

第4節 原子力研究開発の推進

1 原子力研究開発の進め方

原子力発電を基幹電源として維持していくためには、既存技術の安全性、信頼性、経済性、供給安定性、環境適合性等を絶えず改良・改善していくとともに、次世代の供給を担うことのできる競争力のある革新技術の研究開発を実施していく必要がある。

放射線利用の分野においても、様々な改良や革新の可能性が提起されており、その実現は学術の進歩や産業の振興をもたらすので、今後とも多様な研究開発を進めていくことが適切である。

1. 基礎的・基盤的な研究開発

原子力を支える基礎・基盤研究は、物理・化学分野、医学・ライフサイエンス分野、環境科学分野、燃料・材料その他の工学的分野など広範にわたり、国立試験研究機関、独立行政法人、及び大学などにおいて推進されている。

(1) 独立行政法人等における原子力試験研究

各府省所管の国立試験研究機関及び独立行政法人において、物質・材料、生体・環境影響、知的、防災・安全の4基盤技術分野について各行政ニーズに基づき行う「先端的基盤研究」及び原子力委員会（原子力試験研究検討会）のトップダウンで行う「総合的研究（原子力基盤クロスオーバー研究）」が行われており、その成果は、原子力分野の研究開発水準の向上とともに、各府省の行政施策に反映されている。原子力委員会は、関係行政機関の原子力利用に関する経費の見積り及び配分計画に関することを所掌する立場から、研究課題の評価を実施している。平成17年度は6省21機関において102課題の研究が行われている。（表4-1-1参照）

原子力基盤クロスオーバー研究は、特に複数の研究機関の研究ポテンシャルを有機的に結集して取り組む必要がある研究テーマについて、研究機関間の積極的な研究交流のもとに研究開発を推進する制度である。平成元年に発足し、平成15年度まで第3期の研究（放射線生物影響、ビーム利用、原子力用材料開発、ソフト系科学技術、計算科学技術の5領域において8研究テーマ）を実施した。平成16年度からは、原子力委員会（原子力試験研究検討会）のトップダウンによる研究として制度の抜本的見直しを行い、新たなクロスオーバー研究として、2研究テーマを実施している。（表4-1-2参照）

表 4-1-1

国立試験研究機関および独立行政法人における主な原子力試験研究の課題名(平成17年度)

分野	主な研究テーマ	府省名	機関名
物質・材料基盤技術	高熱伝導性同位体材料に関する研究	文部科学省	(独)物質・材料研究機構
	励起中性粒子線によるスピン偏極計測に関する研究	文部科学省	(独)物質・材料研究機構
	超伝導磁気分離技術を用いた放射性物質分離法に関する研究	文部科学省	(独)物質・材料研究機構
	SR光およびイオンビームによる微構造3次元セラミックスの作製と新機能発現の研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
生体・環境影響基盤技術	線照射を利用したナノキャビティをもつハイドロゲルの調製とタンパク質製剤への応用に関する研究	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所
	放射線障害に対する治療を目的とした末梢血管細胞に関する基礎的研究	厚生労働省	国立感染症研究所
	マイクロSPECTを利用した機能画像の定量化と循環器疾患の実験的治療研究への応用	厚生労働省	国立循環器病センター
	低エネルギー電子ビーム利用による臭化メチルくん蒸代替食品貯蔵害虫防除技術の開発	農林水産省	(独)食品総合研究所
	低線量放射線の内分泌攪乱作用が配偶子形成過程に及ぼす影響に関する研究	環境省	(独)国立環境研究所
知的基盤技術	原子力施設に係わるエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	原子力ロボットの環境技能蓄積技術に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	複雑形状部ストリーミング安全評価手法に関する研究	国土交通省	(独)海上技術安全研究所
	遮蔽計算コードシステムの高度化に関する研究	国土交通省	(独)海上技術安全研究所
	経年劣化及び保守点検効果を考慮した安全評価手法の開発	国土交通省	(独)海上技術安全研究所
防災・安全基盤技術	緩衝材の地震荷重下における動的特性に関する研究	文部科学省	(独)防災科学研究所
	高選択性分離膜による放射性廃液処理と放射性廃棄物工ミッションの低減化	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	RI廃棄物のクリアランスレベル検認技術の確立に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	想定地震の特性を考慮した設計用地震動に関する研究	国土交通省	国土技術政策総合研究所
	原子力施設の新システムによる免・制震化技術の研究	国土交通省	(独)建築研究所

表 4-1-2

原子力基盤技術クロスオーバー研究の研究テーマ及び実施機関

研究テーマ	機関名
照射・高線量領域の材料挙動制御のための新しいエンジニアリング	日本原子力研究開発機構、物質・材料研究機構、東京大学、(財)電力中央研究所他
低線量域放射線に特有な生体反応の多面的解析	放射線医学総合研究所、近畿大学、東北大学、理化学研究所他

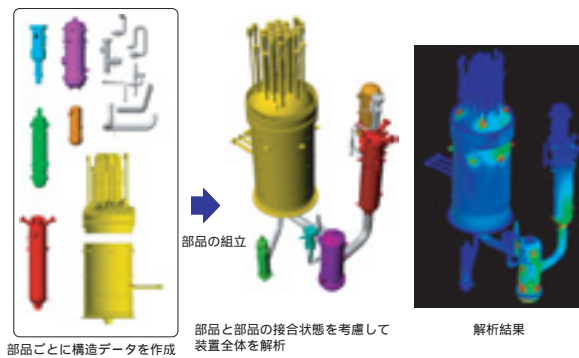
(2) 研究開発推進体制と研究基盤の高度化

研究開発推進体制については、表4-1-3に掲げる機関を始めとした各研究開発機関が役割を明確に分担し、それぞれの能力を十分に活かしながら基礎研究からシステムとしての応用段階まで計画的、総合的に研究開発を推進している。

また、原子力の先端研究開発分野を中心に、研究者の人的交流、共同研究の実施、研究用原子炉や加速器などの大型研究設備・機器の共同利用を通じた、産・官・学の研究開発機関間の緊密な連携を図ることによって、その研究基盤を強化している。

例えば、高性能コンピュータによる数値計算（シミュレーション）を駆使して実験や観測が困難な課題を解明する高度計算科学技術の高度化、並列処理技術の確立を図るために、原子力機構を中心として計算科学技術推進センターを設置し、航空・宇宙、地球科学技術、原子力、新材料・ライフサイエンスの分野について、他の研究機関と連携して研究開発を進めている。

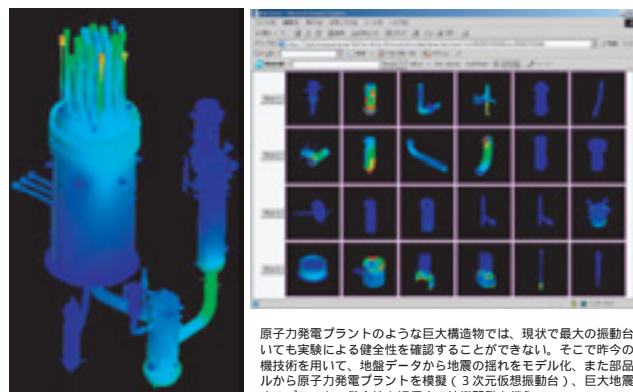
図4-1-1 高性能コンピュータによる数値計算（耐震性のシミュレーション）



原子力発電プラントのような巨大構造物では、現状で最大の振動台を用いても実験による健全性を確認することができない。そこで昨今の計算機技術を用いて、地盤データから地震の揺れをモデル化、また部品レベルから原子力発電プラントを模擬（3次元仮想振動台）、巨大地震に対するプラントの健全性を評価する技術開発を行う。

（日本原子力研究開発機構）

図4-1-2 高性能コンピュータによる数値計算（耐震性のシミュレーション）



（日本原子力研究開発機構）

表4-1-3 主な政府関係研究開発機関

< 独立行政法人 >	<ul style="list-style-type: none"> ・日本原子力研究開発機構 ・放射線医学総合研究所 ・理化学研究所 ・原子力安全基盤機構 等
< 公益法人 >	<ul style="list-style-type: none"> ・(財)電力中央研究所 ・(財)核物質管理センター ・(財)原子力発電技術機構 ・(財)原子力環境整備促進・資金管理センター ・(財)エネルギー総合工学研究所 等

(3) 日本原子力研究開発機構における基礎・基盤研究

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、本節において「原子力機構」という。）は、先端基礎研究センターにおいて原子力基礎工学研究を推進するために、原子力基礎工学研究部門を新設し、原子力エネルギー利用を支える基盤研究分野の今日的問題を解決するため、核工学（炉物理、核データ、）炉工学（熱流動）核燃料、原子力材料、環境工学、放射線工学の各分野の研究を推進している。この分野では、原子力基礎工学研究部門が中心となり、原子力エネルギー基盤連携センターを設けて、特に民間等との連携を積極的に推進している

光量子科学研究に関しては関西光科学研究所においてX線レーザーなどの先進的レーザー開発とその利用研究を推進している。

また、核データの評価、炉物理、材料、燃料、熱流動など、原子力エネルギー利用を支える基盤研究分野の今日的課題を解決するための研究を推進するとともに、中部電力浜岡発電所1号機の配管破損事故、東京電力及び東北電力の原子力発電所における一連の炉心シュラウド及び再循環配管のひび割れ問題、関西電力美浜発電所3号機の配管破損事故といったトラブル発生時には、国が実施した原因調査等の活動で中心的役割を果たした。

このような基礎研究の推進に当たり平成8年に発足した博士研究員流動化促進制度により外部の若手研究者を有効に活用するなど、柔軟かつ競争的な研究環境の整備に努めている。

表4-1-4 原子力機構の中期目標期間の基礎・基盤研究の主要テーマ

分野	研究テーマ
核工学研究	高精度炉物理解析コードシステム及び核設計誤差評価システムの開発 汎用評価済み核データライブラリー JENDL-4 の完成
炉工学研究	炉心内沸騰二相流に対する機構論的解析手法の開発 中性子ラジオグラフィ法、光ファイバー等を用いた3次元熱流動計測技術の開発
材料工学研究	照射下の水-材料界面反応の機構の解明と耐照射性材料の開発 原子炉用ステンレス鋼の応力腐食割れの支配因子の探索 照射挙動シミュレーションコードの開発 放射線場の硝酸溶液中の腐食や環境割れの予測技術、監視技術及び防食技術の高性能化

核燃料・核化学工学研究	新規抽出剤の開発と溶媒抽出挙動の評価 高プルトニウム富化 MOX 燃料の熱的及び機械的物性の測定
環境工学研究	放射性物質等の環境負荷物質の動態を解明するための包括的予測モデル・システムの構築 極微量核物質同位体比測定法、ウラン含有微粒子検出法等の開発
放射線防護研究	臨界事故時線量計算システムの開発及び線量評価法の信頼性の向上 多様な被ばく形態に対応した放射線校正技術及び放射線計測技術の開発
放射線工学研究	遮蔽基礎データの取得並びに遮蔽設計法及び放射線挙動解析手法の開発 放射性核種を線源とする放射線触媒反応による有害物質の無害化技術の探索
シミュレーション工学研究	グリッド技術による並列分散計算技術の開発 ミクロからマクロに至る計算手法を統合したマルチスケーリングモデル手法の構築 DNA 損傷・修復シミュレーションの高度化 超高速ネットワークコンピューティングに関する技術開発と次世代ハードウェア技術による専用シミュレータ基盤技術の開発
高速増殖炉サイクル工学研究	高速増殖炉サイクル技術の研究開発の共通技術基盤の形成 燃料材料、マイナー・アクチニド含有燃料等の高速中性子による基礎照射データの取得
先端基礎研究	超重元素核科学、アクチノイド物質科学、極限物質制御科学、物質生命科学の各分野における先端基礎研究の推進

表4-1-5 原子力機構における主な基礎・基盤研究のテーマ（平成17年度）

分野	研究テーマ
量子ビーム応用研究	・中性子利用による物質・生命科学研究 (超伝導体の磁気構造研究、生体物質、高分子の構造解明等) [大強度陽子加速器の物質・生命科学実験施設を建設中]
	・荷電粒子・R I 利用研究 (電子線、イオンビーム、R I を用いた新材料開発や生命科学研究)
	・光量子源(先進的レーザー)の開発 (極短パルス超高ピーク出力レーザーの高出力化、エックス線レーザーの短波長化及び高コヒーレント化、自由電子レーザーの高出力化・広帯域波長可変化)
	・光量子源の利用に関する研究 (レーザー加速器による電子加速及びイオン発生技術の開発、超高強度場における光・物質相互作用による高エネルギーX線、高エネルギー粒子発生、X線レーザーによる生体物質等の微細構造の超高速現象の観測・解明)
	・放射光利用研究 (放射光を利用した極限環境物性研究、構造物性研究、重元素科学研究、表面化学研究、電子物性研究、物質構造シミュレーション)
高度計算科学	・共通並列処理技術の研究開発 (並列計算手法の開発、整備等の並列処理技術の共通基盤化)
	・原子力分野における複雑現象の解明 (数値トカマク研究開発、光量子・物質相互作用シミュレーション開発、第一原理計算・分子動力学・格子ボルツマン法などを用いた材料物性、熱流動現象を対象とした大規模シミュレーション研究)
	・計算科学システムの開発と運用 (グリッドコンピューティングの利用推進、グリッド基盤ソフトの運用・管理、生命機能情報解析手法の高度化、ITを活用した地域数値環境システムの開発)

先端基礎研究	<ul style="list-style-type: none"> ・ 超重元素核科学 (極限重原子核の殻構造と反応特性の解明、核化学的手法による超重元素の価電子状態の解明)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ アクチノイド物質科学 (新規なアクチノイド化合物の創成とエキゾチック磁性・超伝導の探索、電子多体系のスピン・軌道複合ダイナミックスの解明)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 極限物質制御科学 (超極限環境下における固体の原子制御と数奇物性の探索、高輝度陽電子ビームによる最表面超構造の動的過程の解明)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物質生命科学 (強相関超分子系の構築と階層間情報伝達機構の解明、刺激因子との相互作用解析による生命応答ダイナミックスの解明)
原子力基礎工学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核工学・炉工学の研究開発 (核設計、核データ、伝熱工学)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核燃料、原子力材料の研究開発 (アクチノイドの分離・物性、耐食・耐放射線材料)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境・放射線工学の研究開発

研究用原子炉については、原子炉設計そのものに係る研究開発のほか、中性子源としての照射利用、中性子ビームを利用した研究開発等の広範な分野での利用が進められている。この炉を用いて、軽水炉の高度化、高速増殖炉及び核融合炉開発等のための燃料及び材料の照射研究、微量物質の放射化分析、熱中性子等を利用した医療のための照射技術の開発、放射性同位元素の製造・利用研究が進められている。

また、高分子化学、ライフサイエンス、材料科学等の一層広範な研究開発分野においては、高性能の熱中性子及び冷中性子ビーム等の回折及び散乱現象等の利用が進められているほか、中性子ラジオグラフィについてもこれまで主に用いられてきた熱中性子に加え、冷中性子を用いた研究が進められている。

図4-1-3 改造により性能が向上したJRR-3Mの建屋(上)と炉室(下)

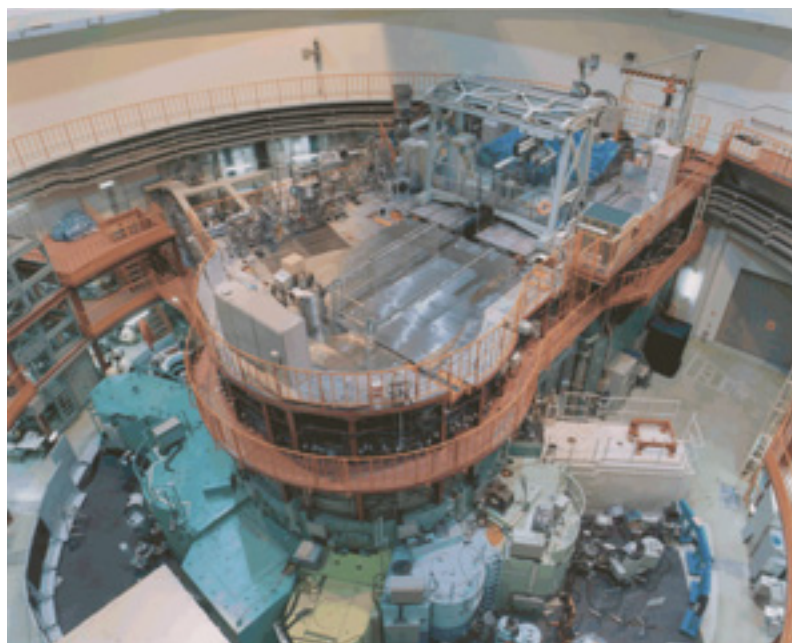


表4-1-6 原子力機構の研究用原子炉の利用状況

研究炉名	用途	主な研究	使用者
J P D R (動力試験炉)		平成8年3月に解体終了	
J R R - 2	<ul style="list-style-type: none"> ・ビーム実験 ・R Iの生産 ・医療照射 	平成8年12月に運転終了	
J R R - 3 M	<ul style="list-style-type: none"> ・ビーム実験 ・照射試験 ・放射化分析 ・R Iの生産 	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子散乱による物性研究 ・燃料、材料の照射研究 ・中性子ラジオグラフィによる研究 	原子力機構、大学、国立試験研究機関、民間会社、その他
J R R - 4	<ul style="list-style-type: none"> ・医療照射 ・放射化分析 ・照射試験 ・教育訓練 ・R Iの生産 	<ul style="list-style-type: none"> ・生物医療照射研究 ・基礎研究 ・燃料、材料の照射研究 	同上
J M T R	<ul style="list-style-type: none"> ・照射試験 ・R Iの生産 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽水炉燃料の出力急上昇試験 ・原子炉压力容器鋼の照射研究 ・高温ガス炉用燃料 ・材料の照射研究 ・核融合実験炉用ブランケットの開発 	同上
N S R R (原子炉安全性研究炉)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉の工学的安全性研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽水炉高燃焼度燃料及びA T R照射済燃料の照射研究 	原子力機構
H T T R (高温工学試験研究炉)	<ul style="list-style-type: none"> ・高温工学試験研究 	平成10年11月臨界 <ul style="list-style-type: none"> ・高温ガス炉技術の基盤の確立と高度化を図るための研究 ・高温工学に関する先端的研究 	原子力機構、大学、国立試験研究機関、民間会社(予定)

2. 革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発

(1) 核融合

核融合エネルギー

核融合エネルギーは、軽い原子核同士が融合して別の原子核に変わる際に、質量の差がエネルギーとなって出るもので、太陽エネルギーも核融合反応により発生している。

表4-1-7 核融合エネルギーの特徴

燃料となる重水素は海中に豊富に存在し、三重水素(トリチウム)は埋蔵量の多いリチウムより生成可能であり、資源の地域的な偏在がない。

核的暴走が無いなど核融合反応の原理的な性質により、安全対策が比較的容易である。

地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出が少ない。

低レベル放射性廃棄物は発生するが、従来技術で処理処分が可能である。

核融合研究開発

核融合研究開発は、1950年代から本格的に開始され、これまで段階的に推進されてきている。

我が国では、現在、原子力委員会が策定した「第三段階核融合研究開発基本計画（平成4年）」と「原子力政策大綱」、及び文部科学省の科学技術・学術審議会学術分科会の下に設置された核融合研究ワーキンググループが取りまとめた「今後の我が国の核融合研究の在り方について（平成15年1月）」に基づき、原子力機構、核融合科学研究所及び大学等の相互の連携・協力により研究開発が進められている。

また、原子力委員会核融合専門部会では、ITER（国際熱核融合実験炉）に関する政府間協議の進展や欧米における早期実用化を目指した核融合研究開発の加速化（Fast Track）に関する議論を見守りつつ、我が国の核融合研究開発全体のあり方や長期展望について検討を行い、平成17年10月26日、報告書「今後の核融合研究開発の推進方策について」を取りまとめた。これを受けて原子力委員会は、平成17年11月1日、「中核装置であるITERの建設に向けて具体的な取組を進めることとなった現時点以降における第三段階計画については、この報告書に示された推進方策に基づいて推進されるべきものとする。」との考えを示した「第三段階核融合研究開発基本計画における今後の核融合研究開発の推進方策について」を決定した。

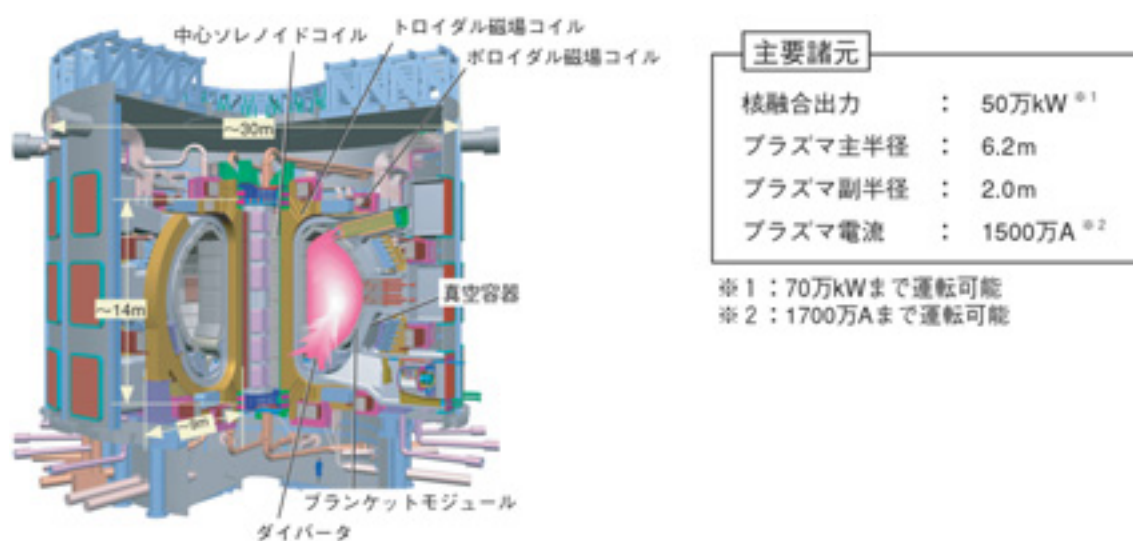
原子力機構は、トカマク方式について実用化を目指した研究開発を進めており、特に、世界の大型トカマクの一つである臨界プラズマ試験装置（JT-60）に関しては、平成10年6月にはプラズマの総合性能を表す指標であるエネルギー増倍率（外部からの加熱入力エネルギーと核融合反応により生じる出力エネルギーの比）の世界最高記録1.25を達成するとともに、平成13年11月にはプラズマの中心部分に電流の流れない領域「電流ホール」を発見し、本領域に核融合プラズマを安定に保持できることを示し運転の効率化への道を拓いた。さらに平成15年6月にはITERで必要とされる高圧力プラズマをこれまでの世界記録の3倍となる24秒間維持するなど世界に先駆けた成果を上げており、さらなるプラズマ閉じ込めの性能向上による定常運転を目指した研究を行っている。その他にも理論・シミュレーション研究、核融合炉材料研究や核融合炉の安全性にかかる試験等を実施している。また、これら研究開発の成果は、核融合真空技術関連の特許を用いた民間会社が平成17年11月に放出ガス測定装置の商品化に成功する等、着実に産業界へ移転されている。

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においては、我が国独自のアイデアに基づくヘリカル方式による世界最大の大型ヘリカル装置を建設し、全国の関連分野の研究者の共同研究・共同利用に供するとともに、新しいプラズマ領域の研究を世界に先駆けて行っている。同装置は、平成10年度から本格的な実験を開始し、平成16年12月には、プラズマへの入力エネルギーとして世界最高記録となる13億ジュールを達成、また、平成17年11月には、体積平均ベータ値（プラズマ圧力と閉じこめ磁場の圧力の比）4.4%のプラズマの生成に成功する等、今後の動向について世界から注目を集めている。

また、大阪大学レーザーエネルギー学研究中心においては、レーザー方式の先駆的・基礎的研究を実施している。この他、その他の大学・試験研究独立行政法人等においては、各種閉じ込め方式による基礎的研究、炉工学にかかる要素技術等の研究が進められている。

さらに、国際協力による研究開発も積極的に進められており、国際共同プロジェクトであるITER計画をはじめとして、米国や欧州原子力共同体等との二国間協力並びにIAEA及びOECD/IEAの下での多国間協力が行われている。

図4-1-4 ITERの概要



ITER（国際熱核融合実験炉）計画

ITER計画とは、平和利用のための核融合エネルギーの科学的及び技術的な実現可能性を実証することを目指す国際共同プロジェクトである。昭和60年（1985年）の米ソ首脳会談において提唱され、日本、EU、ロシア、米国（平成11年（1999年）まで）の国際協力により、昭和63年（1988年）から概念設計活動、平成4年（1992年）から工学設計活動が行われてきた。工学設計活動の最終報告書は、平成13年（2001年）7月に承認され、9年間に亘る工学設計活動は終了した。一方、原子力委員会核融合専門部会は最終報告書案についての検討を行い、ITERは平成13年（2001年）3月に設定された技術目標を満たし得るものであるとの評価を行った。その後、ITER建設及び運転に向け、国際協定の策定等に関する政府間協議が平成13年（2001年）11月より日本、EU、ロシア、カナダの4極で開始され、平成17年12月末現在は日本、EU、ロシア、米国、中国、韓国、インドの7極で実施されている。

我が国におけるITER計画に関する検討は下記のように進められた。

- (ア) 原子力委員会は、社会的・経済的側面を考慮し、長期的展望に立ち、また国際社会の中での役割も見通した幅広い調査審議を進めるため、ITER計画懇談会を設置（平成8年（1996年）12月）。ITER計画懇談会の報告（平成13年（2001年）

5月)を踏まえ、同年6月の委員会決定において、ITER計画については、ITER計画懇談会の報告書を尊重して推進していくことが適当と結論し、また、ITERの我が国への誘致を念頭においたサイト選定調査及び他極との協議を行うことが必要と考え、検討結果や検討状況も勘案して必要な判断を行うこととするとの見解を示した。

- (イ) 総合科学技術会議において、平成13年(2001年)6月より、我が国のITER計画への参加、誘致の意義、経費負担等について、原子力委員会での検討結果を踏まえつつ、科学技術政策上の観点から検討を行った。その結果、平成14年(2002年)5月、ITER計画について政府全体で推進するとともに、国内誘致を視野に、政府において最適なサイト候補地を選定しITER政府間協議に臨むこと、参加極間の経費分担については経済規模を反映したものとすべきとする等の結論をまとめた。
- (ウ) 同年同月、総合科学技術会議の結論を基に、青森県上北郡六ヶ所村を国内候補地として提示して政府間協議に臨むことを閣議了解した。

ITER建設地については、平成15年(2003年)6月には建設地決定に向けた第1回六極次官級会合が開催された。その後2回の六極次官級会合を経て同年12月に第1回六極閣僚級会合が開催されたが、米国と韓国は日本誘致を支持したものの、ロシア及び中国はEU誘致を支持したため、建設地の合意には至らず、その後、数次の六極次官級会合、日欧次官級協議が開催された。平成17年4月の日欧閣僚級会談を機にサイト問題解決の機運が高まり、平成17年6月の第2回六極閣僚級会合において、建設地をフランス・カダラッシュとすることが決定した。

同会合において、ITER本体は欧州に建設されることとなったが、我が国は、核融合エネルギーの実現のためにITERと並行して補完的に取り組むべき重要プロジェクト(幅広いアプローチ)の実施等、ITER計画において、ホストである欧州と並ぶ責任ある役割を担うこととなった。幅広いアプローチについては、平成17年8月に文部科学省がITER計画推進検討会を開催し、我が国で実施すべき幅広いアプローチのプロジェクトについて専門家による検討を行った。同年10月に、文部科学省は、同委員会の報告等を踏まえ、プロジェクトの実施場所を含め、我が国で実施すべき幅広いアプローチのプロジェクトを決定し、日欧間でプロジェクトの具体化に向けた協議を実施している。具体的には図4-1-5のとおり。

ITER建設地の決定により、長らく中断されていた政府間協議が再開され、ITER計画実施に向けた議論が大きく前進した。平成17年(2005年)11月には、ITER機構長予定者として、池田要氏が選任され、また、同年12月にはインドがITER計画に参加し、これによりITER計画は世界人口の半数を超える国々が参加するプロジェクトとなった。

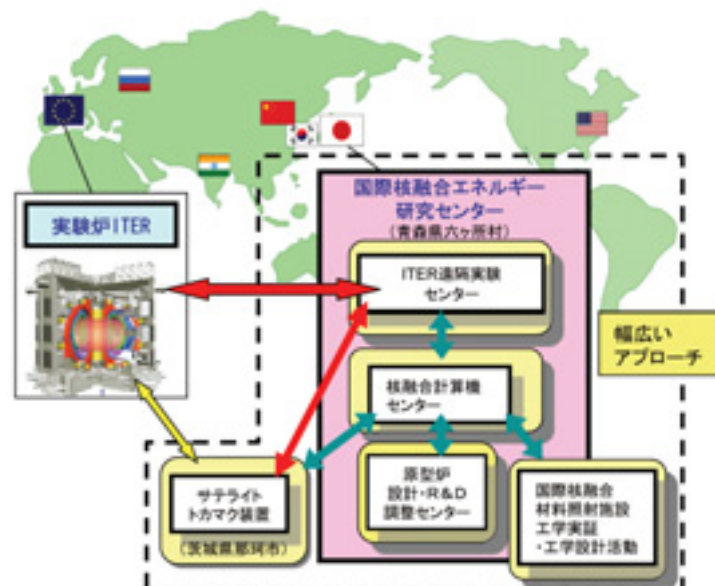
表4-1-8

ITER 経緯

昭和 60 年 (1985 年)	米ソ首脳会談
昭和 63 年 (1988 年)	概念設計活動開始 (日本、欧州、ロシア、米国)
平成 4 年 (1992 年)	工学設計活動開始 (日本、欧州、ロシア、米国)
平成 8 年 (1996 年) 12 月	ITER 計画懇談会設置 (原子力委員会)
平成 11 年 (1999 年) 7 月	米国が ITER 計画から撤退 (平成 15 年 2 月復帰)
平成 13 年 (2001 年) 5 月	ITER 計画懇談会報告書
平成 13 年 (2001 年) 6 月	カナダがクラリントンサイトを候補地として提案 総合科学技術会議で ITER 計画に関する議論開始
平成 13 年 (2001 年) 7 月	工学設計活動終了
平成 13 年 (2001 年) 11 月	政府間協議開始 (日本、EU、ロシア、カナダ)
平成 14 年 (2002 年) 5 月	総合科学技術会議が「国際熱核融合実験炉 (ITER) 計画について」結論
同年同月	総合科学技術会議の結論に基づき「国際熱核融合実験炉 (ITER) 計画について」閣議了解
平成 14 年 (2002 年) 6 月	日本が青森県六ヶ所村を候補地として提案 EU が仏カダラッシュと西バンディヨスを候補地として提案
平成 15 年 (2003 年) 2 月	米国が ITER 計画に復帰 中国が ITER 計画に参加
平成 15 年 (2003 年) 6 月	韓国が ITER 計画に参加
平成 15 年 (2003 年) 11 月	EU が候補地を仏カダラッシュに一本化
平成 15 年 (2003 年) 12 月	カナダが ITER 計画から撤退
平成 15 年 (2003 年) 12 月	第 1 回閣僚級会合 (ワシントン) において、米国、韓国が日本を支持し、ロシア、中国が欧州を支持
平成 17 年 (2005 年) 6 月	第 2 回閣僚級会合 (モスクワ) において、サイトが仏カダラッシュに決定
平成 17 年 (2005 年) 11 月	機構長予定者決定
平成 17 年 (2005 年) 12 月	インドが ITER 計画に参加

図4-1-5

ITER 計画における我が国の役割



(2) 革新的原子力システム

国際的取組

将来のエネルギー需要や社会的ニーズを満たすため、世界各国で革新的な原子炉及び核燃料サイクル技術（革新的原子力システム）の研究開発が進められている。その研究開発に当たっては、他分野の大型研究開発と同様、一国のみで開発を進めるよりは、人的・資源的に国際分担を行い、成果を共有するという考え方が広まっている。

現在、国際的な革新的原子力システム開発としては、第4世代原子力システム¹³に関する国際フォーラム（Generation IV International Forum：G I F）と革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト（International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles：I N P R O）の2つがある。

G I Fは米国エネルギー省の提唱により、平成12年（2000年）に発足し、日本を含む10ヶ国と1機関（アルゼンチン、ブラジル、カナダ、フランス、日本、韓国、南アフリカ、スイス、英国、米国、ユーラトム）が参加している。現在、第4世代原子力システムに求められている「持続可能性」「安全性/信頼性」「経済性」「核拡散抵抗性」の要件を満たし、平成42年（2030年）までに実用化が可能と考えられる6候補概念（ガス冷却高速炉、溶融塩炉、ナトリウム冷却高速炉（MOX燃料、金属燃料）、鉛冷却高速炉、超臨界圧水冷却炉、超高温ガス炉）が選定されたところであり、国際共同研究の組織構築のための検討を行っている。

一方、I N P R OはI A E Aの呼びかけにより、平成17年（2005年）12月現在でロシアなど23ヶ国と1機関が参加し、平成13年（2001年）5月に発足しており、我が国はオブザーバーとして参加している。現在、平成62年（2050年）までを見通した、将来の原子力エネルギー技術、概念の比較方法および基準を選定するとともに、ユーザー要求を定めるための検討を行っている。

I N P R O参加23ヶ国と1機関

アルゼンチン、アルメニア、ブラジル、ブルガリア、カナダ、チリ、中国、チェコ、フランス、ドイツ、インド、インドネシア、韓国、モロッコ、パキスタン、オランダ、ロシア、南アフリカ、スペイン、スイス、トルコ、ウクライナ、アメリカ、欧州委員会

13 第4世代原子力システムとは
第1世代（初期の原型炉的な炉）、第2世代（PWR、BWR、CANDU炉など）、第3世代（ABWR、AP600、EPRなど）に続く原子力システム。平成42年頃に実用化を念頭。

我が国の取組

我が国においては、民間、大学、国の研究機関において、様々な革新的原子力システムの研究開発が進められており、文部科学省及び経済産業省においても、産学官連携による革新的原子力システムの研究開発を推進するため、公募型研究制度を実施している。

文部科学省においては、非軽水炉の革新的技術開発等を対象とし、経済産業省においては、軽水炉の革新的技術開発等を対象としている。両省は運用面での連携を行うことにより、原子力研究開発全体が効果的に実施されるようにしている。

原子力委員会は、革新的原子力システムの研究開発のあり方を検討するため、原子力委員会研究開発専門部会の下に革新炉検討会を設置し、平成12年（2000年）1月以来7回の会合を開催した。検討会は、今後開発する意義のある革新的原子力システムの概念をまとめ、研究開発に当たっての重要なポイントをまとめた報告書「革新的原子力システムの研究開発の今後の進め方について」を作成した。

原子力機構では、革新的原子力システムの研究開発が進められており、具体的には、低減速軽水炉の研究開発、高温工学試験研究炉（HTTR）などの研究開発が進められている。

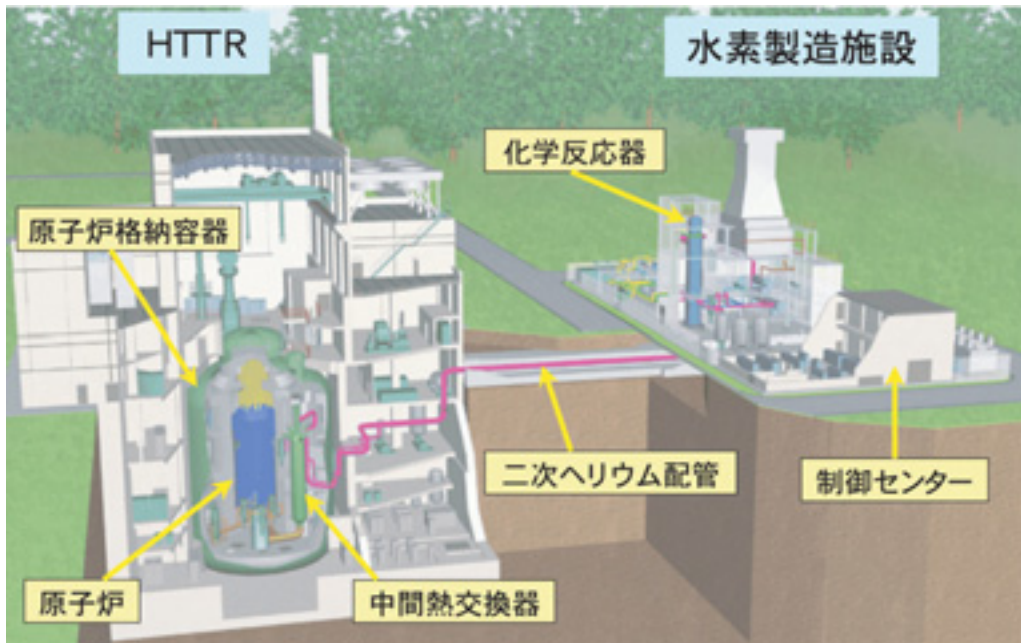
ア）高温ガス炉研究開発に係る取組

高温ガス炉は固有の安全性をもった原子炉設計が比較的容易であり、1000 程度の高温の熱が供給できるため、発電のみならず水素製造などさまざまな分野での原子力エネルギーの利用の選択肢を与えることが期待される。原研（当時）では、高温ガス炉の基盤技術の確立、高度化及び高温工学に関する先端的基盤研究を進めるため、を建設し出力上昇試験を進めてきたが、平成13年（2001年）12月に最大熱出力30MWを達成するとともに、我が国で初めて850 の高温ヘリウムガスを原子炉から取出すことに成功した。さらに、平成16年（2004年）4月に世界に先駆け原子炉出口冷却材温度950 を達成し、6月には高温試験運転に係る使用前検査合格証を取得した。これにより環境への二酸化炭素を放出しない水素製造技術等の開発への道を拓いた。

現在、発電については、高温ヘリウムガスタービンを用いた高効率発電による経済性の向上を目指し、1次ヘリウムガス系にガスタービンを組み込んだ直接サイクル再生型ヘリウムガスタービン発電の研究が行われている。また、水素製造技術に関しては、ISプロセス¹⁴の工学基礎試験、並びに原子炉と核熱利用設備を接続するためのシステムインテグレーション技術の研究が行なわれている。

14 ISプロセス：高温ガス炉から得られる高温の核熱を用いて水を分解して水素を製造する熱化学水素製造法。水の熱分解は通常では4000 以上の高温が必要であるが、硫黄とヨウ素を熱化学反応の循環物質とすることで、1000 以下の温度で実現する。IS プロセスは原料の水をヨウ素及び二酸化硫黄と反応させてヨウ化水素（HI）と硫酸（H₂SO₄）を生成するブゼン反応及びヨウ化水素を熱で水素とヨウ素に分解する反応、硫酸を酸素、水、二硫化硫黄に分解する反応で構成される。日本原子力研究所（当時）では、ISプロセスの基本反応及び分離操作を組み合わせた実験室規模の水素製造実験を行い、反応に関与する二酸化硫黄やヨウ素などの循環物質をほとんど損なうことなく連続的に水を分解できることを世界で初めて実証した。さらに、自動制御技術開発等の連続水素製造の研究を行い、175時間にわたり毎時31リットルの水素製造に成功した。

図4-1-6 HTTRと水素製造プラント



イ) 水冷却炉研究開発に係る取組

現在我が国の主要な電源として実績を有する軽水炉技術をベースとして、エネルギーの長期安定供給を目指す低減速軽水炉の開発が進められている。低減速軽水炉はプルトニウムの増殖率を高め、燃料の多重リサイクルを可能にすることにより、ウラン・プルトニウム資源の有効利用を図るといった特長がある。日本原子力発電(株)、原子力機構(旧原研)(株)東芝、(株)日立製作所等においては、連携しつつ、炉物理試験、限界熱流束試験、被覆管材料開発等の低減速軽水炉開発に向けた技術開発を進めている。

東京大学、(株)東芝、(株)日立製作所においては、同様に連携しつつ、超臨界圧水冷却炉の開発が進められている。超臨界圧水冷却炉は、現在多くの火力発電プラントで用いられている技術を活用した軽水炉であり、単純でコンパクトな構造及び熱効率の向上等により、開発、建設及び運転のコストの低減を目指したものである。

このほか、民間においては、次世代軽水炉として、スケールメリットにより建設単価を引き下げることを目指す改良発展型の大型軽水炉の開発が進められている。

ウ) 公募型研究制度

文部科学省においては、公募による競争的環境のもと、産学官のポテンシャルを最大限発揮できる環境を整備し、革新的原子力技術の研究開発を推進するため、平成14年度より革新的原子力技術の開発(公募型研究)事業を実施しており、平成17年度からは競争的研究資金制度を適用した公募事業「原子力システム研究開発事業」を実施している。本事業により、原子力の基盤的研究における産学官の連携の強化や関連技術の蓄積を図るとともに、将来期待される革新的原子力技術の開発を実施している。

経済産業省においては、平成12年度より、原子力発電及び核燃料サイクルの安全性・経済性を向上させる革新的・独創的な実用原子力技術を発掘し、さらに、競争環境下で

の技術開発を促進する観点から、大学、研究機関、民間企業又はこれらの連携体を対象として技術開発テーマを広く公募により募集する制度を実施している。

3. 革新的な技術システムを実用化候補まで発展させる研究開発

(1) 高速増殖炉サイクル技術

実験炉の運転

実験炉「常陽」は、昭和52年4月初めの臨界以来順調な運転を続け、高速増殖炉の開発に必要な技術データや運転経験を着実に蓄積してきた。初臨界以来、平成17年12月末現在で、累積運転時間が約65,600時間、累積熱出力が約55.7億kW時に達しており、539体の運転用燃料、220体のブランケット燃料及び93体の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してきている。

また、高中性子束化と照射場の拡大等を図るため、平成12年に原子炉の改造工事に着手し、平成15年7月に高性能照射用炉心（MK-炉心）としての初臨界を達成した。平成16年5月からは、MK-炉心での本格運転を開始し、高速増殖炉実用化のための燃料・材料開発や、外部研究機関による研究に活用されている。

図4-1-7 高速実験炉「常陽」



原型炉の建設等

「もんじゅ」は高速増殖炉サイクル技術のうち最も開発が進んでいるMOX燃料とナトリウム冷却技術を用いた発電設備を有する我が国唯一の高速増殖炉プラントであり、高速増殖炉サイクル技術のうち実用化に向けた研究開発の場の中核である。現在は、平成7年12月の2次冷却系ナトリウム漏えい事故以来、プラントは停止状態にあるが、「もんじゅ」の運転を早期に再開し、10年程度以内を目処に所期の目的を達成することに優先的に取り組んでいる。サイクル機構（当時）は、平成14年12月に原子炉施設の安全性向上を目指した改造工事等を目的する原子炉設置変更許可を得るとともに、平成16年1月にはそれに基づいた設計及び工事の方法の変更が認可された。平成17年2月7日、福井県

及び敦賀市より地元自治体との安全協定に基づく改造工事着手についての事前了解を受け、3月より原子炉施設の安全性向上を目的とするナトリウム漏えい対策改造工事準備工事を開始し、9月からは改造工事本体工事を開始した。「もんじゅ」については、1985年（昭和60年）に周辺住民から福井地裁に原子炉設置許可処分の無効確認を求める行政訴訟及び建設・運転の差止めを求める民事訴訟が提起された。民事訴訟については、平成15年3月に訴えが取り下げられたが、行政訴訟については、第二審（名古屋高裁金沢支部）で国側が敗訴したため、国側は平成15年1月に最高裁に上告受理申立て（上訴）を行った。最高裁は、平成16年12月に同申立てを上告審として受理した後、平成17年5月に「原判決（国の設置許可を無効とした名古屋高等裁判所金沢支部判決）を破棄し、被上告人の控訴を棄却する」との判決を言い渡し、これにより国側の勝訴が確定した。

表4-1-9 高速増殖炉の位置付けに関する経緯

	原子力長期計画 (平成6年6月)	懇談会報告書 (平成9年12月)	原子力長期計画 (平成12年11月)	原子力政策大綱 (平成17年10月)
高速増殖炉の位置付け	将来的に核燃料リサイクル体系の中核として位置付け。高速増殖炉は将来の原子力発電の主流にしていくべき。	将来の非化石エネルギーの一つの有力な選択肢。長期的なエネルギー源の確保の観点から重要。	高速増殖炉サイクル技術は、ウランの利用効率を飛躍的に高めることができ、高レベル放射性廃棄物の放射能を少なくして環境負荷を更に低減させる可能性を有する。将来のエネルギーの有力な選択肢を確保しておく観点から着実にその開発に取り組むことが重要。	高速増殖炉サイクル技術は、長期的なエネルギー安定供給や放射性廃棄物の潜在的有害度の低減に貢献できる可能性を有することから、これまでの経験からの教訓を十分に踏まえつつ、その実用化に向けた研究開発を、日本原子力研究開発機構を中核として着実に推進するべき。
原型炉「もんじゅ」	性能試験を着実に進め、1995年年末の本格運転を目指す。得られる成果を実証炉以降の高速増殖炉開発に反映していく。	実用化の可能性を確度高く追求するための研究開発の場。動燃改革が確実に実現され、慎重な運転管理が行われることを前提に、「もんじゅ」での研究開発が実施されることが望まれる。	高速増殖炉サイクル技術の研究開発の場の中核。さらにまた、国際的にも貴重な研究開発施設。発電プラントとしての信頼性の実証とその運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立という所期の目的を達成することは他の選択肢との比較評価のベースともなることから優先して取り組むことが重要であり、早期の運転再開を目指す。	研究開発の場の中核と位置付けられる「もんじゅ」の運転を早期に再開し、10年程度以内を目途に「発電プラントとしての信頼性の実証」と「運転経験を通じたナトリウム技術の確立」という所期の目的を達成することに優先に取り組むべき。

<p>実用化に向けて</p>	<p>「もんじゅ」の運転実績の反映等を考慮して、2000年代初頭に実証炉を着工することを目標に計画を進める。電気事業者は、実証炉について必要な研究開発とその着工に向けての所要の準備を進める。適切な間隔で実証炉1号炉、これに続く実証炉2号炉の建設を進める。2030年頃までには実用化が可能となるよう技術体系の確立を目指す。</p>	<p>「もんじゅ」の運転経験を実証炉に反映することが必要。「もんじゅ」及び民間の研究開発などの成果を十分に評価した上で、実証炉の具体化のための計画の決定が行われるべき。非化石エネルギー源の一つの有力な選択肢として、実用化の可能性を追求するために研究開発を進めることが妥当。実用化時期を含めた開発計画について、安全性と経済性を追求しつつ、将来のエネルギー状況を見ながら、柔軟に対応していく。</p>	<p>高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、現在、核燃料サイクル開発機構において電気事業者等、関連する機関の協力を得つつ実施している「実用化戦略調査研究」等を引き続き推進。実証炉については、実用化に向けた研究開発の過程で得られる種々の成果等を十分に評価した上で、具体的計画の決定が行われることが適切。実用化への開発計画については実用化時期を含め柔軟かつ着実に検討を進めていく。</p>	<p>高速増殖炉については、軽水炉核燃料サイクル事業の進捗や「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究」「もんじゅ」等の成果に基づいた実用化への取組を踏まえつつ、ウラン需給の動向等を勘案し、経済性等の諸条件が整うことを前提に、2050年頃から商業ベースでの導入を目指す。日本原子力研究開発機構は、「もんじゅ」等の成果も踏まえ、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像とそこに至るまでの研究開発計画を2015年頃までに提示することを目的に、電気事業者とともに、電力中央研究所、大学等の協力を得つつ「実用化戦略調査研究」を実施している。その途中階での取りまとめであるフェーズの成果を評価して方針を提示することとしており、その後もその方針に沿って研究開発を的確に進めるべき。国は、「実用化戦略調査研究」の取りまとめを受け、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像と2050年頃からの商業ベースでの導入に至るまでの段階的な研究開発計画について2015年頃から国としての検討を行うことを念頭に、実用化戦略調査研究フェーズの成果を速やかに評価して、その後の研究開発の方針を提示するものとする。なお、実用化に向けた次の段階の取組に位置付けられるべき実証炉については、これらの研究開発の過程で得られる種々の成果等を十分に評価した上で、具体的計画の決定を行うことが適切である。</p>
----------------	--	--	---	--

実用化に向けた展開

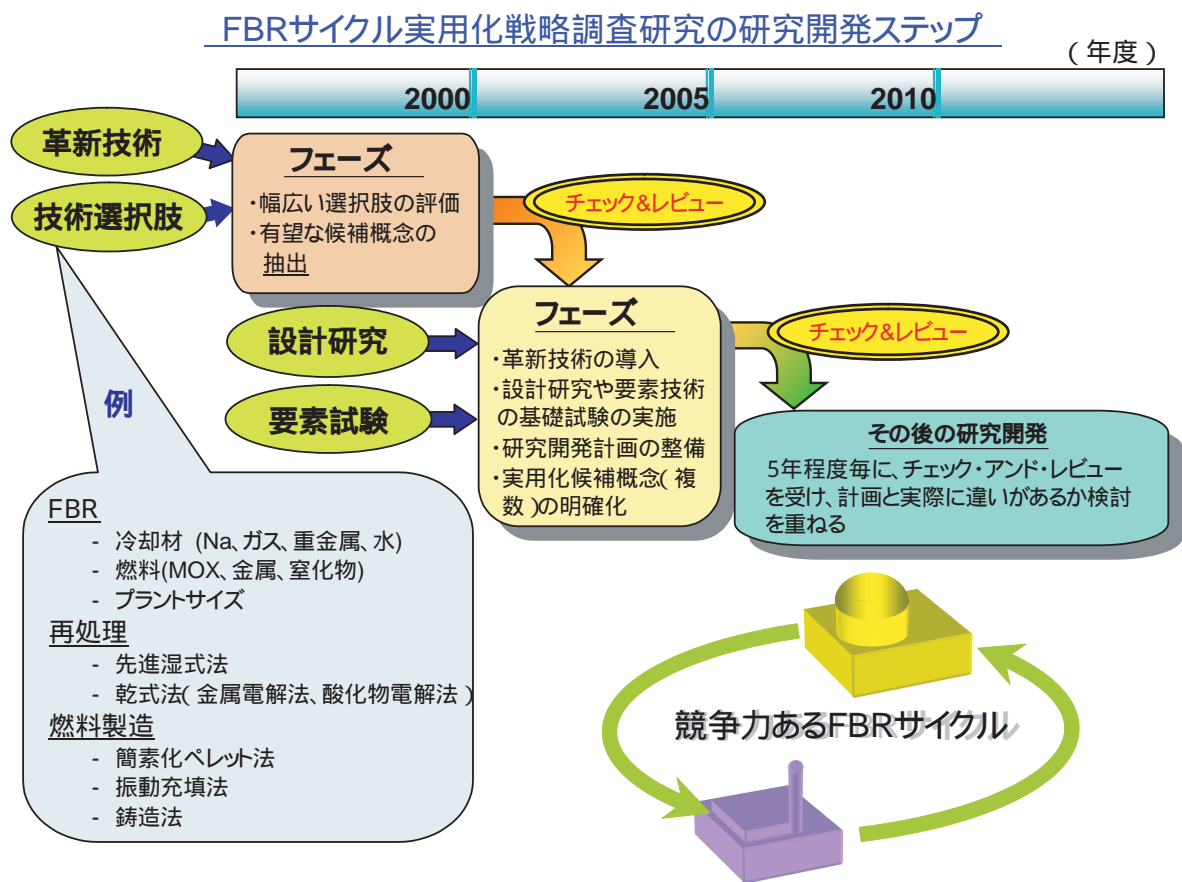
高速増殖炉サイクル技術の研究開発に当たっては、社会的な情勢や内外の研究開発動向等を見極めつつ、長期的展望を踏まえ進める必要がある。そのため、原子力機構（旧サイクル機構）では、平成11年7月から、電気事業者とともに、関連する機関の協力を得て、高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、炉型、再処理等、高速増殖炉サイクル技術に関する多様な選択肢について検討する、「実用化戦略調査研究」を実施している。

また、原子力機構、電力中央研究所、大学、メーカー等は、国内外の研究開発施設の活用や海外の優れた研究者の参加を含め、高速増殖炉サイクル技術について裾野の広い

基盤的な研究開発を行っている。

平成17年度末にはフェーズ Ⅰの成果を取りまとめ、国においてその成果を評価して方針を提示することとしている。さらに、原子力政策大綱にも示されているように「実用化戦略調査研究」の取りまとめを受けて、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像と2050年頃からの商業ベースでの導入に至るまでの段階的な研究開発計画について、2015年頃から国としての検討を行うことを念頭にフェーズ Ⅰの成果を速やかに評価し、その後の研究開発の方針を提示することとなる。

図4-1-8 実用化戦略調査研究の概要



実用化戦略調査研究では、図4-1-9に示す5つの開発目標（安全性、経済性、環境負荷低減性、資源有効利用性、核不拡散性）を設定し、21世紀の社会ニーズに適合した主要なエネルギー供給源としてFBRサイクルの実用化像を明確にし、その技術体系を平成27年ごろまでに整備することを目的に、研究開発を進めている。

- **安全性**
 - 取り扱い物質の特性(化学的活性度、毒性など)やプロセス条件(運転温度など)を踏まえた安全対策
 - FERサイクルの導入リスクが、社会にすでに存在するリスクに比べて十分小さい

FERシステム

 - ・炉心損傷に至る恐れのある事象の発生を防止するとともに、その発生を固定しても炉容器または格納施設内で終息

燃料サイクルシステム

 - ・臨界安全、閉じ込め機能の確保
- **経済性**
 - 将来の軽水炉に比肩する発電単価の達成
 - 世界に通用するコスト競争力の確保
 - ・ より一層の物量削減
 - ・ 海外調達、など
- **環境負荷低減性**
 - 長寿命核種(TRUおよびLLFP)の燃焼または分離変換による地層処分への負荷軽減
 - 運転・保守および廃止措置に伴う廃棄物の発生量低減
- **資源有効利用性**
 - 優れた中性子経済を活用し持続的に核燃料を生産
 - ・ TRU燃料の多重リサイクル
 - ・ 軽水炉TRUのリサイクル
 - エネルギー源としての多様なニーズへの対応
 - ・ 水素製造、海水淡水化、熱供給、分散電源など
- **核拡散抵抗性**
 - 核物質防護および保障措置への負荷軽減(単体プルトニウムが純粋な状態で存在しないこと、など)
 - 核不拡散性制度の運用の効率化(遠隔保守・監視、自動化技術など)

高速増殖炉燃料サイクルに係る再処理技術については、先進湿式再処理技術や乾式再処理技術について、高レベル放射性物質研究施設（CPF）において研究開発を進める計画であり、現在、先進的再処理プロセスの研究開発や基礎・基盤的研究開発を中心とする多様な高速増殖炉燃料の再処理技術に関する研究開発を行っている。高速炉MOX燃料製造に係る技術についても試験を継続し、その成果を「実用化戦略調査研究」に反映して実用化していくこととしている。また、平成17年度から文部科学省が実施している公募事業「原子力システム研究開発事業」においても、産学官の協力を得て、高速増殖炉サイクル技術の裾野の広い研究開発が行われている。

4. 革新技术システムを実用化するための研究開発

国は、2030年前後から始まる国内既設原子力発電所の大規模な代替需要に備え、世界市場も視野に入れつつ、高い安全性・経済性等を備えた次世代軽水炉開発のためのフェーズビリティ調査に着手する。電源開発（株）は、国の補助のもと、大間原子力発電所の稼働に向けた全炉心MOX炉の技術開発を着実に推進させ、平成17年度は、実機プラントでの特性確認試験用設備の製作・設計及び資材発注を行い、平成18年度は、これら設備の資材発注等を行うとともに、一部設備製作を開始する。また、提案公募形式により、原子力発電、核燃料サイクル、放射性廃棄物対策の各分野について新たなシーズ発掘に資する革新的原子力技術開発への支援を実施する。それに加えて、軽水炉の給水流量計の不確かさを低減させることで、安全性を損なうことなく既設の原子炉の出力増強を可能にするため、原子力発電所の給水流量計を高精度化する技術開発を推進する。

原子力機構においては、民間事業者からの要請に応じて、六ヶ所再処理工場への技術者の派遣による人的支援、要員の受け入れによる養成訓練を継続して行っている。また、

東海再処理施設においては、「ふげん」のウラン-プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料の再処理試験を平成18年度から行う計画としている。加えて、高燃焼度燃料の再処理試験を行うための準備を実施している。

5. 既に実用化された技術を改良・改善するための研究開発

日本原燃（株）において、我が国におけるウラン濃縮技術や生産能力の維持・向上のため、国際的なレベルに比肩する経済性と技術レベルを有する新型遠心分離器の開発が国の補助のもとに進められているとともに、原子力機構による六ヶ所工場への技術者派遣による人的支援も併せて行われている。また、日本原燃（株）は、我が国初の民間MOX燃料工場の円滑な設計、建設、操業に資するため、同工場で採用する各種技術の適合性の確認等の研究開発を進めており、原子力機構は、同社の要請に応じ、MOX燃料粉末調整設備に関する確認試験を継続して行っている。

放射線医学総合研究所は、平成16年度から二か年計画で重粒子線がん治療の普及に向けた医療用重イオン加速器の小型化に関する研究開発を進めており、現行の重粒子線がん治療装置（HIMAC）と比較して大きさが約5分の1の小型線形加速器の開発及びビーム加速試験に成功した。

2 大型研究開発施設

原子力研究開発を進めるための、加速器や原子炉等、大型研究開発施設については、科学技術活動の広い分野において重要な役割を果たし、この有効利用に基づき、その施設を中心として科学技術のCOE（センター・オブ・エクセレンス）を形成することが可能である。国は、こうした性格を有する施設の計画については、当該施設の主な目的である、これを用いた研究開発の最終成果の利益の大きさのみならず、当該施設が他分野にもたらす研究水準の飛躍的向上といった外部性についても評価を行って、その建設の可否を決定していくべきである。

(1) 加速器

加速器の開発・利用を巡る状況

原子力委員会では、加速器分野における我が国全体の現状の把握、利用分野のニーズを踏まえた加速器開発、そして加速器利用に係る人材育成についての検討を行うため、研究開発専門部会の下に加速器検討会を設置し、調査・検討を行ってきたところであるが、平成16年4月27日に、加速器利用分野の紹介、4加速器（大強度陽子加速器（J-PARC）、RIビーム加速器（RIBF）、大型放射光施設（Spring-8）、重粒子線がん治療装置（HIMAC））の評価と課題及び今後の加速器建設や加速器を用いた研究開発の進め方に関する提言を報告書「加速器の現状と将来」に取りまとめた。

さらに同年7月13日には、原子力委員会として当該報告書を尊重して推進していくこと等を旨とする「加速器検討会報告書「加速器の現状と将来」について」を取りまとめたところである。

図4-2-1 大型放射光施設（Spring-8）



加速器の開発・利用に係る取組み

ア) イオンビーム発生・利用に関する研究開発

放射線としてイオンビームを発生させ、利用する技術に関しては、その手段として主に加速器が用いられている。加速器は、各種加速器の整備・利用の促進が図られ、原子核研究のみならず広範な分野で利用されている。イオン照射研究施設(TIARA)においては、イオンビームのマイクロビーム化、シングルイオンヒット技術等の新しい技術を開発し、細胞レベルでの分析、材料微細加工等に利用できるビーム利用技術の展開を図っており、今後新たな進展をもたらす分野を拡大するものと期待されている。

イ) 放射光の発生・利用技術開発

高輝度で遠赤外線からX線までの広い波長領域の光を発生する放射光は、物質・材料科学や生命科学などの広範な基礎研究分野のための有力な研究手段となる。平成9年10月に供用を開始した大型放射光施設(Spring-8)は、原子力分野における技術蓄積を基盤として整備され、原子炉材料の応力腐食割れの機構解明やアクチノイド抽出分離材料の評価などの利用研究が本格的に進められている。

図4-2-2 TIARA (1991年完成)



ウ) 陽電子ビームの発生・利用技術開発

陽電子は電子と逆のプラスの電気を帯びていることから、物質最表面における原子の配列や運動状態の解析、金属材料の表面電気ポテンシャルの決定、超薄膜や異なる物質の境界面の構造や結晶格子の欠陥の解析への応用が期待されている。原子力機構先端基礎研究センターでは、既に、エネルギーが揃った極めて平行性が高いビーム発生技術が開発され、物質表面原子の運動状態を示す一次ラウエ帯の計測に成功している。さらに、高強度ビームやパルス状ビームの発生技術の開発と次世代半導体や光触媒等の材料開発のための構造解析への応用が進められている。

エ) 大強度陽子加速器開発

大強度陽子加速器計画(J-PARC)は、核破砕反応という原子核の反応によって生成される中性子、ミュオン、ニュートリノ等の多様な2次粒子を用いて、広範な領域

の科学技術の研究を進めようという実験施設の整備計画である。この計画は、平成13年度から原子力機構（旧原研）と高エネルギー加速器研究機構との共同プロジェクトとして建設が進められており、超伝導物質、燃料電池、磁性体、溶液、高分子、タンパク質等の構造解析等の物質・生命科学研究、物質の起源を探るための原子核・素粒子研究及びニュートリノ研究、また中性子を長寿命核種に当て、短寿命核種や安定核種に変換する技術開発などへの多様な貢献が考えられている。

図4-2-3 大強度陽子加速器（J-PARC）



オ) RIビームの発生・利用技術開発

RIビームについては、加速器の高エネルギー化及び大強度化により利用できる加速粒子の種類が飛躍的に拡大し、これまで実現できなかった核反応や新核種・元素の合成はもちろん、物質及び材料、生物、基礎医学など幅広い研究分野への利用が期待される。我が国では理化学研究所を中心として世界最先端の研究が進められており、例えば中性子ハロー、中性子スキンの存在がRIビームを利用した研究により発見された。また宇宙における元素合成の解明が進められている。

また、理化学研究所（以下、「理研」という。）は、現有の重イオン加速器を入射器として、ウランまでのすべての核種についてのRIを世界最大の強度でビーム化する加速器施設「RIビームファクトリー」の整備計画を推進している。本計画では、平成7年度に要素技術開発に着手し、平成9年度より施設整備を開始し、平成18年度中にRIビーム発生系施設の整備を完了するとともに一部実験の開始を予定している。引き続き、発生系施設で生成したRIビームの各種の精密測定及び利用実験を行うため、必要な実験設備（基幹実験設備）の整備を計画中である。

3 知識・情報基盤の整備

民間が技術移転を求めている国の研究開発や民間が国から技術移転を受けて実施している研究開発については、知的財産を適切に管理しつつ、効果的、効率的な技術移転システム等を構築することが必要である。

我が国の研究開発活動に知識の国際ネットワークの利用も有用であることに鑑み、国内外の人材の流動性の向上、研究データや関連情報の発信等のための基盤整備を進める等、多面的かつ国際的ネットワークも構築・整備していくべきである。

原子力に携わる人材の高齢化の中、昨今は知識管理の問題が世界的に顕在化し、また、建設・運転の機会減少による原子力知識の伝承が困難になりつつある。そうした中、様々な機器の経年劣化事象に関するデータ等の情報が関係者で効果的に共有するために、産学官において有効活用できる情報ネットワークを構築する必要があることから、平成17年12月に、産学官の有機的連携を調整するための委員会が独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）に設置された。

また、IAEAにおいては2004年9月の第1回原子力知識管理に関する国際会議で、「暗黙の知識」を顕在化する研究成果などが報告されるなど、国際的にも原子力知識管理についての動向が活発化しており、各国、各地域、国際間において、大学・産業界・研究機関・規制機関との連携が進み人材育成のためのネットワーク（下記）が構築されつつある。

ENEN（欧州：European Nuclear Engineer Network）
 NECHO（米：Fast Engineering Department Heads Organization）
 FRKP（IAEA：Fast Reactor Knowledge Preservation）
 ANENT（IAEA:Asian Network for Education in Nuclear Technology）等

その他、原子力機構の整備している食品データベースシステムをはじめとして、各法人、研究機関等において知識基盤の整備が図られている。



原子力機構HP (<http://takafoir.taka.jaeri.go.jp/>) より

4 日本原子力研究開発機構の発足と原子力研究開発

2005年10月発足の日本原子力研究開発機構においては、原子力基本法に定められる唯一の原子力研究開発機関として、国際的な中核的拠点となることを期待する。基礎・基盤研究とプロジェクト研究開発との連携、融合を図り、多様で幅広い選択肢を視野に入れ、柔軟性と迅速性を有した研究開発を推進する。また、研究開発成果の普及や活用の促進、施設の供用、人材育成、国際協力・核不拡散への貢献、原子力安全研究の実施等国の政策に対する技術的な支援等を通じて、我が国の原子力研究開発活動に寄与することが求められる。

原研とサイクル機構（以下「原子力二法人」という。）は、我が国の原子力研究開発における中核的な役割を担ってきた特殊法人であるが、平成13年12月、行政改革の一環として閣議決定された「特殊法人等整理合理化計画」において、両法人は「廃止した上で、統合し、新たに原子力研究開発を総合的に実施する独立行政法人を設置する方向で、平成16年度までに法案を提出する」とされた。

原子力委員会は、統合後の新法人が、今後の我が国の原子力研究開発においても、引き続き中核的な役割を果たすことを期待する旨などを表明し、平成14年4月「日本原子力研究所及び核燃料サイクル開発機構の廃止・統合と独立行政法人化に向けての基本的な考え方」（平成14年4月）、「日本原子力研究所及び核燃料サイクル開発機構の廃止・統

合と独立行政法人化に向けての各事業の重点化及び運営等に関する方針」(平成14年12月)、「日本原子力研究所及び核燃料サイクル開発機構の廃止・統合と独立行政法人化に向けての横断的事項に関する方針」(平成15年5月)及び「日本原子力研究所及び核燃料サイクル開発機構の廃止・統合する独立行政法人への原子力委員会の関与について」(平成15年5月)をとりまとめた。

一方、文部科学省は、平成14年1月、事業の重点化・効率化を念頭に置きつつ、新法人の機能・役割等について検討を行うために原子力二法人統合準備会議を開催した。当該会議は、原子力委員会の示した考え方を踏まえ、原子力委員会、原子力安全委員会との意見交換をはじめ、大学、産業界、立地自治体など各界の有識者及び関係者からの意見を聴取するなどして、議論を重ね、「原子力二法人の統合に関する基本報告」(同年8月)を経て、平成15年9月に「原子力二法人の統合に関する報告書」をとりまとめた。

平成16年10月、独立行政法人日本原子力研究開発機構法案が閣議決定されたことを受けて、原子力委員会は、「独立行政法人日本原子力研究開発機構法案について」を決定した。その後、第161回臨時国会で審議が行われ、同年11月、独立行政法人日本原子力研究開発機構法案が成立し、平成17年10月1日に原子力機構が設立した。なお、独立行政法人日本原子力研究開発機構法に基づき、文部科学省は、同年7月に理事長の任命について、同年9月に原子力機構の中期目標案について、意見を求め、原子力委員会は、妥当である旨の回答を行った。

また、原子力機構は、原子力政策大綱において、「原子力基本法に定められる唯一の原子力研究開発機関として、国際的な中核拠点となることを期待」される旨を示された。

原子力機構は、原子力の基礎・基盤研究から核燃料サイクル確立等のプロジェクト研究開発までを総合的に実施する我が国唯一の研究機関であり、国際的な中核的拠点としての役割を果たしていくことが期待される。

図4-4-1 原子力機構発足式典の様子

