

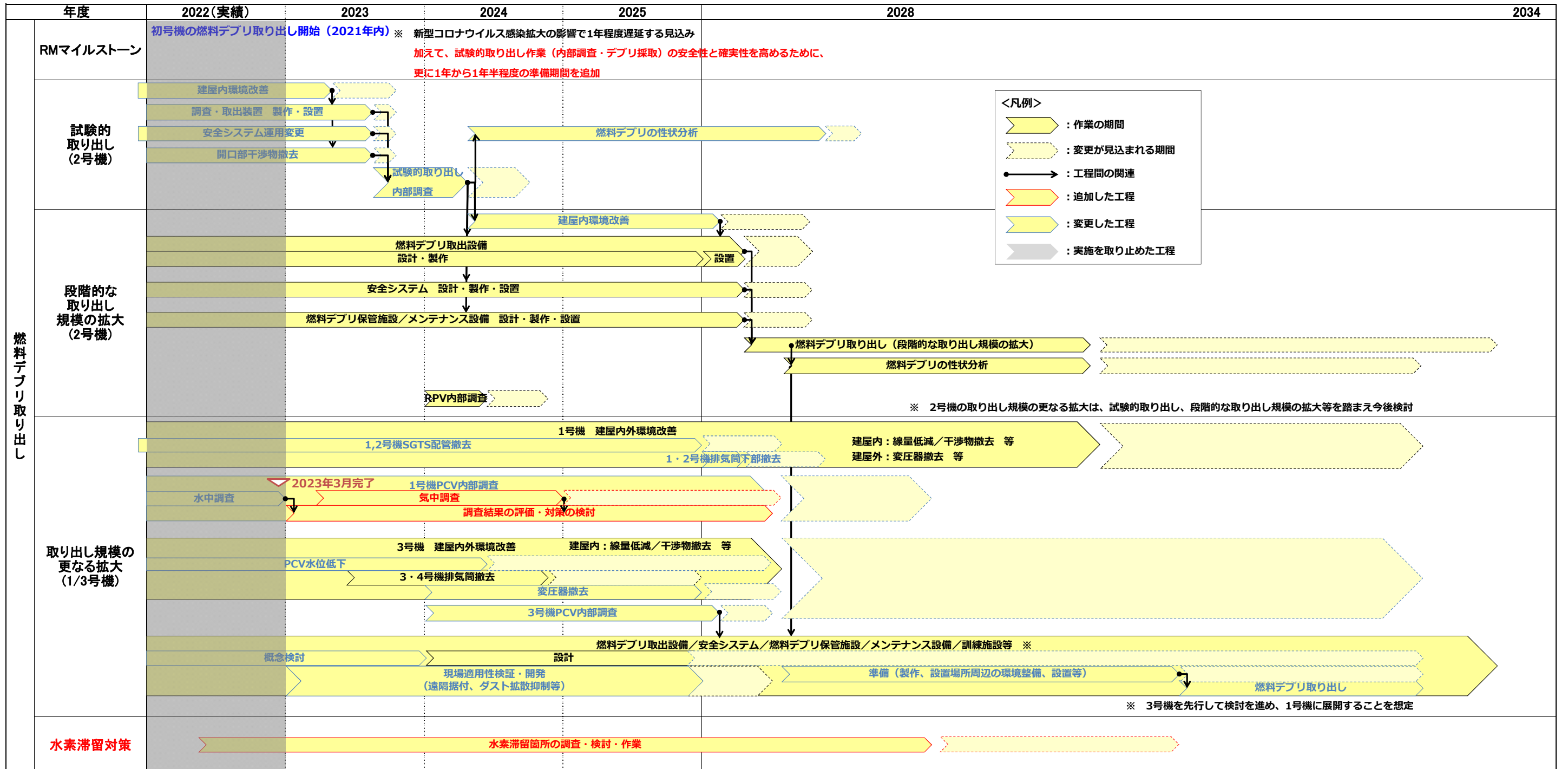
燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野	計画名	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	スケジュール												備考					
					1月	2月					3月			4月	5月			6月	7月		8月以降	
燃料デブリ取り出し準備	廃炉中長期実行プラン2023 目標工程	原子炉建屋内の環境改善	原子炉建屋内の環境改善	1号	(実績) ○建屋内環境改善(継続)	環境作業													建屋内環境改善 ・2階層低床の準備作業'20/7/20~'23/7/21 他工事との工程調整のため作業中断中。'22/2/23~'22/9/19 ・RCW入口ヘッダ配管穿孔'22/10/24~'22/11/14 ・RCW熱交換器(C)入口配管内包水サンプリング'23/2/22 ・RCW熱交換器(C)内包水サンプリング'23/6/21~'23/7/6			
				2号	(実績)なし (予定) ○建屋内環境改善(継続)	環境作業															建屋内環境改善 ・R-6大物搬入口2階床へい設置 '21/11/29~'22/1/10 ・1階西側通路MCC撤去 '22/1/11~'22/2/25 ・2階北側エリア除染'23/4/10~'23/10/13 ・原子炉系計装配管の線量検算'23/8/30~'23/9/26	
				3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続)	検討・設計																建屋内環境改善 ・北西エリア機器撤去および除染 '21/7/12~'22/1/10 ・北側エリア仮設置へい設置'22/1/11~'22/3/22 ・北西エリア機器撤去'22/4/18~'22/7/14 ・1階北東側エリア除染'22/8/30~'23/2/22 圧力抑制室内滞留ガスバージ'23/10/25~5月下旬予定
					(予定) ○建屋内環境改善(継続) ○圧力抑制室内滞留ガスバージ	環境作業	圧力抑制室内滞留ガスバージ													最新工程反映 実施時期調整中		
				1号	(実績)なし (予定) 圧力抑制室内包水のサンプリング	環境作業																
				2号	(実績)なし (予定)なし	環境作業															3号機原子炉格納容器内取水設備設置に係る実施計画 変更申請('21/2/1) →補正申請('21/7/14) →認可('21/7/27) ・取水設備設置'21/10/1~'22/3/31 ・使用前検査(3号)('22/4/26) <b>(継続実施)</b> ・3号機格納容器内取水設備による圧力抑制室内包水の 水質改善開始 '22/10/3~ ・PCV(S/C)水位計設置 '24/2/21~'24/3/月中	
	3号	(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質改善(継続)	環境作業														3号機格納容器内取水設備の運転開始					
		(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質改善(継続)	環境作業	PCV(S/C)水位計設置																		
		●初号機の燃料デブリ取り出しの開始 ●取り出し規模の更なる拡大(1/3号機) ●段階的な取り出し規模の拡大(2号機)	燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	検討・設計												<b>(継続実施)</b> <b>(継続実施)</b> <b>(継続実施)</b> <b>(継続実施)</b> <b>(継続実施)</b>			
					(予定) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	検討・設計																
	1号				(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)	環境作業															OPCV内部調査 PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) →補正申請('19/1/18)→認可('19/3/1) 【主要工程】 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'19/4/8~'21/10/14 ・PCV内部調査'21/11/5~ ・ROV-A1ドッキング取付'22/2/8~'22/2/10 ・ROV-A2調査'22/3/14~'22/5/23 ・ROV-C調査'22/6/7~'22/6/11 ・ROV-D調査'22/12/6~'22/12/10 ・ROV-E調査(1回目)'23/1/31~'23/2/1 ・ROV-E調査(2回目)'23/2/10~'23/2/11 ・ROV-B調査'23/3/4~'23/3/8 ・ROV-A2調査'23/3/28~'23/4/1  O1/2号機SGTS配管撤去 1/2号機SGTS配管撤去(その1)に係る実施計画変更申請('21/3/12)→認可('21/8/26) 【主要工程】 ・1/2号機SGTS配管切断時ダスト飛散対策(ウレタン注入)'21/9/9~'21/9/26 ・1/2号機SGTS配管切断'22/5/23~'23/5/月中旬 ・1/2号機SGTS配管切断(残り分)M/U'23/1/29~'23/3/3 ・1/2号機SGTS配管切断(残り分配管①~⑧)'23/4/18~'23/7/14 ・1/2号機SGTS配管切断(残り分配管⑨)については実施時期調整中。  PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) →補正申請('20/9/9)認可('21/2/4) ・試験的取り出し作業(内部調査・デブリ採取)の着手としては2023年度後半を目途に実施する計画。 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'20/10/20~ ・X-6ベネ内堆積物調査(接接触調査)'20/10/28、3Dスキャン調査:'20/10/30) ・常設監視計器取外し'20/11/10~ ・X-53ベネ調査'21/6/29 ・X-53ベネ孔径拡大作業'21/9/13~'21/10/14 隔壁部設置作業'21/11/15~	
					(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)	環境作業																
2号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続)				検討・設計															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)		
	(予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)				環境作業	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	廃炉中長期実行プラン2023 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	1月		2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月以降			備考					
					26	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) 3回	現場作業																												
				(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)																							(継続実施)				
					検討・設計																												
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) ○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	事故関連factデータベースの更新																							(継続実施)				
				(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)	検討・設計	炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新																							(継続実施)				
				(実績) ○2号機燃料取扱機操作室調査の実施 ○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																											○原子炉建屋内調査(地下階三角コーナの状況確認) 22/12/2~23/1/11(片付け含む)	
				(予定)	現場作業																												
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	(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	【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																							(継続実施)				
				(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																												
					検討・設計																												
					現場作業																												
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	(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)	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																							(継続実施)				
				(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)	検討・設計	・臨界防止技術の開発																							(継続実施)				
					現場作業																												
					検討・設計																												
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(完了)	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・スラッジの分析等)																							(継続実施)				
				(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)	検討・設計																												
					現場作業																												
					検討・設計																												

- 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



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2月29日

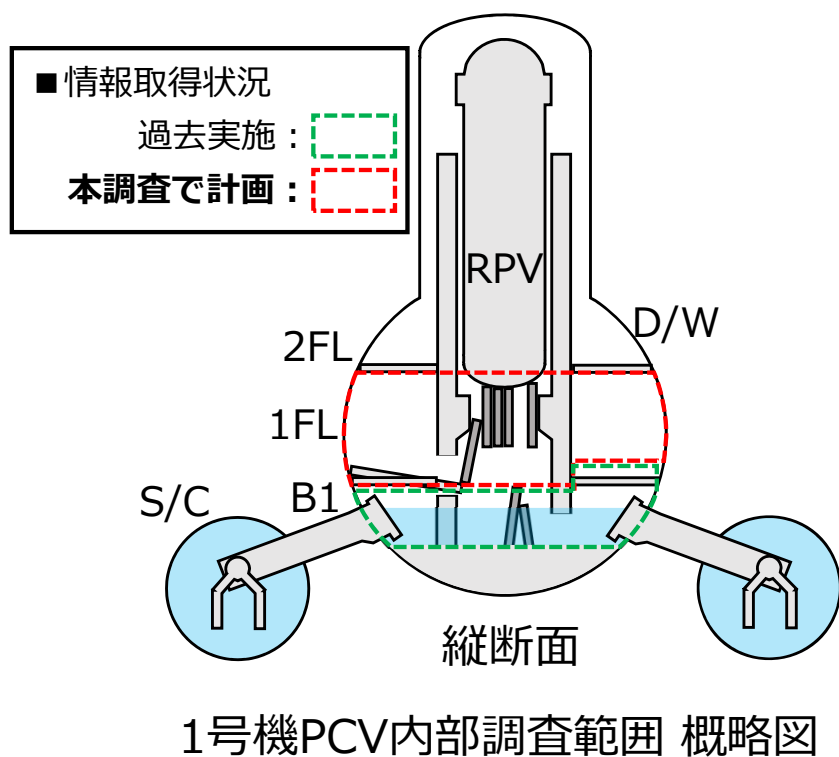
**TEPCO**

---

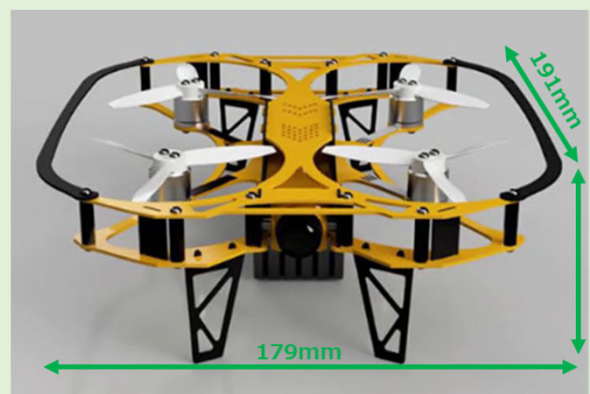
東京電力ホールディングス株式会社

# 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**

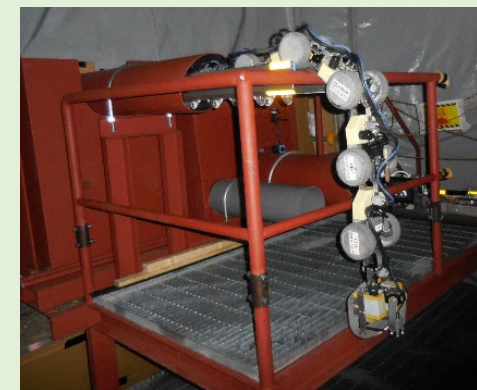


## 小型ドローン



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.ペデスタル外南側 調査結果(ドローン1機目)

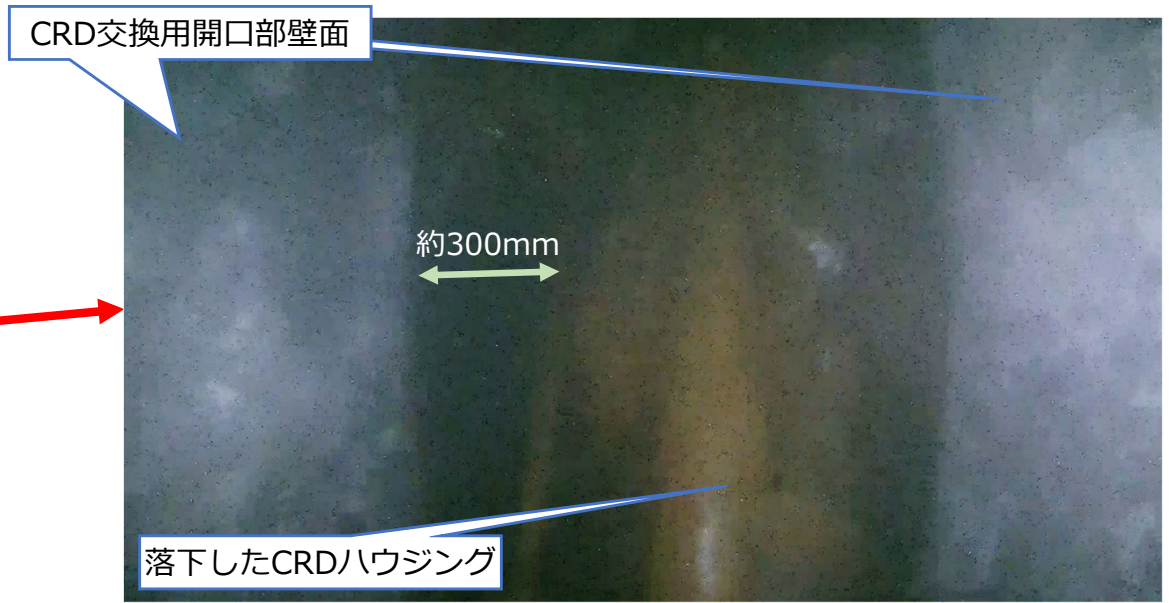
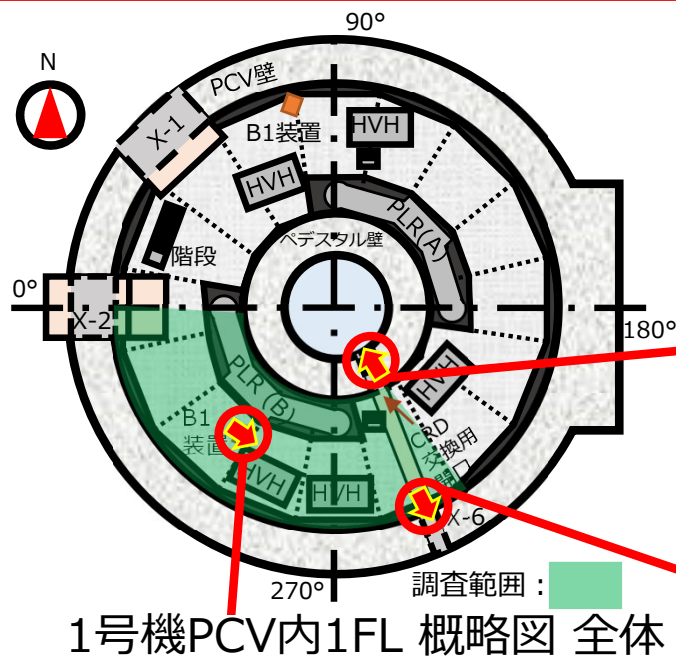


写真1. CRD交換用開口の状況(ちらつき補正後)



写真2. 南側B1調査装置(PMORPH)の残置状況

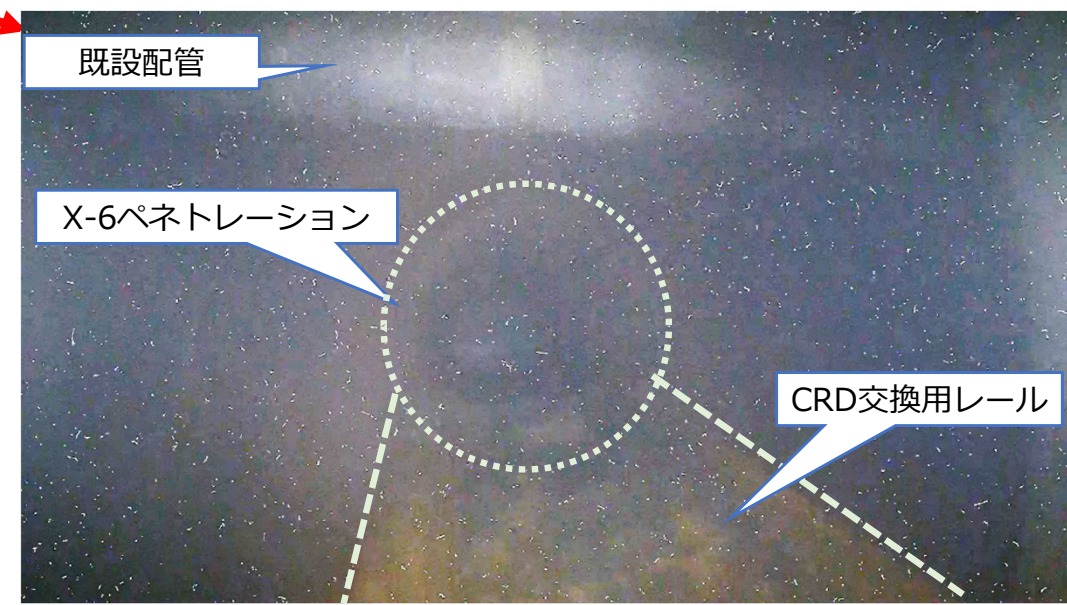


写真3. X-6ペネトレーションの状況

※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)

## 2.ペデスタル外南側 調査結果(ドローン1機目)

梯子

CRD交換用開口部

CRD交換用吊り治具

落下物と推定

CRD交換用レール

写真1. CRD交換用レール状況①

梯子

CRD交換用レール

写真2. CRD交換用レール状況②

1号機PCV内1FL 概略図 全体

調査範囲：

90°

0°

180°

270°

PCV壁

X-1

B1装置

HVH

階段

ペデスタル壁

PLR(A)

PLR(B)

B1装置

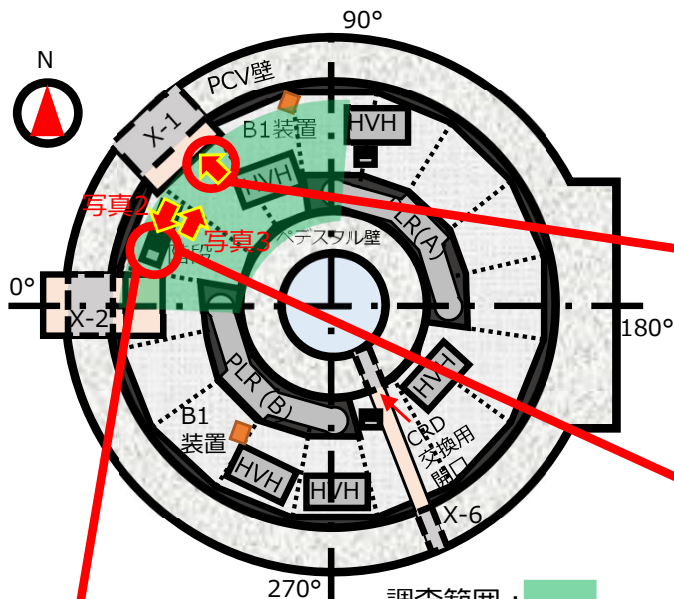
HVH

HVH

X-6

CRD交換用

### 3.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

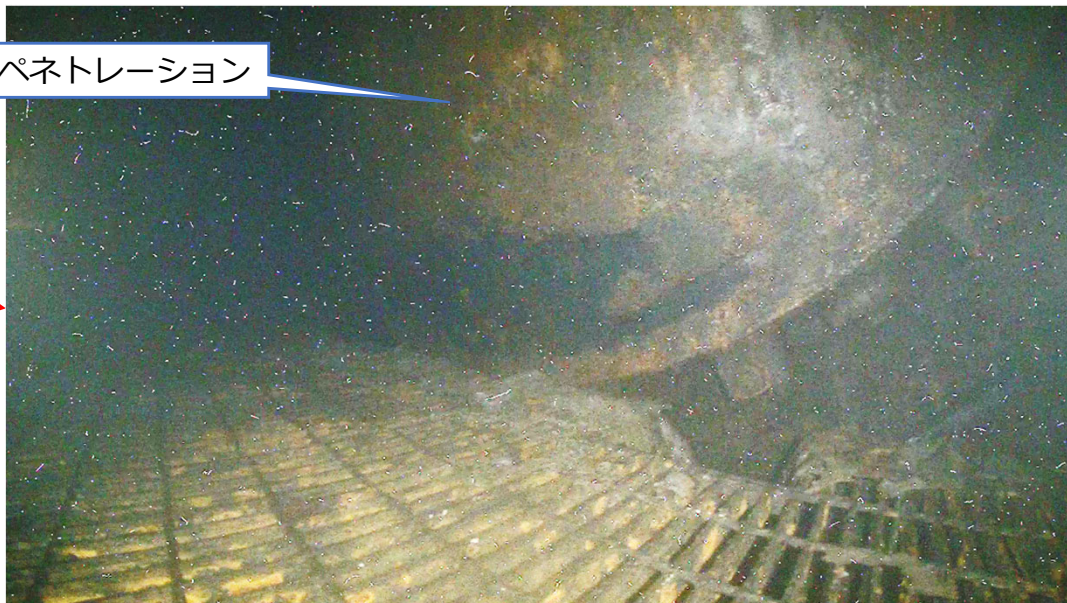
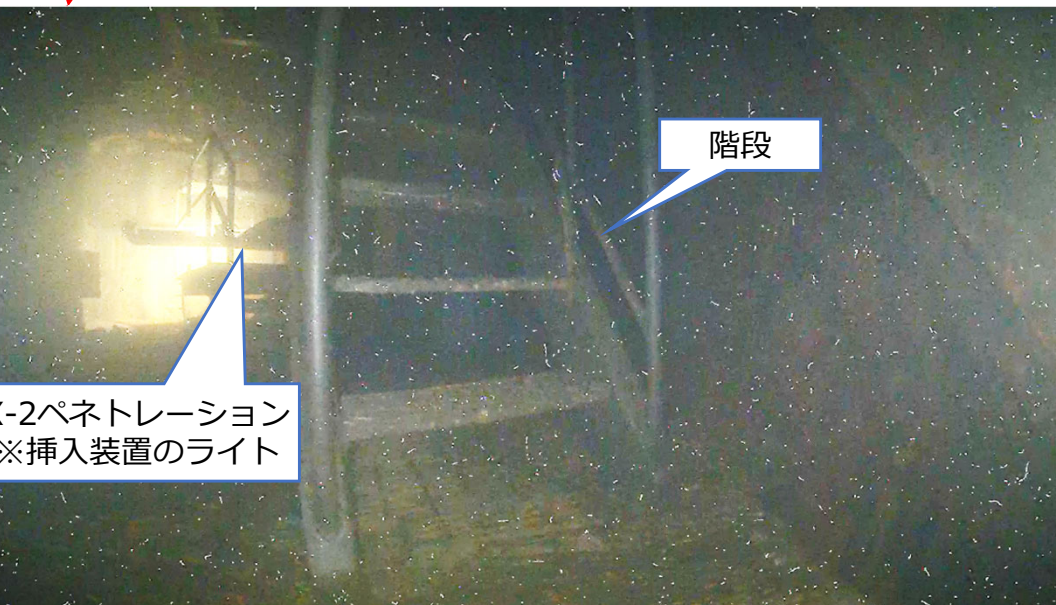


写真1.X-1ペネトレーションの状況

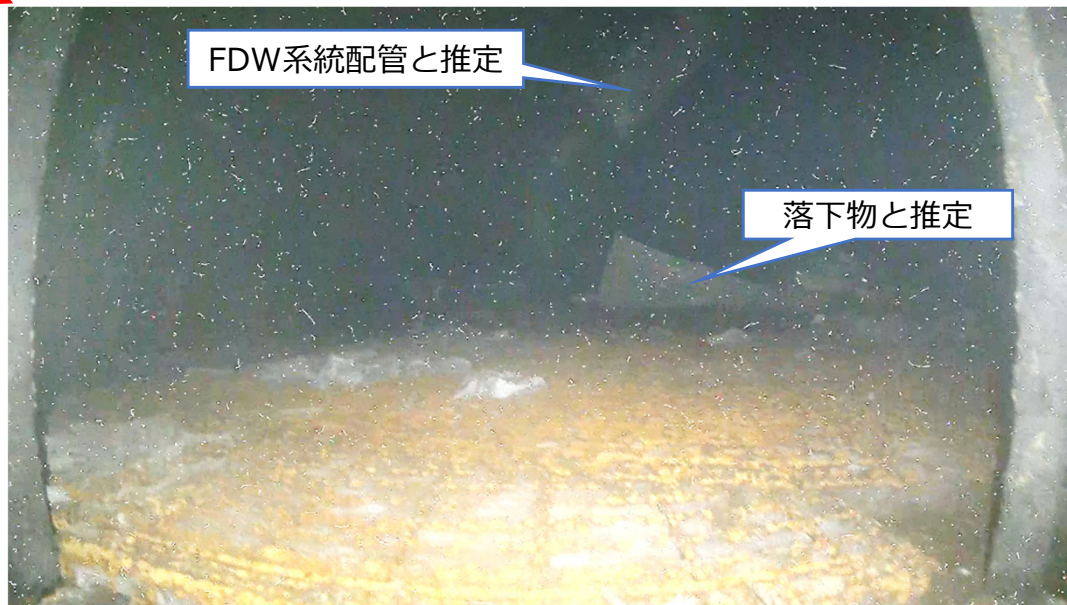
1号機PCV内1FL 概略図 全体



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



FDW系統配管と推定

落下物と推定

写真3.2FL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)



### 3.ペデスタル外北側 調査結果(ドローン2機目)

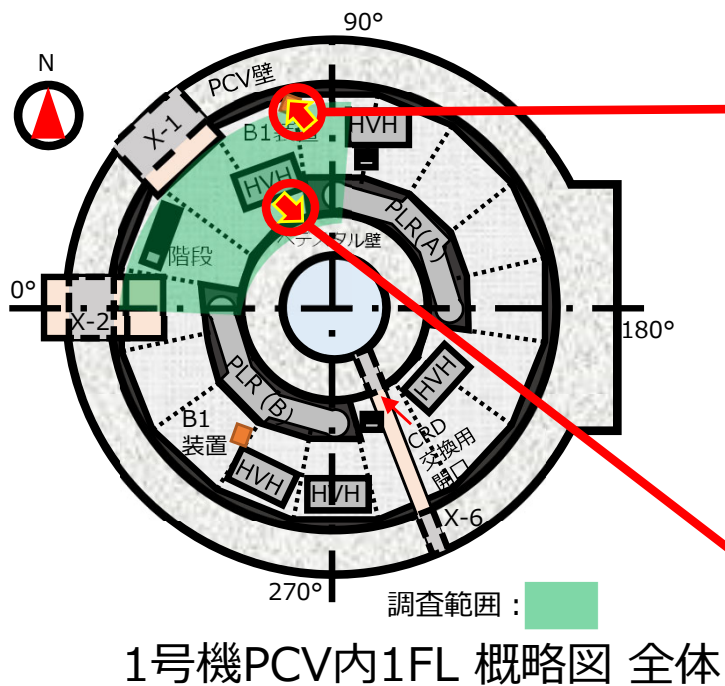


写真1.北側B1調査装置(PMORPH)の残置状況

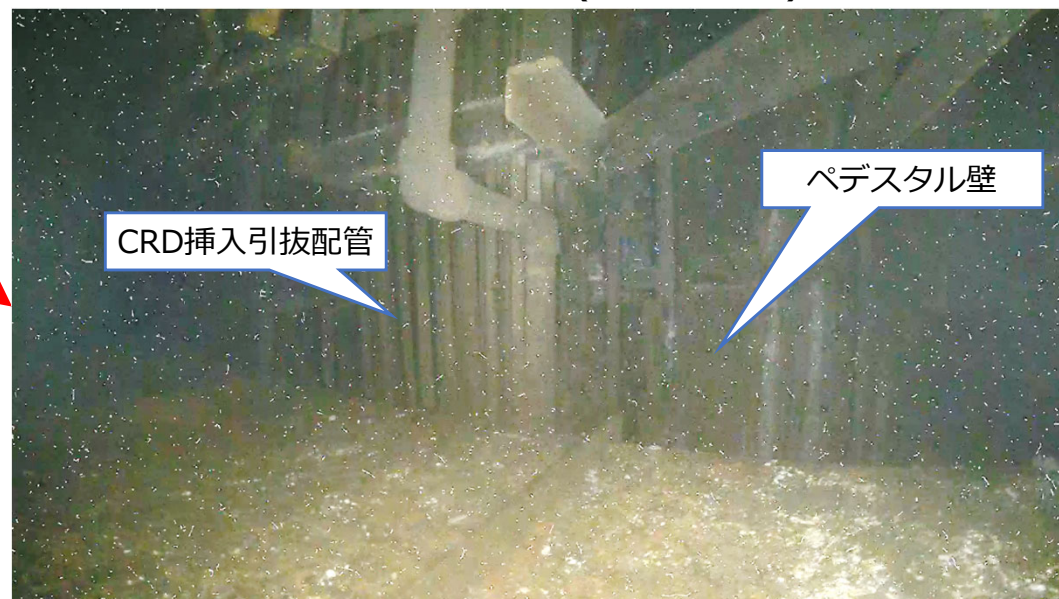


写真2.CRD挿入引抜配管の状況

※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)

# 4. スケジュール



## 2月28日PCV内部気中部調査の時系列

---

午前11時35分 PCV内部気中部調査の準備作業開始

(各調査ロボット用シールボックスの気密性最終確認等)

午後0時12分 X-2ペネトレーションから小型ドローンをPCV内部へ投入 (隔離弁開)

午後0時51分 X-2ペネトレーションからヘビ型ロボットPCV内部へ投入

午後1時18分 **PCV内部気中部調査開始 (小型ドローン (1機目) の離陸準備ができたタイミング)**

午後2時13分 **PCV内部気中部調査完了 (隔離弁閉)**

【参考：小型ドローン飛行時間】

1機目：午後1時22分から約5分間

2機目：午後1時34分から約5分間

## 2月28日PCV内部調査（気中部調査）の作業の様子



写真1.遠隔操作室における作業の状況



写真2.ヘビ型ロボットインストール状況  
(左画面：前方カメラ 右画面：後方カメラ)

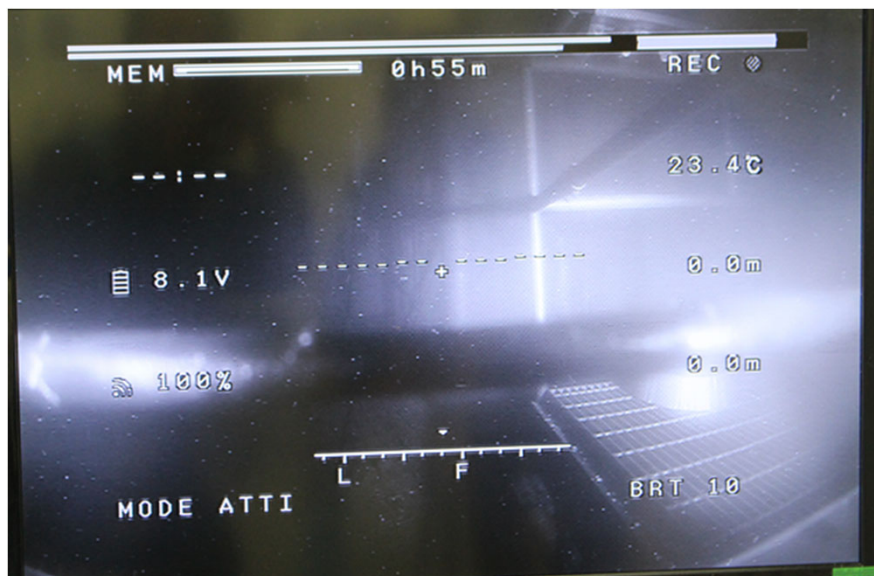


写真3.小型ドローンインストール状況（1号機）



写真4.小型ドローン着陸の様子（2号機）

## (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

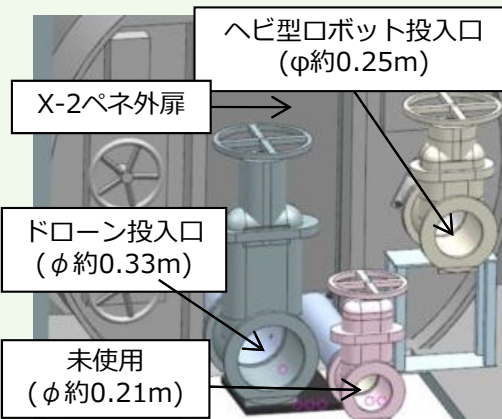


X-2ペネからの昇降試験

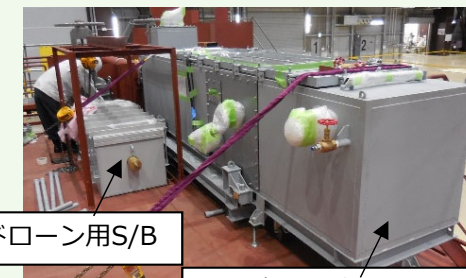
ヘビ型ロボット全体

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



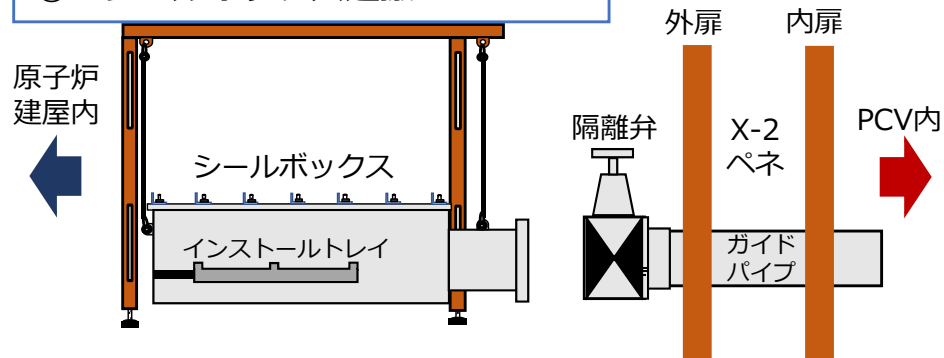
X-2ペネ隔離弁の用途イメージ



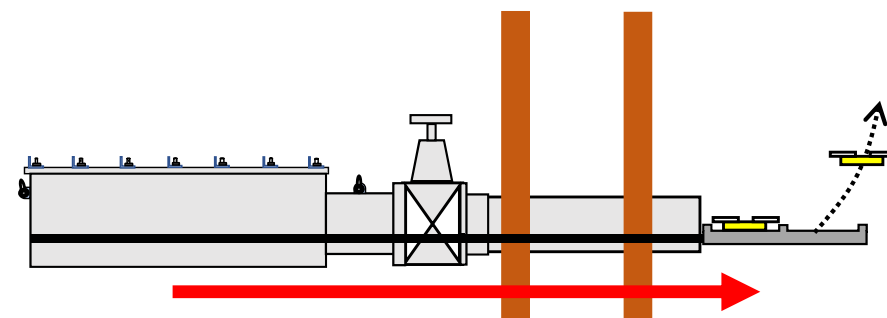
S/B取り付けモックアップ

# (参考) 主な作業ステップ

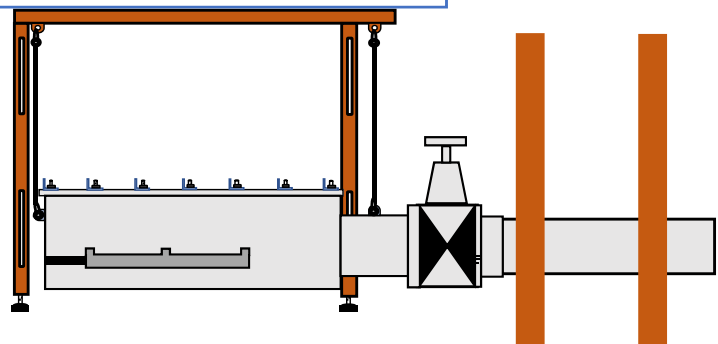
## ① シールボックス運搬



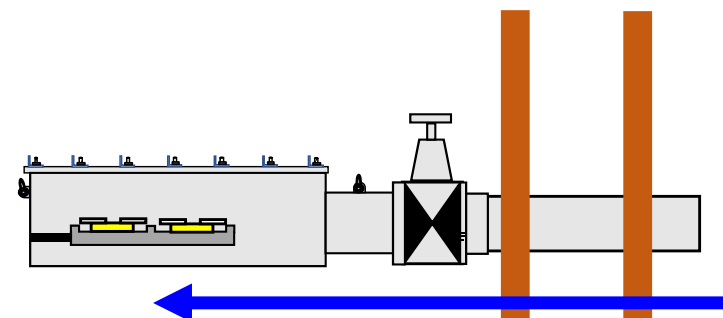
## ④ 調査装置投入 ⇒ ヘビ型ロボット移動 ⇒ ドローン飛行



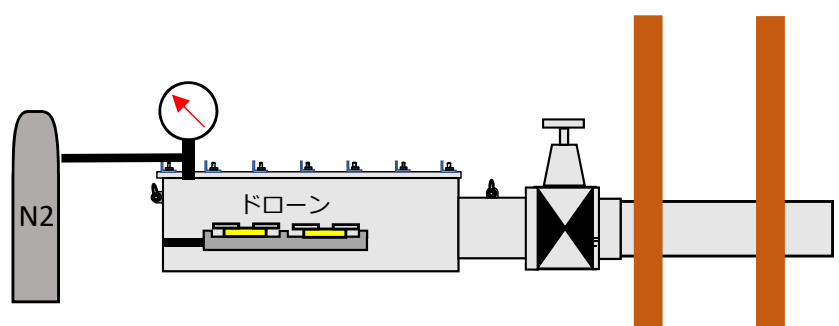
## ② シールボックス取付



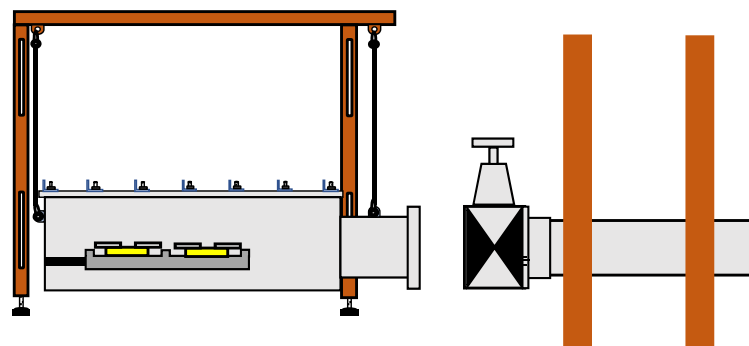
## ⑤ 調査装置回収



## 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

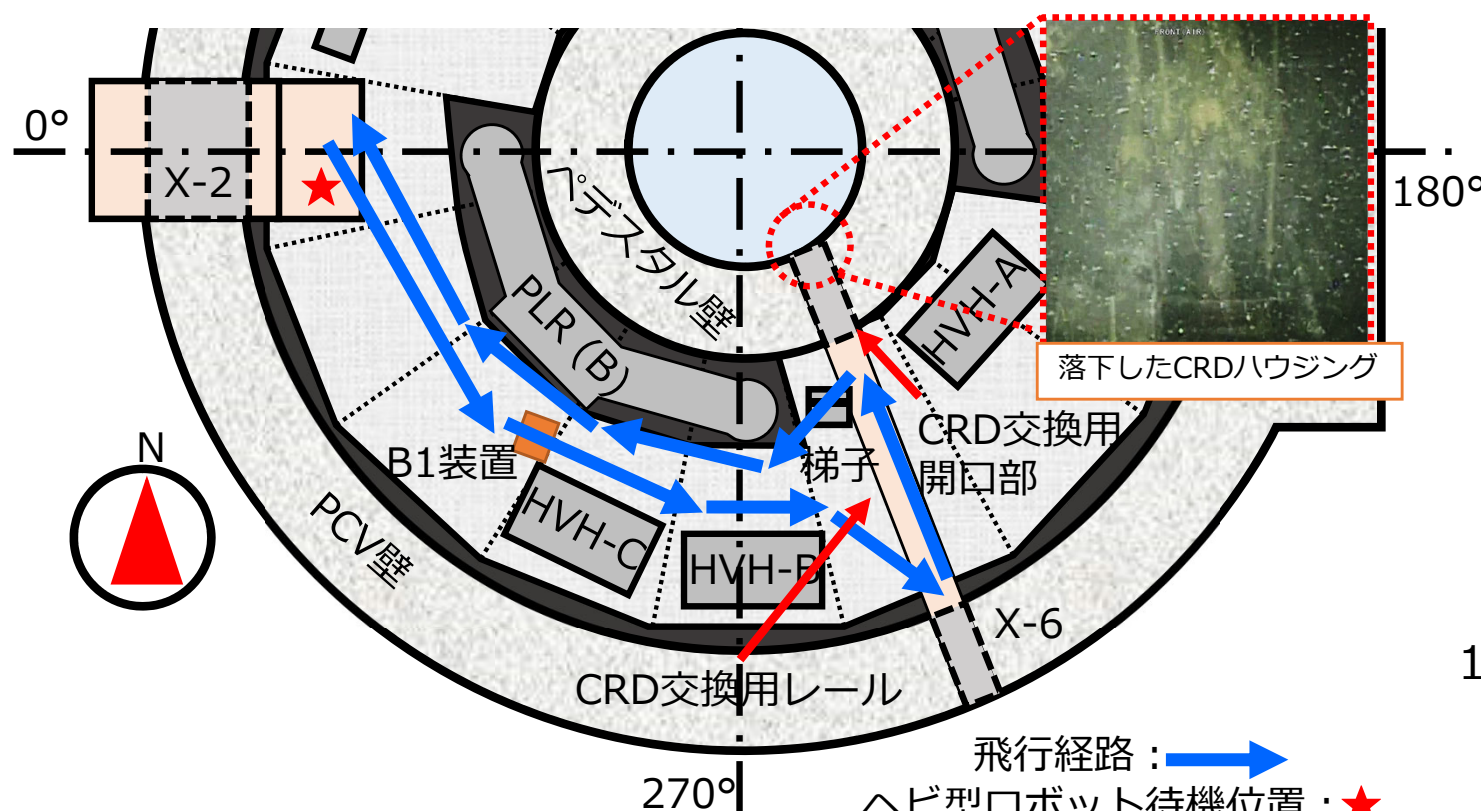


\*シールボックスはヘビ型ロボット用とドローン用の2台あるが、類似構成のためヘビ型ロボットの図は省略  
 また、ヘビ型ロボットは運搬時からシールボックスに格納されているのに対し、ドローンは満充電で調査するために当日格納する

# (参考) 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

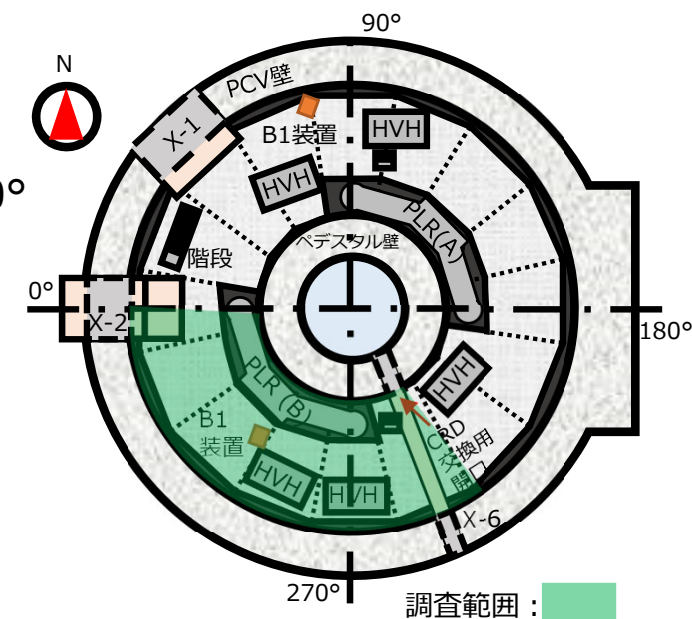
- 調査対象：X-6ペネトレーション、CRD交換用開口部、CRD交換用レール、他既設設備の状態
- ヘビ型ロボットはX-2ペネ前で無線中継を実施
- ペデスタル内調査の際に、ヘビ型ロボットがCRD交換用レールの位置まで移動するため、動線上に障害物がないか確認(グレーチング上の落下物や、残置されているB1調査装置の状態等)
- 水中ROV調査時で確認された、CRD交換用開口部付近の落下したCRDハウジングが、ペデスタル内調査の飛行経路上に存在するため、位置関係を確認し、ペデスタル内調査の実施可否を判断



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：★

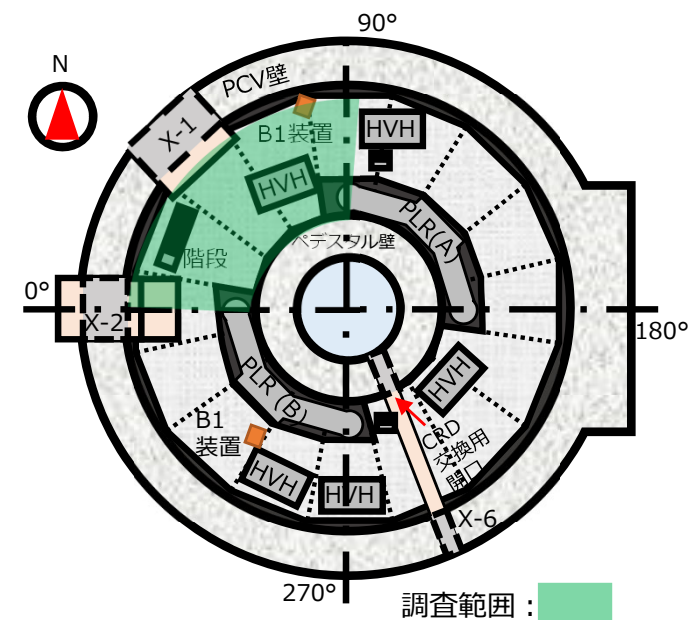
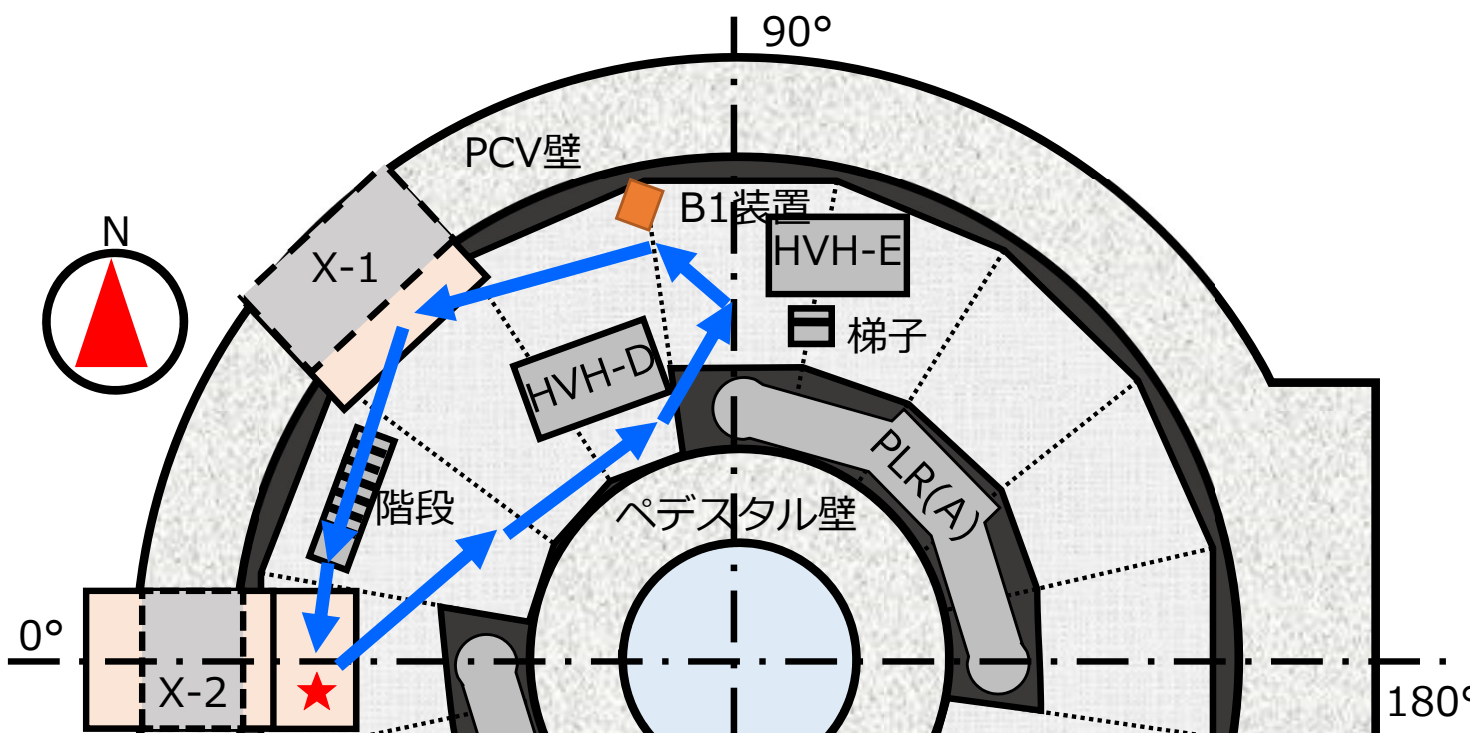


1号機PCV内1FL 概略図 全体

\*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) 調査ルートについて (ペデスタル外 北側)

- ペデスタル外北側の調査は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、ペデスタル内調査を実施可能とするため)



調査範囲：  1号機PCV内1FL 概略図 全体

ヘビ型ロボット待機位置：★ 飛行経路：→

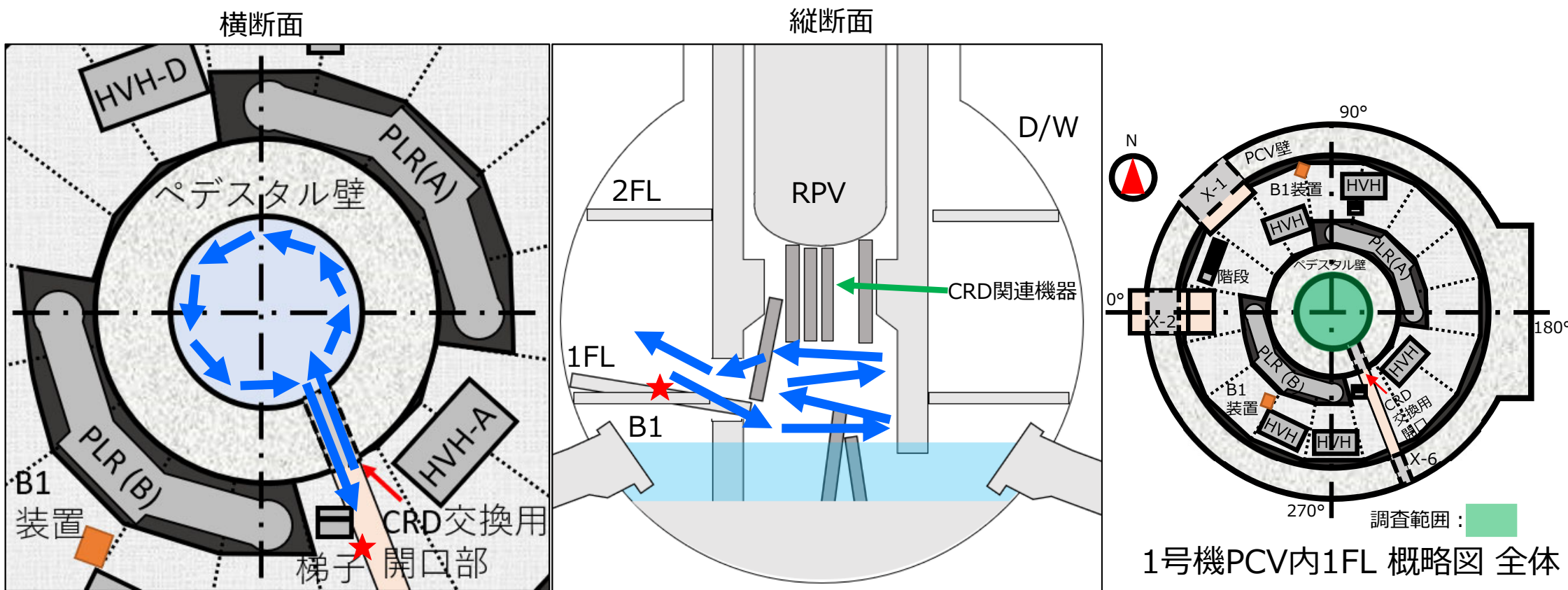
1号機PCV内1FL 概略図 北側拡大

\*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) 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) 調査時のリスク

### ■ 機体のPCV内残置リスク

- 小型ドローンおよびヘビ型ロボットにおいては、放射線の影響や通信の途絶等により、PCV内への残置リスクはあるものの、**残置になった場合においてもPCV内の状態に影響を与えない**

### ■ 映像取得不能(部分取得、不鮮明)

- 放射線ノイズ(ちらつき)や霧等の悪条件により、映像が不鮮明となる可能性があるが、映像撮影試験において**悪条件環境においても飛行可能であり、接近すれば対象を撮影可能な旨、確認済**
- ドローンが墜落した場合、直接映像を採取不可となるが、**通信可能であればドローン内の映像をダウンロード可能であり、低画質ではあるが操作画面の映像は逐次保存する**
- ヘビ型ロボットが移動不能になった場合や、CRD交換用開口が通り抜け不可だった場合は、ペDESTAL内の映像が取得不可となるため、**調査時には初めにドローンで、ヘビ型ロボットの移動ルートおよび、CRD交換用開口の状態を事前に確認し、進入可否を判断する(水中ROV調査の映像からは通り抜け可能と評価)**

### ■ ダスト飛散リスク

- 通常、ドローン飛行はダスト飛散リスクが高いが、**今回使用するドローンは小型・軽量のため飛散は少量であり、PCV内は湿潤環境のため、ダスト飛散の影響は低い(調査中はダストモニタの監視を実施)**

### ■ PCV内気体の漏洩およびPCV内圧低下リスク

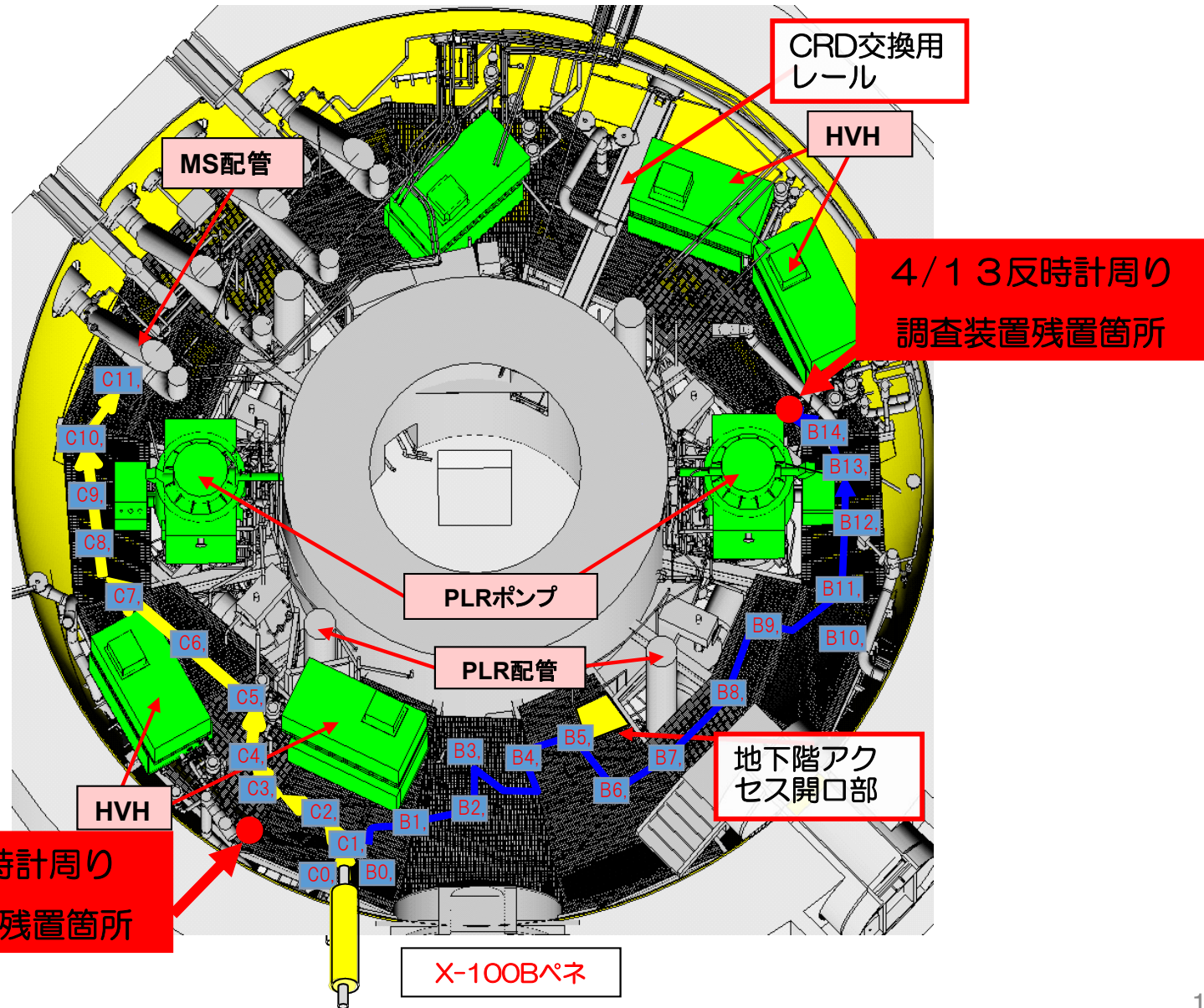
- シールボックスから、PCV内気体がリークするリスクがあるが、**M/U時や隔離弁開直前にも気密性試験を実施し、漏洩がないことを確認してから作業を実施する。**

# (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)



# 2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

2024年2月29日

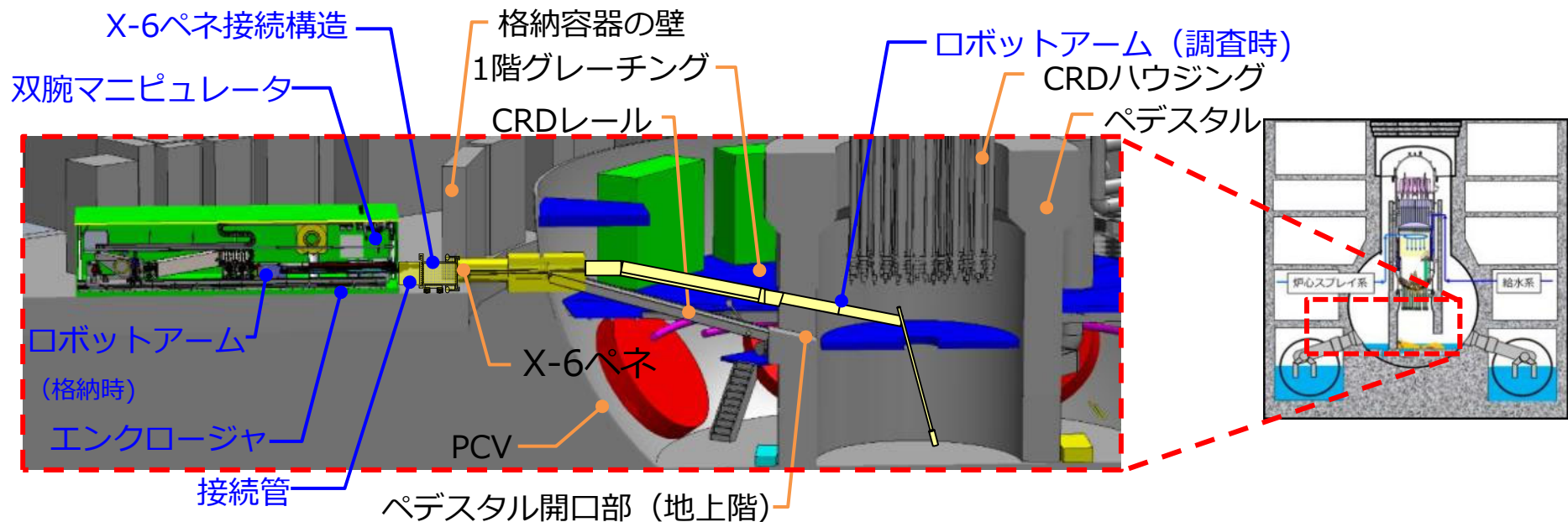
**IRID** **TEPCO**

---

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内へ進入させ、PCV内障害物の除去作業を行いつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

## 2-1. 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

- ・ 楯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
- ・ 手動運転にて周辺構造物に接触することなくペDESTAL底部までアクセスできること及び障害物の切断・除去が可能なが確認できたため、遠隔自動運転でのX-6ペネ通過/ペDESTAL底部へのアクセス試験について、**最終の4ステップ目が完了**
- ・ **現在、ワンスルー試験に向けてエンクロージャ内へアームを組込中**であるが、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

今回報告

性能確認試験項目		
試験分類	試験項目	楯葉
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 ・ペDESTAL上部へのアクセス ・ペDESTAL下部へのアクセス	完了
	PCV内部障害物の撤去 ・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	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

## 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 【ペDESTALアクセス試験】

- アームの機能/適用性を見極めるため、重要かつ技術的ハードルが高い、「プラットホーム開口（狭隘部）を通過しペDESTAL底部へのアームのアクセス」に着目した試験ステップのうち最終ステップ④が完了

※：ティーチ&リピートファイル（アーム各軸の動作を設定したファイル）

### <試験概略フロー>

#### ステップ①

- ペDESTAL底部までのアームアクセス（作業員補助）
- T&RF※の作成 **【完了】**

#### ステップ②

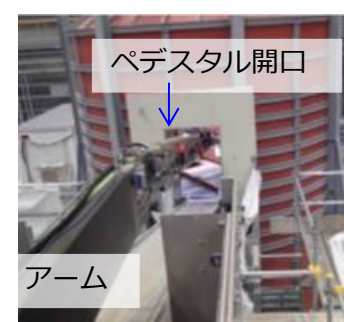
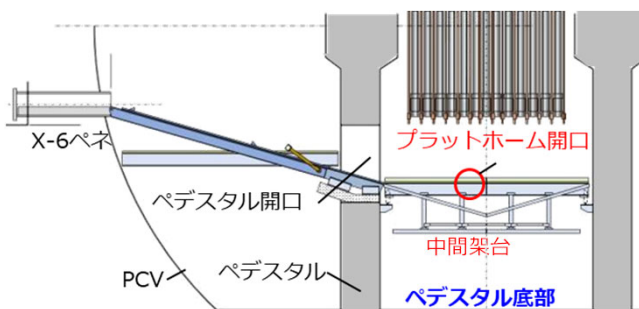
- アームにレーザスキャナを搭載し、アーム周辺の障害物の位置・形状データ（点群データ）取得 **【完了】**

#### ステップ③

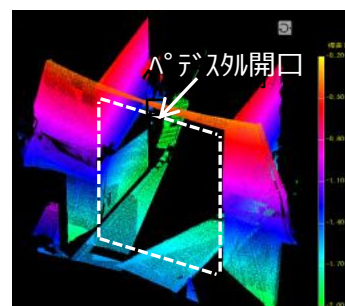
- アームVRシステムへの点群データの反映 **【完了】**

#### ステップ④

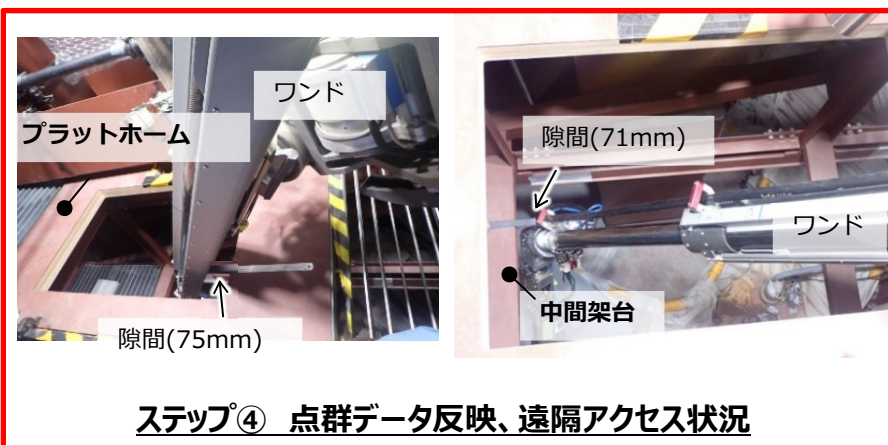
- T&RF※及びVRとカメラによる底部へのアクセス
  - VR精度の把握
  - カメラ視認性の確認**【完了】**



ステップ① ペDESTAL底部までのアームアクセス（作業員補助）



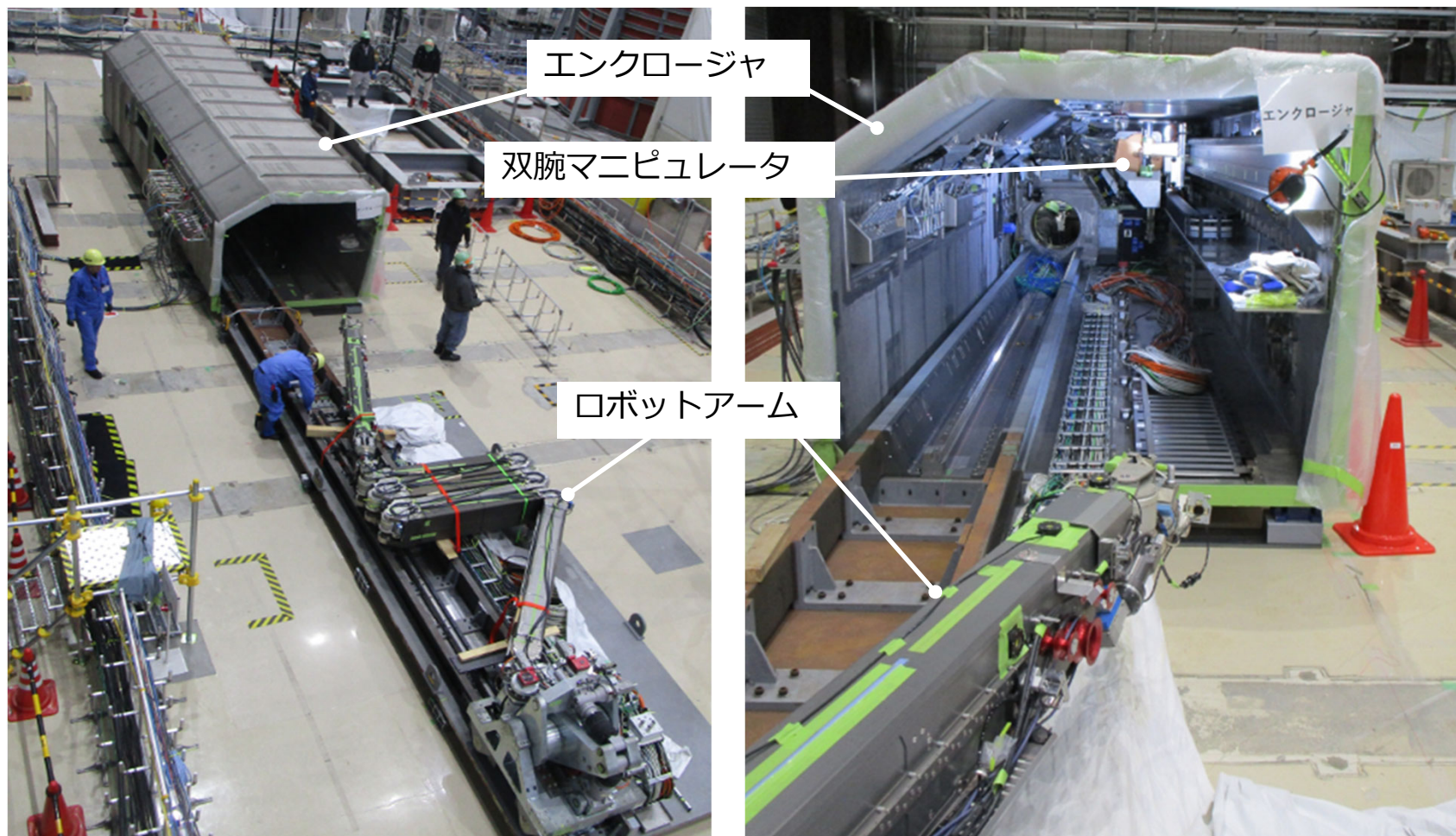
ステップ②③ 点群データの取得



ステップ④ 点群データ反映、遠隔アクセス状況

## 2-3. 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】

- 現在、ワンスルー試験に向けてエンクロージャ内へアームを組み込み中



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製作状況

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



テレスコ式アーム (組立中)



エンクロージャ (組立中)



テレスコ式試験的取り出し装置 (装置を上方から撮影)

## 4 - 1. 現場作業の進捗状況

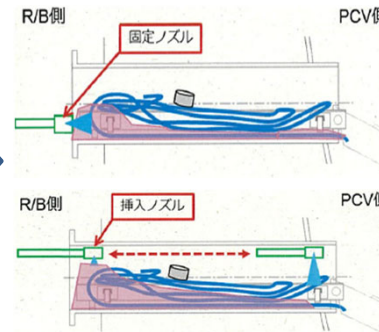
- X-6ペネ内堆積物除去作業は、PCVバウンダリとなる隔離部屋の中に堆積物除去装置を設置し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう安全かつ慎重に作業を進める
- これまでの作業と同様に、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中はダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する



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

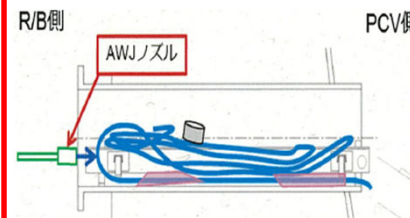


堆積物除去装置  
(低圧水) 撤去

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

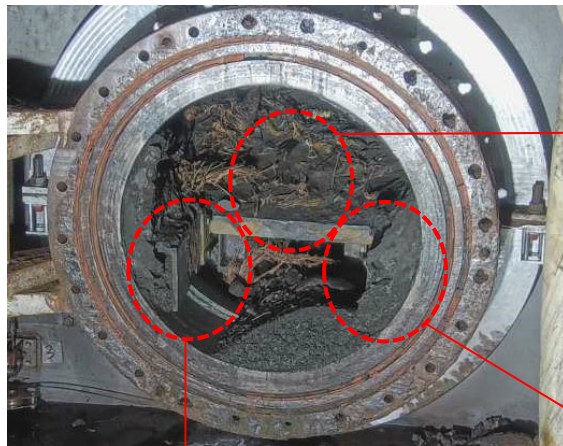
次工程へ  
X-6ペネ接続構造設置

※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) : 高圧水による堆積物除去)

- 高圧水によるX-6ペネ内堆積物除去作業を開始し、高圧水噴射を実施
- 高圧水噴射の結果、CRDレーンガイド付近の堆積物を除去できたことを確認
- 現在、AWJの試射を実施中 (ノズルの位置を変えながら、複数ケース実施予定)
- なお、X-6ペネハッチ開放時に落下した堆積物について、構外運搬及び分析を準備中



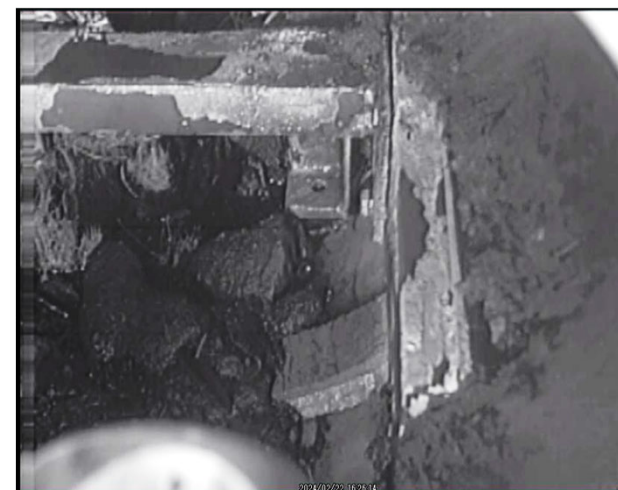
X-6ペネフランジ：堆積物除去装置接続前



高圧水施工後 (X-6ペネ中央部)



高圧水施工後 (X-6ペネ左下部)



高圧水施工後 (X-6ペネ右下部)

## 5. 工程

- 現場の状況については、低圧水による堆積物除去作業が完了し、高圧水・AWJによる堆積物除去作業を開始。高圧水噴射の結果、CRDレーンガイド付近の堆積物が除去できたことを確認。現在、AWJの試射を実施しており、完了後、AWJ連続施工を実施する予定。
- 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。

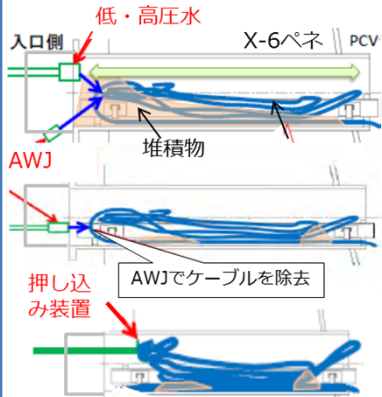
	2023年度	2024年度				2025年度
	第4Q	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q	
堆積物除去作業						
テレスコ式装置製作・設置準備等			-----			
試験的取り出し作業 (テレスコ式装置によるデブリ採取)				┌──┐		
ロボットアーム装置試験、 試験結果に応じた必要な追加開発		-----	-----	┌──┐		
ロボットアーム設置準備等・ ロボットアームによるアクセスルート構築				┌──┐	┌──┐	
ロボットアームによる内部調査・デブリ採取						┌──┐

1. 隔離部屋設置

2. X-6ペネハッチ開放

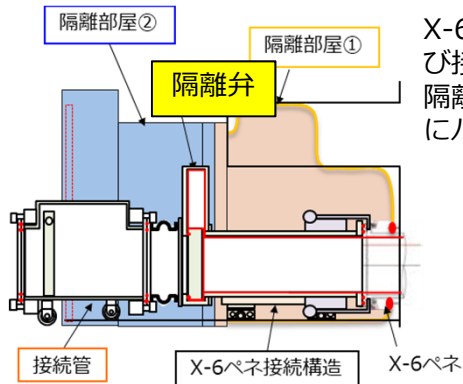
3. X-6ペネ内堆積物除去

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

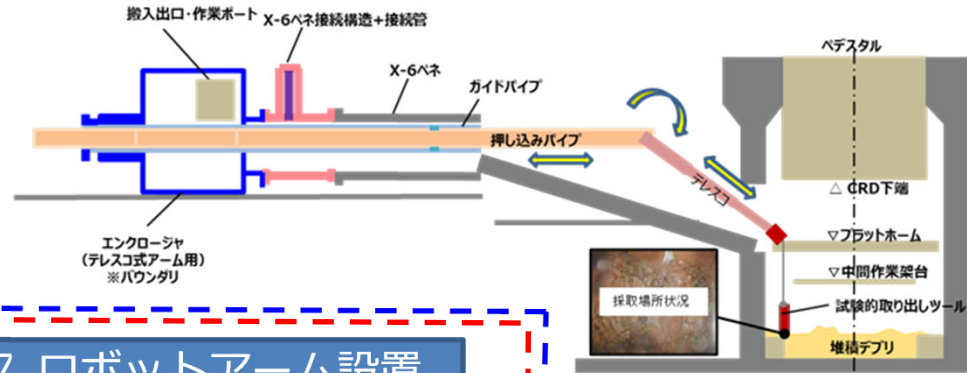


X-6ペネに接続構造及び接続管を取り付け、隔離部屋から接続構造にバウンダリを変更

認可済

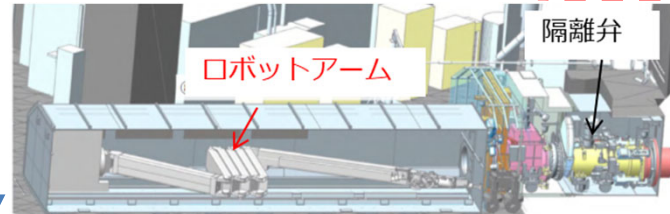
5. テレスコ式装置設置

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)



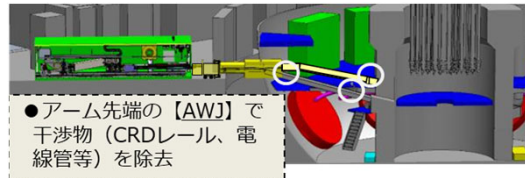
申請予定

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

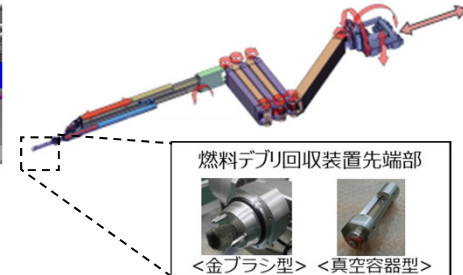


- アーム先端の【AWJ】で干渉物 (CRDレール、電線管等) を除去

(注記)

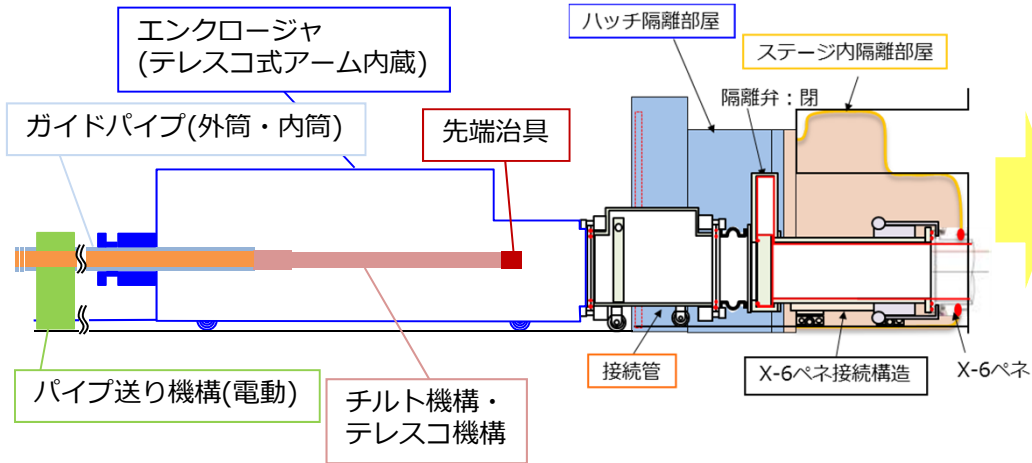
- ・ 隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
- ・ AWJ (アブレシブウォータージェット) : 高圧水に研磨材 (アブレシブ) を混合し、切削性を向上させた加工機

②ロボットアームによるデブリ採取

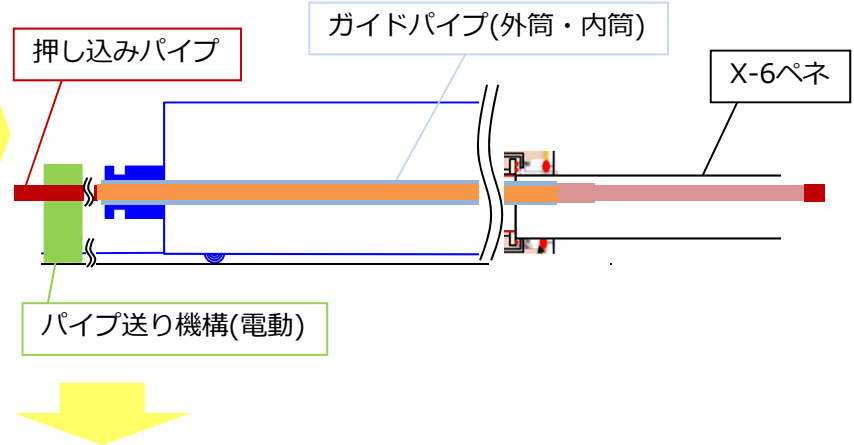


# 参考. テレスコ式装置による試験的取り出し作業概要 (1 / 3)

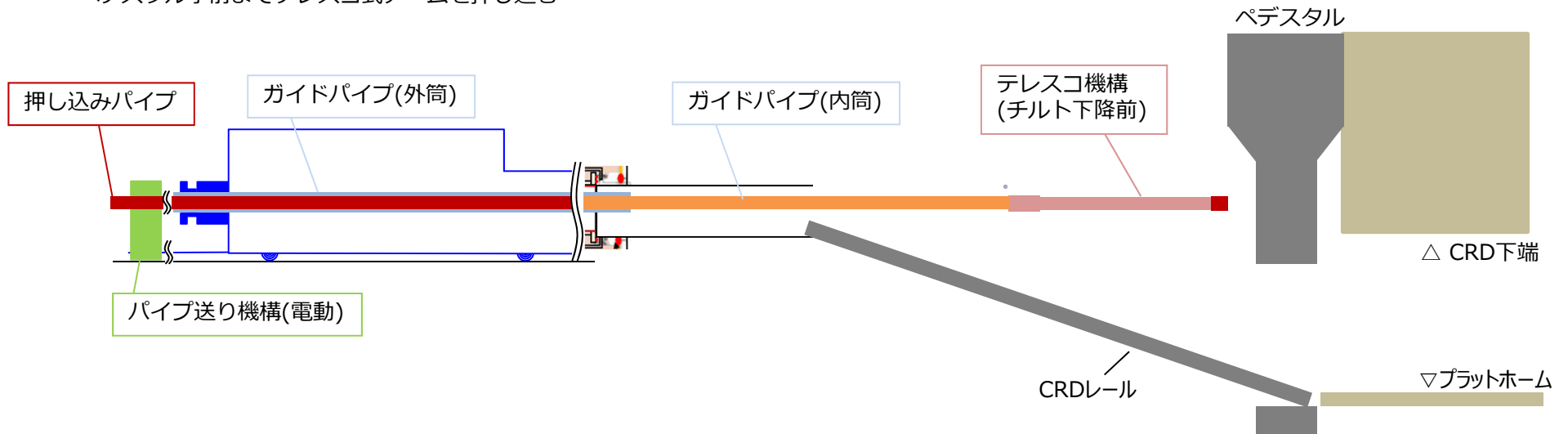
①X-6ペネ接続構造, 接続管の後段にエンクロージャ設置



②ガイドパイプ(外筒・内筒)を押し込む(押し込み長さ: 6.5m)  
(エンクロージャの際まで押し込む際には押し込みパイプをガイドパイプ内筒と人手で接続後, 電動で押し込む)

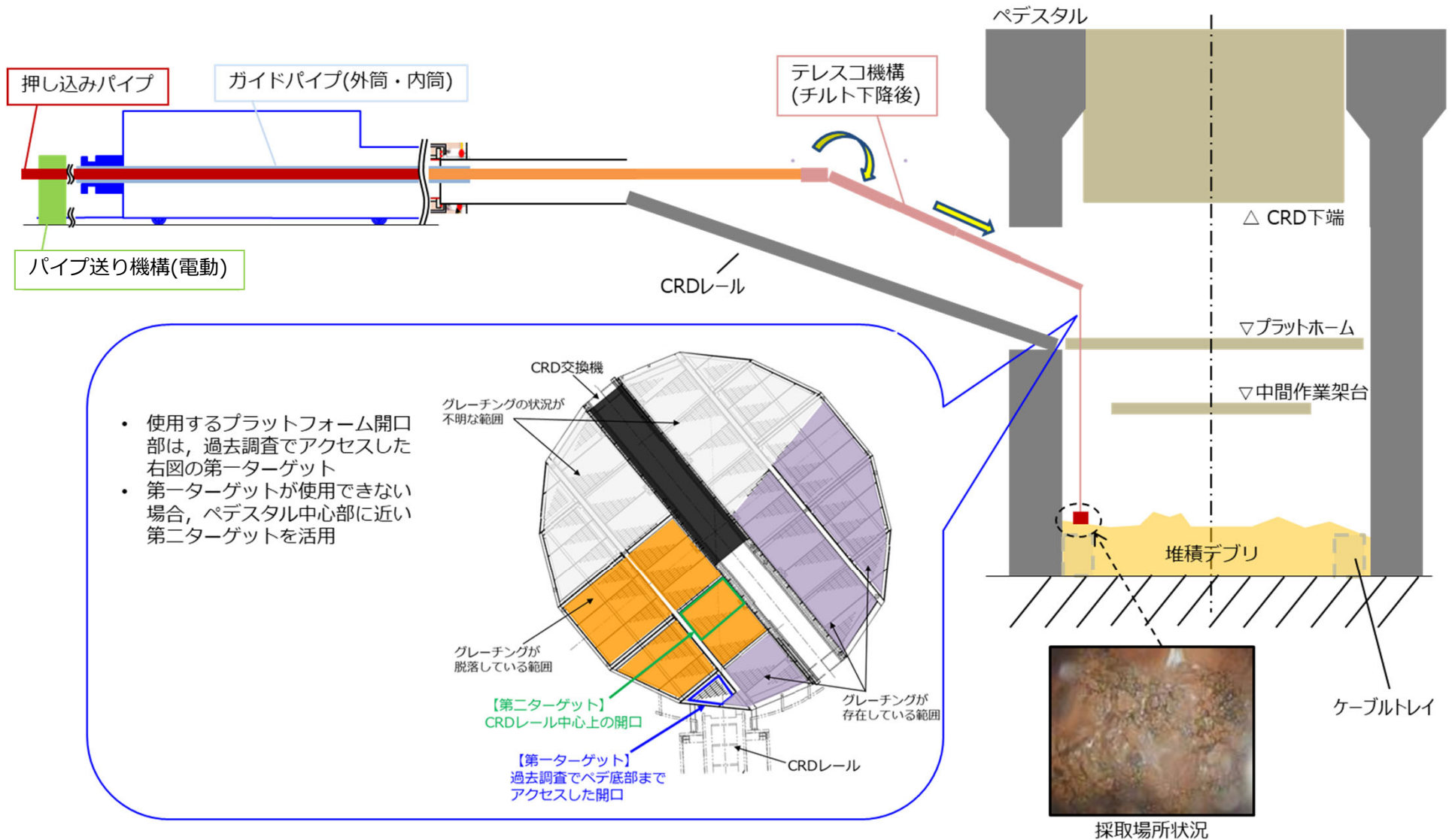


③押し込みパイプを順次接続し, 押し込みパイプを送り出すことでガイドパイプ内筒のみを押し込み(押し込み長さ: 5.0m),  
ペDESTAL手前までテレスコ式アームを押し込む



# 参考. テレスコ式装置による試験的取り出し作業概要 (2 / 3)

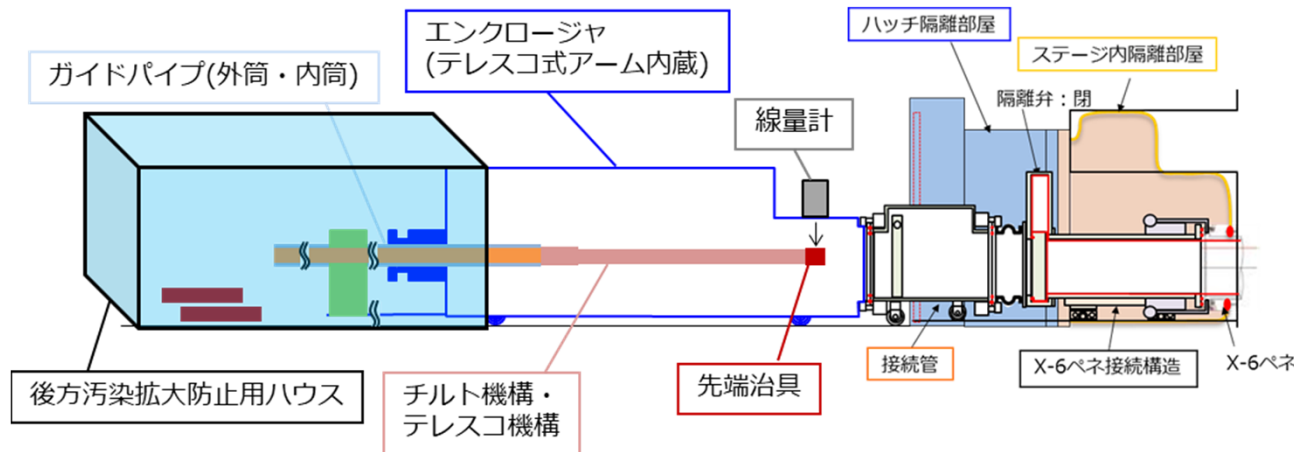
④チルト機構により先端部分を下降させ、テレスコ式アームをペDESTAL内に挿入。  
その後、ペDESTAL底部に先端治具を吊り下ろし、燃料デブリを採取する。



- 使用するプラットフォーム開口部は、過去調査でアクセスした右図の第一ターゲット
- 第一ターゲットが使用できない場合、ペDESTAL中心部に近い第二ターゲットを活用

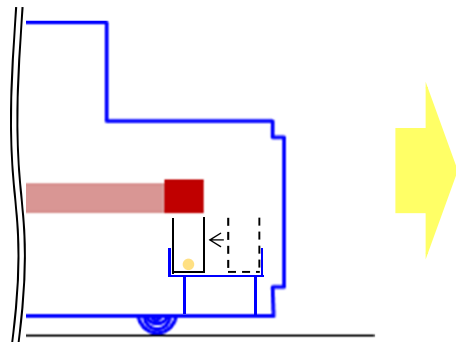
# 参考. テレスコ式装置による試験的取り出し作業概要 (3 / 3)

⑤エンクロージャ後段にエンクロージャ後方汚染拡大防止用ハウス（以下、後方ハウス）を設置後、挿入と逆手順でテレスコ式アームを引き抜き、隔離弁を閉止する。その後、採取した燃料デブリの線量を測定し、取り扱える線量であることを確認

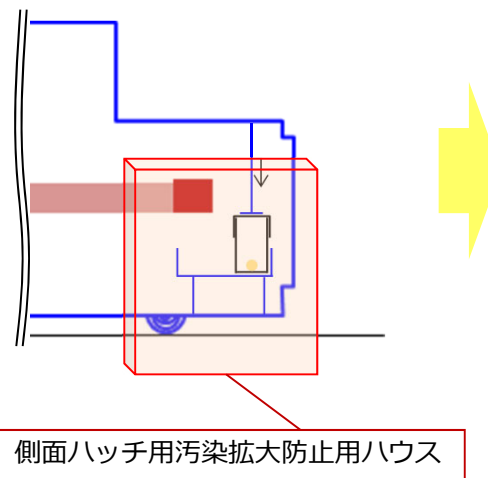


※**Double Porte pour Transfer Etanche**(仏語)。汚染拡大防止のため、蓋と専用ポートの開閉が一体で実施できるシステム

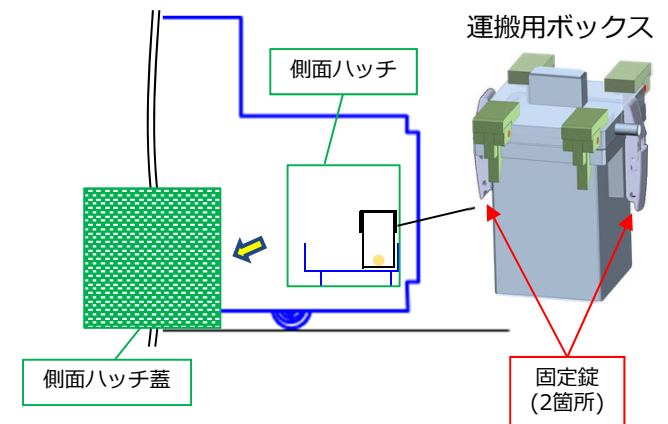
⑥遠隔で運搬用ボックスを先端治具の下へ移動させ 運搬用ボックス内に燃料デブリを収納



⑦遠隔で運搬用ボックスを蓋下に移動し、蓋を押し付け、新たなダストが舞わない状態を確保した後に、側面ハッチ用汚染拡大防止用ハウス（以下、側面ハウス）を設置



⑧側面ハウス越しに、エンクロージャ側面ハッチを開け、運搬用ボックスの蓋を固定した後に取り出し、DPTE\*コンテナに入れてグローブボックスへ運搬



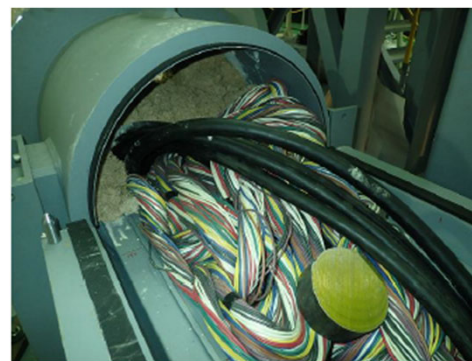
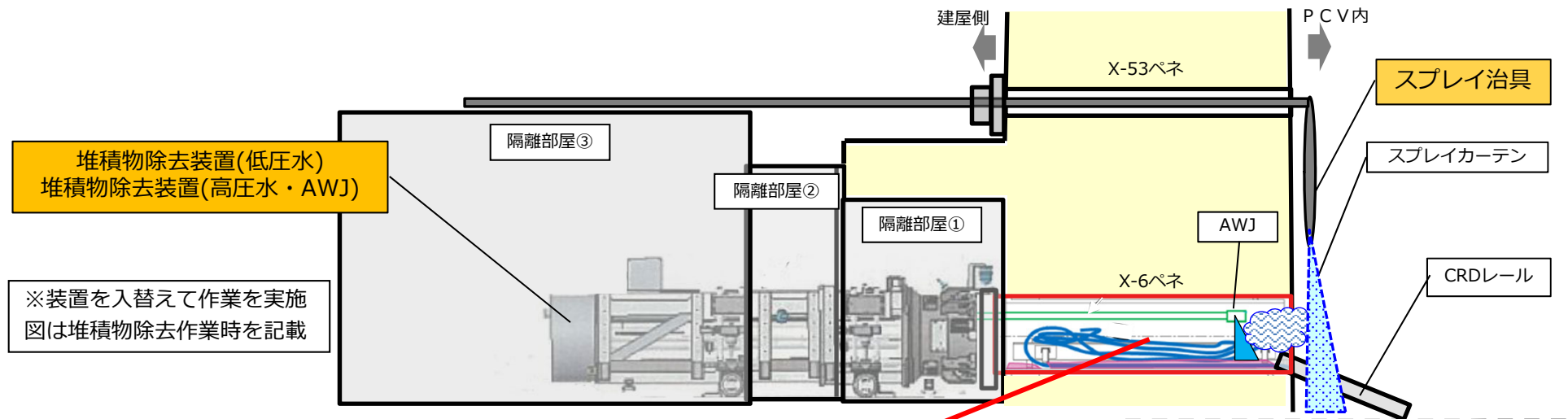
(側面ハウスは省略)



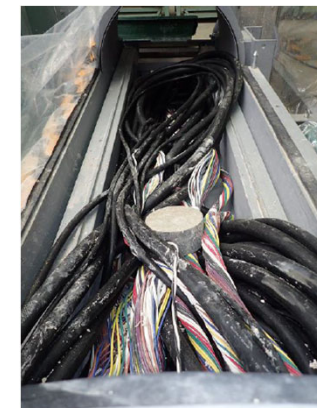
## 参考. 堆積物除去作業の概要

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器具による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

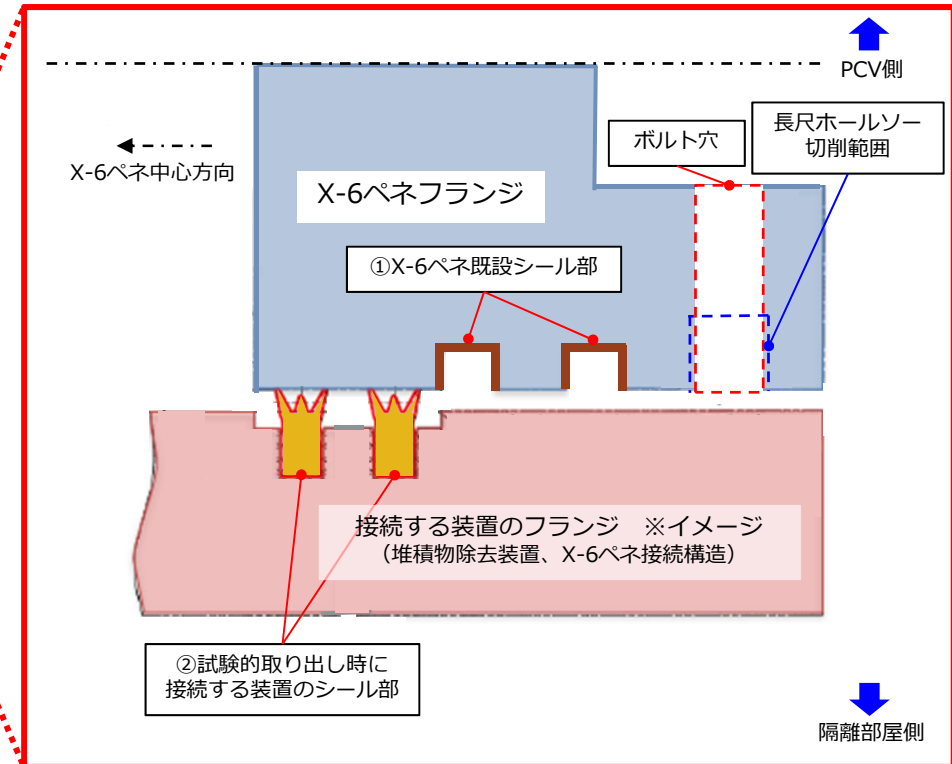
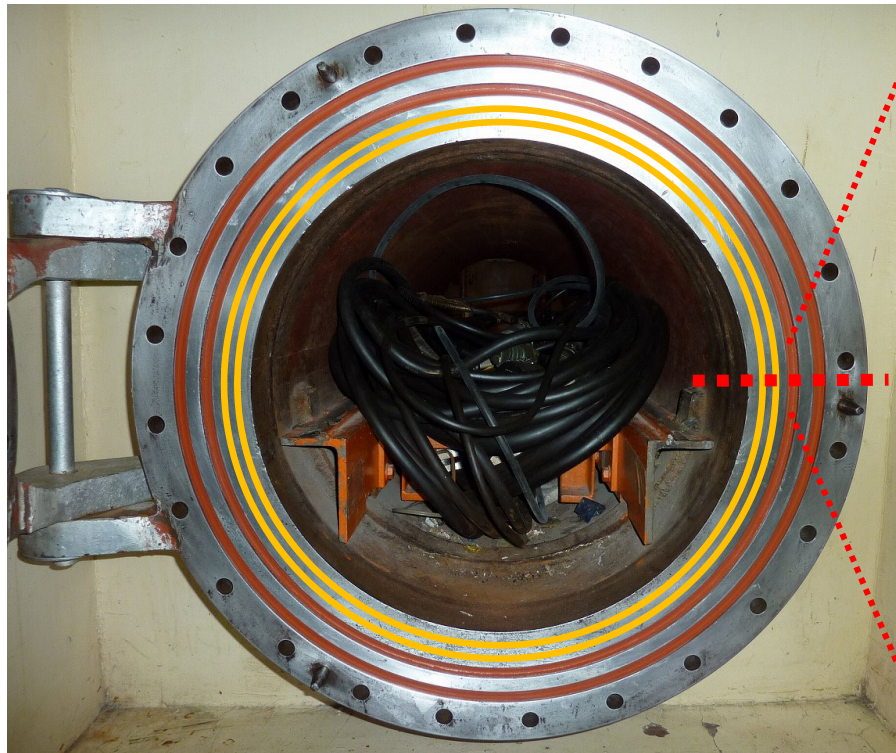


X-6ペネ内の状態(模擬)



# 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

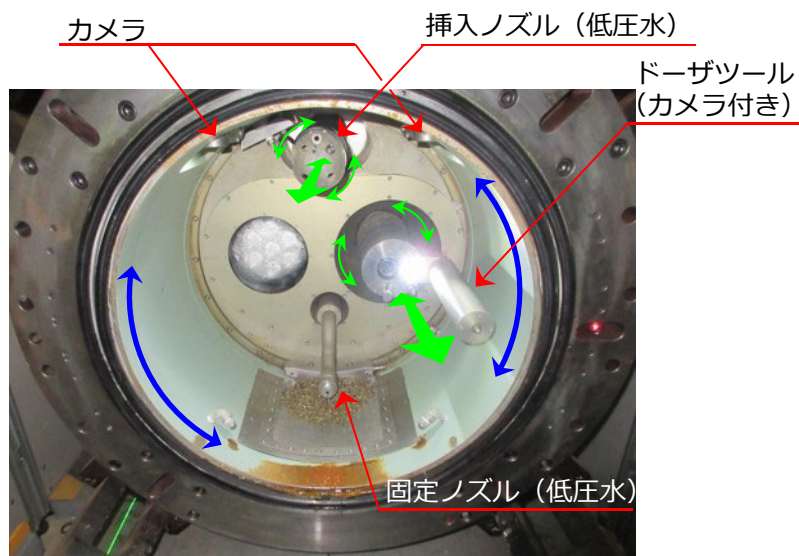
# 参考. 堆積物除去装置 (低圧水/高圧水・AWJ) について



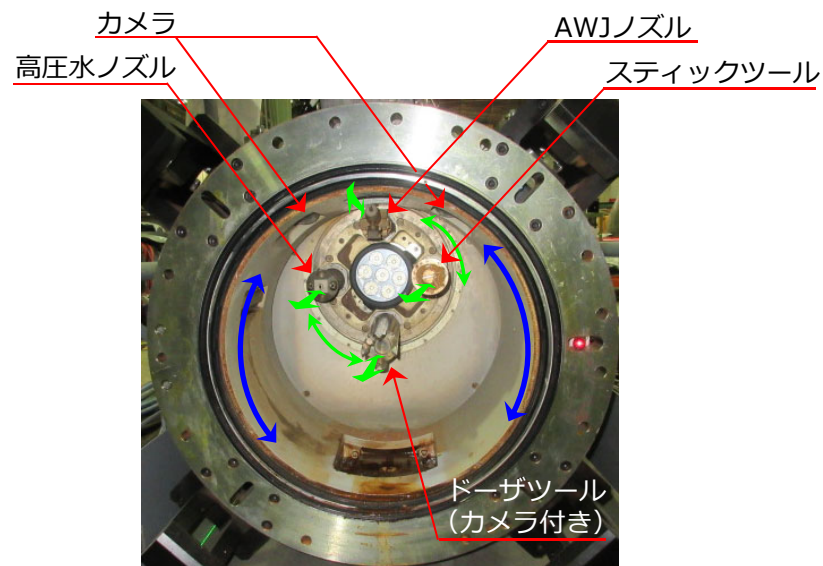
堆積物除去装置 (低圧水) 外観



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

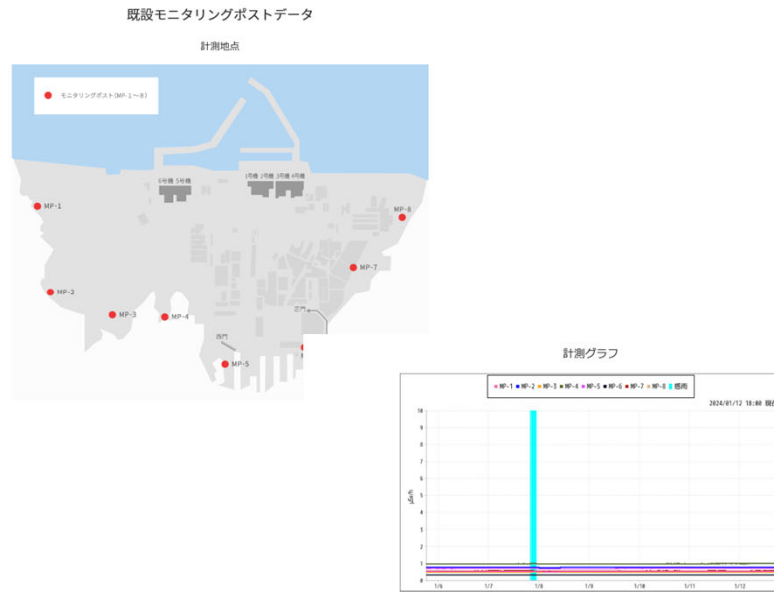
## 参考：環境への影響について（1/2）

- 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-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。



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	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	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。

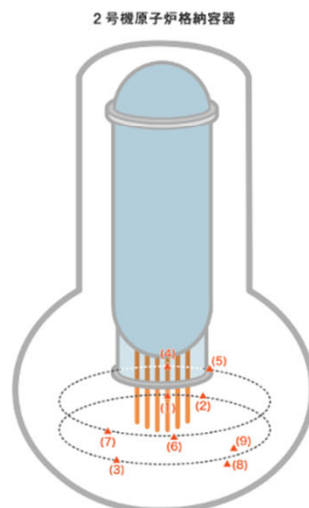
参考URL：[https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant\\_data/unit2/pcv\\_index-j.html](https://www.tepco.co.jp/decommission/data/plant_data/unit2/pcv_index-j.html)

### （参考）ホームページのイメージ

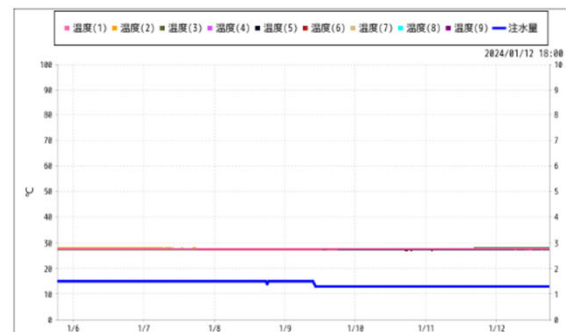
福島第一原子力発電所2号機 原子炉格納容器内温度計測状況

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

# 1号機RCW系統で確認された堆積物の分析結果について

※RCW：原子炉補機冷却系

2024年2月29日

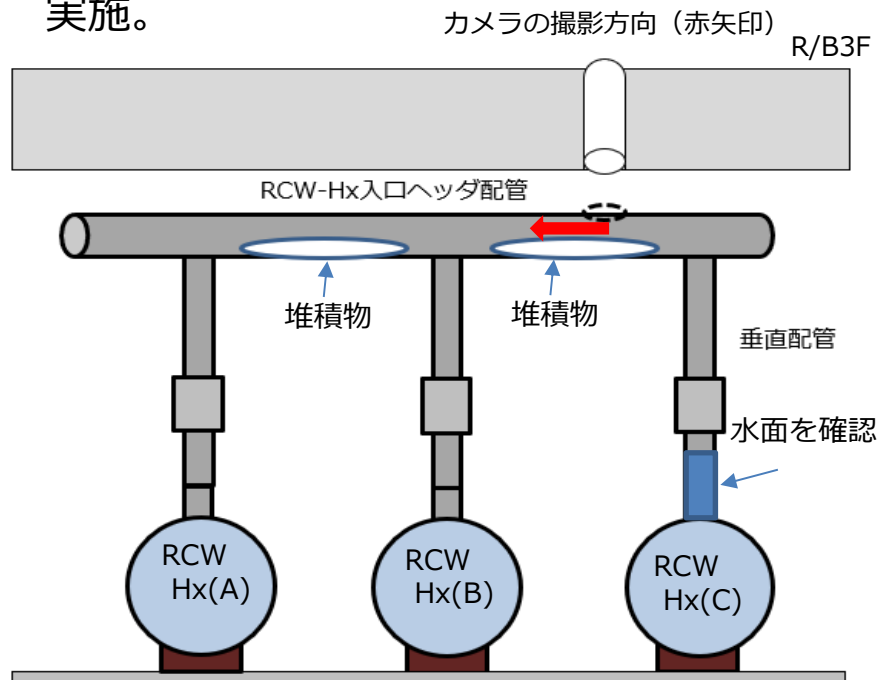
---

**TEPCO**

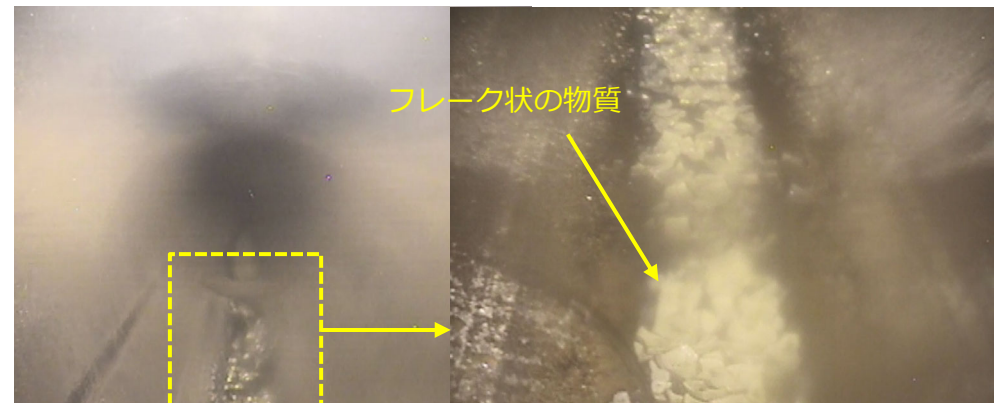
東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 概要

- 1号機RCW系統は、事故時にD/W機器ドレンサンプを冷却するRCW配管が破損したことで、放射性物質がRCW配管内に移行し、高線量化したと推定されている。
- RCW系統の線量低減に向け、RCW熱交換器(C)の内包水サンプリングに関する作業を2022年10月から2023年7月まで実施。
- RCW熱交換器入口ヘッダ配管内水素ガスのパーシ作業が終了し、配管内を遠隔カメラにより確認したところ、横向きに敷設されているRCW入口ヘッダ配管底部に堆積物（白色/透明・結晶のようなフレーク状）を確認。（2023年2月）
- この堆積物の調査を目的に、少量採取し分析（溶出成分分析、SEM-EDS※による元素分析）を実施。



※走査電子顕微鏡によるX線分析装置



RCW熱交換器入口ヘッダ配管底部にて確認された堆積物  
(2023.2.15 撮影)

## 2. 堆積物の回収

- 2023年2月にRCW入口ヘッダ配管底部の堆積物の採取を遠隔にて実施。
- 堆積物回収治具を用いて、配管内の堆積物を掻き寄せ、治具に付着した堆積物を回収。
- なお、配管内は電解穿孔装置による穿孔の影響等により、液溜まりができてきている状態だった。



治具の横幅:約25cm

堆積物回収治具



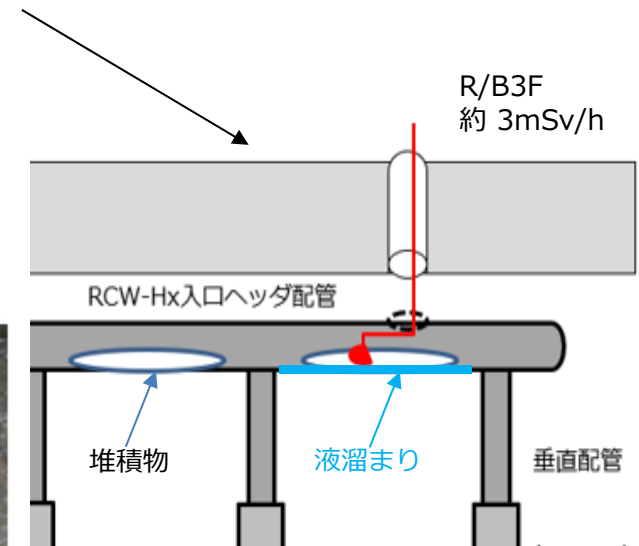
堆積物回収中



堆積物回収中



堆積物回収中



堆積物除去のイメージ



### 3. 分析試料（堆積物）

- 採取された堆積物を確認したところ、外観は黒色（部分的に茶褐色）を呈しており、配管内で見られたフレーク状の様相とは異なっていた。また、それらの物質が混在している様子も確認できなかった。
- 配管内には液溜まりができていた状況であったことから、フレーク状の物質については採取時に溶解してしまった可能性等、採取作業の影響が考えられる。
- この採取された黒色の堆積物について、溶出成分の分析ならびにSEM-EDS※による元素分析を実施。

※走査電子顕微鏡によるX線分析装置



採取された黒色の堆積物

## 4. 溶出成分分析結果

- 溶出成分分析に当たっては、堆積物2gを容器（ポリエチレン製）に入れた純水へ投入し、攪拌することで、堆積物から溶出する成分を抽出した。
- 抽出水の水質分析を実施した結果、わずかにイオン種が検出されるのみであり、高濃度ではないことから主成分の特定には至らなかった。



堆積物を純水に投入し抽出水を製作した際の状況

溶出成分の分析結果

測定項目	単位	熱交換器入口ヘッド 配管堆積物	起因物質
Na	mg/L	0.3	海水由来
Cl	mg/L	1.3	海水由来
NO <sub>2</sub>	mg/L	<0.1	腐食防止剤 (亜硝酸、事故前)
NH <sub>4</sub>	mg/L	0.2	腐食防止剤 (ヒドラジン、事故後)
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	mg/L	<0.05	
SiO <sub>2</sub>	mg/L	4.0	シリカ
B	mg/L	0.2	制御材

## 5. 元素分析結果

- 溶出成分分析では堆積物の物質の特定には至らなかったことから、SEM-EDS※1による元素分析を実施。
- 約5mmの黒く塊状の試料に対して複数か所の分析を行った結果、いずれの測定箇所においても主成分はFeであり、この堆積物は鉄酸化物であると推定。
- また、常温で黒色を呈する鉄酸化物であることから、マグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )と推定。

※1 走査電子顕微鏡によるX線分析装置



分析試料外観

元素分析の分析結果 (単位: mass%)

	C	O	Si	Ca	Fe	Zn
測定箇所①	7.15	32.15	0.31	0.21	57.51	0.72
測定箇所②	6.42	26.97	0.25	0.10	63.12	0.73
測定箇所③	6.53	29.59	0.36	0.40	61.20	0.41
測定箇所④	6.98	23.07	0.38	0.44	63.90	1.53
測定箇所⑤	2.91	12.70	0.23	0.47	81.32	0.87
測定箇所⑥	3.84	12.59	0.13	<0.01	81.45	-

【補足】他の元素 (U含む) について、明瞭なピークが確認されなかったため記載していない。

### ■ 分析結果の評価

- 今回採取された黒色の試料は、映像で確認されたフレーク状の物質とは形状/色調が異なっていることから、一部の堆積物しか回収できていないと考えられる。
- 今回採取された黒色の堆積物は、粒子状の鉄酸化物が固着・結合して塊状になったものであると考えられ、マグネタイト ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) と推定される。

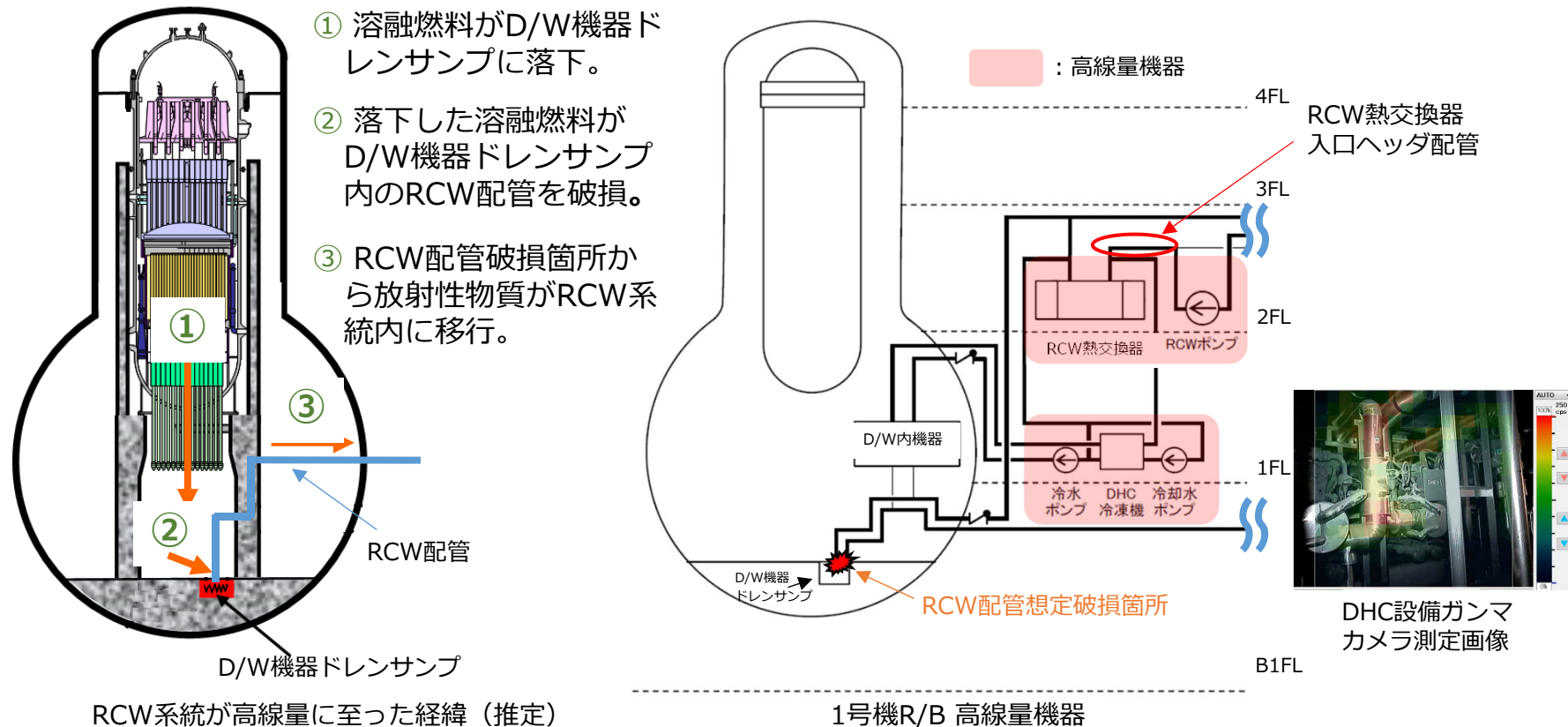
### ■ 今後の予定

- RCW出口ヘッダ配管内の滞留ガスのパーシ作業および、RCW熱交換機(A,B,C)の水抜き作業を予定。
- RCW熱交換機(A,B,C)の水抜きの際に、RCW入口ヘッダ配管内を確認する機会が得られることから、その際にフレーク状の物質の有無について確認し採取方法を見直した上で回収を検討する。

	2023年		2024年
	上期	下期	
工程	<p>採取・分取</p> <p>溶出成分分析</p>	<p>試料の乾燥処理 (元素分析準備)</p> <p>元素分析</p> <p>分析結果の考察・まとめ</p>	

## (参考2) RCW系統の汚染経緯

- 1号機RCW系統は、事故時にD/W機器ドレンサンプを冷却するRCW配管が破損したことで、放射性物質がRCW配管内に移行し、高線量化したと推定されている。



※ D/W(Drywell) : ドライウェル      PCV(Primary Containment Vessel) : 原子炉格納容器