






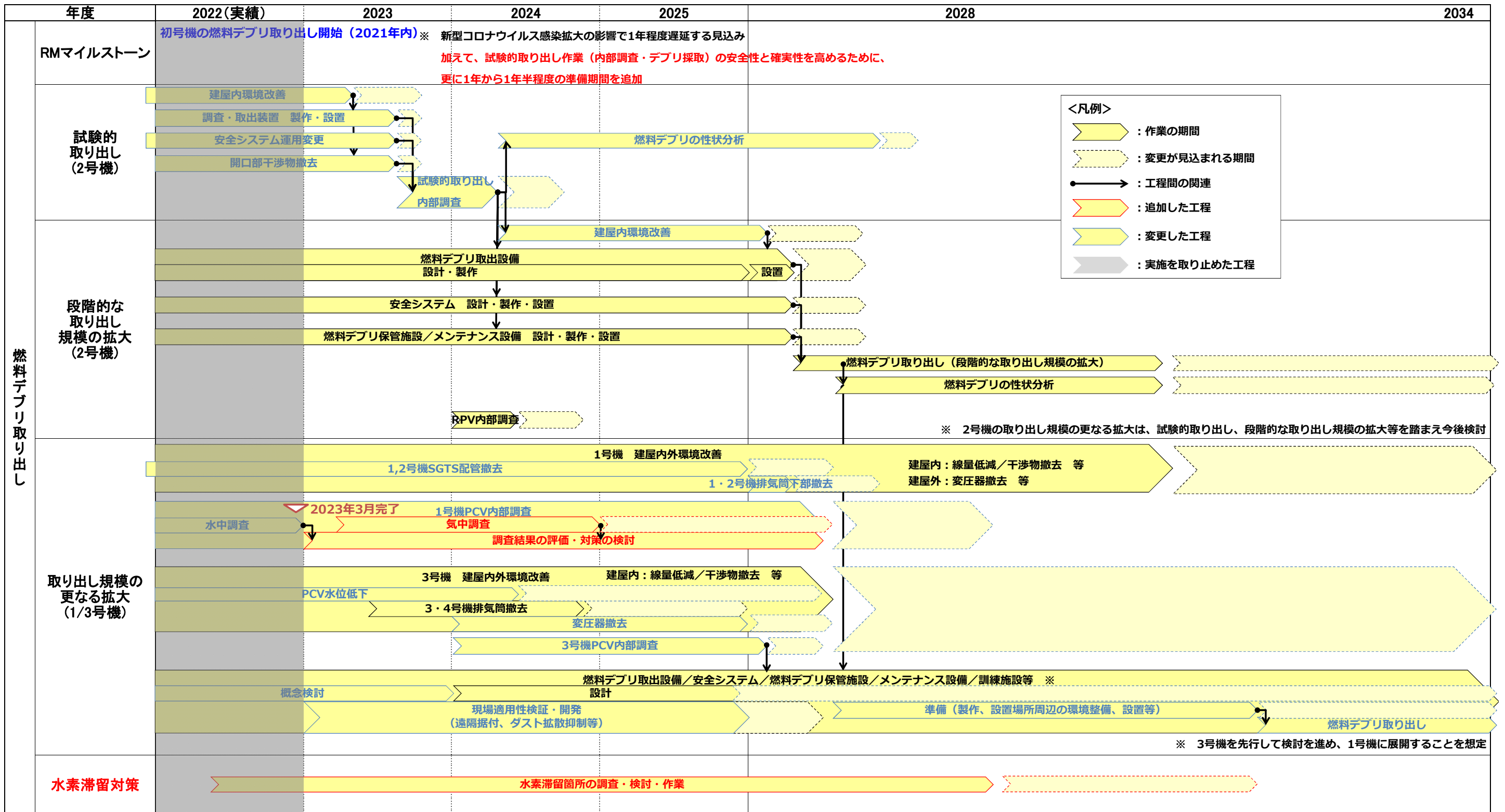
燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	計画工程	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	7月	8月					9月			10月	11月	12月	1月	2月以降	備考	
				30	6	13	20	27	30	7	14	21	28	5	12	19	26		3
燃料デブリ取り出し準備	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階検査室の準備作業'20/7/20~'23/7/21 他工事との工程調整のため作業中断。'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階へい設置'21/11/29~'22/1/10 ・1階西側通路MCC撤去'22/11~'22/2/25 ・2階北側エリア除染'23/4/10~ ・原子炉系計装配管の線量低減'23/8/下旬~'23/9月下旬予定
		3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	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~'22/7/14 ・1階北東南東エリア除染'22/8/30~'23/2/22
	格納容器内水循環システムの構築	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 ・原子炉冷却浄化系停止昇降機(モックアップ)'22/11/1~'23/7/4 '23/7/18~'23/9月予定 ・圧力抑制室底部確認、圧力抑制室内包水サンプリング'23/10月予定
		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) (継続実施) ・取水設備設置'21/10/1~'22/3/31 ・使用前検査(3号)('22/4/26) ・3号機格納容器内取水設備による圧力抑制室内包水の水質改善開始 '22/10/3~
	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内部調査装置投入に向けた作業'19/4/8~'21/10/14 ・PCV内部調査'21/11/5~ ・ROV-A2パイプライン取付'22/2/8~'22/2/10 ・ROV-A2調査'22/3/14~'22/5/23 ・ROV-C調査'22/6/7~'22/6/11 ・ROV-D調査'22/12/6~'22/12/10 ・ROV-E調査(1回目)'23/1/31~'23/2/1 ・ROV-E調査(2回目)'23/2/10~'23/2/11 ・ROV-B調査'23/3/4~'23/3/8 ・ROV-A2調査'23/3/28~'23/4/1 O1/2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(ワレタン注入)'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) (時期調整中) PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業 (時期調整中)

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	7月	8月				9月				10月	11月	12月	1月	2月以降	備考
				30	6	13	20	27	4	11	18	25	2	9	16	23	30	
廃炉中長期実行プラン2023 目標工程	R/V/PCV健全性維持	圧力容器/格納容器の健全性維持	(実績) 3号 (予定)	現場作業														
			(実績) ○腐食抑制対策 ・窒素パ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 ・窒素パ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														
	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)	現場作業														
			(予定) ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続) ○2号機燃料取扱機操作室調査の実施	検討・設計														
●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)	現場作業														
			(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														
●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)	現場作業														
			(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														
	燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	(実績) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 粉状、スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続) 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(完了)	現場作業														
			(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)	検討・設計														

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



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 水位低下に向けた作業の進捗状況

2023年8月31日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

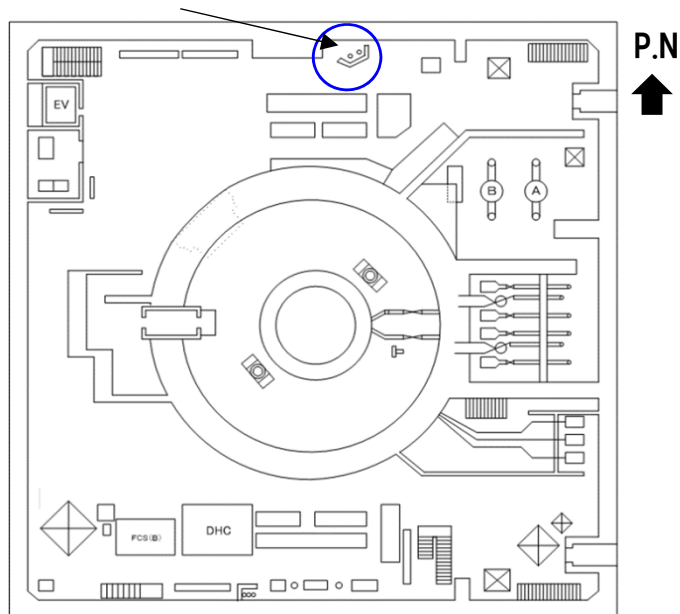
1. 概要

- 1号機PCV水位低下のため、既設CUW配管を活用した取水設備の設置を計画しているが、当該設備の設計検討にあたり、S/C内包水の水質確認のため、取水口となるCUW配管から、S/C内包水のサンプリング作業（S/C内部の目視確認含む）を計画
- サンプリング作業は2022年11月～2023年1月を予定していたが、2022年11月、1号機RCWで高濃度の水素ガス滞留を確認したことから、サンプリングの準備作業（CUW逆止弁の開放）においても慎重な対応が必要と判断し、準備作業の工法見直しを実施
- 2023年7月からCUW逆止弁の開放作業を開始

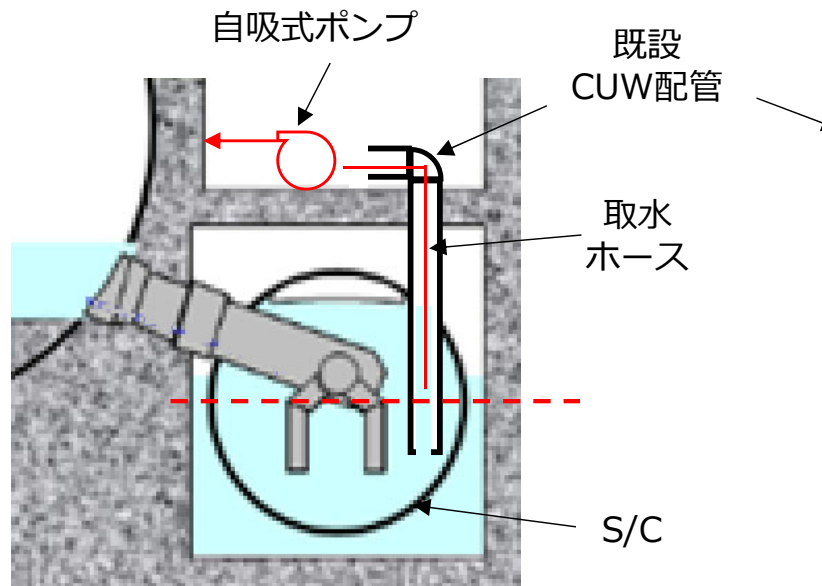
既設CUW配管
(取水設備の取水口)

雰囲気線量：1～10mSv/h
(遮へい等による線量低減を計画中)

PCV : 原子炉格納容器
CUW : 原子炉冷却材浄化系
S/C : 圧力抑制室
RCW : 原子炉補機冷却系



1号機R/B 1階平面図



S/Cに接続する既設配管を用いた取水イメージ



既設CUW配管

2. 作業ステップ

1. CUW逆止弁の開放

- ①CUW逆止弁内及び配管内の**滞留ガス確認（パージ含む）**。
- ②CUW逆止弁の弁蓋の撤去。

2. CUW配管内部及びS/C内部の目視確認

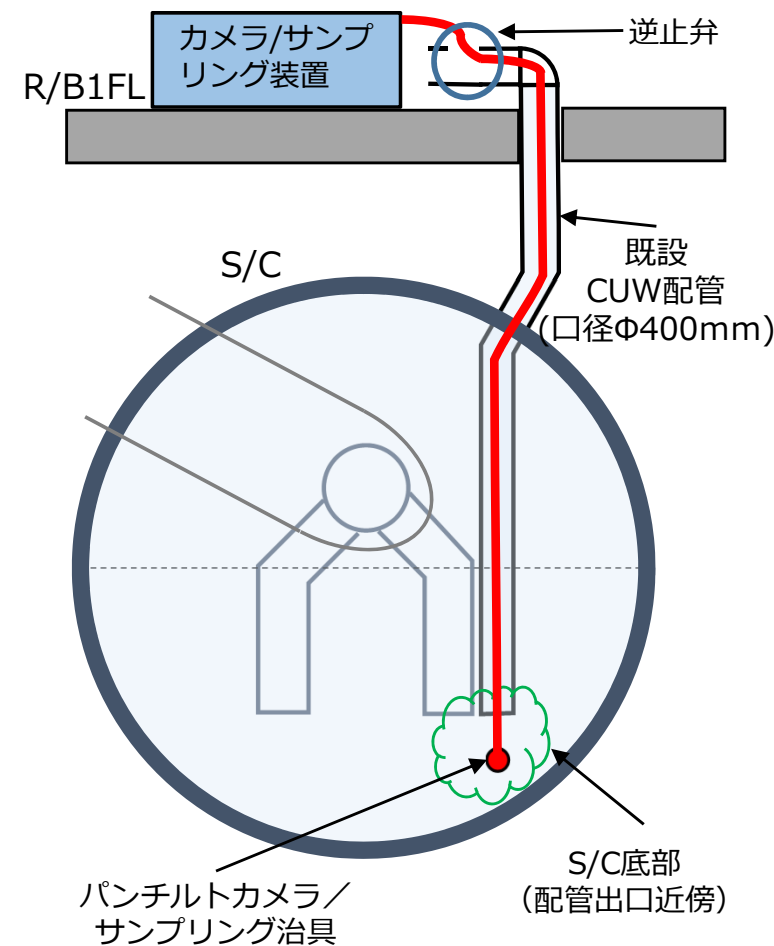
- ①CUW逆止弁開放部から、パンチルトカメラを挿入。
- ②カメラを配管出口近傍まで挿入し、**配管内及びS/C内部（CUW配管出口近傍）の目視確認，線量測定**を行う。

3. S/C内包水サンプリング

- ①CUW逆止弁開放部から、採水ホースを挿入。
- ②配管出口近傍の**S/C内包水のサンプリング**を行う。

4. CUW逆止弁の開放部の閉止

サンプリング終了後，CUW逆止弁の開放部の閉止を行う。



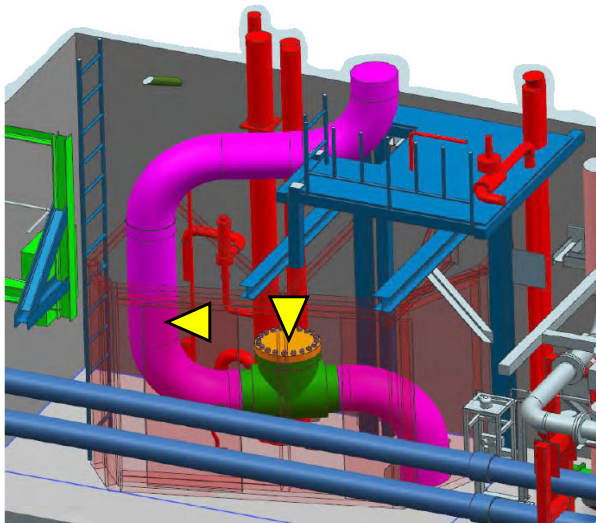
サンプリング作業イメージ

3. CUW逆止弁の開放作業について

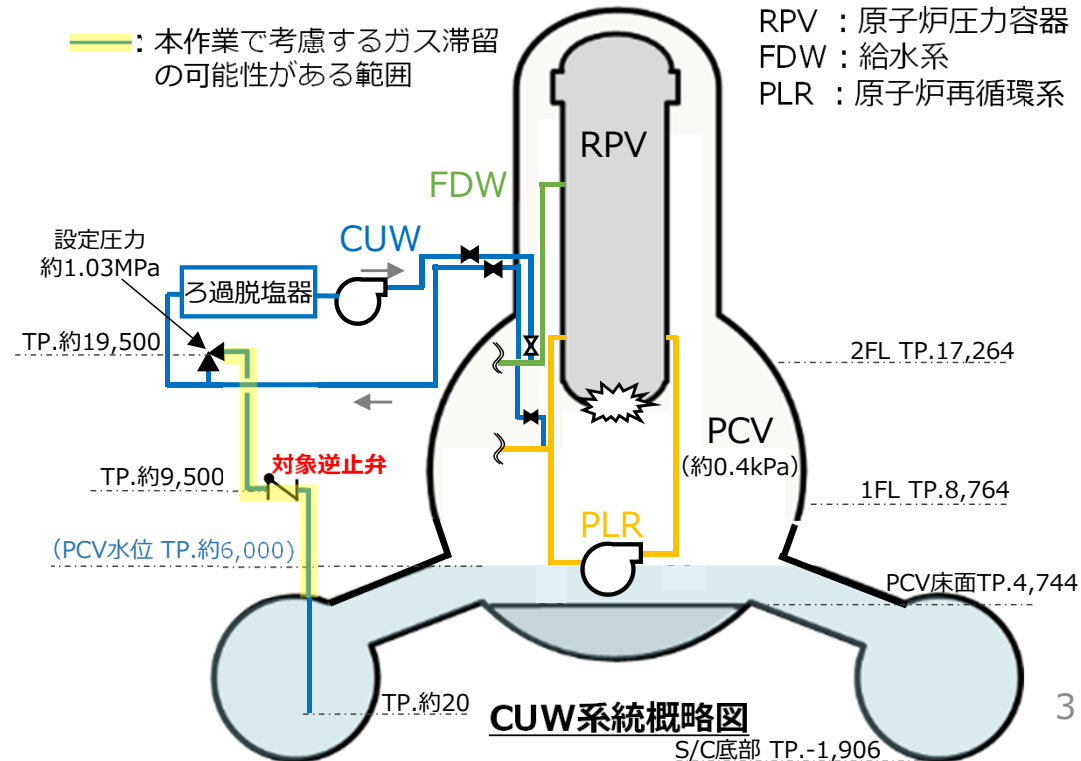
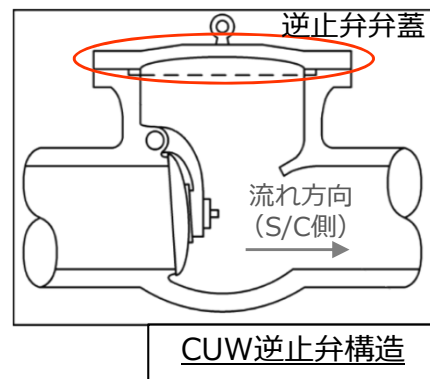
- CUW逆止弁については、弁下流側の配管がS/Cに接続され、配管端部はS/C内で開放。S/C内は水没している状態であることから、事故時のガスが滞留している可能性あり。
- 滞留ガスのサンプリングならびに滞留ガスへの対策を目的とし、逆止弁弁蓋を開放する前に、逆止弁弁蓋(S/C側)及び逆止弁上流側配管の2箇所について穿孔※1を実施。
- 穿孔は、**窒素環境下にて、ドリルで薄肉化（数mm程度）した後、油圧による押し抜き（貫通）を行う※2**ことで、火花が発生しないよう実施。穿孔後は、滞留ガスサンプリング、CUW配管内の窒素パージ等の滞留ガス対策を実施した上で、逆止弁弁蓋を開放する計画。

※1 CUW配管内の水位は、PCV水位と同程度（穿孔箇所より下部）と想定するが、穿孔前に当該箇所のUTを実施し、内包水の有無を確認。
 ※2 1号機RCW対応では、高線量環境下でアクセスが困難であるため、遠隔での装置設置が可能な電解穿孔を用いたが、CUW配管近傍はアクセス可能であることから、作業性を考慮し本工法を採用。なお、いずれの工法でも穿孔時の火花は発生しない。

▼ : 穿孔箇所（ガスのサンプリング位置）



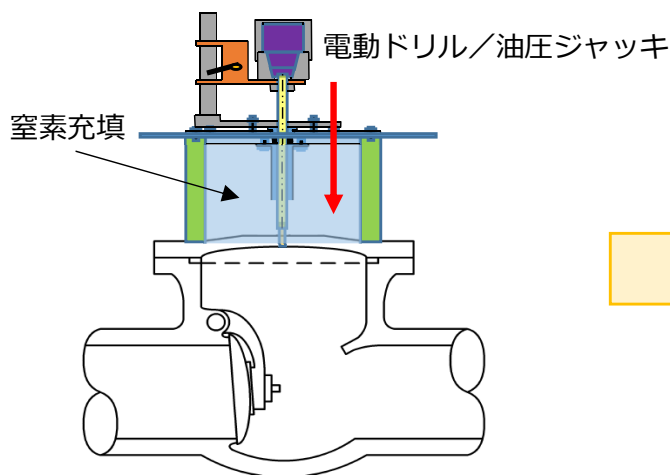
CUW逆止弁配置イメージ



4. 滞留ガス対策について

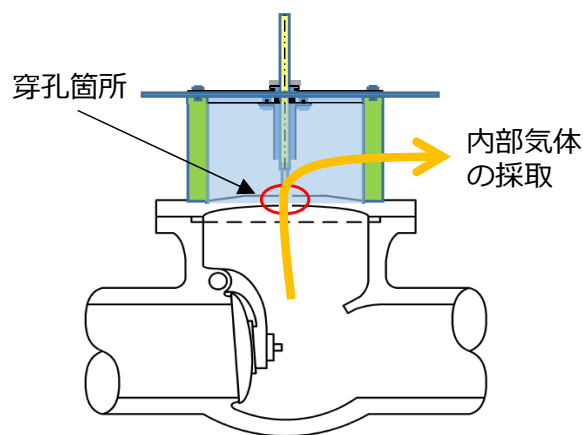
- 滞留ガスによる作業リスク低減のため、窒素環境下で火花が生じないように穿孔を実施
- 穿孔後は、穿孔箇所を介しCUW逆止弁（配管）内部の気体を採取
- サンプルング後に穿孔箇所から窒素封入し、水素濃度を測定しながら内部気体のパーージを実施（水素濃度に応じて複数回実施）
- 逆止弁上流側配管も上記同様の手順で実施

逆止弁弁蓋穿孔



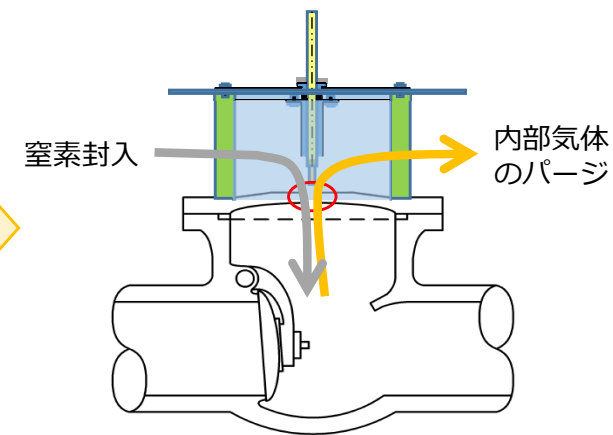
- ・ 窒素環境下にて、
 - ①ドリルで薄肉化（数mm程度）
 - ②油圧による押し抜き（貫通）の2段階で穿孔。

弁内包気体サンプルング



- ・ 穿孔後、充填していた窒素を可能な限りパーージした後、内部気体の採取を実施。

窒素パーージ



5. 作業進捗について

- 逆止弁上流側および逆止弁弁蓋(S/C側)の穿孔，滞留ガスのサンプリングが完了
- ガスサンプリングにおいて，S/C側から水素，Kr-85が確認されたが，上流側はどちらも検出されなかった
- 弁開放時に，滞留ガスを大気開放することから，Kr-85の放出影響評価を実施。その結果，敷地境界における実効線量は小さく，放射線被ばくリスクは極めて低いと判断
- 現在，S/C側の水素濃度を可燃限界以下にするために，窒素パーシを実施中



滞留ガスサンプリング結果

分析項目	逆止弁弁蓋(S/C側)	逆止弁上流側配管
水素	約15.5%*	0%
酸素	約19.1%*	約6.8%*
硫化水素	約21.7ppm*	約0.5ppm*
クリプトン85	約1.9E+04Bq/cm ³	検出限界値未満 < 1.243E+00Bq/cm ³

※測定を複数回実施しており，最大値を記載

6. 窒素パーズの状況

■ 8月9日から逆止弁弁蓋(S/C側)の窒素パーズを開始

【逆止弁弁蓋(S/C側)窒素パーズ実績】

測定日	経過の比較※1	測定項目※2		
		水素濃度 [%]	酸素濃度 [%]	硫化水素濃度 [ppm]
2023年8月7日	パーズ前	6.2	19.1	21.7
2023年8月9日	1回目パーズ後	1.7	12.5	5.3
2023年8月18日	2回目パーズ前	7.5	2.8	50.2※3
2023年8月18日	2回目パーズ後	2.9	12.9	13.1※3
2023年8月28日	3回目パーズ前	7.5	0.2	77.2
2023年8月28日	3回目パーズ後	0.6	14.9	5.0
2023年8月29日	4回目パーズ後	0.6	9.5	2.6

※1 パーズ前は、穿孔治具内のガス濃度を直接測定、パーズ後は穿孔治具内のガスをパーズ用のタンクに受けてから、タンク内のガス濃度を測定

※2 測定は複数回実施しており、最大値を記載

※3 参考値（硫化水素濃度計の不調により）

- **逆止弁弁蓋(S/C側)より、水素が確認されたため配管内気体の窒素パージを実施**
 - 1号機RCW系統の窒素パージ作業を踏まえ、窒素パージ後、水素濃度が可燃限界以下に低下しても、時間をおいて再測定し、確実に可燃限界以下に低下したことを確認していく
 - 検出された水素は、同じくKr-85が検出されていることから、事故時のD/W内の気体がS/C内に放出された際に侵入したものと推測されるため、継続的に増加することは無いと判断
 - 窒素パージが完了したら、逆止弁蓋の開放を実施し、計画通りS/C内包水のサンプリング、S/C水位計の設置を順次実施

- **逆止弁上流側からは水素が確認されなかったため、上流側については窒素パージは不要**
 - 水素が検出されていないことから、窒素パージは実施しない計画であるが、逆止弁蓋の開放の直前等に再度測定を実施し、慎重に作業を進めていく

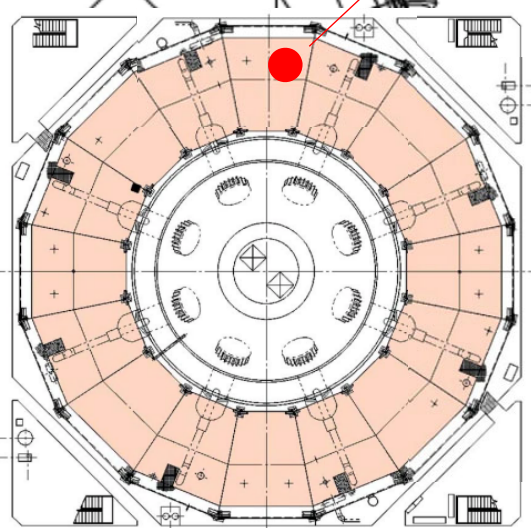
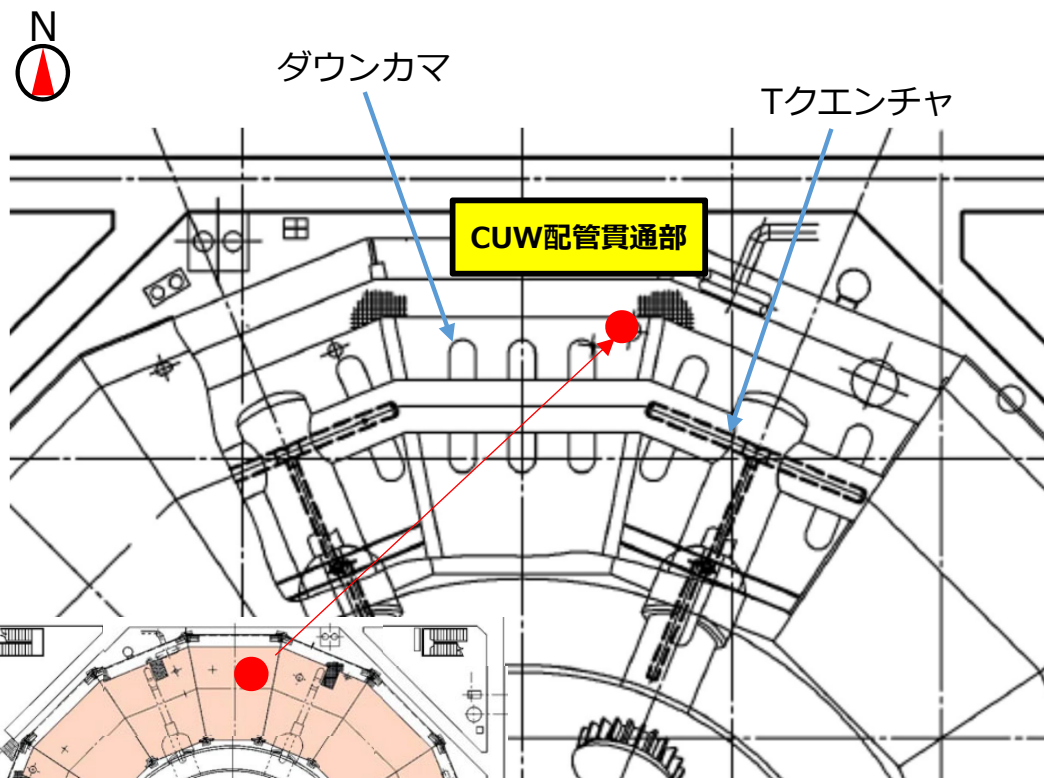
8. スケジュール

	2023年			
	7月	8月	9月	10月
CUW逆止弁開放	準備 	CUW逆止弁の滞留ガス確認・パージ作業 	CUW逆止弁の開放（確認後、一旦閉止） 	
S/C内包水サンプリング			資機材搬入・装置設置等準備 	S/C底部確認(カメラ調査) S/C内包水サンプリング CUW逆止弁の閉止・片付け

滞留水ガスの窒素パージ作業の進捗に応じて、適宜、工程を見直す可能性あり。

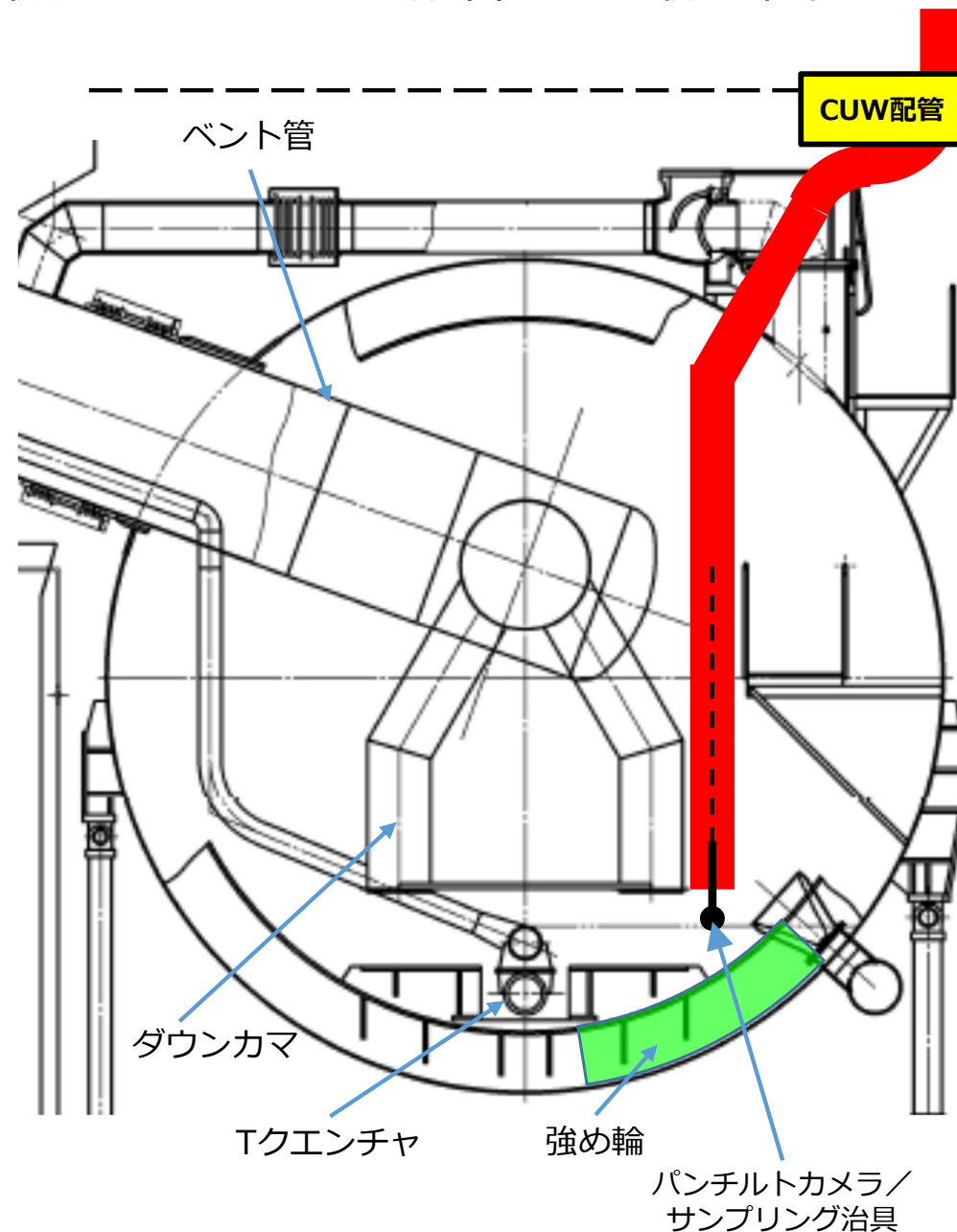
(参考) カメラ・サンプリング治具のS/C内挿入位置

- カメラ/サンプリング治具は、取水設備の取水口となるCUW配管出口近傍に位置させる。



S/C平面図

[補足]
カメラによる目視確認は、S/C底部(堆積物の有無)の状況、S/C内表面、ダウンカメラ下部、Tクエンチャ等の構造物が見れる可能性があるが、S/C内包水の透明度により影響される。



■ CUW逆止弁・配管内の滞留ガスおよびS/C内包水の分析項目

試料	目的	分析項目
CUW逆止弁・配管内の滞留ガス	<ul style="list-style-type: none">逆止弁開放作業の安全確保として可燃性ガス滞留の確認のため。事故由来のガスであるかの特定のため。	水素 硫化水素 酸素 Kr-85
S/C内包水	S/Cの内包水は、線量が高いことが想定される。設置を計画している取水設備の仕様検討のため。	Cs-134,137 塩素 H-3 全α 全β 他

(参考) CUW配管内の滞留ガスの分析・敷地境界における実効線量評価

■ CUW配管内に滞留していたガスの分析結果

- ✓ CUW配管はS/Cに接続されており、事故時のガス等が滞留している可能性があります。今回の分析結果を踏まえ、水素やクリプトン85などが存在していた推定原因などについて、評価を進めてまいります。
- ✓ なお、クリプトン85以外のその他の人工放射性核種は検出されませんでした。

分析項目	逆止弁下流側配管	逆止弁上流側配管
水素	約15.5%※	0%
酸素	約19.1%※	約6.8%※
硫化水素	約21.7ppm※	約0.5ppm※
クリプトン85	約1.9E+04Bq/cm ³	検出限界値未満 < 1.243E+00Bq/cm ³

穿孔作業において、水素等の可燃性ガスが滞留している可能性を踏まえ、安全対策として、窒素環境下で、火花が発生しないよう作業を行っており、火災は発生していません。

※測定を複数回実施しており、最大値を記載

■ 敷地境界における実効線量評価結果

- ✓ クリプトン85の分析結果(逆止弁下流側配管:約1.9E+04Bq/cm³)および滞留ガスの体積(逆止弁下流側配管:約1m³)を考慮し、敷地境界における実効線量を評価した結果、低い値に留まること(約 2.5×10^{-7} mSv)を確認しました。
- ✓ この値は、1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果(2023年7月25日公表)で示している年間の評価値(4×10^{-5} mSv未満)に対して十分に小さく、周辺公衆に与える放射線被ばくリスクは極めて小さいと判断しました。

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

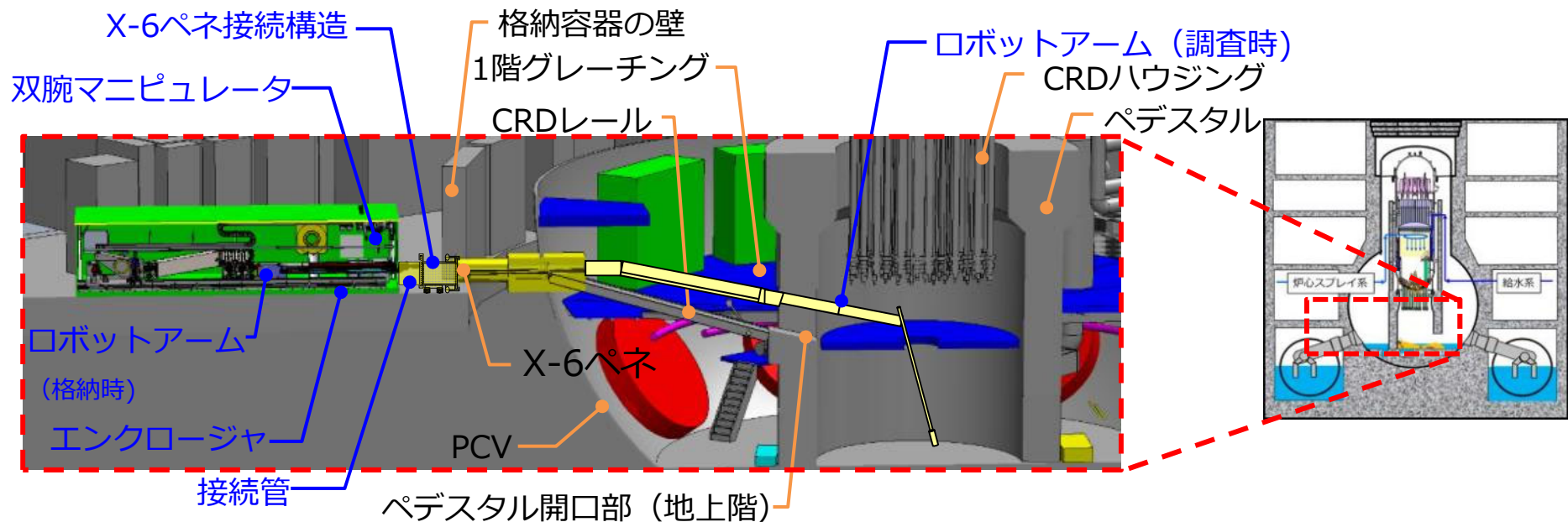
2023年8月31日

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

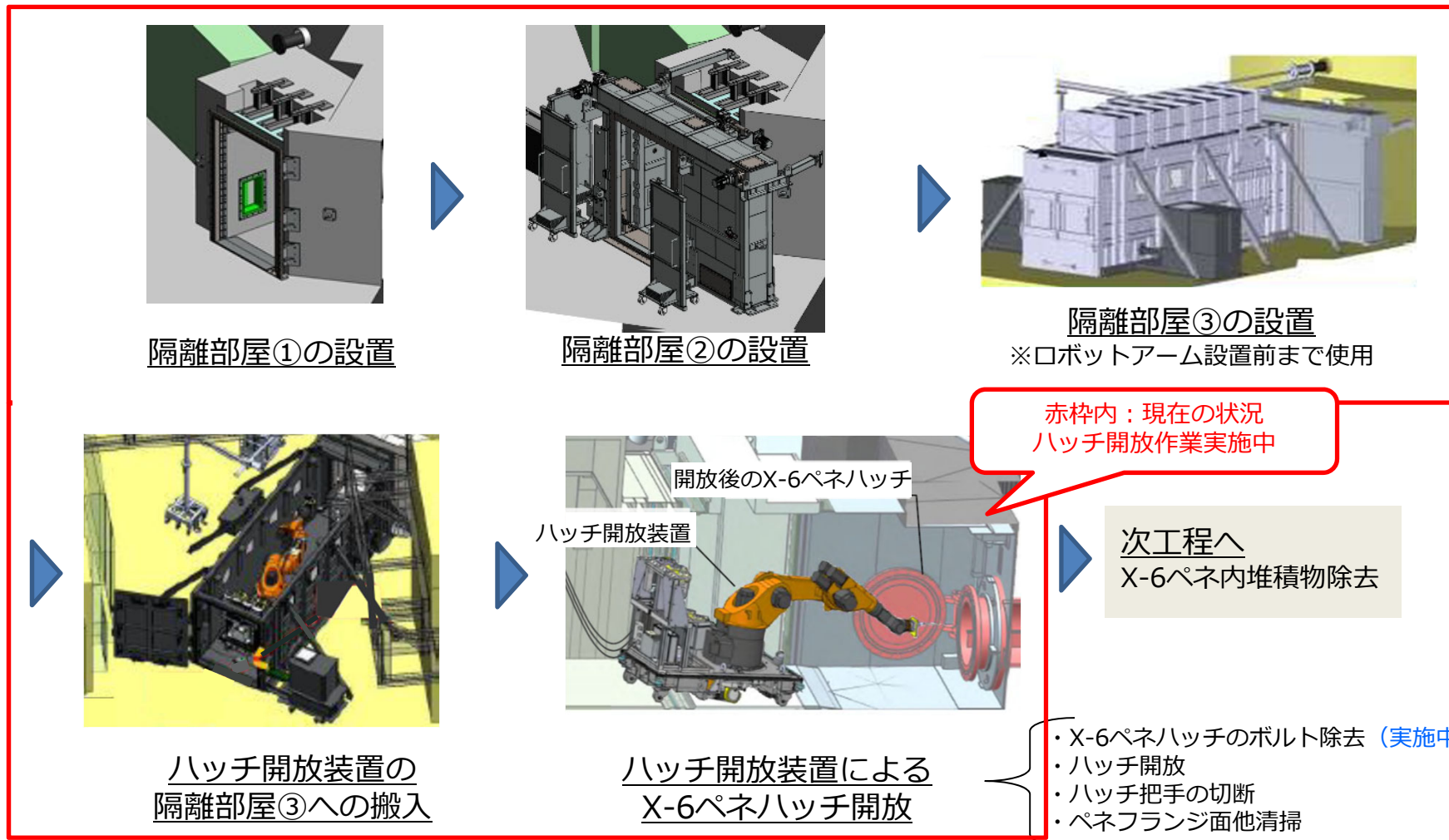
- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
 - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
 - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
 - 遮へい機能を持つ 接続管
 - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させ、PCV内障害物の除去作業を行いつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

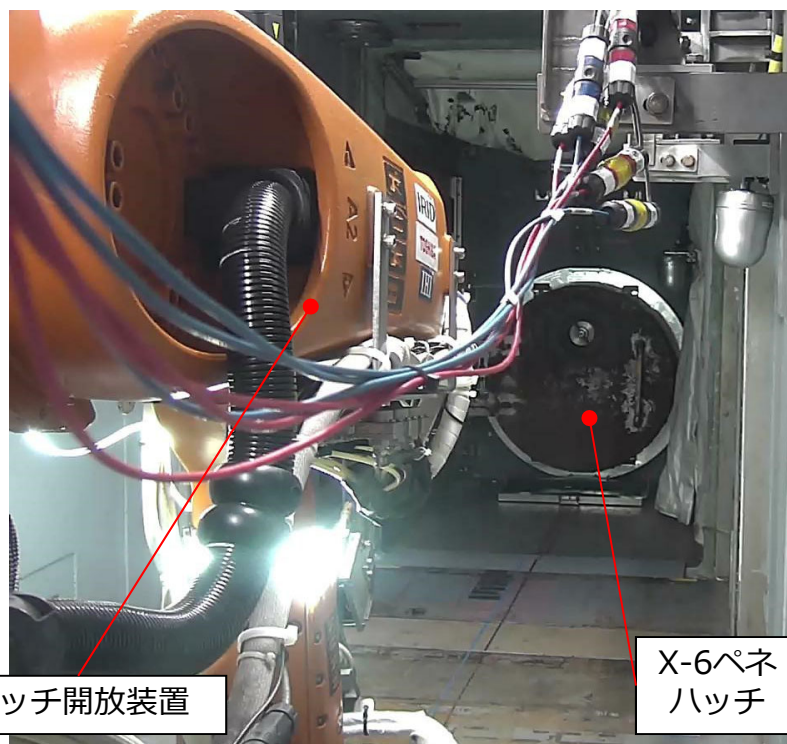
2 - 1. 現場作業の進捗状況

- X-6ペネ開放時のバウンダリとなる隔離部屋を設置し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- これまでの作業と同様に、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中はダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する。



2 - 2. 現場作業の進捗状況 (X-6ペネハッチボルト除去)

- X-6ペネハッチの24本の除去対象ボルトのうち、意図しないハッチの開放防止のために残す4本を除いた20本のボルトについて、ボルト切削ツール（ホールソー）を使用し、ボルトのねじ部外周を削り細くすることで、**ボルトとナットの締結を解除**。
 - 締結解除後、押し込みツールを使用し、ボルトを奥側へ押し出して落下させることで、**ボルトを取り外す**。
 - その後、残りの4本のボルトとナットの締結を解除、ボルトを押し込んで取り外し、ハッチを開放する予定。
- 除去対象ボルト：24本のうち、締結解除完了：20本、取り外し完了：13本



ハッチ開放装置

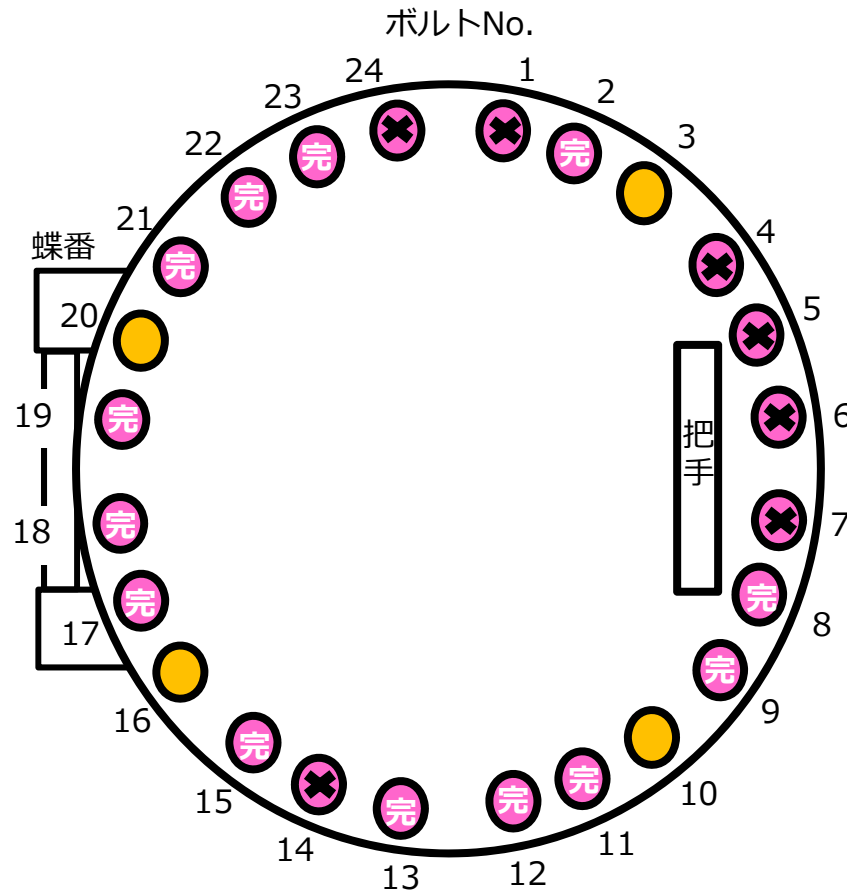
X-6ペネハッチ



ボルト除去作業状況

2 - 3. 現場作業の進捗状況（ボルト切削・取り外し進捗状況）

- ボルト切削及び取り外し作業の進捗状況は以下の通り。

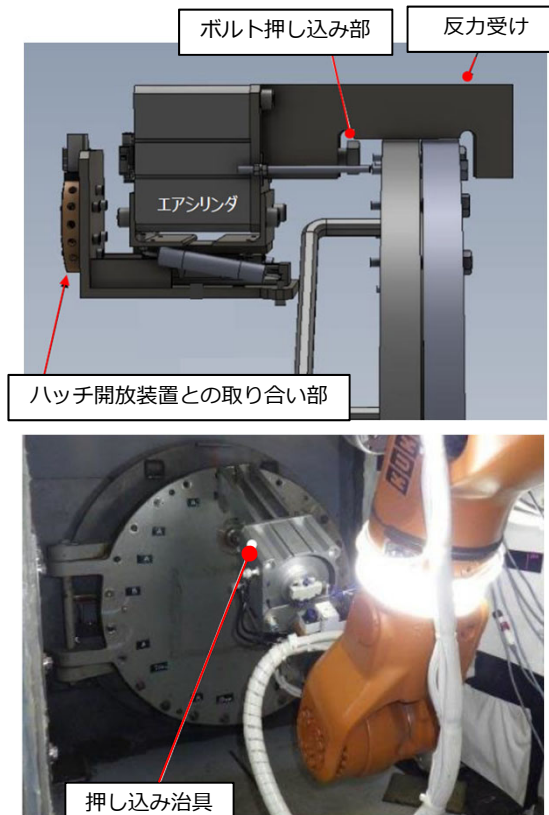


- : ボルト・ナット締結解除完了 (20本/24本中)
- 完 : ボルト取り外し完了 (13本/24本中)
- : 最終取り外しボルト (4本/24本中)
- ✕ : 固着しているボルト (7本)

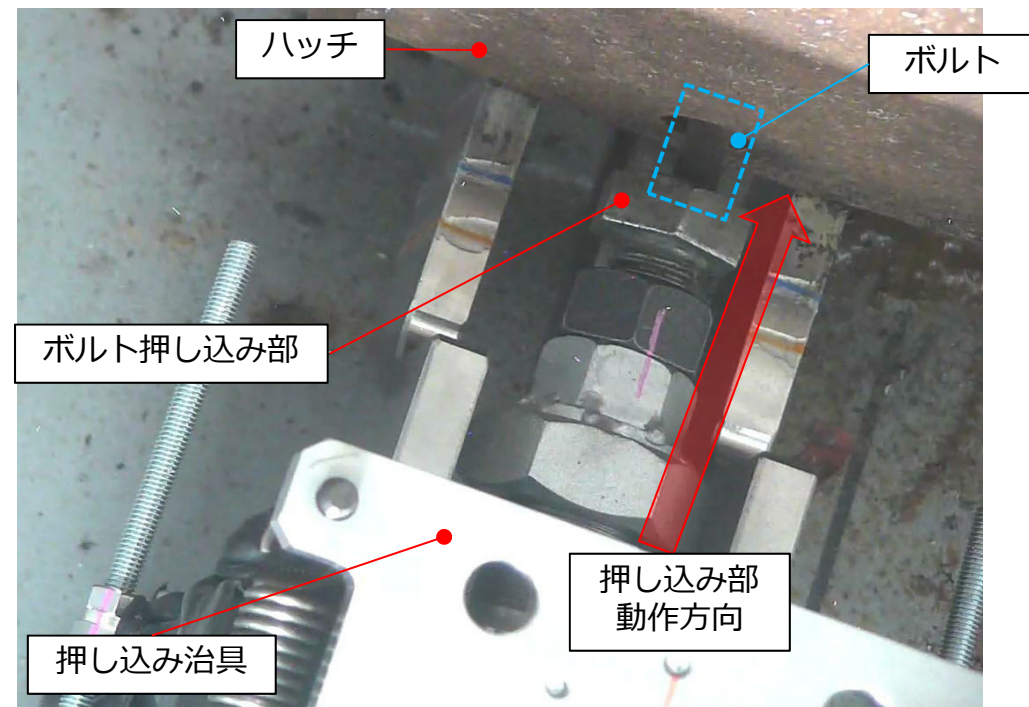
- ・押し込み治具による押し込み
: 9本実施 (No.1,4,5,6,7,13,14,15,24)
- ・電動ドリルによる先端部切削、長尺ホールソーで深めに切削
: 8本実施 (No.1,4,5,6,7,13,14,24)
- ・電動ドリルによるボルトの切削
: 8本実施中 (No.1,4,5,6,7,13,14,24) ※No.13除去済

2 - 4. 現場作業の進捗状況（押し込み治具による押し込み）

- 固着しているボルトについて、長尺ホールソーを使用し追加切削を実施し、押し込みツール等を使用し、ボルトの押し込みを実施したが、押し込めなかった。
- 新たな押し込み治具として、これまでの押し込みツールよりも強い力でボルトをペネ蓋フランジ面まで押し込む治具を検討、新規製作。
- 工場検証により、作業成立性が確認できたことから、現場へ適用し、**固着しているボルト9本（No.1,4,5,6,7,13,14,15,24）の押し込みを実施し、No.15ボルトのみ固着解除でき、ボルト除去まで完了。**
（他の固着しているボルトは動かず）



押し込み治具の工場検証状況

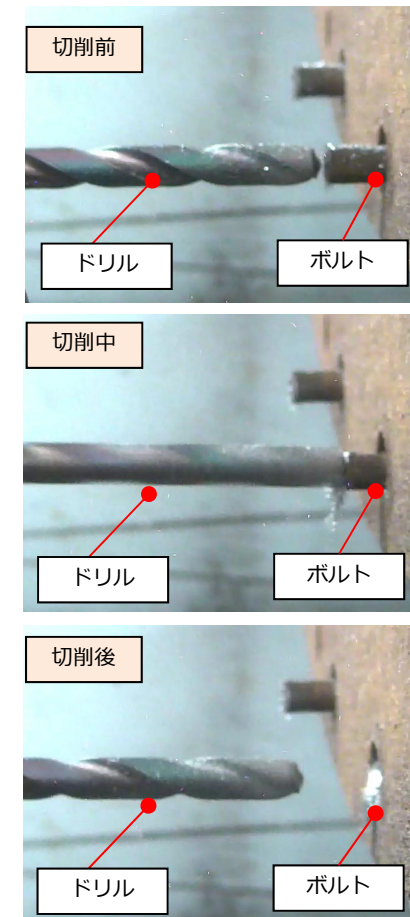
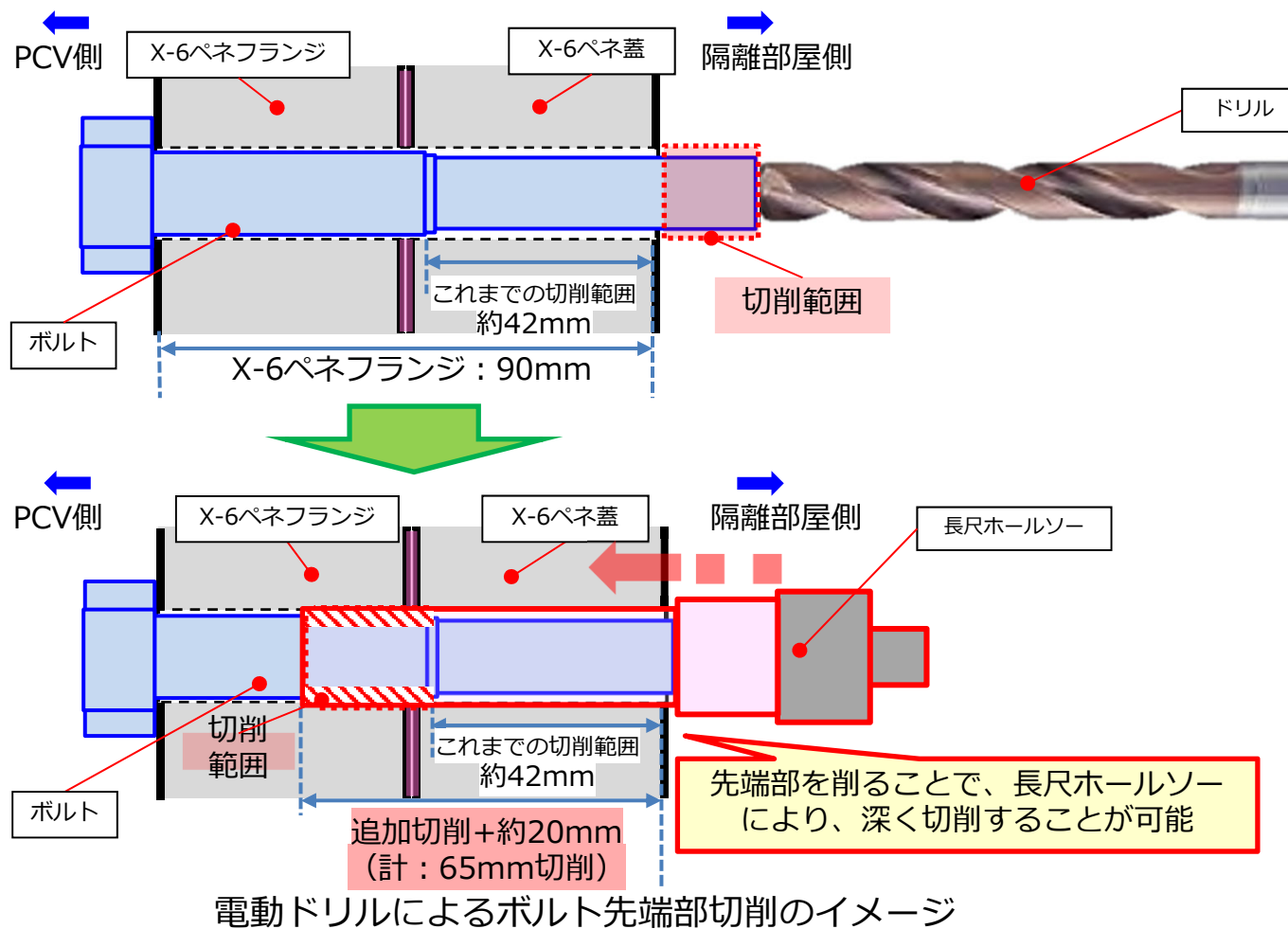


押し込み治具による押し込み状況

2-5. 現場作業の進捗状況

(長尺ホールソーによる更に深めに追加切削)

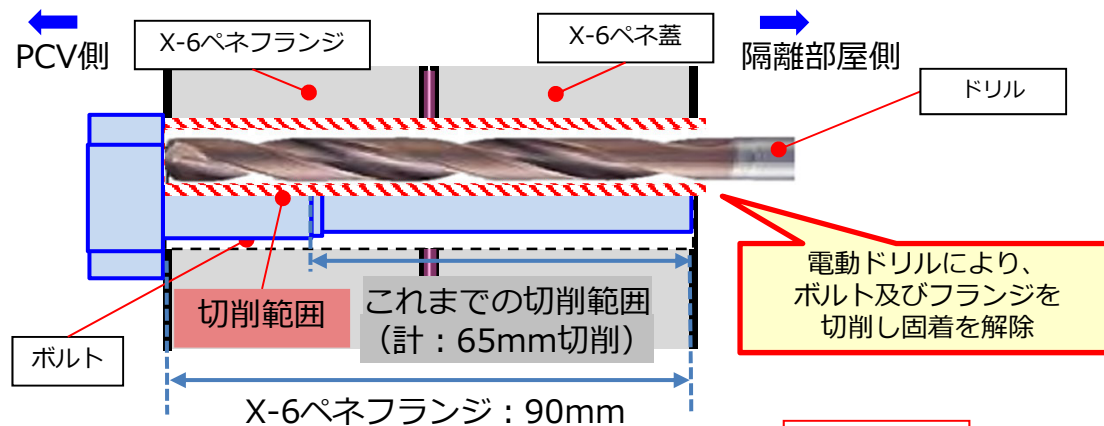
- 固着しているボルト8本 (No.1,4,5,6,7,13,14,24) について、長尺ホールソーによる深めに追加切削、新規製作の押し込み治具による押し込みでボルトの固着が解除できなかったことから、電動ドリルによるボルト先端部の切削を実施。
- 先端部を切削後、長尺ホールソーによる追加切削を行い、新規押し込み治具を改良し（フランジ面から更に深く押し込み）で押し込みを実施したが、ボルトは動かず。



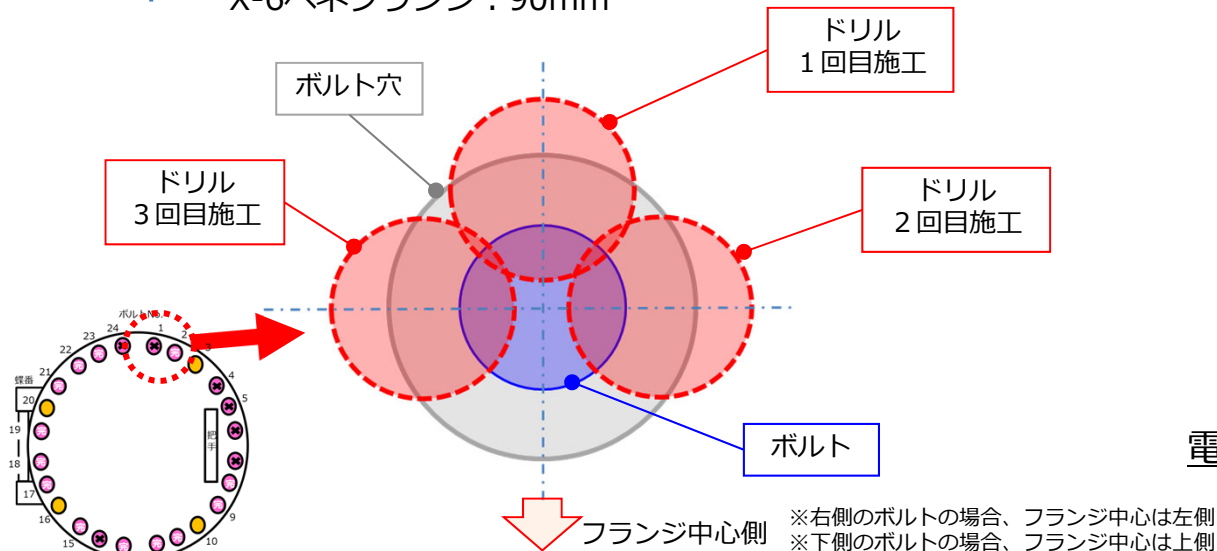
ボルト先端部切削状況

2-6. 現場作業の進捗状況 (電動ドリルによるボルト切削)

- 固着しているボルト8本 (No.1,4,5,6,7,13,14,24) について、電動ドリルで更に深め (ハッチを貫通する程度) にボルトを切削する工法について、工場検証を行い、作業成立性が確認できたことから、現場に適用し、ボルトの切削を実施し、No.13ボルトの除去が完了。



電動ドリルによるボルト切削状況



電動ドリルによるボルト切削のイメージ

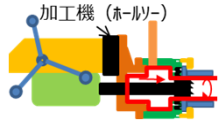
3. 工程

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

	~2021年度	2022年度	2023年度
ロボットアーム・ エンクロージャ 装置開発		性能確認試験・モックアップ・訓練（国内）	
・スプレー治具取付作業 ・隔離部屋設置	X-53ペネ孔径拡大作業	隔離部屋設置	スプレー治具取付け
・X-6ペネハッチ開放			
・X-6ペネ内の堆積物除去 ・試験的取り出し装置設置			
試験的取り出し作業 （内部調査・デブリ採取）			

注：2023年度は8月現在（赤い点線）の進捗を示しています。

0. 事前準備作業



- 事前にスプレイ治具取付事前作業（X-53ペネ孔径拡大）を実施

1. 隔離部屋設置



- ハッチ開放にあたり事前に隔離部屋を設置

2. X-6ペネハッチ開放

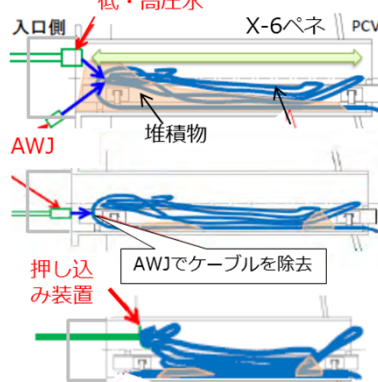
ハッチ開放装置



- ハッチ開放装置によりハッチを開放

3. X-6ペネ内堆積物除去

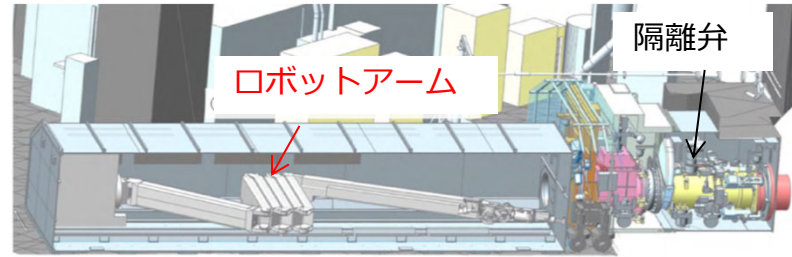
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



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

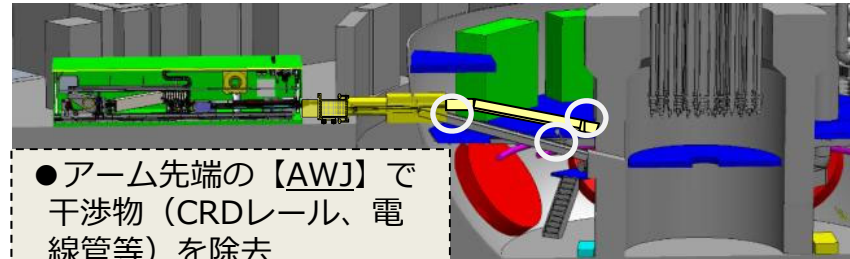
4. ロボットアーム設置

認可済



5. 試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）

① ロボットアームによるPCV内部調査



- アーム先端の【AWJ】で干渉物（CRDレール、電線管等）を除去

② ロボットアームによるデブリ採取

申請予定

燃料デブリ回収装置先端部



<金ブラシ型> <真空容器型>

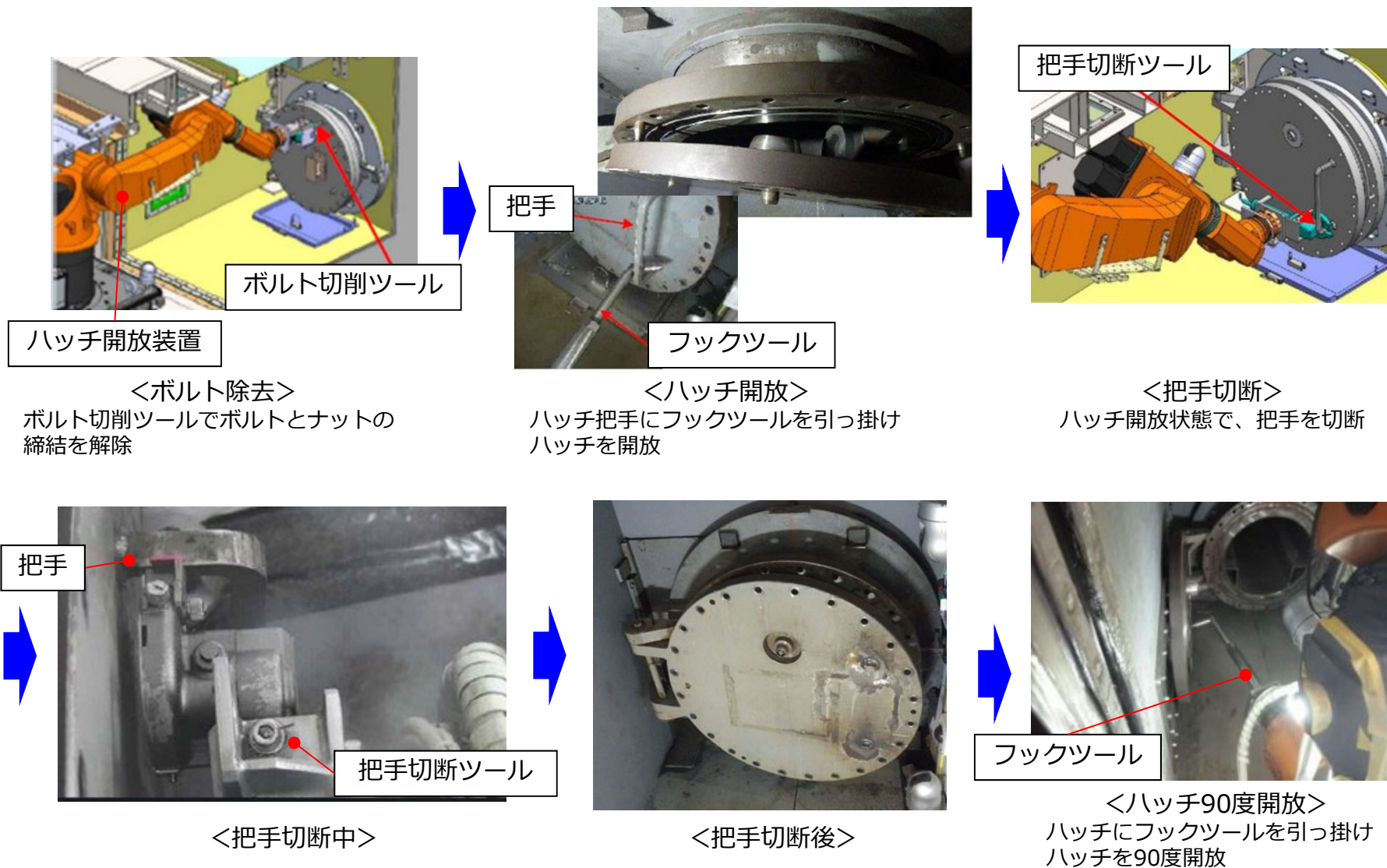


(注記)

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

参考. X-6ペネハッチ開放手順

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



参考. 取り外したボルトの状況

- 震災時、X-6ペネハッチフランジ面間に隙間が生じた可能性があり、その隙間からハッチ外側に溶出物が漏れ出て、X-6ペネフランジ下部や床面に付着していることを確認。（過去の除染作業時に回収）
- 今回のボルト除去作業時に取り外したボルトの変色範囲から、溶出物はX-6ペネフランジ面間の中心から、ボルト軸方向に広がっていると推定。
- 長尺ホールソー及び電動ドリルで追加切削を実施することで、ボルト中央部からハッチ奥側まで切削できれば、ボルトの固着を低減する効果があると考え、固着対策を検討し、作業を実施中。



取り外したボルトの状況

燃料デブリの大規模取り出しに向けて

令和5年8月
燃料デブリ取り出し工法評価小委員会

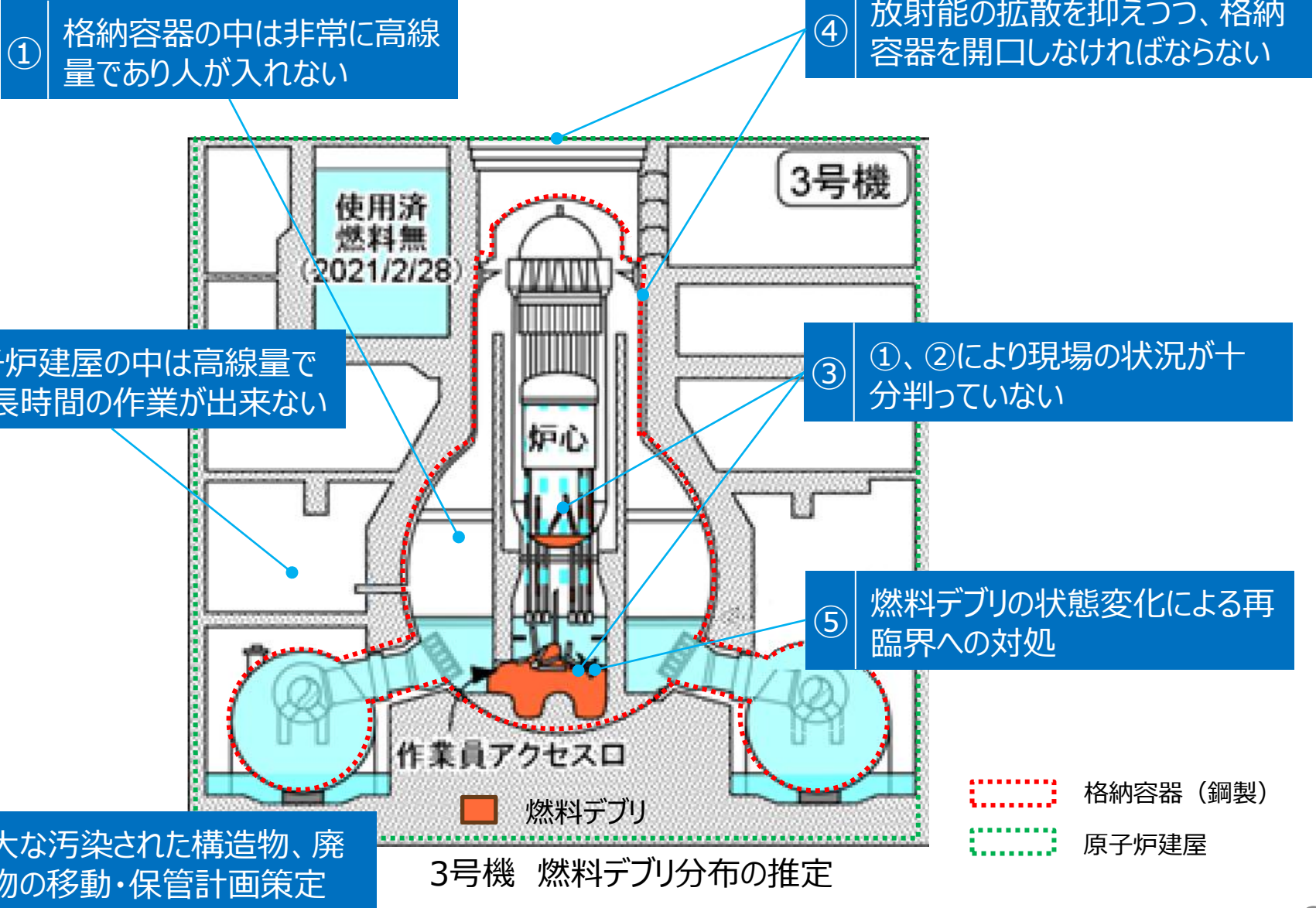
目次

1. 本検討の背景、目的
2. 燃料デブリ取り出しの難しさ
3. 燃料デブリを取り出す方法
 - 3.1 気中工法
 - 3.2 冠水工法
 - 3.3 充填固化工法
4. まとめ

1. 本検討の背景、目的

- 将来的に行われる燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大（以下、「**大規模取り出し**」という。）の**工法選定は中長期にわたる廃炉の成否を分ける極めて重要な決定事項**
- その決定に当たっては、東京電力のみでなく、NDFが政府と連携しつつ、安全性を大前提に技術成立性等を総合的に検討・評価が必要
- このため、**NDFの廃炉等技術委員会の下に「燃料デブリ取り出し工法評価小委員会」（以下「小委員会」という。）を設置し、専門的かつ集中的な検討・評価を行っているところ**
- 小委員会での検討・評価する項目は以下の通り
 - ✓ 各取り出し工法の課題の整理
 - ✓ 課題に対する対応策の技術成立性等の評価
 - ✓ 各取り出し工法の比較評価
 - ✓ 次ステップへの提言

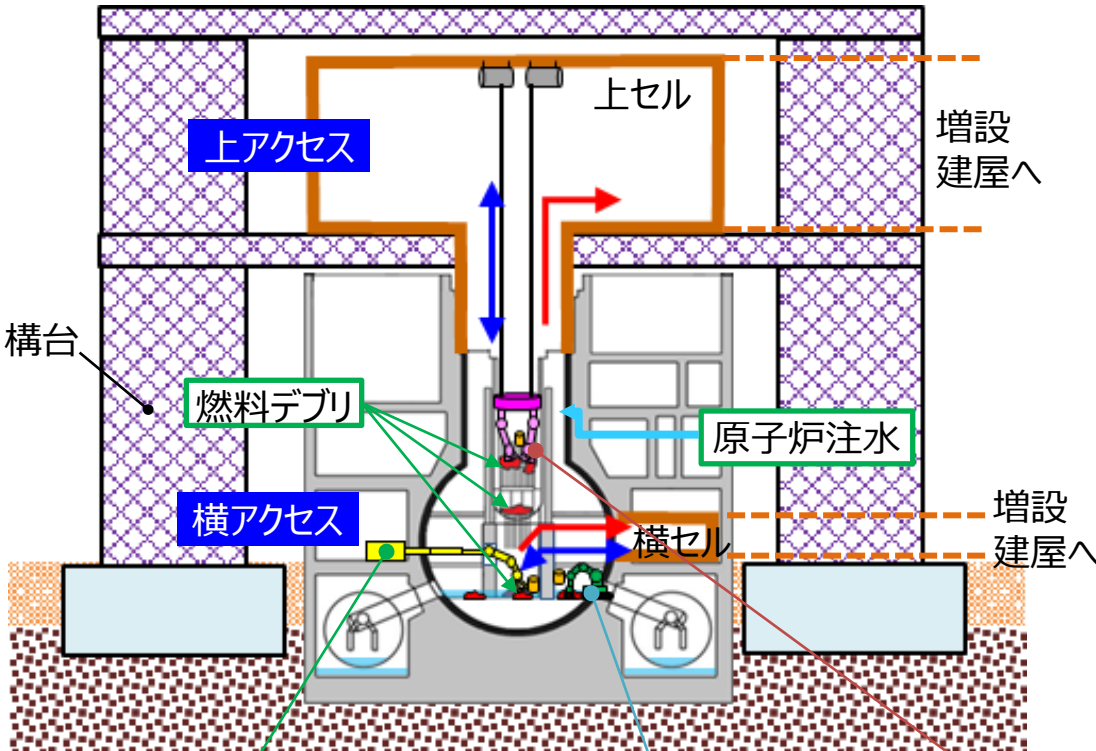
2. 燃料デブリ取り出しの難しさ



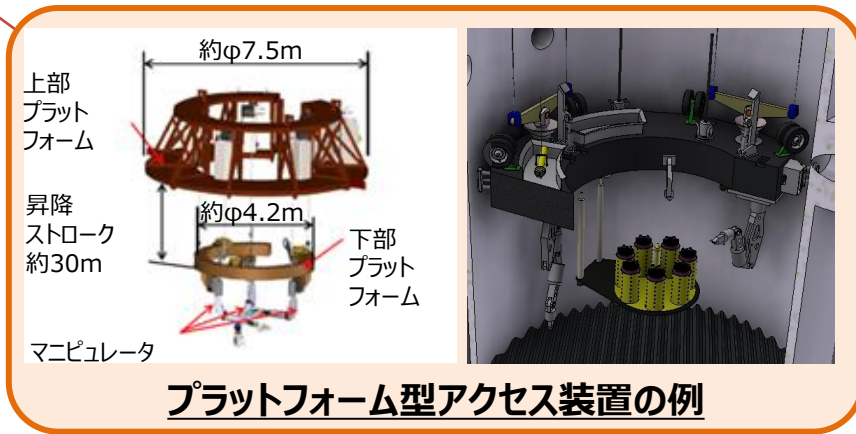
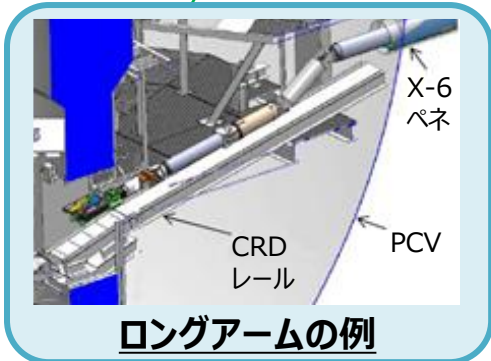
3. 燃料デブリを取り出す方法

3.1 気中工法

【概要】
燃料デブリが気中に露出した状態で、水をかけ流しながら取り出す工法



遠隔操作装置の例



3. 燃料デブリを取り出す方法

3.1 気中工法

利点

- ◆ 高線量下での作業のため、遠隔操作装置を使用。
技術力向上に貢献
- ◆ 現場環境をあまり変化させず、現状のまま取り出すため、他の工法への変更など、柔軟に対応可能
- ◆ 水を溜めるなど、燃料デブリに与える状況変化が少ないので、臨界管理が比較的容易

課題

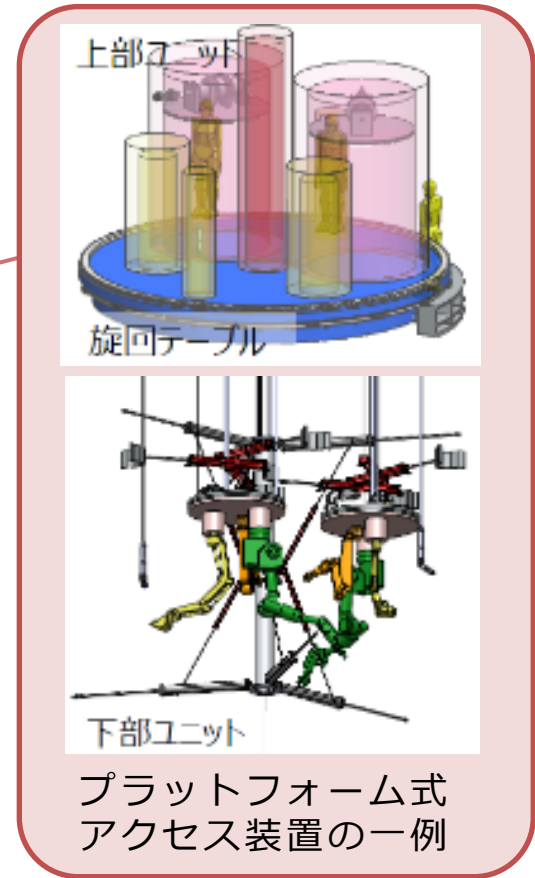
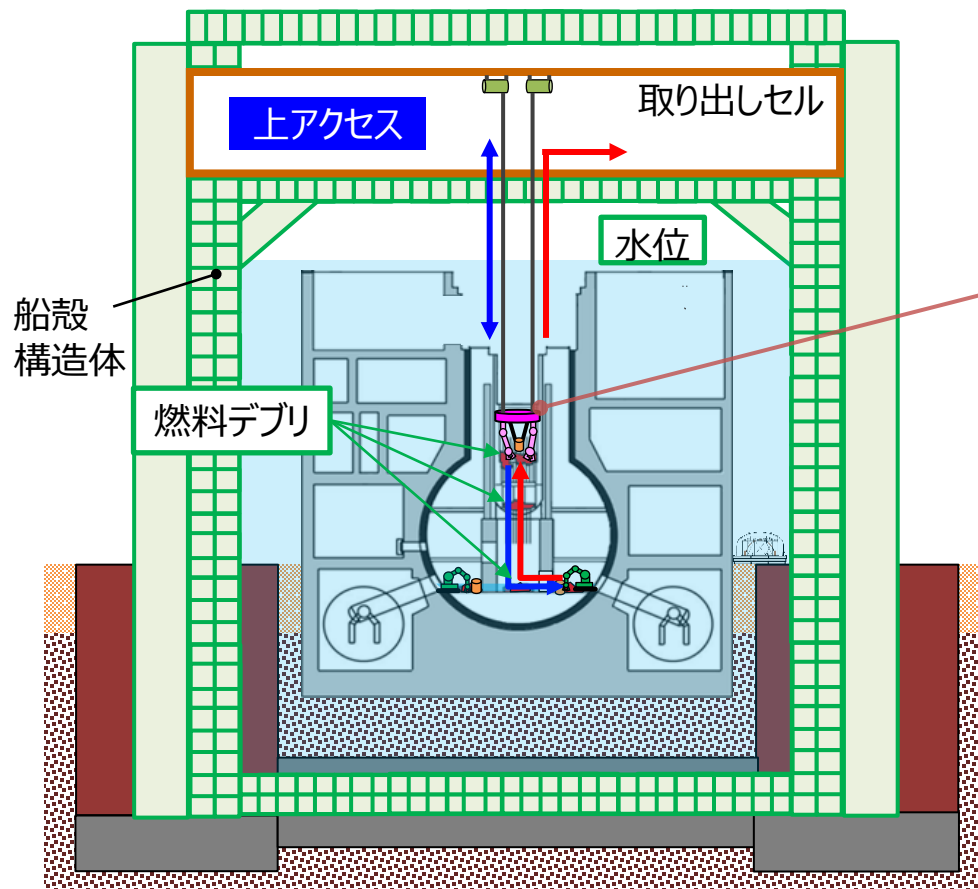
- ◆ 遠隔操作装置の故障対策など信頼性の向上を図ること
- ◆ 遮へいや汚染拡大を抑制するための構築物が大きくなり、撤去する周辺建屋などが増え、準備に時間を要す
- ◆ 燃料デブリへのアクセスが可能となった時点からの現場調査となり、遠隔操作装置の改善など、燃料デブリ取り出しに時間を要す

3. 燃料デブリを取り出す方法

3.2 冠水工法

【概要】

バウンダリとして船殻構造体と呼ばれる新規構造物で原子炉建屋全体を囲い、原子炉建屋を冠水させ燃料デブリを取り出す工法



3. 燃料デブリを取り出す方法

3.2 冠水工法

利点

- ◆原子炉建屋全体を冠水させることにより、作業員が現場で作業可能
- ◆原子炉建屋を構造物で完全に覆うので、原子炉建屋からの放射能漏えいを抑制することができる

課題

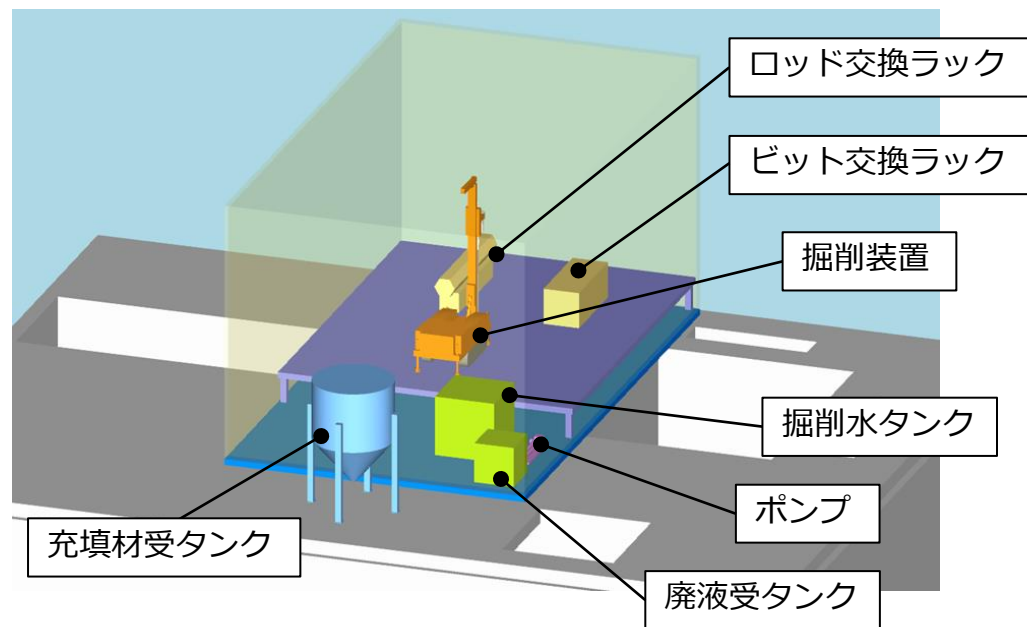
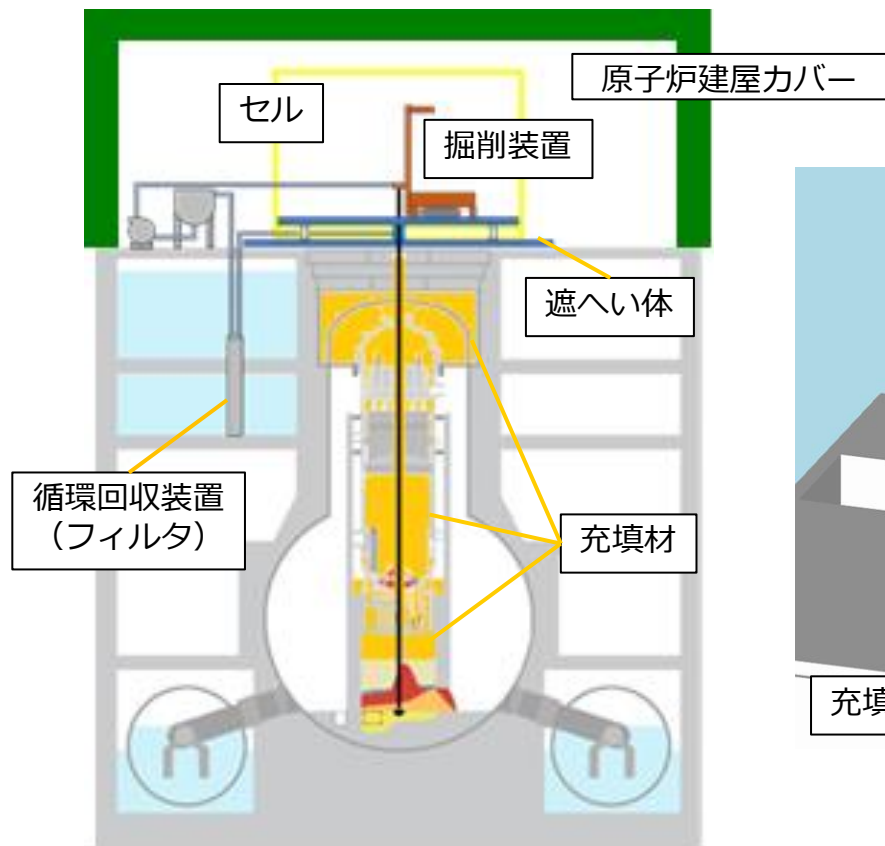
- ◆原子炉建屋を囲む構造物を設置するので、撤去する周辺建屋などが増え、準備に時間を要す
- ◆原子炉建屋の地盤にトンネルを掘る場合など、そこに放射能がある前提で工事を検討する必要がある
- ◆原子炉建屋の地盤も含めて、構築物を組み立てるような実績のない工事となるので、実証試験など、着工前の準備に時間を要す

3. 燃料デブリを取り出す方法

3.3 充填固化工法

【概要】

充填材により燃料デブリを安定化させつつ現場線量を低減し、掘削装置により燃料デブリを構造物や充填材ごと粉砕・流動化して循環回収する工法



3. 燃料デブリを取り出す方法

3.3 充填固化工法

利点

- ◆ オペフロに遮へい体を設置し、また、原子炉内を充填材で覆うことにより作業員が現場で作業可能
- ◆ 燃料デブリを充填固化することにより、作業に伴う拡散を抑制可能
- ◆ 簡素なセルやカバーとなり、支持構造物設置のための周辺建屋などの撤去が不要となる

課題

- ◆ 充填材の種類や充填範囲など、さまざまな充填方法が考えられ、現場に合わせた、充填材の選定や充填方法の検討、更には掘削以外の取り出し方法のオプションも含めて検討しておく必要がある
- ◆ 充填材が新たな廃棄物となるため、廃棄物を極力少なくなるような充填方法を検討する必要がある

4. まとめ

- 今回示した工法は一例を提示したものであって、今後、更に新たな方法も含めて検討・改善を続けていく。
- 今後の検討においては、今回示した工法の組み合わせも考えられる。
- 安全に燃料デブリを取り出すことが最優先事項であり、かつ、出来るだけ速やかな取り出しを目指して検討を継続する。