

# 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた 中長期ロードマップ改訂について

令和2年1月30日  
廃炉・汚染水対策チーム事務局

## 中長期ロードマップ改訂のポイント

- 周辺地域で住民帰還と復興が徐々に進む中、「復興と廃炉の両立」を大原則として打ち出し。  
(リスクの早期低減、安全確保を最優先に進める。)
  - 地域との共生。当面（10年程度）の工程を精査し、「廃炉作業全体の最適化」。
- 廃止措置終了までの期間「30～40年後」は堅持。

### ①燃料デブリの取り出し

- ➡ 燃料デブリを取り出す初号機と、その取り出し方法を確定。  
具体的には、2号機で、気中・横から試験的取り出しに着手(2021年内)。  
その後、段階的に取り出し規模を拡大。

### ②プール内燃料の取り出し

- ➡ 1・2号機で、工法を変更しダスト飛散を抑制。  
取り出し開始は、1号機で4～5年、2号機で1～3年後ろ倒し。  
2031年内までに、1～6号機全てで取り出し完了を目指す。

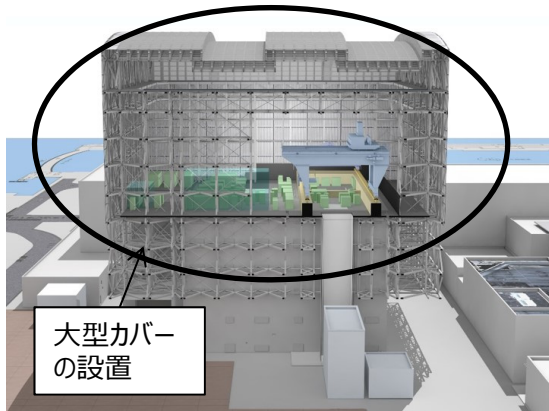
### ③汚染水対策

- これまでの対策により、汚染水発生量が大幅に抑制。  
(540m<sup>3</sup>/日(2014年5月) → 170m<sup>3</sup>/日(2018年度))
  - ➡ 1日あたりの汚染水発生量について、2020年内に150m<sup>3</sup>まで低減させる現行目標を堅持。  
加えて、2025年内に100m<sup>3</sup>まで低減させる新たな目標を設定。  
※なお、ALPS処理水の取扱いについては、引き続き総合的な検討を進めていく。

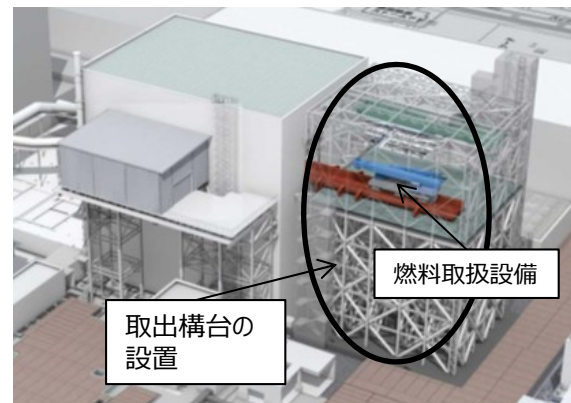
## (参考) プール内燃料取り出し及び燃料デブリ取り出しのポイント

### プール内燃料取り出し (ダスト飛散を抑制する工法の採用)

1号機

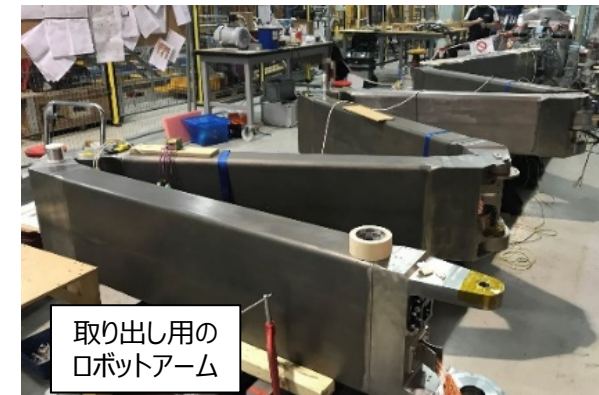


2号機



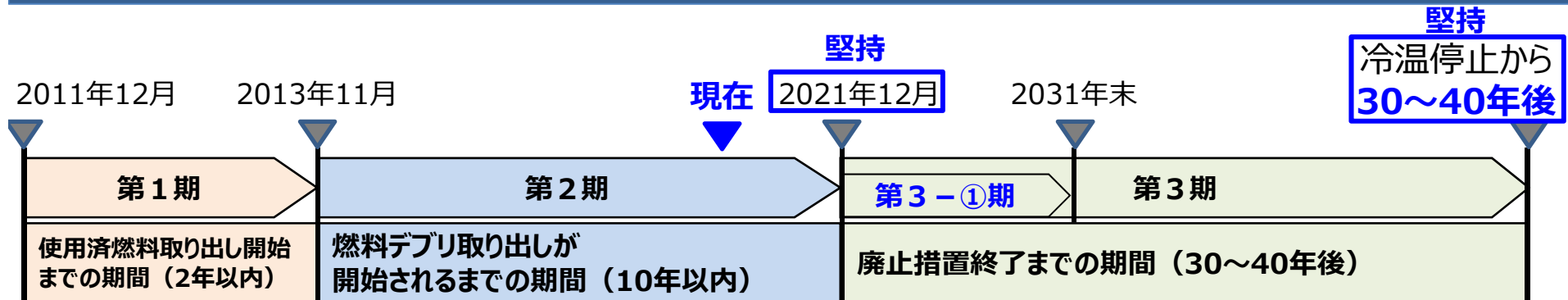
- ダスト飛散の抑制など、安全確保を最優先に進めるべく、工法及び取り出し開始時期を見直す。
- 5・6号機でも燃料の取り出しを進め、2031年内までに全号機での取り出し完了を目指す。

### 燃料デブリ取り出し (2号機 (初号機) における取り出し方法の確定)



- 燃料デブリを取り出すロボットアームを開発中。燃料デブリ取り出しの方法を具体化。
- 2021年から慎重に開始し、段階的に規模を拡大。

# (参考) 改訂中長期ロードマップの目標工程



## 主な目標工程

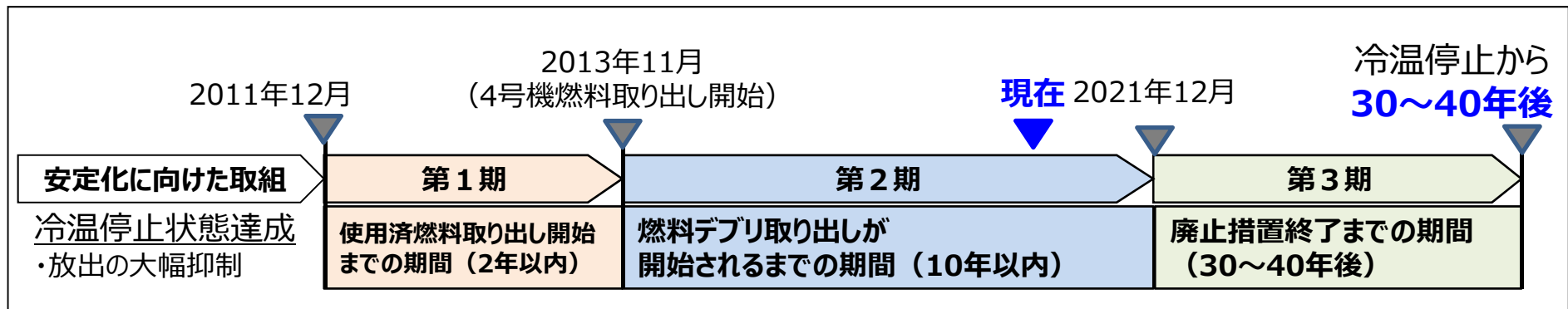
		2017年9月改訂版	2019年12月改訂版
汚染水対策 滞留水処理	汚染水発生量を150m <sup>3</sup> /日程度に抑制	2020年内	2020年内
	<b>汚染水発生量を100m<sup>3</sup>/日以下に抑制</b>	-	<b>2025年内 新設</b>
	建屋内滞留水処理完了※	2020年内	2020年内(※)
	<b>原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減</b>	-	<b>2022年度~2024年度 新設</b>
燃料取り出し	<b>1~6号機燃料取り出しの完了</b>	-	<b>2031年内 新設</b>
	<b>1号機大型カバーの設置完了</b>	-	<b>2023年度頃 新設</b>
	1号機燃料取り出しの開始	2023年度目処	<b>2027年度~2028年度 見直し</b>
	2号機燃料取り出しの開始	2023年度目処	<b>2024年度~2026年度 見直し</b>
	安全確保・飛散防止対策のため工法変更		
燃料デブリ取り出し	初号機の燃料デブリ取り出しの開始 <u>(2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)</u>	2021年内	2021年内
廃棄物対策	処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見直し <b>ガレキ等の屋外一時保管解消</b>	2021年度頃	2021年度頃 <b>2028年度内 新設</b>

※1~3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却建屋を除く。

## (参考)『中長期ロードマップ』について

- 福島第一原発の廃炉・汚染水対策は、東京電力自らが責任を持って行うことが原則。
- 他方、世界でも前例のない技術的に困難な取組であり、中長期ロードマップに基づき、30～40年後の廃止措置完了を目標に、国も前面に立ち、安全かつ着実に進めている。

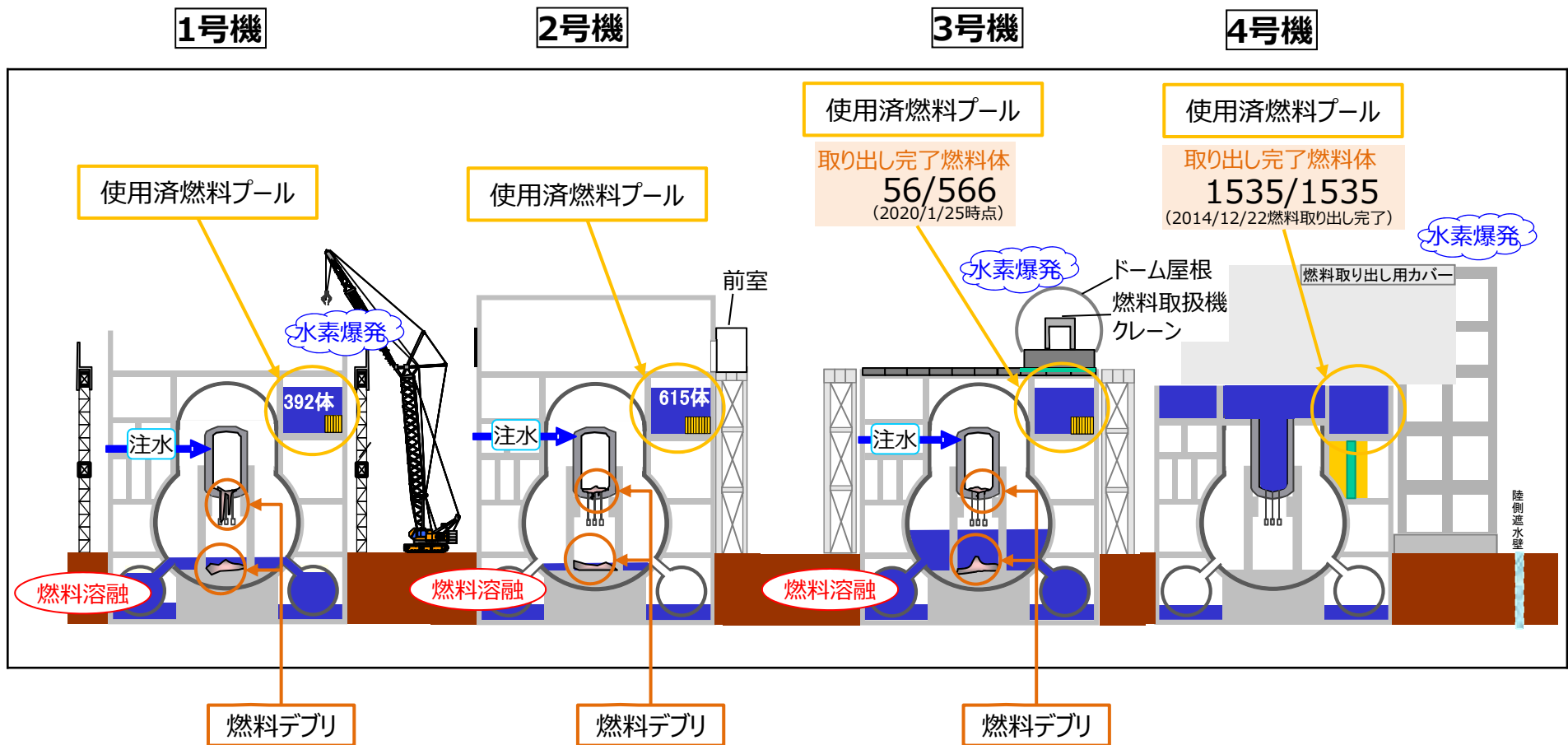
### <現行中長期ロードマップの主要工程>



### 国の役割

- 国が「中長期ロードマップ」を策定。
  - 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議で改訂 (議長は**官房長官**。初版は2011年12月)
  - これまで**5回改訂** (前回は**2017年9月**に改訂)
- 同ロードマップに基づき、安全確保を最優先に、リスク低減重視の姿勢を堅持し、中長期の取組を進めている。

# (参考) 福島第一原子力発電所 1～4号機の現状

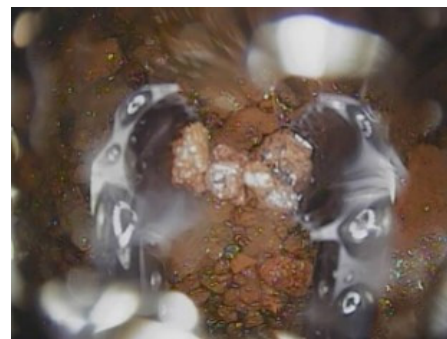


## <1/2号機排気筒の解体>



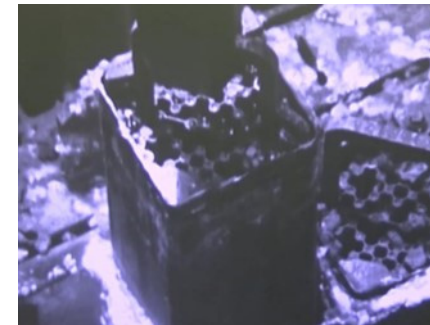
地元企業が元請として参画。  
【2019.8】

## <燃料デブリ取り出し>



燃料デブリと思われる堆積物をつかんで動かせることを確認（2号機）。  
【2019.2】

## <燃料取り出し>



燃料の溶け落ちた炉で初めて、遠隔操作による使用済燃料プールからの燃料取り出しを開始（3号機）。  
【2019.4】

**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止措置等に向けた**  
**中長期ロードマップ**

**令和元年 12 月 27 日**

**廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議**

## 目次

1. はじめに .....	2
2. 中長期の取組の実施に向けた基本原則 .....	2
3. 中長期の取組の実施に係るリスク低減とそれに向けた安全確保 の考え方 .....	3
4. 中長期の具体的対策 .....	12
4-1. 中長期ロードマップの期間区分の考え方 .....	12
4-2. 汚染水対策 .....	14
4-3. 使用済燃料プールからの燃料取り出し .....	16
4-4. 燃料デブリ取り出し .....	19
4-5. 廃棄物対策 .....	24
4-6. その他の具体的な対策 .....	26
5. 作業円滑化のための体制及び環境整備 .....	28
6. 研究開発及び人材育成 .....	33
7. 国際社会との協力 .....	35
8. 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化 .....	36
9. おわりに .....	37
<b>【参考】</b>	
これまでの経緯 .....	38



## 1. はじめに

東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所(以下「福島第一原子力発電所」という。)については、「東京電力(株)福島第一原子力発電所 1~4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(以下「中長期ロードマップ」という。)を2011年12月に決定し、継続的な見直しを行いつつ、廃止措置等に向けた取組を進めている。

今般、前回の改訂(2017年9月)以降の廃炉・汚染水対策の進捗、それに伴い明らかになった現場の状況に加え、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(以下「機構」という。)による提案を踏まえて、初号機の燃料デブリ取り出し方法を確定する。加えて、周辺地域で住民帰還と復興の取組が徐々に進む中、「復興と廃炉の両立」を大原則とし、早期の復興に資するためにリスクの早期低減に取り組むとともに、工程ありきではなく安全確保を最優先に、地域とともに廃炉を進めるべく、地域の皆様からの声や有識者の意見、IAEA調査団による国際的なレビュー等も踏まえ、中長期ロードマップの第5回改訂版を取りまとめ、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議(以下「関係閣僚等会議」という。)で、決定を行うこととする。

## 2. 中長期の取組の実施に向けた基本原則

福島第一原子力発電所の廃止措置等を、放射性物質によるリスクから、人と環境を守るための継続的なリスク低減活動と位置付け、下記の原則に基づき、適切な対応を実施していく。

- |       |   |
|-------|---|
| 【原則1】 | 周辺地域で住民帰還と復興の取組が徐々に進む中、「復興と廃炉の両立」の下に、地域の皆様、周辺環境及び作業員に対する安全確保を最優先に、現場状況・合理性・迅速性・確実性を考慮した計画的なリスク低減を実現していく。                |
| 【原則2】 | 中長期の取組を実施していくに当たっては、透明性を確保し、積極的かつ能動的な情報発信や丁寧な双方向のコミュニケーションをより一層行うことで、地域及び国民の皆様の御理解をいただきながら進めていく。                        |
| 【原則3】 | 現場の状況や廃炉・汚染水対策の進捗、研究開発成果等を踏まえ、中長期ロードマップの継続的な見直しを行う。   |
| 【原則4】 | 中長期ロードマップに示す目標達成に向け、東京電力や機構、研究開発機関、政府をはじめとした関係機関は、各々の役割に基づきつつ、更なる連携を図った取組を進めていく。政府は、前面に立ち、安全かつ着実に廃止措置等に向けた中長期の取組を進めていく。 |

### 3. 中長期の取組の実施に係るリスク低減とそれに向けた安全確保の考え方

福島第一原子力発電所の現在の状況を把握した上で、リスク低減の考え方を整理し、安全確保に向けた取組を進めていく。

#### 3-1. 廃炉・汚染水対策のこれまでの取組状況

福島第一原子力発電所の廃止措置等については、引き続き、福島第一原子力発電所の安定状態を維持・管理した上で進めていくとともに、地域の皆様をはじめ、関係者への必要な情報提供を通じ、御理解を求めていく。具体的な廃炉・汚染水対策のこれまでの取組状況は次のとおりである。

##### (1) 汚染水対策

海側海水配管トレンチ内（2～4号機）の汚染水の除去は、2015年12月に完了した。また、燃料デブリの冷却水と建屋へ流入した地下水等が混合して発生する汚染水については、サブドレンの運用や陸側遮水壁の凍結完了等<sup>1</sup>により、増加抑制効果が見られている。汚染水が滞留する建屋等については、東日本大震災時の津波を踏まえた流出防止対策を実施している。

建屋内滞留水については、滞留水のくみ上げによる水位低下により、1,2号機間及び3,4号機間の連通部の切り離しを完了するとともに、1号機タービン建屋の最下階床面が露出するなどの成果が上げられている。

浄化設備により汚染水を浄化処理した水の貯蔵は、2018年度内にすべて溶接型タンクで実施し、これにより、貯水タンクからの漏洩リスクが大幅に低減された。

また、放射性物質の流出を防ぐため、海側遮水壁の設置等の対策を実施し、周辺海域の海水の放射性物質濃度は、告示で定める濃度限度<sup>2</sup>や世界保健機関の飲料水水質ガイドラインの水準を下回っており、低い水準を維持している。

汚染水以外の放射性物質を含む水については、敷地外に影響が及び得るリスクとして総点検を行い、汚染源の除去、排水路の清掃等の取組を進めている。

<sup>1</sup> 他に、2.5m 盤（護岸エリア）を含む、予定箇所の94%における敷地舗装（フェーシング）、屋根損傷部の補修等の雨水対策を実施。

<sup>2</sup> 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則に定める告示濃度限度。

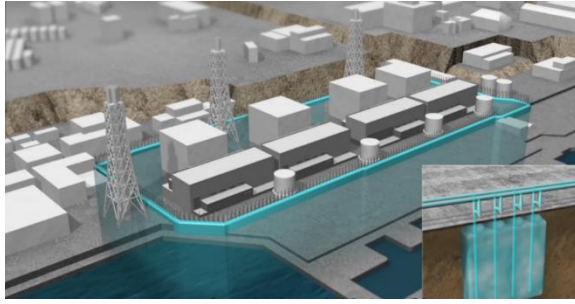


図1 陸側遮水壁  
(イメージ図)



図2 海側遮水壁



図3 高性能多核種除去設備



図4 溶接型タンク

## (2) 使用済燃料プールからの燃料取り出し

使用済燃料プール内の燃料については、水素爆発の影響を受けている可能性がある1,3,4号機の燃料のうち、その総量の過半を占める4号機<sup>3</sup>の燃料の取り出しを2014年12月に完了した。他の号機についても、順次、放射性物質の飛散を抑制しながら使用済燃料の取り出しに向けた取組を進めている。3号機については、2019年4月に取り出しを開始した。1号機については、2018年から開始したオペレーティングフロア（以下「オペフロ」という。）のガレキ撤去作業を継続している。2号機については、2018年度下期に、オペフロの汚染状況等の調査を実施し、オペフロ内の残置物移動・片付けを進めている。なお、1～3号機のそれぞれにおいて実施した使用済燃料プール循環冷却設備の冷却停止試験の結果等から、使用済燃料プール内燃料のリスクがこれまでより低減していることを確認している。また、1/2号機排気筒については、地元企業が元請として参画し、2019年8月から解体を開始した。

<sup>3</sup> 震災時に定期検査中で、すべての燃料を原子炉圧力容器から、使用済燃料プールに取り出し、保管していた。



図5 1/2号機排気筒の解体開始（2019年8月）

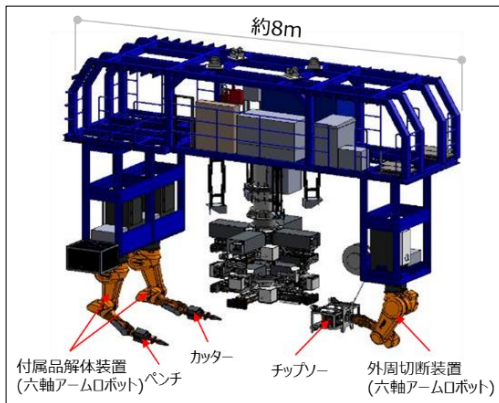


図6 排気筒筒身解体装置



図7 3号機燃料取り出し開始（2019年4月）

### (3) 燃料デブリ取り出し

燃料デブリ<sup>4</sup>については、安定的に冷却され、原子炉格納容器内の温度や、放射性物質の放出量に大きな変動はなく、冷温停止状態を維持している。

燃料デブリ取り出しに向けて、2012年1月から原子炉格納容器内の調査を開始しており、2019年2月に実施した2号機格納容器の内部調査では、燃料デブリと思われる堆積物をつかんで動かせることを確認するなど、1, 2, 3号機それぞれで原子炉格納容器内の状況把握を進めている。



図8 2号機原子炉格納容器の内部調査（2019年2月）

<sup>4</sup> 震災時に運転中であり、溶融を起こした1~3号機が対象。



#### (4) 廃棄物対策

廃棄物については、2016年3月に、今後10年程度の廃棄物の発生量を予測した「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の固体廃棄物の保管管理計画」(以下「保管管理計画」という。)を策定し、進捗状況等に応じた更新を実施しながら、固体廃棄物貯蔵施設・減容施設の増設や焼却炉による減容処理など、廃炉工程を進める上で増加する廃棄物を適切に保管・管理するための取組を進めている。

#### (5) 構内環境の改善

労働安全衛生については、給食センター・大型休憩所・協力企業棟等が完成するとともに、構内の大部分で一般作業服での作業が可能となるなど、作業員の労働環境整備が進んでいる。また、安全水準の一層の向上を図り、あわせて健康管理対策を実施している。

施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量の評価値(以下「実効線量」という。)については、タンク内の汚染水の浄化等により、1mSv/年未満にするという目標を達成した。引き続き、1mSv/年未満の水準を維持し、低減に向けた取組を継続していく。



図9 装備を着用しないでの視察

### 3-2. 中長期の取組の実施に係るリスク低減の考え方

福島第一原子力発電所では、施設全体のリスクの低減を図るための措置を取ることが必要である。低減すべきリスクとしては、まず、地域の皆様・周辺環境に対する放射線安全上のリスク・作業員に対する放射線安全や労働安全上のリスク、加えて、トラブル発生による風評被害といった社会的なリスク、廃炉の順調な遂行が影響を受けるリスクなど、多様なリスクが存在している。今後は、周辺地域で住民帰還と復興の取組が徐々に進む中、安全確保に取り組むことがより一層重要になっている。

これらのリスク、特に、地域の皆様・周辺環境に対するリスクについては、その低減のため、様々な措置を迅速に実施することが期待されている。しかし、リスクを低減する作業は、一時的なリスクの増加を伴うケースがあり、実施方法によっては、リスクが過度に増加してしまふことがあり得る。このため、リスクの起源となり得るものの種類に応じて、現状のまま維持した場合のリスクと、作業を行った場合のリスクの双方を考慮し、一時的にもリスクが過度に上がることがないように、最適なタイミングと方法を選択しつつ、長期的に、それぞれのリスクが確実に下がるように様々な措置を進めることが不可欠である。

また、廃炉作業の進展に伴って、格納容器内部の状況をはじめ、現場の状況がより明らかになってきたことから、今後の個別作業の工程を更に具体的に検討できるようになりつつある。個別作業の工程を具体化する際には、安全確保を大前提に他の作業との調整も含めて全体を効率化するという、廃炉作業全体の最適化を図ることが重要である。加えて、限られた敷地内での各作業の進捗を踏まえた上で、取り出した使用済燃料や燃料デブリの保管施設、必要な溶接型タンク等の敷地確保を進めていくことが求められる。

福島第一原子力発電所の廃止措置等は、世界でも前例のない取組であることに加え、各原子炉格納容器内の状況把握もようやく緒についたところであり、現場も線量が高い場所が多いことから作業環境は依然として厳しい状況にある。このため、今後も、新たに判明した事象に応じ、作業中に生じ得るリスクを踏まえ、安全対策の追加や作業内容の変更等の柔軟な見直しを行うことが必要となる。

これらに加えて、風評被害等の社会的なリスクを低減するためには、こうした進め方について地元の皆様や国内外の関係者に十分に説明し、広くコミュニケーションを取ることが必要となる。

以前には、ともすると迅速さを特に重視した工程を設定することで、結果的に、作業現場に過度な負担をかけることがあった。迅速な実施は重要ではあるが、まずは地域の皆様や周辺環境、作業員等へのリスクが低減されて初めて価値がある。

このため、引き続き、リスクの起源に応じて適切に評価を実施し、一時的にもリスクが過度に上がることがないように、最適なタイミングと方法の選択・実施、作業の柔軟な見直し、個別及び廃炉作業全体の進め方の地域・社会に対する十分な説明を行い、長期的に、各リスクの確実な低下を図った上で、安全に作業を進め、結果として早期の作業完了につなげていくことで、「可能な限り速やかな廃炉」を実現していくことが必要である。

### 3-3. 福島第一原子力発電所におけるリスクの起源に応じた安全確保の基本的な考え方

福島第一原子力発電所において、リスクの起源となり得る放射性物質について、それぞれの現状を踏まえ、以下のようなリスクへの対処に関わる3つの大きな基本分類に基づき、優先順位<sup>5</sup>を付けて、最適な対策を実施していく。

具体的には、次のようにリスクを分類する。

#### (1) 相対的にリスクが高く優先順位が高いもの

汚染水や、水素爆発等による影響を受けた建屋内の使用済燃料プール内の燃料が該当する。

設備等の状況や、放射性物質の飛散・漏えい、作業員の被ばく、労働災害、風評被害等のリスクに十分配慮しつつ、廃炉作業全体の最適化を考慮しながら速やかに対処していく。なお、使用済燃料プール内の燃料については、冷却が進み、リスクがこれまでより低減していることを考慮した上で、安全・確実・慎重に対処していく。

#### (2) 直ちにリスクとして発現するとは考えにくいですが、拙速に対処した場合にかえってリスクを増加させ得るもの

燃料デブリが該当する。

対応に必要な情報収集や技術・ノウハウの蓄積を行い、周到的準備を行った上で、経年劣化や、作業時における放射線・放射性物質による外部への影響、作業員の被ばく、労働災害、風評被害等のリスクに十分配慮しつつ、安全・確実・慎重に対処していく。

#### (3) 将来的にもリスクが大きくなるとは考えにくいですが、廃炉工程において適切に対処すべきもの

固体廃棄物<sup>6</sup>が該当する。

経年劣化や、放射性物質の飛散・漏えい、作業員の被ばく、風評被害等のリスクに十分配慮しつつ、長期的に対処していく。

---

<sup>5</sup> 優先順位をつけるに当たっては原子力損害賠償・廃炉等支援機構から示された「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 2019」（以下、戦略プランという。）や、原子力規制委員会から示された「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（2019年3月版）」を踏まえる。

<sup>6</sup> 事故後に発生したガレキ等には、後述のとおり、敷地内での再利用等により廃棄物あるいは放射性廃棄物とされない可能性があるものもあるが、これらや水処理二次廃棄物及び事故以前から福島第一原子力発電所に保管されていた放射性固体廃棄物を含めて、以下「固体廃棄物」という。

なお、上記のリスクを考慮する際には、地震、津波等の事象によるリスクに対しても、適宜最新の知見（検討用地震動・津波高さ等）を踏まえて、対処していく。

さらに、敷地外に影響が及び得るその他のリスクについても定期的に総点検を行い、優先順位をつけて対策を実施する。

### 3-4. 安全確保に向けた具体的な取組

#### (1) 作業安全

労働災害防止対策（東京電力及び元請事業者が一体となった労働安全衛生管理体制の運用、東京電力等によるリスクアセスメント、作業間の連絡調整の徹底、体験型の教育訓練施設を活用した新規入所者等の危険予知能力の向上等）の確実な実施と、その不断の見直しを行うとともに、労働災害が発生した際の医療体制の運用や、作業による被ばくを可能な限り低減するための対策を実施する。

#### (2) 設備安全

設備については、設備毎の保全計画に基づき、点検や適切なタイミングでの設備の更新・恒久化を着実にを行うなど、長期間の使用に耐え得るよう信頼性を維持・向上する対策を実施し、リスクを顕在化させないための設備安全を確保する。また、冷却設備等の重要な安全確保設備について、重要機能が停止しないよう、設備面のみならず、管理・運用面における防止対策を徹底する。この一環として、廃炉・汚染水対策を進める上で特に注視すべきリスクを抽出し、優先度を付けるとともに、想定される経年劣化を考慮した長期保守管理計画を策定し、定期的な見直しを行うことで、適切な設備の点検・更新や管理・運用を図っていく。

#### (3) 周辺環境への影響低減

福島第一原子力発電所の敷地外に影響を与えるリスクの低減の取組を継続するとともに、使用済燃料プールからの燃料取り出しや燃料デブリ取り出し等に向けた作業が進む中、現場状況の変化を踏まえ、適宜見直ししていく。

このうち、液体廃棄物については、地元関係者の御理解を得ながら対策を実施することとし、海洋への安易な放出は行わない。海洋への放出は、関係省庁の了解なくしては行わないものとする。

さらに、ガレキ等の固体廃棄物については、可能な限り減容して建屋内保管し、屋外の一時保管エリアを解消する。



#### (4) セキュリティ強化

個人の信頼性確認や敷地内への無断侵入に対する警戒体制の強化など、福島第一原子力発電所におけるセキュリティ強化を図る。

### 3-5. 新たな取組における規制への対応に向けた準備

福島第一原子力発電所は、2012年11月に原子力規制委員会より、特定原子力施設に指定された。このため、東京電力は、原子力規制委員会による実施計画の認可を得た上で設備を設置・運用している。

一方、燃料デブリ取り出し等、世界でも前例の無い作業の実施に当たっては、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、機構、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講じつつ、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、適切に対応していく。

### 3-6. 中長期の着実な廃炉に向けた体制の強化

福島第一原子力発電所の廃炉は、中長期にわたって安全かつ着実に遂行していく必要がある。

原子力損害賠償・廃炉等支援機構法（以下「機構法」という。）で定められた廃炉等積立金制度に基づき、廃炉<sup>7</sup>事業の貫徹に必要な、長期にわたる資金需要に適切に対応することで、持続的な廃炉体制を継続していく。

これにより、機構は、東京電力による廃炉の実施の管理・監督を行う主体として、①廃炉に係る資金についての適切な管理、②適切な廃炉の実施体制の管理、③積立金制度に基づく着実な作業管理等を引き続き行っていく。

東京電力は、機構、政府機関、関連事業者等との連携協力により、日本の総力を結集した廃炉推進体制を確立していく。

また、東京電力は、中長期ロードマップの主要な目標工程等や原子力規制委員会の「東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ」に掲げる目標を達成するための具体的な計画を策定し、進捗に応じて見直しを行う。また、その内容を政府と機構に対して報告し、公表する。

さらに、東京電力は、複雑かつ重層的な大規模プロジェクトを安全かつ着実に遂行していくために、組織体制の見直しも含め、プロジェクト管理機能や品質管理、安全に係る評価機能、エンジニアリング能力を強化する。

また、福島第一原子力発電所の廃炉と事故の調査・分析について、東京

<sup>7</sup> 機構法においては、「廃炉等」の定義において「放射性物質によって汚染された水に係る措置を含む」と規定しており、汚染水対策を内包するものとして廃炉の概念を規定している。

電力、機構、資源エネルギー庁及びその他関係機関と原子力規制庁が、双方の作業の方針等を共有・確認し、それぞれの作業の目的が達成されるように検討・調整を行い、双方の作業を統合的に進めていく。

## 4. 中長期の具体的対策

本中長期ロードマップは、現時点における知見や号機ごとに異なる状況の分析をもとに策定したものである。本中長期ロードマップにおける工程・作業内容は、現状のリスクレベルや適切な実施時期等を考慮して策定したものの、今後の現場の状況、廃炉・汚染水対策の進捗や研究開発成果等によって変わり得るものである。安全確保を最優先としつつ、地域と国民の皆様の御理解を得て、継続的に検証を加えながら見直していく。

### 4-1. 中長期ロードマップの期間区分の考え方

【第1期】ステップ2完了（2011年12月）～初号機の使用済燃料プール内の燃料取り出し開始まで（目標はステップ2完了から2年以内）

- ・ 2013年11月18日より、4号機使用済燃料プールから燃料の取り出しを開始したことをもって終了した。

【第2期】第1期終了～初号機の燃料デブリ取り出し開始まで（目標はステップ2完了から10年以内）

- ・ 当該期間中は、燃料デブリ取り出しに向けた多くの研究開発が本格化するとともに、エンジニアリングや内部調査等の取組を進める。また、建屋内滞留水処理や使用済燃料プールからの燃料取り出し作業を進める。

【第3期】第2期終了～廃止措置終了まで（目標はステップ2完了から30～40年後）

- ・ 燃料デブリ取り出し<sup>8</sup>から廃止措置終了までの実行期間。
- ・ 燃料デブリ取り出し開始から2031年末までの期間を「第3-①期」とする。
- ・ 第3-①期においては、より本格的な廃炉作業を着実に実施するために、複数の工程を計画的に進める。具体的には、1～6号機のすべ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。また、燃料デブリ取り出しについては、試験的取り出しに着手し、段階的に取り出し規模の拡大を進める。また、汚染水対策については、汚染水発生

<sup>8</sup> 1～3号機の炉心溶融により生じた燃料デブリの取り出し作業やそれに付随して必要となる原子炉内構造物等の取り出し作業を「燃料デブリ取り出し」と呼ぶ。燃料デブリ取り出し方針と初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定を踏まえ、先行して着手する試験的な取り出しから始まり、内部調査と一体的かつ段階的に実施される一連の作業プロセスとなる。

量を最小限にとどめ、安定的に維持する。廃棄物対策については、ガレキ等の一時保管を解消することでリスク低減を進める。

第2期から第3-①期までの期間中の進捗管理を明確化するという観点から、中長期ロードマップに沿った廃炉工程の進捗状況を分かりやすく示すマイルストーン（主要な目標工程）を定める（表1参照）。

表1 中長期ロードマップにおけるマイルストーン（主要な目標工程）

分野	内容	時期
<b>1. 汚染水対策</b>		
汚染水発生量	汚染水発生量を 150m <sup>3</sup> /日程度に抑制	2020 年内
	汚染水発生量を 100m <sup>3</sup> /日以下に抑制	2025 年内
滞留水処理完了	建屋内滞留水処理完了*	2020 年内
	原子炉建屋滞留水を 2020 年末の半分程度に低減	2022 年度 ～2024 年度
<b>2. 使用済燃料プールからの燃料取り出し</b>		
1～6号機燃料取り出しの完了		2031 年内
1号機大型カバーの設置完了		2023 年度頃
1号機燃料取り出しの開始		2027 年度 ～2028 年度
2号機燃料取り出しの開始		2024 年度 ～2026 年度
<b>3. 燃料デブリ取り出し</b>		
初号機の燃料デブリ取り出しの開始 (2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)		2021 年内
<b>4. 廃棄物対策</b>		
処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通し		2021 年度頃
ガレキ等の屋外一時保管解消**		2028 年度内

※1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却建屋を除く。

※※水処理二次廃棄物及び再利用・再使用対象を除く。

## 4-2. 汚染水対策

### (1) 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進

2013年9月に決定した「東京電力(株)福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針」及び同年12月に決定した「東京電力(株)福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」で掲げた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、予防的・重層的な対策を進めてきている。

これまでの対策が着実な効果を発揮しているが、引き続き、対策の進捗に応じて、必要な対策を適切に継続・管理し、確実に運用する。

#### ① 汚染源を「取り除く」

これまでに浄化設備<sup>9</sup>で処理した水についても、必要に応じて多核種除去設備等で再度の処理を進め、施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量を1mSv/年未満で維持する。

多核種除去設備等で浄化処理した上で貯蔵されている水の取扱いについては、処分方法の選択肢毎に技術的な評価を行った。技術的な観点に加え、風評被害など社会的な観点等も含めた総合的な検討を引き続き進めていく。

#### ② 汚染源に水を「近づけない」

サブドレンや陸側遮水壁等、地下水を安定的に制御し建屋に地下水を近づけないシステムを確実に運用し、建屋内滞留水との水位差を確保しつつ、建屋周辺の地下水位を出来るだけ低位で安定的に管理する。

加えて、雨水浸透防止対策として、敷地舗装(フェーシング)に引き続き取り組み、1~4号機建屋周辺の陸側遮水壁内側について、2023年度内に5割程度の敷地舗装を完了し、その後も、廃炉作業と調整しながら、残るエリアの敷地舗装を順次進めていく。また、雨水流入防止対策として、建屋屋根破損部の補修を進め、ガレキ撤去中の1号機原子炉建屋についても、先行して大型カバーを設置することにより、2023年度頃までにすべての建屋屋根の補修完了を目指す。

こうした取組により、平均的な降雨に対して、2020年以内に、汚染水発生量<sup>10</sup>を150m<sup>3</sup>/日程度、2025年以内に100m<sup>3</sup>/日以下に抑制することを目

<sup>9</sup> 多核種除去設備、増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備(以下「多核種除去設備等」という。)並びにモバイル型ストロンチウム除去装置、RO濃縮水処理設備、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置及び第三セシウム吸着装置を指す。

<sup>10</sup> 汚染水は、雨水・地下水の建屋への流入に加え、2.5m盤からくみ上げた地下水の一部の建屋への移送や、廃炉作業に伴う建屋への水の移送(オペレーティングフロアへの散水やトレンチ内溜まり水の移送等)等により増加している。

指す。

### ③ 汚染水を「漏らさない」

建屋内の滞留水については、周辺地下水の水位より建屋の水位を低位に保ち、建屋の外に流出しない状態を引き続き維持する。

浄化設備により浄化処理した水の貯蔵は、すべて溶接型タンクで実施しており、タンクからの漏えいリスクは大きく低減されている。今後、敷地の制約も踏まえ、必要なタンク容量を計画的に確保する。

海側遮水壁については、設備のメンテナンスや地下水及び港湾内のモニタリングを継続的に実施する。

## (2) 滞留水処理の完了に向けた取組

サブドレンや陸側遮水壁、敷地舗装等の効果による地下水位低下に合わせ、建屋内水位を引き下げていく。その際、建屋内滞留水<sup>11</sup>と地下水位の水位差を維持する等、建屋内の滞留水を外部に漏洩させないための対策を講じながら、地下水流入抑制を図る。

建屋内滞留水の水位低下に伴い、原子炉建屋から切り離され床面の露出した箇所については、建屋内のダスト対策等を講じつつ、流入する雨水等の汲み上げや建屋貫通部の止水等により、床面露出の状態を維持する。

循環注水を行っている1～3号機については、タービン建屋等を切り離した循環注水システムを構築した上で、原子炉建屋の水位低下等により、原子炉建屋から他の建屋へ滞留水が流出しない状況を構築する。

これらの取組を通じ、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建屋内滞留水について、2020年内の処理完了<sup>12</sup>を目指す。

原子炉建屋については、滞留水処理の進捗に伴い、 $\alpha$ 核種が検出されていることを踏まえ、 $\alpha$ 核種の濃度を低減するための除去対策を進めつつ、2022～2024年度に滞留水の量を2020年末の半分程度に減少させる。

プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋については、最地下階に高線量のゼオライト土嚢が存在することを踏まえ、ゼオライト土嚢に対する線量緩和対策を実施し、滞留水処理完了を目指す。また、滞留水処理と並行して、ゼオライト土嚢の安全な管理方法の検討を進め、対応を行う。

## (3) 汚染水対策の安定的な運用に向けた取組

汚染水対策の安定的な運用に向け、2018年までに完了したサブドレン浄化設備の二重化や汲み上げ容量の増強に加え、防潮堤等の津波対策や、排水路の強化等の豪雨対策等、大規模自然災害リスクに備え、必要な対策

<sup>11</sup> 1～4号機建屋、高温焼却炉建屋、プロセス主建屋及び海水配管トレンチ内に滞留する水を指す。

<sup>12</sup> 原子炉建屋水位を T.P.-1740mm 以下まで引き下げる。

を計画的に実施していく。汚染水対策の効果を将来にわたって維持するため、設備の定期的な点検、更新を確実に行う。さらに、第3-①期から初号機の燃料デブリ取り出しが開始され、段階的に取り出し規模が拡大していくことを踏まえ、必要に応じ、追加的な汚染水対策について検討を行っていく。

#### 4-3. 使用済燃料プールからの燃料取り出し<sup>13</sup>

##### (1) 使用済燃料プールからの燃料取り出し

###### ① 1号機

1号機の使用済燃料プール内の燃料は、崩壊熱の発生量が漸次減少し、除熱管理により冷却状態が維持され、安定的な管理がなされている。

1号機は、これまでの調査で、オペフロ上に屋根板、建屋上部を構成していた鉄骨等の建築材及び天井クレーン等がガレキとして崩落していることや、ウェルプラグが大きくずれていること等を確認している。特に、既設天井クレーン・燃料交換機がガレキ撤去の際に使用済燃料プールやオペフロ床面へ落下するリスクがある現場状況に加え、周辺地域で住民の帰還と復興の取組が徐々に進みつつある状況を踏まえ、より信頼性の高いダスト飛散対策や慎重な作業が必要である。

こうした状況を踏まえ、ガレキ撤去に先行して大型カバーを設置する新たな工法を採用し、燃料取り出しに向けた作業を進めていく（図10、11参照）。具体的には、オペフロ南側のガレキ撤去に先行して、2023年度頃までに大型カバーを設置する。その後、カバー内でガレキや崩落した天井クレーン等の撤去、オペフロの線量低減を行った上で、燃料取扱設備等を設置する。

<sup>13</sup> 1～6号機の使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業を「燃料取り出し」と呼ぶ。

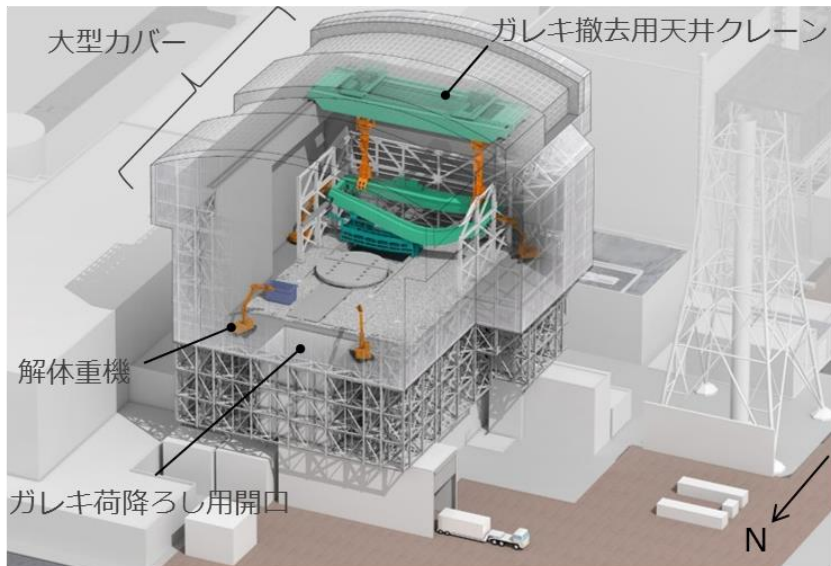


図 10 1号機の燃料取り出し工法①（イメージ図）

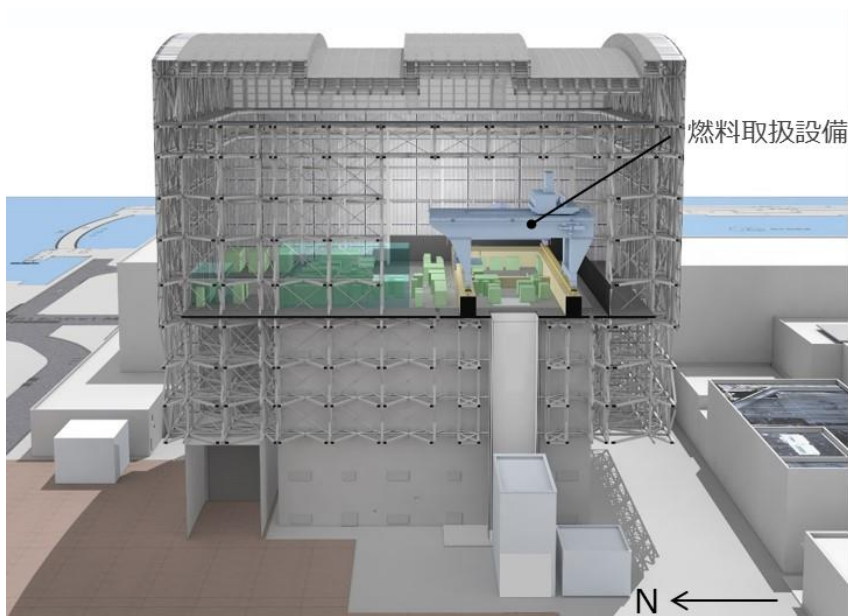


図 11 1号機の燃料取り出し工法②（イメージ図）

## ② 2号機

2号機の使用済燃料プール内の燃料も他の号機と同様に崩壊熱の発生量が漸次減少し、除熱管理により冷却状態が維持され、安定的な管理がなされている。また、2号機は水素爆発の影響を受けておらず、建屋の健全性が保たれている。

2号機では、2018年度下期にオペフロ内調査を実施し、空間線量が一定程度低減していることが判明している。こうした状況や燃料取扱設備の小型化検討を踏まえ、ダスト飛散をより抑制すべく、建屋を解体せず、建屋南側からアクセスする工法を採用することとする（図 12、13 参照）。



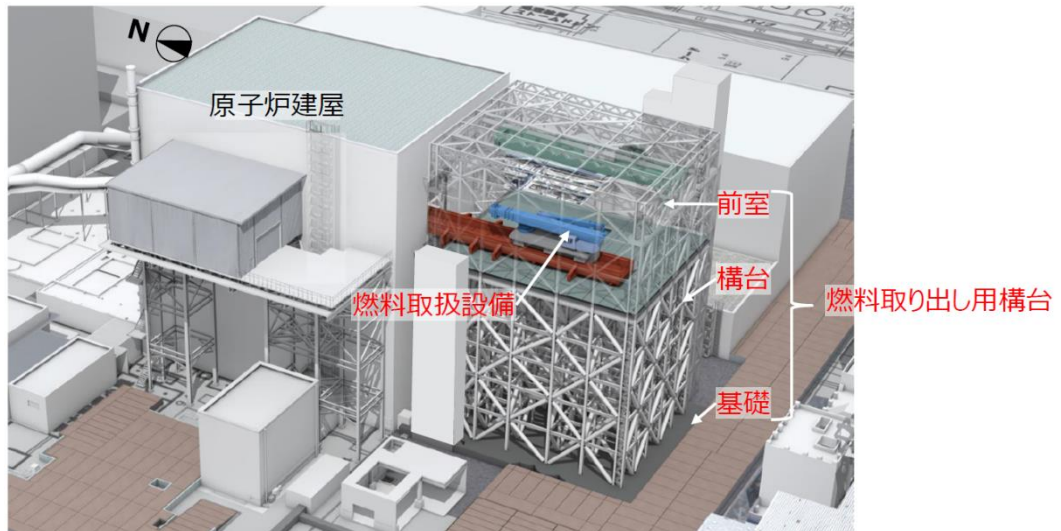


図 12 2号機の燃料取り出し工法（イメージ図）

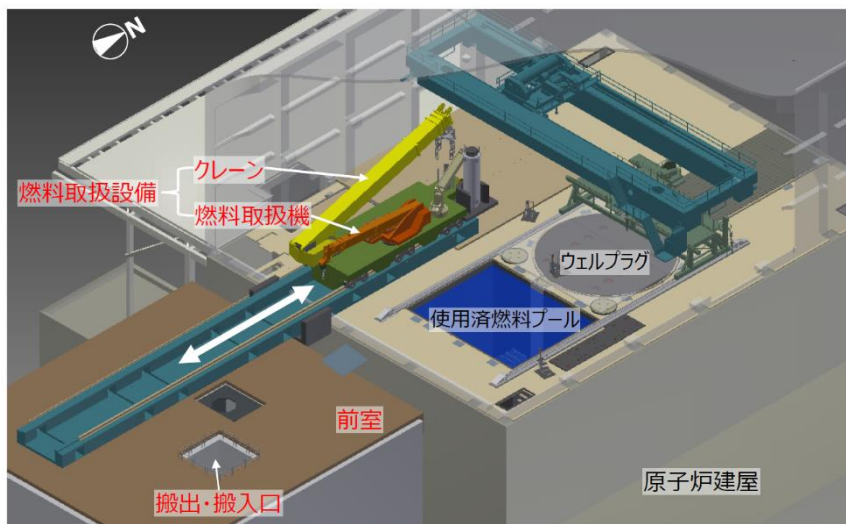


図 13 2号機の燃料取扱設備（イメージ図）

③ 3号機

2019年4月に取り出しを開始しており、引き続き、安全確保を最優先に作業を継続する。

④ 4号機

2014年12月に燃料取り出しを完了した。

⑤ 5,6号機

1～6号機すべての燃料取り出し完了に向けて、1～3号機からの取り出し作業の進捗を考慮し、作業全体の最適化を図りつつ、燃料取り出し作業に着手する。

## ⑥ 工程

3号機における燃料取り出しは2019年4月に開始しており、引き続き2020年度内の取り出し完了を目指し、作業を継続する。

残る号機の燃料取り出しについては、共用プールに保管された燃料を乾式キャスク仮保管設備へ移送することによる共用プールの容量確保、燃料デブリ取り出し作業との干渉回避等を含め、作業全体の最適化を図ることとする。具体的には、2号機において、2024～2026年度に燃料取り出しを開始し、2年程度をかけて取り出し完了を目指す。その後、1号機において2027～2028年度に燃料取り出しを開始し、2年程度をかけて取り出し完了を目指す。5,6号機においても、1～3号機の作業に影響を与えない範囲で燃料取り出し作業を実施する。

これらの取組を進め、2031年内に、1～6号機すべての燃料取り出し完了を目指す。

### (2) 燃料の取扱い

1～4号機の使用済燃料プール内の燃料については、まずは使用済燃料プールからの取り出しを進め、当面、共用プール等において適切に保管するとともに、共用プールの容量確保の観点から、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。また、今後、1～6号機すべての燃料取り出し完了に向けて、乾式キャスク仮保管のため、必要な敷地を確保していく。並行して、海水の影響等も踏まえ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、将来の処理・保管方法を決定する。

## 4-4. 燃料デブリ取り出し

### (1) 燃料デブリ取り出し方針

燃料デブリ取り出しについては、2017年9月に決定した以下の「燃料デブリ取り出し方針」に基づいて、取組を進めてきている。なお、燃料デブリが存在することで生じる様々なリスクを可能な限り早期に低減することが重要である一方、原子炉格納容器内の状況把握や燃料デブリ取り出しに必要な研究開発等が未だ限定的であることから、現時点で燃料デブリ取り出しの方法は未だ不確実性が大きいことに留意し、今後の調査・分析や現場の作業等を通じて得られる新たな知見を踏まえ、不断の見直しを行う。

### ① ステップ・バイ・ステップのアプローチ

早期のリスク低減を図るため、先行して着手すべき燃料デブリ取り出し工法を設定した上で、取り出しを進めながら徐々に得られる情報・経験に基づいて、柔軟に方向性を調整するステップ・バイ・ステップのアプローチを進める。

燃料デブリ取り出し作業と原子炉格納容器内部及び原子炉圧力容器内部の調査は相互に連携させながら一体的に実施する。燃料デブリ取り出しは、小規模なものから始め、原子炉格納容器内の状況や作業経験などから得られる新たな知見を踏まえ、作業を柔軟に見直しつつ、段階的に取り出し規模を拡大していく。

### ② 廃炉作業全体の最適化

燃料デブリ取り出しを、準備工事から取り出し工事、搬出・処理・保管及び後片付けまで、現場における他の工事等との調整も含め、全体最適化を目指した総合的な計画として検討を進める。

### ③ 複数の工法の組み合わせ

単一の工法ですべての燃料デブリを取り出すことを前提とせず、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を組み合わせる。

現時点では、アクセス性の観点から、原子炉格納容器底部には横からアクセスする工法、原子炉圧力容器内部には上からアクセスする工法を前提に検討を進めることとする。

### ④ 気中工法に重点を置いた取組

原子炉格納容器上部止水<sup>14</sup>の技術的難度と想定される作業時の被ばく量を踏まえると、現時点で冠水工法は技術的難度が高いため、より実現性の高い気中工法に軸足を置いて今後の取組を進めることとする。

なお、冠水工法については、放射線の遮へい効果等に利点があること等を考慮し、今後の研究開発の進展状況を踏まえ、将来改めて検討の対象とすることも視野に入れる。

### ⑤ 原子炉格納容器底部に横からアクセスする燃料デブリ取り出しの先行

各号機においては、分布の違いはあるが、原子炉格納容器底部及び原子炉圧力容器内部の両方に燃料デブリが存在すると分析されている。取り出しに伴うリスクの増加を最小限に留めながら、迅速に燃料デブリのり

<sup>14</sup> 原子炉格納容器には、容器外に繋がる多数の配管等が存在しており、容器内部を冠水させるためには、原子炉建屋内1階以上の高さに存在する配管等を補修・止水する必要がある。

スクを低減する観点から、以下の項目を考慮し、まず、原子炉格納容器底部にある燃料デブリを横からのアクセスで取り出すことを先行することとする。

- 原子炉格納容器底部へのアクセス性が最もよく、原子炉格納容器内部調査を通じて一定の知見が蓄積されていること
- より早期に燃料デブリ取り出しを開始できる可能性のあること
- 使用済燃料の取り出し作業と並行し得ること

## (2) 初号機の燃料デブリ取り出し方法

初号機の燃料デブリ取り出しについては、上述の燃料デブリ取り出し方針、機構が戦略プランにおいて提案した内容及びこれを踏まえた東京電力による検討結果を踏まえ、以下の「初号機の燃料デブリ取り出し方法」に基づいて、今後の取組を進めることとする。

初号機で安全かつ着実に、試験的取り出しに2021年内に着手し、段階的に取り出し規模を拡大していく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・経験を得ていく。

### ① 燃料デブリの取り出し方法

現場の状況を大きく変えずに、格納容器内に通じる既存の開口部から取り出し装置を投入、把持・吸引などにより試験的取り出しを開始し、徐々に得られる新たな知見を踏まえ、作業を柔軟に見直しつつ、段階的に取り出し規模を拡大していく一連の作業として進める。

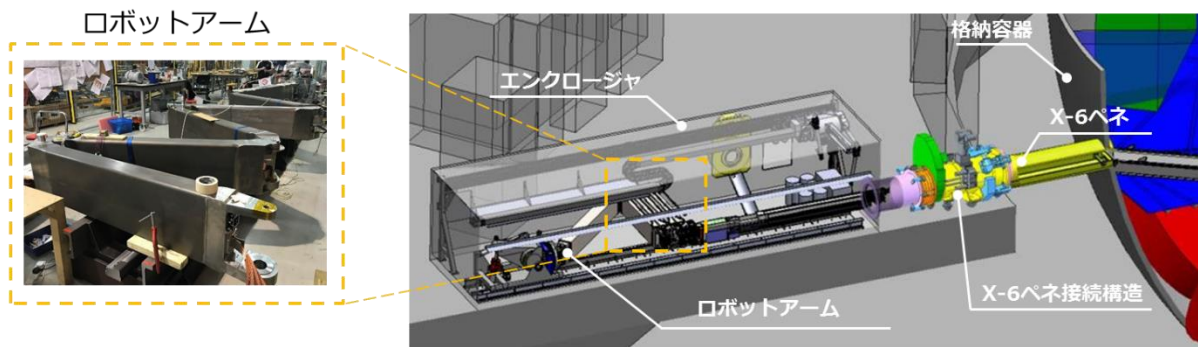
取り出し開始後、得られた情報・経験を元に、燃料デブリの加工についても計画する。

### ② 燃料デブリの収納・移送・保管方法

取り出した燃料デブリは、容器に収納の上、福島第一原子力発電所内に整備する保管設備に移送し、乾式にて保管を行う。

### ③ 燃料デブリ取り出しの初号機

「初号機」は、燃料デブリ取り出し作業における安全性、確実性、迅速性、使用済燃料の取り出し作業との干渉回避を含めた廃炉作業全体の最適化の観点から、2号機とする。



試験的取り出し		段階的に取り出し規模を拡大	
アクセス装置	デブリ回収装置	アクセス装置	デブリ回収装置
	 金ブラシ案 真空容器案		 グリッパツール案 掘削回収ツール案

図 14 燃料デブリ取り出し装置のイメージ

### (3) 燃料デブリ取り出しに係る当面の取組

燃料デブリ取り出し方針と初号機の燃料デブリ取り出し方法を踏まえ、東京電力において、エンジニアリングを継続するとともに、内部調査と研究開発の継続的な実施、線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備を進める。

#### ① エンジニアリングの実施

燃料デブリ取り出しシステムの概念検討等のこれまでの研究開発成果が現場で実際にどのように適用可能かを確認するため、実際の取り出し作業の前段階として、燃料デブリ取り出しに向けた実際の作業工程を具体化する。その上で、燃料デブリ取り出しシステムの概念検討等を現場で実際に適用していくため、システムの仕様の具体化や設計、安全に係る評価などを進める。

現場適用に向けて、燃料デブリ取り出しに必要な設備等のメンテナンス容易性、配置、動線等に関し、現場状況を十分に踏まえ検討する等、手戻りの最小化を図る。また、エンジニアリングの結果を踏まえ、必要に応じて燃料デブリ取り出し工法・方法を見直す。

#### ② 内部調査と研究開発の継続的な実施

燃料デブリ取り出しに向けて、内部調査と研究開発を継続的に実施する。

これまでの原子炉格納容器内部調査より、大型の測定機器等を投入する詳細な内部調査を進める。併せて、原子炉圧力容器内部を調査する工法

の開発を進める。また、燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発を進める。なお、調査・分析の際には、福島第一原子力発電所の事故の解明の観点も十分に考慮して進める。

取り出し規模の更なる拡大において、気中工法を実現するため、放射性物質を封じ込める管理システム（負圧管理システム、循環冷却システム等）の開発を進める。また、気中工法を適用する場合においても、各号機の状況に応じて原子炉格納容器底部の水位を適切に設定する必要があるため、原子炉格納容器からの取水技術等の水位を安定的に制御する技術の開発を行う。

また、気密性を有した大型のセルを原子炉格納容器の側面に接続し、放射性物質の閉じ込め機能を確保する技術を確立する。

さらに、障害物除去を含め燃料デブリ取り出し作業を効率化するための技術の開発や、燃料デブリ由来のダストの拡散を防止する技術の開発を進める。

このほか、燃料デブリ取り出しの作業効率性を規定することとなる燃料デブリの収納・移送・保管に関するシステムの準備、燃料デブリと廃棄物との仕分け方法に関する研究開発等も進める。

### ③ 線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備

燃料デブリへの横からのアクセスを実現するためには、まず、作業現場の放射線量の低減を図る必要がある。このため、各号機の原子炉建屋 1 階について、線源の調査や撤去等を進める。

また、3号機については、横からのアクセスが可能となるように現状の原子炉格納容器内の水位を下げる等、燃料デブリ取り出しのためのアクセスルートを確保する。

さらに、取り出し規模の更なる拡大に向けて、大型の取り出し装置や放射性物質を封じ込める管理システム、保管施設などの新設や、そのための敷地の確保について、他の廃炉作業の進捗及びそれに伴う敷地利用も考慮した上で検討を進める。

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を通じて得られる情報・経験、エンジニアリング及び内部調査と研究開発の成果、線量低減・水位低下・敷地確保等の現場環境整備の進捗を慎重に見極めつつ、収納・移送・保管方法を含め、その方法の検討を進める。

燃料デブリの保障措置については、燃料デブリの取り出し・保管を行うまでに、実施手法を構築する。

また、取り出した燃料デブリの処理・処分方法については、燃料デブリ取り出し開始後に、燃料デブリの性状の分析等を進め、第 3 期に決定する。



## 4-5. 廃棄物対策

### (1) 基本的な考え方

固体廃棄物については、2017年9月に決定した以下の「基本的考え方」に基づき、関係機関が各々の役割に基づきつつ、国の総力を挙げて取り組む。これを実施するため、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は、機構を中心に進める。

- 固体廃棄物については、放射性物質の接近（漏えい）を防止するための閉じ込めと人の接近を防止するための隔離を徹底し、人が有意な被ばくを受けないようにする。
- 固体廃棄物の管理全体<sup>15</sup>の負荷を軽減するため、廃炉作業に伴って発生する固体廃棄物について、可能な範囲で物量を低減していく。
- 固体廃棄物の処理・処分の検討を進めていくためには、固体廃棄物の核種組成、放射能濃度等の性状を把握することが必要である。廃棄物の物量が多く、核種組成も多様であることから、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。
- 固体廃棄物を処分するためには、処分対象とする固体廃棄物の発生量及び性状を把握した上で、処分施設の仕様及びそれに適した廃棄物の技術的要件（処分の技術的要件）を明確にすることが必須である。しかしながら、固体廃棄物の発生量及び性状は、今後の廃炉作業の進捗状況や計画の明確化に伴って順次明らかになる。したがって、発生した固体廃棄物については、その性状を踏まえて安全かつ合理的な保管・管理を行うとともに、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、保管容量を確保する。
- 固体廃棄物をより安全に保管・管理するため、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）の方法を合理的に選定する手法を構築し、先行的処理の方法を選定する。
- 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発を効率的に進めていくため、性状把握、処理、処分の研究開発の各分野の連携を密にする。各分野の検討状況や課題を共有し、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しながら進めていく。
- 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、固体廃棄物の管理全体に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を構築する。
- 固体廃棄物の管理全体を着実に進めていくに当たり、作業に従事す

<sup>15</sup> 固体廃棄物の発生から、保管・管理、処理等を経て処分に至るまでのすべての措置。

る者の安全と健康を確保することが重要であり、関連する法令に基づいた被ばく管理、健康管理、安全管理を徹底していく。

## (2) 保管・管理

固体廃棄物を必要に応じて、容器収納や固定化等により、飛散・漏えいしないよう閉じ込める。また、保管場所を適切に設定し、保管場所に固体廃棄物を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。

固体廃棄物量を低減するため、廃棄物となるものの搬入の抑制、再利用・再使用及び減容等の取組を継続していく。

東京電力は、当面 10 年間程度に発生する固体廃棄物の物量予測を行い、固体廃棄物の発生抑制と減容を図った上で、一時保管エリアにおける保管や、遮へい・飛散抑制機能を備えた施設の計画的な導入、継続的なモニタリングによる適正な保管を前提とした保管管理計画を策定しており、今後の廃炉作業の進捗状況や計画等により変動するものであることから一年に一度発生量予測を見直し、必要に応じて更新を行う。

こうした方針に基づき、固体廃棄物焼却設備や減容処理設備の整備を進め、2028 年度内までに、水処理二次廃棄物及び再利用・再使用対象<sup>16</sup>を除くすべての固体廃棄物（伐採木、ガレキ類、汚染土、使用済保護衣等）の屋外での保管を解消し、作業員の被ばく等のリスク低減を図る。

水処理二次廃棄物のうち、多核種除去設備等で発生したスラリーについては脱水処理を行うとともに、プロセス主建屋内の除染装置から発生した廃スラッジについては建屋からの抜き出し・高台移転によって漏えいリスクを大幅に低減させる。また、並行して水処理二次廃棄物（吸着塔類）の保管施設を設置し、屋外での一時保管を可能な限り解消することで、早期にリスクの低減を図る。

燃料デブリ取り出しに伴って発生する固体廃棄物について、保管・管理方法等の検討を、燃料デブリ取り出し方法の検討と合わせて進める。

## (3) 処理・処分

処理・処分の検討を進めるためには、固体廃棄物の性状を把握する必要がある。廃棄物の物量が多く、核種組成も多様なため分析試料数が増加する。これに対応するため、放射性物質分析・研究施設の整備、分析要員の育成・確保による分析能力の向上について、計画的に進める。

性状把握のための分析データとモデルに基づく手法を組み合わせた固体廃棄物の性状を把握する方法の構築とともに、分析試料数の最適化及び分析方法の研究開発により、性状把握の効率化を進める。

<sup>16</sup> 表面線量率が 0.005 mSv/h 未満であるガレキ類。



先行的処理が施された場合の固体廃棄物の仕様毎に、設定した複数の処分方法に対する安全性を評価し、その結果に基づいて処理方法を選定するための手法を構築する。

その上で、機構の戦略プランにおいて、2021年度頃までを目処に、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。具体的には、固体廃棄物の物量低減に向けた進め方を提示するとともに、性状把握を効率的に実施するための分析・評価手法を開発する。また、性状把握等、必要な情報が判明した際に、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を構築する。

以上の取組と並行して、東京電力は、保管・管理時の安全確保に係る対処方針や性状把握に有用な測定データを早期に示すなど、適切に対応する。

さらに、第3期に固体廃棄物の性状分析等を進め、廃棄体の仕様や製造方法を確定する。その上で、発電所内に処理設備を設置し、処分の見通しを得た上で、廃棄体の製造を開始し、搬出する。

## 4-6. その他の具体的な対策

### (1) 原子炉の冷温停止状態の継続

引き続き、安定状態を維持していくため、原子炉格納容器内の温度等のパラメータ監視や、水素爆発のリスク低減のための窒素封入を引き続き実施するとともに、新たに策定する長期保守管理計画に基づく設備及び管理・運用面の対策等による信頼性の維持・向上を図る。

### (2) 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止

#### ① 海洋汚染拡大防止

港湾内の放射性物質濃度が告示に定める濃度限度を安定して下回るよう、港湾内へ流出する放射性物質の濃度をできるだけ低減させる。建屋屋上からの雨水対策及び建屋周辺的路盤整備等、港湾内へ流入する排水路の放射性物質濃度の低減対策を継続し、降雨時における港湾内の放射性物質濃度の上昇を抑制する。

#### ② 気体・液体廃棄物の管理

気体・液体廃棄物については、モニタリングを継続し、厳重な放出管理を行い、告示に定める濃度限度を遵守することはもとより、合理的な手法に基づき、できる限り濃度の低減を図る。

### ③ 敷地内除染による線量低減

ガレキ保管エリア及びプラントからの影響が大きい 1～4 号機周辺を除いたエリアについて、引き続き、平均  $5\mu\text{Sv/時}$  以下を維持する。

### ④ リスクの総点検

敷地外に影響を与える可能性のあるリスクについて、総点検を実施し、放射性物質を含む液体やダストを中心に、追加対策の必要性等を整理した（2015 年 4 月）。これまでにほぼすべての調査が完了するとともに、約 7 割で対策が完了している。引き続き、敷地外に影響を与えるリスクを低減するための対策を着実に進めていくとともに、適切にフォローアップを図っていく。

また、リスクは、廃炉作業の進捗に応じた環境の変化により、変化していくものであり、抽出されたリスクについては、この変化を適宜反映しながら継続的に管理するとともに、これ以外のリスクの可能性も含めて定期的に見直しを行う。

## (3) 原子炉施設の廃止措置に関する事項

廃止措置に関する事項は、30～40 年後の廃止措置終了を目標に、燃料デブリ取り出し等の廃炉作業や研究開発等の進捗状況を踏まえ、東京電力が第 3 期に定める。その際、機構は、国内外の叡智の結集等を通じ、多角的かつ専門技術的な助言・指導を行う。

また、5, 6 号機については、1～4 号機の作業の進捗状況を踏まえつつ、使用済燃料の取り出しを進め、その上で、廃止措置に関する事項を定める。

## 5. 作業円滑化のための体制及び環境整備

長期に及ぶ廃炉作業を達成するためには、継続的に現場作業を担う人材を確保・育成することが必要となる。このため、必要と想定される作業員数の見通しを予め推定するとともに、労働環境の改善に向けて、法定被ばく線量限度（100mSv/5年、50mSv/年）の遵守に加え、可能な限りの被ばく線量の低減、労働安全衛生水準の不断の向上等を図る。

### （1）必要作業員数の見通しとその安定的な確保

今後3年間で必要と想定される作業員数を取組ごとに示す（図15参照）。

継続的な人材確保・育成を見据え、適切な人材の配置や安定的な雇用を確保するために、中長期の作業員確保等に配慮した随意契約の活用等の取組を継続して実施するほか、地元雇用にも配慮した方針を維持する。

なお、この必要作業員数の見通しについては、中長期ロードマップを改訂する度に、必要に応じて見直しを行う（関連資料：図16参照）

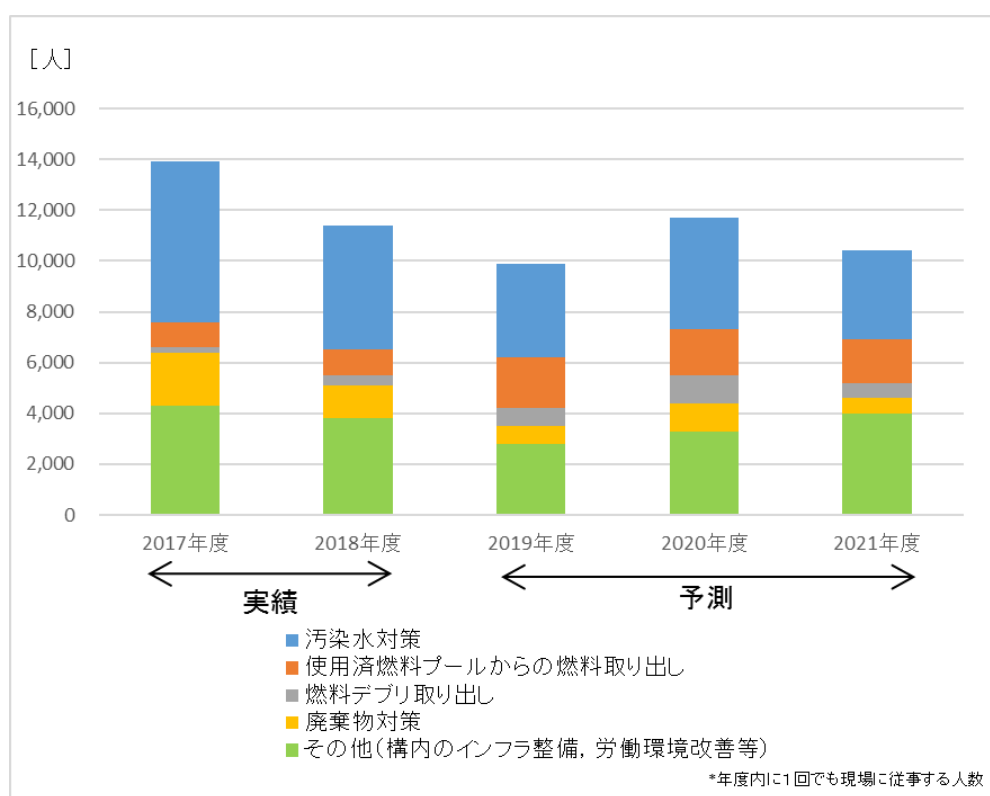


図15 今後3年間の必要作業員数の見通し<sup>17</sup>

<sup>17</sup> これまでの作業実績を踏まえつつ、各年度に予定している作業内容から試算。なお、本試算は現段階で想定可能な範囲で算出したものであり、今後の状況変化等に応じ、増減が生じる可能性がある。

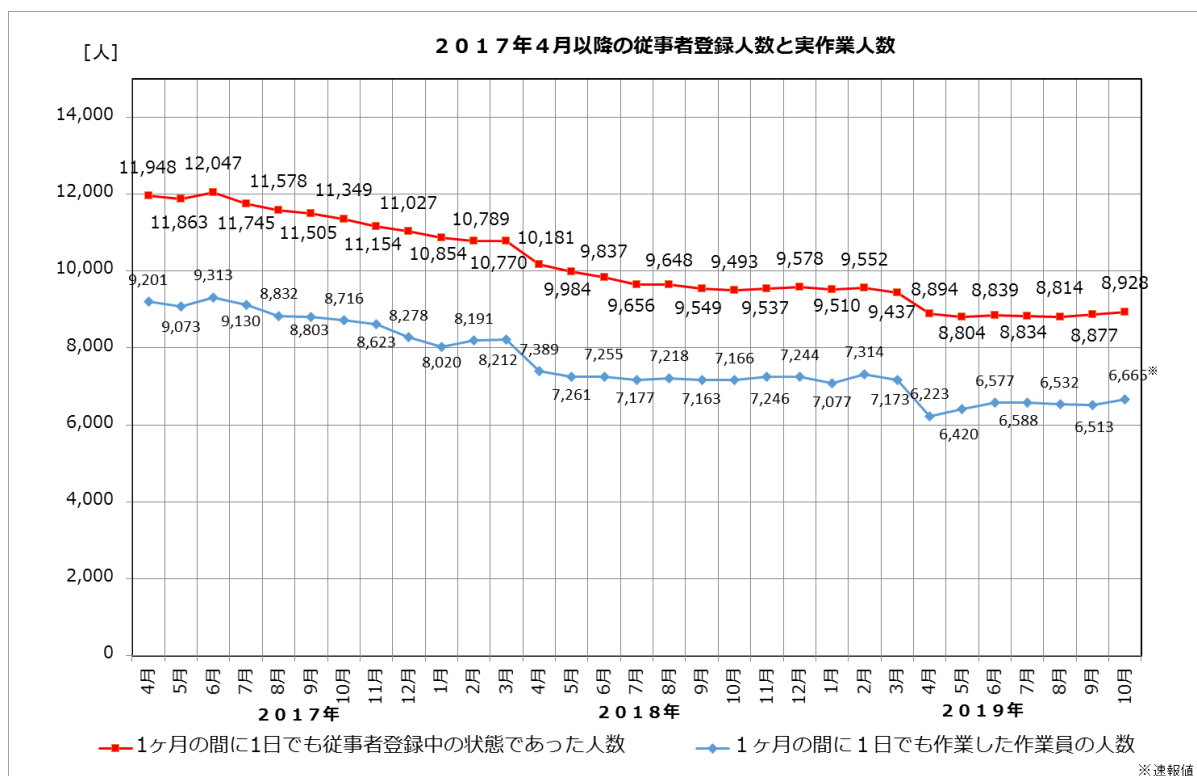


図16 実作業人数と従事者登録人数の比較<sup>18</sup>

## (2) 労働環境、労働条件の改善に向けた取組

- ア. 一般作業服等で作業が可能なエリアは2018年5月までに構内面積の約96%に拡大した(図18参照)。引き続き、給食センター・大型休憩所・協力企業棟の運用等のほか、今後見込まれる高線量下での作業に対して、廃炉作業の進捗状況に応じた適切な作業計画の運用などにより、労働環境の改善を図る。
- イ. 東京電力及び元請事業者が一体となって、廃炉作業の状況を的確に踏まえた労働安全衛生管理体制の確立及びその的確な運用を図る。また、関連企業を含めて、労働安全の確保を図る。
- ウ. 工事の発注段階から、工法、設備、施設、施工機械等に関わる被ばく低減対策を検討するとともに、それら対策を施工計画に盛り込む等により、効果的な被ばく線量の低減措置を実施する。発電所構内の労働者全員についての被ばく線量情報を東京電力が一元的に管理し、元請事業者及び関係請負人に対して必要な情報提供、指導、助言など放射線管理を徹底する(関連資料:図19参照)。

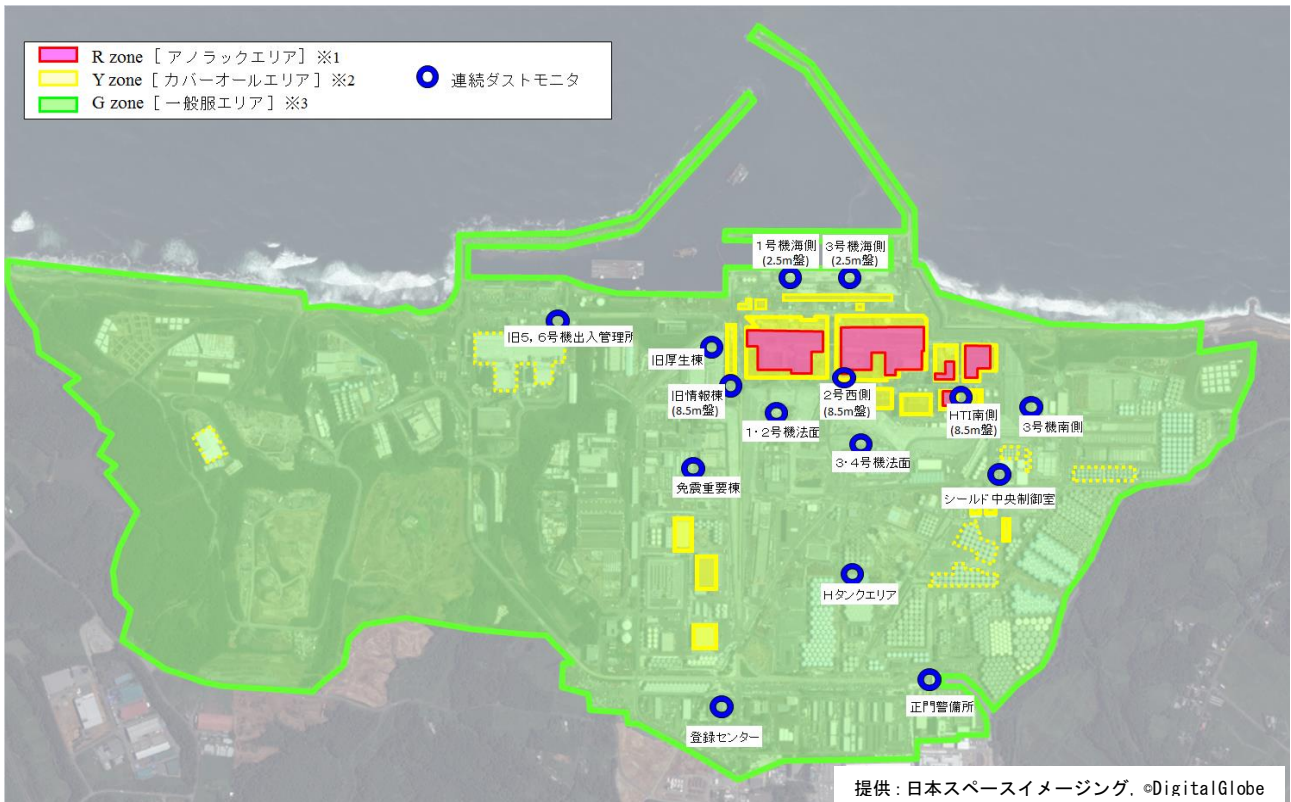
<sup>18</sup> 月単位では、実作業人数に対し、ある程度の余裕のある範囲で従事者登録者が確保されている。

- エ. 東京電力、元請事業者及び関係請負人によるリスクアセスメントの実施や、東京電力及び協力企業による体感型教育訓練施設の活用、現場の巡視、作業間の連絡調整の徹底等により、労働安全衛生水準の向上を図る。
- オ. 健康管理対策として、健康診断実施後の事後措置がすべての協力企業で適切に行われていることを東京電力、元請事業者が確認する仕組みを継続して運用するほか、熱中症予防対策やインフルエンザ等感染症予防対策等を実施する。また、「廃炉等作業員の健康支援相談窓口」などを活用するよう働きかける。さらに、これまで構築してきた緊急時の医療体制の維持を図る。
- カ. 労働条件に関する講習会等の普及啓発活動や、相談窓口に寄せられた要望への対応等を継続的に行い、適切な労働条件を確保する。
- キ. すべての作業員の雇用契約等について、必要に応じて元請事業者を通じ、確認する。また、適切な社会保険に加入していることについて、必要に応じて元請事業者を通じ、調査を行う。



図 17 大型休憩所（食堂）





- ※1 1～3号機原子炉建屋内、及び1～4号機タービン建屋内並びに周辺建屋のうち滞留水を保有するエリア
- ※2 Y zoneのうち黄色点線内は、濃縮塩水等を取り扱う作業など汚染を伴う作業を対象とし、パトロールや作業計画時の現場調査などは、G zoneの装備とする。なお、上図以外においてもG zone内で高濃度粉じん作業（建屋解体等）や濃縮塩水等のタンク移送ラインに関わる作業等を行う場合は、Y zoneを一時的に設定する。
- ※3 図中のG zoneのほか、共用プール建屋の一部エリアも対象とする。

G zone (一般服エリア)	Y zone (カバーオールエリア)	R zone (アノラックエリア)
<b>使い捨て式防じんマスク</b> 	<b>全面マスク 又は 半面マスク</b> 	<b>全面マスク</b> 
<b>一般作業服</b> <b>構内専用服</b>  	<b>カバーオール</b> 	<b>カバーオールの上のアノラック</b> 

図 18 福島第一原子力発電所構内の一般作業服等で作業が可能なエリア (Gzone)

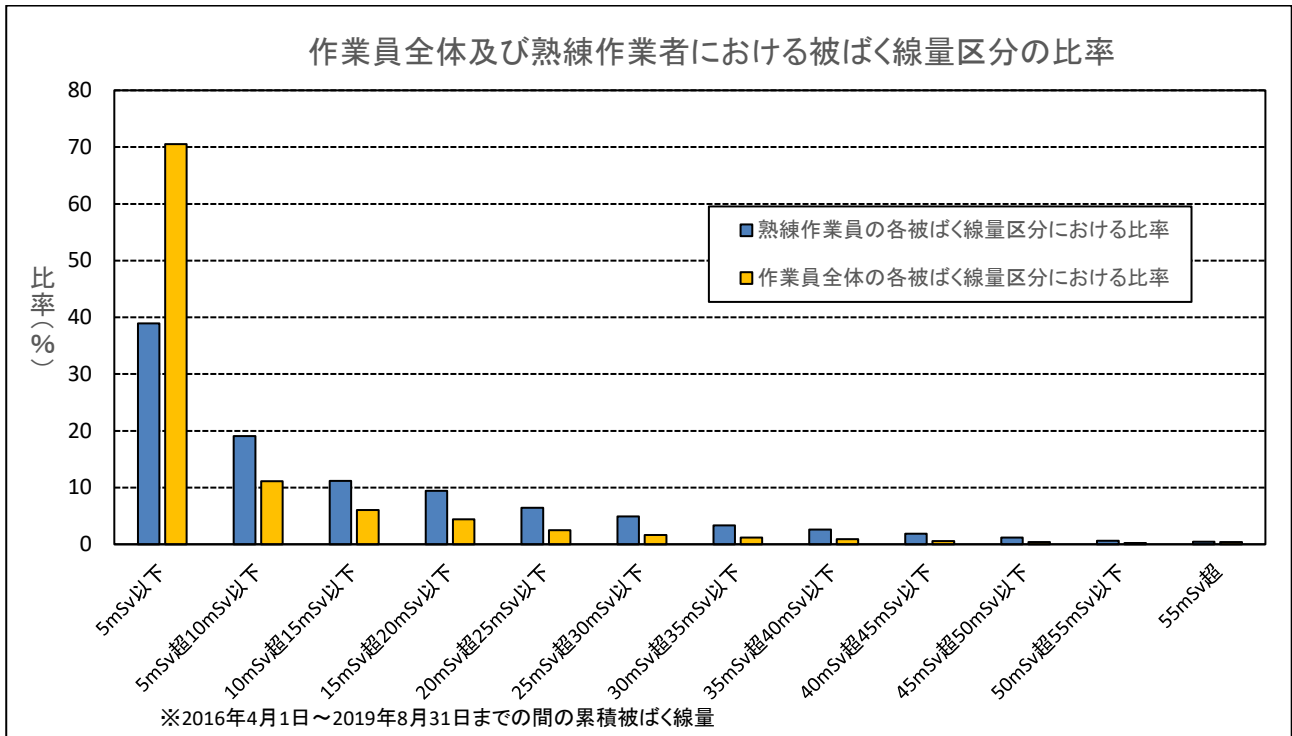


図 19 作業員全体及び熟練作業員における被ばく線量区分の比率<sup>19</sup>

<sup>19</sup> 作業員全体及び熟練作業員の被ばく線量は法定被ばく線量限度と比較し、低い水準となっている。引き続き、中長期的に作業員を確保していくには、被ばく線量を可能な限り低く抑えることが重要である。

## 6. 研究開発及び人材育成

### (1) 研究開発

研究開発は、その成果が廃炉・汚染水対策に実際に役立つものとなるよう、最新の現場状況、国内外の知見、作業工程の進展等を反映して、常に見直すことが重要であり、必要に応じ、重層的な取組や、安全規制への対応を考慮した開発を進める。その際には、東京電力が、現場のニーズやエンジニアリングの結果に基づき、プロジェクト管理体制の下で研究開発を企画・管理していくことも重要である。

また、IRID<sup>20</sup>、JAEA<sup>21</sup>による取組に加え、大学等で行われる基礎研究の知見や諸外国の技術や経験の取り込みにより、国内外の叡智を更に結集し、総力を挙げた研究開発を進める。

研究開発を進めるに当たっては、引き続き、機構を中心に、基礎から実用に至る研究開発を一元的にマネジメントする。具体的には、機構に設置された「廃炉研究開発連携会議」での議論を踏まえつつ、廃炉に必要な研究開発（ニーズ）と大学・研究機関で進めている基礎・基盤的な研究開発（シーズ）をマッチングさせるための情報発信・共有及び活動の場の構築、各種フォーラムやシンポジウムを活用した研究成果の発信や現場視察の機会の提供などの人材の育成・確保・流動化等の取組の強化を進める。こうした活動の中心的な組織として、JAEAの「廃炉国際共同研究センター」の機能を強化し、福島県富岡町に整備した国際共同研究棟のほか、「櫛葉遠隔技術開発センター」（モックアップ試験施設）や「大熊分析・研究センター」（放射性物質分析・研究施設）等も活用した国内外の大学・研究機関等との共同研究等を推進することにより、関係機関が一体となり、叡智を結集した国際的な廃炉研究拠点の形成を目指す。

また、東京電力による「TEPCO CUUS00」など、オープンイノベーションプラットフォームを活用して積極的にニーズを公開し、適用可能な知見や技術を国内外から広く募集する取組等も引き続き実施する。

福島イノベーション・コースト構想の一翼を担う廃炉関連施設については、引き続きJAEAによる整備・活用を進める。「櫛葉遠隔技術開発センター」（モックアップ試験施設）では、廃炉作業に必要な遠隔操作機器・装置の開発実証を進める。また、「大熊分析・研究センター」（放射性物質分析・研究施設）については、2018年3月に施設管理棟の運用を開始した。同センターを活用した分析実施体制の構築に向け、引き続き、第1棟・第2棟の整備を進める。さらに、国際共同研究棟を中心に「廃

<sup>20</sup> 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)：原子力発電所の廃炉を対象とした研究開発の実施機関。2013年8月に発足。

<sup>21</sup> 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構(JAEA)



炉国際共同研究センター」における研究活動等を推進する。

## (2) 人材育成

30～40年程度かかると見込まれている廃止措置等を実施していくため、中長期的な視点での計画的な人材育成に取り組む。

実施に当たっては、高等教育機関での研究者・技術者の育成、産学のネットワーク構築、難易度の高い研究における各機関の連携、各種フォーラムやシンポジウムを活用した研究成果の発信や、現場経験の提供などについて、引き続き関係機関の協力を得て取組を強化していく。

その際、機構は、「廃炉研究開発連携会議」を活用しつつ、各機関による人材育成の取組を一元的に把握し、関係機関に共有することにより、各機関間の連携を促進し、人材確保に繋げる。その取組の一つとして、機構は福島第一原子力発電所の廃炉に関する基礎知識等を身に付けるための社外共通研修を実施している。こうした取組を通じて、地元の人材育成に貢献していく。

さらに、東京電力は、地元企業社員が基礎知識・技能を学ぶことができる研修施設として、「福島廃炉技術者研修センター」を設置した。今後も地元の人材育成に資するべく、段階的な研修・訓練内容の拡充に向けた検討を進めていく。

## 7. 国際社会との協力

廃止措置等に向けた取組を、効率的かつ効果的に進めるためには、海外での廃止措置等に関する知見・経験を十分に活用していくなど、国内外の叡智の結集と活用が重要である。また、福島第一原子力発電所の事故を起こした我が国の国際社会に対する責任として、二国間・多国間の枠組み等による活動の中で、廃炉・汚染水対策で得られたデータ等の積極的な情報発信を行い、助言・評価も得つつ、国際社会に開かれた形で廃止措置等を進めることが引き続き重要である。

政府は、外国政府や国際機関等へ丁寧に情報提供を行うとともに、国際共同研究プロジェクトの活用や研究開発事業における国際公募の実施等の取組を進める。加えて、福島に関する国際社会の正確な理解の形成に向けて、適時適切に国際機関等、国際社会との協力を行っていくことが必要である。

機構は、技術戦略の策定等に際し、「福島第一廃炉国際フォーラム」を引き続き主催する等により、国内外の叡智の結集及び活用を行うとともに、双方向の情報発信に取り組む。

東京電力は、データ等の積極的な情報発信を行うとともに、廃炉に関するデータや現場ニーズの発信及び海外の技術シーズの発掘や知見の活用等を積極的に進める。

こうした国際的な取組は、政府、機構、東京電力及び研究機関等が密接に連携して進める。具体的な取組として、在京大使館を含む各国政府への説明や IAEA 総会におけるサイドイベント等での情報提供を行うとともに、英語ホームページや動画・パンフレット等の広報資料を活用し、引き続き透明性をもって福島第一原子力発電所の状況等に関する情報を国際社会に対して発信していく。

## 8. 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化

長期にわたる廃炉作業を進めていくに当たっては、「復興と廃炉の両立」の大原則の下、より一層のリスク低減や安全確保を最優先としつつ、地域との共生を進め、コミュニケーションを強化していくことが、必要である。

### (1) 地域との共生

地域との共生に当たっては、廃止措置等に向けた取組を通じて、地域の産業・雇用の回復・振興に貢献していくことが重要である。東京電力は、安全かつ着実な廃炉を進めるに当たって、地域における復興の進捗を見据え、幅広い地元企業の廃炉作業への参画や、地元からの資材調達の拡大に向け、関係企業とも連携しつつ、包括的な計画を策定することにより、主体的・積極的に取組を進めていく。

国・県・関係機関も一体となって、地元企業の技術力向上を図るなど、廃炉作業への参画を支援していく。

このほか、現場作業に資する関連施設の設置に当たっては、地域社会との融合や地域貢献に配慮するとともに、地元雇用・調達、商圈の回復、生活環境の整備促進につなげていく。

### (2) コミュニケーションの強化等

長期に及ぶ廃炉作業を実施する上では、地域・社会の関心や疑問に応え、丁寧でわかりやすい説明に努め、不安を払拭し、廃炉に関する取組への理解を得ることが不可欠である。このため、機構や東京電力は、現場状況に応じて柔軟に方向性を調整しながら進めることが求められる廃炉作業の準備や実際の作業状況等について、ホームページやパンフレットなども活用しながら、丁寧な情報発信をより一層強化していく。また、地域の皆様をはじめとした様々な立場の方々との双方向のコミュニケーションの充実を図っていくことが重要である。そのため、東京電力は、福島第一原子力発電所の視察や、地域でのイベント等の機会をとらえ、地域・社会の関心や疑問に直接応える場を拡大していく。

さらに、リスク低減に向けた安全対策の取組や作業の進捗状況、放射線データ等について、周辺地域をはじめ、国内外に広く周知するため、報道機関、諸外国、国際機関等に対し、適切かつ積極的に情報提供を行う。その際、迅速性・正確性はもとより、公表するデータの持つ意味を丁寧に解説する等、風評被害対策の観点にも十分配慮した適切な情報発信に取り組む。

## 9. おわりに

避難されている住民の皆様のご一刻も早い御帰還を実現し、地域及び国民の皆様のご不安を解消するためにも、本中長期ロードマップに基づき、廃止措置等に向けた中長期の取組を着実に進めていく。

併せて、本中長期ロードマップについては、廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議において、進捗状況を定期的に確認・公表するとともに、廃炉・汚染水対策福島評議会や廃炉・汚染水対策現地調整会議において、現地関係者の声も聞きながら、継続的な見直しを図る。

引き続き、本中長期ロードマップで掲げた基本原則の下、安全・安心のために必要な対応や新たに判明した事象への対応等を着実に取りながら、廃止措置等に向けた取組を進めていく。

## これまでの経緯

事故発生後の福島第一原子力発電所については、2011年5月に、政府及び東京電力が、「東京電力福島第一原子力発電所事故の収束・検証に関する当面の取組のロードマップ」をとりまとめ、事故の早期収束に向けた取組を進めてきた。

2011年7月には、上記ロードマップにおけるステップ1の目標である「放射線量が着実に減少傾向にある」状況を、同年12月には、ステップ2の目標である「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」状況を達成した。

ステップ2後の中長期の取組については、2011年8月に原子力委員会に設置された「東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会」により、「燃料デブリ取り出し開始までの期間は10年以内を目標。」

「廃止措置がすべて終了するまでは30年以上の期間を要するものと推定される。」との整理を行った。2011年11月には、経済産業大臣及び原発事故収束・再発防止担当大臣が、廃止措置等に向けた中長期ロードマップを策定するよう、東京電力、資源エネルギー庁及び原子力安全・保安院（当時）に対して指示を出し、2011年12月21日、原子力災害対策本部政府・東京電力中長期対策会議において、「中長期ロードマップ」の初版を決定した。

その後、ステップ2完了（2011年12月）以降も漏水などのトラブルが発生していた状況を受けて、東京電力は、原子力安全・保安院（当時）の指示を受け、中長期的な信頼性向上のために優先的に取り組むべき事項についての具体的な計画（以下「信頼性向上計画」という。）を策定し、2012年7月25日には、原子力安全・保安院（当時）は評価結果を公表した。これを受け、2012年7月30日、信頼性向上計画や、それまでの取組の進捗状況を反映する形で、原子力災害対策本部政府・東京電力中長期対策会議において、中長期ロードマップの第1回改訂を行った。

さらに、2013年2月8日、原子力災害対策本部において、燃料デブリ取り出し等に向けた研究開発体制の強化を図るとともに、現場の作業と研究開発の進捗管理を一体的に進めていく体制を構築することを目的として、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議（以下「廃炉対策推進会議」という。）を設置した<sup>22</sup>。2013年3月7日、廃炉対策推進会議（第1回）において、議長である経済産業大臣から、燃料デブリ取り出しのスケジュール前倒しなど検討を進め、同年6月中を目途に「改訂版ロードマップ」を取りま

<sup>22</sup> これに伴い、政府・東京電力中長期対策会議は廃止。

とめるよう、指示がなされ、2013年6月27日、廃炉対策推進会議において、中長期ロードマップの第2回改訂を行った。

2013年8月19日に、汚染水貯水タンクから汚染水約300m<sup>3</sup>が漏えいするトラブルが判明したこと等を受け、同年9月3日原子力災害対策本部において、「汚染水問題に関する基本方針」を決定するとともに、廃炉・汚染水問題の根本的な解決に向け、事業者任せにするのではなく、政府が総力を挙げて取り組むため、関係閣僚等会議を設置した。さらに、同年9月10日、関係閣僚等会議は、廃炉・汚染水対策を進める体制を強化するため、原子力災害対策本部の下に、廃炉・汚染水対策チームを設置した。

2013年12月10日には、廃炉対策推進会議の下の汚染水処理対策委員会において、「東京電力(株)福島第一原発における予防的・重層的な汚染水処理対策」がとりまとめられたことを受け、2013年12月20日の原子力災害対策本部において、「廃炉・汚染水問題に対する追加対策」を決定した。併せて、廃炉・汚染水対策に係る司令塔機能を一本化し、体制を強化するため、廃炉対策推進会議を関係閣僚等会議に統合した。

2014年2月17日、廃炉・汚染水対策について地元ニーズに迅速に対応するため、地元関係者への情報提供・コミュニケーションの強化を図るための廃炉・汚染水対策福島評議会を設置した。

2014年8月18日には、より着実に廃炉・汚染水対策を進められるよう支援体制を強化するため、原子力損害賠償支援機構に廃炉等支援業務を追加し、同機構を原子力損害賠償・廃炉等支援機構に改組した。

2015年6月12日、廃炉・汚染水対策の進捗や地域の皆様からの声等を踏まえ、関係閣僚等会議において、中長期ロードマップの第3回改訂を行った。

2017年5月10日、機構法の改正法が成立し、機構に廃炉に係る資金を管理する積立金制度が創設された。

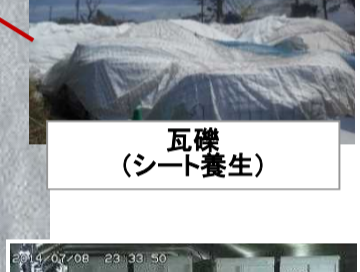
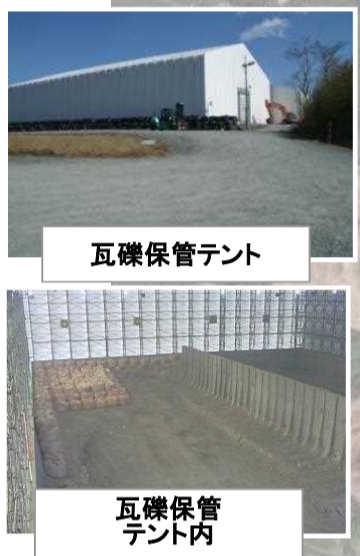
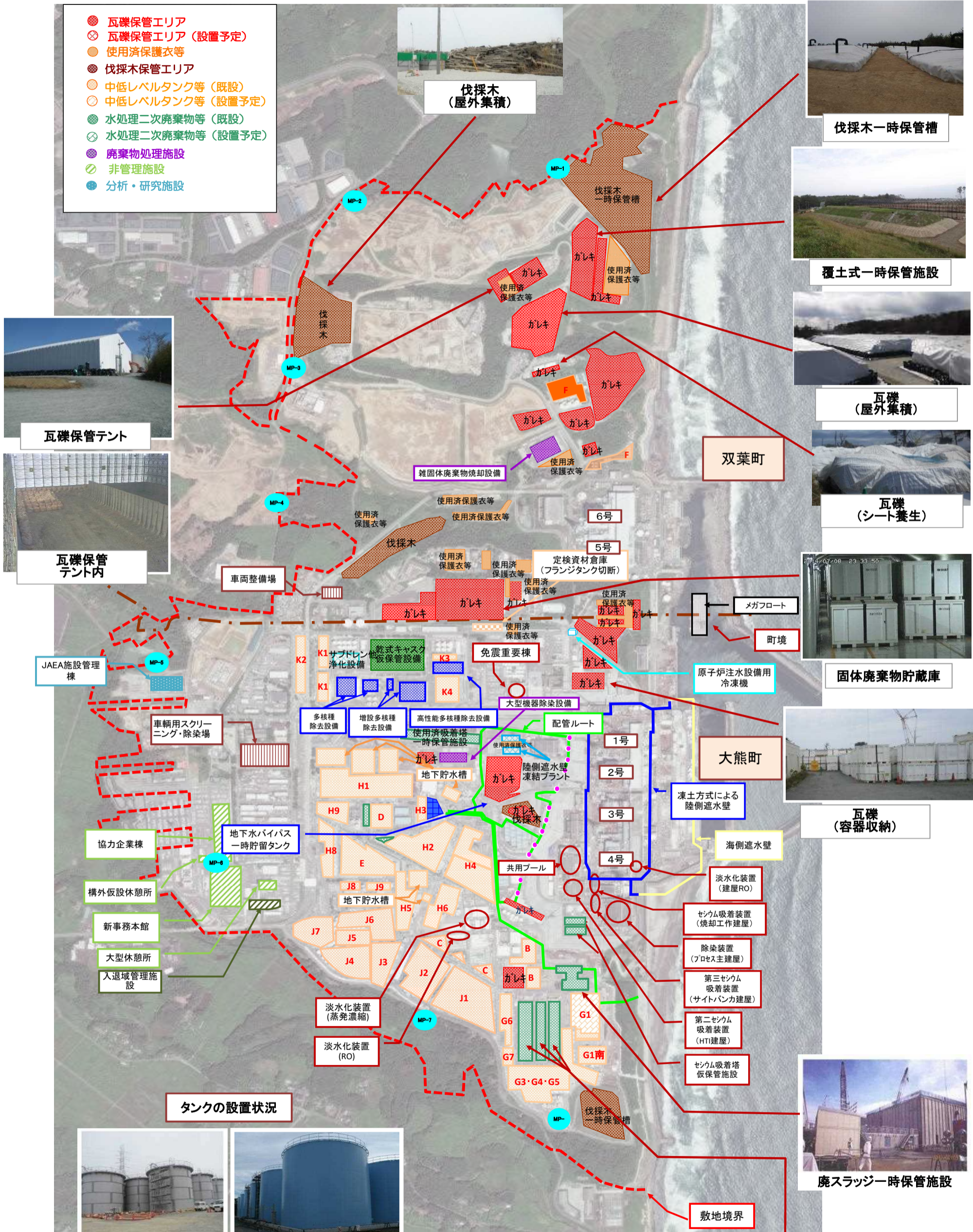
2017年9月26日、廃炉・汚染水対策の進捗や地域の皆様からの声等を踏まえ、関係閣僚等会議において、燃料デブリ取り出し方針の決定を盛り込む形で中長期ロードマップの第4回改訂を行った。



# 東京電力ホールディングス（株） 福島第一原子力発電所 配置図

2019年12月19日現在

- 瓦礫保管エリア
- ⊗ 瓦礫保管エリア（設置予定）
- 使用済保護衣等
- 伐採木保管エリア
- 中低レベルタンク等（既設）
- 中低レベルタンク等（設置予定）
- 水処理二次廃棄物等（既設）
- 水処理二次廃棄物等（設置予定）
- 廃棄物処理施設
- 非管理施設
- 分析・研究施設



## タンクの設置状況



提供：日本スペースイメージング（株）2018.6.14撮影  
Product (C) [2018] DigitalGlobe, Inc.

