２号機　PCV内部調査・試験的取り出し作業の状況

2025年2月27日

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

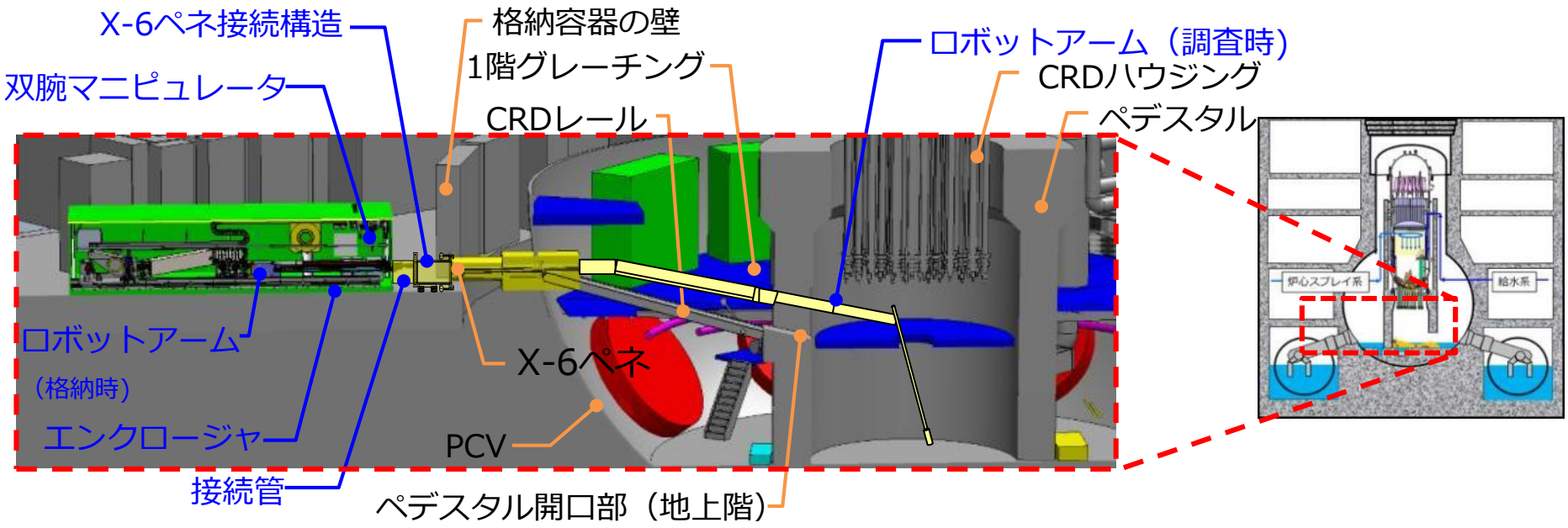
<設置済み>

- 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
- テレスコ式装置

<今後設置予定>

- 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

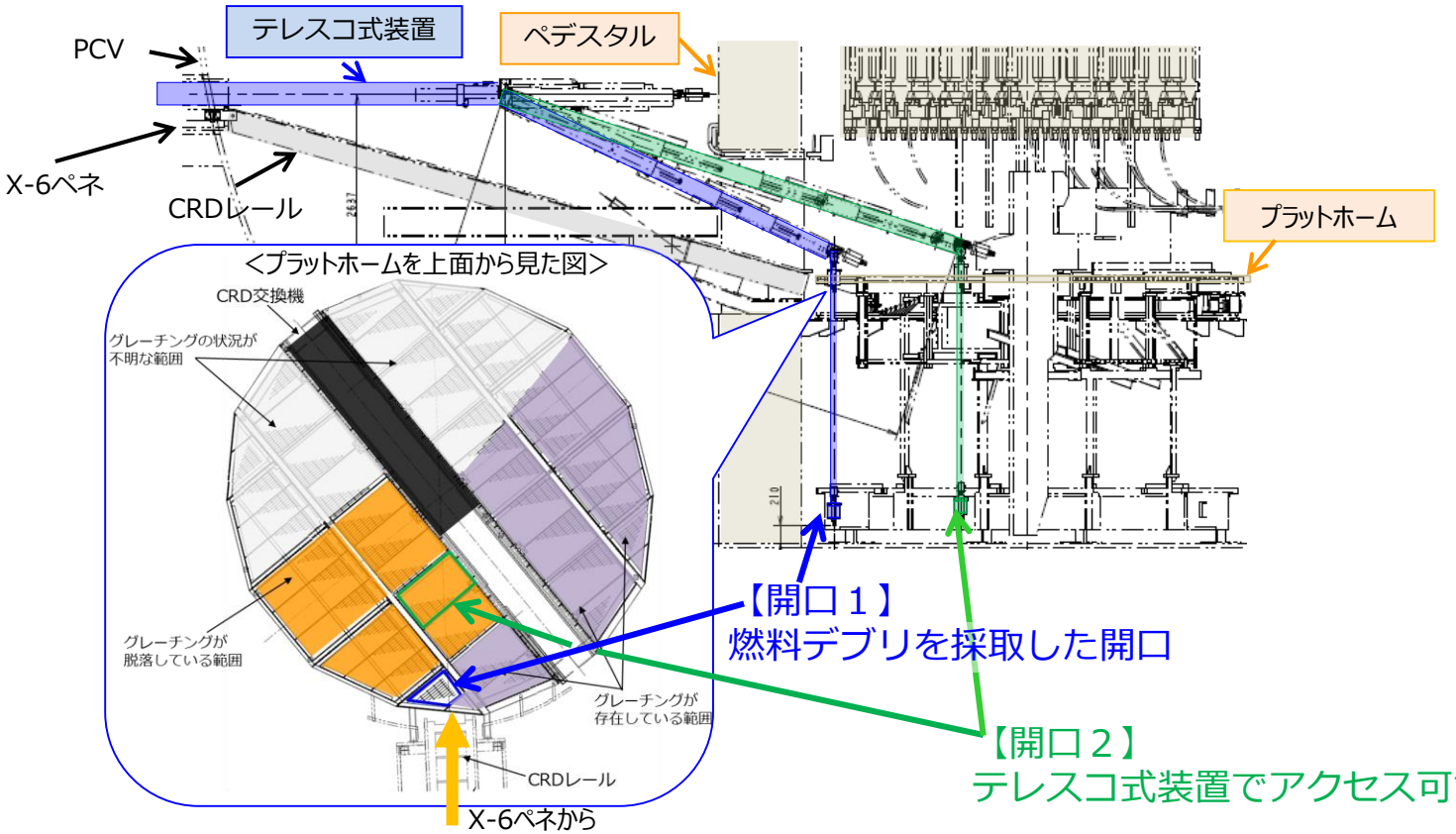
2－1．テレスコ式装置による取り出し作業の作業計画

- テレスコ式装置でペデスタル底部へのアクセスが可能なプラットホームの開口は２箇所（下図の開口１，２）
- 2024年10月の作業時は、ペデスタル内（CRDレール側）の一番手前の開口１より先端治具を吊り降ろし、燃料デブリを採取
- さらに奥側の開口２については、過去の調査においても詳細は確認できていない状況
- ペデスタル内の状況の把握及び初回の採取位置とは異なる位置から採取という観点で２回目の取り出し作業を計画

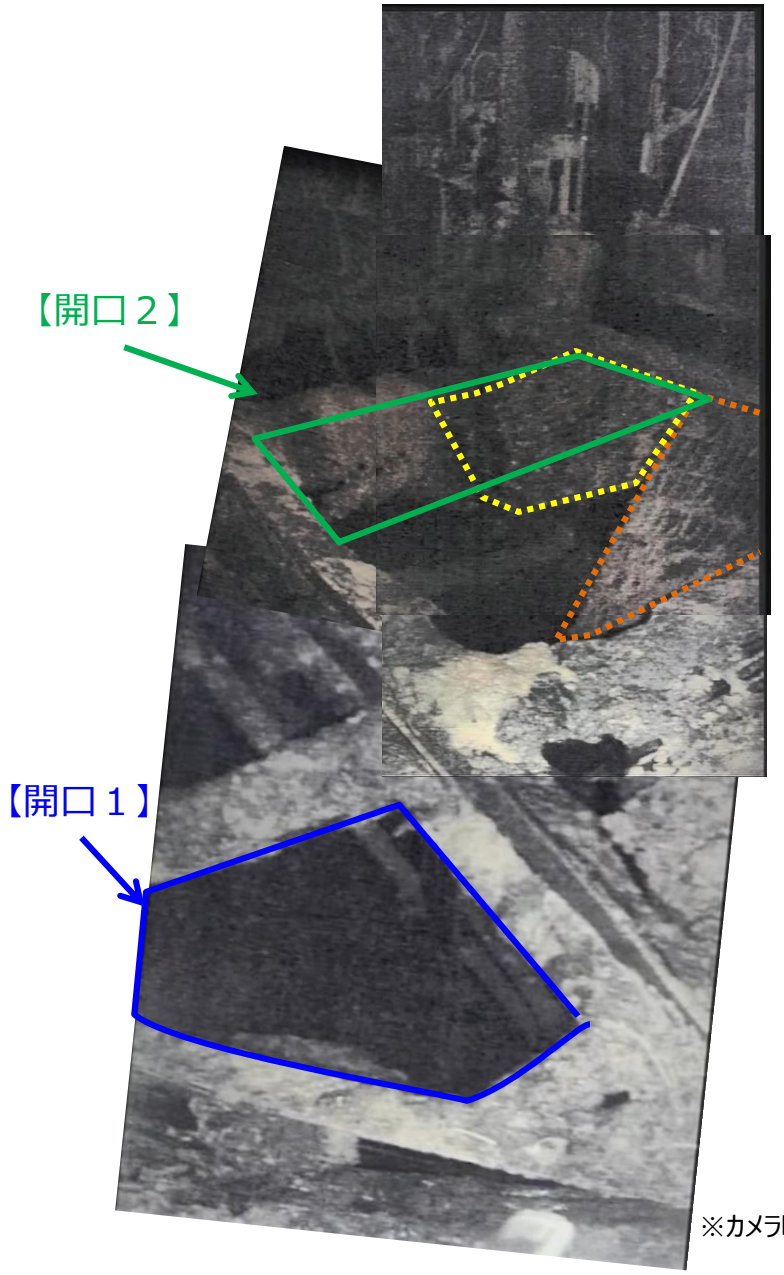
① プラットホーム上の開口２の状況を調査

② 開口２から燃料デブリの採取を計画。ただし、開口２は過去の調査からプラットホーム上のグレーチングの残存を把握しているため、取り出し作業当日に開口２の状況を確認し、開口２からペデスタル底部へのアクセス可否を判断

③ 開口２からペデスタル底部へのアクセスが困難な場合は、前回と同様に開口１に先端治具を吊り降ろし、ペデスタル底部からデブリを採取



２－２．テレスコ式装置による取り出し作業の作業計画
（PCV内プラットホームの開口２の状況）



※カメラ映像の貼り合わせによる合成図

- 2024年９月作業時のテレスコ式装置のカメラ映像から遠目での開口２（左記緑枠）の状況を確認
- 開口２において、左記黄色点線部にグレーチングが残存していることを確認
- ただし、グレーチングの先端部の境界は非常に見えづらく、光が当たっても反射しない範囲にうっすらと線状のものを映像から確認
- 左記黄色点線部にグレーチングが残存しているとした場合、開口２の半分程度はグレーチングが干渉するものと推定
- 開口２の手前側には、左記橙色点線部にグレーチングが残存していることを確認

3－1．ロボットアームの試験状況（性能確認試験項目）

- 楢葉モックアップ施設を用いて、福島第一の現場を模擬したモックアップ試験（組合せワンスルー試験）が完了
- 遠隔操作でアームに搭載したAWJツールによる障害物を除去しアクセスルートの構築が可能なことやアームにセンサや取り出し装置を搭載しペデスタル内でのデータ取得や模擬デブリの採取、双腕マニピュレータによるセンサやツール等の取外／取付作業が実施でき、作業の成立性を確認
- ただし、作業に万全を期すため、試験中に確認された経年劣化箇所を踏まえ、類似箇所の部品交換等を含めて、ロボットアームの全体点検を実施中
- また、ロボットアームの開発に加えて、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ていく

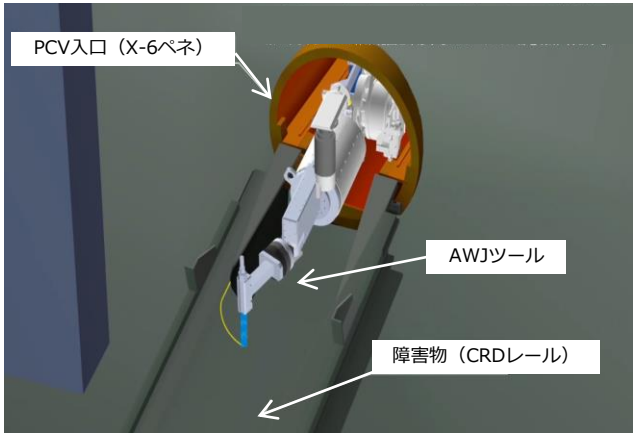
性能確認試験項目

試験分類	試験項目	JAEA楢葉
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（ペデスタル上部および下部へのアクセス）	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
組合せワンスルー試験（アーム+双腕マニピュレータ）	センサ／外部ケーブル、ツール／外部ケーブルのアームへの取付等	完了
	ペデスタル上部調査（センサ、ワンド搭載）	完了
	ペデスタル下部調査（センサ、ワンド搭載）、燃料デブリ採取	完了
	アクセスルート構築（AWJツール搭載し、障害物撤去）	完了
全体点検	全体点検（メンテナンス）	実施中
組合せ検証試験	全体点検（メンテナンス）後の動作確認	今後実施予定

今回追加

3－2．ロボットアームの試験状況（アクセスルート構築）

- CRDレールや吊り治具、電線管などの障害物をロボットアームのAWJツールで切断し、アクセスルート構築後のアーム通過試験を実施。その結果、干渉なくアーム本体がアクセスルートを通過できることを確認

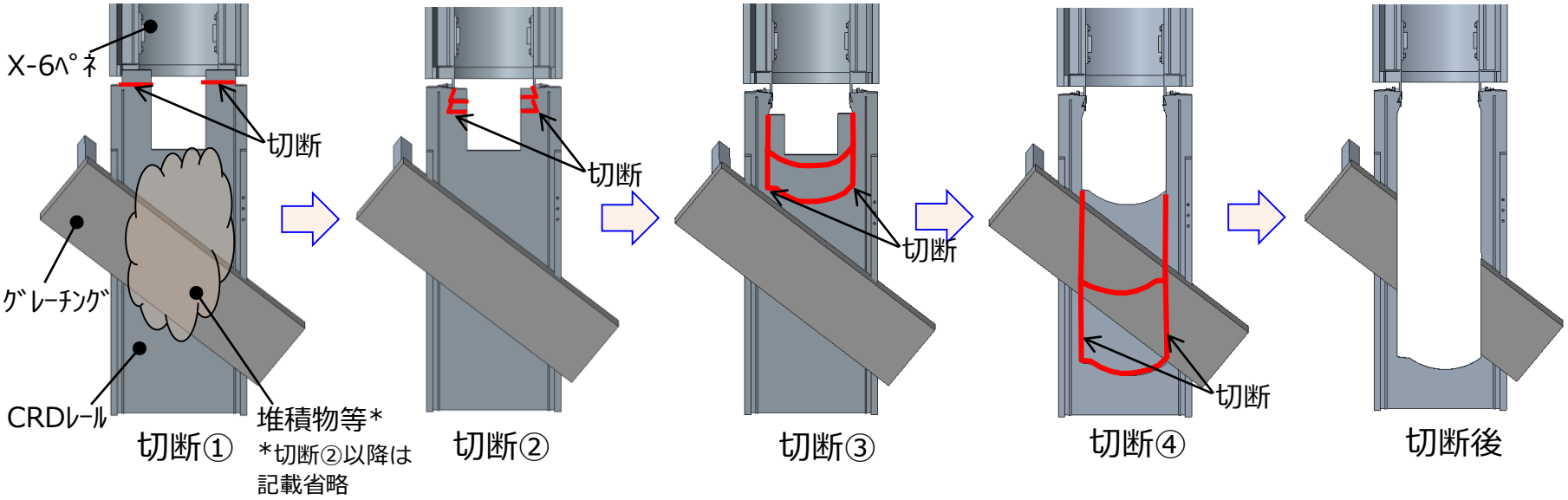


電線管撤去(C)	吊り治具撤去(B)	CRDレール切断(A)

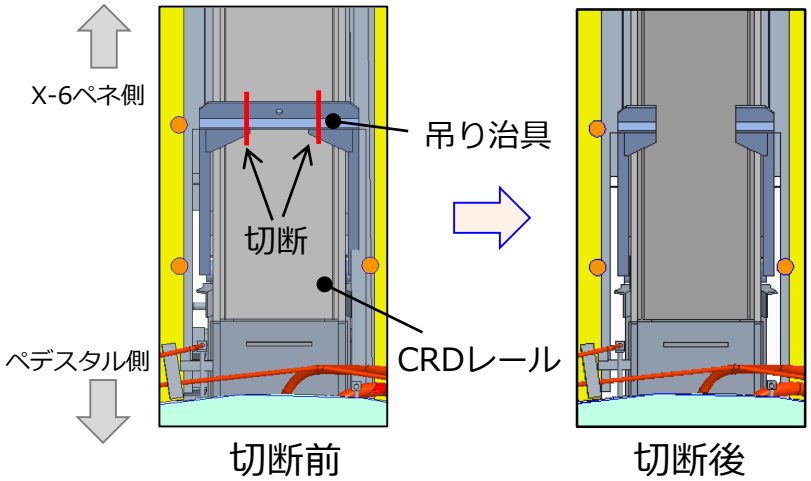
※写真は、モックアップ試験時の状況

参考．ロボットアームの試験状況（アクセスルート構築）

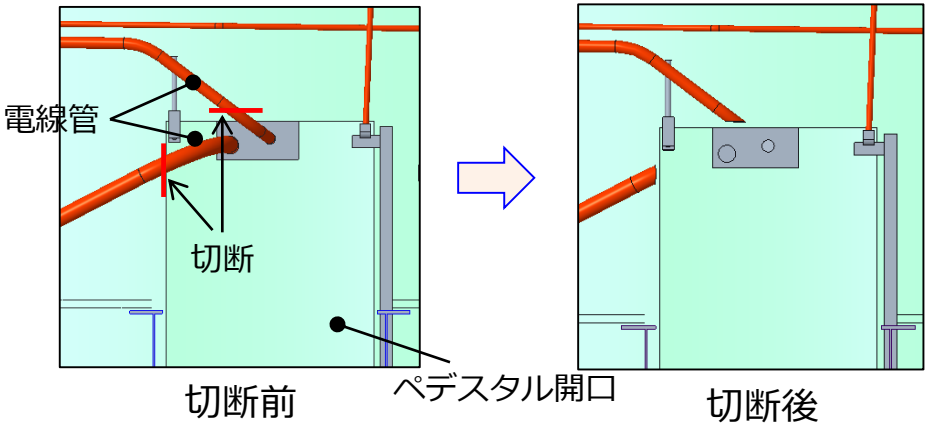
CRDレール切断手順（上面図）



CRDレール吊り治具切断手順（上面図）

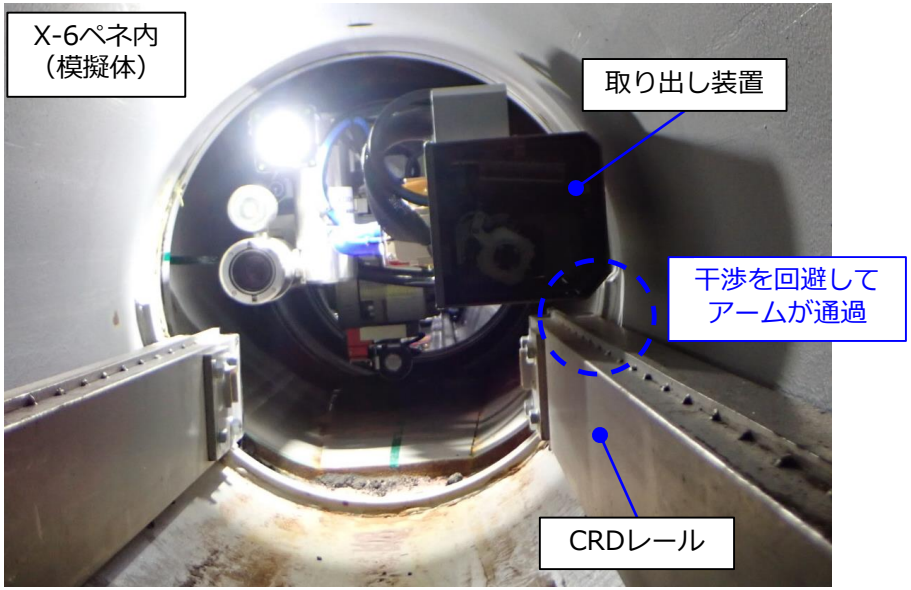


電線管切断手順（断面図）

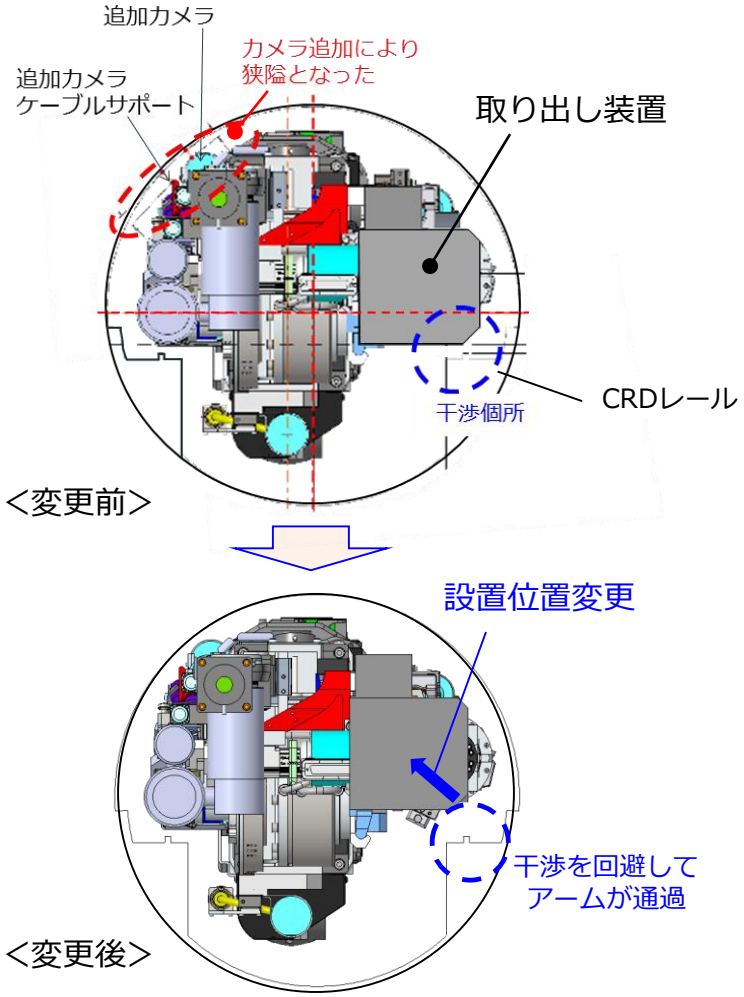


3－3．ロボットアームの試験状況（取り出し作業）

- ロボットアームに取り出し装置を搭載し、エンクロージャから模擬PCV内部へ展開している際にX-6ペネのCRDレールに取り出し装置が干渉
- 視認性向上ため追設したカメラによるX-6ペネとの隙間の減少とアーム本体のたわみによる影響であり、取り出し装置の設置位置の変更を実施し、問題なく通過できることを確認



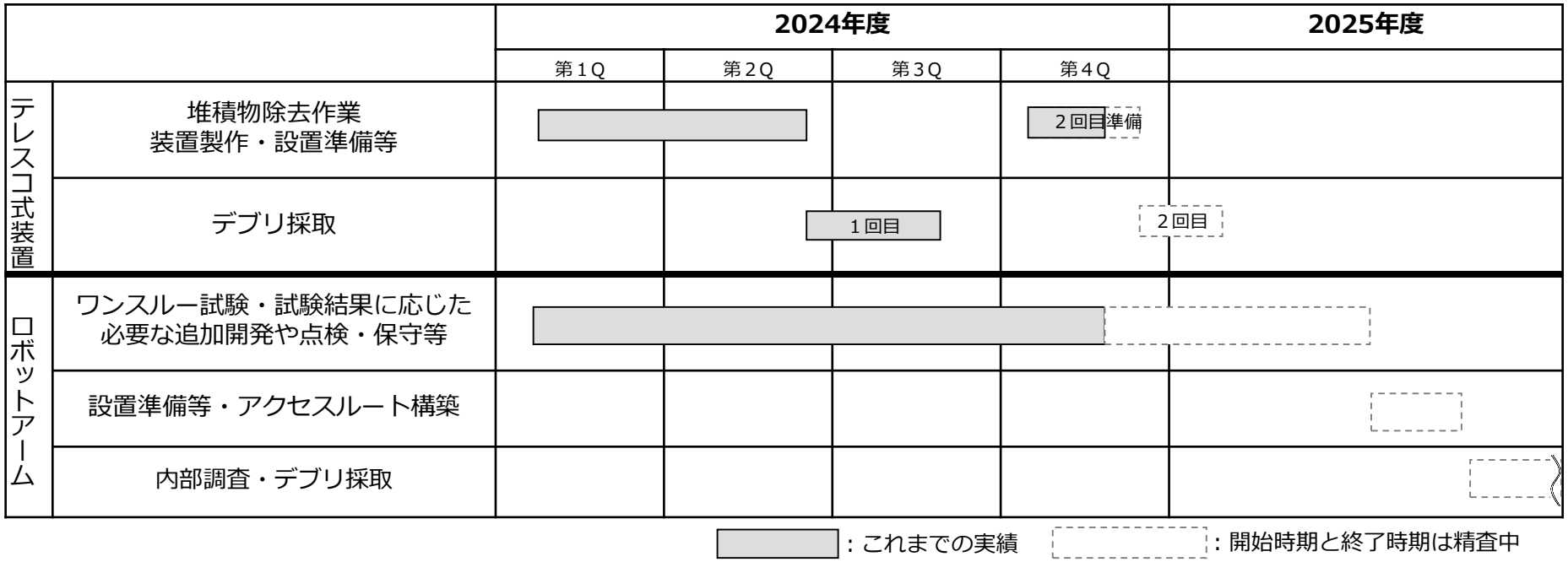
取り出し装置のX-6ペネ通過状況
（模擬PCV側から見た状況）



取り出し装置のX-6ペネ通過状況

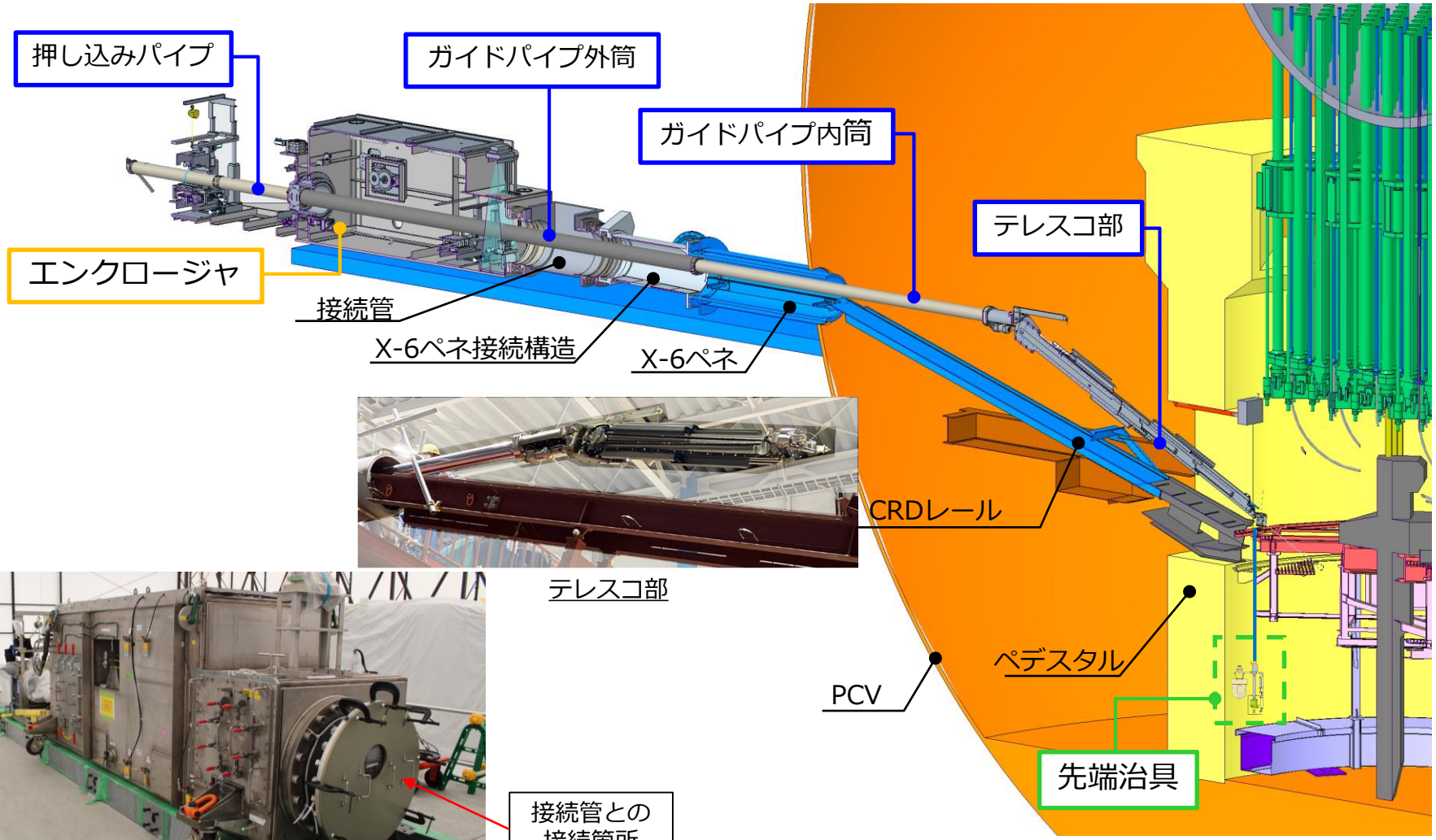
4．工程

- テレスコ式装置による追加の燃料デブリ採取に向けて、装置先端部のカメラ交換や先端治具の吊り降ろしを安定させるための改良を進めているところ。今後、前回の作業実績を踏まえた作業員の習熟訓練等を進め、2025年春頃に着手する方向で検討している。
- ロボットアームについては、現場環境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をもとに、制御プログラム修正等の改良を実施し、組合せワンスルー試験が完了。
- 試験中に確認された経年劣化箇所を踏まえ、類似箇所の部品交換等を含めて、ロボットアームの全体点検を実施中。なお、テレスコ式装置カメラの不具合事案を受けて、対応について水平展開すべく検討を進めているところ。
- テレスコ式装置での燃料デブリの追加採取及びロボットアームの試験状況を踏まえ、安全かつ慎重に試験的取り出しを進めるべく、今後の工程等の詳細について精査していく。



参考．テレスコ式装置による追加の燃料デブリ採取

- 燃料デブリは多様な性状や分布が想定され、サンプル数を増やし知見を拡充するため、追加の燃料デブリ採取作業については採取実績があり、現在現場に設置しており使用できる環境にあるテレスコ式装置を使用する方針。

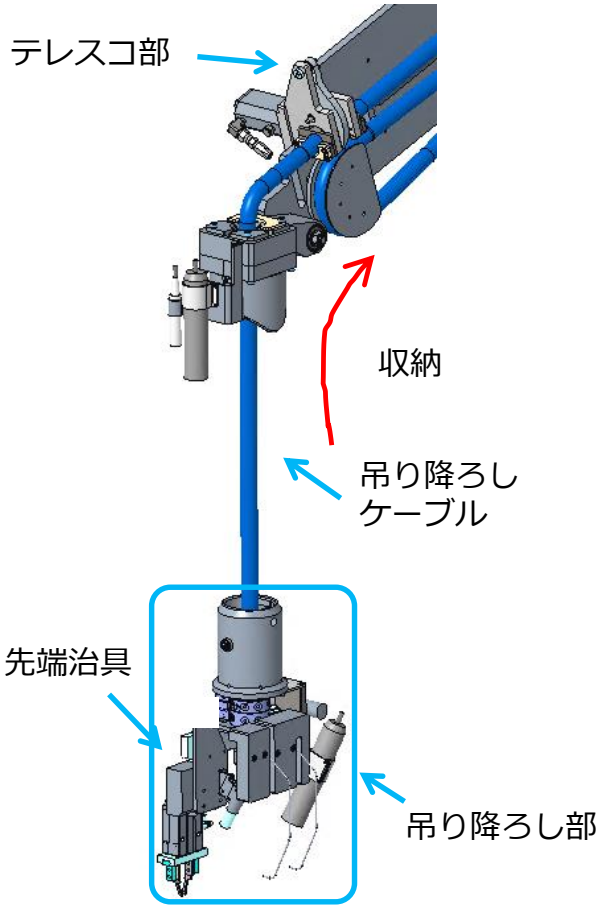


テレスコ部

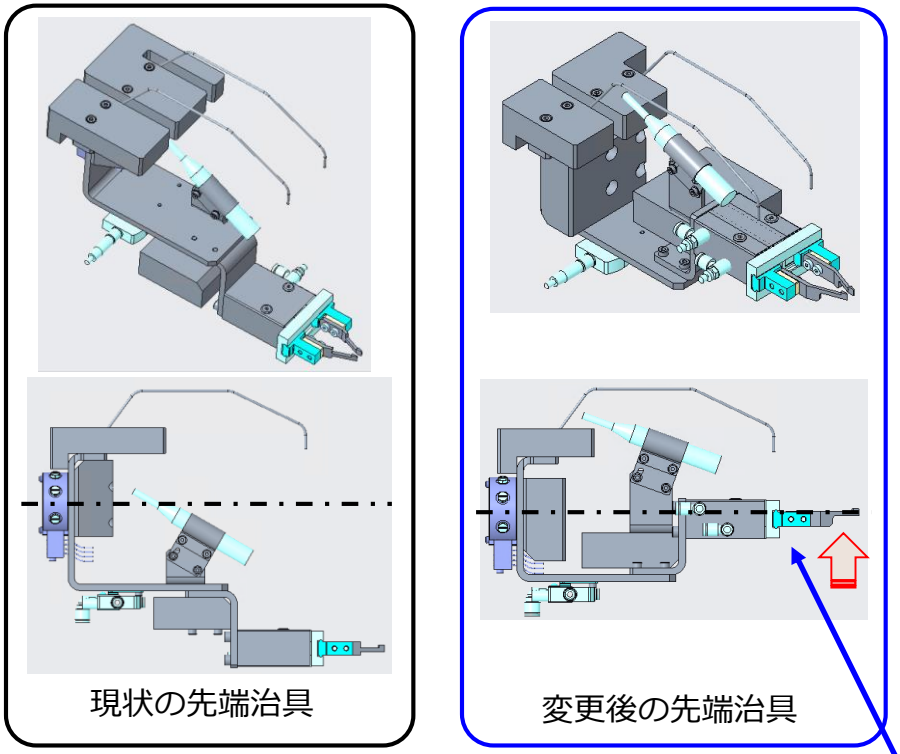
テレスコ式装置

参考．テレスコ式装置による追加の燃料デブリ採取

- 初回の燃料デブリ採取の際に、先端治具の動作時に吊り降ろし部が安定せず、先端治具の操作に時間を要したことから、追加の燃料デブリ採取時には先端治具を改良し操作性の向上を図るべく検討を進めている。



先端治具の状況



先端治具改良のイメージ図

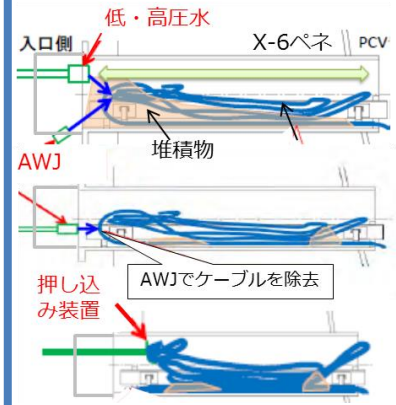
参考．現地準備作業状況
試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）の主なステップ

1．隔離部屋設置

2．X-6ペネハッチ開放

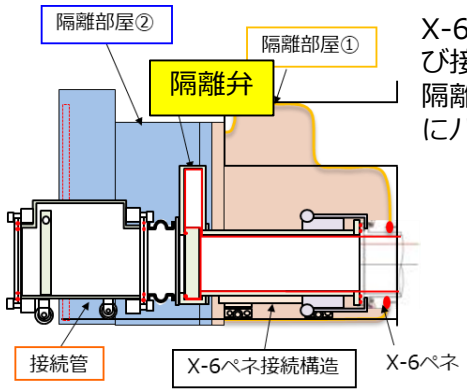
3．X-6ペネ内堆積物除去

X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



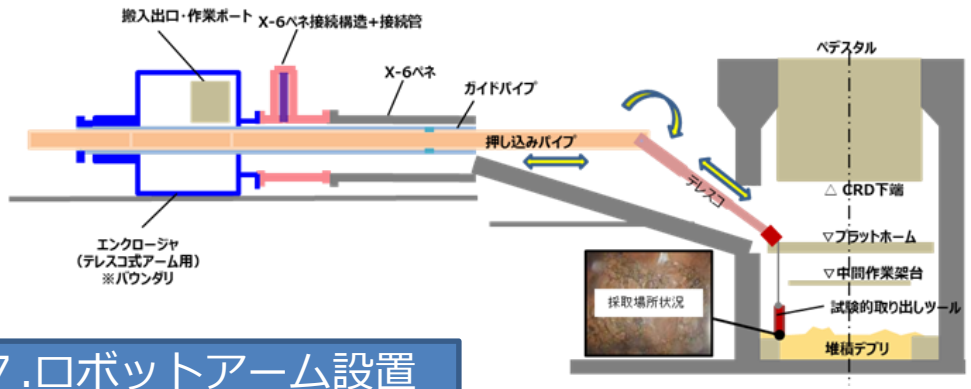
- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

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

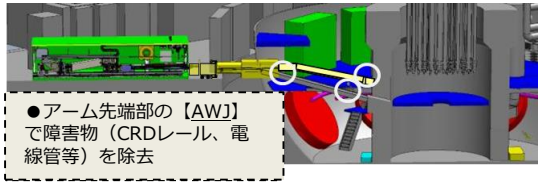
5．テレスコ式装置設置
6．試験的取り出し作業（テレスコ式装置によるデブリ採取）



7．ロボットアーム設置

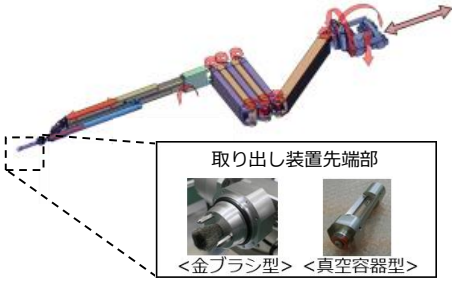
8．ロボットアームによる内部調査・デブリ採取

①内部調査



●アーム先端部の【AWJ】で障害物（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

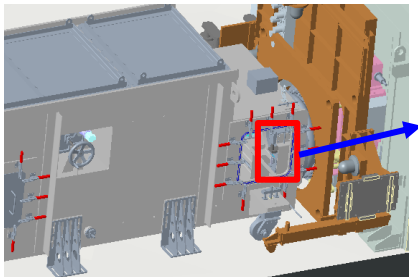


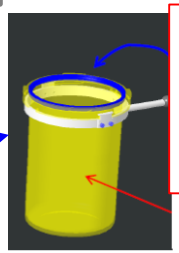
（注記）
・隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
・AWJ（アブレシブウォータージェット）：
高圧水に研磨材（アブレシブ）を混合し、切削性を向上させた加工機

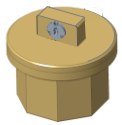
参考．現地準備作業状況
試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）の主なステップ

（前スライド　ステップ６より）

9-1. 燃料デブリの収納





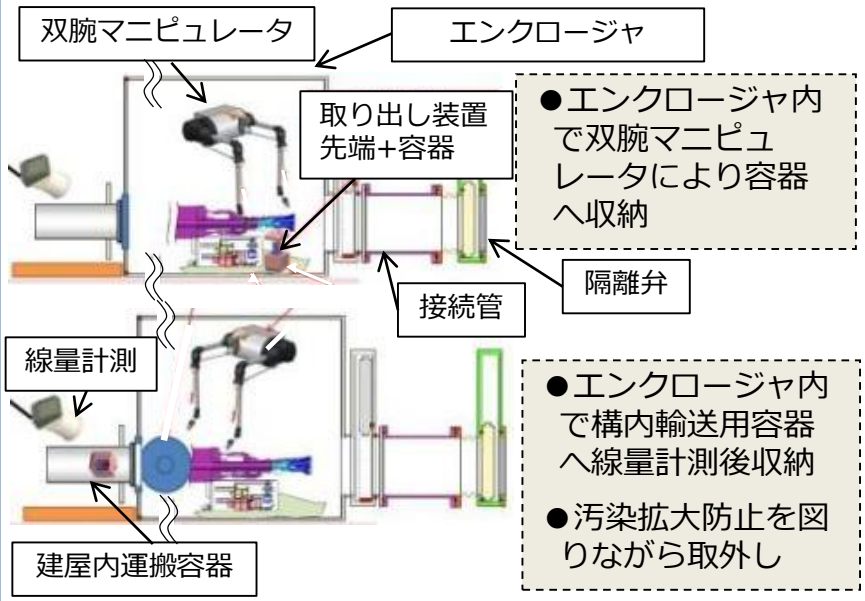


運搬用ボックス

建屋内運搬容器
(DPTEコンテナ)

（前スライド　ステップ８より）

9-2.燃料デブリ回収装置先端部の収納構内輸送用容器へ収納・線量計測

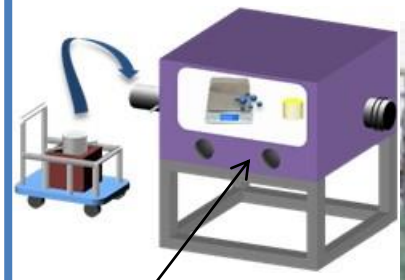


●エンクロージャ内で双腕マニピュレータにより容器へ収納

●エンクロージャ内で構内輸送用容器へ線量計測後収納

●汚染拡大防止を図りながら取外し

10. グローブボックス受入・計量



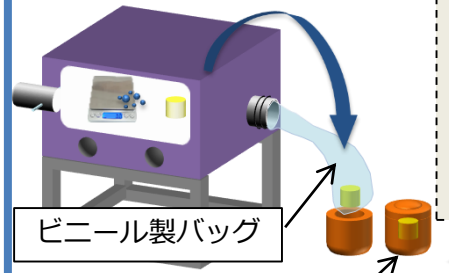
グローブボックス

<グローブボックス外観>

●内部を負圧にしたグローブボックスに受入

●グローブボックス内で計量、容器への収納を実施

11. 容器の取出し・輸送容器へ収納・搬出



ビニール製バッグ

構外輸送容器※

輸送車両へ運搬

●ビニール製バッグにて汚染拡大防止を図りながら容器を取出し

●構外輸送容器へ収納し、輸送車両へ積載

※:輸送前に、輸送物の表面線量・汚染密度等を測定し、法令基準以下であること確認

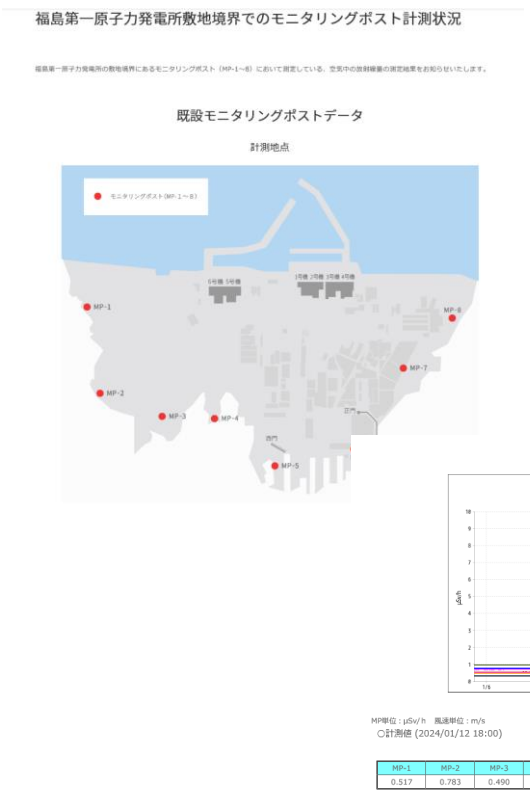
12. 構外輸送及び構外分析

（注記）
・DPTEコンテナ：Double Porte pour Transfert Etancheの略
コンテナの蓋とグローブボックスのダブルドアが一体となって開閉することで、密閉を維持しながら物を移送することが可能なコンテナ

参考：環境への影響について（1/2）

- 試験的取り出し作業については、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す。
- 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がないことを確認します。
- 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



参考：環境への影響について（2/2）

- 試験的取り出し作業については、プラントパラメータの常時監視を行い、作業を実施します。
- 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。

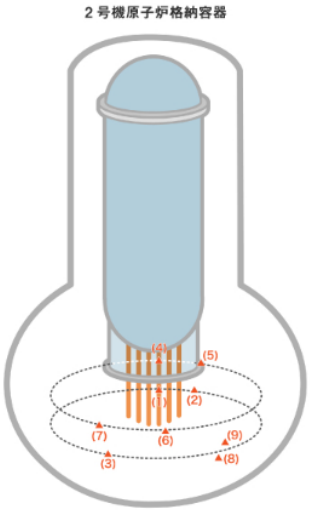
参考URL：https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant_data/unit2/pcv_index-j.html

（参考）ホームページのイメージ

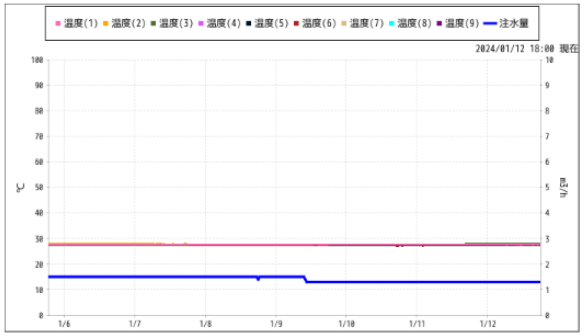
福島第一原子力発電所2号機　原子炉格納容器内温度計測状況

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：m^3/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