

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

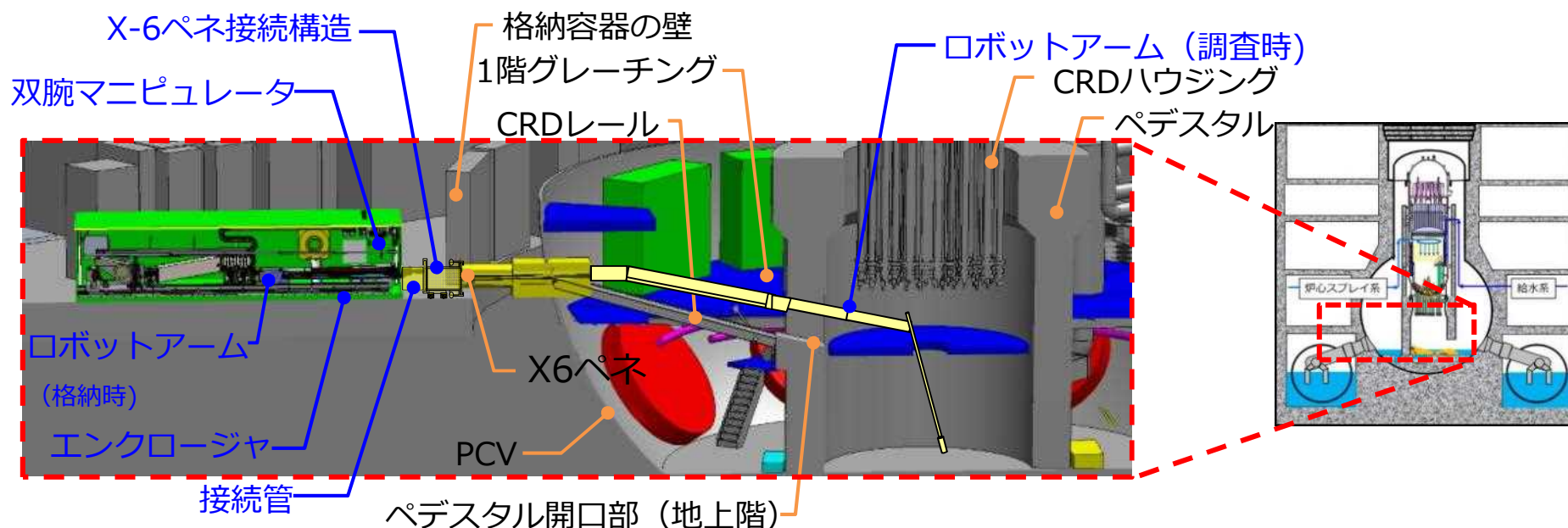
2022年12月22日



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. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 性能確認試験項目

- ・ 楢葉モックアップ施設用いて、現場を模擬したモックアップ試験を実施中。
- ・ 現状、アーム位置決め精度の向上を図るべく制御プログラムの修正を行った上でX-6ペネ模擬体を使用した通過性試験等を継続実施中。
- ・ なお、楢葉での性能確認試験において抽出された改善点は、引き続き対策・改善を進めていく。

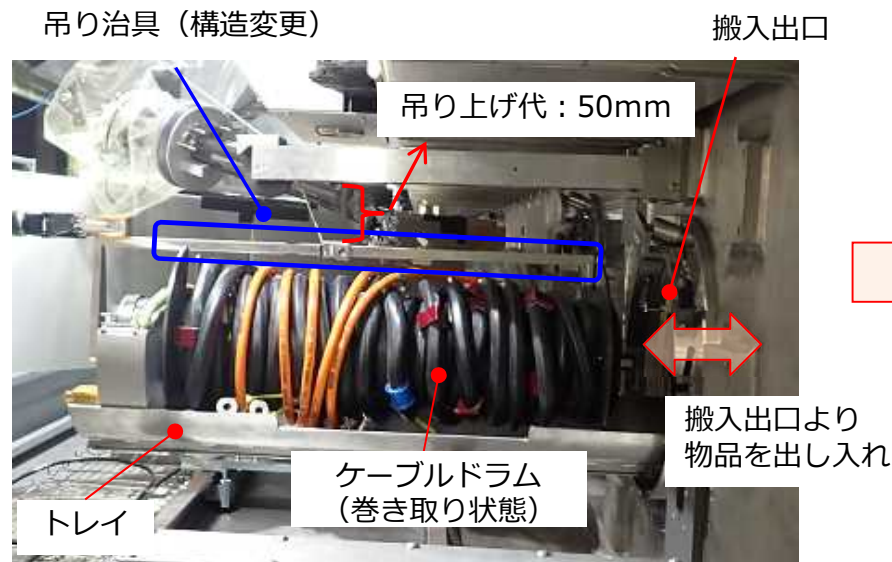
性能確認試験項目

試験分類	試験項目	MHI 神戸	楢葉	
ロボットアーム関連	X-6ペネの通過性	▲	○	(実施中)
	AWJによるX-6ペネ出口の障害物の撤去	▲	○	(今後実施)
	各種動作確認（たわみ測定等）	●	○	(実施中)
	PCV内部へのアクセス性 ・ペDESTAL上部へのアクセス ・ペDESTAL下部へのアクセス		○	(実施中)
	PCV内部障害物の撤去 ・X6ペネ通過後のPCV内障害物の切断		○	(今後実施)
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	▲	○	(実施中)
	センサ・ツールの搬入出	▲	●	(完了)
	アーム固定治具の取外し		○ (▲)	(実施中)
	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	▲	○	(実施中)
	アームの強制引き抜き		○	(今後実施)
ワンスルー試験 (アーム+双腕マニピュレータ)	アームと双腕マニピュレータを組合わせ、調査に必要な一連の作業を試験で検証 ・ペDESTAL上部調査 ・ペDESTAL下部調査		○	(今後実施)

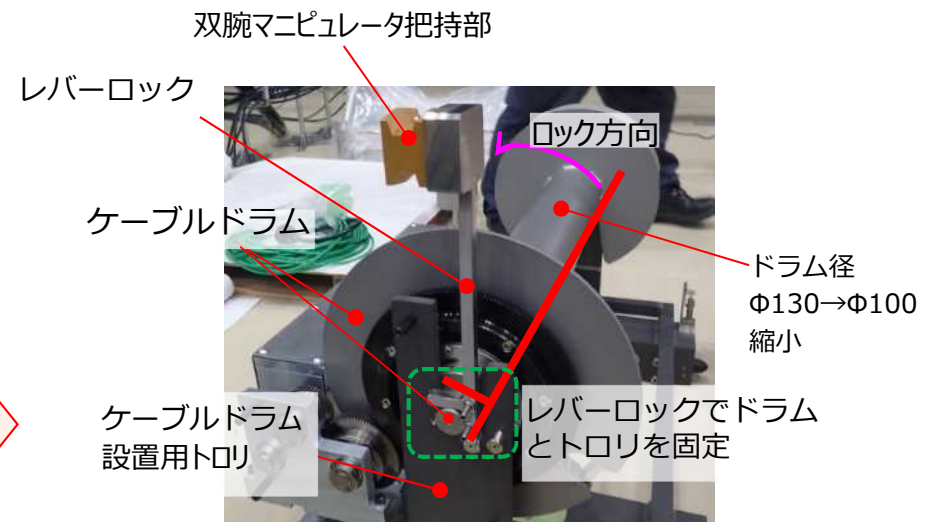
【凡例】 ○試験対象、△一部模擬体（部分模擬体や模擬アーム等）で検証 ○△：計画 ●▲：実績 今回報告

3. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 センサ・ツールの搬入出

- 神戸における試験にてケーブルドラム等物品のエンクロージャ内への搬入出作業の成立見通しを得ると共に、楢葉ではケーブルドラム吊り治具構造・形状を変更（吊り上げ代：20mm⇒50mm）することにより作業性が改善、対策の有効性を確認。
- 今回、楢葉にてケーブル浮き上がり（たるみ）防止レバーロック機構の追加、及びケーブルドラム径縮小（φ130⇒φ100）を実施。搬入出口（φ350）に収まる寸法に巻き付けることができ、作業性の改善、対策の有効性を確認。



楢葉（前回報告）



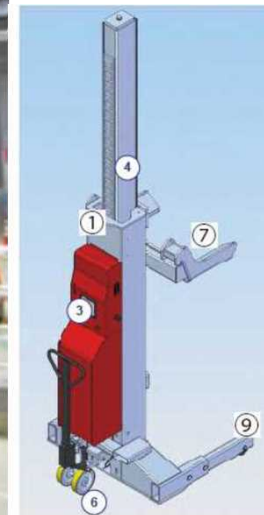
センサ・ツールの搬入出試験の状況（ケーブルドラム）

3. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 エンクロージャの搬入、据付

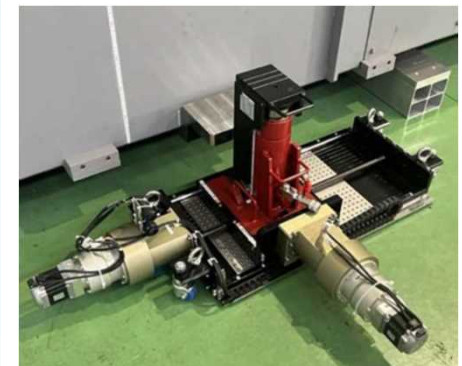
- ・ 楯殻等におけるモックアップ試験にて、模擬エンクロージャを低床式搬送台車、長ストロークジャッキ、送り台式ジャッキを用いた遠隔操作にて搬送、据付できることを確認。
- ①低床式搬送台車：原子炉建屋内のエンクロージャ移動、搬送用の台車
 - ②長ストロークジャッキ：低床式搬送台車へのエンクロージャの載せ替え用のジャッキ
 - ③送り台式ジャッキ：接続管へのエンクロージャ接続時の位置決め用ジャッキ



①低床式搬送台車



②長ストロークジャッキ



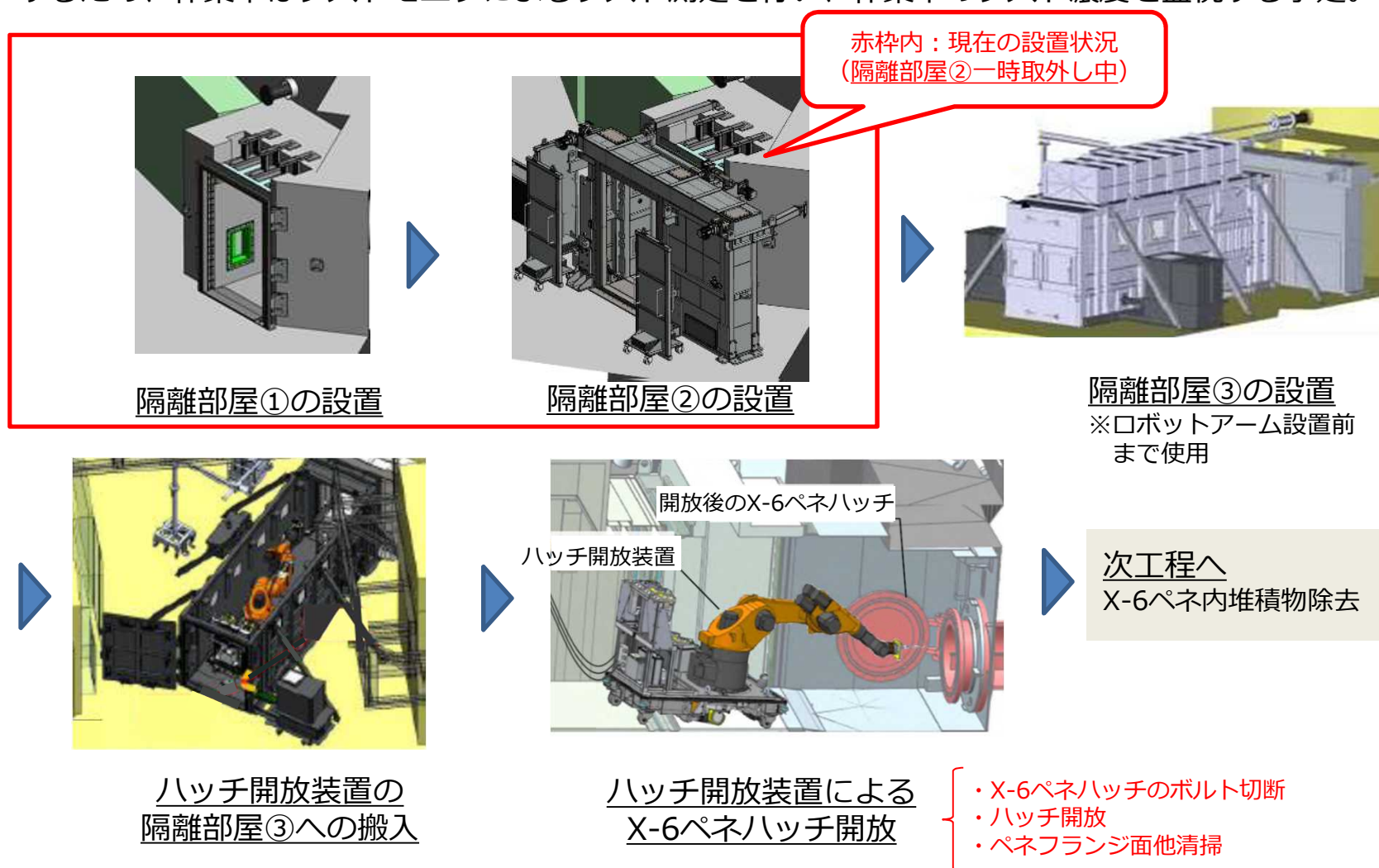
③送り台式ジャッキ

エンクロージャの搬入試験の状況

4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋設置）

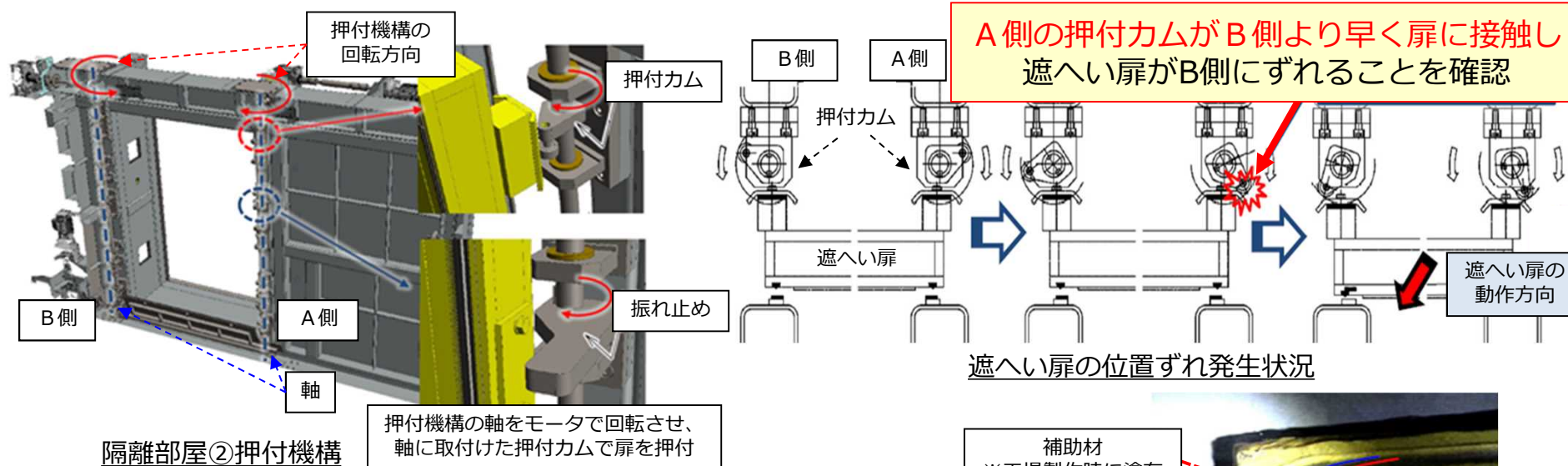
20221027
チーム会合資料再掲

- 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。

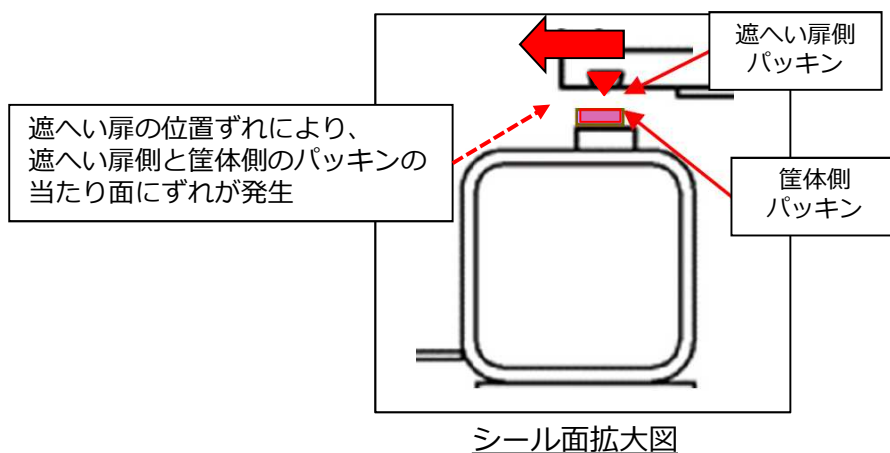


4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋② 遮へい扉の調査結果）

- 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 側の押付カムの巡回開始位置や巡回のタイミングがずれていることを確認。

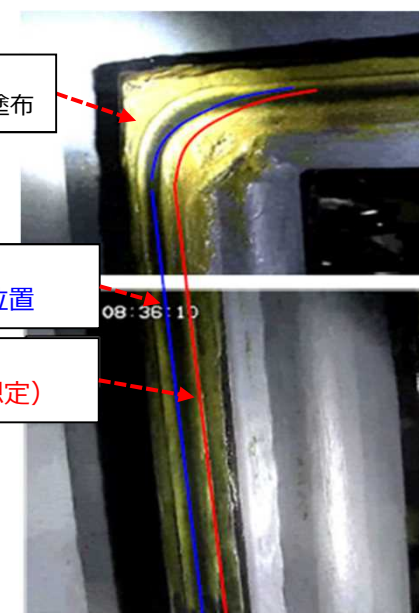


遮へい扉が B 側にずれたことにより、遮へい扉と筐体側のパッキンが合わさらず、気泡が発生。（推定）



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）



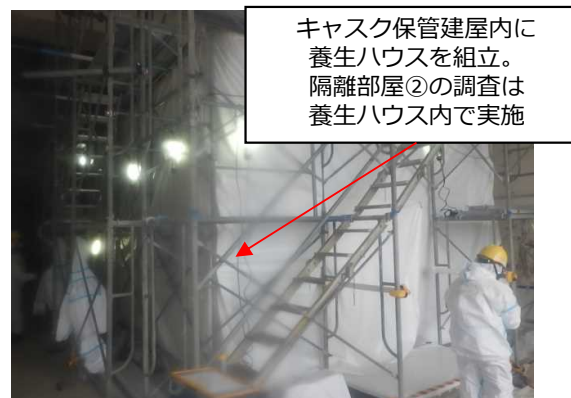
上記写真は筐体側パッキン X-6ペネからの視点

4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋② キャスク保管建屋へ搬出）

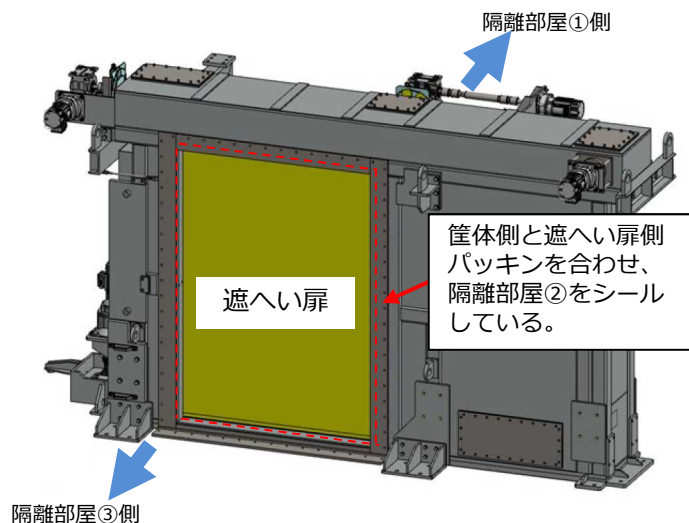
- 比較的線量の低い場所でパッキンの交換と押付機構の調整を行うため、隔離部屋②の取外しを行い、2号機原子炉建屋から搬出し、キャスク保管建屋に運搬。
- キャスク保管建屋にて押付機構の調査、パッキンの現品調査、筐体側パッキン（改良型）の取付を実施。
- パッキンの要素試験は、メーカ工場にて実施中。



<隔離部屋②運搬状況>



<隔離部屋②作業状況>



<隔離部屋②>



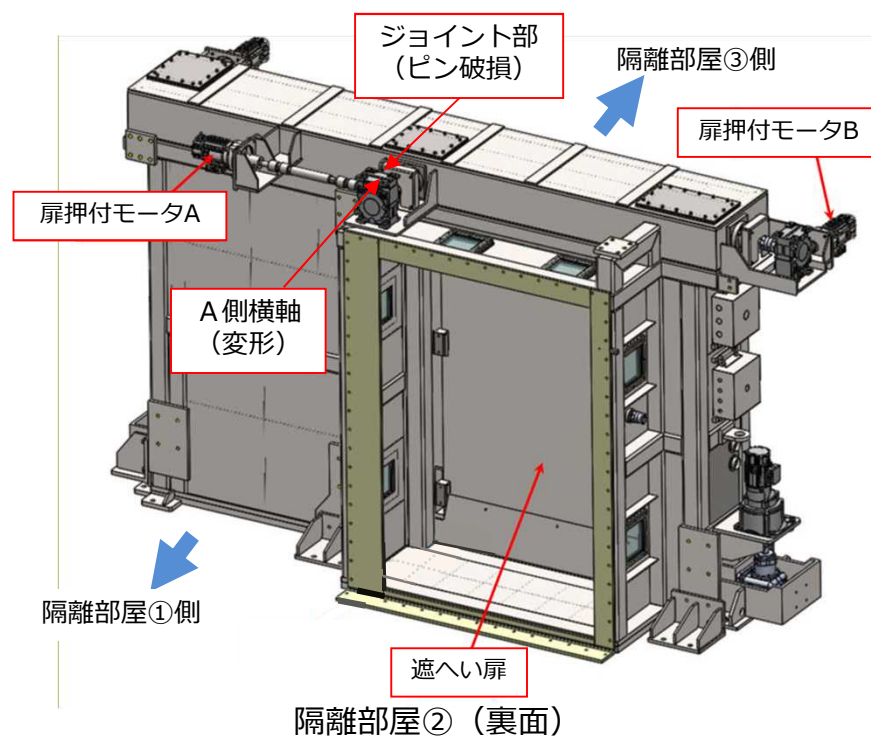
<改良型パッキン取付>



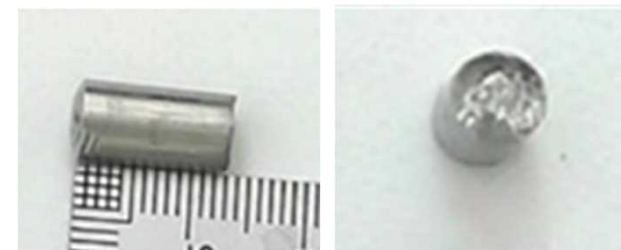
<扉側パッキン取付>

4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋② 押付機構の調整）

- ・ 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。



A側横軸の変形



ピン破損状況
※取付前寸法約50mm

<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。

5. 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 ▽12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

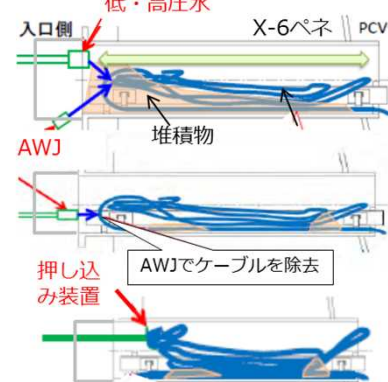
ハッチ開放装置



- 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

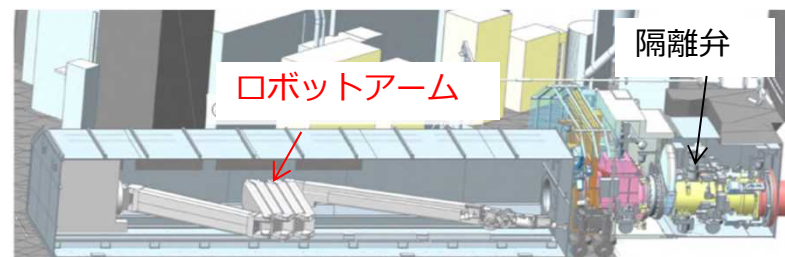
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

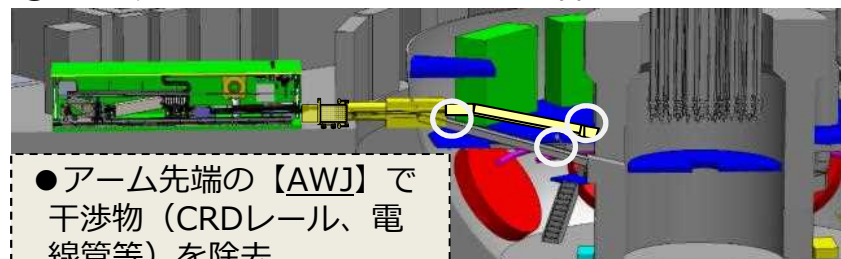
4. ロボットアーム設置

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



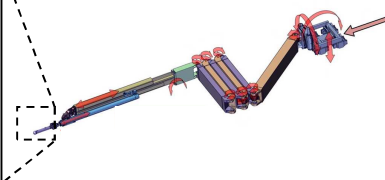
② ロボットアームによるデブリ採取

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