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2022 (案)について

2022年9月3日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

目　次

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．研究開発への取組

６．技術戦略を支える取組

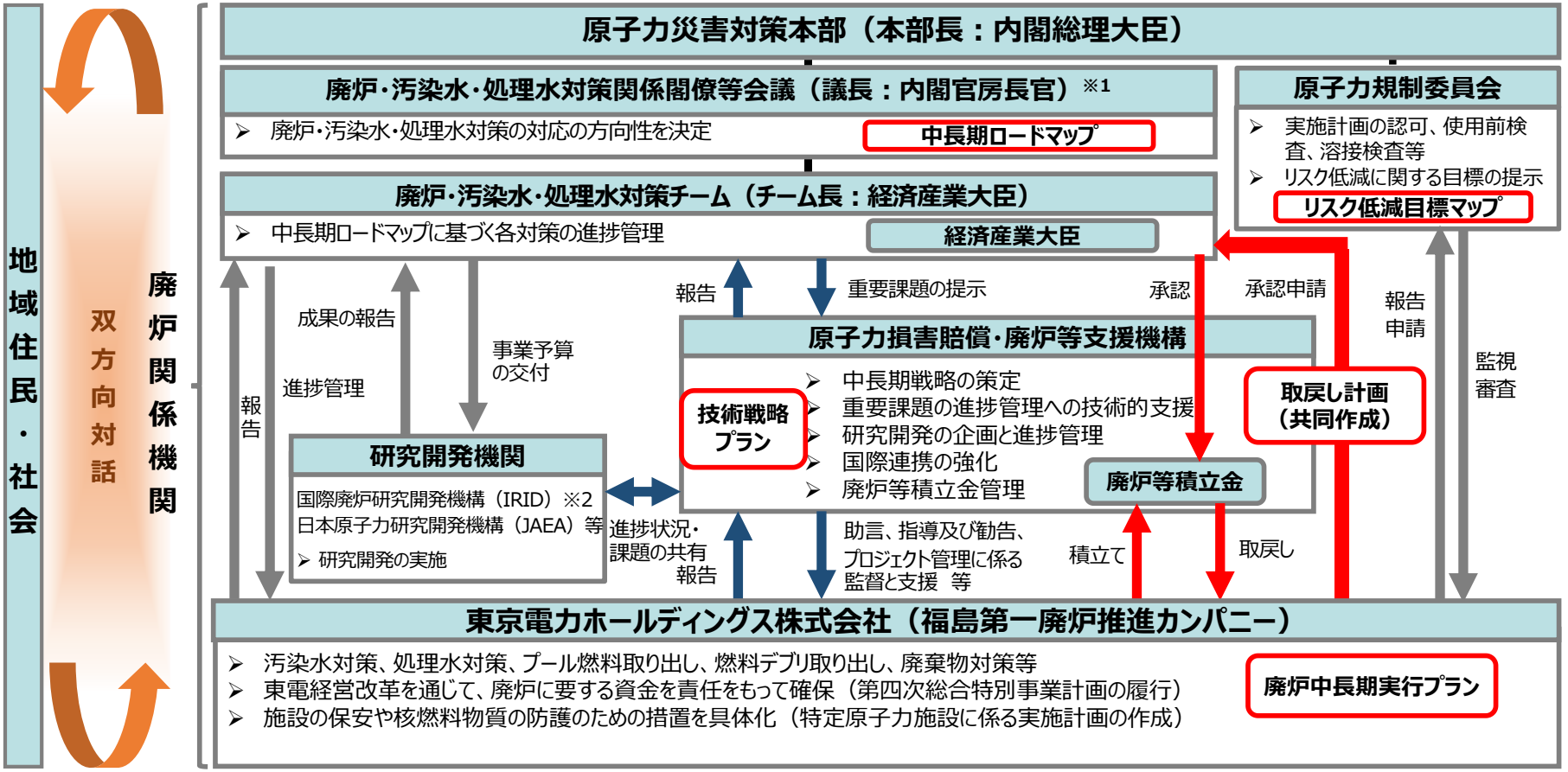
6.1 プロジェクト管理の取組

6.2 国際連携の強化

6.3 地域共生

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

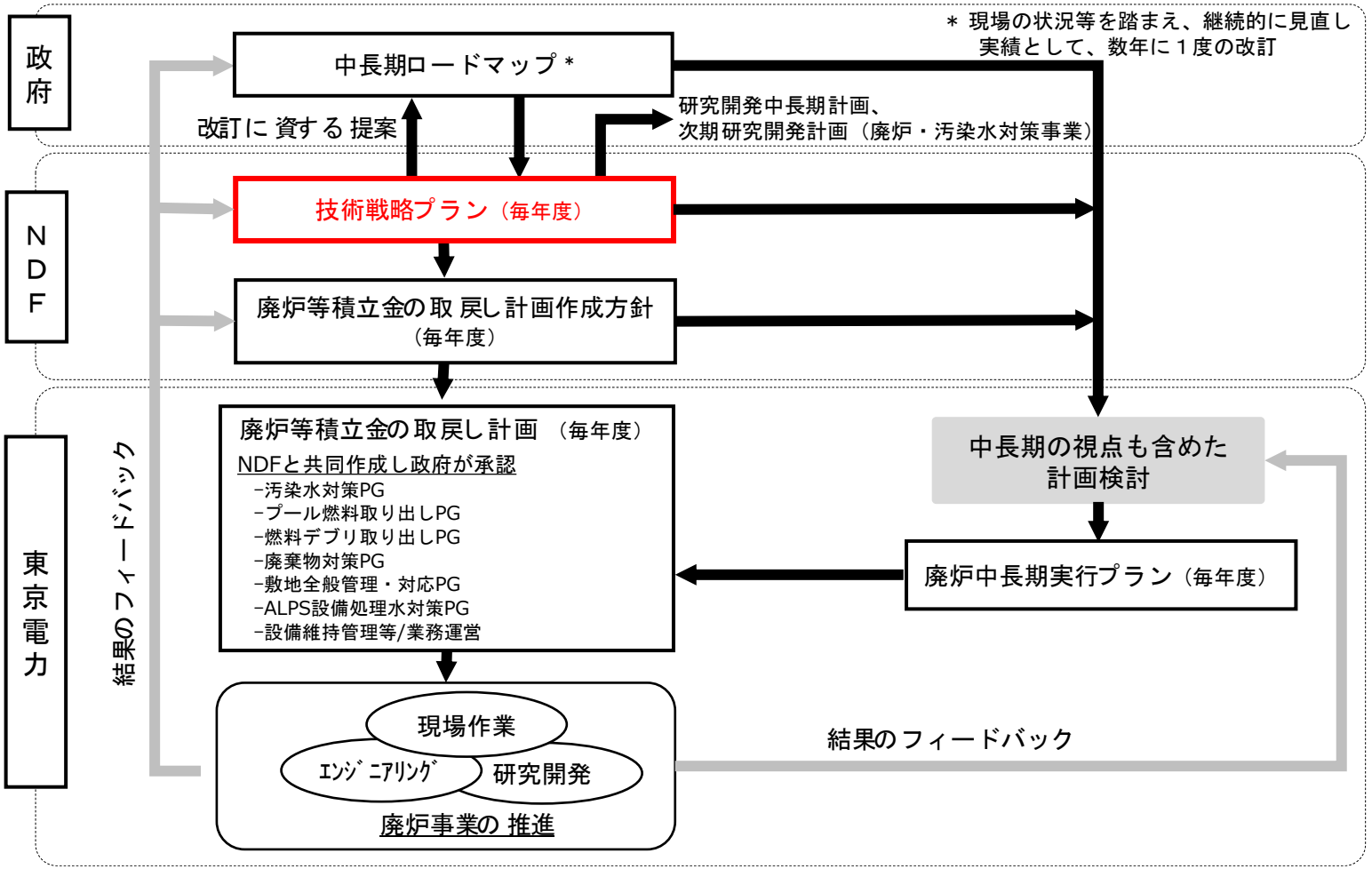
福島第一原子力発電所の廃炉に係る関係機関等の役割分担



※1 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
※2 廃炉事業者である東京電力は、IRIDの組合員として参加し、研究開発のニーズ・課題・成果を共有している。

無断複製・転載禁止 原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

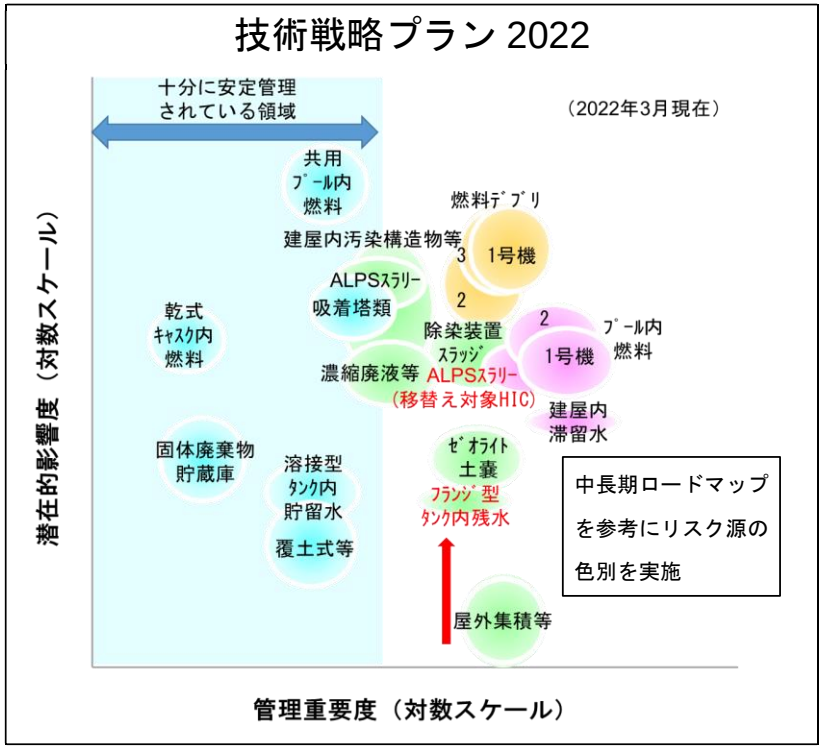
技術戦略プランの位置付け

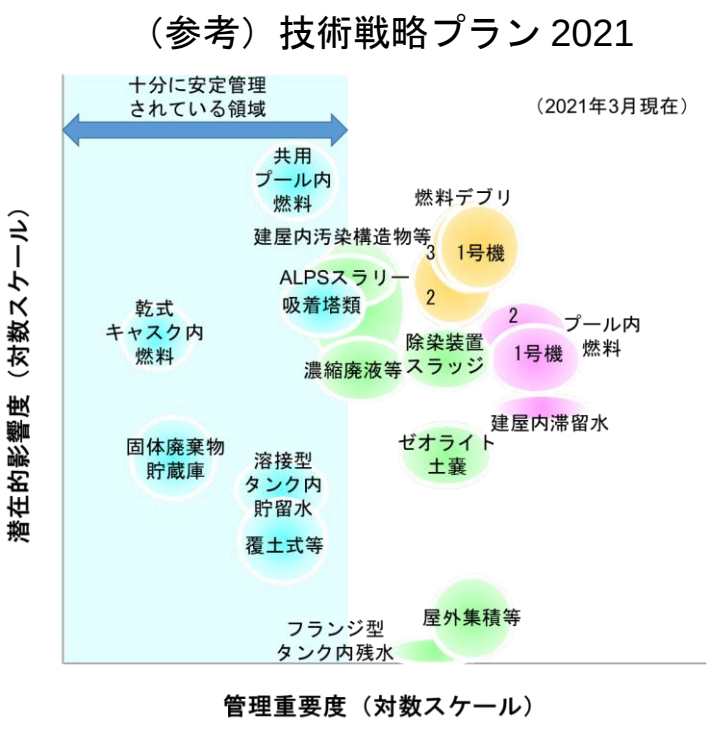


無断複製･転載禁止　原子力損害賠償･廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

リスク低減の考え方

■ リスク低減戦略の当面の目標は、「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





※1　赤字は、技術戦略プラン2021からの主な変更箇所
※2　矢印の元はフランジ型タンク内残水の技術戦略プラン2021の位置を示しており、処理作業に先立つ放射能濃度の分析結果を反映したことにより上方へ移動している。ALPSスラリー（移替え対象HIC）は今回新たにALPSスラリーから分離し、プール内燃料等と同様に桃色で表示している。

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

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

廃炉作業を進める上での安全確保の考え方

■ 事故炉である福島第一の廃炉は、その安全確保に当たって安全上の特殊性を十分認識し、「安全視点」、「オペレータ視点」に十分留意して実施していくことが必要

- ✓ 安全視点：確実な安全確保を検討の起点とし、最適な安全対策（ALARP※）を判断
- ✓ オペレータ視点：現場を熟知し現場で操作や作業等を行う立場からの着眼・判断等

福島第一原子力発電所の持つ特殊性

- ✓ 多量の放射性物質が通常にない様々な形態（非定型）で非密封状態にあること
- ✓ 放射性物質を閉じ込める障壁が完全でないこと
- ✓ 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こと
- ✓ 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であること
- ✓ 現状の放射線レベルが高く、また閉じ込め障壁等の更なる劣化が懸念されることから廃炉を長期化させない、時間軸を意識した対応が必要なこと

※As Low As Reasonably Practicableの略。放射線影響を合理的に実行できる限り低くしなければならないというもの

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

燃料デブリ取り出しに係る主な目標と進捗

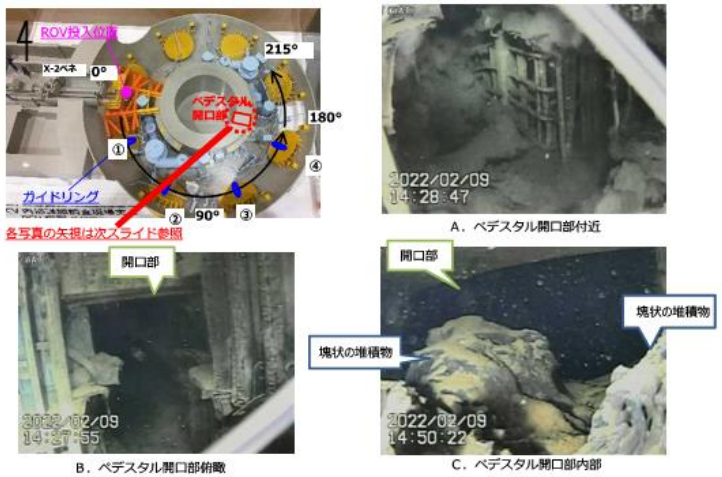
主な目標

- 2号機の試験的取り出しについては、2021年内の取り出し着手としていたものの、新型コロナウイルス感染拡大の影響や、2022年2月より実施しているモックアップ試験や現場の状況等を踏まえ、作業の安全性と確実性を高めるために工程を見直し、2023年度後半目途に着手とする。
- 取り出し規模の更なる拡大については、２号機の燃料デブリ取り出し、内部調査、研究開発、現場環境整備等を見極めつつ、収納・移送・保管方法を含め、その方法の検討を進める。

進　捗

１号機内部調査の状況

- これまでに塊状の堆積物や、作業員アクセス口付近のペデスタルのコンクリートの一部が無いことを確認
- ペデスタルのコンクリートの一部が無いことについては、過去のIRIDの評価や、ペデスタルの確認状況を踏まえ、大規模な損壊等に至る可能性は低いと想定
- 今後の内部調査により知見を拡充し、プラントへの影響評価を実施することが必要



（出典：2022年2月24日 廃炉汚染水対策チーム会合事務局会議資料）

ペデスタル開口部付近の調査結果

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

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

課題と技術戦略

- 試験的取り出し（内部調査及び燃料デブリ採取）は、11ステップの一連の作業であり、燃料デブリの採取はそのうちの一部
- X-6ペネハッチを解放し、PCV外側に閉じ込め障壁を拡張後は、エンクロージャ内が徐々に汚染するため、閉じ込め性の確保が重要
- 不確かな現場への適用に向けて、様々な状態での機能を検証すること、及び万一の際に装置を確実に救出できることが課題

✓ モックアップ試験等により、要求を満足することを確実に確認することが必要

✓ 内部状況の不確かさにより、計画通りに行かないことを念頭に置いた上で、安全かつ慎重に作業を進めることが必要

作業ステップ

1. 事前準備（済）
2. **隔離部屋設置 ← 実施中**
3. X-6ペネハッチ開放
4. X-6ペネ内堆積物除去
5. ロボットアーム設置
6. ロボットアーム進入
7. 内部調査・燃料デブリ採取
8. 燃料デブリ回収装置から輸送用容器へ収納・線量計測
9. 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

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

3号機　取り出し規模の更なる拡大

課題と技術戦略

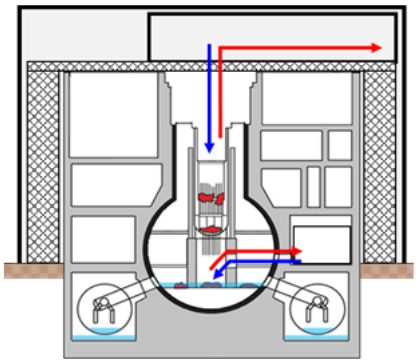
- 2021年度からあらゆる可能性を排除せず幅広く工法を検討
- 俎上に上っている気中工法※1、冠水工法※2では、高線量下での現場工事成立性、工事物量・廃棄物量の大幅な増加、燃料デブリ取り出し時の対応が課題

→

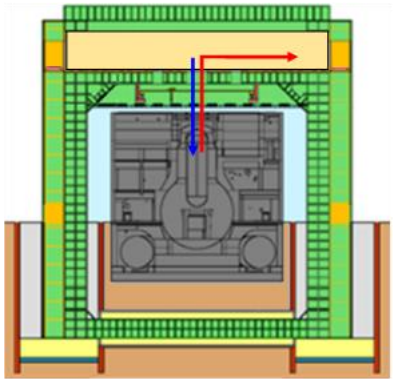
- ✓ 成立性がある程度確認できた後は設計を進めつつ段階的な選択肢の絞り込みが必要
- ✓ 必要に応じてその他の工法の検討を実施

※1　上アクセス工法と横アクセス工法を組合せした形の工法
※2　従来のPCV冠水工法と相違し、バウンダリとして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る方式（船殻工法）

装置類のアクセス方向
燃料デブリ、廃棄物等の搬出方向

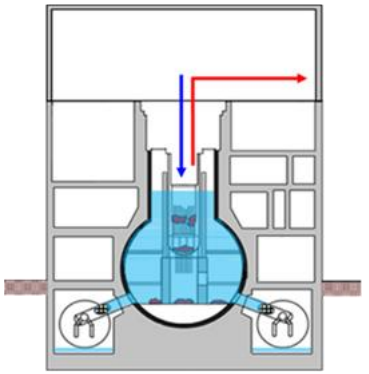


気中工法の一例
（上アクセスと横アクセスの組合せのイメージ図）



冠水工法の一例
（船殻工法のイメージ図）

<参考>



従来の冠水工法
（PCV冠水工法のイメージ図）

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

廃棄物対策に係る主な目標

主な目標

- 当面 10 年間程度に発生する固体廃棄物の物量予測を定期的に見直しながら、適正な保管管理計画の策定・更新とその遂行を進める。この計画に基づき、屋外一時保管を2028年度内までに解消する（水処理二次廃棄物及び再使用・リサイクル対象を除く）。

- 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、固体廃棄物の特徴に応じた廃棄物ストリーム※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。

※　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

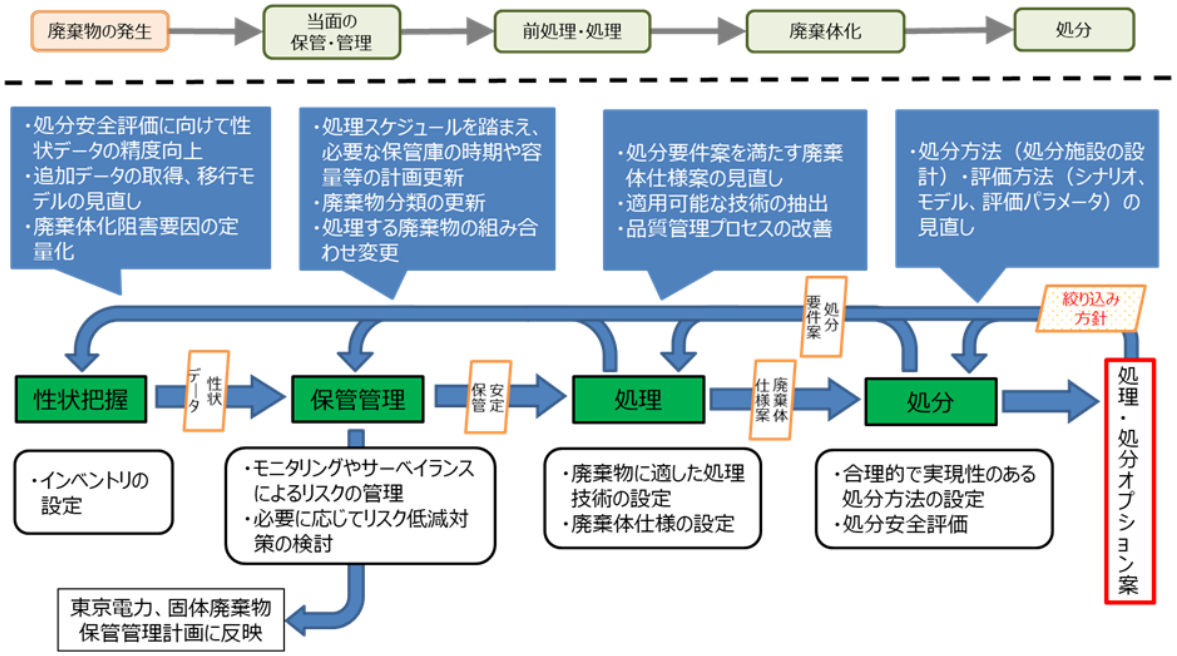


図　固体廃棄物の安全な処理・処分方法を合理的に選定するための手法

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

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、それに基づき分析・評価を進める必要がある。

→

✓ 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

■ 中長期ロードマップで示されている固体廃棄物（水処理二次廃棄物及び再使用・リサイクル対象を除く）の屋外一時保管の解消（2028年度内）をはじめ、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がある。

→

✓ 物量低減の取り組みを着実に継続するとともに、他国の先進事例を参考に更なる可能性を検討

✓ 焼却、切断、破砕など減容等を進め、建屋内保管への集約を進める。

処理・処分

■ 中長期ロードマップにある第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の適切な対処方策の検討を進める必要がある。

→

✓ 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

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

汚染水対策に係る主な目標と技術戦略

主な目標

- 今後本格化する燃料デブリ取り出し等の廃炉工程との関係を整理するとともに、中長期を見据えた汚染水対策の在り方についての検討を進める

課題と技術戦略

- 汚染水の水質は、燃料デブリ取り出し時の切削等の加工の方法に依存（α核種の形態等）
- 燃料デブリ取り出し工法が確定していない状況では水質の想定が困難であり、水処理システムは幅広い水質に対応する設備構成にせざるを得ない

✓ 既存設備の機能分担を考慮した全体像の検討、及び既存設備の計画的なリプレイスの推進のため、燃料デブリ取り出し時の水処理設備への要求仕様を明らかにし基本設計にできるだけ早い段階で反映していくことが必要

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

ALPS処理水の海洋放出に向けた主な目標と技術戦略

主な目標

■ 現在タンク保管中のALPS処理水について、基本方針（2021年４月）から２年程度後の放出に向けた対応を進める。

課題と技術戦略

■ 東京電力は、設備運転、ALPS処理水の分析、メンテナンス、トラブル発生時の対応方策等一連の計画を「確実に」運用することに加え、必要な計画の見直し・拡充、並びに透明性を確保することが課題

✓ 分析対象核種を踏まえた人や環境への放射線影響の再評価を行い、この評価結果は透明性高く発信していくこと等が必要

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

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 号機は2027～2028年度、2 号機は2024～2026年度にプール内燃料の取り出しを開始する。

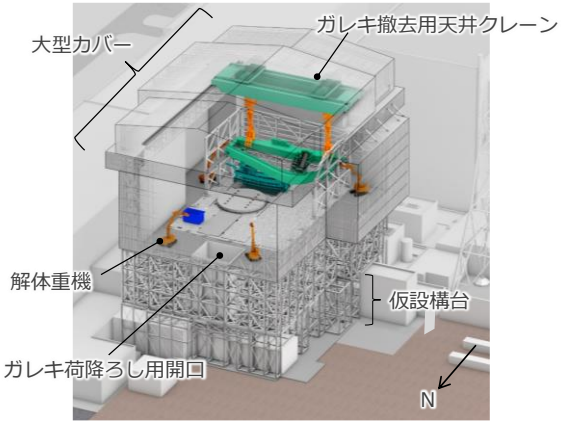


図　1号機 がれき撤去時
（イメージ図）

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することが重要

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することが重要

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

分析の意義と技術戦略

意義と現状

- 現状は、燃料デブリ性状等の不確かさの幅が大きいため、保守的に安全対策を検討
- 不確かさの幅を低減できれば、過度な裕度が不要となることで、合理的な安全対策を検討でき、廃炉の迅速性、合理性の向上が可能

課題と技術戦略

- 燃料デブリ取り出しの進捗に伴い発生する、微細な燃料デブリ等は、多様であり、かつ高線量であるため、分析の効率的な体制を構築することが課題

✓ 施設・設備等が充実する茨城地区の施設や新たな分析施設の適切な役割分担の下、分析データの拡充を図ることが有効

✓ 他機関の協力を得ながら人材育成を効率的に進めることが重要

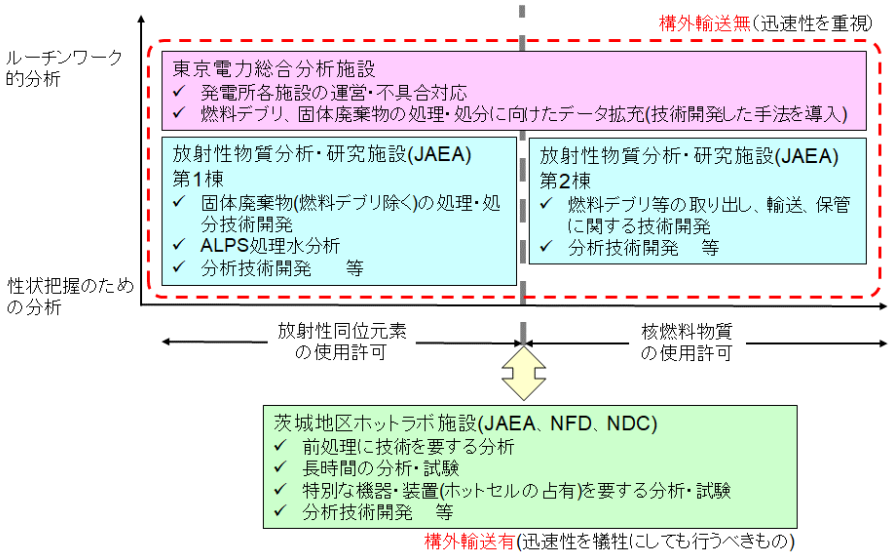


図 各分析施設の特徴と役割分担

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

サンプル分析結果の品質向上と非破壊計測の利用

課題と技術戦略

■ サンプル分析は、多くの項目の分析を行えるが、長い計測時間と少ない分析量のため、数多くの分析への対応が困難

✓ 非破壊計測では、サンプル分析に比べ、1回につき短時間かつ多量に計測可能

✓ 燃料デブリ性状把握の精度を向上させるため、保管・管理までの工程において、非破壊計測の適用方法の検討が重要

表　分析施設内で実施するサンプル分析と分析施設外で実施する非破壊計測における主要諸元の相対比較

	分析施設内で実施する* サンプル分析	分析施設外で実施する** 非破壊計測
分析・計測時間	長(△)	短(○)
分析・計測項目	多(◎)	少(△)
1回の分析・計測量	少(△)	多(◎)
廃液の発生	有(△)	無(○)
分析・計測時の閉じ込め性	非密封	非密封、密封どちらも可
ダスト対策	必要	必要
放射線の遮へい施設	必要	必要

◎：優　　○：良　　△：可

*：燃料デブリのサンプルを取り扱うのに適したホットラボ等の分析専用の施設内での実施。
**：燃料デブリを取り出して保管・管理するまでの工程で利用する施設であり、分析専用ではない施設での実施。

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

5. 研究開発への取組

意義と現状

- 廃炉を安全、確実、合理的、迅速及び現場指向の視点で推進していくためには、研究開発が必要となる困難な技術課題が多数存在
- 事故から約11年が経ち、東京電力のエンジニアリングに基づく開発を進める段階に移行中

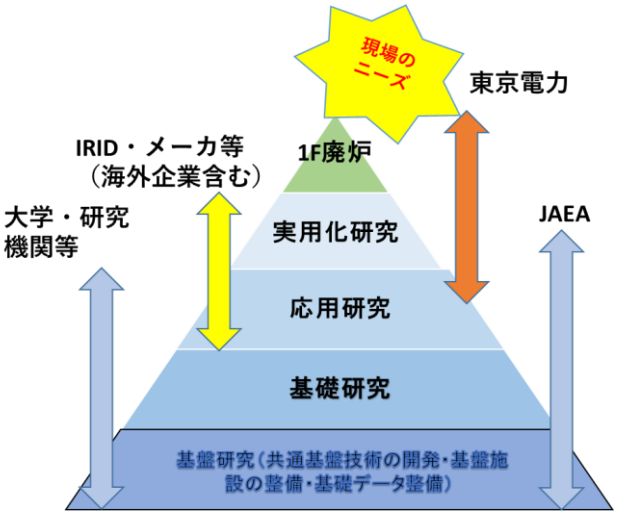


図　廃炉研究開発の研究範囲と実施機関

戦　略

- 研究開発の企画提案や事業品質確保の取組に係る機能をより一層強化
  - ✓ 解決すべき技術的課題を広く募集する情報提供依頼（RFI※）を2022年度から開始（企画提案）
  - ✓ 事業の現場適用性の確保、研究開発の品質向上のため、すべての廃炉・汚染水・処理水対策事業を対象としたレビュー制度を構築する計画（事業品質確保）

※ Request for Information

- 東京電力は、新会社※と一体となり、自主技術開発も含めた廃炉研究により一層積極的に取り組んでいくことが必要

※ 2022年10月設立予定の燃料デブリ取出しエンジニアリング会社（仮称）

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

プロジェクト管理の取組

意義と現状

- 廃炉を円滑に進めていくため、プロジェクト目標の達成に向けた管理体制の構築、強化と定着
- プロジェクト管理により、安全、品質、コスト、時間、技術成立性等の視点で評価することで、効果的に事業リスクの低減が可能

戦　略

- オーナーズ・エンジニアリング能力の更なる向上
  - ✓ 未経験の燃料デブリ取り出しに対し、エンジニアリング上の判断を行い、結果への責任を担う「プロジェクトマネジメント力」と「安全とオペレータ視点を基盤とする技術力」
- 廃炉事業を円滑に遂行していくための人材の育成・確保
  - ✓ 必要な能力・資質と要員数を含む人材配置を計画し、それを達成する育成計画の立案
  - ✓ より高度な専門知識を有する人材も含め、技術分野ごとの必要人数及び時期の想定

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

国際連携の強化

意義と現状

- 先行する海外事例から教訓を学び、世界最高水準の技術や人材を活用
- 福島第一での廃炉の経験を国際社会に共有することは我が国の責任
- 政府間の枠組みとして、各国との情報共有を行うための対話の開催や、国内関係機関が、海外機関との協力協定等を結び、国際会議の場で情報を発信

戦　略

- 廃炉に対する国際社会の継続的な理解・関心や協力関係の維持・発展が重要
  - ✓ 廃炉の進捗等に関する透明性を確保した正確な情報発信の継続
  - ✓ 事故から約11年が経ち、国際社会に対してこれまで蓄積した知見や教訓を還元し、互恵的関係をより深めることが重要

図 対面及びオンラインを活用した海外専門家との意見交換の様子（2022年6月開催）

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation

地 域 共 生

意義と現状

- 福島第一の廃炉における大原則は「復興と廃炉の両立」。地元の廃炉関連産業の活性化は、東京電力が福島復興に貢献するための重要な柱
- 2020年3月末に東京電力が公表した「復興と廃炉の両立に向けた福島の皆様へのお約束」に基づき、福島第一の廃炉事業への地元企業の参入機会創出や、地元経済の基盤創造として、廃炉産業集積に向けた取組を推進

① 地元企業の参画拡大
② 地元企業のステップアップサポート

→ 地元企業への発注見通しの公開や、福島第一の視察ツアー、 具体的な商談を行うマッチング会等を開催

➢ 参入機会の更なる創出に取組が必要

③ 地元での新規産業創出

→ 浜通りにおける廃炉産業集積に向けたパートナー企業との共同企業体の設立

➢ 地元復興加速に向けた新規産業創出が望まれる

※ 東京電力,お知らせ,2022年4月27日
- 【仮称】燃料デブリ取出しエンジニアリング会社（株式会社IHIとの共同）
- 【仮称】浜通り廃炉関連製品工場（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すことができる取組を検討していくことが重要
- 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

無断複製・転載禁止　原子力損害賠償・廃炉等支援機構
©Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation