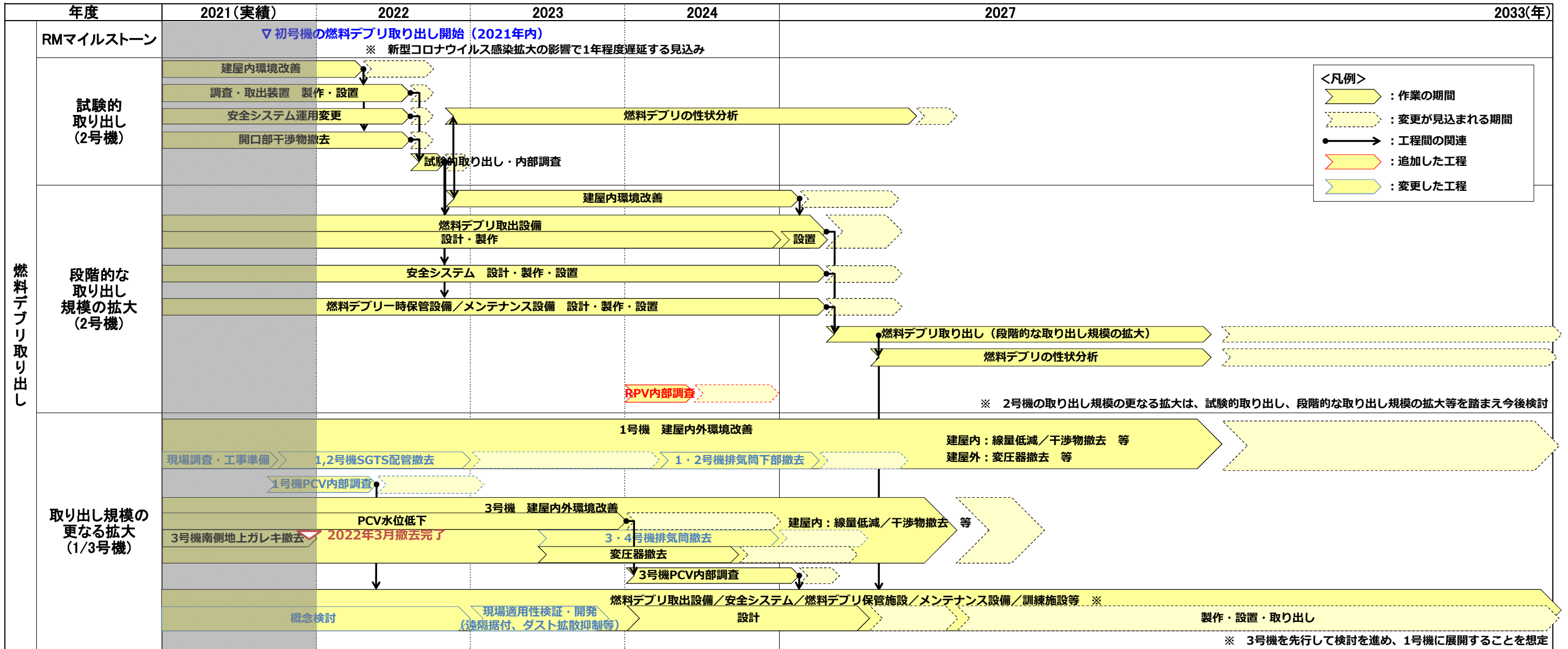


燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

| 分野 | 計画 | 作業内容 | これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定 | 9月 | | 10月 | | | 11月 | | | 12月 | | | 1月 | | | 2月 | | | 3月 | | | 4月以降 | | | 備考 | | | | | | | |
|-------------|-------------|---|---|---------------------------------------|---|---|--|-----------------------------|---------------------------------------|----|---|-----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|------|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|
| | | | | 16 | 25 | 2 | 9 | 16 | 23 | 30 | 7 | 14 | 21 | 28 | 5 | 12 | 19 | 26 | 2 | 9 | 16 | 23 | 30 | 6 | 13 | 20 | | 27 | | | | | | |
| 燃料デブリ取り出し準備 | 原子炉建屋内の環境改善 | 1号機 (実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続) | 現場作業 | 2階線量低減に向けた準備作業 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2号機 (実績)なし (予定) ○建屋内環境改善(継続) | 現場作業 | 2階北側エリア除染 最新工程反映 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 3号機 (実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続) | 検討・設計 現場作業 | 1階北東南東エリア除染 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 格納容器内水循環システムの構築 | 現場作業 | 圧力抑制室内包水のサンプリング 最新工程反映 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2号機 (実績)なし (予定)なし | 現場作業 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 3号機 (実績) ○原子炉格納容器水位低下(継続) ○圧力抑制室内包水の水质改善(継続) (予定) ○原子炉格納容器水位低下(継続) ○圧力抑制室内包水の水质改善(継続) | 現場作業 | 3号機格納容器内取水設備の運転開始 (継続実施) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 共通 | 検討・設計 | 燃料デブリ取り出し準備の拡大(1/3号機) 燃料デブリ取り出し準備の拡大(2号機) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1号機 (実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(継続) | 現場作業 | PCV内部調査 1/2号機SGTS配管撤去(残り分) 時期調整中 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 2号機 (実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) | 検討・設計 現場作業 | PCV内部調査 ロボットアームの性能確認試験・モックアップ・訓練(国内) PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業 時期調整中 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 3号機 (実績) (予定) | 現場作業 | PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業 時期調整中 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

| 分野名 | 括り | 作業内容 | これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定 | 9月 | | 10月 | | | 11月 | | | 12月 | | | 1月 | | | 2月 | | | 3月 | | | 4月以降 | 備考 |
|---------------------------|--------------------|--------------------|---|-------|------|---|---|----|-----|----|---|-----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|------|----|
| | | | | 16 | 25 | 2 | 9 | 16 | 23 | 30 | 7 | 14 | 21 | 28 | 5 | 12 | 19 | 26 | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | | |
| 廃炉中長期実行プラン2022 目標工程 | RPV/PCV健全性維持 | 圧力容器/格納容器の健全性維持 | (実績) ○腐食抑制対策 ・窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施 (継続) | 検討・設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (予定) ○腐食抑制対策 ・窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施 (継続) | | 現場作業 | 腐食抑制対策（窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炉心状況把握 | 炉心状況把握 | (実績) ○事故関連factデータベースの更新（継続） ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新（継続） | 検討・設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (予定) ○事故関連factデータベースの更新（継続） ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新（継続） ○2号機燃料取扱機操作室調査の実施 | | 現場作業 | 事故関連factデータベースの更新 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ●燃料デブリの処理・処分方法の決定に向けた取り組み | 取出後の燃料デブリ安定保管 | 燃料デブリ性状把握 | (実績) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等（継続） | 検討・設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (予定) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等（継続） | | 現場作業 | 【研究開発】燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ●段階的な取り出し規模の拡大（2号機） | 燃料デブリ臨界管理技術の開発 | 燃料デブリ臨界管理技術の開発 | (実績) ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発（継続） ・臨界防止技術の開発（継続） | 検討・設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (予定) ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発（継続） ・臨界防止技術の開発（継続） | | 現場作業 | 【研究開発】「燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた技術の開発」の一部として実施 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 | 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 | (実績) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応（継続） 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発（継続） | 検討・設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (予定) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応（継続） 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発（継続） | | 現場作業 | 【研究開発】粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応 (粉状及びスラリー・スラッジの調査、分析等) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



注：今後の検討に応じて、記載内容には変更があり得る

1号機 P C V水位低下に向けたS / C内包水 サンプリング作業の実施について

2022年10月27日

TEPCO

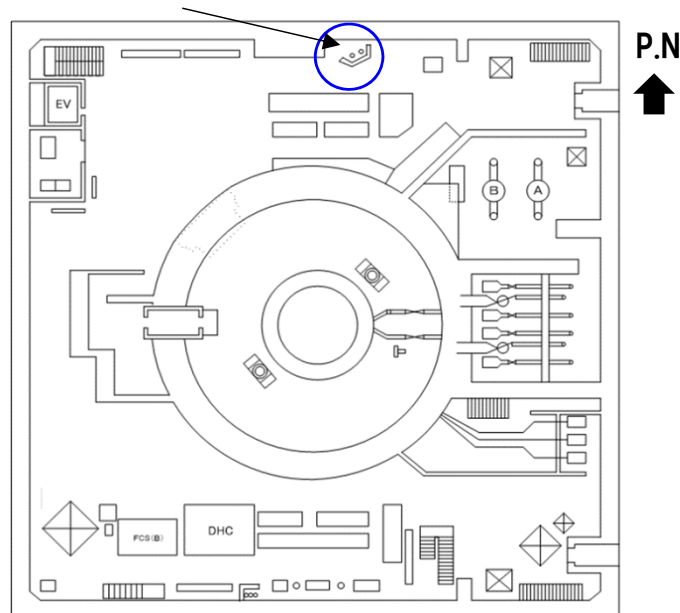
東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

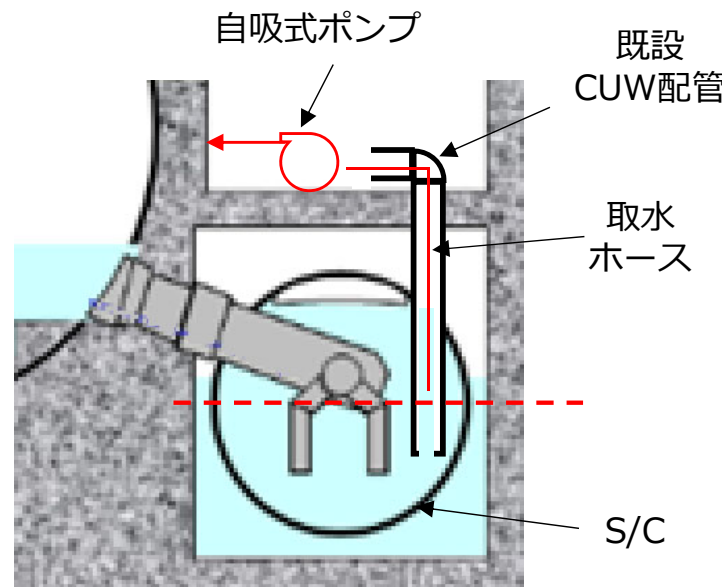
- 1号機PCVの耐震性向上としてPCV水位を低下させるため、既設配管(CUW配管)を活用した取水設備※1の設置を計画している。 ※1：3号機は、既設配管(RHR配管)を活用した取水設備を設置済み。
- 取水設備の設計検討にあたり、S/C内包水の水質確認のため、取水口の候補であるCUW配管から、S/C内包水のサンプリング作業(S/C底部カメラ調査含む)を計画している。
- S/C内包水のサンプリングに関する作業を、2022年11月～2023年1月に実施する予定。

既設CUW配管 (取水設備の取水口候補) 雰囲気線量：1～10mSv/h (遮へい等による線量低減を計画中)

PCV:原子炉格納容器
S/C:圧力抑制室
CUW:原子炉冷却材浄化系



1号機R/Bの1階平面図



S/Cに接続する既設配管を用いた取水イメージ



既設CUW配管

2. 作業内容

1. CUW逆止弁の開放

- CUW逆止弁内及び配管内の**滞留ガス確認**。
- CUW逆止弁の弁蓋の撤去。

2. CUW配管内部及びS/C底部の確認

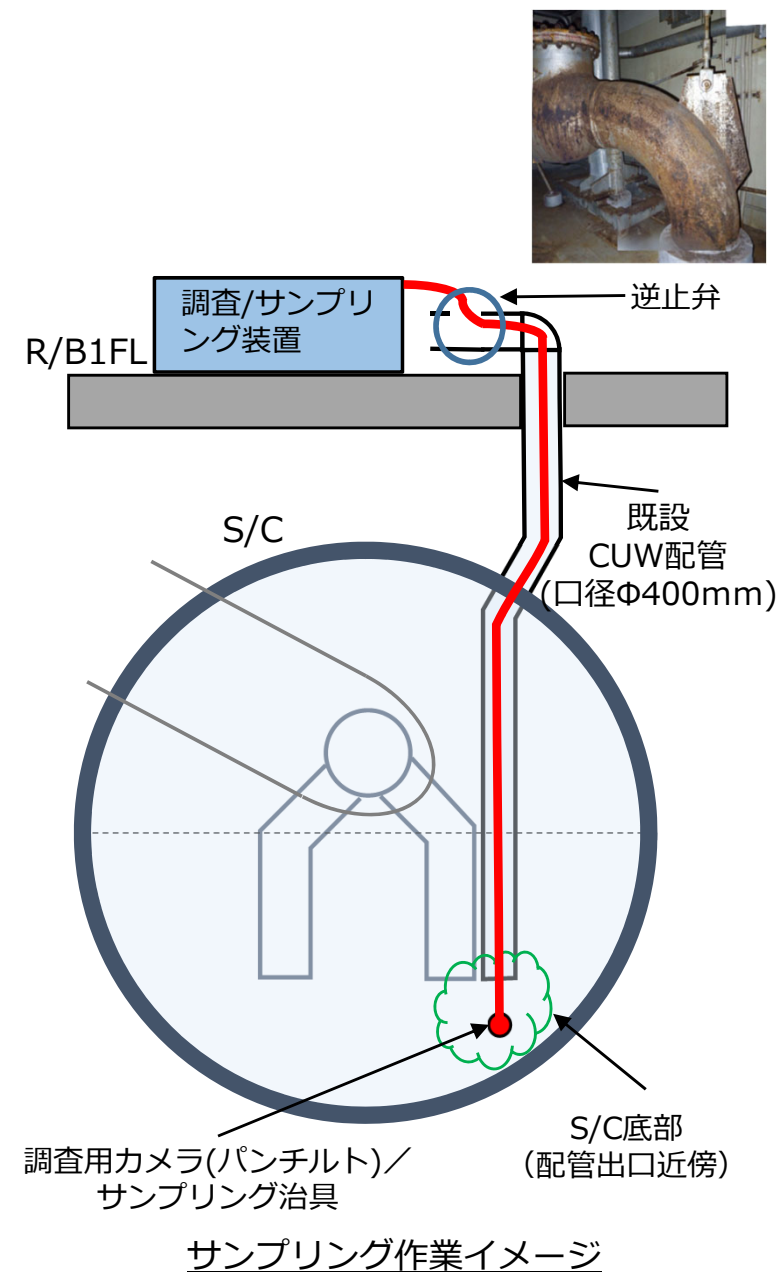
- CUW逆止弁開放部から、**調査用カメラ**を挿入。
- 調査用カメラを配管出口近傍まで挿入し、**配管内及びS/C底部の目視確認、線量測定**を行う。

3. S/C内包水サンプリング

- CUW逆止弁開放部から、採水ホースを挿入。
- 配管出口近傍の**S/C内包水のサンプリング**を行う。

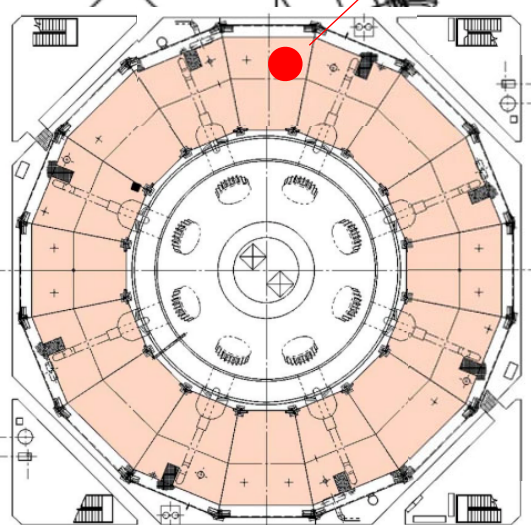
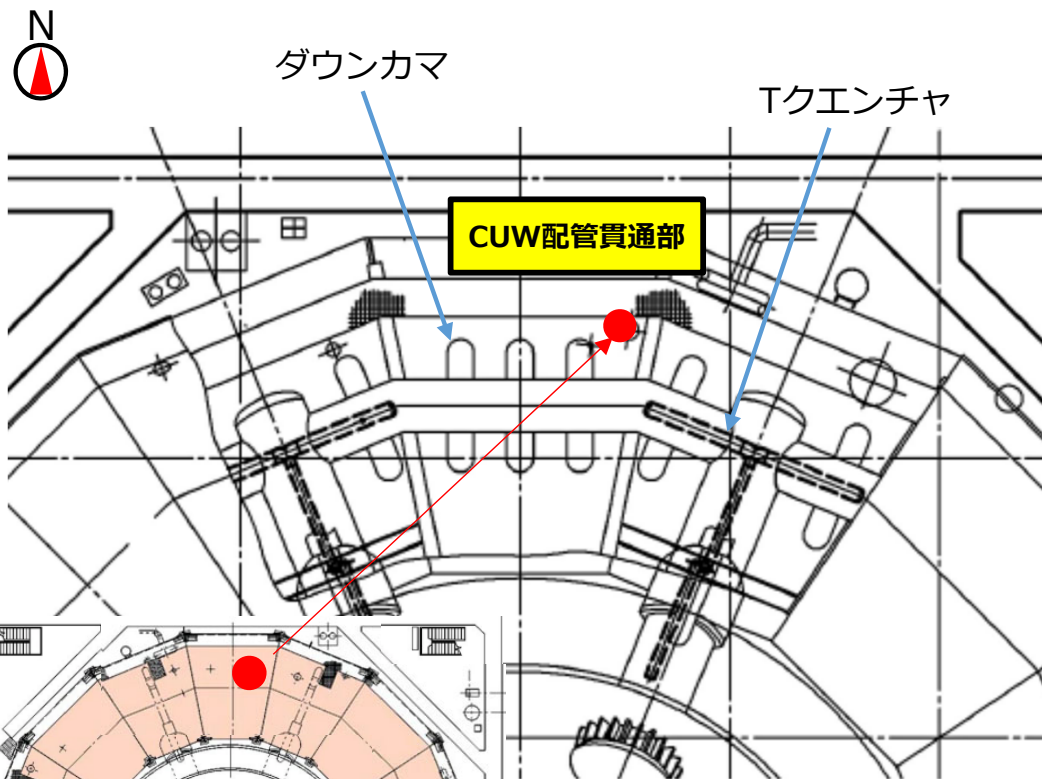
4. CUW逆止弁の開放部の閉止

- サンプリング終了後、CUW逆止弁の開放部の閉止を行う。



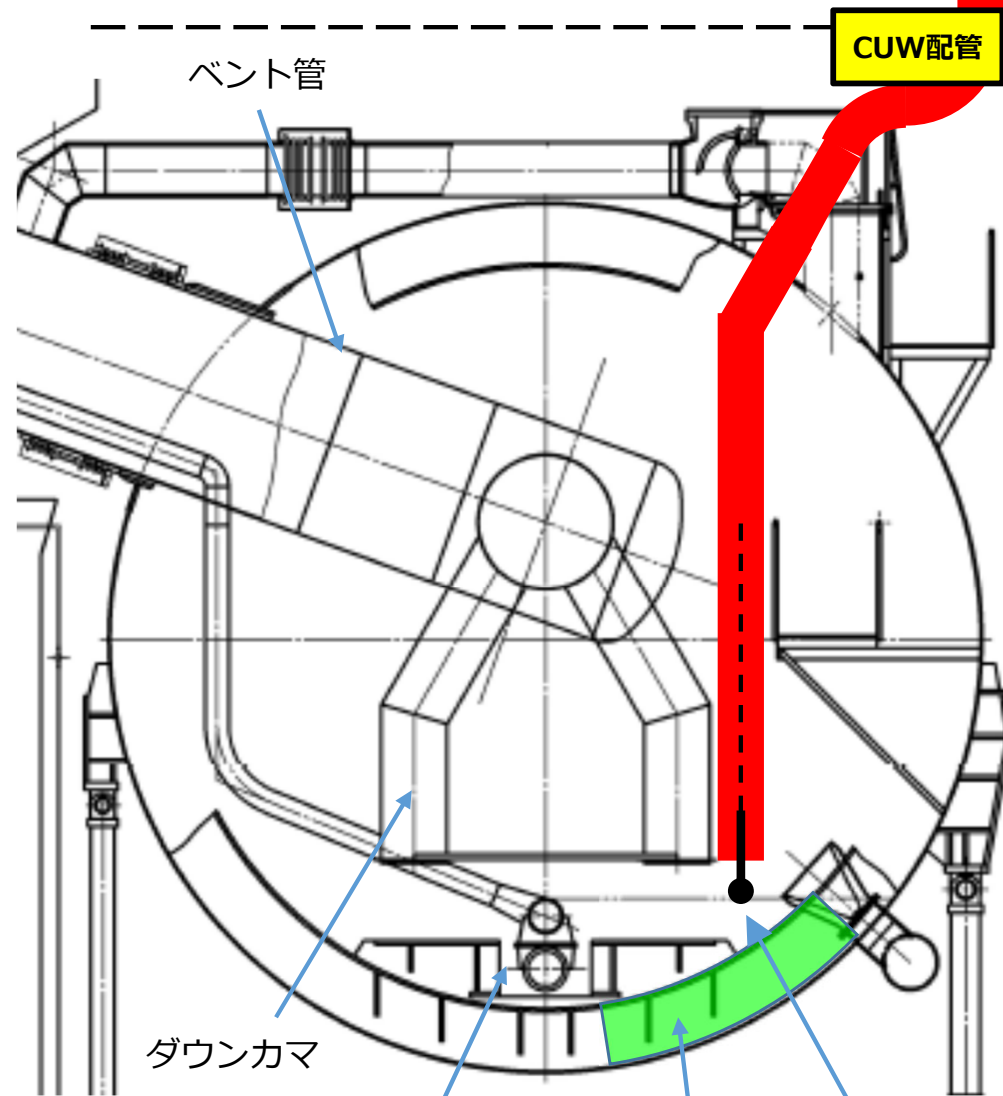
3. 調査カメラ・サンプリング治具のS/C内挿入位置

- 調査カメラ/サンプリング治具は、取水設備の取水口となるCUW配管出口近傍に位置させる。



S/C平面図

[補足]
調査用カメラによる確認は、S/C底部(堆積物の有無)の状況、S/C内表面、ダウンカマ下部、Tクエンチャ等の構造物が見れる可能性があるが、S/C内包水の透明度により影響される。



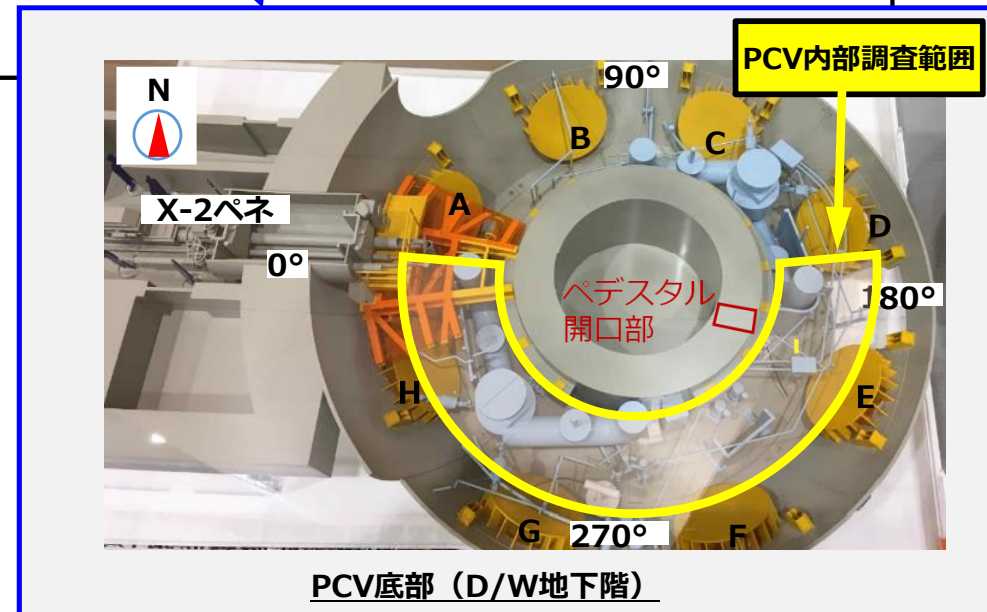
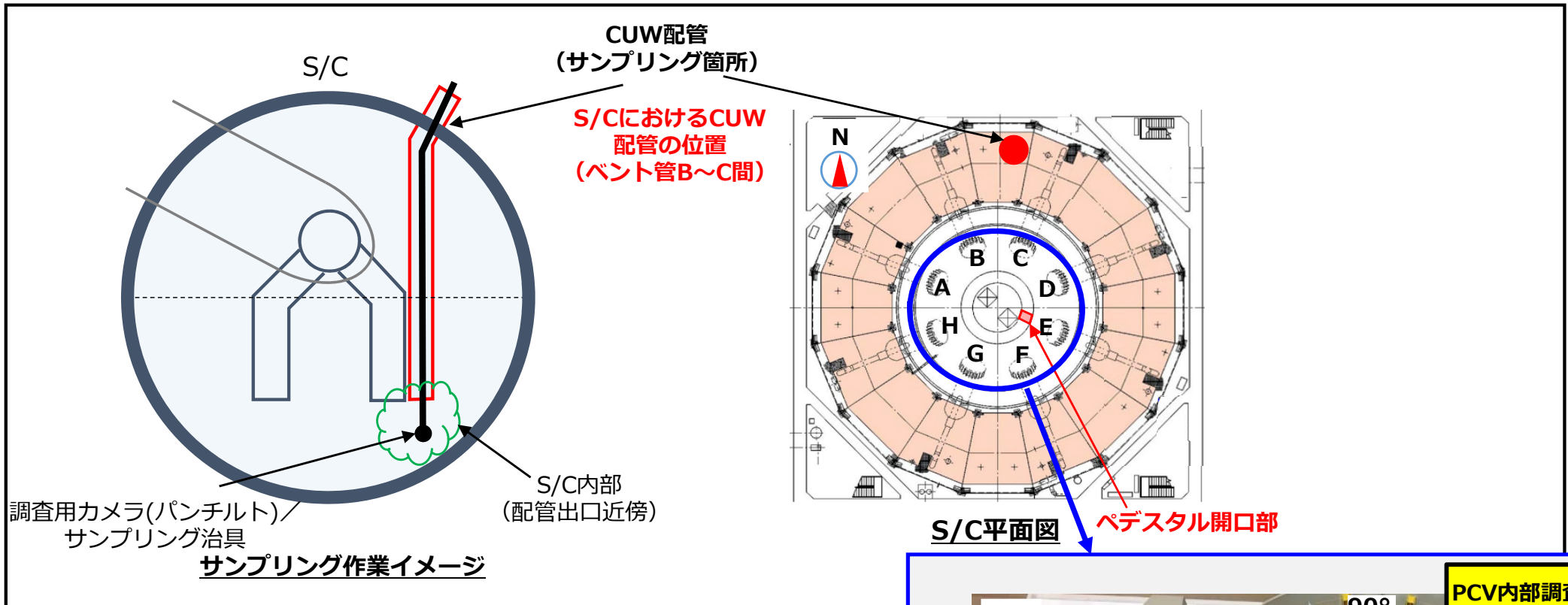
ダウンカマ

Tクエンチャ

強め輪

調査用カメラ(パンチルト)/
サンプリング治具

参考. S/Cにおける調査カメラ・サンプリング治具の挿入位置










4. 本作業で採取する試料の分析について

■ CUW逆止弁・配管内の滞留ガス及びS/C内包水の分析項目

| 試料 | 目的 | 分析項目※1 |
|-----------------|--|--|
| CUW逆止弁・配管内の滞留ガス | <ul style="list-style-type: none">逆止弁開放作業の安全確保として可燃性ガス滞留の確認のため。事故由来のガスであるかの特定のため。 | 水素 硫化水素 酸素 Kr-85 |
| S/C内包水 | S/Cの内包水は、線量が高いことが想定される。設置を計画している取水設備の仕様検討のため。 | Cs-134,137 塩素 H-3 全α 全β 他 |

※1 3号機RHR配管で確認された滞留ガスの分析項目と同じ。

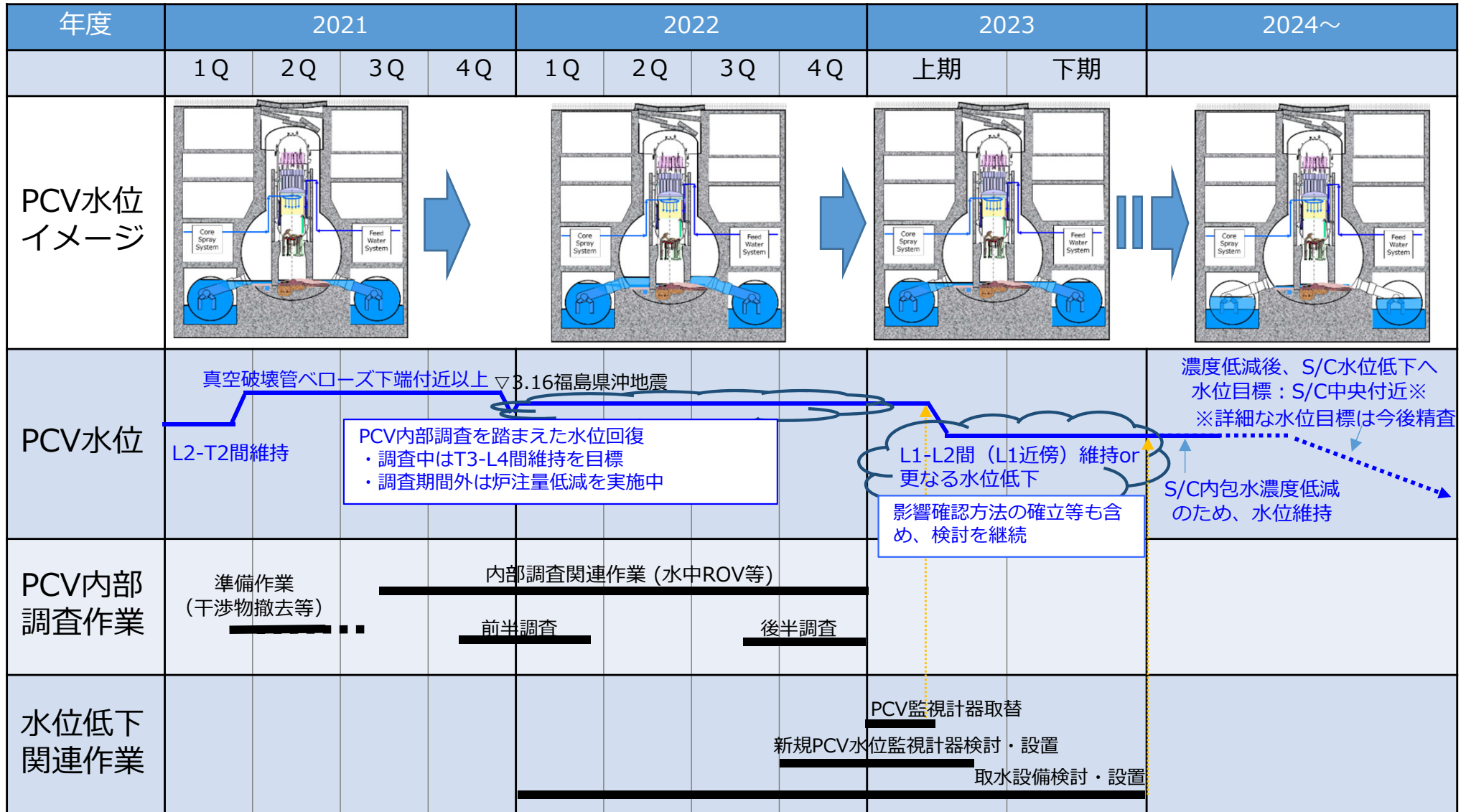
5. スケジュール（予定）

| | 2023年 | | |
|-------------------------|--|--|--|
| | 11月 | 12月 | 1月 |
| 1号機 S/C内包水 サンプリング | 準備（モックアップ含む）  CUW逆止弁の滞留ガス確認  CUW逆止弁の開放（確認後、一旦閉止）  | 資機材搬入・装置設置等準備  | S/C底部確認(カメラ調査)  S/C内包水サンプリング  CUW逆止弁の閉止・片付け  |

【補足】 滞留ガス確認の結果、水素ガスを検出した場合は、気体の分析を行った後、水素ガスパーシ（窒素封入）を行う計画。その場合、工程の変更が生じる。

(参考) 1号機 PCV内部調査後のPCV水位低下の取り組み

- 当面（2022年度）は、デブリ取り出しに向けたPCV内部調査作業のため、調査期間中はT3-L4間を目標にPCV水位を維持し、調査期間外は炉注量低減を実施中
- その後、原子炉圧力容器(RPV)温度、PCV温度を確認しながら、段階的にPCV水位を低下させ、最終的には、圧力抑制室（S/C）水位の低下を目指していく



2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

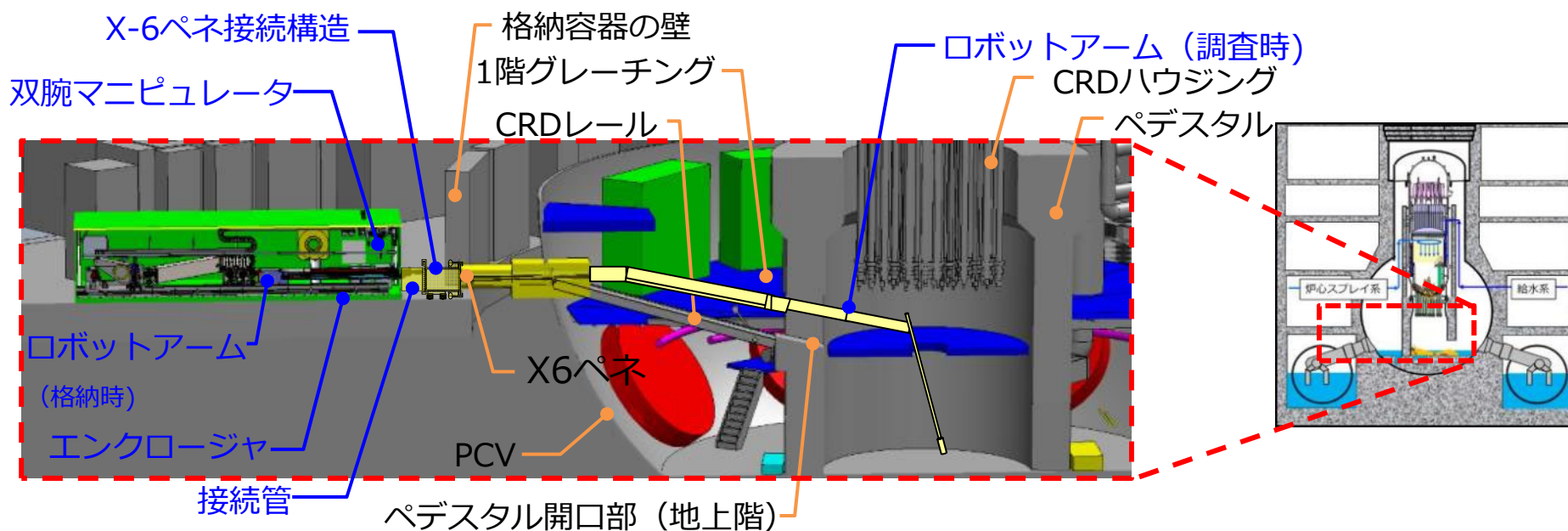
2022年10月27日

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くつか、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

- 櫛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を継続実施中。
- なお、櫛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。

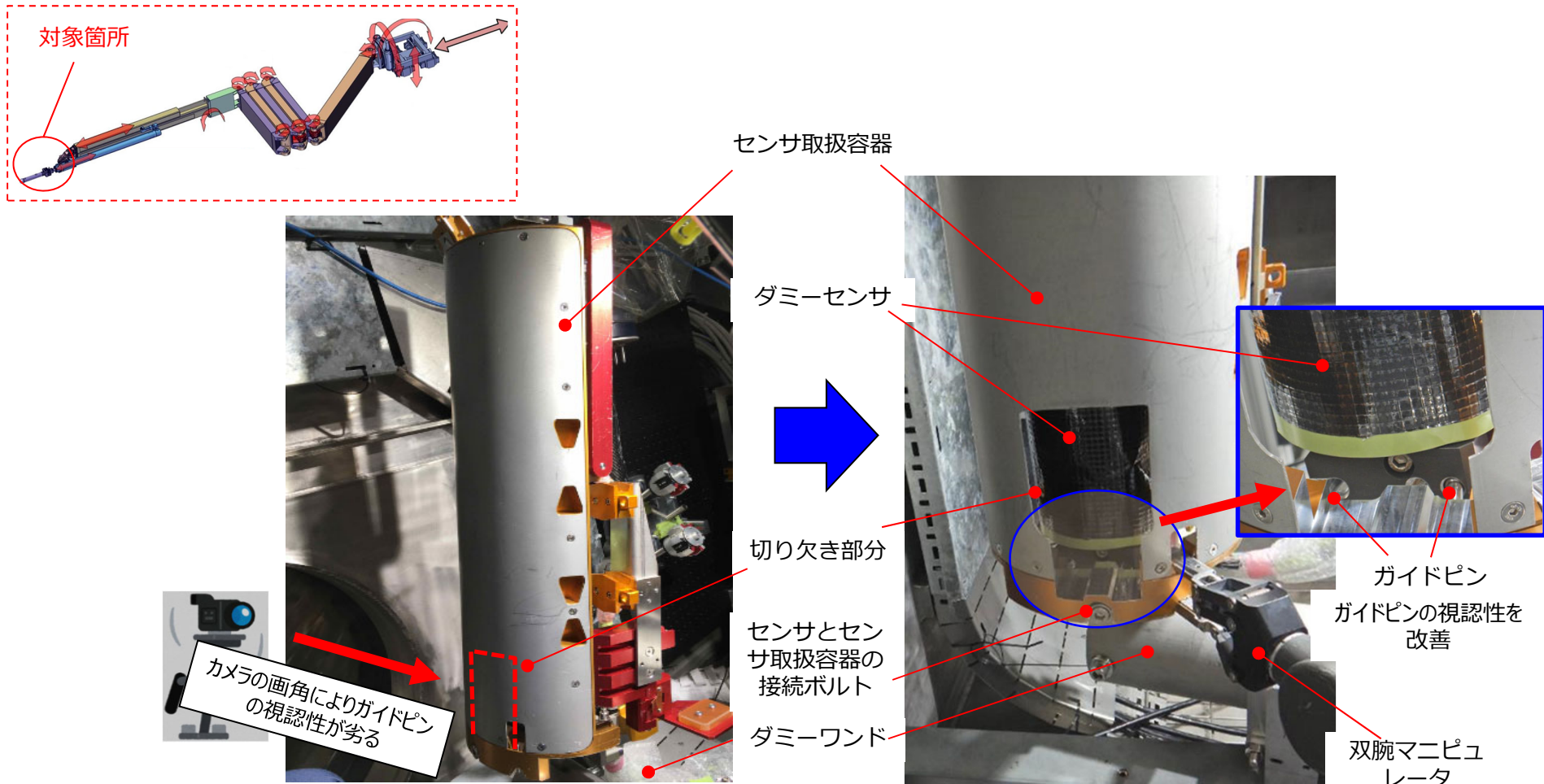
性能確認試験項目

| 試験分類 | 試験項目 | MHI 神戸 | 櫛葉 |
|----------------------------|---|-----------|----|
| ロボットアーム関連 | X-6ペネの通過性 | ▲ | ○ |
| | AWJによるX-6ペネ出口の障害物の撤去 | ▲ | ○ |
| | 各種動作確認（たわみ測定等） | ● | ○ |
| | 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 | | ○ |
| | PCV内部障害物の撤去 ・X6ペネ通過後のPCV内障害物の切断 | | ○ |
| 双腕マニピュレータ関連 | センサ・ツールとアームの接続 | ▲ | ○ |
| | 外部ケーブルのアームへの取付/取外し | ▲ | ○ |
| | センサ・ツールの搬入出 | ▲ | ○ |
| | アーム固定治具の取外し | | ○ |
| | アームカメラ/照明の交換 | ▲ | ○ |
| | エンクロージャのカメラの位置変更 | ▲ | ○ |
| | アームの強制引き抜き | | ○ |
| 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み合わせ、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 | | ○ |

【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・ツールとアームの接続

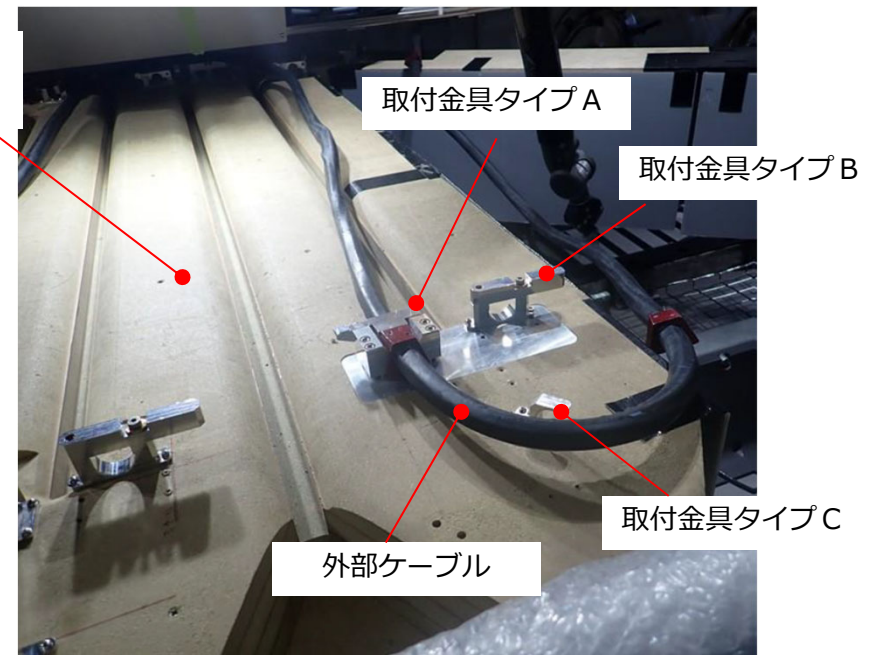
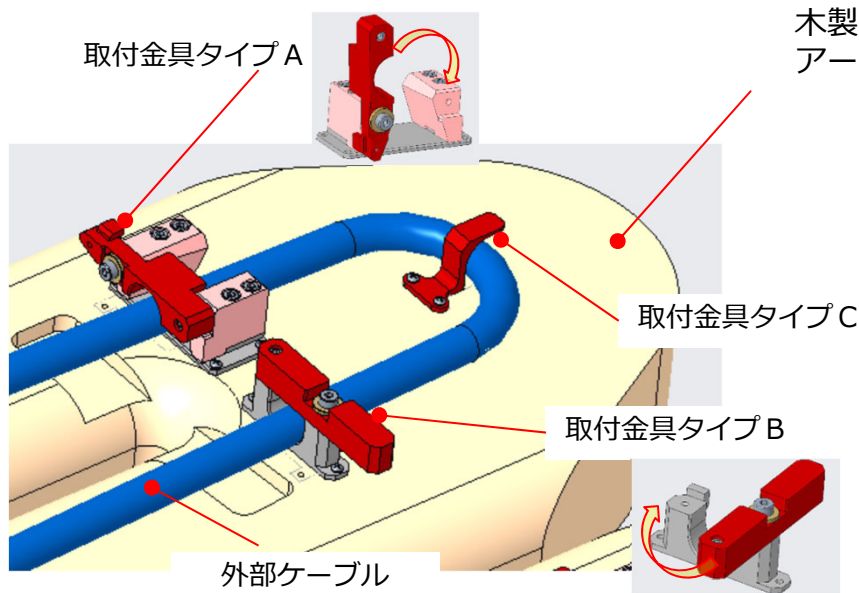
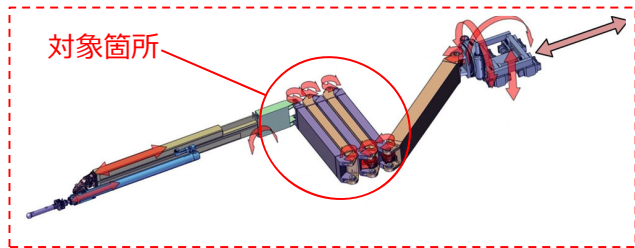
- 神戸における試験にて、アームへの先端ツール（センサ・センサ取扱容器）の取付/取外し作業の成立見通しは得られていたが、作業性改善項目として「視認性の改善」を抽出。
- 今回、楯葉にて「センサ取扱容器の一部を切り欠く」ことにより作業性の改善を確認。



センサ・ツールとアームの接続試験の状況

3. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 外部ケーブルのアームへの取付/取外し

- その他外部ケーブルのアームへの取付/取外作業性の向上を図るべくケーブル取付金具の構造を更に改良しその効果を確認中。（3種類の取付金具タイプを試作、作業性改善効果を確認。今後、実機へ反映する金具タイプを選定予定。）



外部ケーブルのアームへの取付/取外し試験の状況

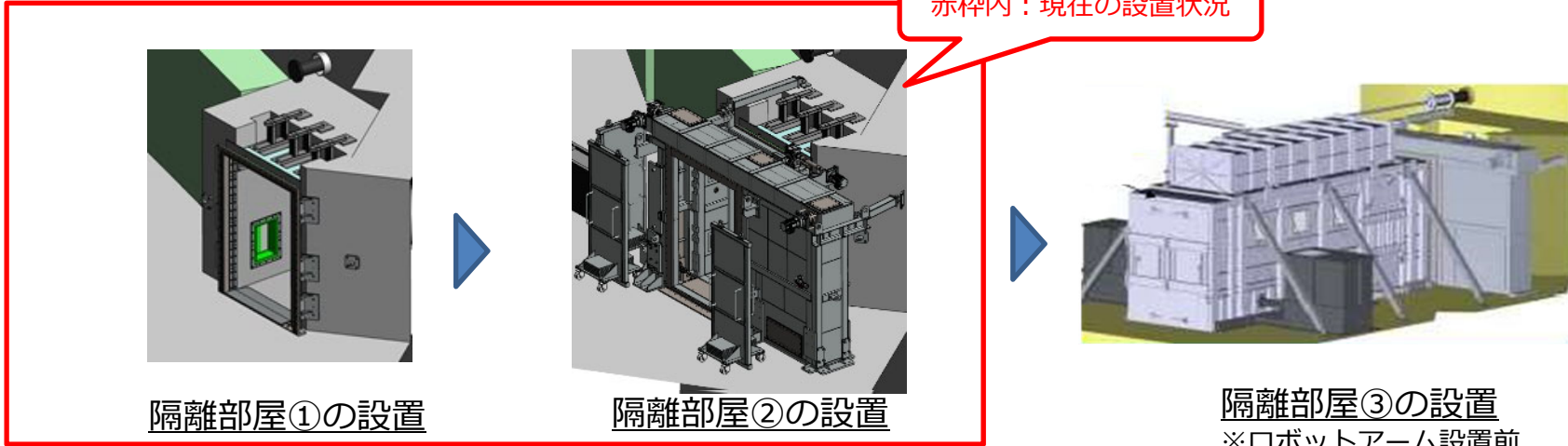
4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋設置）

20220526
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。

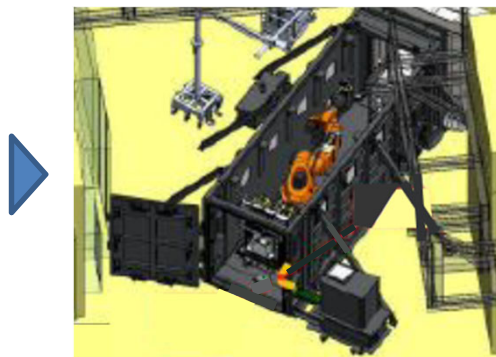
赤枠内：現在の設置状況



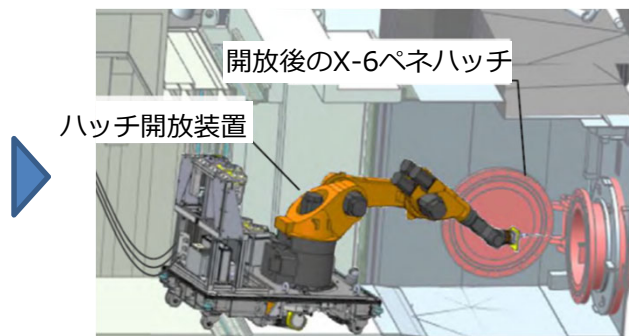
隔離部屋①の設置

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



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
- ペネフランジ面他清掃

4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋①対策 箱型ゴム⇒金属板交換完了）

- 隔離部屋①②据付状態確認時の圧力低下事象の原因調査をしたところ、X-6ペネハッチ開放時にペネフランジ把手を収納する箱型ゴム部に損傷を確認。
- 箱型ゴム部損傷の対策として、箱型ゴム部を金属製平板に交換し、X-6ペネハッチ把手を切断することを検討。
- 箱型ゴム部を取り外し、金属製平板を取り付け、金属製平板の単体漏えい確認にて漏えいがないことを確認。
- X-6ペネハッチの把手切断は、工場モックアップ試験にて成立性を検証中。

<作業状況>



箱型ゴム取外し作業



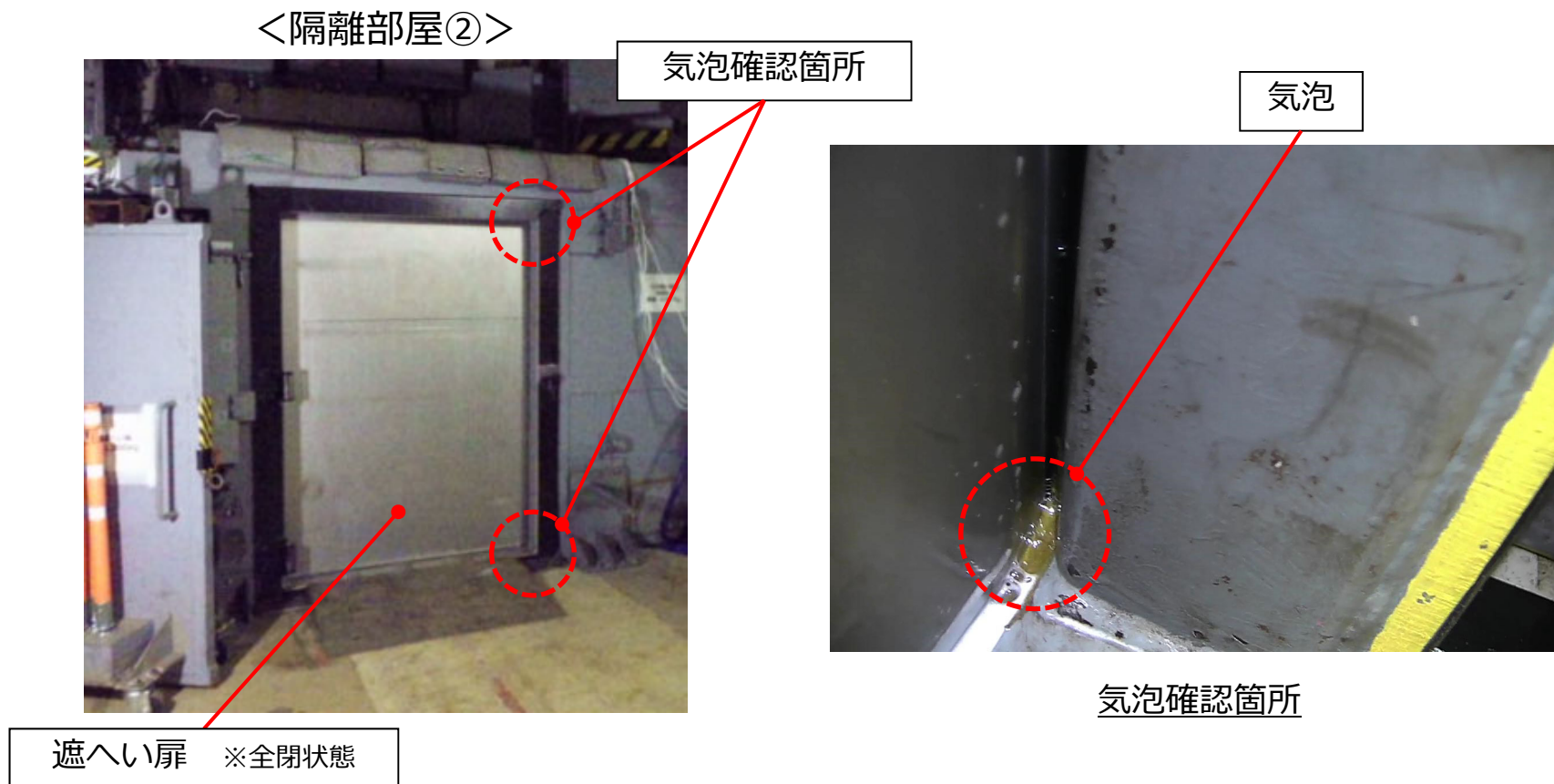
金属製平板取付け作業

<箱型ゴム部交換作業実績（人手作業）>

- 遮へい体内線量測定結果：約17mSv/h 約6分交代作業
- 最大被ばく線量：1.34mSv/日

4. 現場作業の進捗状況（隔離部屋①② 据付状態確認）

- 隔離部屋①の箱型ゴム部を金属製平板に交換し、隔離部屋②のガイドローラの構造変更等を行い、隔離部屋①と②の接続作業を実施。
- 据付状態確認（加圧確認）を実施したところ、遮へい扉に発泡液を塗布した際に気泡が発生していることを確認。引き続き、扉押付量等の調整及び隔離部屋②据付を実施中。



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榎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、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 ▽10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) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
 これまでの試験結果と改良が見込まれる点の対応状況

| | 項目 | これまでの試験結果 | 改良が見込まれる点 | 状況 |
|-----------|----------------------|---|---|------|
| ロボットアーム | AWJによるX-6ペネ出口の障害物の撤去 | AWJによるX-6ペネ出口の障害物（干渉ケーブル・CRDレール）の切断除去の見通しを確認 | 切断順序やAWJの噴射方向等、手順詳細化/見直しを楢葉にて実施予定 | 今後実施 |
| | X-6ペネの通過性 | X-6ペネ模擬体の通過試験を行い、通過できることを確認 | a ・作業時間短縮の観点からアーム動作速度向上対策を楢葉にて実施中 ・楢葉モックアップでの試験において、実機の位置と、アーム運転システム（VRシステム）の位置のずれを検証し、より現場にあった、位置決め精度がより向上した制御プログラムへ修正を実施中 ・アームのリンク部分の角度の誤差(指令値と実際の角度の差)を小さくし、位置決め精度を向上を実施中 | 実施中 |
| | 各種動作確認(たわみ測定等) | ・ロボットアームを最大伸長させ、動作状況を確認し、たわみデータを取得 ・楢葉モックアップを用いPCV内、ペDESTAL底部までのアクセスできることを確認 ・デブリ模擬体の採取性の確認 | | |
| 双腕マニピュレータ | 先端ツールとアームの接続 | 模擬アームへの先端ツールの接続作業を実施し、成立見通しを確認 | c ツールの取付位置の視野改善（カメラ位置変更）を実施 | 完了 |
| | 外部ケーブルのアームへの取付/取外 | 模擬アームに先端ツール用の外部ケーブルを取付/取外し作業の成立見通しを確認 | d ケーブルトレイの下側は狭隘なため、ケーブル取付金具構造、取付位置を改善。今後、実機適用の取付金具タイプを選定予定 | 実施中 |
| | 先端ツール等の搬入出 | 物品（先端ツールやケーブル）のエンクロージャ内への搬入出作業の成立性を確認 | e 物品の吊り治具の構造改善及びケーブルドラム背面の視認性改善（切り欠き構造等）を実施予定 | 実施中 |
| | アームカメラの交換 | 模擬アームカメラの取付・取り外し作業を実施し、成立見通しを確認 | f コネクタ把持部が滑りやすいため、滑り防止処置を実施 | 完了 |
| | エンクロージャのカメラ位置変更 | 模擬カメラを使用した設置位置変更作業を実施し、位置変更可能な見通しを得た | カメラ設置作業性を向上させるため、把持部取付け位置・設置方向の改善を実施 | 今後実施 |

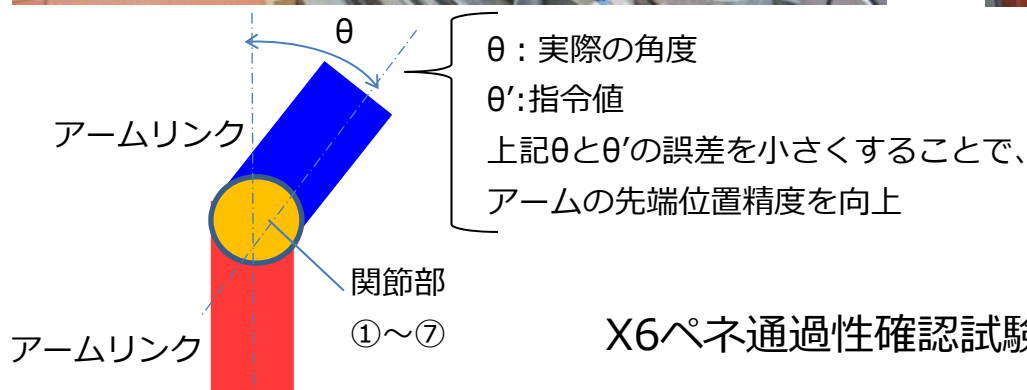
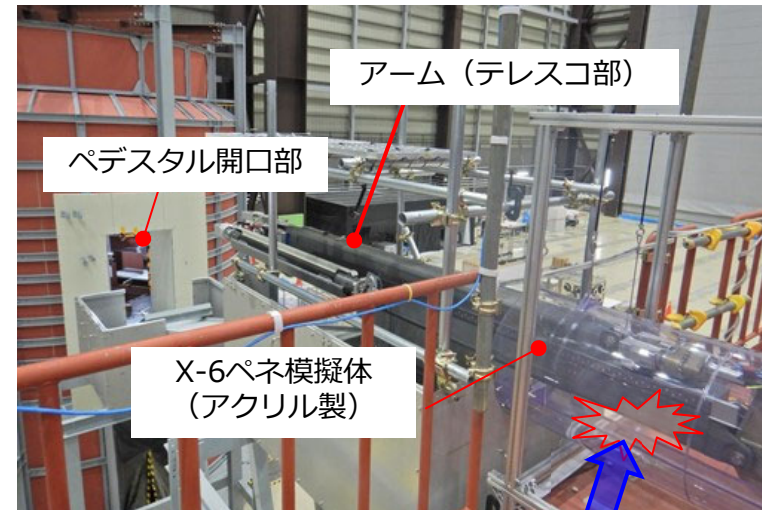
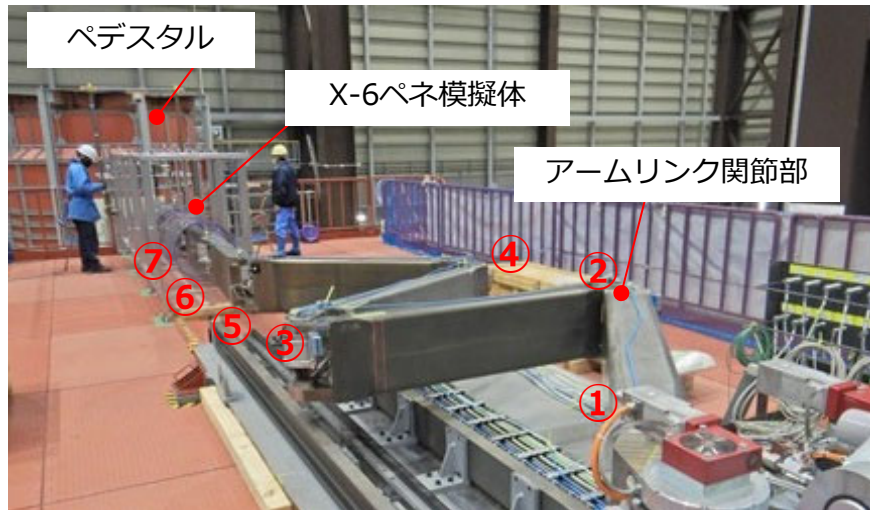
(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
 ロボットアームの性能確認試験

20220630
 チーム会合資料再掲



【今後の改良点 a,b : アーム運転システム/位置決め精度向上】

- ロボットアームの伸縮操作（原点⇒伸長⇒格納）を行い、**アクリル製X6ペネ模擬体の通過性を確認**。
- 今後の改良点として「アームリンク関節部の位置決め精度の向上」を抽出、X6ペネ、ペDESTAL内の狭隘部通過時の接触リスク低減等の観点より、**楯葉にて更なる位置決め精度の向上***を図る予定。
 (* : アームリンク関節部 (①~⑦) の角度誤差(指令値と実際の角度の差)を小さくし接触リスク等を低減)
- 現場に合わせた制御プログラムの修正・精度向上を実施中



接触リスクの低減
 (最小クリアランス : 約15mm)

X6ペネ通過性確認試験の状況

(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
ロボットアームの性能確認試験

20220630
チーム会合資料再掲



【今後の改良点 a,b : アーム運転システム/位置決め精度向上】

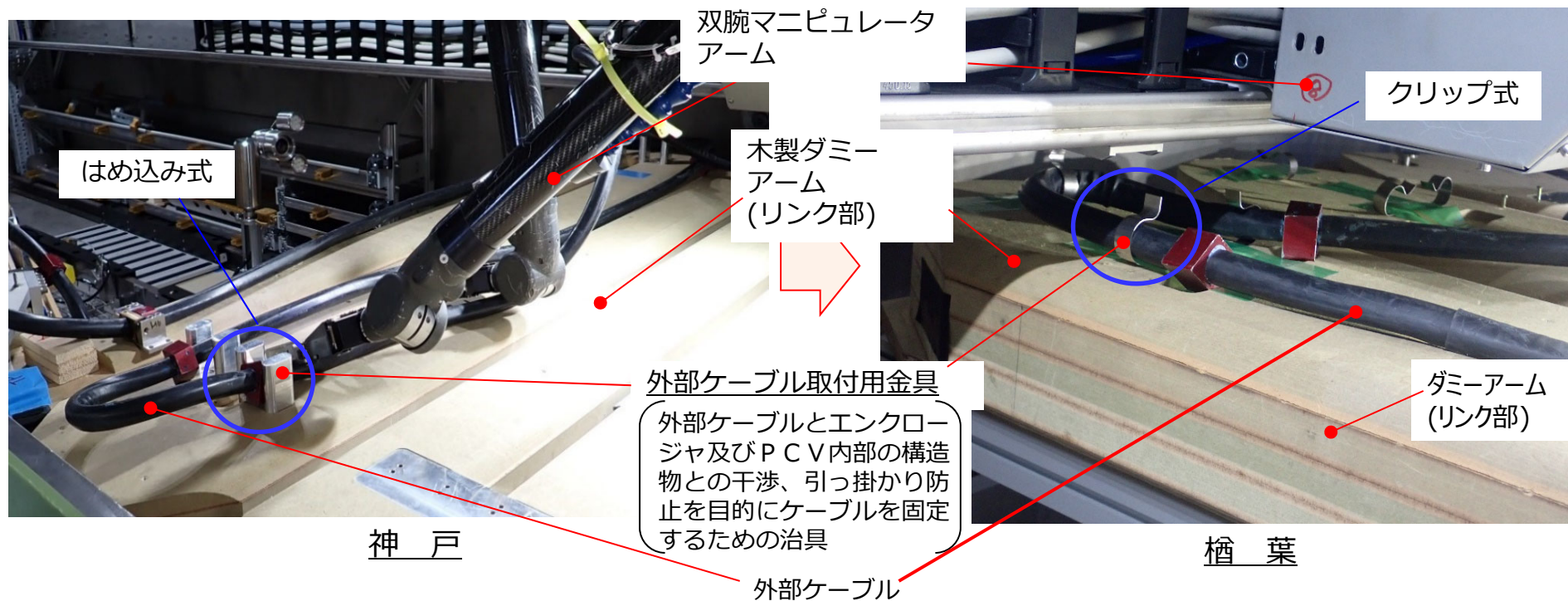
- ・デブリ回収装置をロボットアーム先端へ搭載、PCV内部からペDESTAL底部へアクセスしデブリ模擬体の回収試験を実施し、**~1gのデブリ模擬体の回収が可能**なことを確認。
- ・尚、ペDESTAL底部までのアクセスのための**更なる位置決め精度の向上**を含め運転手順の精緻化を図る。



PCV内部へのアクセス性確認 (デブリ回収) 試験の状況

【今後の改良点 d : 外部ケーブルのアームへの取付/取外し】

- ・神戸における試験にてアームへの外部ケーブルの取付/取外し作業の成立見通しを得ると共に作業性改善項目として「ケーブル取付金具構造、取付位置の改善」を抽出。
- ・今回、楢葉にてケーブル取付金具構造を「クリップ式」に変更することにより作業性の改善を確認。
- ・尚、更なる改良点として「クリップからのケーブルの外れ及びケーブル反力によるクリップ変形リスクの低減」を抽出、今後取付金具構造の更なる改良を図り楢葉にて確認していく。



外部ケーブルのアームへの取付/取外し試験の状況

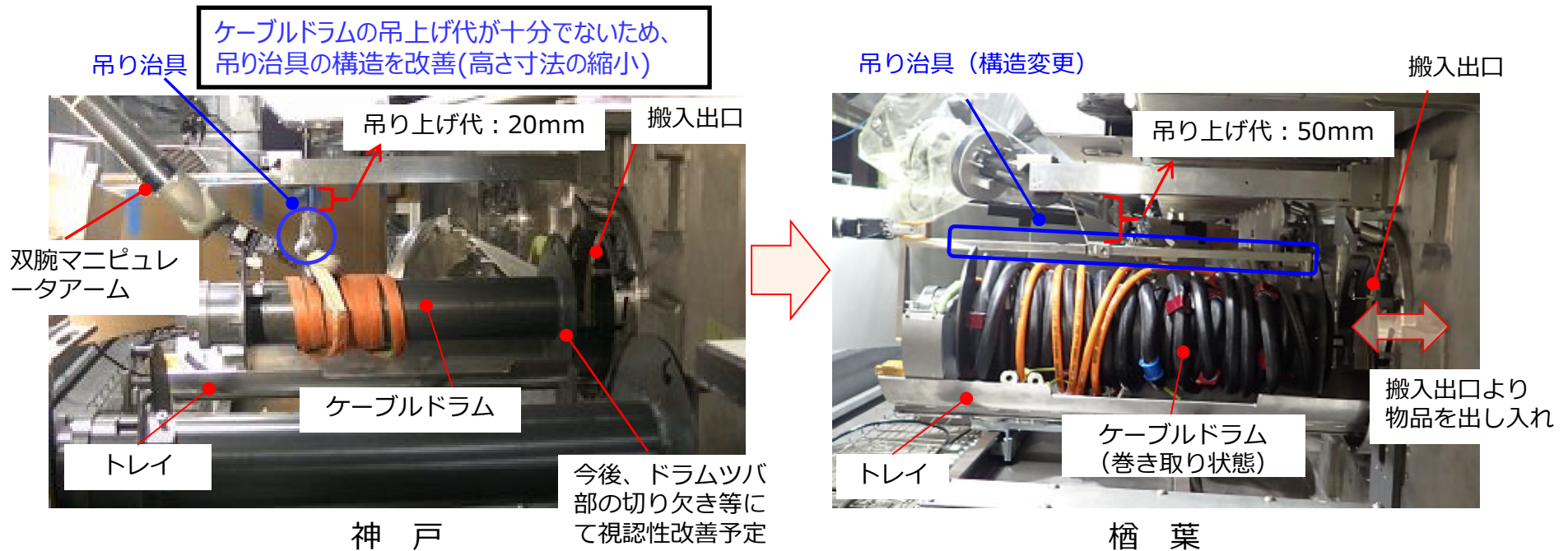
(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
双腕マニピュレータの試験状況

20220630
チーム会合資料再掲



【今後の改良点 e : 先端ツール等の搬入出 (治具構造変更/視認性改善)】

- ・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作業性改善項目として「ケーブルドラム吊り治具/背面構造の改善」を抽出。
- ・今回、楯葉にて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。今後、視認性の改善を図り作業の確実性を高める予定。



センサ・ツールの搬入出試験の状況 (ケーブルドラム)

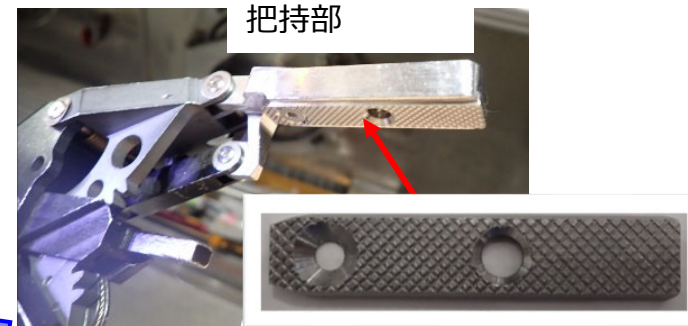
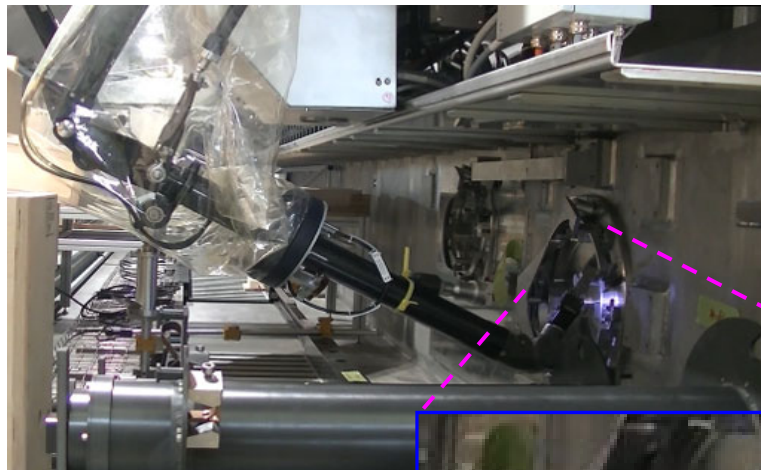
(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
双腕マニピュレータの試験状況

20220630
チーム会合資料再掲



【今後の改良点 f : アームカメラの交換 (マニピュレータ爪先部変更)】

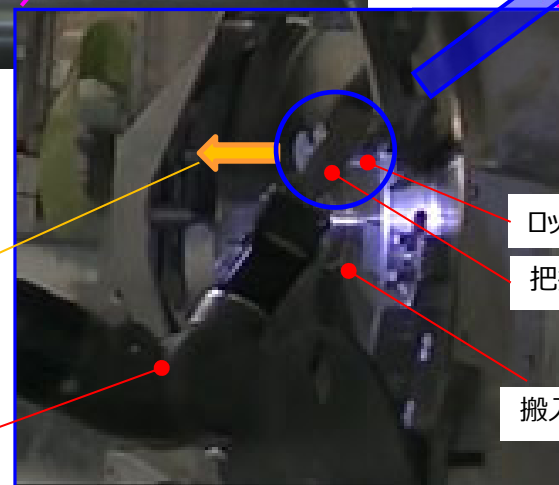
- ・ 神戸における試験にてアームカメラの取付・取り外し作業を実施し作業の成立見通しを得ると共に作業性改善項目として「双腕マニピュレータ把持部の滑り防止」を抽出。
- ・ 今回、樫葉にて「把持部の爪先部品に滑り対策」を実施することにより作業性が改善、対策の有効性を確認。



すべり止め対策として製作した爪先部品

ロックピンを引っ張る際に
把持部が滑る

双腕マニピュレータ
アーム



ロックピン※

把持部

搬入出口

センサ・ツールの搬入出試験の状況 (カメラ)

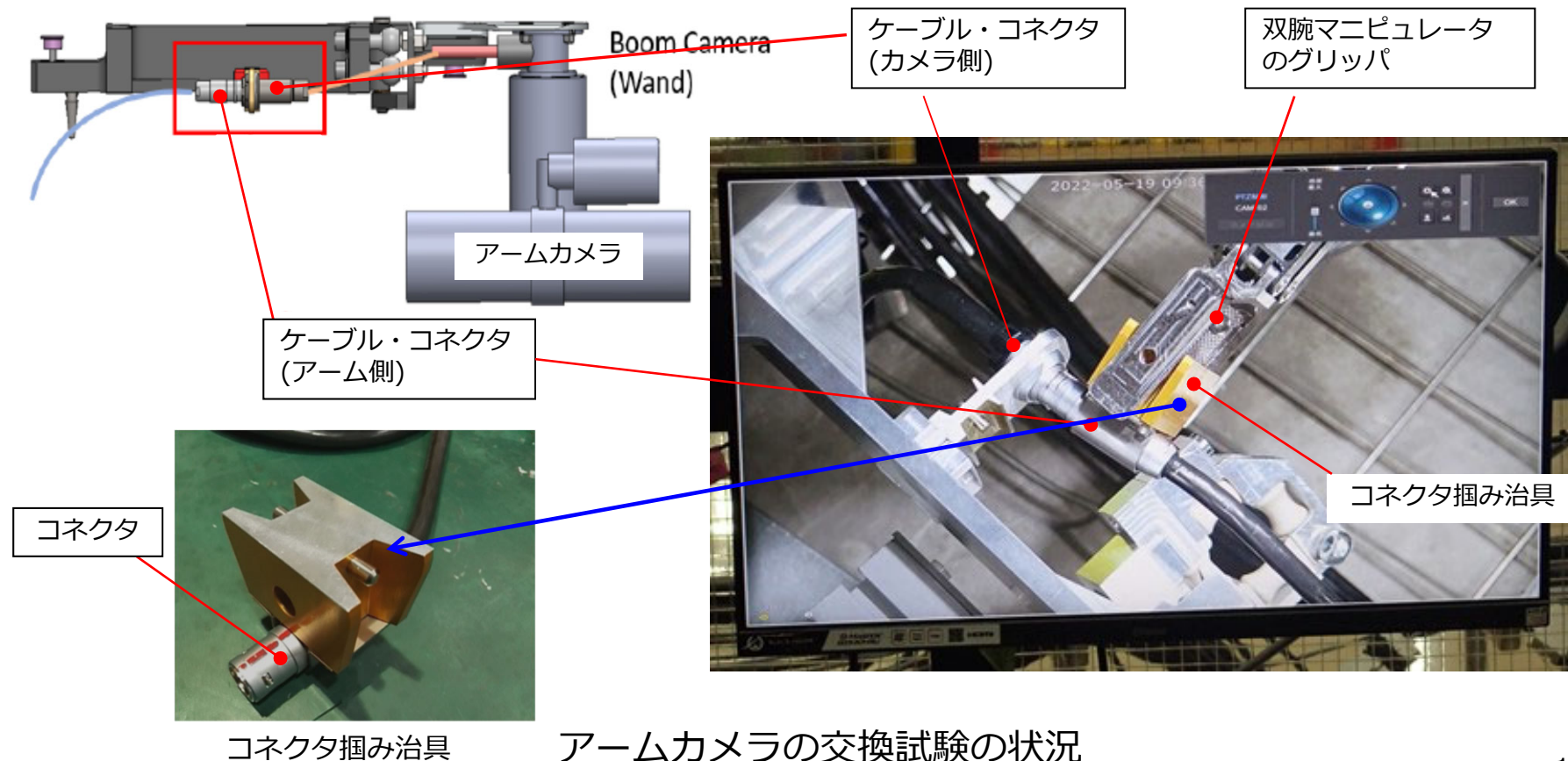
(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
双腕マニピュレータの試験状況

20220630
チーム会合資料再掲



【今後の改良点 f : アームカメラの交換 (把持部変更)】

- ・神戸における試験にて模擬アームカメラの取付・取り外し作業の成立見通しを得ると共に作業性改善項目として「カメラコネクタ把持部の滑り防止」を抽出。
- ・今回、櫛葉にてコネクタ把持部を改良(掴み治具を取付け)し、コネクタの差込み/引抜きの作業性が改善、対策の有効性を確認。



(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 双腕マニピュレータの試験状況

20220825
チーム会合資料再掲

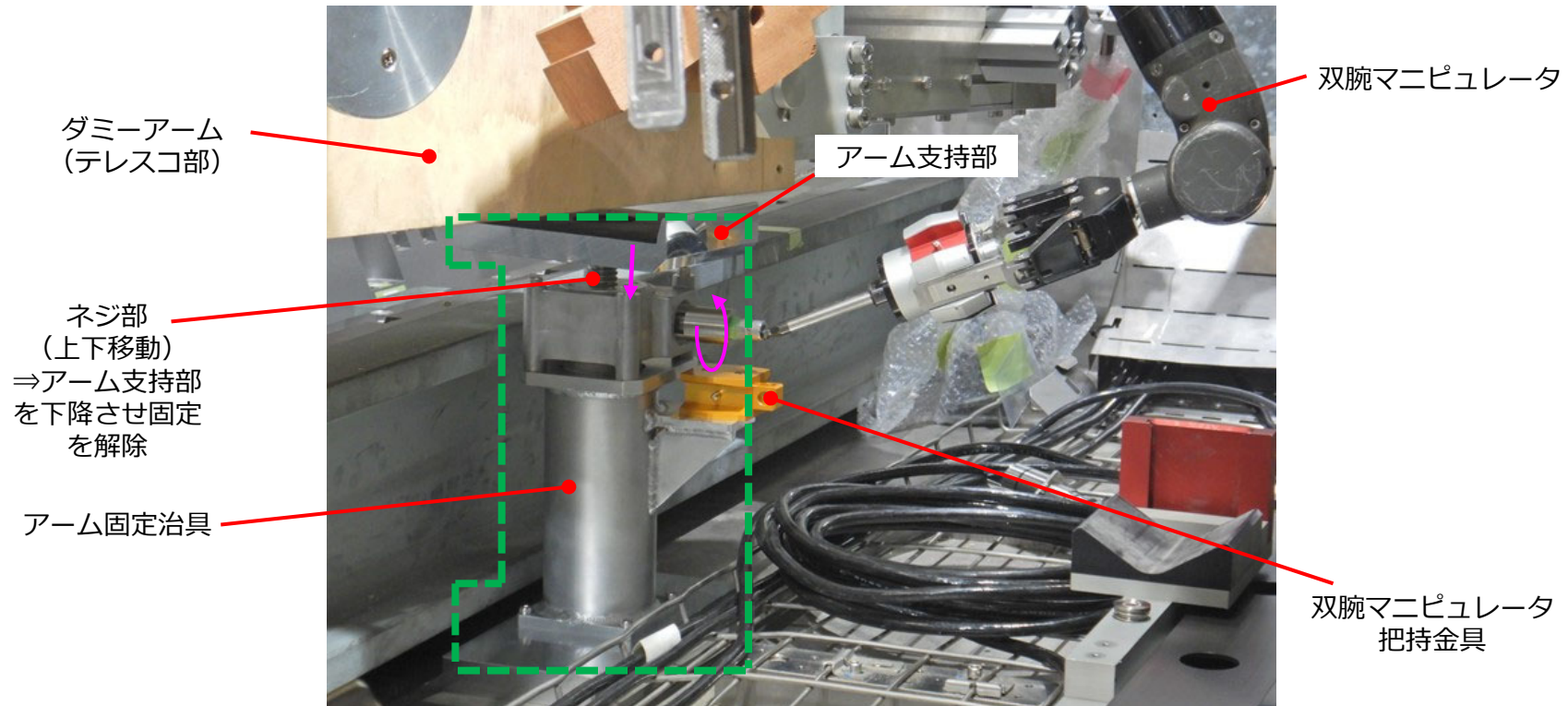


【アーム固定治具の取り外し試験】

・アーム固定治具は、楢葉モックアップ施設から2号機原子炉建屋内への装置搬送時に、エンクロージャ内に設置されたアームの揺動を抑えるための支持構造物であり、現場据付後、双腕マニピュレータにて固定を解除する計画。

(MHI 神戸から楢葉搬送時も使用したものの固定解除は作業員が直接実施。1F 現場搬送後は作業員の被ばく防止の観点で双腕マニピュレータにて実施予定)

・最終的に実機アームを用いた検証を計画しているが、先行してダミーアームを用いた試験にて作業成立性を確認(改良事項は特にない)。



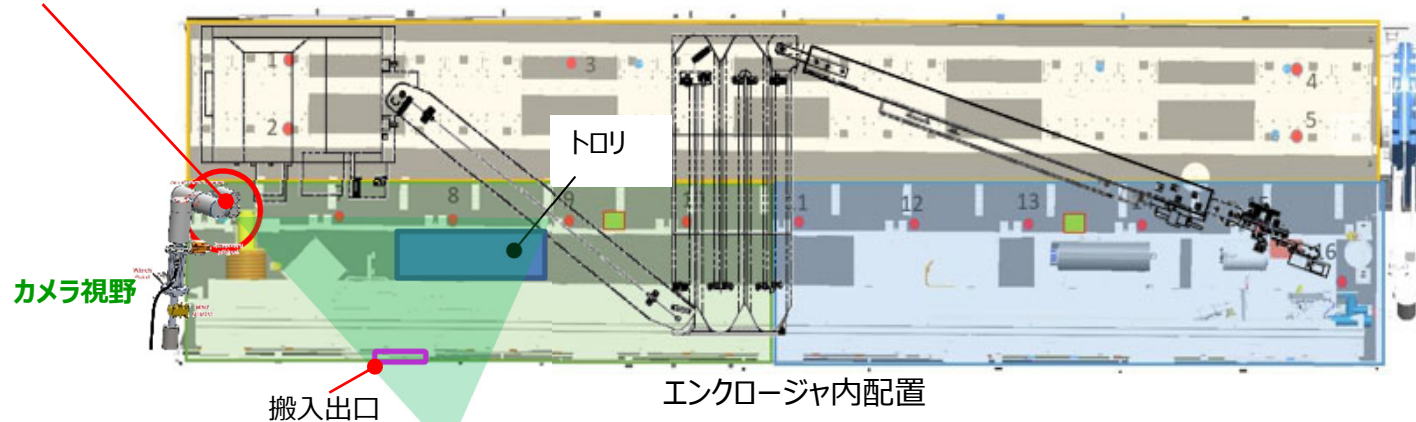
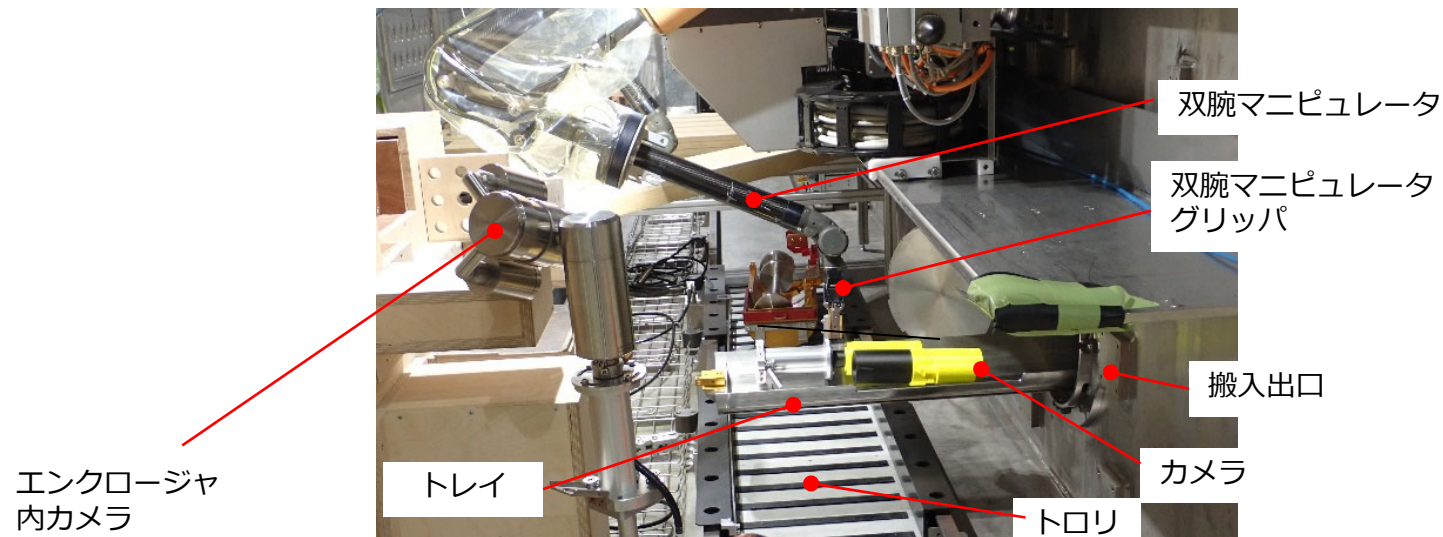
アーム固定治具の取外し試験の状況

(参考) 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況
双腕マニピュレータの試験状況

20220630
チーム会合資料再掲

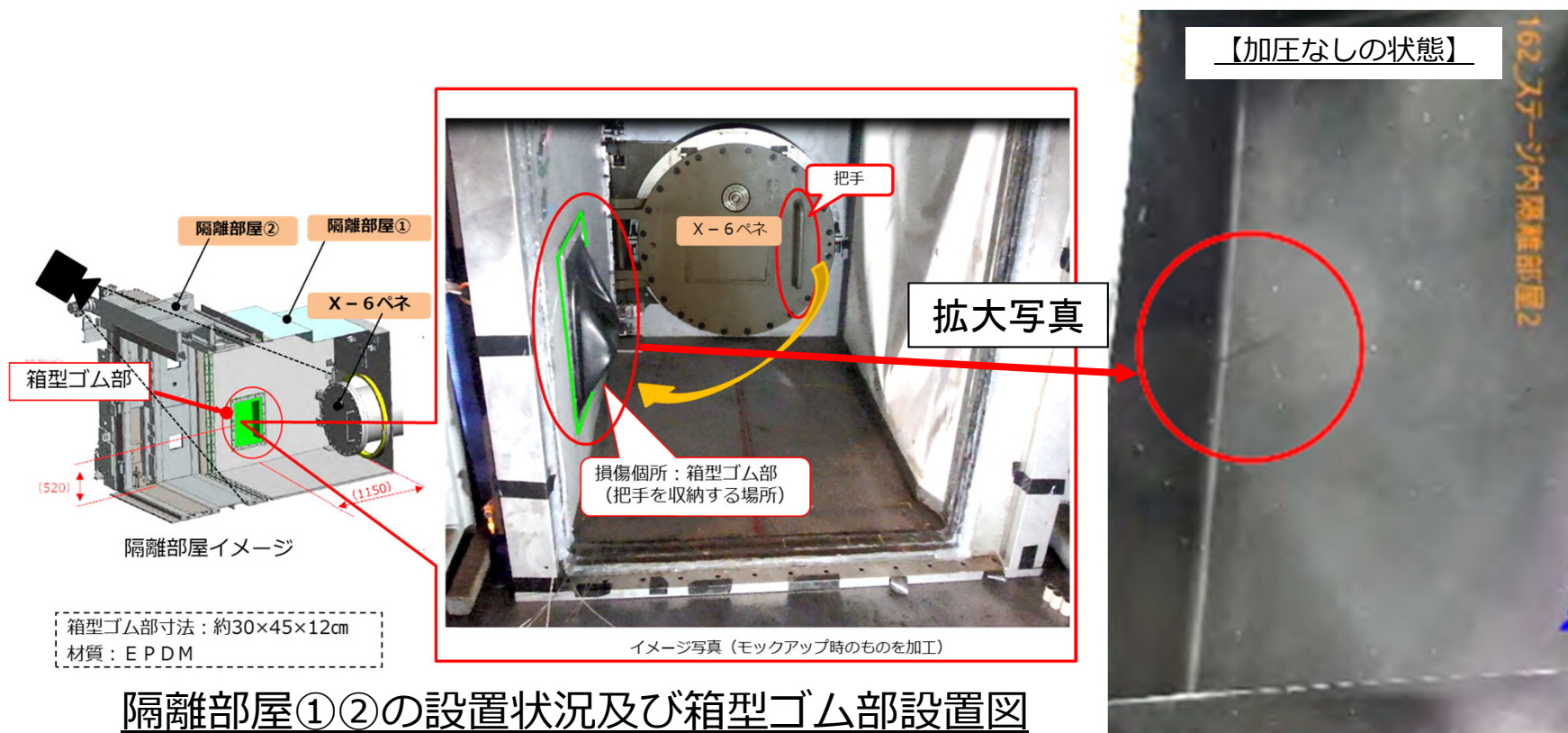


- ・エンクロージャ内コンテナ、トロリ及び双腕マニピュレータを使用し、カメラの搬入出口からの搬入、搬出試験を実施し作業成立性を確認。



センサ・ツールの搬入出試験の状況 (カメラ)

- X-6ペネ開放前の準備作業として、隔離部屋①②を設置後、据え付け状態の確認を実施し、加圧したところ圧力の低下を確認。
- 原因調査をしたところ、X-6ペネハッチ開放時にペネフランジ把手を収納する箱型ゴム部に損傷を確認。

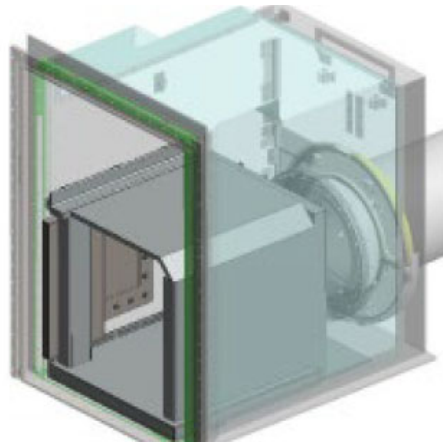


隔離部屋①②の設置状況及び箱型ゴム部設置図

写真: 損傷箇所拡大写真

- 箱型ゴム部損傷の対策として、箱型ゴムを金属板に交換し、X-6ペネハッチの把手は切断
- 工場モックアップ試験にて作業成立性を確認。

<モックアップ試験状況>



隔離部屋①内へ遮へい設置



模擬の遮へい体

箱型ゴム取外し



金属板取付け



金属板取付け (バキュームリフターによる把持)

- 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。



切断箇所

<把手切断前の状態>



<把手切断中>



切断箇所

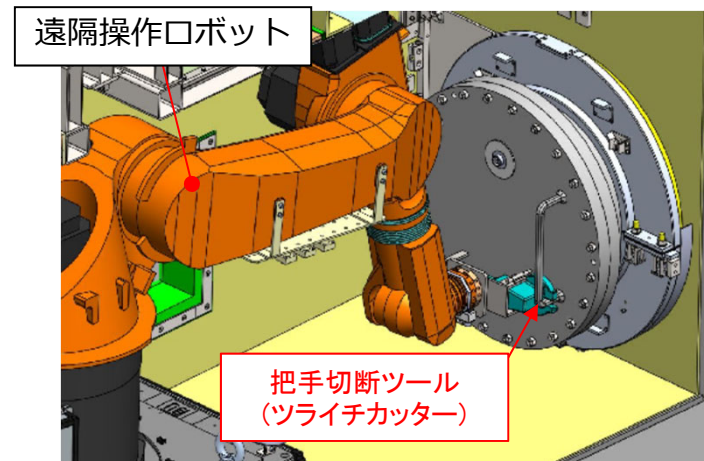
<把手切断後>



<切断の状況 (把手下部) >

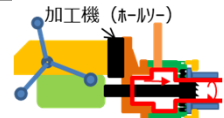


<切断の状況 (把手上部) >



(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

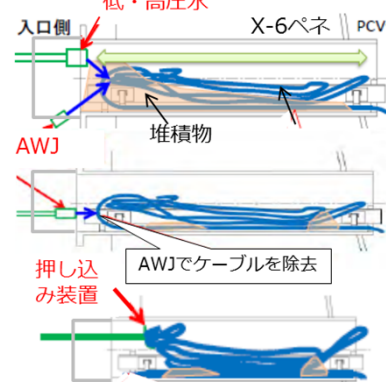
ハッチ開放装置



- 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

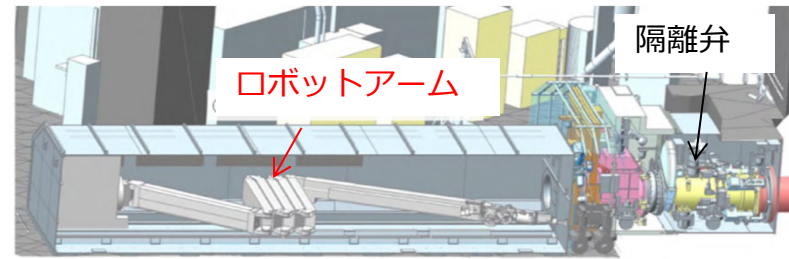
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

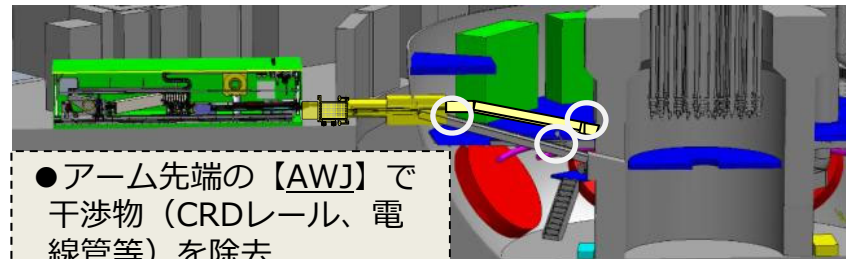
4. ロボットアーム設置

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

炉内状況把握と燃料デブリ性状把握 に関する最近の成果

2022年10月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門

本資料には、IRID が補助事業者として実施した資源エネルギー庁の平成26年、30年、31年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業補助金（燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発）」に係る補助事業の成果が含まれます。本資料を断りなく二次使用することを禁じます。

本資料には、廃炉・汚染水対策事業費補助金（燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発（燃料デブリの分析精度の向上及び熱挙動の推定のための技術開発））に係る補助事業の成果が含まれます。本資料を断りなく二次使用することを禁じます。

【これまでの成果】

東電との協働のもと、活用できる全ての知見・データを統合し、**炉内状況推定図を作成。**

- 現場調査の結果、測定データ等
 - 模擬実験結果、過去の知見
 - シミュレーション・解析による推定
- } 統合

模擬物質や大型MCCI（溶融燃料とコンクリートの相互作用）試験により**燃料デブリ特性リストを作成。**

【課題】

直接見えない部分の予測をするため、**事故進展シナリオの更なる理解が必要。**

※格納容器（PCV）下部（ペDESTAL）に堆積したデブリの深部、圧力容器（RPV）内の残留デブリ及び圧力容器破損の状況など。

燃料デブリ分析に備え、未知の物質の分析技術が必要。

<今回報告>

【最近の研究成果】

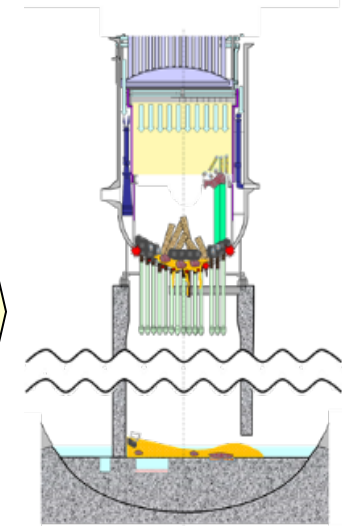
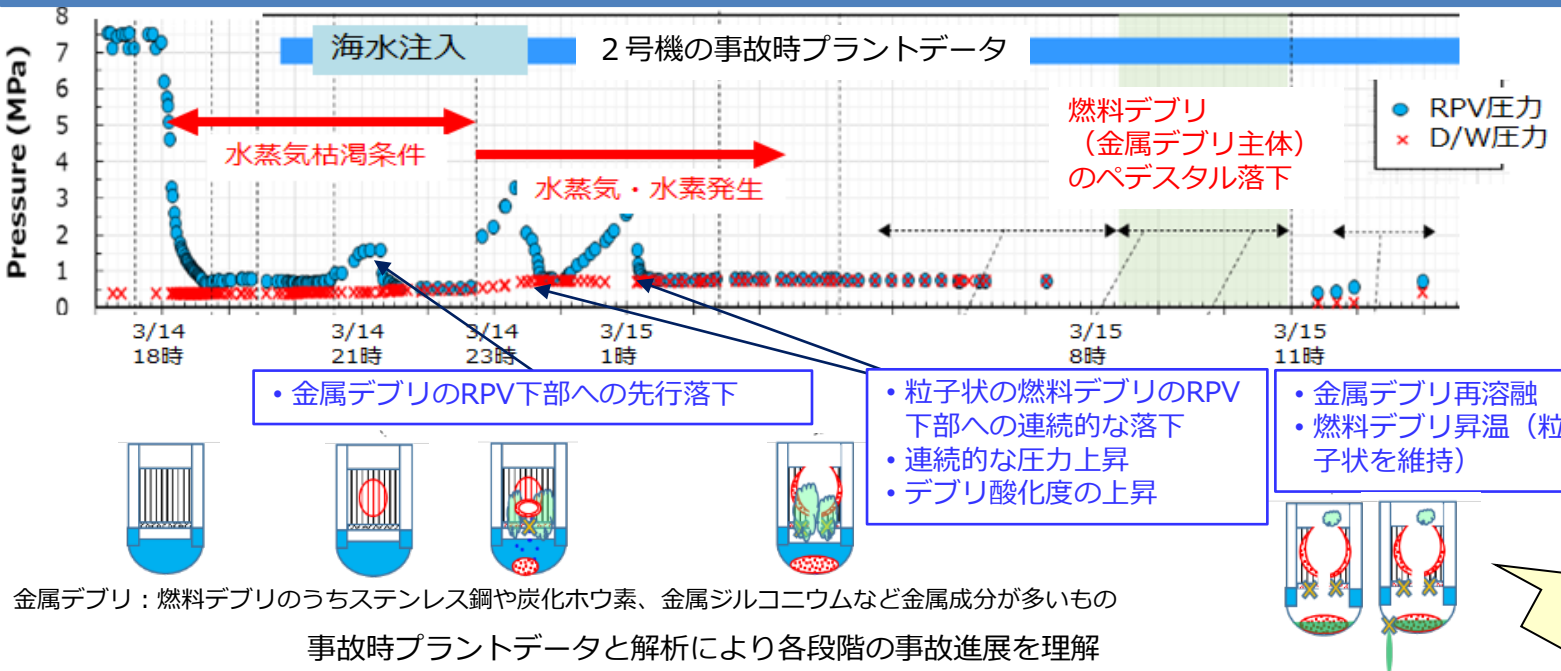
RPVの破損や破損後の燃料デブリの移行・堆積など主要事象の**事故シナリオの精緻化・評価を踏まえ、炉内状況推定を高度化（2/3号機）**。スライド2~4

内部調査で採集されたウランを含む**未知の微粒子を分析・評価しつつ、分析技術・方法を整備**。スライド5

⇒**検討結果を統合するデータベース**を東電等と共有し、**燃料デブリ取り出し戦略検討**に反映。
スライド6

⇒**今後の研究開発や分析準備の取組みに反映（2030年頃の取り出し規模の拡大に向けて）**。
スライド7

燃料デブリの試験的取出しが始まる2号機と取り出し工法の検討中の3号機について、内部調査、解析、模擬試験結果をもとに、RPVの破損や破損後の燃料デブリの移行・堆積等の事故進展シナリオを精緻化し、得られた知見・情報を反映して炉内状況推定を高度化。



新たに得られた知見

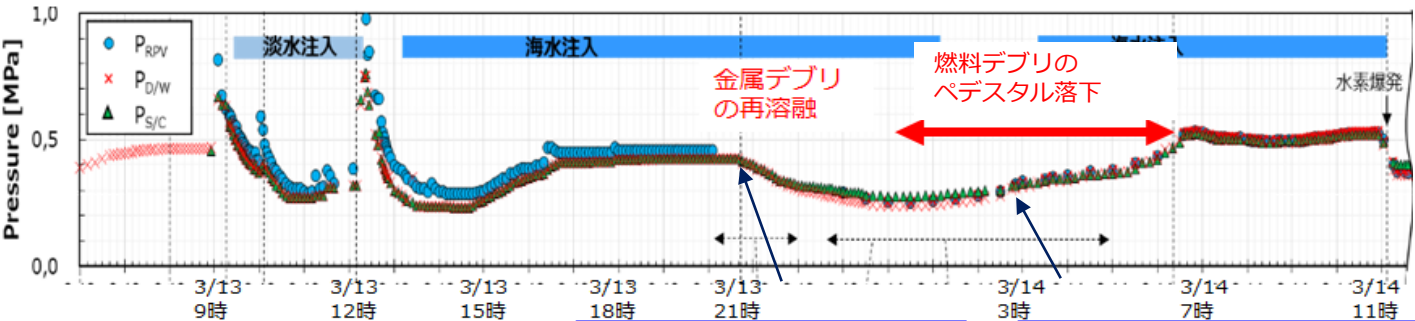
- RPV下部での燃料デブリ堆積後の再昇温過程が事故進展に大きく影響。金属成分の多い燃料デブリが先行溶融 (1000~1300℃) し、RPVを局所破損し、ペDESTALに落下したと推定。
- ペDESTALに堆積したが温度が低いためコンクリートを溶かしにくく、事故直後に想定されていたMCCIはほとんど起きていないと推定。

RPV内：粒子状燃料デブリ残留

ペDESTAL内：金属デブリ凝固・堆積 酸化物デブリ混入

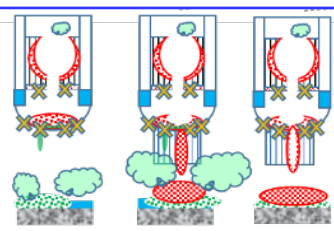
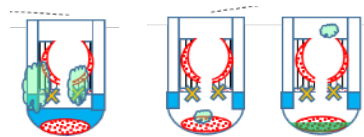
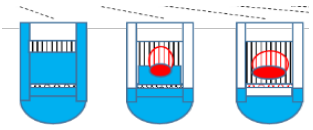
2号機の内部調査結果 (2019年2月)

3号機の事故時プラントデータ



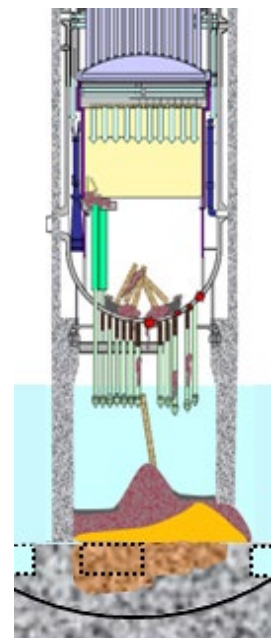
・RPV下部のドライアウト
 ・金属デブリ再溶融

・酸化物デブリが高粘性状態に
 ・燃料デブリのペDESTAL落下
 ・水素・水蒸気発生



酸化物デブリ：燃料デブリのうちウランやジルコニウム、ステンレス鋼等の酸化物を主成分

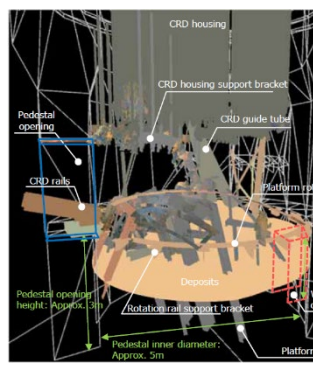
事故時プラントデータと解析により各段階の事故進展を理解



3号機の炉内状況推定図

新たに得られた知見

- RPV下部での燃料デブリ堆積後の再昇温過程が事故進展に大きく影響。金属成分の多い燃料デブリが先行溶融（1000～1300℃）後、酸化物の割合が多い燃料デブリが高粘性状態を形成（固液混合状態：2000～2300℃）し、RPVを広い範囲で破損させ、数時間かけてペDESTALに移行。
- ペDESTALに堆積したが、燃料デブリが高粘性でコンクリートと直接反応しにくく、事故直後に想定されていたMCCIはほとんど起きていないと推定。

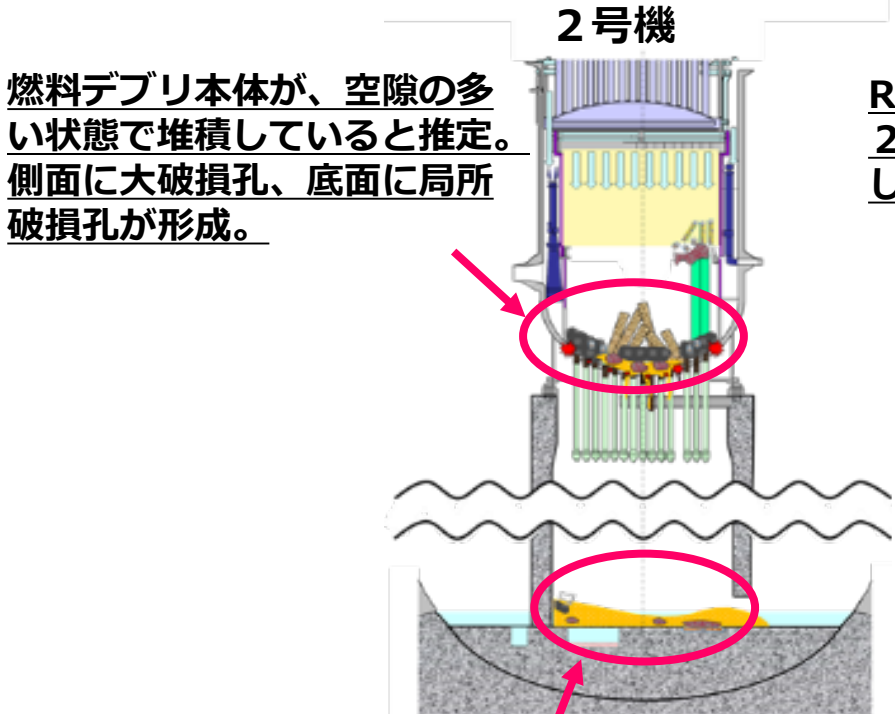


RPV下部やペDESTAL内の構造物は大きく破損

ペDESTAL床コンクリート面の上に最大3mの堆積物

3号機の内部調査結果（2017年7月）

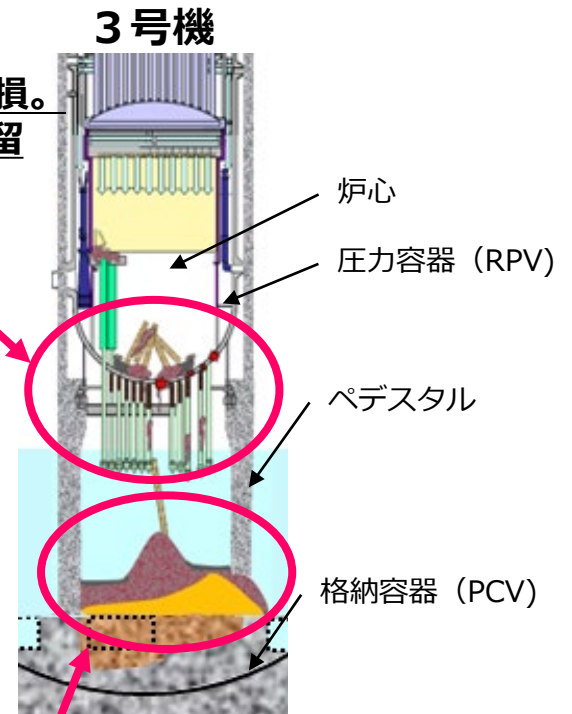
燃料デブリの分布について従来の推定の妥当性を確認し、**炉内状況推定図に燃料デブリの特性などの知見を反映**。また、解決すべき今後の課題を明確化。



燃料デブリ本体が、空隙の多い状態で堆積していると推定。
側面に大破損孔、底面に局所破損孔が形成。

RPV下部ヘッドが大規模破損。
2号機に比べ、重量物は残留していない。

金属デブリ主体で溶落・凝固・堆積。酸化物デブリも一部混入。
MCCIはほとんど起きていない。
検討すべき課題: RPV下部での再溶融状態と燃料デブリ特性の関係の解明



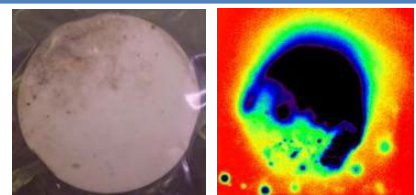
高粘性デブリの移行・堆積。
内部に空隙が多い可能性。
堆積物の特性が多様化している可能性。
MCCIはほとんど起きていない可能性。
検討すべき課題: RPV下部での再溶融状態と燃料デブリ特性の関係の解明

⇒圧力容器内部の状況についても、今後詳細解析が必要。

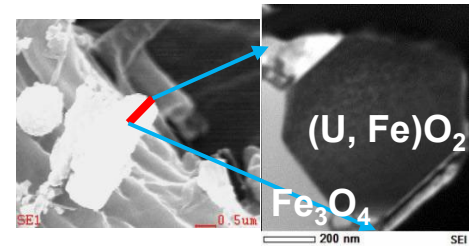
・ 内部調査で採取した**未知の微粒子（ウランを含むと想定）**の分析を通じ、輸送、分析手法の選定、試料の前処理、定性・定量分析、分析データの評価という一連の**手順を確認し、燃料デブリの性状把握のための分析技術と品質管理方法を整備。**

未知の微粒子（ウランを含むと想定）の分析

- ・ 茨城地区の分析施設にサンプルを受け入れ、分析。
- ・ 未知試料（**内容物が不明**）について、定性・定量分析（バックグラウンドやピーク・波長等の適切な設定、妨害元素・干渉の検討、等）
- ・ 得られた分析データと評価の過程（**品質管理**）及び分析データからの推定とその根拠をデータベース化（**debrisWiki**）
- ・ **品質管理された分析データと、JAEAでの推定結果を、デブリ取出し工程検討の基礎知見として東電等の関係機関に提示し、共同解析。**さらに、OECD/NEAの国際プロジェクトに提供、国際的な共同解析を実施。



サンプル外観（左）とイメージングプレートによる高汚染部位の同定



SEM/EDXによるウラン粒子の検出 TEMによる相状態解析



大熊第2棟完成予想図

今後、燃料デブリの試験的取出しや、取出し規模の拡大に向けて、分析技術や品質管理方法を大熊第2棟、茨城地区の分析施設に反映。

炉内状況推定図や分析データを廃炉基盤データベースとして統合。
 多くの分野の専門家・技術者が最新知見を共有できる仕組みを整備。

debris Wiki
 1号機 原子炉建屋ウェルプラグ

内部調査結果

2019年7月17日～8月26日に減圧操作ロボットによるウェルプラグの保持状態、汚染状態の調査を実施。ウェルプラグでは、水素爆発の影響により瓦礫が散乱している状況。ウェルプラグ上段/中段に加え、下段も止現に位置からずれていることが確認された。上段/下段下面には、事故時の影響又は経年変化によるものと推定される格子梗様が見られる。線量測定結果は、ウェルプラグの中央部に近づくほど線量率が高くなる傾向(線量率最大値: 2230 mSv/h(参考値))。

⇒ 東京電力HD:1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおけるカレンシ状況調査結果(追加調査)について(2017年9月28日) @

1号機のデブリ分布・RPV・PCV状態の推定図

2号機のデブリ分布・RPV・PCV状態の推定図

3号機のデブリ分布・RPV・PCV状態の推定図

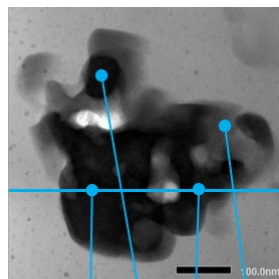
1～3号機についての「デブリ分布・RPV・PCV状態の推定図」

debrisWiki (一部を一般にも開示)
<https://fdada-plus.info>

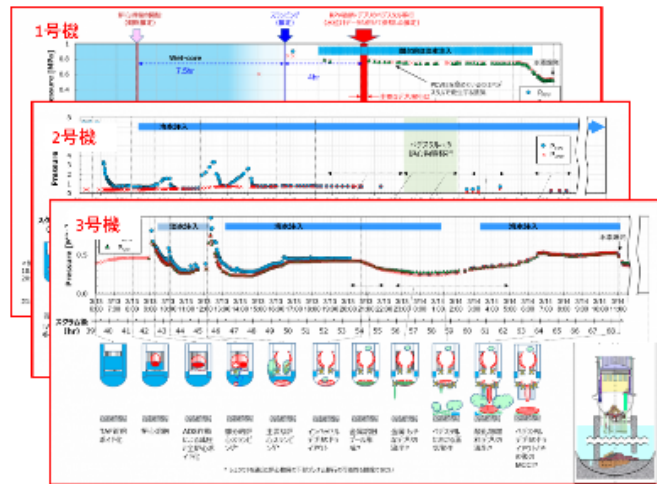
主な元素の組成比*(at%)

| | O | Mg | Al | Si | Cr | Fe | Ni | Zn | Zr | Ag | U |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| ① | 約70 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 3.0 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.7 | 24.7 |
| ② | 約70 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 8.5 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.7 | 21.1 |
| ③ | 約70 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 3.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 23.1 |
| ④ | 約70 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 12.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.5 | 14.7 |

*元素オーバーラップは現在評価中



U微粒子の組成分析



最も確からしい事故進展シナリオ

ウラン含有微粒子などサンプルの分析結果

1 F廃炉現場の状況（2030年想定）

- 2号機からの試験的取出し～段階的取出しが進捗し、実デブリ分析データや格納容器内部情報が拡充される。併せて、分析ノウハウや炉内状況の理解が少しずつ精緻化する。
- 3号機からの取出しを開始する準備が本格化する。
- 1F構内に新設される保管設備で、燃料デブリ等の保管が開始される。

上記の実現に向けた、JAEAにおける今後の研究開発の取り組み

- 実デブリ分析の需要拡大に応じ、**適切な品質管理**の下で実施、**データベース化**
- 内部調査、実デブリ分析結果等、最新情報で炉内状況推定図を高度化
 - ① 1号機格納容器内部調査結果の反映、破損・堆積メカニズムの推定
 - ② 試験的取り出しサンプルの分析と、その推定図への反映
 - ③ 内部調査・分析結果を随時反映、取出し規模の拡大に向けた情報整理
- **debrisWikiをアップデート**。
- **大熊第2棟の整備**と分析の専門家の育成。
 - # 特に、分析戦略を立案・運営できる『**分析人材**』の育成
- 燃料デブリと廃棄物を仕分けするための**非破壊分析装置**の開発。

○燃料デブリの試験的取出しが始まる2号機と取り出し工法の検討中の3号機について、事故シナリオの精緻化を行い、炉内状況推定図に反映した。

- 2号機の試験的取り出し及び規模の拡大を安全に進めていくとともに、3号機を始めとする各号機の更なる規模の拡大におけるアクセスルート、取り出し工法を検討する際に、これらの結果が考慮される。

今後、東電との協働で事故進展シナリオと炉内状況の推定の精緻化を進める。

- **2号機：試験的に取り出される燃料デブリの分析で推定結果を検証し、取出し規模の拡大に向け、燃料デブリ特性や分布の理解を深める。併せて、圧力容器内の状況の推定精度を向上させる。**
- **3号機：格納容器底部に堆積する燃料デブリの取出しに向け、深さ方向の変化や内部状態の推定を進める。**
- **1号機：内部調査結果など新たな知見を踏まえ、今後炉内状況把握図を更新する。**

○燃料デブリ性状把握について、内部調査で採集された未知の微粒子（ウランを含むと想定）の分析を通じ、分析に関する一連の手順を確認し、基本的な分析技術と品質管理方法を整備した。

- **今後、燃料デブリの試験的取出しや、取出し規模の拡大に向けて、分析技術と品質管理方法を大熊第2棟、茨城地区の分析施設に反映する。**

さらに、これらの研究で得られた知見を他の事業の成果等の関連情報とリンクさせ、debrisWikiに集約し、更新を継続する。東電を始めとする関係機関と共有する。

1号機 PCV内部調査（後半）について

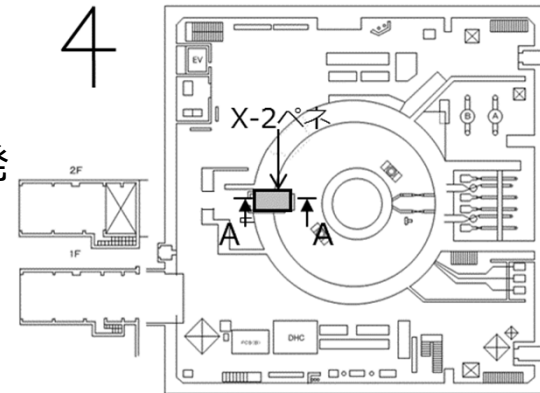
2022年10月27日

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

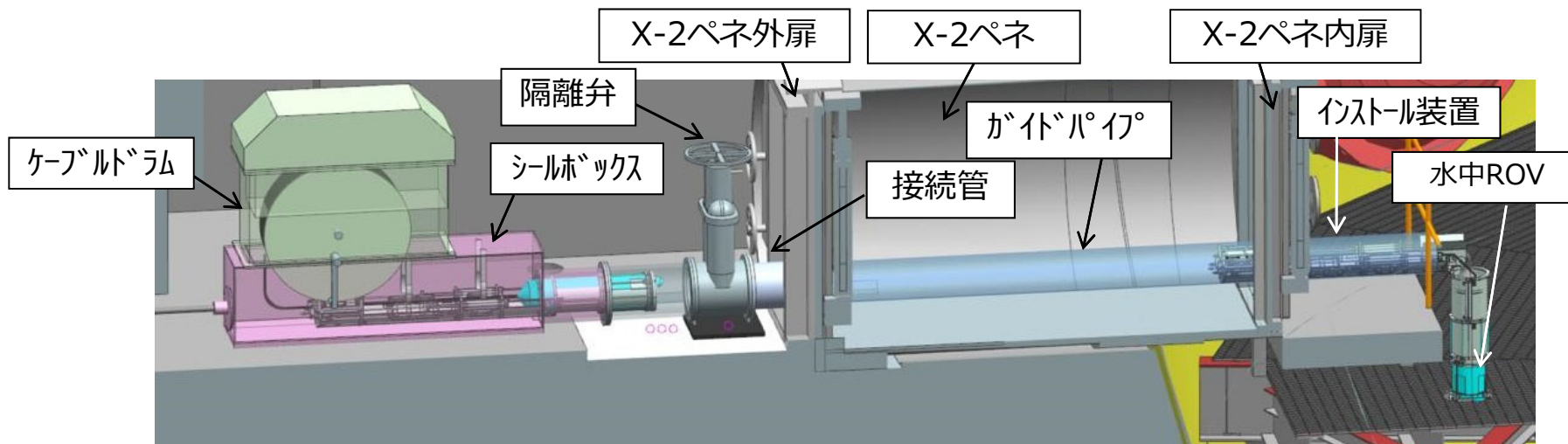
1. 1号機PCV内部調査の概要

- 1号機原子炉格納容器（以下、PCV）内部調査は、X-2ペネトレーション（以下、X-2ペネ）から実施する計画
- PCV内部調査に用いる調査装置（以下、水中ROV）はPCV内の水中を遊泳する際の事前対策用と調査用の全6種類の装置を開発
- 水中ROV調査ステップ



1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置

| | | |
|---------------|----------|-------------------|
| 前半調査 (調査済) | ① ROV-A | 事前対策となるガイドリング取付 |
| | ② ROV-A2 | ペDESTAL外の詳細目視 |
| | ③ ROV-C | 堆積物厚さ測定 |
| 後半調査 | ④ ROV-D | 堆積物デブリ検知・評価 |
| | ⑤ ROV-E | 堆積物サンプリング |
| | ⑥ ROV-B | 堆積物3Dマッピング |
| | ⑦ ROV-A2 | ペDESTAL内部、壁部の詳細目視 |

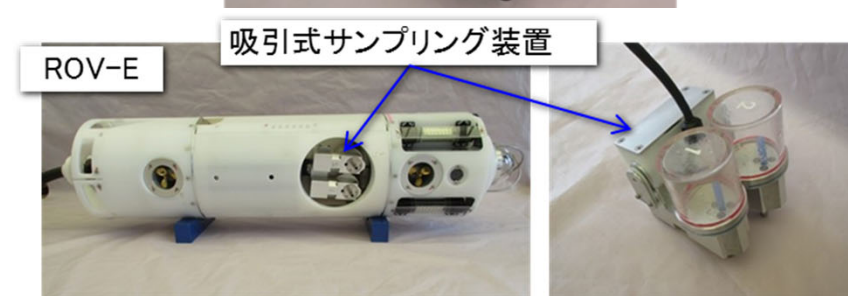
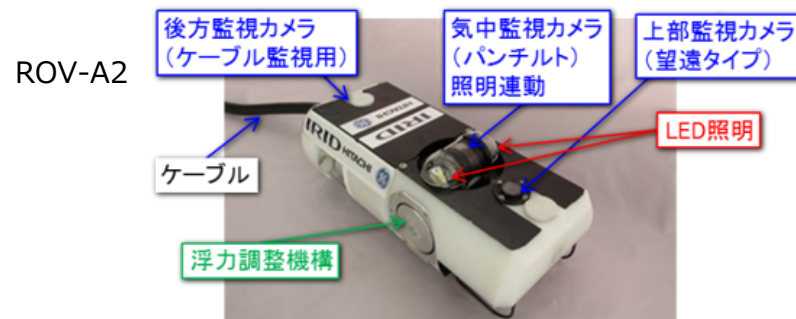
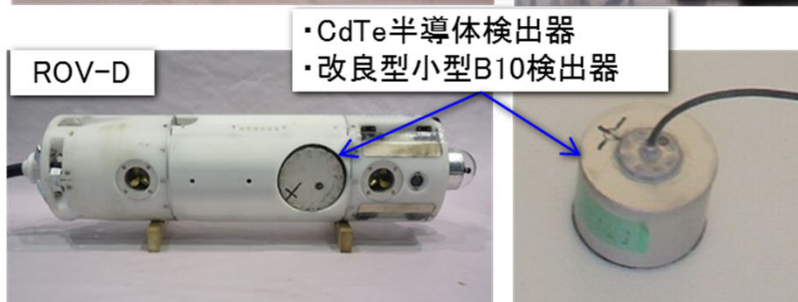
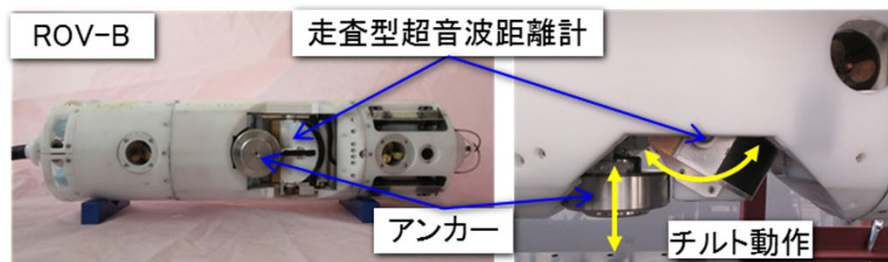


内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

2. 後半調査方針について（調査項目及び遊泳ルート）

- 後半調査は、4種類の水中ROV(ROV-D,E,B,A2)により調査を実施予定
- 前半調査同様、ケーブル挟まりリスク回避のため、南回りルートで調査

| 調査順 | 調査装置 | 計測器 | 実施内容 |
|-----|----------------------------|--|--|
| ① | ROV-D 堆積物デブリ検知 | <ul style="list-style-type: none"> ・ CdTe半導体検出器 ・ 改良型小型B10検出器 | デブリ検知センサを堆積物表面に投下し、核種分析と中性子束測定により、デブリ含有状況を確認する（中性子束、Cs-137、Eu-154測定） |
| ② | ROV-E 堆積物サンプリング | <ul style="list-style-type: none"> ・ 吸引式カプリング装置 | 堆積物サンプリング装置を堆積物表面に投下し、堆積物表面のサンプリングを行う |
| ③ | ROV-B 堆積物3Dマッピング | <ul style="list-style-type: none"> ・ 走査型超音波距離計 ・ 水温計 | 走査型超音波距離計を用いて堆積物の高さ分布を確認する |
| ④ | ROV-A2 詳細目視 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 光ファイバー型γ線量計 ・ 改良型小型B10検出器 | ペDESTALの内部、外壁及び内壁の状況などカメラによる目視調査を行う |

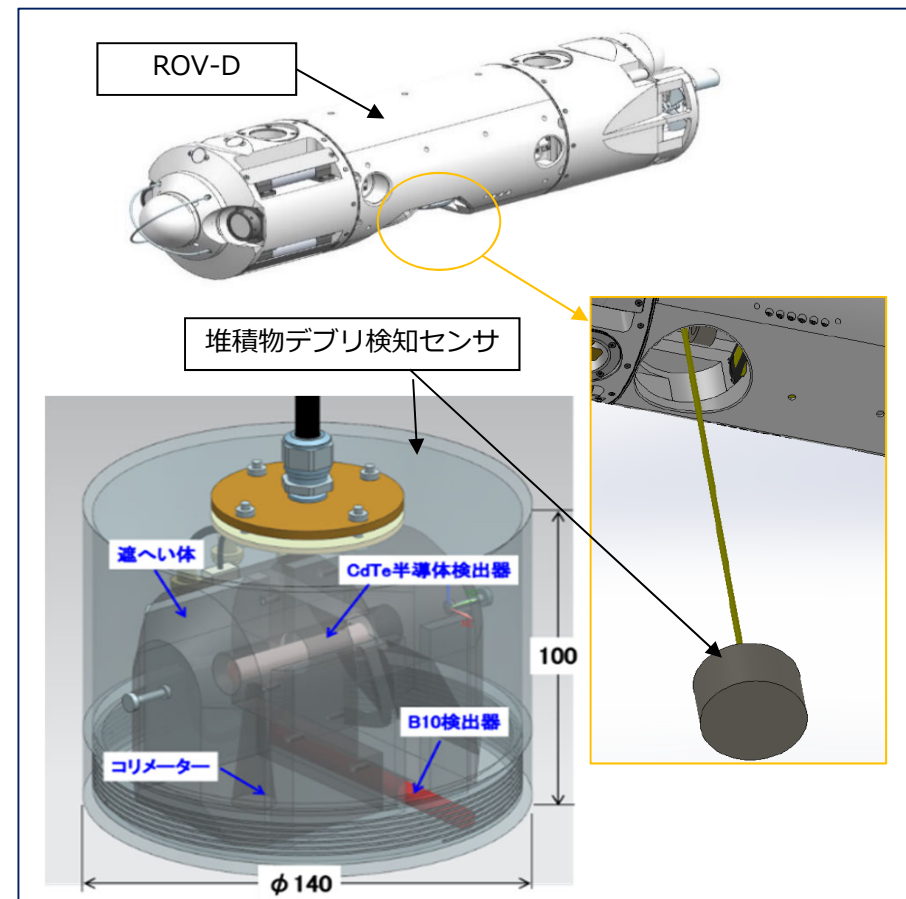


3. ROV-D (堆積物デブリ検知) におけるγ線の核種分析について

- ROV-Dにおける堆積物デブリ検知について、前半調査 (ROV-A2) で確認された、燃料デブリ由来からと想定される中性子束について、γ線の核種分析情報を早期に取得することで計画
- 燃料デブリの主要なγ線源としては、4種類 (Eu-154, Cs-137, Co-60, Sb-125)
(「JAEA-Review_2020-004 東京電力ホールディングス (株) 福島第一原子力発電所燃料デブリ等分析について」より)
- 堆積物デブリ検知の判断材料として、Eu-154の検知に加え、中性子束の測定結果を用いることで計画

- **Eu-154** ; FP起源であり、あまり拡散せず燃料帯同性が高い
さらに放出γ線が比較的計測容易であるため、燃料由来の物質の計測に有用である
- **Cs-137** ; 事故時燃料から揮発し放出されたため、燃料由来の物質の判定が困難
- **Co-60** ; FP起源ではなく放射化起源のため、燃料周辺の構造物等に起因するものであり、燃料由来の物質の判定が困難
- **Sb-125** ; Cs-137同様に揮発性が高く、燃料由来の物質の判定が困難

各γ核種における燃料由来の物質検知性



ROV-Dの装置構成

4. ROV-B (堆積物 3Dマッピング) 調査範囲拡大の検討結果について

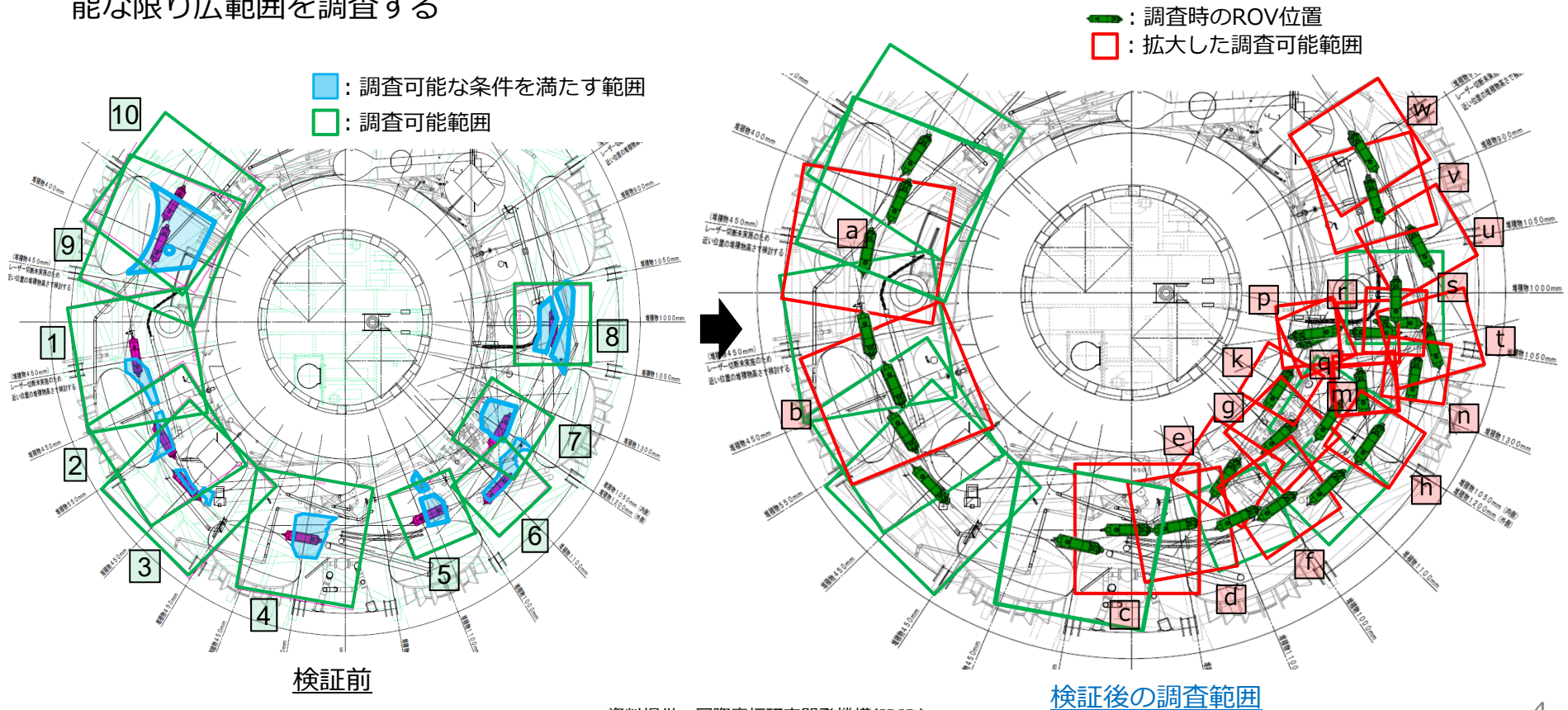
- ROV-Bによる堆積物3Dマッピングについて、調査範囲の拡大に向けて追加で検討を実施

【ROV-Bで調査可能な条件】

- ①ROVがPCV水面に浮上可能であること
- ②ROVに搭載されるアンカーの吊り降ろしが可能であること

- 上記②について、アンカーを着座させずに、ROV本体を既設の構造物に固定し、停留した状態での調査成立性についてモックアップで検証した結果、調査範囲を拡大できる見通しを得た

ただし、現地の状況（ケーブルの撚りや水流の影響）により、調査範囲が制限される可能性は残るが、可能な限り広範囲を調査する



5. 前半調査に関する新たな情報

(1) 水面より上の構造物への付着物

- 水面より上部の映像を確認したところ、配管やサポートへの付着物を確認
- 一部は熔融金属が固化したような光沢のある付着物を確認



5. 前半調査に関する新たな情報

(2) 堆積物の表面にて確認された物体について

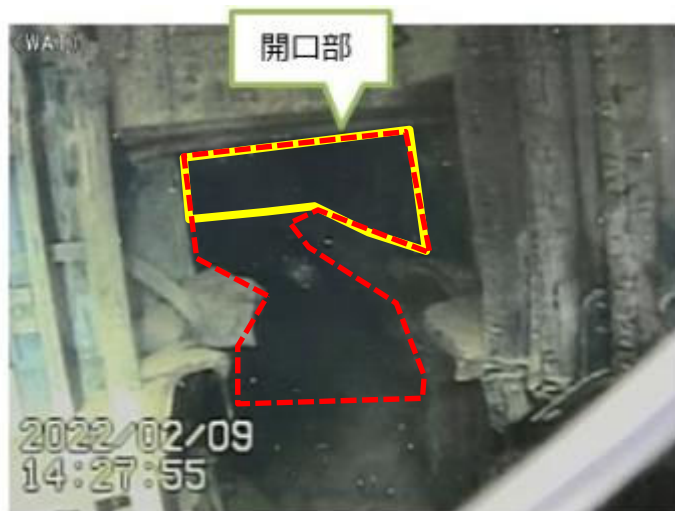


- ペDESTAL開口部入り口左側付近に膨らみのある形状の物体を確認
- デブリとの関係やその形成メカニズムは不明であるが上部からの落下物との関係を含め、継続的に検討を進めていく



5. 前半調査に関する新たな情報

(3) ペDESTAL内部への進入路について



ペDESTAL開口部俯瞰

- 2/24の報告では、ROV-Aによる開口部上端付近の映像を確認した結果から、開口部奥側には約150cmの高さに堆積物が確認されるものの、ROV-A2の通過に必要な約20cm以上の隙間があり、ペDESTAL内部の調査は可能であるとの見通しが示された（図1）
- ROV-A2による、PCV床付近の深い部分からの映像を確認したところ、堆積物とされていた塊状の物体は棚状堆積物同様、開口部壁面に固着した状態でありその下には堆積物はなく、ROV-A2が余裕をもって通過できる隙間があり、ペDESTAL内部への侵入の見通しが高まった（図2）

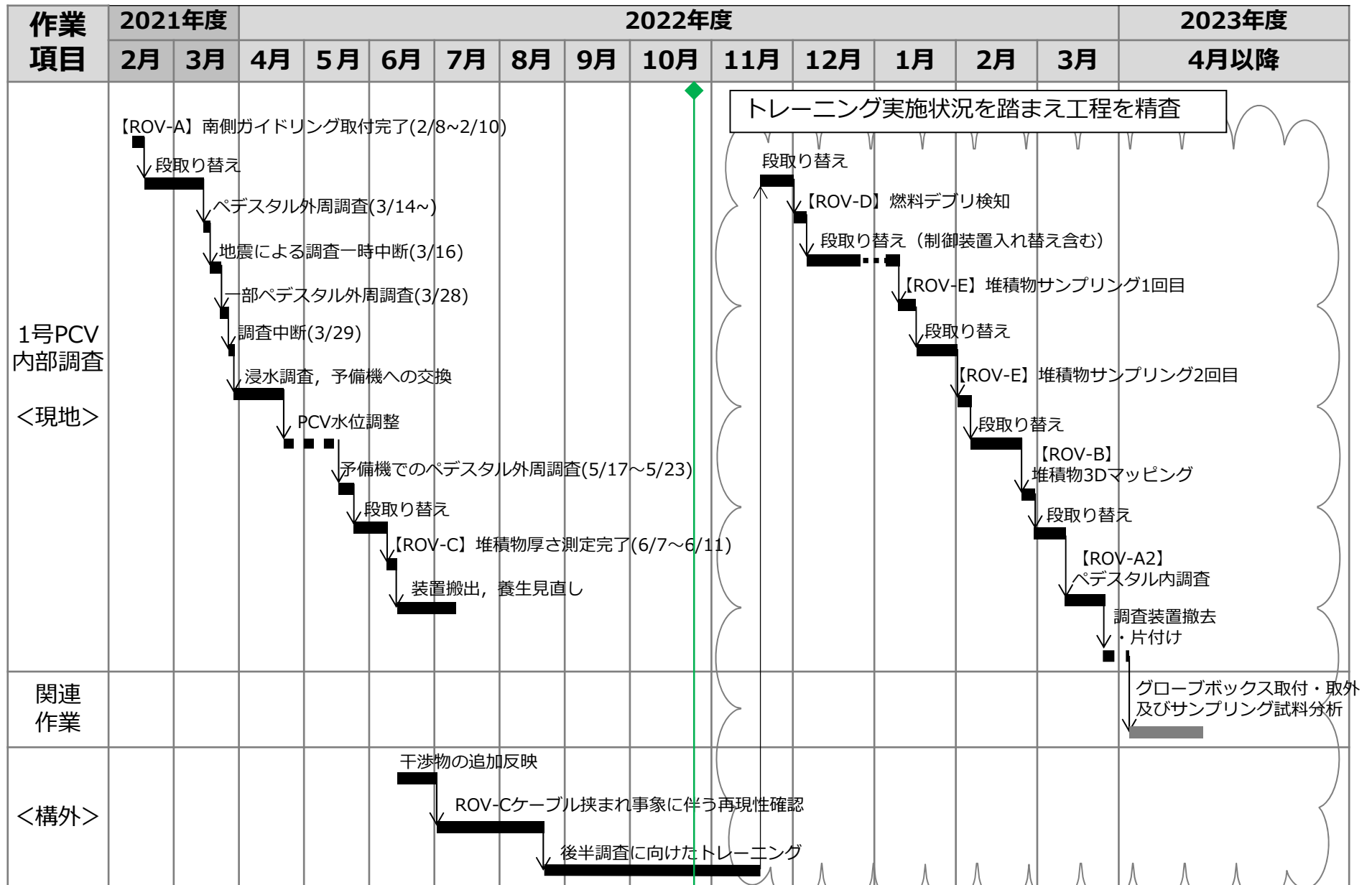


図1 ROV-Aによる開口部映像（上端付近で撮影）



図2 ROV-A2による開口部映像（床面付近で撮影）

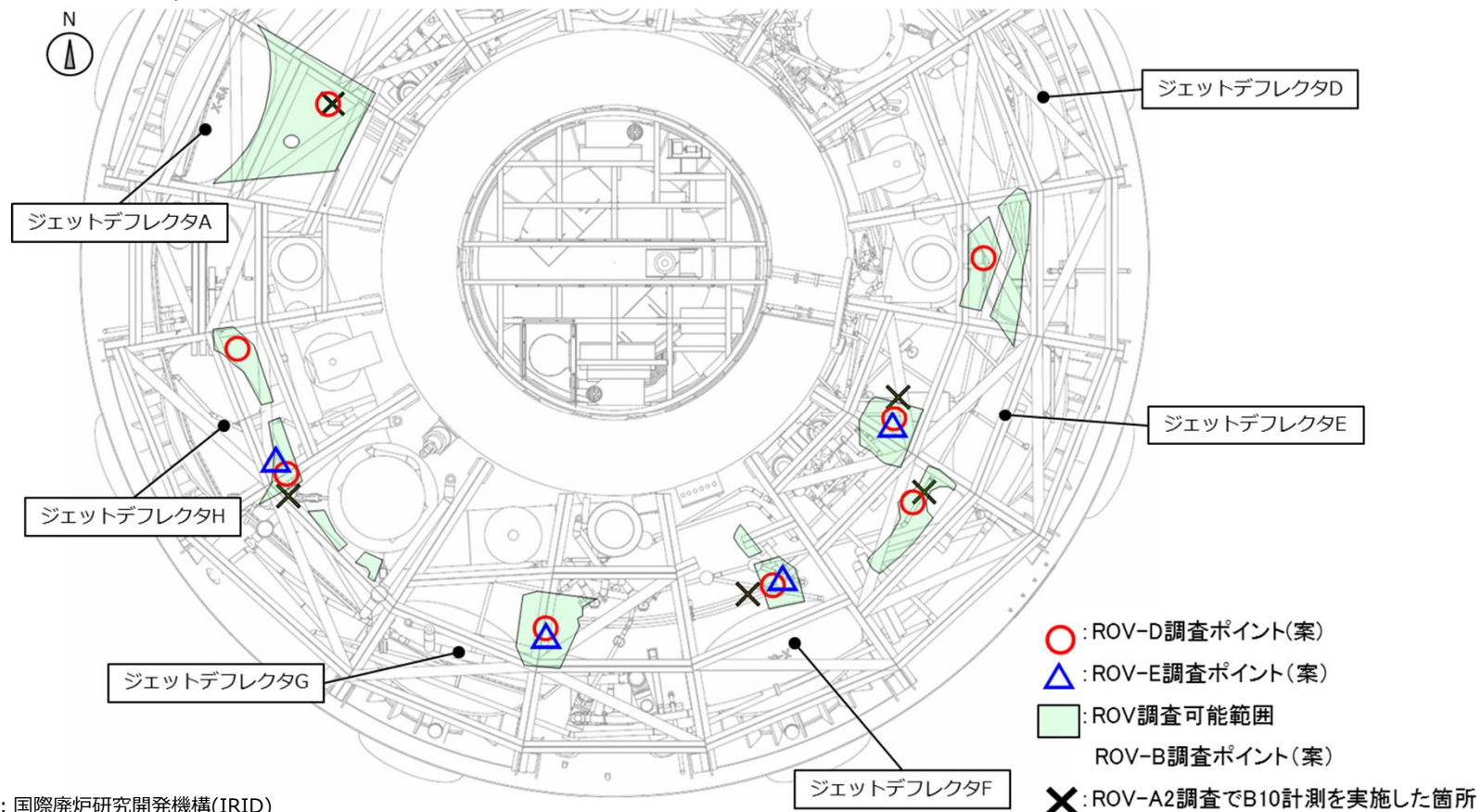
6. 1号機PCV内部調査全体工程



(注) 各作業の実施時期については計画であり、現場作業の進捗状況によって時期は変更の可能性あり。

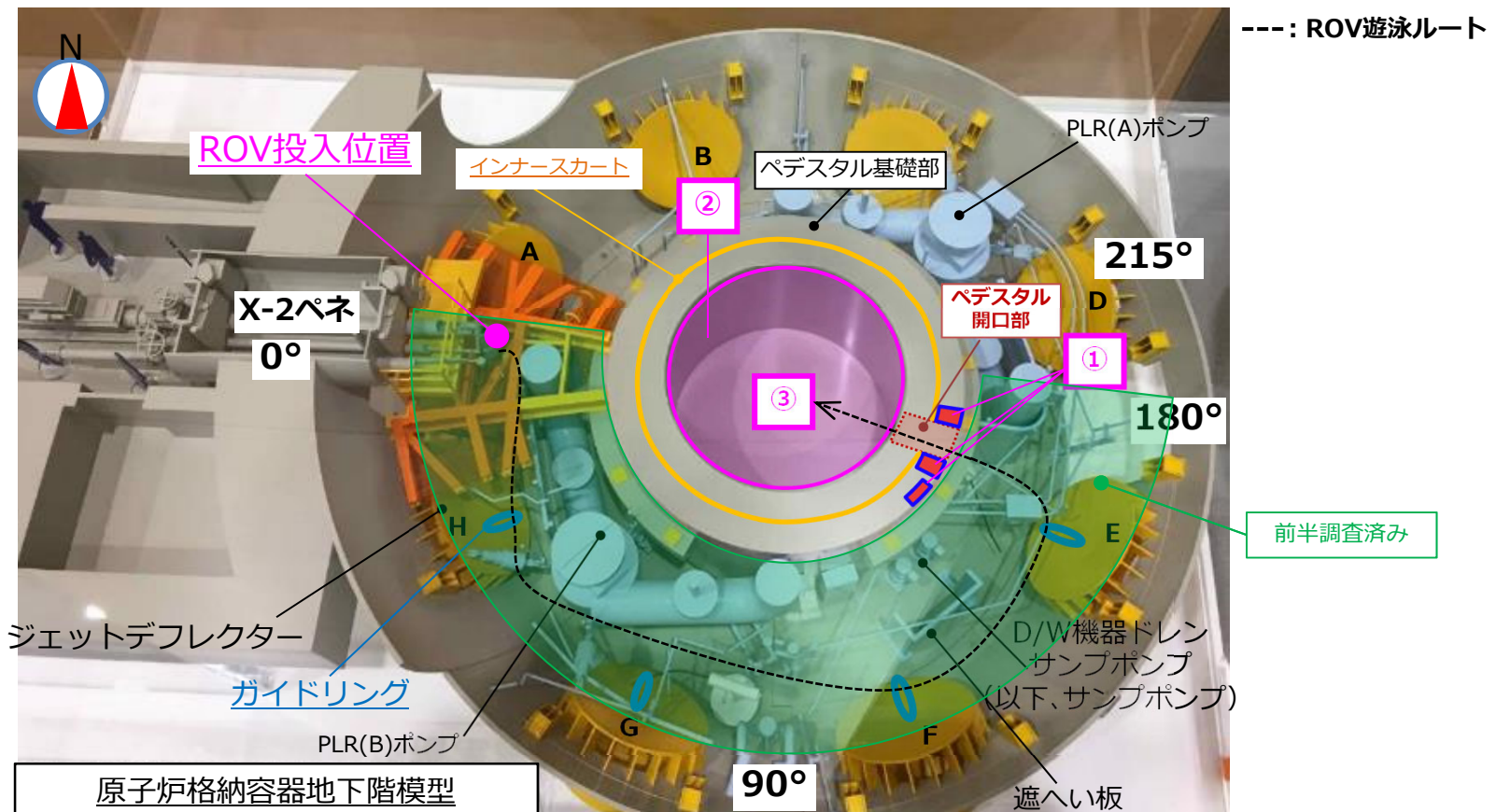
(参考) 後半調査方針について (ROV-D,E,Bの調査範囲)

- ROV-D,E,Bの調査範囲については、ROVが浮上可能及びセンサ等を吊り降ろし可能な範囲を選定
- ROV-Dにおけるデブリ検知については、前半調査 (ROV-A2) で確認された、燃料デブリ由来からと想定される中性子束について、 γ 線の核種分析情報を早期に取得することで計画
- ROV-Eのサンプリング箇所については、当初ROV-Dの結果を踏まえ、デブリ検知外のエリアから選定する計画であったが、前半調査の結果より、ペDESTAL外周部の堆積物表層は、デブリとは異なる浮遊性の堆積物が大半を占めていることを確認したため、ペDESTAL外周部を満遍なくサンプリングする計画に変更
- ROV-Bによる堆積物3Dマッピングについては、調査手順を見直すことで、調査範囲を拡大できる可能性があることから、後半調査に向けたトレーニング期間に併せて検討を行う



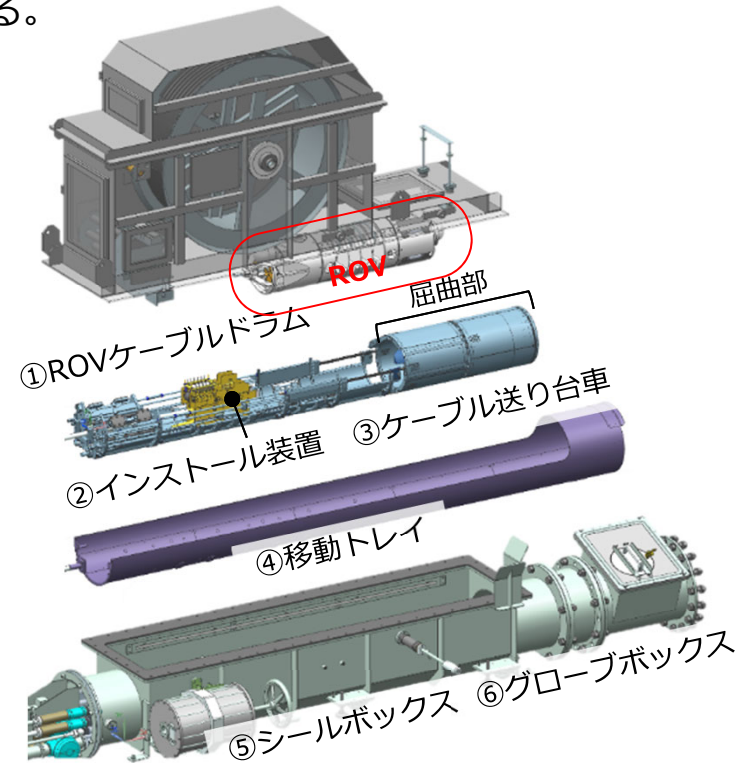
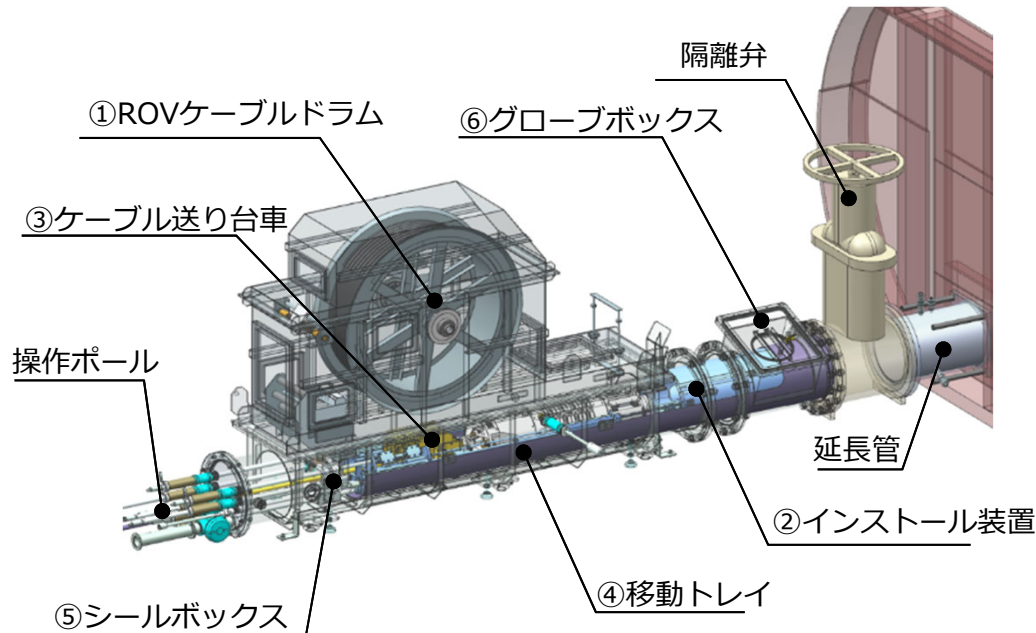
(参考) 後半調査方針について (ROV-A2の調査範囲)

- ペDESTAL内部および、ペDESTAL内壁・外壁の詳細な調査を計画
 - ① ペDESTAL外壁の損傷状況 (鉄筋・コンクリート等が露出している幅・高さの寸法および、広がり範囲)
 - ② ペDESTAL内壁の損傷状況 (鉄筋・コンクリート等が露出している幅・高さの寸法および、広がり範囲)
 - ③ ペDESTAL内部の状況 (上部構造物, 堆積物の目視調査, 線量率等のデータ測定)
- 事前情報なしでペDESTAL内部に入るため、ケーブルの引っ掛かり等で帰還不能となるリスクが大きい
- ①~③については、炉内状況把握のために重要な情報であるため積極的に調査を試みる



(参考) 調査装置詳細 シールボックス他装置

ROVをPCV内部にインストール/アンインストールする。
ROVケーブルドラムと組み合わせてPCVバウンダリを構築する。

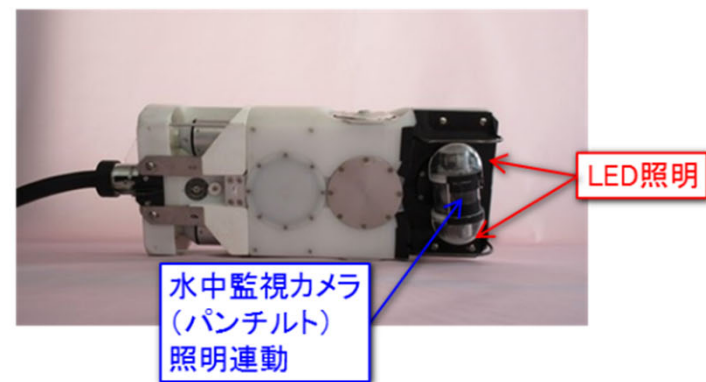
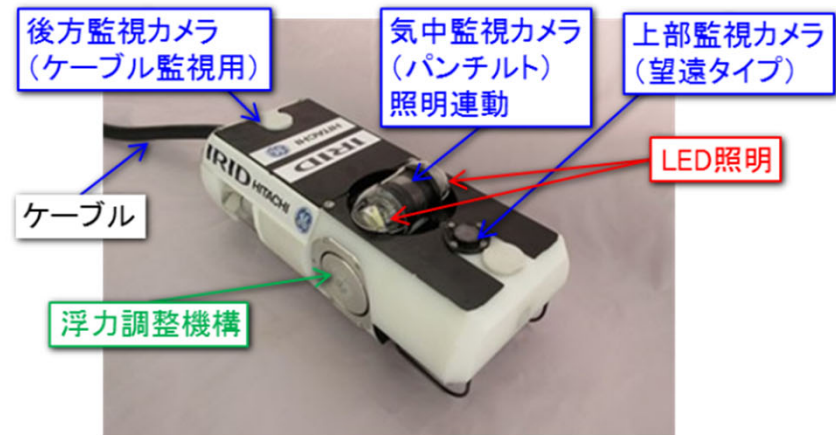
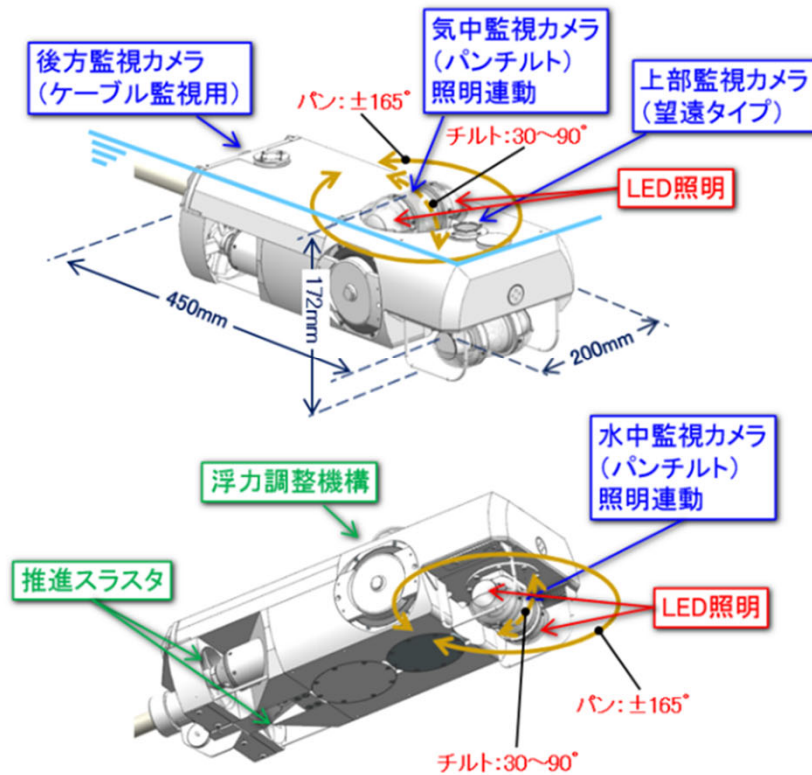


| 構成機器名称 | 役割 |
|--------------|--|
| ① ROVケーブルドラム | ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う |
| ② インストール装置 | ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる |
| ③ ケーブル送り台車 | ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う |
| ④ 移動トレイ | ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置 |
| ⑤ シールボックス | ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する |
| ⑥ グローブボックス | ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断 |

(参考) 調査装置詳細 ROV-A2_詳細目視調査用

| 調査装置 | 計測器 | 実施内容 |
|----------------|--|---|
| ROV-A2 詳細目視 | ROV保護用（光ファイバー型γ線量計※，改良型小型B10検出器） ※：ペDESTAL外調査用と同じ | 地下階の広範囲とペDESTAL内（※）のCRDハウジングの脱落状況などカメラによる目視調査を行う（※アタリできた場合） |
| | 員数：2台 航続可能時間：約80時間/台 調査のために細かく動くため，柔らかいポリ塩化ビニル製のケーブル(φ23mm)を採用 | |

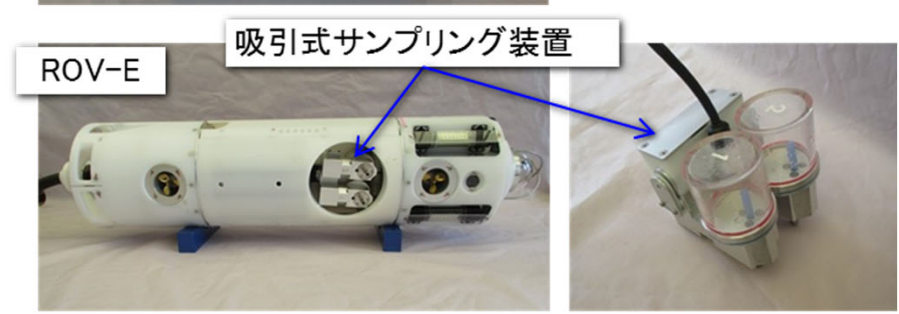
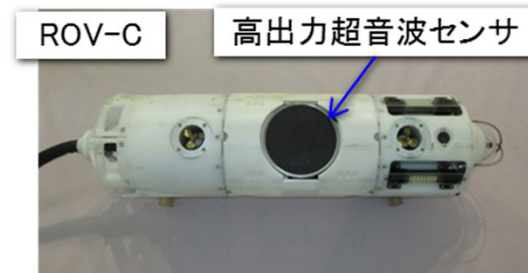
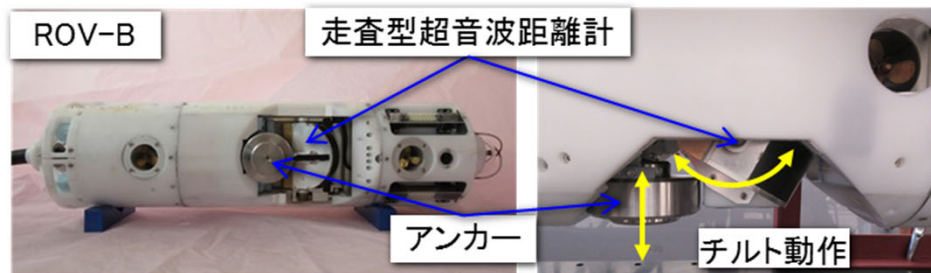
推力：約50N 寸法：直径φ20cm×長さ約45cm



(参考) 調査装置詳細 ROV-B~E_各調査用

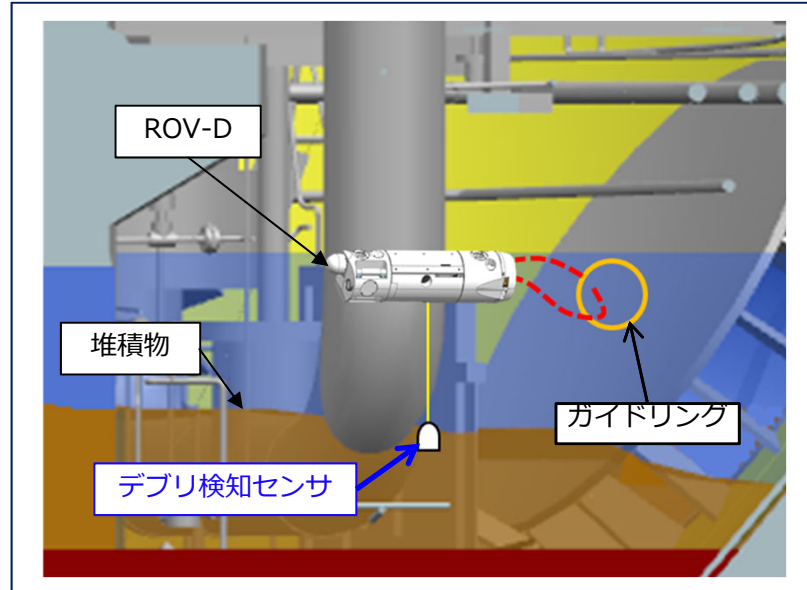
| 調査装置 | 計測器 | 実施内容 |
|----------------------------|---|--|
| ROV-B 堆積物3Dマッピング | <ul style="list-style-type: none"> ・ 走査型超音波距離計 ・ 水温計 | 走査型超音波距離計を用いて堆積物の高さ分布を確認する |
| ROV-C 堆積物厚さ測定 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 高出力超音波センサ ・ 水温計 | 高出力超音波センサを用いて堆積物の厚さとその下の物体の状況を計測し、デブリの高さ、分布状況を推定する |
| ROV-D 堆積物デブリ検知 | <ul style="list-style-type: none"> ・ CdTe半導体検出器 ・ 改良型小型B10検出器 | デブリ検知センサを堆積物表面に投下し、核種分析と中性子束測定により、デブリ含有状況を確認する |
| ROV-E 堆積物サンプリング | <ul style="list-style-type: none"> ・ 吸引式カプリング装置 | 堆積物サンプリング装置を堆積物表面に投下し、堆積物表面のサンプリングを行う |

員数：各2台ずつ 航続可能時間：約80時間/台 調査のために細かく動くため、柔らかいポリ塩化ビニル製のケーブル (ROV-B：φ33mm, ROV-C：φ30mm, ROV-D：φ30mm, ROV-E：φ30mm)を採用

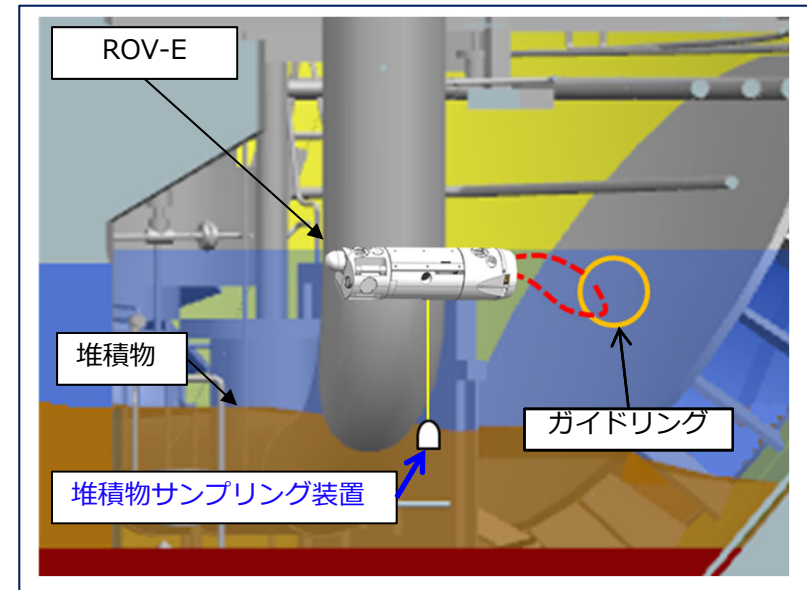


(参考) 各ROVの調査イメージ

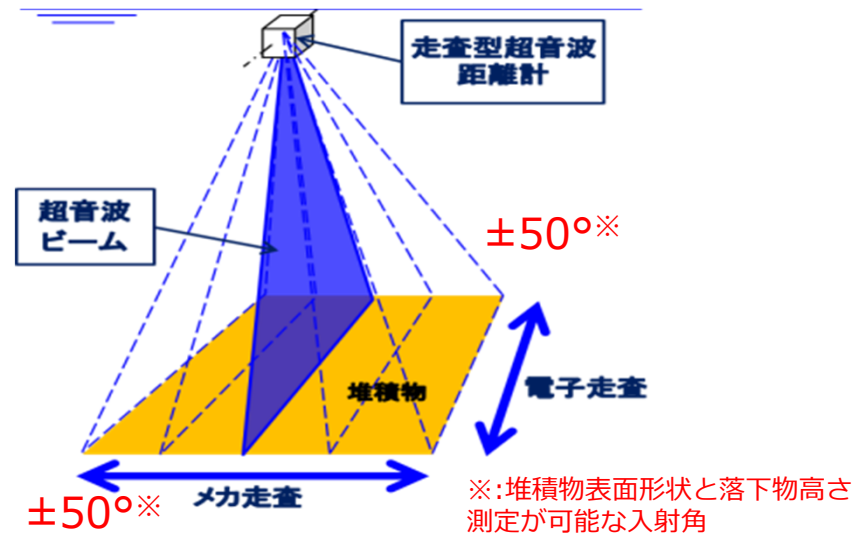
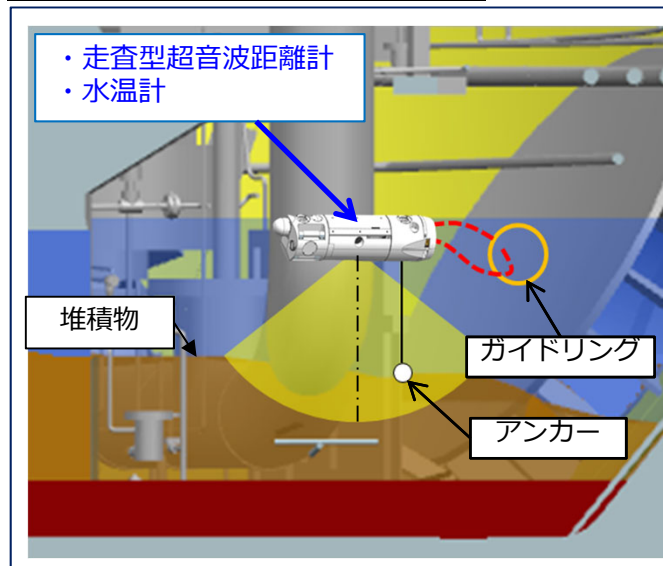
ROV-D (堆積物デブリ検知)



ROV-E (堆積物サンプリング)



ROV-B (堆積物3Dマッピング)



資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)