

令和4年1月31日

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構  
核燃料・バックエンド研究開発部門  
部門長 三浦 信之 殿

廃止措置研究開発・評価委員会  
委員長 小崎 完

研究開発課題の事後評価／事前評価結果について（答申）

令和3年9月7日付貴発「令03原機（B）001」において諮問のありました、研究開発課題「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の事後評価及び「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の事前評価について、評価結果を別紙のとおり答申します。



(別紙)

「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の  
事後評価及び事前評価

令和4年1月31日

廃止措置研究開発・評価委員会

## 目次

1. はじめに .....	1
2. 廃止措置研究開発・評価委員会委員名簿 .....	2
3. 評価の方法 .....	3
4. 「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」 の事後評価結果 .....	7
5. 「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」 の事前評価結果 .....	16

## 1. はじめに

廃止措置研究開発・評価委員会は、原子力機構が進める原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理に関する技術開発についての評価及び助言を行うことを目的とし、原子力機構の外部委員会として設置されている。

本評価委員会は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定）等に基づき、令和 3 年 9 月 7 日に原子力機構より、「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」に関する事後評価及び事前評価について諮問を受けた。

諮問を受けて、本評価委員会は第 3 期中長期目標期間（平成 27～令和 3 年度）における「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の成果及び第 4 期中長期目標期間（令和 4 年度～10 年度）における「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の計画について討議及び評価を実施し、その評価結果について本答申書を取りまとめた。

本評価委員会による評価や意見が、原子力機構の第 4 期中長期計画に適切に反映されるとともに、今後の原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発の更なる発展に役立てられることを切に願う。また、本評価委員会の委員各位には、多忙を極める中で、非常に熱心に評価に携わって頂いた。各位のご尽力に深甚の謝意を表す。

令和 4 年 1 月 31 日  
廃止措置研究開発・評価委員会  
委員長 小崎 完

## 2. 廃止措置研究開発・評価委員会委員名簿

	氏 名	所 属 ・ 職 位
委員長	小崎 完	北海道大学大学院 工学研究院 応用量子科学部門 教授
委員	浅沼 徳子	東海大学 工学部 原子力工学科 准教授
委員	桐島 陽	東北大学 多元物質科学研究所 教授
委員	桐山 崇	日本原子力発電株式会社 廃止措置プロジェクト推進室 室長代理
委員	桑垣 玲子	電力中央研究所 社会経済研究所 兼 原子力リスク研究センター 主任研究員
委員	佐々木 隆之	京都大学大学院 工学研究科 原子核工学専攻 教授
委員	朽山 修	公益財団法人原子力安全研究協会 技術顧問
委員	永橋 賢司	海洋研究開発機構 研究プラットフォーム運用開発部門 技術開発部 部長
委員	守屋 登康	日本原燃株式会社 技術本部 技術管理部長
委員	吉田 剛	新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション推進部 部長
委員	Mike Guy	セラフィールド社 技術能力開発マネージャー

### 3. 評価の方法

#### (1) 事後評価

原子力機構における第3期中長期計画に係る下記の研究開発項目について、平成27年度～令和3年度の7年間を事後評価の対象期間とした。

事後評価の対象とした研究開発分野及び項目を表-1に示す。なお、もんじゅの廃止措置に関連する技術開発については、本評価委員会の対象外とする。

事後評価の観点を表-2に、事後評価の評価区分（基準）を表-3に示す。

表-1 事後評価における研究開発分野及び項目

研究開発分野	研究開発項目
原子力施設の廃止措置に関する技術開発	高放射性固体廃棄物の遠隔取出し技術開発
	廃止措置における技術開発（遠隔試料採取、レーザ切断の適用性評価）
	グローブボックス解体撤去技術開発（アドバンスドスマートデコミッションングシステム（A-SDS））
	廃止措置費用評価コード（DECOST）の開発
	閉山措置に係る技術開発
放射性廃棄物の処理に関する技術開発	放射性廃液の固化、安定化技術開発（STRADプロジェクト）
	有害物の固定化技術開発
	ガラス固化技術の高度化開発
	カスケード分離技術を応用した分析技術開発
	ウラン廃棄物の除染技術開発（機能水除染）
	クリアランス測定技術開発（等価モデル法適用性）

表－２ 事後評価における評価の観点

No.	評価の観点
①	研究開発の達成度（成功・不成功の原因の把握・分析）
②	当初の研究開発計画の妥当性
③	研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度
④	研究者の育成・支援への貢献の程度
⑤	将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討
⑥	国内外他機関（原子力以外の分野を含む）との連携の妥当性
⑦	イノベーション創出への取組の妥当性
⑧	社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
⑨	科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性
⑩	研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）
⑪	人材育成に関する取組の妥当性(原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等)

表－３ 事後評価における評価区分（基準）

評定	評価区分（基準）
S	目的・目標・計画等に照らし、研究成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な研究開発運営の下で、「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。
A	目的・目標・計画等に照らし、研究成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な研究開発運営の下で、「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。
B	目的・目標・計画等に照らし、研究成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な研究開発運営がなされている。
C	目的・目標・計画等に照らし、研究成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な研究開発運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。
D	目的・目標・計画等に照らし、研究成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な研究開発運営」に向けて抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる。



(2) 事前評価

原子力機構における第4期中長期目標期間（7カ年）に係る下記の研究開発項目について、令和4年度～令和10年度の7年間を事前評価の対象期間とした。

事前評価の対象とした研究開発分野及び項目を表-4に、事前評価の観点を表-5に示す。

事前評価については「妥当」、「要改善」の評価を行った。

表-4 事前評価における技術開発の項目

研究開発分野	研究開発項目
原子力施設の廃止措置に関する技術開発	高放射性固体廃棄物の遠隔取出し技術開発
	ウラン廃棄物の除染技術開発（機能水除染）
	ウラン廃棄物の定量技術開発
	大型ナトリウム原子力設備解体技術の基盤整備と技術実証
	高線量下での遠隔解体装置等設置に係る課題解決のための技術開発（遠隔試料採取、レーザー切断）
放射性廃棄物の処理に関する技術開発	ガラス固化技術の高度化開発
	低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）の整備 －硝酸根分解技術及びセメント固化技術に関する技術開発－
	研究施設等からの放射性廃液の処理に関する共同研究（STRADプロジェクト）
	有害物の固定化技術開発
	高エネルギーX線CTを利用したドラム缶内容物確認技術開発

表－5 事前評価における評価の観点

No.	評価の観点
①	研究開発課題の選定の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む。）」
②	方向性・目的・目標等の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む。
③	研究開発の進め方の妥当性
④	研究資金・人材（体制）等の研究開発資源の配分計画の妥当性
⑤	国内外他機関（原子力以外の分野を含む）との連携の妥当性
⑥	イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性
⑦	社会実装に向けた取組計画の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
⑧	科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性
⑨	研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）
⑩	人材育成に関する取組の妥当性(原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等)

#### 4. 「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の事後評価結果

##### (1) 総合評価

研究開発課題「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」について、第3期中長期目標期間の成果に対する事後評価を行った。

本課題に関する全ての研究開発項目について、科学技術政策、社会的ニーズに適合した計画となっており、当初計画通り技術開発を着実に実施し、目標を達成している。加えて、研究開発の実施に当たっては積極的に他機関との連携を図りながら成果の社会実装に向けた取り組みを行い、一部の研究開発項目については具体的な社会実装につなげており、他の研究開発項目についても将来的な成果の創出が期待されると認められる。また、いずれの研究開発項目においても若手の研究者・技術者が主体的に関わり、着実に人材育成が進められているとともに、積極的に成果の発表を行い、成果の社会的受容性を得るよう努めていると認められる。

具体的には、カスケード分離技術を応用した分析技術開発については開発を終了し、その成果を学会発表や論文投稿等で積極的に公表するとともに、福島第一原子力発電所の現場での実用に供し、社会実装の実現につなげている。また、廃止措置費用評価コード（DECOST）の開発についても、開発したコードを公開して機構外部の事業者からの利用につなげており、アウトカムの普及の観点から顕著な成果を上げていると評価できる。さらに、放射性廃液の固化、安定化技術開発（STRADプロジェクト）ではコンソーシアムを構築して外部機関との連携を強め、効率的な研究開発をマネジメントし、原子力以外の他分野でも利用可能な処理技術を開発した点について、アウトカムの普及、イノベーション創出の取組みの観点からも、その好例と高く評価できる。

全体として、本研究開発課題においては「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待が認められると判断できることから、「A」と評価する。

なお、ガラス固化技術のさらなる高度化およびプロセス安定化は、原子力機構のみならず、日本全体の原子力利用の継続のための最重要な技術課題の一つであり、着実に実施されることを期待する。DECOSTの開発については、今後は廃止措置に係る費用の評価として廃棄物の処理処分の費用についても考慮することが望まれる。また、成果の社会実装や社会的受容性の向上に向けて、経済性の観点にも配慮し、技術開発の成果について他の原子力事業者への技術コンサルティング等を通じたアウトカムの普及に努め、より一層の工夫や改善を含めた一般市民に理解し易い形での積極的な情報発信に期待する。

(2) 事後評価に係る個別観点ごとの評価

1) 原子力施設の廃止措置に関する技術開発

①「研究開発課題の達成度」について

(委員評価結果：A4名、B6名)

各研究開発項目において、目標を達成しており、着実な運営がなされたものと評価できる。特に、水中 ROV を活用することによりコスト低減しつつ安全かつ効率的に廃棄物の取り出しを行う技術や、廃止措置へレーザー切断を適用し、工期短縮や二次廃棄物発生量低減等の見通しを得たことは評価でき、将来的な成果の創出が期待される。これらを実地に適用するには、さらにシステムとしての適用可能性を示す必要があるが、このプロセスに進む準備は十分にできていると考える。

DECOST の開発については、開発したコードが複数の外部ユーザーに利用されていることから、目標以上の達成度が得られたものと評価できる。一方で、このコードでは廃止措置における解体費用のみが扱われている。廃止措置は半分が解体、残りは廃棄物処理処分であることから、この部分を適切に評価できるように検討を進め、廃棄物処理処分も含めたコードとなれば、非常に有意義なものになる。

以上のことから、研究開発課題の達成度については「B」と評価する。

②「当初の研究開発計画の妥当性」について

(委員評価結果：A1名、B9名)

7年間という期間の中で、大きな問題もなく計画通りに研究開発が進み、当初目標を達成できていることから、当初の計画は妥当なものであったと評価できる。

高放射性固体廃棄物の遠隔取出し技術開発については、アーム型取り出し装置の適用から、水中 ROV の適用へと計画を変更している。これは、計画そのものの問題ではなく、解決策を策定のうえ開発が進められていることから、むしろ有効な判断であったと評価する。

以上のことから、当初研究開発計画の妥当性については「B」と評価する。

③「研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度」について

(委員評価結果：S2名、A7名、B1名)

DECOST は、機構内だけでなく、機構外における多くの原子力事業者で活用されており、アウトカムとして高く評価できる。水中 ROV、炉内試料採取技術、レーザー切断技術、遠隔操作による解体撤去技術については、東電や IRID との情報交換が行われており、福島第一原子力発電所の廃炉および他の原子炉の廃止措置への適用に向けた活動がなされており、評価できる。

アウトカムの普及については、成果を発信・発表するのみならず、「このような場面で、このように活用することが出来る」といった活用例の発信や、他の原子力事業者への技術コンサルティングなどの実施を進めることを期待したい。

以上のことから、研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度については「A」と評価する。

④「若手研究者の育成・支援への貢献の程度」について

（委員評価結果：A1名、B9名）

いずれの研究開発項目においても若手職員が参加し、成果発表等を行っていることから、着実な育成がなされていたと評価できる。

加えて、開発課題として、若手の研究意欲を高め、かつ画期的なものが設定されており、これは廃止措置や廃棄物の処理処分に携わる若手研究者に、夢ややりがいを持ってもらうという最も重要な若手研究者の育成・支援への貢献であると評価したい。

また、廃止措置は長期に亘るプロジェクトであるため、若手をプロジェクトリーダーとして登用し、モチベーションアップを図るなどの方策をとることも有効であると考えられる。このとき、ベテランは、若手の柔軟な発想を伸ばすように差配することが肝要である。今後、このような体制がさらに強化され、成果につながることを期待する。

以上のことから、若手研究者の育成・支援への貢献については「B」と評価する。

⑤「将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討」について

（委員評価結果：A2名、B7名、C1名）

いずれの研究開発項目においても、課題点を明確にした上で検討し、着実に成果をあげており、今後取り組むべき課題も明確になっている。将来への研究開発の展開も明示されていると評価する。

一方で、コスト意識をもって、より合理的に、より簡便に廃止措置ができないかという視点で研究開発を進めようとする姿勢が不足しているように見受けられた。

以上のことから、将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討については「B」と評価する。

⑥「国内外他機関（原子力以外の分野を含む）との連携の妥当性」について

（委員評価結果：A1名、B9名）

いずれの研究開発項目においても、大学、民間企業、外国の機関等の様々な機関との連携がなされ、良好な関係を構築しつつ着実に研究開発を進めている

と評価できる。

今後は、コンソーシアムの構築などにより、連携機関と研究開発をより効率的に進めるとともに、その成果を機構外にも提供する体制作りが望まれる。また、さらにイノベーションを呼び込むためにも、原子力関連機関以外の技術交流にも期待する。

以上のことから、国内外他機関との連携については「B」と評価する。

⑦「イノベーション創出への取組の妥当性」について

(委員評価結果：B10名)

廃止措置を進める上では、実用化を目指した技術開発が主であり、新たな切り口を見出すことは容易ではないと考えるが、他機関・異分野との相互連携を進めることで、新たな切り口を見いだす努力がなされた点は評価できる。

グローブボックス解体撤去技術開発では、コスト・期間の観点でこれまでの廃止措置の前提を大きく変えることが期待できる。遠隔ロボット技術とAI活用については、多くのイノベーション創出事例があるので、現在の連携している機関以外の情報も取り入れていくことに期待する。また、若手の機構内起業支援など新たな枠組みの創出も必要ではないかと考える。

以上のことから、イノベーション創出への取組については「B」と評価する。

⑧「社会実装の達成度、取組の妥当性」について

(委員評価結果：B9名、C1名)

様々な組織と連携し、社会実装に向けて着実な研究開発運営がなされているものと評価できる。特にDECOSTの開発については、機構外の事業者での利用が広まっており、社会実装が達成されている好事例であり、高く評価できる。

一方、他の研究開発項目では社会実装まで達成された成果は乏しい。得られる成果は他の原子力施設、福島第一原子力発電所の廃炉等においても活用できる内容であることから、より一層の進展を期待する。

以上のことから、社会実装の達成度、取組の妥当性については「B」と評価する。

⑨「科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性」について

(委員評価結果：A3名、B7名)

いずれの研究開発項目においても、原子力施設の廃止措置を着実に進められることに繋がる技術開発成果が期待でき、安全かつ効率的に廃止措置が進み、その上、費用削減や期間短縮につながる成果が期待できることは評価できる。原子力施設の廃止措置は安全かつ合理的に進めることが求められていることから、社会的意義・ニーズへの適合性につながり、科学技術政策へも影響を及ぼ

すと考えられる。

以上のことから、科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性については「B」と評価する。

⑩「研究開発課題／成果の社会的受容性」について

(委員評価結果：B10名)

研究開発の成果を国内・国際学会や論文で積極的に情報発信している点は高く評価できる。また、国外機関と協調して課題解決に向けて取り組んでいることを社会にアピールするなど、社会的受容性を高める取組みが行われたと評価できる。

一方で、廃止措置は地域住民や国民の理解なしでは進められないことから、研究開発の進捗状況や成果、安全性を一般市民にも理解し易い形で積極的に情報発信する点は改善の余地があったと思われる。特に廃止措置に関する技術は、社会一般からの関心が高い分野であるため、リスク低減に関して、ALARP/BATの観点から評価するとともに、情報の発信についてはより一層の工夫や改善を期待する。

以上のことから、研究開発課題／成果の社会的受容性については「B」と評価する。

⑪「人材育成に関する取組の妥当性」について

(委員評価結果：A1名、B8名、C1名)

若手の職員、技術者が研究開発に参加する機会を積極的に設けるとともに、夏期実習生としての学生の受け入れなどにより若手職員や大学生が廃止措置に関わる技術開発や、科学的知見に触れる機会を提供するよう努めており、人材育成は適切に実施されていたと評価できる。

一方で、特殊な技術や安全に対する知識など、人材育成にはより積極的な仕組み作りが必要と考える。また、イノベーション・デジタル化を担う人材の育成に関しては、廃止措置分野でのDXとは何かを改めて検討してほしい。

以上のことから、人材育成に関する取組の妥当性については「B」と評価する。

2) 放射性廃棄物の処理に関する技術開発

①「研究開発課題の達成度」について

(委員評価：S1名、A7名、B1名、C1名)

各研究開発項目において、目標を達成しており、着実な運営がなされたものと評価できる。他の大学、他機関と連携して成果を上げるなど、自前主義にこだわらない姿勢で成果を確実にあげていることは高く評価できる。

STRAD プロジェクトでは、機構外の複数の機関とコンソーシアムを構築し

て課題を共有し、安定化技術の開発と処理方針策定までの研究開発を効率的に進め、要素となる様々な方法を開発できている。その成果を機構内外に展開し、他分野でも利用可能な処理技術を開発した点について特に顕著な成果として高く評価できる。

カスケード分離技術を応用した分析技術開発では、純 $\beta$ 放出核種を同重体の分別が困難な質量分析装置で分析するという克服が難しい課題に対し、リアクションセルという画期的な方法で解決を図り、福島第一原子力発電所での分析に活用されるまでに実用化開発を進めた点は、特に顕著な成果として評価できる。

なお、ガラス固化技術の高度化では、失敗から学ぶことで新たな開発方針を見出すことにより着実な研究開発運営がなされたものの、成功・不成功の原因について外部にも透明性の高い説明ができるよう一層の努力を期待する。

以上のことから、研究開発課題の達成度については「A」と評価する。

## ②「当初の研究開発計画の妥当性」について

(委員評価結果：B10名)

いずれの研究開発項目においても、計画通りあるいは計画以上に成果があげられていることから、当初の研究開発計画は妥当であったと評価できる。

研究開発課題には、機構が進めていく廃止措置に必要不可欠なものと、これと並行して機構内外に活用可能な研究開発を行うことで社会貢献を目指す方向で研究を進めていくものがあり、全体として両者のバランスが合理的に考慮された計画となっていると評価する。

以上のことから、当初の研究開発計画の妥当性については「B」と評価する。

## ③「研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度」について

(委員評価結果：S2名、A8名)

STRADプロジェクトにおいては放射性廃液のみならず、一般産業界における化学物質処理にも適用可能な技術開発がなされており、大きなアウトカムが認められた。カスケード分離技術を応用した分析技術開発においては、研究開発成果が福島第一原子力発電所での廃炉作業の分析において適用されており、成果の普及という観点で優れたアウトカムであった。これらは「S」に相当する極めて顕著な成果と評価できる。

また、ガラス固化技術の高度化では、技術開発で経験したガラス熔融炉の不具合や計画変更といった知見を積極的に日本原燃と共通する取り組みを進めており、他の研究開発についてもアウトカムの普及に向けて関係機関との連携を進めていることから、顕著な成果が期待できる。

以上のことから、研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の



程度については「A」と評価する。

④「若手研究者の育成・支援への貢献の程度」について

(委員評価結果：A2名、B8名)

いずれの研究開発項目においても、研究開発に若手研究者が主体的に携わり、非常に積極的に学会発表、論文発表を行っており、研究課題を通じた博士号取得など、若手研究者の育成・支援に顕著な貢献が認められる。特に大学との協力関係の中で、学生を含めた人材の育成に貢献していると評価できる。

以上のことから、若手研究者の育成・支援への貢献の程度については「B」と評価する。

⑤「将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討」について

(委員評価結果：A1名、B9名)

いずれの研究開発項目においても、明らかになった新たな課題点を明確にしたうえで、将来への研究開発への展開についても十分に検討がなされており、評価できる。ウラン除染技術については、移動型のモジュールシステムに組み込んでいくことで将来有用な技術となることが期待できる。

以上のことから、将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討については「B」と評価する。

⑥「国内外他機関（原子力以外の分野を含む）との連携の妥当性」について

(委員評価結果：評価 A4名、B6名)

いずれの研究開発項目においても、国内外の機関と連携して効果的に研究開発を進め、成果をあげていると評価できる。特に STRAD プロジェクトにおけるコンソーシアムの構築や、カスケード分離技術を応用した分析技術開発において、福島大学等との連携により外部資金の獲得につなげたことは評価できる。今後は、さらに原子力関連機関以外との連携も期待する。

以上のことから、国内外他機関（原子力以外の分野を含む）との連携の妥当性については「A」と評価する。

⑦「イノベーション創出への取組の妥当性」について

(委員評価結果：評価 A6名、B4名)

イノベーション創出には、今まで直接交流のなかった、様々な機関、企業との情報交換の場が必要である。有害物の固定化技術開発や STRAD プロジェクトでは、そうした情報交換の場を設けて、他機関との連携を積極的に進めていることから、これまでの成果に基づき新たな切り口が見出せるものと期待できる。

また、STRAD プロジェクトは、複数の大学・メーカー等と共同研究を実施し、コンソーシアムを構成するとともに CEA（仏）、JRC（伊）、NNL（英）と情報交換を行うなど、イノベーション創出への取組みとして高く評価できる。当初の計画段階からよく練られたものであり、研究途上においても発展性、将来性を柔軟に判断して、プロジェクトを進めた賜物である。プロジェクトマネジメントの見本であると非常に高く評価できる。

以上のことから、イノベーション創出への取組の妥当性については「A」と評価する。

⑧「社会実装の達成度、取組の妥当性」について

（委員評価結果：S1名、A1名、B8名）

いずれの研究開発項目においても、社会実装あるいは社会実装に向けた取組が積極的に行われている。特に、カスケード分離技術を用いた分析法は福島第一原子力発電所の廃炉に既に適用されており、社会実装が達成されていることが評価できる。

その他の研究開発項目においても、福島第一原子力発電所や、他機関への適用、学会標準化を目指して情報交換や連携を進めていることが、社会実装に向けた取組みとして評価できる。

以上のことから、社会実装の達成度、取組の妥当性については「B」と評価する。

⑨「科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性」について

（委員評価結果：A7名、B3名）

廃止措置を安全かつ合理的に進めることは、持続的発展の社会において必ず解決しなければならない公共の課題であり、社会的・経済的に重要である。いずれの研究開発項目についても、廃止措置の円滑な実施に必要な課題解決に向けた研究開発が進められており、社会的意義、ニーズへの適合性が高く評価できる。

STRAD プロジェクトは、研究施設における試験廃液に着目しており、注視されにくい非常に重要な課題への取組みであり、社会的な意義は大きい。

以上のことから、科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性については「A」と評価する。

⑩「研究開発課題／成果の社会的受容性」について

（委員評価結果：B9名、C1名）

いずれの研究開発項目についても、研究開発の成果を国内・国際学会や論文で積極的に情報発信に努めており、社会的受容性の向上に努力していると評価

できる。

一方で、放射性廃棄物の処理・処分は地域住民や国民の理解なしでは進められないことを考え、研究開発の進捗状況や成果を一般市民にも理解し易い形で積極的に情報発信する点は改善の余地があると思われる。また、実装段階の前に、研究段階からの社会との関係構築を進めることで、社会的受容性を高めることに貢献できる。成果等の発信については、社会へ及ぼす影響度の想定が十分なものであるかという点を再検討し、より一層の工夫や改善を期待する。

以上のことから、研究開発課題／成果の社会的受容性については「B」と評価する。

⑩「人材育成に関する取組の妥当性」について

(委員評価結果：A6名、B4名)

若手の職員、技術者が研究開発に参加する機会を積極的に設けるとともに、夏期実習生としての学生の受け入れなど、人材育成は適切に実施されていたと評価できる。

なかでも、STRAD プロジェクトでは、構築したコンソーシアムを活用して、原子力を専門としない大学やメーカーとも積極的に協力を行って非原子力の大学からの原子力業界への就職につなげるなど、次世代の原子力を担う機構職員や民間企業の技術者、大学生等への人材育成の取り組みを実施しており、極めて有効な人材育成を行っており、プロジェクトリーダー育成のお手本となる、顕著な成果をあげていると評価できる。

以上のことから、人材育成に関する取組の妥当性については「A」と評価する。

## 5. 「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」の事前評価結果

### (1) 総合評価

研究開発課題「原子力施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理に関する技術開発」について、第4期中長期目標期間の計画に対する事前評価を行った。

全体として、いずれの研究開発項目においても、機構施設の廃止措置を進める上で不可欠な技術の開発、実証を目指している。これらの技術開発を着実に進めることにより、施設の廃止措置が円滑に進むとともに、国内外の原子炉施設の廃止措置の安全かつ着実な実施への貢献が期待できることから、研究開発課題、方向性・目的・目標等については適切に設定されていると評価できる。いくつかの技術開発項目については、モックアップ試験等、実用化に向けた取組が計画されており、成果の社会実装が期待される計画と認められる。また、各技術開発項目の実施に当たっては、第3期中長期目標期間から継続して若手研究者・技術者が参加するとともに、他機関との連携を積極的に行う計画となっており、人材育成、国内外他機関との連携が期待される計画と評価できる。

これらのことから、本研究開発課題における第4期中長期目標期間の計画については、「妥当」と評価する。

なお、今後機構において策定される技術開発戦略において各項目の重要度を総合的に評価し、機構横断的な開発を推進することで、方向性・目的・目標をさらに明確にすることを期待する。

本研究開発課題を進めるに当たっては、廃止措置の経済性を考慮し、福島第一の廃止措置への貢献を含めた社会実装の実現を期待するとともに、今までとは違う新たな分野との連携によるイノベーション創出への取り組みを期待する。一方、新たな状況変化に対しては、人材配置や資金配分の見直しを含め、計画を見直す柔軟性を保つことが望まれる。また、技術の継承に当たっては、人から人への継承に加えてナレッジ整備についても考慮するとともに、人文・社会科学分野も含めた幅広い分野の人材育成を進めることが望まれる。

### (2) 事前評価に係る個別観点ごとの評価理由

#### 1) 原子力施設の廃止措置に関する技術開発

##### ① 「研究開発課題の選定の妥当性」について

いずれの研究開発においても、国内外の原子炉施設の廃止措置に貢献することが期待されることから妥当と考える。

水中 ROV による遠隔取り出し技術やレーザー切断技術などは、福島第一原子力発電所の廃炉への技術適用が可能と考えられる。また、ウラン廃棄物の除染や定量に関する研究は、日本原燃や加工事業者が保有する廃棄物の処理へも直

結するテーマである。もんじゅの金属ナトリウムの処理については、国内外の高速炉開発においても貴重な情報を提供できる。A-SDS 開発は、原子力・放射線施設に特有の課題であり、施設の廃止には不可欠な開発要素を含むものと考ええる。これらの課題を継続的に取り組むことで、波及効果も見込める重要な課題が選定されていると判断する。

以上のことから、研究開発課題の選定については「妥当」と評価する。

## ②「方向性・目的・目標等の妥当性」について

いずれの研究開発項目においても、機構の施設の廃止を遂行する上で必要な課題であると同時に、今後、福島第一原子力発電所の廃炉やその他社会で行われる原子炉施設、原子力施設の廃止に適用可能な波及効果を持つ技術の改善を含んでいる。

技術開発は実施に向けて着実に進められており、これまでの成果及び課題を反映し、方向性・目的・目標等が適切に設定されていると考えるが、今後策定される技術開発戦略において、個々の項目の重要度が総合的に評価されるとともに、機構内で横断的な開発を推進することで、方向性・目的・目標がさらに明確化されることが期待される。

ウラン廃棄物の機能水除染を実施する際の二次廃棄物の処理方法や、もんじゅの残留ナトリウム安定化処理の際の炭酸の環境への放出を極小化する方法についても検討されることを期待する。

以上のことから、方向性・目的・目標等については「妥当」と評価する。

## ③「研究開発の進め方の妥当性」について

廃止措置を難易度の低いものから段階的に高いものへ進めることや、モックアップ試験において性能確認を行うなど、多くの研究課題が実用化に向けた取り組みを着実に進める計画となっており、妥当である。

なお、第 3 期中長期計画で実施した技術開発のうち、計画を見直した研究開発もあることから、計画どおりに進めつつも新たな成果や事実が把握された場合は、計画を見直していくよう柔軟な対応を要望する。

もんじゅのナトリウム設備の解体技術開発については、情報収集で得られる知識の他に、基礎試験などで得られる実際の経験・知見を蓄積し、予期せぬ事象が生じた場合や計画通りに進まない場合の方策を立てるための国内外の情報源として活用できる取り組みも必要と考える。また、ナトリウム等の取扱いが難しいものに対するリスクアセスメントについて手順等の再確認は必要である。

ウラン廃棄物の除染及びウラン廃棄物の定量については、2 ヶ年度分の計画しか提示されておらず、実用化に向けた研究開発の進め方という点について、改めて検討することを要望する。

以上のことから、一部について検討が必要なものもあるが、全体として研究開発の進め方については、「妥当」と評価する。

④「研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性」について

共同研究や外部資金の獲得に向けた取組も計画されており研究資金の配分に関しては妥当と思われる。適材適所の人材配置とするためにも、研究開発の進捗状況により、研究資金および人材等の配分を柔軟に変更できる体制であることが望まれる。

また、外部資金獲得や費用低減に努めていることが認められるが、効率化の努力を継続することを期待する。現場での実作業等を伴うことにより研究資金が大きく映るものについては、その妥当性について定量的な説明を要望する。

以上のことから、研究資金・人材等の研究開発資源の配分については「妥当」と評価する。

⑤「国内外他機関との連携の妥当性」について

海外の機関、日本原燃、国内メーカーなどとの連携が予定されており、妥当な内容と考えられる。福島第一原子力発電所の廃炉に関連した研究開発の情報を組織的に収集すること、画像解析、遠隔操作技術、除染技術などについては大学等ともこれまで以上に積極的に連携することが望ましい。なお、水中レーザー切断技術などの技術要素については、電力会社や日本原燃が有している可能性もあることから、実施にあたり確認を行うことを要望する。

以上のことから、国内外他機関との連携については「妥当」と評価する。

⑥「イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性」について

研究開発の成果を積極的に公開して情報発信に努め、他分野との連携につながるよう取り組むことで、イノベーション創出に向けた計画となっているが、今までとは違う新たな分野との連携を生み出す仕組みづくりにも期待したい。

既存の方法を超えた新しい技術に取り組もうとしており、特殊環境における遠隔技術の開発では、既存技術の適用と実用化に向けた最適化に取り組む中で、新たな改良が加えられ、作業の効率化やコスト削減等の合理化が図れるようになれば、他分野での適用も期待できると考える。

以上のことから、イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画については「 」と評価する。

⑦「社会実装に向けた取組計画の妥当性」について

各研究課題で必要とされる知見や技術が明確にされ、実用化に向けた計画が立てられていると考える。遠隔取り出し技術、遠隔試料採取・レーザー切断技

術、A-SDS 開発は、第 4 期中長期目標期間中にモックアップ試験など実用化に向けた取り組みが進められ、実装に近い技術と判断する。廃止措置が実用化に向けて大きく前進する大事な期間であることから、遅滞なく着実に進められることに期待する。一方、社会実装に向けた工程を具体的に検討することを要望する。

すべての研究開発拠点において、体系的に技術・知識マネジメントを行い、その成果を社会に提供する必要があることから、廃止措置において得られる様々な知見は整理・蓄積し、データベース化を図ることが望ましい。

以上のことから、社会実装に向けた取組計画については「妥当」と評価する。

#### ⑧「科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性」について

廃止措置は、基本的に安全かつ合理的に進めることが求められている。いずれの研究開発においても、こうしたニーズに応えるものであり、社会的・経済的意義は大きいと評価できる。

廃止措置に関わる技術開発は、安全性の確保だけでなく着実な進捗と経済的成立性を伴うことが重要と考えられ科学技術政策にも大きく影響するものであるため、引き続き高い意識を持って取り組むことに期待する。

以上のことから、科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性については「妥当」と評価する。

#### ⑨「研究開発課題／成果の社会的受容性」について

原子力施設の廃止には、極めて長い期間と莫大な資金が必要となっており、廃止措置だけでなく原子力関連技術に対して負の印象を与える。技術開発が着実に実施され、実用化されることで、廃止措置が大きく前進することを示すことができれば、社会的受容性を高める要素になるため、研究開発の成果を国内・国際学会や論文で積極的に情報発信する姿勢は高く評価できる。

また、廃止措置は地域住民や国民の理解なしでは進められないことを考えると、廃止措置に関する技術の進捗は社会一般からも関心が高い分野であり、研究開発の成果や廃止措置の安全・着実な進捗状況を一般市民にも理解し易い形で積極的に情報発信し、社会的受容性を向上させることが期待される。新しい技術の採用に当たっては、詳細な安全解析、研究開発による実証等を通じて不確実性を低減することが求められる。

以上のことから、研究開発課題／成果の社会的受容性については「妥当」と評価する。

#### ⑩「人材育成に関する取組の妥当性」について

若手の育成を含む新規人材の確保は重要な課題であるが、他機関との連携も

含めて着実な取組みが計画されている。廃止措置分野の開発課題が今後も発展的であり、実用化に直結する技術開発であることを積極的に示し、新規人材の確保に努めていただきたい。

また、長期的に原子力発電所の廃止措置が進むことを見据えて、従来の技術者の枠を超えた社会経済への対応にも貢献できるような人文・社会科学分野からの人材の育成にも力を注いでほしい。

以上のことから、人材育成に関する取組については「妥当」と評価する。

## 2) 放射性廃棄物の処理に関する技術開発

### ①「研究開発課題の選定の妥当性」について

放射性廃棄物の廃棄体化は廃止措置を進める上で重要なプロセスであり、その中でも優先的に進めるべき研究開発課題や、様々な原子力施設の廃止措置等にも適用可能であるものが適切に選定されている。

ガラス固化技術の高度化は、核燃料サイクルを成立させるために不可欠な課題に取り組むものであり、再処理施設への適用に直結する内容である。LWTFの整備は、化学系原子力施設に特有の廃棄物処理であり他施設・他機関から排出される廃棄物への適用可能性を有する。STRADプロジェクトや有害物の固定化技術開発は、研究開発要素が豊富であり、人材の確保及び育成にもつながる。高エネルギーX線CT技術の活用については、時間とコスト削減につながる重要な開発であり、経済的意義が高い。

以上のことから、技術的意義や経済的意義も高く、波及効果も期待できる重要な課題が選定されていると評価でき、研究開発課題の選定は「妥当」と評価する。

### ②「方向性・目的・目標等の妥当性」について

いずれの研究開発項目においても、廃棄体化に不可欠な技術の確立を目指したものであり、目的・目標は明確かつ妥当であり、研究開発の方向性も適切に設定されている。

ガラス固化技術の高度化については、実機設置を促進する方向で計画が立てられており、貢献が期待できるものであるが、研究としての取り組む方向性や目標が見えにくいので検討してほしい。他の研究開発項目については、これまでに得られた課題を反映し、スケールアップや未着手課題の解決等、継続的に取り組むことで成果を創出することが示されている。

以上のことから、方向性・目的・目標等については「妥当」と評価する。

### ③「研究開発の進め方の妥当性」について

コールド試験あるいは実証プラント規模試験装置による性能確認を経て、実



装置の整備・運転を行うなど、着実に研究開発を進める計画になっている。一方で、高エネルギーX線CTについては、既存技術を有効利用して短期間での研究開発を目指すなど、項目の内容に応じて研究開発の進め方が適切に設定されている。

ガラス固化技術の高度化に関する研究、低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の整備、STRADプロジェクト等のプロセスは、酸化還元反応速度、混相流または非ニュートン流体の移動速度が複雑に関係するシステムであるため、スケールの変更、運転温度等の条件がシステムの定常運転の成否に影響する。このため実規模のスケールでの検討が必須となるが、計画はこの事に十分配慮したものとなっており、妥当であると評価できる。

外部機関との共同研究を含む連携を計画しているテーマについては、コロナ禍の影響がしばらくは継続するものと推察され、計画通りに連携が進まない可能性があるため、相互にとって良好かつ効果的な関係を築くことも重要と考える。

以上のことから、研究開発の進め方については「妥当」と評価する。

#### ④「研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性」について

共同研究や外部資金の獲得に向けた取組も計画されており研究資金の配分に関しては妥当と思われる。適材適所の人材配置とするためにも、研究開発の進捗状況及び外部資金獲得状況により、研究資金及び人材等の配分を柔軟に変更できる体制であることが望まれる。人材不足の課題はあるが熟練者による積極的なフォローを期待したい。

また、外部資金獲得や費用低減に努めていることが認められるが、効率化の努力を継続していただきたい。現場での実作業等を伴うことで、研究資金が大きく映るものについては、その妥当性について定量的な説明を要望する。

以上のことから、研究資金・人材等の研究開発資源の配分については「妥当」と評価する。

#### ⑤「国内外他機関との連携の妥当性」について

大学、日本原燃、民間企業との共同研究等が計画されており、妥当な内容である。第3期中長期目標期間に構築したコンソーシアムは連携の好例であり、第4期中長期目標期間においても積極的に取り組むとともに、STRADプロジェクトに限らず、他の研究開発項目にも広げることが望まれる。なお、一部の技術要素については、電力会社や日本原燃が有している可能性もあることから、実施にあたり確認を行うことを要望する。

以上のことから、国内外他機関との連携については「妥当」と評価する。

⑥「イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性」について

廃液処理、固化技術開発において、他分野との連携によって、イノベーション創出に向けた計画となっているが、今までとは違う新たな分野との連携を生み出す仕組みづくりにも期待したい。

高エネルギーX線CTを利用した内容物確認技術においても、他分野との連携によりイノベーション創出に向けた取組みを行っているが、有害物の位置特定のみならず、HOT-SPOT的な放射能検出も可能となる工夫があると、よりイノベティブであり発展性があると考えられる。

いずれの研究課題も、外部発表や外部機関との連携等を通じた取組みの中で、それに携わる人材が新たな視点や活用法を見出すことに対する意識を持つことがイノベーション創出には重要と考える。

以上のことから、イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画については「妥当」と評価する。

⑦「社会実装に向けた取組計画の妥当性」について

研究開発される技術は他の原子力施設にも展開されることが望ましく、日本原子力学会での発表や論文投稿などの計画は妥当である。また、技術や知見を提供するプラットフォームの構築にも期待できる。高エネルギーX線CT技術は原子力以外の産業分野で広く活用できる可能性が高いことから、研究開発の成果は原子力分野に限らず、様々な分野に向けて積極的に情報発信することが望ましい。

社会実装には、原子力機構が高度な技術を保有しているということを他機関が認知できていることが必要であり、今後も情報公開や他機関との連携強化を継続して取り組む必要がある。

以上のことから、社会実装に向けた取組計画については「妥当」と評価する。

⑧「科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性」について

廃止措置は、基本的に安全かつ合理的に進めることが求められている。いずれの研究開発においても、こうしたニーズに応えるものであり、社会的・経済的意義は大きいと評価できる。

ガラス固化技術の高度化では、将来的に日本原燃再処理工場でのリプレイス時に適用されることも考えられ、東海再処理施設での実績が重要である。LWTFの整備やSTRADプロジェクト、有害物の固定化技術は、他の原子力施設の廃止措置時にも十分適用可能である。また、高エネルギーX線CTの利用技術は、廃棄物分別の効率化が達成され、経済的意義が非常に大きいと考える。

以上のことから、科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性については「妥当」と評価する。

⑨「研究開発課題／成果の社会的受容性」について

いずれの研究課題も、放射性廃棄物の処理処分を可能とするために必要な技術であり、これらの開発が順調に進捗することで原子力施設の廃止だけでなく核燃料サイクルの成立における懸案事項の解決に寄与するものである。積極的な情報発信と成果発表に取り組むことに期待したい。

一方で、放射性廃棄物の処分は地域住民や国民の理解なしでは進められないことを考えると、埋設処分に関する技術の進捗は社会一般からの関心が高い分野であり、研究開発の成果や進捗状況を一般市民にも理解し易い形で積極的に情報発信し、社会的受容性を向上させる必要があると思われる。加えて、科学技術の研究段階からの説明責任や透明性向上に向け、直接一般社会に発信するような活動についても積極的に計画に含めることが望ましい。

高エネルギーX線CT技術については、原子力以外の産業分野で広く活用できる可能性が高いことから、研究開発の成果は原子力分野・放射線利用分野に限らず、様々な分野に向けて積極的に情報発信することが望ましい。

以上のことから、研究開発課題／成果の社会的受容性については「妥当」と評価する。

⑩「人材育成に関する取組の妥当性」について

各研究課題で、大学生等の実習生としての受け入れや若手職員の育成に力を入れており、取組みとして妥当である。ベテラン技術者からの技術継承にあたっては、人から人への継承に加え、ナレッジ整備の面での技術継承も考慮することを要望する。外部機関との連携が計画されている研究課題については、相互の人材育成に寄与できるものであり、外部の技術者育成の場の普及にも期待したい。

社会的受容性に貢献する技術的知見の創出に向けて、長期的に、社会経済への対応にも貢献するような人文・社会科学分野からの人材の育成にも力を注いでほしい。

以上のことから、人材育成に関する取組みについては「妥当」と評価する。

以 上