

## 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

#### 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、知的、システムの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。同委員会は、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18年度は6省20機関において88課題の研究が行われている。

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、同委員会（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。

##### (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2-4-1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、原子力機構のシステム計算科学センターを中心として、①航空・宇宙、②地球科学技術、③原子力、④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。

表2-4-1

主な研究開発機関

<独立行政法人>	・ 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>	・ (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

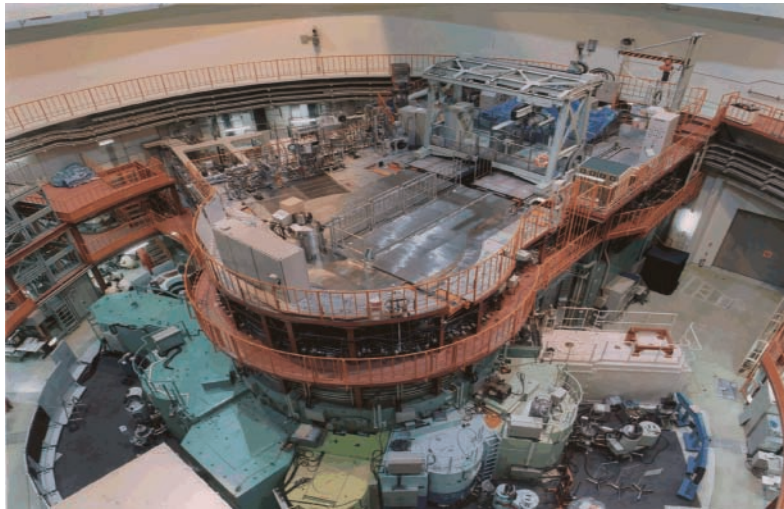
### (3) 原子力機構における基礎・基盤研究

原子力機構は、原子力基礎工学研究部門において、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、放射線防護、放射線工学の各分野の研究を推進している。これらの分野では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。原子力基礎工学研究部門では、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、核不拡散関係極微量物質分析技術開発、環境動態研究、放射線防護研究等を通じて国の施策を技術的に支援する活動を積極的に進めた。中部電力浜岡原子力発電所1号機の配管破損事故、関西電力美浜発電所3号機の配管破損事故など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ている。

研究用原子炉については、原子炉の燃料・材料の照射挙動に関する研究のほか、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。光量子科学研究に関しては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。

図2-4-1

改造により性能が向上したJRR-3Mの炉室



## 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

#### ①核融合研究開発

核融合エネルギーを実現できれば、エネルギーの長期的な安定供給と環境問題の克服を両立させることが期待されることから、核融合研究開発は、1950年代に本格的に開始され、これまで段階的に推進されてきている。

表2-4-2

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から生成可能であり、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。

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、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、同年11月1日、「中核装置で



ある I T E R（国際熱核融合実験炉）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、トカマク型臨界プラズマ試験装置（J T -60）を用いてプラズマの閉じ込め性能の向上による定常運転を目指した研究を進め、フェライト鋼を用いた磁場形状の改良により、プラズマを I T E R で必要とされる高閉じ込め・高圧力の状態で世界最長の28秒間維持する等の成果を挙げている。I T E R 用の高周波加熱装置の開発では、I T E R の実験に使用できる出力レベル600キロワットで I T E R 標準運転時間の400秒を大きく上回る約1時間の連続出力に世界で初めて成功している。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。

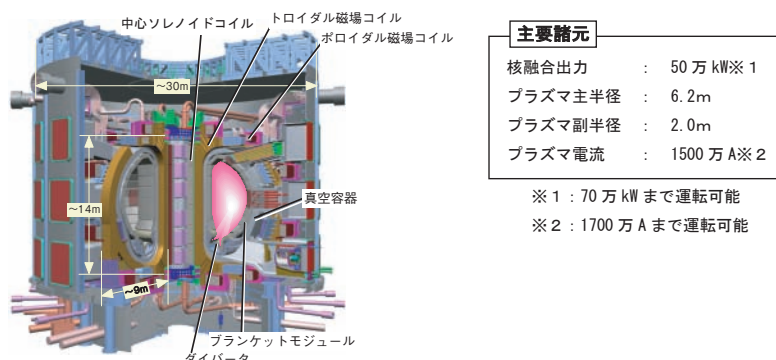
大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所においては、我が国独自のアイデアに基づくヘリカル方式による世界最大の大型ヘリカル装置を建設し、全国の関連分野の研究者の共同利用・共同研究に供するとともに、新しいプラズマ領域の研究を世界に先駆けて行っている。同装置は、平成10年度から本格的な実験を開始し、平成18年11月には、体積平均ベータ値（プラズマ圧力と閉じこめ磁場の圧力の比）4.8%のプラズマの生成に成功する等、今後の動向について世界から注目を集めている。

また、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにおいては、レーザー方式の先駆的・基礎的研究を実施している。その他、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 I T E R 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 I A E A 及び O E C D / I E A の下での多国間協力が行われている。

図2-4-2

I T E R の概要



## ② I T E R 計画

I T E R 計画とは、核融合実験炉の建設・運転を通じて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。現在、日本、欧州原子力共同体、米国、ロシア、中国、韓国及びインドの7極が参加しており、世界人口の半数以上を占める国と地域が参加する世界規模のプロジェクトである。

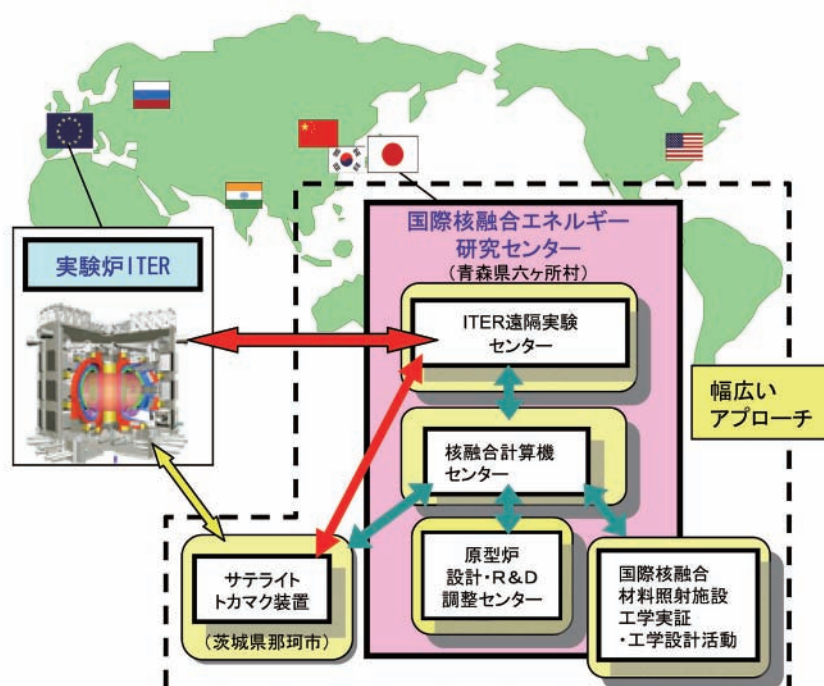
我が国は、ITER計画について、原子力委員会及びITER計画懇談会（平成8年～平成13年）、総合科学技術会議（平成13年～平成14年）の検討を経て、平成14年（2000年）5月、我が国は国際協力によってITER計画を推進することを基本方針とし、青森県上北郡六ヶ所村を国内候補地として提示して政府間協議に臨むことを閣議了解した。

その後、ITER計画の実施に向けた協定（ITER機構設立協定及びITER機構特権免除協定）の策定交渉が再開され、平成18年（2006年）4月に東京において実質的な交渉が終了し、同年5月にブリュッセルで仮署名、同年11月にパリで署名が行われた。なお、これらの協定の署名と同時に署名されたITER機構設立協定の暫定適用に関する取極により、池田要機構長予定者の指揮の下、ITER機構がITERの建設に向けた活動を開始している。

幅広いアプローチについては、文部科学省に設置されたITER計画推進検討会の報告等を踏まえ、平成17年10月に、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文部科学省において決定した。その後、日欧間でプロジェクトの具体化に向けた協議が進められ、平成18年11月には幅広いアプローチの実施協定案への仮署名が行われた（平成19年2月に署名）。

図2-4-3

ITER計画における我が国の役割



## (2) 革新的原子力システム

### ①国際的取組

(詳細は第1章第2節を参照)

### ②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、同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、革新的の水冷却炉の研究開発、高温工学試験研究炉(H T T R)などの研究開発が進められている。

#### イ) 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。原子力機構では、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にH T T Rで出力上昇試験を進めてきた。平成16年(2004年)4月には世界に先駆け原子炉出口冷却材温度950℃を達成し、同年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。

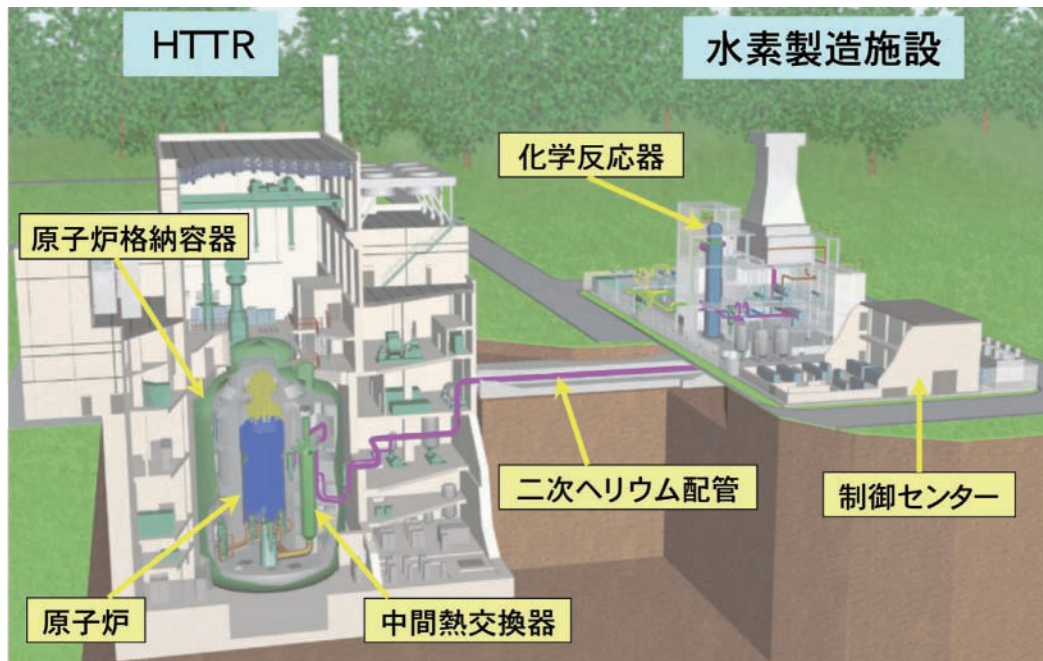
現在、発電については、高温ヘリウムガスタービンをを用いた高効率発電による経済性の向上を目指し、1次ヘリウムガス系にガスタービンを組み込んだ直接サイクル再生型ヘリウムガスタービン発電の研究が行われている。また、水素製造技術に関しては、I Sプロセス<sup>14</sup>の工学基礎試験、並びに原子炉と核熱利用設備を接続するためのシステムインテグレーション技術の研究が行なわれている。

14 I S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。I S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(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)を生成するブン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。原子力機構では、I S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2-4-4

HTTRと水素製造プラント



#### ロ) 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革新的水冷却炉の開発が進められている。革新的水冷却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う特長がある。原子力機構、メーカー等においては、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革新的水冷却炉実用化に向けた技術開発を進めている。

東京大学、原子力機構、九州大学及び東京電力㈱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。

#### ハ) 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

##### ①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18年12月末現在で、累積運転時間が約69,100時間、累積熱出力が約60.2億kW時に達しており、579体の運転用燃料、220体のブランケット燃料及び100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－Ⅲ炉心）としての初臨界を達成した。平成16年5月からは、MK－Ⅲ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。平成18年4月に開始したMK－Ⅲ炉心第3サイクルからは、環境負荷低減のためのマイナーアクチニド含有燃料、高速炉燃料の長寿命化を目的とした氧化物分散強化型燃料被覆管材、自己作動型原子炉停止機構の電磁石構成要素等の照射試験を行っている。

図2-4-5

高速実験炉「常陽」



##### ②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。原子力機構は、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、福井県及び敦賀市より安全協定に基づく事前了解を受け、同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、同9月から改造工事本体工事を開始した。現在も安全第一に改造工事を進めており、平成19年5月に完了する予定である（平成18年12月末における工事進捗率；約89%）また、平成18年12月18日から、改造した設備の機能確認を行う工事確認試験を実施している。

「もんじゅ」については、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。

### ③実用化に向けた展開

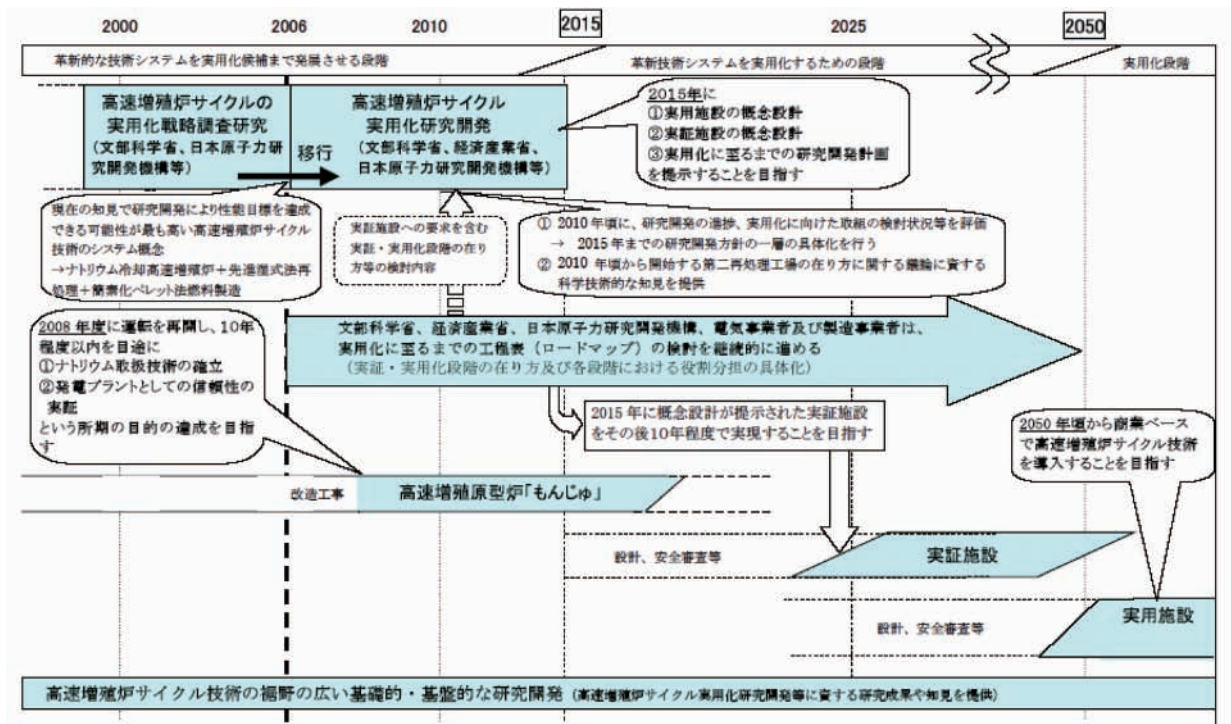
高速増殖炉サイクル技術の研究開発に当たっては、社会的な情勢や内外の研究開発動向等を見極めつつ、長期的展望を踏まえ進める必要がある。そのため、原子力機構では、平成11年7月から、電気事業者とともに、関連する機関の協力を得て、高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、炉型、再処理等、高速増殖炉サイクル技術に関する多様な選択肢について検討する、「実用化戦略調査研究」を実施してきた。

また、高速増殖炉（FBR）サイクル技術は、第3期科学技術基本計画（平成18年3月閣議決定）において、国家的な大規模プロジェクトとして基本計画期間中に集中的に投資すべき基幹技術として選定された。

経済産業省の総合資源エネルギー調査会原子力部会において平成18年8月「原子力立国計画」が取りまとめられるとともに、文部科学省科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発に関する委員会においては、平成18年3月に取りまとめ公開された「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究フェーズⅡ」の最終報告書を受けて、平成18年10月「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」が取りまとめられた。また、原子力委員会からは「高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針」（平成18年12月26日：原子力委員会決定）が示された。

図2-4-6

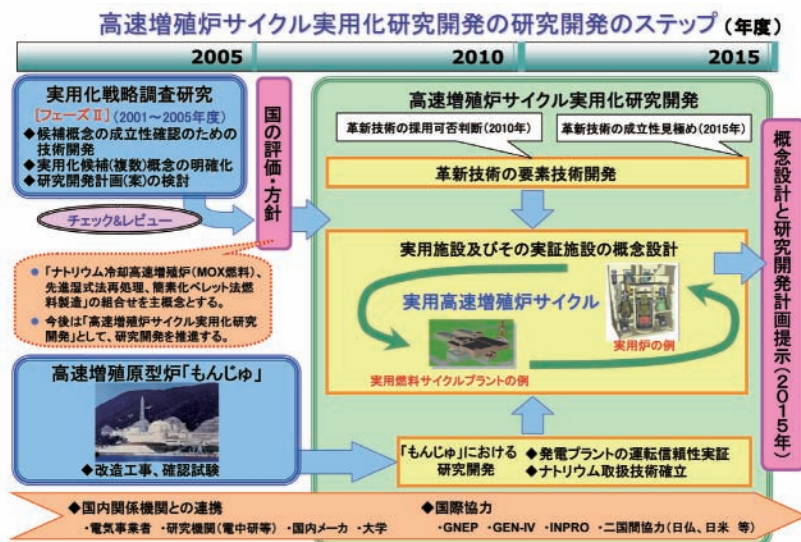
原子力委員会の定める「高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針」を踏まえた実用化に至るまでの取組のイメージ



これらの方針等を受けて、「ナトリウム冷却高速増殖炉、先進湿式法再処理、簡素化ペレット法燃料製造」の組合せを現在の知見で実用施設として実現性が最も高いと考えられる実用システム概念（主概念）を選定するとともに、これまで行ってきた幅広い戦略的な調査から、今後はFBRサイクルの本格的な実証・実用化に向けた段階にステップアップするため「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」として研究開発を進めることとなった。

図2-4-7

高速増殖炉サイクル実用化研究開発の概要



高速増殖炉サイクル実用化研究開発は、主概念を中心に研究開発を進め、「もんじゅ」における成果も反映し、安全性、経済性、資源有効利用性、環境負荷低減性、核拡散抵抗性に係る開発目標を達成できる高速増殖炉サイクルの実用施設及びその実証施設の概念設計並びに実用化に至るまでの研究開発計画を平成27年に提示することを目指して研究開発を進めることとしている。平成22年には実用施設に採用する革新技術の採否の判断を行う計画であり、国際協力も活用しつつ、主概念を中心とした要素技術開発を実施するとともに、その成果に基づき設計研究を進める予定である。

また、研究開発側と導入者側とが連携協力し、研究開発段階から実証・実用化段階に円滑な移行を図るべく、経済産業省、文部科学省、電気事業者、メーカー、原子力機構の関係者からなる、「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」を設置（平成18年7月）し、所要の検討を開始した。さらには、平成18年12月には、高速増殖炉実証炉の基本設計開始までの研究開発体制に係る方針を決定し、これまでの護送船団方式を脱却し、明確な責任体制のもとで効率的に高速増殖炉開発を実施できるよう、中核メーカー1社に責任と権限及びエンジニアリング機能を集中することとした。

#### 4. 革新技術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ジビリティ調査を実施している。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18年度は、特性確認試験用設備の資材発注等を行うとともに、一部設備製作を行っている。また、提案公募形式により、原子力発電、核燃料サイクル及び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している。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年度から行っている。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、同社は、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証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



証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）の入射器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。これらの成果を踏まえ、平成18年度より群馬大学において、HIMACの約3分の1の重粒子線照射施設の建設が着手された。

## 2 大型研究開発施設

### （1）加速器

#### ①加速器の開発・利用を巡る状況

原子力委員会では、研究開発専門部会の下に加速器検討会を設置し、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った。同検討会は平成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、同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。

図2-4-8

大型放射光施設（Spring-8）



## ②加速器の開発・利用に係る取組み

## イ) イオンビーム発生・利用に関する研究開発

イオンビームを発生・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、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（T I A R A）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、材料微細加工等に応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。

## ロ) 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（S P r i n g - 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2-4-9

イオン照射研究施設（T I A R A）



## ハ) 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。

## 二) 大強度陽子加速器開発

大強度陽子加速器（J-PARC）計画は、核破砕反応により生成される中性子、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と大学共同利用機関法人、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、平成20年度から施設供用を開始する予定である。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2-4-10

大強度陽子加速器（J-PARC）



## ホ) RIビームの発生・利用技術開発

我が国では理化学研究所（以下、「理研」）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。

現在、理研においては、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、基幹実験設備の整備を進める予定である。



### へ) X線自由電子レーザーの発生・利用技術開発

X線自由電子レーザー（XFEL）は、レーザーと放射光の特徴を併せ持つ光として、従来の手法では実現不可能な分析を可能にする技術である。一原子レベルの超微細構造、化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析することを可能とする世界最高性能の研究基盤の実現を目指し、国家基幹技術と位置付けて開発整備を行っているものである。本計画は、平成18年度から理研と高輝度光科学研究センターとの共同プロジェクトにより、大型放射光施設Spring-8に併設して整備が進められており、結晶化が困難な膜タンパク質の解析、触媒反応のリアルタイム観察、新機能材料の創成など、生命科学やナノ領域の構造解析を始めとする広範な科学技術分野において、新たなブレークスルーをもたらすとともに、革新的な利用研究を通じて新たな知の創出に貢献することが期待されている。

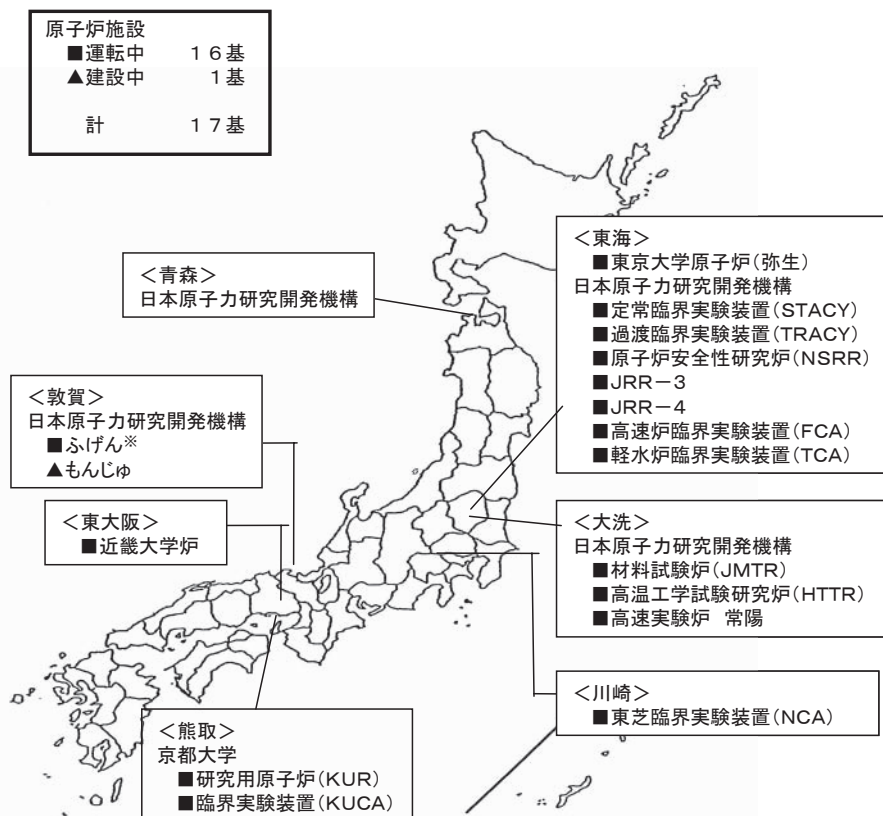
## (2) 研究開発用原子炉

平成18年末現在、我が国の研究開発用原子炉は、17の施設が原子力機構や大学等により設置されており、原子力炉の設計や安全性など原子力に関する研究開発の他、ナノテクノロジー・材料等広範な研究開発に利用されている（図2-4-11）。

図2-4-11

試験研究用及び研究開発段階にある原子炉施設立地地点

平成18年12月末現在



※ふげんは平成15年3月に運転を終了している。

### 3 知識・情報基盤の整備

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を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においては平成16年（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ところ。

図2-4-12 食品照射データベース

食品照射データベース

日本原子力研究所・高崎研究所

>>Jaeri HOME >>Takasaki HOME

序文  
現状と動向  
科学技術用語  
食品照射と放射能  
放射線照射と放射能  
放射線照射と食品の安全性  
放射線照射と食品の品質  
放射線照射と食品の包装  
放射線照射と食品の流通  
放射線照射と食品の消費  
HOME

食品照射とは、ある種のエネルギーによって食品を処理することです。その処理とは、期待する目的を達成するために、包装された状態にある食品に、一定の時間、注意深く管理された量の電離放射線を照射することです。このような処理を実施しても、食品に放射線をあてた時間や食品が吸収したエネルギー、すなわち線量に関係なく、食品中の放射能が自然のレベルを超えることはありません。食品照射は、バクテリアや高等生物の細胞を構成している分子の構造に影響を与えることによってこれらの細胞分裂を抑制することができます。さらに、放射線を照射すると、植物組織の生理過程において生化学的な反応を引き起こすことにより、ある種の果実や野菜の成熟を遅らせることもできます。

Information  
Informationでは最近の状況やトピックスを紹介します。

- ・世界の食品照射の現状
- ・食品照射の世界的動向
- ・JAERI-Review 2001-029 食品照射の基礎と安全性

食品照射データベースシステムのお問い合わせ

食品照射データベースシステムをご利用いただきありがとうございます。食品照射に関する最新のデータで運用してまいります。今後ともデータの一層の充実を図るため努力してまいりますのでよろしくお願い申し上げます。なお、データは当研究所が責任を持って作成しておりますが、データ上の問題やご意見、アドバイス等がありましたら左記宛にお知らせください。

日本原子力研究所 高崎研究所  
〒370-1292  
群馬県高崎市神倉町1233  
TEL: 027-346-9511  
FAX: 027-346-9588  
E-mail: koba@takasaki.jaea.go.jp

22760

【受付時間】平日 9:30～11:30 13:30～17:00まで

### コラム 国の進める重要な科学技術（科学技術基本計画）

平成18年3月に閣議決定された第3期科学技術基本計画（平成18年度～平成22年度）を受けて、「分野別推進戦略」（平成18年3月総合科学技術会議）において、今後5年間に取り組むべき『重要な研究開発課題』が定められ、その中でも研究開発予算を集中投資する『戦略重点科学技術』（※1）及び『国家基幹技術』（※2）が設定された。

その内、エネルギー分野においては、原子力政策大綱も踏まえつつ、「原子力エネルギーの利用の推進」及び「原子力安全の確保」の観点から、以下の10の重要な研究開発課題が選定され、その内から4つの戦略重点科学技術と1つの国家基幹技術が選定された。

- ①次世代軽水炉技術・軽水炉高度利用技術
- ②高速増殖炉（FBR）サイクル技術
- ③ウラン濃縮・新燃料技術
- ④使用済燃料再処理技術（軽水炉関係）
- ⑤高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術
- ⑥原子力施設の廃止措置技術・放射性廃棄物処理処分技術
- ⑦核融合エネルギー技術
- ⑧原子力基礎・基盤、核不拡散技術研究開発
- ⑨高温ガス炉などの革新的原子力システム技術
- ⑩原子力安全研究

また、原子力技術はライフサイエンスやナノテクノロジーをはじめとする広範な分野で利用されており、エネルギー分野以外で選定された重要な研究開発課題の中にも、例えば、

- ①標的治療等のがん医療技術（ライフサイエンス分野）
- ②ナノ領域最先端計測・加工技術（ナノテクノロジー・材料分野）
- ③X線自由電子レーザーの開発・共用（ナノテクノロジー・材料分野）

のように原子力に関係する技術がある。

下線は『戦略重点科学技術』を示し、□は『国家基幹技術』を示す

※1『戦略重点科学技術』：以下の視点から各分野内において基本計画期間中に重点投資する対象として選定され、分野別推進戦略で位置付けられたものを指す。

- ①近年急速に強まっている社会・国民のニーズ（安全・安心面への不安等）に対し、基本計画期間中において集中投資することにより、科学技術からの解決策を明確に示していく必要があるもの。
- ②国際的な競争状態及びイノベーションの発展段階を踏まえると、基本計画期間中の集中投資・成果達成が国際競争に勝ち抜く上で不可欠であり、不作為の場合の5年間のギャップを取り戻すことが極めて困難なもの。
- ③国が主導する一貫した推進体制の下で実施され世界をリードする人材育成にも資する長期的かつ大規模なプロジェクトにおいて、国家の総合的な安全保障の観点も含め経済社会上の効果を最大化するために基本計画期間中に集中的な投資が必要なもの。

※2『国家基幹技術』：戦略重点科学技術のうち③に該当する科学技術であり、国家的な大規模プロジェクトとして基本計画期間中に集中的に投資すべき基幹技術を指す。