

# IRIDにおける1F廃炉のための ロボット技術開発

令和6年9月13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

IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

1

## 目 次

1. はじめに
2. 遠隔除染技術開発
3. 原子炉格納容器内部調査技術開発
4. 燃料デブリ取り出し技術開発

# 目 次

1. はじめに
2. 遠隔除染技術開発
3. 原子炉格納容器内部調査技術開発
4. 燃料デブリ取り出し技術開発

3

## 国際廃炉研究開発機構(IRID)概要

### 1. 名称

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)  
(International Research Institute for Nuclear Decommissioning)

### 2. 設立

2013年8月1日

### 3. 組合員 (19法人)

#### 国立研究機関 2

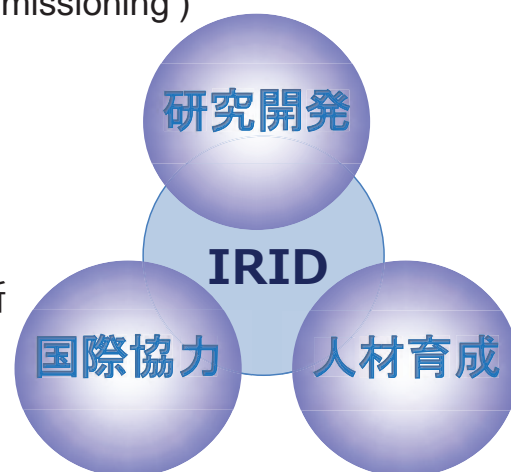
日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所

#### メーカー等 5

東芝ESS, 日立GE, 三菱重工業、アトックス  
東双みらいテクノロジー

#### 電力会社等 12

北海道電力、東北電力、東京電力HD、中部電力、北陸電力  
関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電  
電源開発、日本原燃



4

## 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

## 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

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

### 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

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

PCV漏えい箇所の  
補修・止水及び実規模試験

PCV内水循環技術 実規模試験

### 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

総合的な炉内状況把握の高度化

PCV詳細調査技術

RPV  
内部調査  
技術

PCV詳細調査  
X-6パネ  
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

5

# 目次

1. はじめに

2. 遠隔除染技術開発

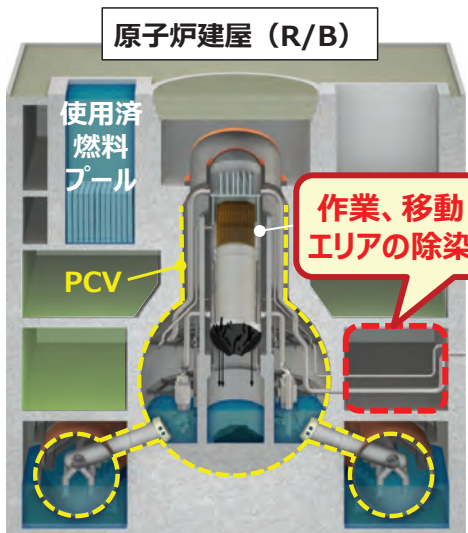
3. 原子炉格納容器内部調査技術開発

4. 燃料デブリ取り出し技術開発

# 遠隔除染技術

## 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。



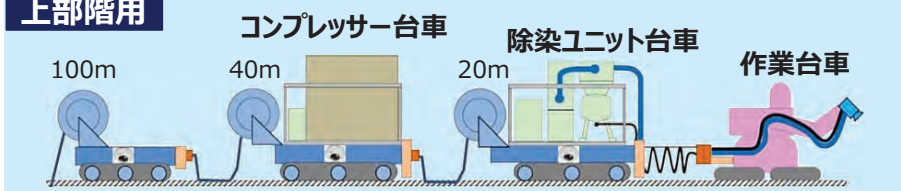
## 低所(床, 下部壁面)用



## 高所用



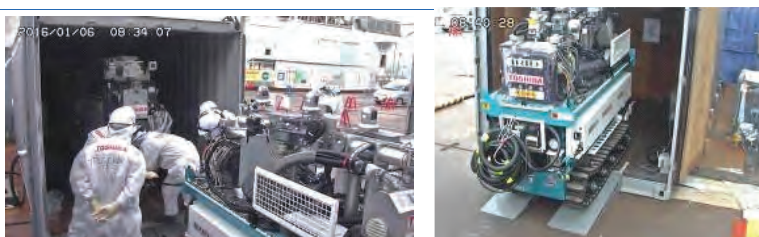
## 上部階用



# 遠隔除染技術

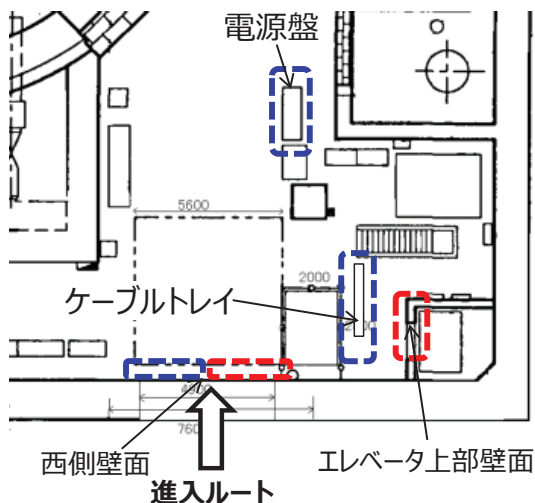
## 現場への適用 (3号機)

2016年1月~2016年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。



コンテナから搬出する場面

☐ : 吸引    ☐ : ドライアイス



3号機R/B内への進入風景



# 目次

## 1. はじめに

## 2. 遠隔除染技術開発

## 3. 原子炉格納容器内部調査技術開発

## 4. 燃料デブリ取り出し技術開発

9

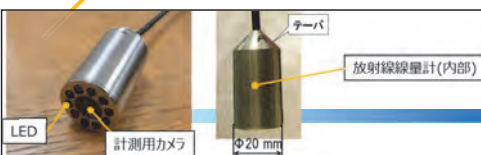
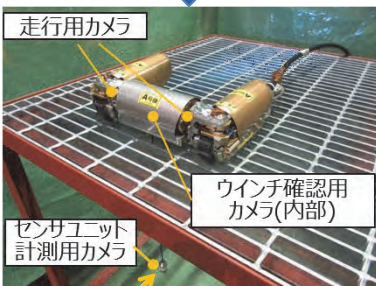
### 原子炉格納容器内部のロボット等による調査

#### ペDESTル外側の調査（1号機）

##### ○形状変化型ロボット（B2調査）



変形

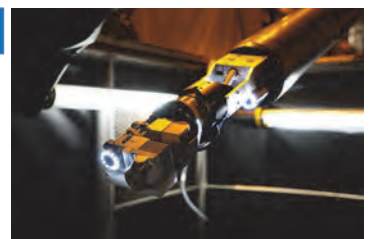


#### ペDESTル内側の調査（2号機）

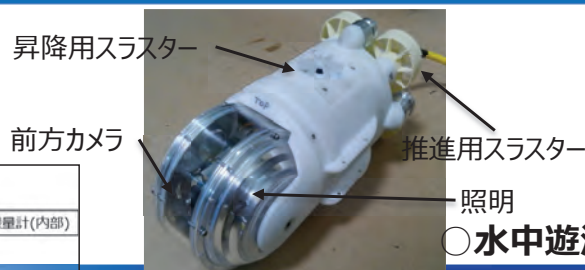
##### ○クローラ型遠隔調査ロボット（A2調査）



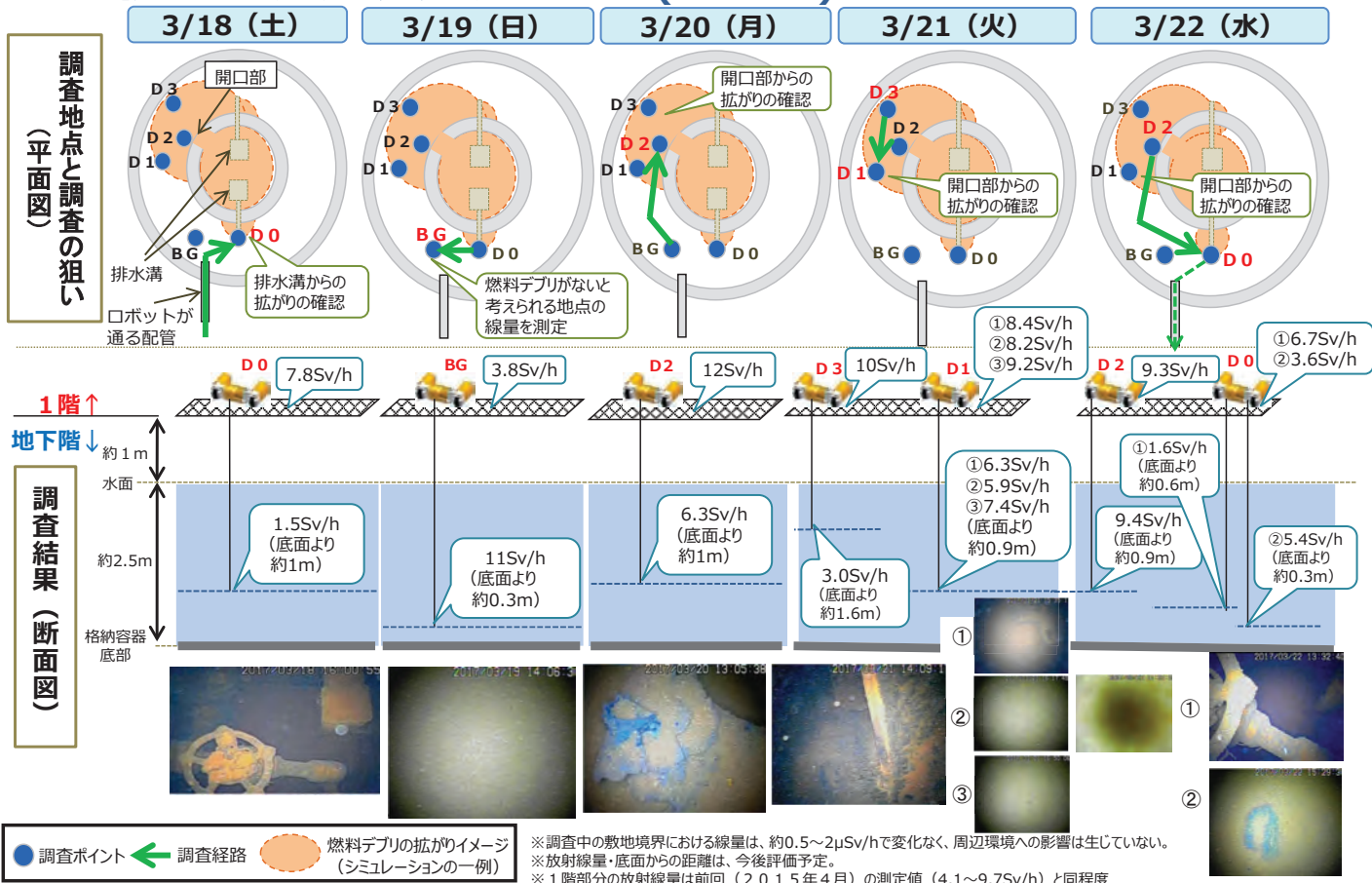
##### ○釣りざお型調査装置（A2'調査）



#### ペDESTル内側の調査（3号機）



# 1号機 ペDESTAL外調査(2017.3)



IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

# 2号機 ペDESTAL内上部調査(A2調査 2017.1~2)

**【調査方法】**

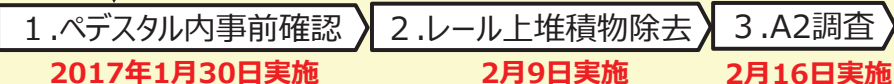
- カメラによる撮影

**【実施時期】**

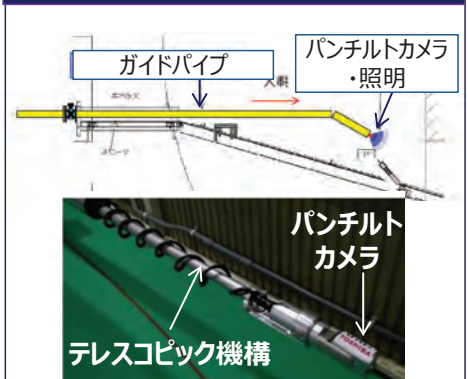
- 2017年1~2月

ペネ内事前確認

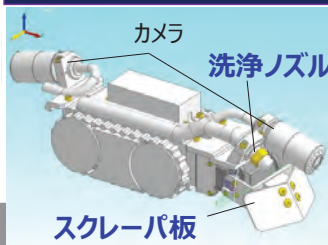
調査手順



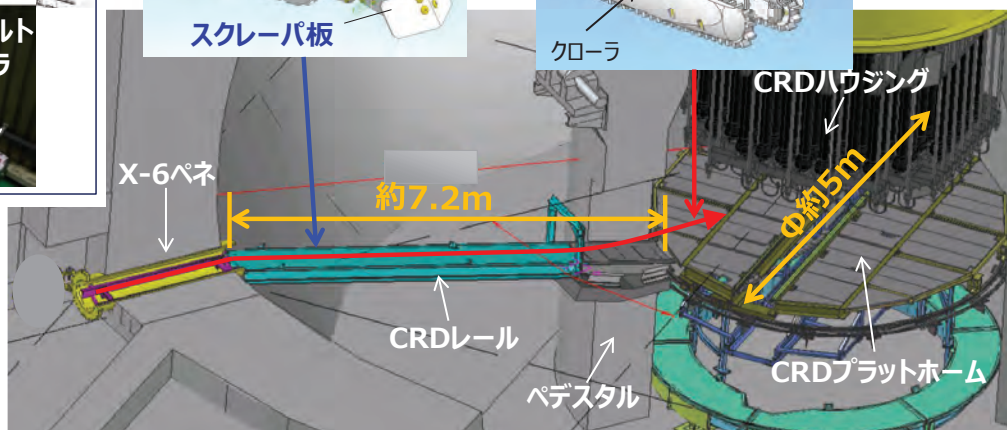
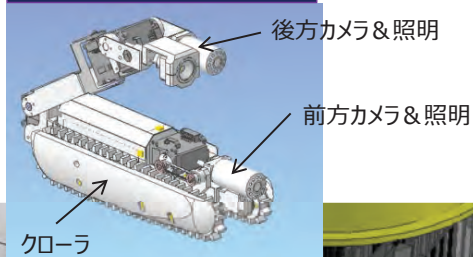
**1. 事前確認装置**



**2. 堆積物除去装置**



**3. A2調査装置**



IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning



## 2号機 ペDESTAL内上部調査(A2調査 2017.1~2)

### ペDESTAL内 上部 (画像処理後)

VIEWING ANGLE : 90

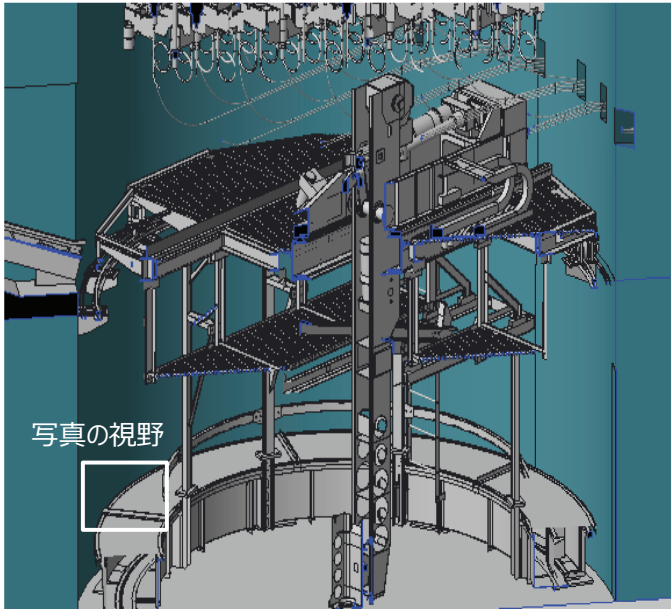
ImageList:

ImageIndex:



13

## 2号機 ペDESTAL内下部調査(A2'調査 2018.1)



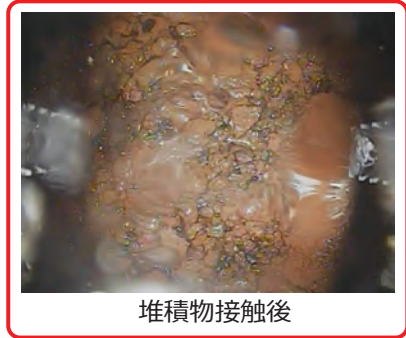
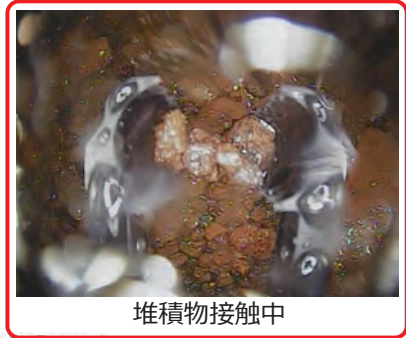
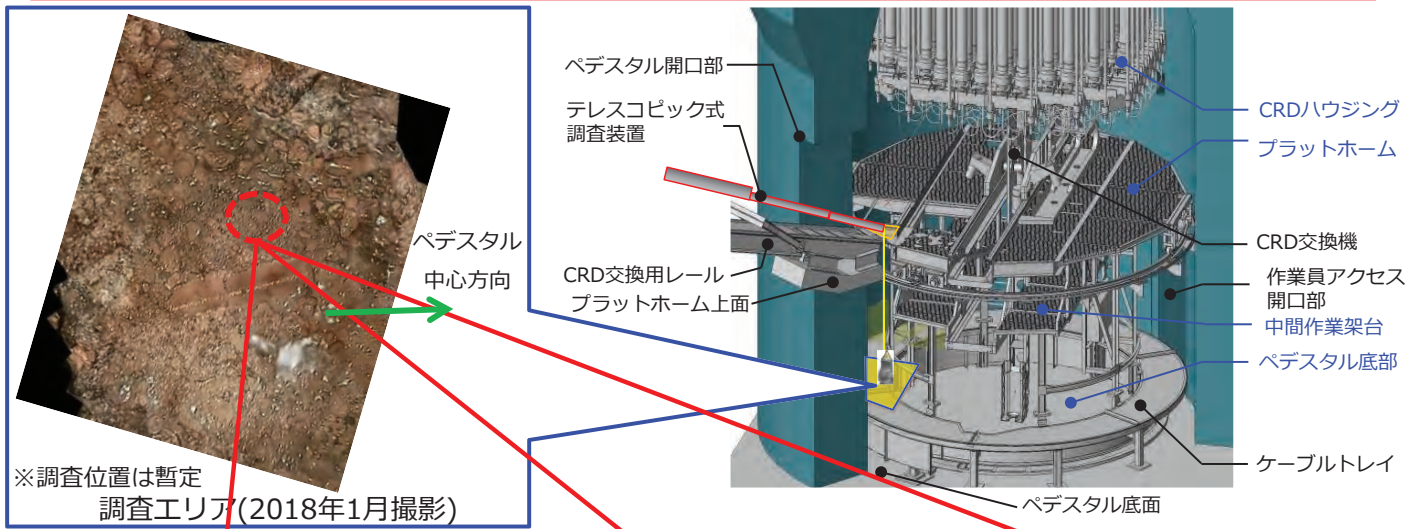
2号機格納容器内底部  
(鳥瞰イメージ)

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



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社 出典:東電HD HP 15

# 3号機格納容器内調査 水中ROV

| 項目    | 仕様                     |
|-------|------------------------|
| 外形寸法  | 外径：φ125mm<br>全長：約300mm |
| 重量    | 約2000g (気中)            |
| 耐放射線性 | 200Gy                  |



# 3号機 格納容器内調査結果

## 2. 調査結果

### 2.3. ペDESTAL内下部

IRID  
TEPCO

作業員アクセス開口部  
プラットフォーム  
フレーム  
撮影エリアC5<カメラ向き:下方>  
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°  
180°  
270°  
0°  
撮影エリアC1  
<カメラ向き:下方>  
堆積物(小石状)  
堆積物(砂状)  
落下物  
グレーチング  
塊状の堆積物  
塊状の堆積物  
塊状の堆積物  
撮影エリアC2  
<カメラ向き:水平>  
撮影エリアC3  
<カメラ向き:上方>  
撮影エリアC4  
<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

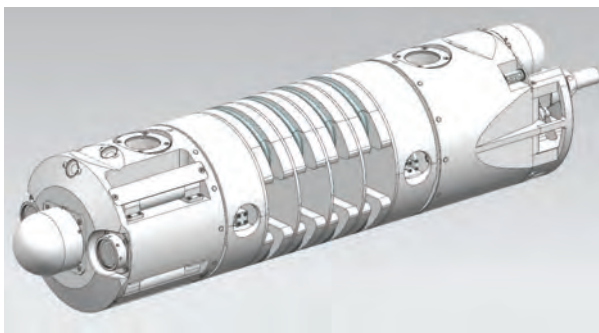
■砂状、小石状や塊状の堆積物を確認  
■作業員アクセス開口部は視認できなかった(近傍に堆積物を確認)

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

## ボート型アクセス装置

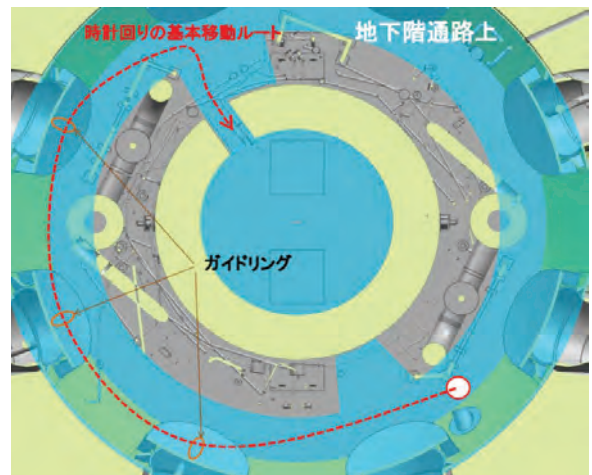
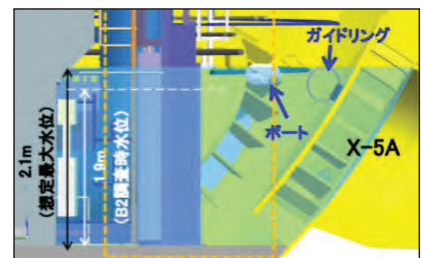
- 格納容器内の水の上を航行して、広範囲に移動可能なボート型アクセス装置を製作



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

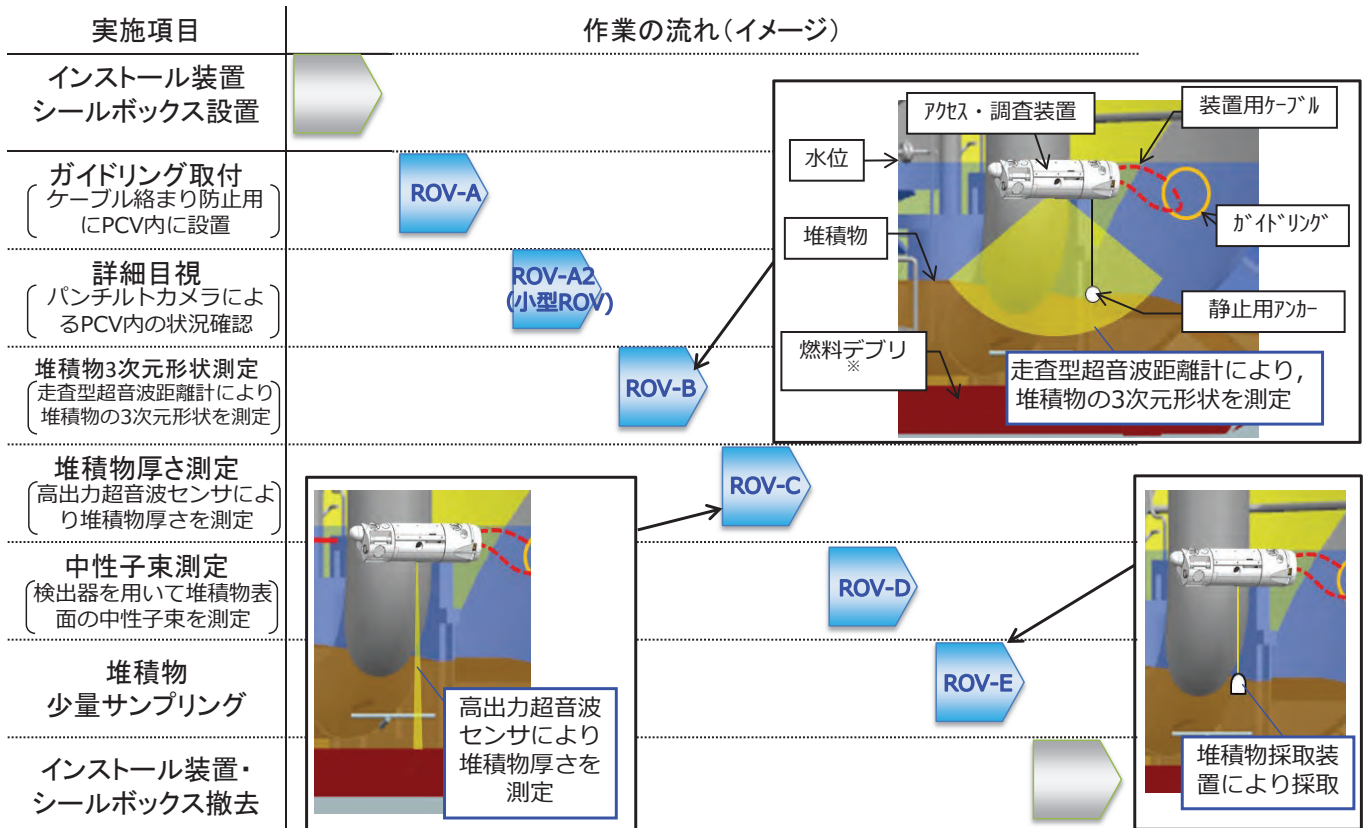
ボート型アクセス装置外観



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



※：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

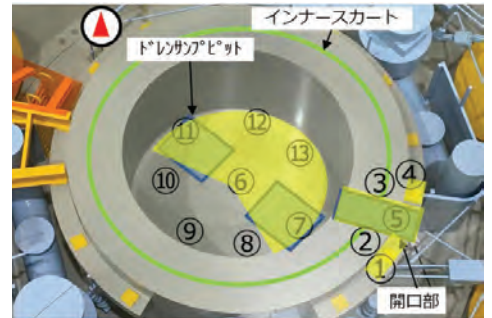
IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

「2023年4月14日\_特定原子力施設監視・評価検討会(第107回)」資料

IRID  
TEPCO

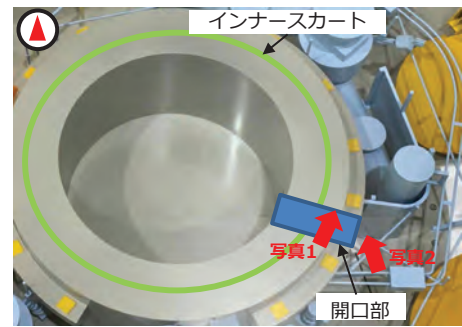
## 【参考】ペDESTAL開口部から撮影した映像のパノラマ画像





【参考】ペDESTAL開口部右側のコンクリート残存(1/2)

- ペDESTAL外部から見えているコンクリート残存の可能性の高い部分（事故前に設置されたボルトの締結状態が確認できる。）について、2023/3の調査にて、ペDESTAL壁内部でも対応する部分を確認した
- ペDESTALの外壁開口部右側におけるコンクリートの消失は限定的と考えられる
- 確認された外側の鉄筋は、開口部右7本、左11本。耐震評価においては、開口部とあわせ、角度にして64°に相当するとして設定



ROVフレームの映り込み



写真1. ペDESTAL開口部内から見えているコンクリート残存部

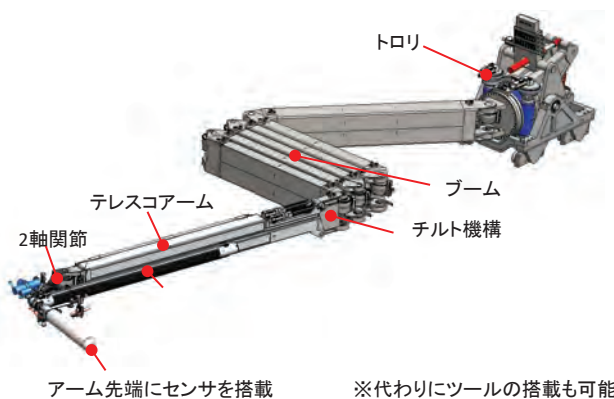


写真2. ペDESTAL外部から見えているコンクリート残存部

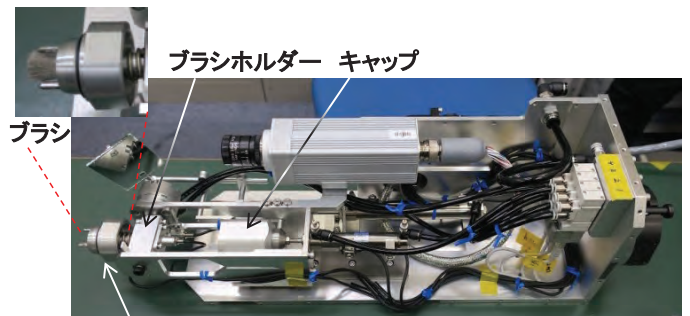
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

燃料デブリ 試験的取り出し

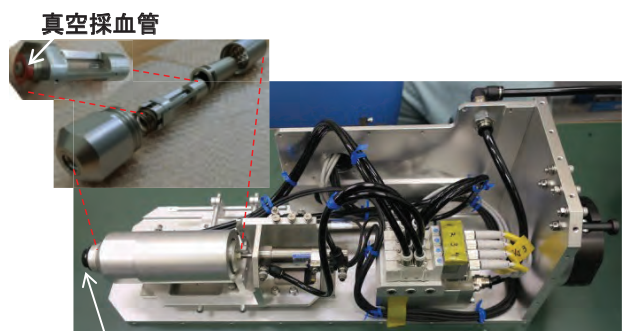
アーム型アクセス装置先端に極細線金ブラシ方式回収装置等を装着



アーム型アクセス装置



極細線金ブラシ方式回収装置



真空容器方式回収装置

## アーム型アクセス装置 (ビデオ)

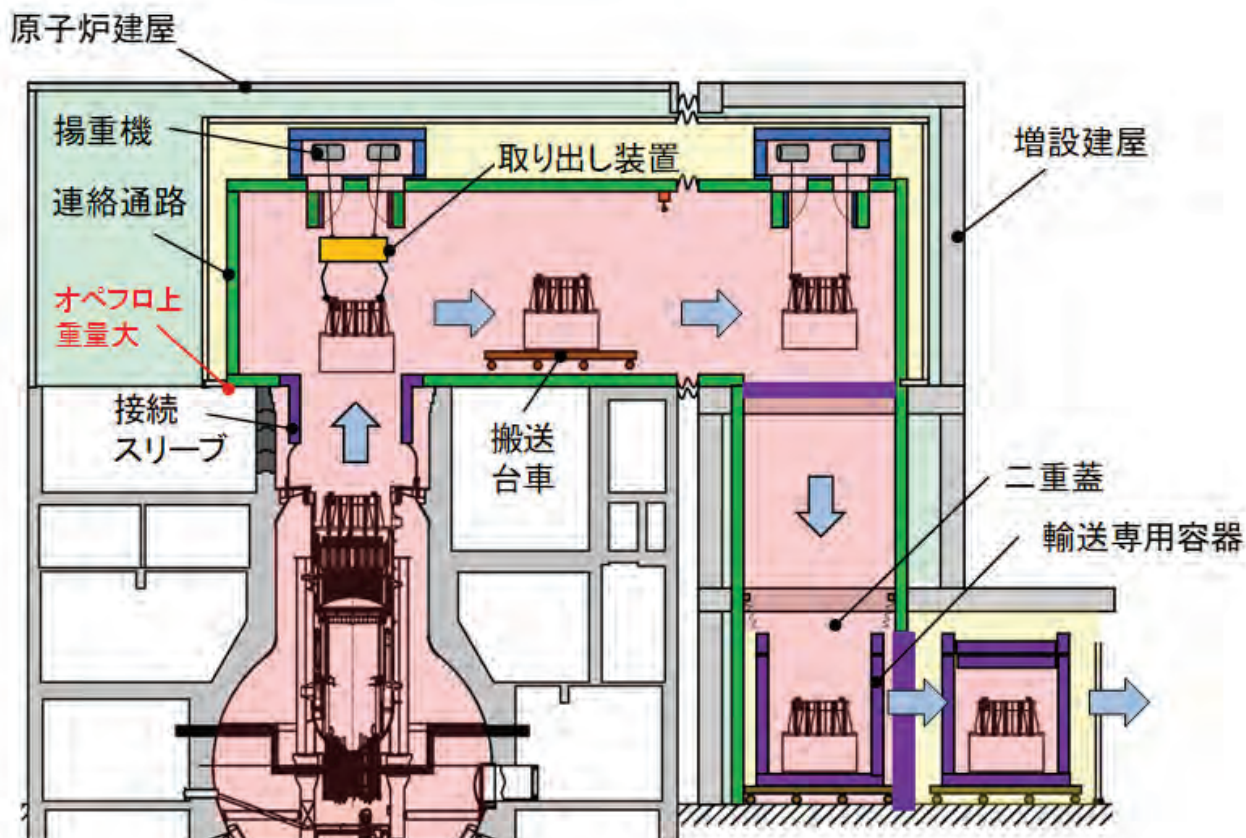


## 目次

1. はじめに
2. 遠隔除染技術開発
3. 原子炉格納容器内部調査技術開発
4. 燃料デブリ取り出し技術開発



## 【上アクセス工法の例】：構造物一体撤去・搬出工法

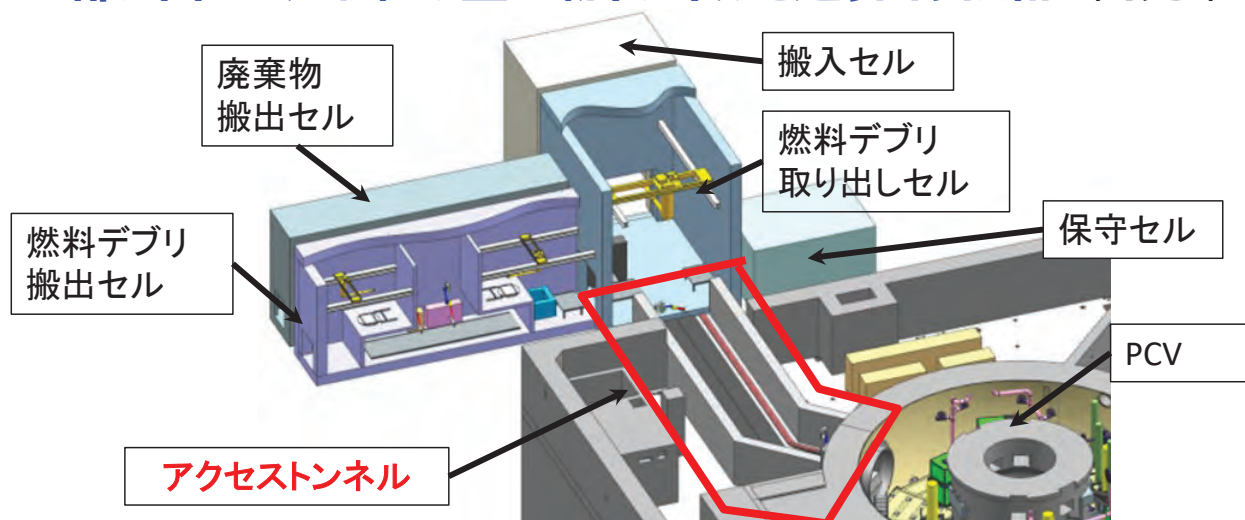


IRID

25

## 【横アクセス工法】トンネル施工技術

- アクセストンネル工法では、**重量物のトンネル（約800トン）**を原子炉建屋外から**精密な位置制御で送り出し、格納容器へ接続**させる必要有
- 橋梁等の工事で実績がある重量物送り出し工法を応用し、**狹隘部に曲がった形状の重量物トンネルを送り出す技術**を開発中



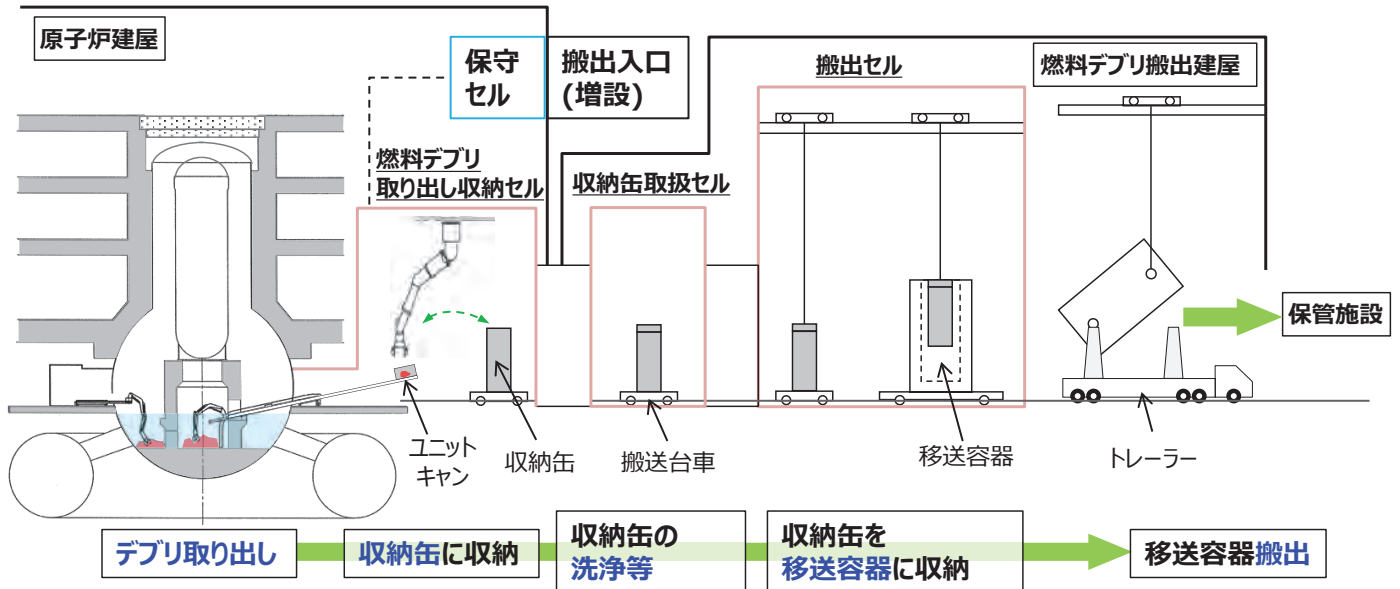
アクセストンネル工法の配置イメージ

# 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）



IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

## デブリ取り出し時の重要項目

1. 閉じ込め  
デブリの切削、はつり等を行う際に発生するダストを環境に放出しない。
2. 作業員被ばくの低減  
作業時の作業員被ばくの低減を目指す。
3. 臨界防止  
デブリ取り出しに伴う形状変化により臨界となるリスク回避。
4. 火災・爆発（不活性化）  
デブリの切削、はつり等を行う際に発火、水素爆発防止。
5. 冷却  
事故後時間が経過しており、崩壊熱は減少しているが、一定の冷却は必要。

IRID



---

**ご清聴ありがとうございました。**