

東京電力ホールディングス(株) 福島第一原子力発電所の 廃炉のための技術戦略プラン2023 について

2023年10月18日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

1 . はじめに

2 . 福島第一原子力発電所の廃炉 のリスク低減及び安全確保の 考え方

3 . 福島第一原子力発電所の廃炉 に向けた技術戦略

- 3.1 燃料デブリ取り出し
- 3.2 廃棄物対策
- 3.3 汚染水・処理水対策
- 3.4 使用済燃料プールからの燃
料取り出し

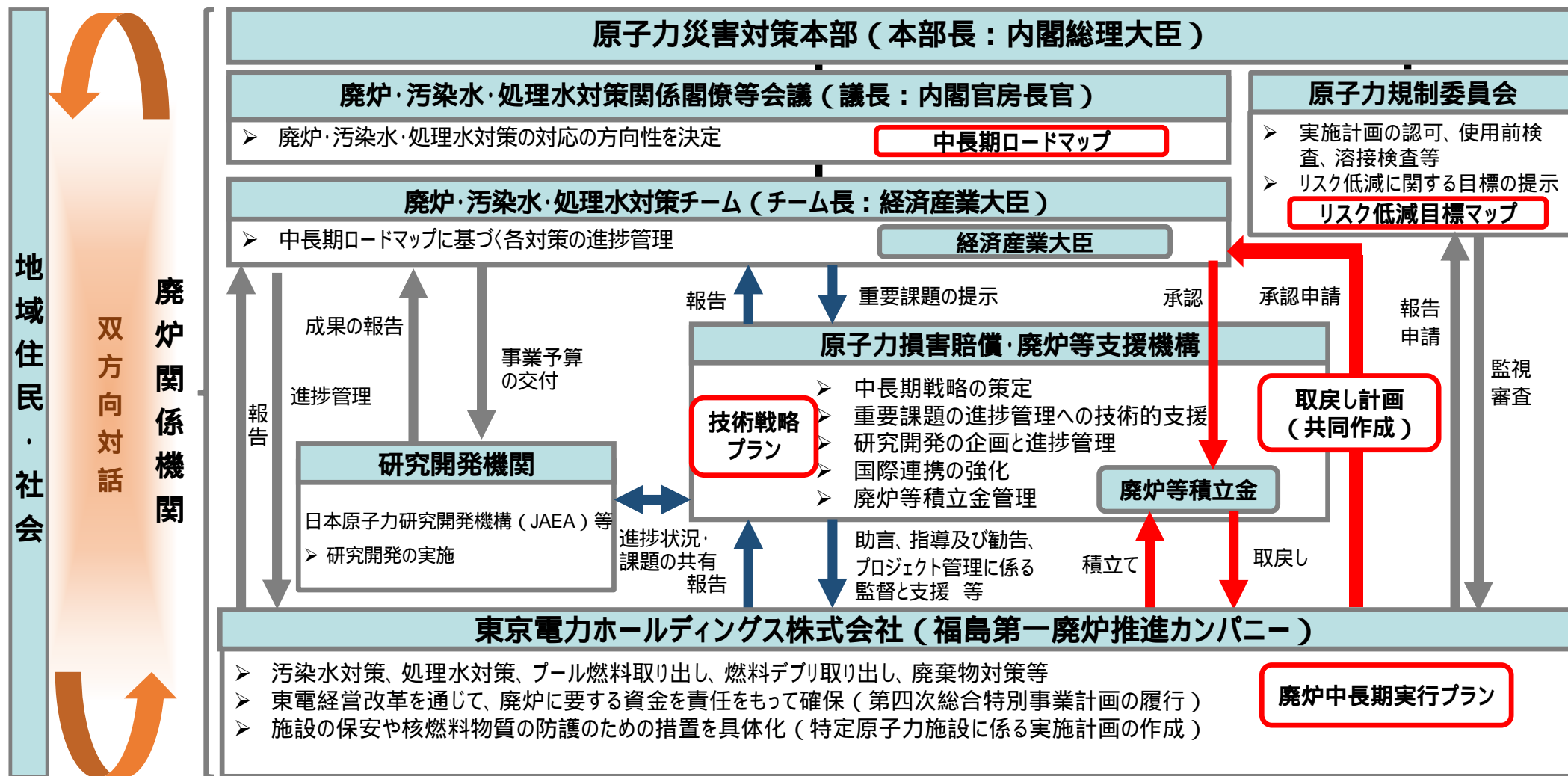
4 . 廃炉の推進に向けた分析戦略

5 . 福島第一原子力発電所の廃炉 に向けた研究開発への取組

6 . 技術戦略を支える取組

- 6.1 廃炉を進めるための能力、
組織、人材等
- 6.2 国際連携の強化
- 6.3 地域共生

福島第一原子力発電所の廃炉に係る関係機関等の役割分担



令和3年4月13日 ALPS処理水の処分方針決定に伴い、「ALPS処理水の処分に関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議」を設置



「十分に安定管理がなされている領域」（水色領域）に持ち込むこと

十分に安定管理されている領域

(2023年3月現在)

共用プール内燃料

乾式キャスク内燃料

固体廃棄物貯蔵庫

溶接型タンク内貯留水

覆土式等

燃料デブリ

建屋内汚染構造物等

ALPS処理-吸着塔類

濃縮廃液等

ALPS処理-セオライト土壌フロン型タンク内残水

建屋内滞留水

プール内燃料

屋外集積等

安全管理要求度 (対数スケール)

施設の健全性が不十分な場合など、より高いレベルの安全管理が要求されることを表すため

図 福島第一原子力発電所の主要なリスク源が有するリスクレベル

廃炉作業を進める上での安全確保の考え方

課題

安全確保に当たっては、福島第一の特殊性を十分に踏まえること

事故炉である福島第一の廃炉は、安全上の特殊性に対応するため
安全視点、オペレータ視点を反映することが必要

福島第一原子力発電所の持つ特殊性

非定型 & 非密封

多量の放射性物質が通常にない
様々な形態（非定型）で非密封
状態で存在

障壁が不完全

放射性物質を閉じ込める
障壁が不完全

大きな不確かさ

放射性物質や閉じ込め障
壁の状況等に大きな不確
かさがある

計測が困難

放射線レベルが高い等の制約から
現場へのアクセスや現場情報を得
るための計装装置の設置が困難

時間軸の意識が必要

閉じ込め障壁等の更なる劣化が
懸念される

燃料デブリ取り出しに係る主な目標と進捗

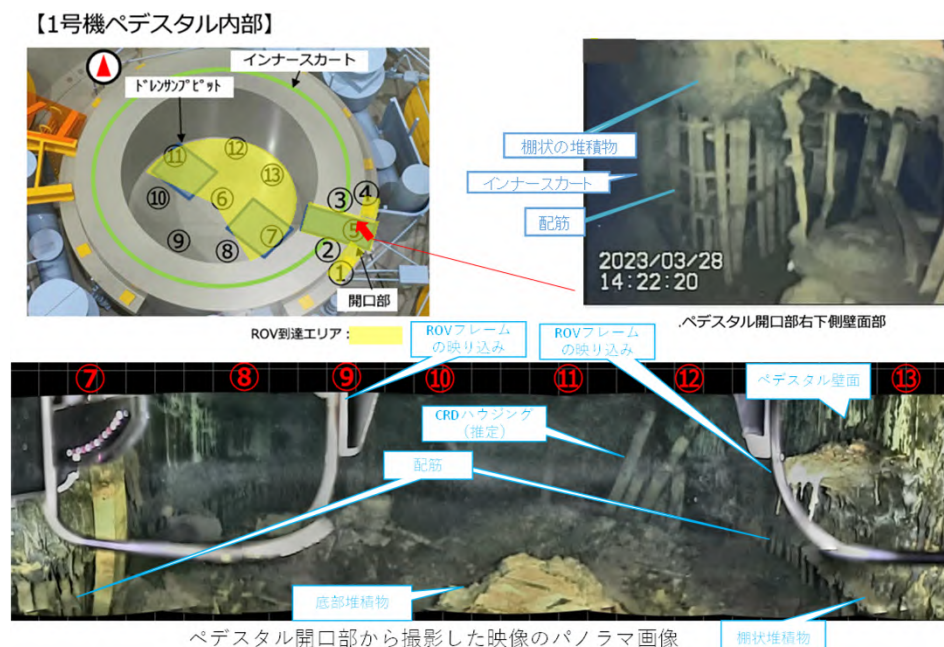
主な目標

- 2号機の試験的取り出しは、2023年度後半目途に着手
- 取り出し規模の更なる拡大について、2号機の燃料デブリ取り出し、内部調査、研究開発等を見極めつつ、収納・移送・保管方法を含め、方法の検討を進める

進 捗

1号機内部調査

- ペDESTAL開口部や内壁面のほぼ全周にわたり下部のコンクリート消失を確認
- ペDESTALの支持機能が喪失しても外部へ著しい放射線被ばくのリスクを与えることはないと評価
- 他方で、万一に備え、閉じ込め機能の強化や機動的対応を検討



(出典：2023年4月27日 廃炉汚染水対策チーム会合事務局会議資料)

図 PCV内部調査の調査結果

2号機 試験的取り出し（内部調査及び燃料デブリ採取）の課題と技術戦略

意義

燃料デブリの取り出しは、福島第一原子力発電所で初の試み

- PCV外側への閉じ込め障壁拡張は、今後の取り出し作業の基本的な現場構成の形
- この経験や取り出したサンプルから得られた情報は、今後の廃炉の取組の中で活用

課題と技術戦略

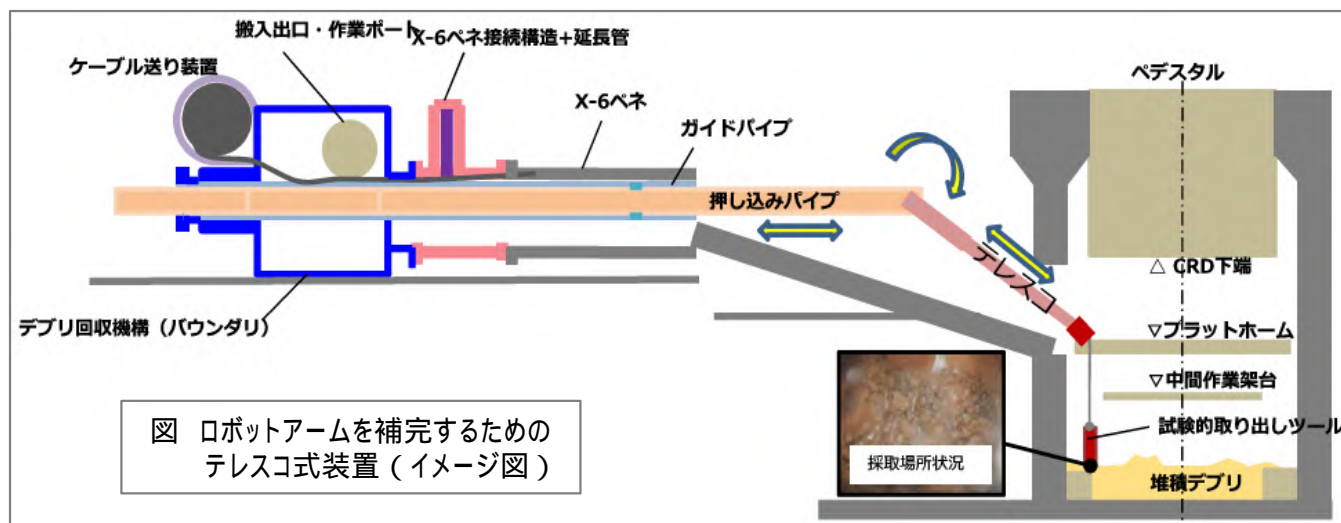
PCVの内部状況が不確かな中で、一連の作業を段階的に進めていくことが課題

要求性能を満たすことを確実に確認

- ✓ モックアップ試験での様々な状態での機能検証

綿密な計画の立案

- ✓ 作業時の不具合等の経験も踏まえ、安全かつ慎重に進める



試験的取り出しの作業ステップ

01. 事前準備（済）
02. 隔離部屋設置（済）
03. X-6ペネハッチ開放 **実施中**
04. X-6ペネ内堆積物除去
05. ロボットアーム設置
06. ロボットアーム進入
07. 内部調査・燃料デブリ採取
08. 燃料デブリ回収装置から輸送用容器へ収納・線量計測
09. グローブボックス受入・計量
10. 容器の取出し・輸送容器へ収納・搬出
11. 構外輸送及び構外分析



3号機 取り出し規模の更なる拡大（１）

意義

取り出し規模の更なる拡大は
廃炉事業の重要なプロセスであり、
廃炉事業の成否を左右

工法の選定は、極めて重要な
決定事項

- 選定に先立って、東京電力のみでなく、国、NDFが連携して、総合的に検討・評価することが必要

2023年2月に設置した「燃料デブリ取り出し工法
評価小委員会」で検討・評価を開始

課題

燃料デブリ取り出しを困難にしている
要因を十分認識し、ふさわしい工法
を検討すること

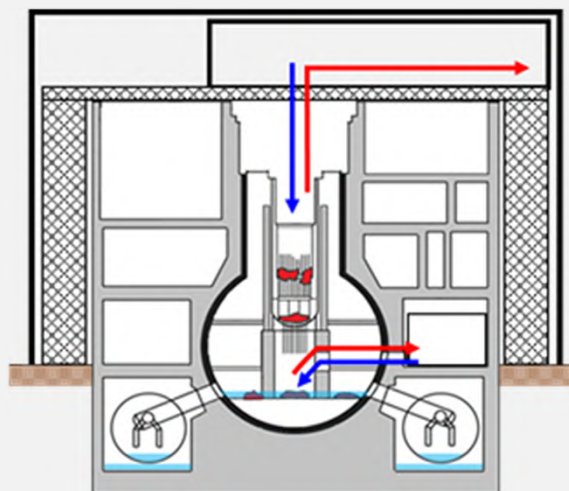
燃料デブリ取り出しを困難にしている要因

PCV・RPV内が極めて高線量
原子炉建屋内が高線量
現場情報の不足
閉じ込め障壁構築
臨界管理
廃棄物管理

3号機 取り出し規模の更なる拡大（2）

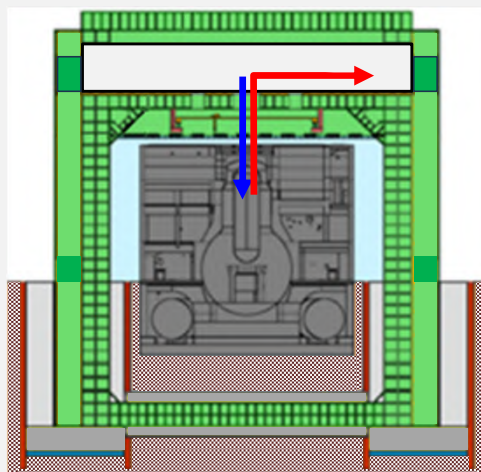
- 装置類のアクセス方向
- 燃料デブリ、廃棄物等の搬出方向
- 充填材

気中工法（RPV注水）



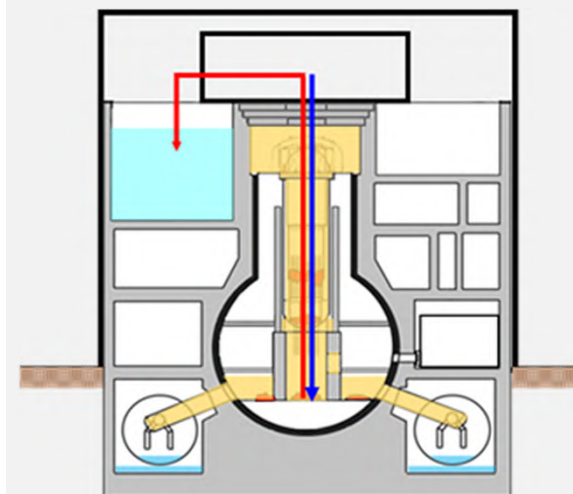
燃料デブリが気中に露出
もしくは低水位で浸漬した
状態で、RPV内部へ水を
かけ流しながら取り出す工法

冠水工法（船殻工法）



船殻構造体と呼ばれる
新規構造物で原子炉
建屋全体を囲い、原子
炉建屋を冠水させ燃料
デブリを取り出す工法

気中工法オプション （RPV充填固化）



ペDESTAL底部、RPV、原子
炉ウェル等を充填材で固め、
充填材と共に燃料デブリを掘
削して取り出す工法

廃棄物対策に係る主な目標

主な目標

- 2021年度に示した処理・処分方策とその安全性に関する技術的見通しを踏まえ、廃棄物ストリーム の構築に向けて、固体廃棄物全体の管理として適切な対処方策の検討を進める
- 保管・管理及び処理・処分の検討を進める上で必要な分析計画の策定・更新を実施し、それに基づく分析を着実に進める

廃棄物の種類ごとに、その発生・保管から処理・処分までの一連の取扱いを示したもの

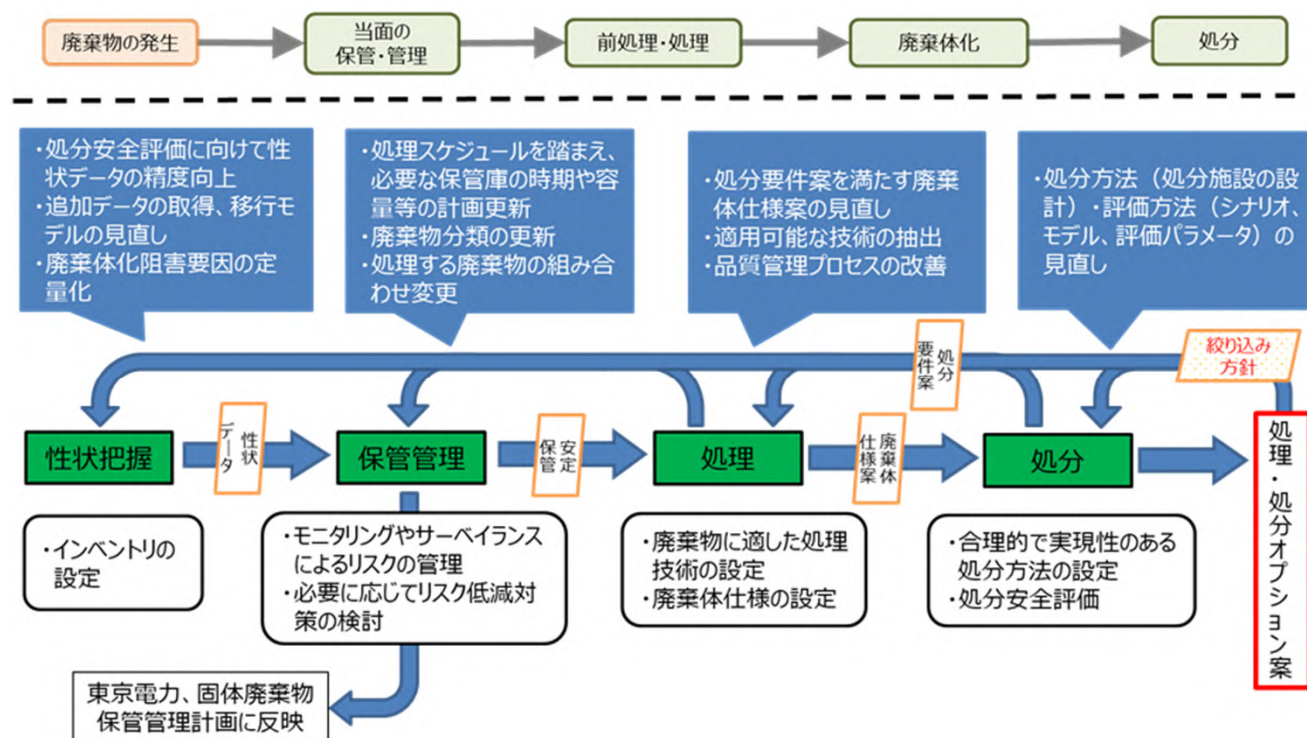


図 固体廃棄物の安全な処理・処分方法を合理的に選定するための手法

廃棄物対策に係る主な課題と技術戦略

課題と技術戦略

性状把握

多様な固体廃棄物について、その優先度、分析の目的と定量目標等を定める中長期的な分析戦略を策定し、それに基づく分析・評価が必要



統計論的方法等を利用した分析計画法による中長期分析計画の策定フローを確立するため、その試行実績を蓄積し、妥当性を確認

保管・管理

今後の廃炉作業の進展に応じた固体廃棄物の保管・管理を安全かつ合理的に進める必要



固体廃棄物の発生量の増大に備え、表面線量率による区分から、放射能濃度による管理に移行し、合理的な廃棄物区分や構内再利用等を検討

処理・処分

中長期ロードマップの第3期における廃棄体の仕様や製造方法の確定のため、固体廃棄物の具体的管理について全体として適切な対処方策の検討を進める必要



処理技術に関する未対応の課題及び処分オプション案の検討により、処理・処分方策の選択肢を創出

明らかになりつつある性状データ等を用いて選択肢の比較・評価を行い、固体廃棄物の特徴に適した廃棄物ストリームの構築等を検討

汚染水・処理水対策に係る主な目標と技術戦略

主な目標

- 汚染水発生量を2025年内に100m³/日以下、2028年度末頃に約50～70m³/日程度に抑制
- 敷地等のリソースを確保し、廃炉作業全体を着実に推進するため、ALPS処理水を安全かつ確実に放出

課題と技術戦略 汚染水対策

汚染水発生量を100m³/日以下にできる見込みであり、更に低減することが課題



従来から進めているサブドレン水位の低下、フェーシング工事に加え、局所的な建屋止水を進める

現在進められているデブリ取り出し工法選定と併せ、中長期を見据えた対策の検討が必要



燃料デブリ取り出し工法ごとに浄化システムや建屋の止水対策が異なるため、取り出し作業との干渉性を考慮した上で、工法に応じた汚染水対策を整備

ALPS処理水の海洋放出に関する取組

課題と技術戦略 処理水対策

計画どおり確実に設備を運用するとともに、関係機関の分析・モニタリング結果を含め、その状況を迅速かつ透明性高く発信することが不可欠

希釈前のALPS処理水について、トリチウム以外の放射性核種濃度が規制基準値を確実に下回ることを確認の上、希釈して放出
 ✓ 東京電力及び放射性物質の分析に専門性を有する第三者機関において実施
 告示濃度限度比総和 1 未満

海域モニタリングは、東京電力、環境省、原子力規制委員会、福島県など複数機関で実施

分析、モニタリング結果及び海洋放出関連設備の運転状況は処理水ポータルサイト等を通じて公開

海洋放出開始後も
IAEAによるレビューが継続

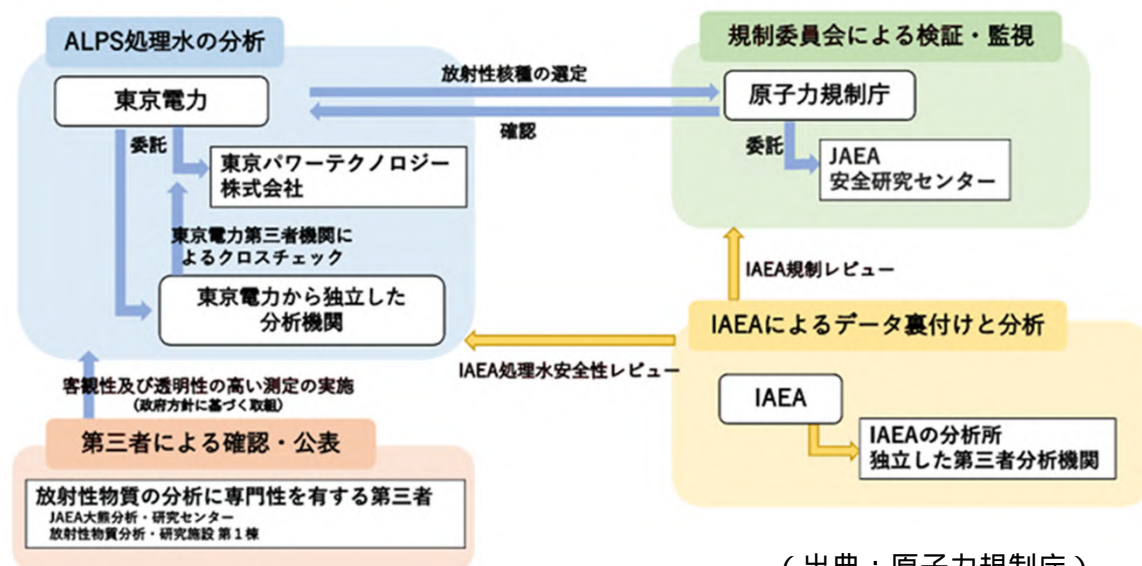


図 ALPS処理水の分析体制

プール内燃料取り出しに係る主な目標と技術戦略

主な目標

2031年内に1～6号機の全てで使用済燃料プールからの燃料取り出しの完了を目指す

- 1号機取り出し開始は2027～2028年度
- 2号機取り出し開始は2024～2026年度

課題と技術戦略

1号機

不安定な状態で存在する天井クレーンを撤去するため、十分な調査が必要

調査が可能となった段階で速やかに調査し、安全評価、ガレキ撤去計画に反映

2号機

国内原子力施設では経験のないブーム型クレーン式の燃料取扱設備を遠隔操作で確実に運用することが課題

事前に操作・機能性を十分に習熟

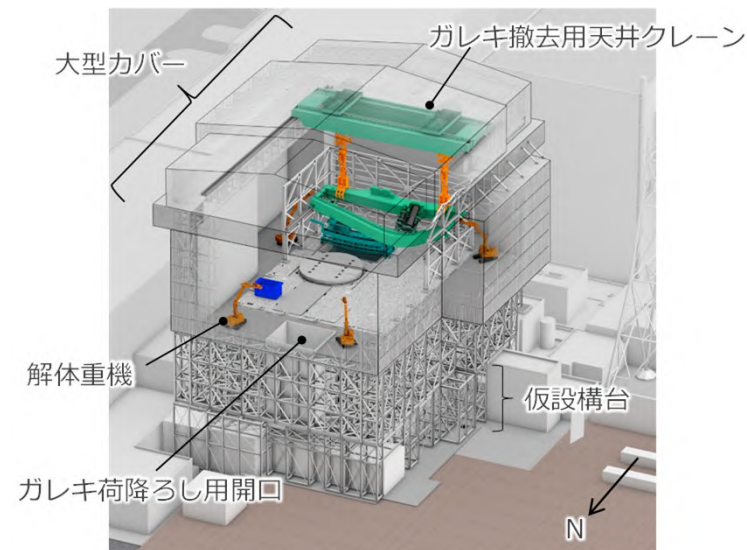


図 1号機 ガレキ撤去時
(イメージ図)

廃炉に係る分析の意義

意義

福島第一の廃炉においては、分析対象物、目的、線量率が多岐に及ぶ分析が不可欠

- 燃料デブリの不確かさの幅の低減により、過度な裕度が不要となれば、廃炉の迅速性、合理性の向上が可能
- 固体廃棄物は、処理・処分方策の検討に当たり、性状データを取得するための分析が不可欠

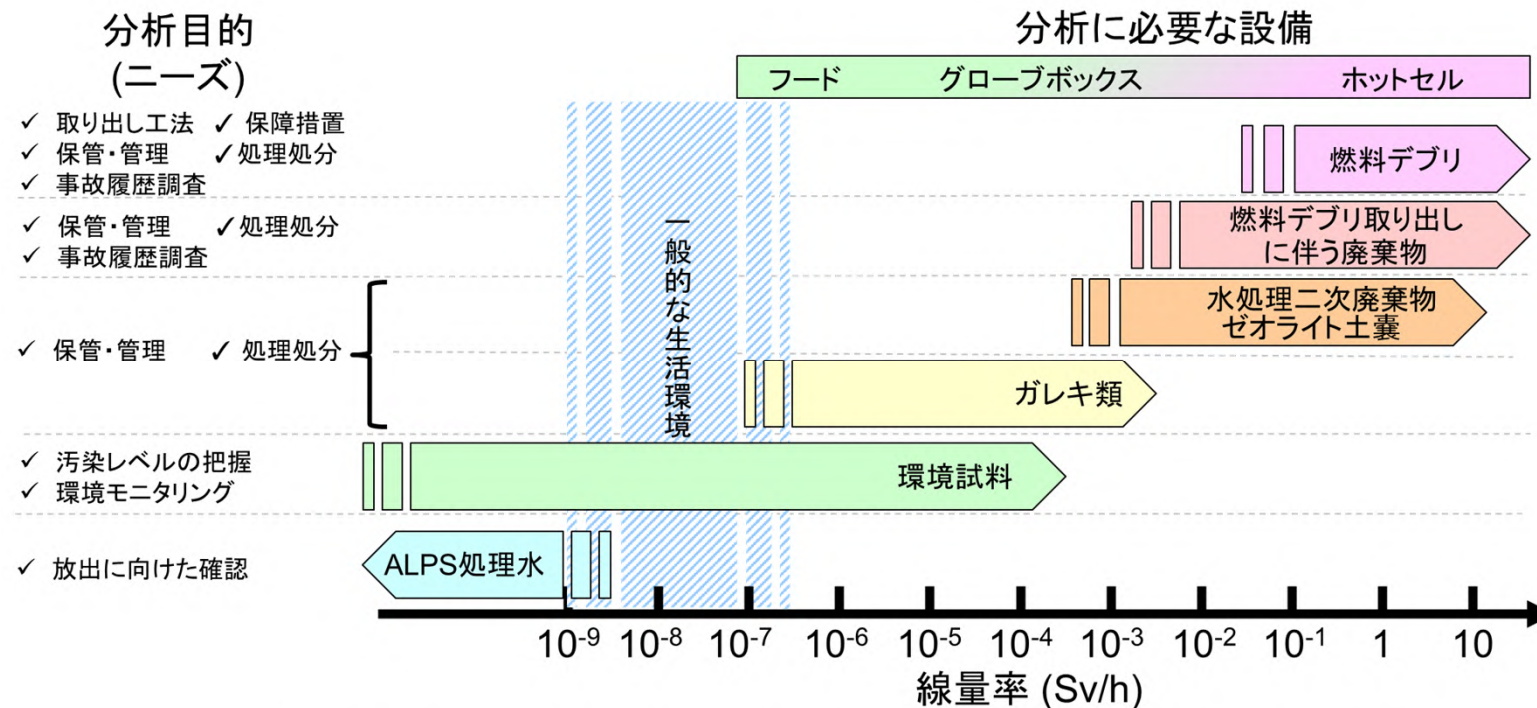


図 分析対象物の分析目的、分析に必要な設備及び線量率の関係

廃炉に係る分析に係る課題と戦略

課題と戦略

分析の手法・体制の強化

廃炉作業が停滞しないよう、将来的な分析需要の拡大も考慮した上で、計画的な分析の実施が課題

あらかじめ分析結果の活用方法を見越した分析計画を立案する高度な能力（一個人では困難）が必要

分析優先度の高い廃棄物を抽出し、各廃棄物の特徴を踏まえた性状把握方針及び分析計画を検討

分析計画を統合・調整し、分析能力の年度展開を策定し、要員計画にも反映

分析計画の確認や課題解決に関する助言を行うために、「分析調整会議」及び「分析サポートチーム」を組織

サンプルサイズ・量の増加に向けた分析技術の多様化

サンプル分析は多項目の分析を行えるが、1回が長時間で分析量も少ないことが課題

サンプル分析に比べ、短時間かつ多量に計測可能な非破壊計測の適用方法の検討が重要

5. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発への取組

意義

廃炉の着実な推進には、困難かつ多数の技術課題を解決する研究開発が不可欠

現状の動き

- 炉内調査の進展により廃炉ニーズが明確化されるとともに、東京電力によるエンジニアリングが本格的に開始
- 廃炉・汚染水・処理水対策事業の実施体制が、IRID中心から東京電力のニーズをベースにし、研究機関、メーカー等による体制に移行

戦略

廃炉・汚染水・処理水対策事業に2つの取組（RFI、事業レビュー）を導入

- ✓ 研究開発の企画提案や研究成果の現場適用性確保に係る機能を一層強化

情報提供依頼（RFI）

取り組むべき研究開発内容を広く募集し、新たな開発シーズを発掘

事業レビュー

補助事業者の計画、試験、設計、製作等の活動に対して、現場適用性の観点から指導・助言

廃炉を進めるための能力、組織、人材等

意義

福島第一廃炉のようなプロジェクト型の業務における目標達成のためには、**目的、手段、必要資源、スケジュールとリスクを明確化し、プロジェクト実行の管理が不可欠**

戦略

オーナーが有すべき能力

- ✓ 現場の特殊性や実情に立脚した、安全とオペレータ視点を基盤とする技術力
- ✓ プロジェクトを進める意義や目標をより明確化する、プロジェクト上流側における検討能力 等

組織に関する取組

- ✓ 福島第一・福島第二の本社機能の統合・再編を検討

人材の確保と育成に関する取組

- ✓ 積極的な採用活動に加え、現有人材の多能化/生産性向上のための人材育成の推進等
- ✓ 中長期的にいつ頃どのような人材が必要となるかを見定め、広く社内外から人材を確保
- ✓ 計画的かつ体系的に廃炉を担うリーダーの育成

国際連携の強化

意義

- 先行する海外事例に学び、**世界最高水準の技術や人材を活用**
- **福島第一廃炉の経験を国際社会に共有することは、我が国の責任**
- 福島第一廃炉の取組について、**国際的な理解や関心を得ること**

戦略

世界の英知の結集と還元

- ✓ 汎用技術を廃炉に応用するための、幅広い国々からの情報収集

廃炉に関する国際社会の理解・関心や協力関係の維持

- ✓ 科学的で正確な理解を広げていくための、各国の専門家に向けた対話・交流
- ✓ 関心や理解のベースとなる知識や情報量に違いがあることから、相手に応じた分かりやすく丁寧な情報発信



第7回福島第一廃炉国際フォーラムの様子
(2023年8月)

地域共生

意義

「復興と廃炉の両立」を目指す上で、**地元の廃炉関連産業の活性化は、東京電力が福島第一廃炉を通じて復興に貢献するための重要な柱**

現状の動き

- 廃炉関係産業交流会の開催等による2023年7月末の**廃炉関連マッチング件数は706件**
- **浜通りの廃炉産業集積に向けた共同事業体の設立**
 - ✓ 東双みらいテクノロジー株式会社（株式会社IHIとの共同）
 - ✓ 東双みらい製造株式会社（日立造船株式会社との共同）

戦略

地元企業が継続した一定規模の発注を見通せるための取組

- ✓ 2022年度から「中長期発注見通し」に地元企業参画の候補となる、より具体的な作業を明示

関係機関とともに、地域との連携・協働の強化

- ✓ 福島県をはじめとする自治体、福島イノベーション・コースト構想推進機構、福島相双復興推進機構をはじめとする地元関係機関との連携・協働の一層の強化