

第8章 原子力利用に向けたイノベーションへの取組

8-1 研究開発に関する基本的考え方と関係機関の役割・連携

エネルギーは国民生活や経済活動の基盤であり、我々の生活に欠かすことができないものです。近年、脱炭素化に向けた取組の加速や、地政学的リスクの顕在化に伴う国際的なエネルギー需給の不安定化など、我が国のエネルギーを取り巻く環境は大きく変化しています。また、科学技術・イノベーションは、経済・社会の発展を支える基盤であると同時に、安全保障の観点からも我が国の存立と持続的発展を左右する核心的要素となっています。

このような中、エネルギー分野にとどまらず、工業、医療、農業など幅広い分野において、原子力利用に関するイノベーション創出が期待されます。

8-1-1 研究開発に関する基本的考え方

我が国における原子力利用に関する研究開発は、1955年の「原子力基本法」の制定を契機に本格化しました。同法は、原子力の研究、開発及び利用を平和の目的に限るとともに、民主的な運営の下で自主的に進め、その成果を公開し、国際協力に資するという基本的な考え方を示しています。

「原子力利用に関する基本的考え方」（2023年原子力委員会改定）では、エネルギー分野での研究開発を強化するほか、医療分野での放射線利用を始め、様々な分野での原子力イノベーションの創出を目指すことなどを基本目標としています。また、研究開発に関する重点的取組として、研究開発マネジメントの強化、原子力イノベーションと基礎研究の推進、研究開発機関や原子力事業者の連携及び協働の推進、研究開発活動を支える基盤的施設及び設備の強化を掲げています。

第7次「エネルギー基本計画」（2025年2月閣議決定）では、カーボンニュートラル実現に向けたイノベーションの必要性が示され、原子力については次世代革新炉¹の研究開発等を進めるとしています。また、第7期「科学技術・イノベーション基本計画」（2026年3月閣議決定）では、先端科学技術の獲得が経済成長のみならず国家安全保障に大きな影響を及ぼすことを指摘しており、国家の競争力と安全保障を左右する最前線となる分野の一つとして、原子力分野を例示しています。

8-1-2 我が国の研究開発の体制

原子力に関する基礎・基盤的な研究開発は、主に国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力機構）、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST²）、大学等で実施されています。文部科学省等は、これらの機関における基礎・基盤研究や人材育成等を支援しています。

1 次世代革新炉開発に関する政策については第2章2-2-2「次世代革新炉の開発・設置」を参照

2 National Institutes for Quantum Science and Technology

原子力利用の実用化に向けた研究開発は、主に産業界が担っており、関係省庁による支援も講じられています。エネルギー分野においては、資源エネルギー庁が次世代革新炉の実用化開発や産業基盤の維持及び強化に向けた支援を行っています。なお、この支援は、2050年カーボンニュートラル実現に向けた投資促進策である脱炭素成長型経済構造移行債（GX経済移行債）も活用して進められています。

文部科学省と経済産業省は、開発に関与する主体が有機的に連携し、基礎研究から実用化に至るまで連続的にイノベーションを促進することを目指し、2019年にNEXIP³イニシアチブを立ち上げました。同イニシアチブでは、原子力機構の研究基盤等も活用しながら相互に連携し、原子力イノベーションを創出することを目指しています。

8-1-3 日本原子力研究開発機構の取組

原子力機構は、原子力に関する我が国の総合的な研究開発機関として、原子力利用を基礎研究から応用研究まで一体的に支えています。その取組は、原子力の基礎基盤研究をはじめ、東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発や原子力安全規制行政への技術的支援、核不拡散・核セキュリティに資する活動、高温ガス炉や高速炉、核燃料サイクルに係る再処理や放射性廃棄物の処理処分等に関する研究開発、人材育成等、幅広い領域に及びます。

また、原子力機構は、民間や大学等では整備が困難な施設を有しており、例えば、高速実験炉「常陽」やJRR-3⁴などがあります。「常陽」では、高速炉の実用化に向けた研究開発に加え、がん治療への応用が期待される医療用ラジオアイソトープ（RI⁵）の製造実証に向けた取組が進められています。JRR-3では、中性子ビームを産学の研究者に提供することで、材料研究や社会インフラ基盤評価等、基礎から応用まで幅広い研究・技術開発に貢献しています。



図 8-1 高速実験炉「常陽」

（出典）日本原子力研究開発機構，高速炉技術の現状と課題，第13回原子力委員会[資料第3-1号]（2026年）

8-1-4 量子科学技術研究開発機構の取組

QSTは、量子技術イノベーション研究分野、量子エネルギー研究分野、量子医学・医療研究分野、量子ビーム科学研究分野において、量子科学技術に関する研究開発を担っています。

エネルギー分野では、ITER⁶計画の推進等を通じて、フュージョンエネルギーの実現に向けた研究開発を推進しています。また、非エネルギー分野では、重粒子線がん治療装置の開発や、基幹高度被ばく医療支援センターとして原子力災害医療体制の中核的役割も果たしています。さらに、3GeV高輝度放射光施設NanoTerasu等の量子ビーム施設群を通じた、工学、バイオ、医学医療等の幅広い分野における研究開発に貢献しています。

3 Nuclear Energy × Innovation Promotion

4 Japan Research Reactor No.3

5 Radioisotope

6 ITER(イーター)はラテン語で「道」を意味する

8-2 研究開発及びイノベーションの推進

小型モジュール炉を始めとする先進的な原子炉の開発及び実用化プロジェクトといったイノベーションが世界各国で進展しています。我が国においても脱炭素電源としての原子力を活用していくため、次世代革新炉の開発及び設置に向けた取組が進められています。また、工業、医療、農業及び科学技術を含む非エネルギー分野での原子力や放射線技術の活用等においてもイノベーションが創出されています。

イノベーションの更なる創出に向け、産学官の連携強化や国際連携により、基礎基盤的なものから実用化まで、様々な研究及び技術開発を推進していくことが期待されます。なお、核セキュリティ及び核不拡散分野、バックエンド分野、非エネルギー分野における取組については、それぞれ第4章、第6章及び第7章に記載しています。

8-2-1 基礎・基盤研究から実用化までの原子力イノベーション

原子力のエネルギー利用に関するイノベーションについては、第7次エネルギー基本計画において、次世代革新炉の開発及び設置に取り組み、炉型ごとの用途や開発段階の相違、社会のニーズ等の要素も考慮し、研究開発、技術実装の円滑化、規制当局との共通理解の醸成及び改善への協働等について、国際連携も活用しつつ産学官で進めていくとしています。

次世代革新炉に関する開発は、新たな安全メカニズムの導入などによる安全性向上や、発電用途に加え熱供給など多目的な利用を見据え、基礎基盤研究から実用化に至るまでの中長期的な視点に立って推進されています（図8-2）。また、人的及び資金的資源を分担し、成果を共有するなど国際協力の枠組みを活用した研究開発も進められています。



図8-2 次世代革新炉の種類と現状

（出典）資源エネルギー庁、第7次エネルギー基本計画を踏まえた原子力政策の具体化に向けて、第45回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会[資料2]（2025年）

経済産業省は、我が国の炉型開発に係る道筋を示す「次世代革新炉開発ロードマップ」を2026年4月に公表しました。同ロードマップでは、技術面で社会実装の段階にある革新軽水炉や小型軽水炉（SMR⁷）、実用化の一段階前の実証炉段階である高速炉や高温ガス炉、そして世界に先駆けた2030年代の発電実証を目指すフュージョンエネルギー、それぞれの開発の時間的目安、開発段階に応じた技術的側面だけでなく実装に向けた課題と対応の方向性が具体化されています。

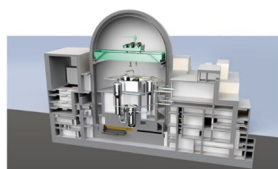
8-2-2 軽水炉利用に関する研究開発

地球温暖化対策に貢献しつつ他電源と遜色ないコスト水準で安定的に供給できる電源として軽水炉を長期的に利用していくためには、安全性、信頼性、効率性を向上していくことが重要です。そのため、安全性向上⁸、過酷事故対策、高経年化対策、稼働率向上、セキュリティ対策などの様々な課題に対応するための研究開発が、関係機関の連携により継続的に実施されています。

8-2-2-1 革新軽水炉に関する研究開発

国内原子炉メーカーの主導により、次世代革新炉⁹の一つである革新軽水炉の開発が進められています（図8-3）。革新軽水炉は、既設の原子炉の設計をベースに、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ強化した安全対策を設計段階から組み込み、より高い安全性を追求した軽水炉です。事故耐性燃料やセキュリティ高度化といった安全性向上に向けた技術開発、熔融炉心対策や放射性物質放出防止といった過酷事故対策などの開発が行われています。また、革新軽水炉の開発・設置を進めるうえで重要な論点の一つである規制予見性に関して、電力事業者と国内原子炉メーカー等で構成される原子力エネルギー協議会（ATENA¹⁰）と原子力規制庁との間で技術的意見交換が行われています。

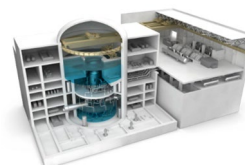
次世代革新炉開発ロードマップでは、発電投資やサプライチェーンにおける事業の予見性の向上などに資する原子力発電の見通し・将来像の提示、事業者の新たな投資を促進する事業環境整備、立地自治体等関係者の理解と協力を得るための取組、規制当局との対話、事業者による実証データ取得等の研究開発への政府支援など、社会実装に向けた取組が示されています。



SRZ-1200（三菱重工）の例



HI-ABWR(日立 GE ベルノバ)の例



iBR(東芝)の例

図 8-3 革新軽水炉の例

（出典）三菱重工業、革新軽水炉 SRZ-1200, 三菱重工業ウェブサイト(2026年)、日立 GE ベルノバニュークリアエナジー、小型革新軽水炉 BWRX-300 の開発と海外展開、第6回原子力委員会[資料第1号](2026年)、東芝、安全性に優れた次世代炉・新型炉の追求、東芝ウェブサイト(2026年)を基に内閣府作成

7 Small Modular Reactor

8 第1章 1-2-5-4 「原子力安全研究」を参照

9 第2章 2-2-2 「次世代革新炉の開発・設置」を参照

10 Atomic Energy Association

8-2-2-2 小型軽水炉（SMR）に関する研究開発

SMR の定義は一つに定まっていませんが、国際原子力機関（IAEA¹¹）の説明では、電気出力が概ね 300MW 以下の先進的原子炉とされています。SMR のなかには、工場で製造し現地に運搬して組み上げることができるものや、需要に応じて単一又は複数のモジュールを設置できるものもあります。炉心や出力が小さく、自然循環による冷却システム（静的安全）などの安全性の高い設計が可能となります。これらの特徴により、安全システムの簡素化による信頼性向上や、工場でのモジュール製造による建設工期短縮、初期投資の抑制などが期待されています。

米国やカナダでは SMR の導入プロジェクトが進められており、その一部には我が国の企業も参画しています（図 8-4）。第 7 次エネルギー基本計画では、我が国における将来ニーズを念頭に置いた選択肢確保の観点から、産業基盤の維持・強化にも資するよう、日本の技術を活かした日本企業の海外プロジェクトへの参画や研究開発を支援することとしています。

次世代革新炉開発ロードマップでは、革新軽水炉とは異なる取組として、事業者による地震・津波など日本特有の自然条件への適合性の検討、SMR の規制基準の整備を見据えた規制当局との対話に向けた検討などが示されています。

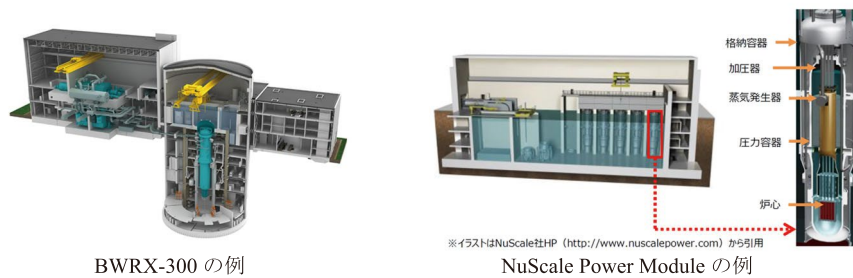


図 8-4 SMR 概念の例

（出典）GE ベルノバ日立ニュークリアエナジー、BWRX-300 General Description (2025 年)；資源エネルギー庁、原子力産業を巡る動向について、第 13 回原子力委員会[資料第 3 号] (2022 年)

8-2-3 高速炉に関する研究開発

高速炉は、核分裂によって発生した高速中性子を減速せずに利用する原子炉です。資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化及び有害度低減といった核燃料サイクルの効果をより高めることが期待されています。

2022 年に原子力関係閣僚会議で改訂した「戦略ロードマップ」¹²では、今後の開発の作業計画とともに、開発目標が示され、2026 年度頃を目途に燃料技術の具体的な検討を、2028 年度頃までを目途に実証炉の概念設計と必要な研究開発を実施するとしています。

また、2023 年度より資源エネルギー庁において「高速炉実証炉開発事業」が開始されています。ナトリウム冷却タンク型高速炉（図 8-5）を実証炉の炉概念とし、その概念設計とともに将来的にはその製造及び建設を担う「中核企業」として三菱重工業株式会社が選定され、高速炉実証炉に適用できる技術基盤の整備や、概念設計及び研究開発が進められてい

11 International Atomic Energy Agency

12 第 2 章 2-2-3-8 「高速炉開発」を参照

ます。2024年には資源エネルギー庁の高速炉開発会議戦略ワーキンググループが概念設計段階の体制を決定し、政府が全体戦略のマネジメント機能を担い、原子力機構が電気事業者の協力を得つつ研究開発統合機能を担うこととなりました。これを受け、原子力機構は、炉と燃料サイクルの研究開発統合組織として「高速炉サイクルプロジェクト推進室」を設置しました。

次世代革新炉開発ロードマップでは、実証炉実現に向けた今後の対応として、2028年度頃の基本設計への移行判断の際、技術的成熟度に加え、原子力政策やエネルギー政策、経済性見込み等の観点から評価するため、マイルストーンの検討・決定を含む準備を進めることとしています。さらに、規制当局との対話、実証炉・燃料製造施設の実施主体の検討、幅広い層への広報等に取り組むこととしています。



注：経済産業省委託事業研究成果を含む

図 8-5 ナトリウム冷却
タンク型高速炉

(出典) 三菱重工業, PRESS INFORMATION,
三菱重工業ウェブサイト(2023年)

8-2-3-1 高速実験炉「常陽」

「常陽」は、我が国初の高速実験炉であり、現在、OECD 諸国で唯一、高速中性子照射場を提供できる高速炉です。1977年の初臨界以来、運転用燃料、ブランケット燃料及び試験燃料等を照射し、高速炉炉心での燃料集合体や燃料ピンの安全性と照射特性を明らかにするなど、高速炉の実用化のための技術開発や燃料及び材料の開発に貢献しています。

2023年には新規制基準適合性に係る設置変更許可を取得し、運転再開に向けた安全対策工事等を進めています。運転再開後は、引き続き照射試験を通じて、高速炉の実証炉用燃料及び材料研究等を進めるとともに、国内外の研究機関からの照射ニーズに応えることとしています。また、医療用 RI の国内製造及び安定供給のための取組として、アクチニウム-225の製造実証を行う予定です¹³。2024年には、医療用 RI 生産用実験装置の追加等に係る設置変更が許可されました。

8-2-3-2 高速炉開発に関する国際協力

高速炉の開発については、フランス及び米国との国際協力が進められています。

フランスとの国際協力では、2014年から2019年にかけて実施された第4世代ナトリウム冷却高速炉実証炉（ASTRID¹⁴）計画の後、2019年に日仏政府間で高速炉研究開発の協力について合意文書が署名されました。また、同年、原子力機構、三菱重工業、三菱FBRシステムズ株式会社、フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA¹⁵）及びフラマトム社の間で、ナトリウム冷却高速炉開発の協力に係る実施取決めが署名されました。同取決めの下で、シミュレーションや実験等の協力を行っています。2024年には合意文書が更新され、日本原子力発電株式会社とフランス電力（EDF¹⁶）が協力の実施機関として追加され、また、新たな

13 第7章7-2「様々な分野における放射線利用」を参照

14 Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration

15 Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

16 Électricité de France

協力分野として日本の高速炉実証炉開発プロジェクトに資する協力項目が追加されました。

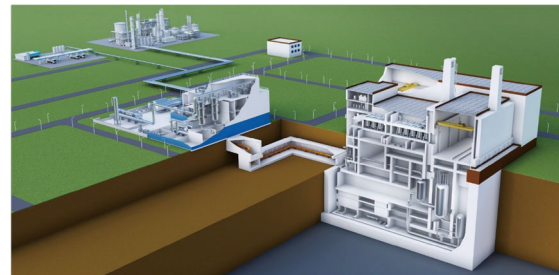
米国では、2020年に開始した先進的原子炉実証プログラム（ARDP¹⁷）の支援対象の一つに米国テラパワー社の高速炉 Natrium が選定されました。テラパワー社は、原子力機構、三菱重工業及び三菱 FBR システムズと、ナトリウム冷却高速炉の開発に係る覚書¹⁸を締結しています。

8-2-4 高温ガス炉に関する研究開発

高温ガス炉は、耐熱性と放射性物質の閉じ込め性能に優れた被覆燃料粒子を採用し、燃料を保持する炉心の構造体や減速材には高い熱伝導と耐熱性を有する黒鉛を、冷却材には化学的に安定なヘリウムガスを使用します。これら技術の採用により、配管破損や電源喪失などにより炉心の強制冷却が失われる事故が起きた場合でも自然に炉心が冷却されるといった固有の安全性を有する設計を実現しています。また、900℃を超える高温の熱供給が可能であり、発電のみならず水素製造を含む様々な産業利用が期待されています。

我が国では、高温ガス炉の実用化に向けた具体的な取組として、2023年より資源エネルギー庁にて「高温ガス炉実証炉開発事業」が開始されました。同事業では、実証炉の基本設計とともに将来的にはその製造及び建設を担う「中核企業」として三菱重工業が選定され、実証炉の開発に必要な設計と研究開発や HTTR の高温熱を用いた水素製造試験などが進められています（図 8-6）。

次世代革新炉開発ロードマップでは、次の段階への移行判断に必要なコスト評価等が進展する 2029 年度に設定したマイルストーンの検討・決定の準備、高温ガス炉の水素製造コスト試算の精緻化、化学工業における熱利用など水素製造以外の活用法の検討、関心を持つユーザーの裾野拡大など、実証炉実現に向けた取組が示されています。



左：水素製造プラント 右：高温ガス炉プラント

図 8-6 高温ガス炉

（出典）三菱重工業，高温ガス炉，三菱重工業ウェブサイト（2026年）

8-2-4-1 HTTR（高温工学試験研究炉）

原子力機構の HTTR は、我が国初かつ唯一の高温ガス炉試験研究炉です。1998年の初臨界以降、高温ガス炉の技術基盤の確立を目指してデータを取得及び蓄積しており、2020年に新規基準への適合性に係る設置変更許可を取得し 2021年に運転再開しました。2022年には、原子炉出力約 30%における炉心冷却喪失試験¹⁹を、2024年には原子炉出力 100%における炉心流量喪失試験²⁰を実施しています。これらの試験を通じ、炉心の強制冷却が喪失した状態で制御棒が挿入されなくとも、物理現象のみで原子炉出力が自然に低下し静定するという固有の安全性が実証されました。

17 Advanced Reactor Demonstration Program

18 2022年1月に締結した後、2023年10月に高速炉実証計画を含むように拡大

19 制御棒による原子炉出力操作を行わず、また全ての冷却設備を停止し、全ての炉心冷却機能の喪失を模擬した試験

20 冷却材であるヘリウムガスの流量をゼロとし、冷却機能の著しい低下を模擬した試験

HTTRは原子炉出口冷却材温度950℃での50日間の連続運転を実現しています。この高温熱供給能力を活用したカーボンフリー水素製造技術の開発も進められており、2022年度にはHTTRに水素製造施設を接続して高温熱を活用した水素製造技術の実証事業²¹が開始されました。

原子力機構は熱利用試験施設の接続に係るHTTRの原子炉設置変更許可を2025年3月に原子力規制委員会に申請しました。また、実証炉を見据えた機器開発や大量かつ安定した水素製造技術の開発²²が行われています。

8-2-4-2 高温ガス炉研究開発に関する国際協力

高温ガス炉の研究開発については、導入を検討しているポーランド及び英国との国際協力が進められています。

ポーランドとの国際協力では、「日・ポーランド戦略的パートナーシップに関する行動計画²³」（2017年署名）を受け、原子力機構がポーランド国立原子力研究センターに対し、高温ガス炉の設計研究、燃料及び材料研究、原子力熱利用の安全研究等の協力を実施しています。また、2023年に両政府は「高温ガス炉技術分野に係る研究開発に関する協力覚書」に署名し、高温ガス炉の実験炉に関する基本設計等を通じて、両国における人材育成や研究開発活動を促進していくこと等を定めました。さらに、2024年に署名された「日本国経済産業省とポーランド共和国産業省との協力覚書」では、両国の研究機関及び民間企業間で高温ガス炉の非電力利用に関する実践的な議論を促進していくこと等が定められました²⁴。

英国との国際協力では、原子力機構が英国国立原子力研究所（UKNNL²⁵）との包括的な技術協力取決め（2001年署名、2020年に改定し高温ガス炉技術分野を追加）を締結しています。これに基づき、原子力機構、UKNNL及び英国企業から構成されるチームは、2022年に開始された英国の新型モジュール炉研究開発・実証プログラム²⁶において、英国に建設する高温ガス炉実証炉の基本設計を進めました。また、2024年には原子力機構がUKNNLと英国高温ガス炉燃料開発プログラムに係る実施覚書を締結しました。規制面では、原子力機構と英国原子力規制局は、高温ガス炉の安全性に関する情報交換のための取決め（2020年締結）を2030年まで延長することについて2025年9月に合意しました。

8-2-5 フュージョンエネルギーに関する研究開発

フュージョン（核融合）エネルギーは、軽い原子核同士が融合してより重い原子核に変わる際に、反応前後の質量減少分として放出されるエネルギーのことです。次世代のクリーンエネルギーとして、環境及びエネルギー問題の解決策としての期待に加え、政府主導の取組の科学的及び技術的進展もあり、諸外国における民間投資が増加しています。世界各国において大規模投資が実施され、国策として自国への技術及び人材の囲い込みを強める

21 資源エネルギー庁委託事業「超高温を利用した水素大量製造技術実証事業」

22 資源エネルギー庁委託事業「高温ガス炉実証炉開発事業」

23 同行動計画は2021年及び2025年2月に再度署名がなされ、2029年まで効力が延長されている

24 ポーランドの産業省は、2025年8月にエネルギー省に組織再編されている

25 United Kingdom National Nuclear Laboratory, 2024年12月に名称をNNLから変更

26 英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省(当時)が、2030年代初頭に高温ガス炉を実証する目標に向けて、2022年に開始したプログラム。フェーズAとして予備調査、フェーズBとして基本設計等が実施された

中、我が国の技術及び人材の海外流出を防ぎ、エネルギーを含めた安全保障政策に資するため、政府では「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」（2023年統合イノベーション戦略推進会議決定、2025年6月改定）に基づく取組を加速しています（図8-7）。2025年9月には、本改定を踏まえ、フュージョンエネルギーの社会実装を目指すに当たって考慮すべき課題について検討するため、「フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的な考え方検討タスクフォース」における議論が開始されました²⁷。同年12月に成立した2025年度補正予算では、同タスクフォースの検討を踏まえ、スタートアップ等の研究開発の支援やQST等のイノベーション拠点化などに必要な経費として、国庫債務負担行為の後年度分も含め約1,000億円が計上されました。

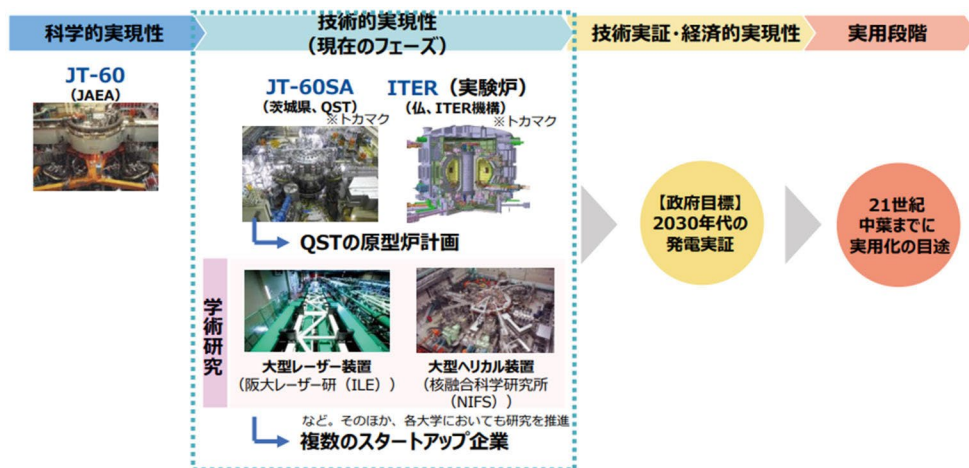


図8-7 我が国のフュージョンエネルギー実現に向けた取組

（出典）資源エネルギー庁，次世代革新炉開発ロードマップ，第48回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会〔参考資料〕（2026年）

我が国は世界7極²⁸の協力により、国際約束に基づき、実験炉の建設及び運転を通じてフュージョンエネルギーの科学的及び技術的実現性を実証するITER計画に参画しています（図8-8）。建設地のフランスではITERの建設作業が本格化しており、主要機器である超伝導トロイダル磁場コイルの全機納入や、2026年1月には4つ目のセクターモジュールの設置が完了するなど、各極及びITER機構において、機器の製造や組立・据付等が進展しています。



図8-8 ITERの建設状況
（2025年5月）

（出典）ITER Organization, "Aerial" Gallery, ITER Organization ウェブサイト（2025年）

あわせて、我が国はITER計画を補完及び支援し、原型炉に必要な技術基盤を確立するための日欧協力による先進的研究開発である幅広いアプローチ（BA²⁹）活動を推進しています。BA活動の一環として、茨城県那珂市にあるトカマク型超伝導プラズマ実験装置「JT-60SA³⁰」の計画に、米国プリンストン・プラズマ物理研究所及びジェネラル・アトムクス社が2025

27 2026年4月には、同タスクフォース議論の取りまとめとして、「フュージョンエネルギーの社会実装に向けた取組の在り方」が策定された

28 日本、欧州、米国、ロシア、韓国、中国、インド

29 Broader Approach

30 JT-60 Super Advanced

年10月から参画しました。また、BA活動の実績を踏まえ、構造材料の開発に必要となる中性子照射試験を実施するため2025年5月、「日本・文部科学省とスペイン・科学・イノベーション・大学省との間のDONES³¹（核融合中性子源）計画の共同開発に関する協力覚書」に署名し、スペイン（グラナダ）で建設中の欧州のDONES計画に参画しました。

その他、原型炉を見据えた基盤整備に加え、大型ヘリカル装置（LHD³²）やレーザー方式などを活用した多様な学術研究、ムーンショット型研究開発制度等を活用した独創的な新興技術の支援を推進しています。なお、大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所が有しているLHDは、2025年12月に実験を完遂し、2026年2月に運転を終了しています。レーザー方式については、大阪大学レーザー科学研究所にて研究が行われています。

国際協力の面では、日英間の連携を強化するため、文部科学省が英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ³³）と2025年6月、「フュージョンエネルギーに関する日英間の連携強化のための協力覚書」に署名しました。また、同年10月に内閣府と米国大統領府科学技術政策局（OSTP³⁴）との間で署名された「日米間の技術繁栄ディールについての協力に関する覚書」にもフュージョンエネルギーが位置付けられました。

8-2-6 研究開発に関するその他の多国間連携

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF³⁵）は、「持続可能性」「経済性」「安全性及び信頼性」「核拡散抵抗性及び核物質防護」の開発目標を満たす次世代の原子炉概念を選定し、その実証段階前までの研究開発を国際共同作業で進めるため2001年に設立されました。2025年3月には新たな枠組協定が発効し、これまでの共同開発を継続することとなりました。2026年3月末時点で、我が国に加えて米国、カナダ（批准待ち）、フランス、英国、スイス、韓国が新たな枠組協定に署名しています³⁶。2030年代以降に実用化が可能と考えられる6候補炉型³⁷を対象に、多国間協力で研究開発を推進しています。また、炉型を横断する共通技術を対象に六つのワーキンググループ³⁸が設置されています。

31 DEMO Oriented NEutron Source

32 Large Helical Device

33 Department for Energy Security and Net Zero

34 Office of Science and Technology Policy

35 Generation IV International Forum

36 2025年2月までの協定には11か国（米国、カナダ、フランス、英国、スイス、ロシア、日本、韓国、中国、南アフリカ、オーストラリア）及び1機関（EU27か国の代表としてEuratom）が参加。アルゼンチンとブラジルは「第四世代の原子力システムの研究及び開発に関する国際協力のための枠組協定」に未署名

37 ガス冷却高速炉、熔融塩炉、ナトリウム冷却高速炉、鉛冷却高速炉、超臨界圧水冷却炉、超高温ガス炉

38 リスクと安全性、経済性、核拡散抵抗性及び核物質防護、教育と訓練、革新的製造と材料工学、原子力熱の非電力及びコジェネレーション適用

コラム

原子力の宇宙利用

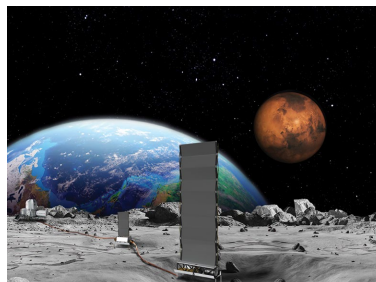
原子力エネルギーは、宇宙空間における利用も期待されています。例えば月面探査では、長期間にわたる活動や将来的な居住を可能とするため、安定した電源の確保が重要です。月では、夜が約14日間にわたって続くため、場所によっては長時間にわたり日照が得られません。このため、月面では太陽光発電のみに依存しない安定電源が必要とされています。原子力は太陽光に依存せず、長期間にわたり安定して電力を供給できることから、宇宙探査活動を支える有力な選択肢と考えられています。

宇宙空間における原子力利用は、高熱源として、原子炉を用いて核分裂エネルギーによる発熱を利用する方法と、放射性同位元素の崩壊熱を利用する方法が考えられます。いずれも、宇宙空間への放熱による低熱源との温度差を利用して、熱機関（スターリングエンジン）や熱電素子によって発電することが想定されています。

原子炉を用いる方法については、米国航空宇宙局（NASA）が月面探査や将来的な火星探査での利用を見据え、研究開発を進めています。初期の実証炉として、少なくとも40kW^注の電力を供給し、人間の介入なしで10年間運転できる原子炉を2030年までに開発し、月面に設置することを目標としています。さらに、将来的な火星探査など深宇宙での活動を見据え、原子力推進宇宙船を2028年12月に打ち上げる計画も発表しています。

一方、放射性同位元素の崩壊熱を利用する方法として、原子力電池の研究開発も進められています。米国やロシアでは、長期間稼働可能な電源として、プルトニウム238を利用した原子力電池を、既に宇宙空間で利用しています。我が国では、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）に設置された宇宙戦略基金において、「半永久電源システムに係る要素技術」の研究開発が進められています。その一環として、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構と国立研究開発法人産業技術総合研究所は、より半減期の長いアメリシウム241を発熱体とし、熱電変換デバイスと組み合わせた半永久電源の構築を目標とする共同研究を進めています。

このような原子力技術を利用した半永久電源は、宇宙空間に限らず、地上での活用も期待されています。例えば、ドローンや電動航空機の電源、災害時における移動式非常用電源、深海や極地等の極限環境で用いる電源などへの展開が考えられ、次世代電源・電池として産業界への波及効果も期待されます。



〔上部の平板状の構造物（低熱源として発電時に生じる熱を宇宙空間へ放射するための放熱器）と、下部の原子炉等で構成される〕

月面探査用原子力発電のイメージ

（出典）NASA, NASA's Fission Surface Power Project Energizes Lunar Exploration, NASA ウェブサイト（2024年）

注：出力は地上の原子力発電所と比べると極めて小さいものの、月面において居住モジュール、ローバー、バックアップ用電源網、科学観測機器等を継続的に稼働させるのに十分な規模とされている

8-3 基盤的施設及び設備の強化

研究開発や人材育成を進める上で、研究開発機関や大学等が保有する研究炉等の基盤的施設及び設備は不可欠です。しかし、新規制基準への対応や高経年化により、利用可能な基盤的施設及び設備が減少しています。国、原子力機構及び大学は、長期的な見通しの下に求められる機能を踏まえて選択と集中を進め、国として保持すべき研究機能を踏まえて基盤的施設及び設備の強化と運営を図っていく必要があります。

8-3-1 基盤的施設及び設備の現状と課題

我が国の研究炉や臨界実験装置は、最も多い時期には約 20 基が運転していました。2026 年 3 月末時点では、運転中 5 基、停止中 3 基の計 8 基となっています（図 8-9）。

福島第一原子力発電所事故以降に全ての研究炉が運転を一旦停止し、新規制基準への対応が行われました。その後、原子力機構の原子炉安全性研究炉（NSRR³⁹）、JRR-3、HTTR、定常臨界実験装置（STACY⁴⁰）の 4 基、及び京都大学研究用原子炉（KUR⁴¹）と近畿大学原子炉（UTR-KINKI⁴²）の 2 基が運転を再開しています⁴³。HTTR は水素製造施設の接続に必要な許可を得るための原子炉設置変更許可申請を原子力規制委員会に対して行っており、現在は停止中です。原子力機構の「常陽」は運転再開に向けた安全対策工事等を進めており、京都大学臨界集合体実験装置（KUCA⁴⁴）は低濃縮ウラン燃料の完成に伴い再稼働を目指しています。

また、民間企業の東芝教育訓練用原子炉（TTR-1⁴⁵）、東芝臨界実験装置（NCA⁴⁶）、及び日立教育訓練用原子炉（HTR⁴⁷）では廃止措置が進められています。

文部科学省は、原子力の基盤研究や人材育成に広く資する研究炉について、2022 年に「我

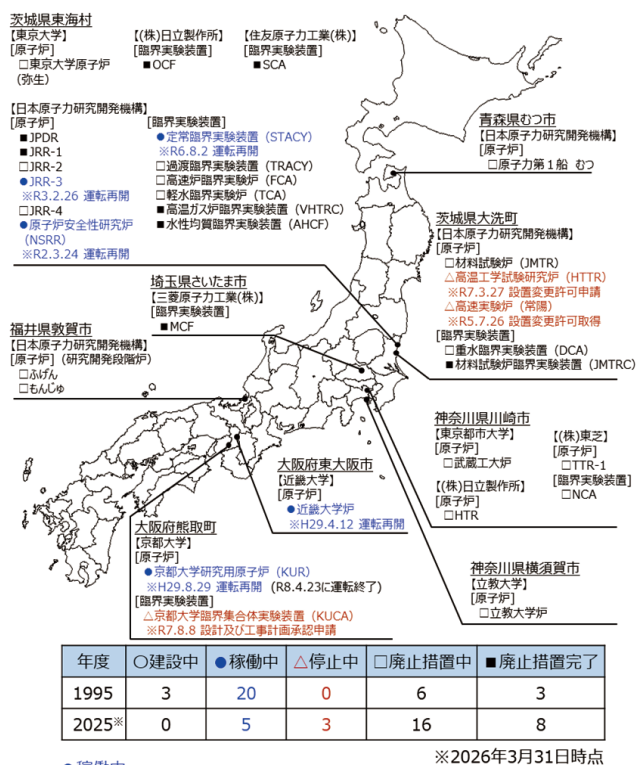


図 8-9 我が国の研究炉、臨界実験装置等の状況

（出典）文部科学省

39 Nuclear Safety Research Reactor

40 Static Experiment Critical Facility

41 Kyoto University Research Reactor

42 University Teaching and Research Reactor-KINKI

43 KUR は 2026 年 4 月に運転を終了

44 Kyoto University Critical Assembly

45 Toshiba Training Reactor-1

46 Toshiba Nuclear Critical Assembly

47 Hitachi Training Reactor

が国の試験研究炉を取り巻く現状・課題と今後の取組の方向性について（中間まとめ）」を公表しました。ここでは、研究炉が減少したことで潜在的なユーザーニーズを十分にカバーできるだけの環境を国内に確保できておらず、原子力産業や関連する学術研究を支える基盤が脆弱化し、人材や技術の継承が大きな危機に直面していると指摘しています。また、今後の研究炉の整備の検討に当たっては、中長期的に見込まれる研究ニーズ等を整理していくことが重要であるとしています。

8-3-2 国内の研究炉等の整備

研究炉等の原子力施設は、研究開発のインフラとして欠かせないものです。しかし、施設の多くは高経年化対応が課題となっていることに加え、新規規制基準対応や、閉鎖施設の廃止措置及びバックエンド対策⁴⁸にも多額の費用が発生することが見込まれています。このような状況を踏まえ、原子力機構は、管理、運用している施設の集約化と重点化、施設の安全確保、バックエンド対策の三つを一体で進める「施設中長期計画」を2017年に策定し、以降は進捗状況等を踏まえて改定しています。2025年7月の改定では施設分類が見直され、継続利用46施設、利活用5施設、維持管理14施設、廃止24施設に分類されています。

また、2016年に「もんじゅ」の廃止措置が決定された際に、当該サイトを活用して新たな試験研究炉を設置し、今後の研究開発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付けられました。この新たな試験研究炉については、西日本における研究開発や人材育成の中核的拠点としてふさわしい機能の実現及び地元振興への貢献の観点から、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉とする方針が2020年に示されました（図8-10）。これを受け、実施機関（原子力機構、京都大学、福井大学）、学术界、産業界、地元関係機関等と定期的に意見を交換しながら、新試験研究炉の原子炉設置許可申請に向けた詳細設計や運営の在り方の検討等が進められています。原子力機構が詳細設計段階以降における実施主体となり、原子炉設置業務を支援する主契約企業には三菱重工業が選定され、設置許可申請に向けた詳細設計が進められています。

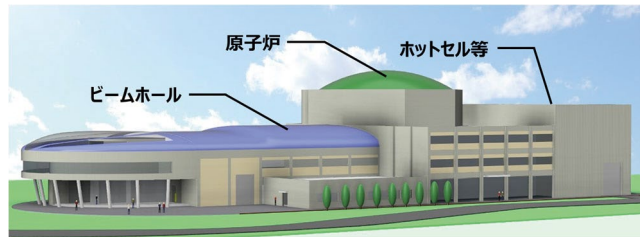


図8-10 新試験研究炉のイメージ

（出典）日本原子力研究開発機構，施設の紹介，新試験研究炉推進室ウェブサイト（2026年）を基に内閣府作成

48 第6章6-1-3-2「研究開発施設等の廃止措置」を参照

コラム

放射線を題材に社会と対話する STEAM 教育実装に関する研究活動「Nプロジェクト」

「放射線」や「処理水」と聞くと、難しい、怖い、自分には関係ない、そんな印象を抱く人は少なくありません。京都大学の研究者と大阪高等学校が進める「Nプロジェクト」では、約2,000人の高校生が、放射線やALPS処理水など社会的に関心の高い題材を授業の中で学び、自分の言葉で社会に伝える活動を進めています。このプロジェクトには、文系理系を問わず、全ての生徒が参加しています。

授業では、放射線に関する専門用語をそのまま覚えるのではなく、二者択一の問いに置き換え、二つの選択肢を示した紙を使って手足を動かしながら考える工夫が取り入れられています。英語や社会、国語の授業でも、関連するニュースや題材を入口に、放射線や処理水に関わる言葉に触れる機会が設けられました。こうした方法により、理系科目に苦手意識を持つ生徒も参加しやすい学びの形が模索されています。

授業で学んだ内容は、一人ひとりが手描きのスケッチブックにまとめます。その後、そのスケッチブックを持った高校生が駅前や街角に立ち、通行人に自ら話しかけます。活動が広がると、数十人、時には100人、200人規模の高校生がそれぞれ異なる内容のスケッチブックを掲げ、街の空気が変わるような光景も生まれました。大阪・関西万博では、410名の高校生が158か国・地域語に翻訳したスケッチブックを800冊制作し、1万人を超える国内外の来場者に向けて、社会的に敏感な放射線を題材に語りかける舞台も設けられました。

こうした活動を通じて得られたデータから、活動の成果や影響を分析、評価することを通じ、原子力や放射線に関する情報伝達の手法がどのように理解を助けるか、科学的に解明していくことが期待されています。



Nプロジェクトでの取組

(出典) 中村秀仁, 科学を共通言語に社会と対話する STEAM 教育実装に関する研究活動, 第2回原子力委員会[資料第1号] (2026年); 日本原子力産業協会, 真夏の万博に科学の音が響いた, 原子力産業新聞(2025年)

注: STEAM教育とは、STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)に加え、芸術、文化のみならず生活、経済、法律、政治、倫理等を含めた広い範囲でA(Liberal Arts)を定義し、各教科等での学習を実社会での問題発見や解決に生かしていくための教科等横断的な学習を取り入れた教育