

東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の
廃炉のための技術戦略プラン 2018

(第 17 回廃炉・汚染水対策福島評議会 御説明資料)

骨子案

2018 年 7 月 4 日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

目次

| | |
|-----------------------------------|---|
| 1. はじめに | 1 |
| 1) 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた体制・制度の強化 | 1 |
| 2) 戦略プランについて | 1 |
| 2. リスク低減戦略としての福島第一原子力発電所の廃炉 | 1 |
| 1) 福島第一原子力発電所廃炉の基本方針 | 1 |
| 2) 福島第一原子力発電所廃炉の進捗状況 | 1 |
| 3) 放射性物質に起因するリスク低減の考え方 | 3 |
| 3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 | 4 |
| 1) 燃料デブリ取り出し | 4 |
| 2) 廃棄物対策 | 4 |
| 3) 汚染水対策 | 5 |
| 4) 使用済燃料プールからの燃料取り出し | 6 |
| 5) その他の具体的対策 | 6 |
| 6) 福島第一原子力発電所廃炉プロジェクトの総合的な取組 | 7 |
| 4. プロジェクトの円滑な推進に関わる重要事項への対応 | 7 |
| 1) 労働環境、労働条件の改善に向けた取組 | 7 |
| 2) 安全確保の考え方と連携の推進 | 7 |
| 3) 中長期の着実な廃炉に向けた運営体制の強化 | 7 |
| 4) 人材の育成・確保 | 7 |
| 5. 研究開発への取組 | 7 |
| 1) 研究開発の基本的な方針等 | 7 |
| 2) 現場作業・エンジニアリングの前提として必要な廃炉研究開発 | 8 |
| 3) 廃炉プロジェクトを確実にする基礎研究及び研究開発基盤の充実 | 8 |
| 6. 国際連携の強化 | 8 |
| 1) 国際連携の意義 | 8 |
| 2) 国際連携活動の推進 | 8 |
| 3) 国内関係機関との密接な連携 | 9 |
| 7. 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化 | 9 |
| 1) 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化に向けた考え方 | 9 |
| 2) コミュニケーションの具体的な取組 | 9 |
| 3) 更なるコミュニケーションの広がりや風評への対応 | 9 |

1. はじめに

1) 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた体制・制度の強化

- 福島第一原子力発電所の事故から7年が経過し、中長期を見据えた対応へと廃炉のフェーズが移行しつつある中で、廃炉をより確実に実施していくため、事業者である東京電力ホールディングス(株) (以下「東京電力」という。) に対して、廃炉に要する資金を原子力損害賠償・廃炉等支援機構 (以下「NDF」という。) に積み立てることを義務付ける等の措置を講ずる原子力損害賠償・廃炉等支援機構法の一部を改正する法律が2017年5月に成立し、同10月に施行された。
- これにより、NDFには廃炉等積立金管理業務が追加され、この廃炉等積立金制度の下において、NDFは東京電力による廃炉の実施の管理・監督を行う主体として、①廃炉に係る資金についての適切な管理、②適切な廃炉の実施体制の管理、③廃炉等積立金制度に基づく着実な作業管理等に当たることとなり、プロジェクト管理等の面において、これまで以上の役割や責任を果たすこととなった。

2) 戦略プランについて

- NDFではこれまで、政府の中長期ロードマップに確固とした技術的根拠を与え、その円滑・着実な実行や改訂の検討に資することを目的として、「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン」(以下「戦略プラン」という。) を2015年以降毎年取りまとめてきた。戦略プラン2017では、中長期ロードマップで定められた「号機ごとの燃料デブリ取り出し方針の決定」及び固体廃棄物の「処理・処分に関する基本的な考え方のとりまとめ」に向け技術的根拠に基づく戦略的提案を行った。
- 今後、デブリ取り出しの取組の具体化を進めていくに当たっては、燃料デブリ取り出しのみならず、廃棄物対策はもとより、汚染水対策や使用済燃料プールからの燃料取り出しの取組等との関連性、整合性を踏まえた検討が必須となる。このため、今後の戦略プランでは、汚染水対策、使用済燃料プールからの燃料取り出し等の取組も含めた構成とし、福島第一原子力発電所廃炉の取組全体を俯瞰した中長期の視点での取組の方向性を提示する。

2. リスク低減戦略としての福島第一原子力発電所の廃炉

1) 福島第一原子力発電所廃炉の基本方針

- 「事故により発生した通常の原子力発電所にはない放射性物質に起因するリスクを、継続的、かつ、速やかに下げることを福島第一原子力発電所廃炉の基本方針とする。

2) 福島第一原子力発電所廃炉の進捗状況

福島第一原子力発電所の廃炉においては、以下のようにリスク低減が図られている。

- 汚染水対策
 - 汚染水については、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」)に基づき対策が進められている。

- 「取り除く」については、多核種除去設備等での処理を進めている。「近づけない」については、陸側遮水壁について 2017 年 8 月までに全ての箇所凍結を開始し、2018 年 3 月に、ほぼすべての範囲で 0℃を下回るとともに、山側では 4~5m の内外水位差が形成され、深部の一部を除き造成が完了した。サブドレンの効果とも相まった建屋流入量の抑制効果が認められ、建屋流入量の抑制や護岸エリアからの建屋移送量の大幅な減少により、雨水や地下水に起因する汚染水発生量が陸側遮水壁閉合前と比べ約 4 分の 1 に低減している。また、陸側遮水壁による効果は、サブドレン汲み上げ量、護岸エリアの地下水汲み上げ量自体の減少にも表れている。「漏らさない」については、周辺海域の放射性物質濃度は低い状態で安定している。
- 建屋内滞留水については、2020 年の処理完了に向けて、タービン建屋内滞留水の水位低下による貯蔵量の低下を着実に進めている。1 号機タービン建屋については、2017 年 3 月に最下階の床面まで滞留水を除去した。また、2~4 号機のタービン建屋については、2017 年 12 月に最下階中間部床面が露出した。また、事故当時の放射能濃度が高い建屋内滞留水が貯留されていた 1~3 号機の復水器については、2017 年 12 月までに水抜きを完了し、これにより滞留水に含まれる放射性物質が大幅に減少した。さらに、建屋内滞留水の貯蔵量低下に加えて、2018 年 2 月より建屋内滞留水循環浄化の運用を開始し、滞留水中の放射性物質の濃度を低減させることで、建屋内滞留水に含まれる放射性物質の低減の加速を図っている。
- また、多核種除去設備等で浄化処理した上で貯水されている水は、順次溶接型タンクにおいて保管・管理がなされており、既に十分管理されたレベルであるが、保管総容量が大きく今後の敷地利用の制約要因になること等が課題となっている。この取扱いに関しては、政府の「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」において、風評被害等の社会的側面も含めた総合的な検討が行われているところである。
- 使用済燃料プールからの燃料取り出し
 - 1 号機については、オペレーティングフロア（以下「オペフロ」という。）にある使用済燃料プールからの燃料取り出しに向け、2018 年 1 月より北側のガレキ撤去を開始した。
 - 2 号機については、使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた準備の一環として、2018 年 6 月にオペフロ内へアクセスするための開口設置作業を完了した。
 - 3 号機については、2018 年 2 月に燃料取り出し用カバー全ドーム屋根の設置を完了した。2018 年度中頃の燃料取り出しに向けて燃料取扱機等の試運転等が進められている。
- 燃料デブリ取り出し
 - 2 号機については、2017 年 1~2 月に引き続き、2018 年 1 月に格納容器の内部調査を実施し、取得した画像の分析結果から、燃料デブリと思われる堆積物がペDESTAL 底部に堆積していることを確認した。
 - 3 号機については、2017 年 7 月に実施した水中遊泳式遠隔調査装置（水中 ROV）による調査結果をもとに、ペDESTAL 内部の全体像を把握するため 3 次元復元を実施した。その結果、旋回式のプラットフォームがレール上から外れ、一部が堆積物に埋ま

っている状況等、構造物の相対的な位置を視覚的に把握した。

- 廃棄物対策
 - 既存の固体廃棄物貯蔵庫（1~8 棟）の 4 割程度の保管容量を有する固体廃棄物貯蔵庫第 9 棟の運用を 2018 年 2 月から開始した。これにより、1 号機オペフロのガレキ撤去や 2 号機原子炉建屋上部解体に伴って発生する高線量のガレキ等について、遮へい機能を有する保管施設で保管することが可能となった。
 - 性状把握を目的に試料採取と分析が進められている。
 - 2018 年 6 月に固体廃棄物の発生量予測の見直し結果を踏まえた保管管理計画の改訂が行われた。
- その他の具体的な対策
 - 1~4 号機建屋の周辺道路やタービン建屋の東側の一部において、新たに一般服エリア（一般作業服又は構内専用服と使い捨て式防じんマスクで作業できる範囲）とし、これにより一般服エリアが福島第一原子力発電所の敷地の約 96%に拡大した

3) 放射性物質に起因するリスク低減の考え方

- 戦略プランでは、放射性物質に起因するリスクの大きさ（リスクレベル）を表現するため、英国原子力廃止措置機関が開発した Safety and Environmental Detriment をベースとした手法を用いる。
- 本手法において、リスクレベルは、放射性物質が人体に取り込まれることによる内部被ばくの影響度を示す指標である「潜在的影響度」と起こりやすさを示す指標である「管理重要度」の積によって表される。
- リスク低減対策としては、潜在的影響度を低減する方法と管理重要度を低減する方法がある。一般に工学的に実現しやすいものは管理重要度の低減であり、まずはリスク源をより健全な施設においてより安定的に管理することで「十分に安定管理がなされている状態」に持ち込むことを当面の目標とする。
- 速やかなリスク低減を目指すためには、ある程度の不確かさが存在していても、安全性の確保を最優先に、これまでの経験・知見、実験や解析によるシミュレーション等を活用し方向性を見定めた上で、柔軟かつ迅速に総合的な判断を行うことが必要である。このような判断を行う上での視点として、5つの基本的考え方（安全、確実、合理的、迅速、現場指向）を整理している。
- これらの考え方に加え、継続的かつ速やかなリスク低減を目指す福島第一原子力発電所の廃炉における優先順位の考え方や、作業に伴う一時的なリスクレベル増加への対応の考え方についても記載する。

3. 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略

1) 燃料デブリ取り出し

i. 分野別目標

- 安全対策をはじめ周到な準備をした上で燃料デブリを安全に回収し、これを十分に管理された安定保管の状態に持ち込む。
- 2019年度の初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定、2021年内の初号機の燃料デブリ取り出しの開始に向け、燃料デブリ取り出し方針に従い、必要な取組を進める。

ii. 分野別戦略

- 燃料デブリの安全な回収等の観点から、戦略プラン2017で提示している「燃料デブリ取り出し作業時の安全確保」、「燃料デブリ取り出し工法の成立性」及び「燃料デブリの安定保管」に関する技術要件に沿った検討が必要である旨を記載する。
- 「初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定」に向けた検討の進め方について、「ステップ・バイ・ステップのアプローチ」や「廃炉作業の全体最適化」等中長期ロードマップに記載の「燃料デブリ取り出し方針」を踏まえて記載するとともに、当面取り組むべき「予備エンジニアリング」や「内部調査の継続的な実施と研究開発の加速化・重点化」の取組の方向性について記載する。

iii. 分野別戦略を推進する上での技術課題と今後の計画

- 「ステップ・バイ・ステップのアプローチ」について、イメージの一例を示すとともに、「燃料デブリ取り出し作業時の安全確保」等の技術要件に沿った技術課題の整理と今後の取組について記載する。
- 技術課題に関する今後の取組を記載するにあたっては、ステップ・バイ・ステップの進め方に応じてどのような検討が必要であるかについても言及する。

2) 廃棄物対策

i. 分野別目標

- 保管・管理の取組として、当面10年間程度に発生する固体廃棄物の物量予測を定期的に見直しながら、固体廃棄物の発生抑制と減容、モニタリングをはじめ、適正な廃棄物保管管理計画の策定・更新とその遂行を進める。
- 処理・処分に向けた取組として、性状把握から処理・処分に至るまで一体となった対策の専門的検討を進め、2021年度頃までを目処に、固体廃棄物の処理・処分方策とその安全性に関する技術的な見通しを示す。

ii. 分野別戦略

- 将来的にもリスクが大きくなるとは考えにくいが廃炉工程において適切に対処すべきリスク源である固体廃棄物のリスク低減戦略として、性状把握のための分析能力向上の必要性等について記載する。
- 保管・管理については、保管管理計画を更新しつつ、適切な保管・管理を実施することに加え、より安定かつ合理的な保管・管理を目指した取組の必要性を記載する。
- 処理・処分については、処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通しを得るための目標を記載する。

iii. 分野別戦略を推進する上での技術課題と今後の計画

- 性状把握については、効率的な分析手法の確立に向けた取組の方向性を示す。
- 保管・管理の更なる安全性向上への取組として、水処理二次廃棄物に対する当面のリスク低減の取組や先行的処理方法の構築に向けた取組の進め方を記載する。
- 処理・処分の方策とその安全性に関する技術的見通しについて、その目標に向けた研究開発等の取組の進め方を記載する。

3) 汚染水対策

i. 分野別目標

- 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、構築されている水位管理システムの強化及び適切な運用を継続しつつ、引き続き、重層的な対策に取り組み、2020年内の建屋内滞留水の処理完了を目指す。
- 今後本格化する燃料デブリ取り出し等の廃炉工程との関係を整理するとともに、長期を見据えた汚染水対策のあり方についての検討を進める。

ii. 分野別戦略

- 中長期ロードマップに示されたマイルストーンの達成に向けて、着実に対策を実施していくことを記載する。
- デブリ取り出しの取組において検討している原子炉建屋における液相部の閉じ込め機能との整合性の観点から、燃料デブリ取り出し開始以降の汚染水対策の取組の方向性について記載する。

iii. 分野別戦略を推進する上での技術課題と今後の計画

- 中長期ロードマップに示された対策の着実な実施に向けた課題として、屋根部からの雨水流入をはじめとする流入経路に応じた対策が必要である旨を記載する。
- 燃料デブリ取り出し期間中の汚染水対策として、デブリ取り出しの取組において検討しているPCV循環冷却システムとの整合性を確保するための課題等を記載する。

4) 使用済燃料プールからの燃料取り出し

i. 分野別目標

- 作業を進める上でのリスク評価と管理をしっかりと行い、放射性物質の飛散防止をはじめ安全・安心のための対策の徹底を図り、①1号機は2023年度を目処、②2号機は2023年度を目処、③3号機は2018年度中頃を目処として、プール燃料の取り出しを開始する。
- 乾式キャスク仮保管設備への移送により共用プール容量を確保し、1～4号機の使用済燃料プールから取り出した燃料を、当面、共用プール等において適切に保管する。
- 取り出した燃料の長期的な健全性の評価及び処理に向けた検討を行い、その結果を踏まえ、2020年度頃に将来の処理・保管方法を決定する。

ii. 分野別戦略

- 1～3号機の使用済燃料プールからの燃料取り出しに当たっては、各号機の状況に応じた適切かつ具体的な作業計画が必要となる旨を記載するとともに、5、6号機におけるプール内燃料取り出しの取組についても言及する。
- 取り出した燃料を構内で適切に保管するために必要な容量確保の取組の方向性について記載する。
- 将来の処理・保管方法の決定に向けた、使用済燃料の長期健全性評価等の取組の方向性について記載する。

iii. 分野別戦略を推進する上での技術課題と今後の計画

- 1～3号機のプール内燃料取り出しについて、リスク低減の観点からの主要な課題を各号機の状況を踏まえて記載する。
- 5、6号機のプール内燃料の扱いなど、取り出した燃料の適切な保管に向けた計画立案とその実施を進める上で考慮すべき課題について記載する。
- 使用済燃料の長期的健全性等の評価を進める上での課題について記載する。

5) その他の具体的対策

- 原子炉冷温停止状態の継続
原子炉容器内の温度等のパラメータ監視等の結果から、内部の安定状態についての評価を記載するとともに、安定状態の維持管理のための取組状況等について記載する。
- 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止
「海洋汚染拡大防止」、「気体・液体廃棄物の管理」、「敷地内除染による線量低減」、「周辺環境への影響低減」、「リスクの総点検」といった敷地内外へ影響を与えるリスクの低減の取組状況等について記載する。
- 原子炉施設の廃止措置計画
将来的に策定を行うこととなる原子炉施設の廃止措置計画について記載する。
- 安全確保に向けた具体的な取組

作業安全、設備安全等の取組状況等について記載する。

6) 福島第一原子力発電所廃炉プロジェクトの総合的な取組

- これまでのような課題対応の積み上げによって業務を遂行するのではなく、より計画的に課題解決のための取組を進めていくことの必要性、同時並行的に進められる取組の全体としての整合性と成立性を確保していくための方向性を記載する。

4. プロジェクトの円滑な推進に関わる重要事項への対応

1) 労働環境、労働条件の改善に向けた取組

- 労働環境・労働条件の改善に向けた継続的な取組の状況や今後の進め方について記載する。

2) 安全確保の考え方と連携の推進

- 燃料デブリ取り出し等の作業を進めるに当たって、福島第一原子力発電所の現場状況を踏まえた安全確保の考え方の確立に向けた取組及び関係機関の連携の重要性について記載する。

3) 中長期の着実な廃炉に向けた運営体制の強化

- 廃炉に係る様々な取組について、全体として効率的に進めていく観点から、運営体制の強化等の方向性について記載する。

4) 人材の育成・確保

- 廃炉に必要な技術の全体像や廃炉人材像の把握を通じた「作業員・技術者等の育成・確保」に向けた取組の方向性や「将来の廃炉を担う次世代の育成」に向け、原子力に関わる産学官全体として進めるべき取組等について記載する。

5. 研究開発への取組

1) 研究開発の基本的な方針等

- NDF では研究開発業務実施方針を策定し、中長期ロードマップに基づく取組の着実な実行を技術的に支えるための幅広い研究開発をマネジメントしてきたところである。今後は、廃炉の実施に向けた具体的な工程が明らかになることにより、各主体が担うべき役割もより明確化されていくと考えられる。このような状況を踏まえ、基本的な方針として、国、事業者及び関連する研究機関において期待される取組について取りまとめる。
- 福島第一原子力発電所の廃炉に係る研究開発は、基礎・基盤研究から応用研究、開発・実用化に至るまで産学官の多様な実施主体により行われている。NDF は、これらの活動を有

機的に結び付け、現場の課題を研究開発によって効率的に解決していくために、関係機関が連携し、国際的な叡智を結集しつつ、総合的かつ計画的に取り組むことを主な任務とする「廃炉研究開発連携会議」を定期的に開催している。

2) 現場作業・エンジニアリングの前提として必要な廃炉研究開発

- 予備エンジニアリングの進捗により研究開発課題が抽出され、さらに、プロジェクト管理を通じてその実施のタイミングが固まってくるのが想定される。このようなプロジェクトベースのスケジュール管理に基づいた研究開発をマネジメントする体制の実現に向けた取組の方向性について記載する。

3) 廃炉プロジェクトを確実にする基礎研究及び研究開発基盤の充実

- 長期にわたる福島第一原子力発電所の廃炉を安全着実かつ効率的に推進するに当たっては、原理の理解や理論に基づいた理工学的検討も含む中長期をにらんだ研究開発戦略を立案することが重要である。また、廃炉事業を技術面においてより着実なものとしていくためには、基盤技術や基礎データの整備、研究拠点や研究施設・設備の構築、人材の育成等、研究開発基盤の整備や技術知識の蓄積が必要不可欠である。このような観点での取組として、研究開発戦略の策定及び中長期を見通した研究開発基盤の構築の取組状況について記載する。

6. 国際連携の強化

1) 国際連携の意義

- 原子力利用の黎明期に建設された原子炉や核燃料サイクル施設が運転寿命を迎えたことにより、我が国を含めた各国で廃止措置が本格化している。特に、「レガシーサイト」と呼ばれる過去の核開発関連施設の廃止措置及び環境修復が歴史的使命となっており、米国、英国、フランス等各国では、技術的困難さやプロジェクト運営上の課題等に取り組んでいる。
- 過酷事故を起こした難度の高い多数の工学的課題を伴う福島第一原子力発電所の廃炉を着実に進めていくためには、世界最高水準の技術や人材を活用するとともに、海外の事故炉の処置やレガシーサイトの廃止措置活動による教訓を学ぶことが重要である。

2) 国際連携活動の推進

- 「世界の廃止措置関係機関とのパートナーシップの強化」の取組として、レガシーサイトの廃止措置の中核となっている各国の廃止措置関係機関との協力関係構築や海外の廃止措置事業者とのパートナーシップの構築に向けた取組の現状や今後の方向性について記載する。
- 「世界の叡智の結集と活用」の取組として、国際機関（IAEA、OECD/NEA）の活動への参加や海外専門家の招聘など国際連携活動を通じた海外の廃止措置等に関する知見・経験の収集・活用に向けた取組の状況等について記載する。

- 「国際社会への情報発信」の観点では、主要な国際会議での登壇や福島第一廃炉国際フォーラムの開催等の取組について記載する。

3) 国内関係機関との密接な連携

- 国際連携にあたって我が国として国際連携活動の一貫性を確保する観点等から、国内関係機関間の密接な連携を図ることの重要性や取組の在り方について記載する。

7. 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化

1) 地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化に向けた考え方

- 福島第一原子力発電所の廃炉を継続的に実施するためには、地域との共生は大前提であり、地域との信頼関係の構築に努めながら、地域の復興に貢献していくことが重要である。このような認識のもと、地域との共生及びコミュニケーションの一層の強化に向けた考え方等について記載する。

2) コミュニケーションの具体的な取組

- 今後、燃料デブリ取り出し等の取組が本格化する中では、関係機関の適切な連携の下、一層丁寧なコミュニケーションのあり方を検討し、実践していくことが必要である。関係機関における取組の現状や今後について記載する。

3) 更なるコミュニケーションの広がりや風評への対応

- 風評被害は、リスクが顕在化しなくとも、不安があるというだけで被害がもたらされる場合もあり得る。また、事故後7年を経過してもなお、事故直後のイメージが払拭されずに定着していることによる影響も指摘されている。風評被害防止のための対応としては、地域の皆様等とのコミュニケーションに加えて、より広い層に対するアプローチも必要であり、その取組の在り方について記載する。