

1号機 PCV内部調査の状況について

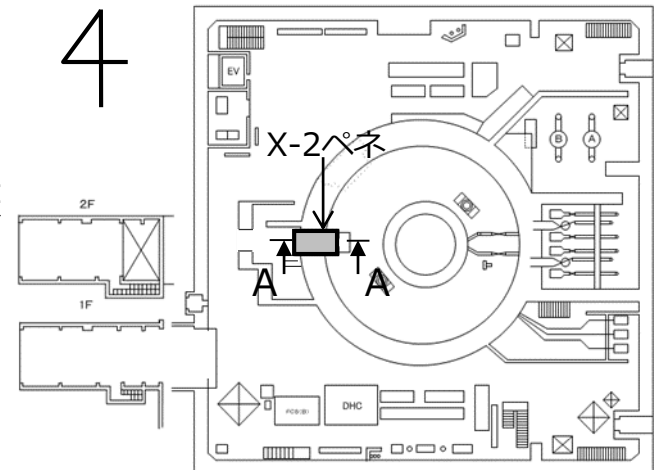
2022年5月31日

IRID **TEPCO**

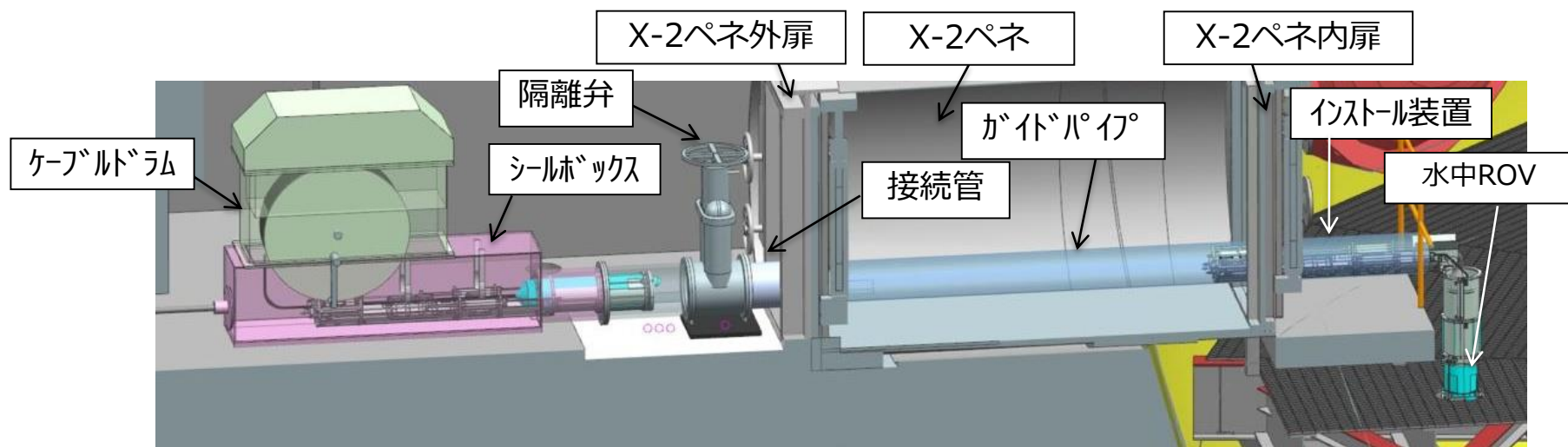
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

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
- 各水中ROVの用途
 - ① ROV-A 事前対策となるガイドリング取付
 - ② ROV-A2 ペDESTAL内外の詳細目視
 - ③ ROV-C 堆積物厚さ測定
 - ④ ROV-D 堆積物デブリ検知
 - ⑤ ROV-E 堆積物サンプリング
 - ⑥ ROV-B 堆積物3Dマッピング



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. PCV内部調査の状況

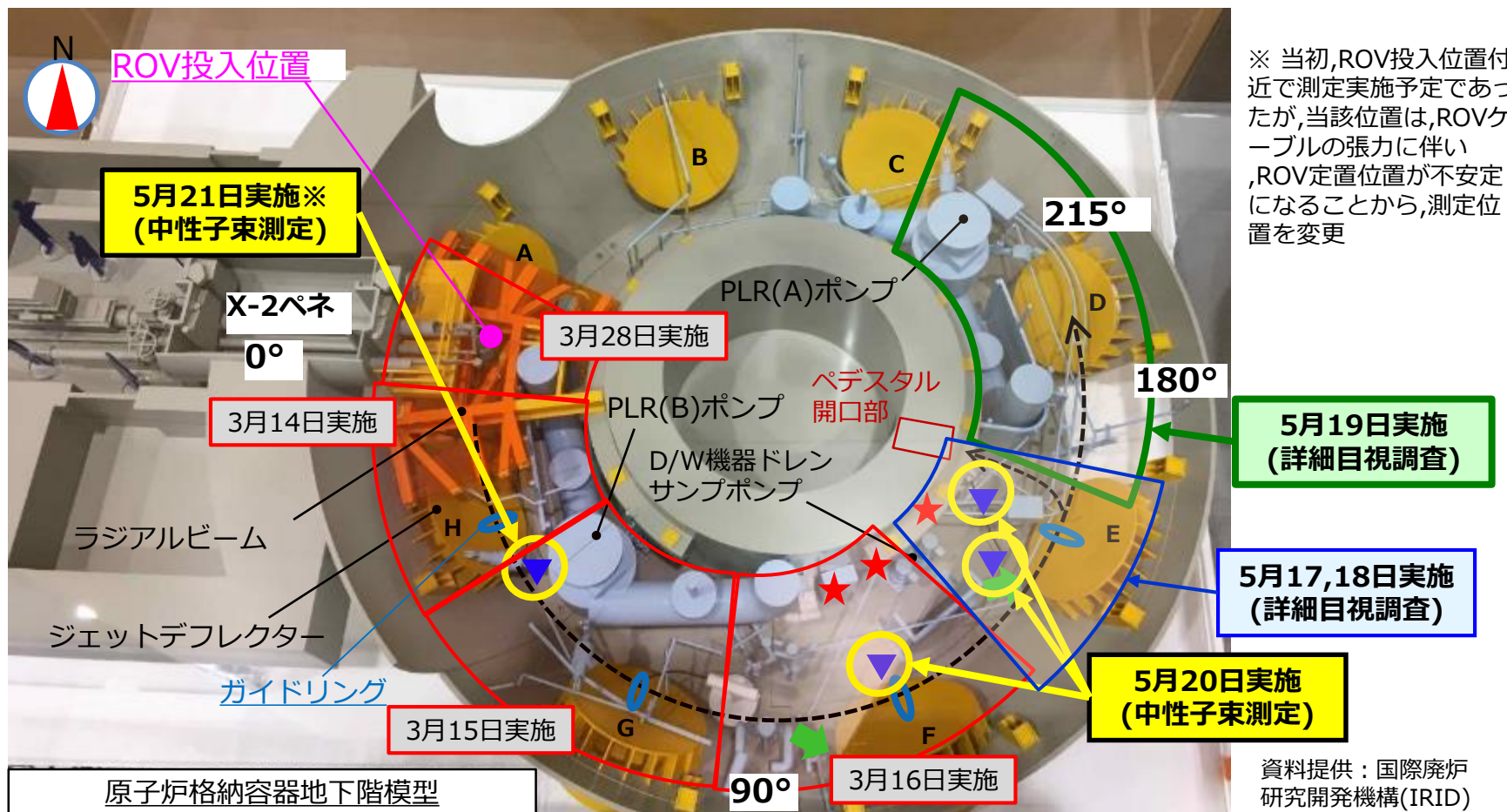
- 3月14日からROV-A2によるペDESTAL外周の詳細目視調査を開始し、3月16日に発生した地震影響と考えられるPCV水位の低下が確認されたことから、調査を一時中断
- 3月23日以降、原子炉注水流量の変更操作を継続して実施し、調査に必要な水位確保を目指したが、3月29日時点において水中ROVのカメラに映像不良（浸水によるものと推定）を確認したことから調査を中断
- 4月15日にかけて浸水したROV-A2の原因調査と並行し、予備機への交換作業を実施
- 5月9日、調査再開に必要なPCV水位の確保を目的とし原子炉注水量の変更を実施、5月16日時点においてPCV水位の確保が確認できたことから、5月17日から調査を再開
- 5月22日にかけて計画した調査を完了したことから、翌23日にアンインストールを実施
- 現在、後続号機であるROV-Cの投入に向けた段取り替えを実施中であり、準備が整い次第、ROV-Cによる堆積厚さ測定を開始する計画

3. ROV-A2調査概要と調査実績

■ 調査範囲はPCV地下階の0°から215°（ペDESTアル開口部含む）とし、カメラによる目視調査を計画

＜主な調査箇所＞

- 既設構造物の状態確認及び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及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）



※ 当初,ROV投入位置付近で測定実施予定であったが,当該位置は,ROVケーブルの張力に伴い,ROV定置位置が不安定になることから,測定位置を変更

4. 調査実績

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)

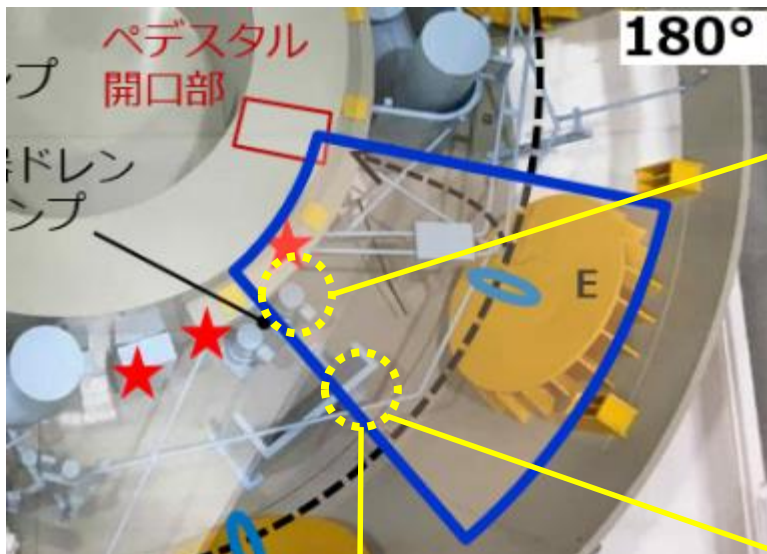


写真1.機器ドレンサンプポンプ付近の状況



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)

4. 調査実績

ペDESTアル付近の状況(5月17日調査分②)

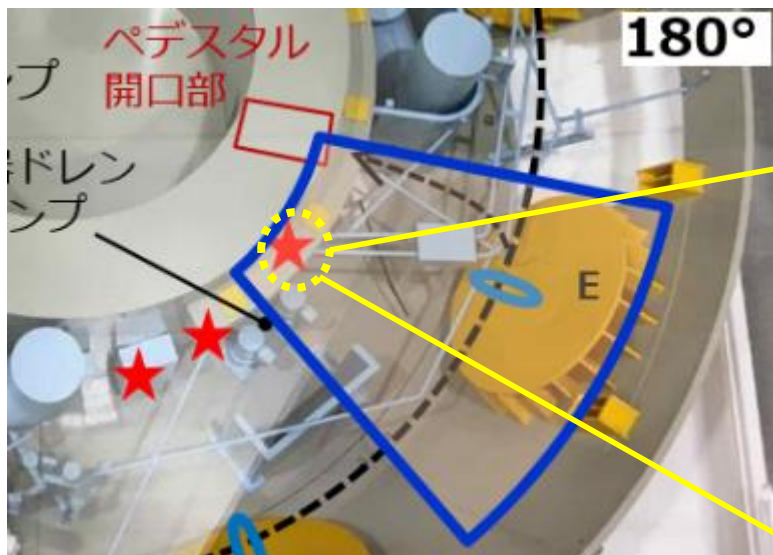


写真1.ペDESTアル基礎部(上部)の状況



(参考写真)2011年事故前の状況

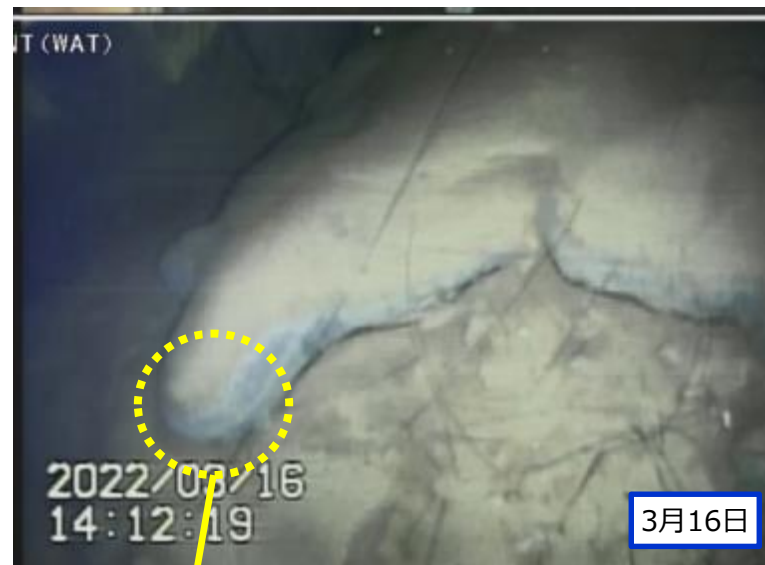
- (参考)
- ①ケーブル中継箱(A)
 - ②ケーブル中継箱(B)
 - ③角形サポート材
 - ④原子炉ベント系配管フローグラス



写真2.ペDESTアル基礎部(下部)の状況

4. 調査実績

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

4. 調査実績

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)

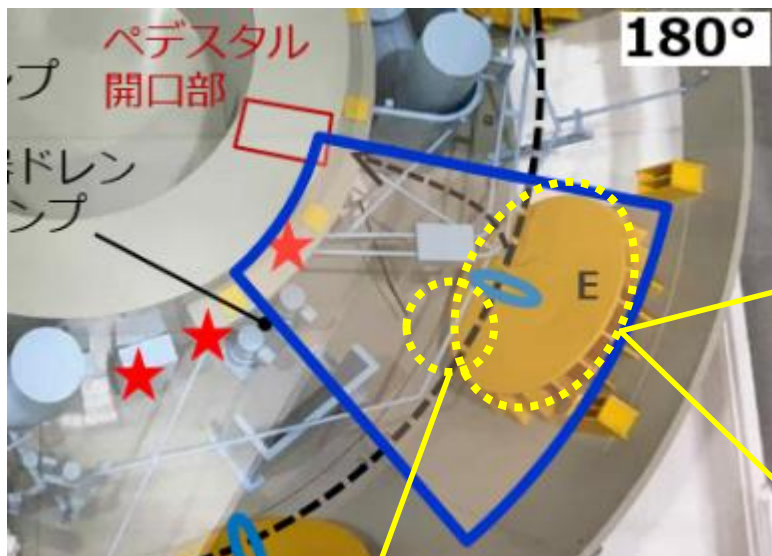


写真1.ジェットデフレクター(E)俯瞰



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

4. 調査実績

PLR(A)配管およびペDESTAL付近の状況(5月18日調査分②)

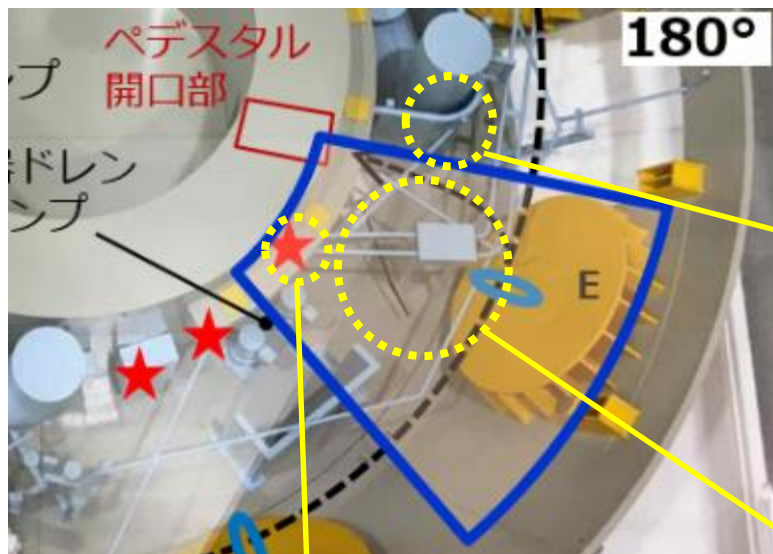


写真1.PLR(A)配管の状況



写真2.ペDESTAL基礎部付近の状況

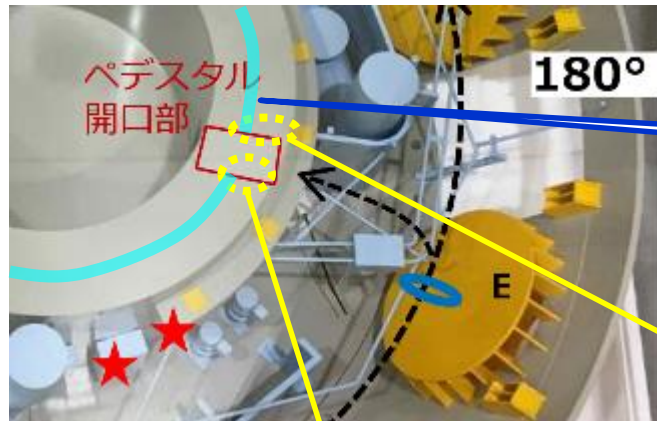


写真3.ペDESTAL開口部前の堆積物の状況

4. 調査実績

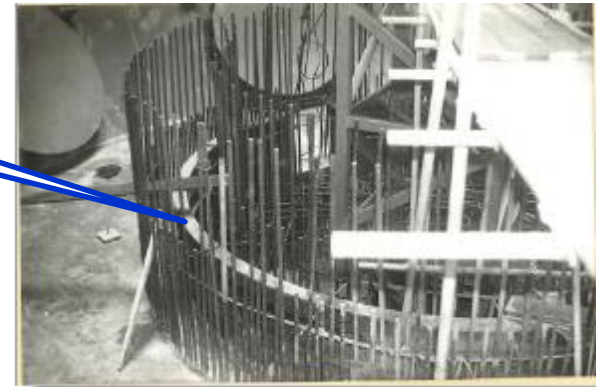
ペDESTAL開口部(基礎部)の状況(5月19日調査分①)

- ✓ これまで確認されていた鉄筋らしきものについて、近接し確認した映像を、建設当時の写真と比較した結果、ペDESTALの鉄筋であることが確認されました。また、インナースカート※も確認されました。
- ✓ 1号機の原子炉圧力容器及び原子炉格納容器の耐震性については、事故後（2016年度）の評価において、ペDESTALが一部欠損していたとしても、支持機能を大きく損なわないことの確認を行っております。
- ✓ 今回確認された調査結果も踏まえ、今後さらに詳細なデータを取得し、改めて評価を行います。



インナースカート

※インナースカート：
ペDESTAL内(鉄筋内側)に設置されている、ペDESTALにかかる荷重をPCV底部(基礎マット)に伝えるための鋼製の円筒形部材



(参考写真)建設当時の状況

ROVフレームの映り込み



写真1.ペDESTAL開口部(左側基礎部)の状況

インナースカート

鉄筋

ペDESTAL開口部



写真2.ペDESTAL開口部(右側基礎部)の状況

4. 調査実績

ペDESTAL開口部(基礎部)付近の状況(5月19日調査分②)

- ✓ 堆積物より下部においては、ペDESTALの鉄筋が確認されました。
- ✓ 堆積物より上部では、ペDESTAL基礎部が残った状態であることが確認されました。

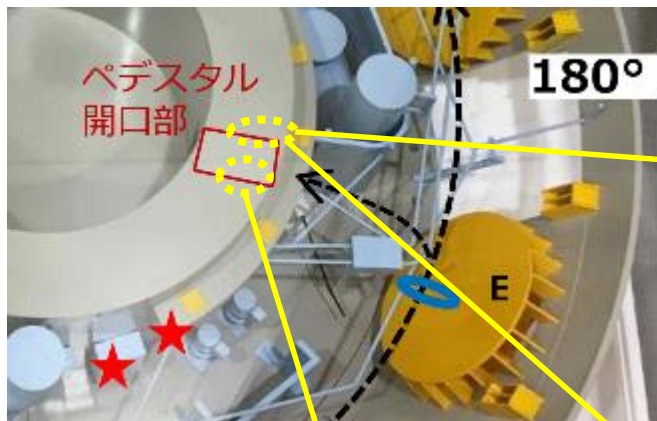


写真1.ペDESTAL開口部(右側基礎部)の堆積物より上部の状況



写真2.ペDESTAL開口部(左側基礎部)の堆積物を堺にした上下部の状況

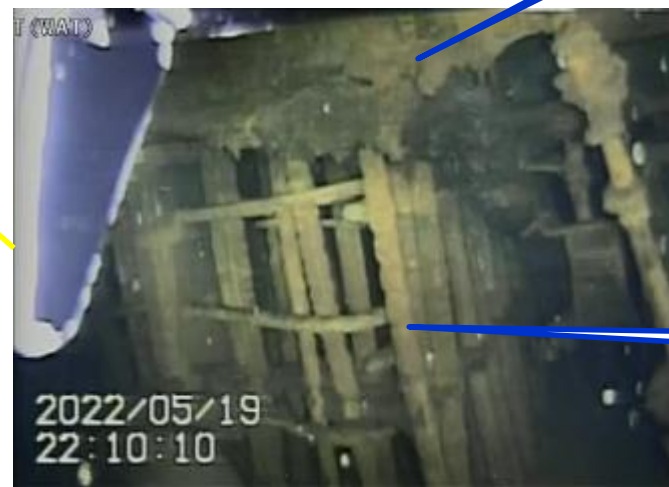
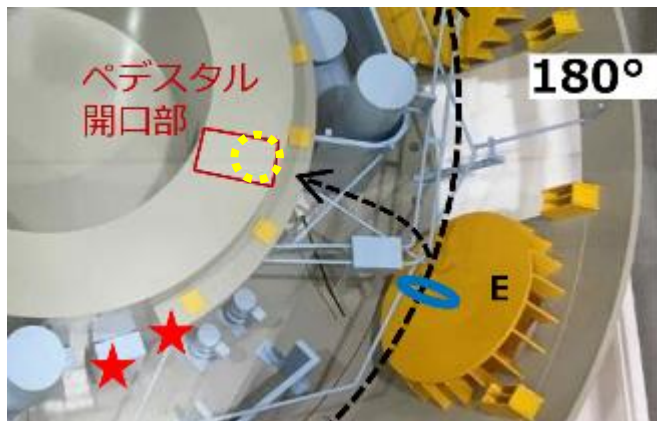


写真3.ペDESTAL開口部(右側基礎部)の堆積物より下部の状況

4. 調査実績

ペDESTAL開口部(内部手前)の状況(5月19日調査分③)

✓ 塊状の堆積物が複数確認されました。

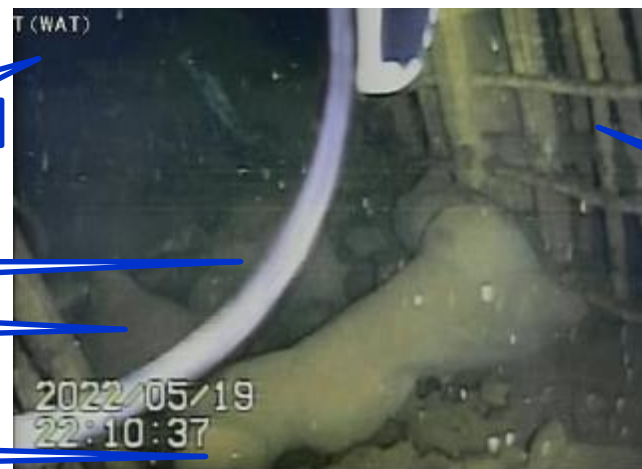


ペDESTAL開口部

塊状の堆積物③

塊状の堆積物②

塊状の堆積物①



鉄筋

写真1.ペDESTAL開口部(内部手前)俯瞰



鉄筋

塊状の堆積物③

塊状の堆積物②



鉄筋

写真3.ペDESTAL開口部(内部手前)の状況

写真2.ペDESTAL開口部(内部手前)の状況

4. 調査実績

ジェットデフレクター(C,D)付近の状況(5月19日調査分④)

- ✓ ジェットデフレクター(D)付近および裏側(圧力抑制室側)において堆積物が確認されました。
- ✓ ジェットデフレクター(C)付近において堆積物が確認されました。

ジェット
デフレクター

堆積物

写真1.ジェットデフレクター(D)俯瞰

ジェット
デフレクター

堆積物

写真2.ジェットデフレクター(C)俯瞰



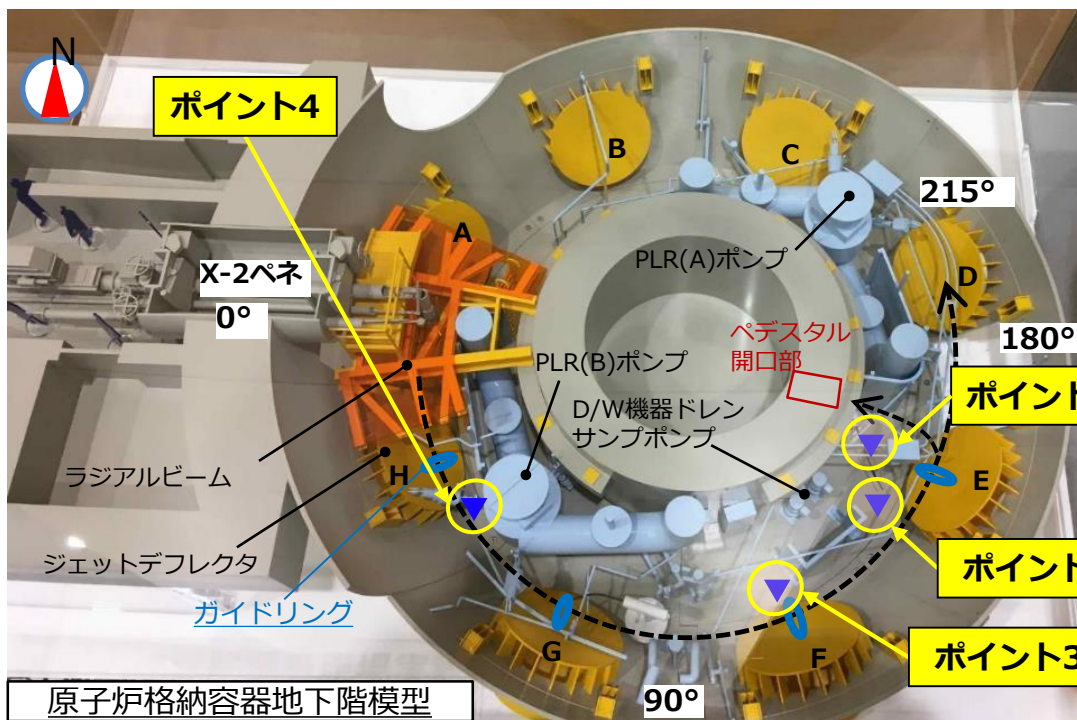
堆積物

写真3.ジェットデフレクター(D)裏側の状況

4. 調査実績

中性子束測定結果（5月20日,21日調査分）

- 今回測定したポイント全てにおいて熱中性子束を確認
- ペDESTAL開口部付近で熱中性子束が多く確認されていることから、燃料デブリ由来と推定
- 引き続き、後続号機であるROV-C（堆積物厚さ測定）において堆積物の高さや厚さを確認した上で、ROV-D（燃料デブリ検知）において、堆積物への燃料デブリ含有状況を調査する予定

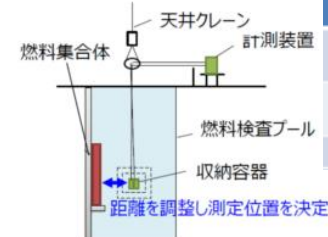


- 熱中性子束は単位時間に単位体積内を熱中性子が走行する距離の総和
- 測定は1箇所あたり60分間
- 測定結果は60分間のカウント数から評価した熱中性子束にて示す

<参考> ROV-A2に搭載のB10検出器による燃料集合体測定結果@NFD

■測定方法

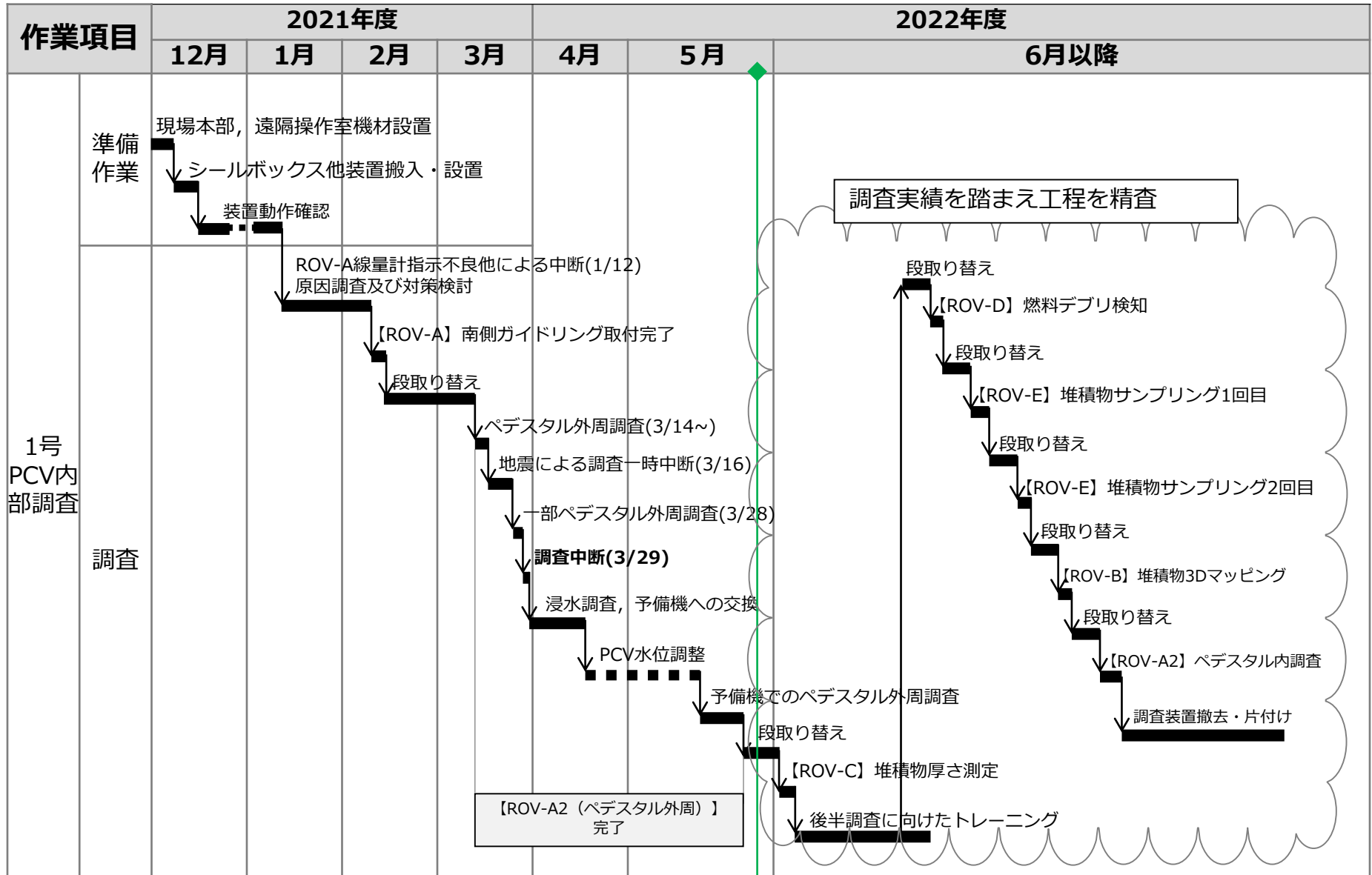
- ・燃料軸方向の中心部に設置
- ・燃料最寄位置を含め3つの位置で測定 (線量率：14.4, 6.5, 1.5 Gy/h)
- ・測定時間：3分



線量率	線源-検出器距離	熱中性子束評価値※
14.4 Gy/h	約16 cm	8.8×10^1 /cm ² /s
6.5 Gy/h	約33 cm	1.1×10^1 /cm ² /s
1.5 Gy/h	約78 cm	0 /cm ² /s

測定位置	ポイント1	ポイント2	ポイント3	ポイント4
熱中性子束 [/cm ² / s]	48.0	29.1	50.2	5.8

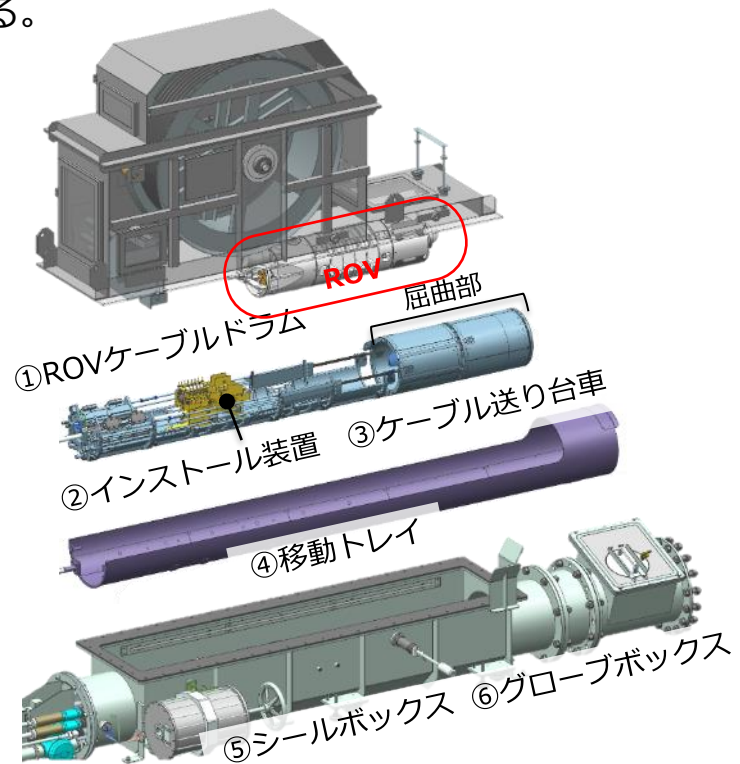
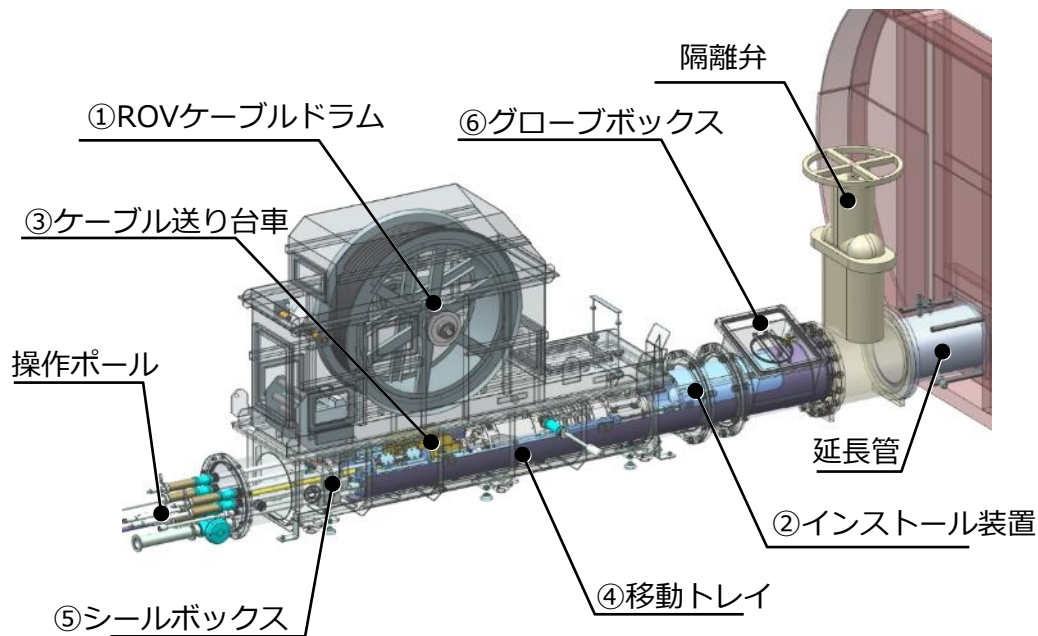
5. 今後の予定



(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) 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。

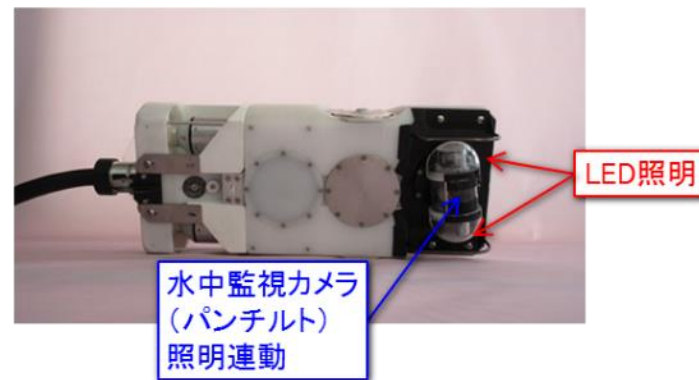
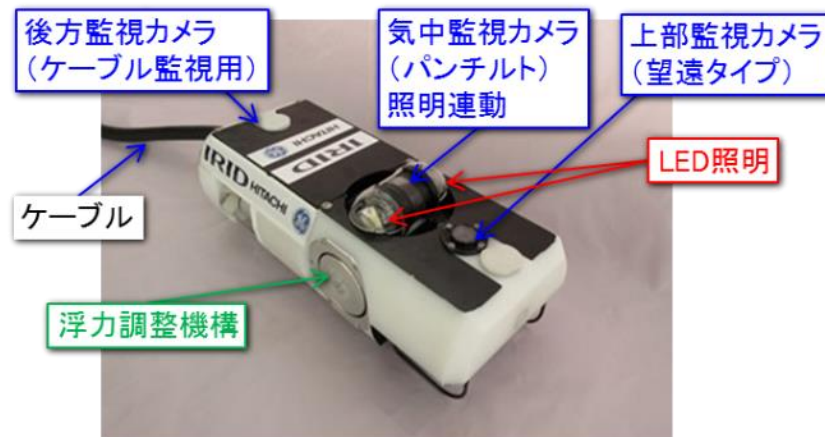
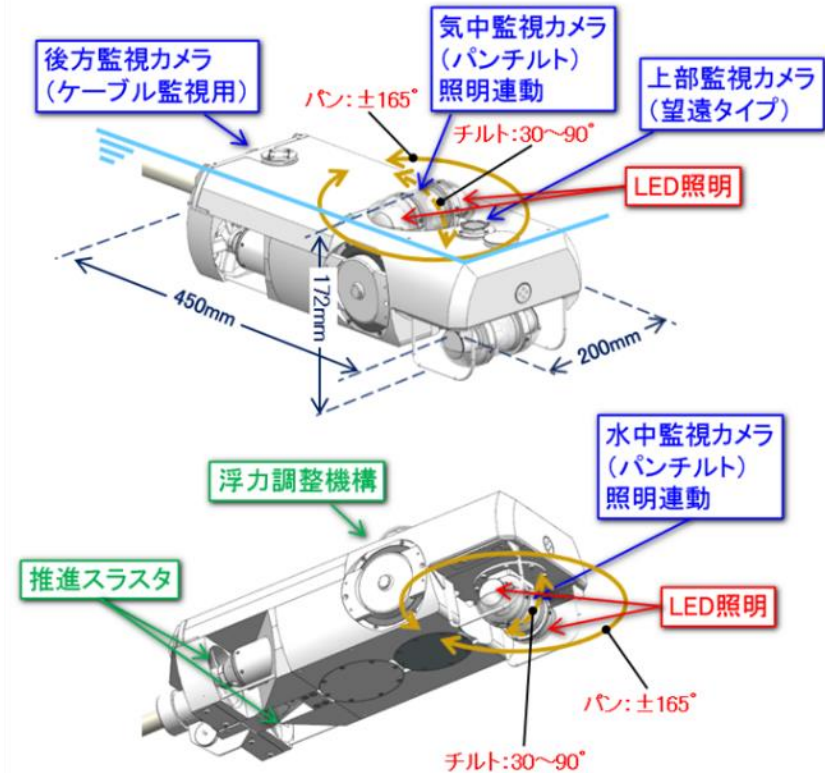


構成機器名称		役割
①	ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
②	インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③	ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④	移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤	シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥	グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

(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	

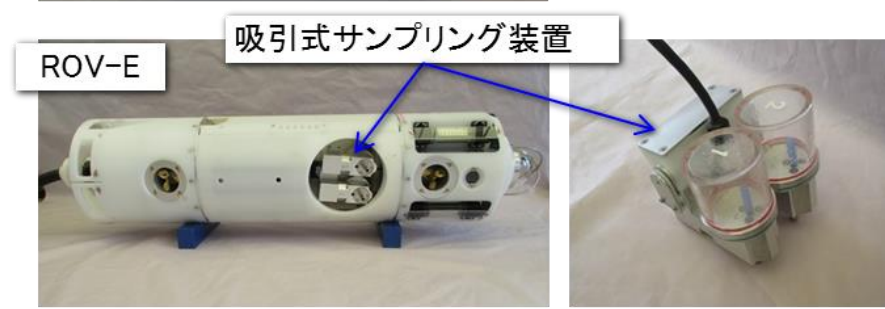
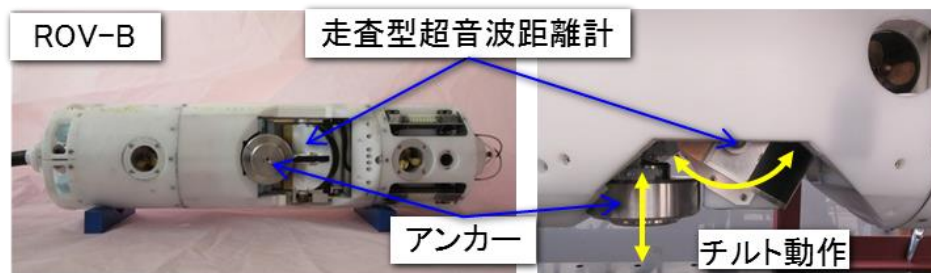
推力：約50N 寸法：直径φ20cm×長さ約45cm



(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
ROV-B 堆積物3Dマッピング	<ul style="list-style-type: none"> ・ 走査型超音波距離計 ・ 水温計 	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
ROV-C 堆積物厚さ測定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高出力超音波センサ ・ 水温計 	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
ROV-D 堆積物デブリ検知	<ul style="list-style-type: none"> ・ CdTe半導体検出器 ・ 改良型小型B10検出器 	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
ROV-E 堆積物サンプリング	<ul style="list-style-type: none"> ・ 吸引式カプリング装置 	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

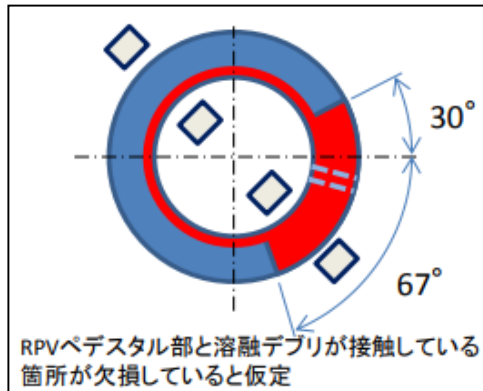


(参考) IRIDにおけるペDESTAL部の耐震性・影響評価について

- 国の補助事業「廃炉・汚染水対策事業」にて、2016年度に国際廃炉研究開発機構（IRID）が圧力容器及び格納容器の耐震性・影響評価を実施。
- ペDESTALの一部が高温により劣化・損傷した状態において、コンクリートや鉄筋のひずみ等の耐震性評価を実施したところ、日本機械学会「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格」の基準値以下であることを確認。

評価結果まとめ

ケース	温度	デブリ侵食	評価項目	発生応力・ひずみ(A)	評価基準値(B)	A/B
No.1	内側800°C 外側800°C	なし	コンクリートひずみ	305μ	3000μ	0.10
			鉄筋ひずみ	155μ	5000μ	0.03
			面外せん断応力	0.23 N/mm ²	1.28 N/mm ²	0.18
No.2	内側1200°C 外側600°C	"	コンクリートひずみ	671μ	3000μ	0.22
			鉄筋ひずみ	286μ	5000μ	0.06
			面外せん断応力	0.39 N/mm ²	1.20 N/mm ²	0.33
No.3	"	あり	コンクリートひずみ	1246μ	3000μ	0.42
			鉄筋ひずみ	652μ	5000μ	0.13
			面外せん断応力	0.69 N/mm ²	1.44 N/mm ²	0.48



出典：

平成26年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金
 圧力容器/格納容器の耐震性・影響評価手法の開発 平成28年度成果報告
 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構（IRID）
https://irid.or.jp/wp-content/uploads/2017/06/20160000_11.pdf