

福島第一原発の廃炉: 考慮事項と提言

ウィリアム・D・マグウッドIV
経済協力開発機構原子力機関(NEA)
事務局長



福島第一廃炉: 現在までの成功

福島第一原発の廃炉は、おそらく世界で最も複雑な技術プロジェクトである。

3月11日から14年が経過し、以下の点で大きな進展が見られた。

- 原子炉の安定化
- サイトのクリーンアップ
- 水処理管理
- 使用済み燃料管理
- ステークホルダーの関与

今後数年間に達成すべき重要な作業が残っているが、安全な廃止措置のための基礎はしっかりと整備されている。

今後の課題

安全な燃料デブリ取り出しを支援するための特性評価；
廃棄物の特性評価と管理及び長期処分

大規模な燃料デブリ取り出し

長期的な廃棄物処分戦略の策定

サイト全体の除染

大規模な燃料デブリの取り出し: 段階的なアプローチを必要とする初めての挑戦

リスク情報に基づく段階的な廃炉プロセスは、 潜在的な危険性を低減させる

評価手法 の高度化

- 原子炉格納容器 (PCV) 内部の経時的な変化と状況進展を予測するための、より詳細な分析

戦略的先見性と リスクへの備え

- 燃料デブリの大規模取り出し中の不確実性や予測困難な事象 ("Unknown Unknowns") への対応能力を高めるための、シナリオ・プランニングの導入

施設・研究 インフラ

- 燃料デブリの安全な取扱い、分析、貯蔵を可能とする施設の設計・建設

初期段階の作業 からの学び

- 初期の限定的な規模の取り出し作業から得られた教訓を十分に検証・評価するための時間を確保し、それらを踏まえて本格的な取り出し作業の計画と最適化に活かす

フルスケールの取り出しまでに必要な作業



スケールアップ技術

新しいロボットツールは、大規模かつ連続的な運用のために設計されなければならない。

取り出しには、複数のタイプのアーム、カッター、および吸引システムが必要となる場合がある。



特性評価の改善

3つのユニットすべてからのサンプルが必要。

各格納容器内の物理的状態把握に向けた継続的な取り組み
モデリングと限られたデータに基づく現時点での知見



リモート操作

高放射線、狭隘空間、不安定な床面は、極端な制約と非常に困難な作業を意味する。

ロボットシステムは、非常に堅牢で高度に自律的でなければならない。



保管・廃棄物管理

オンサイトでの安全な廃棄物閉じ込めシステムはまだ開発されていない。

最終処分ルートは未定

国際協調が重要な理由



専門知識の共有

燃料デブリの取り出しは、原子力安全にとって世界的な関心事である。
国際協力は、安全で効果的な解決策を加速させることができる。



技術の共有

高度なロボット、画像処理、分析ツールへのアクセス



信頼と透明性

信頼性を高め、国民の安心感につなげる



ピア・レビュー

リスクを特定するためのインプットを求める

重要なコラボレーション領域

燃料デブリの特性評価

- 切断/回収方法のテストおよび実証
- 同位体分析と材料分析のためのラボ技術の共有
- 気中・水中の燃料デブリ挙動に関する共同研究
- 充填法を用いた部分冠水を実現するための充填材料の開発

ロボット・遠隔システム

- ロボットアーム、ドローン、センサーの多国間開発と試験
- 高放射線エリアにおけるAI支援ナビゲーションの利用

モデリングとシミュレーション

- 原子炉内部とデブリ拡散の3Dモデリング
- 国際的なベンチマークデータを用いたリスク情報に基づく計画
- 1F解析を用いた、過酷事故進展のグローバルな理解の向上

廃棄物の取り扱いと処分

- グローバルなガラス化、カプセル化、および輸送方法から学ぶ
- 長期安全性事例と処分オプションに関する多国間研究

成功のための最適化: 工学規模の実証設備の開発

炉内構造物の大型模擬装置(圧力容器、格納容器、燃料デブリのモックアップ)

- 手順とガイドラインを策定するために、安全で管理された環境で燃料デブリ回収作業を模擬
- 現場運用に対する技術的な即応性と信頼性を向上

実機・大型モックアップによるオペレーター・エンジニアの実地研修

- 高放射線環境下での操作ミスリスクを低減
- 国際的な知識の共有を促進

開発前に遠隔操作システム、ロボットツール、および遮蔽技術のテスト

- ツールのパフォーマンス、構造的な相互作用、不具合事象、および人的要因を検証

手順の信頼性と安全性の改善

まとめ

燃料デブリの最初のサンプルの回収に成功したことは、歴史的かつ重要なマイルストーンである。

しかし、これはほんの始まりに過ぎない。グラムからトンへの移行には、次のことが必要となる。

- 新規かつ大規模な技術と検証された手順
- 燃料デブリと各PCV内部状況の包括的な特性評価
- 長期的な計画と国際協調

これからの道のりは何十年にも及ぶが、
最初の重要な技術的第一歩が踏み出された



ご清聴ありがとうございました。