

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

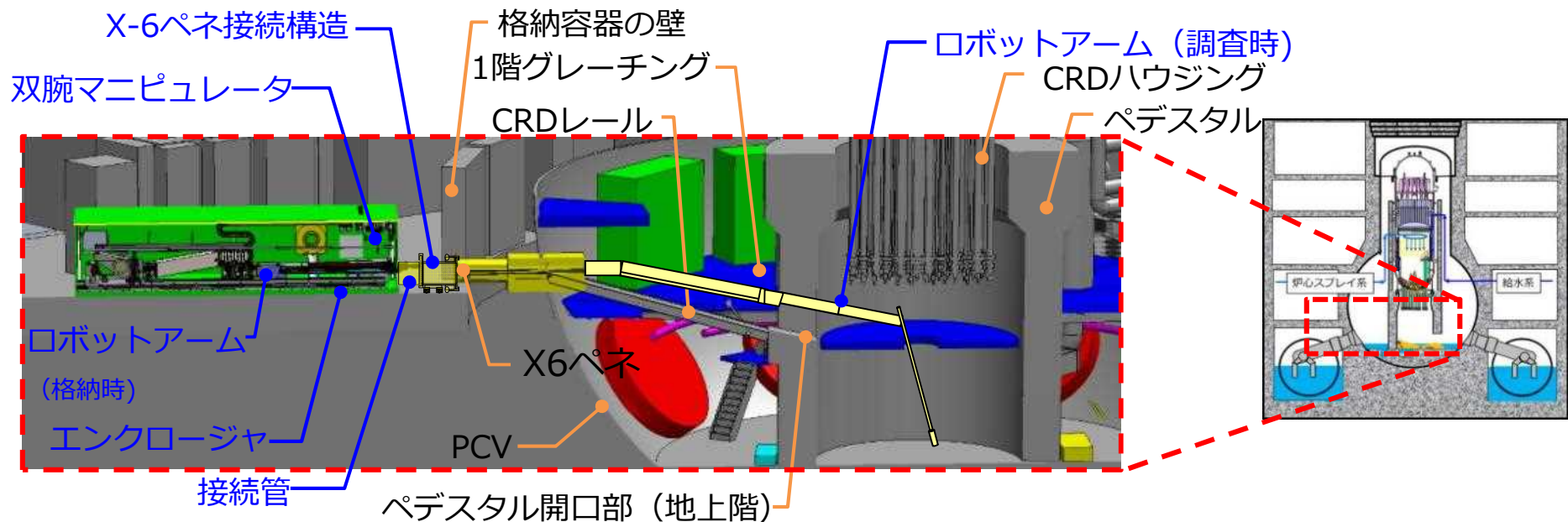
2023年2月22日

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



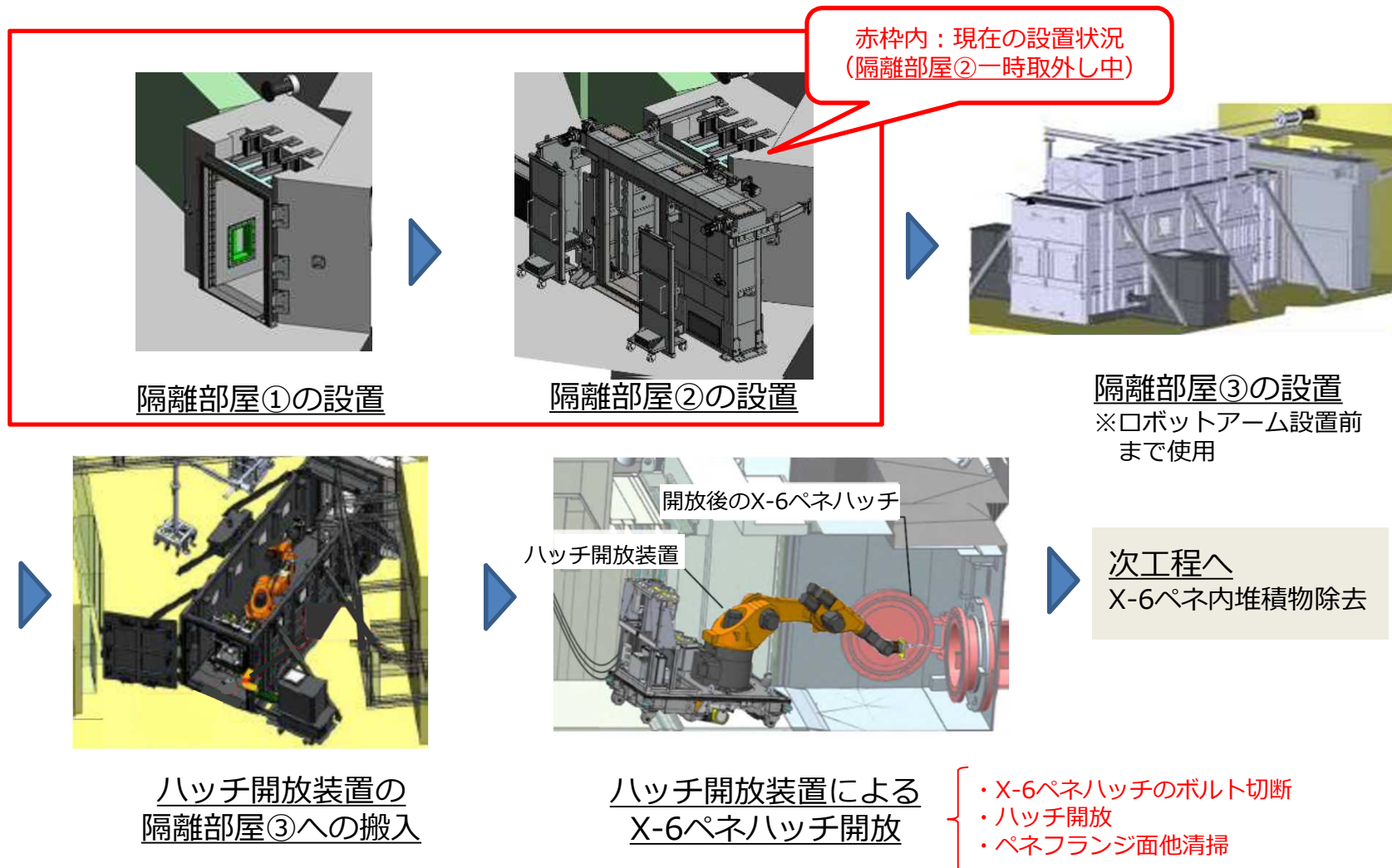
2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

2-1. 現場作業の進捗状況 (隔離部屋設置)

20221222
チーム会合資料再掲



- 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。

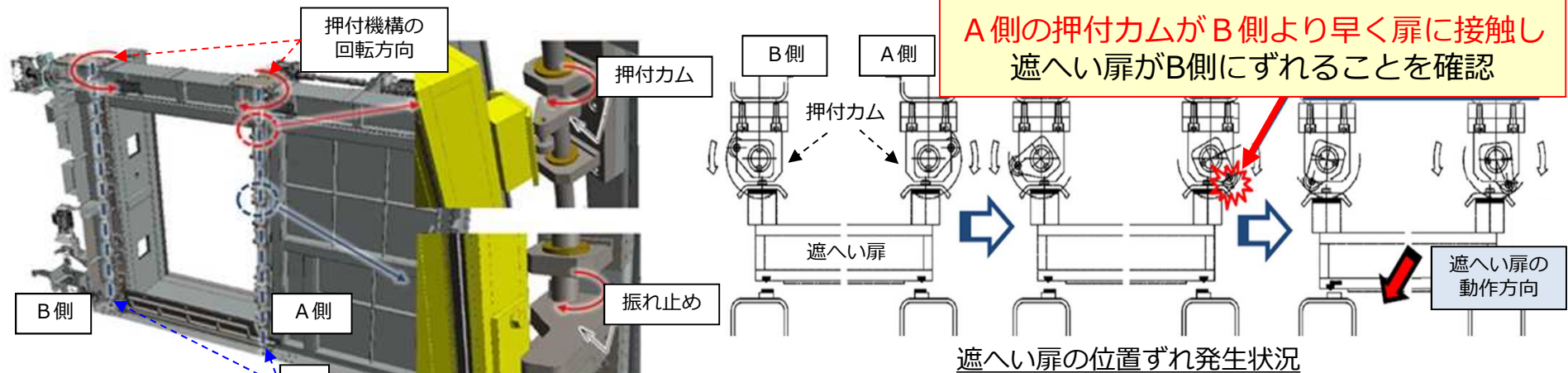


2-2. 現場作業の進捗状況 (隔離部屋② 遮へい扉の調査結果)

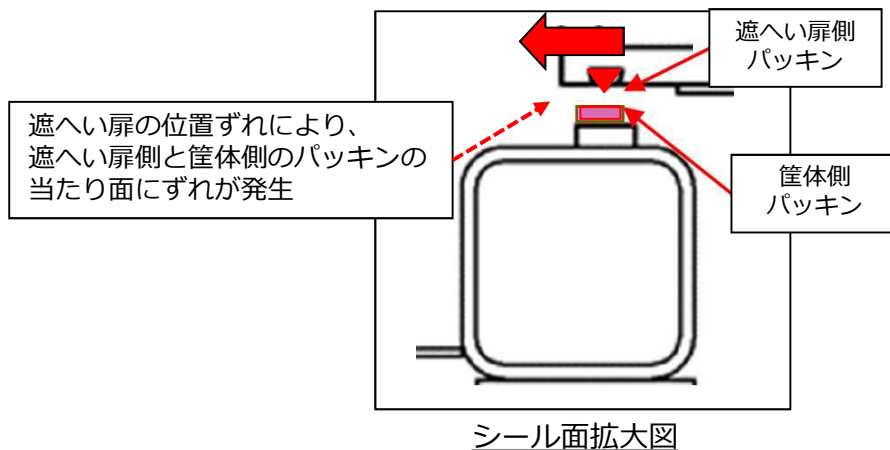
20221222
チーム会合資料再掲



- 据付状態確認（加圧確認）時の遮へい扉からの気泡発生事象について、調査を実施。
- 遮へい扉の押付機構A側とB側の押付カムの旋回開始位置や旋回のタイミングがずれていることを確認。

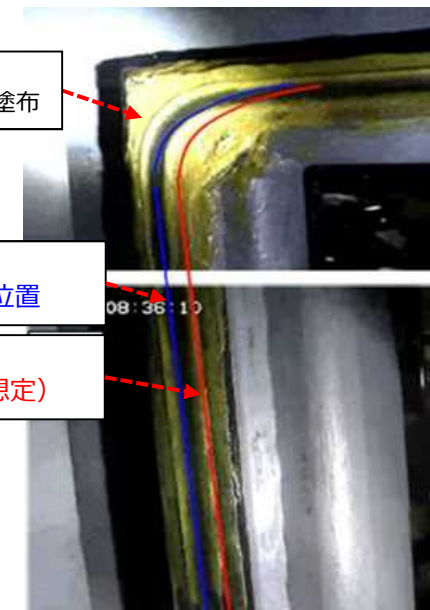


遮へい扉がB側にずれたことにより、遮へい扉と筐体側のパッキンが合わさらず、気泡が発生。（推定）



青線：位置ずれ発生前の扉押付時の遮へい扉パッキン位置

赤線：位置ずれ発生後の遮へい扉側パッキン位置（想定）



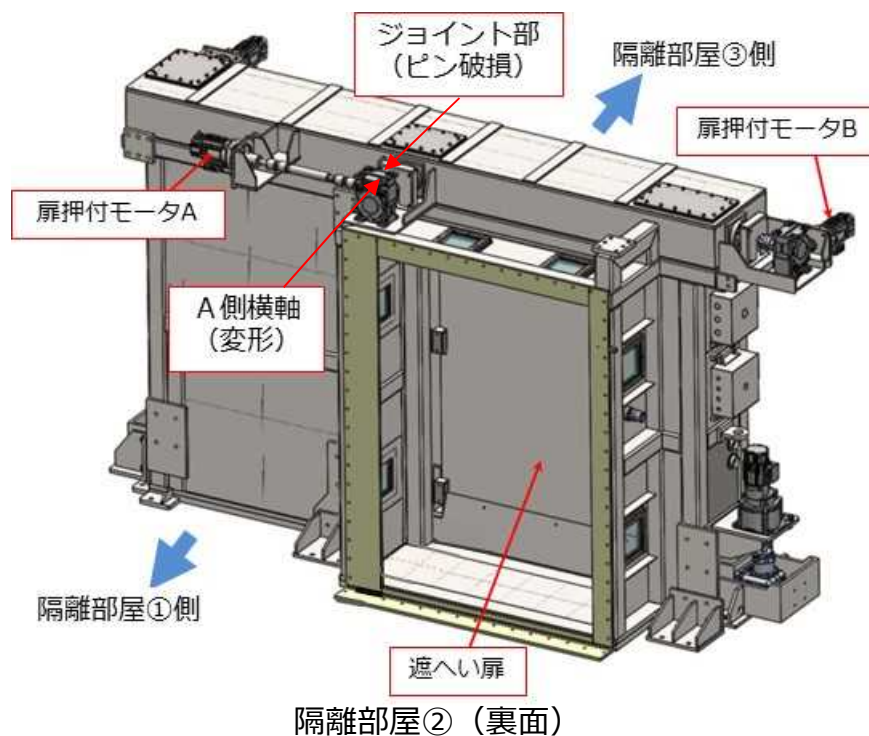
上記写真は筐体側パッキン X-6ペネからの視点

2 - 3. 現場作業の進捗状況 (隔離部屋② 押付機構の調整)

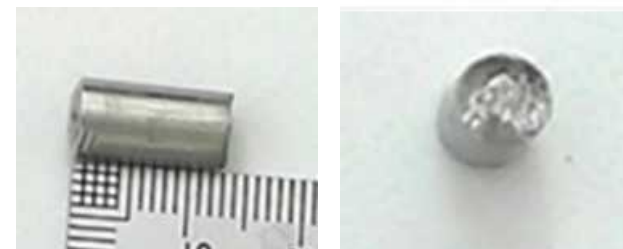
20221222
チーム会合資料再掲



- 押付機構の押付量を調整していた際に、A側の横軸ジョイント部のピンの破損を確認。
- 押付機構（A側、B側）の点検を行い、A側横軸の変形、B側横軸ジョイント部のピンの変形等を確認。
- ピンの破損、横軸の変形等の原因については調査中。
- 引き続き、押付機構の点検・調整を実施中。



ジョイント部



ピン破損状況

※取付前寸法約50mm



A側横軸の変形

<ジョイント部のピンの概要>

- ✓ 軸とジョイント部の連結するために使用。
- ✓ 当該ピンの許容荷重が最も小さく、機器全体に高負荷の荷重が掛かった場合、犠牲的に破損することで、その他機器を保護。

2-4. 現場作業の進捗状況

(隔離部屋② 押付機構部品の破損事象の原因と対策)

<調査結果>

- ・ 押付機構の必要なトルクに対する強度の余裕が少なく、変形の可能性があることを確認。
- ・ 強度上の最弱部であるジョイント部のピンが、ハッチ開放後のバウンダリ内にあることを確認。

<推定原因>

- ・ 軸はジョイント部と同程度の強度になっていたため、軸の変形（キー溝の広がり）等が発生。
- 軸の変形（キー溝の広がり）により、軸回転時にキー連結部で回転ズレが発生し、押付カムの押付・開放のタイミングのズレが発生したと推定。

対策①

強度向上

押付機構の許容トルクを増大

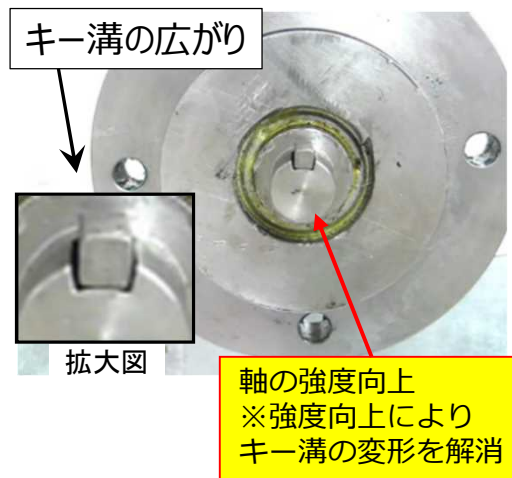
- ジョイント部の型式変更
- 軸の材質変更

対策②

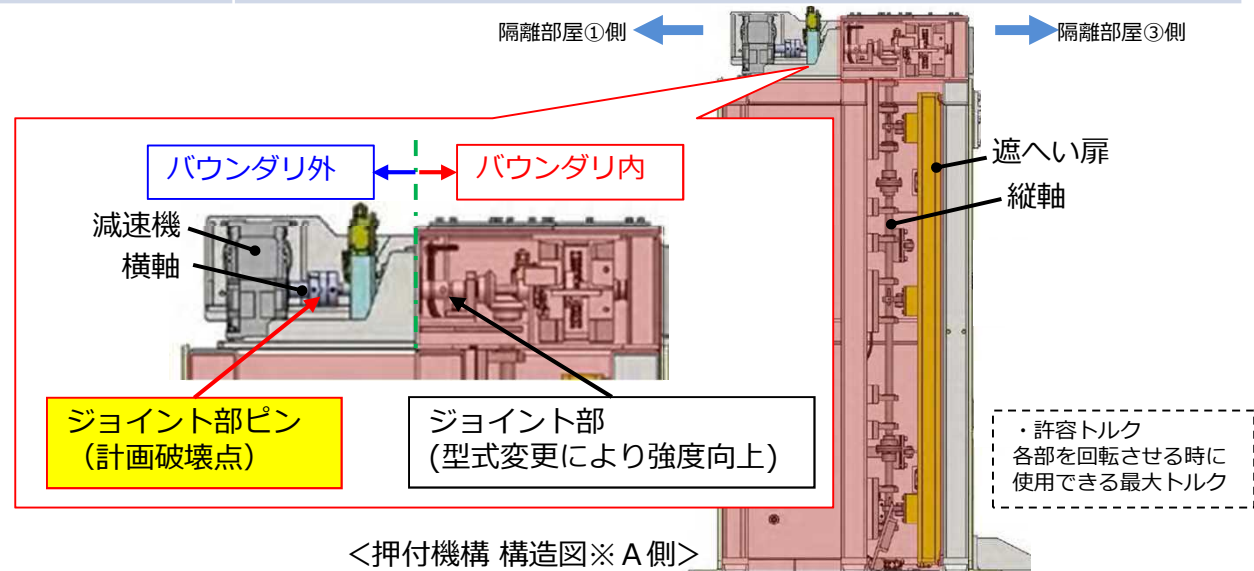
計画破壊点（ピン）をバウンダリ外へ変更

押付機構の強度が最も弱い箇所（ピン）を安全装置としてバウンダリ外に設置（バウンダリ内のピンは、キー構造に変更し強度向上）

- 通常使用の範囲では破断に至らないものの、万が一のピンの破断に対して、交換が比較的容易な設計の見直し



<キー溝の状況>

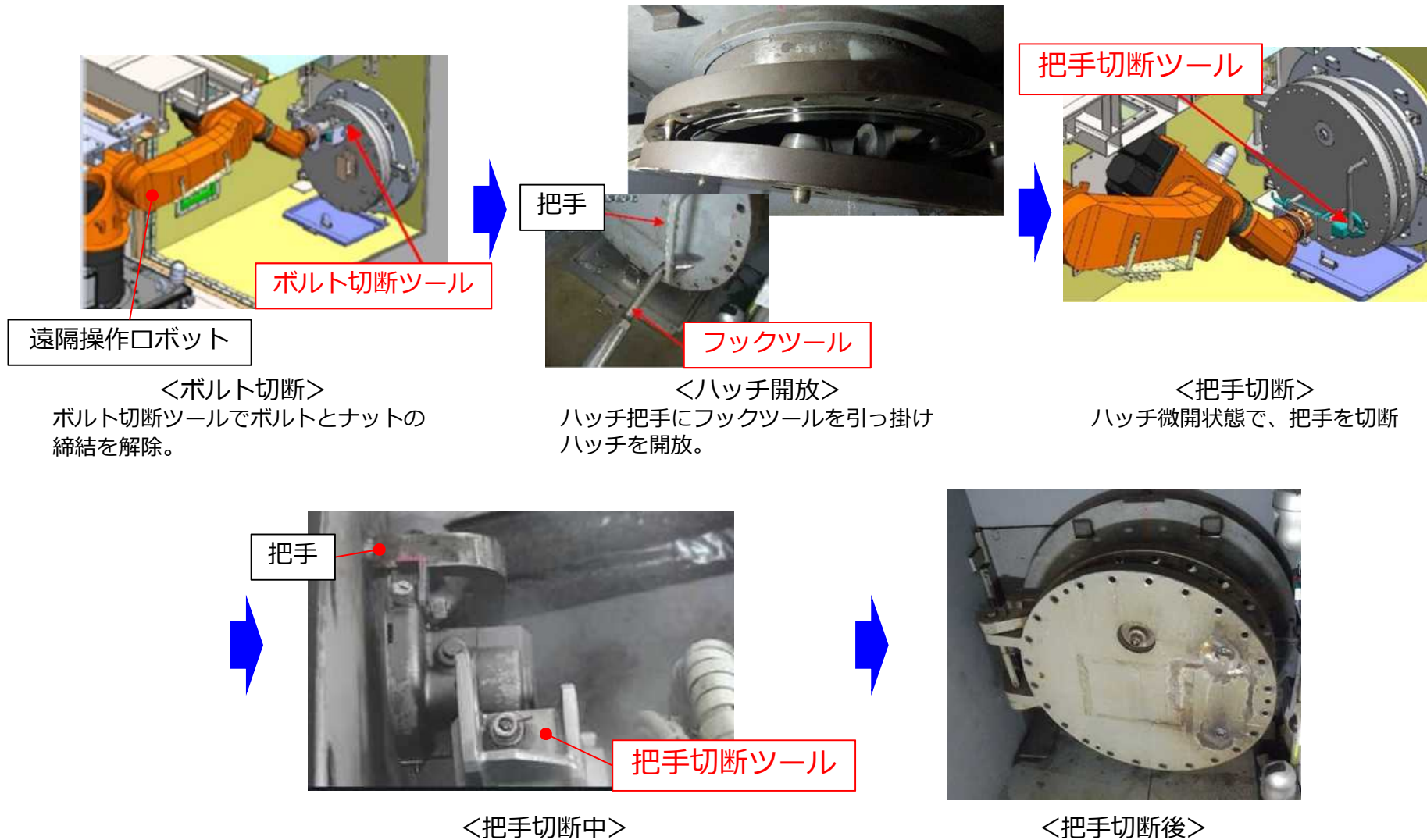


<押付機構 構造図※ A側>

- ・ また、隔離部屋②の課題を踏まえ、並行して隔離部屋③の点検を実施中。

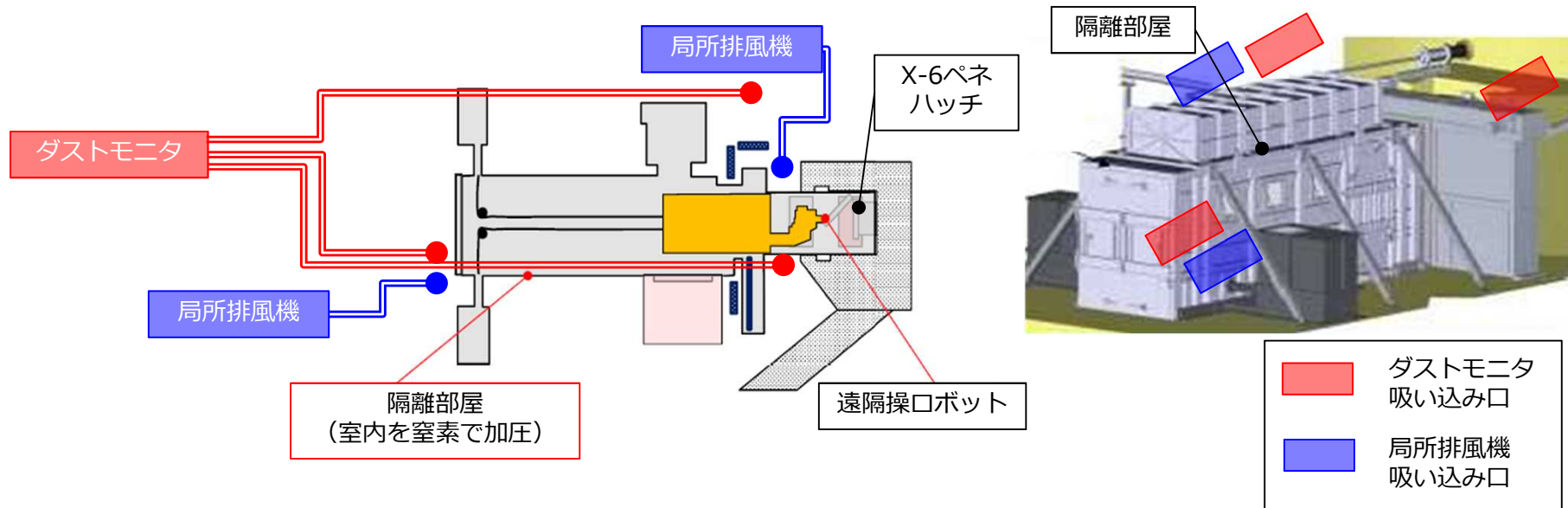
3 - 1 . 試験的取り出しに向けた検討状況 (ハッチ開放手順)

- 工場モックアップ試験において、遠隔操作ロボットにより、X-6ペネハッチ把手の切断作業の成立性を検証中。
- ハッチ開放作業の確実性を高めるために、ハッチ開放後に把手を切断する手順で実施。



3 - 2. 試験的取り出しに向けた検討状況 (ハッチ開放作業時のダスト対策)

- ハッチ開放作業時のダスト飛散による汚染の拡大防止対策を実施する計画。
 - 隔離部屋内を窒素で加圧し、X-6ペネからのダスト飛散を抑制。
 - 隔離部屋周辺に連続ダストモニタ用ホースの吸い込み口を設置し、作業中はダスト飛散の状況を監視。
 - 隔離部屋周辺にフィルタ付き局所排風機を設置し、汚染の拡大防止。



<ハッチ開放作業ダスト対策 状況図>

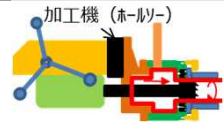
4. 全体工程

- ・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、その中で発生した隔離部屋のゴム箱部損傷、ガイドローラ曲がり（地震対応）等については対策が完了し、現在、隔離部屋押付機構の点検・調整等について、対応しているところ。（並行して隔離部屋の再製作も検討中。）その後も、X-6ペネハッチ開放、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 ▽2月現在	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	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）			

(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

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

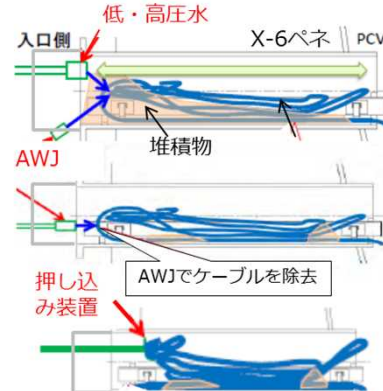
ハッチ開放装置



- 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

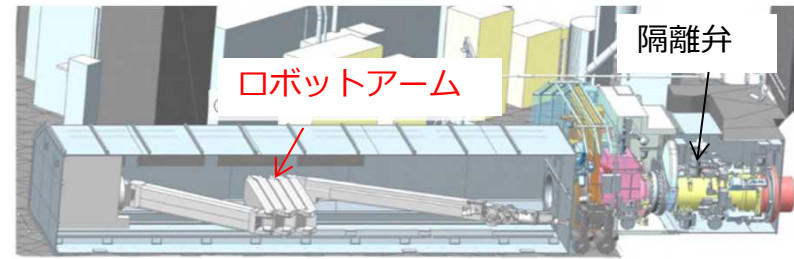
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

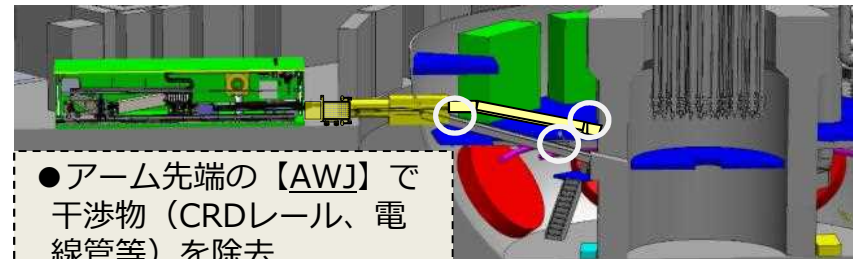
4. ロボットアーム設置

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

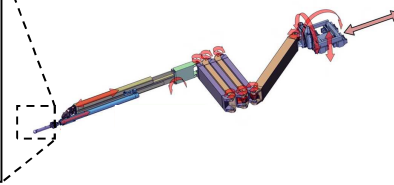
②ロボットアームによるデブリ採取

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