

第82回応用物理学会秋季学術講演会

10a-N301-2

国際廃炉研究開発機構における 研究開発の状況

令和3年9月10日

国際廃炉研究開発機構 (IRID)

奥住直明

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。

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

目次

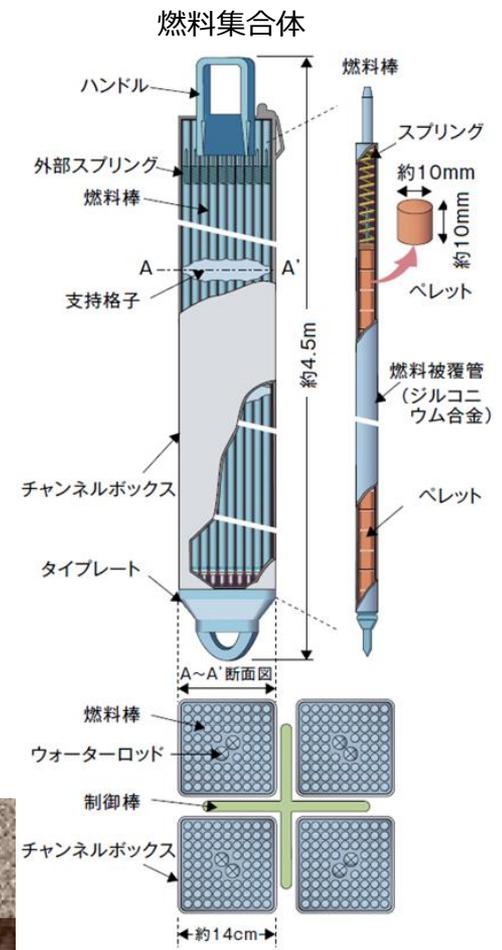
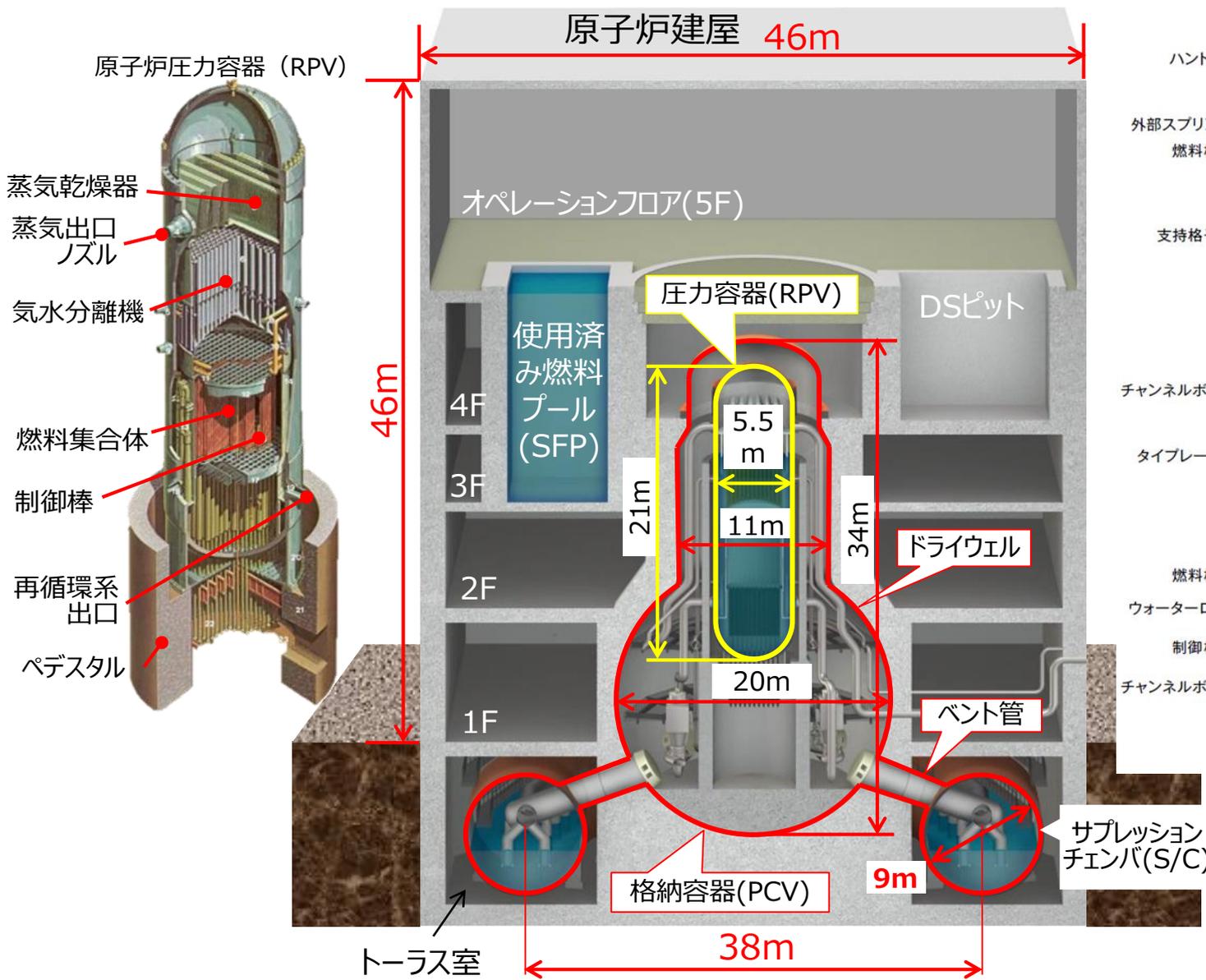
1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. 燃料デブリ取り出し技術開発

目 次

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. 燃料デブリ取り出し技術開発

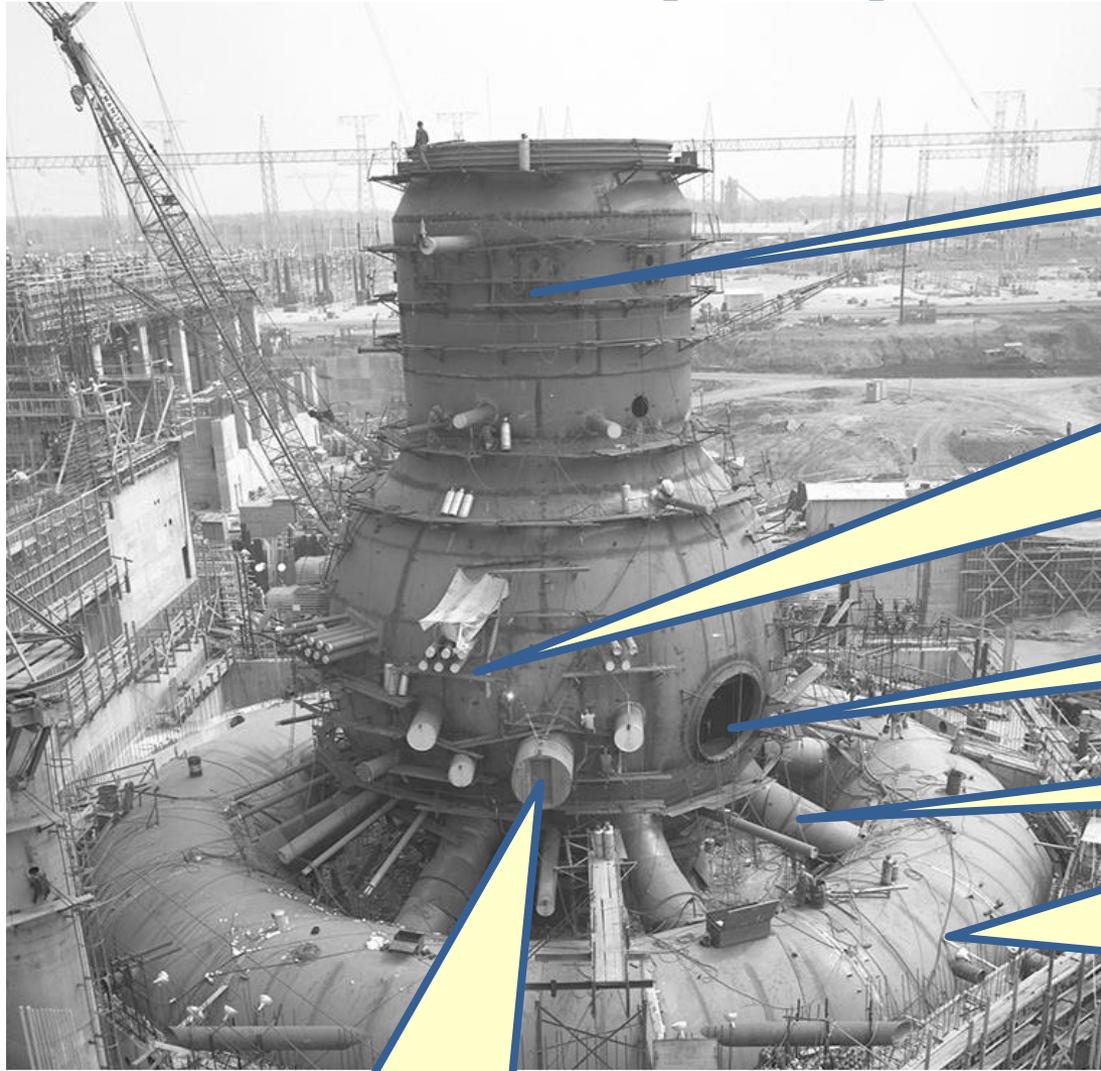
IRID紹介ビデオ

沸騰水型原子力発電所の構造



(注) 図中の寸法は 2 / 3号機の例。

原子炉格納容器(PCV)の外観 (建設写真)



「ドライウェル (D/W)」: S/Cより
上部のPCV

「PCV貫通部(ペネトレーション:
ペネ)」: 配管貫通部、電気配
線貫通部等
1号機 約150か所, 2号機 約200
か所, 3号機 約190か所

「機器ハッチ」: 大型機器の搬出入口

「ベント管」: D/WとS/Cの連絡配管

「サプレッションチェンバ (S/C)」:
事故が起きた時に発生した蒸気を
S/C内の水で凝縮し、PCVの圧力の
上昇を抑える。

「エアロック」: 人の出入口

「Browns Ferry Unit 1 under construction 1966.Sep.」
Tennessee Valley Authority – TVA's 75th Anniversary webpage

1. プール燃料取り出しに係る研究開発

使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価 2016.3終了

3. 廃棄物対策に係る研究開発

固体廃棄物の
先行的処理手法
技術
2019.3終了

固体廃棄物の
処理・処分
技術

2. 燃料デブリ取り出しに係る研究開発

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

燃料デブリ・炉内構造物取出 **臨界管理・基盤技術** 小型中性子検出器

2019.3終了

燃料デブリ・
炉内構造物
取り出し技術・工法
開発

燃料デブリ・
炉内構造物取出
ダスト集塵
システム

燃料デブリ
収納・移送
・保管技術

燃料デブリ取り出し
安全システム
の開発

環境整備技術

<安定状態の確保>

RPV/PCVの
腐食抑制・耐震性評価

2018.3終了

PCV漏えい箇所の
補修・止水及び実規模試験

2018.3終了

PCV内水循環技術 **実規模試験**

2019.3終了

内部調査・分析技術

<間接的調査>

<直接的調査>

RPV内燃料デブリ検知技術・評価

2018.3終了

総合的な **炉内状況把握** の高度化

2018.3終了

PCV詳細調査 技術

2019.3終了

RPV
内部調査
技術

PCV詳細調査
X-6 α ネ
実証 (自主)

PCV詳細調査
堆積物
実証 (自主)

燃料
デブリ性状
把握・分析

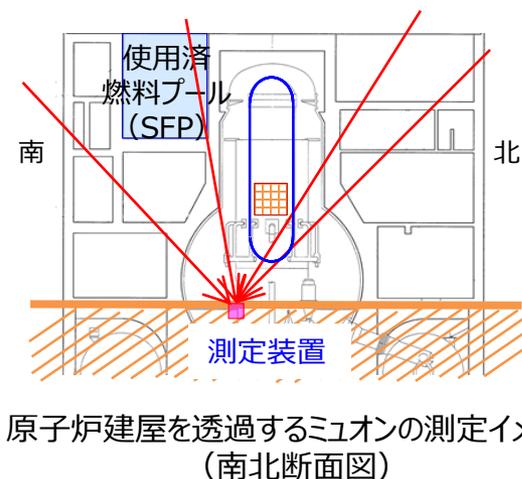
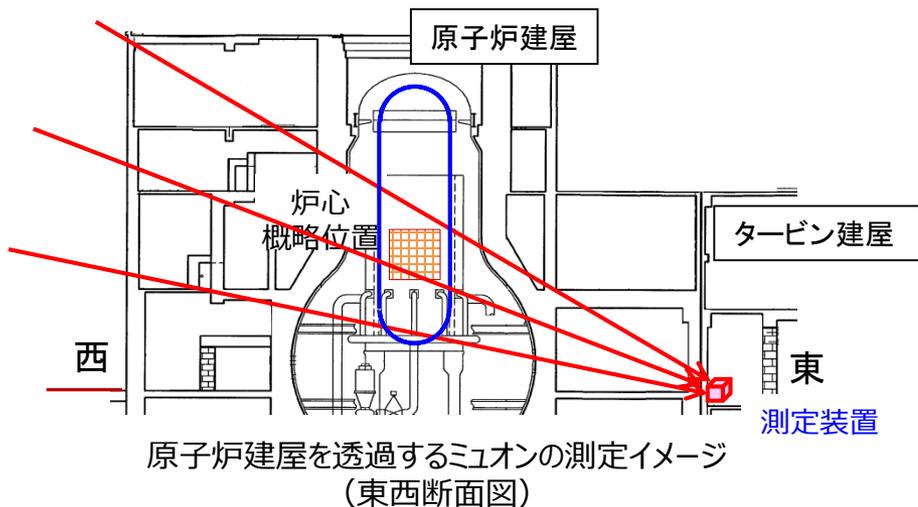
燃料デブリ
サフリング・
規模拡大
技術

目 次

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. 燃料デブリ取り出し技術開発

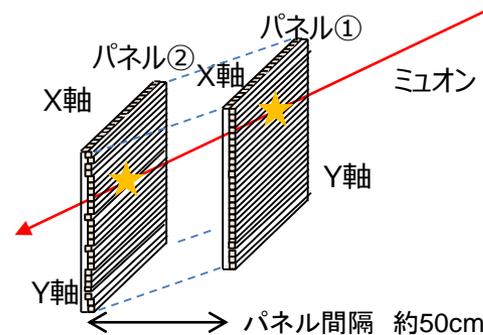
ミュオン透過法による測定

- ミュオンは、宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。
- 原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉压力容器内の燃料デブリ分布をレントゲン写真のように撮影。（高密度の物質ほど透過しにくく、暗い影になる）



<ミュオン透過法測定装置の計測原理（イメージ）>

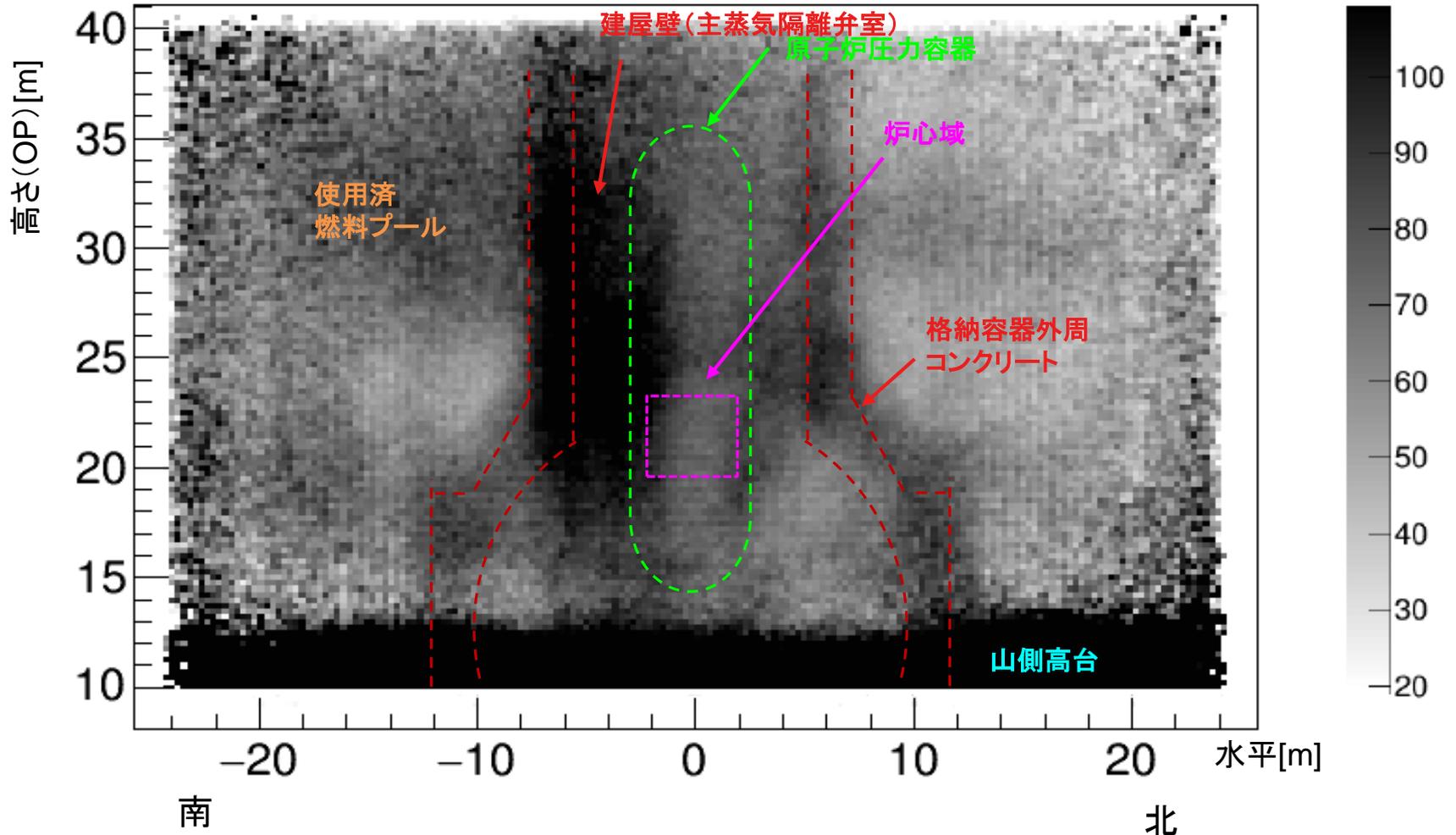
上空から飛来するミュオンを装置内部に配置した2枚のパネル検出器（プラスチックシンチレータ）で検知し、通過したパネルの座標からミュオンの軌跡を算出。



3号機ミュオン透過法測定結果

(2017年9月8日時点)

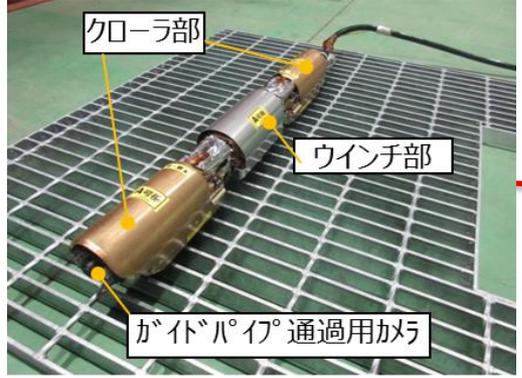
密度長
(g/cc・m)



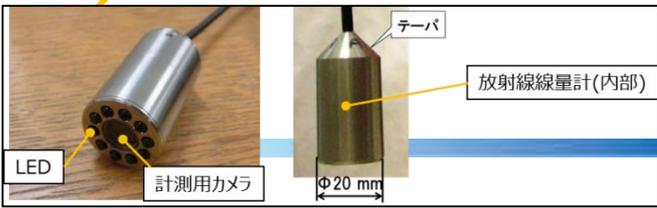
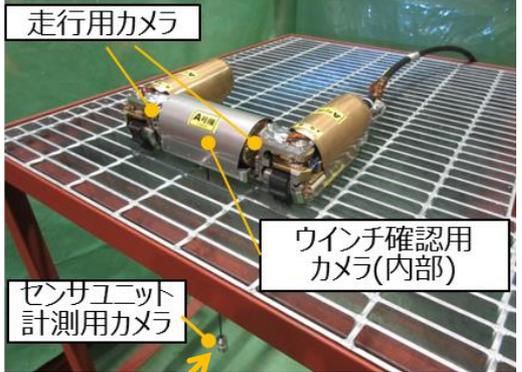
原子炉格納容器内部のロボット等による調査

ペDESTル外側の調査 (1号機)

○形状変化型ロボット (B2調査)

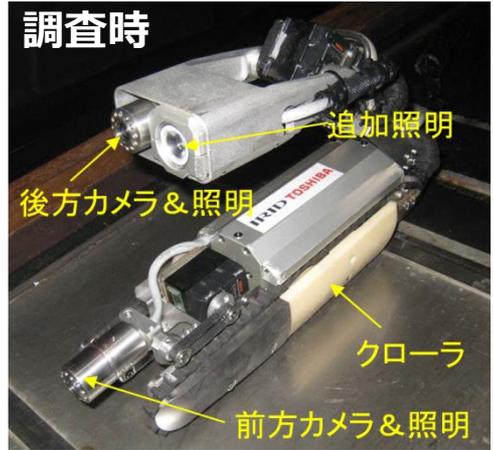
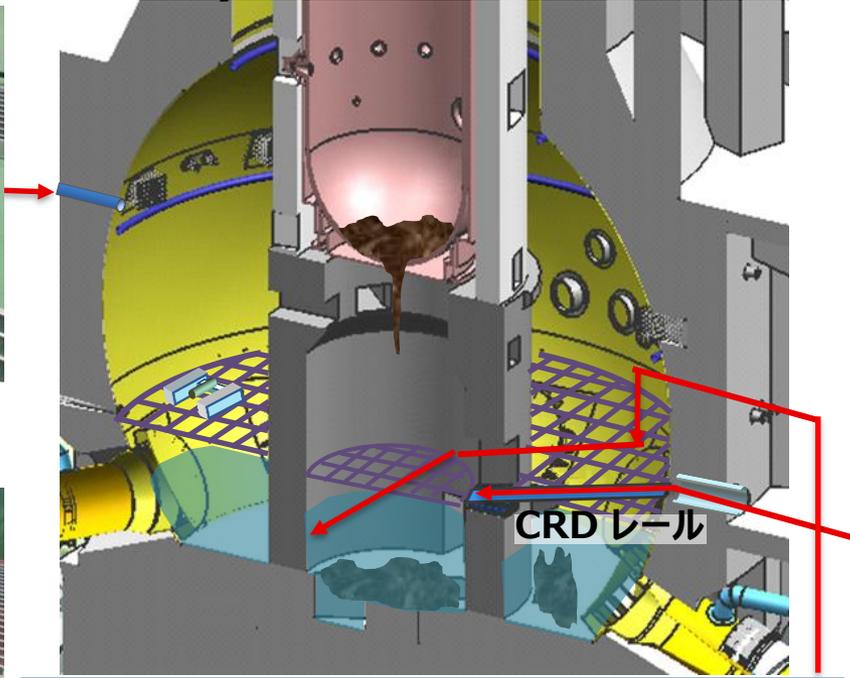


I型(ガイドパイプ通過時)
 ↓変形
 ↓



ペDESTル内側の調査 (2号機)

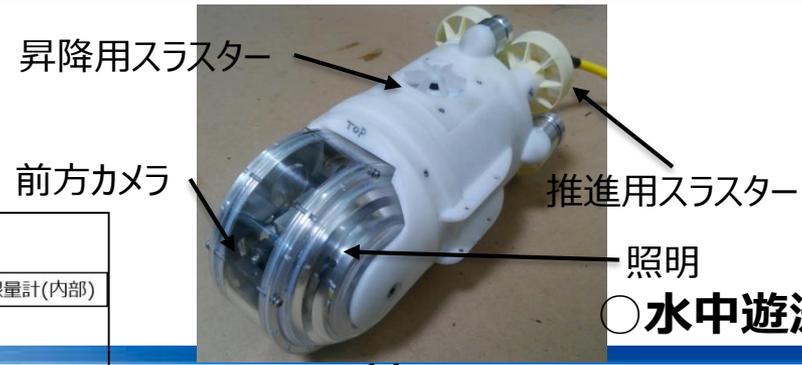
○クローラ型遠隔調査ロボット (A2調査)



○釣りざお型調査装置 (A2'調査)



ペDESTル内側の調査 (3号機)



○水中遊泳型ロボット

1号機 ペDESTAL外調査(2017.3)

3/18 (土)

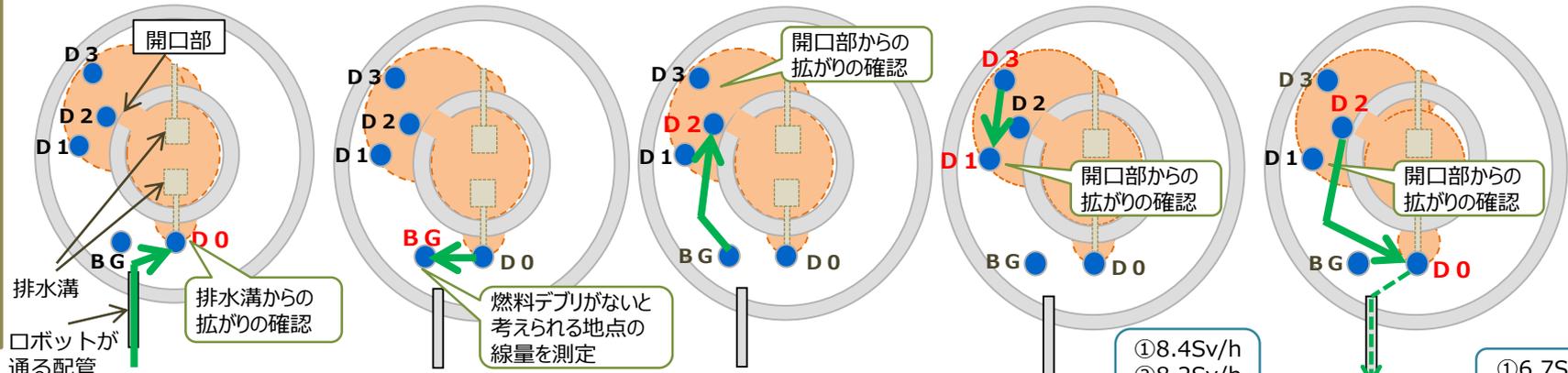
3/19 (日)

3/20 (月)

3/21 (火)

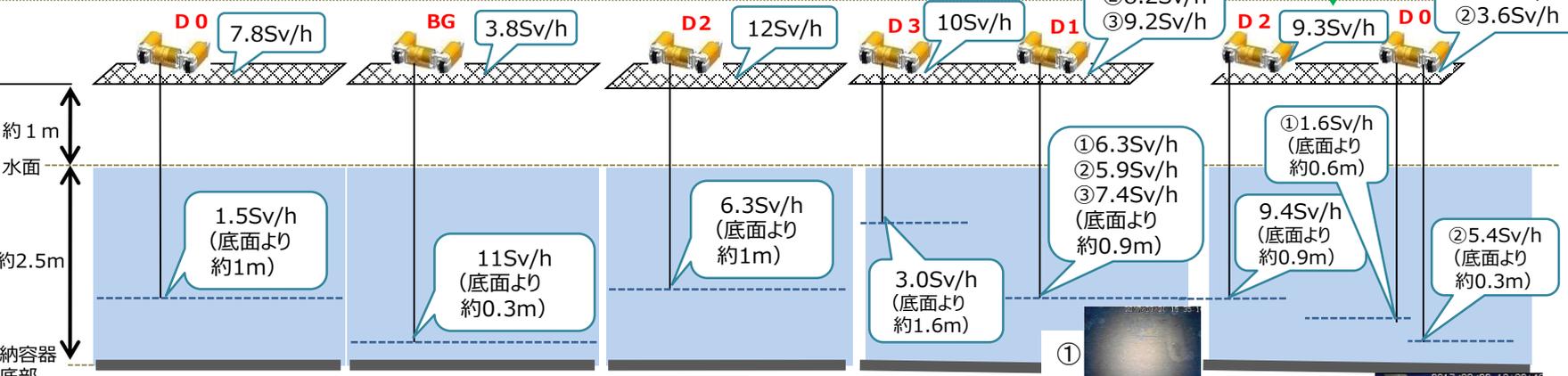
3/22 (水)

調査地点と調査の狙い
(平面図)



1階↑
地下階↓

調査結果(断面図)

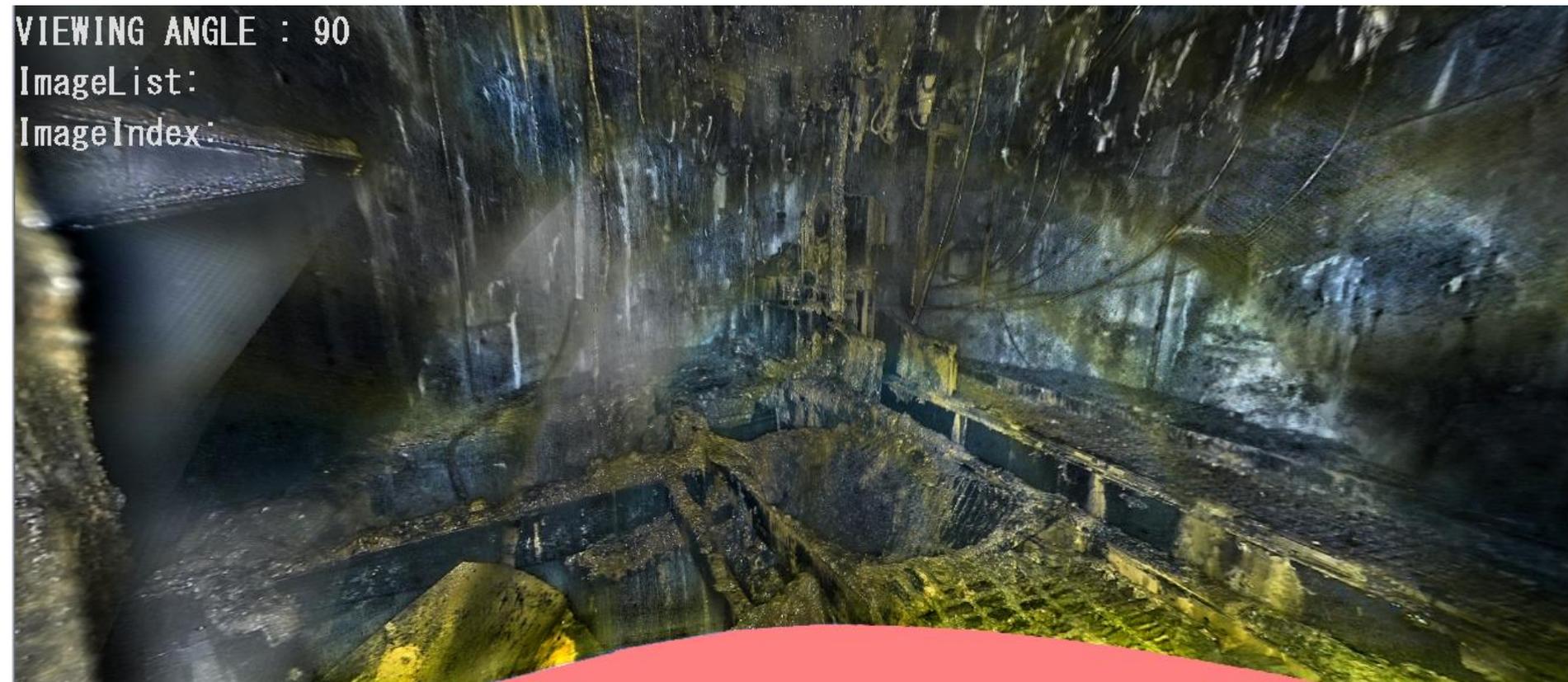


● 調査ポイント ← 調査経路 ○ 燃料デブリの拡がりイメージ (シミュレーションの一例)

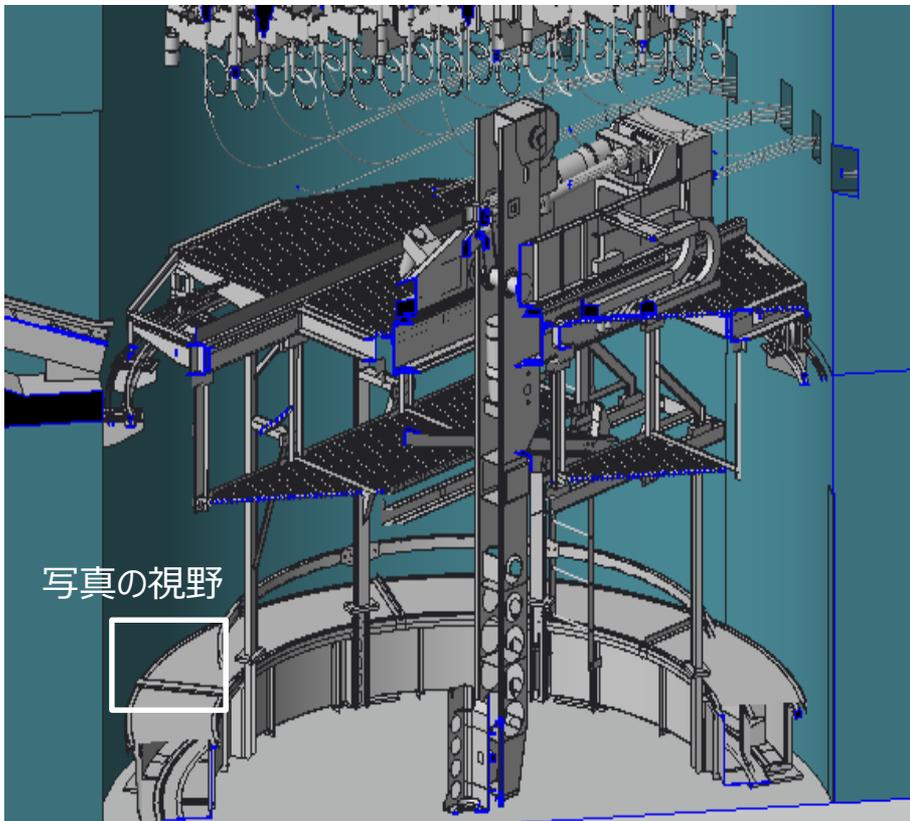
※調査中の敷地境界における線量は、約0.5~2μSv/hで変化なく、周辺環境への影響は生じていない。
 ※放射線量・底面からの距離は、今後評価予定。
 ※1階部分の放射線量は前回(2015年4月)の測定値(4.1~9.7Sv/h)と同程度

2号機 ペデスタル内上部調査(A2調査 2017.1~2)

ペデスタル内 上部 (画像処理後)



2号機 ペDESTAL内下部調査(A2'調査 2018.1)

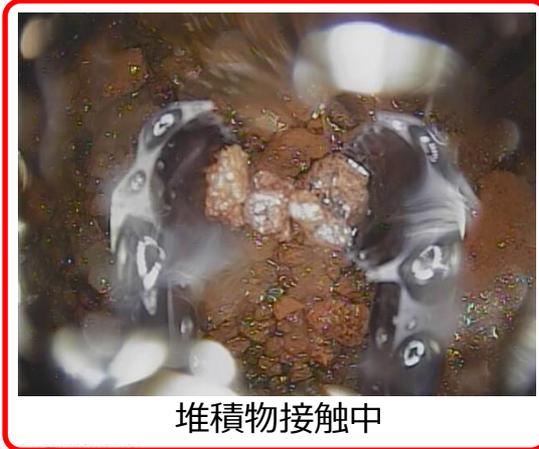
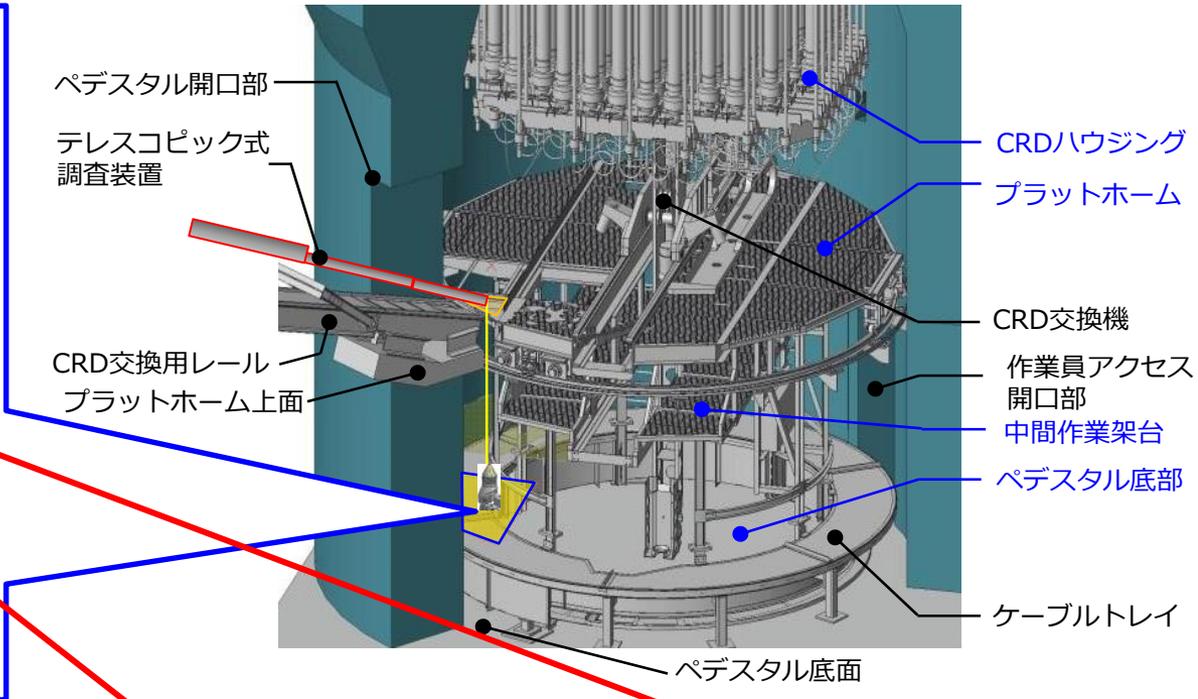
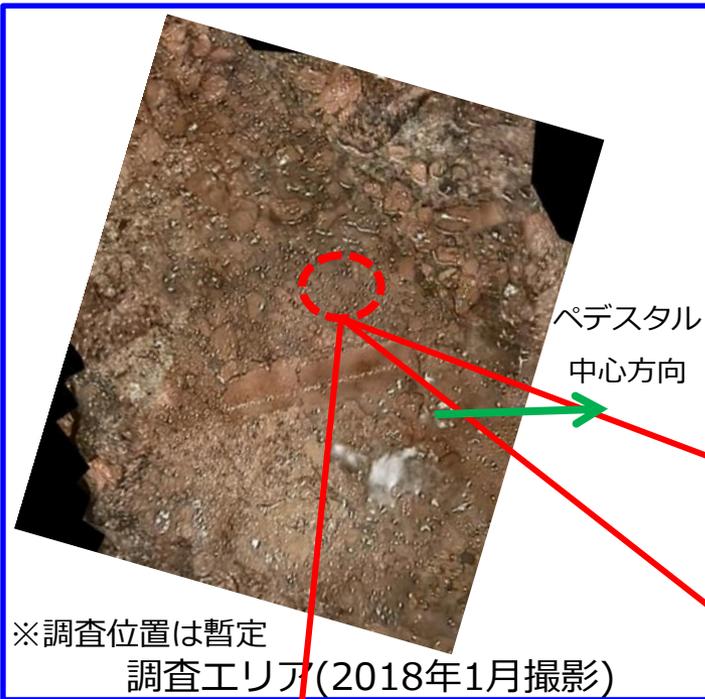


2号機格納容器内底部
(鳥瞰イメージ)

画像：2号機格納容器内底部，
ペDESTAL内 内壁付近



2号機 ペDESTAL内下部調査(A2"調査 2019.2)TEPCO



3号機 格納容器内調査結果

2. 調査結果

2.3. ペDESTAL内下部



作業員アクセス開口部
180°
プラットフォーム フレーム
撮影エリアC1
撮影エリアC5
撮影エリアC3
撮影エリアC4
撮影エリアC2
90°
0°

撮影エリアC1
<カメラ向き：下方>
堆積物 (小石状)

撮影エリアC2
<カメラ向き：水平>
グレーチング
落下物
堆積物 (砂状)

撮影エリアC3
<カメラ向き：上方>
塊状の堆積物

撮影エリアC4
<カメラ向き：下方>
塊状の堆積物

撮影エリアC5 <カメラ向き：下方>
旋回レールブラケット
堆積物
作業員アクセス開口部の方向

■ 砂状、小石状や塊状の堆積物を確認
■ 作業員アクセス開口部は視認できなかった (近傍に堆積物を確認)

株式会社
画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)
11

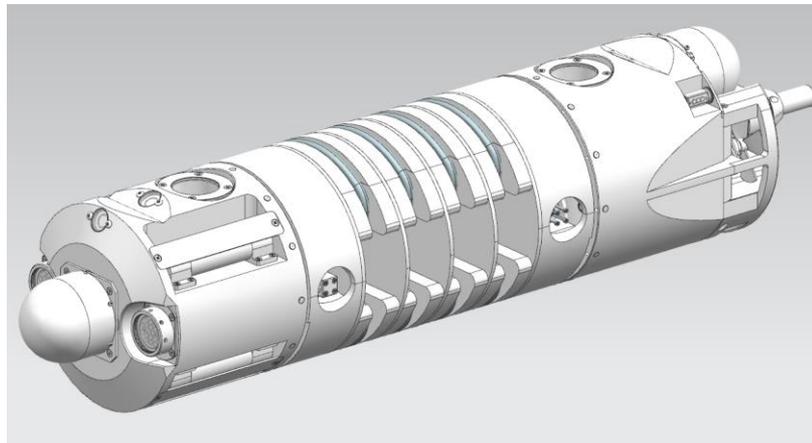
「3号機原子炉格納容器内部調査について(2017年11月30日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第48回)報告資料)」より抜粋

目 次

1. はじめに
- 2. 原子炉格納容器内部調査技術開発**
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査**
3. 燃料デブリ取り出し技術開発

ボート型アクセス装置

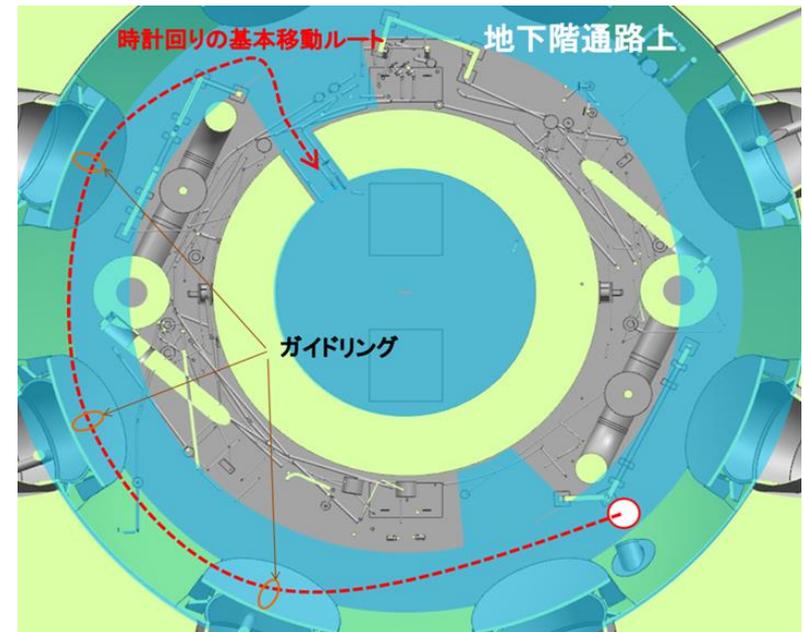
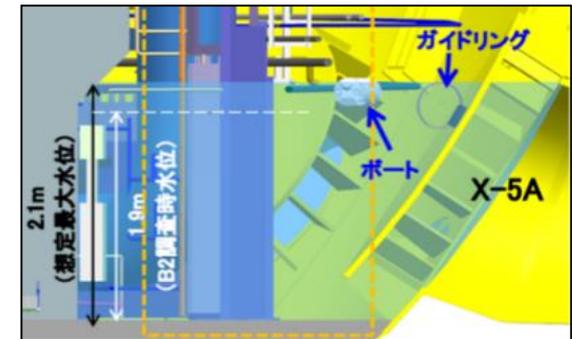
- 格納容器内の水の上を航行して、広範囲に移動可能なボート型アクセス装置を製作中



ガイドリング取付用の例

- 直径: $\phi 25\text{cm}$
- 長さ: 約1.1m
- 推力: 25N以上

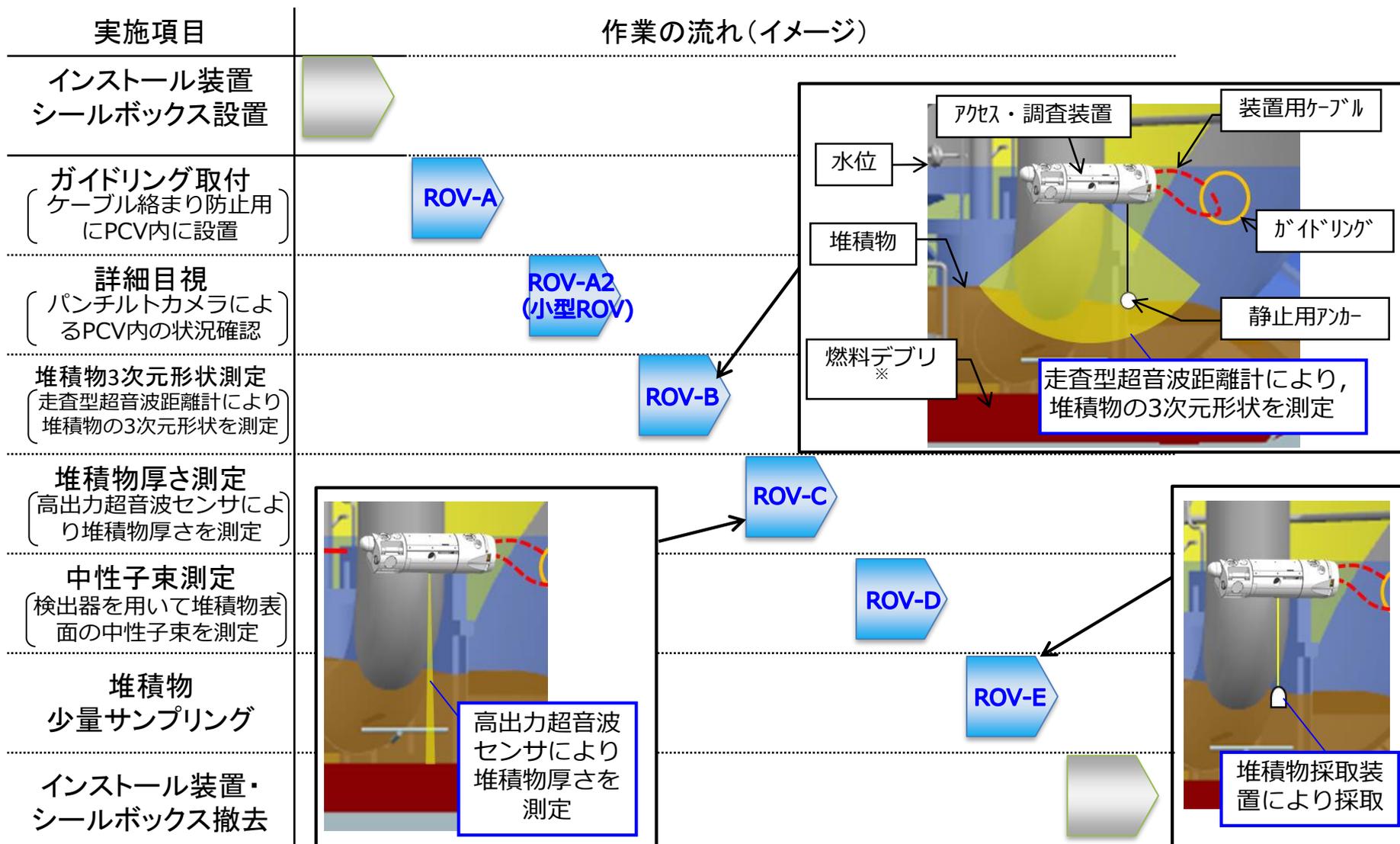
ボート型アクセス装置外観



ボート型アクセス装置の動線

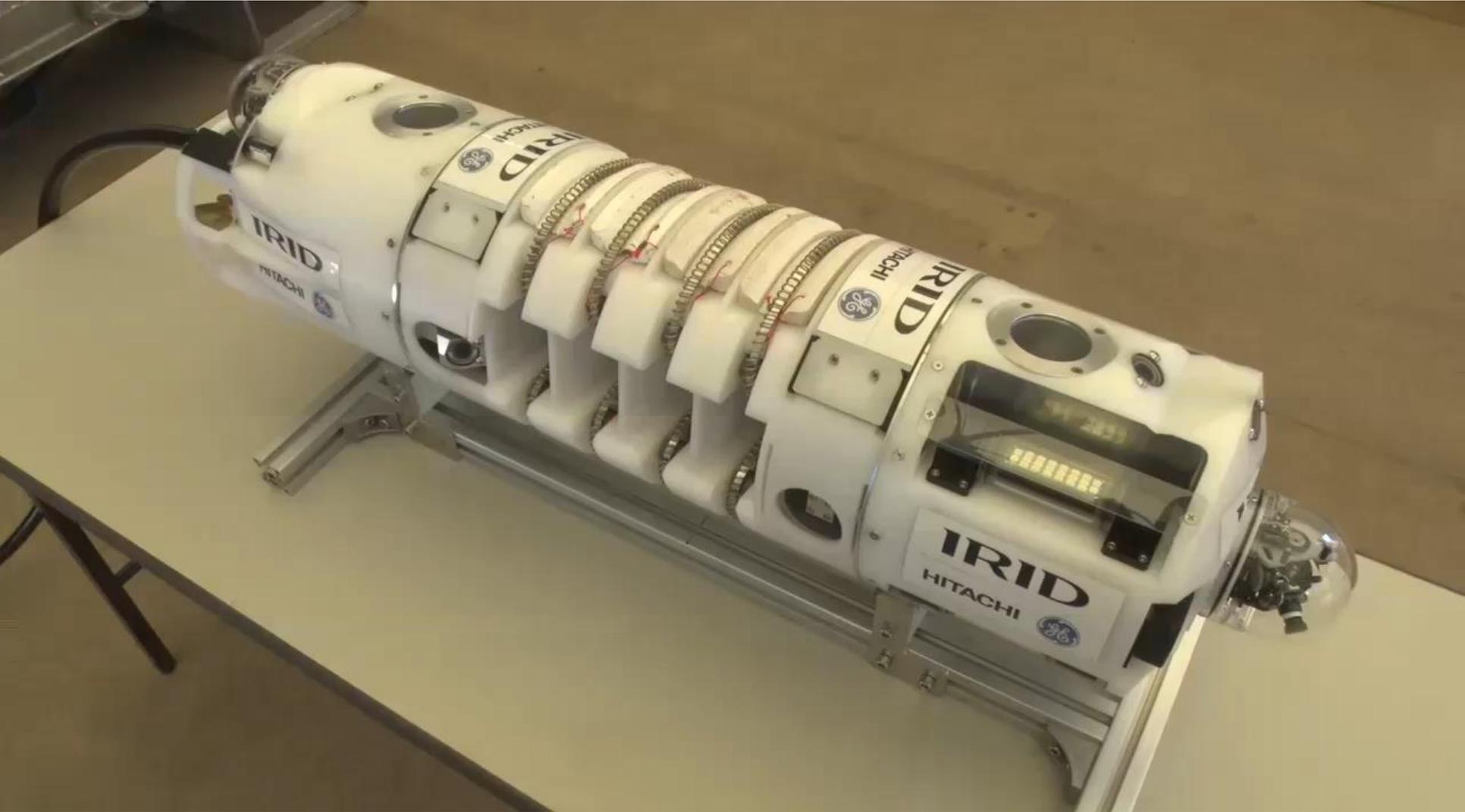
1号機：ボート型アクセス装置(X-2ペネからのPCV内部調査)

■ 潜水機能付ボート型アクセス・調査装置については、機能毎に6種類準備する予定。



※：堆積物の厚さや燃料デブリの有無及び厚さは未知だが、説明のためイメージとして記載

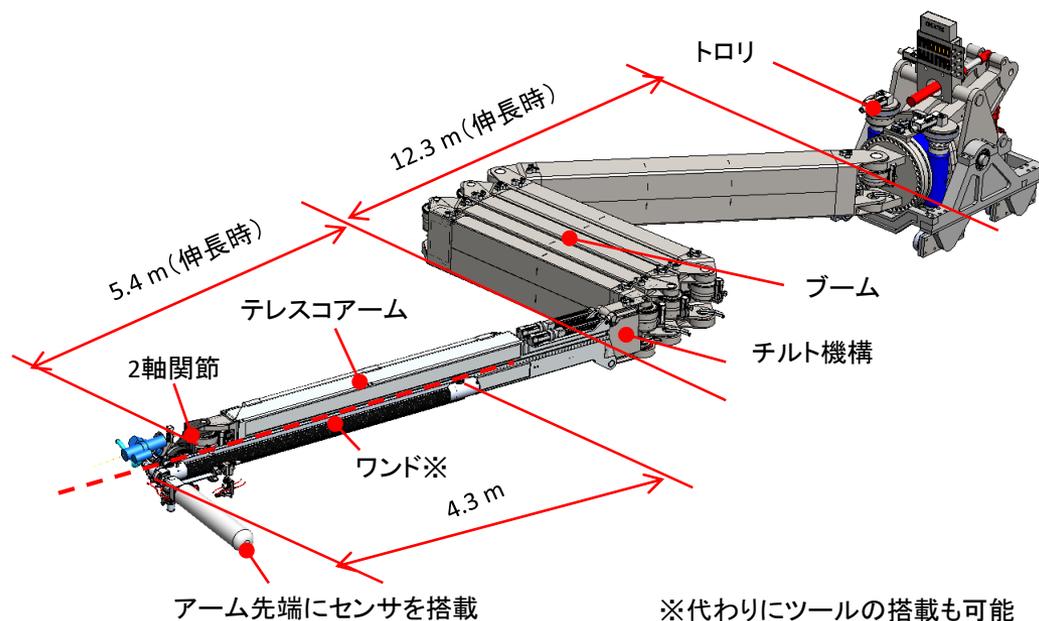
1号機：ボート型アクセス装置



アーム型アクセス装置

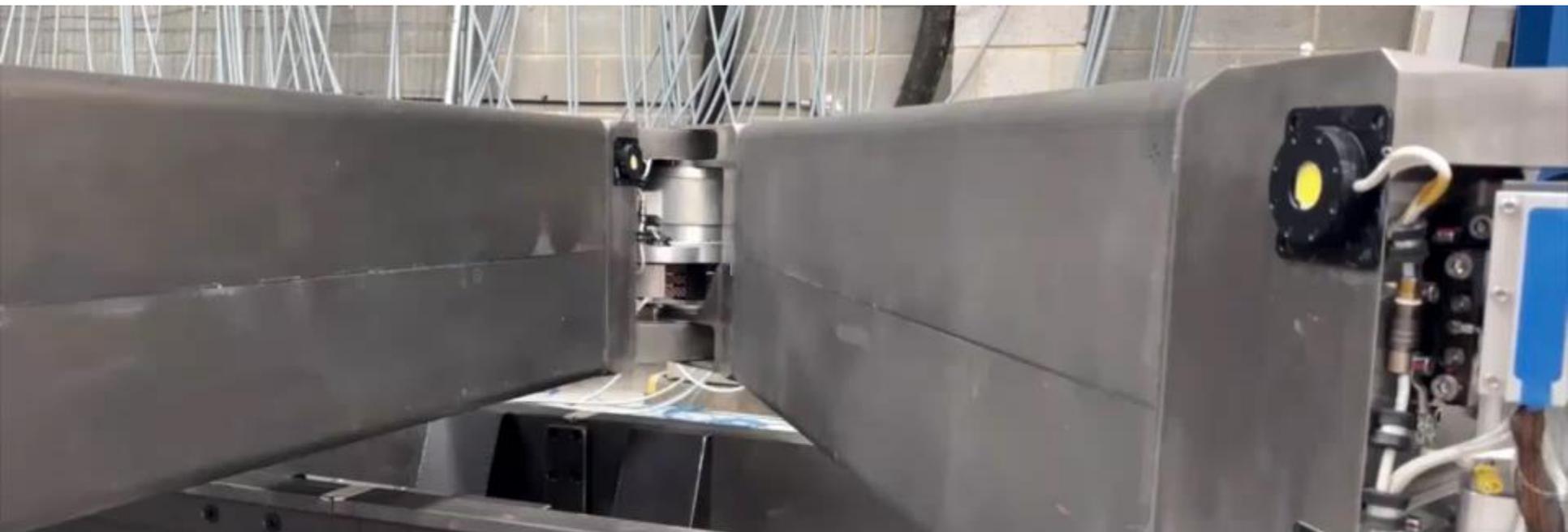
■ 制御棒駆動機構メンテナンス用の格納容器貫通部（X-6ペネ）を通じて広範囲にアクセス可能なアーム型アクセス装置を製作中

- アーム全長約22 m
- 10 kgまでの調査装置を搭載可能



アーム型アクセス装置

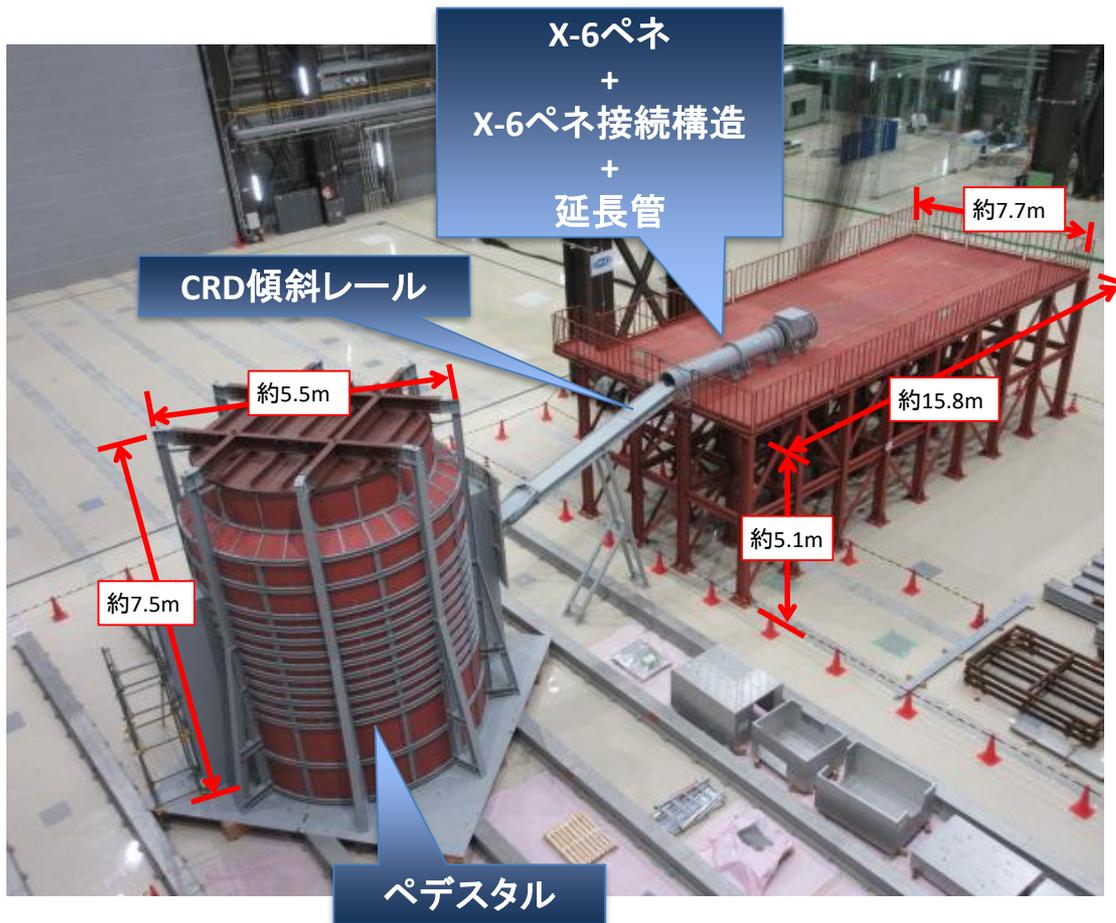
アーム型アクセス装置(動画)



原子炉格納容器内試験的取出し・内部詳細調査技術の開発
燃料デブリへアクセスするロボットアーム等の日英共同開発の状況



モックアップ設備の据付 (JAEA 櫛葉遠隔技術開発センター)



ペDESTアル内部の様子



X-6ペネ (接続構造+延長管接続後) の様子

目 次

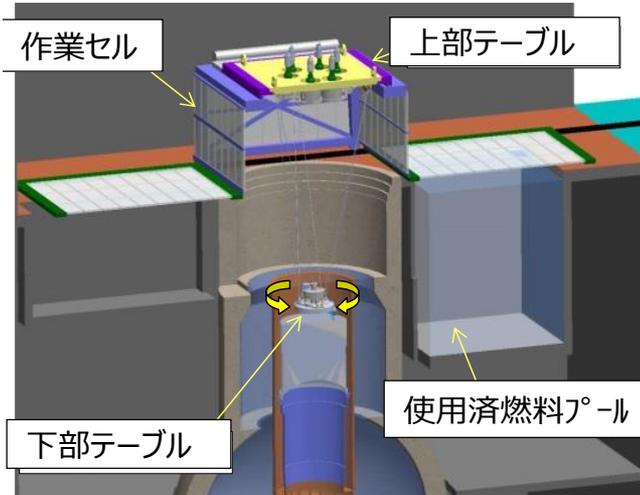
1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
- 3. 燃料デブリ取り出し技術開発**

デブリ取り出し工法

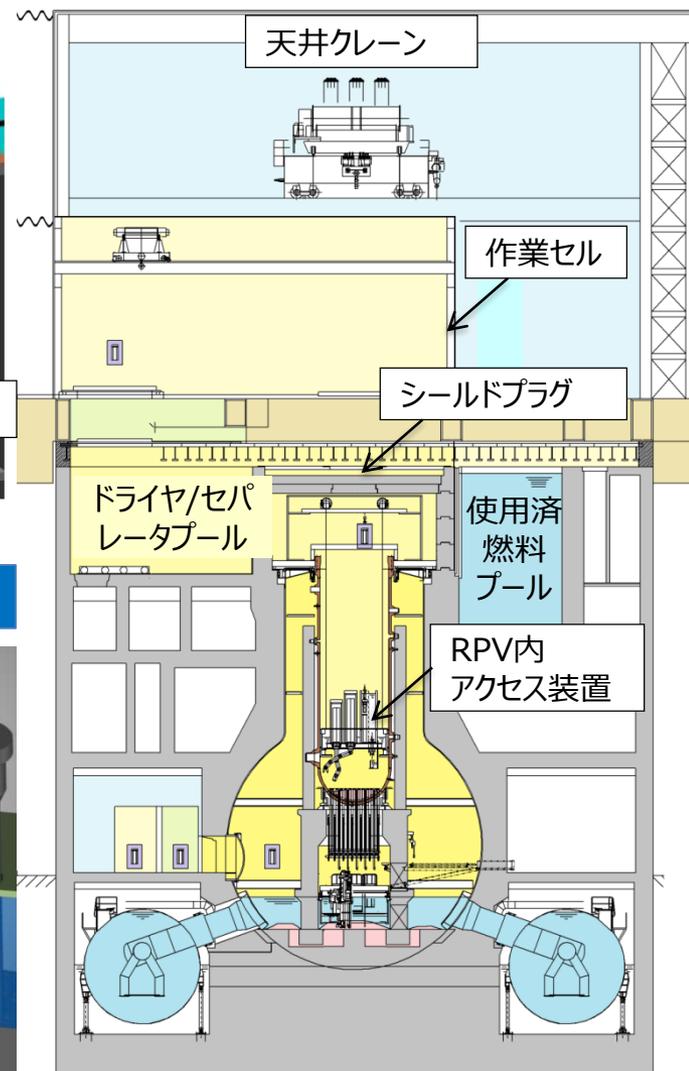
技術的課題

- **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

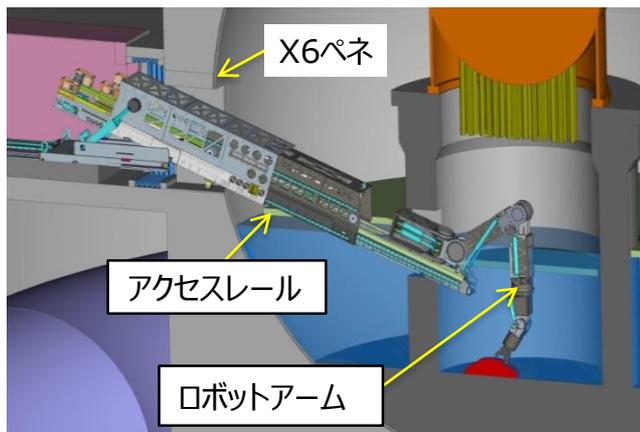
冠水-上アクセス工法（概念）



気中-上アクセス工法（概念）



気中-横アクセス工法（概念）

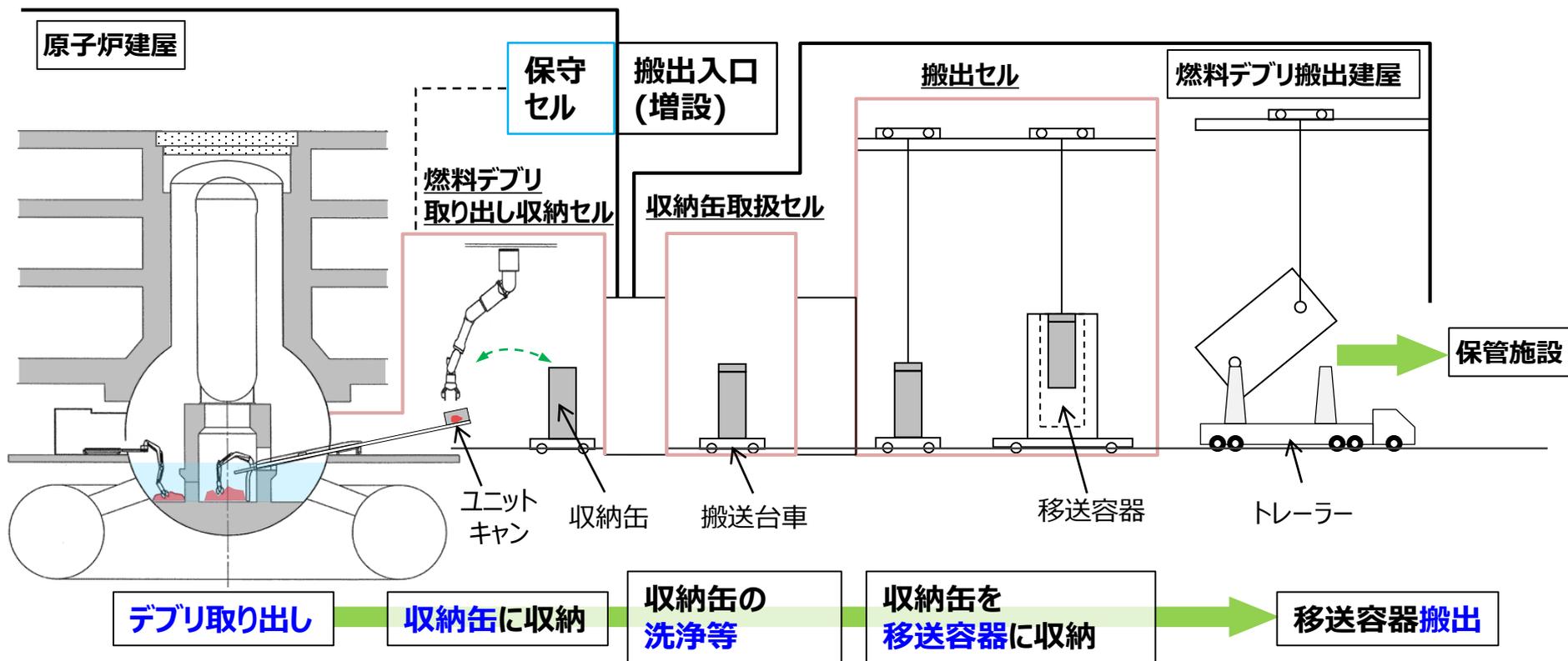


収納・移送・保管技術

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：例）



End of presentation