

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

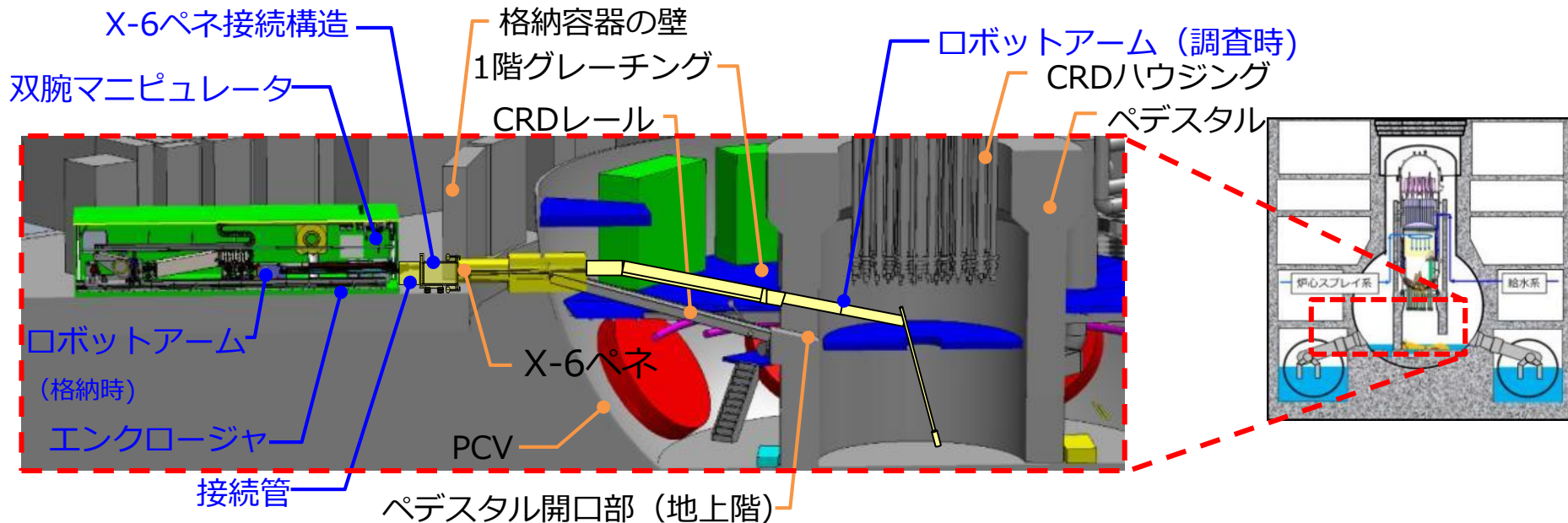
2023年5月25日

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

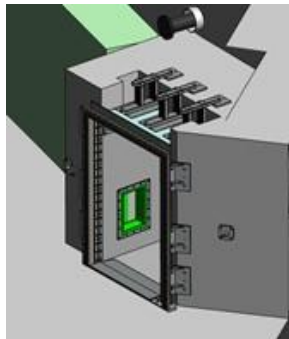
- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
 - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
 - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
 - 遮へい機能を持つ 接続管
 - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させ、PCV内障害物の除去作業をいつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



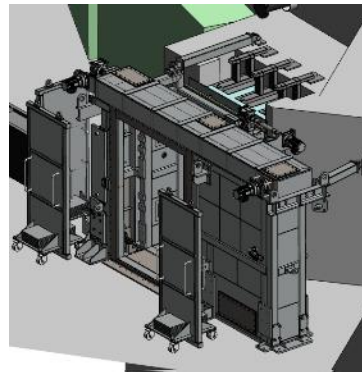
2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

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。



隔離部屋①の設置

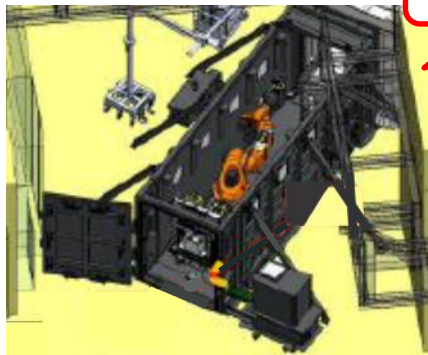


隔離部屋②の設置

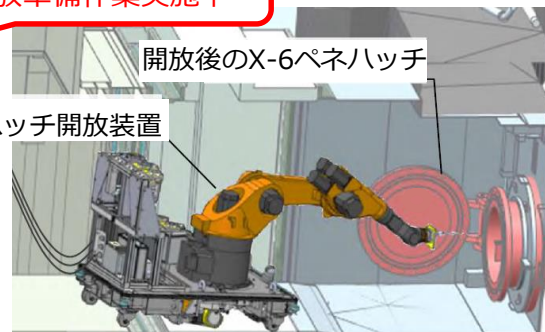


隔離部屋③の設置
※ロボットアーム設置前まで使用

赤枠内：現在の状況
ハッチ開放準備作業実施中



ハッチ開放装置の
隔離部屋③への搬入



ハッチ開放装置による
X-6ペネハッチ開放

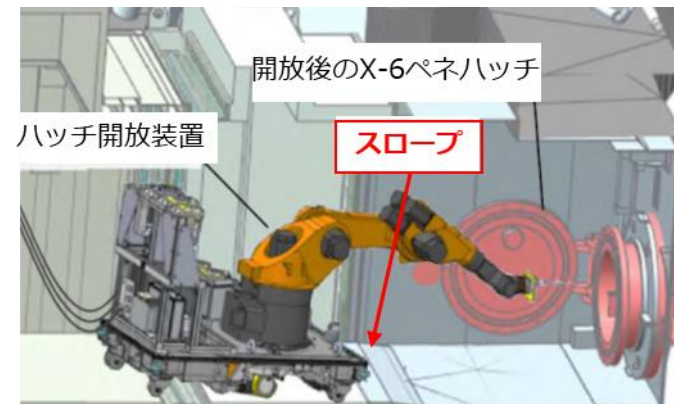
次工程へ
X-6ペネ内堆積物除去

- X-6ペネハッチのボルト切断
- ハッチ開放
- ハッチ把手の切断
- ペネフランジ面他清掃

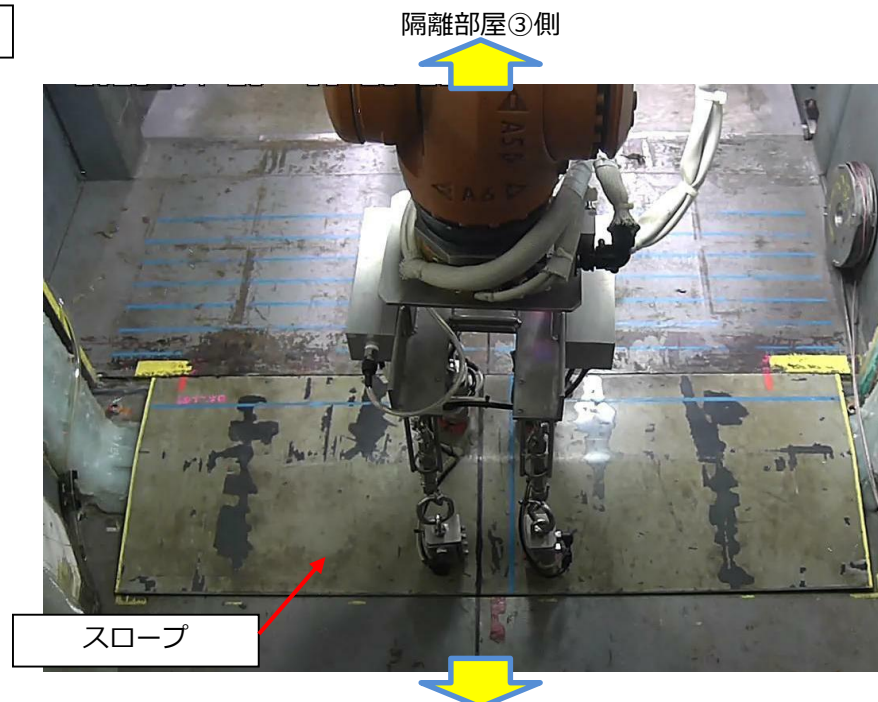
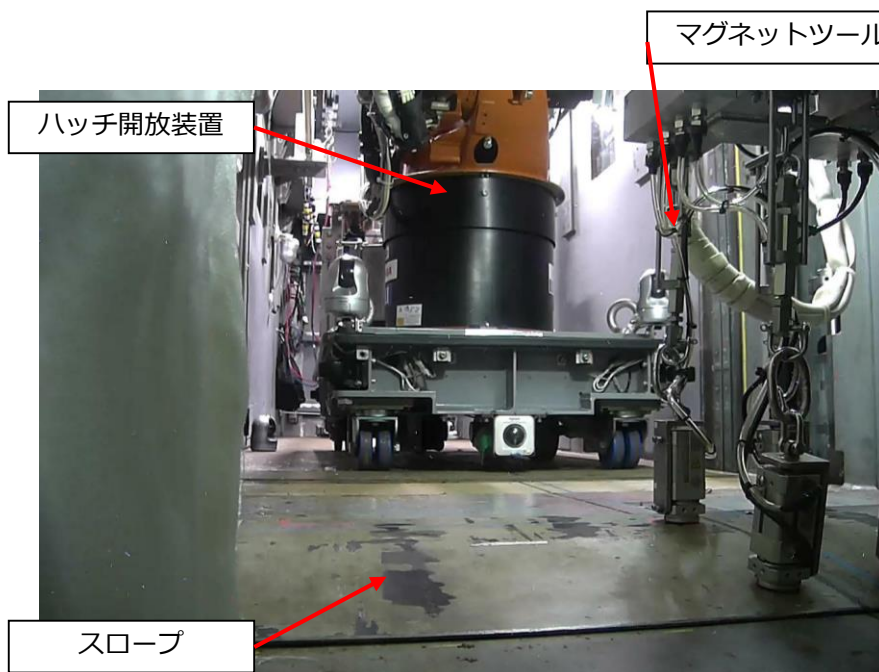
2 - 2. 現場の進捗状況

(隔離部屋②③の設置完了・ハッチ開放準備作業の開始)

- ハッチ開放作業の事前の準備として、次工程で使用する堆積物除去装置用のスロープを隔離部屋①と②の接続部の段差に取り付けたところ、スロープの浮き上がりを確認。



ハッチ開放装置によるX-6ペネハッチ開放



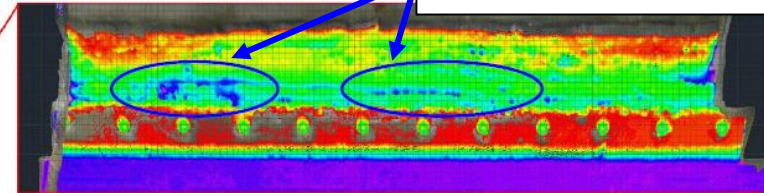
隔離部屋①側 (X-6ペネ側)

2-3. 現場作業の進捗状況

(X-6 ペネ隔離部屋スロープの浮き上がり事象の原因と対策)

- スロープ取り付け箇所の3Dスキャンデータを確認し、隔離部屋①と②の接続部に塗布したコーキング箇所の一部がスロープに干渉していることを確認。現状のスロープでは、堆積物除去装置の走行が不可と判断。
- 下記の対策を検討及び工場検証を実施中。

青色部分が高い

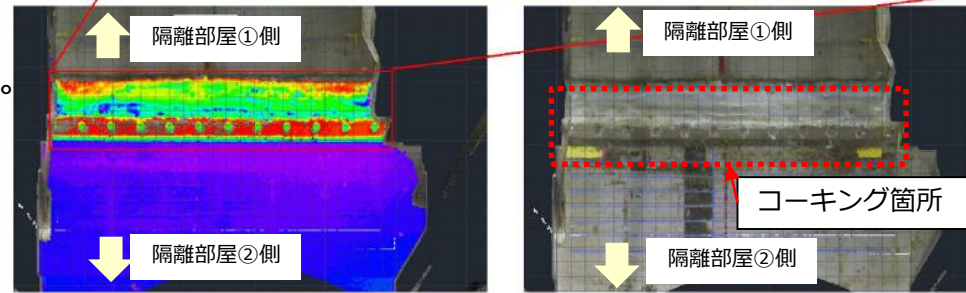


<案1> コーキング箇所の盛り上がり部の除去

- コーキング箇所の盛り上がり部の除去方法の検討及び除去作業の成立性を検証中。

<案2> 形状変更スロープの設置

- コーキング箇所に干渉しない形状のスロープを検討。
- 形状変更スロープの模擬体による工場検証を実施。(堆積物除去装置の走行試験)
- 形状変更スロープの模擬体(傾斜角15度※1)で走行試験を実施したところ、下降時に左右方向にずれることを確認。 ※1 当初計画のスロープの傾斜角は8度
- 形状変更スロープの傾斜角の更なる変更について検証中。



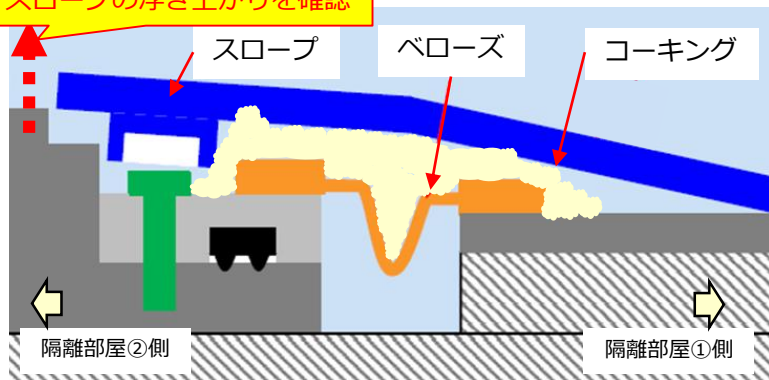
隔離部屋①と②の段差部の3Dスキャンデータ(平面図)

<案1> コーキング箇所の盛り上がり部の除去

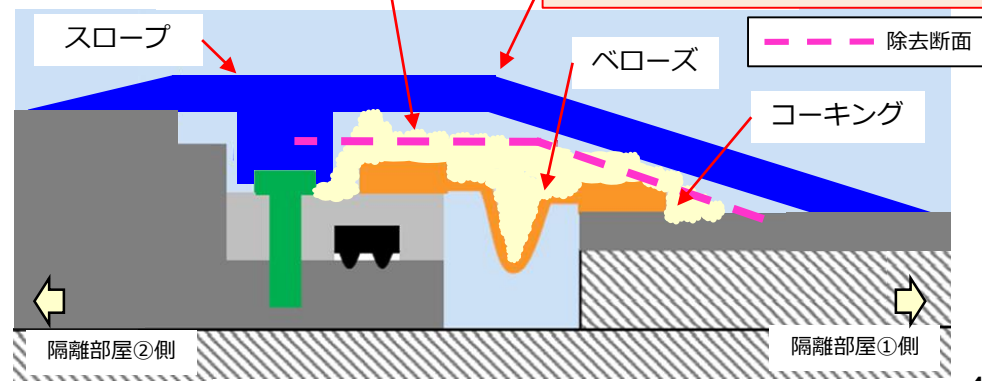
<案2> 形状変更スロープの設置

<スロープ取り付け箇所のイメージ図(断面図)>

スロープの浮き上がりを確認



現状



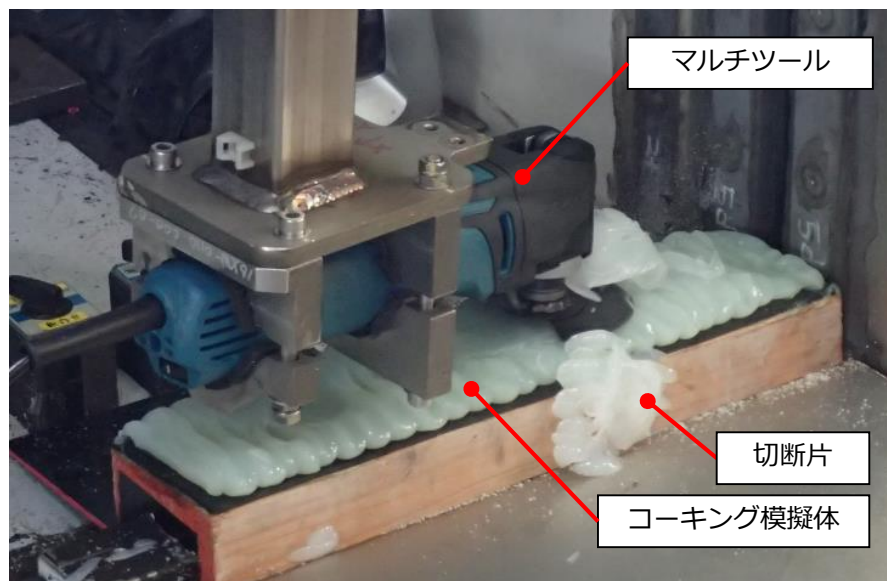
対策案

2-4. 現場作業の進捗状況

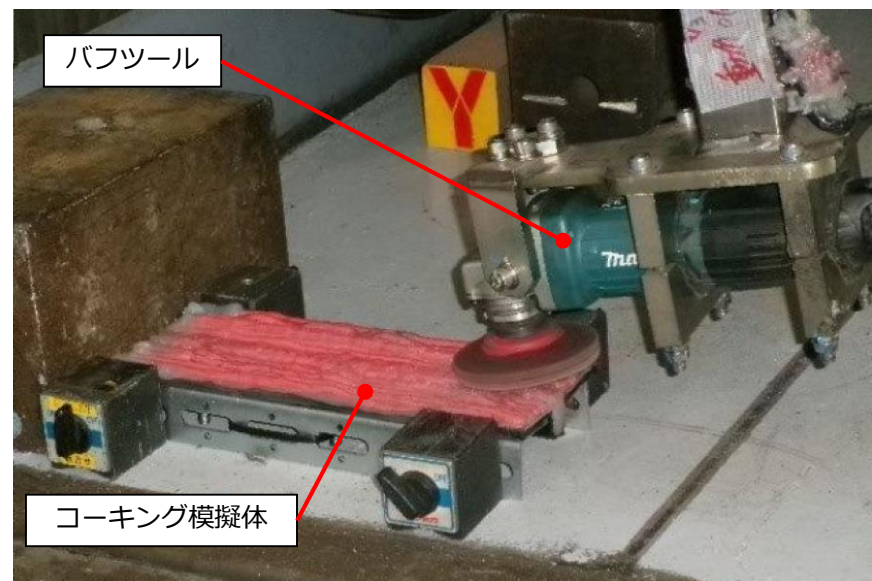
(隔離部屋①②接続部のコーキング除去方法の検討状況)

- 隔離部屋①②の接続部のコーキング箇所の盛り上がり部の除去方法の検討を実施。
- コーキング除去ツールの選定、要素試験を実施中。
- 遠隔作業用のコーキング除去ツールを製作中。
- メーカー工場のモックアップ試験にて、遠隔操作ロボットによるコーキング除去作業の成立性を検証中。

<要素試験状況>



マルチツール



バフツール

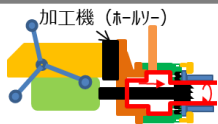
3. 工程

- 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、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）、遮へい扉の位置ずれ、押付機構部品の破損等について対策を実施し、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た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	▽5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	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）				

(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

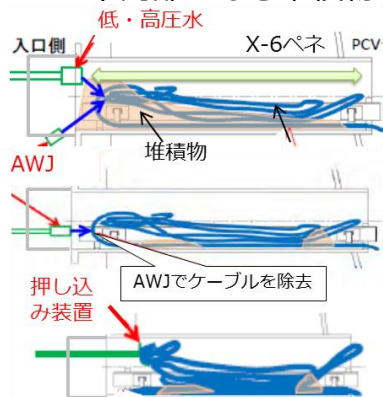
ハッチ開放装置



- 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

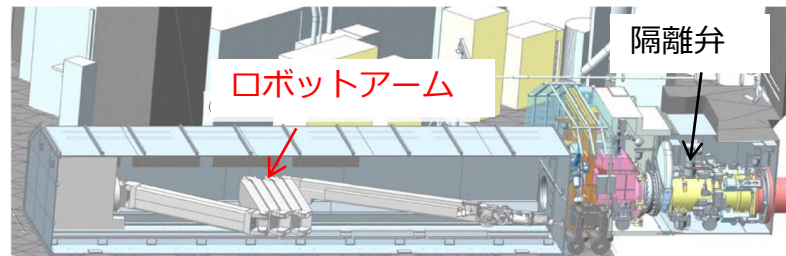
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

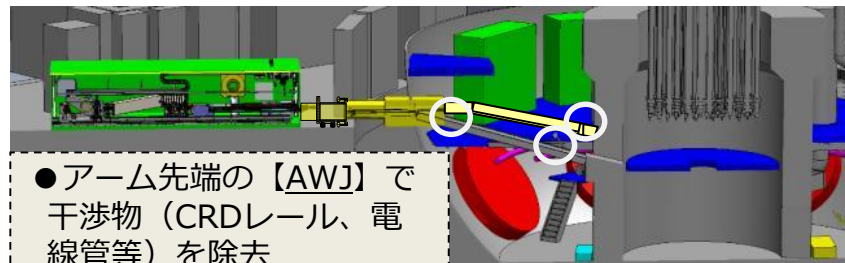
4. ロボットアーム設置

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



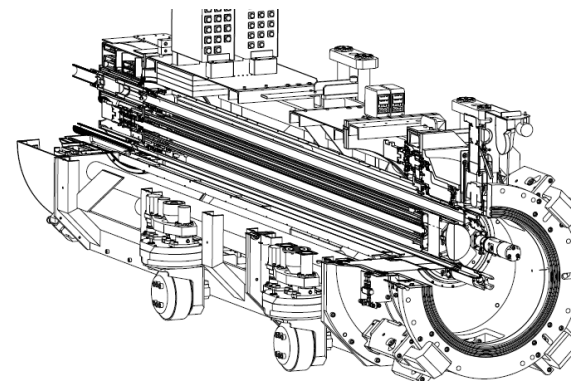
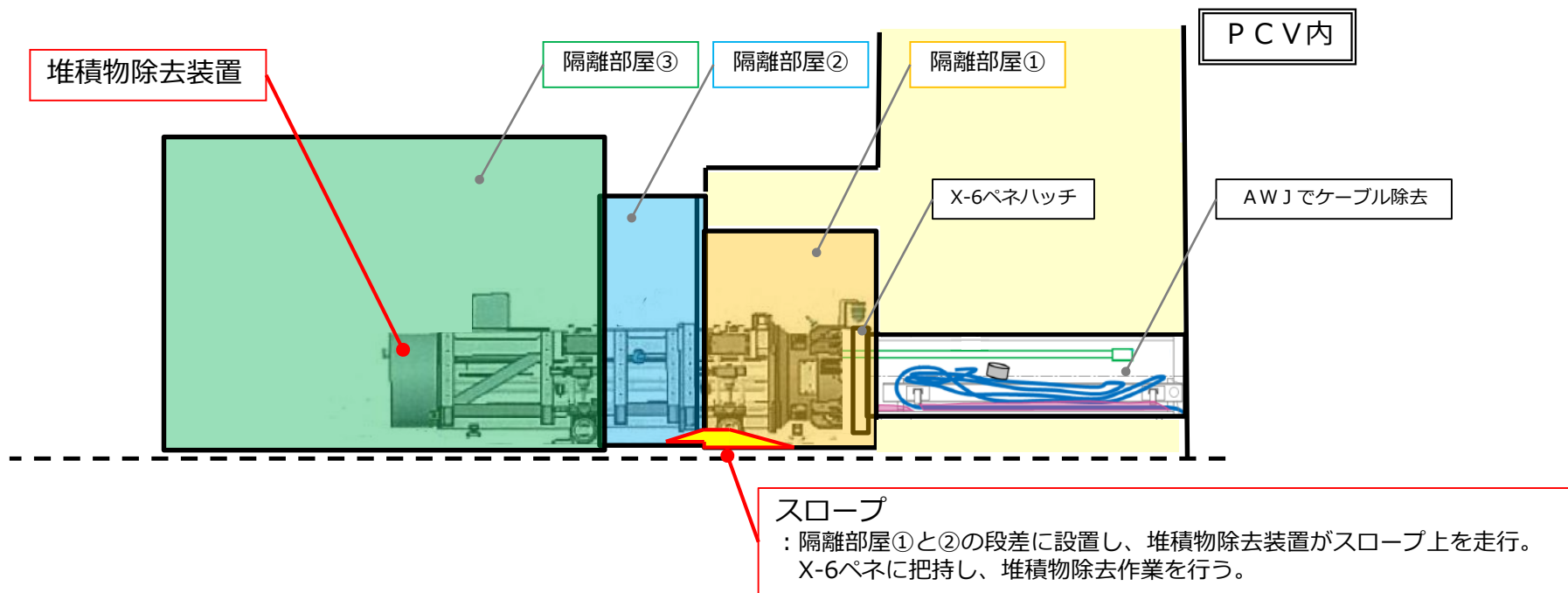
<金ブラシ型> <真空容器型>



(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

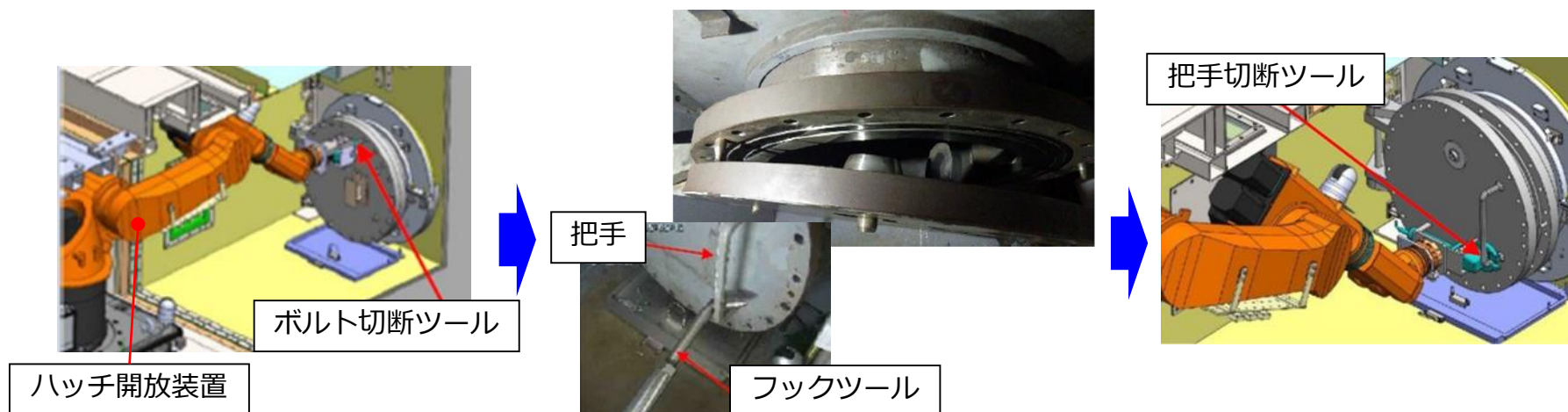
- 堆積物除去装置の設置概要は以下の通り。



堆積物除去装置

参考. X-6ペネハッチ開放手順

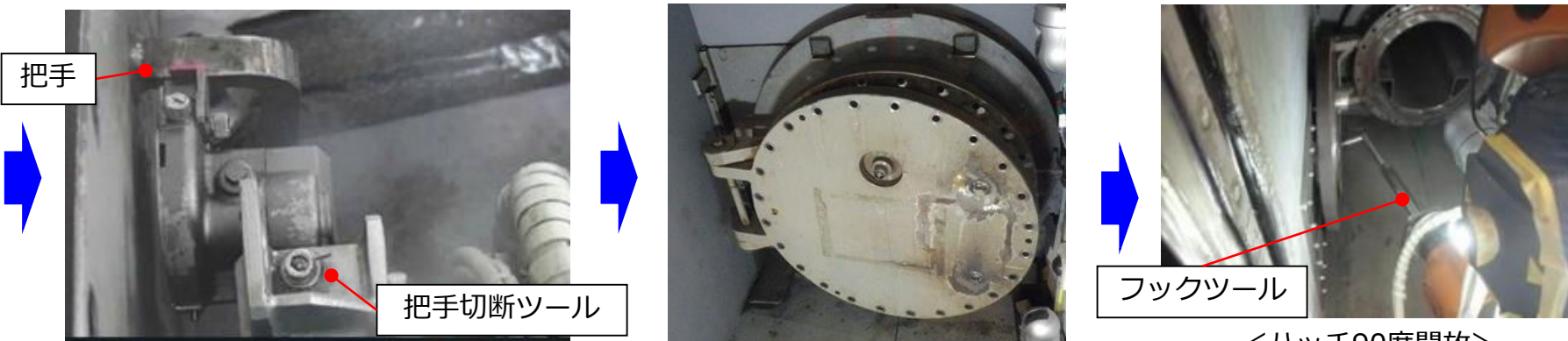
- 工場でのモックアップ試験において、ハッチ開放装置でX-6ペネハッチの把手が切断できることを確認。
- ハッチ開放作業の確実性を高めるため、ハッチ開放後に把手を切断する手順で実施。



ハッチ開放装置
ボルト切断
ボルト切断ツールでボルトとナットの締結を解除

把手
フックツール
ハッチ開放
ハッチ把手にフックツールを引っ掛けハッチを開放

把手切断ツール
把手切断
ハッチ開放状態で、把手を切断



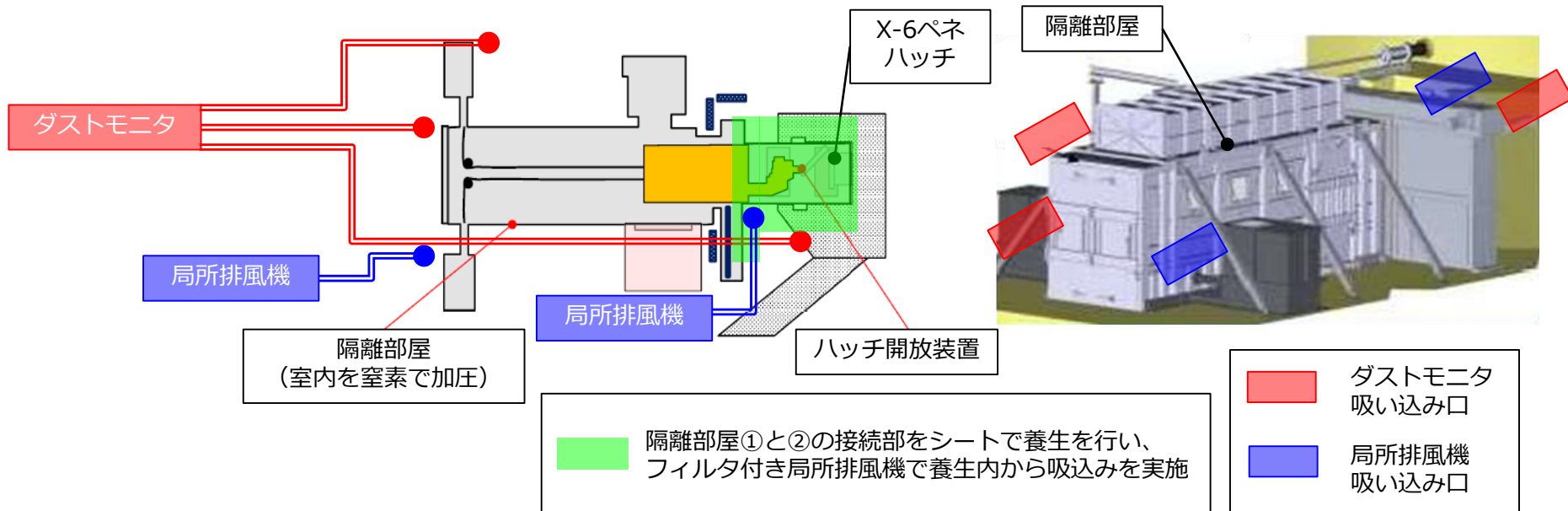
把手
把手切断ツール
把手切断中

把手切断後

フックツール
ハッチ90度開放
ハッチにフックツールを引っ掛けハッチを90度開放

参考. ハッチ開放作業時のダスト対策

- ハッチ開放作業時の汚染の拡大防止対策を行い、ダスト濃度を監視しながら、周辺環境に影響を与えないように、安全最優先で作業を進める計画。
 - 作業中は隔離部屋内を窒素で加圧し、PCV内の気体がX-6ペネハッチより外部に漏れ出て、周辺環境へ影響を与えないように作業を行う。
 - これまでの作業と同様に、PCV内の気体がX-6ペネハッチより外部に漏れ出て、周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、ダストモニタによるダスト濃度の測定を行い、作業中のダスト濃度の監視を行う。
 - 隔離部屋周辺にフィルタ付き局所排風機を設置し、汚染の拡大防止を行う。



<ハッチ開放作業ダスト対策 状況図>

ダスト濃度管理基準	
β核種	1.0E-03Bq/cm ³
α核種	1.0E-05Bq/cm ³