

I 特定原子力施設の全体工程及びリスク評価

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2¹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(HP²)として設定している。

¹ 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。

² 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³、原子炉格納容器等からの燃料デブリ取り出し⁴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

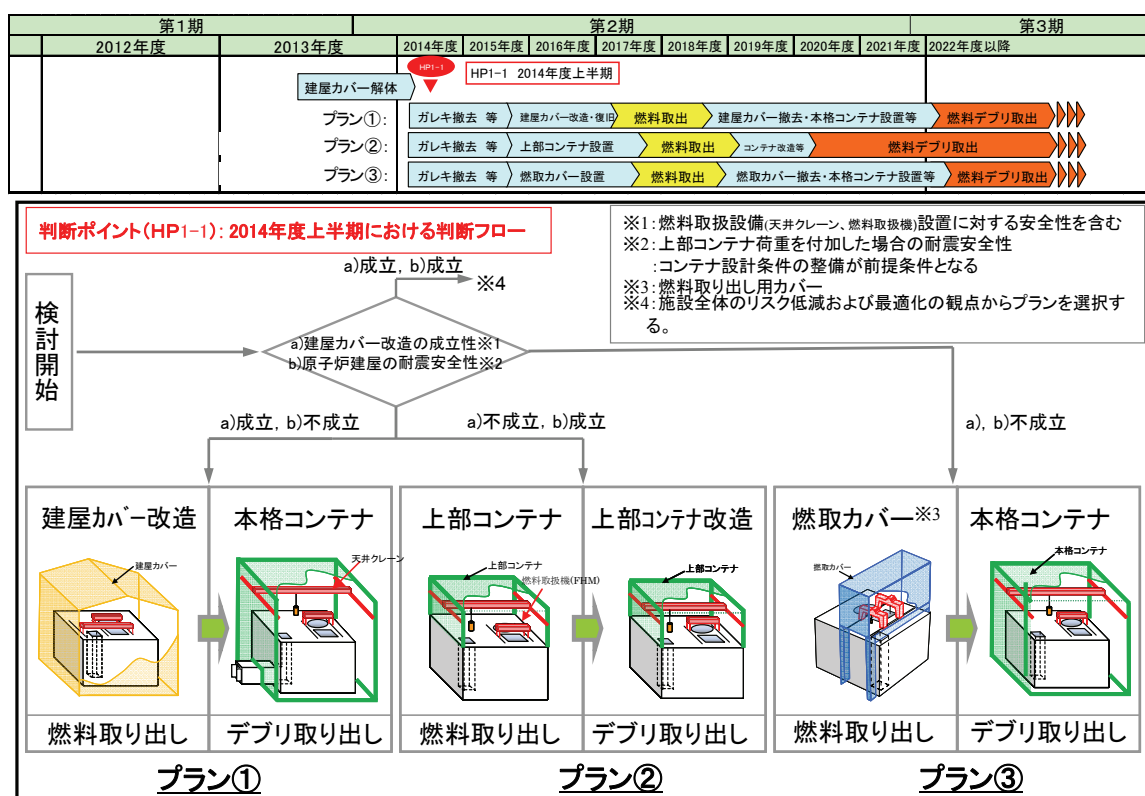


図1. 1-1 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出し・燃料デブリ取り出しの計画

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⁵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。

³ 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。

⁴ 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。

⁵ 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⁶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>

⁶ 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

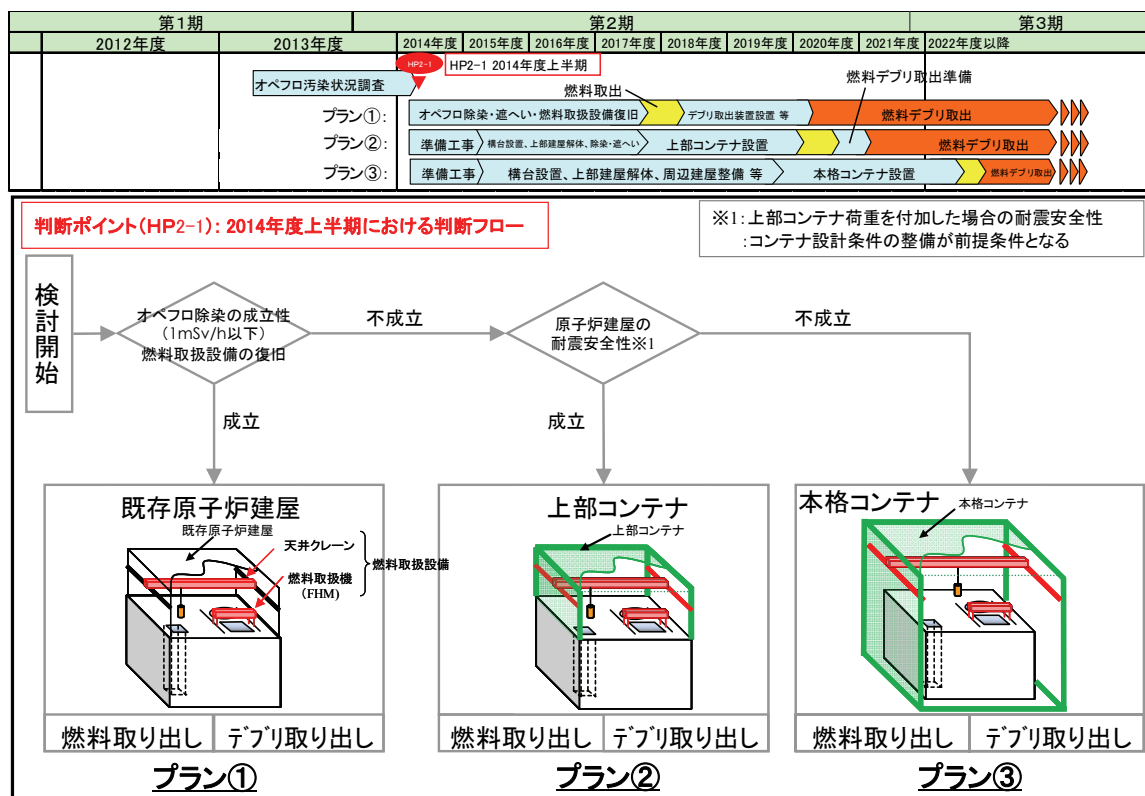


図1. 1-2 2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し・燃料デブリ取り出しの計画

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

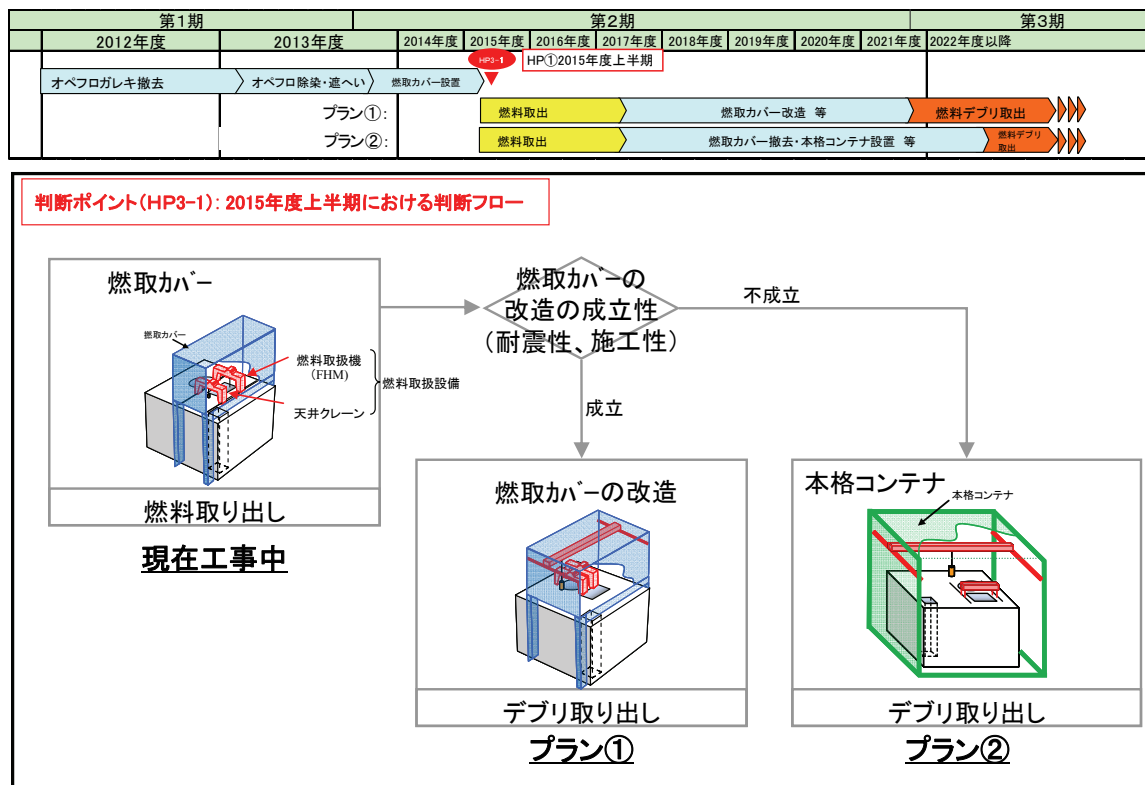


図1. 1-3 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し・燃料デブリ取り出しの計画

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立性を検討し, 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）。

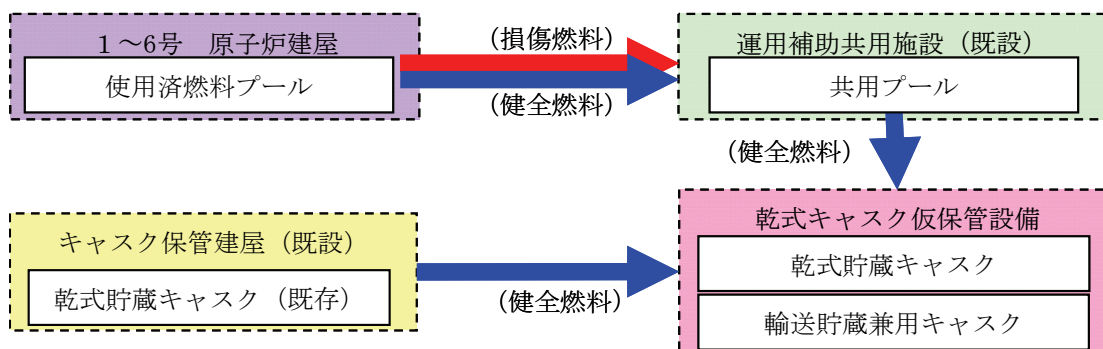


図１．１－４ 福島第一原子力発電所における燃料取り出しに係る燃料の移動

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。

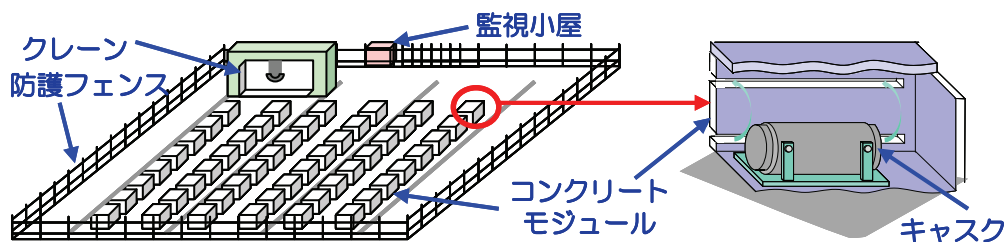


図１．１－５ 乾式キャスク仮保管設備の概要図

【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-2⁷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

⁷ 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（MAAP⁸ 及び SAMPSON⁹）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

⁸ 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）

⁹ 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）。

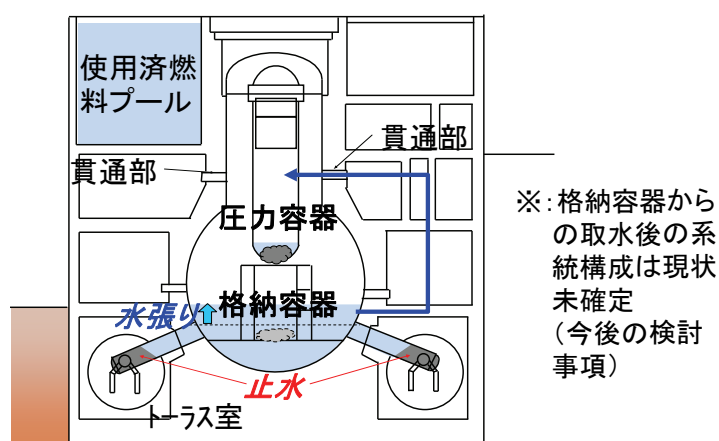


図1.1-6 原子炉冷却ラインの小循環（格納容器循環冷却）イメージ図

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、TIP¹⁰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、サプレッ

¹⁰ 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。

今後も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系統を設置する。

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）。

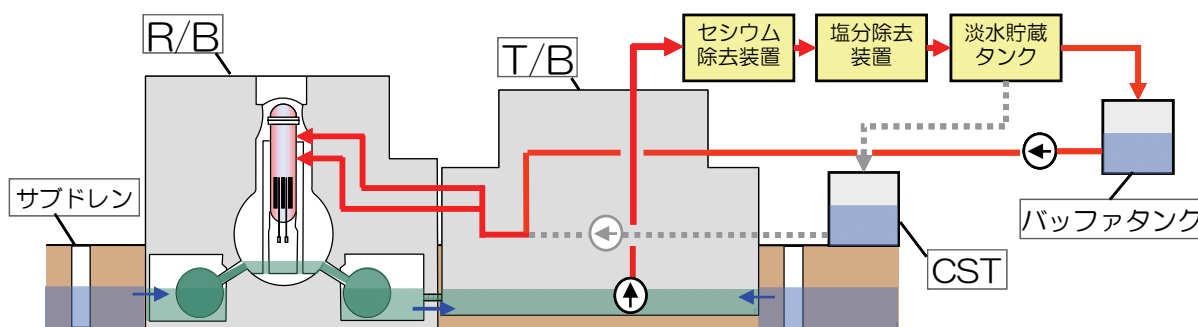
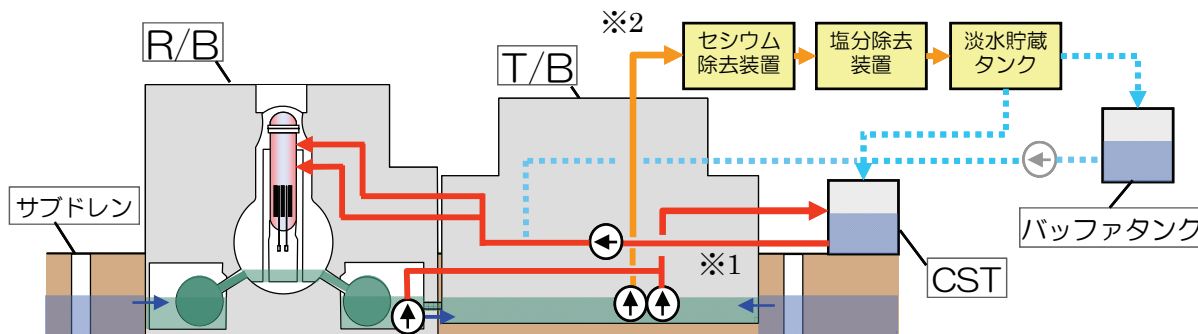


図1．1－7 循環注水ライン（大循環） イメージ図



※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。

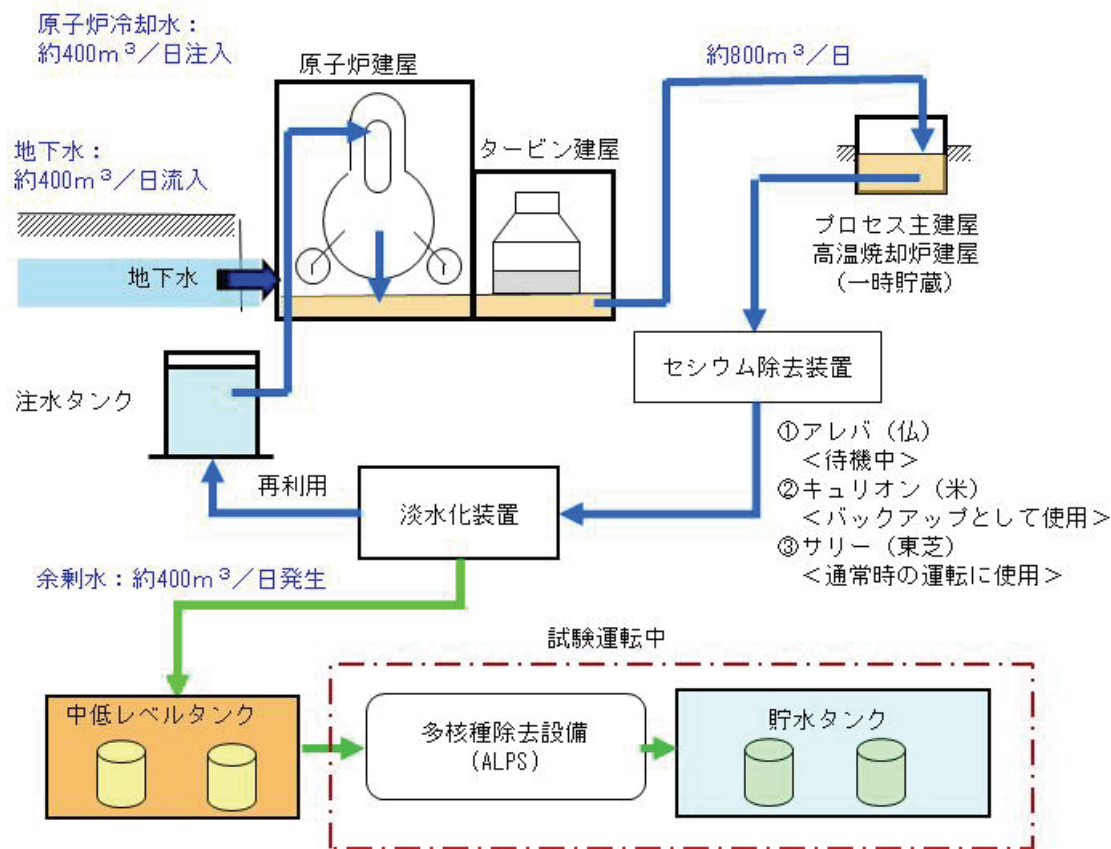


図1. 1-9 汚染水処理の全体像

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ことが考えられる。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、建屋周辺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、建屋周辺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¹¹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）

¹¹ 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。

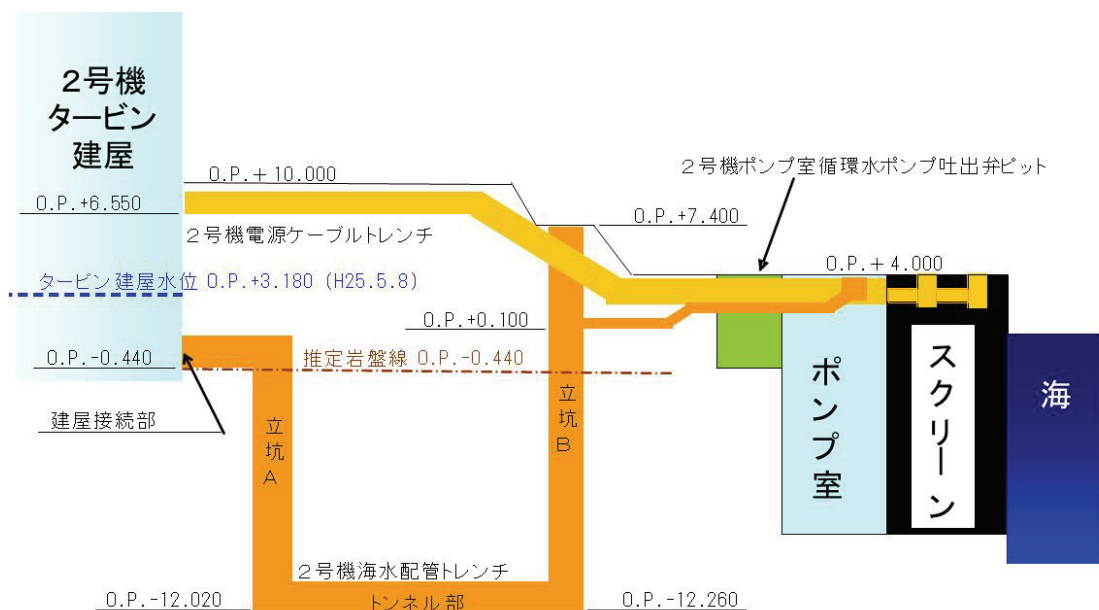


図 1. 1－10 海水配管トレンチの構造図

＜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（HIC¹²）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 年度上期までに、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経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。

¹² 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. 1－1 2）。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。

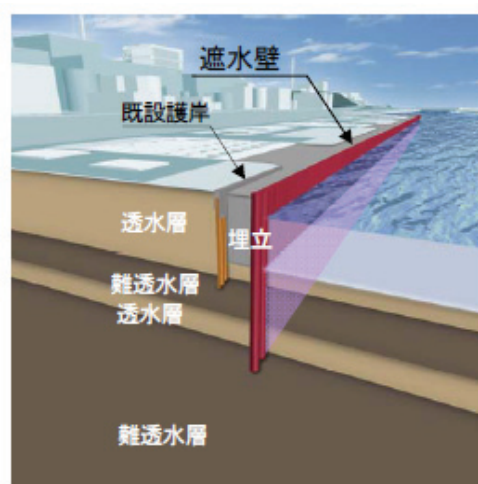
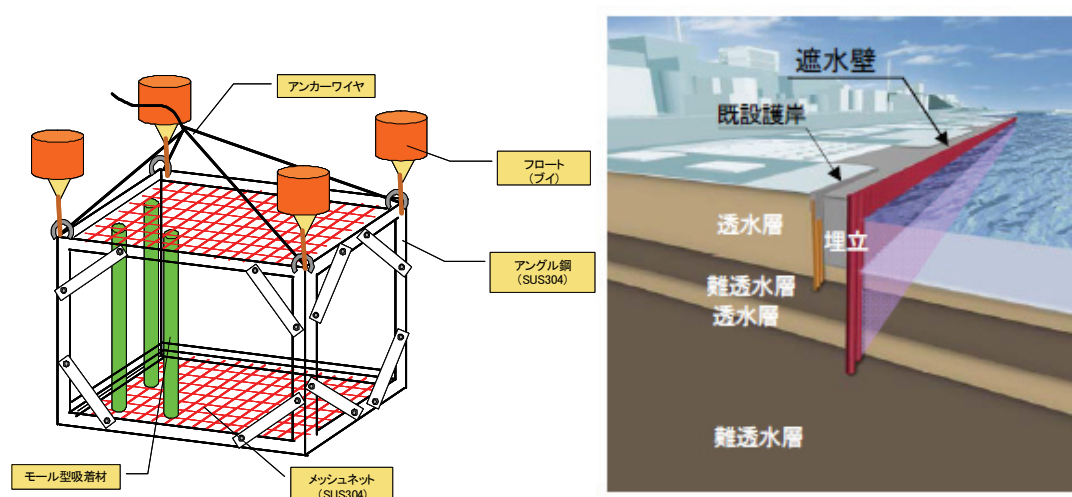


図 1. 1－1 1 繊維状吸着浄化装置（概念図） 図 1. 1－1 2 海側遮水壁（概念図）

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。

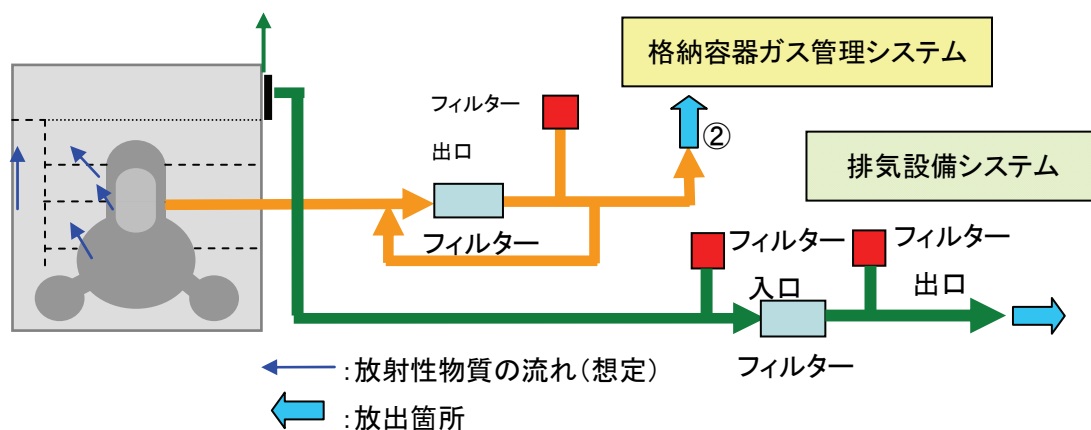
排気設備のない放出源である使用済セシウム吸着塔一時保管施設、貯留設備（タンク類、地下貯水槽）等については、基本的に気体として放出・拡散するものではないが、放射性物質の追加的放出が無いことをエリア周辺のモニタリングにより継続して確認していく。また、モニタリング方法の精度向上を図る（2013 年度中）。

敷地境界付近での空气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气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。

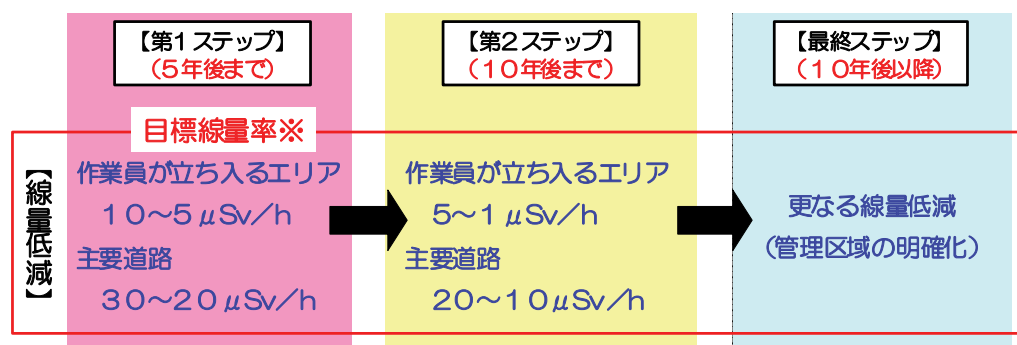
しかしながら、2013年4月に発生した地下貯水槽からの水漏れ事象を受け、地下貯水槽に貯留している汚染水を敷地南エリア等の地上タンクに移送しているが、この滞留水の影響による敷地境界の線量を最大地点で7.8mSv/年と評価しており、目標値を超えることから、多核種除去設備等を用いた汚染水の浄化により、可能な限り速やかに線量低減を図ることとする。

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 $10 \sim 5 \mu\text{Sv/h}$ ）、主要道路（目標線量率 $30 \sim 20 \mu\text{Sv/h}$ ）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

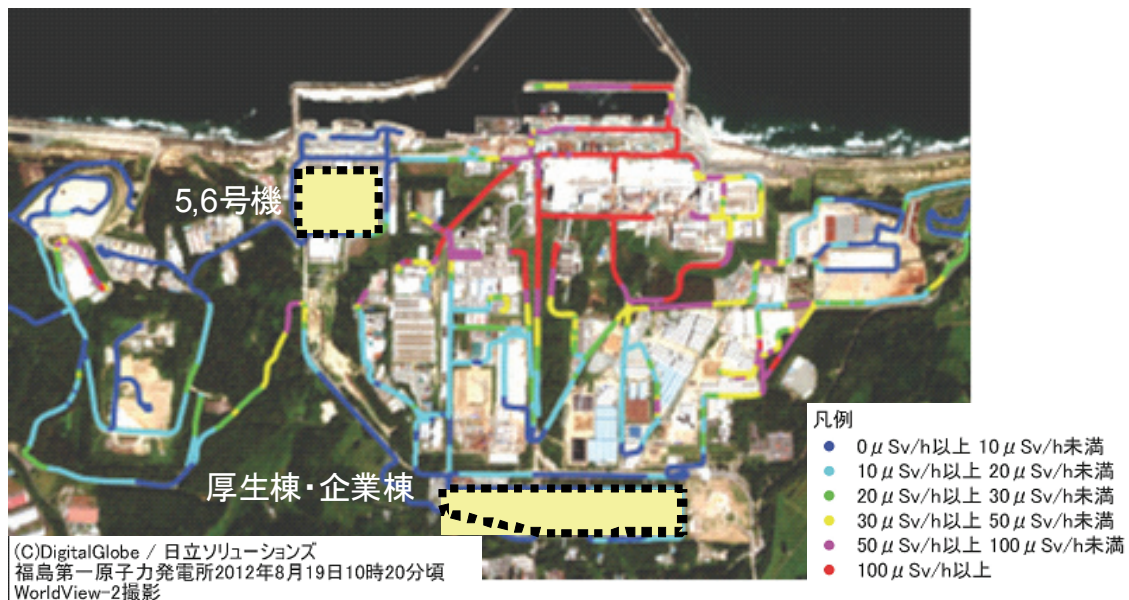


図 1. 1-15 敷地内除染実施予定エリア（2013, 2014 年度計画）

（4）固体廃棄物¹³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

¹³ 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¹⁴＞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¹⁵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、

¹⁴ 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

¹⁵ 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 α 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通し確認（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通しを確認する。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、処分場に必要な立地要件、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㈱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 | 廃止措置等にむ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㈱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(1号機)

[illegible]

*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、継続的に見直していく。

The chart illustrates the timeline of various engineering tasks for the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant from 2012 to 2022. The tasks are categorized into three main sections: Main Engineering (Plan 1-3), Use of Fuel Material, and Fuel Material Processing.

Main Engineering (Plan 1-3):

- Plan 1:** Includes tasks such as 'Main structure of the main building', 'Main structure of the main building', and 'Main structure of the main building'.
- Plan 2:** Includes tasks such as 'Main structure of the main building', 'Main structure of the main building', and 'Main structure of the main building'.
- Plan 3:** Includes tasks such as 'Main structure of the main building', 'Main structure of the main building', and 'Main structure of the main building'.

Use of Fuel Material:

- Includes tasks such as 'Main structure of the main building', 'Main structure of the main building', and 'Main structure of the main building'.

Fuel Material Processing:

- Includes tasks such as 'Main structure of the main building', 'Main structure of the main building', and 'Main structure of the main building'.

The chart also includes a legend for 'Main Engineering (Plan 1-3)' and 'Use of Fuel Material'.

(注)HP：判断ポイント

[illegible]

(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(4号機)

使用済燃料 4号機使用済燃料 プールの燃料取り 出し計画	主要な目標 ステップ2完了 ▲	プール温度、令知1保守管理、設備更新等による信頼性の維持(向上) ▼燃料取り出し開始	第1期 使用済燃料プール内の燃料取り出しが開始されるまでの期間 2012年度 2年後	第2期 燃料取り出しが開始されるまでの期間 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 2030年度 2031年度 2032年度 2033年度 2034年度 2035年度 2036年度 2037年度 2038年度 2039年度 2040年度 2041年度 2042年度 2043年度 2044年度 2045年度 2046年度 2047年度 2048年度 2049年度 2050年度 2051年度 2052年度 2053年度 2054年度 2055年度 2056年度 2057年度 2058年度 2059年度 2060年度 2061年度 2062年度 2063年度 2064年度 2065年度 2066年度 2067年度 2068年度 2069年度 2070年度 2071年度 2072年度 2073年度 2074年度 2075年度 2076年度 2077年度 2078年度 2079年度 2080年度 2081年度 2082年度 2083年度 2084年度 2085年度 2086年度 2087年度 2088年度 2089年度 2090年度 2091年度 2092年度 2093年度 2094年度 2095年度 2096年度 2097年度 2098年度 2099年度 2100年度 2101年度 2102年度 2103年度 2104年度 2105年度 2106年度 2107年度 2108年度 2109年度 2110年度 2111年度 2112年度 2113年度 2114年度 2115年度 2116年度 2117年度 2118年度 2119年度 2120年度 2121年度 2122年度 2123年度 2124年度 2125年度 2126年度 2127年度 2128年度 2129年度 2130年度 2131年度 2132年度 2133年度 2134年度 2135年度 2136年度 2137年度 2138年度 2139年度 2140年度 2141年度 2142年度 2143年度 2144年度 2145年度 2146年度 2147年度 2148年度 2149年度 2150年度 2151年度 2152年度 2153年度 2154年度 2155年度 2156年度 2157年度 2158年度 2159年度 2160年度 2161年度 2162年度 2163年度 2164年度 2165年度 2166年度 2167年度 2168年度 2169年度 2170年度 2171年度 2172年度 2173年度 2174年度 2175年度 2176年度 2177年度 2178年度 2179年度 2180年度 2181年度 2182年度 2183年度 2184年度 2185年度 2186年度 2187年度 2188年度 2189年度 2190年度 2191年度 2192年度 2193年度 2194年度 2195年度 2196年度 2197年度 2198年度 2199年度 2200年度 2201年度 2202年度 2203年度 2204年度 2205年度 2206年度 2207年度 2208年度 2209年度 2210年度 2211年度 2212年度 2213年度 2214年度 2215年度 2216年度 2217年度 2218年度 2219年度 2220年度 2221年度 2222年度 2223年度 2224年度 2225年度 2226年度 2227年度 2228年度 2229年度 2230年度 2231年度 2232年度 2233年度 2234年度 2235年度 2236年度 2237年度 2238年度 2239年度 2240年度 2241年度 2242年度 2243年度 2244年度 2245年度 2246年度 2247年度 2248年度 2249年度 2250年度 2251年度 2252年度 2253年度 2254年度 2255年度 2256年度 2257年度 2258年度 2259年度 2260年度 2261年度 2262年度 2263年度 2264年度 2265年度 2266年度 2267年度 2268年度 2269年度 2270年度 2271年度 2272年度 2273年度 2274年度 2275年度 2276年度 2277年度 2278年度 2279年度 2280年度 2281年度 2282年度 2283年度 2284年度 2285年度 2286年度 2287年度 2288年度 2289年度 2290年度 2291年度 2292年度 2293年度 2294年度 2295年度 2296年度 2297年度 2298年度 2299年度 2300年度 2301年度 2302年度 2303年度 2304年度 2305年度 2306年度 2307年度 2308年度 2309年度 2310年度 2311年度 2312年度 2313年度 2314年度 2315年度 2316年度 2317年度 2318年度 2319年度 2320年度 2321年度 2322年度 2323年度 2324年度 2325年度 2326年度 2327年度 2328年度 2329年度 2330年度 2331年度 2332年度 2333年度 2334年度 2335年度 2336年度 2337年度 2338年度 2339年度 2340年度 2341年度 2342年度 2343年度 2344年度 2345年度 2346年度 2347年度 2348年度 2349年度 2350年度 2351年度 2352年度 2353年度 2354年度 2355年度 2356年度 2357年度 2358年度 2359年度 2360年度 2361年度 2362年度 2363年度 2364年度 2365年度 2366年度 2367年度 2368年度 2369年度 2370年度 2371年度 2372年度 2373年度 2374年度 2375年度 2376年度 2377年度 2378年度 2379年度 2380年度 2381年度 2382年度 2383年度 2384年度 2385年度 2386年度 2387年度 2388年度 2389年度 2390年度 2391年度 2392年度 2393年度 2394年度 2395年度 2396年度 2397年度 2398年度 2399
---------------------------------------	-----------------------	---	---	--

＊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

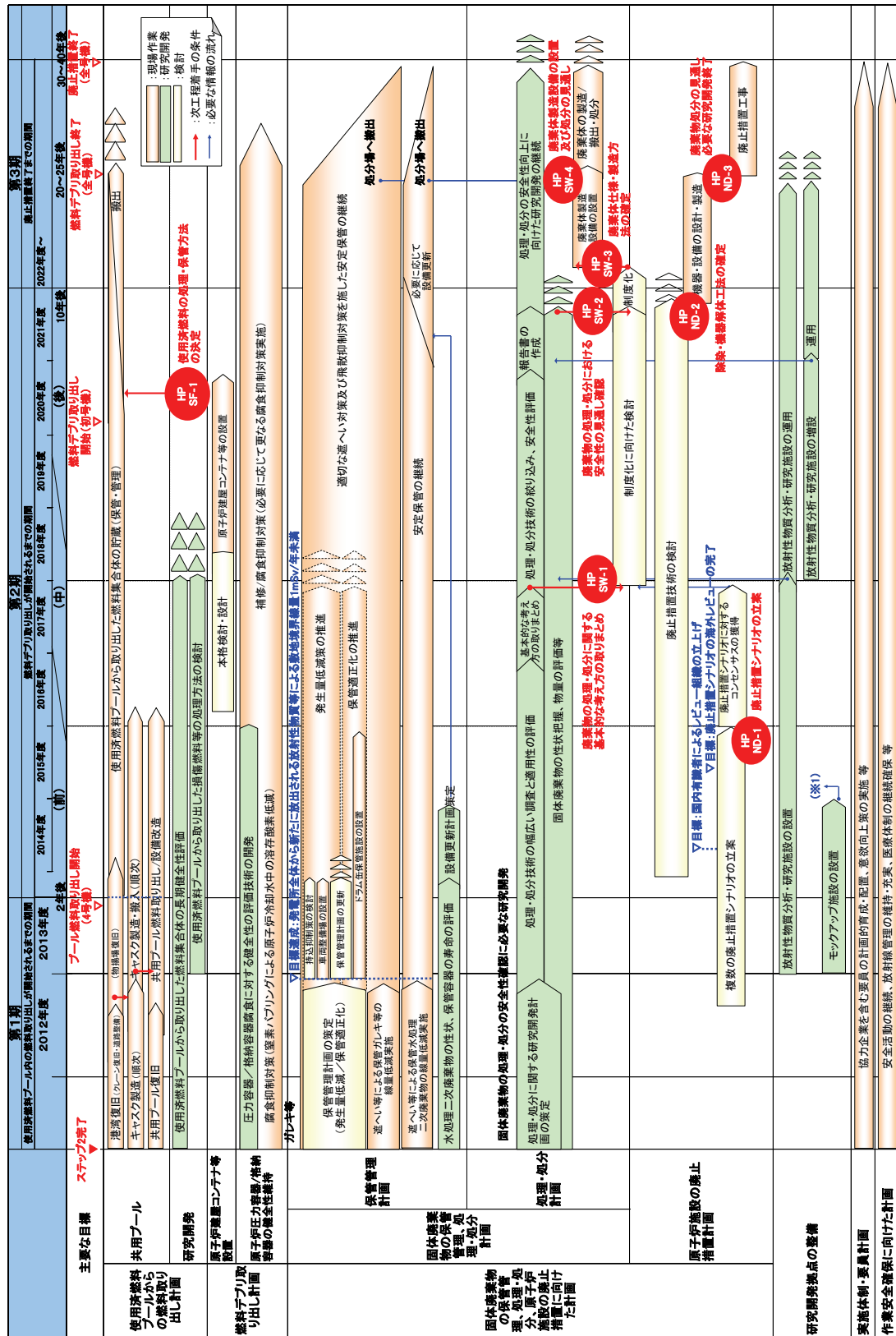
東京電力㈱福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップの主要スケジュール(共通)

第1期 2013年度		第2期 2014年度		第3期 2015年度		第4期 2016年度		第5期 2017年度		第6期 2018年度		第7期 2019年度		第8期 2020年度		第9期 2021年度		第10期 2022年度～		第11期 2023年度～	
使用汚染物質フル内の燃焼及び処理されるまでの期間		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～	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度		2年度	
フル燃料及び出し開始 (4年度)		2年度		2年度		2年度		2年度													

*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、継続的に見直していく。

(注)HP:判断ポイント

東京電力株式会社 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)



*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

諸計画の取り組み状況(その1)

	第1期(当面の取組終了後2年後以内)		第2期(前)	
課題	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
冷 却 計 画 原 子 炉	原子炉冷却温停止状態の維持・監視(注水継続、温度等パラメータにより継続監視、保守管理等)による信頼性の維持・向上)			
	※除染／遮蔽による環境改善の状況を踏まえて現場調査を行い設置工事の実施時期を決定			
	1号機圧力容器代替温度計の挿入先候補系統の絞り込み 1号機圧力容器代替温度計挿入方法の検討※			
	2号機圧力容器温度計設置(原子炉内調査を含む)			
	3号機圧力容器代替温度計の挿入先候補系統の絞り込み > 3号機圧力容器代替温度計挿入方法の検討※			
	格納容器的部分的観察 格納容器内の遠隔目視確認、温度等の直接測定、評価			
	循環注水冷却(タービン建屋からの取水)の信頼性向上(配管等の一部材質強化・耐震性向上など検診・実施) 水源：処理水ツファタンク 水源：1～3号復水器貯蔵タンク 1～3号復水器貯蔵タンクを水源とするラインの信頼性向上対策			
	原子炉建屋(若しくは格納容器下部)からの取水の検診～設置工事			
	建物内循環ループの構築(1～3号機)			
	燃料取り出し方法検診			
	燃焼カバナー解体			
	ガレキ撤去・除染・遮へい			
	建屋カバー改造・修旧			
1号機	プール循環冷却(保守管理、設備更新等による信頼性の維持・向上)			
2号機	建物内除染・遮への検診・準備			
使用済燃料取出計画	プール循環冷却(保守管理、設備更新等による信頼性の維持・向上)			
	準備工事・ガレキ撤去工事			
	プール内ガレキ撤去・除染・遮へい			
	燃焼カバナー設計・製作			
	クリーン／燃料取扱機 設計・製作			
	構内用輸送容器検査 設計・製作			
	燃料取り出し用カバナー構築・燃料取扱設備据付			
	プール内ガレキモーター駆動試験			
3号機	燃料・燃料デブリ取り出し計画の選択			
4号機	燃焼カバナー構築・燃料取扱設備据付			
	燃料取り出し			
	燃料取り出し			
	燃焼カバナー構築・燃料取扱設備据付			
	燃料取り出し			

諸計画の取り組み状況(その2)

第1期(当面の取組終了後2年後以内)		第2期(前)	
課題	2012年度		2015年度
	2013年度		2014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))		▽目標:除染ロボット技術の確立 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
	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 爆発損傷箇所の作業計画の策定		継続
燃料デブリ取出計画	格納容器漏えい箇所調査・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③⑥ 【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】漏えい箇所調査☆ 【2号機】漏えい箇所調査☆		☆開発成果の現場実証含む
	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)
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		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)
	臨界評価、検知技術の開発		

現場作業

研究開発

検討

主要工程

増主要工程

諸計画の取り組み状況(その3)

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)		2015年度
	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	
滞留水処理計画	プラントの安定稼働維持・継続に向けた計画	▽目標: 現行設備の信頼性向上の実施			
		現行処理施設による滞留水処理 信頼性を向上させた水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			
		タンク漏えい拡大防止対策(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			
海洋汚染防止計画	発電所全体の放射性汚染拡大防止に向けた計画	循環ライン縮小検討			
		サブドレンピンポン復旧方法の検討			
		サブドレン他浄化設備の検討ー設置工事			
		サブドレン復旧工事			
		サブドレン復旧、地下水流入量を低減(滞留水減少)			
気体・廃棄物	発電所全体の放射性汚染拡大防止に向けた計画	地下排水バイパス設置工事			
		地下流入量を低減(滞留水減少)			
		建物内地下水の水位低下			
		構内貯留水の浄化			
		多核種除去設備の設置			
敷地境界線量低減	発電所敷地内除染の計画的実施(作業員の立ち入りが多いエリアを優先して段階的に実施、敷地外の線量低減と連携を図りつつ低減を実施)	処理量増加施策検討/実施			
		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			
除染計画	発電所敷地内除染の計画的実施(作業員の立ち入りが多いエリアを優先して段階的に実施、敷地外の線量低減と連携を図りつつ低減を実施)	海水繊維状吸着材浄化(継続)			
		放射能ストロンチウム(Sr)浄化			
		地下水及び海水のモニタリング(継続実施)			
		航路・泊地エリアの浚渫土砂の被覆等			
		1～3号機 格納容器ガス管理システム運用			
敷地境界線量低減	発電所敷地内除染の計画的実施(作業員の立ち入りが多いエリアを優先して段階的に実施、敷地外の線量低減と連携を図りつつ低減を実施)	2号機 プローアアウトパネル開口部閉止・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)			
		▽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1mSv/年未満			
除染計画	発電所敷地内除染の計画的実施(作業員の立ち入りが多いエリアを優先して段階的に実施、敷地外の線量低減と連携を図りつつ低減を実施)	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)			
		陸域・海域における環境モニタリング(継続実施)			
		第1ステップ(作業エリア: 10～5μSv/h 主要道路: 30～20μSv/h)			

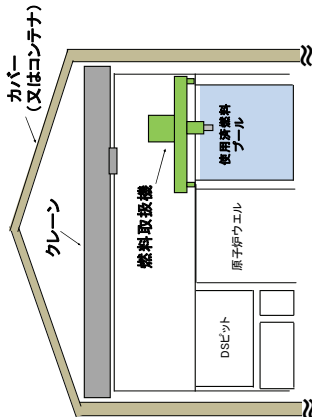
諸計画の取り組み状況(その4)

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
使用済燃料の 燃料取り出し計画	輸送貯蔵 兼用 キャスク	キャスク製造			
	乾式貯蔵 キャスク	キャスク製造			
	港湾	物揚場復旧工事			
		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		
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		
		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			
固体廃棄物の 施設の保管 管理計画	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)			
		保管管理計画の策定 (発生量低減/保管)	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 持込抑制策の検討 車両整備場の設置 保管管理計画の更新 ドラム缶保管施設の設置	発生量低減策の推進 保管適正化の推進	
		雑固体廃棄物焼却設備 設計・製作	雑固体廃棄物焼却設備の設置		
		ガレキ等の掘削工事 伐採木の撤去工事 遮へい策による保管水処理二次廃棄物の線量低減実施	雑固体廃棄物焼却設備の移動 水処理二次廃棄物の性状・保管容器の寿命の評価		
固体廃棄物の処 理・処分 計画		処理・処分に関する研究開発計画の策定	処理・処分技術の幅広い調査と適用性の評価 固体廃棄物の性状把握、物量評価等		
	原子炉施設の 廃止措置計画	複数の廃止措置シナリオの立案			
	業務依頼・ 要員計画	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			
作業安全確保に 向けた計画		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			

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		
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	⑤プール燃料取り出し/貯蔵(保管・管理)			
港湾復旧 キャスク製造(順次)	搬出			
共用プール設備復旧				
	キャスク搬入(順次)			
	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	 <4号機>	 クレーン カバー (又はコンテナ) 燃料取扱機 使用済燃料 プール 原子炉ウエル DSピット	<輸送容器の例: NH-25>  (メーカー資料より)
内容	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。	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。	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。
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	・プール水の安定冷却の維持 ・ガレキ撤去時の空気中への放射性物質拡散防止 ・環境モニタリング ・作業員の被ばく低減(遠隔撤去等)	・プール水の安定冷却の維持 ・作業員の被ばく低減(雰囲気線量低減等)	—

第1期		第2期		第3期
2012年度	2013年			
①ガレキ撤去	②カバ、クレーン等の設置	③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)	搬出	
共用プール設備復旧	キャスク搬入(順次)			
	④共用プール内空きスペース確保/設備改造			

I-1-1-添 3-2

燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ(1/3)



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			
内容	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。	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。	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、格納容器のパウナダリを構築して止水。
技術開発における留意点と課題	◆高線量箇所(数100～1,000mSv/hレベル)の存在 ◆建屋内ガレキによるアクセスが制限されていること ・上記を踏まえた遠隔除染方法の検討・確立が必要	◆調査対象が高線量エリア、汚染水中、表層部などにあること ・調査方策・装置の開発 ・格納容器外部からの内部調査方策・装置の開発	◆炉心循環冷却のための注水を継続しながら、高線量下で注水状態を止水すること ・格納容器パウナダリ構築・止水技術・工法の開発 ・代替方策の検討・開発
安全確保に向けた主な留意点	・炉心安定冷却の維持 ・除染作業に伴う空気中への放射性物質拡散防止 ・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)	・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(2/3)



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			
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。 ◆ 高線量によるアクセス性の制約、格納容器内部環境(内部水の濁り、燃料デブリの所在等)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の補修・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	◆ 高線量によるアクセス性の制約、格納容器内部環境(内部水の濁り、燃料デブリの所在等)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	◆ ②と同様 ・格納容器漏えい箇所の補修・止水技術・工法の開発(③と同様)
安全確保に向けた主な留意点	・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	天井クレーン、コンテナ、圧力容器上蓋、燃料デブリ、格納容器、トランス室 コンテナ内にて循環ループを成り立てる	作業台車、伸縮管、燃料デブリ、格納容器、トランス室 カメラ、切断、掘削、把持、吸引装置	燃料デブリ、格納容器、トランス室 搬出
内容	十分遮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。	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。	圧力容器／格納容器内のデブリの取り出しを実施。
技術開発における留意点と課題	(⑥)により格納容器バウナダリ構築が前提	◆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、燃料デブリの所在等)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	◆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出しはTMIでも経験なし) ・TMIに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発
安全確保に向けた主な留意点	- 炉心安定冷却の維持 - 未確認確認 - 燃料デブリの放射能物質の拡散防止	- 炉心安定冷却の維持 - 未確認確認 - 燃料デブリの収納(閉じ込め等) - 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 - 未確認確認 - 燃料デブリの収納(閉じ込め等) - 作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)

1.2 5・6号機の工程

1.2.1 原子炉及び使用済燃料プールの冷却・滞留水処理

(1) 原子炉及び使用済燃料プール内の燃料取出し終了までは、原子炉及び使用済燃料プールの冷却を継続し、冷温停止を安定的に維持する。

(2) 5・6号機の滞留水は仮設設備による処理及び発生量抑制を継続する。また、更なる発生量抑制のため、サブドレン設備については設備の浄化及び設置を行い、その結果等を踏まえて、順次復旧を行っていく。

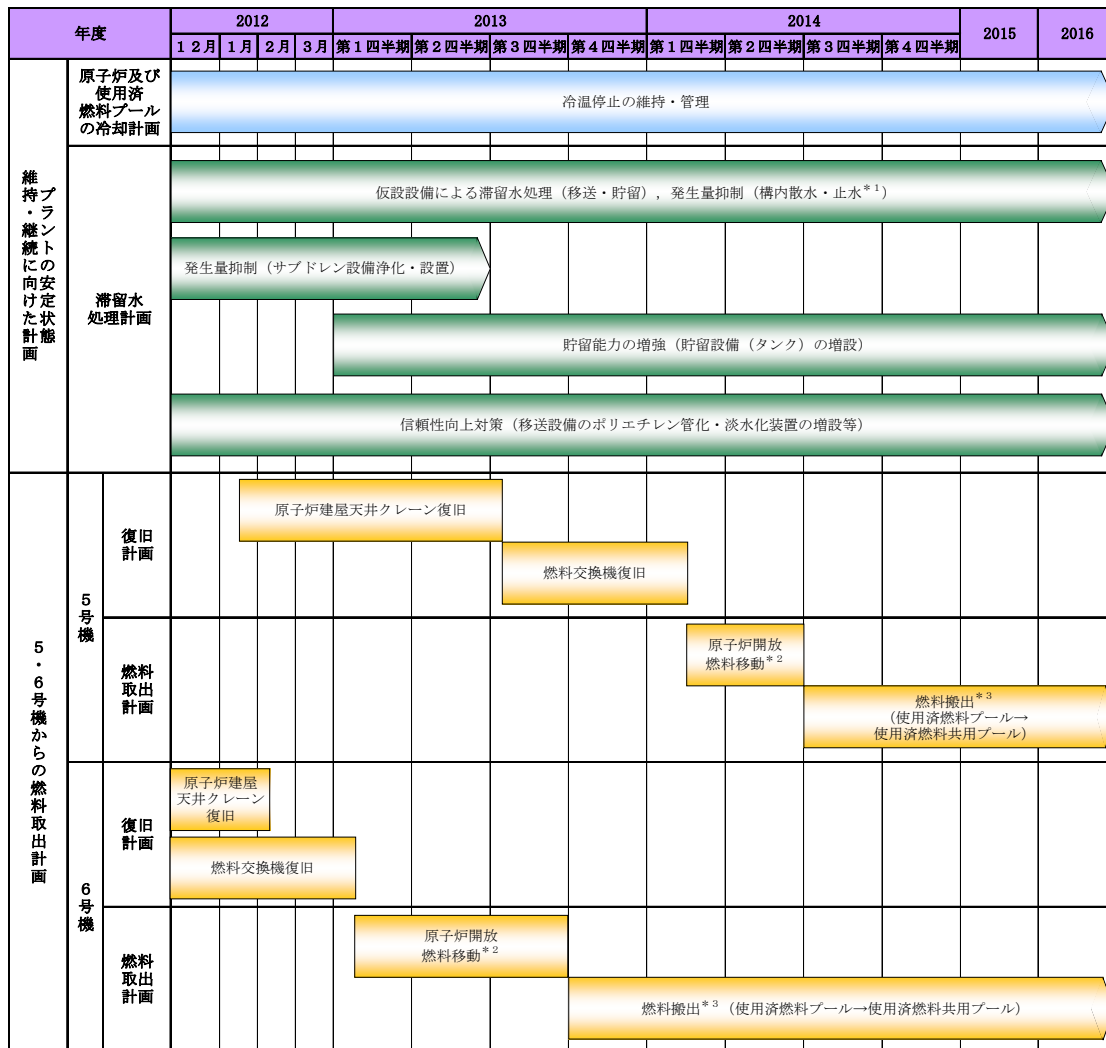
必要に応じて貯留能力の増強及び信頼性向上対策を進める。

1.2.2 5・6号機からの燃料取出計画

福島第一原子力発電所の使用済燃料の貯蔵は、各号機の使用済燃料プールと使用済燃料共用プールでの貯蔵を併用することにより、サイト全体としての融通性を持った運用としている。使用済燃料プールから使用済燃料共用プールへの燃料搬出は、1～4号機が優先されるものであるが、5・6号機については自然災害（地震、津波）により冷却機能が喪失し燃料損傷に至るリスクを低減するため、原子炉に装荷されている炉内燃料及び使用済燃料プールに貯蔵している使用済燃料を準備（燃料交換機等の復旧）が整い次第、原子炉開放及び燃料移動を行い、1～4号機の燃料搬出に影響を与えない範囲で、使用済燃料共用プールへ搬出する。（I.2.3.4 参照）

1.2.3 添付資料

添付資料ー1 5・6号機 中期スケジュール



* 1：適宜流入箇所の止水を実施する。

* 2：原子炉から使用済燃料プールへ燃料を移動する。

* 3：5・6号機は1～4号機の燃料搬出に影響を与えない範囲で，使用済燃料共用プールへ搬出する。

補足：本中期スケジュールについては，現場状況を踏まえて，継続的に見直していく。

図－ 1 5・6号機 中期スケジュール

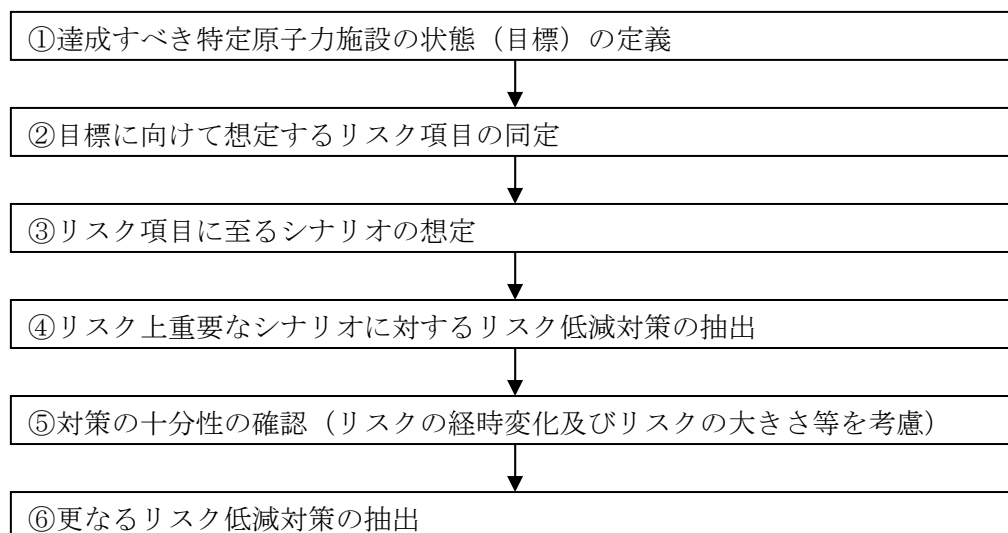
2 リスク評価

2.1 リスク評価の考え方

特定原子力施設のリスク評価は、通常の原子力発電施設とは異なり、特定原子力施設全体のリスクの低減及び最適化を図るために必要な措置を迅速かつ効率的に講じていくことを前提として実施する必要がある。以下にリスク評価の実施手順を以下に示す。

また、特定原子力施設におけるリスク評価に関して、現時点で想定される敷地外への影響評価を 2.2～2.3 に示す。2.2 においては、現時点における特定原子力施設の敷地境界及び敷地外への影響評価を示し、2.3 においては、リスク評価で想定したリスクに至るシナリオの中で最も影響の高い事象を中心に評価した結果を示す。

(1) リスク評価の手順



① 達成すべき特定原子力施設の状態（目標）の定義

特定原子力施設におけるリスク評価を実施するに際して、達成すべき状態（目標）を設定した上で目標に向けた活動に係るリスクを評価する必要がある。目標設定については、中長期的な観点で普遍的な目標を大目標及び中目標として設定した。小目標については個々の活動を実施する目的として設定されるものである。

【大目標】

特定原子力施設から敷地外への放射性物質の影響を極力低減させ、事故前のレベルとする

【大目標達成のための中目標】

- 1) プラントの安定状態を維持しながら、廃止措置をできるだけ早期に完了させる
- 2) 敷地外の安全を図る（公衆への被ばく影響の低減）
- 3) 敷地内の安全を図る（作業員への被ばく影響の低減）

② 目標に向けて想定するリスク項目の同定

上記①のうち『敷地外の安全を図る』及び『敷地内の安全を図る』が達成できない状態を現状の主たるリスクと考え、以下の具体的なリスク項目を同定した。

『敷地外の安全を図る（公衆への被ばく影響の低減）』に関連したリスク項目

- i) 大気への更なる放射性物質放出
- ii) 海洋への更なる放射性物質放出

『敷地内の安全を図る（作業員への被ばく影響の低減）』に関連したリスク項目

- iii) 作業員の過剰被ばく

③ リスク項目に至るシナリオの想定

リスク評価を行うにあたっては危険源の同定が必要であり、特定原子力施設においては、放射性物質の発生源をその危険源として考え、放射性物質の発生源毎にリスク項目に至るシナリオを想定する。

また、作業員の過剰被ばくについては、ICRP の放射線防護の3つの原則である「正当化の原則」、「線量限度の適用の原則」、「最適化の原則」に基づきリスク分析を実施する。

シナリオの想定については全体のリスクを理解しやすいようにするため、まずは特定原子力施設全体として現在の設備や運用でリスクを押さえ込んでいる状態がわかるように整理し、次に設備単位でリスクに至るシナリオを想定した。シナリオの想定にあたっては、設備故障やヒューマンエラーなどの内部事象の他に外部事象を考慮したシナリオを想定する。

④ リスク上重要なシナリオに対するリスク低減対策の抽出

想定したリスクのシナリオに対して現在できているリスク低減対策、今後実施するリスク低減対策を含めて抽出する。対策を抽出する際には、目標とすべき状態とそれを達成するための具体的な対策を検討する。

⑤ 対策の十分性の確認（リスクの経時変化及びリスクの大きさ等を考慮）

上記④で抽出した対策について、短期的、中長期的な視点を踏まえた対策の十分性を検討する。その際に④で抽出した対策を実施した結果として新たに発生するリスク等も抽出する。対策の十分性の確認に際しては、リスクの大きさやリスクの経時的な増減等を考慮

したものとする。

⑥ 更なるリスク低減対策の抽出

上記⑤で実施した対策の十分性の確認の結果，特定原子力施設全体のリスクをできるだけ早く低減させる観点から，既存の技術で達成可能で他のプライオリティの高い対策の進捗に影響しないものについては，精力的に対策を講じることを前提として更なるリスク低減対策を抽出する。

(2) リスク低減対策の適切性確認

上記(1)で抽出されたリスク低減対策について，個々の対策の優先度を多角的な視点で評価する必要がある。以下に示す考え方は，個々のリスク低減対策の必要性や工程等の適切性を確認し，対策の優先度を総合的に判断するため整理したものである。しかし，適切性確認の視点等は固定的なものではなく，今後の活動の中で柔軟に見直すことを前提としている。

a. 適切性確認の前提条件

- ①作業員の被ばく低減を含む安全の確保が最優先である。
- ②リスク低減対策の必要性の有無は，それぞれの対策について個別に確認することが，第一段階となる。(全体の適切性を確認するための基本)
- ③リスク低減対策の全体計画を構築する際には，多種多様なリスク低減対策について同じ評価項目で定量的に比較することが難しいことを認識し，効率性等も考慮して全体リスクが早く低減することを前提とする。
- ④個々のリスク低減対策の適切性確認を行う際には，組織全体として共有すべき共通的な考え方（視点）を明確にする。
- ⑤個々のリスク低減対策の適切性確認においては，実施するかしないかの判断の根拠となるように対比を明確にする。

b. 適切性確認の視点

①対策を実施しないリスク

対策を実施する目的に照らして，対策を実施しない又は適切な時期を逃すことにより発生，増大するリスクの有無及び他の対策等に与える影響を確認する。

②放射性物質の追加放出リスク

対策の対象となるリスクの大きさを確認するために，敷地外への放射性物質の追加放出の程度を確認するとともに，対策を実施することによるリスク低減効果の程度を確認する。

③外部事象に対するリスク

対策を実施した前後の状態において、地震、津波等の外部事象に対するリスクの有無及び他の対策等に与える影響を確認する。また、外部事象に対してより安定的なリスクの押さえ込みができる環境、方法が他にないかどうかを確認する。

④時間的なリスクの増減

対策を実施しなかった場合に、時間的にリスクが増減するかどうかを確認する。

(例えば設備の劣化、放射能インベントリの増加に伴うリスク増加)

⑤実施時期の妥当性

対策を開始、完了させる時期に対して、環境改善の必要性、技術開発の必要性、他の作業との干渉、全体リスクを速やかに低減させるための対策の順番を確認する。

⑥対策を実施するリスク

対策を実施する段階や実施した後に発生、増大するリスクの有無及び他の対策等に与える影響を確認する。また、対策を実施することで発生、増大するリスクには不測の事態においてマネジメントが機能しない可能性も確認する。

⑦対策を実施できないリスク

不測の事態等で対策を実施できない場合の計画への影響及び他に選択できる対策の有無を確認する。また、複数の選択肢を持った対策を検討する必要があるかどうかを確認する。

(3) リスク評価時に考慮すべき事項

前述の手順に基づきリスク評価を実施する際には、以下の事項を考慮することにより、特定原子力施設におけるリスクを体系的に俯瞰できるように整理する。

a. 放射性物質の量や種類

放射性物質の発生源に着目し、放射性物質の量（インベントリ）や種類（デブリ、燃料集合体、汚染水等）を考慮したリスク評価を実施することにより、対策の必要性や緊急性を合理的に評価でき、適切かつ効率的なリスク低減のためのアプローチを行うことができる。

b. 内部事象と外部事象

リスクが顕在化する起因事象毎にリスク評価を実施することにより、起因事象からのシナリオに応じた適切な対応が行われているか整理することができ、全体を俯瞰したリスク低減対策の漏れ等を洗い出すことができる。

c. 発生可能性と影響範囲

起因事象からのリスクのシナリオにおける発生可能性や影響範囲を考慮することにより、合理的な対応や広がりやを考慮した対応が取られているかを評価することができる。

d. 対策の有効性

現状行われている対策や実施予定の対策を多層的に整理し、それぞれの対策の有効性

を評価することにより，対策の十分性の確認をよりの確に実施することができる。

2.2 特定原子力施設の敷地境界及び敷地外への影響評価

特定原子力施設の敷地境界及び敷地境界外への影響を評価した結果、平成 24 年 10 月での気体廃棄物の追加的放出量に起因する実効線量は、敷地境界において約 3.0×10^{-2} mSv/年であり、特定原子力施設から 5km 地点では最大約 2.5×10^{-3} mSv/年、10km 地点では最大約 8.9×10^{-4} mSv/年であった。

また、敷地内各施設からの直接線・スカイシャイン線による実効線量は、敷地境界において約 9.4mSv/年であり、5km 地点では最大約 1.4×10^{-18} mSv/年、10km 地点では最大約 2.4×10^{-36} mSv/年であった。

一方、文部科学省において公表されている「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の 20km 圏内の空間線量率測定結果（平成 24 年 11 月 11 日～13 日）」によると、特定原子力施設から約 5km 地点の空間線量率は $5.2 \sim 17.8 \mu\text{Sv/h}$ （約 46～約 156mSv/年）、約 10km 地点の空間線量率は $2.2 \sim 23.5 \mu\text{Sv/h}$ （約 20～約 206mSv/年）である。

これらの結果から、特定原子力施設の追加的放出量等から起因する実効線量は、5km 地点において空間線量率の約 18,000 分の 1 以下であり、10km 地点において空間線量率の約 21,000 分の 1 以下であるため、平常時において 5km 地点及び 10km 地点における特定原子力施設からの影響は極めて小さいと判断する。

2.3 特定原子力施設における主なリスク

2.3.1 はじめに

特定原子力施設の主なリスクは、特定原子力施設が放射能を内在することに起因すると考えられ、また、現在の特定原子力施設において放射能を内在するもの（使用済燃料等）は、以下のように整理できる。

- (1) 原子炉圧力容器・格納容器内の溶融した燃料（燃料デブリ，1～3号機）
- (2) 使用済燃料プールの燃料（1～4号機）
- (3) 5・6号機の炉心及び使用済燃料プールの燃料
- (4) 使用済燃料共用プールの燃料
- (5) 使用済燃料乾式貯蔵キャスクの燃料
- (6) 放射性廃棄物

ここでは、上記の放射能を内在するものについて、それぞれ個別に現在の状態におけるリスクを定量的もしくは定性的に評価することにより、現在の特定原子力施設のリスクについて評価する。

2.3.2 燃料デブリ（１～３号機）

燃料デブリに関するリスクとしては、原子炉压力容器・格納容器注水設備（以下、原子炉注水系という）が機能喪失することにより原子炉注水が停止し、原子炉压力容器及び格納容器内の燃料デブリ等の温度が上昇し、放射性物質が環境中に放出されるリスクが考えられる。原子炉の安定的な冷却状態を維持し、冷温停止状態を維持することは福島第一原子力発電所の最重要課題の一つであることから、このリスクに対しては、原子炉注水系の継続的な信頼性向上を図ってきており、水源・ポンプ・電源等について多重性及び多様性を有した十分信頼性の高い系統構成としている。

確率論的リスク評価による原子炉注水系のリスク評価では、炉心再損傷頻度が約 5.9×10^{-5} ／年と評価されており、「施設運営計画に係る報告書（その１）（改訂２）（平成２３年１２月）」で評価された約 2.2×10^{-4} ／年の炉心再損傷頻度からリスクが低減していることが確認できる。今後も、原子炉注水系の小ループ化等により信頼性の向上を図り、リスク低減に努めていく。

また、原子炉注水系の異常時の評価では、想定を大きく超えるシビアアクシデント相当事象（注水停止 12 時間）で３プラント分の放射性物質の放出を考慮した場合においても、実効線量は敷地境界で年間約 6.3×10^{-5} mSv、特定原子力施設から 5km 地点で約 1.1×10^{-5} mSv、特定原子力施設から 10km 地点で約 3.6×10^{-6} mSv であり、周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。「施設運営計画に係る報告書（その１）（改訂２）（平成２３年１２月）」では、シビアアクシデント相当事象で３プラント分の放射性物質の放出を考慮した場合に敷地境界の実効線量が年間約 11.1 mSv と評価されており、燃料デブリの崩壊熱減衰等によって、原子炉注水系の異常時における被ばくリスクが大きく低減していることが分かる。今後も、燃料デブリの崩壊熱は減衰していくため、原子炉注水系の異常時におけるリスクは低減する方向である。

燃料デブリに関するリスクとしては、水素爆発と臨界も挙げられる。

水素爆発に関するリスクとしては、水の放射線分解によって発生する水素が可燃限界を超えることが想定されるが、原子炉格納容器内窒素封入設備を用いて、原子炉压力容器及び格納容器に窒素を連続的に封入することにより、その雰囲気中の水素濃度を可燃限界以下としている。原子炉压力容器もしくは格納容器内で水の放射線分解により発生する水素が、窒素供給の停止から可燃限界の水素濃度に至るまでの時間余裕は 100 時間以上と評価されており、水素爆発のリスクは十分小さいものと考えられる。「施設運営計画に係る報告書（その１）（改訂２）（平成２３年１２月）」では、この時間余裕は約 30 時間と評価されており、燃料デブリの崩壊熱減衰によってリスクが低減していることが分かる。

臨界については、一般に、溶融した燃料デブリが臨界に至る可能性は極めて低いと考えられており、また、「施設運営計画に係る報告書（その１）（改訂２）（平成２３年１２月）」において燃料デブリ形状等について不確かさを考慮した評価がなされており、臨界の可能性は低いとされている。実際に、ガス放射線モニタにより短半減期核種の放射能濃度を連

続的に監視してきており、これまで臨界の兆候は確認されていない。これらを踏まえると、燃料デブリの形状等については十分に把握できていないものの、燃料デブリの配置変化等の現状の体系からの有意な変化が生じない限り、臨界となることはないと考えられる。当面、燃料デブリの移動を伴う作業は予定されていないことから、現在の臨界リスクは工学的に極めて小さいものと考えられる。なお、将来の燃料デブリ取り出し工程の際には燃料デブリ形状等が大きく変化する可能性があることから、十分に臨界管理を行いつつ、作業を進めていく必要がある。

2.3.3 使用済燃料プールの燃料（1～4号機）

使用済燃料プールの燃料に関するリスクとしては、使用済燃料プール冷却系が機能喪失し、使用済燃料プールの冷却が停止し、使用済燃料プール水の温度が上昇すると共に使用済燃料プール水位が低下するリスクが考えられる。このリスクに対しては、使用済燃料プール冷却系の機能喪失後、使用済燃料プール水位が有効燃料頂部＋2 mに至るまでの時間余裕が最短で4号機において約27日程度と評価されており、リスクは十分小さいものと考えられる。「施設運営計画に係る報告書（その1）（改訂2）（平成23年12月）」では、この時間余裕は約16日程度と評価されており、燃料デブリの崩壊熱減衰によってリスクが低減していることが分かる。今後も、使用済燃料の崩壊熱減衰及び使用済燃料プール内の燃料取り出しによって、使用済燃料プール冷却系の異常時におけるリスクは低減する方向である。

2.3.4 5・6号機の炉内及び使用済燃料プールの燃料

5・6号機は、震災前と同等の設備により安定的な冷温停止を維持している状況であり、既設設備に関しては、震災前の設計条件を維持している。

この状況下において、放射性物質の系外放出に至るリスクとしては燃料損傷が挙げられ、燃料損傷に至るシナリオとして以下が考えられる。

(1)燃料取扱い時の燃料落下及び使用済燃料への重量物落下による損傷

燃料交換機によって燃料を移動している際、燃料交換機が故障して、その燃料が落下し、炉内の燃料に衝突して燃料が損傷するシナリオと、原子炉建屋天井クレーンから重量物が落下し、使用済燃料プール内の使用済燃料に衝突し損傷に至るシナリオが考えられる。

このシナリオに対しては、燃料交換機・原子炉建屋天井クレーンは既設燃料取扱設備であり、燃料交換機は燃料取扱い中に動力源が喪失しても燃料を保持する機構となっていること、原子炉建屋天井クレーンはブレーキが安全側に動作する機構となっていること、吊り上げられた重量物が使用済燃料プールに貯蔵された燃料上を走行できないインターロックがあることから、こうしたリスクは小さいものと考えられる。なお、燃料取扱事故の評価については、福島第一原子力発電所5・6号炉原子炉設置変更許可申請書 添付書類十により確認している。

(2)仮設設備（滞留水貯留設備）停止による冷却機能喪失

滞留水貯留設備の移送ポンプが長期に停止した場合、地下水の流入により建屋内の水位が上昇し、冷温停止維持に必要な設備に電力を供給している所内高圧母線の被水により電源が停止することで、冷却機能喪失による燃料損傷が考えられる。

このシナリオに対しては、滞留水貯留設備の移送ポンプ停止について評価されており、その期間内に設備が復旧できるため、こうしたリスクは小さいものと考えられる。

（Ⅱ.2.33 参照）

(3)自然災害による冷却機能喪失

まず、地震により使用済燃料プールが損傷し使用済燃料プールの水位が低下するシナリオが考えられる。

このシナリオに対しては、耐震安全性が確保されており、こうしたリスクは小さいものと考えられる。（Ⅱ.2.18, Ⅲ.3.1.3 参照）

次に、津波により炉内の燃料及び使用済燃料プールに貯蔵されている燃料の冷却機能が喪失し、冷却材ならびに使用済燃料プール水の温度が上昇すると共に水位が低下するシナリオが考えられる。

このシナリオに対しては、原子炉及び使用済燃料プールの水位が有効燃料頂部に至

るまでの時間的余裕が、13 日程度（6 号機に比べ 5 号機が短い）と評価されており、仮設水中ポンプ（残留熱除去海水系）の設置*による、冷却機能の回復までに要する時間は十分確保されていることから、こうしたリスクは小さいものと考えられる。（表－1 参照）

今後、自然災害（地震、津波）により冷却機能が喪失し燃料損傷に至るシナリオに対する対策（リスク低減）として使用済燃料を使用済燃料共用プールに搬出する予定である。

そのため、準備が整い次第、原子炉から燃料を使用済燃料プールに移動及び使用済燃料プールから使用済燃料共用プールへ使用済燃料を搬出する予定である。

*：仮設水中ポンプの設置（作業準備、仮設水中ポンプ・制御盤・ホース設置等）には、約 68 時間（2.8 日程度）掛かる見込み。

表－1 原子炉及び使用済燃料プールの崩壊熱による温度上昇率と
水位が有効燃料頂部に至るまでの時間的余裕

号機	場所	温度上昇率[℃/h]	時間的余裕 [日]
5	原子炉	0.91	13
	使用済燃料プール	0.32	59
6	原子炉	0.76	16
	使用済燃料プール	0.32	60

補足：平成 24 年 10 月 1 日時点での崩壊熱より算出。

2.3.5 使用済燃料共用プールの燃料

使用済燃料共用プールは、既設の設備を使用して貯蔵燃料の冷却の維持・継続をしている。

なお、使用済燃料共用プールの燃料に関するリスクとしては、使用済燃料プール冷却系が機能喪失し、使用済燃料プールの冷却が停止し、使用済燃料プール水の温度が上昇すると共に使用済燃料プール水位が低下するリスクが考えられる。このリスクに対しては、使用済燃料プール冷却系の機能喪失後、使用済燃料プール水位が有効燃料頂部+2mに至るまでの時間余裕が約 20 日程度と評価されており、リスクは十分小さいものと考えられる。

2.3.6 使用済燃料乾式キャスクの燃料

使用済燃料乾式キャスクに装填した燃料の保管については、現在使用済燃料輸送容器保管建屋に保管されている 9 基を搬出し、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に保管することを計画している。また、現在使用済燃料共用プールに貯蔵中の使用済燃料の一部を使用済燃料乾式キャスクに装填し、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に保管することを計画している。

使用済燃料乾式キャスクについては、除熱、遮へい、密封、臨界防止の安全機能及び必要な構造強度が設計上考慮されている。

また、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備において、使用済燃料乾式キャスクは支持架台に支持され基礎に固定された状態で保管する。使用済燃料乾式キャスク仮保管設備は、この保管状況において基準地震動 S_s を考慮しても使用済燃料乾式キャスクの安全機能が維持される設計となっている。

使用済燃料乾式キャスクを取り扱うクレーンは、使用済燃料共用プール、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備共に、落下防止対策を施した設計となっている。使用済燃料輸送容器保管建屋から使用済燃料乾式キャスクを搬出する際は、移動式クレーンを使用して行うこととしており、使用済燃料共用プール等と同様の落下防止対策を講じることが出来ないため、万一の使用済燃料乾式キャスクの落下時にも周辺公衆及び放射線業務従事者に対して放射線被ばく上の影響は十分小さくなるように、使用済燃料乾式キャスクの吊り上げ高さを制限する手順を定めて運用する。また、極めて保守的な条件として万一使用済燃料乾式キャスクが落下し、ガス状核分裂生成物が放出されたと仮定しても、敷地境界線量は十分小さい値であることを確認している。

以上のことから、使用済燃料乾式キャスクにかかるリスクは非常に小さい。

2.3.7 放射性廃棄物

特定原子力施設内の放射性廃棄物について想定されるリスクとしては、汚染水等の放射性液体廃棄物の系外への漏えいが考えられるが、以下に示す様々な対策を行っているため、特定原子力施設の系外に放射性液体廃棄物が漏えいする可能性は十分低く抑えられている。なお、汚染水の水処理を継続することで放射性物質の濃度も低減していくため、万一設備から漏えいした場合においても、環境への影響度は継続的に低減される。

【設備等からの漏えいリスクを低減させる対策】

- ・ 耐圧ホースのポリエチレン管化

【漏えい拡大リスクを低減させる対策】

- ・ タンク廻りの堰，土嚢の設置
- ・ 放水路の暗渠化
- ・ 漏えい検知器，監視カメラの設置

また、放射性気体廃棄物については、原子炉格納容器内の温度上昇時の放出がリスクとして考えられるが、これについては燃料デブリに関する注水停止のリスク評価に包含されている。放射性固体廃棄物等については、流動性，拡散性が低いため、I.2.2 に示す敷地内各施設からの直接線・スカイシャイン線に関するリスク評価に包含されている。

2.4 特定原子力施設の今後のリスク低減対策

現状、特定原子力施設の追加的放出等に起因する、敷地外の実効線量は低く抑えられている（2.2 参照）。また、多くの放射性物質を含有する燃料デブリや使用済燃料等において異常時に発生する事象を想定したリスク評価においても、敷地外への影響は十分低いものであると評価している（2.3 参照）。

今後、短中期的に渡って取り組むべき、プラントの安定状態に向けた更なる取組、発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた取組、ならびに使用済燃料プールからの燃料取り出し等の項目に対し、表 2. 4－1 に代表される様々なリスクが存在している。

表 2. 4－1 は、各項目に対して考えられる代表的なリスク、リスク低減のために実施を計画している対策及び目標時期を纏めたものであり、2.1 で示したリスク低減対策の適切性確認の視点に基づき確認を行ったものである。

特定原子力施設全体のリスク低減のため、特に至近の課題として、

- ① 汚染水の発生量の低減と確実な処理による汚染水貯蔵量の低減
- ② 使用済燃料の使用済燃料プールからの早期取り出し

に最優先に取り組むとともに、同表に示す個々のリスクを低減していくため、設備の信頼性向上対策等の様々な対策を今後計画・実施していく。これらの個別の対策については、リスク低減対策の適切性確認の視点を基本とした確認を行い、期待されるリスクの低減ならびに安全性、被ばく及び環境影響等の観点から、その有効性や実施の要否、時期等を十分に検討し、最適化を図っていくとともに、必要に応じて本実施計画に反映していく。

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（1／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策		目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
原子炉の冷却計画	・中長期的な温度計故障による原子炉冷温停止状態の監視不能リスク	原子炉圧力容器代替温度計の新設			原子炉圧力容器の既設温度計について、 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、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。	2号機：平成24年10月 1箇所設置 1号機： 平成25年度中期を目途に配管改造工法についてモックアップ試験を行い、工法を確立 3号機： 平成26年3月を目途に環境改善を実施後、現場調査を行い、候補系統を具体化	①温度計がメンテナンスできないことにより故障し、使用可能な温度計がなくなった場合は冷却状態の監視ができなくなる。 ②温度が監視できなくなるが、直接的に放射性物質の追加放リスクに影響はない。 ③新旧の温度計はともに建屋内に設置されているため外部事象に対するリスクは小さい。 ④既設温度計は劣化により故障する可能性が増加する。 ⑤2号機の温度計の故障が多いことから2号機を優先的に設置することが妥当である。1，3号機についても順次設置を検討していく予定である。 ⑥対策を実施することにより直接的に増加するリスクはないが、設置環境の線量が高いため被ばく量が増加する。 ⑦既設の圧力容器温度計等の計器の劣化に備え、設置時期、箇所、方法について検討を実施する。
			格納容器内監視計器設置		原子炉格納容器内の既設温度計については、故障した場合、メンテナンスや交換ができないことから、原子炉格納容器内部の冷温停止状態の直接監視のために、代替温度計を格納容器貫通部から挿入する。	1号機：平成24年10月設置 2号機：平成24年9月設置、追加設置について、実施時期調整中 3号機：平成26年3月末までに設置予定	①温度計がメンテナンスできないことにより故障し、使用可能な温度計がなくなった場合は格納容器内の冷却状態の監視ができなくなる。 ②温度が監視できなくなるが、直接的に放射性物質の追加放リスクに影響はない。 ③新旧の温度計はともに建屋内に設置されているため外部事象に対するリスクは小さい。 ④既設温度計は劣化により故障する可能性が増加する。 ⑤3号機の原子炉建屋内は線量が高いため、1，2号機の設置を優先させることは妥当である。3号機については、設置作業ができるよう環境改善後、速やかに設置する計画を立案する。 ⑥対策を実施することにより直接的に増加するリスクはないが、設置環境の線量が高いため被ばく量が増加する。 ⑦既設の格納容器温度計等の計器の劣化に備え、設置時期、箇所、方法について検討を実施する。
	・注水機能停止リスク ・放射性物質の系外放リスク	循環注水冷却水源の信頼性向上対策	復水貯蔵タンクへの運用変更と復水貯蔵タンク炉注水ポンプ配管のポリエチレン管化	原子炉注水設備について、水源を仮設バッファタンクから、既設の復水貯蔵タンクに変更することにより、水源保有水量の増加、水源の耐震性向上を図る。さらに配管距離の短縮、ポリエチレン管の新設配管設置により、注水機能喪失及び漏えいリスクの低減を図る。		平成25年 7月運用開始	①炉注設備は既に多様性、多重性を備えており、一定の信頼性は確保されているが、期待される更なる信頼性向上が図れない。 ②炉注機能が停止した場合の放射性物質の追加放リスクは大きい。 ③水源を復水貯蔵タンクに変更することにより水源の耐震性が高くなるためリスクは低減する。 ④現行設備でも適切な保全により長期間使用可能と考えており、時間的なリスクの変化は小さい。 ⑤炉注設備の信頼性を向上させることはリスク低減に寄与するため可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施することにより直接的に増加するリスクはないが、設置環境の線量が高いため被ばく量が増加する。 ⑦対策を実施できないリスクはない。
				漏えい時の敷地外放出防止対策（堰や漏えい検出設備等の設置検討）		平成24年12月末完了	①漏えい時における放射性物質の追加放リスクが低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放リスクは大きい。 ③漏えい拡大防止を目的としており、外部事象に対する設備破損リスクは変化しない。 ④漏えい拡大防止を目的としており、時間的にリスクは変化しない。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない。
			仮設ハウスの恒久化対策	原子炉注水設備のポンプ等を恒久化したハウス内等に配置することにより、台風、塩害、凍結等の外部事象による設備の故障防止を図る。		平成24年12月末完了	①凍結等の外部事象リスクが低減しない。 ②炉注機能が停止した場合の放射性物質の追加放リスクは大きい。 ③仮設ハウスを恒久化することで外部事象に対するリスクは低減する。 ④仮設ハウスを恒久化するものであり、時間的なリスクは変化しない。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない。
		建屋内循環ループ構築		水処理設備など建屋外に設置された設備を経由しない循環ループを形成し、系外への放リスクを低減する。また、建屋内滞留水をそのまま冷却水として使用することにより、水処理設備等の処理量、あるいは原子炉格納容器からの漏えい水量に依存せずに、原子炉注水量を増加させるシステムが構築出来る。		平成 27 年3月末完了	①大循環ループからの漏えいリスクが低減しない。 ②屋外に敷設されているループ長が縮小する分、漏えいリスクを低減する。 ③建屋内に設置することで、気象等に関わる外部事象に対するリスクが低減する。 ④現行設備でも適切な保全により長期間使用可能と考えており、時間的なリスクの変化は小さい。 ⑤建屋内循環ループを構築する前段階として、滞留水水質、作業環境や格納容器止水作業等との干渉も含めて取水場所等を検討する必要があるため、目標時期までに対策できるよう、実施に向けての調査・検討を行っている。 ⑥作業員の被ばくリスクに加え、建屋内が高線量となるリスクがある。 ⑦滞留水水質の傾向監視、ライン構成の最適化、除染等の環境改善等を考慮し、効果的な対策となるよう検討していく必要がある。

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（2／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策	目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
プラントの安定状態維持・継続に向けた計画	原子炉の冷却計画	・原子炉圧力容器・格納容器内不活性雰囲気維持機能喪失リスク	原子炉圧力容器・格納容器への窒素供給装置の増設	窒素供給装置は常用している 2 台の内 1 台の運転で、原子炉格納容器内の水素濃度を可燃濃度（4％）以下に維持するのに十分な性能を保持している。また運転号機が停止しても予備の装置を起動するまでの余裕時間も十分確保（100 時間以上）されていることから、常用 1 台の運転で問題はないが、更なる信頼性向上のため、常用の窒素ガス分離装置を 1 台増設する。	平成 25 年 3 月末完了	①原子炉格納容器内窒素封入設備は、非常用電源を装備した窒素供給装置の設置により多重性を確保しているものの、常用機器の長期間停止を伴う点検等を行う場合には、常用機器が単一状態となる。 ②現状の設備設置状況でも機器の多重性を確保していること、運転号機が停止した場合の停止余裕時間も十分に確保（100 時間以上）されていることから、今回の更なる信頼性向上対策が無くとも、水素爆発の可能性は十分に低く抑えられていると考えている。 ③高台に設置することにより、外部事象に対するリスクは低減する。 ④設備の経年的な劣化により窒素供給設備が故障するリスクが増加するが、装置の増設により、より適切な保守管理が可能となる。 ⑤窒素供給装置の信頼性を向上させることはリスク低減に寄与するため、早期に実施することが望ましく既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦実施できないリスクはない。
			水素の滞留が確認された機器への窒素ガス封入	サブプレッションチェンバ(S/C)気相部等の高濃度の水素滞留が確認された機器について、窒素ガスの封入等により不活性状態にする。	1 号機 S/C：対応済（ 窒素封入方針を検討中 ） 2 号機 S/C：平成 25 年度上期より 対応中 3 号機 S/C：S/C 内閉空間気相部の水素残留状況の調査を検討中	①今回確認されたサブプレッションチェンバ内の高濃度の水素は、事故初期に発生したものの残留物であると考えられ、酸素濃度が低いことや現在まで閉空間内に安定して存在してきてきたことを鑑みると、水素爆発が発生する緊急性は低いと考えられる。しかしながら、水素パージを行わなければ、この状況が継続する。 ②サブプレッションチェンバは格納容器の一部であること、閉空間の容積によっては水素の残留量が大い可能性があることから、万一水素爆発が発生した際に放射性物質が放出されるリスクがあるが、本対策により低減ができる。 ③水素パージにより外部事象に対する水素爆発のリスクは低減する。 ④事故後現在まで安定した状態を維持していることや水の放射線分解の寄与は小さいと考えられること、格納容器内については窒素封入により不活性状態は維持され、格納容器ガス管理設備により水素濃度を監視していることから、時間的リスクが急激に増加することはないと考えられる。 ⑤サブプレッションチェンバ補修工事等の関連工事や現場線量環境を考慮した上で、現場調査等を慎重に行い、高濃度の水素が確認された場合には、早期に対策を実施する必要がある。 ⑥建屋内の高線量作業であるため、作業員の被ばくリスクに加え、水素濃度の挙動を確認しつつ作業を行う必要がある。 ⑦現場の状況を踏まえて安全に水素パージができるように窒素封入方法を検討する必要がある。

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（3／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策		目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
プラントの安定状態維持・継続に向けた計画	滞留水処理計画	・放射性物質の系外放出リスク	滞留水処理設備の信頼性向上	滞留水移送・淡水化装置周りの耐圧ホースのポリエチレン管化	滞留水移送・処理設備において耐圧ホースを使用している箇所をより信頼性の高いポリエチレン管等に交換することにより、滞留水、処理水の漏えいリスク、漏えい水による他の設備損傷リスク、漏えい時の作業環境悪化リスクの低減を図る。	平成 25 年 9 月末完了	①滞留水移送ラインからの放射性物質の追加放出リスクが低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③ポリエチレン管等へ取替を行うことにより、地震等の外部事象に対するリスクは低減する。 ④ポリエチレン管等へ取替を行うことにより、時間的な設備劣化損傷リスクは低減する。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦ポリエチレン管等の敷設が出来ない場合は、堰等により漏えいの拡大防止を図る。
				タンク増設、及びRO濃縮水一時貯槽のリブレース	滞留水または処理水の貯留場所確保のためにタンクを増設する。	半期毎に増設計画を報告	①日々増加し続ける滞留水・処理水の保管場所が無くなり、貯留できなくなるリスクがある。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③貯蔵量を確保することが目的であり、外部事象に対するリスクは変化しない。 ④タンクの経年劣化により漏えいリスクは増加する。 ⑤貯留場所確保のため、計画的に増設していく必要があり、既に実施している。 ⑥滞留水・処理水貯蔵量の増加により、漏えいリスクは増加する。 ⑦タンク設置場所には限界があるため、緩和措置として、地下水流入量低減対策を確実に実施する必要がある。
				タンクエリアへの堰等の設置	タンクエリアに堰等を設置することにより、貯蔵タンクからの漏えいの早期発見と大規模漏えい時の系外への拡大防止	タンク設置に合わせ順次実施	①漏えい時における放射性物質の追加放出リスクが低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③漏えい拡大防止を目的としており、外部事象に対するリスクは変化しない。 ④漏えい拡大防止を目的としており、時間的にリスクは変化しない。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない。
			多核種除去設備の設置		本設備により、汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を十分に低い濃度まで除去することにより、汚染水貯蔵量の低減ならびにタンク貯留水の放射能濃度低減による漏えい時の環境影響の低減を図る。	平成 25 年 3 月より A 系ホット試験を開始	①大量の放射性物質を含んだ汚染水を保有し、漏えいするリスクが低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③汚染水の処理により外部事象に対するタンク等からの大量の放射性物質を含んだ汚染水が漏えいするリスクは低減できる。 ④多核種除去設備の稼動が遅れることにより、汚染水貯留量が増加しタンク等からの大量の放射性物質を含んだ汚染水が漏えいするリスクは増加する。 ⑤可能な限り早期に実施することが必要であり、ホット試験を実施中である。 ⑥二次廃棄物の長期保管ならびに漏えいリスクが発生する。 ⑦対策を実施できないリスクはないが、実施できない場合タンクを増設し汚染水を貯留する。
			可能なトレンチから順次、止水・回収の実施		トレンチ内の滞留水を回収し、系外への漏えい防止を図る。	平成 25 年 3 月末までに検討可能なトレンチ等から順次、止水・回収を実施 2,3 号機海水配管トレンチ：平成 26 年度内のトレンチ内汚染水除去完了	①津波の浸入等により滞留水が敷地外へ流出するリスクが低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③対策を実施することにより津波の浸入等による滞留水が敷地外へ流出するリスクは低減する。 ④現在でも適切な管理を行っているが、高濃度滞留水のコンクリート健全部中の拡散を評価したところ、トレンチ部は 10～13 年で外表面に達するリスクがある。 ⑤止水方法の成立性等を検討し、可能なトレンチから順次実施していくことが望ましく、また、並行して津波対策を実施予定。 ⑥対策を実施するリスクは小さいが、トレンチ内滞留水の処理が必要となる。 ⑦現場の状況を踏まえた止水方法等を検討する必要がある。
			建屋の津波対策（建屋開口部の閉鎖・水密化）		仮設防潮堤を超える津波が建屋開口部から浸入し、建屋地下に滞留している高濃度滞留水が系外へ漏えいしないよう建屋開口部の閉鎖・水密化等を行う。	平成 25 年 3 月末まで継続検討を実施。検討状況に応じて対策を実施	①津波の浸入等により滞留水が敷地外へ流出するリスクが低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③対策を実施することにより津波の浸入等による滞留水が敷地外へ流出するリスクは低減する。 ④現在でも適切な管理を行っている上、水処理の継続により、滞留水中のインベントリは低減していく方向であるが、時間的なリスクの変化は小さい。 ⑤現場状況を勘案し、対策の必要な箇所については、可能な限り早期に実施することが望ましい。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦現場の状況を踏まえた止水方法等を検討する必要がある。

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（4／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策	目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
プラントの安定状態維持・継続に向けた計画	滞留水処理計画	・滞留水の発生量の増加リスク	サブドレンの復旧	建屋周辺の地下水を汲み上げる設備（サブドレン）を復旧し、地下水位を下げることにより、建屋内への地下水流入量の低減を図る。	平成 25 年度以降：サブドレン復旧	①建屋への地下水流入量が減少しないため、汚染水の増加リスクは低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③地下水流入量低減を目的としており、外部事象に対するリスクは変化しない。 ④水処理の継続により、滞留水中のインベントリは低減していく方向であるものの、建屋への地下水の流入量を低減できないため、建屋内滞留水の漏えいリスクが増加する。 ⑤可能な限り早期に実施していく必要があり、復旧計画を検討中。 ⑥対策を実施するリスクは小さいが、サブドレン水の浄化が必要となる。 ⑦他の地下水流入量低減対策として、地下水バイパスを早期に稼働することで地下水流入量抑制を図る。
			地下水バイパスの設置	建屋周辺の地下水は山側から海側に向かって流れていることから、建屋山側の高台で地下水を揚水し、その流路を変更して海にバイパスすることにより、建屋周辺の地下水位を段階的に低下させ、建屋への地下水流入量の低減を図る。	準備が整い次第、段階的に実施	①建屋への地下水流入量が減少しないため、汚染水の増加リスクは低減しない。 ②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③地下水流入量低減を目的としており、外部事象に対するリスクは変化しない。 ④水処理の継続により、滞留水中のインベントリは低減していく方向であるものの、建屋への地下水の流入量を低減できないため、建屋内滞留水の漏えいリスクが増加する。 ⑤干渉する作業などはないことから、可能な限り早期に実施することが望ましい。 ⑥揚水井稼働により建屋の周辺地下水位が下がりすぎ、建屋の汚染水が流出するリスクやバイパスの揚水井に汚染した地下水を引き込み、海域へ放出されるリスクへの対応が必要である。 ⑦揚水井を稼働しても建屋への地下水流入が想定どおり減少しない場合も考慮し、水処理・貯留場所の確保を行う必要がある。

表 2. 4－1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（5／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策	目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
プラントの安定状態維持・継続に向けた計画	電気系統設備の信頼性向上	・単一故障による電源停止リスク	タービン建屋内所内高圧母線設置及び重要負荷の供給元変更	1 系統で供給していた重要負荷に対し、タービン建屋 2 階に設置する 2 系統の所内高圧母線から供給できるようにすることで信頼性を向上させる。	タービン建屋内所内高圧母線設置：平成 25 年 2 月未完了 重要負荷の供給元変更：平成 25 年 7 月未完了	①1 系統で電源供給している重要負荷については、電源喪失時は一部小型発電機にて機能維持ができるが、機能喪失に繋がるリスクは低減しない。 ②重要度の高い原子炉注水設備の更なる信頼性向上に寄与するとともに、使用済燃料プール設備の一部の動的機器について、電源を 2 系統から供給できるようになるため、燃料の損傷による放射性物質の追加放リスクを低減できる。 ③タービン建屋 2 階に設置されている所内高圧母線から供給できることにより、津波に対する電源喪失リスクは低減する。 ④長期的には、電気設備の経年的な劣化故障による重要負荷の電源喪失のリスクは増加する。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない
		・津波浸水による電源喪失リスク	共用プール建屋の防水性向上	所内共通ディーゼル発電機 A. B が設置されている共用プール建屋に対して津波対策として防水性を向上させる。	平成 25 年 9 月未完了	①共用プール建屋内への津波の浸入による所内共通ディーゼル発電機の電源供給機能喪失のリスクは低減しない。 ②共用プール建屋内への津波の浸入を防止することで、所内共通ディーゼル発電機の電源供給機能が維持できるため燃料の損傷による放射性物質の追加放リスクは低減する。 ③津波による所内共通ディーゼル発電機の電源供給機能喪失のリスクを低減できる。 ④時間的なリスクの変化はない。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、実施に向け検討を進めている。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦現場の状況を踏まえた方法を検討する必要がある。
		・電源喪失時の復旧遅延リスク	小型発電機・電源盤・ケーブル等の資材の確保	津波・地震による全交流電源喪失を伴う異常時に備えて、重要設備の復旧作業に必要な屋外照明等の資材を確保する。	平成 25 年 3 月未完了	①津波や地震により全交流電源喪失を伴う異常が発生した場合に、屋外照明等が無いことにより重要な設備の緊急復旧作業が遅延するリスクがある。 ②放射性物質の追加放リスクはないが、全交流電源喪失等の異常が発生した場合に、照明が無いことにより重要な設備の緊急復旧作業が遅延するリスクがある。 ③復旧資材の確保に対して外部事象に対するリスクはない。 ④時間的なリスクの変化はない。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない
			所内高圧母線 M/C（非常用 D/G M/C を含む）の免震重要棟からの遠方監視・操作装置の新設	免震重要棟からの遠方監視・操作を可能とし、異常の早期検知を図る。	平成 24 年 12 月未完了	①電源喪失時に異常の検知等が遅れることで復旧作業が遅延するリスクがある。 ②対策を実施することで原子炉注水設備等の重要負荷の電源供給機能の長期機能喪失を防止することができるため、燃料の損傷等による放射性物質の追加放リスクは低減する。 ③対策を実施することで外部事象に対する電源供給機能の長期喪失リスクは低減する。 ④時間的なリスクの変化はない。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に完了している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない。

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（6／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策	目的	目標時期	個々の対策に対する適切性	
発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画	海洋汚染拡大防止計画	・放射性物質が地下水に流出した際の海洋への放出リスク	遮水壁の設置	建屋内の汚染水が地下水に流出した場合、汚染された地下水が地下の透水層を経由して海洋に流出することを防止する	平成 26 年度半ば完了	①汚染水が地下水に流出した場合の汚染水が海洋等へ流出するリスクが低減しない。 ②汚染水が地下水に流出した場合、放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③敷地内の汚染水保管設備が破損した場合、遮水壁が汚染水流出の歯止めとなるため、外部事象に対するリスクは低減できる。 ④汚染水流出の歯止めが目的であり、リスクの時間的な変化はない。 ⑤干渉する作業などはないことから、早期に設置することが望ましく、既に実施している。 ⑥地下水ドレンでくみ上げた水により構内の保管水量が増加する。 ⑦対策を実施できないリスクはない。	
		・港湾内の放射性物質の海洋への拡散リスク	港湾内海底土の浚渫・被覆等	港湾内の環境改善のために海底の汚染土の除去と大型船舶の航路・泊地を確保することを目的に、港湾内海底土の浚渫・被覆等を実施する。 浚渫した土は航路・泊地エリア外に一時的に集積させることとし、集積した土については再拡散防止のため、被覆等を実施する。	平成 25 年度半ば以降着手	①港湾内の海底土が波浪等により再拡散し、港湾外に放出するリスクが低減しない。 ②波浪等により海底土が再拡散した場合、放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③対策を実施することで外部事象により海底土が再拡散するリスクは低減する。 ④海底土の拡散防止が目的であり、リスクの時間的な変化はない。 ⑤港湾内の船舶航行及び海上作業の輻輳状況を把握した上で、実施時期を検討する。 ⑥海底土が再拡散しない施工方法を選択することによりリスクは小さくなる。 ⑦対策を実施できないリスクはない。	
	放射性廃棄物管理及び敷地境界の放射線量低減に向けた計画	ガレキ等	・敷地内被ばくリスク	瓦礫類の覆土式一時保管施設の増設 または一時保管エリア A の追加遮へい	施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界線量 1mSv/年未満を達成するため、瓦礫等の保管施設の増設等を実施する。また、これらの作業により、敷地内全体の雰囲気線量も低減され、作業環境の改善にもなる。	平成 25 年 3 月末完了	①「措置を講ずべき事項」に要求されており、対策を実施しない場合、 平成 25 年 3 月末時点での敷地境界線量 1mSv/年未満 の目標達成が困難となる。 ②敷地境界線量の目標達成が目的であり、放射性物質の追加放出リスクは小さい。 ③対策を実施することにより、竜巻等による瓦礫等の飛散するリスクは低減する。 ④敷地境界線量の目標達成が目的であり、時間的なリスクの変化はない。 ⑤ 平成 24 年度内に達成することを目標としており、作業としては既に実施している。 ⑥対策を実施することで、作業員等への被ばくが発生する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。 ⑦対策を実施できない場合、施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による 平成 25 年 3 月末時点での敷地境界線量 1mSv/年未満 が達成できなくなる。なお、代替策は時間的な制約から困難である。また、保管施設設置場所は限界があるため、放射性廃棄物の減容等を確実に実施する必要がある。
				覆土式の伐採木一時保管槽の設置		平成 25 年 3 月末完了	
		水処理二次廃棄物	・敷地内被ばくリスク ・放射性物質の系外放出リスク	使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設、第四施設）の設置		第三施設：平成 25 年 4 月着手 第四施設：着手済	
				吸着塔保管施設の遮へい設置ならびに吸着塔の移動		遮へい設置： 平成 25 年 3 月上旬完了 移動：平成 25 年 9 月末完了	
	気体廃棄物	・放射性物質の系外放出リスク	2 号機ブローアウトパネルの閉止	2 号機原子炉建屋ブローアウトパネルを閉止することで、原子炉建屋から大気への放射性物質の放出を抑制する。	平成 25 年 3 月末完了	①対策を実施しない場合、原子炉建屋から放射性物質が放出する状態が継続する。 ②原子炉の状態に変化がなければ、追加放出リスクに変化はない。 ③対策を実施することにより暴風等の外部事象に対するリスクは低減する。 ④時間的なリスクの変化はない。 ⑤早期に実施する必要があるが、ブローアウトパネルを閉止することで、原子炉建屋内の作業環境悪化が懸念されることから、空調設備設置完了後に実施する。 ⑥対策を実施することで原子炉建屋内の作業環境悪化が懸念されるため、これらを改善するための空調設備の設置が必要。 ⑦現場の状況を踏まえた方法等を検討する必要がある。	
			3, 4 号機使用済燃料取出用カバーの設置、フィルタ付換気設備の設置・運転	使用済燃料プールから燃料を取り出すにあたって、作業時の放射性物質の舞い上がりによる大気への放射性物質放出を抑制するため、カバー並びに換気設備の設置を行う。	3 号機：平成 27 年度上半期 取出開始 4 号機：平成 25 年 11 月 取出開始	①対策を実施しない場合、使用済燃料取出し作業に伴う舞い上がりにより、放射性物質が放出するリスクが低減しない。 ②使用済燃料取出し作業に伴う舞い上がりによる放射性物質の追加放出リスクは大きい。 ③カバーの設置により、風雨により作業性が悪化するリスクを低減できる。 ④時間的なリスクの変化はない。 ⑤早期に実施していく必要があり、既に工事を実施している。 ⑥対策を実施することで、作業員等への被ばくが発生する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。 ⑦現場の状況を踏まえた方法等を検討する必要がある、現場の状況により使用済燃料の取り出し作業が遅れるリスクがある。	
	敷地内除染計画		・敷地内被ばくリスク	敷地内の除染計画の策定・実施	敷地内の雰囲気線量を低減させることにより、作業被ばくを低減させると共に、ノーマスクエリア等を拡大し、作業員の作業負担軽減を図る。	段階的に計画・実施	①対策を実施しない場合、敷地内の雰囲気線量が低減しない。 ②被ばく抑制が目的であり、放射性物質の追加放出リスクは小さい。 ③外部事象に対するリスクは小さい。 ④時間的なリスクの変化はない。 ⑤対象範囲が広範囲であること、一部雰囲気線量が非常に高い所もあることから、段階を踏んで、計画的に実施していくことが必要。現在、その認識の基、比較的に効果が見込めるエリアを選定し、作業を実施している。 ⑥対策を実施することで、作業員等の被ばくが増加する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。 ⑦現場の線量に応じた除染方法を検討する必要がある。

表 2. 4－1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（7／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策		目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
使用済燃料 プールからの 燃料取出計画	1～4号機 使用済燃料 プール	・冷却機能喪失リスク	1～4号機使用済燃料プー ル循環冷却設備の信頼性向 上対策	予備品の確保	S F P 冷却については、震災後設置した冷却設備等により継 続してプールの冷却・浄化等を実施している。昨年に設置し た設備の故障等により、冷却機能が一時停止する事象が発生 したため、これらの再発を防止するため予備品の確保並びに 電源の多重化を行う。	平成 25 年 3 月末完了	①電源停止等により冷却機能が一時的に喪失するリスクが低減しない。 ②冷却機能が長期間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは 大きい。 ③外部事象に対するリスクは継続する。 ④長期的には、電気設備の経年的な劣化故障による重要負荷の電源喪失のリスクは増 加する。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない。
				所内電源（M/C）多重化		平成 25 年 3 月末完了	
	1～4号機 使用済燃料 プール	・冷却機能喪失リスク	1～4号使用済燃料プールから共用プールへの燃料移動		1～4号使用済燃料プールには約3,000体の燃料集合体が保 管（1号機：392体、2号機：615体、3号機：566体、4号機： 1533体）されており、これらの崩壊熱を除去するため、震災 後に使用済燃料プール循環冷却系を設置している。これら冷 却設備については、震災直後に設置した設備であるため、信 頼性向上対策等を実施することで冷却機能が継続できるよ う対策を講じているが、これら機能が長時間停止した場合、 使用済燃料の崩壊熱により、最悪の場合、使用済燃料が溶融 し、大気へ放射性物質を放出する可能性が考えられる。その 為、使用済燃料をより信頼性の高い冷却機能を有し、雰囲気 線量が低く管理しやすい、共用プールに移送し、保管・管理 を実施する。	3号機：平成 27 年度上半 期取出開始 4号機：平成 25 年 11 月取 出開始 1,2号機：判断ポイントに より、プランの絞り込み や修正・変更を行う 1号機(最短)：平成 29 年 度上半期取出開始 2号機(最短)：平成 29 年 度下半期取出開始	①使用済燃料の冷却機能が長時間停止した場合、使用済燃料の崩壊熱により、最悪の 場合、使用済燃料が溶融し、大気へ放射性物質を放出するリスクは低減しない。 ②冷却機能が長時間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは 大きい。 ③共用プールへ1～4号機使用済燃料プールの使用済燃料を受け入れることにより、 使用済燃料プールでの地震、津波等の外部事象の影響による冷却機能喪失時のリス クが低減する。 ④冷却設備の劣化より、リスクは経時的に増加する。一方、冷却機能を長期間継続す ることで使用済燃料の崩壊エネルギーが減少していき、仮に設備が停止しプールの 水温が上昇しても管理値に達するまでの時間は長くなる。 ⑤使用済燃料を取り出すには、原子炉建屋上部の瓦礫等の撤去、燃料取り出し用カバ ー、燃料取扱設備の設置等が必要であり、これらを事前に行う必要がある。これら 準備が整い次第、早期に行うことが必要である。 ⑥使用済燃料を共用プール等へ移送させるため、移送時の燃料落下防止対策等を講じ る必要がある。また、高線量雰囲気であれば、除染等の作業等を行うことも検討す る必要があり、作業員の被ばく管理等を適切に行う必要がある。 ⑦瓦礫の影響や燃料ハンドルの変形等により取り出しが不可となった場合、後工程の 燃料デブリ取り出し工程に影響を及ぼす可能性があることから、これらの取扱方法 について検討している。
	共用プール	・貯蔵容量の不足 リスク	共用プールから仮保管設備への燃料移動		共用プールには保管容量6840本に対して、既に6377 本保管している。今後、使用済燃料プールから使用済燃料を 受け入れるため、十分に冷却が進んだ使用済燃料を乾式キャ スクに移し、共用プールの燃料受入容量を確保する。	平成 25 年 6 月以降順次実 施	①対策を実施しない場合、使用済燃料プールからの燃料移送が困難となり、使用済燃 料プールでの冷却機能喪失時におけるリスク等が低減されない。 ②冷却機能が長期間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは 大きい。 ③乾式キャスクに移し、高台の仮保管施設に移動することにより津波に対するリスク が低減する。 ④対策を実施しない場合、使用済燃料プールからの燃料移送が困難となり、使用済燃 料プールでの冷却機能喪失時におけるリスク等が低減されない。 ⑤使用済燃料取り出しのために空き容量確保のため、計画的に実施する必要がある。 ⑥キャスク移送時の燃料落下防止対策等を講じる。 ⑦従前より実績のある取扱作業であるが、共用プール内の燃料払い出し作業と受け入 れ作業の輻輳による遅延が発生しないよう工程管理を検討する必要がある。
		・被災したキャスクの腐食等のリ スク	キャスク保管建屋から共用プールへのキャスク移動		キャスク保管建屋には、震災前から保管している乾式燃料キャ スクがあり、震災の影響により海水等を被っており、腐食 等の影響が懸念される。また、パトロール時の線量、温度測 定で異常の無いことを確認しているものの、常用の監視系は 使用できない状況である。その為、これらキャスクを共用プ ールに移送し、キャスク本体の健全性を確認する。	平成 25 年 5 月完了	①対策を実施しない場合、密封機能の健全性等、懸念材料が払拭されないこととなる。 ②乾式燃料キャスク内には既に使用済燃料（キャスク9基内に合計408本）を保管 しており、キャスクの密封機能等の健全性が確認・維持されなければ、保管した使 用済燃料からの放射性物質放出の抑制機能が確認できない。 ③再度津波等が発生した場合、キャスク保管建屋に海水等が浸水し、キャスクの密封 機能等の健全性に影響を与える可能性がある。 ④腐食等の進展によりキャスクの密封機能等の健全性が損なわれる可能性がある。 ⑤キャスクをキャスク保管建屋から移送するための準備、受入側の共用プールの準備 ができ次第、これら復旧作業を順次実施する計画である。 ⑥キャスクを移送するにあたっては、移送時のキャスク落下防止対策等を講じる。 ⑦監視について検討する必要がある。
		・冷却機能喪失リスク	共用プール M/C 設置		共用プールの電源設備について、M／C（A）（B）を復旧 することで、信頼性を向上させ、冷却機能維持に努める。	平成 25 年 7 月末完了	①電源停止等により冷却機能が一時的に喪失するリスクが低減しない。 ②冷却機能が長期間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは 大きい。 ③外部事象に対するリスクは継続する。 ④長期的には、電気設備の経年的な劣化故障による重要負荷の電源喪失のリスクは増 加する。 ⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。 ⑥対策を実施するリスクは小さい。 ⑦対策を実施できないリスクはない。

表 2. 4－1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（8／8）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策	目的	目標時期	個々の対策に対する適切性
原子炉施設の 解体・放射性廃棄物 処理・処分に 向けた計画	放射性廃棄物 処理・処分に 向けた計画	・廃棄物保管容量の 不足リスク	雑固体廃棄物焼却設備の設置	敷地内で発生した放射性固体廃棄物等を焼却，減容するため 焼却設備を設置する。	平成 26 年度下期設置完了	①対策を実施しない場合，保管する放射性固体廃棄物等が増加するとともに，保管・ 管理に係る業務が継続する。 ②放射性固体廃棄物等が増加するが，放射性物質の追加放出リスクは小さい。 ③保管物が火災等の外部事象によって，飛散する可能性がある。 ④対策を実施しなかった場合，放射性固体廃棄物等の保管リスクは時間的に増加する。 ⑤対策には建屋の建設から必要であり，長期に渡って時間を必要とする。現在既に設 計に入っており，H26 年度下期供用開始に向け，作業を進めている。 ⑥放射性固体廃棄物等を焼却することから，大気へ放射性物質を放出する可能性があ る。その為，適切な処理設備を設置するとともに，放出管理も併せて実施し，敷地 外への影響がないことを確認する。 ⑦対策を実施できない場合は継続的に保管エリアを確保する必要がある。
その他	火災対策	・発電所周辺・所内火災の延焼リ スク	防火帯の形成・維持 発電所内火災対策の策定・実施	発電所周辺大規模火災から発電所重要設備の防護のため，防 火帯を形成するとともに，発電所内火災から重要設備の防護・ 延焼防止のため対策を策定・実施する。	平成 25 年 3 月末完了 平成 25 年 12 月	①発電所敷地内外で大規模火災が発生した場合に，設備の機能喪失ならびに放射性物 質の舞い上がりが発生する可能性がある。 ②大規模火災によって放射性物質の追加放出リスクがある。 ③対策を実施することで大規模火災等の外部事象に対し，リスクを低減することがで きる。 ④リスクは時間的に変化しない。 ⑤計画的に実施していく必要がある。 ⑥防火帯の形成のために新たな森林の伐採が必要となり，保管エリアの確保・伐採木 の自然発火に対する対策が必要となる。 ⑦現場の状況に応じた対策（カメラによる監視・火報の設置・巡視等）を検討・実施 し，火災の早期検知に努めるとともに迅速な初期消火を行える体制を構築する必要 がある。