

## 1 全体工程

東京電力(株)福島第一原子力発電所については、事故発生後、政府及び東京電力は、「東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋 当面の取組ロードマップ」をとりまとめ、これに基づいて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」状況の達成、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。

中長期の取組については、2011年8月の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、福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置に係る技術課題や研究開発項目の整理が行われ、「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。」との整理が行われた。2011年11月には、経済産業大臣及び原発事故収束・再発防止担当大臣より、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)に対して指示が出され、2011年12月21日に原子力災害本部政府・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)から評価結果が公表された。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して中長期ロードマップの改訂が行われた。

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。)が設置された(これに伴い、政府・東京電力中長期対策会議は廃止)。2013年3月7日に、廃炉対策推進会議(第1回)が開催され、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」を取りまとめるよう、議長である茂木経済産業大臣から指示が出された。

これを受け、廃炉対策推進会議の事務局会議において、6月10日に、改訂のための「検討のたたき台」を策定、公表し、福島県、地元自治体、有識者からの御意見を踏まえながら、中長期ロードマップの改訂版をとりまとめ、6月27日に廃炉対策推進会議において決定された。

本実施計画において、1～4号機の廃止措置までの全体工程については、中長期ロードマップに沿った工程を1.1に示す。また5・6号機については、冷温停止の維持・継続等の工程を1.2に示す。

## 1.1 1～4号機の工程

### 1.1.1 中長期ロードマップの主要スケジュール

添付資料-1に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に沿った主要スケジュールを示す。

中長期ロードマップにおける工程・作業内容は今後の現場状況や研究開発成果等によって変わり得るものであり、これらを踏まえ、継続的に検証を加えながら見直していくこととする。以下の1.1.2から1.1.4では、中長期ロードマップからの抜粋を示す。

### 1.1.2 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<sup>1</sup>完了～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)

- ・ 使用済燃料プール内の燃料取り出し開始のための準備作業を行うとともに、燃料デブリ取り出しに必要な研究開発を実施し、現場調査にも着手する等、廃止措置等に向けた集中準備期間となる。

【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て多くの研究開発や原子炉格納容器の補修作業などが本格化する。
- ・ また、当該期間中の進捗を判断するための目安として、(前)、(中)、(後)の3段階に区分。

【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から廃止措置終了までの実行期間。

現在、第1期の作業中であり、4号機使用済燃料プール内の燃料取り出しを2013年11月までに開始することにより、半年以内に第2期へ移行する予定である。第2期以降の各作業は技術的にも一層多くの課題があり、段階的に工程を進めていくことが必要となる。このため、次工程へ進む判断の重要なポイントにおいて、追加的に必要となる研究開発や、工程又は作業内容の見直しも含めて検討・判断することとしており、これを判断ポイント(HP<sup>2</sup>)として設定している。

---

<sup>1</sup> ステップ2：福島第一原子力発電所の事故収束の道筋として定められたステップの一つ。「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」状況を目指したもの。

<sup>2</sup> 号機別の使用済み燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリ取り出しに向けたHPにおいては、次工程の候補が複数存在する場合に、直前工程の結果を踏まえ、どの工程を選択するかを確認・判断することとなる。

1.1.3 号機別の使用済燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリ取り出しの具体的計画と判断ポイント

今回の見直しにより、号機別の状況の違いを詳細に分析し、スケジュールの前倒しを検討した。号機別の使用済燃料プールからの燃料取り出し<sup>3</sup>、原子炉格納容器等からの燃料デブリ取り出し<sup>4</sup>に当たっては、複数のプランを用意し、プランの絞り込みや修正・変更を行う可能性が想定される時期的なポイントを、HP として設定・明示した（図1. 1-1～図1. 1-3）。

(1) 1号機

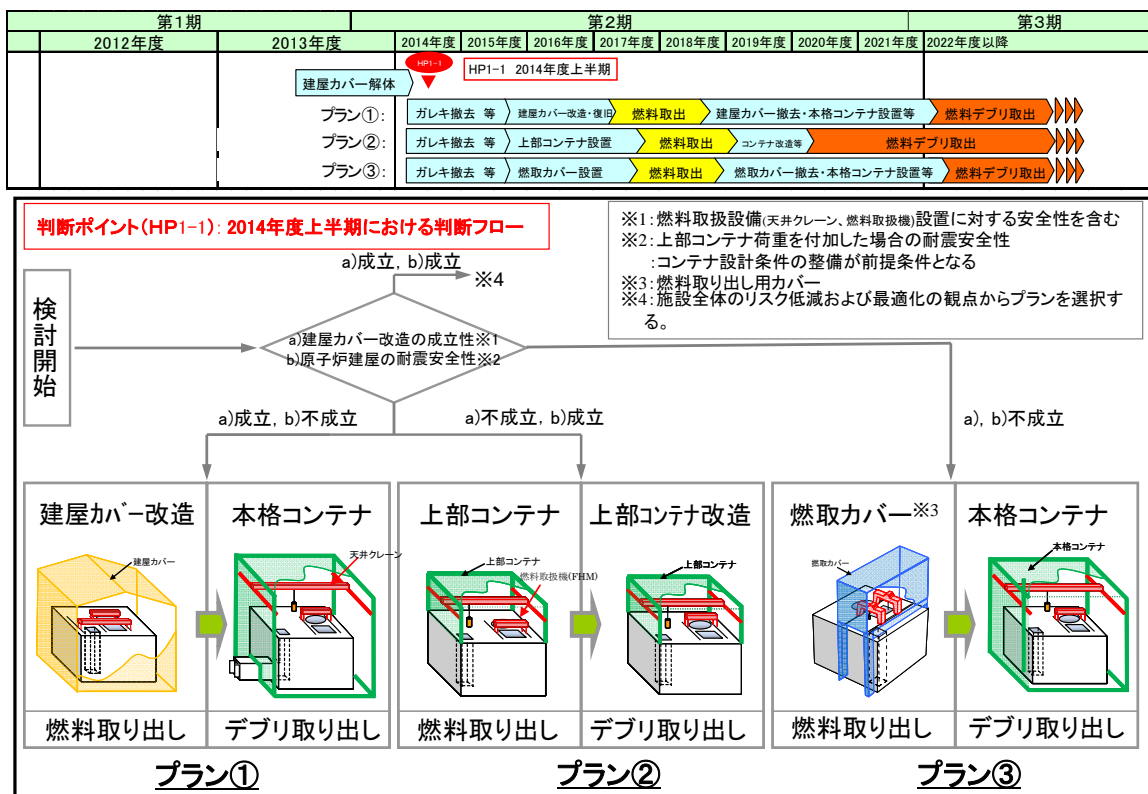


図1. 1-1 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出し・燃料デブリ取り出しの計画

1号機原子炉建屋は、水素爆発により原子炉建屋上部が破損したため、建屋からの放射性物質の飛散抑制を目的として2011年10月に建屋カバー<sup>5</sup>を設置した。その後、原子炉の安定冷却の継続により、放射性物質の放出量は減少した。今後、建屋カバーを解体し、オペレーティングフロア上部のガレキ撤去を実施する予定である。

<sup>3</sup> 1～4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。  
<sup>4</sup> 1～3号機の炉心損傷により生じた燃料デブリの取り出し作業を「燃料デブリ取り出し」と呼ぶ。  
<sup>5</sup> 建屋カバーとは、原子炉建屋からの放射性物質の飛散抑制を目的として1号機に設置した構築物。

【プラン①】 建屋カバーを改造し、オペレーティングフロア上に燃料取り出し作業のための燃料取扱設備を設置し燃料を取り出す計画。燃料デブリ取り出しは、建屋カバーを撤去後に本格コンテナ<sup>6</sup>を設置し実施する。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2017 年度上半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2022 年度上半期)

(判断条件)

- ・既存建屋カバーが耐震性及び施工性の観点から改造可能であること
- ・既存原子炉建屋のオペレーティングフロアに燃料取扱い設備を設置できること

【プラン②】 建屋カバーの改造が実施できない場合に、燃料取り出しに必要な機能を持たせた上部コンテナ を設置して燃料を取り出す計画。その後、上部コンテナを改造し、燃料デブリ取り出しに必要な機能を持たせた上で燃料デブリを取り出す。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2017 年度下半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2020 年度上半期)

(判断条件)

- ・原子炉建屋の耐震安全性評価結果から上部コンテナを設置可能であること
- ・コンテナの設計条件の整備が完了していること

【プラン③】 建屋カバーの改造の成立性、原子炉建屋の耐震安全性の評価結果及びコンテナの設計条件の整備において、プラン①とプラン②が成立しない場合の計画。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2017 年度下半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2022 年度下半期)

<プラン①～③を決める HP>

**(HP1-1) 燃料取り出し計画、燃料デブリ取り出し計画の選択 (2014 年度上半期)**

燃料取り出し計画、燃料デブリ取り出し計画は、上部コンテナ及び本格コンテナを設計する上で必要となる条件の検討を進めるとともに、建屋カバー改造の成立性、原子炉建屋の耐震安全性の評価結果を踏まえ決定する。

<燃料デブリ取り出し開始の時期を判断する HP>

---

<sup>6</sup> コンテナとは、燃料デブリを取り出すための設備を設置し、作業に求められる環境を整備するための構築物を指し、原子炉建屋を覆うコンテナを本格コンテナと呼ぶ。

#### (HP1-2) 燃料デブリ取り出し方法の確定

1号機の燃料デブリ取り出し設備設置が可能となるよう、燃料デブリ取り出し工法・装置の開発を行い、プラン①においては2020年度下半期、プラン②においては2019年度上半期、プラン③においては2020年度下半期までに取り出し方法を確定する。

(2) 2号機

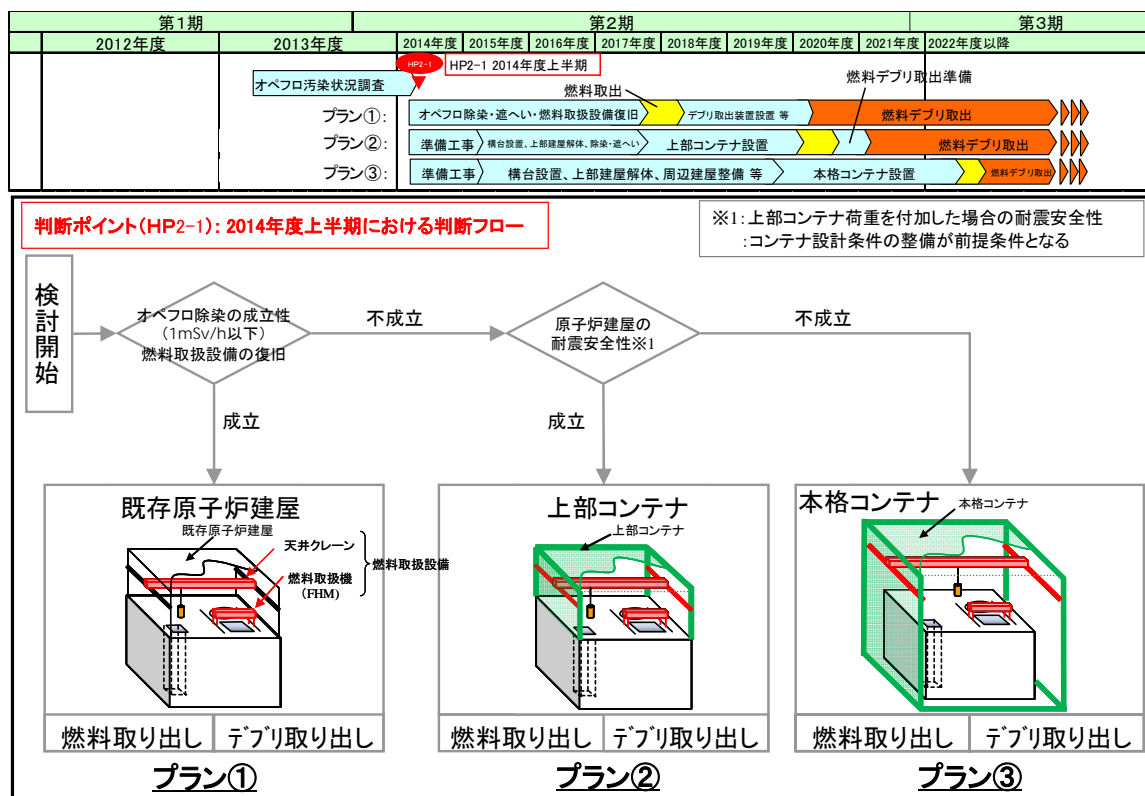


図1. 1-2 2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し・燃料デブリ取り出しの計画

2号機原子炉建屋は、水素爆発による損傷はないが、建屋内の線量が非常に高い状況である。今後、オペレーティングフロアの汚染状況調査を実施する予定。

【プラン①】除染・遮へいによりオペレーティングフロアの線量を低減した上で、既存の燃料取扱設備の復旧を行い、燃料デブリ取り出しは、原子炉建屋内に燃料デブリ取り出し装置を設置して行う計画。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2017年度下半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2020年度上半期)

(判断条件)

- ・オペレーティングフロアの汚染状況の詳細調査を行い、線量を低減できること
- ・既存の燃料取扱設備の復旧が可能であること

【プラン②】オペレーティングフロアの除染と既存燃料取扱設備の復旧が成立しない場合に、燃料取り出しに必要な機能を持たせた上部コンテナを設置して燃料を取り出す計画。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2020 年度上半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2021 年度上半期)

(判断条件)

- ・原子炉建屋の耐震安全性評価結果から上部コンテナを設置可能であること
- ・コンテナの設計条件の整備が完了していること

【プラン③】オペレーティングフロアの除染，既存の燃料取扱設備の復旧及び原子炉建屋の耐震安全性の評価結果及びコンテナの設計条件の整備において，プラン①とプラン②が成立しない場合の計画。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2023 年度上半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2024 年度上半期)

<プラン①～③を決める HP>

**(HP2-1) 燃料取り出し計画，燃料デブリ取り出し計画の選択 (2014 年度上半期)**

燃料取り出し計画，燃料デブリ取り出し計画は，上部コンテナ及び本格コンテナ設計条件の整備を進めるとともに，オペレーティングフロアの汚染状況調査，燃料取扱設備の復旧可能性及び原子炉建屋の耐震安全性の評価結果を踏まえ決定する。

<燃料デブリ取り出し開始の時期を判断する HP>

**(HP2-2) 燃料デブリ取り出し方法の確定**

2号機の燃料デブリ取り出し設備設置が可能となるよう，燃料デブリ取り出し工法・装置の開発を行い，プラン①においては2018年度上半期，プラン②においては2018年度上半期，プラン③においては2021年度上半期までに取り出し方法を確定する。

(3) 3号機

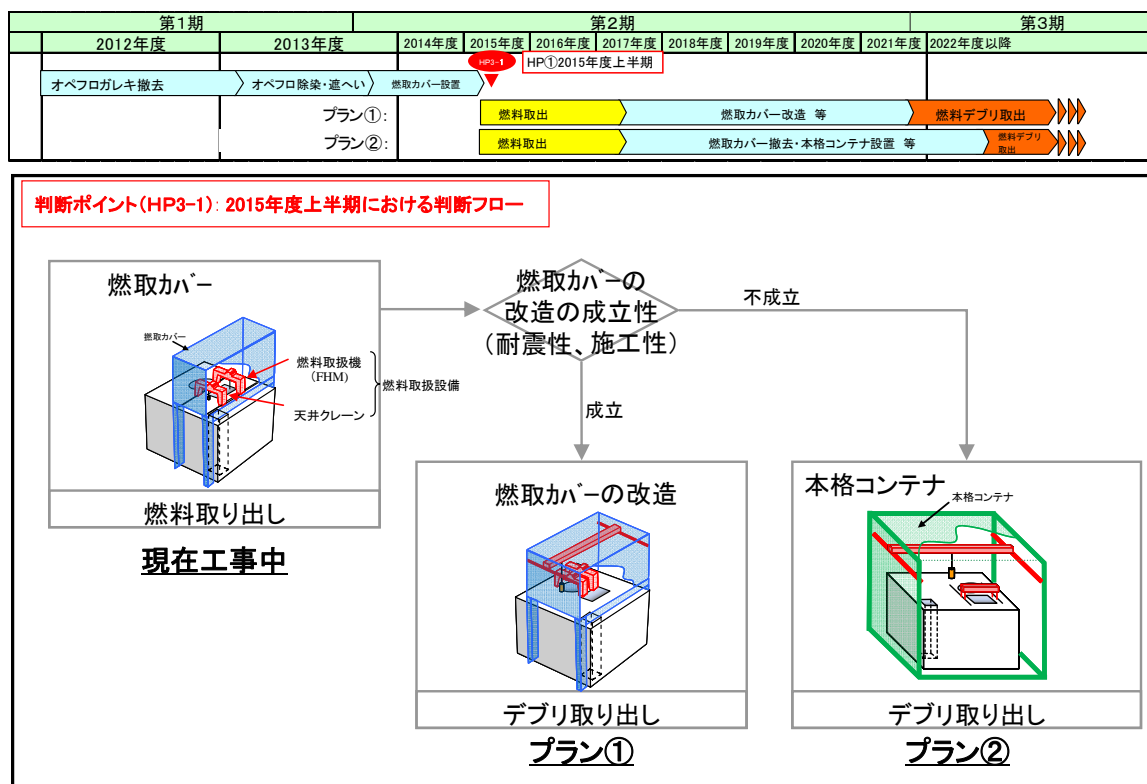


図1. 1-3 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し・燃料デブリ取り出しの計画

3号機原子炉建屋は、オペレーティングフロア上部に、ガレキが複雑に積み重なっており、オペレーティングフロアの線量が非常に高い状況であった。現在、オペレーティングフロア上部や使用済燃料プール内のガレキ撤去を実施している。今後、燃料取り出し用カバー及び燃料取扱設備を設置する予定。

【プラン①】 使用済燃料プール内の燃料を燃料取り出し用カバーに設置された燃料取扱設備を用いて取り出し、その後、当該カバーを改造し、燃料デブリを取り出す計画。

(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2015年度上半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2021年度下半期)

(判断条件)

- ・耐震性、施工性の観点からの燃料取り出し用カバーの改造が可能であること

【プラン②】 プラン①において、燃料取り出し用カバーの改造が耐震性、施工性の面で成立しない場合の計画。



(目標工程)

- ・燃料取り出し開始 (2015 年度上半期)
- ・燃料デブリ取り出し開始 (2023 年度下半期)

<プラン①, ②を決める HP>

**(HP3-1) 燃料デブリ取り出し計画の選択 (2015 年度上半期)**

燃料デブリ取り出し計画は, 耐震性, 施工性の観点から燃料取り出し用カバーの改造の成否を検討し, その結果を踏まえ決定する。

<燃料デブリ取り出し開始の時期を判断する HP>

**(HP3-2) 燃料デブリ取り出し方法の確定**

3 号機の燃料デブリ取り出し設備設置が可能となるよう, 燃料デブリ取り出し工法・装置の開発を行い, プラン①においては 2019 年度下半期, プラン②においては 2019 年度下半期までに取り出し方法を確定する。

**(4) 4 号機**

4 号機原子炉建屋のオペレーティングフロア上部におけるガレキ撤去は, 2012 年 12 月に完了し, 燃料取り出し用カバーの設置工事を実施している。現在, 燃料取り出し用カバーの内部に燃料取り出し作業のための燃料取扱設備の設置工事中である。

使用済燃料プールからの燃料取り出し開始をステップ 2 完了 (2011 年 12 月) 後, 2 年以内としていたが, 燃料取り出し用カバーの鉄骨, 外装, 屋根工事の工程短縮や並行作業等を織り込むことにより, 目標の前倒しを行い, 2013 年 11 月からの燃料取り出し開始を目指す。

燃料取り出し作業は, 作業環境下による効率低下, 機器故障・トラブル対応等のリスクが想定されるものの, 事前の新燃料取り出しの結果, 燃料取扱いに影響しそうな変形, 腐食が見られず, 想定していたスケジュールに遅延が生じる可能性が低いことが確認されている。また, 構内用輸送容器 2 基を用いた並行作業により, 当初計画の取り出し期間を 2 年程度から 1 年程度へ短縮し, 2014 年末頃の燃料取り出し作業の完了を目指す。

(目標工程)

- ・燃料取り出しの開始 (2013 年 11 月)
- ・燃料取り出しの完了 (2014 年末頃)

(5) 共通設備・共通事項

①使用済燃料プールからの燃料取り出し関係

(使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る作業ステップは、添付資料-3を参照)

(a) 共用プール・乾式キャスク仮保管設備

使用済燃料プールから取り出した燃料を発電所内にある共用プールに移送し、安定的に貯蔵することを基本とする。燃料取り出しに当たっては、発生するリスクと対策を明確にしていく。(燃料取り出しに係る、各燃料の移動は図1. 1-4を参照)。

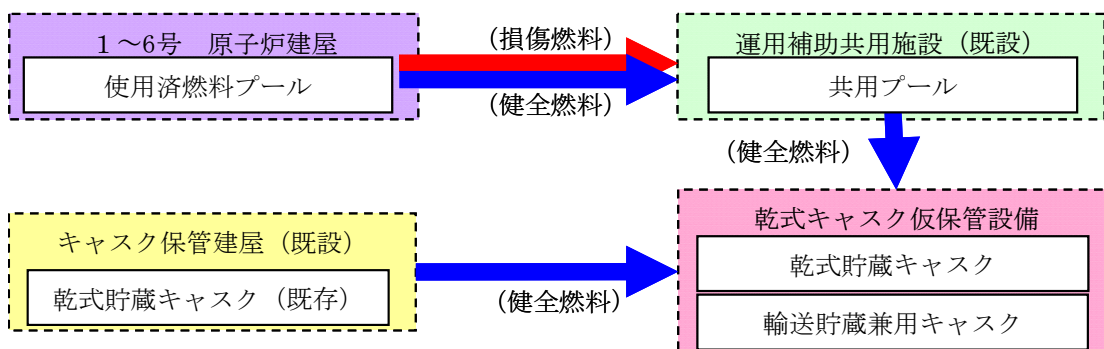


図1. 1-4 福島第一原子力発電所における燃料取り出しに係る燃料の移動

共用プール内に事故前から貯蔵中の健全な使用済燃料は、新たに設置する乾式キャスク仮保管設備に搬出することとしている。この乾式キャスク仮保管設備(図1. 1-5)は、津波により被災したキャスク保管建屋に保管していた9基の乾式貯蔵キャスクを仮保管するため、2013年4月に受け入れ運用を開始している。1~4号機の使用済燃料プールに保管中の全ての燃料を共用プールに受け入れるためには乾式キャスク仮保管設備の容量に不足が発生すること等から、乾式キャスク仮保管設備の増設を行う予定。また、乾式キャスクの確実な調達に取り組む。

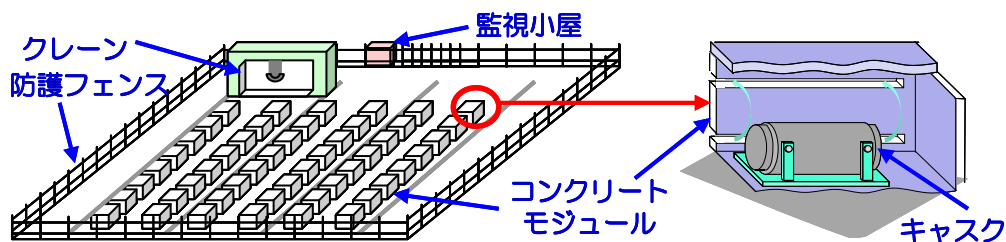


図1. 1-5 乾式キャスク仮保管設備の概要図

【目標工程】

- 2013年度上半期 共用プールに保管している使用済燃料を乾式キャスクに収納し、乾式キャスク仮保管設備に輸送開始
- 2014年度上半期 共用プールにおける損傷燃料受入のためのラックの入れ替え

(b) 構内用輸送容器・収納缶

使用済燃料プールから共用プールへの健全な燃料の移送については、既存の構内用輸送容器を適用することの検討に加え、作業エリアの線量が高い号機では、遠隔操作可能な燃料取扱設備、構内用輸送容器を新規に製造する方針で対応する。

4号機では、福島第一原子力発電所において構内輸送用として従来使用している輸送容器2基を使用する予定としている。

損傷燃料は、損傷形態に応じて放射性物質の飛散・拡散を防止できる設計とした上で、構内用輸送容器に収納し、移送する。

【目標工程】

2014年度下半期 4号機以降の燃料取り出しにおいて、損傷燃料が確認された場合に使用する可能性のある収納缶の調達

2014年度下半期 3号機の使用済燃料プールからの燃料取り出し等に使用する遠隔操作対応の輸送容器の開発・調達

(c) 取り出した後の燃料の取り扱い

使用済燃料プールから取り出した燃料は、当面の間、共用プールに保管する。これに並行して、海水の影響等も踏まえた長期的な健全性の評価及び処理に向けた検討を実施する。

【目標工程】

2017年度頃 使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価終了

2017年度頃 使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討終了

2020年度頃 使用済燃料の処理・保管方法の決定（HP SF-1）

HP SF-1 では、使用済燃料プールから取り出した燃料の長期健全性の評価、処理に向けた検討結果を踏まえ、将来の処理・保管方法を決定する。

②燃料デブリ取り出し準備関係

<基本方針>

燃料デブリ取り出し開始時期は、号機別の状況の違いや現場作業工程等によって、号機別に複数想定している一方で、燃料デブリ取り出しに向けて必要となる研究開発は、各号機に共通したプロジェクトとして効率的に進め、初号機の燃料デブリ取り出し開始時期（2020年度上半期）を踏まえたスケジュールにより進めていく必要がある。

現在、燃料デブリの位置・性状、原子炉格納容器・圧力容器の損傷箇所等の詳細状況は不明であるが、TMI-2<sup>7</sup>と同様に、燃料デブリを冠水させた状態で取り出す方法（以下「冠水工法」という。）が、作業被ばく低減等の観点から最も確実な方法であると考えられる。

水中で燃料デブリを取り出すためには、高線量・狭隘等の厳しい環境下において、原子

<sup>7</sup> 米国スリーマイルアイランド原子力発電所2号機

炉格納容器水張りに向けた止水を行う必要がある。このため、原子炉格納容器の止水に向けた調査及び補修（止水）をするための技術・工法の開発を早急かつ着実に進めることが必要である。

また、燃料デブリを取り出すための工法及び機器・装置開発を並行して着実に進めることも必要であり、この開発に資するため、燃料デブリの位置・性状等を可能な限り把握するための研究開発を並行して進め、その成果を燃料デブリ取り出し工法や機器・装置開発に活かすことが求められている。

加えて、燃料デブリ取り出し工法や機器・装置の開発状況は、各号機に設置する予定の上部コンテナ又は本格コンテナ等の設計にも反映させる必要がある。

上記の条件を念頭に置き、冠水工法による作業ステップ（添付資料－４参照）に沿って、以下の具体的計画(a)～(k)に示す燃料デブリ取り出しに向けた準備を、研究開発や現場作業の進捗等を確認しながら段階的に進めていく。

なお、過酷な事故の影響を受けた原子炉格納容器の上部まで冠水させるための技術は、多段階で難しい課題を抱えており、原子炉格納容器上部まで冠水することが困難となる場合も想定される。このため、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す代替工法についても併せて検討を進めていく。

#### <具体的計画>

##### (a)原子炉建屋内線量低減

原子炉建屋内は依然として高線量な状態にあり、ガレキ・粉塵等が散在し、作業員のアクセスが困難であるため、原子炉建屋内の状況調査を行い、核種を踏まえて汚染状況を推定・評価し、適用可能な除染技術を整理するとともに、遠隔操作が可能な除染装置を開発し、原子炉建屋内の除染等を実施してアクセス性を確保する。

##### 【目標工程】

2014年度上半期 初号機として2号機の原子炉格納容器下部調査が可能となるよう除染等を完了

2015年度上半期 初号機として2号機の原子炉格納容器上部調査が可能となるよう除染等を完了

2019年度下半期 原子炉建屋内の線量低減完了

##### (b)原子炉格納容器の水張りに向けた調査・補修

燃料デブリを冠水させた状態で取り出す方法が作業被ばく低減等の観点から最も確実な方法であると考えられるため、原子炉格納容器の調査・補修（止水）装置を開発し、原子炉格納容器の水張りに向けた調査・補修を実施する。また、代替工法として、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す工法についても併せて検討を進めていく。

### 【目標工程】

- 2016 年度下半期 初号機として 2 号機の原子炉格納容器下部補修（止水）方法の確定（HP DE-1）
- 2017 年度上半期 原子炉格納容器下部補修（止水）に着手
- 2018 年度上半期 原子炉格納容器上部補修（止水）方法の確定（HP DE-3）

### (c)原子炉格納容器の内部調査

燃料デブリの取り出しに当たっては、燃料デブリの位置を特定することが必要であるため、原子炉格納容器内の状況を調査する装置を開発し、燃料デブリの位置、分布、形状などの情報を取得する。その際、燃料デブリの状況が、国内外の関係機関にとっても貴重な情報であることを踏まえ、注意深く、情報を集め、分析し、記録を残す。

### 【目標工程】

- 2016 年度下半期 原子炉格納容器内調査方法の確定（HP DE-2）
- 2016 年度下半期 原子炉格納容器内部調査の開始

### (d)原子炉圧力容器の内部調査

燃料デブリの取り出し前には、原子炉圧力容器内の状況（燃料デブリ、炉内の損傷・汚染機器の状況）把握に資する調査技術を開発することが必要であり、これらの対策を講じる。その際、前項と同様に、燃料デブリの状況が、国内外の関係機関にとっても貴重な情報であることを踏まえ、注意深く、情報を集め、分析し、記録を残す。

### 【目標工程】

- 2018 年度下半期 原子炉圧力容器内部調査方法の確定（HP DE-4）
- 2019 年度下半期 原子炉圧力容器内部調査の開始

### (e)燃料デブリ取り出し技術の整備

燃料デブリ取り出しのための前提条件を整理し、原子炉開放や炉内構造物の取り出しも含めた燃料デブリの取り出し装置を開発する。

### 【目標工程】

- 2018 年度上半期 燃料デブリ・炉内構造物取り出し方法の確定（HP DE-5 の一部）
- 2020 年度上半期 初号機の燃料デブリ取り出しの開始（最速プランの場合）

### (f)燃料デブリ収納・移送・保管

燃料デブリ収納・移送・保管に関する基本的な考え方は TMI-2 が参考となるが、福島第一原子力発電所事故により発生した燃料デブリの方が一層高い線量・発熱量であると推定されるため、炉内状況を把握した上で、燃料デブリ収納・移送・保管に関する技術開発を行う。

### 【目標工程】

- 2019 年度下半期 燃料デブリ収納缶の開発・準備完了 (HP DE-5 の一部)
- 2020 年度上半期 初号機から取り出された燃料デブリの収納・移送・保管の開始  
(最速プランの場合)

### (g)原子炉圧力容器・格納容器の健全性評価

海水等が注入された原子炉圧力容器・格納容器の構造材に対する腐食や、原子炉圧力容器を支える構造物（ペDESTAL）の事故後の高温等による強度低下が懸念されるため、各機器に想定される腐食速度や材料強度データ等を取得し、燃料デブリ取り出しまでの期間の構造健全性評価を行う。

### 【目標工程】

- 2015 年度下半期 冠水までのプラント状態を考慮した健全性・寿命延長効果再評価
- 2016 年度下半期 原子炉格納容器下部補修（止水）方法の確定 (HP DE-1) (再掲)

### (h)燃料デブリの臨界管理

燃料デブリを取り出す過程において、注水、取り出し作業等を行うことに伴い、燃料デブリの形状や水量が変化した場合でも再臨界を防止する必要があることから、中性子吸収材の開発に加え、未臨界評価やモニタリング技術の開発を行う。

### 【目標工程】

- 2019 年度下半期 燃料デブリ臨界管理技術の開発
- 2020 年度上半期 初号機の燃料デブリ取り出しの開始 (最速プランの場合) (再掲)

### (i)事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握

カメラ等の物理的な観測が当面困難である中で、原子炉内の状況を推定・把握する手段の一つとして期待される事故進展解析技術に関しては、現状、得られる結果に大きな不確かさがある。サイトでの実作業から得られる情報を分析し、過酷事故解析コード (MAAP<sup>8</sup> 及び SAMPSON<sup>9</sup>) の高度化を図りながら、炉内状況の把握に努め、内部調査や機器開発の準備に反映する。

### 【目標工程】

- 2013 年度上半期 MAAP 及び SAMPSON のモデルの追加・改良
- 2013 年度下半期 改良版 MAAP 及び 2013 年度上期までの改良を反映した SAMPSON  
による炉内状況の評価

<sup>8</sup> 事故進展評価をモジュール化した過酷事故解析コード (Modular Accident Analysis Program)

<sup>9</sup> 並列演算を活用した機構論的モデルによる原子力過酷事故解析コード (Severe Accident Analysis Code with Mechanistic Parallelized Simulations Oriented towards Nuclear Field)

## 2016 年度下半期 格納容器内部調査の開始

### (j)燃料デブリの性状把握, 処理・処分準備

福島第一原子力発電所事故により発生した燃料デブリの特性を, 模擬デブリや TMI-2 デブリ等を用いた分析試験により把握する。また, 燃料デブリ取り出し後の処理・処分に向けて処理技術の検討を進める。

#### 【目標工程】

2015 年度下半期	模擬デブリ性状データ取り纏め
2016 年度上半期	燃料デブリ取り出し工法・装置開発の本格化
2016 年度上半期	実デブリサンプルを用いた性状把握に向けた計画策定開始
2017 年度下半期	放射性物質分析・研究施設の運用開始
2019 年度下半期	実デブリサンプルの性状データの燃料デブリ処理・処分に向けた研究開発等への反映開始
第 3 期	燃料デブリの処理・処分方法の決定 (HP DE-6)

### (k)燃料デブリの計量管理

日・IAEA 保障措置協定等に基づき, 国及び IAEA に対して, 燃料デブリ中の核燃料物質量の申告や核燃料物質の実在庫の調査報告が必要となっている。燃料デブリについては, 燃料集合体を 1 単位とする通常の計量管理手法を適用することができないため, 今後, 燃料デブリの取り出し・保管を行うまでに, 透明性を確保し合理的に計量管理を実施できる手法を構築する。

#### 【目標工程】

2013 年度下半期	燃料デブリ中の核燃料物質測定技術の適用性評価完了
2014 年度上半期	燃料デブリ中の核燃料物質測定技術及び計量管理手法の開発着手
2019 年度下半期	燃料デブリ中の核燃料物質測定器の運用開始及び燃料デブリの計量管理方策の構築完了

#### 【判断ポイント】

上記 HP について, その考え方を整理すると, 以下のとおりとなる。

HP DE-1: 原子炉格納容器下部の補修 (止水) 装置の開発完了及び原子炉格納容器下部からの取水系統の構築完了等をもって, 原子炉格納容器下部の補修 (止水) 工事の着手を判断する。

HP DE-2: 原子炉格納容器内部の調査方法及び装置の開発の完了等をもって, 原子炉格納容器内部調査の開始を判断する。

HP DE-3：原子炉格納容器上部の補修（止水）装置の開発完了等をもって，原子炉格納容器上部の補修（止水）工事の着手を判断する。

HP DE-4：原子炉格納容器の上部（原子炉压力容器を含む）までの水張り完了後，原子炉压力容器内部調査方法及び装置開発の完了等を確認し，原子炉压力容器内部調査の開始を判断する。

HP DE-5：燃料デブリの性状，臨界管理，計量管理，取り出し工法及び取り出し後の長期保管や処理処分の各観点の条件・状況に対して合理的に対応可能な技術開発が完了していることを確認し，燃料デブリ取り出しへの着手を判断する。

HP DE-6：取り出した燃料デブリについて，関連する研究開発及び政府の政策との整合性等を踏まえ，燃料デブリの処理・処分方法を決定する。

#### 1.1.4 中長期ロードマップの実現に必要な他の具体的計画と判断ポイント

##### (1) 原子炉の冷温停止状態の継続監視及び冷却計画

1～3号機の燃料デブリを適切に冷却し，原子炉の安定状態を維持していくため，注水冷却を継続し，温度等のパラメータを継続監視するとともに，保守管理等による信頼性の維持・向上を図る。また，使用済燃料プールに貯蔵している使用済燃料についても，適切に冷却を継続していくため，循環冷却を継続していく。加えて，将来の燃料デブリ取り出しに向け，原子炉格納容器を止水するまでに，原子炉注水冷却ラインの小循環ループ化（格納容器循環冷却）の構築を検討する（図1.1-6）。

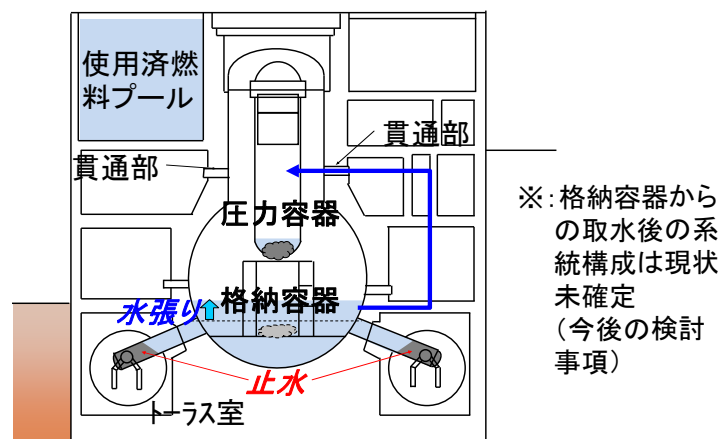


図1.1-6 原子炉冷却ラインの小循環（格納容器循環冷却）イメージ図

##### ①原子炉压力容器及び原子炉格納容器の冷温停止状態の継続監視



#### <基本方針>

原子炉圧力容器の温度について、1号機・3号機は、保安規定の監視対象としている既設の温度計が概ね健全であることを確認しており、これらを用いた温度監視を継続している。2号機は、保安規定の監視対象としている既設温度計が、故障によって、現在1個しか機能していないことから、交換可能な温度計1個を追加設置し、温度を監視している。温度監視が可能な箇所を選定し、各号機の温度監視のバックアップが保たれるようにする。

1号機・2号機の原子炉格納容器内の温度については、格納容器内部調査の際に、1号機では常設監視計器（温度計・水位計）を設置し、監視を継続している。2号機についても、今後、常設監視計器を設置する。3号機については、線量が高いため作業環境改善を図った上で、今後、格納容器内部調査を行うとともに常設監視計器を設置する。

各号機の温度の継続監視に加えて、燃料デブリの臨界の兆候を監視するため、1～3号機とも、格納容器ガス管理システムを用いて、放射性気体（キセノン135）の濃度を確認している。仮に臨界の兆候が見られた際には、原子炉圧力容器・格納容器に五ホウ酸ナトリウム溶液を注入することとしている。これらの緊急時の対応方法を整えつつ、今後も、冷温停止状態の連続監視を行う。

#### <具体的計画>

原子炉圧力容器内温度計について、既設温度計の故障に備えて追加温度計を設置できるように、1号機は追加の温度計設置に向け、2013年度中期を目途に、配管改造工法（切断・接続方法）についてモックアップ試験を行い、工法を確立する。3号機は、2014年3月を目途に除染・遮へいによる環境改善を実施後、現場調査（線量調査・寸法測定等）を行い、追加温度計の設置に使用できる配管の候補系統を具体化する。2号機は、原子炉内調査の早期実施に合わせ追加の温度計設置が望ましいことから、2013年9月を目標に、TIP<sup>10</sup>案内管への内視鏡・温度計の挿入による温度計設置（原子炉内調査を含む）を目指す。

また、原子炉格納容器内温度計について、3号機は2013年度末までに原子炉建屋の作業環境改善を行った上で、常設監視計器を設置する。2号機は、原子炉格納容器下部を含め更なる調査に資する温度計設置を試みており、継続して検討を行う。

#### ②水素爆発のリスク低減

1～3号機原子炉格納容器内で水の放射性分解により発生する可能性がある水素爆発を防止するため、原子炉圧力容器及び格納容器への窒素充填を継続している。窒素充填に当たっては、各号機の格納容器内の水素濃度が可燃限界濃度（4%）を上回らないように窒素封入量を監視するとともに、水素濃度を監視している。

これらの取組に加え、間欠的に水素濃度の上昇が確認された1号機について、サブレッ

---

<sup>10</sup> TIP (Traversing Incore Probe System)：移動式炉内計装計（炉内の上下方向の中性子の分布を測定する装置）

ションチェンバ上部に残留する事故初期の水素濃度の高い気体を窒素により置換する取組を実施し、水素に関するリスクの低減を図っている。2号機も、想定より若干大きい水素濃度の上昇が観測された実績があり、1号機同様、サプレッションチェンバ上部に事故初期の水素濃度の高い気体が残留している可能性も考えられることから、残留の有無を確認するため、サプレッションチェンバへの窒素の試験封入を実施している。3号機は、水素濃度の上昇は観測されておらず、サプレッションチェンバ内の閉空間は安定な状態と考えられることから、パラメータの推移を確認している。

今後これらの取組を継続し、水素爆発のリスク低減に努める。

### ③循環注水冷却設備の信頼性向上

#### <基本方針>

燃料デブリを継続して注水冷却するため、漏えい防止の対策を講じる必要がある。このため、循環注水ラインを信頼性の高い材質へ変更するとともに、複数のバックアップシステムを設置する。

配管にポリエチレン管を使用する場合については、経年劣化評価・火災対策の強化を確実に実施していく。

#### <具体的計画>

循環注水ラインの更なる信頼性向上のため、①炉注水ラインの縮小による注水喪失リスクの低減、②耐震性の向上、③タンク容量の増加等の観点から、2013年6月までに、現在のバッファタンクから、より信頼性の高い復水貯蔵タンクに水源を変更する。さらに、配管のポリエチレン管化や屋外配管の簡易トレンチ設置、ポンプ起動や流動調整の遠隔操作化等を行い、耐震性、耐津波性の向上や被ばく低減対策を行う。

### ④循環ラインの縮小／小循環ループ化

#### <基本方針>

現状、循環注水ライン（大循環）（図1. 1-7）により滞留水の処理及び注水を実施しており、循環注水ラインの信頼性向上を継続するとともに、燃料デブリ取り出し及び建屋内の滞留水処理の完了を見据え、建屋外での汚染水の漏えいリスクを低減するために、小循環ループの実現を図る。

#### <具体的計画>

建屋内の滞留水を、現在の汚染水処理設備を経由せずに原子炉へ注水する建屋内循環ループについて、建屋内の滞留水水质が改善される状況を踏まえつつ、2014年度末までのループ構築完了を目標に取り組む。

循環注水冷却は、タービン建屋を取水源としているため、建屋間止水、原子炉格納容器

の止水や建屋内の滞留水処理等の動向を踏まえ、計画的に取水源を変更することが必要である。これらを考慮しつつ、最終的に原子炉注水ラインの小循環ループ化（格納容器循環冷却）を構築することについて検討していく（図1. 1-8参照）。

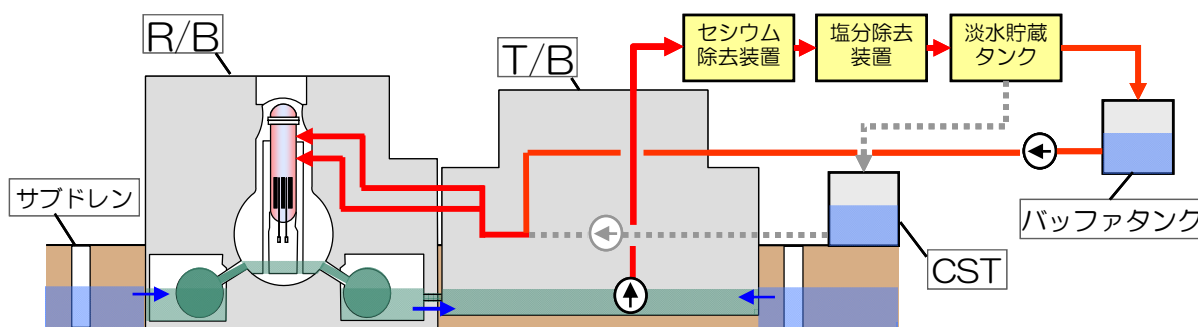
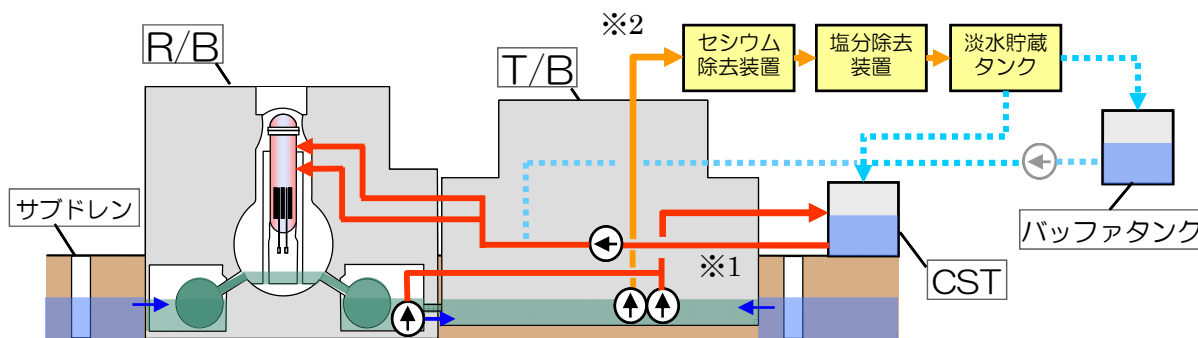


図1. 1-7 循環注水ライン（大循環）イメージ図



※1 取水位置等については、水質動向等を踏まえて継続検討中であり、検討結果に応じた系統構成とする予定

※2 建屋への地下水流入分の移送を意図しているが、汚染水対策等の状況に応じた系統構成とする予定

図1. 1-8 建屋内循環ループ イメージ図

【目標工程】

2014年度下半期 建屋内循環ループの構築完了

2015年度上半期 建屋内循環ループの開始

2016年度中期～2017年度中期

格納容器下部補修（止水）方法確定（HP CR-1）に向けた原子炉建屋及び格納容器下部からの取水設備設置完了

2018年度中期 原子炉注水冷却ラインの小循環ループ化（格納容器循環冷却）の構築

## ⑤使用済燃料プールの循環冷却

### <基本方針>

使用済燃料プールの循環冷却を継続することで、使用済燃料の健全性を確保する。また、使用済燃料プールの健全性に影響を与えうる、冷却水内の塩素イオン濃度は、2013年3月までに制限値（100ppm）以下の濃度まで低減することを実現しており、今後、設備の信頼性向上により循環冷却の維持を図るとともに、温度等のパラメータ監視、塩素イオン濃度の維持を図る。

### <具体的計画>

使用済燃料プール循環冷却を継続し、温度等のパラメータを継続監視するとともに、計画的な保守点検を行うことで、信頼性の維持・向上を図る。さらに、設備の予備品の確保及び対応手順を継続して整備する。

所内電源系の停電事故に対する対策としては、2013年3月までに電源の多重化の工事を完了しており、今後、可搬式ディーゼル発電機（既存の可搬式ディーゼル発電機は共通設備として使用するが、使用済燃料プール用の可搬式のディーゼル発電機を追加する予定）の追加配備等の検討を進める。併せてコンクリートポンプ車を配備することで、使用済燃料プール冷却の多様化を図っており、この配置を継続する。

## （2）汚染水処理計画

基本的な考え方として、汚染水の処理に当たっては、以下について必要な検討を行い、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、汚染水の海への安易な放出は行わないものとする。（汚染水処理の全体像は図1. 1-9を参照）

### A) 増水の原因となる原子炉建屋等への地下水の流入に対する抜本的な対策

（地下水流入抑制対策）

### B) 水処理施設の除染能力の向上確保や故障時の代替施設も含めた安定的稼働の確保方策

（水処理システムの強化）

### C) 汚染水管理のための陸上施設等の更なる方策

（タンク増設計画）

なお、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。

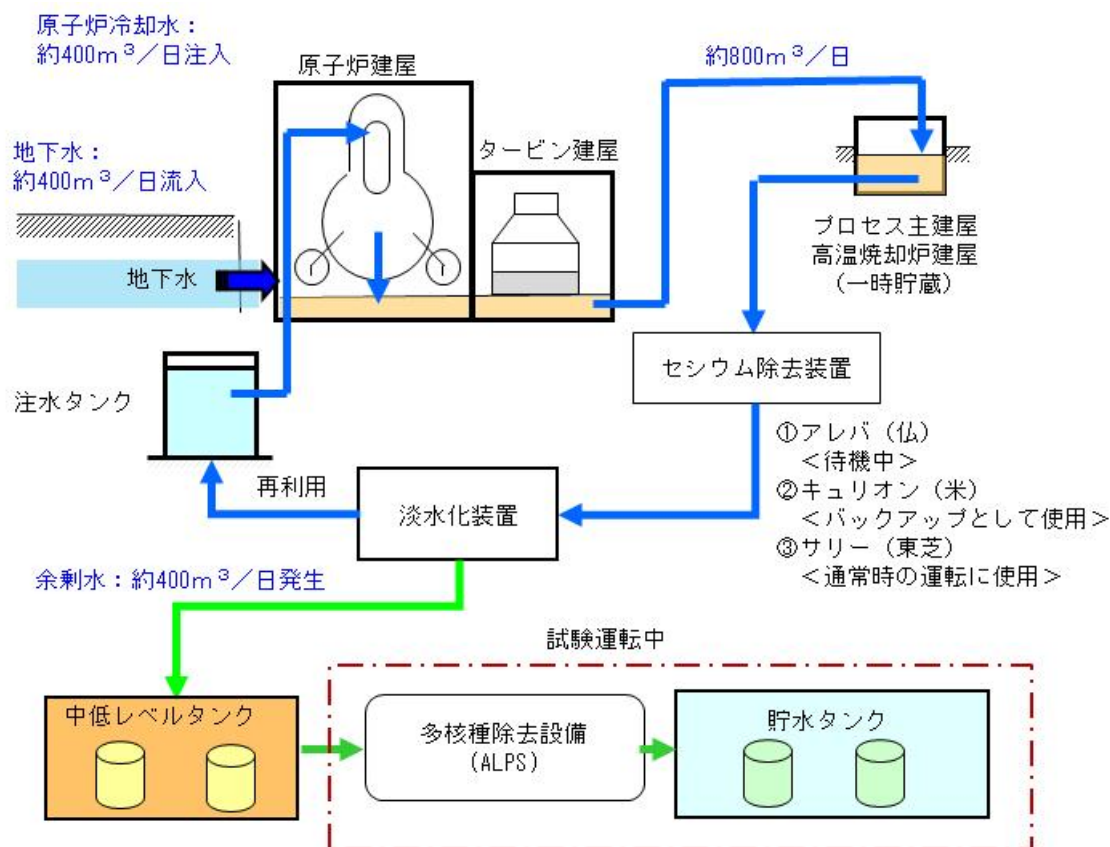


図1. 1-9 汚染水処理の全体像

①地下水の流入抑制策

地下水の流入抑制のためには、取り組んでいる対策が十分に機能しないリスクに備えた重層的対策を講じ、信頼性の高い全体計画とすることが必要である。このため、これまでに取り組んできた地下水バイパス、サブドレンによる水位管理等に加えて、プラント全体を取り囲む陸側遮水壁を設置する。陸側遮水壁の施工方式は、遮水効果と施工性に優れる凍土方式として、早期の建設・運用を目指す。

(a)地下水バイパス

<基本方針>

山側から海側に対して流れている地下水を、建屋の上流で揚水し、地下水の流路を変更し、建屋周辺の地下水位を低下させ、建屋内への地下水の流入を抑制する地下水バイパスについて、準備を進めていく。その際、建屋内の汚染水の外部への流出を防ぐために、建屋周辺の地下水位の低下状況を評価しながら、段階的に揚水量を引き上げていく。

<具体的計画>

地下水バイパスについて、現在、くみ上げた地下水の水質確認を進めており、稼働開始

に向けて関係者の御理解を得るための取組を進めてきている。稼働後は、水質確認を継続的に行うことを前提として、建屋周辺の地下水位を把握し、建屋内の汚染水位との水位差を保ちながら、徐々に揚水量を増やしていく計画である。この対応策により、フル稼働時には、建屋への流入量を約 400 立米／日から、約 300 立米／日まで抑制することを目指す。

#### (b) サブドレンによる水位管理

##### <基本方針>

サブドレンは、建屋底部への地下水の流入の防止や、建屋に働く浮力の防止を目的として、ポンプにより地下水をくみ上げ、地下水位のバランスを取るために建屋近傍に設置されているものである。東日本大震災前には、1号機から4号機のサブドレンにおいて約 850 立米／日の揚水を行っていた。今後は、東日本大震災の津波等の影響によって稼働することができなくなった井戸（サブドレンピット）の復旧作業を行っていくとともに、新たな井戸の掘削、サブドレンの浄化設備の設置を進めていく。建屋周囲の地下水位をより直接的に管理することが可能であり、サブドレンを復旧させて、建屋周辺の地下水をくみ上げることにより、建屋内への地下水の流入を抑制する。

##### <具体的計画>

この対応策により、建屋周囲の地下水位をコントロールしながら低下させることが可能となり、地下水の流入量が相当程度抑制されると考えられる。事故後に稼働できなくなった設備を復旧するという既存設備の活用であることに加え、新規に設置するものと併せ、建屋周囲の地下水位を効果的に管理できる唯一の方法であるなど、効果的な地下水の流入抑制策と考えられる。

しかしながら、周辺工事と干渉するサブドレンピットや、ガレキが混入しているサブドレンピットがあるため、短期間で全てのサブドレン設備を復旧することは困難である。

また、サブドレンピットには、事故により大気中に放出された放射性物質が降雨等を媒体として混入しており、建屋内に滞留している汚染水（以下「建屋滞留水」という。）に比べて濃度は低いものの、放射性物質が検出されているため、サブドレンピット内部の浄化試験を行っている。しかしながら、建屋滞留水漏えい防止の観点から、ピット内の水位が建屋滞留水の水位を下回らないように管理する必要があったため、ピット内部の十分な浄化は困難であるという結論に至った。

以上を踏まえ、2012 年度には、サブドレン浄化・復旧方法の検討、ピット内の浮遊物質除去及び新設ピット試験掘削を実施した。また、2013 年度以降は、サブドレンピットの新設、サブドレン浄化設備の設置を含めたサブドレン設備の復旧工事を実施していく。2014 年度半ばには、サブドレン設備を稼働させ、建屋周囲の地下水位と建屋滞留水の水位の差を減少させ、建屋への地下水流入量低減を図る予定である。

## 【目標工程】

2013 年度～	サブドレンピットの新設，サブドレン浄化設備の設置を含めたサブドレンの復旧工事
2014 年度半ば	サブドレンの稼働を目指す

### (c) 陸側遮水壁の設置

#### <基本方針>

陸側遮水壁は，1号機～4号機の汚染水が滞留している建屋を囲い込むように，遮水性の高い壁を設置するものである。これにより，山側を含めた外側から建屋に向かう地下水の流れを遮断し，建屋周辺の地下水位を低下させることができ，建屋内への地下水の流入を抑制するものである。この陸側遮水壁を設置し，可能な限り早期の建設・運用を行う。また，地下水の流入抑制を効果的に行うために，地下水観測網の整備，遮水壁で囲い込む範囲の地下水位の管理等を実施するとともに，フェーシング（地面をアスファルト等で覆うことで，雨水の地下への浸透を防止するなど）等の検討を進める。汚染水処理対策委員会<sup>11</sup>で，凍土方式による施工が適切と判断されていることを踏まえ，今後，概念設計等を進めていく中で，技術的な課題の解決状況を検証していく。

#### <具体的計画>

汚染水処理対策委員会での検討の結果，陸側遮水壁の施工方式は，以下の理由から凍土方式とすることが適切であると判断されている。

- ・遮水能力が高く，地下水の流入抑制効果が高いこと
- ・施工期間の短さ，施工可能性の高さから，遮水壁を囲い込む範囲を狭くできること
- ・このため，取り扱う地下水の総量が少なく，地下水位管理が比較的容易であること

汚染水処理対策委員会の下に設置される実務的なタスクフォースにおいて，凍土方式の陸側遮水壁の概念設計，施工計画の策定等の評価，進捗管理を行うことにより，速やかな陸側遮水壁の設置を図る。

具体的には，2013年12月に技術的課題の解決状況を検証するとともに，2013年度末までにフィージビリティ・スタディを実施し，その後準備が整い次第，速やかに建設工事着手，2015年度上期を目途に運用開始する。

凍土方式による陸側遮水壁については，技術的課題が多く存在するため，今後取り組んでいく概念設計の中で，各種課題を検討し，2013年12月に以下のような陸側遮水壁の技術的課題の解決状況を検証するとともに，実施工法の絞り込み，他工法との組み合わせなど実施に向けた最適方策の取りまとめを行う。（判断ポイント(HP IW-1)）

- ①水位管理方法の確立（リチャージ等の成立性・信頼性）

<sup>11</sup> 2013年4月に設置され，三回の開催の後，2013年5月30日に中間報告を行っている。

- ②地下水の流入抑制効果の確認（シミュレーション等）
- ③施工性・効果の確認（試験施工，高流速下での施工等）
- ④津波対策を含めた凍土システムの長期的な信頼性の確保
- ⑤他プロジェクトとの干渉・波及を考慮し，かつ，特殊環境（高線量，地中埋設構造物の存在等）下での施工計画の策定
- ⑥高線量下かつ防護服着用を要する中での，必要な作業員の確保
- ⑦海水配管トレンチの建屋接続部止水方法 等

#### 【目標工程】

- 2013年6月～ 概念設計，詳細設計，施工計画等の策定
- 2013年上期 地下水観測網の拡充，早期の整備
- 2013年12月 陸側遮水壁の施工性，効果，水位管理方法等の検証の実施  
(HP IW-1)
- 2013年度内 陸側遮水壁のフィージビリティ・スタディの実施
- 2015年度上期 陸側遮水壁の運用開始

#### (d) 建屋の貫通部等の止水

##### <基本方針>

1号機から4号機の建屋には，合計で880箇所以上の外壁貫通部がある。このうち，地下水に水没し，かつ，外部とつながっている貫通部は建屋への地下水の流入経路となっている可能性が高く，この貫通部を地盤改良で止水することにより地下水の流入抑制を期待できる。また，トーラス室にグラウトを注入することで，貫通部等を止水できる可能性がある。これらの実施可能な止水対策を行うことにより，建屋への地下水の流入量を抑制する。

##### <具体的計画>

建屋の貫通部の止水について，これまでに3箇所の止水を実施しており，このうち，2箇所については，止水前の流入量を合計約56立米としている。この止水により，建屋への流入総量は減少していると考えている。2013年上半期までに流入経路の分析と止水対策の立案を進め，速やかに止水作業を開始する。

また，原子炉建屋等の周囲への流入抑制策が十分に機能しないリスクに備え，これまで検討を進めてきた地盤改良による建屋の貫通部の止水（特に，外部に面している貫通部の止水）に加えて，トーラス室へのグラウト充填による止水について，その実現に向けた概念設計と施工計画の策定に至急着手する。

こうした貫通部等の止水策は，流入量が多い箇所での止水方法の確立，高線量下での作業員の被ばく対策等，技術的に非常に難易度が高いが，陸側遮水壁の設置，サブドレンによる水位管理等の他の対応策が機能しない場合でも，建屋内への地下水の流入抑制の効果



を期待できるものである。したがって、貫通部等の止水策は、対応可能なものから速やかに着手し、他の対応策の実現性が明らかになってくるまで継続的に実施していく。

【目標工程】

＜建屋貫通部の止水＞

2013年上半期 建屋貫通部の止水に関する分析・立案を進め、対応可能な箇所からの止水作業を開始

※他の対応策の実現性が明らかとなってくるまで継続的に止水を実施

＜トラス室へのグラウト充填による止水＞

2013年上期 フィージビリティ・スタディの開始

2014年度内 フィージビリティ・スタディの結果を踏まえ、施工計画の策定を目指す

2017年度 止水の完了を目指す

②海水配管トレンチ内の汚染水の除去

＜基本方針＞

2号機から4号機の海水配管トレンチ（図1. 1-10）には、高濃度の汚染水が滞留している。早期に海水配管トレンチ内の汚染水を処理するため、まず、汚染水の放射性物質の濃度を再計測し、建屋接続部の止水方法、トレンチ内の汚染水の移送方法、トレンチ内の充填方法等について直ちに具体化するとともに、その濃度の低減を図るなどの環境改善措置を行う。また、この対策は、建屋を囲い込む形で陸側遮水壁を運用開始する前に、完了させることを目指す。

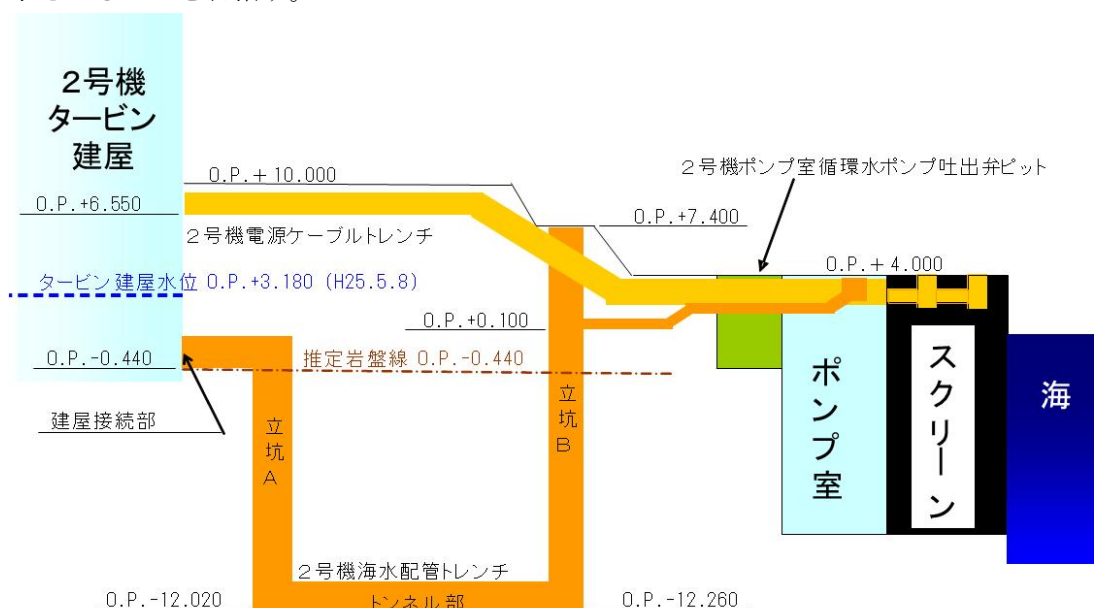


図1. 1-10 海水配管トレンチの構造図

#### < 具体的計画 >

海水配管トレンチに滞留する高濃度の汚染水が、大量に海洋に流出する万が一のリスクを未然に防止するため、2014 年度中の対策完了を目指し、凍結工法による建屋接続部の止水方法の成立性、海水配管トレンチ内の汚染水の移送方法、トレンチ部の充填方法について直ちに具体化するとともに、その濃度の低減を図るなどの環境改善措置を行う。なお、止水方法の成立性については、凍結時の配管等への影響評価、高線量下での作業員の被ばく低減策等の技術課題があることから、実証試験を実施し、2013 年 12 月までに評価する。

#### 【目標工程】

2014 年度内 海水配管トレンチ内の汚染水の除去完了を目指す

#### ③ 水処理システムの強化

##### < 基本方針 >

汚染水処理設備（多核種除去設備等）の処理水に含まれる放射性物質（トリチウムを除く）を、告示濃度限度を十分下回るように除去し、浄化した浄化水（以下「処理済み水」という。）と減容された廃棄物に分別し、汚染水処理設備の処理水貯蔵量を低減する。

##### < 具体的計画 >

多核種除去設備については、本計画に必要となる、廃棄物を移送・貯蔵する高性能容器（HIC<sup>12</sup>）について、追加の安全対策を実施したことにより、ホット試験を当初の目標の 2012 年 9 月から約半年遅れての 2013 年 3 月末より開始した。

今後、多核種除去設備の本格運転に向けて、ホット試験を確実に行うとともに、原子力規制委員会より示された本格運転に向けての要件の検討を行っていく。さらに、RO 濃縮水の量の早期低減に向けて、多核種除去設備の 3 系統運転についても検討していく。汚染水処理設備の信頼性向上として、処理水移送ラインの配管のポリエチレン管化工事、冷却水の移送ラインの短縮化等を実施する。

汚染水処理設備については、信頼性向上として、2012 年度に、①セシウム吸着装置のポンプスキッドの追設工事、②滞留水移送装置の滞留水移送ライン、淡水化装置廻りの処理水移送ライン等の主要な配管のポリエチレン管化工事などを実施した。

2013 年末までに、淡水化装置廻り等のポリエチレン管化を行うとともに、計画的に設備・機器の保全を行い、汚染水処理設備の信頼性を確保していく。

今後、更なる循環注水冷却システムの信頼性向上として、既存の汚染水処理設備を經由せずに建屋内の滞留水を原子炉へ注水する建屋内循環ループを 2014 年度下半期の運用開始を目標として検討を行う。

---

<sup>12</sup> 高性能容器（High Integrity Container）

なお、トリチウムについては、今後、汚染水処理対策委員会にて、その処理対策について検討する。

#### 【目標工程】

2013 年度中頃 多核種除去設備の一部系統の本格稼働開始

#### ④タンク増設計画

##### <基本方針>

地下水の流入抑制策を取ったとしても一定程度増加する汚染水を十分に貯蔵できるよう、中長期で必要とされるタンク容量を見通して、増設計画を策定する。また、地下水流入抑制のための各対応策が機能しない場合に対応できるよう、対応策の進捗を見定めつつ、柔軟に増設計画を見直し、運用していく。

##### <具体的計画>

地下水の流入抑制のための対応策（地下水バイパス、サブドレンによる水位管理、陸側遮水壁の設置等）を重層的に実施する場合、汚染水処理対策委員会による簡易な試算の結果では、必要となる汚染水の貯蔵容量は、2014 年 4 月に約 45 万立米、2015 年 4 月に約 55 万立米、2016 年 4 月に約 63 万立米、2021 年 1 月に約 80 万立米となった後、横ばいとなる。

今後、貯蔵容量の増加が急遽必要となるリスクに備え、常に半年分の空き容量（約 1 万から 7 万立米）を確保していく。現在、2015 年中頃に 70 万立米としているタンク容量を、2016 年度中に 80 万立米に増設する計画の検討を進める。また、各対応策が機能しない場合に対応できるよう、対応策の進捗を見定めつつ、柔軟に増設計画を見直し、運用していく。

タンクの貯蔵容量の確保については、既設タンクのフランジ接合部の補修、溶接式タンクへの更新に加え、従来型のタンクで対応できない場合の方策（タンクの大型化等）についても実現可能性の評価を行う。

#### 【目標工程】

2015 年中頃 タンク容量を 70 万立米に増設

2016 年度内 タンク容量を 80 万立米に増設（今後、具体的に検討）

#### ⑤滞留水処理を完了させるまでの道筋

##### <基本方針>

第 1 期では、タービン建屋等の滞留水の水位が地下水位を上回らないように管理しつつ地下水位を下げっていく方針で対応を実施している。特に、地下水の流入抑制策として、地下水バイパス、サブドレンによる水位管理、陸側遮水壁の設置を進めていく。

第 2 期（前）では、原子炉建屋に排水ポンプを設置し、原子炉建屋から汚染水を排出す

るとともに、必要に応じて、建屋周辺の地下水へのリチャージを行う等の地下水位管理の高度化により、地下水の流入量を抑制する。第 2 期（中）では、原子炉建屋とタービン建屋間の止水や原子炉格納容器の漏えい箇所への止水の実現状況を踏まえつつ、これに応じた循環ラインを構築する。また、第 2 期（後）では、原子炉格納容器の止水完了以降、原子炉建屋等の汚染水の水位、建屋周辺の地下水位を低下させ、建屋内の除染を行いながら滞留水処理を完了させる。

#### 【目標工程】

2015 年上半期	原子炉建屋への排水ポンプの設置
2018 年内	格納容器の止水完了
2020 年内	建屋内の滞留水処理の完了

#### （3）発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画

##### ①海洋汚染拡大防止

###### <基本方針>

港湾内の 1～4 号機取水路前の一部エリアにおいて、海水中の放射性物質濃度が線量限度等を定める告示（以下「告示」という。）に定める周辺監視区域外の濃度限度を下回らない状況にある。このため、海水中の放射性セシウムの除去を進めるとともに、除去が困難な放射性ストロンチウムについて除去技術の検討を進め、告示に定める濃度限度を下回ることを目指す（2015 年度以降目途）。また、1, 2 号機タービン建屋東側の護岸付近の地下水において、放射性物質（トリチウム、ストロンチウム）が告示濃度限度を上回る高い濃度で検出されたことから、地下水を経由しての海洋汚染の拡大を防止する措置を早急に講じるとともに、汚染経路の調査を実施することとする。また、海洋汚染の拡大防止のための対策として着手している海側遮水壁の設置を進めるとともに、湾内の環境改善のために海底土砂に含まれる放射性物質の拡散防止を行う。

引き続き、地下水及び海水の放射性物質のモニタリングを強化することに加え、港湾内の魚類についてもモニタリングを継続するとともに、港湾外に移動しないための対策を講じる。

###### <具体的計画>

2013 年度末までに、1～4 号機取水路前面において、海水中の放射性セシウムの除去を目的とした繊維状吸着材浄化装置を設置し、その効果を検証する（図 1. 1-11）。

海水中の放射性セシウムや放射性ストロンチウムの除去方法やその効果については、専門家の協力を得て検討を行う。

汚染水が地下水に漏えいした場合の海洋汚染拡大防止を目的として着手している海側遮水壁の設置工事については、既に 2012 年 4 月に本格着工し、2014 年度中期までに完成する

計画である（図1. 1-12）。港湾内の土砂について、港湾内の大型船航行に必要な水深を確保する浚渫において、その土砂を港内に集積して被覆等を行い、環境改善を目的として拡散防止を図る（2013年度下期～工事開始予定）。

1～4号機タービン建屋東側の護岸付近の地下水の放射性物質濃度上昇については、汚染経路の調査、地下水中の放射性物質の拡散評価等について専門家の協力を得て検討を進める。また、地下水中、海水中のセシウム、ストロンチウム、トリチウム等の放射性物質のモニタリングを強化するとともに、告示濃度限度を超える放射性物質の海域への流出防止のため、護岸付近の地盤改良等の対策を実施し、海洋への汚染拡大の防止を図る。また、高濃度汚染水が滞留する海側トレンチに対する漏えい防止対策等を早急に具体化し、前倒ししての実施を図る。（2013年度～速やかに着手）特に、海水中におけるトリチウム濃度の上昇傾向が見られることから、可及的速やかに汚染水の海洋への漏えい拡大防止対策の実施・完了が必要。

また、港湾内の魚類についての定期的なモニタリング、刺し網の設置など港湾外に移動しないための対策を継続的に行う。

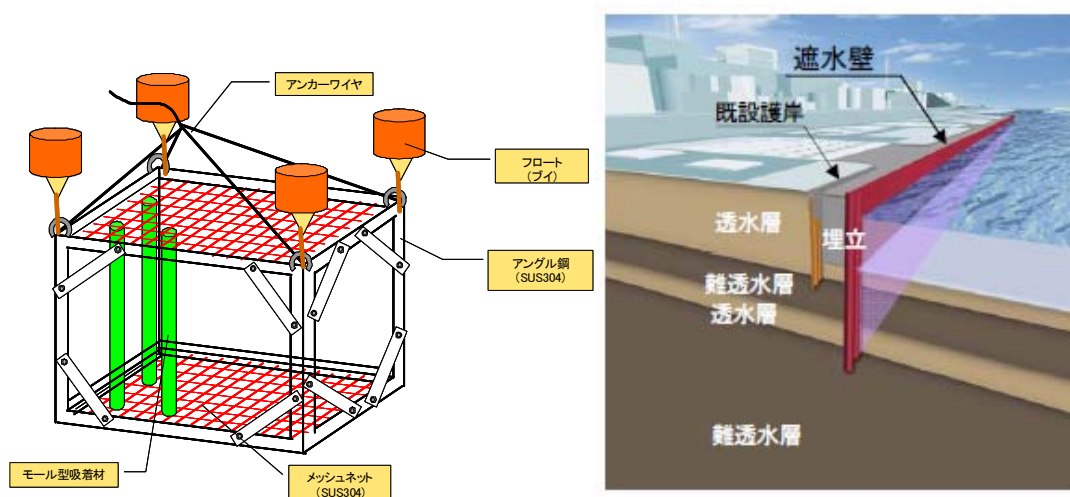


図1. 1-11 繊維状吸着浄化装置（概念図） 図1. 1-12 海側遮水壁（概念図）

## ②廃棄物管理及び敷地境界の放射線量低減

### <基本方針>

気体廃棄物については、告示に定める濃度限度を超えないよう厳重な放出管理を行うとともに、合理的な手法に基づき、できる限り濃度の低減を図ることを目標として管理していく。なお、液体廃棄物の海洋への放出は、関係省庁の了解なくしては行わないものとする。

敷地境界の放射線量低減については、発電所全体からの放射性物質の追加的放出及び敷地内に保管する事故後に発生したガレキ等や水処理二次廃棄物による放射線の影響を低減

し、これらによる敷地境界での放射線量低減を図っていく。

#### < 具体的計画 >

##### (a) 気体廃棄物管理

気体状の放射性物質を内包する建屋等について、その気体の放出抑制、放出監視を行い、放出管理の精度向上を図っていく。具体的には、原子炉格納容器ガス管理設備により、環境中への放出量を抑制するとともに、排気設備出口や原子炉建屋、タービン建屋及び廃棄物処理建屋等の開口部においてダストモニタリングを継続する。

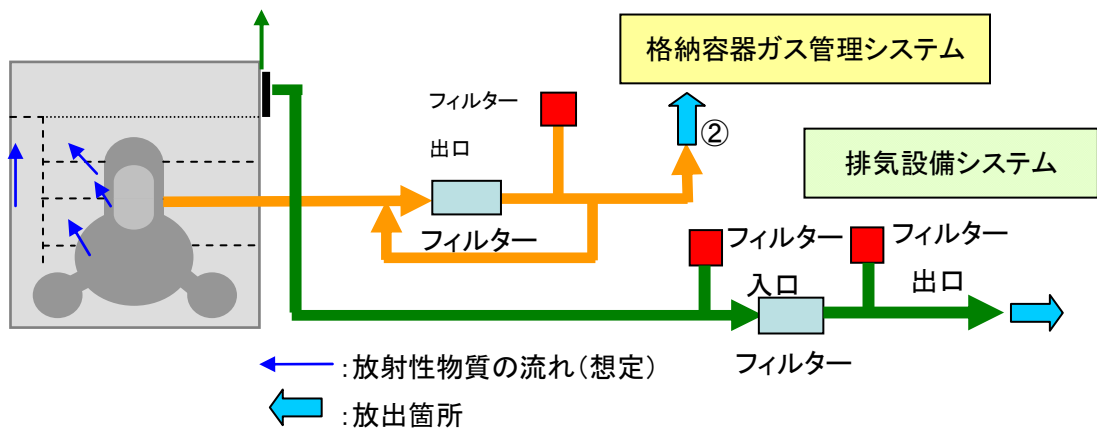
排気設備のない放出源である使用済セシウム吸着塔一時保管施設、貯留設備（タンク類、地下貯水槽）等については、基本的に気体として放出・拡散するものではないが、放射性物質の追加的放出が無いことをエリア周辺のモニタリングにより継続して確認していく。また、モニタリング方法の精度向上を図る（2013年度中）。

敷地境界付近での空気中放射性物質濃度については、告示に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度を下回っていることを引き続き確認していく（図1. 1-13）。

1, 2号機については、HP1-1, HP2-1として燃料取り出し方法を決定するものであるが、その過程で上記の対策を通じた気体廃棄物管理を行う。3, 4号機については、使用済燃料プールからの燃料取り出し時の放射性物質の飛散抑制のため、作業エリアを被うカバーを設置し、換気設備を設置していく（3号機：2015年度上半期取り出し開始予定、4号機：2013年11月取り出し開始予定）。

#### 【目標工程】

2013年度	排気設備出口や原子炉建屋、タービン建屋及び廃棄物処理建屋等の開口部におけるダストモニタリングの継続
2013年度	建屋外からの風の影響を排除する等、モニタリング方法の改善
2013年度11月	4号機の使用済燃料プールからの燃料取り出しに併せて、作業エリアを覆うカバー、換気設備を設置
2015年度上半期	3号機の使用済燃料プールからの燃料取り出しに併せて、作業エリアを覆うカバー、換気設備を設置



①排気設備等からの放出量

排気設備フィルタ出口のダスト濃度に排気設備流量を乗じたものと、排気設備フィルタ入口のダスト濃度にブローアウトパネル等からの漏えい量を乗じたものを積算して放出量を算出。

②原子炉格納容器ガス管理設備からの放出量

ガス管理設備フィルタ出口のダスト濃度に設備流量を乗じて、放出量を算出。

図 1. 1-13 モニタリングの概要 (2号機原子炉建屋の例)

(b) 液体廃棄物管理

滞留水等の液体廃棄物については、貯蔵又は水処理施設による放射性物質の浄化を実施している。浄化に伴う処理水は、タンクに貯蔵するとともに、淡水化した上で再利用を行う等、今後も適切に管理していく。また、具体的な取組については、1.1.4(2) 汚染水処理計画に記載のとおりである。

(c) 敷地境界の放射線量低減

発電所全体からの放射性物質の追加的放出及び敷地内に保管する事故後に発生したガレキ等や汚染水処理に伴い発生する水処理二次廃棄物からの放射線による敷地境界における実効線量を2012年度末において1mSv/年未満とする目標を達成した。

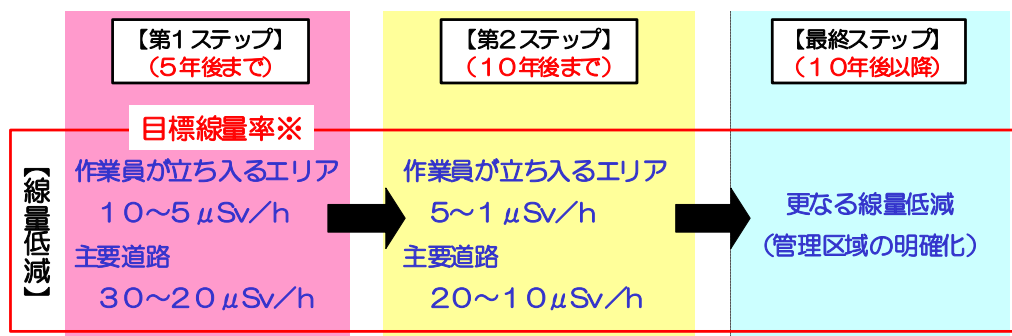
しかしながら、2013年4月に発生した地下貯水槽からの水漏れ事象を受け、地下貯水槽に滞留している汚染水を敷地南エリア等の地上タンクに移送しているが、この滞留水の影響による敷地境界の線量を最大地点で7.8mSv/年と評価しており、目標値を超えることから、多核種除去設備等を用いた汚染水の浄化により、可能な限り速やかに線量低減を図ることとする。

今後、基本方針に基づき、放射性物質の保管、管理を継続することにより、敷地周辺の線量をできる限り低減する。加えて、陸域、海域において、引き続きモニタリングを実施する。

③ 敷地内除染

<基本方針>

敷地内の除染については、策定した「中長期実施方針」に基づき、作業員の立ち入りが多い箇所を優先し、対象箇所を選定後、目標線量率を設定し、具体的な計画を立てて段階的に進めていく。目標線量率は段階的に下げ、最終的には事故前の状態に近づけていくことを目指す(図1.1-14)。



※「主要道路」の目標線量率は、車両による通過のための、「作業員が立ち入るエリア」とは別に設定する。

図1.1-14 敷地内除染の中長期実施方針



< 具体的計画 >

これまで、免震重要棟周辺、正門周辺、入退域管理建屋建設エリアの線量低減を実施してきたが、2013年度、2014年度は、厚生棟・企業棟周辺や5、6号機周辺（目標線量率10～5 $\mu$ Sv/h）、主要道路（目標線量率30～20 $\mu$ Sv/h）の除染を実施する。2015年度以降については、現場状況を勘案して実施箇所を追加していく（図1. 1-15）。第2期以降は、敷地外の環境中の放射線量を踏まえつつ、敷地内全体の除染を継続し、最終的には事故前の状態に近づける。

【目標工程】

2013年度	厚生棟・企業棟周辺、主要道路の除染
2013年度末	構外飛散ガレキの調査
2014年度	厚生棟・企業棟周辺、5、6号機周辺、主要道路の除染

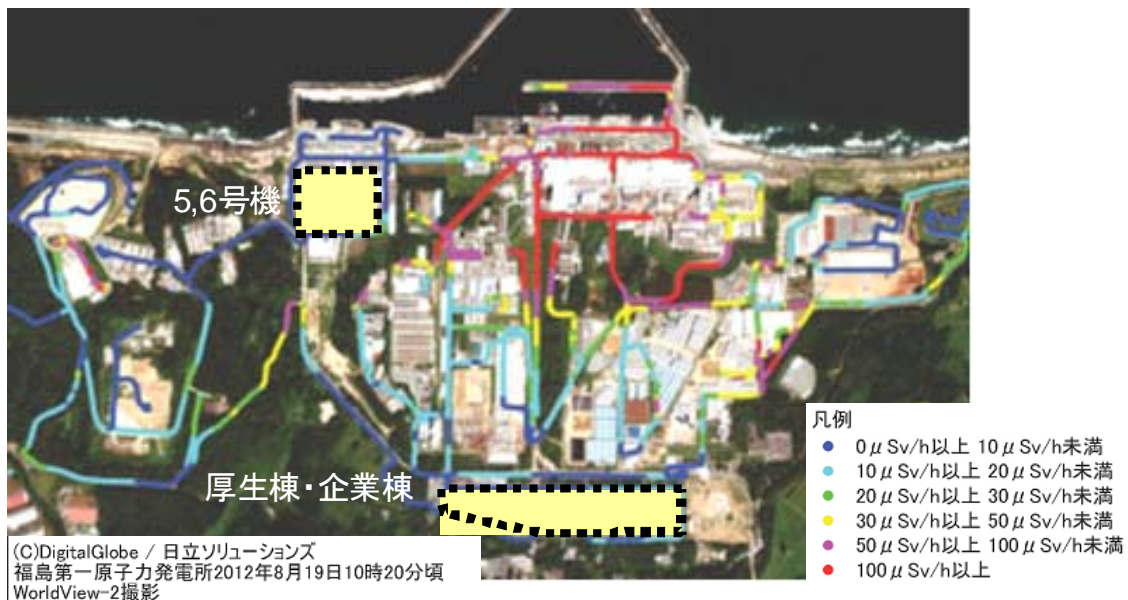


図1. 1-15 敷地内除染実施予定エリア（2013、2014年度計画）

(4) 固体廃棄物<sup>13</sup>の保管管理と処理・処分に向けた計画

< 基本方針 >

① 保管管理

固体廃棄物の保管管理を行う上では、敷地内の有効利用、管理のしやすさ、処理・処分の負荷を低減する観点等から、発生量をできるだけ少なくすることが重要である。そのた

<sup>13</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。

め、敷地内へ持ち込む梱包材や資機材等の持込抑制を最優先とし、「持込抑制＞発生最小化<sup>14</sup>＞再使用（リユース）＞リサイクル」という優先順位に従った発生量低減対策により継続的に廃棄物発生量の低減を図っていく。

それでもなお発生する廃棄物に対しては、廃止措置に向けた取組を円滑に進めるため、一時保管エリアを確保し、安全を最優先としながら保管対策を継続する。さらに、適切な遮へい及び飛散抑制対策を施した恒久的な保管施設を計画的に導入し保管の適正化を図っていく。

発生量低減対策と保管対策は、保管管理計画として集約し、作業の進捗状況に応じて定期的に更新、具体化を図っていく。

## ②処理・処分

事故後に発生した固体廃棄物は、破損した燃料に由来した放射性物質等の付着、塩分の含有等、従来の原子力発電所で発生していた廃棄物と特徴が異なるため、将来的な処理・処分に向けては、技術的課題を有する。

固体廃棄物の性状把握や廃止措置作業の進展に伴い、必要な情報が十分に蓄積されると期待される2021年度頃を目処に、研究開発により、処理・処分の安全性に関する技術的見通しを得る。また、それと並行して制度的措置に必要な検討を行い、処理・処分に関する安全規制や技術基準を明確にする必要がある。これらの制度的な検討の結果を踏まえ、発電所内に処理設備を設置し、処分場に搬出する廃棄体<sup>15</sup>の製造に着手する。

また、研究開発に当たっては、現段階では固体廃棄物の処理方法や処分概念について幅広く検討・評価を行い、固体廃棄物の性状把握や廃止措置作業の進展等に伴う知見の蓄積に応じて処理・処分技術を絞り込んでいくこととする。また、今回の事故により発生した固体廃棄物の中には国内で処理・処分を行った実績がほとんどないものも含まれるため、広く国内外の関係する産業界、研究機関、学会や大学の協力を得ながら検討を進める。

廃棄物の性状把握に当たっては、現在、独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という。）東海研究開発センター等の既存施設において研究を進めているが、研究拠点の一つとして、2017年度の運用開始を目指して整備する放射性物質分析・研究施設を最大限活用することにより研究開発の迅速化を図る必要がある。

### <具体的計画>

#### ①保管管理

固体廃棄物の発生量低減対策は、各対策の内容と優先順位を踏まえて進める。持込抑制については、2013年度は車両整備場を新たに設置し、新規車両の持込抑制を図るとともに、

<sup>14</sup> 持ち込んだ物品の汚染管理や分別を適切に行うことにより、最終的に廃棄物となる物量をできるだけ少なくする考え方

<sup>15</sup> 廃棄物を容器の中に詰めてセメントで固型化するなどして処分に適した形態としたもの

梱包材や資機材等の持込抑制対策が発電所全体で機能する仕組みを検討する。再使用（リユース）やリサイクルについては、既に一部では工事に用いた重機類や資機材等の他の工事への転用等を進めているが、2013年度は更に再使用やリサイクルが進む環境の整備等について検討する。減容処理については、2014年度に焼却炉を設置し、使用済保護衣等の焼却可能なものの処理を開始する。この過程で発生する焼却灰はドラム缶に詰めて密閉し、固体廃棄物貯蔵庫などの遮へい機能を有する設備に保管する。

保管対策としては、作業員の被ばくや敷地境界線量の低減を念頭に、引き続き、線量率の高い固体廃棄物は、既存の固体廃棄物貯蔵庫や覆土式一時保管施設への保管、土嚢の設置等により遮へいを実施する。また、線量率が周辺環境に対し比較的高い伐採木（枝葉根）は、伐採木一時保管槽に保管していく。また、より適正な保管を行うため、至近では、ドラム缶を23,000本以上保管できる規模の恒久的な保管施設について、2015年度の運用開始を目指し、2013年度から施設の基本設計に着手する。以後の恒久的な保管施設等については、廃棄物の保管状況や発生予測を踏まえて2013年度から概念検討に着手する。

また、水処理二次廃棄物の保管については、発熱、ガス発生、容器の腐食など基礎研究の成果に基づく対策が必要となるため、2013年度末に初期に導入した保管容器の長期的健全性について評価し、必要に応じて2014年度末に設備更新に関する方針を取りまとめる。

#### 【目標工程】

- 2013年度 車両整備場の設置、発電所全体での持ち込み抑制対策・再使用・リサイクルの検討、恒久的な保管施設等の概念検討着手、初期に導入した水処理二次廃棄物保管容器の長期健全性評価
- 2014年度 使用済保護衣等の焼却処理開始、水処理二次廃棄物の設備更新に関する方針策定
- 2015年度 ドラム缶23,000本以上が保管できる恒久的な保管施設の設置

#### ②処理・処分

水処理二次廃棄物の長期的な保管や、その他全ての固体廃棄物の処理・処分のためにはその性状把握（含有する放射性核種、化学組成・物理性状の把握）が必要不可欠である。2013年度は、引き続き、ガレキや水処理二次廃棄物等の固体廃棄物の性状把握、難測定核種等の分析手法の開発、データベースの構築等を進めるとともに、安全な処理・処分に向けた技術的な見通しの検討に必要な処理・処分概念、安全評価等に関する文献情報の収集・整理を実施する。また、廃棄物の処分を進める上では、放射能レベルが高く、長半減期の $\alpha$ 核種等を含む燃料デブリについて技術的な見通しを得ることが重要であると考えられるため、燃料デブリの処分に向けた予備的な検討に2013年度から着手する。

廃棄物の性状把握等を継続して行い、廃棄物毎の核種組成や汚染レベルに関する特徴がある程度推定できるようになると思われる2016年度末を目標に、幅広く抽出した処理・処

分技術の適用性に関する検討を行うとともに、難測定核種等の分析手法やインベントリ評価技術の開発を行う。ただし、この時点においても廃棄物の性状等に関するデータは限定的であるので、以降も性状把握等を継続する。

2016年度末までに得られた情報を踏まえ、2017年度は「廃棄物の処理・処分に関する基本的な考え方」をとりまとめ、制度的な検討を開始するためのHPとする。

2017年度以降も、新たに整備する放射性物質分析・研究施設を活用し、固体廃棄物の性状把握、開発技術を活用した分析データの蓄積、インベントリ評価の精度向上を図る。

2021年度頃までを目途に処理・処分における安全性に関する技術的な見通しを得ることと並行して、制度的措置に関する必要な検討を行い、併せて処理・処分に関する技術基準の整備や安全規制上の対応を行う必要がある。

これを踏まえ、2021年度頃以降において発電所内に処理設備を設置し、廃棄体の製造に着手することとする。

#### 【目標工程】

- |        |                            |
|--------|----------------------------|
| 2013年度 | 廃棄体化技術調査の取りまとめ、データベース試運用開始 |
| 2014年度 | 既存処分概念調査・既存安全評価手法調査の取りまとめ  |
| 2015年度 | 廃棄体化技術基礎試験の取りまとめ           |

#### 【判断ポイント】

固体廃棄物の保管管理と処理・処分に向けた計画におけるHPと、その考え方を整理すると、以下のとおりとなる。

HP SW-1：固体廃棄物の処理・処分に関する基本的な考え方の取りまとめ（2017年度）

固体廃棄物の処理・処分に関する安全規制などの制度化に向けた検討の着手に資するため、基本的な考え方を取りまとめた報告書を作成する。なお、報告書には処分の安全性の観点から見た燃料デブリの処理の必要性についての評価を含める。

HP SW-2：固体廃棄物の処理・処分における安全性の見直し確認（2021年度）

固体廃棄物の処理・処分に関して、技術的な成立性を踏まえた安全性の見直しを確認する。また、処理・処分に関する安全規制の枠組みを作るために必要な情報を整理する。なお、燃料デブリ取り出し等の廃止措置作業により性状が異なる廃棄物が発生する可能性があるため、必要に応じて研究開発を継続し、処理・処分の安全性の向上を図る。

HP SW-3：廃棄体仕様・製造方法の確定（第3期）

廃棄物の処理・処分に関する研究開発の結果を踏まえ、必要に応じて制度化を図り、処理・処分において必要な条件（廃棄体の仕様、処分場に必要立地要件、処分場の設

計要件)を明らかにする必要がある。上記条件に基づき、最終的な廃棄体の仕様や製造方法を確定する。

#### HP SW-4：廃棄体製造設備の設置及び処分の見通し（第3期）

廃棄体を製造する製造設備の設置を完了し、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。

### (5) 原子炉施設の廃止措置計画

#### <基本方針>

福島第一原子力発電所1～4号機の燃料デブリ取り出し後の施設の解体など原子炉施設の廃止措置は、通常の原子炉施設と大きく異なるものとなることから、廃止措置が合理的に実施されるよう、あらかじめ様々なケースを想定した廃止措置に係るシナリオ（以下「廃止措置シナリオ」という。）の検討・策定を行い、使用済燃料プール内の燃料取り出し、建屋地下の滞留水処理及び炉心からの燃料デブリ取り出しが終了した後に、原子炉施設の廃止措置計画を策定する。

廃止措置シナリオは、想定される廃棄物の種類と量、環境への影響、作業員の被ばく、適用される工法や工程、更に廃棄物の処分の見通し等を踏まえた上で、策定する。

廃止措置シナリオの策定に向けては、建屋除染、原子炉圧力容器／原子炉格納容器の調査、建屋間止水、燃料デブリの取り出し作業等によって得られる建屋や機器の汚染状況、原子炉圧力容器／原子炉格納容器内の燃料デブリの残存量など、必要なデータの蓄積を図るとともに、遠隔解体技術、コンクリート・金属の除染、減容技術等の廃止措置技術の検討を実施していく。

#### <具体的計画>

事故の影響により残存設備の利用範囲や発生する廃棄物の種類や量が、通常の原子力施設の廃止措置と異なることから、最終的な形態を念頭に置いた廃止措置の安全確保の考え方については、広く国内外の事例を参考に整理し、合理的な廃止措置シナリオを検討・立案する。併せて、立案したシナリオを念頭に置いた安全規制上の対応のあり方と、今後必要となる制度化に向けた道筋についても論点を整理する。

廃止措置シナリオの検討に当たっては、学協会と共同し、国内有識者からなる検討会によるレビューを行う。

さらに、原子炉施設の廃止措置の着手に先立って、廃棄物を処分するための技術的な基準の整備や、処分の見通しを得ることも念頭に入れる。

### 【目標工程】

2013年度 国内外における廃止措置情報及び廃止措置に係る安全条件を収集・整理

- 2014 年度 廃止措置シナリオの検討・立案  
遠隔解体技術，コンクリート・金属の除染，減容技術等の廃止措置技術の検討に着手
- 2015 年度 複数の廃止シナリオを立案し，IAEA や経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）などの国際専門機関や海外の廃止措置実施主体からも幅広いレビューを受けることで国際標準に照らしても妥当なシナリオを確立
- 2015 年度～ 国内関係機関による議論を経て廃止措置シナリオに対するコンセンサスを得る。目標時期としては，廃止措置シナリオや廃棄物量に影響を及ぼす可能性がある原子炉建屋コンテナ等の設計に反映が可能な 2018 年頃までを目指す。

30～40 年後の廃止措置終了を目標とし，以下の判断ポイントを設定して進めて行く。その際，炉心に燃料デブリの無い 4 号機から廃止措置を開始することを念頭に，現場の状況等に合わせ，廃止措置シナリオを順次改訂・絞り込みを行っていく。

#### 【判断ポイント】

##### HP ND-1：廃止措置シナリオの立案（2015 年度）

実現可能で合理的な廃止措置シナリオを複数立案し，海外レビューを経た上で 2015 年度中を目途に複数のオプションを提示。ここで，1～3 号機の燃料デブリ取り出しに関連した原子炉格納容器の止水方法や原子炉建屋コンテナなどの大型構築物の選択が廃止措置シナリオを大きく影響することも念頭に入れる。

##### HP ND-2：除染・機器解体工法の確定（第 3 期）

通常の原子力施設と比較し，廃棄物の種類や量が異なることが予想されるため，放射性物質の種類に応じた除染・機器解体など，必要な廃止措置技術の研究開発を取りまとめ，その成果に基づき必要な機器・設備の設計・製造に着手する。

##### HP ND-3：廃棄物処分の見通し・必要な研究開発の終了（第 3 期）

廃棄物の処分の見通しが得られていることを確認した上で，廃止措置工事に着手する。

#### 1.1.5 添付資料

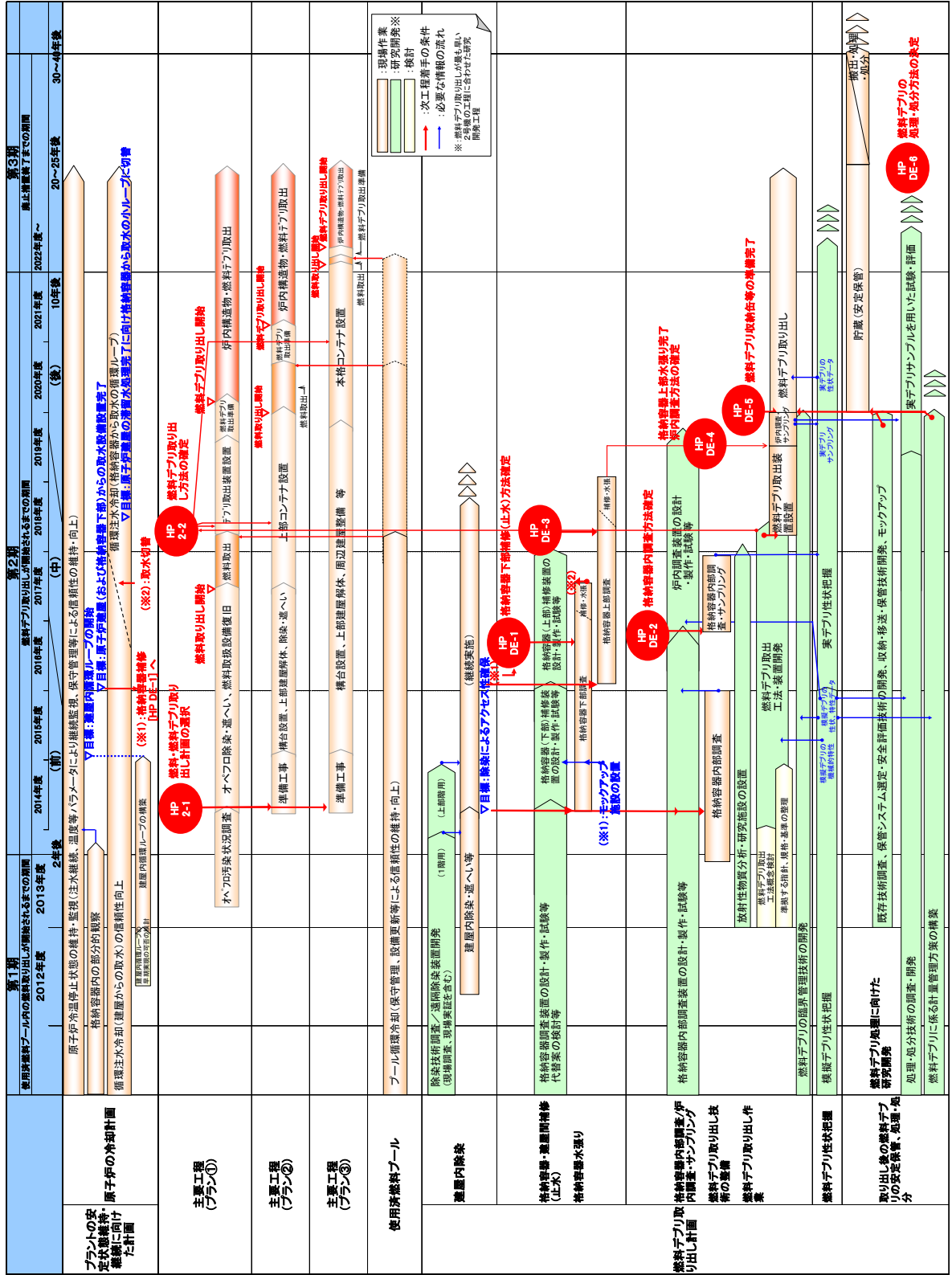
- 添付資料-1 東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた  
中長期ロードマップの主要スケジュール
- 添付資料-2 廃止措置等に向けた中期スケジュール
- 添付資料-3 使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る作業ステップ

添付資料－４ 燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ



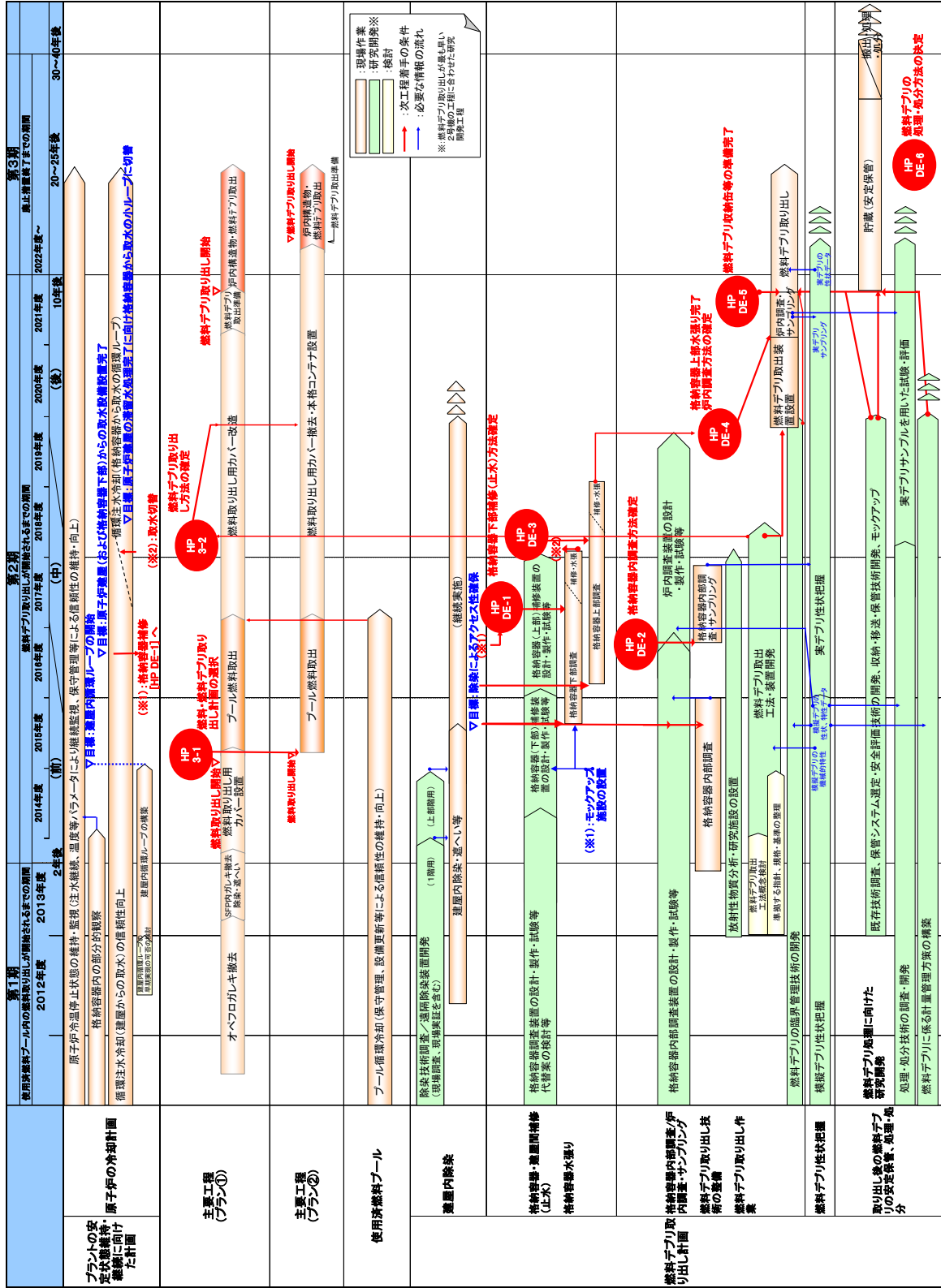


東京電力横浜第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップの主要スケジュール(2号機)



\*本ロードマップについては、研究開発及び現場状況を踏まえて、継続的に見直ししていく。(注)HP：判断ポイント

東京電力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の主要スケジュール(3号機)

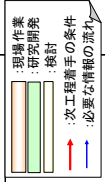


\*本ロードマップについては、研究開発及び現場状況を踏まえて、継続的に見直ししていく。



東京電力柏崎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の主要スケジュール（共通）

期	第1期										第2期									
	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度～	2023年度～	2024年度	2025年度	2026年度～	2027年度～	2028年度～	2029年度～	30～40年後	
主要な目標	使用済燃料プールの燃料取り出しが開始されるまでの期間										燃料プールの燃料取り出しが開始されるまでの期間									
	2年以内										(前)									
プラントの安定稼働維持・継続に向けた計画	燃料プールの燃料取り出し開始 (4年以内)										(中)									
	燃料プールの燃料取り出し完了 (5年以内)										燃料プールの燃料取り出し完了 (5年以内)									
汚染水処理計画	サブトレント浄化・須田方式の検討										サブトレント設備稼働→地下水流入量を低減(滞留水減少)									
	サブトレント設備稼働										サブトレント設備稼働→地下水流入量を低減(滞留水減少)									
海洋汚染拡大防止計画	海御蔵水壁の構築										海御蔵水壁の構築									
	シルトフェンス通気設置										シルトフェンス通気設置									
放射性廃棄物の管理・廃棄拡大防止に向けた計画	放射性廃棄物の管理・廃棄拡大防止に向けた計画										放射性廃棄物の管理・廃棄拡大防止に向けた計画									
	放射性廃棄物の管理・廃棄拡大防止に向けた計画										放射性廃棄物の管理・廃棄拡大防止に向けた計画									
敷地境界線管理計画	敷地境界線管理計画										敷地境界線管理計画									
	敷地境界線管理計画										敷地境界線管理計画									
敷地内除染計画	敷地内除染計画										敷地内除染計画									
	敷地内除染計画										敷地内除染計画									



(注)HP:判断ポイント

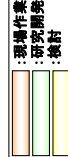
\*本ロードマップについては、研究開発及び現場状況を踏まえて、継続的に見直ししていく。





諸計画の取り組み状況(その2)

課題	第1期(当面の取組終了後2年後以内)		第2期(前)	
	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
建屋内除染	除染技術調査/遠隔除染装置開発 遠隔汚染調査技術の開発① 遠隔除染装置の開発① 現場調査(現場実証(適宜))	建屋内除染・遮へい等(作業環境改善①) 原子炉建屋内 1階	原子炉建屋内 2階以上	継続
	総合的な被ばく低減計画の策定 作業エリアの状況把握 原子炉建屋内の作業計画の策定 爆発・爆燃の作業計画の策定			
格納容器調査・補修	格納容器調査・補修に向けた研究開発(建屋間止水含む) 格納容器調査装置の設計・製作・試験等② 格納容器補修装置の設計・製作・試験等③④			
	【1,3号機】原子炉建屋地下階調査 【2号機】原子炉建屋地下階調査 【1,3号機】原子炉建屋地下階調査 【2号機】原子炉建屋地下階調査			☆ 開発成果の現場実証含む
燃料デブリ	燃料デブリ取出に向けた研究開発(内部調査方法や装置開発等、長期的課題へ継続) 格納容器内調査装置の設計・製作・試験等⑤			
	格納容器外部からの調査(開発成果の現場実証含む) 収納缶開発(既存技術調査、保管システム検討、安全評価技術の開発他)			
その他	処理・処分技術の調査・開発 燃料デブリに係る計量管理の方策の構築			
	臨界評価、検知技術の開発			





諸計画の取り組み状況(その3)

課題	第1期(当面の取組終了後2年後以内)		第2期(前)	
	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
滞留水処理計画 プラントの安定状態維持・継続に向けた計画	現行処理施設による滞留水処理 現行設備の信頼性向上等(移送・処理・貯蔵設備の信頼性向上) 分岐管耐圧ホース使用箇所のPE管化 タンク漏えい拡散防止対策(鉄筋コンクリート壁・土壌・排水路暗渠化)ノタンク設置にあわせて順次実施 循環ライン縮小検討 サブドレンピット復旧方法の検討 サブドレン他浄化設備の検討 サブドレン復旧工事 サブドレン浄化設備の検討・設置工事 サブドレン復旧、地下水流入量を低減(滞留水減少) 建屋内地下水の水位低下 地下水バイパス設置工事 地下水流入量を低減(滞留水減少)	信頼性を向上させた水処理施設による滞留水処理		
	多核除去設備の設置 処理量増加施策検討/実施	構内貯留水の浄化		
海洋汚染防止計画 発電所全体の放射線拡散防止に向けた計画	海側遮水壁の構築 鋼管矢板設置 放射性ストロンチウム(Sr)浄化技術の検討 海水循環浄化 海水繊維状吸着材浄化(継続) 航路・泊地エリアの浚渫土砂の被覆等 地下水及び海水のモニタリング(継続実施)	港湾内埋立等 放射性ストロンチウム(Sr)浄化技術の検討 海水繊維状吸着材浄化(継続) 航路・泊地エリアの浚渫土砂の被覆等	放射線ストロンチウム(Sr)浄化 放射線拡散防止に向けた計画	目標:汚染水漏えい時における海洋汚染拡大リスクの低減 目標:港湾内海中の放射性物質濃度低減(告示濃度未満)
	1~3号機 格納容器ガス管理システム運用 2号機 プローアアウトバネル開口部閉止・換気設備設置 建屋等開口部ダスト濃度測定・現場調査 気体モニタリングの精度向上 陸域・海域における環境モニタリング(継続実施)	格納容器ガス管理システム運用 プローアアウトバネル開口部閉止・換気設備設置 現場調査 気体モニタリングの精度向上		
敷境界線量低減計画 敷地境界線量低減	遮へい等による線量低減実施 汚染水浄化等による線量低減実施 陸域・海域における環境モニタリング(継続実施)	遮へい等による線量低減実施 汚染水浄化等による線量低減実施	陸域・海域における環境モニタリング(継続実施)	目標:発電所全体から新たな放出される放射性物質等による敷地境界線量1mSv/年未満
	除染地内計画 除染地内	除染地内計画 除染地内	除染地内計画 除染地内	除染地内計画 除染地内



諸計画の取り組み状況(その4)



課題	第1期(当面の取組終了後2年後以内)		第2期(前)	
	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
使用済燃料 燃料取り出し計画	輸送貯蔵 兼用 キャスク	キャスク製造	キャスク製造	
	乾式貯蔵 キャスク	物揚場復旧工事	物揚場復旧工事	
	港湾	空キャスク搬入(順次)	空キャスク搬入(順次)	
	共用 プール	既設乾式貯蔵キャスク点検(9基) 損傷燃料用ラック設計・製作	共用プール燃料取り出し 据付	使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の貯蔵(保管・管理)
研究 開発	キャスク 仮保管設備	設計・製作 設置	キャスク受入・仮保管	
	研究 開発	使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価 使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討		
原子炉関連 コンテナ等設置	原子炉関連 コンテナ等設置	RPV/PCV 健全性維持	圧力容器/格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発 腐食抑制対策(窒素パブリング)による原子炉冷却水中の溶存酸素低減)	
	原子炉関連 コンテナ等設置	原子炉関連 コンテナ等設置	適切な遮へい対策及び飛散抑制対策を施した安定保管の継続 保管管理計画の策定 車面整備場の設置 保管管理計画の更新 ドラム缶保管施設の設置 雑固体廃棄物焼却設備の設置 ガレキ等の搬出・一時保管施設への移動 伐採木の撤去工事 遮へい策に対する保管水の二次廃棄物の線量低減実施 水処理二次廃棄物の性状、保管容器的寿命の評価	発生量低減策の推進 保管適正化の推進
固体廃棄物 施設の保管 管理計画	固体廃棄物 施設の保管 管理計画	固体廃棄物 施設の保管 管理計画	処理・処分に関する研 究開発計画の策定	
	固体廃棄物 施設の保管 管理計画	固体廃棄物 施設の保管 管理計画	複数の廃止措置シナリオの立案	
原子炉 廃止措置計画	原子炉 廃止措置計画	原子炉 廃止措置計画	協力企業を含む要員の計画的育成・配置、意欲向上策の実施 等 安全活動の継続、放射線管理の維持・充実、医療体制の継続確保 等	
	原子炉 廃止措置計画	原子炉 廃止措置計画	業務本部(放射線)が重要業務継続計画(重要業務)の線量低減	

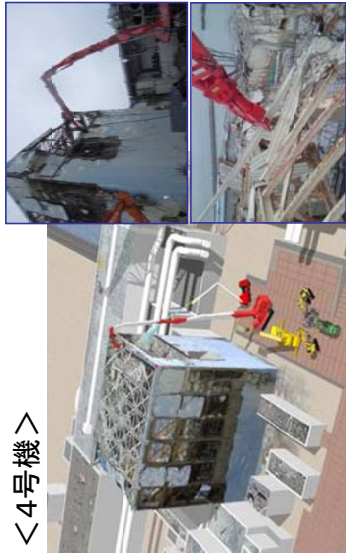
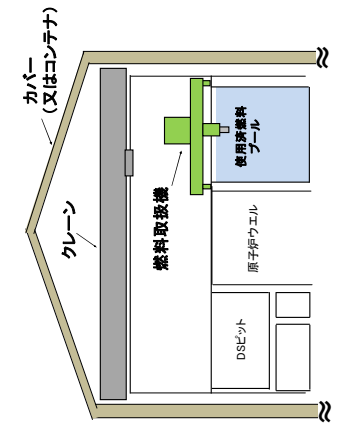

HP  
ND-1

廃止措置シナリオの立案

使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る作業ステップ(1/2)

第1期		第2期		第3期
2012年度	2013年	2014年度		
①ガレキ撤去/②カバー、クレーン等の設置/③輸送容器・収納缶の設計、製造	④輸送容器・収納缶の設計、製造			
港湾復旧 キャスク製造(順次)	⑤プール燃料取り出し/貯蔵(保管・管理)			
共用プール設備復旧	キャスク搬入(順次)	搬出		
	④共用プール内空きスペース確保/設備改造			

ステップ	① 原子炉建屋上部ガレキ撤去 (4号機完了、3号機にて実施中)	② カバー(又はコンテナ)／ クレーン等の設置	③ 取り出し用輸送容器・収 納缶の設計、製造
イメージ	 <p>&lt;4号機&gt;</p>	 <p>カバー(又はコンテナ) クレーン 燃料取扱機 使用済燃料プール 原子炉ワエル DSピット</p>	 <p>&lt;輸送容器の例: NH-25&gt; (メーカー資料より)</p>
内容	<p>大型クレーンや重機を用いて原子炉建屋上部のガレキを撤去。</p>	<p>原子炉建屋を覆うカバー(又はコンテナ)を設置し、プール燃料取り出しに必要なクレーン、燃料取扱機を設置。</p>	<p>プールから取り出した燃料を共用プールに移送するため、輸送容器・収納缶等を設計・製造。</p>
技術開発における留意点と課題	-	-	-
安全確保に向けた主な留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プール水の安定冷却の維持</li> <li>・ガレキ撤去時の空気中への放射性物質拡散防止</li> <li>・環境モニタリング</li> <li>・作業員の被ばく低減(遠隔撤去等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プール水の安定冷却の維持</li> <li>・作業員の被ばく低減(雰囲気線量低減等)</li> </ul>	-

# 使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る作業ステップ(2/2)

第1期		第2期		第3期														
2012年度	2013年																	
港湾復旧	キャスク製造(順次)																	
共用プール設備復旧	共用プール内空きスペース確保/設備改造																	
ステップ	<b>④ 共用プール内空きスペース確保/改造</b>																	
イメージ	<p>＜共用プール＞(震災時の貯蔵体数)</p> <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th>号機</th> <th>燃料貯蔵体数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号機</td> <td>392</td> </tr> <tr> <td>2号機</td> <td>615</td> </tr> <tr> <td>3号機</td> <td>566</td> </tr> <tr> <td>4号機</td> <td>1,535</td> </tr> <tr> <td>1～4号機合計</td> <td>3,108</td> </tr> <tr> <td>共用プール</td> <td>6,375</td> </tr> </tbody> </table> <p>※2012年7月、4号機から新燃料2体を共用プールに搬出。</p>				号機	燃料貯蔵体数	1号機	392	2号機	615	3号機	566	4号機	1,535	1～4号機合計	3,108	共用プール	6,375
号機	燃料貯蔵体数																	
1号機	392																	
2号機	615																	
3号機	566																	
4号機	1,535																	
1～4号機合計	3,108																	
共用プール	6,375																	
内容	<p>燃料の健全性を確認し、損傷燃料は放射性物質の飛散・拡散を防止できる措置を講じた上で搬出。</p>																	
技術開発における留意点と課題	<p>・使用済燃料プールから取り出した燃料の長期健全性評価、処理方法の検討</p>																	
安全確保に向けた主な留意点	<p>・作業員の被ばく低減(平常管理)</p> <p>・プールの安定冷却の維持</p> <p>・燃料落下防止</p> <p>・作業員の被ばく低減(遠隔化、雰囲気線量低減等)</p>																	

# 燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ(1/3)

第1期	第2期	第3期
2012年度	2013年	10年後以内
2年後以内	(前)	(中)
20~25年後	(後)	20~25年後
<p>② 格納容器下部調査</p> <p>格納容器下部止水方法確定</p> <p>格納容器下部調査</p> <p>① 原子炉建屋内除染</p> <p>除染によるアクセス確保</p> <p>③ 原子炉建屋内除染</p> <p>④ 格納容器下部止水</p> <p>⑤ 格納容器内部調査・サンプリング</p> <p>⑥ 格納容器上部補修</p> <p>⑦ 格納容器部分水張り</p> <p>⑧ 格納容器上部補修</p> <p>⑨ 格納容器上部止水</p> <p>格納容器上部止水完了</p> <p>炉内調査・サンプリング</p> <p>燃料デブリ取り出しの準備完了</p> <p>燃料デブリ取り出し</p> <p>燃料デブリの処理・処分方法の決定</p>	<p>③ 格納容器下部止水</p> <p>④ 格納容器上部補修</p> <p>⑤ 格納容器内部調査・サンプリング</p> <p>⑥ 格納容器部分水張り</p> <p>⑦ 格納容器上部補修</p> <p>⑧ 格納容器上部止水</p> <p>⑨ 格納容器上部補修</p> <p>⑩ 格納容器上部止水</p> <p>燃料デブリの処理・処分方法の決定</p>	<p>⑩ 燃料デブリ取り出し</p> <p>燃料デブリの処理・処分方法の決定</p>

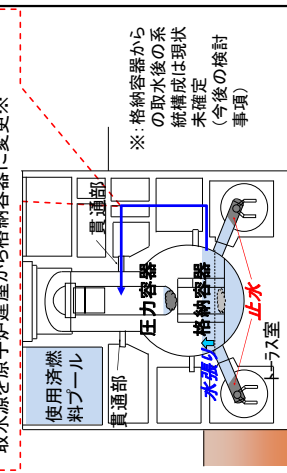
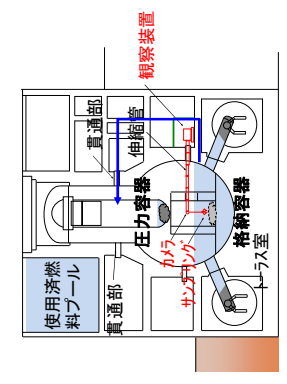
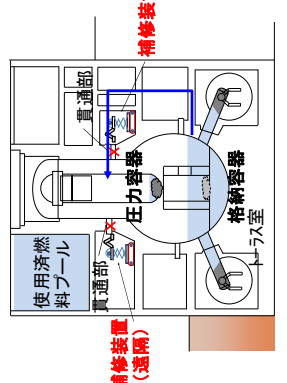
※ TMIと同様に水中での取り出しを想定した一連の作業を記載。  
 ※ HP: 技術的な判断ポイント。現場状況、技術開発成果により、次工程以降を見直していく。

ステップ	① 原子炉建屋内除染 (②以降の作業毎に必要な箇所を順次実施する)	② 原子炉格納容器下部調査	③ 原子炉格納容器下部止水 原子炉建屋止水
イメージ	<p>除染装置(遮隔)</p> <p>燃料デブリ</p> <p>圧力容器</p> <p>格納容器</p> <p>タービン建屋</p> <p>水処理装置より</p> <p>水処理装置</p> <p>除染装置</p> <p>タービン建屋</p> <p>水処理装置へ</p> <p>漏えい</p>	<p>使用済燃料プール</p> <p>貫通部</p> <p>圧力容器</p> <p>格納容器</p> <p>タービン建屋</p> <p>漏えい</p> <p>タービン建屋</p> <p>漏えい</p>	<p>使用済燃料プール</p> <p>貫通部</p> <p>圧力容器</p> <p>格納容器</p> <p>タービン建屋</p> <p>止水装置</p> <p>止水</p>
内容	<p>格納容器へのアクセス性を向上するため、高圧水、コーティング、表面はつり等により、作業エリアを除染。</p> <p>◆高熱量箇所(数100~1,000mSv/hレベル)の存在</p> <p>◆建屋内ガレキによるアクセスが制限されていること</p> <p>・上記を踏まえた遠隔除染方法の検討・確立が必要</p>	<p>格納容器下部及び原子炉建屋壁面を、遠隔のカメラ等で調査。</p> <p>◆調査対象が高熱量エリア、汚染水中、狭隙部などにあること</p> <p>・調査方策・装置の開発</p> <p>・格納容器外部からの内部調査方策・装置の開発</p>	<p>燃料デブリの取出しは、水中で実施することが放射線の遮へいの観点からも有利と考えられることから、格納容器のハウジングを構築し止水。</p> <p>◆炉心循環冷却のための注水を継続しながら、直線量を下・流水状態で止水すること</p> <p>・格納容器ハウジング構築・止水技術・工法の開発</p> <p>・代替方策の検討・開発</p>
技術開発における留意点と課題	<p>◆高熱量箇所(数100~1,000mSv/hレベル)の存在</p> <p>◆建屋内ガレキによるアクセスが制限されていること</p> <p>・上記を踏まえた遠隔除染方法の検討・確立が必要</p>	<p>◆調査対象が高熱量エリア、汚染水中、狭隙部などにあること</p> <p>・調査方策・装置の開発</p> <p>・格納容器外部からの内部調査方策・装置の開発</p>	<p>◆炉心循環冷却のための注水を継続しながら、直線量を下・流水状態で止水すること</p> <p>・格納容器ハウジング構築・止水技術・工法の開発</p> <p>・代替方策の検討・開発</p>
安全確保に向けた主な留意点	<p>・炉心安定冷却の維持</p> <p>・除染作業に伴う空気中への放射性物質拡散防止</p> <p>・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</p>	<p>・炉心安定冷却の維持</p> <p>・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</p>	<p>・炉心安定冷却の維持</p> <p>・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</p>

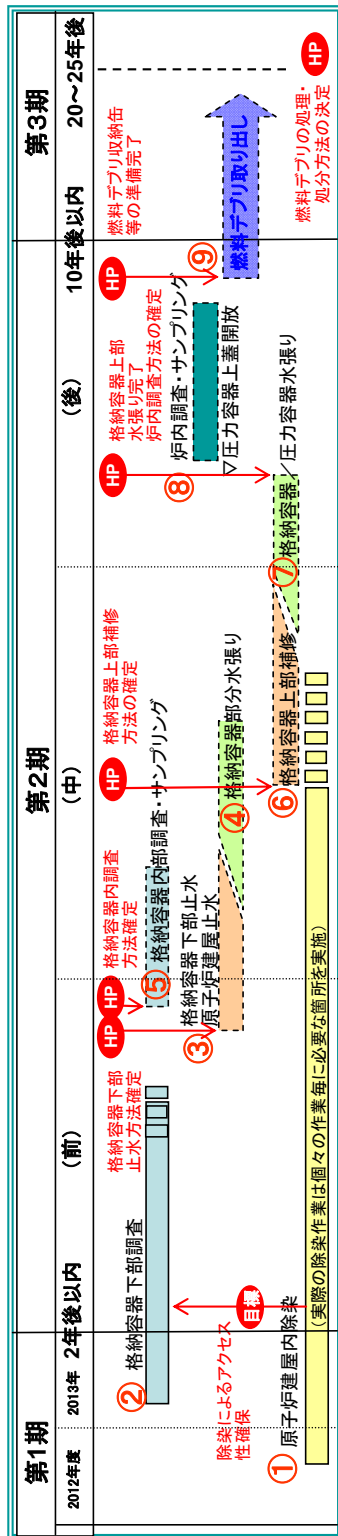
# 燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ(2/3)

第1期		第2期		第3期		
2012年度	2013年 2年後以内	(前)	(中)	(後)	10年後以内	20~25年後
	<p>② 格納容器下部調査 格納容器下部 止水方法確定</p> <p>③ 格納容器下部止水 格納容器下部止水 原子炉建屋止水</p> <p>④ 格納容器内部調査・サンプリング 格納容器内部調査 方法確定 格納容器内部調査・サンプリング</p> <p>⑤ 格納容器内部調査 方法確定 格納容器内部調査・サンプリング</p> <p>⑥ 格納容器上部補修 格納容器上部補修 方法の確定</p> <p>⑦ 格納容器部分水張り 格納容器部分水張り</p> <p>⑧ 格納容器上部補修 格納容器上部補修 方法の確定</p> <p>⑨ 格納容器内部調査・サンプリング 格納容器内部調査・サンプリング 方法の確定</p> <p>⑩ 燃料デブリ取り出し 燃料デブリ取り出し</p>	<p>① 原子炉建屋内除染 除染によるアクセシ 性確保</p> <p>② 格納容器下部調査 格納容器下部 止水方法確定</p> <p>③ 格納容器下部止水 格納容器下部止水 原子炉建屋止水</p> <p>④ 格納容器内部調査・サンプリング 格納容器内部調査 方法確定</p> <p>⑤ 格納容器内部調査 方法確定 格納容器内部調査・サンプリング</p> <p>⑥ 格納容器上部補修 格納容器上部補修 方法の確定</p> <p>⑦ 格納容器部分水張り 格納容器部分水張り</p> <p>⑧ 格納容器上部補修 格納容器上部補修 方法の確定</p> <p>⑨ 格納容器内部調査・サンプリング 格納容器内部調査・サンプリング 方法の確定</p> <p>⑩ 燃料デブリ取り出し 燃料デブリ取り出し</p>	<p>⑪ 燃料デブリの処理・ 処分方法の決定</p>			

※ TMIと同様に水中での取り出しを想定した一連の作業を記載。  
 ※ HP : 技術的な判断ポイント、現場状況、技術開発成果により、次工程以降を見直していく。

ステップ	④ 原子炉格納容器部分水張り	⑤ 原子炉格納容器内部調査・サンプリング	⑥ 原子炉格納容器上部補修
イメージ	 <p>格納容器下部のバウンダリ構築後、循環注水冷却の取水源を原子炉建屋から格納容器に変更※</p>		
内容	格納容器下部に部分的な水張りを実施。	格納容器内を調査し、圧力容器から流れ出たと推定される燃料デブリの分布状況の把握、サンプリング等を実施。 ◆ 高純度によるアクセシ性の制約、格納容器内部環境(内部水の濃り、燃料デブリの存在等)が不明 ・上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	格納容器を満水まで水張りすべく、上部の漏えい箇所を、手動または遠隔にて補修。 ◆ ②と同様 ・格納容器漏えい箇所補修・止水技術・工法の開発(③と同様)
技術開発における留意点と課題	◆ ③と同様	◆ ②と同様 ・格納容器漏えい箇所補修・止水技術・工法の開発(③と同様)	◆ ②と同様 ・格納容器漏えい箇所補修・止水技術・工法の開発(③と同様)
安全確保に向けた留意点	・炉心安定冷却の維持 ・未臨界確認	・炉心安定冷却の維持 ・未臨界確認 ・格納容器内の放射性物質の拡散防止 ・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)	・炉心安定冷却の維持 ・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)

# 燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ(3/3)



ステップ	⑦ 原子炉格納容器／圧力容器水張り ⇒ 圧力容器上蓋開放	⑧ 炉内調査・サンプリング	⑨ 燃料デブリ取り出し
イメージ	<p>天井クレーン コンテナ 圧力容器上蓋 使用済燃料プール 圧力容器 格納容器 トランス室</p> <p>コンテナ内にて循環ループを成り立たせる</p>	<p>作業台車 伸縮管 燃料デブリ 格納容器 トランス室</p> <p>カメラ、切断、掘削、把持、吸引装置</p>	<p>燃料デブリ 格納容器 トランス室</p> <p>搬出</p>
内容	十分速へいが担保できる水位まで格納容器／圧力容器を水張り後、圧力容器上蓋を取り外し。 (⑥)により格納容器バウンダリ構築が大前提)	炉内を調査し、燃料デブリや炉内構造物の状態把握、サンプリング等を実施。 ◆高線量によるアクセス性の制約、圧力容器内部環境(内部水の通り、燃料デブリの存在等)が不明な点を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	圧力容器／格納容器内のデブリの取り出しを実施。 ◆燃料デブリの分布状況によっては技術開発範囲が拡大(特に格納容器内の燃料取り出しはTMIでも検証なし) -TMIに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発
技術開発における留意点と課題			
安全確保に向けた主な留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心安定冷却の維持</li> <li>未臨界確認</li> <li>燃料デブリの放射線物質の拡散防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心安定冷却の維持</li> <li>未臨界確認</li> <li>燃料デブリの放射線物質の拡散防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心安定冷却の維持</li> <li>未臨界確認</li> <li>燃料デブリの放射線物質の拡散防止</li> </ul>