

原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会
中間まとめ

平成 30 年 4 月

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力科学技術委員会

原子力研究開発基盤作業部会

目次

0. はじめに	2
1. 国として持つべき原子力研究開発基盤に関する現状把握・整理	3
(1) 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構や大学における研究基盤の これまでの状況	3
(2) 新規制基準、高経年化など昨今の急激な状況変化	4
2. 今後求められる原子力研究開発機能・施設	6
(1) 国として持つべき研究開発機能	6
① 国家戦略上重要な基幹技術の推進の観点から	6
② アカデミア、メーカーなど、ユーザーのニーズ視点から	7
③ 人材育成の観点から	8
(2) 原子力研究開発分野における昨今の状況変化を受けて必要な対応	10
① 短・中期的に取り組むべき検討課題	10
② 長期的視点	11
3. ユーザーニーズを踏まえた施設の運営・供用のための具体的な体制	12
(1) 原子力研究開発施設保有・運営の在り方	12
(2) 国内供用体制の在り方	14
(3) 国際供用の在り方	15
4. まとめ	16
参考文献	18
参考資料	19

0. はじめに

我が国の原子力の民生利用の歴史は古く、昭和 30 年に原子力基本法が制定されて以降その取組は本格化し、資源の少ない我が国においてエネルギーの安定供給実現のための研究開発及び利用に加えて、原子力技術を利用した科学技術・学術や産業分野での応用という広い分野でその推進が図られてきた。また、原子力の民生利用については、国際的な協力が欠かせない分野でもある。その中で、我が国の核不拡散を含む原子力を取り巻く国際課題への対処の際にも、こうした原子力の民生活動を基盤とした技術・人材による貢献を行ってきており、この活動は国際的にも高い評価を得ている。

一方で、我が国の原子力の民生利用は今日まで必ずしも順調だった訳ではなく、特に平成 23 年に発生した東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所（以下、「1F」という）の事故は、被災者の皆様を始めとする国民の皆様にも多大な困難を強いる事態を招いてしまった。このことへの深い反省と、国民の皆様の声を丁寧に聞く姿勢を、政府及び原子力に関連する者は一時たりとも放棄してはならない。

このような状況においても、1F 事故への対応や、原子力先進国が共通で抱える既存の原子力発電所の技術・安全水準の維持・向上、廃止措置や廃棄物処理・処分への対応に関して、高いレベルの技術・人材を維持することが非常に重要になっている。

しかしながら、現在までこの原子力の技術・人材を支えてきた基盤と言える研究開発施設については、その多くが高経年化と新規規制基準等の新たな課題への対応が必要となっており、今後の我が国の技術・人材を支える基盤が揺らいでいる状況にある。国際的にも原子力研究開発施設については先進国を中心に高経年化が進んでいるのが実態である。

このような状況を踏まえ、文部科学省では平成 29 年 1 月に原子力科学技術委員会の下に原子力研究開発基盤作業部会を設置し、国として持つべき原子力研究開発機能とそれに基づく研究開発施設やその運営の在り方等について議論を行った。本中間まとめは、その議論を踏まえて今後の対応方針についてまとめたものである。

1. 国として持つべき原子力研究開発基盤に関する現状把握・整理

(1) 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）や大学における研究基盤のこれまでの状況

- 試験研究用等原子炉（以下、「試験研究炉」という）を中心とした原子力研究開発施設については、昭和 32 年に我が国初の原子炉である JRR-1 の初臨界を皮切りに、当時の日本原子力研究所や動力炉・核燃料開発事業団（現原子力機構）や大学、民間企業において建設され、運営が進められてきた（図 1）。
- 試験研究炉の活用用途としては、軽水炉の安全性向上に係る研究や新型炉の研究開発等のエネルギー利用としての原子力分野の研究開発に活用されるのみならず、中性子ビームを活用した分析等の学術利用や、医療用アイソトープ製造やがん治療を含む多様な産業利用にも供するものであり、我が国として将来にわたり保持することが必要な基盤的な研究開発施設の一つであると言える。また、国内のみならず、海外からも学生や研究者等を受け入れるなど、原子力分野を中心に多くの人材育成にも貢献してきた。例として、図 2 に原子炉に関する人材育成の人員数推移を示すが、1F 事故前には年間約 1,400~1,700 人の利用がなされていた。

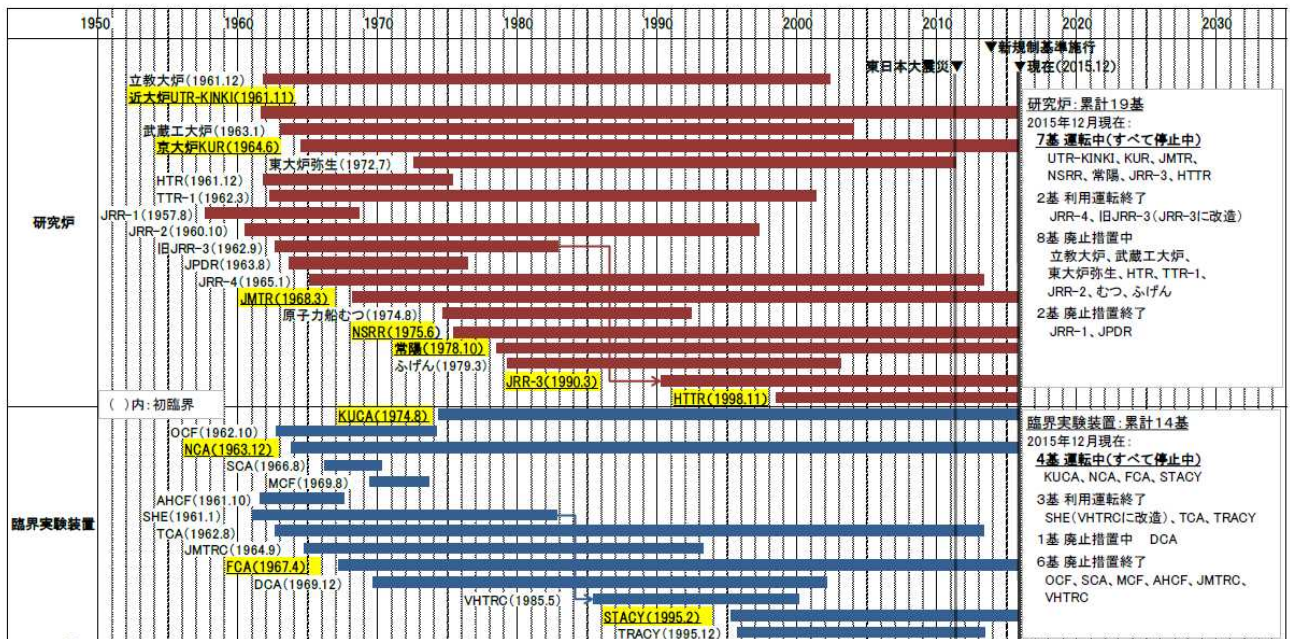


図 1) 研究炉等の運転期間と現状 (1)

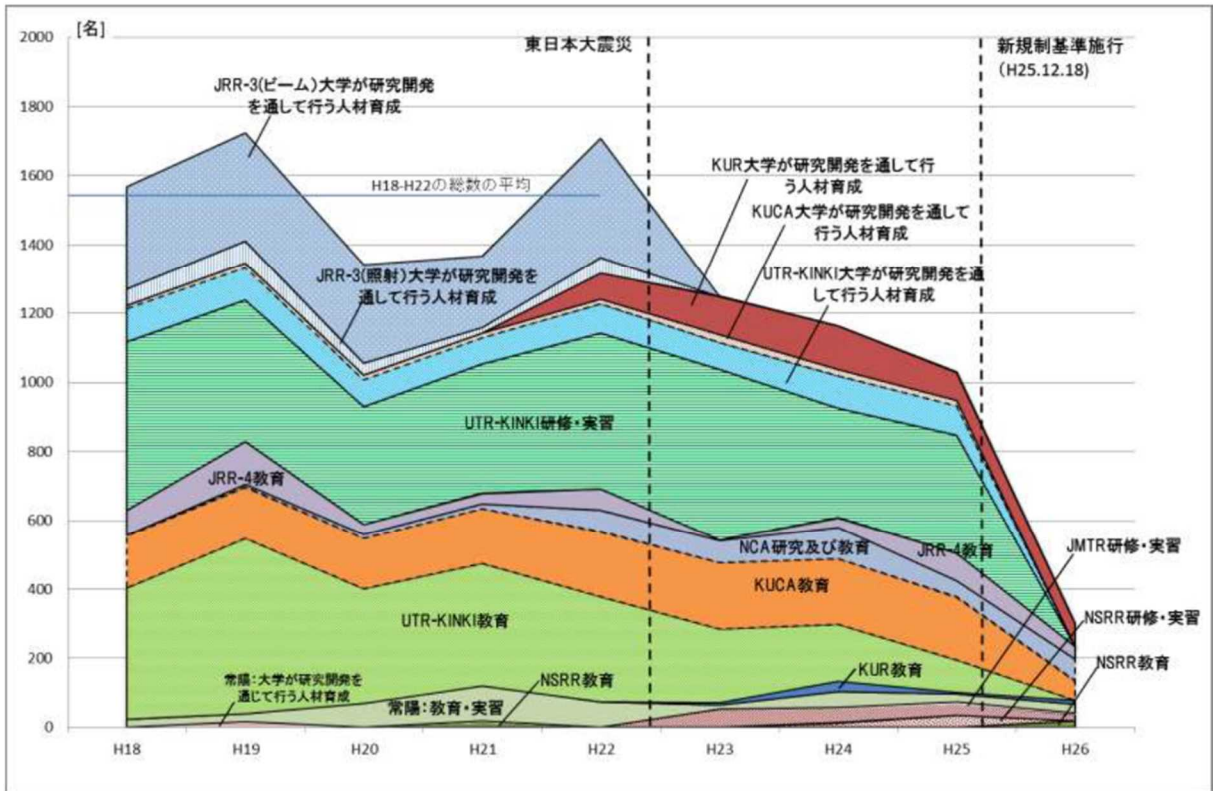


図2) 研究炉等で行われた人材育成の人員数（研究炉等の稼働有無を問わない場合）（1）

○ 他方、詳細は後述のとおりであるが、国内の多くの原子力研究開発施設が建設から40年以上経過するなど、高経年化が進んできている。また、海外の原子力研究開発施設（以下、「海外施設」という）についても同様に高経年化が進んでおり、平成16年時点では272基の試験研究炉が運転していたが、平成19年時点では245基に減少、現在も減少傾向が続いている（2，3）。

（2）新規制基準、高経年化など昨今の急激な状況変化

○ 我が国の試験研究炉は、昭和30～50年代に作られた施設が大半を占めている。原子力機構が保有する研究インフラとしての様々な原子力施設（試験研究炉、核燃料物質使用施設、放射性同位元素使用施設等）を参照すると、約半数が築年数40年を超えている。更に10年後にはおよそ9割が40年以上になるなど、他の分野の研究開発施設に比べても高経年化が著しい状況。高経年化が進む施設に対しては、その維持管理や安全対策等の対策に多くの予算が必要になっている（図3）。

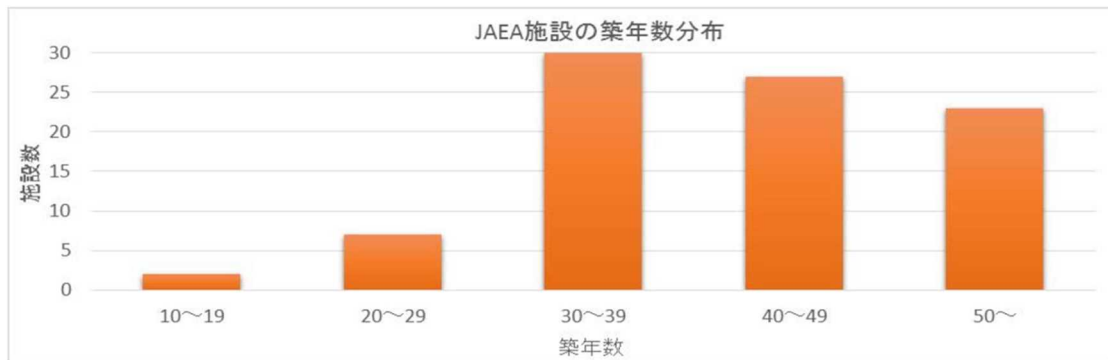


図3) JAEA施設の築年数分布 (4)

- 上記の高経年化対策に加え、1Fの事故以降、抜本的に強化された新規規制基準への対応や、米国同時多発テロ以降国際的に規制が強化されてきている核セキュリティへの対応に加えて、バックエンド対策など施設建設当初には対応する必要がなかった追加的な経費のため、限られたリソースでこれまで通りの施設運用は困難な状況になっている。この影響は特に国内の原子力研究開発施設の大半を保有する原子力機構で顕著であり、原子力機構は「施設の集約化・重点化」、「施設の安全確保」、「バックエンド対策」を具体化した「施設中長期計画」を平成29年4月に策定した(参考資料1)。
- 原子力機構は「施設中長期計画」において、我が国で照射機能を有する材料試験炉の代表とも言えるJMTRを含めた約半数の施設を廃止することを決定した(参考資料2)。JMTRについては、国内でその機能を代替することが困難であることから、このことに対して原子力研究開発に携わる多くの関係者から、今後の研究開発活動に支障を生じる可能性が高いとの懸念が示されている(5)。また、1Fの事故の前後より、我が国の原子力研究開発施設が抱える問題については関係者間では広く認識されており、日本原子力学会、日本学術会議、原子力人材育成ネットワーク等様々な関連団体においても将来の研究開発施設の在り方について議論が行われてきた(1, 6~10)。
- こうした状況の中、新たな試験研究炉の設置に関する動きもある。平成28年12月に開催された原子力関係閣僚会議において「もんじゅ」の廃止措置への移行が決定された。これに伴い、将来的に「もんじゅ」サイトに今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる新たな試験研究炉を設置し、地元の中核的拠点として位置付けることが決定されている(参考資料3)。
- 「もんじゅ」サイトに新たに設置する試験研究炉の詳細については、現在その具体化に必要な調査検討を文部科学省が中心となって実施しており、2022年度には行うこととされている詳細設計に向けた対応が進められている。

2. 今後求められる原子力研究開発機能・施設

上述したとおり、高経年化対策や新規制基準・核セキュリティへの対応が重要課題となっている近年の状況変化を踏まえ、今後取り組むべき課題とそれを踏まえた施策の方向性について以下のとおりまとめる。

(1) 国として持つべき研究開発機能

国として持つべき原子力研究開発機能について、国家戦略上重要な基幹技術の推進の観点、ユーザーニーズ視点、人材育成の観点からそれぞれ検討を行った。

① 国家戦略上重要な基幹技術の推進の観点から

<現状/課題>

- 原子力の研究開発については、エネルギー利用としての基盤に加えて、原子力を利用した科学技術・学術や産業界への応用という広い分野でその推進が図られてきた。また、国内活動のみならず、核不拡散を含む原子力を取り巻く国際課題への対処をするに当たっても、こうした原子力の民生活動を基盤とした技術・人材による貢献を行っており、この分野における我が国の貢献については国際的に高い評価を得ている。
- 原子力の技術・人材の維持については、今後の原子力政策の方向性に関わらず、国の内外に存在する原子力の課題解決の貢献という背景からすると、我が国として必要不可欠と言えるものである。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 我が国として今後必要とされる具体的な研究開発項目については、エネルギー基本計画等の国の方針を踏まえつつ、原子力科学技術委員会で定めた研究開発計画を基に、国として最低限持つべき研究開発機能を表1のとおり整理しており、この研究開発に必要となる基盤にアクセスできる環境について検討することが必要である。
- ✓ 施策の検討や実施に当たっては、常に国民の声に耳を傾けながら進めることが重要である。原子力の研究開発や人材の育成を進める上で、国は常に俯瞰（ふかん）的な視点で捉え、透明性のある情報発信とともに進めるべきである。

表 1 : 原子力科学技術委員会・研究開発計画における主な研究開発等の項目

原子力科学技術委員会・研究開発計画における主な研究開発等の項目	
1. 福島第一原子力発電所事故の対処に係る、廃炉等の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃止措置等を実施するための研究開発、人材育成 ✓ 環境モニタリング・マッピング技術開発、環境動態に係る包括的評価システムの構築及び除染活動支援システムの開発
2. 原子力の安全性向上に向けた研究	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 軽水炉安全性向上に資する燃材料及び機器 ✓ 原子力施設の廃止措置の基盤研究 ✓ 関係行政機関・原子力事業者等への安全性向上支援 ✓ 軽水炉以外の施設の安全対策に関する研究
3. 原子力の基礎基盤研究	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 核工学・炉工学・燃料工学など原子力の推進に必要な基礎基盤研究 ✓ 中性子利用研究等の推進 ✓ 高温ガス炉に係る研究開発
4. 高速炉の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 「高速炉開発の方針」を踏まえた研究開発 ✓ 「『もんじゅ』の取扱いに関する政府方針」に基づく作業
5. 放射性廃棄物の処理・処分に 関する研究開発等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 核燃料サイクルの推進を支える技術 ✓ 高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発 ✓ 高レベル放射性廃棄物処分技術等に関する研究開発 ✓ 原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理・処分を計画的に遂行する技術開発
6. 核不拡散・核セキュリティ に資する技術開発等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 計量管理技術や核拡散抵抗性向上に資する技術開発 ✓ 核物質の測定・検知、核鑑識等、核不拡散・核セキュリティ強化に必要な技術開発 ✓ 核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成
7. 人材育成	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 研究用原子炉を用い、1Fの廃炉や運転中の発電炉の安全確保を支える

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力科学技術委員会（第18回、H29.1.6）資料3を基に作成

② アカデミア、メーカーなど、ユーザーのニーズ視点から

<現状/課題>

- 試験研究炉は、軽水炉の安全性向上に資する研究開発のほか、材料開発、半導体製造、放射性同位元素製造、核医学、治療、中性子ビームを用いた物質・生命科学等、エネルギー利用以外の分野においても多岐にわたって貢献しており、これまで試験研究炉が果たしてきた意義は大きい（参考資料4）。近年、加速器を用いたパルス中性子源による中性子ビーム利用は進められてきたが、軽水炉の安全性研究は当然ながら、試験研究炉による定常中性子源を用いた分析や材料照射研究など、加速器では代替のきかない利用分野も多い。アカデミアからは、こうした代替のきかない科学技術分野の発展に大きな支障を来しているだけでなく、高い研究ニーズがありながら、大学の研究部門の消滅にまでつながっているとの声が聴かれた。
- 試験研究炉は、世界の原子力開発・安全研究を日本がリードする意思の明示、国内規制基準の策定に資する燃材料データの取得や、国内人材が容易にアクセスできることに伴う人材育成面等から国内にあることが望ましい。
- 我が国における原子力の研究開発に係る官民の役割として、官は、我が国の原子力利用に係る安全規制の研究等の基礎基盤研究や、それらを効果的に推進するために必要となる人材の確保を担う役割を、民間は、原子力を民間事業として実施するに当たり、円滑な事業推進に資する必要な技術開発を実施する役割を担うべきとの意見があった。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 人材育成の観点に留意しつつ、試験研究炉の利用を必須とする用途と、加速器で代替できる用途の役割分担を行うことが重要である。その際、試験研究炉と加速器、それぞれの特徴を生かした相補的な利用が必要である。
- ✓ エネルギー政策の根幹をなす核燃料サイクルの確立に必要な研究開発、高レベル放射性廃棄物の処理・処分に必要な研究開発及び原子力の潜在的可能性を探索し実用化を目指すための研究開発については、引き続き国が主体的に実施することが重要である。
- ✓ 試験研究炉は、軽水炉の安全性向上や学術研究並びに産業利用など多様な用途に資するもの。その一方で、最新の産業ニーズや世界的な市場動向も十分に踏まえつつ、国際的な拠点施設を目指し、将来の研究基盤の具体化が必要である。

(例；核医学診療の場合)

診断用放射性医薬品としては、PET 検査の需要の増加に伴いテクネチウム製剤の需要は微減傾向にあるものの、特定の診断に関しては、主要手法として一定の需要は継続傾向。一方、新規核種に係る応用研究等については今後の需要拡大が期待される（ α 線核種（ラジウム、アスタチン等）を用いた治療用放射性医薬品等）。

(例；半導体製造の場合)

試験研究炉を活用した中性子照射は、最も高品質な半導体製造手法(NTD シリコン)であるものの、供給の不安定さ及び代替手法の開発進展等により、需要は下げ止まり傾向。一方、放射化分析等の検査手法は、迅速な研究アクティビティの確保が必要であり、国内の試験研究炉利用に対する需要がある。

③ 人材育成の観点から

<現状/課題>

- 国内の試験研究炉については、かつては海外からも人材育成のために学生を受け入れるなど、研究教育分野においても貢献していたが、平成 20 年度以降は高経年化のため大学が保有する試験研究炉を中心に廃止措置への移行が進みつつあった。そして 1F 事故後は、国内の試験研究炉は長期間運転停止を余儀なくされたため、その間に原子力関連の大学に入学した学生は、原子炉の運転や利用研究を経験しないまま卒業する者が生じており、国内関係者からは懸念の声が聴かれた。
- また、国内では 20 年近く試験研究炉の建設が行われておらず、新たな試験研究炉を建設するにしても人材の不足やノウハウの散逸など経験値の低下が懸念されている。
- 海外施設の利用による機能代替では、派遣できる人材や実験の自由度が限られてしまうため、原子力の開発に必要な基礎・基盤技術の習得機会は減少している。

- 原子力に対する信頼が失われている状況に加え、原子力利用に関する将来のビジョンを不安視する向きもあり、特に原子力専攻以外の分野から原子力産業への就職希望者は減少傾向。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 試験研究炉をはじめとする原子力研究開発施設は、学生のみならず教員や研究者等の教育に重要な役割を果たしているだけでなく、1F 並びに既存プラントの廃止措置や放射性廃棄物の減容化・有害度低減などの研究開発、医療や工業等の多様な産業利用の場としても重要な役割を果たしている。原子力機構においては、JRR-3をはじめとする試験研究炉の一日も早い運転再開を目指して新規規制基準対応等に取り組むとともに、文部科学省においても必要な支援を行う。
- ✓ 原子力産業は、機械や電気、土木等の幅広い分野で支えられる総合工学を中心とする分野であるため、分野横断的な取組を通じ、様々な学生等に関心を持ってもらうことが必要である。産学官が連携し、大学や原子力機構が保有する研究開発施設を活用した実践的なオンサイト研修を通じた人材育成を実施し、若手研究・技術者等への支援を推進することが必要である。
- ✓ さらに、将来の原子力分野の人材確保のためにも、学校教育の場などにおける放射線等に関する教育への取組支援や、丁寧な広聴、広報、対話活動等、原子力発電や放射線・放射性同位元素の利用をはじめとした原子力技術に関する透明性のある情報発信を継続的に実施し、裾野の拡大に取り組む。
- ✓ 原子力分野の人材育成に係る施策を行うに際しては、現状把握のみならず、今後必要となる分野と規模の定量的な把握が必要である。そのため、原子力人材育成作業部会の議論とも並行しつつ原子力人材育成ネットワーク等の関係機関とも連携の上、適切な状況把握に努める。

(2) 原子力研究開発分野における昨今の状況変化を受けて必要な対応

これまで述べてきた研究開発の将来像や国の内外の原子力研究開発施設の状況を踏まえ、今後必要な対応について、短期・中期・長期的な視点からそれぞれ検討を実施した。

① 短・中期的に取り組むべき検討課題

<現状/課題>

- 国内の試験研究炉の長期間運転停止に伴い、国内研究者は、海外施設を活用せざるを得ない状態である。国内試験研究炉の運転再開後は、国内施設で代替が可能な機能については既存の国内施設を活用するとともに、海外施設の利用については、多岐にわたる利用ニーズを満たし、研究アクティビティを維持・活性化させることが重要である。

(例) 一部大学では、ベルギー (BR-2) で代替照射を実施しているが、海外施設の活用は、利用料や輸送等によるコストが高くなること、キャプセルのオーダーメイドなど仕様の検討が困難であること、各種照射条件 (温度、圧力、照射量など) のマッチングが困難であること、などの課題がある (参考資料5)。加えて、海外の照射炉も高経年化が進む中、特にこの数年で安定稼働している照射炉に照射依頼が集中し、価格の高騰とともに、照射スペースの確保が困難になりつつある。

- 国内の原子力研究開発施設の廃止を進めていくものの、国として最低限持つべき原子力研究開発機能の維持に必須な施設については継続的に利用する。このことは、廃止する施設が担っている機能を他の施設で代替していくことになる。その際、ユーザーサイドから見れば、いつ施設が廃止されるのか、集約先になる重点化施設は今後何年間使うことができるのか等のタイムスケジュールや事業展開が見えた方がよい。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 昨年、大学が保有する試験研究炉 (KUR、KUCA、UTR-KINKI) は既に運転再開したが、原子力機構が所有する5基の試験研究炉 (JRR-3、NSRR、STACY、常陽、HTTR) は、いまだ運転停止中である。これらはいずれも、軽水炉の安全性向上や新型炉開発、中性子を利用した研究開発や人材育成等に資するために重要な施設であり、また、原子力発電所の運転管理や今後の廃止措置等に必要な原子力人材の確保・育成に向けて裾野を広げていく観点からも、国内の試験研究炉の早期運転再開が必要である。運転再開に際しては、その必要性についても丁寧に説明を行うべきである。
- ✓ 文部科学省は、国内の研究アクティビティを維持・活性化させるために、関係機関と連携して、海外施設についての情報収集や、その利活用に係る一元的な窓口機関の整備を行う取組を進める (施設供用に係る取組は3. で詳述)。

- ✓ 指摘内容を基に、本作業部会において「国として最低限持つべき研究開発機能の充足状況（表2及び参考資料6）」としてまとめ、研究開発機能別の廃止スケジュールや代替機能の方向性などを整理した。研究開発機能の維持に課題があることが明らかになった軽水炉の安全研究、新型炉の研究開発、材料照射研究、人材育成の点について、文部科学省は原子力研究開発施設全体のライフサイクルを踏まえつつ、関係機関と連携しながら継続的な議論を進めることが重要である。

表2：国として最低限持つべき研究開発機能の充足状況

国として最低限持つべき研究開発機能	研究開発機能の維持に必須な施設の見込み	今後の方向性
1. 福島第一原子力発電所事故の対処に係る、廃炉等の研究開発	✓ 現在計画されている試料分析・廃炉研究ニーズに対しては、研究機能を維持。	○ ニーズを踏まえ引き続き対応
2. 原子力の安全性向上に向けた研究	✓ 軽水炉機器の健全性評価を行ってきた施設(JMTR及びホットラボ) が失われる。	○ JMTRの代替機能について引き続き検討
3. 原子力の基礎基盤研究	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 新型炉/新材料特性試験等を行ってきた施設(FCA)が失われる。 ✓ 材料基礎科学等を行ってきた施設(JMTR及びホットラボ)が失われる。 ✓ 中性子ビーム利用等の機能について以下の状況変化。 <ul style="list-style-type: none"> ・ JRR-3については、2030年以降も運転継続のためには、構成機器の照射影響評価とその対策(高経年化対策等)が必要。 ・ KURについては、米国への使用済み燃料返送期限を鑑みれば、運転継続が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 国内外の臨界実験装置等での代替を検討 ○ JMTRの代替機能について引き続き検討 ○ KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、共同研究や人材育成など量的な面で課題
4. 高速炉の研究開発	✓ 高速炉開発会議等において議論。	○ 高速炉開発会議において今後策定する戦略ロードマップ等を踏まえて検討。
5. 放射性廃棄物の処理・処分に関する研究開発等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速炉開発会議等において議論。 ✓ CPFについて、上記議論を受け、2021年度までに、研究開発ニーズの動向、外部資金充当の見込みを確認し、原子力機構において廃止時期を判断。CPFが担う機能のうち、高速炉再処理・減容化有害度低減機能については十分な集約先がない恐れがある。 	○ 高速炉開発会議において今後策定する戦略ロードマップ等を踏まえて検討。
6. 核不拡散・核セキュリティに資する技術開発等	✓ 現行の計画で、核不拡散・核セキュリティに資する技術開発ニーズに対応可能である見込み。	○ ニーズを踏まえ引き続き対応
7. 人材育成	✓ KURについては、米国への使用済み燃料返送期限を鑑みれば、運転継続が困難。	○ KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、人材育成など量的な面で課題

② 長期的視点

<現状/課題>

- 試験研究炉の設置は10～20年と長期のリードタイムを要するため、「国として持つべき研究開発機能の充足状況」を踏まえつつ、速やかに必要な施設や運営体制を議論すべきである。試験研究炉の設計・建設のプロセスにおいては、人材育成に資する観点から、産学官の連携を図りつつ進める仕組みが必要である。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 原子力機構は、照射機能の重要性や海外施設利用に係る課題を認識しつつ、関係機関の利用ニーズを踏まえ、共働してJMTR後継としての安全研究や材料照射研究を担う新たな照射炉の建設に向けた検討を進める。
- ✓ もんじゅサイトを活用した試験研究炉の方向性については、設置すべき炉に係るニーズ調査や具体の運営方法など委託調査の状況を踏まえつつ、引き続き多様なステークホルダーを交えた検討を継続する。

- ✓ 新たな試験研究炉の建設に当たっても、その必要性について丁寧な説明を行うべきである。
- ✓ なお、試験研究炉の建設には、その施設に係る新規規制基準対応が求められる。我が国の原子力研究開発施設は、原子力機構や大学が持つ試験研究炉のみならず、貯蔵・管理施設など業務の遂行に必要な施設・設備は多岐にわたることから、その特性に応じた対応（グレーデッドアプローチ）を進めることも必要である。
- ✓ 試験研究炉のグレーデッドアプローチを進める上では、規模に応じて柔軟な対応を行っている海外施設の規制も参考にしつつ規制当局との議論を進め、我が国の原子力規制の向上・発展に貢献することが重要である。

3. ユーザーニーズを踏まえた施設の運営・供用のための具体的な体制

現存する原子力研究開発施設の高経年化が進み、我が国として必要な施設の維持管理が困難になることを鑑みれば、産学の多様な関係者が原子力研究開発施設を効果的・効率的に活用できるようその基盤の維持・発展を目的にした支援を実施するとともに、供用のための仕組みを強化し、供用可能な施設・設備等を我が国全体へ拡大することが必要。

(1) 原子力研究開発施設保有・運営の在り方

<現状/課題>

- 我が国の試験研究炉は、原子力機構及び京都大学原子炉実験所（現京都大学複合原子力科学研究所）、近畿大学原子力研究所に設置されているが、規制強化、運営費・人員の削減、セキュリティ対策対応の負荷や使用済燃料の問題等により、大学単独での施設維持が難しくなりつつある懸念がある。
- 原子力機構が現在設置主体となっている大型試験研究炉の一つである JRR-3 は東京大学物性研究所と、また、JMTR の場合、東北大学金属材料研究所と協力して利用支援を行い大きな成果を上げている。大型研究施設での成果創出を促進するためには、設置主体のみならず、利用者組織における積極的な施設供用への関与が重要である（参考資料7）。
- また、試験研究炉は、国の内外に存在する原子力の課題解決に必要な原子力の技術・人材の維持に重要な役割を果たすことから、原子力機構が保有する試験研究炉の運転再開支援はもとより、試験研究炉の運営方法等施設保有の在り方についても検討を進め、原子力研究開発施設の効果的・効率的な利活用方を提案していくことが必要である。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 規制強化、運営費・人員の削減、セキュリティ対策対応の負荷等、近年の状況変化や使用済燃料の問題等により、大学単独での施設維持が難しくなってきたことから、将来的な試験研究炉の設置主体の議論を開始する。その際、施設運営に関しても柔軟な運用体系を構築できるよう、規制面も含めた議論を進める。

- ✓ 試験研究炉の利用に当たっては、生み出される成果を最大化する観点から、利用者組織を含めた産学官の多様な関係者が参画し、効果的・効率的に活用できる統一的な利用体制(プラットフォーム)の構築や、原子力機構、大学、その他法人(一般社団法人、財団法人等)等共同事業体(コンソーシアム)による運営等新たな枠組みや制度検討が必要である。

- ✓ また、係る観点から、試験研究炉の建設の段階から、原子炉等に熟知した専門家とともに、利用者側の意見を取り入れつつ具体の検討を進めていくことが重要である。こうした原子力研究開発施設を中核に、海外を含む産学官の活発的な人事交流が行われ、人材の流動化が図られることも重要である。

- ✓ 原子力研究開発施設から生み出される成果を最大化するためには、研究活動を支える運営費が適切に配分されていることや、大学等研究機関の利用者側が利用料として用いることができる公的研究資金が充実していることなど、国が主体的になって取り組むべきもののみならず、施設側においても、商用利用に伴う利用料など、受益者から適切に徴収された費用が成果最大化に資する仕組みの検討が必要。

(2) 国内供用体制の在り方

<現状/課題>

- 原子力機構の供用施設の一つである JRR-3 の場合、利用者の受付から技術的相談、実験の支援など一貫した対応を実施できる窓口（JRR-3 ユーザーズオフィス）が以前は先端研究基盤共用促進事業として原子力機構内に構築されていたが、更なる改善事項及び今後の取組の方向性として下記事項が本作業部会で報告された。

改善すべき事項	現状の主な課題	今後の取組の方向性
1. 再稼働後の安定した運転 (潤沢なマシンタイム等)	毎年7サイクルの安定した運転が望まれている。	新規制基準に対応し早期の再稼働を果たす。 原子炉設備保全や高経年化対策等を確実に実施し、年間7サイクル(25日/サイクル)の安定運転を実施。
2. 研究環境の充実 (ビームライン増強等)	アンケートによると、JRR-3に比べ海外炉の中性子強度が強いなど(高強度ビーム、多様付属施設)の改善の声が多い。	中性子導管の高度化等により、中性子ビーム強度の増強(5倍)を目指すと共に、ビーム強度増強に対応した利用設備・装置の最先端化を図る。
3. 新たな照射炉ニーズへの対応 (照射利用設備拡張)	最新の知見、技術を反映した照射利用設備の高度化が遅れている。	照射利用設備(計測制御装置、Si半導体製造照射装置等)の機能拡大より、新たな照射炉ニーズへの対応を図る。
4. 供用体制の充実 (費用、情報管理、サポート体制等)	アンケートによると、JRR-3は少数の研究者が支援を行っており、利用支援が手薄であるとの指摘があった。	ホームページによるきめ細かい情報の提供、ユーザーフレンドリーな課題申請システムの採用などJRR-3ユーザーズオフィスの機能の拡充を行うとともに、コーディネータ、実験支援者の配置等を図る。
5. すそ野拡大 (人材育成や異分野融合)	アンケートによると、異なる中性子源が個々の特色を活かせば、中性子科学全体が更に進展するとの意見があった。	J-PARCと近接するという地の利を生かして、多様な関係者による対話の場等を設けることで、JRR-3を中心とした利用者の裾野の拡大と異分野・異種融合を促進。 産学官が連携し、中性子利用、放射線計測を通じた人材育成を目的に、学生や若手研究者等への支援(技術サポート、優先的課題採択等)を提供。

- 特定先端大型研究施設の場合、利用者からのニーズを踏まえて、設備・機器の維持・高度化等に取り組み、登録機関と協力して共用の促進を実施している。また、事前相談-利用相談/課題選定-技術指導-情報提供等の一貫した支援体制を構築している。文部科学省が実施する「共用プラットフォーム形成支援プログラム」においても、ワンストップサービスの設置や専門スタッフを配置している。なお、両施設・事業のいずれにしろ、共用のための必要な内容について、国による資金提供がなされている（参考資料8）。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 原子力研究開発施設を保有する機関において、産業界や国の内外の研究機関・学生等からの一層の利用促進、異分野・異種融合の促進による新しい価値創造等に向けて、
 - ・利用者からの利用に係るニーズを踏まえた設備・機器の維持・高度化、
 - ・専門スタッフの配置やワンストップサービスの設置、課題審査/実現性検討/採択・研究支援まで含む手厚いプロジェクトマネジメントの体制等が整備されている利用促進機能の強化、
 等に取り組むことが必要である。

- ✓ また、3.(1)で紹介した原子力機構の大型試験研究炉と大学をつなぐ全国大学共同利用のような、我が国独自の優れた取組も取り入れて発展させていくべきである。

(3) 国際供用の在り方

<現状/課題>

- 試験研究炉は、原子力及び科学技術・学術の分野で、今なお重要で不可欠であるとしながらも、諸外国においても使用済燃料の蓄積や廃炉の実施といった我が国の試験研究炉についても共通する重要課題が存在する。そのため、国内はもとより、他国との協力体制のもと、国際的な視野のもとに、国際的に連携・協力した仕組みを構築して共通する重要課題に対応する必要がある。
- その際、先進国との先端的な研究協力のみならず、我が国が原子力分野に係る国際的なリーダーシップを発揮し、特に近隣アジア諸国の中核として貢献するための重要課題に取り組むべきである。また、第4世代原子力システム国際フォーラム（GIF）等を活用した多国間協力を通じて、1Fの廃炉に向けた協力や次世代原子炉に係る協力、人材育成活動等を積極的に推進することも必要である。
- また、国内の試験研究炉が停止又は廃炉を決定したことなどにより、例えば JMTR が担ってきた照射機能について、国内での代替が可能なものについては既存施設を活用した利用方策を検討するとともに、海外施設の利用については、多岐にわたる利用ニーズを満たし、研究アクティビティをどう維持・発展させるかが解決すべき課題である。
- 米国エネルギー省による原子力施設供用施策である NSUF[※]は、課題審査や研究支援の機能（ユーザーズオフィス機能）、研究・施設利用資金の支援機能（ファンディング・エージェンシー機能）、原子力関連施設の連携を構築し、ユーザーに最適な施設を提供する機能（ハブ機能）を有している（参考資料9）。

※ 原子力科学ユーザー施設（Nuclear Science User Facilities）；米国エネルギー省原子力局（DOE-NE）が実施する原子力研究開発支援策のうちの一つ。研究者に対して原子力研究開発施設を利用した研究機会を提供することを目的として、2007年に設立。

<今後の施策の方向性>

- ✓ 国内機関が海外施設を利用して研究開発等を実施する際、その利用がスムーズに行うことができるよう国内窓口機関の整備や海外施設の利用に伴う支援が必要である。
- ✓ 国内の試験研究炉の運転再開が進んできた際、これらの施設を梃子（てこ）にして、海外施設や NSUF 等の取組との相互供用に関してもどのような仕組みで Win-Win の形を構築できるか、国ごとの特性を踏まえた協力体制についての検討が必要である。
- ✓ 科学技術先進立国として、近隣アジア諸国への人材育成や技術供与など先進技術の開拓という意味で重要なミッションがあることから、アジアのハブとして、周辺諸国への貢献を行っていくという視点が重要である。

4. まとめ

原子力研究開発施設は、エネルギー政策の根幹をなす原子力利用の安全性の向上や核燃料サイクルの確立に必要な研究開発や高レベル放射性廃棄物の処理・処分に必要な研究開発のみならず、原子力の潜在的可能性を探索し実用化を目指す等、我が国として必要な基盤的研究開発施設である。しかしながら、技術・人材の養成の場である原子力研究開発施設について、新規規制基準への対応や高経年化等の対応により、原子力機構の施設の約半数が廃止される等、原子力研究開発分野を巡る状況の変化が存在している。

本作業部会では、こうした原子力を巡る情勢の変化を踏まえ、大きく以下の3点を提言としてまとめる。

- ① 国として持つべき原子力の研究開発機能について、人材育成の観点やアカデミアやメーカー等からのユーザーニーズの観点も取り入れつつ、大きく以下の七つに整理した。これらの研究開発に必要なとなる基盤にアクセスできる環境について維持することが重要。

<我が国として持つべき原子力研究開発機能>

1. 1F 事故の対処に係る、廃炉等の研究開発	5. 放射性廃棄物の処理・処分にに関する研究開発等
2. 原子力の安全性向上に向けた研究	6. 核不拡散・核セキュリティに資する技術開発等
3. 原子力の基礎基盤研究	7. 人材育成
4. 高速炉の研究開発	

- ② 原子力研究開発の将来像や国の内外の原子力研究開発施設の状況を踏まえ、短期・中期・長期的な視点から、国として必要な対応を取ることが重要。

<短中期的視点>

- ◇ 国内の試験研究炉が停止している間、国内ユーザーは海外施設を活用せざるを得ない。原子力発電所の運転管理や今後の廃炉等に必要な原子力人材の確保・育成に向け裾野を広げていく観点からも、国内の試験研究炉の早期運転再開が必要。
- ◇ 国内の研究アクティビティを維持・発展させるために、関係機関と連携して、海外施設についての情報収集や、その利活用に係る一元的な窓口機関の整備を実施するとともに、海外施設利用に伴う支援が必要。

<長期的視点>

- ◇ 原子力機構は、照射機能の重要性や海外施設の利用に係る課題を認識しつつ、関係機関の利用ニーズを踏まえ、共働して JMTR 後継としての安全研究や材料照射研究を担う新たな照射炉の建設に向けた検討を進めることが必要。
- ◇ もんじゅサイトを活用した試験研究炉の方向性については、設置すべき炉に係るニーズ調査や具体の運営方法など委託調査の状況を踏まえつつ、引き続き多様なステークホルダーを交えた検討を継続することが必要。
- ◇ 試験研究炉へのグレーデッドアプローチに関しては、建設時と運用時の両面で柔軟な対応を構築できるよう、規制当局と議論を進めることが重要。

- ③ 現存する原子力研究開発施設の高経年化が進み、我が国として必要な施設の維持管理が困難になることを鑑みれば、産学の多様な関係者が原子力研究開発施設を効果的・効率的に活用できるよう、その基盤の維持・発展を目的にした支援を実施するとともに、供用のための仕組みを強化し、供用可能な施設・設備等を我が国全体へ拡大することが重要。

上記3点を進めるに当たっては、常に国民の声に耳を傾けながら進めることが重要である。原子力の研究開発や人材の育成を進める上で、国は常に俯瞰（ふかん）的な視点で捉え、透明性のある情報発信とともに進めるべきである。

参考文献

- (1) 「我が国における研究炉等の役割について」中間報告書
日本原子力学会 「原子力アゴラ」特別専門委員会
研究炉等の役割検討・提言分科会, 2016. 6
- (2) International Conference on Research Reactors
(Utilization, Safety, Decommissioning, Fuel and Waste Management),
10-14 November 2003, Santiago, Chile, Organised by the IAEA,
www.iaea.org/NewsCenter/News/2003/reactors20031117.html
- (3) International Conference on Research Reactors
Safe Management and Effective Utilization,
5-9 November 2007, Sydney, Australia, Organised by the IAEA,
www.iaea.org/NewsCenter/News/2007/confsydney.html
- (4) 「施設中長期計画」 日本原子力研究開発機構, 2017. 4
- (5) 「照射炉の照射利用ニーズに関する調査報告書」を踏まえた今後の対応に係る提言
JMTR 運営・利用委員会
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会資料 2-5, 2017. 1
- (6) 「研究用原子炉のあり方について」
日本学術会議 基礎医学委員会・総合工学委員会合同
放射線・放射能の利用に伴う課題検討分科会, 2013. 10
- (7) 「我が国の研究用原子炉の在り方について」
日本学術会議 総合工学委員会 原子力安全に関する分科会, 2018
- (8) 「研究炉の長期停止に伴う影響調査」
日本学術会議 基礎医学委員会・総合工学委員会合同
放射線・放射能の利用に伴う課題検討分科会, 2017. 8
- (9) 「原子力人材育成作業部会」中間取りまとめ
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力人材育成作業部会, 2016. 8
- (10) 「次世代研究用原子炉検討特別委員会報告書」
— 次世代研究用原子炉の建設に向けて —
日本中性子科学会 次世代研究用原子炉検討特別委員会, 2012. 12

参考資料

- 第9期 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会 委員名簿・・・ 20

- 第9期 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会 審議経過・・・ 21

- 1. 原子力機構 施設中長期計画案の概要・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
- 2. 原子力機構 施設の集約化・重点化計画・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
- 3. 新たな試験研究炉の設置に係る記載について・・・・・・・・・・・・ 24
- 4. KURにおける研究炉の活用例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24
- 5. 材料照射研究の現状・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
- 6. 国として最低限持つべき研究開発機能の充足状況・・・・・・・・・・ 26
- 7. 利用者と施設設置者の協力体制の例・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32
- 8. 国内で実施されている施設の共用に係る取組・・・・・・・・・・・・ 32
- 9. 米国エネルギー省による原子力施設供用施策の概要・・・・・・・・ 33

第9期 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会 委員名簿

主 査	山口 彰	東京大学大学院 工学系研究科	教授
主査代理	寺井 隆幸	東京大学大学院 工学系研究科	教授
	尾野 昌之	電気事業連合会	原子力部長 (第1回～第3回)
	渥美 法雄	電気事業連合会	原子力部長 (第4回～第6回)
	五十嵐 道子	フリージャーナリスト	
	木藤 啓子	一般社団法人 日本原子力産業協会	人材育成部総括課長
	多田 伸雄	日本電機工業会	原子力部長
	中島 健	京都大学 原子炉実験所 (現京都大学 複合原子力科学研究所)	教授
	横山 広美	東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構	教授

第9期 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会 審議経過

- 第1回 平成29年1月31日（火）10:00～12:00
- 原子力研究開発基盤作業部会について
 - 国として持つべき原子力研究開発機能と、その維持に必須な施設に関する現状把握・整理について
 - その他
- 第2回 平成29年5月29日（月）10:00～12:00
- 大学が保有する試験研究炉等の現状について
 - 国として持つべき原子力研究開発機能と、その維持に必須な施設に関する現状把握・整理について
 - 照射炉の代替機能について
 - 「もんじゅ」サイトを活用した新たな試験研究炉の調査について
 - 原子力機構が保有する施設の運営・供用体制について
 - その他
- 第3回 平成29年8月8日（火）15:00～17:00
- 国として持つべき原子力研究開発機能と、その維持に必須な施設に関する現状把握・整理について
 - 原子力施設供用の在り方について
 - その他
- 第4回 平成29年11月22日（水）15:30～17:30
- 国として持つべき原子力研究開発機能
 - 原子力施設供用の在り方について
 - その他
- 第5回 平成30年2月6日（火）10:00～12:00
- 国として持つべき原子力研究開発機能について
 - 論点整理
 - その他
- 第6回 平成30年3月29日（木）10:00～12:00
- 中間まとめ（案）について
 - その他

背景

- 保有する原子力施設の老朽化（約5割が築年数40年以上）への対応
- 3.11震災以降見直された規制基準等への対応
- 廃止措置を含むバックエンド対策の実施

限られた資源で、これまでどおりの施設運用は困難な状況

三位一体の当面の計画（～H40）を具体化

スリム化した施設の強靱化（安全強化）
+バックエンド対策の着実な実施により、
研究開発機能の維持・発展を目指す

三位一体の計画



- H28.10に「施設中長期計画案」を公表。H29年度予算決定等を受け、H29.3末に「施設中長期計画」を策定（もんじゅ廃止措置決定等を反映）
- 今後、様々な要因（原子力機構の中長期目標の変更、予算の状況等）を踏まえ、計画を更新

原子力機構 施設中長期計画の概要 ②

施設の集約化・重点化

【集約化・重点化方針】

- 国として、最低限持つべき原子力研究開発機能の維持に必要な施設は下記を考慮した上で可能な限り継続利用
- 試験機能は可能な限り集約化
- 安全対策費等の視点から継続利用が困難な施設は廃止 等

機構の原子力施設を選別

- 継続利用施設 : 45
- 廃止施設 : 44*

*新たに選別した廃止施設 12施設を含む。

施設の安全確保

- 新規制基準・耐震化対応
- 高経年化対策
- 東海再処理施設のリスク低減対策

施設ごとに具体化

バックエンド対策

- 廃止施設に対する廃止措置計画
- 廃棄物処理施設等の整備計画
- 廃棄体（処分体）作製計画

施設ごとに具体化



別表1 施設の集約化・重点化計画

— 継続利用施設、廃止施設【全原子力施設マップ】 —

継続利用施設

- : 主要な研究開発施設
- : 小規模研究開発施設(維持管理費<約0.5億円/年)及び拠点運営のために必要な施設(廃棄物管理、放射線管理等)
- : 継続利用施設であるが、施設の一部を廃止する施設

廃止施設

- : 新たに選別した廃止施設*
- : 廃止計画中/廃止中の施設

	継続利用施設				廃止施設(廃止措置中及び計画中のものを含む)				
	原科研	核サ研	大洗研	その他	敦賀	原科研	核サ研	大洗研	その他
原子炉施設	JRR-3 原子炉安全性研究炉(NSRR) 定常臨界実験装置(STACY) 放射性廃棄物処理場		常陽 高温工学試験研究炉(HTRR)		ふげん もんじゅ	高速炉臨界実験装置(FCA) 軽水臨界実験装置(TCA) 過渡臨界実験装置(TRACY) 放射線廃棄物処理場の一部(汚染除去場、液体処理場、圧縮処理装置)	JRR-2 JRR-4	材料試験炉(JMTR) 重水臨界実験装置(DCA)	青)関根施設
核燃料使用施設	燃料試験施設(RFEF) バックエンド研究施設(BECKY) 廃棄物安全試験施設(WASTEF) ホットラボ(核燃料物質保管部)	Pu燃料第一開発室(Pu-1) Pu燃料第三開発室(Pu-3) Pu廃棄物処理開発施設(PWTF) 第2Pu廃棄物貯蔵施設(PWSF-2) U廃棄物処理施設(焼却施設等) M棟	照射装置組立検査施設(IRAF) 照射燃料集合体試験施設(FMF) 固体廃棄物前処理施設(WDF)	人)廃棄物処理施設		Pu研究1棟 ホットラボ(解体部)	Pu燃料第二開発室(Pu-2) Pu廃棄物貯蔵施設(PWSF) ウラン濃縮施設 ・廃水処理室、廃油保管庫 ・第2U貯蔵庫 ・L棟 応用試験棟 燃料製造機器試験室 A棟	照射材料試験施設(MMF) 第2照射材料試験施設(MMF-2)(核燃部分を廃止) 照射燃料試験施設(AGF) JMTRホットラボ 燃料研究棟	人)製錬転換施設 人)濃縮工学施設
	法令41条該当 法令41条非該当	安全管理棟 放射線保健室 計測機器校正室 洗濯場	安全管理棟 放射線管理棟 環境監視棟	人)開発試験棟 人)解体物管理施設(旧製錬所) 青)大洗施設研究棟		トリウムプロセス研究棟(TPL) 核融合中性子源施設(FNS)建家 保障措置技術開発試験室 原子炉特研 JRR-1残存施設	バックエンド技術開発建家 再処理特研 U濃縮研究棟	Na分析室 燃料 溶融試験材料保管室(NUSF)	
再処理施設							東海再処理施設 リスク低減や今後廃止措置に必要な施設等は当面利用する。(TVF、処理施設(AAF,E,Z,C)、貯蔵施設、等)		
その他(加工、RI、廃棄物管理施設等)	リアック建家 FEL研究棟 大型非定常ルーフ実験棟 第2研究棟	地層処分放射化学研究施設(QUALITY)	第2照射材料試験施設(MMF-2)(RI使用施設として活用) 廃棄物管理施設	東濃)土岐地球年代学研究所 人)総合管理棟・校正室	重水精製建屋	環境シミュレーション実験棟		人)U濃縮原型プラント	

* FCA、JMTR以外は、廃棄物処理や外部ニーズ対応等に活用後に廃止。 JMTRホットラボの機能の一部を燃料試験施設及びWASTEFに集約。MMF、AGFの機能の一部をFMF、MMF-2等に集約。 CPFはH33年度までにニーズ動向等を確認し廃止時期と集約先を判断。 PWSFを廃止し、廃棄物貯蔵機能をPWSF-2に集約。
「もんじゅ」は、「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針(平成28年12月21日原子力関係閣僚会議決定)に基づき、廃止。
人) : 人形峠環境技術センター、青) : 青森研究開発センター、東濃) 東濃地科学センター

「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針 (平成28年12月21日原子力関係閣僚会議決定)

将来的には「もんじゅ」サイトを活用し、新たな試験研究炉を設置することで、「もんじゅ」周辺地域や国内外の原子力関係機関・大学等の協力も得ながら、我が国の今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる中核的拠点となるよう位置づける。

「もんじゅ」廃止措置方針決定後の立地自治体との関係

(平成28年12月21日原子力関係閣僚会議において閣僚で共有)

「もんじゅ」サイトを活用した新たな原子力研究・人材育成拠点

- 「もんじゅ」を含む周辺地域や国内外の原子力関係機関・大学等の協力も得ながら、今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる拠点を構築していくよう、**全国の大学・研究機関が参画するコンソーシアムが運営する試験研究炉を「もんじゅ」サイト内に新たに設置。**
- **新たな試験研究炉の詳細については、平成29年1月以降に有識者会議での議論等を経て決定することとし、国内外から研究者や研究機関が集結するようなニーズのある試験研究炉の在り方や、コンソーシアムの構築等について検討を実施する。**
- **平成29年度においては、試験研究炉に係る調査・検討を実施することとする。**

KURにおける研究炉の活用例

The collage illustrates the diverse applications of the Research Reactor KUR. At the center is a photograph of the reactor facility labeled '研究用原子炉(KUR)'. Surrounding this are several panels:

- 放射化分析 (Radioisotope Analysis):** A graph showing various elements like Se, Cr, Sb, Sc, Zn, Fe, Co, Fe, Co, ⁴⁰K, Bkd, and Cs.
- 医療 (Medical):** Two axial MRI scans of a brain.
- 量子リサイクル工学 (Quantum Recycling Engineering):** A circular process flow diagram involving '核変換' (Nuclear Conversion), '加速器駆動未臨界炉' (Accelerator-driven subcritical reactor), '分離' (Separation), '再処理' (Reprocessing), and '原子炉' (Reactor).
- 放射能環境動態 (Radioactive Environment Dynamics):** A microscopic image of a material surface.
- 材料照射効果 (Material Irradiation Effect):** A microscopic image showing the effects of irradiation on a material.
- 物質構造 (Material Structure):** A 3D molecular model with atoms represented by colored spheres.
- 短寿命RI (Short-lived RI):** A schematic diagram of the production process for short-lived radioisotopes, including '中性子照射' (Neutron irradiation), 'ウランターゲット' (Uranium target), 'ガス・ジェット移送系' (Gas-jet transport system), 'イオン線' (Ion beam), '静電レンズ' (Electrostatic lens), '引出電圧' (Extraction voltage), '加速電圧' (Acceleration voltage), '上下偏向板' (Upper and lower deflection plates), '左右偏向板' (Left and right deflection plates), '分析電磁石' (Analyzing magnet), and '放射線検出器' (Radiation detector).
- 中性子ラジオグラフィ (Neutron Radiography):** An image of a plant stem showing internal structure, achieved through neutron radiography.

東北大学金属材料研究所 附属量子エネルギー材料科学国際研究センター(旧 材料試験炉利用施設、通称 大洗センター)

- 1969年に**オールジャパンの全国共同利用施設として設立**、東北大金研が運営を任される
- JMTR、JOYOの照射利用や、放射性廃棄物を念頭に置いたアクチノイド研究
- 材料照射研究における当センターのミッション
 - JMTRなどの**照射**(照射希望を取りまとめ、照射キャプセル製作、照射経費の負担)
 - **照射後実験**設備の提供とそれを用いた先端材料科学の推進、共同利用者へのサポート
- 10年ほど前、JMTR、JOYOともに停止状態に。以降、**海外炉(ベルギーBR-2炉、米国HFIR)と学術協定**を結び、代替照射を行う。



材料照射研究の危機的状況

一見、順調のように見えますが、材料照射研究は存亡の危機にあるという共通認識

- JMTRの停止後、代替照射では賄いきれない研究が多数。申請はしてもらっても、十分に照射できていない現実 → **照射希望の1/4以下**
- 過去の照射試料、軽水炉の実機の試料の活用や、大洗センターにおける世界最先端の分析装置群を活用した研究に重点を置くことにより、何とかアクティビティを維持しているが、長期的には極めて困難。
(注) 材料照射研究は、研究立案から試料作成、照射、輸送、放射能クーリング、照射後実験、成果発表まで、5年はかかる。
- JMTRは照射材料研究のシンボル。これが長年運転停止状態であることが、大学の研究部門・講座の消滅に大きく影響している。人材育成に大きなダメージ。
- 一部の研究者は、中性子照射をあきらめてイオン照射などで代替。研究を進めるほど、中性子照射とは異なることも明らかになり、最終目標に到達困難。

○ 次頁以降において、2030年代までにおける原子力施設の継続/廃止状況をスケジュールとともに示す。また、廃止施設のうち、その機能が移転される場合には、どの施設に、また、いつのタイミングで集約されていくのかを示す。

○ その上で、2頁の前提のもと、研究開発計画で示された国として最低限持つべき研究開発機能と施設中長期計画において記された施設の継続/廃止状況等を組み合わせ、今後失われる機能や今後の方向性等について以下のとおり整理した。

国として最低限持つべき研究開発機能	研究開発機能の維持に必須な施設の見込み	今後の方向性
1. 福島第一原子力発電所事故の対処に係る、廃炉等の研究開発	✓ 現在計画されている試料分析・廃炉研究ニーズに対しては、研究機能を維持。	○ ニーズを踏まえ引き続き対応
2. 原子力の安全性向上に向けた研究	✓ 軽水炉機器の健全性評価を行ってきた施設(JMTR及びホットラボ) が失われる。	○ JMTRの代替機能について引き続き検討
3. 原子力の基礎基盤研究	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 新型炉/新材料特性試験等を行ってきた施設(FCA)が失われる。 ✓ 材料基礎科学等を行ってきた施設(JMTR及びホットラボ)が失われる。 ✓ 中性子ビーム利用等の機能について以下の状況変化。 <ul style="list-style-type: none"> ・ JRR-3については、2030年以降も運転継続のためには、構成機器の照射影響評価とその対策(高経年化対策等)が必要。 ・ KURについては、米国への使用済み燃料返送期限を鑑みれば、運転継続が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 国内外の臨界実験装置等での代替を検討 ○ JMTRの代替機能について引き続き検討 ○ KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、共同研究や人材育成など量的な面で課題
4. 高速炉の研究開発	✓ 高速炉開発会議等において議論。	○ 高速炉開発会議において今後策定する戦略ロードマップ等を踏まえて検討。
5. 放射性廃棄物の処理・処分に関する研究開発等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速炉開発会議等において議論。 ✓ CPFについて、上記議論を受け、2021年度までに、研究開発ニーズの動向、外部資金充当の見込みを確認し、原子力機構において廃止時期を判断。CPFが担う機能のうち、高速炉再処理・減容化有害度低減機能については十分な集約先がない恐れがある。 	○ 高速炉開発会議において今後策定する戦略ロードマップ等を踏まえて検討。
6. 核不拡散・核セキュリティに資する技術開発等	✓ 現行の計画で、核不拡散・核セキュリティに資する技術開発ニーズに対応可能である見込み。	○ ニーズを踏まえ引き続き対応
7. 人材育成	✓ KURについては、米国への使用済み燃料返送期限を鑑みれば、運転継続が困難。	○ KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、人材育成など量的な面で課題

1. 福島第一原子力発電所事故の対処に係る、廃炉等の研究開発 1/2

廃止施設 (利用期間)
廃止措置 (準備含む)
継続施設

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
① 試料分析	バックエンド技術開発建家 : 1971年JPDRガンブコンテナ建屋として竣工。核燃料取扱い施設。フード13基 ・廃棄物確認用データ取得、1F廃棄物分析		
	第4研究棟 : 1981年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。実験室111室,GB21基,フード98基 ・放射性廃棄物の核種分析手法合理化		
	AGF : 1971年運転開始。2028年以降に管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル22基,GB 18基,フード4基 ・線量計測・計量管理		
	RFEF(燃料試験施設) : 1979年運転開始。核燃料・RI取扱い施設。プール,セル13基 ・1F燃料デブリ性状把握のための組成測定		
	BECKY : 1995年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基,GB30基,フード20基 ・滞留水の放射性核種濃度等のデータの分析・評価 ・1F建屋内汚染分布の分析・評価 ・事故廃棄物の分析法・分離技術開発		
	MMF : 1973年運転開始。2028年管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル8基,GB 8基,フード4基 ・廃棄物試料の核種分析		
	MMF-2 : 1984年運転開始。2026年RI施設化。核燃料・RI取扱い施設。セル6基,GB 3基,フード2基 ・廃棄物試料の核種分析		
	FMF : 1978年運転開始。1999年増設部運転開始。核燃料・RI取扱い施設。セル8基,GB2基,フード5基,照射後試験装置類 ・1F放射性核種分析、線量評価・計量管理		
	CPF : 1982年運転開始。2021年までに廃止時期を判断。核燃料取扱い施設。セル12基,GB25基,フード14基 ・燃料デブリ性状把握 ・廃棄物の性状把握のための分析と技術開発		
	大熊分析・研究センター : 2019年度運転開始(第1棟)、2021年運転開始(第2棟) ・第1棟: 固体廃棄物の性状把握 第2棟: 燃料デブリの性状把握		

1. 福島第一原子力発電所事故の対処に係る、廃炉等の研究開発 2/2

廃止施設 (利用期間)
廃止措置 (準備含む)
継続施設
 青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
②廃炉技術開発、環境回復技術開発	Pu燃料第一開発室(Pu-1) : 1966年運転開始。核燃料取扱い施設。GB66基、フード14基 ・模擬デブリの特性評価		
	応用試験棟 : 1980年運転開始。2025年管理区域解除。少量核燃料・RI取扱い施設。フード22基 ・燃料デブリ特性試験		
	J棟 : 1973年運転開始。2029年以降廃止措置着手。核燃料・RI取扱い施設。フード1基		
	第4研究棟 : 1981年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。実験室111室、GB21基、フード98基 ・汚染水処理2次廃棄物を中心とした1Fの廃棄物処理に関する技術開発 ・燃料デブリ性状把握、処置技術開発 ・模擬デブリの放射線場での溶解挙動解明 ・海洋土壌におけるセシウム脱離挙動の解明		
	AGF : 1971年運転開始。2028年以降に管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル22基、GB 18基、フード4基 ・燃料デブリ取扱 ・核種挙動評価		
	BECKY : 1995年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基、GB30基、フード20基 ・TMI-2デブリ及び1F実デブリの溶解技術開発 ・1F放射性廃棄物の特性、保管・処分の安全性に関する研究		
	MMF : 1973年運転開始。2028年管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル8基、GB 8基、フード4基 ・1F材料の強度評価 ・Cs化学吸着挙動評価のための試験技術開発		
	MMF-2 : 1984年運転開始。2026年RI施設化。核燃料・RI取扱い施設。セル6基、GB 3基、フード2基 ・1F材料の強度評価 ・Cs化学吸着挙動評価のための試験技術開発		
	FMF : 1978年運転開始。1999年増設部運転開始。核燃料・RI取扱い施設。セル8基、GB2基、フード5基、照射後試験装置類 ・燃料デブリ取扱 ・核種挙動評価		
	大熊分析・研究センター : 2019年度運転開始(第1棟)、2021年運転開始(第2棟) ・第1棟: 固体廃棄物の性状把握等を通じた処理・処分に関する研究開発 ・第2棟: 燃料デブリの処理・処分方法に関する技術開発		
	STACY : 1995年初臨界。 ・模擬試料を使用した燃料デブリの臨界特性評価		
	京都大学原子炉(KUCA) : ・未臨界モニタ技術の開発、中性子吸収体の開発		

2. 原子力の安全性向上に向けた研究

廃止施設 (利用期間)
廃止措置 (準備含む)
継続施設
 青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
①軽水炉安全研究	第4研究棟 : 1981年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。実験室111室、GB21基、フード98基 ・軽水炉燃料の異常過渡時及び事故時挙動評価試験 ・事故耐性燃料の高温挙動試験 ・核分裂生成物化学的挙動、他		
	AGF : 1971年運転開始。2028年以降に管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル22基、GB 18基、フード4基 ・多様な原子力施設のソースターム評価手法高度化(研究について、廃止前に終了)		
	WASTEF : 1982年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基、GB6基、フード7基 ・燃焼計算コード検証のための燃焼燃料組成測定 ・軽水炉燃料の異常過渡時及び事故時挙動評価試験 ・軽水炉材料高経年化研究 ・照射済ODS鋼の高温酸化試験		
	RFEF(燃料試験施設) : 1979年運転開始。核燃料・RI取扱い施設。プール、セル13基 ・軽水炉燃料の照射後試験 ・軽水炉燃料の異常過渡時及び事故時挙動評価試験		
	BECKY : 1995年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基、GB30基、フード20基 ・原子力災害/廃棄物管理に関する安全研究 ・燃焼計算コード検証のための燃焼燃料組成測定		
	大型非定常ループ実験棟 : 1985年運転開始。RI取扱い施設。事故時挙動の総合効果実験装置 ・PWR事故時熱水力挙動模擬試験		
	NSRR : 1975年初臨界。 ・軽水炉燃料の反応度事故模擬実験、溶融進展・可視化実験		
	STACY : 1995年初臨界。 ・原子炉施設及び核燃料サイクル施設に係る臨界基礎データの収集		
	JMTR : 1968年初臨界。2027年燃料搬出完了。出力50MW ・軽水炉機器の健全性評価、他		
	JMTR-HL : 1971年運転開始。2028年廃止措置本格化 ・軽水炉機器の健全性評価、他		
京都大学原子炉(KUR)* ・材料照射研究		使用済燃料返送期限* ▽	} KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、共同研究や人材育成など量的な面での課題がある。
京都大学原子炉(KUCA) ・臨界安全研究、軽水炉体系の炉物理研究			

*京都大学としては、各施設の廃止時期を特に定めていないが、米国への使用済燃料返送期限(2026年まで使用した燃料を2029年までに返送)を鑑みれば、KURの運転継続は困難と考える。

3. 原子力の基礎基盤研究

廃止施設 (利用期間)	廃止措置 (準備含む)	継続施設
----------------	----------------	------

青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
①高温ガス炉等新型炉開発	FCA: 1967年初臨界。2025年管理区域解除。 ・新型炉/新材料特性試験 ・核データ検証 } 国内外の臨界実験装置等での代替を検討		
	HTR: 1998年初臨界。 ・高温ガス炉技術開発 ・熱利用系(水素製造施設、ガスタービン)接続試験 廃止時期は、今後の運転状況等により、延長の可能性あり。		
②その他の原子力基礎基盤研究/先端基礎研究	第4研究棟: 1981年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。実験室111室,GB21基,フード98基 ・基礎化学研究などの多数の小規模研究開発		
	FEL研究棟: 1993年試験開始。RI取扱い施設。一般実験室2室,FEL実験室1室,FEL加速器室1室 ・アクチノイド先端基礎科学 ・長寿命核種等を含む難測定核種の非破壊測定・分析技術の開発		
	タンデム加速器建屋: 1980年運転開始。少量核燃料、RI取扱い施設、タンデム型静電加速器、イオン源4基,ビームライン15本,フード3基 ・アクチノイド先端基礎科学		
③中性子利用研究	RI製造棟: 1961年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。セル28基,GB6基,フード31基。 ・RIの製造技術開発		
	JRR-3: 1962年初臨界、1990年改造炉臨界。出力20MW* ・放射化断面積データ取得 ・中性子材料解析に係る研究		
	J-PARC/MLF: 2008年運用開始。 ・中性子ビーム利用		
	JMTR: 1968年初臨界。2027年燃料搬出完了。出力50MW ・材料基礎科学 ・RI製造法開発 } JMTR廃止に伴い、代替機能について要検討		
	京都大学原子炉(KUR) ・中性子ビーム利用 ・中性子照射試験 ・医療照射 使用済燃料返送期限*▽ } KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、共同研究や人材育成など量的な面での課題がある。		
	京都大学原子炉(KUCA) ・軽水炉体系の炉物理研究		
近畿大学原子炉(UTR-KINKI): 1961年初臨界。2017年3月再稼働。出力1W ・中性子検出器開発 ・生物照射実験			

*京都大学としては、各施設の廃止時期を特に定めていないが、米国への使用済燃料返送期限(2026年まで使用した燃料を2029年までに返送)を鑑みれば、KURの運転継続は困難と考える。

4. 高速炉の研究開発 1/2

廃止施設 (利用期間)	廃止措置 (準備含む)	継続施設
----------------	----------------	------

青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
①燃料製造	Pu燃料第一開発室(Pu-1): 1966年運転開始。核燃料取扱い施設。GB66基,フード14基 ・MA-MOX燃料の基礎データ取得、照射試験用燃料要素製作、ODSフェライト鋼被覆管の溶接・検査技術開発		
	Pu燃料第三開発室(Pu-3): 1988年運転開始。核燃料取扱い施設。GB111基,フード18基 ・常陽用燃料製造		
②原子炉研究開発	FCA: 1967年初臨界。2025年管理区域解除。 ・高速炉の炉物理実験 * } * 国内外の臨界実験装置で代替を検討		
	常陽: 1977年初臨界。1983年Mk-II初臨界。2003年Mk-III初臨界。 ・高速実験炉* } *「戦略ロードマップ」の策定の中で、国際協力での活用を含めた運用計画を検討する予定		
	もんじゅ: 1994年初臨界。2022年燃料取出。2027年廃止措置開始。2047年施設解体。 ・高速増殖炉原型炉 } 高速炉開発会議において今後策定する戦略ロードマップ等において検討。		

4. 高速炉の研究開発 2/2

廃止施設 (利用期間)	廃止措置 (準備含む)	継続施設
----------------	----------------	------

青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
③照射燃料製造・照射後試験(MA燃料含む)	Pu燃料第一開発室(Pu-1): 1966年運転開始。核燃料取扱い施設。GB66基,フード14基 ・照射試験用燃料要素の製作		
	AGF: 1971年運転開始。2028年以降に管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル22基,GB 18基,フード4基 ・高MA含有MOX燃料サンプル作成(廃止前に終了) ・照射後燃料試験(組織観察、燃焼度分析、物性測定等)		
	MMF: 1973年運転開始。2028年管理区域解除。核燃料・RI取扱い施設。セル8基, GB 8基, フード4基 ・照射後材料試験(試料受払、非破壊検査、材料強度試験、構造材料のクリープ試験、RI試料の精密切断、機械研磨、材料の物性試験等)		
	MMF-2: 1984年運転開始。2026年RI施設化。核燃料・RI取扱い施設。セル6基, GB 3基, フード2基 ・(RI部分)照射後材料の強度試験及び物性試験の一部(クリープ試験、外観・組織観察等) ・(核燃部分)照射後材料試験(試料受払、脱ミート、非破壊検査、構造材料のクリープ試験、材料の物性試験等)		
	FMF: 1978年運転開始。1999年増設部運転開始。核燃料・RI取扱い施設。セル8基, GB2基, フード5基, 照射後試験装置類 ・照射後燃料集合体試験(非破壊検査、組織観察等)		
	Na分析室: 1973年運転開始。2028年管理区域解除。少量核燃料・RI取扱い施設。GB 4基, フード20基 ・常陽等の分析業務		
	照射装置組立検査施設(IRAF): 1981年運転開始。核燃料取扱い施設。 ・ASTRID協力に係る常陽照射試験のための照射装置組立・検査		
	常陽: 1977年初臨界。1983年Mk-II初臨界。2003年Mk-III初臨界。 ・高速中性子照射試験(国際協力、燃料・材料開発、廃棄物減容等)		

5. 放射性廃棄物の処理・処分に関する研究開発等 1/2

廃止施設 (利用期間)	廃止措置 (準備含む)	継続施設
----------------	----------------	------

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
①軽水炉再処理	WASTEF: 1982年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基,GB6基,フード7基 ・再処理施設の腐食劣化評価		
	BECKY: 1995年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基,GB30基,フード20基 ・再処理施設の腐食劣化評価		
	CPF: 1982年運転開始。2021年までに廃止時期判断。核燃料取扱い施設。セル12基,GB25基,フード14基 ・再処理スラッジ評価(廃止までに終了) ・ガラス固化体の長期拡散試験*		
	東海再処理工場: 1977年ホット試験開始。1981年本格運転開始。今後70年間で全施設を管理区域解除。 ・Pu溶液の固化、高レベル廃液の固化、廃棄物処理		
②軽水炉MOX	Pu燃料第一開発室(Pu-1): 1966年運転開始。核燃料取扱い施設。GB66基,フード14基 ・J-MOX安定運転技術協力		
	Pu燃料第二開発室(Pu-2): 1972年運転開始。2022年設備撤去完了。核燃料取扱い施設。GB73基,フード14基 ・J-MOX安定運転技術協力(2021年までに終了予定)		
	Pu燃料第三開発室(Pu-3): 1988年運転開始。核燃料取扱い施設。GB111基,フード18基 ・J-MOX安定運転技術協力		
③地層処分/環境影響	大澳施設研究棟: 1972年運転開始。少量核燃料、RI施設。AMS 1基, 他分析装置4基 ・AMSによる環境中の極微量の同位体測定		
	土岐地球年代学研究所: 1978年運転開始。RI施設。AMS 1基, 他分析装置11基 ・地質環境の長期安定性に関する研究		
	QUALITY: 1999年運転開始。RI施設。GB21基,フード7基 ・廃棄物核種の化学特性や移行特性等の基礎データ取得		

* 2021年度までに、研究開発ニーズの動向、外部資金充当の見込みを確認し、廃止時期を判断

5. 放射性廃棄物の処理・処分に関する研究開発等 2/2

廃止施設
(利用期間)
廃止措置
(準備含む)
継続施設
青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
②高速炉再処理・減容化・有害度低減	第4研究棟: 1981年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。実験室111室,GB21基,フード98基 ・核変換関連技術開発(物性データ取得、乾式再処理技術開発に係るコールド/セミホット試験、分離変換における新規MA分離技術の開発、MA分離用新規抽出剤開発、FP分離技術の開発)		
	応用試験棟: 1980年運転開始。2025年管理区域解除。少量核燃料・RI取扱い施設。フード22基 ・FBR燃料再処理技術開発 ・新MA抽出剤の特性評価		
	J棟: 1973年運転開始。2029年以降廃止措置着手核燃料・RI取扱い施設。フード1基		
	WASTEF: 1982年試験開始。核燃料取扱い施設。セル6基,GB6基,フード7基 ・MA核変換用燃料の熱物性測定 ・核変換用照射材の照射後試験		
	RFEF(燃料試験施設): 1979年使用開始。核燃料・RI取扱い施設。プール,セル13基 ・核変換用照射材の照射後試験		
	BECKY: 1995年試験開始。核燃料取扱い施設。セル6基,GB30基,フード20基 ・群分離プロセス研究 ・長寿命核種分析法開発		
	↑ (検討中)		
	CPF: 1982年運転開始。2021年までに廃止時期判断。核燃料取扱い施設。セル12基,GB25基,フード14基 ・FBR燃料再処理試験* ・MA含有燃料の処理特性等に係る試験研究* ・乾式再処理研究*		
	FCA: 1967年初臨界。2025年管理区域解除。 ・分離変換に関する炉物理試験 *国内外の臨界実験装置での代替を検討		
京都大学原子炉(KUCA) ・加速器駆動未臨界炉の基礎研究			

高速炉開発会議において今後策定する戦略ロードマップ等を踏まえて検討(セルの容量、遮蔽能力等でBECKY等では機能が不足する恐れ)。

6. 核不拡散・核セキュリティに資する技術開発等


廃止施設
(利用期間)
廃止措置
(準備含む)
継続施設

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
①核不拡散・核セキュリティ活動	Pu燃料第一開発室(Pu-1): 1966年運転開始。核燃料取扱い施設。GB66基,フード14基 ・弥生炉核燃料の処理		
	高度環境分析研究棟: 2001年運転開始。少量核燃料、RI取扱い施設。フード26基 ・保障措置環境試料分析法の開発、IAEAからの依頼試料分析		
	BECKY: 1995年運転開始。核燃料取扱い施設。セル6基,GB30基,フード20基 ・核物質含有物を対象とした非破壊測定技術の開発		
	CPF: 1982年運転開始。2021年度までに廃止時期を判断。核燃料取扱い施設。セル12基,GB25基,フード14基 ・弥生切断粉の処理(廃止前に研究開発が終了)		

7. 原子力人材育成

廃止施設 (利用期間)	廃止措置 (準備含む)	継続施設
----------------	----------------	------

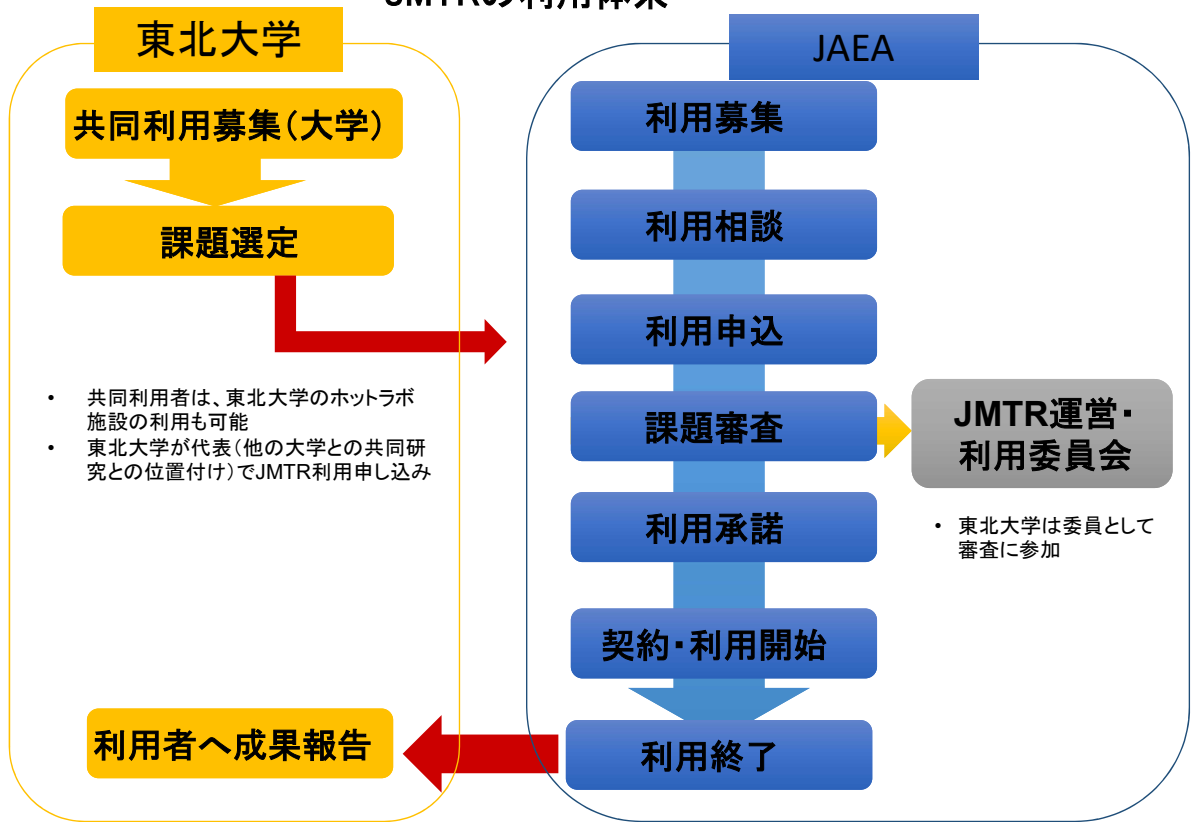
青枠は原子炉(臨界実験装置含む)

	第三期	第四期	2030年代
西暦/平成	2016- 2021 / H28-33	2022-2028 / H34-40	2029-2039 / H41-51
①RI・核燃料取扱い	原子炉特研 : 1962年竣工。少量核燃料、RI取扱い施設。 ・放射線取扱い研修(放射線取扱主任者研修等)		
	RI製造棟 : 1961年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。セル28基,GB6基,フード31基 ・放射線取扱い研修(放射線取扱主任者研修等)		
	放射線標準施設 : 1980年使用開始。少量核燃料、RI取扱い施設。照射設備3式,X線発生設備1式, 加速器設備1式,フード1基 ・放射線測定器の校正に関する人材育成		
	RFEF(燃料試験施設) : 1979年使用開始。核燃料・RI取扱い施設。プール,セル13基 ・原子力技術者を養成するための研修		
	大熊分析・研究センター : 2019年運転開始 ・分析技術者の育成		
②原子炉運転	NSRR : 1975年初臨界。 ・運転員教育		
	STACY : 1995年初臨界。 ・運転員教育		
	JRR-3 : 1962年初臨界、1990年改造炉臨界。出力20MW ・運転員教育		 2030年以降も運転継続のためには、重水タンクの高経年化対策等が必要
	JMTR : 1968年初臨界。2027年燃料搬出完了。出力50MW ・運転員教育* *シミュレータを活用し継続		
	常陽 : 1977年初臨界。1983年Mk-II初臨界。2003年Mk-III初臨界。 ・運転員教育、高速炉技術者の育成、海外技術者のインターンシップ		
	京都大学原子炉(KUR) ・運転員教育		使用済燃料返送期限* ▾
	京都大学原子炉(KUCA) ・炉物理実験教育 ・運転員教育		KURの機能は一部加速器で代替は出来るものの、人材育成など量的な面での課題がある。
	近畿大学原子炉(UTR-KINKI) : 1961年初臨界。2017年3月再稼働。出力1W ・学生実習、国内外の技術者育成、理科教員育成、一般市民への知識普及活動		

*京都大学としては、各施設の廃止時期を特に定めていないが、米国への使用済燃料返送期限(2026年まで使用した燃料を2029年までに返送)を鑑みれば、KURの運転継続は困難と考える。

利用者と施設設置者の協力体制の例

JMTRの利用体系



国内で実施されている施設の共用に係る取組

我が国の研究開発戦略として先端研究施設の整備、共用促進に関する主な取組は以下の通り。

< 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律 >

科学技術に関する試験、研究及び開発を行う者による先端大型研究施設の共用を促進するための措置を講ずることにより、研究等の基盤の強化を図るとともに、研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り、もって科学技術の振興に寄与することを目的とする。

- ・大型放射光施設「Spring-8」
- ・X線自由電子レーザー施設「SACLA」



- ・スーパーコンピュータ「京」



- ・大強度陽子加速器施設「J-PARC」



< 先端研究基盤共用促進事業(共用プラットフォーム形成支援プログラム) >

産学官が共用可能な研究施設・設備等における施設間のネットワークを構築する共用プラットフォームを形成することにより、世界最高水準の研究開発基盤の維持・高度化を図る。

○ 共用プラットフォーム形成支援プログラム一覧

- ・NMR共用プラットフォーム
- ・光ビームプラットフォーム
- ・原子・分子の顕微イメージングプラットフォーム
- ・自然現象による「風」や人工的な気体や液体の「流れ」を解析する風と流れのプラットフォーム
- ・臨床質量分析共用プラットフォーム (MS共用PF)
- ・アトミックスケール電磁場解析プラットフォーム

共用プラットフォーム一覧 (平成28年度現在)

<p>NMRプラットフォーム</p> <p>※平成28年度～</p> <p>(平成25年度～平成27年度に旧補助事業を実施。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 理化学研究所 ◎ 横浜市立大学大学院生命医科学研究科 ◎ 大阪大学歯白質研究所 ◎ 北海道大学先端NMRファシリティ 	<p>風と流れのプラットフォーム</p> <p>※平成28年度～</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 海洋研究開発機構地球情報機械センター ◎ 宇宙航空研究開発機構 ◎ 東北大学高エネルギー研究所 ◎ 京都大学防災研究所 ◎ 九州大学応用力学研究所
<p>光ビームプラットフォーム</p> <p>※平成28年度～</p> <p>(平成25年度～平成27年度に旧補助事業を実施。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 高エネルギー加速器研究機構 ◎ 住野南地域産業支援センター ◎ 高輝度光科学研究センター ◎ 立命館大学S-Rセンター ◎ 大阪大学レーザーエネルギー学研究中心 ◎ 科学技術交流財団あいしんプロジェクト光センター ◎ 東京理科大学赤外自由電子レーザー研究センター ◎ 兵庫県立大学 	<p>MS共用プラットフォーム</p> <p>※平成28年度～</p> <p>(4月～7月：F5探検, 8月～：本探検)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 横浜市立大学先端医科学研究センター ◎ 国立九州センター研究所 (新薬臨床研究分野) ◎ 北里研究所北里大学理学部
<p>顕微鏡観察プラットフォーム</p> <p>※平成28年度～</p> <p>(4月～7月：F5探検, 8月～：探検継続)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 日立製作所研究開発グループ ◎ ファインセラミックスセンター ◎ 九州大学超顕微鏡研究センター ◎ 東北大学多元物質科学研究所 	<p>原子・分子の顕微イメージングプラットフォーム</p> <p>※平成28年度～</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 北海道大学創成研究開発機構 ◎ 浜松医科大学 ◎ 広島大学自然科学研究支援開発センター

◎: 代表機関
●: 参加機関

- NSUF(原子力科学ユーザー施設)は、米国エネルギー省原子力局(DOE-NE)が実施する原子力研究開発支援策のうちの一つ。
- 研究者に対して原子力施設を利用した研究機会を提供することを目的として、2007年に設立(10年目)。当初はアイダホ国立研究所のATRのみであったが、対象施設を徐々に拡大。
- ピアレビューによる課題採択プロセスを通じて、専門的な技術や知識、最先端の原子力研究施設をユーザーに無償で提供し、原子力エネルギー研究やインフラストラクチャー強化を推進。

DOE-NEによる
原子力研究開発
支援策

NEUP : 原子力エネルギー大学プログラム (Nuclear Energy University Program)

NEET : 原子力エネルギー実践技術 (Nuclear Energy Enabling Technologies)

NSUF : 原子力科学ユーザー施設 (Nuclear Science User Facilities)

NSUF

アイダホ国立研究所
ATR (Advanced Test Reactor)

【NSUFで行われる取組】

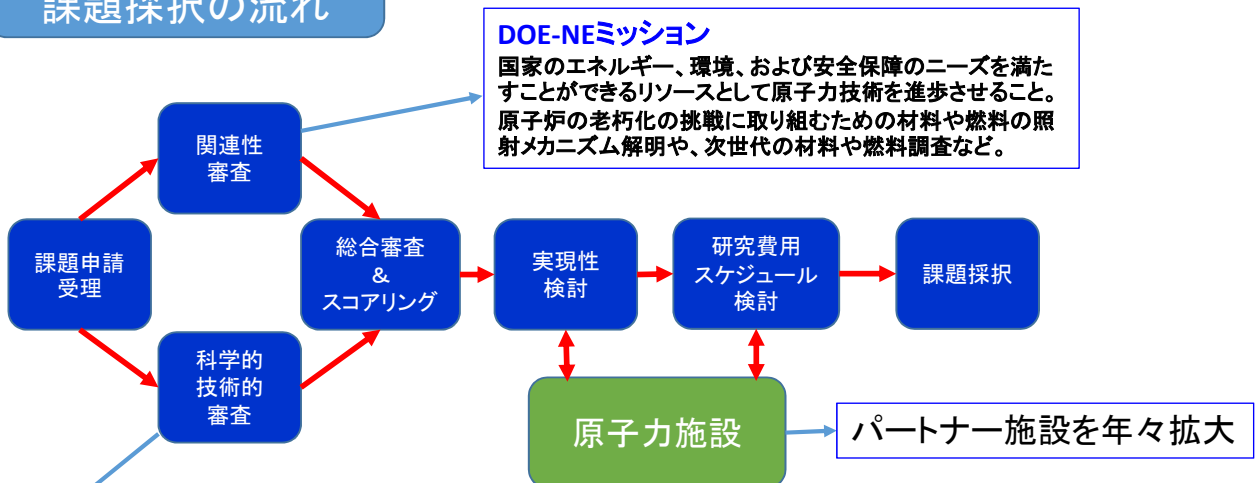
- 科学的、技術的審査
- 研究施設と実現性検討、研究経費の査定
- 研究費及び施設利用料を完全負担
- 研究サポート

NSUF参照ホームページ <https://nsuf.inl.gov/>

NSUFの具体的な活動の流れ

- NSUFでは試験研究炉を活用した照射や照射後試料の分析等の原子力施設を活用した研究プロジェクトを実施。
- 課題審査の審査基準としては、科学的・技術的審査の他にDOE-NEミッションとの関連性も重要な視点。
- 採択された課題については、NSUFが原子力研究施設での研究サポートと研究に必要な経費を完全負担。

NSUFにおける 課題採択の流れ



ピアレビューはNEUP(原子力エネルギー大学プログラム)が抱える多くのレビューワーを活用。
審査ウェイト: 科学的有用性(50%)、技術的な実現性(30%)、申請者の実施能力(20%)

NSUF パートナー施設

- NSUF開始時はアイダホ国立研究所のATRのみ。
- 2008年から大学、国立研究所等パートナー施設を徐々に拡大。
- 現在、8つの国立研究所、11の大学、1つの企業がパートナー施設として参加。

- 研究炉(中性子照射)
- 照射後試験施設(PIE)
- ガンマ線照射
- ビームライン

国立研究所

- 先進エネルギー研究センター(CAES)
- アルゴンヌ国立研究所(IVEM-ANL)
- ブルックヘブン国立研究所(BNL)
- ローレンスリバモア国立研究所(LLNL)
- ロスアラモス国立研究所(LANL)
- オークリッジ国立研究所(ORNL)
- パシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL)
- サンディア国立研究所(SNL)

※先進エネルギー研究センター(CAES)
 ボイシ州立大学、アイダホ国立研究所、アイダホ州立大学、
 アイダホ大学、ワイオミング大学で構成される
 研究・教育コンソーシアム

大学

- イリノイ工科大学(IIT)
- マサチューセッツ工科大学(MIT)
- ノースカロライナ州立大学(NCSU)
- オハイオ州立大学(OSU)
- パーデュー大学
- テキサスA&M大学
- カリフォルニア大学バークレー校(UCB)
- フロリダ大学
- ミシガン大学(UM)
- ネバダ大学ラスベガス校(UNLV)
- ウィスコンシン大学マディソン校(UW)

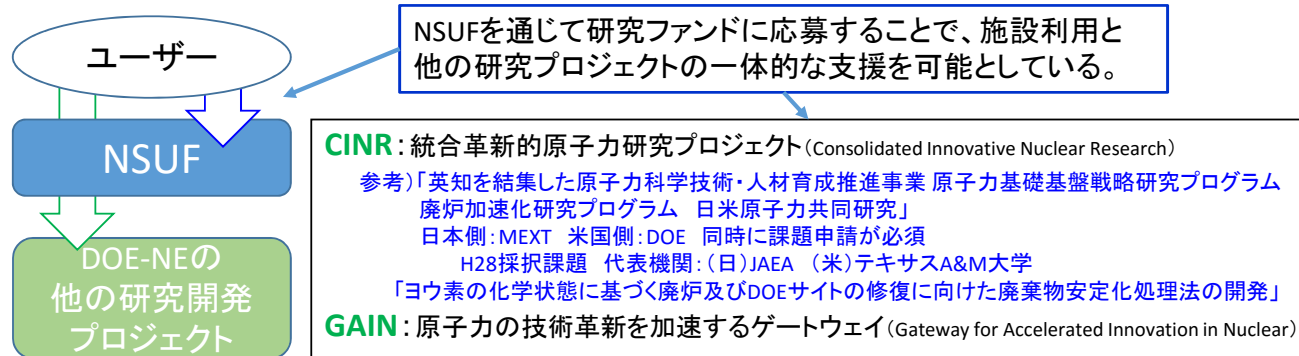
その他

- ウェスティングハウス社



まとめ

- NSUFが果たしている機能について以下の点に集約される。
 - ◆ 課題審査や研究支援の機能(ユーザーズオフィス機能)
 - ◆ 研究・施設利用資金の支援機能(ファンディング・エージェンシー機能)
 - ◆ 原子力関連施設の連携を構築し、ユーザーに最適な施設を提供(ハブ機能)
- 米国では利便性の高いシステムが構築できており、NSUF独自プロジェクトだけでなく、他のDOE-NEの原子力研究開発プロジェクト(CINRやGAIN)のアクセサルートとしても活用されており、原子力施設利用支援と研究開発支援の一体的な運用が図られている。



<論点>

- 国内の原子力施設を有効に活用し、研究・技術開発を発展させていくためには、米国の取組事例を参考にしながら、我が国独自の仕組みを検討すべきではないか。その際、特に、
- ✓ ユーザーズオフィス機能、ファンディング・エージェンシー機能、ハブ機能を併せ持った一体的な運用体系
 - ✓ 課題審査/実現性検討/採択・研究支援まで含む手厚いプロジェクトマネジメントの体制
 - ✓ 将来的には国外施設との連携を視野に入れた制度設計 等
- が考慮すべき点ではないか。