

# 1号機 PCV内部調査（後半）の方針について

2022年9月29日

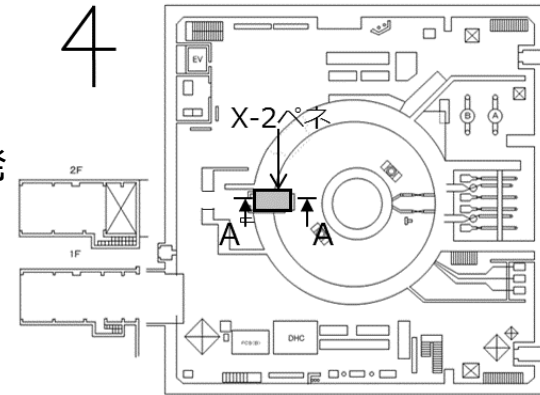
**IRID** **TEPCO**

---

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

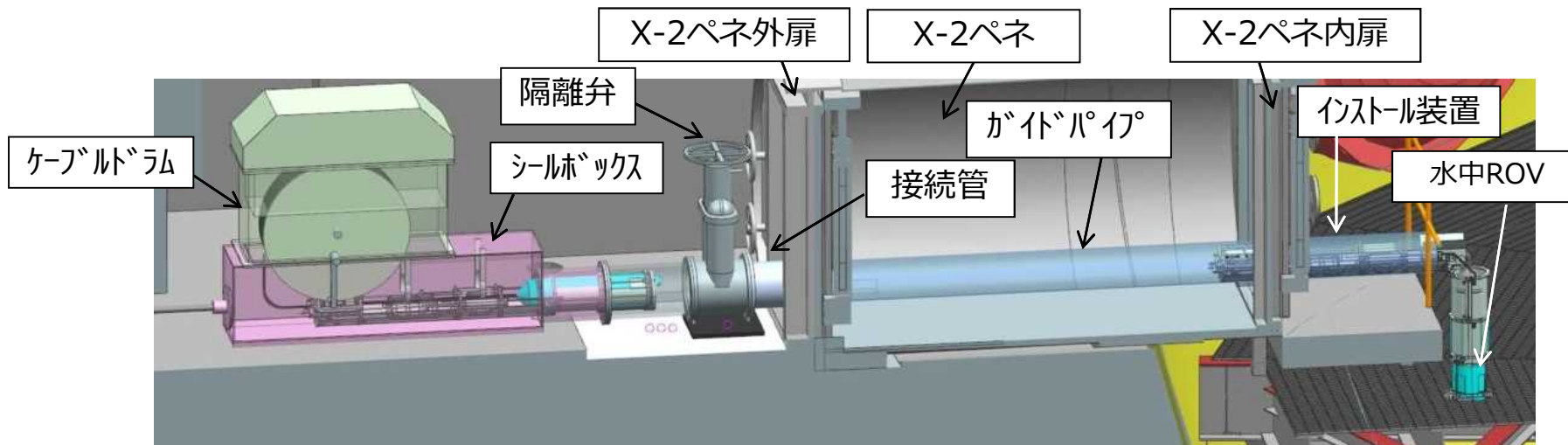
# 1. 1号機PCV内部調査の概要

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



1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置

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



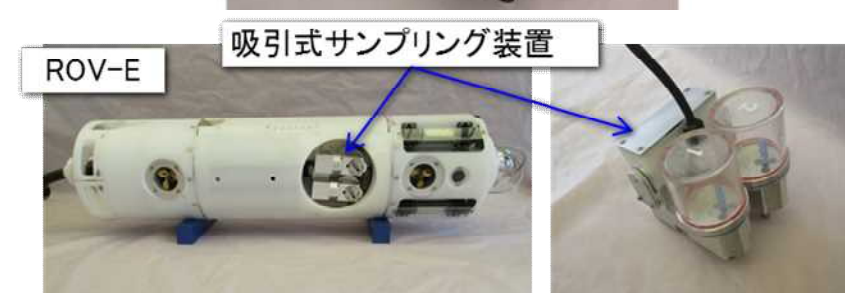
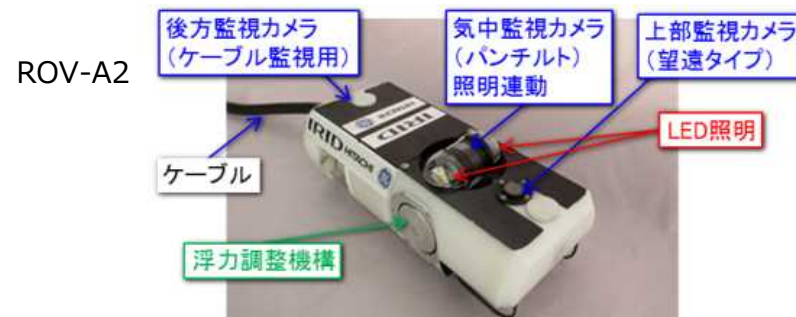
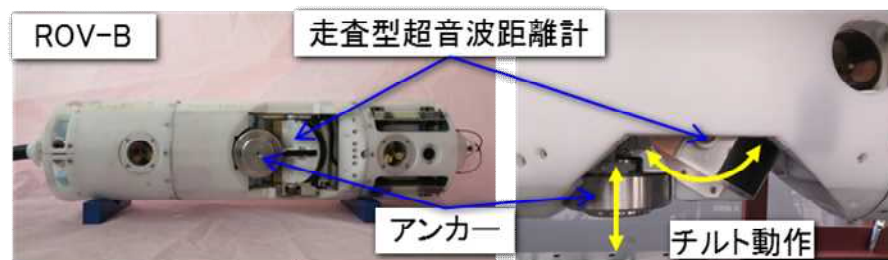
内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

## 2. 後半調査方針について

### (1) 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

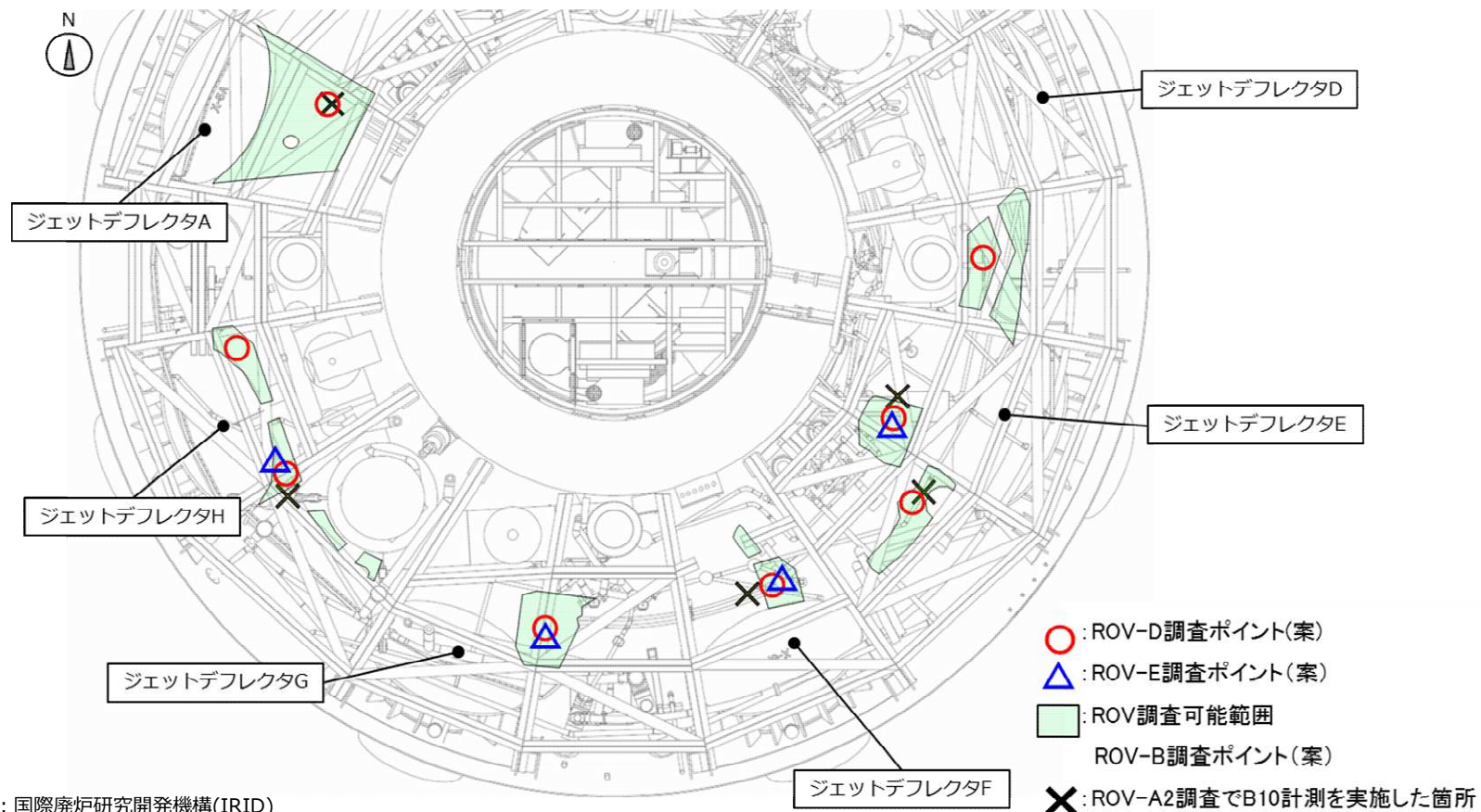
調査順	調査装置	計測器	実施内容
①	<b>ROV-D</b> 堆積物デブリ検知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CdTe半導体検出器</li> <li>・改良型小型B10検出器</li> </ul>	デブリ検知センサを堆積物表面に投下し、核種分析と中性子束測定により、デブリ含有状況を確認する(中性子束、Cs-137、Eu-154測定)
②	<b>ROV-E</b> 堆積物サンプリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吸引式カプリング装置</li> </ul>	堆積物サンプリング装置を堆積物表面に投下し、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DESTALの内部、外壁及び内壁の状況などカメラによる目視調査を行う



## 2. 後半調査方針について

### (2) ROV-D,E,Bの調査エリアについて

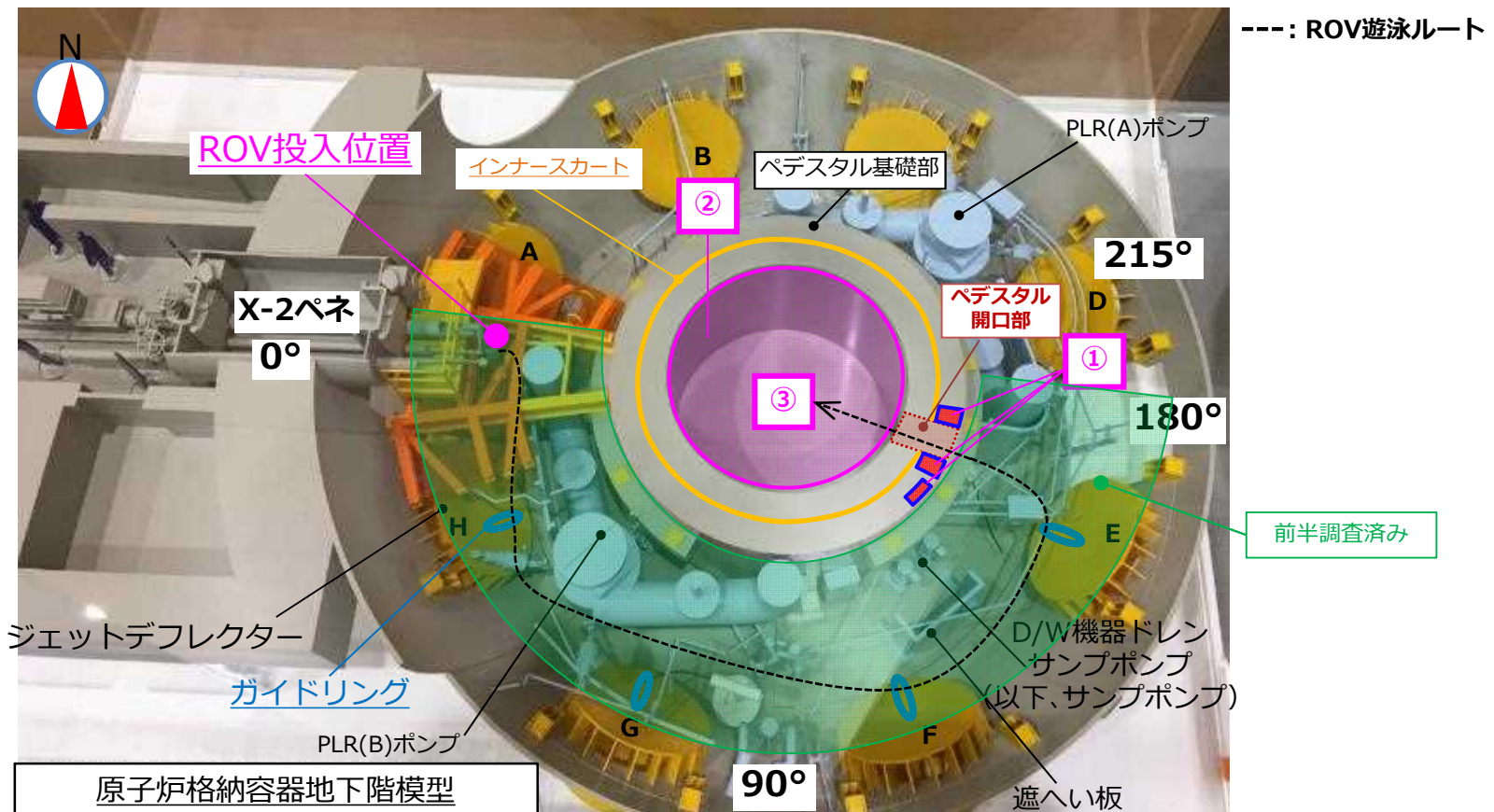
- ROV-D,E,Bの調査エリアについては、ROVが浮上可能及びセンサ等を吊り降ろし可能なエリアを選定
- ROV-Dにおけるデブリ検知については、前半調査（ROV-A2）で確認された、燃料デブリ由来からと想定される中性子束について、γ線の核種分析情報を早期に取得することで計画
- ROV-Eのサンプリング箇所については、当初ROV-Dの結果を踏まえ、デブリ検知外のエリアから選定する計画であったが、前半調査の結果より、ペDESTAL外周部の堆積物表層は、デブリとは異なる浮遊性の堆積物が大半を占めていることを確認したため、ペDESTAL外周部を満遍なくサンプリングする計画に変更
- ROV-B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



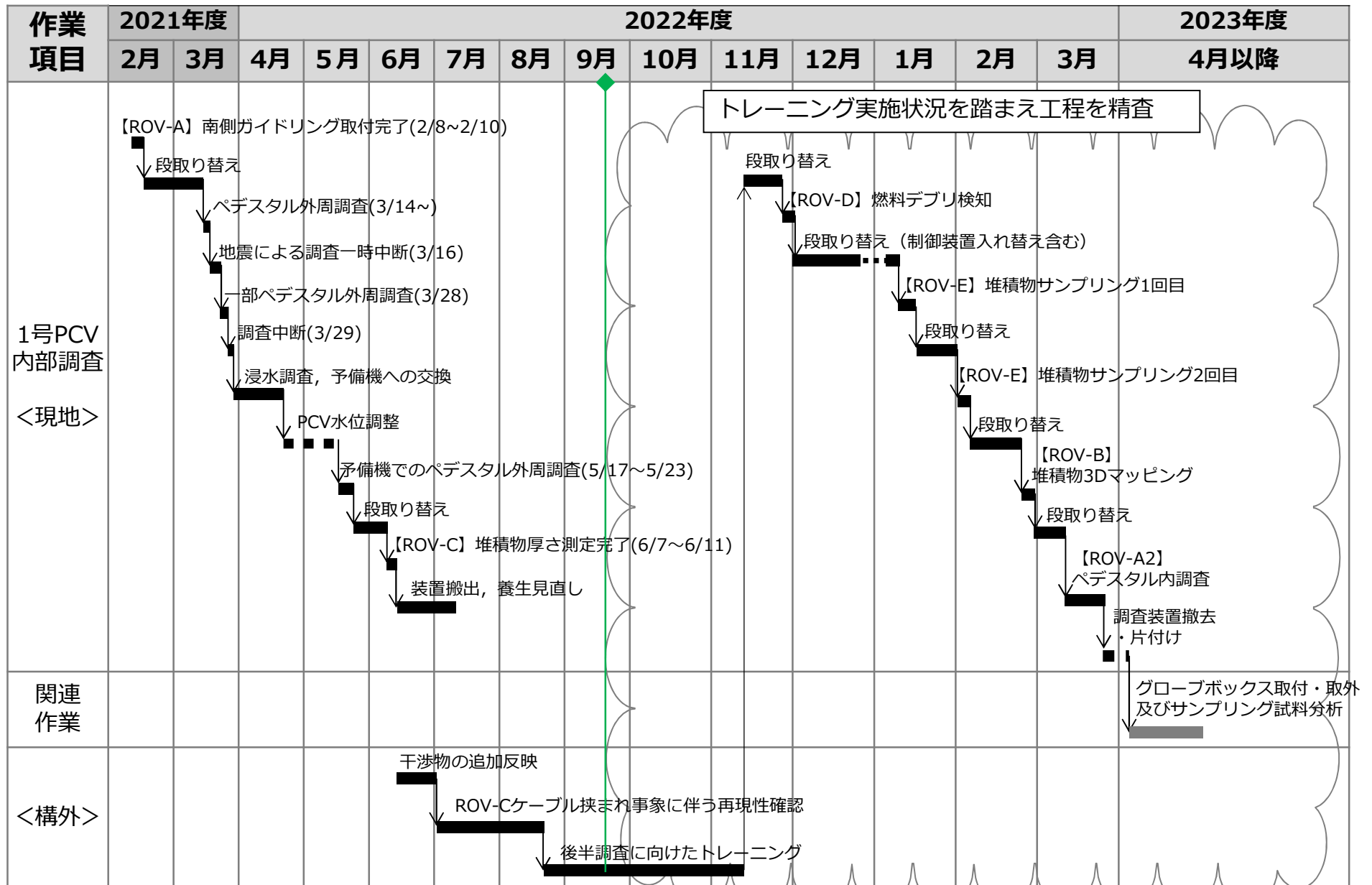
## 2. 後半調査方針について

### (3) ROV-A2の調査エリアについて

- 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、ケーブルが引っ掛かり等の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



### 3. 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。

## 4. ROV-Cケーブル挟まれ事象への対策

2022年6月9日に確認したROV-Cのケーブル挟まれ事象に鑑み、後半調査時は以下に示す対策を行い、万が一ケーブルの挟まれ事象が発生した場合においても、定められた手順による挟まり解消の対応を実施する

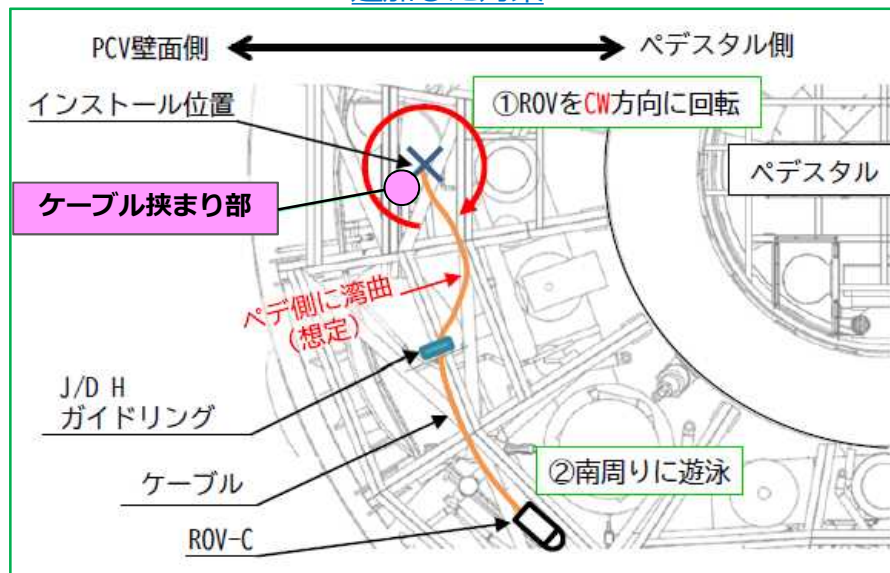
### ■ 対策

- ROVケーブル被覆にしわ発生しないように、ドラムによるケーブル巻き上げ作業を減らす作業手順にする
- ROVをCW（時計回り）方向に回転させておき、ペDESTAL側にケーブルを湾曲させることでケーブルを挟まり部から遠ざける ⇒再現性確認により本対策を追加

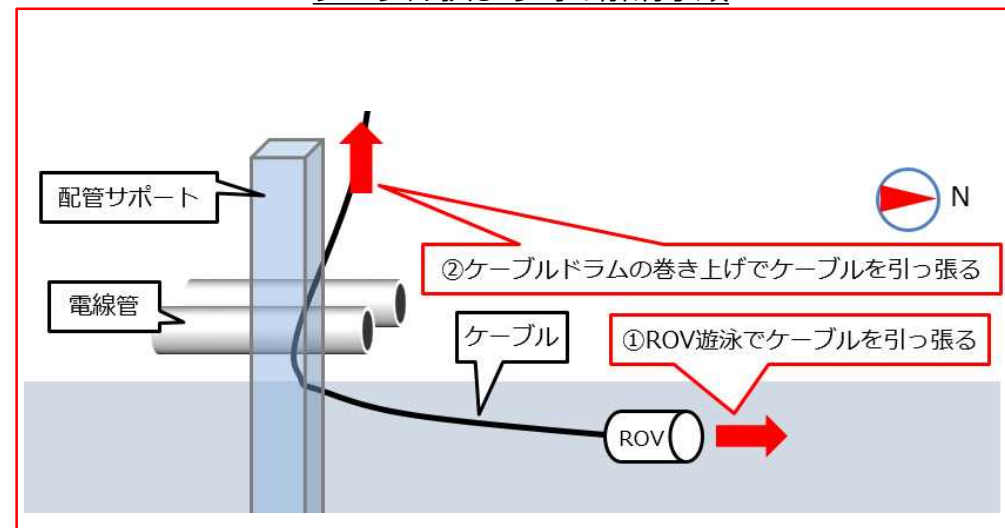
### ■ ケーブル挟まり解消の対応手順

- ケーブルが解放される方向に遊泳し、ROVでケーブルを引っ張る
- ケーブルドラムの巻き上げる力を増加し、ケーブルをドラムで引っ張る

追加した対策

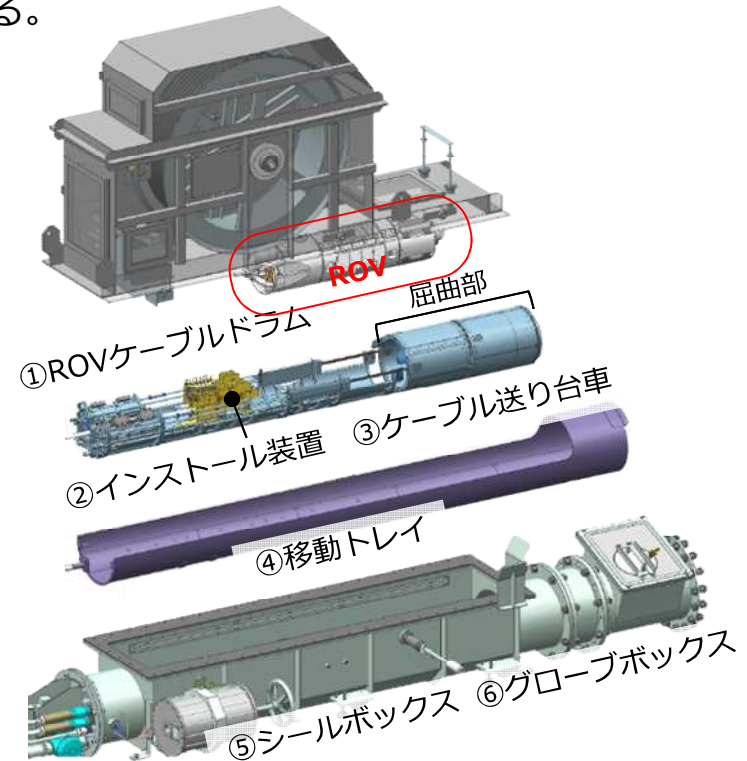
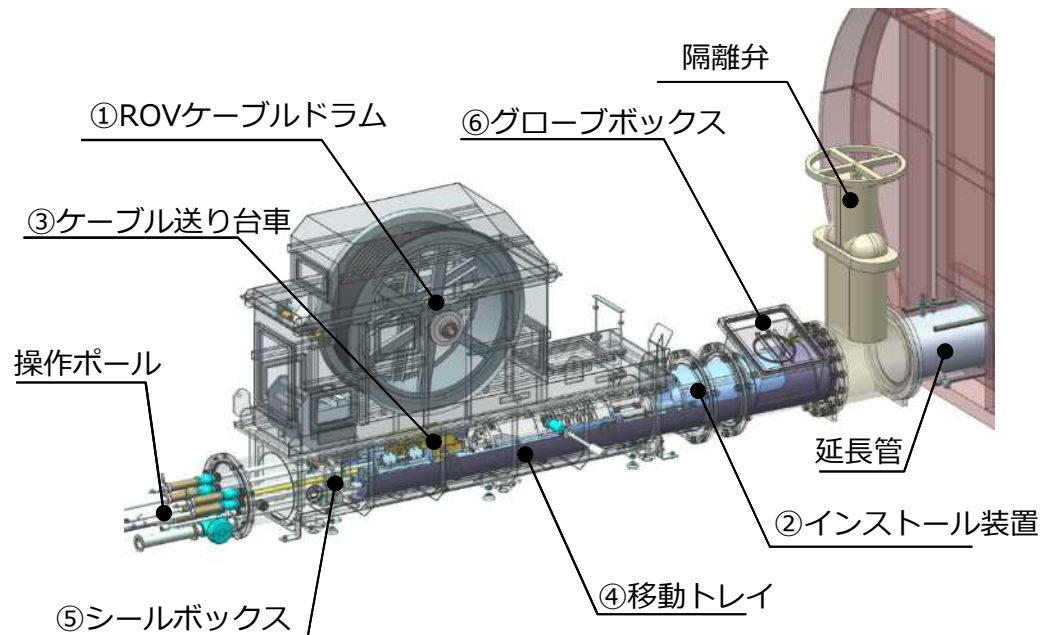


ケーブル挟まり時の解消手順



## (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。

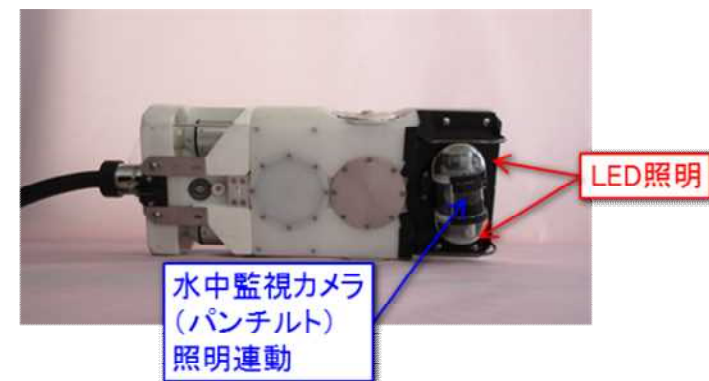
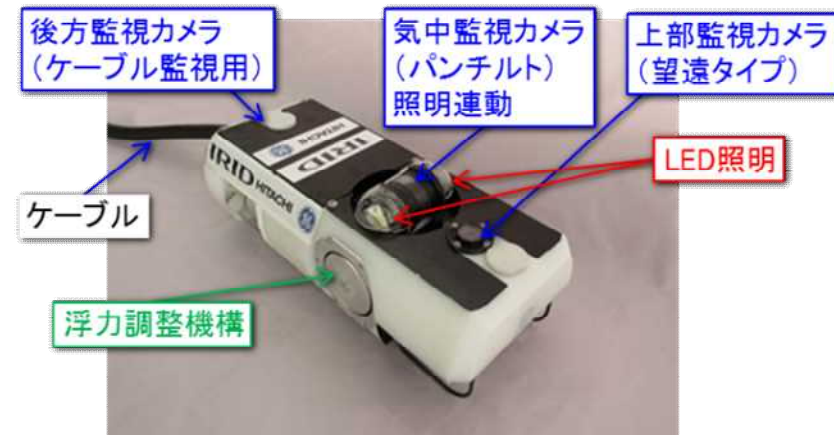
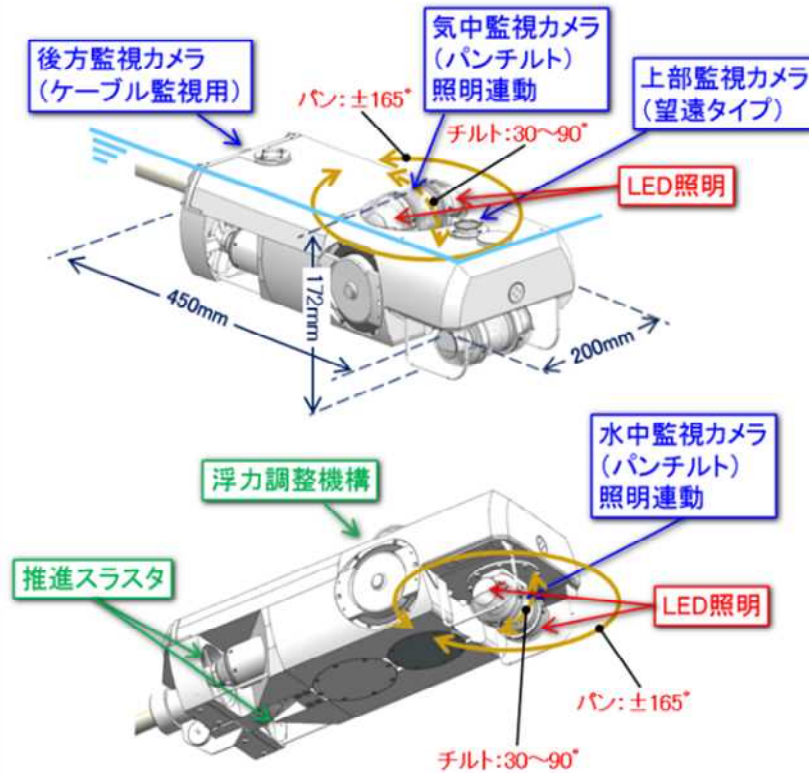


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

# (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

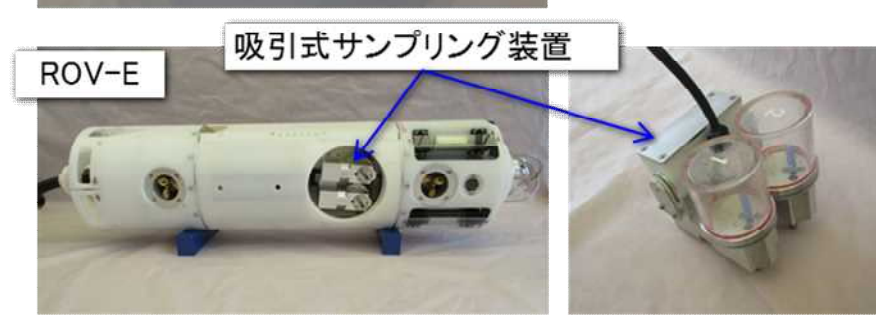
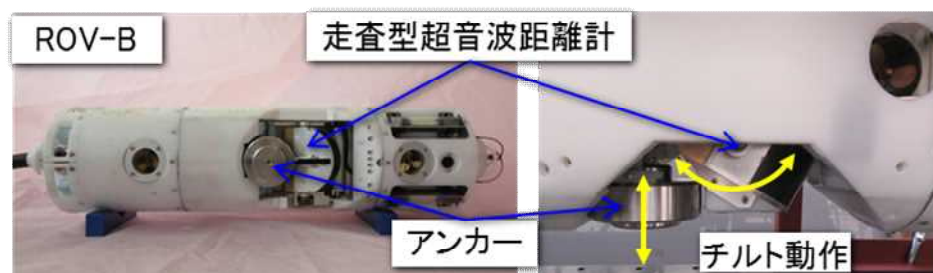
推力：約50N 寸法：直径φ20cm×長さ約45cm



## (参考) 調査装置詳細 ROV-B~E\_各調査用

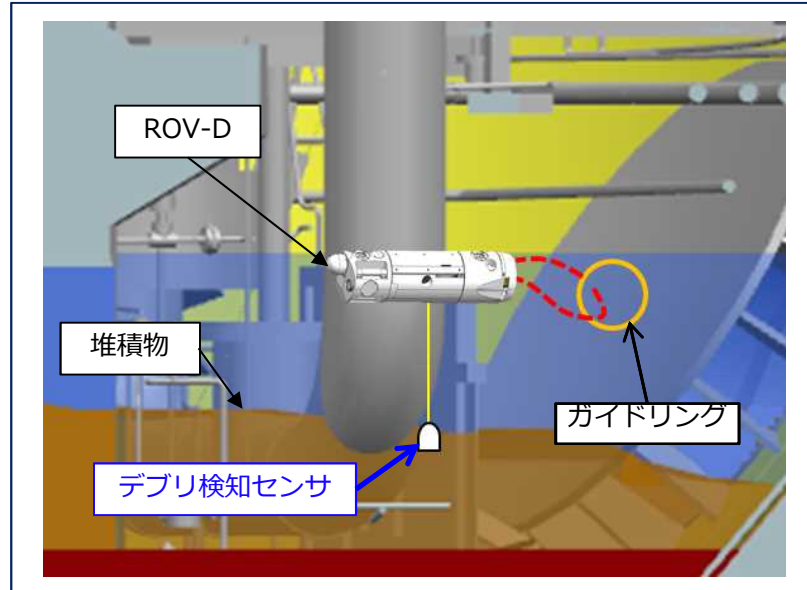
調査装置	計測器	実施内容
<b>ROV-B</b> 堆積物3Dマッピング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 走査型超音波距離計</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	走査型超音波距離計を用いて堆積物の高さ分布を確認する
<b>ROV-C</b> 堆積物厚さ測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高出力超音波センサ</li> <li>・ 水温計</li> </ul>	高出力超音波センサを用いて堆積物の厚さとその下の物体の状況を計測し、デブリの高さ、分布状況を推定する
<b>ROV-D</b>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

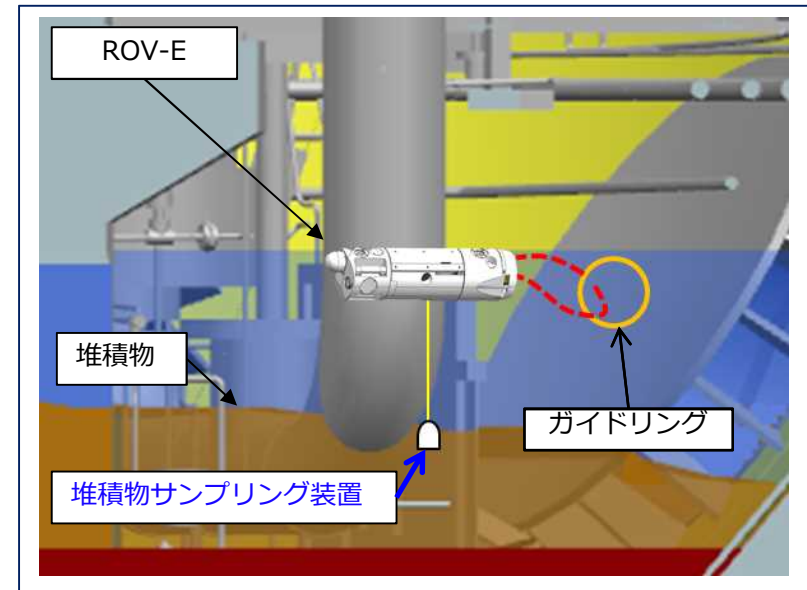


(参考) 各ROVの調査イメージ

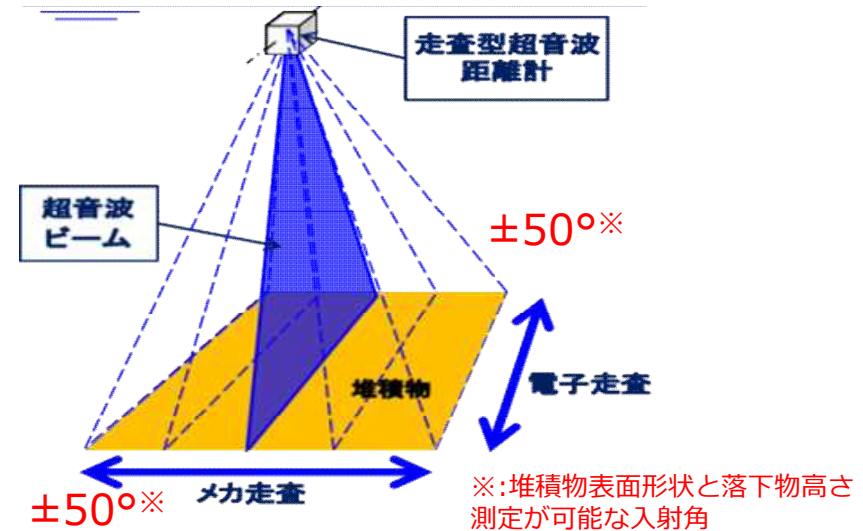
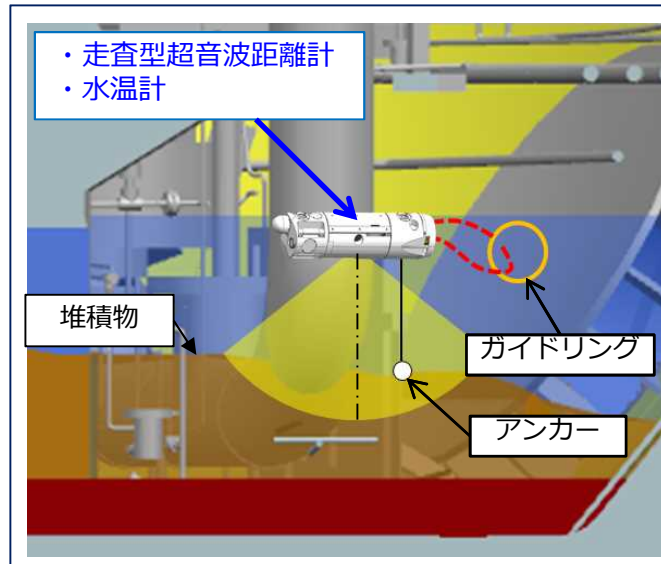
ROV-D (堆積物デブリ検知)



ROV-E (堆積物サンプリング)



ROV-B (堆積物3Dマッピング)

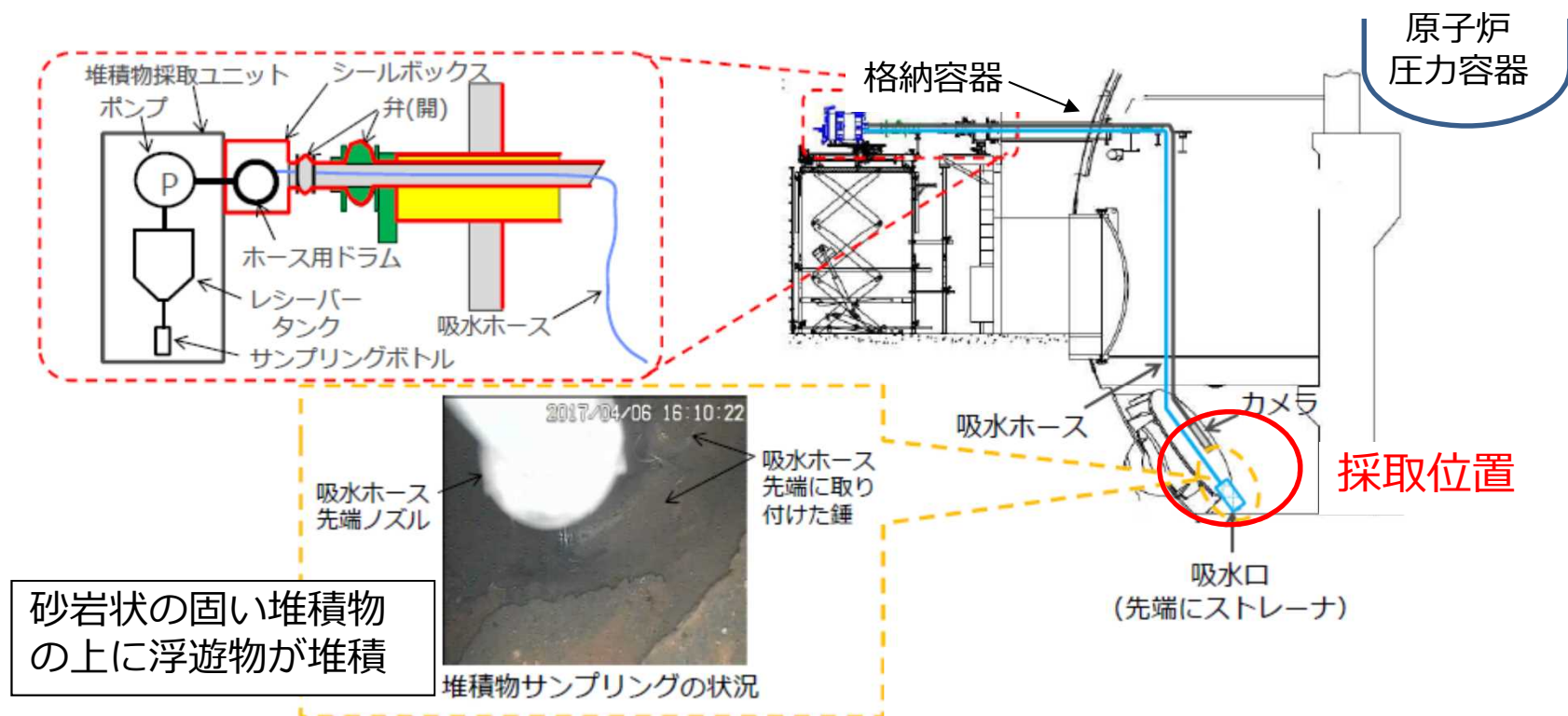


資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

## (参考) 2017年に実施した堆積物サンプリングの分析結果概要①

2018年8月10日\_特定原子力施設監視・評価検討会(第62回)資料

- 1号機格納容器内部調査の一環として、原子炉格納容器底部の堆積物(浮遊物)を採取したもの(2017年4月採取)。サンプリング時の映像から、堆積物は固い層の上に浮遊物があることを確認。主に浮遊物の部分が回収されていると考えられる。
- 発電所内で簡易蛍光X線分析とγ核種分析を実施。
- 簡易蛍光X線分析では、構造材料等のほかにUを検出、Puは確認されていない。
- ガンマ核種分析では、Cs-134、Cs-137、Co-60、Sb-125を確認。



## (参考) 2017年に実施した堆積物サンプリングの分析結果概要②

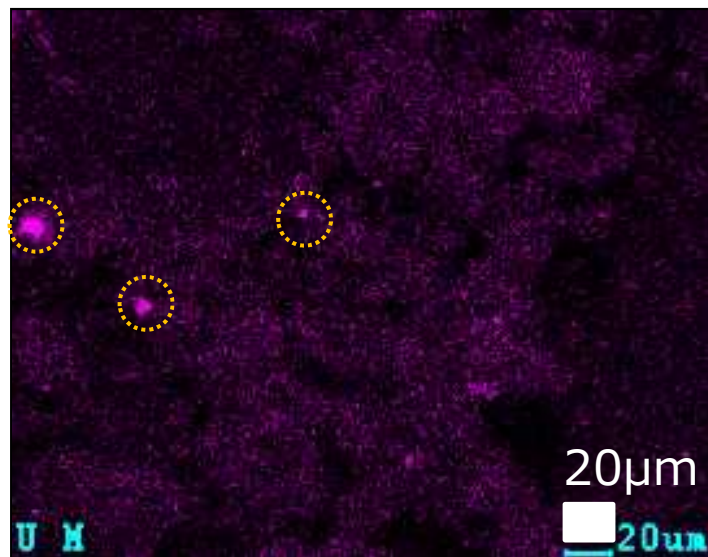
2018年8月10日\_特定原子力施設監視・評価検討会(第62回)資料

### ■ サンプル全体の観察結果

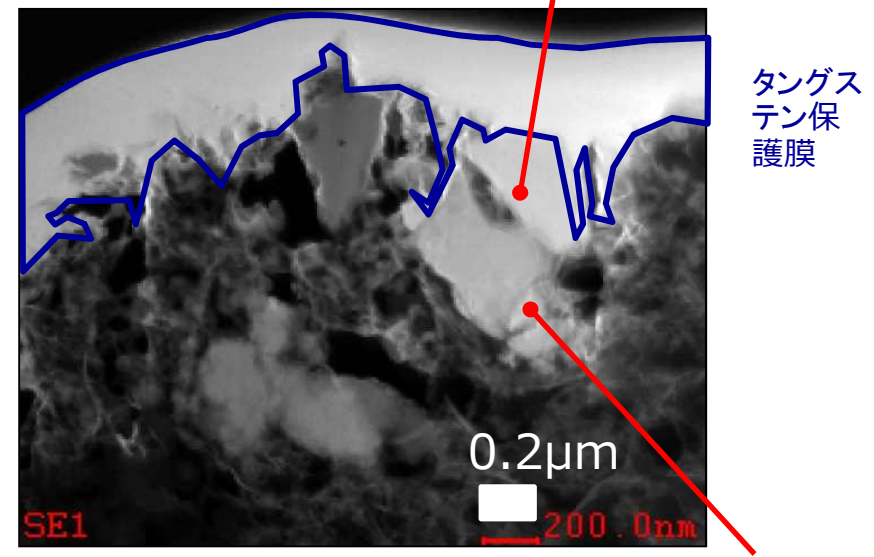
- SEM-EDS分析では、鉄さび上にU含有粒子が混在していることが確認された。
- 300 $\mu\text{m}$ ×200 $\mu\text{m}$ 程度領域の観察でU含有粒子を確認。(左下図黄色丸)  
ただし、領域平均で見るとU濃度は低く検出されない程度。
- ICP-MSの分析結果では、Feが多く次いでAl、Cu、Zn、Pb、Uなどを確認。

### ■ U含有粒子の観察結果

- U含有粒子はUリッチな立方晶(U,Zr)O<sub>2</sub>、Zrリッチな正方晶(Zr,U)O<sub>2</sub>



SEM分析結果  
(U分布)



TEM分析結果 正方晶-(Zr,U)O<sub>2</sub>