

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	炉中長期実行プラン2021 目標工程	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定		9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月			4月以降			備考
				19	20	9	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	1	8	
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)	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 準備作業																		建屋内環境改善 ・2階線量低減の準備作業のうち3階床面穿孔 20/7/20~8/31 R1B2階の線量調査に向けた準備作業のうち、3階南側エリアの床面穿孔を実施。 ・2階線量低減準備作業・調査 20/9/2~9/9、 20/10/7~10/9 ・2階線量低減の準備作業 21/3/12~4/9、6/28~22/2月予定					
			2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																									
			3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業		建屋内環境改善 北西エリア機器撤去および除染 機器撤去・除染																		建屋内環境改善 ・線量調査20/2/19~5/22 原子炉建屋1階の線量調査・線源調査の実施。 ・準備作業20/11/17~20/12/13 ・北西エリア機器撤去20/12/14~21/3/22 R1B1階北西エリアの線量とされている制御盤地の撤去。 ・北西エリア機器撤去および除染 21/7/12~22/1月予定					
		格納容器内水循環システムの構築	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)	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) →補正申請(21/7/14) 認可(21/7/27)		
	燃料デブリ取り出し	燃料デブリ取り出し	共通	燃料デブリ取り出し	(実績) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(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																		(継続実施)				
					(予定) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続)	検討・設計		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																		(継続実施)				
					(実績) ○原子炉格納容器水位低下(継続)	検討・設計		【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																		(継続実施)				
					(予定) ○原子炉格納容器水位低下(継続)	検討・設計		試験的取り出し技術の開発																					(継続実施)	
					(実績) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	検討・設計		燃料デブリ取出設備 概念検討																					(継続実施)	
					(予定) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	検討・設計																								
燃料デブリ取り出し	燃料デブリ取り出し	1号	(実績) ○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																					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~			
			(予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	現場作業		1/2号機SGTS配管撤去																					○1/2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配管切断時ダスト飛散対策(フレタン注入) 21/9/8~21/9/26 ・1/2号機SGTS配管切断開始 21/11/中旬~			
			(実績) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続)	現場作業																							(PCV内部調査に向けた準備作業進捗を踏まえ工程を精査)			
燃料デブリ取り出し	燃料デブリ取り出し	2号	(実績) ○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																					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)			
			(予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	現場作業																							(2022年内完了予定)			
燃料デブリ取り出し	燃料デブリ取り出し	3号	(実績) ○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																								
			(予定) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続)	現場作業																										





# 1号機 PCV内部調査に向けた準備作業状況について

2021年10月28日

**IRID** **TEPCO**

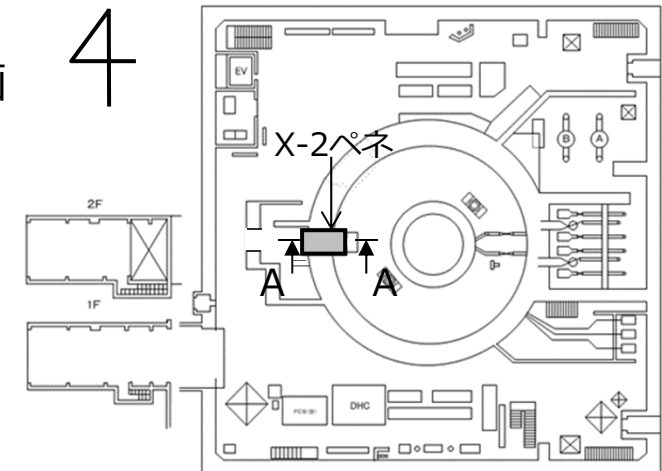
---

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

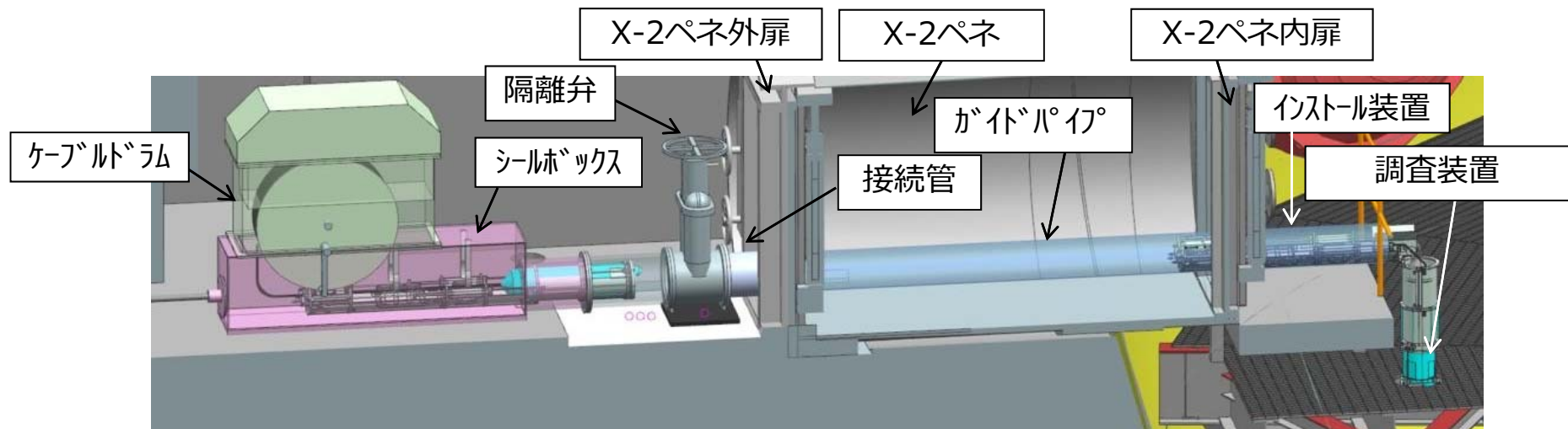


# 1. X-2ペネからのPCV内部調査装置投入に向けた作業

- 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、ペネ）からPCV内に投入する計画
- 調査装置投入に向け、X-2ペネ（所員用エアロック）の外扉と内扉の切削およびPCV内干渉物の切断等を実施
- 主な作業ステップは以下の通り
  - ① 隔離弁設置（3箇所）
  - ② 外扉切削（3箇所）
  - ③ 内扉切削（3箇所）
  - ④ PCV内干渉物切断
  - ⑤ ガイドパイプ設置（3箇所）



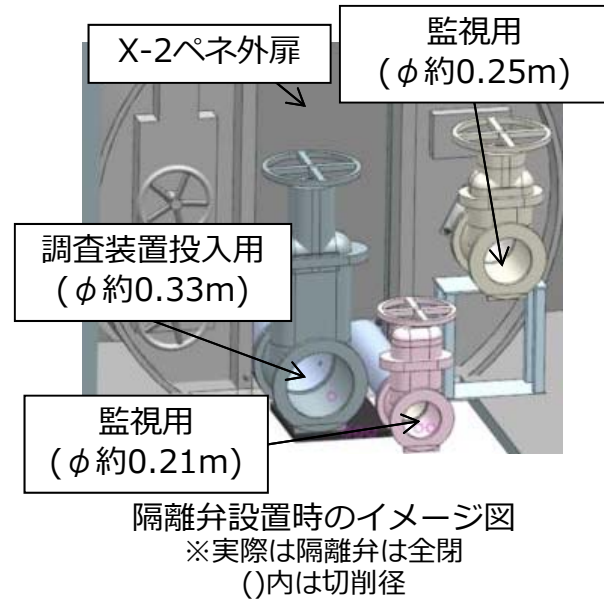
1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置



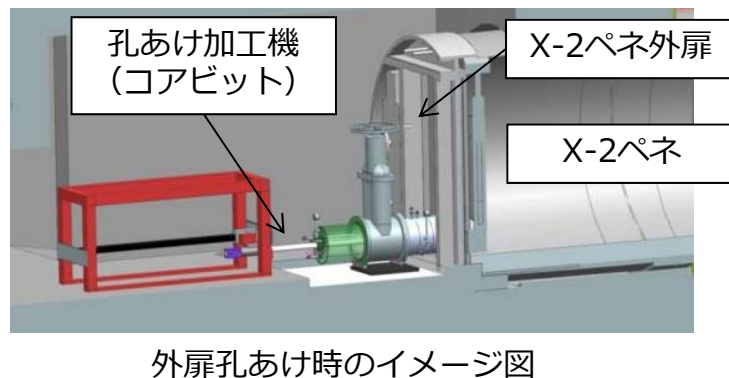
内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

## 2. PCV内部調査装置投入に向けた主な作業ステップ

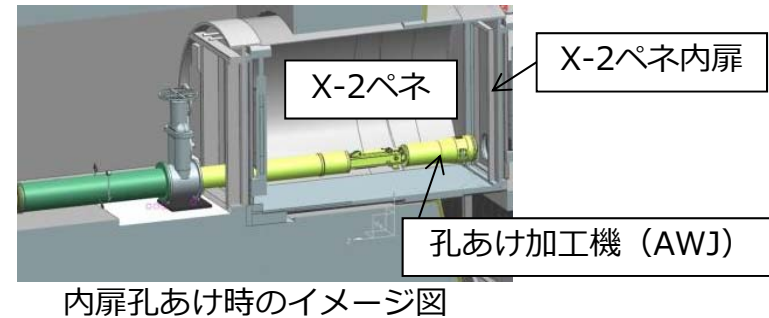
### 1. 隔離弁設置 (3箇所) 2019.5.10完了



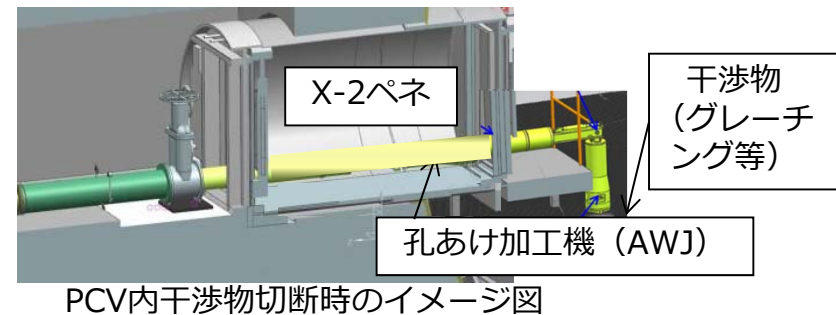
### 2. 外扉切削 (3箇所) 2019.5.23完了



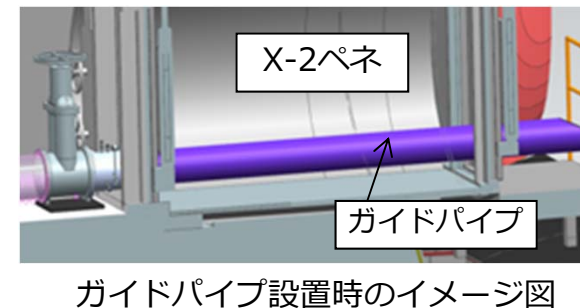
### 3. 内扉切削(AWJ) (3箇所) 2020.4.22完了



### 4. PCV内干渉物切断 2021.9.17完了



### 5. ガイドパイプ設置 (3箇所) 2021.10.14完了

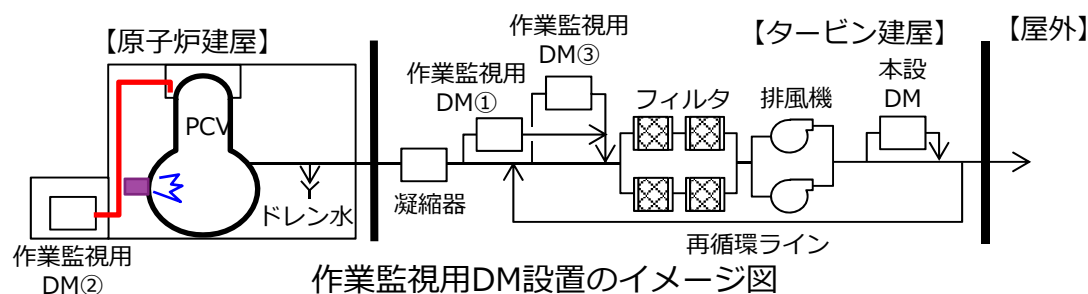


### 3. PCV内部調査装置投入に向けた作業状況

- PCV内部調査装置（以下、水中ROV）投入に向けた作業を2019年4月8日より着手しており、外扉の切削完了後、2019年6月4日にX-2ペネ内扉に、AWJ※<sup>1</sup>にて孔（孔径約0.21m）を開ける作業中、PCV内のダスト濃度上昇を早期検知するためのダストモニタ（下記図の作業監視用DM①）の値が作業管理値（ $1.7 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$ ）※<sup>2</sup>に達したことを確認

※作業監視用DM①の下流側にダストを除去するフィルタがあり、フィルタの下流のダストモニタ（下記図の本設DM）には有意な変動はなく、環境への影響はないことを確認

- その後ダスト濃度の監視を充実・継続しつつ、切削量を制限した上で、作業を実施し、内扉の切削が完了（2019年7月～2020年4月22日）、8月25日にグレーチング切断作業が完了
- 2021年4月23日から29日にかけて干渉物調査を実施し、干渉物となる原子炉再循環系統（以下、PLR）計装配管や電線管等の位置情報を取得、調査結果から位置評価を行い、水中ROVの投入ルートを確認
- 9月17日にPCV内干渉物切断作業が完了
- 10月8日から14日にかけてガイドパイプ設置作業が完了
- 11月からPCV内部調査開始に向けたエリアの養生及び調査装置の設置等の準備作業を開始予定



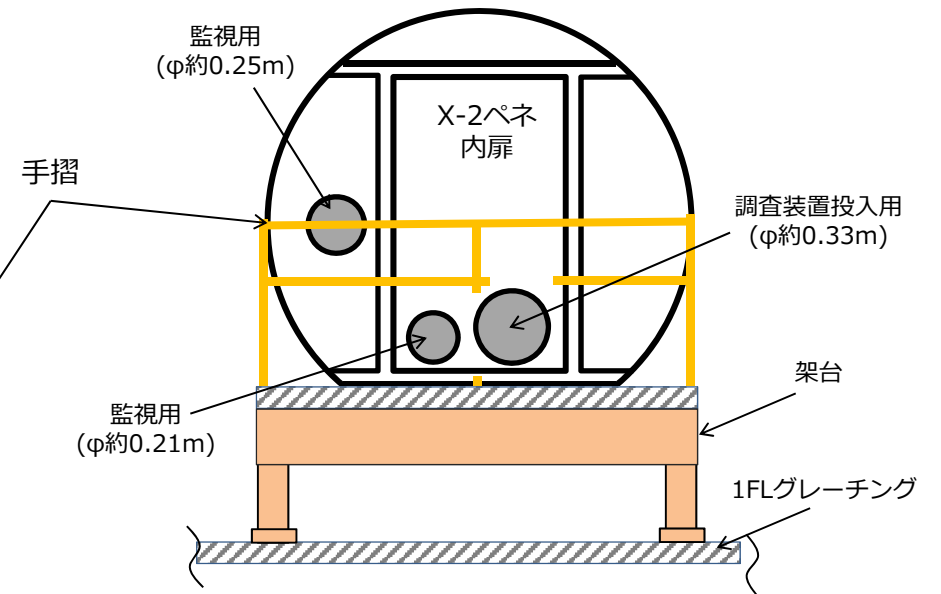
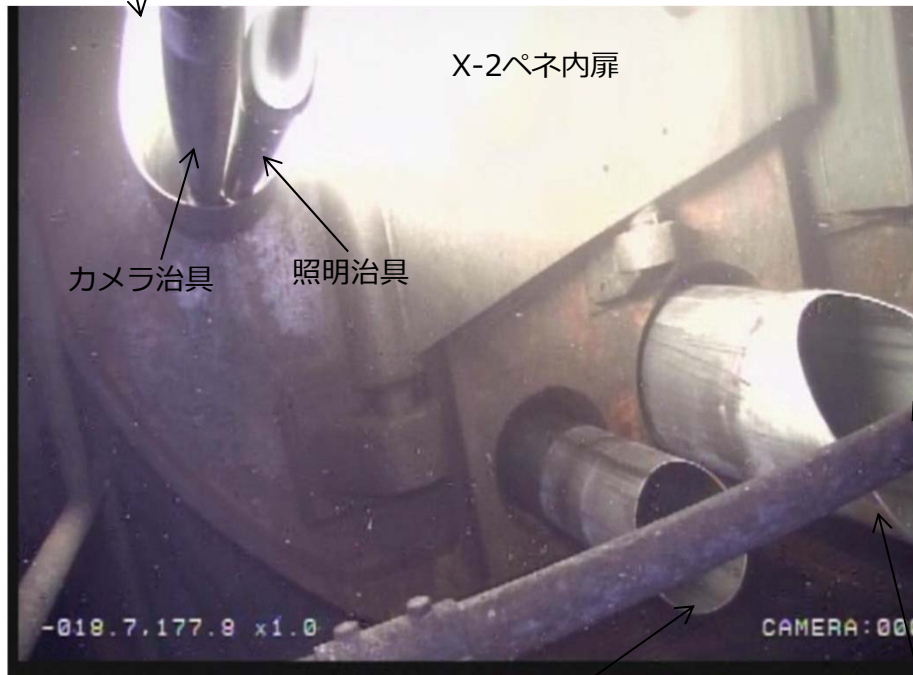
※1:高圧水を極細にした水流に研磨材を混合し切削性を向上させた孔あけ加工機(アブレシブウォータージェット)  
 ※2:フィルタのダスト除去能力を考慮し、本設DM警報設定値の1/10以下に設定

作業監視用DM設置のイメージ図

- 作業監視用DM①：ガス管理設備のダスト濃度上昇の早期検知用
- 作業監視用DM②：PCV上蓋近傍のダスト濃度監視用（増設）
- 作業監視用DM③：ダスト濃度監視の連続性確保を目的とした、再循環希釈後のダスト濃度監視用（増設）
- 本設DM：フィルタでのダスト除去後のダスト濃度上昇の早期検知用

## 4. ガイドパイプ設置状況

監視用ガイドパイプ  
(φ約0.24m)



監視用ガイドパイプ  
(φ約0.18m)

調査装置投入用ガイドパイプ  
(φ約0.32m)

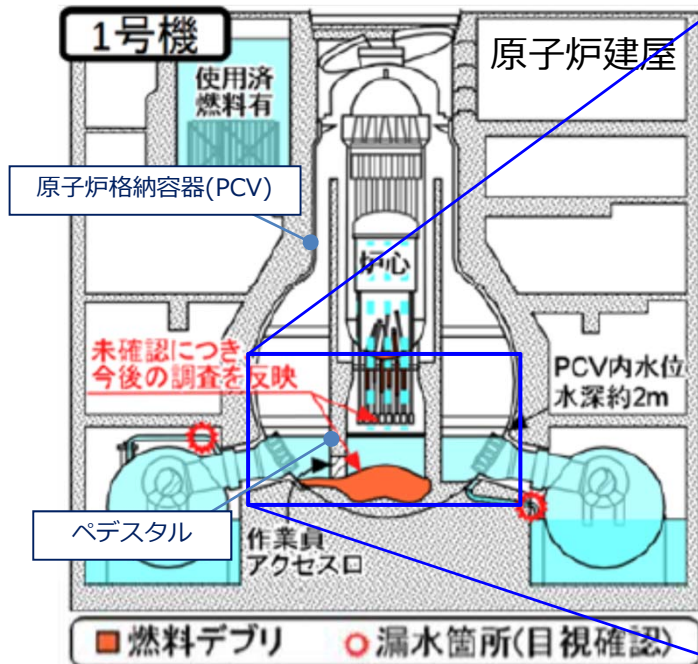
PCV内から見たX-2ペネ内扉イメージ

ガイドパイプ設置状況  
※監視用ガイドパイプ(φ約0.24m)  
から挿入したカメラ治具により撮影



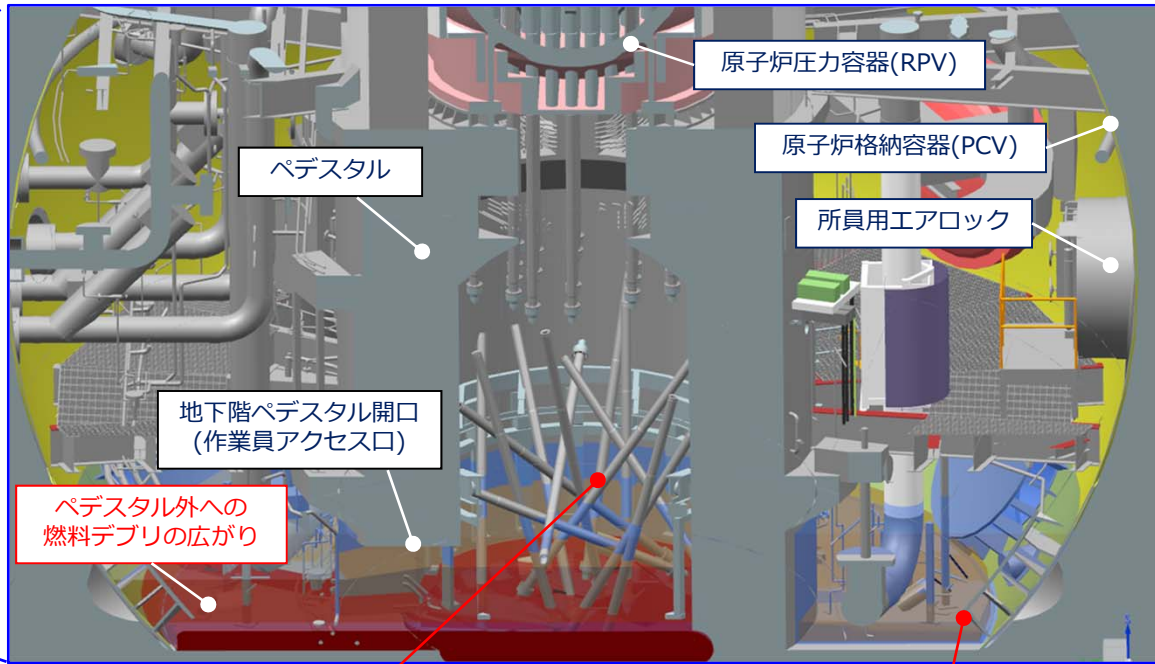
## 5. PCV内部調査の背景

### 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

このままの解析と調査に基づく現状の推定



CRD系の脱落

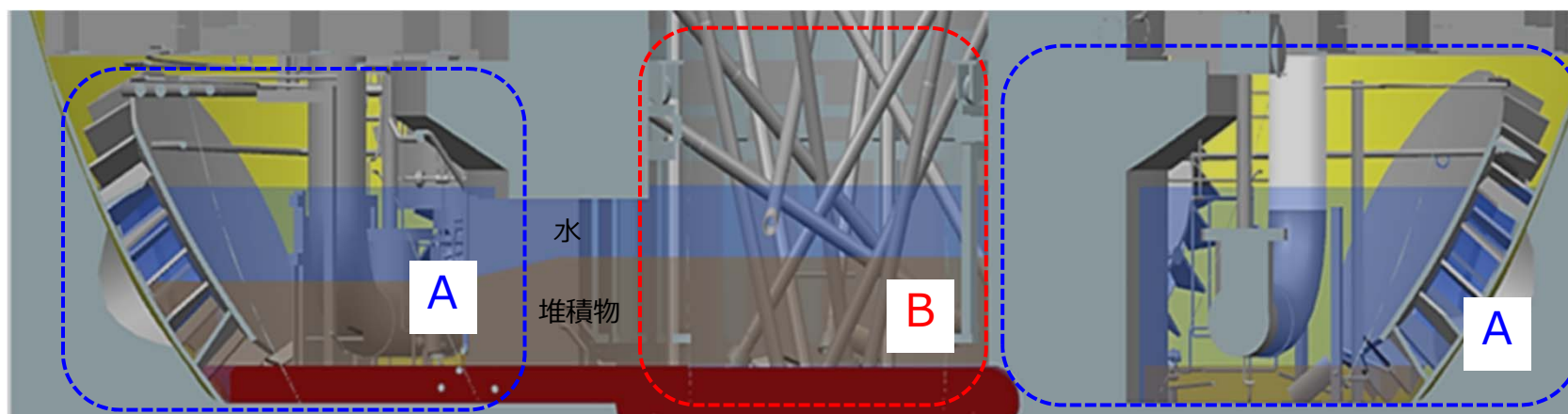
多量の堆積物の存在

### 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DESTAL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。

## 6. 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

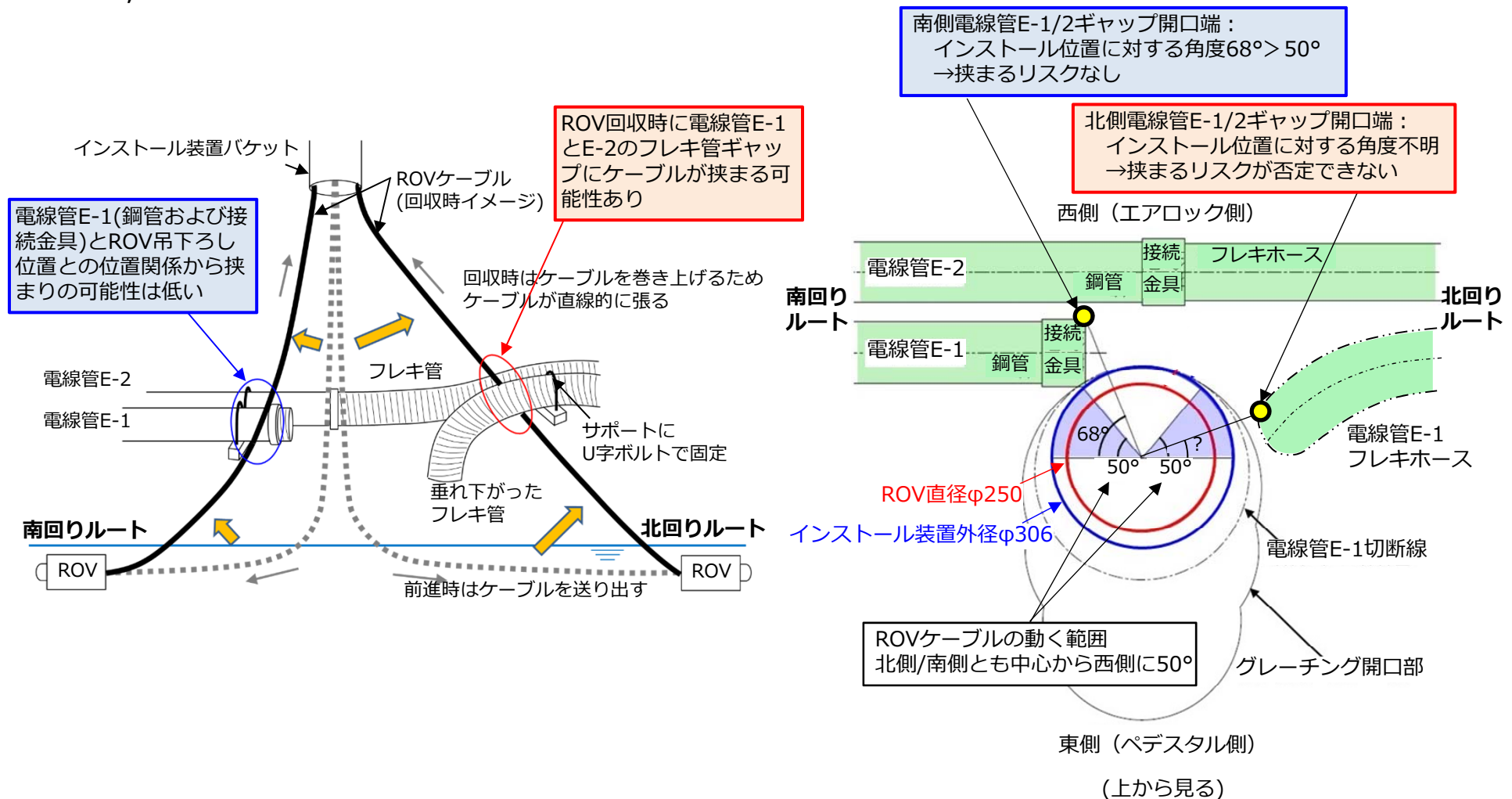


	取得したい情報	調査方法
ペDESTAL外～ 作業員アクセス口 (図中のA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積物回収手段・設備の検討に係る情報 (堆積物の量, 由来など)</li> <li>・堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (堆積物下の状況, 燃料デブリ広がりなど)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測</li> <li>・堆積物サンプリング</li> <li>・カメラによる目視</li> </ul>
ペDESTAL内 (図中のB)	<ul style="list-style-type: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



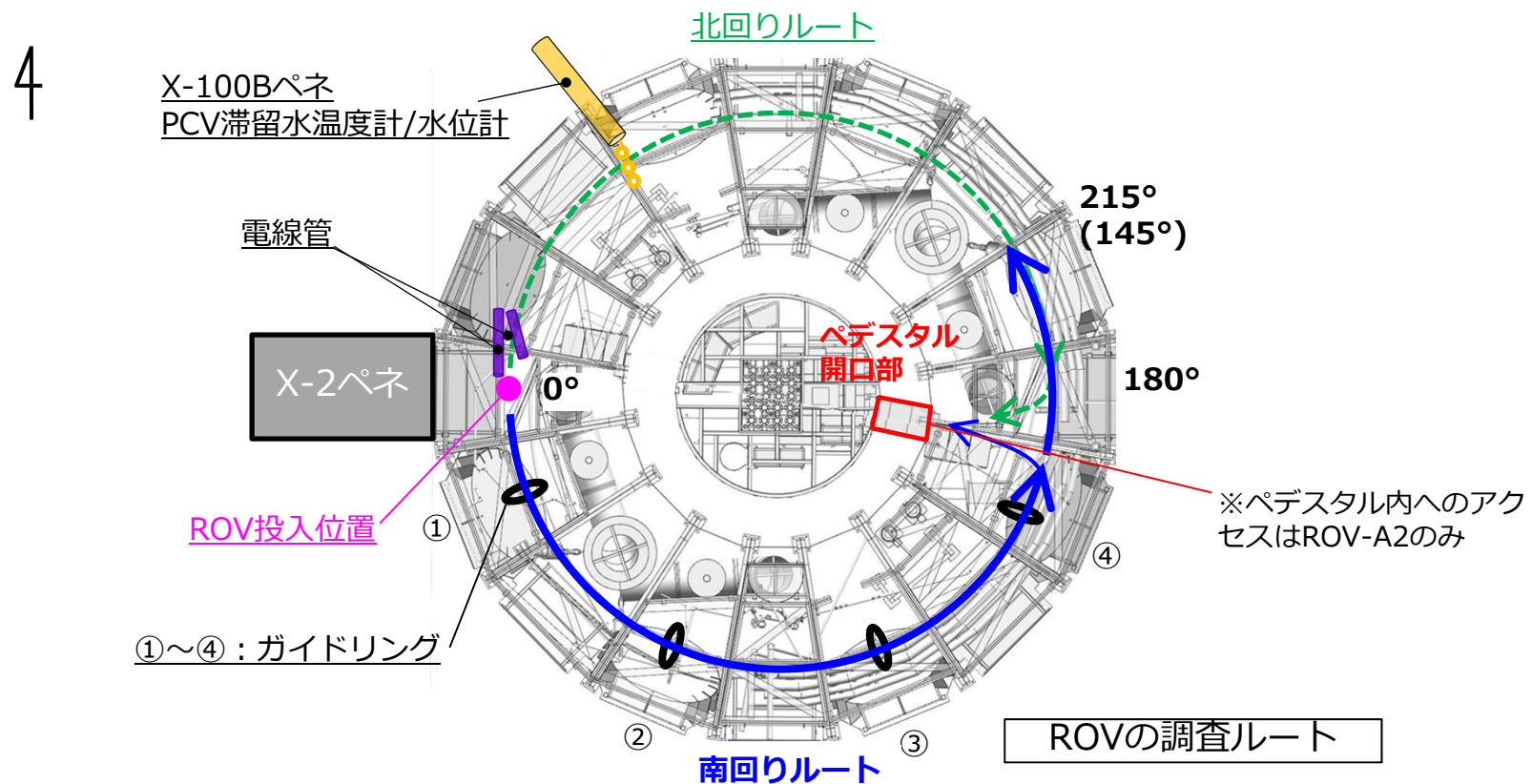
## 7. 北回りルート調査時の水中ROVケーブルが電線管の挟まれるリスクについて

- PCV内部調査装置投入に向けた作業時に、干渉物となる電線管を確認しており、北回りルートを調査する際は水中ROVケーブルが挟まれるリスクがある
- ROVケーブルが挟まった場合、当該ROVは回収不能となり後続のROVが投入出来なくなることから、北回りルートの調査が実施不可となる



## 8. 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、南回りルート主要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

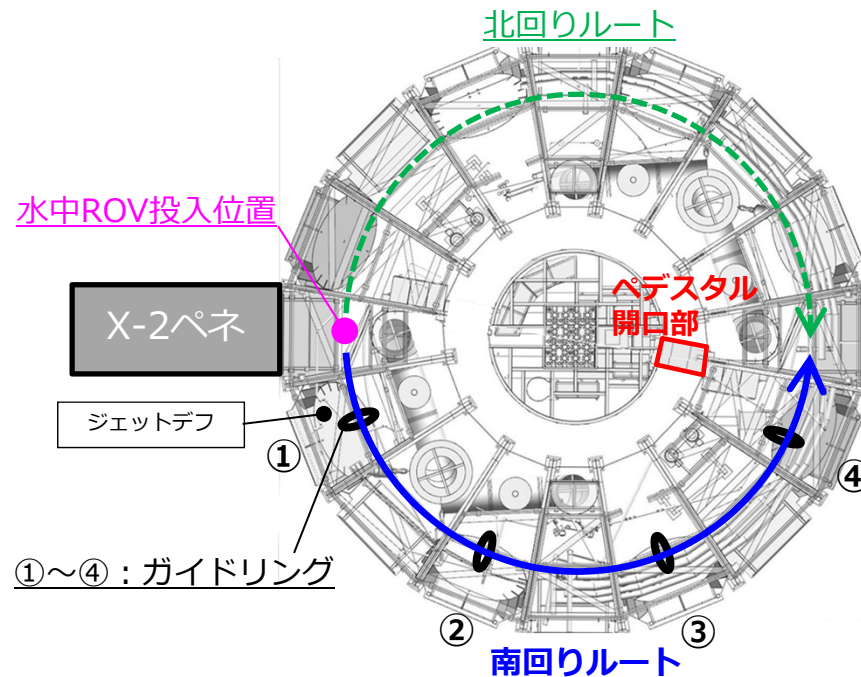
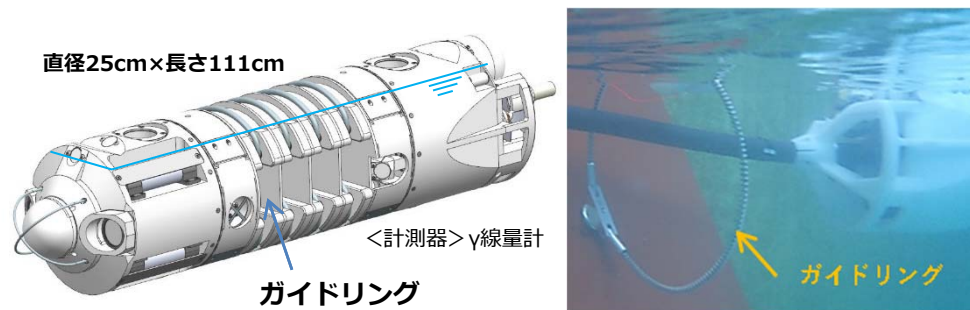


## 9. 調査装置概要

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)

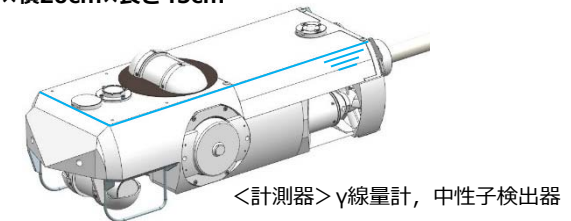
- ・有線型水中ロボットの遊泳機能 (スラストによる推進/旋回/潜航) を阻害する要因は自身の動力・通信ケーブルの構造物等への引掛りが支配的である。
- ・ケーブルがPCV地下階で自由に動いて構造物などに引っ掛からないように、ガイドリング (輪っか) をROVが通過することでケーブルの自由度を制限する。
- ・ROV-Aはガイドリングをジェットデフに取付ける水中ROVである。



### ②ROV-A2 (詳細目視調査用)

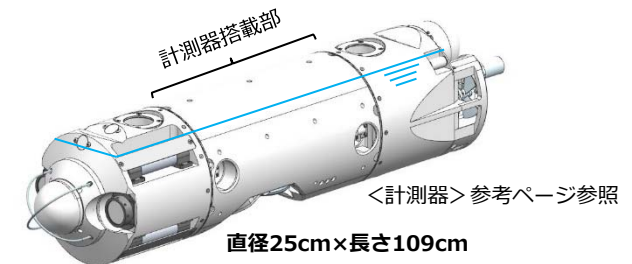
- ・カメラにより映像を取得
- ・6種類のROVの中で唯一ペDESTAL内部に侵入するROV
- ・ペDESTAL開口部の侵入スペースが不明であるため、極力小型化した設計としている

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

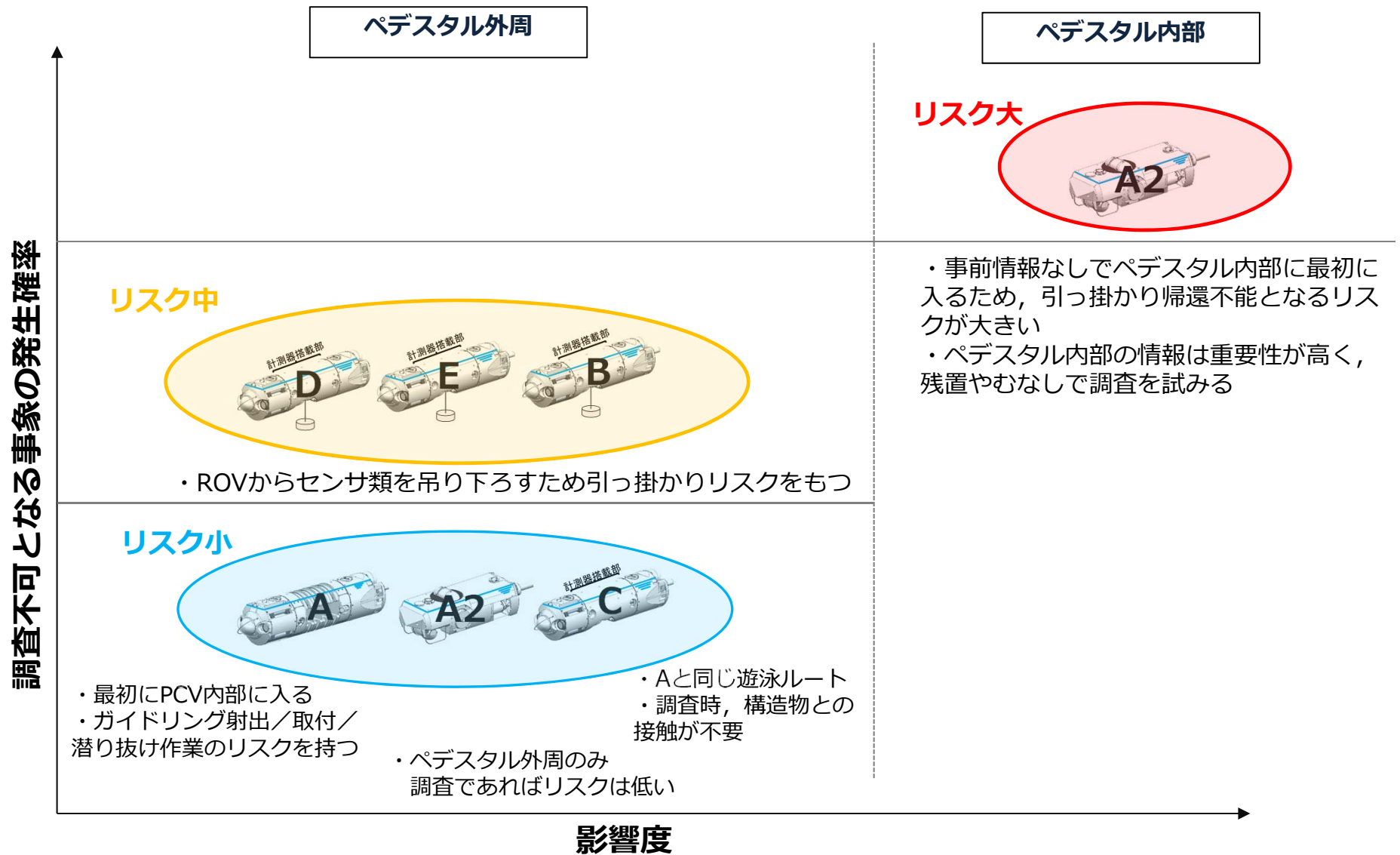
# 10. 水中ROV投入順序

- PCV内部調査は二部構成で計画し、前半後半のROV投入前にそれぞれのトレーニングを行い、トレーニング効果を得やすくすることでROVオペレータの操作ミス防止を図る
- 投入順序は多くの情報を得ることを優先し、調査範囲を制限するリスクの低い装置から投入する(ペDESTAL内の調査はリスクが高いことから調査の最後に計画)

ケース		投入順序	
1 主案	南回り 全域調査 可	<p>トレーニング(済) →</p> <p>前半調査</p> <p>ROV [A]    ROV [A2] ペDESTAL外周のみ    ROV [C]</p> <p>← トレーニング →</p> <p>後半調査</p> <p>ROV [D]    ROV [E] 1回目    ROV [E] 2回目    ROV [B]    ROV [A2] ペDESTAL内</p> <p>必要に応じて北回りルート調査</p> <p>南回り全域調査</p>	
2 副案	南回り 一部調査 不可	<p>トレーニング(済) →</p> <p>ROV [A]    ROV [A2] ペDESTAL外周のみ    ROV [C]</p> <p>← トレーニング →</p> <p>ROV [D]    ROV [E] 1回目    ROV [E] 2回目    ROV [B]</p> <p>ROV [A2] 北回りルートからペDESTAL内</p> <p>南回り調査可能な範囲</p> <p>北回りルート調査</p>	

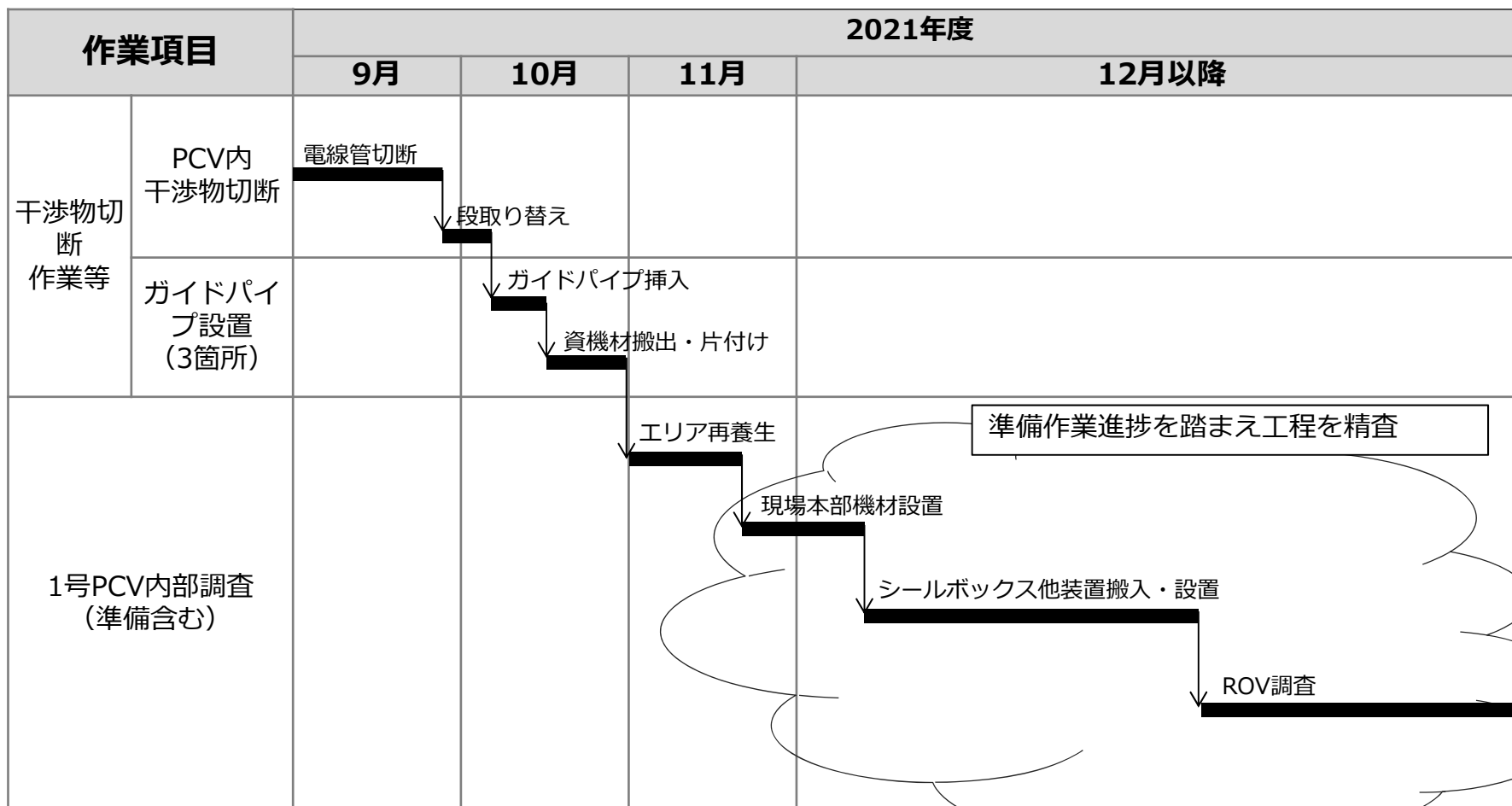


(参考) 各ROV固有の調査範囲制限リスク



## 1 1. 今後の予定

- 現在，干渉物切断作業にて使用した資機材の搬出・片付けを実施中
- 11月からPCV内部調査に向けた準備作業を開始予定
- PCV内部調査開始は12月以降になる見込み

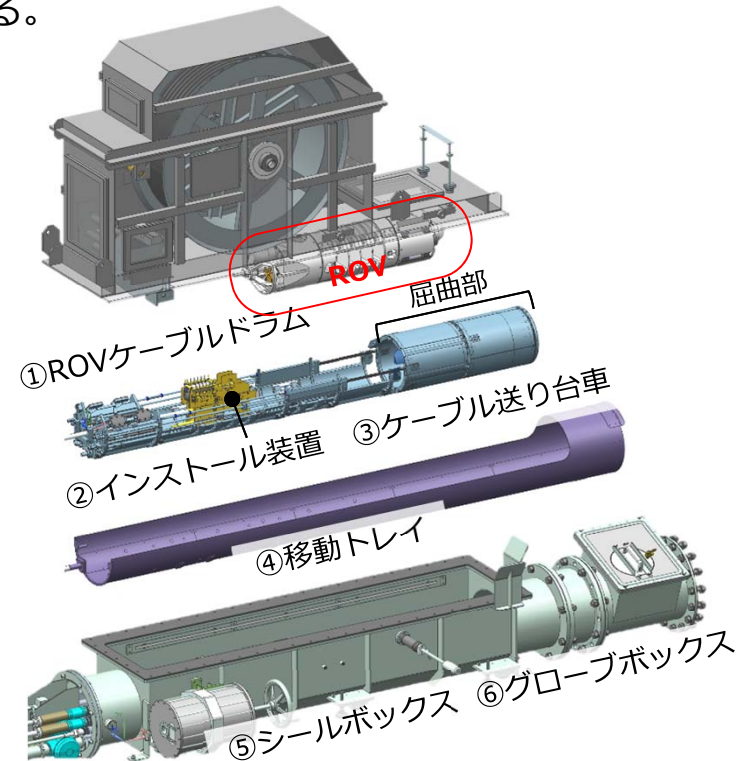
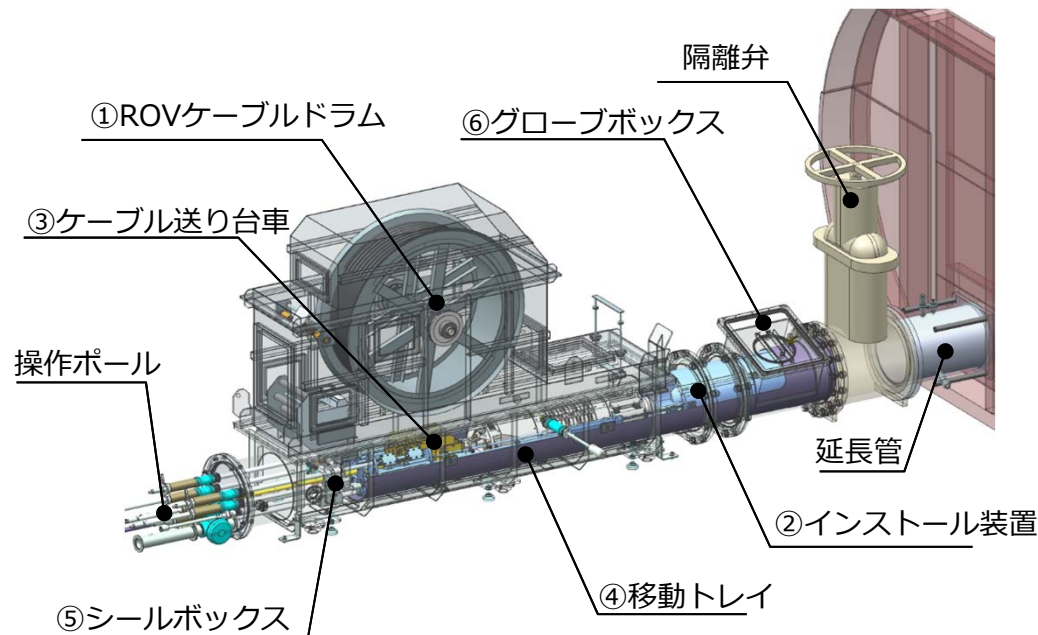


(注) 各作業の実施時期については計画であり，現場作業の進捗状況によって時期は変更の可能性あり。



## (参考) 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。

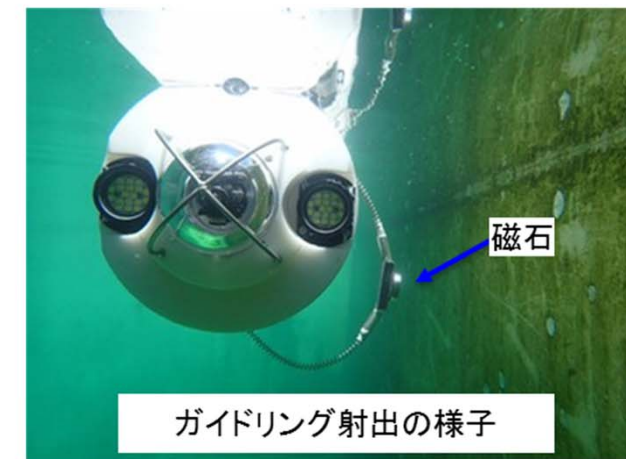
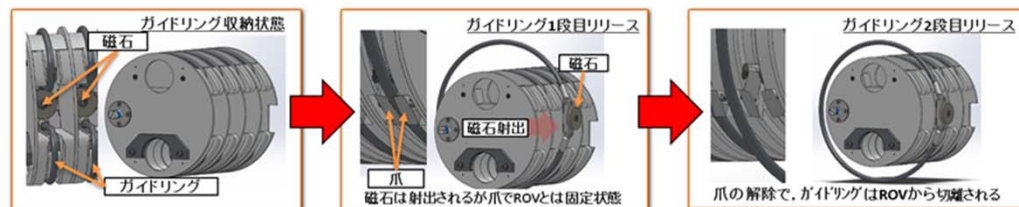
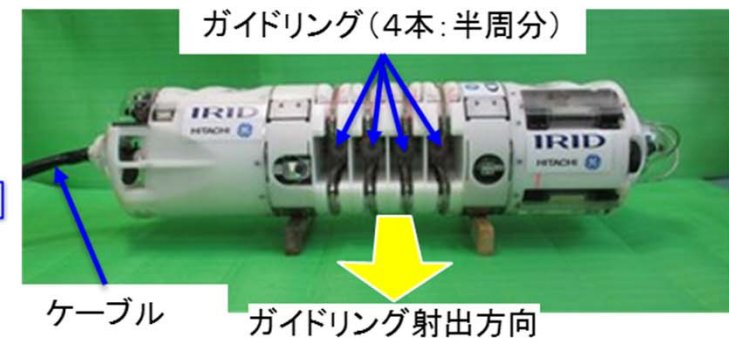
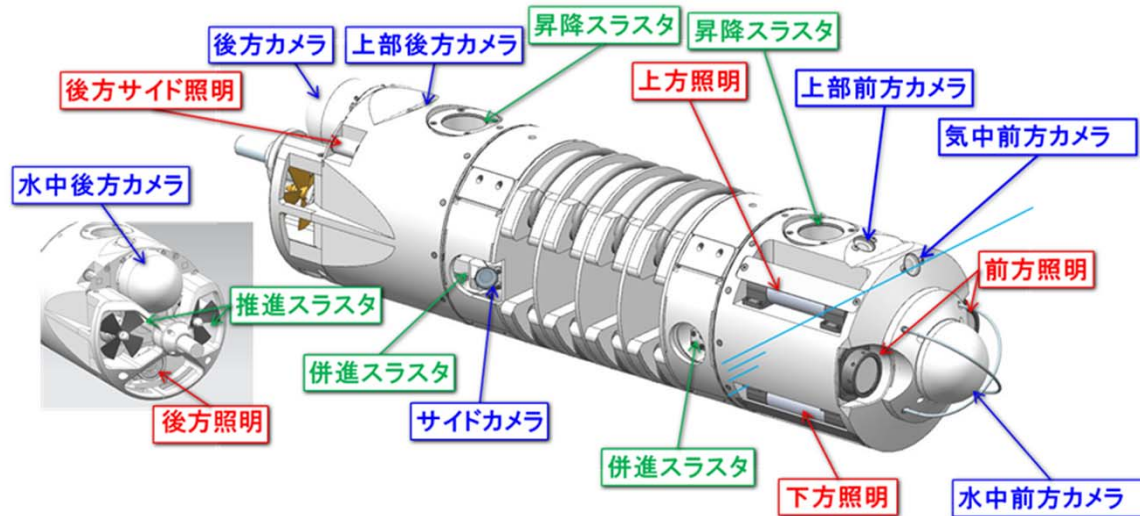


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

# (参考) 調査装置詳細 ROV-A\_ガイドリング取付用

調査装置	計測器	実施内容
ROV-A ガイドリング取付	ROV保護用 (光ファイバー型γ線量計※) ※: ペDESTAL外調査用と同じ	ケーブルの構造物との干渉回避のためジェットデフにガイドリング(内径300mm(設計値))を取付ける
	員数: 北用1台、南用1台 航続可能時間: 約80時間/台	最初に投入されるROVであるため低摩擦で比較的硬いポリウレタン製ケーブル(φ24mm)を採用

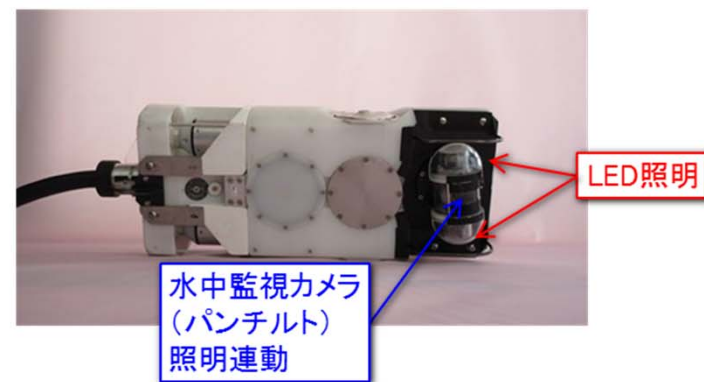
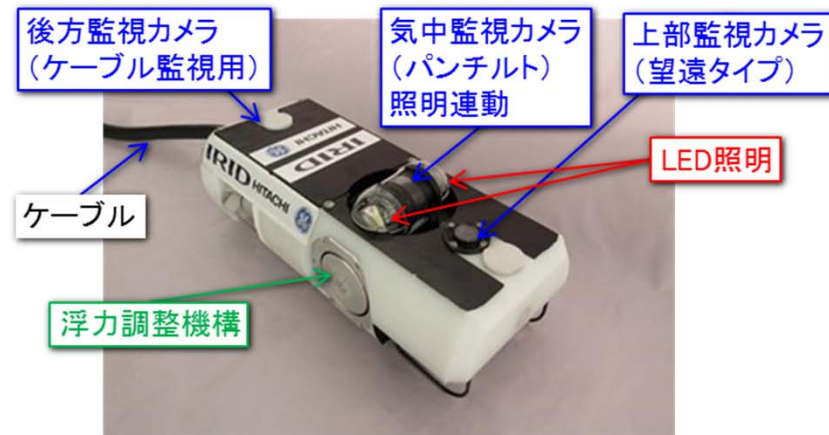
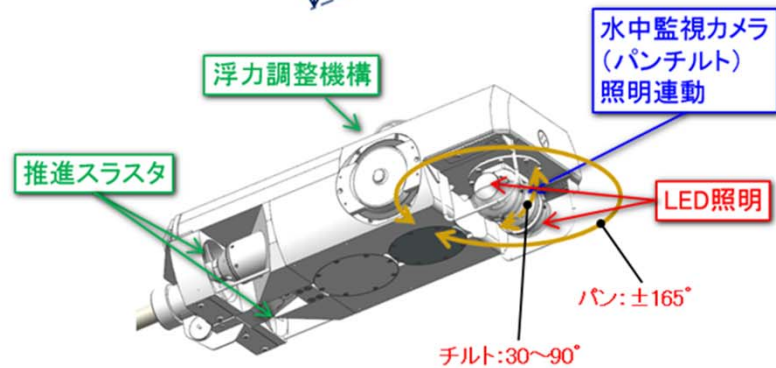
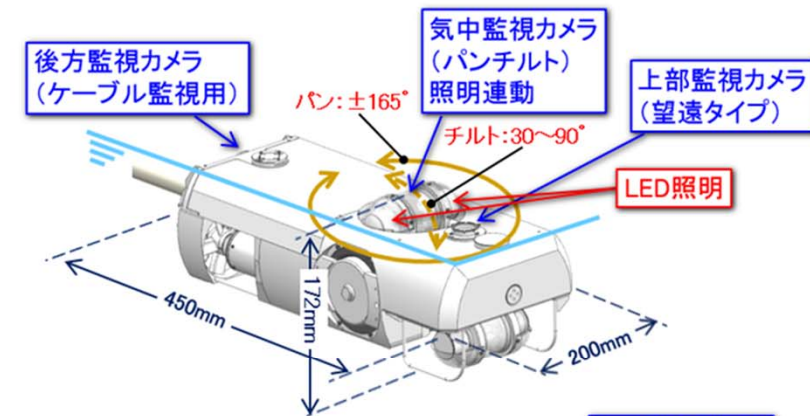
推力: 約25N 寸法: 直径φ25cm × 長さ約110cm



# (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 (※アケ入できた場合)
	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

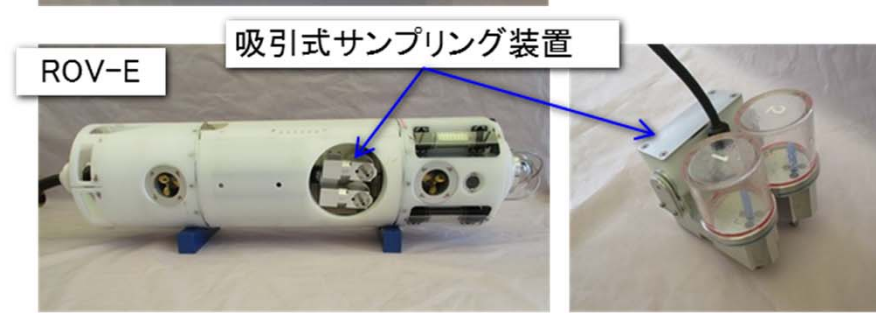
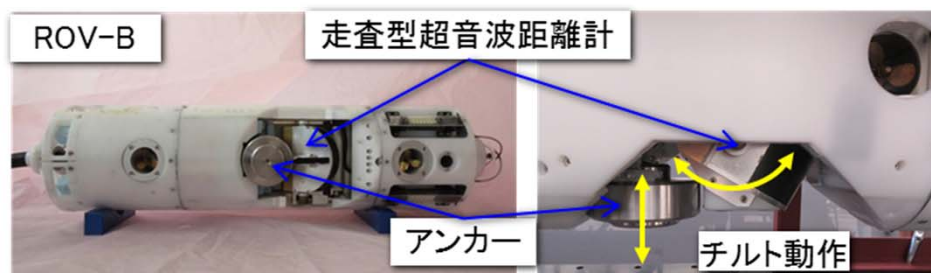




## (参考) 調査装置詳細 ROV-B~E\_各調査用

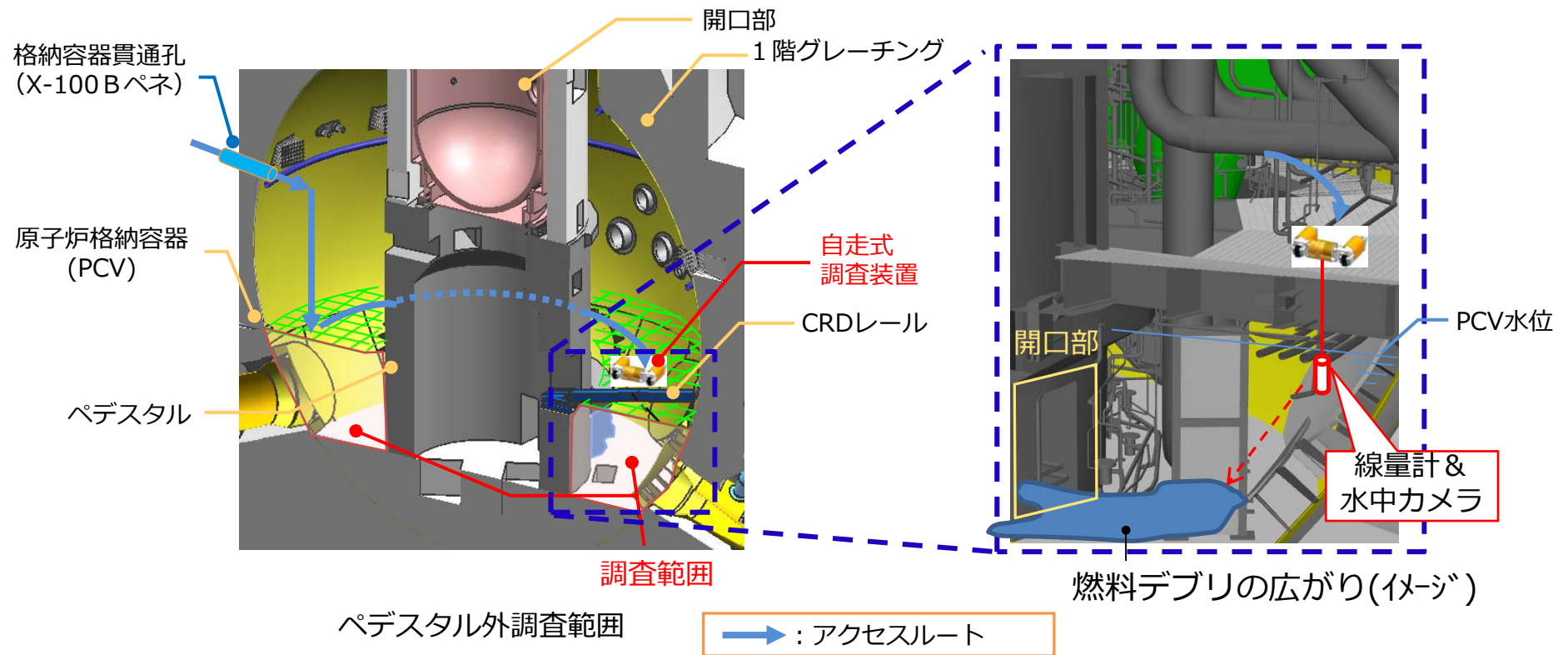
調査装置	計測器	実施内容
<b>ROV-B</b> 堆積物3Dマッピング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走査型超音波距離計</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	走査型超音波距離計を用いて堆積物の高さ分布を確認する
<b>ROV-C</b> 堆積物厚さ測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高出力超音波センサ</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	高出力超音波センサを用いて堆積物の厚さとその下の物体の状況を計測し、デブリの高さ、分布状況を推定する
<b>ROV-D</b> 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

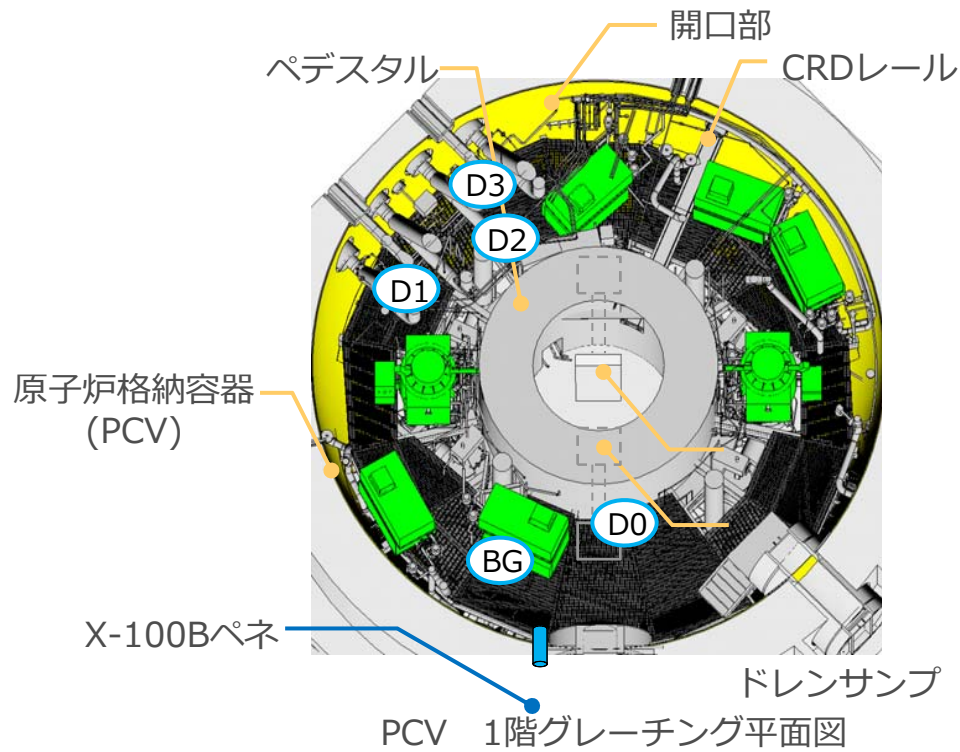


## (参考) 2017年3月時のペDESTAL外調査概要

【調査計画】:ペDESTAL外地下階への燃料デブリ広がり状況及びPCVシェルへの燃料デブリの到達有無を確認する。  
 自走式調査装置を投入し、ペDESTAL外の1階グレーチングからカメラ及び線量計を吊り下ろし、ペDESTAL外地下階と開口部近傍の状況を確認する。

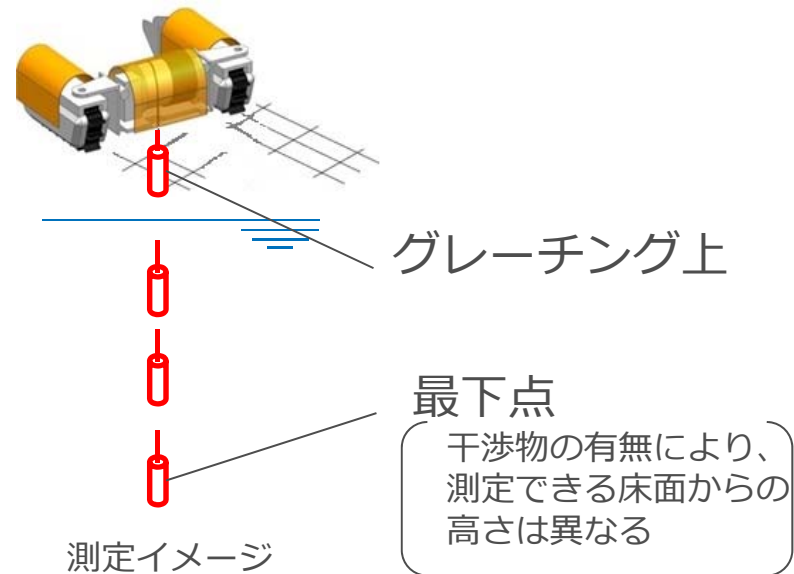


# (参考) 調査の測定点



測定点	推定する内容等
D0	ドレンサンプからの燃料デブリの拡散有無の推定
BG	D0～D3の測定に対するバックグラウンドレベルの把握
D1, D2	開口部からの燃料デブリの拡散有無の推定
D3	PCVシェルに燃料デブリが到達している可能性があるかの推定

- 計測ユニットを底部までおろし、その後5cm間隔で上昇させながら線量を測定

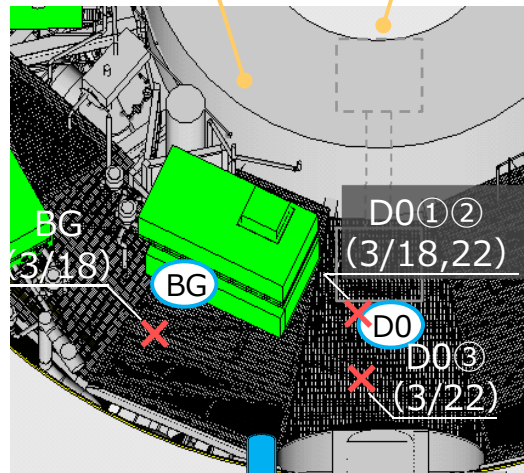




## (参考) 調査の結果

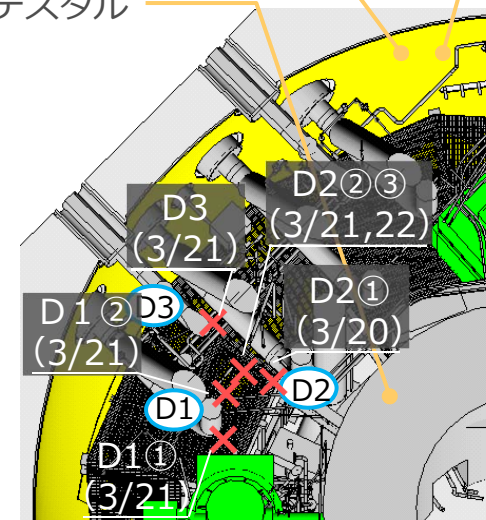
測定点 (測定日)	BG	D0			D1		D2			D3
	(3/19)	① (3/18)	② (3/22)	③ (3/22)	① (3/21)	② (3/21)	① (3/20)	② (3/21)	③ (3/22)	(3/21)
グレーチング上 線量[Sv/h]	3.8	7.8	6.7	3.6	8.4	8.2	12	9.2	9.3	10
最下点 線量[Sv/h] (床面からの 計測ユニット 吊おろし高さ)	11 (約0.3m)	1.5 (約1m)	1.6 (約0.6m)	5.4 (約0.3m)	6.3 (約0.9m)	5.9 (約0.9m)	6.3 (約1m)	7.4 (約0.9m)	9.4 (約0.9m)	3.0 (約1.6m)

ペDESTAL drenサンブ



X-100Bペネ

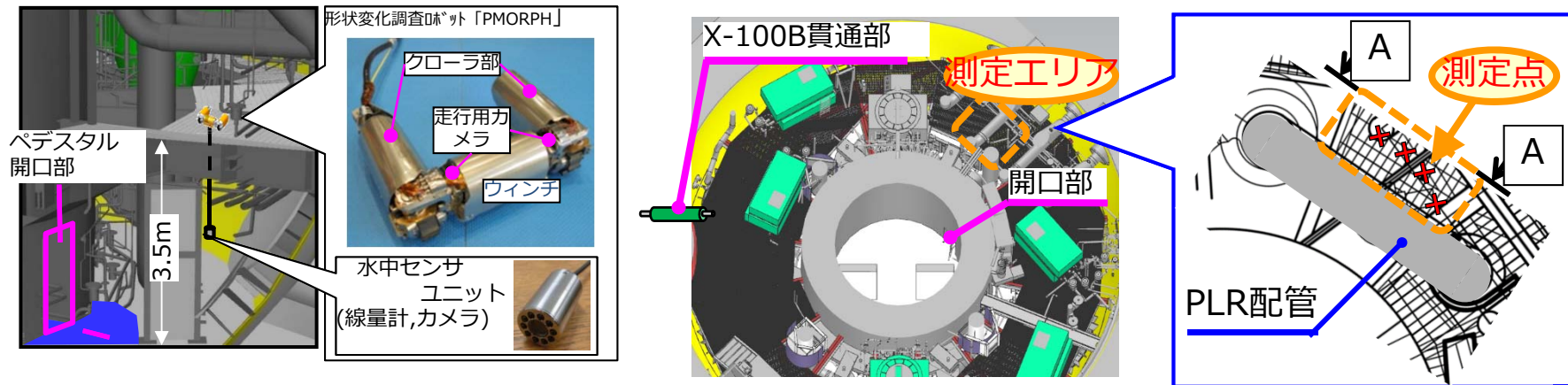
ペDESTAL PCV 開口部



・詳細な計測ポイントは現在評価中

# (参考) 2017年3月時のペデスタル外調査で得られている知見

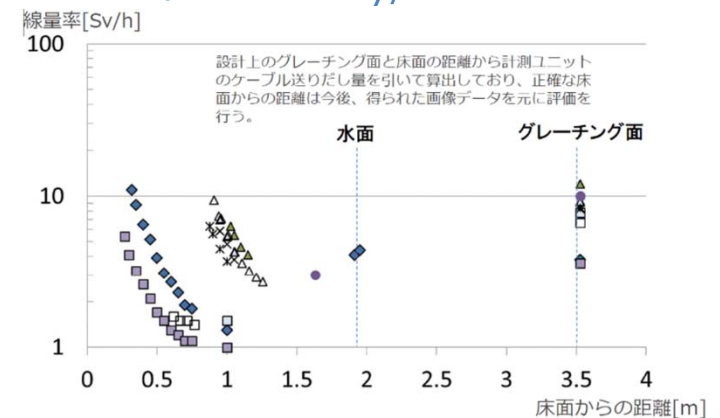
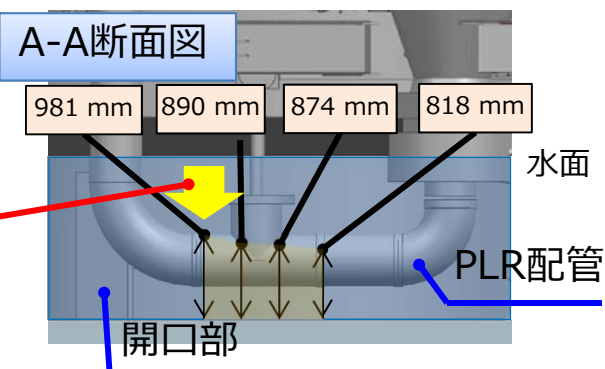
- 形状変化調査ロボットを用いて地下階の空間線量率分布と状況調査



- ペデスタル開口部床面近傍で高さ約1m、幅約1.5mの堆積物が存在すると推定

- 開口部近傍の堆積物さは約1m (開口部から離れた場所で約0.2m)

- 線量率は1~10Gy/h



# 2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

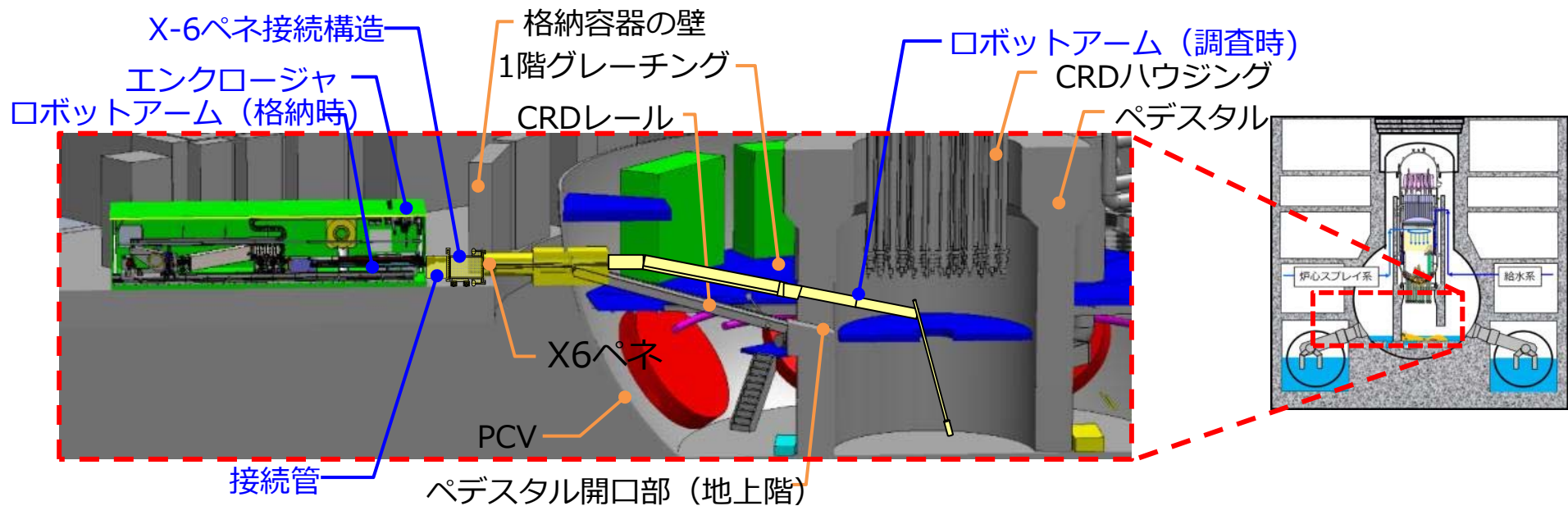
2021年10月28日



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. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験・訓練状況

- ロボットアームは国内工場にて性能確認試験および操作訓練を実施しているところ。

### <主な実施内容>



ロボットアーム設置状況



ロボットアーム伸縮テスト



コントロールルーム設置状況

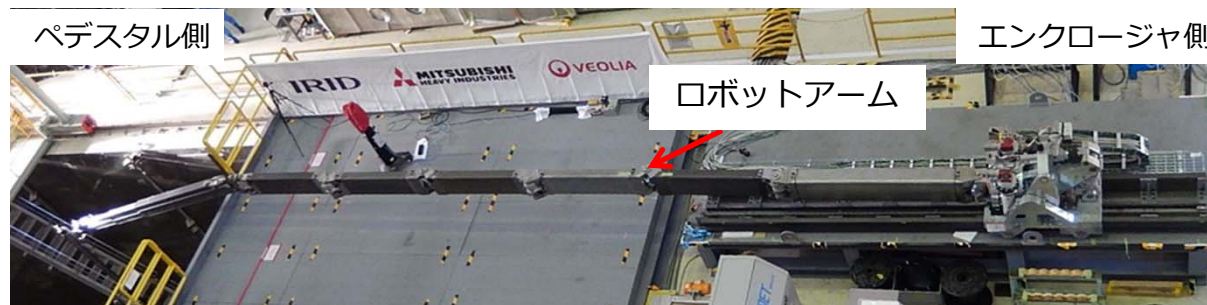


コントロールルーム内状況

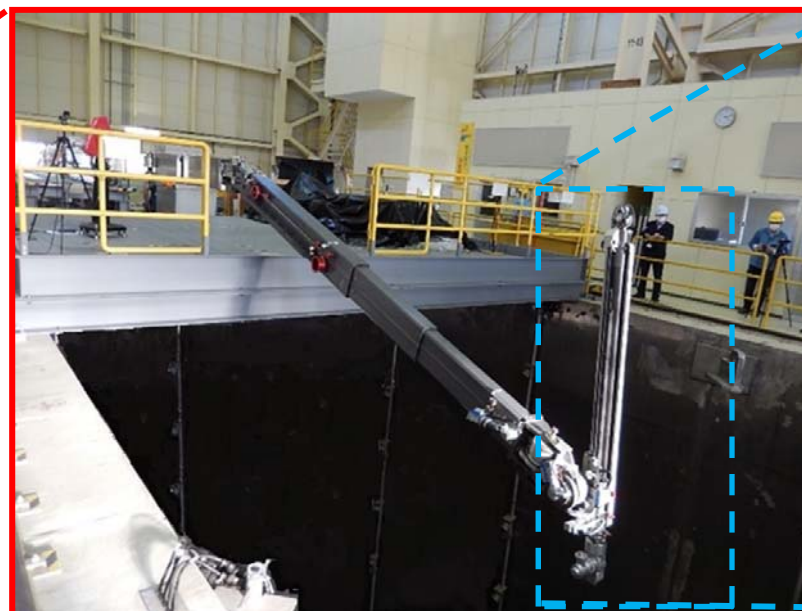
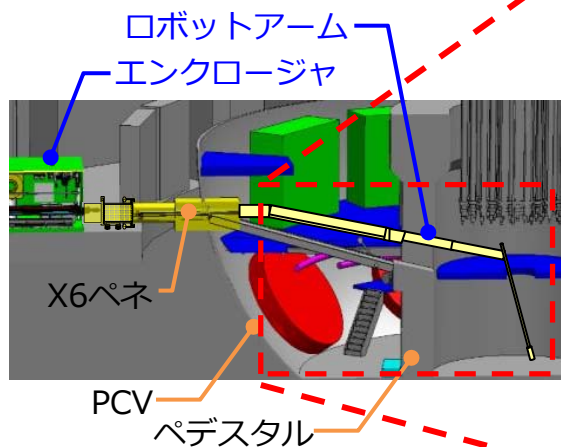
## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験・訓練状況

- 性能確認試験はロボットアームを最大伸長などを行い、動作状況を確認。

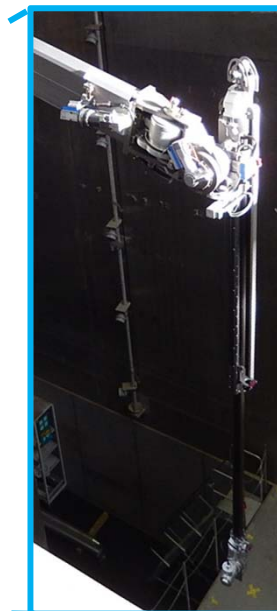
### <主な実施内容>



アーム最大伸長時



アーム先端部



アーム先端部伸長時



## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験・訓練状況

- 双腕マニピュレータの性能確認試験・操作訓練のため、エンクロージャ内にアーム模擬体の組み込みを実施。

### <主な実施内容>



エンクロージャ養生除去作業状況



エンクロージャ内



模擬アーム組み込み（根元部）



双腕マニピュレータ

模擬アーム組み込み

## 2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験・訓練状況

- 訓練はVRシステムを使用したロボットアーム操作訓練及び双腕マニピュレータの実機を使用した訓練を実施しているところ。

### <主な実施内容>

#### ○ロボットアーム



ロボットアーム訓練状況（VRシステム）

#### ○双腕マニピュレータ



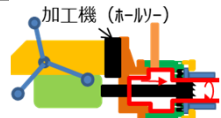
双腕マニピュレータ（コントロールルーム側）



双腕マニピュレータ（エンクロージャ側）

### 3 - 1. 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

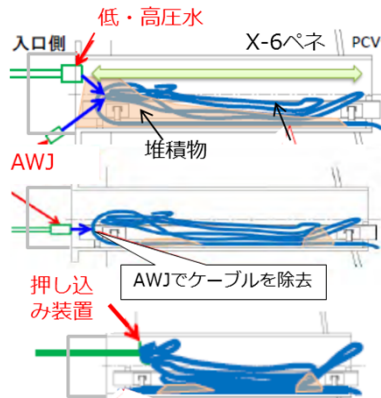
ハッチ開放装置



- 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

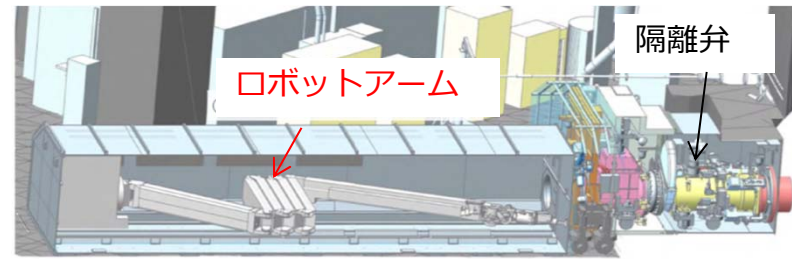
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

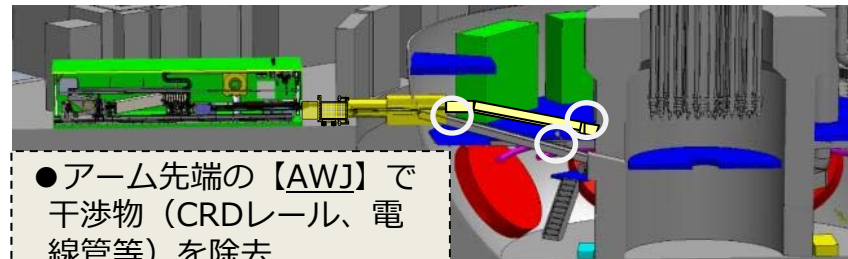
#### 4. ロボットアーム設置

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>



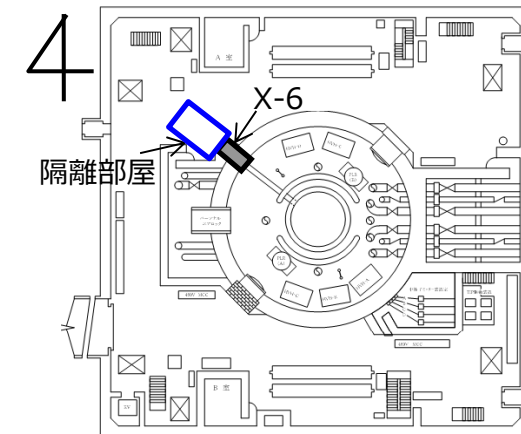
(注記)

- ・ 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

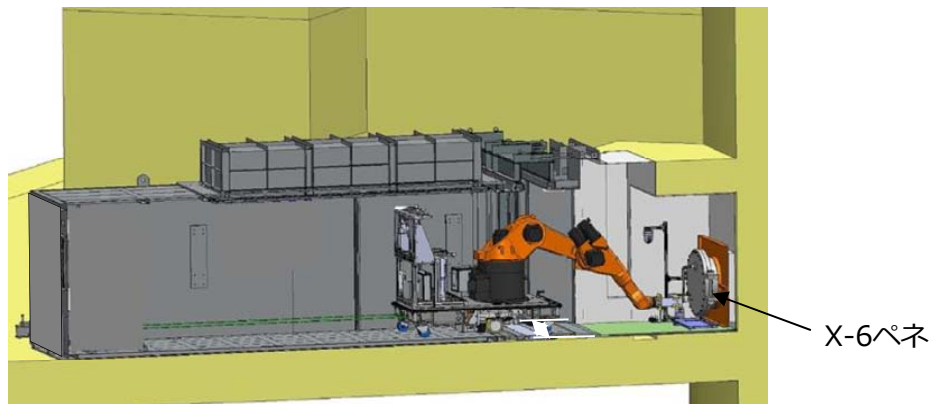


### 3 - 2. 隔離部屋設置・X - 6 ペネハッチ開放の概要

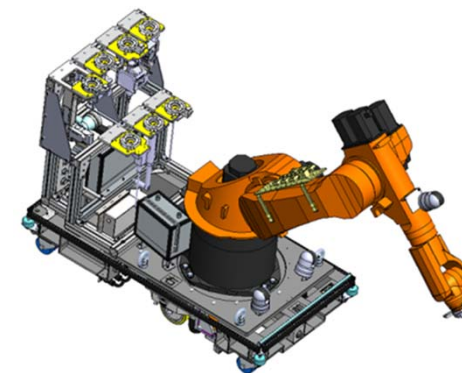
- ロボットアームをPCVに進入させるX-6ペネはハッチが閉じられているため、X-6ペネハッチの開放作業を実施する。
- まず、X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）を設置する。
- 隔離部屋設置後は遠隔操作可能なハッチ開放装置により、X-6ペネハッチのボルトナットを切断し、X-6ペネハッチを開放する。



2号機原子炉建屋1階 ペネ配置図



隔離部屋のイメージ

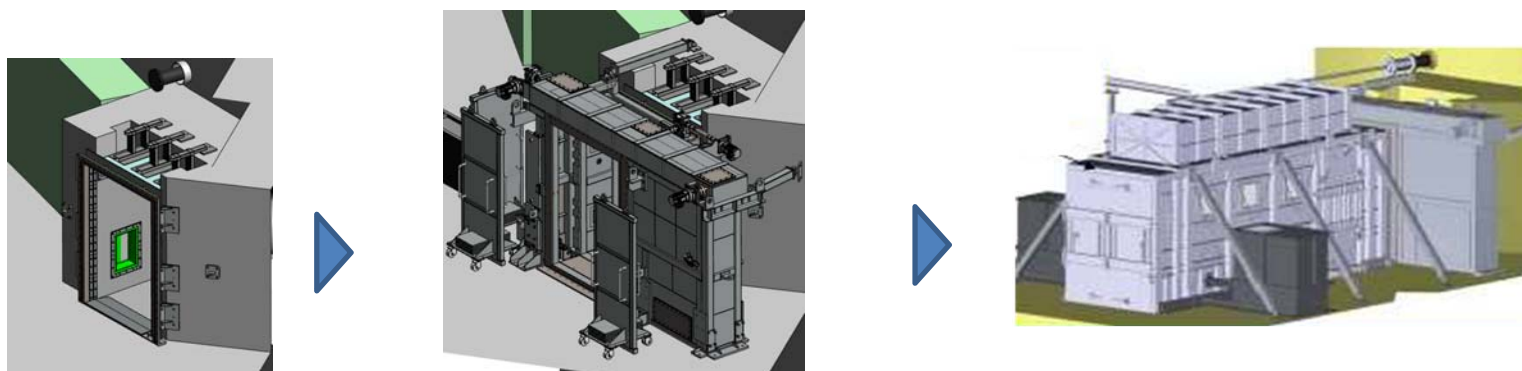


ハッチ開放装置のイメージ



### 3 - 3. 隔離部屋設置・X - 6 ペネハッチ開放の主なステップ

- 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。

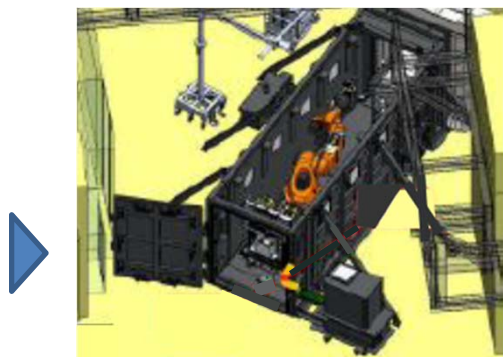


隔離部屋①の設置

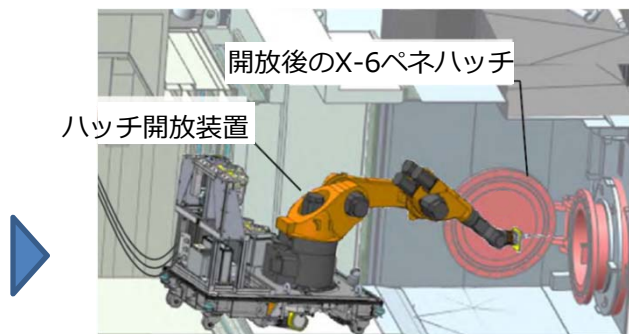
隔離部屋②の設置

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

次工程へ  
X-6ペネ内堆積物除去

## 4. 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の準備作業を2021年11月から開始する予定。
- ロボットアームは引き続き国内での性能確認試験、モックアップ、訓練を進める予定。

	2021年				2022年
	～9	10	11	12	
・スプレー治具取付作業	X-53ペネ孔径拡大作業				スプレー治具取付け
・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					

(参考) 隔離部屋設置・X-6 ペネハッチ開放の主な装置



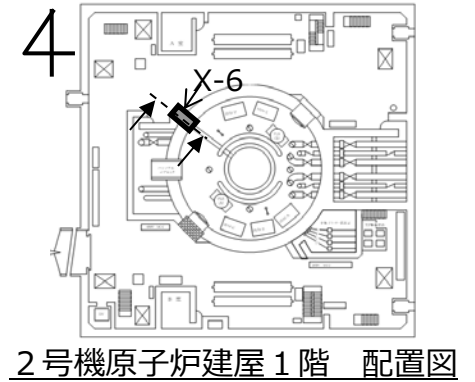
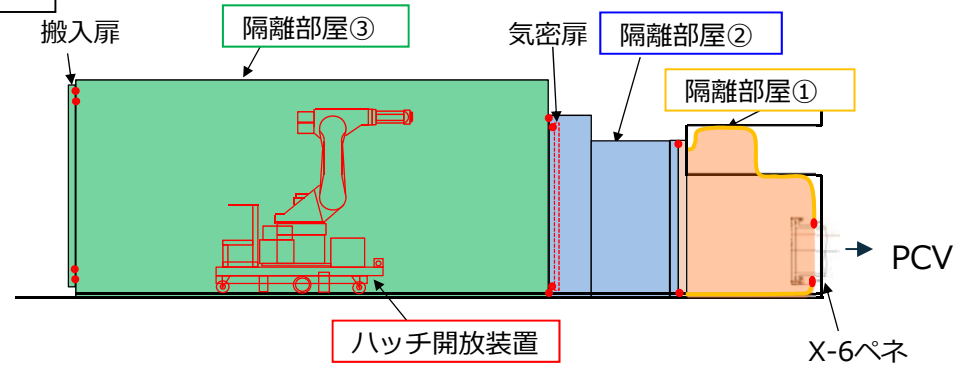
隔離部屋



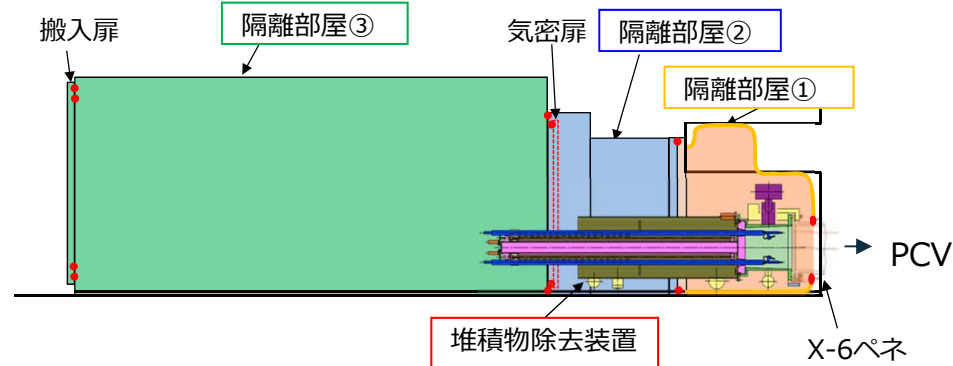
ハッチ開放装置

(参考) 隔離部屋設置・X-6ペネハッチ開放の主な装置

X-6ペネハッチ開放時の機器構成

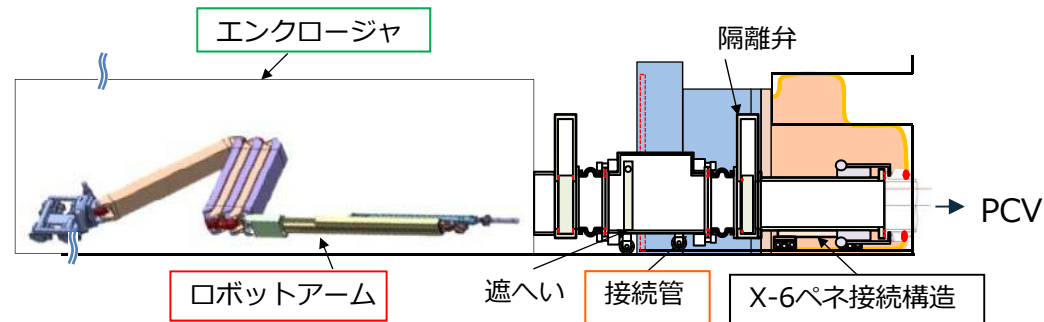


堆積物除去時の機器構成



PCV内部調査・試験的取り出し時の機器構成

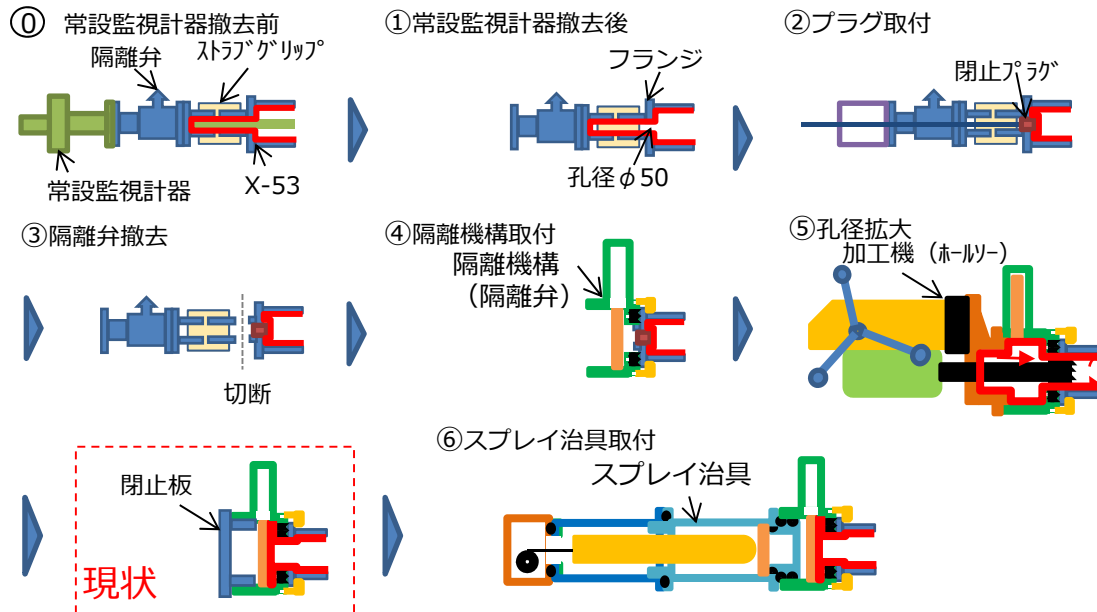
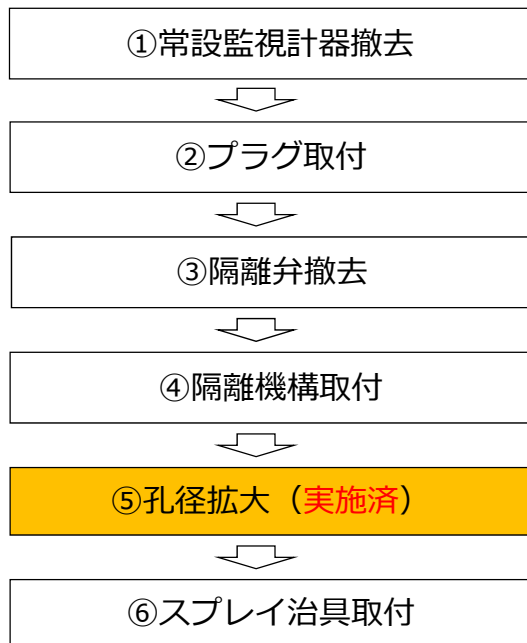
隔離部屋③は  
エンクロージャ取付前に  
撤去を行う





# (参考) X-53ペネ孔径拡大作業結果

■ X-53ペネの孔径拡大作業を9月から10月にかけて実施し、孔径をφ50mmからφ130に拡大。



ペネ孔径拡大前 (孔径φ50)



ペネ孔径拡大後 (孔径φ130)



X53ペネ (現状)

# 2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査について

2021年10月28日

**TEPCO**

---


東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 2号機シールドプラグ穿孔部調査

## ➤ 目的

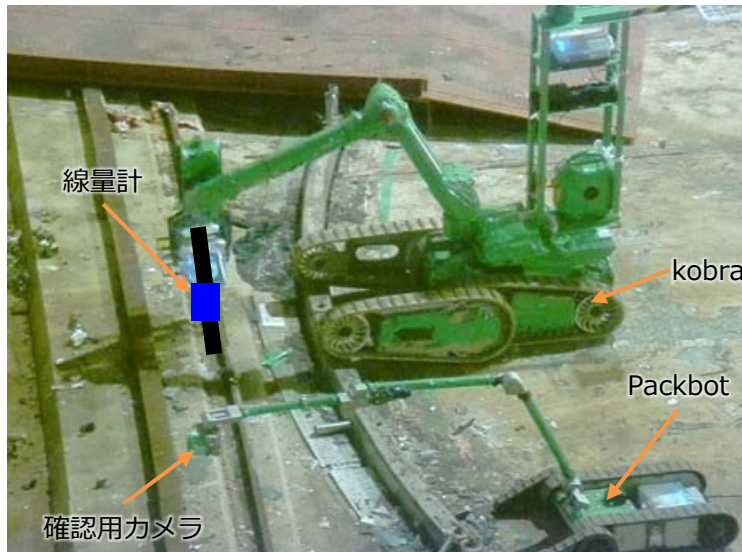
- シールドプラグ上段と中段の隙間に蓄積していると推定している放射性物質の放射エネルギー評価の確度向上を目的として、オペフロ床面の表面汚染影響を受けにくい測定方法である穿孔箇所を用いた調査を実施する。
- 当該調査結果は、将来の燃料デブリ取り出し工法検討や事故解明に活用する。

## ➤ 調査の状況

- 早期の調査が可能な方法として既存穿孔箇所を活用した調査を、原子力規制庁殿と協働で実施（2021年8月26日・9月9日）。
    - ✓ シールドプラグ上段と中段の隙間には、セシウムを含む放射性物質が付着、堆積している可能性が高い。
    - ✓ シールドプラグ全体では汚染状況のばらつきが大きい可能性がある。
- 
- シールドプラグの汚染状況の更なる把握に向け、新規穿孔箇所による調査を計画。
    - ✓ 新規穿孔箇所の検討のため、シールドプラグ上の線量調査を実施。（2021年10月7日）

## 2. 2号機シールドプラグ上部の線量調査 (1/2)

- 線量計を2cm高さに取付けた測定治具をKobraにて把持。
- シールドプラグ上部を走行し，線量計の表示値をPackbotで確認を実施。
- シールドプラグ上部の64ポイントを測定。



調査に用いる遠隔操作機器・計測器



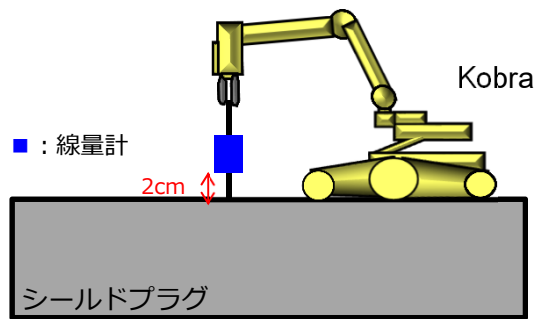
Kobra



Packbot



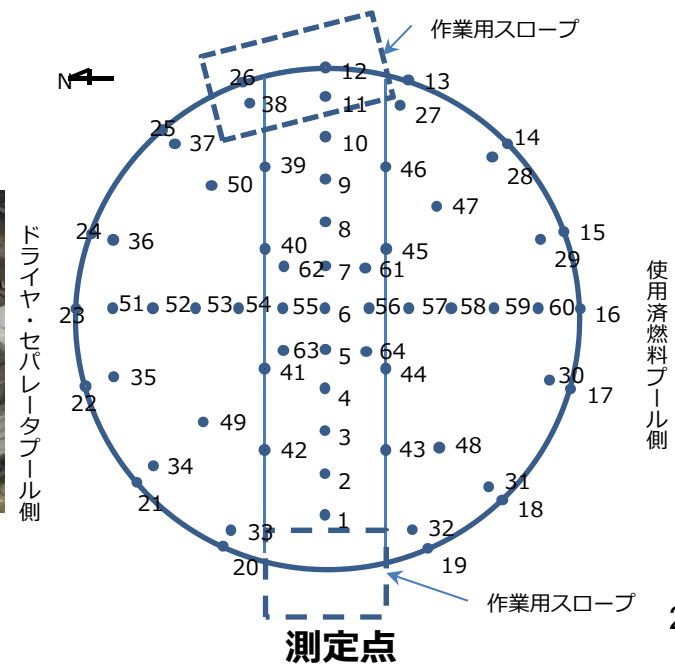
線量計



調査イメージ



現場状況写真



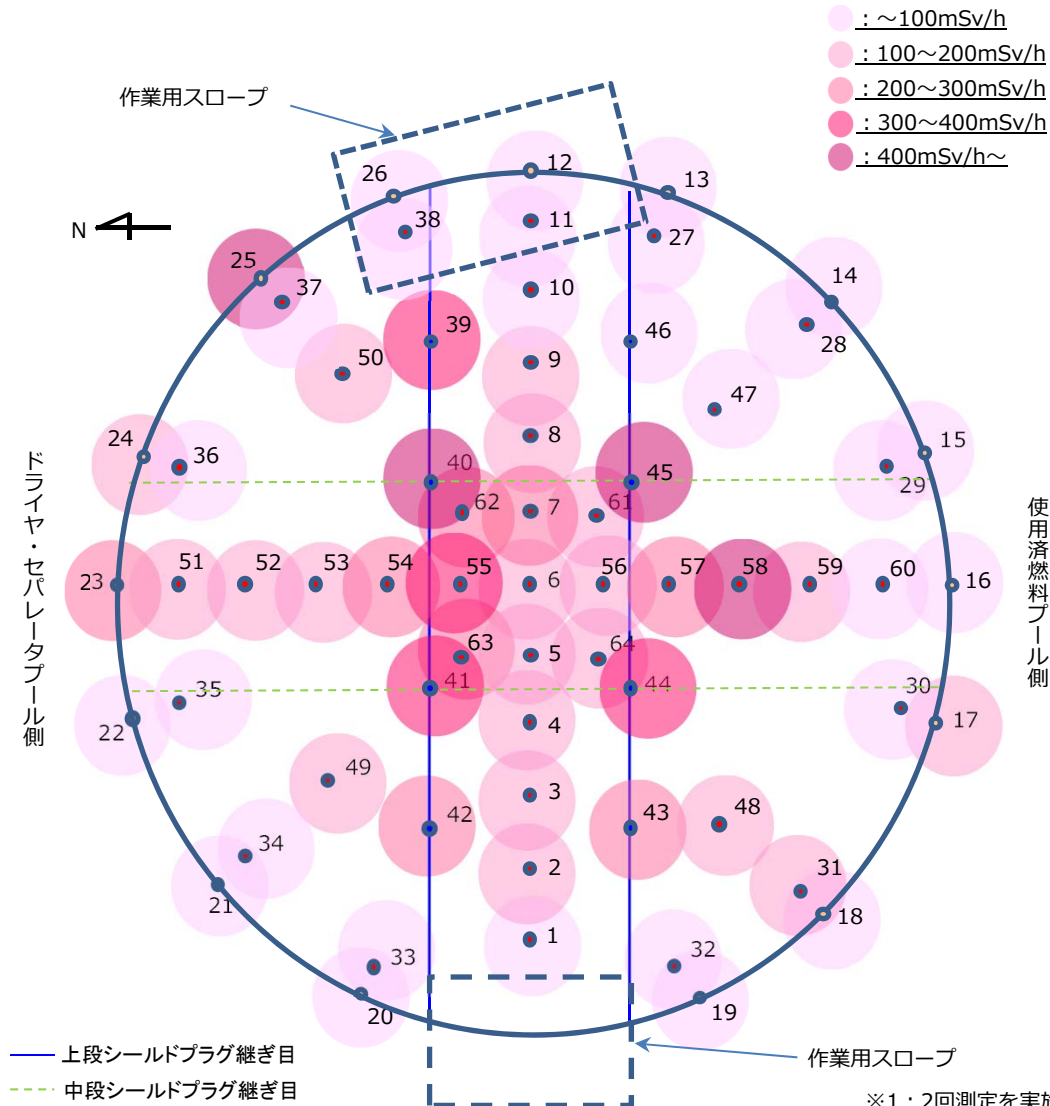
Packbotは、計測器の表示確認及び作業状態を監視し、遠隔作業をサポート



## 2. 2号機シールドプラグ上部の線量調査 (2/2)

単位:mSv/h

➤ 中央部・継ぎ目部で線量が高く、シールドプラグ上部の線量にバラつきがあることを確認。



No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値
1	44.8	23	270	45	524
2	107	24	126	46	93.2
3	175	25	521 <sup>※2</sup>	47	59.3
4	136	26	23.0	48	143
5	152	27	17.0	49	105
6	104,144 <sup>※1</sup>	28	96.5	50	105
7	294	29	73.0	51	139
8	117	30	78.0	52	157
9	134	31	105	53	138
10	76.2	32	23.0	54	259
11	14.4	33	51.5	55	390
12	37.5	34	36.0	56	123
13	58.8	35	36.3	57	228
14	50.0	36	73.5	58	420,385 <sup>※3</sup>
15	62.6	37	59.6	59	113
16	82.0	38	12.9	60	61.5
17	103	39	340	61	165
18	92.1	40	560	62	270
19	40.0	41	391	63	262
20	72.4	42	266	64	148
21	70.3	43	241	-	-
22	71.0	44	343	-	-

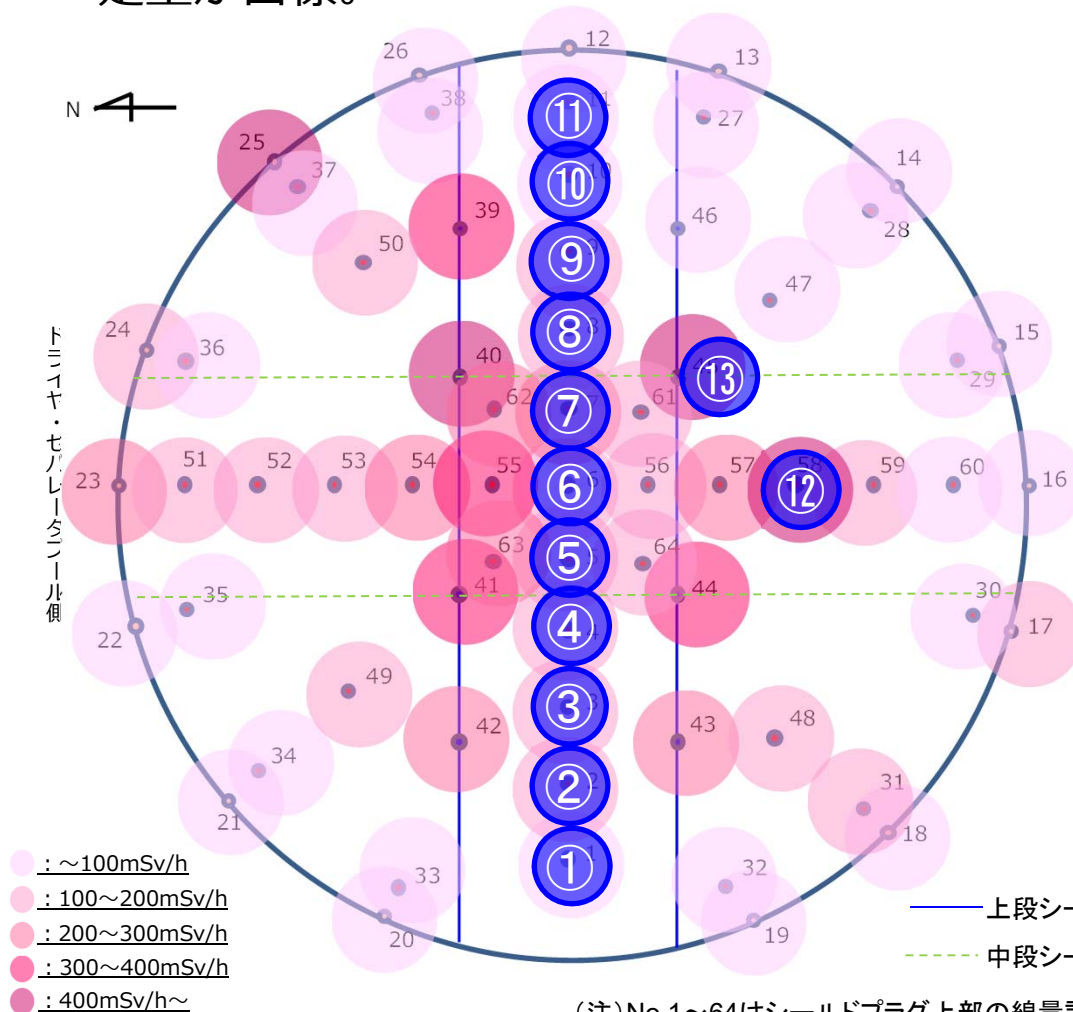
※1: 2回測定を実施

※2: 近傍に残材あり。残材を避けた箇所で約70mSv/h。

※3: 2回測定を実施

### 3. 新規穿孔箇所を選定

- 工程へのインパクトを最小限にするためには、効率的な穴開け戦略が望ましい。
- 13点の穿孔と測定により、(1)大まかな線源分布、(2)線量測定結果との相関関係、(3)継ぎ目部による影響評価、を実施し、Cs-137存在量をオーダーのレベルでの定量が目標。



- 外周及び継ぎ目の影響が少ない箇所：
  - 東西方向 (No.1~No.11) 及び南北方向 (No.51~No.60) から選定
  - 東西方向から、外周部 (No.12) を除く計11箇所を選定 (①~⑪)
  - 南北方向から、当該方向の線量最大値が確認されたNo.58を選定 (⑫)
  - 上記①~⑫により、東西方向及び南北方向における最大値・最小値が確認された測定点をカバー
- 継ぎ目部の影響の確認：
  - 線量の高い上段シールドプラグ継ぎ目部の近傍を選定 (⑬)

(注)No.1~64はシールドプラグ上部の線量調査(2021.10.7)の測定点

## 4. 今後の予定

- 線量調査結果を踏まえ、新規穿孔箇所を決定し、11月下旬から12月中旬にかけて穿孔作業を実施し、12月中旬から再度穿孔箇所調査を実施する予定。
- 新規穿孔については、モックアップにて穿孔作業の施工スピードを確認する計画。  
(現状 1 箇所 / 1 日を想定)
- 次工程（遮蔽設置（その1））に延伸影響が生じない様、穿孔作業及び調査工程を工夫し、今後も原子力規制庁殿と協力し調査を進める。

	2020年度	2021年度										2022年度	2023年度以降	
	4Q	1Q	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
オペフロ内線量低減対策	オペフロ調査（その3） [Bar]	除染（その1）モックアップ [Bar]			除染（その1） [Bar]							遮蔽設置（その1） [Bar]		除染（その2） 遮蔽設置（その2） [Bar]
シールドプラグ穿孔部調査		既存穿孔箇所の調査 [Bar]			線量調査 [Bar]									
	新規穿孔箇所13箇所		穿孔作業モックアップ [Bar]			新規穿孔作業 [Bar]								
					新規穿孔箇所の調査 [Bar]									

※穿孔作業の進捗により調査工程を変更する可能性有

# 【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果（1/3）

➤ 早期の測定が可能な方法として既存穿孔箇所を活用した測定を，前回実施したオペフロ床面の表面汚染密度調査同様，原子力規制庁殿と協働で実施。

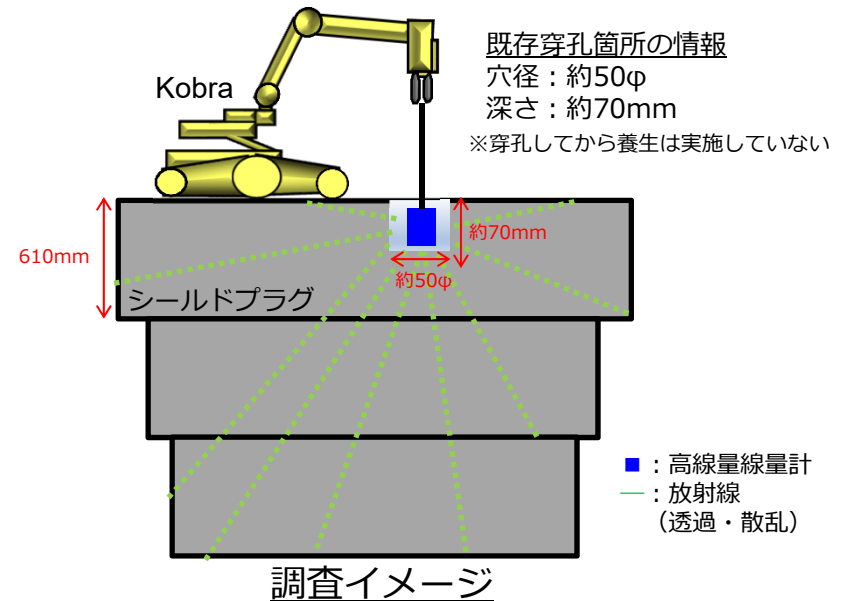
- ✓ 8/5；既存穿孔箇所の事前確認を実施し，当該箇所の閉塞を確認
- ✓ 8/16～17；除染用の吸引装置にて既存穿孔箇所の清掃を実施
- ✓ 8/26,9/9；既存穿孔箇所の調査を実施



既存穿孔箇所配置 ●：既存穿孔箇所



部拡大現場状況



調査に用いる遠隔操作機器・計測器		
Kobra	Packbot	検出器 高線量線量計※

※規制庁準備品

## 調査方法

- ・測定器の検出器をKobraで把持し，穿孔箇所へ挿入する。
- ・Packbotは，計測器の表示確認及び作業状態を監視し，遠隔作業をサポートする。



# 【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果（2/3）

## 調査内容

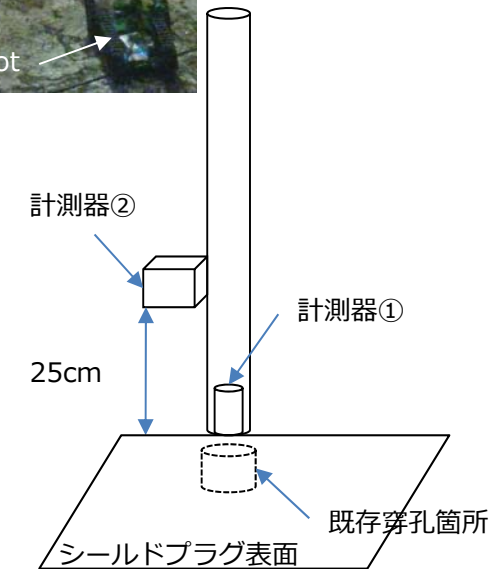
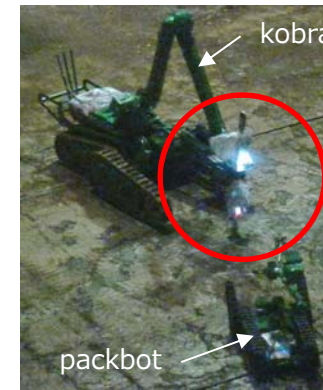
参考資料；第22回 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会（2021.9.14）資料3-3

- ✓ 既存穿孔箇所2箇所（中央，東）に対して，深さ方向の線量を測定（計測器①）
- ✓ 同時に25cm高さ位置の線量測定（計測器②）

## 測定結果

単位：mSv/h

測定箇所	床表面から筒底の距離 [cm]	計測器①	計測器②
東	7.0	255	52.5
	6.0	277	51.5
	5.0	290 - 300	52.1
	4.0	292	50.9
	3.0	255	50.7
	2.0	225	51.9
	1.0	172	51.9
	7.0	255	51.5
中央	6.0	1169	230
	5.0	1070	236
	4.0	944	235
	3.0	825	225
	2.0	682 - 690	226
	1.0	600	225
	0.0	532	225



○部拡大

測定日：2021年8月26日

## 【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果（3/3）

- シールドプラグ上段と中段の隙間（以下、隙間とする。）に蓄積したCs-137, Cs-134による穿孔箇所内部の線量当量率の算出を実施※

参考資料；第22回 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会（2021.9.14）資料3-1～3

### 【主な評価条件】

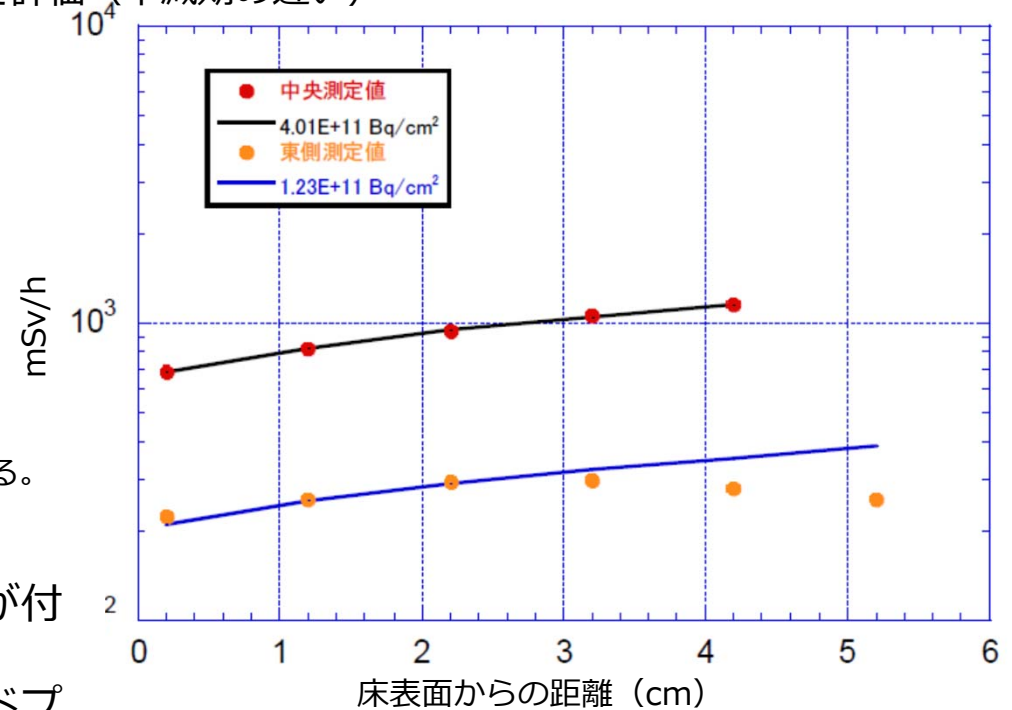
- ✓ 穿孔箇所内（深さ7cm）の周辺線量率を電磁カスケードモンテカルロ計算コードegs5で算出
- ✓ 隙間に汚染が一様な密度で存在すると仮定
- ✓ Cs-134の汚染密度はCs-137の4.4%として評価（半減期の違い）

### 【測定結果との比較】

- ✓ 原子炉ウェル中央の穿孔箇所  
Cs-137の汚染密度が $4.01E+11$ Bq/cm<sup>2</sup>の場合の計算値と合致している
- ✓ 原子炉ウェル東側の穿孔箇所  
Cs-137の汚染密度が $1.23E+11$ Bq/cm<sup>2</sup>の場合の計算値と4.2cm及び5.2cm以外では合致している※1  
※1:穿孔箇所底面の形状による影響の可能性がある。



- 隙間には、セシウムを含む放射性物質が付着、堆積している可能性が高い
- 中央及び東側の測定結果から、シールドプラグ全体では汚染状況のばらつきが大きい可能性がある



測定値と計算値 (注1) の比較

注1：線量計の実効中心位置である治具底部（筒底）より1.8cm上部で評価

# 1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去の 進捗状況について

2021年10月28日

**TEPCO**

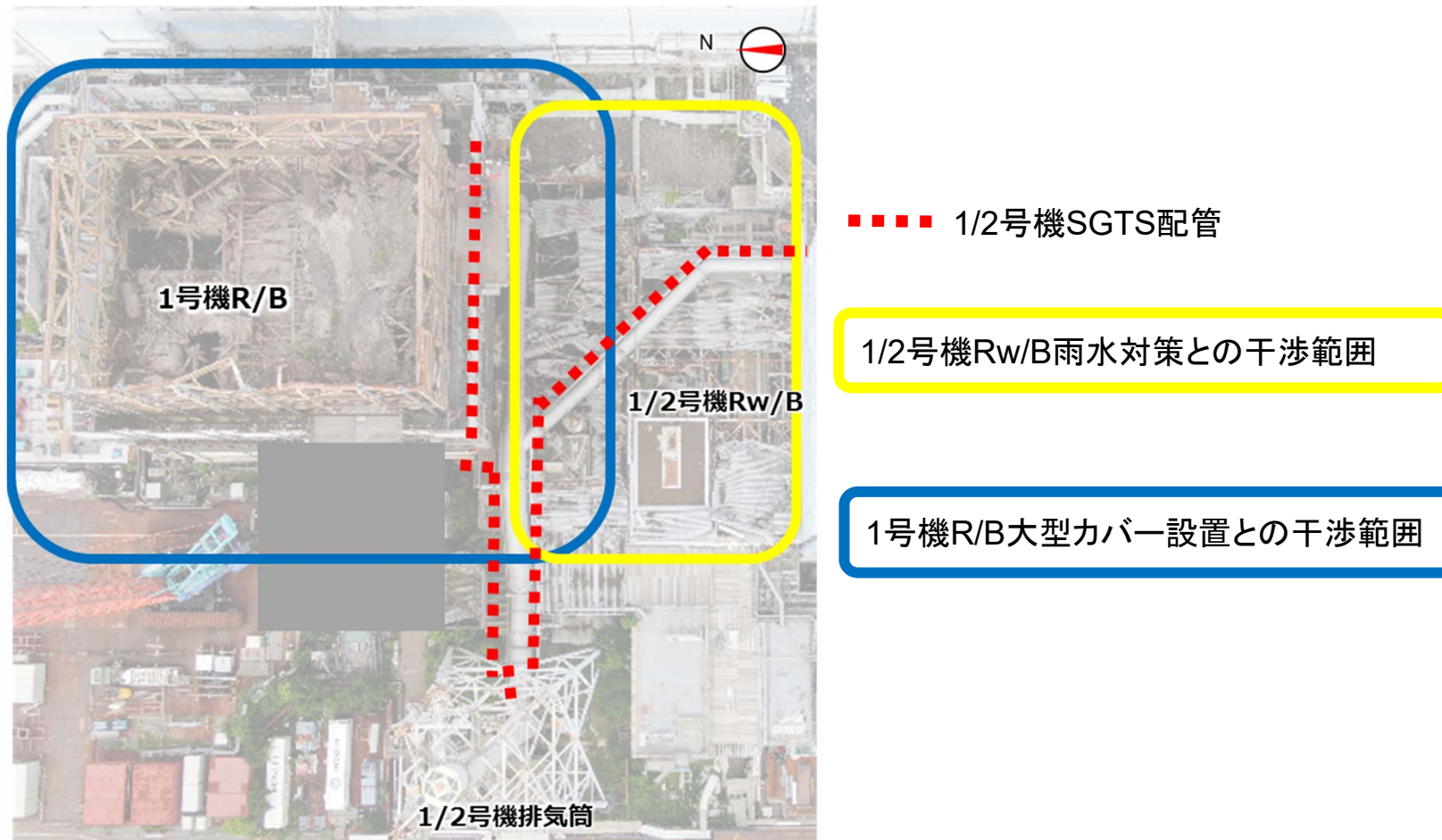
---

東京電力ホールディングス株式会社

## 1. 概要

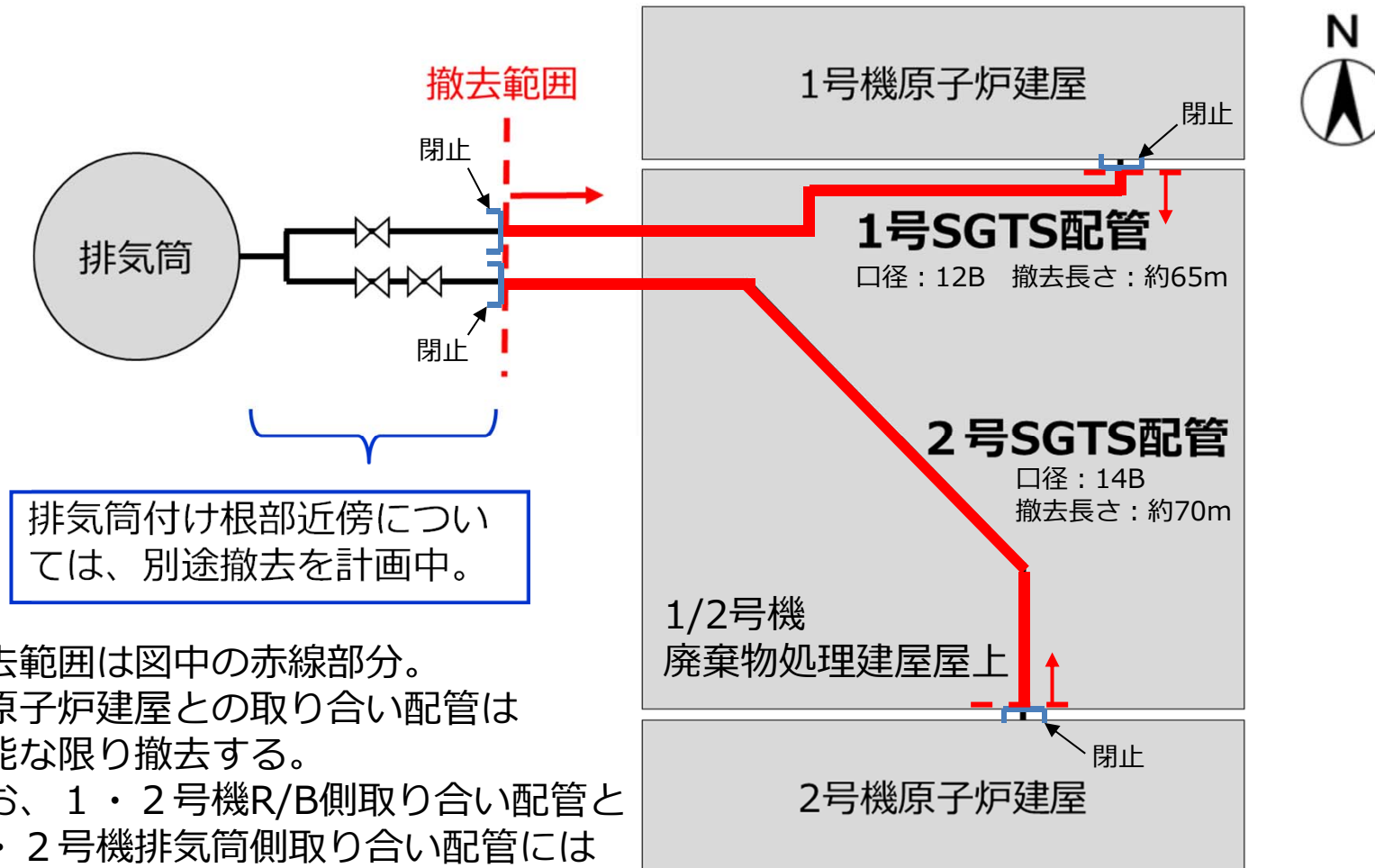
### ■ 目的

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管（以下、SGTS配管）のうち屋外に敷設されている配管については、1/2号機廃棄物処理建屋雨水対策工事及び1号R/B大型カバー設置工事に干渉することから配管の撤去を実施する。



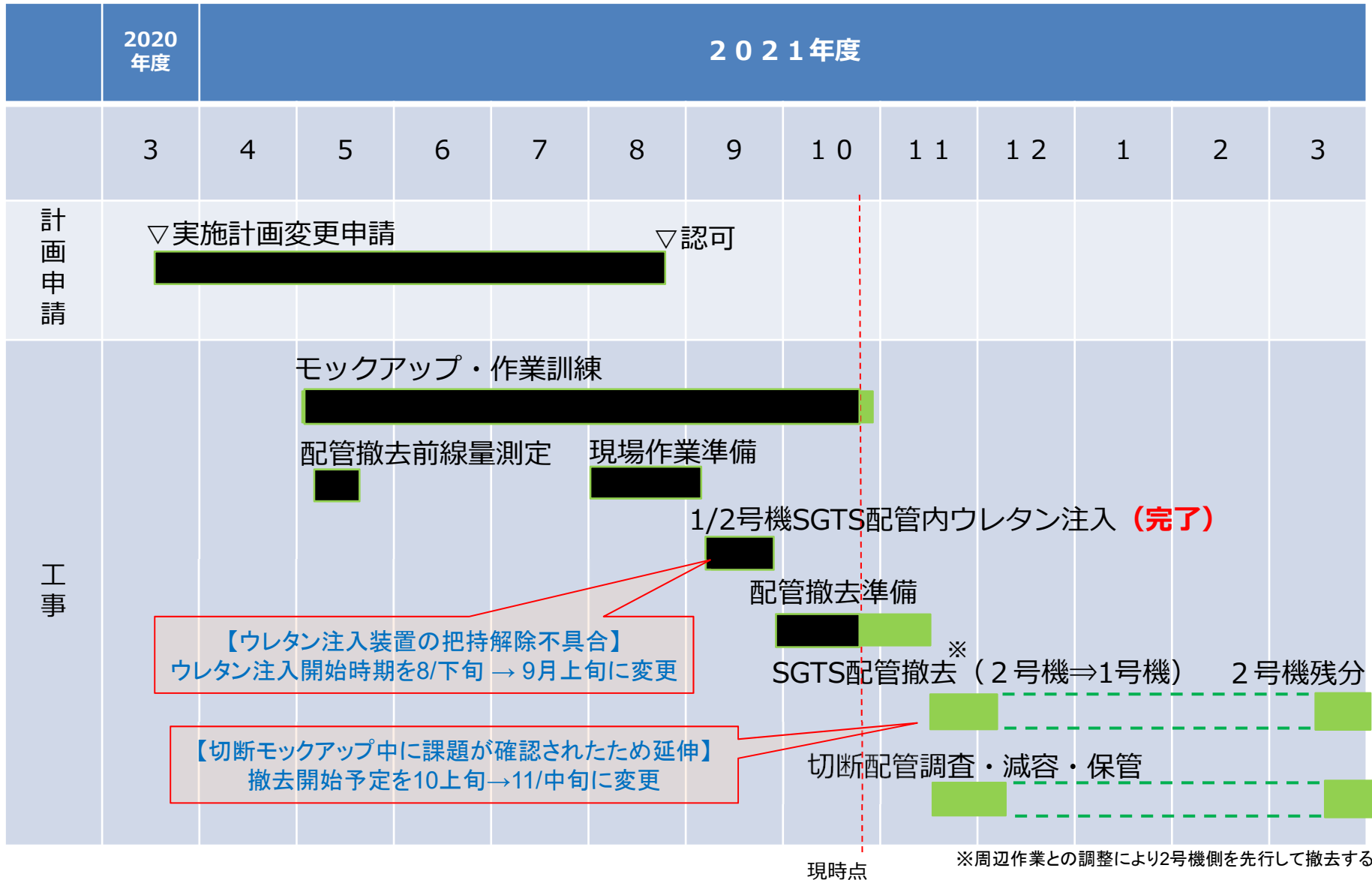


## 2. 配管撤去範囲



撤去範囲は図中の赤線部分。  
各原子炉建屋との取り合い配管は  
可能な限り撤去する。  
なお、1・2号機R/B側取り合い配管と  
1・2号機排気筒側取り合い配管には  
閉止を取り付ける。

### 3. 1 / 2号SGTS配管撤去工程



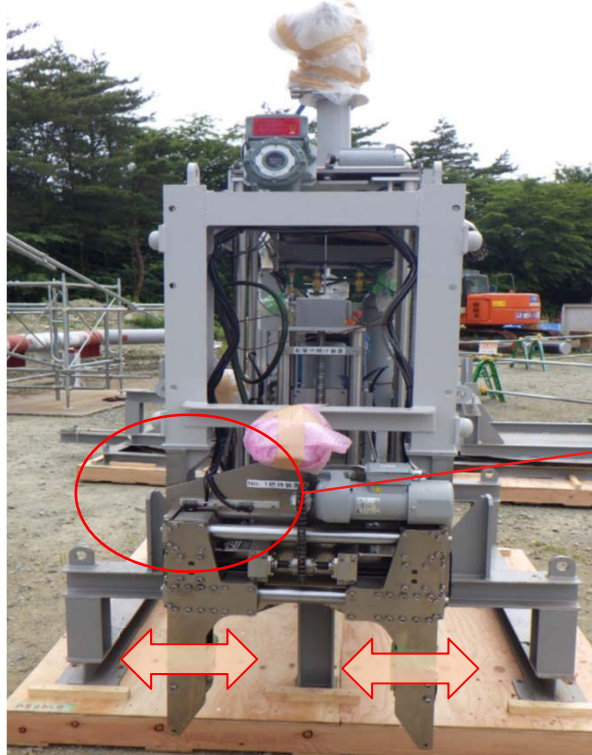
## 4. 配管内ウレタン注入作業前に於ける把持装置の不具合概要について **TEPCO**

### ➤ 事象概要

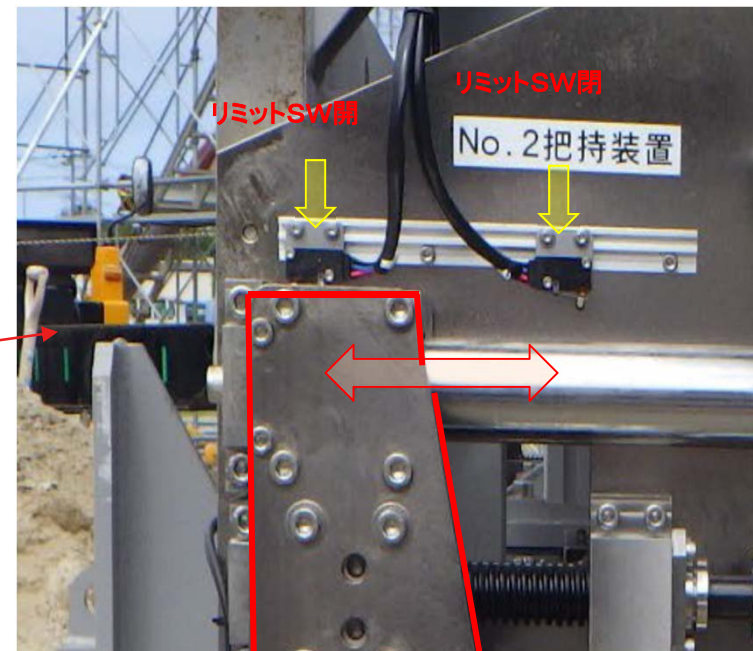
2021年8月28日、ウレタン注入装置実機モックアップ作業（実配管把持・把持開放確認）において、配管把持後に開放スイッチ操作をしても動作しない事象が発生した。

その後、把持力（バネ力）より大きい力を引っ張り方向に加え、強制的に把持解除を実施した。（実施日：2021年8月29日）

なお、モックアップ作業日に事前動作確認を2回実施したが、ウレタン注入装置の把持・開放動作には異常は確認されなかった。



ウレタン注入装置外観



リミットスイッチ部拡大

## 4. 配管内ウレタン注入作業前に於ける把持装置の不具合概要について **TEPCO**

---

### ➤ 原因調査

吊降ろしたウレタン注入装置の目視確認等により、機械的（把持部、リミットスイッチ等）な部分には異常が見られなかったことから電気系である可能性が高いと推定し調査を実施した。

#### ・ 調査結果

導通確認及び触手により、把持 1 装置～電源ボックス間コネクタの接触不良を確認した。

### ➤ 推定原因

電源ボックス盤内を開放し、クレーンによる吊上げ・吊下げ確認を実施したところ、当該のコネクタ部に振れが発生し、コネクタ一端部のケーブルに影響を与えている可能性があることが判明した。

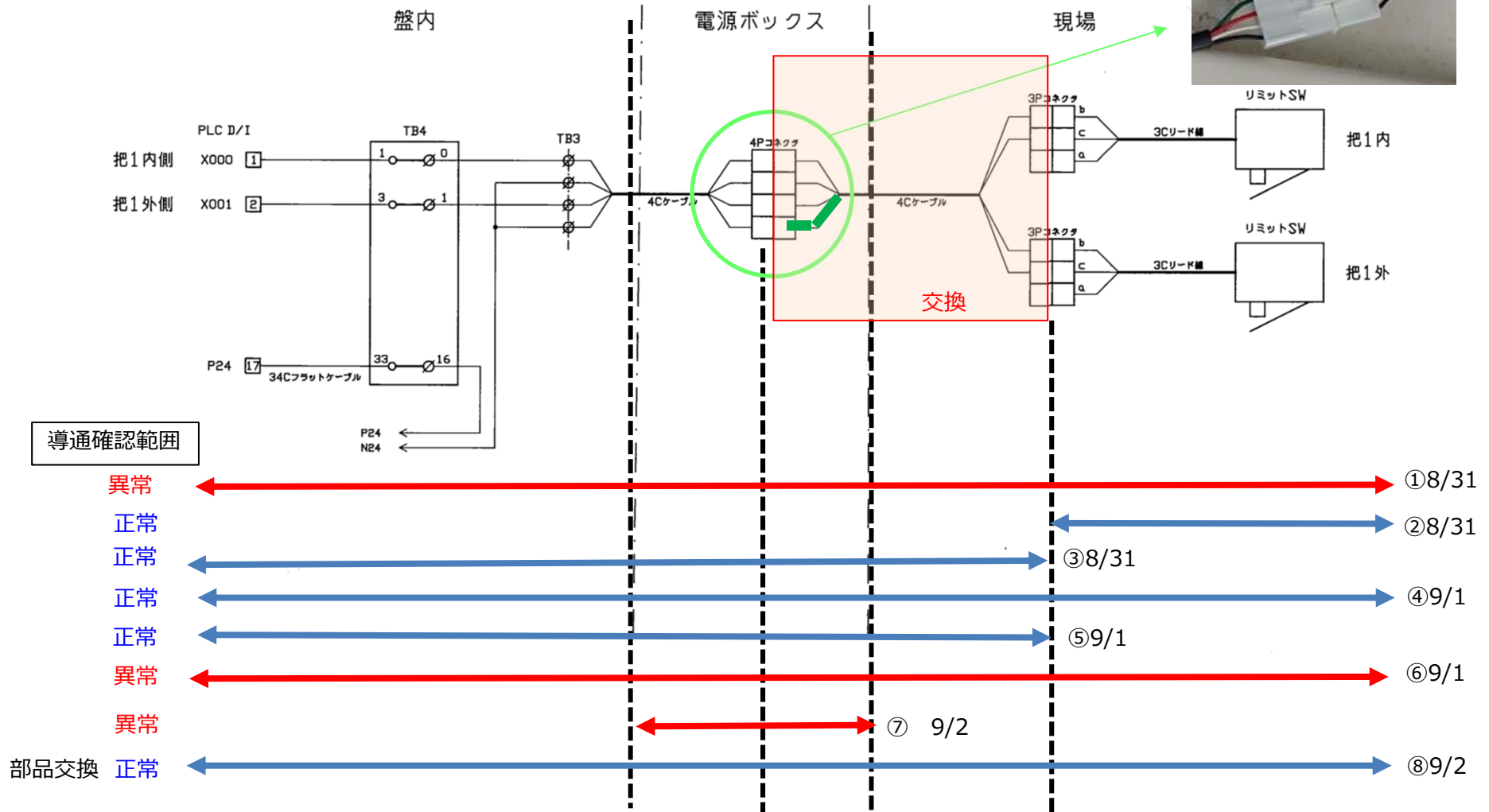
### ➤ 対策

- ・ 不具合の確認されたケーブルコネクタ一式の交換。
- ・ 交換にあたり、単体試験（目視・緩み・導通）を実施。
- ・ 盤内ケーブルコネクタ及び信号系ケーブル全数の目視・緩み・導通を確認。
- ・ 当該コネクタ部以外にも、制御盤内でケーブルに揺れが確認された箇所について、ケーブルの整線を行い新規設置したサポートに固定。

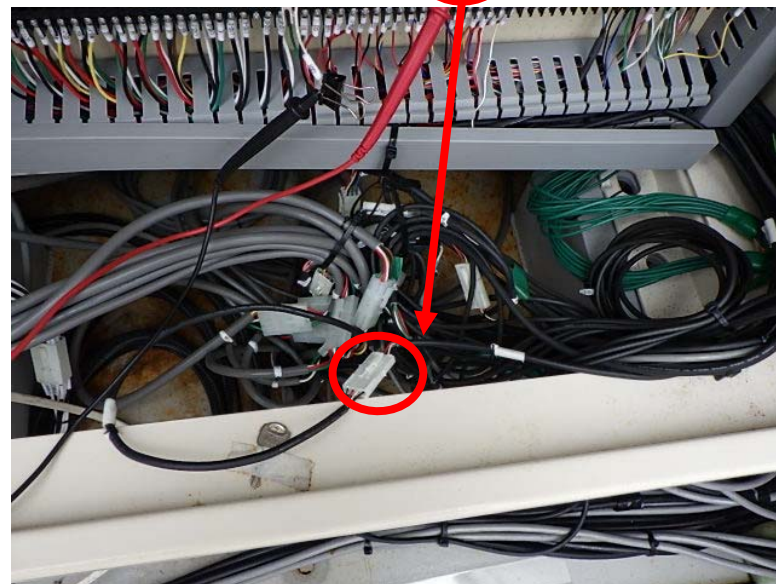
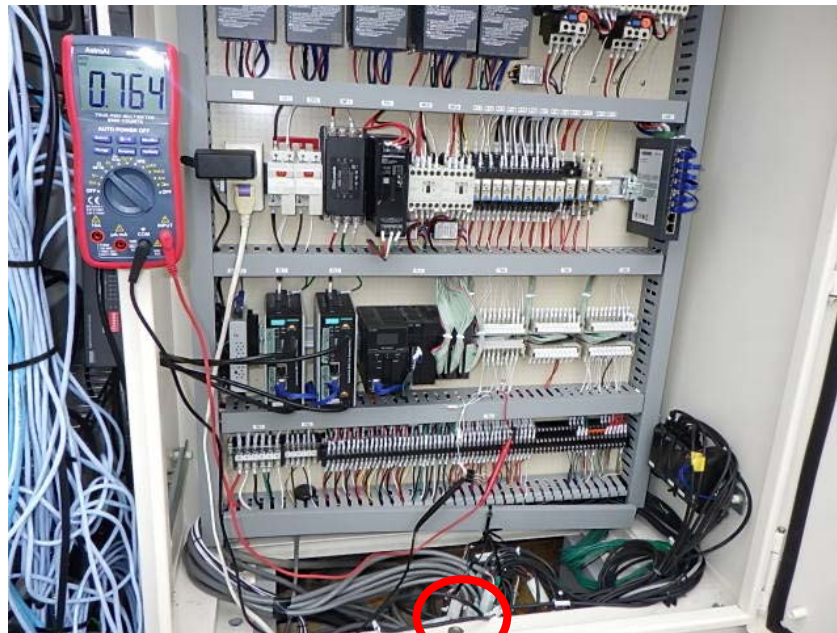


# <参考> 導通確認結果（制御盤内～電源ボックス～把持装置）

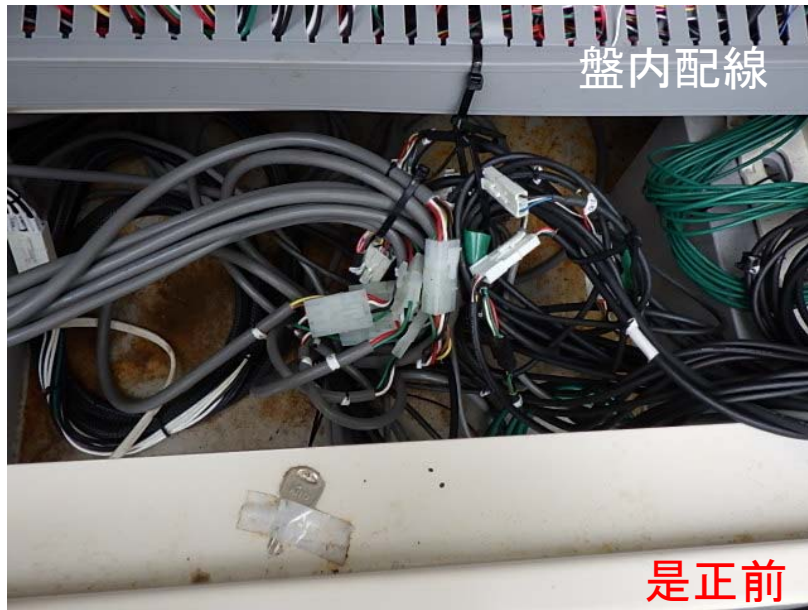
✓導通確認の結果，4Pコネクタ部（外側配線：緑）に接触不良（導通不良）が確認された。  
 なお、コネクタを含むケーブル交換後再現性に問題ないことを確認した。



<参考> 制御盤内接触不良コネクタ







＜参考＞ サポート追設状況



サポート追設



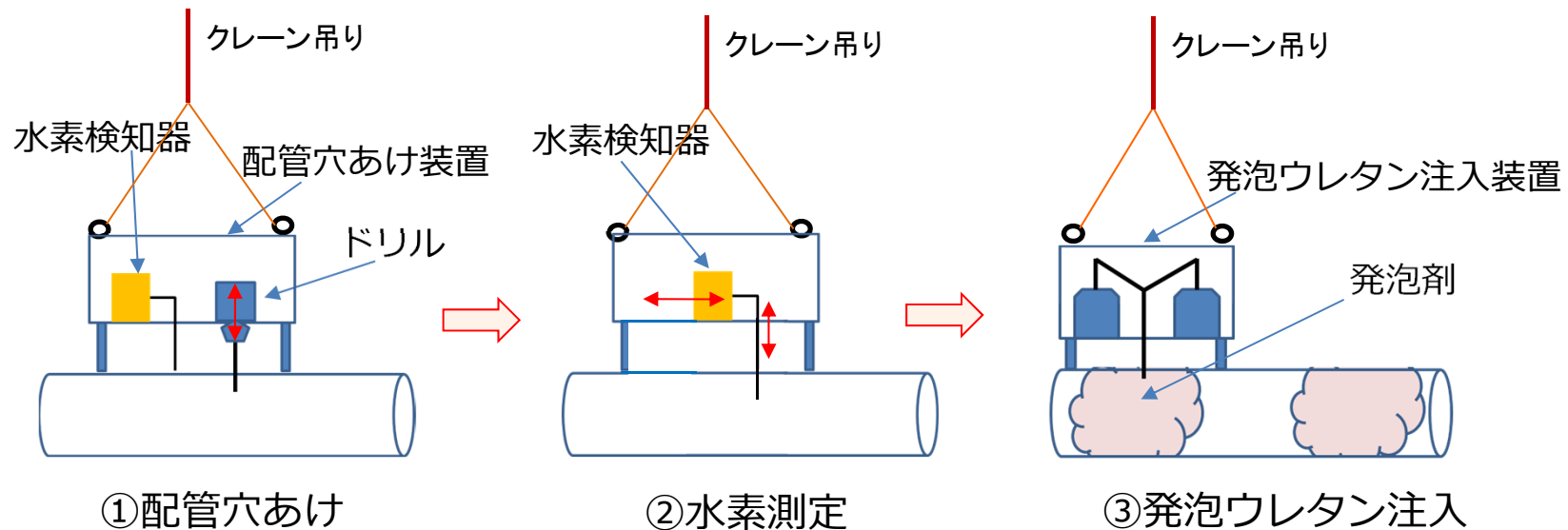
サポート追設後状況



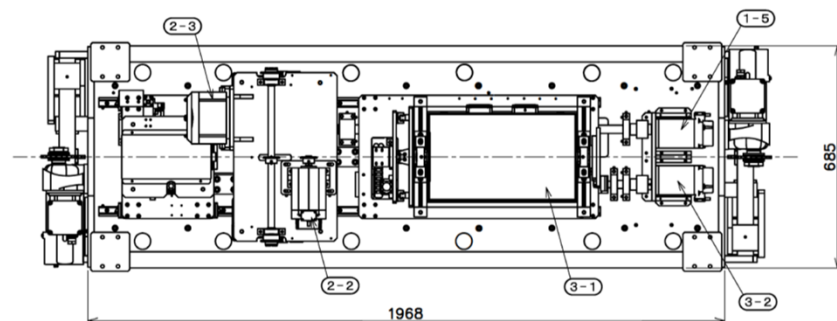
## 5. ウレタン注入作業実績

➤ SGTS配管穿孔・ウレタン注入イメージは以下の通り。

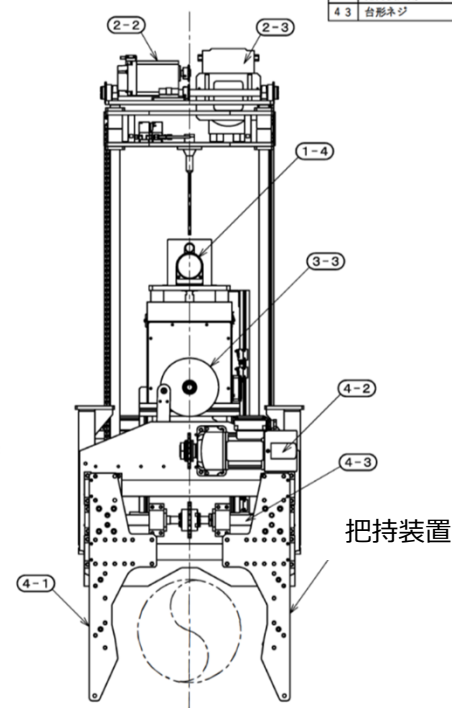
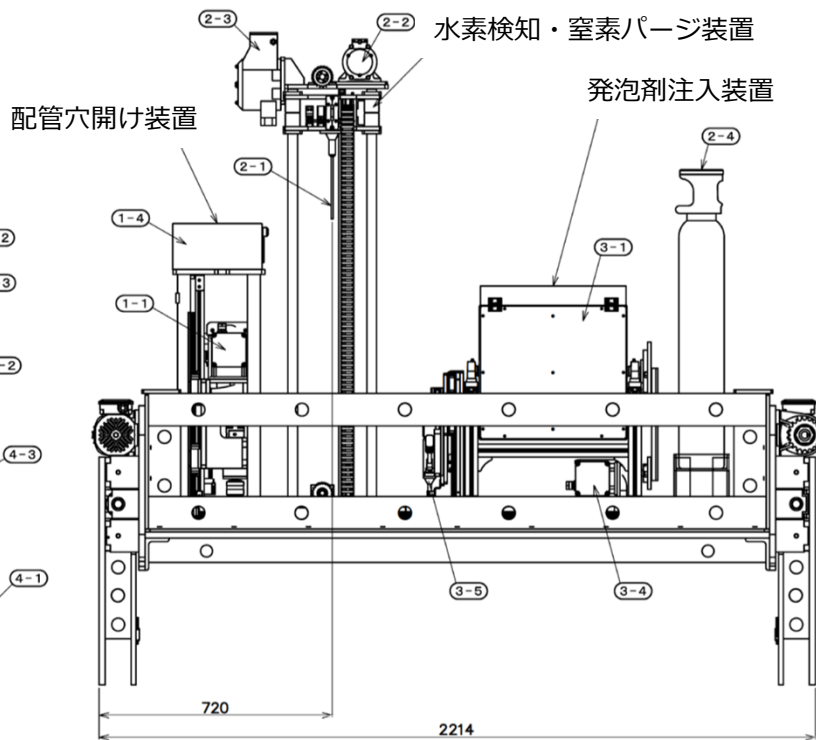
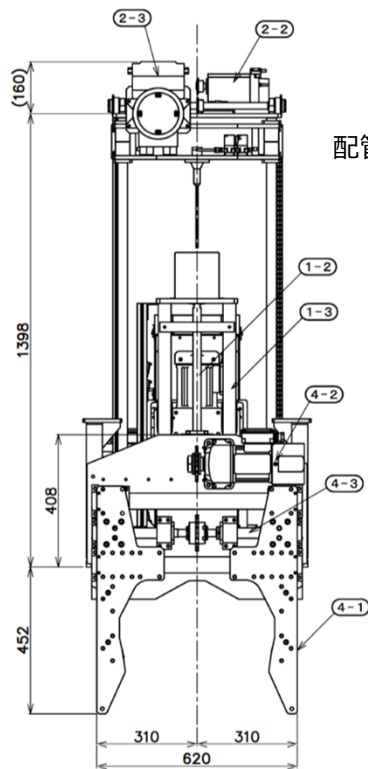
- ①撤去するSGTS配管内に水素はほとんど存在しないと推定するが、火花が出ない低速回転のドリルにて穿孔（穴開け）を実施。配管穴開け後、配管内の水素濃度を測定する。  
なお、水素濃度が4%以上（水素の爆発限界下限値）ある場合は窒素ガスによるパージを試みる。
- ②SGTS配管切断箇所を発泡ウレタン（2液性発泡硬質ウレタンフォーム）を注入し、切断時の放射性ダストの飛散防止を図る。



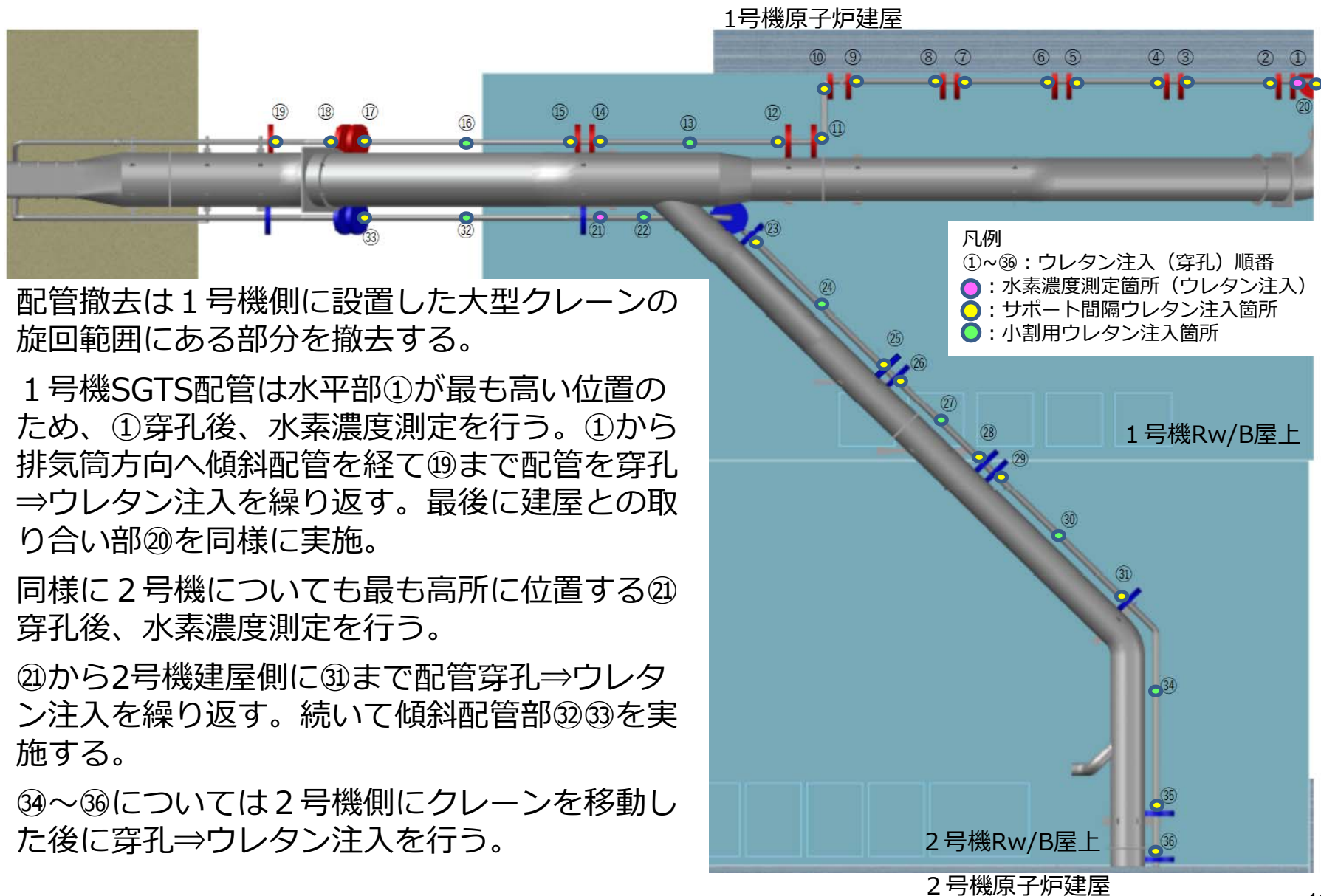
# 5. ウレタン注入作業実績 (装置概要)



部番	品名	数量
1	配管穴あけドリル装置	1式
1 1	ドリル装置	1
1 2	ドリル上下用ボールねじ	1
1 3	ドリル上下用ガイド	2
1 4	ドリル上下用モータ	1
1 5	配管穴あけドリル装置部移動用モータ	1
2	水素検知・窒素パージ装置	1式
2 1	ノズル	1
2 2	ノズル上下用モータ	1
2 3	水素検知器	1
2 4	窒素ポンプ	2
3	ウレタン揺動および噴射装置	1式
3 1	ウレタンポンベ格納箱(ポンベ2本) (揺動)	1
3 2	ウレタン揺動および噴射部移動用モータ	1
3 3	ウレタン揺動用リンク	1式
3 4	ウレタン揺動用モータ	1
3 5	ウレタン注入用ノズル	1
4	把持装置	1式
4 1	把持板	4
4 2	把持装置用モータ	2
4 3	台形ネジ	2



## 5. ウレタン注入作業実績（配管穿孔箇所）



配管撤去は1号機側に設置した大型クレーンの旋回範囲にある部分を撤去する。

1号機SGTS配管は水平部①が最も高い位置のため、①穿孔後、水素濃度測定を行う。①から排気筒方向へ傾斜配管を経て⑱まで配管を穿孔⇒ウレタン注入を繰り返す。最後に建屋との取り合い部⑳を同様に実施。

同様に2号機についても最も高所に位置する㉑穿孔後、水素濃度測定を行う。

㉑から2号機建屋側に㉓まで配管穿孔⇒ウレタン注入を繰り返す。続いて傾斜配管部㉔㉕を実施する。

㉖～㉘については2号機側にクレーンを移動した後に穿孔⇒ウレタン注入を行う。

## 5. ウレタン注入作業実績（施工結果）

### ○作業実施期間

: 2021.9.8～2021.9.26

### ○配管穿孔箇所数

: 33箇所（ウレタン注入含む）

### ○水素濃度確認結果

: 配管穿孔No.1～19及びNo.21～33【水素0.00%】

: 配管穿孔No.20【水素0.21～0.31%※】

※4回測定した最小～最大を記載

### ○作業中の放射性ダスト監視

: 日々の作業開始前後のダスト濃度に変化は確認されていない。また、周辺のダストモニタにおいても異常は確認されていない。



水平配管施工状況



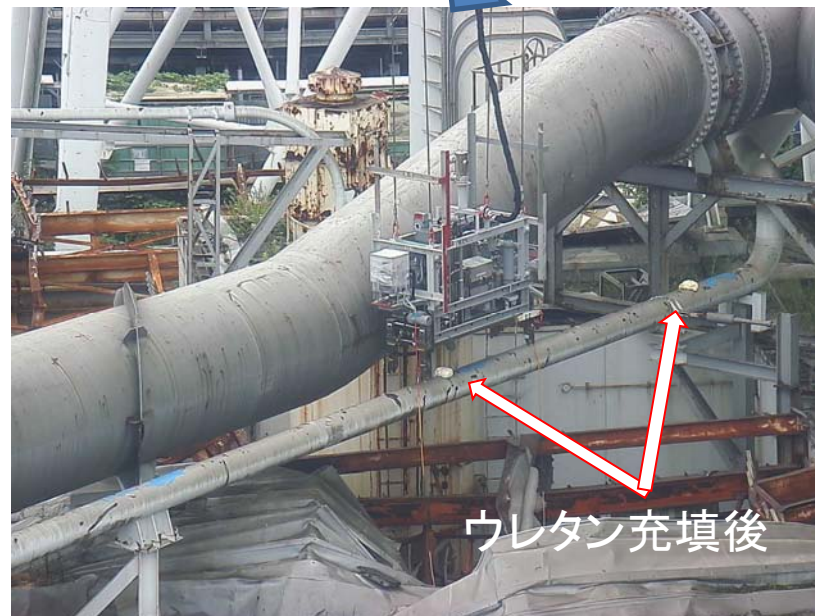
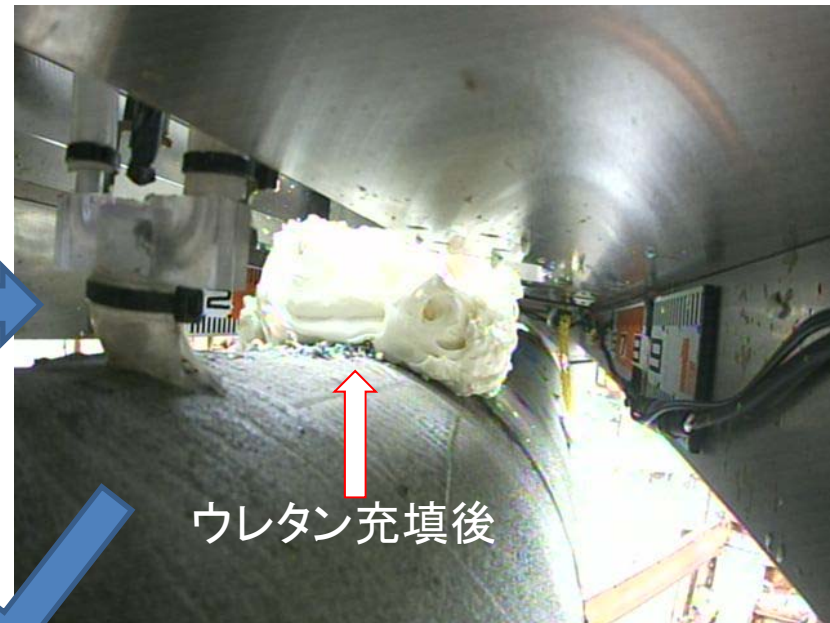
1号機垂直配管施工状況



傾斜配管施工状況

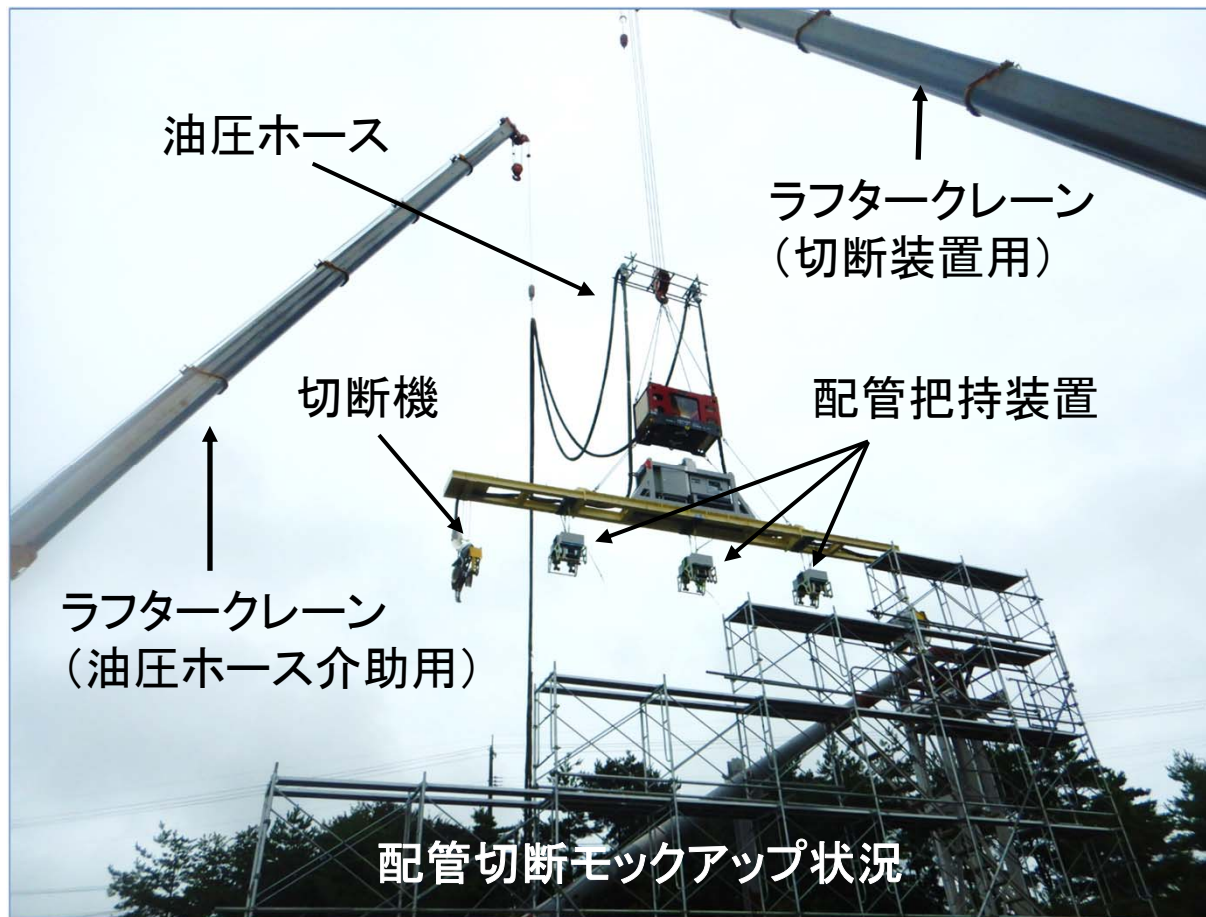


## 5. ウレタン注入作業実績（施工状況）



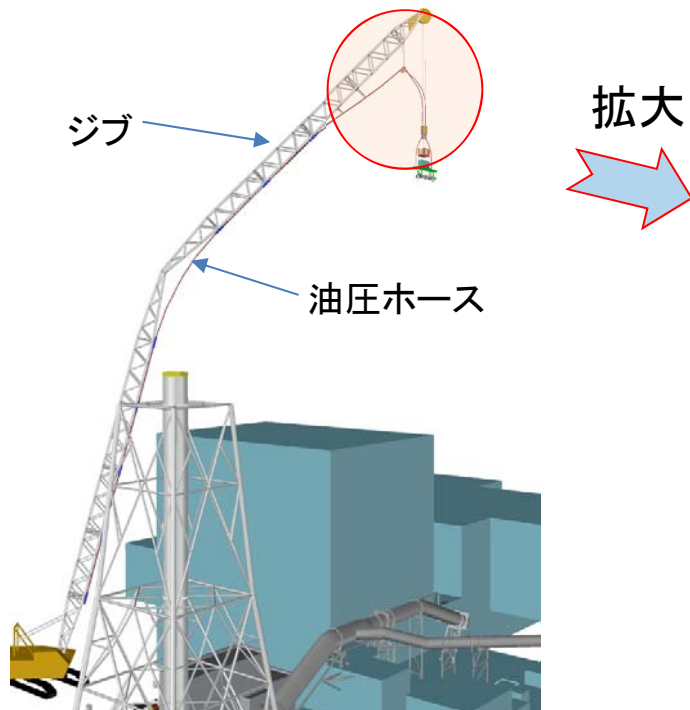
## 6. SGTS配管切断モックアップの延伸 (モックアップ状況)

- 1F構外 (広野町) にて配管切断モックアップを実施し、問題なく切断可能を確認。
- 油圧ホースについては、現場に配置するクローラークレーンの構造上敷設可能と判断していた。(モックアップでは油圧ホース介助用のラフタークレーンを使用)



## 6. SGTS配管切断モックアップの延伸（作業方法の再検討）

- 油圧ホース敷設ルートをクローラークレーンの精密模型，図面を用いて再確認を行ったところ、ジブ先端部の油圧ホース受け（プラスチック：固定式）が滑りにくく引っ掛かり、油圧ホースが損傷する恐れがあることを確認した。
- 材質や構造の変更を検討した結果、下図に示す通りジブ先端部のホース受けを回転式とすることで引っ掛かりが解消できることを確認した。
- 現在、新規回転式油圧ホース受けを取付てのモックアップ（1F構外）にて、スムーズに動くことが確認できたため、1F構内への搬入準備中。
- 1F搬入後も実機クレーンでの操作訓練を重ね、問題がないことを確認したうえで、11月中旬頃～作業に着手予定。



参考資料  
(2021.8.26事務局会議資料抜粋)



## <参考> 配管撤去作業の流れ

### 1. 作業準備

- ① 作業準備
  - a. エリアサーベイ
  - b. エリア区画・設定
  - c. 資機材搬入
  - d. 本部設置（1,2号機開閉所東側）
  - e. 小割エリア設定（西側ヤードエリア）
  - f. 減容エリア設定（4号機カバー建屋）
  - g. 機材組立・接続
  - h. 機材試運転・調整

### 2. 配管撤去

- ① 配管閉塞
  - a. 配管穿孔
  - b. 水素濃度測定
  - c. 配管内窒素パーセント（水素濃度による）
  - d. 発泡剤（ウレタンフォーム）注入
- ② 配管撤去
  - a. ウレタン注入部位の配管切断・撤去
  - b. サポート部残存配管撤去
- ③ 撤去配管小割・運搬
  - a. 長尺配管小割（8m以上の長尺配管）

- b. 配管端部養生取付
  - c. 配管運搬（4号機カバー建屋へ運搬）
- ④ 閉止取り付け
  - a. 建屋側および排気筒側取り合い配管開口部に閉止キャップを取り付ける

### 3. 撤去配管減容・保管

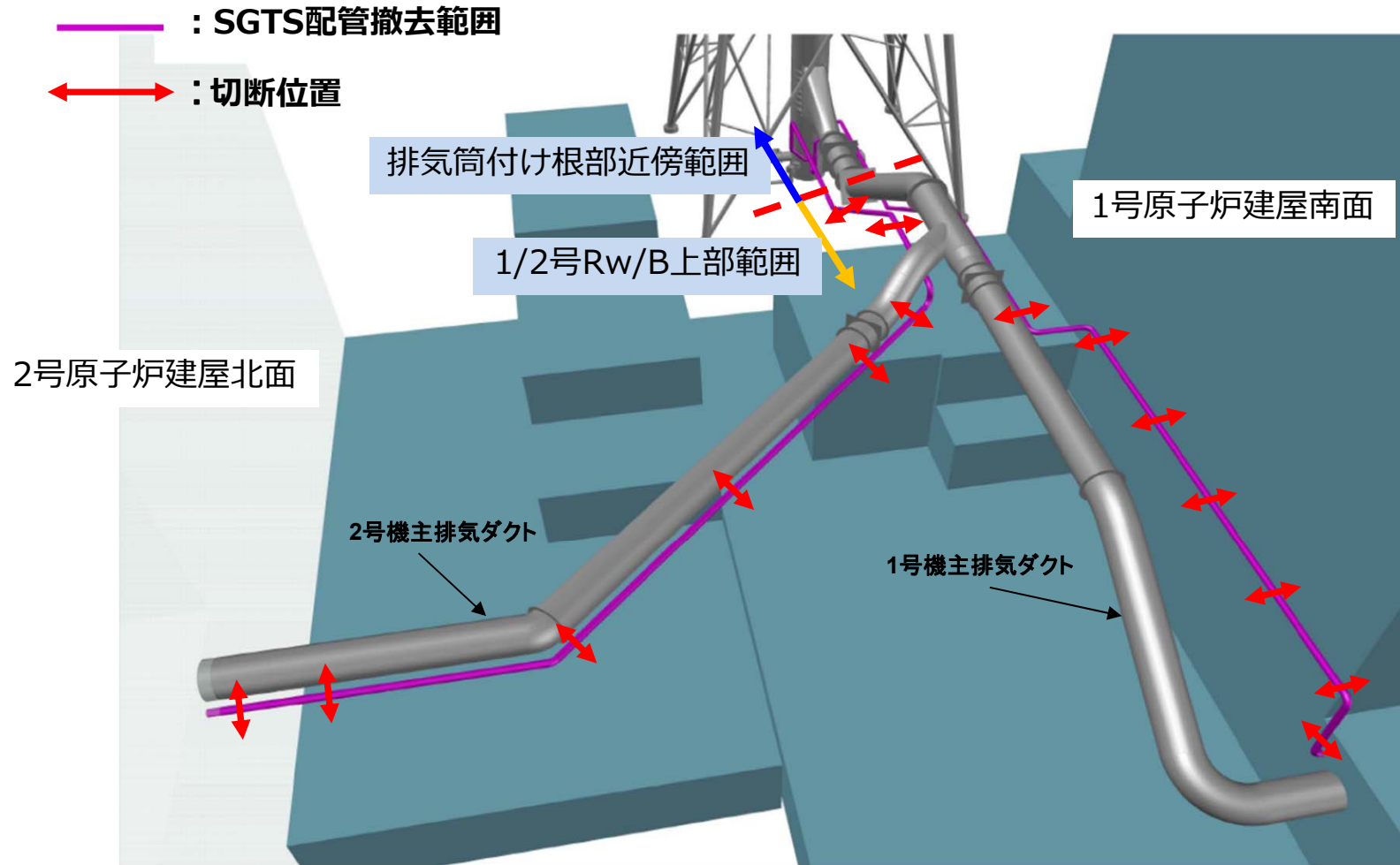
- ① 撤去配管搬入
  - a. 4号機カバー建屋内細断エリアへ搬入
- ② 汚染分布測定（γカメラによる測定）
  - a. 細断前のγカメラによる汚染分布測定
- ③ 撤去配管減容
  - a. 重機で細断装置に撤去配管をセット
  - b. 細断装置による撤去配管の細断
- ④ 事故調査に係る試料採取
  - a. 細断した配管内面のスミヤ採取
  - b. 細断した配管のサンプル採取
  - c. 採取試料の分別保管
- ⑤ 廃棄物保管
  - a. コンテナ収納
  - b. 固体廃棄物貯蔵庫へ運搬
  - c. 固体廃棄物貯蔵庫における保管

## <参考> 構内作業エリア図



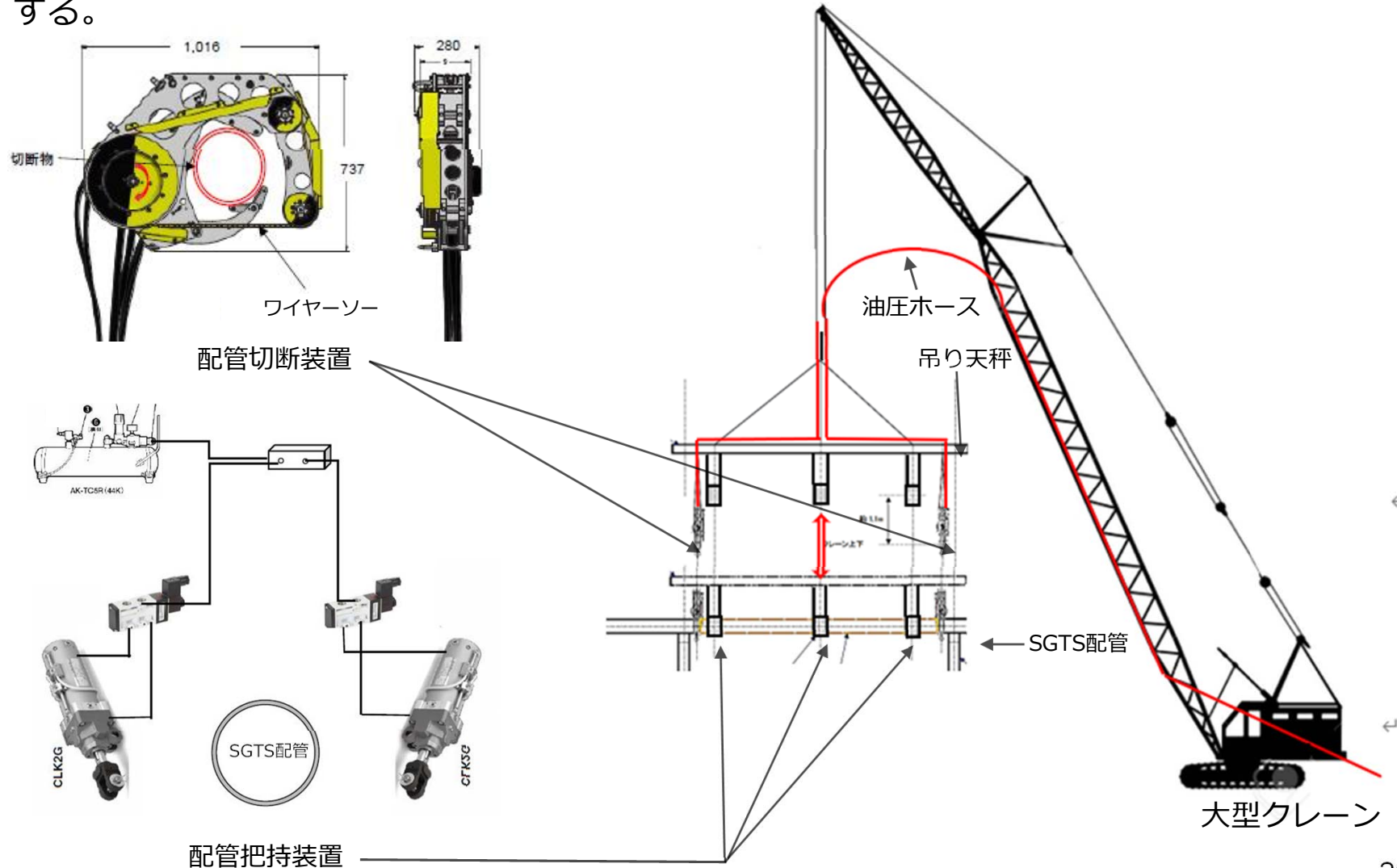
## <参考> SGT S配管立体図

### ■ 撤去対象配管について（東側から見る）



## <参考> 配管切断装置概要

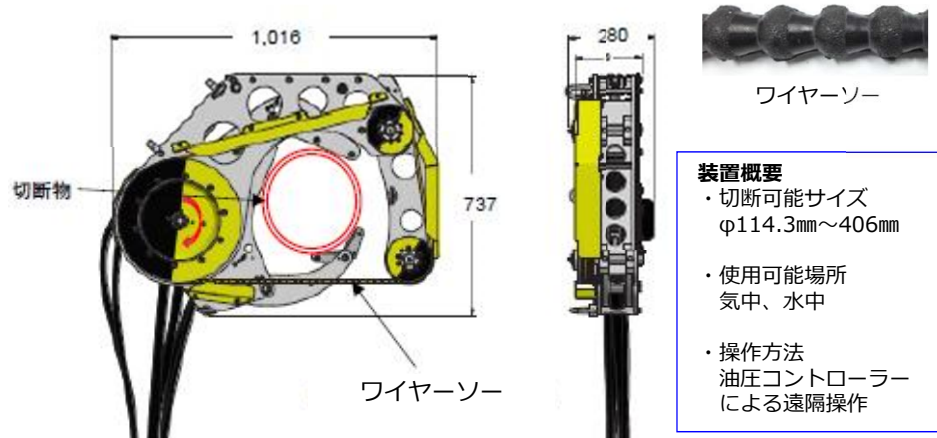
吊り天秤に配管切断装置、配管把持装置を搭載し、大型クレーンで吊り、切断箇所に装置を合わせて遠隔操作にて配管を把持、切断を行う。切り出した配管はそのまますべてクレーンで移動する。





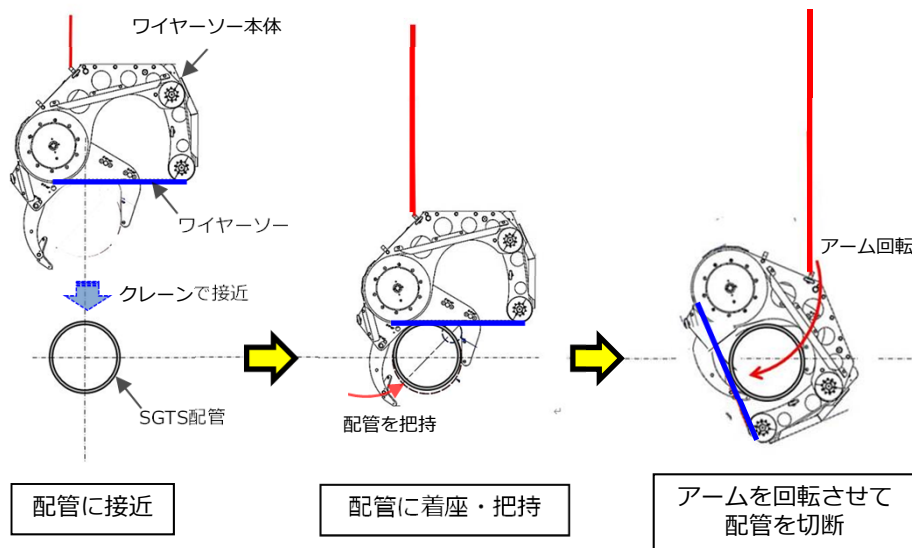
## <参考> 配管切断・把持概要

### ■ 配管切断装置



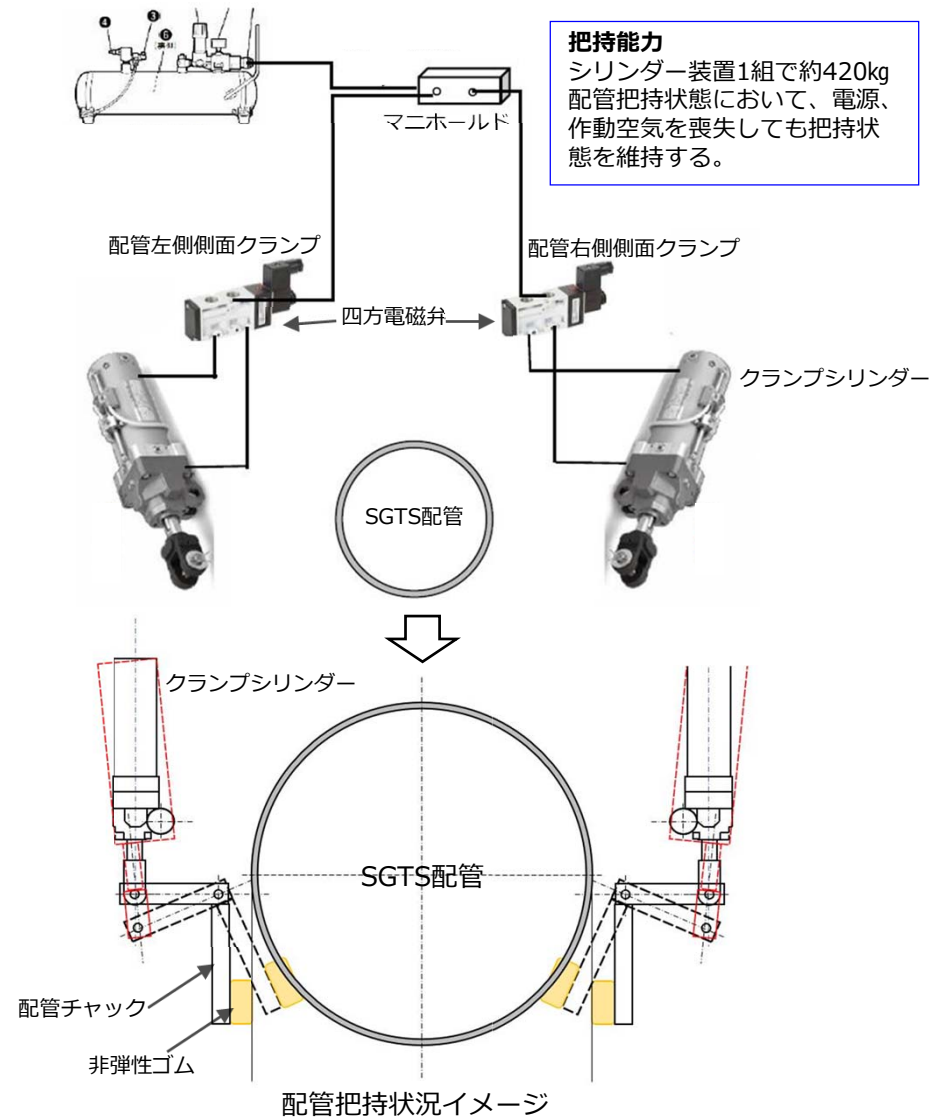
#### 装置の特徴

- ・乾式切断可能 ⇒ 水を使用しないので汚染水が発生しない。
- ・ワイヤーソー逆回転可能 ⇒ ワイヤーソーが配管切断時に噛み込んだ際、逆回転させることによって噛み込みの解除が可能。



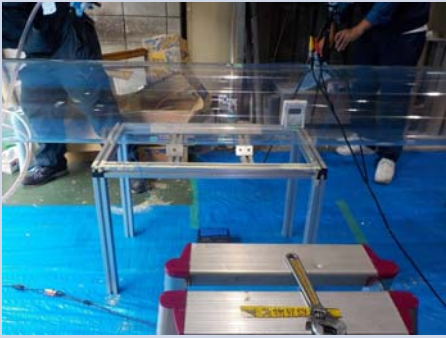
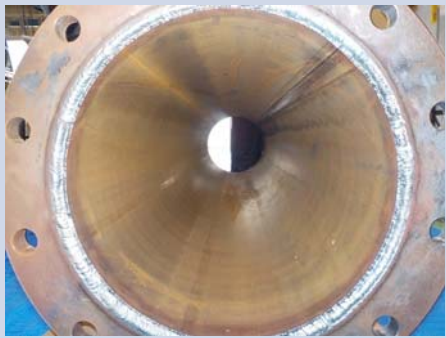

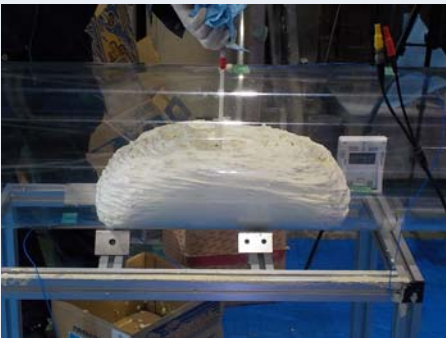
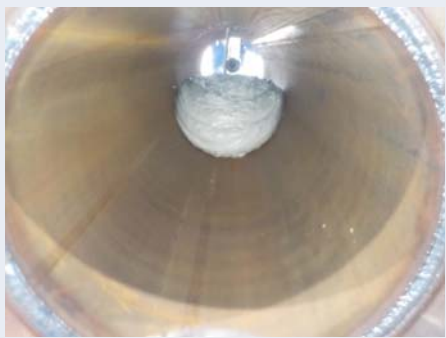

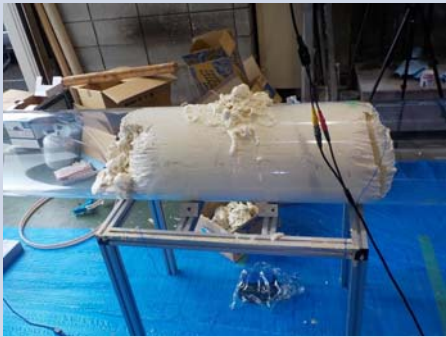
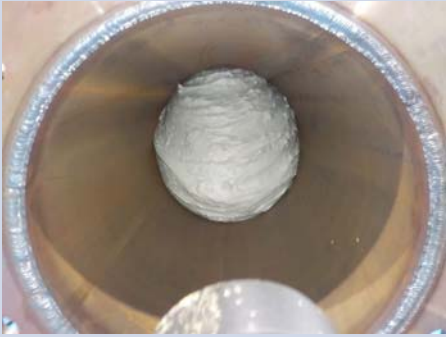

配管把持・切断イメージ

### ■ 配管把持装置 (シリンダー装置)



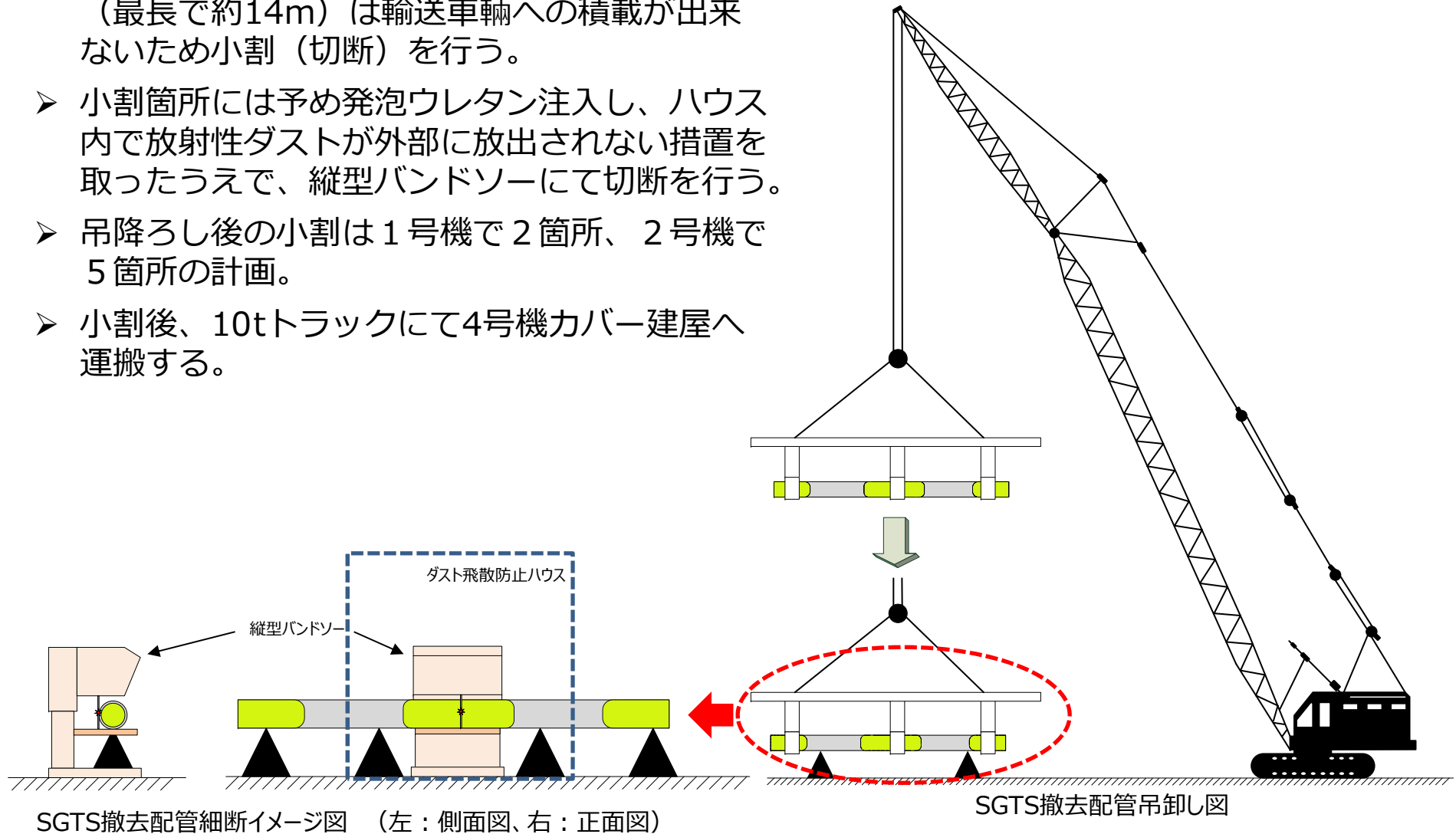
## <参考> 試験状況 (発泡ウレタン注入・配管切断)

配管切断時のダスト飛散防止対策として、配管内に発泡ウレタンを注入し、配管を閉塞させた後にダイヤモンドワイヤーソーで切断を行う。

	アクリル管での模擬	同材質配管での模擬		ワイヤーソーによる切断	
注入前			切断		
注入中				切断面の状況	
閉塞					

## <参考> 吊降ろし後の配管小割概要

- SGTS配管吊り降ろし後、8 m以上の長尺配管（最長で約14m）は輸送車両への積載が出来ないため小割（切断）を行う。
- 小割箇所には予め発泡ウレタン注入し、ハウス内で放射性ダストが外部に放出されない措置を取ったうえで、縦型バンドソーにて切断を行う。
- 吊降ろし後の小割は1号機で2箇所、2号機で5箇所の計画。
- 小割後、10tトラックにて4号機カバー建屋へ運搬する。



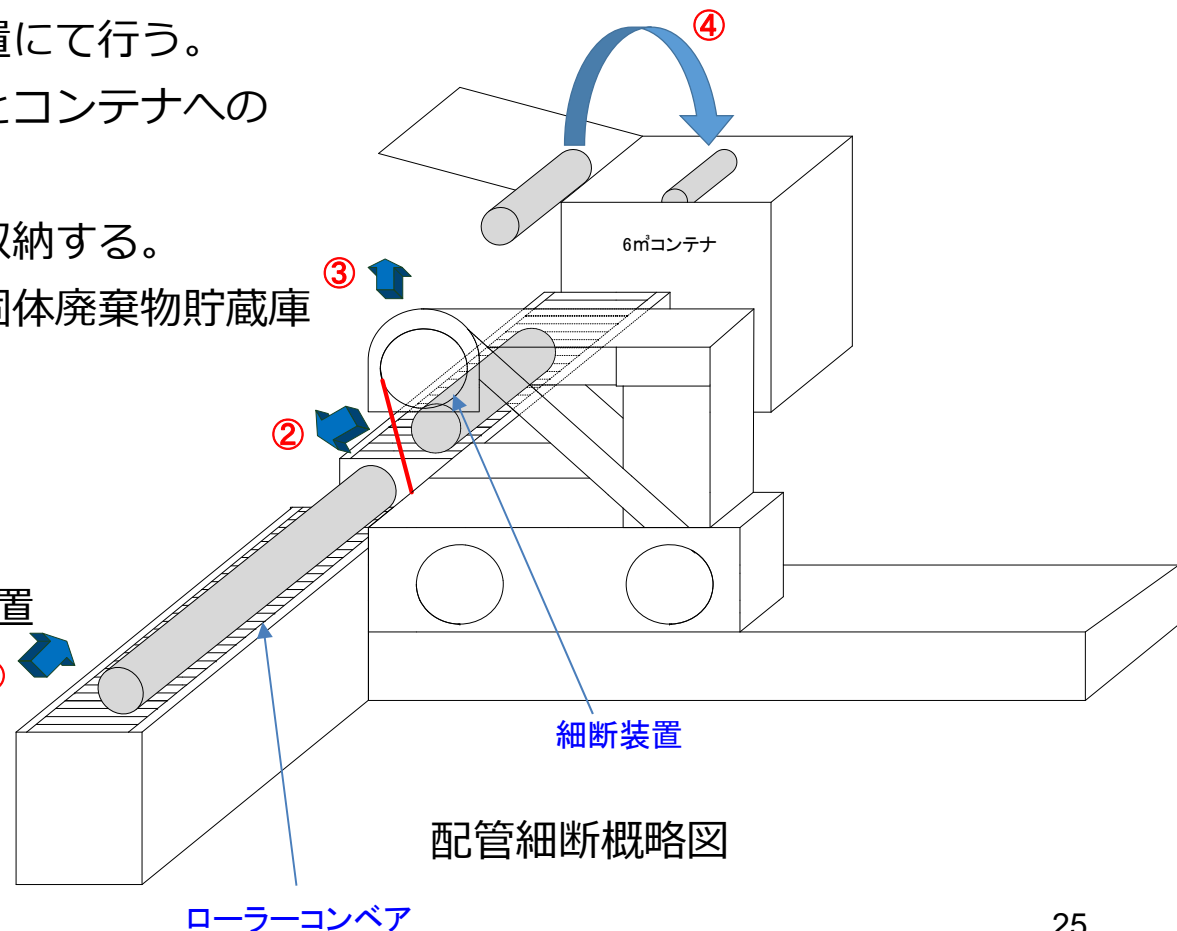
## <参考> 配管細断概要 (配管減容・収納・輸送)



- 撤去した配管は、4号機カバー建屋内1階に設置したハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
  - ・ハウス内はHEPAフィルター付きの局所排風機を運転して、ハウス外への放射性ダストの拡散を防止する。また、ハウス近傍で仮設のダストモニタによる監視を行う。
  - ・配管の細断は遠隔の細断装置にて行う。
  - ・配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は重機にて行う。
  - ・細断された配管は養生して収納する。
  - ・配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

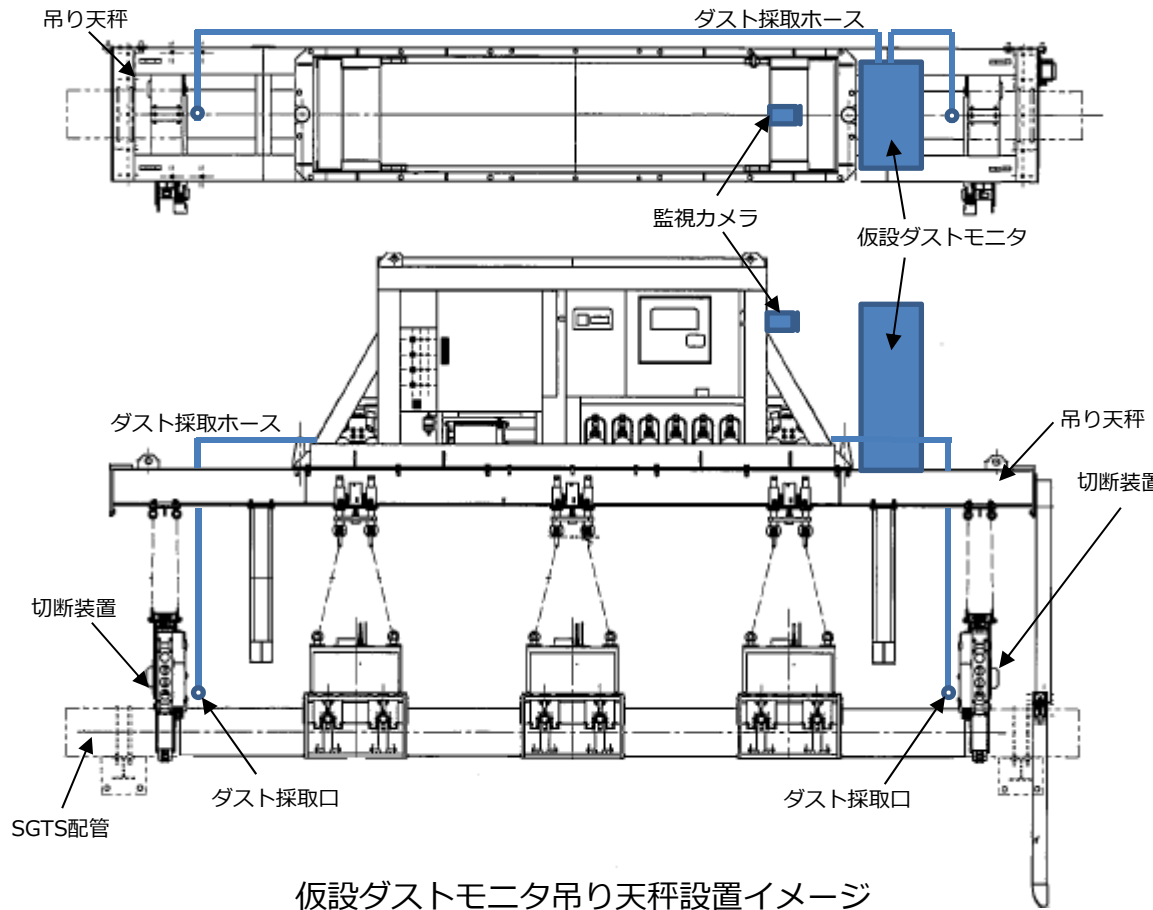
### ■ 配管減容・保管作業フロー

- ① 配管をローラーコンベアに設置
- ② 配管細断 (配管細断装置)
- ③ 細断配管揚重 (重機)
- ④ 細断配管収納

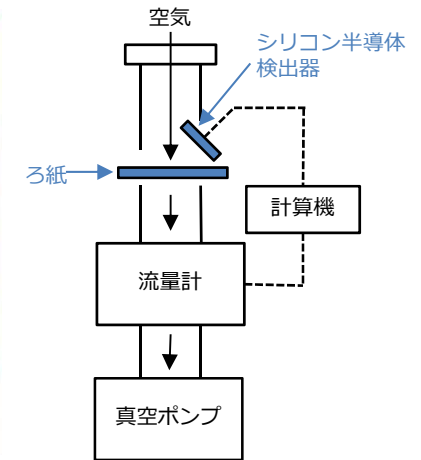




## <参考> 仮設ダストモニタによる配管切断近傍における監視



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> 配管切断時におけるダスト飛散防止対策



### ■ 配管切断時におけるダスト飛散防止対策

ダスト飛散防止対策として下記を複合的に組み合わせることにより、さらなるダスト飛散の抑制を図る。

#### • 飛散防止剤散布

配管切断中、切断箇所にて飛散防止剤を散布する。散布された飛散防止剤はワイヤーソーと配管との摩擦熱により、水分が蒸発して切断箇所におけるダストの定着が促される。散布する飛散防止剤は約1L/箇所程度。万一、余剰な飛散防止剤が発生した場合はワイヤーソーの進行方向に切粉（沈降粉塵）と共に飛ばされるため、設置する切粉受にて回収される。

#### • 飛散防止カバー取付

飛散防止カバーはテフロン処理を施した防災シートのカバーで切断装置の表裏に2枚ずつ重なるように配置され、ワイヤーソーの切断（アームの旋回）に伴い、2枚のカバーが配管を跨ぐかたちで開き、切断箇所から発生するダストをカバー内に留める。

#### • ALARAベンチによる飛散防止カバー内の吸引

飛散防止カバーによりカバー内に留めたダストをALARAベンチにより吸引する。ALARAベンチにはHEPAフィルターが配置されており、ダストはこれにより回収される。

#### • 切粉回収

ワイヤーソーによる切断に伴い発生する切粉はワイヤーソーの進行方向に切粉受を設置して回収する。切粉受には余剰な飛散防止剤を回収するための機能も期待するため、切粉受内に水分吸収シートを配置して余剰な飛散防止剤を回収する。

■ ダスト飛散防止対策と飛散率

- 今回のSGTS配管撤去にあたり、配管の表面線量が非常に高い部位があり、この線量から評価された配管内部の汚染密度も高い値となっている。
- これにより、放射性物質の飛散を可能な限り防止するために、配管切断箇所へ飛散防止剤を散布しながら切断を行うこととした。
- 本作業に伴う放射性物質の放出率は、放出量総計 $6.83 \times 10^6 \text{Bq}$ 及び切断作業合計時間9.4hを基に算出した結果、放出率 $7.26 \times 10^5 \text{Bq/h}$ となった。
- 求められた放出率より敷地境界における放射線量及び空气中放射性物質濃度は、  
敷地境界における放射線量  $2.53 \times 10^{-6} \text{ mSv/年}$   
敷地境界空气中放射性物質濃度  $5.9 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$   
となり、評価上十分低い値であることを確認した。
- また、更なる放射性物質の飛散を抑制するため、配管切断箇所を覆う「飛散防止カバーの取付」、更にカバー内を局所排風機（ALARAベンチ）で吸引、切断に伴い発生する切粉も回収を行う。



〈参考〉 構外モックアップ施設

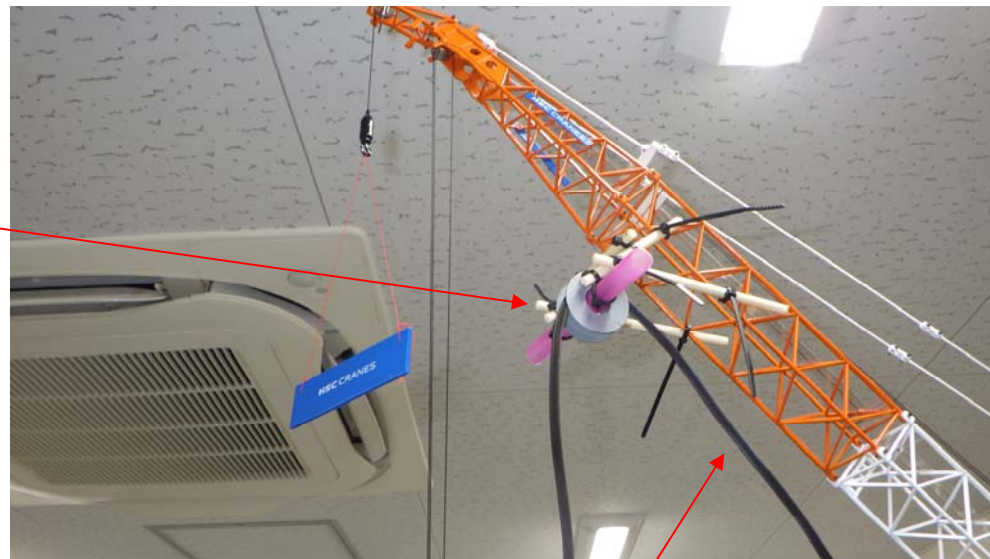




# 〈参考〉クローラクレーン精密模型



クローラクレーン精密模型



## 参考資料

(第23回「東京電力福島第一原子力発電所  
における事故の分析に係る検討会」資料抜粋)  
【2021年10月19日開催】

## 1. 1 / 2号SGTS配管撤去に関連した事故調査項目

### (1)放射線量率測定（2020年5月～2021年5月 実施済）

- 2020年5月にクレーン接近可能範囲（代表ポイント）の配管上0.1m及び1m上の線量測定を実施。
- クレーンにて接近不可能であった未測定部位（1号機側配管の一部）に対して、今回接近可能となったことから線量測定を実施。
- サポート間隔に合わせて配管を切断する計画のため、事前に切断箇所での線量情報を取得。（実施期間：2021年5月12日～2021年5月24日）

### (2)ガンマカメラ測定（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）

- 細断場所(4号カバー建屋1階)にて、キャスク収納前にγカメラによる測定を実施。
- γカメラ測定では、汚染状態をマッピングする。

### (3)配管内部確認及びスミア採取（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）

- γカメラで高汚染が確認された部分で且つ、発泡ウレタン材が注入されていない部位の内部確認（映像取得）及びスミア採取を行う。なお、スミアろ紙は配管とは別に保管する。

### (4)配管サンプル採取（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）

- γカメラで高汚染が確認された部分で且つ、発泡ウレタン材が注入されていない部位のサンプルを採取（幅数cmの輪切り状）し、撤去配管とは別に保管する。

### (5)スミア／配管サンプル分析（現在検討中）

- スミア分析及び配管サンプル分析については、1F構内に設置中のJAEA第一棟又は東海・大洗研究所での分析を検討中。

## 2. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査 (1/3)

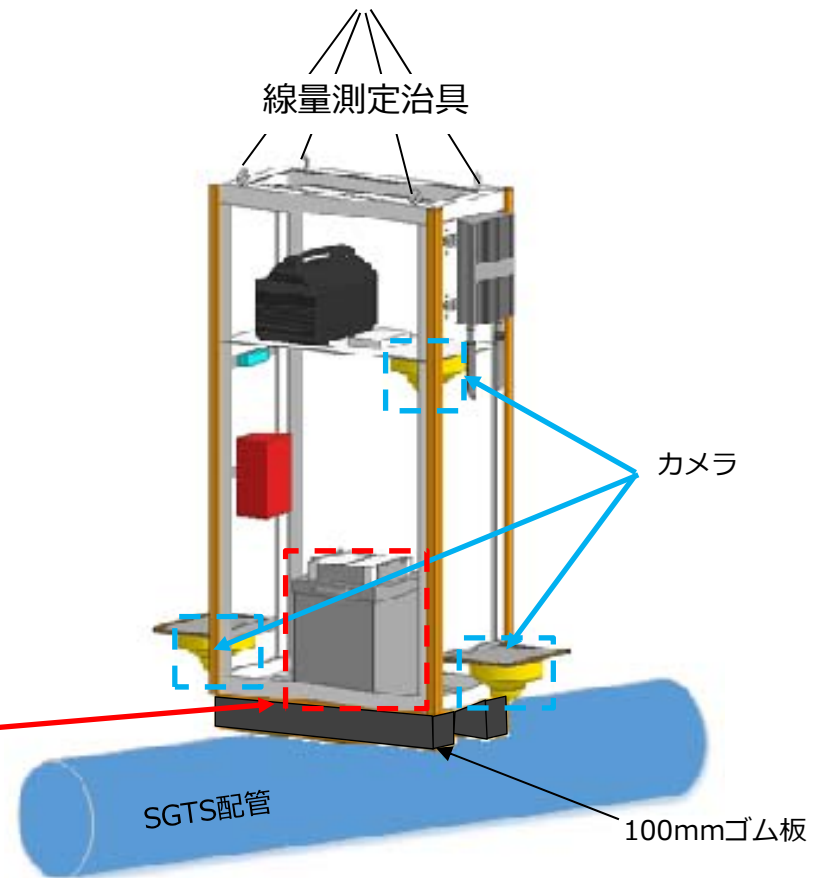
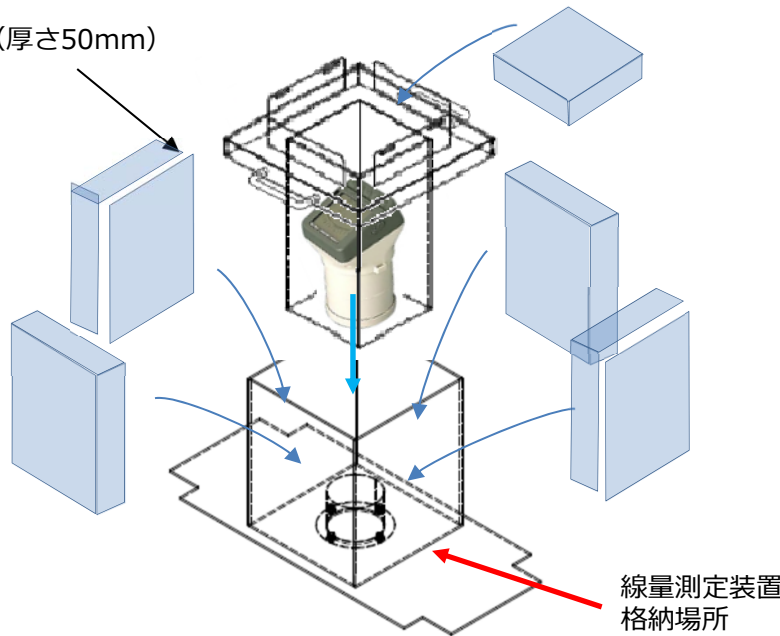
### ○ 実施内容

散乱線の影響低減を図るため、厚さ50mmの鉛でコリメートした線量計を線量測定治具に装着し、750tクローラクレーンにて吊上げSGTS配管直上0.1m及び1m高さの線量調査を実施。合わせて、線量測定治具内に固定したカメラで配管外面確認を実施。

### ○ 実施日

2020年5月14日（木）、5月15日（金）

鉛（厚さ50mm）



SGTS配管外面線量測定イメージ図

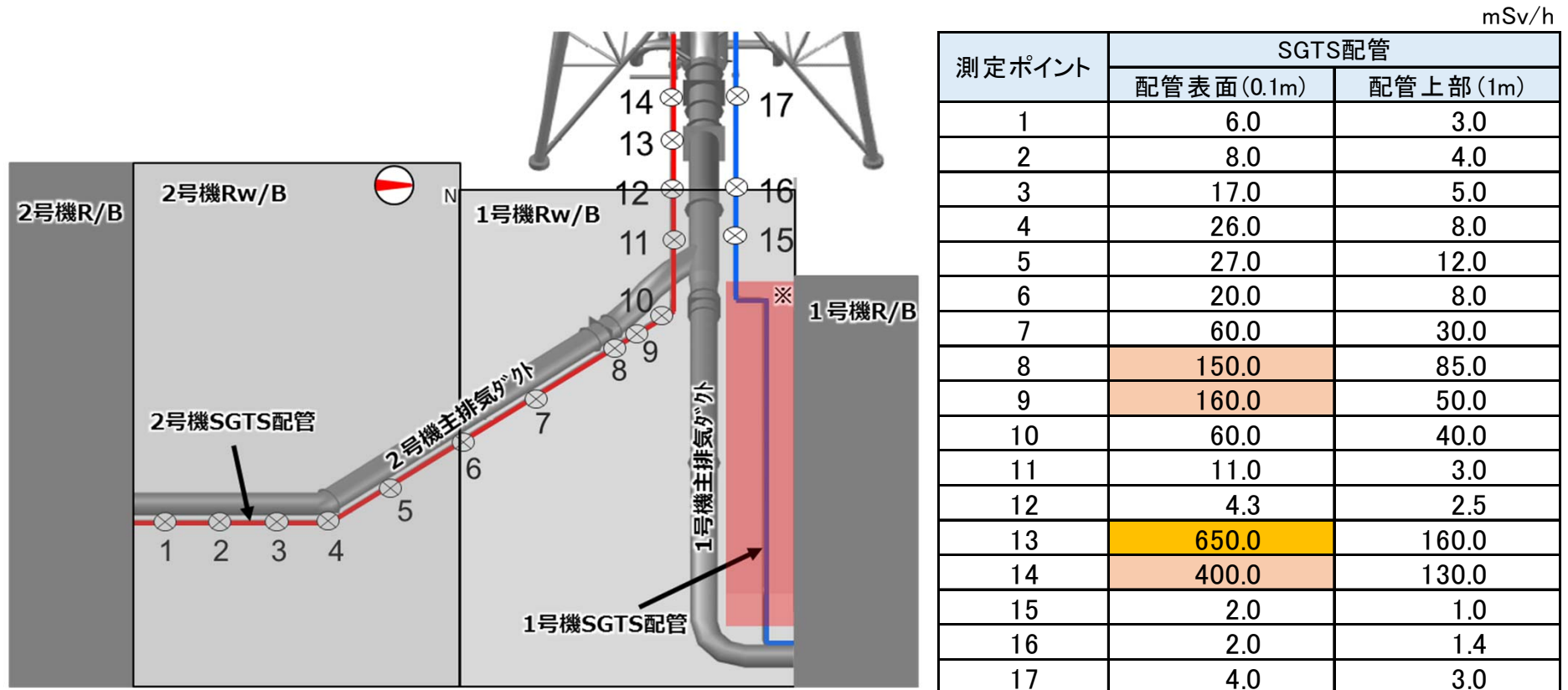
線量計仕様		
品名	電離箱式サーベイメーター(ICW)	電離箱式サーベイメーター(デジタル表示)(ICS)
測定範囲	0.001~1000mSv/h	0.001~300mSv/h



## 2. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査(2/3)

### (1) SGTS配管近傍線量調査結果

- ・ 1号及び2号Rw/B上部のSGTS配管近傍の放射線量を概ね3~5m間隔で測定を実施。
- ・ 測定ポイントのうち比較的高い放射線量はNo.8、No.9、No.13、No.14にみられ、最も高い値は、No.13の2号機SGTS配管表面から高さ0.1mの位置で約650mSv/hであった。



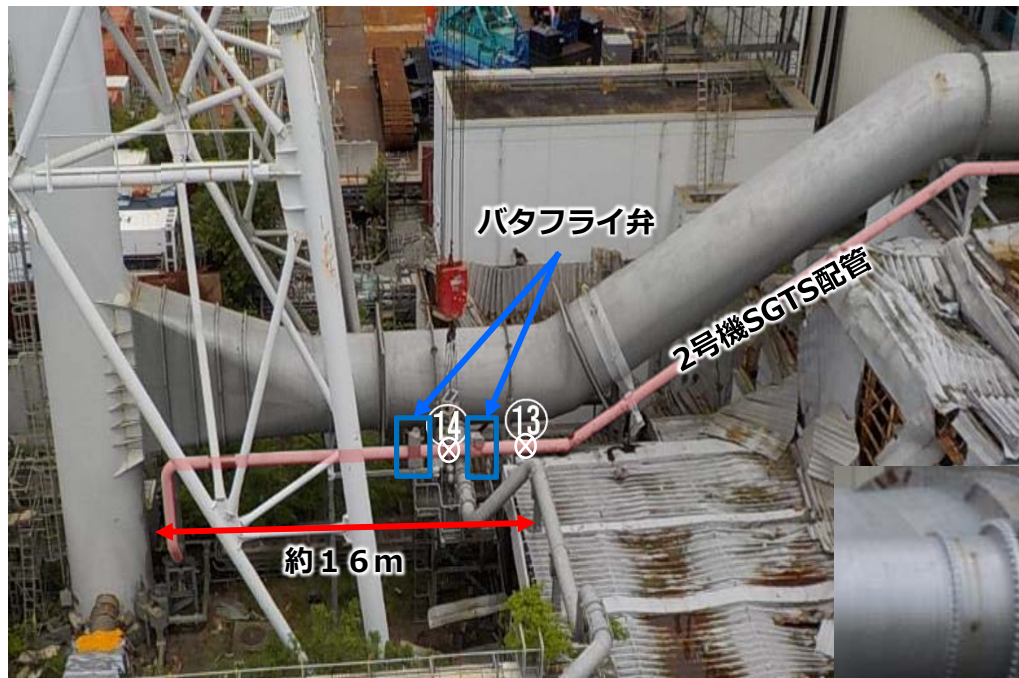
※ 1号機原子炉建屋カバー架構下部のため、クレーンによる線量測定不可

※ 排気筒下部最大線量: 4350mSv/h

## 2. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査(3/3)

### (2) 高線量箇所について

- ・ 高い放射線量が確認されたNo.13(650mSv/h)及びNo.14(400mSv/h)付近にはバタフライ弁が設置されているため、放射性物質が止まりやすい環境も考えられる。
- ・ 一方、No.8/9(⑧150mSv/h、⑨160mSv/h) に関しては水平配管部分であった。



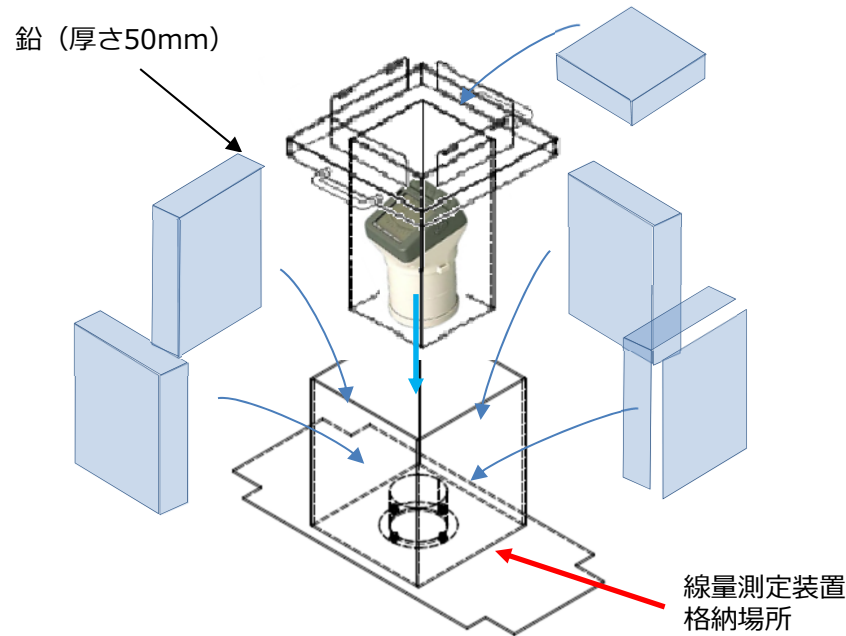
### 3. 配管切断箇所の放射線量率測定（測定概要）

#### ○ 測定方法

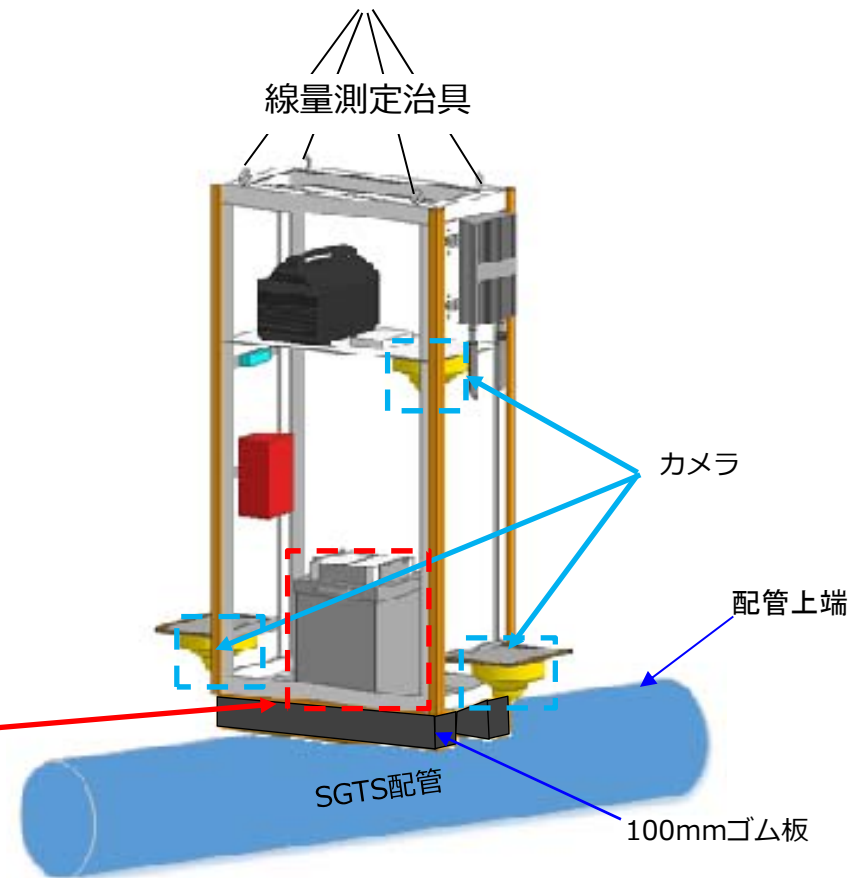
散乱線の影響低減を図るため、厚さ50mmの鉛でコリメートした線量計を線量測定治具内に装着し、クローラクレーンにて吊上げSGTS配管直上0.1m及び1m高さの線量測定を実施。  
合わせて、線量測定治具内に固定したカメラで配管外面確認を実施。

#### ○ 実施日

2021年5月12日～2021年5月24日



線量計仕様	
品名	電離箱式サーベイメーター (デジタル表示) (ICS)
測定範囲	0.001～300mSv/h



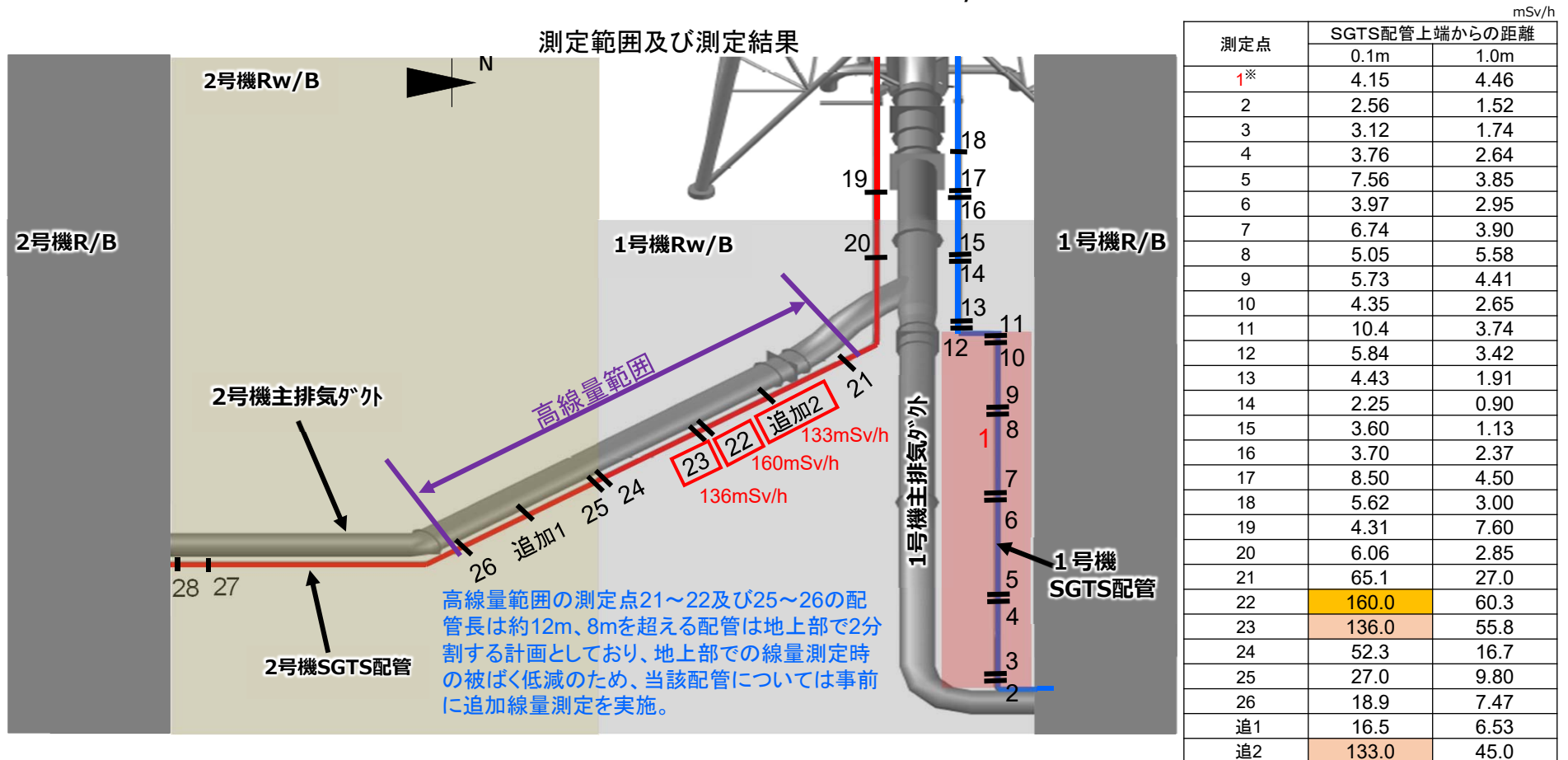
SGTS配管外面線量測定イメージ図



### 3. 配管切断箇所放射線量率測定（測定結果）

#### (1) SGTS配管線量測定結果

- ・ 下記に示す通り、配管線量率は2号機側が高く1号機側は低い結果となった。（昨年と同傾向）
- ・ これらは、ベント流速が速かった1号機配管より2号機は原子炉建屋内のSGTS系機器（フィルタ、ラプチャーディスク等）が抵抗となり流速が抑えられ滞留したものと推測している。
- ・ なお、2号機配管で高線量が確認された範囲（測定点21～26）の配管位置関係は、屋外配管のハイポイント（測定点20）より約1.2m低く、2号機R/Bからは水平位置となっている。



※左記赤枠内上部3.0mにおいて最も高線量箇所を測定

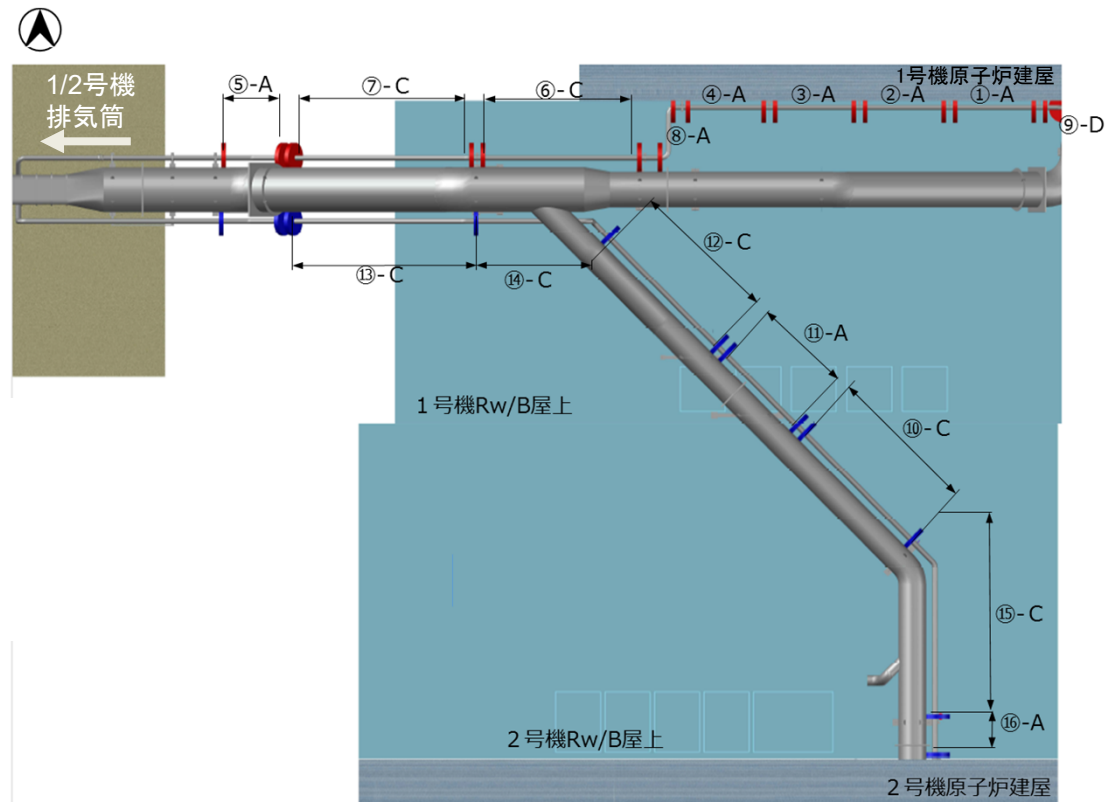


### 3. 配管切断箇所での放射線量率測定（汚染量評価）

#### (2) SGTS配管内の汚染評価結果

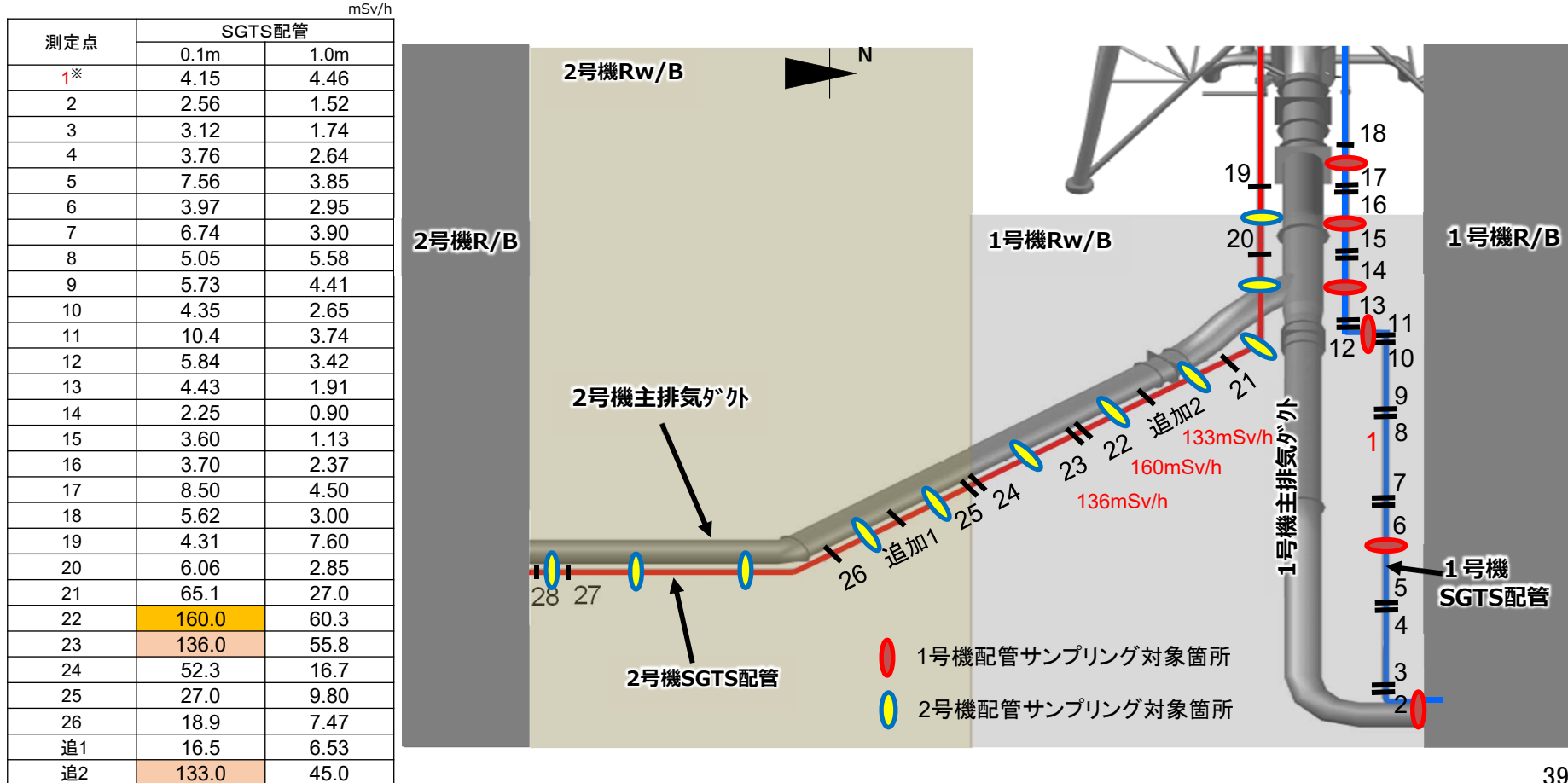
- 測定した放射線量率から汚染密度を算出し、切断後の配管ごとに汚染量の算出を実施した。
- 1号機側の汚染量は10～11乗オーダー、2号機側は11～12乗オーダーで、第82回監視・評価検討会で示された汚染量評価値と同等な結果となった。

切断予定範囲	汚染密度 (Bq/cm <sup>2</sup> )	汚染量 (Bq)
①-A	8.16E+05	4.14E+10
②-A	1.64E+06	8.56E+10
③-A	1.46E+06	7.42E+10
④-A	1.24E+06	5.67E+10
⑤-A	1.84E+06	7.11E+10
⑥-C	9.61E+05	9.70E+10
⑦-C	7.84E+05	1.03E+11
⑧-A	2.26E+06	1.04E+11
⑨-D	5.55E+05	3.32E+10
⑩-C	7.58E+06	9.04E+11
⑪-A	3.82E+07	2.42E+12
⑫-C	4.49E+07	5.90E+12
⑬-C	1.70E+06	2.23E+11
⑭-C	1.83E+07	1.84E+12
⑮-C～⑯-A	5.31E+06	8.43E+11



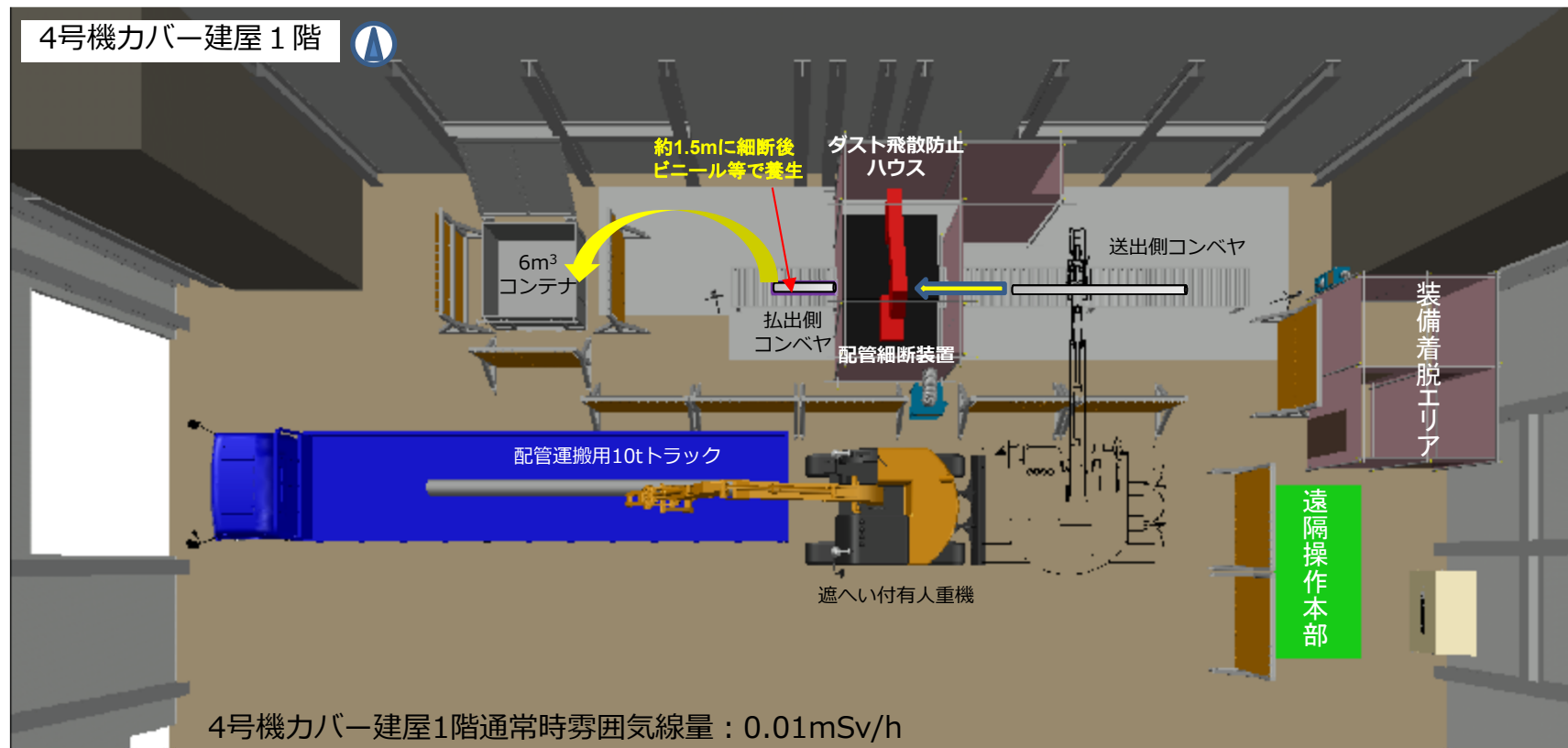
## 4. 配管調査（スミア及びサンプル採取箇所）

- ◆ 汚染評価及び配管敷設状況（高低差）等から代表配管（採取箇所）を抽出。
- 1号機については、建屋～No.2（縦配管），No.3～10（1号機R/B南壁近傍水平配管）のうちNo5～6間，No.11～12（90°横エルボ配管），No.13～14（屋外配管のハイポイント），No.15～16（30°斜配管）及びNo.17～18（水平配管）の計6箇所。
- 2号機については、先行撤去範囲のNo.19～20（30°斜配管），No.20～21（屋外配管ハイポイント及び90°縦エルボ）の2箇所及びNo.21～No.26（高汚染水平配管）間の5箇所の計8箇所。
- No.26～No.28間は、2号機側へクレーン移動後、水平エルボ直近部分1箇所及び水平配管代表2箇所の計3箇所。
- 上記対象箇所は、発泡ウレタン非充填範囲の高汚染部位を代表とし採取する。



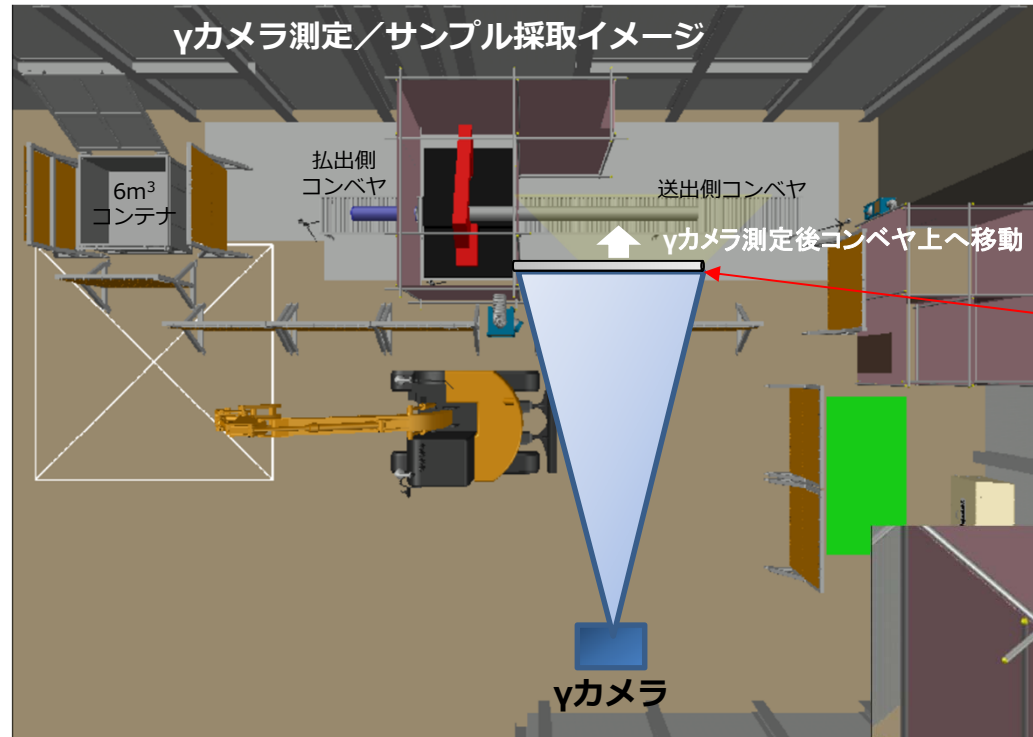
※赤枠内上部3.0m付近において最も高線量箇所

## 4. 配管調査（撤去配管細断エリア配置図）

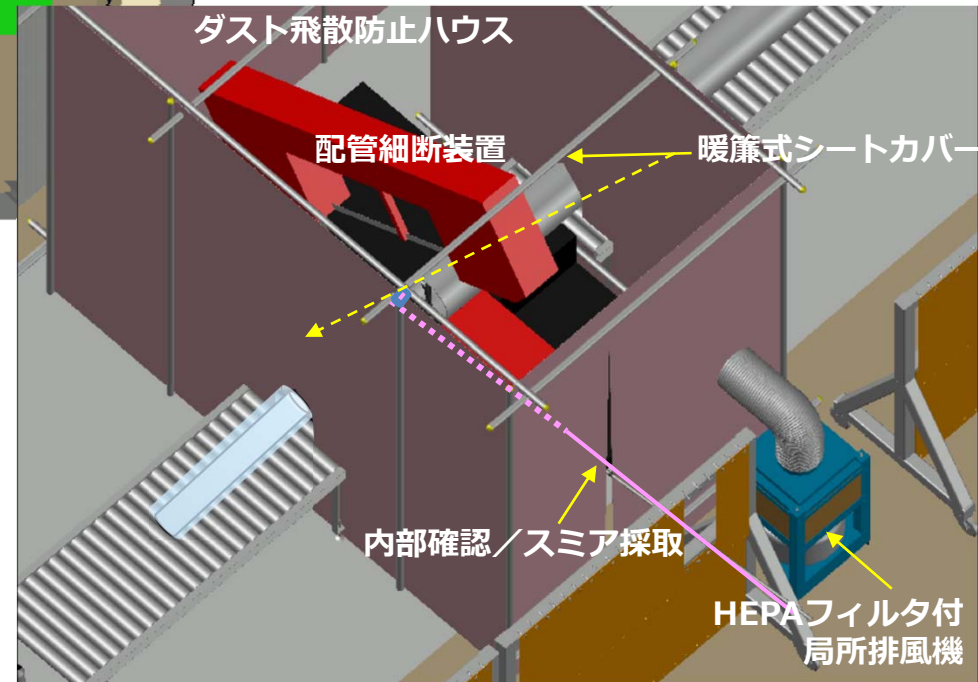


- 撤去した配管は、4号機カバ―建屋1階に設置したハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
- ハウス内はHEPAフィルタ付の局所排風機を運転して、ハウス外への放射性ダストの拡散を防止する。また、ハウス近傍で仮設のダストモニタによる監視を行う。
- 配管の細断は、ダスト飛散防止ハウス内で遠隔の配管細断装置にて行う。（遠隔操作本部から操作）
- 配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は、しゃへい付有人重機にて行う。
- 細断された配管はビニール等で養生した後、6m<sup>3</sup>コンテナに収納する。
- 配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

#### 4. 配管調査 (γカメラ測定, 内部確認, スミア/サンプル採取概要)



細断前の配管長さ  
最長：約7m, 最短：約2.5m



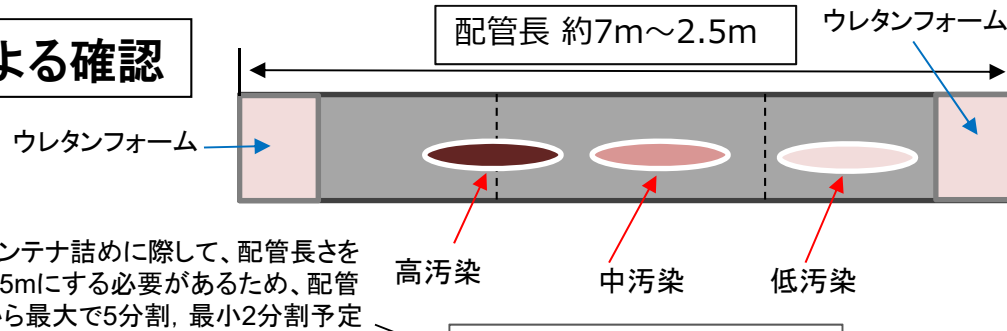
- γカメラの測定は、送出側コンベヤ手前に一度仮置きし測定する。
- 内部確認及びスミア採取は、配管サンプル採取に先立ち高汚染部位を衝立遮へい越しに、ダスト飛散防止ハウス側面から実施する。
- 配管サンプル採取は、高汚染部位を細断装置にて必要幅に輪切りして、収納箱に入れて保管する。
- スミア採取位置は配管内面の上面 (0°方向)、下面 (180°方向)、側面 (90°もしくは270°方向) とする。



# 4. 配管調査 (γカメラ, 内部確認, スミア/サンプル採取の流れ)

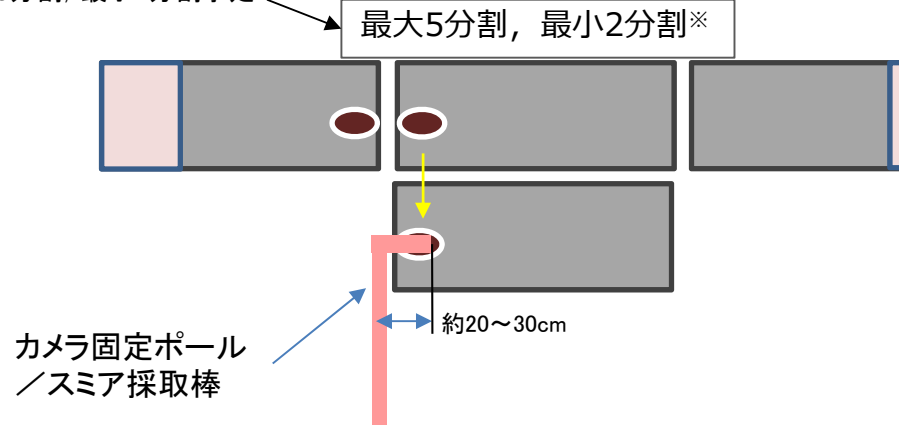


## γカメラによる確認



配管内面から見たウレタンフォーム

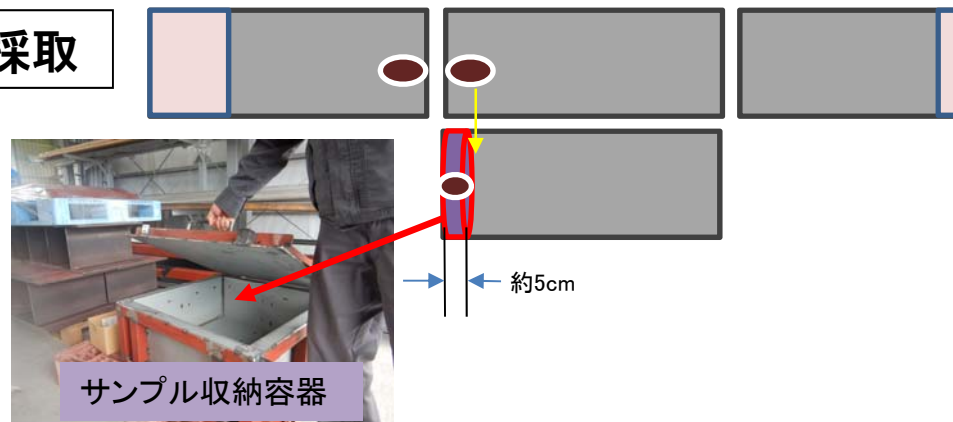
## 配管内部確認 ・スミア採取



スミア採取棒  
(長さ 約2~3m)

スミア採取モックアップ

## 配管サンプル採取



サンプル切出しモックアップ