

# 1号機 PCV内部調査（後半）について

2022年10月27日

---

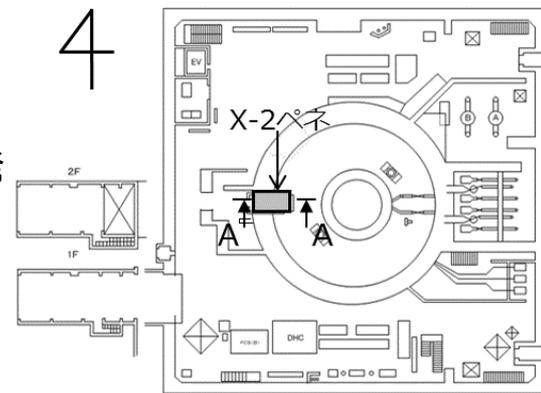
**IRID** **TEPCO**

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

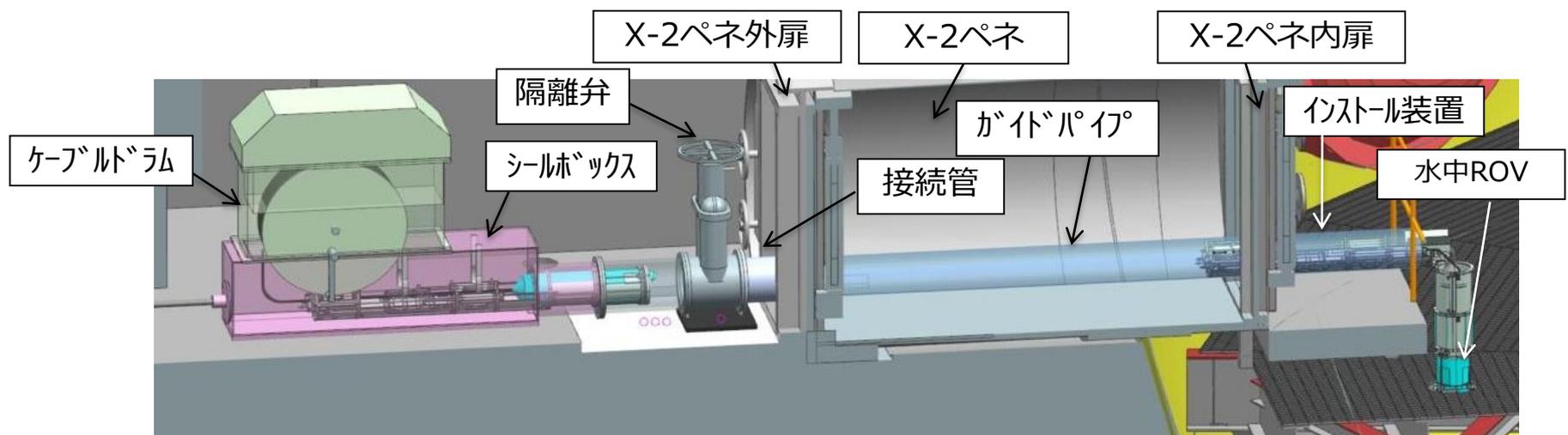
# 1. 1号機PCV内部調査の概要

- 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

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



1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置

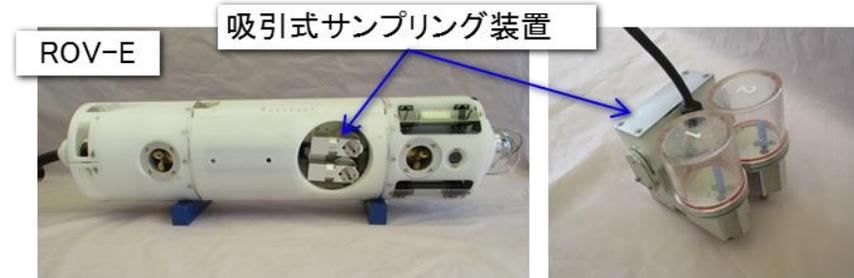
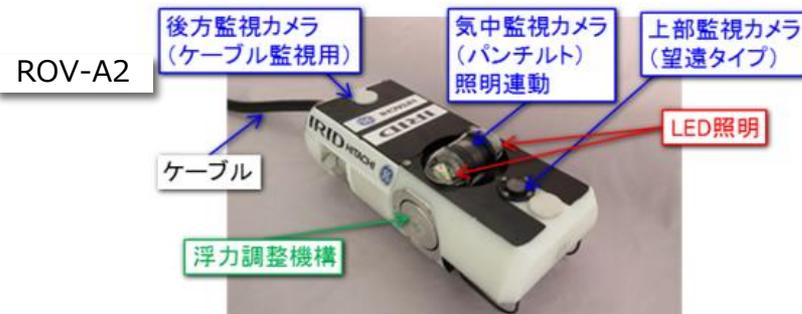
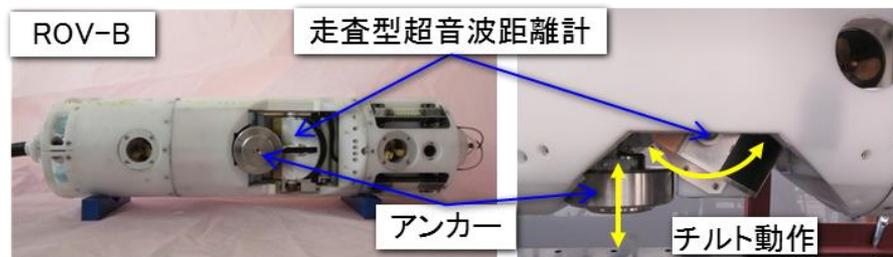


内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

## 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	<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（中性子束、Cs-137、Eu-154測定）
②	<b>ROV-E</b> 堆積物サンプリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 吸引式カプリング装置</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
③	<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
④	<b>ROV-A2</b> 詳細目視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光ファイバー型γ線量計</li> <li>・ 改良型小型B10検出器)</li> </ul>	ペDESTルの内部，外壁及び内壁の状況などカメラによる目視調査を行う

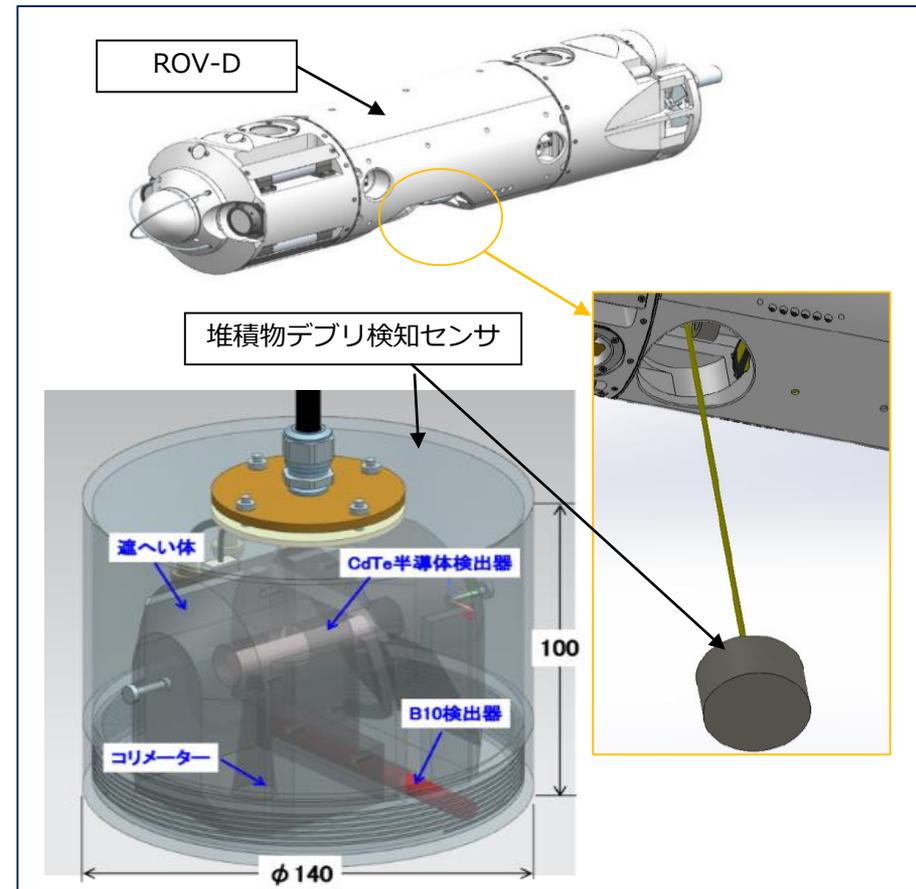


### 3. ROV-D (堆積物デブリ検知) における $\gamma$ 線の核種分析について

- 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、 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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位が高い  
さらに放出 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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

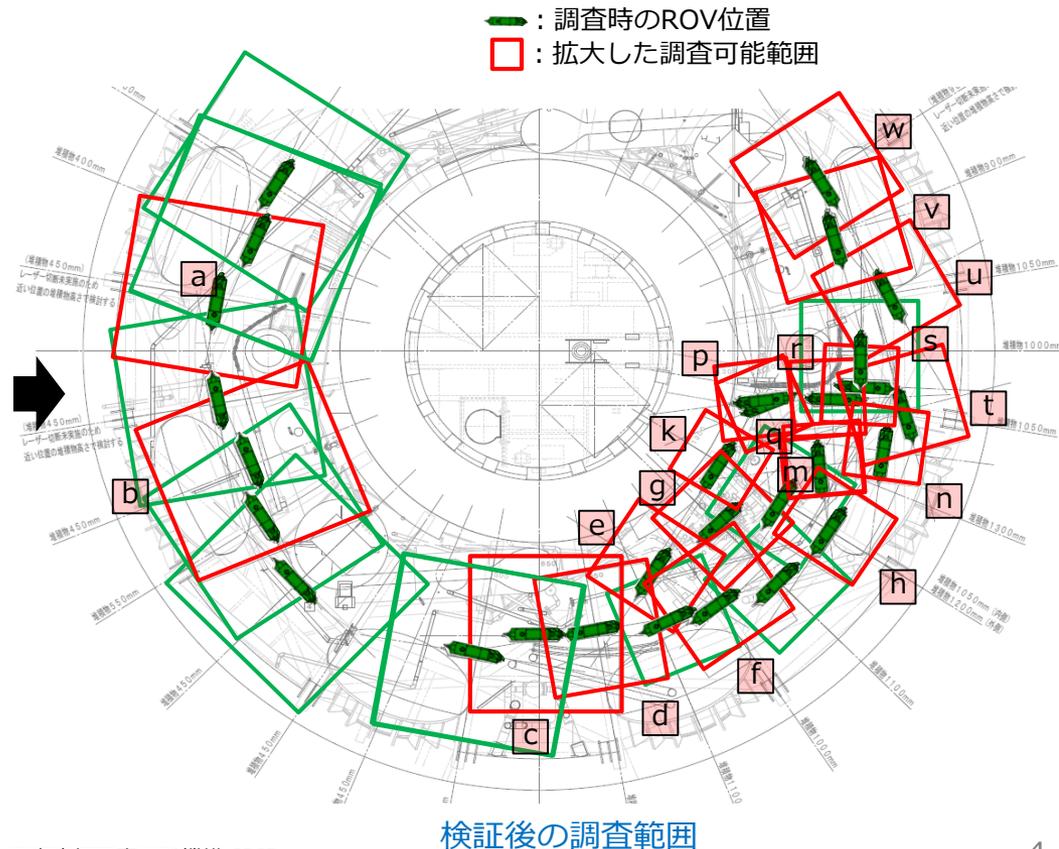
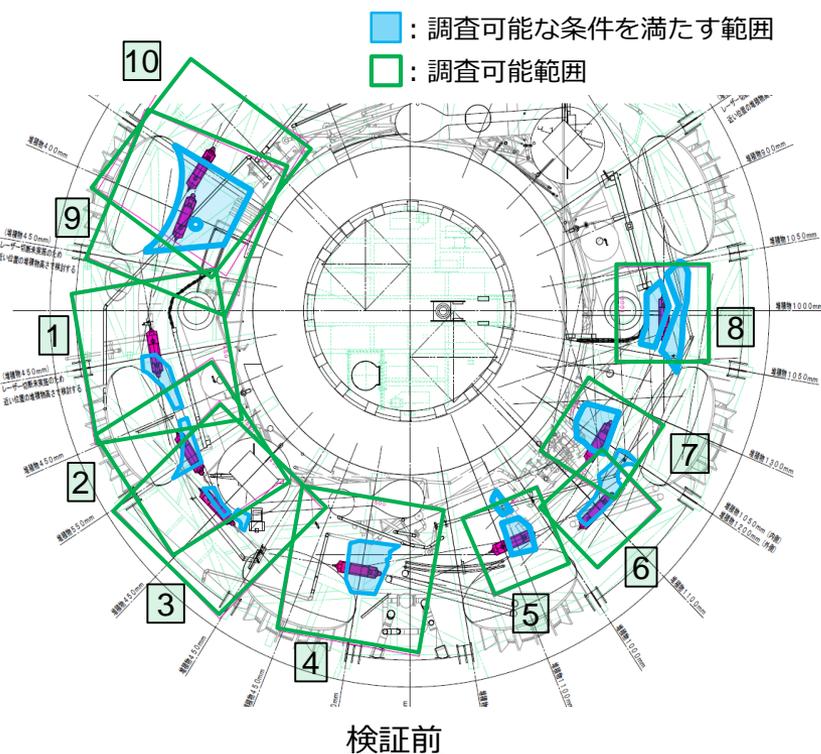
- ROV-Bによる堆積物3Dマッピングについて、調査範囲の拡大に向けて追加で検討を実施

【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

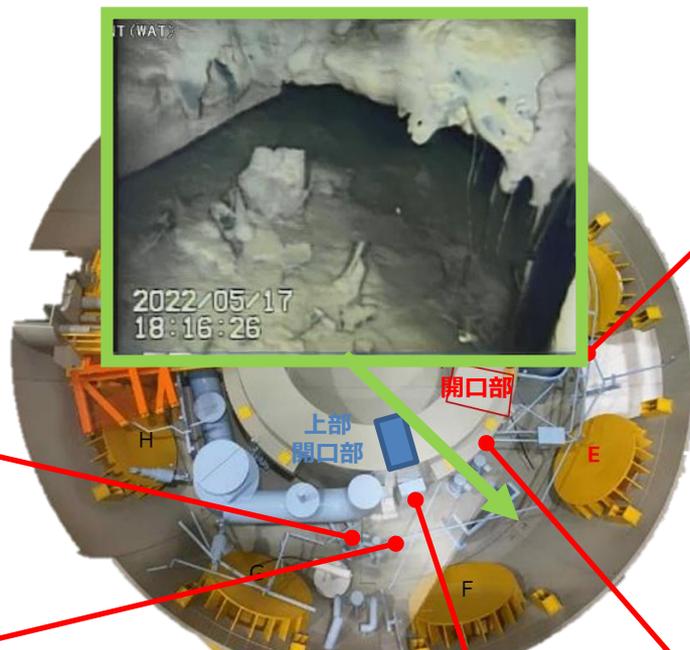
ただし、現地の状況（ケーブルの撚りや水流の影響）により、調査範囲が制限される可能性は残るが、可能な限り広範囲を調査する



# 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
- 一部は溶融金属が固化したような光沢のある付着物を確認



→ :ペDESTAL開口部の方向

## 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

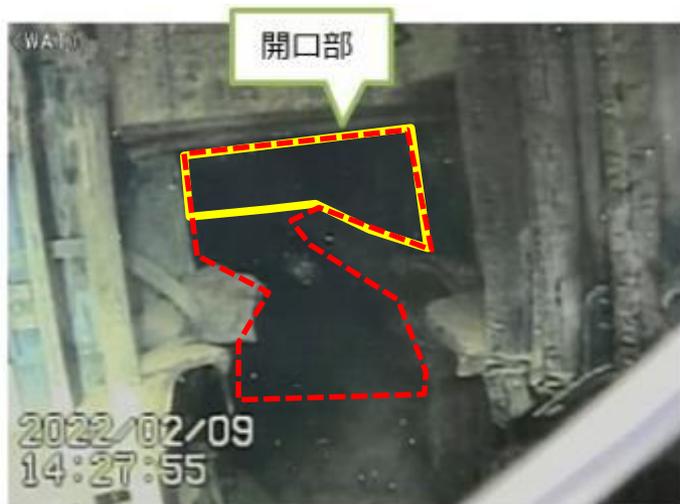


- ペDESTAL開口部入り口左側付近に膨らみのある形状の物体を確認
- デブリとの関係やその形成メカニズムは不明であるが上部からの落下物との関係を含め、継続的に検討を進めていく



## 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）

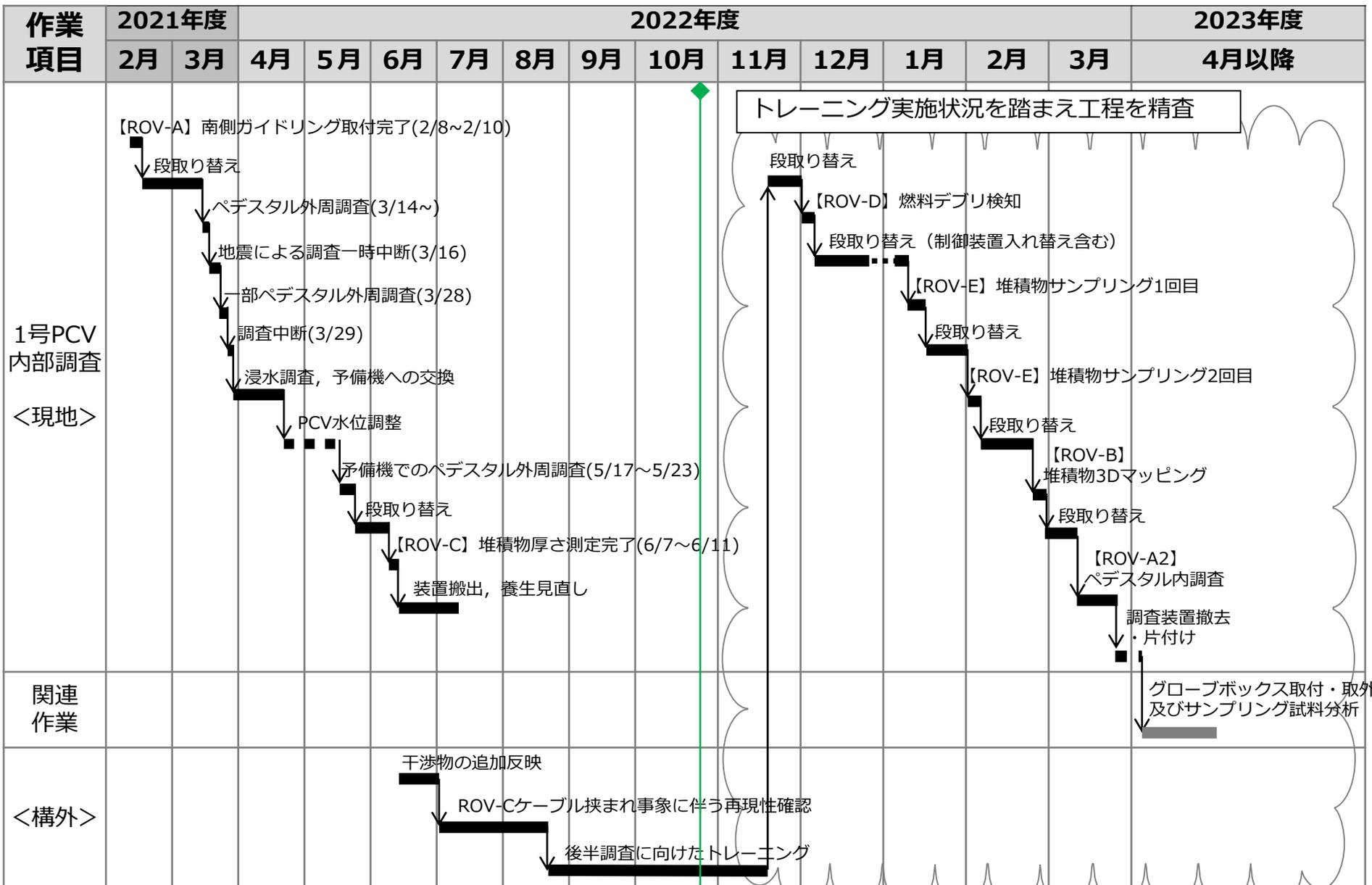


図1 ROV-Aによる開口部映像（上端付近で撮影）



図2 ROV-A2による開口部映像（床面付近で撮影）

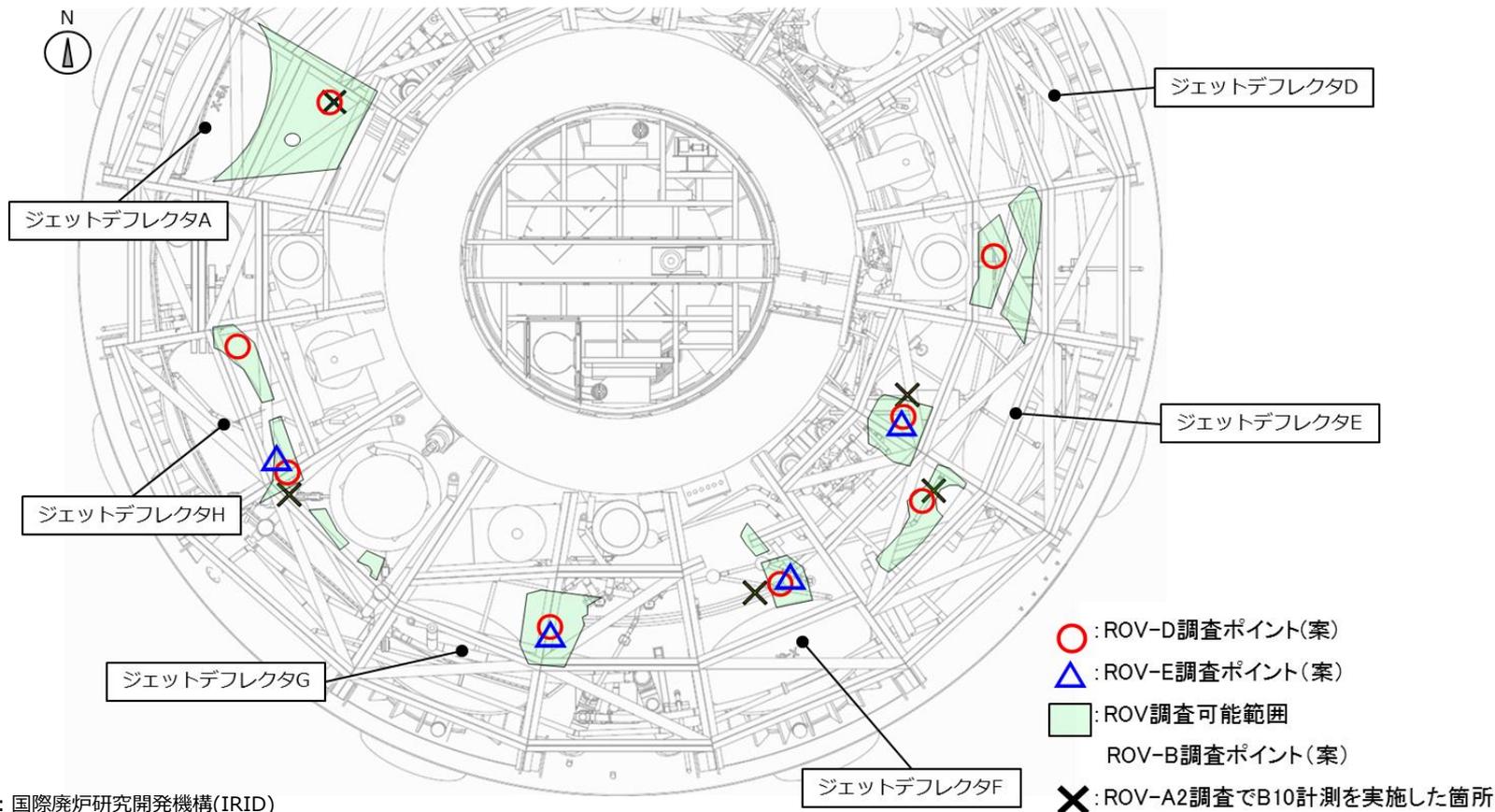
# 6. 1号機PCV内部調査全体工程



(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、 $\gamma$ 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



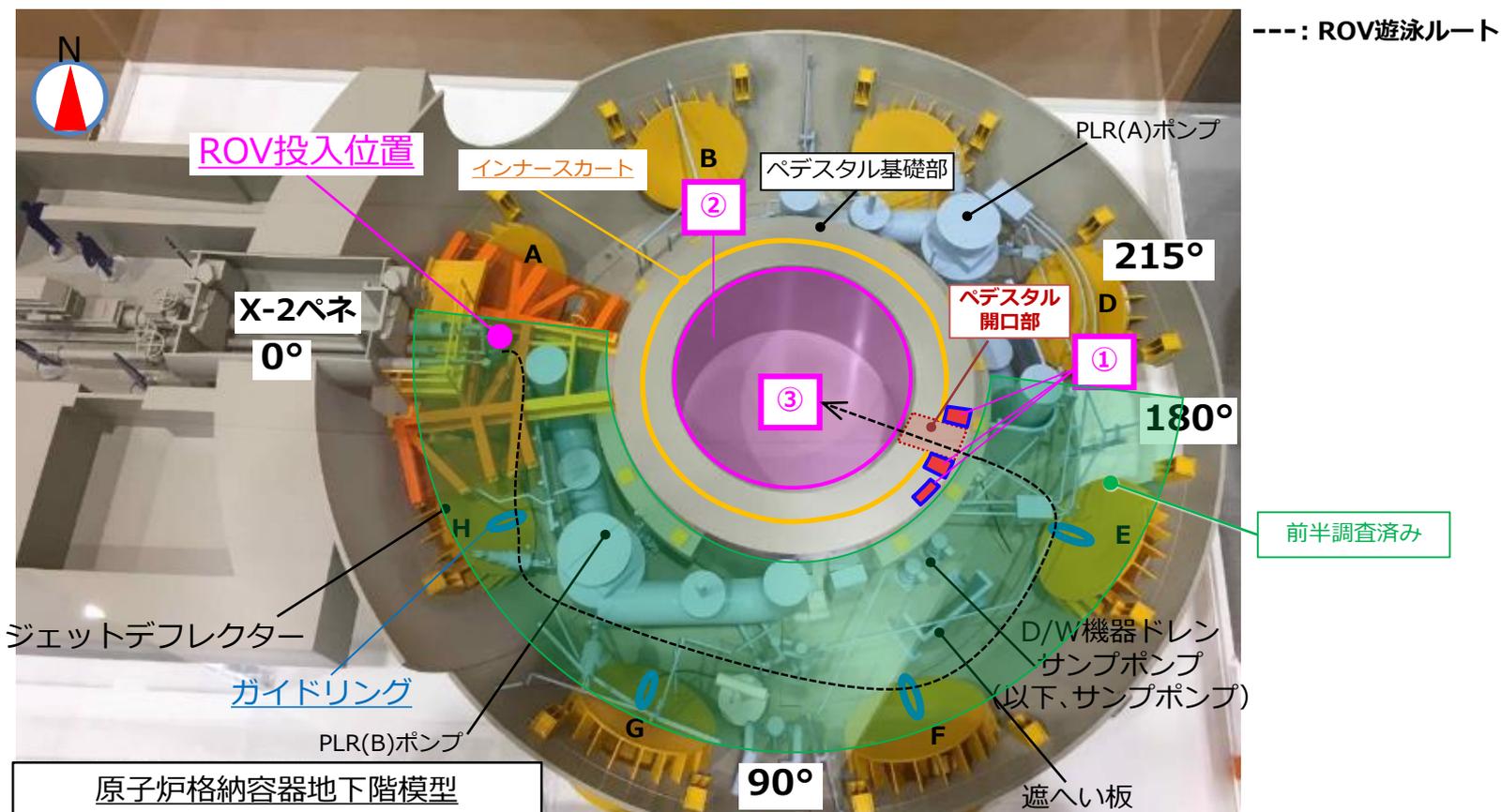
## (参考) 後半調査方針について (ROV-A2の調査範囲)

■ 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)

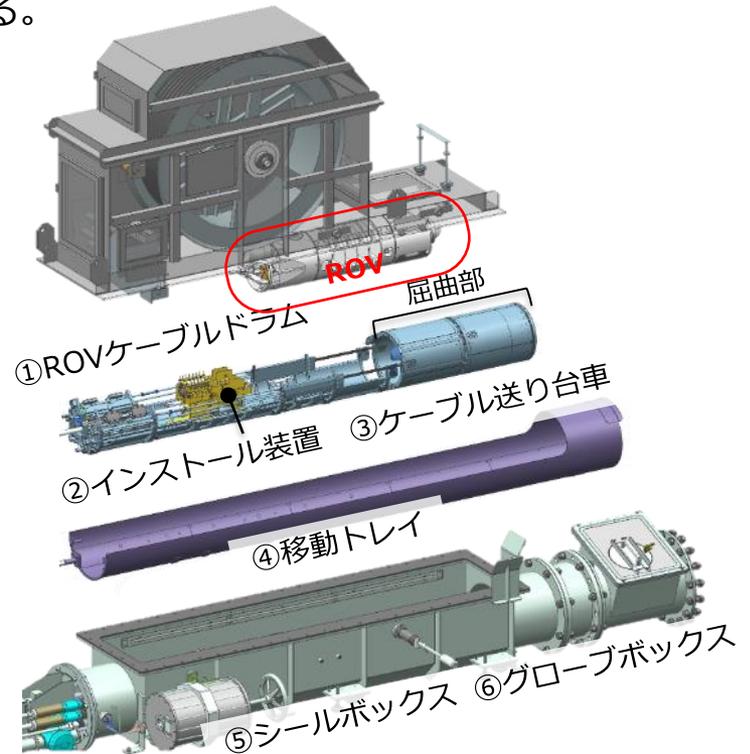
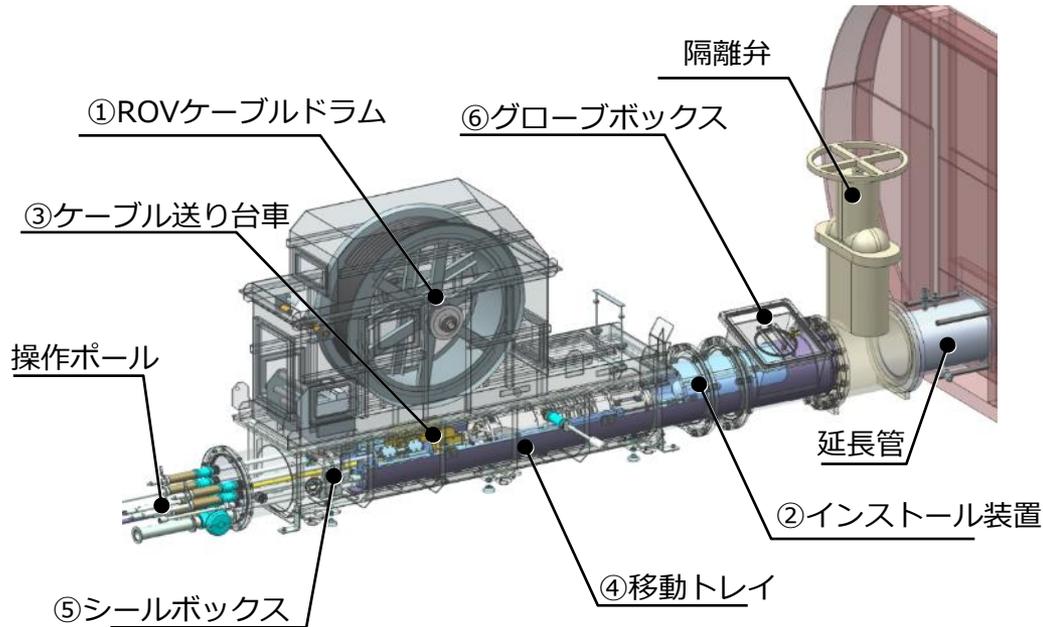
事前情報なしでペDESTAL内部に入るため、ケーブルの引っ掛かり等で帰還不能となるリスクが大きい

➤ 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。

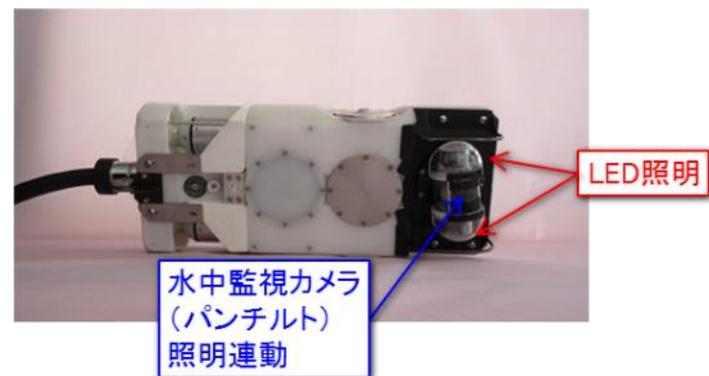
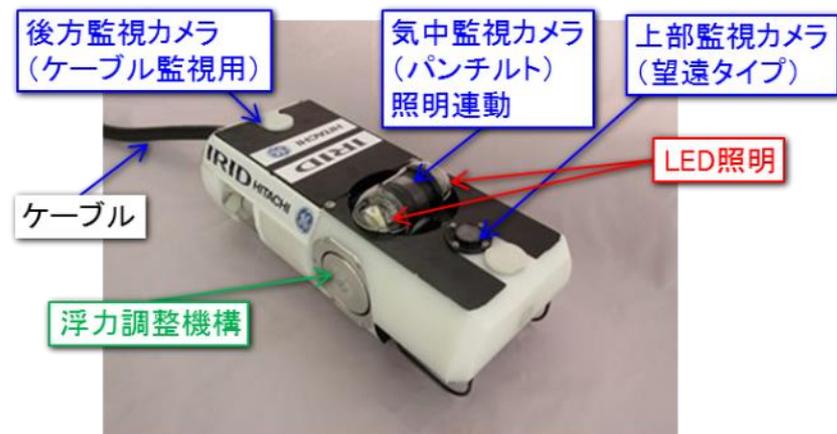
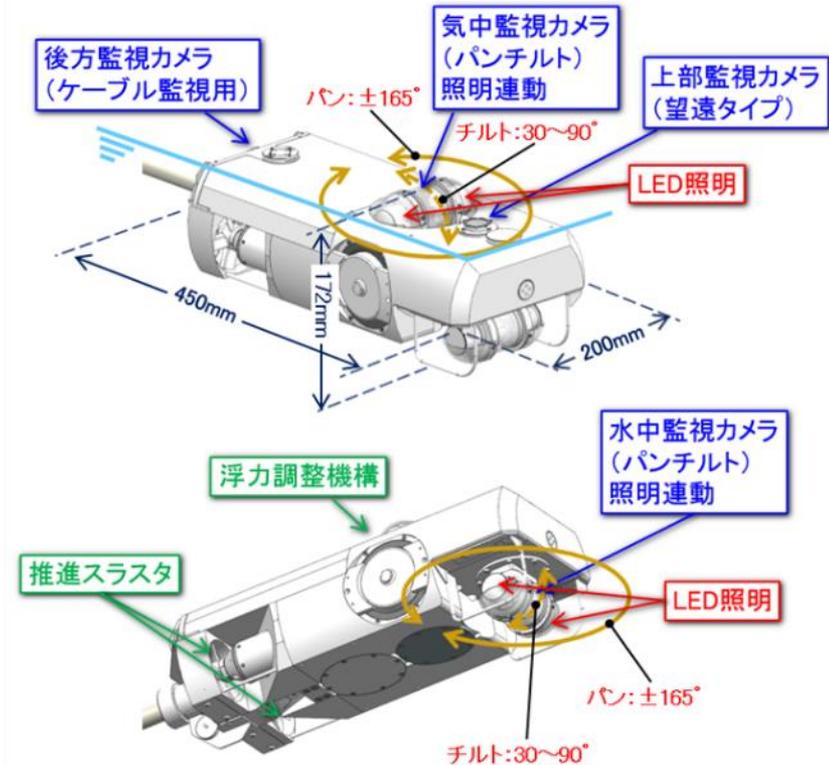


構成機器名称		役割
①	ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
②	インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③	ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④	移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤	シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥	グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

## (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	

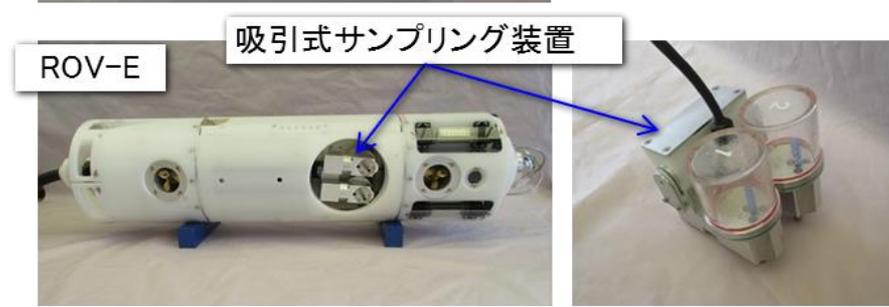
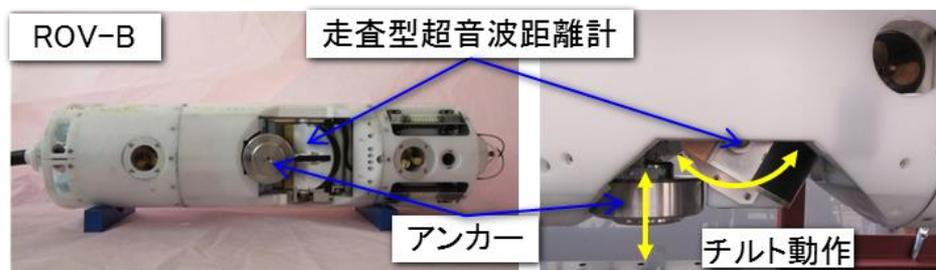
推力：約50N 寸法：直径φ20cm×長さ約45cm



## (参考) 調査装置詳細 ROV-B~E\_各調査用

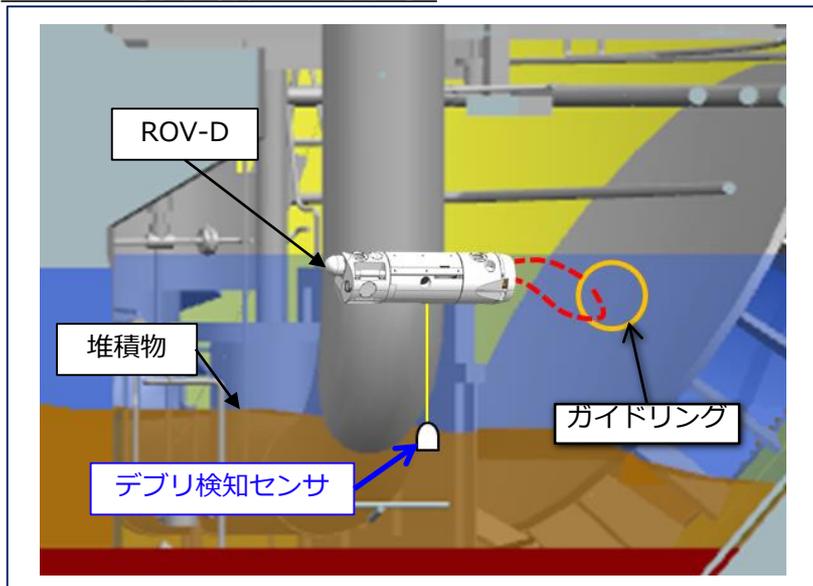
調査装置	計測器	実施内容
<b>ROV-B</b> 堆積物3Dマッピング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・走査型超音波距離計</li> <li>・水温計</li> </ul>	走査型超音波距離計を用いて堆積物の高さ分布を確認する
<b>ROV-C</b> 堆積物厚さ測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高出力超音波センサ</li> <li>・水温計</li> </ul>	高出力超音波センサを用いて堆積物の厚さとその下の物体の状況を計測し、デブリの高さ、分布状況を推定する
<b>ROV-D</b> 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

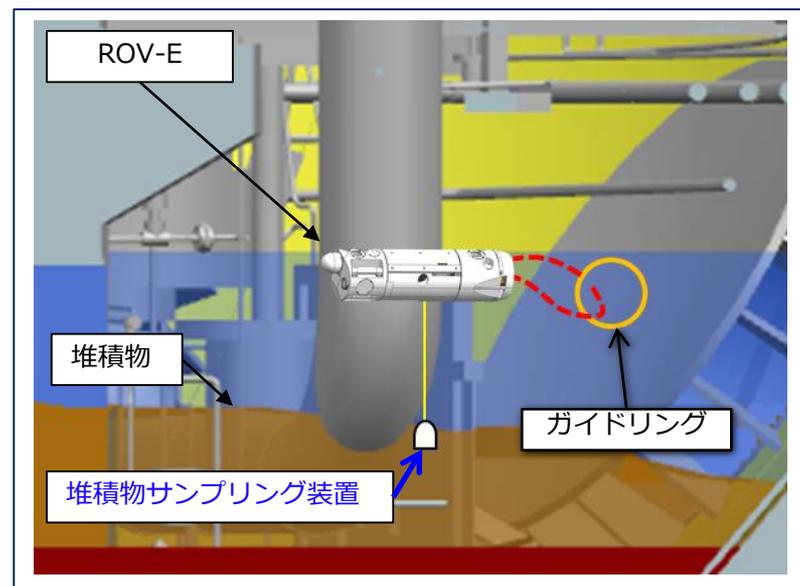


## (参考) 各ROVの調査イメージ

### 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)

