

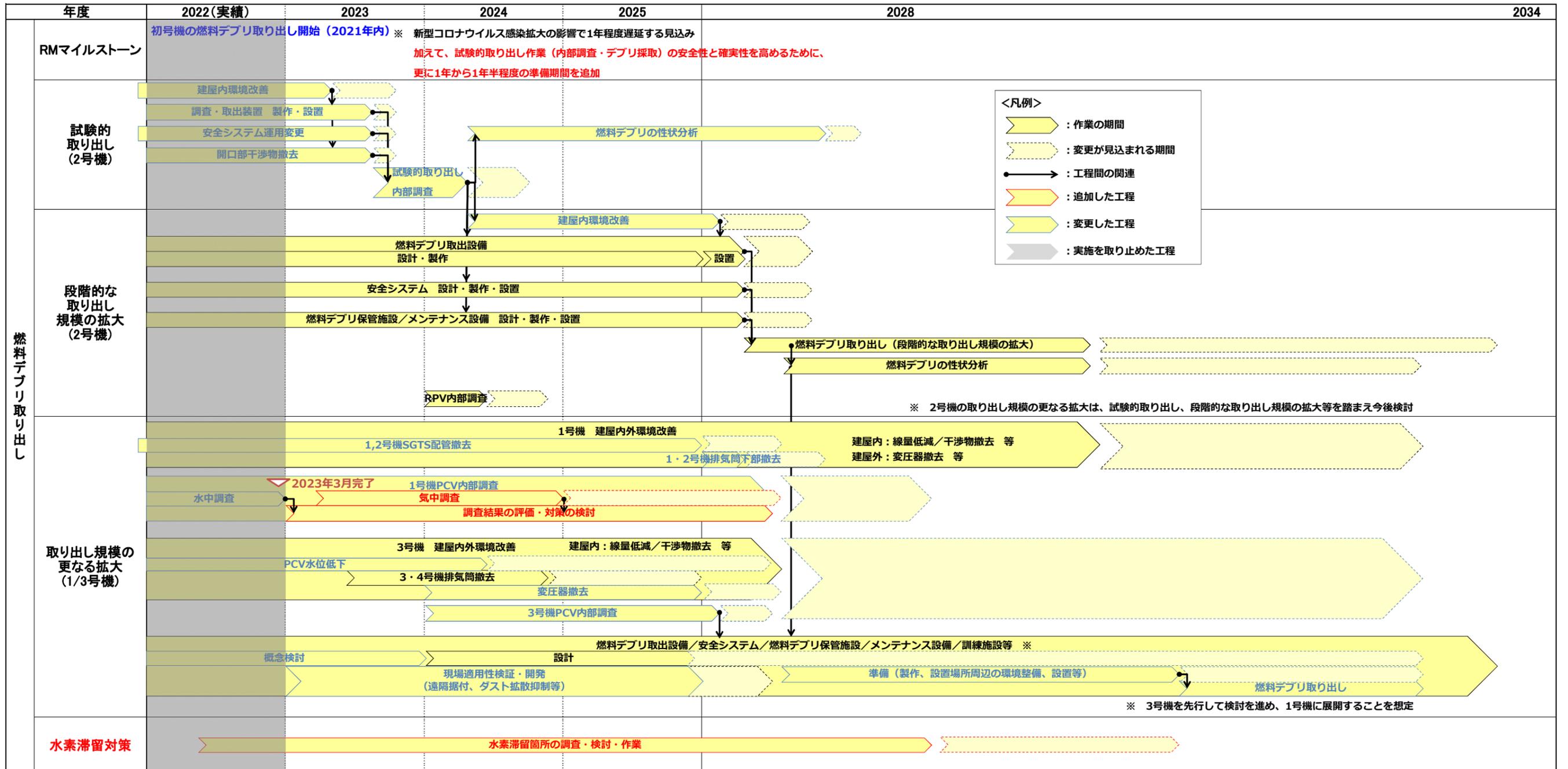


燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

| 分野名         | 廃炉中長期実行プラン2023<br>目標工程 | 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   | 2月    |   | 3月 |    |    |    |    | 4月 |   |   | 5月 |   |   | 6月 |   |   | 7月 |   |   | 8月 |   |   | 9月以降 |   |   | 備考     |   |
|-------------|------------------------|----------------|-----------------|---|-------|---|----|----|----|----|----|----|---|---|----|---|---|----|---|---|----|---|---|----|---|---|------|---|---|--------|---|
|             |                        |                |                 |   | 25    | 1   | 3  | 10 | 17 | 24 | 31 | 上  | 中 | 下 | 上  | 中 | 下 | 上  | 中 | 下 | 上  | 中 | 下 | 上  | 中 | 下 | 上    | 中 | 下 |        |   |
| 燃料デブリ取り出し準備 | RPV/PCV健全性維持           |                | 圧力容器/格納容器の健全性維持 | (実績)<br>○腐食抑制対策<br>・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<br>(継続)                                  | 現場作業  |   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
|             |                        |                |                 | (予定)<br>○腐食抑制対策<br>・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<br>(継続)                                  |       | 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)                                    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
| 燃料デブリ取り出し準備 | 炉心状況把握                 |                | 炉心状況把握          | (実績)<br>○事故関連factデータベースの更新(継続)<br>○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 | 事故関連factデータベースの更新   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
|             |                        |                |                 | (予定)<br>○事故関連factデータベースの更新(継続)<br>○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続)                             |       | 炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新  |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
| 燃料デブリ取り出し準備 | 取出後の燃料デブリ安定保管          | 燃料デブリ性状把握      | 燃料デブリ性状把握       | (実績)<br>○2号機燃料取扱機操作室調査の実施<br>○2号機原子炉建屋内調査(地下階三角コーナの状況確認)                                | 現場作業  | 最新工程反映<br>3号機原子炉建屋内調査   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   |        | ○原子炉建屋内調査(地下階三角コーナの状況確認)<br>22/12/2~23/1/11(片付け含む)<br>○3号機原子炉建屋内調査<br>24/4~24/5 |
|             |                        |                |                 | (予定)<br>○3号機原子炉建屋内調査の実施   |       |   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   |        |   |
| 燃料デブリ取り出し準備 | 燃料デブリ臨界管理技術の開発         | 燃料デブリ性状把握      | 燃料デブリ性状把握       | (実績)<br>○【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<br>・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 | 【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<br>・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等              |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
|             |                        |                |                 | (予定)<br>○【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<br>・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続)                      |       |   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
| 燃料デブリ取り出し準備 | 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 | 燃料デブリ臨界管理技術の開発  | (実績)<br>○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発<br>・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続)<br>・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<br>・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発 |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
|             |                        |                |                 | (予定)<br>○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発<br>・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続)<br>・臨界防止技術の開発(継続)        |       | ・臨界防止技術の開発  |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
| 燃料デブリ取り出し準備 | 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発     | 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)<br>○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発<br>粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続)<br>燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(完了) | 検討・設計 | 【研究開発】粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応<br>(粉状及びスラリー・スラッジの分析等)                  |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |
|             |                        |                |                 | (予定)<br>○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発<br>粉状・スラリー・スラッジ状の燃料デブリ対応(継続)                          |       |   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |   |      |   |   | (継続実施) |   |

- 凡例
- : 検討業務・設計業務・準備作業
  - : 現場作業予定
  - : 機器の運転継続のみで、現場作業(工事)がない場合
  - : 記載以降も作業や検討が継続する場合は、端を矢印で記載
  - : 工程調整中のもの

廃炉中長期実行プラン2023



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 PCV内部調査（気中部調査）について

2024年3月28日

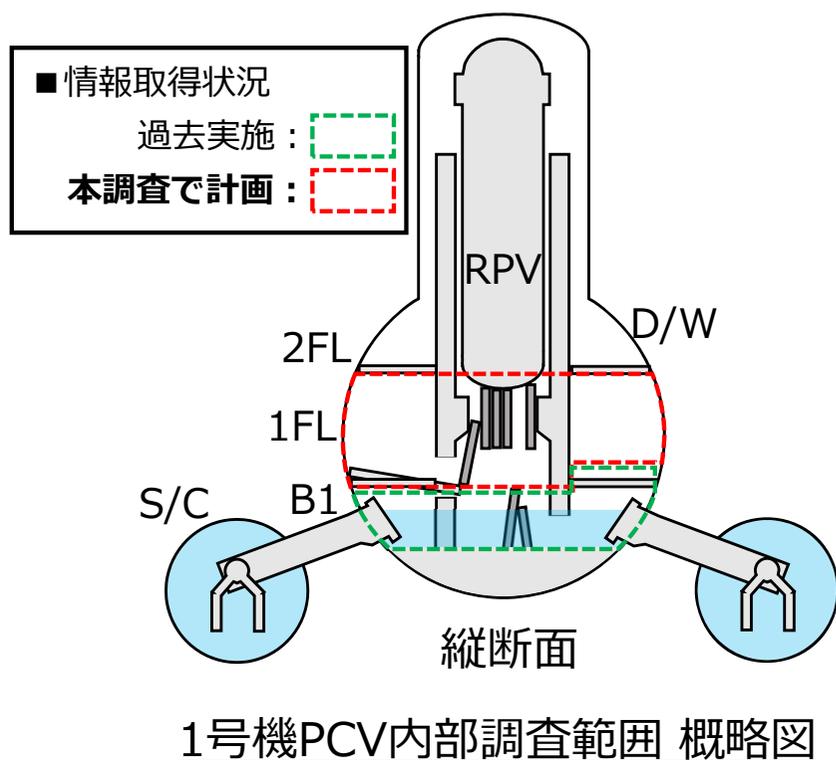
**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 概要

- 1号機原子炉格納容器(以下、PCV)内部調査については、燃料デブリの状態を確認するために、**主に地下階の調査を実施済**
- 燃料デブリ取り出しに向けて、地下階の情報だけでなく、PCV全体の状況も把握する必要があるため、**1FLエリアの調査を主とした、“1号機PCV内部気中部調査”を計画**
- 本調査は、**小型ドローン(合計4機)および無線を中継するヘビ型ロボットを用いて、ペDESTAL外1FLエリアおよび、ペDESTAL内の映像取得を計画**

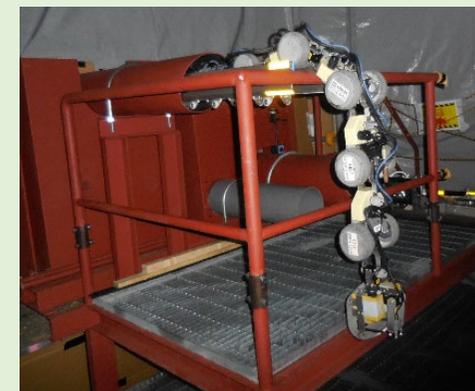


## 小型ドローン



用途：カメラによる映像撮影  
 寸法：191×179×54[mm]  
 重量：185[g](バッテリー込)  
 飛行時間：約8分(調査は5分×4機で計画)  
 搭載機器：照明(90lm(45lm×2))、  
 超高感度カメラ(正面のみ)

## 無線中継用ヘビ型ロボット

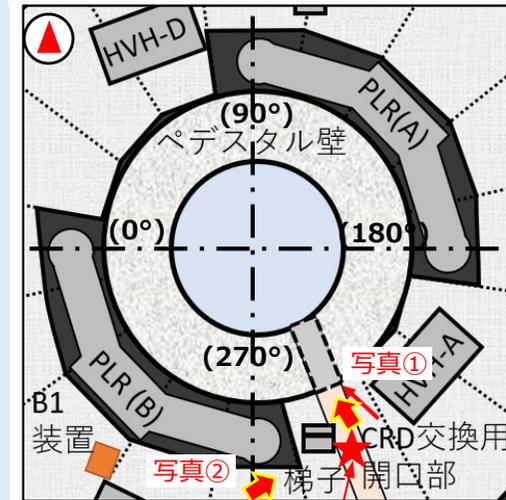


用途：無線中継器の運搬+線量測定  
 寸法：2,900×180×165[mm]  
 重量：約25[kg]  
 搭載機器：ドローン用無線中継器、  
 CMOSカメラ×2  
 線量計

## 1号機PCV内部気中部調査 調査装置

## 2-1. 3月14日 調査結果 (ペデスタル外 開口部付近)

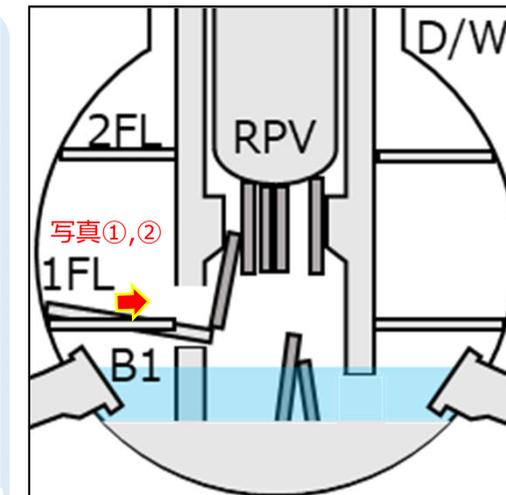
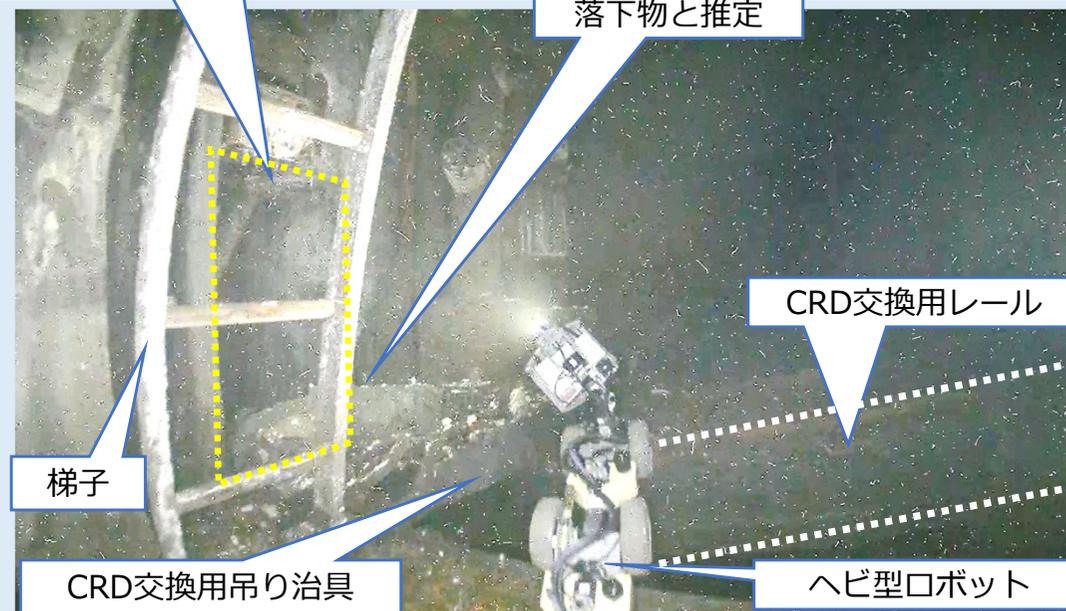
■ 写真①：ペデスタル外から見たCRD交換用開口の様子。開口部前には落下物があるものの、ペデスタル壁に大きな損傷はない。既設構造物は経年劣化と考えられる変色があるが、概ね形を保っている



ヘビ型ロボット待機位置

1号機PCV内1FL 拡大図(概略)

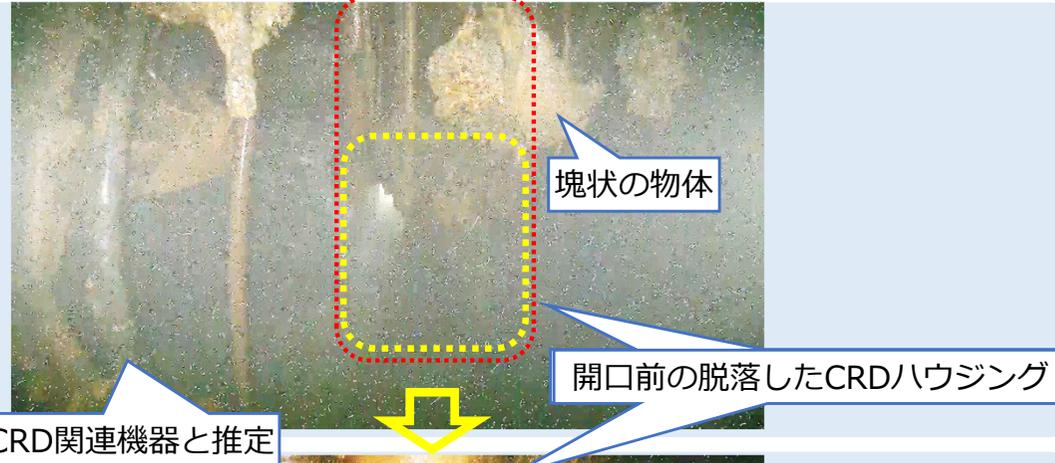
■ 写真②：CRD交換用開口部前のヘビ型ロボットを俯瞰した写真。2月28日の調査でCRD交換用レール周辺に、目立った障害物が確認されなかったため、計画通りヘビ型ロボットにてCRD交換用レールから無線中継を実施



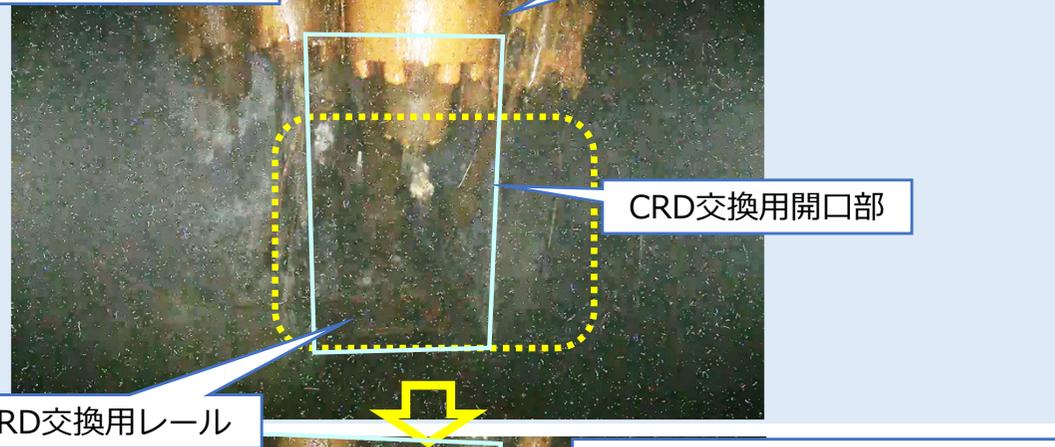
1号機PCV内縦断面図(概略)

## 2-2. 3月14日 調査結果 (ペデスタル内 CRD交換用開口部付近のCRDハウジング)

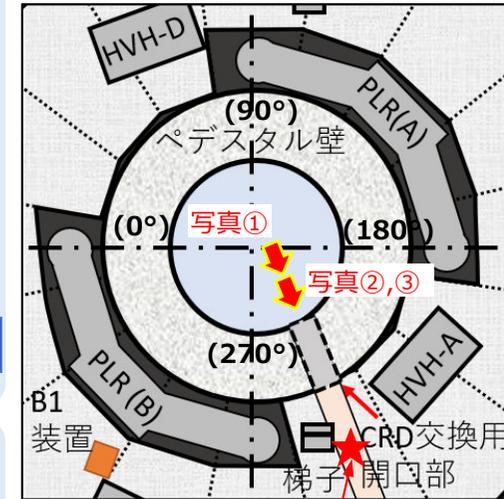
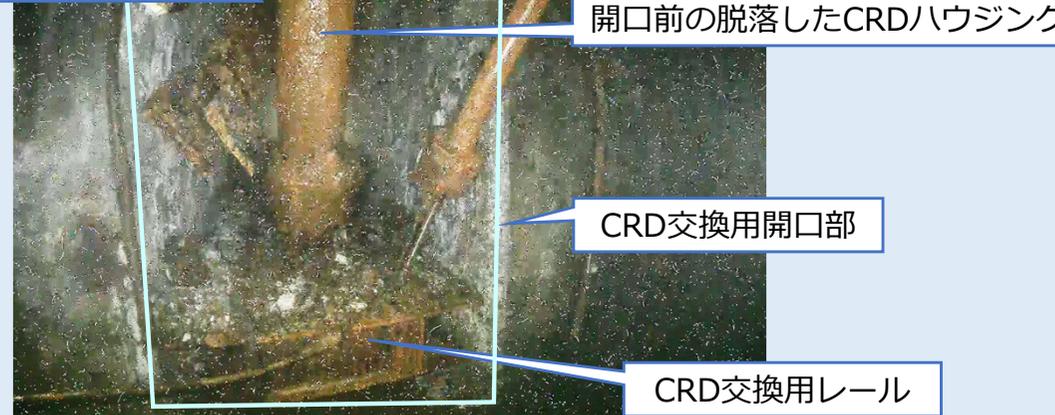
- 写真①：CRD交換用開口部付近をペデスタル内から撮影した写真。赤点線部が開口部を塞いでいる脱落したCRDハウジングである。



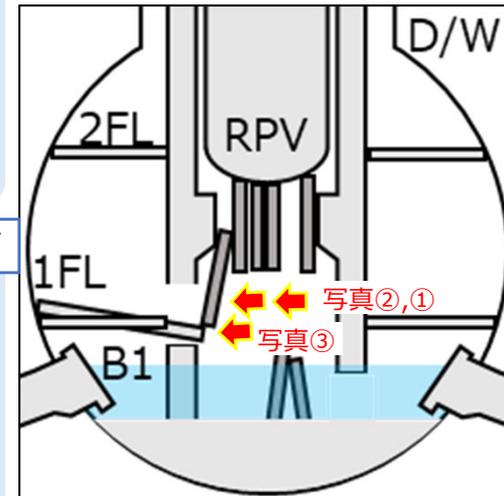
- 写真②：写真①の黄色点線枠の写真。脱落したCRDハウジングは1つではなく、複数のCRD関連機器がまとまって脱落している。



- 写真③：写真②の黄色点線枠の写真。脱落したCRDハウジングの下部はCRD交換用レールの上に落下していると推定。



ヘビ型ロボット待機位置  
1号機PCV内1FL 拡大図(概略)

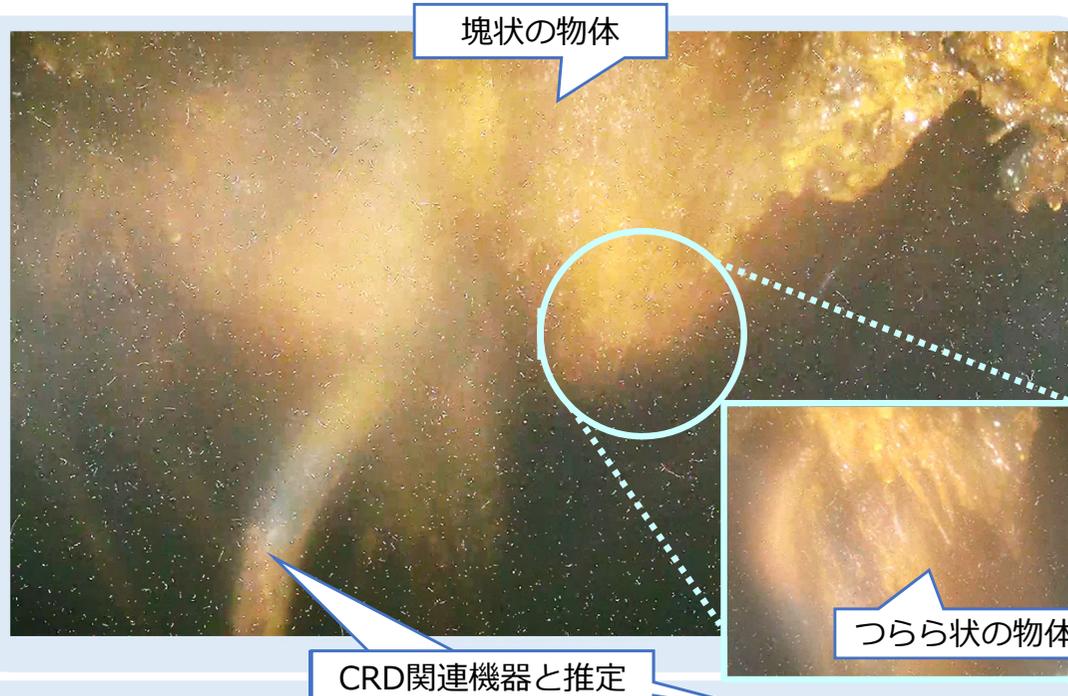


1号機PCV内縦断面図(概略)

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

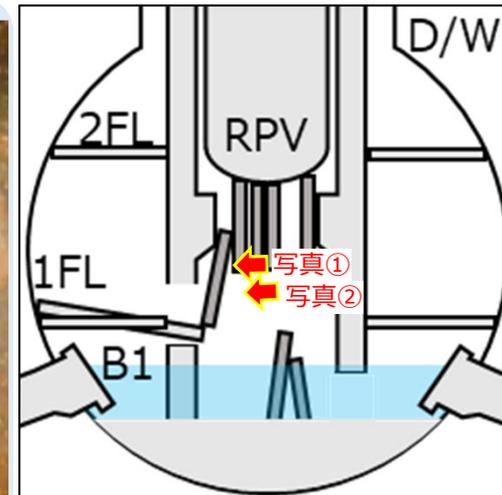
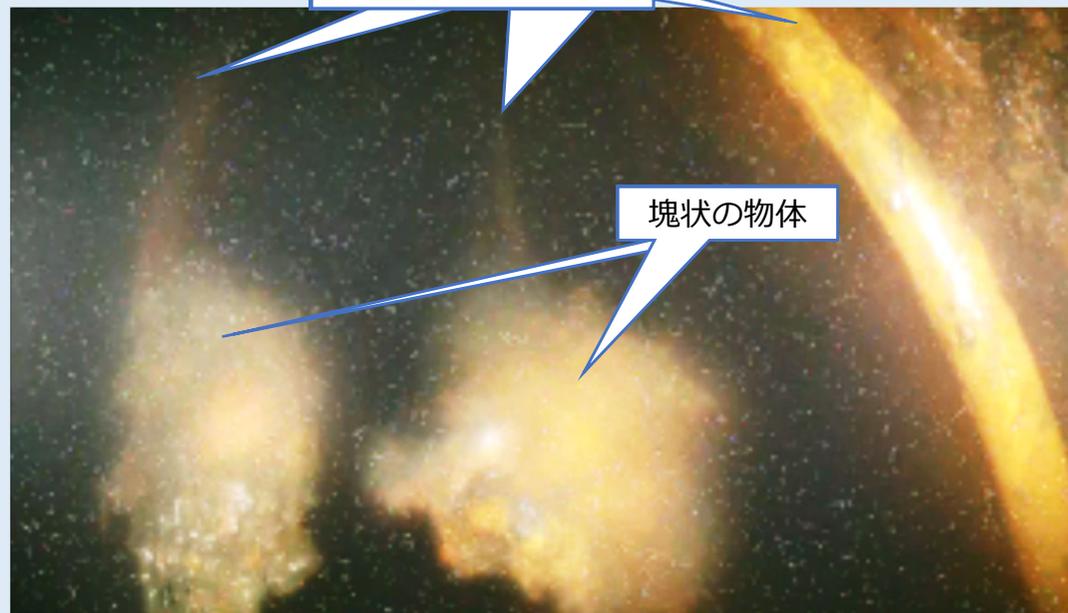
## 2-3. 3月14日 調査結果 (ペデスタル内 CRD交換用開口部付近の塊状の物体)

- 写真①：CRD交換用開口部付近の脱落しているCRDハウジングの上部の塊状の物体。塊状の物体の中にはつらら状になっている部位がある。上部に集中して固まっていることから、上方より移行してきたものと推定。



ヘビ型ロボット待機位置  
1号機PCV内1FL 拡大図(概略)

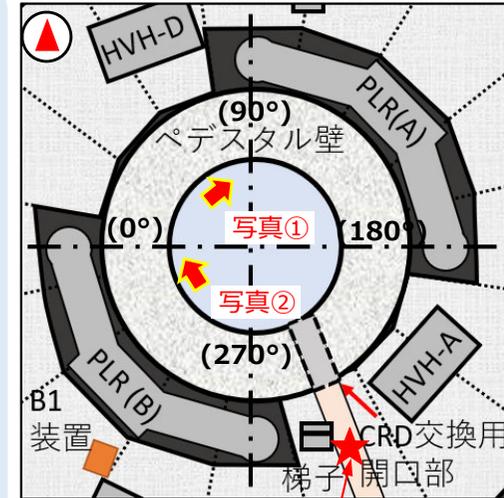
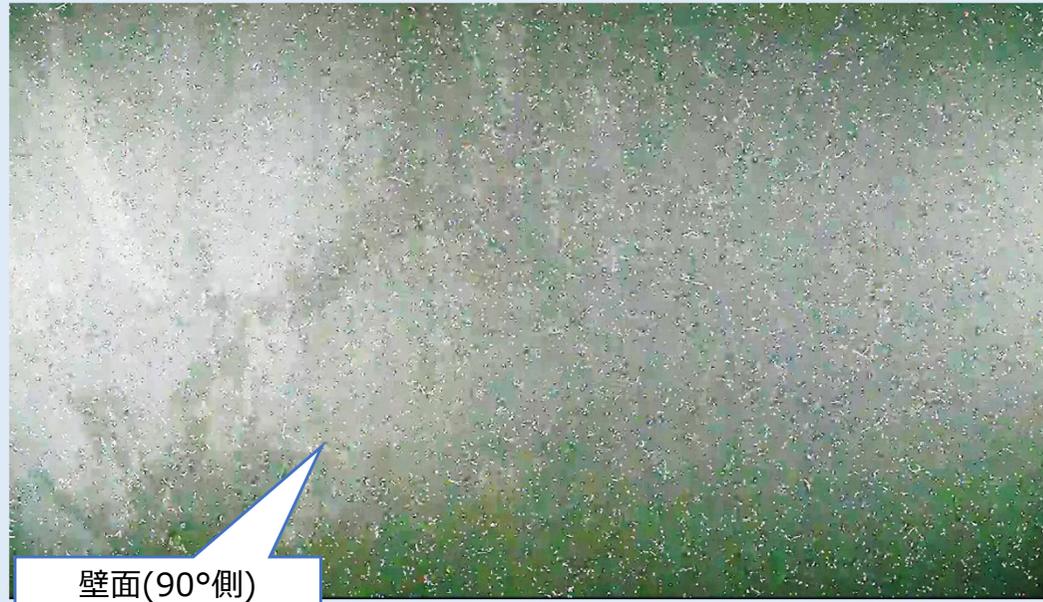
- 写真②：CRD交換用開口部付近の脱落しているCRDハウジングよりもペデスタル内側にある塊状の物体。CRD関連機器にぶら下がるように固まっている。写真①と同様に、上方より移行してきたものと推定。



1号機PCV内縦断面図(概略)

## 2-4. 3月14日 調査結果 (ペデスタル内 ペデスタル壁面)

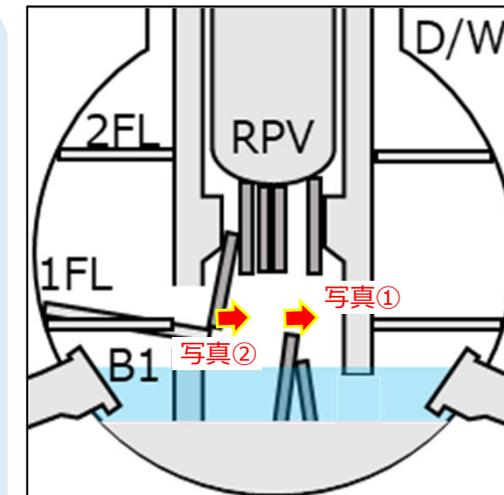
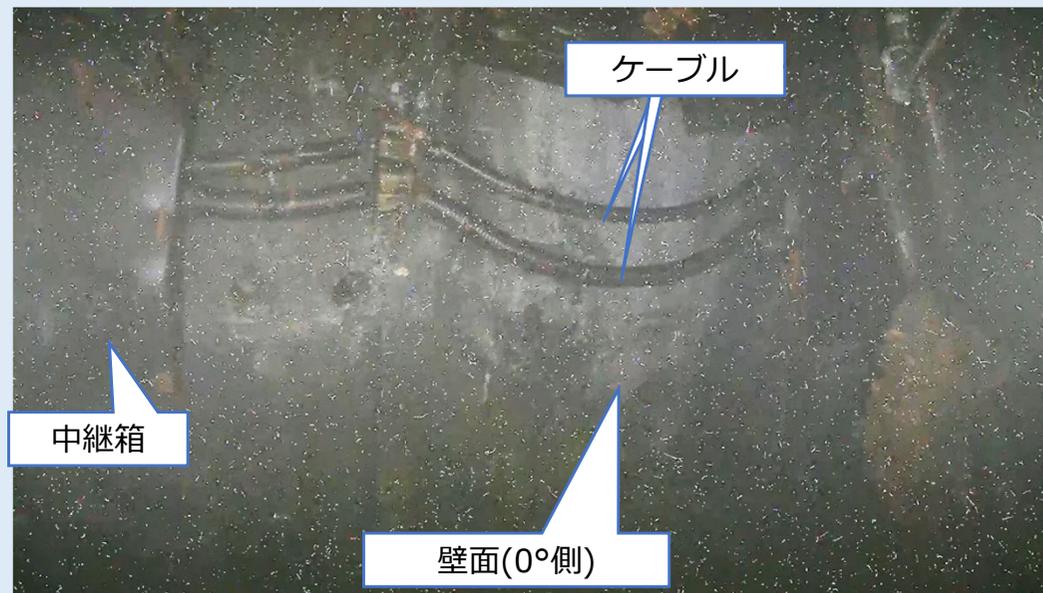
- 写真①：ペデスタル内90°側のペデスタル壁面の様子。一部変色がみられるものの、著しい損傷は確認されず、コンクリートが残存している。なお、当該壁面には、震災前より既設設備はないため、機器は確認されていない。



へビ型ロボット待機位置

1号機PCV内1FL 拡大図(概略)

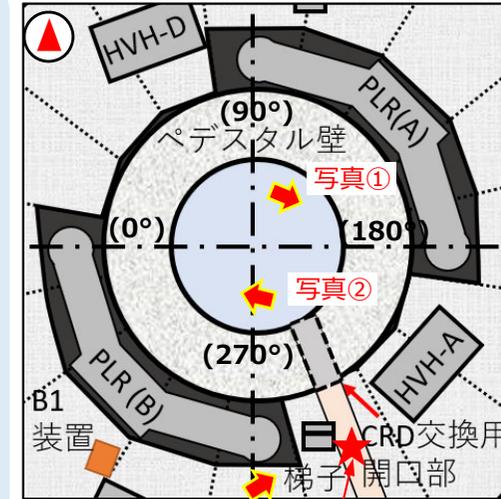
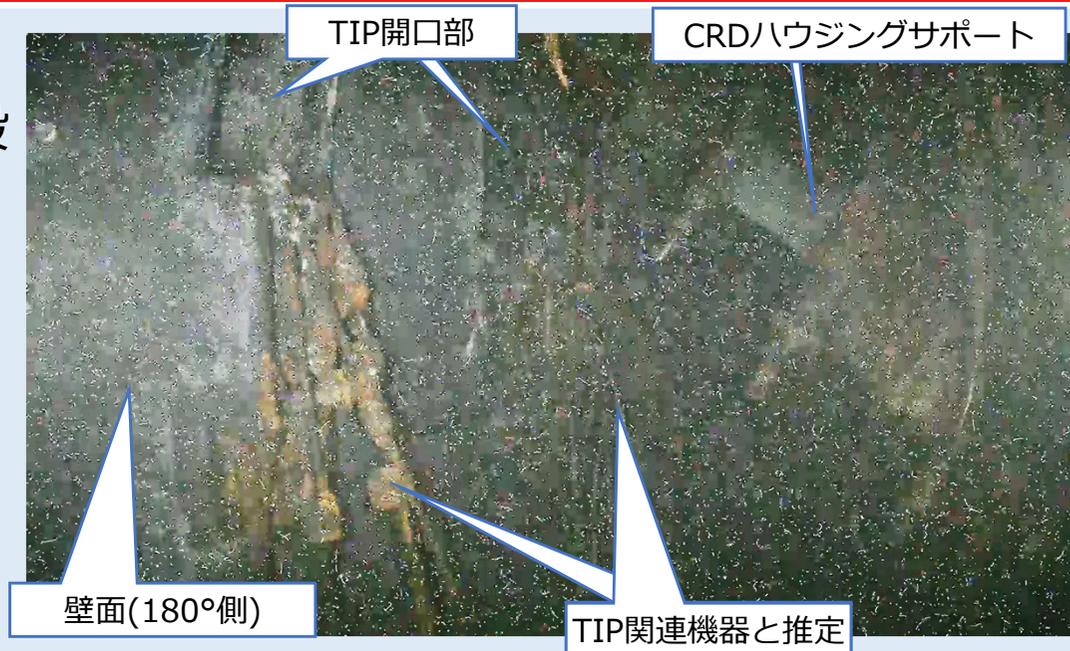
- 写真②：ペデスタル内0°側のペデスタル壁面の様子。写真①と同様に一部変色があるが、著しい損傷は無く、コンクリートが残存している。また、ケーブルの中継箱等が確認されており、変色及び変形していると推定。



1号機PCV内縦断面図(概略)

## 2-5. 3月14日 調査結果 (ペDESTAL内 構造物)

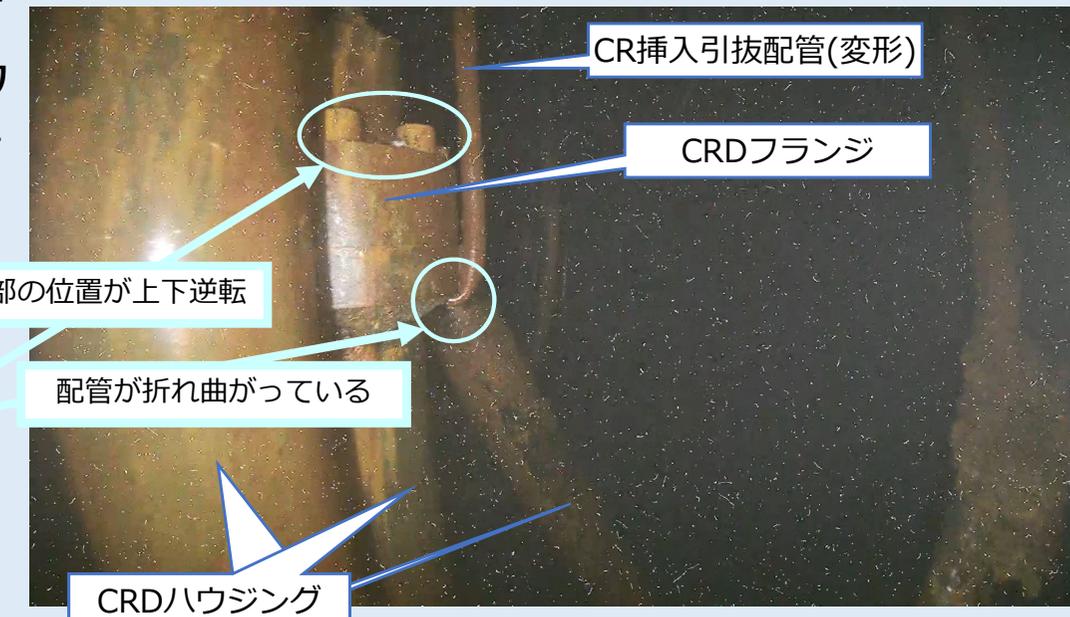
■ 写真①：ペDESTAL内 180°付近の様子。既設のTIP開口部があり、TIP関連機器と推測される機器が下方方向に垂れている。ペDESTAL壁面については、0°および90°付近と同じく著しい損傷は確認されていない。



ヘビ型ロボット待機位置

1号機PCV内1FL 拡大図(概略)

■ 写真②：正位置と上下逆転しているCRDハウジング。挿入引き抜き配管が変形している。



CRDハウジング

ボルト頭部の位置が上下逆転

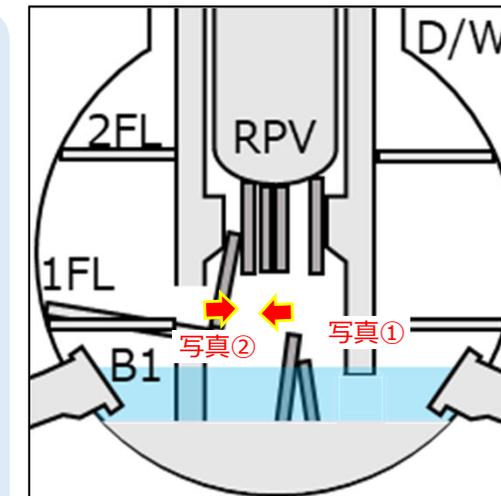
配管が折れ曲がっている

CRDハウジング

CR挿入引抜配管

CRDフランジ

参考. CRD関連機器 (震災前)

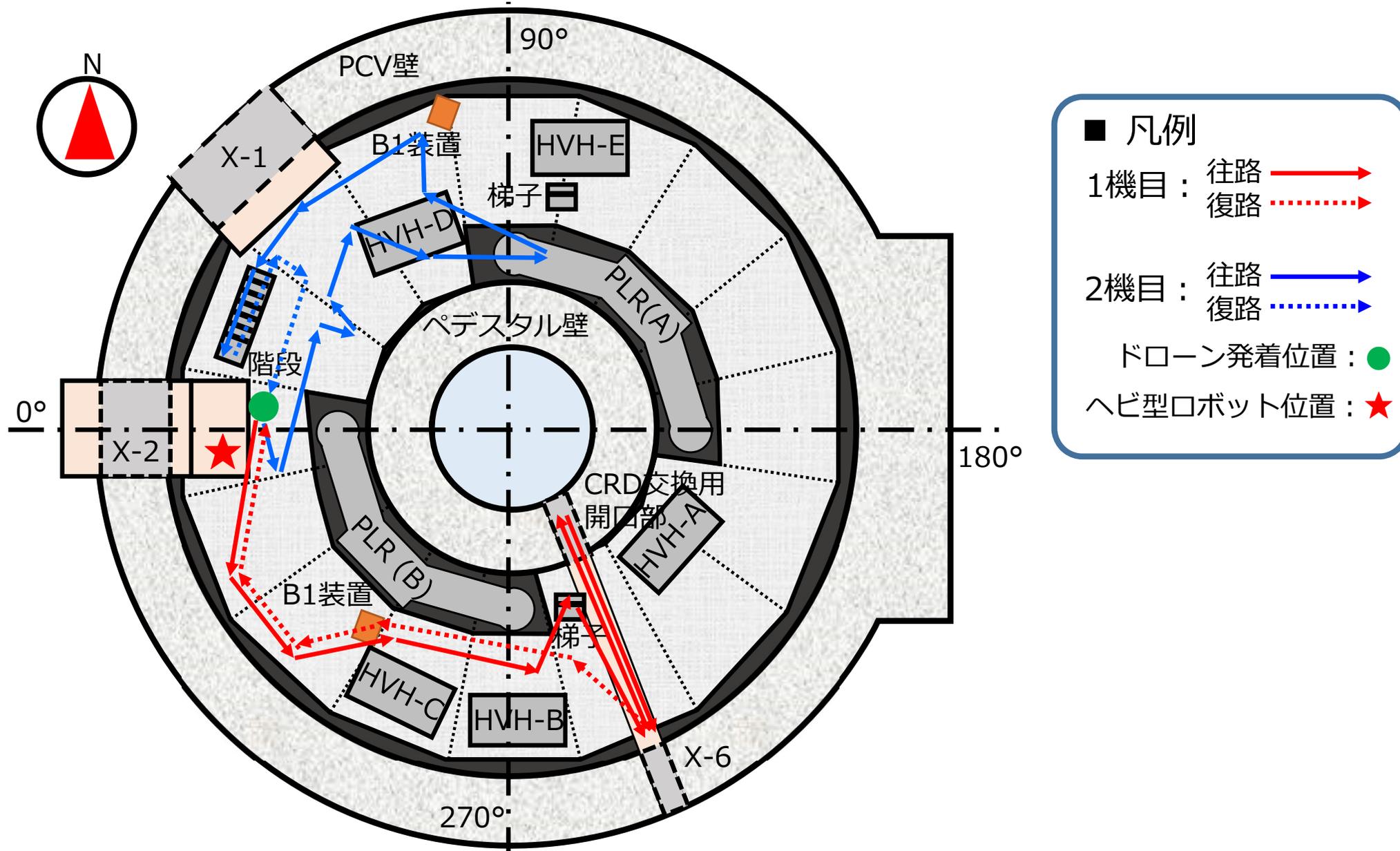


1号機PCV内縦断面図(概略)

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

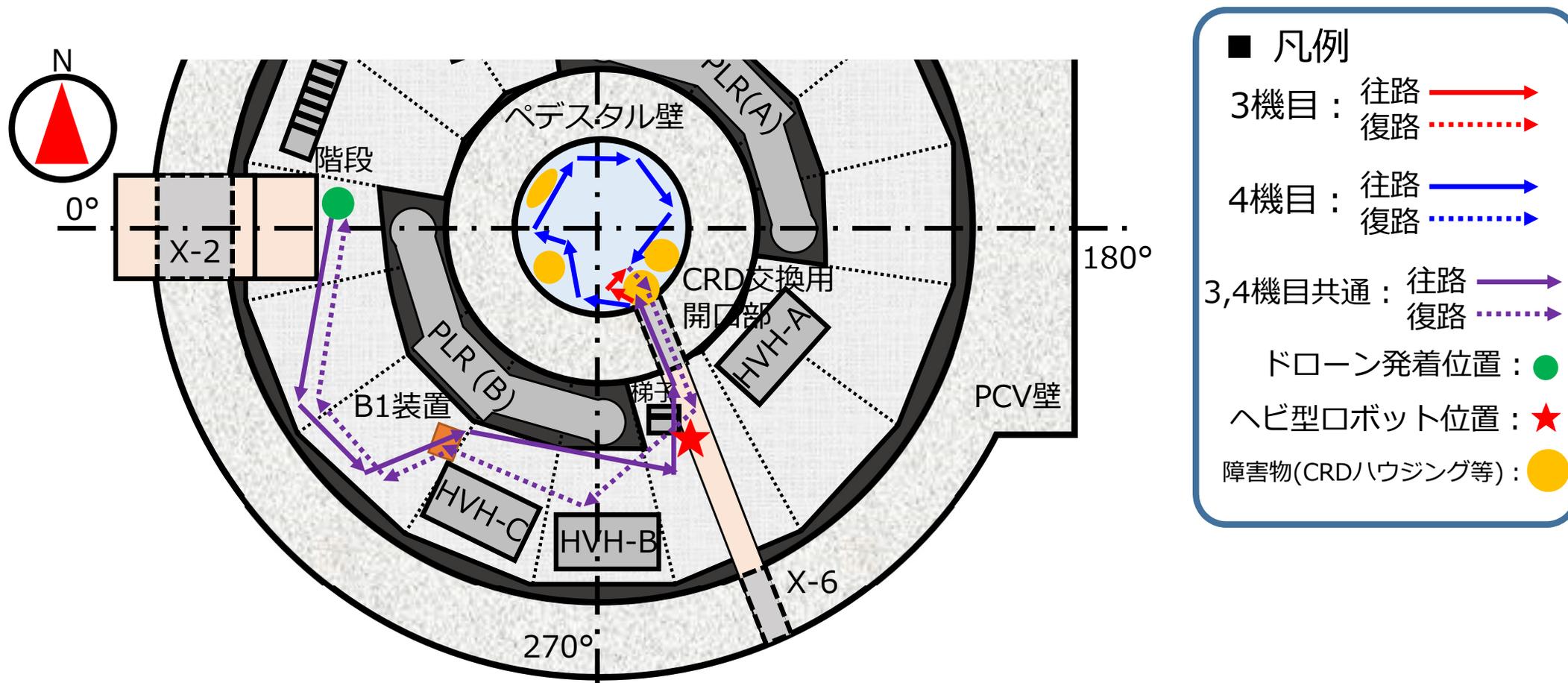
### 3-1. 飛行ルート実績(ペDESTアル外)

- ペDESTアル外については、1,2機目で飛行しており、概ね計画通りのルートを飛行
- 靄の影響により視認距離が短くなったため、基準となる構造物を画角に入れながら慎重に飛行



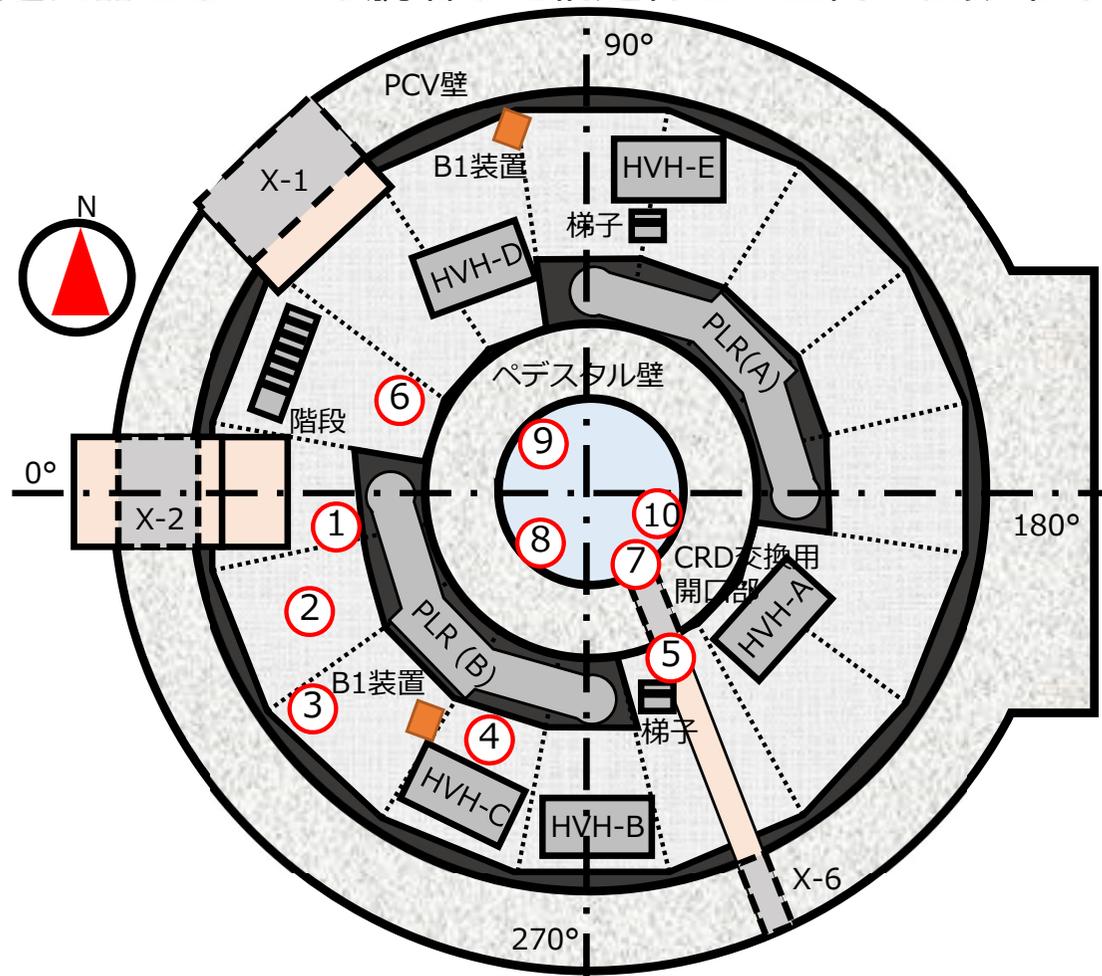
## 3-2. 飛行ルート実績(ペDESTAL内)

- ペDESTAL内については、3,4機目で飛行しており、3機目でペDESTAL内全周を飛行する計画であったが、CRD交換用開口部周辺に脱落した構造物が複数確認されたため、飛行計画を変更
- 3機目にてCRD交換用開口部周辺を入念に確認し、飛行ルートを再策定した後、4機目にてペDESTAL内全周を時計回りで飛行
- ペDESTAL外と同様に、霧の影響により視認距離が短いため、ペDESTAL壁面を基準として画角に入れ、障害物を回避しながら慎重に飛行を実施
- 基本的にペDESTAL底面から約4m(水面から2m)の高さを維持しながら飛行



## 4. PCV内の主要な落下物について

- ペDESTAL外でのグレーチング上には、過去の調査でも確認されている、鉛遮蔽マット等の落下物を確認
- CRD交換用開口部前にはCRDレールを吊るためのチェーンブロックと思われる落下物を確認
- ペDESTAL内ではCRD交換用開口部周辺以外にも、CRD関連機器と思われる脱落した構造物を、壁側に複数確認



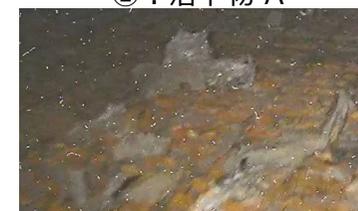
①：鉛遮蔽マット



②：落下物 A



③：落下物 B



④：落下物 C



⑤：チェーンブロック(推定)



⑥：照明の傘



⑦：落下した構造物 A



⑧：落下した構造物 B



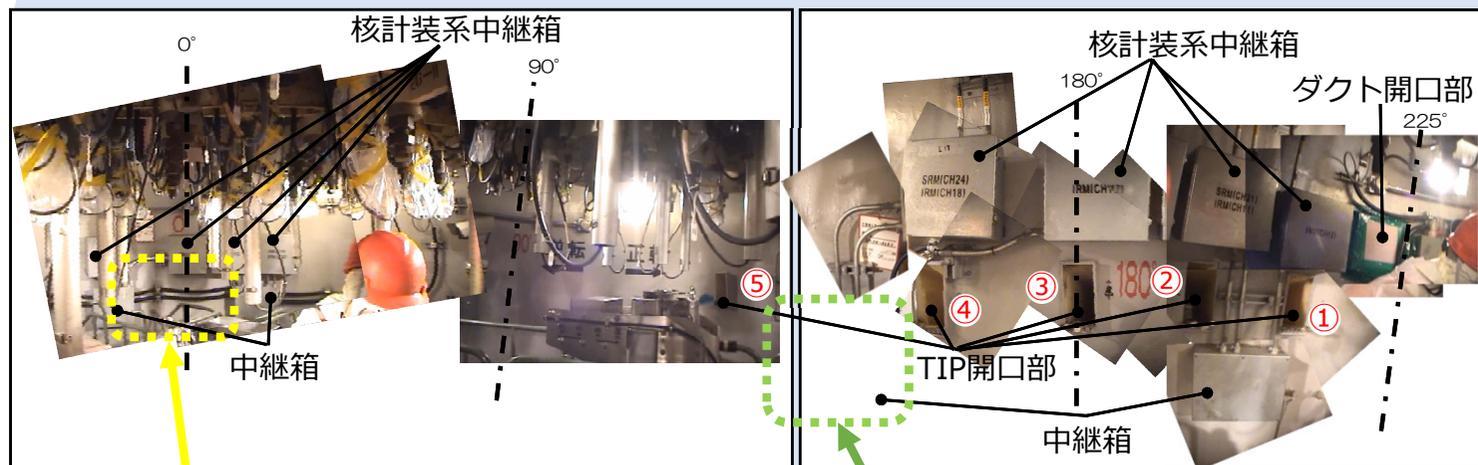
⑨：落下した構造物 C



⑩：落下した構造物 D

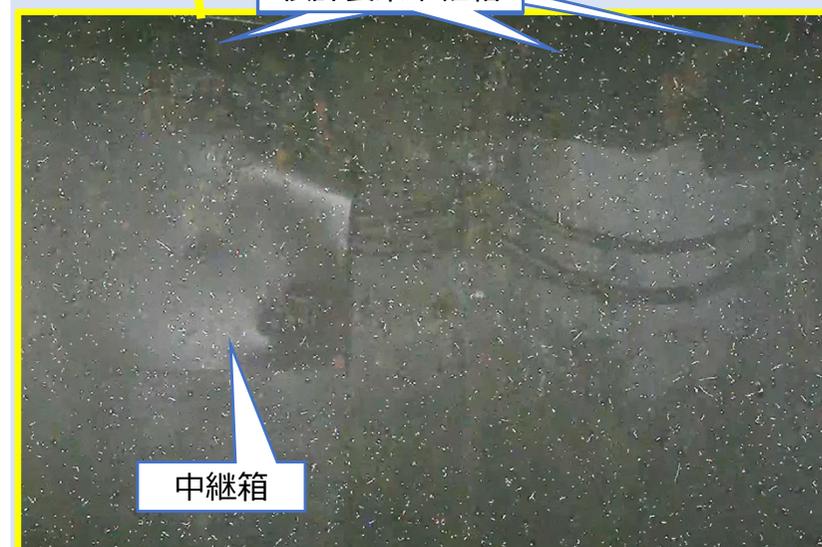
# 5-1. 震災前の写真との比較(ペDESTAL内 中継箱、TIP開口部)

## ■ ペDESTAL壁面の中継箱

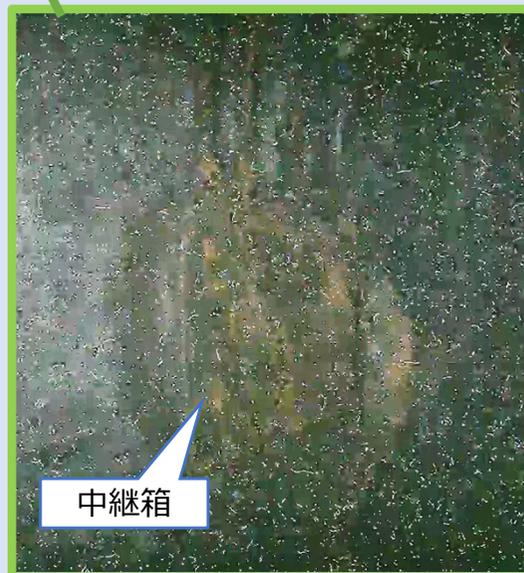


【震災前：定期検査時】ペDESTAL内壁面(左：0°~90°付近、右：180°~225°付近)

核計装系中継箱



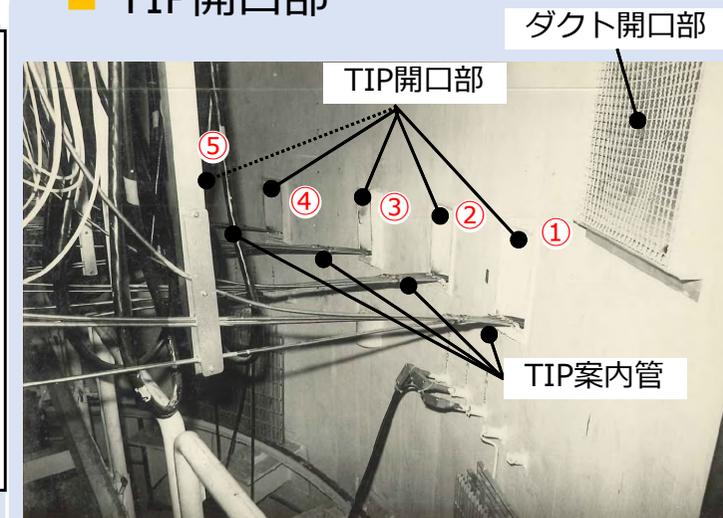
中継箱



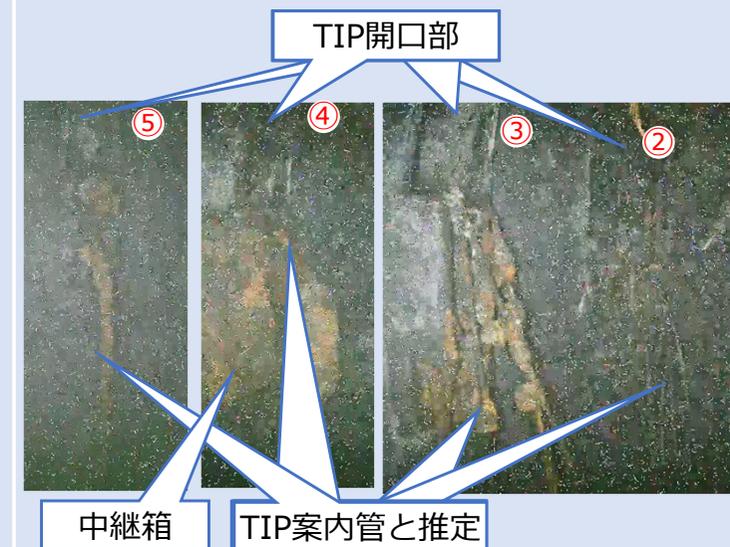
中継箱

ペDESTAL内中継箱の状態(左：0°付近、右：180°付近)

## ■ TIP開口部



【震災前：建設時】TIP開口部(180°付近)



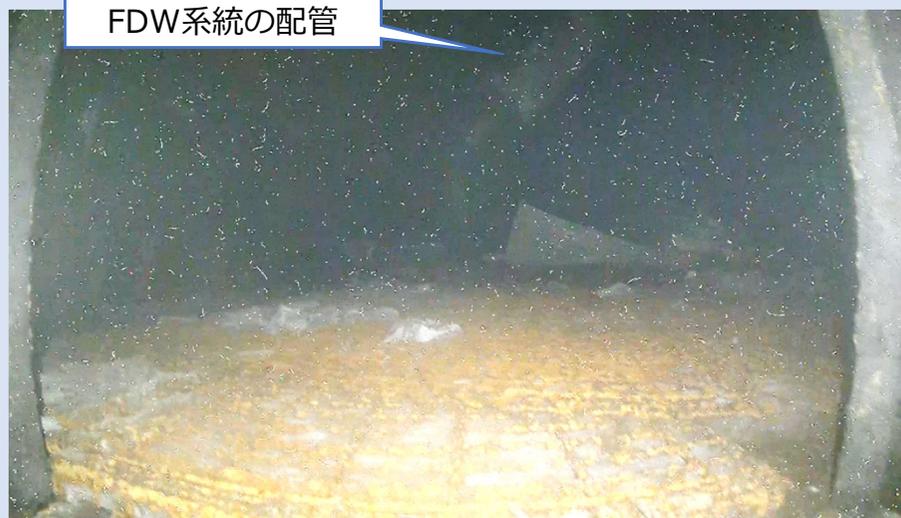
TIP開口部の状況(180°付近)

## 5-2. 震災前の写真との比較(FDW系統の配管、CRD関連機器)

### ■ ペデスタル外 2FL FDW系統配管

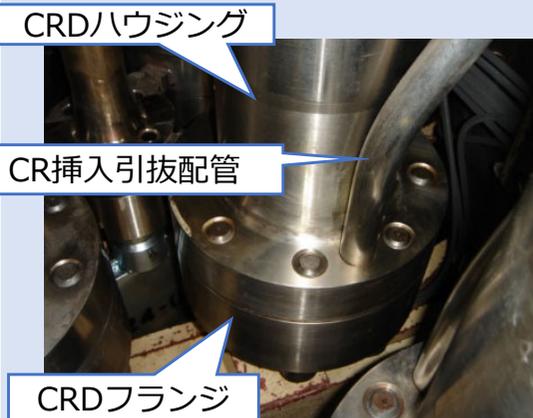


【震災前：定期検査時】FDW系統配管

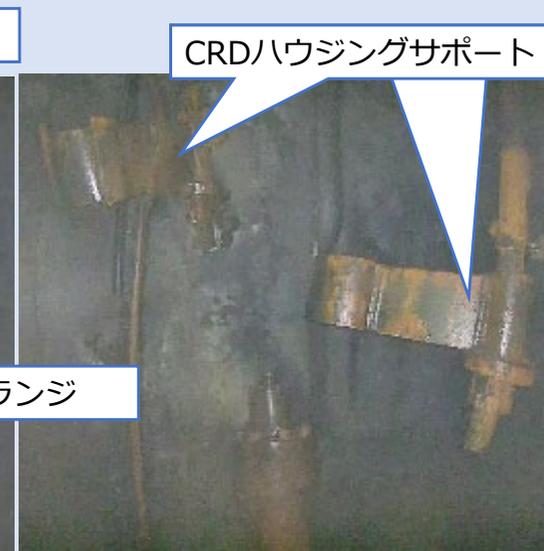
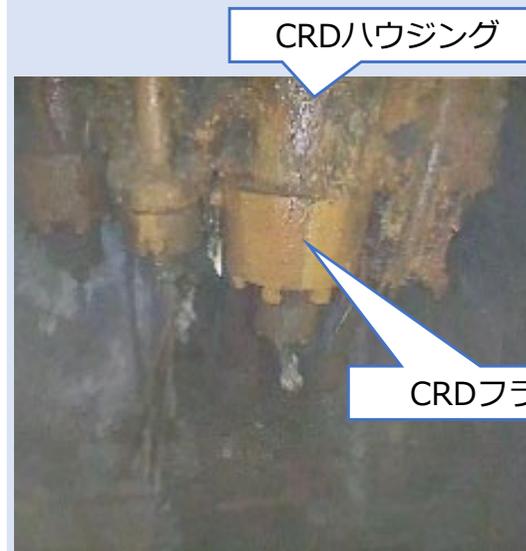


2FLの状況

### ■ ペデスタル内 CRD関連機器



CRD関連機器(左：震災前：定期検査時、右：5号機)



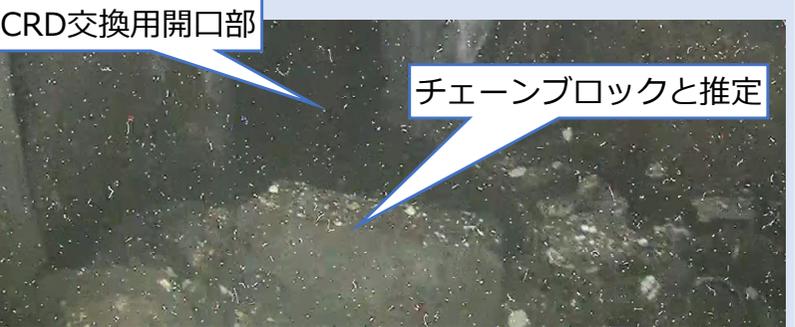
CRD関連機器の状況(左：ハウジング、右：サポート)

# 5-3. 震災前の写真との比較(ペDESTアル外 CRD交換用開口部周辺)

## ■ チェーンブロック



【震災前：定期検査時】CRD交換用開口部前 チェーンブロック

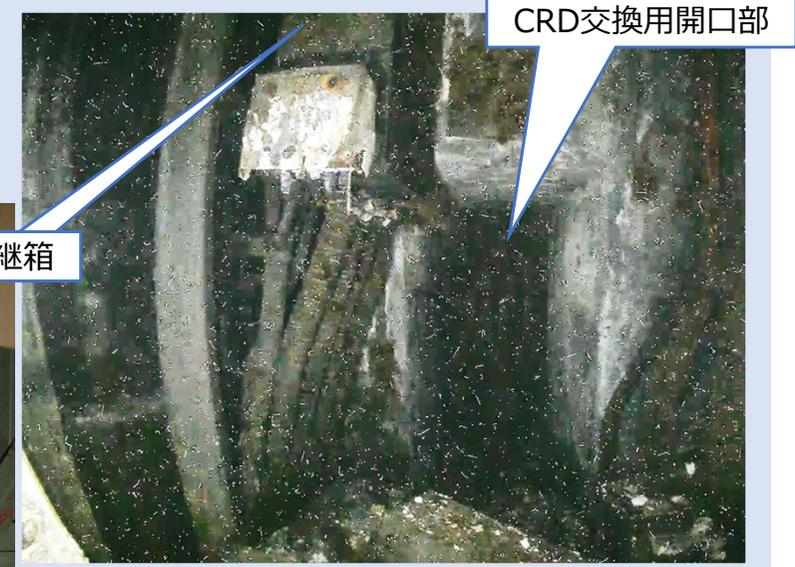


CRD交換用開口部前(落下したチェーンブロック)

## ■ 梯子と中継箱



【震災前：定期検査時】梯子と中継箱



CRD交換用開口部前の状況(中継箱)



CRD交換用開口部前の状況(梯子)

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

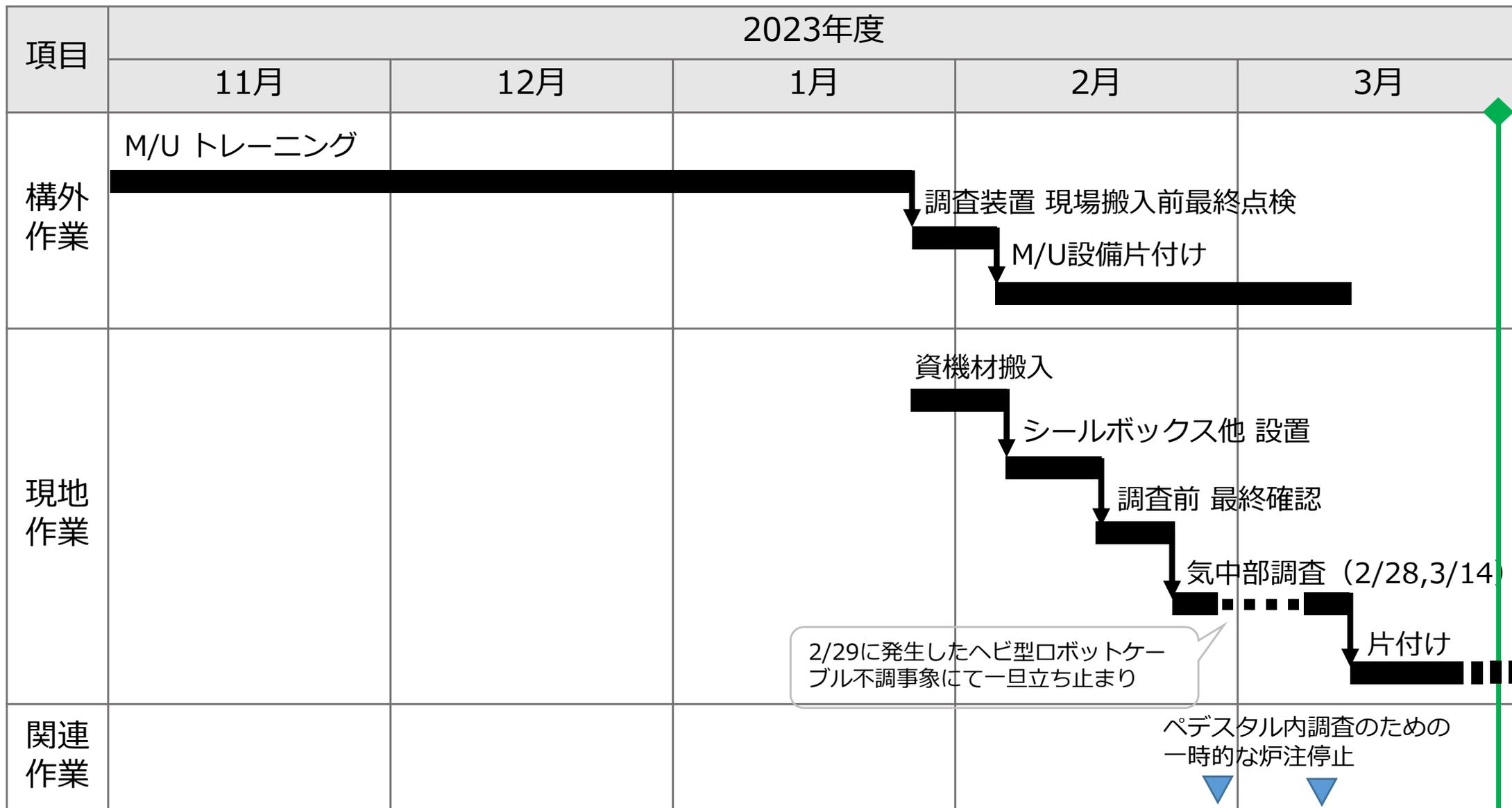
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

## 6. 今後の調査に向けた知見について

- ドローンの飛行により、PCVガス管理システムおよびオペフロのダストモニタに有意な上昇は確認されなかったことから、**小型ドローンがダスト飛散に与える影響は軽微であると判断**
- ペDESTAL内はCRD関連機器と思われる上部の構造物が複数落下していたことから、同じくドローンでRPV底部を調査するためには、**上部方向を確認する手段が必要**
- 2FL以上にアクセスするためには、X-1ペネ付近の階段が有効であることを確認。また、地下階にアクセスするためには、水中ROV調査のために開けたX-2ペネ前のアクセス口や、地下に降りる梯子が有効であることを確認
- ドローンに搭載されている自機の温度計の指示を確認したところ、**今回の調査で飛行した範囲については、有意な温度変化は発生しなかった**
- X-2ペネに無線中継器を配置すると、X-6ペネ周辺まではドローンの通信を維持できることを確認。ただし、CRD交換用開口内に入ると通信がやや不安定になるため、**ペDESTAL内調査においては、今回と同様なCRD交換用開口部等の有効な箇所からの無線中継が必要**
- PCV内の靄は、照明の性能を著しく低下させ、**視認距離を短くし、カメラに曇りを発生させる要因にもなるため、気中部の調査においては対策が必要**
- 今回使用した小型ドローンのカメラは、耐放射線仕様のカメラではないため、**ペDESTAL内に近づくとつれて放射線ノイズの影響が増加したものの、飛行不可能になるレベルでないことを確認**

## 7. スケジュール

- 本調査で取得した映像を基に、点群データを生成可能か検討中
- 今後のPCV内部調査については、小型ドローンの有効性を踏まえて検討中



# (参考) ペデスタル外南側 調査結果(ドローン1機目)

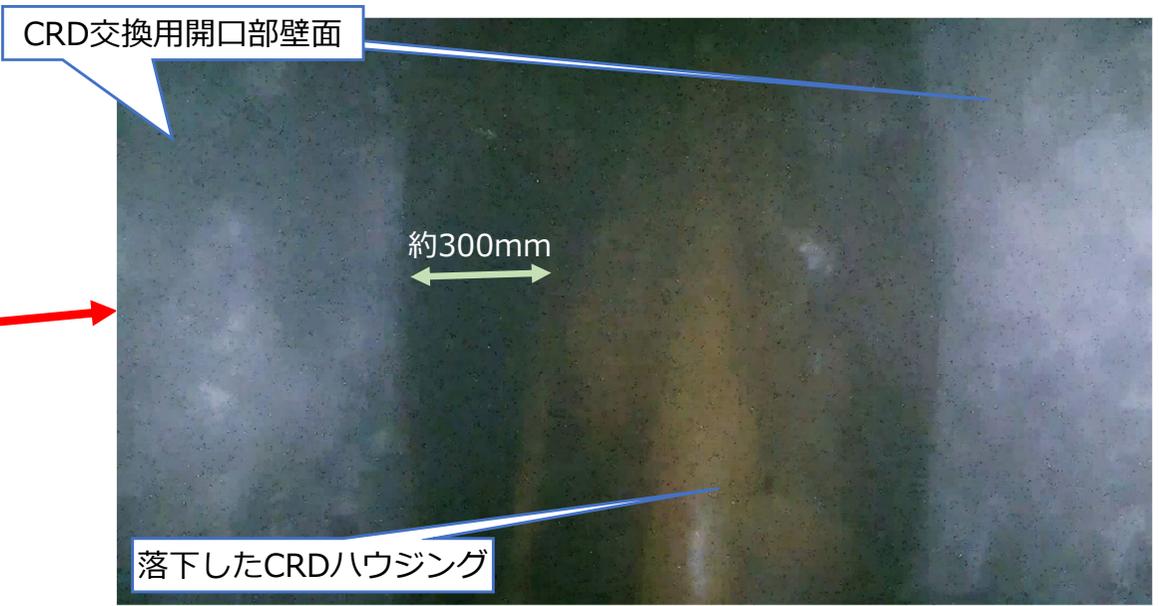
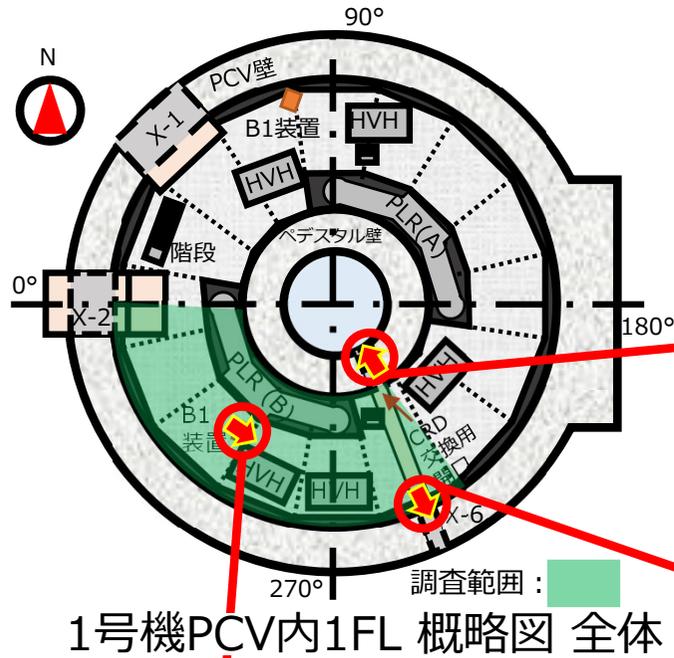


写真1. CRD交換用開口の状況(ちらつき補正後)



写真2. 南側B1調査装置(PMORPH)の残置状況

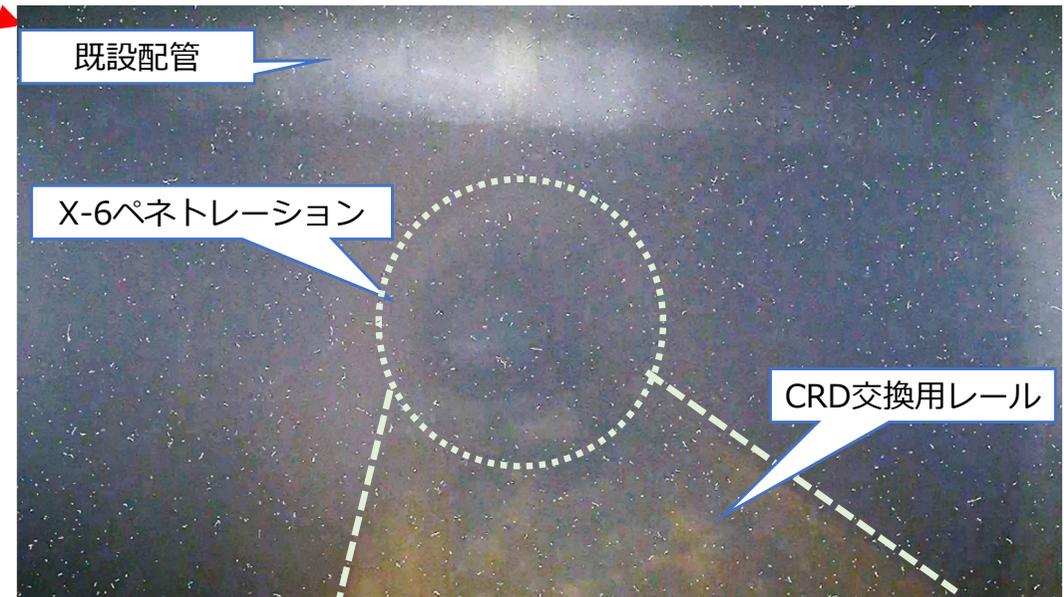
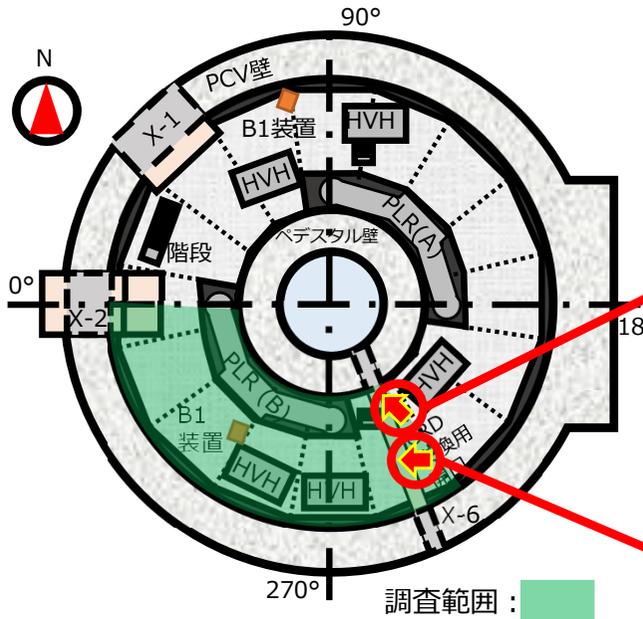


写真3. X-6ペネトレーションの状況

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

画像処理: 東京電力ホールディングス(株)

# (参考) ペDESTAL外南側 調査結果(ドローン1機目)



1号機PCV内1FL 概略図 全体

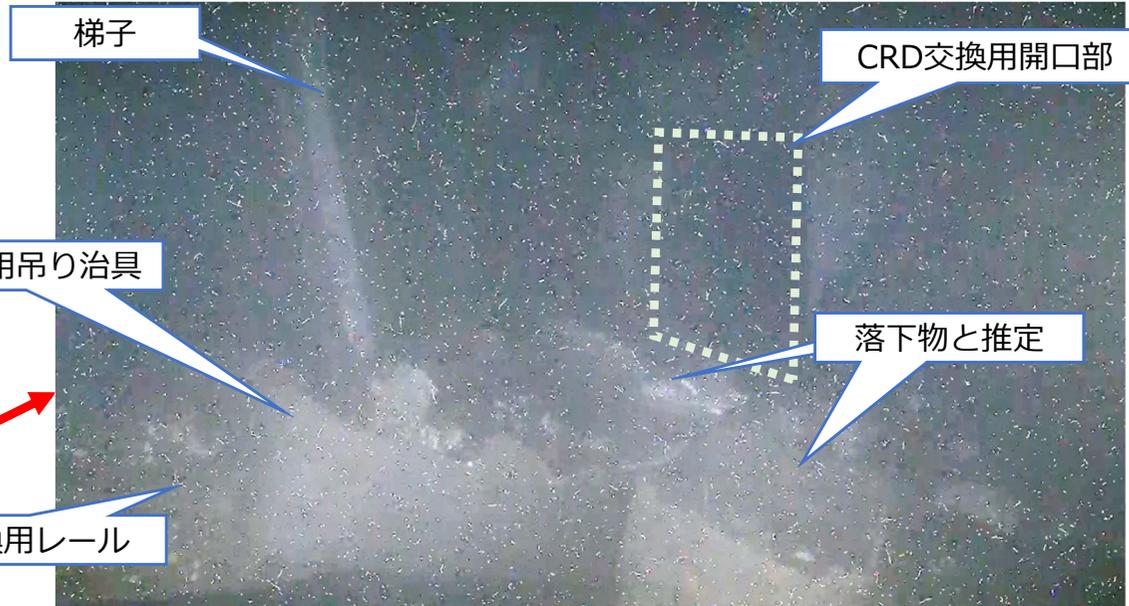


写真1. CRD交換用レール状況①

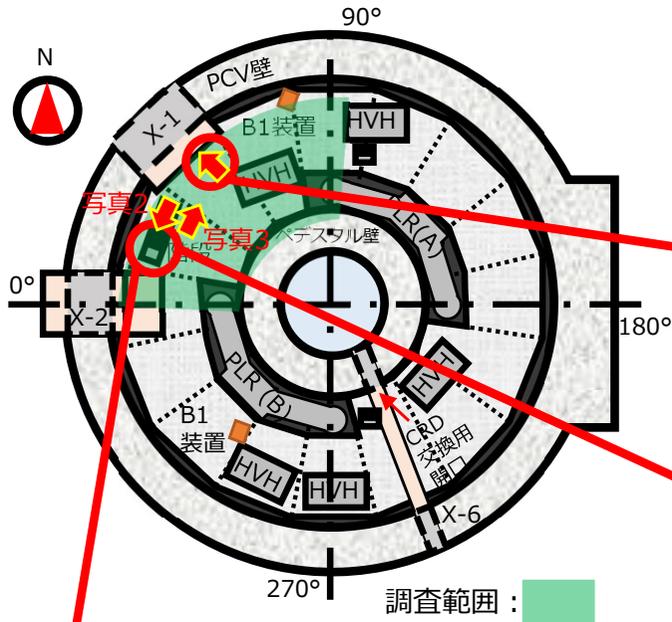


写真2. CRD交換用レール状況②

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

画像処理：東京電力ホールディングス(株)

# (参考) ペデスタル外北側 調査結果(ドローン2機目)



X-1ペネトレーション



写真1.X-1ペネトレーションの状況

FDW系統配管と推定

落下物と推定

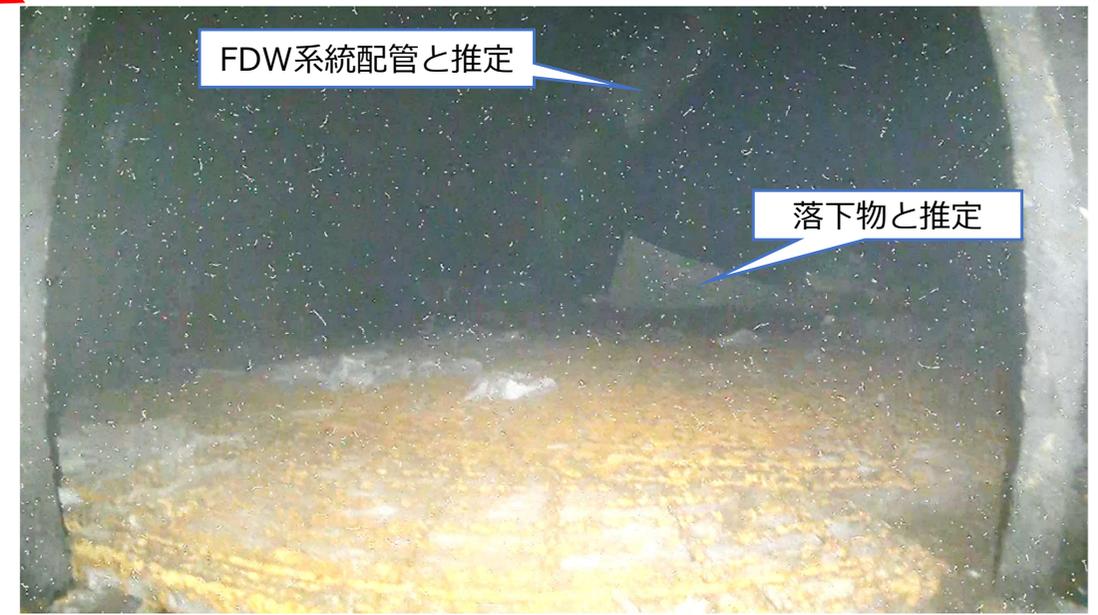


写真3.2FLの状況

階段

X-2ペネトレーション  
※挿入装置のライト



写真2.階段の状況

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

# (参考) ペDESTAL外北側 調査結果(ドローン2機目)

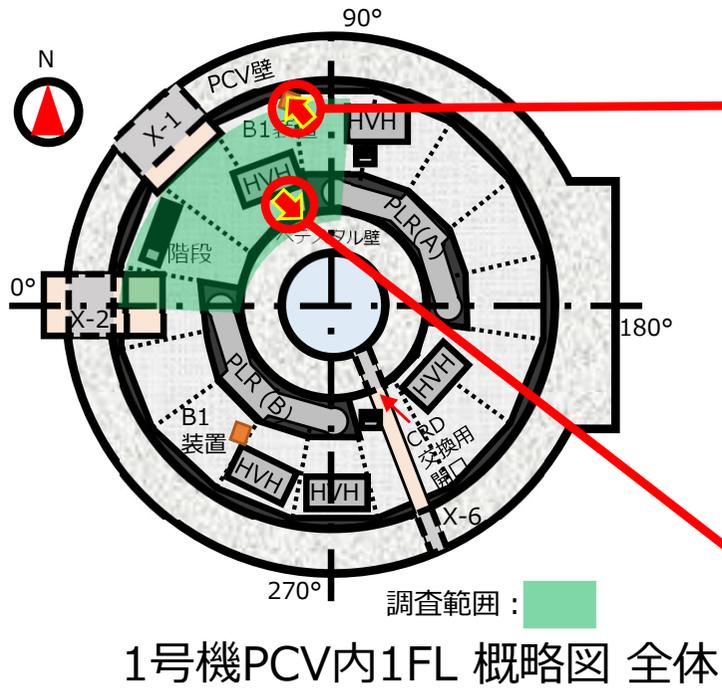


写真1.北側B1調査装置(PMORPH)の残置状況

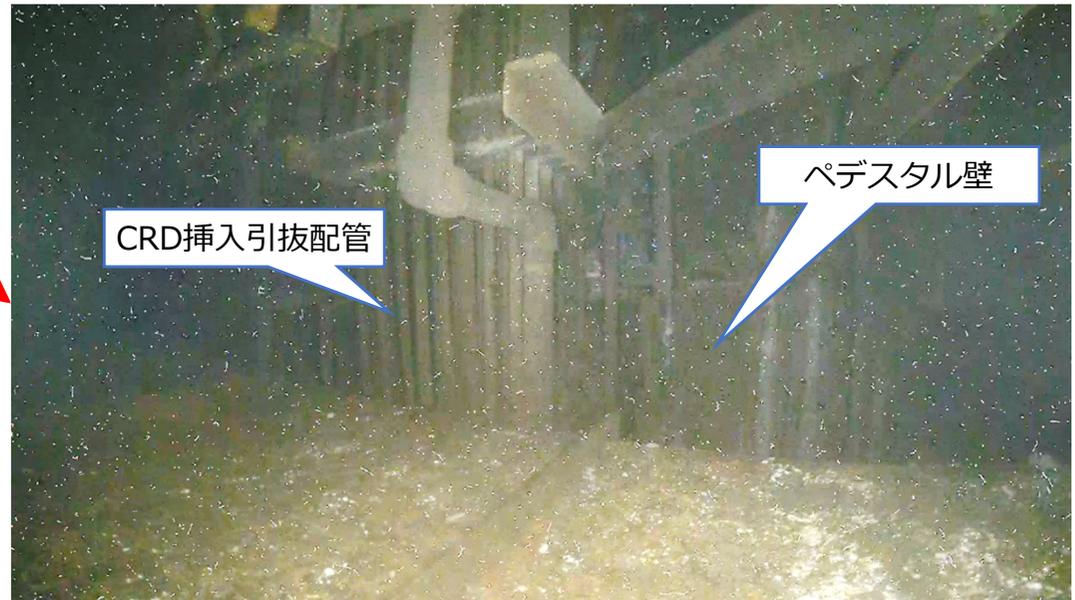


写真2.CR D挿入引抜配管の状況

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

画像処理：東京電力ホールディングス(株)

## (参考) 調査装置について

- PCV内部は狭隘かつ暗所であるため、“小型”で“機動性”、“撮影能力”の高い、下記に示す**小型ドローン**を採用
- 高精細な映像を撮影できるため、動画から点群データを生成可能(Structure from Motion技術)
- 小型ドローンの無線通信範囲をカバーするために、**無線中継器を搭載したヘビ型ロボット**を投入
- 水中ROV調査と同様に、**X-2ペネにシールボックス**を取り付け、PCVの隔離状態を保ったまま、小型ドローンとヘビ型ロボットをPCV内に投入

### 小型ドローン



用途：カメラによる映像撮影  
 寸法：191×179×54[mm]  
 重量：185[g](バッテリー込)  
 通信方式：無線  
 飛行時間：約8分(調査は5分×4機で計画)  
 搭載機器：照明(90lm(45lm×2))、  
 超高感度カメラ(正面のみ)  
 カメラスペック  
 ・画質：Full HD・画角：水平131°垂直80°対角144°  
 ・撮影距離：3m程度・フレームレート：60fps  
 耐放射線性：約150Gy  
 選定理由：小型かつ、狭隘箇所の飛行における制御  
 性能が高く、高精細な映像を取得できるため

### 無線中継用ヘビ型ロボット

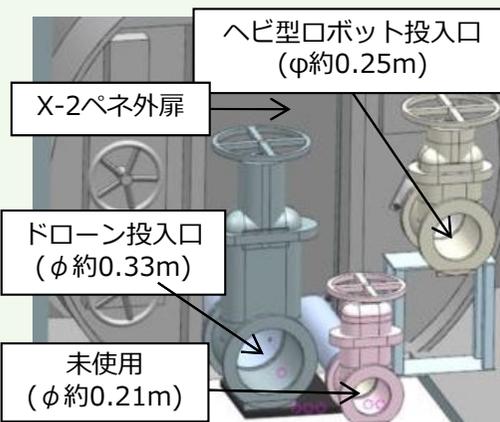


X-2ペネからの昇降試験

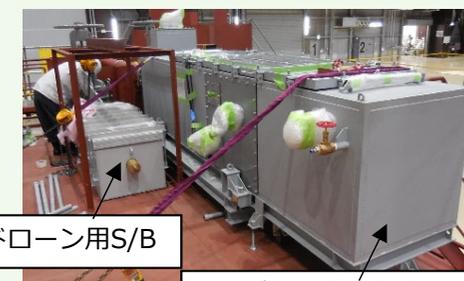
### ヘビ型ロボット全体

用途：無線中継器の運搬+線量測定  
 寸法：2,900×180×165[mm]  
 重量：約25[kg]  
 通信方式：有線  
 搭載機器：ドローン用無線中継器、CMOSカメラ×2  
 線量計  
 耐放射線性：約249Gy  
 選定理由：X-2ペネの手すりを乗り越え、  
 グレーチングに昇り降りするため

### シールボックス



X-2ペネ隔離弁の用途イメージ



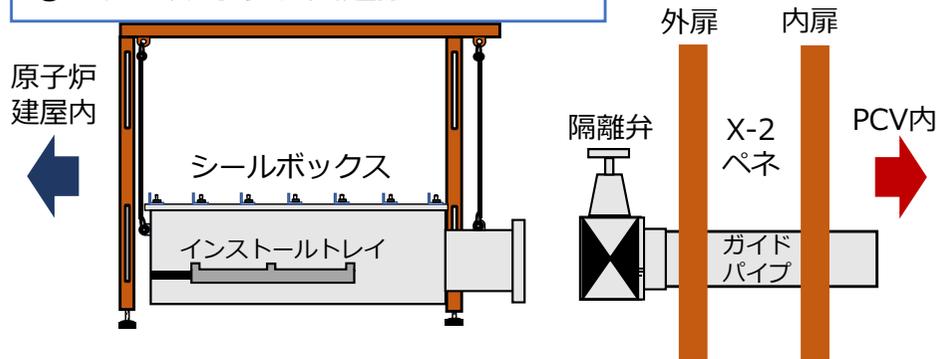
ドローン用S/B

ヘビ型ロボット用S/B

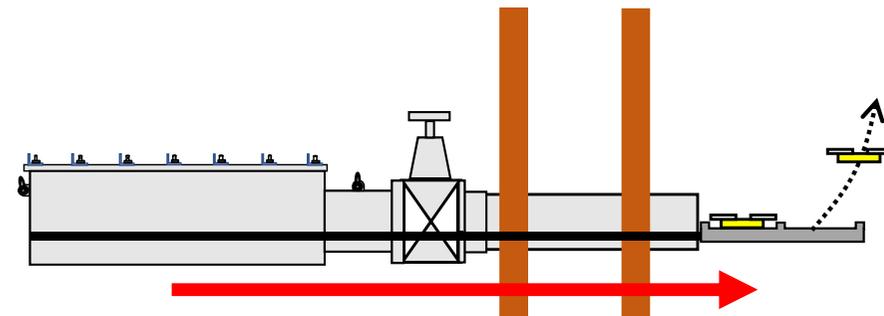
S/B取り付けモックアップ

# (参考) 主な作業ステップ

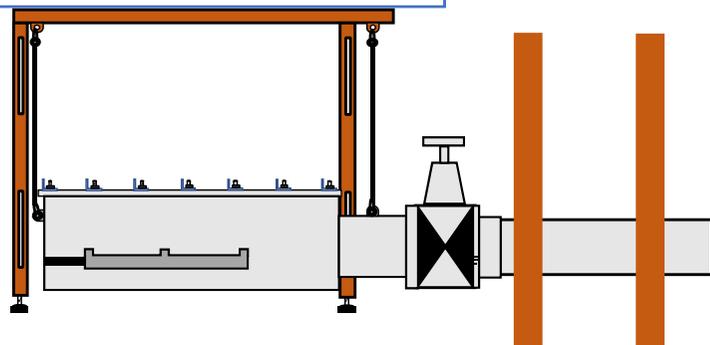
## ① シールボックス運搬



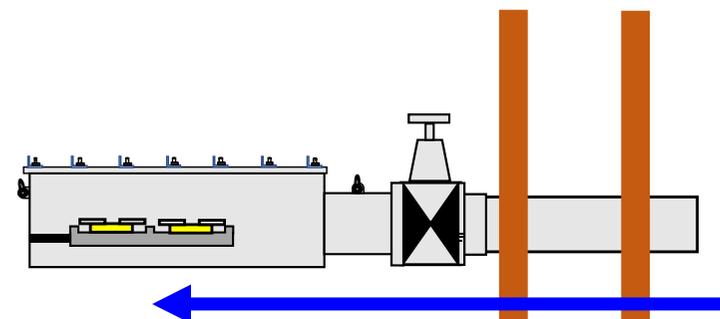
## ④ 調査装置投入 ⇒ ヘビ型ロボット移動 ⇒ ドローン飛行



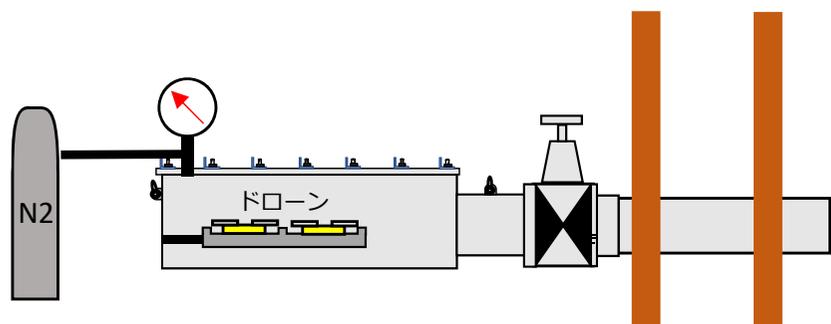
## ② シールボックス取付



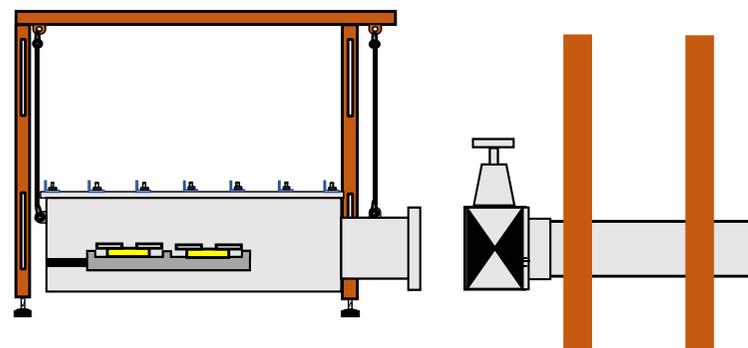
## ⑤ 調査装置回収



## ③ 調査装置格納、リークチェック



## ⑥ シールボックス切り離し

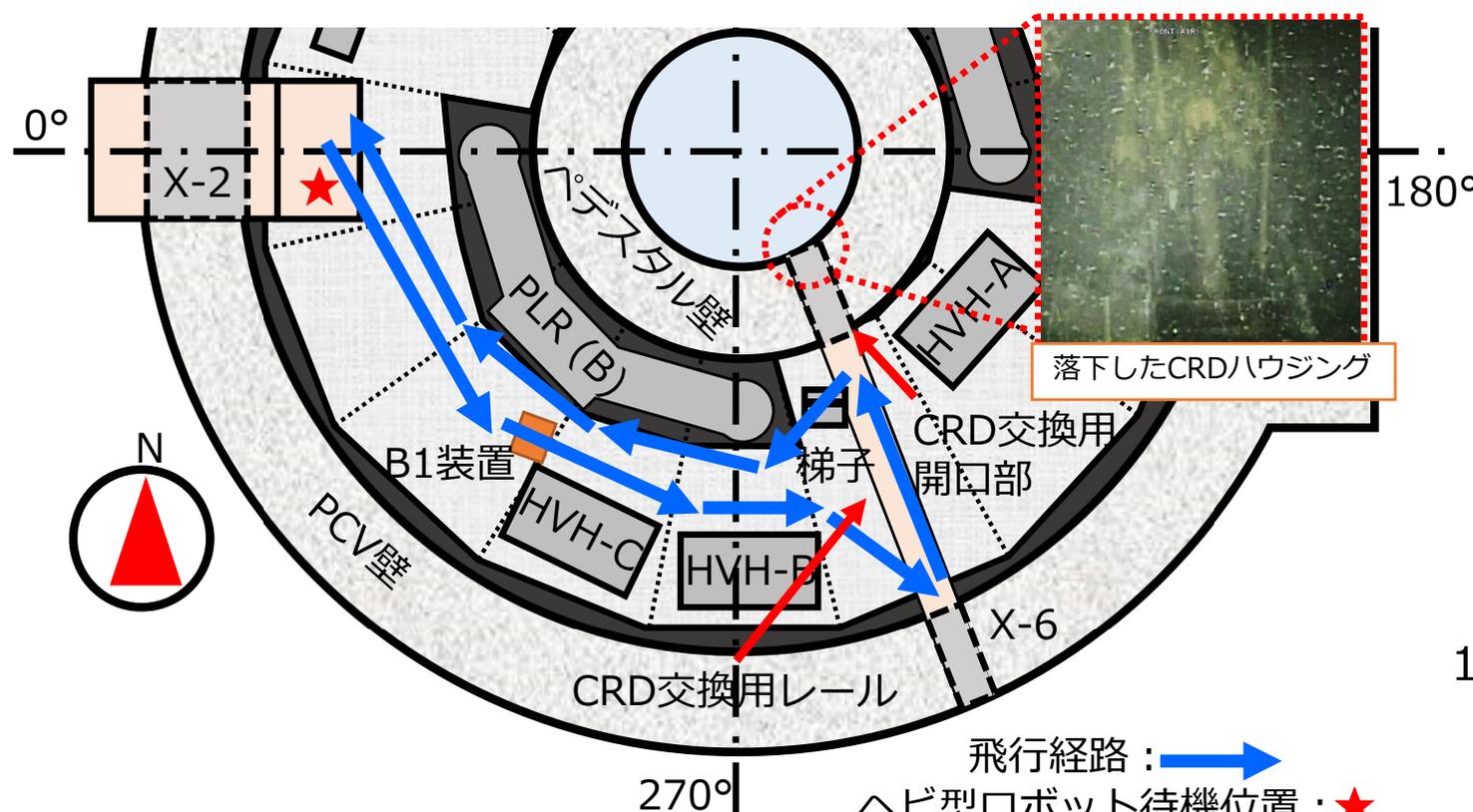


\*シールボックスはヘビ型ロボット用とドローン用の2台あるが、類似構成のためヘビ型ロボットの図は省略  
また、ヘビ型ロボットは運搬時からシールボックスに格納されているのに対し、ドローンは満充電で調査するために当日格納する

# (参考) 計画時の調査ルートについて (ペデスタル外 南側)

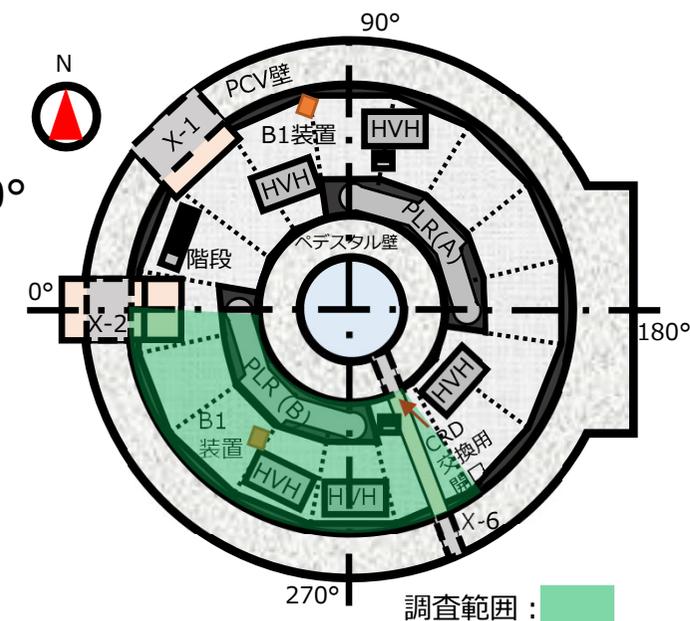
## ■ ペデスタル外南側の調査は1機目のドローンで実施

- 調査対象：X-6ペネトレーション、CRD交換用開口部、CRD交換用レール、他既設設備の状態
- ヘビ型ロボットはX-2ペネ前で無線中継を実施
- ペデスタル内調査の際に、ヘビ型ロボットがCRD交換用レールの位置まで移動するため、動線上に障害物がないか確認(グレーチング上の落下物や、残置されているB1調査装置の状態等)
- 水中ROV調査時で確認された、CRD交換用開口部付近の落下したCRDハウジングが、ペデスタル内調査の飛行経路上に存在するため、位置関係を確認し、ペデスタル内調査の実施可否を判断



1号機PCV内1FL 概略図 南側拡大

飛行経路：→  
ヘビ型ロボット待機位置：★

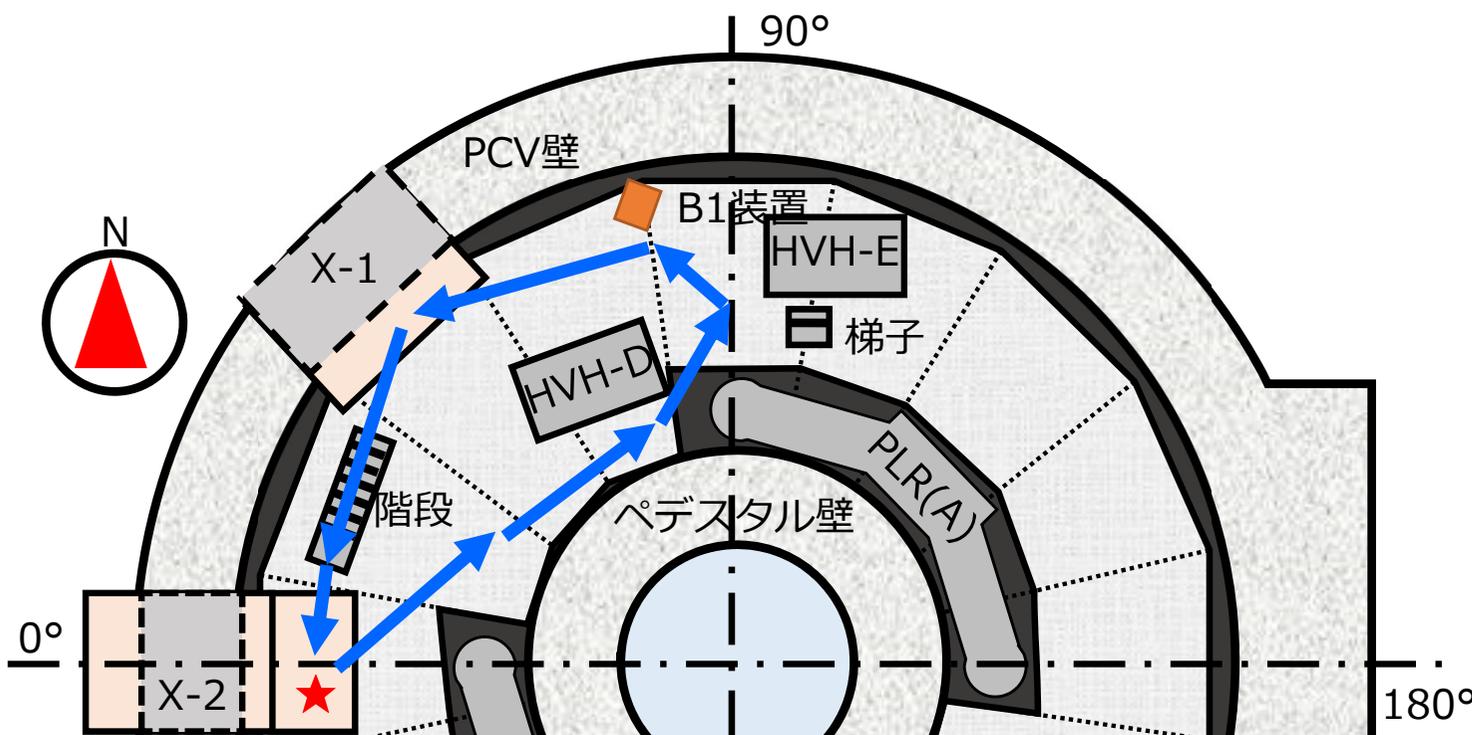


1号機PCV内1FL 概略図 全体

\* 現場状況次第では飛行経路・調査対象を変更する可能性有

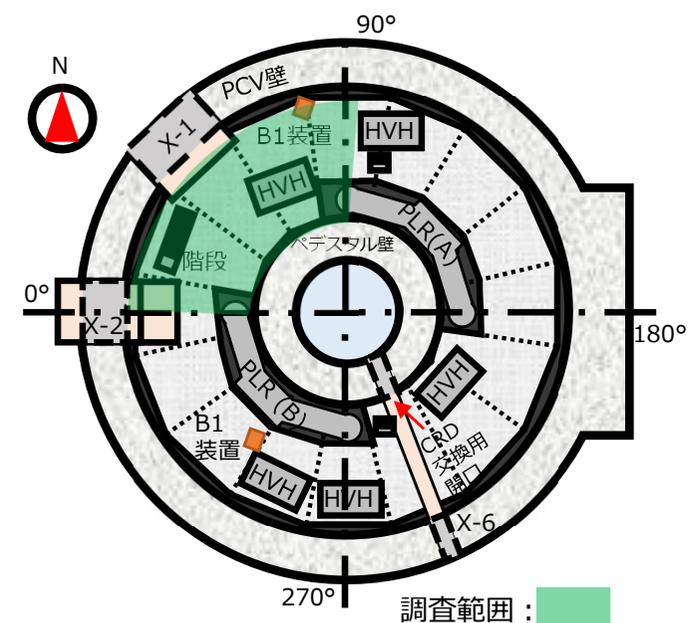
# (参考) 計画時の調査ルートについて (ペDESTAL外 北側)

- ペDESTAL外北側の調査は2機目のドローンで実施
  - 調査対象：X-1ペネトレーション、階段、他既設設備の状態
  - ヘビ型ロボットはX-2ペネ前で無線中継を実施
  - 階段調査時は可能な限り上昇し、2 FLにアクセス可能か確認
  - 1機目の調査でCRD交換用開口部を十分に調査できなかった場合は、本機で再度南側の調査を実施 (3,4機目で実施する、ペDESTAL内調査を実施可能とするため)



ヘビ型ロボット待機位置：★ 飛行経路：→

1号機PCV内1FL 概略図 北側拡大

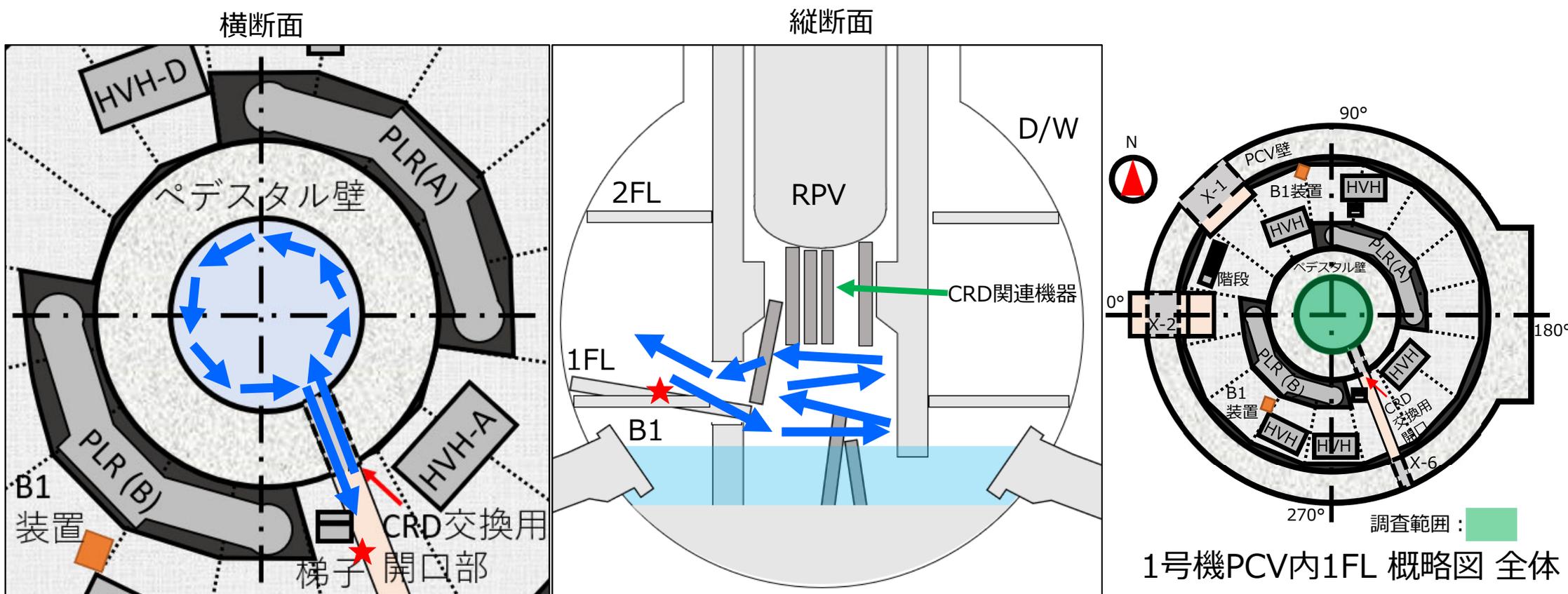


1号機PCV内1FL 概略図 全体

\*現場状況次第では飛行経路・調査対象を変更する可能性有

# (参考) 計画時の調査ルートについて (ペデスタル内)

- ペデスタル内の調査は3,4機目のドローンで実施
  - 調査対象：ペデスタル内壁、ペデスタル内構造物、CRDハウジングの落下状況
  - ヘビ型ロボットはCRD交換用レール周辺で無線中継を実施
  - 3機目では可能な限りペデスタル内全体を撮影し、4機目では3機目で確認された特徴的な箇所について撮影
  - 可能な限り上部構造物についても撮影するが、ドローンのカメラは正面についているため、直上の撮影は不可



ヘビ型ロボット待機位置：★ 飛行経路：➡

1号機PCV内1FL 概略図 ペデスタル内拡大

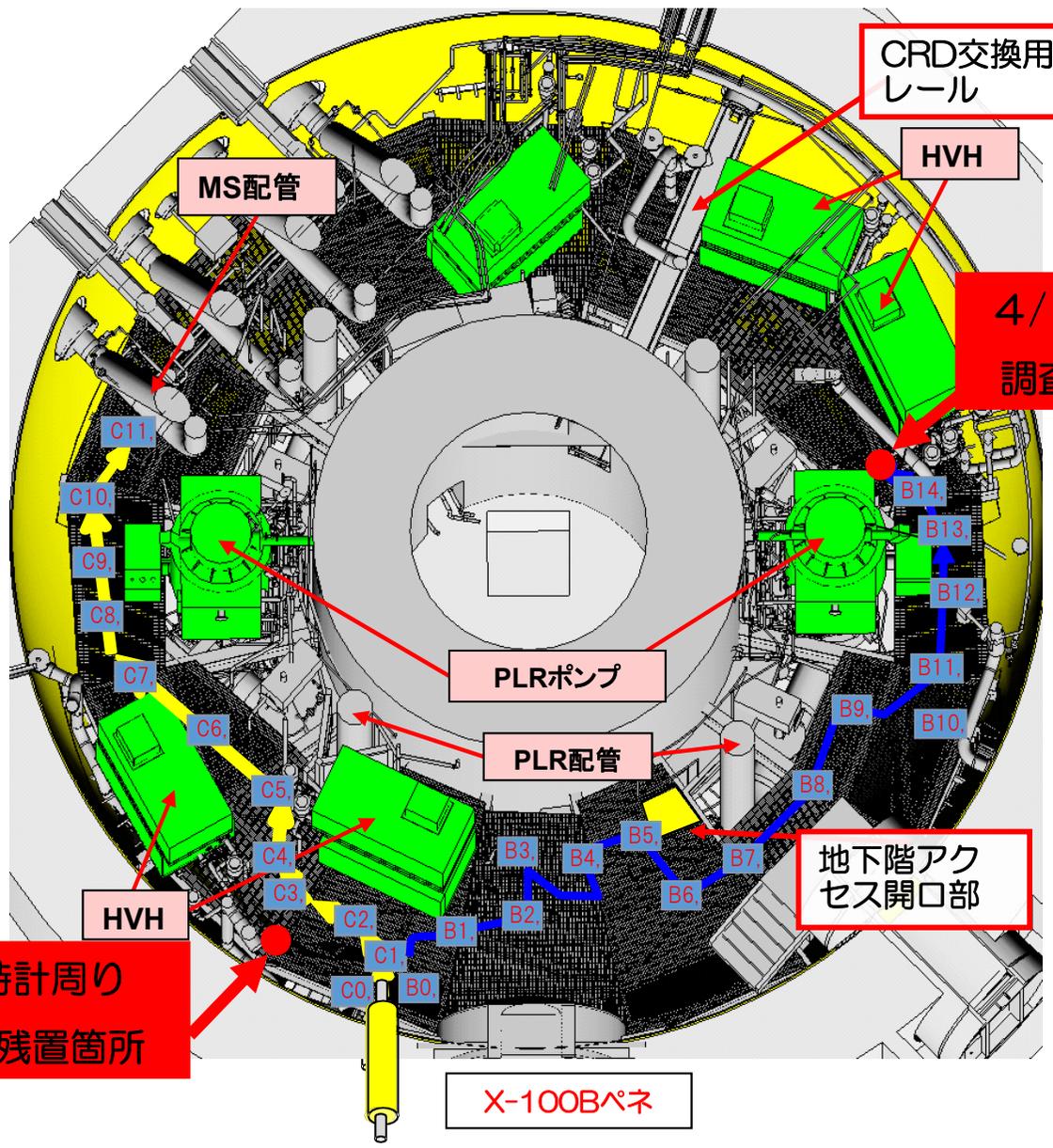
\* 現場状況次第では飛行経路・調査対象を変更する可能性有

# (参考) B1調査装置の残置箇所

- 2015年4月に実施したペデスタル外側\_1階グレーチング上調査 (B 1 調査) において2台の調査装置を残置している

→ : アクセス実績ルート  
 (反時計周りルート)  
 → : アクセス実績ルート  
 (時計周りルート)

調査装置



CRD交換用レール

HVH

MS配管

4/13反時計周り  
調査装置残置箇所

PLRポンプ

PLR配管

地下階アクセス開口部

HVH

4/20時計周り  
調査装置残置箇所

X-100Bペネ

## (参考) 福島第一原子力発電所 1号機原子炉格納容器内部調査 (気中部調査)

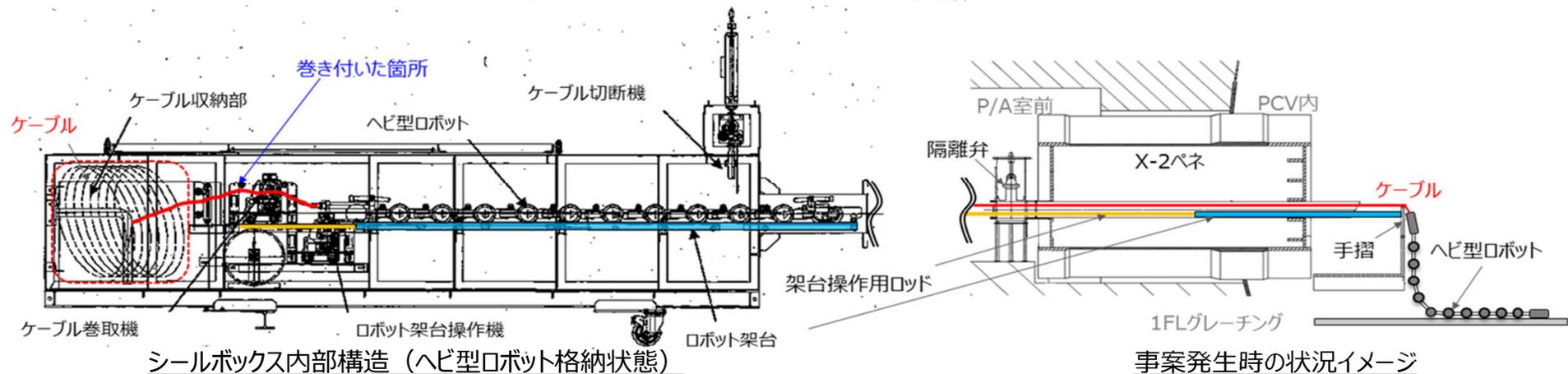
## ヘビ型ロボットの有線ケーブル不具合の原因と対策について

- 1号機原子炉格納容器 (以下、PCV) では2月28日 (調査1日目) に小型ドローンを用いて、ペDESTAL外側の気中部を調査し、原子炉格納容器貫通孔 (X-6ペネ) や制御棒起動機構 (CRD) の交換用開口部およびレール等の状態を確認しています。現時点で確認できている範囲では設備や構造物に大きな損傷が無いことを確認しています。
- 2月29日 (調査二日目) に予定していたペDESTAL内部の調査については、ヘビ型ロボットの有線ケーブルが延伸することができなかつたため、ヘビ型ロボットが予定していたCRD交換用レールに到着することができなかつた。
- このため、2月29日に予定していたペDESTAL内の小型ドローン調査については、一旦立ち止まり、調査を見送ることとしました。

<以上、3月7日までにお知らせ済>

- ヘビ型ロボットの有線ケーブルが延伸できなくなった原因を調査した結果、ケーブル送り出し操作時に、シールボックス内のケーブルガイドローラ※取り付け台座に有線ケーブルが巻き付いたことにより、有線ケーブルをPCV側へ送り出せなくなることを確認しました。
- 3月8日までに再発防止対策の有効性を確認できたことから、3月14日に小型ドローンを用いたペDESTAL内部の調査を実施する予定です。
- 一連の作業にあたっては、周辺環境に影響を与えないよう、安全を最優先かつ慎重に進めてまいります。

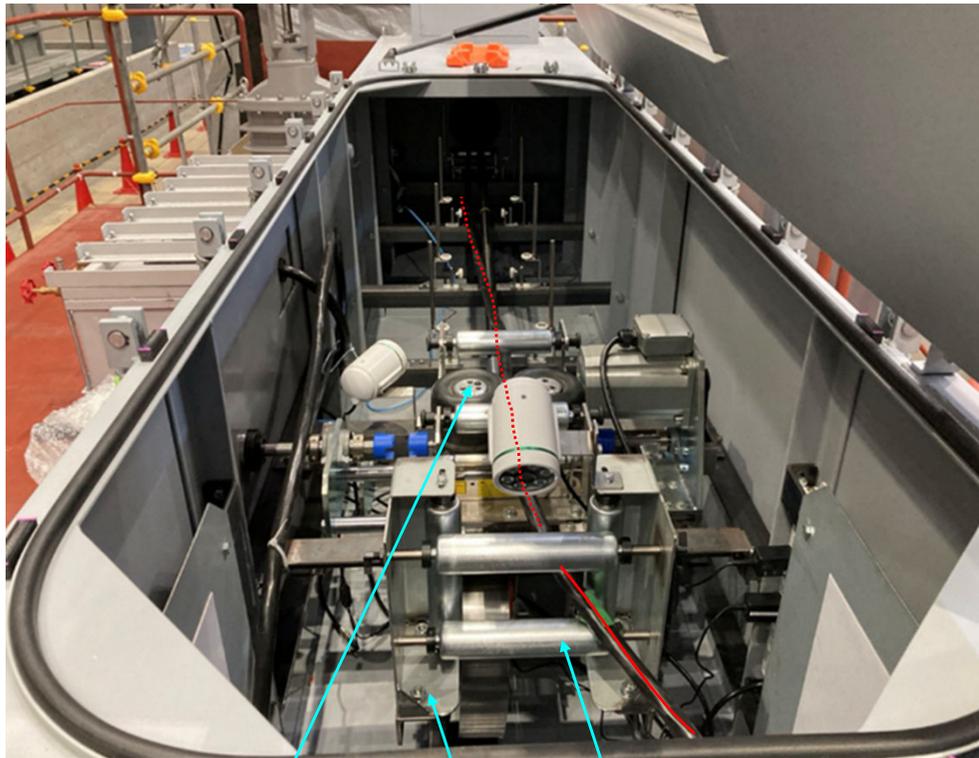
※ケーブルガイドローラ：有線ケーブル収納部からケーブル巻取機までのケーブルルートを確保し、補助するローラ



## (参考) 原因 (事案発生時のヘビ型ロボット有線ケーブルの状態)

- 通常は有線ケーブルがケーブルガイドローラを介してケーブル巻取機に導かれるルートを通ります。
- 本事案では有線ケーブルがたわむことによって通常とは異なるケーブルルートとなることで、ケーブルガイドローラ取り付け台座に引っ掛かり、ケーブルを延伸することができなくなりました。

—— : ケーブルルート      ↑ ケーブル送り出し方向(PCV側)



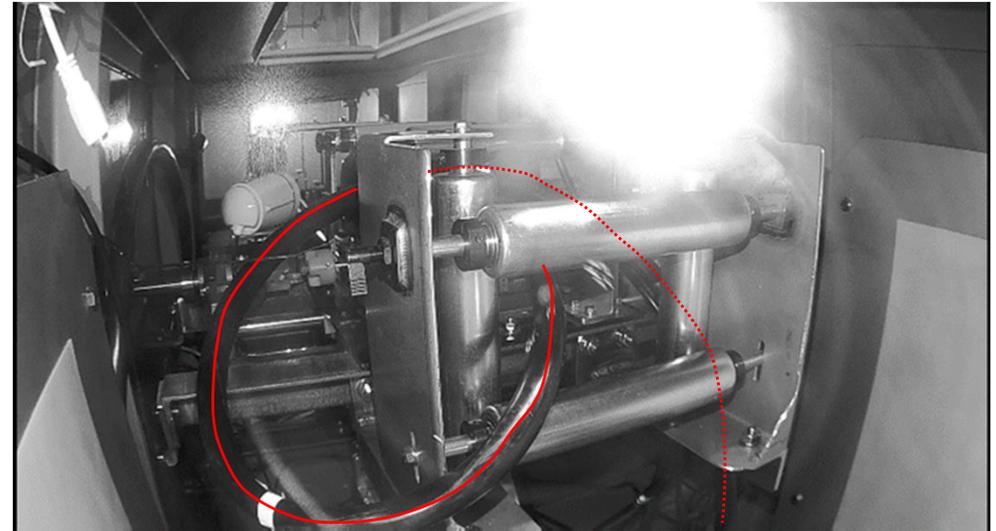
ケーブル巻取機

ケーブルガイドローラ

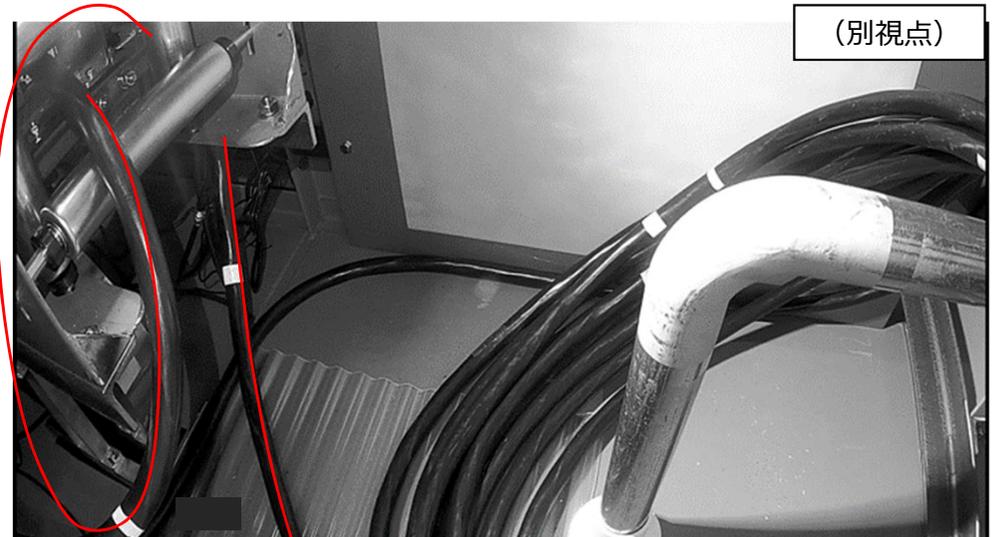
ケーブルガイドローラ取り付け台座

正常な状態 (モックアップ時の写真)

↖ ケーブル送り出し方向(PCV側)



(別視点)



—— : ケーブルルート

事案発生時

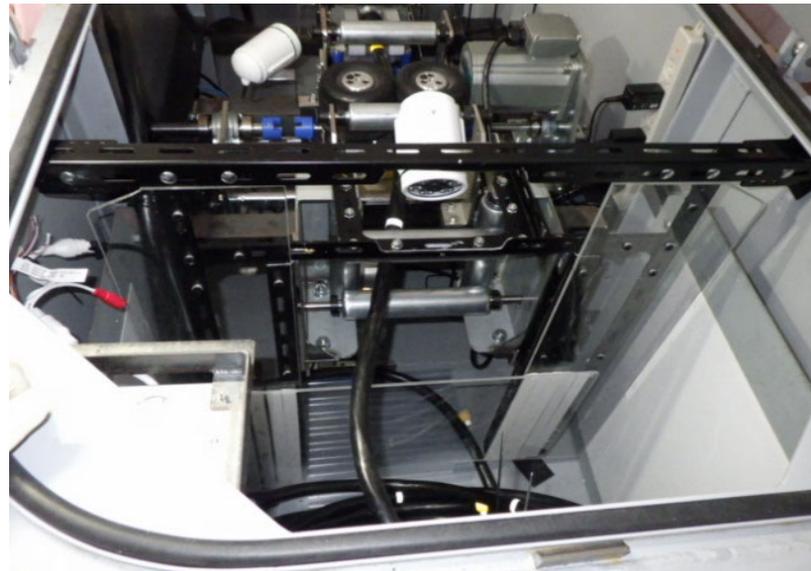
## (参考) 再発防止対策

- これまでのモックアップにおいては、同様の事案は確認されておりましたが、本件を踏まえ、以下の対策を講じることで事案の再発防止を図ります。
  - ① **ケーブルの再整線**

有線ケーブルの送り出し操作を繰り返すことで、通常とは異なるケーブルルートを通る可能性が高まるため、改めてケーブルを整線し、異なるケーブルルートを通る可能性を低減。
  - ② **ケーブル可動範囲の制限**

万が一ケーブルが通常と異なるルートを通った場合でも、ガイドローラ取り付け台座への引っ掛かりや巻き付きが発生しないよう、可動範囲を制限するガードパネルを設置。
  - ③ **異常挙動の監視強化・解除手順の明確化**

ケーブルの監視はこれまでも監視カメラで実施していたが、当該監視カメラを専属で確認する監視員を追加し、ケーブルの状態監視を強化することで、異常な兆候を速やかに検知する。また、異常な兆候を確認した場合は、立ち止まりの指示を行うとともに、ケーブル巻取機を操作して、状態が改善する手順を明確にする。



ガードパネル取付け後

## (参考) 今後の内部調査スケジュールについて

### ■ 気中部調査

- ▶ 小型ドローンを用いて気中エリアを調査。2023年度の調査実績を踏まえて、他号機を含めた展開を計画

### ■ 堆積物採取調査

- ▶ 水中ROV調査で確認された、多種多様な堆積物を採取し、分析する計画

### ■ ベント管・S/C調査

- ▶ 水中ROV調査の結果を踏まえ、ベント管・S/Cに堆積物が広がっていないか調査を計画

| 項目/年度       | 2023 | 2024以降                                     |
|-------------|------|--|
| 気中部調査       | 調査   | 改修・検討<br>調査(2回目)<br>調査結果および検討・M/Uを踏まえて時期調整 |
| 堆積物採取調査     |      | 検討、設計製作、M/U、訓練<br>採取調査<br>分析               |
| ベント管・S/C内調査 |      | 検討、設計製作、M/U、訓練<br>S/C<br>ベント管内調査           |

# 2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

2024年3月28日

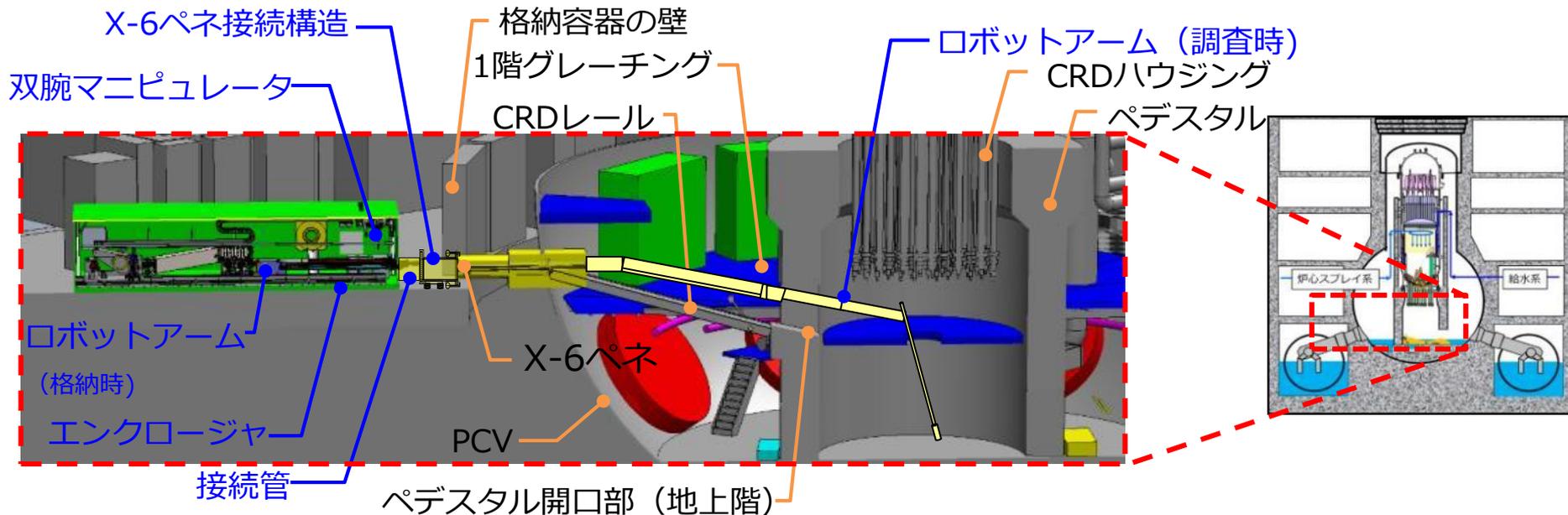
**IRID** **TEPCO**

---

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. 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を用いて、現場を模擬したモックアップ試験を実施中
- ・ 現在、エンクロージャ内へアームの組み込みが完了し、双腕マニピュレータによるアームの強制引き抜き試験やワンスルー試験を実施中。現地ではアームによる狭隘部へのアクセスを繰り返すため、ワンスルー試験以降も現場適用に向けた位置精度やハード/ソフトの連係等の向上の観点で、引き続き、接触リスクの低減を図るべく制御プログラムを最適化していく
- ・ また、ロボットアームの試験に加えて、実作業を模擬した手順、オペレータの操作性、装置の信頼性を踏まえて、実際の現場適用性について確認し開発を進めていく

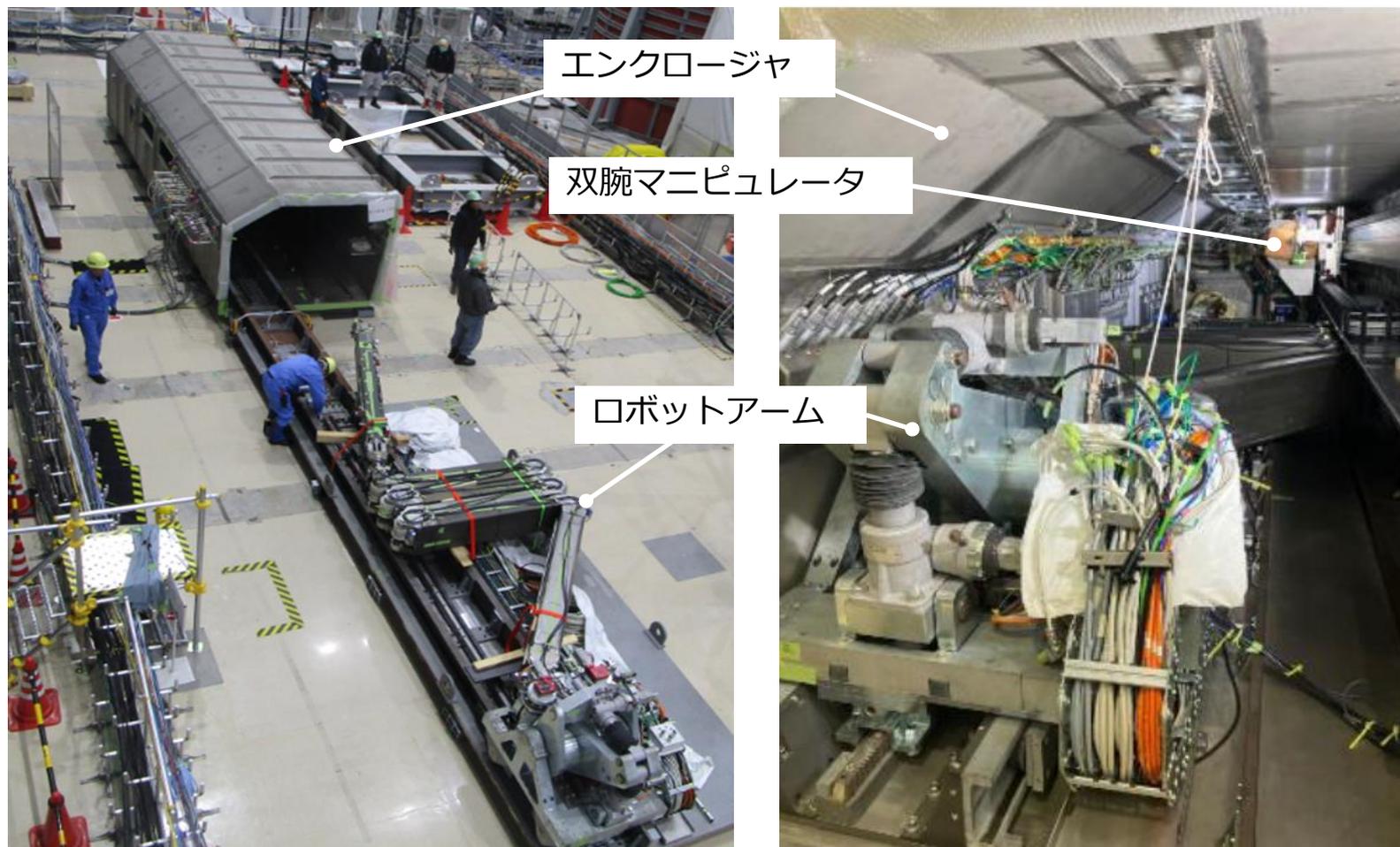
### 性能確認試験項目

今回報告

| 試験分類                       | 試験項目   | 楢葉           |
|----------------------------|--|--------------|
| ロボットアーム関連                  | X-6ペネの通過性  | 完了           |
|                            | AWJによるX-6ペネ出口の障害物の撤去                                 | 完了（作業効率化検討中） |
|                            | 各種動作確認（たわみ測定等）                                       | 完了           |
|                            | PCV内部へのアクセス性<br>・ペDESTAL上部へのアクセス<br>・ペDESTAL下部へのアクセス | 完了           |
|                            | PCV内部障害物の撤去<br>・X-6ペネ通過後のPCV内障害物の切断                  | 完了（作業効率化検討中） |
| 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                                   | 完了           |
|                            | センサ・ツールの搬入出  | 完了           |
|                            | アーム固定治具の取外し  | 完了           |
|                            | 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                                     | 完了           |
|                            | アームの強制引き抜き   | 実施中          |
| ワンスルー試験<br>(アーム+双腕マニピュレータ) | センサ/外部ケーブルのアームへの取付、ツール/外部ケーブルのアームへの取付                | 実施中          |
|                            | アクセスルート構築（AWJツール搭載し、障害物撤去）                           | 今後実施         |
|                            | ペDESTAL上部調査（センサ、ワンド搭載）                               |              |
|                            | ペDESTAL下部調査（センサ、ワンド搭載）                               |              |

## 2-2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 【ワンスルー試験】

- エンクロージャ内へアームの組み込みが完了
- 現在、エンクロージャ内での双腕マニピュレータの操作試験を実施中



エンクロージャへのロボットアーム組み込み状況

### 3. テレスコ式試験的取り出し装置のモックアップ状況

- 主要構成品について製造が完了し、メーカ工場にて現在モックアップ試験を実施中。



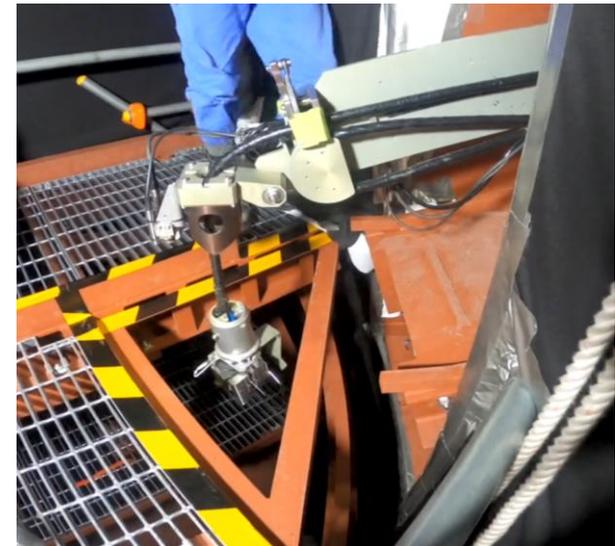
テレスコ式試験的取り出し装置（装置を上方から撮影）



ガイドパイプの挿入



ペDESTル開口部への  
装置挿入



グレーチング開口部からの  
先端治具吊り下ろし

# 4 - 1 . 現場作業の進捗状況

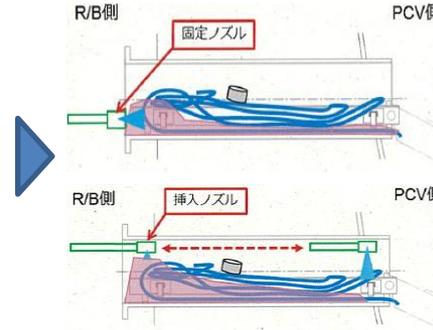
- X-6ペネ内堆積物除去作業は、PCVバウンダリとなる隔離部屋の中に堆積物除去装置を設置し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう安全かつ慎重に作業を進める
- これまでの作業と同様に、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中はダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する



堆積物除去装置  
(低圧水) 設置



スプレー治具設置  
※X-53ペネに接続



堆積物除去 (低圧水)  
※遠隔作業

ドーザツールによる堆積物の押し込み、  
低圧水の噴射による堆積物の除去

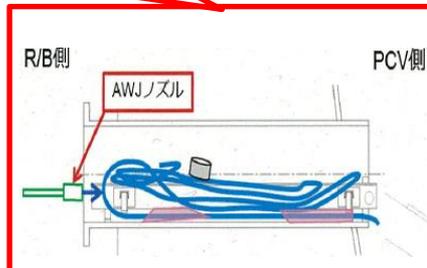


堆積物除去装置  
(低圧水) 撤去

赤枠内：現在の状況  
X-6ペネ内堆積物除去作業 (高圧水・AWJ) 実施中



堆積物除去装置  
(高圧水、AWJ) 設置



堆積物除去装置  
(高圧水、AWJ)

※遠隔作業  
ドーザツールによる堆積物の押し込み、  
高圧水・AWJの噴射による堆積物の除去



堆積物除去装置  
(高圧水、AWJ) 撤去

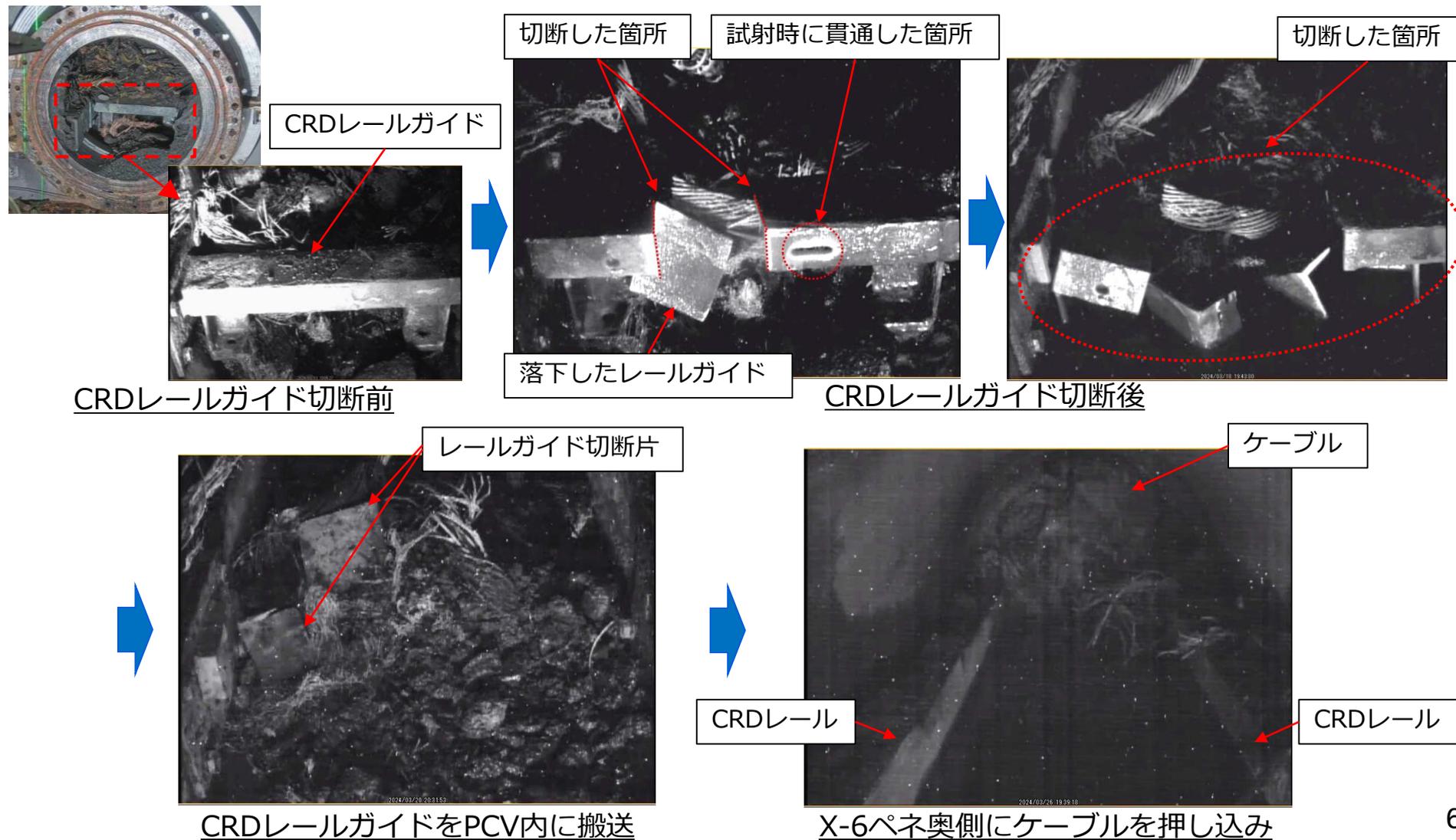
次工程へ  
X-6ペネ接続構造設置

※写真はモックアップ時の状況

## 4-2. 現場作業の進捗状況

(X-6ペネ内堆積物除去 (高圧水・AWJ) : AWJ施工)

- 3/18よりAWJ施工を開始し、X-6ペネ手前側のCRDレールガイドの除去を実施。3/22よりX-6ペネ奥側へケーブルの押し込みを実施しており、引き続き、ケーブルの押し込み及び押し込んだケーブルのAWJ切断を実施している状況。その後、X-6ペネ奥側のCRDレールガイドの除去を実施予定



## 5. 工程

- 現場の状況については、AWJ施工による堆積物除去作業を開始し、X-6ペネ手前側のCRDレールガイドの切断を実施。引き続き、高圧水/AWJによる堆積物除去作業を実施しているところ。
- 低圧水による除去作業結果及び高圧水/AWJによる作業の不確実性に加え、試験的取り出しに向けて、ロボットアームについては、モックアップ試験からアクセスルート構築に時間を要すること、また、事故炉の格納容器内で初めて使用するための信頼性を確認するべく今後も予定されている試験があること等を踏まえ、燃料デブリの性状把握のための燃料デブリの採取を早期・確実に行うべく、まず過去の内部調査で使用実績があり、堆積物が完全に除去しきれていなくても投入可能なテレスコ式の装置を活用し、燃料デブリの採取を行う。その後、ロボットアームによる内部調査及び燃料デブリの採取も行うべく、本試験的取り出しにおける取組を継続。
- ロボットアームによるアクセスルート構築作業に先立ち、テレスコ式の装置でPCV内の堆積物除去後の状態を確認することで、ロボットアーム作業の確実性が向上できると考えている。
- 試験的取り出しの着手時期としては、遅くとも2024年10月頃を見込む。
- 今後も堆積物除去作業、試験的取り出し作業について、安全確保を最優先に着実に作業を進めていく。

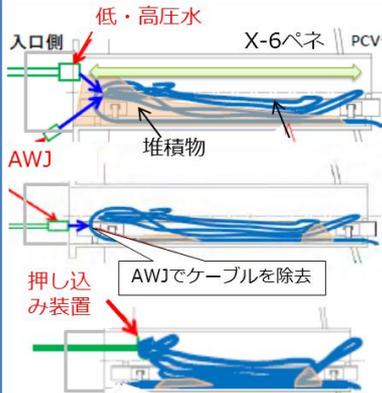
|                                      | 2023年度 | 2024年度         |                |                |                | 2025年度         |
|--------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                      | 第4Q    | 第1Q            | 第2Q            | 第3Q            | 第4Q            |                |
| 堆積物除去作業                              |        | ┌──┐<br>└──┘   |                |                |                |                |
| テレスコ式装置製作・設置準備等                      |        |                | ┌───┐<br>└───┘ |                |                |                |
| 試験的取り出し作業<br>(テレスコ式装置によるデブリ採取)       |        |                |                | ┌──┐<br>└──┘   |                |                |
| ロボットアーム装置試験、<br>試験結果に応じた必要な追加開発      |        | ┌───┐<br>└───┘ | ┌───┐<br>└───┘ | ┌──┐<br>└──┘   |                |                |
| ロボットアーム設置準備等・<br>ロボットアームによるアクセスルート構築 |        |                |                | ┌───┐<br>└───┘ | ┌───┐<br>└───┘ |                |
| ロボットアームによる内部調査・デブリ採取                 |        |                |                |                |                | ┌───┐<br>└───┘ |

1. 隔離部屋設置

2. X-6ペネハッチ開放

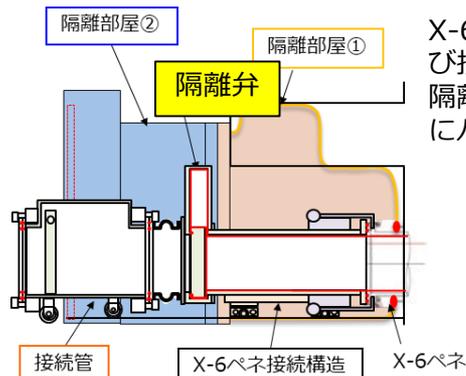
3. X-6ペネ内堆積物除去

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

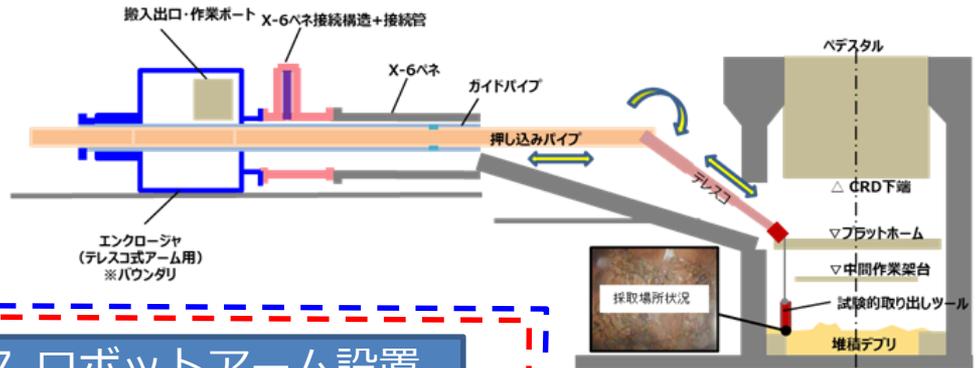


X-6ペネに接続構造及び接続管を取り付け、隔離部屋から接続構造にバウンダリを変更

認可済

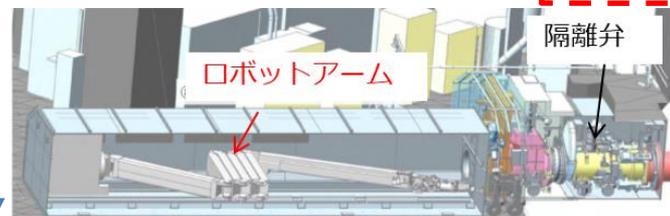
5. テレスコ式装置設置

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)



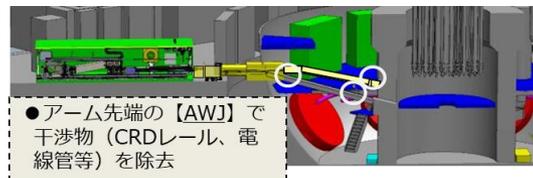
申請中

7. ロボットアーム設置

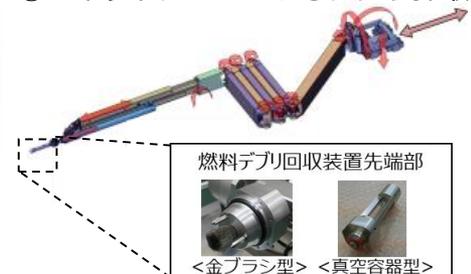


8. ロボットアームによる内部調査・デブリ採取

①内部調査



②ロボットアームによるデブリ採取

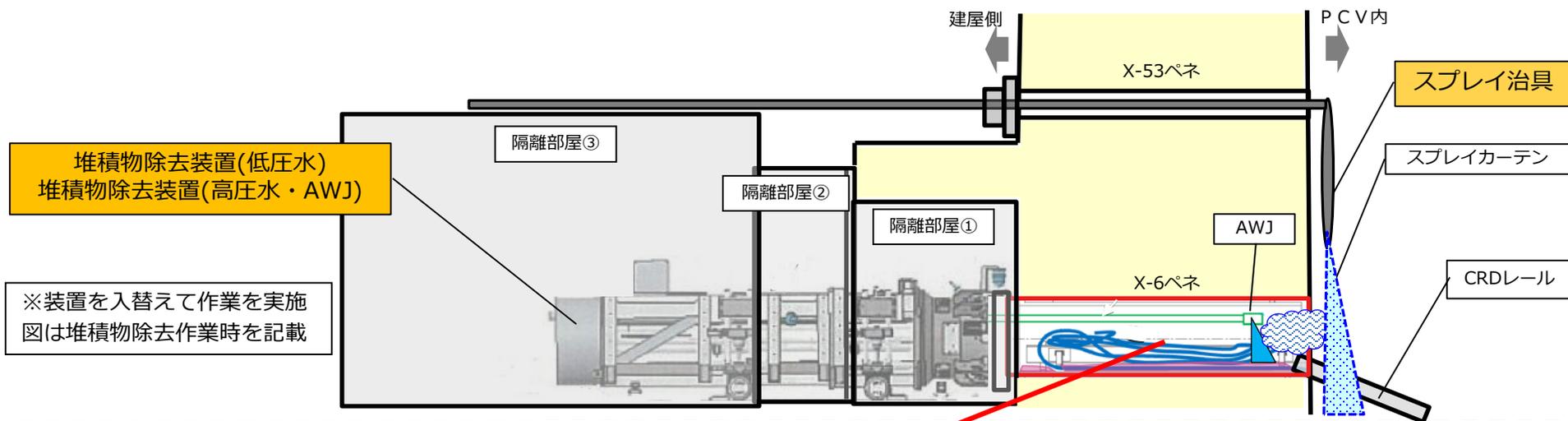


(注記)

- ・ 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

試験的取り出し作業用のアクセスルートを構築するため、準備工事として以下の項目を実施予定。

- スpray治具によるPCV内のダスト飛散抑制
- 堆積物除去装置（低圧水・ドーザツール）を用いてX-6ペネ内の堆積物を除去
- 堆積物除去装置（高圧水・AWJ・ドーザツール）を用いてX-6ペネ内の堆積物を除去

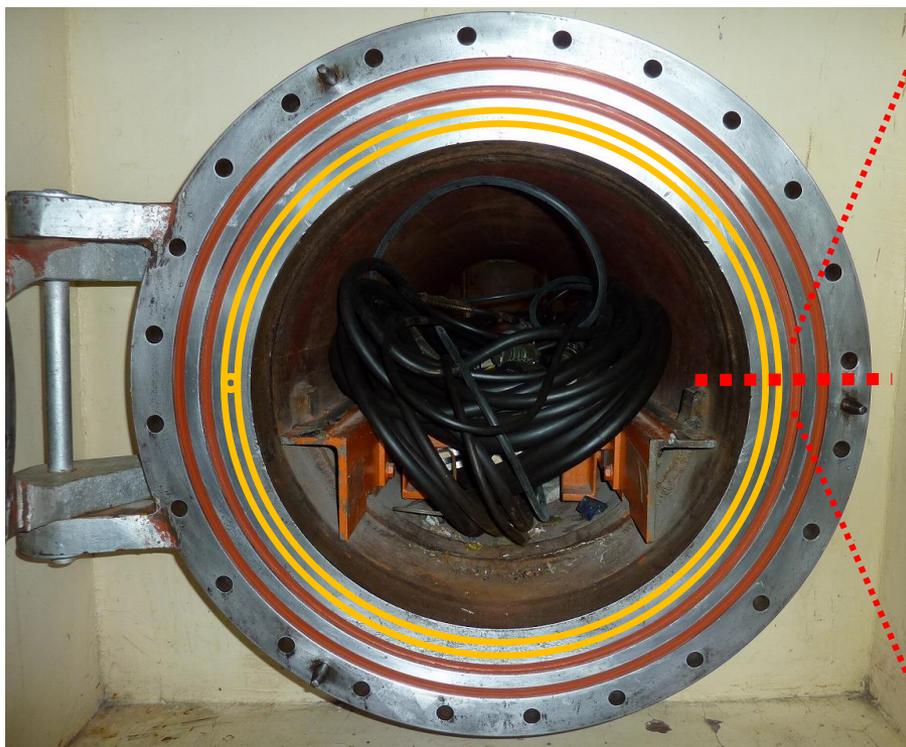


X-6ペネ内の状態(模擬)

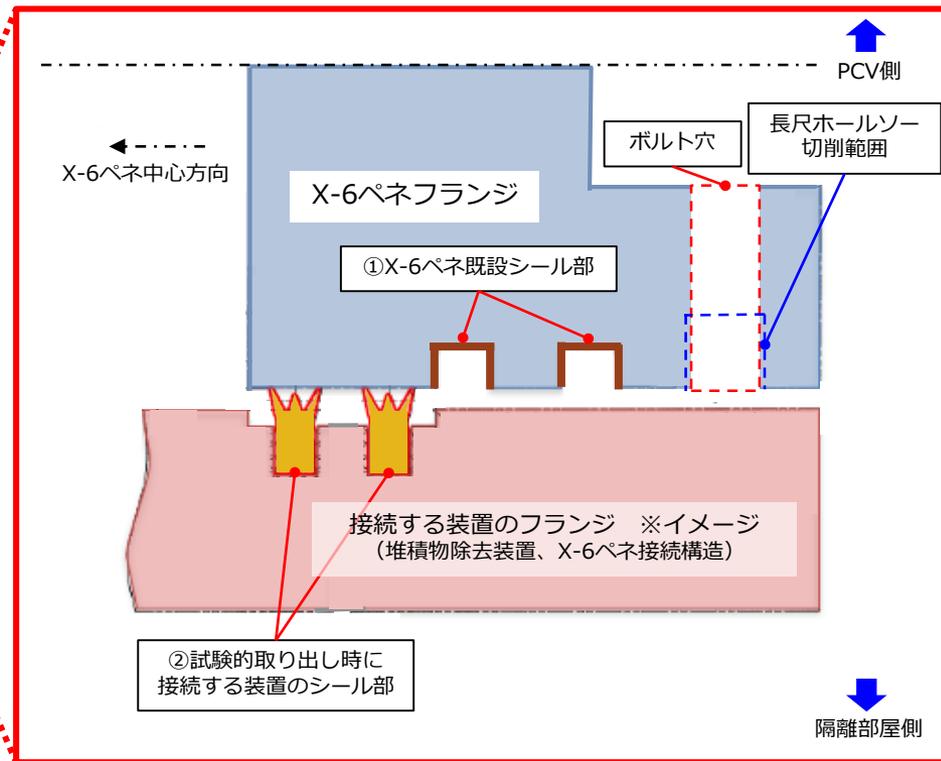


# 参考. X-6ペネに接続する装置のシール部

- ・ハッチ開放後のフランジ面に堆積物除去装置、X6ペネ接続構造を接続



震災前のX-6ペネハッチ（開放時）



X-6ペネ接続時のシール位置（上から見た図）

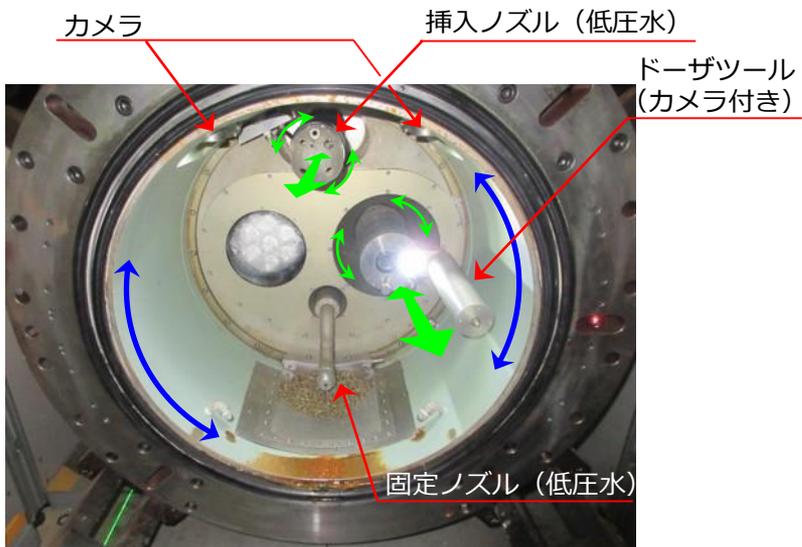
- : ①X-6ペネ既設シール部
- : ②試験的取り出し時に接続する装置のシール部  
※堆積物除去装置、X-6ペネ接続構造



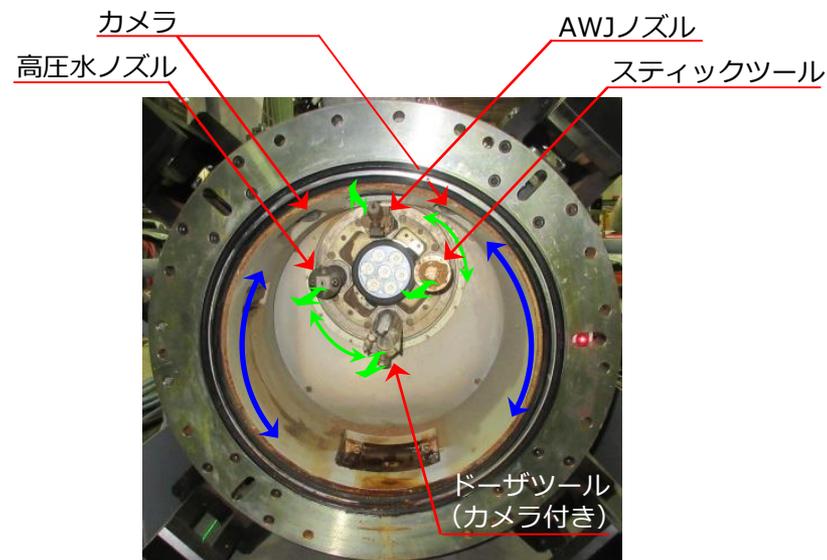
堆積物除去装置 (低圧水) 外観



堆積物除去装置 (高圧水・AWJ) 外観



堆積物除去装置 (低圧水)  
X-6ペネ接続断面



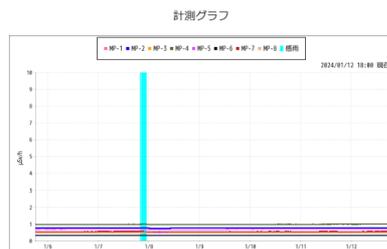
堆積物除去装置 (高圧水・AWJ)  
X-6ペネ接続断面

# 参考：環境への影響について（1/2）

- 2号機X-6ペネ内堆積物除去作業を1月10日から実施していますが、**周囲への放射線影響は発生していません。**
- 調査においては**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した。**
- **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はありません。**
- 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/monitoring_post/index-j.html)  
<https://www.tepco.co.jp/decommission/data/monitoring/dustmonitor/index-j.html>

福島第一原子力発電所敷地境界でのモニタリングポスト計測状況

福島第一原子力発電所の敷地境界にあるモニタリングポスト（MP1～8）において測定している、空気中の放射線量の測定結果をお知らせいたします。

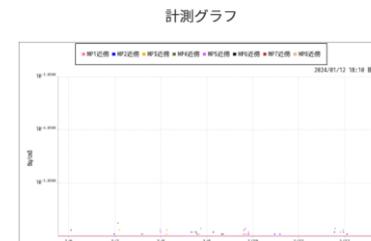


MP単位：µSv/h 風速単位：m/s  
○計測値（2024/01/12 18:00）

| MP-1  | MP-2  | MP-3  | MP-4  | MP-5  | MP-6  | MP-7  | MP-8  | 風向  | 風速  | 備考 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|----|
| 0.517 | 0.783 | 0.490 | 0.987 | 0.703 | 0.315 | 0.566 | 0.530 | 北北西 | 1.4 | 無  |

福島第一原子力発電所敷地境界付近でのダストモニタ計測状況

福島第一原子力発電所の敷地境界にあるモニタリングポスト（MP1～MP8）近傍において測定している、空気中の放射性物質濃度の測定結果をお知らせいたします。



敷地境界付近ダストモニタ単位：Bq/cm³ 風速単位：m/s  
○計測値（2024/01/12 18:10）

| MP1近傍   | MP2近傍   | MP3近傍   | MP4近傍   | MP5近傍   | MP6近傍   | MP7近傍   | MP8近傍   | 風向  | 風速  |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| 1.0E-06 | 北北西 | 1.2 |

## 参考：環境への影響について（2/2）

- 2号機X-6ペネ内堆積物除去作業を1月10日から実施していますが、調査中のプラントパラメータについても常時監視しており、**作業前後で格納容器温度に有意な変動はなく、冷温停止状態に変わりはありません。**
- 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。

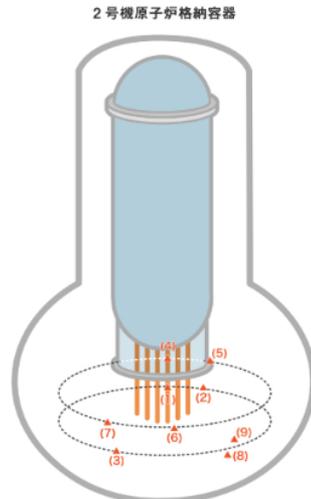
参考URL：[https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant\\_data/unit2/pcv\\_index-j.html](https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant_data/unit2/pcv_index-j.html)

### （参考）ホームページのイメージ

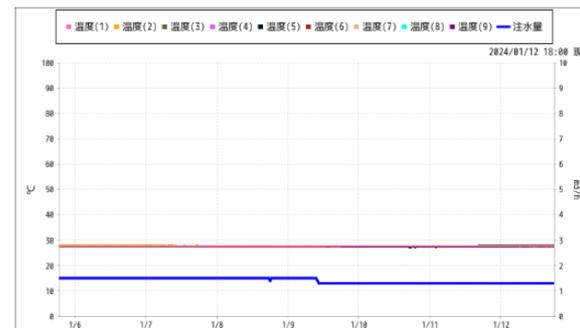
福島第一原子力発電所2号機 原子炉格納容器内温度計測状況

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<sup>3</sup>/h  
○計測値 (2024/01/12 18:00)

| 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 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 27.5  | 27.8  | 27.9  | 27.7  | 27.4  | 27.3  | 27.2  | -     | -     | 1.3 |

# 3号機原子炉建屋内調査の計画について

2024年3月28日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 背景および調査目的

## 背景

- 当社は「福島第一原子力発電所1~3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討」として、事故進展の解明にかかる取組みを継続。
- 事故進展にかかる多くの情報は廃炉作業の進捗とともに取得していくが、原子炉建屋(以下、「R/B」)内の事故の痕跡を留める場所については、事故時の情報が失われる前に先行して調査を行い検討に役立てることを計画し、「福島第一原子力発電所事故調査中長期計画」として公表。

## 調査目的

- R/B内調査は、事故時に動作した機器や事故の影響を受けたと考えられる機器について現状を把握し、事故進展の解明に資する情報の取得を目的に、廃炉作業と並行して継続的に実施していく。
- 今回は、今後のR/B内の調査計画立案に資する情報を取得するため、3号機R/B内の空間情報（アクセス性等）や線量率情報について、可能な範囲で現状を把握し、今後の詳細調査の要否検討に活用する。
- 調査で取得した情報は、廃炉作業の検討にも活用していく。

## 2. 調査の概要

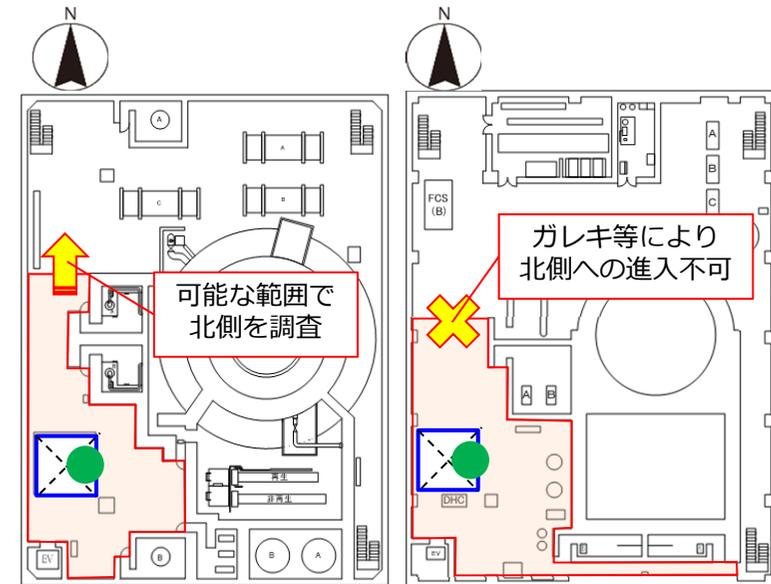
### ■ 調査方法

- R/B内の空間情報（アクセス性等）や線量率情報を取得するため、調査装置としてカメラ、線量計、γイメージャおよび点群データ取得装置等を使用
- 遠隔操作ロボットに調査装置を搭載し調査を実施
- 高所作業台車を活用し、R/B南西にある機器ハッチから調査装置を各階に運搬

### ■ 調査範囲

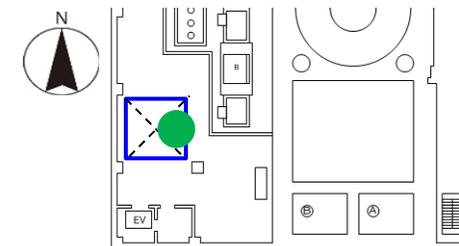
- 2～4階の南西機器ハッチ周辺を中心に調査を実施（右図参照）
- 調査における主な着目点

| 調査方法<br>着目点 | 映像取得 | 線量率測定 | γイメージャ<br>測定 | 点群データ<br>取得 |
|-------------|------|-------|--------------|-------------|
| 各階のアクセス性    | ○    |       |              | ○           |
| ガレキの状況      | ○    |       |              | ○           |
| 建屋の損傷状況     | ○    |       |              | ○           |
| 線量率分布       |      | ○     | ○            |             |
| 高線量箇所の状況    | ○    | ○     | ○            | ○           |



2階

3階



4階（γイメージャ測定のみ）

### ■ 調査期間（予定）

- 2024年4月～5月

- : 機器ハッチ位置
- : 遠隔操作ロボット調査範囲  
(ガレキの状況や無線通信の状況により変動)
- : γイメージャ設置位置（高所作業台車の架台上）

3号機R/B内調査範囲（概略）

### 3. 使用する調査装置



#### ○高所作業台車

γイメージャ／FirstLook／SPOTを  
搭載するための架台を設置し、  
各階に運搬



線量計(空間線量率測定)

カメラ(映像・画像取得  
／線量計指示値確認)

#### ○SPOT

カメラ／線量計／点群データ取得  
装置を搭載し、2,3階を移動・調査



#### ○FirstLook

カメラ／無線中継器を搭載し、  
2,3階を移動



#### ○γイメージャ

ホットスポット特定機能と点群データ  
取得機能を組み合わせ、γ線源分布の  
解析評価を実施



#### ○点群データ取得装置

レーザースキャンを行い、  
精密な点群データを取得