

廃炉プロセス 「燃料デブリ取り出し」

検討対象 「取り出し」

課題 「PCV 内燃料デブリ取り出し」

## ニーズ

### 1. PCV 下部に存在する燃料デブリを取り出したい

燃料デブリ取り出し：【中期】

#### 望ましい状態とその理由

- 原子力損害賠償・廃炉等支援機構の戦略プランの「福島第一原子力発電所廃炉の基本方針」として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が記載されている。
- 福島第一原子力発電所のリスクを低減させるためにはリスク源として特定されている PCV 下部に存在する燃料デブリを取り出すことが望ましい。
- また、燃料デブリの取り出しを進める中で得られたデータは、研究開発（取り出し、分析、収納、保管などに係る研究開発）のデータや規制に係る根拠データとして、逐次波及的に活用されていくことが期待される。
- なお、燃料デブリ取り出し方針として気中工法における PCV 底部への横アクセスを先行させるが、全ての燃料デブリを取り出す計画ではないため、得られた知見、先行する 3 号機における工法検討結果等も踏まえ、取り出し方法を検討すべきである。

#### 理想に対する現状

- 現状の号機ごとのリスク評価を考えると、1 号機は上部の原子炉建屋がなく、3 号機は上部の原子炉建屋の代わりに燃料取り出し用カバーが存在するだけであり、一方、2 号機は原子炉建屋が健全な上、燃料デブリの多くが RPV 内に留まっていると推定されることから、RPV の損傷の程度も小さいと考えられ、管理重要度の点で差がある。潜在的影響度に影響する形状に関しては、粉体に近い状態から固体まで様々な状態を取る可能性があるが、現時点でその形状は特定されていない。特に 2 号機については、燃料デブリの多くが RPV 内に留まっていると推定され、1,3 号機と比較して溶融炉心－コンクリート反応生成物の割合が少なく安定的な形態と考えられることから、潜在的影響度は相対的に低いと考えられている。なお、1～3 号機の燃料デブリ分布の推定、アクセスルート及び周囲の構造物の状況は NDF の「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 2024」の図 8 が参考となる。

- 研究開発については、気中工法に軸足を置き、PCV 底部への横アクセスを先行させるという燃料デブリ取り出し方針の決定を踏まえ、 $\alpha$ 核種の存在を前提とした閉じ込め機能の構築、PCV 内水位管理技術をはじめ、研究開発の加速化・重点化を図っている。
- 工法は確定していないが、一例として、気中工法、気中工法オプション（充填固化工法）、冠水工法（船殻工法）が挙げられている。
- 気中工法案は、燃料デブリが気中に露出した状態もしくは低水位で浸漬した状態で、RPV 内部へ水をかけ流しながら取り出す工法である。
- 気中工法オプション（充填固化工法）案は、ペデスタル底部、RPV、原子炉ウェル等を充填材で固めて物理的に安定化させた上で、充填材とともに燃料デブリを掘削して取り出す工法である。
- 冠水工法（船殻工法）案は、閉じ込め障壁として船殻構造体と呼ばれる新規構造物で原子炉建屋全体を囲い、原子炉建屋を冠水させ燃料デブリを取り出す工法である。

## 解決すべき課題

- 燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大に向け、PCV・RPV 内の更なる状況把握、燃料デブリ取り出し作業（干渉物撤去を含む）を効率化する技術、燃料デブリ取り出し作業時の放射性飛散微粒子の拡散を低減する技術、燃料デブリと廃棄物との仕分けの検討、燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発などを進めるとともに、上アクセスによる燃料デブリ取り出しでの対応も想定した技術開発等を進めていくことが重要である。
- また、完全な気中ではない（水が存在する）状態における燃料デブリ取り出しも想定した技術開発等を進めていくことも重要である。
- エンジニアリング上の検討を通じて必要な研究開発課題を抽出し、その課題を適時的確に実施していくという、プロジェクトベースでの研究開発のマネジメントも強化していく必要がある。
- エンジニアリングにおいては、乾燥、仕分け、払い出し、等のプロセス最適化を検討するとともに、それらを実行する原子炉建屋外のデブリ取り出し設備のためのエリア（ヤードエリア）を、他号機と同設備との干渉も考慮に入れて確保・整備することが可能かも重要な点となる。
- 特に、燃料デブリに水分が随伴していれば放射線分解で水素が発生する。燃料デブリの保管時の水素対策として、水素発生対策（例えば、乾燥や水素の再結合・吸蔵、水素濃度が可燃限界濃度 4vol%以下に保てることを確認・評価等）をする技術が求められる。

## 参考文献

- 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 2022、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、2022 年 10 月 11 日
  - [https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20221011\\_SP2022FT.pdf](https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20221011_SP2022FT.pdf)
- 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 2023、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、2023 年 10 月 18 日
  - [https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20231018\\_SP2023FT.pdf](https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20231018_SP2023FT.pdf)

- 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 2024、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、2024 年 9 月 27 日
  - [https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20240927\\_SP2024FT.pdf](https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20240927_SP2024FT.pdf)

## (参考) 関連する研究課題

### 実施されている研究課題

- 廃炉・汚染水対策事業「燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた技術の開発」
- 廃炉・汚染水対策事業「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化」
  - [http://irid.or.jp/\\_pdf/20180000\\_13.pdf](http://irid.or.jp/_pdf/20180000_13.pdf)
  - [http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000\\_10.pdf?v=2](http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_10.pdf?v=2)
- 廃炉・汚染水対策事業「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化」
  - [http://irid.or.jp/\\_pdf/20180000\\_14.pdf](http://irid.or.jp/_pdf/20180000_14.pdf)
  - [http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000\\_09.pdf?v=2](http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_09.pdf?v=2)
  - [https://dccc-program.jp/files/20190711\\_ONET.pdf](https://dccc-program.jp/files/20190711_ONET.pdf)
  - [https://dccc-program.jp/files/20190716\\_HAMAMATSU.pdf](https://dccc-program.jp/files/20190716_HAMAMATSU.pdf)
- R2 年度英知「燃料デブリにおける特性の経年変化と環境劣化割れの調査」
- R3 年度英知「ジオポリマー等による PCV 下部の止水・補修及び安定化に関する研究」
- R3 年度英知「燃料デブリ取り出しのための機械式マニピュレータのナビゲーションおよび制御」

### 検討されている研究課題

- 特になし

## 関連する課題

- デブリ-201「燃料デブリと放射性廃棄物の仕分け」
- デブリ-214「デブリ回収戦略の構築」
- デブリ-217「燃料デブリへのアクセスルートの構築」
- デブリ-218「燃料デブリ取り出し装置・機器の開発」
- デブリ-219「燃料デブリ取り出し加工時の安全性確保」
- 輸保貯-101「性状把握」
- 輸保貯-103「計量管理」
- 処-101「性状把握」
- 処-102「廃棄物戦略」