

# 福島第一原子力発電所 1号機原子炉格納容器内部調査 (水中ROV-A2) の実施状況 (5月17,18日の作業状況)

< 参 考 資 料 >  
2022年5月19日  
東京電力ホールディングス株式会社  
福島第一廃炉推進カンパニー

- 1号機については、原子炉格納容器（以下、PCV）内にある堆積物の回収手段ならびに回収する設備の検討を行うこと等を目的に、PCV内部の調査を実施し、堆積物の量や由来などの情報を得ることを計画しており、用途別に開発した遠隔操作ロボット（以下、水中ROV）を用いて、『ペDESTAL※<sup>1</sup>内外の詳細目視調査』や『堆積物厚さ測定』『堆積物デブリ検知』『堆積物サンプリング』『堆積物3Dマッピング』等の調査を順次実施する予定です。これらの調査に先駆け、2月8～10日にかけて水中ROV-AによるPCV内部への『ガイドリング※<sup>2</sup>』設置作業等を実施しました。 <2月10日までにお知らせ済み>
- 水中ROV-A2を用いた『ペDESTAL外周部の詳細目視調査』については、3月14日から実施しましたが、3月16日に発生した福島県沖地震の影響によるものと思われるPCV内の水に濁りおよび緩やかなPCV水位の低下傾向等を受けて、一時的に調査を中断しました。また、3月29日時点で、水中ROV-A2に搭載されたカメラ3台に映像不良を確認し調査を中断しました。 <3月31日までにお知らせ済み>
- 水中ROV-A2による調査再開にあたっては、カメラ映像不良（水の浸入）に対する再発防止対策の実施、ならびに原子炉注水量増加により調査に必要なPCV水位を確保するとともに、実際の調査と同じ条件・手順により各機器の電源を投入した上で、X-2ペネトレーション※<sup>3</sup>からPCV側に水中ROV-A2を投入し、異常なく各機器が動作することを確認しています。 <5月16日までにお知らせ済み>

- 
- これらの事前準備が完了したことから、5月17日午前9時55分、水中ROV-A2による『ペDESTAL外周部の詳細目視調査』を再開しました。なお、詳細調査に先立ち、水中ROV-A2に搭載されたカメラにより、PCV内の水の濁りおよび水位の状況を確認し、3月16日に発生した福島県沖地震前の状態に概ね戻っており、調査への影響がないことを確認しました。
  - 5月17,18日にかけて、スライド4（青枠）に示す範囲において「既設建造物の状態確認」「堆積物の広がり状況等の確認」を実施し、以下の状況を確認しました。
    - ① 原子炉補機冷却水系(以下RCW)配管・弁、および原子炉再循環系(以下PLR)(A)配管について、外観上で大きな損傷は確認されていません(スライド5写真1,スライド9写真1参照)
    - ② 機器ドレンサンプポンプ付近において堆積物が確認されました(スライド5写真1参照)
    - ③ 機器ドレンサンプポンプの遮へい材付近において、堆積物が上下の層を形成し、中が空洞状になっていることが確認されました(スライド5写真2,3参照)
    - ④ ペDESTAL基礎部において、堆積物上層より上部では外観上で大きな損傷は確認されていません。堆積物上層より下部においては、鉄筋らしきものが確認されました(スライド6写真1・2,スライド9写真2参照)
    - ⑤ ジェットデフレクター※4(F)付近の堆積物の状況について、3月16日の地震前と有意な変化は確認されませんでした(スライド7参照)
    - ⑥ ジェットデフレクター(E)表面下部および裏側(圧力抑制室側)において、塊状の堆積物が確認されました(スライド8参照)
  - これらの確認された状況について今後評価するとともに、必要に応じて今後実施予定の水中ROV-B,C,D,Eにおいて、追加調査をしてまいります。

- 
- 本日（5月19日）については、ジェットデフレクター（D）、およびペDESTAL開口部（スライド9写真3）付近において、引き続き、水中ROV-A2を用いたペDESTAL外周部における「既設建造物の状態確認」「堆積物の広がり状況等の確認」を実施しています。
  - また、5月20,21日については、今後、水中ROV-Dにおいて実施予定の「堆積物デブリ検知（核種分析・中性子束測定）」の調査範囲絞り込みを目的に、中性子束測定を実施する予定です。
  - 調査にあたっては、PCV内の気体が外部へ漏れないようバウンダリ※5を構築した上で作業を実施しており、作業開始前から現時点において、モニタリングポストやダストモニタのデータ、プラントパラメータに有意な変動は確認されておらず、周辺環境への放射線影響は発生していません。
  - また、現時点において、水中ROV-A2に搭載されたカメラ映像に不良は確認されていません。引き続き、安全を最優先に慎重に調査を進めてまいります。

※1 ペDESTAL：原子炉圧力容器下部にある作業用の空間・土台

※2 ガイドリング：水中ROVのケーブル絡まり防止を目的に設置するリング

※3 X-2ペネトレーション：作業員通行用の貫通口

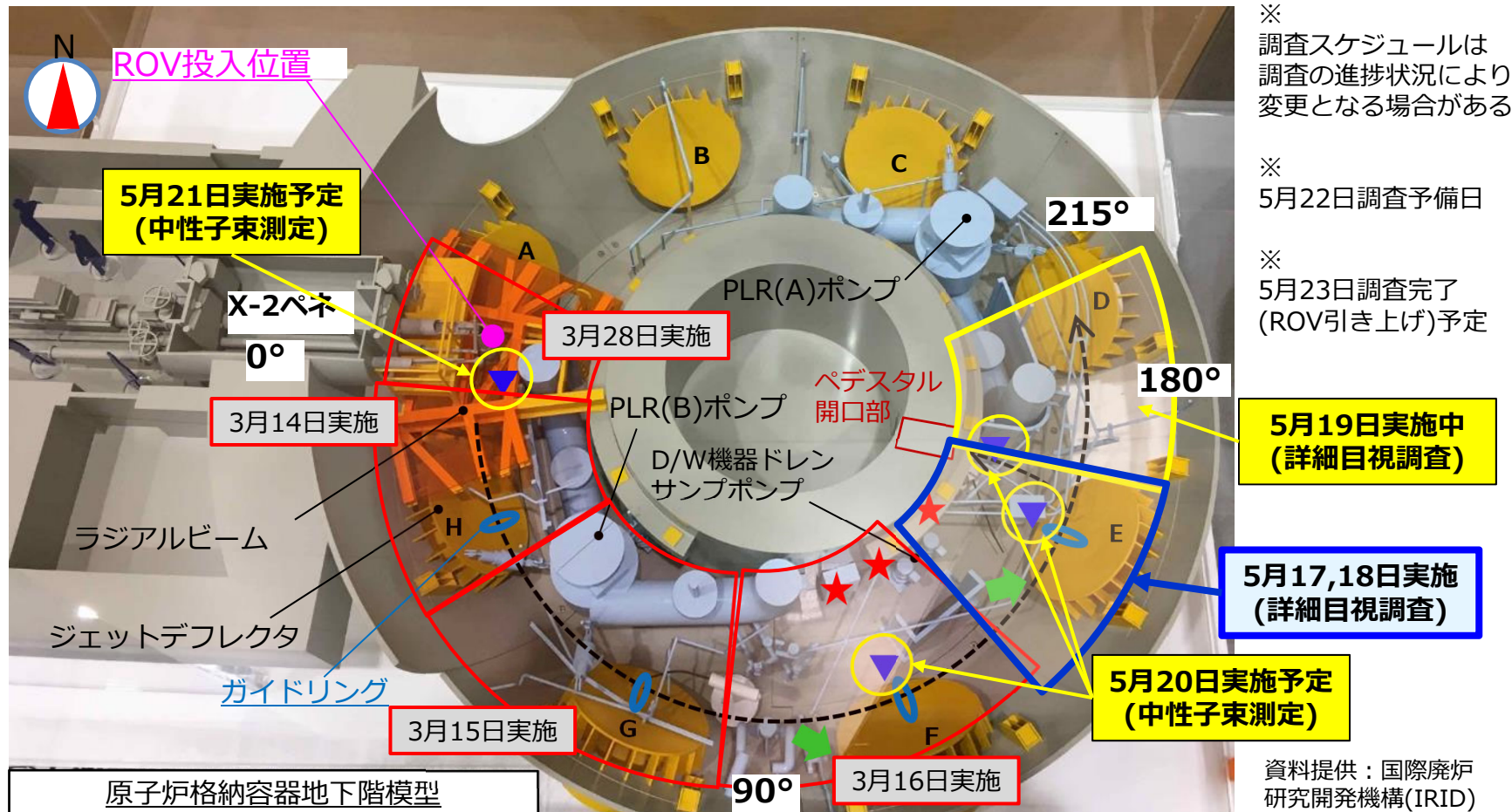
※4 ジェットデフレクター：PCVと圧力抑制室を繋ぐ配管のPCV側に設置してある円盤状の鋼材

※5 バウンダリ：PCV閉じ込め機能

# ペDESTアル外周部詳細目視調査における調査箇所およびスケジュール

## <主な調査箇所>

- 既設構造物の状態確認
- 堆積物の広がり状況・高さ・傾斜確認
- ペDESTアル開口部付近の状況および開口部近傍のコンクリート壁状況 (★箇所)
- ジェットデフレクター付近の堆積物状況 (▼箇所)
- 堆積物上の中性子束測定 (▼箇所)



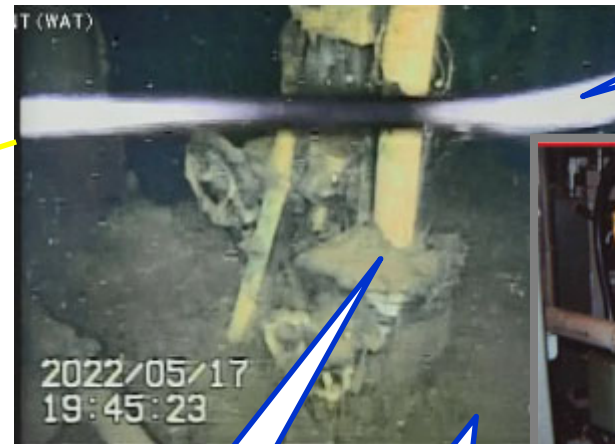
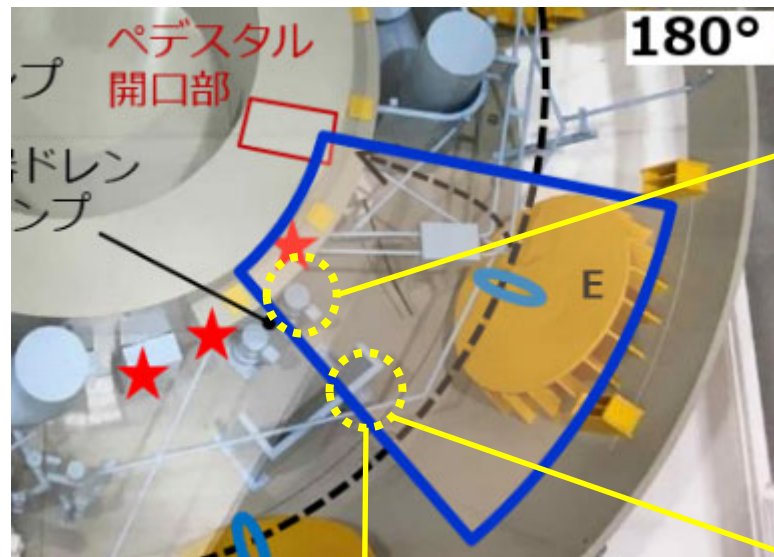
※ 調査スケジュールは調査の進捗状況により変更となる場合がある

※ 5月22日調査予備日

※ 5月23日調査完了 (ROV引き上げ) 予定



# 機器ドレンサンプポンプ付近およびPCV底部の状況(5月17日調査分①)



ROVフレームの映り込み

RCW配管・弁

堆積物上層

(参考写真)2011年事故前の状況

写真1.機器ドレンサンプポンプ付近の状況



写真2.PCV底部の堆積物の状況

写真3.PCV底部の堆積物の状況(空洞内部)

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

# ペDESTAL付近の状況(5月17日調査分②)

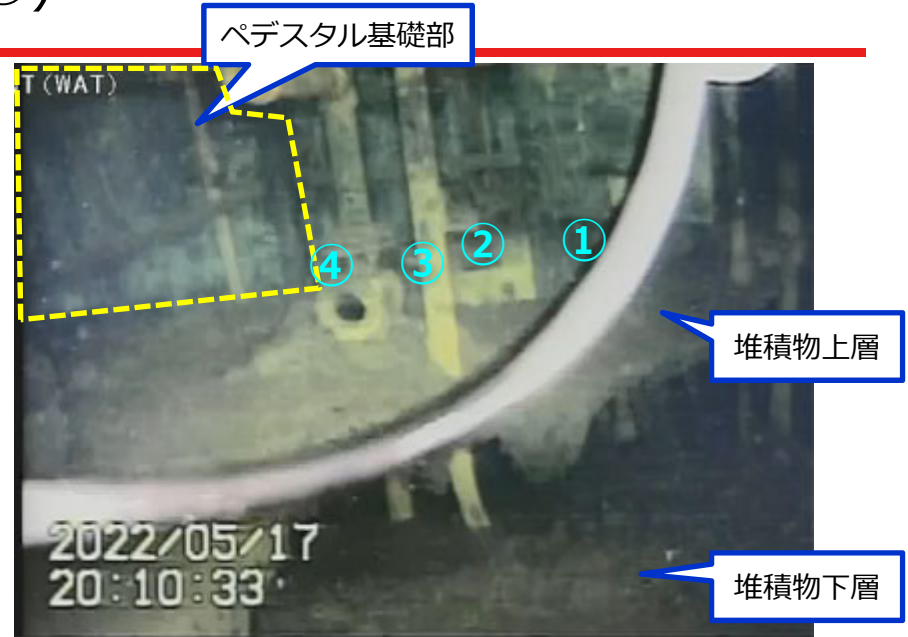
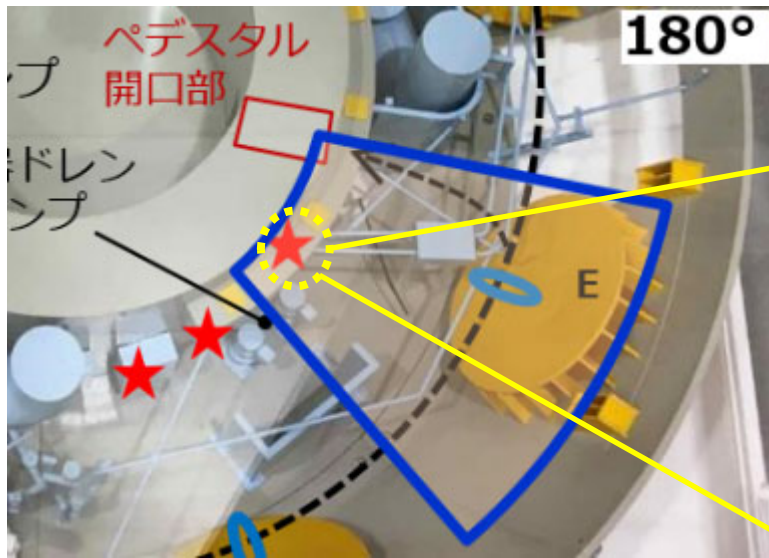


写真1.ペDESTAL基礎部(上部)の状況



(参考写真)2011年事故前の状況

- (参考)  
 ①ケーブル中継箱(A)  
 ②ケーブル中継箱(B)  
 ③角形サポート材  
 ④原子炉ベント系配管  
 フローグラス

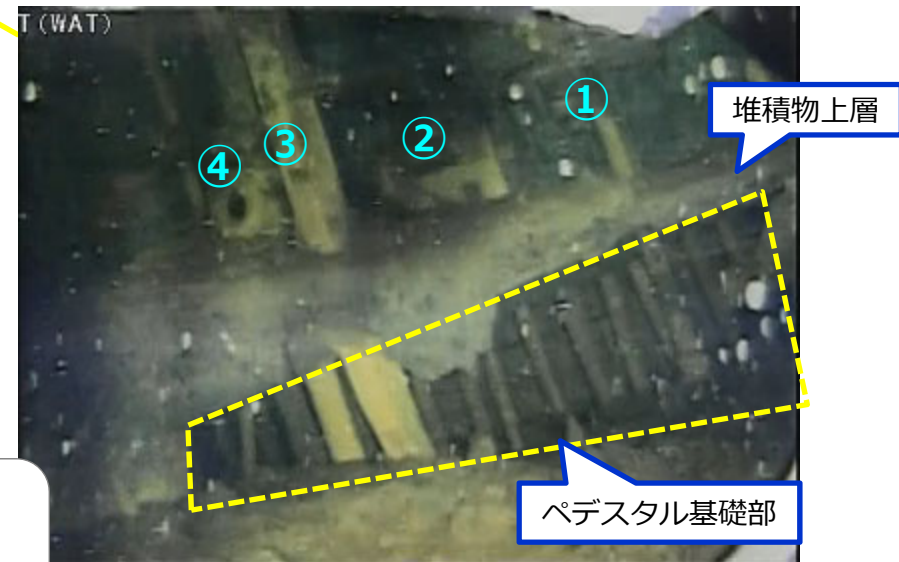
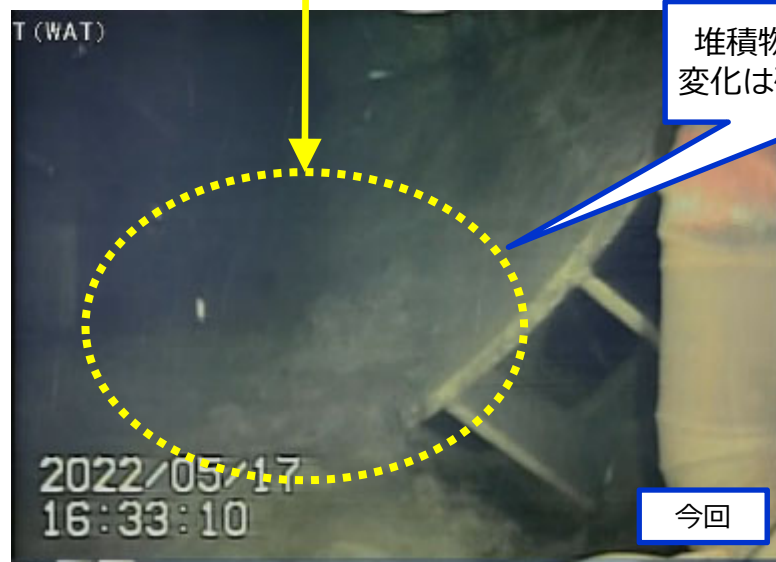
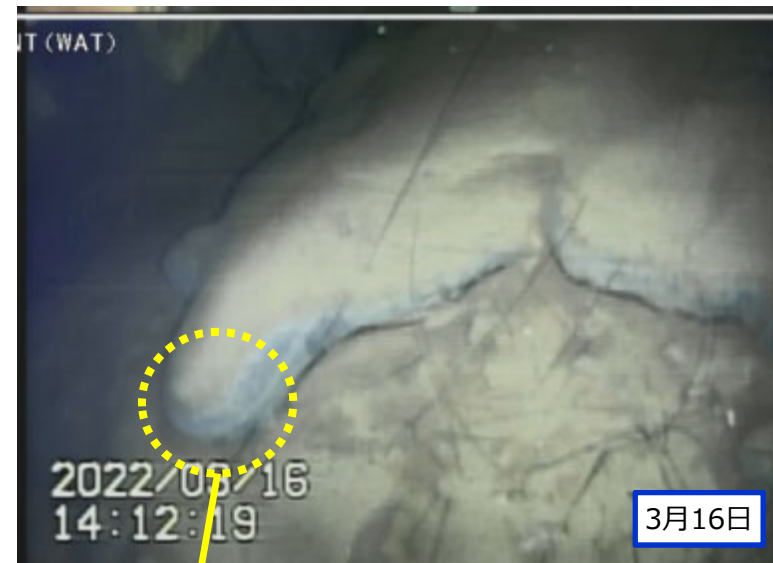


写真2.ペDESTAL基礎部(下部)の状況



# ジェットデフレクターF付近における3月16日地震前との比較(5月17日調査分③)



堆積物の状況に有意な  
変化は確認されていない

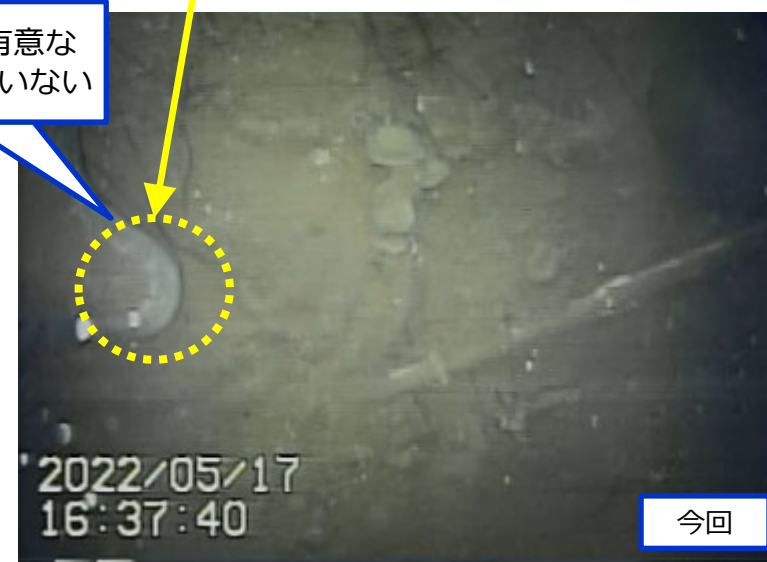


写真1.ジェットデフレクター(F)俯瞰

写真2.ジェットデフレクター(F)付近の状況

# ジェットデフレクター(E)付近の状況(5月17日調査分④,5月18日調査分①)

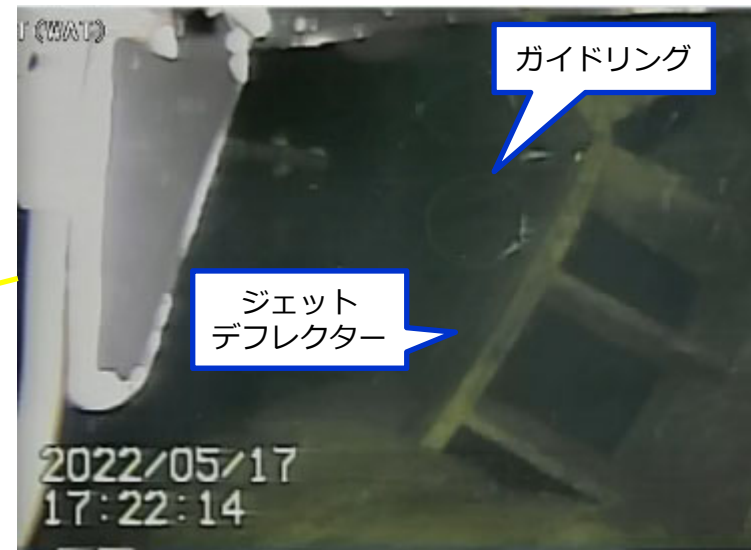
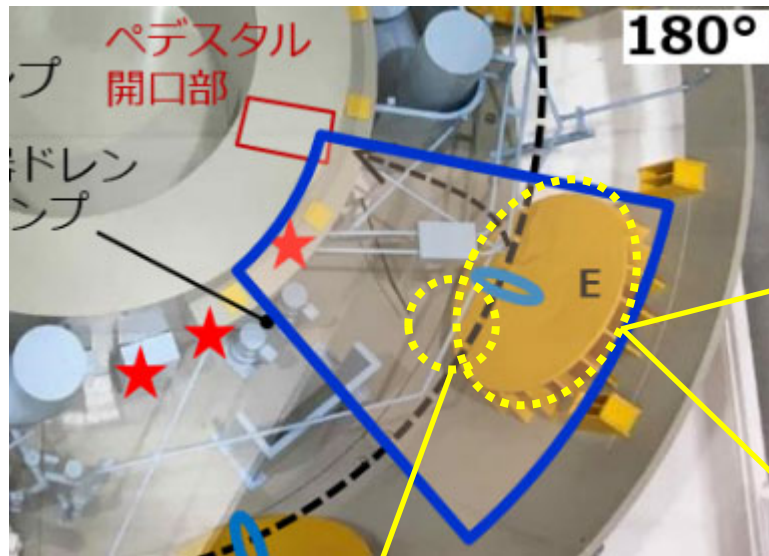


写真1.ジェットデフレクター(E)俯瞰



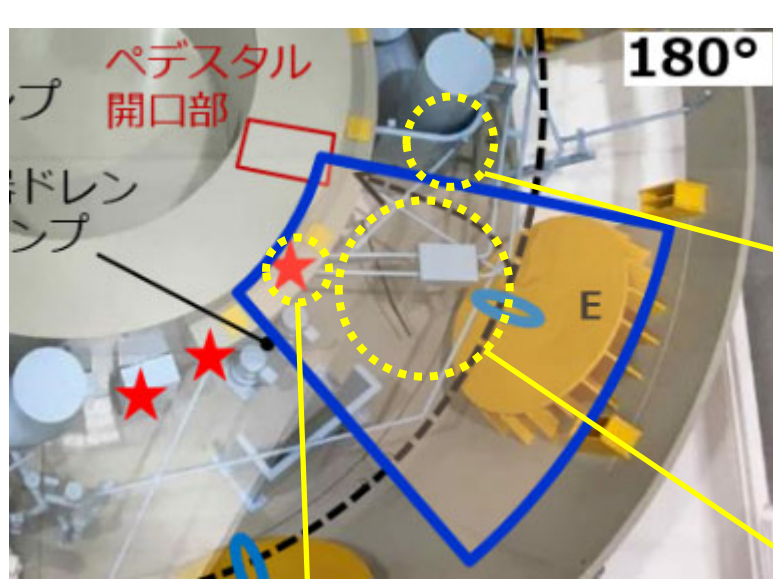
写真2.ジェットデフレクター(E)表側下部の状況



写真3.ジェットデフレクター(E)裏側の状況



# PLR(A)配管およびペDESTAL付近の状況(5月18日調査分②)



PLR(A)配管エルボ部



写真1.PLR(A)配管の状況

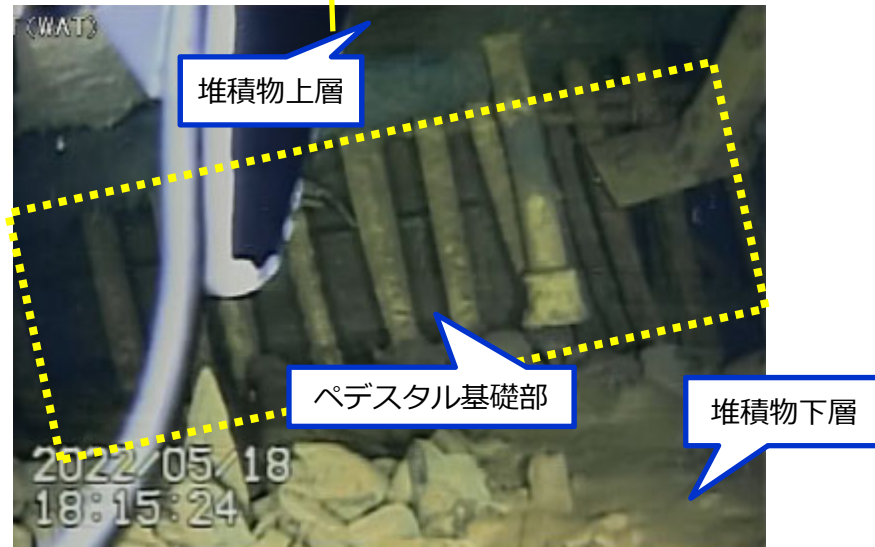


写真2.ペDESTAL基礎部付近の状況

ペDESTAL開口部



写真3.ペDESTAL開口部前の堆積物の状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

## 時系列（5月17,18日）

---

### 【5月17日】

午前9時55分 **PCV内部調査(水中ROV-A2)再開**(各機器の電源を投入)

午前10時55分 水中ROV-A2の線量データやカメラモニタのタイムスタンプが正確に表示されていることを確認

午後2時4分 水中ROV-A2がPCV内の水面に着水完了

午後3時55分～午後4時15分 水中ROV-A2の動作確認(異常無し)

午後4時43分～午後10時0分 水中ROV-A2による詳細目視調査

### 【5月18日】

午前9時49分 PCV内部調査の準備作業開始(各機器の電源を投入)

午前10時54分～午前11時38分 水中ROV-A2の動作確認(異常無し)

午前11時55分～午後9時25分 水中ROV-A2による詳細目視調査

## 作業体制・装備・線量（5月17,18日）

---

### 【作業体制】

PCV外部(X-2ペネ)前：8人/班×6班

現場本部：監理員等約10人

遠隔操作室：操作員4人(班長1人,操作者3人)/班×4班+監視員約18人

### 【装備】

PCV外部(X-2ペネ)前：R装備(アノラック,カバーオール,全面マスク,ヘルメット,綿手袋,ゴム手袋3重,靴下3重,靴カバー,R靴)

現場本部：Y装備(カバーオール,全面マスク,ヘルメット,綿手袋,ゴム手袋2重,靴下2重,Y靴)

### 【線量】

計画：3mSv/日・人

APD設定値：1.5mSv

実績(個人最大)：5月17日 ガンマ0.56mSv(当該作業員のベータ0mSv)

5月18日 ガンマ0.19mSv(当該作業員のベータ0mSv)



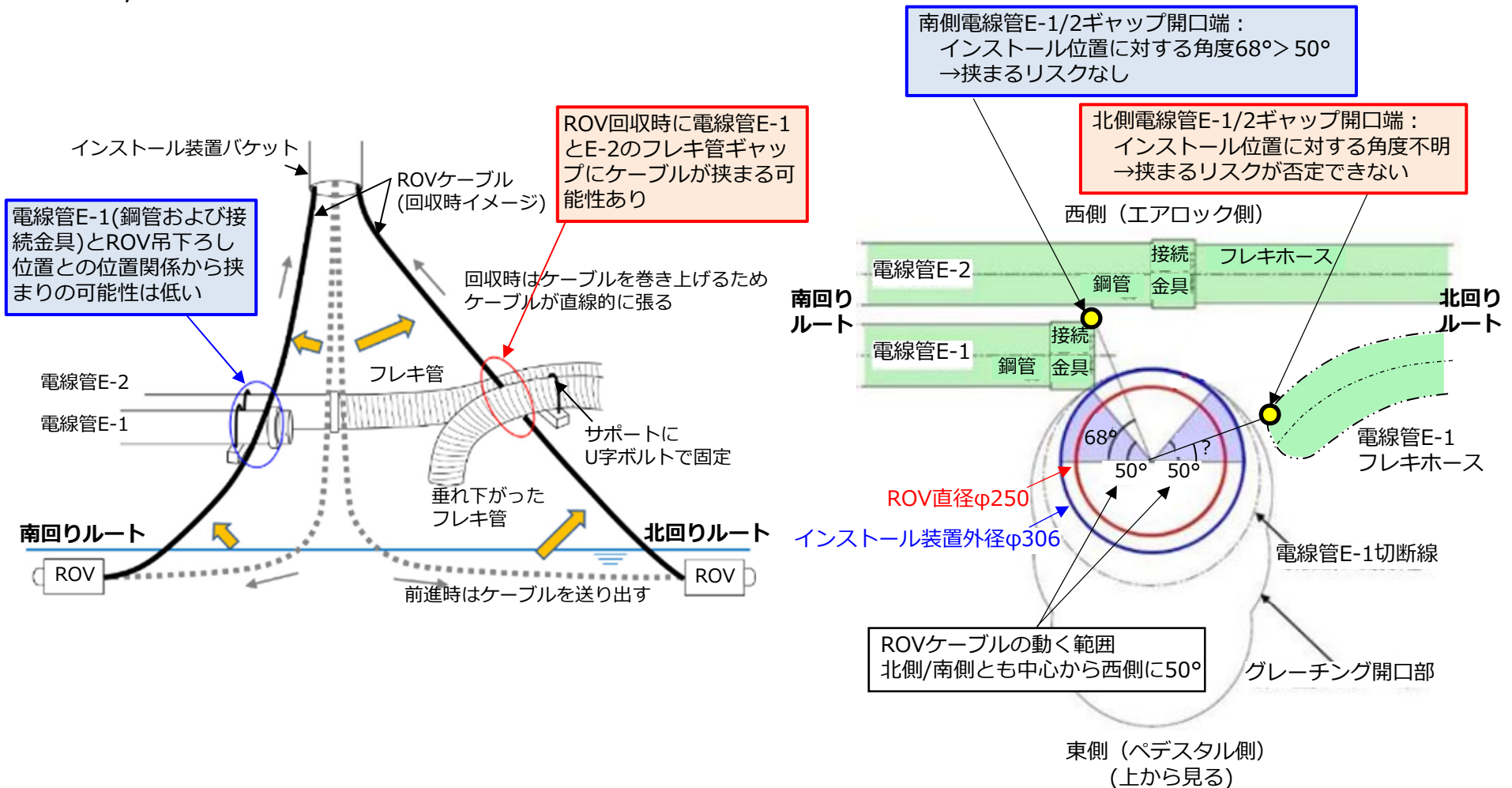
## 【参考】 想定されるリスクと対策（1/5）

項目	リスク	対策
PCV温度の上昇	水中ROV遊泳に伴う、燃料デブリの冷却状態の変化	PCV内において全体的な温度上昇傾向が確認された場合は、速やかに調査を中断
PCV圧力の低下	隔離弁開放時、隔離弁外側のバウンダリに異常が生じ、PCV内の気体が建屋内に流出	PCV圧力に有意な低下傾向が確認された場合は、速やかに調査を中断※
ダスト濃度の上昇	水中ROV遊泳に伴う、PCV内のダスト挙動の変化によるダスト濃度上昇	PCV内のダスト濃度に有意な上昇傾向が確認された場合は、速やかに調査を中断
水中ROVの引っ掛かり	想定されるリスクと対策（2/5～5/5）参照	

※隔離弁開放期間中は、緊急時にROVを速やかに回収するとともに隔離弁を閉められる体制を常時確保

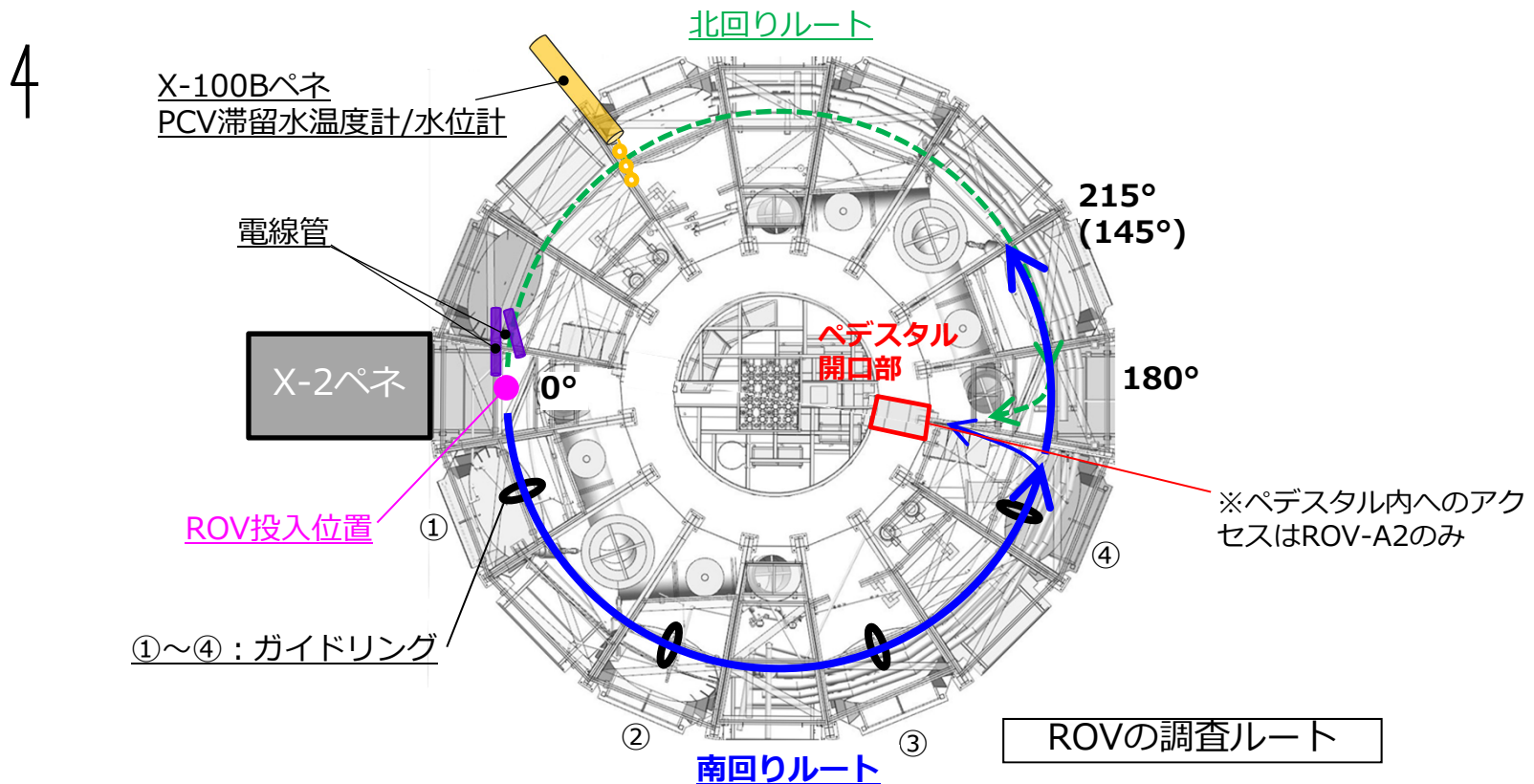
## 【参考】 想定されるリスクと対策 (2/5)

- PCV内部調査装置投入に向けた作業時に、干渉物となる電線管を確認しており、北回りルートを調査する際は水中ROVケーブルが挟まれるリスクがある
- ROVケーブルが挟まった場合、当該ROVは回収不能となり後続のROVが投入出来なくなることから、北回りルートの調査が実施不可となる



## 【参考】 想定されるリスクと対策 (3/5)

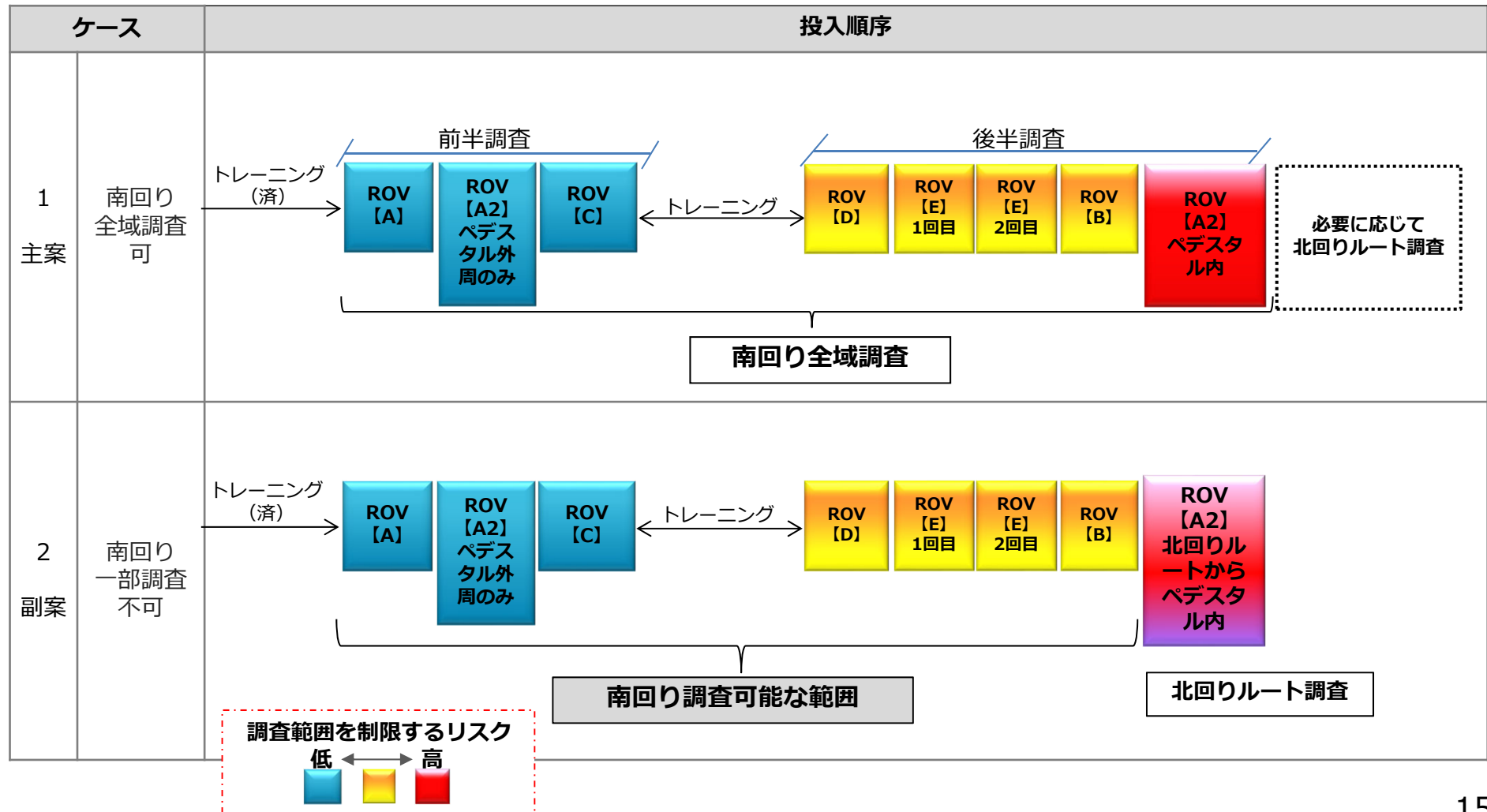
- 北回りルートでのROVケーブル挟まれリスクを回避するため、南回りルート主案とした調査方針とする
- 南回りルートの調査範囲は約0°~215°を目標とし、情報が全て取得できた場合、北回りルートの情報は類推できると判断している
- 南回りルートでペDESTALの侵入ができなかった場合は、北回りルートでペDESTAL内調査 (ROV-A2)を実施したいと考えている
- 北回りルートの調査成立性については南回りルート調査に併せて早期に判断する



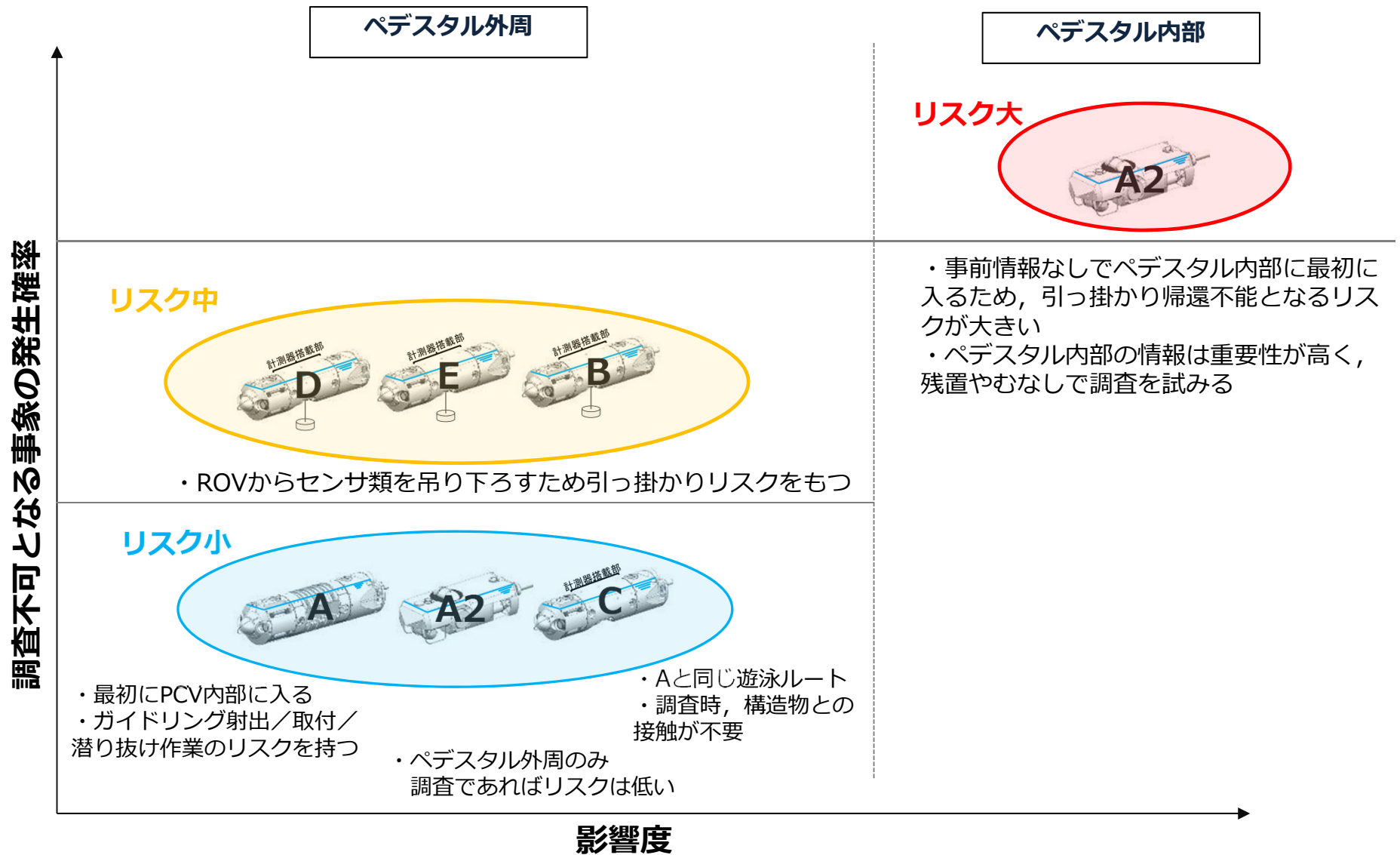


## 【参考】 想定されるリスクと対策 (4/5)

- PCV内部調査は二部構成で計画し、前半後半のROV投入前にそれぞれのトレーニングを行い、トレーニング効果を得やすくすることでROVオペレータの操作ミス防止を図る
- 投入順序は多くの情報を得ることを優先し、調査範囲を制限するリスクの低い装置から投入する(ペDESTAL内の調査はリスクが高いことから調査の最後に計画)

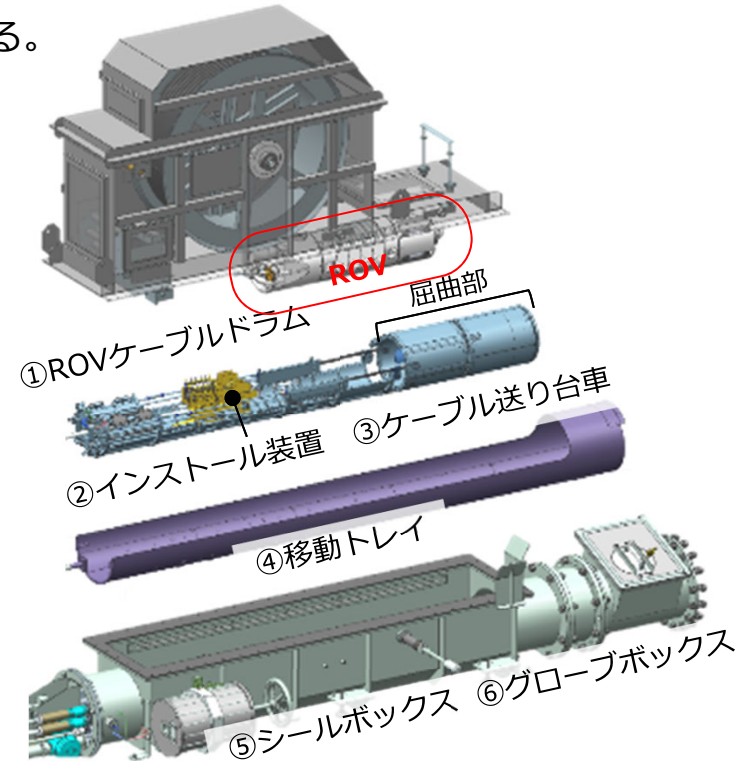
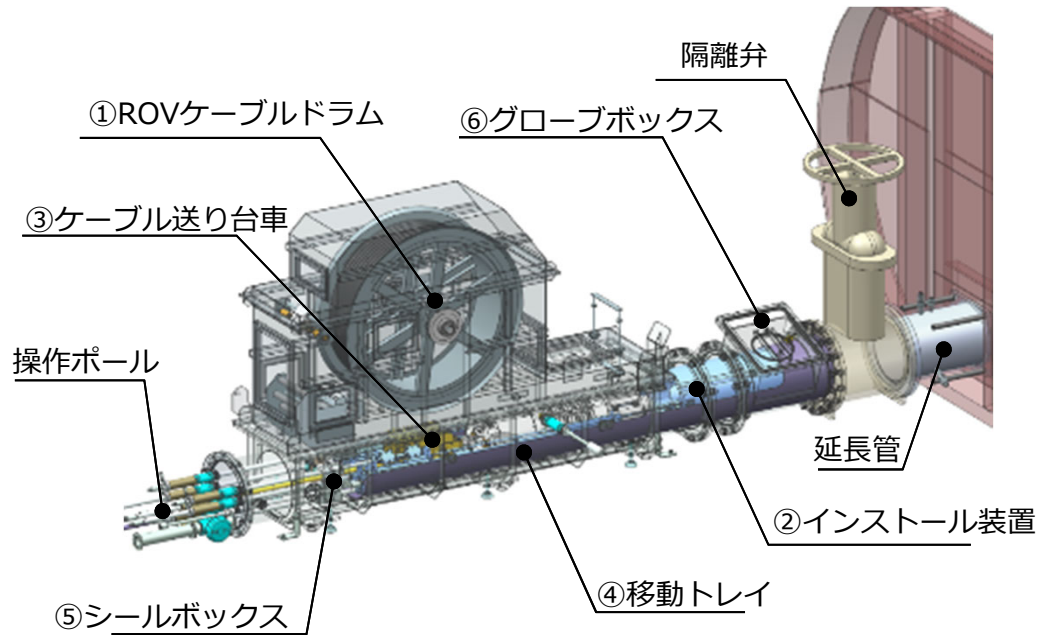


# 【参考】 想定されるリスクと対策 (5/5)



## 【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。



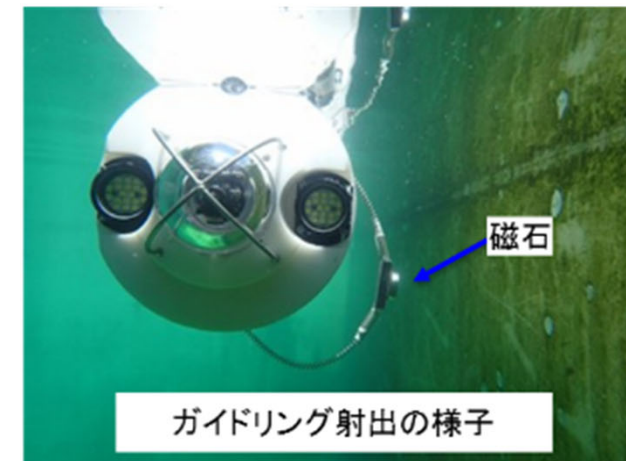
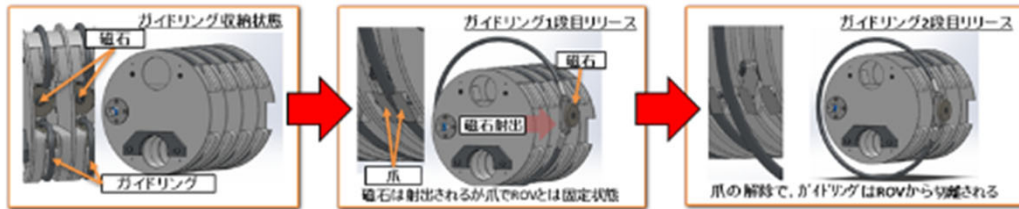
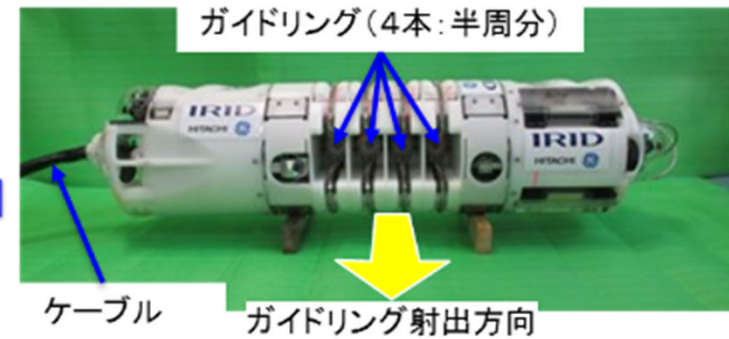
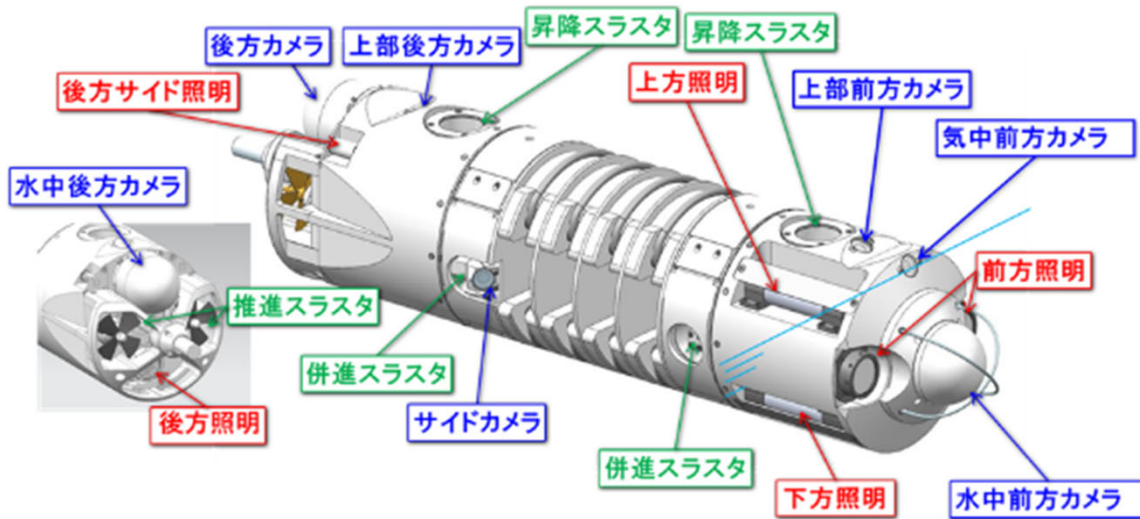
構成機器名称		役割
①	ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
②	インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③	ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④	移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤	シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥	グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断



# 【参考】調査装置詳細 ROV-A\_ガイドリング取付用

調査装置	計測器	実施内容
<b>ROV-A</b> ガイドリング取付	ROV保護用（光ファイバー型γ線量計※） ※：ペDESTAL外調査用と同じ	ケーブルの構造物との干渉回避のためジェットデフにガイドリング(内径300mm(設計値))を取付ける
	員数：北用1台、南用1台 航続可能時間：約80時間/台	最初に投入されるROVであるため低摩擦で比較的硬いポリウレタン製ケーブル(φ24mm)を採用

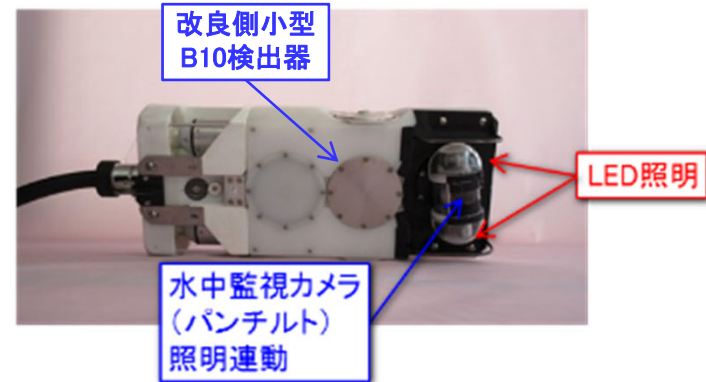
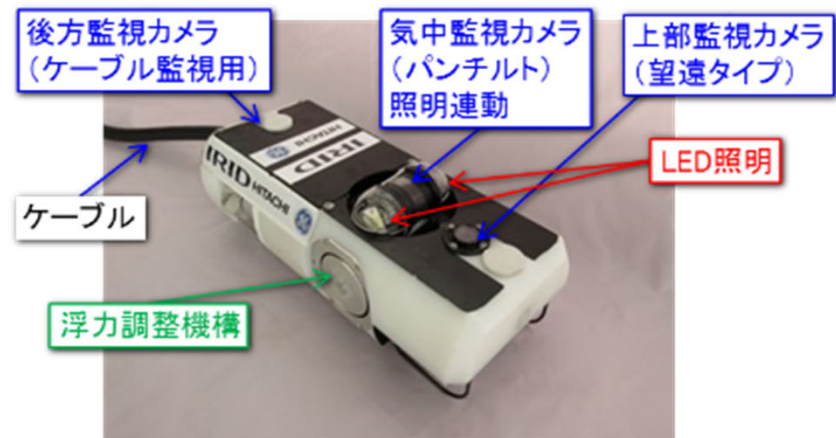
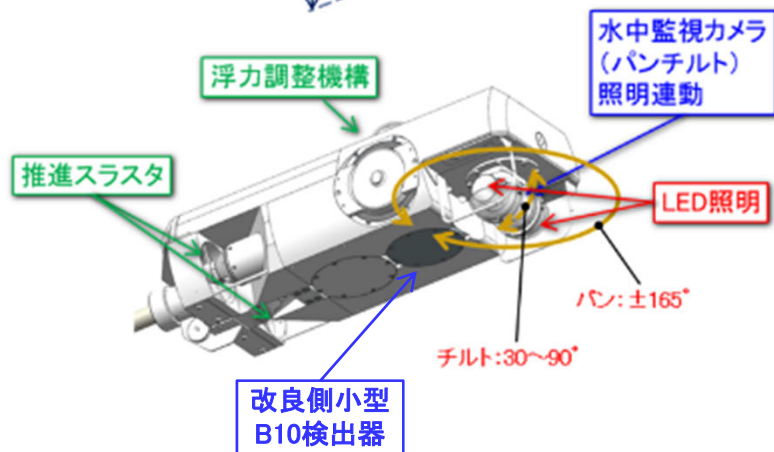
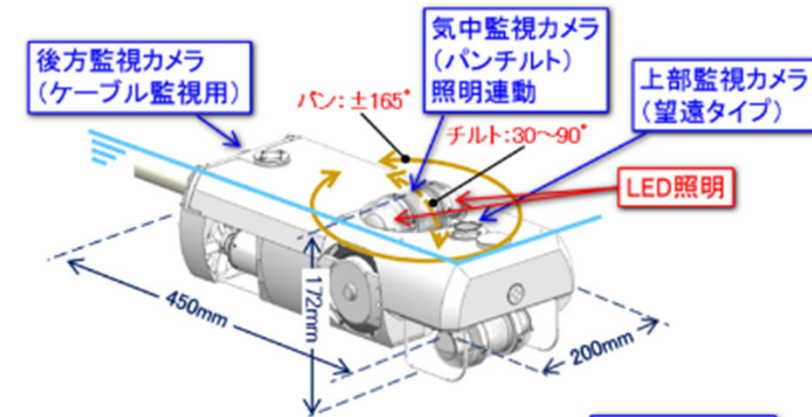
推力:約25N 寸法:直径φ25cm×長さ約110cm



# 【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（※アクセスできた場合）
	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
<b>ROV-B</b> 堆積物3Dマッピング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走査型超音波距離計</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	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
<b>ROV-C</b> 堆積物厚さ測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高出力超音波センサ</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	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
<b>ROV-D</b> 堆積物デブリ検知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CdTe半導体検出器</li> <li>・ 改良型小型B10検出器</li> </ul>	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
<b>ROV-E</b> 堆積物サンプリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 吸引式カップリング装置</li> </ul>	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

