

各機関の
動向

国際廃炉研究開発機構 (IRID)
福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発の概要

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
関 修 Osamu SEKI

1. IRID の概要

1.1 IRID の構成

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID:International Research Institute for Nuclear Decommissioning) は、「将来の廃炉技術の基盤強化を視野に、当面の緊急課題である福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術の研究開発に全力を尽くす」ことを理念として、2013年8月1日に設立された。組合の構成は、現在下記の通りで、所謂「オールジャパン体制」が構築されている。

- ① 国立研究開発法人 :2 法人 (日本原子力研究開発機構 :JAEA、産業技術総合研究所 :AIST)、
- ② メーカー等 :4 社 (東芝エネルギーシステムズ(株)、日立 GE ニュークリア・エナジー(株)、三菱重工業(株)、アトックス)、
- ③ 電力会社等 :12 社 (北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)、電源開発(株)、日本原燃(株))



図1 IRIDの研究開発プロジェクト

1.2 IRIDの研究開発プロジェクト

研究開発の段階は、一般的に「①基盤研究」「②基礎研究」「③応用開発」「④実用化」の各段階がある。この中で、IRIDの研究開発スコープは、「基礎研究」の一部から、「応用開発」及び「実用化」段階の一部までを担っている。

現在のIRID研究開発プロジェクトを図1に示す。これらの研究開発プロジェクトは、経済産業省「廃炉・汚染水対策事業費補助金」の一部としてされている。

1.3 TMI-2事故との違い

1979年3月28日に発生した米国スリーマイルア

イランド原子力発電所2号炉(TMI-2)の事故は、福島第一原子力発電所の事故と同様に「冷却材喪失による燃料冷却不全」に分類される事故であるが、両者には、大きな違いが存在する。TMI-2事故では、燃料が冷却不全により溶融したものの、圧力容器(RPV)内に留まり、RPV及び格納容器(PCV)は健全であった。一方、福島第一原子力発電所事故では、燃料溶融後、燃料デブリとなって、RPVを破損し、PCV内に落下した。また、PCVも破損にまで至り、TMI-2以上の難しさが存在する。

2. 研究の進捗と展望

2.1 プール燃料取り出しに係る研究開発

使用済燃料プールにおいて、海水注入や瓦礫落下履歴のある燃料集合体の「共用プール(湿式)」から「キャスク貯蔵(乾式)」に至る長期保管過程での健全性について評価をした。

2.2 燃料デブリ取り出しに係る研究開発

i) 除染・線量低減技術

PCV・RPV内部調査や燃料デブリ取り出し作業等の現場作業実施前には可能な限り除染を行い、作業環境の改善(線量低減)を行っていく必要がある。IRIDでは、これらの課題に対して、遠隔操作による除染技術の開発を実施してきた。

ii) 環境整備技術

燃料デブリ取り出し作業の前準備として、PCVからの漏えいの止水等を実施し環境整備をしていくことが必要となる。これらの研究開発として行ってきた漏えい箇所の補修・止水技術開発については、サブレッションチェンバからの漏水を止める技術やサブレッションチェンバ脚部の耐震補強技術などに、実機施工

への実現性の見通しを得ることができた。今後、事業者のエンジニアリングを通じたこれら成果のデブリ取り出し実機工事への活用が期待される。

iii) 内部調査・分析技術

宇宙線ミュオンを活用したラジオグラフィを、1~3号機に適用し、各号機のPCV内の状態を調査した。また、各号機の炉内状況の推定・調査の結果(解析コードによる評価結果、実測データ・実験等による分析結果、現場調査の結果)を、一元的にRPV・PCV内状態推定図として取り纏めた。

PCV内部調査の技術開発として、燃料デブリの広がりや格納容器内の損傷状況を調査するために、各号機の調査内容に則した調査用ロボットを開発し、調査を実施してきた。各号機のPCV内部調査用に開発されたロボットを図2に示す。現在までのPCV内部調査用ロボットの技術的課題としては、下記のものが挙げられる。

【PCV内部調査用ロボットの技術的課題】

- ① 高線量率環境への対応
 - ・~数十 Gy/h、(累積線量:~数百 Gy)
 - ・耐放射線性の高い電子機器、測定器、カメラの採用
 - ・照射試験による確認、測定誤差の検証
- ② PCV バウンダリの確保
 - ・ロボットサイズ<貫通口径(走破性、搭載機器制約)
 - ・隔離弁の追設、シール機構、窒素加圧管理
 - ・チャンパー内にユニット化されたケーブル送り機構
 - ・現地施工の取り合い、PCV外装置設置エリア作業線量率の低減
- ③ ケーブル、ケーブルマネジメント
 - ・乱巻の抑制、干渉物の回避、ロボット放置時の処置
 - ・ケーブル重量<ロボットのけん引力(調査範囲を制約)
 - ・ケーブルサイズ・特性[動力、制御、通信](搭載機器を制約)
- ④ オペレーション
 - ・(損傷)環境に応じた走破性
 - ・自己位置の確認方法、俯瞰カメラ、後部カメラ、ランドマークの活用
 - ・徹底した訓練、実機モックアップ試験

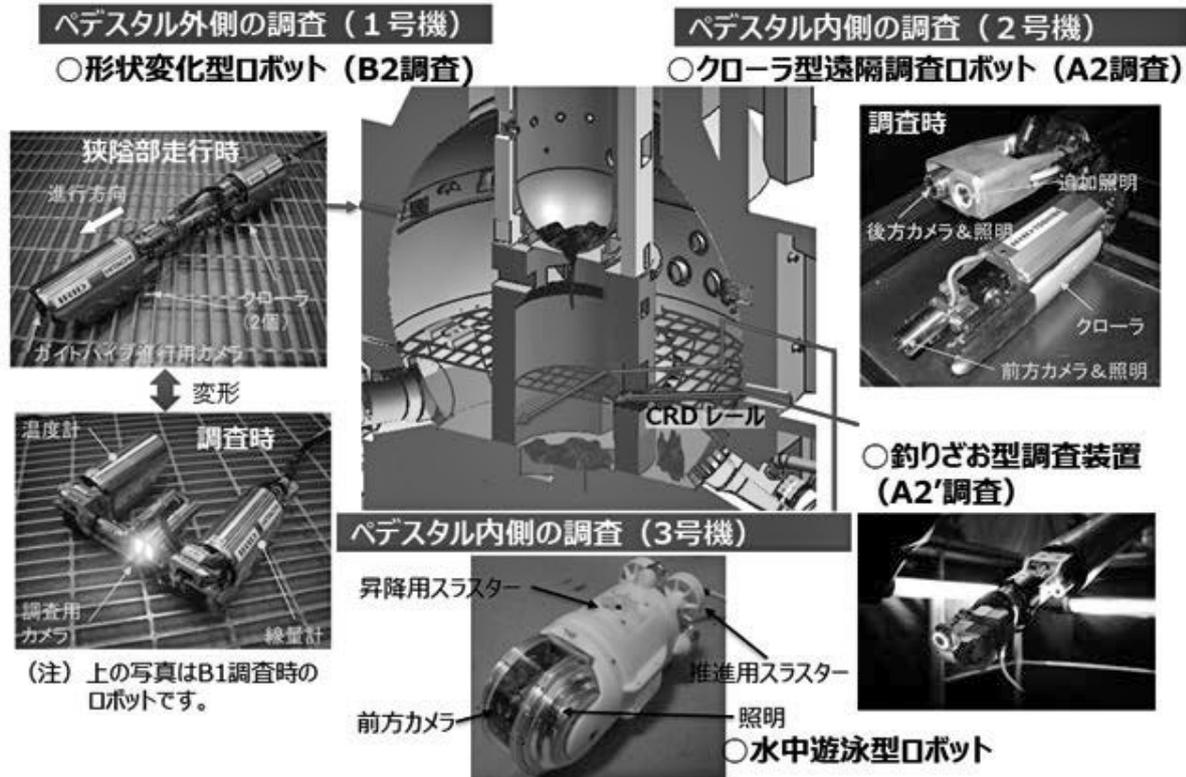


図2 各号機のPCV内部調査用に開発されたロボット

開発された各ロボットによる調査により、多くのPCV内部の情報を得ることができている。特に、2018年1月に2号機を対象とした調査装置の現地実証試験では、RPV本体基礎（RPVペDESTAL）の内側の画像情報の取得に成功した（図3、4）。RPVペDESTAL内側下部にアクセスし、RPVペDESTAL底部に堆積物が広がっている様子を捉えた画像を得ることができている。現在、より多くの情報を得ることを目的に新たな調査装置の開発に取り組んでいる（詳細調査技術開発）。一方、RPV内部調査に向けた技術開発では、これまでの上部アクセス工法に加え、原子炉建屋（R/B）外側面からRPV内部へアクセスする側面アクセス工法の技術開発に取り組んでいる。複数の選択肢により、現場状況に応じた調査が可能となり早期調査実現に資するものと考えている。

iv) 燃料デブリ取り出し技術

燃料デブリ取り出し技術は、①放射性ダストの閉じ込め機能の確保、②遠隔操作技術の確立、③被ばく低減・汚染拡大防止技術の確立を目指して研究が進められている。

現在までにIRIDが提案した燃料デブリ取り出し工法を実現するための課題について、順次、技術開発を進めているところである。例えば、燃料デブリ取り出し装置をPCV内に投入するために必要な生体遮蔽壁への大

開口施工技術やPCVへの大開口施工の際に必要なシール技術、RPVペDESTAL内部の干渉物を遠隔で撤去し、燃料デブリを取り出す環境を構築する技術、燃料デブリ・炉内構造物取出し時の臨界管理技術などについて、順次、技術検証を行っていく予定である。

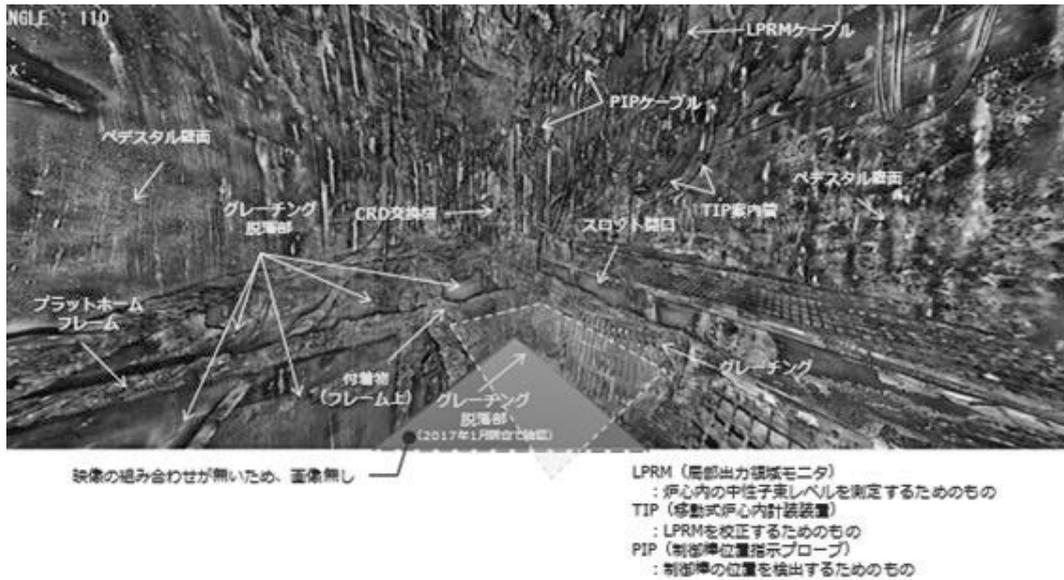
燃料デブリ取り出し後の燃料デブリの収納・移送・保管に関する技術開発では、燃料デブリ収納の観点での「臨界管理」、「水分の放射線分解による水素発生対策」等独自の技術開発を進めている。

2.3 廃棄物対策に係る研究開発

2021年度頃までを目処に処理・処分方策とその安全性に関する技術的見通しを得ることを当面の目標に、処理・処分の全体像を検討し、研究開発の成果や課題とともに統合的に評価していく手法を構築した。放射能分析等を継続実施し、処理・処分方策検討の基礎データの取得を実施している。

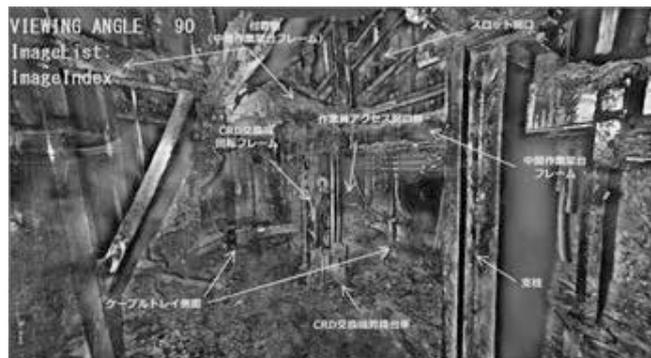
3. 今後の進め方

IRIDは、今後も国内外の叡智を結集し、廃炉に必要な研究開発を効率的・効果的に実施するという設立目的に沿って、研究開発活動を通じ、福島第一原子力発電所



出典：「福島第一原子力発電所2号機原子炉格納容器内部調査結果について(2018年4月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第53回) 報告資料)」より抜粋

図3 2号機のベデスタル内調査結果 (1/2)



出典：「福島第一原子力発電所2号機原子炉格納容器内部調査結果について(2018年4月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第53回) 報告資料)」より抜粋

図4 2号機のベデスタル内調査結果 (2/2)

の廃炉に係るリスク低減とそれに向けた安全確保、環境保全などに、着実に効果を上げるよう、積極的に取り組んでいく。

(2019年5月31日)

著者紹介

著者：関 修
 所属・役職：
 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構・
 研究管理部 部長
 専門分野：プロジェクト・マネジメント