

え い ち
叡智を結集した
未知の領域への挑戦

IRID
2025



国内外の叡智を結集し、廃炉のための研究開発に、 ワンチームで取り組んでいます。

世界的にも前例のない極めて困難な廃炉作業。私たち IRID は、乗り越えるべき技術的な課題を見据えながら、世界の叡智を結集して技術開発を行っています。



技術研究組合
国際廃炉研究開発機構
理事長 山内 豊明

Greeting ご挨拶

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID) は、2013年8月、原子力発電所の廃炉に関する試験研究、技術水準の向上および実用化をはかることを目的に、技術研究組合法に基づく非営利公益法人として設立されました。

以来、政府及び原子力損害賠償・廃炉等支援機構 (NDF) の方針に基づくと共に、現場を担う東京電力ホールディングス (株) のニーズを踏まえながら、廃炉作業に必要な技術の研究開発に取り組んでおります。

事故で損傷した福島第一原子力発電所原子炉近傍は、高い放射線の影響により人が近づけない過酷な環境にあります。この環境下で廃炉作業を着実に進めるために、私たち技術者の使命は、世界的にも前例のない廃炉作業に必要な技術開発に対して、勇気と叡智を持ってチャレンジしていくことだと認識しています。

これまでに、ロボットを用いた原子炉格納容器の内部調査技術や、宇宙線で燃料デブリの位置を把握する技術を通して、原子炉内の状況を明らかにするなど、実際の廃炉作業に当機構の開発成果が活用されております。そして、現在も原子炉格納容器内部の更なる詳細調査や燃料デブリ取り出しに必要な技術等の研究開発を進めております。

私たちの研究開発が着実な成果を上げていくことで、福島復興とともに技術立国日本の未来にも貢献していきたいと考えています。また、私たちの研究開発や国内外の研究機関等との連携を通して、廃炉技術にかかわる次世代の育成にも貢献したいと考えています。

私たち IRID が目指すこと

- | | |
|---------|--|
| 目 的 | 原子力発電所の廃炉に関する試験研究、その他組合員の技術水準の向上および実用化を図るための事業を行うこと。 |
| 基 本 理 念 | 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します。 |
| 行 動 理 念 | <ol style="list-style-type: none">極めて難しい多くの技術課題に直面している中、早期に現場に適用できる最良の技術・システムを開発・提案するための統合的なマネジメントを進めながら、効果的・効率的に研究開発に取り組みます。組合員はもとより関係機関との協働を進め、国内外の叡智を結集することにより、最善の研究開発体制を構築します。大学・研究機関との連携等を含め、廃炉や関連技術の分野で次世代を担う人材の育成・確保を図るための取り組みを積極的に推進します。福島をはじめとする国民の皆さまや国際社会からの理解・安心を得るために、研究開発活動・成果に関する情報の発信・公開に努めます。これらの研究開発活動を通して、国際的な研究拠点(センター・オブ・エクセレンス)を形成し、廃炉、福島復興の加速化、国際社会における技術力の向上に貢献していきます。 |

Contents

ご挨拶・私たち IRID が目指すこと	01	IRID の研究開発	05
IRID について	03	廃炉に関する3つの研究開発	
組織概要		廃炉に関する最新の研究開発	
中長期ロードマップの概要		1号機におけるPCV内部詳細調査技術の開発	07
IRIDの研究開発スコープ		2号機におけるPCV内部詳細調査技術の開発	09

IRIDについて

組織概要

1.名称

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
略称:IRID「アイリッド」(International Research Institute
for Nuclear Decommissioning)

2.組合本部所在地

〒105-0001
東京都港区虎ノ門3-5-1 虎ノ門37森ビル11階
電話番号:03-6435-8601(代表)

3.設立年月日

2013年8月1日
技術研究組合法に基づき、経済産業大臣により設立認可

4.事業内容

- 廃止措置に関する研究開発
- 廃止措置に関する国際、国内関係機関との協力の推進
- 研究開発に関する人材育成

5.組合員(19法人)

国立研究開発法人:
日本原子力研究開発機構
産業技術総合研究所

プラント・メーカー等:
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)、(株)アトックス、
東双みらいテクノロジー(株)

電力会社等:
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)

6.役員

理 事 長：山内 豊明
専務理事：伏見 こずえ
理 事：川崎 貴司、大澤 高志、谷口 優、松本 純一、
田中 良夫、植田 拓郎、前川 雅俊
監 事：篠田 典幸

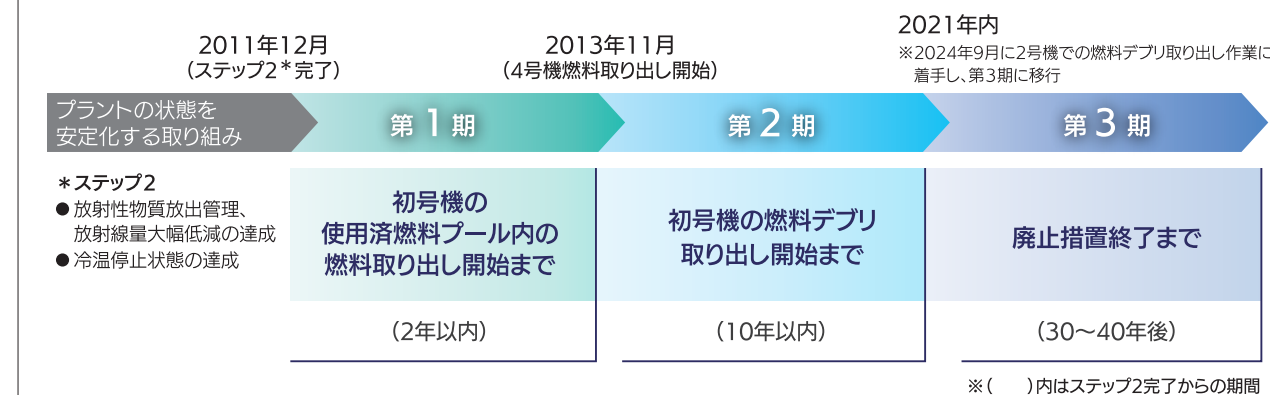
7.職員数

164名※(役員を除く)
※組合員法人において当組合の研究に従事する者を含む
(2025年3月31日現在)

中長期ロードマップの概要 (2019年12月27日改訂)

福島第一原子力発電所の廃炉は、政府が決定する
「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止措置等に向けた中長期ロードマップ」
(以降、中長期ロードマップ)に基づいて進められています。

中長期ロードマップにおける期間区分

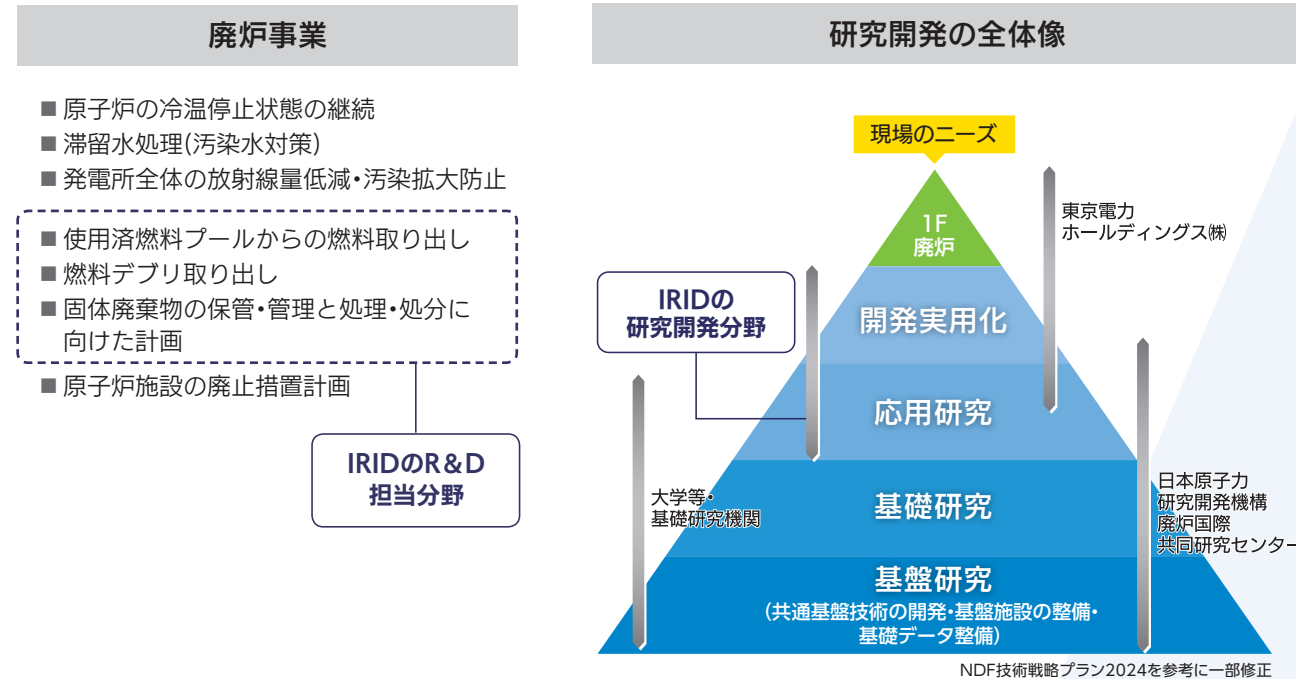


これまでにIRIDは、中長期ロードマップの下、さまざまな研究開発に取り組んできています。その成果として、遠隔操作ロボットでの原子炉格納容器内部の調査や、宇宙線ミュオンを活用した原子炉内の透視などにより、原子炉内部の状況

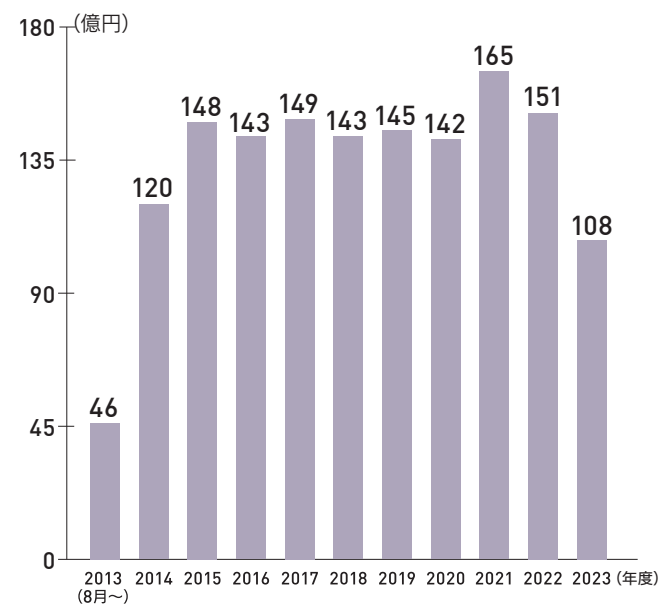
を視覚的に確認することに成功した一方、乗り越えるべき技術的課題も明らかになってきています。

IRIDは、今後もこの課題に挑戦し続け、燃料デブリ取り出しに必要な技術の研究開発に全力を尽くします。

IRIDの研究開発スコープ



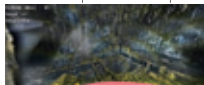
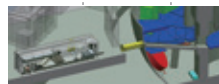
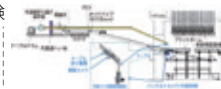
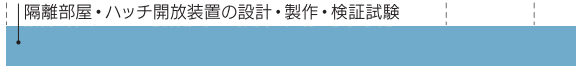
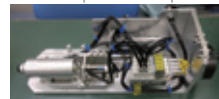
〈事業費の推移〉



廃炉に関する3つの研究開発

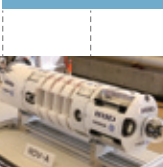
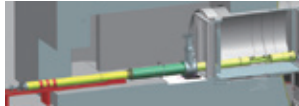
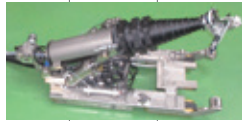
廃炉に関する最新の研究開発：原子炉格納容器(PCV)内部詳細調査技術の開発

- ## ▶ 研究開発の推移【2号機】

年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
原子炉格納容器内の情報取得		CRDレーン・ベデスタル開口部調査(X-53ベネ※3) ベデスタル内プラットフォーム上調査(X-6ベネ※4)  ベデスタル内部取得データの画像処理結果			ベデスタル内プラットフォーム下調査(X-6ベネ※4)  テレスコピック型調査装置  ベデスタル内底部堆積物接触調査(X-6ベネ※4)			ベデスタル内部詳細調査技術の現場実証準備中(X-6ベネ※4) 						
アクセサリ構築とそれに係る装置開発	ベデスタル内外アクセス技術開発 		 サソリ型クローラロボット		PCV内へのアクセサリ構築アーム型アクセス・調査装置設計・製作・組み立て・工場検証試験 			アーム型アクセス・調査装置モックアップ試験 						
		クローラ型カメラ・堆積物除去装置の設計・製作検証試験 			ベデスタル下部堆積物調査装置の設計・製作・検証試験 									
			隔離部屋・ハッチ開放装置の設計・製作・検証試験 						隔離部屋 	ハッチ開放装置 				
試験的デブリ取り出し		微量の燃料デブリ採取方法の検討、要素試験、試作機の製作(2018)  極細線金ブラシ方式 試作機						●試作機の性能試験、デブリ取り出しシナリオ策定、遠隔取扱性試験(2019) ●PCV内部詳細調査PJへ移管(2020より)			 真空容器方式 試作機			

※3)X-53ペネ…X-53ペネトレーション ※4)X-6ペネ…X-6ペネトレーション

➤ 研究開発の推移【1号機】

年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
原子炉格納容器内の情報取得		ペDESTAL外1階グレーチング上調査 (X-100Bベネ ^{※1}) 		ペDESTAL外1階グレーチング上・地下状況調査 (X-100Bベネ ^{※1}) PCV底部状況調査 (X-100Bベネ ^{※1}) 					ペDESTAL内外地下階詳細調査 (X-2ベネ ^{※2}) 				
アクセスルート構築とそれに係る装置開発	ペDESTAL外1階調査装置開発 		ペDESTAL外地下階調査装置設計・製作・モックアップ試験 		PMORPH1 	PMORPH2 		アクセスルート構築現場実証 					
				ペDESTAL内外地下階詳細調査装置設計・製作・モックアップ試験 			ペDESTAL内1階詳細調査装置設計・支援装置の設計・製作 						

※1) X-100Bペネ…X-100Bペネトレーション ※2) X-2ペネ…X-2ペネトレーション

背景

燃料デブリの取り出し方法確定に向け、PCV内の燃料デブリの分布・性状、構造物の状況等を把握する必要があります。PCV内部調査は、1号機、2号機及び3号機調査がこれまで実施されました。

これらの調査で、貴重な情報が得られる反面、調査内容が既設貫通口の大きさや放射線環境等の制約を受けています。このため、調査計画及び開発計画の更新・具体化と共に、アクセスルートの構築とアクセス、調査装置の詳細設計・検証が重要課題となっています。

目的

1号機の場合、溶融した燃料のほぼ全量がペDESTAL内へ落下し、その一部は地下開口部からペDESTAL外へ広がっていると推定されています。この燃料デブリを調査する準備として、ペDESTAL外1階部分の環境調査と地下階の概況調査を行い、それらの結果を踏まえ、ペDESTAL内外の燃料デブリや堆積物の状況を詳細に把握するための更なる調査を行いました。この調査では、ペDESTAL内外の堆積物の広がり、深さ、燃料デブリの有無、性状等を詳細に調査しました。

2号機の場合、ペDESTAL内の底部全体に、小石状、粘土状に見える堆積物が確認されています。燃料デブリ・堆積物の状況、付属構造物及びペDESTAL等に関する形状・寸法等を確度高く把握するため、X-6 ペネトレーション（以下、X-6 ペネ）に、より大きな直径（550 mm程度）の開口部を設けて、アクセス・調査装置によるPCV内部へのアクセスと調査技術を適切に組み合わせ、ペDESTAL内外の詳細調査を実施します。また、試験的燃料デブリ取り出し装置による燃料デブリの回収も目標とします。

1号機におけるPCV内部詳細調査技術の開発

PCVの下部や原子炉建屋の地下階には滞留水が存在しており、調査にあたっては、水中ロボットが必要となります。IRIDでは、ベデスタル内外地下階を調査するため、潜水機能付ポート【IRIDOLPHIN（アイリッドルフィン）】（表1、図1）を開発しました。開発したのは潜水機能付ポート5種類と潜水機能付き小型ポート1種類の合計6種類で、前者のうちの1種類はポートのケーブルが絡まることを防ぐために、ガイドリングを地下構造物に磁力で取り付ける機能を有します。他の4種類は、

堆積物3Dマッピング、堆積物厚さ測定、中性子センサ等による燃料デブリ測定、堆積物サンプリングの各機能に合わせた構成を有します。小型ポートは、潜水してベデスタル内へ進入し内部の状況を調査します。2021～2022年度にかけて6種類のポートを活用した調査を行い、多くの知見を得ることができ、今後の燃料デブリ取り出しに向け、大きな成果を上げることができました。

▼ 表1 開発したIRIDOLPHIN

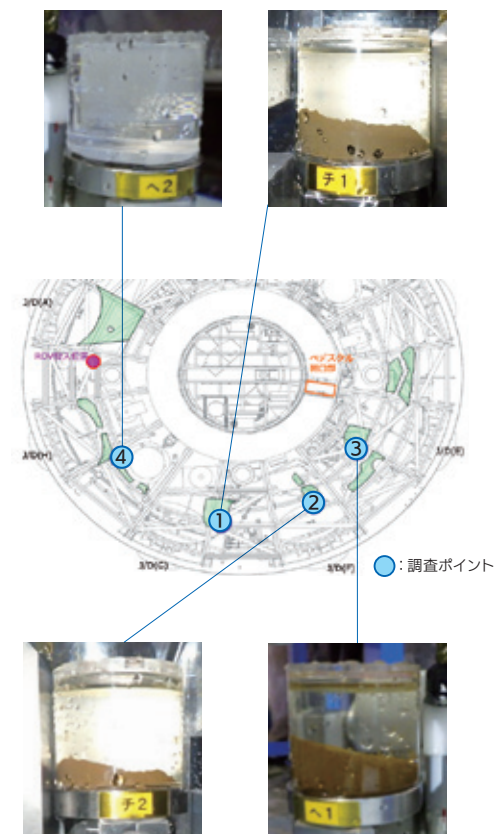
調査装置	計測器	実施内容
a IRIDOLPHIN-A ガイドリング取付用	IRIDOLPHIN 保護用 (光ファイバー型 γ 線量計)	ケーブルの構造物との干渉回避のためジェットデフレクターにガイドリングを取り付ける
b IRIDOLPHIN-A2 詳細目視用	IRIDOLPHIN 保護用 (光ファイバー型 γ 線量計 改良型小型 B10 検出器)	ベデスタル内にアクセスし、CRD ハウジング、燃料デブリ、堆積物等の目視調査を行う
c IRIDOLPHIN-B 堆積物3Dマッピング用	・走査型超音波距離計 ・水温計	走査型超音波距離計を用いて堆積物の高さ分布を確認する
d IRIDOLPHIN-C 堆積物厚さ測定用	・高出力超音波センサ ・水温計	高出力超音波センサを用いて堆積物の厚さとその下の物体の状況を計測し、燃料デブリの高さ、分布状況を推定する
e IRIDOLPHIN-D 燃料デブリ検知用	・CdTe 半導体検出器 ・改良型小型 B10 検出器	燃料デブリ検知センサを堆積物表面に投下し、核種分析と中性子束測定により、燃料デブリ含有状況を確認する
f IRIDOLPHIN-E 堆積物サンプリング用	・吸引式サンプリング装置	堆積物サンプリング装置を堆積物表面に投下し、堆積物表面のサンプリングを行う

・IRIDOLPHIN-A～E 寸法：φ25cm×長さ約110cm、IRIDOLPHIN-A2 寸法：φ20cm×長さ約45cm

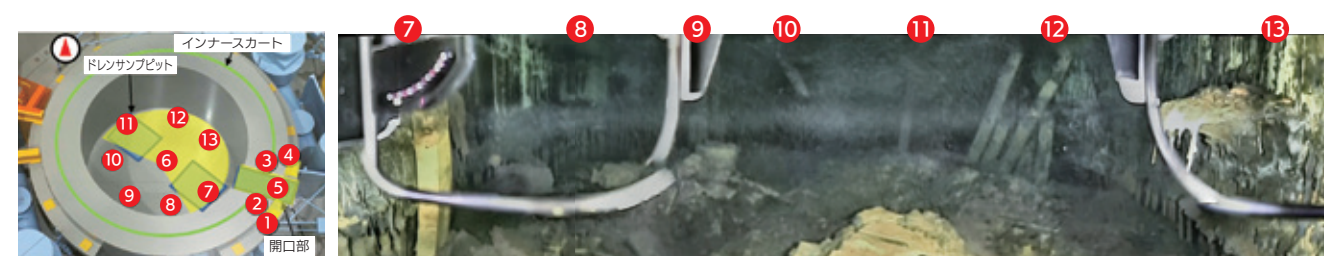
▼ 図1 開発したIRIDOLPHIN



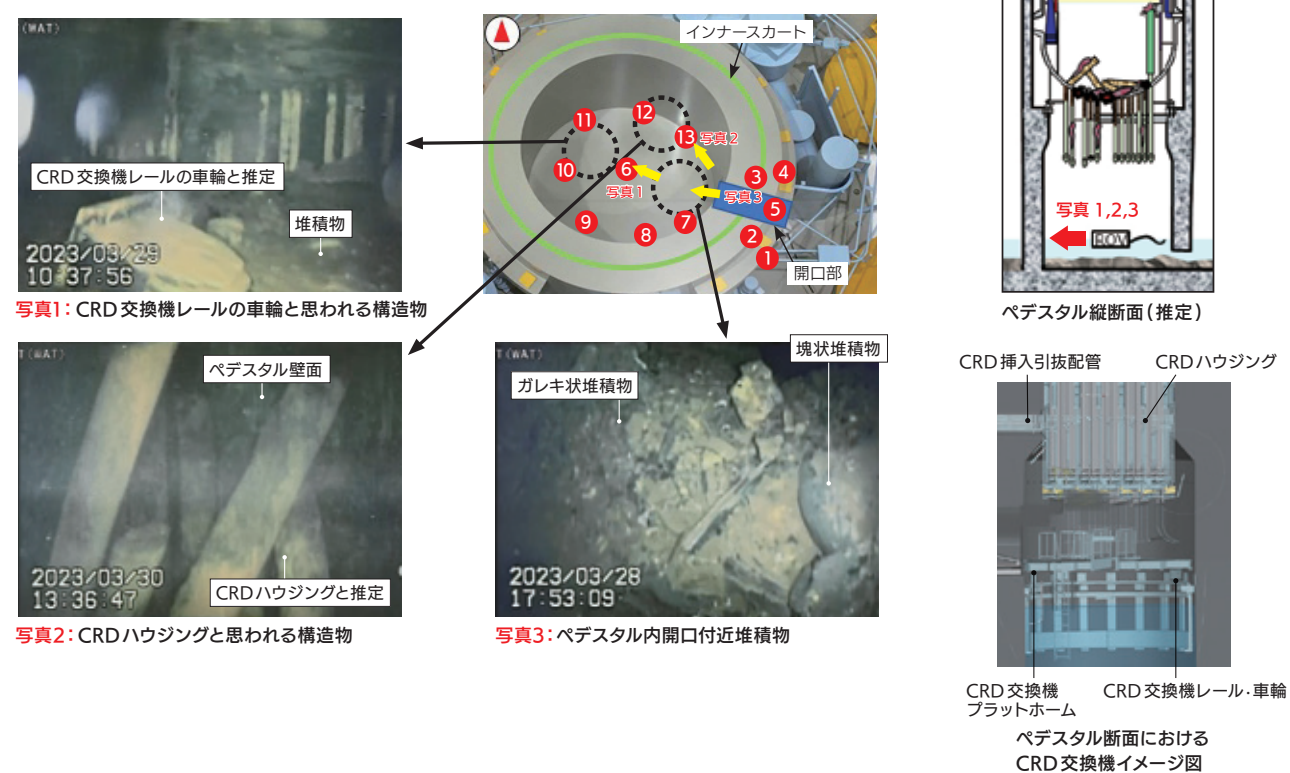
▼ 図2 ベデスタル外のサンプリングポイントと採取サンプル



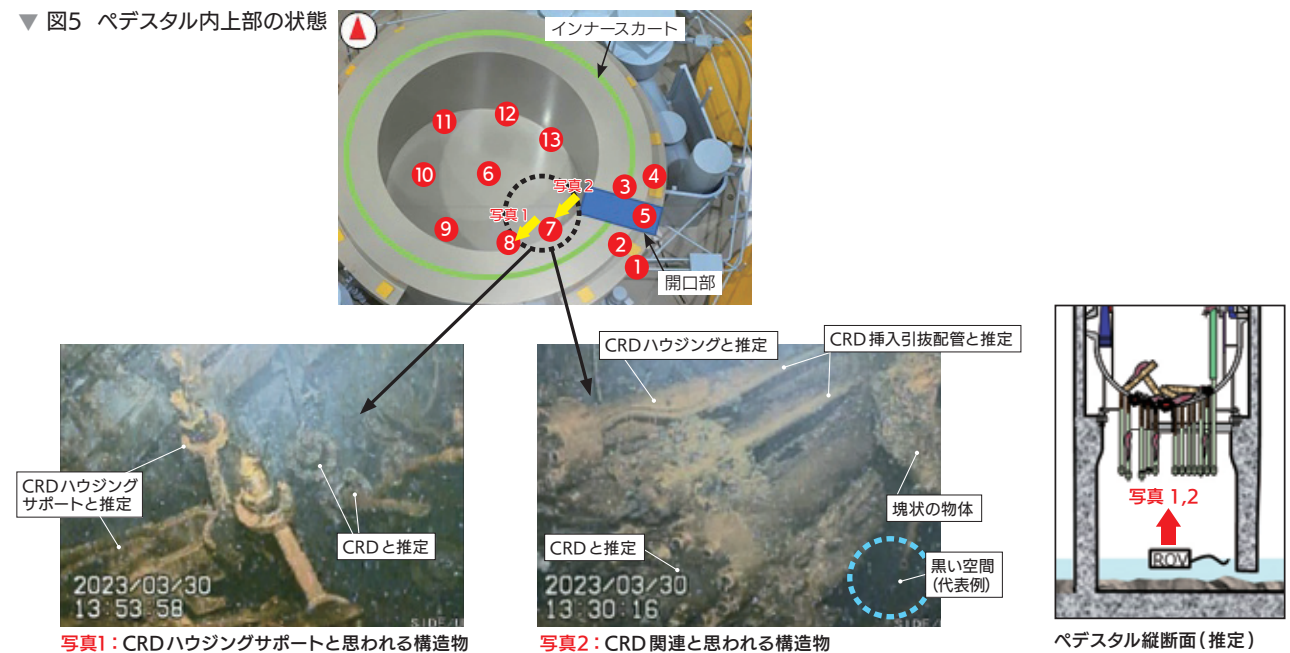
▼ 図3 ベデスタル基礎部の状態
(ベデスタル開口部から撮影した映像のパノラマ画像 画像処理：東京電力ホールディングス(株))



▼ 図4 ベデスタル内底部の状態



▼ 図5 ベデスタル内上部の状態

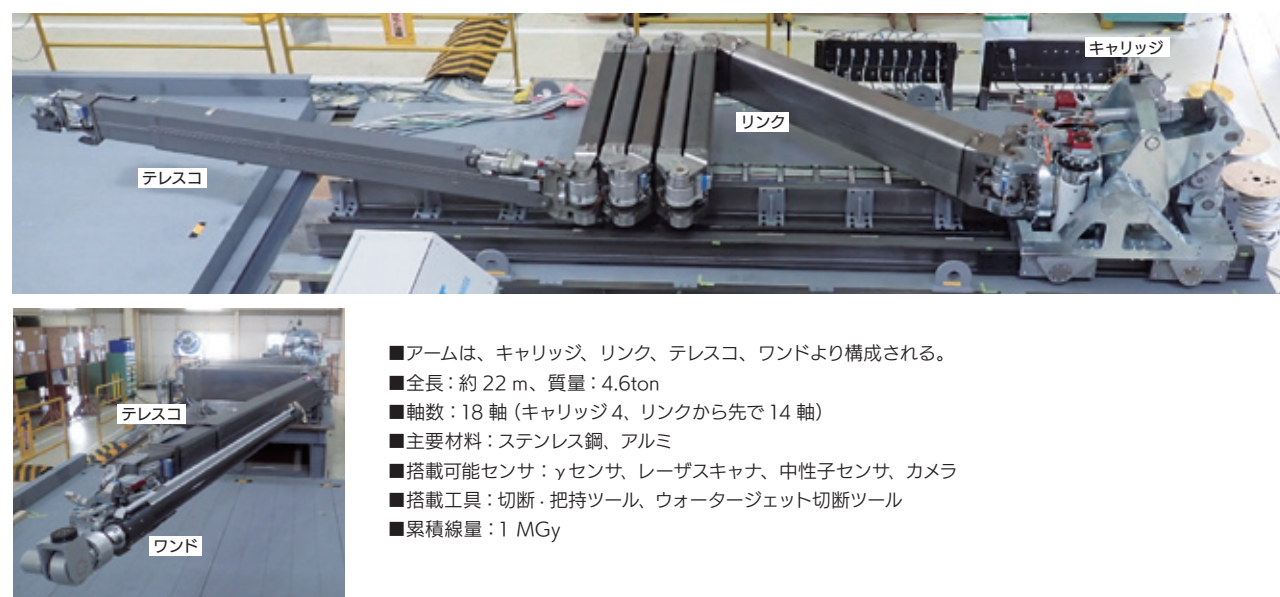


2号機におけるPCV内部詳細調査技術の開発

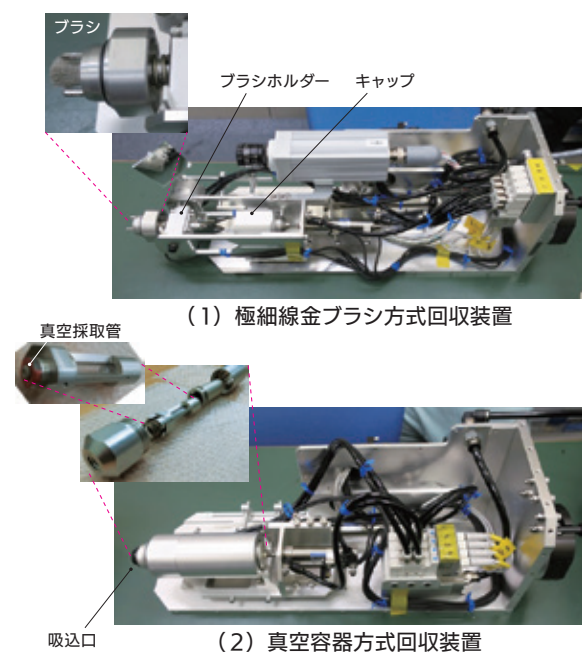
アーム型アクセス・調査装置は多関節を有するアーム（図1）がエンクロージャ（鋼製矩形容器）内に格納され、内部調査および試験的燃料デブリ取り出し時にはアームが伸展してPCV内にアクセスする構造となっており、アクセスルート構築機器（X-6ペネ接続構造、接続管）を介して、PCV（X-6ペネ）に接続されます（図3（1））。アーム型アクセス・調査装置は、JAEA 橋葉遠隔技術開発センターで、モックアップ試験と装置操作のトレーニングを実施しており、X-6ペネの通過性と共に、プラットホーム開口の狭

隘部通過（図3（2））と燃料デブリ回収装置（図2）でのデブリ採取作業の確認（図3（3））を実施しております。福島第一2号機現地での作業ステップを（図4）に示します。「3. X-6ペネ内堆積物除去」では堆積物除去装置（図5）を用いて、内部堆積物の除去を実施しており、X-6ペネ内をアームが通るスペースが確保された状態です（図6）。その後、「4. X-6ペネ接続構造及び接続管設置」を実施し、現状6. まで完了しています。（5.、6. は東電事業での実施）今後、装置のメンテナンス等を経て、7. 以降の現場実証を行う予定です。

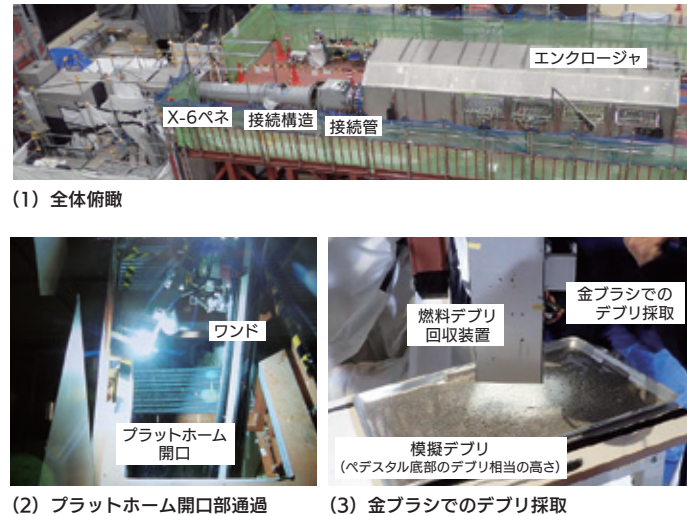
▼ 図1 2号機用ロボットアーム型アクセス・調査装置



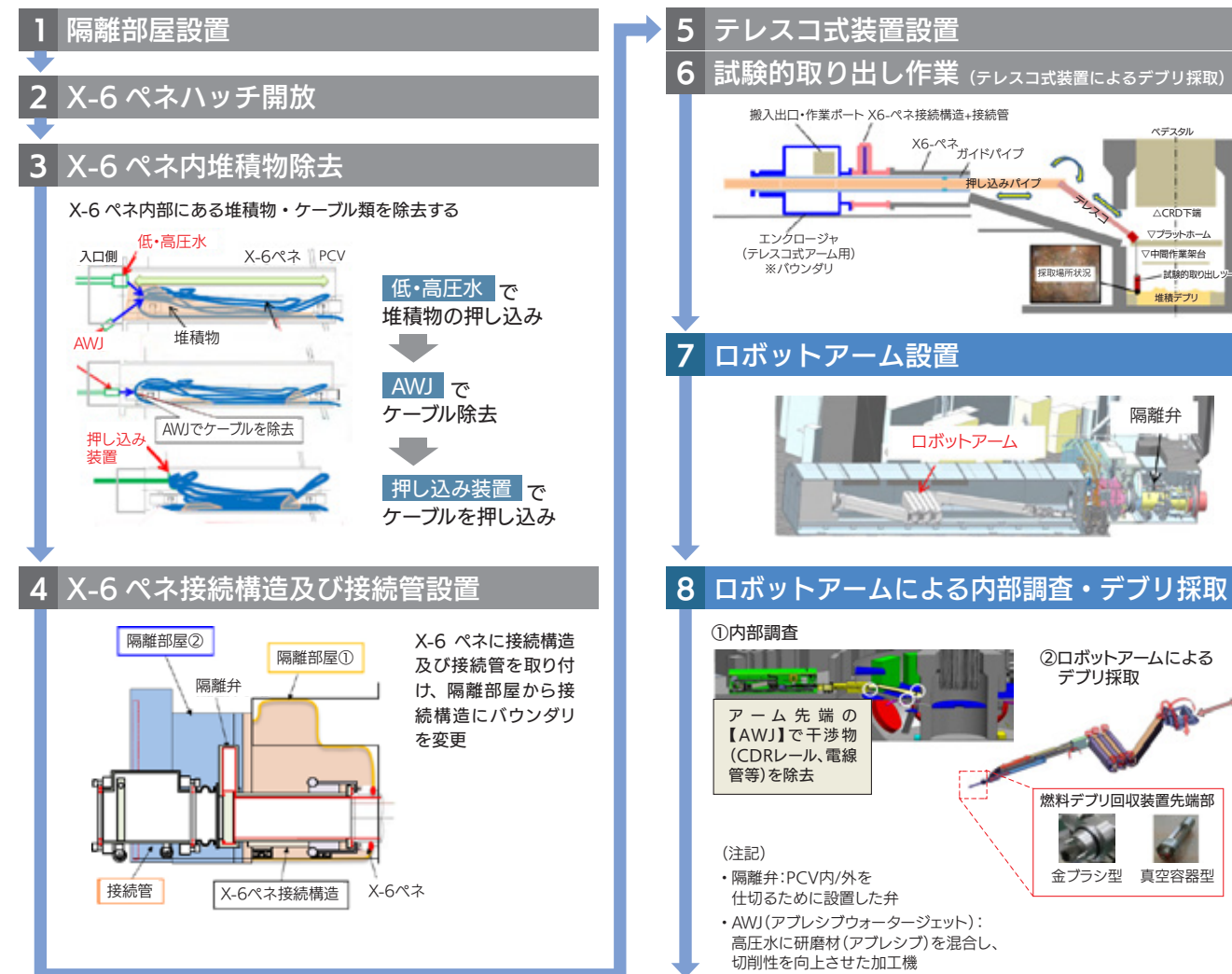
▼ 図2 燃料デブリ回収装置



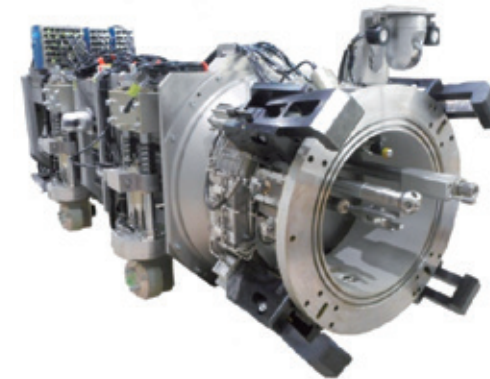
▼ 図3 モックアップ試験設備外観



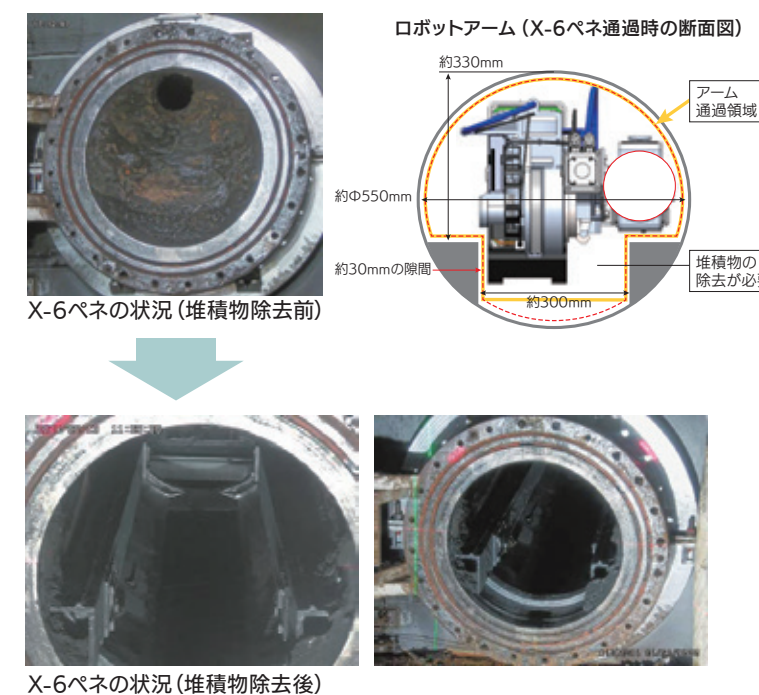
▼ 図4 試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）の主なステップ



▼ 図5 堆積物除去装置



▼ 図6 X-6ペネ内堆積物除去作業



IRID

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-5-1 虎ノ門37森ビル11階
TEL 03-6435-8601(代)

<https://www.iris.or.jp>

