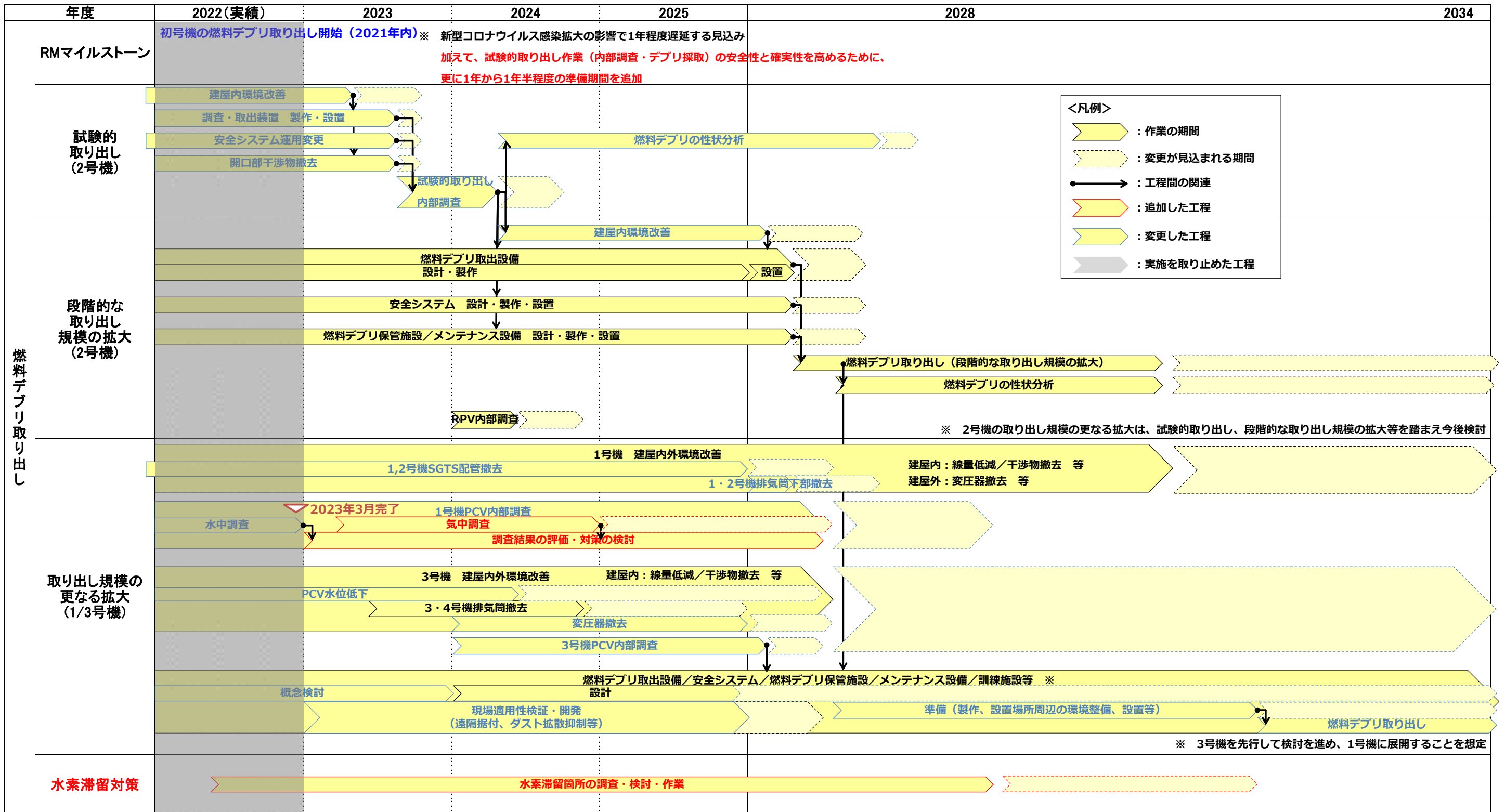


燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	廃炉中長期実行プラン2023 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		3月	4月			5月			6月	7月	8月	9月	10月以降	備考				
				26	2	9	16	23	30	上	中	下	上	中	下	上	中		下	上	中	下
燃料デブリ取り出し準備	原子炉建屋内環境改善	原子炉建屋内の環境改善	1号機	(実績) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業	2階線量低減に向けた準備作業															建屋内環境改善 ・2階線量低減の準備作業'20/7/20~'23/3月中旬 他工事との工程調整のため作業中断中。'22/2/23~'22/9/19 ・RCW入口ヘッダ配管穿孔'22/10/24~'22/11/14 ・RCW熱交換器(CI入口配管内包水サブリング)'23/2/22	
			2号機	(実績)なし (予定) ○建屋内環境改善(継続)		現場作業	2階北側エリア除染															建屋内環境改善 ・R/B大物搬入Q2階送へい設置'21/11/29~'22/1/10 ・東西側通路MCC撤去'22/1/11~'22/2/25 ・2階北側エリア除染'23/4/10~
			3号機	(実績) ○建屋内環境改善(継続)		検討・設計																建屋内環境改善 ・北西エリア機器撤去および除染'21/7/12~'22/1/10 ・北側エリア板設置へい設置'22/1/11~'22/3/22 ・北西エリア機器撤去'22/4/18~'22/7/14 ・1階北東南東エリア除染'22/8/30~'23/2/22
	格納容器内水循環システムの構築	格納容器内水循環システムの構築	1号機	(実績)なし (予定) 圧力抑制室内包水のサンプリング	現場作業	圧力抑制室内包水のサンプリング															圧力抑制室内包水のサンプリング ・原子炉冷却材浄化系逆止弁開放(モックアップ'22/11月1日~) ・圧力抑制室底部確認、圧力抑制室内包水サンプリング	
			2号機	(実績)なし (予定)なし	現場作業																	
			3号機	(実績) ○原子炉格納容器水位低下(継続) ○圧力抑制室内包水の水质改善(継続)	現場作業	3号機格納容器内取水設備の運転開始															(継続実施) ・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) →補正申請('21/7/14) →認可('21/7/27) ・取水設備設置'21/10/1~'22/3/31 ・使用前検査(3号)'(22/4/26) ・3号機格納容器内取水設備による圧力抑制室内包水の水质改善開始'22/10/3~	
	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)	検討・設計																(継続実施)	
			共通	(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																(継続実施)	
			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)	検討・設計																(継続実施)	
			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)	検討・設計																(継続実施)	
			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)	検討・設計																(継続実施)	
	燃料デブリの取り出し	燃料デブリの取り出し	1号機	(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)	現場作業	PCV内部調査	1/2号機SGTS配管撤去(残り分)															OPCV内部調査 ・PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) →補正申請('19/1/18)→認可('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 ・ROV-A2調査'22/3/14~'22/5/23 ・ROV-C調査'22/6/7~'22/6/11 ・ROV-D調査'22/12/6~'22/12/10 ・ROV-E調査(1回目)'23/1/31~'23/2/1 ・ROV-E調査(2回目)'23/2/10~'23/2/11 ・ROV-F調査'23/3/4~'23/3/8 ・ROV-A2調査'23/3/28~'23/4/1
1号機			(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																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)→認可('21/8/26) 【主要工程】 ・1/2号機SGTS配管切断機ダスト飛散対策(フレタン注入)'21/9/8~'21/9/26 ・1/2号機SGTS配管切断'22/5/23~'23/5月中旬 ・1/2号機SGTS配管切断(残り分)M/U'23/1/29~'23/3/3 ・1/2号機SGTS配管切断(残り分)'32/4/18~	
2号機			(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	検討・設計	PCV内部調査 ロボットアームの性能確認試験・モックアップ・訓練(国内)																PCV内部調査 ・PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) →補正申請('20/9/9)認可('21/2/4) ・試験的取り出し作業(内部調査・デブリ採取)の着手としては2023年度後半を目途に実施する計画。 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'20/10/20~ ・X-6ベネ内堆積物調査(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ベネ調査拡大作業'21/9/13~'21/10/14 ・隔壁部設置作業'21/11/15~	
2号機	(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																(時期調整中)			
3号機	(実績) (予定)	現場作業																(時期調整中)				

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2023 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	3月	4月					5月			6月	7月	8月	9月	10月以降	備考			
					26	2	9	16	23	30	上	中	下	上	中	下	上	中		下	上	中
燃料デブリ取り出し準備	RPV/PCV健全性維持		圧力容器/格納容器の健全性維持  (実績) ○腐食抑制対策 ・窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続)  (予定) ○腐食抑制対策 ・窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続)	検討・設計																		
				現場作業																		(継続実施)
燃料デブリ取り出し準備	炉心状況把握		炉心状況把握  (実績) ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続)  (予定) ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続) ○2号機燃料取扱機操作室調査の実施  (実績) ○2号機原子炉建屋内調査(地下階三角コーナの状況確認)  (予定)	検討・設計																		
				現場作業																		(継続実施)
				現場作業																		(継続実施)
燃料デブリ取り出し準備	取出後の燃料デブリ安定保管		燃料デブリ性状把握  (実績) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続)  (予定) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続)	検討・設計																		
				現場作業																	(継続実施)	
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ臨界管理技術の開発		燃料デブリ臨界管理技術の開発  (実績) ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続)  (予定) ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続)	検討・設計																		
				現場作業																	(継続実施)	
				現場作業																		(継続実施)
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発		燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発  (実績) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 粉状、スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続) 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(継続)  (予定) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 粉状、スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続) 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(継続)	検討・設計																		
				現場作業																	(継続実施)	



注：今後の検討に応じて、記載内容には変更があり得る

# 1号機 PCV内部調査（後半）について

2023年4月27日

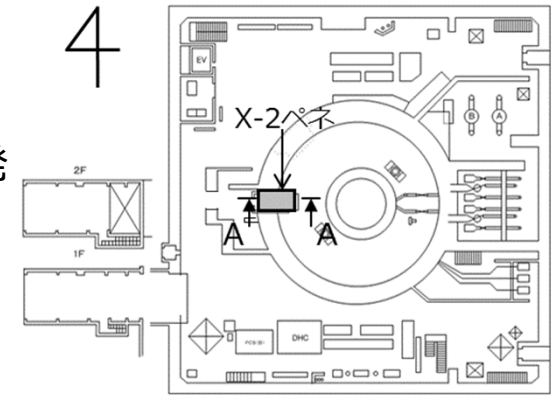
**IRID** **TEPCO**

---

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

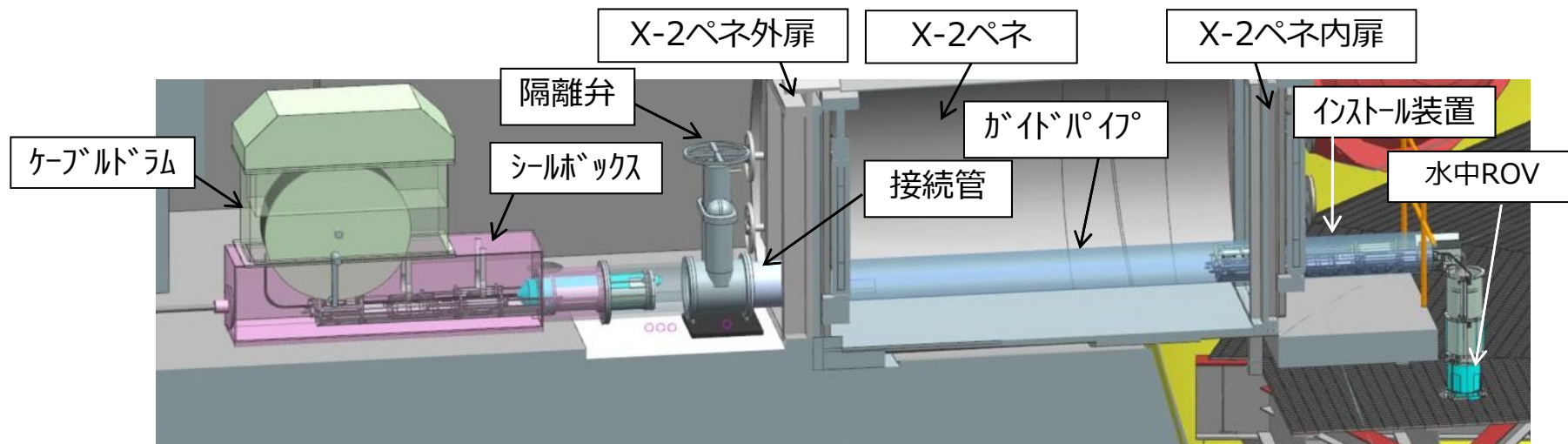
# 1. 1号機PCV内部調査の概要

- 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）から実施
- 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
- 水中ROV調査ステップ



1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置

- |               |          |                   |
|---------------|----------|-------------------|
| 前半調査<br>(調査済) | ① ROV-A  | 事前対策となるガイドリング取付   |
|               | ② ROV-A2 | ペDESTAL外の詳細目視     |
|               | ③ ROV-C  | 堆積物厚さ測定           |
| 後半調査<br>(調査済) | ④ ROV-D  | 堆積物デブリ検知・評価       |
|               | ⑤ ROV-E  | 堆積物サンプリング         |
|               | ⑥ ROV-B  | 堆積物3Dマッピング        |
|               | ⑦ ROV-A2 | ペDESTAL内部、壁部の詳細目視 |



内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

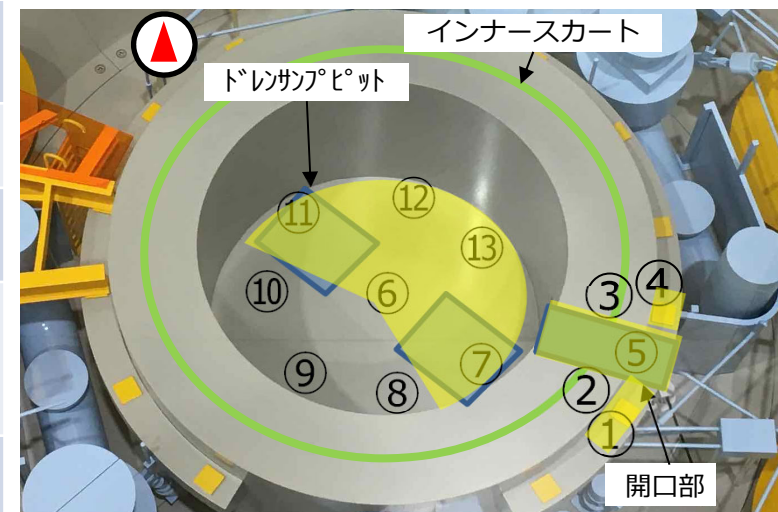
## 2.ROV-A2調査(後半)の実施状況について

- ROV-A2調査(後半)では、主にペDESTAL開口部やペDESTAL内部を撮影し、ペDESTAL基礎部、ペDESTAL内構造物、堆積物等を確認
- ROVの遊泳範囲として、開口部外側からペDESTAL内部の北側（右下図：黄色エリア）まで到達することができたが、南側は寄り付きでの調査はできていない
- 南側の映像については、ペDESTAL開口部(⑤)の位置や遊泳時の撮影映像から状況を確認

### 【ROV-A2調査順序】

実施日	場所	調査箇所
3/28	①⇒②⇒③⇒④⇒⑤	ペDESTAL外部
3/29	⑪⇒⑫⇒⑬⇒⑦	ペDESTAL内部
3/30	⑬⇒⑥～⑦の間	ペDESTAL内部
3/31	⑤	ペDESTAL外部 ※⑤開口部まで進入 (ケーブル余長の関係のため)
未実施	⑧⑨⑩	ペDESTAL内部 ※⑤からの遠距離撮影映像なら びに遊泳時の撮影映像あり

### 【1号機ペDESTAL内部】



ROV到達エリア:

### 3-1.ペDESTAL基礎部の状態について①

- ペDESTAL内側下部のコンクリートが一部消失している箇所（床面より1m程度）には配筋を確認
  - 配筋には、垂直方向の引っ張り荷重を支持する縦筋と、周方向の引っ張り荷重を支持する横筋が存在するが、縦筋は大きな変形がなく当初の形状を維持 <写真1>
  - 配筋は、製造時に施工されている格子状の凹凸が確認され、製造・据え付け時の寸法が維持されていると推定 <写真1,2>
- 配筋露出箇所の上部には、棚状堆積物が存在し、それより上部にはコンクリートが残存 <写真3>



写真1. ポイント⑪ペDESTAL基礎部



写真2. ポイント⑫ペDESTAL基礎部

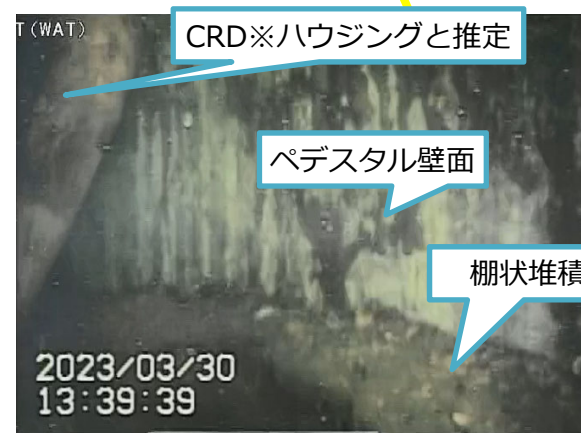
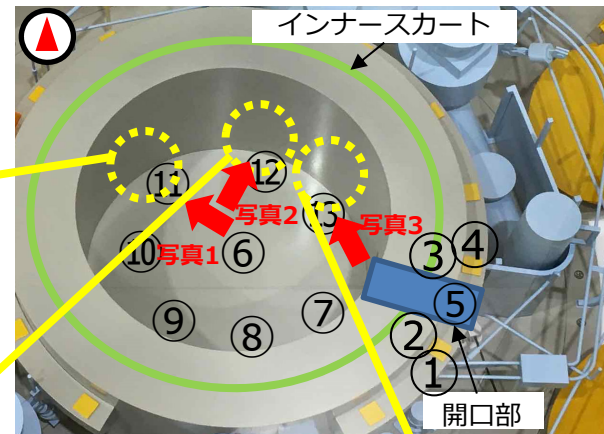
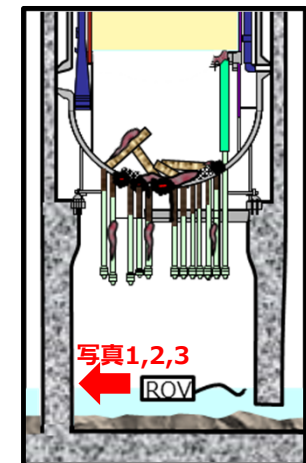


写真3. ペDESTAL内の棚状堆積物と壁面部

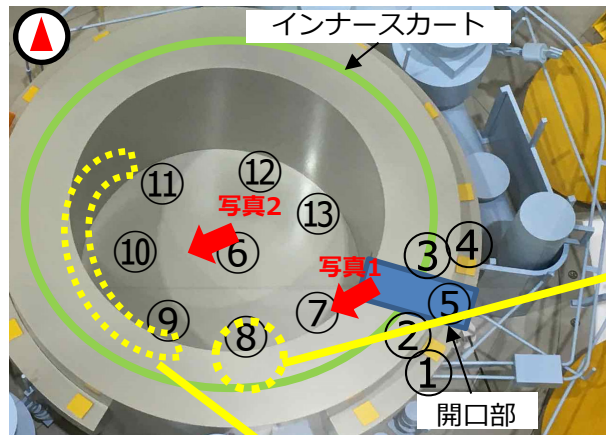
ペDESTAL縦断面(推定)



(※CRD：制御棒駆動機構)

### 3-2.ペDESTAL基礎部の状態について②

- 調査箇所⑧、⑨、⑩については、ROVが到達できなかったものの、調査箇所⑤にて撮影した映像や、ROVが遊泳中に撮影した映像からペDESTAL基礎部の状態を確認 <写真1,2>
- 確認した基礎部の状態は他の調査箇所と似ている状態であり、ペDESTAL内側下部のコンクリートが一部消失している箇所には配筋を確認 <写真1,2>
- 配筋より奥については、一部（調査箇所⑦）においてインナースカートに至るまでのコンクリートの消失を確認 <P28\_写真5参照>



ペDESTAL縦断面(推定)

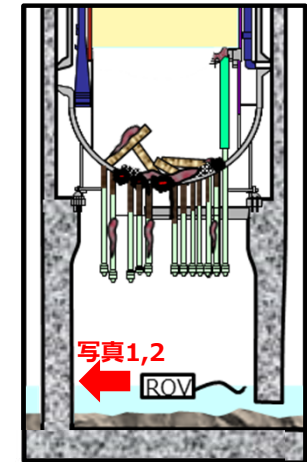


写真1. ポイント⑧ペDESTAL基礎部

画像処理：東京電力ホールディングス(株)

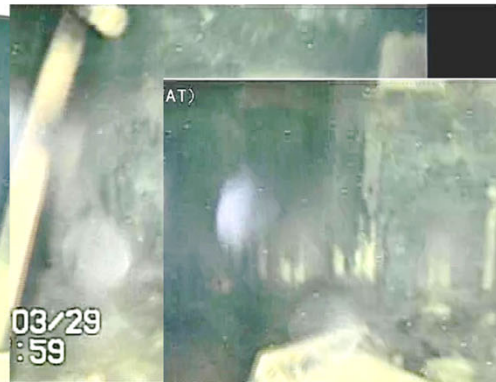


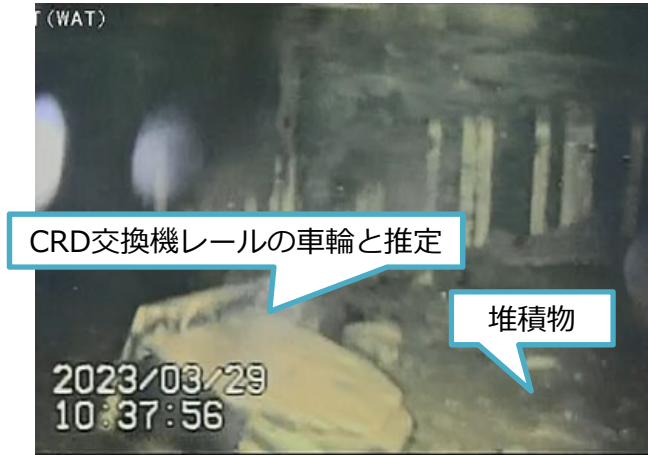
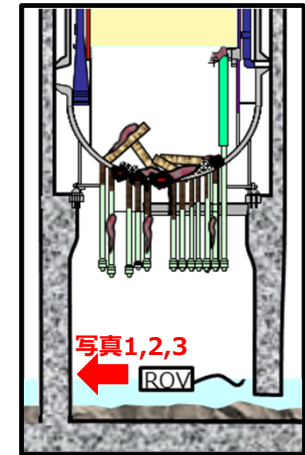
写真2. ポイント⑨、⑩ペDESTAL基礎部  
画像処理：東京電力ホールディングス(株)



## 4.ペDESTAL内部の状態(底部)

- ペDESTAL内底部には、CRDハウジング以上に大きな構造物は確認されず、CRD交換機については本体は確認されず、CRD交換機レール・車輪を部分的に確認 <写真1,2>
- ペDESTAL内底部には、床面全域にわたり高さ1 m未満の堆積物があり、CRDハウジング等の上部の構造物が部分的に落下しているのを確認 <写真2,3>

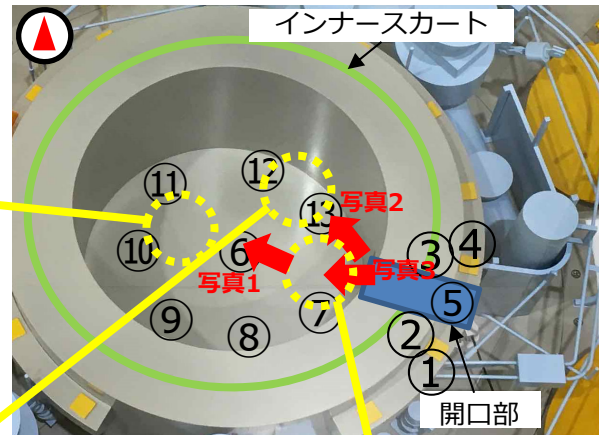
ペDESTAL縦断面(推定)



CRD交換機レールの車輪と推定

堆積物

写真1.CR D交換機レールの車輪と思われる構造物



ペDESTAL壁面

CRDハウジングと推定

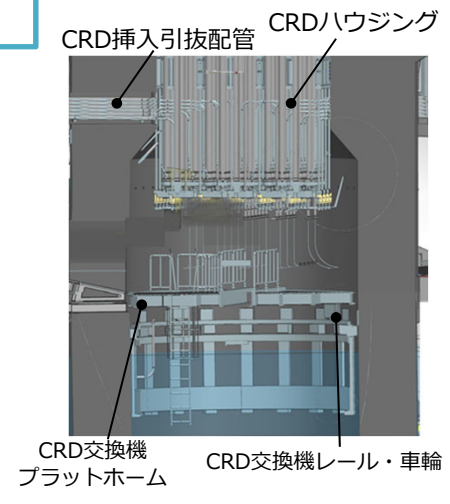
写真2. CRDハウジングと思われる構造物



ガレキ状堆積物

塊状堆積物

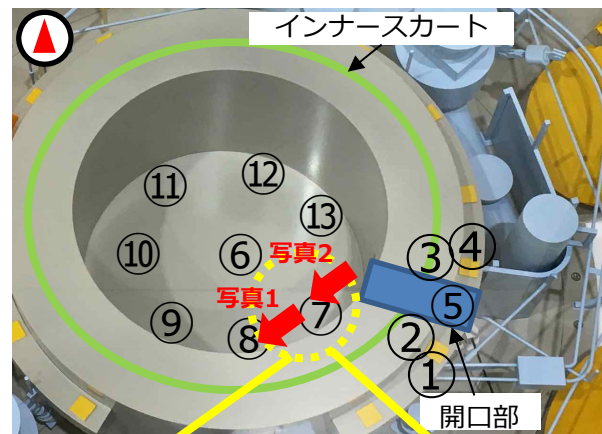
写真3.ペDESTAL内開口付近堆積物



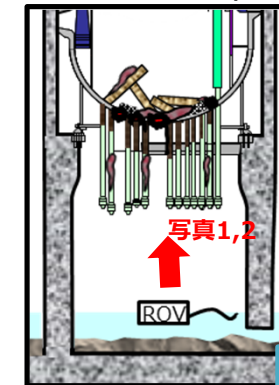
ペDESTAL断面におけるCRD交換機イメージ図

## 5-1.ペDESTAL内部の状態(上部)①

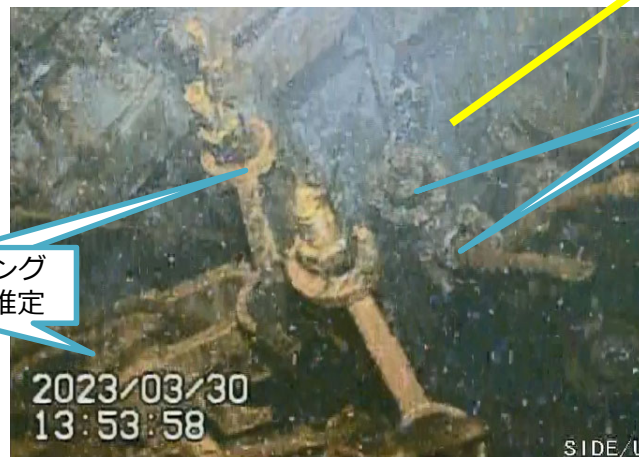
- ペDESTAL上部にはCRDハウジング、CRDハウジングサポートを確認。一部は正規位置より下方に位置していることを確認(ペDESTAL底部に落下しているものもあり) <写真1,2>
- 下方に位置しているCRDハウジングは原形を留めており、溶融物が固化したと思われる塊が付着している箇所がある <写真2>
- 今回映像データを取得した、調査ポイント⑦の周辺においては、本来は映るはずの場所にCRDハウジングと思われる構造物からの反射がなく、一部が黒い空間のように見える箇所がある。この領域はCRDハウジングが脱落し、その上部にあるRPV底部に穴が開いている可能性が示唆される。 <写真2>



ペDESTAL縦断面(推定)



CRD挿入引抜配管と推定



CRDハウジングサポートと推定

写真1. CRDハウジングサポートと思われる構造物



CRDと推定

CRDハウジングと推定

CRDと推定

塊状の物体

黒い空間  
(代表例)

写真2. CRD関連と思われる構造物

## 参考.震災前のペDESTAL内構造物

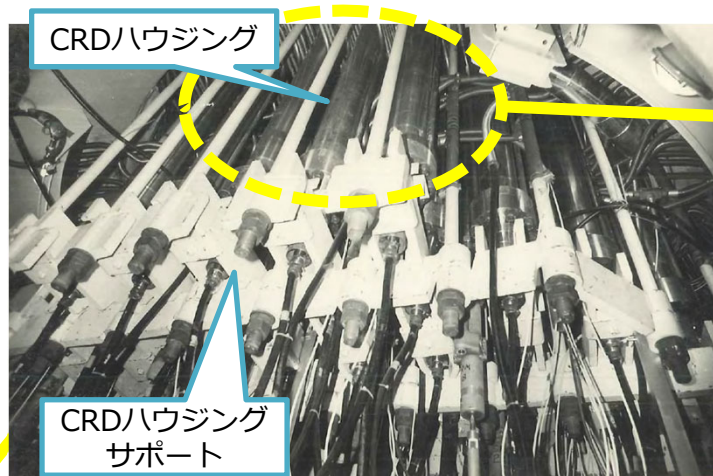
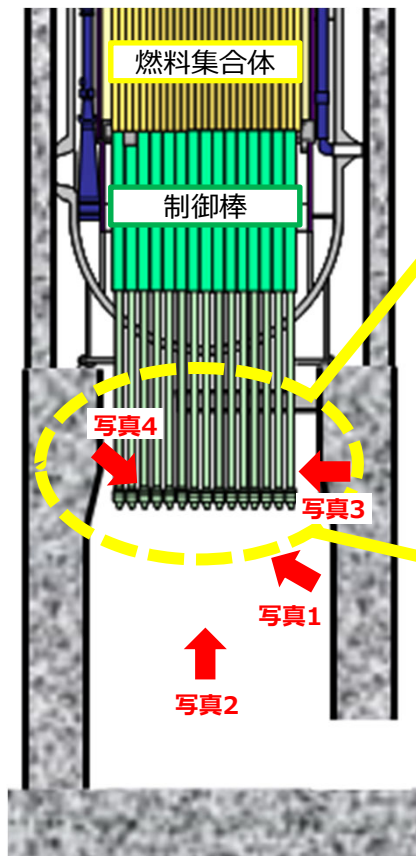


写真1. CRDハウジングサポートとCRDハウジング(建設当時)

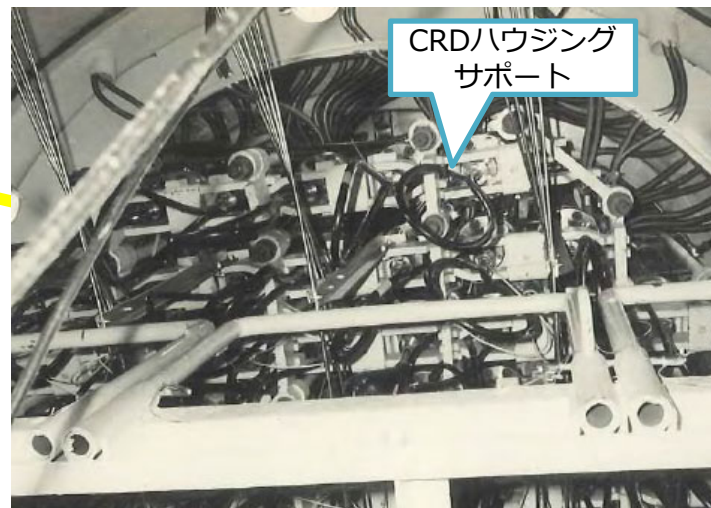


写真2. ペDESTAL上部方向を見上げた写真(建設当時)

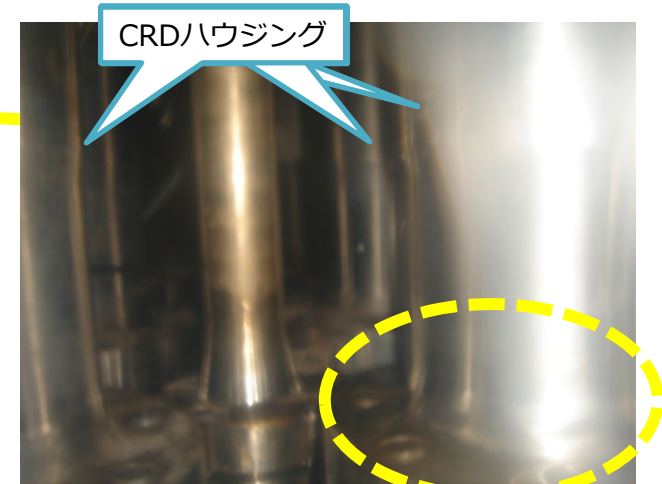


写真3. CRDハウジング(震災前)

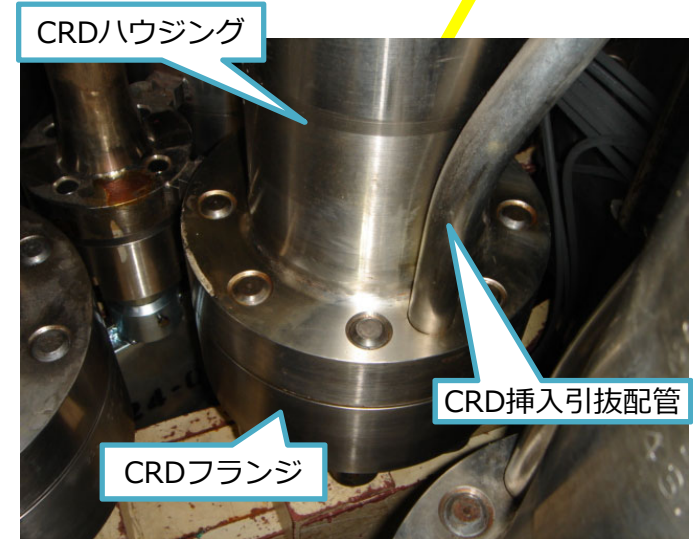


写真4. CRD関連機器 (震災前)

## 5-2.ペDESTAL内部の状態(上部)②

- ペDESTAL中央部にて原子炉注水による集中的な水の滴下を確認。このことから、RPV底部の中心部付近には開口部が存在し、そこから滴下していると推定。 <写真1,2>
- CRD交換用開口部に、上方より落下したCRDハウジングが存在していることを確認。今後、調査や廃炉作業において、当該開口部を活用する場合は、それを前提とした計画立案を検討することが必要 <写真3>



写真1. 炉注水停止前の水面の状況

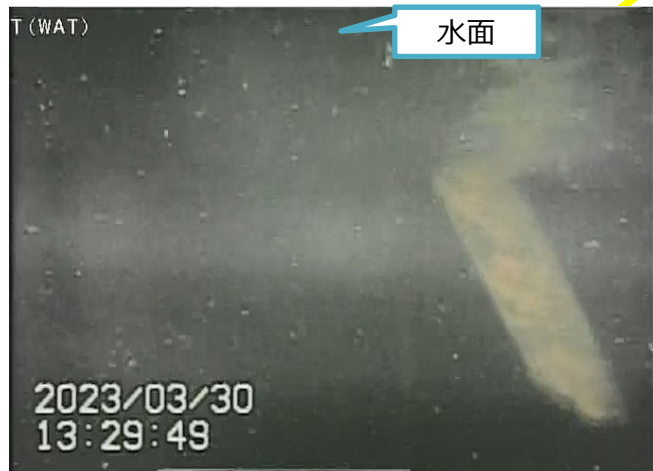
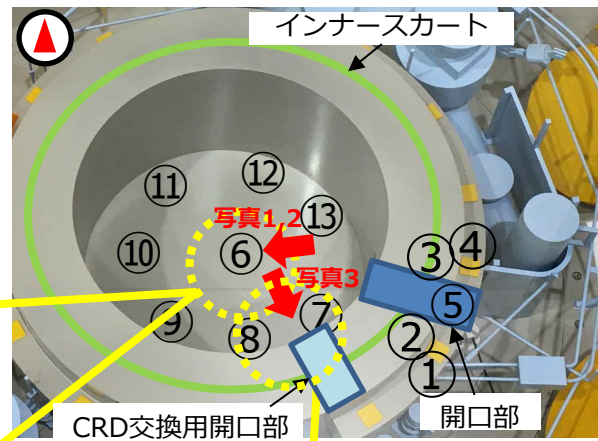
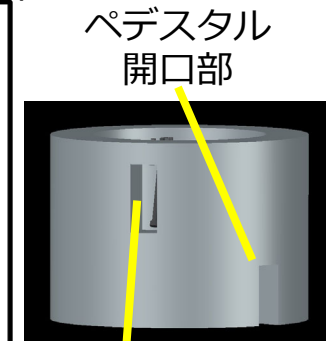
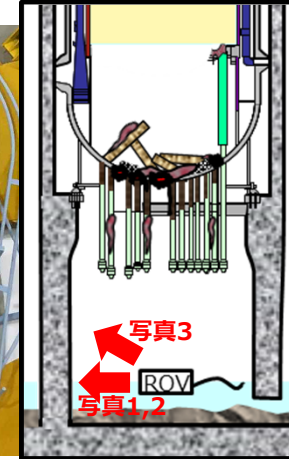


写真2. 炉注水停止後の水面の状況



ペDESTAL縦断面(推定)



CRD交換用 開口部

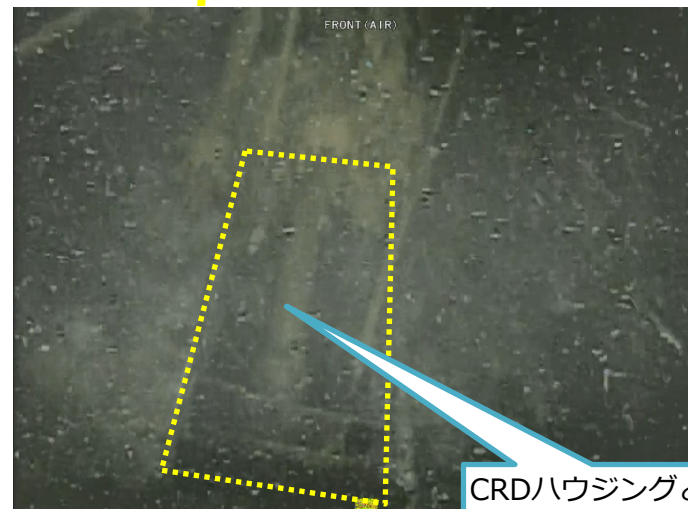
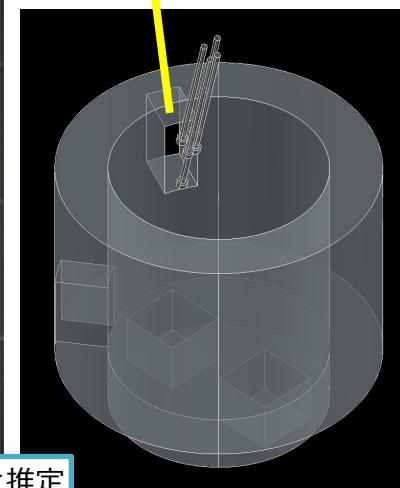


写真3. ペDESTAL内壁側のCRD交換用開口部の状態



## 6. ペDESTAL開口部付近の堆積物断面の状態

- ROV-A2の前半調査でも確認された、開口部付近の厚さ数cmの平板になっている棚状の堆積物の断面を接写したところ、層になっており、気泡のような空隙が表面に見えている多孔質である事を確認

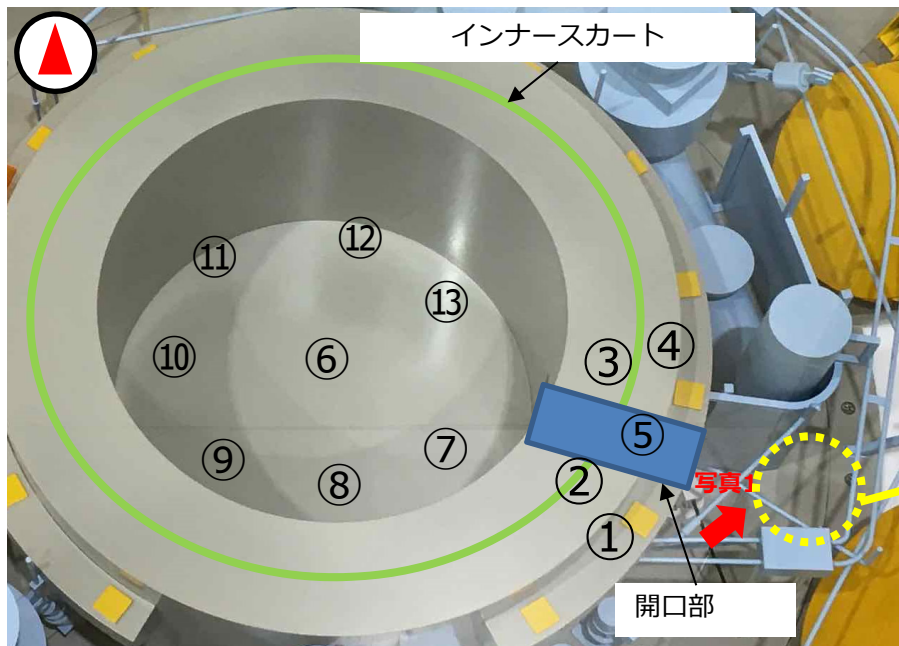
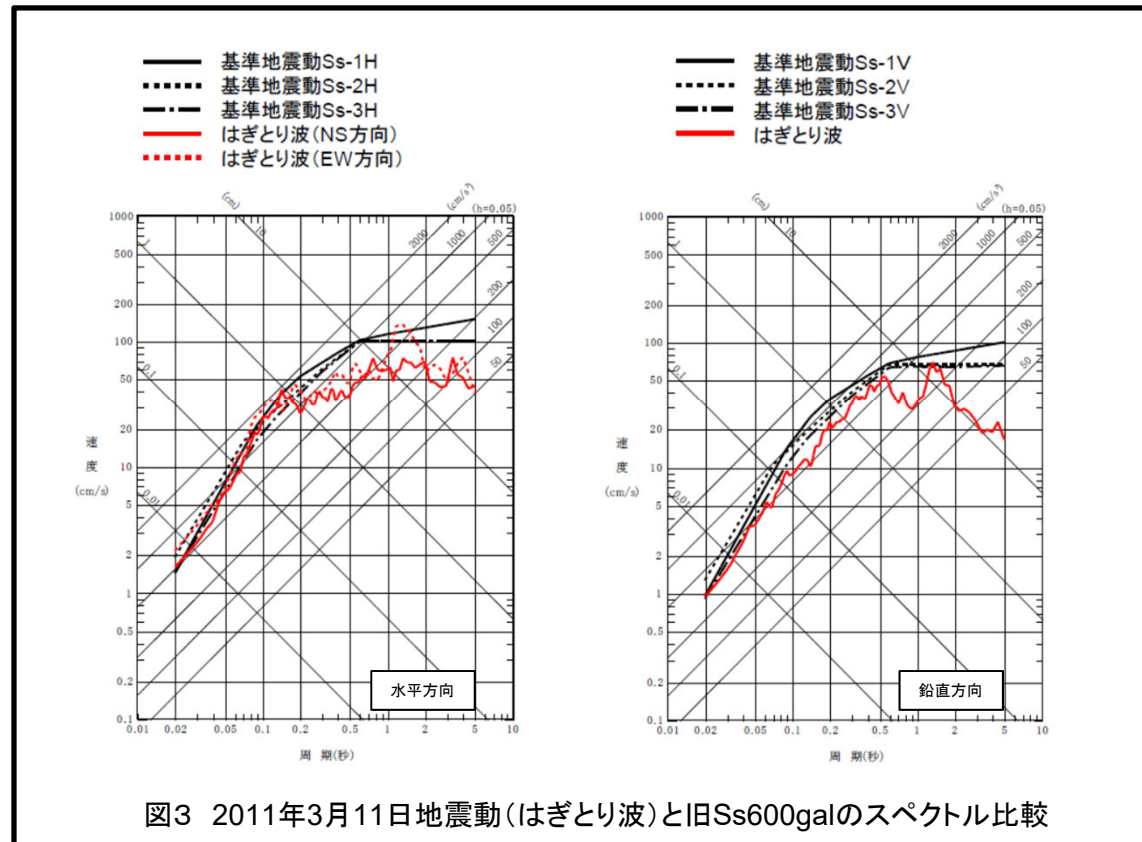
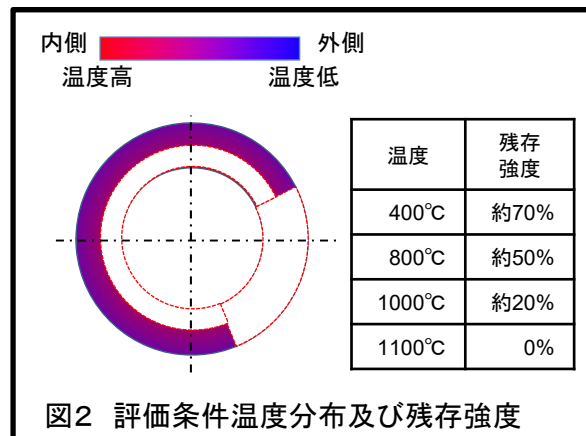
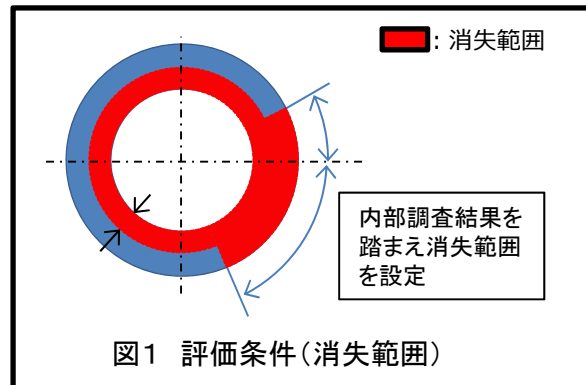


写真1. ペDESTAL外棚状堆積物断面

## 7-1.ペDESTAL耐震評価の進め方について

- 内部調査にて得られたペDESTALの状況確認結果を踏まえ、コンクリートの消失範囲等の条件を設定し評価を実施。（解析モデル及び手法は既往評価手法を使用）
  - 内部調査結果を踏まえペDESTALのコンクリート消失状況を評価モデルに反映（図1）
  - 温度履歴は事故解析結果を踏まえ、ペDESTAL残存部の温度による強度低下を考慮する（図2）
  - 地震動は旧Ss600を用いて評価する。旧Ss600の地震動のスペクトルは、2011年3月11日の地震動と比較すると、ほぼ全ての周期帯で上回っている（図3）



## 7-2.ペDESTAL耐震評価の条件整理

- 既往評価及び、本評価案で検討する条件設定を以下に示す。

	既往評価	評価案
温度分布イメージ	<p>ペDESTAL外側</p> <p>1200 mm 600 mm インナースカート位置</p> <p>600°C 約600°C 1000°C 1200°C</p> <p>1000°Cを超える内側部分の強度はほぼ0のため、消失と同等とみなせる</p> <p>約200mm</p> <p>ペDESTAL内側</p>	<p>600°C 約600°C</p> <p>消失 600mm</p>
支持範囲	<p>消失角度：97° 強度喪失：200mm（全高）</p> <p>30° 67° 200mm</p> <p>■：支持範囲 ■：消失範囲 ■：強度喪失範囲</p>	<p>消失角度：64° 内側消失：600mm 消失高さ：1000mm</p> <p>17° 47° 600mm</p> <p>■：支持範囲 ■：消失範囲</p>
設定方法	<p>事故解析結果より、消失角度として97°、温度分布として内側1200°C外側600°Cを設定し伝熱解析により温度分布を設定。</p>	<p>既往評価の温度分布条件に対して、調査結果である消失角度64°、内側消失600mm（内側消失高さ1000mm）を考慮。</p>
地震動	・旧Ss600gal地震動	・旧Ss600gal地震動

- 本評価案の結果を踏まえ、必要に応じてインナースカートの強度を考慮する等の詳細評価を行うことを検討する。

※既往評価及び本評価案では強度を担うインナースカートを考慮していないが、インナースカートの強度を考慮した詳細評価を行うことで、強度が向上すると考えられる。

## 8. ペDESTALの支持機能喪失に関する基本的考え方

- これまでも2022年3月の地震など強い地震を経験しているが、ペDESTALの支持機能は維持されている
  - しかしながら、これまでの経験や耐震評価の結果をもって、支持機能に問題はないとするのではなく、仮に支持機能を喪失したとしても、その際に取り得る方策については検討を進めている
- 支持機能喪失時の上部構造物（RPV/RSW/ペDESTAL他）の挙動 <P18,19参照>
    - 水平方向の移動は周辺構造部材（バルクヘッド等）に制限され限定的な傾斜に留まる見込み
    - 垂直方向の移動は周辺構造部材による支持ができず、沈下の可能性は否定できないものの、ペDESTAL部分がインナースカートに阻まれ沈下量は限定される
  - 支持機能喪失時の閉じ込め機能への影響 <P20参照>
    - 上部構造物接続配管取合部(PCVペネトレーション（以下、ペネ））は沈下に伴う接続配管の変位により影響を受ける可能性があるものの、ペネ部及び接続配管の簡易応力評価より、ペネ部の損傷（閉じ込め機能の喪失）には至らない見込み
  - RPV等の傾斜・沈下により想定されるダスト飛散の影響 <P21参照>
    - RPV等の傾斜・沈下が生じて、PCV内は湿潤環境となっているため、PCV内のダスト濃度の増加は限定的と考えられ、周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えることはないと考察
  - PCV内部調査結果を踏まえた考察（臨界の影響） <P22参照>
    - CRDハウジング等の落下により燃料デブリの状態が変化した場合でも、臨界の可能性は極めて小さいと考察
      - ✓ 燃料デブリは、事故進展において溶融・冷却により塊となり、臨界になりにくい形状になっていると考えられ、今回の調査で得られた画像でもそれが確認されている。
      - ✓ 過去の研究にて、落下物により想定される状態変化では、臨界に至らないとの結論になっている。

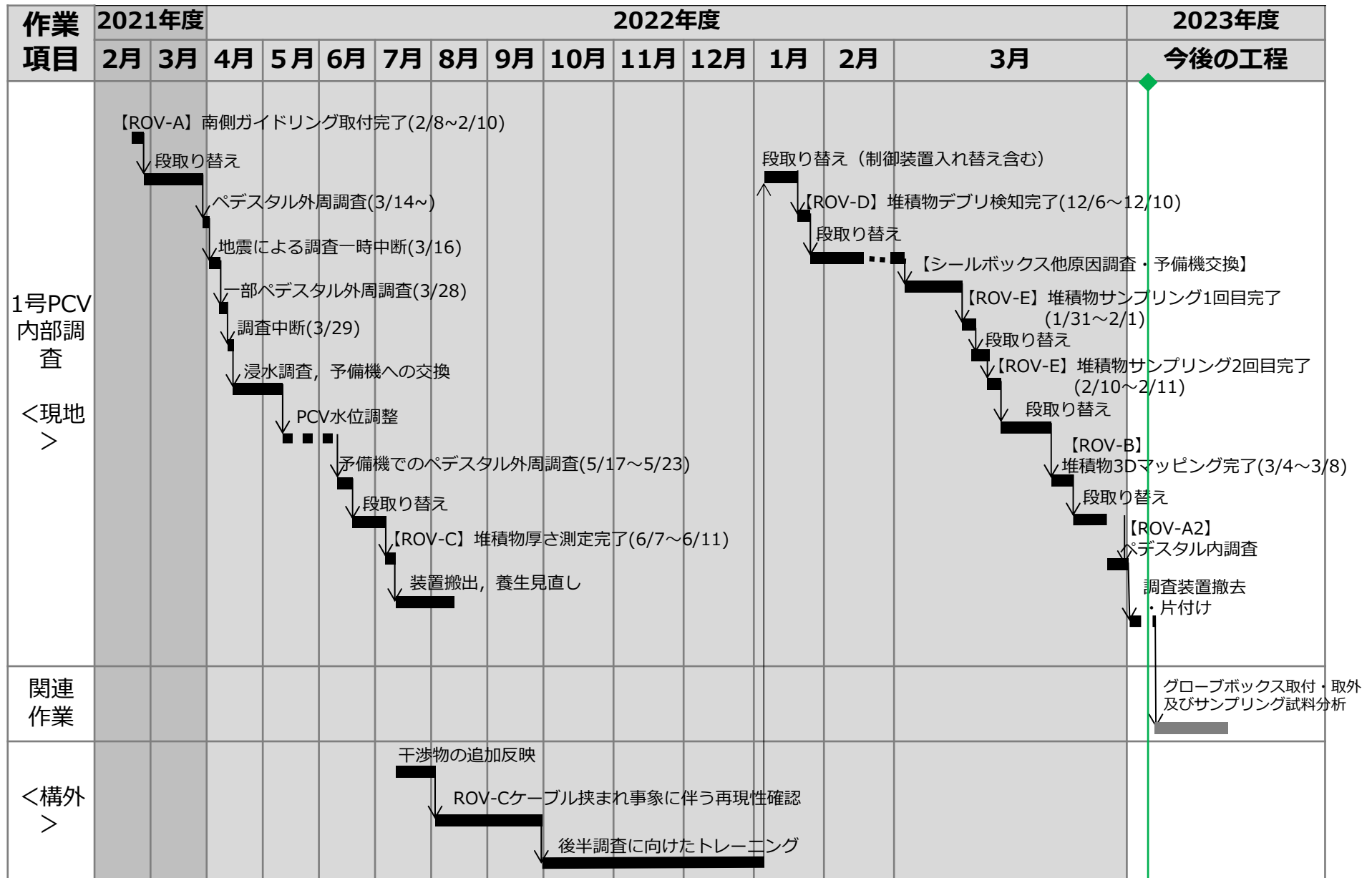
### <万が一の事態に備えて以下の方策を検討>

- RPV等の傾斜・沈下によるダスト飛散に対する方策 <P21参照>
  - ダスト飛散抑制に関わる機動的対応（地震でPCVガス管理設備機能喪失した時の可搬式設備を用いたPCV排気）
  - PCV閉じ込め強化\*：PCV均圧、窒素封入停止策、大型カバーによるPCVからの直接放出量の低減

\* 第100回監視・評価検討会でのコメントを踏まえ、仮に支持機能の低下に起因して格納容器の損傷が拡大した際にダストによる環境への影響をできる限り小さくするための方策を検討中

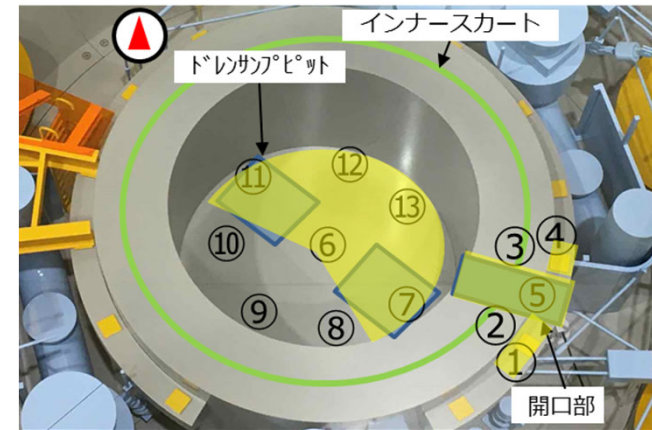


## 9. 1号機PCV内部調査全体工程



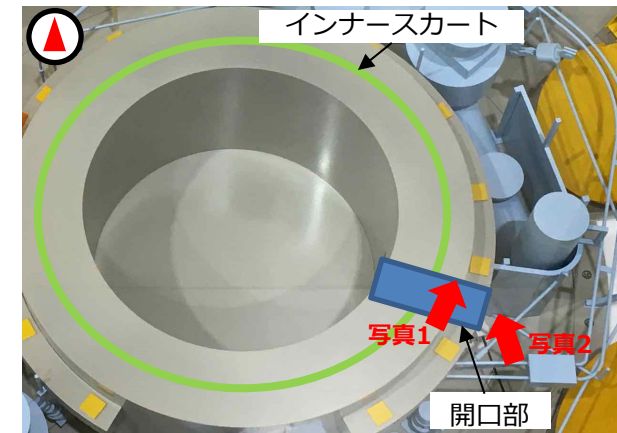
(注) 各作業の実施時期については計画であり、現場作業の進捗状況によって時期は変更の可能性あり。

## 【参考】ペデスタル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

## 【参考】ペDESTAL開口部右側のコンクリート残存（2/2）



図1 開口部右側ペDESTAL外壁の残存部

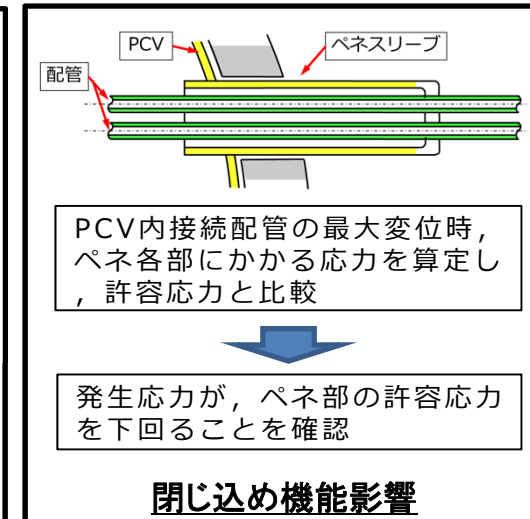
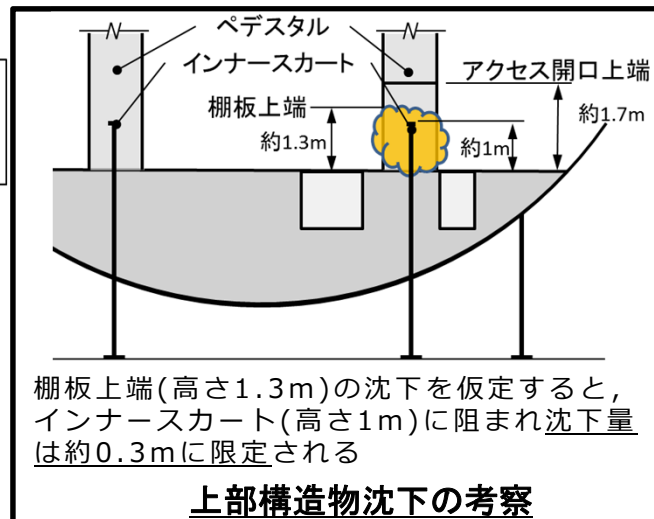
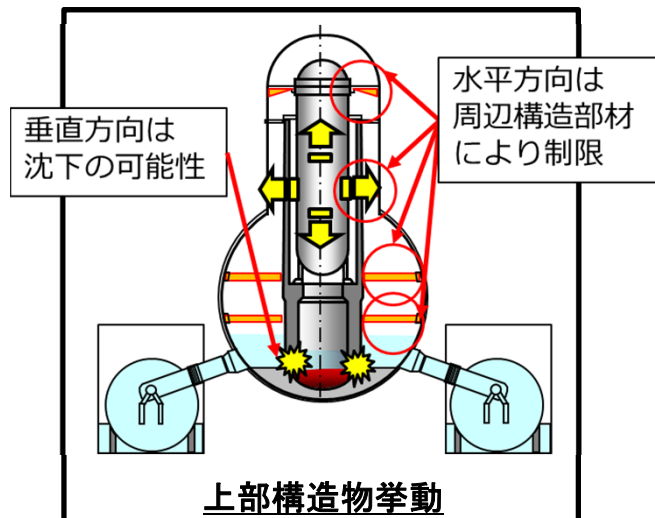
図2 残存部の別角度からの映像

画像処理：東京電力ホールディングス(株)

## 【参考】ペDESTALの支持機能喪失時の影響考察

- 支持機能喪失時の上部構造物（RPV/RSW/ペDESTAL他）の挙動
  - **水平方向の移動**は周辺構造部材（バルクヘッド等）に制限※され**限定的な傾斜**に留まる見込み
  - **垂直方向の移動**は周辺構造部材による支持ができず、**沈下の可能性**は否定できない
- PCV内部調査結果を踏まえた上部構造物の沈下の考察
  - 鉄筋露出の範囲が大きいアクセス開口部近傍で、鉄筋に目立った**たわみ変形が無く**、**これまでの地震**に対し**ペDESTALの支持機能は維持**されている
  - インナースカートに有意な変形が確認されていないことから、上部構造物の**沈下を仮定**した場合でも**インナースカートに阻まれ沈下量は限定される**
- ペDESTALの支持機能喪失時の閉じ込め機能への影響
  - 上部構造物接続配管取合部(PCVペネトレーション（以下、ペネ））は沈下に伴う接続配管の変位により影響を受ける可能性あり
  - ペネ部及び接続配管の簡易応力評価より、沈下に伴う接続配管の変位により**ペネ部の損傷（閉じ込め機能の喪失）には至らない**見込み

※ ペDESTAL外部の調査及び事故時温度解析の結果を踏まえ、周辺構造部材に大規模変形等は生じず移動の制限は可能な見込み

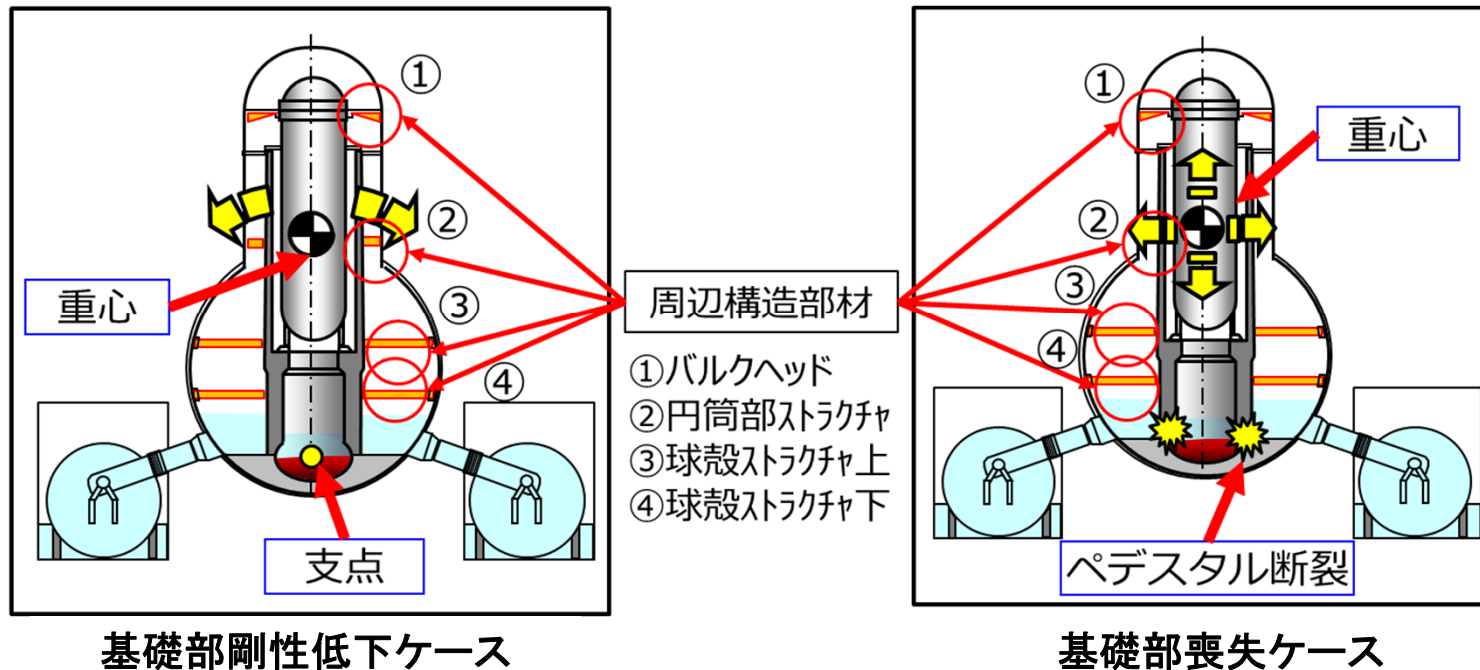


## 【参考】ペDESTALの支持機能喪失時の挙動に関わる考察

- ペDESTAL支持機能喪失時の、上部構造物の地震時挙動を想定する観点から、以下を実施。
  - 基礎部剛性が低下し、地震時に基礎部を支点に振られた場合の**曲げモーメント**を**水平荷重**として周辺構造部材※<sup>1</sup>に負荷し拘束可否を評価※<sup>2</sup>（曲げモーメントに対する支持可否）
  - 基礎の一部が喪失し、**上部構造物が地震**により**水平/垂直**に振られた場合の荷重を周辺構造部材に負荷して拘束可否を評価※（上部構造物の水平/垂直移動時の支持可否）
- 支持機能喪失時、**水平方向**はバルクヘッド等の周辺構造部材による**移動制限が可能**であり、上部構造物（RPV/RSW/ペDESTAL他）の変形は**限定的な傾斜**に留まる（**倒壊等に至らない**）が、**垂直方向の沈下は否**定できない。
  - 水平方向はSs900による荷重でも支持可能。
  - 垂直方向は周辺構造部材で支持できず、基礎が損失した分上部構造物が沈下する可能性

※1 ペDESTAL外部の鋼材に有意な変形が確認されておらず、同環境にある周辺構造部材も形状を維持していると判断。事故時温度解析のPCV温度を考慮しても現在も一定の剛性を有すると想定

※2 規格基準等に基づく評価方法ではなく、評価結果の取り扱いに注意が必要

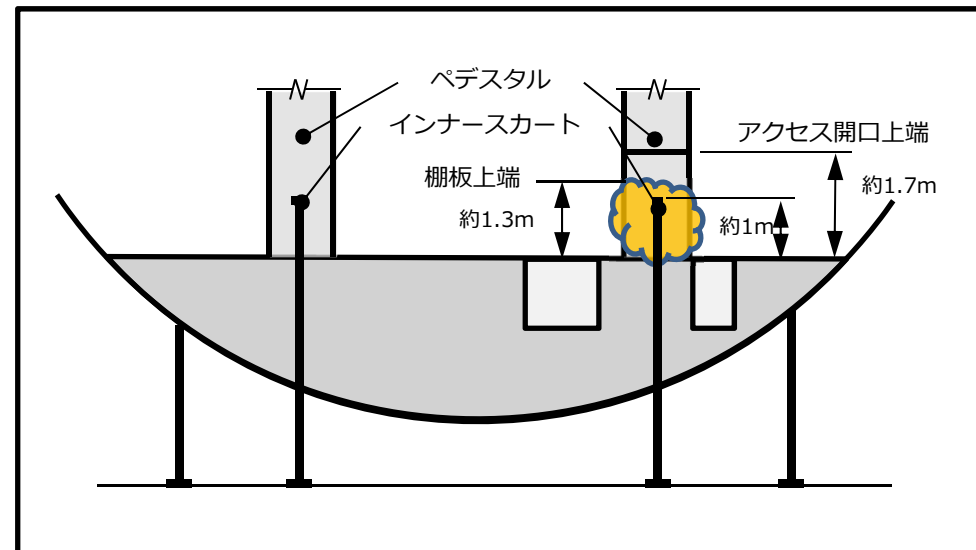


## 【参考】 PCV内部調査結果を踏まえた考察

- PCV内部調査結果を踏まえた上部構造物の沈下の可能性を考察
  - コンクリートが欠損して鉄筋が長く露出している場合、地震等による鉄筋の座屈、傾斜の発生が懸念されるが、以下の理由から、これまでの地震に対し、ペDESTALの支持機能は維持されていると想定。
    - ◆ アクセス開口部近傍で確認された鉄筋の露出長さ（約1.3m）を考慮すると、座屈許容応力が圧縮（引張）許容応力を下回るため、損傷の形態としては、座屈が発生すると想定。
    - ◆ 座屈は、最も弱い（鉄筋の露出長さが大きい）箇所から生じると想定されるが、内部調査では、アクセス開口部から離れるにつれてコンクリートの欠損高さが小さくなる様相を呈しており、アクセス開口部近傍から座屈が発生すると想定。
    - ◆ 内部調査では、アクセス開口部近傍の露出鉄筋（縦鉄筋）に目立ったたわみ・変形は確認されておらず、これまでの地震に対し、ペDESTALの支持機能は維持されていると想定。
  - 内部調査では、インナースカートにも有意な変形は確認されておらず、万が一、デブリによる影響高さ分（床上約1.3m）の上部構造物の沈下を仮定しても、インナースカートに阻まれ沈下量は約0.3m程度に留まると想定。



アクセス開口部付近 調査状況

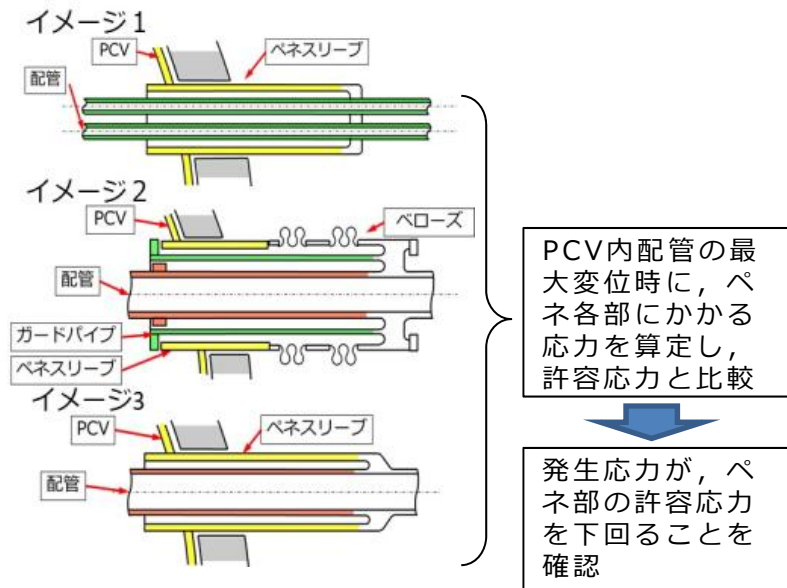
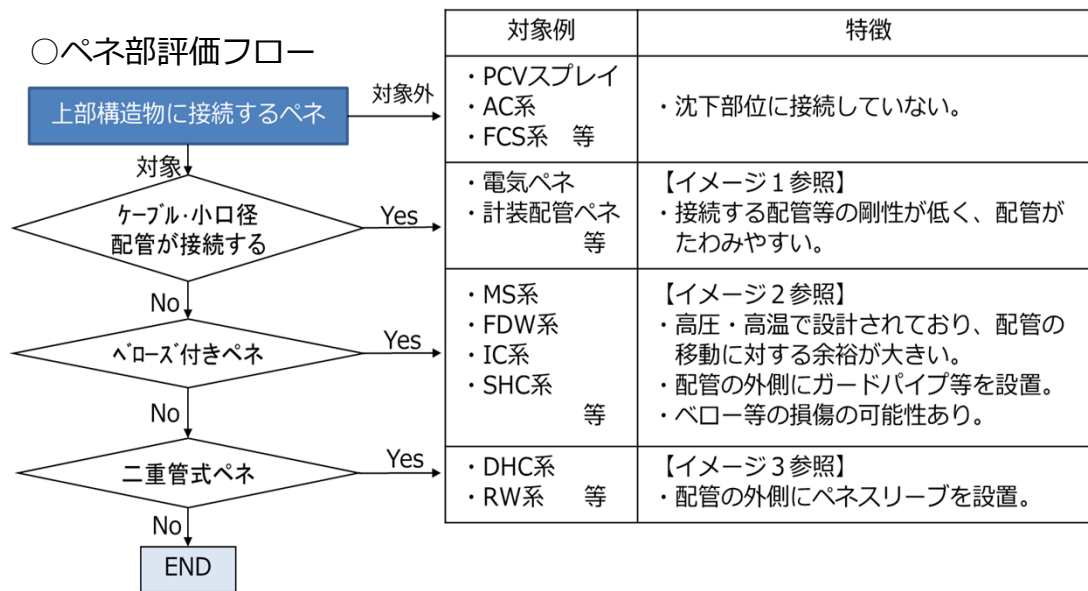


ペDESTAL基礎部断面

## 【参考】ペDESTALの支持機能喪失時の閉じ込め機能への影響の考察

- 万が一、上部構造物が沈下した際の閉じ込め機能に影響を及ぼす個所として、上部構造物接続配管取合部（PCVペネトレーション（以下、ペネ））を選定し影響評価
  - 閉じ込め部に影響を及ぼすPCV内接続配管（以下、接続配管）とペネ構造を整理
  - 上部構造物の沈下と共に接続配管が変位した際のペネ構造部材に与える影響を評価
- 上部構造物が沈下し接続配管にペネ径を上回る変位が発生した際も、以下の理由から**ペネ部に発生する応力は許容応力を下回り、閉じ込め機能の喪失には至らない**見込み
  - 小口径配管（及びケーブル）  
接続配管の剛性は低くペネよりも優先して変形するため、ペネの健全性維持可能
  - ベローズ付きペネ、二重管式ペネ  
バウンダリを構成するペネスリーブはプロセス配管より厚肉・大口径であり、接続配管が優先して変形するため、ペネの健全性維持可能

### ○ペネ部評価フロー





## 【参考】RPV等の傾斜・沈下により想定されるダスト飛散の影響と方策の効果

### 【ダスト飛散の影響】

- **RPV等の傾斜・沈下が生じて、周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない**と考察
    - RPV等の傾斜、沈下により想定されるペDESTAL内、PCV底部の一部の燃料デブリの粉碎によるダスト飛散や、衝撃、振動による構造材に付着しているダストの舞い上がり等については、PCV内は湿潤環境となっているため、PCV内のダスト濃度の増加は**限定的**※と考えられる
    - RPV等の傾斜・沈下により発生するダスト濃度の推定は不確かさが大きく敷地境界線量の定量評価は難しい
    - 仮に、2019年6月4日に実施した1号機AWJ作業時と同程度のダスト濃度が発生した場合の敷地境界線量は概略で $10^{-3}$ mSv/事象オーダーと評価  
(なお当該AWJ作業時に、環境中のダスト濃度に有意な変動は確認されていない)
- ※ 乾燥状態でのダスト飛散の実例として、2021年2月および2022年3月の地震（双葉町・大熊町：震度6弱）時の1・2号機の原子炉建屋および1～3号機のタービン建屋内のダスト濃度が、通常の変動幅より1桁程度の一時的な増加に留まったことを踏まえると、湿潤状態では同程度以下と想定。また、同地震時におけるPCVガス管理設備のダストモニタに有意な上昇がないことを確認。

### 【方策の効果】

- **機動的対応**：ダスト飛散抑制に関わる対応（地震でPCVガス管理設備機能喪失した時の可搬式設備を用いたPCV排気）
  - PCVガス管理設備に代わるフィルターを介した排気
  - 窒素封入停止策と相まってPCV負圧側へ移行
- **PCV閉じ込め強化**：PCV均圧、窒素封入停止策、大型カバーによるPCVからの直接放出量の低減
  - PCV均圧…PCV圧力を微正圧から均圧にすることでPCVからの直接放出量を低減
  - 窒素封入停止策…異常確認時にPCVからの直接放出量を低減
  - 大型カバー…PCVからの直接放出を抑制し、大部分をフィルター経由放出とすることで放出量を低減

## 【参考】 PCV内部調査結果を踏まえた考察（臨界の影響）

- 今回のPCV内部調査において、ペDESTAL内から上部を撮影した際、CRDハウジング等が存在していることを確認した。得られた画像には、CRDハウジング等の構造物とともに塊状態の物体等が確認されている。
  
- 仮に気中にあるCRDハウジング等が落下すると仮定すると、ペDESTAL内底部の一部の燃料デブリの粉碎による細粒化（形状の観点）や燃料デブリの物量の増加（核分裂性物質量の観点）等による**臨界の観点から注意すべき状態の変化が想定される**
  - しかしながら、**燃料デブリは、溶融過程において金属等の核分裂性物質以外の物質を巻き込むとともに、塊のような状態になっており、燃料集合体における水と燃料の最適配置と比較して**臨界になりにくい状態になっている****ことが得られた画像からも確認されていること
  - また、そのような状態を想定したこれまでの臨界評価において、臨界に近い条件を想定した上で燃料デブリの状態変化が発生した場合の評価でも、臨界には至らないとの評価となったことから、**臨界の可能性は極めて小さい**と考えている。
  
- 仮に、PCVガス管理設備の希ガスモニタにより、臨界の兆候が確認された場合、核分裂反応を抑制するため、PCVへホウ酸水を注入する。
  - ※希ガスモニタによる監視ができなくなった場合、建屋周辺の線量表示器・RPV底部温度計・モニタリングポストによる代替監視を行い、未臨界状態の判断を行う。

# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績①：ペDESTAL開口部外側の状況(3/28)

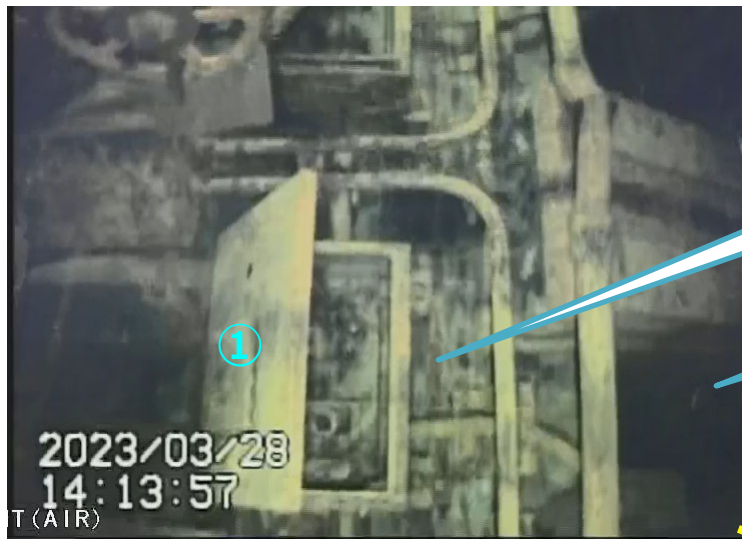


写真1.ペDESTAL開口部左上側壁面部



写真3.ペDESTAL開口部右上側壁面部



写真2.ペDESTAL開口部左下側壁面部

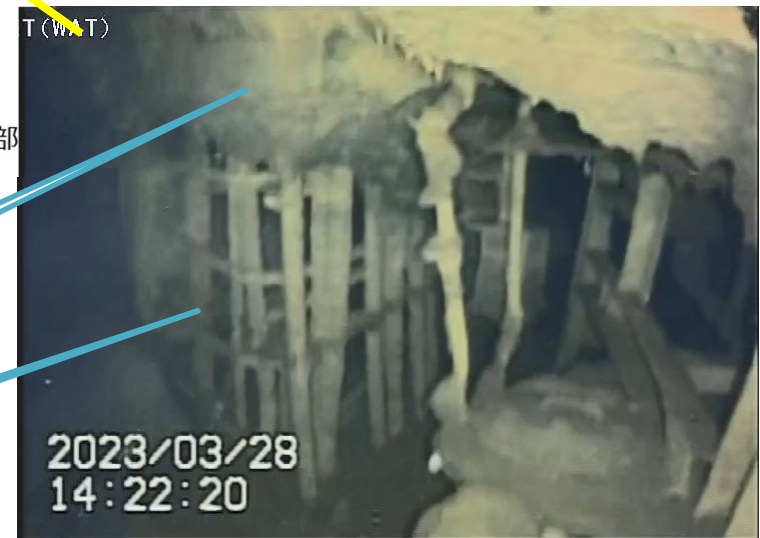
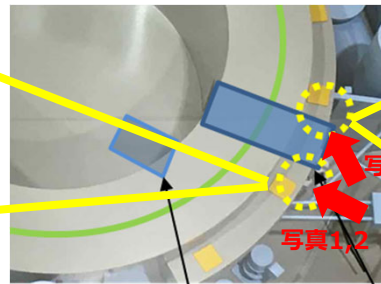


写真4.ペDESTAL開口部右下側壁面部

(参考)  
①ケーブル中継箱(A)  
②ケーブル中継箱(B)

ペDESTAL壁面部

開口部



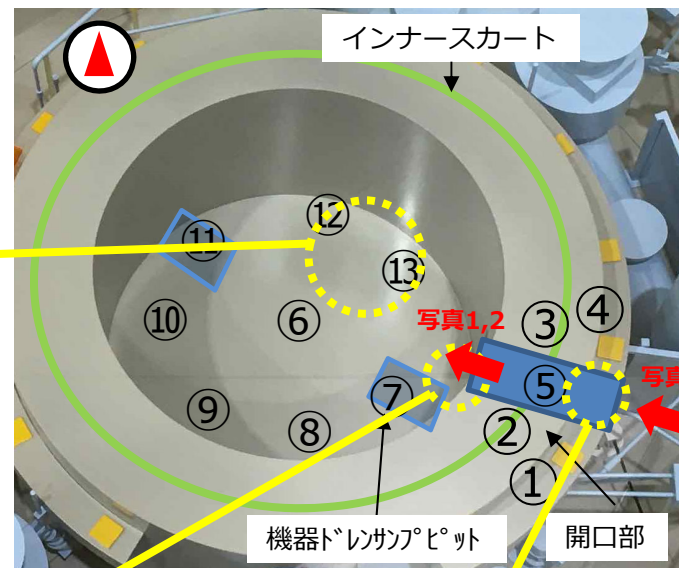
棚状の堆積物

配筋

# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績②：ペDESTAL開口部付近の状況(3/28)



写真1. CRDハウジングと思われる構造物



ペDESTAL縦断面(推定)

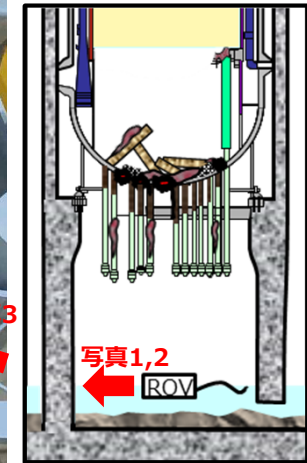


写真2.ペDESTAL内開口付近堆積物



写真3.ペDESTAL開口部

# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績③ : ペDESTAL開口部付近の状況(3/28)

写真1.ペDESTAL内壁面部配筋

写真2.ペDESTAL開口左側配筋

写真3.ペDESTAL開口右側配筋

ペDESTAL縦断面(推定)

インナースカート

開口部

機器ドレンサンプピット

写真1

写真2

写真3

ペDESTAL外

ペDESTAL内

配筋

底部堆積物

2023/03/28 17:51:41

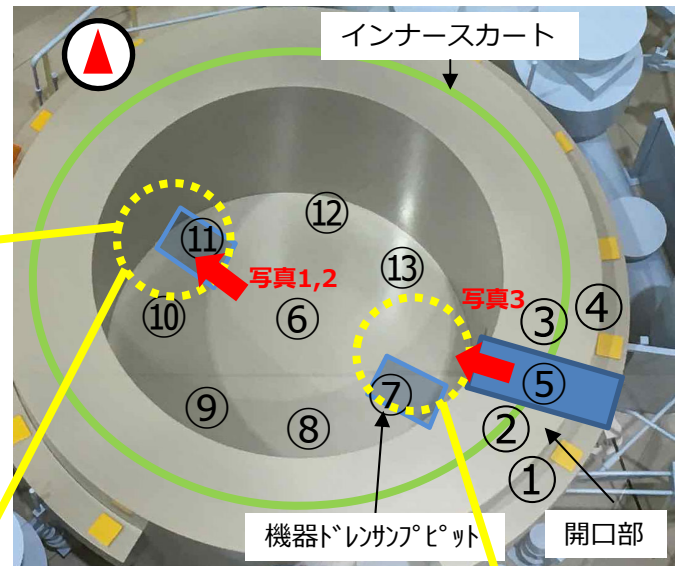
2023/03/28 16:42:44

2023/03/28 18:51:17

# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績④：ペDESTAL内の状況(3/29)



写真1. CRDハウジングと思われる構造物  
(上部監視カメラで気中を撮影)



ペDESTAL縦断面(推定)

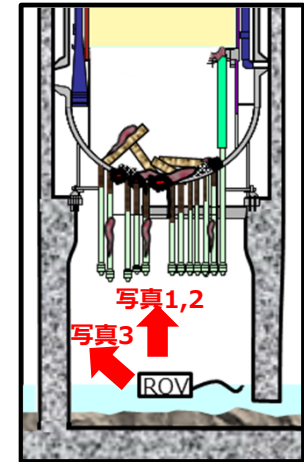


写真2. CRDハウジングサポートと思われる構造物  
(上部監視カメラで気中を撮影)



写真3. 核計装関連機器と思われる構造物  
(気中監視カメラで気中を撮影)

# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績⑤：ペDESTAL内の状況(3/29)

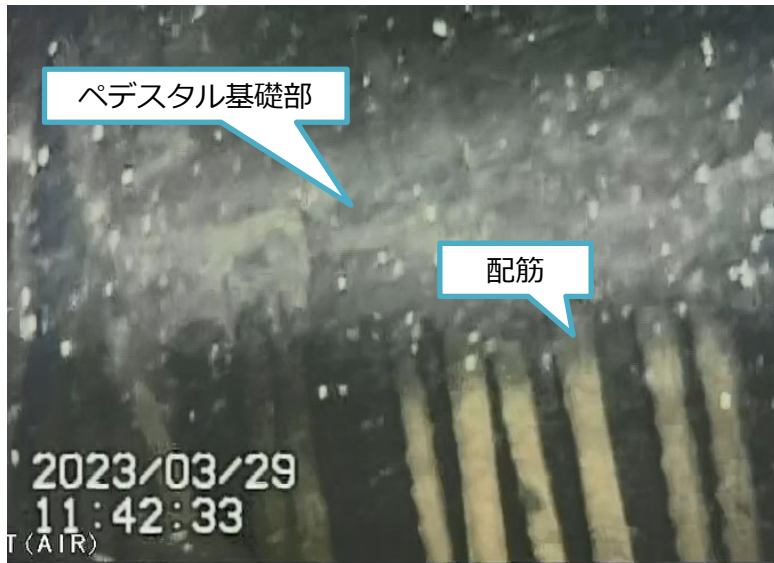
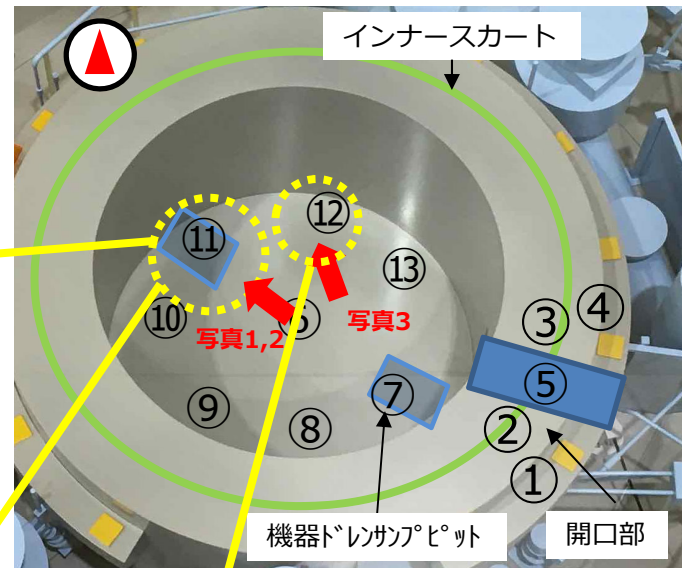


写真1.ペDESTAL内壁面部(上部)



写真2.ペDESTAL内壁面部(下部)



ペDESTAL縦断面(推定)

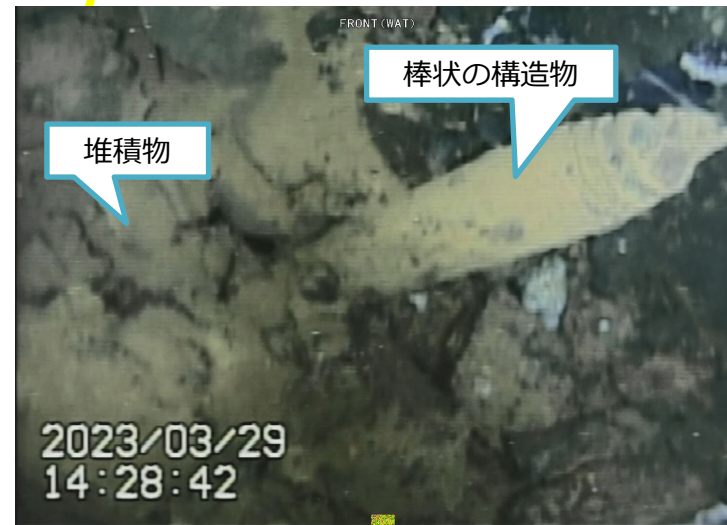
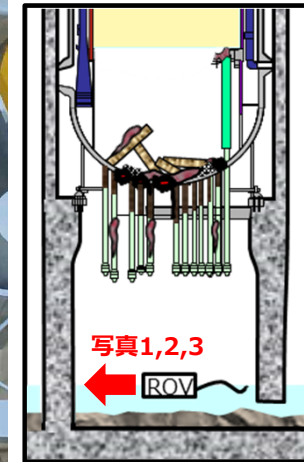


写真3.棒状の構造物(ペDESTAL底部)

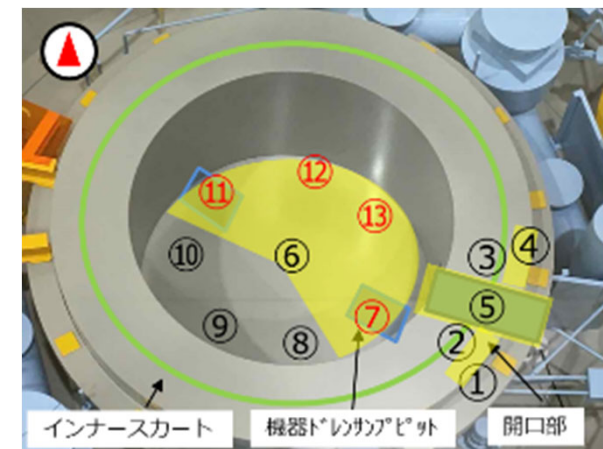
## 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績⑥：ペデスタル内の状況(3/29)



写真1. ポイント⑪上部



写真3. ポイント⑫



調査済エリア：



写真2. ポイント⑪下部



写真4. ポイント⑬



写真5. ポイント⑦



# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績⑦：ペDESTAL内の状況(3/30)

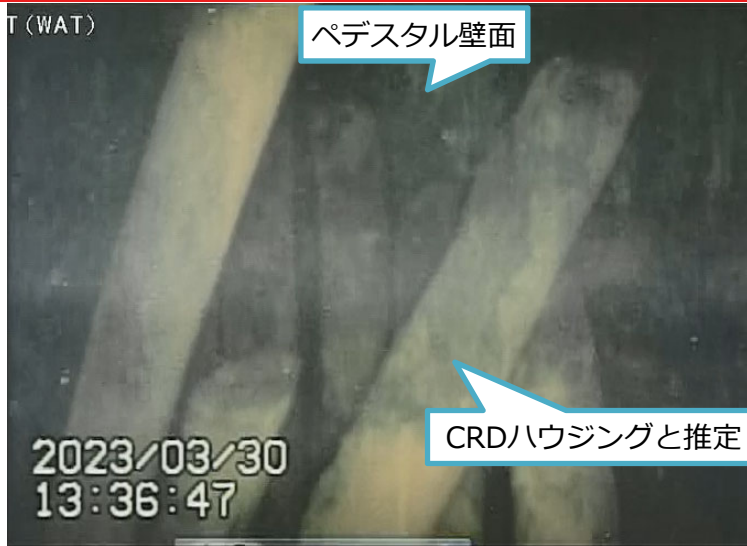
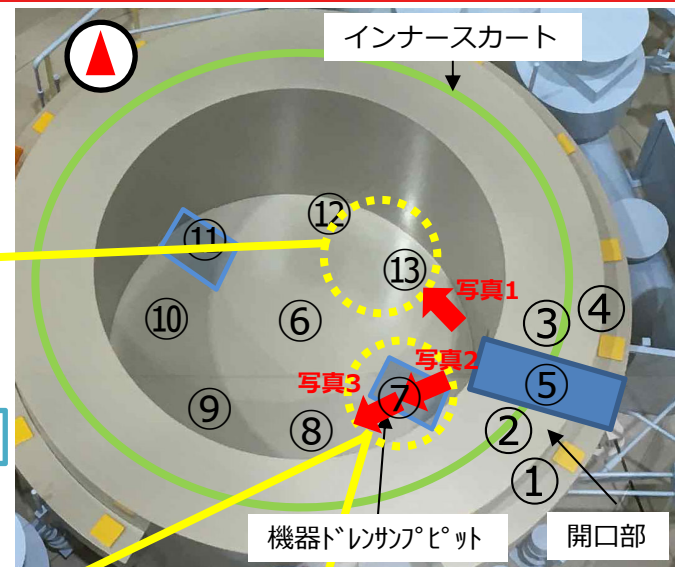


写真1. CRDハウジングと思われる構造物  
(水中監視カメラで前方を撮影)



ペDESTAL縦断面(推定)

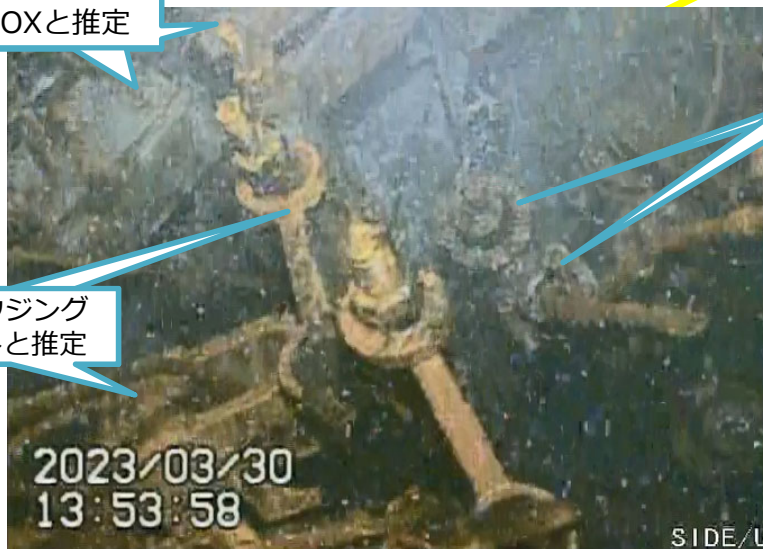
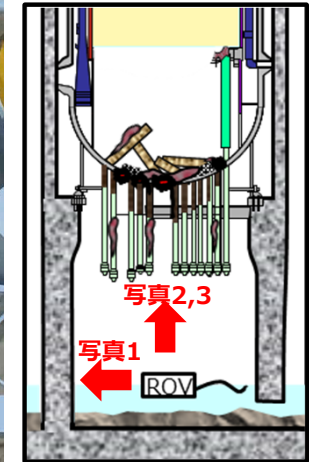


写真2. CRDハウジングサポートと思われる構造物  
(上部監視カメラで気中を撮影)



写真3. CRD関連と思われる構造物  
(上部監視カメラで気中を撮影)

# 【参考】 ROV-A2(後半)調査実績⑧：ペDESTAL内外の状況(3/30)

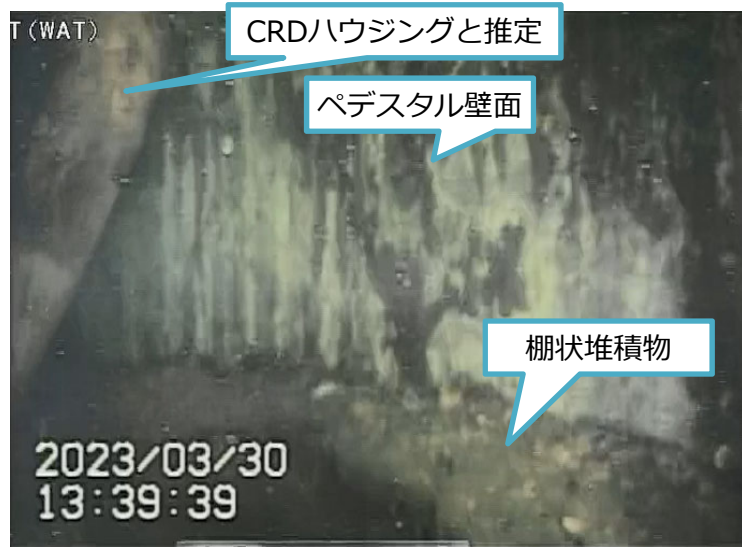
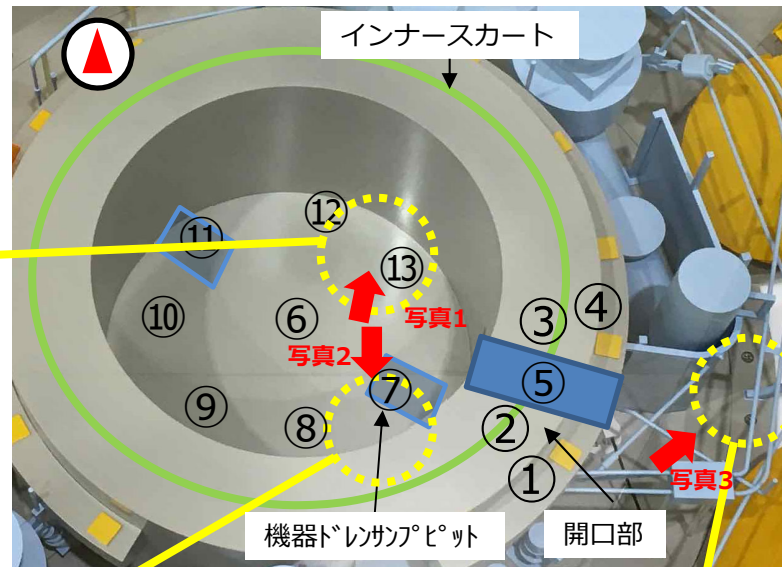


写真1. ペDESTAL内の棚状堆積物と壁面部



ペDESTAL縦断面(推定)

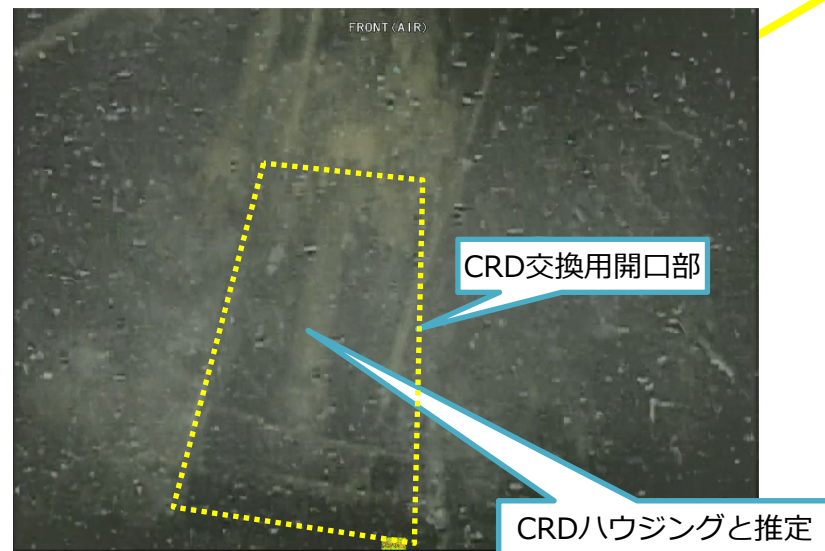
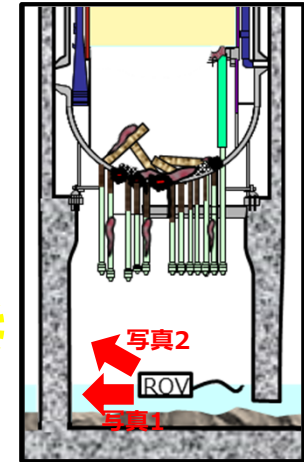


写真2. ペDESTAL内壁側のCRD交換用開口部の状態  
(気中監視カメラで気中を撮影)



写真3. ペDESTAL外棚状堆積物断面

# ペDESTAL内棚状堆積物

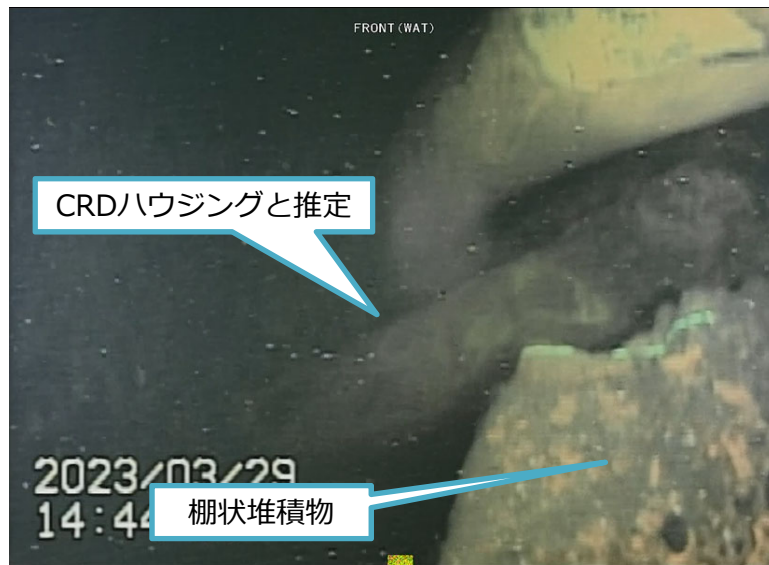
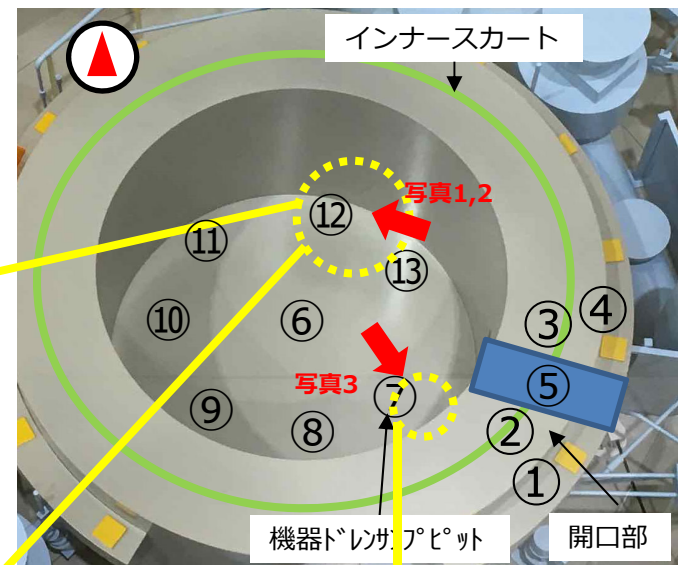


写真1 棚状堆積物の縁の状態（その1）



ペDESTAL縦断面(推定)

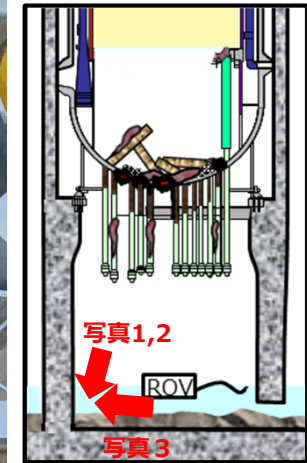


写真2 棚状堆積物の縁の状態（その2）

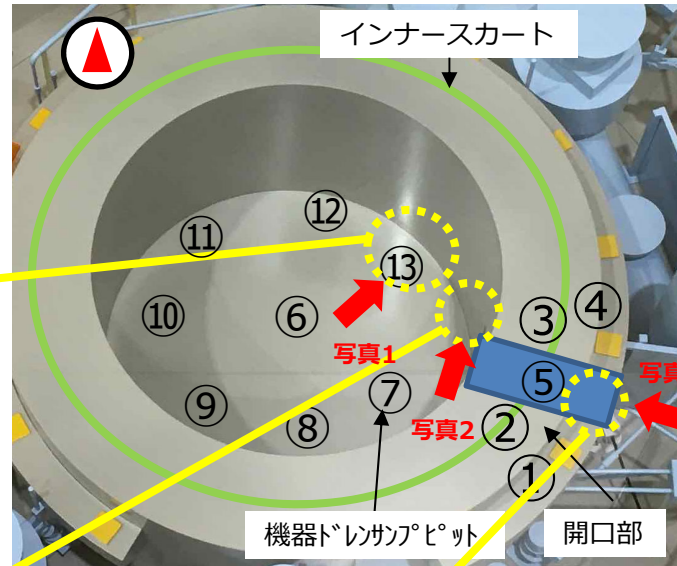


写真3 比較的に大きい棚状堆積物

# 棚状堆積物のない場所の状況



写真1 棚状堆積物のない壁面の状況



ペDESTアル縦断面(推定)

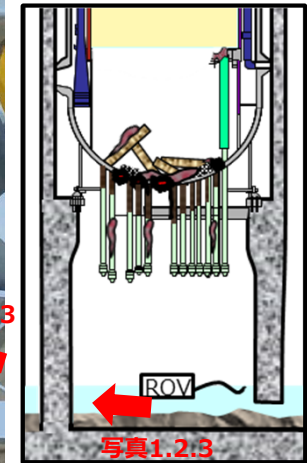


写真2 (パノラマ) 開口部右側の棚状堆積物

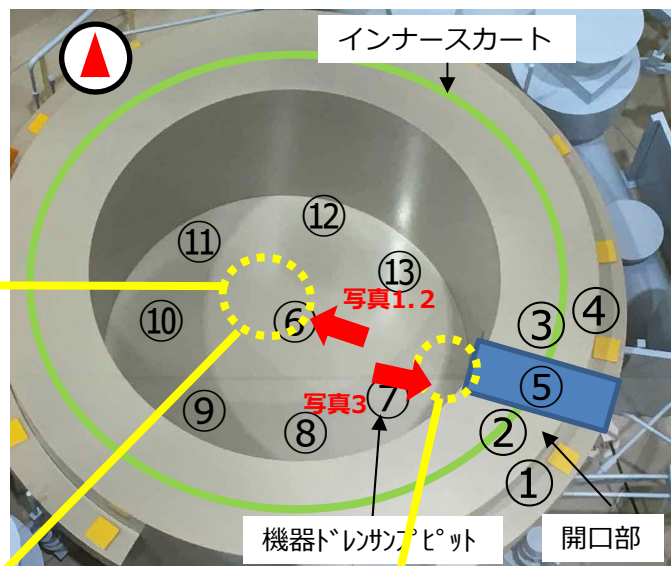


写真3 開口部内部の左側の壁の状態

# CRDハウジングの状態



写真1 ペDESTAL内中心部で確認されたCRDハウジング（水中）



ペDESTAL縦断面(推定)

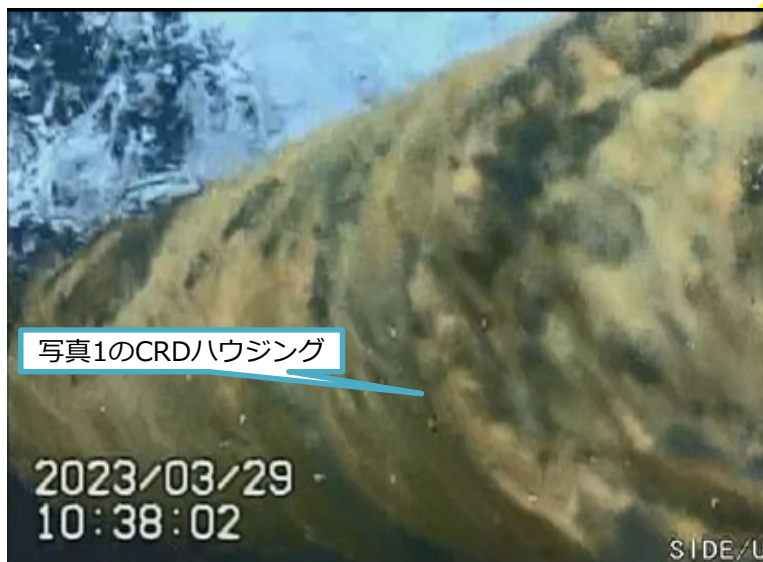
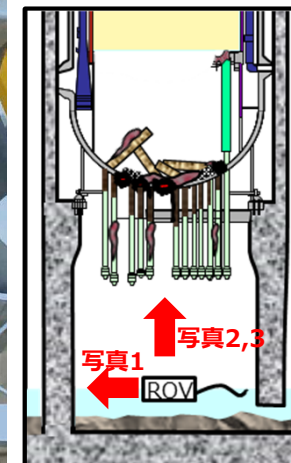
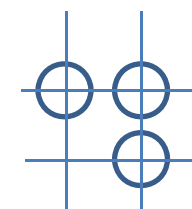


写真2 CRDハウジング断面

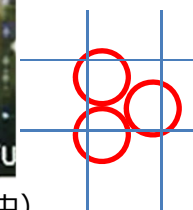


写真3 ペDESTAL壁周辺のCRDハウジングの状態（気中）

元のCRD配列



観測された配列



## 【参考】各号機の事故進展に関する比較（ペデスタル内上部の状況）

- 事故分析の観点から、1号機は「冷やす」ことができない期間が最も長期にわたったため、原子炉の破損の状況は、2号機と3号機と比較して厳しいと推定していた。
- 1号機の内部調査の完了により、それぞれの号機の比較が可能となった



(参考)5号機CRDハウジング

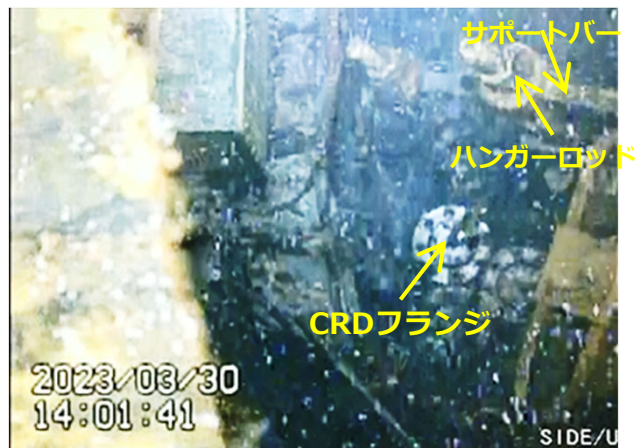
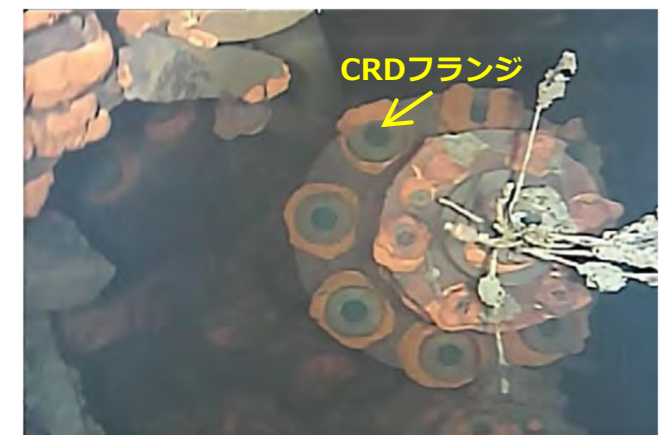


写真1. 1号機で確認されたCRD



写真2. 2号機で確認されたCRD

写真3. 3号機で確認されたCRD

# 【参考】各号機の事故進展に関する比較（ペデスタル内下部の状況）

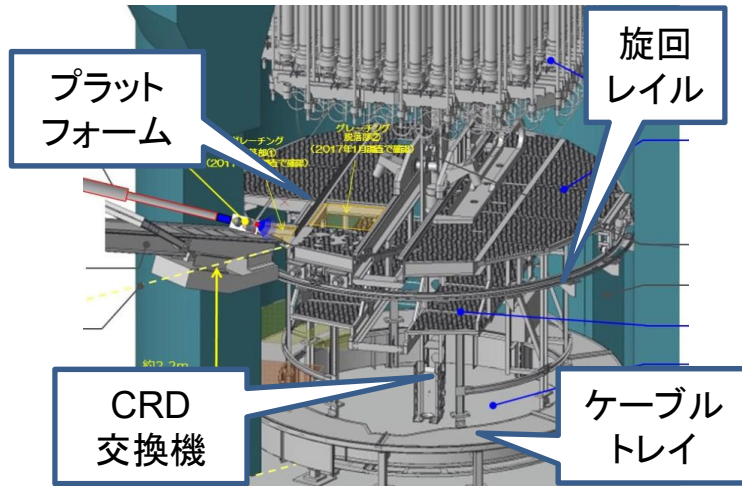


図1. Mark-I格納容器のペデスタル内の機器配置(例)



写真1. 1号機のペデスタル内の状況

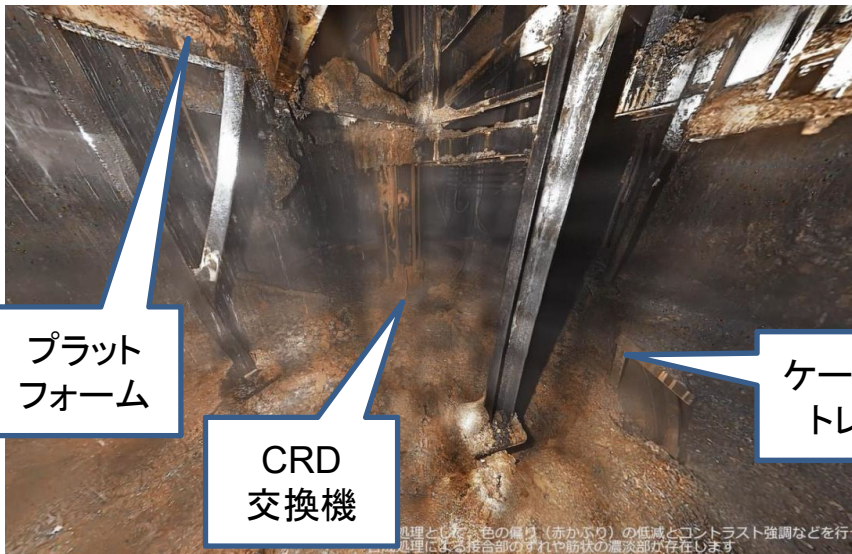


写真2. 2号機のペデスタル内の状況

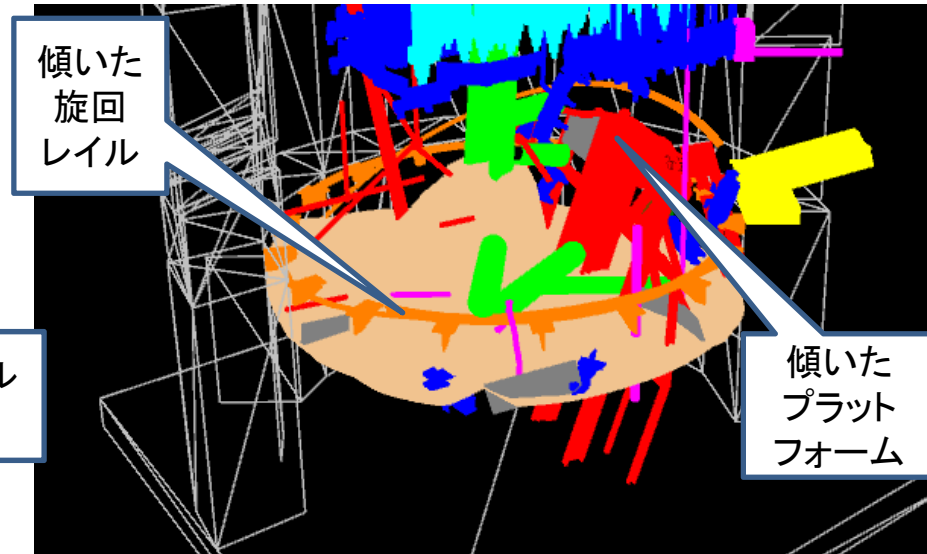
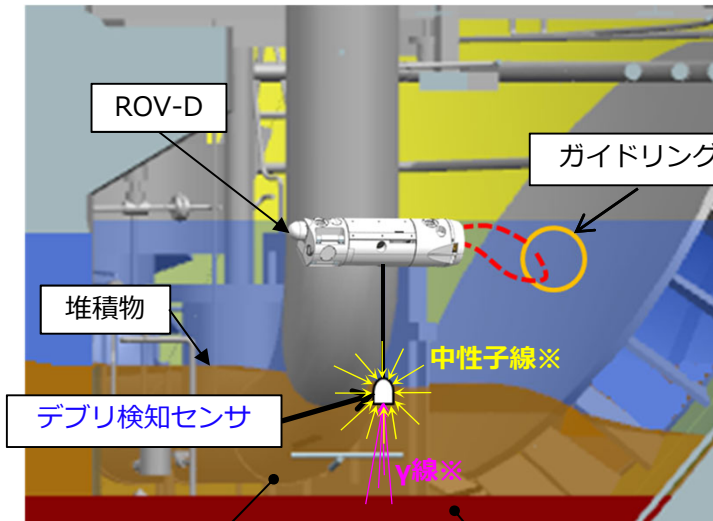


図2. 3号機のペデスタル内の状況

➡ 各号機の調査結果から、従来推定の通り2号機と3号機と比較し、1号機の破損状況が厳しい状態であることが確認できた

## 【参考】各ROVの調査イメージ

### ROV-D (堆積物デブリ検知)



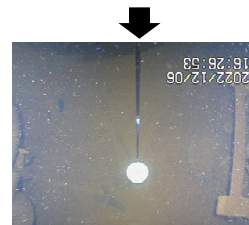
一定程度の厚さがある粉状・泥状等の堆積物イメージ  
密度の高い堆積物(板状・塊状の堆積物)イメージ

※ γ線および中性子線の示す範囲はあくまでもイメージです

デブリ検知センサを堆積物上に吊り降ろし計測を実施

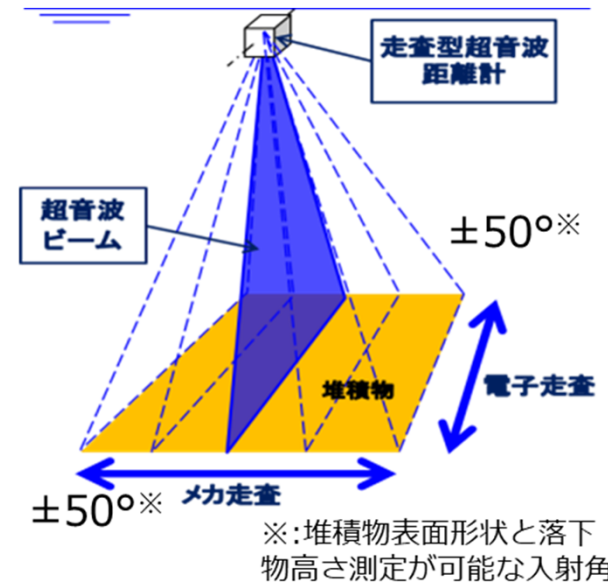
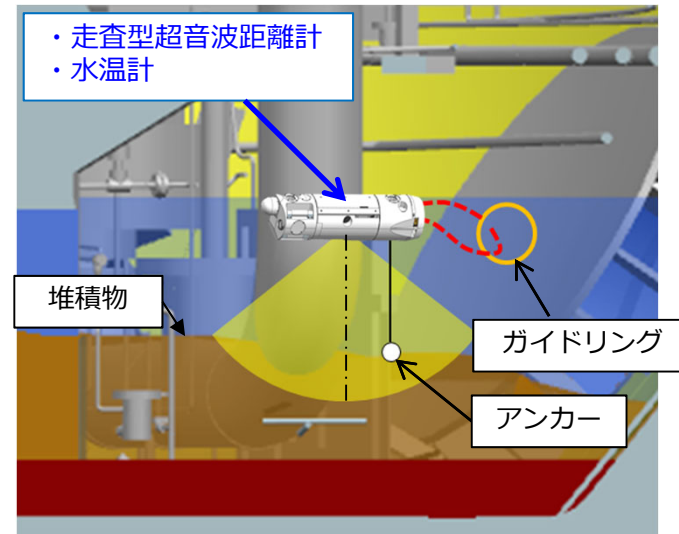


センサ吊り降ろし中



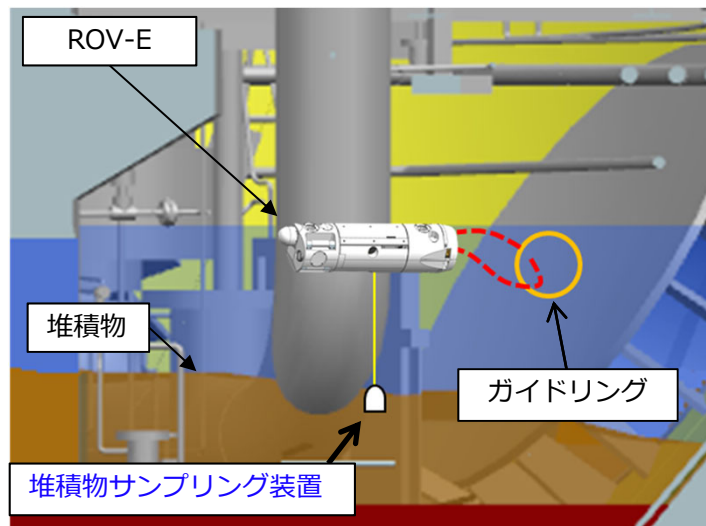
センサ吊り降ろし後

### ROV-B (堆積物3Dマッピング)



※:堆積物表面形状と落下物高さ測定が可能な入射角

### ROV-E (堆積物サンプリング)



サンプリング装置を堆積物上に吊り降ろし吸引を実施



装置吊り降ろし中



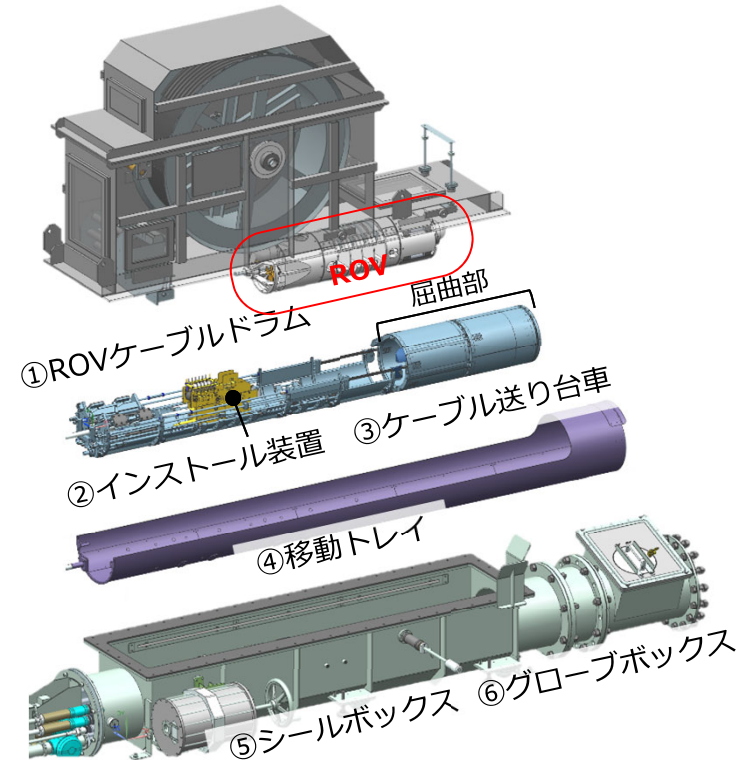
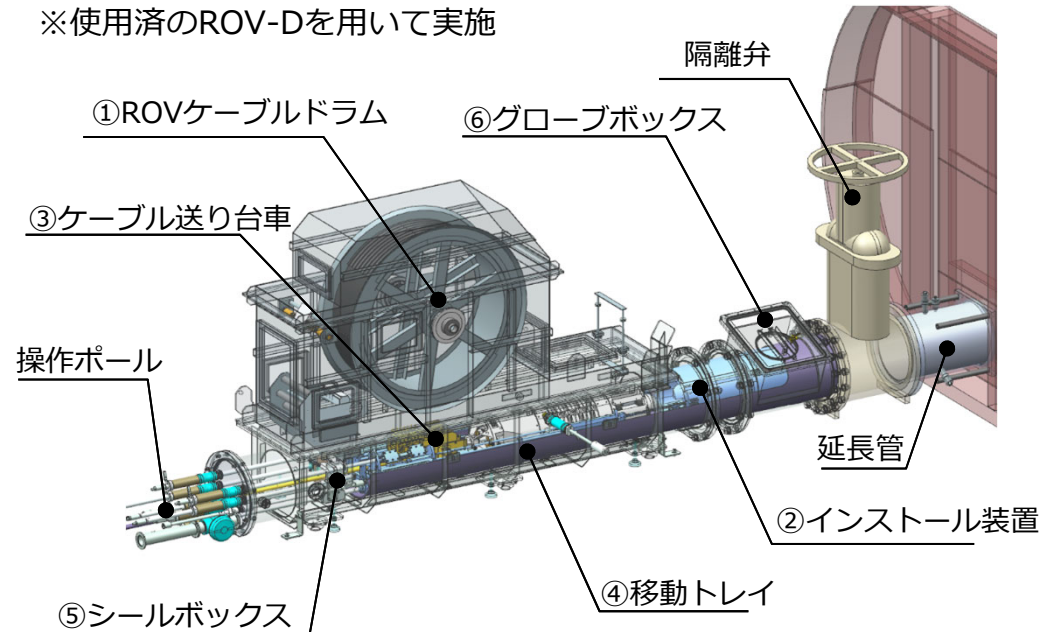
装置吊り降ろし後



## 【参考】調査装置詳細 シールボックス他装置

- 予備機シールボックス等の搬入・交換
- 隔離弁との芯出し
- ガイドパイプとの芯出し※（仮インストール）

※使用済のROV-Dを用いて実施

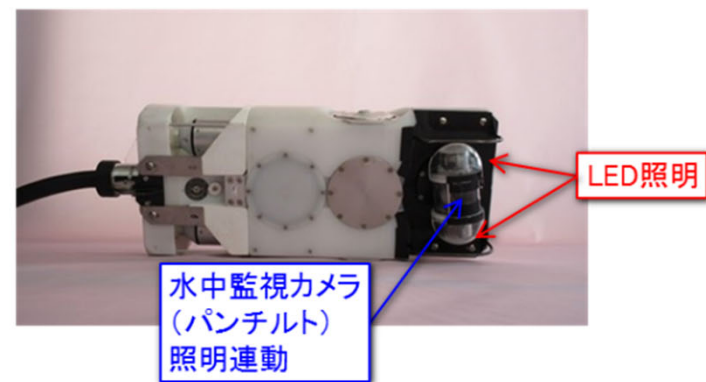
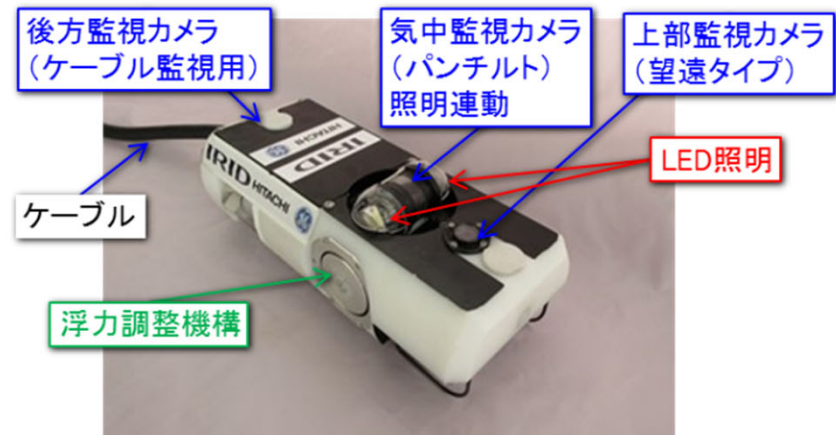
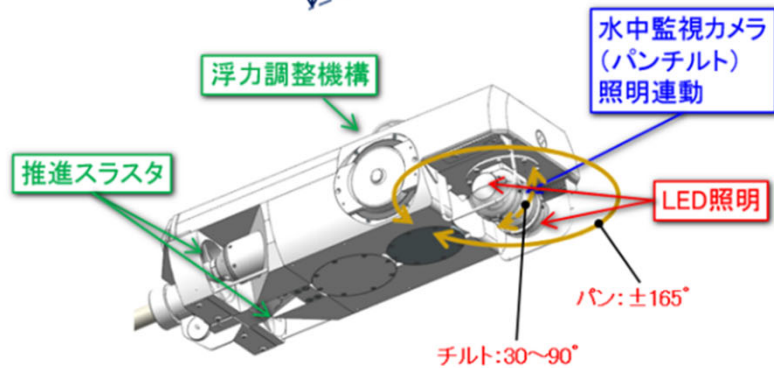
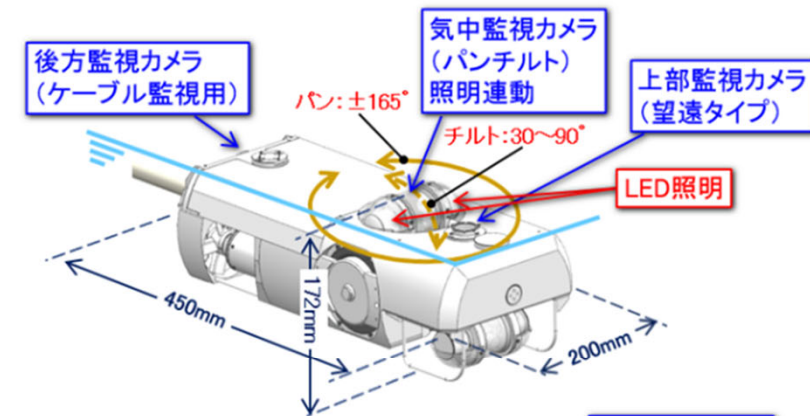


構成機器名称		役割
①	ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
②	インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③	ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④	移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤	シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥	グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

## 【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（※アタリできた場合）
	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

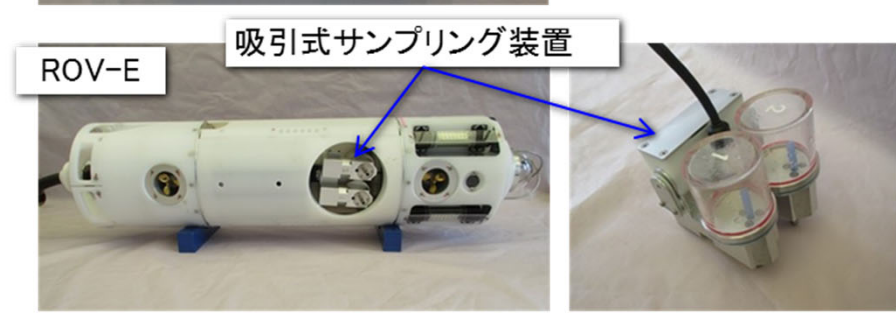
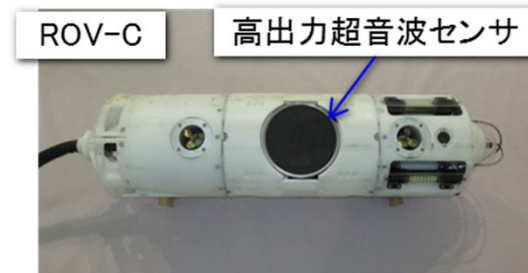
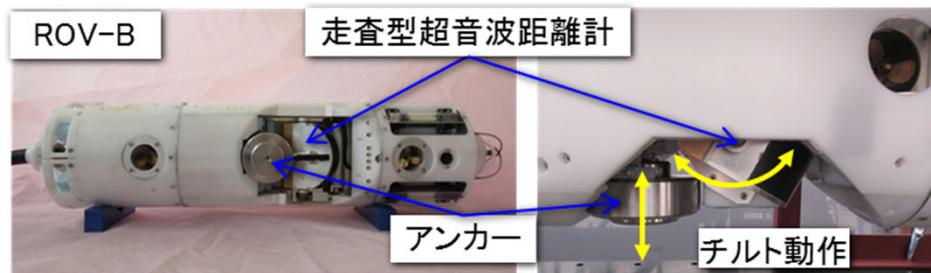
推力：約50N 寸法：直径φ20cm×長さ約45cm



## 【参考】調査装置詳細 ROV-B~E\_各調査用

調査装置	計測器	実施内容
<b>ROV-B</b> 堆積物3Dマッピング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走査型超音波距離計</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	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
<b>ROV-C</b> 堆積物厚さ測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高出力超音波センサ</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	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、デブリの高さ、分布状況を推定する
<b>ROV-D</b> 堆積物デブリ検知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CdTe半導体検出器</li> <li>・ 改良型小型B10検出器</li> </ul>	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、デブリ含有状況を確認する
<b>ROV-E</b> 堆積物サンプリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 吸引式カプリング装置</li> </ul>	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

員数：各2台ずつ 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 (ROV-B：φ33mm, ROV-C：φ30mm, ROV-D：φ30mm, ROV-E：φ30mm)を採用



# 2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

2023年4月27日

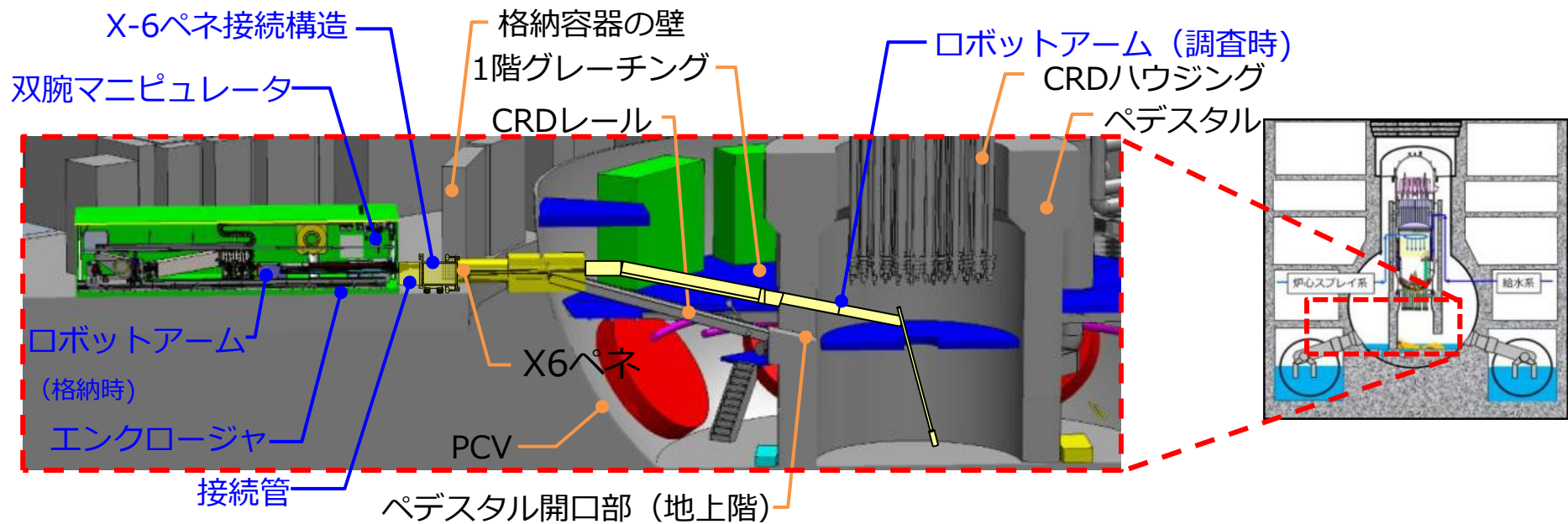
**IRID** **TEPCO**

---

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

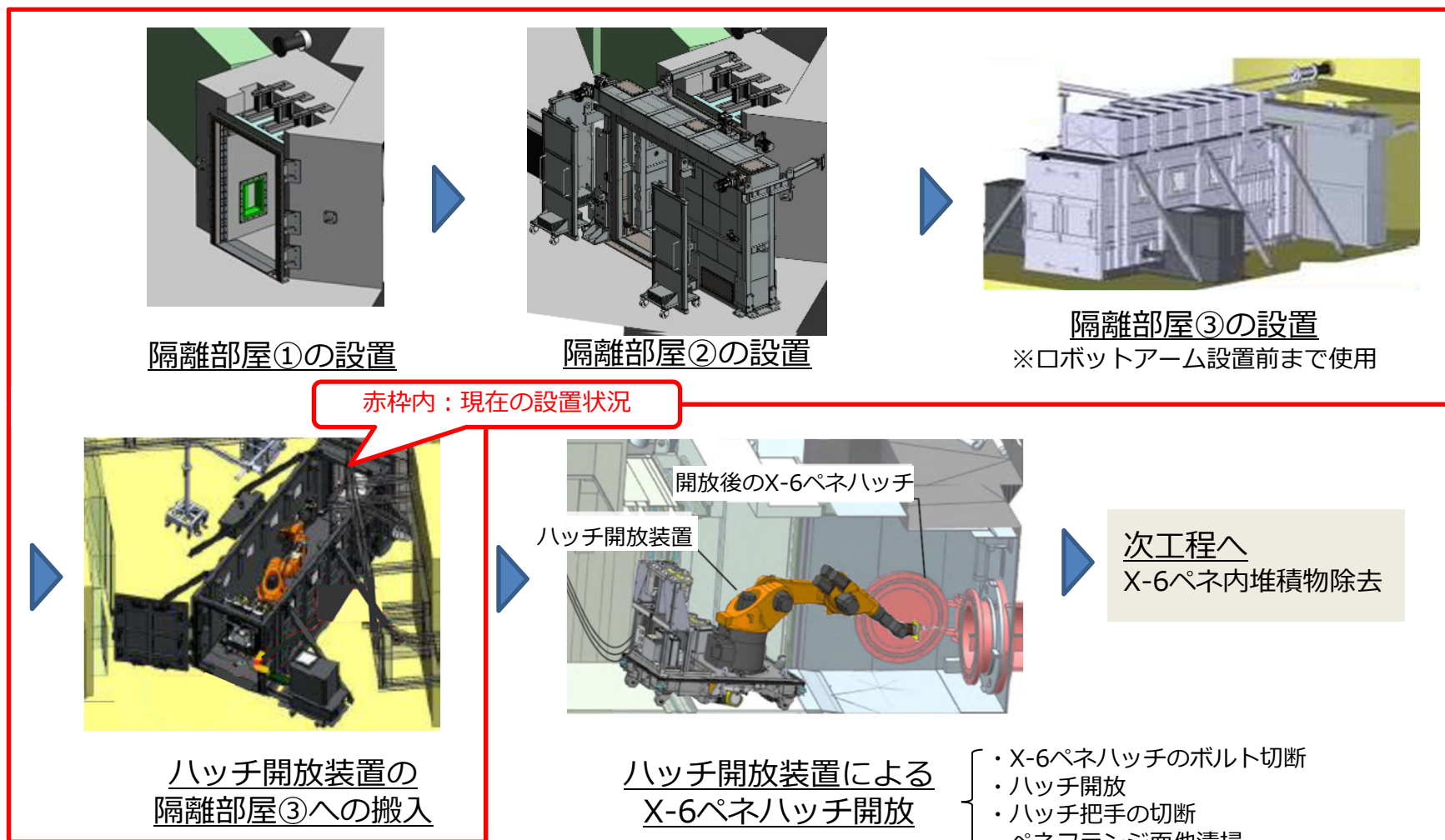
- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
  - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
  - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
  - 遮へい機能を持つ 接続管
  - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内へ進入させ、PCV内障害物の除去作業を行いつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

## 2 - 1. 現場作業の進捗状況

- X-6ペネ開放時のバウンダリとなる隔離部屋を設置し、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。

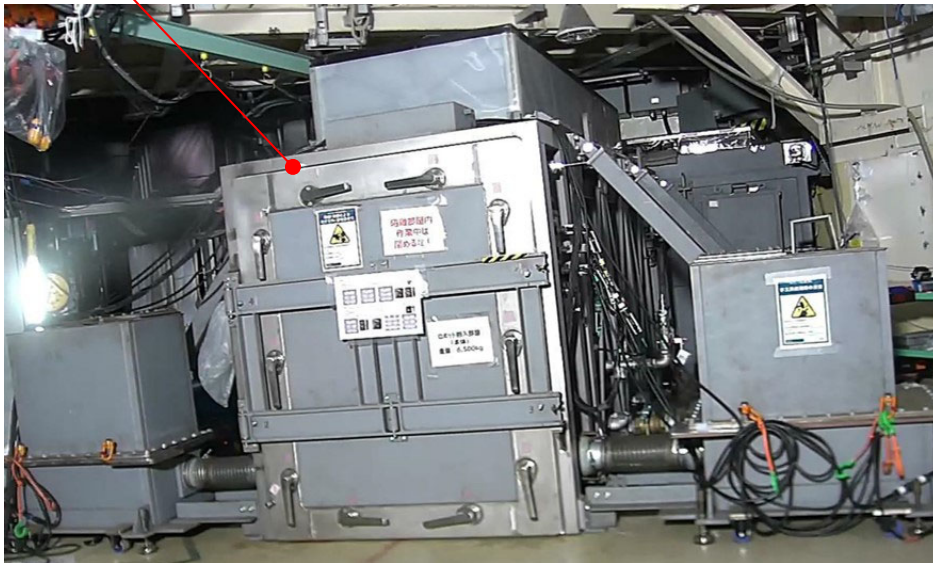


## 2-2. 現場の進捗状況

(隔離部屋②③の設置完了・ハッチ開放準備作業の開始)

- 隔離部屋②押付機構部品の破損事象の対策として、部品交換（強度向上等）を実施。
- 隔離部屋①と②の接続作業を行い、据付状態に問題が無いことを確認。
- 隔離部屋②と③の接続作業を行い、隔離部屋①～③全体の据付状態に問題が無いことを確認。  
(今回、全ての隔離部屋の設置が完了し、今後、ハッチを開放することで、新たなバウンダリとして機能することになります。)
- 2号機原子炉建屋へハッチ開放装置を搬入し、動作確認を行い、問題が無いことを確認。

隔離部屋③



隔離部屋③据付状況

ハッチ開放装置

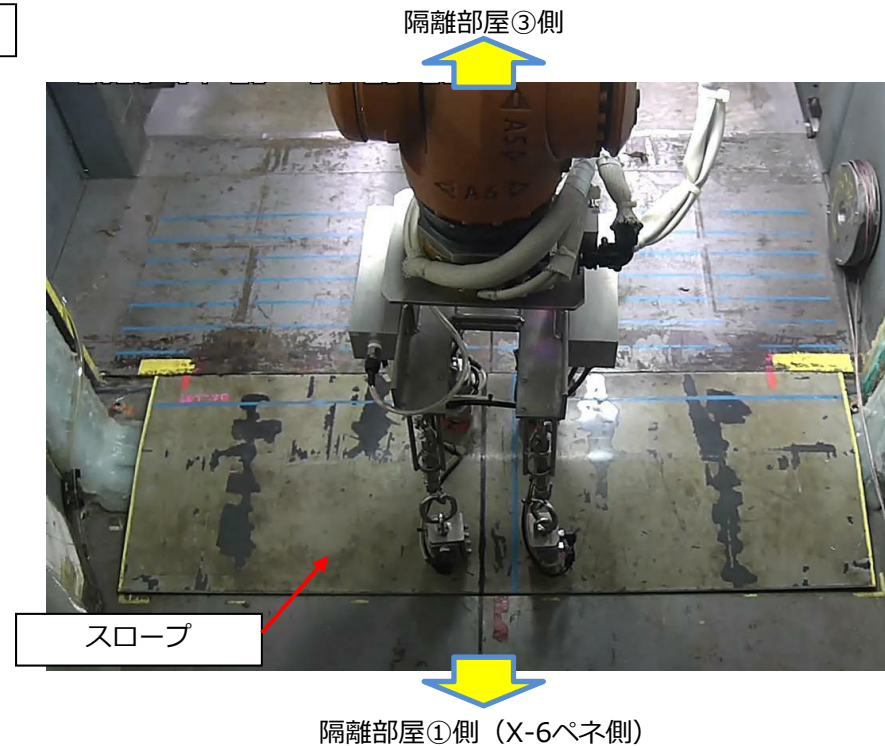
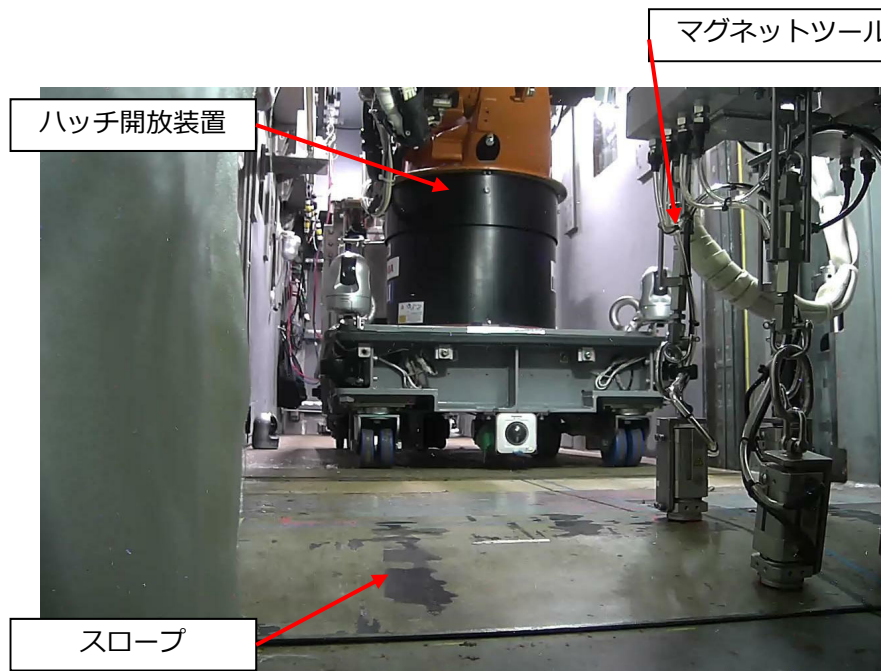
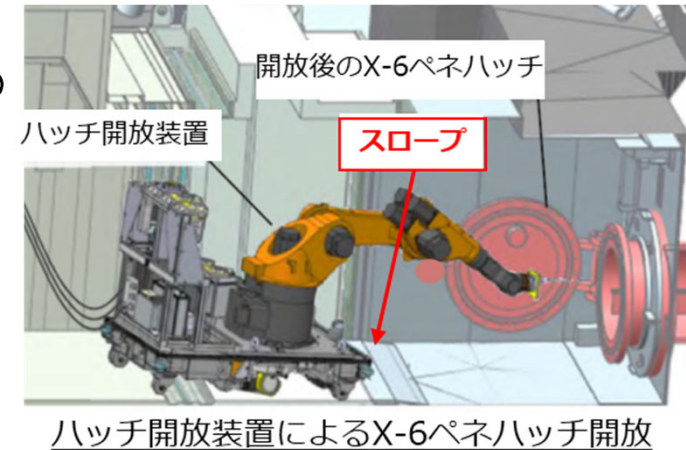


ハッチ開放装置搬入状況

## 2 - 2. 現場の進捗状況

(隔離部屋②③の設置完了・ハッチ開放準備作業の開始)

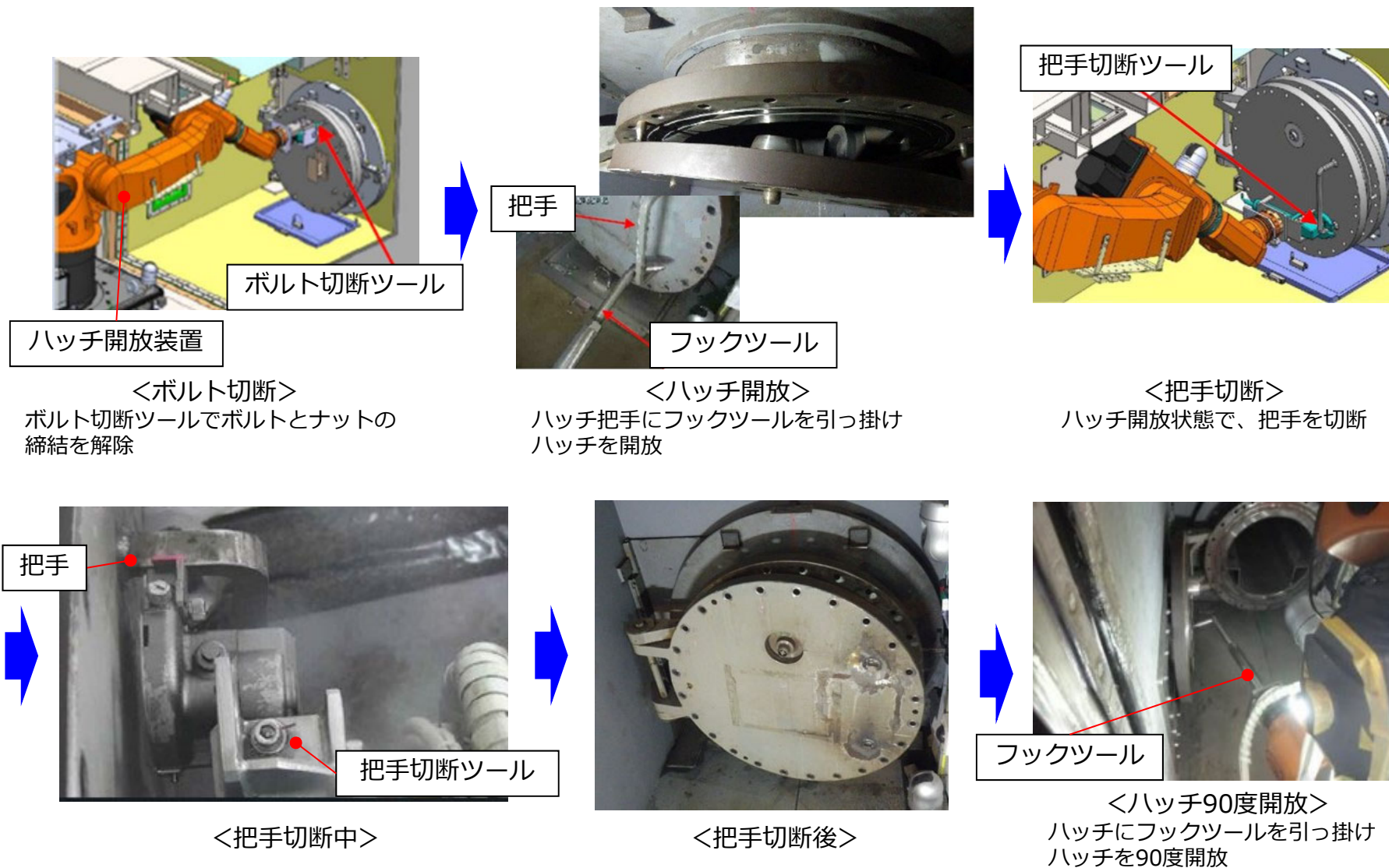
- ハッチ開放作業の事前の準備として、次工程で使用する堆積物除去装置用のスロープを隔離部屋①と②の接続部の段差に取り付けたところ、スロープの浮き上がりを確認。
- 引き続き、スロープ再設置に向けて取り組むとともに、ハッチボルト切断・開放作業に向けた準備作業を進める。





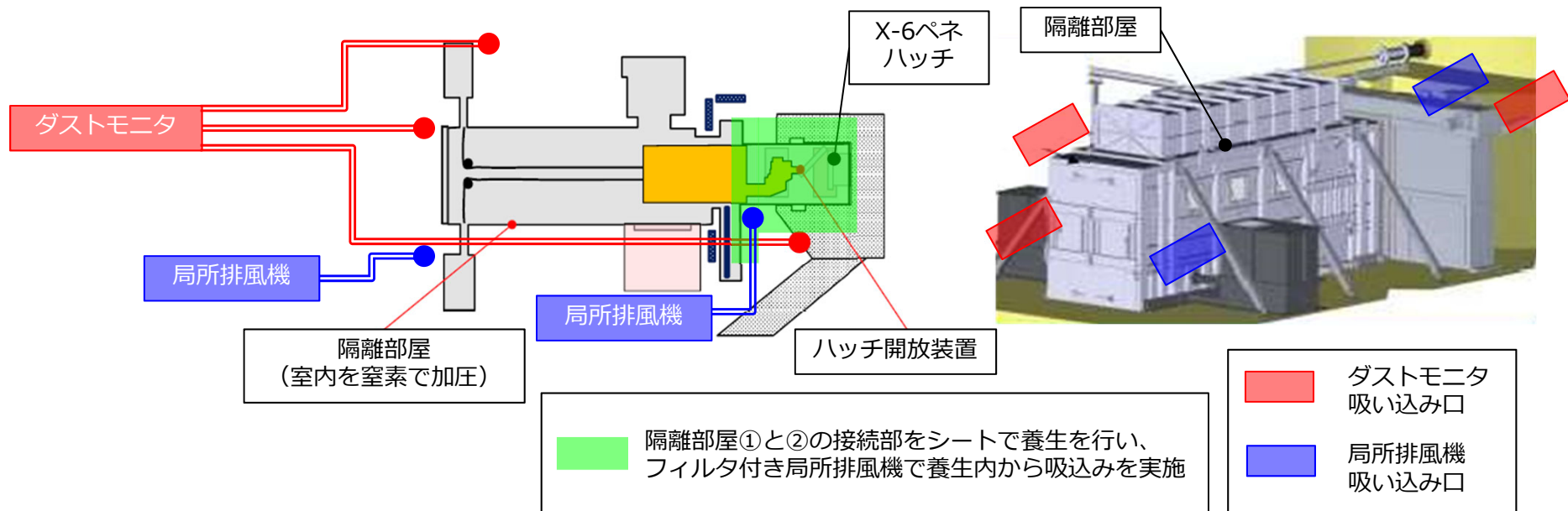
### 3. X-6ペネハッチ開放手順

- 工場でのモックアップ試験において、ハッチ開放装置でX-6ペネハッチの把手が切断できることを確認。
- ハッチ開放作業の確実性を高めるため、ハッチ開放後に把手を切断する手順で実施。



## 4. ハッチ開放作業時のダスト対策

- ハッチ開放作業時の汚染の拡大防止対策を行い、ダスト濃度を監視しながら、周辺環境に影響を与えないように、安全最優先で作業を進める計画。
  - 作業中は隔離部屋内を窒素で加圧し、PCV内の気体がX-6ペネハッチより外部に漏れ出て、周辺環境へ影響を与えないように作業を行う。
  - これまでの作業と同様に、PCV内の気体がX-6ペネハッチより外部に漏れ出て、周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、ダストモニタによるダスト濃度の測定を行い、作業中のダスト濃度の監視を行う。
  - 隔離部屋周辺にフィルタ付き局所排風機を設置し、汚染の拡大防止を行う。



<ハッチ開放作業ダスト対策 状況図>

ダスト濃度管理基準	
β核種	1.0E-03Bq/cm <sup>3</sup>
α核種	1.0E-05Bq/cm <sup>3</sup>

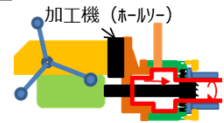
## 5. 工程

- ロボットアームについて、2022年2月より実施している現場を模擬した楢葉モックアップ試験を通じて把握した情報と、事前シミュレーション結果との差異を補正することで、燃料デブリ取り出し時の接触リスクを低減するべく、現在、制御プログラム修正等の改良（※）に取り組んでいる。  
 （※改良点：制御プログラム修正・精度向上、アーム動作速度上昇、ケーブル取付治具の改良、視認性向上、把持部の改良等）
- また、2号機現場の準備工事として、2021年11月よりX-6ペネハッチ開放に向けた隔離部屋設置作業に着手しており、その中で発生した隔離部屋のゴム箱部損傷、ガイドローラ曲がり（地震対応）、遮へい扉の位置ずれ、押付機構部品の破損等について対策を実施し、2023年4月に隔離部屋の設置が完了したことから、現在、X-6ペネハッチ開放作業を実施しているところ。その後も、X-6ペネ内の堆積物除去作業等を控えており、安全かつ慎重に作業を進める必要がある。

	~2021年度	2022年度	▽4月現在	2023年度
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）		
・スプレイ治具取付作業 ・隔離部屋設置	X-53ペネ孔径拡大作業	隔離部屋設置	スプレイ治具取付け	
・X-6ペネハッチ開放				
・X-6ペネ内の堆積物除去 ・試験的取り出し装置設置				
試験的取り出し作業 （内部調査・デブリ採取）				

(参考) 現地準備作業状況  
 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

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

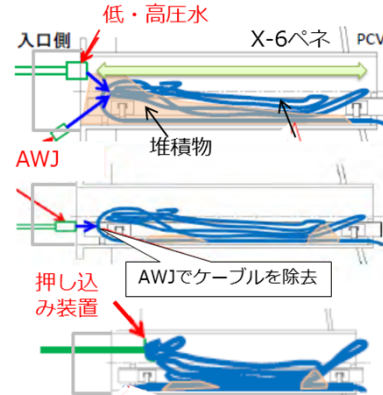
ハッチ開放装置



- 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

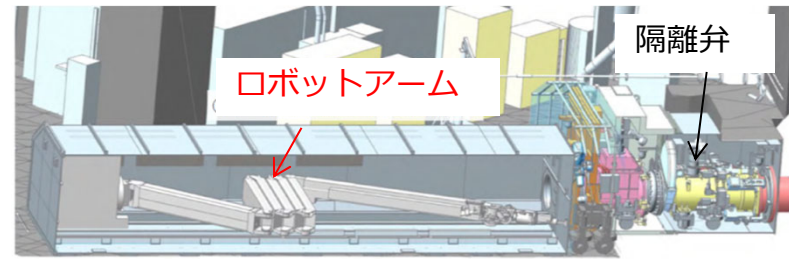
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

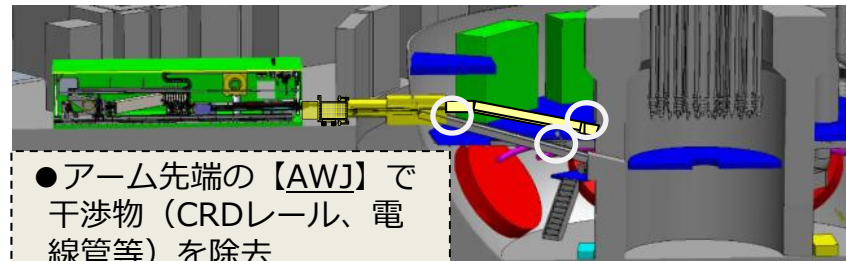
4. ロボットアーム設置

認可済



5. 試験的取り出し作業 (内部調査・デブリ採取)

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デブリ採取

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>



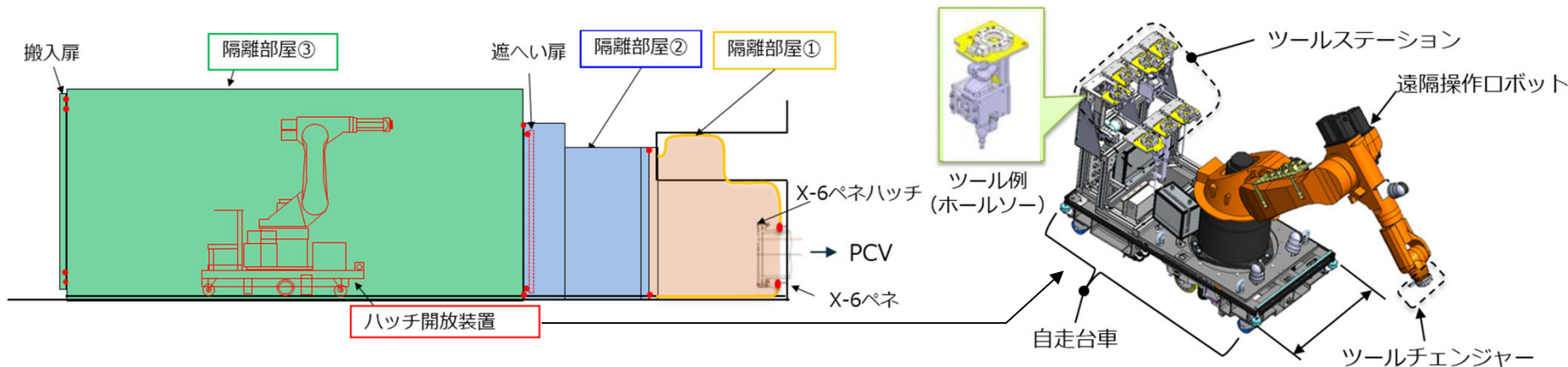
(注記)

- ・ 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. 隔離部屋、ハッチ開放装置の概要

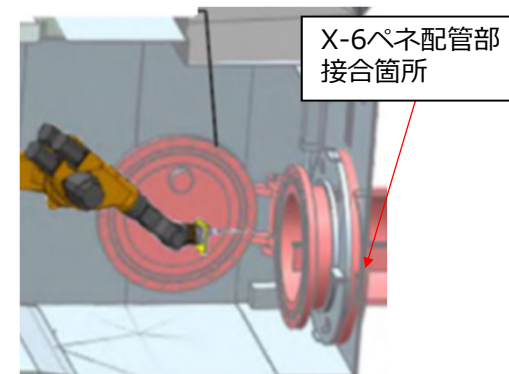


- 隔離部屋①～③、ハッチ開放装置の概要は以下の通り。



	大きさ・重さ	役割
隔離部屋①	約1.2m×約1.7m×高さ約1.8m、約1.0 t	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハッチ開放作業時、およびハッチ開放後におけるPCV閉じ込め機能を担います</li> </ul>
隔離部屋②	約3.7m×約1.2m×高さ約2.2m、約5.5 t	
隔離部屋③	約1.7m×約5.3m×高さ約2.5m、約8.0 t	
ハッチ開放装置	約1.0m×約2.0m×高さ約1.6m、約2.3t	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハッチのボルト・ナット切断・回収、ハッチの開放、およびハッチの把手切断等を実施します</li> </ul>

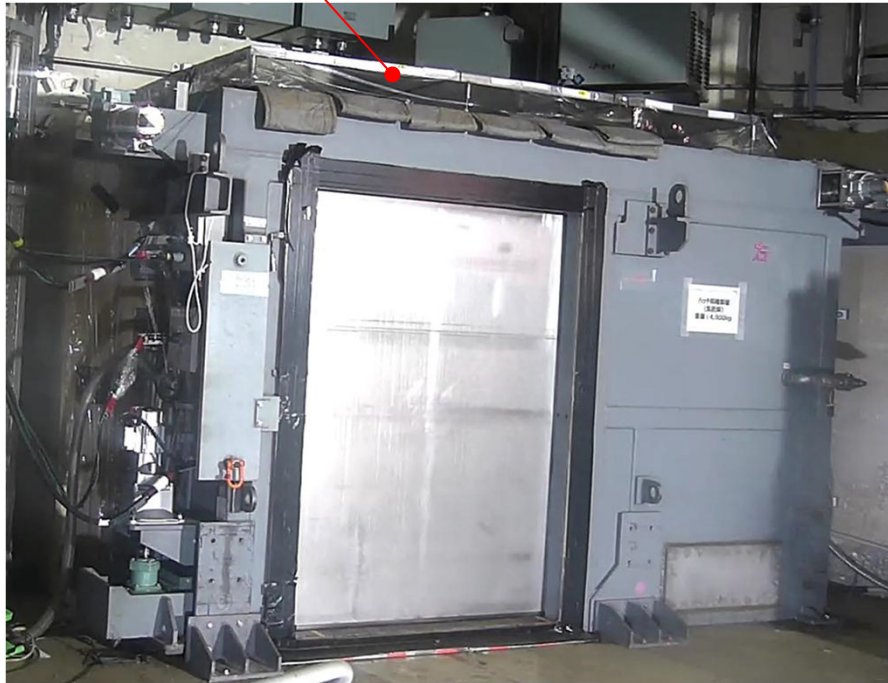
- 隔離部屋①は、既設構造物であるX-6ペネ配管部との接合が必要となるため、予め僅かな漏えいを許容する設計としており、隔離部屋①の設置前にペネ磨き装置にて接合する配管部の清掃を行い、可能な限り隔離部屋①の密閉性を確保しています。
- 僅かな漏えいがあることを前提に、隔離部屋の周囲にフィルタ付き局所排風機を設置し、汚染の拡大防止を行い、ダスト濃度を監視しながら、周辺環境に影響を与えないように安全最優先で作業を進めます。



## 参考. 隔離部屋①②の養生

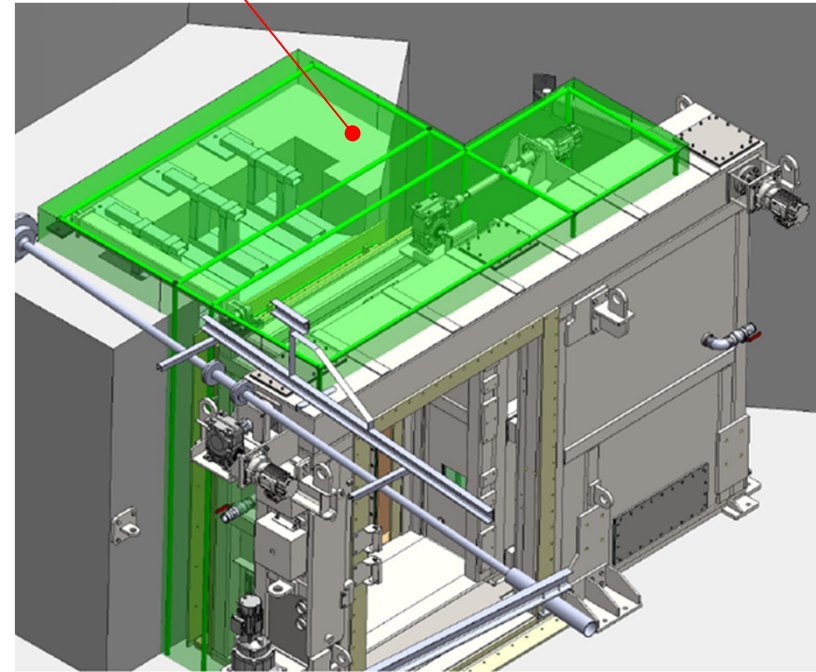
- 隔離部屋①と②の周囲にシート養生を行い、フィルタ付き局所排風機を設置し、汚染拡大を防止。

シート養生



隔離部屋①②シート養生状況

シート養生



隔離部屋①②シート養生状況 (計画図)

# 1/2号SGTS配管撤去（その1）の進捗状況について

2023年4月27日



---

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要
2. SGTS配管撤去（その1）の配管切断箇所
3. 介錯ロープを使用した吊天秤の寄り付き補助について
4. SGTS配管撤去工程について
5. 1/2号機周辺工事の進捗状況
  - ・【補足1～4】
  - ・参考資料



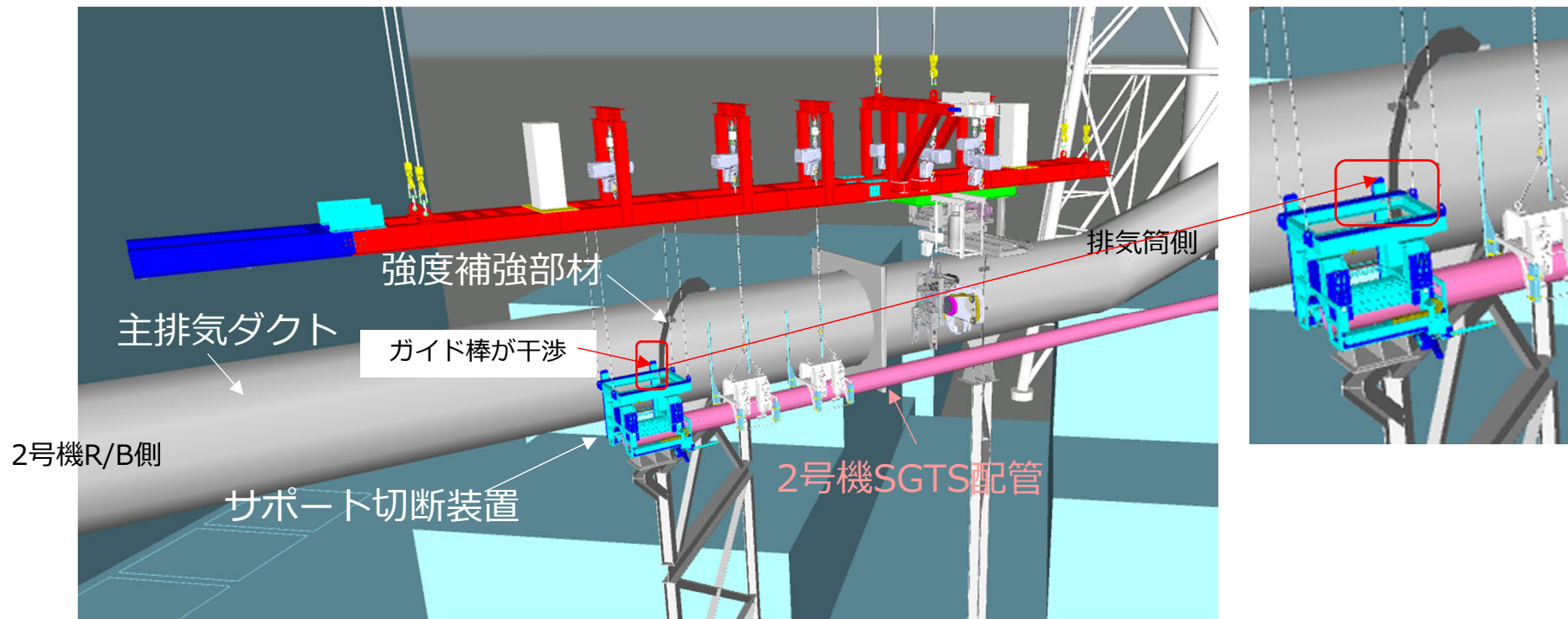
## 1. 概要

- 4月17日, 1/2号機SGTS配管撤去(その1)について, 再開に向けた準備作業を完了した。
- 4月18日, 気象条件が整ったことから, 夜間から配管撤去作業を再開し, 切断対象の2号機SGTS配管へ切断装置(吊天秤)の寄り付き, 把持操作を実施したところ, 配管サポート切断装置の部品(ガイド棒)が主排気ダクトの既設構造物(強度補強部材)に干渉し, 配管サポート切断装置が切断位置に届かないことが確認された。  
また, 作業で使用している1250tCCの主巻フックを吊り上げ下げする装置において, ブレーキが効きにくい状況をクレーンオペレーターが発見した。
- 4月20日までの点検の結果, 1250tCCの主巻フックを吊り上げ下げする装置のブレーキ油圧系統の電磁弁の不良が確認された。
- 4月21日, 1250tCCの当該電磁弁の交換が完了し, 正常にブレーキが動作することが確認されたこと, 配管サポート切断装置の部品を外しても切断が可能であることを確認した。
- 4月24日, 気象条件が整ったことからSGTS配管撤去作業を再開し, 配管サポートの切断を開始した。その後, 吊り天秤上にある配管サポート切断装置用の発電機が過負荷トリップにより停止した。原因については調査中。  
発電機過負荷トリップの影響により, 配管サポート切断装置, 配管把持装置, ダスト吸引装置, 切断監視カメラが停止し, 配管サポート切断装置の配管把持が解除できない状態となった。  
なお, 周辺のダストモニタについては有意な変動は確認されていない。
- 4月25日, 高所作業車で作業員がアクセスできる雰囲気線量であること確認したことから, 高所作業車で作業員が吊天秤上へ移動し復旧作業を実施し, 配管把持装置の把持を解除, 吊天秤を地上へ吊り降ろす作業を完了した。

CC:クロールクレーン

## 補足：配管サポート切断装置の部品（ガイド棒）

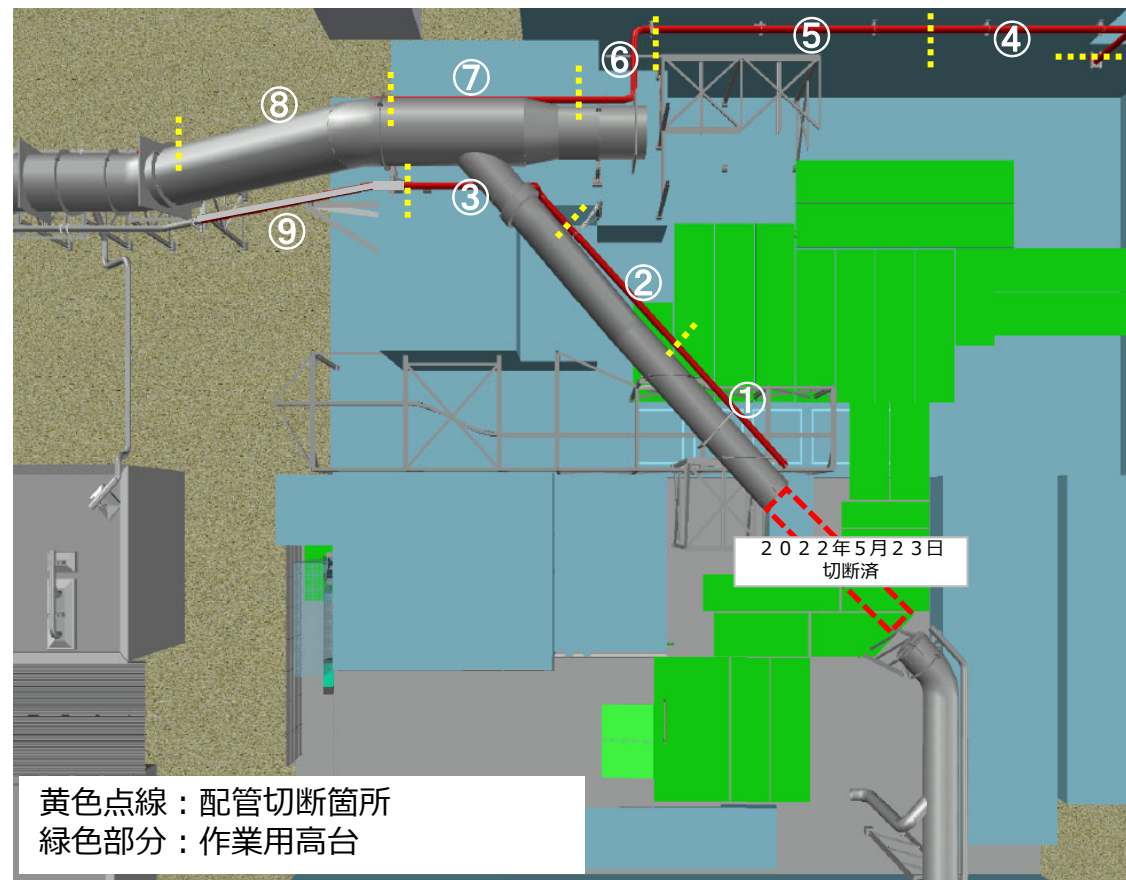
- ガイド棒は、配管サポート切断装置のSGTS配管への寄り付きを補助する部品であり、取り外しても作業が可能であることから、当該の部品を取り外し、主排気ダクトの既設構造物に干渉せず作業が出来ることを確認済み。



## 2. SGTS配管撤去（その1）の配管切断箇所

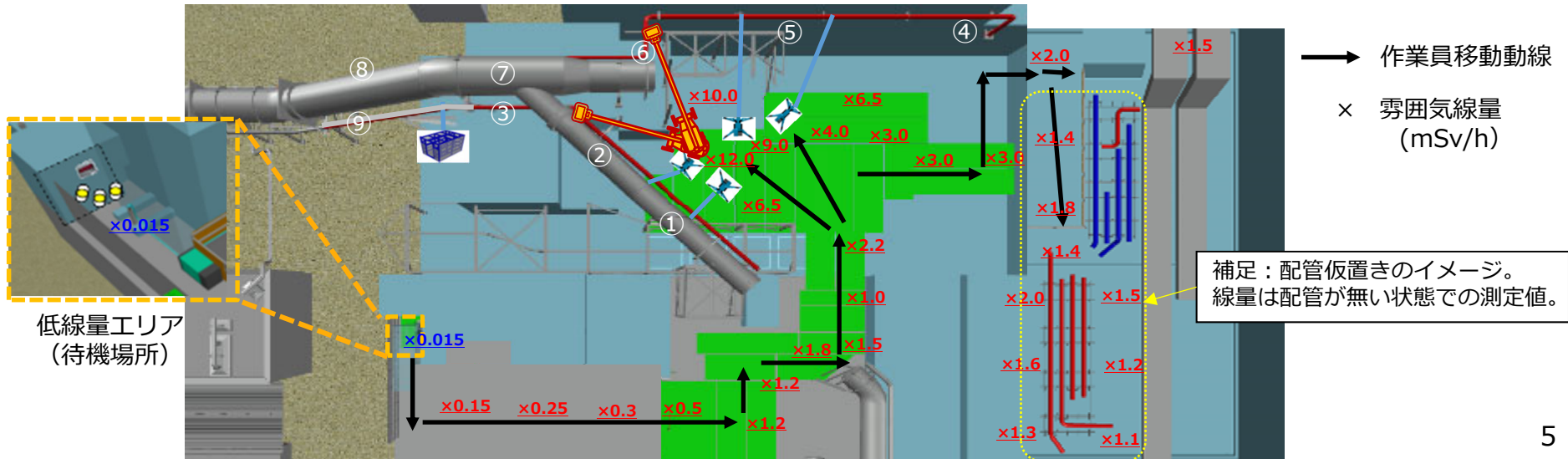
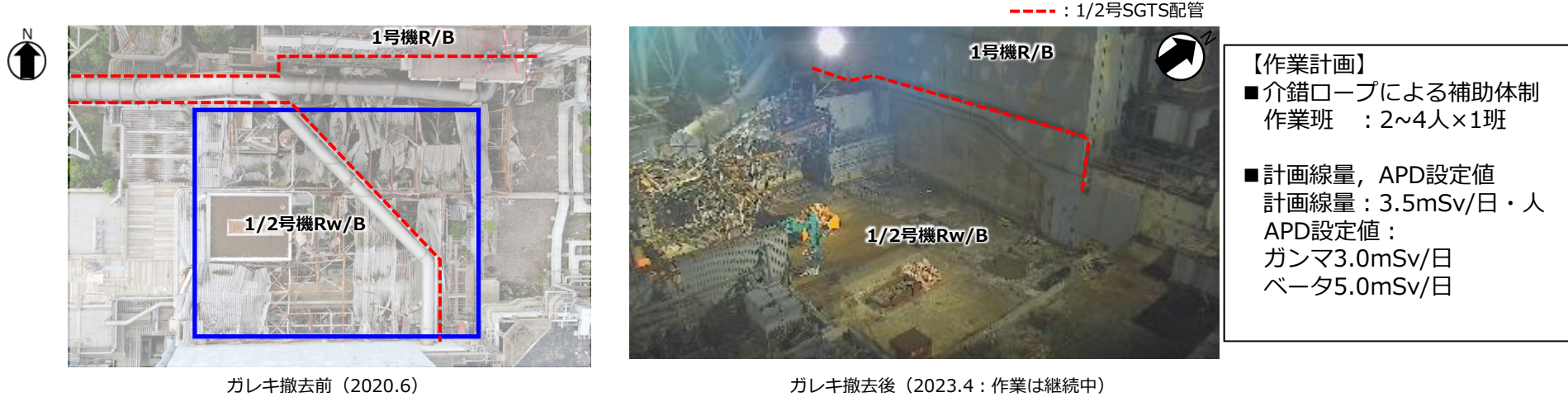
- SGTS配管撤去（その1）では9本のSGTS配管を撤去する予定。
- SGTS配管撤去作業再開後は、配管切断⇒切断装置の段取替え⇒配管サポート切断※の順番で作業を進め、3日に1本、SGTS配管を切断する予定。
- なお、⑨については、SGTS配管が廃棄物処理建屋建造物と干渉していることを、3Dスキャン採取時に確認した。建屋干渉物撤去には周辺ガレキの撤去が必要であるため、工程組み替えを行いガレキを撤去した後に、建屋干渉物の撤去及びSGTS配管の切断、撤去を行う予定。
- また、⑨は1号機大型カバー設置工事と干渉がないことを確認している。

※配管サポート：SGTS配管を支える部材

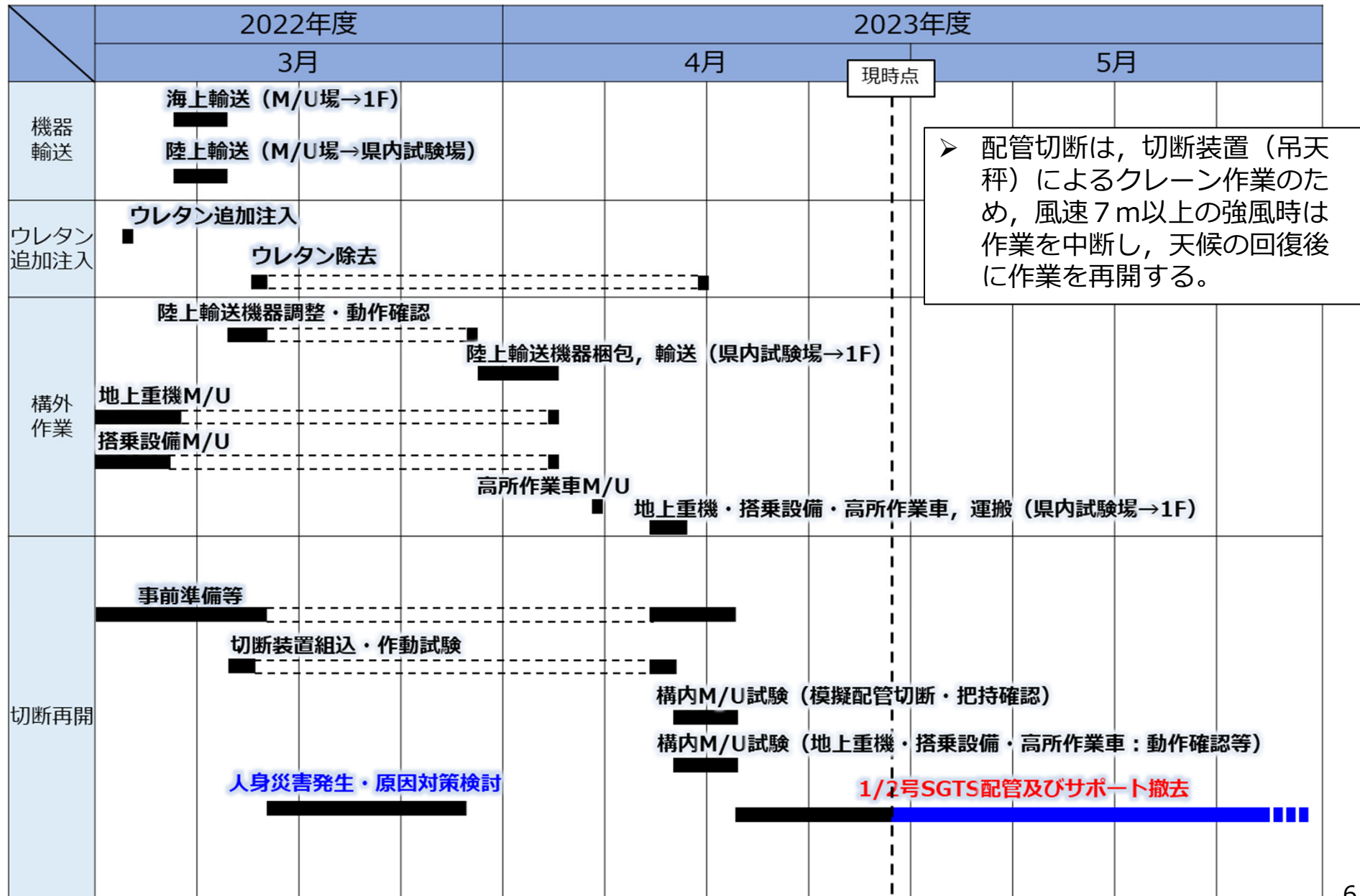


### 3. 介錯ロープを使用した吊天秤の寄り付き補助について

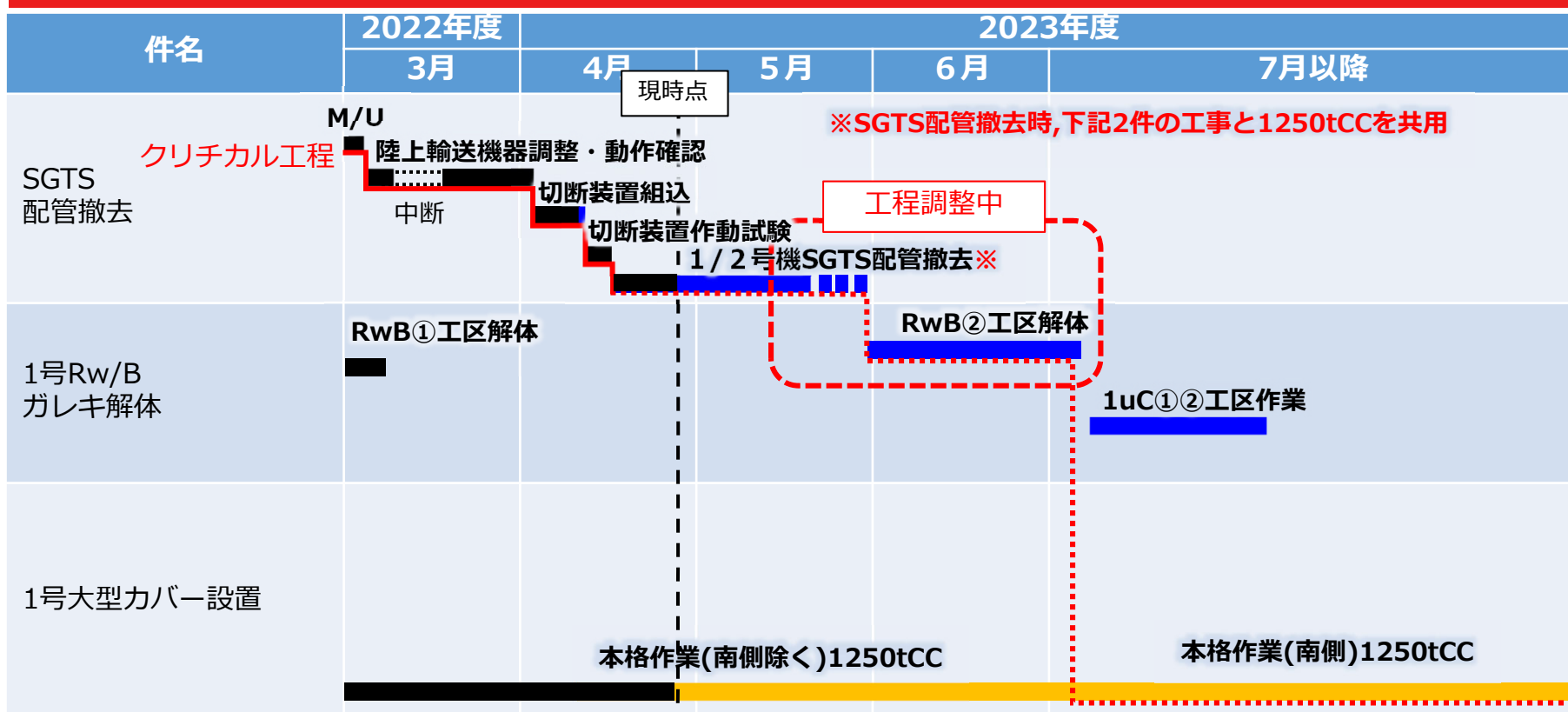
➤ 吊天秤の配管への寄り付きについては、当初遠隔操作のみを計画していたが、Rw/B上のガレキ撤去が進捗したことにより人のアクセスが可能となったことから、強風等により遠隔操作での寄り付きが困難な場合には、介錯ロープ等による人の介助を実施する計画に変更した。



# 4. SGTS配管撤去工程について



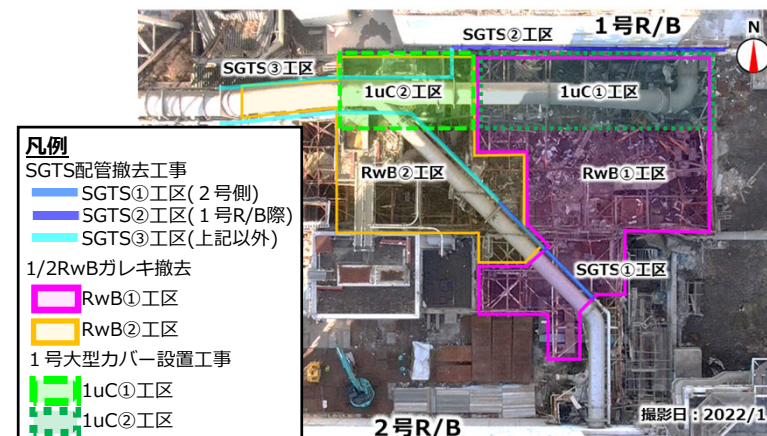
## 5. 1/2号機周辺工事の進捗状況



CC : クローラークレーン

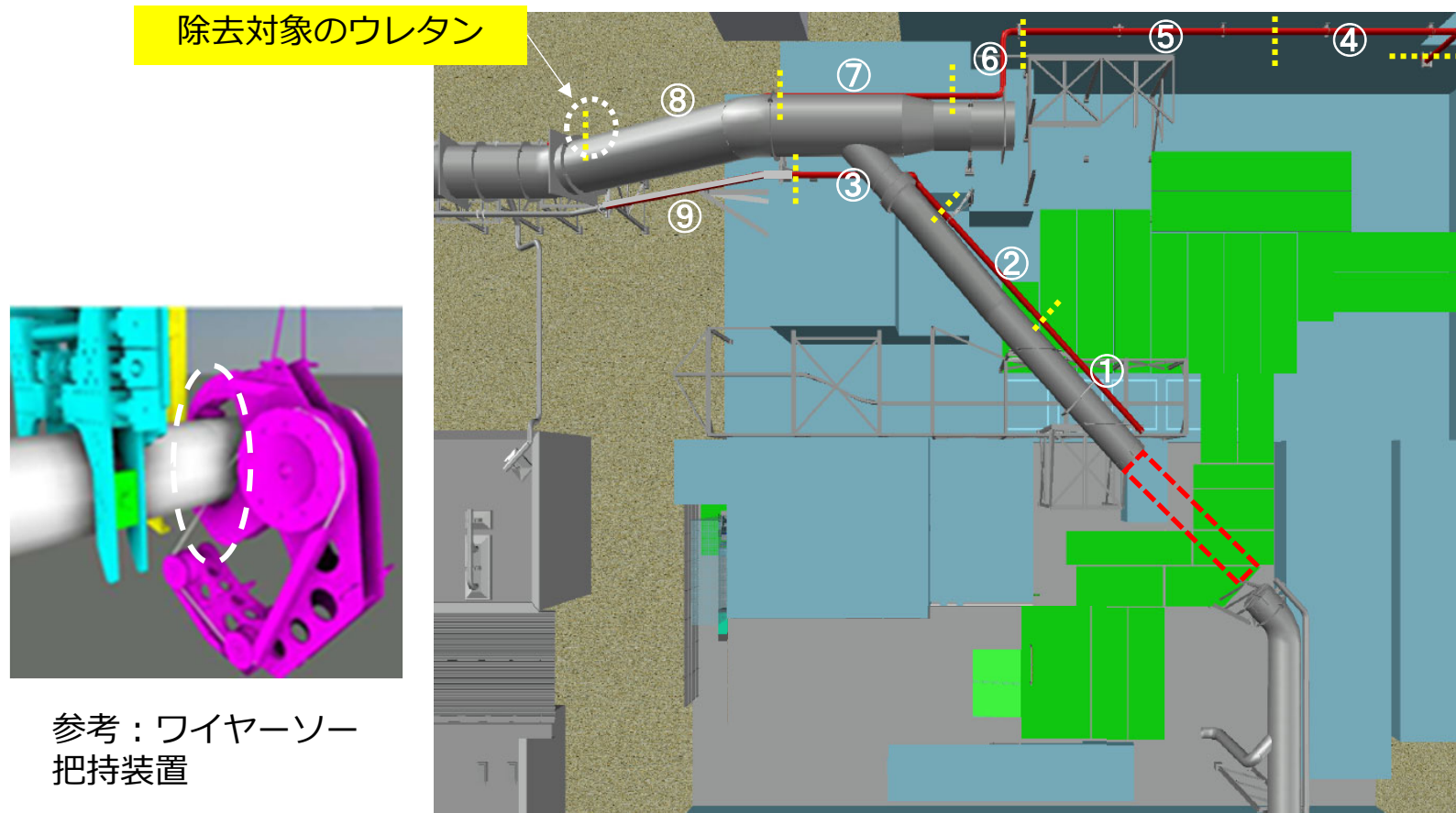
### ○現状

- SGTS配管撤去の後工程と工程調整中。
- 1/2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去期間中, 1号Rw/Bガレキ解体及び1号大型カバー設置と1250tCCを共用する。



## 【補足1】ウレタン除去について

- SGTS配管へのウレタン注入時に、注入孔からウレタンが逆流し配管表面に付着。
- 付着したウレタンは切断装置(吊天秤)のワイヤーソー把持装置に干渉するため、事前に除去が必要。
- 4月12日、1250tクローラークレーン及び水平部ウレタン除去治具を用いて、残っていた1号機側1箇所のウレタン除去を完了。



## 【補足2】バックアップ切断手段のモックアップ実施状況

➤ 配管切断時に噛みこみが発生した際のバックアップ切断手段について、実装備※を着用したモックアップを福島県内の構外施設で実施。

- ① 地上重機 : 4月4日
- ② 搭乗設備 : 4月4日
- ③ 高所作業車 : 4月7日

※福島第一構内で作業する際に着用する装備：全面マスク、タイベック、綿手袋+ゴム手袋(2重)



①地上重機



②搭乗設備



③高所作業車



## 【補足3】 1・2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去の信頼度向上対策

### ➤ リカバリー対策

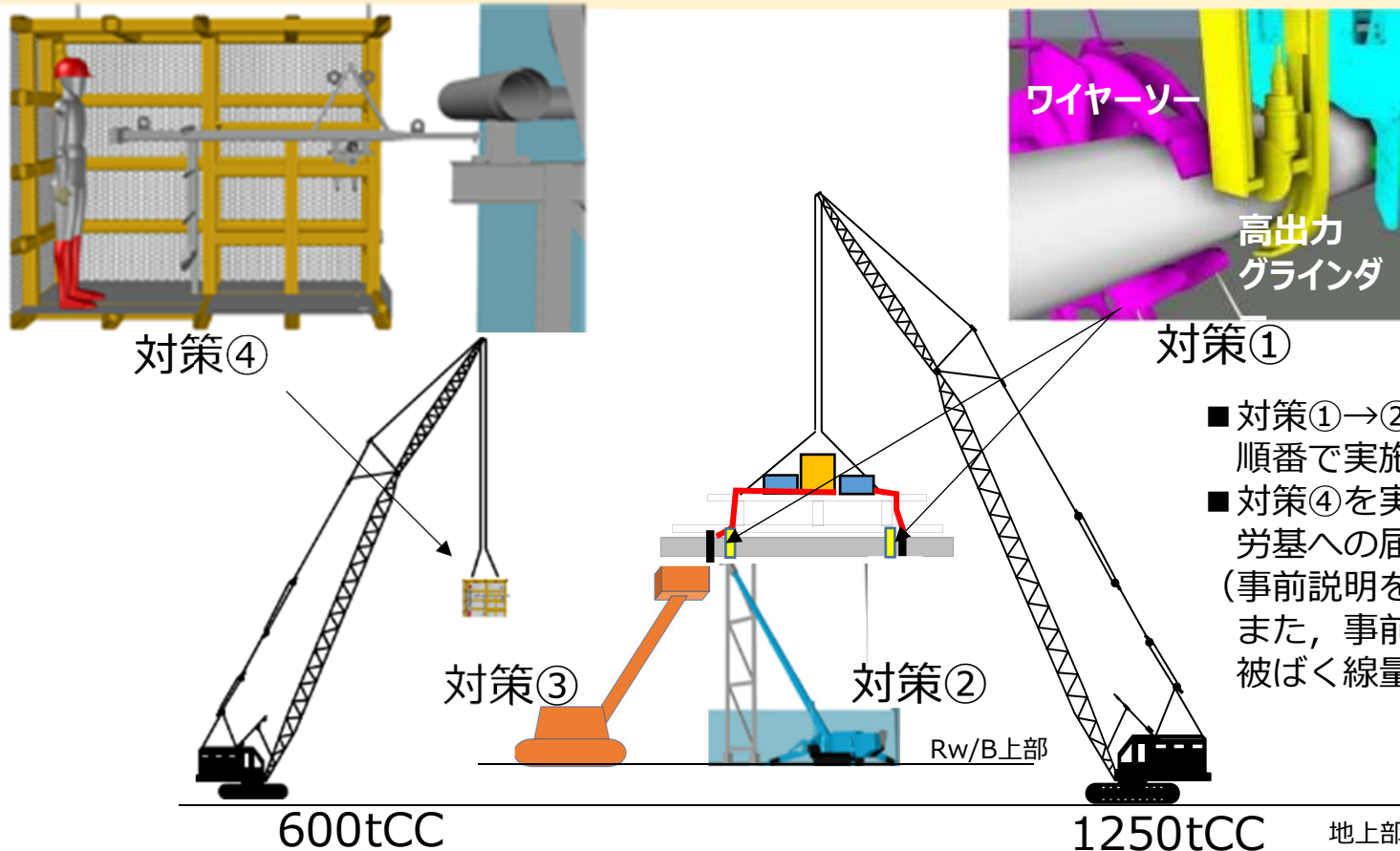
対策① ワイヤソー切断で噛み込みが発生した場合、配管の残余分を吊天秤に追設した高出力グラインダーにて切断。

対策② 1 / 2号機Rw/B上部のガレキ撤去が完了している箇所から、地上重機による切断を準備。

対策③ Rw/B上部からアクセス可能で地上重機のアクセスが難しい箇所には高所作業車※による切断を準備。

対策④ 地上重機のアクセスが難しい箇所には、搭乗設備※による切断を準備。

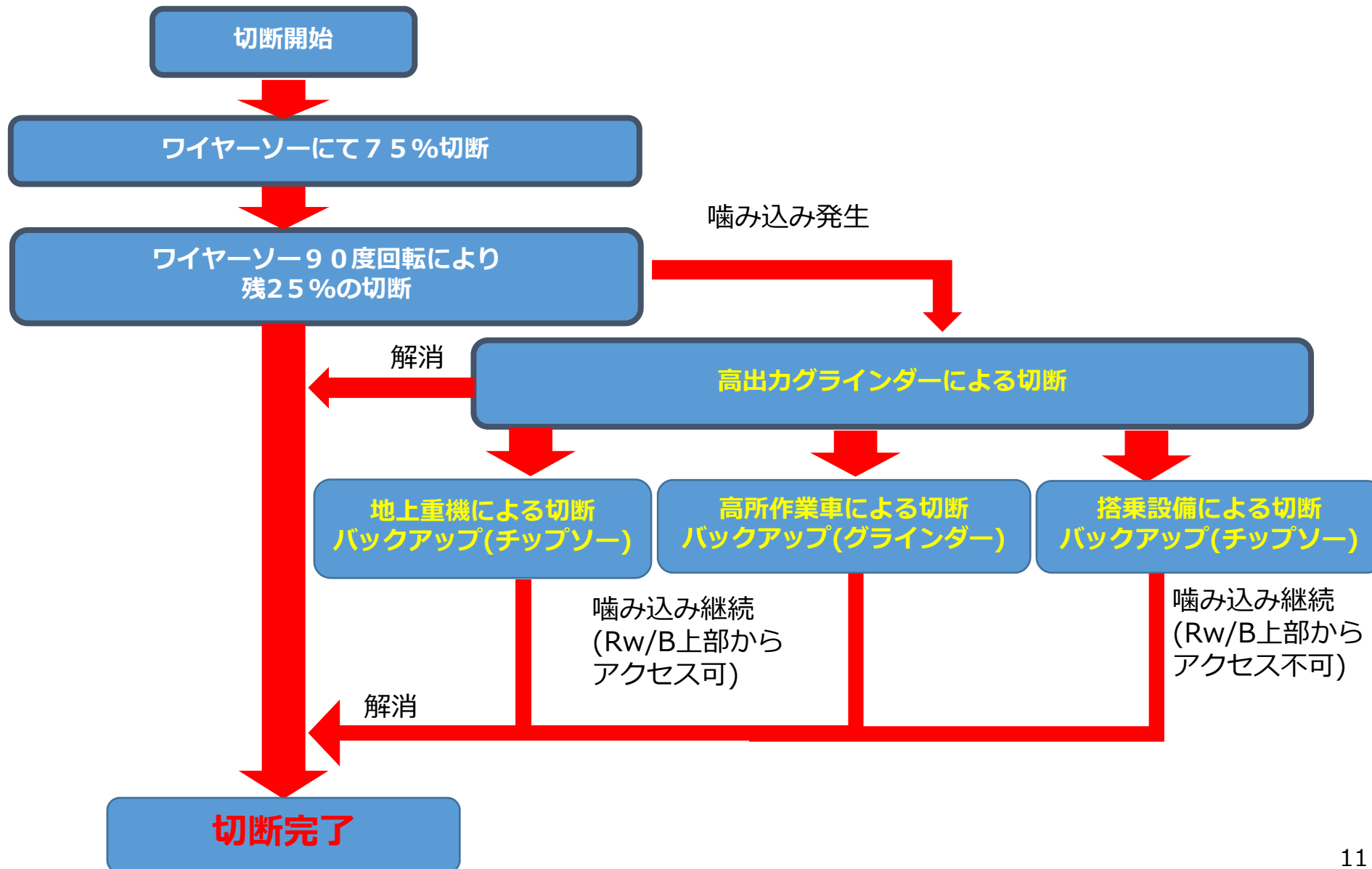
※：高所作業車の作業員搭乗部分および搭乗設備には鉛遮へいによる被ばく防止対策を実施。



- 対策①→②③または④の順番で実施。
- 対策④を実施する際は労基への届け出が必要。  
(事前説明を実施済み)  
また、事前の安全確認および被ばく線量管理を行う。

## 【補足4】 切断作業のフロー

- バックアップ対策を含む、切断作業フローについては以下の通り。

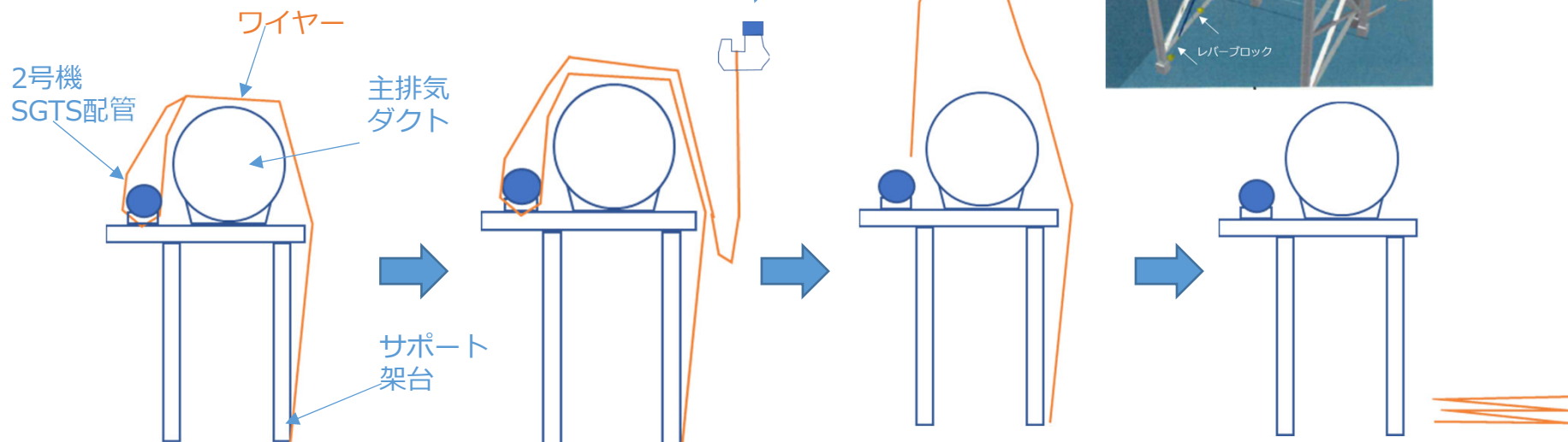
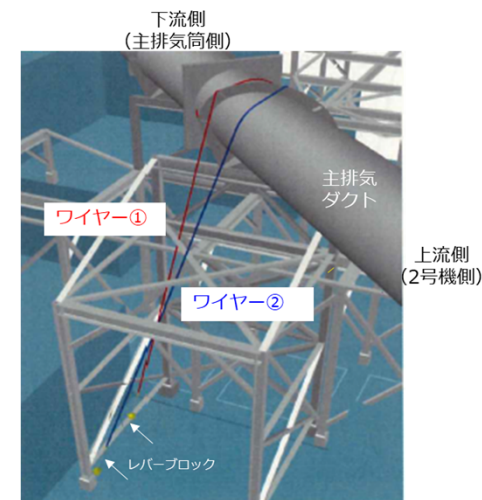
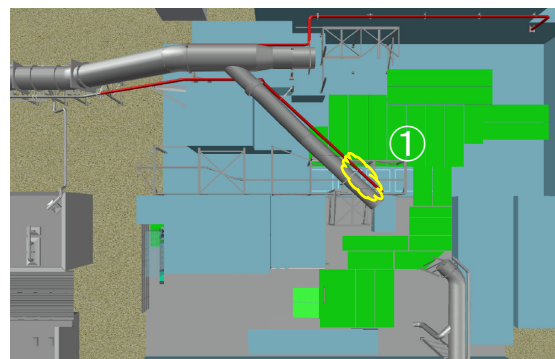


# 参考資料

## 切断再開準備

## 参考. 2号機SGTS配管, 9割切断痕の歪み防止ワイヤー固縛の撤去

- 9割切断痕の歪みが, 作業停止期間中に進行しない処置を実施。
- 配管切断再開に伴い, 4月16日にワイヤーの取り外しを実施。
- 作業後, 9割切断痕に変化は無く, ダストモニタに有意な変動はなかった。



①ワイヤーをサポート架台から取り外す。

②クレーンでワイヤーを吊り上げ, S G T S 配管の固縛を外す。

③ワイヤー吊り上げ位置を変え, ワイヤーを引き抜く。

④SGTS配管へのワイヤー固縛取り外し完了。

# 3/4号機排気筒解体に向けた 現場調査の実施状況について

2023.4.27

---

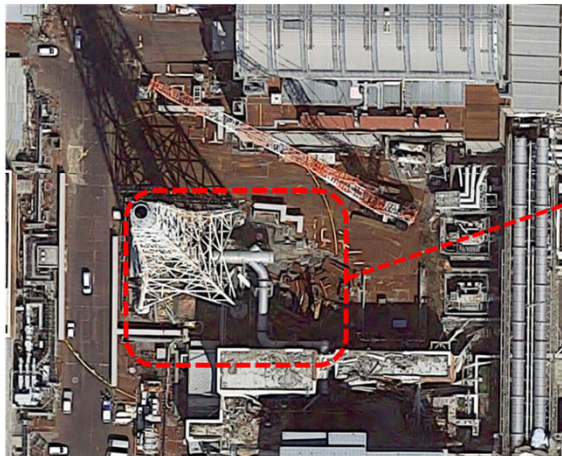
**TEPCO**

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 概要

- 燃料デブリ取出設備等の敷地確保のため、3/4号機排気筒の解体・撤去を行う。
- 解体工事のスコープ
  - 3/4号機排気筒の地上部及び内部のSGTS配管
  - 3/4号機排気筒から4号T/B建屋までの間の主排気ダクト及び地上部のSGTS配管
- 3/4号機排気筒撤去に向けた現場調査として、排気筒及びSGTS配管の内部線量調査を実施する。

1. 3/4号機主排気ダクト：3号機側は除却済のため、4号機側のみ
2. SGTS配管：4号機R/B－3/4号機排気筒間
3. 3/4号機排気筒：上部、下部



対象エリア



除却対象

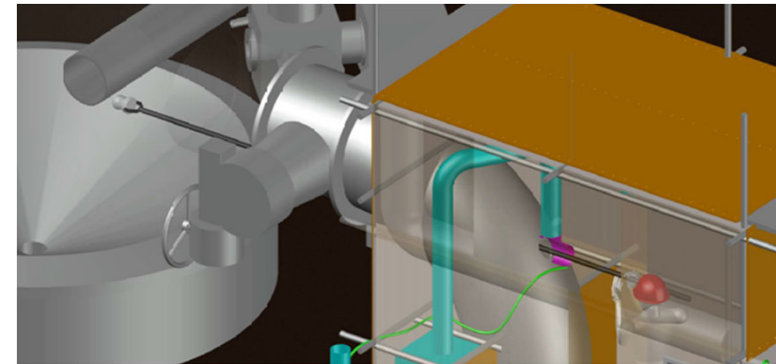
## 2. 内部線量調査の主な作業手順

- 3/4号機排気筒は1/2号機排気筒と比較して雰囲気線量が低く汚染リスクも低いですが、作業安全に万全を期すため、**1/2号機同様にダスト対策用ハウス・局所排風機を設置して調査**を行う。  
(排気筒周辺の雰囲気線量 3/4号機平均0.65mSv/h・1/2号機平均7.6mSv/h)
- **調査目的：3/4号機排気筒解体時における、筒身切断作業時の線量影響及びダスト飛散防止対策の検討のため。**

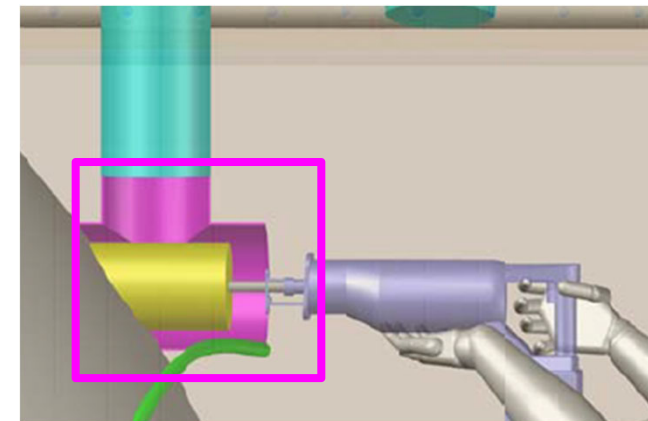
### <主な作業手順>



1/2号機排気筒内部調査で実績のある工法を採用する。



内部確認作業イメージ (1/2号機排気筒調査時)



ダスト飛散防止用治具イメージ

### 3. 穿孔作業

- 3/4号機排気筒筒身及びSGTS配管に内部線量調査用の穿孔を行う。
- $\Phi 10\text{mm}$ で事前穿孔を行い，ダストの気流確認後問題なければ $\Phi 100\text{mm}$ で本穿孔を行う。

#### <穿孔作業イメージ>



オフガス系配管の穿孔装置設置状況（1/2号機排気筒内部調査時）

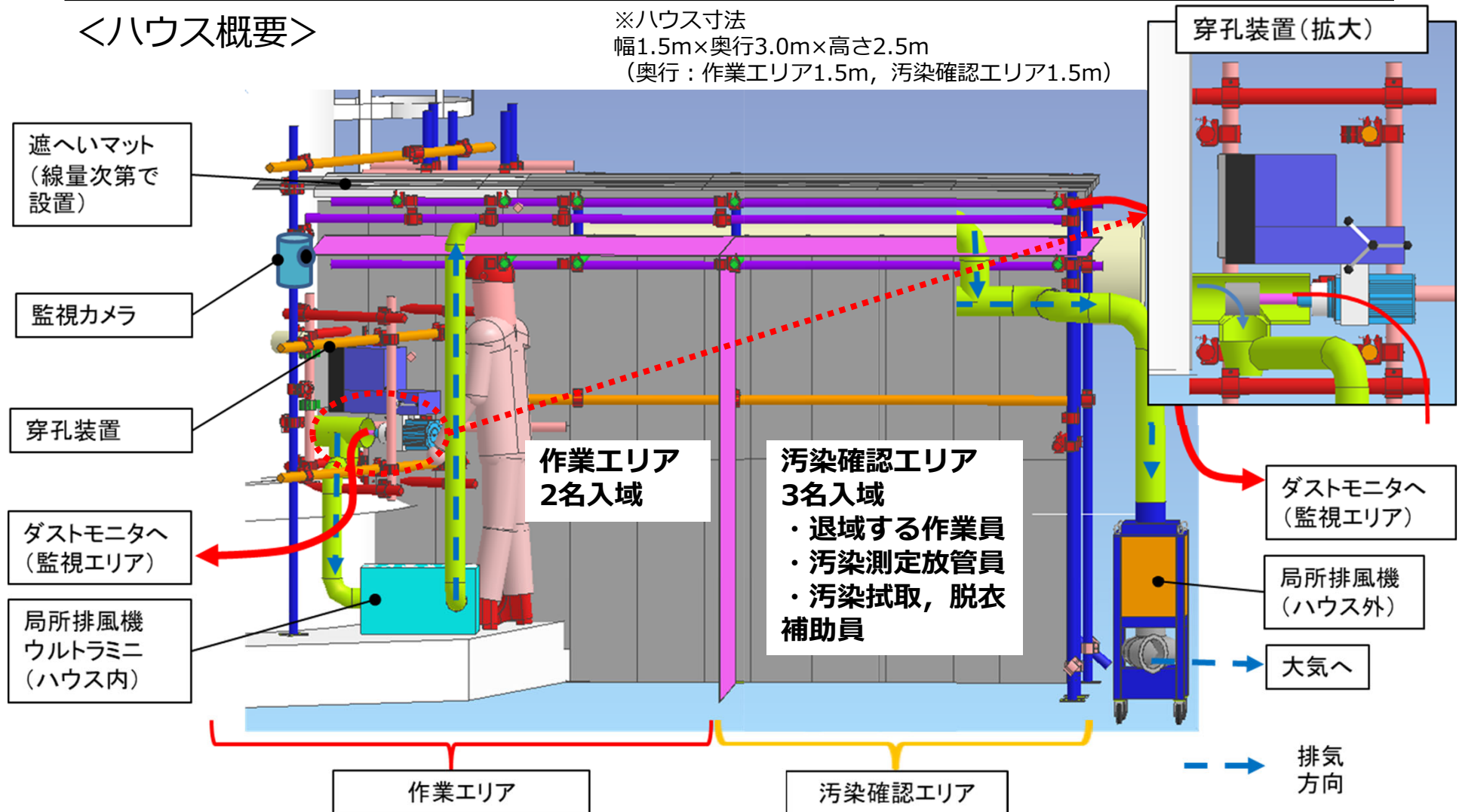


## 4. 準備作業

- 準備作業として、ダスト飛散防止用ハウス及び局所排風機を設置し、穿孔装置を治具により局所排風機に接続。

### ＜ハウス概要＞

※ハウス寸法  
幅1.5m×奥行3.0m×高さ2.5m  
(奥行：作業エリア1.5m、汚染確認エリア1.5m)

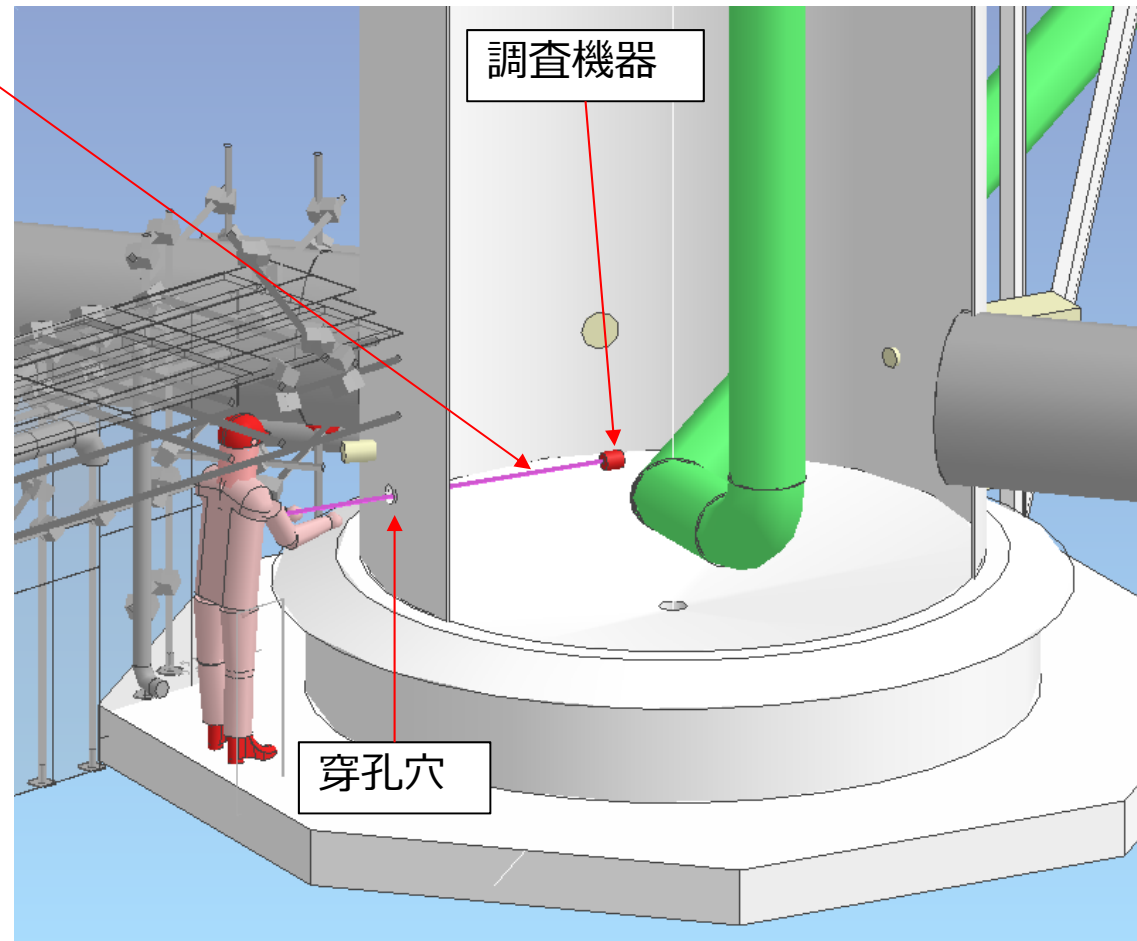


## 5. 内部線量調査

- 穿孔箇所から操作ポールを挿入し，操作ポール先端の調査機器を適宜交換し内部線量調査を行う。（線量測定・スミヤ採取・カメラによる内部確認）

<内部線量調査イメージ>

操作ポール  
(伸縮式)

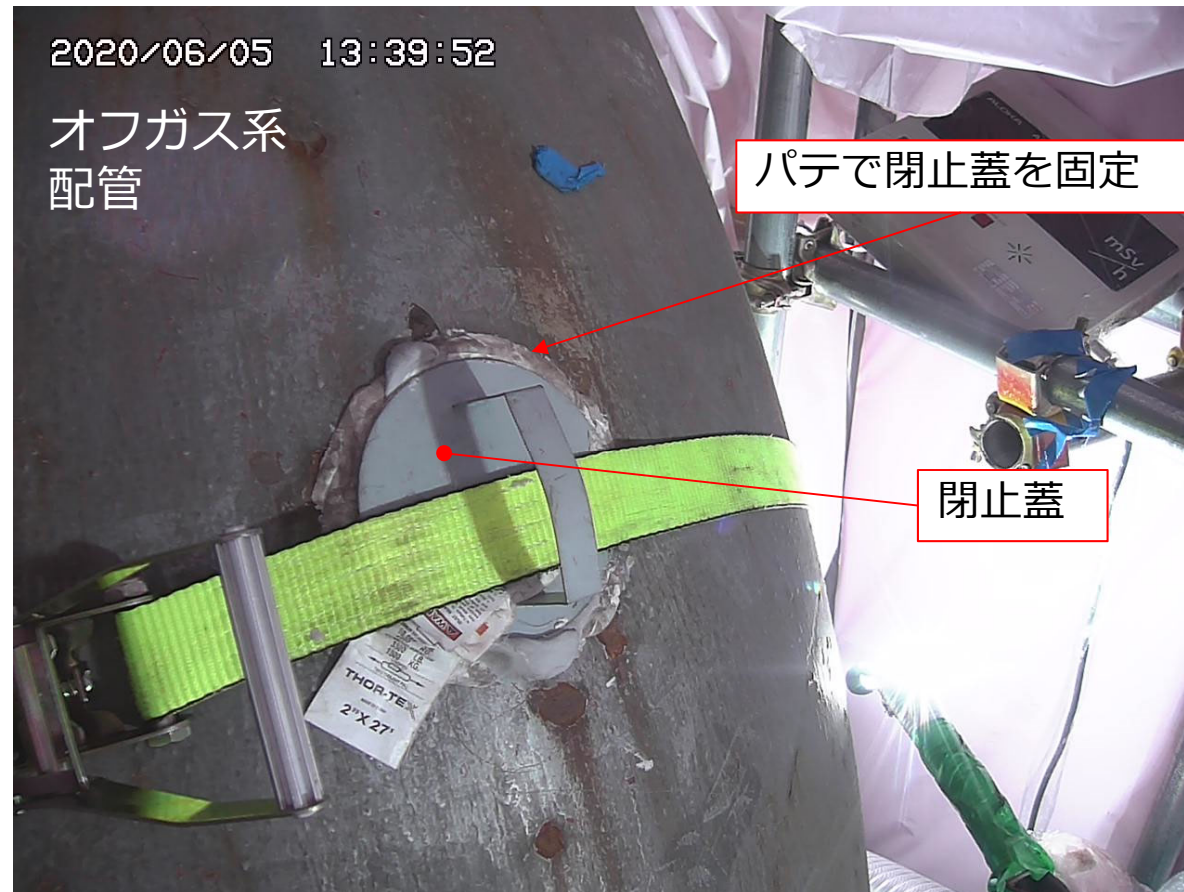


※内部線量調査の詳細は参考3を参照

## 6. 閉止作業

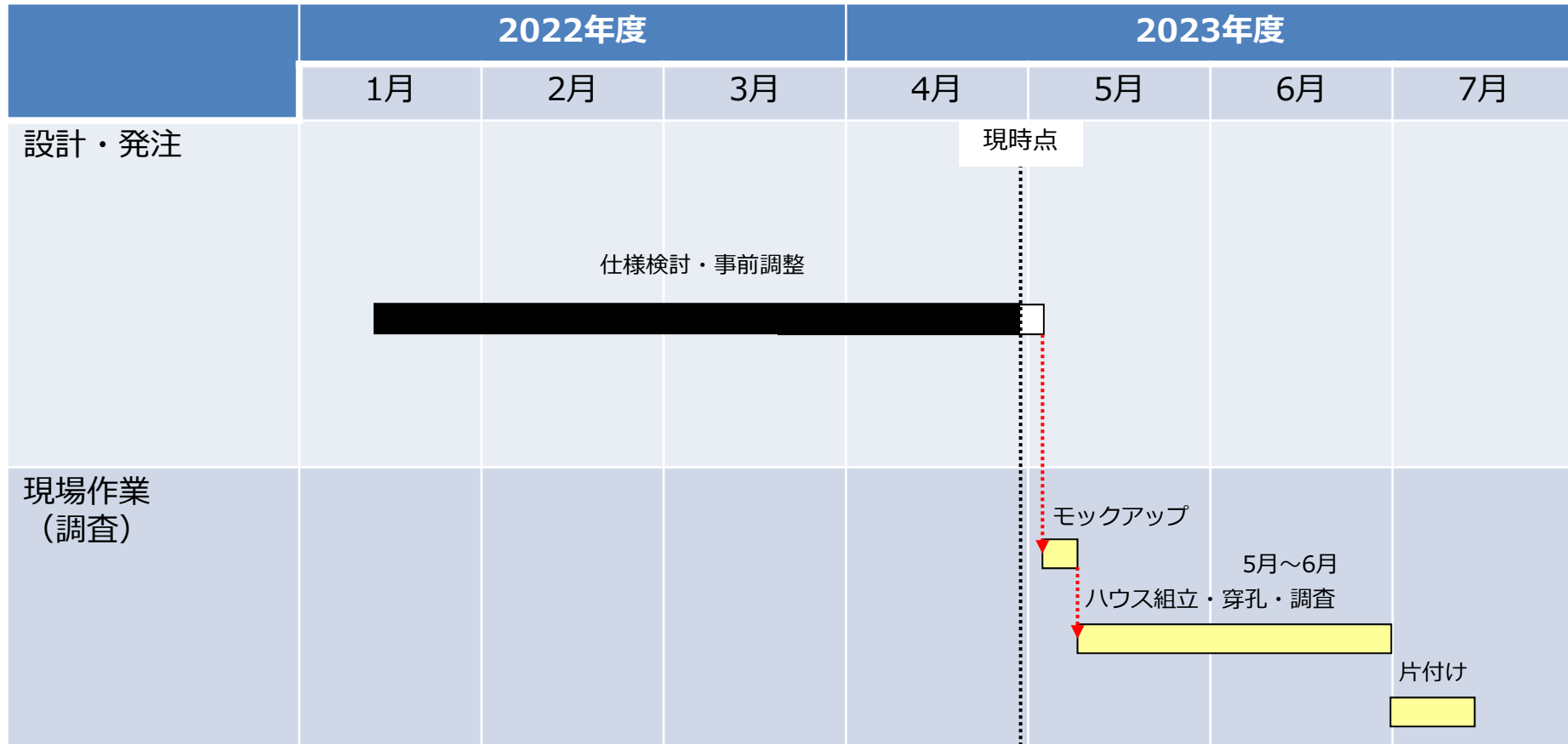
- 内部線量調査完了後，穿孔穴に鉄栓（閉止蓋）の取付を行う。
- 閉止蓋取付後にパテ等で固定する。

<閉止蓋取付イメージ>



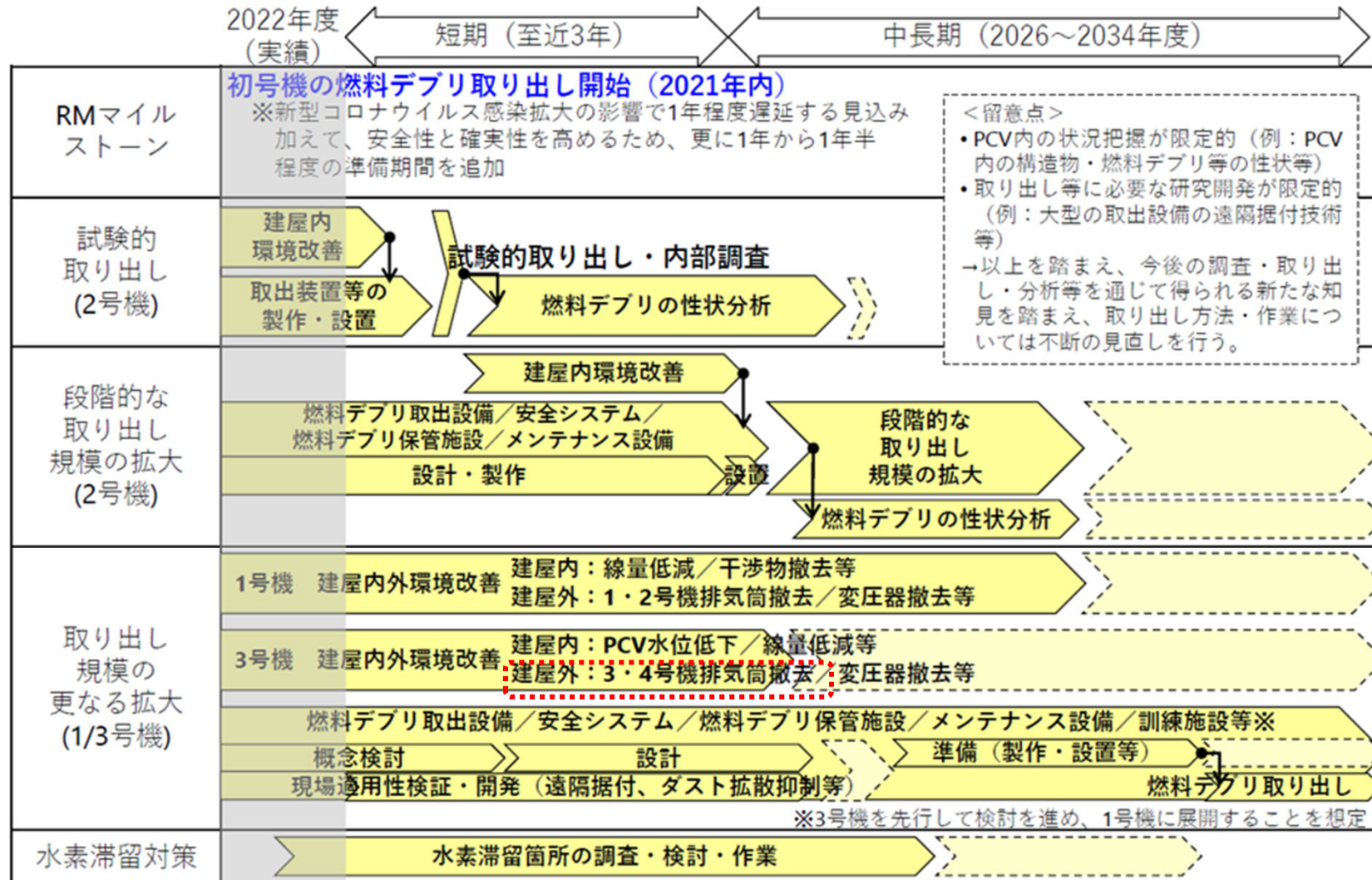
1/2号機排気筒調査時 穿孔箇所への閉止蓋取付状況

# 7. 3/4号機排気筒内部線量調査工程（案）



## 燃料デブリ取り出し

－今後の主要な作業プロセス（4/4）



# 参考資料

## 参考1. 作業エリアの設定

- 作業エリアには、ダスト対策用ハウスを設置し、ダスト飛散防止のため局所排風機を設置する。
- 低線量エリアである3/4号機排気筒モニタ機器収納小屋2階部分を現場本部として、ダストモニタ・ハウス内撮影用カメラモニタを設置し、遠隔での監視・指示を実施する。また、本エリアに装備着脱エリアを設定する。

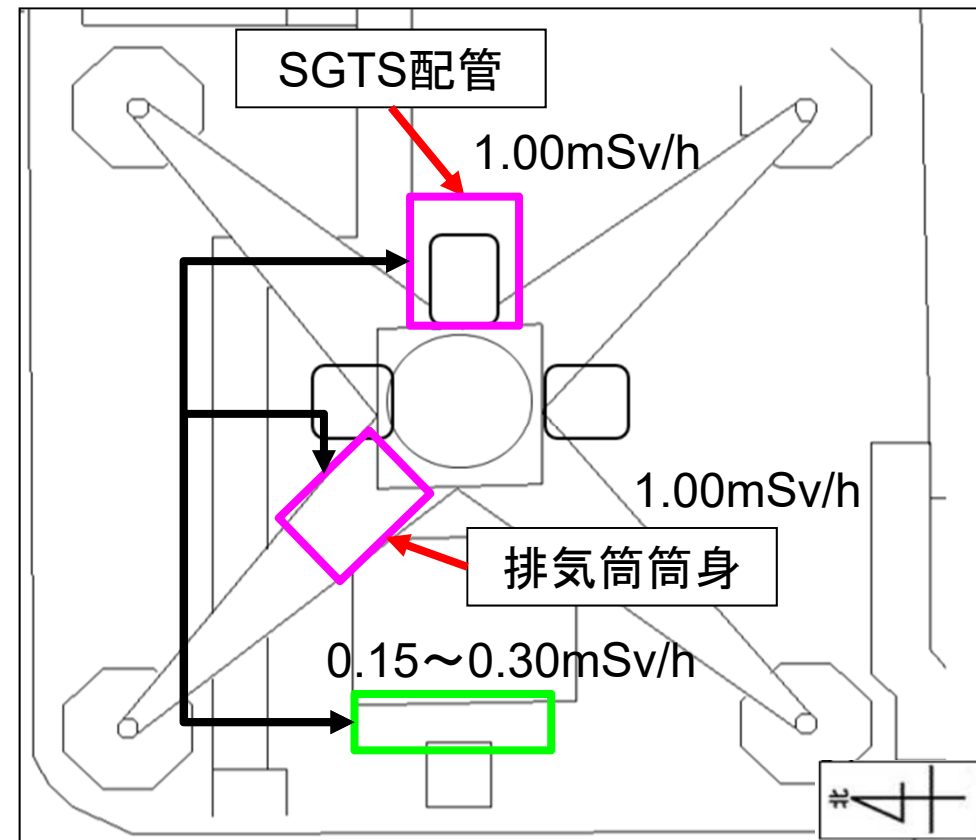
### <排気筒周辺での作業エリア>

- 3/4号機の雰囲気線量は平均0.65mSv/hであり、1/2号機の雰囲気線量平均7.6mSv/hと比較して雰囲気線量が低いことから、ダスト対策用ハウスの組立は現地で作業を行うこととした。
- 穿孔時の振動対策として、穿孔装置を磁石にてダスト対策ハウスへ固定する。
- ダスト対策ハウスと筒身、配管を固定する。

↔ : 移動動線

□ : 作業エリア

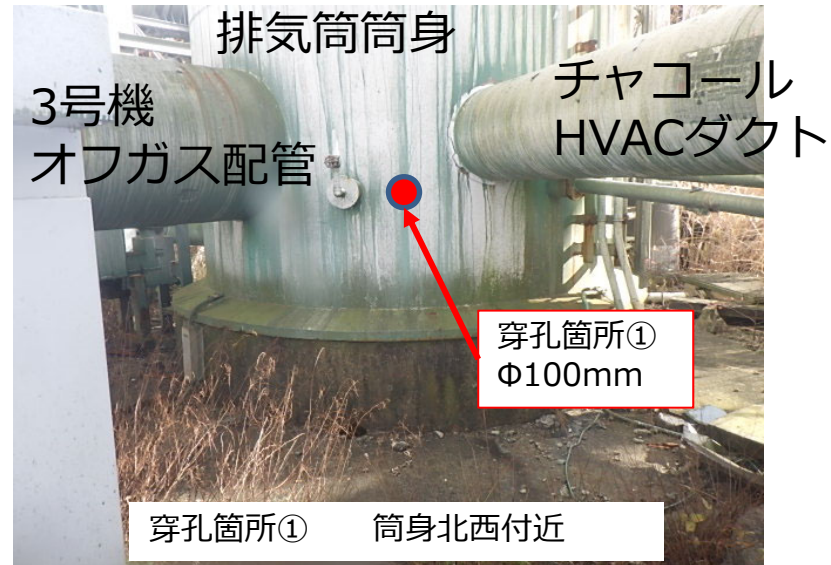
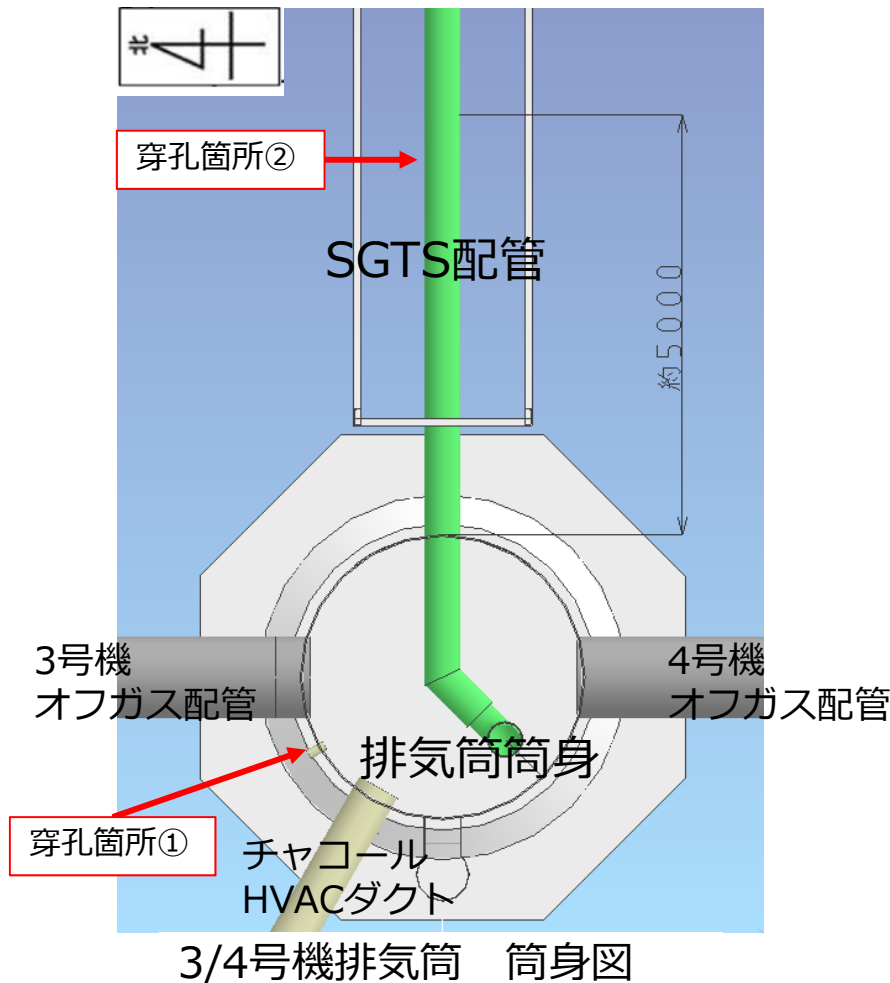
□ : 現場本部



# 参考 2. 穿孔箇所

- 3/4号機排気筒筒身に1箇所，SGTS配管に1箇所の計2箇所に穿孔して内部線量調査を実施。

## <穿孔箇所>

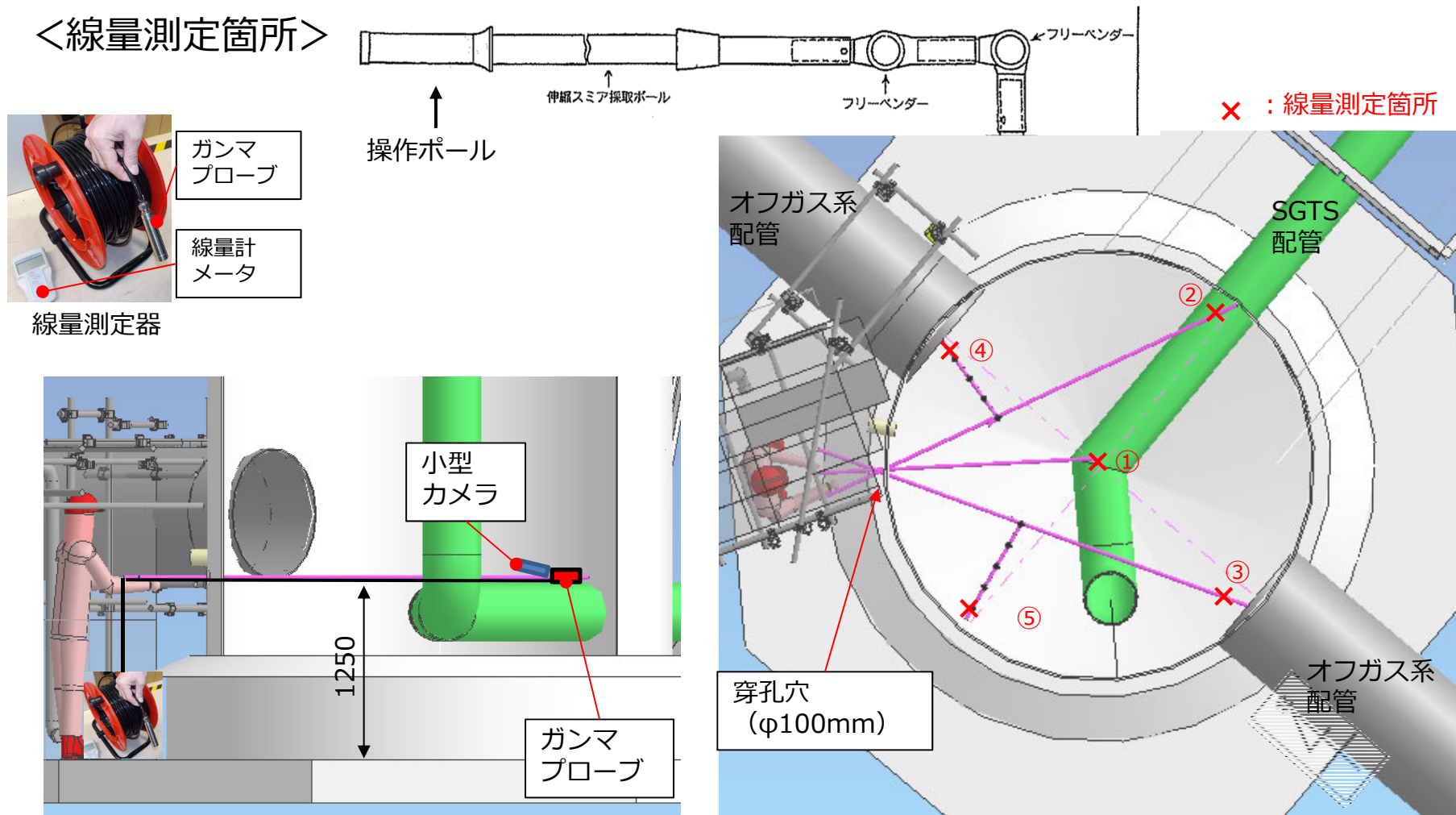




# 参考 3 - 1 . 筒身内部調査 (線量測定)

- 操作ポール先端に小型カメラ及び線量計を取付け，排気筒内部の線量測定を実施。
- 線量測定箇所は以下図の位置を想定。(①は筒身中心付近，②～⑤は筒身内側表面より200mm程度離して測定)

## <線量測定箇所>

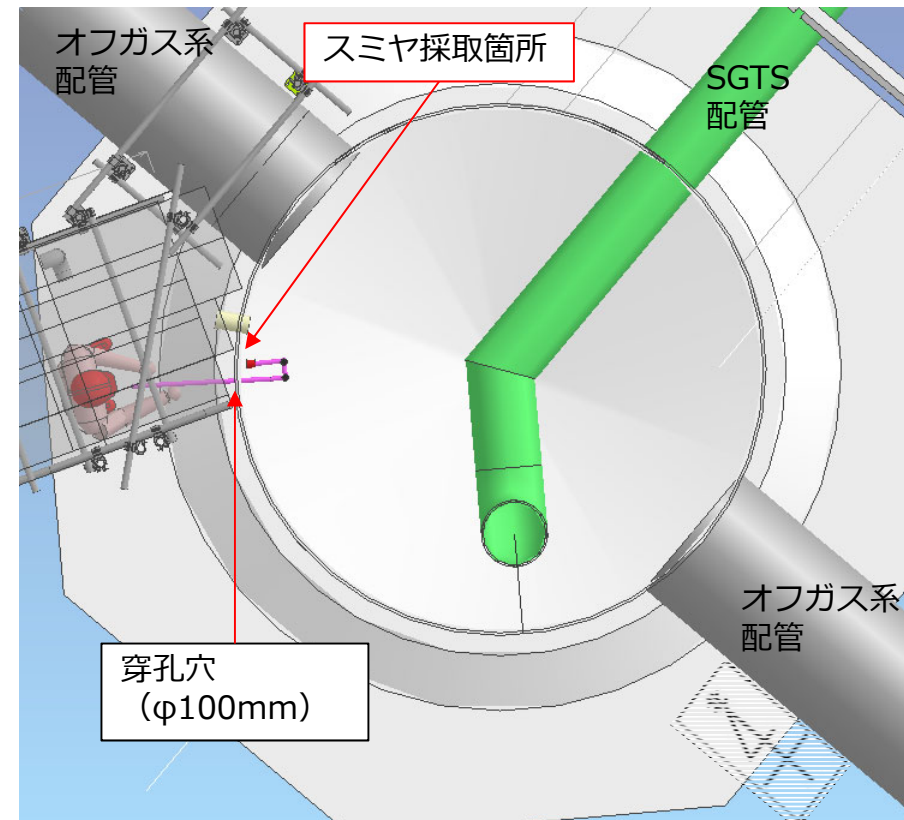
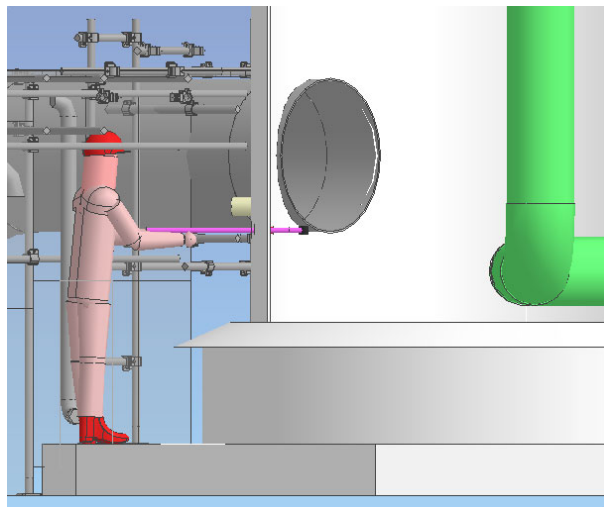
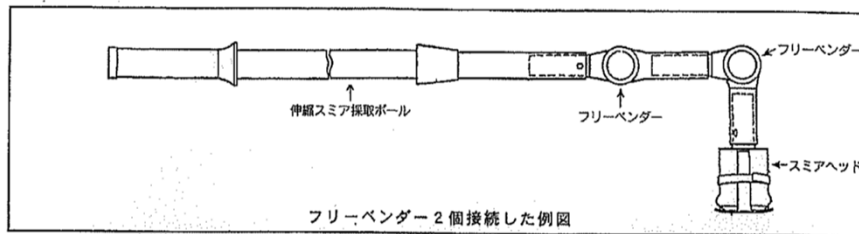


## 参考3-2. 筒身内部調査（スミヤ採取）

- スミヤポールを用いて筒身内部のスミヤ採取を実施。
- スミヤ採取箇所は以下図のように穿孔部近傍を想定。

### <スミヤ採取箇所>

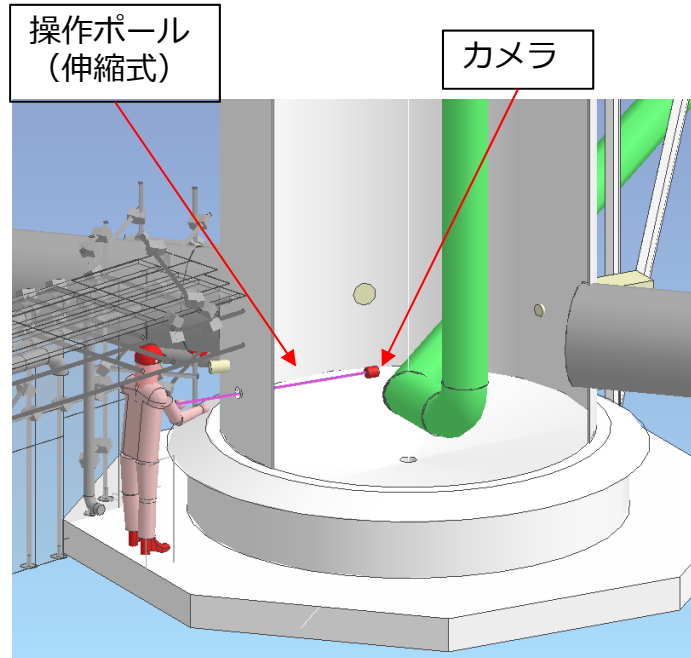
スミヤポール（高所用）



## 参考3-3. 筒身内部調査（カメラによる内部確認） **TEPCO**

- 操作ポールにカメラを取付け、筒身内部の底部・側面の状況を確認・記録。
- 使用するカメラはモックアップにて映像を確認した上で選定。

### ＜カメラによる内部確認箇所＞

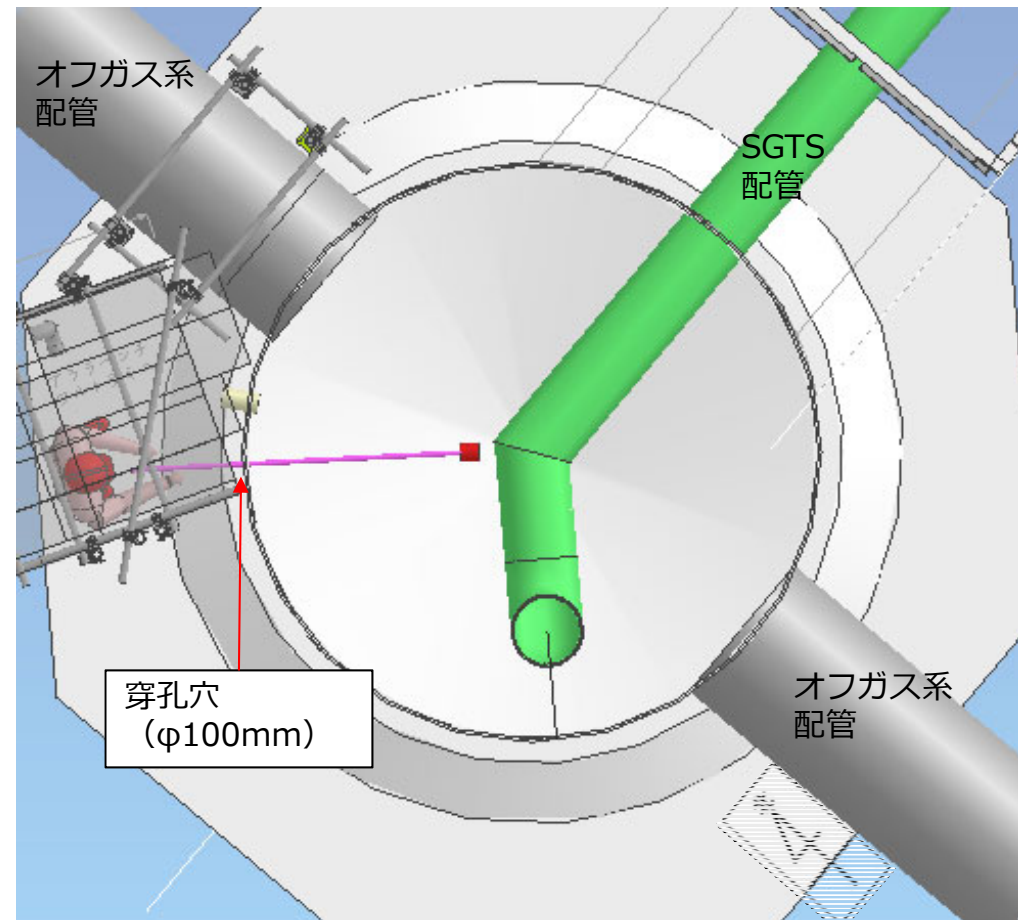


360度Webカメラ



ネットワークカメラ  
(前回作業で実績あり)

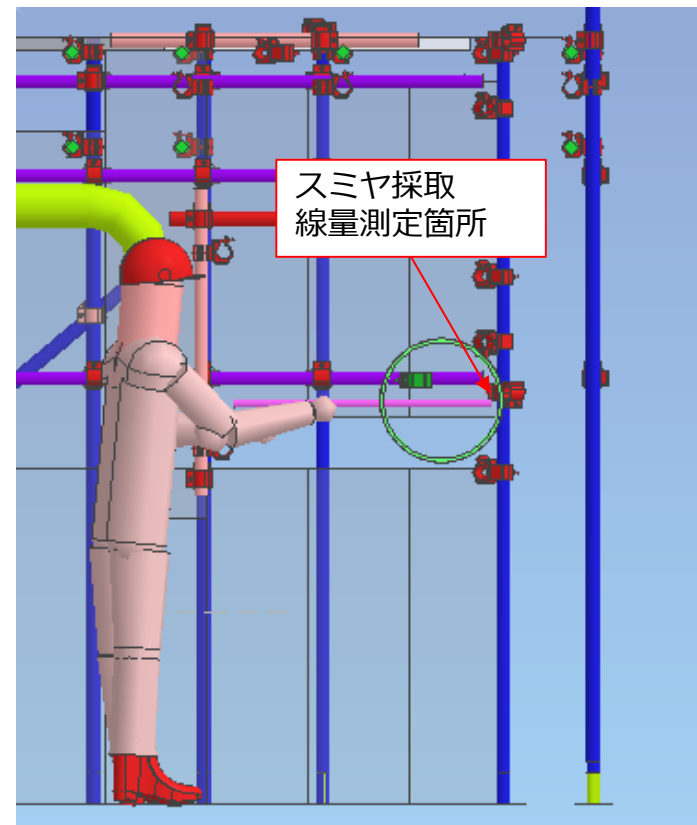
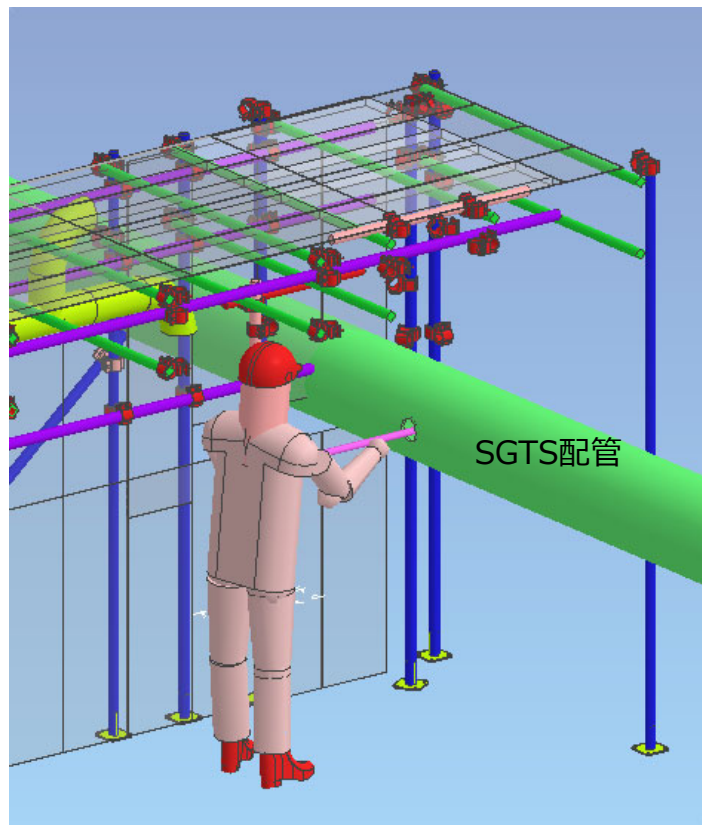
使用するカメラの例



## 参考 3 - 4 . SGTS配管内部調査

- スミヤポールを用いて、SGTS配管内部の線量測定・スミヤ採取を実施。
- 小型カメラにて穿孔部付近の内部状況を確認。

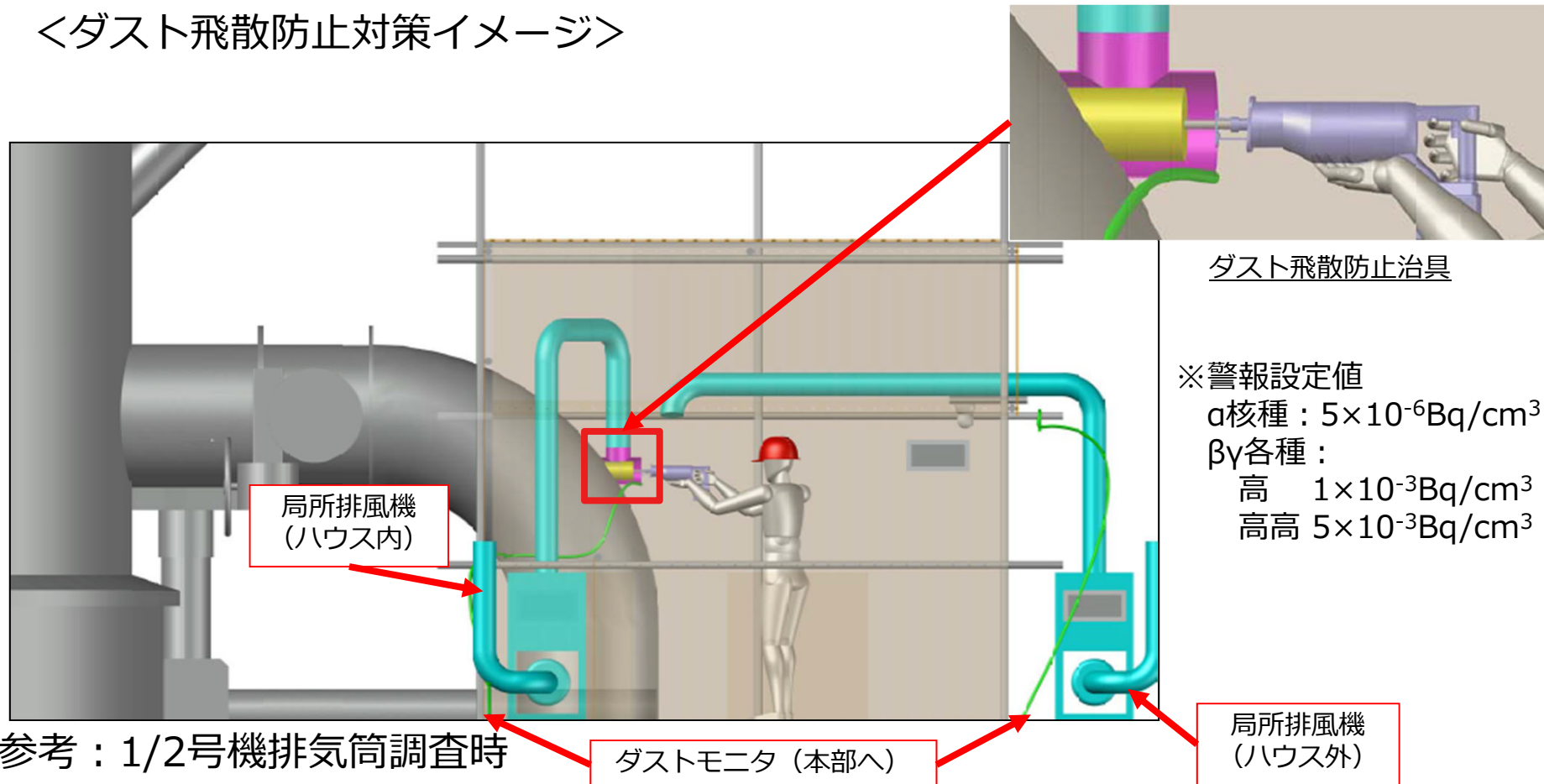
<内部調査箇所>



## 参考4-1. a汚染管理（汚染防止対策①）

- 穿孔箇所専用治具を取付け、局所排風機を接続してダスト飛散を防止。
- 局所排風機フィルター部分の線量を把握するため線量計を取付け。
- 局所排風機運転時は、フィルター破損防止のためフィルター差圧を監視。
- ダストモニタにて常時ハウス内及びハウス出入口付近のダスト濃度監視を実施。ダスト濃度が上昇した際は作業中断。

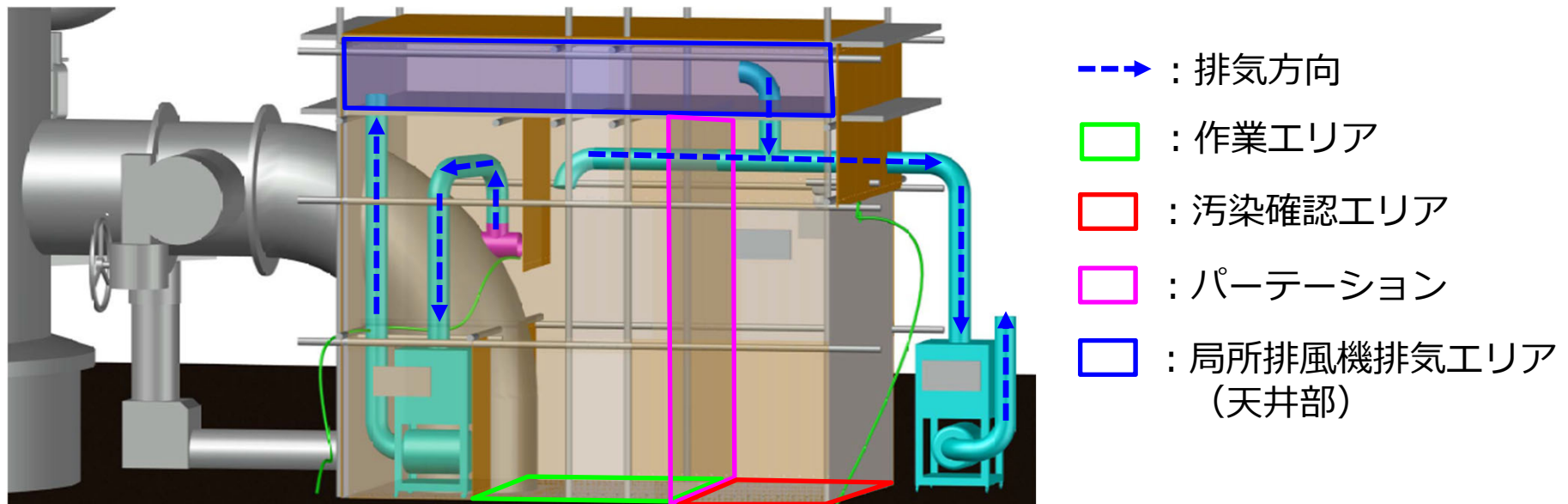
### ＜ダスト飛散防止対策イメージ＞



## 参考4-2. a汚染管理（汚染防止対策②）

- ハウス内の局所排風機の排気は、ハウス内に天井部を設け、天井部に排気する。（フィルター破損によるハウス外への直接放出を防止）
- ハウス外の局所排風機にて作業エリア及び天井部の排気を行う。

### <排気の流れイメージ>



参考：1/2号機排気筒調査時

- ハウス天井部は、ハウス内他エリアと別のエリアになるように仕切りを設ける。