

**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2020  
について**

2020年10月

**原子力損害賠償・廃炉等支援機構**

# 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
  - 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
  - ⑤ 廃炉の円滑な推進に向けた分析結果の活用
4. 研究開発への取組
5. 技術戦略を支える取組  
(プロジェクト管理の取組み、国際連携の強化、地域共生)

# 1. はじめに (1/2)

## 戦略プラン2020の4つのポイント

戦略プラン2020では、今年のポイントとして以下4点を踏まえ、中長期視点での技術戦略を提示

### 1点目

- 東京電力がロードマップ実現の具体的な作業プロセスを示す「**廃炉中長期実行プラン**」を3月に公表したこと → P.3, P.22参照

### 2点目

- これまでも安全最優先で進めてきたが、燃料デブリの試験的取り出しを至近に控え、改めて「安全確保の考え方」の項目を新設し提案 → P.7参照

### 3点目

- 更なる規模拡大を行うにあたり、事業者として安全を前提に、現実的な制約が伴う時間、被ばく量、コストを考慮した要求事項（境界条件）の設定の必要性を『燃料デブリ取り出し』の項に記載 → P.14参照

### 4点目

- 今後、難度の高いデブリ取り出しが進む中、研究開発、特に廃炉・汚染水対策事業の重要度が益々高まることから、研究開発の運営体制を強化 → P.21参照

# 1. はじめに (2/2)

## 廃炉中長期実行プラン公表の目的

- 「中長期の視点も含めた計画検討」の主な成果物として、東京電力は「廃炉中長期実行プラン」を新たに作成 ← **今年のポイント (1点目)**
- 毎年度更新される「廃炉中長期実行プラン」をもとに、NDFと東京電力が共同で「取戻し計画」を作成し、それに基づき事業を推進
- 廃炉中長期実行プランの公表により、東京電力の主体的に取り組む姿勢が具体化

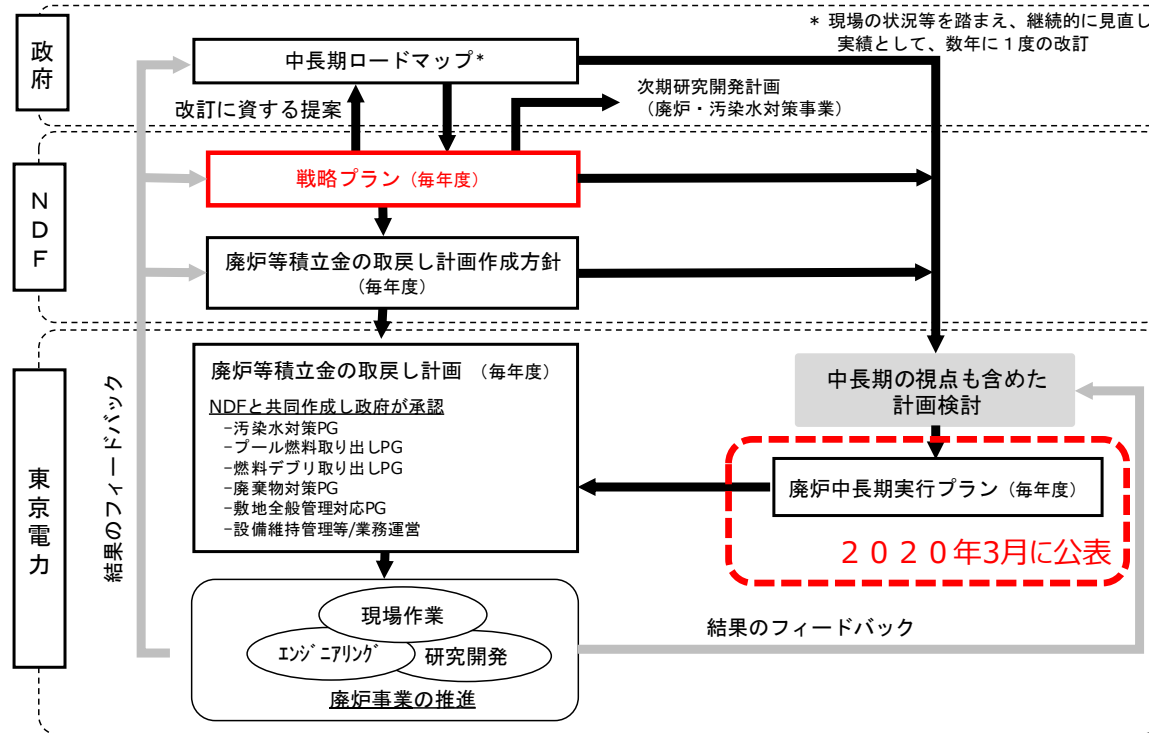


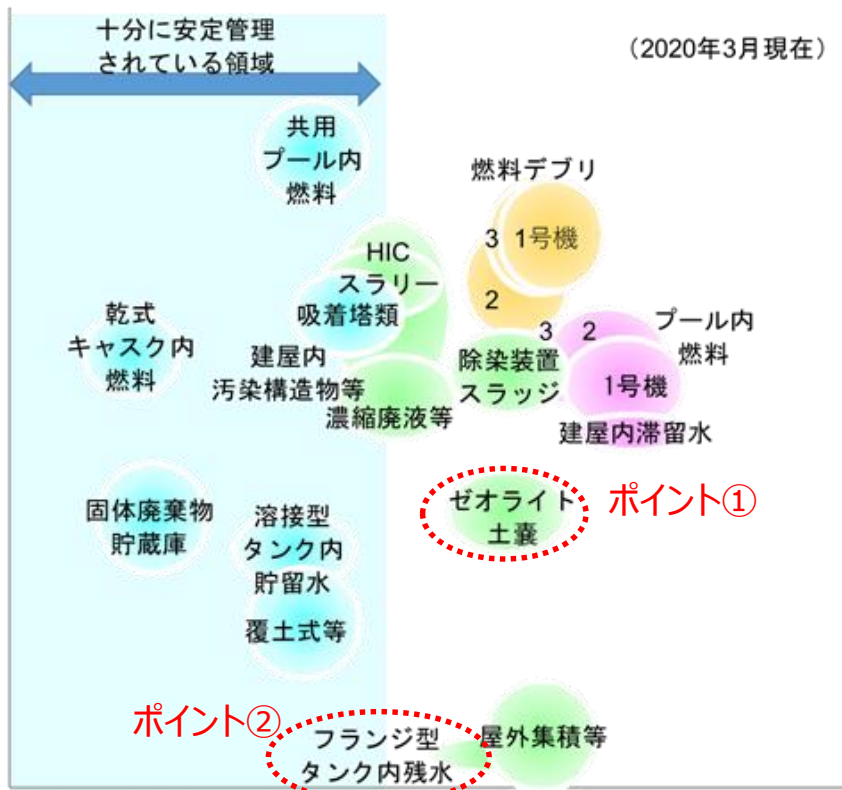
図 戦略プランの位置付け

## 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 (1/5)

### リスク低減の考え方 (1/3)

- 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

潜在的影響度※1 (対数スケール)



管理重要度※2 (対数スケール)

福島第一原子力発電所に係るリスクレベルの例

※1 : 事象の影響度の指標。インベントリ(放射性物質質量)、リスク源の形態(気体・液体・固体等)や安全機能喪失時のリスク顕在化までの余裕時間に依存

※2 : 起こりやすさの指標。施設健全性や、リスク源の梱包・監視状態等に依存

### 昨年から変更があった主なポイント

ポイント① : 「ゼオライト土囊」を主要なリスク源に追加

- 事故後に汚染水対策の一環として、プロセス主建屋等の地下階に設置
- 戦略プラン2019では、その他のリスク源として抽出していたものを、戦略プラン2020では、主要なリスク源として追加

ポイント② : フランジ型タンク内の残水処理が進展

- フランジ型タンクの底部に残ったストロンチウム処理水等の残水処理が進展
- 現在は濃縮塩水の残水約500m<sup>3</sup>のみが貯蔵されている状況(2020年8月末時点)

## 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 (2/5)

### リスク低減の考え方 (2/3)

- 未だ大きな不確かさが存在し、不確かさの解消には時間等の多くのリソースが必要である中、速やかなリスク低減を目指すためには、ある程度の不確かさが存在していても、**安全の確保を最優先**に、これまでの経験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な判断**を行うことが必要
- このような総合的な判断を行う上での**視点**として、NDFでは次に示す5つの基本的考え方を整理

#### (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  
(検討例：放射性物質の閉じ込め（環境への影響）、作業員の被ばく、リスク低減効果)
- 確実 信頼性が高く、柔軟性のある技術  
(検討例：要求事項への適合性、効果、不確かさに対する柔軟性)
- 合理的 リソース（ヒト、モノ、カネ、スペース等）の有効活用  
(検討例：廃棄物発生量の抑制、コスト、効率性、作業エリア・敷地の確保)
- 迅速 時間軸の意識  
(検討例：燃料デブリ取り出しへの早期着手、燃料デブリ取り出しにかかる期間)
- 現場指向 徹底的な三現（現場、現物、現実）主義  
(検討例：作業性（環境、アクセス性、操作性）、保守性（メンテナンス、トラブル対応）)

## 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 (3/5)

### リスク低減の考え方 (3/3)

- 作業に伴う**放射線**から**人と環境を防護**することを目的とした**安全確保に最も力点**を置き、**影響評価を徹底**して行い、**適切な対策を講じたうえで廃炉作業を進める**ことが重要（「安全」）
- **現場の状況**に照らし可及的**速やかに**（「迅速」）、このリスクを**合理的**に達成できる限り低く管理しつつ（「合理的」）、**確実**（「確実」）で、現場の厳しい条件に対し**実際に実行できる方法**により（「現場指向」）廃炉を進めることが、**中長期的な安全確保**につながる。
- このような基本的考え方に基づく判断結果については、判断結果が**広く社会から受容**されるよう、**丁寧な情報発信**を行う等の努力をしていくことが重要である。



## 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 (4/5)

### 安全確保の考え方 (1/2) ← 今年のポイント (2点目)

#### ■ 福島第一の特徴を踏まえた安全確保の基本方針

##### ✓「安全視点」を廃炉作業の検討に反映することは重要

- 事故炉である福島第一は**通常炉**とは異なり、放射性物質や閉じ込め障壁の状況等に大きな**不確かさ**があり、かつ、その不確かさを低減するための**現場アクセスや計装装置の設置も制約**されている状況で、**非定型、非密封**の大量の放射性物質を**不完全な閉じ込め**状態で扱うことになるため、幅広い可能性を想定して、**確実に安全確保が可能であることの確認**を、全ての**検討の起点**とすることが必要
- 作業期間全体にわたるリスク低減を考えて作業期間を**長期化させないこと**が重要であり、そのために、**安全評価を尽くす**ことで**寡少又は過剰な安全対策**を避け、**最適な安全対策を講じる**こと (ALARP) が必要

##### ✓「オペレータ視点」を取り込んだ安全確保

- 安全対策が実効的であるためには、「**オペレータ視点**」(**現場を熟知し現場で操作や作業等を実行する立場からの着眼や判断等**) が重要
- 設計に加え運用とトータルで安全を高めること**や**現場運用で得られる情報を安全対策への活用**といった観点などで「オペレータ視点」が重要性をもつ。

##### ✓福島第一の特徴に対応するためには、「安全視点」、「オペレータ視点」を反映することが基本

- 廃炉作業の検討に当たっては、事業執行者である**東京電力**がその作業に対する「**要求事項**」を**予め「安全視点」、「オペレータ視点」を考慮**して定め、その実現に向けた具体的な安全対策の検討を行う。



## 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 (5/5)

### 安全確保の考え方 (2/2)

#### ■ 先行的な実施と得られる情報の後段での活用

- ✓現状既に厳しい放射線環境下にあること、閉じ込め障壁等の更なる劣化等を考慮すると、リスク状態の改善と不確実性の縮小を出来るだけ急ぐ必要あり。
- ✓各段階の作業において、炉内部の状態監視、操作の制限等によって安全を確保した上で作業を進め、得られた情報を次段階に活用することで、不確かさを低減し、安全確保の信頼性向上と設計の合理化を図ることが可能
- ✓東京電力は、このような取組方式を実際のエンジニアリングやプロジェクト管理にすみやかに導入し、この取組で得られる経験を積み上げていくことが重要

#### ■ 作業に伴う一時的なリスクレベルの増加への対応の考え方

- ✓廃炉作業は、速やかなリスク低減を目指すものであるが、作業に伴って一時的にリスクレベルが変化することや、作業員の被ばく量が増加する可能性について考慮が必要
- ✓一時的なリスクレベルの高まりに対しては、それらを防止・抑制する措置を講ずることが重要であり、特に作業員の放射線安全はALARAの考え方（被ばくを合理的に達成できる限り低くすること）に沿って確保するなど、周到な準備を施した上で作業を行うことが必要

### 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略（1/12）

#### ①燃料デブリ取り出し（1/7）

##### 目標

- (1) 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。
- (2) 燃料デブリ取り出しの初号機である**2号機で試験的取り出しに2021年内に着手し**、**段階的な取り出し規模の拡大など一連の作業を迅速に開始**することで、その後の取り出し規模の更なる拡大に向けて必要な情報・経験を得る。
- (3) 取り出し規模の更なる拡大については、初号機の燃料デブリ取り出し、**内部調査、研究開発（廃炉・汚染水対策事業、東京電力自主事業）**、現場環境整備等に関する進捗を見極めつつ、**収納・移送・保管方法を含め**、その方法の検討を進める。

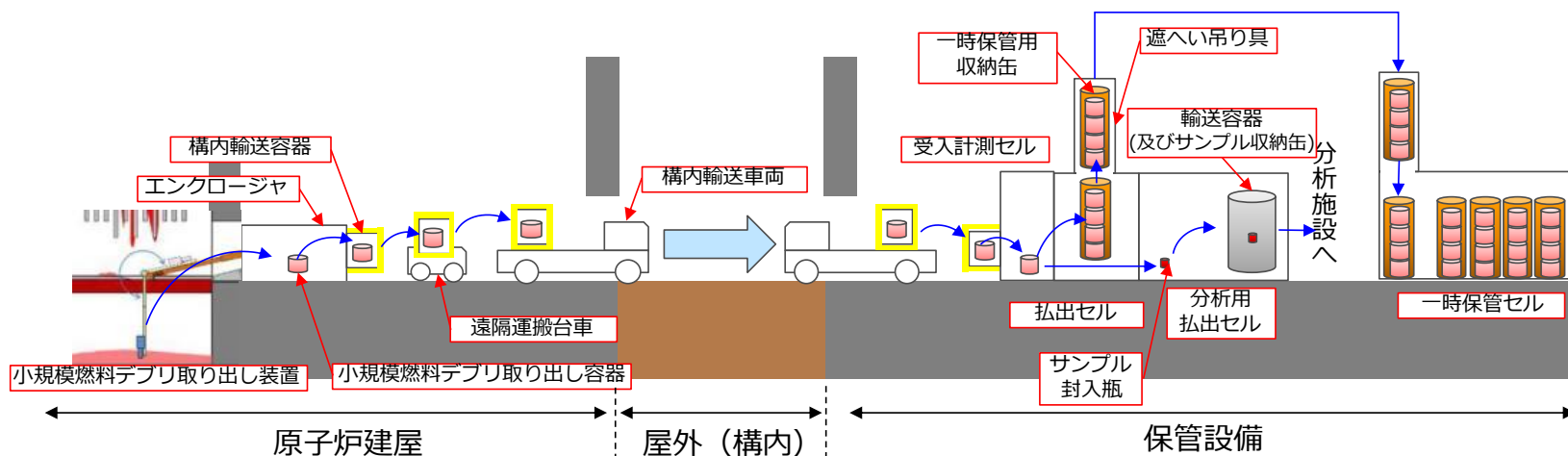


図 燃料デブリ取り出しから一時保管までのイメージ（段階的な取り出し規模の拡大）※

※ 東京電力資料をNDFにて加工

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. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (2/12)

## ① 燃料デブリ取り出し (2/7)

## 技術戦略

### ■ 試験的取り出し及びPCV内部調査、段階的な取り出し規模の拡大

✓ 規模は小さいながらも、**新たな開口**を設けて、PCV外側に**閉じ込め障壁を拡張**することは、今後の作業の基本的な現場構成の形であり、**新たな段階**に入る取組

- 従来**の閉じ込め障壁**の位置がX-6ペネの閉止フランジ部であったものから、**隔離部屋**や**エンクロージャ**に拡張

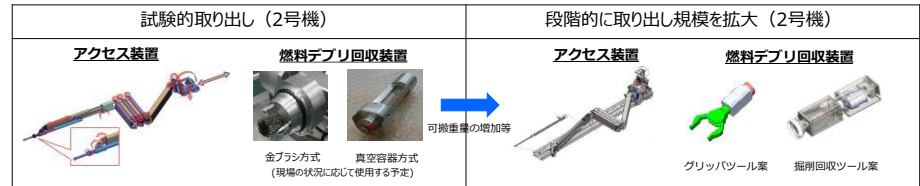
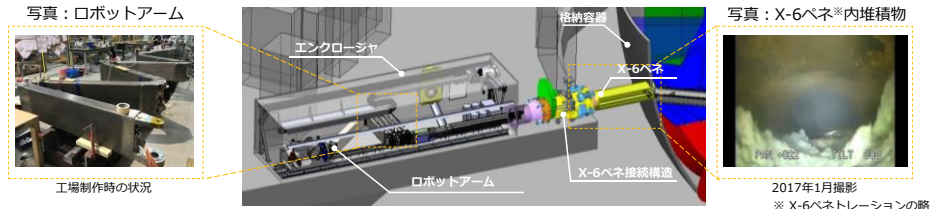


図1 燃料デブリ取り出し設備のイメージ (試験的取り出し及び段階的な取り出し規模の拡大) ※

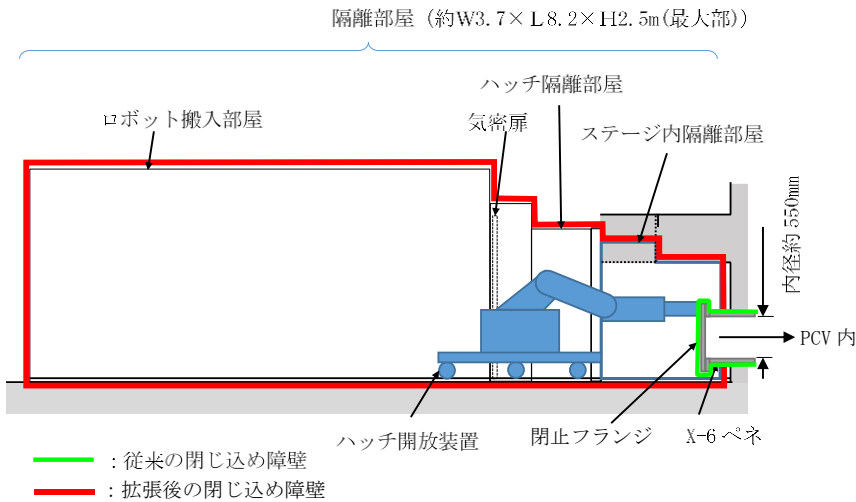


図2 X-6 ペネ 隔離部屋 構造概略図※

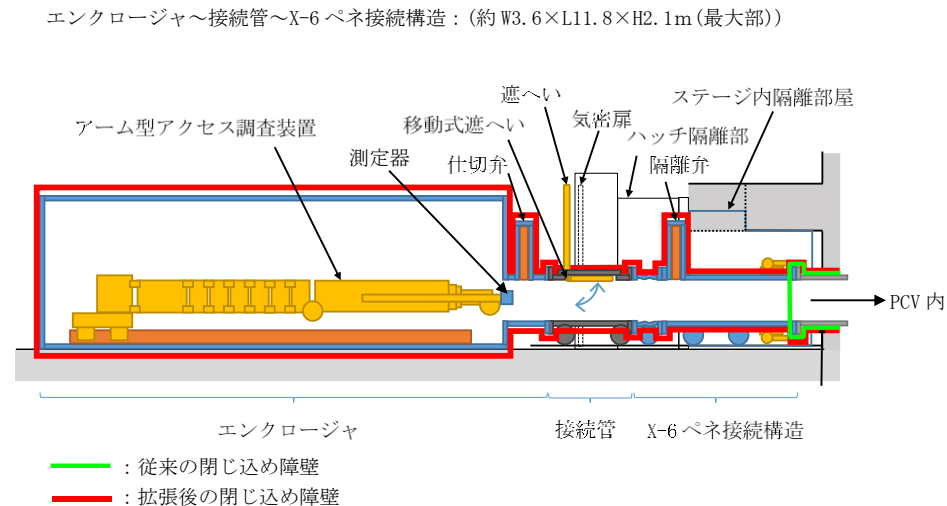


図3 X-6 ペネ エンクロージャ等 構造概略図※

※ 東京電力資料をNDFにて加工

無断複製・転載禁止 原子力損害賠償・廃炉等支援機構

### 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (3/12)

#### ① 燃料デブリ取り出し (3/7)

#### 技術戦略

#### ■ 試験的取り出し及びPCV内部調査、段階的な取り出し規模の拡大

- ✓ 試験的取り出しは、現場の厳しい環境を模擬したモックアップ試験を行うことがオペレータ視点からも重要であり、十分に安全性や現場適用性を確認し、着実に進めていくことが必要
- ✓ 燃料デブリ取り出し作業時の情報の取得とその活用等に係る留意点を踏まえ、東京電力はエンジニアリングを主導的に進めることが重要
  - 新型コロナウイルスの影響に伴う技術者の出勤制限等により、従来に比較し計画的な作業が難しい状況が想定されることから、より一層、慎重かつ細心の注意を払い、安全の確保を行うことが必要
- ✓ X-6ペネの開放後の干渉物撤去や試験的取り出し及びPCV内部調査については、一体の作業として検討を行っていくことが必要
  - 実際に得られたPCV内の干渉物や内部状況により、干渉物撤去や試験的取り出し及びPCV内部調査の順序や方法は、その時の確認結果に依存

### 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略（4/12）

#### ①燃料デブリ取り出し（4/7）

#### 技術戦略

#### ■ 取り出し規模の更なる拡大

#### ✓ 取り出し方法検討

- 初号機（2号機）の取り出しに比べ、作業、装置、施設が大規模化し、工事範囲が広域化することから、他工事も含めて福島第一全体を見据えた検討が一層重要
- 現場の線量が高いことや状況把握が限定的な中、作業範囲が大規模化することから、作業・装置に求める要求事項をより明確に設定した上で、体系的な取り出し方法の検討を進めることが重要
- 東京電力の概念検討結果等をもとに、現場適用性やその実現性についてNDFでも評価を実施

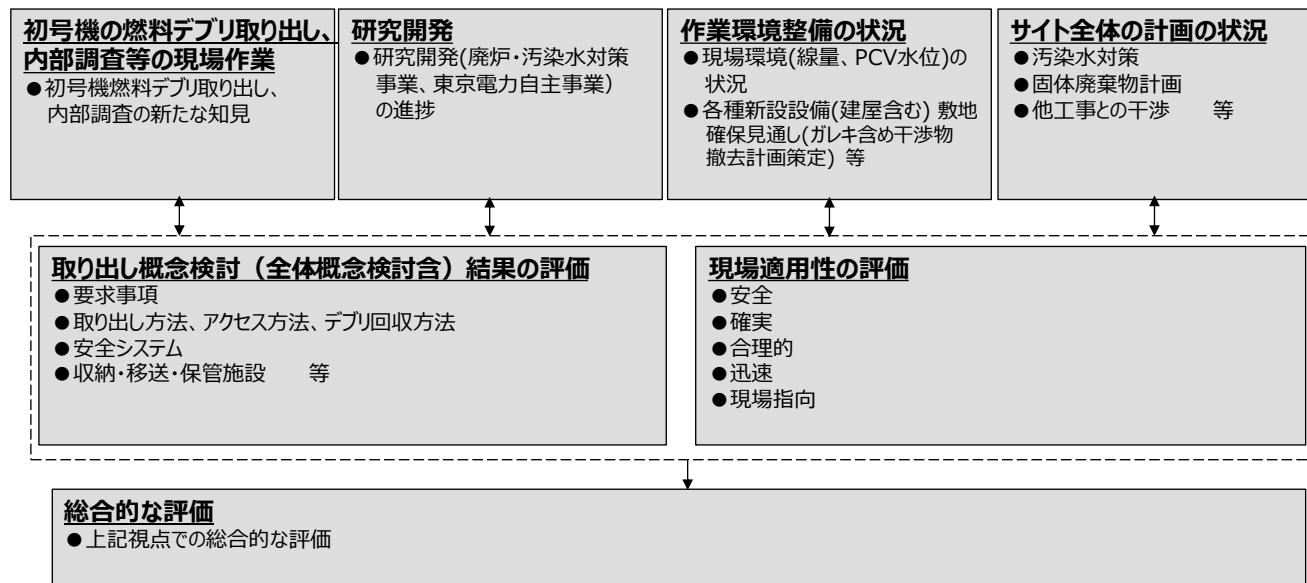


図 取り出し方法検討の流れ（概念図）

#### ①燃料デブリ取り出し (5/7)

#### 技術戦略

#### ■ 取り出し規模の更なる拡大

#### ✓ 3号機を先行的検討号機とすることは適切であると評価

- 試験的取り出しは2号機で行っていくが、大量の燃料デブリへのアクセスが容易であるのは、ペDESTAL底部に燃料デブリが多く存在している1号機と3号機
- 情報の充足状況や現場の状況を踏まえると3号機の方が、取り出し方法の検討等エンジニアリングを進めることになり、デブリ取り出しに早く着手し、早く情報を取得することが可能
- ある号機を代表号機とすることで、技術的な要点や更に検討を深めていくべき項目等を早期に得ることが可能となり、これらの成果を他号機に活用することで、1~3号機の燃料デブリ全体のリスク低減につなげていくことが可能
- 3号機で先行的な取組を進め、他号機の状況や検討結果の再確認を行い、その結果によっては検討号機の見直しを行う対応も重要
- 初号機 (2号機) の燃料デブリ取り出しが途上であっても、他号機での取り出し準備が整えば、他号機での取り出しを開始するなど、全体の最適化の観点から柔軟に検討すべき



## ■ 取り出し規模の更なる拡大

- ✓ 取り出し方法の重要な要求事項 (境界条件) の考え方 ← **今年のポイント (3点目)**
  - 取り出し方法の検討の際は、東京電力が事業執行者として重要な要求事項 (境界条件) を明確にすることが必要
  - 重要な要求事項 (境界条件) については、何を重要な要求事項 (境界条件) とし、どのような性能を求めるかについて、安全視点、オペレータ視点から設定することが必要  
(例：作業員の総被ばく線量、臨界、ダスト (閉じ込め)、廃棄物発生量の抑制、回収速度)
  - 例示した要求事項以外にも取り出し方法の検討を着実に進めるために、様々な重要な要求事項 (境界条件) について、東京電力がより主体的に決定していくことが必要
- ✓ 取り出し方法検討における柔軟な取組
  - 現場適用性に係る評価に応じて、方法の見直しを含め、柔軟な取組が必要
  - 仮定も含めた前提条件を設定し検討を進めながら、新たに得られる情報等を取り込み、安全視点、オペレータ視点から前提条件の設定の適切性を検証し、必要により見直すなどの反復、繰り返し型の取組が必要



# 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (7/12)

## ① 燃料デブリ取り出し (7/7)

## 技術戦略

### ■ 主な技術課題と今後の計画

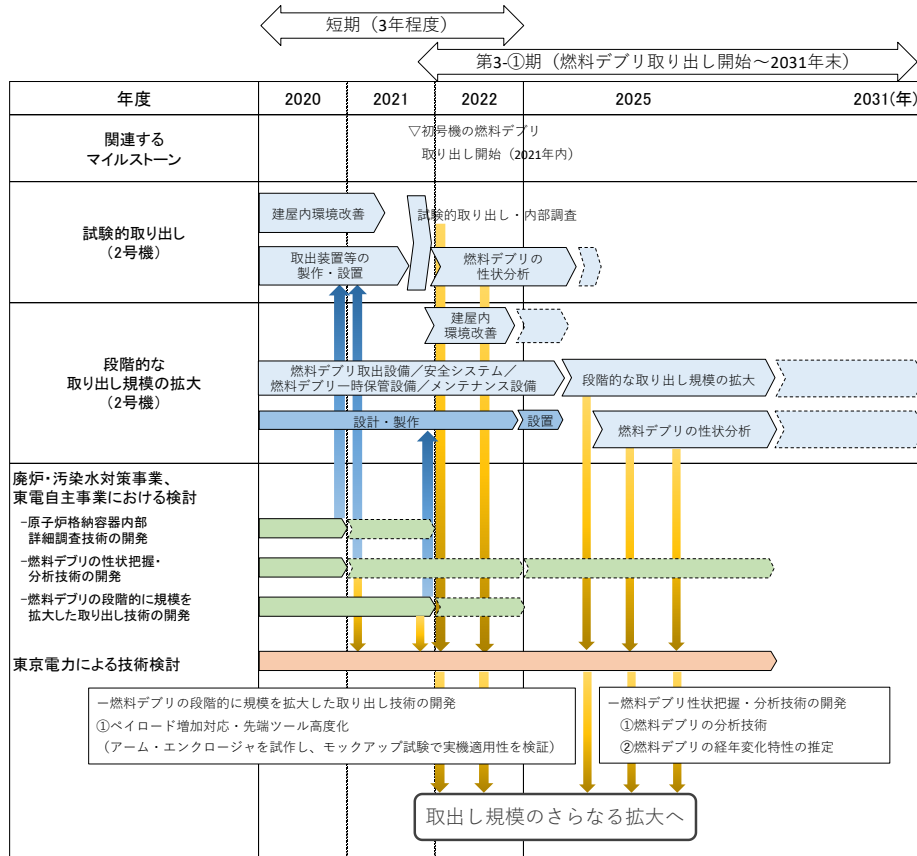


図1 試験的取り出し及び段階的な取り出し規模の拡大

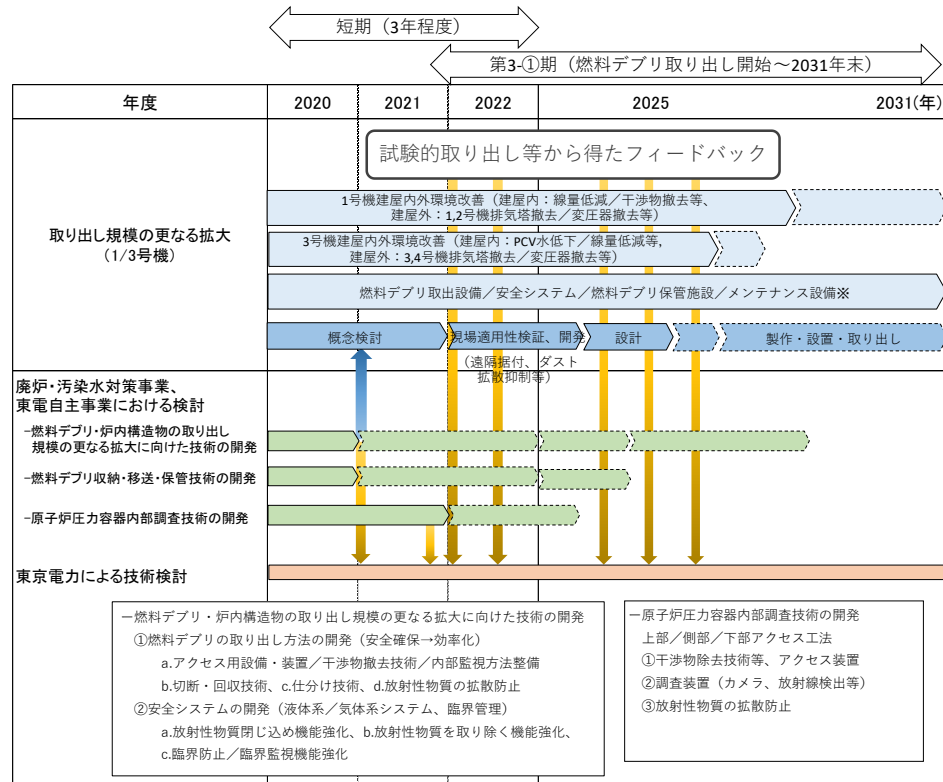
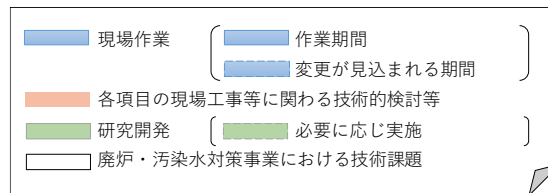


図2 取り出し規模の更なる拡大

※3号機を先行して検討を進め、1号機に展開することを想定

# 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (8/12)

## ② 廃棄物対策

### 目標

- (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通しを示す。**

### 技術戦略

#### ■ 性状把握の推進及び分析体制・技術力の強化

- ✓ **放射性物質分析・研究施設の整備及び分析方法の簡易・迅速化の成果の反映を進めていくとともに、分析人材の育成を計画的に進めていくことが重要**

#### ■ 処理・処分概念の構築と安全評価手法の開発

- ✓ **先行的処理方法としての候補技術を選定するため、合理的で実現可能性のある処理技術の抽出及びこれに対応した処分時の安全評価手法の開発が必要**

#### ■ 処理・処分方策とその安全性に関する技術的見通し

- ✓ **研究開発及び東京電力によるエンジニアリングの成果等を踏まえ、2021年度頃までを目処に提示**

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022年度以降
関連するマイルストーン	処理・処分にに関する基本的な考え方の取りまとめ			※を受けて処理・処分方策とその安全性に関する技術的見通しを得る				
1. 性状把握								
(1) 分析データの取得・管理等	分析計画の立案・更新、分析実施、性状把握、分析データの蓄積・評価・管理							
(2) 分析能力の向上	放射線物質分析・研究施設の整備							
(3) 性状把握の効率化	分析試料数の最適化、分析対象核種の見直し、分析方法の簡易・迅速化等							
2. 保管・管理								
(1) 保管管理計画	保管管理計画の策定・見直し							
(2) 保管・管理方法の検討・評価	水処理二次廃棄物の保管・管理対策の検討							
(3) 燃料デブリ取り出し作業に伴って発生する固体廃棄物の保管・管理方法の検討・評価	種類・物量等評価、取り出しの検討状況に応じた評価							
3. 処理・処分概念の構築と安全評価手法の開発								
	先行的処理方法の選定手法の構築							
	処分方法の安全性評価手法の開発							
	廃棄物技術調査・安定化、固定化に関わる処理方法の技術開発							
	処理・処分の検討							

- : 現場作業
- : 各項目の現場工事等に関する技術的検討等
- : 研究開発



# 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (9/12)

## ③ 汚染水対策

### 目標

- (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運用を継続しつつ、**2025年以内に汚染水発生量を100m<sup>3</sup>/日以下に抑制**するとともに、**2022年度～2024年度には原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減**する。
- (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、**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。

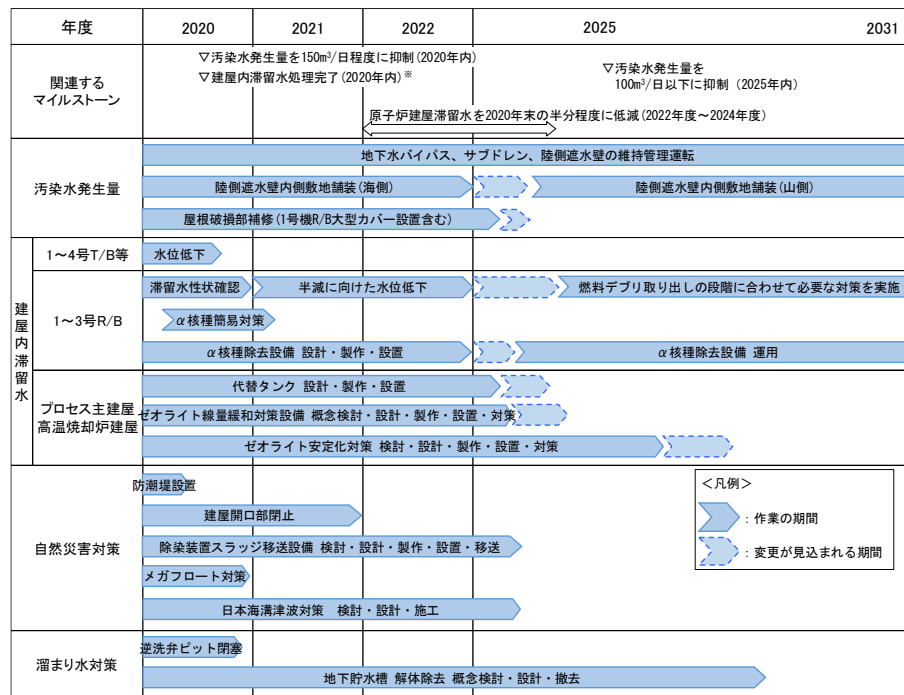
### 技術戦略

#### ■ 今後の建屋内滞留水処理における課題

- ✓ 各建屋・水処理設備の**α核種濃度の監視、性状分析を強化**するとともに、**α核種を含むスラッジ状沈殿物の除去方策の確立**に向けた研究開発が必要
- ✓ 高線量状態で存在する**ゼオライト等を遠隔で回収・集積する方法を検討**しており、**作業時に受ける被ばく線量などから総合的に評価し、適切な方法選定が必要**

#### ■ デブリ取り出し等の廃炉工程を見据えた汚染水対策の課題

- ✓ **水処理設備のモニタリングの強化や、α粒子捕集設備の設置、臨界監視などの対策**をとる必要
- ✓ 取り出し規模の更なる拡大に向け、**設置場所を考慮した設備の小型化、高線量下での運転保守、既設の浄化設備の利用方法**などの検討が必要



\* 1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く。

# 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (10/12)

## ④ 使用済燃料プールからの燃料取り出し (1/2)

### 目標

- (1) 周辺地域で住民の帰還と復興が徐々に進む中、放射性物質の飛散防止をはじめとした**リスク評価・安全確保を確実に**行い、**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。**3号機については、2020年度内にプール内燃料の取り出しを完了**する。
- (2) 事故の影響を受けた1～4号機の燃料については、使用済燃料プールから取り出したのち**共用プール等に移送し適切に保管することにより、安定管理状態**とする。なお共用プール容量確保に向け、共用プールに保管されている燃料を乾式キャスク仮保管設備へ移送・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、**将来の処理・保管方法を決定**する。

### 技術戦略

■ 1, 2号機については、決定された工法の実現に向けて、着実に作業を進めることが必要

✓ 1号機：

- ・ ダスト飛散リスクの更なる低減の観点から、オペフロ全体を大型カバーで覆い、カバー内においてガレキ撤去やプール内燃料の取り出しを行う工法へ変更 (図1)
- ・ **不安定な状態で存在している既設の天井クレーンの撤去**、これに対し、**安全評価を尽くした上で**、工法選定、工事実施を進めるべきであること、その実現に向けては**リスク項目を抽出し得る作業計画の立案**などが重要

✓ 2号機：

- ・ 1号機と同様にダスト飛散リスクの更なる低減の観点から、オペフロ上部を解体せず、原子炉建屋南側からアクセスする工法が採用され、現在、準備を進めている。(図2)
- ・ **ブーム型クレーン式の燃料取扱設備**は新たな設備であり、**遠隔操作により取り出しを行うことから事前に設備の操作・機能性の十分な習熟**などが重要

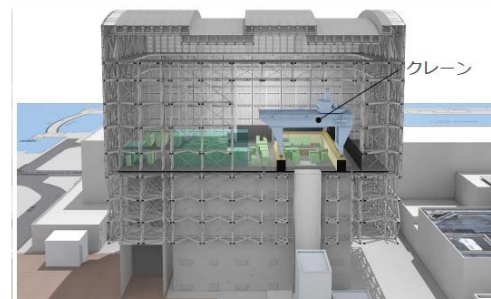


図1 1号機の工法イメージ

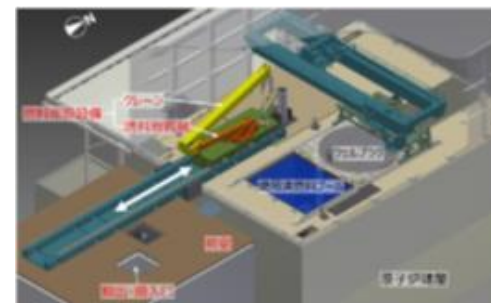


図2 2号機の工法イメージ



# 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (11/12)

## ④ 使用済燃料プールからの燃料取り出し (2/2)

■ ハンドル変形燃料の取り出しは、燃料ラックから安全に吊り上げて輸送容器に確実に収納することが重要

- ✓ 3号機は、ハンドル変形燃料が16体確認 (図1)
- ✓ ガレキ撤去ツールの製作等の準備を計画的に進めている状況
- ✓ 事前の確認及びそのフィードバックを適宜実施し、複数の対応も検討するなど、準備を確実に実施していくことが重要

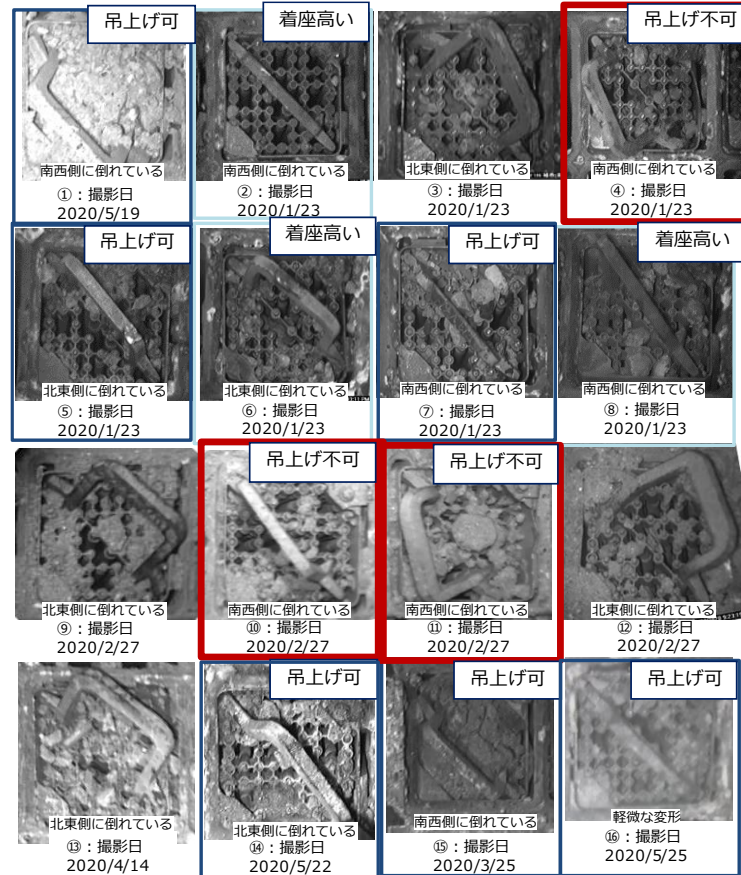


図1 ハンドル変形燃料16体の状況

※出典：東京電力

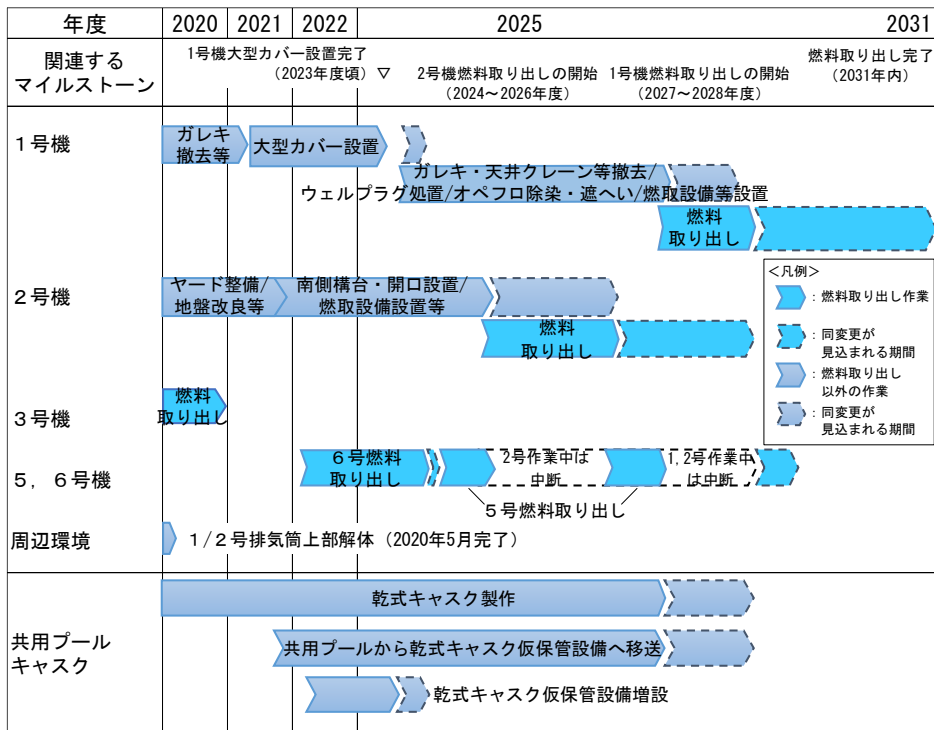


図2 主な技術課題と今後の計画

### 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (12/12)

#### ⑤ 廃炉の円滑な推進に向けた分析結果の活用

##### 意義と現状

- 廃棄物や燃料デブリの取り扱いに要する**分析施設**や**機能**の**構築・整備**や、**体制の構築**が必要
- 東京電力において、今後の**ルーチン分析**を円滑に行うために**必要な分析施設の設置**を計画
  - ✓ 作業進捗により**α汚染のリスク**が高まることを想定し、**バイオアッセイ機能**の設置
  - ✓ **放射性物質分析・研究施設（施設管理棟、第1棟、第2棟）**は、JAEAによって整備が進められており、**廃炉の円滑な推進**、放射性物質の**確実な処理・処分方策の確立**等に寄与
- 分析結果は、廃炉に係る検討における**不確実性の幅を小さくする**ための重要な一駒
  - ✓ 事故によって発生した**多種、多様な廃棄物の処理・処分方策の検討**にとって重要な基礎情報
  - ✓ 取り出し工法、保管管理、処理処分、原子力に関する安全性向上等**多くの反映先**あり。

##### 課題と戦略

- 廃炉プロジェクトの**上位に分析を位置付ける**ことが極めて重要
  - ✓ 工法検討においては、**安全確保を確認しつつ過剰な安全設計を緩和**するために重要な役割を果たす
- **分析技術者の確保と維持**の検討が必要
- **分析結果と現場情報の総合的な利用**を図り、**合理的な分析計画を追求**することが重要
  - ✓ **遅滞ない分析**によって**廃炉作業に遅れ**を生じさせないという視点が重要
  - ✓ 分析結果が、計装モニタリング・目視観察・その場計測・計算評価（シミュレーション）が与える内部状況の推測結果を**ベンチマークする機能**があることにも着目
- 東京電力自らが**分析に関わる活動全体を管理・主導**する積極的な体制が必要
  - ✓ 廃炉作業に係る分析の**全体戦略や分析計画**の検討に**早期に着手**することが必要

# 4. 研究開発への取組

## ■ 廃炉・汚染水対策事業における研究開発管理体制の強化 ← 今年のポイント（4点目）

✓ 2021年の試験的取り出しが目前に迫り、その後の取り出し規模の拡大に向け、**研究開発を加速する必要がある**との認識のもと**体制を強化**

✓ 体制強化による変更点

- ・ 変更1：NDFは、廃炉・汚染水対策事業の**事務局に参画する体制に移行**
- ・ 変更2：東京電力は、研究実施主体との**共同申請体制に移行**

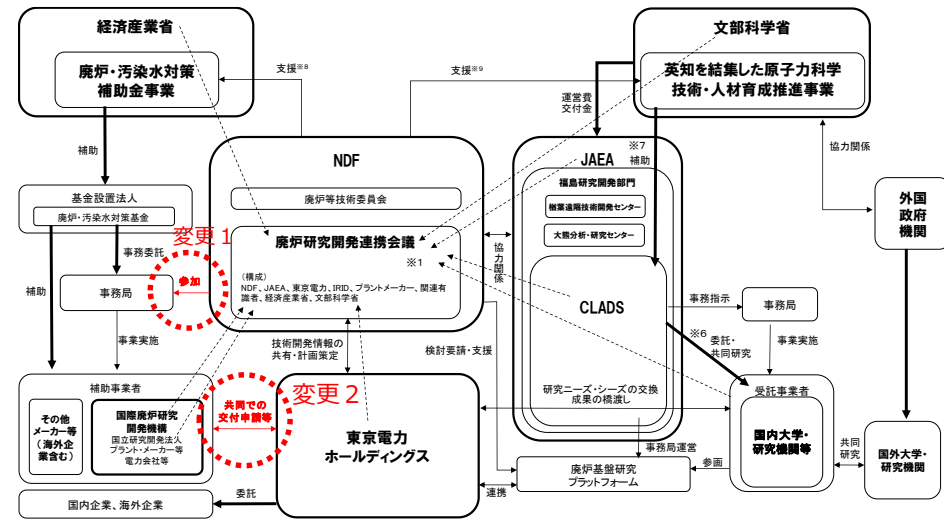
## ■ 研究開発中長期計画の作成

✓ 新たに研究開発中長期計画を作成し、これに基づき次期研究開発計画を策定することで、**各々の開発がどこに位置づけられるか明確にする計画**であり、またこの計画は**毎年度更新・拡充**して行く

## ■ 廃炉現場と大学・研究機関におけるニーズとシーズのマッチング

✓ これまでも文科省、JAEA/CLADSの英知事業を中心に成果が得られており、**廃炉現場への直接的な反映を加速することが重要**

✓ 昨年度から英知事業の成果も踏まえ、**4大学と東京電力の共同研究が開始**され、引き続き関係機関の連携を強化することが必要



※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UNDf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 JAEA等、一部機関は複数箇所が存在している。  
 ※4 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。  
 ※5 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。  
 ※6 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科省から委託事業者への委託であるが、本図では省略した。  
 ※7 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、わかりやすいためCLADSに交付されるものと表現した。  
 ※8 廃炉・汚染水対策補助金事業は、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。  
 ※9 NDFは、英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業のステアリングコミTEEに構成員として参加する。

図 福島第一の廃炉に係る研究開発実施体制の概略（2020年度）



## 5.技術戦略を支える取組（1/5）

### プロジェクト管理に係る取組（1/3）

#### ■廃炉中長期実行プランの作成・公表 ← **今年のポイント（1点目）**

- ✓ 複雑かつ長期にわたる作業見通しを具体化するとともに、地元や社会に対する廃炉事業の透明化を図り、主体的に廃炉に取り組むため公表
- ✓ 研究開発、人材、調達についても中長期計画を作成できるため公表の意義は大きく、今後は新知見や現場状況などを踏まえた不断の見直しが重要

#### ■プロジェクト管理の一層の強化

- ✓ 東京電力は、2020年4月に福島第一廃炉推進カンパニーを組織改編することにより、プロジェクト管理型へ廃炉事業の転換を行った。
- ✓ エンジニアリング及び研究開発を一体的に管理するとともに、プロジェクト管理体制の一層の強化を行いながら、的確かつ効率的な運用を行う必要

#### ■プロジェクト活動における安全とオペレータ視点の充実

- ✓ 成果を実現するためには、安全とオペレータ視点が工法、設備に十分に反映されていることが不可欠
- ✓ 安全とオペレータ視点をプロジェクト活動の上流で取り入れるための業務プロセスの早期確立が必要

#### ■安全視点を第一とする考え「安全ファースト」の浸透

- ✓ 工法、設備を現場で実現するまでの過程（プロジェクト）に携わるもの全てが、安全視点を第一とする考え（安全ファースト）をもって業務に当たることが重要
- ✓ 東京電力では、リーダー自らが率先して原子力安全に関する意識向上に向けた一層の取り組みを実施しているが、「安全ファースト」を現場を含むプロジェクトに携わるもの全てにあまねく浸透させるためには、原子力安全が特別なものであり、特別な意識を向ける必要があることを訴求し続ける姿勢が重要

# 5.技術戦略を支える取組 (2/5)

## プロジェクト管理に係る取組 (2/3)

### ■オーナーズ・エンジニアリング能力の向上

✓オーナーズ・エンジニアリングにおける「安全とオペレータ視点」の重要性

- 性能要求等はある程度イタレーション型に行う必要があり、東京電力は「エンジニアリング上の判断を行い、その結果に対して責任を持つこと」が強く求められるため、工学的判断をする能力等の、東京電力がオーナーとして主体的に行うエンジニアリング能力（オーナーズ・エンジニアリング能力）を向上させていくことが必要

- オーナーズ・エンジニアリングにおいて最も重要なのは、「安全とオペレータ視点」をエンジニアリングの上流から組み込むこと

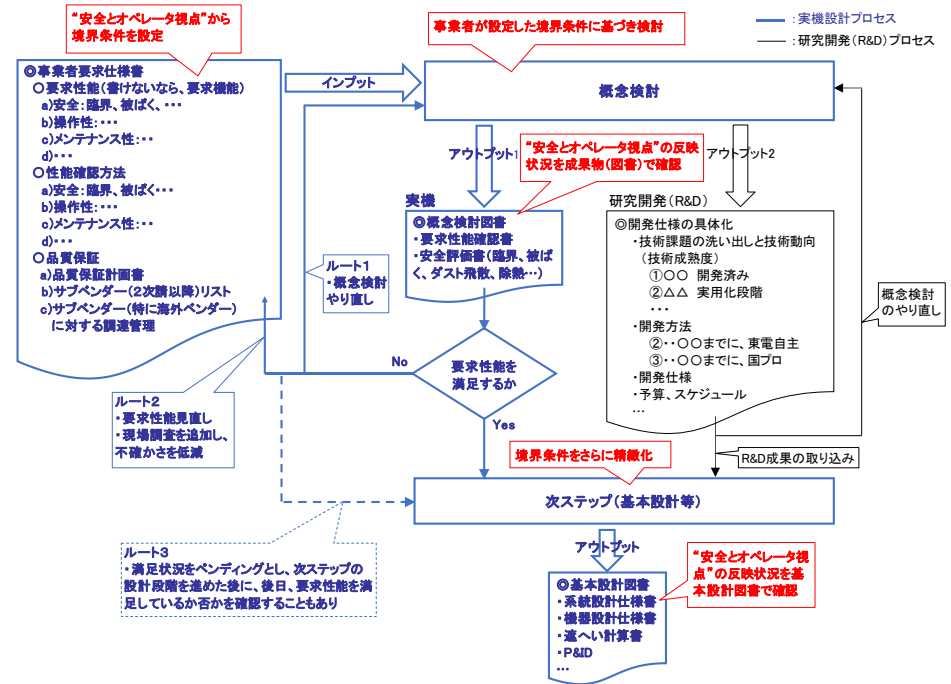


図 燃料デブリ取り出しの設計フロー (イメージ)

## 5.技術戦略を支える取組 (3/5)

### プロジェクト管理に係る取組 (3/3)

#### ■安全を基軸としたALARP判断

- ✓安全には、**最低限のレベル**を満足した上のレベルに**選択の幅**があるため、**ALARP※の判断**に基づき、採用する工法、装置が決定される
- ✓決定の際の判断は、「**安全の基準をはっきりさせ（安全視点）**」、「**現場での実現性等について指摘する（オペレータ視点）**」、それを「**プロジェクトで検討、議論（プロジェクトマネジメント）**」していくサイクルを回しながら行うことが大切
- ✓安全視点が実際に現場に反映されるためには**オペレータ視点**が必要であり、一方、オペレータ視点が活かされるためには**安全視点をベースにした判断**が必要

※ 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。

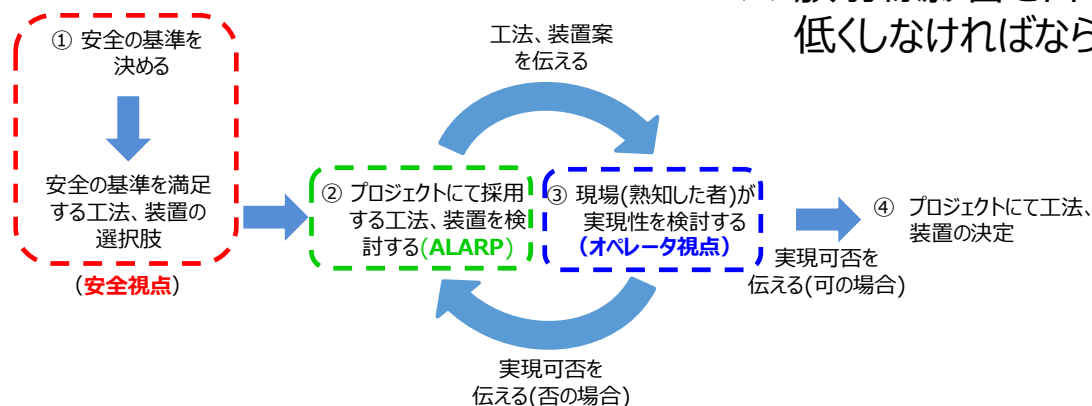


図 安全を基軸としたALARP※ (イメージ)

#### ■廃炉中長期実行プランに基づく人材育成計画

- ✓**廃炉中長期実行プラン**に照らして、将来必要となる**技術者の職種や人数及び必要となる時期**を想定して、それらを**中長期人材育成計画**としてまとめ、**人材の育成と要員の確保**を計画的に進めていくことが重要

### 国際連携の強化

#### ■国際連携に係る現状

- ✓ 福島第一の廃炉を国際的に開かれた形で進めるため、NDFは国際会議での登壇等の機会を通じて、廃炉に関する情報発信に取り組んでいる。

#### ■国際社会への情報発信と世界の英知の結集を目的とした取組

- ✓ エンジニアリングが本格化する中、民間企業との継続的なコミュニケーションに取り組み、廃炉作業の進捗について情報を共有しながら、必要な時に必要な技術にアクセスできる環境を形成していくことが必要



図 IAEA総会のサイドイベントで登壇（2019年9月）

# 5.技術戦略を支える取組 (5/5)

## 地域共生

### ■基本的な考え方

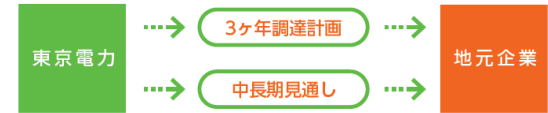
- ✓ 地域からの信頼が不可欠であり、「復興と廃炉の両立」との大原則のもと取り組みが進展

### ■現状における具体的な取組

- ✓ 東京電力は、福島イノベーション・コースト構想推進機構の協力を得ながら、地元企業を対象にした廃炉事業のマッチングイベントを開催
- ✓ 2020年3月末には、廃炉事業への地元企業の参画や域外企業の誘致、人材育成などの取組をまとめた「復興と廃炉の両立に向けた福島の皆さまへのお約束」(お約束)を策定
- ✓ 体制強化のため、2020年4月に廃炉推進カンパニー内に地域パートナーシップ推進グループを設置したほか、2020年10月には社長直轄の浜通り廃炉産業プロジェクト室を設置

### ■「お約束」が形だけとならないための実効性の担保

- ✓ 廃炉事業の中長期的な見通しと想定される発注案件の内容・時期・規模を可能な限り細分化し、それぞれの発注案件ごとに必要な機材・技術等を具体的に示す「廃炉中長期発注見通し」を作成
- ✓ その内容を地元の自治体・商工団体を通じて丁寧にわかりやすく説明するとともに、専用の共同相談窓口や地元企業を対象とした商談会等を通じ、地域との積極的なマッチングを図る。
- ✓ 技術指導を含めた地元企業の参画を促進し、廃炉事業を通じた地元経済の基盤づくりと地元企業・人材の育成を図る。
- ✓ 外部人材が地域社会に溶け込み活躍ができるよう、必要な環境整備や支援を図っていくことが求められ、特に環境整備に際しては、家族ぐるみで安心して滞在ができるよう、生活機能など幅広く考慮することが必要



至近の取組

- ・3ヶ年調達計画の公開 (毎年4月目途に実施)
- ・中長期見通しの企業向け説明会 (2020年4月目途に開催)



至近の取組

- ・地元企業の皆さま対象の商談会開催 (2019年12月に第1回、2020年2月に第2回開催済)
- ・地元参入希望企業向けの相談窓口・ツールの整備 (2020年5月目途に窓口設置)

☒ 復興と廃炉の両立に向けた福島の皆さまへのお約束の例

(東京電力資料をNDFで加工)