

放射性廃棄物の減容化に向けた  
ガラス固化技術の基盤研究事業  
(使用済 MOX 燃料処理技術の基盤整備)  
中間評価報告書

2024 年 3 月

放射性廃棄物の減容化に向けた  
ガラス固化技術の基盤研究事業  
(使用済 MOX 燃料処理技術の基盤整備)  
評価検討会

## はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「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）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省研究開発評価指針」（令和4年10月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している「放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業（使用済MOX燃料処理技術の基盤整備）」は、使用済MOX燃料を再処理するために必要な各種技術開発を実施し、我が国における使用済MOX燃料の再処理技術の確立に向けた基盤を整備するため、2021年度より実施しているものである。

今般、省外の有識者から構成される放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業（使用済MOX燃料処理技術の基盤整備）中間評価検討会において、個別事業の進捗状況や目標達成状況の評価結果を踏まえて将来像（目的・ビジョン）を実現するための重要性や想定される社会インパクトの評価を行うため、経済産業省研究開発評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準を踏まえて中間評価を行った。本評価報告書はその評価結果として取りまとめたものである。

### 【本中間評価検討会 委員構成】

|          |                      |
|----------|----------------------|
| 座長 出光 一哉 | 東北大学 金属材料研究所 特任教授    |
| 関 哲朗     | 文教大学 情報学部 教授         |
| 竹ヶ原啓介    | (株)日本政策投資銀行 設備投資研究所長 |
| 山村 朝雄    | 京都大学 複合原子力科学研究所 教授   |
| 渡部 隆俊    | 原子力発電環境整備機構 技術部長     |

### 【本研究開発評価に係る省内関係者】

事業担当課長 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部  
原子力立地・核燃料サイクル産業課長 皆川 重治  
評価担当部署 産業技術環境局 研究開発課 技術評価調整官 大隅 一聡

### 【本中間評価の審議経過】

第1回評価検討会（2024年2月22日）

- ・事業概要の説明及び質疑応答

第2回評価検討会（2024年3月15日～3月22日：書面審議）

- ・評価及び対処方針の確認

## 目次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| はじめに .....                | 2  |
| 事業情報 .....                | 4  |
| 第1章 評価 .....              | 7  |
| 1. 評点法による評価結果 .....       | 8  |
| 2. 評価 .....               | 9  |
| 第2章 問題点・改善点に対する対処方針 ..... | 14 |
| 第3章 評価対象事業に係る資料 .....     | 17 |

**【事業情報】**

|               |  |                 |                 |      |       |
|---------------|--|-----------------|-----------------|------|-------|
| 事業名           | 使用済MOX燃料処理技術の基盤整備<br>【上位事業：放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業】   |                 |                 |      |       |
| 担当部署          | 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力立地・核燃料サイクル産業課   |                 |                 |      |       |
| 事業期間          | 2021年～2031年<br>評価時期：中間（2023, 2026, 2029年）、終了時（2032年）   |                 |                 |      |       |
| 予算額           | 2021年度<br>(執行額)  | 2022年度<br>(執行額) | 2023年度<br>(契約額) | 事業総額 | 執行総額  |
|               | 2.5億円  | 2.9億円           | 4.4億円           | 47億円 | 9.8億円 |
| 上位施策<br>及びKPI | 第6次エネルギー基本計画（令和3年10月22日閣議決定）<br>5. 2050年を見据えた2030年に向けた政策対応<br>（6）原子力政策の再構築<br>③対策を将来へ先送りせず、着実に進める取組<br>（b）核燃料サイクル政策の推進<br>（ア）再処理やプルサーマル等の推進<br>使用済MOX燃料の処理・処分の方策については、使用済MOX燃料の発生状況とその保管状況、再処理技術の動向、関係自治体の意向などを踏まえながら、引き続き2030年代後半の技術確立を目的に研究開発に取り組みつつ、検討を進める。                                       |                 |                 |      |       |
| 事業目的          | 2020年1月以降、国内の原子力発電所から約42トン(2023年9月末時点)の使用済MOX燃料が取り出されており、今後、プルサーマル炉1基当たり年間約5トン程度が継続的に発生する見込みとなっている。使用済MOX燃料は従来の使用済ウラン燃料と比較してプルトニウム含有率が高く、硝酸溶解性が低い等、使用済MOX燃料に特有の課題を有することから、これらを再処理するための技術基盤の整備は喫緊の課題となっている。<br>本事業ではこれらの課題の解決に向けて、使用済MOX燃料を再処理するために必要な各種技術開発を実施し、わが国における使用済MOX燃料の再処理技術の確立に向けた基盤整備を行う。 |                 |                 |      |       |
| 事業内容          | 使用済MOX燃料を再処理するための技術基盤を整備するため、以下の研究開発を実施する。<br>（研究開発課題①）使用済MOX処理シナリオ評価<br>（研究開発課題②）安全設計、再処理各工程・設備への影響評価<br>（研究開発課題③）使用済MOX燃料の溶解挙動評価<br>（研究開発課題④）不溶解残渣中のプルトニウム回収技術の開発  |                 |                 |      |       |

| アウトカム指標               |   | アウトカム目標                                       | 達成見込み  |
|-----------------------|---|---|--|
| 短期目標<br>2030 年代<br>前半 | 使用済 MOX 燃料の再処理方法の具体化  | ・使用済 MOX 燃料再処理設備の検討<br>・使用済 MOX 燃料再処理運転条件の具体化 | －<br>(現在は予測不可能であるが、達成に向けて取組を継続する。)                                       |
| 長期目標<br>2030 年代<br>後半 | 使用済 MOX 燃料の処理方針の策定  | 使用済 MOX 燃料の再処理技術の確立                           | －<br>(現在は予測不可能であるが、達成に向けて取組を継続する。)                                       |
| アウトプット指標              |   | アウトプット目標                                      | 達成状況   |
| 中間目標<br>2023 年度       | 使用済 MOX 燃料の処理条件を検討し、処理シナリオの成立性に関する見通しを得る。                                     | 使用済 MOX 燃料処理シナリオの成立性を見通し                      | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み   |
|                       | 安全設計、再処理各工程・設備における課題の洗い出し及び対策案を検討する。  | 再処理各工程・設備における課題の洗い出し及び対策案の整理（せん断、溶解、ガラス固化など）  | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み   |
|                       | MOX 燃料の溶解性に影響する因子をパラメータに、未照射 MOX 燃料を利用して硝酸溶解性を評価し、MOX 燃料の溶解性に与える溶解条件の影響を評価する。 | 未照射 MOX 燃料の硝酸溶解性に与える溶解条件の影響整理                 | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み   |
|                       | 不溶解残渣に同伴する Pu を溶解回収する技術を調査の上、コールド試験により性能見通しを得る。                               | 不溶解残渣中の Pu を溶解可能な候補技術の選定と性能見通し                | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み   |
| 最終目標<br>2031 年度       | 使用済 MOX 燃料処理シナリオを確立する。  | MOX 燃料溶解条件を踏まえた使用済 MOX 燃料処理シナリオの確立            | 研究開発計画に基づき順調に進捗しており、引き続き課題②に対する中間目標まで得られた条件を反映しつつ、より詳細な検討を進めることで達成できる見込み |

|            |  |                               |  |
|------------|--|-------------------------------|--|
|            | 安全設計、再処理各工程・設備への影響を考慮した対策を検討する。  | 再処理各工程・設備への影響を考慮した対策の提示       | 研究開発計画に基づき順調に進捗しており、引き続き課題①で得られた条件及び課題③で得られた試験結果を反映しつつ、より詳細な検討を進めることで達成できる見込み  |
|            | 未照射 MOX 燃料を利用した溶解試験により、溶解条件の最適化を行った上で、実環境を想定した溶解性能の検証（不溶解残渣側の評価を含む）を行う。          | 使用済 MOX 燃料溶解条件の具体化と溶解性能のとりまとめ | 研究開発計画に基づき順調に進捗しており、引き続き課題①で得られた条件及び課題③④で得られた試験結果を反映しつつ、より詳細な検討を進めることで達成できる見込み |
| マネジメント     | 研究評価委員会（外部）： 研究開発評価を実施<br>継続審査（外部）： 毎年実施   |                               |  |
| プロジェクトリーダー | 日本原燃（株） 技術本部 技術管理部長 新津 好伸<br>（国研）日本原子力研究開発機構 高速炉・新型炉研究開発部門 燃料サイクル設計部<br>部長 竹内 正行 |                               |  |
| 実施体制       | METI ⇒ 実施者（委託）   |                               |  |

# 第 1 章 評価

## 1. 評点法による評価結果

| 評価項目・評価基準                | 各委員の評価 |   |   |   |   | 評点  |
|--------------------------|--------|---|---|---|---|-----|
| 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋 |        |   |   |   |   |     |
| (1) 事業の目的・位置づけ           | A      | A | A | A | A | 3.0 |
| (2) アウトカム達成まで道筋          | A      | A | A | A | B | 2.8 |
| (3) 知的財産・標準化戦略           | A      | A | A | A | B | 2.8 |
| 2. 目標及び達成状況              |        |   |   |   |   |     |
| (1) アウトカム目標及び達成見込み       | A      | A | A | B | A | 2.8 |
| (2) アウトプット目標及び達成状況       | A      | A | B | A | B | 2.6 |
| 3. マネジメント                |        |   |   |   |   |     |
| (1) 実施体制                 | A      | A | A | A | B | 2.8 |
| (2) 受益者負担の考え方            | A      | A | A | A | B | 2.8 |
| (3) 研究開発計画               | A      | A | A | B | A | 2.8 |

### 《 判定基準 》

A：評価基準に適合し、非常に優れている。

B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。

C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。

D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

(注) 評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。

## 2. 評価

本項では、評価検討会の総意としての評価結果を枠内に掲載している。なお、「(参考) 外部評価者の評価コメント」に、各評価検討会委員の指摘事項を参考として列記している。

### (1) 意義・アウトカム（社会実装）までの道筋

本事業は、国民の活動に資するエネルギーを確保する上で、大変重要な要素を含むものであり、第6次エネルギー基本計画の実現に向けて不可欠な使用済 MOX 燃料処理技術の基盤整備に資するものである。国際連携する前提として、我が国独自の研究開発によるノウハウ・再現性の確保が、必要であり、アウトカム達成に向けて国内外の情勢も踏まえ、具体的に一貫性と柔軟性をもって取り組めており、様々な技術オプションを試行して実証の精度を上げるために延長されたものとして妥当である。また、知財・標準化戦略も国内の標準整備や規制対応を視野に入れており、プロジェクトの特性に則している。

他方、本事業の成果は、①エネルギーの確保、②放射性物質の適切な廃棄、③当該分野の研究者・技術者の確保、④国際競争力の確保といった国民の生活に不可欠なものであったり、我が国の科学水準維持のために必要なものであったりするのであるから、エネルギーの確保に偏ったかのように見える記述には注意を払い、広く多様な前提を持つ国民に、取り組み内容が正しく伝わるように配慮するとともに、より目に触れやすい情報発信のもと、国民の関心醸成により効果的な取り組みの模索を継続いただきたい。

### (2) 目標及び達成状況

使用済 MOX 燃料の再処理に向けて必要となる追加的な対応にかかる技術の確立というアウトカムは明快。初期段階ゆえ達成見込みは予測不可能と記載されているが、進捗にかかる外部有識者の確認・評価が想定されており、今後の進捗に伴い必要に応じた見直しが行われると見なせる。当初の計画としては問題なく、また、MOX 燃料の溶解特性や残渣、プルトニウム回収法についての新たな知見の取得や学会発表も行われており、進捗も適切である。フランスとの国際協力関係の強化などとともに、我が国として固有の先進技術にも立脚のうえ国際水準の向上と国際協力の推進に資する、戦略的な事業計画として適切な見直しを含めて展開できている。また、海外と技術交流するための前提条件となることや、原子力技術の承継など、明記されていないアウトカム/アウトプットも確認できた。このようなスコープのあり方が技術開発に対する計画性として明確になっていることは、国の取組みとして説明性の高さにつながるものと評価する。

他方、本研究は成果の確保を当初より明確化することは難しいものの、使用済 MOX 燃料の再処理に必要な追加的措置が何であるかについては、本研究開発におけるアウトプットとして明確化が求められる。一方で、諸外国の成果と同等もしくは、これを超える水準の成果を得ようとすることは海外との対等な関係を維持するという観点からも肝要であり、オールジャパン体制がより肉厚になりながら効

果的な取り組みを果たしているか継続して検証しつつ、世界レベルの成果が我が国の貢献によって生み出されていく状況を国民がより広く知りうることを国民の利益としてプロジェクトを進めていただきたい。また、課題①～④までを一体として事業期間を延長しているが、技術開発の成果のフィードバックを受けて、シナリオが段階的に確立していく点をもう少し強調して説明した方が、趣旨が伝わりやすいのではないかと考える。

### (3) マネジメント

本事業は機微技術を含んでいるので、適切な機関で実施することが求められるところ、将来に向けた目標設定に見合ったオールジャパン体制の重要性を考慮した上で産官学の適切かつ専門性に富んだ集団で運用されており、技術力・事業化力を擁する実施者との指揮命令系統・責任体制も問題ない。年度ごとに第三者委員会による継続審査も実施され研究の健全性も確保されている。長期に亘る研究開発が必要かつ事業性の不確実性が高いうえ、海外の政策動向の影響も大きく、民間企業の自主性に委ねるのは難しい性格から、委託事業とすることは妥当であり、資源エネルギー庁も我が国のエネルギー政策に関わる一連の施策に基づく役割を果たしており、適切である。また、わが国の産業構造全般に見られる技術伝承問題に対し、原子力の利用程度に関する将来展望とは別に、高い国際水準の技術力と開発力は存続させなければいけないという重要なメッセージを発信できていると考える。

他方、国においては先進的プロジェクトの立案体制を堅持し、出資規模や課題領域の吟味によって国力増強の観点から専門性・技術力の質と規模の確保に効果をもたらすよう、研究開発の進捗を管理する手法（WBS等）の明確化、役割の必要に応じた見直し及び知財の保護といったプロジェクトマネジメントへの創意工夫を期待したい。

## (参考) 外部評価者の評価コメント

### (1) 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

#### 【肯定的意見】

- 使用済み MOX 燃料の処理は、将来の原子力技術の蓄積に重要な開発項目である。
- 本事業は、第 6 次エネルギー基本計画に基づくものであり、国民の活動に資するエネルギーを確保する上で、大変重要な要素を含むものである。
- 上位計画である第 6 次エネルギー基本計画の実現に向けて不可欠な基盤技術の開発であり、アウトカム達成への道筋も様々な技術オプションを試行して実証の精度を上げるために延長されたものとして妥当である。知財・標準化戦略もプロジェクトの特性に則している。
- 我が国のエネルギー安定供給の基盤技術として、国際連携する前提として、我が国独自の研究開発によるノウハウ・再現性の確保が必要である。
- 国内の標準整備が視野にある。
- 規制対応に向け論文作成を目指している。
- 国内外の情勢も踏まえ、将来技術の実現に向けて具体的に一貫性と柔軟性をもって取り組んでいるものと評価する。

#### 【問題点・改善点・今後への提言】

- 特になし。
- 資料を丁寧に読むと記述されている部分もあるが、本事業の成果は、①エネルギーの確保、②放射性物質の適切な廃棄、③当該分野の研究者・技術者の確保、④国際競争力の確保といった国民の生活に不可欠なものであったり、我が国の科学水準維持のために必要なものであったりするのであるから、エネルギーの確保に偏ったかのように見える記述には注意を払い、広く多様な前提を持つ国民に、取り組み内容が正しく伝わるように配慮すべきである。
- 特になし。
- 特になし。
- エネルギー戦略の一翼を担う原子力利用に対する今後のあり方を理解するうえでも重要な研究開発の一環であり、国の技術開発戦略という観点からも的確に事業の計画変更が行われている。エネルギーと原子力技術は国民生活の基盤となることでもあり、より目に触れやすい情報発信のもと、国民の関心醸成により効果的な取り組みの模索を継続いただきたい。

### (2) 目標及び達成状況

#### 【肯定的意見】

- MOX 燃料の溶解特性や残渣、プルトニウム回収法についての新たな知見を得ている。
- 当初の計画としては問題なく、また、進捗も適切である。
- 使用済み MOX 燃料の再処理に向けて必要となる追加的な対応にかかる技術の確立というアウトカムは明快。初期段階ゆえ達成見込みは予測不可能と記載されているが、進捗にかかる外部有識者の確

認・評価が想定されており、今後の進捗に伴い必要に応じた見直しが行われると見なせる。また、海外と技術交流するための前提条件となることや、原子力技術の承継など、明記されていないアウトカム／アウトプットも確認できた。

- オープン・クローズ戦略の指標である学会発表が行われている。
- フランスとの国際協力関係の強化などとともに、我が国として固有の先進技術にも立脚のうえ国際水準の向上と国際協力の推進に資する、戦略的な事業計画として適切な見直しを含めて展開できている。このようなスコープのあり方が技術開発に対する計画性として明確になっていることは、国の取組みとして説明性の高さにつながるものと評価する。

#### 【問題点・改善点・今後への提言】

- 日本の知財を蓄積し、海外との対等な関係を維持できることが肝要と考える。
- 本研究は基礎的な部分、また、対象となる廃棄物の組成に依存する部分もあり、その成果の確保を当初より明確化することは難しい。一方で、諸外国の成果と同等もしくは、これを超える水準の成果を得ようとする、すなわち、国民にとってのベネフィットの最大化を意識した具体的な更新が行われることを期待する。
- 課題①～④までを一体として事業期間を延長しているが、技術開発の成果のフィードバックを受けて、シナリオが段階的に確立していく点をもう少し強調して説明した方が、趣旨が伝わりやすいのではないかと（資料 p12 のアウトプット中間目標の達成見込みの記述に、p21 の趣旨を反映させる等）。
- アウトカム達成目標が不明確であること理由として、ウラン燃料の再処理に対して、追加的措置が必要になることを挙げている。この追加的措置として、臨界防止や強い放射線対策のような全般的なこととは別に本研究開発に必要な追加的措置（例：放射線分解による溶解性への影響とそれへの対応）が何であるかについては、本研究開発におけるアウトプットとして明確化が求められる。
- 国にはあらためてオールジャパン体制がより肉厚になりながら効果的な取り組みを果たしているか継続して検証しつつ、技術革新への挑戦を進めていただきたい。国際協力とは各国リーダーシップの統合体であるから、国が国際社会を牽引する姿こそ技術先進国としての成果であり、世界レベルの成果が我が国の貢献によって生み出されていく状況を国民がより広く知りうることを国民の利益としてプロジェクトを進めていただきたい。

### （3） マネジメント

#### 【肯定的意見】

- 本件は機微技術を含んでいるので、適切な機関で実施することが求められる。
- 本事業は、当初より産官学の適切かつ専門性に富んだ集団で運用されており、適切である。また、総括としての経済産業省、資源エネルギー庁も、我が国のエネルギー政策に関わる一連の施策に基づく役割を果たしており、適切である。
- 執行体制は適切であり、技術力・事業化力を擁する実施者との指揮命令系統・責任体制も問題ない。年度ごとに第三者委員会による継続審査も実施され研究の健全性も確保されている。長期に亘る研究開発が必要かつ事業性の不確実性が高いうえ、海外の政策動向の影響も大きく、民間企業の自主性に委ねるのは難しい性格から、委託事業とすることは妥当である。

- 特になし。
- 将来に向けた目標設定に見合ったオールジャパン体制の重要性が考慮されており、国が先頭に立った取り組みに期待したい。わが国の産業構造全般に見られる技術伝承問題に対し、原子力の利用程度に関する将来展望とは別に、高い国際水準の技術力と開発力は存続させなければいけないという重要なメッセージを発信できていると考える。

【問題点・改善点・今後への提言】

- 知財の保護についても慎重に検討されたい。
- 特に無いが、年次経過に従って、目標達成状況の確認及び役割の必要に応じた見直しを行って頂きたい。
- 特になし。
- 研究開発の進捗を管理する手法（WBS等）の明確化や、評価委員会の評価を進捗管理に活用している状況について、報告に含めてくださると良いのではないかと。
- 学術機関も含めた全産業構造のなかで人材育成・技術伝承が課題となるなか、原子力政策に対する国民的関心も低調で、更なる技術的進歩への実現性が特に先細りかねないのが原子力専門分野である。国においては先進的プロジェクトの立案体制を堅持し、出資規模や課題領域の吟味によって国力増強の観点から専門性・技術力の質と規模の確保に効果をもたらすよう、プロジェクトマネジメントへの創意工夫を期待したい。

## 第2章 問題点・改善点に対する対処方針

(1) 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

| 問題点・改善点・今後への提言   | 対処方針・見解   |
|--|---|
| <p>本事業の成果は、①エネルギーの確保、②放射性物質の適切な廃棄、③当該分野の研究者・技術者の確保、④国際競争力の確保といった国民の生活に不可欠なものであったり、我が国の科学水準維持のために必要なものであったりするのであるから、エネルギーの確保に偏ったかのように見える記述には注意を払い、広く多様な前提を持つ国民に、取り組み内容が正しく伝わるように配慮するとともに、より目に触れやすい情報発信のもと、国民の関心醸成により効果的な取り組みの模索を継続いただきたい。</p> | <p>本事業を通じて、技術的な成果を得るのみにとどまらず、関係する研究者・技術者の積極的な参画を促すことにより技術水準の向上及び国際的な競争力の確保につながるものと考えており、このことを踏まえて「2-1. アウトカム目標及び達成見込み」の費用対効果を追記する。</p> <p>また、得られた成果及び取り組みの内容については国民の関心醸成につながるよう積極的に発信していくこととする。</p> |

(2) 目標及び達成状況

| 問題点・改善点・今後への提言   | 対処方針・見解   |
|--|---|
| <p>本研究は成果の確保を当初より明確化することは難しいものの、使用済 MOX 燃料の再処理に必要な追加的措置が何であるかについては、本研究開発におけるアウトプットとして明確化が求められる。</p>  | <p>現時点では、基礎的な検討を進めている段階であるが今後の研究開発においては最終的な成果の形を見据えてアウトプットを明確化し、整理することとする。</p>  |
| <p>諸外国の成果と同等もしくは、これを超える水準の成果を得ようとする事は海外との対等な関係を維持するという観点からも肝要であり、オールジャパン体制がより肉厚になりながら効果的な取り組みを果たしているか継続して検証しつつ、世界レベルの成果が我が国の貢献によって生み出されていく状況を国民がより広く知りうることを国民の利益としてプロジェクトを進めていただきたい。</p> | <p>事業を推進していくにあたり、オールジャパンでの体制構築が効果的に機能しているか、必要とされるアウトプットが得られているかを外部評価委員会での議論等も踏まえて、適宜見直しつつ進めることで成果を最大化することができるよう取り組んでいく。</p> |
| <p>課題①～④までを一体として事業期間を延長しているが、技術開発の成果のフィードバックを受けて、シナリオが段階的に確立していく点をもう少し強調して説明した方が、趣旨が伝わりやすいのではないか。</p>  | <p>「2-2-1. アウトプット目標及び達成見込み」の達成見込みの項目に、他の研究開発課題におけるアウトプットを適宜反映しつつ進めることを追記する。</p>   |

(3) マネジメント

| 問題点・改善点・今後への提言   | 対処方針・見解   |
|--|---|
| <p>国においては先進的プロジェクトの立案体制を堅持し、出資規模や課題領域の吟味によって国力増強の観点から専門性・技術力の質と規模の確保に効果をもたらすよう、研究開発の進捗を管理する手法（WBS等）の明確化、役割の必要に応じた見直し及び知財の保護といったプロジェクトマネジメントへの創意工夫を期待したい。</p> | <p>プロジェクトマネジメントにおいては、技術開発の進捗及び新たに生じた課題を計画に反映し、硬直的になることなく予算措置等も適宜見直しつつ進めることで、技術力の向上ひいては国際的な競争力の確保を図ることとする。</p> |

### 第3章 評価対象事業に係る資料

放射性廃棄物の減容化に向けた  
ガラス固化技術の基盤研究事業  
(使用済MOX燃料処理技術の基盤整備)  
(中間評価)  
評価用資料

2024年2月22日

資源エネルギー庁 電力・ガス事業部  
原子力立地・核燃料サイクル産業課

事業基本情報

1

|      |  |                 |                 |               |              |
|------|--|-----------------|-----------------|---------------|--------------|
| 事業名  | 使用済MOX燃料処理技術の基盤整備<br>【上位事業：放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業】   |                 |                 |               |              |
| 事業期間 | 2021年～2031年<br>評価時期：中間（2023, 2026, 2029年）、終了時（2032年）   |                 |                 |               |              |
| 予算額  | 2021年度<br>(執行額)  | 2022年度<br>(執行額) | 2023年度<br>(契約額) | 全期間の<br>執行総額* | 全期間の<br>事業総額 |
|      | 2.5億円  | 2.9億円           | 4.4億円           | 9.8億円         | 47億円         |
| 実施体制 | METI → 実施者（委託）   |                 |                 |               |              |
| 事業目的 | <ul style="list-style-type: none"><li>2020年1月以降、国内の原子力発電所から約42トン(2023年9月末時点)の使用済MOX燃料が取り出されており、今後、プルサーマル炉1基当たり年間5トン程度が継続的に発生する見込みとなっている。使用済MOX燃料は従来の使用済ウラン燃料と比較してプルトニウム含有率が高く、硝酸溶解性が低い等、使用済MOX燃料に特有の課題を有することから、これらを再処理するための技術基盤の整備は喫緊の課題となっている。</li><li>本事業ではこれらの課題の解決に向けて、使用済MOX燃料を再処理するために必要な各種技術開発を実施し、我が国における使用済MOX燃料の再処理技術の確立に向けた基盤整備を行う。</li></ul> |                 |                 |               |              |

\*2023年度分は執行見込額（契約額）を用いて算出

# 評価項目 1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

## 1-1-1. 社会課題と将来像

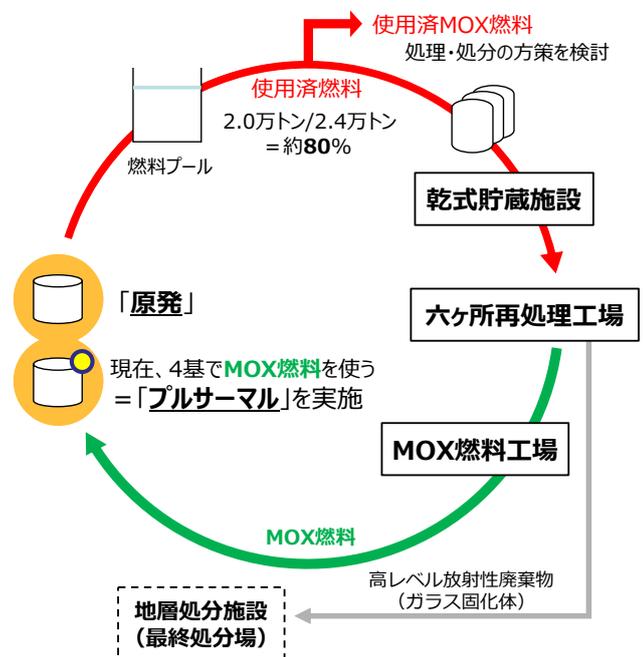
評価項目1

3

### <第6次エネルギー基本計画（抜粋）>

● 我が国は、**資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進**を基本の方針としている。

- 使用済燃料の中から、再処理によりウランやプルトニウムを取り出し、「MOX燃料」に加工して、もう一度発電に利用する「核燃料サイクル」には資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減といったメリット。
- 使用済燃料を再処理し、回収されたプルトニウムを含むMOX燃料を軽水炉で使用する「プルサーマル」は、関西電力の高浜発電所などの計4基で実施。
- 核燃料サイクル推進のためには、このようなMOX燃料を使う原子力発電所を増やしていく必要があり、電力11社は、2020年12月に「新たなプルサーマル計画」を策定し、「2030年度までに少なくとも12基で実施する」ことを掲げている。



## ＜第6次エネルギー基本計画（抜粋）＞

- **使用済燃料**については、既に発生したものを含め、長期にわたって安全に管理しつつ、**適切に処理・処分を進める必要があること**、**長期的なリスク低減のため、その減容化・有害度低減が重要**であること等を十分に考慮して対応を進める必要がある。
  - **使用済MOX燃料の処理・処分**の方策については、使用済MOX燃料の発生状況とその保管状況、再処理技術の動向、関係自治体の意向などを踏まえながら、引き続き**2030年代後半の技術確立**を目的に研究開発に取り組みつつ、検討を進める。
- ・ MOX燃料を使い終わった後で発生する「使用済MOX燃料」の中にもウラン、プルトニウムが含まれており、そこから再びウラン、プルトニウムを取り出すことが可能。
  - ・ 国内においては、茨城県東海村にあった国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）の再処理工場で使用済MOX燃料の再処理が試験的に実施されており、海外においてもフランス、ドイツ、ロシアおよびイギリスで、使用済MOX燃料の再処理を行った実績がある。
  - ・ しかしながら、国内で使用済MOX燃料の再処理実証は行われておらず、本事業により使用済MOX燃料の処理技術の基盤整備を実施することで、今後も継続的に商用原子炉から発生する使用済MOX燃料を適切に処理・処分するための道筋をつけることが重要となる。

## 1-1-3. 外的環境の状況（技術・市場・政策・制度動向等）

- ・ 2020年以降、42トン（2023年9月末時点）の使用済MOX燃料が商用原子炉より取り出されており、今後も年間5トン程度取り出される見込み。
- ・ 2023年5月3日に当省大臣が仏国・エネルギー移行大臣と会談し、原子力分野の日仏協力に関する共同声明に署名。共同声明において、「使用済MOX燃料の再処理を見通すための研究を続ける」ことが明記された。
- ・ 民間においては、関西電力が「国内の原子力発電所で発生した使用済MOX燃料を2020年代後半に仏国に搬出し、2030年代初頭に仏国の商業用再処理プラントで再処理することにより、知見獲得等を目指す」こととしている<sup>[1]</sup>。  
具体的には以下を目的として実施。
  - ①再処理プロセスを通じて、使用済MOX燃料の再処理実用化に向けた必要な技術的知見の獲得
  - ②国内の原子力発電所で使用しているMOX燃料が、商業用プラントで再処理可能であることの実証
- ・ 日仏協力を進めるため、また、仏国での使用済MOX燃料再処理実証研究で得られた成果を国内での使用済MOX燃料の再処理に最大限活用することができるよう、本事業において再処理の基盤技術に係る知見を蓄積することが不可欠。

[1] 関西電力HP「使用済MOX燃料再処理実証研究に伴う 当社の使用済燃料の搬出等に係る福井県への報告について」  
([https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2023/pdf/20230612\\_1j.pdf](https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2023/pdf/20230612_1j.pdf))

放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業

中間評価対象事業

使用済MOX燃料処理技術の基盤整備

実施者：日本原燃株式会社、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

- 課題①：使用済MOX処理シナリオ評価
- 課題②：安全設計、再処理各工程・設備への影響評価
- 課題③：使用済MOX燃料の溶解挙動評価
- 課題④：不溶解残渣中のプルトニウム回収技術の開発

ガラス固化技術の基盤整備

実施者：株式会社IHI、日本原燃株式会社、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、一般財団法人電力中央研究所

ウラン分離技術の開発

実施者：一般社団法人新金属協会

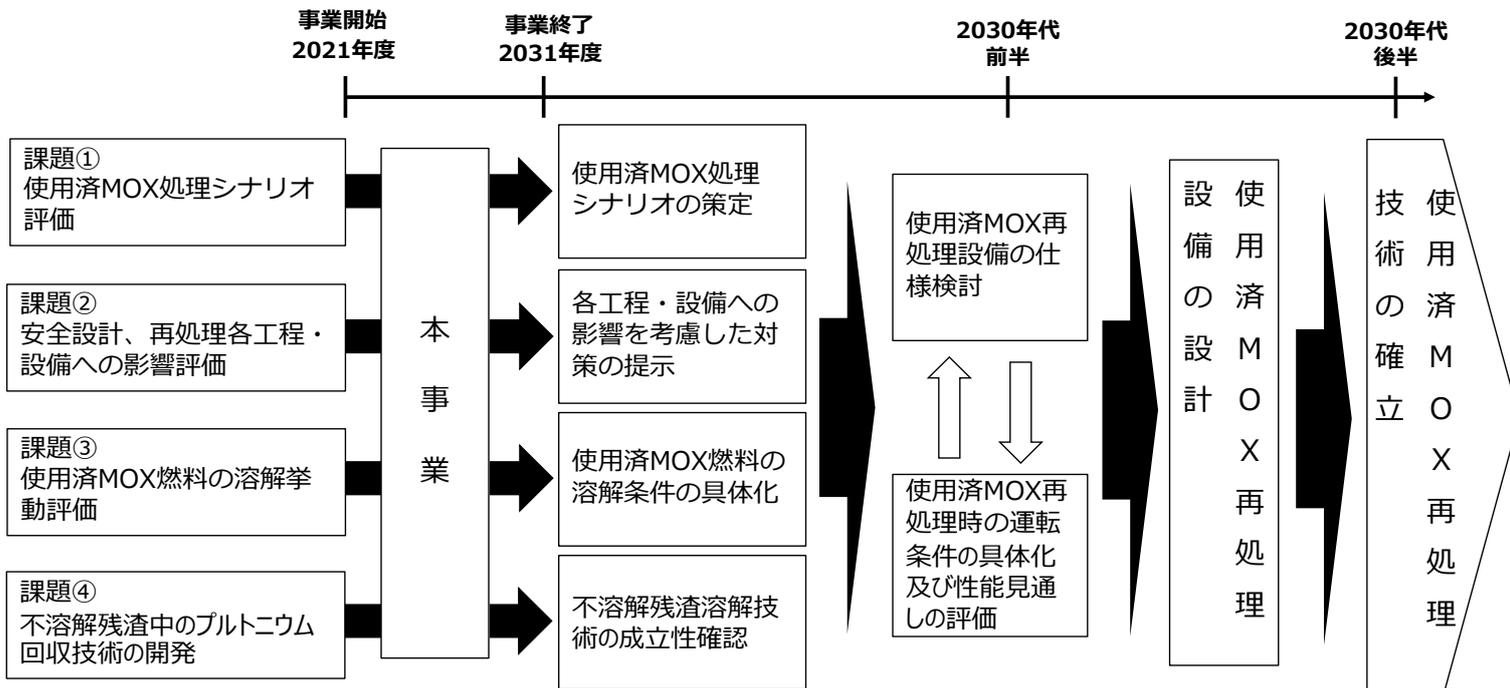
ウラン回収技術の開発

実施者：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1-2. アウトカム達成までの道筋（ロードマップ）

評価項目1

- ・ 本事業の当初計画においては、事業期間を2021～2024年度としていたが、昨今の外的環境の変化を踏まえて計画を見直し、事業期間を2021～2031年度に変更する。



- 本事業の受託者におけるオープン・クローズ戦略は以下のとおり。なお、本事業は日本版バイ・ドール制度（産業技術力強化法第17条）に基づき、知財の帰属先は受託者となっている。
- 本事業の研究開発成果として得られた発明等については、次のとおり区分し、公開又は保護を行うことを基本方針とする。なお、知財運営委員会の承認が得られた研究開発データのうち、自主管理データについては、広範な利活用を促進するよう努める。

### 【研究開発成果として得られた発明等を秘匿化する領域】

- 権利化前の発明等、公表前の研究発表に係るデータとする。なお、権利化前の発明等、公表前の研究発表に係るデータ以外にあって、法人又は個人の正当な権利又は利益を害するおそれがある情報、並びに核不拡散等の国等が行う事務又は事業を害するおそれのある情報については、これを秘匿する。

### 【特許権等により権利化する領域】

- 本事業では、プロジェクト参加者において発明等が生じた段階で、知財合意書に基づき知財運営委員会において特許権等により権利化する領域を定義する。

### 【論文等により公表する領域】

- 本事業では、委託業務成果報告書により委託者に報告した研究開発成果について公表する。なお、報告前の研究成果の公表にあたっては、知財合意書第5条に基づき、知財運営委員会の事前の承認を得るか、又は事前の報告を行う。

- 使用済MOXの再処理については、各国の政策により対応が異なることから国際標準として整備することは困難であるが、本事業で整備する技術基盤により国内での使用済MOX再処理の標準整備に資する。
- また、本事業において得られた科学的な知見等は将来的な使用済MOXの再処理実用化にあたっての規制対応等に資することが想定されるため、適宜、論文投稿等により公開する。

## 評価項目 2. 目標及び達成状況

### 2-1. アウトカム目標及び達成見込み

評価項目2

11

| アウトカム指標   |                    | アウトカム目標                                   | 達成見込み                              |
|---|--------------------|---|------------------------------------|
| 短期目標<br>2030年代<br>前半  | 使用済MOX燃料の再処理方法の具体化 | ・使用済MOX燃料再処理設備の検討<br>・使用済MOX燃料再処理運転条件の具体化 | —<br>(現在は予測不可能であるが、達成に向けて取組を継続する。) |
| 長期目標<br>2030年代<br>後半  | 使用済MOX燃料の処理方策の策定   | 使用済MOX燃料の再処理技術の確立                         | —<br>(現在は予測不可能であるが、達成に向けて取組を継続する。) |
| <p>(設定理由・根拠)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>使用済MOX燃料を再処理するには、現行の使用済ウラン燃料の再処理工程と比較して追加的な対応が必要となることが想定されることから、それを考慮した設備を検討する必要がある。また、使用済ウラン燃料と化学的性状が異なる使用済MOX燃料の溶解条件を元に再処理の運転条件を具体化する。</li> <li>本事業で整備した基盤技術を用いて使用済MOX燃料の再処理技術の確立することで、使用済MOX燃料の処理方策の策定を目指す。</li> </ul> <p>(計測方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術進捗状況について、外部有識者の確認、評価を受ける。</li> </ul> |                    |   |                                    |

#### 費用対効果

- 本事業に要する国費総額は約47億円を見込んでいる。
- 使用済MOX燃料の再処理は核燃料サイクルを推進するにあたり解決しなければならない課題であり、原子力発電を継続的に進めていくために必須となる技術開発である。また、本事業への研究者・技術者の積極的な参画を促すことにより国内の技術水準の向上及び国際的な競争力の確保につながるものであることから投入予算約47億円という費用に対する効果は十分に大きいものと考えられる。

## 2-2-1. アウトプット目標及び達成状況

評価項目2

12

課題①：使用済MOX処理シナリオ評価

課題②：安全設計、再処理各工程・設備への影響評価

| アウトプット指標  |   | アウトプット目標                                     | 達成状況  |
|---|---|--|---|
| 中間目標<br>2023年<br>度  | 使用済MOX燃料の処理条件を検討し、処理シナリオの成立性に関する見通しを得る。 | 使用済MOX燃料処理シナリオの成立性を見通し                       | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み  |
|   | 安全設計、再処理各工程・設備における課題の洗い出し及び対策案を検討する。    | 再処理各工程・設備における課題の洗い出し及び対策案の整理（せん断、溶解、ガラス固化など） | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み  |
| 最終目標<br>2031年<br>度  | 使用済MOX燃料処理シナリオを確立する。                    | MOX燃料溶解条件を踏まえた使用済MOX燃料処理シナリオの確立              | 研究開発計画に基づき順調に進捗しており、引き続き課題②に対する中間目標まで得られた条件を反映しつつ、より詳細な検討を進めることで達成できる見込み      |
|   | 安全設計、再処理各工程・設備への影響を考慮した対策を検討する。         | 再処理各工程・設備への影響を考慮した対策の提示                      | 研究開発計画に基づき順調に進捗しており、引き続き課題①で得られた条件及び課題③で得られた試験結果を反映しつつ、より詳細な検討を進めることで達成できる見込み |
| <p>(目標の設定理由・根拠)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本事業では、使用済MOX燃料の再処理技術の確立に向けた基盤整備を目的としているため、各段階で想定される当該基盤技術の検討状況を踏まえて目標を設定する。</li> </ul> <p>(計測方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術進捗状況について、外部有識者の確認、評価を受ける。</li> </ul> |   |  |   |

## 2-2-1. アウトプット目標及び達成状況

評価項目2

13

課題③：使用済MOX燃料の溶解挙動評価

課題④：不溶解残渣中のプルトニウム回収技術の開発

| アウトプット指標  |   | アウトプット目標                     | 達成状況   |
|---|---|------------------------------|--|
| 中間目標<br>2023年<br>度  | MOX燃料の溶解性に影響する因子をパラメータに、未照射MOX燃料を利用して硝酸溶解性を評価し、MOX燃料の溶解性に与える溶解条件の影響を評価する。 | 未照射MOX燃料の硝酸溶解性に与える溶解条件の影響整理  | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み   |
|   | 不溶解残渣に同伴するPuを溶解回収する技術を調査の上、コールド試験により性能見通しを得る。                             | 不溶解残渣中のPuを溶解可能な候補技術の選定と性能見通し | 今年度事業において順調に進捗しており、今年度中に達成の見込み   |
| 最終目標<br>2031年<br>度  | 未照射MOX燃料を利用した溶解試験により、溶解条件の最適化を行った上で、実環境を想定した溶解性能の検証（不溶解残渣側の評価を含む）を行う。     | 使用済MOX燃料溶解条件の具体化と溶解性能のとりまとめ  | 研究開発計画に基づき順調に進捗しており、引き続き課題①で得られた条件及び課題③④で得られた試験結果を反映しつつ、より詳細な検討を進めることで達成できる見込み |
| <p>(目標の設定理由・根拠)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本事業では、使用済MOX燃料の溶解条件案の具体化と残渣に残るPuの溶解技術の成立性を確認することが目的であることをふまえ、目標を設定した。</li> </ul> <p>(計測方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術進捗状況について、外部有識者の確認、評価を受ける。</li> </ul> |   |                              |  |

- 本事業で整備される使用済MOX燃料処理技術等は開発途中のものであり、現時点の開発成果によってもたらされる副次的成果・波及効果で評価できるものは存在していない。

| 年度     | 論文数 | 発表 | 国内特許出願 | 国外特許出願 | PCT出願 |
|--------|-----|----|--------|--------|-------|
| 2021年度 | -   | -  | -      | -      | -     |
| 2022年度 | -   | -  | -      | -      | -     |
| 2023年度 | -   | 2件 | -      | -      | -     |

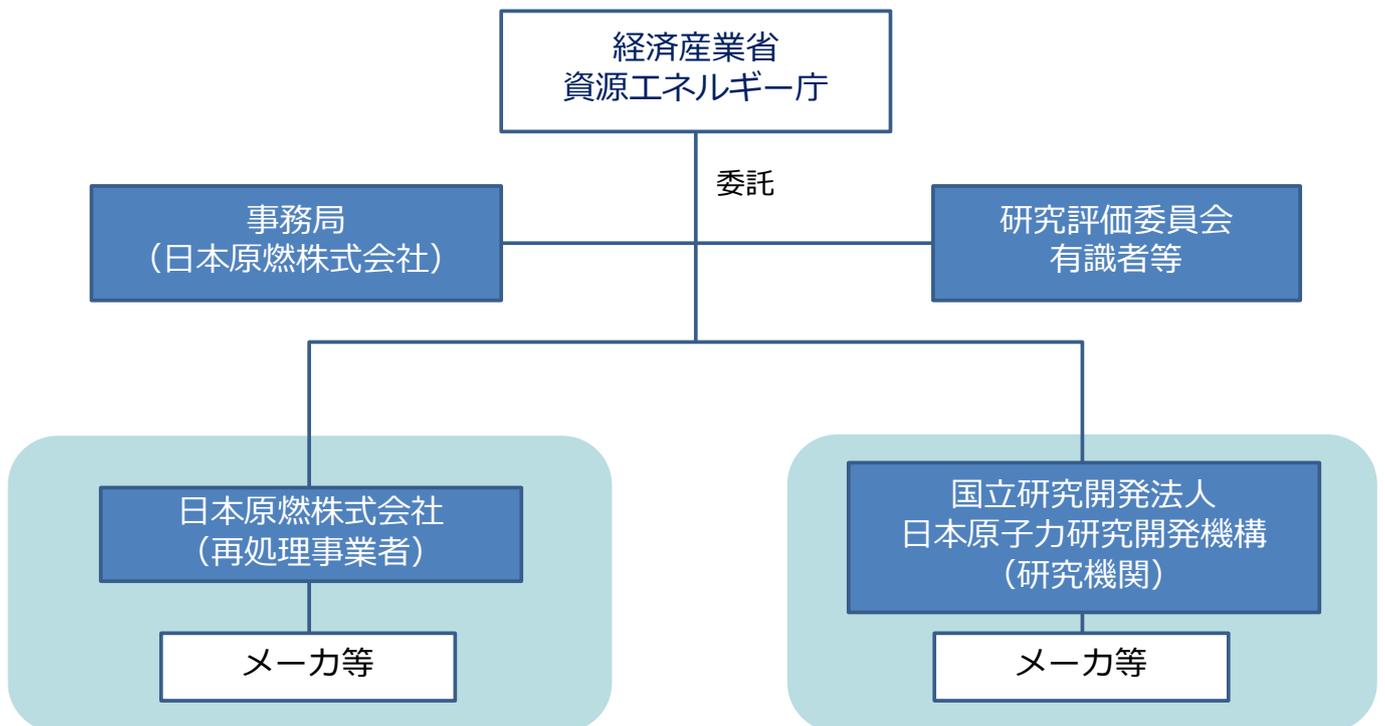
- 本事業は2021年度に開始したものであり、徐々に発表できる成果が蓄積してきたことから今年度2件の学会発表を実施している。今後も得られた成果を適宜、外部発表に努めることとする。

## 評価項目3. マネジメント

### 3-1-1. 実施体制

評価項目3

17



(1) 使用済燃料の処理に係るシナリオ評価  
及び各工程への影響評価

(2) 使用済MOX燃料の溶解挙動評価及び  
不溶解残渣中のプルトニウム回収技術の開発

## ■2021年度

## ○企画競争

【周知方法】資源エネルギー庁ホームページ及びe-Rad（公募期間1ヶ月）

【応募資格】日本に拠点を有していること

本事業を的確に遂行する組織、人員等を有していること

本事業を円滑に遂行するために必要な経営基盤を有し、かつ、資金等について十分な管理能力を有していること等

【採択審査の体制】第三者の有識者からなる審査委員4名により審査し、必要に応じヒアリング等を実施

【審査項目】提案内容が当方の要求に合致しているか

事業の実施方法、実施スケジュールが現実的か

実施方法等について成果を高めるための効果的な工夫が見られるか等

【採択通知】事業者名、法人番号を資源エネルギー庁ホームページで公表

## ■2022年度～

※2021年度の実施体制を引き継ぐため、新規公募は行わず、第三者委員会による継続審査を実施

## 3-1-3. 研究データの管理・利活用

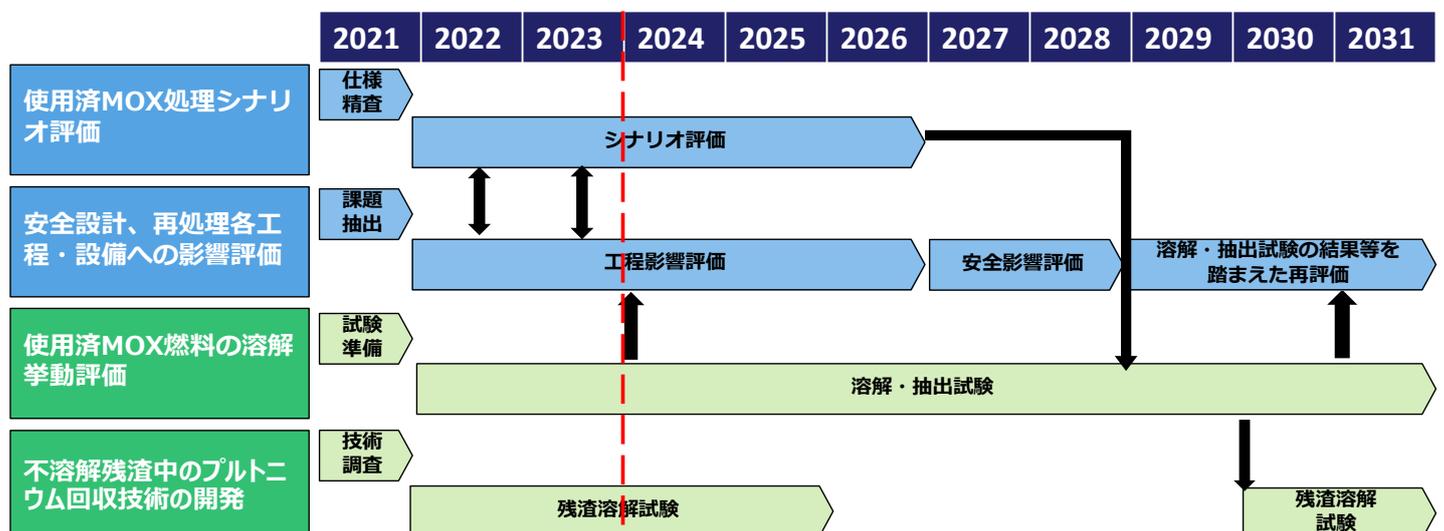
- ・ 得られた研究開発データは各事業者がそれぞれ管理する。
- ・ 研究開発データは1-3-1に示したオープン・クローズ戦略に沿って適切に管理しており、再委託先を含む事業者間でも機密保持等の規則を取り決めている。



- 本事業は以下の理由により、委託事業として実施することが適切である。
  - ①技術的難度を有するとともに多額の開発費用と長期の開発期間を要し、民間事業者にとっては開発リスクが高い事業である。
  - ②国が前面に立つべき課題である使用済MOX燃料の処理、処分問題に対して、事業者、研究機関、大学、企業等国内外の英知を結集したオールジャパン体制で対応する必要がある。

### 3-3-1. 研究開発計画、進捗状況

- 当初の計画では2024年度で終了の予定としていたが、1-1-3. に示した外的環境の変化を踏まえて、より詳細な知見を得るため計画を変更する。
- シナリオ評価、工程・安全影響評価及び各試験の結果をお互いに反映。
- 研究開発計画は、外部有識者による評価委員会において、評価や助言をもらい適宜見直すこととしている。
- 現在、研究開発計画に則って順調に進捗している。今後、外部有識者の助言や外的条件の変化等を踏まえて適宜、計画を見直しつつ進めていくこととする。



|                    | 役割  |
|--------------------|---|
| プロジェクト<br>コーディネーター | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 資源エネルギー庁との事業に関する窓口を担当する。</li> <li>● 月1回程度の「事業者間会議」を開催し、契約管理・予算執行・研究開発進捗・事業遂行など全般のマネジメントを行う。</li> <li>● 月1回程度、資源エネルギー庁との「定例報告」を開催し、資源エネルギー庁に対して業務進捗状況の報告を行う。</li> <li>● 年2回程度「評価委員会」を開催し、研究計画・成果について外部有識者から評価・助言をいただく。</li> </ul> |
| 事務スタッフ             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● プロジェクトコーディネーターの補佐し、主に契約管理・予算執行・事務処理業務を統括する。</li> </ul>   |
| 開発リーダー             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究テーマごとの開発責任者として研究開発目標の達成に向けて、開発担当への指導を行う。</li> <li>● プロジェクトコーディネーターからの依頼に応じて、「事業者間会議」「定例報告」「評価委員会」に参加し、開発目標に向けて研究を推進する。</li> </ul>  |
| 開発担当               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 開発リーダーを補佐し、研究開発目標の達成に向けて実行する。</li> </ul>   |
| 評価委員<br>(外部有識者)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● プロジェクトコーディネーターが主催する「評価委員会」において、研究テーマごとの研究目標と達成度、実装化の見通しなどについて評価や助言を行う</li> </ul>   |

#### 2023年度の進捗管理スケジュール



### 3-3-3. 継続・中止の判断の要件・ステージゲート方式

- 本事業は年度ごとに第三者委員会による継続審査を実施。
- なお、適切なマネジメントを行う観点から、有識者による評価委員会を年に2回程度開催し、事業の進捗確認等を実施。委員による助言等はその後の事業執行に反映している。

1)日本原子力学会2023年秋の大会 (2B18)

表題：使用済MOX燃料処理技術の基盤整備研究－(1)全体概要及び未照射MOX燃料の作製

発表者：竹内 正行、野村 和則、石尾 貴宏、新津 好伸

2)日本原子力学会2023年秋の大会 (2B19)

表題：使用済MOX燃料処理技術の基盤整備研究－(2)未照射MOX燃料の硝酸溶解試験

発表者：木村 修也、粟飯原 はるか、中原 将海、矢野 公彦、北脇 慎一、佐野 雄一、竹内 正行