

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	6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月以降			備考						
					13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	1	8	15	22	29	5	12	19							
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)																															建屋内環境改善 ・2階線量調査の準備作業のうち3階床面穿孔 '20/7/20~8/31 R/B2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階線量調査 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 (2022年2月完了予定)
			2号	(実績)なし (予定)なし																															
			3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)																															建屋内環境改善 北西エリア機器撤去および除染 準備作業・機器撤去 (2022年1月完了予定)
		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																															
			2号	(実績)なし (予定)なし																															
			3号	(実績)なし (予定) ○原子炉格納容器水位低下(新規)																															・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) ・3号機原子炉格納容器内取水設備設置に係る実施計画補正申請('21/7/14) (2021年度完了予定)
	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) ○【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)																															(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)																															(継続実施)
				【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)
				PCVベデスタル外(ベデスタル地下階、作業員アクセスロ)調査技術の開発																															(継続実施)
				【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)
				試験的取り出し技術の開発																															(継続実施)
燃料デブリ取り出し	1号	燃料デブリ取り出し	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続)																															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~ (2021年6月末より干渉物切断作業を再作業進捗により完了時期を検討)	
			(予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(新規)																															1/2号機SGTS配管撤去 (2022年3月完了予定)	
			(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ・X-53ベネ調査 2021/6/29																																
燃料デブリ取り出し	2号	燃料デブリ取り出し	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続)																															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)	
			(予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)																																
燃料デブリ取り出し	3号	燃料デブリ取り出し	(実績) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続)																															3号機南側地上ガレキ撤去 (2022年3月完了予定)	
			(予定) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続)																																

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分科名	燃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	6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月以降	備考				
					13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	1	8	15	22	29						
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	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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																										
					検討・設計																										
					現場作業																										
					検討・設計																										
					現場作業																										
	炉心状況把握		炉心状況把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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) ○1～2号機原子炉建屋上部階調査の実施(新規) 																											
					現場作業																										
					検討・設計																										
					現場作業																										
					検討・設計																										
					現場作業																										
●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	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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) 																												
				現場作業																											
				検討・設計																											
				現場作業																											
				検討・設計																											
				現場作業																											
●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	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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) 																												
				現場作業																											
				検討・設計																											
				現場作業																											
				検討・設計																											
				現場作業																											
●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	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 ・粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続) ・燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 ・粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続) ・燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(継続) 																												
				現場作業																											
				検討・設計																											
				現場作業																											
				検討・設計																											
				現場作業																											

追加
1～2号機原子炉建屋上部階調査
2号機 1号機

1号機 PCV内部調査にかかる 干渉物切断作業の状況

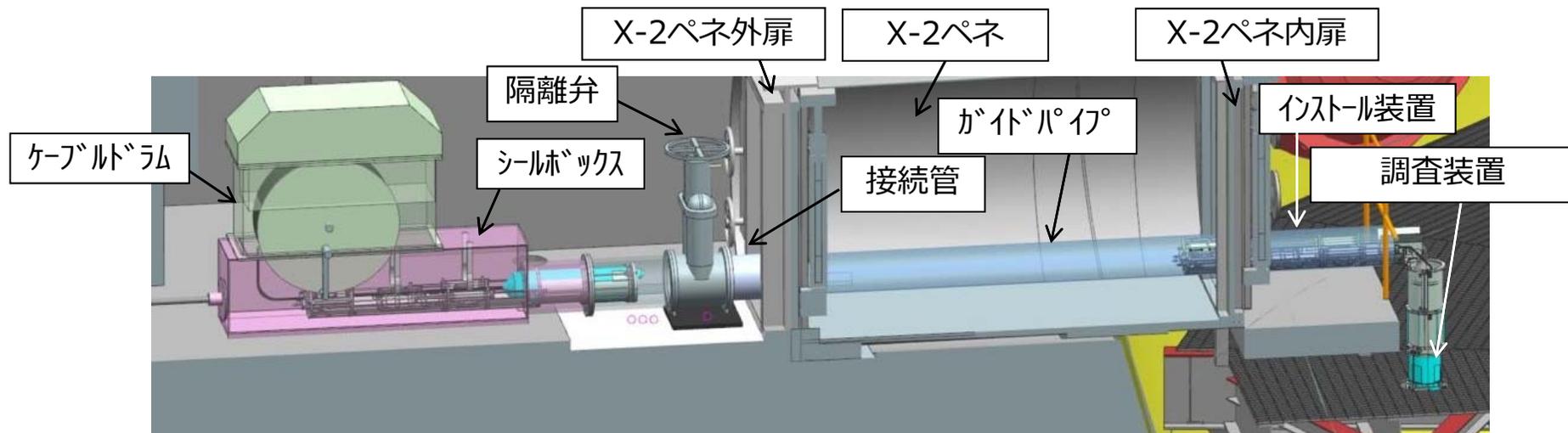
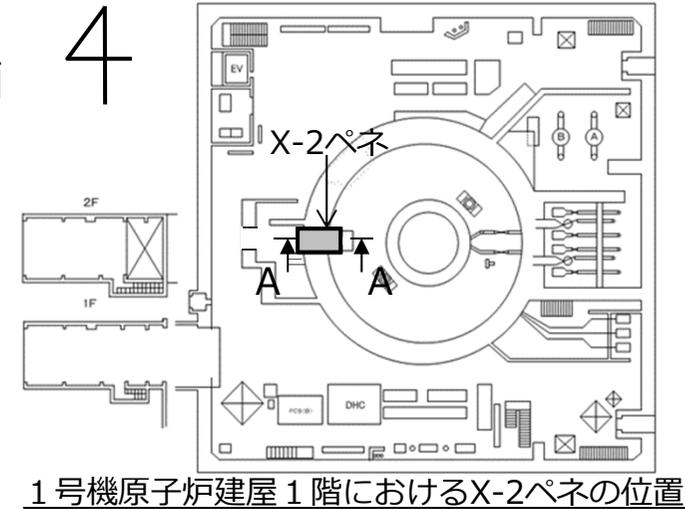
2021年7月29日

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

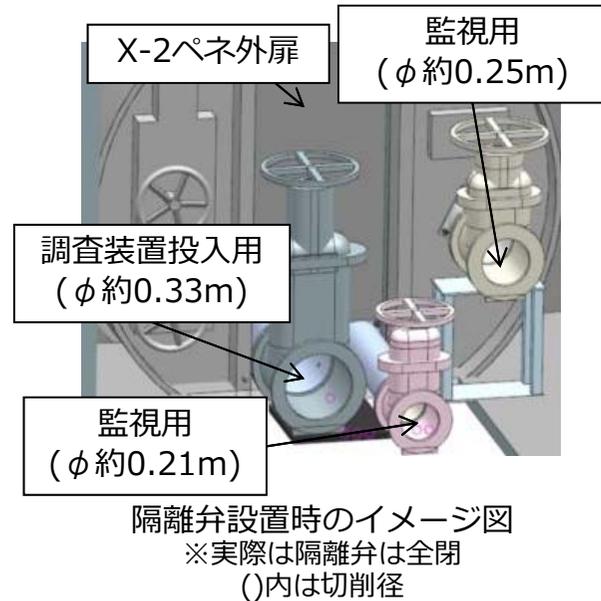
- 1号機原子炉格納容器（以下、PCV）内部調査は、X-2ペネトレーション（以下、ペネ）からPCV内に投入する計画
- 調査装置投入に向け、X-2ペネ（所員用エアロック）の外扉と内扉の切削およびPCV内干渉物の切断等が必要
- 主な作業ステップは以下の通り
 - ① 隔離弁設置（3箇所）
 - ② 外扉切削（3箇所）
 - ③ 内扉切削（3箇所）
 - ④ PCV内干渉物切断
 - ⑤ ガイドパイプ設置（3箇所）



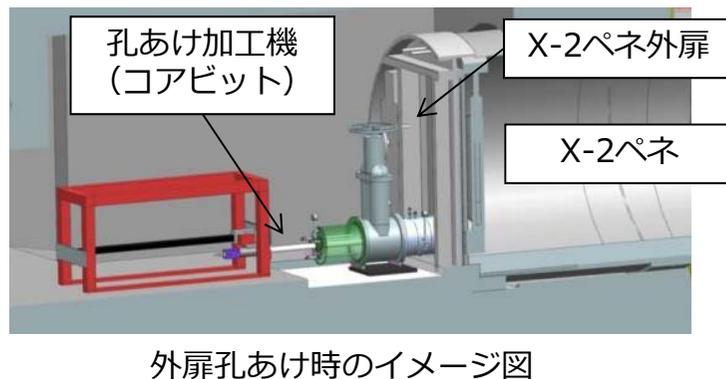
内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

2. PCV内部調査装置投入に向けた主な作業ステップ

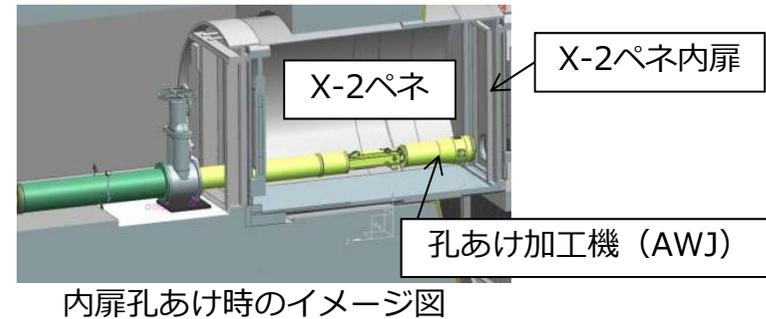
1. 隔離弁設置 (3箇所) 2019.5.10完了



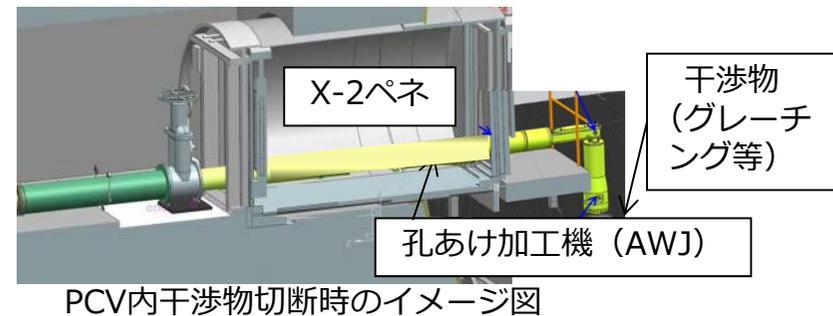
2. 外扉切削 (3箇所) 2019.5.23完了



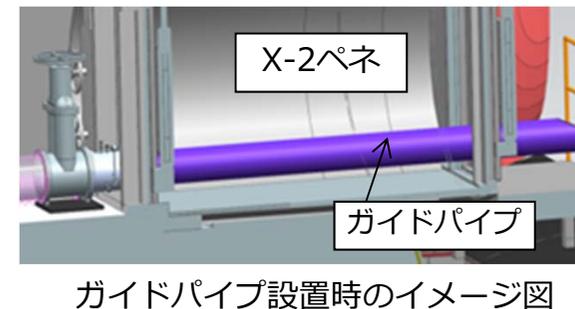
3. 内扉切削(AWJ) (3箇所) 2020.4.22完了



4. PCV内干渉物切断 実施中



5. ガイドパイプ設置 (3箇所)

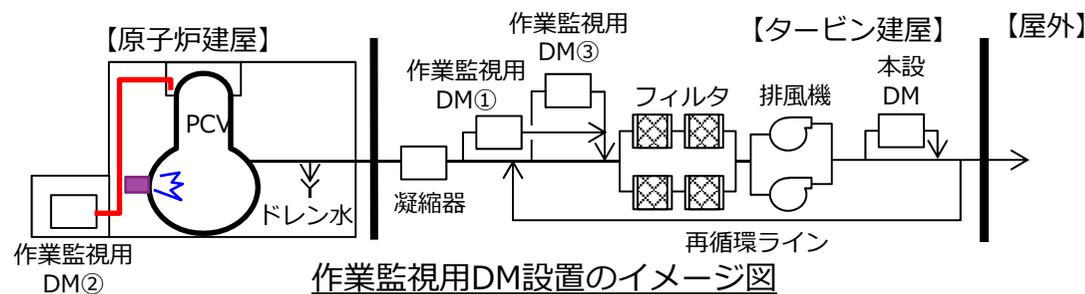


3. PCV内部調査装置投入に向けた作業状況

- 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※¹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（ $1.7 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$ ）※²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
- 6月17日から18日にかけて鉛毛マット及びグレーチング切断作業が完了
- 7月9日から15日にかけてグレーチング下部鋼材、手摺(横部)切断作業が完了（切断作業による建屋内作業エリア及び敷地境界近傍ダストモニタ等への影響は確認されていない）
- 9月中旬から電線管切断作業を実施予定

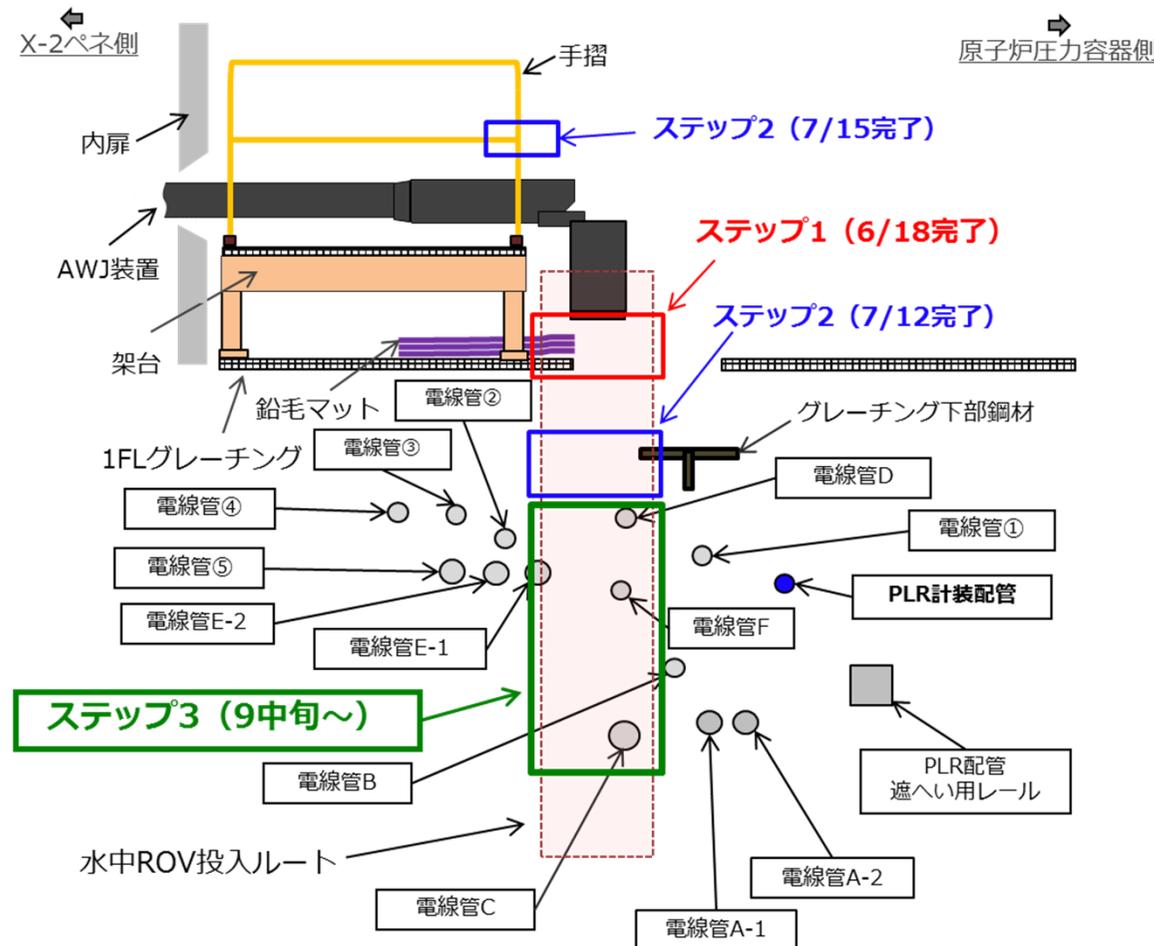


- ※1: 高圧水を極細にした水流に研磨材を混合し切削性を向上させた孔あけ加工機(アプレシブウォータージェット)
- ※2: フィルタのダスト除去能力を考慮し、本設DM警報設定値の1/10以下に設定
- ※3: 新規カメラ装置を俯瞰し監視するため、250Aカメラチャンバから挿入するカメラ

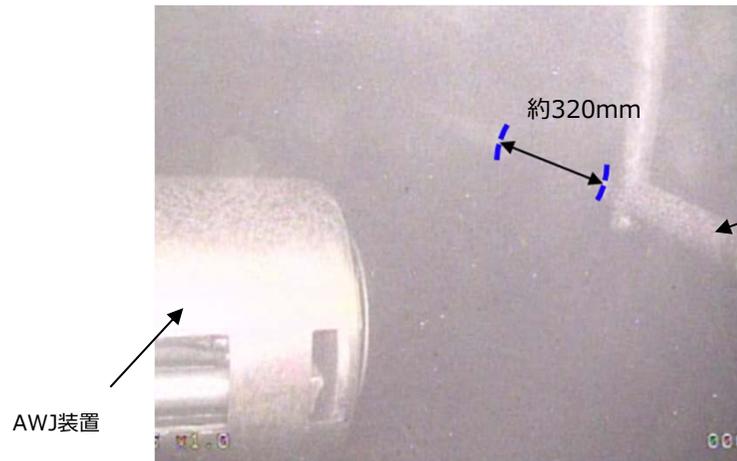
- 作業監視用DM①：ガス管理設備のダスト濃度上昇の早期検知用
- 作業監視用DM②：PCV上蓋近傍のダスト濃度監視用（増設）
- 作業監視用DM③：ダスト濃度監視の連続性確保を目的とした、再循環希釈後のダスト濃度監視用（増設）
- 本設DM：フィルタでのダスト除去後のダスト濃度上昇の早期検知用

4. PCV内干渉物切断における作業ステップ

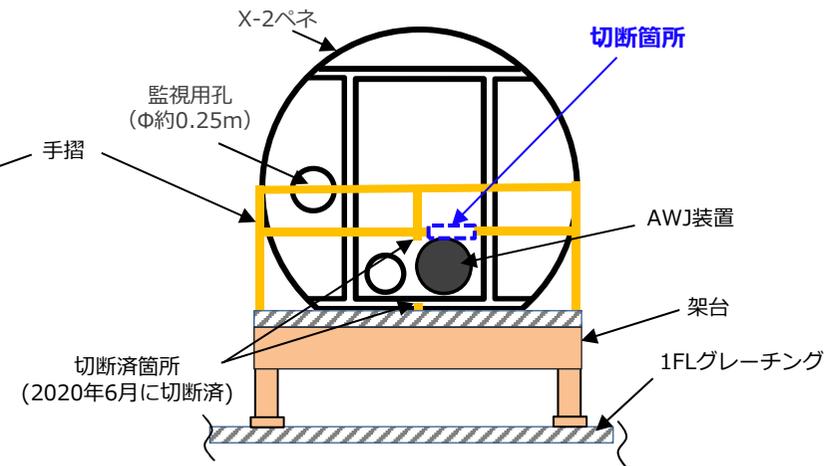
- 4月23日から29日にかけて干渉物調査を実施，調査結果から干渉物の位置評価を行い，水中ROVの投入ルートを確認したことから，PCV内干渉物切断作業を再開
- PCV内干渉物切断作業は3ステップに分けて計画
- 7月9日から15日にかけてステップ2であるグレーチング下部鋼材，手摺(横部)切断作業が完了
- 9月中旬からステップ3である電線管切断作業を実施予定



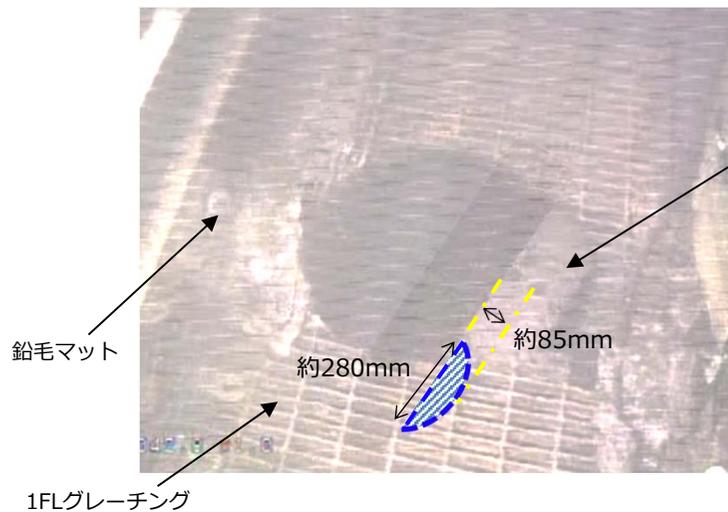
5. グレーチング下部鋼材/手摺（横部）切断状況



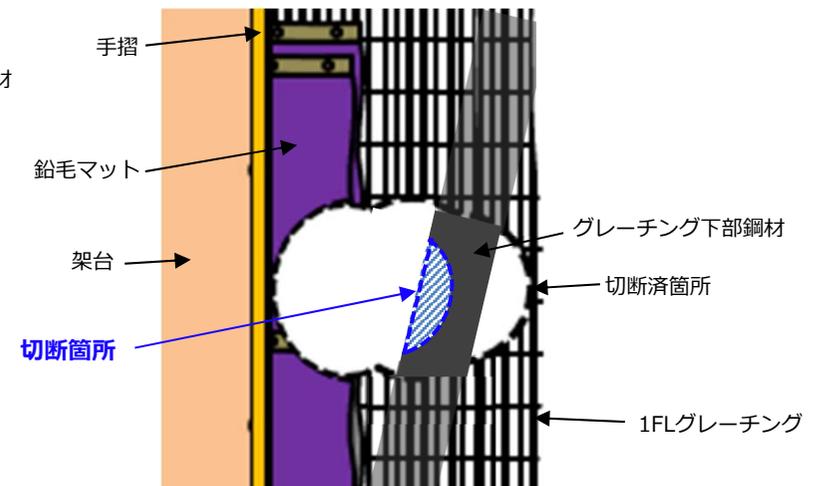
手摺(横部)
(監視用孔(Φ約0.25m)から撮影)



断面図による切断イメージ
(紙面手前側が原子炉圧力容器)



グレーチング下部鋼材
(監視用孔(Φ約0.25m)から撮影)



平面図による切断イメージ

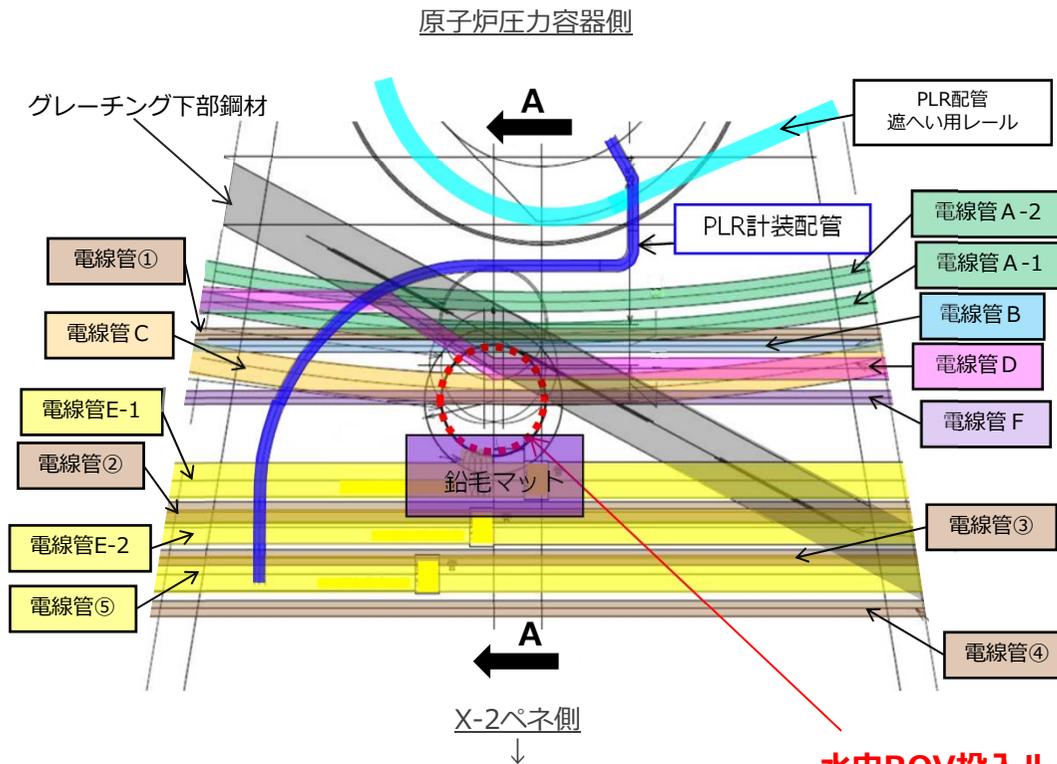
6. 今後の予定

作業項目		2021年度								
		4月	5月	6月	7月	8月	9月以降			
干渉物切断 作業等	PCV内 干渉物切断	PCV圧力低下 現地対策作業	干渉物調査 位置評価	干渉物切断準備作業	鉛毛マット、グレーチング切断	段取り替え	グレーチング下部鋼材、手摺(横部)切断	ステップ1 (完了)	ステップ2 (完了)	ステップ3 (9月中旬~)
	ガイドパイプ設 置 (3箇所)				干渉物切断結果を踏まえ 工程を精査		ステップ1,2切断箇所確認・段取り替え	電線管切断	ガイドパイプ挿入・片付け	準備作業
1号PCV内部調査 (準備含む)										

(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。

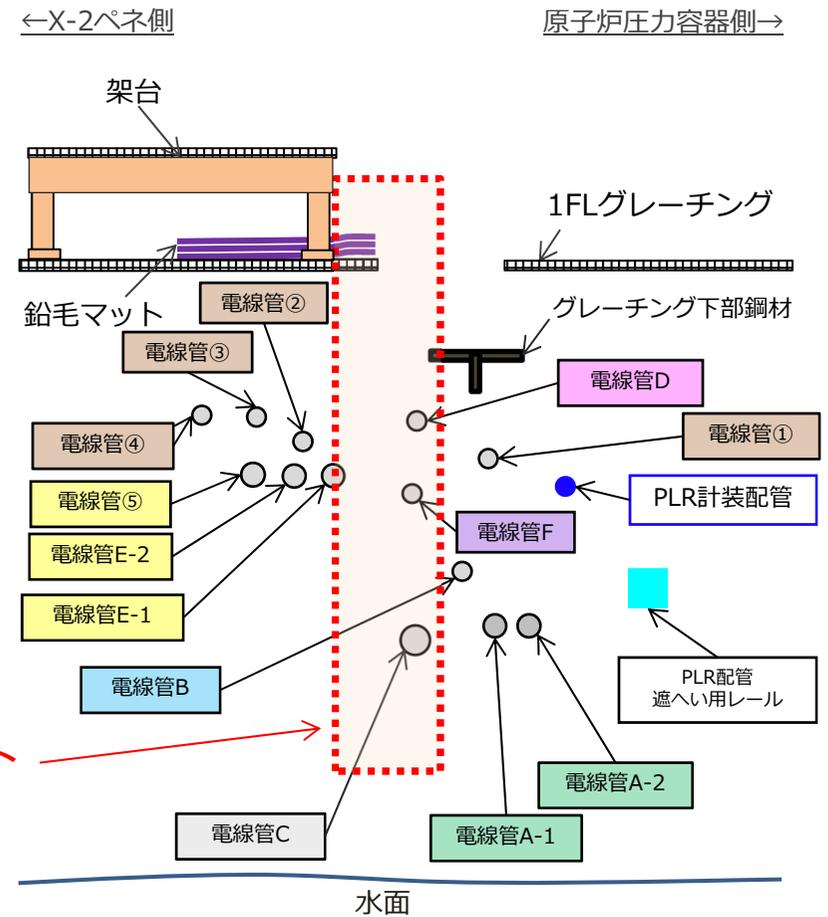
(参考) 水中ROV投入ルートと干渉物配置

平面図



水中ROV投入ルート

A-A断面図



2号機 PCV内部調査及び試験的取り出しの準備状況

2021年7月29日

IRID **TEPCO**

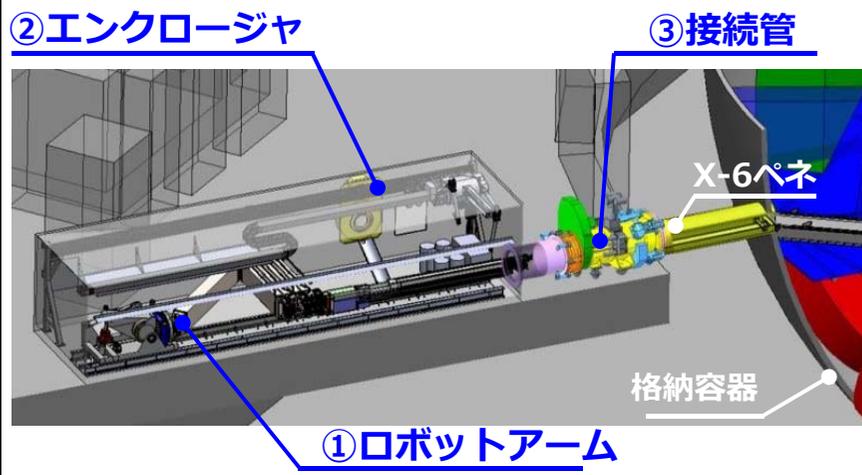
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

1. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の概要

- ロボットアームで燃料デブリにアクセスし、金ブラシや真空容器型回収装置により、格納容器内の粉状の燃料デブリ（1g程度）を数回取り出す予定。
- IRID(三菱重工担当)とVNS(通称OTL※1)が現在ロボットアームを開発中※2。

<試験的取り出し装置の全体像>

- 試験的取り出し装置は3種類の装置から構成。
 - ①ロボットアーム
 - ②エンクロージャ
(ロボットアームを収納、放射性物質を閉じ込め)
 - ③接続管
(エンクロージャと格納容器入口X-6ペネを接続)



<ロボットアーム>

- 先端に取り付ける燃料デブリ回収装置で燃料デブリを取り出すロボットアーム※3。
- 伸ばしてもたわまないよう高強度のステンレス鋼製。
 ※3：仕様；長さ約22m、縦約40cm×幅約25cm、重さ約4.6t、耐放射線性約1MGy（累積）

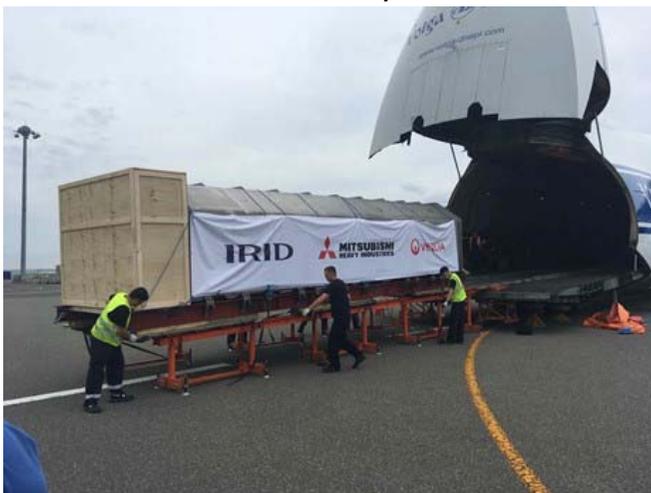


※1：Oxford Technologies Ltdの略。2018年にVeolia Nuclear Solutions (UK) Limited（略称；VNS(UK)）に名称変更（合併）
 ※2：国際廃炉研究開発機構（IRID）により、下記URLに動画「燃料デブリへアクセスするロボットアーム等の日英共同開発の状況」を掲載
<https://youtu.be/8LhDa5z51GQ>

2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の輸送状況

- 英国でのロボットアームの動作試験やエンクロージャとの組み合わせ確認試験が終了し、日本への輸送が完了。

○到着時の写真 (7/10 関西国際空港)



○到着時の写真 (7/12 国内工場 (神戸))



3. 工程

- 英国で開発を進めていたロボットアームについて、英国で予定していた作業が終了したことから、日本への空輸を行い、2021年7月10日に日本に到着、2021年7月12日に国内工場（神戸）への輸送を実施。
- 今後、国内での性能確認試験、モックアップ、訓練を進める予定。
- なお、スプレイ治具取付前のX-53ペネ内調査（2012年1月調査時の残置物の確認）については、2021年6月29日に実施し、残置物の撤去が完了。

	～2020年	2021年	2022年
・ X-6ペネ内堆積物調査	▼10/28 接触調査 ▼10/30 3Dスキャン調査		
・ 常設監視計器取外し	▼11/10～16常設監視計器取外し作業		
・ スプレイ治具取付作業		X-53ペネ孔径拡大及びスプレイ治具取付作業	
・ 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			
アーム・エンクロージャ 装置開発	製作・動作確認 (英国)	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①) X-53ペネ内調査状況

- スpray治具取付前のX-53ペネ内調査について、2021年6月29日に実施。
- 調査ロッドを収納した調査装置をX-53ペネの既設隔離弁フランジに接続し、調査ロッドをX-53ペネ内に挿入し、調査および2012年1月調査時に残置した残置物（丸棒）の撤去が完了。

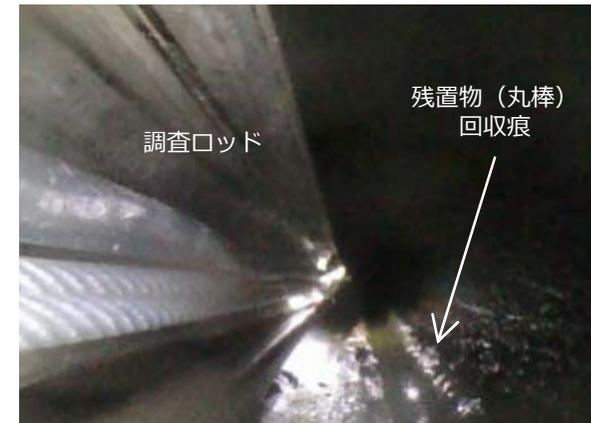
※写真奥側がPCV方向



X-53ペネ内、残置物（丸棒）の状況



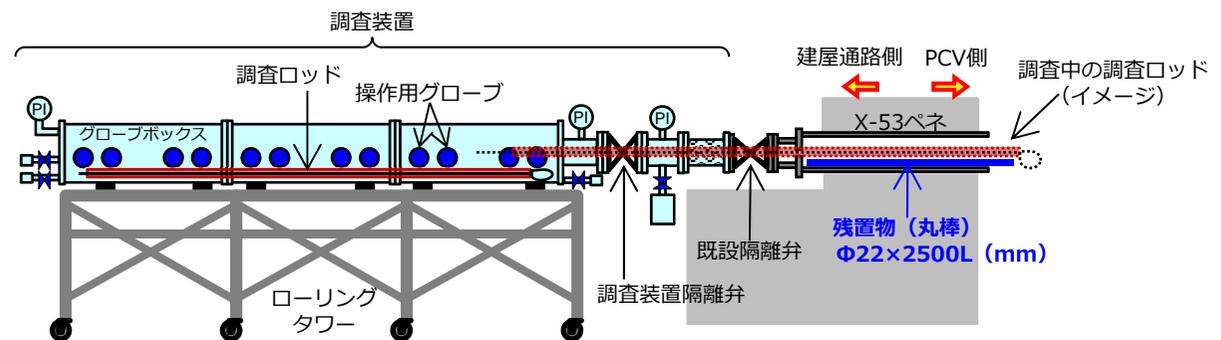
残置物（丸棒）の撤去時の状況



残置物（丸棒）撤去後のX-53ペネ内状況



2013年7月に調査した際の
残置物（丸棒）の状況



調査装置接続イメージ図

(参考②) 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

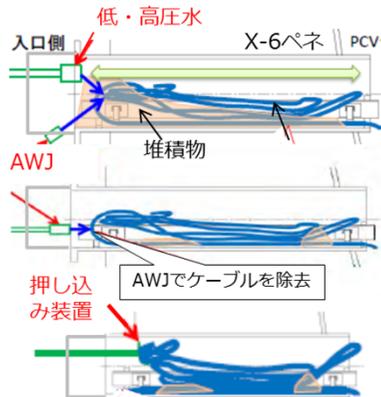
ハッチ開放装置



- ハッチ開放装置によりハッチを開放

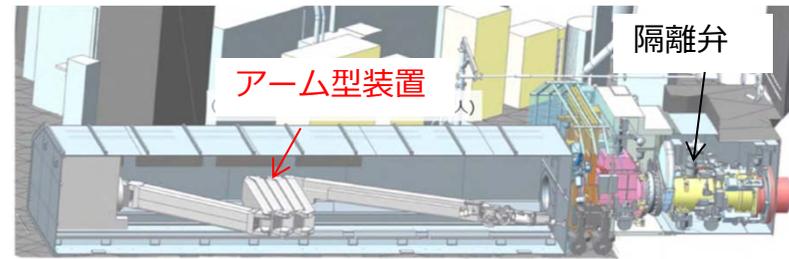
3. X-6ペネ内堆積物除去

X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



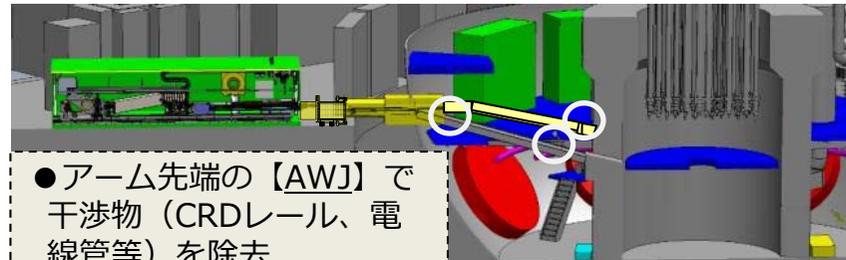
- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

4. アーム型装置設置



5. 内部調査及び試験的取り出し作業

① アーム型装置による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 アーム型装置による試験的取り出し

燃料デブリ回収装置先端部



<金ブラシ型> <真空容器型>

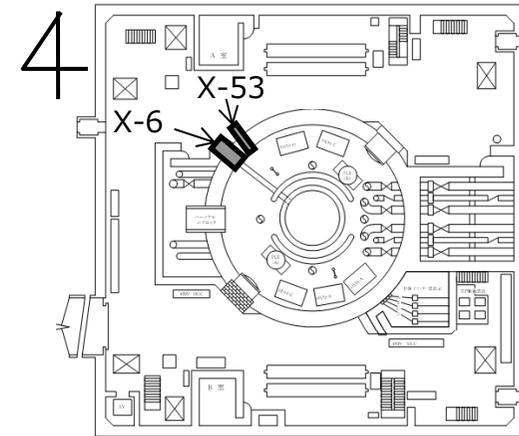


(注記)

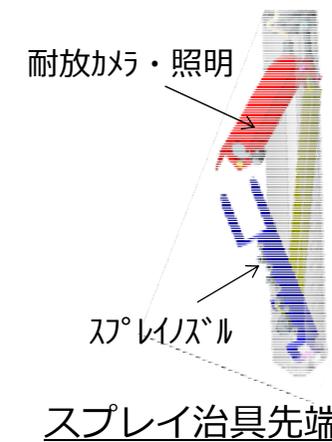
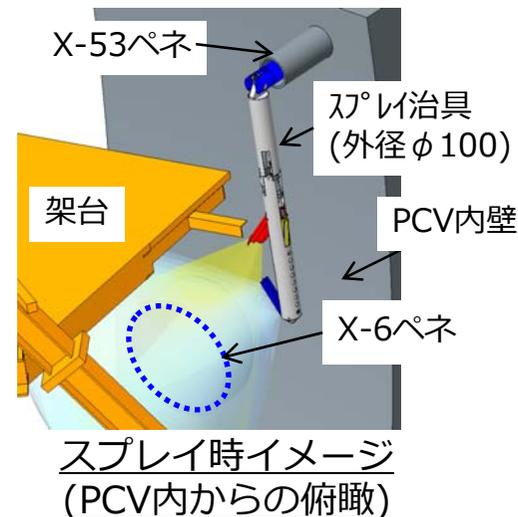
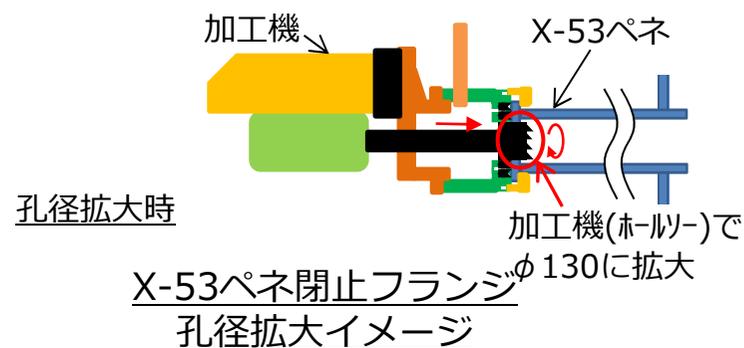
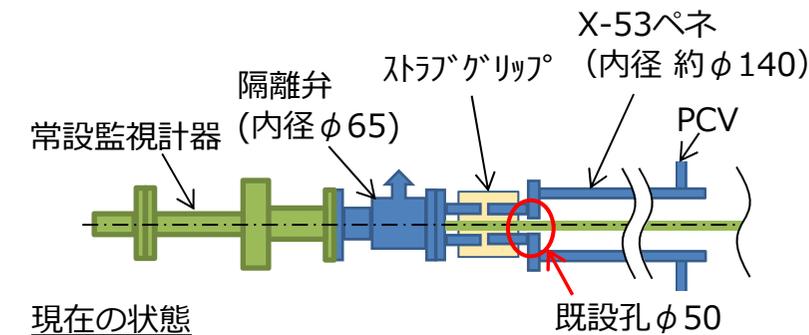
- ・ 隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
- ・ AWJ (アブレシブウォータージェット)：高圧水に研磨材 (アブレシブ) を混合し、切削性を向上させた加工機

(参考③) スプレー治具取付作業概要

- 放射性ダストの発生が予想されるX-6ペネ内堆積物除去作業、PCV内干渉物切断時のダスト抑制のため、X-6ペネ近傍のX-53ペネにスプレー治具を取付け、スプレーする計画。
- スプレー治具（ $\phi 100$ ）の取付にあたり、現在のX-53ペネフランジに既設孔（ $\phi 50$ ）の拡大（ $\phi 130$ ）を行う。



2号機原子炉建屋1階 ペネ配置図



1~2号機原子炉建屋上部階調査の計画について

2021年7月29日



東京電力ホールディングス株式会社

1. 背景及び調査目的

背景

- 当社は「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討」として、事故進展の解明にかかる取組みを継続。
- 事故進展にかかる多くの情報は廃炉作業の進捗とともに取得していくが、原子炉建屋内の事故の痕跡を留める場所については、事故時の情報が失われる前に先行して調査を行い、検討に役立てることを計画。

調査目的

- 原子炉建屋内調査は、事故時に動作した機器や事故の影響を受けたと考えられる機器について現状を把握し、事故進展の解明に資する情報の取得を目的に、廃炉作業と並行して継続的に実施していく。
- 2021年度は、今後の原子炉建屋内の調査計画立案に資する情報を取得するため、1～2号機原子炉建屋内（地上階）の空間情報や線量情報について、可能な範囲で現状を把握する。
- 調査で取得した情報は、廃炉作業の検討にも活用していく。

2. 調査の概要

- 原子炉建屋内は、廃炉作業を進める上で必要になる箇所または事故調査の観点で必要な箇所のうち、一部について情報を取得済み。
- 事故進展の解明に繋がる調査については、今後の調査計画立案に向けて原子炉建屋内の更なる情報取得が必要。
- 調査範囲については、1~2号機原子炉建内（地上階）のうち以下のエリア近傍を中心に、可能な範囲で広範な調査を実施する。
 - 事故時に動作した機器や事故の影響を受けた機器が設置されているエリアのうち、調査未実施箇所
 - ✓ 1号機4階RCWサージタンク近傍 等
 - 過去の調査で高線量であることが予想・確認されているエリア
 - ✓ 1号機3階AC系配管近傍 等
- 今回の調査では、原子炉建屋内の詳細な空間情報（アクセス性等）や線量情報を取得するため、測定装置としてγイメージャ及び3次元画像取得装置、線量計等を使用する。また、高線量エリアは遠隔操作ロボットを活用する。

3. 測定機器等及び調査工程

測定機器等



- γ イメージャ
 γ 線測定結果と3Dスキャン情報を
組み合わせ、 γ 線の3次元分布を取得



- FARO Laser Scanner
レーザースキャンを行い
精密な3次元画像を作成



- Packbot（遠隔操作ロボット）
各種測定機器を搭載し、
運搬・設置を行う

調査工程

調査	2021年				
	8月	9月	10月	11月	12月
モックアップ	■				
1号機調査			■	■	
2号機調査		■			

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7月29日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

➤ 経緯

2021年3月に2号機オペフロ調査（その3）の線量調査を実施。

2021年4月に規制庁と協働し、2号機オペフロ床面の表面汚染密度調査を実施。

- ✓ オペフロ線量調査結果としてシールドプラグ上部の線量当量率が他の場所より1桁程度高かった。
- ✓ オペフロ床面の汚染密度はほぼ一定であった。

⇒シールドプラグの下部及び隙間からの影響が大きいと評価。

➤ 目的

オペフロ床面の表面汚染影響を受けにくい測定方法を実施することにより、シールドプラグ下部及び隙間に付着していると推定している評価の確度向上を目的として調査を実施。

当該調査結果は、事故分析及び今後実施するデブリ取り出し側のインプット情報として活用。

1 - 2. 2号機シールドプラグ既存穿孔箇所を用いた調査

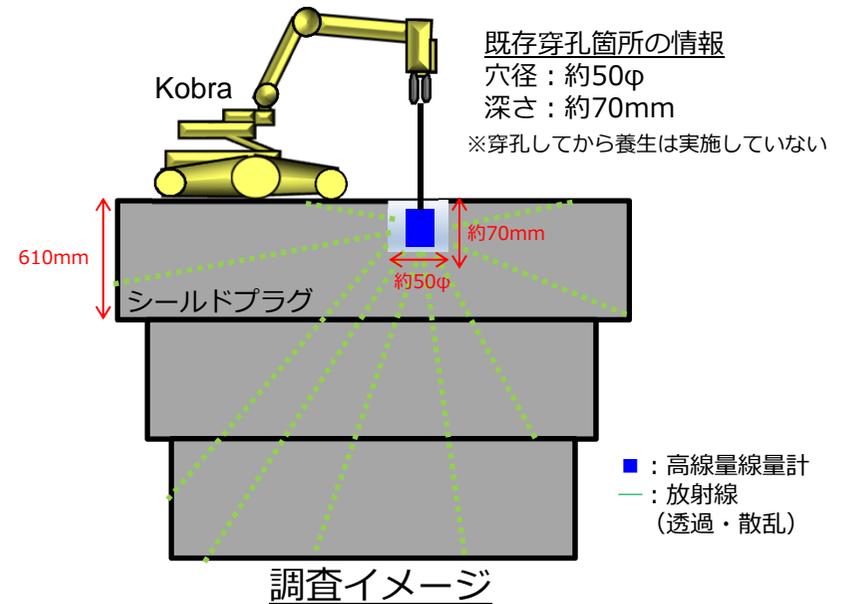
- 早期の測定が可能な方法として既存穿孔箇所を活用した測定を実施。
- 既存穿孔箇所の調査結果をふまえ、シールドプラグ鉄筋のかぶり厚さ（100mm程度）分を穿孔し、新規箇所での調査も実施できるよう、検討中。
- 前回実施したオペフロ床面の表面汚染密度調査同様、規制庁と協働で調査を実施。



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。

2. 既存穿孔箇所を活用した調査のスケジュール

- 廃炉側の作業に影響を与えないように、既存穿孔箇所を活用した調査、新規箇所での調査の検討を進めていく。
- 既存穿孔箇所を活用した調査時期は、8月下旬実施予定。（実施時期調整中）

	2020年度	2021年度								2022年度	2023年度以降
	4Q	4月	5月	6月	7月	8月	9月	3Q	4Q		
オペフロ内線量低減対策	オペフロ調査（その3）	除染（その1）モックアップ		除染（その1）		遮蔽設置（その1）		除染（その2） 遮蔽設置（その2）		干渉物撤去（オペフロ内）	
シールドプラグ穿孔部調査		<div style="text-align: center;"> ← 既存穿孔箇所を活用した調査可能期間 ★ 調査予定 → </div>									

※工程の進捗により変更する可能性有