

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	廃炉中長期実行プラン2021 目標工程	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月以降			備考
					19	20	27	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	1	8	15	22	
燃料デブリ取り出し準備	原子炉建屋内の環境改善	原子炉建屋内の環境改善	1号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業	建屋内環境改善 2階線量低減に向けた準備作業 <b>最新工機反映</b>																				建屋内環境改善 ・2階線量低減の準備作業'20/7/20~ 他工事との工程調整のため作業中断中。'22/2/23~			
			2号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定)	現場作業	建屋内環境改善 R/B1階西側通路MCC盤撤去 <b>実績反映</b>																					建屋内環境改善 ・R/B大物出入口2階高へい設置 '21/11/29~'22/1/10 ・R/B1階西側通路MCC盤撤去 '22/1/11~'22/2/25		
			3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業	建屋内環境改善 北側エリア仮設置へい設置 <b>実績反映</b>																						建屋内環境改善 ・北側エリア機器撤去'20/12/14~'21/3/22 R/B1階北側エリアの線量となっている制御室の撤去。 ・北側エリア機器撤去および除染 '21/7/12~'22/1/10 ・北側エリア仮設置へい設置'22/1/11~'22/3/22 ・北側エリア機器撤去 '22/4月開始予定	
			1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																								
			2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																								
			3号	(実績) ○原子炉格納容器水位低下(継続) (予定) ○原子炉格納容器水位低下(継続)	現場作業	原子炉格納容器水位低下 取水設備設置																							・3号機原子炉格納容器内取水設備設置に係る実施計画 変更申請('21/2/1) 一補正申請('21/7/14) 一部可('21/7/27) ・取水設備設置'21/10/1~'22/3月予定
	燃料デブリの取り出し	燃料デブリの取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	検討・設計	【研究開発】PCV内部詳細調査技術の開発 PCVベデスタル内(CRD下部、プラットフォーム上、ベデスタル地下階)調査技術の開発 PCVベデスタル外(ベデスタル地下階、作業員アクセス口)調査技術の開発 【研究開発】RPV内部調査技術の開発 穴あけ技術・調査技術の開発 試験的取り出し技術の開発 燃料デブリ取出設備 概念検討																					(継続実施) (継続実施) (継続実施) (継続実施) (継続実施)		
			1号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続)	現場作業	PCV内部調査 1/2号機SGTS配管撤去																					OPC内部調査 PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) 一補正申請('19/1/18)一部可('19/3/1) 【主要工程】 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'19/4/8~ '21/10/14 ・PCV内部調査'21/11/5~ ・ROV-Aガイドリング取付'22/2/8~'22/2/10 O1/2号機SGTS配管撤去 1/2号機SGTS配管撤去(その1)に係る実施計画変更 申請('21/3/12)一部可('21/8/26) 【主要工程】 ・1/2号機SGTS配管切断ダスト飛散対策(ウレタン 注入)'21/9/8~'21/9/26 ・1/2号機SGTS配管切断開始 開始時期調整中		
			2号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	現場作業	PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業																					(2022年内完了予定) ・1号機PCV内作業時のダスト飛散事象を踏まえて、2 号機においてもダスト低減対策を検討中。2号機PCV内 部調査は2022年内開始を目指す試験的取り出しと合わ せて実施することで検討中。 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'20/10/20~ ・X-6ベネ内埋構物調査(接触調査)'20/10/28、3D スキャン調査'20/10/30 ・常設監視計器取外し'20/11/10~ ・X-53ベネ調査'21/6/29 ・X-53ベネ孔径拡大作業'21/9/13~'21/10/14 ・隔壁部設置作業'21/11/15~		
			3号	(実績) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続) (予定) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続)	現場作業	3号機南側地上ガレキ撤去																							
			1号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続)	現場作業	PCV内部調査 1/2号機SGTS配管撤去																						(2022年6月完了予定) OPC内部調査 PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) 一補正申請('19/1/18)一部可('19/3/1) 【主要工程】 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'19/4/8~ '21/10/14 ・PCV内部調査'21/11/5~ ・ROV-Aガイドリング取付'22/2/8~'22/2/10 O1/2号機SGTS配管撤去 1/2号機SGTS配管撤去(その1)に係る実施計画変更 申請('21/3/12)一部可('21/8/26) 【主要工程】 ・1/2号機SGTS配管切断ダスト飛散対策(ウレタン 注入)'21/9/8~'21/9/26 ・1/2号機SGTS配管切断開始 開始時期調整中	
			2号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	現場作業	PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業																						(2022年内完了予定) ・1号機PCV内作業時のダスト飛散事象を踏まえて、2 号機においてもダスト低減対策を検討中。2号機PCV内 部調査は2022年内開始を目指す試験的取り出しと合わ せて実施することで検討中。 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'20/10/20~ ・X-6ベネ内埋構物調査(接触調査)'20/10/28、3D スキャン調査'20/10/30 ・常設監視計器取外し'20/11/10~ ・X-53ベネ調査'21/6/29 ・X-53ベネ孔径拡大作業'21/9/13~'21/10/14 ・隔壁部設置作業'21/11/15~	





# 1号機 PCV内部調査の状況について

2022年3月31日

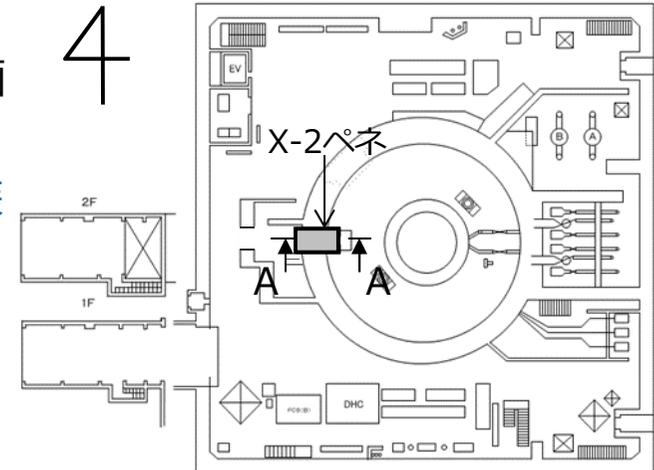
**IRID** **TEPCO**

---

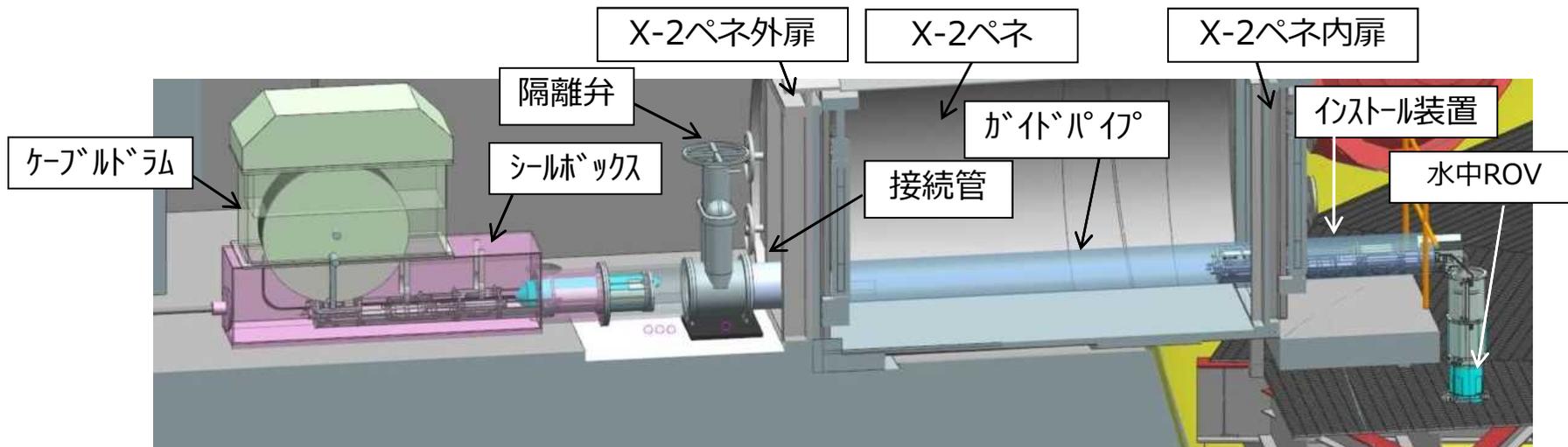
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構  
東京電力ホールディングス株式会社

# 1. PCV内部調査の概要

- 1号機原子炉格納容器（以下、PCV）内部調査は、X-2ペネトレーション（以下、X-2ペネ）からPCV内に投入する計画
- PCV内部調査に用いる調査装置（以下、水中ROV）はPCV内の水中を遊泳する際の事前対策用と調査用の全6種類の装置を開発
- 各水中ROVの用途
  - ① ROV-A 事前対策となるガイドリング取付
  - ② ROV-A2 ペDESTAL内外の詳細目視
  - ③ ROV-C 堆積物厚さ測定
  - ④ ROV-D 堆積物デブリ検知
  - ⑤ ROV-E 堆積物サンプリング
  - ⑥ ROV-B 堆積物3Dマッピング



1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置



内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

## 2. PCV内部調査の状況

- 2月8日から10日にかけてROV-Aによるガイドリング4個所の取付を完了
- 3月14日からROV-A2によるペDESTAL外周の詳細目視調査を開始
- 3月16日まで調査を継続していたが、福島県沖を震源とする地震影響と考えられるPCV水位の低下が確認されたことから、調査を一時中断
- 3月23日以降、原子炉注水流量の変更操作を継続して実施し、調査に必要な水位確保を目指したが、3月29日時点において水中ROVのカメラに映像不良（浸水によるものと推定）を確認したことから調査を中断
- 現在、代替のROV-A2の投入や、浸水箇所の調査を含めた今後の対応について検討中



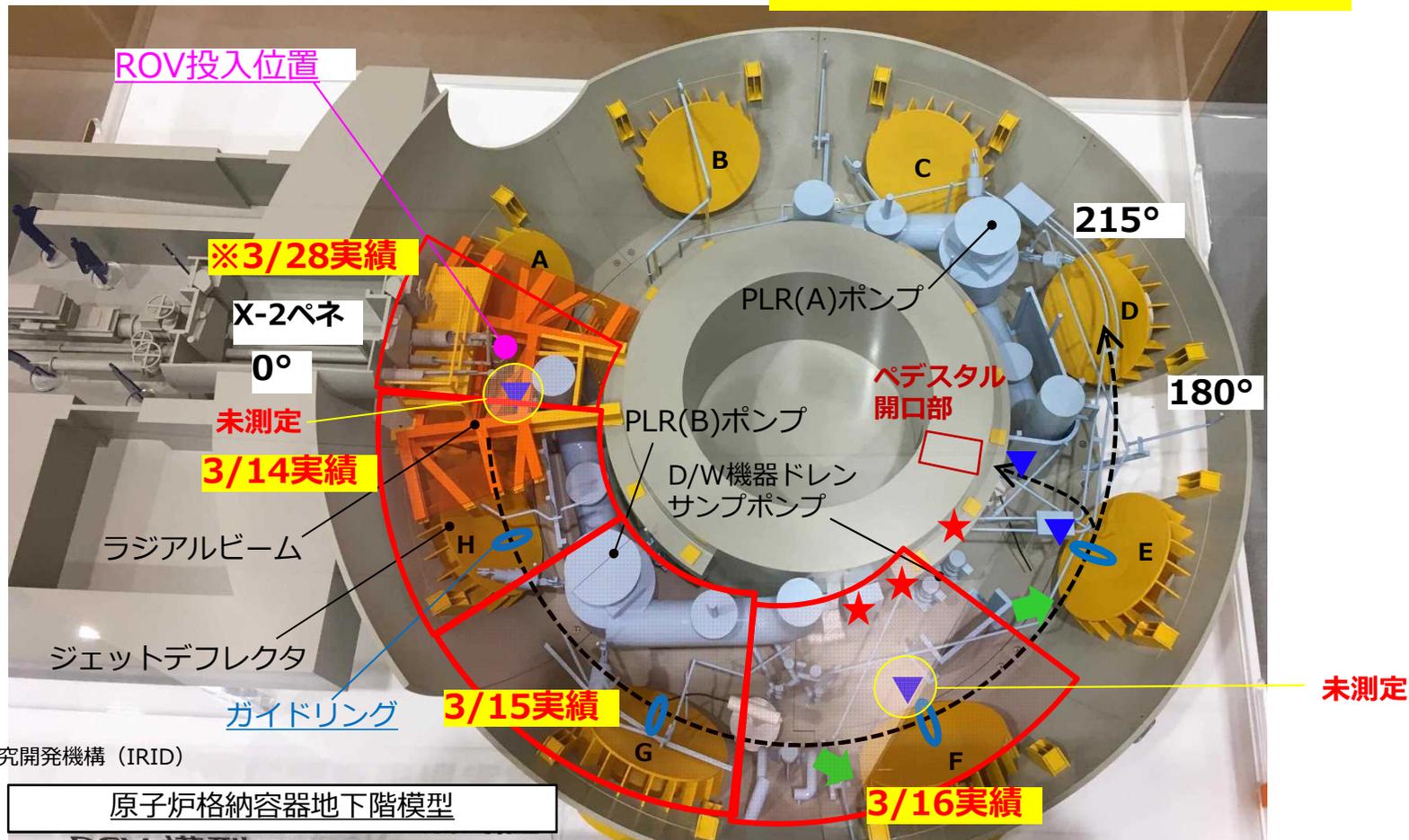
### 3. ROV-A2調査概要と調査実績

- 調査範囲はPCV地下階の0°から215°（ペDESTアル開口部含む）とし、カメラによる目視調査を計画

＜主な調査箇所＞

- 既設構造物の状態確認及び堆積物の広がり状況・高さ・傾斜確認
- ペDESTアル開口部付近の状況及び開口部近傍のコンクリート壁状況（★箇所）
- ジェットデフレクター付近の堆積物状況（↓箇所）
- 堆積物上の中性子束測定（▼箇所）

※3/28は調査可能な範囲について調査を実施



資料提供：  
国際廃炉研究開発機構（IRID）

原子炉格納容器地下階模型

## 4. 調査実績 3/14調査分① 既設構造物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

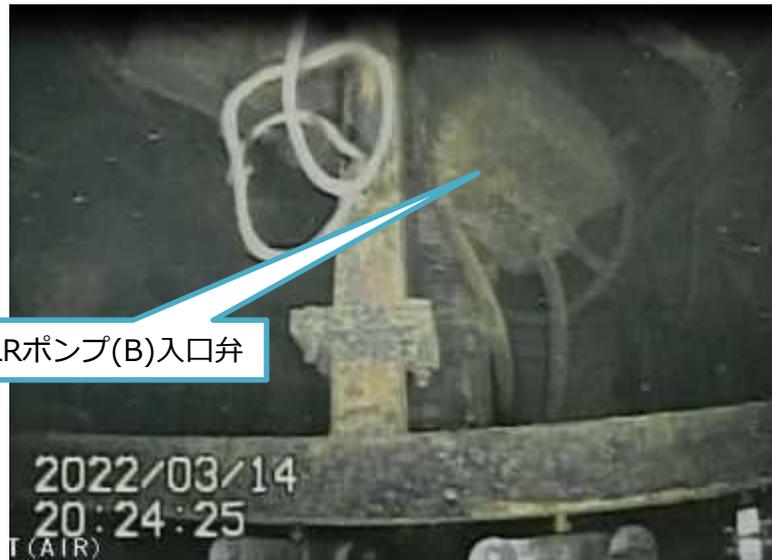


写真1. PLRポンプ(B)入口弁付近の状況

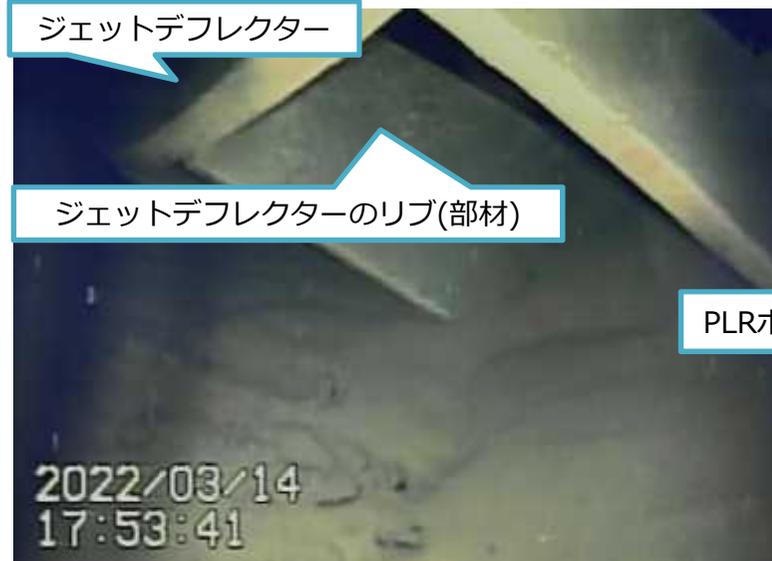
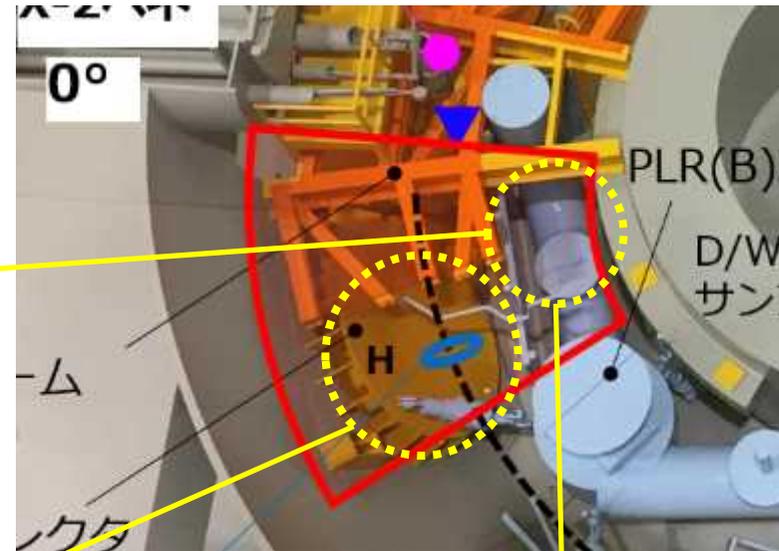


写真2. ジェットデフレクター(H)底部付近の状況



写真3. PLRポンプ(B)入口弁付近の状況

## 4. 調査実績\_3/14調査分② ジェットデフレクタ (H) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(H)裏側の状況①

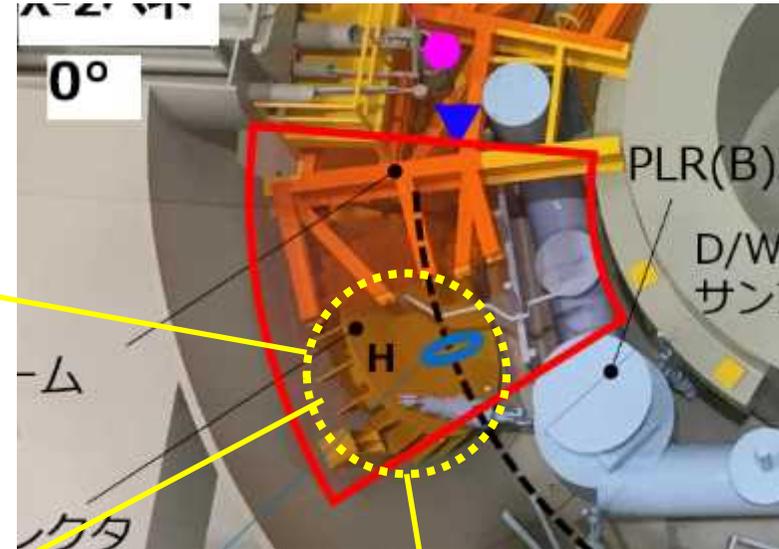


写真2.ジェットデフレクター(H)裏側の状況②



写真3.ジェットデフレクター(H)裏側の状況③

## 4. 調査実績\_3/15調査分① ジェットデフレクター (G) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(G)俯瞰

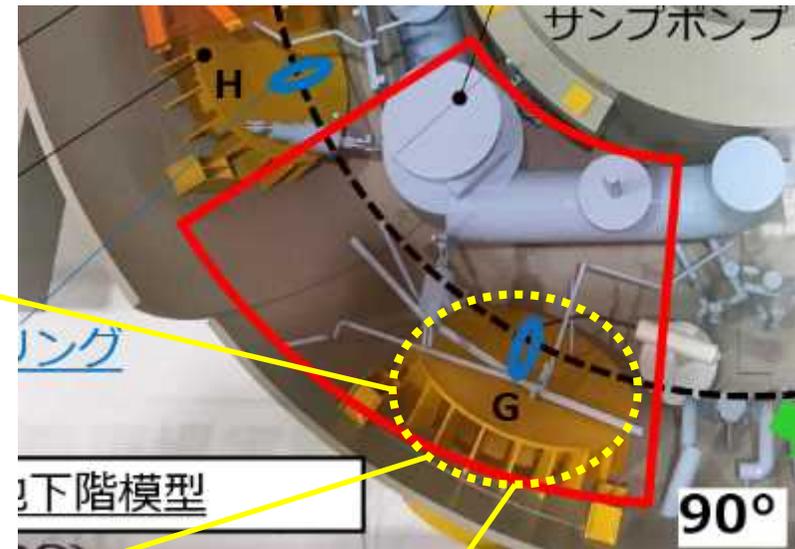


写真2.ジェットデフレクター(G)付近の状況



写真3.ジェットデフレクター(G)裏側の状況

## 4. 調査実績\_3/15調査分② 既設構造物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）



写真1. PLRポンプ(B)出口弁付近の状況

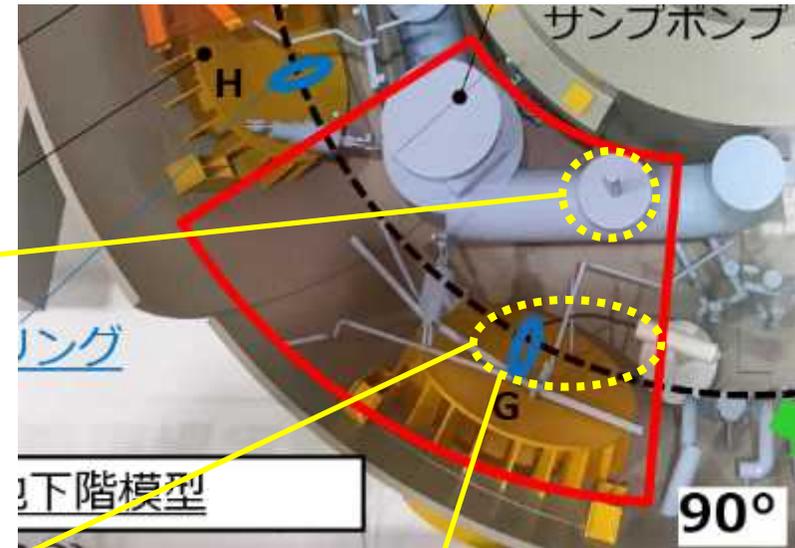


写真2. ジェットデフレクター(G)底部付近の状況①



写真3. ジェットデフレクター(G)底部付近の状況②

# 4. 調査実績\_3/16調査分① ジェットデフレクター (F) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(F)俯瞰

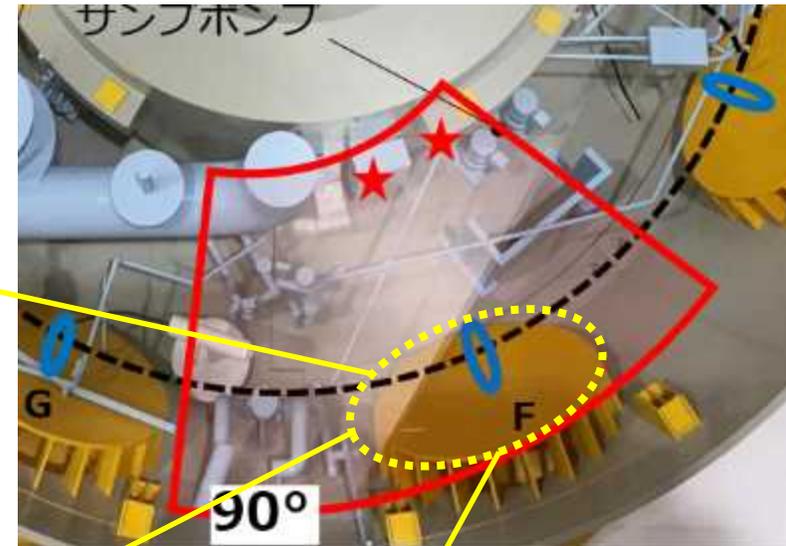


写真2.ジェットデフレクター(F)裏側の状況①



写真3.ジェットデフレクター(F)裏側の状況②

## 4. 調査実績\_3/16調査分② ペDESTAL基部, 底部堆積物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ペDESTAL基礎部付近の状況①

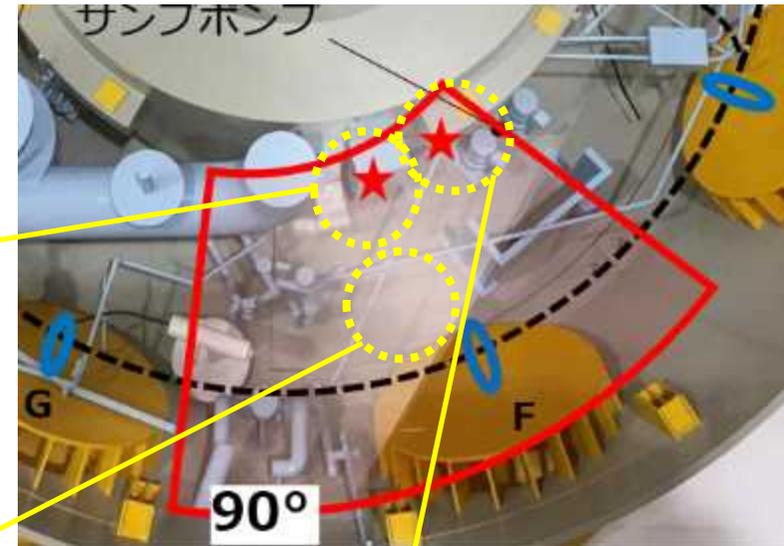


写真2.ジェットデフレクター(F)付近の状況



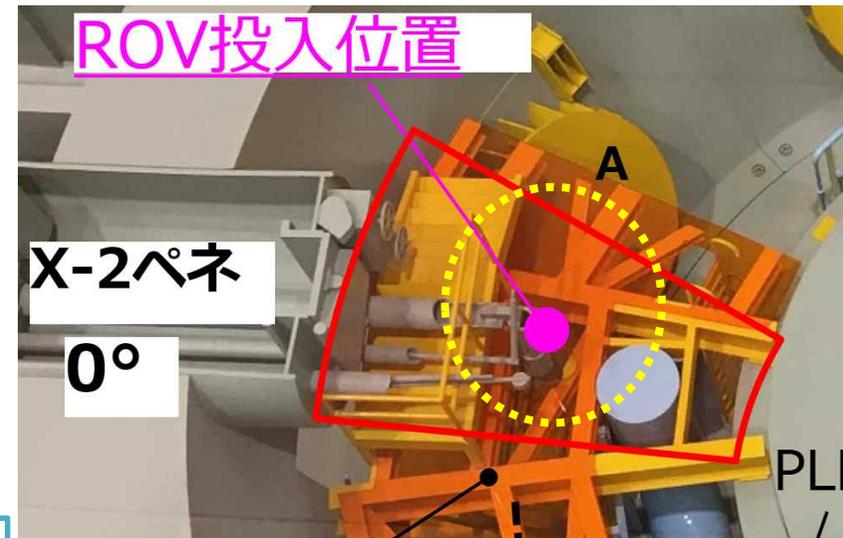
写真3.ペDESTAL基礎部付近の状況②

# 4. 調査実績\_3/28調査分① ジェットデフレクター (A) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(A)俯瞰



ジェットデフレクターの裏面



写真2.ジェットデフレクター(A)付近の状況



写真3.ジェットデフレクター(A)裏側の状況

## 4. 調査実績\_3/28調査分② 既設構造物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

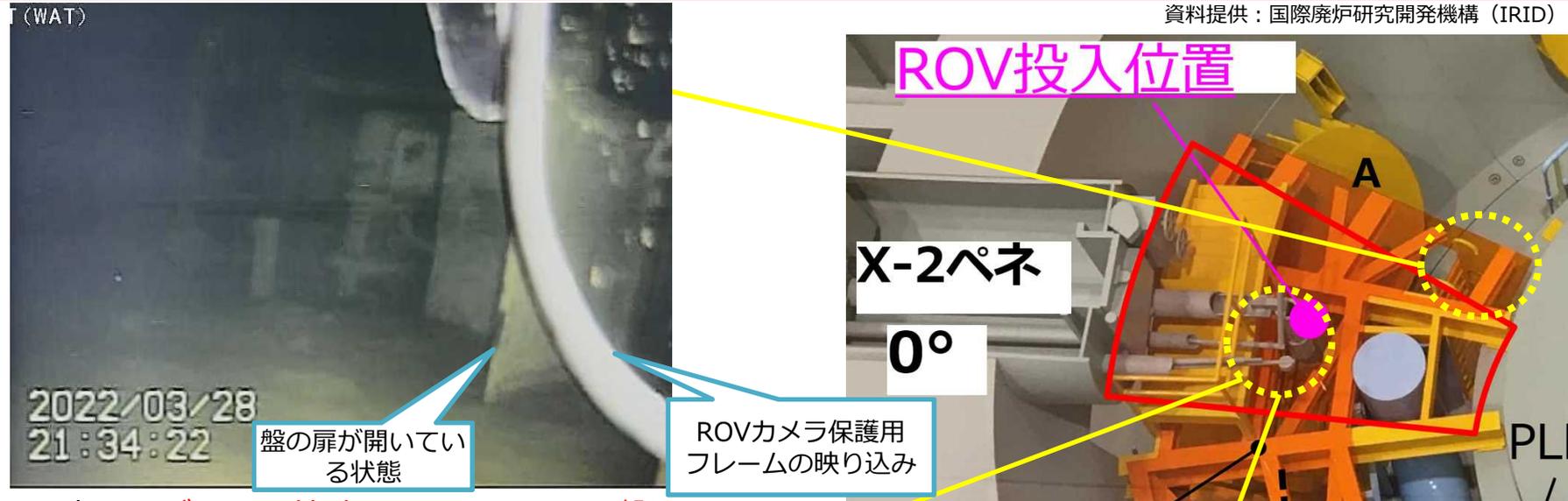


写真1.ペDESTアル外壁に設置されている盤※



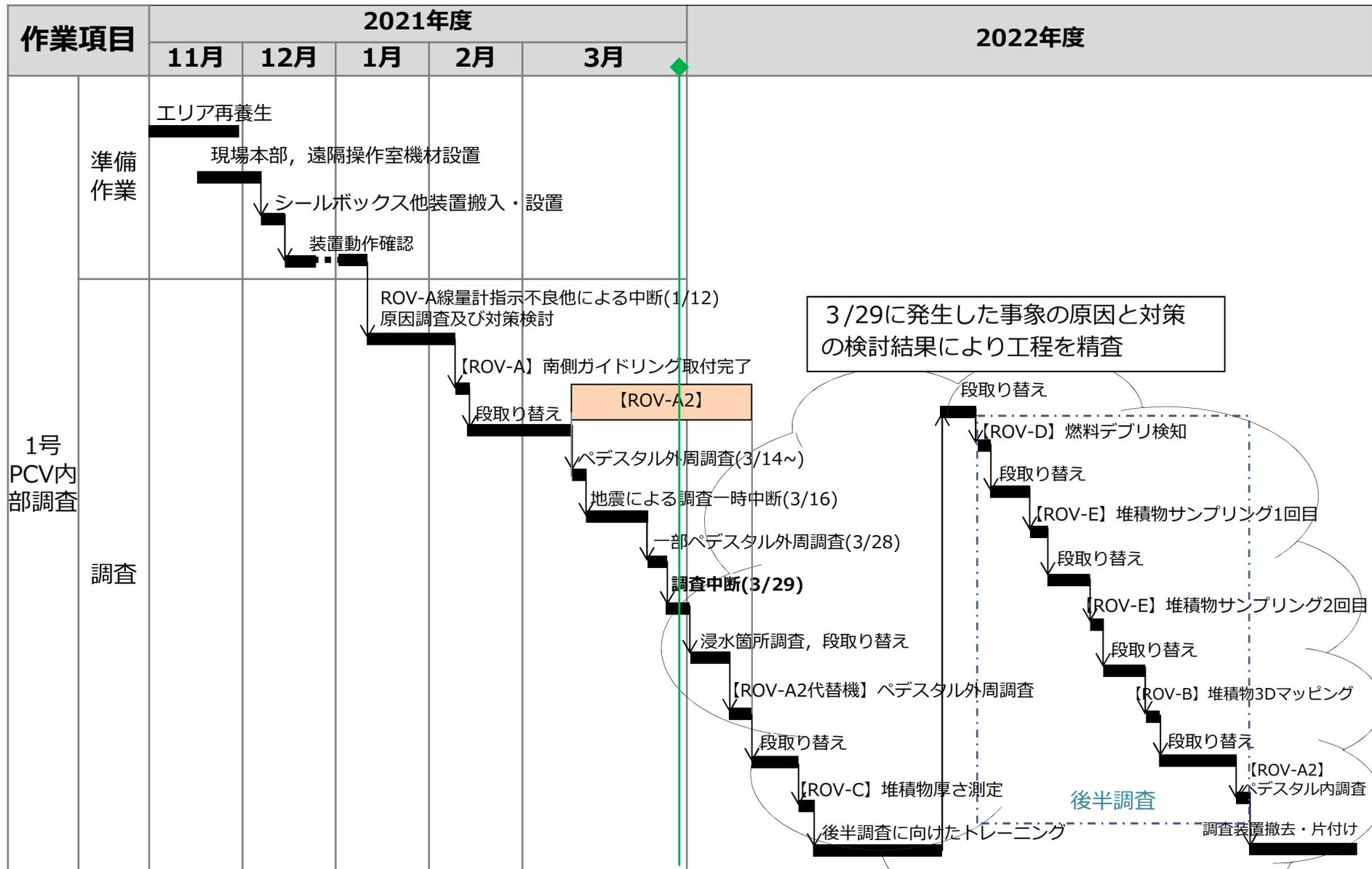
写真2.AC配管貫通部の状況

※2022.4.7 訂正 旧記載：水面からローブ状の干渉物状況



写真3.地震後に確認された水面の汚れ

## 5. 今後の予定



(注) 各作業の実施時期については計画であり、現場作業の進捗状況によって時期は変更の可能性あり。

# (参考) 1号機PCV内部調査の作業の様子 (3月14日)



写真1.遠隔操作室における作業の状況



写真2.水中ROVの吊り下ろし状況



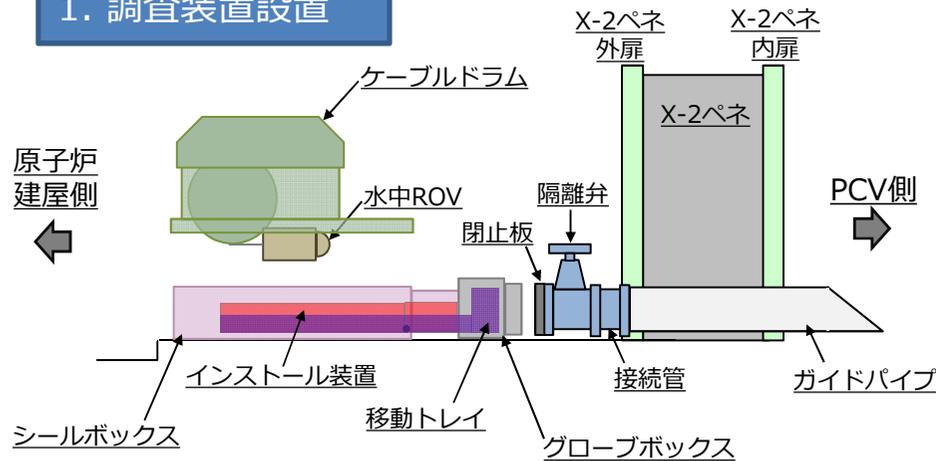
写真3.PCV底部水面への着水時の状況



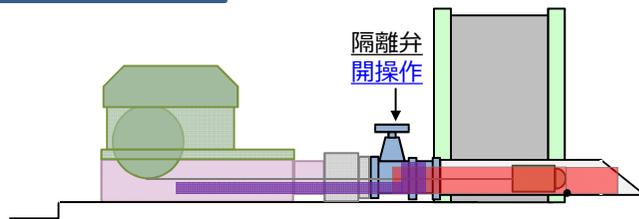
写真4.吊り下ろし地点での状況

# (参考) PCV内部調査の主な作業ステップ

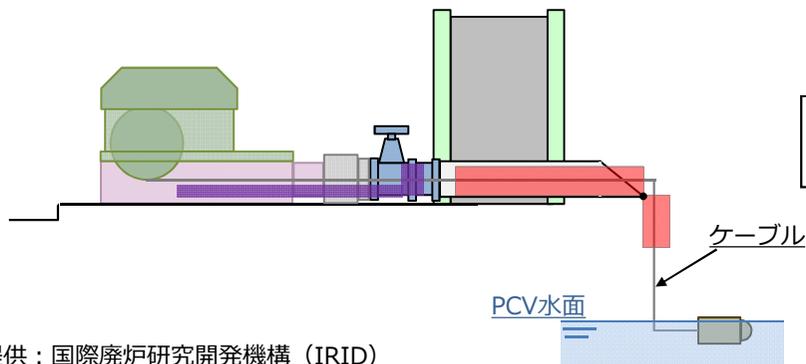
## 1. 調査装置設置



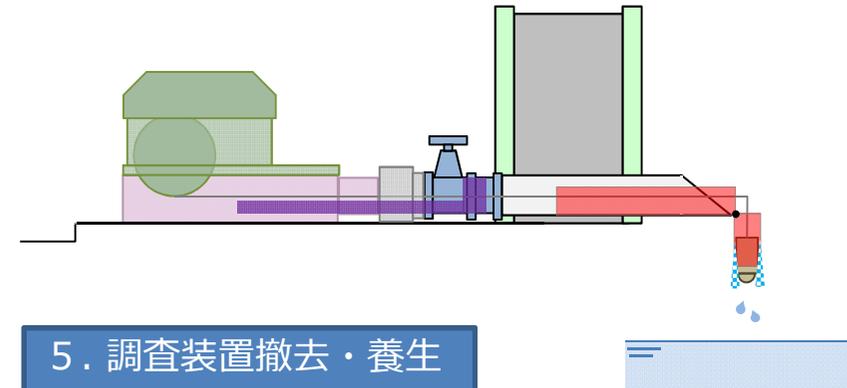
## 2. 水中ROV投入



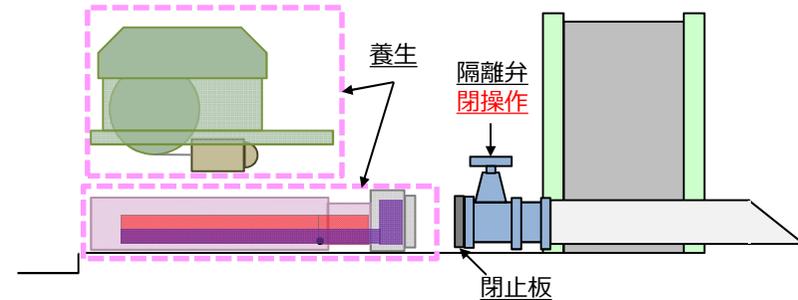
## 3. PCV内部調査



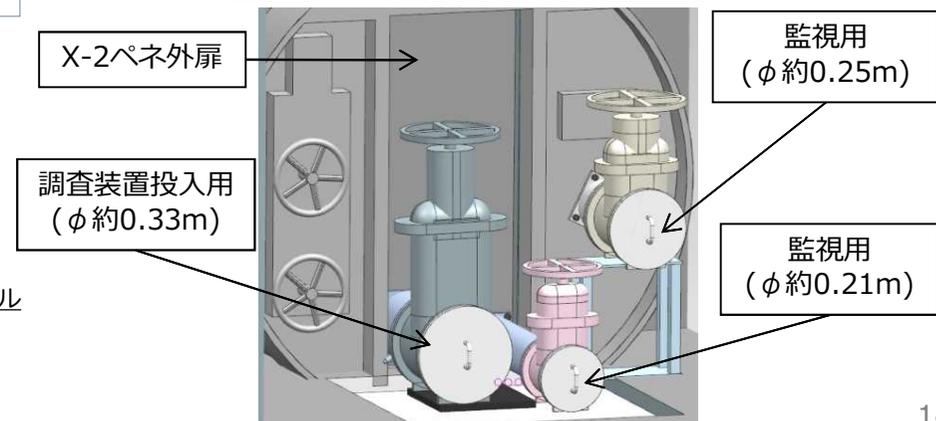
## 4. 水中ROV洗浄, 回収



## 5. 調査装置撤去・養生

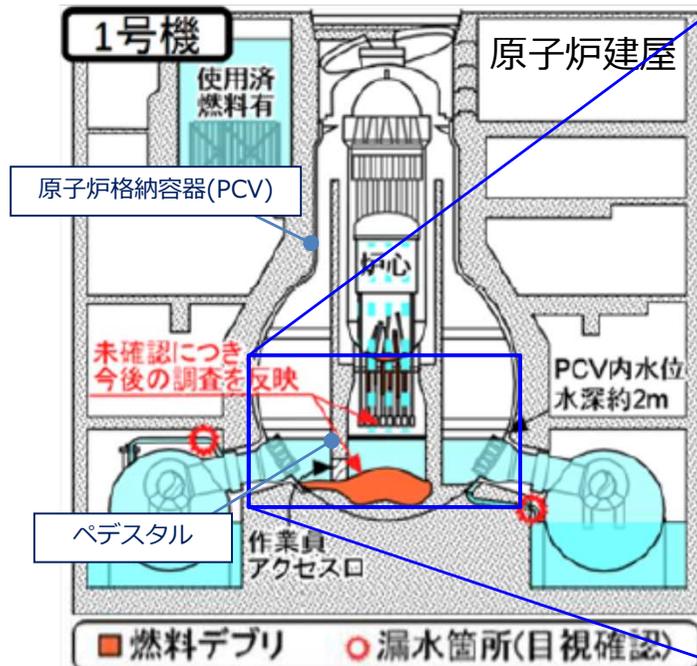


調査装置設置前及び撤去後のイメージ

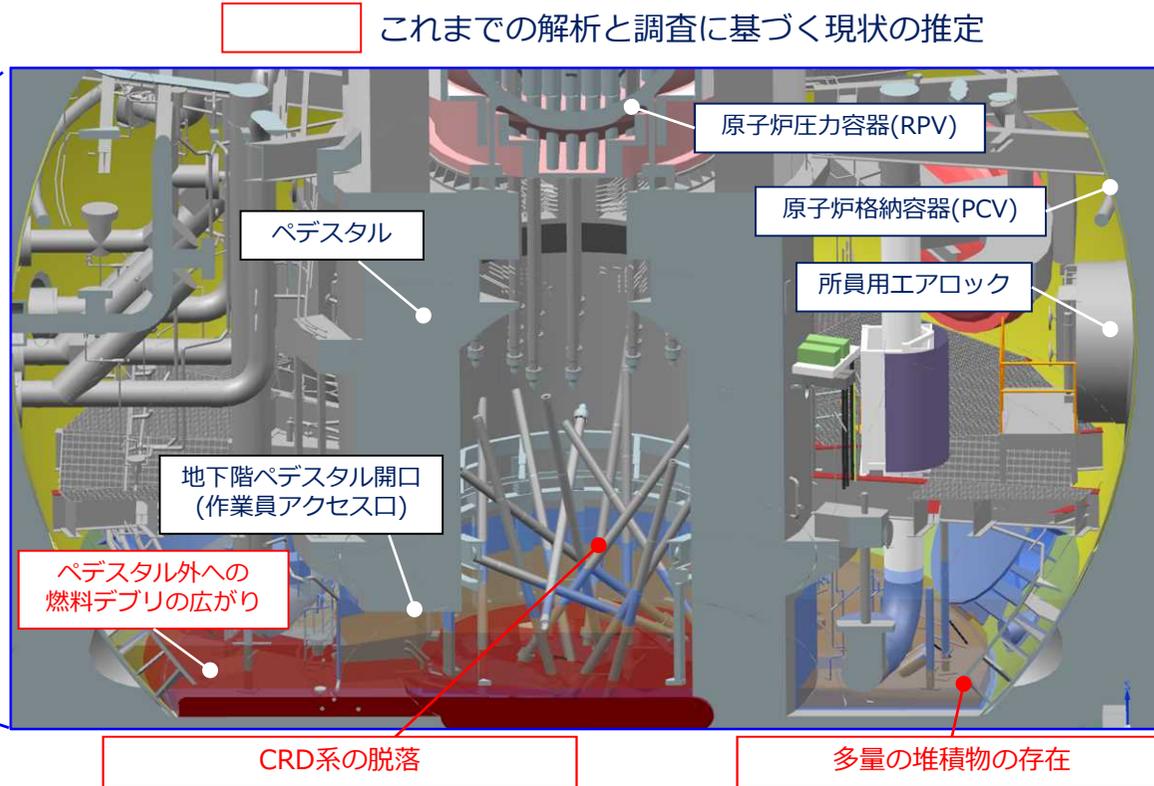


## (参考) PCV内部調査の背景

### 1号機の炉内の状況※1



※1 出典：「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炉のための技術戦略プラン2018」、NDF、2018年10月2日

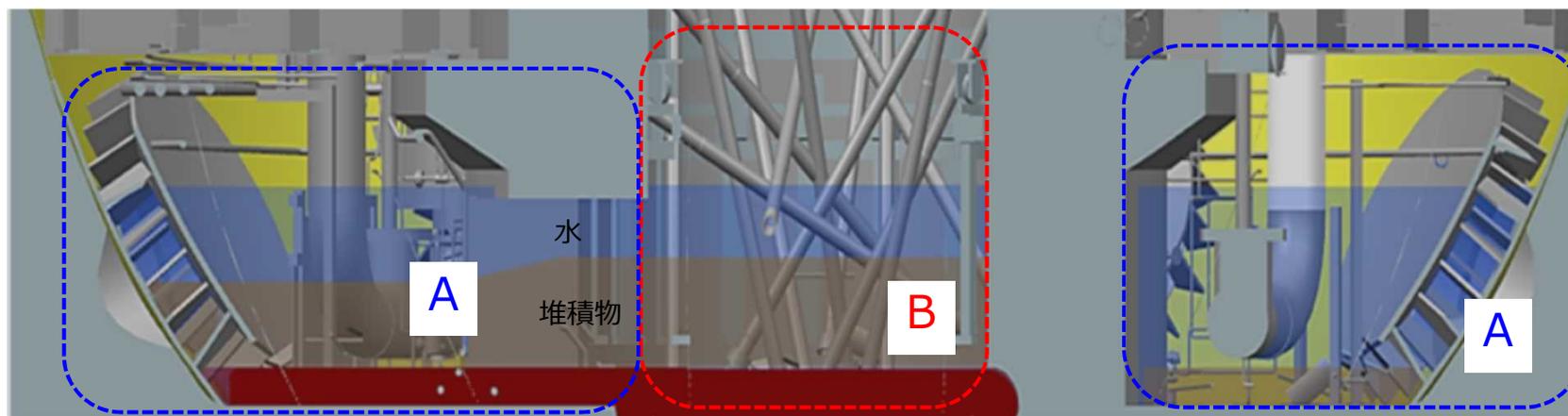


### 1号機PCV内部調査の背景

これまでの調査（2017年3月時のペDESTアル外調査）によりPCV地下階には堆積物が存在していることが分かっており、今後の燃料デブリ取り出しに向けて、堆積物を含む地下階の詳細な状況の確認が必要となっている。

## (参考) PCV内部調査の目的

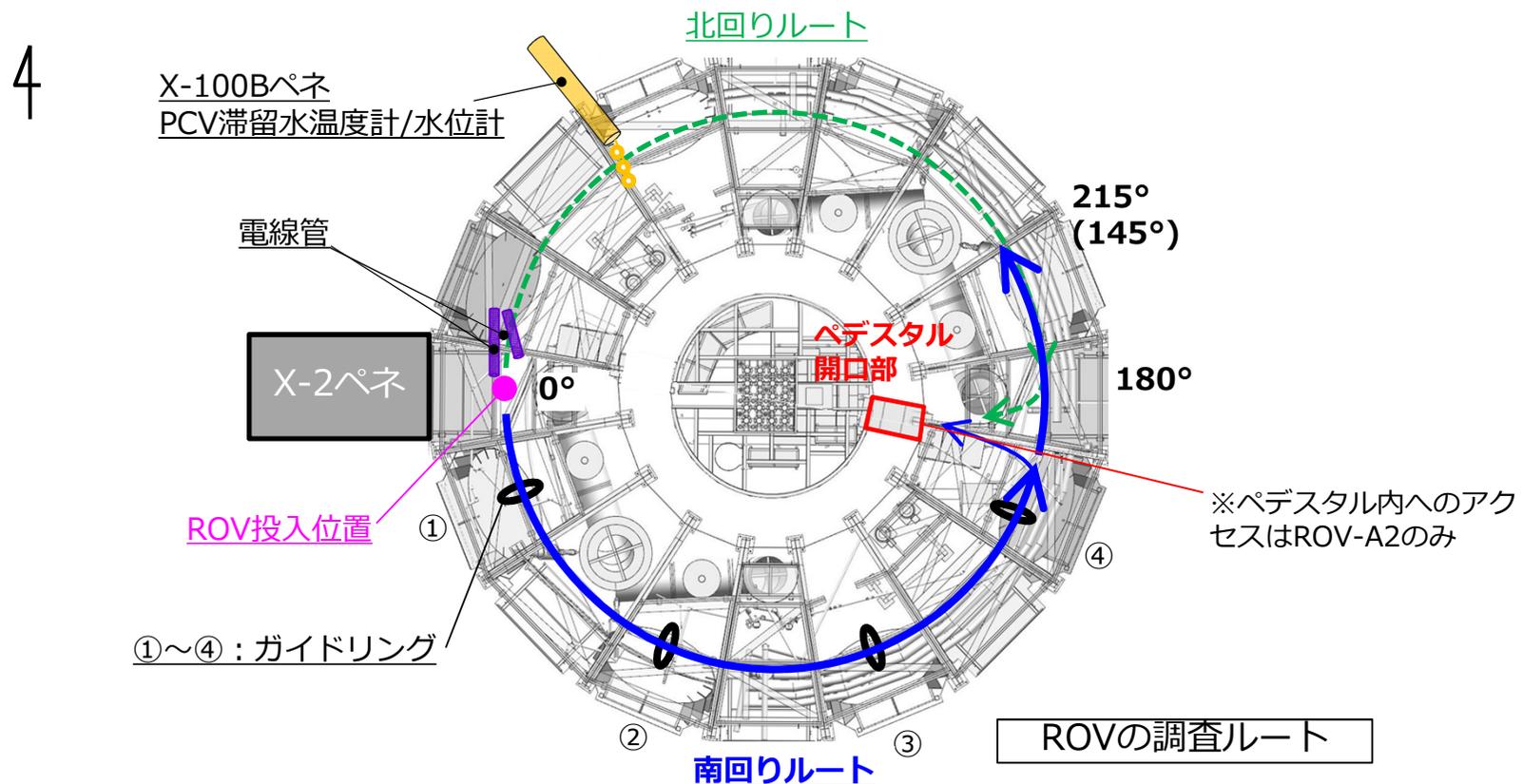
1号機PCV内部調査においては、X-2ペネからPCV内地下階に水中ROVを投入し、ペDESTAL外  
の広範囲とペDESTAL内の調査を行い、堆積物回収手段・設備の検討や堆積物回収、落下物解体  
・撤去などの工事計画に係る情報などの情報収集を目指す



	取得したい情報	調査方法
ペDESTAL外～ 作業員アクセス口 (図中のA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積物回収手段・設備の検討に係る情報 (堆積物の量, 由来など)</li> <li>・堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (堆積物下の状況, 燃料デブリ広がりなど)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・堆積物サンプリング</li> <li>・カメラによる目視</li> </ul>
ペDESTAL内 (図中のB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (ペDESTAL内部の作業スペースとCRDハウジングの脱 落状況に係る情報)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラによる目視</li> <li>・計測</li> </ul>

## (参考) PCV内部調査の方針

- 北回りルートでのROVケーブル挟まれリスクを回避するため、南回りルート主案とした調査方針とする
- 南回りルートの調査範囲は約0°~215°を目標とし、情報が全て取得できた場合、北回りルートの情報は類推できると判断している
- 南回りルートでペDESTALの侵入ができなかった場合は、北回りルートでペDESTAL内調査(ROV-A2)を実施したいと考えている
- 北回りルートの調査成立性については南回りルート調査に併せて早期に判断する

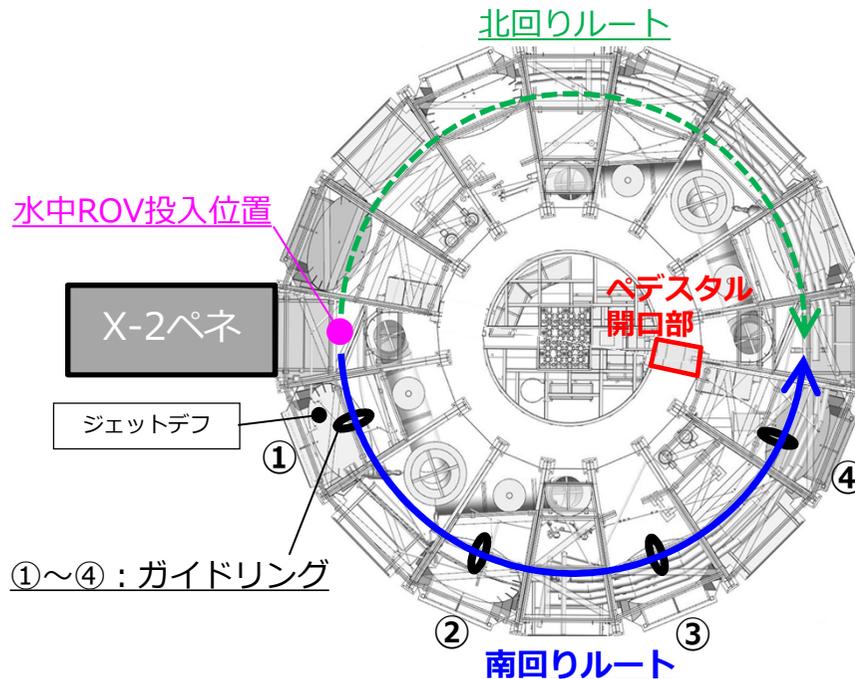
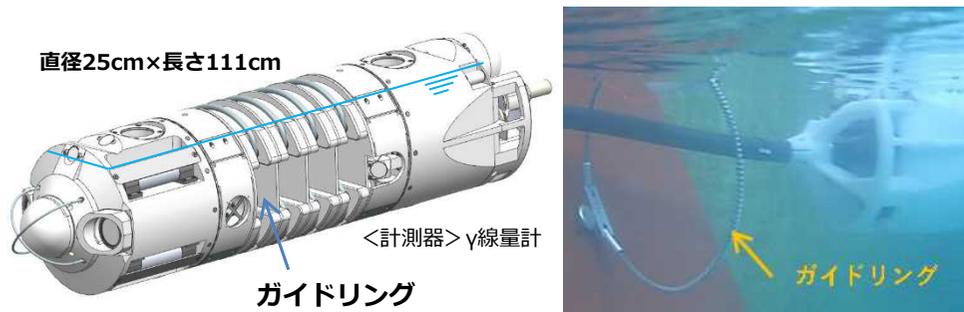


## (参考) 調査装置概要

水中ROVは6種類 (A/A2/B/C/D/E) を準備し、調査を行う5種類(A2/B/C/D/E)とケーブル引掛りの事前対策用のROV-Aがある

### ①ROV-A (ガイドリング取付用)

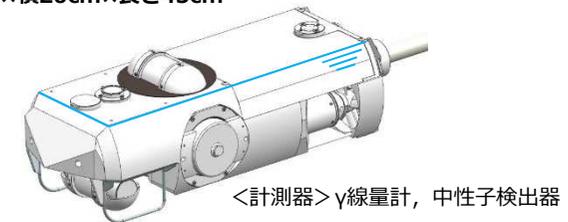
- ・有線型水中ロボットの遊泳機能 (スラストによる推進/旋回/潜航) を阻害する要因は自身の動力・通信ケーブルの構造物等への引掛りが支配的である。
- ・ケーブルがPCV地下階で自由に動いて構造物などに引っ掛からないように、ガイドリング (輪っか) をROVが通過することでケーブルの自由度を制限する。
- ・ROV-Aはガイドリングをジェットデフに取付ける水中ROVである。



### ②ROV-A2 (詳細目視調査用)

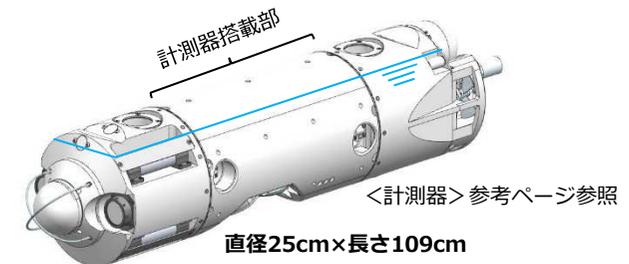
- ・カメラにより映像を取得
- ・6種類のROVの中で唯一ペDESTAL内部に侵入するROV
- ・ペDESTAL開口部の侵入スペースが不明であるため、極力小型化した設計としている

縦17.5cm×横20cm×長さ45cm



### ③ROV-B/C/D/E (各調査用)

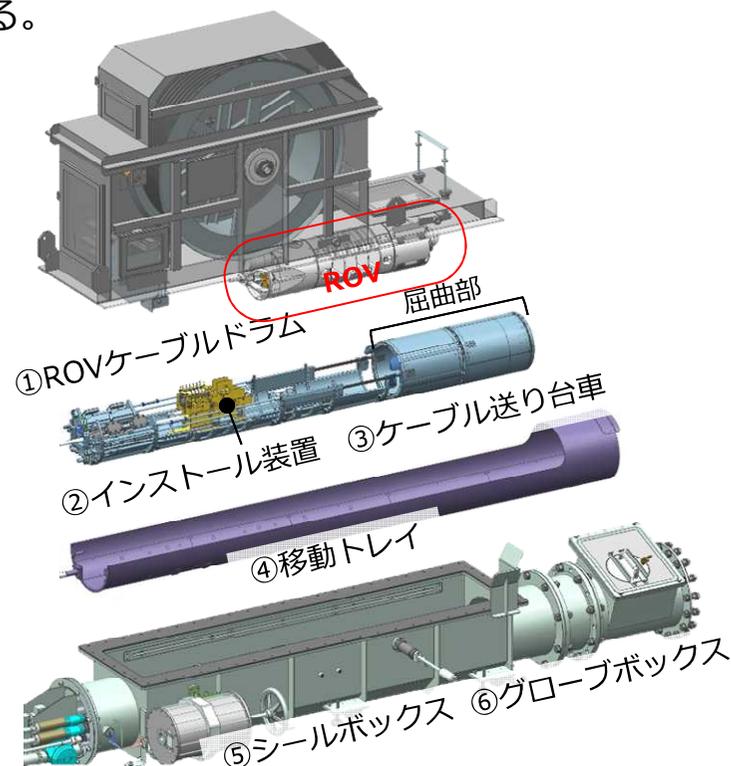
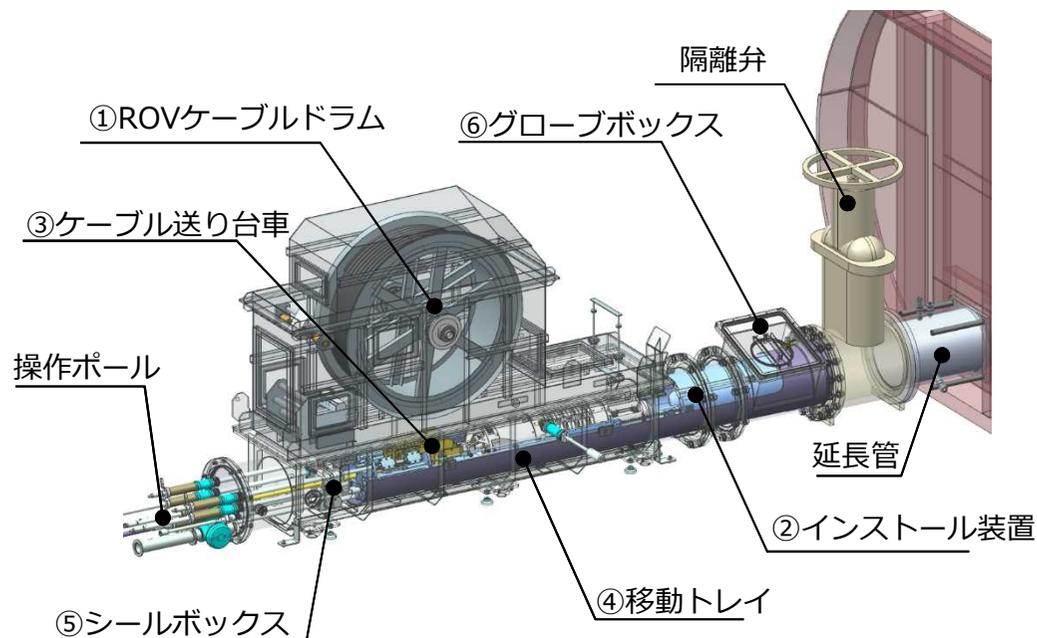
- ・ROV腹部に各調査用センサ類を搭載したROV



ROV	項目	計測方法
B	堆積物3Dマッピング	走査型超音波距離計
C	堆積物厚さ測定	高出力超音波
D	燃料デブリ検知	核種分析/中性子束測定
E	堆積物サンプリング	吸引式サンプリング

## (参考) 調査装置詳細 シールボックス他装置

ROVをPCV内部にインストール/アンインストールする。  
ROVケーブルドラムと組み合わせてPCVバウンダリを構築する。

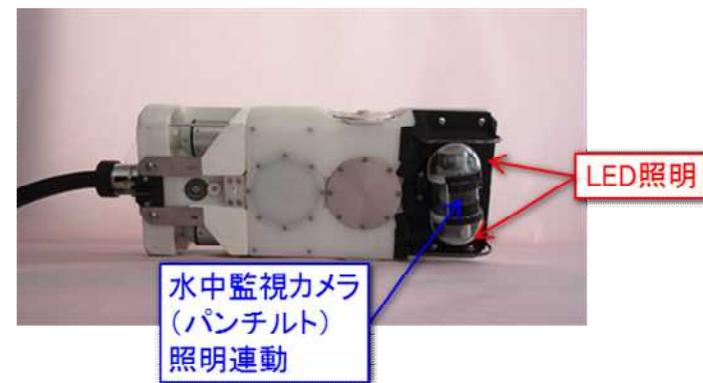
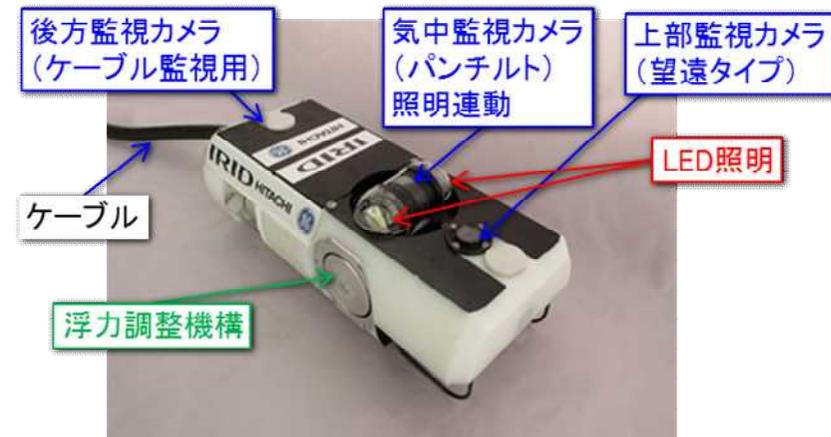
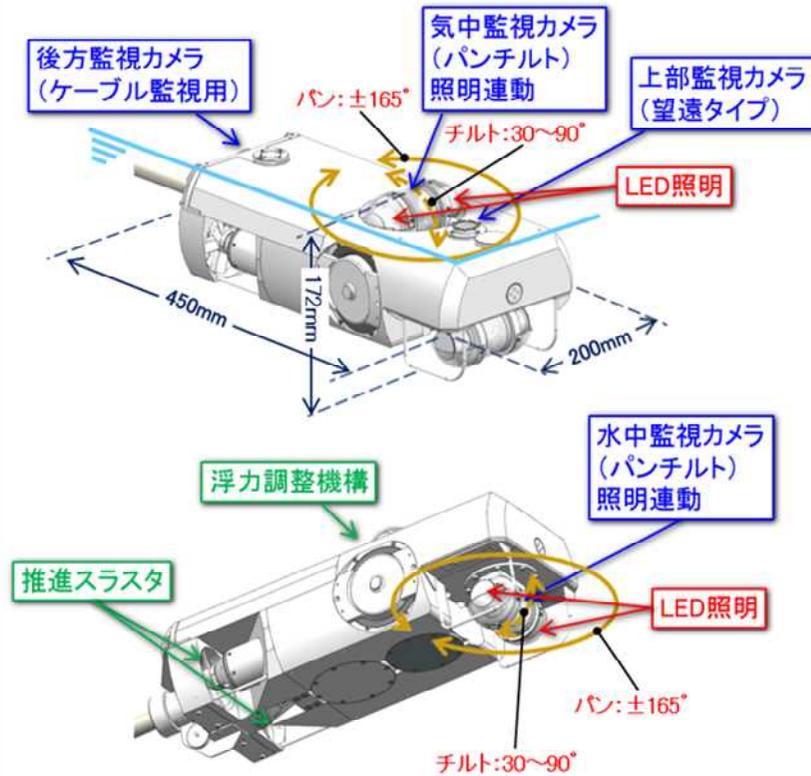


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

# (参考) 調査装置詳細 ROV-A2\_詳細目視調査用

調査装置	計測器	実施内容
ROV-A2 詳細目視	ROV保護用 (光ファイバー型γ線量計※, 改良型小型B10検出器) ※: ペDESTAL外調査用と同じ	地下階の広範囲とペDESTAL内 (※) のCRDハウジングの脱落状況などカメラによる目視調査を行う (※アセスできた場合)
	員数: 2台 航続可能時間: 約80時間/台	調査のために細かく動くため、柔らかいポリ塩化ビニル製のケーブル(φ23mm)を採用

推力: 約50N 寸法: 直径φ20cm × 長さ約45cm



# 2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

2022年 3月31日

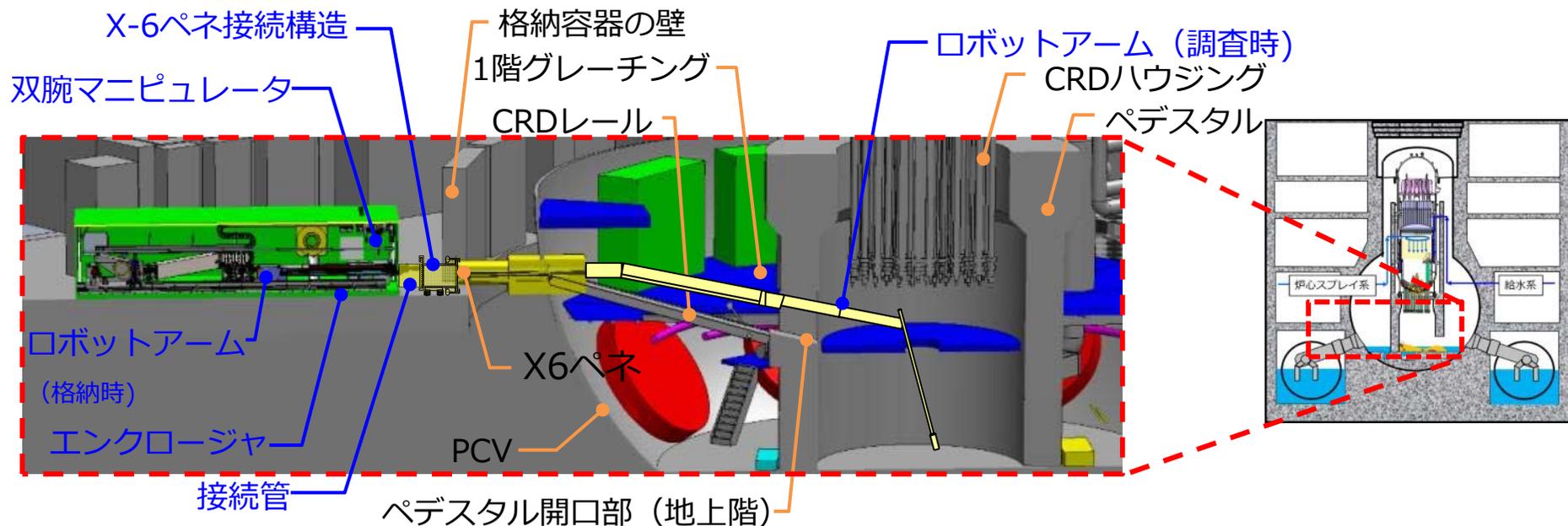
**IRID** **TEPCO**

---

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構  
東京電力ホールディングス株式会社

# 1. PCV内部調査及び試験的取り出しの計画概要

- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
  - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
  - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
  - 遮へい機能を持つ接続管
  - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させ、PCV内障害物の除去作業をいつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 試験的取り出し装置の性能確認試験

- ロボットアームについては、神戸での性能確認試験及び操作訓練が2022年1月21日に終了したことから、1月28日より輸送を行い、1月31日にロボットアームが、2月4日にエンクロージャーが、日本原子力研究開発機構（JAEA） 梶葉遠隔技術開発センター（以下、梶葉モックアップ施設）に到着
- なお、梶葉モックアップ施設での性能確認試験及び操作訓練を2月14日より開始



梶葉遠隔技術開発センター到着の様子①

エンクロージャー

ペDESTアル



VRシステム他

ロボットアーム

梶葉遠隔技術開発センターでの装置設置状況

(参考) 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況  
性能確認試験項目



楢葉モックアップ施設では、現場を模擬した設備を用いモックアップ試験を行っていく。  
なお、神戸での性能確認試験において抽出された改善点については、楢葉での反映を進めていく。

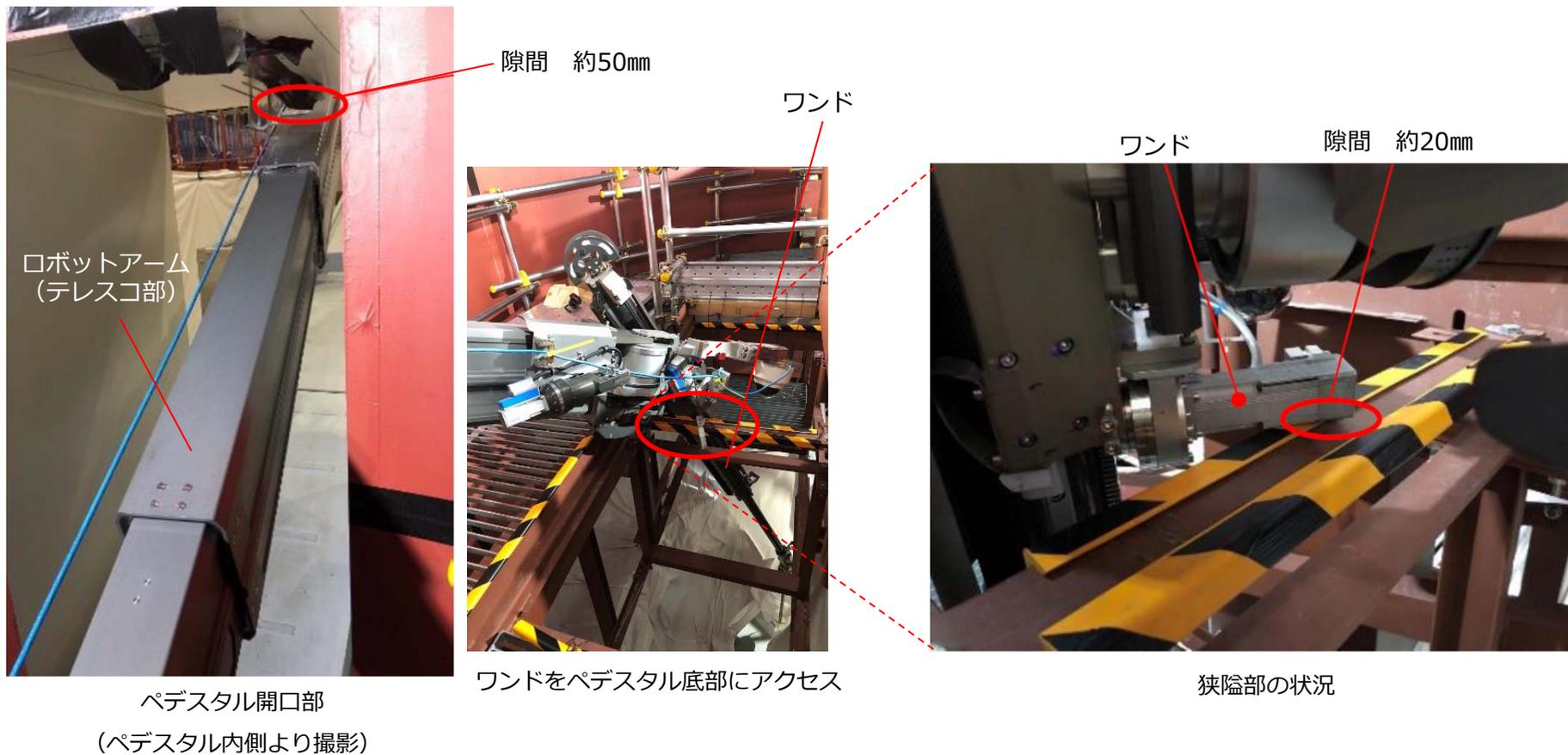
性能確認試験項目

試験分類	試験項目	計画		実績	
		MHI 神戸	楢葉	MHI 神戸	楢葉
ロボットアーム関連	X-6ペネの通過性	△	○	▲	○
	AWJによるX-6ペネ出口の障害物の撤去	△	○	▲	○
	各種動作確認（たわみ測定等）	○		●	
	PCV内部へのアクセス性 ・ペDESTAL上部へのアクセス ・ペDESTAL下部へのアクセス		○		○
	PCV内部障害物の撤去 ・X6ペネ通過後のPCV内障害物の切断		○		○
双腕マニピュレータ 関連	先端ツールとアームの接続	△	○	▲	○
	外部ケーブルのアームへの取付/取外し	△	○	▲	○
	先端ツール等の搬入出	△	○	▲	○
	アーム固定治具の取外し		○		○
	アームカメラの交換	△	○	▲	○
	エンクロージャのカメラの位置変更	△	○	▲	○
	アームの強制引き抜き		○		○
ワンスルー試験 (アーム+ 双腕 マニピュレータ)	アームと双腕マニピュレータを組合わせ、調査に必要な一連の作業を試験で検証		○		○

【凡例】 ○試験対象、△一部模擬体（部分模擬体や模擬アーム等）で検証 ○△：計画 ●▲：実績

## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 試験的取り出し装置の性能確認試験

- ロボットアームについては、PCV内部へのアクセス性の確認試験を実施し、アームをプラットフォーム上側までアクセスさせ、ワンドがプラットフォーム開口からペDESTAL底部へアクセス可能なことを確認。
- なお試験開始時の電源投入時に制御盤の漏電遮断器が作動する事象が確認されたが、部品を交換し作業を再開原因については試験を実施しながら調査を行う。

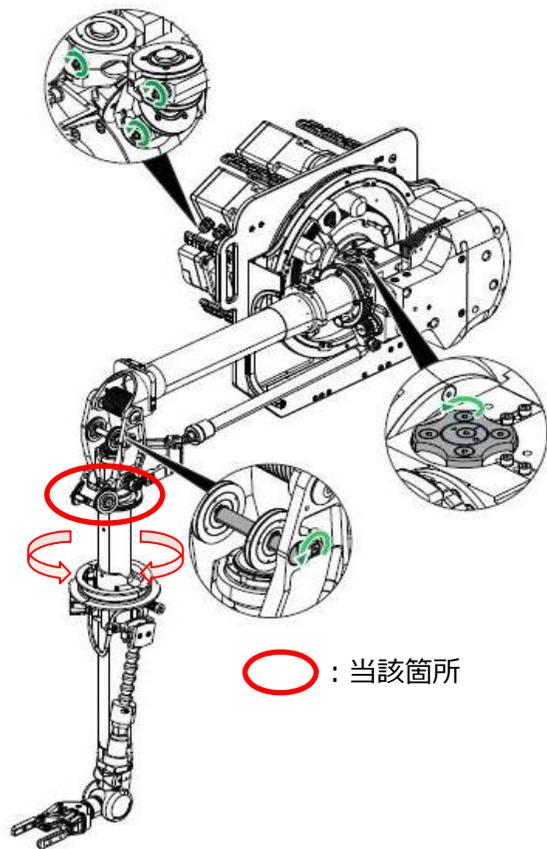


PCV内部へのアクセス性確認試験の状況

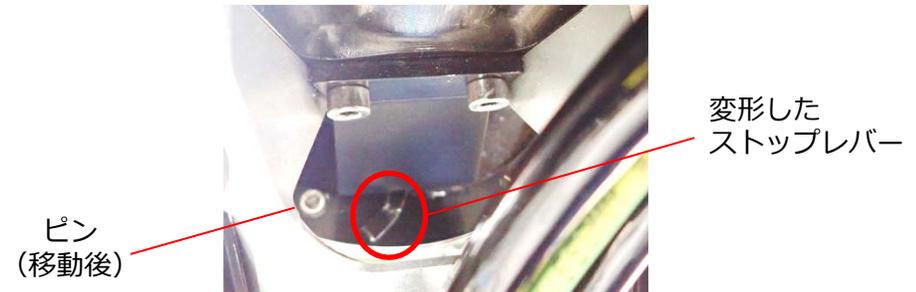
## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況

### 双腕マニピュレータ（現場側）左腕ストップレバーの変形について

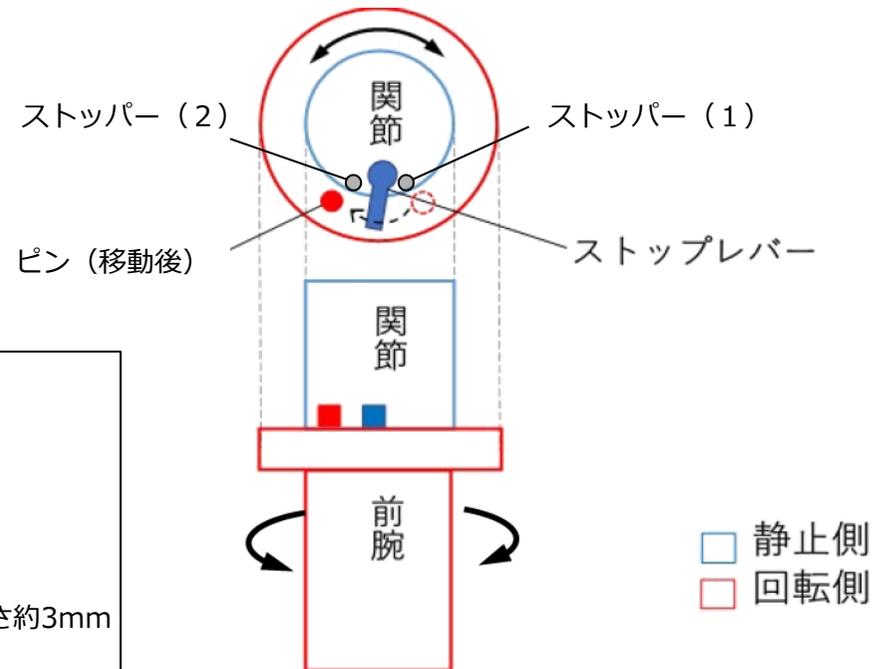
- 双腕マニピュレータについては、検証作業中に現場側マニピュレータの左腕部品が変形していることが確認されたため、部品を交換し作業を再開。原因については調査を実施中。



○ : 当該箇所



(写真) ピンの移動により、ストップレバーが変形した状態



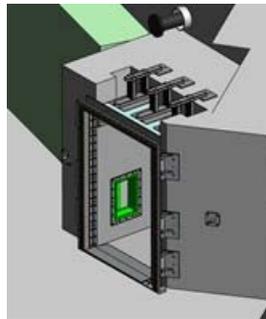
## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 地震後の点検結果

- ・3月16日の地震後、点検等を実施したところ、ロボットアームワンド部の側面にモックアップ試験設備との接触痕が確認されたものの、性能等に影響のないことを確認。
- ・その他モックアップ試験装置・電源盤・制御盤・双腕マニピュレータ等について点検を実施したところ、異常のないこと（破損の有無、ゆるみがないこと、電源投入後エラーが出ない、各軸の作動試験確認など）を確認した。

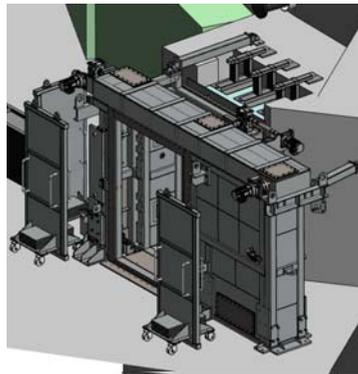


### 3. 現場作業の進捗状況（隔離部屋設置）

- X6ペネ閉止プラグ交換、配管部磨きの後、隔離部屋設置・X-6ペネハッチ開放は以下のステップで実施する。
- 隔離部屋設置によりX-6ペネ開放時のバウンダリを構築し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- これまでの作業と同様に、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中はダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する予定。



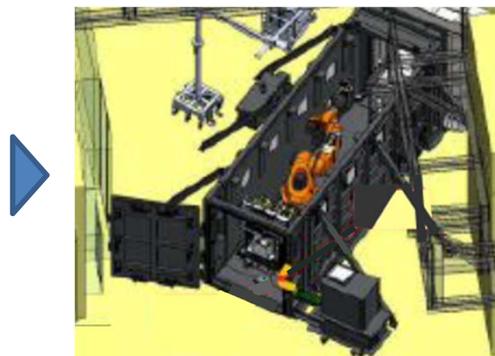
隔離部屋①の設置



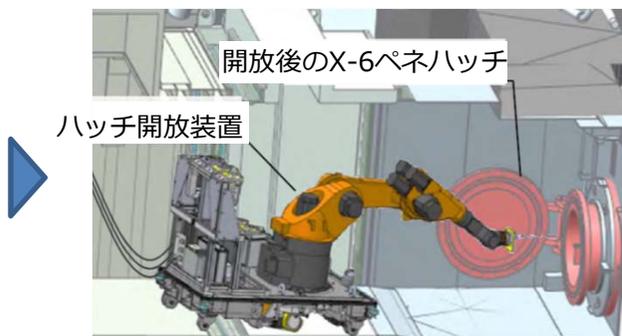
隔離部屋②の設置



隔離部屋③の設置  
※ロボットアーム設置前  
まで使用



ハッチ開放装置の  
隔離部屋③への搬入



ハッチ開放装置による  
X-6ペネハッチ開放

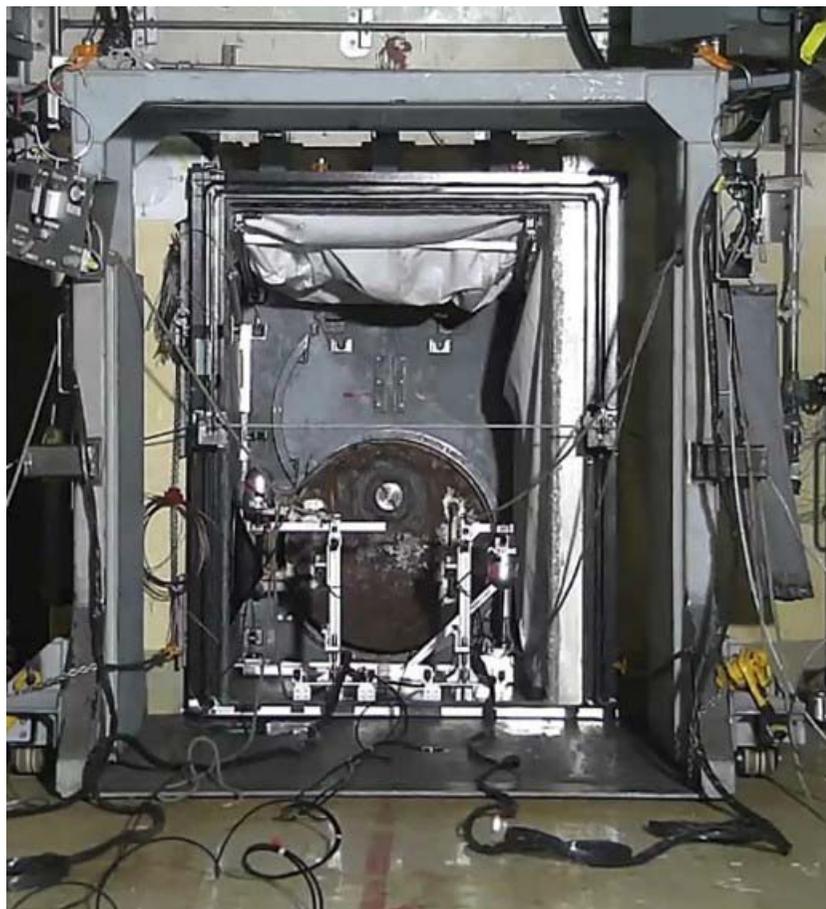
- X-6ペネハッチのボルト切断
- ハッチ開放
- ペネフランジ面他清掃

次工程へ  
X-6ペネ内堆積物除去

### 3. 現場作業の進捗状況（隔離部屋①、②の設置状況）

- ・ 現在、隔離部屋②の設置作業を実施中

隔離部屋①の設置状況



隔離部屋②の設置状況



## (参考) 現地準備作業状況 (全体工程)

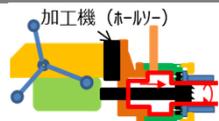
- X-53ペネ孔径拡大作業については2021年10月に完了
- X-6ペネのハッチを開放するための隔離部屋設置関連作業を2021年11月より実施中
- 隔離部屋設置後にペネハッチ開放作業に着手予定
- ロボットアームの性能確認試験について、榎葉モックアップ施設で2月より性能試験を実施中

	2021年	2022年			
		1	2	3	4~
・ スpray 治具取付作業	X-53ペネ孔径拡大作業				スプレイ治具取付け
・ 隔離部屋設置 ・ X-6ペネハッチ開放	隔離部屋設置			・ X-6ペネハッチ開放	
・ X-6ペネ堆積物除去 ・ 試験的取り出し装置設置					
ロボットアーム・ エンクロージャ 装置開発	性能確認試験・モックアップ ・ 訓練 (国内)				
内部調査及び 試験的取り出し作業					

2/14から  
榎葉モックアップ施設で  
の試験開始

(参考) 現地準備作業状況  
PCV内部調査及び試験的取り出し作業の主なステップ

0. 事前準備作業



- 事前にスプレイ治具取付事前作業 (X-53 ペネ孔径拡大) を実施

1. 隔離部屋設置



- ハッチ開放にあたり 事前に隔離部屋を設置

2. X-6ペネハッチ開放

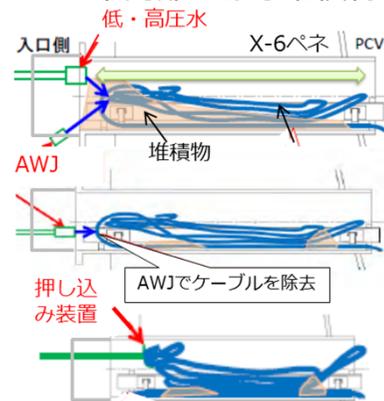
ハッチ開放装置



- ハッチ開放装置によりハッチを開放

3. X-6ペネ内堆積物除去

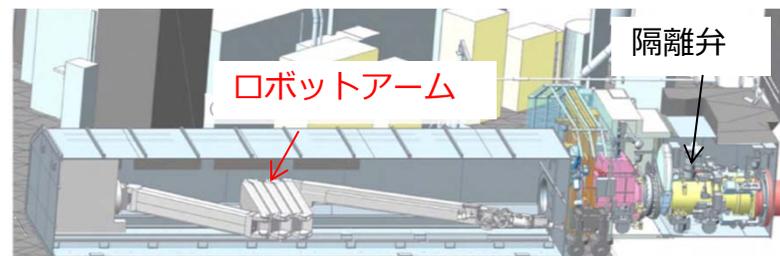
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

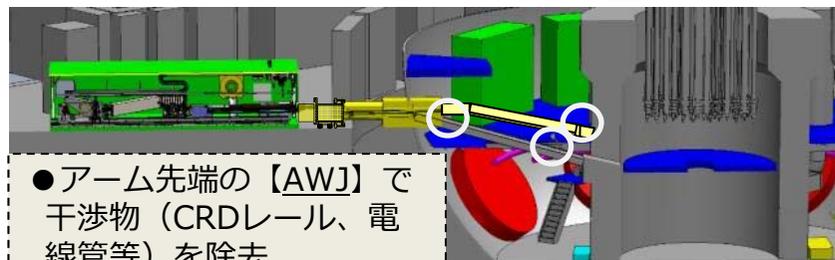
4. ロボットアーム設置

認可済



5. 内部調査及び試験的取り出し作業

① ロボットアームによるPCV内部調査



- アーム先端の【AWJ】で干渉物 (CRDレール、電線管等) を除去

② ロボットアームによる試験的取り出し

申請予定

燃料デブリ回収装置先端部

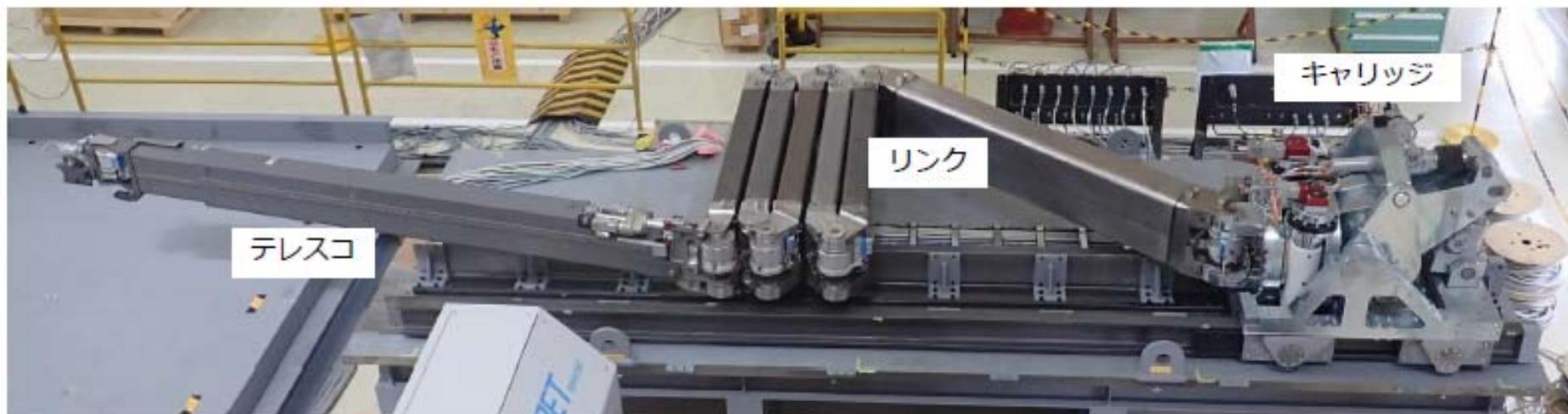


<金ブラシ型> <真空容器型>



- (注記)
- ・ 隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
  - ・ AWJ (アブレシブウォータージェット)：高圧水に研磨材 (アブレシブ) を混合し、切削性を向上させた加工機

## (参考) ロボットアーム概要



- 全長：約18 m(ワンドを除く)
- 質量：4.6ton
- 主要材料：ステンレス鋼、アルミ

# 1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について

2022年3月31日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 3月27日発生の配管切断装置の不具合事象の概要

- 1・2号機非常用ガス処理系配管（以下、SGTS配管）については、今後予定している1・2号機廃棄物処理建屋の雨水対策工事、ならびに1号機燃料取り出し用大型カバーの設置工事に干渉することから、工事干渉範囲のSGTS配管の一部を撤去する計画としています。
- SGTS配管切断作業については、3月2日までに確認された不具合（配管切断装置から切断用のワイヤーの外れ事象など）の対策として、以下対策を講じたうえで、3月27日から、遠隔切断配装置を用いた管切断作業に着手しました。（これまでの不具合事象と対策については、P4以降参照）
  - ・ 配管切断時にワイヤーソーの刃の摩耗量が不均一とならず、安定的に切断できる油圧や流量等のパラメータを特定
  - ・ 作動油の温度をメーカー推奨値である30℃～40℃に維持するよう管理
- その後も慎重にSGTS配管の切断作業を進めていましたが、切断装置ワイヤーソーの刃が配管に噛み込み、ワイヤーソーが動作しなくなったことを確認しました。その後も復旧を試みましたが、刃の噛み込みが解消しないことから、作業の中断を判断し、切断装置の配管把持状態を解除し、クレーンにて切断装置の吊りおろし作業を完了しました。
- ワイヤーソーの刃が配管に噛み込んだ原因については、現在調査中であり、現時点で不明ですが、速やかに原因究明を行い、再発防止対策を検討してまいります。
- 引き続き安全最優先で作業を進めてまいります。

## 【参考1】 SGT S配管切断作業状況（3月27日）

---

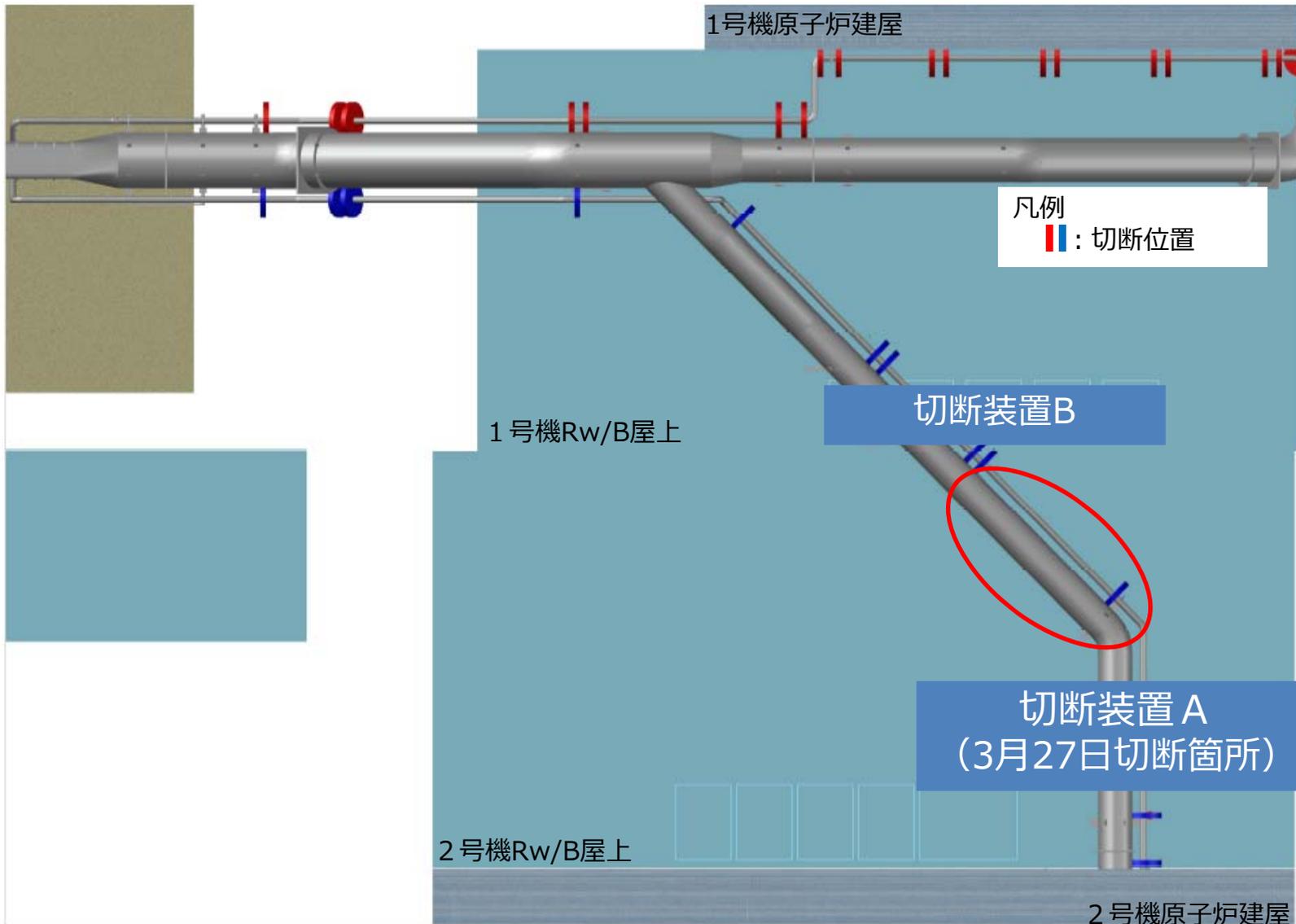


ワイヤーソー刃

<切断作業の様子>

## 【参考2】 3月27日切断位置イメージ

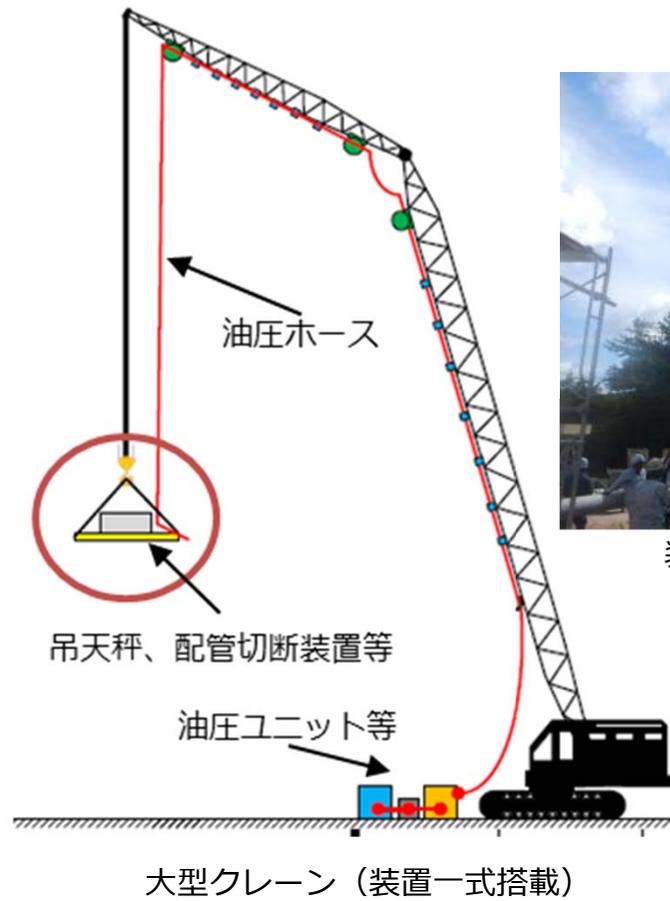
### ➤ 配管切断計画位置



## 【参考3】 3月1, 2日での不具合事象について

- 1・2号機SGTS配管について、3月1日、遠隔切断装置により配管切断作業を開始しました。
- 作業開始後、切断装置に設置した仮設ダストモニタにおいて放射能ダスト濃度上昇警報が発生したことから、手順書に基づき作業を一時中断し、当該ダストモニタの指示値が警報設定値を下回ったことを確認後、切断作業を再開しました。
- 作業再開にあたり装置の動作確認をした際、配管切断装置から切断用のワイヤーが外れたことから、切断作業を一時中断しました。
- 3月2日、仮設ダストモニタの放射能ダスト濃度が上昇したことについて、ダストの飛散抑制を目的に以下の対策を講じたうえで、切断作業を開始しましたが、切断装置の切断用ワイヤーが切れたことから再び作業を中断しました。
  - ・ 切断装置切断用ワイヤーの駆動用圧力を2400PSI※から2000PSIに落として切断  
※PSI:切断用ワイヤーを回転させる圧力
  - ・ 配管切断時におけるダストの飛散状況を適切に把握することを目的に、ダストの採取位置をワイヤーソーの横から切断装置上部周辺に変更
  - ・ 切断時は周辺ダストモニタを連続監視しながら作業を実施
  - ・ 当初のダスト採取口位置は切断装置のすぐ横にあったため、切断装置の飛散防止材のミストや湿分が高い物を採取し、流量低による、ろ紙送りが発生した可能性がある。ろ紙送りされるとBG測定がリセットされるため、再度BG測定が完了する1時間後まで外部放射線の影響を含んだ指示値が出力される。このことから、ダストの拡散を正しく監視するため、ダスト採取口を切断装置の上部付近へ変更した。

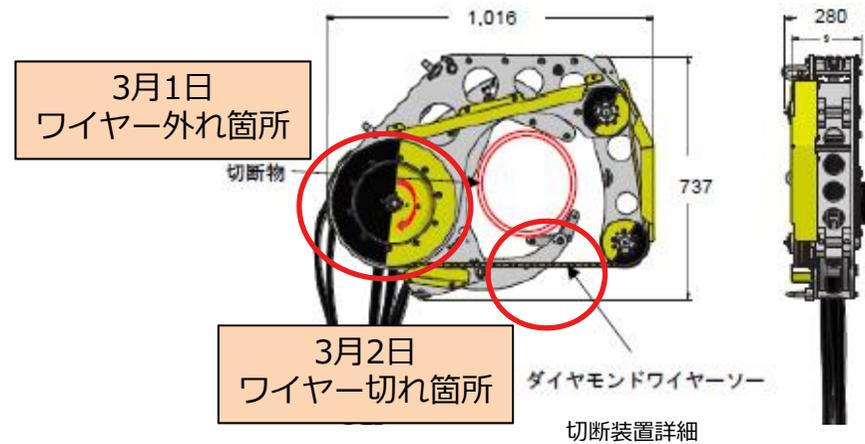
# 【参考4】 3月1, 2日の作業概要 (配管切断)



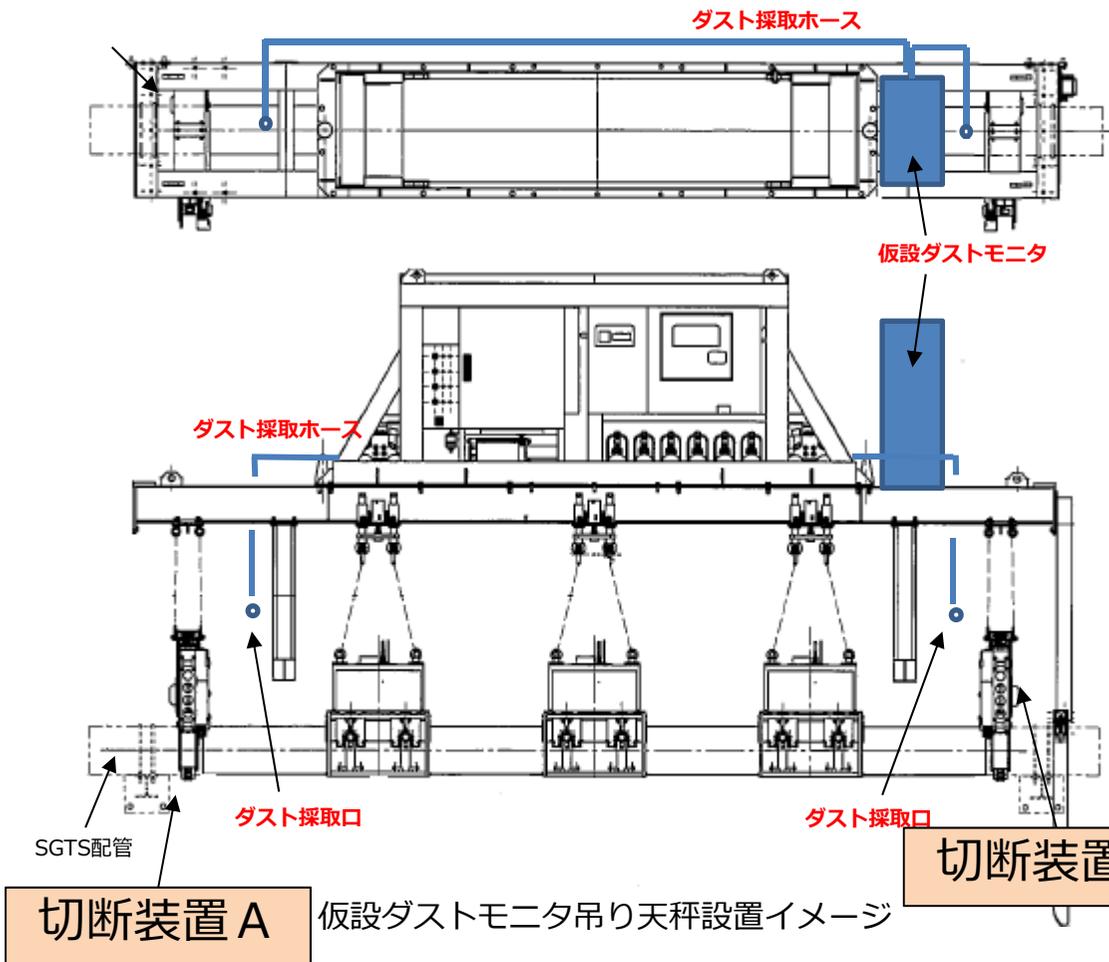
装置一式 (吊り天秤、切断装置等)



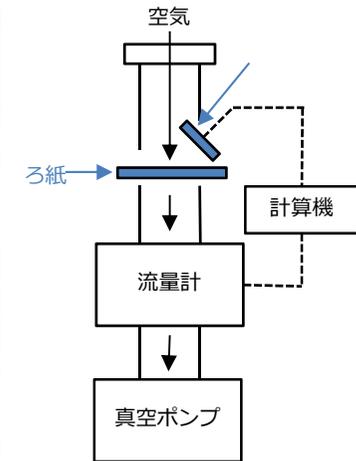
切断装置



## 【参考5】 仮設ダストモニタ



仮設ダストモニタ



測定原理の概要図

### 測定原理

- 真空ポンプで吸引した空気中のダストをろ紙で集塵する。
- 集塵しているろ紙をシリコン半導体検出器にて放射エネルギーを測定する。
- 流量計で測定した空気流量で放射エネルギーを割って、濃度を算出する。

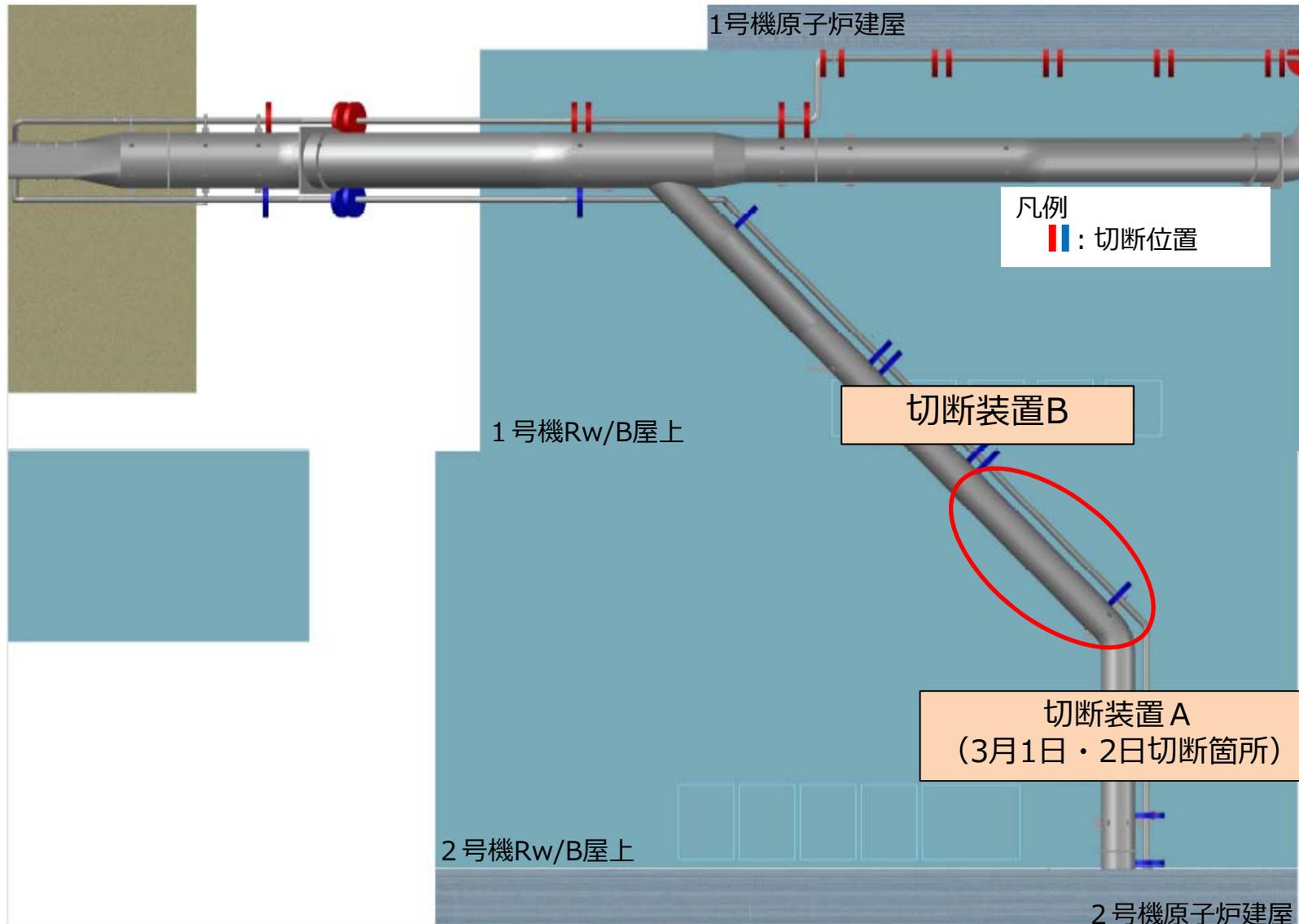
測定を終え交換したろ紙は工事完了まで全数保管し必要に応じて分析を行う。

吊り天秤に仮設ダストモニタを設置し、配管切断時に切断箇所近傍のダストを集塵して放射性ダスト濃度の監視を行う。なお、配管切断作業中は監視カメラにて仮設ダストモニタの表示部と発報ランプを遠隔操作室にて随時監視する。

監視は管理基準値を基に行い、警報設定値に至らないように作業負荷の加減調整を行う。

## 【参考6】 3月1、2日切断位置イメージ

### ➤ 配管切断計画位置



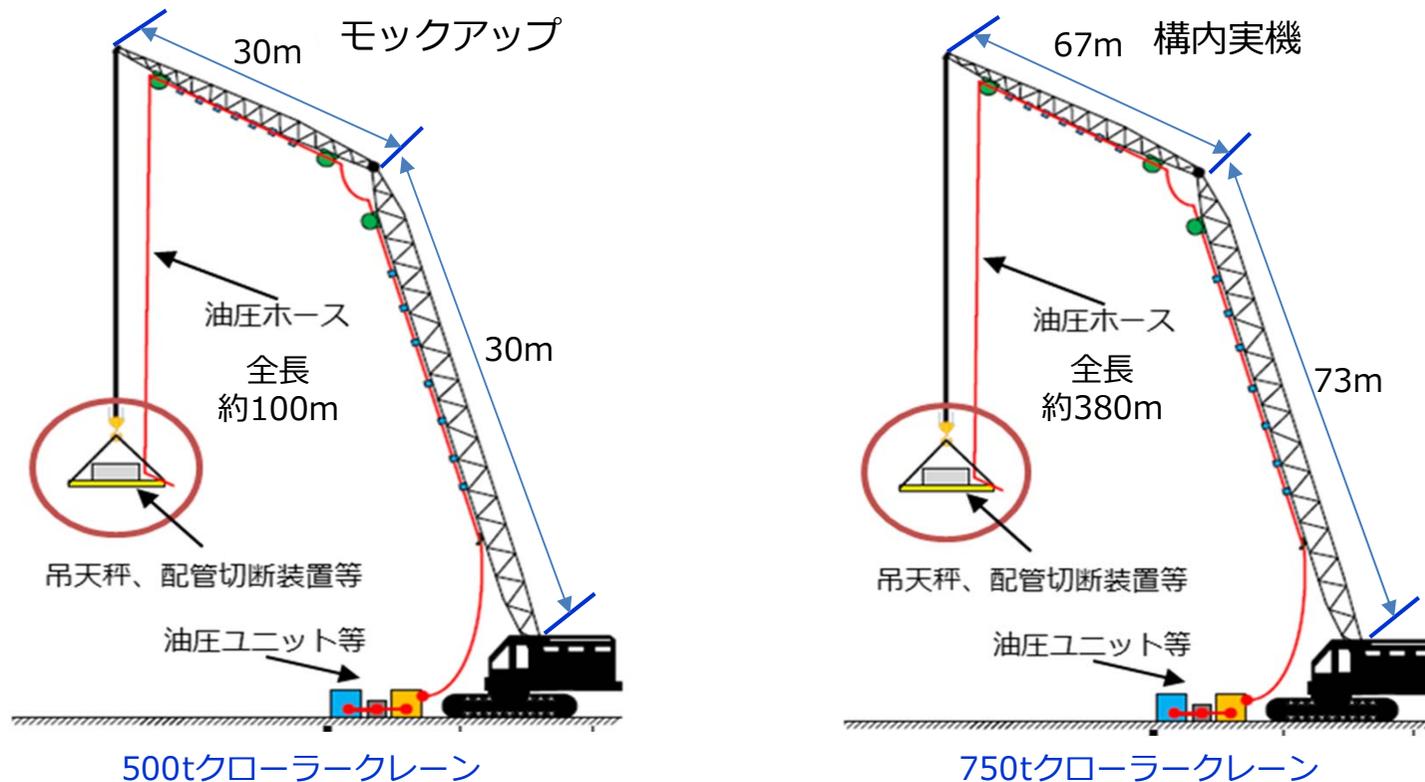
## 【参考7】 3月2日までに確認された不具合への対応について

---

- 3月2日までに確認された不具合の原因究明および対策検討のために、3月4日から15日にかけて、発電所構内において模擬配管を使用した検証作業を実施しました。
- 本検証作業においては、構外で実施したモックアップと現場作業との違いに着目し検証を実施しました。
- 追加対策として、作動油の温度をメーカー推奨値である30℃～40℃に維持することで、より切断状況が安定することを確認したことから、合わせて管理する運用としました。
- これらの対策を講じたうえで、3月14日～15日に模擬配管を用いた切断を実施し、安定的に切断できること、およびワイヤーソーの摩耗が小さく均一となっていることを確認しました。

## 【参考8】モックアップについて

- モックアップにおいては、基本的に現場の状況を可能な限り再現したうえで実施していたものの、現場で使用しているクレーンは、モックアップ時に使用したクレーンよりサイズが大きく、それに伴い、「油圧ホースの敷設長さ」と「敷設高さ」に違いが生じました。
- これにより、モックアップ時に比べ、切断装置に送られる作動油の油量（油圧，流量）が低下し、切断装置の回転数が変動したことで、ワイヤーソーの刃が均一な摩耗にならず、不具合を起こしていると推定しました。



※クレーンの大きさの違いにより、油圧ホースの「敷設長さ」「敷設高さ」に違いが生じますが、油圧ホース敷設長さについてはモックアップ時に実機使用時の長さを再現。

## 【参考9】モックアップを踏まえた検証作業について

### モックアップ時と実機使用時の各種パラメータ比較

#### ◆モックアップ時各種パラメータ

- ・油圧ホース長さ：約100m
- ・油温：約35℃
- ・流量：約20ガロン（75.7L/min）
- ・油圧：約800PSI

※(参考)回転数：約645rpm

モックアップ時パラメータでの  
ワイヤーソー摩耗状況と配管切断面



#### ◆実機使用時各種パラメータ

- ・油圧ホース長さ：約380m
- ・油温：約35℃
- ・流量：約25ガロン（94.6L/min）
- ・油圧：約1600PSI

※(参考)回転数：約675rpm

実機使用時パラメータでの  
ワイヤーソー摩耗状況と配管切断面



- ◆モックアップ時のパラメータを参考に実機使用時のパラメーターを設定し現場で安定的に切断できることを確認。

## 【参考10】 模擬配管を用いた切断の実施

ワイヤーソー摩耗イメージ



※ワイヤーソー刃は1箇所切断ごとに交換を実施する

対策後の摩耗状況



# 3号機 RHR配管で確認した滞留ガスに関わる対応について

2022年3月31日

**TEPCO**

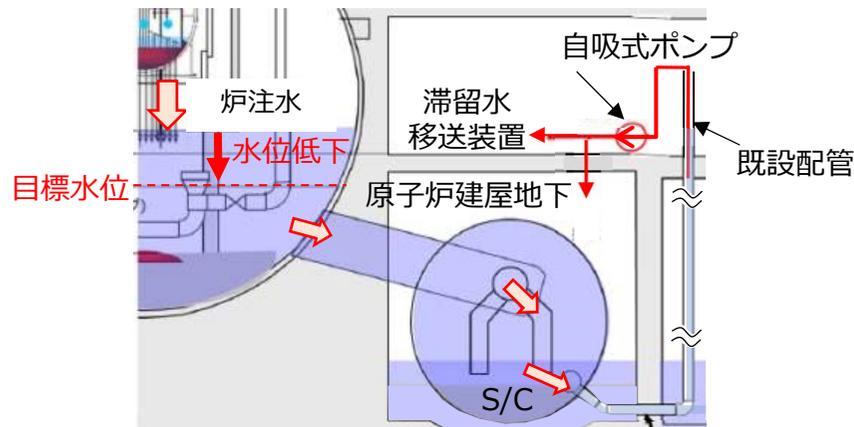
---

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 概要

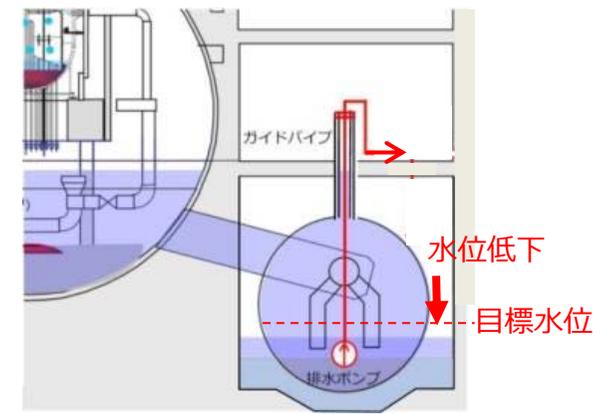
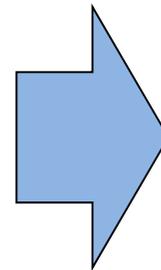
- 現状、耐震性向上策としてPCV(S/C)水位低下を行うため、以下の通り段階的に水位を低下することを計画。
- ガイドパイプ設置等（ステップ2）に先立ち、現状水位（R/B1階床上約1m）をR/B1階床面以下に低下（ステップ1）する。
- ステップ1では、S/C下部に接続する既設配管を用いて自吸式ポンプによる取水を計画。

## ステップ1（目標水位：R/B1階床面以下）



既設配管を用いたS/C内包水の取水イメージ

## ステップ2（目標水位：S/C下部）

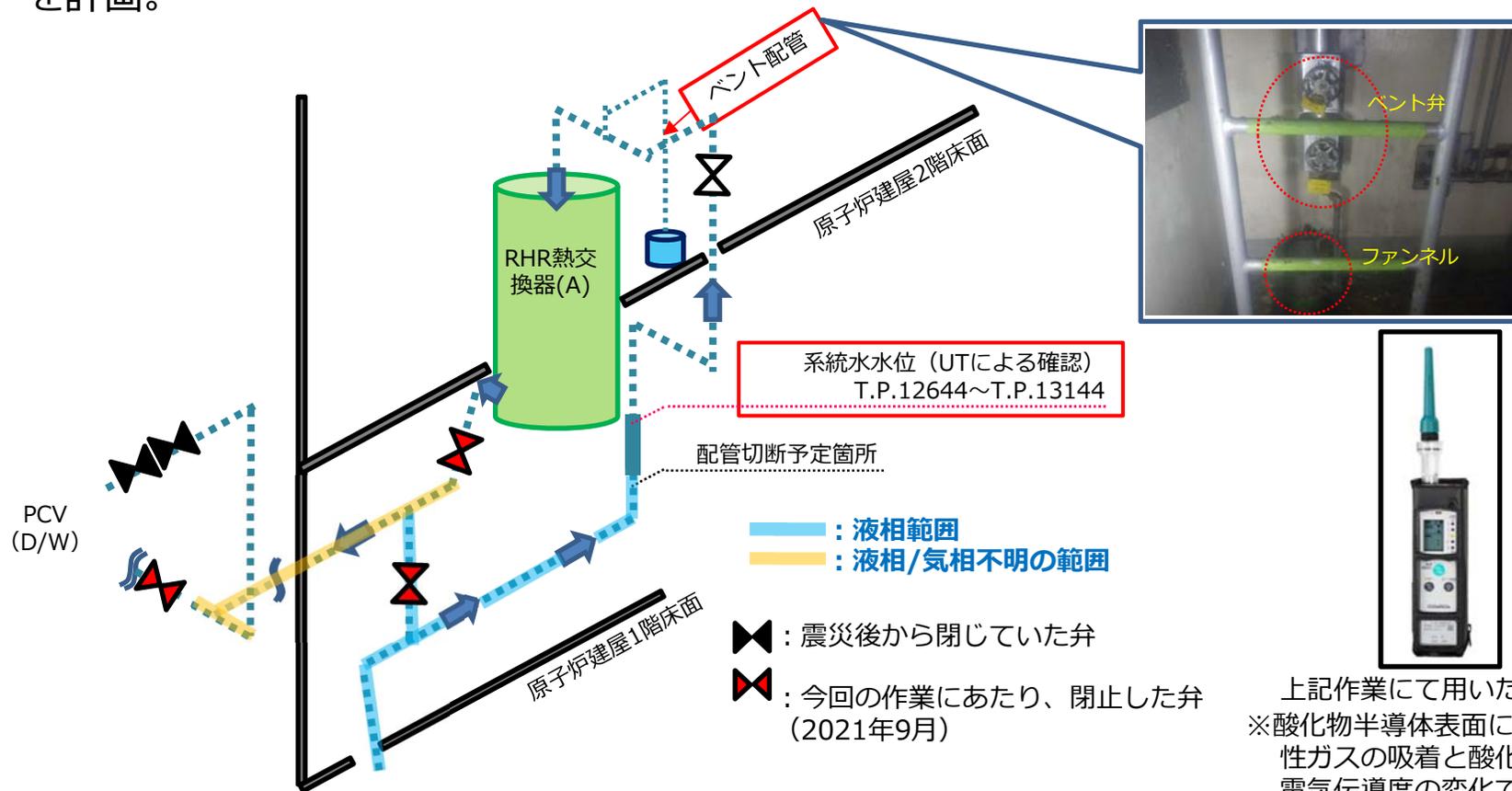


ガイドパイプによるPCV(S/C)からの取水イメージ

PCV：原子炉格納容器  
 S/C：圧力抑制室  
 R/B：原子炉建屋

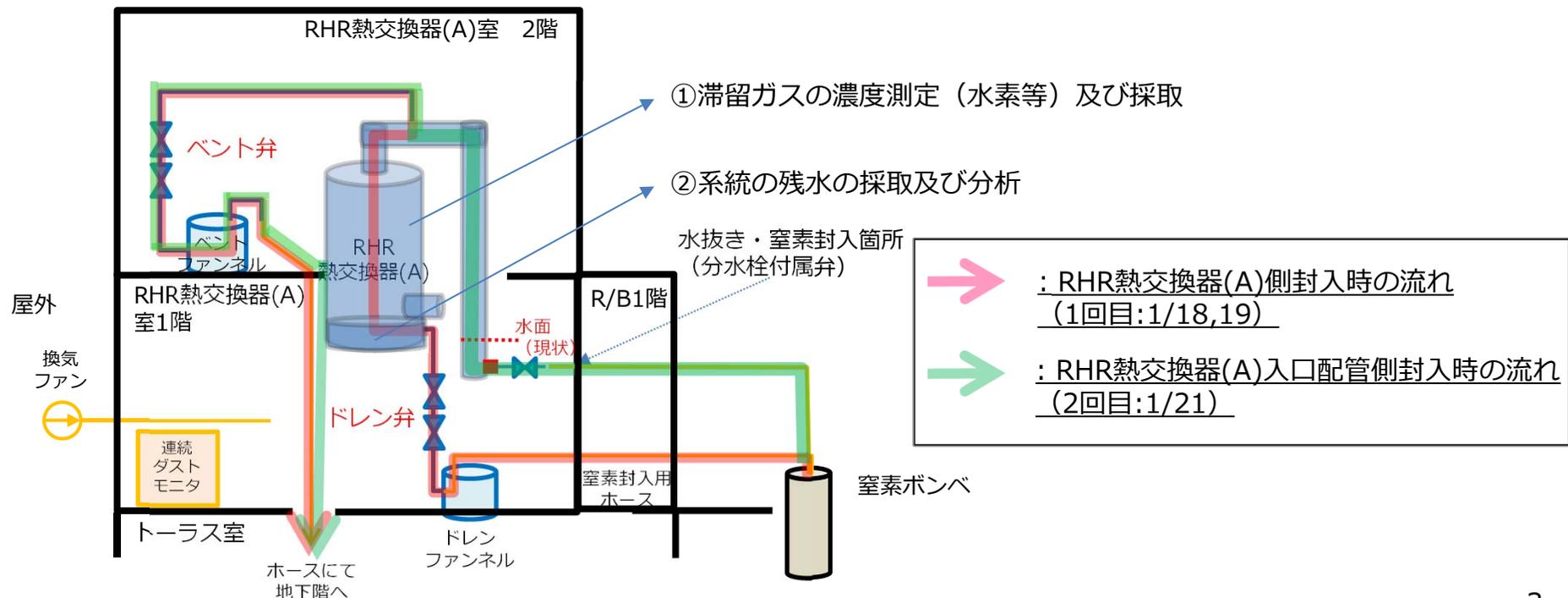
## 2. 経緯

- 既設配管に取水点を構築するための準備作業として、残留熱除去系（以下、「RHR」という。）熱交換器(A)廻りのベント弁の開操作を実施したところ、接続ファンネル出口にて可燃性ガスを検出※。また、ガスを採取・分析した結果、事故由来の長半減期核種であるKr-85を検出。
- PCVとの連通が想定される弁は事前に閉止していることから、現在、PCVからのガスの供給はないと想定。
- RHR熱交換器(A)ドレン弁から窒素を封入し、RHR配管ベント弁から配管内ガスを排出することを計画。



### 3. 滞留ガスのパーズ作業について

- パーズ作業前に、①滞留ガスの濃度測定（水素等）、採取及び②系統の残水の採取、分析を実施（結果を次頁以降に記載）。
- RHR熱交換器(A)側および入口配管側の滞留ガスのパーズ作業（窒素封入）を環境等への影響を考慮し、3日に亘り実施。排出される滞留ガスの濃度が低下したことを確認。  
（水素：約20%→0%、硫化水素：約20ppm→0ppm）。
- 作業中のガス等の測定、分析を行い、環境等への影響がないことを確認。
  - 排気先の地下階および1階（RHR熱交換器(A)室）のガスを測定、分析し、酸素濃度に異常が無く、水素濃度が0%であること、およびKr-85濃度が検出限界値未満（5.0Bq/cm<sup>3</sup>未満）であることを確認。
  - 連続ダストモニタにより、ダスト濃度に変化がないことを確認。

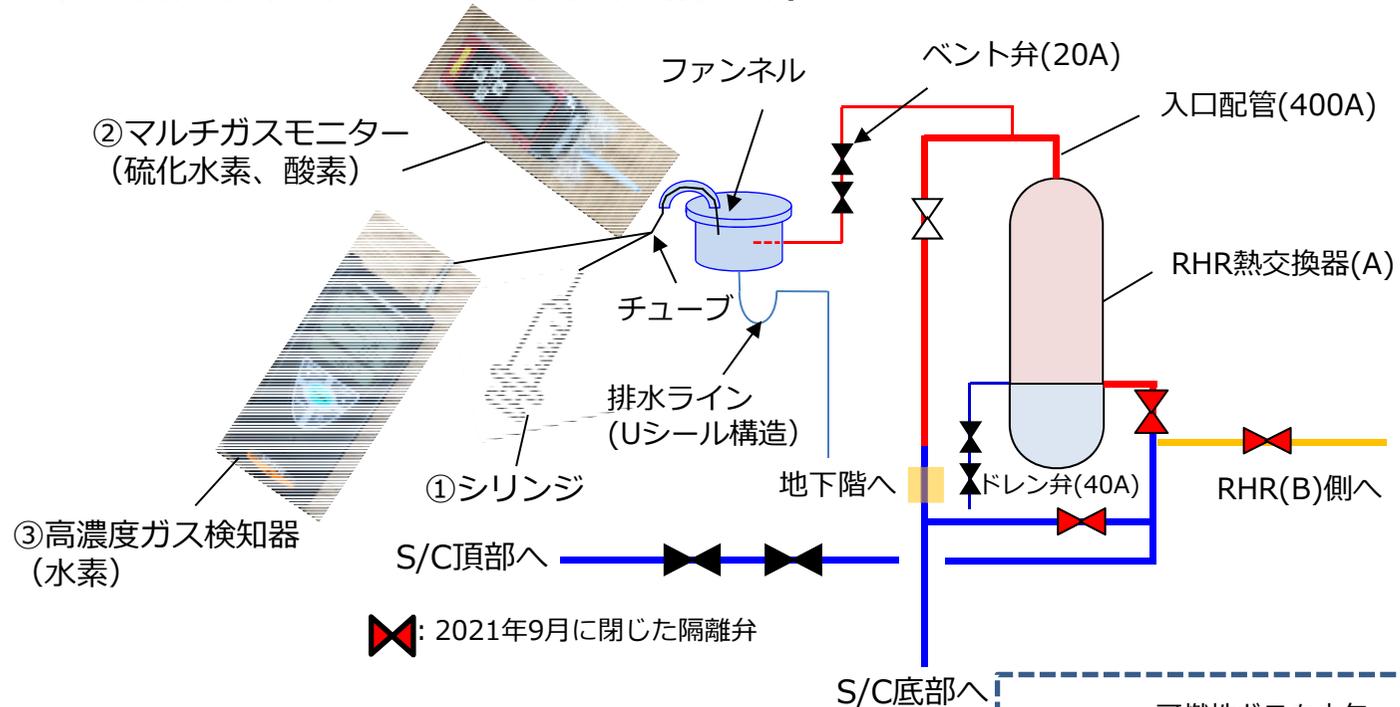


### 3-①. 滞留ガスの濃度測定（水素等）及び採取の結果

- ベント弁接続ファンネル出口より排出される滞留ガスの水素濃度等の測定及び試料採取を実施。（手順及び結果については下記参照）



④金属製試料採取容器

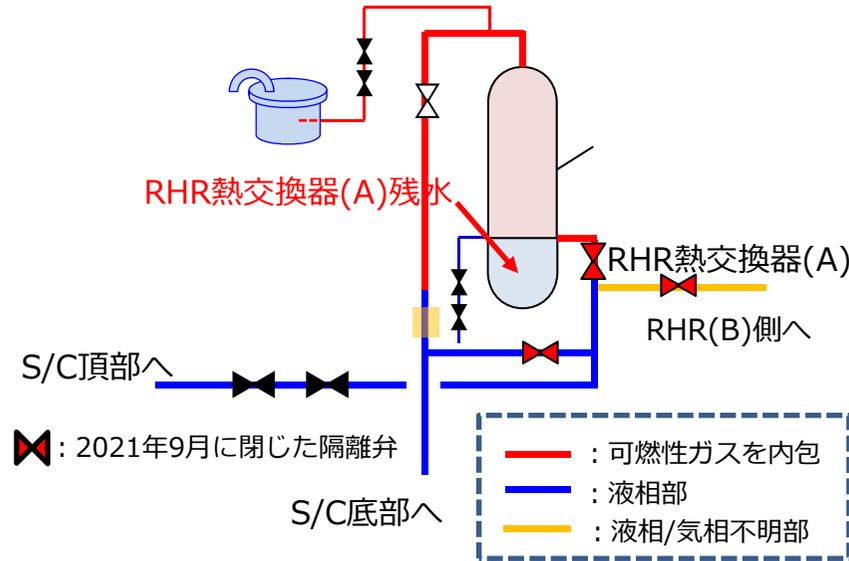


- ①シリンジによる採取・分析  
Kr-85  $2.64 \times 10^3$  Bq/cm<sup>3</sup> (ゲルマ分析)
- ②マルチガスモニターによる測定  
酸素濃度0%、硫化水素濃度約20ppm
- ③高濃度ガス検知器による測定  
水素濃度が約20%まで上昇し安定
- ④金属製試料採取容器による採取・保管  
金属製試料採取容器(約500cm<sup>3</sup>)

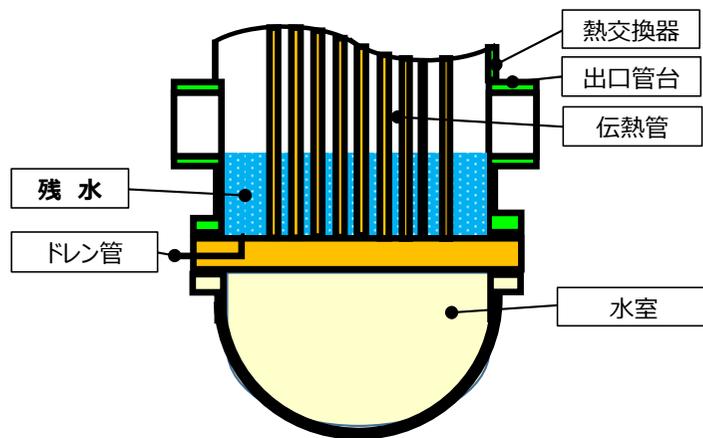
**RHR配管の系統概略イメージ**

### 3-②. 系統の残水の採取及び分析結果

#### ■ 系統の残水（RHR熱交換器(A)残水）を採水・分析。



#### RHR配管の系統概略イメージ



#### RHR熱交換器(A)残水イメージ

・ 1回目(採取日:2021.12.15)

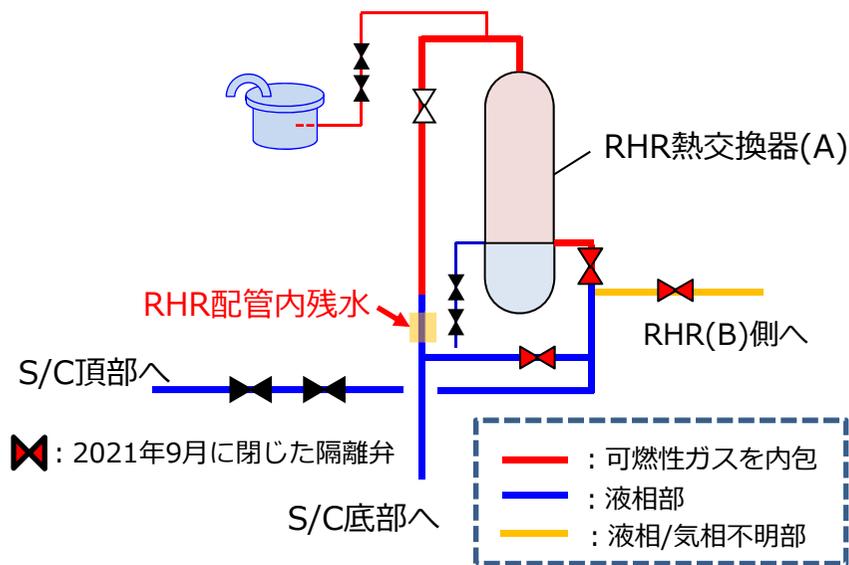
分析項目	分析結果	分析項目	分析結果
Cs-134	2.46E+04 Bq/L	pH	3.8
Cs-137	7.38E+05 Bq/L	塩素	2.40E+04 mg/L
Co-60	2.07E+05 Bq/L	カルシウム	2.50E+02 mg/L
H-3	7.69E+04 Bq/L	マグネシウム	1.10E+03 mg/L
全β放射能	8.47E+05 Bq/L	ナトリウム	8.00E+03 mg/L
全α放射能	5.09E+00 Bq/L	SS (浮遊物質)	8.4E+01 mg/L

・ 2回目(採取日:2022.1.17)

分析項目	分析結果	分析項目	分析結果
Cs-134	1.87E+04 Bq/L	pH	6.1
Cs-137	5.23E+05 Bq/L	塩素	1.90E+04 mg/L
Co-60	1.37E+03 Bq/L	カルシウム	3.70E+02 mg/L
H-3	3.41E+06 Bq/L	マグネシウム	1.10E+03 mg/L
全β放射能	5.20E+05 Bq/L	ナトリウム	9.70E+03 mg/L
全α放射能	<3.36E+00 Bq/L	SS (浮遊物質)	4.8E+01 mg/L

### 3 - ② . 系統の残水の採取及び分析結果

- 系統の残水（RHR配管内残水）を採水・分析。



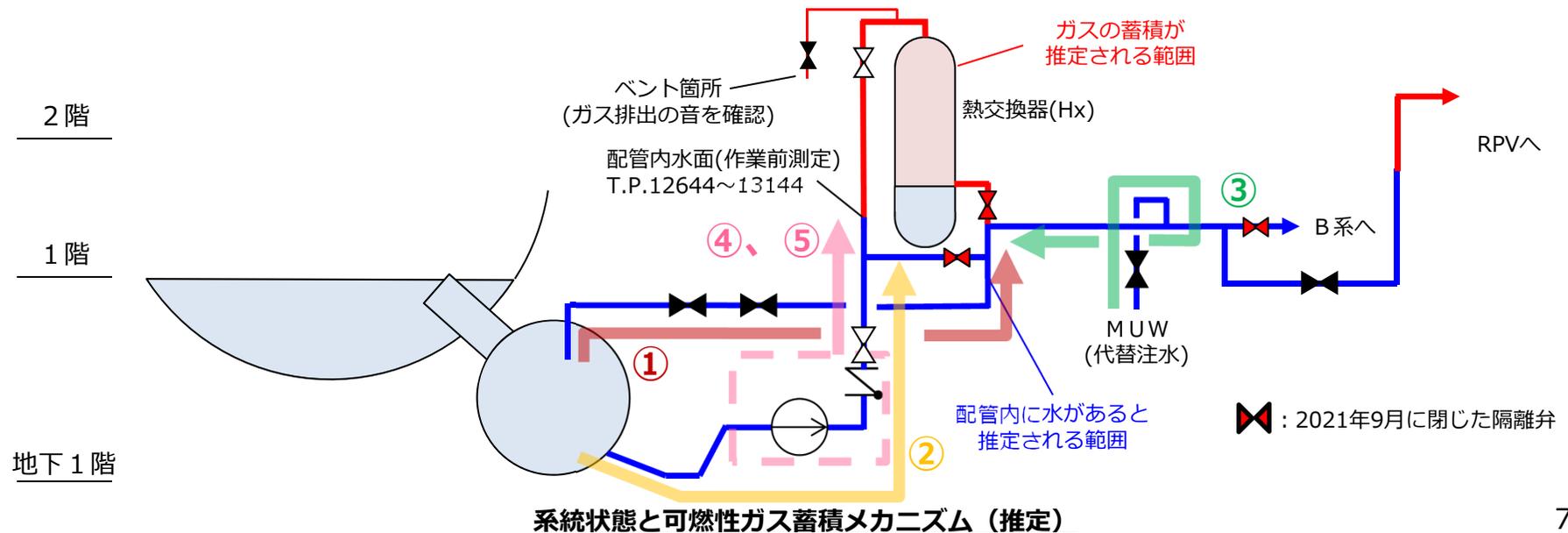
分析項目	分析結果	分析項目	分析結果
Cs-134	9.59E+04 Bq/L	pH	9.4
Cs-137	2.90E+06 Bq/L	塩素	5.00E+03 mg/L
Co-60	<5.99E+02 Bq/L	カルシウム	8.40E+01 mg/L
H-3	9.80E+04 Bq/L	マグネシウム	3.10E+02 mg/L
全β放射能	2.98E+06 Bq/L	ナトリウム	2.80E+03 mg/L
全α放射能	<2.66E+00 Bq/L	SS（浮遊物質）	4.3E+00 mg/L

### RHR配管の系統概略イメージ

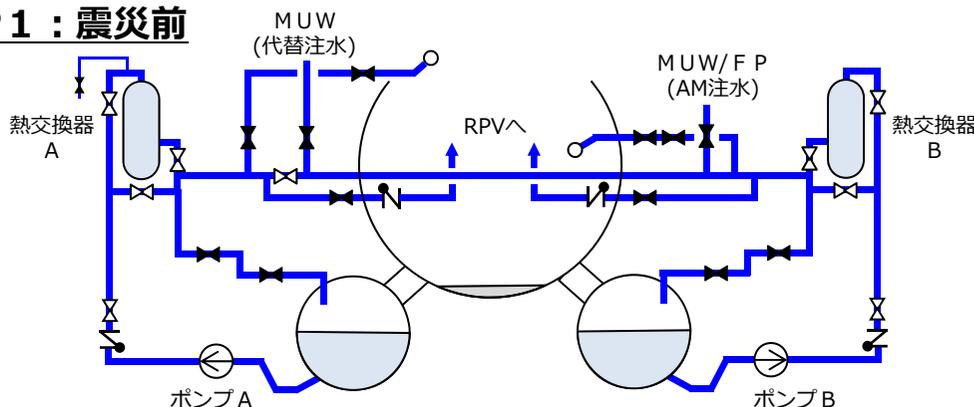
# 【参考】RHR熱交換器廻りのガス蓄積のメカニズム推定

- RHR熱交換器周りの概略構成と、想定されるガス流入のメカニズムを以下に示す。
- 今後、得られた知見については、1Fにおける事故の分析に係わる検討会にも情報共有していく。

No.	要因	ガス流入のタイミング	説明
①	事故時のガス流入 (事故時操作起因)	震災直後	事故時の操作に伴い、PCV内に充満したガスが流入。
②	事故時のガス流入 (S/C水位低下起因)	震災直後	S/C水位が低下し、PCV内に充満したガスが流入。
③	注水時の空気流入	震災直後	事故時の注水に用いたホース内の空気が流入。
④	保有水の放射線分解	震災～現在	配管内の水が、放射線による分解で、水素等が発生。
⑤	海水成分の影響	震災～現在	事故時に注入した海水成分の影響によりガスが発生。



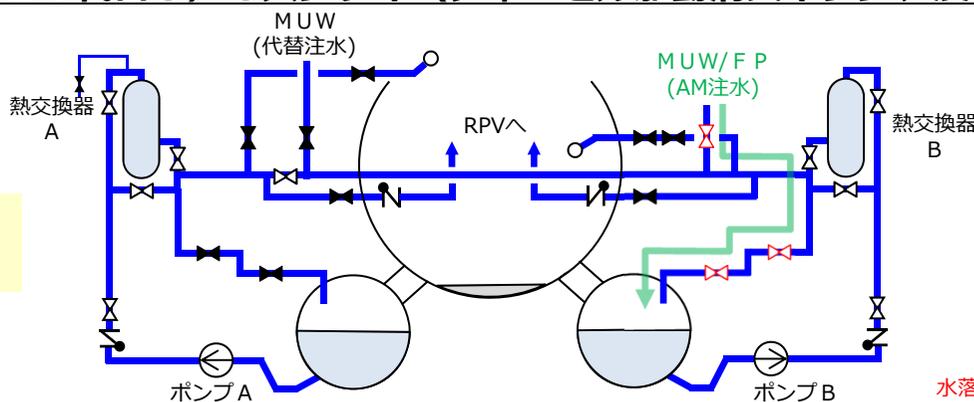
**STEP 1 : 震災前**



- 震災前は、系統内は満水待機。

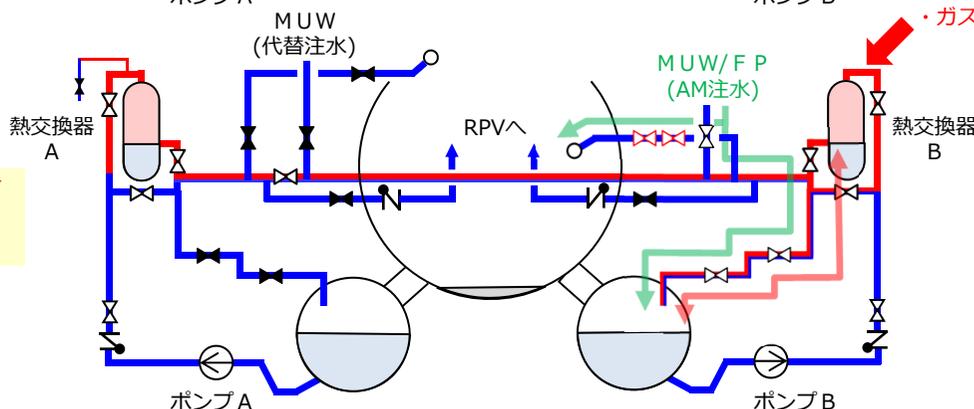
**STEP 2 : 代替S / Cスプレィ (ディーゼル駆動消火ポンプ、淡水)**

スプレィ  
開始時



- 2011年3/12 12:06~3/13 7:43まで断続的に代替S/Cスプレィを実施。

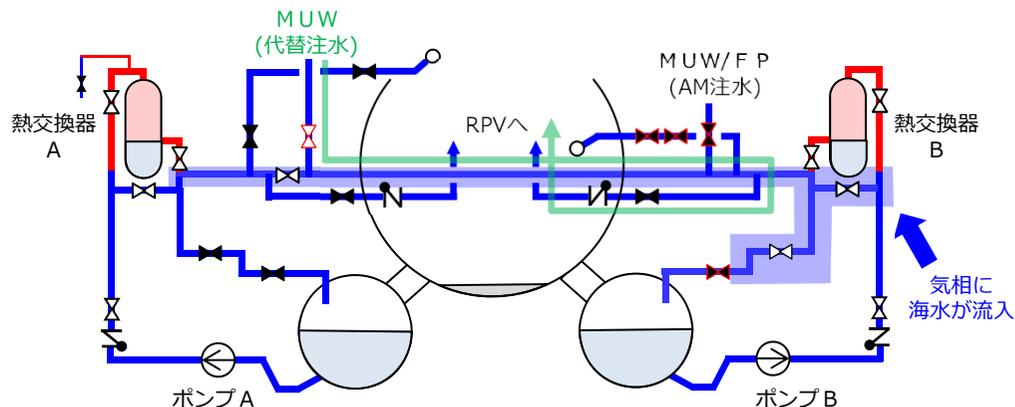
スプレィ  
実施中



- 代替S/Cスプレィ実施中から、徐々に系統保有水がPCV側に抜け落ち、**S/C** [\*1] **あるいはD/W** [\*2] **からのガスが流入。**

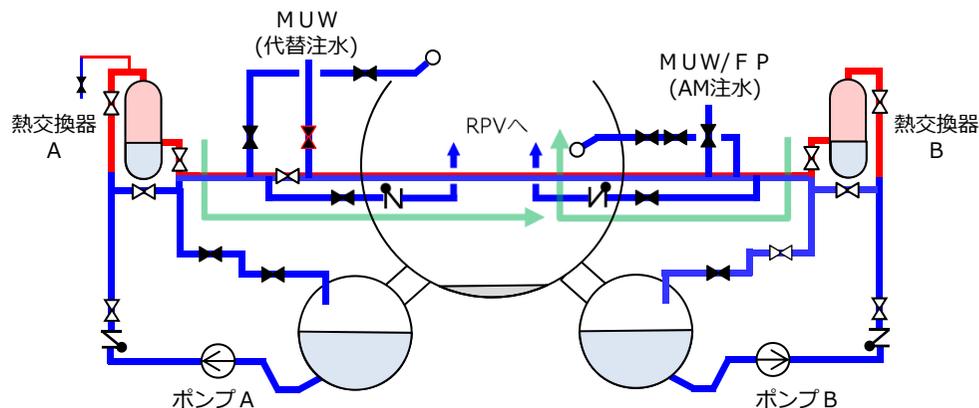
[\*1] 代替S/Cスプレィでの流量は、RHRによるスプレィ流量より小さく、ガスの流入が発生したと想定。  
 [\*2] 代替D/Wスプレィも実施しており、いずれかのタイミングで流入した可能性を想定。

**STEP 3 : 代替注水時（消防車、海水）**



- 消防車からの代替注水により**海水が流入**。  
（ハッチング部が海水に置換）

**STEP 4 : 安定化以降**



- 系統内のガスは、RPVの減圧と共に徐々にRPVに排出。
- ガス圧力も、RPV減圧と共に低下。
- 系統内の水位は、タイライン近傍で安定。