

2017 年 8 月 8 日
 電気事業連合会

国が持つべき研究開発機能について

1. はじめに（官民の役割についての認識）

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、原子力の長期利用や足元の民間事業者の事業推進を支援する基礎基盤研究、並びに、それらを効果的に推進するために必要となる人材、研究施設、国際的枠組み等の維持・発展を担う役割であり、民間は、原子力を民間事業として実施するにあたり、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であるものと認識している。

2. 国として持つべき原子力研究開発機能を考える上で考慮すべき事項

【これまで示してきた期待事項】

上記の認識の下、事業者は、日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」）の設立にあたり、JAEAが実施する研究開発について、以下の期待事項を示してきた。

商用ベースの事業が進んでいる分野	
①軽水炉発電	燃料開発、高経年化・材料、シミュレーションなどに関する応用・改良研究、基礎基盤研究、安全研究等の実施
②原子燃料サイクル	商業利用の初期段階であるため、人、研究施設に関する技術支援や、更なる高度化に係る技術開発の継続実施
国の主体的な実施が求められる分野	
②原子燃料サイクル	原子燃料サイクル確立に向け、使用済MOX燃料再処理技術の実証などの研究開発
③高速炉	高速炉及び関連する燃料サイクル技術の開発
④放射性廃棄物、廃止措置	合理的な規制基準の導入に必要なデータ取得など、放射性廃棄物処理・処分、廃止措置に係る研究開発
⑤高レベル放射性廃棄物	高レベル放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発
⑥次世代炉	次世代炉（第四世代炉）に係る基礎基盤研究

【環境変化を踏まえて考慮すべきこと】

福島第一原子力発電所事故を経験した現在においても、エネルギー基本計画等で確認されているとおり、我が国の原子力利用の必要性は不変であるが、原子力の研究開発に関する環境としては、以下のような変化が生じている。

関連する分野	原子力の研究開発に関する環境変化
①～⑥すべて	世界最高水準の安全を達成するため、 <u>新規規制基準（シビアアクシデント対策など）</u> や国内外の最新知見に関し、我が国として継続的な知見獲得が必要
①、④	我が国の原子力発電所は、2010年代以降、順次、 <u>運転 40 年を迎える見込み</u> であり、長期利用／廃炉の判断が必要
④	福島第一原子力発電所の着実な廃止措置を進める必要性

関連する分野	原子力の研究開発に関する環境変化
④	国内の研究施設については、 <u>JAEAが保有する施設の約半数の廃止が決定</u> しており、今後、研究施設の廃止措置が増加
①、②	研究施設の廃止に関し、燃料・材料の研究開発に関する中心的な役割が期待されていた <u>JMTR</u> 、原子燃料サイクルの研究開発のコアとなる施設である <u>東海再処理施設</u> や <u>高レベル放射性物質研究施設(CPF)</u> の廃止が決定しており、これまで事業者がJAEAに期待していた研究開発が停滞する虞
③	高速炉開発に関し、政府は、 <u>震災以降の環境変化を踏まえた高速炉開発方針を決定</u> するとともに、 <u>もんじゅの廃止措置</u> を決定。今後、本方針に基づき、将来の高速炉の実現に向け、戦略の策定等を一体的に進める必要性
①～⑥すべて	原子力人材に関し、学生、若手研究者が研究施設を利用し、 <u>技術を磨く環境、機会が少なくなっている</u> 。また、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があるため、 <u>原子力産業への希望者は減少傾向</u> にあり、 <u>原子力人材の地盤が低下</u> していく虞

【事業者の取組み】

これら状況の下、事業者としては、以下のような取組みを進めてきている。

さらなる安全性向上に向けて	
①軽水炉発電	<ul style="list-style-type: none"> 確率論的リスク評価(PRA)の適用範囲拡大/精度向上に向けた技術開発 高燃焼度使用など高負荷に対応した燃料の開発 等
長期利用に向けて	
①軽水炉発電	<ul style="list-style-type: none"> 高経年化・材料に関する研究開発(応力腐食割れの対策に関する研究、電気設備の経年劣化評価研究、検査モニタリング技術 等) 使用済燃料の貯蔵技術の多様化、長期健全性評価 等
原子燃料サイクルの確立に向けて	
②原子燃料サイクル	<ul style="list-style-type: none"> 日本原燃の「再処理工場」の試験運転及び「MOX燃料工場」の建設に向けた取組み 新規制基準への対応はもとより、さらなる安全性向上に向けた取組み 再処理技術(ガラス固化技術)のさらなる高度化、ウラン濃縮技術(新型遠心機)の開発 等
円滑な廃止措置の実現に向けて	
④放射性廃棄物、廃止措置	<ul style="list-style-type: none"> 現存技術を採用し、高い信頼性の確保とコストの低減を図ることを前提とした原子力発電所の廃止措置の検討・実施 等
人材の確保、確実な技術伝承に向けて	
①軽水炉発電 ②原子燃料サイクル ④放射性廃棄物、廃止措置	<ul style="list-style-type: none"> 現場教育、シミュレータ訓練等を通じた技術・人材の維持、向上(若手人材の育成 等) 原子力災害に備えた原子力防災訓練の実施 原子力に対する信頼回復に向けた地域住民等との対話活動の強化 等

3. 国への要望事項

国においては、エネルギー政策の根幹をなす原子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（高速炉実用化開発、次世代炉に向けた基礎基盤研究等）を、引き続き、主体的に実施することを期待する。

商用ベースでの事業が進んでいる分野では、震災以降の環境変化を踏まえつつ、原子力利用に関する中長期的な民間の研究ニーズを把握し、これらのニーズに合致した基礎基盤研究から得られる成果を広く共有するとともに、研究開発に係るインフラの整備が継続して行われることを期待する。

技術・人材の確保に関して、大学やJAEAの施設が新規規制基準への対応中であり、研究炉を使用した学生実験等が十分できない状況にある。これらの施設は再稼働後も、老朽化や施設管理者の人材不足等、長期的な視点で、国内研究炉を使用した教育ができなくなる恐れもある。また、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があり、原子力産業への希望者は減少傾向にある。このような状況を捉えて、原子力の信頼回復に関する取組み、原子力発電所、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の意義や魅力に関する社会への発信、教育環境の維持等、原子力人材の地盤を維持するための施策について、継続的に検討され展開されることを期待する。

以下に、国が備えるべき機能について、中長期的な取組の方向性を検討いただきたい具体的事項を示す。

① 軽水炉発電（商用ベースでの事業が進んでいる分野）

◆ 安全に係る基礎基盤研究、及びデータベースの維持・更新

福島第一原子力発電所の事故以降、シビアアクシデント研究の必要性が高まっている。JAEAでは大型格納容器実験装置（CIGMA）などの施設を活用した安全研究が進められており、これら研究で得られた最新知見を広く共有することを期待する。また、JAEAが開発、維持している核データライブラリ JENDL など、海外の核データライブラリに比肩するレベルが維持されており、これらデータベースの維持更新にも期待する。

- ・大型格納容器実験装置（CIGMA）を活用した軽水炉のシビアアクシデント時の格納容器内の高温ガスや可燃性ガスの挙動に係る研究開発
- ・原子炉安全性研究炉（NSRR）を活用した安全研究の継続
- ・核データに関する専門家の維持、及び研究炉等を用いた核データの検証
- ・既存の中性子輸送コード、燃焼計算コードの高度化、及び炉心熱水力や動特性コードとの結合等
- ・熱水力安全解析コードの開発と検証
- ・国産SA解析コードの開発・高度化

◆ 燃料開発、高経年化・材料に係る研究開発

燃料の信頼性向上に資する研究、長期利用に向けた原子炉压力容器やコンクリート等に対する中性子の照射影響の確認など、照射炉および照射後試験施設の利用ニーズがある中、JMTRの廃止が決定したことを踏まえ、JMTRクラスの照射試験が実施できる環境の整備を期待する。環境整備にあたっては、海外の照射炉利用に関する課題（高輸送コスト、海外照射炉の見通し不透明等）を踏まえつつ海外に依存しない環境の整備、もしくは国際共同研究によって安価に照射試験データが得られる環境の整備を期待する。

また、民間の開発の方向性に合致した基礎基盤研究の実施について、JAEAと民間との燃料安全に係る試験データの有機的な連携を期待する。

- ・廃棄物低減及び燃料の信頼性向上・高度化に向けた基礎物性値の取得研究及びその施設基盤の整備
- ・燃料・材料照射試験のための照射炉と照射後試験のためのホットラボの整備
- ・新型燃料の信頼性実証試験（PIE：照射後試験）、出力急昇試験、水質環境影響確認試験等が実施できる環境の整備（関連ホットラボの維持含む）
- ・JAEAと民間との燃料安全に係る試験データの有機的な連携（実施内容や成果、情報の取り扱いなど）

② 原子燃料サイクル

◆ 再処理に係る研究開発（商用ベースでの事業が進んでいる分野）

JAEAと日本原燃との技術支援協定や、日本原燃で発生したガラス固化のトラブルを契機とした実規模モックアップ試験の支援等を通じて、これまで東海再処理施設で得られたノウハウや開発技術が提供されている。

しかし、「東海再処理施設」の廃止が決定し、メインプラント等の施設が先行で廃止措置へ移行することや、「ガラス固化技術開発施設（TVF）」が、安定化運転の終了後、廃止措置へ移行予定であることを念頭に置き、日本原燃の再処理施設の操業に向けて準備をしていかなければいけない。現場レベルでの技術開発・支援に必要な設備や技術者の維持・継続、これまで培ったノウハウや技術の移転等が確実に行われることを期待する。

加えて、今後、日本原燃で必要となる安全性向上に資する情報（経年劣化に関する情報等）の入手源が東海再処理施設の廃止によって失われることとなる。設備を廃止する前に、JAEAにおいて、将来の再処理施設の安全性向上に資する情報を確実に収集・分析・保管するための体制整備が検討され、日本原燃または関係機関へその知見が共有されることを期待する。

- ・ガラス固化技術（実規模大のモックアップ熔融炉(KMOC)をはじめとした高レベルガラス固化施設の運転への支援及び新型熔融炉開発に係る基礎物性の取得）
- ・分析技術等の技術改良（溶解、抽出、材料耐食性、固化ガラス物性試験等が可能なホット試験施設の機能維持（日本原燃再処理工場で発生した際のトラブルの原因究明・対策検討のため））
- ・経年施設の技術情報に関する知見共有（例：経年変化（腐食、磨耗、堆積等）、設備の故障率、再処理関連の水素発生量、移行率等）
- ・サイクル施設におけるリスク評価手法の開発検討等への関与

◆ 再処理に係る研究開発（国の主体的な実施が求められる分野）

これまで、使用済MOX燃料の再処理等に係る試験研究を、「高レベル放射性物質研究施設（CPF）」にて実施していたが、2021年までに廃止時期を判断するとされており、「東海再処理施設」も廃止措置が決定している。「燃料サイクル安全工学研究施設（NUCEF）」への集約化が検討されているとのことだが、必要となる全ての機能が維持され、引き続き、JAEAにおける核燃料サイクルに係る基礎的研究が継続実施されることを期待する。

- ・使用済MOX燃料の再処理技術、高燃焼度燃料・特殊燃料（PIE燃料、破損燃料）の再処理技術の技術的検討
- ・MA分離プロセスの開発、MA燃料の再処理試験

◆ MOX燃料製造に係る研究開発（商用ベースでの事業が進んでいる分野）

日本原燃MOX燃料工場は設計・建設の段階であり、燃料製造・取扱技術などについては十分定着した状態にはなっていない。このため、引き続き人的協力・施設利用などの技術協力を実施いただきたい。

また、操業以降におけるMOX燃料製造についての新開発設備・改良設備の確証試験の実施、新しい原料を用いたMOX燃料製造の確証試験の実施等についても、MOX燃料製造に係る人的協力・施設利用等の技術協力を実施いただきたい。

- ・将来の高富化度・高燃焼度MOX燃料（ペレット）の製造に係る研究
- ・日本原燃MOX燃料工場の運転などに関する技術協力
- ・新設備、新原料等によるMOX燃料製造の確証

◆ 保障措置・核物質防護に関する研究開発（国の主体的な実施が求められる分野）

保障措置のシステムのいくつかは、JAEAで開発・検証してきた経緯がある。国の機関として、信頼性の高い保障措置システムの継続的な開発を期待する。

また、核燃料物質の標準試料について、現在は国内での分析標準試料を製造・供給する体制がなく、供給が途絶えた場合には保障措置分析・施設操業に影響がある。開発・供給には海外の研究機関やIAEAとの共同が必要であり、JAEAからの安定供給が望まれる。

- ・核燃料物質の標準試料の開発・供給における海外研究機関等との連携

③ 高速炉

◆ 高速炉実用化開発の推進（国の主体的な実施が求められる分野）

JAEAは、高速炉実用化開発における研究開発主体として、これまで開発を推進してきた。現在、国の戦略ワーキンググループにおいて、高速炉の実現に向け、戦略ロードマップを検討中であるが、今後も、これまでの経験を元に、開発作業の特定をはじめとした検討を進めることを期待している。また、検討にあたっては、国の高速炉開発方針で確認されているとおり、「常陽」をはじめとした国内施設の活用、日仏ASTRID協力をはじめとした国際協力の活用、「もんじゅ」の試運転等で得られた知見の活用など、国内で蓄積した知見を最大限活用するとともに、最先端の知見を効率的に獲得していくことが必要であり、これらの検討を引き続き牽引するとともに、開発に必要な人的資源や研究施設の維持を行うことを期待している。

さらに、高速炉の炉側技術だけでなく、高速炉サイクル技術の開発も必要であり、高速炉燃料再処理の技術開発に係る人的資源と研究施設の維持を行うとともに、戦略ロードマップ決定後、研究開発を進めて行くことを期待している。

④ 放射性廃棄物、廃止措置

◆ 放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発（国の主体的な実施が求められる分野）

JAEAは再処理・濃縮・燃料加工等に伴うサイクル廃棄物に対する処理・処分技術の研究開発に取り組んでいる。サイクル廃棄物のうちウラン廃棄物については、JAEAは他の研究・医療関係等の廃棄物とともに埋設処分する計画であり、JAEAが主体となって処分概念の検討を実施している。また、ウラン廃棄物については、測定技術の開発にも取り組んでいる。これらJAEAによるサイクル廃棄物の処理・処分技術の開発に関する研究成果は、日本原燃におけるサイクル廃棄物や他の事業者から発生するウラン廃棄物に対しても適用可能なものであるため、今後も、サイクル廃棄物の処理・処分技術に関する研究開発を引き続きお願いしたい。

◆ 廃止措置に係る研究開発（商用ベースでの事業が進んでいる分野）

商業軽水炉の廃炉は、現存技術を採用することにより、高い信頼性の確保とコストの低減を図ることが前提となる。従って、多くの技術開発については、一般産業での進歩に頼るところが大きいが、遮蔽技術や高放射線下での遠隔技術等の廃炉特有の技術については、長期にわたる継続的な研究開発が不可欠である。

JAEAが保有する施設の廃止措置を通じて、以下のような廃炉特有の先進技術の開発が行われ、実機での導入の経験や知見が得られれば、民間施設（軽水炉、サイクル施設）の廃止措置への応用が期待されるため、廃止措置のプランニング、廃止措置によって得られる技術・知見が、民間事業者にも広く共有されることを期待する。

また、人材育成の観点で、今後増加が予想される既設原子力発電所の廃止措置において、運転プラントとは異なるノウハウをもった人材を育成する必要がある。今後廃止措置を迎えるプラントが増えてくる状況を考慮すると、廃止措置に携わる人材をしっかりと確保することが重要であり、民間が実際の廃止措置を通じて育成していくことはもとより、国として、学生等が廃止措置に関して学ぶことができる環境を整備されることを期待したい。

- ・遮蔽技術や高放射線下での遠隔技術等の廃炉特有の技術
 - ・放射線下の遠隔技術／可視化技術
 - ・軽量の放射線遮蔽技術
 - ・耐放射線性半導体
 - ・耐放射線性ロボティクス
 - ・簡便で効率的な放射線計測技術
- ・廃止措置に係る人材を育成する環境の整備

⑤ 高レベル放射性廃棄物

◆ 高レベル放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発（国の主体的な実施が求められる分野）

JAEAは国内2か所にある地下研究施設、瑞浪超深地層研究所及び幌延深地層研究センターを運営し、JAEA及び共同研究として関係研究機関（※）が利用し、研究を進めている。地下研究施設は処分技術の技術開発や実証試験のみならず、技術継承の場としても必要であり、処分を進めている諸外国においても実施主体などが地下試験施設を保有している。しかしながら、瑞浪超深地層研究所は賃貸借期間の平成34年1月までに埋戻し予定である。また、幌延深地層研究センターは平成31年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定することになっており、平成32年度以降については未定である。

高レベル放射性廃棄物の処理・処分に係る技術開発や実証試験が継続され、技術・人材が維持されることを期待する。

※ 電力中央研究所、産業技術総合研究所、原子力環境整備促進・資金管理センター、量子科学技術研究開発機構など

⑥ 次世代炉（第四世代炉）

◆ 次世代炉（第四世代炉）に係る基礎基盤研究（国の主体的な実施が求められる分野）

科学技術の競争力向上と新たな原子力利用技術の創出及び産業利用に貢献する基礎基盤技術研究等を通じて、原子力の信頼回復に関する取組み、原子力発電所、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の意義や魅力に関する社会への発信、教育環境の維持等、原子力人材の地盤を維持するための施策について継続的に検討され展開されることを期待する。

- ・高温ガス炉による高温利用、水素生産技術の開発
- ・第四世代炉の要素技術の開発評価
- ・原子力の信頼回復に繋がる取組み

以上