

1号機 PCV内部調査の状況について

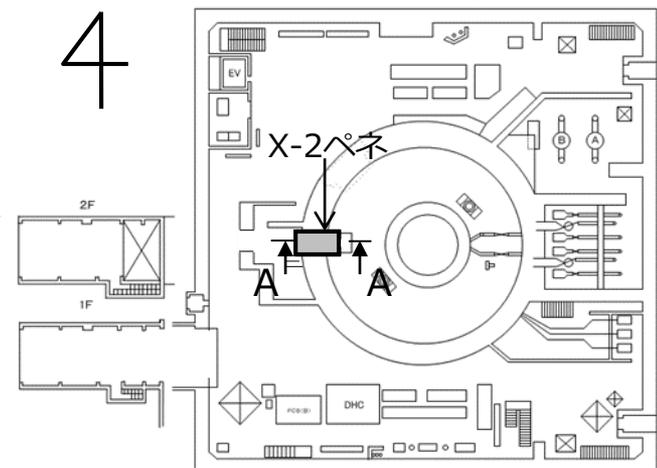
2022年7月28日

IRID **TEPCO**

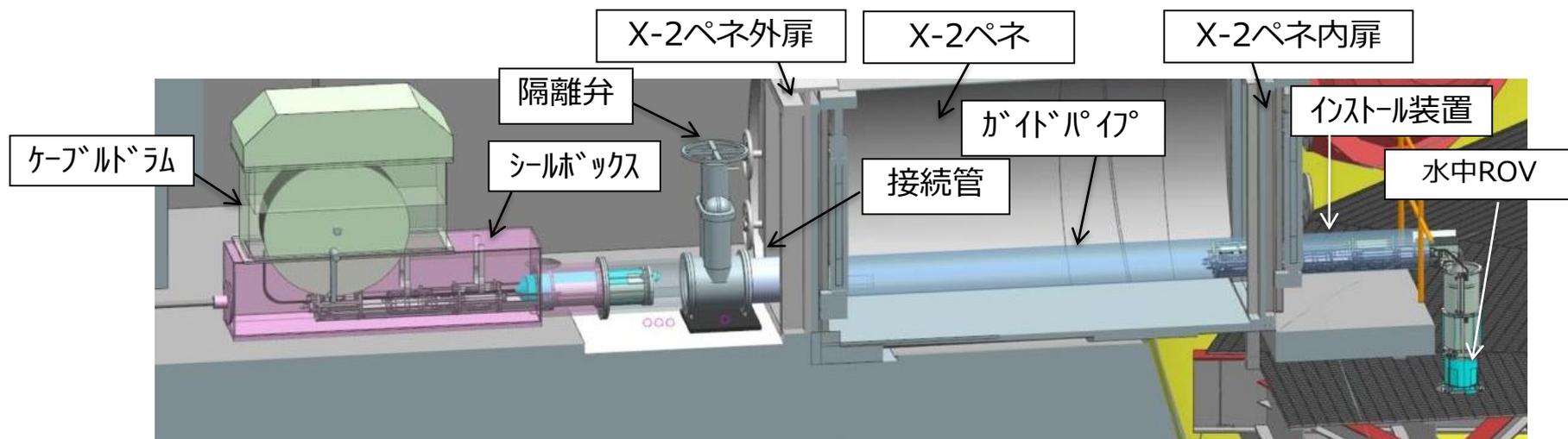
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

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



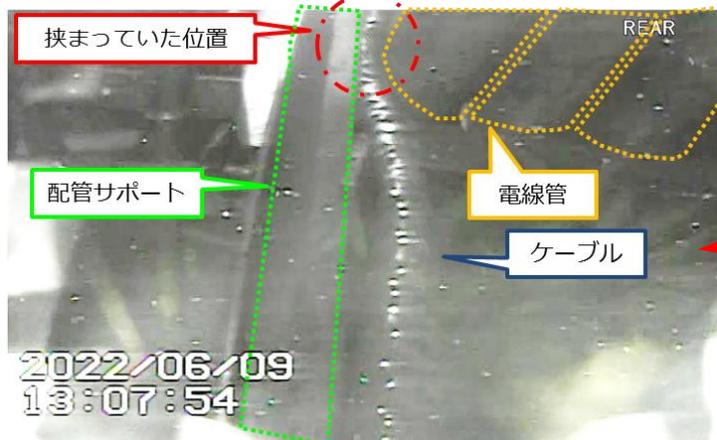
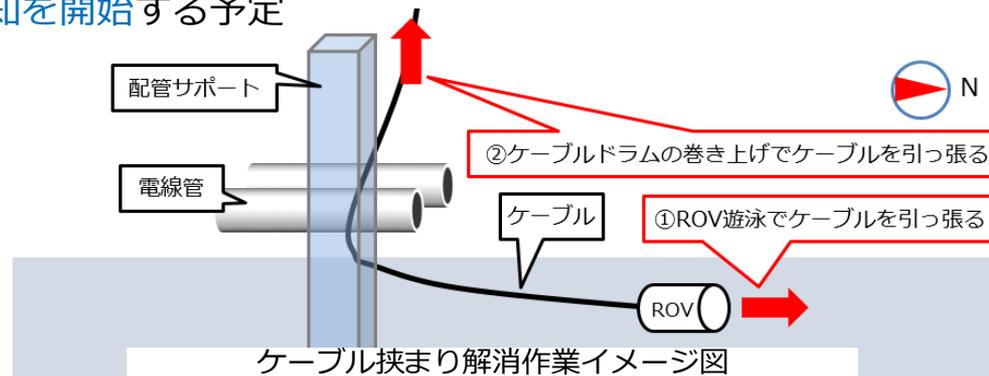
1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置



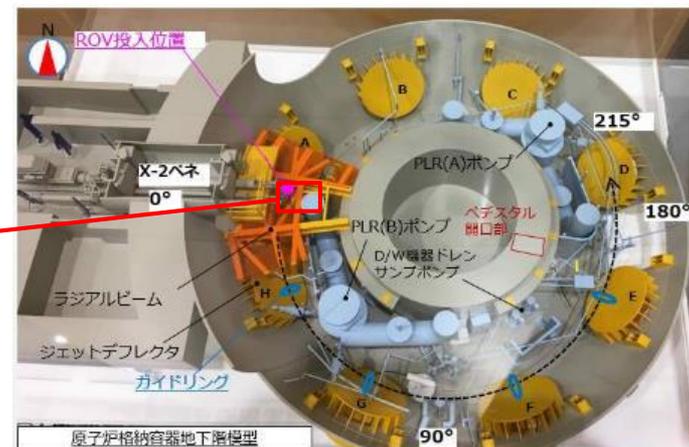
内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

2. PCV内部調査の状況

- 6月7日からROV-Cによる堆積物厚さ測定を開始，6月10日に，ROV-CのケーブルがPCV内の電線管と配管サポート部材の間に挟まり，移動範囲が限定的となる事象が発生したが，翌6月11日に予め定めていた手順（図①，②）に則り操作を行うことで挟まりを解消，その後ROV-Cを回収し，調査を完了
- 7月1日，PCV地下階を模擬したモックアップ設備に対し，前半調査で得られた映像情報から，干渉物の追加設置を完了
- 現在，モックアップ施設において，ROV-Cケーブル挟まれ事象の再現性確認及び対策検討を実施中
- 対策検討後に後半調査に向けたトレーニングを開始し，トレーニング期間を挟み，準備が整い次第，ROV-Dによる燃料デブリ検知を開始する予定



ケーブルが挟まっていた状況(後方カメラ映像)



ケーブルが挟まっていた位置

3. モックアップ設備に対する干渉物の反映状況

- モックアップ設備を改良（前半調査により得られた情報から模擬する干渉物を追加）し、後半調査時における装置が干渉するリスク低減や遊泳操作における手順の改良を図る
- 模擬する干渉物の代表例としては、これまでに経験した事象を基に、ROV-A2のケーブルが掛かり浸水に至った⑤のサポートや、ROV-Cケーブルが挟まれた①の電線管・電線管サポート等が挙げられる

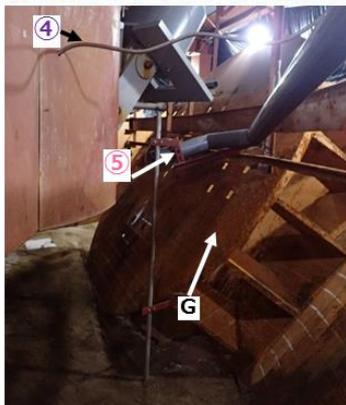
① ROV投入位置下部の電線管・サポート



- ② ジェットデフレクタH前の電線管サポート
- ③ 水面近傍の電線管



- ④ 水面近傍の電線管
- ⑤ ジェットデフレクタG付近のL型サポート



⑥ ジェットデフレクタG前の電線管



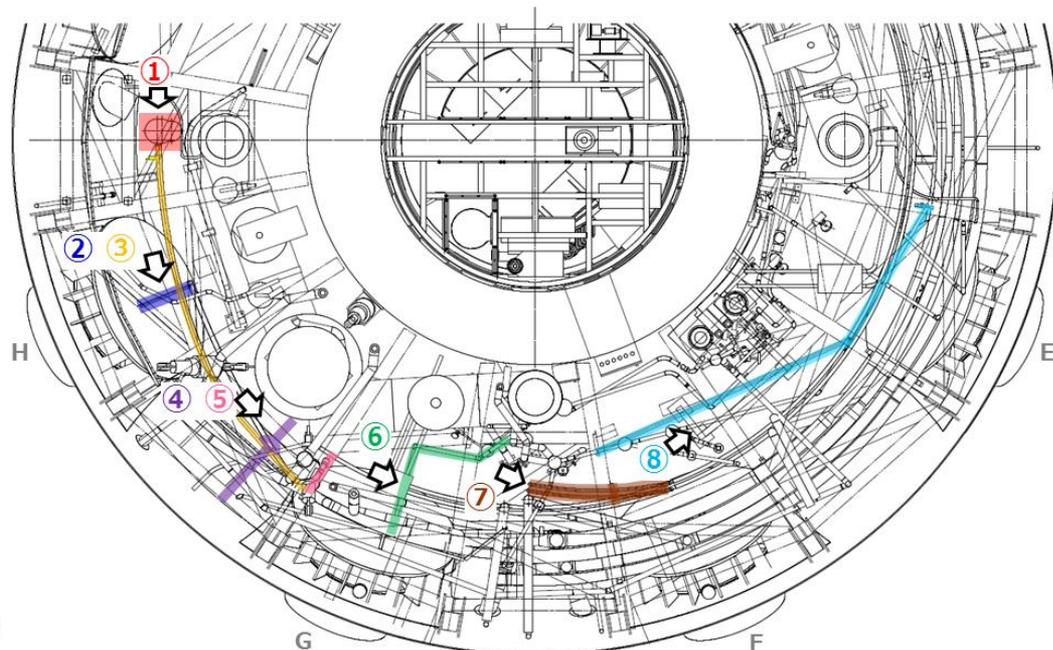
⑦ ジェットデフレクタF前の電線管



⑧ ジェットデフレクタF,Eの電線管

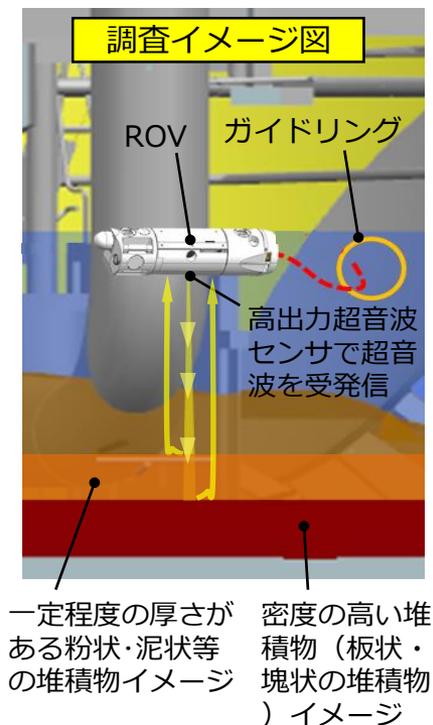
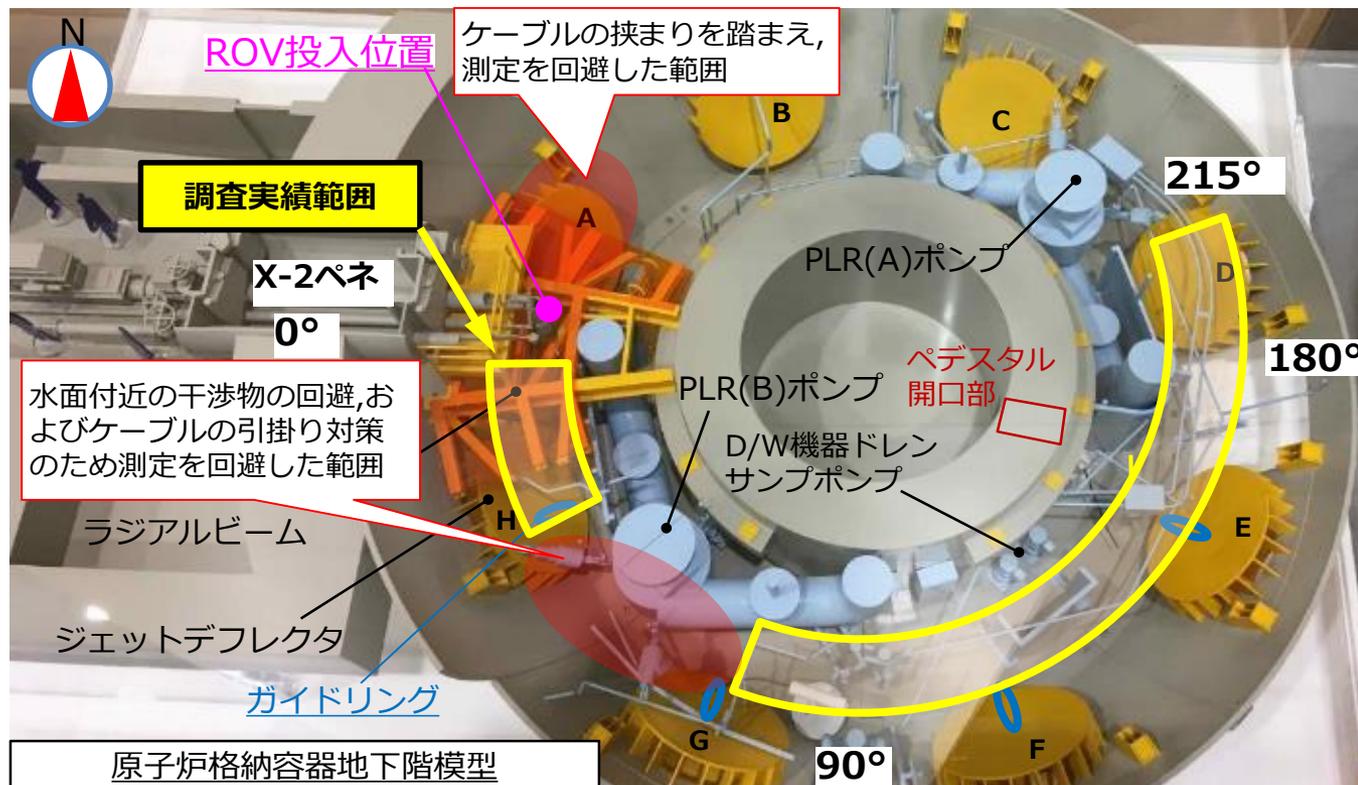


機器ドレンサンプポンプの遮へい材



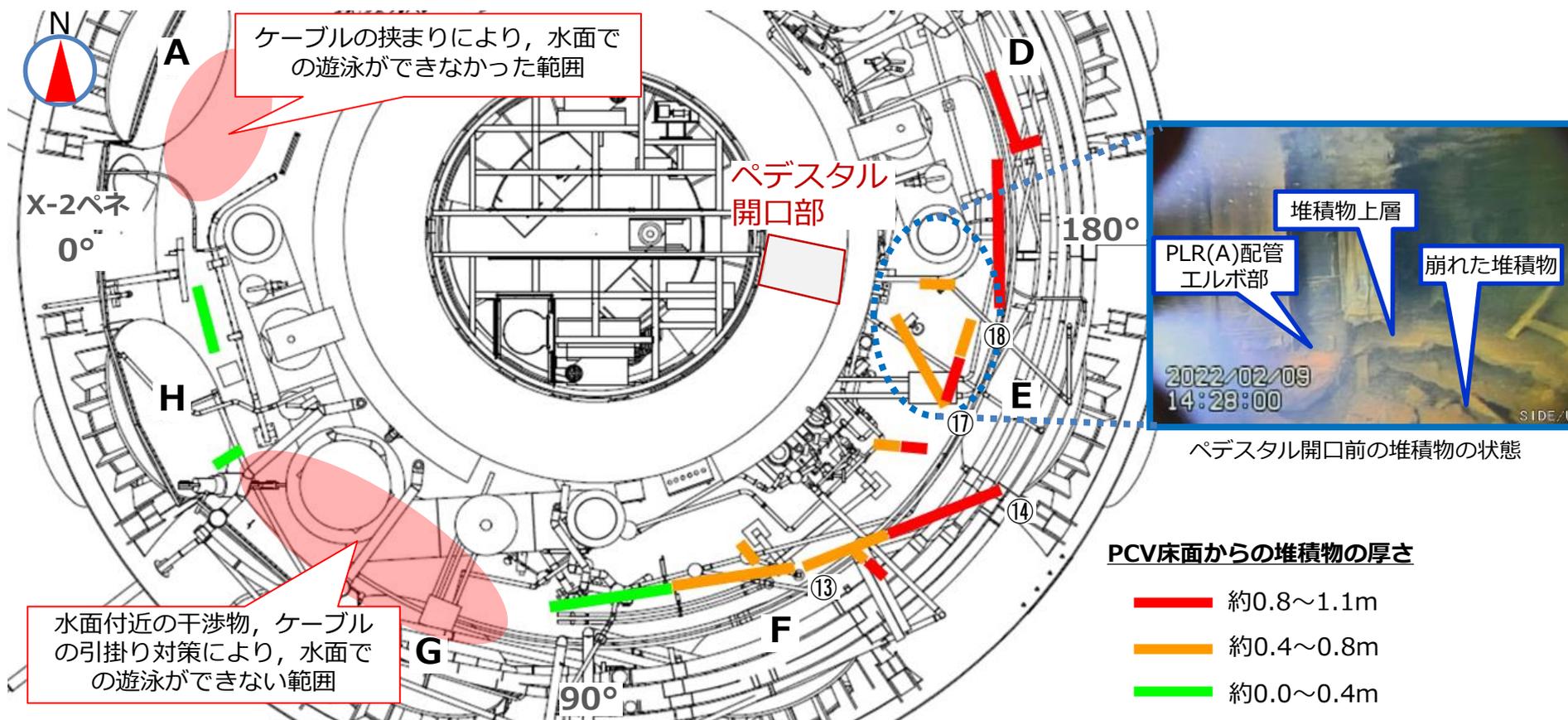
4. ROV-Cによる堆積物厚さ測定実績

- 調査範囲：ROV投入位置から約215°の範囲（測定を回避した一部の範囲を除く）
- 調査方法：水面を一定速度で遊泳しながら、堆積物（PCV底部方向）へ超音波を発信、跳ね返りを受信
- 調査箇所：13箇所
- 評価
 - 取得した超音波測定データと、測定位置の映像・既設構造物の位置情報を比較し、水面から堆積物までの距離や厚さを推定



5. ROV-Cによる堆積物厚さ測定結果まとめ(全13箇所)

- 超音波測定データ及びROV-C・A2の調査時の映像から、粉状・泥状の堆積物は想定より薄いと評価。また、堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）内部の状態（空洞の存在等）については、今回の調査結果からは評価不可
- PCV底部からの堆積物厚さについては、ペDESTAL開口部付近が比較的高く、ROV投入位置であるX-2ペネ付近に近づくにつれて徐々に低くなっていることを確認
- ペDESTAL開口部前の堆積物が一部低くなっている(下図、青点線囲い部)が、調査映像より堆積物が崩れているためと推定。



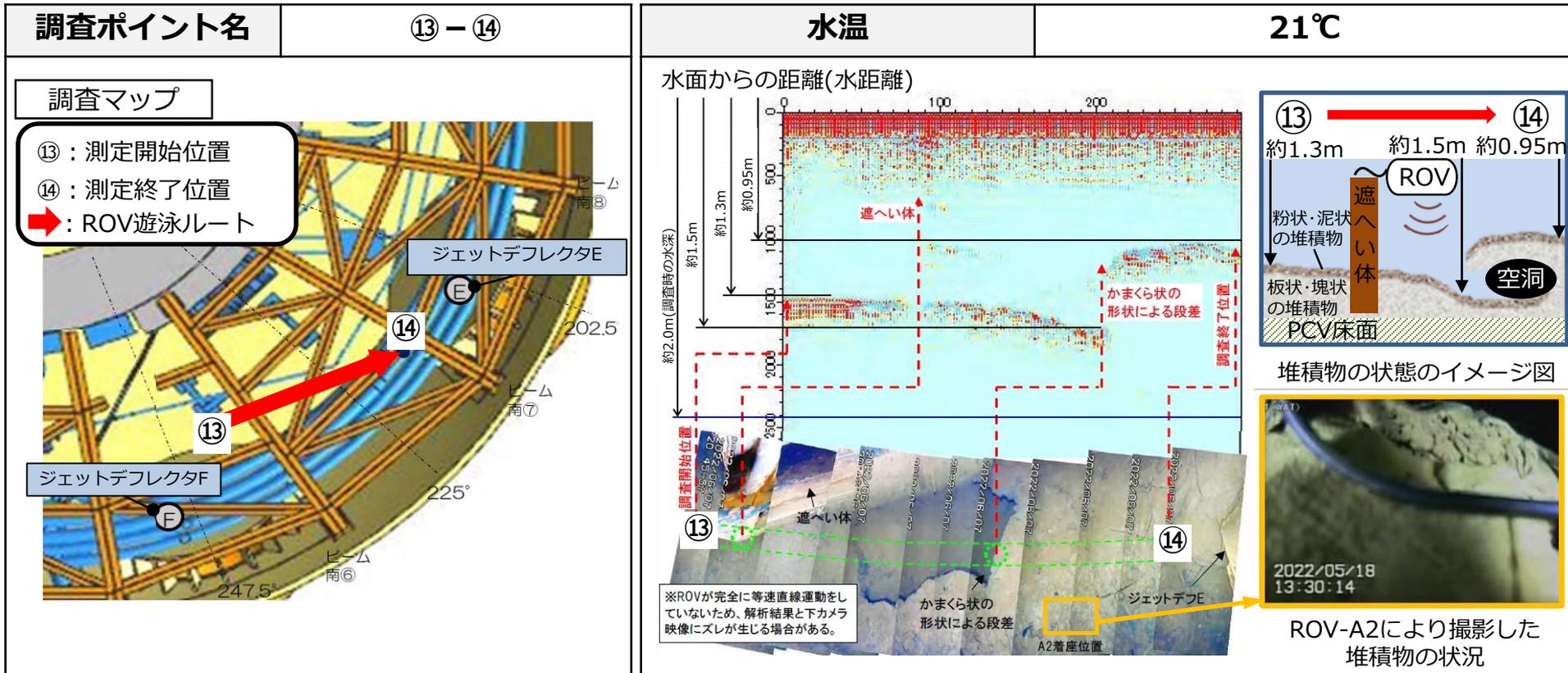
※PCV床面からの堆積物の高さは水位2.0mを基準として算出

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

(参考) 堆積物の状態が特徴的な調査ポイントの評価結果 (1/2)

<⑬ - ⑭の評価結果>

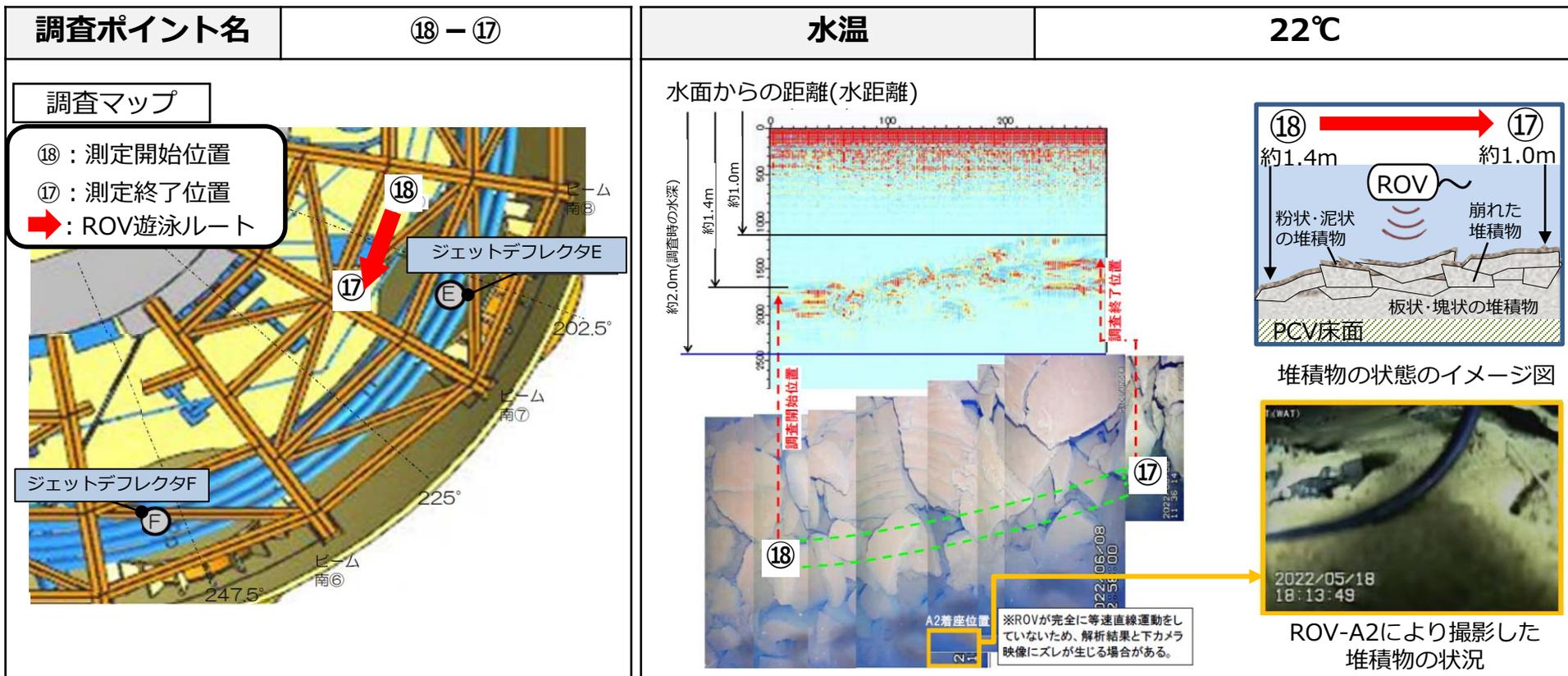
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約0.95～1.5mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.5～1.05mと評価
- 堆積物は調査映像より、遮へい体前に空洞部が確認されており、測定結果についても空洞部の段差を確認



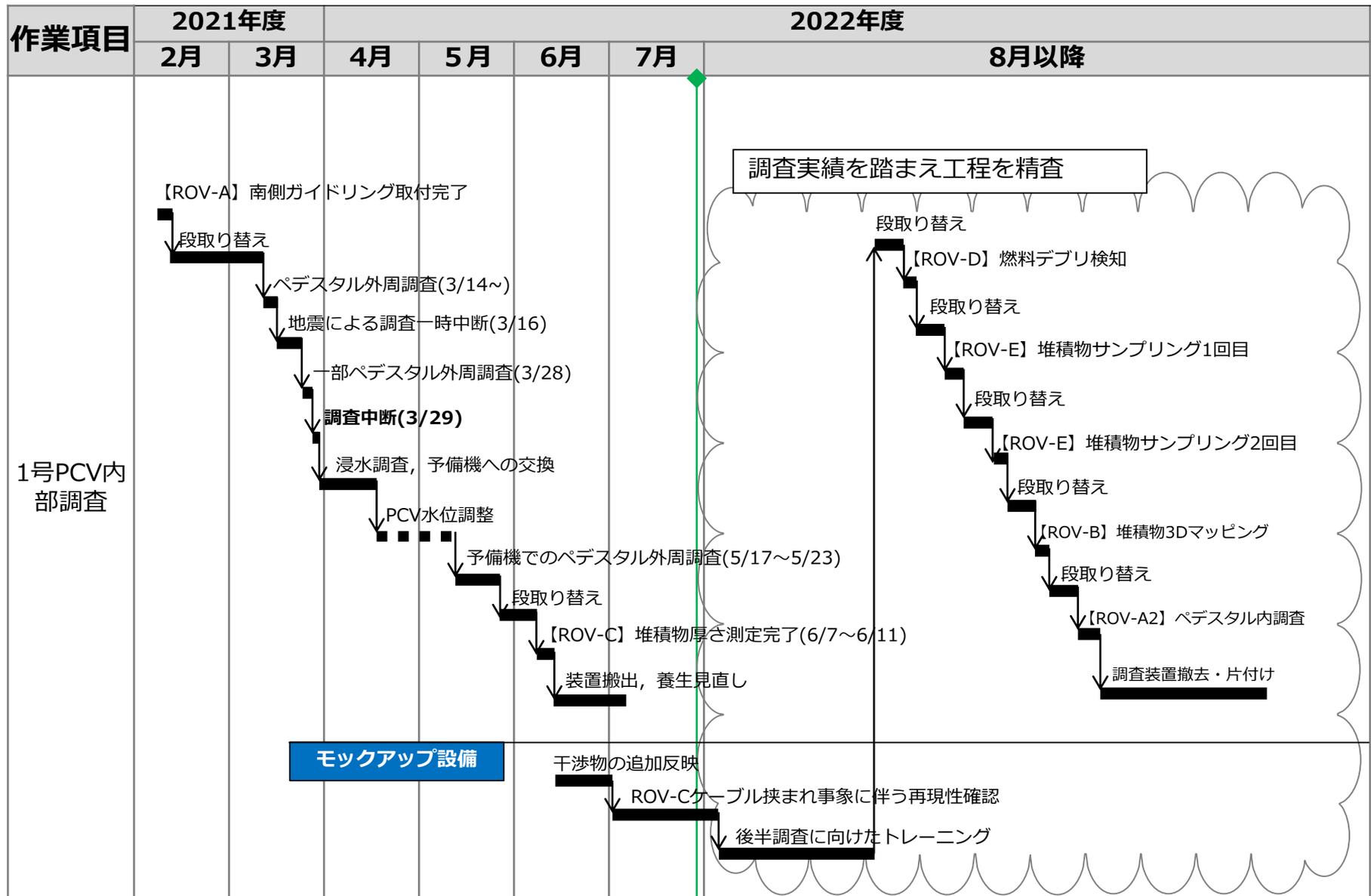
(参考) 堆積物の状態が特徴的な調査ポイントの評価結果 (2/2)

<⑱ - ⑰の評価結果>

- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.0~1.4mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.6~1.0mと評価
- 堆積物は調査映像より、崩れた状態が確認されており、測定結果についても崩れた堆積物の凹凸を確認

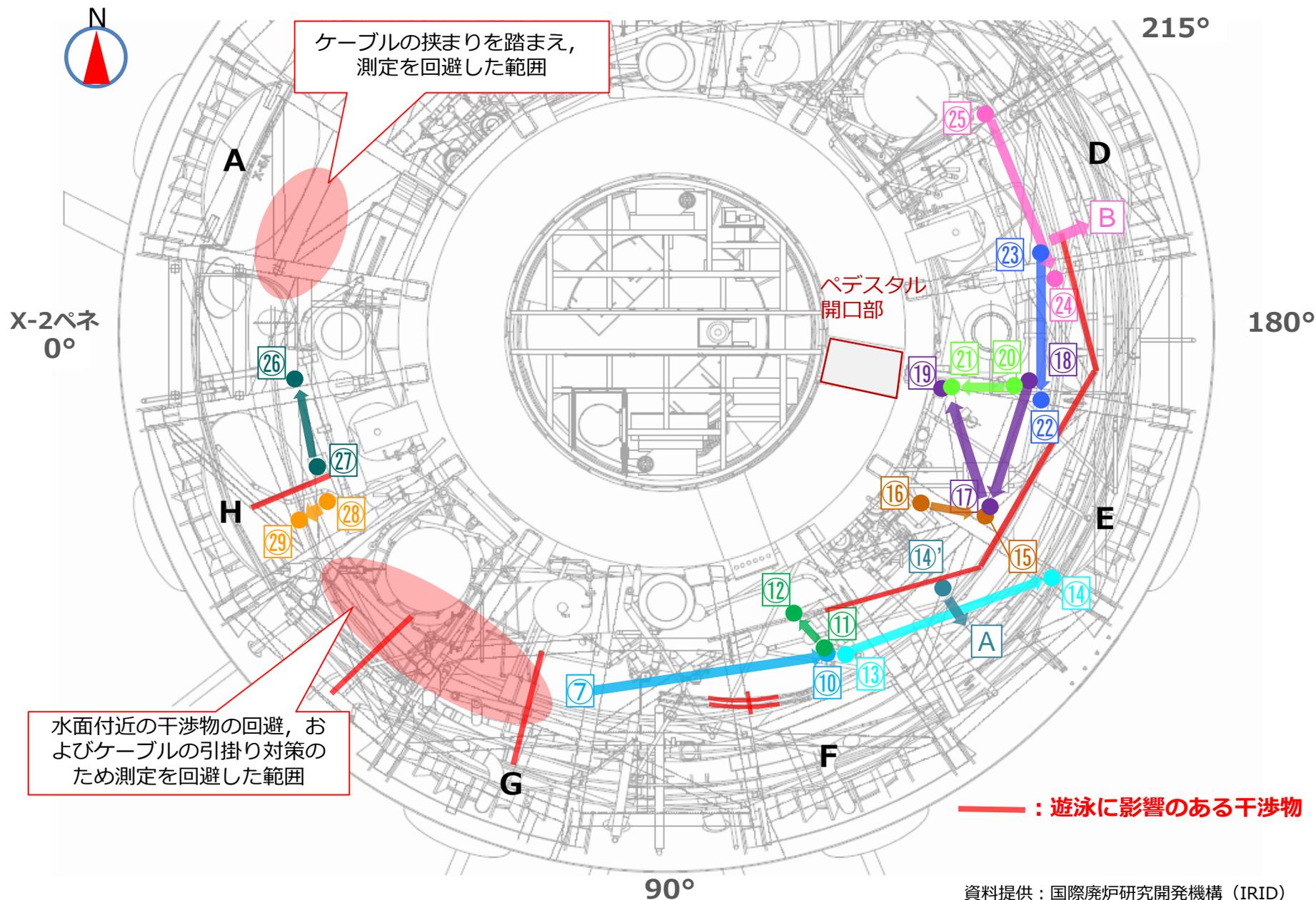


6. 今後の予定



(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) ROV-Cによる堆積物厚さ測定箇所マップ



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (1 / 8)

<⑪ - ⑫の評価結果>

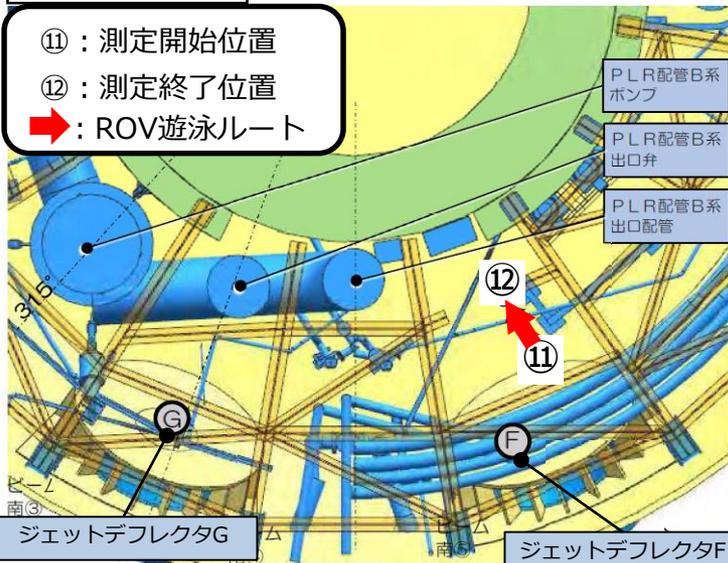
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.2~1.25mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.75~0.8mと評価
- 堆積物の厚さは、調査ポイント⑪から⑫に向かって増加傾向

調査ポイント名

⑪ - ⑫

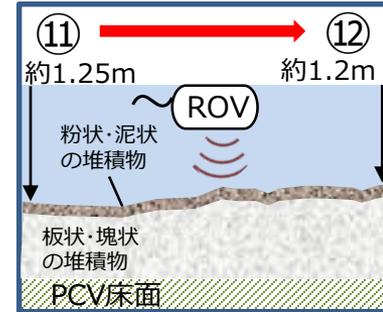
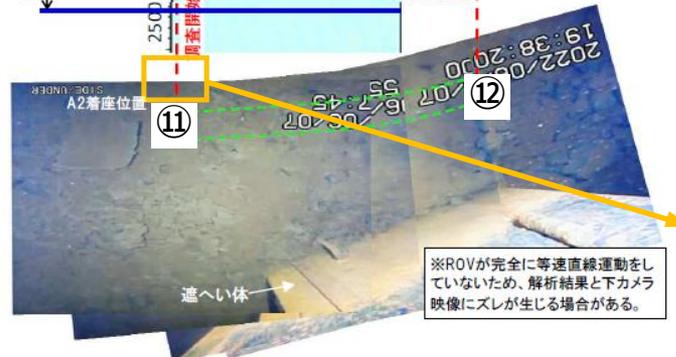
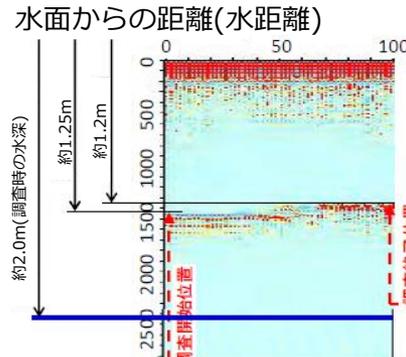
調査マップ

- ⑪ : 測定開始位置
- ⑫ : 測定終了位置
- ➡ : ROV遊泳ルート



水温

21℃



堆積物の状態のイメージ図

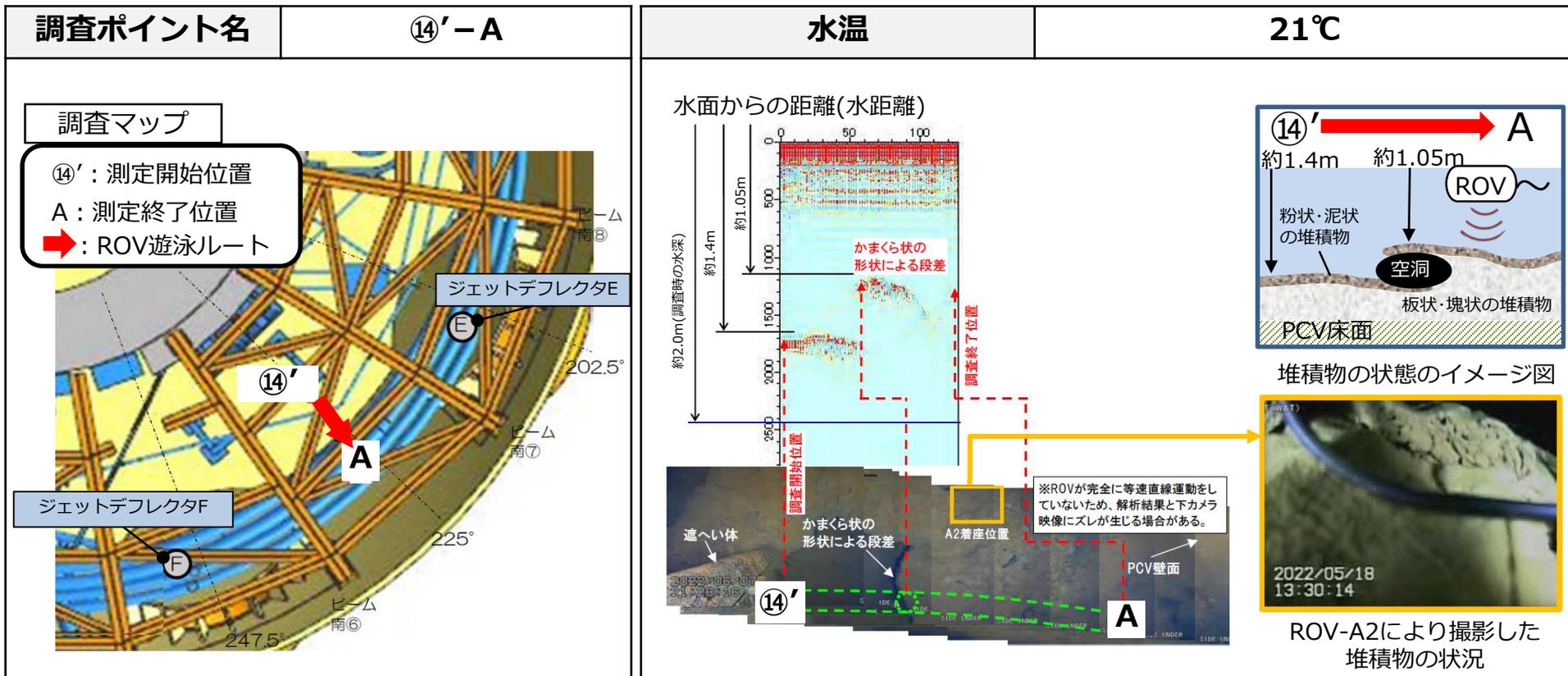


ROV-A2により撮影した堆積物の状況

(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (2/8)

<⑭'-Aの評価結果>

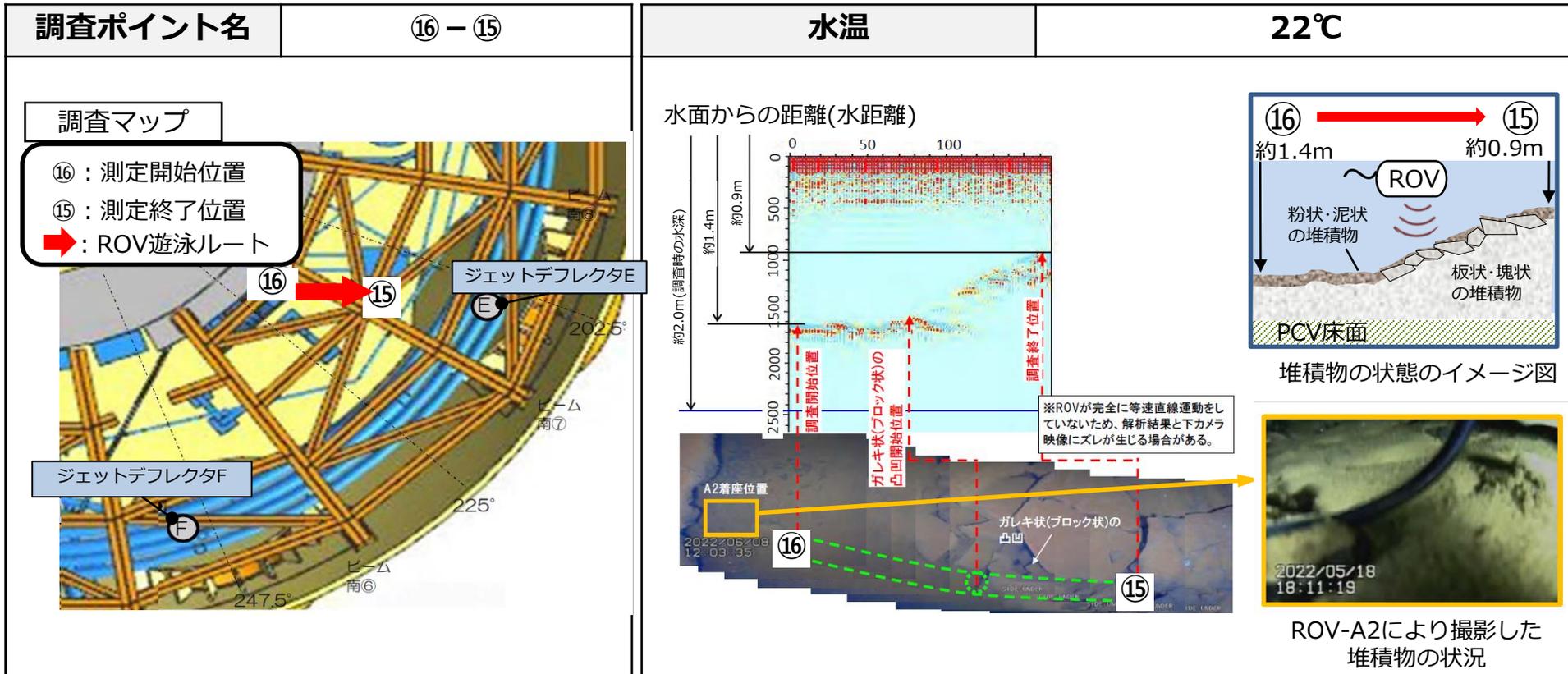
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.05～1.4mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.6～0.95mと評価
- 堆積物は調査映像より、遮へい体前に空洞部が確認されており、測定結果についても空洞部の段差を確認



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (3/8)

<⑬ - ⑮の評価結果>

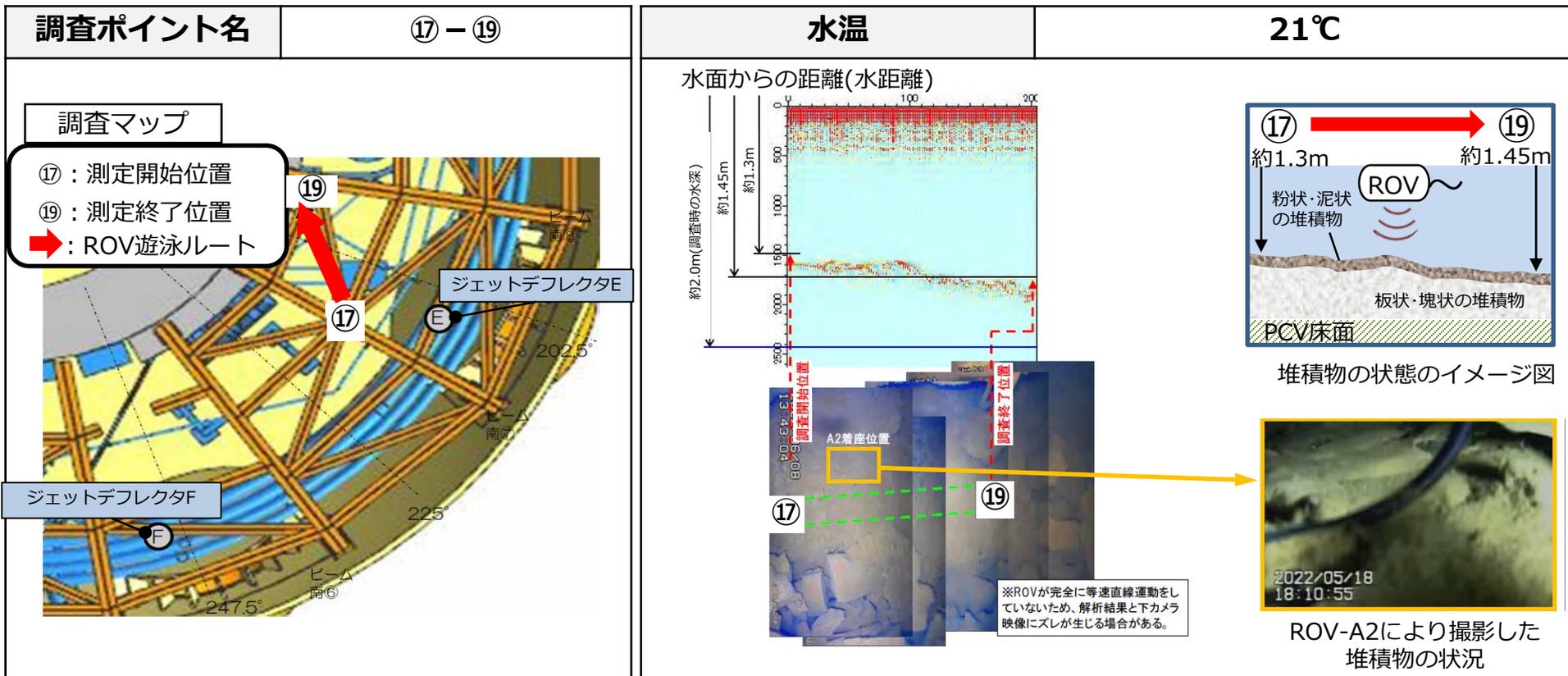
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約0.9~1.4mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.6~1.1mと評価
- 堆積物は調査映像より、崩れた状態が確認されており、測定結果についても崩れた堆積物の凹凸を確認



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (4/8)

<⑰ - ⑲の評価結果>

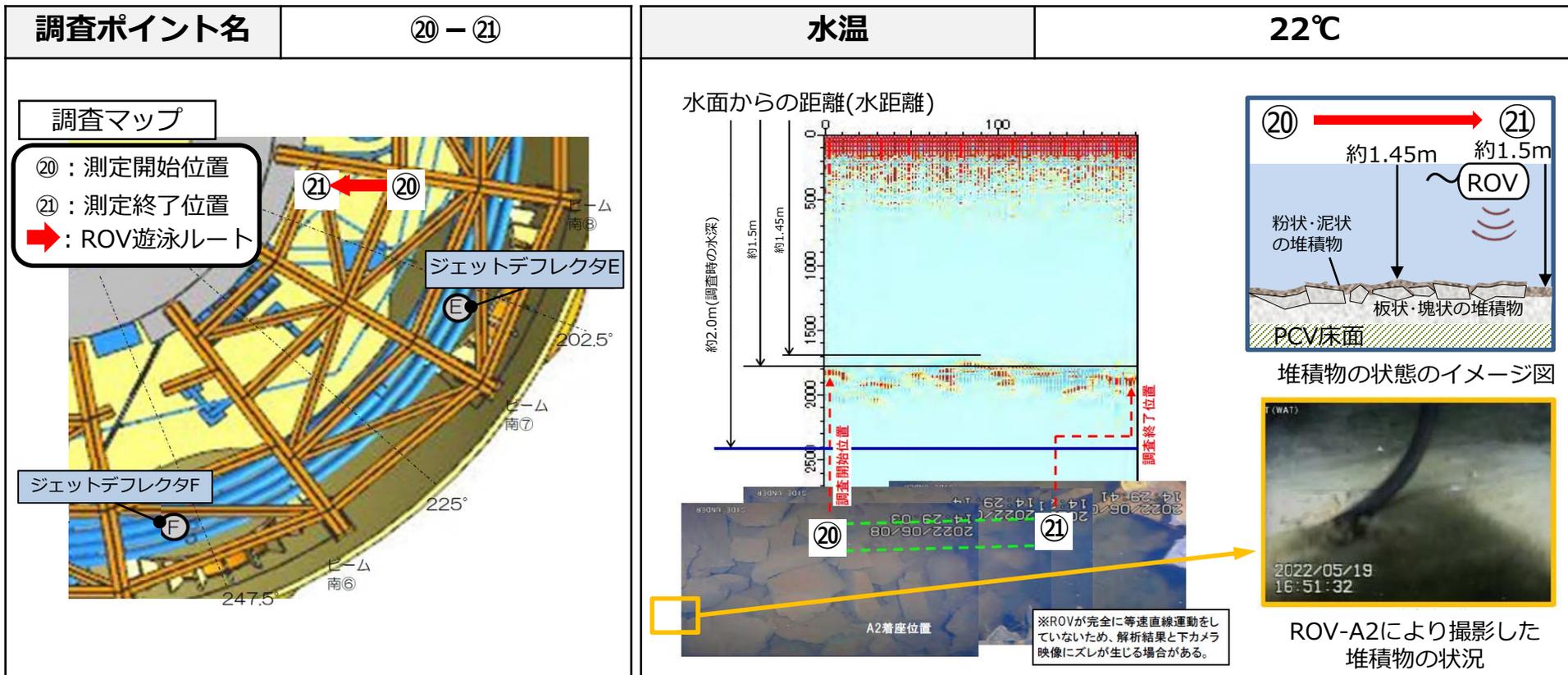
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.3~1.45mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.55~0.7mと評価
- 堆積物の厚さは、調査ポイント⑰から⑲に向かって減少傾向であるが、ペデスタル開口部前の崩れた堆積物による影響と推定



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (5/8)

<⑳ - ㉑の評価結果>

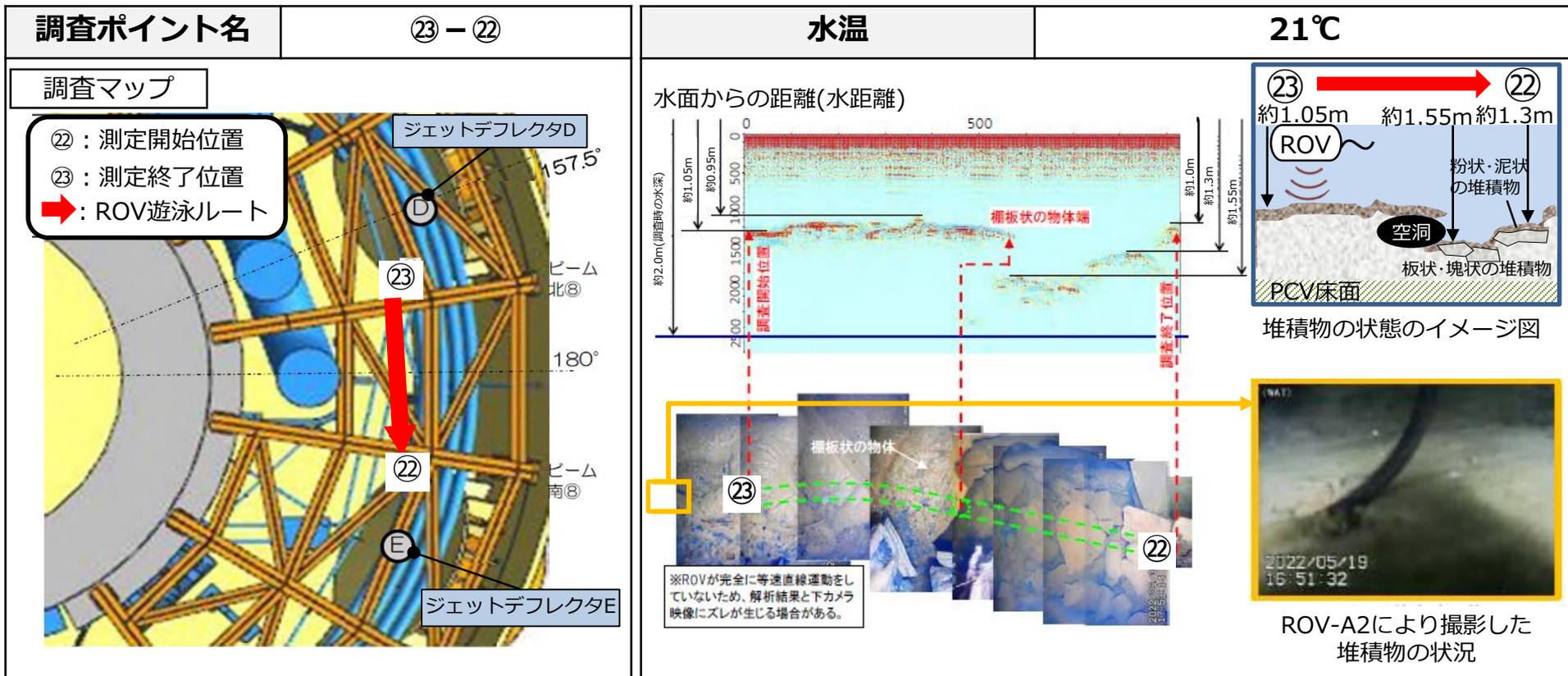
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.45～1.5mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.5～0.55mと評価
- 堆積物は調査映像より、崩れた状態が確認されており、測定結果についても崩れた堆積物の凹凸を確認



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (6/8)

<②③ - ②②の評価結果>

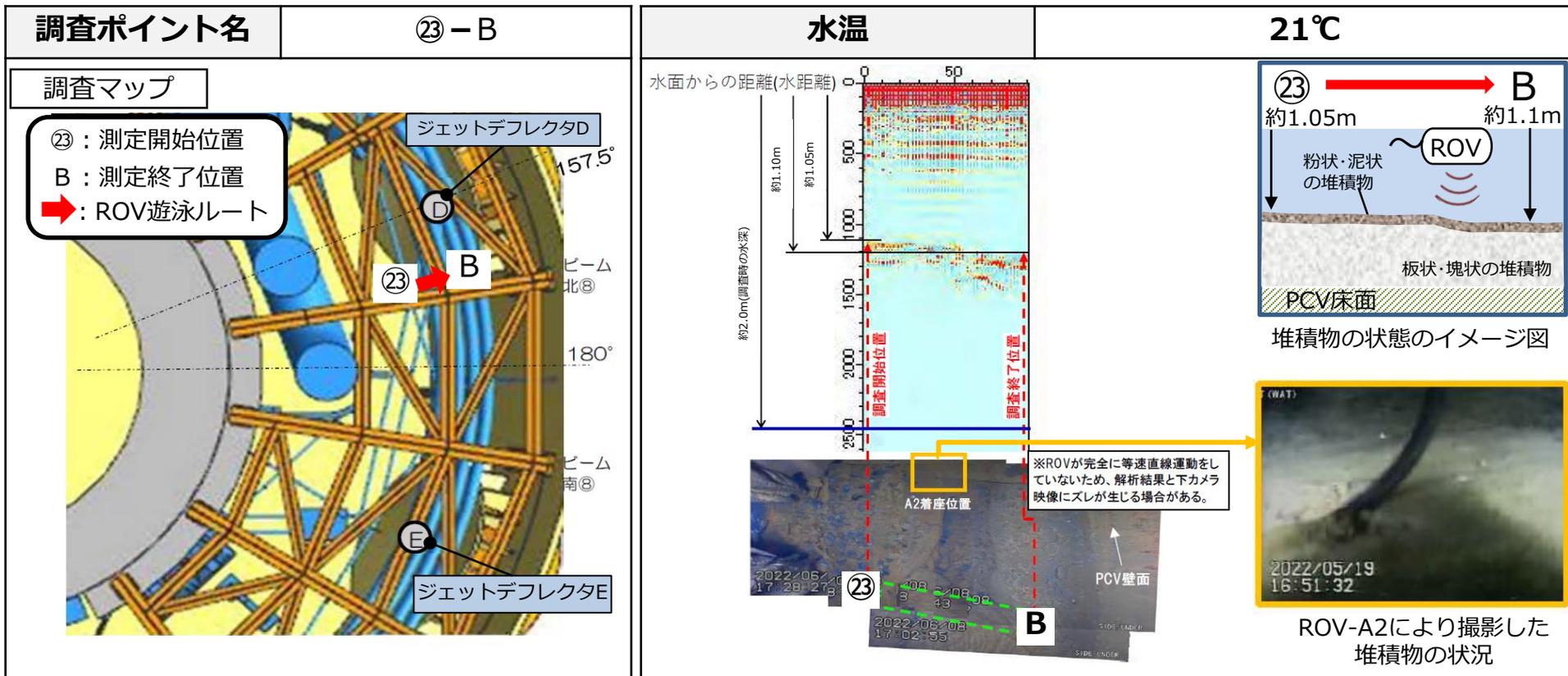
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約0.95～1.55mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.45～1.05mと評価
- 堆積物は調査映像より、崩れた状態が確認されており、測定結果についても崩れた堆積物の凹凸を確認



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (7/8)

<②③ - Bの評価結果>

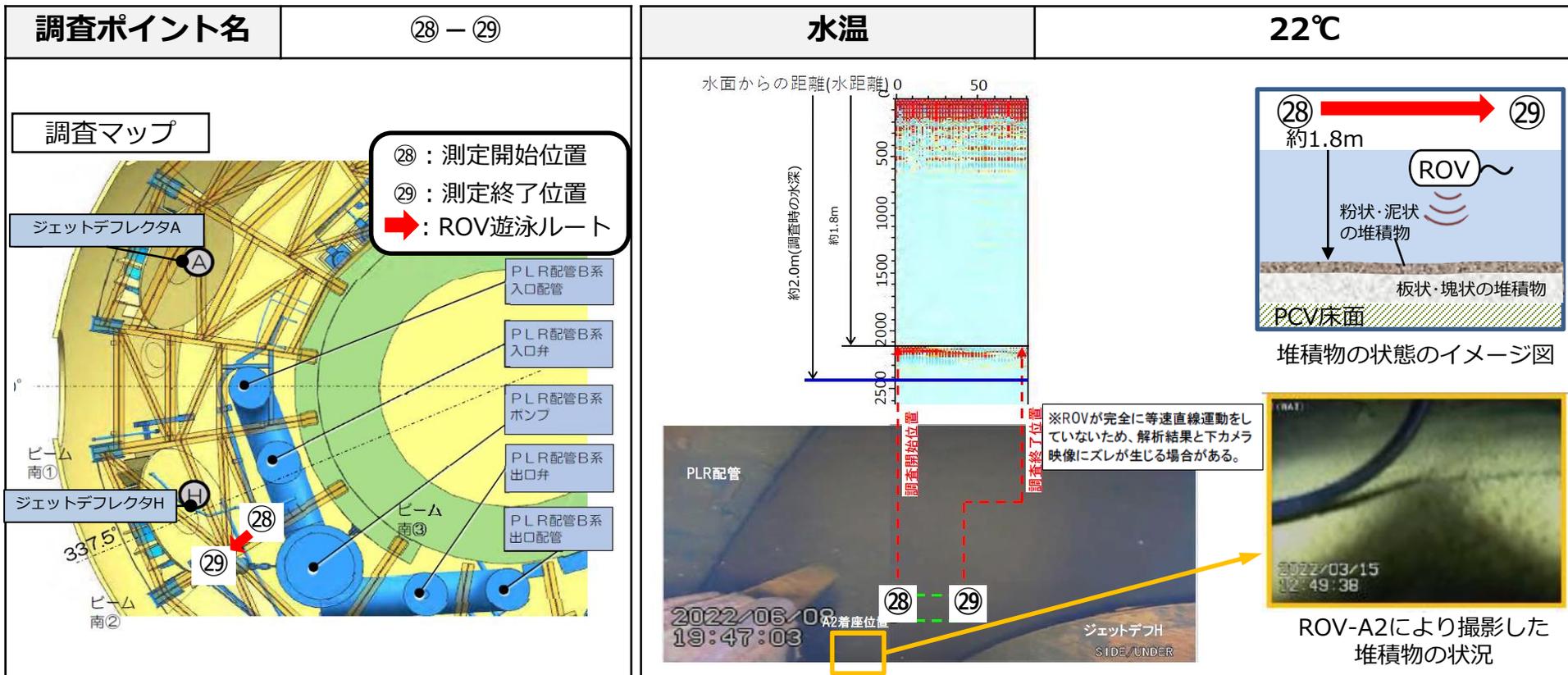
- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.05～1.10mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.90～0.95mと評価
- 堆積物の厚さは、調査ポイント②からBに向かって、やや減少傾向



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 (8/8)

<⑳ - ㉑の評価結果>

- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.8mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.2mと評価
- 当調査ポイントの堆積物は比較的なだらかであり、堆積物の厚さに大きな変化はない



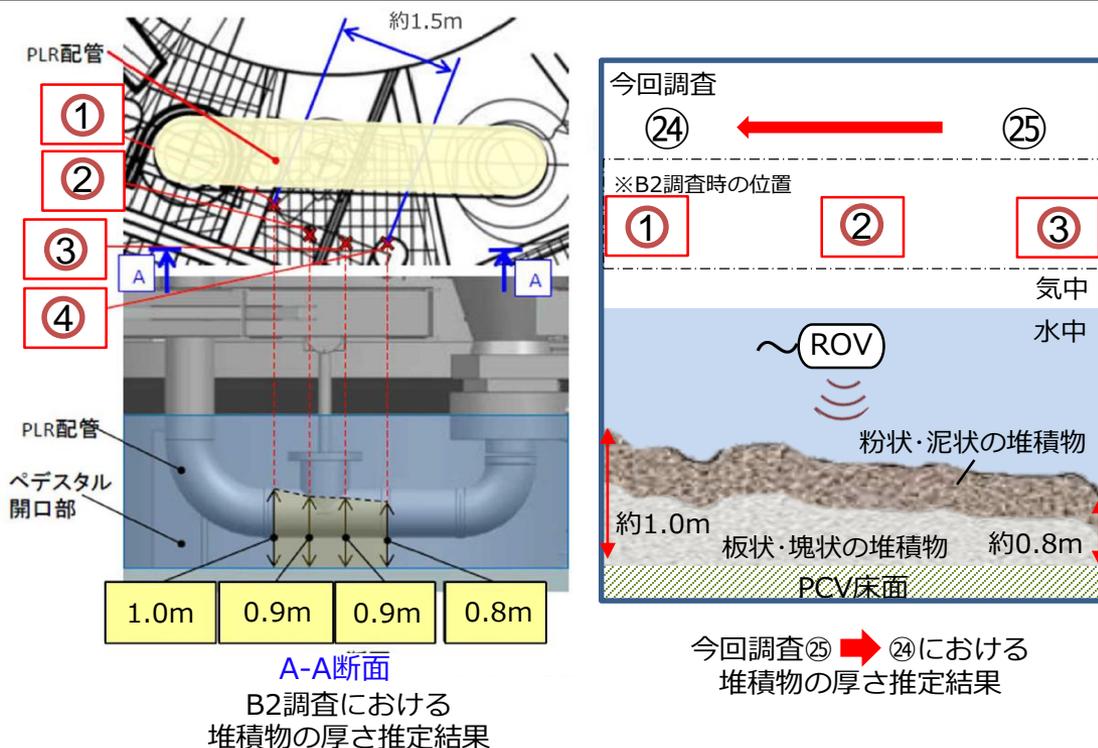
(参考) 2017年 1号機B2調査と調査ポイント②⑤ - ②④の比較

- 2017年に実施した1号機PCV内部調査(以下, B2調査)にて, 今回の調査ポイント②⑤ - ②④近傍を調査
- B2調査では映像データから堆積物厚さを推定しており, 約0.8~1.0mであると評価
- 今回の調査ポイント②⑤ - ②④においても, 堆積物の厚さは約0.8~1.0mであると評価しており, 堆積物厚さの増加傾向も類似

調査ポイント比較



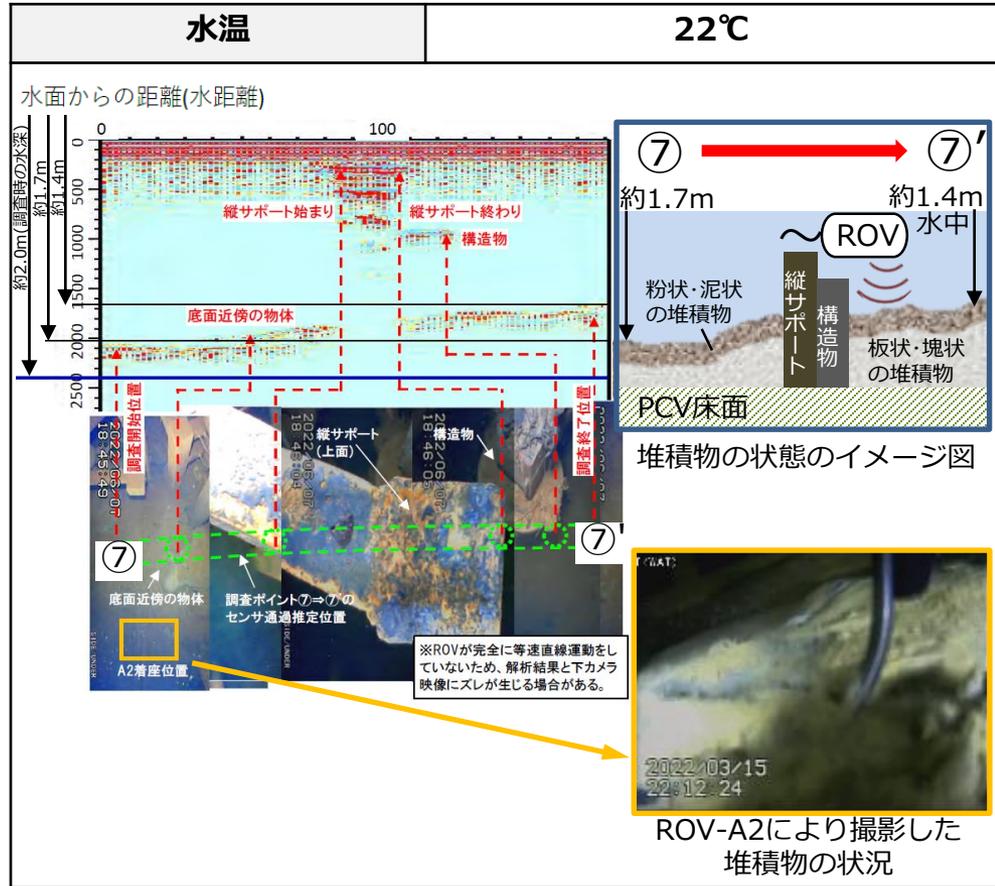
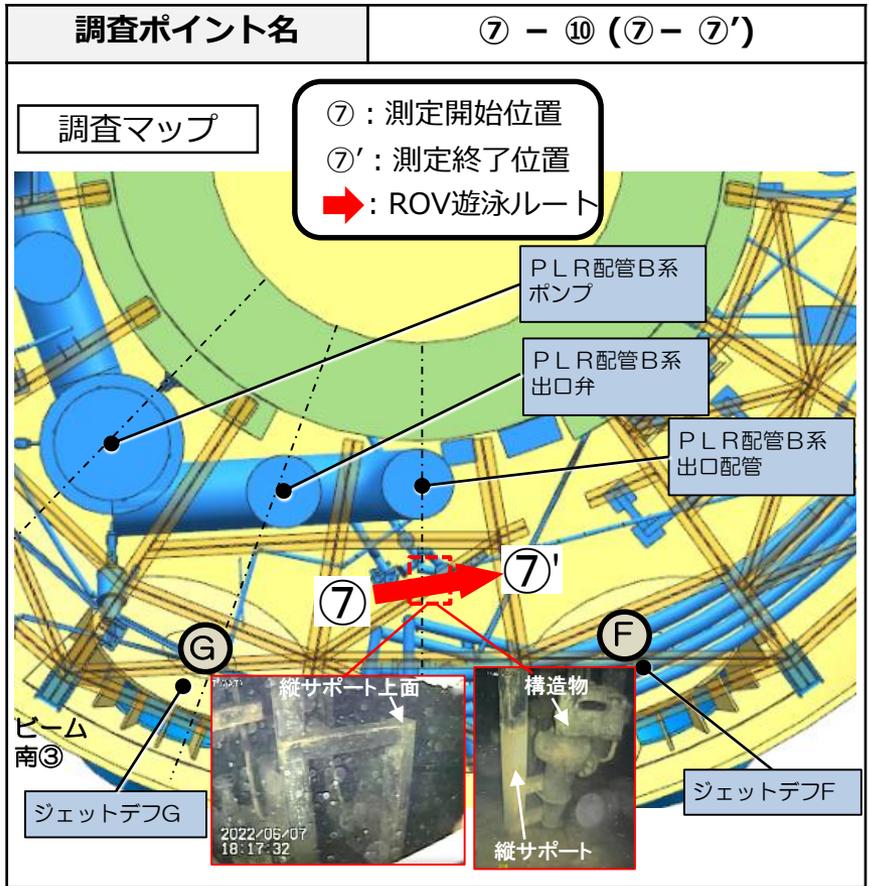
堆積物の状態比較



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 / 6月公表済箇所(2/3)

<ジェットデフレクター (G), (F) 付近 / ⑦ - ⑩ (⑦ - ⑦')の評価結果>

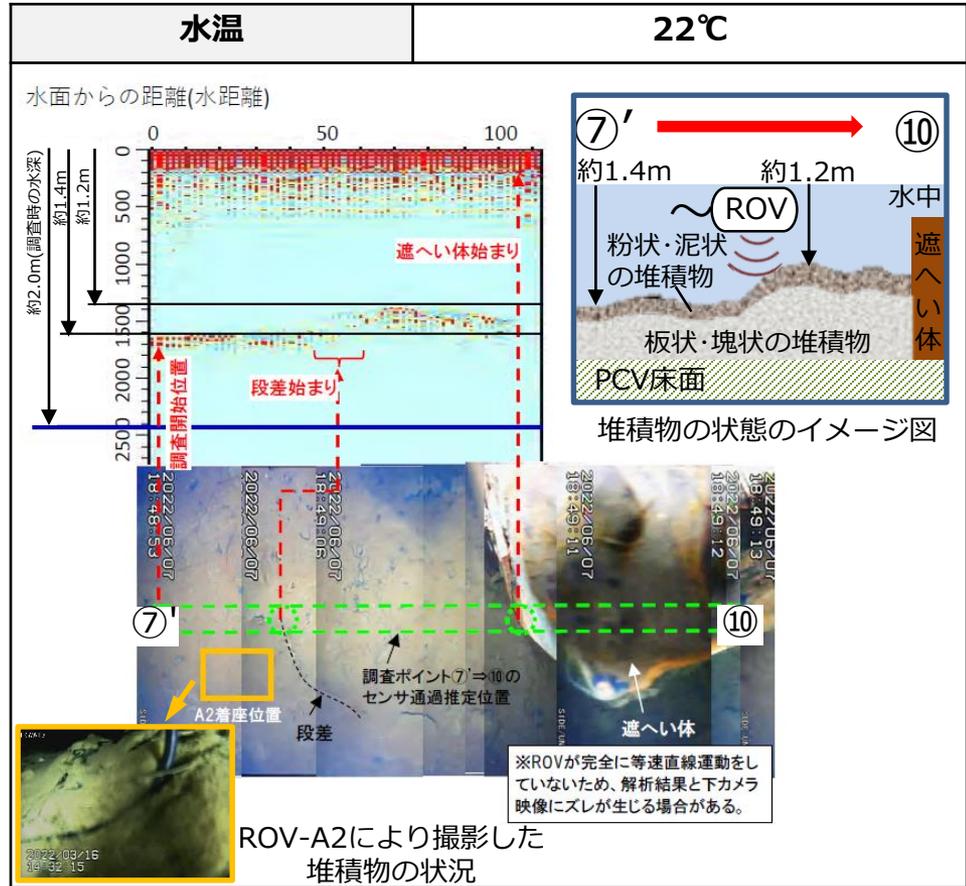
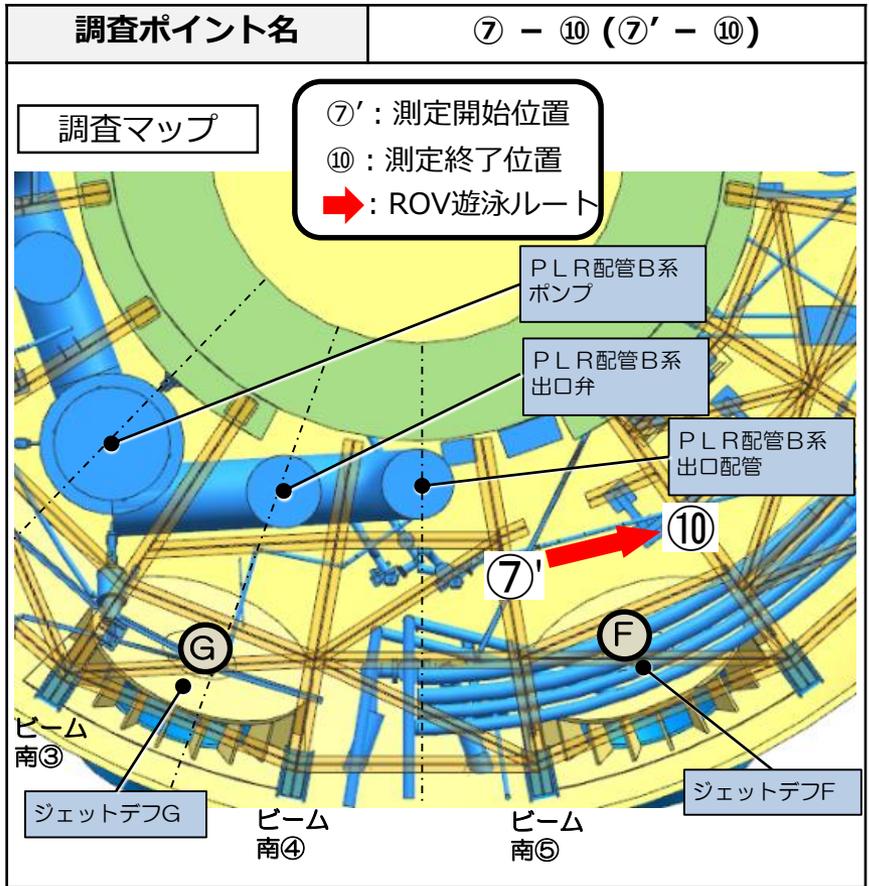
- 水面から堆積物 (粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む) までの距離は約1.4~1.7mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.3~0.6mと評価
- 堆積物の厚さは、調査ポイント⑦から⑦'に向かって増加傾向
- 計測結果に突出した値が確認されたが、カメラ映像から縦サポート、構造物と判明



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 / 6月公表済箇所(2/3)

<ジェットデフレクター (F) 付近 / ⑦ - ⑩ (⑦' - ⑩) の評価結果>

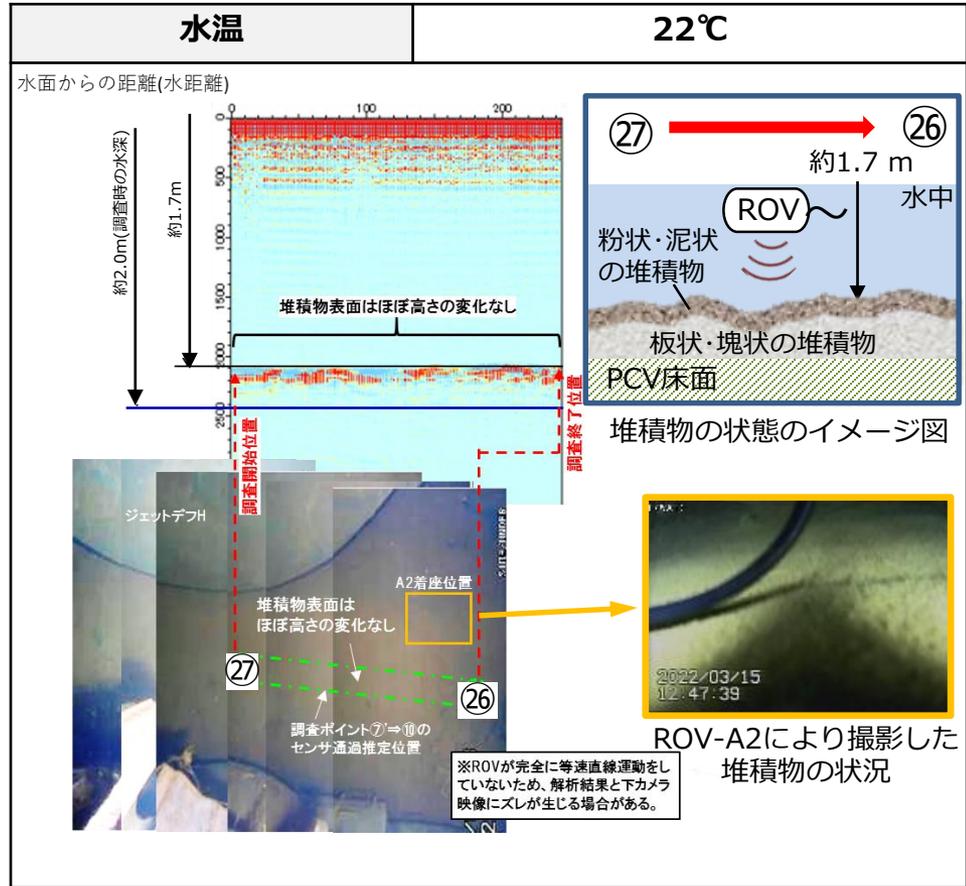
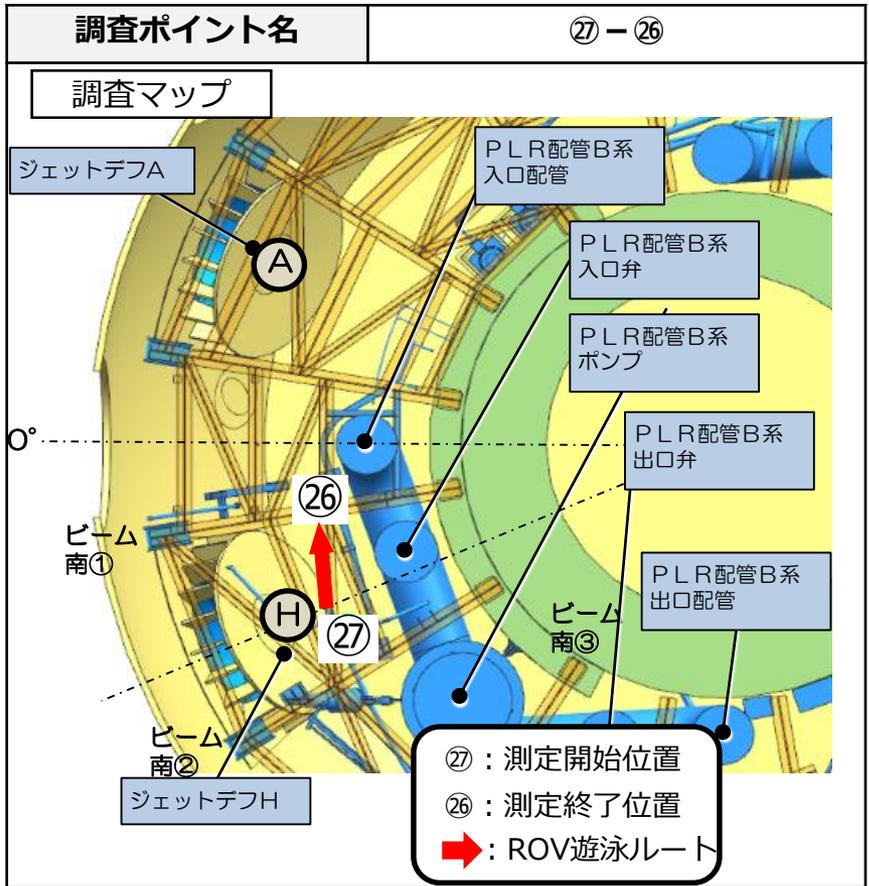
- 水面から堆積物 (粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む) までの距離は約1.2~1.4mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.6~0.8mと評価
- 堆積物の厚さは、調査ポイント⑦'から⑩に向かって増加傾向
- 計測結果に突出した値が確認されたが、カメラ映像から遮へい体と判明



(参考) 各ポイント毎の評価結果と考察 / 6月公表済箇所(3/3)

<ジェットデフレクター (H) 付近 / ②⑦ - ②⑥の評価結果>

- 水面から堆積物（粉状・泥状および板状・塊状の堆積物含む）までの距離は約1.7mと評価
- 測定時におけるPCV水深が約2.0mであったことを踏まえると、堆積物の厚さは約0.3mと評価
- 当調査ポイントの堆積物は比較的なだらかであり、堆積物の厚さに大きな変化はない

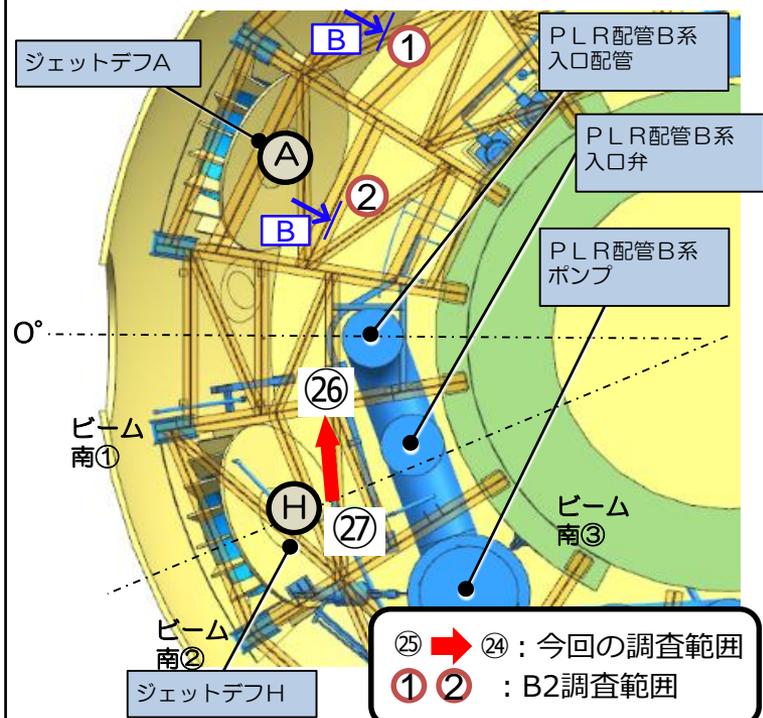


(参考) 2017年 1号機B2調査と調査ポイント⑳ - ㉞の比較

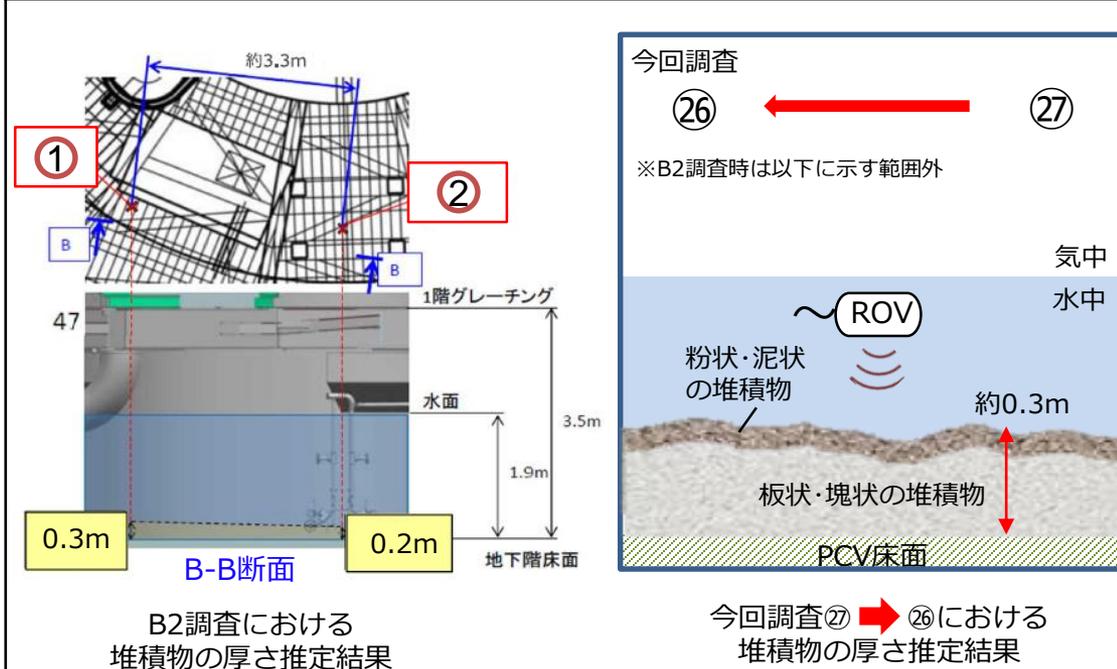
- 2017年に実施したB2調査において、今回のROV投入位置であるX-2ペネ付近を調査
- B2調査では映像データから堆積物厚さを推定しており、ROV投入位置であるX-2ペネ付近は約0.2~0.3mであると評価
- 今回の調査ポイント㉞ - ㉞において、堆積物の厚さは約0.3mであると評価しており、堆積物の傾斜が比較的緩やかな点についても類似

調査ポイント比較

調査マップ

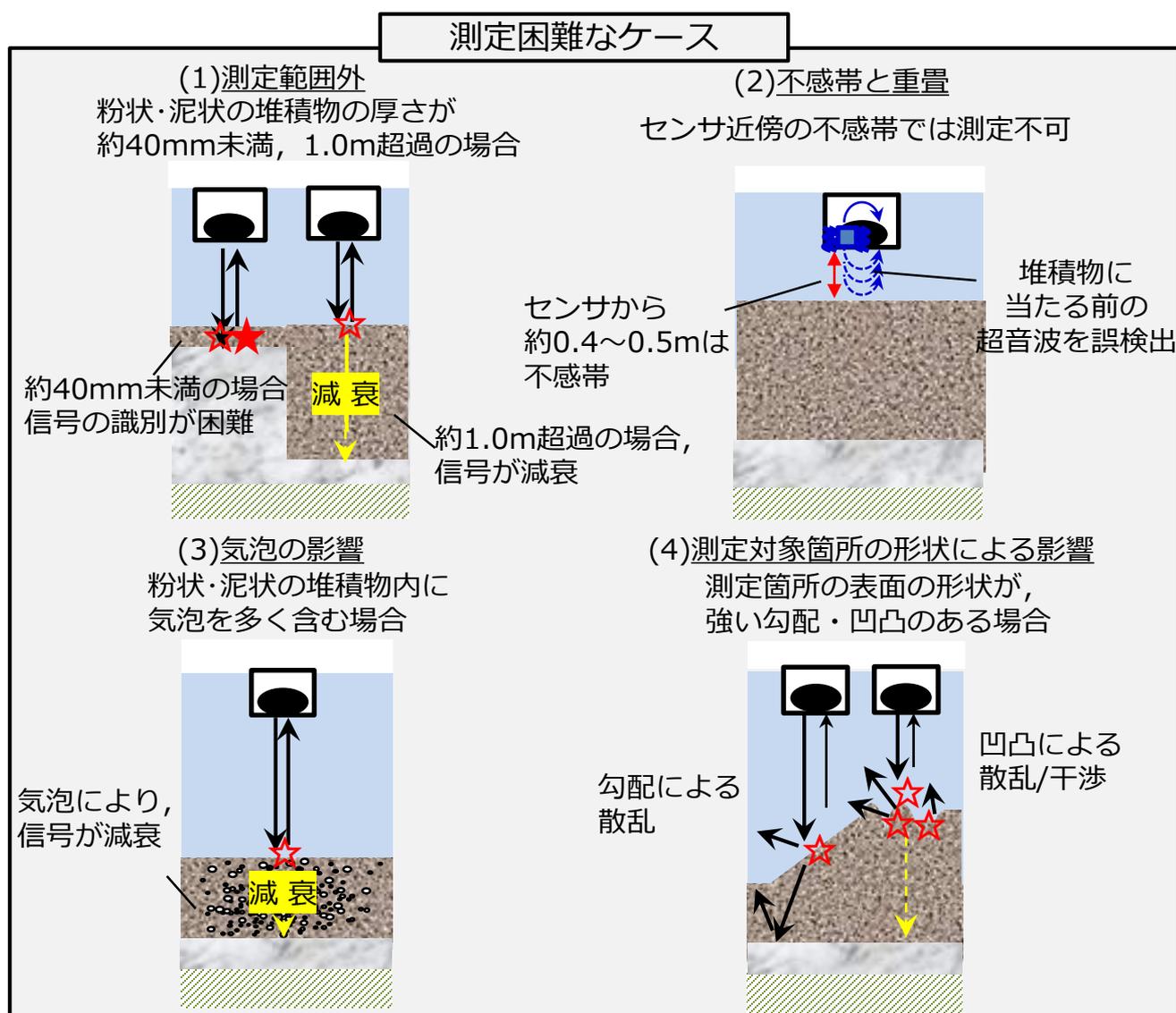
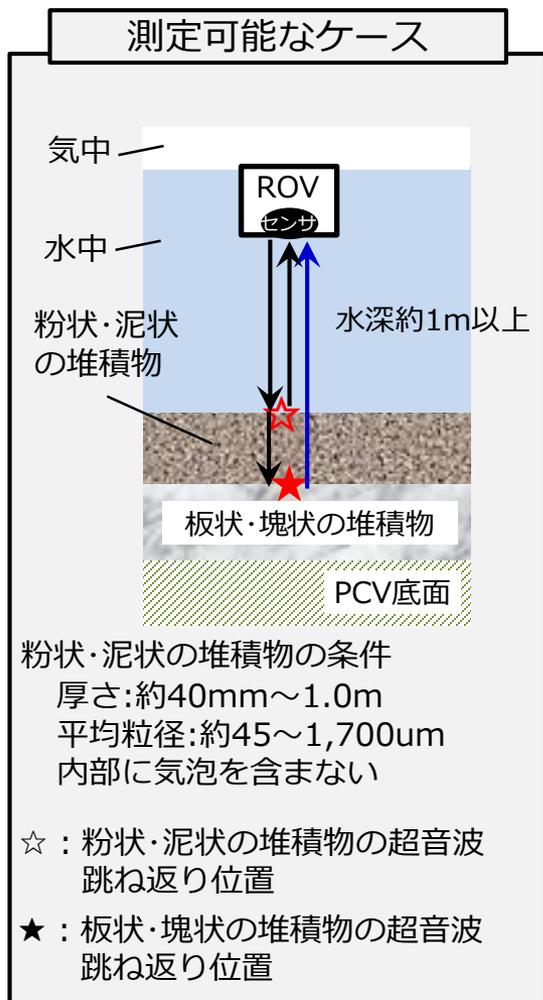


堆積物の状態比較



(参考) 粉状・泥状の堆積物における測定可能および困難なケース

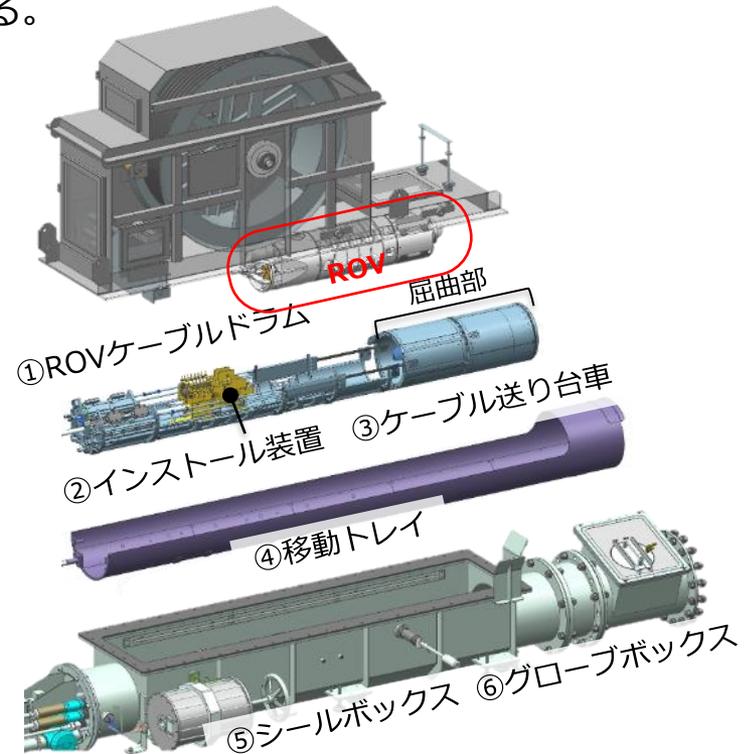
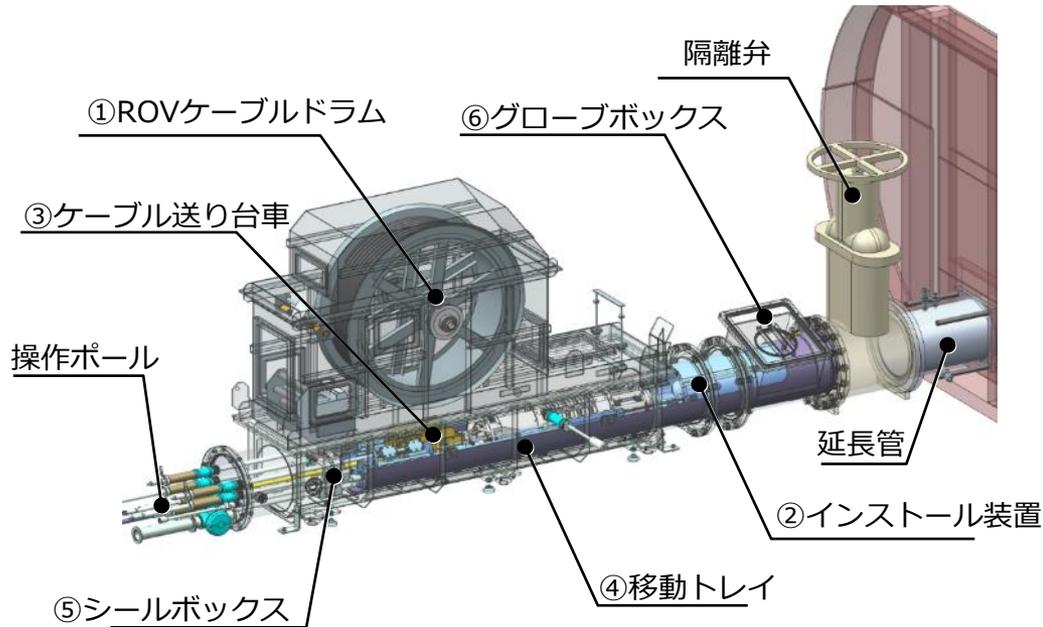
■ 粉状・泥状の堆積物の厚さを正しく測定するためには左図の条件が必須



(参考)
粉状・泥状の堆積物厚さは、それぞれの堆積物から跳ね返ってくる時間差から評価

(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。

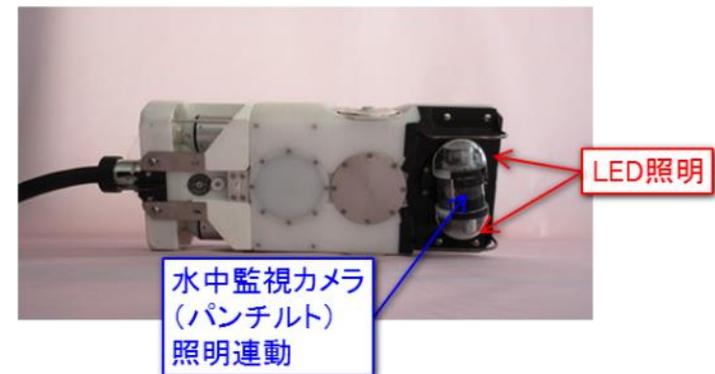
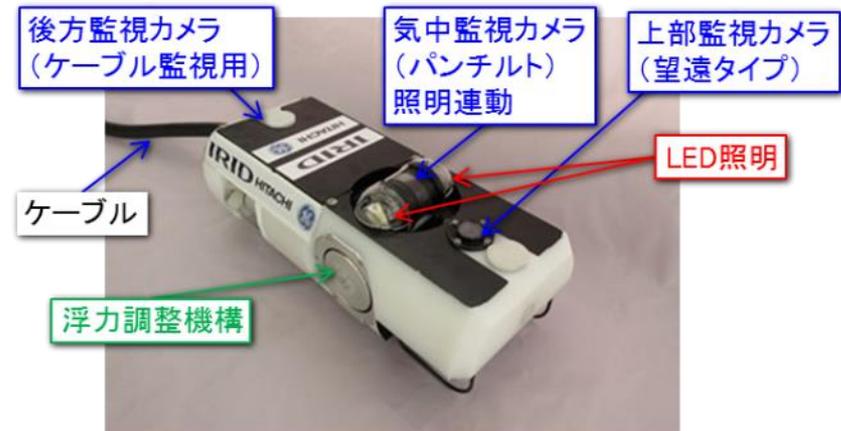
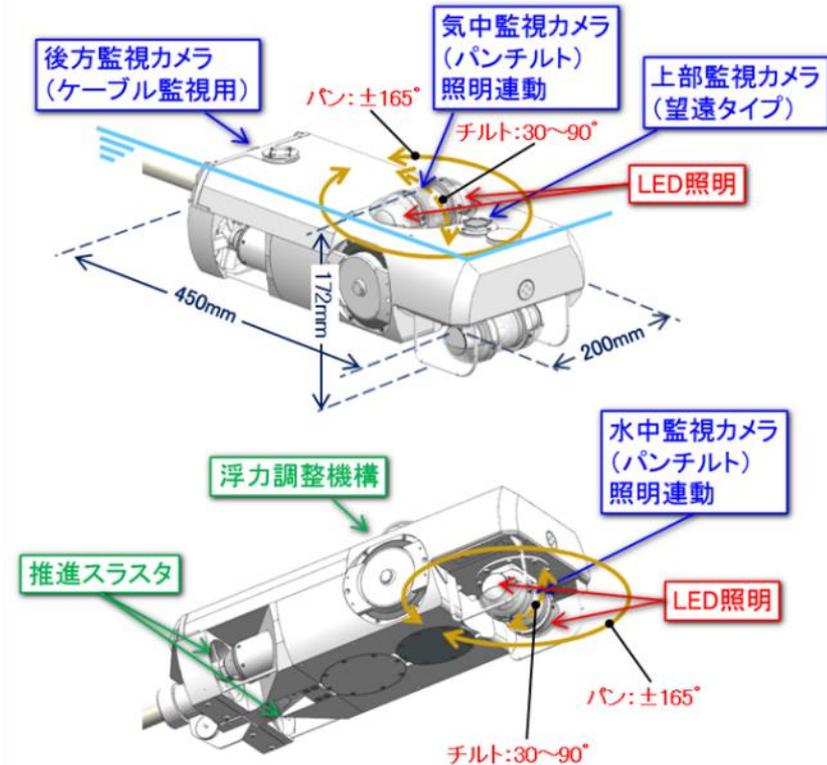


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

(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

