文部科学省

資料３
第１回核融合科学技術委員会
フュージョンエネルギー技術開発戦略検討タスクフォース
令和８年11月９日

海外の技術開発戦略等について

文部科学省　研究開発戦略官
(フュージョン・原子力国際協力担当)付

目 次

１．米国

２．英国

３．ドイツ

４．中国

５．その他

６．世界のスタートアップ

米国の技術開発戦略

「Fusion Science and Technology Roadmap」2026.6.9米国エネルギー省（DOE）

- 米国エネルギー省（DOE）は2026年6月、「Fusion Science and Technology （FS&T）ロードマップ」（最終版）を発表。
- 公共・民間部門の800人以上の科学者や技術者の意見を取り入れて作成されたFS&Tロードマップでは、15社以上の民間企業、10以上の国立研究所、70以上の大学からの貢献が反映されている。
- フュージョンエネルギー実現までの技術的・科学的なギャップを解消することを目指し、2030年代半ばまでを見据えた具体的な行動計画とマイルストーンを設定（具体的には、優先して取り組むべき6つの技術領域を設定）。
- 施策FIRE Collaborativesによって、大学および国立研究所等のチームを編成し、これら技術領域の課題解決に取り組む。

※重要課題の一つであるプラズマ加熱は技術領域に設定されていないが、技術領域「先進的プラズマ閉じ込め技術」の一部として扱われている

６つの技術領域

A. 構造材料の科学技術

B. プラズマ対向機器及びプラズマと材料の相互作用

C. 先進的プラズマ閉じ込め技術

D. 燃料サイクル及びトリチウム取扱い

E. ブランケットの科学技術

F. プラント工学及びシステムインテグレーション

（出典）DOE Fusion Science and Technology Roadmapから文部科学省作成

2030年代半ばまでの目標の概要

A. 米国内の中性子源や海外施設を活用し、低放射化フェライト鋼やバナジウム系合金等に対して、高温環境下における数十dpa（弾き出し損傷量）及び数百appm（ヘリウム生成量）までの材料評価を行う。

B. タングステンを用いる固体プラズマ対向機器（PFC)については、高熱流束及び高中性子照射環境下における実機部材レベルでの耐久性を実証する。先進的な液体PFCについては、液体金属循環システムを実証する。

C. SPARCやDIII-D、NSTX-U等の実験装置を活用し、プラズマにおける乱流、ペデスタル物理、不純物輸送、高速イオン等に関する理論と実験のギャップを埋め、パルス及び定常運転への道筋を立てる。

※ SPARC:米国スタートアップCFSのトカマク型実験装置
※ DIII-D:米企業General AtomicsがDOEの支援を受け運営するトカマク型実験装置
※ NSTX-U:米研究機関プリンストンプラズマ物理研究所が運営する球状トカマク型実験装置

D. 海外のトリチウム取扱試験施設であるUNITY-2（日本・カナダ）やH3AT（英国）等も活用し、トリチウムの計測手法や管理方法等を実証する。

※ UNITY-2:京都フュージョニアリングがカナダのチョークリバー研究所で開発を進めている燃料システム統合実証装置
※ H3AT:英国UKAEAと伊Eniが開発するパイロット発電プラント規模のトリチウム循環試験施設

E. 海外のブランケット試験施設であるUNITY-1（日本）やLIBRITI(英国）も活用し、パイロットプラントに実装可能となる、確実に熱を取り出し、トリチウムを増殖できるブランケットを実現する。

※ UNITY-1:日本の京都フュージョニアリングが運用する熱サイクル統合実証装置
※ LIBRTI :英国UKAEAが運用する燃料サイクル関連の技術開発プログラム（施設を含む）

F. RAMI（信頼性・稼働率・保守性・検査性）解析を発展させ、主要な故障モードの評価を実施。許認可取得、長期安定運転に必要なデータ及び技術的根拠を整備する。

（参考）各技術領域のマイルストーン
（A：構造材料の科学技術）

課題領域	短期(2-3年)	中期(3-5年)	長期(5-10年)
A：構造材料の科学技術	• 鉄系合金（低放射化フェライト・マルテンサイト鋼等）やバナジウム系合金の適格性評価法を速やかに確立し、4年以内に設計・認可に必要な材料データベースを整備する。 • AI・高性能計算基盤や核分裂研究施設を活用した材料データ管理・活用戦略を構築する。 • 鉄系合金（低放射化フェライト・マルテンサイト鋼等）の数トン級製造能力およびバナジウム系合金の500kg級製造能力を国内産業界に確立する。 • 腐食試験ループおよび高熱流束試験設備を整備するとともに、FIRE Collaborativeを活用する。	• 鉄系合金（低放射化フェライト・マルテンサイト鋼等）やバナジウム系合金等の材料評価について、約10 dpaまでの照射試験と照射後試験を行い、フュージョン環境下で求められる性能要件を確立する。 • ヘリウム生成に起因する脆化や高温クリープ疲労特性を明確化し、設計基準の整備を進める。 • 主要材料に関するトリチウム保持・透過特性データベースを構築する。 • 核破砕源・核分裂施設やFIRE Collaborativeを活用し、材料データ取得を強化する。	• フュージョンプラント環境を模擬した中性子・熱・トリチウム負荷条件下で、実機適用可能な構造材料・機器性能を実証する。 • フュージョン特有の機能要件を米国機械学会（ASME）の規格基準に反映する。 • マルチスケール解析に基づく予測評価・設計ツールを実用化する。 • 厚肉構造材および積層造形部材の国内製造技術を確立し、フュージョン機器への適用資格を取得する。 • 核融合模擬中性子源、体積中性子源および米国内の試験設備群を活用し、材料・機器の性能および信頼性を総合的に実証する。

（参考）各技術領域のマイルストーン
（B：プラズマ対向機器及びプラズマと材料の相互作用）

課題領域	短期(2-3年)	中期(3-5年)	長期(5-10年)
B：プラズマ対向機器及びプラズマと材料の相互作用	• オークリッジ研究所の材料プラズマ曝露実験装置の稼働を開始。また、高熱流束試験も開始する。 • 繰返し負荷、過渡熱負荷、およびELM（Edge Localized Mode）を模擬した負荷条件下における、タングステンや銅合金系のプラズマ対向機器（PFC）材料の挙動データベースを構築する。 • PFC候補材料について、侵食・再堆積、き裂発生、および熱衝撃に対する限界性能を定量的に評価する。 • 物理モデルとデジタルエンジニアリングを統合したダイバータ設計ツールを開発するとともに、レーザーフュージョン向け液体壁の概念の初期モデリング技術を高度化する。	• 非接触排気状態を維持しながら、プラズマ閉じ込め性能を損なわない統合ダイバータ運転を実証する。 • 液体金属システムの開発を進め、流動安定性、磁気流体力学効果、およびトリチウム回収性能を評価する。 • タングステンおよび銅合金製モックアップについて、疲労特性、クリープ特性、および熱機械的耐久性を評価・実証する。 • AIを活用したスクリーニング手法により、低侵食・低トリチウム保持特性を有する有望な新規材料候補を選定・絞り込む。	• タングステン系固体PFCおよび液体金属PFCについて、フュージョンプラントを模擬した中性子、熱負荷、ならびにプラズマ粒子束環境下でその性能を実証する。 • 再結晶化耐性、き裂発生閾値、および核変換の影響を含めた、コンポーネント実機規模での耐久性能を実証する。 • 照射データ、プラズマ・材料相互作用データ、および機械特性データを関連付けた性能評価基準・規格を整備する。 • 連続流動型液体壁システムを運転し、その流動安定性、不純物制御性能、およびトリチウム回収性能を実証して、発電プラント適用への準備を整える。

（参考）各技術領域のマイルストーン
（C：先進的プラズマ閉じ込め技術）

課題領域	短期(2-3年)	中期(3-5年)	長期(5-10年)
C：先進的プラズマ閉じ込め技術	• 慣性核融合（IFE）研究プラットフォーム：*Omega*、*NIF*、*Z*へのアクセスを拡大し、ドライバーとターゲットの結合特性の検証、およびレーザー・プラズマ不安定性の制御技術を実証する。 • 多様な磁気閉じ込め方式によるフュージョンパイロットプラント（FPP）に求められる熱負荷条件下において、ダイバータおよび排気システム概念を実証する。 • REBCO（希土類系高温超伝導体）の線材及びコイルの照射試験を実施し、その性能特性を評価し、基準規格を確立する。 • FIRE Collaborativesを横断する連携を強化し、DIII-D、NSTX-U、およびステラレーター研究基盤の能力向上を支援する。	• SPARC計画をさらに推進し、持続的な核融合利得（Q > 1）の実証を達成するとともに、アルファ粒子加熱が支配的なプラズマにおいてQ > 5への到達を目指す。 • 高繰返し運転可能な慣性核融合のドライバー技術を高度化し、米国内の単一ビームライン実証装置を開発するとともに、マルチペタワットレーザー施設へのアクセス基盤を確立する。 • ステラレーターの磁場配位のリアルタイム三次元制御を実現するとともに、低アスペクト比トカマクにおける閉じ込めスケーリング則の適用範囲を拡張する。 • 高温超伝導ケーブルおよびコイルの実証を進めるとともに、耐放射線計測機器を開発する。また、シナリオ解析および予測制御のためのデジタルツイン技術を導入する。	• 乱流輸送、ペデスタル物理、および高速イオン物理を統合的に結び付ける、予測可能かつ不確かさ評価を備えた輸送モデルを開発する。 • トカマクおよびステラレーターにおいて、ダイバータの非接触運転を維持しながら、安定した閉じ込め性能を有する高性能プラズマコアの長時間維持を実証する。 • FIRE Collaborativeを活用し、材料特性、流動挙動、コイル設計に関するデータを統合する高磁場MHD試験ループを整備する。 • 発電プラント適用可能な慣性核融合のターゲットシステムを実現するとともに、SPARC、DIII-D、NSTX-U、および初期段階のパイロットプラントから得られた知見を統合した性能予測・設計評価ツールを確立する。

（参考）各技術領域のマイルストーン
（ D：燃料サイクル及びトリチウム取扱い）

課題領域	短期(2-3年)	中期(3-5年)	長期(5-10年)
D：燃料サイクル及びトリチウム取扱い	• フュージョンパイロットプラント（FPP）規模の燃料サイクル目標を確立する。トリチウム増殖比（TBR）＞ 1.1 の達成、各サブシステムの連続運転、および不純物制約を考慮したシステム設計を実現する。 • 固体材料および水系プロセス向けのトリチウム除去材料・化学プロセスを高度化し、真空排気ポンプシステムおよび不純物制御システムとの統合を進める。 • 副生成物管理のための枠組みを整備するとともに、分類基準・規制ガイダンスの更新、およびプラント全体におけるトリチウム計量管理と解析評価の標準を確立する。 • 米国内の重水素／水素循環試験ループおよび非核試験施設を拡充するとともに、UNITY-2（日・カナダ）やH3AT（英）等のトリチウム取扱施設へのアクセスを確保し、燃料サイクル関連サブシステムの実証試験を実施する。	• パイロットプラント規模の燃料処理量に対応できる、トリチウム適合型真空排気システムおよび不純物耐性を備えた燃料サイクルシステムを高度化する。 • 低インベントリ（保有トリチウム量）、高効率なプロチウム（水素同位体）除去性能、および厳格な計量管理を実現する同位体分離・同位体組成調整技術を実証する。 • トリチウム高濃度排気流に対する直接内部再循環技術を検証し、安定かつ高効率な運転性能を実証する。 • 実験データとプラズマ制御を連携した燃料供給計算モデルを導入し、運転状態に応じて迅速に最適化できる高度な燃料供給戦略を実現する。 • 米国内における原子力取扱い対応の燃料サイクル試験施設を整備・確立する。	• トリチウム増殖を達成した統合燃料サイクルを実証し、初期段階のFPPにおける連続運転を維持できることを示す。 • トリチウム在庫量および排出物について、リアルタイム計測・センシング・計量管理技術を実証する。 • 高度な同位体貯蔵システムおよび燃料供給システム（ペレット、ターゲット等）を実証し、閉ループ制御およびデジタルツインモデリングと統合する。 • フュージョンプラント条件に近い環境下で、トリチウム増殖、抽出、燃料供給を結合する統合ブランケット・燃料サイクル試験施設を整備する。

（参考）各技術領域のマイルストーン
（ E：ブランケットの科学技術）

課題領域	短期(2-3年)	中期(3-5年)	長期(5-10年)
E：ブランケットの科学技術	• 熱物性、腐食特性、トリチウム挙動、および機械特性に関するオープンかつ標準化されたデータベースを構築する。 • 放射線環境下で使用可能な温度、熱流束、流量、およびトリチウム計測のための最小限の診断システムを確立する。 • PbLi（鉛リチウム合金）およびFLiBe（フッ化リチウム・ベリリウム溶融塩）の腐食試験設備を運用し、トリチウム透過抑制コーティングの候補を絞り込む。 • FIRE Collaborativeを活用し、材料、流動、および磁場設計に関するデータを統合する高磁場磁気流体力学試験ループの運用を開始する。	• ブランケット概念を技術成熟度レベル（TRL）4～5まで発展させ、磁気流体力学影響の緩和技術、流路インサート／絶縁材、およびマニホールド・流路設計の妥当性を実証する。 • 放射化、遮蔽、およびトリチウム増殖に関する核設計データの不足領域を解消し、その成果をマルチスケール解析モデルへ統合する。 • 実時間モニタリングおよび物質収支検証を伴うループスケールのトリチウム回収システムを実証する。 • 増殖材および中性子増倍材に関する機能性材料データセットを整備・蓄積する。 • 国内においてブランケット燃料サイクル試験施設を整備する。	• フュージョンプラント環境におけるトリチウム保持、透過、および回収を予測可能な、検証済みの第一原理モデルを構築する。 • 設計、性能評価、および保守運用を対象として、プラズマ－ブランケット－燃料サイクル統合シミュレーションを実現し、不確かさを定量化した予測能力を確立する。 • 機能材料および機器コンポーネントの認証データ取得を目的とした、核融合中性子スペクトル照射試験基盤を整備する。 • トリチウム増殖比（TBR）1.1超、信頼性の高い除熱性能、組込み診断システム、および保守性を備えたTRL 7レベルの統合ブランケットシステムを実証し、商用発電プラントへの適用に向けた技術的準備を進める。

（参考）各技術領域のマイルストーン
（ F：プラント工学及びシステムインテグレーション）

課題領域	短期(2-3年)	中期(3-5年)	長期(5-10年)
F：プラント工学及びシステムインテグレーション	• 実験およびシミュレーションデータを対象として、FAIR（Findable, Accessible, Interoperable, Reusable）に準拠し、アクセス権限を階層化した中央集約型の標準準拠データリポジトリを構築・運用開始する。 • 相互運用性およびトレーサビリティを確保したプラント全体解析を可能とする、共通のVV/UQ（Verification, Validation, and Uncertainty Quantification）フレームワークを策定・公開する。 • AIおよびHPC（高性能計算）を、DIII-D、NSTX-U、MPEX（材料プラズマ曝露実験装置）などの主要研究施設と連携させ、リアルタイム・デジタルツイン技術の高度化を推進する。 • 初版のRAMI（Reliability, Availability, Maintainability, Inspectability）ハンドブックを整備する。	• 炉内機器のモジュール交換を可能にするため、照射材に対する接合・切断技術を確立し、認証を進める。 • 腐食性かつ危険性の高い環境において、放射化したブランケットおよびプラズマ対向機器（PFC）を対象とした、遠隔操作およびセンシング技術の試作機を実証する。 • RAMI解析を主要な故障モードの評価へ拡張し、パイロットプラントに対応した信頼性目標を設定・試行する。 • モックアップを用いた保守・交換作業フローを検証し、予知保全モデルの構築に必要な信頼性データを収集する。	• 放射線耐性センサーを活用した、プラント全体の診断システムおよび保護システムの認証を実施する。 • 定常運転施設および高繰り返し運転施設において、自動制御システムおよび遠隔運転技術を実証する。 • 閉サイクル・ブレイトンサイクルおよびランキンサイクルによる発電システムの妥当性を実証する。 • ライブ運転データ、シミュレーション、および予知診断を統合するモジュール型デジタルツイン基盤を構築し、認可取得可能な発電プラント設計に適用する。

（参考）米国の施策

FIRE Collaboratives

・大学および国立研究所が主導する複数機関協力チームを編成し、ロードマップで特定された科学・技術上の課題（ギャップ）の解決に取り組む。
・DOE支援資金の全額を公的機関に提供し、Fusion BRIDGEで整備された研究インフラを活用して研究開発（R&D）を実施する。

民間側のメリット

・FIRE Collaborativesに参画する専門家ネットワークおよび研究基盤へのアクセスが可能となり、ロードマップで特定された科学・技術課題の解決を加速できる。

公的側のメリット

・ロードマップに基づき、かつ産業界からの知見・ニーズを反映した、複数機関による研究活動を効果的に調整・推進できる。

Fusion BRIDGE

・DOE、州政府などの非連邦政府機関、慈善財団等、および民間企業が共同で、小規模から大規模までの研究施設建設を支援・共同出資する。
・公的機関および民間企業の双方に対して、共同研究・共同投資の実施および高いレバレッジ効果（例：DOE投資額の5～10倍規模の追加資金・投資を誘発）を条件として資金を提供する。

民間側のメリット

・自社の専有的研究開発に必要な施設・設備への設備投資負担を他機関と分担できる。

公的側のメリット

・非専有的な研究のための大型研究施設やインフラ整備に対して、設備投資コストを共同負担できる。

Milestone Program

・NASAのCOTSモデルを採用し、成果が達成された場合にのみ資金を支払う方式。
・資金の100%を民間企業に提供し、フュージョンパイロットプラント（FPP: Fusion Pilot Plant）設計に向けた技術的および事業的マイルストーンの達成を支援する。
・開発成果や知的財産は、各企業の専有情報として扱う。

民間側のメリット

・DOE資金の獲得、DOEによる厳格な評価プロセスを経ることで、投資家に対する信頼性・正当性（Legitimacy）が向上

公的側のメリット

・FPP設計の成熟化を促進、将来の公的研究投資や研究開発計画の方向性を決定するための知見を獲得

INFUSE

・民間企業が、比較的小規模な支援資金（バウチャー）の提供を求める。
・資金の100%を公的研究機関・国立研究所・大学等に提供し、民間企業にとって有益な研究開発活動を実施する。ただし、企業は総事業費の少なくとも20%を負担する。

民間側のメリット

・民間企業独自の開発プロジェクト（知的財産を含む専有的取組）を前進させるため、公的研究機関の専門知識・設備・人材を活用できる。

公的側のメリット

・新興のフュージョン企業やスタートアップの成長を支援できる。
・多様なフュージョン技術や事業者を育成し、開発アプローチの裾野を広げることで、成功確率を高める。

目 次

1．米国

2．英国

3．ドイツ

4．中国

5．その他

6．世界のスタートアップ

英国の技術開発戦略

「A new energy revolution: The UK's plan for delivering fusion energy」（2026.3.16 DESNZ）
「UK Atomic Energy Authority strategy 2026 to 2030」（2026.4.14 UKAEA）

- 英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は2026年３月、「A new energy revolution: The UK's plan for delivering fusion energy」を発表。今後5年間で25億ポンド（約5千億円）超をフュージョン分野へ投資することを発表。

- 英国戦略の最重要プロジェクトであるSTEP（Spherical Tokamak for Energy Production)原型炉計画やトリチウム及び燃料サイクル試験施設などに対して、今後5年間で主に以下の投資を計画。

◇STEP計画（ノッティンガムシャー州West Burtonサイトで建設準備を実施）：約13億ポンド
◇トリチウム増殖技術開発施設 LIBRTI（Lithium Breeding Tritium Innovation Programme）：約1.8億ポンド
◇トリチウム燃料サイクル実証施設 H3AT（Hydrogen-3 Advanced Technology Facility）
：金額非公表であるが、伊企業Eniや加企業Kinectrics等との国際連携で推進
◇AIによるフュージョン設計及びシミュレーション高度化計画 Sunrise Fusion AI Supercomputer：4,500万ポンド
◇人材育成やサプライチェーン整備：5,000万ポンド以上

- また、2026年4月には、STEP計画の中心機関である英国原子力公社（UKAEA）が2026-2030年における戦略を発表し、５つの技術領域を掲げている。

５つの技術領域

（出典）DESNZ戦略等から文部科学省作成

◇プラズマ制御：UKAEAの球状トカマク型実験装置MAST-Uを中心として、高温プラズマの閉じ込め、制御、加熱・電流駆動、排熱に関する研究

◇燃料サイクル：H3AT等を中心としたトリチウム回収・精製・貯蔵・計量管理などの技術開発

◇材料及びブランケット：フュージョン環境下に耐える材料開発や、LIBRTI等を中心とした増殖ブランケットの技術開発

◇ロボティクス：UKAEAの遠隔保守技術開発施設RACE（Remote Applications in Challenging Environments）等を活用し、自動化・自律化された遠隔運転・保守技術の開発

◇統合エンジニアリング：発電及び熱回収システム、RAMI（信頼性・可用性・保守性・検査性）等を統合したプラント技術開発

目 次

1．米国

2．英国

3．ドイツ

4．中国

5．その他

6．世界のスタートアップ

ドイツの技術開発戦略

「フュージョンアクションプラン」（2025.10.1 BMFTR）
「フュージョンハブ」（2026.7.29 BMFTR）

- 2025年10月、世界初となるフュージョン発電所をドイツ国内に建設することを目指し、その実現に向けた「フュージョンアクションプラン」を閣議決定。2029年までにフュージョン研究開発促進のため、20億ユーロ超の予算確保を予定。

◇産学連携によるフュージョンエコシステムの構築促進：
　2025年は4,500万ユーロ、2028年以降は年間最大2億5,000万ユーロ、2029年までに最大8億5,500万ユーロ
◇研究インフラや技術実証：2029年までに最大7億5,500万ユーロ

- 2026年7月、ドイツ連邦研究・技術・宇宙省（BMFTR）は、３つのフュージョンハブを設置し、主要な技術分野において、産官学による取組を推進することを発表。ハブへの支援は2026年8月に開始し、第1段階として、BMFTRはハブに対して、約1億2,500万ユーロを支援。2029年までに段階的に支援を実施していく。

フュージョン・ハブ	概要
STRIDE（磁場閉じ込め型）	ステラレータ型の磁場閉じ込めフュージョンを想定。コーディネーターとして、スタートアップであるProxima FusionやGauss Fusion、マックス・プランク・プラズマ物理研究所（IPP）を指定し、９機関の参画パートナーを形成。超伝導磁石やプラズマ加熱、制御技術の包括的な技術設計及び統合を行う。
VEGA（レーザー型）	レーザー型フュージョンを想定。コーディネーターとして、スタートアップであるMarvel Fusion、Focused Energyを指定し、14機関の参画パートナーを形成。レーザー、ターゲット技術、制御技術の包括的な技術設計及び統合を行う。
MAT-TRIx（燃料サイクル及び材料）	トリチウムサイクル、リチウム同位体濃縮、増殖ブランケット、過酷な運転条件（高温及び強力な中性子照射）に対応する革新的な材料の開発を行う。コーディネーターとして、カールスルーエ工科大学（KIT）を指定し、ドイツ国内企業などが参画。

（出典）BMFTRの公表資料等から文部科学省作成

目 次

１．米国

２．英国

３．ドイツ

４．中国

５．その他

６．世界のスタートアップ

中国の技術開発戦略
「第15次五カ年計画」（2026.3）

- 中国では、2026年に策定された「第15次五カ年計画」（2026～2030年）において、フュージョンエネルギーを将来の成長産業の一つに位置付けるとともに、国が重点的に推進する先端科学技術分野に指定し、国主導の研究開発体制の下で、基礎・応用研究から工学実証・産業化への移行を進めている。

進行中のプロジェクト概要

- **超伝導トカマク実験装置「EAST」：**
  中国科学院のプラズマ物理研究所（ASIPP）が2006年より運用する実験装置。高温プラズマを安定に長時間維持する技術を研究。
- **中国環流三号（HL-3）：**
  中国核工業集団有限公司（CNNC）傘下の核工業西南物理研究院（SWIPP）が開発を進める実験装置（旧称：HL-2M）。高温・大電流・高閉じ込めプラズマと高精度制御を研究。将来のプラズマ燃焼実験の拡張に向けて、高度化が進められている。
- **DTトカマク実験装置「BEST」：**
  EASTで確立した技術を基に、重水素(D)-トリチウム（T）による燃焼プラズマの生成、20～200MWのフュージョン出力、Q≧1を目指す実験装置。2030年頃の発電実証を目指し、建設中。
- **工学実証炉「CFEDR」：**
  BESTの先の本格的な発電実証炉として、ASIPP等は、工学実証炉CFEDR（China Fusion Engineering Demo Reactor）の設計を進めている。CFEDRは、大型トカマク装置であり、フュージョン出力150万～300万キロワット、20万キロワットを超える正味発電、高いエネルギー増倍率、長時間運転及びトリチウムの自給を目標としている。2026年の設計案では、プラズマの大半径は8メートルでITERの6.2メートルを上回り、BESTで得た知見を基に、商用炉に必要な発電、燃料サイクル及び炉工学技術を統合して検証する計画（なお、建設・運転開始年は確認できない）。
- **大型研究施設「CRAFT」：**
  フュージョンプラントの大型機器や炉工学技術を実証するための総合試験施設群（ASIPPが運営主体）。超伝導磁石、極低温、材料、加熱・電流駆動等の将来のプラント向け技術と国内供給網の整備を進める。2026年にはITER用超伝導磁石を上回る規模の大型超伝導磁石を国内で一貫して設計・製造する能力を実証。

※BESTの建設を担う国有資本が中心の官民混合企業である”聚変新能有限公司”は登録資本金145億元（約3,440億円）、またCNNCが中心となって設立した”中国聚変能源有限公司”は、登録資本金150億元（約3,560億円）であり、国立研究機関、国有企業、地方政府系資本及び民間企業が連携して、研究開発、実験装置の建設、サプライチェーンの形成及び将来の商用化を一体的に進める体制を構築している。（1人民元＝約23.7円で換算）

（出典）公表情報から文部科学省まとめ

目 次

1．米国

2．英国

3．ドイツ

4．中国

5．その他

6．世界のスタートアップ

諸外国の技術開発戦略（その他の国①）

○フランス



- ✓ フランスでは、2018年9月に改定されたEUROfusionの「核融合エネルギー実現に向けた欧州研究ロードマップ」を技術開発の基本的枠組みとして、フランス原子力・代替エネルギー庁（CEA）傘下の磁気核融合研究所（IRFM）を中心に、**ITERへの機器開発、IRFMが運転するトカマク装置「WEST」による長時間プラズマ・プラズマ対向機器の実証、将来の発電プラントに必要な技術の研究開発を進めている。**
- ✓ また、重点技術である**高温超伝導について、2025年3月にFrance 2030の研究プログラム「SupraFusion」を開始し、CEAとフランス国立科学研究センター（CNRS）が共同でREBCO線材、大電流導体、コイル保護、大型電磁石及びコンパクトなフュージョンプラント設計の研究**を進めるため、7年間で5,000万ユーロ（約89億円：1ユーロ＝約178円で換算）を投じることとしている。
- ✓ なお、**フランスが独自に策定した包括的なフュージョン戦略は確認できず、フランス技術アカデミーが「明示的なポストITER国家戦略の不在」を課題として指摘**している。

○カナダ



- ✓ カナダでは、**2026年6月に策定した「カナダ原子力エネルギー戦略」において、核分裂とフュージョンを含む原子力イノベーションを4本柱の一つに位置付け、CANDU炉の運転で蓄積したトリチウムの製造・取扱能力を強みとして、世界のフュージョン燃料サイクル市場における主導的地位の確立を目指している。**このため、連邦政府が「フュージョンエネルギー・イニシアティブ」を実施し、カナダ原子力研究所（CNL）等を中心に、トリチウム燃料サイクル、材料研究、実証設備及び人材・サプライチェーンの整備を進めることとしている。
- ✓ 具体的には、**CNLと京都フュージョニアリングの合弁会社Fusion Fuel Cycles Inc.が、トリチウムの分離・精製・再循環を一体的に試験する「UNITY-2」をCNLチョーク・リバー研究所に建設し、2026年末の試運転開始を目指している。**また、連邦・州政府、国立研究機関、州営発電会社OPG及びステラレーター型スタートアップStellarexは、官民連携拠点「フュージョンエネルギー・センター」を設立し、公表ベースで最大9,150万カナダドル（約103億円：１カナダドル=約113円で換算）を投入することとしている。
- ✓ これと並行して、政府は磁化標的核融合方式を開発するスタートアップGeneral Fusionを支援している。同社は大型実証装置「LM26」で2028年まで技術実証を進め、2035年頃に初号フュージョン発電プラントを運転することを目標としている。

（出典）公表情報から文部科学省まとめ

諸外国の技術開発戦略（その他の国②）

○韓国



- ✓ **韓国政府は、2025年12月に「フュージョン核心技術開発ロードマップ」を策定し、フュージョンによる発電実証の目標時期を従来の2050年代から2030年代へ前倒し**した。さらに、2026年8月にはフュージョンを国家プロジェクト「7大SEED」の一つに位置付け、**自国主導で小型のフュージョンプラントを開発し、2035年までの建設と2030年代末の発電実証を目指す方針を示した**。2026年のフュージョン研究開発予算は1,124億ウォン（約121億円： 1ウォン＝約0.108円で換算）で、前年の約2倍に拡大している。
- ✓ 具体的には、韓国フュージョンエネルギー研究院の超伝導トカマクKSTARを高度化するとともに、KSTARで培ったプラズマ制御技術やAIを活用し、商用化に必要な技術と発電機能を検証する実証炉の設計を進めている。**発電実証に向け、炉心プラズマ制御、ダイバータ、加熱・電流駆動、高温超伝導磁石、増殖ブランケット、炉材料、燃料サイクル、安全・許認可の8つの中核技術を2030年までに開発し、2035年までに実証する計画**である。
- ✓ また、**2025年12月には、大型のフュージョン研究基盤を整備する地域として、全羅南道羅州（チョルラナムド・ナジュ）が選定**された。ここには、韓国電力公社や電力関連企業が集積しているほか、フュージョン炉の超伝導磁石に用いる導体を強磁場下で試験する16テスラ級の施設が整備されている韓国エネルギー工科大学（KENTECH）が所在している。韓国政府は、こうした研究・産業基盤を活用し、大型研究施設や部品・材料の試験設備、関連企業が集まるフュージョン研究開発拠点の形成を進めている。

○インド



- ✓ インドでは、原子力省傘下のプラズマ研究所（IPR）を中心に、将来のエネルギー安全保障とフュージョン技術の国産化を見据え、**トカマク装置「ADITYA-U」及び超伝導定常トカマク「SST-1」を用いて、プラズマの長時間運転、加熱・電流駆動及び制御等の研究開発を進めている**。
- ✓ また、既存の実験装置と将来のフュージョン発電炉をつなぐ次期国産装置として、**ITERの約3分の2の規模で、エネルギー増倍率Qが2を超える定常超伝導トカマク「SST-Bharat」の設計に着手**している。これと並行して、高温超伝導磁石、大電流導体、プラズマ対向材料、遠隔保守、極低温設備及びトリチウムの生成・回収を担うブランケット等、将来炉に必要な炉工学技術の国産化を進めている。
- ✓ なお、2026年10月時点では、SST-Bharatや国産実証炉DEMOの建設時期、**事業費及び商用化工程まで定めた包括的な国家フュージョン戦略は確認できず**、SST-Bharatは、IPRが中心となり、原子力省傘下のバーバ原子力研究センター（BARC）等と連携して設計を進める計画段階にある。

（出典）公表情報から文部科学省まとめ

諸外国の技術開発戦略（その他の国③）

○ロシア



- ✓ ロシアは、**2025年から2030年までの国家プロジェクト「新しい原子力・エネルギー技術」の下で、研究開発プログラム「フュージョンエネルギー技術」を推進**。国営原子力企業ロスアトムを中心に研究機関や大学が連携し、実験装置の建設・改修や、将来のフュージョン施設に必要となる安全規制・許認可制度の検討を進めている。あわせて、超伝導磁石、プラズマ加熱装置、炉材料等の重要技術を国内で確保することを目指している。
- ✓ 具体的には、**モスクワのクルチャトフ研究所にある中型トカマクT-15MD（プラズマ大半径約1.5メートル）を高度化する一方、将来炉の原型となるトカマク炉TRTの開発を進めている**。
- ✓ 将来の利用先としては、フュージョン発電に加え、フュージョン中性子を用いた放射性廃棄物の核変換や原子炉燃料の製造も重視している。また、国立研究所であるブドカー原子核物理研究所では、**トリチウムを使用しないp–^{11}B等核融合反応も視野に、全長約30メートルの直線型磁気閉じ込め装置GDMLを計画しており、トカマク方式とは異なる方式も追求している**。

（出典）公表情報から文部科学省まとめ

目 次

１．米国

２．英国

３．ドイツ

４．中国

５．その他

６．世界のスタートアップ

世界のスタートアップについて（米国）

US$：155円/US$

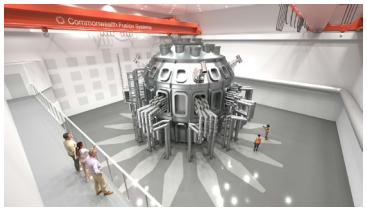
Commonwealth Fusion Systems

設立・方式　：2018年・トカマク(DT)

技術開発　：実証炉/2027年運開(DT、Q>1目標)

累計調達額　：US$4Billion(≒6,200億円)

商用炉計画　:2030年代前半、400MWe



実証炉SPARC(MA州)



商用炉ARC (VA州に建設予定)

売電契約の締結
Google(米)
Eni(伊)

日本の投資家
三井物産・三菱商事がリードする12社

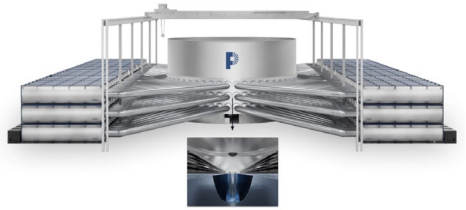
Pacific Fusion

設立・方式　：2023年・Pulser ICF(DT)

技術開発　：実証炉/2030年Net Facility Gain(DT)

累計調達額　：US$1Billion*(≒1,550億円) *マイルストーン型

商用炉計画　：2030年代半ば、300MWe



商用炉 (建設サイト未定)

日本の投資家
Acario Innovation
(東京ガス系ベンチャーキャピタル)

Helion Energy

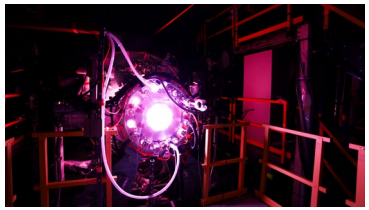
設立・方式　：2013年・磁場反転配位(DHe_3)

技術開発　：実証炉/稼働中(DT、1.5億℃達成)

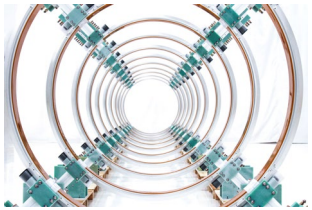
累計調達額　：US$1.5Billion*(≒2,325億円)

商用炉計画　：2028年頃、50MWe

*一部マイルストーン型



実証炉Polaris(WA州)



商用炉Orion(WA州に建設予定)

売電契約の締結
Microsoft(米)

日本の投資家
Softbank Vision Fund

Type One Energy

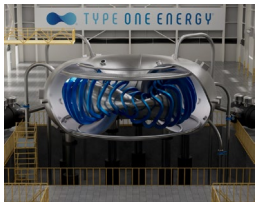
設立・方式　：2019年・ステラレーター(DT)

技術開発　：実証炉/2029年運開(DT)

累計調達額　：US$400Milliom(≒600億円)

商用炉計画　：2034年、400MWe





実証炉Infinity One
(TN州、左/実サイト、右/完成イメージ)



TN州からのライセンス認証

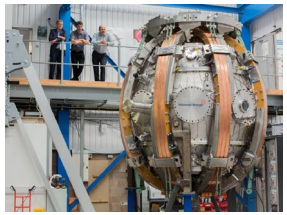
（出典）公表情報から文部科学省まとめ

世界のスタートアップについて（米国以外）

US$：155円/US$
€：175円/€

Tokamak Energy【英】

設立・方式　：2009年・球状トカマク(DT)
技術開発　：実験炉/アップグレード中(DD、1億℃達成)
累計調達額　：US$275Million(≒426億円)
商用炉計画　：N/A(自社単独で炉開発を行わない)


実験炉ST-40

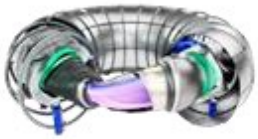
TE Magnetics
- 2024年9月、HTSマグネットの商用展開を担う新事業部門の立ち上げを発表
- 医療・科学研究・再エネ等の幅広い分野への供給を目指す

日本の投資家
古河電工

Proxima Fusion【独】

設立・方式　：2023年・ステラレーター(DT)
技術開発　：実証炉/2030年代Net Energy Gain(DT)
累計調達額　：€650Million(≒1,150億円)
商用炉計画　：2037年頃、1GWe


実証炉Alpha


商用炉Stellaris
(バイエルン州に建設予定)



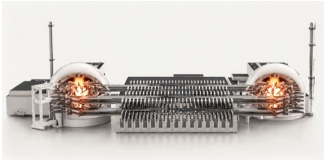
RWE・Max Planck研究所・バイエルン州とMOU締結

Focused Energy【独】

設立・方式　：2021年・レーザー(DT、直接照射方式)
技術開発　：実証炉/2030年代前半運開(DT)
累計調達額　：US$500Million(≒875億円)
商用炉計画　：2035年、未定(レーザー台数次第)


Target tracking experiment
(2026-2028)


Engineering Laser Facility
(2028-2030)

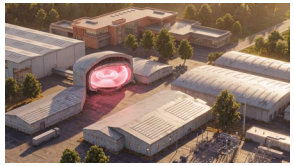

商用炉FPP2
(ヘッセン州に建設予定)

OpenStar Technologies【NZ】

設立・方式　：2021年・ダイポール(DT)
技術開発　：実証炉(Tahi)/2029年運開(DT)
累計調達額　：US$30Million(≒53億円)
商用炉計画　：2033年、200MWe


プラズマ実証炉Tahi
(医療用同位体製造)


発電実証炉Maui
(Q>1達成を目指す)


商用炉Nui
(建設サイト未定)

（出典）公表情報から文部科学省まとめ