

**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2018骨子**

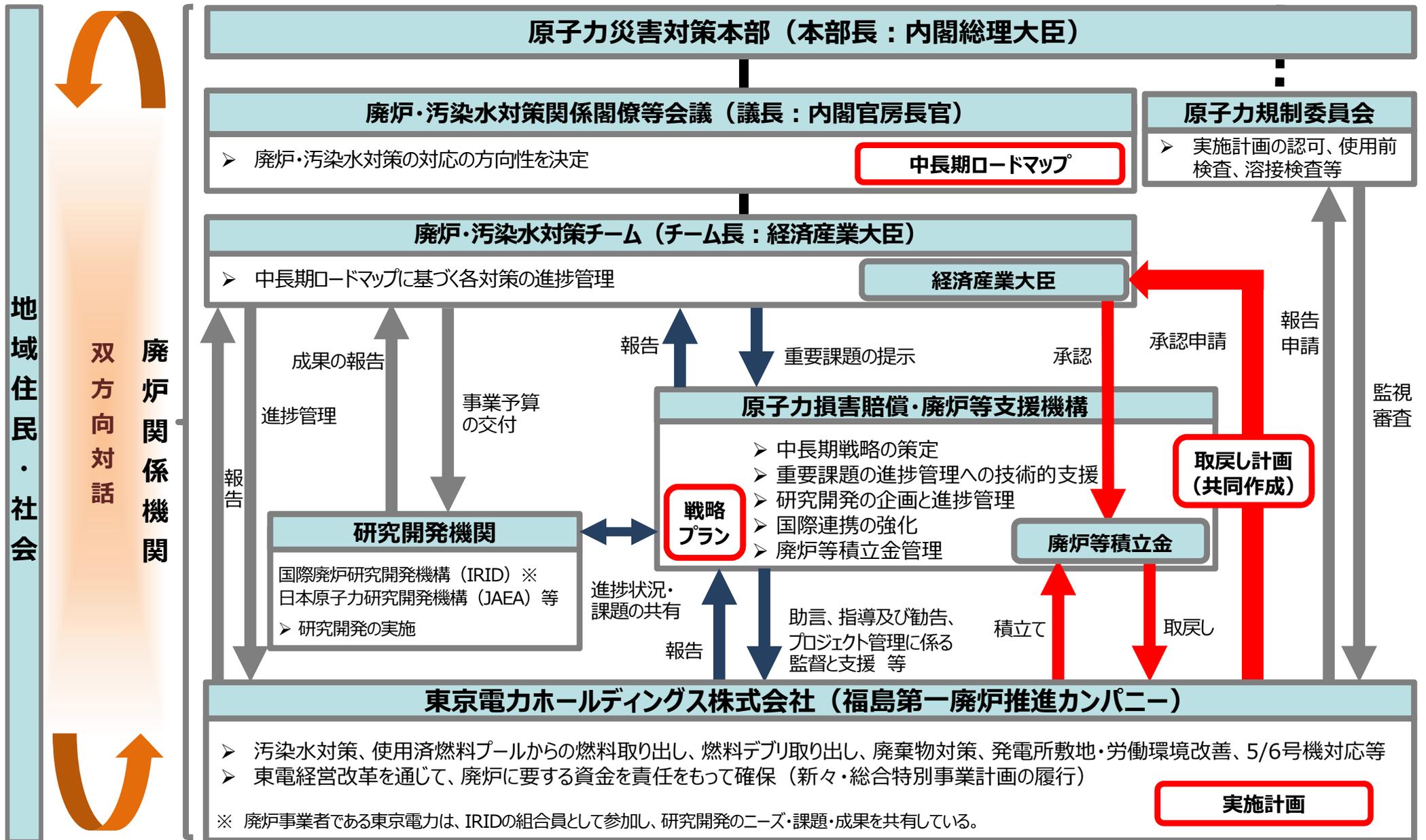
2018年9月13日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

目次

1. はじめに
2. リスク低減戦略としての福島第一原子力発電所の廃炉
3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略
 - ① 燃料デブリ取り出し
 - ② 廃棄物対策
 - ③ 汚染水対策
 - ④ 使用済燃料プールからの燃料取り出し
4. プロジェクトの円滑な推進に関わる重要事項への対応
5. 研究開発への取組
6. 国際連携の強化
7. 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化

1. はじめに（廃炉に関する役割分担）



1. はじめに（戦略プランの位置付けについて）

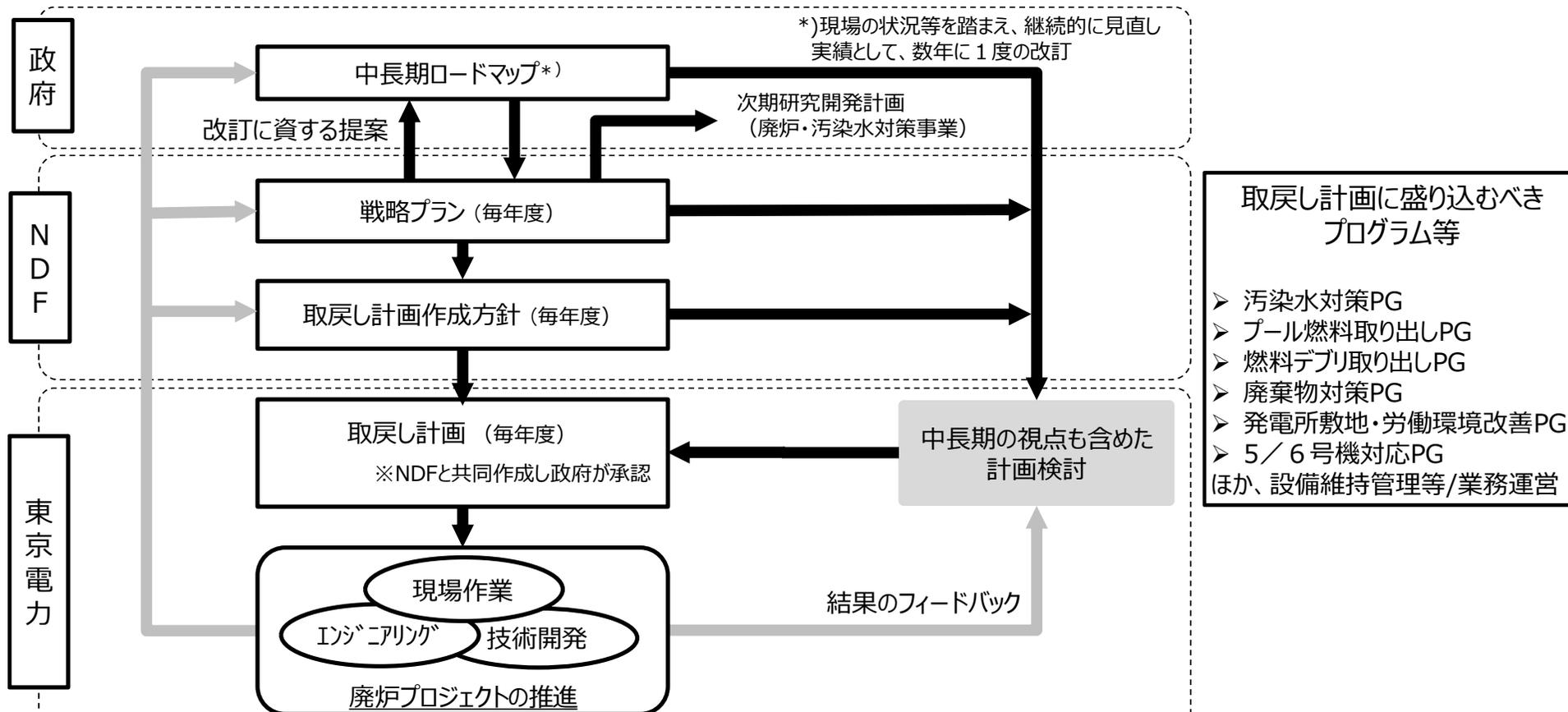
戦略プランの構成

（これまでの戦略プラン） 中長期的な廃炉戦略として**燃料デブリ取り出しと廃棄物対策**に重点を置いた検討

（戦略プラン2018以降） **汚染水対策及び使用済燃料プールからの燃料取り出し**を含めた構成
 ・燃料デブリ取り出しとの関連性、整合性の観点から、**取組全体を俯瞰**した中長期的視点での方向性を提示

廃炉等積立金制度を踏まえた戦略プランの位置付け

- 戦略プランの検討を通じて抽出された課題等を取戻し計画作成方針に反映



2. リスク低減戦略としての福島第一原子力発電所の廃炉（1 / 3）

廃炉の基本方針

事故により発生した通常の原子力発電所にはない放射性物質に起因するリスクを継続的、かつ、速やかに下げること

廃炉の進捗状況

汚染水対策

【取り除く】（継続）多核種除去設備等による汚染水浄化中

【近づけない】（2018年3月）陸側遮水壁について深部の一部を除き造成完了

【漏らさない】（継続）周辺海域の放射性物質濃度は低い状態で安定

【建屋内滞留水処理】（2017年12月）2～4号機のタービン建屋の最下階中間部の床面露出

（2017年12月）放射能濃度の高い貯留水を含む1～3号機の復水器について水抜きを完了



使用済燃料プールからの燃料の取り出し

・1号機（2018年1月）オペフロ北側のガレキ撤去を開始

・2号機（2018年6月）オペフロ内へアクセスするための開口部の設置完了、（2018年7月）オペフロ内の調査開始

・3号機（2018年2月）燃料取り出し用カバーの設置完了、その後、燃料取扱機等の試運転を実施中

燃料デブリ取り出し

・2号機（2018年1月）原子炉格納容器内のペDESTAL内を調査

・3号機 2017年7月の内部調査結果をもとに、ペDESTAL内部の3次元復元を実施

廃棄物対策

・（継続）性状把握を目的とした試料採取と分析

・（2018年2月）固体廃棄物貯蔵庫第9棟の運用開始

・（2018年6月）廃棄物の保管管理計画の見直しを実施



2号機のペDESTAL内で撮影された画像
（第3回廃炉国際フォーラム 東京電力資料）

2. リスク低減戦略としての福島第一原子力発電所の廃炉（2 / 3）

- リスクレベルは、リスク源において発生し得る事象の「影響度」と「起こりやすさ」の積で示される。
- 戦略プランでは、英国原子力廃止措置機関（英国NDA）が開発したSED（注）をベースとした手法を用いて、リスク評価を実施
(注) Safety and Environmental Detriment

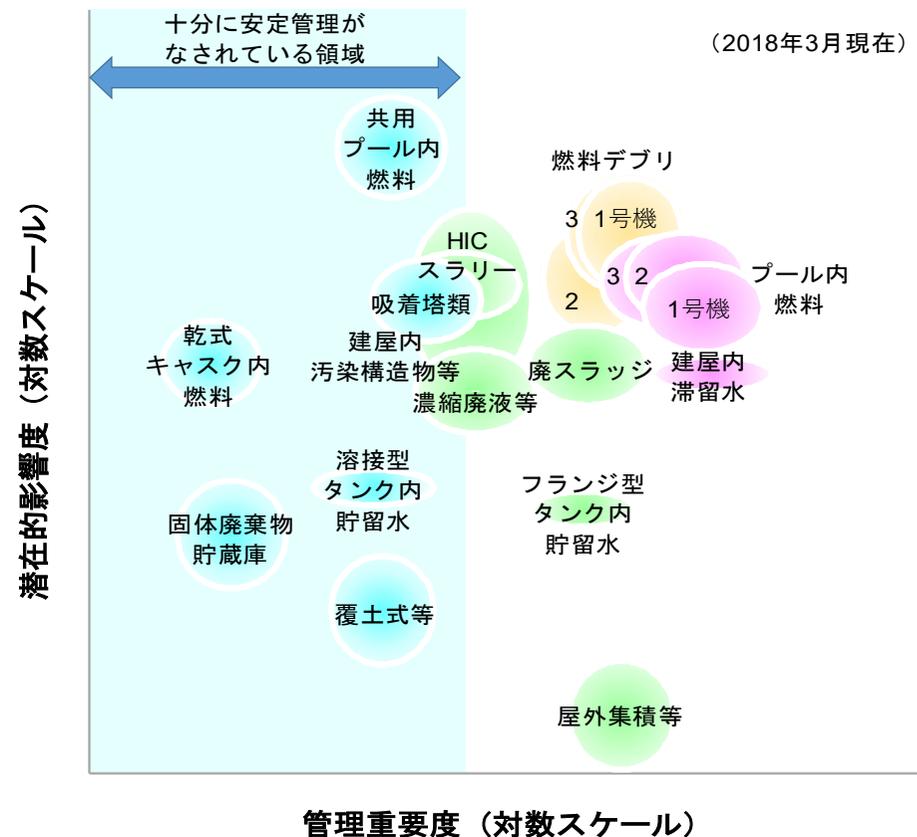
① 放射性物質によるリスクの大きさ（リスクレベル）

- ②放射性物質が放出された場合の影響である「結果」と③その「起こりやすさ」で決まる。

② 潜在的影響度（「結果」の指標）

③ 管理重要度（「起こりやすさ」の指標）

福島第一原子力発電所に係るリスクレベルの例



リスク低減における基本的考え方

- 福島第一原子力発電所の廃炉は、大きな不確かさを内在したプロジェクト
 - 安全第一を最優先に、これまでの経験・知見等を活用し方向性を見定めた上で、柔軟かつ迅速に総合的に判断
 - この際、先行的に得られた情報を後続する作業等に反映するなど、経験を積みながら柔軟に取り組む思考が重要

総合的な判断を行う上での視点（5つの基本的考え方）

- ◆ 安全（放射性物質によるリスクの低減並びに労働安全の確保）
- ◆ 確実（信頼性が高く、柔軟性のある技術）
- ◆ 合理的（リソース（ヒト・モノ・カネ、スペース等）の有効活用）
- ◆ 迅速（時間軸の意識）
- ◆ 現場指向（徹底した三現（現場、現物、現実）主義）

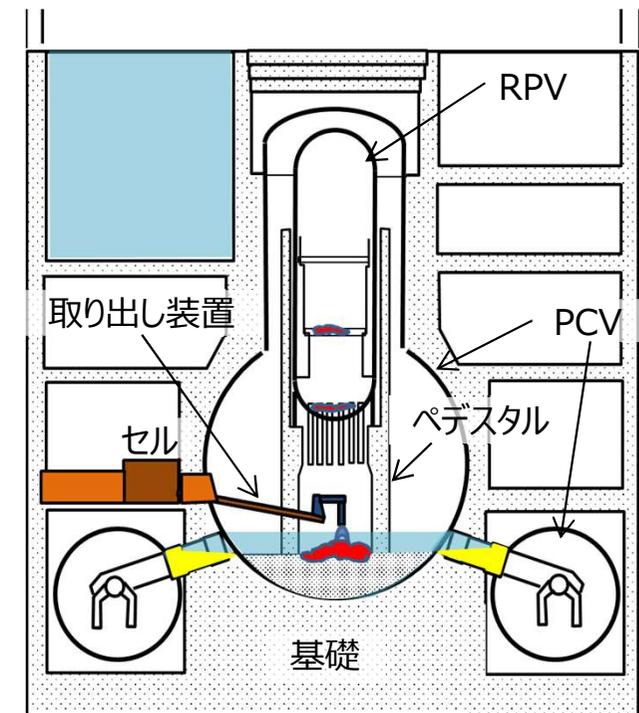
3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (①燃料デブリ取り出し)

分野別目標 (燃料デブリ取り出し)

- 安全対策をはじめ周到な準備をした上で燃料デブリを安全に回収し、これを十分に管理された安定保管の状態に持ち込む。
- 2019年度の初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定、2021年内の初号機の燃料デブリ取り出しの開始に向け、燃料デブリ取り出し方針に従い、必要な取組を進める。

燃料デブリ取り出し方針

- ① ステップ・バイ・ステップのアプローチ
－ 取り出しを進めながら、柔軟に方向性を調整
- ② 廃炉作業全体の最適化
－ 他の工事等との調整を含め、総合的な計画として検討
- ③ 複数の工法の組み合わせ
－ 号機毎に、燃料デブリが存在すると考えられる部位に応じた最適な取り出し工法の組み合わせ
- ④ 気中工法に重点を置いた取組
－ より実現性の高い気中工法に軸足を置いた取組
- ⑤ PCV底部に横からアクセスする燃料デブリ取り出しの先行
－ 燃料デブリへのアクセス性や使用済燃料の取り出し作業と並行し得ること等を考慮

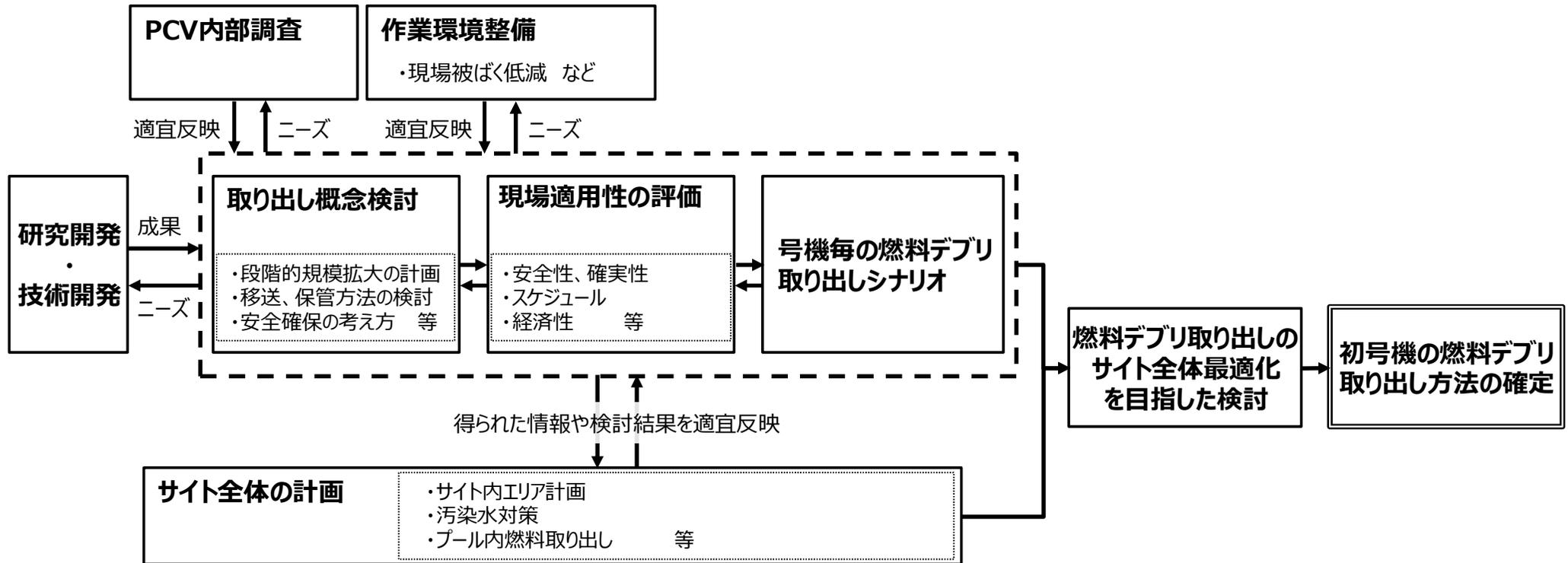


気中－横アクセス工法のイメージ

3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (①燃料デブリ取り出し)

分野別戦略（燃料デブリ取り出し）

「初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定」に向けた検討の進め方



内部情報の確実性・必要な準備工事の有無等の作業環境・号機毎のリスク等の観点を含め、初号機を選定

例えば、以下を考慮

- 不確かさの多い環境で過去に例のない燃料デブリ取り出しを行うという特殊性
- 燃料デブリ取扱いの経験・情報を早期に得ることの効果

3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (②廃棄物対策)

分野別目標（廃棄物対策）

1. 保管・管理の取組として、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、固体廃棄物の発生抑制と減容、モニタリングをはじめ、**適正な廃棄物保管管理計画の策定・更新とその遂行**を進める。
2. 処理・処分に向けた取組として、**性状把握から処理・処分に至るまで一体となった対策の専門的検討**を進め、2021年度頃までを目処に、固体廃棄物の処理・処分方策とその安全性に関する技術的な見直しを得る

固体廃棄物についての基本的考え方

(注) 各項目の番号とタイトルはNDFにおいて付記

① 閉じ込めと隔離の徹底

- ・ 人が有意な被ばくを受けないように、放射性物質と人の接近を防ぐための閉じ込めと隔離を徹底

② 固体廃棄物量の低減

- ・ 廃炉作業に伴って発生する固体廃棄物について、可能な範囲で物量の低減

③ 性状把握の推進

- ・ 固体廃棄物の処理・処分の検討を進めていくために、分析試料数の増加に対応し、適切に性状把握を進めていく。

④ 保管・管理の徹底

- ・ 発生した固体廃棄物について、その性状を踏まえた安全かつ合理的な保管・管理
- ・ 福島第一原子力発電所の敷地内で確実に保管・管理ができるよう、保管容量の確保

⑤ 処分を念頭に置いた先行的処理方法の選定手法の構築

- ・ 処分の技術的要件が決定される前に、安定化・固定化するための処理（先行的処理）の選定手法を構築し、先行的処理方法を選定

⑥ 固体廃棄物の管理全体を俯瞰した効率的な研究開発の推進

- ・ 性状把握、処理・処分の研究開発の各分野が連携し、固体廃棄物の管理全体を俯瞰した上で、必要な研究開発課題を確認

⑦ 継続的な運用体制の構築

- ・ 固体廃棄物の管理全体を安全かつ着実に継続していくため、関連する施設の整備や人材の育成を含めた継続的な運用体制の構築

⑧ 作業員の被ばく低減対策等

- ・ 関連する法令に基づいた被ばく管理、健康管理、安全管理を徹底

3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (②廃棄物対策)

分野別戦略（廃棄物対策）

福島第一原子力発電所の廃炉に伴い発生する固体廃棄物は、多種多様な性状を有する廃棄物が大量に存在することが課題

- 性状把握のための分析能力の向上に加えて、柔軟で合理的な廃棄物ストリームの開発が必要
- 具体的には、中長期ロードマップで取りまとめられた固体廃棄物についての基本的考え方に沿って、関係機関が各々の役割に基づき取組を進めていく

固体廃棄物の性状把握から処理・処分に至るまで一体となった対策の専門的検討
⇒NDFを中心に次のような方針を進めていく。

保管・管理

- 飛散・漏えいしないように閉じ込めることが基本
- 適切に設定された保管場所に保管することにより隔離した上で、モニタリング等の適切な管理を行うべき
- 廃棄物発生量抑制に対する意識を高めていくことが重要
- 東京電力が公表している保管管理計画（※）について、1年に1回発生量予測の見直しを行い、適宜更新していくことが必要

（※）今後10年程度の固体廃棄物発生量の予測と廃棄物関連施設等の設置等の方針

保管・管理の更なる安全性向上

- 水処理二次廃棄物のうち流動性が高いものについては、より安定かつ合理的な保管・管理が必要
- 処分の技術的要件が決まる前に安定化・固定化のための処理（先行的処理）を施すことが必要となる場合も考え、処分を念頭に置いた先行的処理方法の選定手法を検討

3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (③汚染水対策)

分野別目標 (汚染水対策)

- (1) 汚染水問題に関する3つの基本方針（汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」）の下、構築された水位管理システムの強化及び適切な運用を継続しつつ、引き続き重層的な対策に取り組み、2020年内の建屋内滞留水の処理完了を目指す。
- (2) 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、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。

分野別戦略 (汚染水対策)

中長期ロードマップに示された汚染水対策の着実な遂行

3つの基本方針に基づいた予防的・重層的な抜本対策を引き続き実施し、中長期ロードマップに示されたマイルストーンを達成していくことを期待。

予防的・重層的な抜本対策

- **地下トンネル (トレンチ)** 内の高濃度汚染水の汲み上げと内部の閉塞
- **多核種除去設備 (ALPS)** による浄化
- 雨水の浸透を予防して地下水量を減らすための敷地内の舗装 (**フェーシング**)
- 地下水バイパスや原子炉建屋近傍の井戸 (**サブドレン**) における地下水の汲み上げ
- 原子炉建屋周辺への地下水流入を抑制するための**陸側遮水壁**の設置
- 海洋への地下水流出を抑制するための**海側遮水壁**の設置と建屋海側のエリア護岸の水ガラスによる地盤改良 など



一層の対策を進める

マイルストーン (主要な目標工程)

- ① 汚染水発生量を**150m³/日**程度に抑制 (2020年内)
- ② 浄化設備等により浄化処理した水の貯水を全て**溶接型タンク**で実施 (2018年度)
- ③ 建屋内滞留水について、1, 2号機間及び3, 4号機間の**連通部の切り離し** (2018年内)
- ④ 建屋内滞留水の放射性物質の量を2014年度末の**10分の1程度まで減少** (2018年度)
- ⑤ **建屋内滞留水処理完了 (2020年内)**
(※原子炉建屋を除く)

3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (④使用済燃料プールからの燃料取り出し)

分野別目標

- (1) 作業を進める上でのリスク評価と管理をしっかりと行い、放射性物質の飛散防止をはじめ安全・安心のための対策の徹底を図り、①1号機は2023年度を目処、②2号機は2023年度を目処、③3号機は2018年度中頃を目処として、プール内燃料の取り出しを開始する。
- (2) 乾式キャスク仮保管設備への移送により共用プール容量を確保し、1～4号機の使用済燃料プールから取り出した燃料を、当面、共用プール等において適切に保管する。
- (3) 取り出した燃料の長期的な健全性の評価及び処理に向けた検討を行い、その結果を踏まえ、2020年度頃に将来の処理・保管方法を決定する。

プール内燃料取り出しの進捗状況

【1号機】

- 建屋カバーを取り外し、防風フェンスを取り付け
- 一部ガレキの撤去や、使用済燃料プールへの落下対策等を開始
- 2023年度を目処に取り出し開始予定

【2号機】

- 取り出し設備を設置するため原子炉建屋上部を解体する計画
- オペフロにアクセスするための開口部や放射性物質の飛散を防ぐための前室の設置を完了し、更なる調査や対策が進行
- 2023年度を目処に取り出し開始予定

【3号機】

- 2018年2月に取り出し用カバーを設置
- 2018年度中頃を目処に取り出し開始予定（東京電力は11月中を予定）

【4号機】

- 2014年12月に取り出し完了

【5, 6号機】

- 通常の原子力発電所と同様に十分に安定管理がなされた状態で貯蔵
- 1～3号機の作業に影響を与えない範囲で燃料取り出しを実施



遠隔無人ロボットによる2号機オペフロ内の床面線量測定
(東京電力動画・写真ライブラリーより)

4. プロジェクトの円滑な推進に関わる重要事項への対応 (1/2)

労働環境、労働条件の改善に向けた取組

- 労働環境の改善は、今後長期的に行われることとなる福島第一原子力発電所の廃炉事業が、健全な基盤の上で安全・着実に遂行されることを担保するための土台
- 東京電力は、既存休憩所の統廃合や代替休憩所の整備等により、**労働環境インフラの整備**を進めるとともに、**安全衛生管理、熱中症対策、被ばく管理、敷地内の線量低減化対策**の面からも様々な対策を講じている
- 今後も引き続き、**労働環境・労働条件の改善**に向け、適切に取り組むことが必要



大型休憩所の食堂
(東京電力動画・写真ライブラリーより)

安全確保の考え方と連携の推進

- 世界でも経験の無い作業の実施に当たっては、福島第一原子力発電所の状況等を踏まえた**安全確保の考え方**を確立していく必要がある
- こうした観点も踏まえ、具体的な作業と、遵守すべき事項を同時並行に検討する必要があるため、**NDF、東京電力、資源エネルギー庁等は、互いに連携し、原子力規制委員会との積極的な対話**を行い、安全確保に係る対処方針や観測データを早期に示すなど、適切な対応をしていく

4. プロジェクトの円滑な推進に関わる重要事項への対応 (2 / 2)

人材の育成・確保

作業員・技術者の育成・確保

- 廃炉研究開発連携会議では、福島第一原子力発電所の廃炉に必要な技術の全体像、必要とされる廃炉人材の像を把握するため、**技術マップ試案**を作成したところであり、今後の人材育成・確保のために活用していくことが期待される
- また、廃炉工程全体を俯瞰した上で、他のプロジェクトとの関係性を含む総合的な観点からプロジェクトを管理する能力を有する専門技術者が求められている。関連資格の取得を奨励する等、**企業等は従業員の能力向上に努めること**が期待される

将来の福島第一原子力発電所廃炉を担う次世代の育成

- 原子力に関わる産学官全体として着実に進めることが重要。福島第一原子力発電所の廃炉における**研究者・技術者の活躍の道筋**を示していくべき
- 学生を対象とした「次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC)」や高専生を対象とした廃炉創造ロボコンなどの取組が実施されている

次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC)



表彰式



口頭発表



ポスター発表

廃炉創造ロボコン



標準テストフィールド



楯葉サマースクール

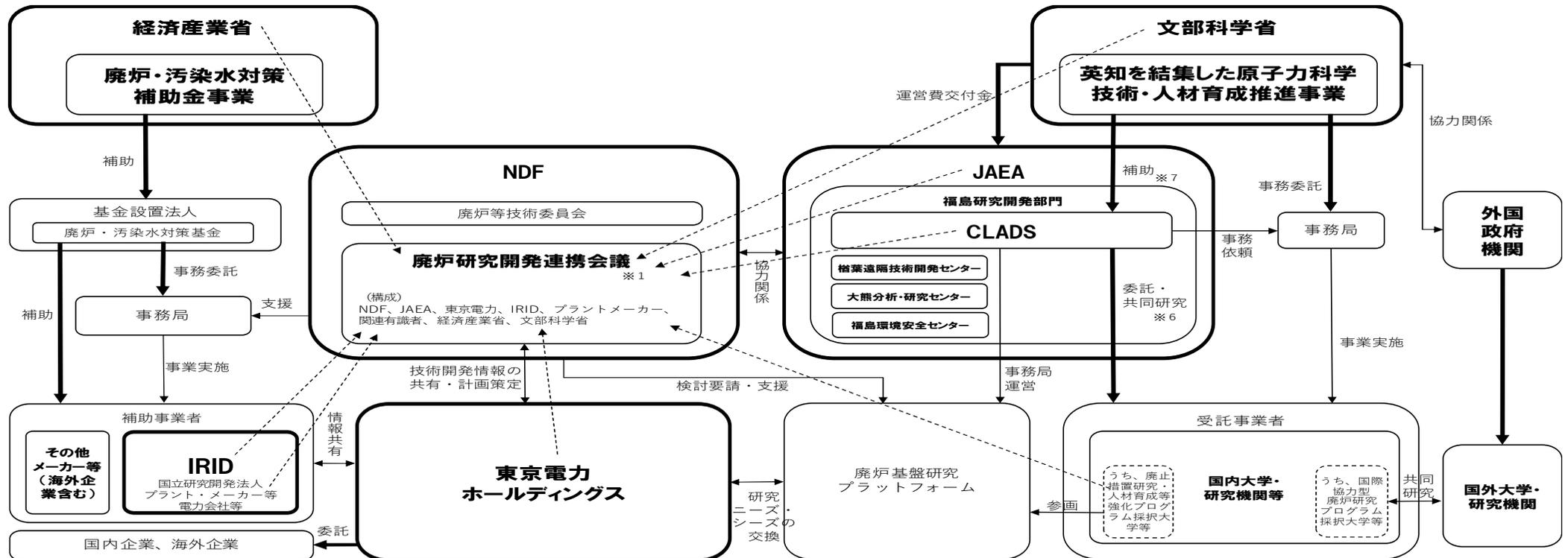


参加者集合写真

5. 研究開発への取組

研究開発の全体像

- 福島第一原子力発電所の廃炉には様々な課題が存在しており、その解決のための研究開発は、**基礎・基盤研究から応用研究、開発・実用化に至るまで、産学官の多様な実施主体**により行われている
- NDFでは、これらの活動を有機的に結び付け、現場の課題を研究開発によって効率的に解決していくため、「**廃炉研究開発連携会議**」を開催

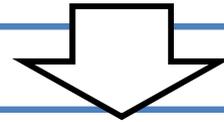


※1 廃炉研究開発連携会議は、廃炉・汚染水対策チーム会合決定によりNDFに設置。
 ※2 太い実線矢印は研究費・運営費等の支出（施設費除く）、細い実線矢印は協力関係等、点線矢印は廃炉研究開発連携会議への参加を示す。
 ※3 各機関はそれぞれMOU等に基づき外国機関との協力関係を有する。
 ※4 電力中央研究所等が独自に実施する研究開発は本図では省略した。
 ※5 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業のうち、平成29年度までの採択分は文部科学省から受託事業者への委託であるが、本図では省略した。
 ※6 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業の補助金は、JAEAに交付されるが、わかりやすさのため本図ではCLADSに交付されるものと表現した。
 ※7 廃炉・汚染水対策事業は、中長期ロードマップや戦略プランにおける方針、研究開発の進捗状況等を踏まえ、NDFがその次期研究開発計画の案を策定し、経済産業省が確定する。
 ※8

6. 国際連携の強化

国際連携の意義

- 福島第一原子力発電所の廃炉を着実に進めるためには、世界最高水準の技術や人材を活用するとともに、**世界で先行している事故炉の処置やレガシーサイト（過去の核開発施設）の廃止措置活動による教訓**を学ぶことが重要
- 国際社会の理解と支援を確保・維持するため、**国際社会に開かれた廃炉**を進めることが重要。国際社会の正確な理解が形成されるよう、分かりやすい情報の発信をより一層強化していくべき



国際連携活動の推進

海外の廃止措置関係機関とのパートナーシップの強化

- 海外の廃止措置関係機関との継続性のある**パートナーシップを強化**していくことが重要

世界の叡智の結集と活用

- 福島第一原子力発電所の廃炉に関して我が国が獲得すべき**世界の叡智には、技術面のみならず、運営面においても、制度・政策、戦略策定と事業の計画・運営、安全確保、地域コミュニケーション**といった様々な取組がある。世界最高水準の技術や人材の活用に向けて、その最新状況を把握していくべき

国際社会への情報発信

- NDFでは、**福島第一廃炉国際フォーラム**や**IAEA総会のサイドイベント**の開催、OECD/NEA運営委員会等の主要な国際会議での登壇等を通じて、**福島第一原子力発電所の廃炉に関する情報発信**に取り組んでいる



IAEA総会サイドイベント



第3回福島第一廃炉国際フォーラム
(2日目・技術専門家と考える1F廃炉)

国内関係機関との密接な連携

- 我が国として国際連携活動の一貫性を確保し、効果的な国際連携の実施という観点から、**国内関係機関間の密接な連携**を一層推進すべき

7. 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化

地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化に向けた考え方

- 福島第一原子力発電所の廃炉を継続的に実施していく上で、地域との共生は大前提であり、地域に密着して信頼関係の構築に努めながら、**復興に貢献する廃炉**を目指していくべき
- 地域住民の皆様をはじめとした様々な立場の方々の声に真摯に耳を傾けることが出発点。安全対策の取組や作業の進捗状況、放射線安全等に関する**適切な情報提供や双方向のコミュニケーション**を行いながら、**リスク低減の方針に対する共通理解を形成**し、今後の廃炉を進めていくべき
- このようなコミュニケーションの土台の上で、廃炉やこれに関連する様々な活動が地域の復興と活性化に貢献していくことを通じて、**地域に根ざした産業**となるように具体的な取組を始めることが必要

更なるコミュニケーションの広がりとお風評への対応

- 風評被害への対応の遅れや、廃炉作業におけるトラブルの発生等が、廃炉の取組に対する社会の評価を低下させ、これらが更に活動を遅らせるという悪循環を防止するため、適切な安全管理に努めながら、**現存するリスクを速やかに低減させることが何よりも重要**
- また、地域住民の皆様、報道関係者、市場関係者及び流通業者はもちろん、海外を含む消費者に対して**コミュニケーションを広げていく努力が必要**

NDFは「福島第一廃炉国際フォーラム」を継続的に開催し、廃炉に関する情報発信や地域住民の皆様との精力的な意見交換を実施



第3回福島第一廃炉国際フォーラム
(1日目・地元の皆様と考える1F廃炉)



廃炉の話をもっと身近な形で伝えられる
NDF作成パンフレット「はいろのいろは」(表紙)