

福島第一原子力発電所の廃炉に向けた国際廃炉研究 開発機構（IRID）におけるロボット技術の開発

1. はじめに

2013年8月1日に設立された技術研究組合 国際廃炉研究開発機構（IRID：International Research Institute for Nuclear Decommissioning）は、「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、以下の研究開発プロジェクトを展開してきている。

- ・使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る研究開発
- ・燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発
 - ）除染・線量低減技術
 - ）環境整備技術
 - ）内部調査・分析技術
 - ）燃料デブリ取り出し技術
- ・固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

IRIDの活動概要については、原子力年鑑2019年版を参照されたい。

本稿では、これらの研究開発プロジェクトの中で、特に福島第一原子力発電所各号機における内部調査及びデブリ取り出しに向けて開発してきたロボット技術並びに今後開発予定のものについて紹介する。なお、これらの研究プロジェクトは、経済産業省「廃炉・汚染水対策事業費補助金」の一部として実施されている。

2. 内部調査用ロボット

「内部調査用ロボット概要一覧」を表1に示す。原子炉格納容器（PCV）内の状況は各号機毎に異なることから、各号機の状況・調査内容に則した遠隔

調査用ロボットを開発してきた。今後より多くの情報を得ることを目的に更に詳細調査装置を開発中である。また、原子炉圧力容器（RPV）内部調査においても、「上部穴開け調査工法（表1参照）」と「側面穴開け調査工法」について、要素技術を開発中である。

3. 燃料デブリ取り出し用ロボット

「燃料デブリ取り出し用ロボット概要一覧」を表2に示す。現在の計画では、燃料デブリ取り出しは、最初に試験的に少量を取り出し、その後段階的に取り出し量を増やしていき、拡大していくものである。試験的燃料デブリ回収装置（表2参照）は、詳細調査で用いたアーム型アクセス装置（表1参照）の先端に取り付けて、試験的に少量の燃料デブリを取り出す計画である。以降、表2中の各回収装置を用いて、段階的に取り出し量を増やしていく予定である。更に取り出し量を拡大するために、大型の装置を組み合わせた各工法を開発中である。

4. 今後の進め方

現在開発中の各ロボットや装置は、開発後にモックアップ試験等を実施し、性能を検証すると共に、操作員の訓練等も実施していく。今後も東京電力ホールディングス(株)をはじめとした関係各所と緊密な連携を維持して安全かつ着実な技術開発を行っていく。

（ 関 修 ）

表 1 内部調査用ロボット概要一覧

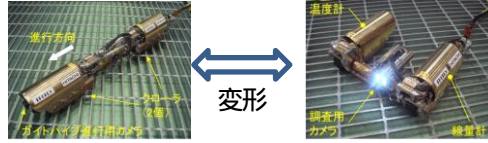
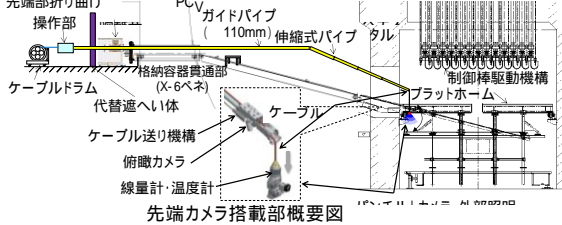
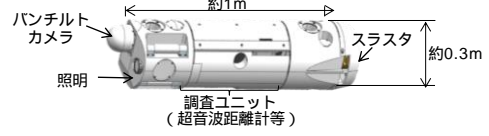
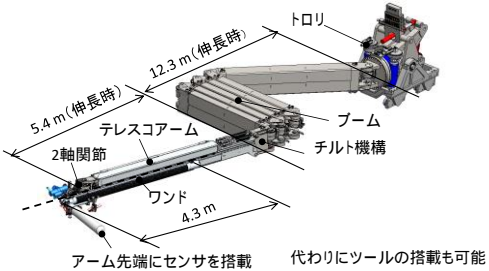

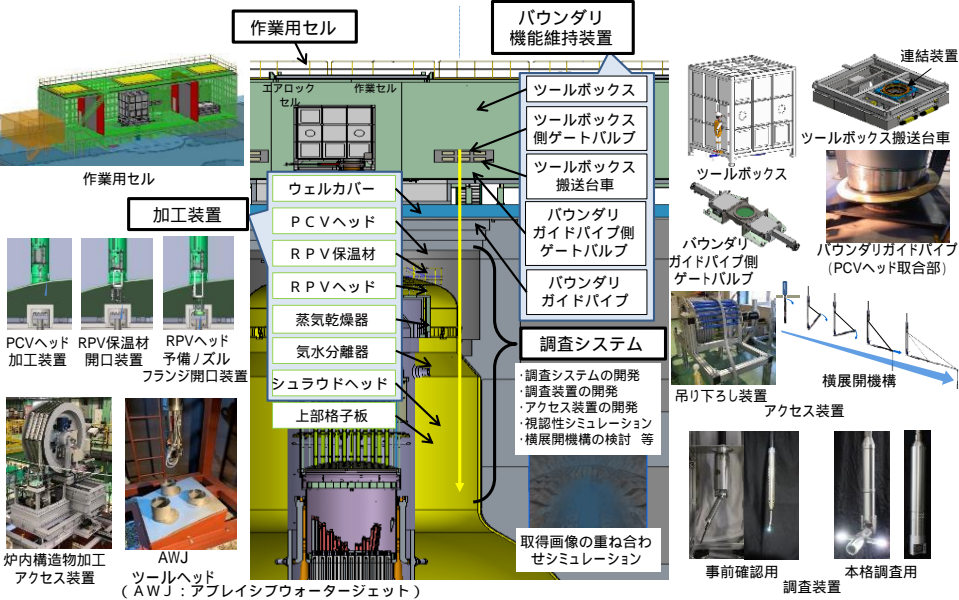
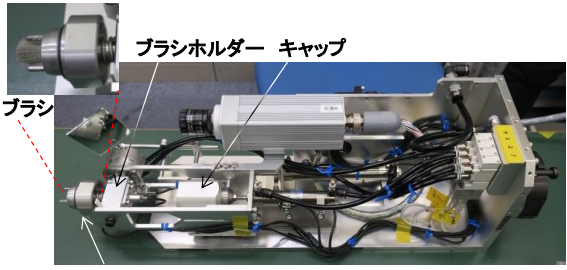
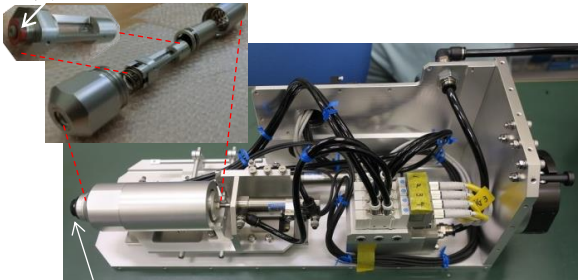
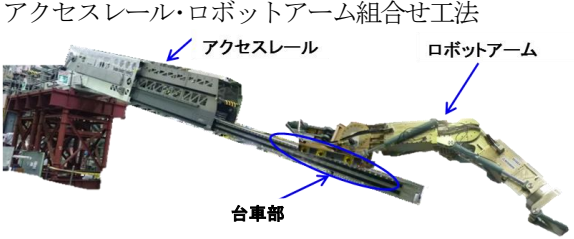
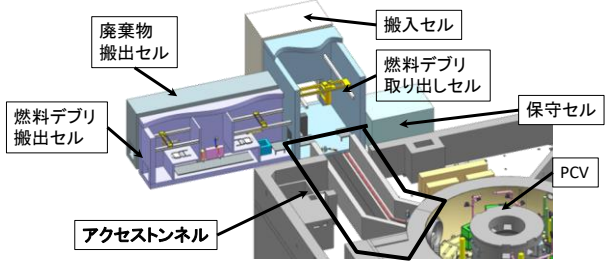
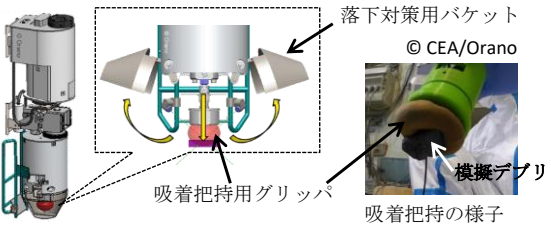
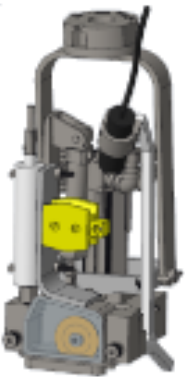
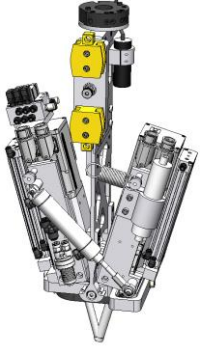
	内部調査	詳細調査
格納容器内調査	<p>形状変化型ロボット：2015年4月/2017年3月調査</p>  <p>[ガイドパイプ通過時] [調査時]</p> <p>変形</p> <p>クローラ型遠隔調査ロボット：2017年2月調査</p> <p>釣りざお型調査装置：2018年1月調査</p>  <p>先端部折り曲げ 操作部 PCV ガイドパイプ (110mm) 伸縮式パイプ タル 制御棒駆動機構 プラットホーム</p> <p>ケーブルドラム 格納容器貫通部 (X-6ベネ) ケーブル 先端カメラ搭載部概要図</p> <p>代替運へい体 ケーブル送り機構 俯瞰カメラ 線量計・温度計</p>	<p>潜水機能付ポート型アクセス・調査装置</p>  <p>約1m 約0.3m</p> <p>パンチルトカメラ スラスタ 照明</p> <p>調査ユニット (超音波距離計等)</p> <p>アーム型アクセス装置</p>  <p>5.4 m (伸長時) 12.3 m (伸長時) トロリ</p> <p>2軸関節 テレスコープアーム ブーム チルト機構</p> <p>4.3 m ワンド アーム先端にセンサを搭載 代わりにツールの搭載も可能</p>
3号	水中遊泳型ロボット：2017年7月調査	 <p>昇降用スラスタ 推進用スラスタ</p> <p>前方カメラ 照明</p>
圧力容器内調査	<p>上部穴開け調査工法</p>  <p>作業用セル パウンダリ機能維持装置</p> <p>作業用セル ツールボックス ツールボックス側ゲートバルブ ツールボックス搬送台車 ツールボックス 連結装置 ツールボックス搬送台車</p> <p>加工装置 ウェルカバー PCVヘッド RPV保温材 RPVヘッド 蒸気乾燥器 気水分離器 シュラウドヘッド 上部格子板 ツールヘッド (AWJ: アブレシブウォータージェット)</p> <p>PCVヘッド加工装置 RPV保温材開口装置 RPVヘッド予備ノズルフランジ開口装置</p> <p>炉内構造物加工アクセス装置 吊り下ろし装置 横展開機構 アクセス装置 取得画像の重ね合わせシミュレーション 事前確認用調査装置 本格調査用調査装置</p> <p>調査システム</p> <p>調査システムの開発 調査装置の開発 アクセス装置の開発 視認性シミュレーション 横展開機構の検討 等</p>	

表2 燃料デブリ取り出し用ロボット概要一覧

試験的取り出し技術	取り出し規模の更なる拡大に向けた技術
<p>試験的燃料デブリ回収装置：極細線金ブラシ方式</p>  <p>試験的燃料デブリ回収装置：真空採血管方式</p> 	<p>アクセスレール・ロボットアーム組合せ工法</p>  <p>アクセストンネル工法</p> 
<p>段階的に規模を拡大した取り出し技術</p> <p>小石・砂状燃料デブリ回収装置：フレキシブルグリップ型</p>  <p>粉燃料デブリ切削・回収装置</p>  <p>円柱状燃料デブリ切削・回収装置</p> 	<p>搬送台車利用工法</p> 