

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野	炉内中長期実行プラン2024 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
					31	1	7	14	21	28	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	
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	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業																		建屋内環境改善 ・2階降量低減の準備作業'20/7/20~'23/7/21 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(C)入口配管内包水サンプリング'23/2/22 ・RCW熱交換器(C)内包水サンプリング'23/6/21~'23/7/6		
			2号	(実績)なし (予定) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業																			建屋内環境改善 ・R/B大物搬入口2階遊へい設置'21/11/29~'22/1/10 ・1階西側通路MCC撤去'22/1/11~'22/2/25 ・2階北側エリア除染'23/4/10~'23/10/13 ・原子炉系計装配管の降量低減'23/8/30~'23/9/26	
			3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続) ○圧力抑制室内滞留ガスパージ	検討・設計 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'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 圧力抑制室内滞留ガスパージ'23/10/25~	
	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	(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 ・原子炉冷却材浄化系逆止弁開放(モックアップ)'22/11/1~'23/7/4 '23/7/18~'23/10/31 ・圧力抑制室内部確認、圧力抑制室内包水サンプリング'23/11/15~'23/11/17 ・PCV(S/C)水位計設置'23/12/5~'24/1/18 ・常設監視計器取替'23/12/8~'24/2/1		
			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) ○圧力抑制室内包水の水質改善(継続) (予定) ○原子炉格納容器水位低下(継続) ○圧力抑制室内包水の水質改善(継続)	現場作業																			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 (継続実施) ・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質改善開始'22/10/3~ ・PCV(S/C)水位計設置'24/2/21~'24/4/24	
	燃料デブリの取り出し	燃料デブリの取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	検討・設計																		(継続実施) (継続実施) (継続実施) (継続実施) (継続実施)		
			1号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続)	現場作業																		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内部気中調査 ・ヘテスタル外側'24/2/28 ・ヘテスタル内側'24/3/14 ○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(ウレタン注入)'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(残り分配管①~⑧)'23/4/18~'23/7/14 ・1/2号機SGTS配管切断(残り分配管⑨)については実施時期調整中。		
			2号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	検討・設計 現場作業																		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内部調査装置投入に向けた作業 (継続実施)		

最新工程反映

(継続実施)

(継続実施)

(継続実施)

(継続実施)

(継続実施)

時期調整中

時期調整中

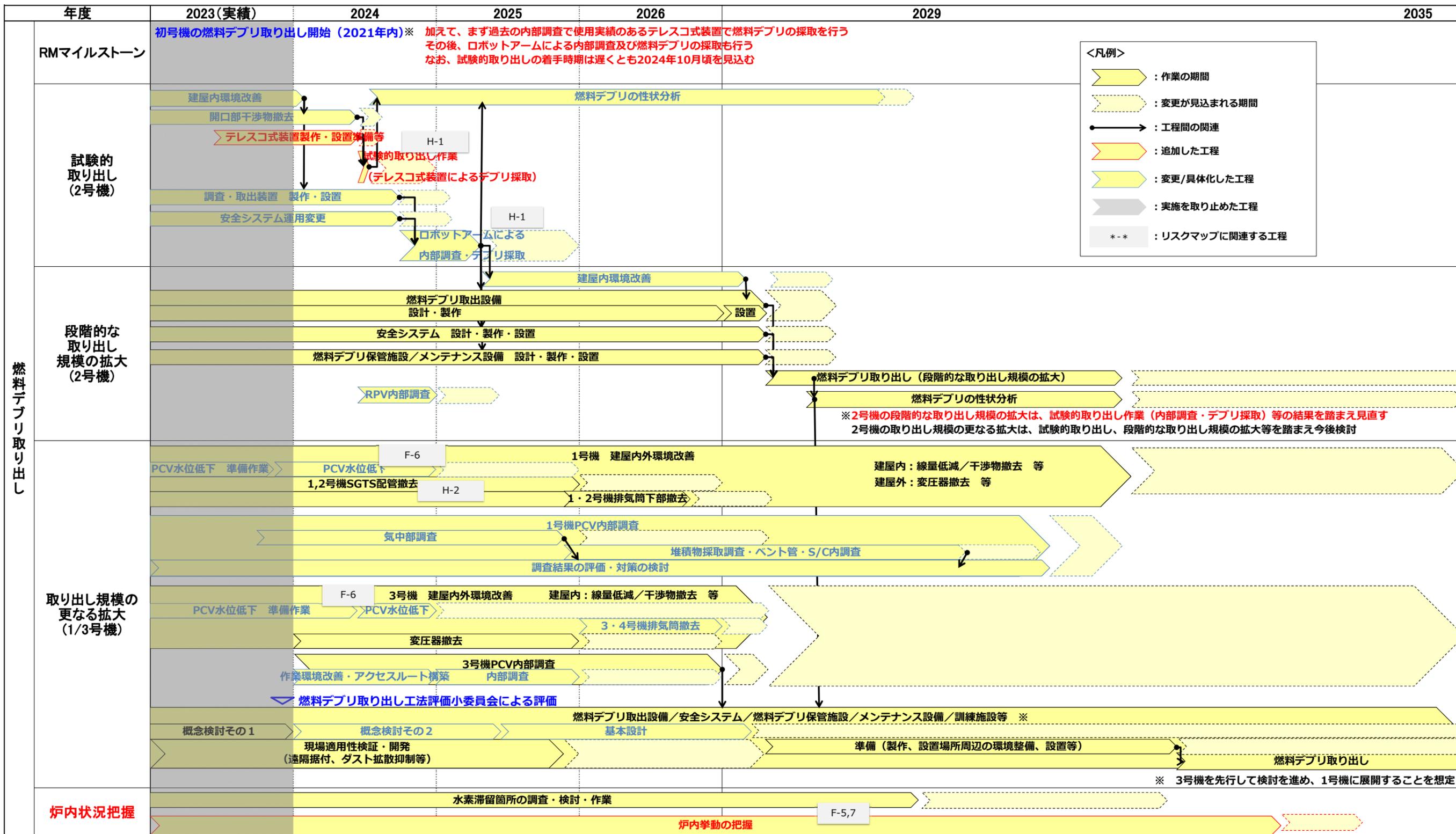
燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	実施計画	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	
				31	7	14	21	28	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
廃炉中長期実行プラン2024 目標工程	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)	現場作業																									
			(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)																										
●燃料デブリの処理・処分方法の決定に向けた取り組み	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)	検討・設計	事故関連factデータベースの更新																								(継続実施)
			(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)		炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新																								(継続実施)
			(実績) ○2号機燃料取扱機操作室調査の実施 ○2号機原子炉建屋内調査(地下階三角コーナの状況確認)	現場作業	最新工程反映 3号機原子炉建屋内調査																								
(予定) ○3号機原子炉建屋内調査の実施																													○原子炉建屋内調査(地下階三角コーナの状況確認) 22/12/2~23/1/11(片付け含む) ○3号機原子炉建屋内調査 24/5月上旬~24/6月上旬
●燃料デブリの処理・処分方法の決定に向けた取り組み	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)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリの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																								(継続実施)
			(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)																										
●段階的な取り出し規模の拡大(2号機)	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	(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)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた技術の開発の一部として実施 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発																								(継続実施)
			(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)		臨界防止技術の開発																								(継続実施)
●段階的な取り出し規模の拡大(2号機)	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	(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(完了)	検討・設計	【研究開発】粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応 (粉状及びスラリー・スラッジの分析等)																								(継続実施)
			(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)																										

凡例

-  : 検討業務・設計業務・準備作業
-  : 現場作業予定
-  : 機器の運転継続のみで、現場作業(工事)がない場合
-  : 記載以降も作業や検討が継続する場合は、端を矢印で記載
-  : 工程調整中のもの

廃炉中長期実行プラン2024



注: 今後の検討に応じて、記載内容には変更があり得る

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

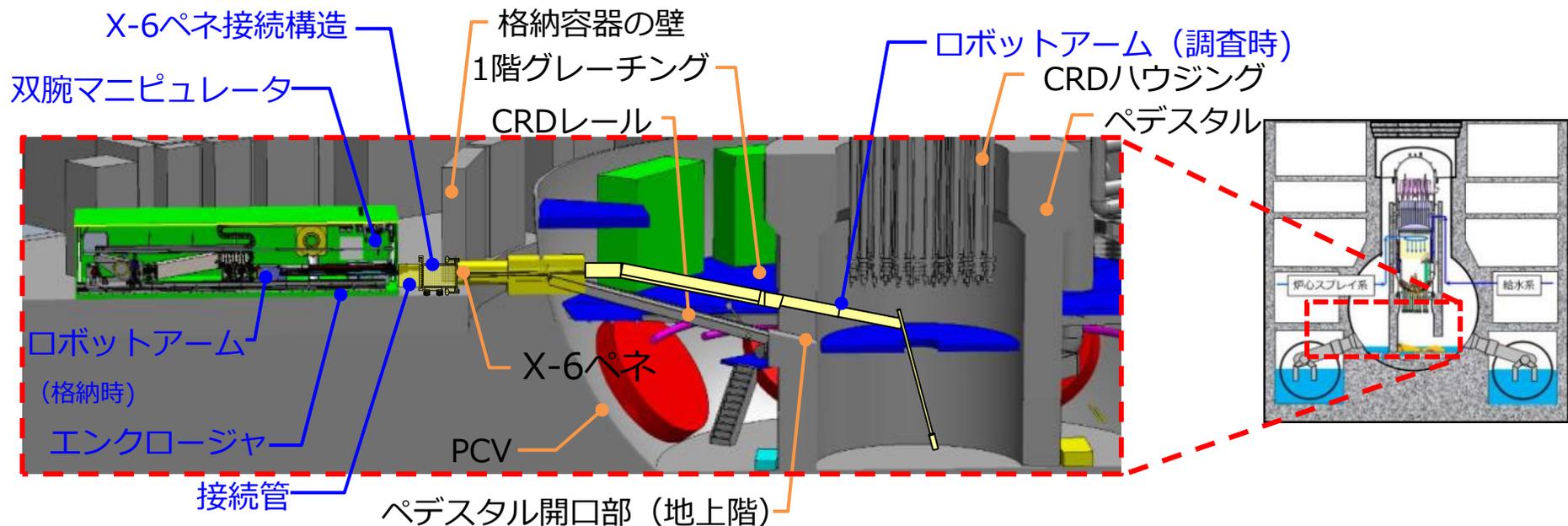
2024年4月25日

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
 - テレスコピ式装置、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

2-1. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況

性能確認試験項目

- ・ 檜葉モックアップ施設を用いて、現場を模擬したモックアップ試験を実施中
- ・ 現在、エンクロージャ内へアームの組み込み後のワンスルー試験、センサ/ツール外部ケーブルのアームへの取付を実施中。現地ではアームによる狭隘部へのアクセスを繰り返すため、ワンスルー試験以降も現場適用に向けた位置精度やハード/ソフトの連係等の向上の観点で、引き続き、接触リスクの低減を図るべく制御プログラムを最適化していく
- ・ また、ロボットアームの試験に加えて、実作業を模擬した手順、オペレータの操作性、装置の信頼性を踏まえて、実際の現場適用性について確認し開発を進めていく

性能確認試験項目

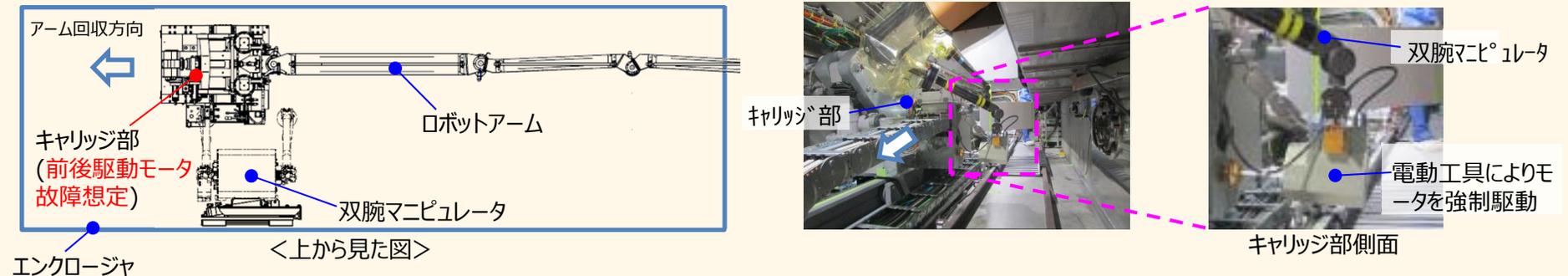
今回報告

試験分類	試験項目	檜葉
ロボットアーム関連	X-6ペネの通過性	完了
	AWJによるX-6ペネ出口の障害物の撤去	完了（作業効率化検討中）
	各種動作確認（たわみ測定等）	完了
	PCV内部へのアクセス性 ・ペDESTAL上部へのアクセス ・ペDESTAL下部へのアクセス	完了
	PCV内部障害物の撤去 ・X-6ペネ通過後のPCV内障害物の切断	完了（作業効率化検討中）
双腕マニピュレータ関連	センサ・ツールとアームの接続	完了
	外部ケーブルのアームへの取付/取外し	完了
	センサ・ツールの搬入出	完了
	アーム固定治具の取外し	完了
	アームカメラ/照明の交換	完了
	エンクロージャのカメラの位置変更	完了
	アームの強制引き抜き	完了
	センサ/外部ケーブルのアームへの取付、ツール/外部ケーブルのアームへの取付	実施中
ワンスルー試験 (アーム+双腕マニピュレータ)	アクセスルート構築（AWJツール搭載し、障害物撤去）	今後実施
	ペDESTAL上部調査（センサ、ワンド搭載）	
	ペDESTAL下部調査（センサ、ワンド搭載）	

2-2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 アームの強制引き抜き

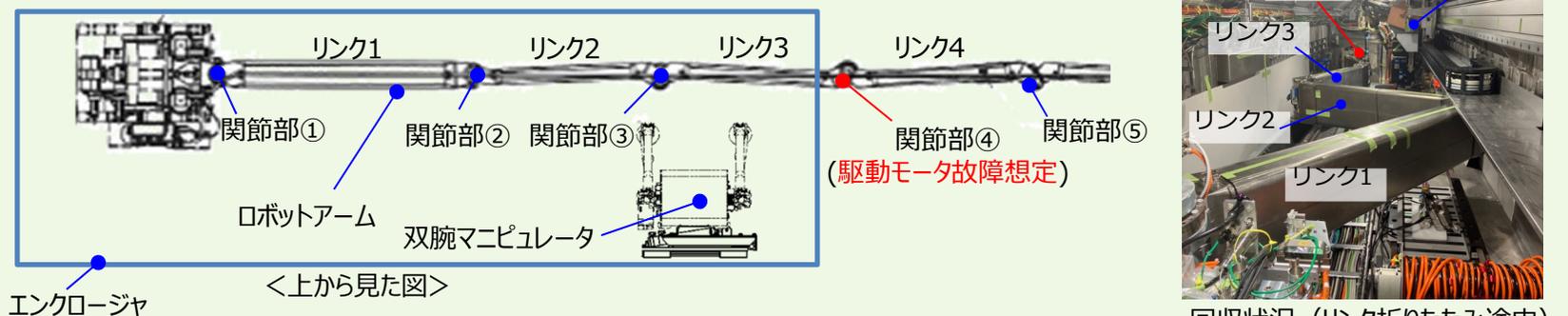
- 内部調査中のアームの駆動部(モータ)の故障を想定し、アームの強制引き抜き(非常時回収)試験を実施

キャリッジ部(前後駆動モータ)故障を想定した非常時回収試験



- 双腕マニピュレータにより電動工具を使用して故障モータを強制駆動し、キャリッジ部を後退させてアームを回収
- インクロージャ内へのアーム回収が可能な見込みが得られたことを確認

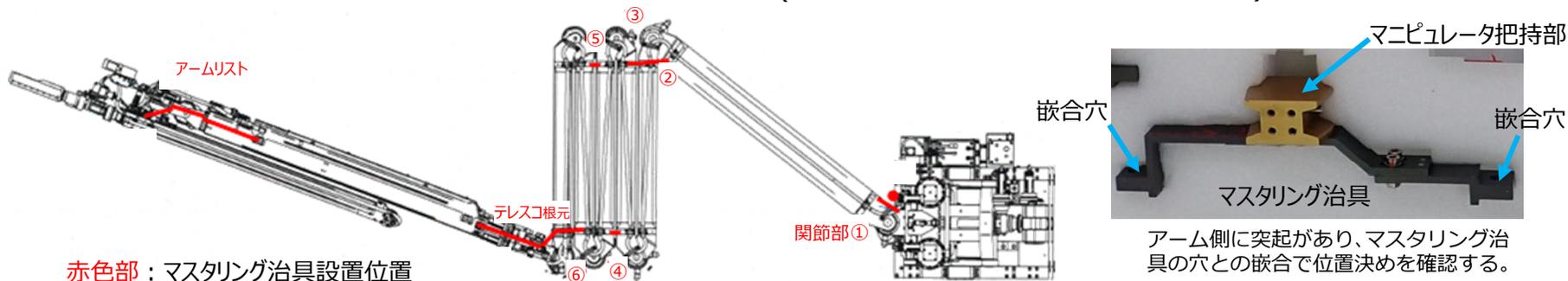
リンク部(関節部④軸駆動モータ)故障を想定した非常時回収試験



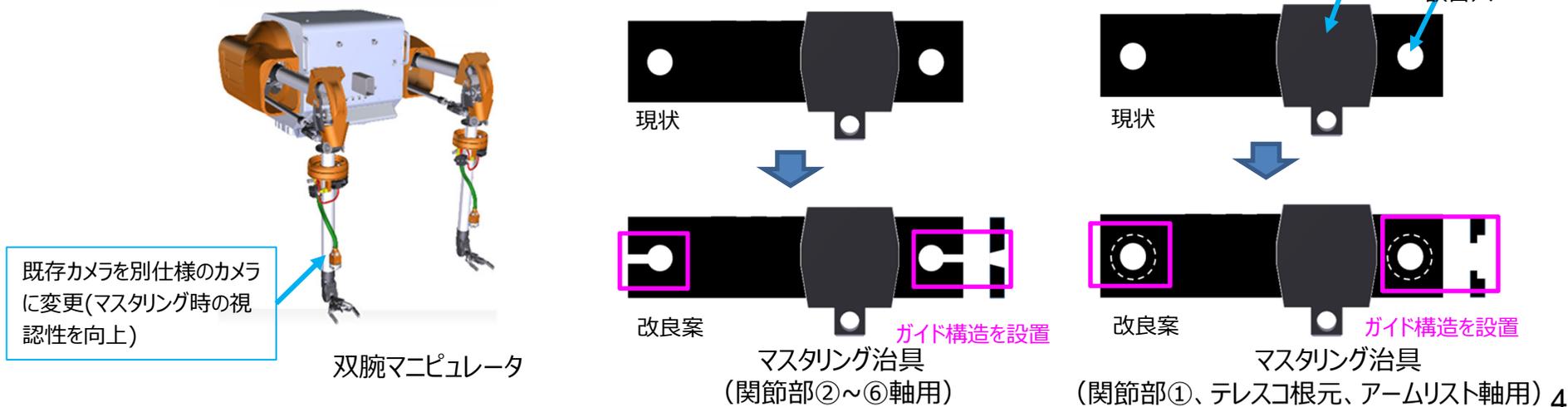
- 関節部④のクラッチを遠隔操作で解除し、関節部④以外の健全な軸の遠隔操作及び双腕マニピュレータによるリンク部の引き込み(折りたたみ)により、インクロージャ内へのアーム回収が可能な見込みが得られたことを確認

2-3. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 アームのマスタリング治具の改良

- 現地作業時に、アームの位置ズレ(ソフトウェア上の値と実際のアーム位置のズレ)有無の確認やアームの位置の微修正作業(マスタリング作業)を計画している。マスタリング作業は、双腕マニピュレータによりマスタリング治具をアームの所定の位置に取り付け、アーム収納状態を確認する作業である。(ズレがある場合は正規の位置に修正)



- アームをエンクロージャに組込後、双腕マニピュレータによるマスタリング作業性の検証試験を実施し、視認性の改善と治具の改良が必要であることが判明。
 - 視認性改善：双腕マニピュレータの腕のカメラを変更し、視認性を改善
 - 治具改良：マスタリング治具が嵌り易くするために嵌合穴の形状をガイド構造に見直し



3. テレスコ式試験的取り出し装置のモックアップ状況（1 / 2）

- 2号機試験的取り出しに向けて、現在工場にてモックアップによる機能検証中。



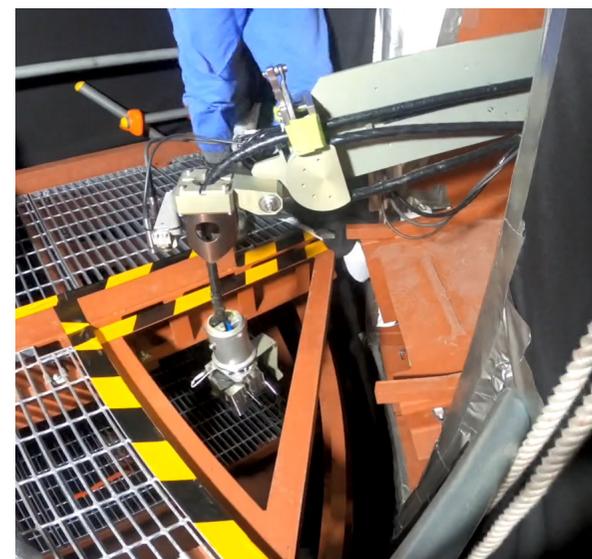
テレスコ式試験的取り出し装置（装置を上方から撮影）



ガイドパイプの挿入



ペDESTラル開口部への
装置挿入



グレーチング開口部からの
先端治具吊り下ろし

3. テレスコ式試験的取り出し装置のモックアップ状況 (2 / 2)

- 重量・寸法を模擬したエンクロージャを用い、工場にて据付手順検証中。



②：西側通路の通過

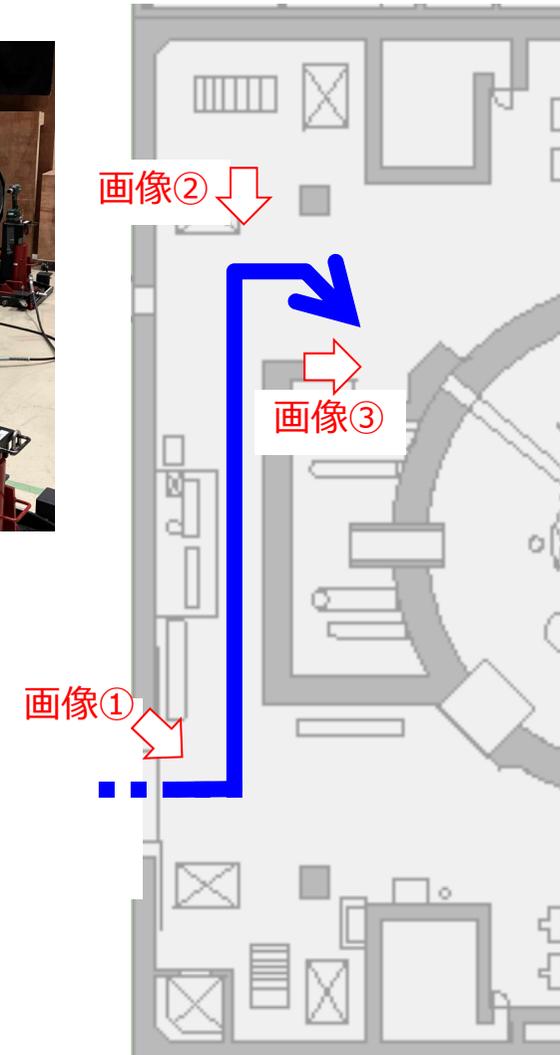


③：接続管との接続



①：南西エリアでの旋回

→：搬入ルート



4 - 1. 現場作業の進捗状況

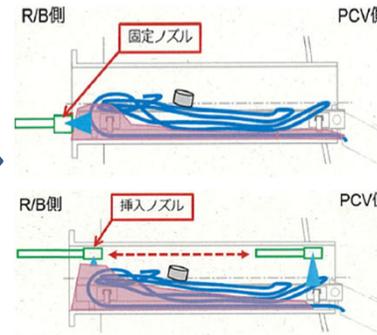
- X-6ペネ内堆積物除去作業は、PCVバウンダリとなる隔離部屋の中に堆積物除去装置を設置し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう安全かつ慎重に作業を進める
- これまでの作業と同様に、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中はダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する



堆積物除去装置
(低圧水) 設置



スプレー治具設置
※X-53ペネに接続



堆積物除去 (低圧水)

※遠隔作業
ドーザツールによる堆積物の押し込み、
低圧水の噴射による堆積物の除去

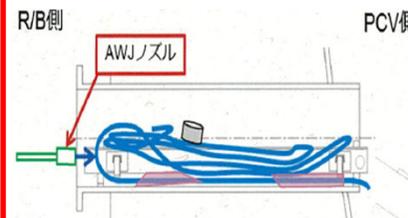


堆積物除去装置
(低圧水) 撤去

赤枠内：現在の状況
X-6ペネ内堆積物除去作業 (高圧水・AWJ) 実施中



堆積物除去装置
(高圧水、AWJ) 設置



堆積物除去装置
(高圧水、AWJ)

※遠隔作業
ドーザツールによる堆積物の押し込み、
高圧水・AWJの噴射による堆積物の除去



堆積物除去装置
(高圧水、AWJ) 撤去

次工程へ
X-6ペネ接続構造設置

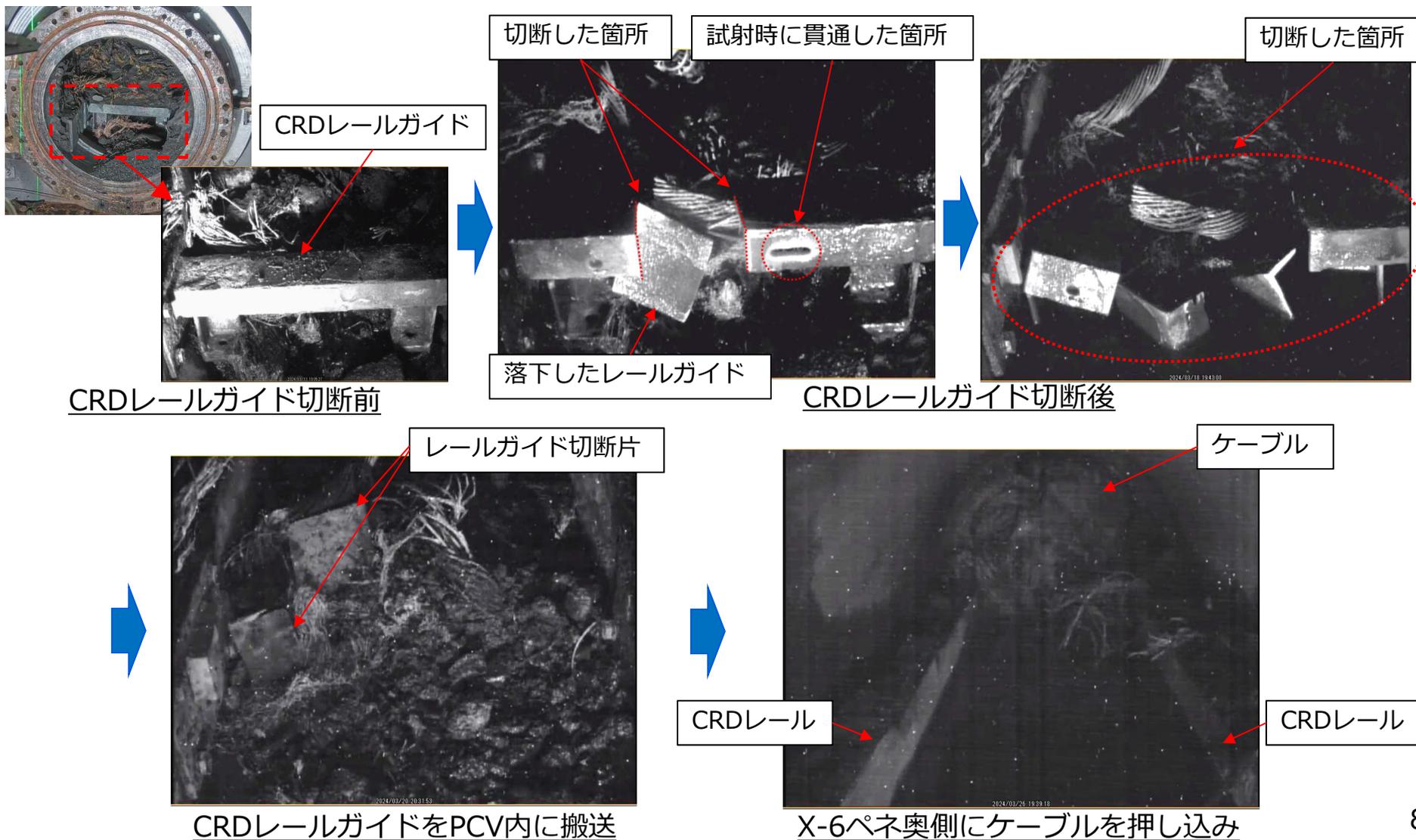
※写真はモックアップ時の状況

参考. 現場作業の進捗状況
(X-6ペネ内堆積物除去 (高圧水・AWJ) : AWJ施工)

2024年3月28日
チーム会合報告

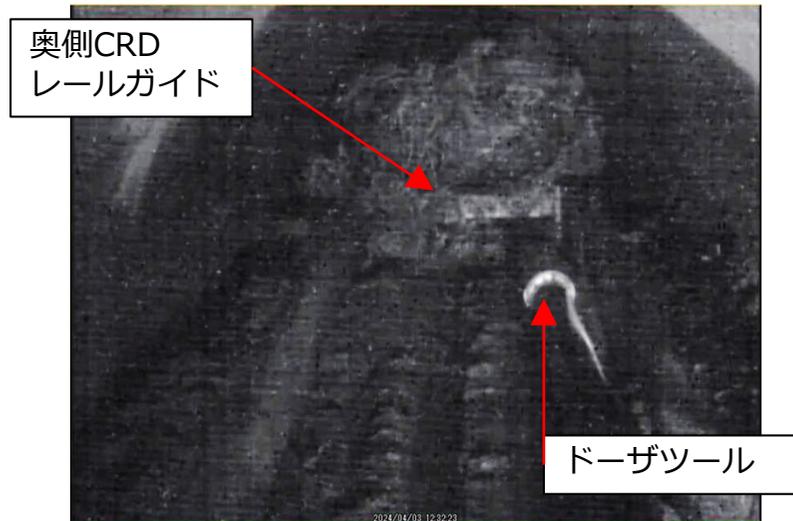


- 3/18よりAWJ施工を開始し、X-6ペネ手前側のCRDレールガイドの除去を実施。3/22よりX-6ペネ奥側へケーブルの押し込み及び押し込んだケーブルのAWJ切断を実施。その後、X-6ペネ奥側のCRDレールガイドの除去を実施。

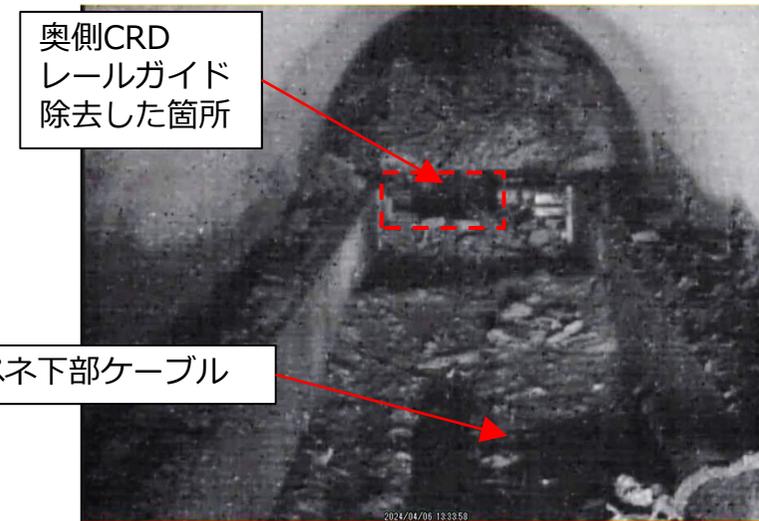


4 - 2. 現場作業の進捗状況 (X-6ペネ内堆積物除去 (高圧水・AWJ) : AWJ施工)

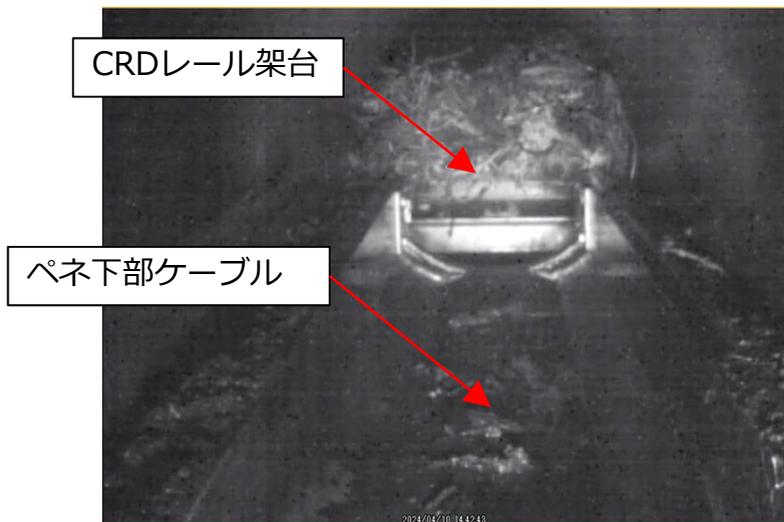
- AWJ施工により、X-6ペネ奥側のCRDレーンガイド及びX-6ペネ外側 (PCV側) のCRDレーン架台固定ピン、ペネ下部ケーブルの除去を実施



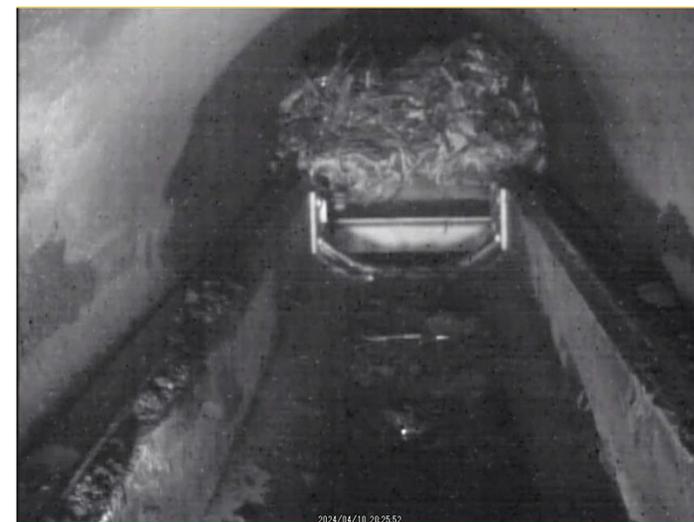
X-6ペネ奥側CRDレーンガイド除去前



X-6ペネ奥側CRDレーンガイド除去中



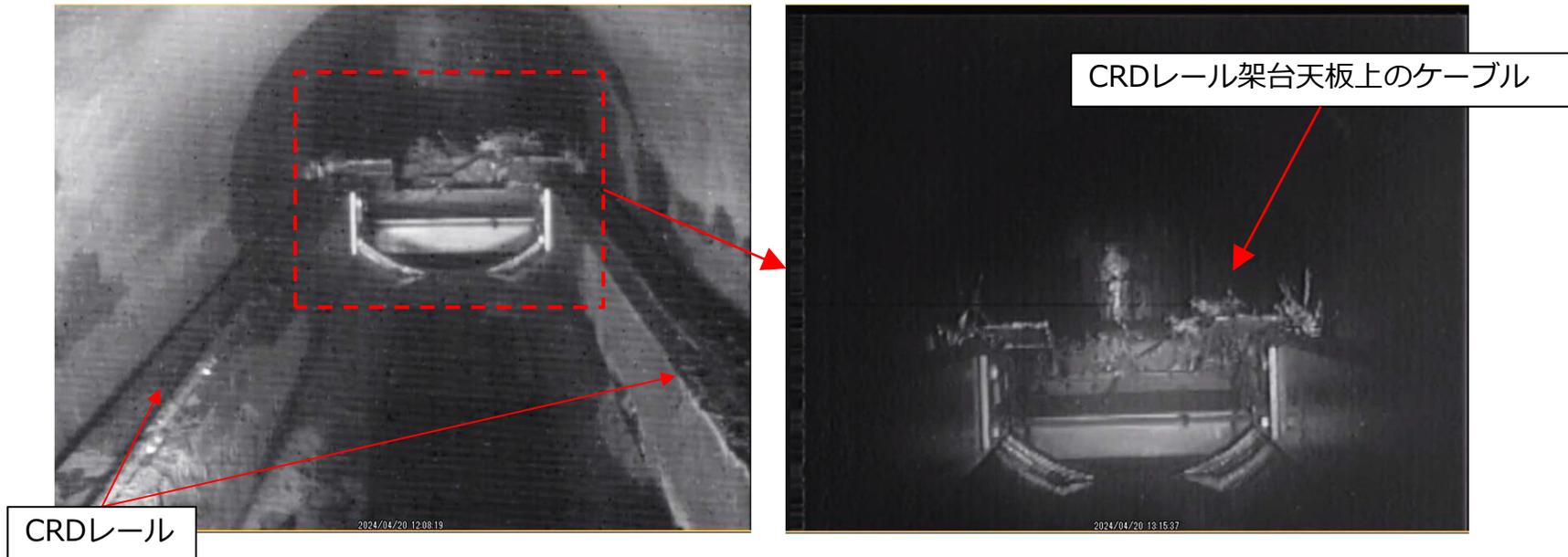
X-6ペネ奥側CRDレーンガイド及びレーン架台固定ピン除去後



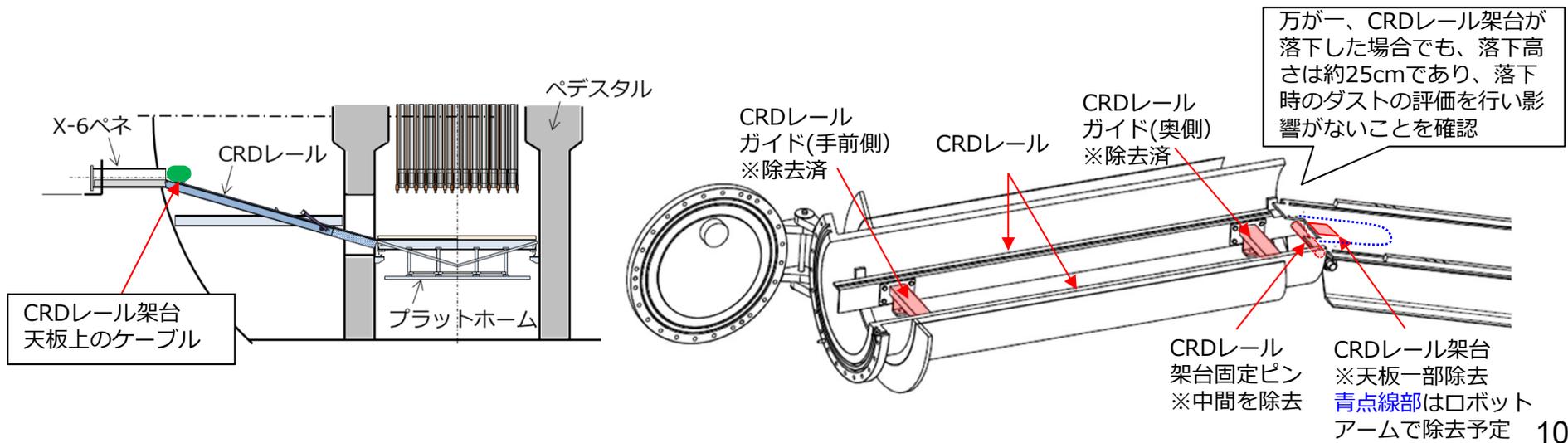
X-6ペネ下部ケーブル除去後

4 - 3. 現場作業の進捗状況 (X-6ペネ内堆積物除去 (高圧水・AWJ) : AWJ施工)

- X-6ペネ外側 (PCV側) のCRDレーン架台天板上のケーブル及び天板の一部について切断・除去を実施中



X-6ペネ外側のCRDレーン架台天板上のケーブル除去



5. 工程

- 現場では、X-6ペネ奥側のCRDレールガイド、ペネ外側（PCV側）のCRDレール架台天板上のケーブル、天板の一部について、AWJ施工による切断作業と高圧水施工による押し流し作業を繰り返し実施。引き続き、高圧水／AWJによる堆積物除去作業を実施しているところ。
- テレスコ式装置及びロボットアームのPCVへのアクセス（X-6ペネ内の通過）に影響がないことを確認後、堆積物除去装置の取り外しを行い、X-6ペネ接続構造及び接続管の設置を実施予定。
- 試験的取り出しの着手時期としては、遅くとも2024年10月頃を見込む。
- 今後も堆積物除去作業、試験的取り出し作業について、安全確保を最優先に着実に作業を進めていく。

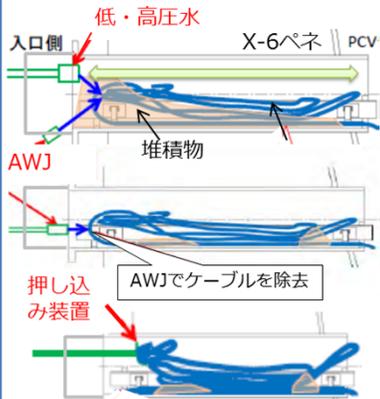
	2023年度	2024年度				2025年度
	第4Q	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q	
堆積物除去作業		┌──┐ └──┘				
テレスコ式装置製作・設置準備等			┌───┐ └───┘			
試験的取り出し作業 (テレスコ式装置によるデブリ採取)				┌──┐ └──┘		
ロボットアーム装置試験、 試験結果に応じた必要な追加開発		┌───┐ └───┘	┌───┐ └───┘	┌──┐ └──┘		
ロボットアーム設置準備等・ ロボットアームによるアクセスルート構築				┌───┐ └───┘	┌───┐ └───┘	
ロボットアームによる内部調査・デブリ採取						┌───┐ └───┘

1. 隔離部屋設置

2. X-6ペネハッチ開放

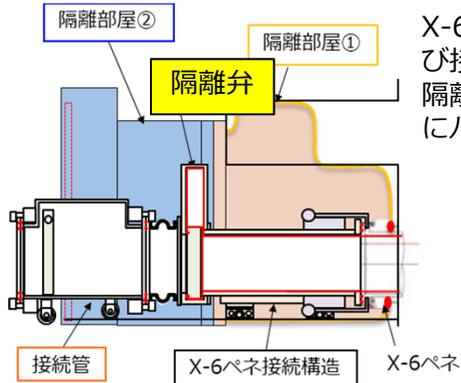
3. X-6ペネ内堆積物除去

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. X-6ペネ接続構造及び接続管設置

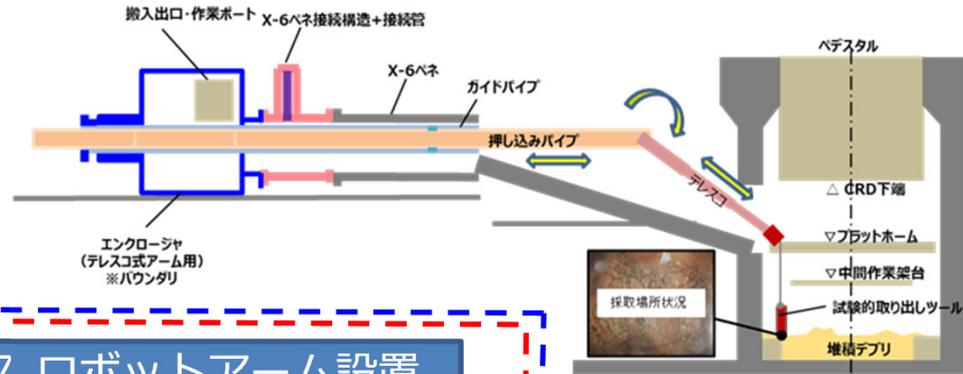


X-6ペネに接続構造及び接続管を取り付け、隔離部屋から接続構造にバウンダリを変更

認可済

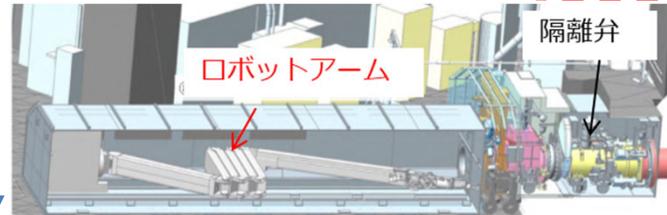
5. テレスコ式装置設置

6. 試験的取り出し作業 (テレスコ式装置によるデブリ採取)



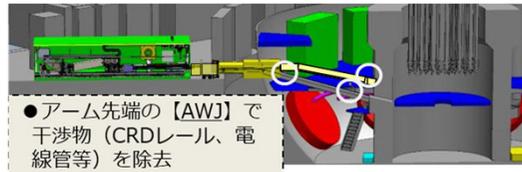
申請中

7. ロボットアーム設置



8. ロボットアームによる内部調査・デブリ採取

①内部調査

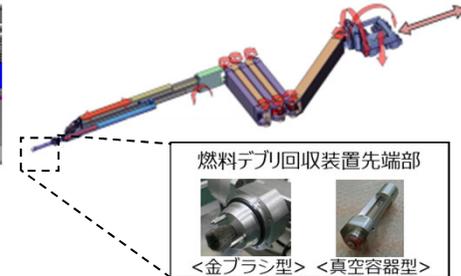


- アーム先端の【AWJ】で干渉物 (CRDレール、電線管等) を除去

(注記)

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

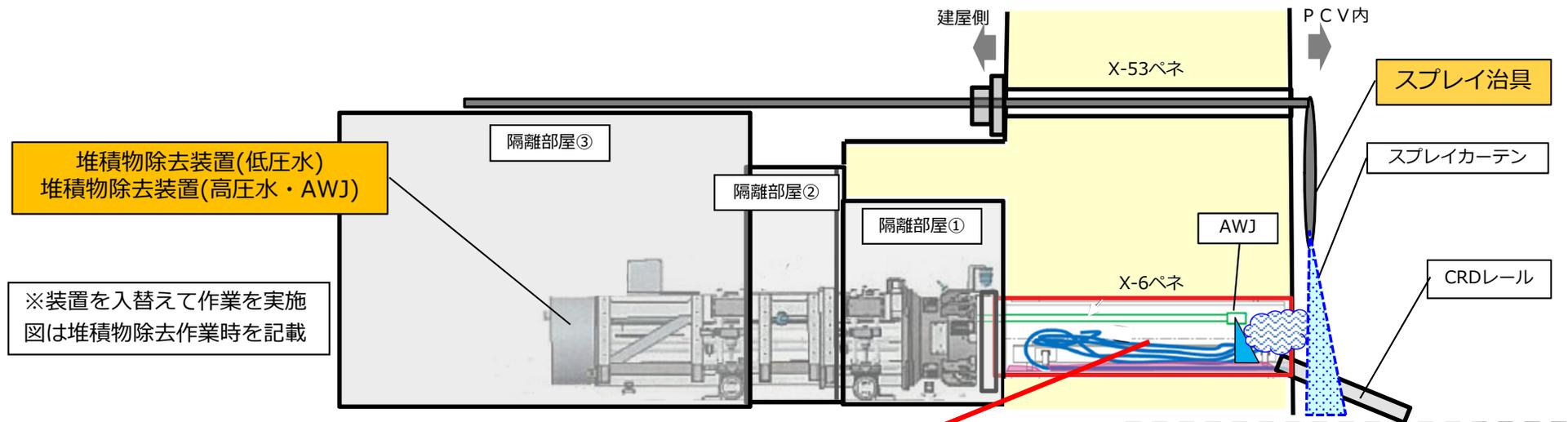
②ロボットアームによるデブリ採取



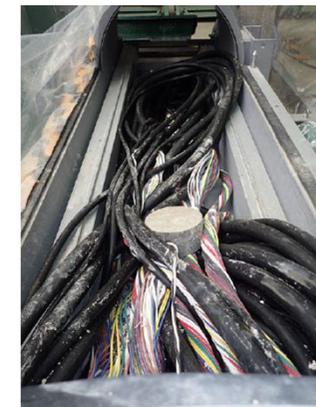
参考. 堆積物除去作業の概要

試験的取り出し作業用のアクセスルートを構築するため、準備工事として以下の項目を実施予定。

- スpray器具によるPCV内のダスト飛散抑制
- 堆積物除去装置（低圧水・ドーザツール）を用いてX-6ペネ内の堆積物を除去
- 堆積物除去装置（高圧水・AWJ・ドーザツール）を用いてX-6ペネ内の堆積物を除去

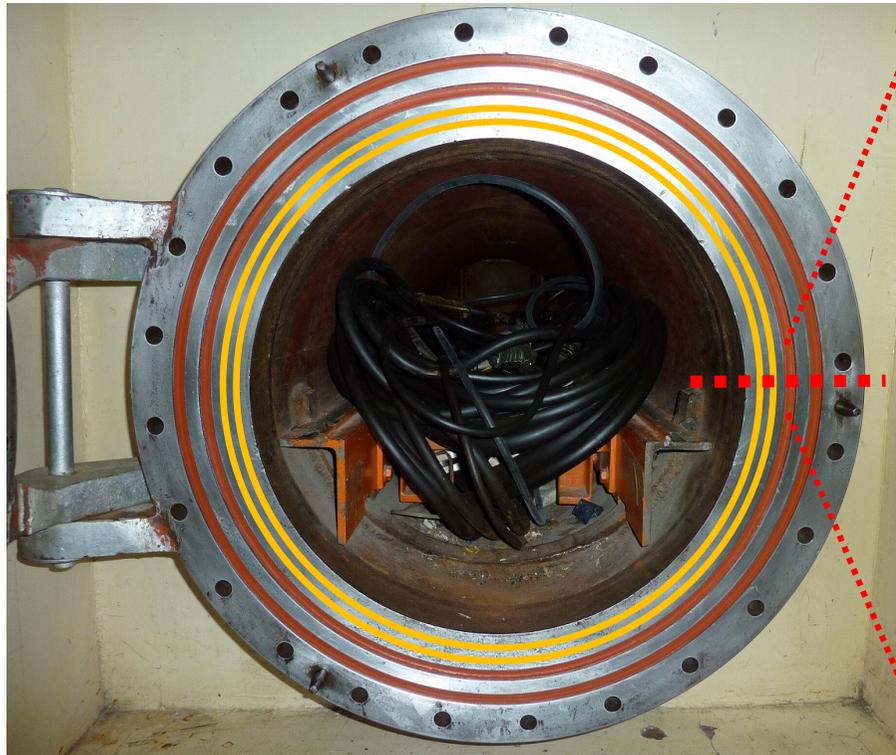


X-6ペネ内の状態(模擬)

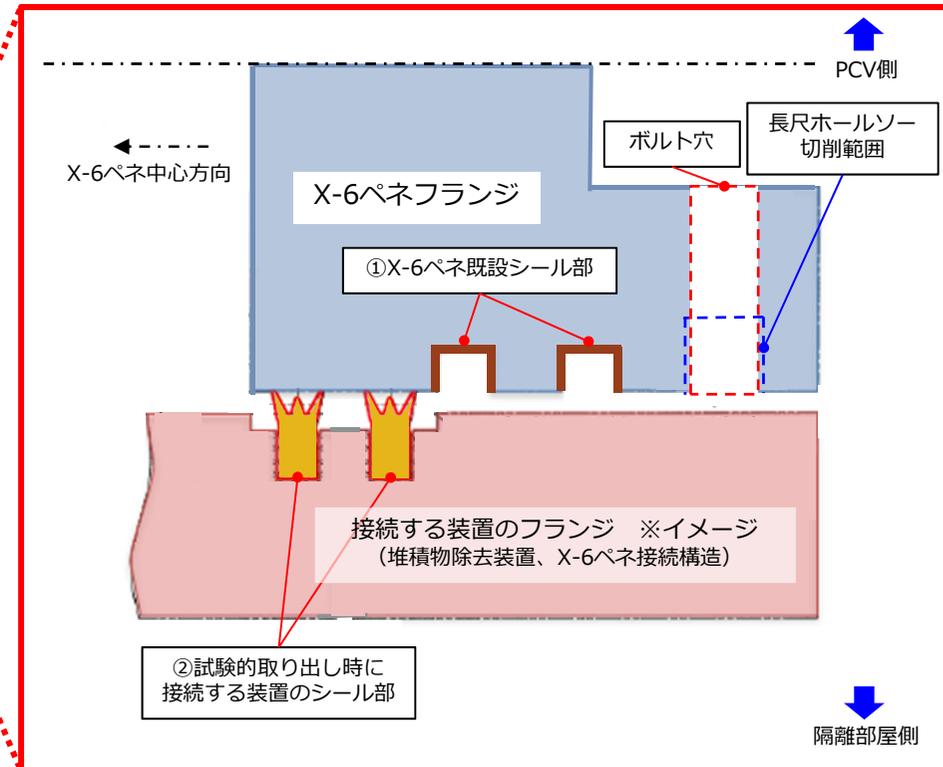


参考. X-6ペネに接続する装置のシール部

- ・ハッチ開放後のフランジ面に堆積物除去装置、X6ペネ接続構造を接続



震災前のX-6ペネハッチ（開放時）



X-6ペネ接続時のシール位置（上から見た図）

- | | |
|--|---|
| | : ①X-6ペネ既設シール部 |
| | : ②試験的取り出し時に接続する装置のシール部
※堆積物除去装置、X-6ペネ接続構造 |

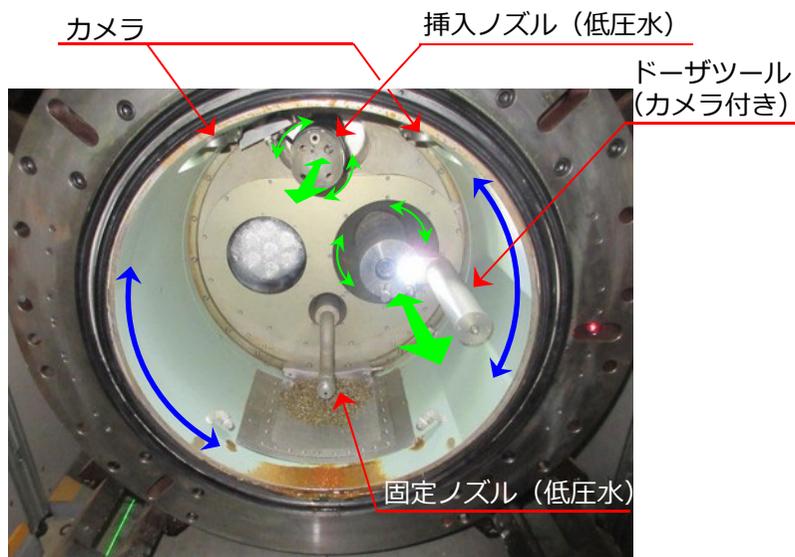
参考. 堆積物除去装置 (低圧水/高圧水・AWJ) について



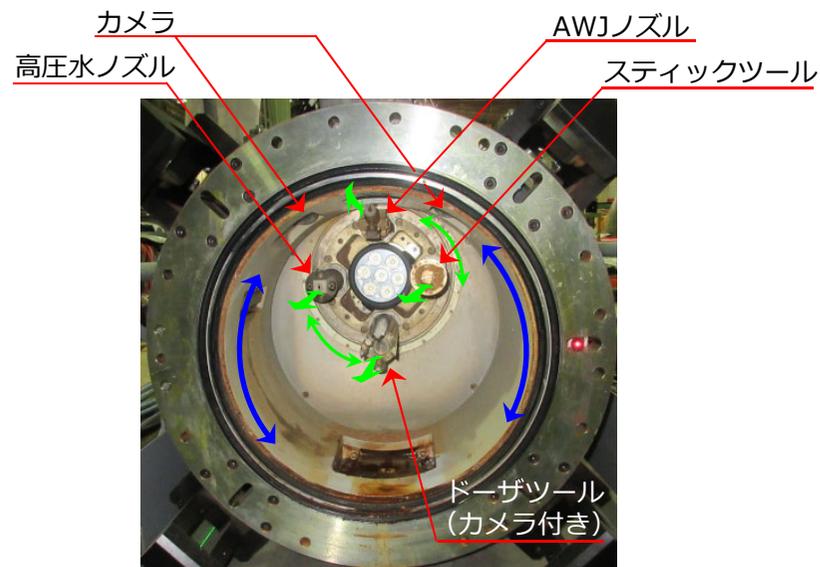
堆積物除去装置 (低圧水) 外観



堆積物除去装置 (高圧水・AWJ) 外観



堆積物除去装置 (低圧水)
X-6ペネ接続断面

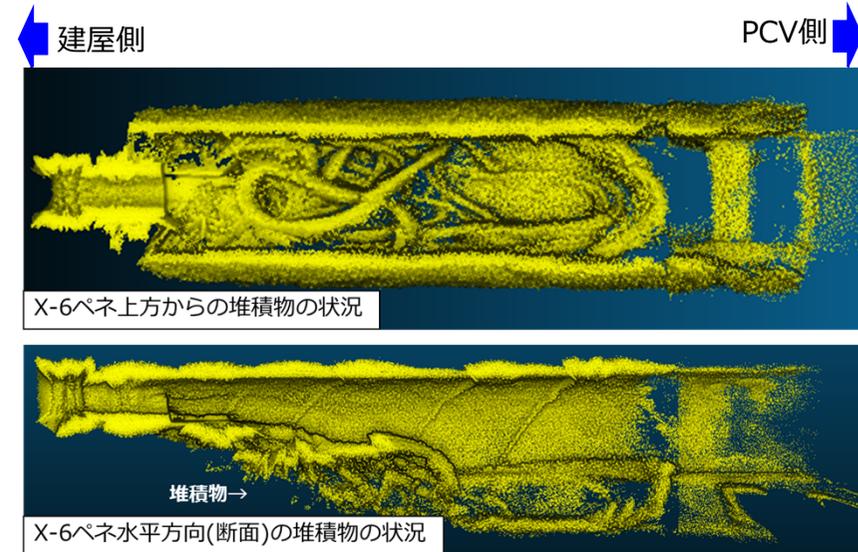
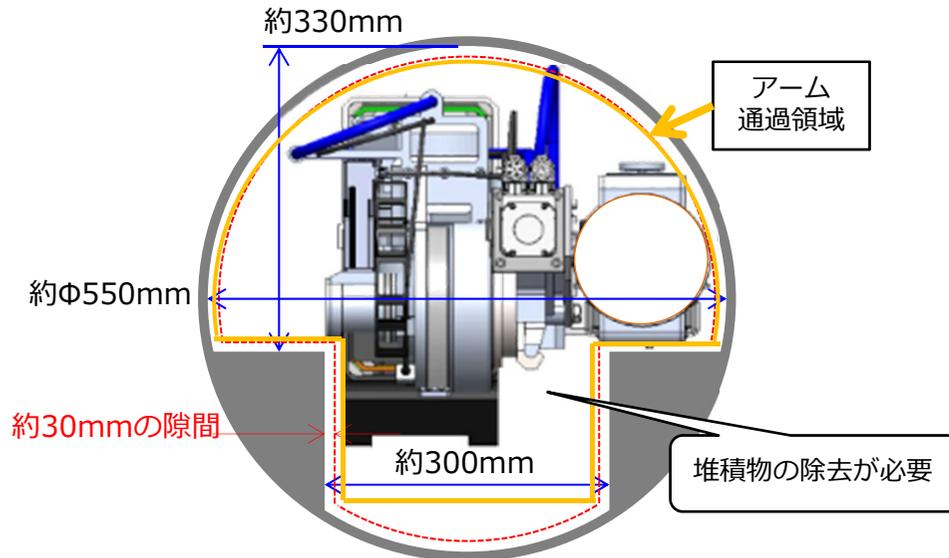


堆積物除去装置 (高圧水・AWJ)
X-6ペネ接続断面

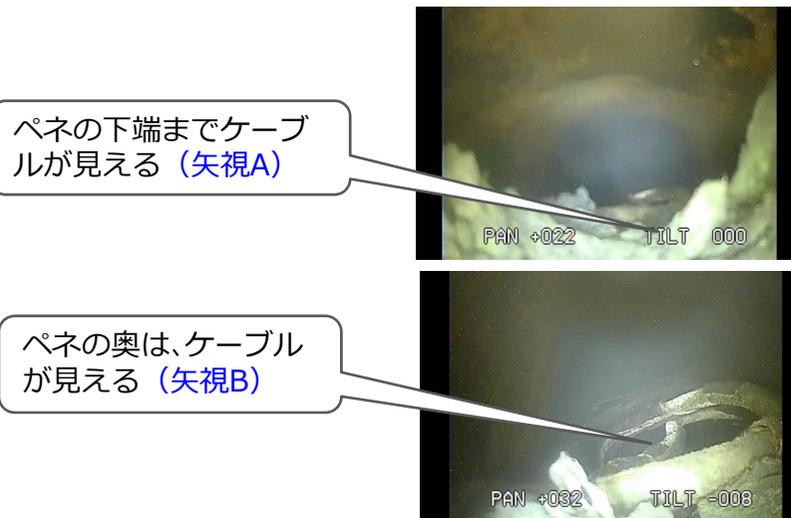
参考. X-6ペネ通過時のロボットアームの状態

ロボットアーム

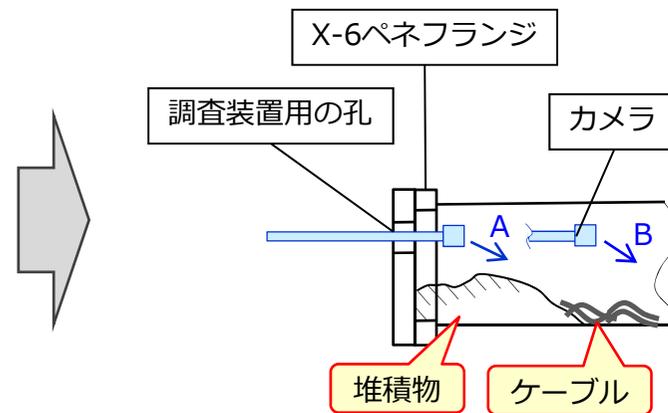
(X-6ペネ通過時の断面図)



2020年10月 3Dスキャン調査結果



2017年1月の状態 (X-6ペネ調査装置用の孔からカメラを挿入)



堆積物想像図

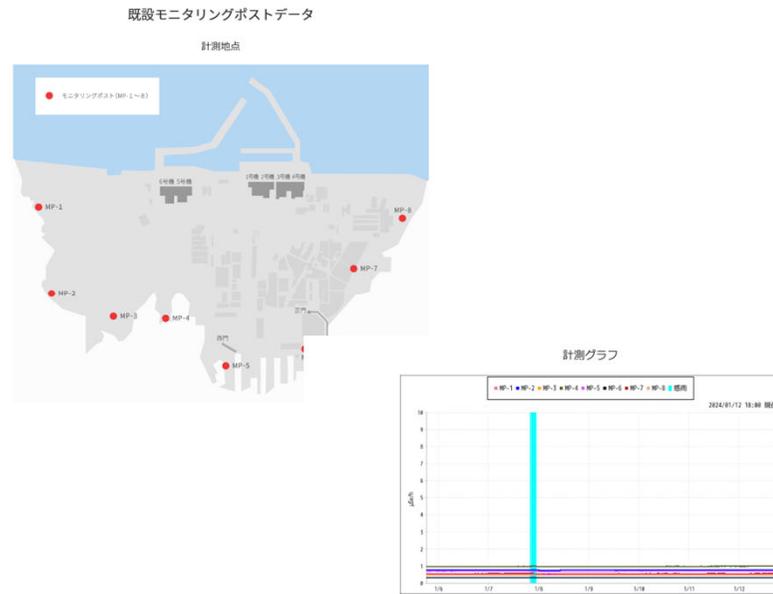
参考：環境への影響について（1/2）

- 2号機X-6ペネ内堆積物除去作業を1月10日から実施していますが、**周囲への放射線影響は発生していません。**
- 調査においては**格納容器内の気体が外部へ漏れないようバウンダリを構築して作業を実施**しました。
- **作業前後でモニタリングポスト/ダストモニタのデータに有意な変動はありません。**
- 敷地境界付近のモニタリングポスト/ダストモニタのデータはホームページで公表中です。

参考URL：https://www.tepco.co.jp/decommission/data/monitoring/monitoring_post/index-j.html
<https://www.tepco.co.jp/decommission/data/monitoring/dustmonitor/index-j.html>

福島第一原子力発電所敷地境界でのモニタリングポスト計測状況

福島第一原子力発電所の敷地境界にあるモニタリングポスト（MP1～8）において測定している。空気中の放射線量の測定結果をお知らせいたします。



福島第一原子力発電所敷地境界付近のダストモニタ計測状況

福島第一原子力発電所の敷地境界にあるモニタリングポスト（MP1～MP8）近傍において測定している。空気中の放射性物質濃度の測定結果をお知らせいたします。



参考：環境への影響について（2/2）

- 2号機X-6ペネ内堆積物除去作業を1月10日から実施していますが、調査中のプラントパラメータについても常時監視しており、**作業前後で格納容器温度に有意な変動はなく、冷温停止状態に変わりはありません。**
- 原子炉格納容器内温度のデータはホームページで公表中です。

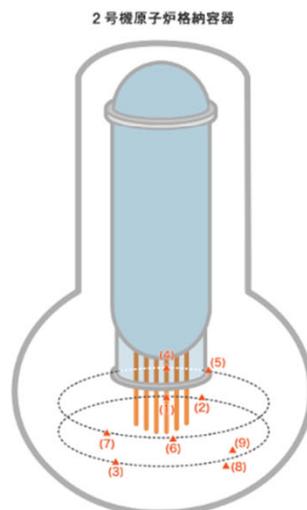
参考URL：https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant_data/unit2/pcv_index-j.html

（参考）ホームページのイメージ

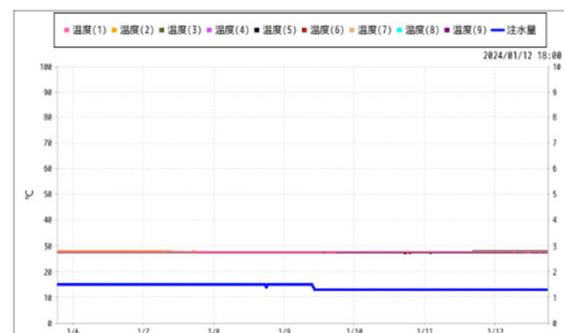
福島第一原子力発電所2号機 原子炉格納容器内温度計測状況

福島第一原子力発電所2号機の原子炉格納容器内温度の測定結果をお知らせいたします。

計測地点



計測グラフ



温度単位:℃、注水量単位: m³/h
○計測値 (2024/01/12 18:00)

温度(1)	温度(2)	温度(3)	温度(4)	温度(5)	温度(6)	温度(7)	温度(8)	温度(9)	注水量
27.5	27.8	27.9	27.7	27.4	27.3	27.2	-	-	1.3