

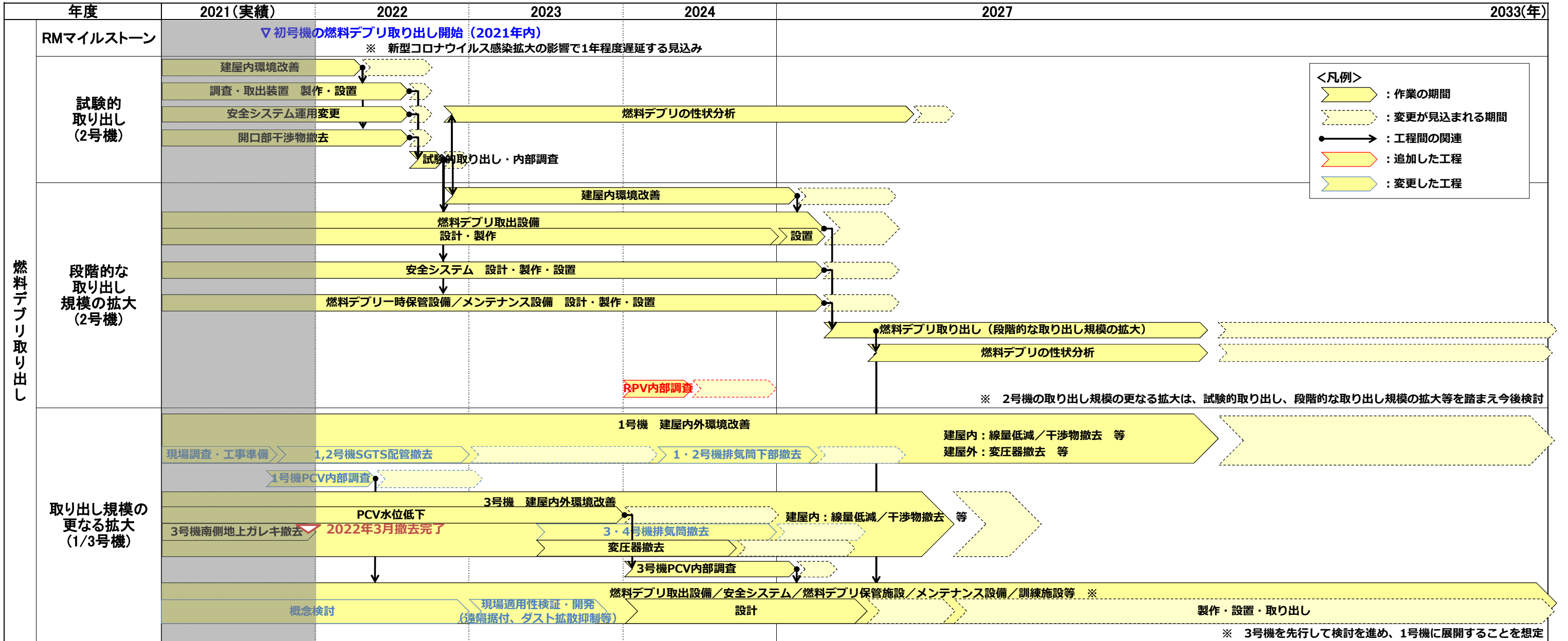
燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	廃炉中長期実行プラン2022 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
					19	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	2	9	16	23	30		
燃料デブリ取り出し準備	原子炉建屋内の環境改善	原子炉建屋内の環境改善	1号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業																			建屋内環境改善 ・2階線管低減の準備作業'20/7/20~ 他工事との工程調整のため作業中断中。'22/2/23~			
			2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																				建屋内環境改善 ・R/B大物搬入口2階遮へい設置 '21/11/29~'22/1/10 ・R/B1階西側通路MCC撤去 '22/1/11~'22/2/25		
			3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	現場作業	建屋内環境改善 北側エリア仮設置へい設置				北西エリア機器撤去																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 ・北西エリア仮設置へい設置'22/1/11~'22/3/22 ・北西エリア機器撤去 '22/4/18~'22/6月予定	
	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)なし	現場作業																						
			2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																						
			3号	(実績) ○原子炉格納容器水位低下(継続) (予定) ○原子炉格納容器水位低下(継続)	現場作業	原子炉格納容器水位低下 取水設備設置																			・3号機原子炉格納容器内取水設備設置に係る実施計画 変更申請('21/2/1) →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予定)		
	燃料デブリ取り出し	燃料デブリ取り出し	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	【研究開発】PCV内部詳細調査技術の開発 PCVベテスタル内(CRD下部、プラットフォーム上、ベテスタル地下階)調査技術の開発																		(継続実施)			
				PCVベテスタル外(ベテスタル地下階、作業員アクセス口)調査技術の開発																					(継続実施)		
				(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)		【研究開発】R/PV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)	
				試験的取り出し技術の開発																						(継続実施)	
				燃料デブリ取出設備 概念検討																						(継続実施)	
				燃料デブリ取出設備 概念検討																						(継続実施)	
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) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続)	現場作業	PCV内部調査																	(2022年8月完了予定)					
		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(ウレタン 注入) '21/9/8~'21/9/26 ・1/2号機SGTS配管切断開始 開始時期調整中					
		記載の追加																				時期調整中					
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) (予定) ○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)																	時期調整中					
		現場作業	PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業																			(2022年内完了予定)					
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) (予定)	現場作業	3号機南側地上ガレキ撤去																						

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	実施工程	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				
				19	20	27	3	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	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																										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)	(継続実施)	
				検討・設計																											事故関連factデータベースの更新	(継続実施)
				現場作業																											炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新	(継続実施)
●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) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)(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																							【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)				
				現場作業																										燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)		
				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)
				現場作業																											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)	燃料デブリ臨界管理技術の開発	燃料デブリ性状把握	(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																							【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)	(継続実施)				
				現場作業																										臨界防止技術の開発	(継続実施)	
				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)
				現場作業																											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)	燃料デブリ臨界管理技術の開発	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) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)(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																							【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)				
				現場作業																										燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)		
				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)
				現場作業																											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)	燃料デブリ性状把握	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) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)(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																							【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)				
				現場作業																										燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)		
				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)
				現場作業																											臨界防止技術の開発	(継続実施)

廃炉中長期実行プラン2022



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内部調査の状況について

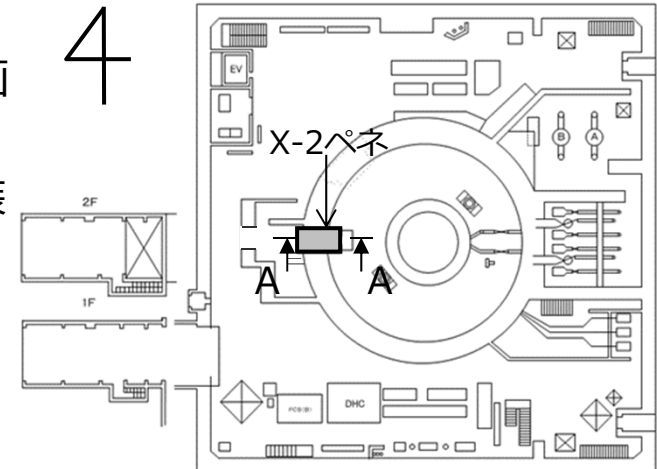
2022年4月27日

IRID **TEPCO**

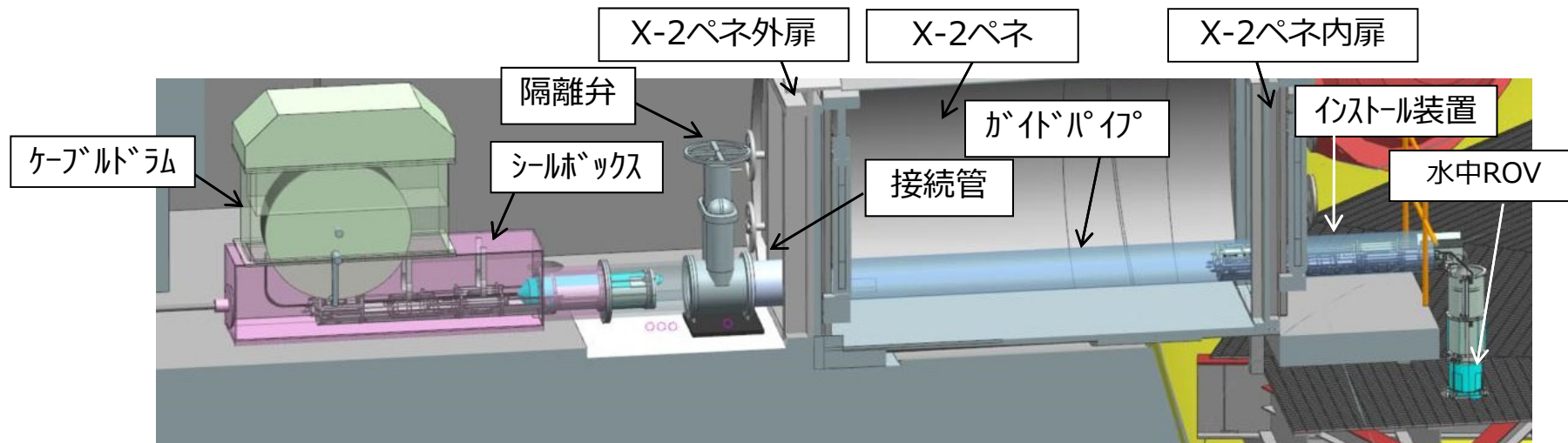
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

1. PCV内部調査の概要

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



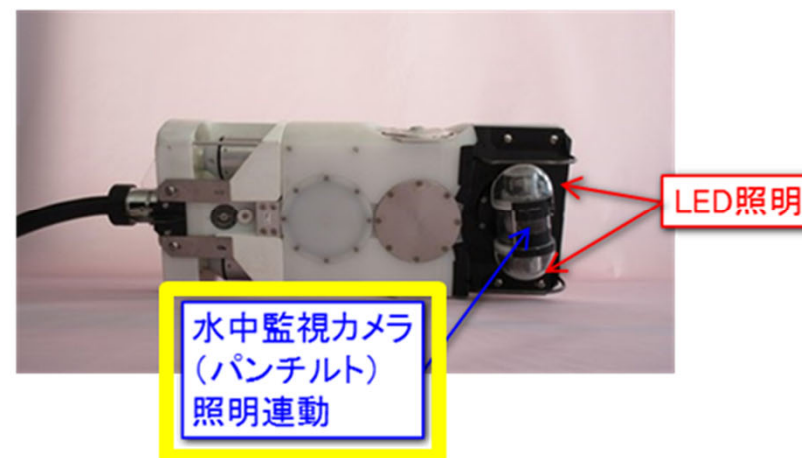
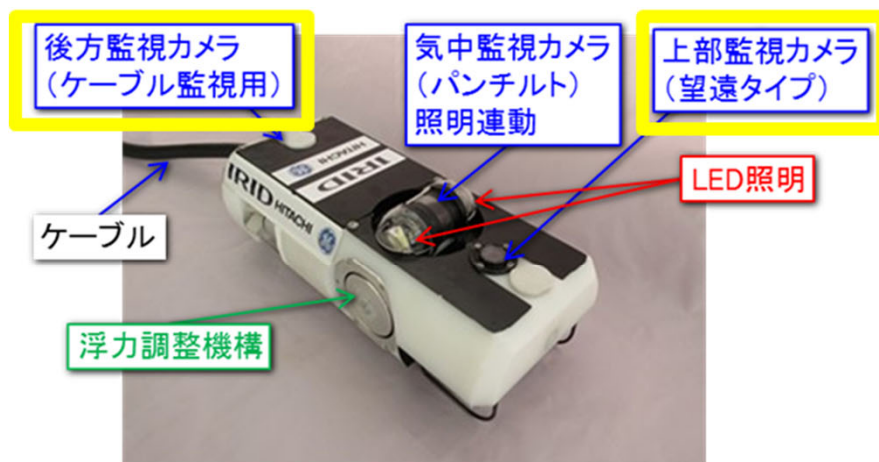
1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置



内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

2. PCV内部調査の状況

- 3月14日からROV-A2によるペDESTアル外周の詳細目視調査を開始
- 3月16日、福島県沖を震源とする地震影響と考えられるPCV水位の低下が確認されたことから、調査を一時中断
- 3月23日以降、原子炉注水流量の変更操作を継続して実施し、調査に必要な水位確保を目指したが、3月29日時点において水中ROVのカメラに映像不良（浸水によるものと推定）を確認したことから調査を中断
- 4月15日にかけて、浸水したROV-A2の原因調査と並行し、予備機への交換作業を実施
- 現在、調査再開に向けて必要なPCV水位を安定的に確保できるよう調整中であり、水位の確保状況を確認できた上で調査を再開する計画



□ : 映像不良を確認したカメラ

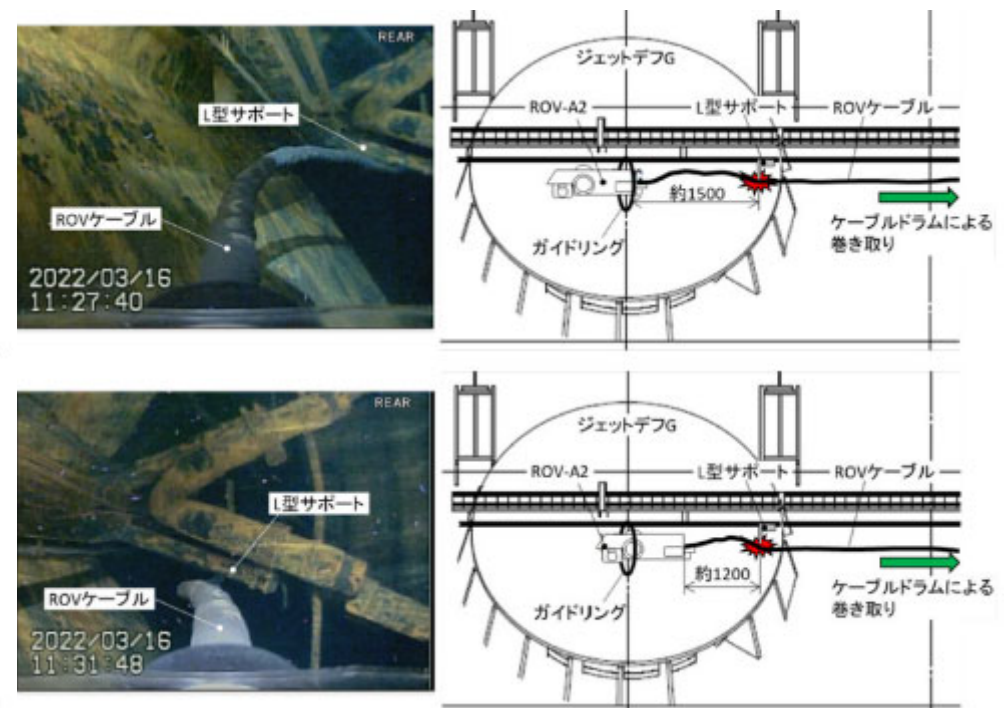
3. 水中ROV-A2の調査結果

水中ROV-A2のカメラに水が浸入した原因を調査した結果、以下を確認しました。

- 水中ROV-A2本体：損傷は確認されなかった（外観目視点検、漏えい確認）
- 水中ROV-A2のケーブル（外観目視点検、漏えい確認）：
 - 水中ROV-A2本体から約2.5mまでの範囲のケーブル被覆にしわが多く発生
 - ケーブル被覆のしわの範囲内に損傷4箇所を確認，うち2箇所が被覆を貫通
- 調査（遊泳）中の状況（動画映像確認）：
 - ジェットデフレクター※3G付近のL型サポート※4にケーブルが掛かる



写真1.ケーブル被覆のしわの状況



写真・図2.ケーブル被覆がL型サポートに掛かっている状況

4. 水中ROV-A2に水が浸入した推定原因

調査結果を踏まえ、以下の理由によりカメラに水が浸入したものと推定しました。

- ① 水中ROV-A2の巻き上げ作業*に伴い、水中ROV-A2のケーブル被覆が、ピンチローラーでしごかれることにより、ケーブル被覆にしわが発生し、巻き上げ作業を繰り返すことで、しわが水中ROV-A2本体側に集約
- ② ケーブル被覆のしわが、調査時、ジェットデフレクターG付近にあるL型サポートに掛かり、ケーブル被覆が損傷（貫通）し、ケーブル被覆内に水が浸入
- ③ 3月16日の地震以降に実施した、一時的な水中ROV-A2の巻き上げ作業やPCV水位確認作業にあたり、水中ROV-A2が垂直（吊り下ろし）姿勢となり、この際、ケーブル被覆内に浸入していた水が、ケーブル被覆内を伝い、水中ROV-A2（カメラ）に至った

*工場での動作確認、現場での事前動作確認・詳細目視調査において実施

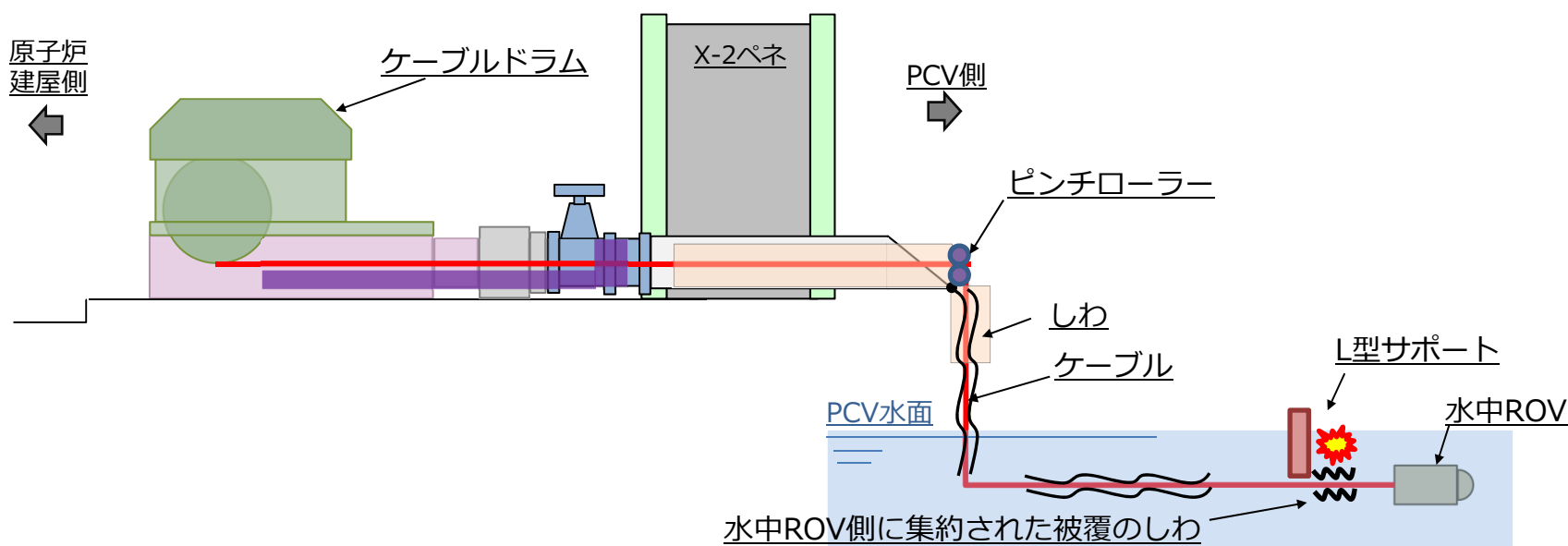


図1.水が浸入した推定原因（イメージ図）

5. 水中ROV-A2への水浸入の再発防止対策(1/2)

推定原因を踏まえ、以下の再発防止対策を講じることとしました。

■ L型サポートへのケーブルの掛かり回避対策*

- ① 水平方向での回避対策として、ジェットデフレクターGのガイドリングを通過しないルートに変更（図1参照）
- ② 垂直方向での回避対策として、L型サポート付近を遊泳する際には、L型サポートおよびその他の干渉物等との間隔を確認しながら、可能な範囲で深く潜水（通過）（図2参照）

なお、上記対策を講じた上においても、ケーブルの掛かりが確認された場合、水中ROV-A2の前進・左右への遊泳・潜水等により、掛かりの解消を試みることとし、解消されない場合のみ、ケーブル巻き上げ作業を慎重に実施する手順に変更。

* 今後投入する水中ROV-A2においても、本体から約1mの範囲において、工場での動作確認に伴い発生したわずかなしわがある

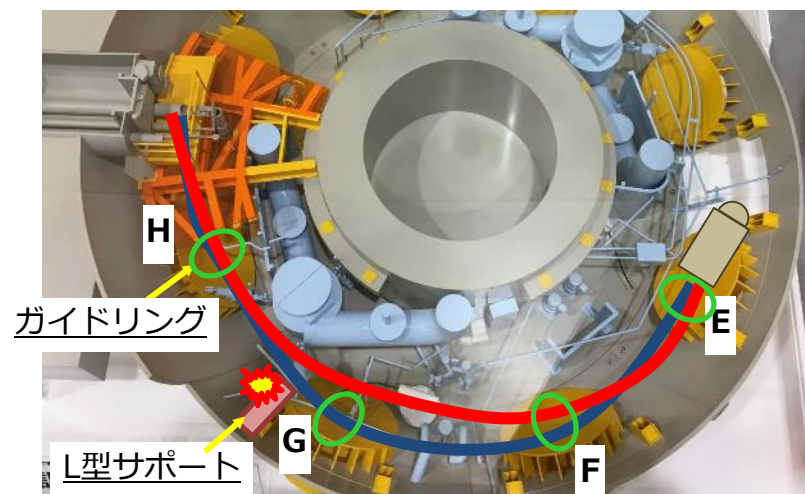


図1.水平方向での回避対策（イメージ図）

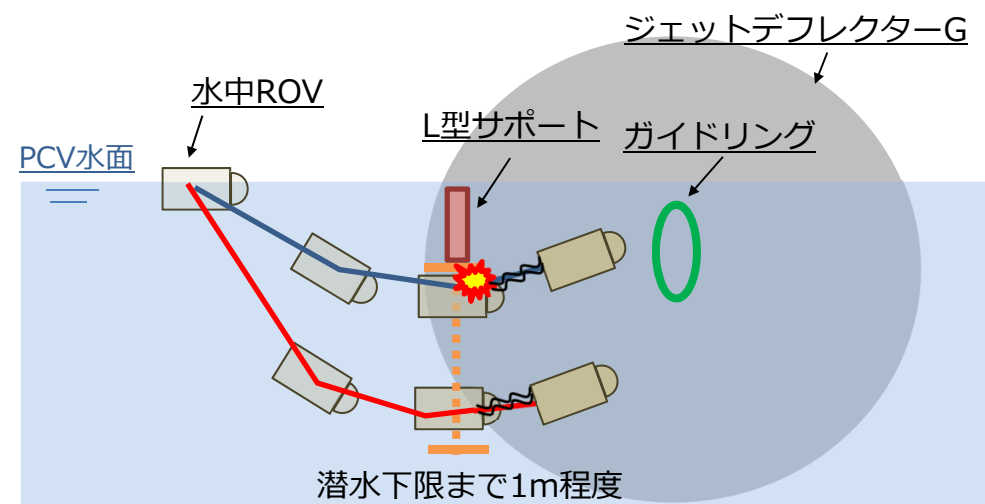


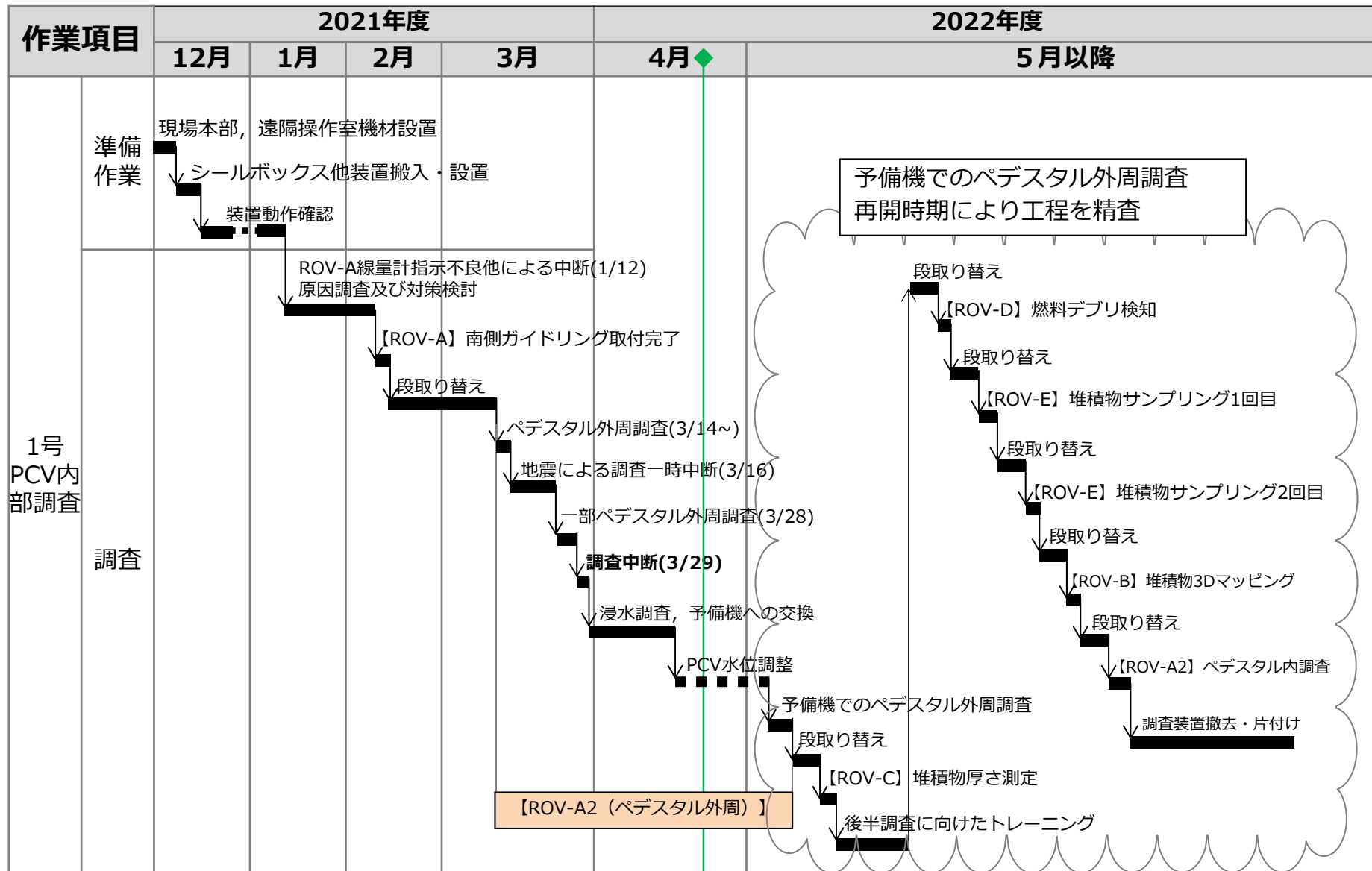
図2.垂直方向での回避対策（イメージ図）

凡例(図1,2共通) — : 従来の遊泳ルート — : 変更後の遊泳ルート :

5. 水中ROV-A2への水浸入の再発防止対策(2/2)

- ケーブル被覆に発生するしわの発生抑制対策（水中ROV-A2巻き上げ作業の回数低減）
 - ① 従来，調査前に実施するPCV内への水中ROV-A2投入動作確認後，水中ROV-A2を隔離弁の外側まで巻き戻していた作業手順を，巻き戻さずその場（ガイドパイプ内）に留めておく作業手順に変更
 - ② 水中ROV-A2投入以降，調査完了までの間，吊上げ・吊り下ろしを行わない
また，異常の兆候を早期に把握することを目的に，調査ステップ毎に，ケーブルの状態ならびにカメラの曇りの状況等の確認を行う手順を新たに追加。

6. 今後の予定



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

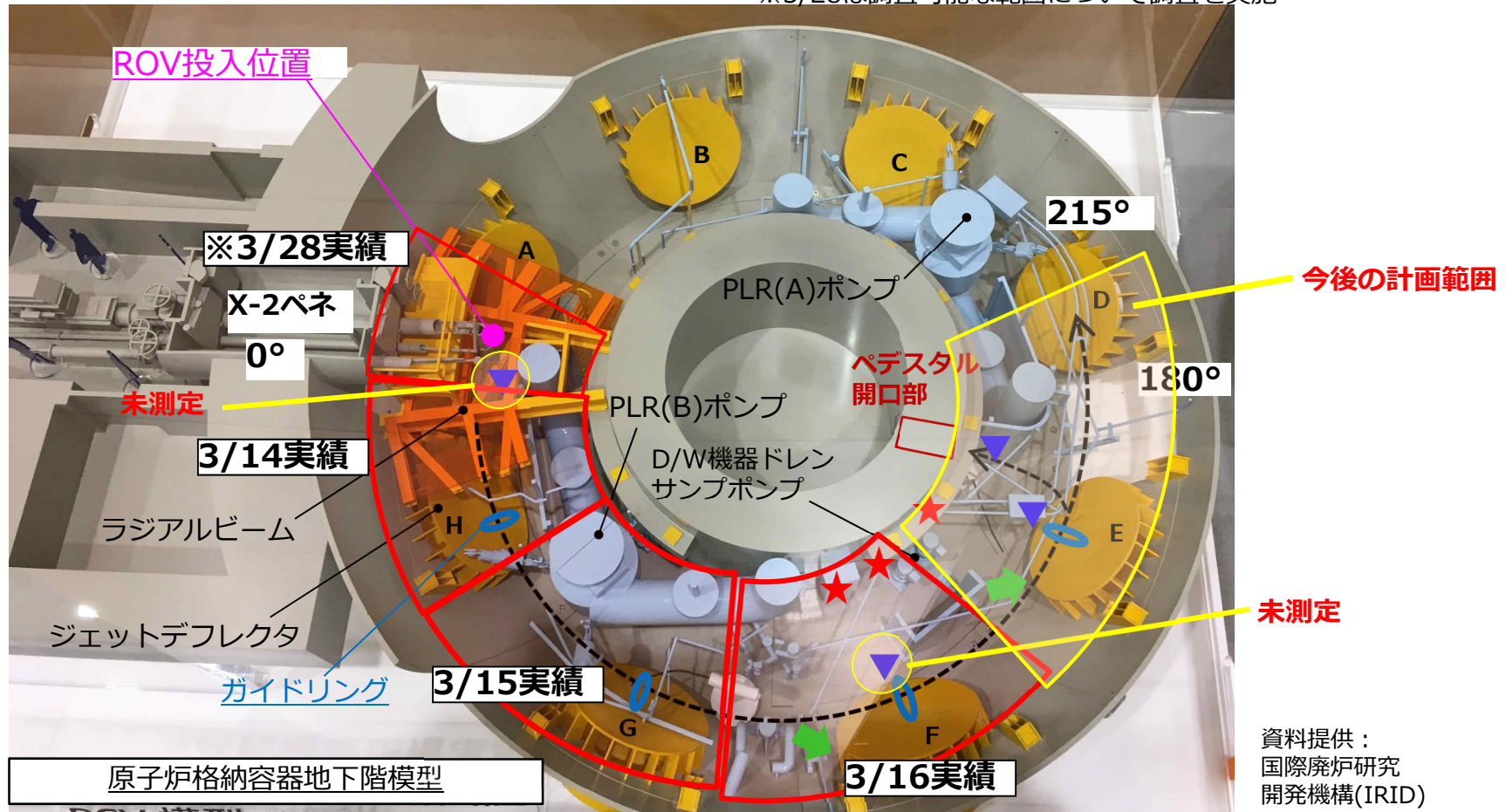
(参考) ROV-A2調査概要と調査実績

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

＜主な調査箇所＞

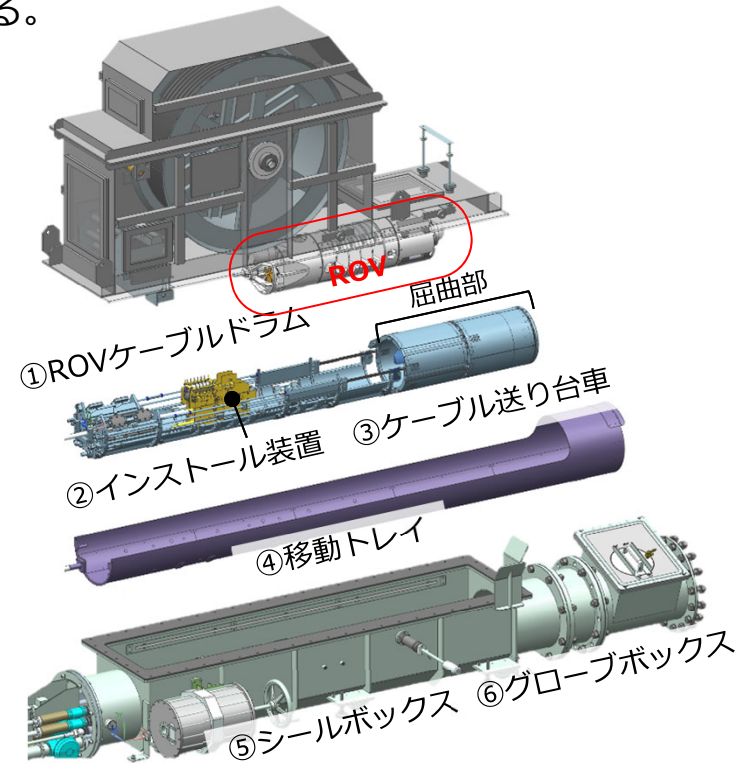
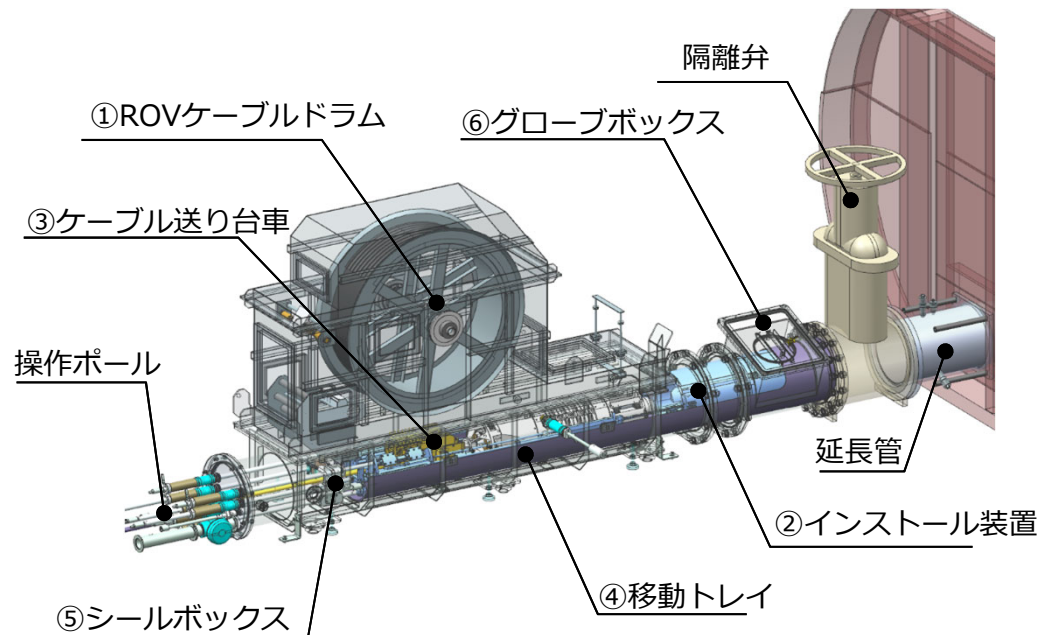
- 既設構造物の状態確認及び堆積物の広がり状況・高さ・傾斜確認
- ペDESTアル開口部付近の状況及び開口部近傍のコンクリート壁状況（★箇所）
- ジェットデフレクター付近の堆積物状況（▼箇所）
- 堆積物上の中性子束測定（▽箇所）

※3/28は調査可能な範囲について調査を実施



(参考) 調査装置詳細 シールボックス他装置

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

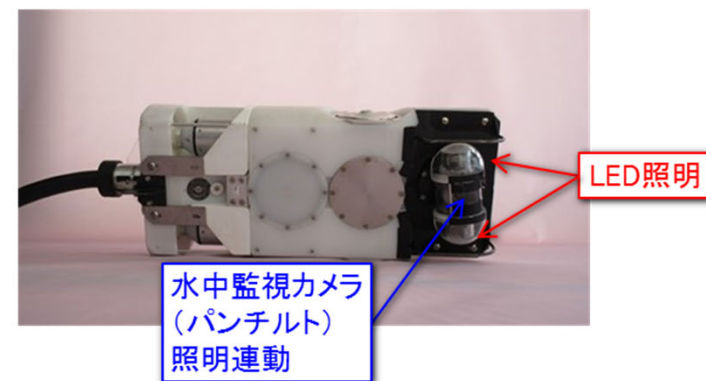
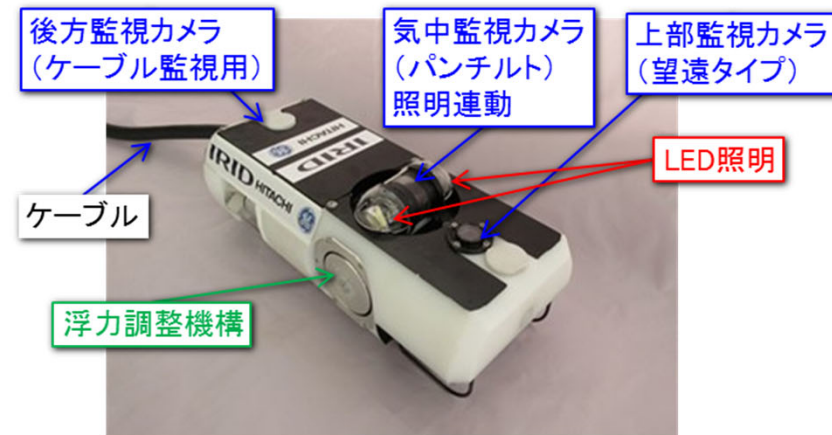
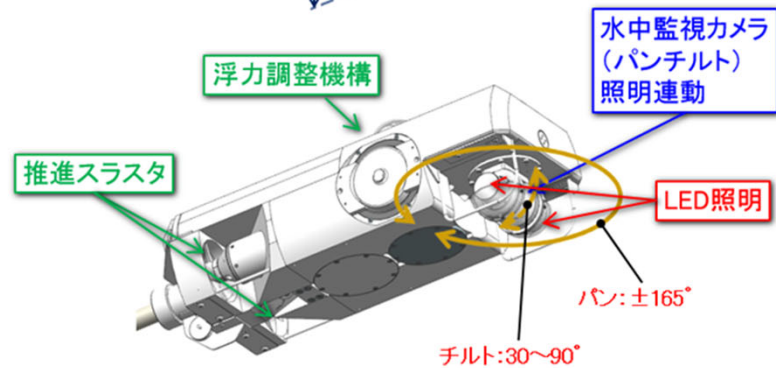
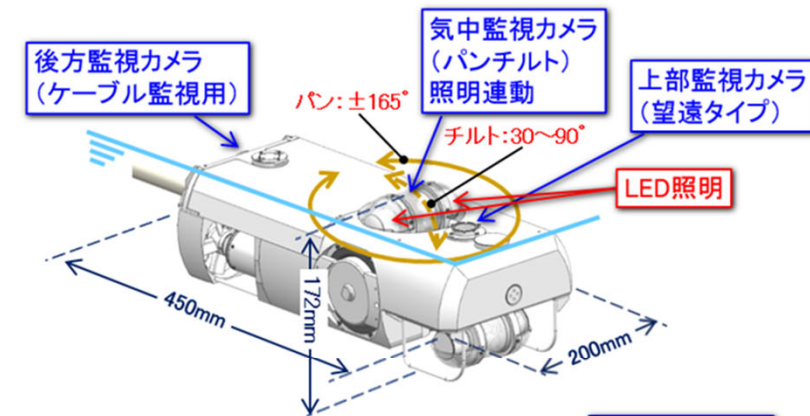


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

(参考) 調査装置詳細 ROV-A2_詳細目視調査用

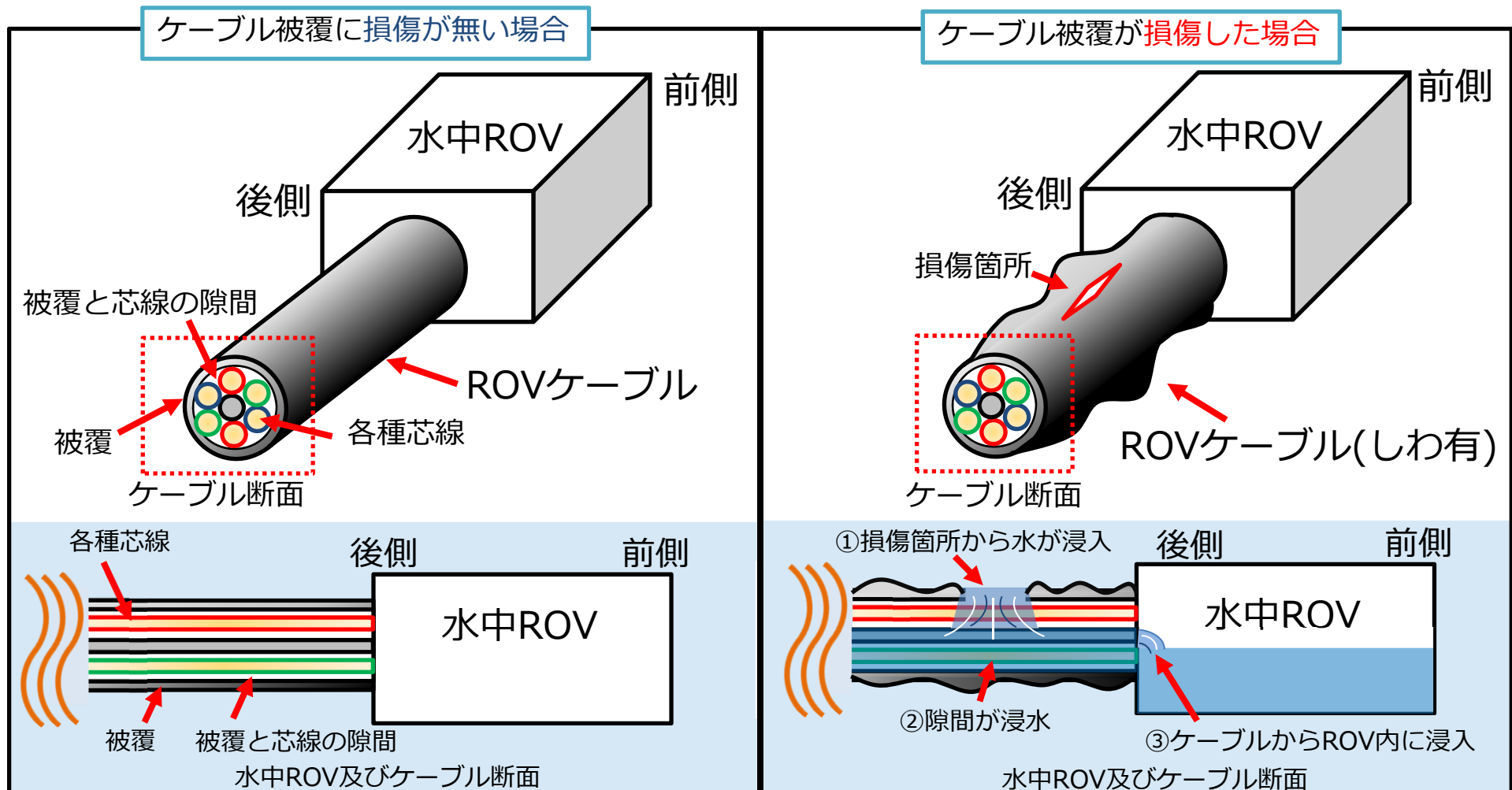
調査装置	計測器	実施内容
ROV-A2 詳細目視	ROV保護用 (光ファイバー型γ線量計※, 改良型小型B10検出器) ※: ペDESTAL外調査用と同じ	地下階の広範囲とペDESTAL内 (※) のCRDハウジングの脱落状況などカメラによる目視調査を行う (※アセスできた場合)
	員数: 2台 航続可能時間: 約80時間/台	調査のために細かく動くため、柔らかいポリ塩化ビニル製のケーブル(φ23mm)を採用

推力: 約50N 寸法: 直径φ20cm × 長さ約45cm



(参考)水中ROV-A2への水の浸入イメージ

- ケーブル被覆に損傷がない場合は、ケーブル内・水中ROVに水は浸入しない
- ケーブル被覆が損傷すると、損傷箇所から水がケーブル内に浸入し、ケーブル内の隙間を伝って、水中ROV装置まで浸入する。



2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

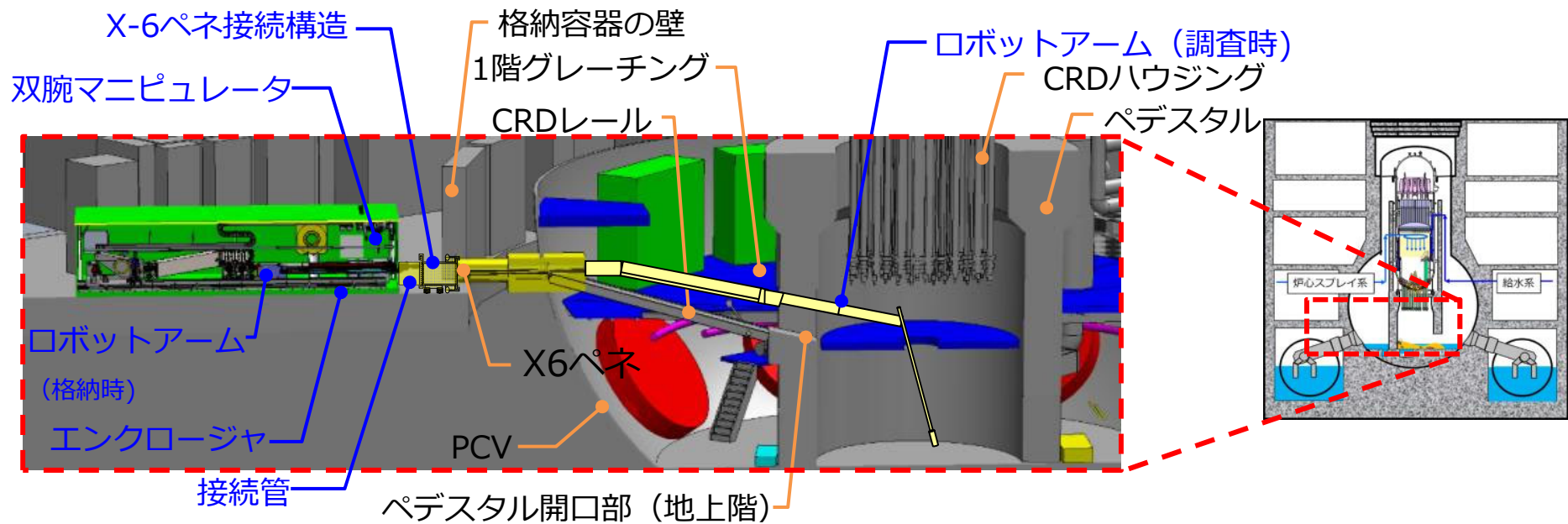
2022年 4月27日

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

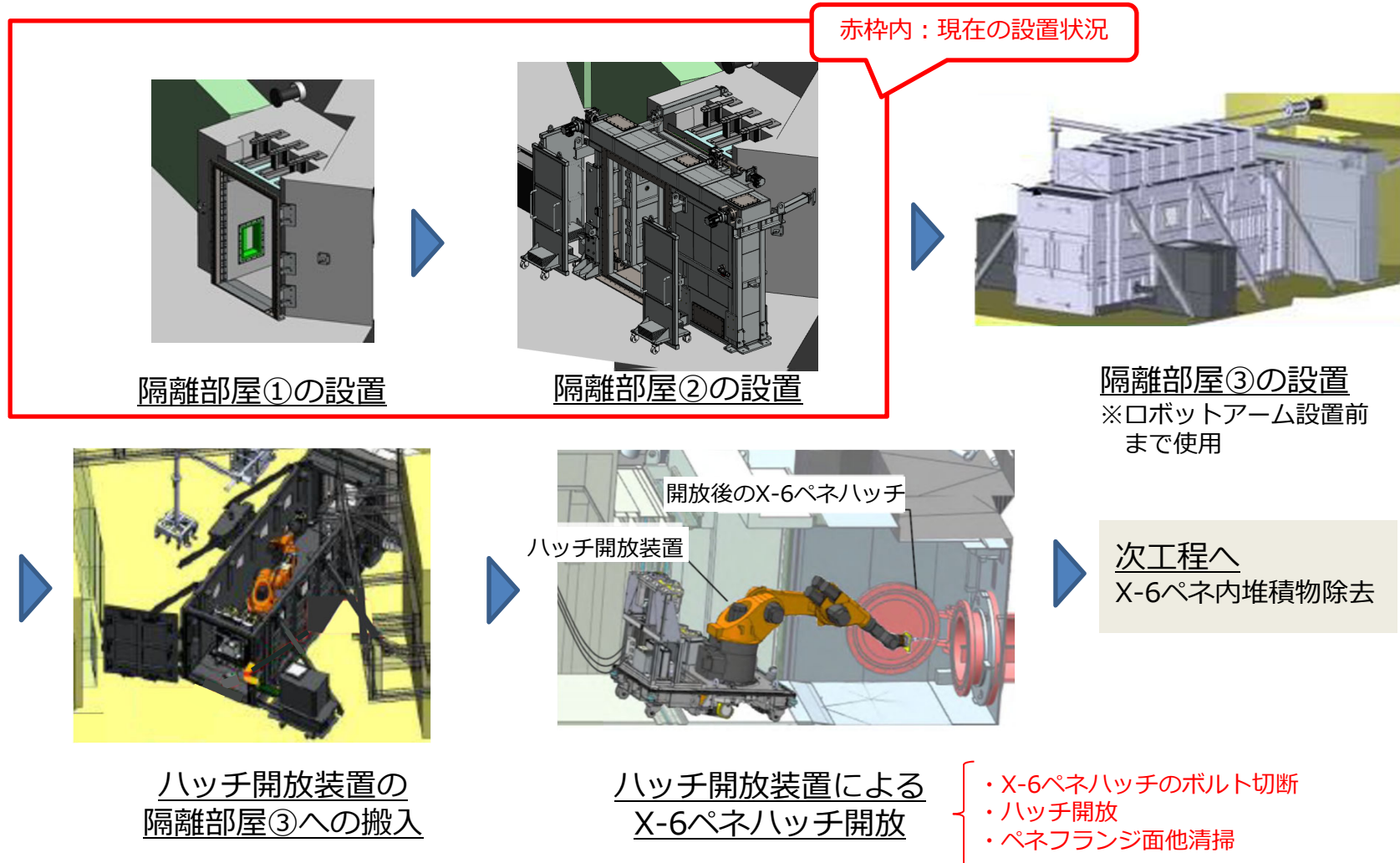
- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
 - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
 - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
 - 遮へい機能を持つ接続管
 - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させ、PCV内障害物の除去作業をいつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

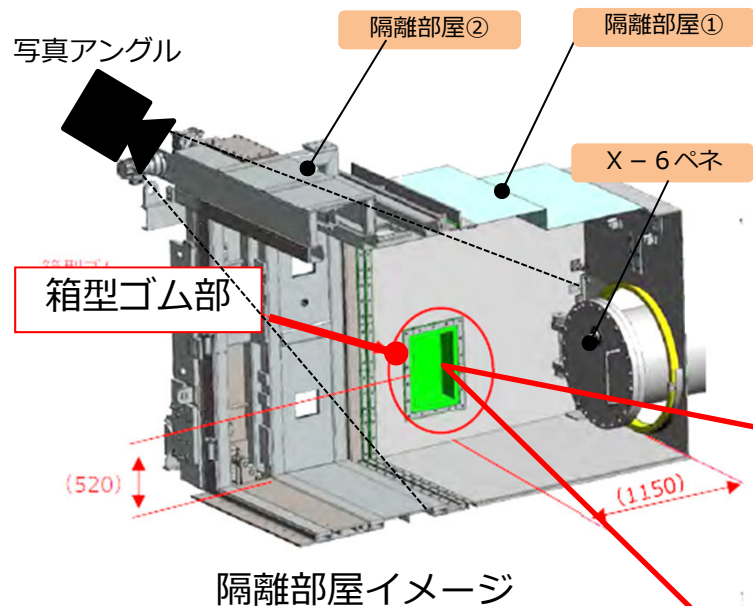
2. 現場作業の進捗状況（隔離部屋設置）

- 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予定。

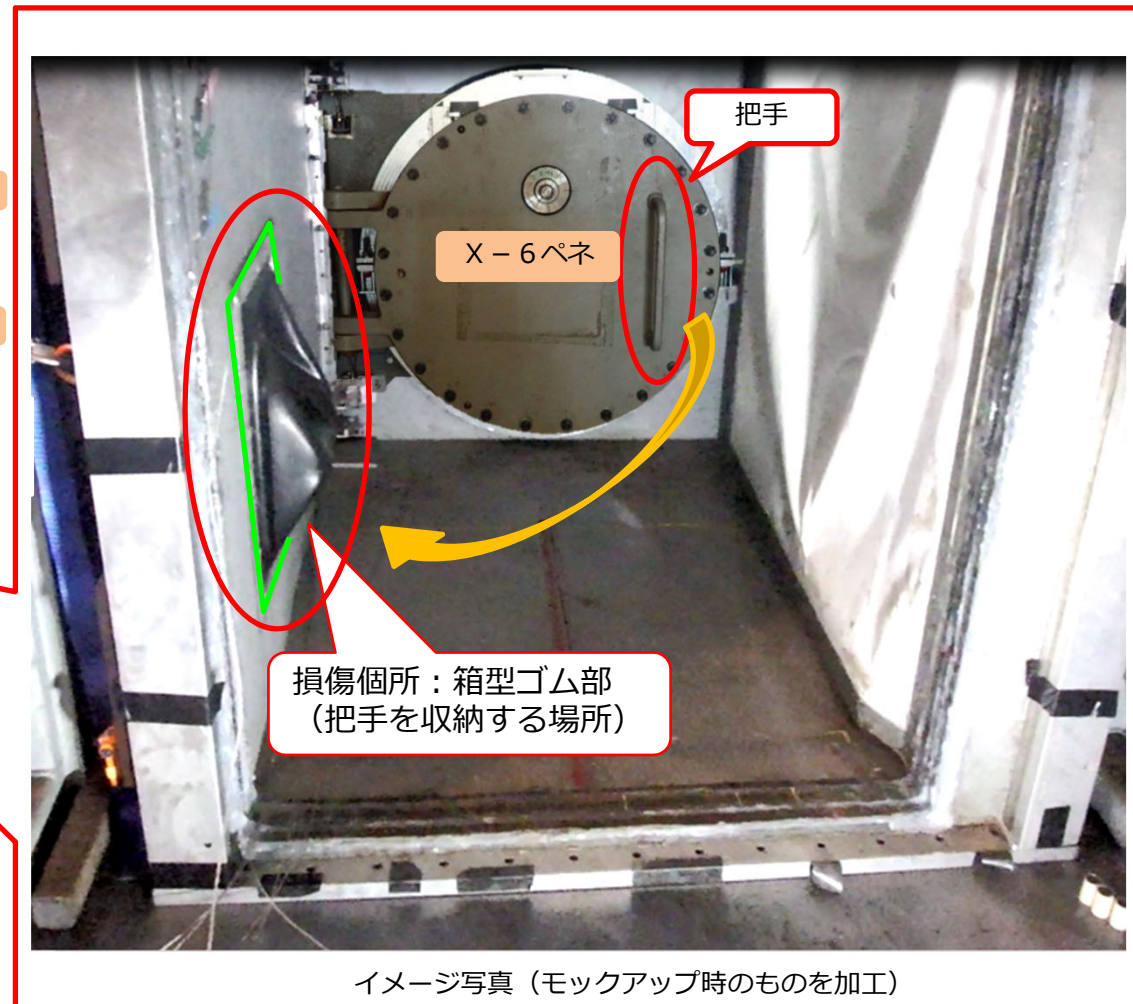


2. 現場作業の進捗状況（隔離部屋① 箱型ゴム部損傷）

- X-6ペネ開放前の準備作業として、隔離部屋①、②を設置し、据え付け状態の確認を実施
加圧したところ圧力の低下を確認
- 原因調査をしたところ、X-6ペネハッチ開放時にペネフランジ把手を収納する箱型ゴム部に損傷を確認



箱型ゴム部寸法：約30×45×12cm
材質：EPDM



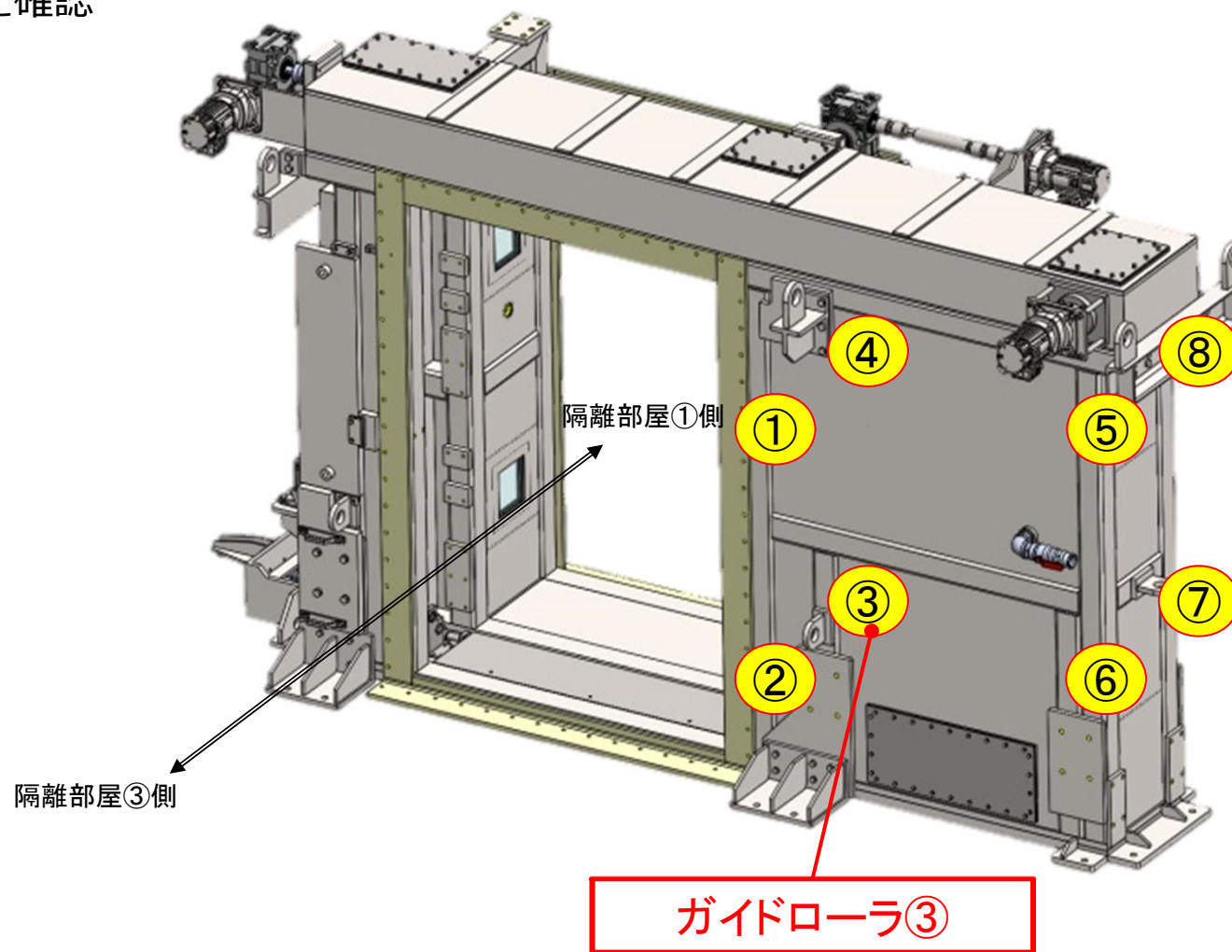
イメージ写真（モックアップ時のものを加工）

2. 現場作業の進捗状況（隔離部屋① 損傷箇所の拡大写真）

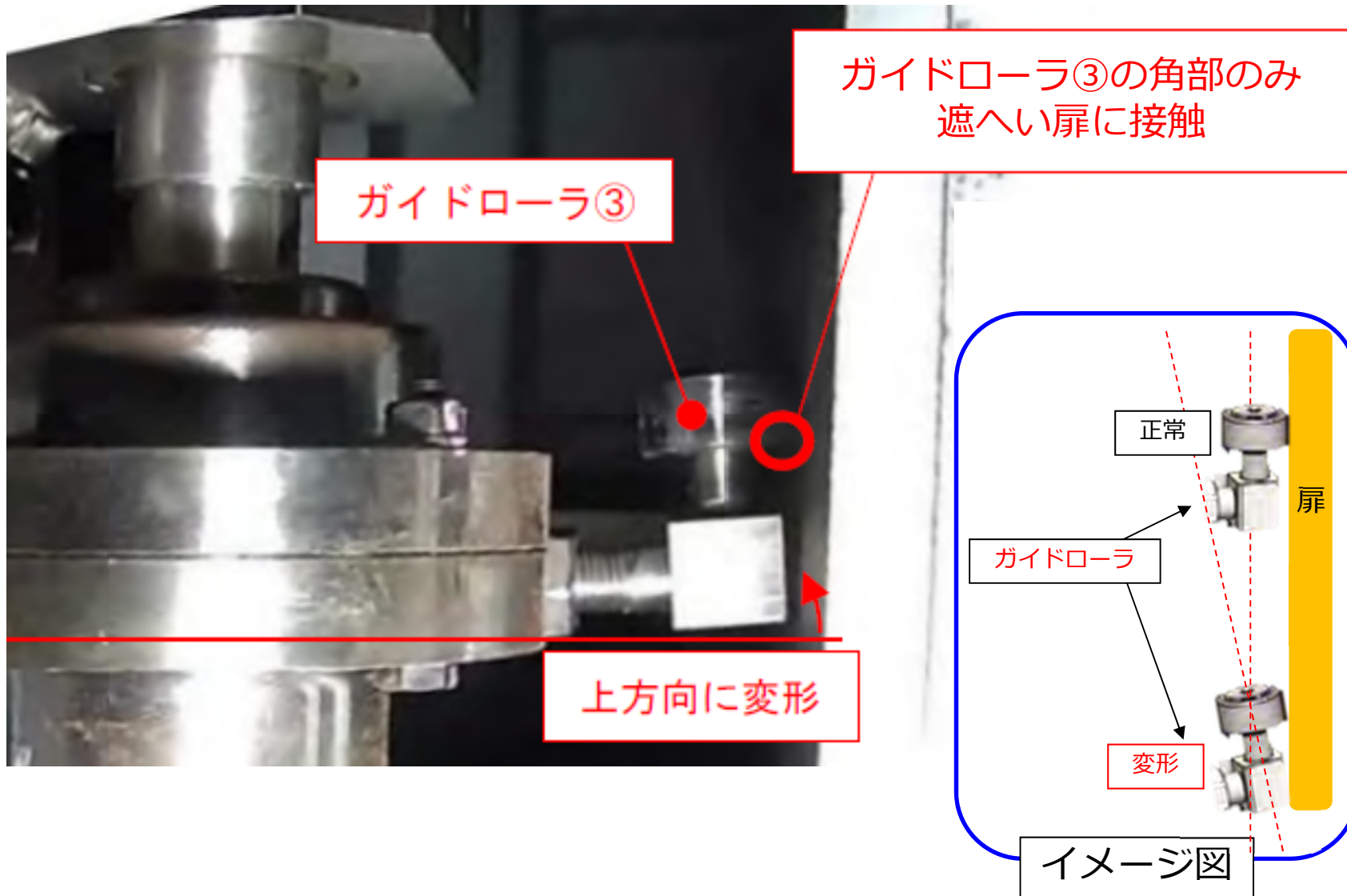


2. 現場作業の進捗状況（隔離部屋② 遮へい扉動作不良）

- 隔離部屋の遮へい扉を開閉した際、動作不良を確認
- 調査の結果、遮へい扉開閉時に発生する遮へい扉の振れを防止するガイドローラの一部に変形および緩みを確認



2. 現場作業の進捗状況（隔離部屋② 遮へい扉動作不良）



(参考) 現地準備作業状況 (全体工程)

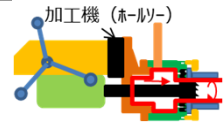
- X-53ペネ孔径拡大作業については2021年10月に完了
- X-6ペネのハッチを開放するための隔離部屋設置関連作業を2021年11月より実施中
- 隔離部屋設置後にペネハッチ開放作業に着手予定
- 隔離部屋に確認された損傷個所への対応を含め工程は精査中
- ロボットアームの性能確認試験について、楯葉モックアップ施設で2月より性能試験を実施中

	2021年	2022年			
		1	2	3	4~
・ スpray治具取付作業	X-53ペネ孔径拡大作業 [Bar]				Spray治具取付け [Bar]
・ 隔離部屋設置 ・ X-6ペネハッチ開放	隔離部屋設置 [Bar]			・ X-6ペネハッチ開放 [Bar]	
・ X-6ペネ堆積物除去 ・ 試験的取り出し装置設置					[Bar]
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) [Bar]				
内部調査及び 試験的取り出し作業					[Bar]

隔離部屋の損傷への対応含め精査中

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

0. 事前準備作業



- 事前にスプレイ治具取付事前作業 (X-53 ペネ孔径拡大) を実施

1. 隔離部屋設置



- ハッチ開放にあたり事前に隔離部屋を設置

2. X-6ペネハッチ開放

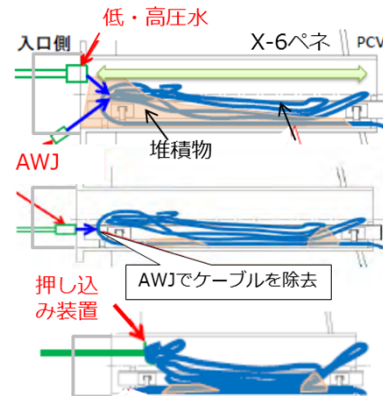
ハッチ開放装置



- ハッチ開放装置によりハッチを開放

3. X-6ペネ内堆積物除去

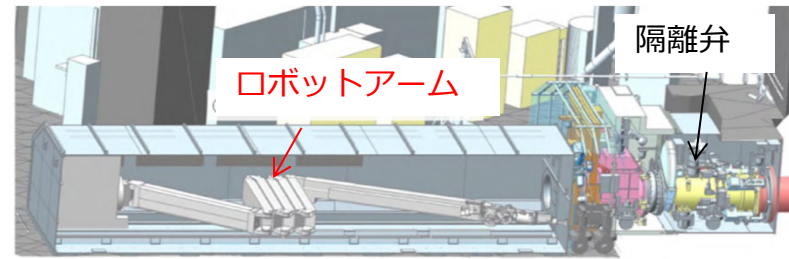
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



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

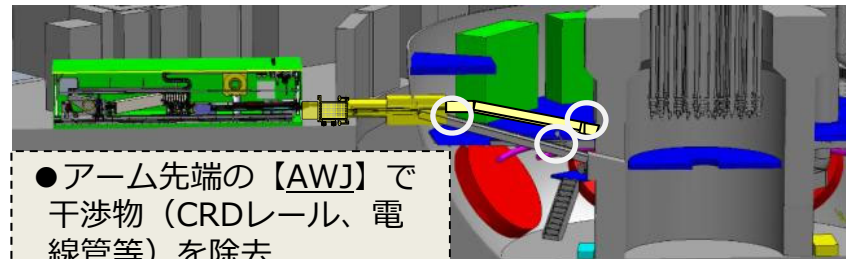
4. ロボットアーム設置

認可済



5. 内部調査及び試験的取り出し作業

① ロボットアームによるPCV内部調査



- アーム先端の【AWJ】で干渉物 (CRDレール、電線管等) を除去

② ロボットアームによる試験的取り出し

申請予定

燃料デブリ回収装置先端部



<金ブラシ型> <真空容器型>

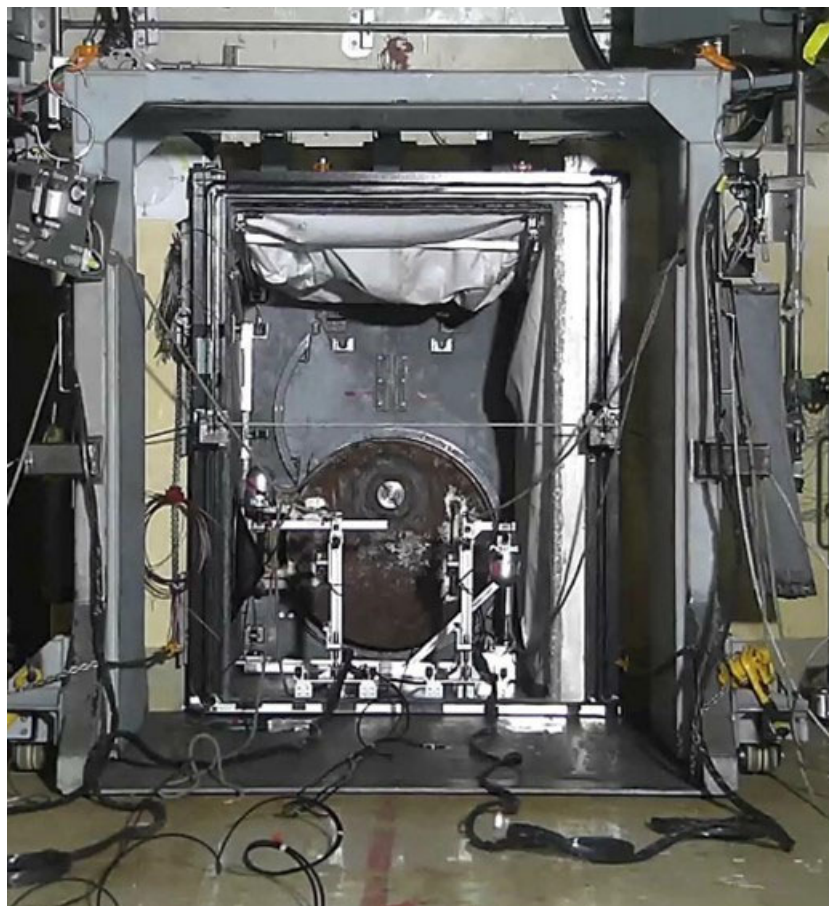


(注記)

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

(参考) 現場作業の進捗状況 (隔離部屋①、②の設置状況)

隔離部屋①の設置状況



隔離部屋②の設置状況



1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について

2022年 4月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 1/2号機SGTS配管撤去ワイヤーソーの配管噛み込み事象について **TEPCO**

- 1/2号機SGTS配管撤去において、配管切断時にワイヤーソーの配管への噛み込み事象が発生したため、原因調査及び対策検討を実施中。

【事象概要】

- 3月27日 SGTS配管を切断時にワイヤーソーの刃が配管に噛み込み停止した。
- ワイヤーソーの正/逆回転、切断装置付帯ウインチで刃の上下作用により噛み込み解消を試みたが、解消しないことから切断装置の把持状態を解除し、クレーンにて切断装置の吊り下ろし作業を完了した。

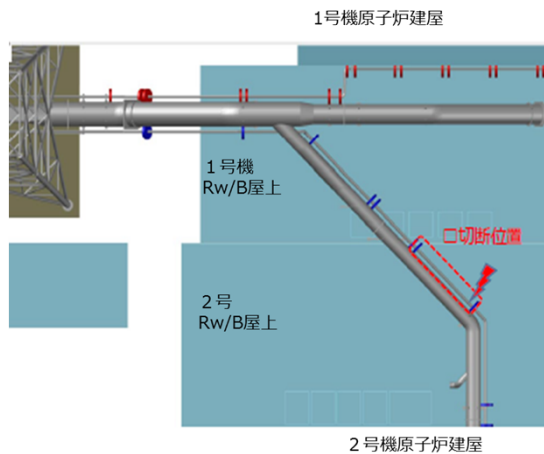


図1：切断位置

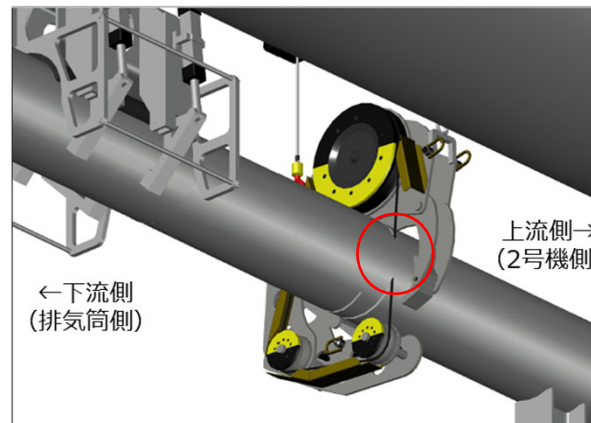


図2：ワイヤーソー配管噛み込み状況

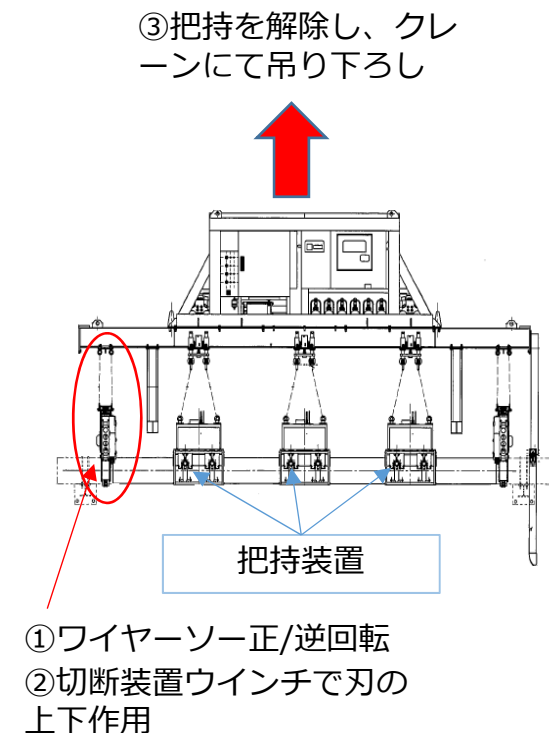
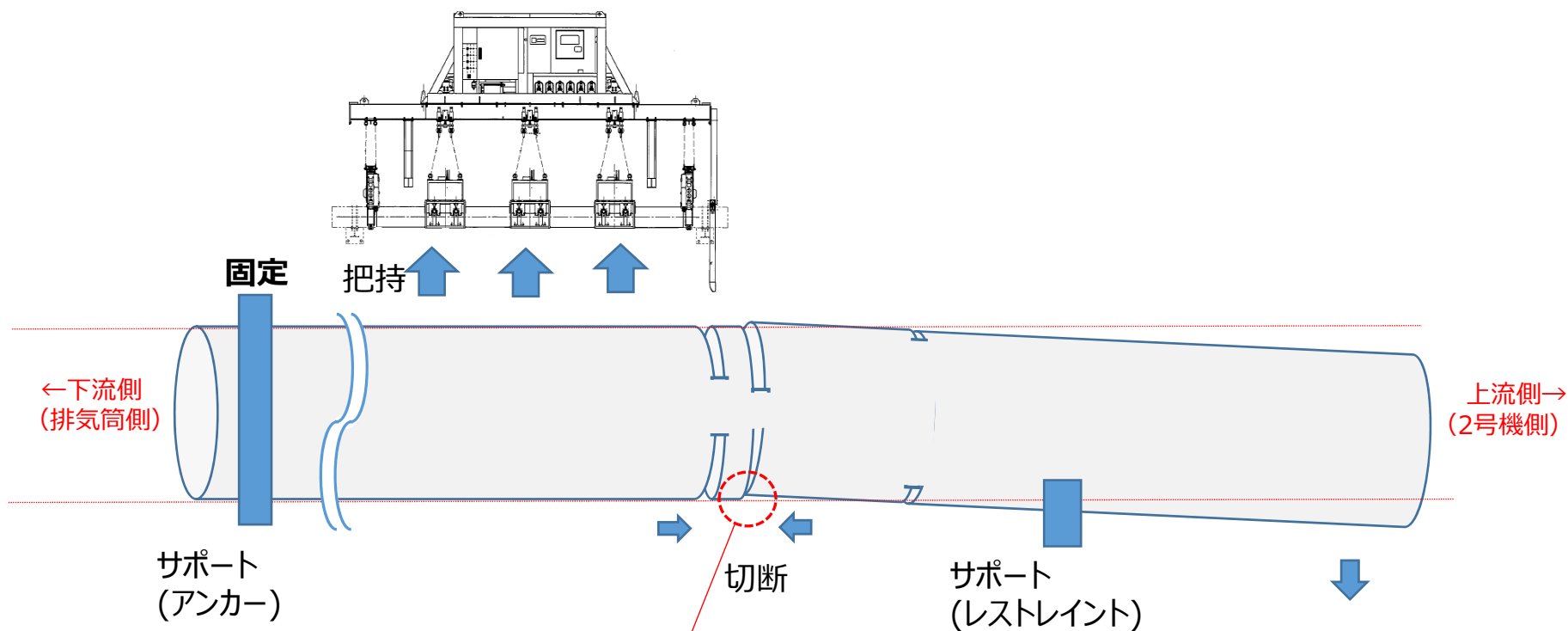


図3：吊り天秤概要

2.ワイヤーソーの配管噛み込み事象の原因分析

【原因分析】

- 切断時に、切断対象配管の上流側（2号機側）の配管が自重により沈み込むことで、切断面に圧縮力が加わり、ワイヤーソーの噛み込みが発生した可能性が高いと推定。



切断残存部に掛かる圧縮荷重は、約1.1～1.4 t と推定している。

3.対策検討について

【対策案1】上流側（2号機側）配管を把持し、クレーンで上方へ引き上げることで切断面の圧縮力を低減する。

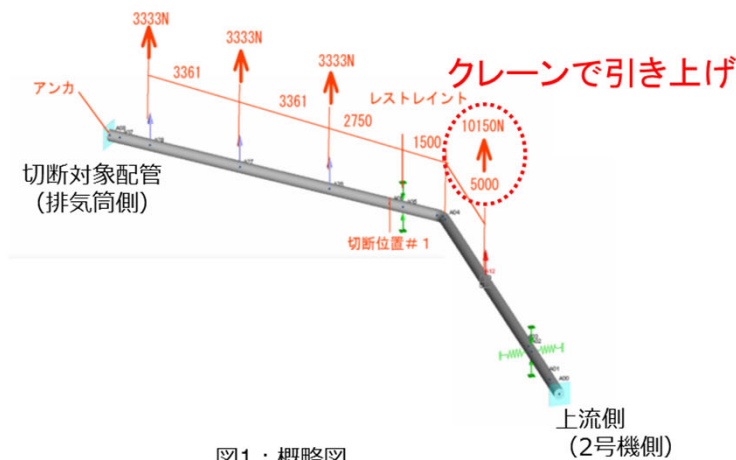


図1：概略図

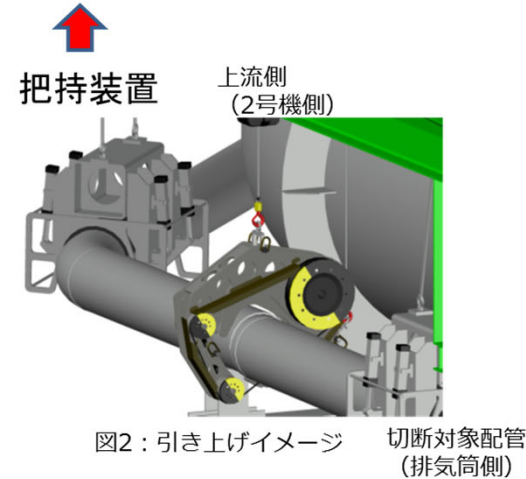
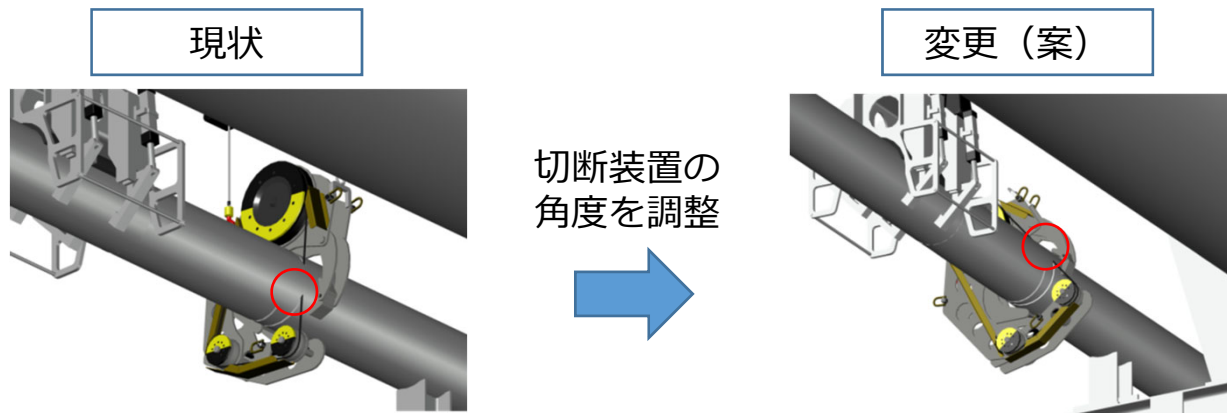


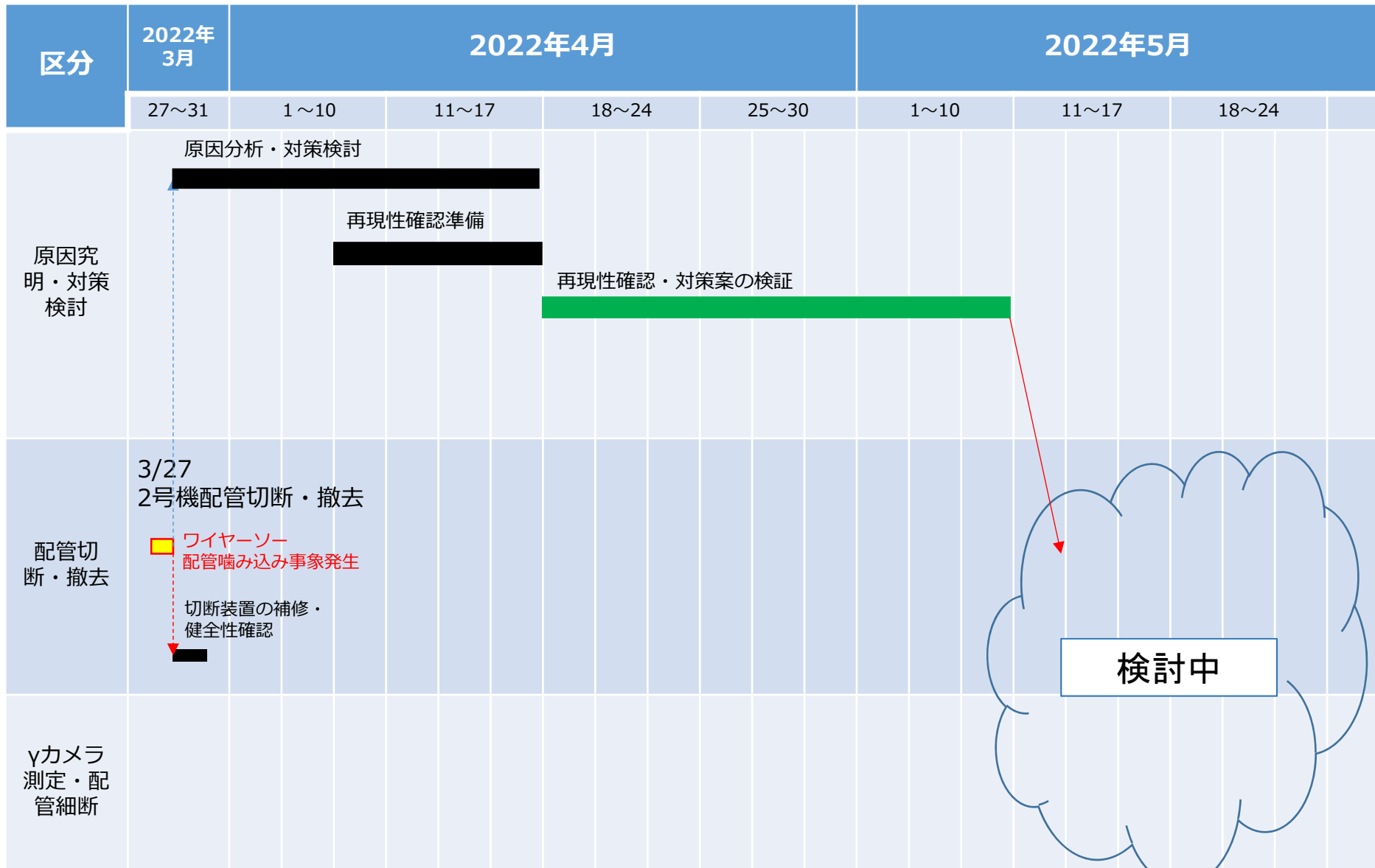
図2：引き上げイメージ 切断対象配管 (排気筒側)

【対策案2】切断装置の角度を調整し、切断終了付近の切断面積を小さくすることで噛み込みを防止することを検討する。



- 構外にて、模擬配管を用いて噛み込み事象の再現性確認及び対策の検証を行う。

4.今後の予定 (案)

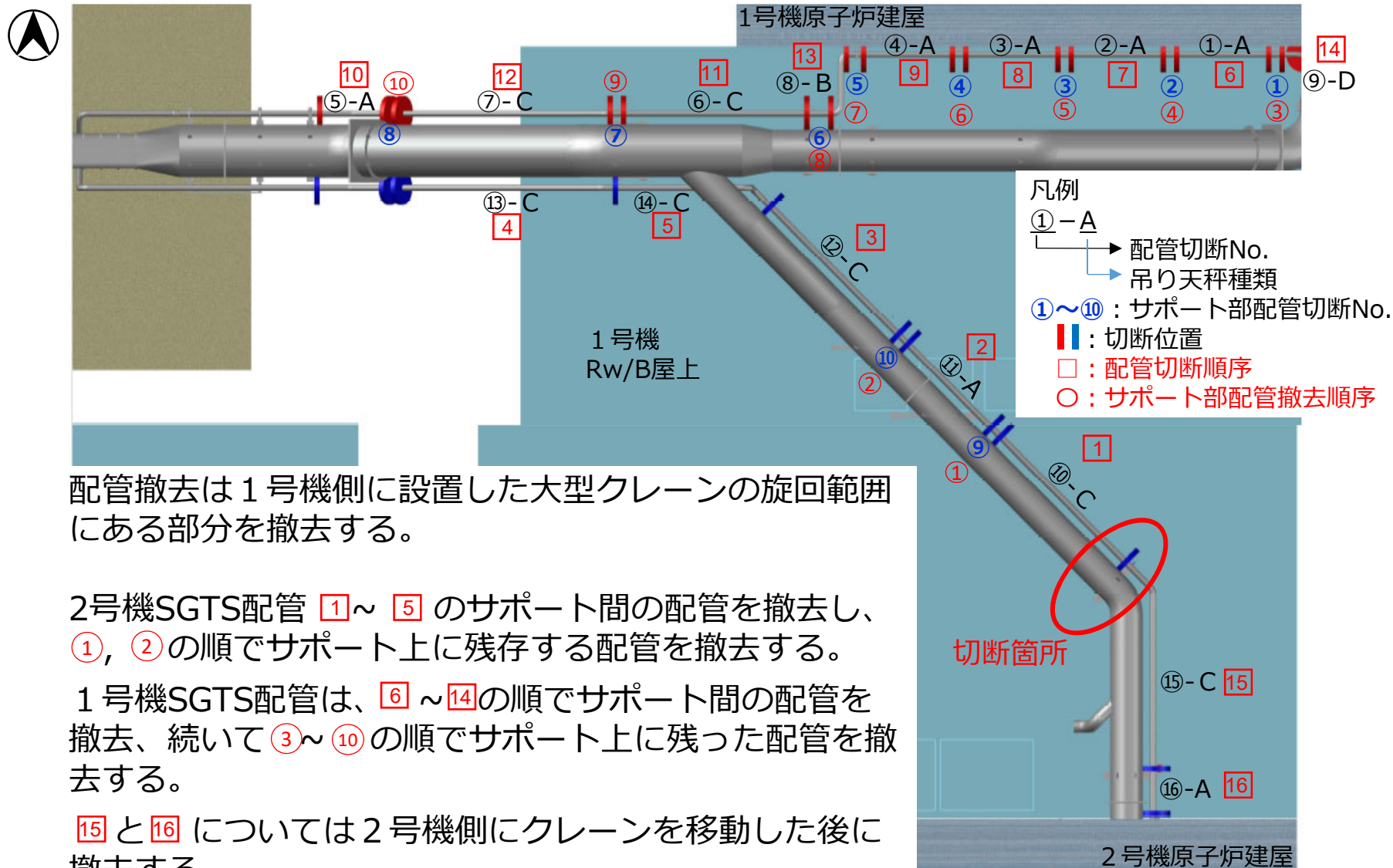


参考資料1

SGTS配管切断順序

<参考> SGTS配管切断順序 (2号機⇒1号機)

➤ 配管切断計画位置



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。

2号機SGTS配管 ①~⑤ のサポート間の配管を撤去し、①、②の順でサポート上に残存する配管を撤去する。

1号機SGTS配管は、⑥~⑭の順でサポート間の配管を撤去、続いて③~⑩の順でサポート上に残った配管を撤去する。

⑮と⑯については2号機側にクレーンを移動した後に撤去する。

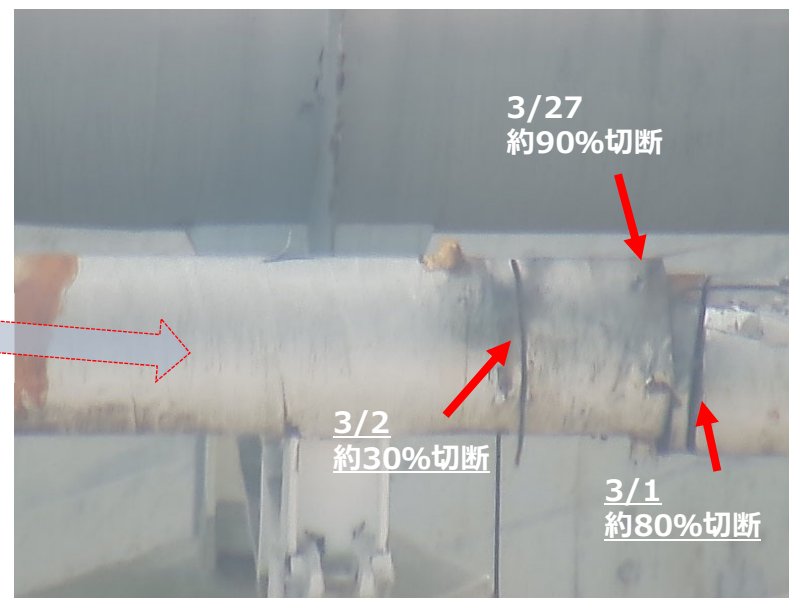
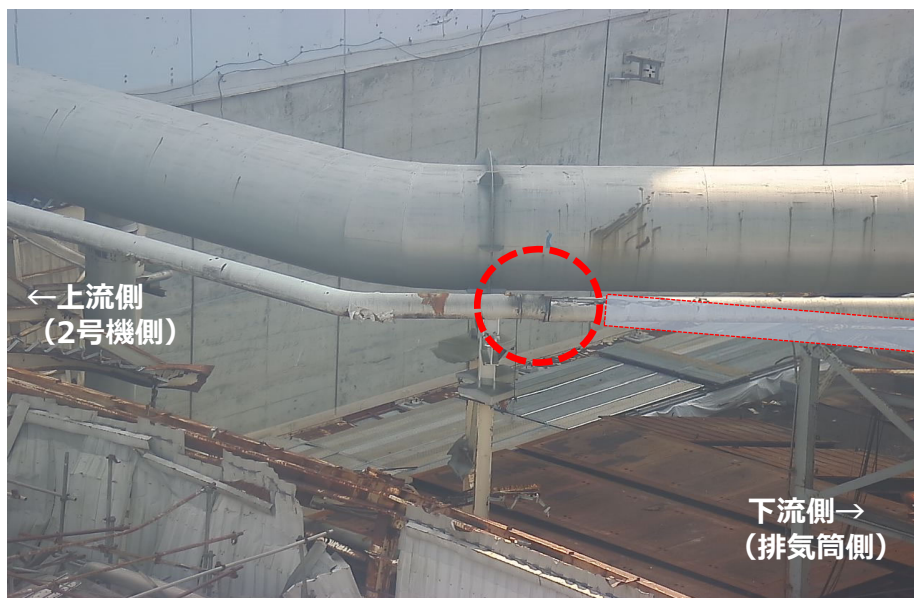
参考資料2

2号機SGTS配管について

<参考> 2号機SGTS配管について（1）

- 4月19日、現場調査の一環として、SGTS配管の状況を確認することを目的に、当該配管の写真撮影を行いました。その後、撮影した写真の確認を行っていたところ、3月27日の作業において、刃が噛み込み、切断作業を中断した配管部分に歪みを確認しました。
- 4月20日、SGTS配管の歪み拡大防止の観点から、準備が整い次第、SGTS配管をワイヤーで主排気ダクトに固定する処置を講じてまいります。（2022年4月20日 処置を完了した。）
- なお、SGTS配管切断時に切断面からダストが飛散することを防ぐことを目的に、配管内に発泡ウレタンを充填しており、切断面からダストが飛散するリスクはないと判断しておりますが、本日（4月20日）、切断部分の近傍に設置しているダストモニタを用いて、ダスト測定を実施し、バックグラウンドと同程度であることを確認しております。また、周辺ダストモニタやモニタリングポストの指示値に有意な変動がないことを確認しており、環境への影響はありません。

1号タービン建屋屋上から撮影



拡大図

<参考> 2号機SGTS配管について (2)

SGTS配管下部 (2号廃棄物処理建屋) から撮影



拡大図

SGTS配管下部エリア

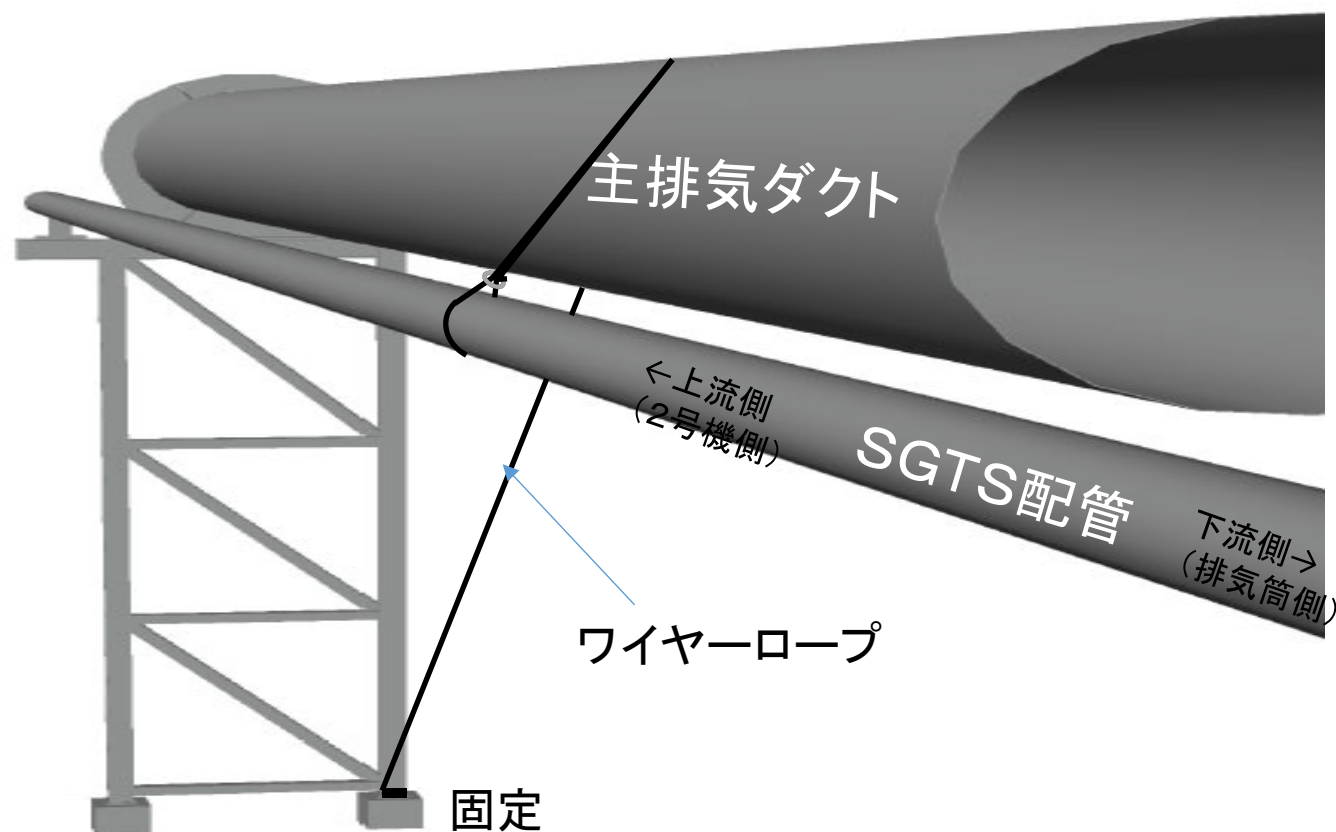


SGTS配管

主排気ダクト

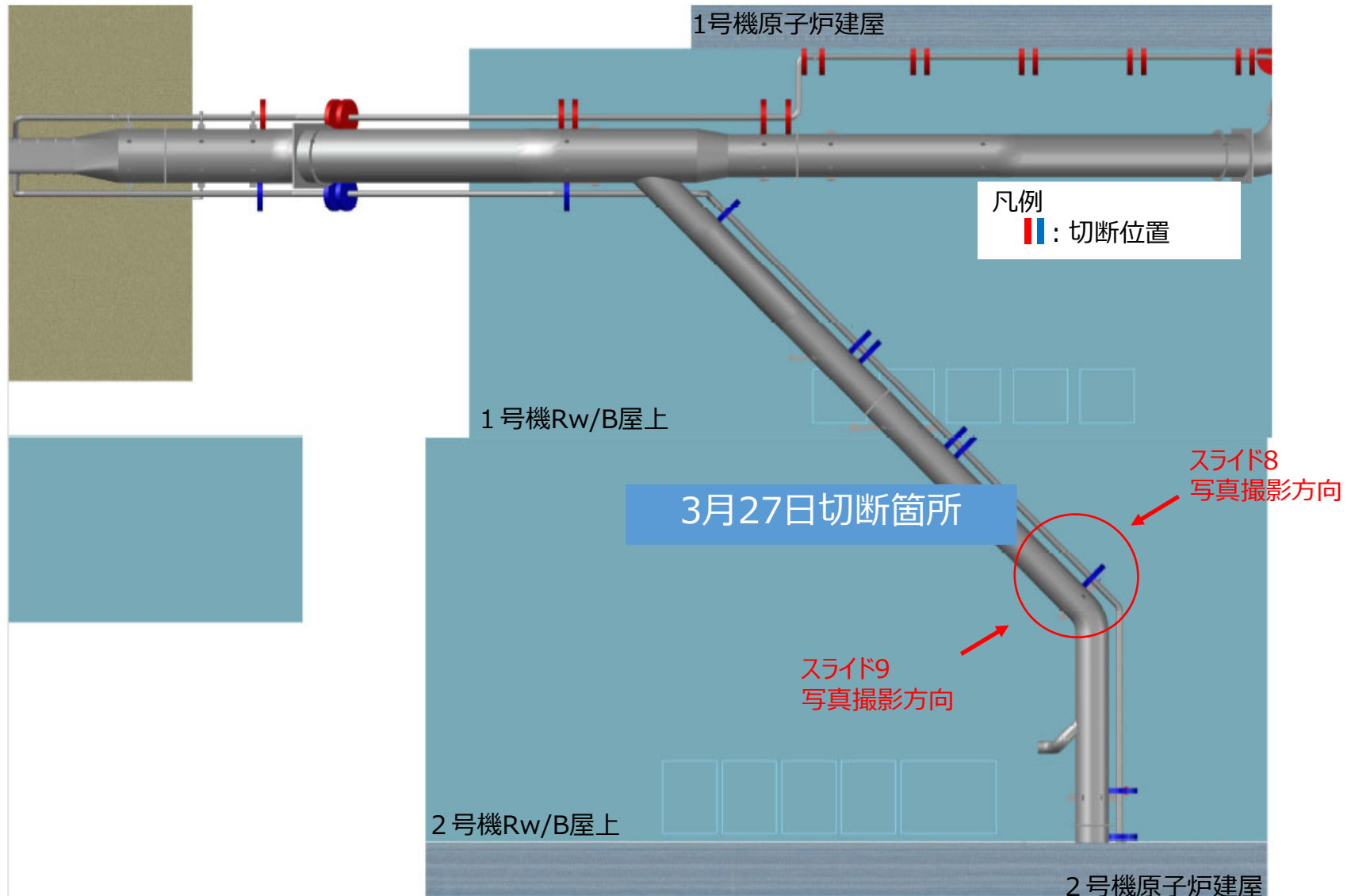
<参考> SGTS配管歪み拡大防止対策

- ①クレーンでワイヤーロープを吊りさげSGTS配管上部から垂らす。
 - ②下でワイヤーロープの端部を繋ぎ込む。
 - ③クレーンにて引き上げ主排気ダクト上部を通し再度下へ垂らす。
 - ④下でSGTS配管の主排気ダクトを支える土台へ固定を行う。
- 4月20日、配管を固定する作業を完了した。



<参考> 3月27日切断位置 (イメージ)

➤ 配管切断計画位置



3号機 PCV取水設備設置工事の対応状況について

2022年4月27日

TEPCO

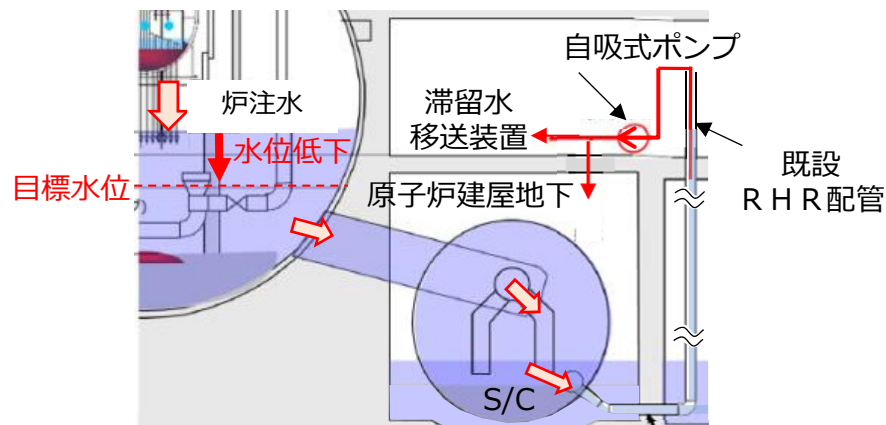
東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

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

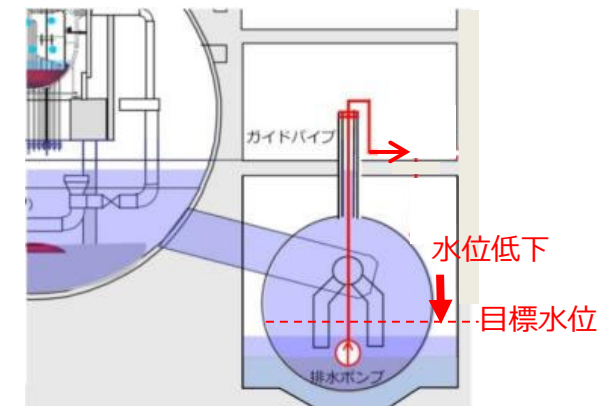
PCV：原子炉格納容器 S/C：圧力抑制室
R/B：原子炉建屋 RHR：残留熱除去系

ステップ1（目標水位：R/B1階床面以下）



既設配管を用いたS/C内包水の取水イメージ

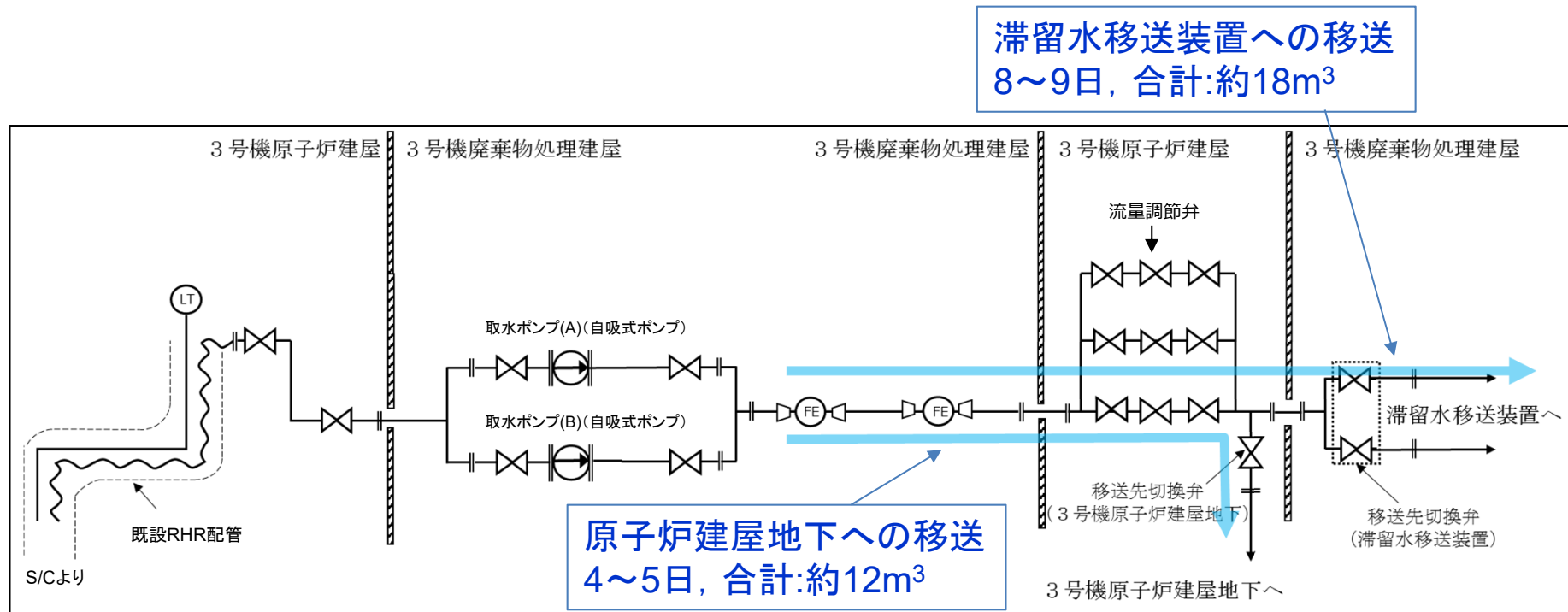
ステップ2（目標水位：S/C下部）



ガイドパイプによるPCV(S/C)からの取水イメージ

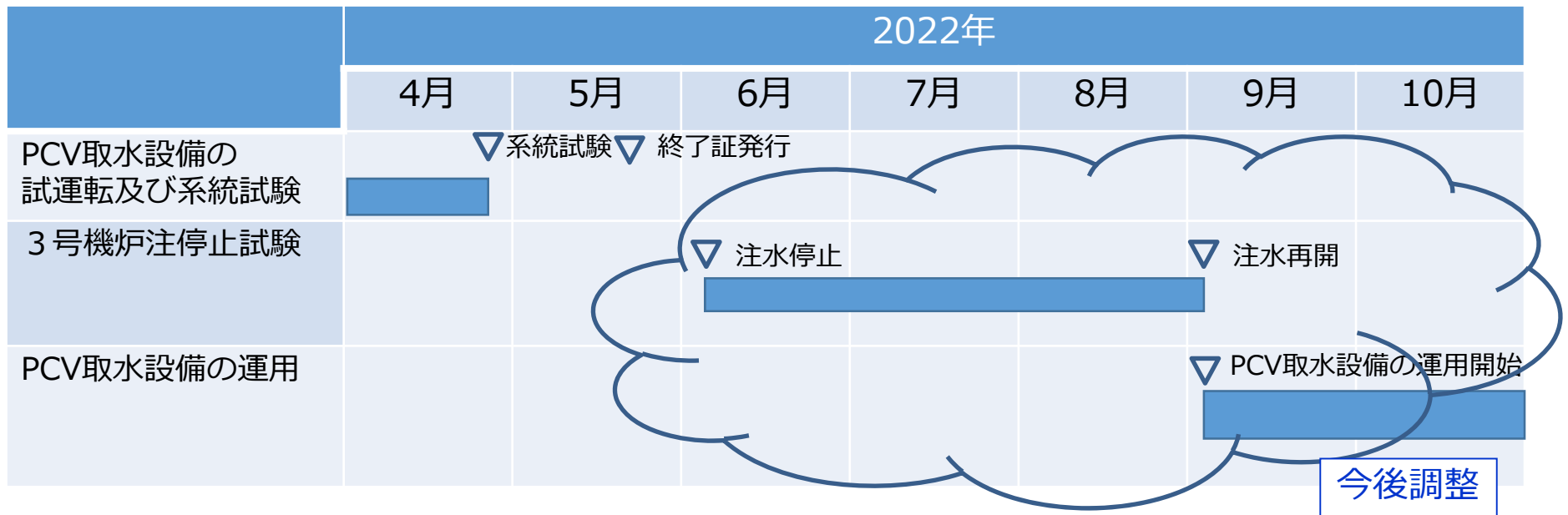
2. PCV取水設備 試運転の内容について

- PCV取水設備の設置は2021年10月から開始し、2022年3月末に完了。
- 3月28日から4月4日までろ過水による試験として、取水ポンプの運転確認及び流量調節弁の動作確認等を実施。
- 4月5日以降、既設RHR配管を經由してS/C保有水を取水し、以下内容の試運転を4月下旬まで実施予定。移送量は最大で合計30m³程度の見込み。
 - ・ 移送先である3号機R/B地下(トーラス室)及び滞留水移送装置への送水確認
 - ・ PCV取水設備の運転状態(PCV水位低下/水位維持等)に応じた動作確認/流量調整



3. 今後のスケジュール

- 使用前検査の系統試験を4月26日に受検し，5月下旬に終了証発行を想定。
その後，3号機原子炉注水停止試験に移行する計画。
- PCV取水設備の運用開始は，注水停止試験実施後に開始することを想定しているが，今後の対応状況等を踏まえ，調整を行う。



福島第一原子力発電所にて取得した試料の分析

2022年4月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

本資料は、経済産業省「平成30年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金（燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発）」の研究の一部を含む

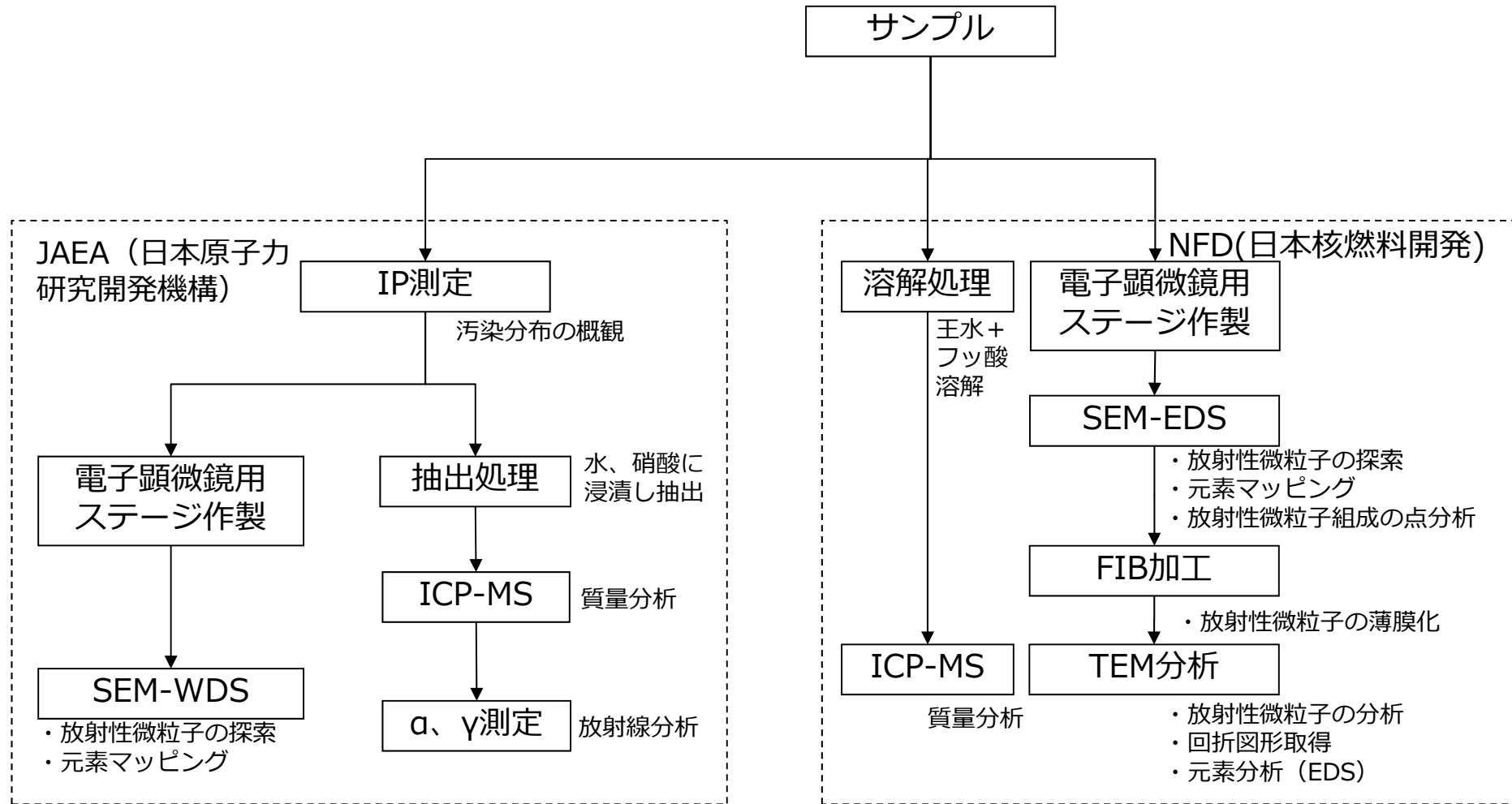
- 福島第一原子力発電所では廃炉作業の進捗とともに、これまで高線量環境などの課題から取得が困難であった1～3号機原子炉格納容器（PCV）内および関連設備からも、サンプルが取得されるようになってきている。
- これらのサンプルを詳細に分析することで得られる情報は、燃料デブリ分布や核分裂生成物（FP）の化学的特性に関する検討など、今後の廃炉作業に活用されることから、当社は、廃炉・汚染水対策事業「総合的な炉内状況把握の高度化」、「燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発」と協働し、サンプル分析結果の評価を進めてきた。
- これまでに、U含有粒子に着目して分析評価を進めることにより、微粒子の形成プロセスについて整理してきた。
- 今回は事故時PCVベントにおける主な移行経路と推定される1/2号機非常用ガス処理系(SGTS)配管内から採取した試料について、燃料成分であるU、揮発性FPであるTe、Csに着目して、電子顕微鏡（SEM/TEM）による分析結果をもとに特性を評価することにより、粒子形成時の炉内環境（温度、雰囲気など）や揮発性FPの移行挙動（形態、経路）の推定を行った。

	サンプル	概要	採取時期
1	1/2号機SGTS配管内部拭き取りスミア	1/2号排気筒近傍は雰囲気線量が高く、1号機PCVベントによる汚染の影響とみられる。	2020年5月
2	1号機PCV内部調査アクセスルート構築関連サンプル (AWJ 装置)	隔離弁(200A,250A) AWJ装置の外側、ノズル部 (パッド面) - PCV内の汚染付着の可能性 - AWJの研磨材付着の可能性	2020年3月
3	1号機PCV内部調査アクセスルート構築関連サンプル (ガス管理設備)	AWJ穿孔作業時に、PCVガス管理設備に設けた作業監視用ダストモニターで用いたろ紙	2019年6月

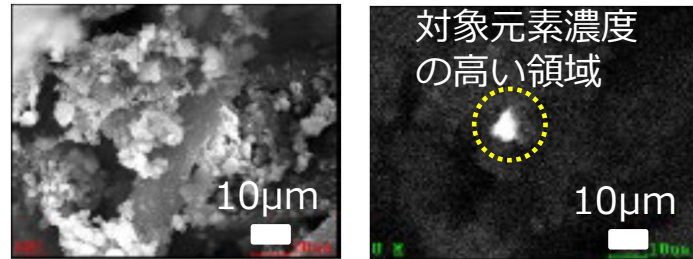
SGTS : Standby Gas Treatment System (非常用ガス処理系)
 AWJ : Abrasive Water Jet (アブレイシブウォータージェット)

試料1について、TEM/EDSを用いた詳細分析を実施。
 試料2はSEM/EDSでU濃縮領域は確認できず。

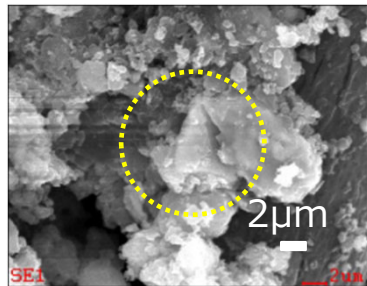
その他の分析結果の考察は、参考情報 2、並びに以下のURLを参照
<https://irid.or.jp/wp-content/uploads/2021/09/2020004seijyouhaaku.pdf>



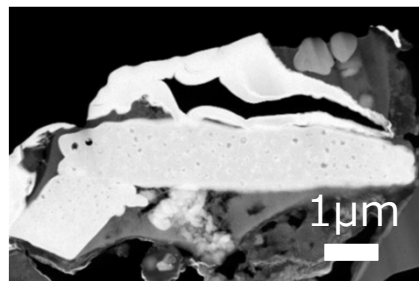
IP:Imaging Plate(イメージングプレート)、ICP-MS:Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry(誘導結合プラズマ質量分析)
 SEM:Scanning Electron Microscope(走査型電子顕微鏡)、EDS:Energy Dispersive X-ray Spectroscopy(エネルギー分散型X線分光法)
 WDS:Wavelength Dispersive X-ray Spectroscopy(波長分散型X線分光法)、FIB:Focused Ion Beam(集束イオンビーム)、
 TEM: Transmission Electron Microscope (透過型電子顕微鏡)



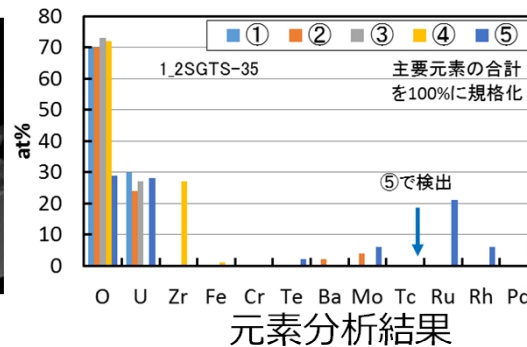
SEM/EDSによる広範囲の元素分布から、着目元素濃度(U, Te, Cs)の濃い位置を探索



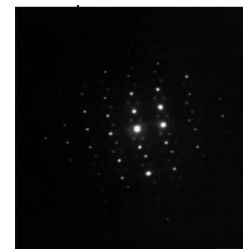
SEM/EDSにより着目元素濃度の濃い位置を詳細に確認し、TEM用試料採取場所を決定



TEM像

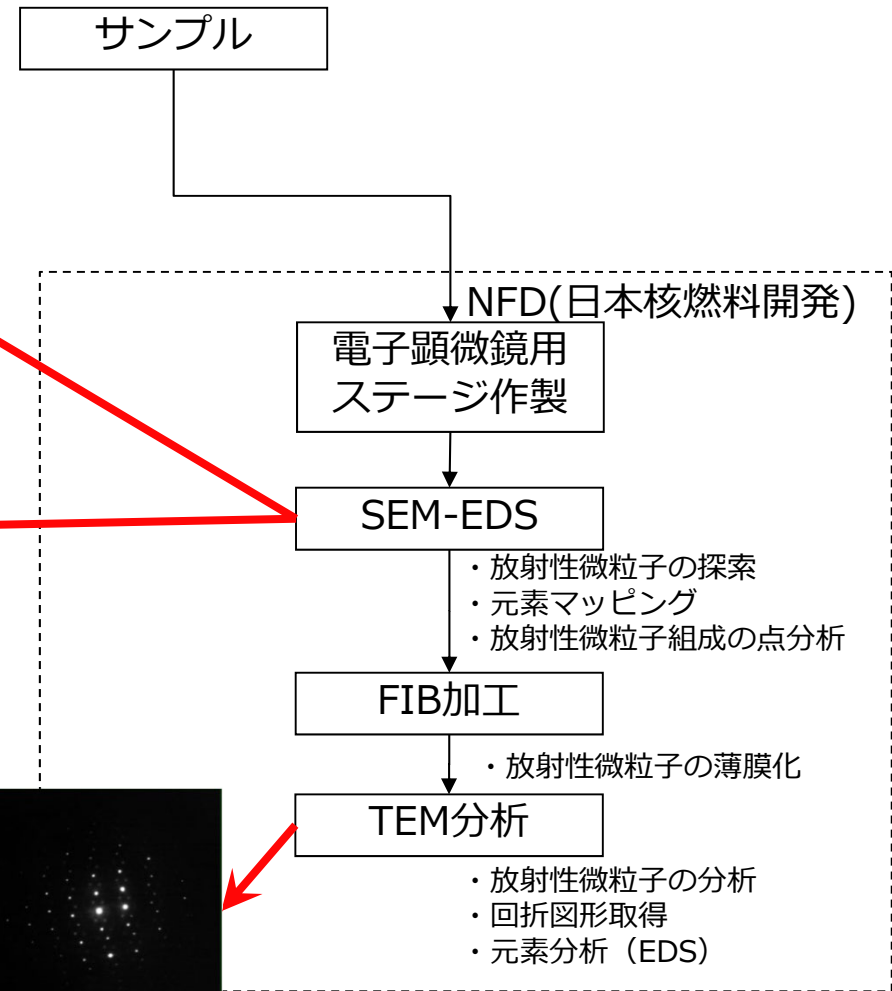


元素分析結果



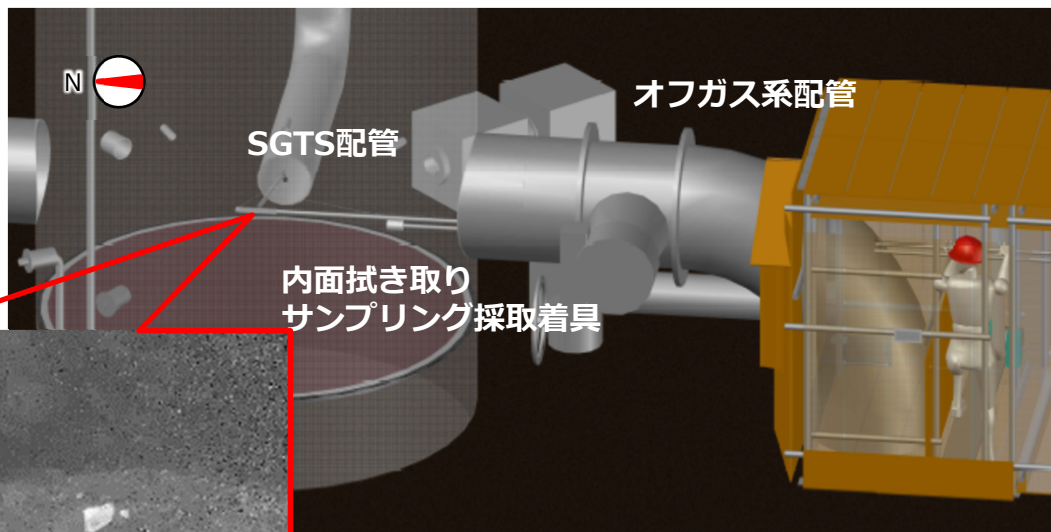
回折図形

着目位置からFIBを用いてTEM用試料を加工し、TEM/EDS/電子線回折により試料の組織・組成・結晶構造を測定する

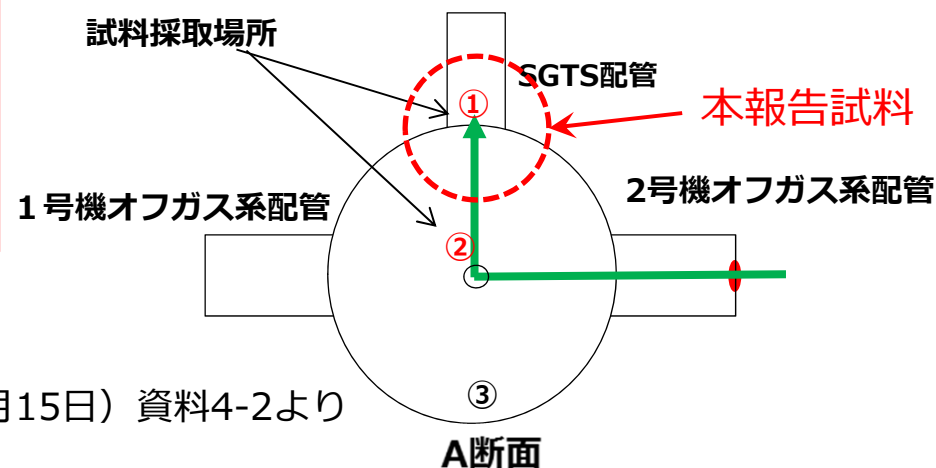


(1) 内面拭き取りサンプリング

- 配管穿孔箇所（直径約10cm）より操作ポールを排気筒内部へ挿入し、SGTS配管内面の拭き取り（スミヤろ紙による）サンプリングを実施。（2020年5月採取）



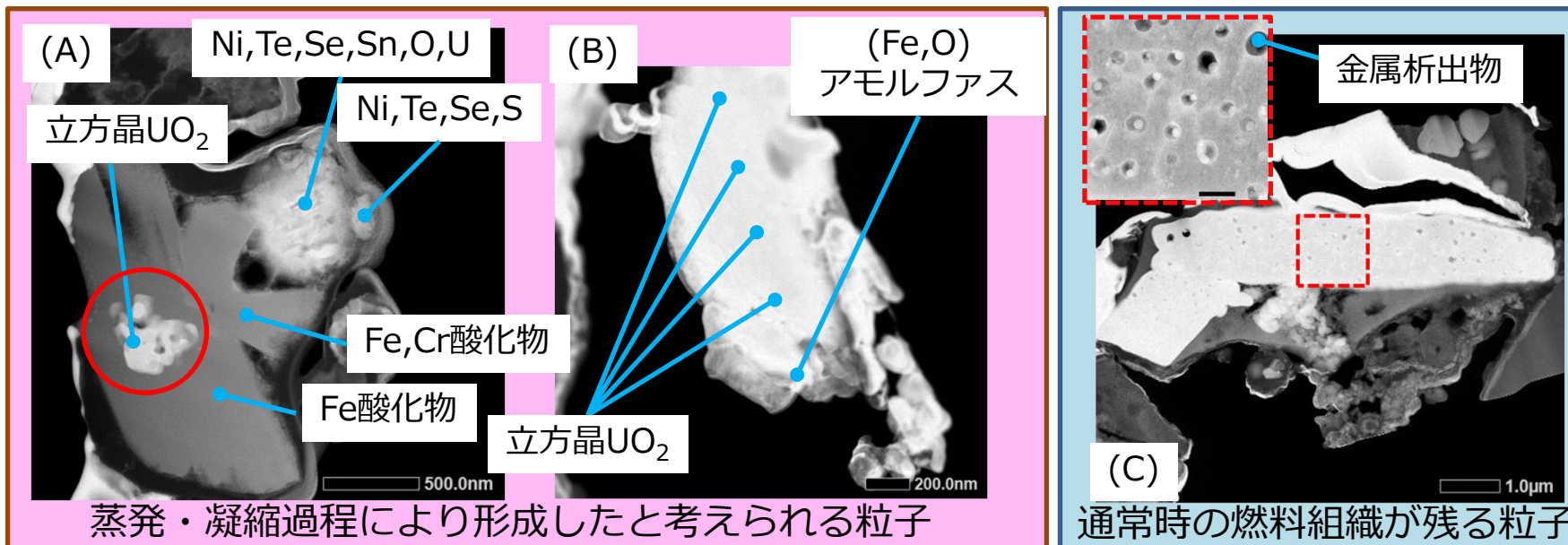
写真：内面拭き取りサンプリング状況



第81回 特定原子力施設監視・評価検討会（2020年6月15日）資料4-2より

- (A)、(B)：立方晶 UO_2 を主体とした凝集粒子。
 - 周囲にFe酸化物
 - 蒸気圧の低いZrは含まず ⇒ 蒸発・凝縮過程で形成したと推定
- (C)は通常時の燃料組織が残る未溶融の立方晶 UO_2 粒子
 - 気泡内にMo-Tc-Ru-Rh-Pd金属析出物
 - 予想される存在割合より低いMo/Ruモル比 (0.3)
 - ⇒ Ruよりも酸化・移行しやすいMoが酸化／蒸発し、かつ酸化雰囲気下でMo放出が顕著となる条件 ($p(H_2)/p(H_2O) \leq 1$ 、約 $1500^{\circ}C$ 以上) を経験したものと推定

⇒ 事故進展解析のインプットとなる炉内条件の一つ、およびデブリ分析の基礎情報を取得



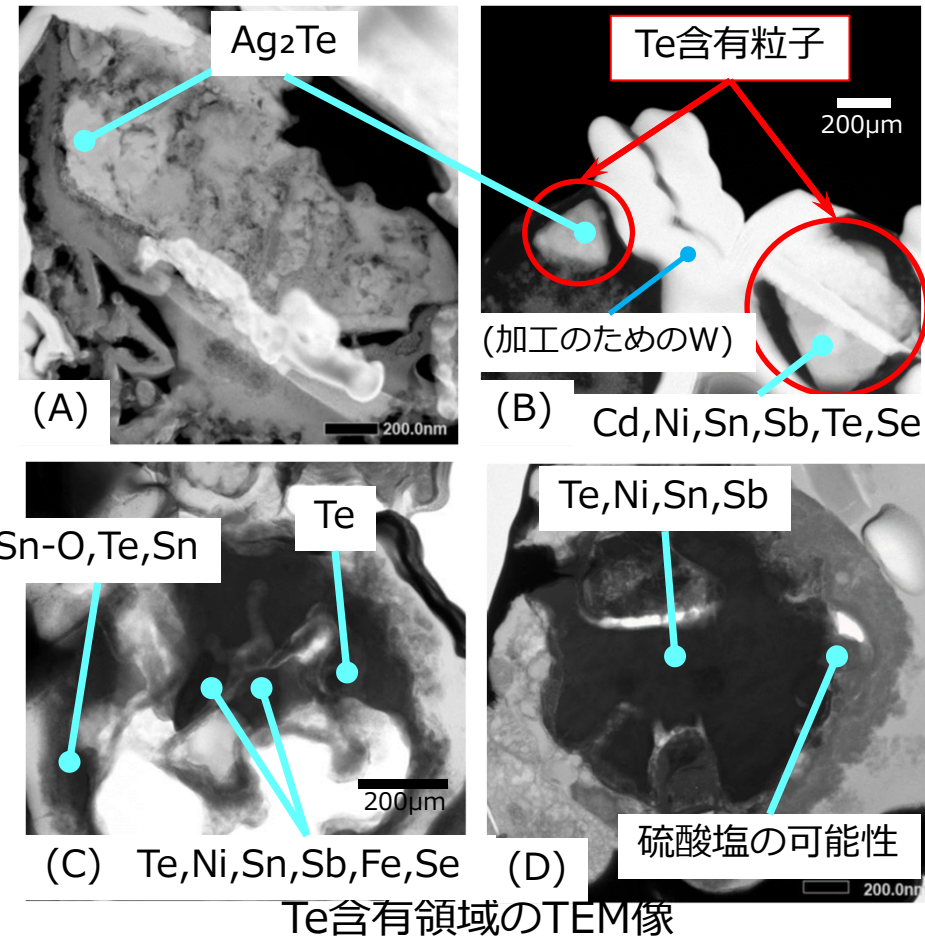
揮発性FPであるTeに着目した分析結果

- ◆ 事故時に燃料から放出されたFPの移行経路や化学形態は建屋内のFP分布推定の観点で重要
- ◆ 移行しやすい揮発性FPであり、存在量が多いTe、Csに着目

- Ag₂Te、Te金属等の凝集体
- Te, Se, Sb, Cd, Ni, Sn, Pb, S等が存在
- U, Zrを含まず



- 揮発性FP(Te, Ag, Se, Sb, Cd等)が蒸発し凝縮・凝集したと推定
- 次の移行挙動に関する事項を示唆
 - SGTsが揮発性FPの一つの放出経路
 - Ag₂Te, Te金属等の凝集粒子の形で移動
- 燃料デブリ溶融挙動(Feの溶融/凝固温度の低下)に影響を及ぼすSの存在 (D)
 - Sの由来は潤滑剤、ケーブル被覆材、海水などの可能性。



⇒ 揮発性FPの移行挙動（化学形態、移行経路）やFP分布評価のインプットに関する一つの情報を取得

⇒ 溶融凝固挙動に影響を及ぼすS等の元素は今後の燃料デブリ分析においても重要な観点

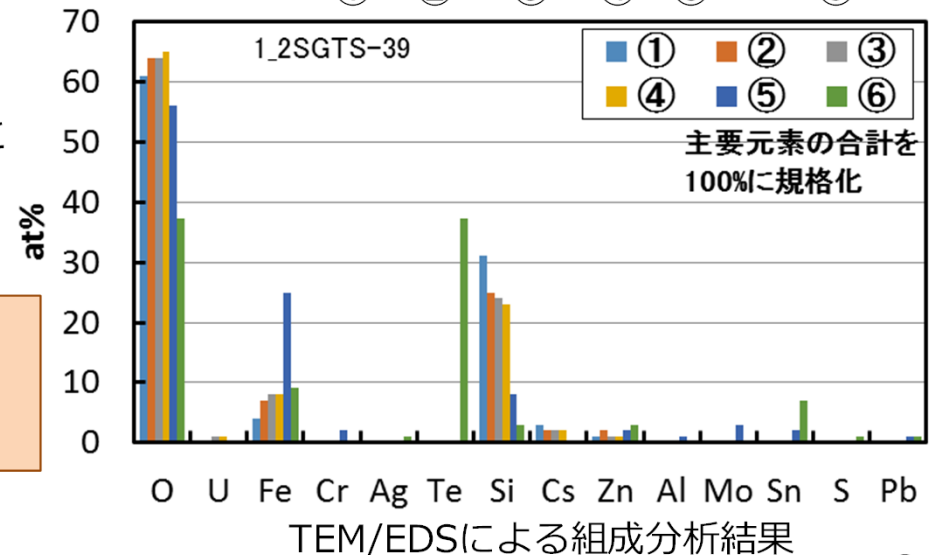
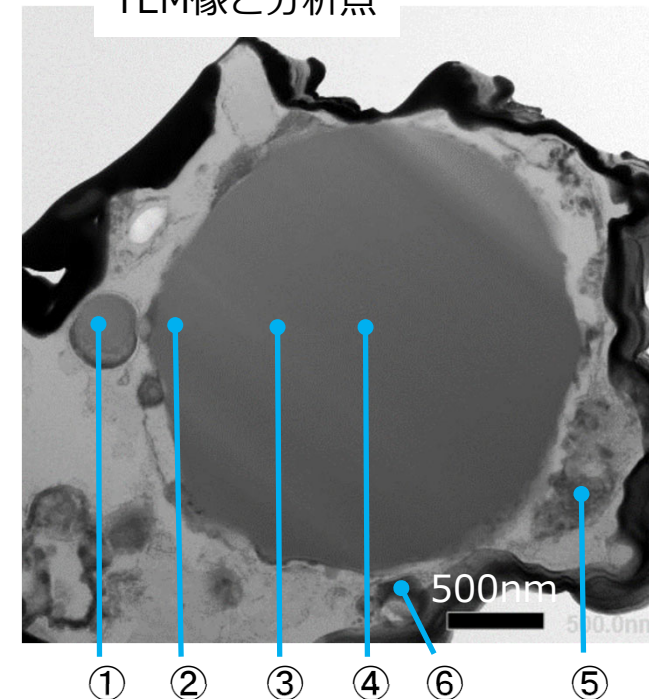
- Si-Fe-O系ガラスの直径約 2 μmの球状粒子
 - Cs濃度:2~3at%
 - Zn濃度:1~3at%
 - U, Zrは含まず
 - 環境中で見つけたZn, Feを含有することを特徴とする球状の不溶性Cs粒子に類似
- Si-Fe-O粒子内にCa, Al, Mgなどのコンクリート成分を含まない



- 推定形成条件
 - SiO₂の液化温度以上
 - Csとの親和性がSiより強いMoが顕著に存在しない
- Siはコンクリート由来ではないと推定
- 1/2号機SGTS内は主に1号機ベントの影響と考えられることから、この球状微粒子は1号機内で形成した可能性が高いと推定

⇒ 事故進展解析のインプットとなる炉内条件やFP分布評価のインプットの一つとなる情報を取得

TEM像と分析点



1/2号機SGTS配管内から採取した試料について、燃料成分であるU、揮発性FPであるTeやCsに着目して特性を評価することにより、粒子形成時の炉内条件（温度、雰囲気など）や揮発性FPの移行挙動（形態、経路）について推定を行った。

■ 燃料成分であるUに着目した分析結果

- 蒸発・凝縮過程で形成したと推定される粒子と通常時の燃料組織を持った粒子
- 水蒸気過多条件下 ($p(\text{H}_2)/p(\text{H}_2\text{O}) \leq 1$ 、約1500℃以上)を経験したものと評価

■ 揮発性FPであるTeに着目した分析結果

- Ag_2Te のほか、Ag, Te, Se, Sb, Cd, Ni, Sn, Pb, Sなどの凝集粒子
- 揮発性FP等の蒸発・凝縮/凝集により形成と推定
- 1/2号機SGTSがFP放出の経路の一つ
- 燃料デブリ溶融挙動(Feの溶融/凝固温度等)に影響を及ぼす元素(S等)が存在

■ 揮発性FPであるCsに着目した分析結果

- Csを僅かに含むSi-Fe-O系ガラスの球状粒子
- 球状粒子内にCa, Al, Mgなどのコンクリート成分を含まず
- SiO_2 ガラスが液化する温度において、Csが十分に存在し、かつCsとの親和性がSiより強いMoが顕著に存在しない条件で形成したものと推定

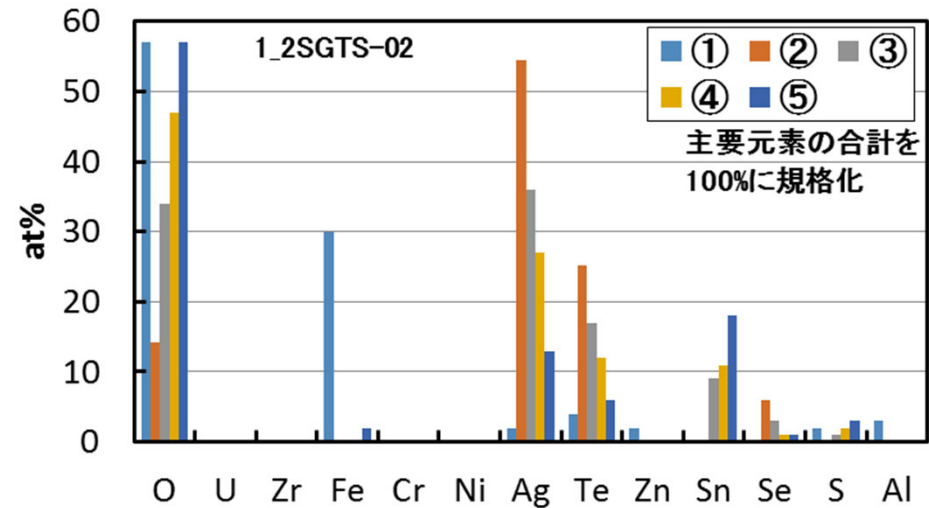
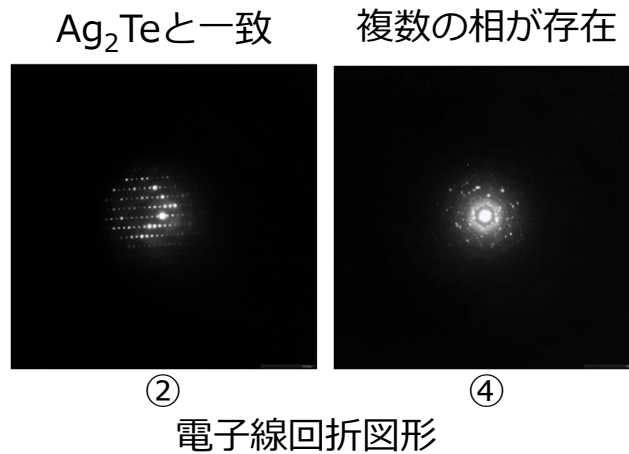
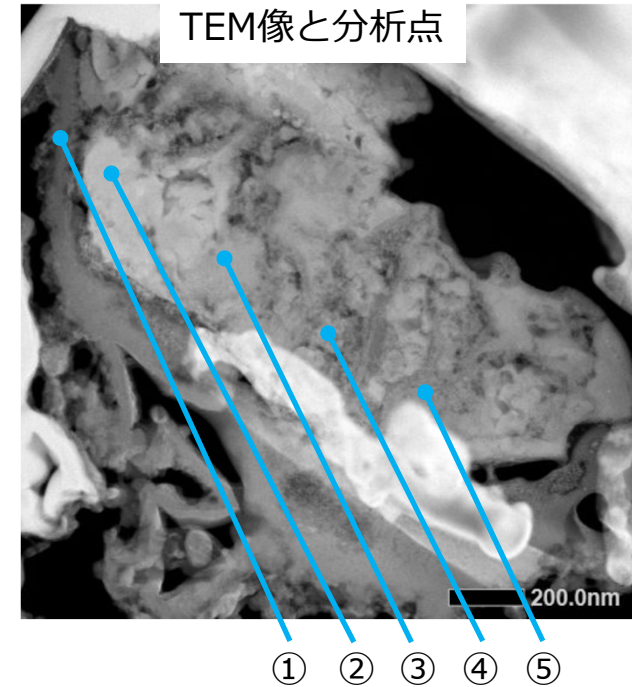


限定的ながら、粒子形成時の環境や揮発性FPの移行挙動（化学形態、移行経路）、燃料デブリ溶融挙動に影響を与える元素の存在等、事故進展検討に係る情報が得られた。

参考情報 1 (TEM/EDS分析結果)

- SEM/EDSにより、35元素について元素マップをとり、U, Te, Cs, Moの濃化部46領域を抽出し、領域番号を決定
- その中から、燃料成分であるUに着目した3領域、揮発性FPであるTeに着目した4領域、Cs含有粒子に着目した1領域をTEM/EDS/電子線回折用に選定（試料識別は領域番号で行う）

- Uをほとんど含まない微粒子の凝集体(②~⑤)で、周囲(①)にFeを含む酸化物或いは水和物(アモルファス状)が存在
- ②はAg₂Te
- 凝集体の③~⑤はAg、Teを含む化合物(主にAg₂Teと思われる)やSn酸化物等の混合相
- ZrやCr、Niはほとんど含まれない
- AgやTeは核分裂生成物由来と考えられるが同位体比が未確認
- 酸素の存在量から、Fe、SnO₂が形成していると推定

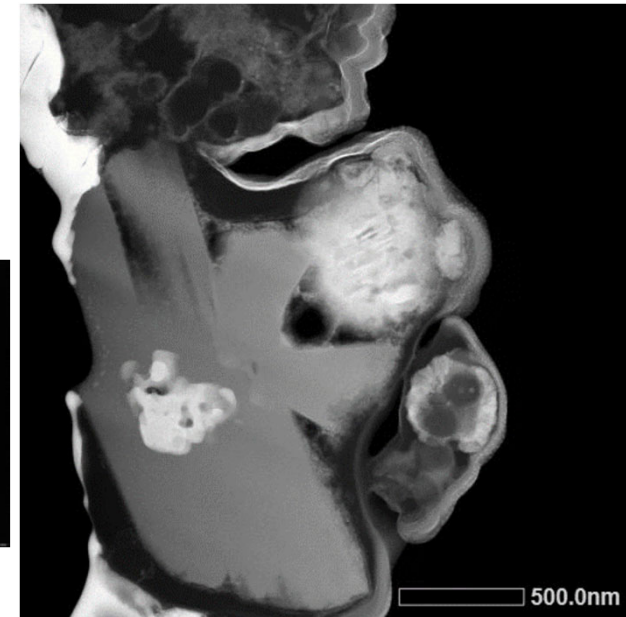


TEM/EDSによる元素分析結果

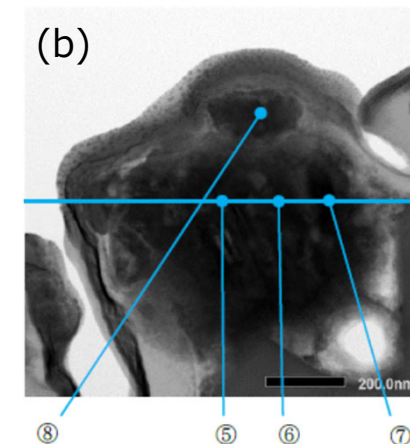
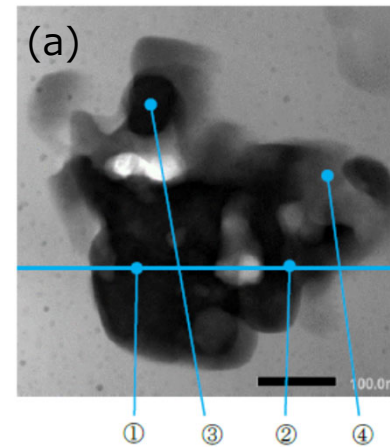
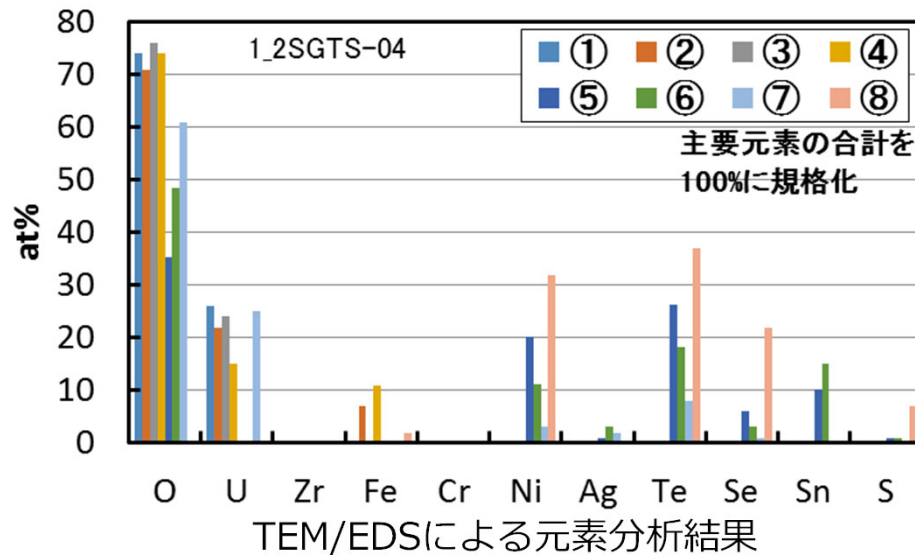
- ①は立方晶 UO_2 、②~④は立方晶 UO_2 の回折スポットに細かな不明な回折スポットが存在。
- 粒子(a)は立方晶を主体とする粒子で、Fe酸化物(立方晶 UO_2 の存在から Fe_3O_4 と考えられる)の中に存在。Zrはほとんど含まれない
- ⑤~⑧の結晶構造は不明。⑦は立方晶 UO_2 の可能性。
- 粒子(b)は元素分析結果からNiやSnの酸化物やTe化物、Te単体、Te酸化物、Se化物と思われる領域
- 粒子(a)を含むFe酸化物粒子にFe,Cr酸化物を介して粒子(b)が付着した状態



粒子(a)の①の電子線回折図形

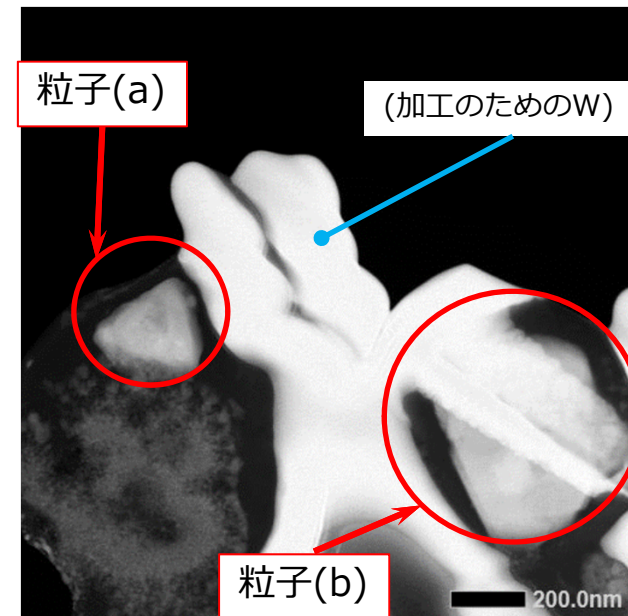


TEM像

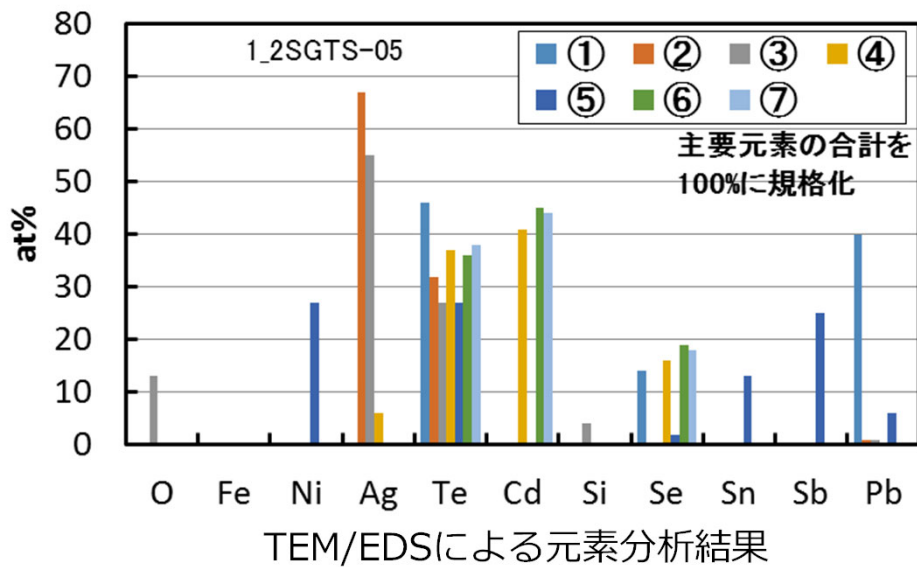


分析点

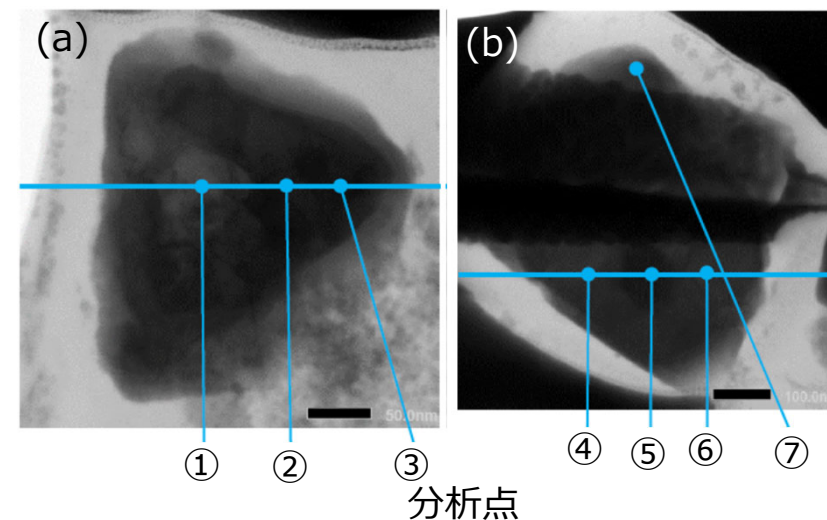
- 結晶構造はいずれも不明。ただし、②、③はAg₂Teの可能性はあるが、他の回折スポットも存在。
- Uはほとんど含まず、③を除いて殆ど酸素を含まない。
- 中央のX状粒子は加工時に付着したWで、試料由来ではない
- 粒子(a)はAg₂Teの他、PbのTe化物、Se化物などを含む
- 粒子(b)はCdのTe化物あるいはSe化物で、中央の白い部分にはNi、Sn、Sbが含まれると考えられる



TEM像

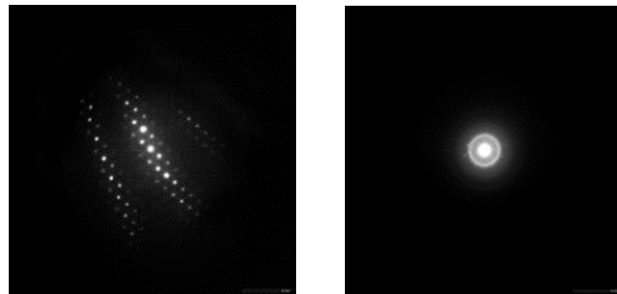


TEM/EDSによる元素分析結果

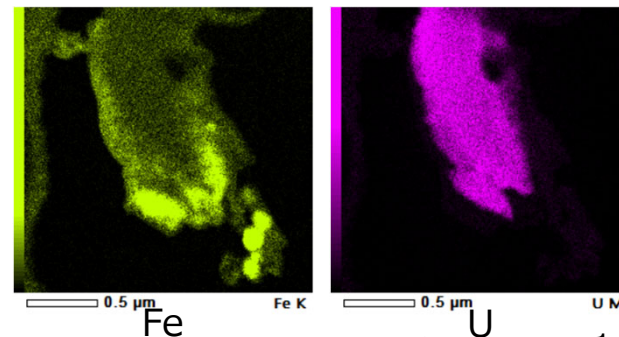
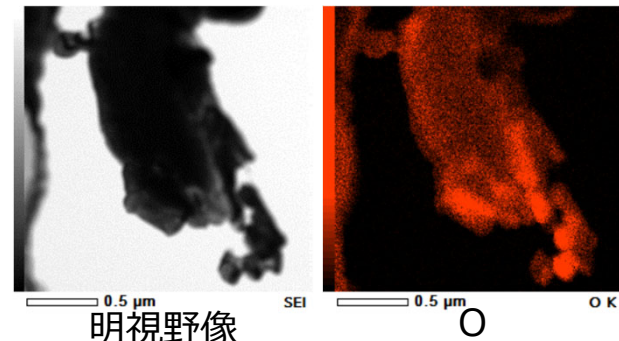
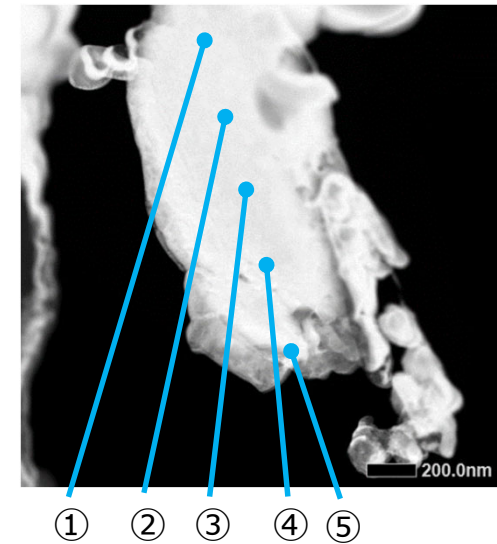
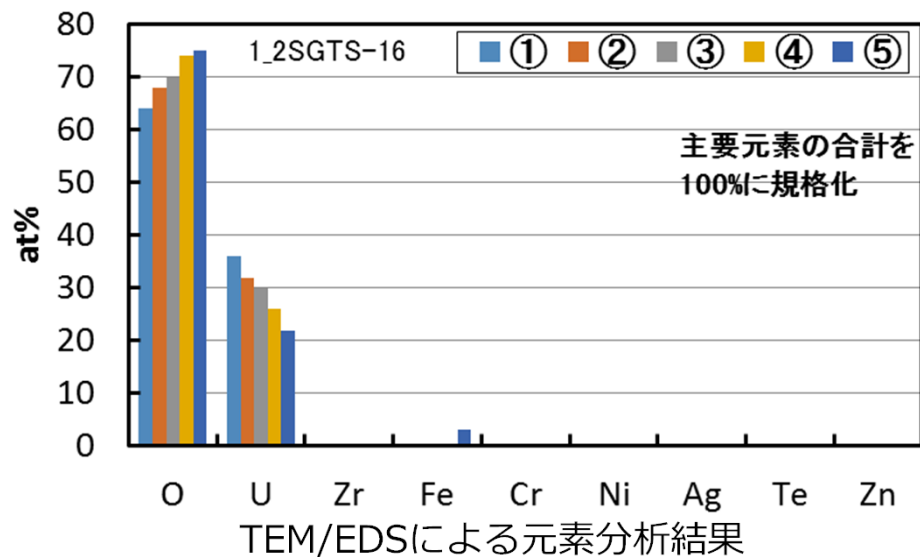


分析点

- ①～④は立方晶 UO_2 で、④の回折図形には他のスポットも存在。⑤はアモルファスで、成分から UO_2 やFe酸化物か水和物と思われる物質が存在。
- 立方晶 UO_2 を主体とする粒子でZrはほとんど含まれない

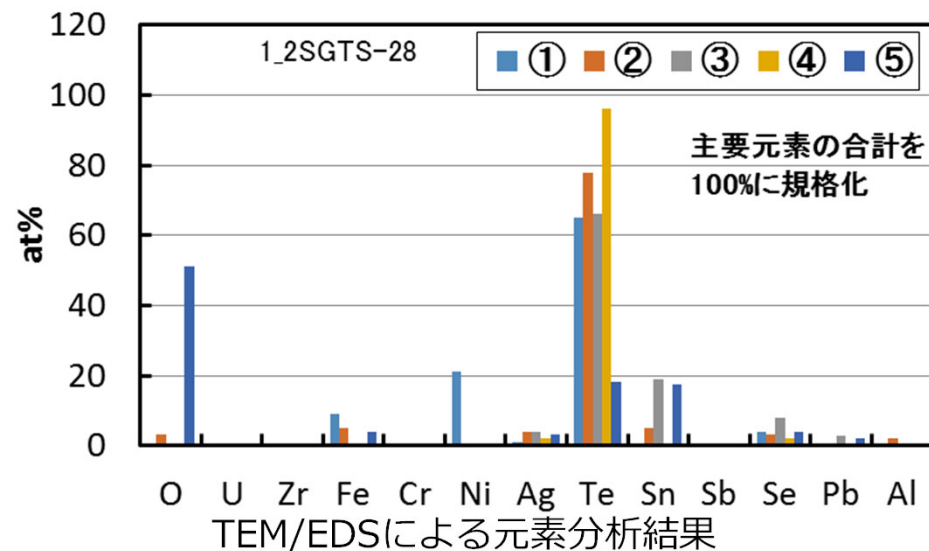
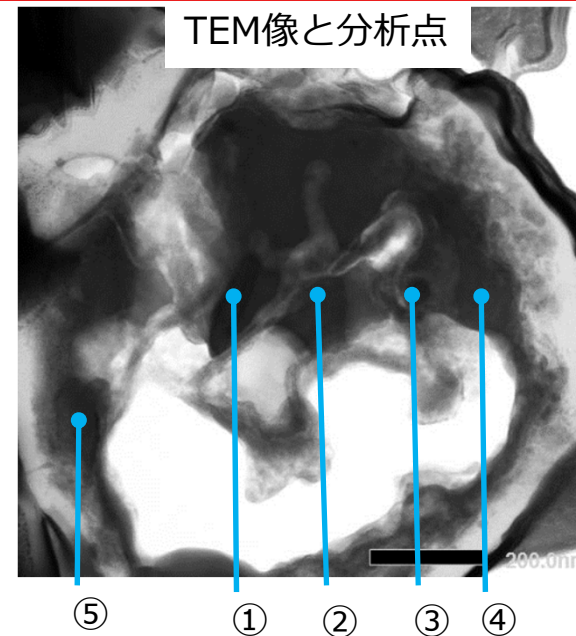


① UO_2 ⑤ アモルファス状態
電子線回折図形

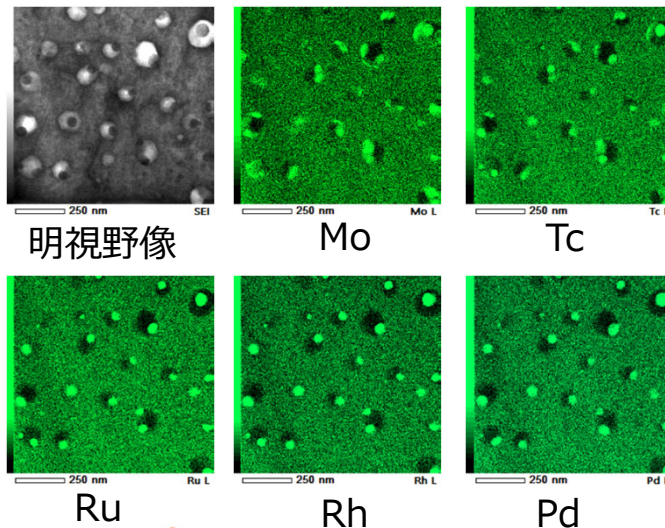
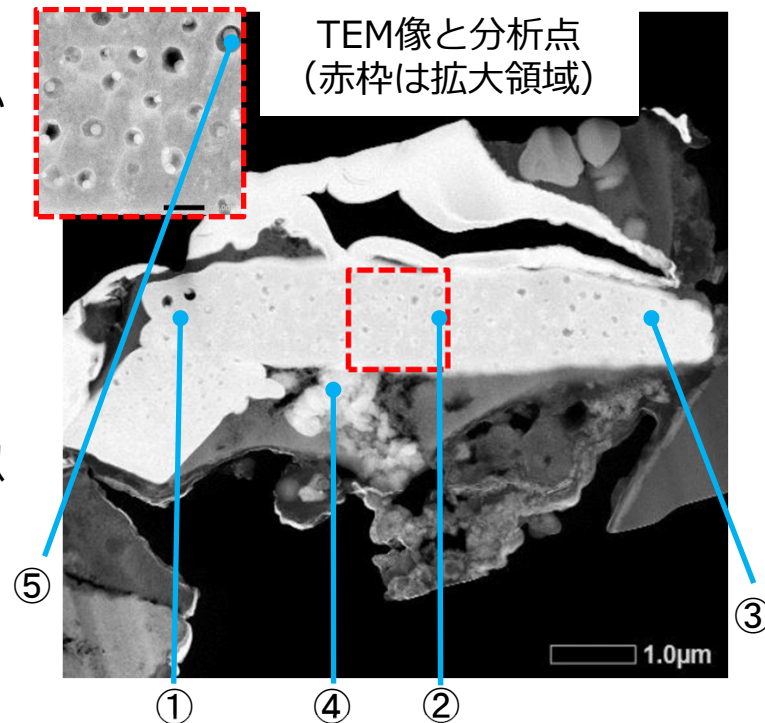


元素マップ

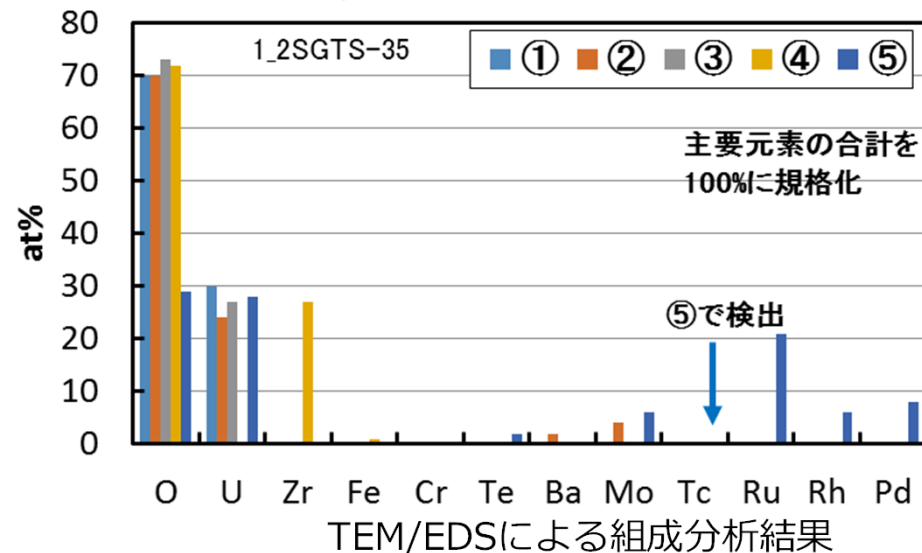
- 何れも結晶構造は不明。②~④はTeの可能性。
- 分析点⑤を除き、酸素はほとんど検出されず、金属粒子の凝集体（特に、金属Teが主体）
- EDSによる組成分析の結果から、Te金属の他、Fe、Ni、Sn及びこれらのTe化物を含有
- 分析点⑤は、酸素濃度が高いことからSn酸化物の可能性はある。しかし、主要粒子への付着物と思われることから、有機物の可能性も考えられる。金属TeやSn、SnのTe化物を含む可能性もある
- U、Zrはほとんど含まれない



- ①、③は立方晶 UO_2 、②、⑤は立方晶 UO_2 以外の回折スポットが存在。④の結晶構造は不明で、組成から ZrO_2 と思われる。
- 立方晶 UO_2 の気泡内にMo-Ru-Rh-Pd(-Tc)金属析出物（⑤）が存在。Mo/Ru比は核分裂収率から予測される値より著しく低い
- Zrはほとんど含まれない
- 立方晶 UO_2 の粒子の周りに ZrO_2 粒子が付着（④）
- 通常運転時のペレット中間部に見られる組織と類似（ただし、微小な粒界またはクラックが存在）

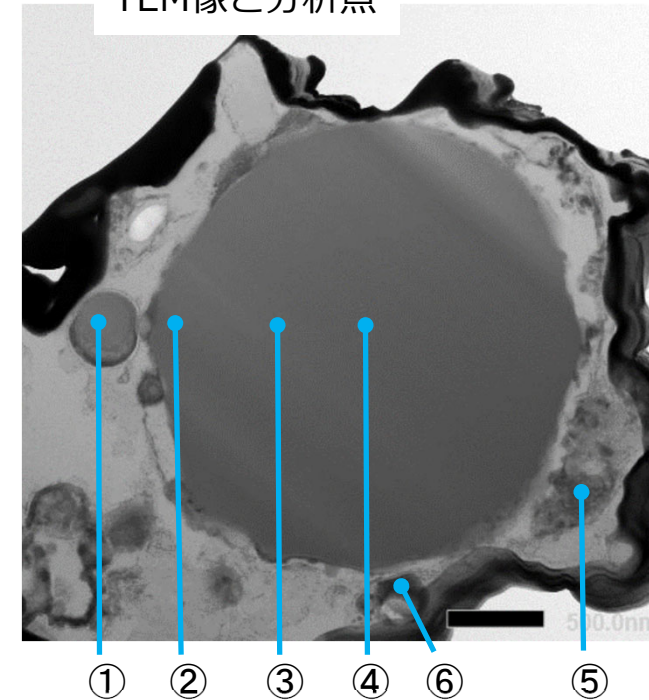


拡大領域の
元素マップ

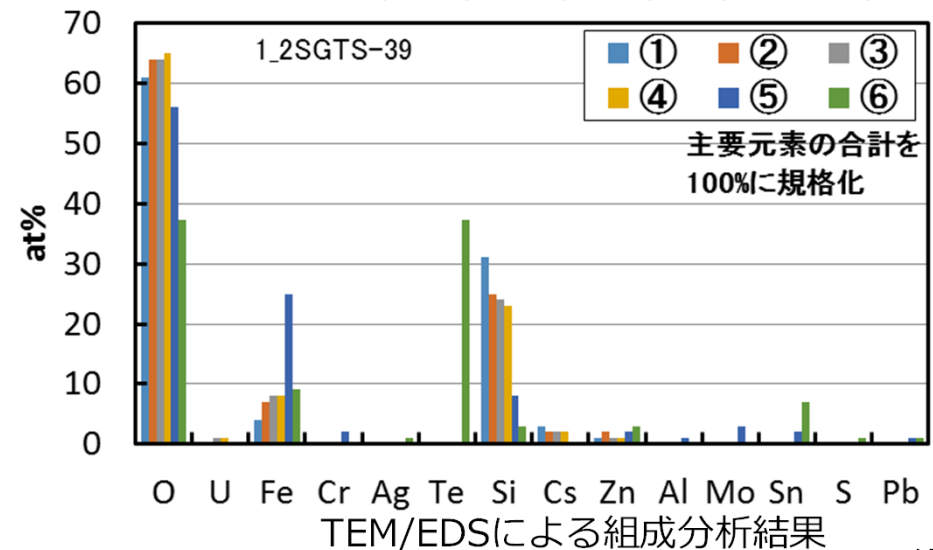


- ①～④はアモルファス、⑤は殆どアモルファスで僅かな不明な回折スポットが存在、⑥は結晶構造不明。
- ⑤はFe酸化物、Feを含む水和物の可能性、⑥はFe酸化物、FeのTe化物、Feを含む水和物の可能性
- Csをわずかに（2～3at%）を含むSi-Fe-O系ガラスの直径約2μmの球状粒子でアモルファス状
- 粒子内にU、Zrは含まず。また、Al、Ca、Mgなどのコンクリート構成元素も含まない。
- 球状粒子の外に付着している⑤で、Fe, Si, Zn等を、⑥でTe, Fe, Snを検出
- Znに関しては若干のKaピークが存在し、1～3at%程度と評価（金属元素の3～6at%に相当）

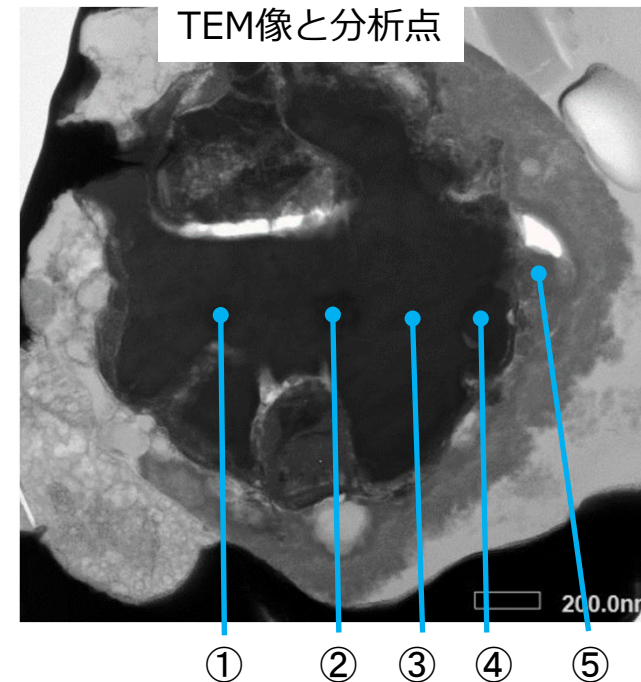
TEM像と分析点



① ②
電子線回折図形

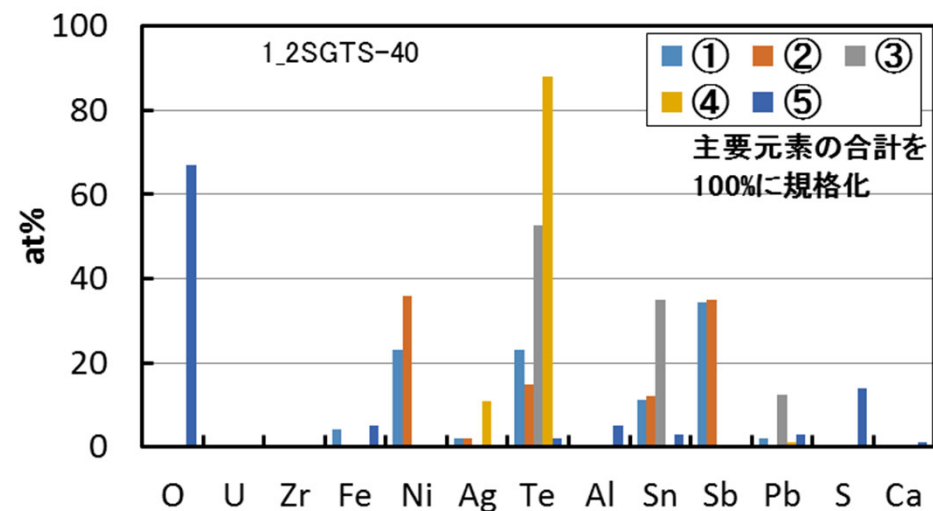


- ①～③の電子線回折図形はTe金属を示し、そのうち①、②にはその他の回折スポットも存在。④、⑤の結晶構造は不明。
- ⑤を除き、酸素をほとんど含まない金属系の微粒子の凝集体
- EDSによる組成分析の結果から、金属Teのほか、Ni、Sn、Sbを含む金属あるいはTe化合物
- U、Zrを含まない
- ごく一部に、Agを検出
- 分析点⑤ではOとSが有意に存在し、硫酸塩が存在している可能性がある



①

電子線回折図形



TEM/EDSによる組成分析結果

参考情報 2 (γ線測定結果、ICP-MS測定結果)

- 1/2号機SGTS配管拭取りスミア
- 1号機PCV内部調査アクセスルート構築関連サンプル

試料名	試料の詳細	令和2年度 試験実施項目
XM2011	1/2号機SGTS 配管内部拭きりスミア①-2	IP, FE-SEM/WDX
XM2012	1/2号機SGTS 配管内部拭取りスミア②	IP, FE-SEM/WDX
XM2013	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (ガス管理設備) ①	IP, FE-SEM/WDX
XM2014	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (ガス管理設備) ②	IP, FE-SEM/WDX
XM2015	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (AWJ装置) ⑥	IP, FE-SEM/WDX
XM2016	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (AWJ装置) ⑦	IP, FE-SEM/WDX

溶解液のγ線計測結果※¹(1/2号機SGTS、PCV内部調査アクセスルート構築関連試料) **TEPCO**

試料	Cs-134 (Bq)	Cs-137 (Bq)	測定日
XM20111	$2.1 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$	$5.7 \times 10^4 \pm 0.6 \times 10^4$	2020/12/15
XM20121	$3.7 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$1.0 \times 10^4 \pm 0.1 \times 10^4$	2020/12/15
XM20131	$4.9 \times 10^1 \pm 0.5 \times 10^1$	$1.4 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	2020/12/15
XM20141	$9.9 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$ ※ ²	$2.5 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$	2020/12/16
XM20151	7.7 ± 1.2 ※ ²	$2.1 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	2020/12/16
XM20161	6.2 ± 0.7	$1.8 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	2020/12/14

※¹ 試料の溶解液30mL から1mL を分取し測定。測定結果を30 倍したものの。

※² 参考までに不確かさを2 桁にして定量値を2 桁で記載した。

試料	B同位体分析値 (ng)		B-10/B-11
	B-10	B-11	
XM20111	$13 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	$50 \times 10^3 \pm 20 \times 10^3$	0.26 ± 0.18
XM20121	$61 \times 10^3 \pm 3 \times 10^3$	$240 \times 10^3 \pm 20 \times 10^3$	0.25 ± 0.03
XM20131	<LOQ	<LOQ	—
XM20141	$14.6 \times 10^3 \pm 0.5 \times 10^3$	$70 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	0.21 ± 0.02
XM20151	$72.8 \times 10^3 \pm 0.5 \times 10^3$	$313 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	0.23 ± 0.00
XM20161	$92.7 \times 10^3 \pm 0.5 \times 10^3$	$397 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	0.23 ± 0.00
天然			0.25

試料	Cr同位体分析値 (ng)		Cr-52/Cr-53
	Cr-52	Cr-53	
XM20111	$0.435 \times 10^3 \pm 0.004 \times 10^3$	$0.0491 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	8.9 ± 0.2
XM20121	$0.453 \times 10^3 \pm 0.004 \times 10^3$	$0.0525 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	8.6 ± 0.1
XM20131	$0.401 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0441 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.1 ± 0.1
XM20141	$0.703 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0763 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.2 ± 0.1
XM20151	$0.650 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0715 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.1 ± 0.1
XM20161	$0.469 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0517 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.1 ± 0.1
天然			8.8

試料	Fe同位体分析値 (ng)		Fe-56/Fe-57
	Fe-56	Fe-57	
XM20111	$40.6 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$	$0.934 \times 10^3 \pm 0.003 \times 10^3$	43.5 ± 0.4
XM20121	$119 \times 10^3 \pm 1 \times 10^3$	$2.81 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	42.3 ± 1.9
XM20131	$2.1 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	$0.063 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$	33.3 ± 2.6
XM20141	$3.0 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	$0.087 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$	34.5 ± 1.9
XM20151	$18.5 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	$0.468 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$	39.5 ± 0.4
XM20161	$65.2 \times 10^3 \pm 0.7 \times 10^3$	$1.55 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$	42.1 ± 0.1
天然			43.3

試料	Zr同位体分析値 (ng)		Zr-90/Zr-91
	Zr-90	Zr-91	
XM20111	$0.60 \times 10^3 \pm 0.02 \times 10^3$	$0.139 \times 10^3 \pm 0.006 \times 10^3$	4.3 ± 0.3
XM20121	$1.66 \times 10^3 \pm 0.02 \times 10^3$	$0.380 \times 10^3 \pm 0.006 \times 10^3$	4.4 ± 0.1
XM20131	<LOQ	<LOQ	—
XM20141	$0.20 \times 10^3 \pm 0.04 \times 10^3$	$0.044 \times 10^3 \pm 0.008 \times 10^3$	4.5 ± 1.7
XM20151	$1.51 \times 10^3 \pm 0.04 \times 10^3$	$0.338 \times 10^3 \pm 0.008 \times 10^3$	4.5 ± 0.2
XM20161	$1.63 \times 10^3 \pm 0.04 \times 10^3$	$0.362 \times 10^3 \pm 0.08 \times 10^3$	4.5 ± 1.1
天然			4.6

試料	Mo同位体分析値 (ng)		
	Mo-95	Mo-97	Mo-98
XM20111	$0.0033 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.0032 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.0040 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$
XM20121	$0.0958 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.0584 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.146 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$
XM20131	<LOQ	<LOQ	<LOQ
XM20141	$0.0068 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0042 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0104 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$
XM20151	$0.0141 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0086 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0215 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$
XM20161	$2.78 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$	$1.69 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$	$4.27 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$

試料	Mo-95 (%)	Mo-97 (%)	Mo-98 (%)
XM20111	31 ± 4	30 ± 4	38 ± 4
XM20121	32 ± 2	19 ± 1	49 ± 3
XM20131	—		
XM20141	32 ± 2	20 ± 2	49 ± 3
XM20151	32 ± 2	19 ± 1	49 ± 3
XM20161	32 ± 2	19 ± 1	49 ± 3
天然	32	19	49

試料	U同位体分析値 (ng)				U-235/ Total U (%)
	U-234	U-235	U-236	U-238	
XM20111	0.0050±0.0008	0.168±0.002	0.0258±0.0008	10.2±0.8	1.6 ± 0.1
XM20121	0.0040±0.0008	0.094±0.002	0.0093±0.0008	5.0±0.8	1.8 ± 0.2
XM20131	<LOQ※4	0.0605±0.0003	<LOQ	3.40±0.06	1.7 ± 0.1
XM20141	<LOQ	0.0959±0.0003	0.0066±0.0003	5.56±0.06	1.7 ± 0.1
XM20151	<LOQ	0.0842±0.0008	<LOQ	6.35±0.06	1.3 ± 0.1
XM20161	<LOQ	0.0643±0.0008	<LOQ	4.97±0.06	1.3 ± 0.1

※1 各試料の溶解液は希釈せずに測定した。

※2 XM20111 及びXM20121 については採取に使用したスミアと同種のスミアを、試料溶解に供した容器と同ロットの容器で、試料溶解と同条件で作製した溶解液の測定結果を試料測定結果から差し引いた値を示した。XM20131, XM20141, XM20151 及びXM20161 については、試料溶解に供した容器と同ロットの容器で何も入れずに試料溶解と同条件で作製した溶解液の測定結果を試料測定結果から差し引いた値を示した。

※3 試料溶解液中の含有量に換算した値を示した。

※4 <LOQ：定量下限(Limit of quantitation)未満を表す。