上げられた。

5.2. UP3-A

運営事業者	オラノ社
名称	UP3-A
設置サイト	ラ・アーグ
操業開始年	1990 年操業開始
操業状況	操業中
性能等	1,000 トン／年の軽水炉燃料を処理できる*。 * 使用済燃料の年間処理量は UP2-800 とあわせて最大 1,700 トンと定められている。
許認可手続きの状況	INB 116 として ASN による規制を受けている。
特記事項	UP3-A は、EDF のほか欧州（ドイツ、スイス、ベルギー、オランダ）および日本の電力会社が保有する発電炉から生じた加圧水型軽水炉（PWR）使用済燃料の再処理役務に対応するために設けら

²² newcleo, “Fuel,” <https://www.newcleo.com/our-technology/fuel/>

	れた。 UP3-A の操業開始時の年間処理量は 800 トンであったが、2001 年に UP2-800 の施設の一部が UP3-A に接続され、2003 年には年間処理量が 1,000 トンまで引き上げられた。

5.3. ラ・アーグ・サイトにおける新規再処理プラント

運営事業者	オラノ社
名称	未定* * CEA 関係者によると新規再処理プラントは「UP4」と命名される可能性があるが、正式名称は未定であるという ²³ 。
設置サイト	ラ・アーグ
操業開始年	2045 年から 2050 年の間に運転の準備を整える
操業状況	未定
性能等	未定
許認可手続きの状況	未定
特記事項	2024 年 3 月 11 日に大統領官邸で開催された原子力政策評議会（CNP : Conseil de Politique Nucléaire）において、ラ・アーグの再処理工場の拡張が確認された。翌日 CNP において、再処理、使用済燃料の再利用、クローズド燃料サイクルを組み合わせた核燃料サイクルに関するフランスの政策の主要なガイドラインを確認した。スケジュールや金額は言及されていない。2024 年 2 月中旬のフランス議会上院の公聴会では、オラノ社により新しい再処理施設の建設コストは 200 億～300 億ユーロとの見積りが示されている ²⁴ 。

5.4. ニュークレオ社高速炉用 MOX 燃料マルチリサイクル施設

運営事業者	ニュークレオ社
名称	FR-MOX 燃料製造施設（FR-MOX production facility）
設置サイト	フランス（サイト未定）
操業開始年	2030 年までに施設の設立、2031 年までにプロトタイプの新設
操業状況	未定
性能等	不明
許認可手続きの状況	許認可前段階

²³ Jean-Guy Nokhamzon 元 CEA バックエンド技術部長からの聞き取りによる

²⁴ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, “La Hague reprocessing plant: expansion and continued operation until at least 2100” <https://www.grs.de/en/news/la-hague-reprocessing-plant-expansion-and-continued-operation-until-least-2100>

特記事項	「4.3 ニュークレオ社高速炉用 MOX 燃料製造施設」と同一施設である。

6. 高レベル放射性廃棄物管理に関する施設

6.1. アタランテ

運営事業者	CEA
名称	ATALANTE（アタランテ）
設置サイト	マルクール
操業開始年	1992 年（最初のホットラボ） 2003 年（プロセスシールドセル） 2005 年（LN1 ラボ）
操業状況	DIAMEX-SANEX MA パーティショニングプロセスの大規模な実証テストが行われた後、それぞれの施設が運用されている。
性能等	燃料サイクルの研究開発に特化した 18 のホットラボと 9 つのシールドセルにより、以下の研究開発が可能である ²⁵ 。 - 高い分離性能を備えた革新的で高度なリサイクルプロセスと関連技術開発 - MOX 燃料製造の高度なプロセスを開発 - アクチニド含有化合物の特定の製造プロセス開発 - 可逆的な深地層処分または長期貯蔵の観点から、最終的な放射性廃棄物（ガラス、セラミック等）の長期的性能と、プール貯蔵における MOX 燃料の挙動を評価
許認可手続きの状況	2007 年 6 月に安全当局から正式に運用許可を取得
特記事項	ATALANTE 施設は 1995 年以来、国内外の研究者に開放されている。欧州ネットワーク（GENIORS 等）や二国間協力（CEA/DOE、CEA/JNFL、CEA/JAEA 等）のもと、多くの研究者は利用可能な機器にアクセスする可能性を提供されている。

以上

²⁵ Bordier, G., Warin, D., Masson, M., & CEA Marcoule, DEN/UCCAP, BP 17171, F-30207 Bagnols-sur-Ceze cedex (France). (2008). The Atalante facility at CEA/Marcoule: towards Gen IV systems fuel cycle. Nuclear fuel cycle for a sustainable future (Atalante 2008), Montpellier (France). <https://inis.iaea.org/records/dfr7q-t7k17>

(7) フランスの核燃料サイクル政策に関する動向

1. フランス核燃料サイクル政策の基本方針および過去の経緯

1.1. 基本方針

フランスは、原子力発電所から発生する使用済燃料（SF）は全て再処理を行うクローズド燃料サイクルを基本方針としている。また、混合酸化物（MOX）燃料としての回収プルトニウム（Pu）の全量リサイクル（ただし1回利用）の体制が確立するとともに、回収ウランの再濃縮利用も行っている。軽水炉燃料サイクルのインフラ整備は世界で最も進んでいる。

「グリーン成長のためのエネルギー転換法」（Energy Transition for Green Growth Bill）が2015年8月に発効し、翌年にはエネルギー多年度計画（PPE）（2020年4月に最終版公表）によって石炭火力の廃止や再生可能エネルギー利用拡大の方針が示された。また、発電事業全体に対する原子力の割合は、2015年時点の約75%から2035年までに50%へと引き下げることとなった。

しかしながら、その後、エネルギーの低炭素化と安定供給、経済性の両立の観点からフランス政府は原子力発電政策を転換し、2035年までに50%へと原子力発電の割合を引き下げる旨を記載した条文を削除した。再処理計画については、全使用済燃料を再処理するクローズド燃料サイクルの方針が継続されている。

1.2. プルトニウム生産炉燃料・軽水炉燃料等の再処理施設

フランスの再処理の本格化は、軍事用のPu生産炉の燃料を処理するために、マルクール（Marcoule）サイト（現在は原子力・代替エネルギー庁（CEA）が管理）において再処理工場UP1を稼働させたことに始まる。次に、黒鉛減速ガス炉（GCR）の金属ウラン燃料を再処理するため、ラ・アーク（La Hague）再処理工場（現在はオラノ（Orano）社が運営）にUP2を建設し、1966年に操業を開始した。発電用原子炉の主流がガス炉から軽水炉に替わったため、酸化物燃料のための前処理施設をUP2に付設してUP2-400とし、1976年から軽水炉燃料を処理していた（2025年2月時点においてUP2-400は操業を終了し廃止措置中）。その後は前処理施設を置き換えて年間処理量800トンのUP2-800が建設され、操業を開始した。また、同サイトに1982年からUP3-Aの建設を開始し、1990年に操業を開始した。UP3-Aの処理量は年間800トンである。2003年にUP2-800とUP3-Aの両施設の処理量がそれぞれ1,000トン／年に引き上げられたが、両施設あわせてSFの年間処理量は最大1,700トンと定められている。

ラ・アーク再処理工場で再処理されたSFは1976年以降、3万8,000トンを超えている。このうち、UP2（-800および-400）で再処理されたフランス国内のSFは約2万8,000トンであり、UP3-Aで再処理された欧州や日本のSFは約1万5,000トンである（このうち日本の軽水炉燃料の再処理は約3,000トン）。再処理されたSFから回収されたPuは世界の44基の商業用原子炉でMOX燃料として使用されている。

1.3. 高速炉燃料の再処理施設

高速炉燃料の再処理については、ラ・アーグサイトで 1966 年から 1978 年にかけて、フランスの高速増殖実験炉ラプソディ (Rapsodie) および高速増殖原型炉フェニックス (Phénix) の SF を再処理しており、処理容量は kg/日 で 1 トンの高速炉の SF の処理を行った。引き続いて、マルクールにおいて CEA はガス炉燃料やトリウム燃料の再処理を行った。また、CEA はマルクールにおいて APM (TIP) を改造した AMP (TOR) で、軽水炉用 MOX 燃料、高燃焼度燃料や高速炉燃料の再処理施設として、1988 年より処理容量 5 トン/年で 22 トンの SF の処理を行った。なお、過去には原子力安全機関 (ASN) (当時) の許可を得て、UP2-800 でフェニックスの SF が試験的に処理されている (詳細は「3.2100 年まで延長されたことによる関連するプロジェクトの対応」を参照)。

フランスの高速増殖実証炉 ASTRID 計画は停止となったが、再処理・リサイクル路線は堅持され、長期的取り組みとして高速炉によるサイクル完結に向けた研究開発は継続される。中期的取り組みとしては、ラ・アーグに MOX 燃料再処理用の新型前処理実用化パイロット施設 (New head end industrial pilot) を設置するための設計を進めている。

高速増殖原型炉フェニックスの使用済燃料の再処理を行うために、せん断・溶解設備 (TCP : Treatment des Combustibles Particuliers) を UP2-800 または UP3-A に付加することについて CEA と AREVA (現在のオラノ社) が協議を進めていたが、2022 年に CEA はコストの観点から処理を行わないと決定した。この設備の安全性については、ASN は適切であると判断している。TCP については、ASN の決定経緯を含めて、本稿後半において詳しく解説する。

なお、UP2-800 における再処理計画はフランス電力会社 (EDF) との再処理契約により 2040 年までは明確になっている。UP2-800 は 1994 年から、UP3-A は 1990 年から操業を開始しており、それぞれ操業開始から 30 年と 34 年が経過している。ラ・アーグの再処理施設は少なくとも 40 年間は操業できるように設計されているため、運用改善や技術改善を継続的に進めながら、2040 年頃まで操業を続けると見込まれている。しかしながら、その後の計画は明確になっていない。なお、UP2-800 で高速炉燃料の再処理を行うためには、TCP を付加するための調整と 2040 年以降の操業延長の手続きが必要となる。

2. 直近 1 年間の動向

2.1. 原子力政策評議会 (CPN) による再処理政策継続の決定 (2024 年 2 月)

2024 年 2 月に E.マクロン (Emmanuel Macron) 大統領が議長を務めるフランス原子力政策評議会 (CPN : Conseil de Politique Nucléaire) はラ・アーグの再処理工場を拡張し、少なくとも 2100 年まで操業を継続するという、再処理・再利用・クローズド燃料サイクルを組み合わせる核燃料サイクルに関する国家方針を承認した。このために、ラ・アーグへの多額の投資が行われることが明確になった。この方針決定により、CPN は今世紀末まで続く産業

ビジョンの基礎を築いたことになる。しかしながら、具体的なスケジュールや金額については言及されていない。

オラノ社は CPN による 2040 年以降の再処理・リサイクル戦略の確認について、気候と資源の保護、そして国の現在および将来のエネルギー主権にとって有益であり、再処理・リサイクルは最終的な放射性廃棄物に対する最も安全な長期的解決策であると評している。フランスでは、原子力発電の約 10%が MOX 燃料の形態によるリサイクル材料によって発電されている。オラノ社によると、MOX 燃料による発電の割合を 25%まで高めることが可能であるほか、使用済 MOX 燃料のマルチリサイクルにより更に 40%近くまで上昇できる可能性があるという。

2.2. ル・メール大臣らによるラ・アーク拡張計画と投資の表明（2024 年 3 月）

2024 年 3 月、B.ル・メール（Bruno Le Maire）経済・財務・産業・デジタル大臣と R.レスキュール（Roland Lescure）産業・エネルギー担当大臣は、ラ・アーク訪問時に再処理施設を視察した。その際に、2024 年のオラノ社ラ・アーク工場の新たな課題である投資の概要を明らかにした。国が認めるこの投資は数十年にわたって保証され、数百億ユーロに達すると考えられている。2023 年には、ラ・アークに対し 9 億 5,000 万ユーロもの投資を行ったと発表している。投資額は 2030 年までに 20 億ユーロに増加する予定である。2030 年代には年間 20 億ユーロの投資も予定されている。EPR の後継にあたる EPR2 が導入される予定の新規原子力発電所群は 2035 年から 60 年間稼働する予定であり*、これにより燃料再処理部門は 2100 年まで見通せるようになった。

* 2022 年 2 月にマクロン大統領は、安全性を犠牲にすることなく既存のすべての原子力発電所の運転期間を延長すべきであると述べた。また、6 基の EPR2 を建設する計画を明らかにするとともに、EPR2 については更に 8 基を建設することも選択肢として考えていることを明らかにしている。

この投資には、次のような 3 つの重要な内容が含まれている。

- ① ラ・アークの SF 再処理工場の寿命は 2040 年以降まで延長される。1960 年代と 1970 年代に建設されたこれらの施設は、施設稼働の裏付けとなる原子炉と同じ操業期間が設定されており、したがって 2040 年に閉鎖される予定だった。ラ・アーク工場の操業は少なくとも 2100 年まで続き、連動する EPR2 の運転期間は 60 年である。
- ② ラ・アークサイト内にリサイクル MOX 燃料（ウラン（U）と Pu の混合酸化物ベース）を製造するための新工場を建設するとともに、リサイクル燃料（ウランとプルトニウムの混合酸化物ベース）を製造するための新工場を建設するための調査を開始する。
- ③ 2045 年から 2050 年までに新たな再処理工場を建設するための調査を開始する。

ル・メール大臣は、「サイクル全体を掌握するフランスの原子力産業の強さ」の重要性を強調した。さらに、「フランスの原子力の歴史に新たなページが開かれようとしている。大

規模な国家プロジェクトの時代が戻ってきており、原子力エネルギー部門が中心的な役割を果たす」と述べている。

オラノ社は、処理リサイクルは最終的な放射性廃棄物に対する最も安全な長期的解決策であり、この技術によって最終廃棄物の放射能と量が大幅に削減され、非常に長期にわたって安全で安定した形で処理できるようになるとしている。処理リサイクル戦略を適用するフランスのモデルでは、SF に含まれる再利用可能な材料（全体の 96%を占める U と Pu）がラ・アーグ工場で分離され、リサイクル燃料として再利用されることになる。

3. 2100 年まで延長されたことによる関連するプロジェクトの対応

ラ・アーグ施設の 2040 年以降の操業期間は、ASN の承認を条件として少なくとも 2100 年まで延長され、EPR2 の寿命は少なくとも 60 年になると経済・財務・産業・デジタル主権省は声明で確約している。すなわち、既存の原子力発電所の運転延長と 6～14 基の EPR2 の建設を行うことになる。オラノ社は、延長計画に対してラ・アーグに新しい再処理施設（2045 年から 2050 年までに検討）と MOX 燃料製造施設を検討する必要があるが、費用の見積もりについては検討中であり、資金の調達方法と費用分担については、検討結果が確定するまでは答えられないとしている。

ラ・アーグの再処理施設は、今後 EDF の既存原子力発電所の運転延長と新たな EPR の運転が始まると、SF の貯蔵容量が飽和する可能性がある。このため、UP2-800 と UP3-A は近い将来、新しく建設される原子炉にあわせて燃料サイクルを完結できるように、原子力安全・放射線防護機関（ASNR）*の規制の下で改造（SF 貯蔵池 C・D・E の拡張と高密度化、蒸発器の交換、廃棄物処理と廃棄物貯蔵施設の拡張等）を行う必要がある。

* 2025 年 1 月 1 日、原子力安全機関（ASN : Autorité de sûreté nucléaire）と放射線防護・原子力安全研究所（IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire）が統合され、原子力安全・放射線防護機関（ASNR : Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection、英称 Nuclear Safety and Radiation Protection Authority）が設置された。

EDF が運転する原子力発電所群からは毎年約 1,110 トンの SF が発生する。この SF は、炉心から取り出した後、冷却期間を経て再処理される。約 1,100 トンの SF からは、11 トンの Pu と 1,045 トンの再処理ウランが生成され、貯蔵用の安定した酸化物に変換される。Pu はマルクール近郊のメロックス工場に年間 195 トンが輸送され、約 120 トンの MOX 燃料が製造され、EDF の PWR で使用されている。EDF は戦略備蓄として再処理ウランを最大 250 年間貯蔵する準備をしている。

フランスには 58 トンの民生用 Pu が貯蔵されており、そのうち 26%は日本を含めた他国由来の Pu である（2019 年時点）。

使用済 MOX 燃料と使用済再処理ウラン燃料は、第 4 世代高速炉での Pu の使用を待つ間保管されており、その量は年間約 130 トンにのぼる。現在、フランスのサイクル政策では使用済 MOX 燃料は再処理を行わないことになっている。

CEA の原型炉フェニックスは 2035 年に廃止措置を終了する計画となっているが、廃止措置を計画通り進めるためには、2025 年までに SF をラ・アークに搬出し、UP2-800 または UP-3 で再処理する必要がある。

フェニックスの SF は、ASN から特別許可を得て UP2-800 で再処理されたことがある。これは、PWR と FBR 原子炉の燃料で異なる核分裂性物質の制限に従って、溶解や機械および化学ラインでの臨界を回避するように行われた。このプロセスは、FBR の燃料を劣化ウランで希釈することによって行われたが、コストは通常の PWR 燃料の約 5 倍と、かなり高額であった。当時は再処理する数量が限定的であり、安全報告書に基づいて規制当局から与えられた認可の下で施設を運用した。仕様を変更する場合には、規制当局の許可を得る必要があり、長期間にわたる承認を得るには、追加の安全報告書を作成する必要がある。

今後フェニックスの SF を UP2-800 または UP-3A で再処理するには、現在の再処理施設の機器の一部（せん断、溶解工程）を改造する TPC（Traitement des Procédés Combustible）の許可を得る必要がある。UP2-800 と UP3-A は本来 PWR 燃料（U-235 で 3.5%濃縮）用に設計および構築されており、異なる濃縮度・材料の異なるタイプの燃料を受け入れる場合、他の燃料による希釈を十分に安全に実行できることを規制当局に対して証明する必要がある。

4. TCP に対する原子力規制当局の対応経緯

ラ・アークの現在操業している 2 つの再処理施設（UP2-800 か UP3-A）のどちらかで高速炉フェニックスの SF の処理を行うためには、せん断、溶解を行う前処理設備（TCP：Traitement des Combustibles Particuliers）を設置する必要がある、これについては許認可を行う（規制要件を策定する）ASN によって検討されてきた。この経緯は以下の通りである。

最終的な結論としては、設備投資資金を CEA が準備できないことと、フェニックスの廃止措置を 2035 年に完了するために SF をサイトから搬出することとして、計画を変更している。しかし、これらの取り組みをどのように進めるかについては、まだ結論が出ていない。今後のフランス政府の燃料サイクル戦略の決定により将来の方向性が明確になるのを待つ必要がある。

AREVA NC（当時、現在のオラノ社）は 2014 年 2 月に ASN はフェニックスの SF の保管と処理に関する草案を公表し、2 月 9 日から 3 月 3 日まで、パブリックコメントを求めた。2008 年に AREVA NC は、処理を目的としてフェニックスの SF を UP2-800 で受入・保管することを ASN から認可されているが（Décision n° 2008-DC-0115 de l'ASN du 26 septembre 2008）、高燃焼度の燃料については、その処理に関して十分な保証を提供することになっている。AREVA NC は新しいせん断・溶解プロセスで処理するプロジェクトを ASN に提示し同意を求めた。

2014 年 3 月に ASN が、高速増殖原型炉フェニックスの SF を AREVA NC（当時）のラ・アークの再処理施設 UP-3A および UP2-800 において受入・保管・処理することに関する認可の改定を行った（Décision n°2014-DC-0422 de l'ASN du 11 mars 2014）。両プラントは軽水

炉 SF の処理を許可されているが、これを高速炉 SF の処理を可能とするよう改定したものである。改定にあたり、2007 年頃から関連するいくつかの改定政令が出されていたが、原案に対するパブリックコメントを受けて、2つのプラントのうちのいずれかのプラントで処理を行うことを決定した。処理にあたり、ASN は処理の安全性を実証することを求めている。これには (1) せん断・溶解中の臨界や腐食のリスク制御、(2) 高速炉 SF に対する特別の許可、(3) 保管中の冷却の安全性の確保、(4) フェニックスの廃止措置作業との連携、(5) AREVANC が必要な期間内にこれらの SF を処理する能力を正当化できない場合、代替ソリューションの提案は AREVANC の責任とすることが含まれている。

ASN の決定事項として 7 か条が定められており、燃焼度や U-235 の含有量、輸送コンテナ、処理の開始時期 (2025 年 12 月 31 日までに)、処理期間 (10 年)、処理のための安全指針等が含まれている。

ASN は 2014 年 3 月の決定に対し、フェニックスの SF の保管・処理に対して、安全性の見直しに関する修正事項、CEA の廃止措置と廃棄物管理戦略に関する ASN や ASND の意見、AREVANC (当時) や ORANO Cycle からの変更要求の書簡などを考慮して、改正の草案のパブリックコメントを経て、2020 年に改訂版を策定した。

オラノ社は、フェニックスの SF の保管・処理について、2022 年 11 月に ASN の委員長に対して、対応上の課題に関する書簡を送っている。改定案では、2022 年 12 月末までに、処理を承認するリクエストの提出や、2028 年からの処理の開始を定めているが、CEA による TCP プロジェクトに関する融資契約がないため、ASN の決定要件を遵守することは不可能と判断したと述べている。

ASN の決定事項には、「AREVANC が必要な期間内にフェニックスの SF を処理する能力を正当化できない場合、代替解決策を提案するのは AREVANC の責任である」と規定していることから、AREVANC の後身にあたるオラノ社は CEA との合意により、フェニックス燃料の 50% の受け入れと保管をラ・アークで完了し、フェニックスの解体作業を実行できるようにすることを提案している。これには、2022 年から 2023 年の間にさらに 5 回の TN17/2 輸送を実施する許可を求めることになるとしている。

したがって、オラノ社は、ラ・アークの貯蔵施設で輸送された SF を約 20 年間保管し、その後 2038 年から CEA が指定する長期保管場所に移送するか、ラ・アークの再処理施設に TCP を設置後に処理することになるとし、現状の ASN の決定事項の修正を依頼した。

ASN はフェニックスの SF の過去の経緯とオラノ社の書簡を受けて、2023 年 11 月にラ・アークの再処理施設 UP2-800 および UP3-A への受入・保管および処理に関する決定草案を作成し、15 日間のパブリックコメントを求めた。

フェニックスの SF の処理については、数年にわたって実施された研究開発作業により、それらの処理が技術的に実行可能であることが確認されている。しかし、この処理設備には、そのせん断と溶解のための新しいワークショップ (TCP) が必要であり、これは既存のライン (軽水炉燃料に対応) では対処は不可能である。オラノ社と処理を依頼した CEA は費用

等を含めた合意ができず2021年に計画は中断した。このため、オラノ社は上述のようにASNの決定を修正するように要求した。

しかし、ASNは特定の燃料を処理するための新しい施設を建設することは、フランスの原子力「燃料サイクル」の戦略的な決定が保留されたままである状況において、処理するための要件を維持することは適切ではないとの考えを示し、燃料サイクルの将来の方向性が明確になった時にオラノ社はフェニックスSFの処理計画を明確にする必要があるとした。

フェニックスの解体作業を継続する必要性の観点から、ASNは、SFをフェニックスサイトから撤去し、当面の間ラ・アーグの再処理施設内にフェニックスのSFを保管することが、安全性を最も保証できると考えている。

このパブリックコメントを反映して、ASNは2023年12月19日にフェニックスのSFの受入、保管および処理に関する決定の改訂を行った（Décision n° 2023-DC-0775 de l'ASN du 19 décembre 2023）。当初の規定には7か条が定められていたが、2014年に発効されてから、研究開発やフェニックスの廃止措置状況、ラ・アーグ再処理施設の状況を踏まえて、いくつかの改定が行われてきた。2023年12月の改定では、7か条のうちの3か条が廃止された。この廃止された3か条とはすなわち、(1) UP2-800とUP3-AのいずれかでSFが処理されること、(2) 処理のための初期のガイドラインのファイルの作成とASNへの送付、(3) 処理のための技術要素のファイルの提出（せん断、溶解の有効性、臨界リスク制御、腐食リスクの制御、関連する規定の順守など）である。

5. TCPの設置断念による影響

現在操業している再処理施設UP2-800とUP3-Aは2040年頃までの操業が見込まれていたが、最新のサイクル政策では、少なくとも2100年まで操業を継続するという政府方針により、2045～2050年までに新たな再処理工場を建設するための調査を行うとしており、運転中の2つの再処理施設もEPR2も含めて原子力発電が継続して行われることや海外からの再処理依頼の対応も含めて、再処理の需要は現在よりも増加する可能性がある。

フェニックスのSFの再処理については、TCP設備のラ・アーグの再処理施設への設置について、コストの観点から2022年にCEAは断念し、再処理は行わないことになった。

現在、再処理施設を操業しているのは欧米諸国ではフランスのみであり、もんじゅのSFの再処理の候補であったラ・アーグにおける実施が困難になる可能性がある。

6. 参考文献

- [1] 主要国の核燃料サイクル完結に向けた開発動向, 2021 年 7 月, 日本原子力学会, 210818TrendFCTechDevelopment.pdf (aesj.or.jp),
http://www.aesj.or.jp/~snw/kouen_shiryou/document/210818TrendFCTechDevelopment.pdf
- [2] World Energy Balance 2016, IEA/OECD NEA
- [3] フランスの再処理施設, ATOMICA, フランスの再処理施設 (04-07-03-08) - ATOMIC A - (jaea.go.jp),
http://www.aesj.or.jp/~snw/kouen_shiryou/document/210818TrendFCTechDevelopment.pdf
- [4] 「フランス」原子力発電拡大に向けた電力立て直しの取り組み, 電気事業連合会, 2023 年 7 月 10 日, 電気事業連合会 (fepec.or.jp),
https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1261227_4115.html
- [5] National Report of France for the combined 8th and 9th Review Meeting in 2023 • France - August 2022, National Report (iaea.org),
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/france_cns_9th_national_report_2022.pdf
- [6] La Argue Web, Orano La Hague - No. 1 worldwide in nuclear fuel recycling | Orano Recovery and recycling of nuclear fuels | Orano, <https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/from-exploration-to-recycling/world-leader-in-recycling-used-nuclear-fuels>
- [7] Reprocessing in France, Jean-Guy Nokhamzon 元 CEA バックエンド技術部長からの聞き取り
- [8] Jean-Michel CHABEUF, Vice President, Dismantling & Services International Operations, ORANO D&S からの聞き取り
- [9] Christine Georges, 元 CEA 技術部長, 元 JAEA CLADS, Senior Advisor からの聞き取り
- [10] UP2-400 PROGRAMME OVERVIEW JAPAN ENGINEERS FEDERATION 23/11/2022, La Argue, ORANO
- [11] ASN issues a position statement on Orano's decommissioning and waste management strategy, 24 March 2022, ANS. LDS Strat dém Orano.pdf
- [12] NATIONAL REPORT OF FRANCE FOR THE COMBINED 8TH AND 9TH REVIEW MEETING IN 2023, IAEA. National Report (iaea.org),
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/france_cns_9th_national_report_2022.pdf
- [13] ASN sets the rules for the legacy waste retrieval and packaging operations in the La Hague facility, <https://www.french-nuclear-safety.fr/asn-informs/news-releases/asn-sets-the-rules-for-the-legacy-waste-retrieval-and-packaging-operations-in-the-la-hague-facility>
- [14] Etablissement AREVA NC de La Hague INB n117 (Usine UP2-800) – Atelier R1 Dossier d'options de sûreté de l'installation de traitement des combustibles particuliers, Avis IRSN/2017-00062, 2017, IRSN

- [15] テキスト「核燃料サイクル」 6-6 世界の再処理工場, 2.1 フランスの再処理工場, 2015 年 6 月, 日本原子力学会, www.aesj.or.jp/~recycle/nfctxt/nfsctxt.html
- [16] Projet de décision relative à l'entreposage et au traitement des combustibles Phénix dans l'établissement de La Hague, Consultation du 9, February 2014 – 3, March 2014 ASN
- [17] Décision n°2014-DC-0422 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 mars 2014, 11, April 2014, ASN (release date)
- [18] Décision no 2020-DC-0685 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 février 2020 modifiant la décision no 2014-DC-0422 du 11 mars 2014, 19, February 2020 (release date)
- [19] Monsieur le President, de l'Autorite de Surete Nucleaire, De: M. Le Directeur de l'Etablissement de la Hague, Entite: BUR/DMR-DP/SUR, Objet: Etablissement de la Hague- Gestion des combustibles Phenix, Ref.: [1] Decision n2014-DC-0422 de l'Autorite de surete nucleaire du 11 mars 2014, modifiee par desition n2020-DC-0685 de l'Autorite de surete nucleaire du 13 fevrier 2020, 17, November 2022, ORANO Recyclage
- [20] Consultation(s) du public, Consultation du 06/11/2023 au 21/11/2023, ASN
Centrale Phénix Réacteur de recherche, Réception, entreposage et traitement des aiguilles de combustibles irradiés du réacteur Phénix, Orano Recyclage exploite, sur le site de La Hague, les installations nucléaires de base (INB) 116 et 117, dans lesquelles sont réceptionnés, déchargés, entreposés et traités des assemblages combustibles, Décision n° 2023-DC-0775 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 décembre 2023 modifiant la décision n° 2014 DC 0422 du 11 mars 2014 relative à la réception, à l'entreposage et au traitement, dans les installations nucléaires de base n° 116, dénommée « usine UP3 A », et n° 117, dénommée « usine UP2 800 », des aiguilles de combustibles irradiés dans le réacteur à neutrons rapides Phénix, 9, January 2024, ASNR
- [21] Résultats 2023 solides et ouverture d'un nouveau cycle de développement, 16, February 2024, ORANO Website, <https://www.orano.group/fr/actus/actualites-du-groupe/2024/fevrier/resultats-annuels-2023>
- [22] During their visit to Orano's La Hague site, Bruno Le Maire and Roland Lescure confirm treatment-recycling strategy beyond 2040, 7, March 2024, ORANO Website, <https://www.orano.group/en/news/news-group/2024/march/during-their-visit-to-orano-s-la-hague-site-bruno-le-maire-and-roland-lescure-confirm-treatment-recycling-strategy-beyond-2040>
- [23] Nuclear Power in France, 4, February 2025, World Nuclear Association
<https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france>
- [24] The strategy for the treatment and recycling of nuclear fuels extended at least until 2100, 14, March 2024, Sfen in English, <https://sfeninenglish.org/the-strategy-for-the-treatment-and-recycling-of-nuclear-fuels-extended-at-least-until-2100/>

- [25] Nuclear Power in France, 4 February 2025, World Nuclear Association, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france>
- [26] La Hague reprocessing plant: expansion and continued operation until at least 2100, GRS News, 12, March 2024, <https://www.grs.de/en/news/la-hague-reprocessing-plant-expansion-and-continued-operation-until-least-2100>
- [27] ふげん・もんじゅ使用済燃料の処分について, 2022 年 12 月, 日本原子力研究開発機構・敦賀廃止措置実証本部, <https://www2.nra.go.jp/data/000414767.pdf>

以上

(8) インドの核燃料サイクル政策に関する動向

インドは国内に豊富なトリウム (Th) 資源を有することから、資源の有効活用とエネルギー安全保障の観点より、長期的な原子力政策としてトリウム燃料によるクローズド燃料サイクルの実現を目指している¹。この目標を達成するためのステップとして、下表のような3段階の燃料サイクルを計画している^{2, 3, 4, 5}。

表：3段階からなるトリウムサイクル開発計画

	担当機関	利用炉	目的と役割	燃料生産	進捗
第1段階	NPCIL	加圧水型重水炉 (PHWR)	発電、 プルトニウム 239 (Pu-239) の生産	天然ウランを燃焼させ、使用済燃料から Pu-239 を取り出す。	商業利用中
第2段階	IGCAR BHAVINI	高速増殖実験炉 (FBTR) 高速増殖原型炉 (PFBR)	発電、 ウラン 233 (U-233) の 生産	劣化ウランと Pu-239 を用いた (Pu-U)O ₂ を炉心燃料とし、Th-232 を ThO ₂ の形状でブランケット燃料とする。使用済燃料から Pu-239 と U-233 を取り出す。	技術実証中
第3段階	BARC BHAVINI	改良型重水炉 (AHWR) 商用炉 (CFBR)	発電 (自己継続可能なサイクル) [Th-232→U-233]	(U-233-Th-232)O ₂ を AHWR の燃料として U-233 を得る作業を繰り返す。CFBR は金属燃料炉心を用いる (加速器駆動システムを利用した Th-232 からの U-233 の生産もあるとされる)。	技術開発中

NPCIL (Nuclear Power Corporation of India Ltd.) : インド原子力発電公社

IGCAR (Indira Gandhi Centre for Atomic Research) : インディラ・ガンジー原子力研究センター

BHAVINI (Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Limited) : バラティヤ・ナビキヤ・ビジュト・ニガム社

BARC (Bhabha Atomic Research Centre) : バーバ原子力研究所

¹ Bhabha Atomic Research Centre, “Reprocessing and Nuclear Waste Management,” <https://www.barc.gov.in/randd/rwm.html>

² Press Information Bureau Government of India Department of Atomic Energy, 26 JUN 2019, “Thorium-Based Nuclear Reactors,” <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1575801>

³ Bhabha Atomic Research Centre, “Thorium Fuel Cycle,” <https://www.barc.gov.in/randd/tfc.html>

⁴ World Nuclear Association, “Nuclear Power in India: fuel cycle,” <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/india#fuel-cycle>

⁵ 令和5年度原子力平和利用確保調査 (諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査) 成果報告書

第1段階のPHWRは1基目がカクラパー（Kakrapar）原子力発電所3号機として運転を開始しているほか、同発電所4号機として2023年12月に初臨界を達成する等、建設および運転に関する取り組みが進んでいる。第2段階のFBTRは1985年から運転を開始している。PFBRはカルパッカムで建設中であり、2016年4月以降の初臨界達成が予定されていたが、計画は遅延しており、2024年12月時点ではPFBRの運転開始時期は2025年末が見込まれている⁶。なお、PFBRへの燃料装荷は2024年に実施されており、初臨界許可も2024年に発給されている。第3段階のCFBRについては、PFBRの経験を反映して設計・開発が実施されることとなっている。

この3段階からなるトリウムサイクル開発計画について、2025年2月時点においてインド政府による方針変更を示唆するような発言・発表は見られない。

なお、前掲の表中の第1段階に相当するウランベースの使用済燃料の再処理については、1964年にトロンベイ（Trombay）において初めて再処理を行って以降、インドは50年以上におよぶ経験を有する⁷。個別の使用済燃料再処理施設の状況については令和5年度本事業成果報告書「第3章（3）インドの高速炉燃料再処理施設について」を参照されたい。

以上

⁶ “Prototype Fast Breeder Reactor to be operational by end of 2025: Govt,” <https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/power/prototype-fast-breeder-reactor-to-be-operational-by-end-of-2025-govt/articleshow/115977167.cms?from=mdr>

⁷ Bhabha Atomic Research Centre, “Reprocessing and Nuclear Waste Management,” <https://www.barc.gov.in/randd/rwm.html>

(9) アジア諸国における原子力導入に向けた動向

1. 本調査について

本調査では、オーストラリア、バングラデシュ、インドネシア、カザフスタン、マレーシア、モンゴル、フィリピン、シンガポール、タイ、トルコ、ベトナムの原子力導入計画に関する公開情報に基づき、原子力導入計画の現在の状況について調査した。規制の整備状況や既存炉の配備状況については、原子力安全条約（CNS : Convention on Nuclear Safety）の国別報告書に基づき調査を行った。また、国別報告書提出以降の新たな情報については、確認できる範囲で調査を行った。なお、CNS 未加盟もしくは加盟未発効である、マレーシア、モンゴル、フィリピンについてはその他の公開情報のみに基づいて調査を行った。

2. オーストラリア

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
オーストラリア	無	—	—	—	—	—
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
—	—	—	—	—	—	—
原子力規制の根拠法					制定	発効
1998 年オーストラリア放射線防護・原子力安全法（Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Act 1998）					1998 年	1999 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
1998 年放射線防護・原子力安全法によりオーストラリアでは原子力が禁止されている。2015 年に行われた法改正により、規制担当機関の権限の強化が行われた。					1999 年環境保護・生物多様性保全法（Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999）および多くの州・準州の規制において、原子力活動を対象として、1998 年放射線防護・原子力安全法における規定と類似の禁止事項が規定されている。 2018 年オーストラリア放射線防護・原子力安全規則（Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Regulations 2018）が以前の規則を置き換えるものとして公布されている。	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA：Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency）					独立（3 助言機関あり）	

原子炉の配備状況								
研究炉	基数：2 基（運転中 1 基、恒久停止 1 基）*							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
OPAL （ Open Pool Australian Lightwater）	ANSTO	アルゼンチン	INVAP 社製プールタイプ軽水炉	20MWt	運転中	2006 年 8 月 12 日初臨界	—	2024 年に改修工事を実施
HIFAR （ High Flux Australian Reactor）	ANSTO	英国企業が建設を請負	タンクタイプ重水炉 （英国 DIDO 材料試験炉に基づく）	10MWt	恒久停止（廃止措置中）	1958 年	2007 年	燃料、重水の除去は完了。 2024 年 12 月 10 日に廃止措置第 1 段階が認可され、2025 年にデコミ開始。
商業炉（発電炉）	基数：0 基							

* 廃止措置が完了したものとして、1961 年から 1995 年まで運転して 2009 年に解体された Moata（100kWt）（アルゴノート炉）が存在する。

3. バングラデシュ

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
バングラデシュ	有	2024 年中 (同年 4 月時点) ↓ 2025 年	2 基	バングラデシュ原子力発電会社 (Nuclear Power Plant Company Bangladesh Limited)	建設中 (模擬燃料による試験段階)	済
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する型番	その他
大型 PWR	120 万 kW×2	済	ロスアトム (Atomstroyexport)	ロシア	VVER-1200 (AES 2006) (V-523 原子炉)	建設サイトはルプール (Rooppur)
原子力法					制定	発効
バングラデシュ原子力規制法 (Bangladesh Atomic Energy Regulatory Act)					2012 年	2013 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
1993 年の原子力安全・放射線管理法 (Nuclear Safety and Radiation Control Act) を置き換える形で原子力規制法が制定された。原子力規制法の規定により規制当局が設立された。					施設の環境影響は 1995 年環境保護法 (Environmental Conservation Act-1995)、原子力災害を含む人災・天災時の管理手順や組織の役割は 2012 年防災管理法 (Disaster Management Act-2012) という様に国内関連法規による規制を受ける。	
規制担当機関					所轄官庁	
バングラデシュ原子力規制機関 (BAERA : Bangladesh Atomic Energy Regulatory Authority)					科学技術省 (MOST : Ministry of Science and Technology)	

原子炉の配備状況								
研究炉	基数：1 基（運転中 1 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
BTRR （ BAEC TRIGA Research Reactor）＊	BAERA	米国	GA 社 製 TRIGA MARK II	3,000kWt	運転中	1987 年	－	2024 年に改修を完了。 パルス運転を行った場合、出力約 852MW が可能。
商業炉（発電炉）	基数：2 基（建設中 2 基）							
名称	所在地	製造国	型番	出力	現在の状態	建設開始	運転開始	その他
ルプール原子力発電所 1 号機	ルプール	ロシア	VVER-1200 ／V-523	120 万 kW	建設中	2017 年 11 月 30 日	2025 年運転開始目標	核燃料は到着済、未装荷。
同発電所 2 号機	ルプール	ロシア	VVER-1200 ／V-523	120 万 kW	建設中	2018 年 7 月 14 日	－	－

＊ バングラデシュ訓練研究炉（BTRR：Bangladesh Training Research Reactor）と呼ばれる場合もある。

4. インドネシア

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
インドネシア	有	2032 年 (2024 年 12 月時点) ↓ 2029 年 (2025 年 1 月時点)	25～50 万 kW から 始めて 4.3GW (20 基以上) まで拡大	原子力発電計画実 施機関 (NEPIO) 設立中	初期段階*	進行中
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
従来型および SMR	—	未	—	—	—	サイト候補 29 地点 を選定済み
原子力法					制定	発効
1997 年 10 号法 (原子力法) (Act No. 10 Year 1997 on Nuclear Energy)					1997 年	1998 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
1964 年の旧原子力法を更新するために原子力法 (現行) が制定された。原子力法の改訂作業は、BAPETEN に より 2019 年の完了を目標として 2016 年から行われていたが、2022 年時点でもなお継続中である。					原子力施設に対する規制規則は原子力法を 始めとして 37 (2023 年時点) 存在する。	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
原子力規制庁 (BAPETEN)					独立機関 (大統領直下)	

* ケラサ島 (Kelasa Island) へ配備予定の ThorCon 社のトリウム溶融塩炉 (TMSR : Thorium Molten Salt Reactor) (電気出力 50 万 kW) の原型炉が 2028 年までに納入予定である。また、2025 年 2 月に必要な文書を提出し、許認可プロセスを開始している。

原子炉の配備状況

研究炉	基数：3 基（運転中 3 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了／設計寿命	その他
Multi-Purpose Reactor (MPR) GA Siwabessy	科学技術 開発地区 (Puspiptek) (スルボン)	ドイツ (西ドイツ) Interatom 社	プールタイプ (MTR)	3 万 kWt	運転中	1987 年	2030 年 (運転認可期限)	2020 年に 10 年の運転認可 取得。
TRIGA 2000	バンドン (Bandung)	米国	TRIGA MARK II	1,000kWt (許認可上)	運転中	1965 年	2027 年 (運転認可期限)	2017 年に 10 年の運転認可 取得。 初期出力は 250kW、現在 2,000kW へ更 新中。
Kartini Reactor	ジョグジャカルタ (Yogyakarta)	米国	TRIGA MARK II	100kWt	運転中	1979 年	2029 年 (運転認可期限)	2019 年に 10 年の運転認可 取得。
商業炉（発電炉）	基数：0 基							

5. カザフスタン

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
カザフスタン	有	2030 年（第 1 の原子力発電所）	3 か所	政府（特別政府委員会を設置予定）	第 1 の原子力発電所のサプライヤ企業候補提示段階	選定中*1
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
従来型原子炉または小型モジュール炉（SMR）*2	—	未（第 1 の原子力発電所の候補企業の提示段階）	第 1 の原子力発電所については、ロシアトム、EDF、CNNC、KHNP が候補*3	ロシア、フランス、中国、韓国	—	2024 年国民投票で原子力発電所建設が決定。
原子力法					制定	発効
原子力の利用に関するカザフスタンの法（Law of the Republic of Kazakhstan "On the Use of Atomic Energy"）					2016 年	2016 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
1997 年の原子力法を置き換えて 2016 年の原子力法が発効した。2016 年原子力法は原子力分野の規制への法的根拠や原則、規制機関の権限等を定めたものであり、現在までに数度の改正が行われている。					政府令やエネルギー大臣令、経済大臣令などで規制に関連する命令や規則が定められている。規制階層は 4 層から成り、規制としての拘束力が強い層から順に、大統領令と法、政府令、中央政府当局承認の規則と規制、および各事業体の規制等である。	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
カザフスタンエネルギー省原子力・エネルギー監督管理委員会（CAESC ME RK: Committee for Atomic and Energy Supervision and Control of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan）					エネルギー省（ただし、CAESC ME RK は独自予算を有し、その意思決定はエネルギー省から独立している。）	

*1 第 1 の原子力発電所のサイトとしてはウルケン（Ulken）村が提示され、カザフスタン政府は 2025 年 2 月に同村が所在するアルマトイ州ザンビル地区（Zhambyl district of Almaty region）を建設地として正式に選定した。第 2、第 3 の原子力発電所の候補地としてクルチャトフ（Kurchatov）、バルハシ（Balkhash）とアクタウ（Aktau）が検討対象となっている。

*2 第 1 の原子力発電所は従来型原子炉を選択。以降の発電所で SMR を考慮する可能性がある。

*3 2025 年中のサプライヤ選定を目標としている。

原子炉の配備状況

研究炉	基数：5 基（運転中 4 基、長期運転停止 1 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了／設計 寿命	その他
WWR-K 研究炉	アラタウ (Alatau)	旧ソビエト連邦	多目的プールタイプ研究炉	6,000kWt	運転中	1967 年	—	初期出力は 1 万 kWt。 2016 年に燃料を高濃縮ウランから低濃縮ウランへ変更。
WWR-K 研究炉臨界 施設 (critical stand)	アラタウ (Alatau)	旧ソビエト連邦	臨界集合体	100W	運転中	1972 年	—	2012 年に燃料を低濃縮ウランへ変更。
IGR 研究炉	クルチャトフ (Kurchatov)	旧ソビエト連邦	熱中性子パルス炉 (thermal neutrons pulse reactor)	10GWt（無規制） 1GWt（規制状態）	運転中	1961 年	—	
IVG.1M 研究炉	クルチャトフ	旧ソビエト連邦	水冷式炉	72MWt	運転中	1991 年	設定なし(3 年ごとに技術評価を行い、運転期間延長を決定)	高温ガス冷却炉 IVG.1 を水冷式へと改造した炉。 2023 年に燃料を低濃縮ウランに変更し起動。
IVG.1 研究炉	クルチャトフ	旧ソビエト連邦	高温ガス冷却炉	—	—	1975 年	1988 年	1990 年に水冷式へ更新。
RA 研究炉	クルチャトフ	旧ソビエト連邦	核ロケットエンジンのプロトタイプに基づくプールタイプ炉	燃料に依存	長期運転 停止中*	1987 年	1997 年（停止）	1998 年から燃料装荷なし

商業炉 (発電炉)	基数：1 基（恒久停止 1 基）							
名称	所在地	製造国	型番	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
BN-350	アクタウ (Aktau)	旧ソビエト連邦	BN-350	100 万 kWt (35 万 kWe)	恒久停止 (SAFSTOR)	1972 年 (初臨界) 1973 年 (電力網 接続)	1999 年	運転時最高出力は 75 万 kW。 使用済燃料は除去済み。

* IAEA 研究炉データベースでは 2018 年時点で恒久停止とされている。

6. マレーシア

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
マレーシア	有	2035 年以降	—	MyPower	検討段階*	未
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
従来型または小型モジュール炉（SMR）	—	未	—	—	—	実行可能性調査等は実施済
原子力法					制定	発効
1984 年原子力許認可法（Atomic Energy Licensing Act 1984）					1984 年	1985 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
原子力許認可法の第 70 節において、1968 年放射性物質法（Radioactive Substances Act 1968 [Act 17 of 1968]）が無効化（repealed）されたことが記述されている一方、無効化以前の放射性物質法の下で発給された許認可については原子力許認可法の下で発行されたものとみなして有効とすることが規定されている。					原子力許認可法には原子力関連の賠償規定等が設けられている。	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
原子力許認可委員会（Atomic Energy Licensing Board）					マレーシア科学技術イノベーション省（MOSTI）	

* 第 13 次マレーシア計画（RMK-13）において、発電電源の 1 つとして原子力を含める方針が示されている。

原子炉の配備状況								
研究炉	基数：1 基（運転中 1 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
TRIGA PUSPATI（RTP）	カジャン（Kajang）	米国	GA 社 製 TRIGA MARK II	1,000kWt	運転中	1982 年	—	2014 年に計器をデジタル計器に交換
商業炉（発電炉）	基数：0 基							

7. モンゴル

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
モンゴル	有	—	1 基	原子力発電計画実施機関（NEPIO：Nuclear Energy Program Implementing Organization）を設立予定	検討段階	未
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
低出力原子力発電所	22 万～33 万 kW	済	ロスアトム	ロシア	不明	サイト候補地は新首都周辺。契約締結は 2025 年見込
原子力法					制定	発効
原子力エネルギー法（The Law on Nuclear Energy）					2009 年	2009 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
2009 年に成立した原子力エネルギー法は全 8 章 51 節から成り、過去に 15 回の改正を受けて全文の内の 8 章 38 節に対して修正が加えられている。2024 年に行われた同法の改正は、フランスのオラノ（Orano）社との間で締結した投資合意を促進することが目的であったとされている。また、法改正により原子力発電所建設および高額の鉱物資源利用料受領の好機があるとされている。なお、原法が成立した 2009 年には「原子力エネルギー法と国策実現のためのプログラム」という政府決定（Government resolution）が行われている。					2009 年の議会決議である「放射性物質の開発および原子力平和利用に関する国策」（State Policy on Exploitation of Radioactive Minerals and Peaceful Uses of Nuclear Energy）、放射線防護および安全に関する基本規則などが制定されている。	
規制担当機関					独立機関	
原子力委員会（NEA）					首相直下	

原子炉の配備状況	
研究炉	基数：0 基
商業炉（発電炉）	基数：0 基

8. フィリピン

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
フィリピン	有	2032 年	120 万 kW ^{*1} (初期)	政府 民間企業 ^{*2}	計画実行段階 ^{*3}	未
予定する型式	初期導入出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
大型炉／SMR	120 万 kW	未	—	—	—	政府は NuScale 社 製 SMR 導入を検討 ^{*4}
原子力法					制定	発効
共和国法第 5207 号 1968 年原子力法 (RA5207 Atomic Energy Regulatory and Liability Act of 1968)					1968 年	1969 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
フィリピンでは包括的な原子力規制法案について、過去に第 17 回フィリピン議会等で審議が行われてきたが、そのような法案が法として成立したことはない。2025 年 1 月時点で、第 19 回フィリピン議会上院において独立規制機関である PhilATOM の創設に関する規定等を含む法案「フィリピン国家原子力安全法（上院法案 2899 号）」（Philippine National Nuclear Energy Safety Act (Senate Bill No. 2899)）（下院可決済）が議論されている（2024 年 12 月 10 付で科学技術委員会などが同法案の承認を勧告している）。					原子力法は近年の法律によって補完（complemented）されている。また、原子力規制には PNRI 規則や大統領令などが関連する。	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
フィリピン原子力研究所（PNRI：Philippine Nuclear Research Institute）					科学技術省（DOST）	

*1 2032 年までに 120 万 kW を導入し、2035 年までに 120 万 kW、2050 年までに 240 万 kW を追加する計画（2050 年までに合計 480 万 kW）である。

*2 実行可能性調査のために原子力計画実施機関（NEPIO）が設立され、その後原子力計画省庁間委員会（NEP-IAC：NEP Inter-Agency Committee）設立により構成が拡大した。また、原子力導入計画のロードマップを策定したのは政府であるが、民間企業であるマニラ電力にも原子力導入の動きが見られる。

*3 2025 年 1 月に公開されたフィリピンエネルギー計画 2023-2050 内の原子力計画（PHILIPPINE NUCLEAR ENERGY PROGRAM）において、2024～2028 年はマイルストーン 2 として規定された内容を実行する段階とされている。

*4 マニラ電力はフランスと共同で従来型原子炉（大型炉）の実行可能性調査を行うことを明らかにしている。また、NuScale 社等と SMR 導入へ向けた協力関係を締結している。

原子炉の配備状況

研究炉	基数：1 基（運転を終了した炉を未臨界集合体へと改造して運転中）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
PRR-1 SATER (Philippine Research Reactor - 1 Subcritical Assembly for Training, Education and Research)	フィリピン 大学（ケソン市）	米国（原型）	未臨界集合体	0（SATER）	運転中	2023 年 （SATER）	—	1988 年に運転終了した研究炉 PRR-1 を 2017 年から未臨界集合体へと改造していた。2023 年に改造後の未臨界集合体が運転開始。
PRR-1	フィリピン 大学	米国	GA 社製 TRIGA	1MW→3MW	—	1963 年 （原型）	1988 年 （原型）	運転終了後 30 年近く経過してから PRR-1 SATER へ改修。
商業炉（発電炉）	基数：1 基（ただし完成後に中止）							
名称	所在地	製造国	型番	出力	現在の状態	建設開始	計画中止	その他
バターン原子力発電所	バターン	米国	WH 社製 PWR	62 万 1,000kWe	計画中止	1976 年	1986 年	1984 年建設完了。未稼働で計画中止。稼働のための調査は複数回行われたが、稼働不可と判定。

9. シンガポール

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
シンガポール	無 ^{*1}	—	—	—	—	—
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
小型モジュール炉 (SMR)	—	—	—	—	—	—
原子力法					制定	発効
— ^{*2}					—	—
法改正等の検討状況					関連規制法規	
現在、原子力利用に関する法規制は存在せず、原子力施設の規制枠組みも存在しない。					— ^{*2}	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
— ^{*3}					—	

原子炉の配備状況	
研究炉	基数：0 基
商業炉（発電炉）	基数：0 基

- *1 原子力発電の商業利用へ向けたいかなる決定も行っていない一方で、原子力利用について複数の選択肢を取り得る余地を残しつつ、原子力分野における専門知見の構築（専門家の育成）を行っている。
- *2 原子力施設の安全に関する法的枠組みは存在しない。放射線防護法が 1973 年に制定され、放射線防護規則が 1974 年に公示された。その後、何度かの修正が加えられている。放射線防護規則は電離放射線を対象としたものの他、非電離放射線、放射性物質の輸送、運搬設備等に対するものが制定されている。
- *3 シンガポール国内に原子力施設を有しないため、規制機関も保有していない。しかし、放射線防護に関しては、持続可能性・環境省（Ministry of Sustainability and the Environment）管下の国家環境庁（NEA）が規制当局となっており、NEA の放射線防護・核科学グループ（RPNSG）（現在は局、2013 年以前はセンター）が許認可等を通じて放射線防護法および補助規則を管理している。

10. タイ

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
タイ	有（最新の電源開発計画は最終決定前） ^{*1}	2037 年まで	2 基	タイ発電公社	検討段階	未
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
小型モジュール炉（SMR）	30 万 kW	未	—	—	—	北東地域と南部地域へ各 1 基予定 世界の SMR 技術を調査中
原子力法					制定	発効
西暦 2016 年原子力平和利用法（the Nuclear Energy for Peace Act, B.E.2559(2016)）					2016 年	2017 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
西暦 1961 年原子力平和利用法（the Atomic Energy for Peace Act, B.E.2504 (1961)）を廃止し、原子力と放射線の利用に関する包括的な法的枠組みを提供するものとして原子力平和利用法が制定された。原子力平和利用法は西暦 2019 年原子力平和利用法（2 号）（Nuclear Energy for Peace Act (No.2), B.E.2562 (2019)）によって修正されて規制上の柔軟性が加えられた。同国は原子力・放射線による損害に関する民事責任についての規定を加えるために原子力平和利用法を修正する予定であるとしている。 原子力平和利用事務局（OAP）は原子力と放射線の規制と利用促進の両機能を有していたが、2006 年の王令により OAP は規制機関となり、原子力推進の機能はタイ原子力研究所（TINT）へ移管された。					平和利用法に追加する要件・規定については、大臣規制（Ministerial Regulations）、タイ原子力委員会（NEPC：Nuclear Energy for Peace Commission）規則・通知（Rules and Notifications）およびタイ原子力平和利用事務局通知（OAP Notifications）の形で提供される。サイト認可等に関する大臣規制が発効済である。	
規制担当機関					所轄官庁	
タイ原子力平和利用事務局（OAP：Office of Atoms for Peace） ^{*2}					高等教育・科学・研究・イノベーション省	

*1 国営企業子会社が溶融塩炉導入へ向けた MOU を締結済み。電源開発計画は最終決定前だが、この計画に基づいて原子力導入へ向けた動きが進められている。

*2 原子力法で OAP の事務局長に規制活動に関する許認可および承認通知の発給権限が与えられている。しかし、原子力施設、放射性廃棄物管理施設および使用済燃料に関する許認可であった場合、許認可はタイ原子力委員会（NEPC）の承認を受ける必要がある。

原子炉の配備状況

研究炉	基数：3 基（運転中 1 基、建設中 1 基、計画中 1 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
TRR-1/M1（Thai Research Reactor-1/Modification 1）	TINT（バンコク）	米国	GA 社 製 TRIGA MARK III	1,300kW	運転中	1977 年	—	1975 年に TRR-1 からコンバート
TRR-1	TINT	米国	カーチスライト社（Curtis Wright）製 MTR-type reactor	—	—	1962 年	1975 年	1975 年に TRR-1/M1 へコンバート
SUT-RR	スラナリー工科大学	中国	CNNC 製 MNSR（Miniature Neutron Source Reactor）	30kW	建設中	—	—	2024 年 11 月の装置出荷をもって建設段階開始と発表
オンガラック原子力研究センター研究炉	オンガラック原子力研究センター	—*	—*	10～20MW	計画中	—	—	TRR-1/M1 を代替する計画
商業炉（発電炉）	基数：0 基							

* 当初、米国 GA 社製 TRIGA 導入を予定して契約していたが、計画は頓挫している。

11. トルコ

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
トルコ共和国	有 (導入は 20 世紀半ばから検討を継続)	2028 年 (アックユ全基稼働目標) 2035 年 (3NPPs 建設)	20GW(2050 年代までの大型炉、小型モジュール炉 (SMR) を含めた容量)	アックユ原子力会社 (Akkuyu Nuclear A.Ş) (アックユ) トルコ発電会社 (EÜAŞ) (シノップ)	建設段階 (アックユ) サイト認可取得 (シノップ) 計画段階 (第 3)	済/未 (第 1 のアックユと第 2 のシノップは決定、第 3 はトラキア地方を予定)
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
大型 PWR ^{*1}	120 万 kW (アックユ)	済/未 ^{*2}	ロスアトム (アックユ)	ロシア	VVER-1200 (アックユ)	アックユサイトは NPP 建設認可を 1976 年に取得
原子力法					制定	発効
原子力規制法 (NÜKLEER DÜZENLEME KANUNU、Nuclear Regulation Act または Nuclear Regulatory Law No. 7381)					2022 年 3 月 8 日	2022 年 3 月 8 日
法改正等の検討状況					関連規制法規	
規制機関の設立等を規定した「原子力規制庁の組織と任務、及び数件の法律の改正に関する法令」 (DL702 : Decree-Law on Organization and Duties of Nuclear Regulatory Authority and Amendments to Certain Laws No. 702, 2018) が発効したものの、2021 年にトルコ憲法裁判所が手続き的な理由でこれを無効と判断した。同裁判所は判決の発効を 1 年後とし、それまでに再制定を許された政府は DL702 を代替する原子力規制法を発効した。原子力規制法には原子力賠償責任についての規定も存在し、広範に原子力に関連する内容を規定している。					原子力規制法その他、規制機関の組織等について定めた大統領令や各種規制が制定されている。原子力施設の環境影響を規制する環境法 (Environment Law No. 2874) や発電免許を規制する電力市場法 (Electricity Market Law No. 6446) も存在する。	
規制担当機関					所轄官庁	
原子力規制庁 (NDK、Nuclear Regulatory Authority) ^{*3}					エネルギー・天然資源省 (Ministry of Energy and Natural Resources)	

*1 大型炉および SMR を導入する目的で米国および他の国と協議を行っていると報道されている。

*2 シノップの原子力発電所は日本企業コンソーシアムが ATMEA-1 炉 4 基を建設予定であったが、トルコ政府により日本企業の参加が却下され、日本企業コンソーシアムを除いて許認可手続きが進められている。トルコ政府は韓国、ロシアとシノップ原子力発電所の建設について交渉しているほか、第 3 の原子力発電所について中国と交渉していると報道されている。

*3 原子力発電所における一般的問題については保健省など他の規制機関が存在する。

原子炉の配備状況

原子炉の配備状況								
研究炉	基数：3 基（運転中 2 基、恒久停止（解体済）1 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了	その他
TR-1	チェクメジ ェ原子力研 究訓練セン ター	米国 American Machine & Foundry	プールタイプ	1,000kW	恒久停止	1962 年	1977 年	解体済。
TR-2		設計：トルコ・ フランス 機器供給：ベ ルギー	プールタイプ	5,000kW	運転中	1981 年	－	TR-1 と同じ建屋 に設置。
ITU TRIGA MARK II 研究 炉	イスタンブ ール工科大 学（ITU）	米国	GA 社 製 TRIGA MARK II	250kW（定常運 転時） 120 万 kW（パ ルスモード時）	運転中	1979 年	－	パルスモードは 約 10 ミリ秒。
商業炉（発電炉）	基数：4 基（建設中 4 基）							
名称	所在地	製造国	型番	出力	現在の状態	建設開始	運転開始	その他
アックユ原子力発電所	アックユ	ロシア	VVER-1200	120 万 kW×4	建設中	2018（1 号機） 2020（2 号機） 2021（3 号機） 2022（4 号機）	1 号機は 2025 年 目標 2028 年全基運転 開始を目標	1 号機用燃料はサ イトへ到着済。

12. ベトナム

国名	原子力導入計画の有無	導入目標年	導入予定基数	事業主体	現在の進行状況	サイト選定
ベトナム	有	遅くとも 2031 年	2 か所（各 2 基） （旧計画時点）	政府	計画再開（計画中断前にはフィージビリティスタディが実施されたが、企業選定からやり直し）	済 （ニントゥアン）
予定する型式	出力	サプライヤ選定	サプライヤ企業	企業国籍	建設する炉の型番	その他
大型炉（PWR）	合計 4GW （旧計画時点）	未 （選定やり直し）	計画中断前は日本とロシアが選定されていたが、計画再開後は日本、ロシア、韓国、フランス、米国と協議予定。		—	2009 年から計画実施。2016 年計画中断。2024 年計画再開承認。
原子力法					制定	発効
原子力法（Atomic Energy Law）					2008 年	2009 年
法改正等の検討状況					関連規制法規	
ベトナム政府は規制機関の独立性などに対する原子力法の不十分さを理由として法の改訂を決定した。法の改正は 2022 年から 2025 年の間に実施することが予定されている。					ベトナム政府は原子力法の実行において 3 件の政令（No. 107/2013/ND-CP、No. 07/2010/ND-CP、No. 70/2010/ND-CP）を発している。また、原子力発電所の規制を目的とした 10 件以上の省令および基準を設けている。	
規制担当機関					所轄官庁／独立機関	
ベトナム放射線・原子力安全規制庁（VARANS）					科学技術省（MOST）	

原子炉の配備状況								
研究炉	基数：1 基（運転中 1 基）							
名称	所在地	製造国	型式	出力	現在の状態	運転開始	運転終了／設計寿命	その他
ダラット研究炉 （現在）	ダラット原子力研究所 （ダラット市）	ソビエト連邦の協力によるアップデート	プールタイプ軽水炉	500kW	運転中	1984 年 （初臨界 1983 年）	—	TRIGA MARK II からのアップデート
ダラット研究炉 （改造前）		米国	GA 社 製 TRIGA MARK II	250kW	—	1963 年	1982 年 （1968～1975 は長期停止、1975～は燃料除荷）	1982 年に現在の炉へのアップデート開始
商業炉（発電炉）	基数：0 基							

以上

(10) 各国の原子力に対する AI 活用の検討状況

1. 本調査について

本調査では、商用の原子力発電所を既に導入している各国の原子力推進側（官公庁、研究機関、電力事業者、ベンダー等）と原子力規制側（規制機関）の双方について、人工知能（AI）や機械学習（ML）に関する公開情報を調査し、発表者、公開年月日、発表タイトル（原題）、URL、概要をまとめた。英語による発表を調査対象とし、対象とする期間は直近の約 2 年間（2022 年 11 月～2024 年 11 月）とした。

2. 米国

2.1. 2022 年

発表者： Grout Ray et al, National Renewable Energy Lab. (NREL)
公開年月日： 2022 年 11 月 11 日
原題： AI@DOE Interim Executive Report
URL： <https://www.osti.gov/biblio/1872103/>
概要： エネルギー省（DOE）のミッションの課題に対処し予測する ML ベースの予測および意思決定支援機能の開発に関するワークショップを開催。結果は DOE のミッションの課題に対処し予測する ML ベースの予測および意思決定支援機能の開発に使用される。

2.2. 2023 年

発表者： Xingang Zhao et al, オークリッジ国立研究所（ORNL：Oak Ridge National Laboratory）
公開年月日： 18 Jan 2023, Volume 209, 2023 Nuclear Technology
原題： Bayesian Network–Based Fault Diagnostic System for Nuclear Power Plant Assets
URL： <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00295450.2022.2142445#abstract>
概要： ベイジアンネットワーク（BN：Bayesian network）*技術と BN モデルを実装するためのソフトウェアツール、および関連する知識表現と推論パラダイムの体系的な概要を紹介。実証試験として、遠心ポンプと電動モーターの故障の診断を実施予定。

* 野村総合研究所の解説によると「データの因果関係を分析する手法の 1 つで、因果関係の強さを、ある事象が起こった場合に他の事象が起こる確率である「条件付き確率」の大きさから判断し、多数の事象間の因果関係をグラフィカルに整理する方法」である¹。

¹ 野村総合研究所、「用語解説 技術 ベイジアンネットワーク」（https://www.nri.com/jp/knowledge/glossary/list/ha/bayesian_network 2024 年 11 月 12 日閲覧）

発表者： X エナジー (X-energy) 社
公開年月日： 2023 年 3 月 7 日
原題： X-energy to Open First Plant Support Center for Xe-100 Advanced Small Modular Reactor Fleet
URL： <https://x-energy.com/media/news-releases/x-energy-to-open-first-plant-support-center-for-xe-100-advanced-small-modular-reactor-fleet>
概要： Xe-100 向け原子炉管理・監視・訓練施設である東プラント支援センター (PCSE : Plant Support Center-East) では、3D 仮想現実環境を用いたメイン制御室シミュレータと AI/ML を組み合わせた独自ツール X-DATA (Xe-100 Data Analytics Tools & Applications) が使用されている。

発表者： Harleen Kaur Sandhu et al
公開年月日： 2023 年 3 月 10 日
原題： A Future with Machine Learning: Review of Condition Assessment of Structures and Mechanical Systems in Nuclear Facilities
URL： <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/6/2628>
概要： 原子力施設の構造システム・機械システムの状態評価と AI アプリケーションの進展についてレビューしている。

発表者： DOE 科学局 (SC : Office of Science)
公開年月日： 2023 年 5 月
原題： ADVANCED RESEARCH DIRECTIONS ON AI FOR SCIENCE, ENERGY, AND SECURITY
URL： <https://www.anl.gov/sites/www/files/2023-06/AI4SESReport-2023-v5.pdf>
概要： DOE が AI の新機能を活用および拡張して進歩を加速し、科学、エネルギー、セキュリティにまたがるミッション領域の質を高めるための包括的なビジョンを示している。

発表者： 原子力規制委員会 (NRC : U.S. Nuclear Regulatory Commission)
公開年月日： 2023 年 5 月
原題： ARTIFICIAL INTELLIGENCE STRATEGIC PLAN Fiscal Years 2023-2027
URL： <https://www.nrc.gov/docs/ML2313/ML23132A305.pdf>
概要： 原子力規制委員会 (NRC) の AI 戦略計画は、2023 会計年度から 2027 会計年度までを対象としており、AI に精通した人材を育成し、NRC の

規制対象活動において AI を安全かつ確実に使用できるようにするためのビジョンと目標を定めた。

発表者： DOE 原子力エネルギー局（NE：Office of Nuclear Energy）
Cody M. Walker et al, アイダホ国立研究所（INL：Idaho National Laboratory）
公開年月日： 2023 年 8 月
原題： Light Water Reactor Sustainability Program / Explainable Artificial Intelligence Technology for Predictive Maintenance
URL： https://inldigitallibrary.inl.gov/sites/sti/sti/Sort_67216.pdf
概要： AI と ML は、原子力発電所の機器の劣化の診断などの複雑な問題を簡素化して、より効果的な意思決定を可能とする。AI と ML により原子力発電所のパフォーマンス、説明可能性、信頼性に関する開発と実証を完了した。

発表者： M. D. Muhlheim P. Ramuhalli A. Huning A. Guler A. Saxena, ORNL
公開年月日： 2023 年 9 月
原題： Status Report on Regulatory Criteria Applicable to the Use of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML)
URL： <https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub201873.pdf>
概要： AI 技術の適用に関する制約の決定、規制上のギャップや不確実性の特定、およびこれらの技術の規制承認に重要となる可能性のある予想される技術基盤情報を明確化した。

2.3. 2024 年 1 月

（公開情報はありませんでした）

2.4. 2024 年 2 月

（公開情報はありませんでした）

2.5. 2024 年 3 月

発表者： 電力研究所（EPRI：Electric Power Research Institute）
公開年月日： 2024 年 3 月 6 日
原題： Monitoring and Advanced Data Analytics
URL： <https://www.epri.com/portfolio/programs/113080>

概要： 信頼性と効率性を向上させるために、発電所の資産のモニタリング、診断、および予測にデータ分析と機械学習のアプローチを活用する。

発表者： ブルーウェーブ AI ラボ (Blue Wave AI Labs)

公開年月日： 2024 年 3 月 26 日

原題： Blue Wave AI Labs and Constellation Expand Strategic Agreement With Long-Term Adoption of ThermalLimits.ai

URL： <https://www.newswire.com/news/blue-wave-ai-labs-and-constellation-expand-strategic-agreement-with-22267541>

概要： ブルーウェーブ AI ラボは、コンステレーション (Constellation) 社が運営する米国の原子力発電所 2 基に ML ツールを導入し、原子炉 1 基あたり年間数百万ドルを節約。この開発したアルゴリズムを他の 32 基の BWR に適用することを計画。また、PWR へ適用するアルゴリズムにも取り組む。

2.6. 2024 年 4 月

発表者： Keith J. Benes, Joshua E. Porterfield, and Charles Yang, DOE

公開年月日： 2024 年 4 月

原題： AI for Energy Opportunities for a Modern Grid and Clean Energy Economy

URL： https://www.energy.govh/sites/default/files/2024-04/AI%20EO%20Report%20Section%205.2g%28i%29_043024.pdf

概要： 2023 年 10 月の AI の開発と使用に関する大統領令に基づき、AI がクリーンエネルギー経済に幅広く取り組む機会と、それに関連する課題についても取り上げている。

発表者： Rivas, A., Delipei, G. K., Davis, et al,
ノースカロライナ州立大学 (NCSU : North Carolina State University)

公開年月日： 2024 年 4 月 8 日

原題： A component diagnostic and prognostic framework for pump bearings based on deep learning with data augmentation

URL： <https://doi.org/10.1016/j.res.2024.110121>

概要： 機械学習モデル (MLM) を使用してコンポーネントのメンテナンス操作を最適化する予測メンテナンス (PdM : Predictive Maintenance) フレームワークを開発。メンテナンスまでの期間を長くし、発電所の故障率を大きく削減。

発表者： Rivas, A., Delipei, G. K., Davis, et al, NCSU
公開年月日： 2024 年 4 月 8 日
原題： A system diagnostic and prognostic framework based on deep learning for advanced reactors
URL： <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2024.105114>
概要： 最先端の MLM に基づくシステムレベル診断／予知（SDP：System level Diagnostic/Prognostic）フレームワークを開発し、異常な動作を検出して診断し、安全限度の超過の開始を予測する。

発表者： Rollins, N., Allan, I., & Hou, J.
公開年月日： 2024 年 4 月 8 日
原題： Prototyping of a Machine Learning–Based Burnup Measurement Capability for Pebble Bed Reactor Fuel
URL： <https://doi.org/10.1080/00295639.2024.2328937>
概要： ペブルベッド原子炉燃料の機械学習ベースの燃焼度測定に関し、高度なモデリングおよびシミュレーション機能を活用した機械学習ベースの燃料燃焼度予測フレームワークを概念化して、開発成果を実証する。

発表者： Raymond V. Furstenau, Acting Executive Director for Operations, NRC
公開年月日： 2024 年 4 月 25 日
原題： SECY-24-0035: Advancing use of Artificial Intelligence at the U.S. Nuclear Regulatory Commission
URL： <https://www.nrc.gov/docs/ML2408/ML24086A002.pdf>
概要： AI の潜在的な用途と、AI を効果的に活用して機関の価値を高め、その使命の達成方法を強化するための NRC スタッフの全体的なアプローチをまとめている。

2.7. 2024 年 5 月

発表者： ホルテック・インターナショナル（Holtec International）社
公開年月日： 2024 年 5 月 1 日
原題： Holtec Maintenance & Modification International [HMI, LLC] Launched as a Wholly Owned Holtec Subsidiary
URL： <https://holtecinternational.com/2024/05/01/holtec-maintenance-modification-international-hmi-llc-launched-as-a-wholly-owned-holtec-subsidiary/>
概要： 子会社として HMI（Holtec Maintenance & Modification International）社を設置し、AI を活用した予防保守やロボットによる作業員の放射線量

低減策など、最先端の技術を顧客の発電所に導入する態勢を整えた。また HMI 社は、米国および世界各地で建設予定の SMR-300 発電所の運用ニーズを満たす統合機能を提供できる。

発表者 : Djysrv, Neutron Bytes
公開年月日 : 2024 年 5 月 5 日
原題 : In New Report DOE Tackles AI for Nuclear Energy
URL : <https://neutronbytes.com/2024/05/05/in-new-report-doe-tackles-ai-for-nuclear-energy/>
概要 : 2024 年 4 月にアルゴンヌ国立研究所 (ANL : Argonne National Laboratory) が刊行した報告書『エネルギーのための AI に関する先進的研究の方向性』 (Advanced Research Directions on AI for Energy) の紹介。商業用原子力エネルギーやその他の形態のエネルギー、エネルギー管理と規制のあらゆる側面の展開と管理における AI 使用に関連する短期的および長期的な行動の大きな課題と機会について取り上げる。

発表者 : Atomic Canyon
公開年月日 : 2024 年 5 月 16 日
原題 : Atomic Canyon to Work with Oak Ridge National Laboratory to Develop Safe, Efficient Open-Source Nuclear AI Model on World's Fastest Supercomputer
URL : <https://www.prnewswire.com/news-releases/atomic-canyon-to-work-with-oak-ridge-national-laboratory-to-develop-safe-efficient-open-source-nuclear-ai-model-on-worlds-fastest-supercomputer-302145725.html>
概要 : アトミック・キャニオン社が ORNL と協力し、ORNL のフロンティア・スーパーコンピューターを使用して、原子力用語に特化した AI モデルのトレーニングを実施。原子力分野向けに特別に設計された初の AI モデルの開発は、データ管理と安全性を大幅に改善する。

2.8. 2024 年 6 月

発表者 : S. Chatzidakis, V. Theos, K. Gkouliaras et al, Purdue University
J. Lawrence, J. Hollern Electric Power Research Institute
D. Eskins, K. Cottrell, A. Kim U.S. Nuclear Regulatory Commission
公開年月日 : 2024 年 6 月
原題 : CHARACTERIZING NUCLEAR CYBERSECURITY STATES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE/MACHINE LEARNING - FINAL REPORT

URL : <https://www.nrc.gov/docs/ML2419/ML24193A008.pdf>
概要 : 原子力システムにおけるサイバーイベントの特性評価と、「AI/ML は、サイバーイベントに起因するシステム状態の特性評価に実現可能かつ有効に適用できる」か試験するための、実験的および計算的取り組みの方法論、実装、パフォーマンス評価、および得られた教訓をまとめている。

2.9. 2024 年 7 月

発表者 : Nguyen, K. H. N., Rivas, A., et al, NCSU
公開年月日 : 2024 年 7 月 1 日
原題 : Reinforcement Learning-Based Control Sequence Optimization for Advanced Reactors
URL : <https://doi.org/10.3390/jne5030015>
概要 : 次世代原子力システム向けの強化学習ベースの制御シーケンス最適化フレームワークの開発に焦点。柔軟な運用を強化し、次世代原子力技術の経済性の促進と通常運転中の安全性を優先することを目指す。

発表者 : ANL
公開年月日 : 2024 年 7 月 26 日
原題 : Smart diagnostics: How Argonne could use Generative AI to empower nuclear plant operators
URL : <https://www.anl.gov/article/smart-diagnostics-how-argonne-could-use-generative-ai-to-empower-nuclear-plant-operators>
概要 : GPT-4 等の大規模言語モデル (LLM : large language model) と、PRO-AID と呼ばれるアルゴンヌ診断ツール、シンボリックエンジンを組み合わせた、スマート診断ツールについての論文を ANL の研究者が発表。

2.10. 2024 年 8 月

発表者 : Rivas, A., Gregory K. Delipei, et al, NCSU
公開年月日 : 2024 年 8 月
原題 : A System Predictive Maintenance Framework for Advanced Reactors Using a Data-Driven Digital Twin
URL : <https://doi.org/10.1080/00295639.2024.2372515>
概要 : 先進炉のシステム利用率を最大化するために、動的ベイジアンネットワークを使用したシステムレベルの予知保全 (PdM) とディープニュー

ラルネットワークを使用したコンポーネント固有の PdM を実行するための動的運用および保守最適化 (DyOMO) フレームワークを提案。

発表者： 米国原子力学会 (ANS : American Nuclear Society) Nuclear Newswire
公開年月日： 2024 年 8 月 6 日
原題： Making AI fit for purpose: DOE-led applications in energy and nuclear research
URL： <https://www.ans.org/news/article-3968/using-the-new-math-artificial-intelligence-and-machine-learning-applications-for-the-nuclear-power-industry/>
概要： エンジニアが ANL の診断ツール PRO-AID と「シンボリックエンジン」を組み合わせ、PRO-AID と大規模言語モデルの間の仲介役として機能し、モデルがデータを正確に解釈できる。

発表者： Addison Arave, INL
公開年月日： 2024 年 8 月 14 日
原題： Artificial intelligence in nuclear: How computer and data scientists are enhancing the industry
URL： <https://inl.gov/-story/artificial-intelligence-in-nuclear-how-computer-and-data-scientists-are-enhancing-the-industry/>
概要： INL における AI 事業の紹介。原子力発電所の状態レポート分析を ML で自動化するために始まった AI 事業が、発電所内の他の作業決定を自動化するように拡大した例等。

2.11. 2024 年 9 月

発表者： NRC
公開年月日： 2024 年 9 月
原題： US-Canada-UK Trilateral Collaboration on AI
URL： <https://www.nrc.gov/ai/externally-focused.html#international>
概要： カナダ原子力安全委員会 (CNSC)、英国原子力規制局 (ONR)、NRC は共同で「原子力用途における人工知能システムの開発に関する考慮事項」(Considerations for Developing Artificial Intelligence Systems in Nuclear Applications) と題する AI 原則文書を発表。急速に発展するこれらの技術から生じる課題を明確にし、対処するとともに、AI の有益な使用を奨励する必要性について議論。

発表者： ウェスチングハウス（WH）社
公開年月日： 2024 年 9 月 4 日
原題： Westinghouse Unveils Pioneering Nuclear Generative AI System
URL： <https://info.westinghousenuclear.com/news/westinghouse-unveils-pioneering-nuclear-generative-ai-system>
概要： WH 社は同社が開発した生成 AI（GenAI）システムである Hive システムを発表。同システムは、設計・許認可手続き・製造・建設・運転といった原子炉ライフサイクル全体を通じて、コストとスケジュールの改善を推進する。

発表者： NRC
公開年月日： 2024 年 9 月 10 日
原題： NRC’s Enterprisewide Strategy on AI
URL： <https://www.nrc.gov/ai/enterprise-wide-strategy.html>
概要： NRC は、機関全体にわたる AI 導入のための包括的な枠組を確立する必要性を認識し、2 つの戦略目標を特定。

発表者： NRC
公開年月日： 2024 年 9 月 10 日
原題： Inventory of Internal AI Use Cases
URL： <https://www.nrc.gov/ai/internally-focused.html#inventory>
概要： 2025 会計年度、NRC は大統領令 13960*との整合性を確保するために、NRC のミッションをサポートするために展開および運用されているすべての AI を特定、レビュー、評価するために再評価する。
* <https://www.federalregister.gov/documents/2020/12/08/2020-27065/promoting-the-use-of-trustworthy-artificial-intelligence-in-the-federal-government>

発表者： NRC
公開年月日： 2024 年 9 月 18 日
原題： How We Are Using AI
URL： <https://www.nrc.gov/ai/internally-focused.html>
概要： 業務内で AI の使用を推進するための機関の戦略を概説。機関内での AI の使用を促進するために、全社的な AI 戦略を策定。特にデータ管理と検索機能の向上を通じて、AI を活用して効率性を高めるとしている。

発表者： NRC
公開年月日： 2024 年 9 月 19 日

原題 : NRC AI Compliance Plan
URL : <https://www.nrc.gov/ai/compliance-plan.html#purpose>
概要 : 「2020 年政府における AI 法」(AI in Government Act of 2020) および行政管理予算局 (OMB: Office of Management and Budget) 覚書 (Memoranda) M-24-10 に基づき、AI に関する NRC のコンプライアンス計画を提示。

発表者 : NRC
公開年月日 : 2024 年 9 月 26 日
原題 : Frequently Asked Questions About AI
URL : <https://www.nrc.gov/ai/faq.html#1>
概要 : AI についての NRC の規制対象活動の使用準備、規制措置の検討、外部の利害関係者との関わり、国際的な関わり、内部活動の中での使用推進方法、組織内文書アクセスや管理システムなどのツールを活用した AI の開発の進め方などの質問に答えている。

2.12. 2024 年 10 月

発表者 : NRC
公開年月日 : 2024 年 10 月 1 日
原題 : How The NRC is Preparing AI Technologies
URL : <https://www.nrc.gov/ai/externally-focused.html>
概要 : NRC は、原子力規制研究局 (Office of Nuclear Regulatory Research) の将来志向研究 (FFR: Future Focused Research) プログラムを通じて AI 研究に投資し、AI がいかんにして使命を支援し、機関全体にわたって基礎知識を構築できるかを模索。

発表者 : NRC
公開年月日 : 2024 年 10 月 1 日
原題 : How The NRC Is Preparing To Review AI Technologies
URL : <https://www.nrc.gov/ai/externally-focused.html#public>
概要 : NRC は、データサイエンスと AI 規制利用についての公開ワークショップシリーズを主催し、NRC、原子力業界、関係者がデータサイエンスと AI に関する知識と研究活動の現状、および原子力業界でのそれらの応用について議論するフォーラムを提供。

発表者 : MeriTalk
公開年月日 : 2024 年 10 月 23 日

- 原題 : DoE Seeks AI/ML Innovations to Optimize Nuclear Accelerators, Detectors
URL : <https://www.meritalk.com/articles/doe-seeks-ai-ml-innovations-to-optimize-nuclear-accelerators-detectors/>
概要 : DOE-SC における AI に関する R&D の紹介。SC 内の核物理学 (NP) プログラムの下で、加速器と検出器向けの AI・ML ソリューションに焦点を当てた R&D を計画。自律制御、加速器と科学機器の効率、および将来の衝突型加速器のデジタルツイン化の課題に対処する。
- 発表者 : Anna Ribeiro, Industrial Cyber News
公開年月日 : 2024 年 10 月 24 日
原題 : Memorandum on Advancing the United States' Leadership in Artificial Intelligence; Harnessing Artificial Intelligence to Fulfill National Security Objectives; and Fostering the Safety, Security, and Trustworthiness of Artificial Intelligence
URL : <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2024/10/24/memorandum-on-advancing-the-united-states-leadership-in-artificial-intelligence-harnessing-artificial-intelligence-to-fulfill-national-security-objectives-and-fostering-the-safety-security/>
概要 : 米国において AI を適切に活用するための各省に対する指示を示した覚書。DOE や NNSA に対しては、重要なエネルギーインフラでの AI 使用の潜在的な利点とリスクに関する概要レポートを発表し、AI に関する初期リスク評価も行うよう指示。
- 発表者 : NRC
公開年月日 : 2024 年 10 月 29 日
原題 : Data and AI at the NRC
URL : <https://www.nrc.gov/ai/internally-focused.html#data>
概要 : データの管理と使用は、さまざまなプログラムを効果的に実行するために必須。また AI の潜在能力を最大限に引き出し、生産性と効率性を高める AI ツールとモデルを強化するために不可欠である。NRC のデータに関する最新情報を提供。

2.13. 2024 年 11 月

- 発表者 : ロイター通信 (Reuters)
公開年月日 : 2024 年 11 月 14 日

原題 : California's only nuclear plant to use AI to help comply with new licensing challenges

URL : <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/californias-only-nuclear-plant-use-ai-help-comply-with-new-licensing-challenges-2024-11-13/>

概要 : ディアブロ・キャニオン (Diablo Canyon) 原子力発電所において、AI ソフトウェア「ニュートロン・エンタープライズ」(Neutron Enterprise) をインストールすることについて、アトミック・キャニオン (Atomic Canyon) 社と PG&E (Pacific Gas & Electric) 社が 2024 年 11 月 13 日に契約に署名 (契約額は非公開)。このソフトウェアは、同発電所のシステム上に格納されている電子文書 (多くは紙媒体またはマイクロフィッシュでの文書をスキャンしたもの=画像情報としての電子文書) について、自然言語において読み込む (文字認識させる) とともに検索可能にするものである。これにより、同発電所の許認可に関連した過去の膨大な文書の管理が容易になる。

3. カナダ

発表者 : オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社

公開年月日 : 2023 年 6 月 12 日

原題 : Supplier spotlight: Nuclear Promise X delivering sustainability through digital innovation

URL : <https://www.opg.com/stories/supplier-spotlight-nuclear-promise-x-delivering-sustainability-through-digital-innovation/>

概要 : OPG 社のサプライチェーンにおいて、AI 等のデジタルソリューションを提供する NPX (Nuclear Promise X) 社の紹介。NPX 社は OPG 社やブルース・パワー (BP : Bruce Power) 社と協力し、紙ベースの手続きや資産情報のデジタル移行を実施したほか、AI を使用した原子力事業管理支援を行う。

発表者 : Onur Surucu et al, Adastra Corporation, Canada

公開年月日 : 2023 年 7 月 1 日

原題 : Condition Monitoring using Machine Learning: A Review of Theory, Applications, and Recent Advances

URL : <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119738>

概要 : ML 駆動型状態監視システムに関する最近の文献をレビューし、成功したインテリジェントな状態監視システムに関する根本的な調査結果についての洞察を提供している。

発表者： カナダ政府（Government of Canada）規制イノベーションセンター
（Centre for Regulatory Innovation）
公開年月日： 2024 年 3 月 8 日
発表タイトル： A Study for the Canadian Nuclear Safety Commission on Artificial
Intelligence Applications and Implications for the Nuclear Industry
URL： <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/resources/research/research-and-support-program/research-report-abstracts/research-report-summaries-2022-2023/#R760.1>
概要： 潜在的な AI 利用と原子力産業への影響を調査し、現在の包括的で堅牢な原子力の枠内で、さまざまな原子力利用における AI 実装に向けた準備状況を調査する。

発表者： Chaima Jendoubi, et al., オンタリオ工科大学（Ontario Tech University）
公開年月日： 2024 年 10 月 29 日
発表タイトル： A Survey of Artificial Intelligence Applications in Nuclear Power Plants
URL： <https://doi.org/10.3390/iot5040030>
概要： 原子炉の運転に固有の非線形性と動的動作に対処するために、原子力発電所の構成要素に適用される ML やリアルタイムデータ分析などの AI 手法の使用を検討する。また、AI と IoT デバイスの実装を通じて、原子力発電所事故時のより良い調整を確実にするために、規制当局と意思決定者への早期警告とリアルタイムのデータ送信を可能にするシステムを提案。

4. 英国

4.1. 2022 年

発表者： 製造技術センター（MTC : Manufacturing Technology Centre）
公開年月日： 2022 年 12 月 19 日
発表タイトル： How MTC is Using V7 to Build AI for Sorting and Segregating Nuclear Waste
URL： <https://www.v7labs.com/customer-stories/mtc>
概要： MTC はアトキンス（Atkins）社等と提携し、コンピュータビジョンを利用した放射性廃棄物を選別・分離するための AI ソリューション（ロボット）を開発中。

4.2. 2023 年

- 発表者： Nuclear Engineering International
公開年月日： 2023 年 2 月 9 日
発表タイトル： Using AI in nuclear decommissioning
URL： <https://www.neimagazine.com/advanced-reactorsfusion/using-ai-in-nuclear-decommissioning-10580423/>
概要： マンチェスター大学のマンチェスター・ロボティクス・AI センター（Manchester Centre for Robotics and AI）は、人間が立ち入れない場所を使用するロボット Lyra を開発。ドーンレイのチームと協力し、様々な施設での適用を考慮。
- 発表者： セラフィールド社（Sellafield Ltd.）
公開年月日： 2023 年 3 月 23 日
発表タイトル： Sellafield Ltd AI Strategy
URL： <https://www.gov.uk/government/publications/sellafield-ltd-ai-strategy>
概要： 組織のすべての領域でデータからより多くの情報を取得し、よりスマートな意思決定と自動化の強化を推進し、最終的には安全性を高め、サイト修復を加速するためのツールとして AI を活用。このツールは原子力廃止措置機関（NDA：Nuclear Decommissioning Authority）と協力して開発した。
- 発表者： Jacobs 社
公開年月日： 2023 年 5 月 25 日
発表タイトル： Jacobs and UK Government to Fund International Robotics Research Center
URL： <https://www.jacobs.com/newsroom/press-release/jacobs-and-uk-government-fund-international-robotics-research-center>
概要： Jacobs 社とマンチェスター大学、英国政府は、長期過酷環境自律型ロボセンター（CRADLE：Centre for Robotic Autonomy in Demanding and Long-lasting Environments）を設立し、原子力発電所の廃止措置等で利用できるロボットや AI システムを開発する。
- 発表者： The New Statesman
公開年月日： 2023 年 6 月 21 日
発表タイトル： Using AI and robotics to help tackle Britain's biggest nuclear challenge

- URL : <https://www.newstatesman.com/spotlight/tech-regulation/emerging-technologies/2023/06/ai-robotics-help-tackle-britain-nuclear-challenge-environment>
- 概要 : セラフィールド社の AI およびロボット開発における取り組みを紹介する記事。セラフィールド社と NDA は、廃止措置プログラムをより速く、より安全に、より効率的に完了するために、ロボット工学と AI を開発している。
- 発表者 : 英国原子力公社 (UKAEA) カラム核融合エネルギーセンター (CCFE : Culham Centre for Fusion Energy)
- 公開年月日 : 2023 年 6 月 28 日
- 発表タイトル : Supercomputing, AI and the Industrial Metaverse essential for UK fusion energy powerplant development
- URL : <https://ccfe.ukaea.uk/supercomputing-ai-and-the-industrial-metaverse-essential-for-uk-fusion-energy-powerplant-development/>
- 概要 : UKAEA によるプロトタイプ核融合発電所「エネルギー生成のための球場トカマク」(STEP) のエンジニアリング設計には AI とスーパーコンピュータが用いられ、「インダストリアル・メタバース」と呼ばれる非常に実体感のある仮想環境において開発される。
- 発表者 : ケンブリッジ大学 (University of Cambridge)
- 公開年月日 : 2023 年 7 月 3 日
- 発表タイトル : RCS partners with UKAEA, Intel, Dell on UK fusion energy
- URL : <https://www.hpc.cam.ac.uk/rcs-partners-ukaea-intel-dell-uk-fusion-energy>
- 概要 : UKAEA、デル・テクノロジーズ社、インテル社、ケンブリッジ大学の協力により、スーパーコンピュータと高度な予測機能を備えた AI 技術によって、STEP 設計のデジタルツインを実現する方法を探る。
- 発表者 : NDA、ニュークリア・ウェイスト・サービスズ (NWS : Nuclear Waste Services)、セラフィールド社、ドーンレイ、マグノックス社 (Magnox Ltd)
- 公開年月日 : 2023 年 9 月 7 日
- 発表タイトル : Cleaning up our nuclear past: faster, safer and sooner
- URL : <https://nda.blog.gov.uk/technology-and-innovation-is-shaping-delivery-of-the-nda-mission/>

- 概要： NDA は国防部門との協力を拡大し、共同出資コンペによって費用対効果を高め、人間にとって安全でない環境で配備できる高度なロボット工学、AI と ML、ドローン、リモートセンシング技術などの技術を開発。
- 発表者： Christopher R. Anderson; マンチェスター大学 (University of Manchester)
- 公開年月日： 2023 年 10 月 3 日
- 発表タイトル： Autonomous Systems’ Safety Cases for use in UK Nuclear Environments
- URL： <https://arxiv.org/pdf/2310.02344>
- 概要： 英国の原子力発電所において AI を組み込んだ仮想ロボットを導入するためのセーフティ・ケースを提示する。また、現在可能なこと、ツールの開発によって可能となることを示す。
- 発表者： ONR、環境庁 (EA : Environment Agency)
- 公開年月日： 2023 年 11 月 8 日
- 発表タイトル： Outcomes of nuclear AI regulatory sandbox pilot published
- URL： <https://onr.org.uk/news/all-news/2023/11/outcomes-of-nuclear-ai-regulatory-sandbox-pilot-published/>
- 概要： ONR と EA が共同で、原子力産業における AI 規制を探る事業の最終報告書を発表。最終報告書においては、世界で初めて原子力規制に適用されたサンドボックスが、AI 技術の規制の在り方について検討するための安全な空間を規制機関や産業界の利害関係者に対しどのように提供したかが論じられている。
- 発表者： マンチェスター大学
- 公開年月日： 2023 年 11 月 9 日
- 発表タイトル： University of Manchester to lead Sellafield’s new Centre of Expertise in Robotics and Artificial Intelligence
- URL： <https://www.manchester.ac.uk/about/news/university-of-manchester-to-lead-sellafields-new-centre-of-expertise-in-robotics-and-artificial-intelligence/>
- 概要： マンチェスター大学は、セラフィールド社の新しいロボット工学および AI 専門センター (Centre of Expertise in Robotics and Artificial Intelligence) を支援する学術コンソーシアムを主導。

発表者： UKAEA 遠隔操作・ロボット技術センター (RACE : Remote Applications in Challenging Environments)

公開年月日： 2023 年 11 月 21 日

発表タイトル： RAICo: Robotics and AI Collaboration

URL： <https://race.ukaea.uk/programmes/raico/>

概要： より安全で迅速、かつ費用対効果の高い廃止措置と核融合工学のためにロボット工学と AI 技術を導入する能力を開発する「ロボット工学・AI 共同研究」(RAICo : Robotics and Artificial Intelligence Collaboration) は、UKAEA、NDA、セラフィールド社、マンチェスター大学によるものである。

4.3. 2024 年

発表者： NDA

公開年月日： 2024 年 2 月 1 日

発表タイトル： Decommissioning partnership continues to grow and deliver benefits

URL： <https://www.gov.uk/government/news/decommissioning-partnership-continues-to-grow-and-deliver-benefits>

概要： 国家廃止措置センター(NDC:National Decommissioning Centre)*と NDA による廃止措置に関する協力では、リスク管理を支援する AI ベースの技術の開発等を実施。リアルタイムの世界各国のニュースを監視し、国際的な出来事が短期的または長期的に原子力産業に与える影響を評価するための AI 対応リスクライブダッシュボードも開発。

* 石油・ガス施設の廃止措置に関する R&D を行う。

発表者： ONR

公開年月日： 2024 年 4 月 20 日

発表タイトル： ONR shares pro-innovation approach to regulating AI in the nuclear sector

URL： <https://onr.org.uk/news/all-news/2024/04/onr-shares-pro-innovation-approach-to-regulating-ai-in-the-nuclear-sector/>

概要： ONR は原子力分野における AI 規制に対する革新志向のアプローチを概説した政策文書を発表。ONR の AI に対する戦略的アプローチと、それが英国政府の 2023 年 AI 規制白書で概説された期待とどのように一致しているかを紹介。

発表者： UKAEA

公開年月日： 2024 年 7 月

発表タイトル： Robotics and AI event highlights opportunities to speed up deployment of technology in challenging environments

URL： <https://ukaea.maglr.com/newsletter-9th-edition-july-2024/robotics-and-ai-event>

概要： 2024 年 5 月 30 日にカンブリアで開催されたイベント「困難な環境を対象としたロボット工学・AI の活用」(HRAICE : Harnessing Robotics and AI for Challenging Environments) のレポート。ロボット工学と AI の導入は、より安全で迅速かつコスト効率の高い方法で原子力廃止措置と核融合工学を加速するための鍵となると紹介されている。

発表者： ONR

公開年月日： 2024 年 9 月 18 日

発表タイトル： AI Nuclear Regulation

URL： <https://www.onr.org.uk/our-expertise/innovation/artificial-intelligence/>

概要： ONR における AI に関する取り組みの概説。メリットを明確に説明できるような原子力施設への AI 導入を検討している義務者 (dutyholders) と協力することで、ONR は規制体制の強化に積極的に取り組んでいる。

5. フランス

発表者： S. Andresz, et al., 原子力防護評価センター (CEPN)

公開年月日： 2023 年 6 月 8 日

発表タイトル： Artificial Intelligence and radiation protection. A game changer or an update?

URL： <https://irsn.hal.science/irsn-04122148/document>

概要： ML ベースの方法の基礎を説明し、放射線防護のさまざまな分野における最初の利用例を紹介。また、AI の利点と、倫理的なものも含め発生する可能性のある障壁や疑問についても検討している。

発表者： フラマトム (Framatome) 社

公開年月日： 2024 年 4 月 19 日

発表タイトル： Non-destructive testing: cutting-edge technologies for in-service reactors

URL： <https://www.framatome.com/medias/non-destructive-testing-cutting-edge-technologies-for-in-service-reactors/>

概要： 非破壊検査における最先端技術の活用例として、フラマトム社開発のソフトウェアである FAIA (Framatome Artificial Intelligence Analysis) を使用した、AI による非破壊検査データ処理を紹介。

- 発表者： Alexandre Bounouh, Director, 原子力・代替エネルギー庁システム統合技術応用研究所（CEA-List）
- 公開年月日： 2024 年 7 月 31 日
- 発表タイトル： 2023 Research Report by CEA
- URL： https://list.cea.fr/app/uploads/2024/07/LIST-RA-SCIENTIFIQUE_ECRAN-EN-HD.pdf
- 概要： 2023 年研究報告書に AI に関する章が設けられている。将来の EPR2 および小型モジュール炉（SMR）のより効率的な設計プロセスにより建設を迅速化するためのデジタルツインの開発。コンピテンシー管理と訓練は、新規建設のほか廃止措置や廃棄物管理にも不可欠であることから、既存の知識を活用するために AI 対応のドキュメント分析ツールを開発している。その他、AI の原子力分野への適用について紹介。
-
- 発表者： Emir Roumili, et al.
- 公開年月日： 2024 年 8 月 29 日
- 発表タイトル： Contribution to Nuclear Safety Demonstration Through System Modelling and Artificial Intelligence
- URL： <https://imt-mines-ales.hal.science/hal-03522982v1/file/contribution-to-nuclear-safety-demonstration.pdf>
- 概要： AI 技術とシステムエンジニアリングの原則、プロセス、およびモデルベース・システムエンジニアリングの原則と使用法を組み合わせる活用する革新的な方法をまとめている。
-
- 発表者： フラマトム社
- 公開年月日： 不明
- 発表タイトル： Metroscope AI system for diagnostics
- URL： <https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/product/A0816/metroscope-iot-data-analytics-solution-for-the-nuclear-industry>
- 概要： フラマトム社が提供するソリューションのひとつ。デジタルツインと独自 AI 手法を組み合わせ、発電所に対し信頼性の高い自動診断を提供する。

6. EU

- 発表者： Fusion For Energy（F4E）
- 公開年月日： 2024 年 1 月 24 日

原題 : AI at the service of ITER and nuclear engineering
URL : <https://fusionforenergy.europa.eu/news/artificial-intelligence-at-the-service-of-iter-and-nuclear-engineering/>
概要 : ITER 真空容器において発見された欠陥のある溶接に関するデータを、進行中のどの溶接部に欠陥があるかを予測するため、AI のアルゴリズムと予測モデルに使用。過去のデータから起こりうると予測される不適合についての精度を向上させた。

7. ウクライナ

(公開情報はありませんでした)

8. ロシア

発表者 : Nuclear Engineering International
公開年月日 : 2024 年 4 月 17 日
発表タイトル : Russia aims to accelerate nuclear power plant design using AI
URL : <https://www.neimagazine.com/news/russia-aims-to-accelerate-nuclear-power-plant-design-using-ai-11688870/>
概要 : ロスアトム (ROSATOM) 社による原子力発電所設計への AI 導入を紹介。ロスアトム社によると、AI は原子力発電所の設計期間を 5 年から数か月まで短縮するのに役立つ。2030 年から 2040 年の 10 年間ににおいてこのような取り組みが達成されるとの見込みを示している。

9. 中国

発表者 : Ben Qi et al, 清华大学核能与新能源技术研究院 (Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University)
公開年月日 : 2023 年 2 月 13 日
原題 : Fault Diagnosis Techniques for Nuclear Power Plants: A Review from the Artificial Intelligence Perspective
URL : <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/4/1850>
概要 : 原子力発電所向けのさまざまな AI ベースのシステムレベルの故障診断方法のレビューを紹介。知識駆動型とデータ駆動型の両方の手法の長所と短所を比較し、2 つのアプローチを組み合わせる傾向を示し、将来の研究の方向性と提案を示す。

発表者 : Qingyu Huang, et al.
公開年月日 : 2023 年 3 月

発表タイトル : A review of the application of artificial intelligence to nuclear reactors: Where we are and what's next

URL : [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)01090-3](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)01090-3)

概要 : ML、ディープラーニング、進化的コンピューティング等の最新の AI アルゴリズムを紹介し、原子炉の設計最適化や運用・保守（O&M）への AI 技術の使用に関するいくつかの研究をレビューして議論する。

発表者 : Derjew Ayele Ejigu et al, Shanghai Jiao Tong University

公開年月日 : 2024 年 2 月 23 日

発表タイトル : Application of artificial intelligence technologies and big data computing for nuclear power plants control: a review

URL : <https://doi.org/10.3389/fnuen.2024.1355630>

概要 : AI 技術とビッグデータに関する文献を包括的にレビューし、それらの関係と原子力発電所への統合方法について総合的な視点を提供。また、原子力産業に AI とビッグデータコンピューティングを適用する将来の機会と課題も指摘。

発表者 : Yan Chen, Ruiqian Zhang

公開年月日 : 2024 年 5 月

発表タイトル : AI and Nuclear: A perfect intersection of danger and potential?

URL : <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107506>

概要 : 中国の人工知能指数（AI : artificial intelligence index）と原子力エネルギー指標（NUC : nuclear energy indicator）の時間依存の相互関係を特定し、エネルギーとテクノロジーの共進化に関する新しい視点を紹介し、共通の利益に向けて AI と NUC の協力的な成長を促進する。

発表者 : Jian Deng, Nuclear Power Institute of China (NPIC) et al,

公開年月日 : 2024 年 7 月 10 日

発表タイトル : Editorial: Artificial intelligence in advanced nuclear reactor design

URL : <https://doi.org/10.3389/fnuen.2024.1448953>

概要 : 従来の軽水炉とは異なり、先進炉には考慮すべき革新的構造や事故条件が多数あることから、先進炉の設計と最適化、自律制御、ソフトウェアの開発のためのツールとして AI によるアプローチが必要との見解を示す。

発表者 : Fan Anqi, Global Times

公開年月日： 2024 年 7 月 10 日
発表タイトル： China ranks among best in global nuclear safety, advances AI integration into nuke power operation: forum
URL： <https://www.globaltimes.cn/page/202407/1315795.shtml>
概要： 中国における原子力発電所運用への AI とビッグデータの導入に関する取り組みを紹介。これにより、より安全で信頼性の高い原子力発電の運用を確保する取り組みを進めているとしている。

10. 韓国

発表者： Jonghyun Kim, et al.,
公開年月日： 2023 年
発表タイトル： Autonomous Nuclear Power Plants with Artificial Intelligence
URL： <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-22386-0>
概要： 原子力発電所が自律的に運転可能となるようにするフレームワークを提示し、その機能を実装するための AI 技術を紹介。

発表者： Nuclear Engineering International
公開年月日： 2024 年 4 月 17 日
発表タイトル： KHNP looks to digital twin technology for nuclear plant operations
URL： <https://www.neimagazine.com/news/khnp-looks-to-digital-twin-technology-for-nuclear-plant-operations-11691439/>
概要： 韓国水力原子力発電会社（KHNP）におけるデジタルツインや AI の活用事例を紹介。KHNP は国内の原子力発電所を監視・制御するためのデジタルツイン技術を開発中であり、これにより AI 監視・診断（AIMD：Artificial Intelligence Monitoring & Diagnosis）センターから各発電所を遠隔監視することが可能になる。また AIMD センターの AI は各発電所構成要素の振動に関するビッグデータ等を活用している。AIMD センターは発電所のタービンとセンサーを共有し、AI による診断テストを実行している。

発表者： 原子力安全委員会（NSSC）
公開年月日： 2024 年 6 月 11 日
発表タイトル： Nuclear Safety and Security Information Conference 2024
URL： https://www.nssc.go.kr/en/cms/FR_BBS_CON/BoardView.do?SITE_NO=3&BOARD_SEQ=1&BBS_SEQ=46310&MENU_ID=90&CONTENTS_NO=1

概要： NSSC が「2024 年原子力安全・核セキュリティ情報会議」を開催。NSSC は原子力安全に影響を与える新種の脅威のひとつとしてハッキングを挙げ、AI ハッキング防御システムの検証を計画している。なお、同会議の 2023 年開催時のテーマは「原子力安全強化に AI を導入するには」(How to adopt Artificial Intelligence to enhance nuclear safety) であった。

11. インド

発表者： Nivash Jeevanandam
公開年月日： 2023 年 7 月 28 日
発表タイトル： How is AI used in nuclear energy?
URL： <https://indiaai.gov.in/article/how-is-ai-used-in-nuclear-energy>
概要： AI システムを実際の原子力発電所のデジタルモデルと統合することで、業界は複雑な手順と原子炉の設計、パフォーマンス、安全性を向上させることができる。最適化戦略を実装すると、運用効率が向上し、メンテナンス費用が軽減される。

発表者： Anjali Raja
公開年月日： 2023 年 7 月 4 日
発表タイトル： Analyzing AI applications in nuclear power plants
URL： <https://indiaai.gov.in/article/analyzing-ai-applications-in-nuclear-power-plants>
概要： 原子力発電所に AI を適用する場合、解決すべき問題がまだ多く残っていると指摘している。たとえば、多くの AI モデルはエンドツーエンドのアーキテクチャを備えた「ブラックボックス」であり、これらのモデルを説明したり理解したりすることが困難であるという。

発表者： NUCLEAR BUSINESS PLATFORM
公開年月日： 2024 年 10 月 9 日
発表タイトル： Exploring the Potential of Artificial Intelligence in the Indian Nuclear Energy Sector
URL： <https://www.nuclearbusiness-platform.com/media/insights/exploring-the-potential-of-artificial-intelligence-in-the-indian-nuclear-energy-sector>
概要： インドの原子力エネルギー産業における AI の潜在的な使用と、それがビジネスにもたらす機会について解説。デジタルツイン、燃料集合体の欠陥検出、緊急時の線量予測、故障検出、原子炉過渡現象時の炉心監視等。

発表者： Ah-Lian Kor, et al, バーバ原子力研究所 (BARC : Bhabha Atomic Research Centre, India)

公開年月日： 不明

発表タイトル： Application of artificial intelligence to improve the safety of nuclear power plant

URL： <https://www.leedsbeckett.ac.uk/research/centre-for-research-in-computer-science-and-applications/ai-and-nuclear-safety/>

概要： 原子炉のプロセスパラメータに基づいて事故を診断し、原子炉の状態を継続的に表示する AI を使用して、オペレーターによる事故の迅速な特定を支援するシステムを開発する。

12. 台湾

発表者： Chung Yi Tu et al., 国立中興大学 (National Chung Hsing University)

公開年月日： 2024 年 1 月

発表タイトル： The planning strategy of robotics technology for nuclear decommissioning in Taiwan

URL： <https://doi.org/10.1016/j.net.2023.09.007>

概要： 英国に倣い台湾も原子力廃止措置のために AI やロボットを導入すべきとして、センサーと測定技術を AI と組み合わせることで、原子力施設の廃止措置でロボットを使用するための新しい強力な可能性が開かれるとしている。

13. オランダ

(公開情報はありませんでした)

14. ドイツ

(公開情報はありませんでした)

15. イタリア

(公開情報はありませんでした)

16. スペイン

発表者： A. Ramos, et al.

公開年月日： 2024 年 2 月

発表タイトル： Artificial intelligence and machine learning applications in the Spanish nuclear field

URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002954932300691X>
概要 : スペインの原子力分野における AI や ML の開発・利用の概要紹介。これらのプロジェクトは、核データ、燃料製造、シミュレーションコード、燃料性能モニタリング、検査、運転訓練等の広範囲な分野をカバーしている。

発表者 : バレンシア大学 (University of Valencia)
公開年月日 : 2024 年 5 月 10 日
発表タイトル : The Spanish Nuclear Safety Council (CSN) funds an IFIC project to assess technology that will improve nuclear waste management
URL : https://www.uv.es/uvweb/uv-news/en/uv-news/el-consell-de-seguretat-nuclear-financa-un-projecte-de-l-ific-avaluar-una-tecnologia-que-millora-la-gestio-de-residus-nuclears-1285973263932/Novetat.html?id=1286380481652&plantilla=UV_Noticies/Page/TPGDetailNews
概要 : バレンシア大学の粒子物理学研究所 (IFIC) による放射性廃棄物の視覚化・分析・制御が可能な画像診断技術の評価に関する事業にスペイン原子力安全委員会 (CSN) が資金提供。この画像診断技術では AI が活用されている。ガローニャ原子力発電所で試験を行う予定。

17. フィンランド

発表者 : POWER
公開年月日 : 2023 年 1 月 1 日
発表タイトル : New Technologies Are Making Nuclear Energy Safer and More Efficient
URL : <https://www.powermag.com/new-technologies-are-making-nuclear-energy-safer-and-more-efficient/>
概要 : 原子力発電所における AI 活用例を紹介する記事中で、TVO のオルキルオト原子力発電所 3 号機 (EPR) で使用される、アレバ (Areva) 社による 3D プラント設計管理システム (PDMS : 3D Plant Design Management System) に言及。

発表者 : Ruan Steyn
公開年月日 : 2024 年 5 月 13 日
発表タイトル : The Transformative Power of Artificial Intelligence in the Nuclear Industry
URL : <https://energycentral.com/c/gn/transformative-power-artificial-intelligence-nuclear-industry>

概要： 原子力発電所最適化のための AI 利用の例として、フォータム (Fortum) 社が AI スタートアップ企業と提携し、ロビーサ (Loviisa) 原子力発電所に予防的メンテナンス向けの ML を導入したことを紹介。

18. スウェーデン

発表者： Caverion
公開年月日： 不明
発表タイトル： Caverion Intelligence AI solution ensures operational reliability of OKG's nuclear power plant
URL： <https://www.caverion.com/catalog/references/okg-caverion-intelligence/>
概要： OKG 社のオスカーシャム (Oskarshamn) 原子力発電所に導入された Caverion Intelligence 異常検出サービスは、ML と発電所の既存のプロセスデータを使用して、発電所の運用を監視。Web ベースの UI はユーザフレンドリーに設計されているため、発電所職員は日常業務でデータを簡単に利用できる。

発表者： Janne Tervola
公開年月日： 2024 年 6 月 17 日
発表タイトル： Finnish software utilizing AI is the only one of its kind in the world - Now it has made a breakthrough in nuclear power
URL： <https://www.tivi.fi/uutiset/finnish-software-utilizing-ai-is-the-only-one-of-its-kind-in-the-world-now-it-has-made-a-breakthrough-in-nuclear-power/ae4af5db-c5c6-437a-a0f1-44708931e3e9>
概要： フィンランドの Trueflaw 社が開発した AI は、2025 年にリングハルス原子力発電所において実際に使用される予定。Trueflaw 社は検査を支援する AI を何年も開発しており、原子力発電所での使用認可取得に向けた準備を進めている。

19. スイス

(公開情報はありませんでした)

20. リトアニア

(公開情報はありませんでした)

21. ブルガリア

(公開情報はありませんでした)

22. ハンガリー

(公開情報はありませんでした)

23. チェコ

(公開情報はありませんでした)

24. アラブ首長国連邦

発表者： 首長国原子力会社 (ENEC)

公開年月日： 2023 年 8 月 23 日

発表タイトル： ENEC wins five awards at the ICMG Global Enterprise and Digital Architecture Excellence Awards 2022

URL： <https://www.enec.gov.ae/news/latest-news/enec-wins-five-awards-at-the-icmg-global-enterprise-and-digital-architecture-excellence-awards2022/>

概要： ENEC の情報通信技術 (ICT) チームによる 2022 年 ICMG アーキテクチャ賞 (ICMG Architecture Awards) 受賞を紹介する記事において、ICT チームが開発した、設備の健全性と性能を改善するための AI による予防的メンテナンスの活用を取り上げている。

25. イラン

(公開情報はありませんでした)

26. メキシコ

(公開情報はありませんでした)

27. アルゼンチン

(公開情報はありませんでした)

28. ブラジル

(公開情報はありませんでした)

29. 南アフリカ

(公開情報はありませんでした)

以上