２号機　PCV内部調査・試験的取り出し作業の状況

2026年11月26日

東京電力ホールディングス株式会社

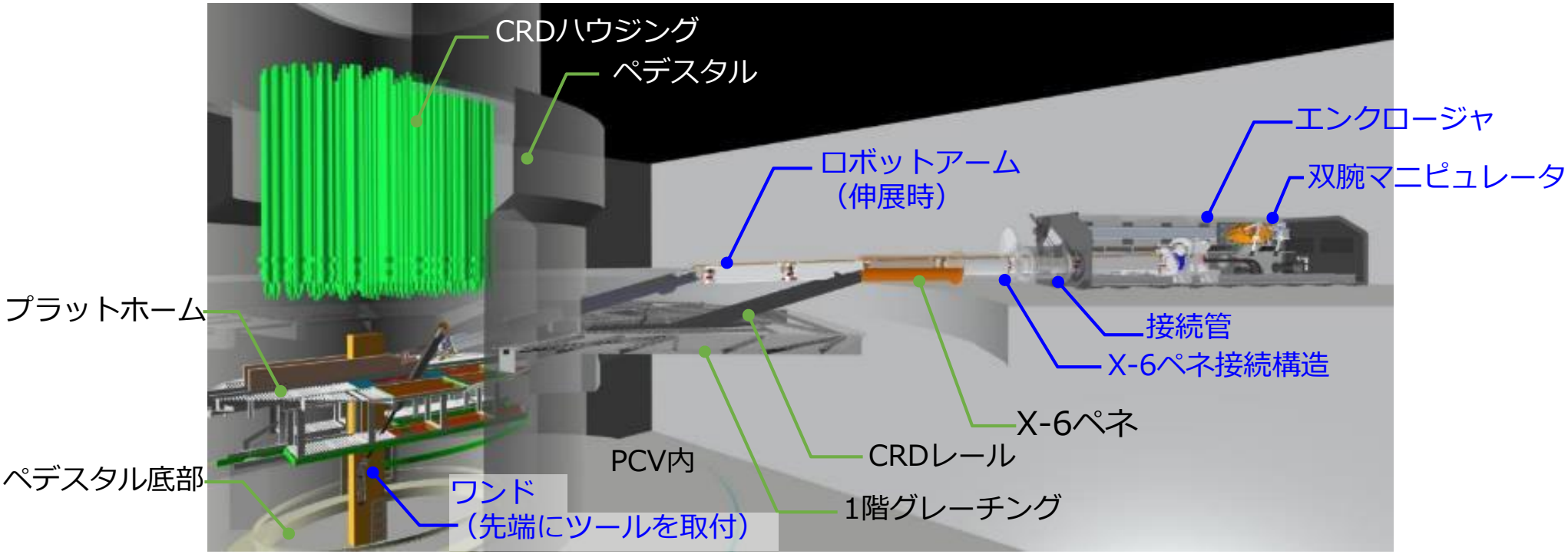
1．PCV内部調査及び試験的取り出しの計画概要

- 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
  - 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

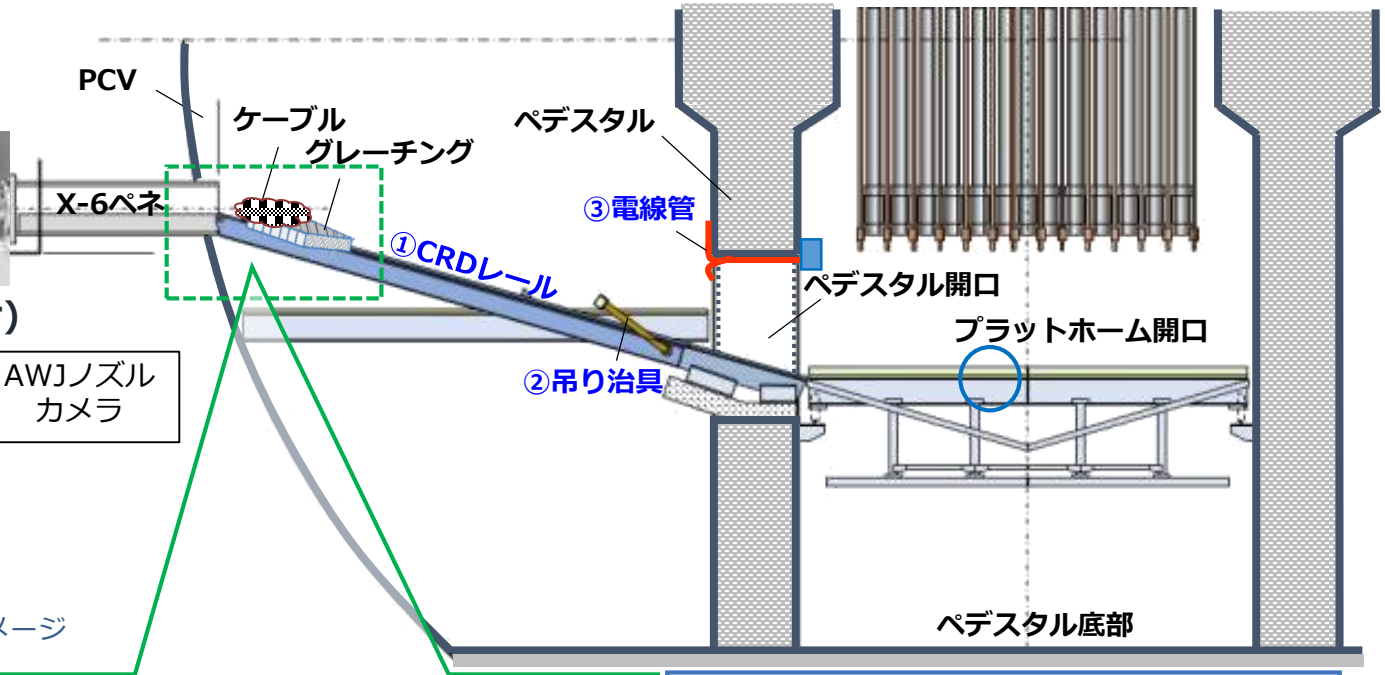


2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

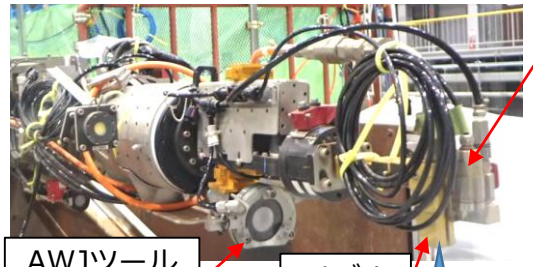
2－1．アクセスルート構築作業の状況

■ アクセスルート構築作業として、**①CRDレール、②CRDレール吊り治具、③電線管**を除去する計画

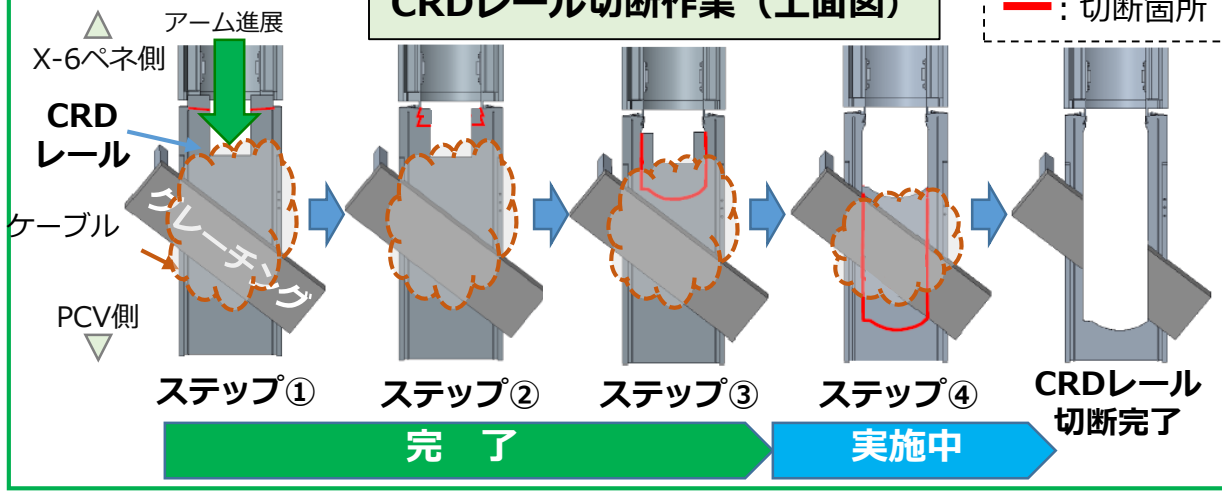




■AWJツール（アーム先端部に取付）



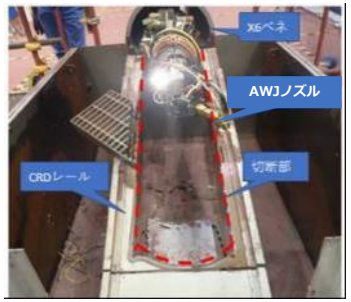
CRDレール切断作業（上面図）



検証試験時の状況



切断前



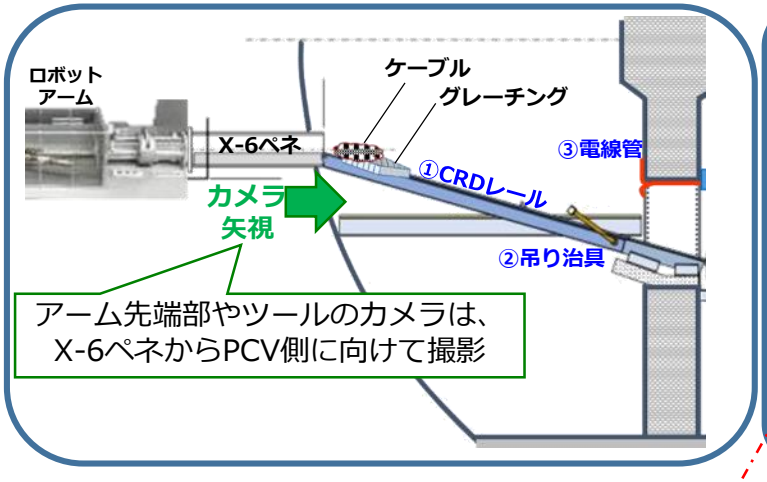
切断完了

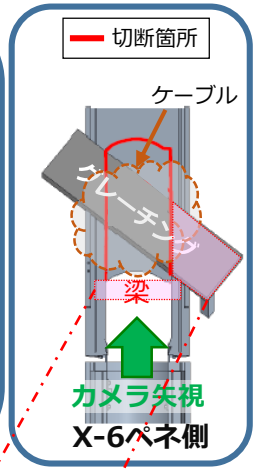
槌葉での検証試験において、X-6ペネ出口のCRDレール、ケーブル、グレーチングの切断／除去作業を行い、アームが通過可能であることを確認

2－2．アクセスルート構築作業の状況（CRDレール切断）

■ 現在、アクセスルート構築として、AWJ※を使用しX-6ペネ出口付近のCRDレールの切断を実施中

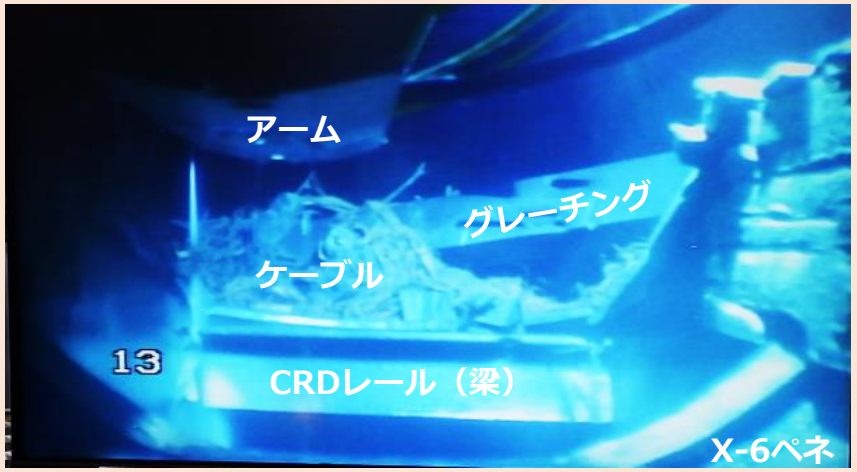
※AWJ（アブレシブウォータージェット）：高圧水に研磨材（アブレシブ）を混合し、切削性を向上させた加工機



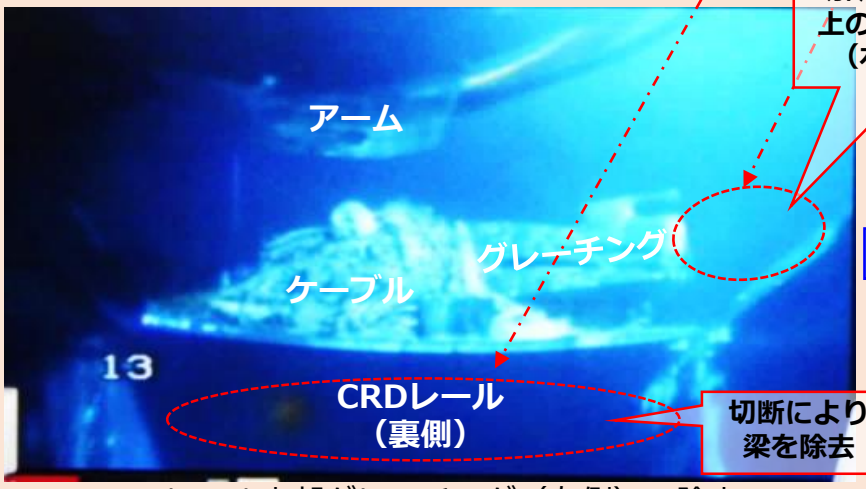


ステップ④

作業ステップ④

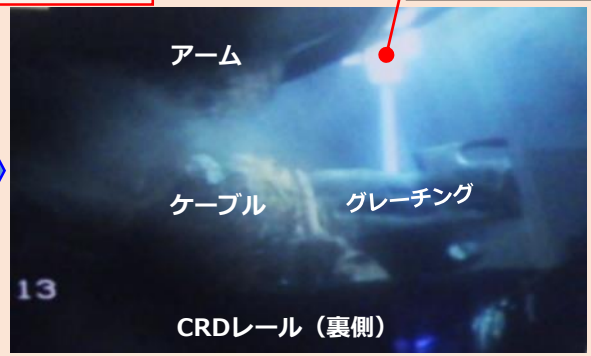


ステップ④開始時（アーム先端下部カメラ）



CRDレール上部グレーチング（右側）の除去
（アーム先端下部カメラ）

切断によりレール
上のグレーチング
（右側）を除去

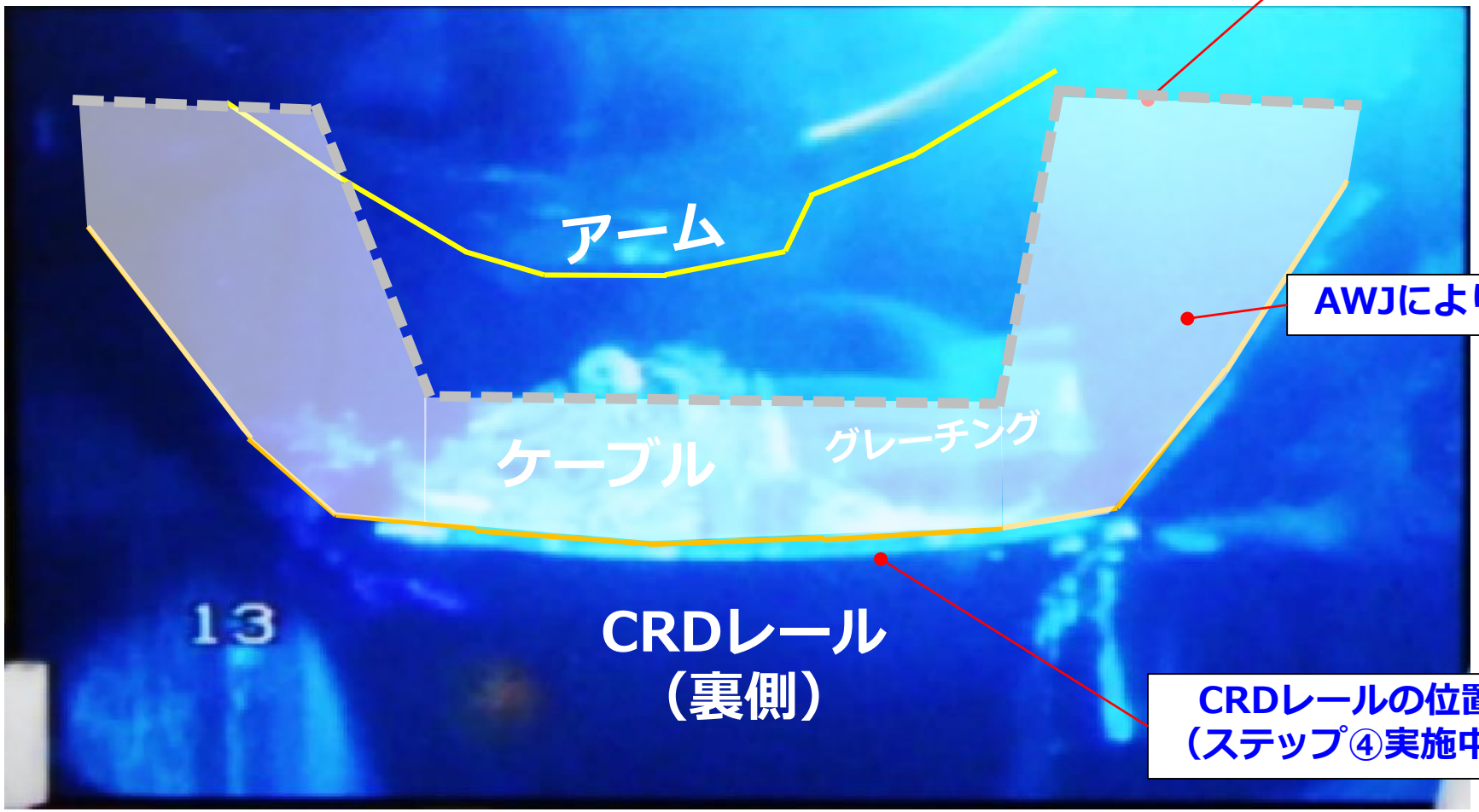


CRDレール切断状況
（アーム先端下部カメラ）



CRDレール切断状況
（AWJノズルカメラ）
※切断箇所を上面から撮影

参考．CRDレール切断状況（ステップ④実施中）



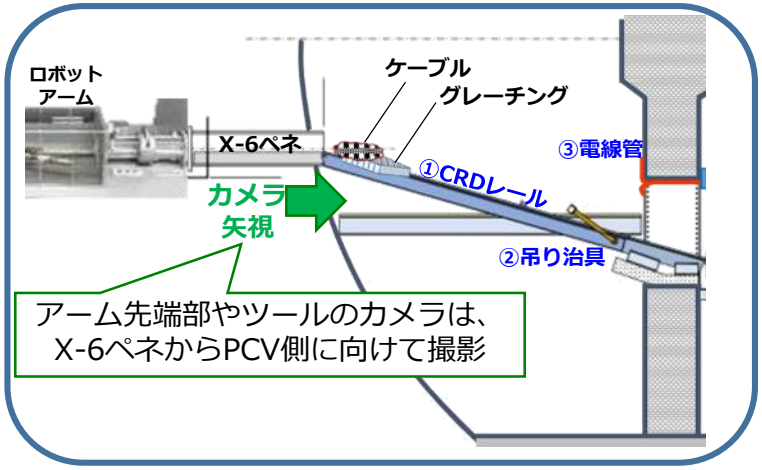
CRDレール切断状況（アーム先端下部カメラ）

3．工程

- 楢葉での検証試験が完了したことから、ロボットアームを１Fへ搬送。その後、2号機原子炉建屋への搬入、遠隔操作での建屋内の搬送を行い、X-6ペネ接続構造及び接続管への接続、ケーブル敷設を実施し、据付後の健全性確認のため動作確認を実施
- アームの動作確認が完了したことから、PCV内部調査・試験的取り出し作業に着手
- 引き続き、アクセスルート構築作業（CRDレール切断）を実施中

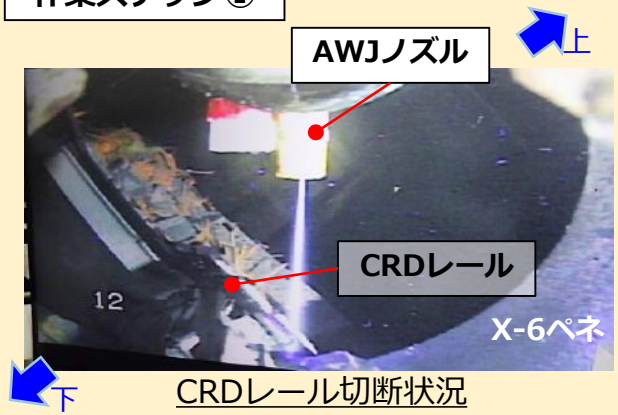


参考．アクセスルート構築作業の状況（CRDレール切断）
作業ステップ①～③



アーム先端部のカメラの向き

作業ステップ①

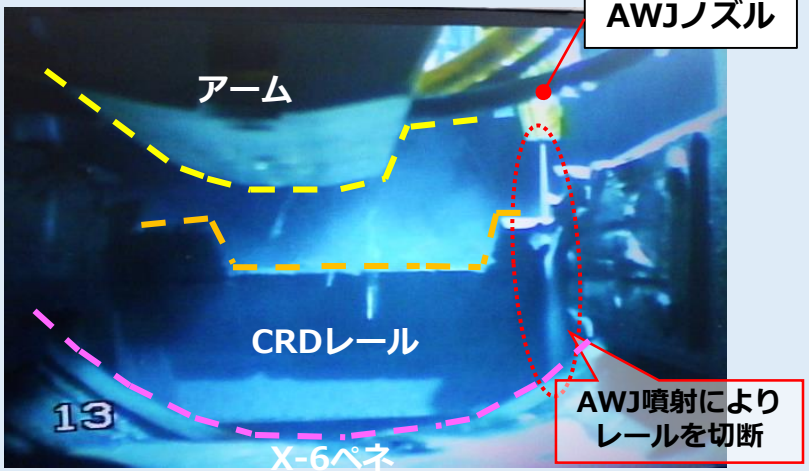


CRDレール切断状況
（AWJツール下部カメラ）
※AWJツールを回転させている画像



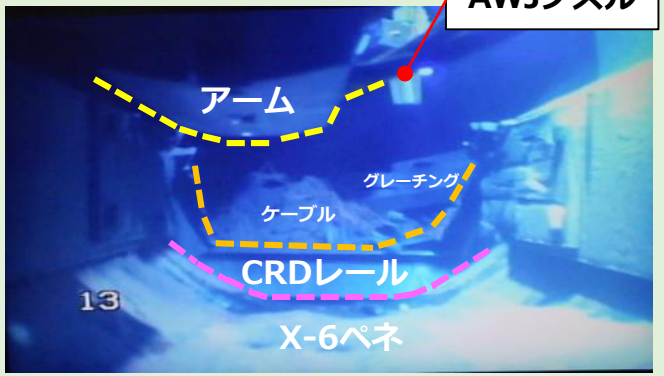
遠隔操作室の状況

作業ステップ②



CRDレール切断状況（アーム先端下部カメラ）

作業ステップ③



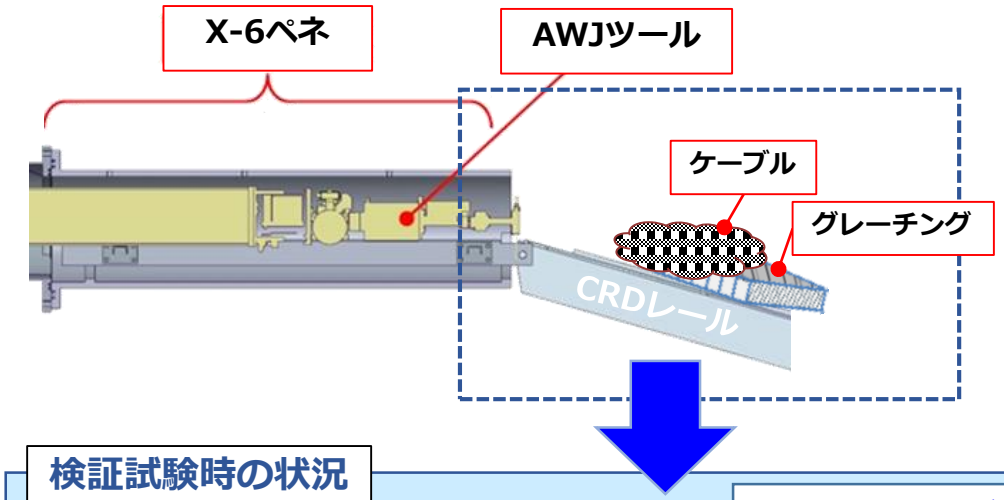
CRDレール切断状況
（アーム先端下部カメラ）

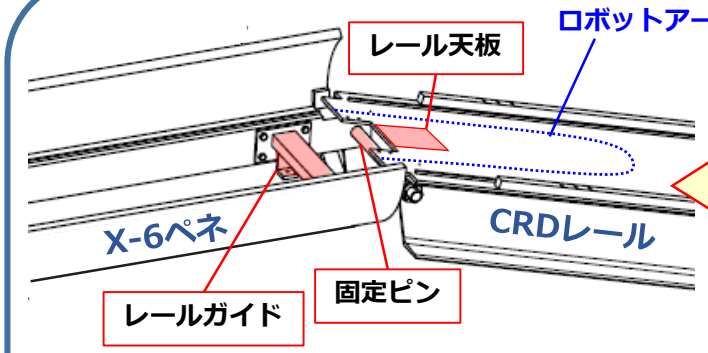


CRDレール切断状況
（AWJノズルカメラ）
※切断箇所を上面から撮影

参考．CRDレール切断後のアーム通過状況（検証試験時）

- ロボットアームをPCV内へ進展させる際に、**アーム下部とX-6ペネ出口付近のCRDレールが干渉**するため、**CRDレールの一部を切り欠く**必要がある



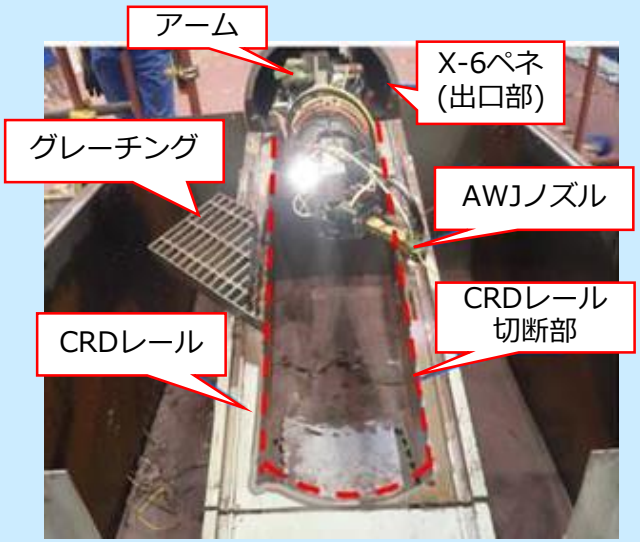


2024年に実施したX-6ペネ内堆積物除去作業において、以下除去済み
・CRDレールガイド
・固定ピン(中間)
・レール天板(一部)

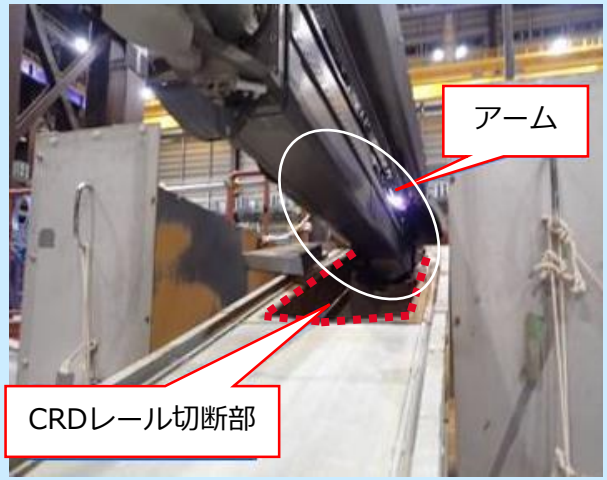
X-6ペネとCRDレールの状況
※X-6ペネとCRDレールは固定ピンで連結

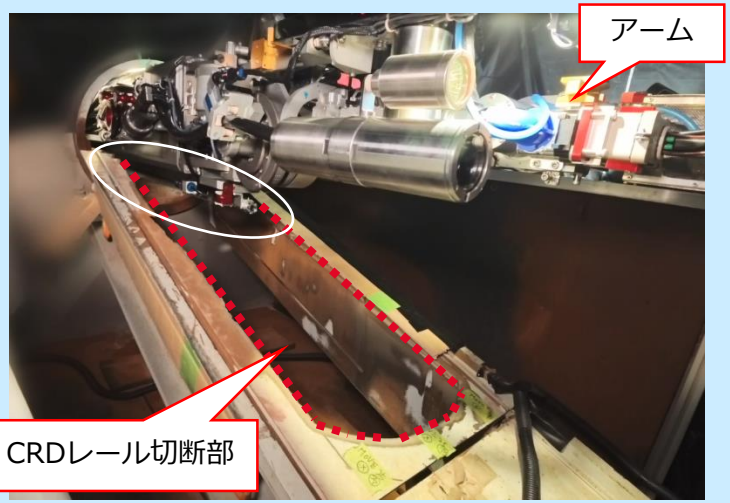
検証試験時の状況

アーム下部が干渉するため、CRDレールの一部を切り欠く必要あり



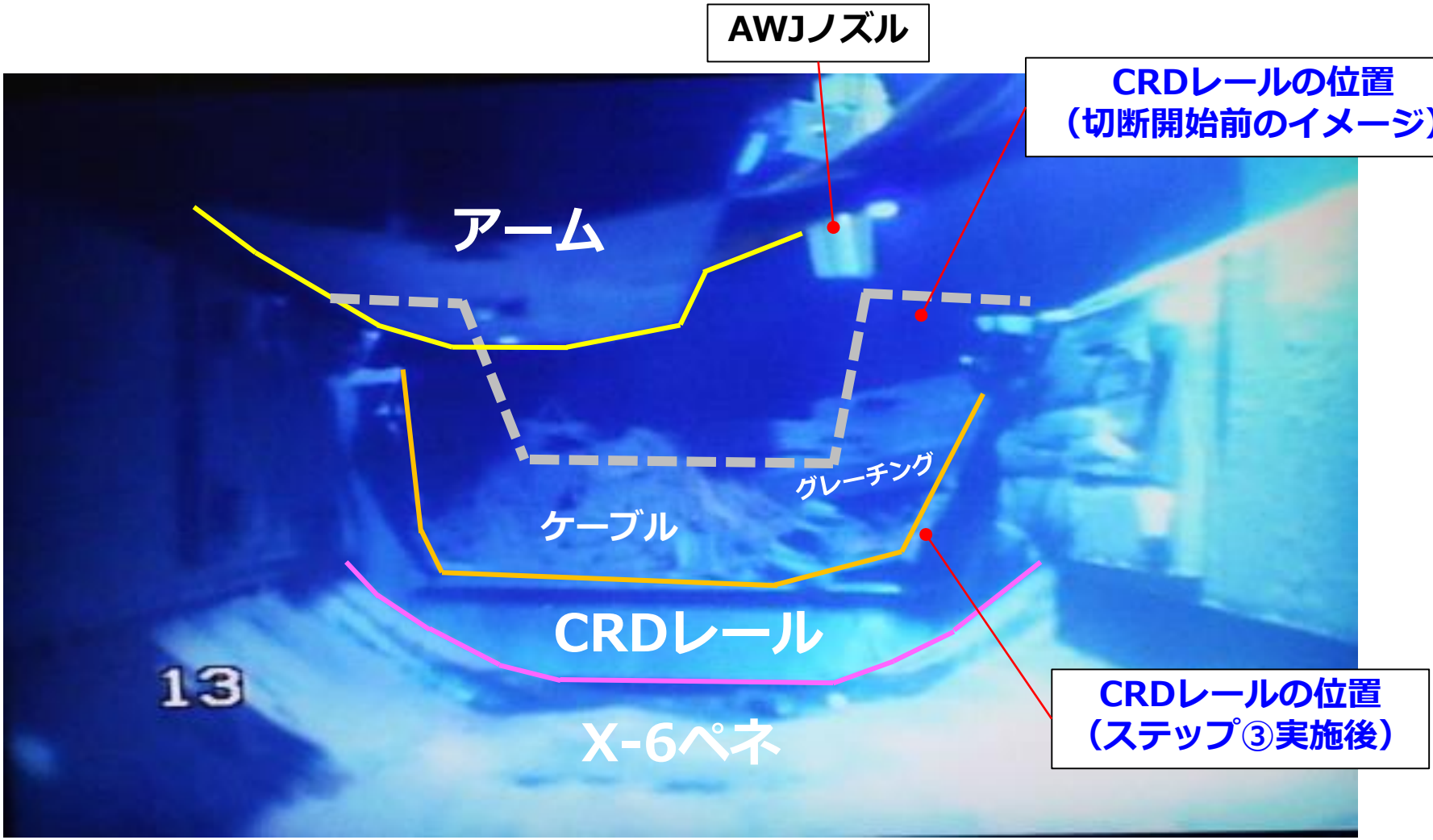
CRDレール切断完了時





CRDレール切断完了後のアーム通過状況

参考．CRDレール切断状況（ステップ③実施後）

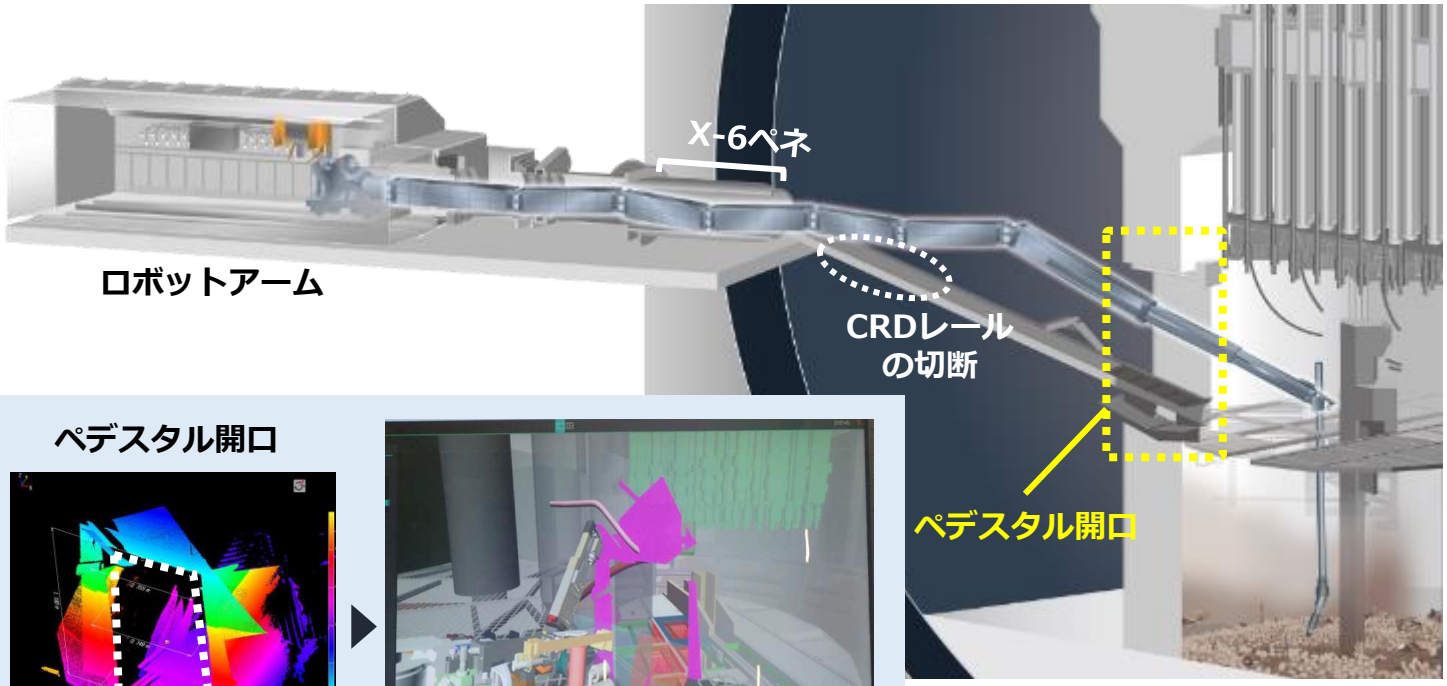


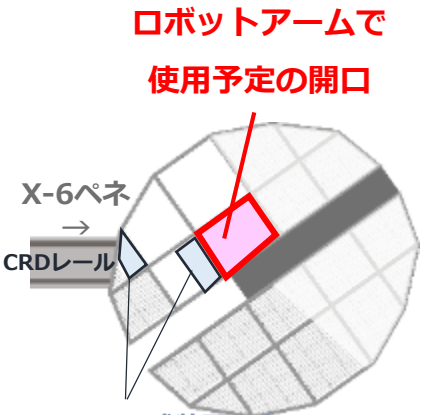
CRDレール切断状況
（アーム先端下部カメラ）

参考．PCV内部調査・試験的取り出しの目的

- PCVの貫通孔となるX-6ペネからロボットアームを進入させ、内部調査や試験的取り出しを実施する計画
- 目的
  - テレスコ式装置より大型のロボットアームを進入させる際に障害となる干渉物を撤去する**アクセスルートの構築**※
  - 段階的に規模を拡大した燃料デブリの取り出しにおける取り出し装置の設計や作業計画の妥当性確認に活用するため、**PCV内部の3次元形状データや映像等を取得**
  - デジタル環境（VR）を活用した**完全遠隔オペレーション作業の実証**や**高線量環境下での長期間使用による装置の実証**

※PCV内干渉物の撤去





プラットホームの上面図

ペデスタル開口

3次元形状データ取得

参考．PCV内部調査・試験的取り出しの作業工程

- 作業工程については、**アクセスルート構築**、**３次元形状データ取得**、**デブリ採取**、**その他データの取得**を実施する計画
- この中では、**アクセスルート構築**や的確な装置設計・妥当性検証及びオペレーションの検証・効率化を行うための**ペデスタル内の3次元形状データ取得**を優先して実施。全工程で**約6カ月のオペレーション**

優先するプロセス

アクセスルート構築 ⇒ 3次元形状データ取得 ⇒ デブリ採取 ⇒ 映像データ ⇒ γ線線量 ⇒ 中性子カウント

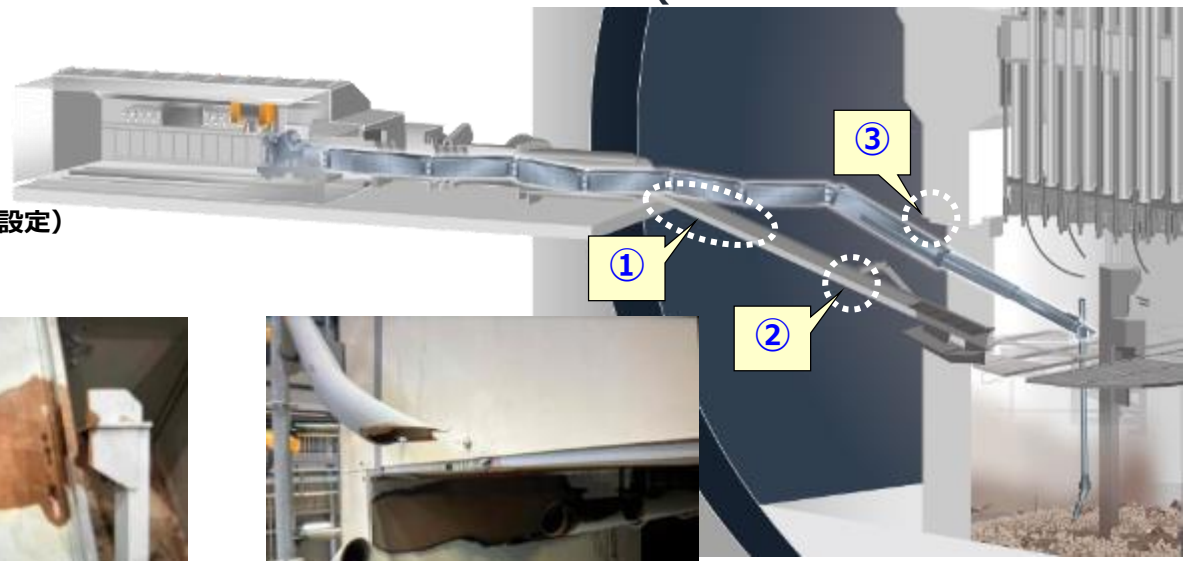
約3~4カ月

上記の作業ステップ中に、適宜追加で実施

✚ カメラ交換　軽微な不具合など

（カメラ交換は照射試験状況からの目安として設定）

■アクセスルート構築(干渉物除去箇所)



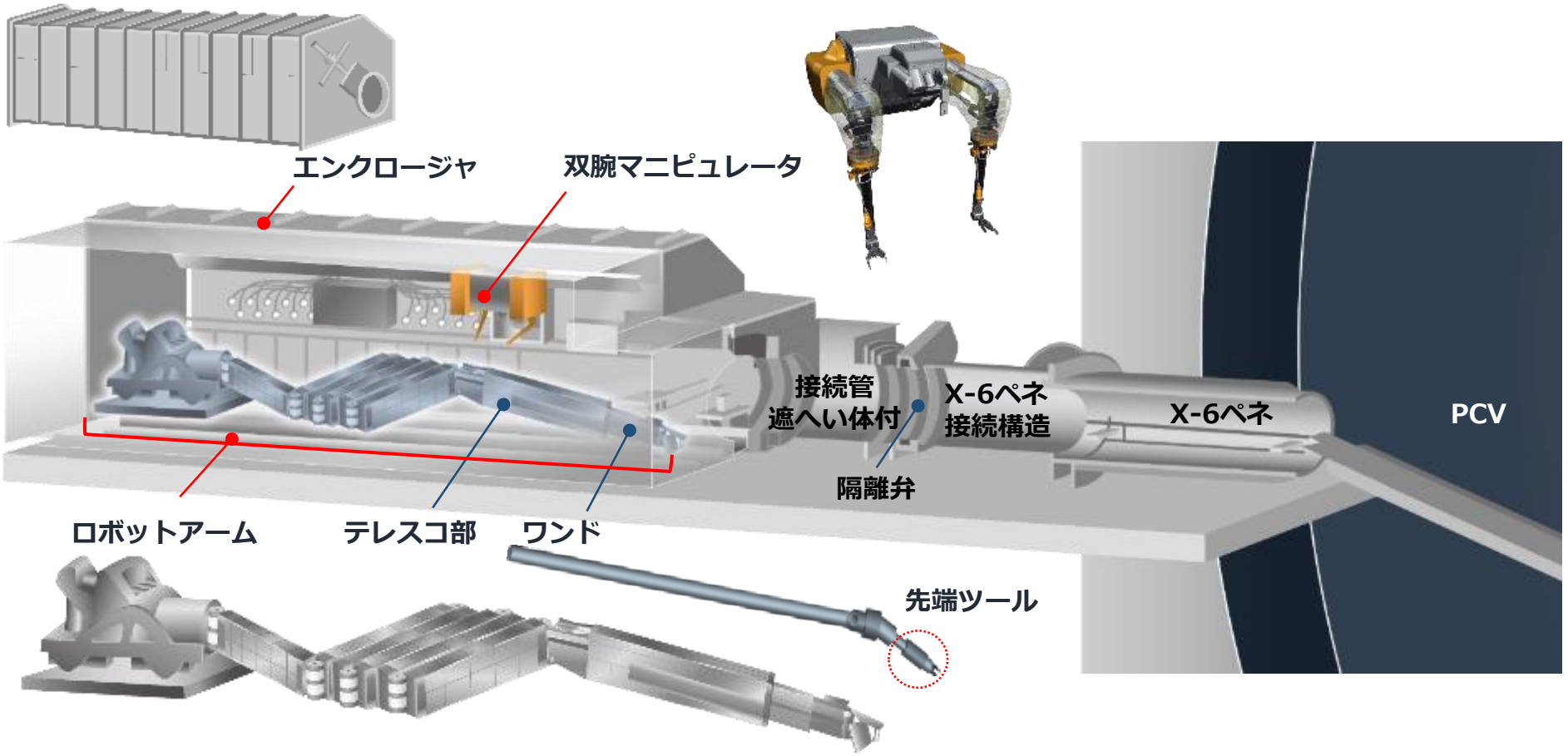

①CRDレール


②CRDレール吊り治具

③電線管

参考．ロボットアームの構造

- PCVバウンダリを確保する**エンクロージャ**内に、**ロボットアーム**及び**双腕マニピュレータ**を格納
- 双腕マニピュレータは、**ロボットアームの先端治具の交換**や**カメラの交換等のメンテナンス、採取した燃料デブリの容器への収納**を実施。また、ロボットアームには先端ツールを取り付ける**ワンド**を搭載

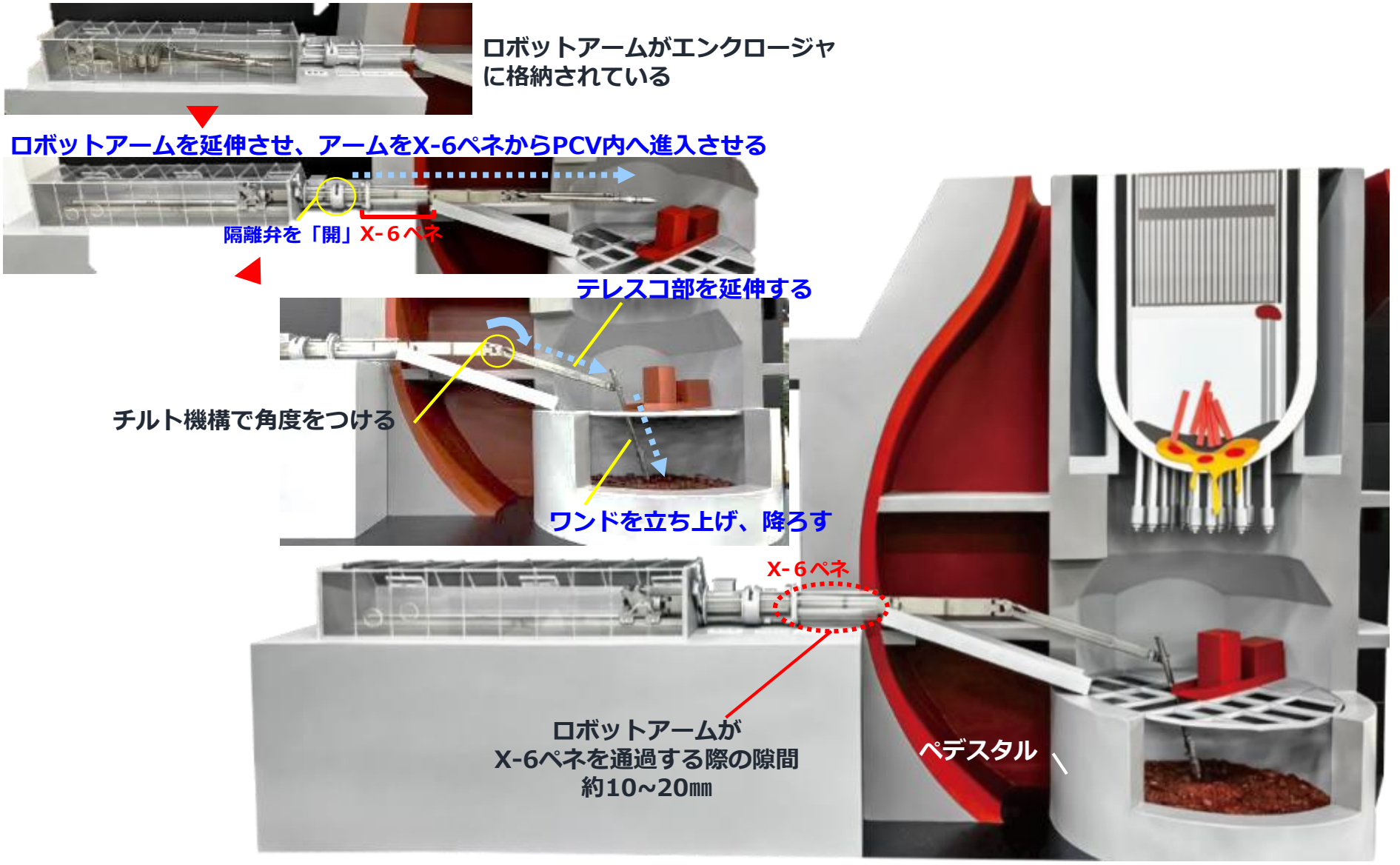


●ロボットアーム：全長 約22 m（ワンドを除くと約18m）/重さ 4.6t

●エンクロージャ：大きさ 約2.4m×約8.8m×高さ約2.0m/重さ 約30t（アーム・双腕マニピュレータ等を含む）

参考．ロボットアームの動作

- ロボットアームをエンクロージャからPCV側へ進展させ、X-6ペネを通してPCV内へ進入。その後、テレスコ部を下降及び延伸させワンドを立ち上げ、ペデスタル底部へアプローチする



参考．ロボットアームの遠隔操作

- 位置調整等を人が現場で直接操作するテレスコ式装置とは異なり、本プロジェクトで使用するロボットアームは、実寸大の配管等（X-6ペネ模擬体等）を用いた**アクセス性検証を重ねたうえで作成したプログラムに基づいて操作**。予め周辺構造物との**干渉が生じないことを確認した検証済みのプログラム**を使用することで、**作業の再現性と安全性を確保した遠隔オペレーションを実現**

ロボットアーム操作



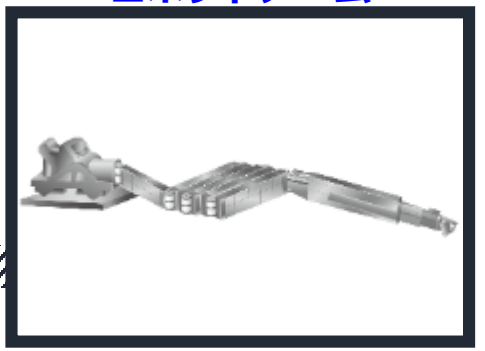
制御システム（プログラム）



VR



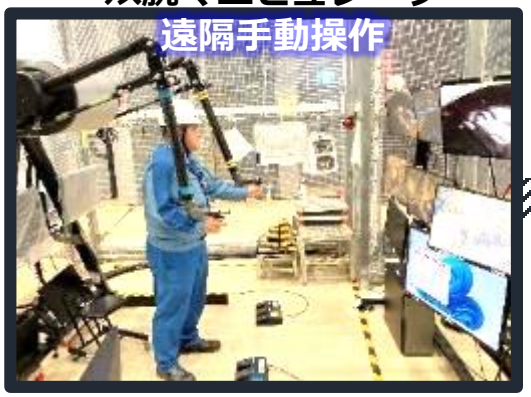
ロボットアーム



アームの各関節の角度や動作速度、プログラムの内容等を確認しながら、マウス操作でアーム動作させる。
また、カメラ映像に加え3次元形状データを反映した仮想空間（VR）上で周辺の構造物との位置関係を確認

- ロボットアームのワンドに装着する先端ツールは複数あり、作業内容に応じて交換。その**先端ツールの交換**は**エンクロージャ内の双腕マニピュレータを遠隔で手動操作し実施**

双腕マニピュレータ



遠隔操作室

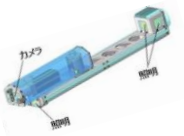
<先端ツール>



切断ツール

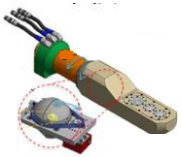


3次元形状データ

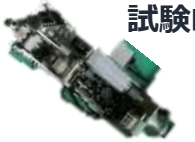


映像データ

試験的取り出し



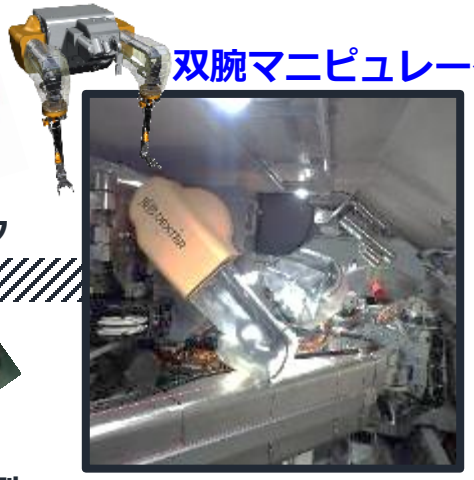
ガンマ線量



金ブラシ型



真空容器型



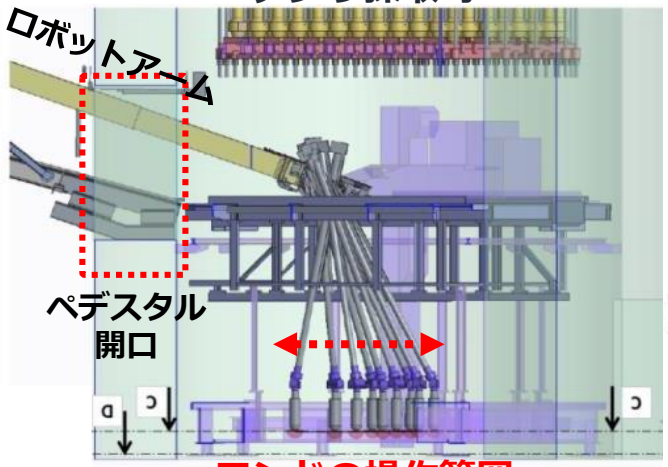
エンクロージャ内

双腕マニピュレータ

参考．ロボットアームのアクセス範囲と運用方針

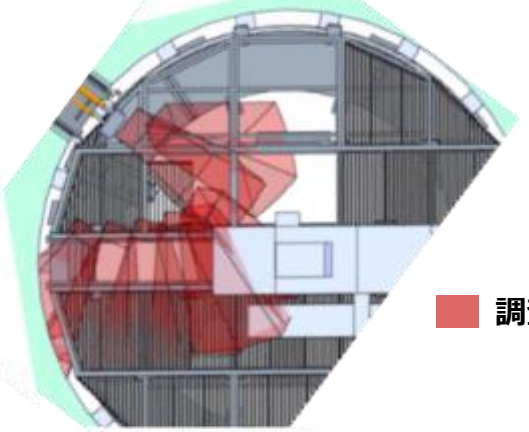
- ロボットアームはテレスコ式装置に比べ、**PCV内の広い範囲にアクセスが可能**
- 数種類の先端ツールをワンドに装着し干渉物の除去作業やPCV内部調査を行う計画

デブリ採取時



ワンドの操作範囲

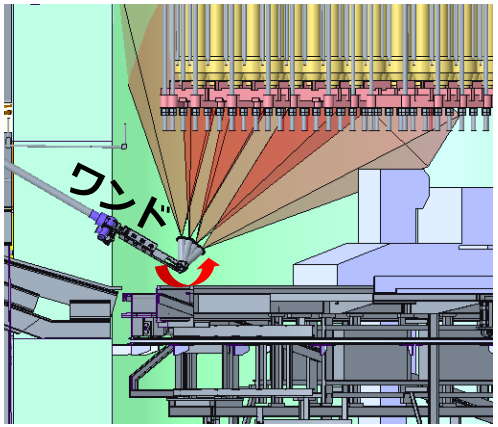
３次元形状データ取得



調査範囲

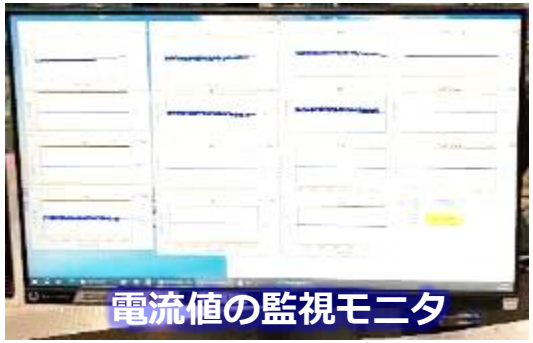
ロボットアームを進入させるために必要な調査範囲

カメラ調査



原子炉圧力容器下部を調査

- 現地作業への適用に向けてリスク評価を行い、劣化による故障リスクの低減を目的に**構成部品のメンテナンスを実施**
- また、ロボットアーム各関節の電動機の電流値の監視等の**予兆管理**を導入し、異常の傾向を検知することで、故障発生前にエンクロージャ内に回収し動作確認等を行い作業を進める計画



電流値の監視モニタ

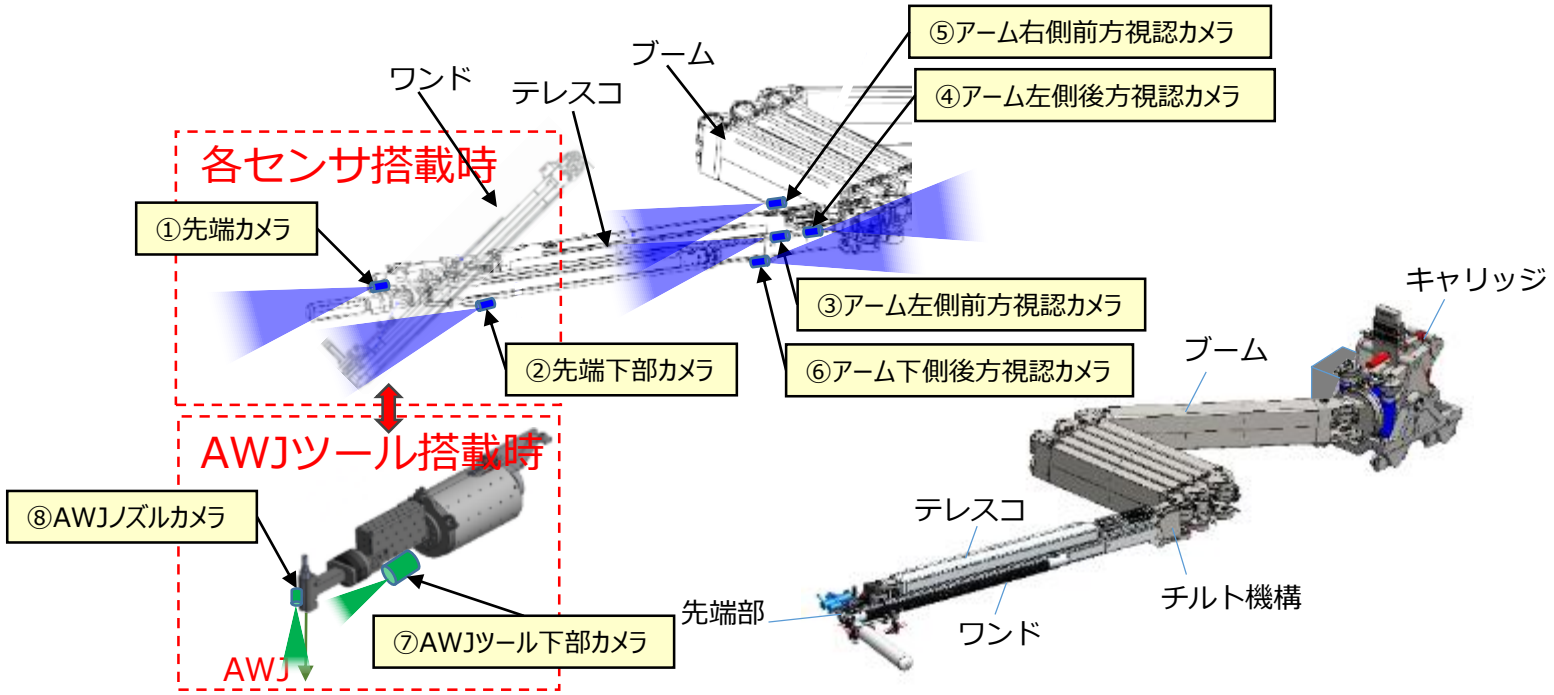




具体的には「アーム」や「双腕マニピュレータ」の電動機の電流値や線間抵抗値を監視し、異常を検知

参考．ロボットアーム搭載カメラについて（テレスコ式装置の水平展開）

- テレスコ式装置のカメラ不具合事案を踏まえて、**ロボットアーム搭載カメラの照射試験を実施**
- メーカ仕様通りの耐放射線性を確認できないものを確認。また、カメラは予備機が入手不可のため、現地作業にて高い累積放射線量が必要となるカメラについては、**当社作業において使用実績のあるカメラへ変更を実施**
- **変更カメラについては、メーカ仕様通りの耐放射線性を確認。但し、耐放射線性が現地作業の計画線量よりも低いため、マニピュレータでの遠隔操作により適宜交換を行い、オペレーションを継続する計画**
- モックアップ施設で、カメラ変更に伴う視認性の確認、マニピュレータによるカメラ交換等の追加検証試験等を実施
- なお、検証試験において、**アーム搭載カメラが全台停止した場合においても、制御プログラムやVRを使用し、エンクロージャにアームを回収できることを確認**



ロボットアーム搭載カメラの状況

参考．主な想定リスクと対策の代表例

- 主な想定リスクとして、ロボットアームの主要な構成要素であるアーム、ワンド、双腕マニピュレータ、カメラにおける故障と予防策、故障発生時の対応は以下の通り
- **ロボットアームが動作不良となった場合はエンクロージャへ回収し、アームの動作確認等の対応を実施**

<主な想定リスクと対策の代表例>

<table>
<tr><th>故障</th><th>予防策</th><th>故障発生時の対応</th></tr>
<tr><td rowspan="3">アームの関節部の電動機が故障</td><td rowspan="6">• 部品の交換等のメンテナンスを行い、組立後は動作確認を実施
• 現地作業時は予兆管理を行い不具合の早期検知を行う。
• 作業体制を見直し、日毎の作業時間を拡大することでPCV内滞在時間を低減（累積線量を低減）
• アーム動作不良時の回収方法、マニピュレータ交換方法の検証を実施
• PCV内に滞在する際は万一の場合の回収を容易にするため、PCV内でアームを真っすぐに伸ばした状態で待機</td><td>現地で遠隔交換不可の部品についてメンテナンスを実施しリスクを低減</td></tr>
<tr><td>予兆管理で検知した状況に応じて対応</td></tr>
<tr><td>アームが動作不良となった場合は回収し、動作や制御系の確認等の対応を行う。</td></tr>
<tr><td>アーム先端部（ワンド）の電動機が故障</td><td>アーム先端部が動作不良となった場合は先端部の切り離しを行い、アームを回収（調査の続行は不可）</td></tr>
<tr><td>マニピュレータ制御の通信エラー</td><td>マニピュレータ制御系のエラー状況を確認し、リセット操作または電源On-Off実施</td></tr>
<tr><td>マニピュレータの電動機が故障</td><td>マニピュレータの交換を検討（長期間必要）</td></tr>
<tr><td>アームの動作不良+マニピュレータ故障</td><td>アームの回収不可及びマニピュレータの遠隔操作不可の場合、アームを切断し回収を検討（長期間必要）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">アーム搭載カメラの映像が映らない</td><td>事前に照射試験を行い、耐放射線性の実力値を確認</td><td rowspan="2">確実なオペレーションが困難と判断した場合、アームをエンクロージャに回収し、カメラを交換</td></tr>
<tr><td>カメラ映像停止時の回収方法の検証</td></tr>
<tr><td>カメラ予備品の確保</td><td>アーム搭載カメラが全台映像停止した場合でもエンクロージャへ回収できることを確認</td></tr>
</table>

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

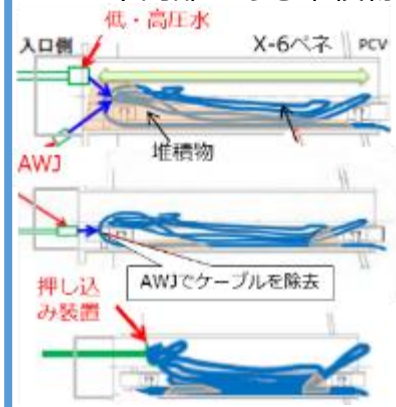
TEPCO

1．隔離部屋設置

2．X-6ペネハッチ開放

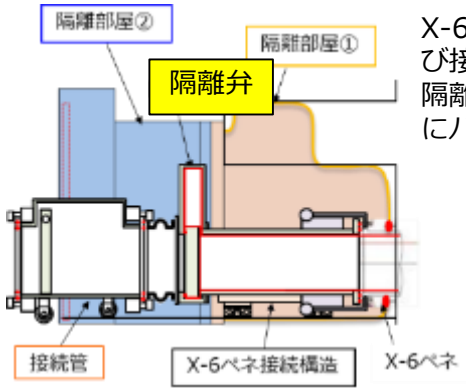
3．X-6ペネ内堆積物除去

X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



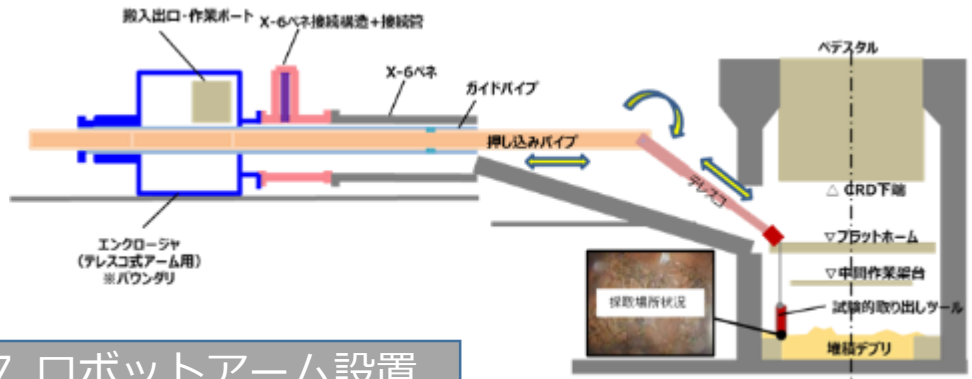
- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

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



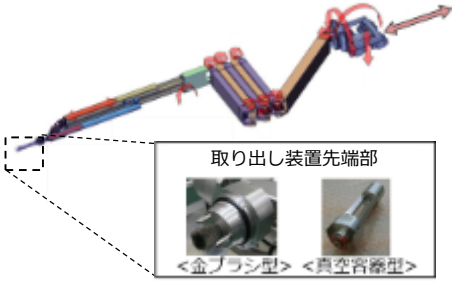
8．ロボットアームによる内部調査・デブリ採取

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

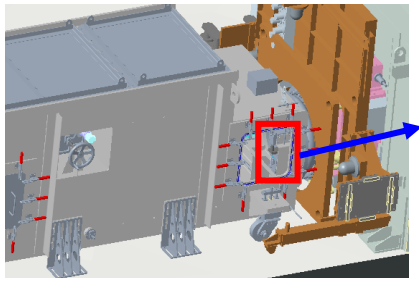


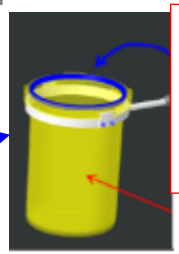
（注記）
・隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
・AWJ（アブレシブウォータージェット）：
高圧水に研磨材（アブレシブ）を混合し、切削性を向上させた加工機

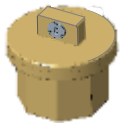
参考．現地準備作業状況
試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）の主なステップ

（前スライド　ステップ６より）

9-1. 燃料デブリの収納





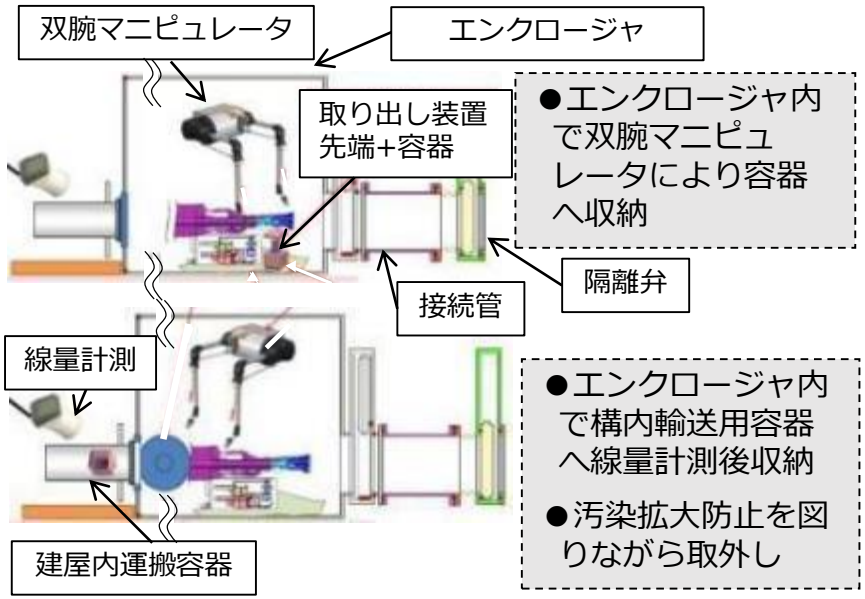


運搬用ボックス

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

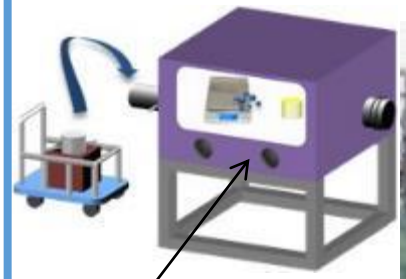


●エンクロージャ内で双腕マニピュレータにより容器へ収納

●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

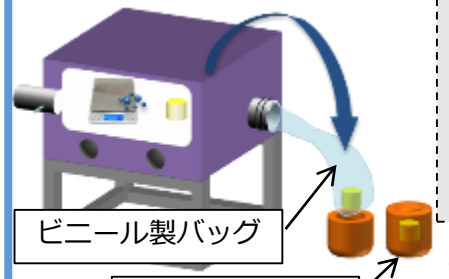


<グローブボックス外観>

●内部を負圧にしたグローブボックスに受入

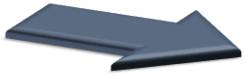
●グローブボックス内で計量、容器への収納を実施

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

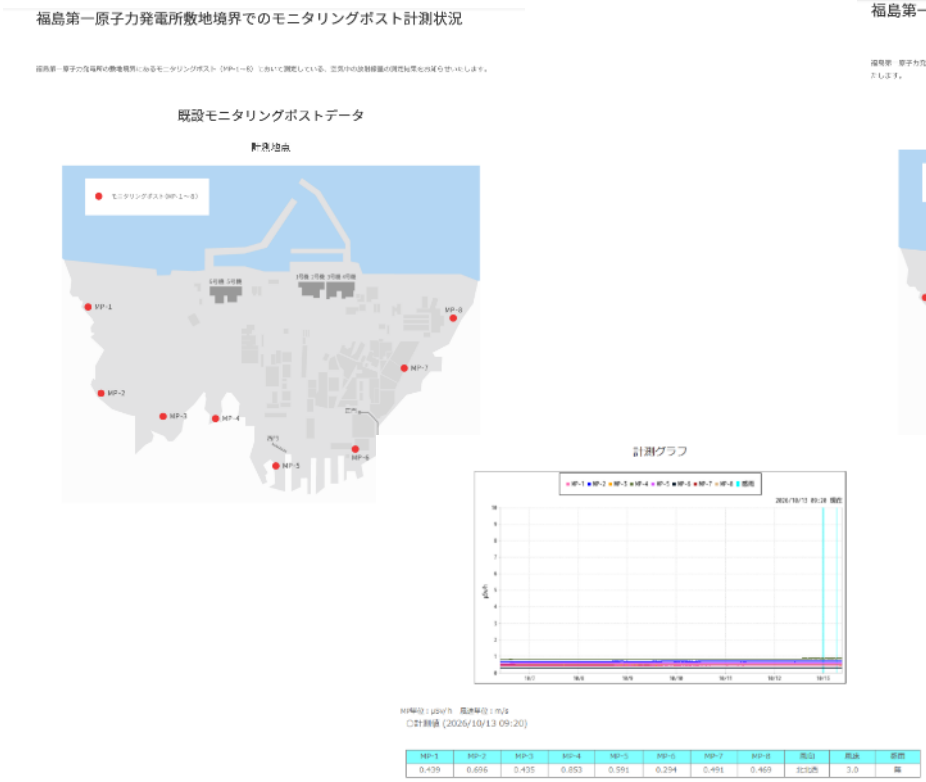
12. 構外輸送及び構外分析

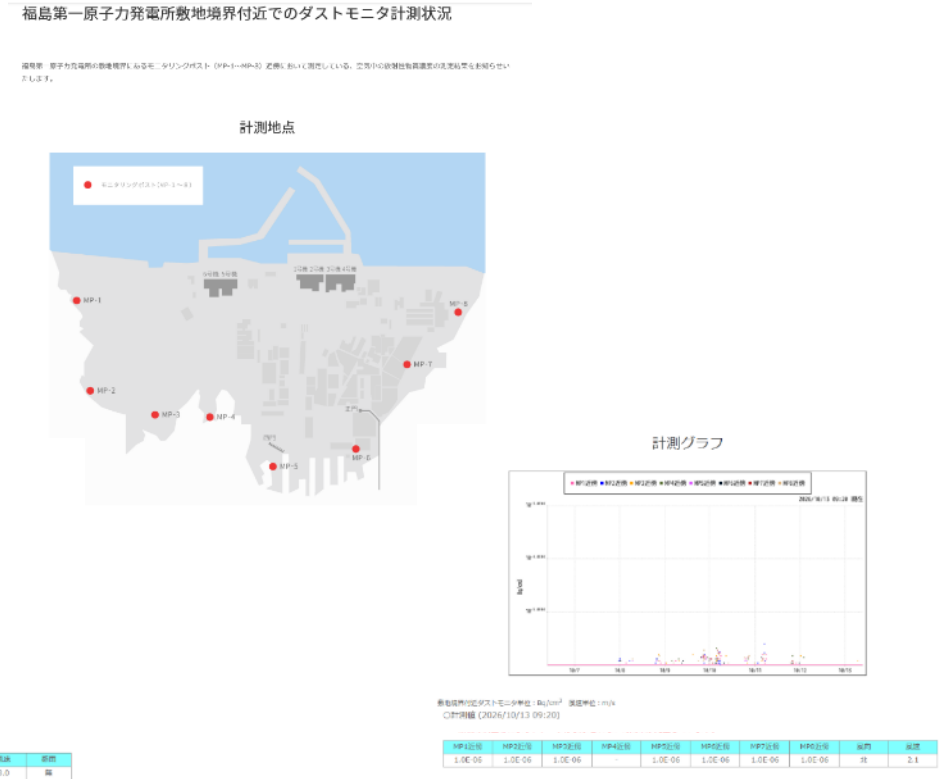
（注記）
・DPTEコンテナ：Double Porte pour Transfert Etancheの略
コンテナの蓋とグローブボックスのダブルドアが一体となって開閉することで、密閉を維持しながら物を移送することが可能なコンテナ

参考：環境への影響について（1/2）

- 2号機PCV内部調査・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）

- 2号機PCV内部調査・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。

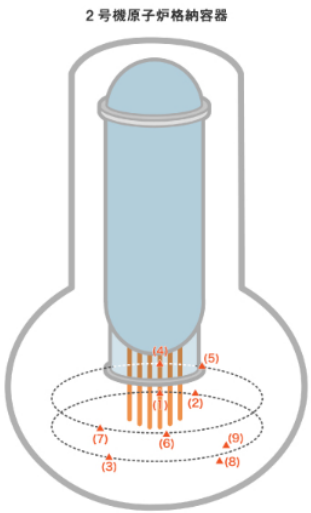
  参考URL：https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant_data/unit2/pcv_index-j.html

（参考）ホームページのイメージ

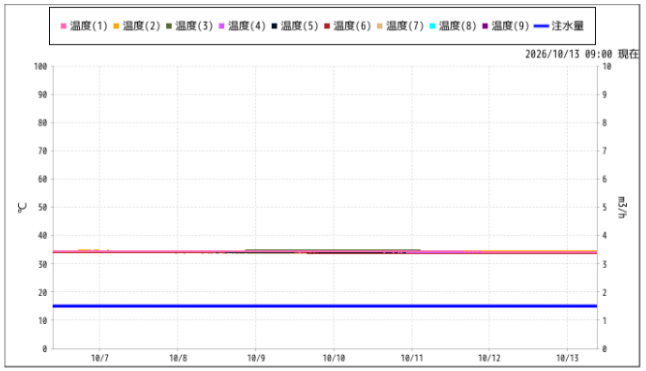
福島第一原子力発電所2号機　原子炉格納容器内温度計測状況

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 (2026/10/13 09:00)

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
34.1	34.3	34.3	34.1	34.0	33.8	33.8	-	-	1.5