

「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改訂のための検討のたたき台」

平成 25 年 6 月 10 日
東京電力福島第一原子力発電所
廃炉対策推進会議事務局会議

1. はじめに

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。

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が設置された。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あり、今般、中長期ロードマップの改訂を行うものである。

2. 中長期の取組の実施に向けた基本原則

- 【原則 1】 地域の皆様と作業員の安全確保を大前提に、廃止措置等に向けた中長期の取組を計画的に実現していく。
- 【原則 2】 中長期の取組を実施していくに当たっては、透明性を確保し、地域及び国民の皆様の御理解をいただきながら進めていく。
- 【原則 3】 今後の現場状況や研究開発成果等を踏まえ、本ロードマップは継続的に見直していく。
- 【原則 4】 本ロードマップに示す目標達成に向け、東京電力と政府は、各々の役割に基づき、連携を図った取組を進めていく。

上記基本原則を踏まえ、東京電力と政府は、本ロードマップの実現の重要性を認識し、適切な対応を実施していく。また、本計画について定期的に見直すとともに、中長期の取組状況を公表するなど、透明性を確保していく。

3. 中長期の取組の実施に係る安全確保の考え方

福島第一原子力発電所1～4号機の廃炉に向けた取組は、安全を確保しつつ進めることが重要であるとの認識の下、設備安全・作業安全・放射線安全を向上させる取組を継続して実施していく。

3-1. 特定原子力施設としての安全確保

(1) 特定原子力施設指定に伴う安全確保への移行

原子力規制委員会は、2012年11月7日に、福島第一原子力発電所の原子炉施設を「特定原子力施設」に指定するとともに、施設全体のリスクの低減及び最適化を図り、敷地内外の安全を図ることを目標とし、「措置を講ずべき事項」を東京電力に提示した。

東京電力は、これを受けて、同年12月7日に「措置を講ずべき事項」に基づく「実施計画」を作成し原子力規制委員会に提出しており、現在、審査が行われている。

(2) 安全確保に関する基本的な考え方

特定原子力施設である福島第一原子力発電所は、通常の原子力発電所と異なり、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実施していくことが求められている。東京電力は、実施計画において「措置を講ずべき事項」に対する具体的な対応策を示すとともに、現場の作業の進捗に応じて、必要な措置を迅速かつ効果的に講じることができるよう、実施計画の柔軟な見直し等の対応を行うこととする。

また、実施計画で具体化された措置等を速やかに実施することで、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ことを大目標とし、この大目標を達成するために、以下の安全確保の目標を設定する。

- (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) 敷地外の安全確保を図る（公衆への被ばく影響の低減）
- (3) 敷地内の安全確保を図る（作業員への被ばくの低減）

なお、これらの取組に関わらず、緊急事態が発生した場合について、「福島第一原子力発電所原子力事業者防災業務計画」を策定しており、これに基づいた対応を実施する。

3-2. 安全確保に向けた具体的な取組

(1) 設備安全 ～設備の信頼性向上に向けた継続的取組～

①「信頼性向上対策に係る実施計画」に基づく対策等

東京電力は、2012年5月に策定した「信頼性向上対策に係る実施計画」に基づき、現状の設備が、長期間の使用に耐え得るように、A) 復水貯蔵タンクを水源とした注水への変更等、B) 滞留水移送ラインのポリエチレン管化、C) タンクやその他水処理設備についての保全方針検討・策定、D) 使用済燃料プール等の重要負荷の給電元変更等の対策を継続的に行う。

また、現場の状況等を踏まえ、設備の更なる信頼性向上に必要な対策について継続的に検討し、迅速に必要な措置を講じていくものとする。

②最近のトラブルとその対応

2013年3月18日に電源系（仮設3/4号動力用電源盤）のトラブルで停止した使用済燃料プール冷却設備に関しては、2013年3月中に対策を完了し、類似の電源設備（共用プール動力用電源盤）についても、2013年9月までの計画を7月までに前倒しして対策を実施する。

また、福島第一原子力発電所の地下貯水槽からの水漏れ事象を受け、2013年4月、東京電力は「福島第一信頼度向上緊急対策本部」を設置し、プラントの安定化維持・強化のための設備・運営管理の信頼度向上対策を迅速に実施していく。

(2) 作業安全 ～作業員の安全管理、放射線管理～

作業員の一般作業安全確保に加え、防護装備の適正化による作業負荷軽減、除染等による線量低減、ロボット等の遠隔技術の利用等により、作業員が立ち入る場所の線量及び作業員の被ばく線量を線量限度以下に抑えるとともに、個々の作業における被ばく線量を低減させる。

(3) 周辺環境への影響低減 ～敷地境界の放射線量低減・管理～

現状、原子炉内の核燃料は安定的に冷却され、原子炉建屋からの放射性物質の放出は抑えられている。これによる敷地境界における年間被ばく線量は最大でも

0.03mSv/年と評価されており、ステップ 2 完了時点¹と比較し、低下傾向を示している。これに加え、2012 年度末には、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汚染水処理に伴い発生する二次廃棄物（使用済セシウム吸着塔、スラッジ等。以下「水処理二次廃棄物」という。）からの敷地境界における実効線量を 1mSv/年未満とする目標を達成した。

他方、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た汚染水を移送しているが、この貯留水の影響による、敷地境界の線量を 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。

液体廃棄物については、以下について必要な検討を行い、これを踏まえた対策を実施することとし、海への安易な放出は行わないものとする。

- ① 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）
- ② 汚染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（汚染水処理システムの強化）
- ③ 汚染水管理のための陸上施設等の更なる設置方策（タンク増設計画）

なお、海洋への放出は、関係省庁の了解無くしては行わないものとする。

3-3. 新たな基準の整備と規制上の対応に向けた準備

燃料デブリ取り出し等、廃止措置に向けた工程を進める上では、タイムリーに判断要件や必要な基準を整備するとともに、これらの判断要件や基準に照らした規制上の対応が迅速に行われることが重要である。

東京電力は、事業者としての考え方やそれを裏付けるデータを可能な限り早い時期に提示していくことが重要であり、燃料デブリ取り出し開始に向けた最速のスケジュールを踏まえ、これらの基準の整備と規制当局への申請に係るスケジュールを検討・提示していく。

¹ 2011 年 12 月

4. 中長期の具体的対策

4-1. 中長期ロードマップの期間区分の考え方

【第1期】ステップ2²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、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、追加の研究開発や、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) として設定した。

4-2. 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、燃料デブリ取り出しに当たっては、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

² 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。

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。

(1) 1号機

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、放射性物質の発生量は減少した。今後、建屋カバーを撤去し、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。

【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)

【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)

【プラン③】建屋カバーの改造の成立性、コンテナの設計条件の整備及び原子炉建屋の耐震安全性の評価において、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、既存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＞

(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

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、既存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)

【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)

【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既存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

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る。現在、オペレーティングフロア上部のガレキ撤去を実施しているところである。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)

【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。今後、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を設置する予定である。

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、工程短縮や並行作業等を折り込むことにより、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た。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

(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。

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。

(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。

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。

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。

(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。

② 燃料デブリ取り出し準備関係

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-2³と同様に、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。

そのため、冠水工法による作業ステップを踏まえ、以下(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踏まえながら段階的に進めていく。

燃料デブリ取り出しに当たっては、具体的な取り出し方法を明確にするとともに、段階毎に発生するリスクと対応策を明確にしていく。

(a) 原子炉建屋内線量低減

＜基本方針＞原子炉建屋内は依然として高線量かつガレキ・粉塵等が散在し、人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、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

＜基本方針＞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

³ 米国スリーマイルアイランド原子力発電所 2 号機

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

＜基本方針＞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。

【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

＜基本方針＞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。

【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

＜基本方針＞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

〈基本方針〉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高線量・高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

〈基本方針〉海水が注入された原子炉圧力容器・格納容器の構造材の腐食や、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

〈基本方針〉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、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

＜基本方針＞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。これを解消するため、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 及び SAMPSON）の高度化を図る。

【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
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

＜基本方針＞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

＜基本方針＞国・国際原子力機関（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・貯蔵を行うまでに、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（原子炉圧力容器を含む。）までの水張

り完了後、原子炉圧力容器内部調査方法及び装置開発の完了等を確認し、原子炉圧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国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。

4-3. 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。

① 原子炉圧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。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 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。

③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）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滞留水処理の完了を見据え、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、現在の滞留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、建屋内の滞留水水質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。

【目標工程】

2014年度下期 建屋内循環ループの構築完了

2015年度上期 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 GR-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

④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

① 地下水の流入抑制策

（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。

（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。

【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。

凍土方式による陸側遮水壁により長期間建屋を囲い込む今回の取組は、世界に前例のないチャレンジングな取組であり、多くの技術的課題もあることから、事業者任せにするのではなく政府としても一歩前に出て、研究開発への支援やその他の制度措置を含めて検討し、その実現を支援する。その際、建屋周辺の地下水と建屋内の汚染水の水位のバランスを十分に制御することも重要な技術課題である。

【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。

【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

＜トー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には、高濃度な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。

【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。

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。

【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、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。

【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ことにより、地下水位管理を高度化することで、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汚染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	建屋内の汚染水処理の完了

(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である。このため、海水中の放射性セシウム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）。万一、汚染水が地下水に漏えいした場合に備え、海側遮水壁の設置を完成させ、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、地下水及び海水の水質等のモニタリングを継続し、新たな放射性物質の流出がないことを確認していくとともに、港湾内の魚類につい

てもモニタリングを継続していく。

＜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。

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社外専門家による検討会により検討を行う。

万一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た海側遮水壁の設置工事について、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。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）。

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、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。

1、2号機については、HP1-1、HP2-1にて燃料取り出し方法を決定していく。

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6月取り出し開始予定、4号機：2013年11月取り出し開始予定）。

(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。

(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に移送しているが、この貯留水の影響による、敷地境界の線量を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、「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。

〈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 μ Sv/h）、主要道路（目標線量率30～20 μ 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。

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。

（4）固体廃棄物の保管管理と処理・処分にに向けた計画

〈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＞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・処分における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、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、梱包材や資機材等の持込抑制対策が発電所大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。

一方、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。

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重要であると考えられる燃料デブリの処分に向けた予備的な検討に着手する。

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。

(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 号機の原子炉施設の廃止措置は通常の原子炉施設と異なることから、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、原子炉压力容器／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、原子炉压力容器／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。

＜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可能性があることから、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。

5. 作業円滑化のための体制及び環境整備

第1期以降も、線量の高い環境下での多くの作業が想定される。このような中、これまで同様、協力企業との協力体制を維持しつつ、100mSv/5年を確実に遵守することで作業員の安全を確保しながら、長期にわたって要員を確保していく必要がある。

5-1. 中長期の取組に向けた東京電力の実施体制

中長期的に作業を円滑に進めるため、東京電力は、2012年2月に、①「福島第一対策プロジェクトチーム」を本店に設置し、中長期の取組を着実に推進していくための専任の体制を構築するとともに、②「原子力保健安全センター」を本店に設置し、社内外の作業員に対して、健康相談や被ばく線量に応じた検診を行う等、作業員の健康や被ばく線量について一元管理を行うこととした。また、東京電力は、③現場の設備リスク対策を迅速に検討・実施するため、2013年4月に、社長を本部長とする「福島第一信頼度向上緊急対策本部」を設置し、電源設備、使用済燃料プール冷却設備、滞留水保管設備のトラブル事象の発生を踏まえ、安定化維持・強化のための設備・運営管理の信頼度向上対策を迅速に実施していくこととした。

5-2. 中長期の取組に向けた要員計画

(1) 必要作業員数の見通し

今後3年間に計画している作業に対して、必要人員について想定を行い、各年の要員数はこれまでと同規模の見通しとなることを確認した。

また、中長期的には、これまでの作業と異なる、高線量の原子炉建屋内の作業や燃料デブリの取り出しなどの作業もあり、今後の技術開発を行わなければならないものもあることから、必要作業員数の見通しについて、ロードマップを改訂する度に見直しを実施することとする。

(2) 要員確保の見通し

短期的には、作業員数と従事者登録数の傾向、累積線量が一定以上の作業員の増加数と新規入域者数の傾向、協力企業への要員確保状況の確認の結果や、今後計画している作業の必要作業員数を踏まえると、現時点において必要となる作業員数の急激な増加は想定されないことから、必要人数は確保できる見通しである。

中長期的には、これまでの作業と異なる、高線量の原子炉建屋内の作業や燃料デブリの取り出し等の作業もあり、今後の技術開発を行わなければならないものもあることから、必要作業員数の見通しについて、ロードマップを改訂する度に見直しを実施し、必要な要員の確保に向けた適切な取り組みを検討することとする。

(3) 要員確保に向けた今後の取組

① 短期的取組

短期的には作業の方法や工程について技術検討を進めながら、今後も協力企業と一体となって安定的な作業員の確保に努めていく。また、協力企業へ今後の作業計画を早期に提示することにより、計画的な作業員の手配を行う。

具体的には、①協力企業による、作業毎の被ばく線量予測に基づいた必要な作業員の配置、配置変更、②作業員の負担を軽減するための作業環境の改善（作業場所や休憩所等の被ばく線量の低減）、③労働条件の問題等に関する作業員からの専用相談窓口の設置・要望対応、④協力企業のニーズを踏まえた放射線管理要員研修の継続実施等を行う。

② 中長期的取組

熟練作業員と一般の作業員の被ばく線量を比較したところ、熟練作業員の被ばく線量は一般の作業員に比べ僅かながら高い傾向がある。このため、長期にわたる廃止措置等を着実に進めていくためには、高度な技術、豊富な知見を有する人材を中長期にわたって適切に配置していくことが重要であり、計画的に要員の育成・確保を進めていく。

そのために、①協力企業へ今後の作業計画を早期に提示することによる計画的な熟練作業員の養成、②中長期的な要員確保・熟練作業員の被ばく線量の適切な管理・安定的な地元雇用配慮した調達方針の検討といった人材の育成・確保に関する取組を実施する。

5-3. 労働環境、労働条件の改善に向けた計画

(1) 作業安全全般

① 継続的な安全活動

2012年度は、事前検討会や安全パトロール等を実施した結果、2011年度のけが人が59人だったのに対し、半数以下の25人に減少した。2013年度も厳しい作業環境下での対応や、従来とは異なる新たな作業の実施が継続して求められていることから、作業員等に対して繰り返し安全意識の高揚を図るとともに、①東京電力工事監理員の立会いの下での事前検討会、②新たな工法や福島第一原子力発電所特有の作業についての安全事前評価、③協力企業との安全推進連絡会等の取組を今後も継続することにより、災害の撲滅を目指す。

② 休憩所の整備

福島第一原子力発電所構内で働く作業員のための休憩所の拡充・整備を段階的に進めている。具体的には、①旧登録センターを休憩所として利用できるように整備（2013年度下半期運用開始予定、一部運用開始済）、②大規模な休憩所を正門付近に設置（2014年度末運用開始予定）等を行う。

③ 熱中症予防対策

2012年度は、酷暑期を念頭に置いた熱中症予防対策を継続して実施した結果、熱中症患者数は、2011年度の23名に対し7名と激減した。これまでの熱中症予防対策の効果が認められたことから、今後も、①WBGT⁴を活用した作業時間の短縮、作業内容の変更等、②炎天下作業の制限（7～8月：14～17時）、③クールベストの着用促進等の対策を継続することにより更なる定着化を進め、熱中症発症の低減を図る。

（2）放射線管理

① 防護装備の適正化

空气中放射性物質濃度が全面マスク着用基準を十分下回ることを確認し、被ばく管理に万全を期した上で、順次全面マスク着用省略エリアを拡大して作業員の負荷軽減、作業性向上を図る。

全面マスク着用省略エリア内の作業は、高濃度粉塵作業以外であれば、使い捨て式防塵マスクを着用可とし、正門、入退域管理施設周辺（土壤の放射性物質濃度がエリア全体で $1 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ を下回っているエリア）は、サージカルマスクも着用可とした。今後も段階的に防護装備を適正化して、作業員の負荷軽減、作業性向上を図る。

② 出入り拠点の整備

現在、福島第一原子力発電所への出入り管理（スクリーニングや保護衣類の着脱及び放射線測定器の着用）はJヴィレッジにて行っているが、警戒区域及び避難指示区域の見直しに対応して、福島第一原子力発電所に移転することとし、現在、同正門付近に入退域管理施設を建設中である（2013年度上半期運用開始）。

なお、出入管理機能のうち、車輛外部のスクリーニング及び除染については既に2012年8月より福島第一原子力発電所にて実施している。

⁴湿球黒球温度 (Wet Bulb Globe Temperature) : 酷暑の環境下での行動に伴うリスクの度合いを判断する際の指標。

(3) 健康管理

①医療体制の継続的確保

現地の地域医療が一定程度戻るまでの間は、作業員の安全・安心を確保する観点から、①医師をはじめとした医療職の配置、必要な医療資機材・医薬品の配備、②救急救命士の配置、③外部医療機関への搬送体制の維持等の対策を継続実施することによって、福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所等、各拠点の医療体制を継続的に確保する。

②長期健康管理の実施

厚生労働省より示された「東京電力福島第一原子力発電所における緊急作業従事者等の健康の保持増進のための指針」も踏まえながら、緊急作業従事者に対して、①健康相談窓口の運営、②がん検査の実施等の対策を継続実施することによって、放射線業務から離れた後及び離職後も含めた長期的な健康管理を実施する。

(4) 適切な労働条件確保に向けた取組

福島第一原子力発電所内において、放射線業務に従事するすべての作業員の方が適正な労働条件の下で働けるようにすることは、事故収束につながる大変重要な課題であるという認識の下、監督官庁の指導を仰ぎながら、元請会社と一体となって、適切な労働条件確保に関する協力企業の取組を調査するとともに、労働条件に関する研修や普及啓発活動、相談窓口に寄せられた要望への対応等を継続的に行う。

6. 研究開発及び人材育成

6-1 研究開発

福島第一原子力発電所の廃止措置は、東京電力における取組のみならず、放射性物質の分析、遠隔操作機器の開発／実証といった研究開発の実施等において、国が主導的な役割を果たしていくことが必要である。

廃炉に取り組む体制として、原子力災害対策本部の下に設置された政府・東京電力中長期対策会議を廃止し、2013年2月8日に、新たに、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議を設置した。メンバーは、政府、東京電力に加え、廃止措置に関係する主要機関が参加し、燃料デブリ取り出し等に向けた取組の強化を図る

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とした。

(1) 研究開発実施に当たっての基本的考え方

廃止措置等を進めるに当たっては、現場の状況や知見を常に研究開発の実施内容に反映していくことが重要である。特に、現場調査の結果により、適用できる技術が大きく変わる可能性もあるため、格納容器水張りのための補修技術等、技術的ハードルが高いと考えられる課題については、予め代替方策を検討する。

資源エネルギー庁は、文部科学省や関係機関と密接な連携を図りながら、研究開発のための予算措置やプロジェクト管理において主導的役割を果たしていく。また、独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という。）は、その専門的知見、施設の有効活用により研究開発を支援するとともに、中長期的な視点での人材確保・育成も視野に入れた現場ニーズを踏まえた基礎基盤的な研究開発を着実に進める。

また、研究開発を実施するに当たり、現場での試験や実証等を行う際には、地元の住民の方々や作業現場の安全を最優先にするとともに、必要な規制上の対応を迅速に行うことが重要である。

(2) 研究開発計画

燃料デブリ取り出し等に係る工程の前倒しに伴い、2012年7月に策定した研究開発計画についても必要な見直しを行う。

第1期は、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、燃料デブリの取り出しに必要な研究開発を開始し、現場調査にも着手するなど、廃止措置等に向けた集中準備期間となる。

第2期では、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等が本格化し、第3期は、燃料デブリ取り出しから廃止措置終了までの実行期間となる。

6-2 研究開発推進体制の基本的考え方

研究開発を個々に行うのではなく、一元的なマネジメントを担う研究開発運営組織を設けた上で、全体の進捗を踏まえた計画の策定及び体制の柔軟な見直しを行っ

ていく。

2013年3月7日に開催した廃炉対策推進会議（第1回）において、研究開発運営組織の設立準備を加速することが、東京電力他四者から報告された。その後、関係者間での協議を重ね、研究開発運営組織の立ち上げに向けた準備が進められているところである。

6-3 研究開発拠点施設の整備

放射性物質の分析・研究や災害対応ロボット等に関する技術基盤を確立するために、遠隔操作機器・装置の開発実証施設（モックアップ施設）及び放射性物質の分析・研究施設を整備する。当該施設は福島第一原子力発電所への対応を含む原子力施設の廃止措置等に向けた研究開発に活用する。整備に当たっては、国際共同研究や海外人材の受け入れについても考慮する。

現在、JAEAが建設・運営主体となり、検討を進めているところである。

6-4. 中長期の視点での人材育成及び大学・研究機関との連携

廃止措置に向けた取組は、終了までに30～40年程度かかると見込まれることから、廃止措置に係る現場作業及び研究開発プロジェクトを進めるに当たっては、中長期的な視点で人材確保・育成していくことが重要であり、国の強力な人材育成推進体制の下、大学等の教育・研究機関やJAEA及び民間が連携して人材育成を実施していくことが必要である。

その際には廃炉対策推進会議で、中長期的視点での人材育成に関する重点分野を設定するとともに、中核となる大学・研究機関（中核拠点）を選定し、国・JAEA・民間が連携して進めていく。

7. 国際社会との協力

大規模かつ長期にわたる廃止措置等に向けた取組を、効率的かつ効果的に進めるためには、海外の事故対応等に関する知見・経験を十分に活用していくなど、国内外の叡智の集結と活用が重要である。また、かかる事故を起こした我が国の国際社会に対する責任として、世界に向けて積極的な情報の発信を行い、国際社会に開かれた形で廃止措置等を進めることが引き続き重要である。

2013年4月には、IAEAのレビュー・ミッション（専門家により組織される調査団）を受け入れ、中長期ロードマップ及び廃止措置の作業に関する諸課題に対する評価・助言を得たところである。2013年秋頃にも第2回のレビュー・ミッションを受け入れる予定である。

今後も、IAEAや経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）等の多国間協力の枠組み、米・英・仏及び露との間での二国間協力の枠組みを通じ、国際社会との協力を進めていく。

さらに、新たに設立される廃炉に向けた研究開発運営組織に、助言を行う国際顧問の登用、国際連携部門や海外の各分野の専門家からなる国際廃炉エキスパートグループの設置を検討しており、これらの方策により、国内外の研究機関・関係者との連携を強化する。

また、廃止措置等に知見のある国外の研究機関・企業の福島廃炉作業への参画を促進するための環境整備を速やかに進めることが重要である。例えば、廃炉の知見を有する国外の企業には、廃炉作業に伴い生じる可能性のある原子力賠償に係る訴訟リスクを懸念し、参画を躊躇しているものもある。

8. 地域との共生及び国民各層とのコミュニケーション

8-1. 地域との共生

福島第一原子力発電所の廃炉に向けた取組は、周辺地域の住民の安心・安全に関わるものであるとともに、各工程の作業に地域との共生の観点も踏まえて取り組むことが重要である。また、廃炉に向けた作業では、装置・機器等の技術開発や資材調達において、地元企業、人材を積極的に活用することが期待されている。そのため、廃炉作業に係る機器・用品供給等を長期的に担う地元企業の育成、新規の企業設立等により地域経済の活性化を図る。東京電力は、廃炉に向けた取組において、地元からの資材発注を促進するよう発注先に働きかけていく。

また、福島県内にて企業とのマッチングの場を設けるなどの取組により地域経済の活性化を図る。

このほか、廃止措置等に向けた研究開発のための遠隔操作機器・装置の開発実証施設（モックアップ施設）及び放射性物質の分析・研究施設の整備を通じて、地域雇用の創出を図る。

8-2. 地元をはじめとした国民各層とのコミュニケーションの強化

(1) 積極的な情報提供

国は、福島県及び関係13市町村とテレビ会議システムを通じた情報提供や、個別の直接訪問を通じて、中長期ロードマップの進捗状況を定期的に説明、情報提供していく。

東京電力は、各自治体と締結している「原子力発電所周辺地域の安全確保に関する協定書」及び「原子力発電所に係る通報連絡に関する協定書」に基づく通報連絡により、発電所の廃止措置等の進捗状況などは定期的に、核燃料の冷却機能や窒素封入設備の停止などは発生後直ちに、情報提供を実施する。さらに、地元住民の方をはじめ、社会に対しても、適時適切に情報提供を実施する。特に、事故・トラブルに関しては、社会への迅速・的確な情報提供が必要であり、社会の関心事や情勢の変化に呼応した対応が重要である。東京電力は、これまでの対応で公表等の遅延があったと思われる事例については真摯に受け止め、改善を図っていくこととしており、今後、事故・トラブル等の公表について、基準の明確化を図っていく。

東京電力、政府は、地元住民の方に対してきめ細かい情報提供を行うために分かりやすいパンフレット、資料を作成し、自治体の協力を得て各戸に届ける取り組みを継続する。また、双方向コミュニケーション活動による情報提供を図る。加えて、地元とのコミュニケーションを更に深める方策について検討を行う。

(2) リスクコミュニケーション

廃炉に関わる作業は少なからずリスクを有しており、これを最小化することがリスク管理の基本的考え方となる。きちんとリスク評価を行い、リスクやリスクを緩和する対策等について継続的に社会と対話をしていくことが重要である。

9. おわりに

今後、避難されている住民の皆様の一刻も早い御帰還を実現し、地域及び国民の皆様様の不安を解消するためにも、東京電力、政府は、適切な協同体制の下、本ロードマップに基づき、廃止措置等に向けた中長期の取組を着実に進めていく。