

委員会セッション:「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」活動報告
～廃炉の安全・円滑な実施に向けて～

(3)IRIDの研究開発の状況

(3)Overview of IRID R&D Project

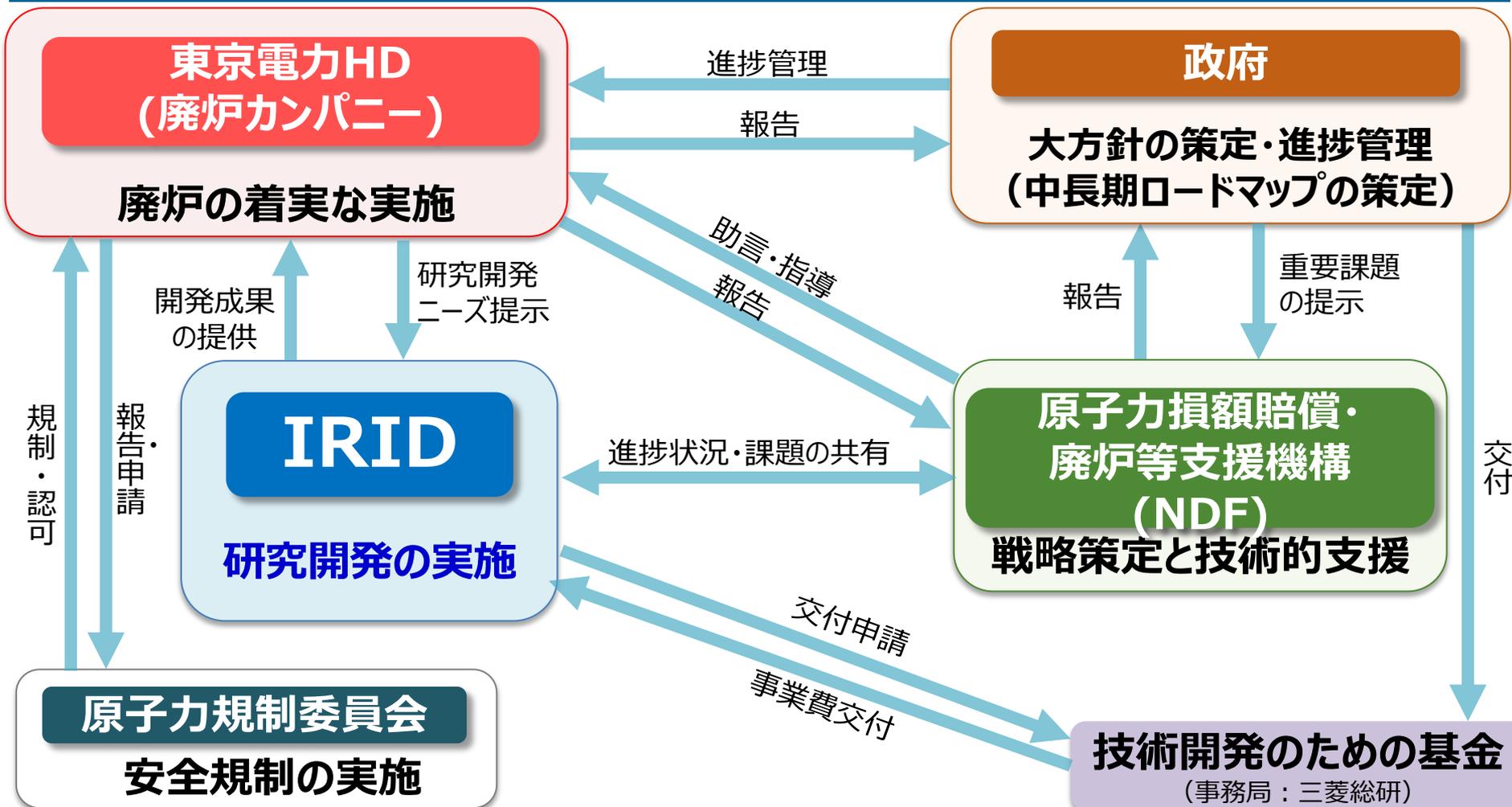
2016年9月9日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)

この成果は、経済産業省/廃炉汚染水対策事業費補助金の活用により得られたものです。

IRIDの役割

廃炉技術の基盤強化を視野に、当面の緊急課題にある福島第一原子力発電所の廃炉に向けた取り組みに注力



IRIDの事業内容

▶ IRID事業の3本柱

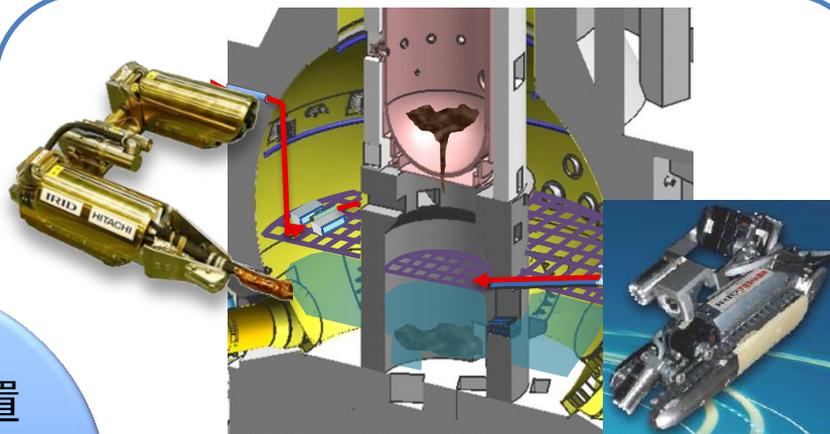


国際顧問との会議

2. 廃止措置に関する
**国際、国内
関係機関との
協力**を推
進します。

1. 廃止措置
に関する
研究開発
を行います。

IRID



格納容器内部調査ロボットの開発

3. 研究開発
に関する
人材育成
に取り組めます。



「IRIDシンポジウム2016」
でのロボットのデモ

IRIDの研究開発プロジェクト（概要図）

1. プール燃料取り出しに係る研究開発（1PJ）

使用済燃料プールから取出した燃料集合体の**長期健全性**評価

2. 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発（12PJ）

除染・線量低減技術

R/B内の
遠隔除染
技術

2016.3終了

燃料デブリ取り出し技術

＜安定状態の確保＞

RPV/PCVの
健全性評価
技術

燃料デブリ
臨界管理
技術

＜デブリ取り出し＞

燃料デブリ・
炉内構造物取出
**工法・
システム**

補修・止水技術

PCV
漏えい箇所の
補修・止水
技術

PCV
漏えい箇所の
補修技術の
実規模試験

内部調査・解析・分析技術

＜直接的調査＞

**PCV
内部調査**
技術

**RPV
内部調査**
技術

燃料
**デブリ
性状
把握**

＜間接的調査＞

RPV内
**燃料デブ
リ検知**
技術

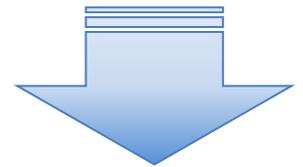
総合的な
**炉内状況
把握**
の高度化

燃料デブリ・
炉内構造物取出
基盤技術

燃料デブリ
**収納・移送
・保管**技術

3. 廃棄物に係る研究開発（1PJ）

固体廃棄物の
処理・処分
技術



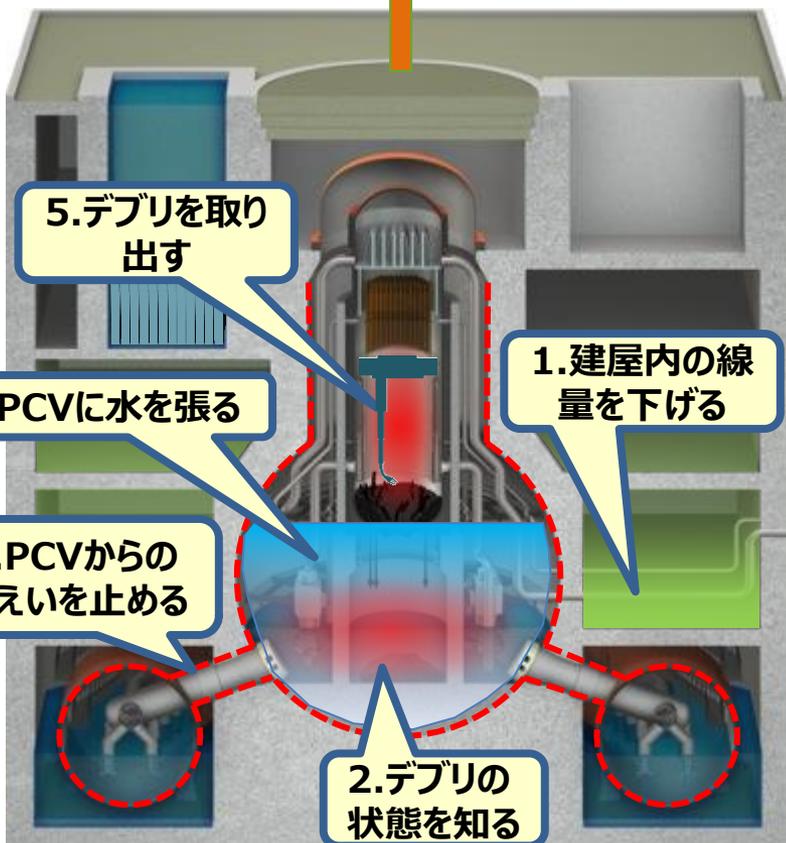
**14PJが
進行中**

IRIDの研究開発プロジェクトとその目的

1. 建屋内の線量を下げる

- **遠隔除染**装置の開発

6. デブリを収納・移送・保管する



2. デブリの状態を知る

- ◎ 間接的に知る
 - **解析**による炉内状況把握
 - **宇宙線ミュオン**を利用した透視
- ◎ 直接的に知る
 - **PCV内部**調査、**RPV内部**調査

3,4. PCVの漏えいを止める、水を張る

- PCV**補修・止水**技術の開発
- PCV補修・止水**実規模試験**

5. デブリを取り出す

- デブリ取り出し**基盤技術**の開発
- デブリ取り出し**工法・システム**の開発
- **臨界管理**技術の開発

6. デブリを運びだし、保管する

- デブリ**収納・移送・保管**技術の開発

遠隔除染技術

除染

デブリ調査

PCV補修

デブリ取出

収納・移送・保管

開発のニーズ

R/B内の線量が高く容易に人が近づけない。**作業場所の環境改善（線量低減）**が必要。

原子炉建屋（R/B）

使用済燃料プール

PCV

作業、移動エリアの除染

低所(床,下部壁面)用



吸引/ブラスト

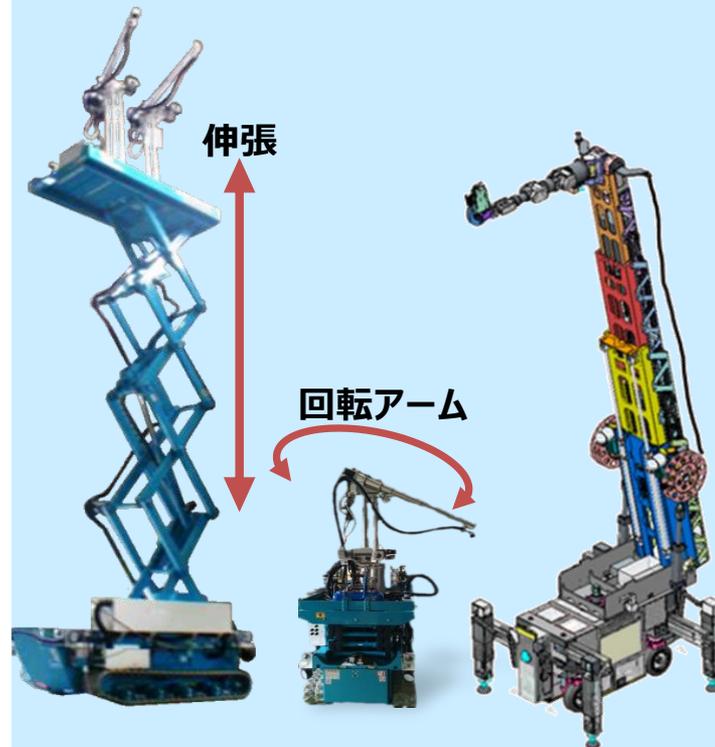


高圧水噴射



ドライアイ
スブラスト

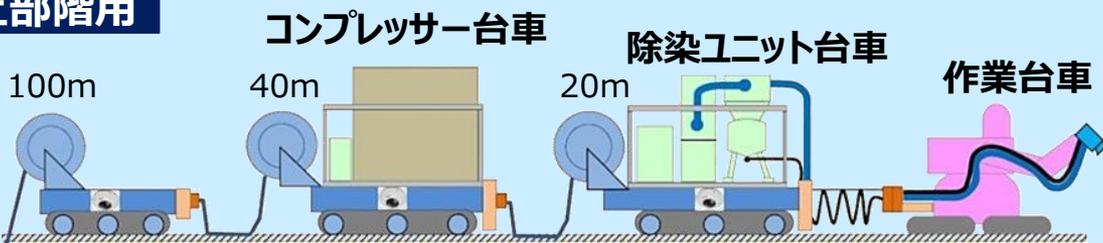
高所用



伸張

回転アーム

上部階用



コンプレッサー台車

除染ユニット台車

作業台車

100m

40m

20m

遠隔除染技術

除染

デブリ調査

PCV補修

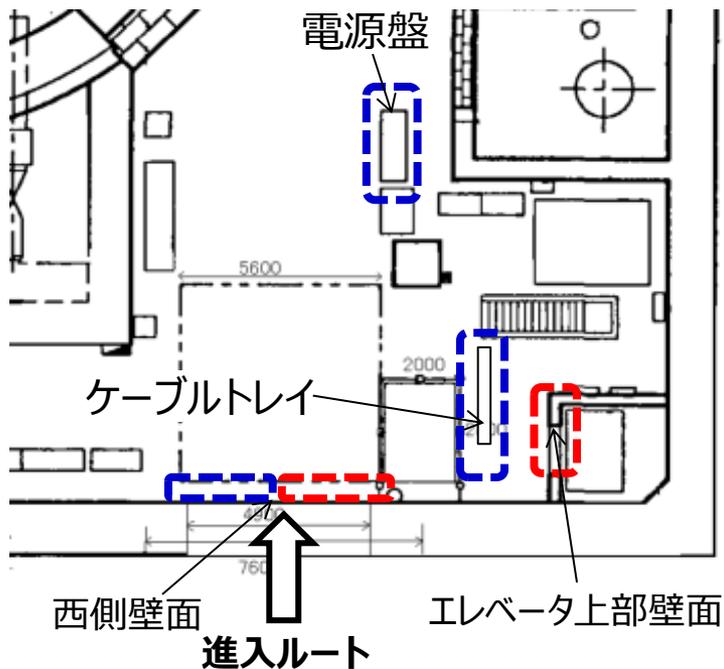
デブリ取出

収納・移送・保管

現場への適用（3号機）

2016年1月～2月に**3号機 R/B 1階**で吸引除染及びドライアイスブラスト除染を実施。

□□ : 吸引 □□ : ドライアイス



コンテナから搬出する場面



3号機R/B内への進入風景

PCV内部調査技術

除染

デブリ調査

PCV補修

デブリ取出

収納・移送・保管

ペDESTAL外側の調査（1号機）

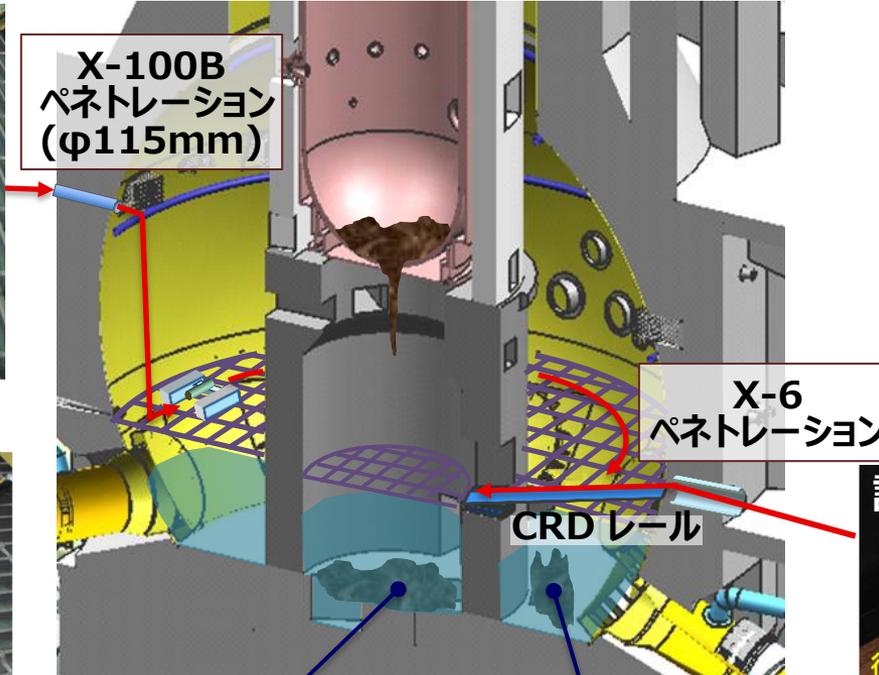
○形状変化型ロボット（B1調査）

ペDESTAL内側の調査（2号機）

○クローラ型遠隔調査ロボット（A2調査）



変形



ペDESTAL内
燃料デブリ
(イメージ)

ペDESTAL外
燃料デブリ
(イメージ)



変形



PCV補修・止水技術

除染

デブリ調査

PCV補修

デブリ取出

収納・移送・保管

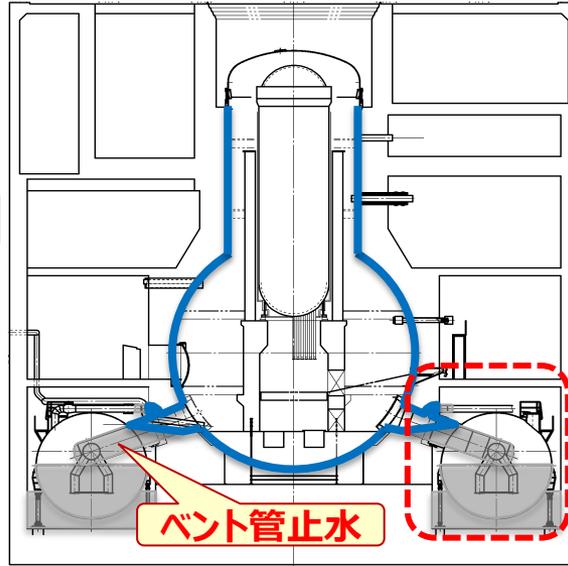
ベント管止水試験



ベント管

1 / 2 スケール試験体で
止水性能を確認 (工場)

— : 補修・止水範囲



ベント管止水

実規模試験体を用いた試験

実規模試験体 (1/8セクター)

ベント管

サプレッション
チェンバ (S/C)

ダウンカマ

クエンチャ

トラス室
壁面

楡葉遠隔技術開発センター内に建設

作業フロア

約30m

約18m

約13m

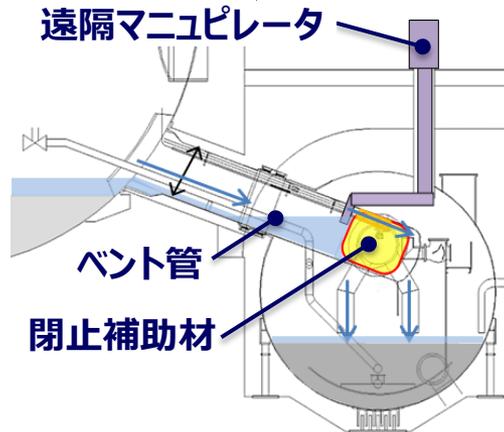
試験体

閉止補助材止水試験



閉止補助材

1 / 1 スケール試験体で閉止補
助材の止水性能を確認 (屋外)



遠隔マニピレータ

ベント管

閉止補助材

デブリ取り出し技術

技術的課題

- **放射性ダストの閉じ込め**機能の確保
- **遠隔操作**技術の確立
- **被ばく低減・汚染拡大防止**技術の確立

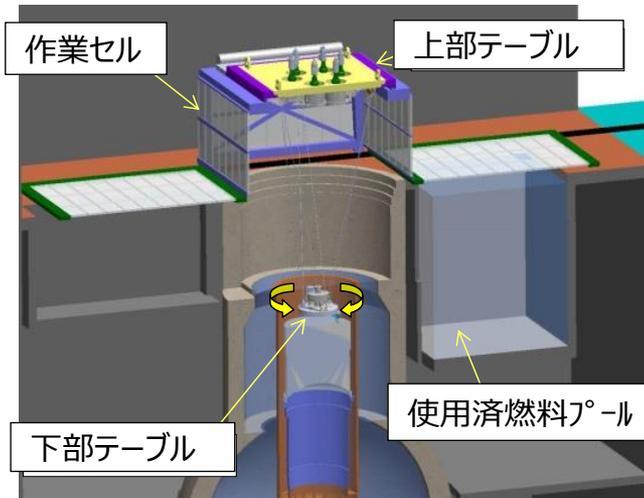
基盤技術の開発



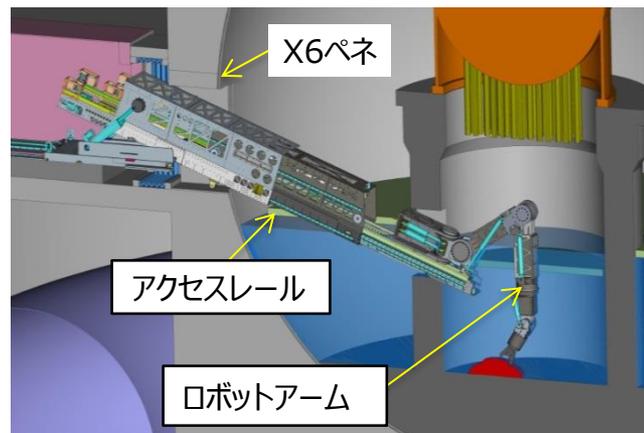
ロボットアーム



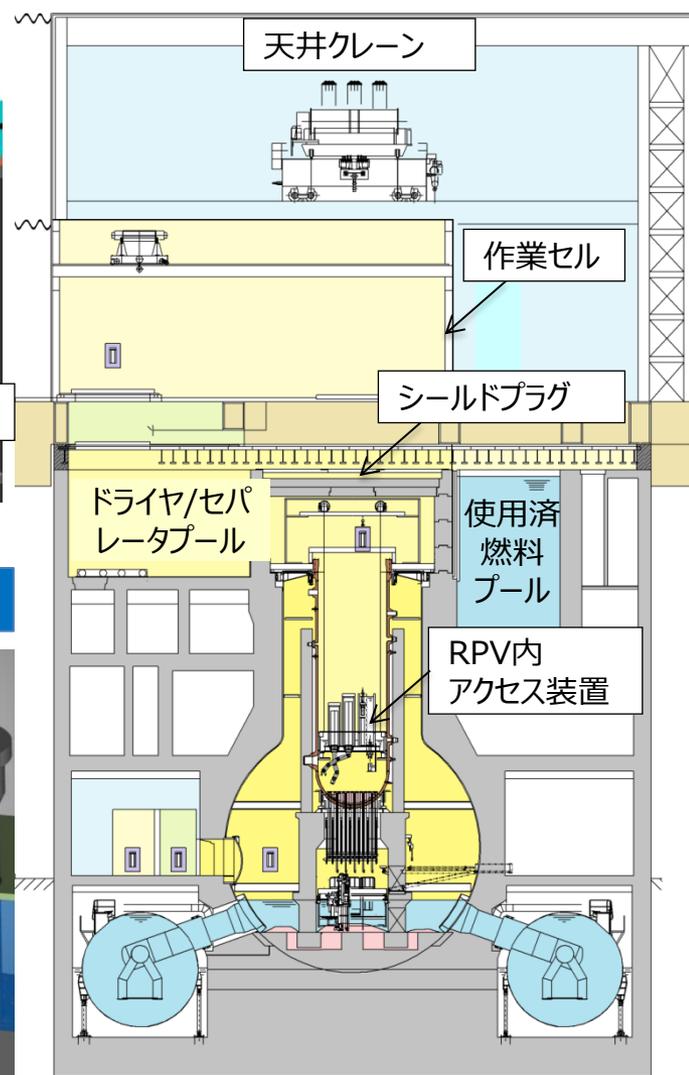
冠水-上アクセス工法（概念）



気中-横アクセス工法（概念）



気中-上アクセス工法（概念）

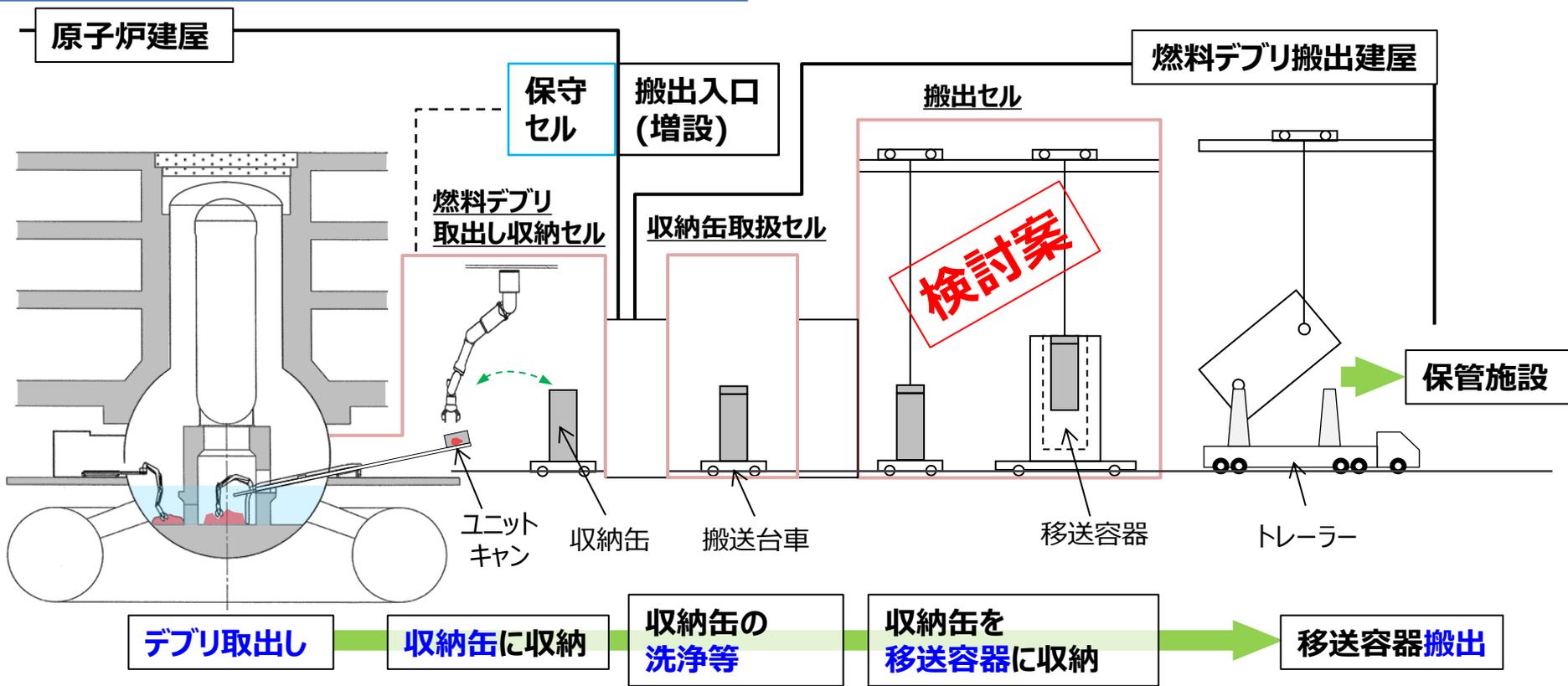


収納缶の設計

⇒1F固有の課題に対処

- 燃焼度と濃縮度が高い→**反応度高**
- コンクリートとの溶融生成物→コンクリート中の水分の放射線分解による**水素発生**
- 海水注入、計装ケーブル他との溶融→**塩分**の影響、**不純物**の混入

移送方法（気中-横アクセス工法の場合）



実機への適用にあたって

- 実機への適用に当たり、さらなる叡智の結集を行うため、**大学等研究機関の連携を進めたい**、研究開発ニーズ（基礎・基盤技術）を集約。

ニーズまとめ

技術分野	ニーズ件数※
使用済燃料プールからの燃料取出し技術	2
除染・線量低減技術	1
PCV補修・止水技術	8
内部調査・解析・分析技術	7
燃料デブリ取り出し技術	7
廃棄物処理・処分技術	2

※H28.8 Up Date

国際関係機関との協力の推進

国内外の叡智を結集するため、IRIDは「開かれた体制」の運営方針のもと、海外関係機関、専門家との関係を強化し活動

国際顧問会議

(年間1~2回開催しアドバイスを受けている)



海外研究機関/原子力機関との共同研究/技術協力

ウランを用いた大規模な模擬デブリの作製・分析
……カザフ、仏



海外への情報発信



損傷燃料の取出し・保管について議論
……ハンガリー

大学との連携事例（遠隔除染技術の開発）

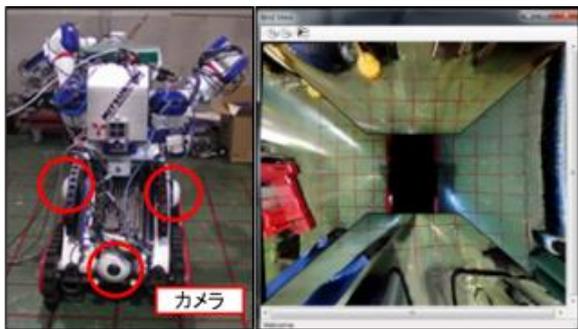
技術的課題

- カメラの情報のみでは**周囲の状況を把握しにくく**、ロボットの操作がしにくい。
- 多関節マニピュレータを狭い場所で動かすことは、**操作が複雑**で難しい。

採用済

周辺把握 1

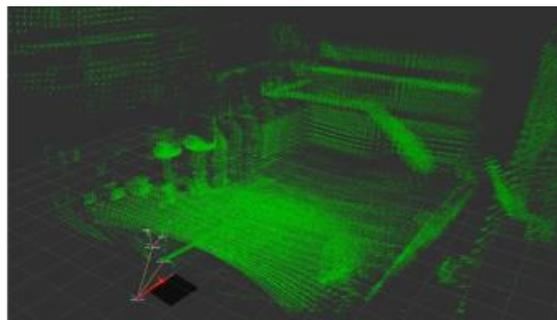
- 複数のカメラ画像を補正した**疑似俯瞰画像**表示技術



MEISTeRの疑似俯瞰画像

周辺把握 2

- カメラやレーザセンサによる**3Dマッピング表示技術**

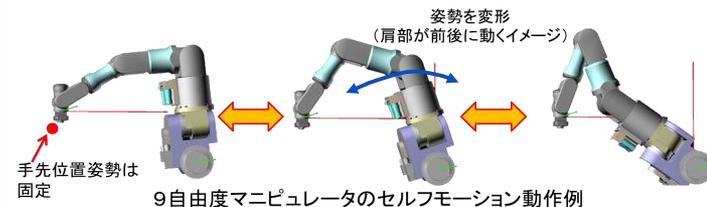


3Dマッピング画像

操作性向上

- 多自由度マニピュレータの**セルフモーション***技術

* : マニピュレータの手先とベースを固定した状態で全体の形を変化させる動作



9自由度マニピュレータのセルフモーション動作例

セルフモーション動作

協働・人材育成 IRIDシンポジウム2016（概要）

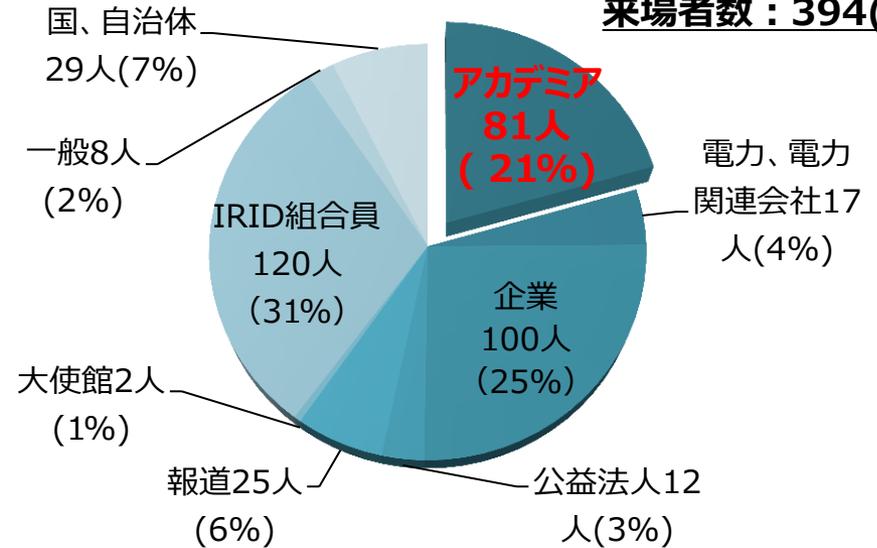
【実施日】

- 施設見学：8月3日
(福島第一、楡葉遠隔技術開発センター)
- シンポジウム：8月4日

【シンポジウム開催場所】

- 東京大学 武田ホール

来場者数：394(人)



プログラム

第1部

10:00~10:05	開会挨拶 IRID 理事長 鶴田 裕史
10:05~10:10	来賓挨拶 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力事故災害対策審議官 平井 裕秀
10:10~10:40	特別講演 東京電力ホールディングス株式会社 常務執行役 増田尚宏
10:40~11:10	報告「IRIDが取り組む研究開発の概要」 IRID 開発計画部長 桑原浩久
11:10~12:00	講演「ロボットが担う廃炉技術～研究に励むみなさんに期待すること～」 IRID 副理事長 新井民夫(芝浦工業大学教育イノベーション推進センター教授) <small>(敬称略)</small>
12:00~13:30	昼食・休憩

第2部

廃炉コミュニケーション・ステージ 各研究開発担当者

パネル、映像、ロボット展示などにより、研究開発を行っているエンジニアがみなさまのからのご質問にお答えします。

展示内容	
13:30~16:00	<ul style="list-style-type: none"> ● IRID研究開発プロジェクトの最新情報 ● 大学等で原子力、廃炉の研究に取り組む学生たちの成果発表 ● 廃炉に取り組む企業の紹介 など
	<p>福島第一で活躍したロボット、現在開発中のロボット など</p> 

16:00~16:10 閉会

5-2.施設見学会/シンポジウムの様子

【施設見学会（8月3日）】

福島第一見学



巡回バス内から見学



汚染水タンク

楡葉遠隔技術開発センター見学

PCV実規模試験体



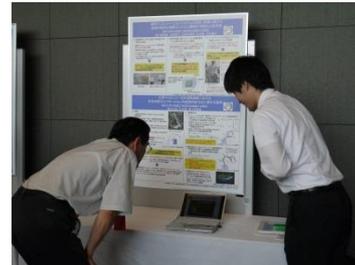
試験棟内集合写真



実規模試験作業床

【シンポジウム（8月4日）】

アカデミアパネル展示



大学・学会(9枚)



高専・高専機構(3枚)

ロボット展示・デモ



サソリロボット



筋肉ロボット



東京電力HD特別講演



IRID講演

～最後に～ 学会と共に廃炉の実施に向けて

モックアップから現場での研究フェーズに移行する上で5つの基本的考え方（安全、確実、合理的、迅速、現場指向）を踏まえた

- ① 1F廃炉実施における安全の考え方
- ② 発生する廃棄物の処理・処分のあり方

などについて、アカデミーとも連携し、知見をぜひとも研究開発に取り入れて進めていきたい。