

東京電力(株)福島第一原子力発電所の 廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(案)

※ 対策・取組に係る目標工程について、今後、精査の上、追記する。

平成27年 月 日

目次

1. はじめに
2. 中長期の取組の実施に向けた基本原則
3. 中長期の取組の実施に係るリスク低減とそれに向けた安全確保の考え方
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
 - 4-2. 汚染水対策
 - 4-3. 使用済燃料プールからの燃料取り出し
 - 4-4. 燃料デブリ取り出し
 - 4-5. 固体廃棄物の保管・管理と処理・処分に向けた計画
 - 4-6. その他の具体的な対策
 - (1) 原子炉の冷温停止状態の継続
 - (2) 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止
 - (3) 原子炉施設の廃止措置計画
5. 作業円滑化のための体制及び環境整備
6. 研究開発及び人材育成
7. 国際社会との協力
8. 地域との共生及びコミュニケーションの強化
9. おわりに

【参考資料】

参考：これまでの経緯

1. はじめに

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

今般、前回の改訂（2013 年 6 月）以降の廃炉・汚染水対策の進捗や地域の皆様からの声等を踏まえ、中長期ロードマップの第 3 回改訂版を取りまとめ、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議（以下「関係閣僚等会議」という。）として、決定を行うこととする。

なお、本中長期ロードマップは、2014 年 1 月に発電設備として廃止となった福島第一原子力発電所 5 号機及び 6 号機も対象に加えている。

2. 中長期の取組の実施に向けた基本原則

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

- 【原則 1】 地域の皆様、周辺環境及び作業員に対する安全確保を最優先に、現場状況・合理性・迅速性・確実性を考慮した計画的なリスク低減を実現していく。
- 【原則 2】 中長期の取組を実施していくに当たっては、透明性を確保し、積極的かつ能動的な情報発信を行うことで、地域及び国民の皆様の御理解をいただきながら進めていく。
- 【原則 3】 現場状況や研究開発成果等を踏まえ、中長期ロードマップの継続的な見直しを行う。
- 【原則 4】 中長期ロードマップに示す目標達成に向け、東京電力や政府を始めとした関係機関は、各々の役割に基づき、連携を図った取組を進めていく。政府は、前面に立ち、安全かつ着実に廃止措置等に向けた中長期の取組を進めていく。

3. 中長期の取組の実施に係るリスク低減とそれに向けた安全確保の考え方

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

3-1. 福島第一原子力発電所の現在の状況

福島第一原子力発電所の廃止措置等については、引き続き、福島第一原子力発電所の安定状態を維持・管理した上で進めていくとともに、地域の皆様を始め、関係者への必要な情報提供を通じ、廃炉に向けた取組について、御理解を求めていく。

具体的な取組の状況は次のとおり。

- ア. 燃料デブリ¹については、安定的に冷却され、原子炉格納容器内の温度や、放射性物質の放出量に大きな変動はなく、冷温停止状態を維持している。
- イ. 使用済燃料プール内の燃料については、水素爆発の影響を受けている可能性がある1, 3, 4号機のうち、その総量の半分を占める4号機²からの取り出しを2014年12月に完了した。他の号機については、3号機、1号機の順番で、放射性物質の飛散を抑制しながら取組を進めている。
- ウ. 燃料デブリの冷却水と建屋へ流入した地下水等が混合した高濃度汚染水については、地下水バイパスの導入等により流入抑制効果が見られ始めている他、高濃度汚染水が滞留する建屋等については、東日本大震災時の津波を踏まえた流出防止対策を実施している。また、海側海水配管トレンチ内(2~4号機)の高濃度汚染水の除去を進めている。さらに、横置型タンクやフランジ型タンクに貯留する高濃度汚染水の除去を進めている。
- エ. 海側の汚染物質については、その流出を防ぐため、水ガラスによる地盤改良、海側遮水壁の設置等を通じた漏えい防止を進めている。
- オ. 施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量の評価値(以下「実効線量」という。)については、タンク内の高濃度汚染水の浄化、建屋から放出される放射性物質の連続監視等により、2014年度末に2mSv/年未満にする目標を達成した³。今後、1mSv/年未満にするという目標の達成を目指している。

1 震災時に運転中であり、溶融を起こした1~3号機が対象。

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

3 簡易的な計算手法による評価結果に基づくもの。詳細については、現在、評価中。

- カ. 高濃度汚染水以外の放射性物質を含む水については、敷地外に影響が及び得るリスクとして総点検を行い、汚染源の除去、排水路の清掃等の取組を進めている。
- キ. 廃棄物については、固体廃棄物貯蔵施設・減容施設の増設など、廃炉工程を進める上で増加する廃棄物を適切に保管・管理するための取組を進めている。
- ク. 労働安全については、相次いで発生した労働災害を受け、安全性向上対策を実施している。

3-2. 中長期の取組の実施に係るリスク低減の考え方

福島第一原子力発電所では、施設全体のリスクの低減及び最適化を図るための措置を取ることが必要。福島第一原子力発電所におけるリスクとしては、地域の皆様・周辺環境に対する放射線安全上のリスク、作業員に対する放射線安全や労働安全上のリスク、トラブル発生による風評被害といった社会的なリスク、廃炉の順調な遂行が影響を受けるリスクなど、多様なリスクが存在している。

これらのリスク、特に、地域の皆様・周辺環境に対するリスクについては、その低減のため、様々な措置を迅速に実施することが期待されている。しかし、リスクを低減する作業は、一時的なリスクの増加を伴うものが大半であり、実施方法によっては、リスクが過度に増加することがある。このため、リスクの起源となり得るものの種類に応じて、現状のまま推移した場合のリスクと、作業を行った場合のリスクの双方を考慮し、最適なタイミングと方法を選択することで、全体としてのリスクが最小となるように様々な措置を進めることが不可欠である。

また、福島第一原子力発電所の廃止措置等は、前例のない取組であり、原子炉格納容器内の状況等が現時点では十分に把握できる状況になく、現場の状況も線量が高い場所が多く、作業環境は依然として厳しい。このため、今後も、新たに判明した事象に応じ、作業中に生じ得るリスクを踏まえた、安全対策の追加等の柔軟な見直しを行うことが必要となる。

これらに加えて、風評被害等の社会的なリスクを低減するためには、こうした進め方について十分に説明し、国内外の関係者と広くコミュニケーションを取ることが必要となる。

これまでは、ともすると迅速さを特に重視した工程を設定してきたが、結果的に、作業現場に負担をかけたり、新たな事象が判明する度に遅延を招いてきた。迅速な実施は重要ではあるが、地域の皆様や周辺環境、作業員等への全体としてのリスクが低減されて初めて価値がある。

このため、今後は、リスクの起源に応じ、最適なタイミングと方法の

選択・実施、作業の柔軟な見直し、進め方の十分な説明を行い、「全体としてのリスクの最小化」を図った上で、安全に作業を進め、結果として早期の作業完了につなげていくことで、「可能な限り速やかな廃炉」を実現していくことが必要。

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

福島第一原子力発電所において、リスクの起源となり得る放射性物質について、それぞれの現状を踏まえ、以下のようなリスクへの対処に関わる3つの大きな基本分類に基づき、優先順位⁴を付けて、最適な対策を実施していく。

具体的には、次のようにリスクを分類する。

- (1) 相対的にリスクが高く優先順位が高いもの
高濃度汚染水や水素爆発等による影響を受けた建屋内の使用済燃料プール内の燃料が該当。
設備等の状況や、放射性物質の飛散・漏えい、作業員の被ばく、労働災害、風評被害等のリスクに十分配慮しつつ、可及的速やかに対処していく。
- (2) 直ちにリスクとして発現するとは考えにくいですが、拙速に対処した場合にかえってリスクを増加させ得るもの
燃料デブリが該当。
対応に必要な情報収集や技術・ノウハウの蓄積を行い、周到的準備を行った上で、経年劣化や、作業時における放射線・放射性物質による外部への影響、作業員の被ばく、労働災害、風評被害等のリスクに十分配慮しつつ、安全・確実・慎重に対処していく。
- (3) 将来的にもリスクが大きくなるとは考えにくいですが、廃炉工程において適切に対処すべきもの
固体廃棄物⁵や水処理二次廃棄物が該当。
経年劣化や、放射性物質の飛散・漏えい、作業員の被ばく、風評被害等のリスクに十分配慮しつつ、長期的に対処していく。

⁴ 優先順位をつけるに当たっては原子力損害賠償・廃炉等支援機構（以下「機構」という。）から示された「東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2015」（以下「戦略プラン」という。）や、原子力規制委員会から示された「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（2015年2月版）」を踏まえる。

⁵ 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。

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

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

3-4. 安全確保に向けた具体的な取組

(1) 作業安全

作業員の増加及び作業の輻輳による労働災害の防止対策（東京電力及び元請事業者が一体となった労働安全衛生管理体制の強化、東京電力等によるリスクアセスメント、体験型の教育訓練施設を活用した新規入所者等の危険予知能力の向上等）の確実な実施と、安全衛生管理体制や作業計画を始めとした各種労働災害防止対策について不断の見直しを行うとともに、労働災害が発生した際の医療体制の強化や、作業による被ばくを可能な限り低減するための対策を実施する。

(2) 設備安全

設備については、仮設設備から恒久的な設備への変更など、長期間の使用に耐え得るよう信頼性を維持・向上する対策を実施し、リスクを顕在化させないための設備安全を確保する。

(3) 周辺環境への影響低減

福島第一原子力発電所の敷地外に影響を与えるリスクの低減の取組を継続するとともに、現場状況の変化を踏まえ、適宜見直していく。

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

さらに、ガレキ等の固体廃棄物については、実態に合わせた線源条件の見直しや適切な遮へい設計を実施することにより、敷地境界での追加的な実効線量の低減を図っていく。

(4) セキュリティ強化

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

3-5. 新たな取組における規制への対応に向けた準備

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

一方、燃料デブリ取り出し等、世界でも経験の無い作業の実施に当たっては、具体的な作業と、遵守すべき事項を同時並行に検討する必要があるため、機構、東京電力、資源エネルギー庁等は、互いに連携し、原子力規制委員会との積極的な対話を講じつつ、安全確保に係る対処方針や観測データを早期に示すなど、適切に対応していく。

4. 中長期の具体的対策

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

4-1. 中長期ロードマップの期間区分の考え方

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

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

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

- ・ 当該期間中は、燃料デブリ取り出しに向けて多くの研究開発や原子炉格納容器の補修による止水作業などが本格化する。
- ・ また、当該期間中の進捗管理を明確化するという観点から、中長期ロードマップに沿った廃炉工程の進捗状況を分かりやすく示すマイルストーン（主要な目標工程）を定める。（表〇参照）

【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。

表〇 中長期ロードマップにおけるマイルストーン（主な目標工程）
（挿入予定）

4-2. 汚染水対策

（1）3つの基本方針に従った汚染水対策の推進

2013年9月に決定した「東京電力（株）福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針」及び同年12月に決定した「東京電力（株）福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」で掲げた汚染水問題に関する3つの基本方針（汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」）の下、予防的・重層的な対策を進めていく。

① 汚染源を「取り除く」

これまでに浄化設備⁶で浄化し、その後残った低濃度汚染水については、多核種除去設備等で再度浄化を進め、施設全体からの放射性物質等による敷地境界での追加的な実効線量を1mSv/年未満まで低減させる。その際、多核種除去設備等の性能向上を図る。

浄化処理後も残るトリチウムについては、トリチウム分離技術の検証等を踏まえ、トリチウム水の長期的取扱いの決定に向けた準備を開始する。

② 汚染源に水を「近づけない」

2014年5月より稼働を開始している地下水バイパスは今後も引き続き、地下水位・水質を確認しながら運用を続ける。

サブドレンによる水位管理については、関係者の御理解を得た上で稼働することとする。

陸側遮水壁については、山側より凍結を開始し、凍結閉合を完了させる。その後も、建屋から汚染水を流出させないように、水位管理を行う。

地下水流入抑制のための広域的な敷地舗装（フェーシング）については、原子炉建屋周辺を除き、予定箇所⁷の9割超（約1.35km²）を完了

⁶ 多核種除去設備、増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備（以下、「多核種除去設備等」という。）並びにモバイル型ストロンチウム除去装置、RO濃縮水処理設備、セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置を指す。

⁷ 2014年4月、汚染水処理対策委員会において、地下水流入抑制効果、施工性等の観点から決定された範囲（1.45km²）。

する。このとき、排水路の整備や一時貯留等の汚染水漏えい時のリスク対策も検討し、敷地舗装と併せて実施する。

これらの取組を通じ、建屋流入量を百 m³/日未満に抑制する。

③ 汚染水を「漏らさない」

汚染水を貯蔵するタンクについては、貯蔵用タンク内の汚染水を全て溶接型タンクに移す。また、タンクについても、状況変化に応じて、増設計画を適宜見直す。

2014年3月に対応を完了した水ガラスによる地盤改良については、設備のメンテナンスや地下水のモニタリングを継続的に実施する。

海側遮水壁については、陸側遮水壁の閉合やサブドレンの安定稼働等を踏まえ運用を開始する。

(2) 滞留水処理の完了に向けた取組

地下水が流入する建屋壁面の貫通部のうち、止水可能な建屋貫通部については、速やかに止水する。まずは、地下水流入が確認されている1号機コントロールケーブルダクトの建屋接続部を止水し、以後も継続的に実施していく。

しかし、建屋壁面の貫通部は多数あり、貫通部の完全な止水は困難と予想される。このため、陸側遮水壁や敷地舗装等の効果による地下水位低下に合わせた建屋内水位の引下げを開始し、建屋内滞留水と地下水位の水位差を維持する等、建屋内の滞留水を外部に漏洩させないための対策を講じながら、地下水流入抑制を図る。

循環注水を行っている1～3号機については、独立した循環注水システムを構築した上で、原子炉建屋の水位低下等の対策により、原子炉建屋から他の建屋へ滞留水が流出しない状況を構築する。まずは、いずれかのタービン建屋を循環注水ラインから切り離す。

原子炉建屋以外の建屋の滞留水の完全な除去には、雨水流入防止対策や、滞留水除去後のダスト対策が必要なことに留意しつつ、まずは、これら滞留水を可能な限り浄化する。

これらの取組を通じ、建屋内滞留水中の除染を行いながら、2020年内に建屋内の滞留水処理の完了を目指す。

4-3. 使用済燃料プールからの燃料取り出し⁸

(1) 使用済燃料プールからの燃料取り出し

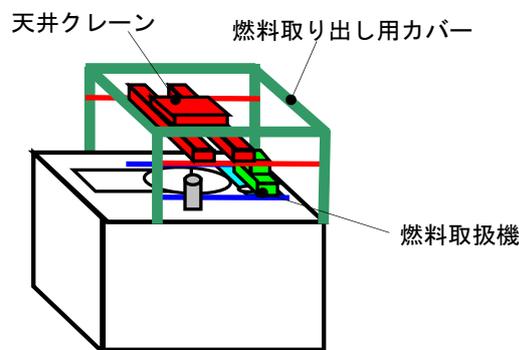
⁸ 1～4号機の使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業を「燃料取り出し」と呼ぶ。

① 1号機

複数のプランから、オペレーティングフロア上部に、燃料取り出し専用カバーを設置するプランを選定した。(図〇参照)

このプランの実施に向け、放射性物質の飛散抑制策を徹底した上で、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。現時点では、ガレキの状況を十分に把握できていないことから、作業の進捗にあわせてガレキ状況や使用済燃料プールの調査を進める。その結果をもとに、継続的に作業計画・工程を見直し、慎重に作業を進める。

ガレキ撤去の後、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備等を設置し、燃料取り出し開始を目指す。



図〇 1号機の燃料取扱設備等 (イメージ図)

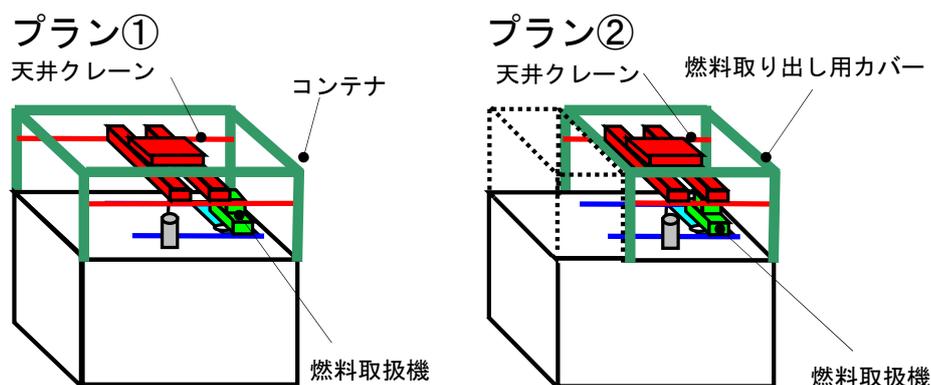
② 2号機

複数のプランから、オペレーティングフロア上部に、燃料と燃料デブリの取り出し用コンテナを共用するプラン (プラン①) と個別に設置するプラン (プラン②) の2つを選定した。(図〇参照)

これら2つのプランの設計等を並行して行い、除染・遮へい効果や耐震性の評価、建屋上部の活用の検討を踏まえ、その解体・改造範囲を判断する。

その上で、プラン①で示す条件の中で、燃料デブリ取り出しの実現性を評価し、プランの選択を行う。なお、共通する先行工事 (ヤード整備等) は、プランの検討と並行して実施する。

その後、燃料取扱設備等の設置作業の開始を目指す。

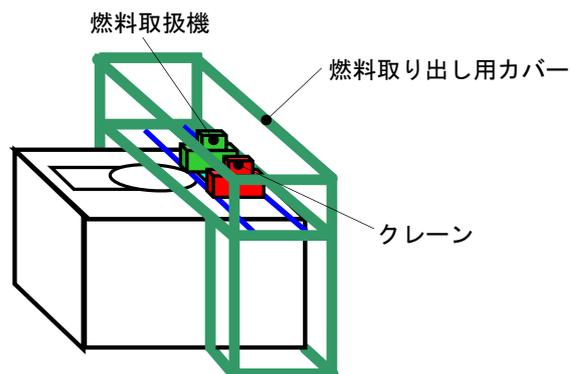


図〇 2号機の燃料取扱設備等（イメージ図）

③ 3号機

作業員の被ばく線量を低減するため、オペレーティングフロアの除染・遮へいを実施する。

その後、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備等を設置し、燃料の取り出し開始を目指す。（図〇参照）



図〇 3号機の燃料取扱設備等（イメージ図）

上記の作業を実施し、1～3号機の使用済燃料プールからの燃料取り出し完了を目指す。

上記の作業工程に変更をもたらし得る要因として、

- ア. 安全・安心のために必要な追加対策を講じる場合
- イ. 作業が進むにつれて新たに判明した現場状況等への追加作業が必要となる場合
- ウ. 複数作業が干渉し、安全確保のため、一部作業を中断する場合
- エ. 作業用機器の不具合等のトラブル
- オ. 十分な情報が得られないことに起因する判断の遅延

が考えられる。ア.イ.ウ.については、安全確保等のためやむを得ないものではあるが、遅延を最小限に止めるよう迅速に対応する。エ.についてはトラブルの予防や事前の備えに万全を期すことにより、工程

に影響を与えないよう努める。オ.については、情報が不十分であっても得られた情報の中で判断することにより、組織内の検討等に時間を要して作業工程が遅延しないようにする。

④ 4号機

2014年12月に燃料取り出しを完了した。

⑤ 5,6号機

建屋及び機器の健全性が保たれており、1～4号機と比べ、敷地の標高が高いことから、津波のリスクが低いことに加え、建屋内線量も低く、建屋内での緊急作業等が容易であるため、当面、5,6号機の使用済燃料プールにおいて、適切に保管する。その後、1～3号機の作業に影響を与えない範囲で燃料取り出し作業を実施する。

(2) 取り出した使用済燃料の取り扱い

1～4号機から取り出した使用済燃料は、当面、共用プールにおいて適切に保管する。また、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行い、その結果を踏まえ、2020年度頃に将来の処理・保管方法を決定する。

4-4. 燃料デブリ取り出し⁹

燃料デブリについては、前回の中長期ロードマップ改訂後の状況変化を踏まえ、原子炉格納容器の水位や燃料デブリへのアプローチ方向を組み合わせた複数の工法の実現可能性について、成立性の評価及び技術的な比較検証を行う。

表〇 前回の中長期ロードマップ改訂後の主な状況変化

i	漏水部分の止水や耐震性を備えた冠水工法の難易度が、当初の想定より高いことが明らかになってきた。
ii	国内外の叡智を募集した結果、水を用いない遮へい技術（再処理工場等で実績のあるセル技術等）を適用した取り出し工法など、冠水工法以外の工法について、成立性に関する情報が得られた。
iii	機構が発足（2014年8月）し、上記のような多様な工法の実現可能性を、専門的に比較検証する体制が整った。

⁹ 1～3号機の炉心損傷により生じた燃料デブリや原子炉格納容器内構造物等の取り出し作業を「燃料デブリ取り出し」と呼ぶ。

工法	完全冠水	冠水	気中	完全気中
原子炉内の水位	原子炉格納容器 頂部 	炉心燃料領域より上 (燃料デブリは冠水) 	炉心燃料領域より下 (燃料デブリの一部が気中) 	水なし (燃料デブリの全てが気中)
冷却	← 水冷による冷却が可能 →		← 気中でのデブリの温度が安定することが必要 →	
遮へい (取り出し開口部)	← 小 ← ← ← 鉄等による遮へいの必要性 → → → 大 →			
飛散防止 (デブリ切削時)	← 冠水による飛散防止が可能 →		← 散水による飛散防止が可能 →	← 気中での飛散防止対策が必要 →
デブリへのアクセス	← 上部から →			← 側面部から → ← 底部から →

注)これらの工法は例示であり、これら以外の工法が否定されるものではない。また、複数の工法の組合せは考慮されるものであり、各工法は排他的ではない。図中のデブリ及び水位最下部の位置はイメージの例示であり、具体的な位置の予断を与えるものではない。水循環系の表示は省略している。

図〇 各燃料デブリ取り出し工法の特徴

この評価及び検証に当たっては、以下に掲げる原子炉格納容器内の状況把握に集中的に取り組み、刻々と取得される情報を反映させた燃料デブリ取り出し工法の実現性評価を機構の戦略プランの中で実施する。その結果を踏まえ、号機ごとの燃料デブリ取り出し方針を決定する。

ただし、原子炉建屋内の状況（特に原子炉格納容器内部の状況）については多くの不確定要素があり、今後数年間ですべてが明らかになることは考えにくい。そのため、方針決定に当たっては、それまでに判明した情報に基づき、全体のリスクを最小にするとの考え方の下で判断することとする。また、適切な評価を実現するため、人員を含め、機構の体制強化を図る。

(1) 原子炉格納容器内の状況把握

現在の原子炉格納容器内は、高線量状態のため、進入が困難であり、燃料デブリを実際に視認できる状況には至っていない。このため、人や環境への影響を抑えたりスクの小さい取り出し作業を実現させるため、燃料デブリの分布や状況の把握に向けた取組を優先的に進めていく。

具体的には、補修・止水作業及び原子炉格納容器内調査に不可欠な線量低減を、除染技術の高度化等を図りながら、可能な限り進める。また、同時に原子炉格納容器内を調査する装置の開発、外部から検知

する技術の活用、得られた情報を基にした解析や実験による推定を行い、燃料デブリ取り出し方針の決定に向けて、必要な燃料デブリの位置の絞込みを行う。

また、原子炉建屋内等での滞留水の状況、原子炉冷却後の冷却水の性状、原子炉建屋内等の汚染状況等については、引き続き、把握作業を行う。

(2) 燃料デブリ取り出し工法の実現性評価

燃料デブリ取り出し工法の実現性を評価するため、各工法を実現するための条件を明確にするとともに、その条件の成立性を各号機別に評価していく。

被ばく低減、飛散防止の観点から有効な工法と考えられる冠水工法を実現するためには、原子炉格納容器を補修し、原子炉建屋内での適切な循環水の管理が必要。また、気中工法の場合であっても、水冷による燃料デブリの継続的な冷却やダスト飛散防止効果が期待できる燃料デブリの水中切断等、水中で行う作業を伴う場合には、原子炉格納容器下部の補修等による同様の循環水の管理が必要となる。

加えて、冠水により自重が増加する原子炉格納容器の構造健全性の確保や、燃料デブリの未臨界状態の維持が必要となる。

このため、燃料デブリ取り出し方針の決定に向けて、複数の原子炉格納容器の止水・補修方法の実現性を評価するとともに、燃料デブリ取り出し工法ごとに原子炉格納容器等の健全性や燃料デブリの臨界リスクを評価し、必要に応じて健全性確保や臨界リスクの検知・回避のための技術開発を進める。

また、気中工法を実現するためには、高い放射線を遮へいし、放射性物質のダストの飛散を防止することが必要。加えて、冠水状態よりも高い放射線環境下で動作する取り出し装置の開発が必要となる。

このため、燃料デブリ取り出し方針の決定に向けて、放射線の遮へいや放射性物質のダスト飛散防止を実現するための設備の構造設計を行うとともに、高い放射線環境下での稼働や燃料デブリ取り出し時に発生するダストの抑制を重視した遠隔取り出し装置の開発を実施する。

これらの個々の取り出し工法における課題への対応に加え、燃料デブリの収納・移送・保管も含む取り出し技術の開発や原子炉建屋内での作業を実施するために必要となる放射線量の低減に向けた取組、合理的かつ透明性のある燃料デブリの取り出し・保管に必要な計量管理

方策の構築といった各工法に共通する課題についても対応が必要。

このため、燃料デブリ取り出し方針の決定に向けて、燃料デブリの収納・移送・保管シナリオを作成する。

これらの取組により決定した方針を踏まえ、号機毎の特性を踏まえた研究開発や実機適用のための設計等のエンジニアリング作業を行い、初号機における燃料デブリ取り出し方法を 2018 年度上半期までに確定し、2021 年内に初号機における燃料デブリ取り出し作業を開始する。

なお、取り出した燃料デブリの処理・処分方法については、現在設計を行っている放射性物質分析・研究施設の活用を視野に入れながら必要な技術の検討を進め、燃料デブリ取り出し開始後の第 3 期に決定する。

4-5. 固体廃棄物の保管・管理と処理・処分に向けた計画

固体廃棄物については、性状把握、廃棄物の処理・処分に関する基本的な考え方の整理など、国の総力を挙げた取組が必要。これを実施するため、機構を中心に、固体廃棄物処理・処分の専門的検討を進める。また、このために必要な機構の体制について、人員も含め、強化を図る。

(1) 保管・管理

固体廃棄物については、①廃棄物となるものの敷地内への持込を極力抑制するとともに、②発生する固体廃棄物の最小化、③再使用、④再生利用により、継続的に廃棄物の発生量を低減する。

その上で発生する固体廃棄物をより適正に保管するため、減容処理を行う焼却炉の設置や、固体廃棄物貯蔵庫第 9 棟¹⁰の設置等、固体廃棄物貯蔵施設・減容施設の整備を引き続き実施していく。

また、東京電力は、当面 10 年程度に発生する固体廃棄物の物量予測を行い、固体廃棄物の発生抑制と減容を図った上で、一時保管エリアにおける保管や、遮へい・飛散抑制機能を備えた施設の計画的な導入、継続的なモニタリングによる適正な保管を前提とした保管管理計画を策定する。

なお、多核種除去設備等による処理後に発生する二次廃棄物を保管する高性能容器（HIC）をはじめ、水処理二次廃棄物については、保管設備の経年劣化や放射性物質の飛散・漏えいのリスクに十分配慮した管理を行い、必要に応じて腐食抑制策や管理環境の改善といった対策を講じる。

¹⁰ ドラム缶を約 110,000 本保管できる規模の固体廃棄物貯蔵庫。2014 年度から施設の建設に着手。

(2) 処理・処分

固体廃棄物の性状把握、幅広く抽出した処理・処分技術の適用性の検討、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等を実施し、原子力規制委員会の意見も聴きつつ、2017年度内に、「廃棄物の処理・処分に関する基本的な考え方」を取りまとめる。

その上で、現在設計を行なっている放射性物質分析・研究施設を活用し、固体廃棄物の性状把握等を通じた研究開発を加速し、2021年度頃までを目処に、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。

この安全性の見通し確認と並行して、東京電力は、保管・管理時の安全確保に係る対処方針や測定データを早期に示すなど、適切に対応する。

これらの対応を踏まえ、第3期に、廃棄体の仕様や製造方法を確定する。その上で、発電所内に処理設備を設置し、処分の見通しを得た上で、廃棄体の製造を開始し、搬出する。

4-6. その他の具体的な対策

(1) 原子炉の冷温停止状態の継続

引き続き、安定状態を維持していくため、原子炉格納容器内の温度等のパラメータ監視や、水素爆発のリスク低減のための窒素封入を引き続き実施するとともに、保守管理等による信頼性の維持・向上を図る。

燃料デブリ取り出しのための原子炉格納容器の止水・補修作業を開始するまでに、原子炉格納容器からの取水方法を確立する。その上で、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）を図る。

(2) 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止

① 海洋汚染拡大防止

港湾内の放射性物質濃度が、告示に定める濃度限度を下回ることを目指し、港湾内への放射性物質の流出抑制を進めるとともに、港湾内の海水中に存在する放射性物質の除去を進める。

② 気体・液体廃棄物の管理

気体・液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、モニタリングを継続し、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する。

③ 敷地内除染による線量低減

伐採、表土除去、天地返し、遮へい等による線量低減を行い、ガレキ保管エリア及び特に線量当量率が高い1～4号機周辺を除いた敷地内の線量当量率を、平均 $5\mu\text{Sv}/\text{時}$ 以下にすることを旨とし、作業環境の改善を進める。

④ リスクの総点検

敷地外に影響を与える可能性のあるリスクについて、総点検を実施し、放射性物質を含む液体やダストを中心に、追加対策の必要性等を整理した(2015年4月)。この結果、追加対策が必要なものについては、敷地外に影響を与えるリスクを低減するため、優先順位を考慮しつつ、対策の具体的な内容を検討し、順次着手している。これらの対策については、適切にフォローアップを図っていく。

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

(3) 原子炉施設の廃止措置計画

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

また、5,6号機については、1～4号機の作業の進捗状況を踏まえつつ、使用済燃料の取り出しを進め、その上で、廃止措置計画を策定する。

5. 作業円滑化のための体制及び環境整備

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

(1) 必要作業員数の見通し

今後3年間で必要と想定される作業員数を取組毎に示す。(図○参照)
なお、この必要作業員数の見通しについては、中長期ロードマップを

改訂する度に見直しを行う。

図〇 今後3年間の必要作業員数
(挿入予定)

(2) 労働環境、労働条件の改善に向けた取組

- ア. 継続的な人材確保を見据え、適切な人材の配置や安定的な雇用を確保するために随意契約の活用等の取組を継続して実施する。
- イ. 全面マスク着用を不要とするエリアを構内面積の約9割まで拡大するとともに、大型休憩所・新事務本館の設置、給食センターの運用等を通じ、引き続き、労働環境の改善を図る。(図〇参照)
- ウ. 工事の発注段階から、工法、設備、施設、施工機械等に関わる被ばく低減対策を検討するとともに、それら対策を施工計画に盛り込む等により、効果的な被ばく線量の低減措置を実施する。発電所構内の労働者全員について、被ばく線量情報を一元的に管理するなど、細心の注意を払って、放射線管理を実施する。
- エ. 東京電力及び元請事業者が一体となった労働安全衛生管理体制の強化を図る。
- オ. 東京電力、元請事業者及び関係請負人によるリスクアセスメントの実施や、東京電力及び協力企業による体感型教育訓練施設の活用¹¹、現場巡視の強化等により、労働安全衛生水準の向上を図る。
- カ. 労働条件に関する講習会等の普及啓発活動や、相談窓口に寄せられた要望への対応等を継続的に行い、適切な労働条件を確保する。
- キ. 健康管理・医療体制を整備し、熱中症予防対策やインフルエンザ等感染症予防対策等を実施する。また、緊急時の医療体制を強化の上、その維持を図る。

図〇 福島第一原子力発電所構内における全面マスク着用を不要とするエリア
(挿入予定)

6. 研究開発及び人材育成

(1) 研究開発

研究開発は、その成果が廃炉・汚染水対策に実際に役立つものとなるよう、最新の現場状況、国内外の知見、作業工程の進展等を反映して、常に見直すことが重要。また、前例がなく、難易度の高い技術開

¹¹ 東京電力の監理員と協力企業の作業員が活用

発であることから、必要に応じ、代替方策を視野に、重層的に取り組むことや、安全規制への対応を考慮した開発が重要。

また、世界にも前例のない困難な事業であるため、IRID¹²、JAEA¹³、東京電力による取組に加え、大学等で行われる基礎研究の知見や諸外国の技術や経験の取り込みにより、国内外の研究機関等との連携を強化することで、更なる叡智を結集し、総力を挙げた研究開発を進める。

研究開発を進めるにあたっては、機構を中心に、基礎から実用に至る研究開発の一元的なマネジメントを強化する。異なる主体や制度により行われる研究開発を一元的に把握し、それらの特性や期待される成果を踏まえた上で、全体最適化に取り組む。

また、廃炉作業に必要な遠隔操作機器・装置の開発実証や放射性物質の分析・研究を実施するため、JAEA によるモックアップ試験施設及び放射性物質分析・研究施設の整備を引き続き実施する。2014 年 9 月から福島県楢葉町で建設工事を開始しているモックアップ試験施設及び福島県大熊町に設置予定の放射性物質分析・研究施設の運用開始を目指す。さらに、本年 4 月に開設した「廃炉国際共同研究センター」における研究活動等を推進する。

(2) 人材育成

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

実施に当たっては、産学官一体となった取り組みの重要性に鑑み、産学官の共同研究や産学官ネットワーク¹⁴の構築・強化といった研究活動の活性化や人材育成につながる取組について、国や JAEA が支援を行っていく。また、廃止措置等に関する情報やデータ等を集約・発信し、得られた経験や知見を継承していくための仕組みを検討する。

7. 国際社会との協力

廃止措置等に向けた取組を、効率的かつ効果的に進めるためには、海外での廃炉措置等に関する知見・経験を十分に活用していくなど、国内外の叡智の結集と活用が重要である。また、福島第一原子力発電所の事故を起こした我が国の国際社会に対する責任として、二国間・多国間の枠組み等

¹² 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID) : 原子力発電所の廃炉を対象とした技術開発の実施機関。2013 年 8 月に発足。

¹³ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (JAEA)

¹⁴ 国際的な産学連携講座・大学間連携プログラム・多様な分野の研究者を含むワークショップ等の開催等

での活動の中で、積極的な情報発信を行い、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。

国際的な取組は、政府、機構、東京電力及び研究機関等が密接に連携して進める。

8. 地域との共生及びコミュニケーションの強化

長時間を要する廃炉作業を進めていく上で、現場作業に伴うリスクが、地域の皆様に不安を与えている。このため、リスク低減に向けた安全対策の取組や作業の進捗状況、東京電力が測定する福島第一原子力発電所の全ての放射線データ等について、迅速・的確かつ分かりやすくお知らせするとともに、視察者向けの広報の充実・改善を図ること等を通じ、地域の皆様の関心や不安に応えていくことで信頼関係をより強化していく。

(1) 地域との共生

地域との共生のため、東京電力では、廃止措置等に向けた取組において、引き続き、地元で調達可能な物品の購入や地元企業との請負契約の締結等を推進するとともに、取引先に地元からの資材調達を促進するよう働きかけていく。

この他、現場作業に資する関連施設の設置に伴う地元雇用・調達を通じて、商圈の回復、生活環境の整備促進につなげていく。

(2) コミュニケーションの強化等

2014年2月に発足した廃炉・汚染水対策福島評議会にとどまらず、更にコミュニケーションの充実を図る。

また、風評被害対策の観点から、リスク低減に向けた安全対策の取組や作業の進捗状況、放射線データ等について、周辺地域に加え、報道機関、諸外国、国際機関等に対し、適切に情報提供を行う。

9. おわりに

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を不安を解消するためにも、本中長期ロードマップに基づき、廃止措置等に向けた中長期の取組を着実に進めていく。

併せて、本中長期ロードマップについては、廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議において、進捗状況を定期的に確認・公表するとともに、廃

炉・汚染水対策福島評議会や廃炉・汚染水対策現地調整会議において、現地関係者の声も聞きながら、継続的な見直しを図る。

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

これまでの経緯

(1) 前回の中長期ロードマップ改訂までの経緯

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

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

ステップ2後の中長期の取組については、2011年8月に原子力委員会に設置された「東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会」により、「燃料デブリ取り出し開始までの期間は10年以内を目標。」「廃止措置がすべて終了するまでは30年以上の期間を要するものと推定される。」との整理を行った。2011年11月には、経済産業大臣及び原発事故収束・再発防止担当大臣が、廃止措置等に向けた中長期ロードマップを策定するよう、東京電力、資源エネルギー庁及び原子力安全・保安院(当時)に対して指示を出し、2011年12月21日、原子力災害対策本部政府・東京電力中長期対策会議において、「中長期ロードマップ」の初版を決定した。

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

さらに、2013年2月8日、原子力災害対策本部において、燃料デブリ取り出し等に向けた研究開発体制の強化を図るとともに、現場の作業と研究開発の進捗管理を一体的に進めていく体制を構築することを目的として、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議(以下「廃炉対策推

進会議」という。)を設置した¹⁵。2013年3月7日に、廃炉対策推進会議(第1回)を開催し、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、議長である経済産業大臣が指示を出した。これを受け、2013年6月27日、廃炉対策推進会議において、中長期ロードマップの第2回改訂を行った。

(2) 前回の中長期ロードマップ改訂以降の取組

2013年8月19日に、汚染水貯水タンクから汚染水約300m³が漏えいするトラブルが発生したこと等を受け、同年9月3日原子力災害対策本部において、「汚染水問題に関する基本方針」を決定するとともに、廃炉・汚染水問題の根本的な解決に向け、事業者任せにするのではなく、政府が総力を挙げて取り組むため、関係閣僚等会議を設置した。さらに、同年9月10日、関係閣僚等会議は、廃炉・汚染水対策を進める体制を強化するため、原子力災害対策本部の下に、廃炉・汚染水対策チームを設置した。

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

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

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

¹⁵ これに伴い、政府・東京電力中長期対策会議は廃止。