

**JAEAバックエンドロードマップの
ARTEMISレビュー**

最終報告書

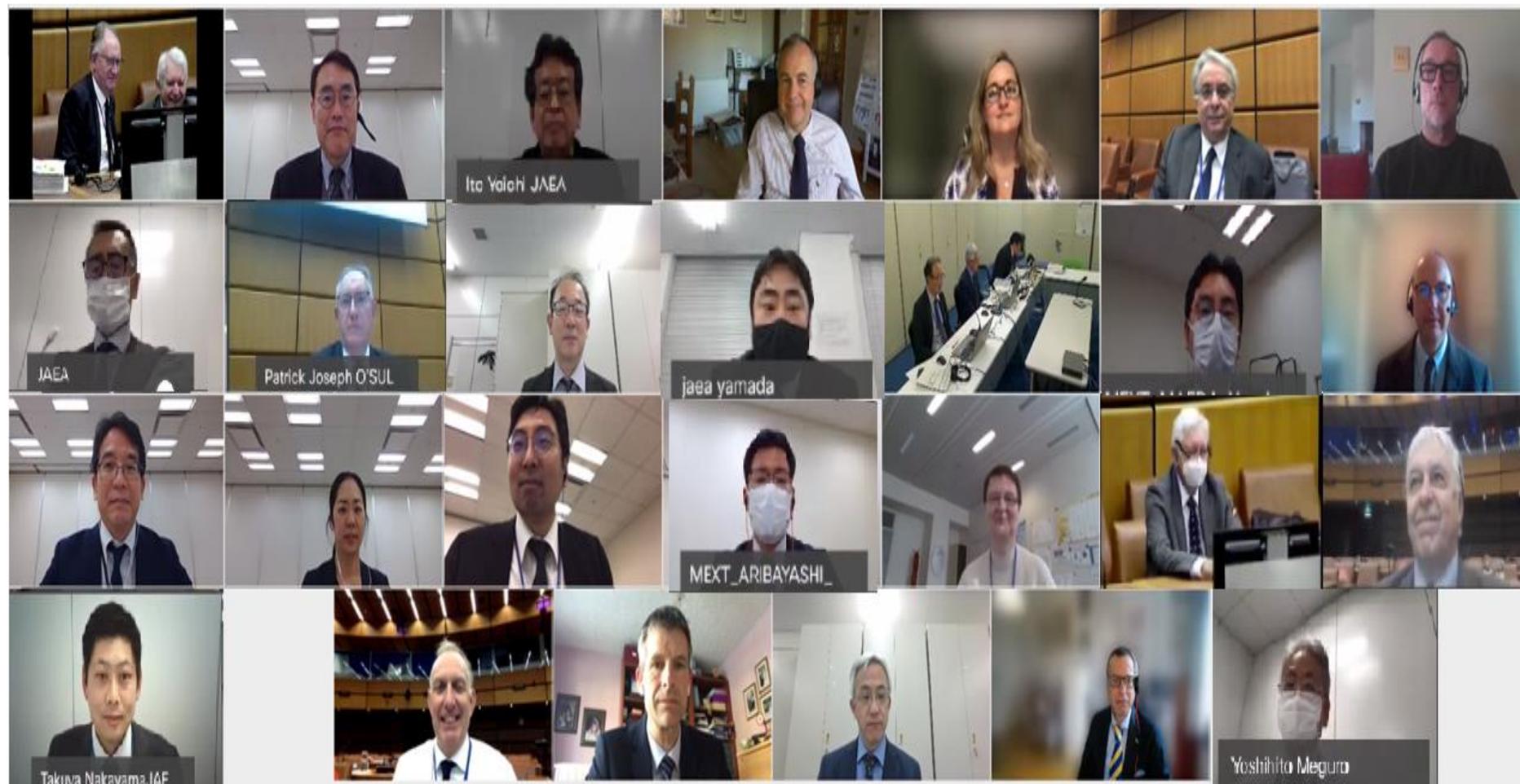
2021年4月12～22日

原子力局

原子力安全保安局



JAEAバックエンドロードマップのARTEMISレビュー：最終報告書





IAEA バックエンドロードマップに対する放射性廃棄物と使用済み燃料の管理、廃止措置、除染に関する総合評価サービス (ARTEMIS レビュー)

作成機関

IAEA (2021年6月11日)

ARTEMIS レビューチーム

Francesco TROIANI	ARTEMIS チームリーダー (イタリア)
Roger COWTON	レビューアー (英国)
Peter ORMAI	レビューアー (ハンガリー)
Robert WALTHÉRY	レビューアー (ベルギー)
Simon CARROLL	レビューアー (スウェーデン)
Alastair LAIRD	レビューアー (英国)
Christine GELLES	レビューアー (米国)
Jean-Michel CHABEUF	レビューアー (フランス)
Patrick O'SULLIVAN	IAEA チームコーディネーター
Gérard BRUNO	IAEA チーム副コーディネーター
Koji KAMITANI	IAEA 運営サポート

目次

エグゼクティブサマリー.....	1
I. 序文.....	3
II. 目的と範囲.....	3
III. レビューの根拠.....	4
III.1 予備作業及びIAEA レビューチーム	4
III.2 レビュー関連の参考文献.....	4
III.3 レビューの実施.....	4
1. 全体的な廃止措置プログラムの最適化.....	6
1.1. 組織の取り決め.....	6
1.2 プログラム最適化プロセス.....	9
1.3 プログラムの計画.....	12
1.4 利害関係者の関与.....	14
2. 放射性廃棄物に関する管理	16
2.1 放射性廃棄物のインベントリ	16
2.2 保管と処分の相互依存性.....	19
2.3 放射性廃棄物の各階層	21
2.4 L1 廃棄物のマネジメント戦略	23
3. 核燃料物質に関する管理.....	25
3.1 核燃料物質を使用した施設の安全管理.....	25
3.2 再処理施設の燃料片及びデブリの管理.....	28
3.3 使用済み燃料の管理.....	30
4. 廃止措置に関するコスト評価	32
4.1 コスト評価の手法論.....	32
4.2 廃止措置に関するコスト評価手法のさらなる開発.....	35
5. 放射性廃棄物に関するコスト評価.....	38
5.1 放射性廃棄物に関するコスト評価と不確実性の分析の範囲.....	38
5.2 放射性廃棄物に関するコスト評価における除外されている範囲への対処	43
6. プロジェクト及び契約に関する管理.....	45
6.1 廃止措置のための能力開発.....	45
6.2 サプライチェーンの管理.....	49
6.3 契約管理の戦略.....	51
7. 廃止措置に関する技術.....	54
7.1 技術開発の管理.....	54
7.2 処理の難しい放射性廃棄物に関する技術的ニーズ	57
8. 略語.....	60
付属書 A – 実施要領.....	62
付属書 B – ミッションプログラム	67
付属書 C – 提言及び助言.....	68

エグゼクティブサマリー

日本政府、具体的には文部科学省（MEXT）の要請により、2021年4月12日から4月22日にかけて、日本原子力研究開発機構（JAEA）の施設の廃止措置及び関連する放射性廃棄物の処理・処分に係る長期方針について、IAEA ARTEMISレビューを行いました。このレビューは、JAEAが実施義務のある廃止措置および廃棄物管理のマネジメント方法のさらなる発展に向けた助言を行うことを目的として、JAEAの「バックエンドロードマップ」に対し、国際的な第三者の評価を提供するものです。

JAEAの「バックエンドロードマップ」は、原子炉、核燃料サイクル施設、廃棄物管理施設を含む79の施設を対象としており、実施期間は70年間にわたることが想定されています。

レビューの所見は、IAEAの安全に関する出版物（安全基準シリーズ（Safety Standards Series）や原子力エネルギーシリーズ（Nuclear Energy Series）など）と国際的な優良事例を踏まえており、文部科学省及びJAEAによる廃止措置の計画立案・実施と廃止措置費用の見積もりのロバストネス（信頼性向上）に役立つはずです。

レビューは、特に以下の側面に重点を置きました。

- 70年にわたる廃止措置と廃棄物管理のプログラムの全体的な妥当性
- 廃止措置から廃棄物処分までのすべてのステップをカバーする費用の見積もりの方法
- プロジェクト管理や契約戦略など、プログラムの効果的な実施の確保

このレビューは、IAEA加盟7カ国からの、廃止措置、放射性廃棄物と使用済み燃料管理の分野の上級専門家8人からなるチームによって行われ、IAEAスタッフが調整と運営支援を担いました。

JAEAでは現在、複数の大規模な原子力施設の廃止措置と、それに伴う核燃料物質と放射性廃棄物の管理を行っています。現在の廃止措置プログラムは、3つの主要施設、具体的には東海再処理施設、高速増殖原型炉「もんじゅ」、新型転換炉原型炉「ふげん」に集中しています。これらの各プロジェクトは、関連する廃棄物処理・処分活動とあわせて、現在の主要な管理上の技術的課題を提供するだけでなく、廃止措置の第1段階における予算やその他のリソース需要の大部分を占めています。

ARTEMIS レビューチームは、JAEA の全体的な廃止措置戦略に関して、大きなリスク軽減が達成される可能性（最優先事項）のある施設とメンテナンス関連の大幅な費用削減効果が期待される施設を優先していることを認識しました。ARTEMIS レビューチームは、JAEA が技術開発の長期的な成功実績を持っており、これは将来的にも廃止措置及び廃棄物処理プログラムに役立つ可能性があることを認識しました。ARTEMIS レビューチームはさらに、最近の組織の再編では、管理構造の一元化が進められ、技術開発イニシアティブの統合、優先順位付け及び調整を良好に進めることが可能になったことも認識しました。

ARTEMISチームは、ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点（「スマデコ」）の一環として、JAEAが廃止措置作業経験のない地元産業を敦賀のモックアップ施設での訓練に招待していることを知りました。この活動については、優良事例（Good Practice）としました。

放射性廃棄物のライフサイクル管理に関して、JAEAは、低レベル廃棄物と極低レベル廃棄物のためのコンクリートピット処分施設とトレンチ処分施設のサイトの特定（立地）及び建設を今後10年以内に実施することなど、意欲的な全体計画を概説しました。このプログラムには、特に事業に遅れが生じた場合の廃棄物貯蔵庫の不足に対する管理など、大きな課題があります。文部科学省/JAEAが計画の有効性と廃止措置及び廃棄物管理活動の有効性を高められるよう支援することを目的として、リスク削減と時間及び費用の最適化の観点から、ARTEMISレビューチームは

以下の内容を含む多くの提言（recommendations）と助言（suggestions）を行いました。

- JAEAは、研究開発と廃止措置に係る組織と資源（人員と予算）の責任をより明確に分離して、それぞれのミッションへの注力を強化するためのさまざまなオプションを検討する必要があります。
- JAEAは、資源を含む統合されたプログラム計画を作成する必要があります。これにより、各プログラムのリスクと機会の分析、短期的な資源配分の検討とプログラム管理の実施が可能になります。
- JAEAは、処分施設の整備が遅れる可能性を考慮し、すべての廃棄物区分について計画している処分施設の利用可能性と廃棄物貯蔵能力をあわせて評価した明確な戦略を示すべきです。
- JAEAは、使用済み燃料やその他の核燃料物質の管理を考慮して、恒久的に停止している施設についても定期的に安全レビューを実施し、安全が長期にわたって維持されることを保証するとともに、安全性をさらに高めるための可能な行動を見出していく必要があります。
- JAEAは、不確実性とリスクを考慮しつつ、施設の解体にかかる総費用を包括的に理解するために、廃止措置費用の評価方法をさらに発展させる必要があります。
- JAEAは、廃止措置と廃棄物管理に関する教育と訓練プログラムを開発し、プログラムの実施に必要なスキル、能力、要員数に対応するための枠組みを確立する必要があります。
- JAEAは、短期的な作業計画活動に沿ったサプライヤーとの提携を実施し、サプライチェーンの拡大を促進する戦略を策定することが必要です。また、産業界とコミュニケーションをとりつつ詳細契約を結ぶ戦略も必要であり、その際、リスクと責任のバランスのとれた共有ができるオプション、契約方法を検討することが重要です。
- JAEAは、処理が難しくなる可能性のある廃棄物の性質と量を完全に把握するために、プラントのすべての主要なプロセス機器とセルにおいて、サンプリングを含めて広範な分析調査を実施する必要があります。

要約すると、ARTEMISレビューチームは、JAEAが廃止措置、放射性廃棄物、使用済み燃料について、安全で責任ある高水準の管理を引き続き実施できる状態にあると判断し、さらなる改善のための提言と助言をまとめました。ARTEMISレビューチームは、JAEAが将来にわたるプログラムの方向性を確立するとともに、直面している課題もはっきり示したロードマップを作成したことを評価します。

ARTEMISレビューチームは、「バックエンドロードマップ」の作成及び実装に携わっている日本の全ての関係者を、慎重な作業、全体的なプロフェッショナリズム及び安全に対する全力での取り組みという観点から高く評価しました。

I. 序文

国際原子力機関（IAEA）は、日本政府、具体的には文部科学省（MEXT）の要請を受けて、日本原子力研究開発機構（JAEA）の、その保有する施設の廃止措置及びそれに伴う放射性廃棄物の処理及び処分に関する長期的方針（2018年12月に発表された「バックエンドロードマップ」で示されている方針）に対するARTEMISレビューを実施しました。

ARTEMISピアレビューサービスの一般的な目的は、IAEAの安全基準及び技術的ガイダンス並びに国際的な優良事例に基づく、放射性廃棄物・使用済み燃料管理、廃止措置及び除染に関する第三者の専門家の意見や助言を提示することです。ARTEMISピアレビューは、IAEAの原子力安全保安局と原子力局が合同で組織しています。

このレビューは、IAEAが選定した廃止措置及び放射性廃棄物・使用済み燃料管理の分野における国際的な上級専門家8名のチームにより実施されており、IAEA職員らが調整と運営サポートを行っています。ARTEMISレビューチームは、2019年9月の予備会議を経て、2020年1月及び2月に事前提出資料（Advanced Reference Material: ARM）を受け取った後、ARMを査読した上で複数の「初期レビュー質問事項（Initial Review Questions: IRQ）」を設定し、これを2020年6月30日に日本側に送付しました。それらの質問事項の目的は、レビューチームの関心事項を日本側に理解してもらい、その後のミッション期間中にそれらの質問事項に対して首尾よく対処してもらうことでした。

II. 目的と範囲

ARTEMIS レビューの目的は、JAEA の「バックエンドロードマップ」の国際的な第三者評価を提示することであり、特に今後の取り組みへの評価に重点が置かれました。バックエンドロードマップは、原子炉、核燃料施設、再処理施設、燃料製造施設、廃棄物管理施設など、79の施設を対象にしています。

レビュー所見の目的は、MEXT及びJAEAが廃止措置の計画立案及び実施並びに廃止措置費用の見積もりのロバストネス（信頼性向上）において国際的な優良事例を踏襲できるように助力することです。

ARTEMISレビューは、IAEAの原子力局と原子力安全保安局によって組織されました。IAEAが選抜した国際的ピアレビューチームは、該当するIAEA安全基準及び技術レポート並びに実績のある国際的事例や経験に照らし合わせてバックエンドロードマップを評価しました。

IAEA と MEXT/JAEA との間で取り決められたレビューに関する実施要領に則って、当該レビューはバックエンドロードマップの3つの重要な要素をカバーしています。

- 70年にわたる廃止措置と廃棄物管理のプログラムの全体的な妥当性
- 廃止措置から廃棄物処分までのすべてのステップをカバーする費用の見積もりの方法
- プロジェクト管理や契約戦略など、プログラムの効果的な実施の確保

ARTEMISレビューは、プログラム、技術及び安全上の考慮事項に留意しました。それらの考慮事項は、以下の7つの具体的なテーマに沿って整理されました。

- 全体的な廃止措置プログラムの最適化
- 放射性廃棄物に関する管理
- 核燃料物質に関する管理
- 廃止措置に関するコスト評価

最終報告書

- 放射性廃棄物に関するコスト評価
- プロジェクト及び契約に関する管理
- 廃止措置に関する技術

III. レビューの根拠

III.1 予備作業及びIAEAレビューチーム

2019年5月15日に日本政府はMEXTを介し、2018年12月に発表された「バックエンドロードマップ」に示されている日本原子力研究開発機構（JAEA）の保有する施設の廃止措置並びにそれに伴う放射性廃棄物の処理及び処分に関する長期的方針について、ARTEMISレビューの実施をIAEAに正式に要請しました。

日本政府の要請を受けて、ARTEMISレビューに関する予備会議が9月3日、4日の両日、JAEAの東京事務所で開かれました。予備会議には、ARTEMISチームリーダーであるFrancesco Troiani氏、IAEAコーディネーターのPatric O’Sullivan氏及びKoji Kamitani氏（IAEA）に加えて、MEXT及びJAEAの管理職職員らが出席しました。

予備会議では次の内容が議論されました。

- JAEA バックエンドロードマップの ARTEMIS レビューに関する実施要領（日本政府の要請に基づく）
- レビューの組織化及び実施の側面に関する詳細

IAEA スタッフは、ARTEMIS の原則、プロセス及び手法を提示しました。次いで、当初は 2020 年 5 月に予定されていた日本での ARTEMIS レビューミッションの詳細な計画について議論が交わされました。Covid-19 パンデミックによる制限に伴い、当該ミッションはまず 2020 年 10 月に延期となり、最終的に 2021 年 4 月に延期となりました。また、それらの制限の結果、当該レビューをバーチャルベースで実施することが決定されました。

III.2 レビュー関連の参考文献

ARTEMIS レビューサービスに関する指針案と、事前提出資料及びミッションや関連する議論の際に提示された各種資料です。このレビューの根拠として用いた IAEA 刊行物の完全なリストは付属書 A に示しています。

III.3 レビューの実施

ARTEMIS初回会議は、2021年4月12日月曜日にバーチャル会議として開催され、ARTEMISレビューチームと、MEXT及びJAEAの幹部や職員らが参加しました。開会の挨拶は、MEXT大臣官房審議官の堀内義規氏、JAEA副理事長の伊藤洋一氏、IAEA原子力局の核燃料サイクル・廃棄物技術部（Division of Nuclear Fuel Cycle and Waste Technology）部長であるChristophe Xerri氏、ARTEMISチームリーダーのFrancesco Troiani氏、及びIAEAのPatrick O’Sullivan氏が行いました。

ARTEMIS レビューミッションの期間中において、取り決められたレビュー範囲に沿った実施要領で特定されているテーマのすべてについてレビューが実施されました。レビュー全体の目的は、日本の政府及び関係省庁に対して、改善のための提言や助言を行い、該当する場合には優良事例

最終報告書

を指摘することでした。ARTEMIS レビューチームは、付属書 B に示されているミッションプログラムに沿ってレビューを実施しました。

ARTEMIS 終了会議は、2021 年 4 月 22 日木曜日にリモートで開催されました。その開会の挨拶は JAEA の伊藤洋一氏が行いました。レビューミッションの結果に関するプレゼンテーションを、ARTEMIS チームリーダーの Francesco Troiani 氏が行いました。Christophe Xerri 氏が、IAEA を代表して締めくくりの言葉を述べました。MEXT 側からは堀内義規氏が代表して締めくくりの言葉を述べました。

1. 全体的な廃止措置プログラムの最適化

1.1. 組織の取り決め

MEXT/JAEA の状況

JAEA は 79 の原子力施設に責任を負っており、今後 70 年間にわたり MEXT 及び日本政府が義務付けている同機構の任務を遂行するためにさまざまな研究開発、運転及び廃止措置活動を予定しています。

JAEA は自らの管理下にある原子力インフラの評価を行い、原子力研究開発機能を維持する上で不可欠な施設を複数特定しました。それらの施設は必要に応じて今後も継続的に使用される予定です。

JAEA は、短中期的に使用を継続する予定の 46 施設と、解体する必要のある 43 施設を特定しました。リスクを緩和するために、以下が優先事項となっています。

- 1) 放射性物質のインベントリが大規模な施設
- 2) 著しく高経年化した施設
- 3) 不安定な汚染機器／設備がある施設

解体すべき構造物を優先するための JAEA の戦略は、可能な限りコストを最適化しつつ放射線リスクを効果的に軽減するなど、いくつかの重要な選択肢に基づいています。

それらの選択肢の中で、JAEA は運用コストがかさむ施設、すなわち全般的なコスト低減やグローバルなコスト最適化の観点から最もメリットが得られる施設の優先化に注力しています。後者の中でも、ふげんやもんじゅといったプラント（福井県）のほか、東海再処理施設（茨城県）は、JAEA 廃止措置計画全体の中でも規模、複雑さ及びコストの観点に最も関連する施設です。

JAEA 側との議論中で、JAEA の各施設の現在の組織体制や、関連する予算及びプログラムの説明が追加されました。JAEA は、研究開発から廃止措置に重点を移すにあたってスタッフのモチベーションを維持するという課題に触れ、研究開発と廃止措置の双方が進行中のサイトにおいては、ふげんの場合のように完全に廃止措置に移行したサイトよりも課題が多いことを認めました。

JAEA はプレゼンテーションや議論の中で、同機関のさまざまなサイト及びサイト内施設の管理における現行組織体制を説明しました。そこでは、サイト認可要件を満たすための組織体制についても説明がありました。JAEA は、このプログラムの一部としての知識管理の重要性に言及しました。

JAEA JAEA 組織図



ARTEMIS の所見

JAEA が日本政府及び国内の原子力産業のニーズに応える原子力関連研究開発の長い歴史を持つ組織から、研究開発という元来の使命とその保有する一部施設の安全かつ効果的で信頼性・費用対効果の高い廃止措置を実施するという新たな使命とを同時に遂行しなければならない組織への移行期にあるということをレビューチームは認識しました。時間の経過とともに、取り組みの重点が廃止措置活動へと次第に移っていく展開になるでしょう。これらの異なる役割を担う上で必要とされるアプローチには、いくつかの共通要素がある一方、非常に異なる要件もいくつかあります。

JAEA には日常的な運転に関連するガバナンス委員会及び部門と、廃止措置への移行に関連するガバナンス委員会及び部門が複数あることをレビューチームは認識しました。また、研究開発の進捗状況を廃止措置とは別に報告している施設もいくつかあるようです。JAEA は、さらに焦点を定めて、自らの組織構造を双方の使命（目標）により密接に適合させることが可能でしょう。そのためには、MEXT を含むさまざまな組織と関わり合い、話し合うことが必要でしょう。

全体的なプログラムを最適化する機会、組織的な焦点を明確に定めることによって高めることができるでしょう。このことが達成できている事例が他の国々にあります。例えば、英国では、原子力廃止措置機関（NDA）が 17 カ所の廃止措置サイトの責任を担っています。それらのサイトのいくつかにおいては、例えば、セラフィールドのマグノックス燃料再処理といった運転がいまだ進行中であり、それらの事例では運転組織と廃止措置組織が明確に分離しています。その他にも、原子力施設を含む多くのサイトや施設を有する研究組織である欧州委員会の共同研究センター（JRC）の事例があります。2020 年に JRC は、進行中の研究開発作業を、廃止措置と放射性廃棄物管理プログラムからさらに明確に分離するために、自らの組織構造と業務形態を再編成し

ました。フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA）は、廃止措置及び廃棄物管理業務と、研究・運用上の責任及び活動とが明確に分離した構造となっています。2008年にオラノ（Orano）は廃止措置業務ユニットを設立し、廃止措置をその他の業務の一部（再処理業務など）から分離しました。米国では1989年に、エネルギー省環境管理局（DOE-EM）が、旧来の原子力施設及び廃棄物に対処するために設立され、研究開発から分離されました。地理的に同じサイトで双方の活動が行われている場合、それらの活動は複数の組織によって管理され、別個の契約を通じて実施されています。イタリアの新技术・エネルギー・持続可能な経済開発庁（National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development: ENEA）が1990年代後半に、恒久的に閉鎖した原子力施設の廃止措置を開始しました。間もなく明らかになったのは、研究と廃止措置を並行して実施すると、廃止措置プロジェクトの効果的な実施が困難になるということでした。2003年にENEAのすべての廃止措置活動が、イタリアの国営廃止措置・放射性廃棄物管理組織である SOGIN に移管されましたが、これは対象施設廃止措置への専念を実現するためでした。

1	提言、助言及び優良事例
	<p>所見： JAEA は廃止措置活動を進めると同時に、さまざまな研究開発施設や運用施設の安全な運用を行うことを計画しています。現在の組織における責任分担は、明確にされておらず、重複があるように見えます。</p>
(1)	<p>根拠： 一般安全要件（GSR）パート2－安全のためのマネジメント 要件2：管理者による安全のためのリーダーシップの実証 「管理者は安全のためのリーダーシップ及び安全への取り組みを実証しなければならない」</p>
(2)	<p>根拠： GSR パート6－施設の廃止措置 要件9：廃止措置の資金調達 「廃止措置の資金調達に関する責任については国内法令に定めなければならない。資金調達は、安全な廃止措置を確実にするために、十分な財源を確保し、必要に応じて利用できるようにするための仕組みの構築も含むものとする」</p>
(3)	<p>根拠： GSR パート2－安全のためのリーダーシップとマネジメント 要件4：目標、戦略、計画及び個別目標 「シニアマネジメント（上級管理者）は、組織の安全方針と整合する組織目標、戦略、計画及び個別目標を定めなければならない」</p>
提言1	<p>提言： JAEA は、研究開発と廃止措置に関する組織と資源（人員と予算）の責任を、より明確に分離して、それぞれのミッションに重点的に取り組むために、さまざまな選択肢を検討する必要があります。</p>

1.2 プログラム最適化プロセス

MEXT/JAEA の状況

JAEA は、現在の計画プロセスの概要を提示しました。それらには、10 年間にわたる「施設中長期計画」と「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の中長期目標を達成するための計画（中長期計画）」（7 年間にわたる中長期計画）が含まれています。JAEA は、10 年間にわたる中長期計画を支えるデータの整備が継続中であるとし、この事実が 7 年計画に十分に反映されていないことを認めました。さらに JAEA は、現在の統合レベルに言及し、その領域においてさらに取り組む余地があるとし、選択肢を排除することなく効率性を最大化する可能性があることを説明しました。

2011 年の東日本大震災以降に実施された（施設の）運用見直しでは、さらに多くの施設の廃止措置を行う必要性を示唆しました。このことは、JAEA の廃止措置計画に著しい複雑さをもたらします。

事前提出資料は、全施設の廃止措置のタイミングを大まかに示す線表を含んでいました。本レビューの期間中において、ふげん及びもんじゅで使用されているさらに詳細な計画ツールに関する情報が示されました。ふげん廃止措置プロジェクトはもんじゅプロジェクトよりも数年早く開始したため、両サイトでは異なる計画管理ツールが使用されています。

リスク解析及び機会分析の開発は初期段階にあり、プログラム全体を最適化するための方法をよりよく理解するためにこれらツールをさらに効果的に活用できるようにすることが望まれます。

JAEA は、全体的な廃止措置計画の承認及びその後のさらに詳細な申請に関する、原子力規制委員会（NRA）との意思疎通について説明しました。

ARTEMIS の所見

レビューチームは、JAEA が廃止措置計画立案の初期の段階にあり、その施設のうち完全に廃止措置が行われた施設の数は比較的少ないと認識しています。

全般的プログラムの最適化能力を高めるには、それぞれの施設とサイトにおけるプロジェクトを一貫した方法で比較できることが重要です。計画立案の詳細化に、リスク解析や機会分析などの共通基準を適用することによって、効果的なシナリオ立案とその実行が可能になり、望ましいプログラム結果を得る上で重要な諸要素のモデル化が容易になります。これには、予算の増減、資源の可用性、廃棄物貯蔵能力などが含まれます。この実施において一律の系統的方法を実施するには時間を要することを認識した上で、その間、プログラムレベルで管理を可能にする共通の照合システム（作業分解図、リソースコーディング、調達計画などに関する照合システム）を開発することが可能であるはずで、これによって、それぞれの施設及びサイトに関する詳細な計画を策定することが可能になります。

他の国際的プログラムによる有益な事例研究が数多く存在しており、それらは産業界のベストプラクティスであると言えるでしょう。例えば、英国では、2004 年に原子力廃止措置機関（NDA）が設立された当時、NDA はその責任領域全体にわたって共通のベースラインを確立する必要がありました。NDA は、自らのベースラインマネジメントシステムプログラム管理手順マニュアル（Baseline Management System Programme Controls Procedure Manual）に沿って策定した一連のプログラム管理手順において体系的なアプローチを定めました。米国では、エネルギー省環境管理局（DOE-EM）が、廃止措置（最長で 10 年かかる場合もある）の契約を発注する際のアプローチを支援する詳細かつ各サイトに特有のベースラインを活用しており、17 サイトすべてを

最終報告書

全体的プログラム見積もりに統合することもできます。1999年に欧州委員会の共同研究センター（JRC）が、その保有する4つのサイトすべての原子力施設を網羅する廃止措置・廃棄物管理（D&WM）プログラムを立ち上げました。D&WMプログラムの計画と予算は、各種プロジェクトの進捗を優先事項及びプログラム全体のニーズと一致させるために定期的に見直されています。このプロセスも、将来の予算要求に備えるためのデータをもたらしています。

これらの詳細な計画は、施設マネジメント推進会議及びバックエンド統括本部（Back End Head Office）が予算執行を検討し、予算要求を通過させ、最適化の機会を見極める際の基盤となるでしょう（所見16及び17を参照）。

廃止措置計画は定期的に見直すべきであり、見直すタイミングは多くの要素に左右されるため、計画見直しの周期にある程度の柔軟性を持たせる必要があります。国際的な経験からは、廃止措置プログラム内の条件が変化しうることや、また極めて突然に変化する場合もあることが示唆されており、そのことを利害関係者らが理解することが重要です。そのような変化に対応する上で、シナリオを作成することが非常に役立つ場合があります。

2	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：バックエンドロードマップは、廃止措置の完了に向けて、最初のライフサイクル戦略とビジョンを示しています。詳細な計画については、作成の初期段階にあります。プロジェクトプランニングに産業界のベストプラクティスを取り入れることで、戦略を大幅に強化できる可能性があります。</p>
(1)	<p>根拠：GSR パート 2 – 安全のためのリーダーシップとマネジメント</p> <p>要件 4：目標、戦略、計画及び個別目標</p> <p>「シニアマネジメント（上級管理者）は、組織の安全方針と整合する組織目標、戦略、計画及び個別目標を定めなければならない」</p>
(2)	<p>根拠：GSR パート 6 – 施設の廃止措置</p> <p>要件 2：廃止措置におけるグレーデッドアプローチ</p> <p>「いかなる施設についてもその廃止措置における範囲や詳細レベルの特定の際には、廃止措置のあらゆる側面において、廃止措置に伴って生じうる放射線リスクの度合いに応じたグレーデッドアプローチを適用しなければならない」</p>
提言 2	<p>提言：JAEA は、資源配分を含む統合されたプログラム計画を作成する必要があります。これにより、各プログラムのリスクと機会の分析、資源配分の検討が可能になります。</p>
助言 1	<p>助言：JAEA は、代替のシナリオと（複数のシナリオの）統合の可能性を特定・評価する方法を検討する必要があります。これは、資金の制約がある中での進捗を最大化するための、プログラムの効率と効果を高めることにつながる可能性があります。</p>
助言 2	<p>助言：廃止される施設の数が多く、使える人材および財源が限られていることを考えると、JAEA は、プラントごとの優先順位が確立した後、各プラントのアクションプログラムの作成を進め、これらのプログラム間の相互依存性を評価することを検討する必要があります。</p>
助言 3	<p>助言：JAEA は、廃止措置計画の定期的な見直しの実施を検討する必要があります。廃止措置中に状況や前提条件が持続的かつ非常に突然変化する可能性があるため、これは全てのプログラムについて（プログラムの）進行中に行う必要があります。</p>

1.3 プログラムの計画

MEXT/JAEA の状況

JAEA バックエンドロードマップは、廃止措置、廃棄物の処理、貯蔵及び処分、並びに核燃料物質の管理を網羅しています。

約 10 年間にわたる第 1 期（～2028 年度）では、バックエンド対策の実施に重点が置かれる一方、新規規制基準との適合を確保するための対策、耐震性の強化対策、原子力施設の高経年化対策、リスク低減化対策など、各施設の安全性確保が最優先されます。

約 20 年間にわたる第 2 期（2029～2049 年度）は、放射性廃棄物の処分の実施や廃棄物処理施設の建設などを含む、本格的な廃止措置に向かう移行期です。この期間に JAEA は、各施設の廃止措置プロセスにホールドポイントを設定することによって、各施設の変化状況や達成した進捗に応じて計画を調整するための適切なプロセス管理メカニズムを導入する予定です。

約 40 年間にわたる第 3 期（2050 年度以降）では、廃止措置完了に向けた本格的なバックエンド対策に的が絞られます。

ARTEMIS の所見

レビューチームは、JAEA が 70 年間にわたる廃止措置に対して体系的なアプローチを講じ、計画活動をサポートする 3 つの期間を設定していることを認識しました。それらの期間における詳細は、入手できる情報の量に応じて変化するものと思われます。詳細度のレベルは、短期的には高くなり、長期的には低くなるのが一般的です。

上記の 1.2 で言及したように、例えば、7 年計画と 10 年計画との関連性など、JAEA の計画間の関連性は重要です。廃止措置プログラムを効果的に遂行するためには、重要な相互関係を理解し、重要な（相互）依存性に着目する必要があります。例えば、廃棄物発生率、貯蔵施設（サイト内貯蔵施設及びサイト外貯蔵施設）の存続可能性、資源の可用性、技術展開などの要素が考えられます。JAEA はこれらの側面を単一の実行可能な短期作業計画にまとめることによって、施設及びサイトの廃止措置という広範なミッションを効果的かつ効率的に遂行することができるようになるはずです。全く新しい計画を策定する必要はありませんが、作業遂行能力と進捗管理を確保するために既存の計画を練り上げる必要があります。

この提言は短期的な計画に焦点を置いたものですが、JAEA はまた、可能な場合は系統や機器の早期の放射線特性評価の実施、さらに廃止措置をサポートする上で必要となる環境影響評価への着手など、活動の第 2 段階における機会についても検討すべきです。これらの活動を加速させることによって、後続段階における作業の効率を高めることができるでしょう。

包括的な短期作業計画の策定は、それぞれの施設及びサイトに関する詳細かつ共通化されたプロジェクト計画（水平的観点）に左右されるため、例えば、短中期的には、それらすべてを矛盾することなく（垂直的又は総合的観点で）見通すことが可能です。重要なことは、このことが複数の計画が存在することを意味するわけではないということです。計画プロセスでは同じ情報源を用いるべきですが、それぞれの目的に応じて個別的に情報を提示し、分析することができます。詳細に関する説明責任は、各サイト又は各施設の責任者にあります。

3	提言、助言及び優良事例
<p>所見： レビューチームは、JAEA の廃止措置活動には（さまざまな時間枠をカバーする）さまざまな計画があることを理解しました。（廃止措置）実施の基盤を形成するために必要と考えられる明確に定められた短期計画はないようです。さらに、バックエンドロードマップを円滑に進めるプログラムの進捗のためには、多くの重要事項について近い将来に決定することが必要となります。</p>	
(1)	<p>根拠： GSR パート 6 – 施設の廃止措置 要件 2： 廃止措置におけるグレーデッドアプローチ</p> <p>「いかなる施設についてもその廃止措置における範囲や詳細レベルの特定の際には、廃止措置のあらゆる側面において、廃止措置に伴って生じる放射線リスクの度合いに応じたグレーデッドアプローチを適用しなければならない」</p>
(2)	<p>根拠： GSR パート 6 – 施設の廃止措置 要件 8： 廃止措置戦略の選択</p> <p>「許認可取得者は、廃止措置計画立案の基盤を成す廃止措置戦略を選択しなければならない。かかる戦略は、放射性廃棄物管理に関する国策と一致するものでなければならない」</p>
提言 3	<p>提言： JAEA は、バックエンドロードマップと併用する詳細な短期作業計画をさらに作成する必要があります。この計画プロセスを通じて、文部科学省から要請された、短期及び長期の両方で目標と優先順位を明確に伝えることができます。</p>

1.4 利害関係者の関与

MEXT/JAEA の状況

JAEA は、多くの利害関係者が関与していることや、それらの利害関係者が自らの作業に及ぼしうる影響について説明しました。ここにおける利害関係者とは、非常に広範であり、職員、規制当局、中央政府、地方自治体（県、市、町など）、事業者、サプライチェーン、地域住民などを意味します。

JAEA は、さまざまな利害関係者がそれぞれの業務においてさまざまな利害を持っていることや、情報、対話及び関与の必要性もさまざまであることを認識していました。多くの利害関係者が JAEA と長期的な関係を築いており、その研究開発の活動については精通していますが、今後数年間にわたりサイトや施設で実施されることになる廃止措置についてはさほど精通していない可能性があります。

JAEA は、自らの活動範囲と関連する相互関係の複雑さなど、利害関係者らとの現状について説明しました。効果的なコミュニケーションと関与の重要性が強調されました。

ARTEMIS の所見

ARTEMIS レビューチームは JAEA に対して、廃止措置計画の立案及び実施の本格化への準備を進めるにあたって利害関係者との関与の取り組みをさらに拡大するよう助言します。国際的な経験からは、サイトの通常運用期間における利害関係者らとの早期かつ継続的な意思疎通の重要性が示唆されており、その重要性は変化の期間において高まります。また、利害関係者らのニーズの違いや、利害関係者らとの最も適切な関わり合い方を理解することも重要です。

早い時点から規制機関と連携することは、非常に望ましいことであると考えられており、使用済み燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約の加盟国による最近の会合においても優良事例として認識されました。

バックエンドロードマップの最適化に必要な事項の全体像の把握につながる、利害関係者との関与に対する全体的アプローチを計画及び実施することは JAEA にとって有益でしょう。その目的は以下のとおりです。

- 施設の高経年化に伴い高まる一方である内在的リスクに対処するために、対応が必要な施設が存在し、廃止措置を進展させなければならないという認識を高める。
- 廃止措置に伴って廃棄物が必然的に発生するため、それら廃棄物を安全かつ効率的に貯蔵し、最終的に安全かつ効率的に処分するためには現実的な計画が必要である。
- 廃棄物管理施設の運営は費用がかさみ、費用を最適化することは公益につながる。廃棄物処理のコスト及び環境影響を低減することは国益につながり、それらの低減は、例えば、人々の健康を守るという観点で処理が不要な廃棄物を他の管理ルートに転換すること（クリアランスの促進）によって一部達成することができる。
- 諸要素のバランスを図るためにはライフサイクルアプローチが必要である。ノーアクション（不履行）はオプションではなく、大きなリスクにつながる可能性が高い。
- 地域社会が経済的な恩恵を受ける大きな機会がある（将来の土地利用、短期的な産業発展、雇用創出、訓練、教育など）。

4	提言、助言及び優良事例
<p>所見：JAEA のサイトや施設に関する意思決定や活動に影響を与える可能性のある利害関係者が幅広く存在することが認められます。それぞれへの影響と必要なアプローチを示す包括的な利害要因分析が実施されたかどうかは明らかではありません。</p>	
(1)	<p>根拠： GSR パート 2 – 安全のためのリーダーシップとマネジメント 要件 5：利害関係者との相互関係 「シニアマネジメント（上級管理者）は利害関係者との適切な相互関係を確保しなければならない」</p>
(2)	<p>根拠： NW-G-2.1 原子力施設及び放射線施設の廃止措置に関する方針と戦略 (5.10.) 「放射性廃棄物、廃止措置及び汚染施設・サイトの管理に携わっている利害関係者の中で長期的な信頼を構築しなければならない」</p>
提言 4	<p>提言： JAEA は、利害要因分析プロセスをさらに発展させるべきです。これにより、優先度の評価に基づいて、興味の惹起、対話、および意思決定のそれぞれにおけるアプローチを特定できるはずです。（利害関係者との関係が）プロジェクトやプログラムの円滑な進捗への潜在的な影響も、関連するプロジェクトおよびプログラムのリスク管理に反映する必要があります。</p>
助言 4	<p>助言： JAEA は、JAEA のバックエンド戦略の主要要素に関する相互理解を深めるために、プログラムの初期段階でも規制当局との活発な対話を開始し維持することを検討する必要があります。その際、JAEA は、規制上の懸念を引き起こす可能性のある問題についての見識を得ようと努める必要があります。これにより事前に適切な緩和措置を講じることができる可能性があります。</p>

2. 放射性廃棄物に関する管理

2.1 放射性廃棄物のインベントリ

MEXT/JAEA の状況

日本国内の放射性廃棄物は、放射能レベルに応じて主に 2 つのクラス、すなわち高レベル放射性廃棄物（HLW）と低レベル放射性廃棄物（LLW）に分類されています。LLW はさらに、次のように分類されています。

- L3：極低レベル放射性廃棄物（VLLW）
- L2：比較的低レベルの廃棄物
- L1：比較的高レベルの廃棄物
- ウラン廃棄物
- 長半減期低発熱放射性廃棄物（TRU 廃棄物）¹

		廃棄物の発生源	処分方針
低レベル放射性廃棄物(LLW)	長半減期低発熱放射性廃棄物(TRU廃棄物)	再処理施設及びMOX燃料加工施設の運用及び解体	地層処分
			中深度処分
			ピット処分
			トレンチ処分
研究施設等からの廃棄物	比較的高レベルの廃棄物	放射性同位元素を使用または製造する医療・産業施設での研究及び研究用原子炉	中深度処分
	比較的低レベルの廃棄物		ピット処分
	極低レベル放射性廃棄物(VLLW)		トレンチ処分
ウラン廃棄物		ウラン濃縮及びウラン燃料加工施設	調整中

現在、今後発生することが見込まれるものを含めた廃棄物の量について、「日本原子力研究開発機構の中長期目標を達成するための計画（中長期計画）」において 7 年ごとに見積もりが再検証されています。関連規則の要件どおりに、貯蔵中の廃棄物のインベントリは、毎年更新され、規制当局に報告されています。

ARTEMIS の所見

放射性廃棄物の分類に関する IAEA 一般安全指針（GSG-1）は「廃棄物の今後の管理（処分など）に関する意思決定に必要なデータを得るために、廃棄物形態、廃棄物容器、廃棄物パッケージなどの特徴を十分に特定し、文書化しなければならない」と定めていることに、ARTEMIS レビューチームは留意しています。

レビューチームは、特定の計画時間枠（70 年間など）における放射性廃棄物管理に必要な技術的手段を計画する際の必要条件は、管理すべき放射性物質すべてのインベントリを確定及び定期更新し、廃棄物の発生源、場所、量及び特性（放射線学的特性と化学的特性の双方）に関する情報を確保することであると考えています。インベントリは、管理を要するすべての放射性廃棄物（既存の廃棄物と、今後の原子力活動から生じることが見込まれる廃棄物）を網羅する必要があります。インベントリをまとめる際に使用するデータは、信頼性が高く、一貫した効率的な方法

¹ 地層処分が決定している廃棄物は非公式的に「L0」と呼ばれる場合がある。

で収集し、利害関係者らのニーズや要求を満たせるように適切に提示することが極めて重要です。現在及び今後の廃棄物インベントリを確定できれば、それらを評価することによって、特定された廃棄物の管理の流れへの対処に必要なニーズを特定することが可能になります。

ARTEMIS レビューチームは、JAEA が全種類の放射性廃棄物のインベントリを作成していることを認識しました。JAEA は、廃棄物インベントリの取り組みにおいて改善の余地を特定し、改善を行うために継続的に取り組む必要があります。

同様に大量かつ複雑なインベントリが存在する国々における現行の事例と比較した場合、バックエンドロードマップの放射性廃棄物インベントリで示されている詳細は、処理済みの廃棄物パッケージの数及び体積と、未処理の廃棄物の重量に限定されたものとなっています。今後の廃棄物管理計画を策定するためには、今後のインベントリの予測に関するさらに詳細な情報が必要です。インベントリ報告において透明性を向上させる仕組みとして、場所ごとの主要な放射性廃棄物タイプ及び各種廃棄物のインベントリ（未処理の廃棄物の現在及び今後の重量又は体積、総放射能、現在の処理済みの廃棄物及び今後発生が見込まれる廃棄物の量、パッケージの合計数など）を説明する追加的な情報を提供することができます。

現時点で放射性廃棄物に指定されていないが今後指定される可能性がある放射性物質に関するデータの提示についても検討することを、レビューチームは助言します。

詳細なインベントリ情報は、放射性廃棄物管理の施設及び活動の安全性を設計及び評価する上で特に重要（安全性評価において不可欠な情報）であると言えます。

レビューチームは、処理の難しいいくつかの廃棄物の管理の流れに関するインベントリ情報について、それらの性状把握が技術的に困難であるために現時点で不完全な状態にあるという説明を受けました。

インベントリを 200 リットルドラム缶で換算して表示することは有益であり、利害関係者らとの意思疎通を円滑化するものであるとレビューチームは考えています。

レビューチームは、運転期間中の放射性廃棄物合計発生量にある程度の確度があるという説明を受けました。レビューチームはこの見解を認めますが、プログラムが実施の早期段階にあることを考えると、戦略のさらなる精緻化に伴って合計発生量が増加する可能性は高いと考えます。JAEA はインベントリの構成管理を維持することによって、（特に）増加傾向について検討し、影響の増加を抑止又は相殺できるようにすることの重要性が強調されました。

現在、JAEA は廃棄物の発生量を7年ごとに見積もっており、これは他国のプログラムにおける間隔よりも長めです。英国やフランスでは、3年ごとに見直しが行われていますが、その他一部の国々では、この時間枠（間隔）がさらに短くなっています。

レビューチームの結論としては、JAEA はさらにインベントリを詳細化し、インベントリを定期的かつより頻繁に更新するための体系的なプロセスを導入すべきです。インベントリデータの品質をさらに頻繁に見直すことによって、情報が不十分な廃棄物や改善の余地を特定することが可能になります。この必要性を、関連する施設の廃棄物特性調査プログラムに取り入れるとよいでしょう。

またレビューチームは、廃棄物最小化の活動の成果を実証するメカニズムとして、経時的変化（以前のインベントリとの比較など）をモニタリングするためのインベントリ報告を活用することにも価値があると考えます。

5	提言、助言及び優良事例
	<p>所見： JAEA はあらゆる種類の放射性廃棄物のインベントリ (埋設処分業務の対象とする放射性廃棄物の発生量等の推定) を作成しています。しかしながら、今のインベントリは放射線廃棄物に関する管理の戦略を検討するにあたって十分に包括的ではありません。現在、発生する放射性廃棄物の量の推定値は JAEA によって7年ごとに見直されていますが、これは国際的な他のプログラムの間隔よりも長いです。</p>
(1)	<p>根拠： GSR パート 3 – 放射線防護と放射線源の安全：国際基本安全基準 要件 31、パラグラフ 3.131 (e)</p> <p>「事業者及び許認可取得者は、必要に応じてサプライヤーと協力し合い：発生する、貯蔵される、輸送される又は処分される放射性廃棄物すべてのインベントリを維持しなければならない」</p>
(2)	<p>根拠： SSG-47：原子力発電所、研究炉、その他の核燃料サイクル施設の廃止措置</p> <p>8.37. ……廃棄物の今後の管理（処分など）に必要なデータを確保するために、廃棄物形態、廃棄物容器及び／又は廃棄物パッケージの特性を適切に特定し、文書化しなければならない。</p>
助言 5	<p>助言： JAEA は、現在の 7 年毎のインベントリについて、定期的かつより高頻度に更新するための体系的なプロセスの導入を検討する必要があります。</p>

2.2 保管と処分の相互依存性

MEXT/JAEA の状況

JAEA の現在の放射性廃棄物に関する戦略は、処分までの経路を利用できるようになるまで安全かつ安心な状態で貯蔵することです。JAEA は、貯蔵及び処分のオプションが外的要因によって影響を受けることや、貯蔵施設を利用できなければ自らの全体的プログラムの遂行に影響が及びかねないことを認識しています。稼働停止中の施設を長期的にそのままにしておく、施設の劣化やコストの増大というリスクにつながります。

JAEA の報告によると、これまでに一般的な廃棄物受入基準（WAC）しか策定されていません。最終的な WAC の策定は不可能であり、その理由は処分場がまだ決定していないからです。そのような基準を廃棄物の長期的な貯蔵に対して定めることが重要です。

ARTEMIS の所見

バックエンド対策による影響及びバックエンド対策に及ぶ影響を明確に特定及び理解し、発生する廃棄物の安心・安全かつ効率的な管理を確保すべく効果的な意思決定を下せるように、バックエンドロードマップを総合的に見渡すことが非常に重要であるとレビューチームは考えています。

レビューチームは JAEA に対し、放射性廃棄物の処分前管理におけるすべてのステップの相互依存性や、想定される処分オプションの影響を十分に検討するよう助言します。

さまざまな廃棄物区分（L2やL3）に対応する処分施設の非常にタイトなスケジュールに伴う深刻な課題をレビューチームは認識しています。

貯蔵能力は 2030 年代までに飽和状態に達するものと予想されており、L2/L3 廃棄物の処分場をできるだけ速やかに事業許可を取得する必要があります。立地選定、安全性評価及び認可における未解決問題の複雑さを考えると、ARTEMIS レビューチームは、L2/L3 廃棄物処分の整備の目安が 2028 年に設定されている（ARM で文書化されている）ことについて極めて難しいと考えています。

バックエンドロードマップを実施するためには、以下のような可能性に留意しつつ、入念に練られた保管量の戦略を策定することが必要です。

- 既存施設の稼働寿命延長（高経年化の状況を十分に考慮）
- 既存施設（廃止措置後の施設）の、貯蔵施設としての転用
- 十分に長い設計寿命と適切な保全プログラムを考慮した上での、新たな中間貯蔵施設（特に地層処分²又は中深度処分（L1）が予定されている廃棄物のための施設）の建設

レビューチームは、一般的な貯蔵や処分に関する廃棄物受入基準（WAC）の策定に伴う大きな課題を認識しています。このことは、今後の個々のサイトに特化した WAC が、一般的な WAC と整合するものであると考えてよいのか、また、廃止措置を進展させるために処分前廃棄物管理活動を実施するのかという問題において重要です。このことは、廃棄物管理の異なった段階における相互依存性、すなわち並行して行われる廃棄物処理の計画立案と廃棄物処分施設の計画立案との相互依存性という重要な課題を示唆しています。処分施設の一般的な WAC と個々のサイトに特化した WAC との間に大きな差があり、一般的な WAC に基づいて廃棄物処理施設が計画さ

² 地層処分が決定している廃棄物は非公式的に「L0」と呼ばれる場合がある。

れ、あるいは既に建設されている場合は、全体的プログラムに著しい問題が生じる可能性があります。さらに、最終的に処分を行う際の WAC を満たすために、パッケージ化された廃棄物に追加的な処理やパッケージを施さなければならない可能性もあります。

レビューチームは JAEA に対し、L2/L3 廃棄物処分施設がまだ建設されておらず、個々のサイトに特化した WAC がない場合でも、実施でき、かつ実施すべき多くの処分前活動があるという点に留意するよう助言します。例えば、次のような点に留意すべきです。

- 廃棄物形態及びパッケージサイズについて妥当かつ保守的 (bounding) な仮定を立てた上で、理にかなった処理及びパッケージングを実施する。
- 今後の処分を円滑化するために詳細や結果を十分に検討し、パッケージ化された廃棄物を確実に収容できるようにする。
- 他のプログラム/サイトから得られる妥当性が証明済みの廃棄物管理情報や、JAEA が L2/L3 廃棄物の処分において直面するであろう諸課題を保守的に見積もった廃棄物管理情報の評価及び活用を検討する。
- 安全上の問題に対処する上で必要ならば解体を実施し、廃棄物を今後において処理しやすい形態にする。
- 最初のパッケージ化の段階で廃棄物の特性を把握する。

プログラムの実施、タイムスケール及びコストに大きな影響が及ばないように、一般的な廃棄物受入基準 (WAC) を十分に改善するための検討を行うことを ARTEMIS レビューチームは提言します。今後建設される施設を対象とした WAC の変更から生じるリスクを特定、評価する必要があります。保守的かつ一般的な WAC を策定することによって、特定されたリスクを低減できるでしょう。

6	提言、助言及び優良事例
	<p>所見： レビューチームは、低レベル放射性廃棄物の現在の貯蔵容量は 2030 年代までに飽和する可能性が高いが、L2 / L3 廃棄物の処分施設がこの時間枠で利用可能になる可能性は低いと理解しました。必要な処分能力の開発の進展を図るために、レビューチームは、JAEA が最小限の遅延で次の段階に進む必要があることを理解しました。次の段階とは、つまり、一般的なサイトの概念設計から、サイト固有のフェーズおよび関連するセーフティケースの基本設計に移行することです。</p>
(1)	<p>根拠： GSR パート 5 – 放射性廃棄物の処分前管理</p> <p>要件 6： 「放射性廃棄物の処分前管理におけるすべてのステップ間の相互依存性と、想定される処分オプションの影響を適切に考慮しなければならない」</p>
提言 5	<p>提言： JAEA は、(処分施設整備の) 大幅な遅延の可能性を考慮して、貯蔵容量と処分施設 (L2 / L3) の利用可能性をあわせて評価した明確な戦略を示す必要があります。</p>
助言 6	<p>助言： JAEA は、(処分施設整備の) プロセスを適時に進めるために、一般的なサイトの概念設計に向けて、また、継続的な改善イニシアティブの一環として、L2 および L3 処分施設のセーフティケースの更なる改善を検討する必要があります。</p>

2.3 放射性廃棄物の各階層

MEXT/JAEA の状況

原子力施設の運転や保全により生じた物質であって放射能濃度が極めて低いものは、NRA による認可及び確認を受けた上で「放射性廃棄物として取り扱う必要のない物質」として分類されます。そのような物質は、クリアランスの枠組みの範囲内で適切にリサイクル又は処分することが妥当です。クリアランスレベルについては、軽水炉、ガス冷却炉、重水炉、高速増殖炉及び燃料サイクル施設から発生する固体廃棄物を対象としたものが、それらの認定方法の詳細とともに発表されています。

「原子力政策大綱」は、放射性廃棄物の処理及び処分に関する 4 つの原則を明示しています。

- 1) 発生者責任の原則
- 2) 放射性廃棄物最小化の原則
- 3) 合理的な処理・処分の原則
- 4) 国民との相互理解に基づく実施の原則

廃棄物最小化の原則に基づいて、事業者らは放射性廃棄物の量を最小化するイニシアティブを実施しており、その際に、放射性廃棄物の管理に必要な資源を減らす取り組みを行っています。

確立したクリアランス制度の下で、また原子炉等規制法の規定に基づいて、事業者らは当該の原子力施設から発生するコンクリート、金属、その他の物質の「放射能濃度の測定及び評価の方法の認可」を申請しています。放射能濃度が基準値を下回る物質は、放射性廃棄物として管理する必要はありません。JAEA は現在、条件なしの再利用に適した物質を貯蔵又は再利用しています。

原子力利用に関する基本的考え方は、一部の原子力事業者及び研究開発機関の廃棄物貯蔵能力が不足しつつあるとしています。したがって今後の本格的な廃止措置を円滑に実施するためには、適切な廃棄物処分場を確保し、クリアランスプロセスによってそれらの貯蔵能力を拡張する必要があります。ここにおける喫緊の課題は、公衆及び地域住民の理解を得ることであり、上記の活動の実施においてそうした人々の理解は不可欠です。

ARTEMIS の所見

レビューチームは、放射性廃棄物の最小化に向けた JAEA の取り組みを認識しており、廃棄物最小化の基本原則をさらに推進するよう提言します。

レビューチームは、JAEA が放射性廃棄物の量を大幅に減らすための効果的な減容技術や除染方法を追求すべきであると考えています。事業者（廃棄物発生者）は、廃棄物の量を最小化するためのさらなるイニシアティブを実施し、その際に、廃棄物管理に要する資源を減らす必要があります。

JAEA は、廃棄物発生者らが廃棄物ヒエラルキーの全段階（廃棄物の回避、最小化及び分離）を十分考慮するような廃棄物管理の慣行及び文化の醸成に向けてさらなる変化を推進する方法を検討する必要があります。

7	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：レビューチームは、JAEA のクリアランスプロセスが規制当局に認められていることを理解しました。しかし、現在、JAEA のサイトのクリアランス対象物をサイト外に出すことは実際には困難であり、放射性廃棄物の最小化に向けた取組みには制約がある状況です。</p>
(1)	<p>根拠：SF-1 原則 7. 3.29. 「放射性廃棄物の発生を、物質のリサイクルや再利用といった適切な設計手段や手順によって実行可能な最低レベルに留めなければならない」</p>
(2)	<p>根拠：GSR パート 5 – 放射性廃棄物の処分前管理</p> <p>要件 8：「すべての放射性廃棄物を特定し、管理しなければならない。発生する放射性廃棄物を実行可能な最低レベルに留めなければならない」</p>
(3)	<p>根拠：SSG-47 – 原子力発電所、研究炉、その他の核燃料サイクル施設の廃止措置</p> <p>廃棄物の再利用、リサイクル、貯蔵又は処分に関する具体的な計画を策定しなければならない。かかる計画は、放射性廃棄物として処分する廃棄物の量を最小化することを目標とし、将来の廃棄物の下流工程を円滑化し、全般的なコストを低減するものでなければならない」</p>
助言 7	<p>助言：JAEA は、放射性廃棄物の発生量を大幅に削減するために、効果的な減容技術と除染方法のさらなる開発を検討する必要があります。また、リサイクル材料の使用を促進することを目的としたイニシアティブも検討する必要があります。</p>

2.4 L1 廃棄物のマネジメント戦略

MEXT/JAEA の状況

2015年に原子力規制委員会（NRA）専門家小委員会が、L1廃棄物の中深度処分について議論し、商業用原子力発電所で発生する放射性廃棄物についても検討しました。この小委員会の議論の焦点は、中深度処分される放射性廃棄物の分類、処分場の設計及び制度的管理に関する要件、評価シナリオ、並びに安全性評価における線量基準でした。

ARTEMIS の所見

L1 廃棄物に関する現在の戦略は中深度処分を想定しており、そのスケジュールはまだ定まっていないことをレビューチームは認識しています。

このタイプの廃棄物のインベントリはまだ完成しておらず、現在の貯蔵能力は、想定される処分場の可用性が確保できるまでは貯蔵ニーズに対して不十分である可能性が高いとレビューチームは認識しました。こうした要素は、ロードマップの実施におけるリスクとなります。

レビューチームは、（関連施設の廃止措置を実現するために）必要な廃棄物パッケージ化や貯蔵計画を実現することが重要であると考えます。L2/L3廃棄物に関する助言に沿って、JAEAは、処分前活動に関するセーフティケースを作成するなど、今後のL1廃棄物処分に備えるために着手できる活動を検討すべきです。そうすることによって、L1廃棄物処分のタイミングや要件に不確実性がある場合でも、廃止措置により発生する廃棄物に関する合理的な計画を策定できるでしょう。東海再処理施設（TRP）が良い例であり、TRPはL1廃棄物を発生させるものであることから、JAEAはTRPを自らの最優先プロジェクトの1つとして特定しました。L1廃棄物処分施設の運用が遅れた場合、TRP廃止措置計画の実施に影響が及ぶ可能性が高くなります。L1廃棄物に関する一般仮定に基づく一般的安全性評価を実施することが、このリスクの低減に役立つでしょう。

8	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：L1 廃棄物の処分方法については、現在、中深度処分が想定されていますが、その実施主体はまだ決定されていません。レビューチームは、このタイプの放射性廃棄物のインベントリ（推定量）の特定がまだ完了していないこと、また、想定される埋設施設の利用可能性が未定であるため、現在の貯蔵容量がニーズに対して不十分である可能性が高いことを理解しました。これらは、バックエンドロードマップを円滑に実行するための課題の要因となります。</p>
(1)	<p>(1) SSR-5 – 放射性廃棄物の処分</p> <p>パラグラフ 2.24.</p> <p>「処分施設内に存在する非放射性物質の影響を、国内規制又はその他特定の規制に沿って評価しなければならず、例えば、採鉱廃棄物や、放射性廃棄物と有毒廃棄物との混合物などの影響を評価することが重要な場合がある。非放射性物質が放射性廃棄物からの放射能汚染物の放出や移行に影響を及ぼす場合は、そのような相互作業を安全性評価で考慮しなければならない」</p>
(2)	<p>GSR パート 6 – 施設の廃止措置</p> <p>要件 14：廃止措置における放射性廃棄物管理</p> <p>8.7. 事業活動から生じて施設内に残留する放射性廃棄物及び廃止措置の間に発生する放射性廃棄物を適切に処分しなければならない。処分能力がない場合は、関連する要件にしたがって放射性廃棄物を安全に貯蔵しなければならない。</p> <p>8.8. 許認可取得者は、廃止措置を開始する前に、放射性廃棄物の適切な処理及び貯蔵能力並びに輸送パッケージの利用可能性を確保しなければならない。</p>
(3)	<p>SSG-47 – 原子力発電所、研究炉、その他の核燃料サイクル施設の廃止措置</p> <p>8.34. ……廃棄物管理計画では、物質及び放射性廃棄物を施設から除去する方法や、非放射性廃棄物及び有害廃棄物から放射性廃棄物を分離する手段を定めなければならない。廃止措置のための廃棄物管理計画は、廃止措置計画の一部でなければならない。</p> <p>8.35. 想定される廃棄物の量又はタイプを理由として、既存の廃棄物処理システムが廃止措置期間中に発生する廃棄物に対処できない場合は、新たな貯蔵施設若しくは廃棄物処理施設の建設又は既存の貯蔵施設の利用を検討すべきである。</p> <p>8.36. ……許認可取得者は、廃止措置のための廃棄物管理計画の実施及び維持を確保しなければならない。</p> <p>8.38. 廃止措置中に発生した放射性廃棄物の処理に関する決定においては、廃棄物処分の既存のオプション又は想定しうるオプションを考慮しなければならない。</p>
提言 6	<p>提言：JAEA は、処分施設が稼働するまで、十分な貯蔵容量の提供を含め、L1 廃棄物を適切にマネジメントする必要があります。</p>
助言 8	<p>助言：廃棄物管理の異なる作業段階が密接に関係している点から、L1 廃棄物の処分前の作業のセーフティケースの構築を検討する必要があります。</p>

3. 核燃料物質に関する管理

3.1 核燃料物質を使用した施設の安全管理

MEXT/JAEA の状況

JAEA は、自らの保有する核燃料物質について、例えば、今後の研究で利用できるものとして、資源とみなすべきであると考えています。しかし一部の核燃料物質は、技術的又は経済的な理由から再利用が困難である場合があります。核燃料物質の管理においては、適切な核物質計量管理、透明な保障措置及び厳格な核安全保障並びに安全の確保を基本的な要件として考慮しなければなりません。

核燃料物質管理の一般的枠組みは以下のとおりです。

- 余剰核燃料物質は、原子力政策など、政府のエネルギー方針にしたがって研究開発に使用するか又は国内外の組織に移送しなければならない。
- 移送しない核燃料物質は JAEA において保管しなければならない。再利用が困難な核燃料物質は、最終処分が決定するまで当面の間、保管しなければならない。一方、処分を最終目標として設定した場合は、核燃料物質を安定させるために必要な措置を講じなければならない。同時に JAEA は、兵器において利用可能な物質の分離及び兵器目的への転用を困難にするための技術の開発を追求しなければならない。また JAEA は、他国での処分の可能性も検討するものとする。
- JAEA は、貯蔵施設の統合や核物質防護の対象となる施設の数の低減によって、貯蔵に伴う全般的なリスクやコストを低減しなければならない。
- 第 1 期（2028 年度まで）において、JAEA の施設中長期計画で廃止措置対象に分類されている施設の核燃料物質は、使用の継続が計画されている施設に統合されることになっているが、他の組織に移送が予定されている物質は対象外である。ただし、移送先の施設の制約次第では、一部の物質は新規施設に統合されるものとする。
- 第 2 期以降においては、JAEA の施設中長期計画に沿った廃止措置を可能にするために、新規施設における貯蔵の統合を段階的に実施するとともに、既存施設を有効に活用する。
- 貯蔵の統合化及び核燃料物質の国内外移送において、JAEA は IAEA との保障措置協定及び 2 国間の原子力協力協定で求められている核燃料物質関連手順に留意及び順守するものとする。

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（1957 年、原子炉等規制法〈炉規法〉）は、国内の原子力利用のあらゆる側面に関する規制を定めています。同法は 2012 年 9 月に改正されました。

2012 年の改正に基づいて、実用発電用原子炉、加工施設及び再処理施設に適用可能な規制に対して、シビアアクシデント対策が追加されました。許認可取得者が定期的実施する包括的な安全性評価である「安全性改善の定期評価（Periodic Assessment of Safety Improvement）」が要件として導入されました。許認可取得者は、安全性改善の定期評価の結果を NRA に提出し、公表することを義務付けられています。

レビュー期間中に ARTEMIS レビューチームは、MEXT/JAEA 側から以下を伝えられました。

- 定期安全レビューは、実用発電用原子炉、加工施設及び再処理施設だけに適用される。
- JAEA の活動はこの法令の要求の適用外であり、JAEA がそのような評価を実施することは義務付けられていない。
- 安全性評価は、NRA に認可を求めて提出される廃止措置計画に含まれている。

ARTEMIS の所見

JAEA は原子力運営機関及び研究機関としてその保有する施設において高度の安全性を維持していることを、ARTEMIS レビューチームは認識しています。

ARTEMIS レビューチームが強調したい点は、安全性評価は廃止措置のすべてのプロセスにわたって安全対策間の一貫性を実証すべきものであり、廃止措置の進捗とともに、施設の状況の継続的な変化を必要に応じて反映するために更新すべきものであるということです。

セーフティケース及びそれを支える安全性評価（それらの実施に用いる管理システムを含む）は、規制要件にしたがって定期的に見直すべきです。管理システムの見直しにおいては、安全文化の側面も検討すべきです。加えて、セーフティケース及びそれを支える安全性評価は、以下の場合に見直し、更新すべきです。

- 施設又はその放射性核種インベントリに、安全性に影響を及ぼしかねない著しい変化があった場合
- 貯蔵施設に影響を及ぼしかねないサイト特性の変化（産業開発や周囲人口の変化など）が生じた場合
- 知識や理解に著しい変化（調査データ又は運転経験のフィードバックにより察知した変化など）があった場合
- 規制上の懸念又は何らかの事象により安全上の問題が生じた場合
- 規制機関の規定に応じた定期的な（所定の期間における）見直し及び更新。定期安全レビューは少なくとも 10 年に 1 度の頻度で実施しなければならないと定めている国々もあります。

JAEA は時間の経過に伴う安全条件の低下を防ぎ、さらなる安全性向上に向けて可能な措置を特定するために恒久的な停止状態にある施設の定期安全レビューを実施することを ARTEMIS レビューチームは提言します。

9	提言、助言及び優良事例
<p>所見： JAEA は、原子力事業者および研究機関として、施設の安全性を高く維持しています。廃止措置を行う施設のセーフティアセスメント（安全評価）は、関連する規制に従って、廃止措置を開始する前に、原子力規制委員会に許認可のために提出する廃止措置計画および廃止措置中に変更された計画にのみ含まれます。</p>	
(1)	<p>根拠： GSR パート 4 – 施設及び活動の安全性評価</p> <p>要件 12：施設又は活動の運用期間にわたる安全性の評価</p> <p>安全性評価は、放射線リスクを伴う施設又は活動の運用期間の全段階を網羅しなければならない。</p>
(2)	<p>根拠： GSR パート 6 – 施設の廃止措置</p> <p>要件 3：廃止措置のための安全の評価</p> <p>「廃止措置を計画しているすべての施設及び廃止措置中のすべての施設について安全性を評価しなければならない」</p>
(3)	<p>根拠： SRS 77 廃止措置の安全性評価</p> <p>2.8 安全レビュー</p> <p>「安全性評価は、その開発に携わった者以外の専門家らによって見直されることが望ましい（優良事例）。この第三者的なレビューは、事業者によって又は事業者のために実施されるのが通常である。また、規制機関によって又は規制機関のためにレビューが実施される場合もある。これについて本報告書では、事業者の独立したレビューと区別するために規制当局によるレビューとよぶ」</p> <p>安全性評価の変更の管理</p> <p>「廃止措置活動又は廃止措置事業は、廃止措置計画で規定されている初期の戦略や作業範囲で計画されているものから変化する又は変更される可能性がある。そのような変化が安全に係り、安全性の論拠の妥当性に影響を及ぼす場合は、初期の安全性評価を見直し、計画の変更を適切に反映及び正当化できるように必要に応じて修正しなければならない」</p>
提言 7	<p>提言： JAEA は、廃止措置を決定した施設についても定期的に安全検査を行い、安全が長期にわたって維持されることを保証するとともに、安全性をさらに高めるための可能な行動を見出していく必要があります。</p>

3.2 再処理施設の燃料片及びデブリの管理

MEXT/JAEA の状況

余剰核燃料物質は、原子力政策を含む日本政府のエネルギー方針にしたがって、研究開発に供されるか又は国内外の組織に移送されることとなります。前述のように、移送対象ではない核燃料物質は JAEA で保管すべきです。再利用が困難な核燃料物質は、最終処分が決定するまで当面の間、保管しなければなりません。一方、処分を最終目標として設定した場合は、核燃料物質を安定させるために必要な措置を講じなければなりません。同時に JAEA は、兵器において利用可能な物質の分離及び兵器目的への転用を困難にするための技術の開発を模索する予定です。

さまざまな JAEA 施設の廃止措置の実施にあたり、高放射線領域からの廃棄物の遠隔操作回収に必要な技術など、斬新な廃止措置技術の開発が必要でしょう。

JAEA は原子炉燃料として再使用できない核燃料物質を保有していますが、それらを研究開発活動に使用できる可能性があります。JAEA は最近、セラミックマトリックス中の小片の核燃料物質の安定化に関する基礎研究を開始しました。現在は、いくつかのセラミック材料のマイクロ波溶融に関するコールド試験を実施しています。

東海再処理施設（TRP）には回収可能なさまざまな核物質（せん断機の除染作業で収集したせん断粉末、精製プルトニウム溶液、精製ウラン溶液・粉末、その他の液状廃棄物）があり、それらは分離精製工場でのこれまでの処理運転後において未回収となっていたものです。施設の廃止措置及び解体の前に系統内に残っている核物質を回収するには、フラッシュアウト（再処理施設の工程洗浄）が必要です。

フラッシュアウトは抽出操作なしで実施します。このアプローチを用いる場合にフラッシュアウトプロセスで使用する機器は限られているため、事故のリスクが低く、新規基準に適合するための準備期間が短くて済みます。フラッシュアウトは、臨界、火災、廃止措置作業員の放射線被ばくなどのリスクを抑制するために実施されます。

JAEA は、設備をフラッシュアウトする3つの方法を検討しました。望ましい方法として、せん断粉末を溶解した上で高放射性廃液として廃棄する方法があります。この方法には以下の利点があります。

- 既存の機器を用いて実施できる。
- 従来の再処理作業と比較して、使用する機器を限定することにより作動機器の数を最小化できる（リスクの低減）。
- 核物質計量管理に変更がない。
- 安全性に関する結果（沸騰、水素爆発、被ばくなどに関する結果）に基づいてフラッシュアウトが実施され、この方法については NRA の認可が必要である。

ARTEMIS の所見

ARTEMIS レビューチームは、JAEA が粉末状のものからプルトニウム溶液状、ウラン溶液状のものに至るまでさまざまな状態の数多くの使用済み燃料物質のインベントリを作成していることを認識しました。廃止措置の間、その他の類似物質が各施設で見つかる可能性があります。

ARTEMIS レビューチームは、燃料要素デブリの回収や処理の難しさを認識しています。日本以外でも、原子力施設でタンクから沈殿物を除去する際に同様の問題が判明しています。そのような使用済み燃料やスラッジ（デブリや沈殿物）については、それらの物理的又は放射線学的な性質に応じて特化した解決策を見出す必要があるでしょう。

最終報告書

そのような物質をすべて特定するための広範な分析調査の実施（所見 20 を参照）とともに、今後の貯蔵能力に適合する解決策を特定できるまで、そのような物質をまず一時的に貯蔵しておく戦略もあるでしょう。

核物質を含有する物質を管理する難しさを考えると、規制当局及びIAEA（必要に応じて）と緊密に連携して、回収や処理を含め、核物質を含有するあらゆるデブリを早期に特定・管理する組織的戦略を確立することが重要です。

10	提言、助言及び優良事例
	<p>所見： JAEA には、長期的な管理方策が定まっていない再処理施設の燃料片、デブリがありません。</p>
(1)	<p>根拠： GSR パート 5 – 放射性廃棄物の処分前管理</p> <p>要件 10： 放射性廃棄物の処理</p> <p>放射性廃棄物の処理においては、廃棄物の特性、及び廃棄物管理の諸段階（前処理、処理、調整、輸送、貯蔵及び処分）のニーズを適切に考慮しなければならない。</p>
(2)	<p>根拠： SSG-15 使用済み核燃料の貯蔵 (Rev.1)</p> <p>燃料の健全性</p> <p>6.125：「使用済み燃料の健全性が低下し、貯蔵施設環境への放射性物質放出につながる可能性がある」</p> <p>使用済み燃料の回収</p> <p>6.134：「通常の操作手順では貯蔵設備から使用済み燃料又は使用済み燃料パッケージを回収できない場合は、それらの安全な回収を確保するために特殊な操作手順を策定しなければならない」</p>
提言 8	<p>提言： JAEA は、再処理施設の燃料片、デブリの回収と処理を含めて、これらの管理について包括的な戦略を作成する必要があります。</p>

3.3 使用済み燃料の管理

MEXT/JAEA の状況

日本の使用済み燃料管理については、エネルギー基本計画³（2018年7月）で次のように説明されています。

「世界の使用済み燃料の状況については、OECD/NEA 加盟国の使用済み燃料総量だけでも 2015 年時点で約 227,000 トンとなっており、使用済み燃料問題は世界共通の課題である。原子力利用に伴い確実に発生するものであり、将来世代に負担を先送りしないよう、現世代の責任として、その対策を確実に進めることが不可欠である。このため、使用済み燃料対策を抜本的に強化し、総合的に推進する」

「廃棄物を発生させた現世代として、高レベル放射性廃棄物の最終処分へ向けた取組を強化し、国が前面に立ってその解決に取り組むが、そのプロセスには長期間を必要とする。その間も、原子力発電に伴って発生する使用済み燃料を安全に管理する必要がある。このため、使用済み燃料の貯蔵能力を強化することが必要であり、安全を確保しつつ、それを管理する選択肢を広げることが喫緊の課題である。こうした取組は、対応の柔軟性を高め、中長期的なエネルギー安全保障に資することになる。

このような考え方の下、使用済み燃料の貯蔵能力の拡大を進める。具体的には、発電所の敷地内外を問わず、新たな地点の可能性を幅広く検討しながら、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用を促進する」

特に事前提出資料（ARM）で示されている国家的枠組みにおいて、日本の原子力利用に関する基本的考え方（日本原子力委員会、2017年7月20日）に関する言及があり、その中でも「現世代の責任による放射性廃棄物処分の着実な実施」としています。

ARTEMIS の所見

使用済み燃料は、最終的な地層処分が可能になるまで数十年間にわたって貯蔵されたままとなる見込みです。例えば、既存の貯蔵容器が健全性を失う前に使用済み燃料を新たなキャスクに入れるなどといった介入の必要性に先立って、使用済み燃料又は貯蔵キャスクの健全性に関する潜在的問題を検討すべきです。一部には、使用済み燃料を新たなキャスクに入れるよりも、貯蔵キャスクを別の貯蔵施設に移送することが必要な場合もあるでしょう。

使用済み核燃料（SNF）の水中貯蔵又は乾式貯蔵は十分な安全性を確保する方法であると国際的専門家コミュニティで一般的に考えられていることは周知のとおりです。しかし SNF 又はそれを収納する廃棄物パッケージは、長期間を経て（例えば、数十年間を経て）健全性を失う可能性があります。したがって、SNF 状態のモニタリングや、劣化が生じた場合に緩和策を講じるなど、経年劣化の管理計画を策定する必要があります。

³ [https:// www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf))

11	提言、助言及び優良事例
	<p>所見： 使用済み燃料は、高レベル放射性廃棄物の最終処分場が稼働する前に、数十年間保管される可能性が高いです。現在、使用済み燃料の包括的な老朽化対策管理の計画はありません。</p>
(1)	<p>根拠： GSR パート 5 の要件 11：放射性廃棄物の貯蔵</p> <p>「廃棄物は、貯蔵後の管理に適した状態で、検査、モニタリング、回収及び保存が可能となるような方法で貯蔵しなければならない。貯蔵想定期間を十分に考慮し、可能な限り受動的な安全機能を適用しなければならない。特に長期的貯蔵の場合は、廃棄物封じ込めの劣下を防ぐ措置を講じなければならない」</p>
(2)	<p>根拠： SSG-15 使用済み核燃料の貯蔵 (Rev.1)</p> <p>6.11：「初期の設計寿命を超える貯蔵の場合は、貯蔵施設及び貯蔵中の使用済み燃料の潜在的な変化に伴う影響の緩和を考慮しなければならない。貯蔵施設の変化は、放射線、熱発生、化学反応又はガルバニック反応 (galvanic reaction) が原因となる場合がある。貯蔵中の使用済み燃料及び貯蔵キャスクの変化としては、以下などが挙げられる。</p> <p>(a) 化学的影響及び放射線分解の影響による有害ガスの発生 (放射線分解による水素ガスの発生など) 並びに過度の圧力の蓄積</p> <p>(b) 可燃性物質又は腐食性物質の発生</p> <p>(c) 金属の腐食</p> <p>(d) 使用済み燃料封じ込め系の劣化</p> <p>上記の考慮事項は、初期の設計寿命を超過した貯蔵の場合に、わずかな影響が長期間を経て蓄積する可能性があるため、特に重要である」</p> <p>6.144：「使用済み燃料の封じ込めの確保に必要な被覆材、ガスケット、その他の材料の長期的な照射は、安全機能の低下につながる可能性がある。経年劣化に対処するために経年管理プログラムを策定しなければならない。かかるプログラムは、いかなる欠陥も早期に検知するために必要なモニタリングを規定すべきである」</p>
提言 9	<p>提言： JAEA は、使用済み燃料の長期貯蔵に適した老朽化対策管理の計画を作成する必要があります。</p>

4. 廃止措置に関するコスト評価

4.1 コスト評価の手法論

MEXT/JAEA の状況

施設解体コストは、バックエンドロードマップに示されているバックエンド対策の 2 つの費用評価対象のうちの 1 つです（もう 1 つの費用評価対象は廃棄物の処理及び処分にかかるコスト。セクション 5 を参照）。

ほとんどの JAEA 施設の解体コストが、JAEA の開発した原子力施設廃止措置費用簡易評価コード (DECOST) に基づいて計算されています。DECOST 手法については、事前提出資料と JAEA によるプレゼンテーション資料で説明されています。要約すると、DECOST とは、過去のコストデータに基づき、かつ初期の廃止措置計画に沿った形で解体コストを見積もる際に使用する簡易な方法であると JAEA は説明しています。JAEA の説明によると、DECOST からは点推定値を得ることができますが、不測の事態は考慮されません。また JAEA の説明では、DECOST によって得られる推定値から除外されている潜在的なコストカテゴリーが多いということでした。

JAEA は DECOST がふげん及びもんじゅ施設の解体コストの見積もりには適していないと考えているため、それらの施設のコスト評価は他の方法で行われました。ふげん及びもんじゅの場合に用いられた手法は、事前提出資料とレビューで簡潔に説明されており、要約すると、廃止措置廃棄物の量に基づいて解体コストを計算する手法です。

JAEA と MEXT は、これらのアプローチのいずれも、予備的な廃止措置計画と連動して予備的な概算評価を示すよう設計されたものであるという点を強調しました。JAEA 及び MEXT によると、それらの見積費用は AACE インターナショナルのクラス 5 に相当すると考えてよいということでした。

また、JAEA で現在開発中の新たな解体コスト評価方法があり、これは高精度方法として知られています。目標は、この方法を約 2 年以内に使用できるようにすることです。JAEA の説明によると、これは、最終的な廃止措置計画に基づいて解体コストを計算する際に使用する詳細な評価方法であるということです。JAEA はこの方法を、恒久的な停止が既に決定した施設と廃止措置が進行中の施設に対して使用することを目指しており、さらに完全な廃止措置計画が可能になると説明しました。JAEA は開発中のこの手法について、事前提出資料とプレゼンテーション資料で説明しています。JAEA は、評価のアプローチとして「積み上げによる費用評価手法」及びパラメトリックな手法の双方を備える予定であり、追加的なコストカテゴリーに対処できるようになるほか、不測の事態も考慮できるようになると説明しました。また JAEA の説明によると、この高精度方法は AACE インターナショナルのクラス 3 に相当する見積もりを可能にし、JAEA が現在使用している方法よりも精度が高まることが期待されるということでした。

ARTEMIS の所見

レビューチームは、JAEA が廃止措置コストを評価する方法を開発しており、それらの方法をさらに発展させる予定であると認識しています。

レビューチームは、JAEA が現在使用している廃止措置コスト評価方法の目的は、予備的で精度の限定された概算評価を得ることであると認識しています。DECOST では過去の参考データが使用されている一方で、すべてのコストカテゴリーが考慮されているわけではないとレビューチームは認識しました。またレビューチームは、現在のコスト評価手法で不測の事態が考慮されて

いないことも認識しました。以上の観点から、JAEA が現在使用している廃止措置コスト評価方法はコストを完全に把握できるものではないとレビューチームは考えています。

レビュー期間中に提示された情報を元に、レビューチームは、高精度方法の開発目的はさらに完全な評価を可能にすることであり、また今後、高精度方法は不測の事態についても考慮する予定であると認識しています。レビューチームは、ここにおいて「不測の事態」という用語が狭義に使われていると考えています。レビューチームは、開発段階の現時点で高精度方法を評価することや、求められている精度レベルを高精度方法が達成可能であるかを評価することは可能ではないと考えています。

以上のように、JAEA が現在使用している評価方法や現在開発中の評価方法は、不測の事態への考慮を欠いているか、又は不測の事態を狭い定義で適用しています。その結果、それらの方法はコスト評価における全般的な不確実性に十分に対処できていません。加えて、廃止措置プログラムのコストに影響を及ぼす可能性のある広範なリスク（脅威や機会）が存在します。JAEA は、そのような事象が発生しうると認識しており、解体中に遭遇する想定外の汚染事例を指摘しました。JAEA は、そのような事例を検討し、想定外の事象の発生率及び廃止措置への影響を評価する予定であると説明しました。また JAEA は、廃止措置戦略又は最終状態の大きな変更がコスト見積もりに著しい影響を及ぼしうることも認めました。そのような広範なリスクが現在使用されているコスト評価方法で体系的に対処されているようには思われず、JAEA が開発中の高精度方法でそのようなリスクを対処する予定なのか、又はどの程度対処する予定なのかも定かではないとレビューチームは認識しました。

廃止措置コストの評価においては、不確実性及び広範なリスク側面を分析し、かつこれらに対処するための包括的・体系的なアプローチが不可欠であるとレビューチームは考えています。そのためにレビューチームは、JAEA に対し、コスト見積もり手法のさらなる開発においてリスク及び不確実性に対する包括的なアプローチを取るよう提言します。リスクや不確実性への包括的なアプローチを考慮した質の高い廃止措置コスト評価手法を開発することによって、JAEA はその保有する施設の解体コストをさらに完全に把握できるようになるでしょう。

レビューチームは JAEA に対して、コスト評価手法の開発にあたり廃止措置コスト見積もり及び付随する不確実性やリスクなどに特に関連している適切な国際的ガイダンスを考慮するよう提言します。廃止措置コスト評価における不確実性やリスクへの対処に特化した国際的なガイダンスが、IAEA と OECD 原子力機関の共同刊行物「[原子力施設廃止措置のコスト見積もりにおける不確実性への対処](#)」¹⁴で示されています。

さらにレビューチームは JAEA に対して、大規模かつ複雑なプログラムでのコスト評価に関する国際的な優良事例や経験を考慮するよう助言します。同様に多様かつ多数の廃止措置中の原子力施設を保有する組織が数多くあります（CEA 及びオラノ（フランス）、NDA（英国）、DOE-EM プログラム（米国）、SOGIN（イタリア）、JRC（欧州委員会）など）。これらの組織は、JAEA の解体費用情報やコスト見積もり方法を補足及び補完することのできる情報や見積もり方法を有しています。

¹⁴ 原子力施設廃止措置のコスト評価における不確実性への対処（IAEA と OECD NEA による共同刊行物）、NEA No. 7344、OECD 2017

12	提言、助言及び優良事例
	<p>所見： JAEA は、廃止措置に関するコスト評価の手法を開発しており、これをさらに発展させる予定です。JAEA で現在使用されている廃止措置に関するコスト評価手法では、コストを包括的に把握できず、また、現在の手法は、廃止措置プログラムに影響を与える可能性のある、見積もりの全般的な不確実性とより広いリスク（脅威と機会の両方）に対応できていません。</p>
(1)	<p>根拠： GSR パート 1 (Rev. 1) – 政府、法律及び規制の安全に対する枠組み要件 10、パラグラフ 2.33 は次のように規定しています。</p> <p>「以下のために適切な財政準備を確保しなければならない。</p> <p>(a) 施設の廃止措置……</p>
(2)	<p>根拠： GSR パート 6 – 施設の廃止措置</p> <p>要件 9、パラグラフ 6.2 は次のように規定しています。「廃止措置コストの見積もりは、初期の廃止措置計画の定期更新又は最終廃止措置計画に基づいて更新しなければならない。財政的保証を確保するためのメカニズムは、施設のコスト見積もりと整合するものとし、必要に応じて変更しなければならない」</p>
(3)	<p>根拠： SSG-47 パラグラフ 6.10 は次のように規定しています。「コストの見積もり及び財政準備は定期的に見直さなければならないほか、インフレや、技術的進歩、廃棄物管理コスト、規制上の変化などの要因を適切に考慮できるよう、特に施設の稼働停止から数十年経たなければ廃止措置が完了しないほど廃止措置戦略が遅れている場合において、必要に応じて調整しなければならない」</p>
提言 10	<p>提言： JAEA は、施設の解体にかかる総費用を包括的に把握し、関連する不確実性とリスクに対処できるようにするために、廃止措置に関するコストの評価手法をさらに発展させる必要があります。</p>

4.2 廃止措置に関するコスト評価方法のさらなる開発

MEXT/JAEA の状況

MEXT と JAEA は、これまで主に使用してきた廃止措置コスト見積もり方法では施設解体コストの予備的な概算見積もりを得てきたと説明しました。また MEXT と JAEA は、そのような廃止措置コストの見積もりを行い、規制当局に提出することを義務付けられているということでした。

また MEXT によると、ふげんで進行中の廃止措置プロジェクト並びにもんじゅ及び東海再処理施設（TRP）で目前に迫っている廃止措置プロジェクトが社会及び利害関係者らの広い関心を集めているということです。MEXT によると、以前は、コスト問題に対する利害関係者らの関心はそれほど高くなかったということです。プロジェクトの初期に見積もられた廃止措置コストよりもコストが上昇したという事実は、特にそれがコスト増大によるものであるとすれば深刻な影響をもたらしうると MEXT は指摘しました。このような観点から MEXT は、より精度の高い見積もり方法を開発することの重要性を認識し、コスト見積もり及び財政管理のためのツールをさらに開発することが優先事項であると説明しました。

JAEA によると、概算見積もりに基づく現在のコスト見積もりはプロジェクト管理に適用されていないということでした。さらに JAEA は、そうしたコスト見積もりには、実際の廃止措置プロジェクト管理に適用できるほど十分な精度がないと考えていると説明しました。このことから、JAEA は高精度方法の開発を進めています。（セクション 4.1 を参照）

ARTEMIS の所見

施設解体コストを早い段階で正確に見積もることの重要性や、コスト増大は深刻な問題であるという点で、レビューチームと MEXT 及び JAEA の見解は一致しています。ふげんの解体は既に始まっており、もんじゅと TRP での解体作業は間もなく始まるため、質の高い廃止措置コスト情報の確保が急務であるとレビューチームは認識しました。

レビューチームは、廃止措置プログラムの見積もりコストの上昇、予算への影響、利害関係者らの懸念といった問題が他の国々においても発生していることを指摘しました。概してそれらの各国の事例は、次のようなさまざまな要因が、明らかなコスト上昇につながっていることを示しています。すなわち、コスト見積もりにおける過去の誤りの修正、対象から除外されていた範囲の組み入れ、廃止措置計画の進展に伴う範囲の変更、実際のコスト増大、不確実性やリスクの顕在化に伴う範囲追加の必要性などです。これらさまざまな原因に対して、コスト計算方法の改善、不確実性やリスクをコスト見積もりにおいて完全に網羅すること、短期的廃止措置計画・管理・実施における改善や精緻化など、さまざまな方法によって対処する必要があります。

コスト増大に関する懸念に対処するには、セクション 4.1 で説明したように、コスト、不確実性及びリスクを可能な限り完全に把握することが不可欠であることをレビューチームは指摘しました。またレビューチームは、コスト、不確実性及びリスクに関する情報や、それらの要素が今後どのように展開するかを意思決定者や利害関係者らに効果的に伝達することが重要であることも強調しました。

レビューチームは、JAEA が現在用いている廃止措置コスト見積もり方法は廃止措置コストの一定の把握に役立っていることを認識しました。レビューチームは、JAEA が効果的なプログラム及び短期的プロジェクトの管理を可能にするためには適切で質の高い廃止措置コスト情報及びツールが必要であることを強調しました。これは、さまざまなニーズや用途に適応することを意味します。そうしたさまざまなニーズや用途としては、次のような事項に対するコスト関連情報

の確保が挙げられます。すなわち、統合的な資源投入プログラムスケジュールの策定、予算要求の支援、プログラムやプロジェクトの策定、リスク管理プロセス、プロジェクトの承認、請負体制の構築と調達決定、プロジェクトの実施や遂行に関する分析などです。JAEA が質の高いコスト情報を必要とする具体的な事例を以下に示します。

- JAEA の統合的な資源投入プログラムスケジュールの策定、及び代替的な廃止措置・スケジュールシナリオの策定（セクション 1.2 を参照）
- プロジェクトの遂行目標の設定及び業績のモニタリング（出来高管理〈Earned Value Management: EVM〉や主要業績評価指標〈Key Performance Indicator: KPI〉など）
- JAEA は、サプライチェーンとの関わりにおいて「理にかなった顧客（intelligent client）」として関与できなければなりません。したがって JAEA は、調達決定、契約交渉、並びに契約者及びサプライヤーの業績評価において役立つ最新かつ質の高いコスト情報を得る必要があります。（セクション 6.3 を参照）

JAEA は自らの廃止措置コスト情報及びツールが、上記のような多様なニーズを満たす上で、また意思決定やリスク管理プロセスでの使用において、適したものになるようさらに発展させることができるかを評価する必要があることをレビューチームは認識しました。そのような評価においては、次の問題を考慮する必要があります。

- 見積もり方法から得られる情報に対する期待事項及び情報の用途
- 情報及びツールの理論性、精度、包括性及びロバスト性の確保、並びにそれらの実証方法の明確化
- データ品質、及びデータが用途に適しているかの評価
- 仮定の質の高さ、並びに組み入れの根拠及び理由
- 推進要因と感度、および不確実性を定量化することに対する有用性
- 情報を意思決定やリスク管理システムに統合する方法
- 将来の開発に役立てるために見積もりを実際の結果と比較する方法
- データや見積もり方法における制約が原因で依然として不確実性が残っている場合の意思決定
- 意思決定者に対する情報の提示方法（投資対効果検討書や予算申請において所見を提示する方法など）
- パフォーマンスをリアルタイムで追跡し、目標を設定するためのモニタリングツールの使用法

レビューチームは JAEA に対して、大規模かつ複雑なプログラムにおいてコスト見積もりをプログラム管理および実施ツールに取り入れる際の国際的な優良事例や経験を考慮するよう助言します。レビューチームは、JAEA と同様に多様かつ多数の廃止措置中原子力施設を保有する組織が数多くあると認識しています。（それらの例についてはセクション 4.1 の最終部分を参照）

それらの組織は、JAEA のプログラムのさらなる開発に特に関連すると思われるプログラム管理ツール及びプロセスを開発しています。

13	提言、助言及び優良事例
<p>所見： JAEA が現在使用している廃止措置費用の評価方法は、廃止措置の費用について一定の見通しを与えますが、JAEA は高品位の廃止措置費用の情報を必要としており、ニーズと用途全てに対応しているわけではありません。ニーズとは、以下のような項目に費用に関する情報を提供することです。○資源配分が統合されて一元的にわかる管理計画、○予算要求の支援、○プログラムやプロジェクトの企画、○リスクマネジメントプロセス、○プロジェクトの承認、○請負体制の構築と調達の決定、○プロジェクトの実施とパフォーマンスの分析</p>	
(1)	<p>根拠： GSR パート 1 (Rev. 1) – 政府、法律及び規制の安全に対する枠組み要件 10、パラグラフ 2.33 は以下のように規定しています。</p> <p>「以下のために適切な財政準備を確保しなければならない。</p> <p>(a) 施設の廃止措置……</p>
(2)	<p>根拠： GSR パート 6 – 施設の廃止措置</p> <p>要件 9、パラグラフ 6.2 は次のように規定しています。「廃止措置コストの見積もりは、初期の廃止措置計画の定期更新又は最終廃止措置計画に基づいて更新しなければならない。財政的保証を確保するためのメカニズムは、施設のコスト見積もりと整合するものとし、必要に応じて変更しなければならない」</p>
(3)	<p>根拠： SSG-47 パラグラフ 6.5 は次のように規定しています。「廃止措置のコスト見積もりは、廃止措置の計画及び実施に必要なすべての活動を網羅しなければならない。その他の活動に必要な追加コストが生じる可能性があるが、国内の法的枠組みに応じてそれらの追加コストを廃止措置の一部として含めることができよう。その他の活動として一般的に、運転から生じた廃棄物の管理費、移行段階における廃止措置前活動、廃棄物の貯蔵及び処分、使用済み燃料の管理などがある」</p>
(4)	<p>根拠： SSG-47、パラグラフ 6.10 は次のように規定しています。「コストの見積もり及び財政準備は定期的に見直さなければならないほか、インフレや、技術的進歩、廃棄物管理コスト、規制上の変化などの要因を適切に考慮できるよう、特に施設の稼働停止から数十年経たなければ廃止措置が完了しないほど廃止措置戦略が遅れている場合において、必要に応じて調整しなければならない」</p>
提言 11	<p>提言： JAEA は、JAEA の短期および長期のニーズと一致し、複数の状況での使用に適した、包括的、ロバスト（頑健）かつ追跡可能な廃止措置に関するコストの情報を提供できるよう、廃止措置に関するコスト評価方法のさらなる開発を確実に行うことが必要です。</p>

5. 放射性廃棄物に関するコスト評価

5.1 放射性廃棄物に関するコスト評価と不確実性の分析の範囲

MEXT/JAEA の状況

各サイトの放射性廃棄物の特性を考慮した上で、適切な手法を用いる複数の廃棄物処理方法が選定されました。

L0⁴及びL1 廃棄物処分場に特化して、第三者（例えば、L0 廃棄物の場合は NUMO）による見積もりが行われており、そうした第三者が提供した「単位原価」データがコスト分析の根拠となっており、これに JAEA の各サイトの L0 及び L1 廃棄物インベントリが乗じられています。サイトによって精度レベルは異なっており、判明している技術的な課題や廃棄物計画立案における不確実性がその原因となっています。例えば、原子力科学研究所（NSRI）における L0 及び L1 廃棄物のサイト処理コストは同じであると評価されています。それと比較して、核燃料サイクル工学研究所（NFCEL）サイト（TRP を含む）における分析はより詳細で、L0 及び L1 廃棄物は別個にコストが評価されています。

判明しているプルトニウム汚染廃棄物については、処理コスト、設備コスト及び維持費が廃棄物コストの見積もりにおいて入手可能かつ特定可能でした。ウラン汚染廃棄物については、そのようになっておらず、今後の投資コストが不明なため、廃棄物コスト計算から除外されていました。追加的な除外については、セクション 5.2 で考察しています。

いくつかの特殊なタイプの核物質が、今後問題となるタイプの廃棄物（特性が把握されていないプルトニウム汚染物質若しくは燃料片、又は研究開発から生じる特殊な放射線特性を持つ特殊な生成物など）を発生させる可能性があることも認識されました。そうした物質の量は多くないと考えられるため、リスク分析又は不確実性コスト解析プロセスで考慮するのが妥当でしょう。

L2/L3 廃棄物インベントリは、200 リットルドラム缶の数で表されています。200 リットルドラム缶 1 つ当たりの L0 廃棄物の処分における単位原価は L1 廃棄物の場合の約 4 倍で、L1 廃棄物についてはコンクリートピット処分の L2 廃棄物の 4 倍でした。廃棄物処理費用は、サイト毎に明示されていました。これは、既存の投資額及び今後計画されている投資額を提示していました。今後の投資については、資本コスト（新規投資額及びアセットケア（asset care））及び運用コスト双方の観点で評価されていました。このプロセスによって、L2/L3 廃棄物のライフサイクルにおける処理費が 200 リットルドラム缶当たりのコストとして評価されました。これらのコストは、分離、圧縮、溶融、廃棄物の安定化および固定化、容器入り廃棄物インベントリ記録作成などのステップを網羅していました。いくつかの廃棄物施設（特に TRP の高放射性固体廃棄物貯蔵庫（HASWS）及び低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）における後処理プロセス）の設計、設置及び運転に特有の技術的課題が判明しています。考えられるプロセスについて仮説が立てられ、それに伴うコストが評価されています。

例えば、青森研究開発センターの場合のようにサイトにおける放射性廃棄物処理法が決まっていないサイトは、具体的な情報や廃棄物処理計画のある他のサイトを参考に類推した単位原価データを用いていました。

79 のすべての施設及び計画期間 70 年を網羅するバックエンドロードマップにおける総コストの 72% を廃棄物関連活動が占めることが示されました。2 つの独立したライフサイクルの範囲の

⁴ 「L0」は地層処分に指定された廃棄物についての非公式の記述である。「L1」は「比較的高レベルの廃棄物」を意味し（セクション 2.1 を参照）、中深度処分に指定されている。

コスト計算方法が採用されていたため、廃止措置コスト評価と廃棄物コスト計算との境界（範囲の定義）についてレビュー期間中に議論が交わされました。その結果、リスク領域と同時に有利な状況（機会）も浮き彫りになりました。例えば、容器のコストが双方に組み込まれていたことが判明したため、二重計算があったことを認識できました。

バックエンド対策に要する費用 単位：100 億円

	青 森	原科研	核サ研	大洗研	敦 賀	人形峠	合計
施設解体費	1	9	21	9	14 ^{※1}	1	54 ^{※3}
廃棄物 処理処分費	1	27 ^{※2}	83 ^{※2}	19 ^{※2}	8	— ^{※2}	137 ^{※3}
合計	1 ^{※3}	35 ^{※3}	104	28	22	1	191

※1：「ふげん」及び「もんじゅ」の廃止措置計画で示した廃止措置準備等の費用を含む。

※2：ウラン廃棄物の費用は含んでいない。ウラン廃棄物の費用は、ウランに係る廃棄物の埋設に係る制度が整備された後に算出を行う。

※3：端数処理のため、合計の値は一致しない。

ARTEMIS の所見

認定済みの情報源から価格を判断できることに基づいて、JAEAはそうしたデータを自らのL0及びL1廃棄物のコスト評価プロセスに使用することを義務付けられています。

TRPのHASWSとLWTFにおける後処理プロセスの場合、それらのコストは変化しやすく、高い不確実性のあることが判明しています。

除外の例として、人形峠の施設では、ウラン廃棄物処分システムが確立した後でウラン廃棄物処理コストが評価されることになっています。したがって、現時点でウラン廃棄物処理コストがバックエンドロードマップから除外されている理由は明らかです。

廃止措置コスト評価と廃棄物コスト計算との境界（範囲の定義）は、さらなる不確実性の領域です。容器のコストが双方に組み込まれていたため、ある程度のコスト削減は見込まれます。同様に、統合的なコスト計算プロセスによって範囲のギャップと二重計算が明らかになるでしょう。

不確実性解析は、既知の計画及びスケジュールに対してすべての範囲が特定され、コストが見積もられている場合に最も効果的です。全体的なプログラムが長期に及ぶことを考えると、バックエンドロードマップは大きな不確実性を孕んでおり、それらの多く（L0/L1/L2/L3廃棄物貯蔵と処分スケジュールにおける不確実性など）がバックエンドロードマップで明示されています。日本における廃棄物管理コストのおびただしい規模（72%）と適切な廃棄物処分場を見つけるにあたっての不確実性を過小評価してはいけません。そのような不確実性を管理するために、JAEAは自らの考え方を、統合的廃棄物管理アプローチ、すなわちその保有する79施設に関する国家プログラム、人口統計学及びサイトのニーズを考慮に入れたアプローチに合わせるべきです。それによって、バックエンドロードマップがより優れた統合的なものになるばかりでなく、廃棄物施設への投資及び優先事項に関する短期的意思決定にも役立つでしょう。そのような統合的アプローチにおいては、廃棄物ヒエラルキー（削減、再利用及びリサイクル）と廃棄物ライフサイクル（79の施設のそれぞれから生じる廃棄物のインベントリや、それらの廃棄物が廃棄物パッケージとなり処分場に割り当てられるプロセス）の双方を考慮する必要があります。その際にJAEAは、全体的な廃棄物コスト枠の境界をより明確にする代替シナリオを検討する必要があります。これは、JAEAが70年プログラム全体においてリスクを最小化し、コスト削減の機会を得る上で役立つでしょう。

廃止措置コスト評価のセクションでも述べたように、不確実性及びリスクの広範な側面を分析し、それらに対処するための包括的で体系的なアプローチを廃棄物コスト評価に取り入れることが不可欠であるとレビューチームは考えています。したがってレビューチームは、JAEA が全体的コスト評価手法のさらなる開発において、リスクと不確実性に対する包括的なアプローチを取り入れることを提言します。前述のとおり、廃止措置コストの評価における不確実性やリスクへの対処に特化した国際的なガイダンスが、IAEA と OECD 原子力機関の共同刊行物「原子力施設廃止措置のコスト評価における不確実性への対処」⁵で示されています。

JAEAは統合的な廃棄物管理アプローチを策定する中で、バックエンドロードマップにおいていくつもの側面を既に考慮していることをレビューチームは認識しました。下記で特定している重要な段階をすべて考慮し、次のバックエンドロードマップ改定の一環としてさらに十分に検討することができるでしょう。これは、JAEAの考え方やプロセスを国際的な廃棄物管理プログラムに照らし合わせて検討することによって可能になります。

- 段階 1：廃棄物区分 L1～L3 に該当する「将来稼働する処分場」又は「現在稼働中の処分場」の数及び近接性について重要な想定を行う。
 - すべての処分場に関する初期の廃棄物受入基準をL1～L3コンセプトに照らし合わせて検討する。
 - L1～L3廃棄物受入基準（WAC）に適合する廃棄物施設や廃棄物パッケージを設計する。
- 段階 2：廃棄物委託者サイト、廃棄物処分場及び廃棄物処理施設の全システムにわたってどのような最適化が可能であることを示す初期のシナリオを複数策定する。
- 段階 3：このシナリオ情報を用いて、望ましいオプション／シナリオに対する投資事例（投資目標）を策定する。
- 段階 4：更新したバックエンドロードマップに対して上記の初期投資目標を設定する（追加の投資コストを網羅する）。ただし、70 年計画のライフサイクル全般にわたる廃棄物処理コスト節約の恩恵についても想定する。
- 段階 5：長期的な廃棄物管理及び処分がもたらす恩恵を確保するための短期計画（バックエンドロードマップの最初の 10 年を網羅する計画）を策定する。
- 段階 6：バックエンドロードマップにおける長期的な JAEA 廃棄物管理計画立案プロセスの一環としてさらに機会を確保するために、プロセス、廃棄物受入基準（WAC）及び処分容器オプションを再検討し、継続的に最適化する。

⁵ この NEA/IAEA 共同報告書の付属書は、廃止措置に特化したリスク解析の例を示しています。廃棄物管理においても、日本の L2/L3 廃棄物処分における合意されたバックエンドロードマップの想定に遅れが生じていることがリスクにつながるということを踏まえて、同報告書で説明されている原則とアプローチを適用することができます。この場合のリスク起因事象は処分施設を調達できないことであり、その影響はコスト（新規貯蔵コスト）又は廃止措置プログラム遂行スケジュールに及ぶでしょう。このリスクを緩和するためには、直ちに新たな L2/L3 廃棄物貯蔵能力を追加するか、又は L2/L3 廃棄物処分施設のタイムリーな実現に向けた意思決定を優先することが必要です。

14	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：バックエンドロードマップで示された現在の放射性廃棄物に関するコストの評価プロセスでは、放射性廃棄物の処理と処分ルートに係る選択肢と不確かさが包括的に考慮されているとは言えません。</p>
(1)	<p>根拠：GSR パート 5、要件 20 は次のように規定しています。</p> <p>「事業者は、設計段階において、処分前放射性廃棄物管理施設の運転停止及び廃止措置に関する初期計画を策定しなければならない」</p>
(2)	<p>根拠：GSR パート 5、セクション 3.23 は次のように規定しています。</p> <p>「廃棄物の処理オプションを検討する際は、安全を脅かしかねない相反する要求を回避するよう注意しなければならない。処分前放射性廃棄物管理において 1 つのステップを、後続ステップに著しく制約を課すような方法や、実行可能な選択肢を排除するような方法で最適化することは、統合的アプローチと矛盾するものである」</p> <p>根拠：GSR パート 5、セクション 5.1 は次のように規定しています。</p> <p>「処分前放射性廃棄物管理のための権限及び制限、条件並びに管理の策定には、事業者、規制機関、その他の利害関係者間の密接なコミュニケーションと協力が有益である」</p> <p>統合的なアプローチは安全にとって重要ですが、それと並行してコストを最適化することも同様に重要です。</p>
(3)	<p>根拠：GSR パート 5、要件 6 は次のように規定しています。</p> <p>「放射性廃棄物の処分前管理におけるすべてのステップ間の相互依存性と、想定される処分オプションの影響を適切に考慮しなければならない」</p>
(4)	<p>根拠：原子力施設廃止措置のコスト見積もりにおける不確実性への対処、IAEA 及び OECD NEA、2017 [NEA No. 7344]</p> <p>https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_15036/addressing-uncertainties-in-cost-estimates-for-decommissioning-nuclear-facilities</p>
提言 12	<p>提言：IAEA は、現場の放射性廃棄物の処理、中間貯蔵、最終処分の選択肢に関連する不確かさをリストアップ、評価、対処する必要があります。</p> <p>[セクション「廃止措置に関するコスト評価」を参照]</p>
助言 9	<p>助言：不確かさに対処するためには、IAEA は、短期的な計画決定を、プログラム全体をカバーする統一的な放射性廃棄物に関する管理方針に沿って実施することを検討する必要があります。統合された方針では、放射性廃棄物の階層（削減、再利用、リサイクル）と放射性廃棄物のライフサイクル（79 の各施設からの放射性廃棄物インベントリと、これがどのように処分場でのパッケージとしてまとめられるか）の両方を考慮すべきです。</p>

助言 10	助言： JAEA は、国際的な放射性廃棄物管理プログラムを選び、費用のベンチマークとすることを検討する必要があります。これにより、一部の放射性廃棄物に関連するコスト見積もりについてより良い基盤が確立され、放射性廃棄物の管理プロセスの最適化が促されます。
助言 11	助言： JAEA は、JAEA の放射性廃棄物に関するコスト見積もりプロセスの一環として、不測の事態に関する見通しを得るため、不確かさとリスク分析のグッドプラクティスを検討する必要があります。

5.2 放射性廃棄物に関するコスト評価における除外されている範囲への対処

MEXT/JAEA の状況

ウラン汚染廃棄物については、将来の投資コストが不明確であったため、廃棄物コスト計算から除外されていました。その他の除外については、バックエンドロードマップで明確に特定されており、例えば、以下の議論を通じて明確化しました。

- 新規（サイト内）廃棄物処理施設の廃止措置
- 追加的なサイト内の廃棄物貯蔵施設
- サイトの除染及び最終状態への環境復元
- 処分前廃棄物及び非放射性廃棄物（アスベストを含む）

ARTEMIS の所見

JAEAがバックエンドロードマップに適用している多くの範囲の除外は最適とは言えない廃棄物管理計画につながる可能性があるとしてレビューチームは考えています。

国際的廃止措置コミュニティ及び一般的なプロジェクト管理コミュニティの多くが用いているプロジェクト管理枠組みでは、*仮定*と*除外*のプロセスが用いられています。それらの*仮定*と*除外*の条件は、往々にして廃止措置と廃棄物管理を実施する契約的枠組みによって定められています。*仮定*は範囲の定義や境界を定める上で役立ち、*除外*は計画所有者／資金提供者に対して、特定の側面の実施が現時点でそれらの権限、管理責任又は契約上の責任の範囲外であることを伝える際に用いられています。国内の廃止措置当局は一般的に、ライフサイクルのコスト分析において範囲除外を排除しようとしません。その理由は、範囲除外は廃止措置プログラム全体を反映しない計画につながるからです。この観点から、短期的作業を計画する場合や、ライフサイクルコストを見積もる場合には、さらに徹底したライフサイクルのアプローチが有益です。特定の範囲除外を排除できない場合は、話し合いと合意が必要になります。そのような場合は、その旨を明示する声明を含めることをARTEMISレビューチームは提言します。そのようなアプローチを取ることで、JAEAは一定の範囲が除外されている理由をより良く説明することができるでしょう。またそうすることによって、可能な組み入れについての考え方に役立つ情報が得られ、暫定的な推定値としての暫定総額を検討することができます。

上記のアプローチを必然的に不確実性レベルの高い問題に対して適用する例として、レビューチームはサイトの除染と最終的な環境回復を強調したい考えです。何十年も先の最終状態を現時点で計画するにあたっては非常に高い不確実性を伴います。JAEAの現在の方針は、廃止措置の完了後においてすべてのサイトが以降の利用に供されうるというものであるため、JAEAは各サイトのロードマップの終点を定める方法として暫定的な最終状態を規定することを検討するとよいでしょう。そのようなアプローチは、現在のコスト評価のこの側面を説明する上で役立ち、実際に廃止措置計画全体を最適化するのに役立つでしょう。暫定的な最終状態は、決定的なものでも実例的なものでもありませんが、物質の量の範囲を定め、ひいては廃棄物コスト見積もりの範囲を定める上で効果的です。

15	提言、助言及び優良事例
<p>所見：（放射性廃棄物に関するコストの見積もりの）除外項目は、バックエンドロードマップおよび補足情報に、明確かつ分かりやすく規定されています。ただし、これらの除外項目により、放射性廃棄物管理の状況とそれに関連する費用の全体像が見えなくなります。</p>	
(1)	<p>根拠：GSR パート 6、要件 9、パラグラフ 6.2 は次のように規定しています。</p> <p>「許認可取得者は、廃止措置を開始する前に、放射性廃棄物の適切な処理及び貯蔵能力並びに輸送パッケージの利用可能性を確保しなければならない」</p>
提言 13	<p>提言：JAEA は、現在対象外としているすべての分野の費用を（費用評価に）含めていく必要があります。これにより、廃止措置および放射性廃棄物の管理プログラムの、より全体的な費用試算につながります。</p>
助言 12	<p>助言：（費用評価の）対象外とした放射性廃棄物関連の各領域について、JAEA はこれを含めた場合を仮定し、暫定的な推定値を計算する必要があります。再評価する領域は次のとおりです。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウランとプルトニウムで汚染された廃棄物 ・新しい（サイト内）放射性廃棄物処理施設の廃止措置 ・追加のサイト内の放射性廃棄物保管施設 ・サイトの除染と最終的な状態までのサイト環境の復元

6. プロジェクト及び契約に関する管理

6.1 廃止措置のための能力開発

MEXT/JAEA の状況

組織的責任

JAEA は、その組織構造に関する詳細な情報を提示し、そのさまざまな組織要素の役割と責任を明示しました。また JAEA は、そのプログラム全体にわたる廃止措置計画及び実施の計画立案と管理において重要な役割を果たす 2 つの会議体の目的と構造を説明しました。バックエンドロードマップ委員会と施設マネジメント推進会議は、JAEA プログラムの重要かつ非常に有益な要素であり、バックエンドロードマップの最適化という公言の目標を支えるでしょう。

バックエンドロードマップ委員会は、2 つの主要機能、すなわち JAEA の長期的方針としてのロードマップの策定とさまざまな廃止措置作業管理方法の検討という機能を果たしています。簡単に言うと、この高度な委員会はバックエンドロードマップの展望を定めています。バックエンドロードマップ委員会のもう 1 つの立った要素は、学界からの 2 名及びビジネス/管理業界からの 2 名、合計 4 名の外部アドバイザーを含んでいるということです。バックエンドロードマップ委員会は現在、ロードマップのさらなる整備と廃止措置戦略の検討に重点を置いています。これに対して施設マネジメント推進会議は、必要な支援の提供や JAEA サイトの機能統合など、詳細の実施に重点を置いています。

JAEA は、特にふげん及びもんじゅで進行中の作業など、敦賀市における優先度が高い短期的な廃止措置活動を支援するために、2018 年 4 月に敦賀廃止措置実証本部を設置しました。この本部組織は、この地理的領域における 3 つの同時進行プロジェクトの協調的な実施を進めています。

JAEA は、廃止措置プログラム全体の計画立案と調整を強化するために、2019 年 4 月にバックエンド統括本部（バックエンド本部とも呼ばれる）を設置しました。バックエンド統括本部は全般的な調整を行い、組織間で類似する問題を解決し、効率性を推進するために全般的なバックエンド対策を管理しており、その際に敦賀廃止措置実証部門、その他の JAEA サイトと情報交換を行っています。

JAEA は、バックエンド統括本部の現在の職員数及び能力がバックエンドロードマップ活動の今後の管理にとって十分ではない可能性があることを認識しました。現時点で、バックエンド統括本部の従業員は 50~60 名ですが、全員が常勤の職員というわけではありません。

施設及びサイトの規模について、JAEA は、「大規模な施設において適切にプロジェクト管理を実施するためには速やかかつ大幅に構造を改革する必要性を認識した」と述べました。また JAEA は、バックエンド統括本部が今後もすべての JAEA サイトと連携しつつ、これを支援し、JAEA 内部の 6 つの部門（そのうち 3 部門はバックエンドロードマップと直接的な関係がある）にわたって管理を推進していく予定であると説明しました。それら 3 つの部門のそれぞれにプロジェクト管理機能を遂行する企画調整室があります。JAEA の管理部門は、契約部、広報部、人事部など、バックエンドロードマップの実施にも不可欠な多くの支援機能を含んでいます。

廃止措置の実際の進捗を追跡する一義的責任は、各部門の責任者と各サイトの責任者が負っています。それらの責任者は、人材の割り当てを決定し、認可申請を作成し、実施情報を伝達しています。バックエンド統括本部は、定期的な審査を通じて重要な監視機能を果たしています。サイトが技術的障害又は予算上の障害に直面した場合は、バックエンド統括本部が必要な調整を行います。

JAEA は、敦賀廃止措置実証部門が 2018 年に指定された当時は正式な試験的プログラムを策定する明確な意向はなかったとしながらも、JAEA 廃止措置プログラムにおける今後の活動に適用可能な実用的教訓が現在進行中の廃止措置活動から得られつつあると説明しました。それらの教訓として、新たな技術、同一地域の作業における第三者請負業者の活用、地理的中心部内での複数サイト活動の調整などがあります。したがって JAEA は、今後の廃止措置プロジェクトに役立つ重要な教訓を得る上で望ましい状況にあると言えます。

人材確保の妥当性

JAEA は、係数アプローチを用いて、バックエンドロードマップに含まれている 79 施設の廃止措置の管理に必要な JAEA 人員数を見積もりました。その結果、廃止措置活動に携わる JAEA 職員と外注作業員との比率は 1:2 という見積もりが得られました。これは実際のプログラム実施に必要な人材の見積もりではないという説明がありました。

JAEA は、現在の人員は増大する廃止措置プログラムの需要を満たすには不十分であり、必要なスキルが不足していることを認めました。JAEA は以下の分野において専門知識がさらに必要であると報告しました。

- プロジェクト管理の経験
- 施設の管理
- サイトにおける運転監視業務の経験

JAEA は、現時点の JAEA 全体の人員約 3,100 名のうち約 250 名が何らかの形で廃止措置を支えていると見積もりました。これは、JAEA 組織全体の約 8%が廃止措置の支援に携わっていることを意味します。短期的な作業には、財務計画と連動するボトムアップ・アプローチ型のさらに正確な人員計画が必要です。JAEA は、さらに信頼性のある人員見積もりが必要であることを認識し、今後の計画を改善する意向であると説明しました。

必要なスキル及び能力

JAEA は廃止措置のための人材開発の初期段階にあります。JAEA 職員のための組織的訓練はありませんが、JAEA は廃止措置及びプロジェクト管理のための講座の創設に向けた計画について説明しました。そこでは、廃棄物管理などの重要な技術的テーマに関するコース学習などが計画されています。JAEA は、最初に教室での授業、次いで現場訓練を提供するという段階的なアプローチを取る教育プログラムを想定しています。JAEA は、その最初の段階の目的について、職員らに対して廃止措置の概要とプロジェクト管理の基本について指導することであると説明しましたが、これは非常に妥当であると思われます。

ARTEMIS の所見

レビューチームは JAEA について、廃止措置プログラムの実施に必要な人員能力及びスキルを完全かつ詳細に把握するにあたっての初期段階にあると認識しました。JAEA は、DECOST による見積もりやバックエンドロードマップから導かれる必要な人員の予測など、この分野における貴重な第 1 段階を実施しました。

施設マネジメント推進会議はこれらの分野において重要な機能を果たしており、人的資本戦略の開発に所定の責任を負っているとレビューチームは認識しています。

JAEA は能力開発に向けた取り組みを開始しましたが、現時点で具体的な能力開発戦略やシステムはありません。レビューチームは JAEA に対して、計画している廃止措置活動を効果的に管理し、技術的事項（施設管理、廃棄物管理、廃止措置技術など）や基本的かつ先進的なプロジェクト管理訓練を必要に応じて取り入れることができるように、正式な能力・労働力開発計画の策定を速やかに進めることを提言します。バックエンドロードマップの優先事項を満たすためには、詳細な雇用・人材開発計画が必要です。

この計画には現場業務、モックアップ試験施設での訓練、他の廃止措置プログラムに携わる人員との交換などを盛り込むことをレビューチームは提言します。外部訓練は、テーマによっては効果的な資源となり得ます。さらに JAEA に対し、自らの廃止措置プログラムの人材能力問題と同様の問題に対処するために確立された重要な能力開発資源（例えば、IAEA の e ラーニング、ネットワーク、知識管理のほか、欧州委員会、その他の国際的なプログラム）を検討するよう提言します。

JAEA は、知識マネジメント・維持プログラムの開発も検討すべきです。すべての国が該当するわけではありませんが、廃止措置分野はその元来備わったすべてを終了するといった役割が原因で肯定的に受け取られていないため、一部の国では国内の廃止措置プログラムが人員の雇用や維持の問題に直面しています。廃止措置プログラムが進行するに伴い、JAEA の人材開発計画及び人材活用計画においては、知識移転及び最適化を推進するために他の施設への配置転換や、他の施設でのメンタリングを通じて経験を積んだ能力の高い管理者を最大限に活用する方法を検討すべきです。最適化の目標にかなうスキルと経験を備えた JAEA 職員を維持するために、職員インセンティブの活用も検討すべきです。

バックエンドロードマップを最適化するにあたって強力なプロジェクト計画立案・管理スキルが重要であるため、JAEA はプロジェクト管理と契約管理において利用可能な商業的訓練及び証明書を評価し、活用する必要があります。

16	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：JAEA は、バックエンドロードマップを実行するために、追加の人員、能力、スキルの必要性を認識しています。JAEA は、必要な人員数、必要な知識とスキルの予備的な見積もりを行っています。レビューチームは、この見積もりのさらなる精緻化の必要があると理解しました。</p>
(1)	<p>根拠：GSR パート 2、要件 9：</p> <p>「シニアマネジメント（上級管理者）は組織の活動を安全に実施するために必要な能力と資源を見極め、確保しなければならない」 [4.21～4.24 を含む]</p>
(2)	<p>根拠：GSR パート 6、要件 7：</p> <p>「4.4. 廃止措置作業を実施する者は、廃止措置の安全な実施に必要なスキル、専門知識及び訓練経験を有していなければならない。施設に関する制度的知識が得られ、かつアクセス可能なものとなるようにするとともに、可能な限り施設の主要な人員を維持するよう措置を講じなければならない」</p>
(3)	<p>根拠：GS-G-3.1：</p> <p>「2.23. ……首尾よく実施するためには、十分な資源を計画し、有効に活用することが必要である。すべての人員が高い効率を達成できるように訓練されなければならない」</p> <p>「2.25. 実施計画は、実施スケジュールと作業負荷に応じた十分な数の人材の募集、選考、訓練、配置及び再訓練に関する規定を含まなければならない。特殊な技能や訓練の必要性を考慮すべきである。かかる規定は、人口統計的条件や経済的条件を考慮しなければならない」</p>
提言 14	<p>提言：JAEA は、プログラムの実施に必要な人員配置のスキル、能力、および要員数に対応するための枠組みを確立する必要があります。短期的には、JAEA は必要なスタッフを雇用、訓練し、維持する計画を実施する必要があります。この計画には、現在の R&D スタッフを再訓練して廃止措置活動をマネジメントするための明確な活動も含める必要があります、また、詳細な作業計画（中長期計画）に沿っている必要があります。</p>
助言 13	<p>助言：JAEA は、プロジェクト管理と契約管理について、商業ベースで提供されている訓練や検定を評価し、活用することを検討する必要があります。</p>
助言 14	<p>助言：JAEA は、職員の廃止措置と廃棄物管理に関する教育訓練プログラムの開発を検討する必要があります。JAEA は、（廃止措置の）知識のマネジメントと保持のためのプログラムの開発も検討する必要があります。</p>

6.2 サプライチェーンの管理

MEXT/JAEA の状況

JAEA はその保有する各サイトに隣接するサプライチェーンが限られていることや、廃止措置市場へのさまざまな企業の参入を推進する戦略を特定する必要性を認識しました。この必要性に対する JAEA の認識は非常に重要であり、また、支払いの取り決めの変更など、廃止措置作業を企業にとってさらに魅力的なものとするための戦略をバックエンドロードマップ委員会が現在検討しているところです。

JAEA が数多くのサプライチェーン・イニシアティブを実施しているという報告があり、これが極めて重要な課題であるという明確な認識が示されました。現在の事業年度において、茨城の地元事業者らの関心を喚起するための調査プログラムが進行中です。原子力産業に経験のない事業者らを対象にした取り組みもあり、それらの事業者がより規制された環境へと円滑に移行できるように支援する必要性が認識されています。もう 1 つのイニシアティブでは、廃止措置の専門家の関与も含まれています。

JAEA は、複数年契約に移行する一部の事例についても報告しました。JAEA の報告によると、このシステムを確立することによって、資本の限られた企業が原子力市場に参入しやすくなるということでした。

JAEA はレビューチームに対して、市場を拡大させる実績のある戦略（新規参入業者の拡大方法、請負業者の評価方法、インセンティブ契約などに関する戦略）について助言を求めました。

JAEA は、これまでに廃止措置の経験がない企業をモックアップ試験施設であるふくいスマートデコミッションング技術実証拠点（「スマデコ」）に招待し、その活用を促したと説明しました。これについてレビューチームは、文書化した上でその他の国際的なプログラムと共有するに値する優良事例であると認識しました。

ARTEMIS の所見

バックエンドロードマップで示されている全範囲の廃止措置活動を効果的に実施できる強固なサプライチェーンが、少なくとも今後 70 年間にわたって、場合によっては 1 世紀以上にわたって必要になります。例えば、さまざまな技術分野に精通した作業員が数世代にわたって必要になるでしょう。JAEA が説明しているように、現在の商業的な廃止措置市場は非常に規模が小さく、専門的なサービスを提供していません。

バックエンドロードマップの範囲は、JAEA の施設近辺の地域コミュニティなどにおいて産業成長や経済発展の著しい機会をもたらします。JAEA は、廃止措置プログラムを最適化する上で必要な競争力と技能を確保するために、サプライチェーンの拡大を推進する戦略を既に実施しています。地域コミュニティや利害関係者らは、JAEA の活動から直接的に恩恵を被る機会に恵まれています。

JAEA は自らのさまざまなイニシアティブを統合及び集中化するために、廃止措置のためのサプライチェーンを拡大する詳細な計画の策定及び実施を検討する必要があります。そのような計画では、競争の促進、明確なパフォーマンス基準の活用、請負業者インセンティブなど、最適化を促すための目標を定めるべきです。また、そのような計画では、想定される活動やニーズに関する詳細な情報を国内及び地元の事業者らと共有できるようなコミュニケーションや関わり合い（タウンホール・フォーラムや産業フォーラムなど）のための明確なプログラムも策定し、活用すべきです。

JAEA には、小規模な地元事業者らの市場参入や、原子力産業以外の営利事業の市場移行を推進するメカニズムを検討することが特に望まれます。そうしたメカニズムは、原子力環境における作業に付き物である追加的な安全・品質要件を満たすための連携と訓練を取り入れたものでなければなりません。一部の国には、JAEA がそうした計画を策定する際に活用できる成功モデル（産業と研究機関との正式な協力プログラムなど）があります。

需要と供給という基本理念は、プログラム費用に直接的な影響を及ぼすでしょう。他の国際的プログラムの経験に基づけば、廃止措置コストの最適化は活発な競争市場にある程度左右され、それがコスト削減と企業の能力の向上につながります。明確かつ状況に応じた契約戦略は、サプライチェーンの成長にとって最も効果的なツールの 1 つです。レビューチームの経験に基づけば、サプライチェーンの活発さと成長を促進する要素は以下のとおりです。

- 収益の見込み
- 企業が計画、投資及び雇用することのできる長期的機会の見通し
- 明確で信頼できる調達スケジュール
- 要件を明確に定めた質の高い契約文書
- 公正かつ競争的なプロセス
- メンタリングサポートの可用性

他国の経験に基づけば、企業の市場参入を促すための措置（訓練への援助など）を JAEA が講じることによって、又は大規模で経験のある事業者が小規模で経験の少ない事業者の市場参入を支援すること（メンター／プロテジェ協定プログラム〈メンター制度〉など）によって、メンタリングサポートを提供することができます。

レビューチームは、所見 18 において契約戦略のさらなる詳細と助言を示しています。したがって JAEA は、所見 17 及び 18 を参考に、相乗効果的な措置を検討することが望まれます。

17	提言、助言及び優良事例
<p>所見：JAEA は、廃止措置のニーズによりよく応えてもらうため、廃止措置のマーケットにおいて、サービスを提供するサプライヤーの数を拡大しようとしていることを示しました。</p>	
(1)	<p>根拠：GSR パート 2、要件 11 「組織は、安全に対して影響を及ぼす可能性のある品目、製品及びサービスの供給を規定、監視及び管理するための取り決めを、企業、請負業者及びサプライヤーと締結しなければならない」</p>
提言 15	<p>提言：JAEA は、廃止措置のマーケットへのサプライヤーの参入を促進し、サプライヤー間で必要なスキルをさらに発展させるために、サプライチェーンの拡大を促進する戦略を策定する必要があります。このような戦略は、地域社会や利害関係者に直接利益をもたらすように調整することもできます。</p>
助言 15	<p>助言：JAEA は、短期的な作業計画の策定活動においてサプライヤーとの提携実施を検討する必要があります。</p>
優良事例 1	<p>優良事例：ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点（「スマデコ」）の一環として、JAEA が廃止措置作業の経験のない地元企業を敦賀のモックアップ施設での訓練に招待しています。</p>

6.3 契約管理の戦略

MEXT/JAEA の状況

JAEA は、事前提出資料（ARM）全般にわたって、廃止措置プログラムを実施するために計画した契約戦略を詳述しています。具体的には JAEA は、「文書『独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について』に記載されている各種イニシアティブ、及び最適な契約形式を確保することにより自らの契約価値を最適化する」ための計画を「着実に進める予定である」と説明しました。

ARMはまた、協定監視委員会による検査対象となる JAEA 契約アプローチの取り決めや、JAEA のホームページで提示すべき契約結果に関する要件についても説明しています。

バックエンドロードマップ委員会は先般、効率を高めるとともにコストを削減するための複数年契約の採用、政府の資金提供への依存度を下げるとの民間資金調達、企業の関心を引き付けるための別の支払いオプションなど、数多くの契約関連テーマに取り組みました。

JAEA の現在の契約プロセスは、最低入札価格に基づく競争入札に全般的に依存しており、契約期間終了時に一括払いすることになっています。ただし既に述べたように、特に複数年契約の場合には一括払いに代わる定期支払方式を採用することが検討されています。

JAEA は、廃止措置プログラムの実施において指導的役割を果たしている国々の経験に基づいて契約システムの調査を行いました。JAEA は、インセンティブベースの契約アプローチを活用しているプログラムについて認識しています。JAEA は、インセンティブベースの契約は現時点で困難であると結論付けました。インセンティブを活用できるように、JAEA の契約システムに契約基準を設定しなければなりません。JAEA は政府基金や年次監査要件に依存しているため、プロジェクトの完了後に企業に奨励金を支払うことは過剰であると判断される可能性があるという懸念を持っています。

ARTEMIS の所見

JAEA のバックエンドロードマップなどの長期的なプログラムにおいては実施経験の蓄積に伴って契約アプローチも展開するものであるとレビューチームは考えています。契約アプローチの展開を円滑化するために、JAEA は廃止措置初期段階で契約関連の経験や結果を把握し、将来の活動や決定に役立てることが重要です。

JAEA の計画立案及び短期的実施（今後 10 年以内の実施）には、予測されるサービスや競争のスケジュールを文書化された契約計画に組み入れることが極めて有効なものとなるでしょう。そうした計画の可視性を高めることによって、産業界の対応態勢が促進されるでしょう（所見 17 で説明しているサプライチェーン活動の支援）。そうした計画を十分に詳細なものとすることによって、確実に中長期計画活動とリンクさせられるようにし、作業範囲（必要に応じて技術的体制など）の十分な特定、及びすべての企業が満たすべき適切な安全・品質要件の策定を促進すべきです。また、資金調達、優先事項、施設の状況、その他の要素における変化に伴い必要となるプログラム変更を反映させるために、計画を定期的に更新することも必要です。

このレビュー期間中に得られた情報に基づけば、JAEA の現在の契約方法は廃止措置を成功させる上で適したものではなく、最適化を阻害する可能性が高いとレビューチームは考えています。施設中長期計画活動の詳細な計画立案及び実施を支え、バックエンドロードマップ最適化の取り組み継続を支持するためには、詳細な契約戦略が必要です。詳細な契約戦略は、以下の 3 つの目

標に的を絞り、これを達成するものでなければならず、実施に向けて熟練した企業を選考することによって、それらの目標のそれぞれが最適化を支えるでしょう。

- 1) 業績の文書化。JAEA に対し、最近雇用した企業及び現在雇用中の企業の業績を文書化及び評価すること、並びにサプライチェーンの業績記録を構築するためにこの事例を継続することを推奨します。各年の終了時に（複数年契約の場合）、又は契約期間の終了時に、サイト管理者が評価を文書化することによって、上記の事例を継続することができるでしょう。
- 2) 評価基準の拡大。JAEA は、企業の選考基準として、企業の過去の関連する経験（隣接市場における経験も含む）、人員の資格、企業安全実績など、コスト以外の要素を検討することを推奨します。意思決定／選考プロセスにおいてこれらの要素を客観的に比較・検討する際は、単純な評価方法を採用することができます。商業市場で活躍している会社については、企業実績に関する有用な情報が公表されています。ただし、過去のプロジェクト・リファレンスチェック（プロジェクト経歴）など、信頼性の高い情報は、JAEA に対する契約申し込みの際にその提出を要求することによって入手できるでしょう。これは、いくつかの国々で標準的事例になっています。
- 3) 資格要件を満たす（望ましい）企業のリスト。JAEA は、経験豊富で実績のある事業者のリストを作成することが推奨されます。そのようなリストを活用すれば、特にリスクの高い作業に関する入札・選考過程を円滑化することができます。このリストを、原子力産業への新規事業者参入を推進する広範な競争を排除するために使用すべきではありません。特に脆弱な安全実績など、過去の実績が乏しい事業者を記録することも同様に重要です。

廃止措置活動のペースや複雑さが増すにつれて、契約プロセスが廃止措置活動の順調な実施の妨げになる可能性があります。すなわち、契約競争や発注が遅れた場合、プログラムの実施にリスクを及ぼし、スケジュールの延長やコストの増大につながる可能性が高くなります。したがって、契約に関する計画や管理に携わる人材の数と技能を十分に確保することが JAEA にとって不可欠です。

一括払いの低入札価格という契約決定方法を続けた場合にも、予算の範囲内における廃止措置実施にリスクを及ぼします。プロジェクト終了時の一括払いの必要がない業績ベースのアプローチが数多くあります。JAEA は入念に計画することによって、明確な業績基準や客観的基準に基づく支払い（業績ベースのインセンティブ）、そして標準的な出来高手法（コスト効率指数やスケジュール効率指数）を用いて請負業者にコストやスケジュールを最適化させる仕組みを徐々に採用していくとよいでしょう。そのようなアプローチによって、JAEA は最適化を促しつつ、リスクとサプライチェーンへの説明責任のバランスを効果的に達成するとともに、サプライチェーンにおける成長を促進し、ひいては JAEA と、その施設及びサイトに隣接する地域のコミュニティに、副次的恩恵をもたらすでしょう。地域産業市場における経済的利益は、国内全体にプラスの影響をもたらすはずで

そのような契約方法は、以下のような要素に左右されます。

- 組織の契約管理要員及びプロジェクト管理要員の十分な能力
- 詳細な資源投入スケジュールにおける明確な作業範囲の定義（所見 2 を参照）
- 信頼性の高いコスト見積もり
- 予測可能な資金調達（財源）
- 厳格な成果測定のためのシステム
- リスクと機会の効果的な管理

JAEA が他国の廃止措置プログラムから特定の契約原則や契約慣行を徐々に取り入れる可能性や、それらを日本文化に効果的に順応させることによってバックエンドロードマップを最適化し、ひいては日本の経済と産業にも恩恵をもたらす可能性が非常に高いとレビューチームは考えています。

レビューチームは JAEA に対して、廃止措置関連契約に関する IAEA のさまざまな技術文書や IAEA から入手できる豊富なケーススタディを検討するよう提言します。

18	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：JAEA の現在の契約方法と基準について、廃止措置が上手く進めるためのさらなる改善がなされれば、利点となります。廃止措置活動の本格化し、複雑さが増すにつれて、契約プロセスがその成功の障害となるリスクがあります。</p>
(1)	<p>根拠：GSR パート 2、要件 11：</p> <p>「4.33. 組織は、何らかのプロセスを外注する場合や、サプライチェーンにおいて何らかの品目、製品又はサービスを調達する場合は、安全性の責任を負うものとする。</p> <p>4.34. 組織は、納入される製品又はサービスを明確に把握し、それらについての知識を持っていなければならない。組織は、必要な製品又はサービスの範囲及び基準を定める能力と、納入された製品又はサービスが所定の安全要件を満たしているかを十分に判断する能力がなければならない。</p> <p>4.35. 管理システムは、サプライチェーンの資格認定、選考、評価、調達及び監視のための体制を含まなければならない。</p> <p>4.36. 組織は、安全にとって重要な品目、製品及びサービスのサプライヤーが安全要件を満たし、安全な業務慣行を求める組織の期待に沿うことを担保する体制を整えなければならない」</p>
提言 16	<p>提言：JAEA は、必要な提供業務内容と調達プロセスの現実的なスケジュールを記載した、短期（今後 10 年間）の詳細な契約計画を作成し、関連業界と意見交換をする必要があります。</p>
助言 16	<p>助言：JAEA は、進行中および近い将来の契約行為のため、現在の契約手法を次の 3 つの方法で発展させることを検討する必要があります。○選定のための評価基準を拡充すること、○パフォーマンスの評価を文書化すること、○優先資格のあるサプライヤーのリストを確立すること</p>
助言 17	<p>助言：JAEA は、JAEA とサプライヤーの間で、リスクや責任のバランスの取れた共有ができるオプション、契約方法を検討することが必要です。</p>

7. 廃止措置のための技術

7.1 技術開発の管理

MEXT/JAEA の状況

JAEA は最初の中期計画において、2005 年という早い時期から廃止措置関連技術の開発に取り組んできました。基礎研究とフィージビリティ・スタディで始まったこの開発計画は、長年を経て実際的な研究と開発・応用の実証へと展開しました。

下の図が示しているように、この開発計画は、最優先の廃棄物ボトルネックや必要な技術開発など、多くの技術分野を網羅しています。一部の技術開発は特定の JAEA サイトに特化したものであり、その他の技術開発は一部又はすべてのサイトに関連する可能性のあるものです。

技術開発項目	第2期中期計画期間	第3期中期計画期間	主な反映先
1. 廃止措置技術	廃止措置エンジニアリングシステムの運用・改良	大型原子炉、サイクル施設への適用・改良	ふげん／原子炉施設／サイクル施設
	クリアランスレベル確認システムの開発	クリアランスレベル確認システムの運用・改良	ふげん、人形／民間
	遠隔解体及び廃棄物発生量低減化等技術の開発		MOX燃料施設
	原子炉本体解体技術の開発		ふげん／原子炉施設
2. 廃棄物処理技術	セメント固化技術の開発	有害物等の固化技術の開発	原子炉施設／サイクル施設
	硝酸根分解技術の開発		再処理施設
		液物処理技術の開発	人形／ウラン加工施設
3. 廃棄確認技術	廃棄物管理システムの構築	廃棄物管理システムの運用・改良	全拠点
	廃棄物の放射性核種の簡易・迅速分析手法の開発	実廃棄物への適用・改良	全拠点／民間
		合理的な放射能濃度評価手法の構築	全拠点
4. 廃棄物処分技術	余裕深度処分対象廃棄物の処分に係る検討		ふげん、核サ研、原科研
	TRU廃棄物の地層処分基盤技術開発	次期基盤技術開発	核サ研／民間

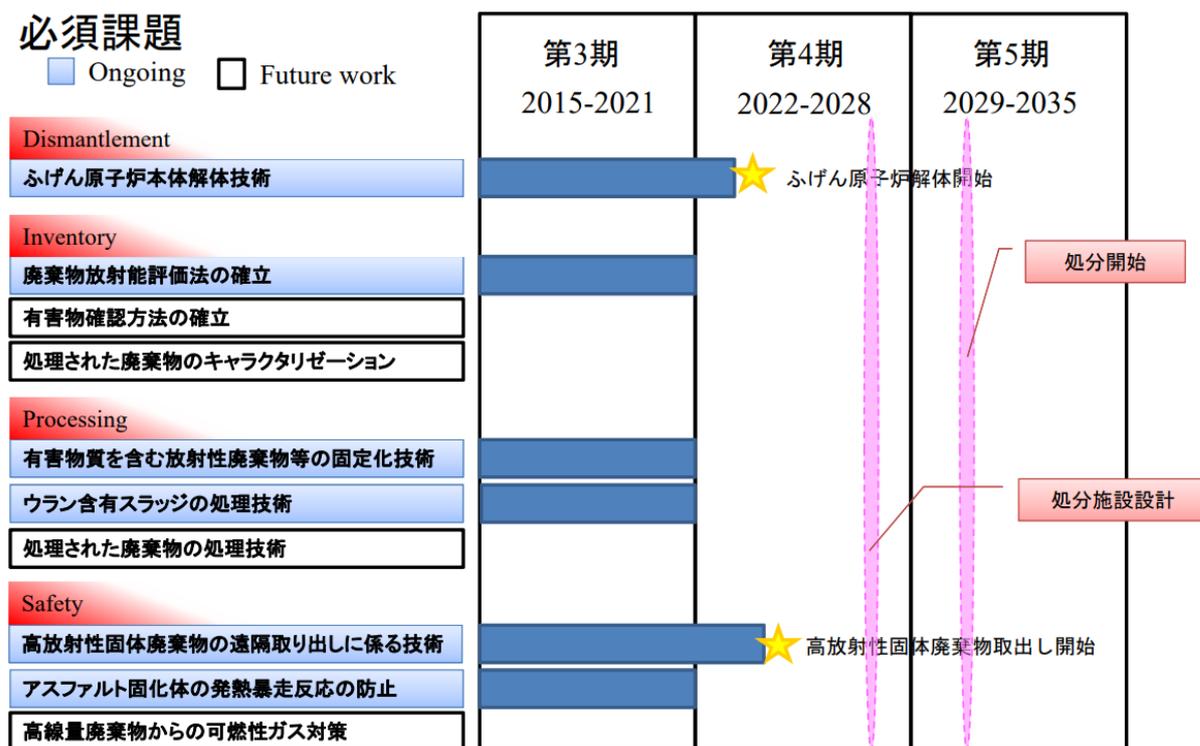
2019 年に JAEA は、自らの組織を見直し、バックエンド統括本部を設置しました。バックエンド統括本部の主な任務は、廃止措置、廃棄物管理、及び技術開発のあらゆる活動を調整及び統合することです。バックエンド統括本部は技術開発計画を 7 年ごとに更新しており、現在は第 4 期中長期計画を策定しているところです。JAEA はその計画策定において、さまざまなサイトが表明している技術開発の要求を一元管理し、予算、資源又はスケジュール上の制約に基づいて必要に応じた優先順位付けを行っています。

現在の技術開発イニシアティブ管理は、開発が特定のサイトに特化したものである場合はサイトレベルで行うか、又は開発が複数サイトの利害にかかわるものである場合はバックエンド統括本部で行うことができるようになっていきます。

技術開発への予算配分は通常、全般的な廃止措置予算から行われており、廃止措置予算は、一般的な研究開発予算やプラント運営予算から独立しています。ただし、一部の境界状況においては、研究開発予算の一部を廃止措置技術開発イニシアティブに割り当てることができるようになっていきます。

技術開発プロジェクトの大半が廃棄物特性調査、廃止措置及びコンディショニング（廃棄体化）と関連しています。一部の技術開発イニシアティブは、廃止措置プロジェクト管理プロセスの改善に重点を置いています。一方、技術開発プロジェクトのもう1つの部分は、ふげん原子炉の解体や東海再処理施設の HASWS からの廃棄物回収という現時点で最も重要な廃止措置プロジェクトの解決策の構築に重点を置いています。

重要な開発マイルストーン（節目）が特定されており、それらはバックエンドロードマップ・スケジュールと連動しています（下の図を参照）。



ARTEMIS の所見

JAEA が 2005 年から廃棄物管理及び 2 つの重要なプロジェクト（ふげんと HASWS）を中心とするバックエンドロードマップ優先課題に重点を置きつつ廃止措置技術ロードマップを策定及び更新してきたことを、ARTEMIS レビューチームは認識しています。

また ARTEMIS レビューチームは、組織における最近の変化（2019 年）が集中的管理構造の確立を促し、技術開発イニシアティブの統合化、優先順位付け及び調整を望ましい方向に導いているものと認識しています。

JAEA は技術的障害（ボトルネック）の分析や全般的なコスト及び予定を削減するための取り組み対効果（benefits versus effort）に基づいて開発テーマを優先順位付けしているとの説明を ARTEMIS レビューチームは受けました。

JAEA はバックエンドロードマップレベルにおける正式なリスク・機会管理プロセスをいまだに確立していないことや、取り組み対効果の分析をある程度行ってはいるものの、そのようなアプローチに基づいてすべての技術開発ニーズを検討する体系的なプロセスがないということをレビューチームは認識しました。

バックエンドロードマップレベルでリスク・機会管理システムを確立することによって、プログラムにおける重要な技術開発のニーズや、開発の遅れによる影響の特定が大いに円滑化される

でしょう。ひいては、リスク低減又は機会実現のための技術を開発する潜在的な利点を見極めるための定量的なアプローチを得ることができるでしょう。リスク及び機会の潜在的な影響を定量的に分析することは、JAEA が今後開発するコスト見積もりツールにおけるリスク、機会及び不確実性に対処する際の基盤となるでしょう（所見 12 を参照）。

さらに ARTEMIS チームは、全体的廃止措置プログラムの最適化に関する議論を経て、JAEA には現在、いくつかのプロジェクト計画ツールがあることを認識しました。

現 10 年間に於ける廃止措置活動の漸進的な加速化によって、量及び多様性の双方において技術開発の必要性が高まるでしょう。さらに、技術開発の必要性は、各プログラムの作業分解図の一部となるため、廃止措置の各節目（マイルストーン）と密接に関連するでしょう。時間の経過に伴って、廃止措置プロジェクトと技術開発との相互作用及び相互依存性を管理することが次第に重要になるでしょう。

バックエンドロードマップ廃止措置プログラムのプロジェクト管理ツール及び計画ツールを技術開発ポートフォリオと統合することによって、双方の活動の調整が大いに円滑化され、JAEA 組織全体に統合マネジメントシステムがもたらされるでしょう。

19	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：JAEA は、廃止措置のための技術開発をマネジメントする組織・管理体制を整備しています。（廃止措置の技術開発では）技術開発の一元化と優先順位付けを行い、中央レベル又は地方レベルでプロジェクトを管理するプロセスがあります。これらのプロセスを遂行するために計画及びプロジェクト管理ツールが使用されています。</p>
(1)	<p>根拠：GSR パート 6 – 施設の廃止措置、要件 7（廃止措置のための統合マネジメントシステム）</p> <p>4.1. 「統合マネジメントシステムは、運営組織のすべての目標の達成に必要な取り決め及びプロセスの単一の枠組みとなるものでなければならない」</p>
(2)	<p>根拠：IAEA、技術報告書シリーズ No. 399、セクション 4.3 – プロジェクトリスク管理、p. 21</p>
助言 18	<p>助言：JAEA は、リスクを軽減したり、プログラムの費用と期間の削減に貢献したりする可能性のある技術開発を明確に特定し、定量化を可能にするバックエンドロードマップのリスクと機会管理プロセスの確立を検討する必要があります。</p>
助言 19	<p>助言：JAEA は、「技術開発」の計画及びプロジェクト管理ツールを、バックエンドロードマップ及びプロジェクト管理ツールの下で統合することを検討する必要があります。</p> <p>[セクション「全体的な廃止措置プログラムの最適化」の所見 2 を参照]</p>

7.2 処理の難しい放射性廃棄物に関する技術的ニーズ

MEXT/JAEA の状況

JAEA は、高放射性固体廃棄物やウラン汚染スラッジなどの処理の難しい廃棄物の性状把握及び処理のための技術的解決策を開発しており、今後も開発を継続します。

JAEA は、高放射性廃棄物について何らかの処理技術開発が必要となるものと考えています。特に安定化マトリックスにおける水素発生防止について、現在、処分実施者らとともに検討が行われています。

有害廃棄物について JAEA は、明確な処分基準がない現状で、廃棄物処理の解決策を定めることは不可能であるとしています。

JAEA は、東海再処理施設のせん断セル内のせん断粉末など、施設内に処理の難しい廃棄物が多量に存在していることを認識し、現在はそのようなタイプの廃棄物の完全なインベントリを作成すべく取り組んでいるところです。

東海再処理施設（TRP）が予期せぬ廃止の決定に至り、JAEA は TRP 内の潜在的に処理の難しい廃棄物の種類と量を完全に把握できずにいます。

ARTEMIS の所見

JAEA はその保有するサイト内の潜在的に処理の難しい廃棄物すべての完全なインベントリを把握する過程にあり、現在は東海再処理施設の潜在的に処理の難しい廃棄物の種類と量を完全に把握できておらず、また他のサイトや施設についても同様であろうと ARTEMIS チームは認識しました。

「処理の難しい」という表現は、プラントのセルや機器の内部にある中レベル廃棄物から、研究室活動より生じた固体廃棄物若しくは液体廃棄物、又は廃止措置廃棄物に至るまでのさまざまな廃棄物であり、アスベストや汚染された油を含め、近い将来に問題となりうる廃棄物を網羅する表現であると ARTEMIS チームは説明しました。

それらの処理の難しい廃棄物を解体作業の実施前に施設から回収する必要があると ARTEMIS チームは考えています。そのような廃棄物が施設内にあると、ケア及びメンテナンス（安全な封じ込め）期間の長期化といった懸念が生じ、必然的にモニタリングのための具体的安全対策が必要になります。

特にプラントの運転終了から数年又は数十年を経てそのような廃棄物を燃料サイクル施設から回収する場合は、処理だけでなく、以下のような全回収プロセスを網羅する多くの技術を開発する必要のあることが、国際的な経験から判明しています。

- 特性調査
- 回収
- 中間処理
- 安定化
- 中間貯蔵
- 最終廃棄体化及び処分

各プラントの主要な処理セル及び処理設備内の広範な特性調査を早期に実施することによって、潜在的に処理の難しいすべての廃棄物の包括的なインベントリを早期に作成することができ、廃棄物を管理する上で必要な技術開発などの解決策を特定する十分な時間を得ることができると

ARTEMIS レビューチームは考えています。その後は、廃棄物回収のコストとスケジュールの影響を抑えるために、段階的な廃棄物回収アプローチを講じることができるでしょう。

段階的なアプローチにおいては、まず利用できるプラントプロセスと機器を用いて広範なプラント洗浄を実施した上で、既存のプラント機器やプロセスでは処理できなかった廃棄物を回収するために、必要に応じて技術的解決策の開発を継続するとよいでしょう。そのようなアプローチは、バックエンドロードマップで示されている TRP 廃止措置概要スケジュールの「工程洗浄及び系統除染」を補足するものと考えられます。このアプローチは、以下においても役立ちます。

- 処理の難しい廃棄物の全般的な管理コスト負担の軽減
- 廃止措置廃棄物の放射能インベントリの低減による金属廃棄物の処理及び処分コストの低減
- 複雑なロボット式解体プロジェクトに対して単純な解体作業を最大化することによる今後の廃止措置コストの大幅な削減

20	提言、助言及び優良事例
	<p>所見：JAEA は、東海再処理施設で処理が難しくなる可能性のある中レベル放射性廃棄物（比較的放射能レベルが高い低レベル放射性廃棄物）をいくつか特定しており、東海再処理施設や JAEA の他の施設にもこのような放射性廃棄物がさらに存在する可能性があります。処理の難しい廃棄物の存在は、廃止措置プログラムを実施するための追加の課題を提供する可能性があります。これまでの他の事例を踏まえれば、処理の難しい放射性廃棄物をそれなりの分量で、回収し、管理するための技術開発が必要になる可能性が高いです。</p>
(1)	<p>根拠：GSRパート6、要件10、セクション7.2、p. 30</p> <p>「新規施設建設前の立地段階において、放射線状況の情報入手など、サイトのバックグラウンド調査を実施し、試運転開始前に基本データを更新しなければならない。そのような情報を元にバックグラウンド放射線状況を把握しなければならない」</p>
(2)	<p>根拠：IAEA、個別安全指針SSG-47、セクション5.26、p. 34</p> <p>「原子力施設の種別は多様であり、提案されているプロジェクトの範囲を見極める際に特性調査の結果が必要であるため、廃止措置戦略の選定プロセスにおける施設の特性調査は極めて重要なステップである」</p>
提言 17	<p>提言：JAEA は、処理が難しくなる可能性のある放射性廃棄物の性質と量の全体像を把握するために、プラントのすべての主要なプロセス機器とセルにおいて、サンプリングを含めて広範な分析調査を実施する必要があります。</p>
助言 20	<p>助言：JAEA は、既存の工程で、処理の難しい放射性廃棄物を最大限に回収して搬出するための広範な処理後活動の実施を検討する必要があります。</p>
助言 21	<p>助言：JAEA は、フラッシュアウト(再処理施設の工程洗浄)では取り除くことができない処理の難しい放射性廃棄物の早期回収と中間貯蔵の計画を立てることを検討する必要があります。これには、必要な技術開発の特定も含まれる場合があります。</p>

8. 略語

ARM	事前提出資料 (Advanced Reference Material)
CEA	フランス原子力・代替エネルギー庁 (French Alternative Energies and Atomic Energy Commission)
CL	クリアランス廃棄物 (Cleared Waste)
DECOST	原子力施設廃止措置費用簡易評価コード (Simplified Decommissioning Cost Estimation Code for Nuclear Facilities)
DOE EM	米国エネルギー省環境管理局 (US Department of Energy – Office of Environmental Management)
DP	廃止措置計画 (Decommissioning Plan)
ENEA	イタリア国立新技術・エネルギー・持続可能な経済開発庁 (Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development)
GDF	地層処分施設 (Geological Disposal Facility)
HASWS	高放射性固体廃棄物貯蔵庫 (Highly Radioactive Solid Waste Storage Facility)
IRQ	初期レビュー質問事項 (Initial Review Questions)
ISDC	原子力施設の廃止措置コスト評価に関する国際的な構造 (International Structure for Decommissioning Costing of Nuclear Installations)
JRC	欧州委員会共同研究センター (European Commission Joint Research Centre)
NDA	英国原子力廃止措置機関 (UK Nuclear Decommissioning Authority)
NR	非放射性廃棄物 (Non-Radioactive Waste)
NUMO	原子力発電環境整備機構 (Nuclear Waste Management Organization of Japan)
R&D	研究開発 (Research & Development)
SNF	使用済み核燃料 (Spent Nuclear Fuel)
SOGIN	イタリア原子力施設管理会社 (Nuclear Plant Management Company of Italy [Società Gestione Impianti Nucleari])
WAC	廃棄物受入基準 (Waste Acceptance Criteria)