

1号機 PCV内部調査の状況について

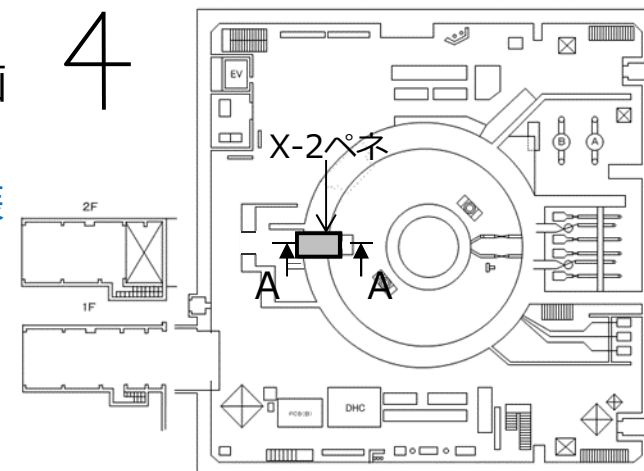
2022年1月27日

IRID **TEPCO**

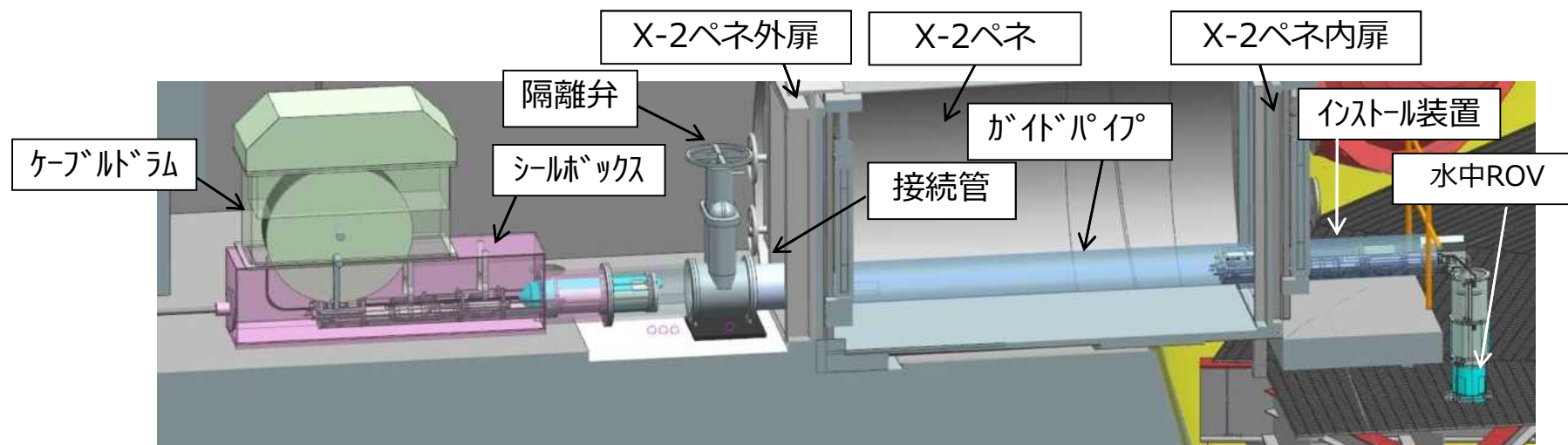
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

1. 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PCV内に投入する計画
- 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 ペデスタル内外の詳細目視
 - 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)

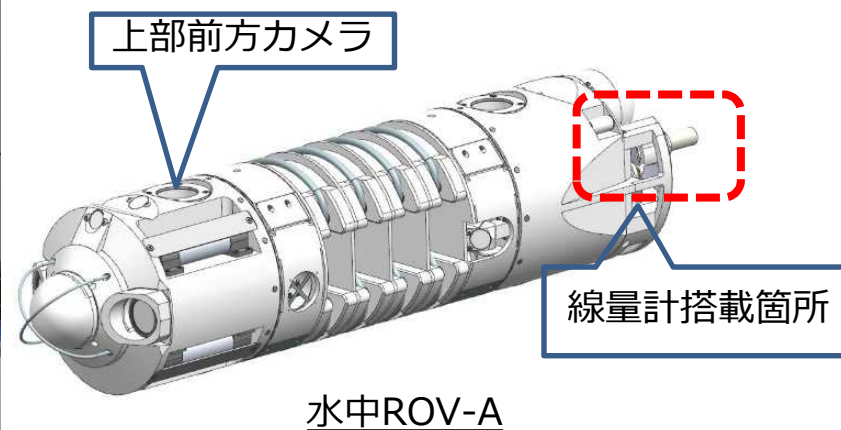
2. PCV内部調査の状況

- 1月12日、PCV内部調査を開始する予定であったが、調査前の準備作業においてケーブルドラムの電源を投入した際、以下の現象が発生することを確認
 - 水中ROVに内蔵されている線量データが正確に表示されない
 - 水中ROVに複数（6台）搭載されているカメラのうちの1台のカメラモニター（画面）のタイムスタンプ（現在の時刻表示）が点滅し、時刻が止まる
- 水中ROVに内蔵された線量データが正確に表示されない状態で調査を継続した場合、水中ROVが受けた放射線量を正確に計測できない可能性があることから、作業を一時中断
- 現在、事象の原因調査を実施中であり、本事象の対策を講じた上で調査を再開予定

タイムスタンプが点滅し、時刻が停止



遠隔操作室における調査前準備作業の状況

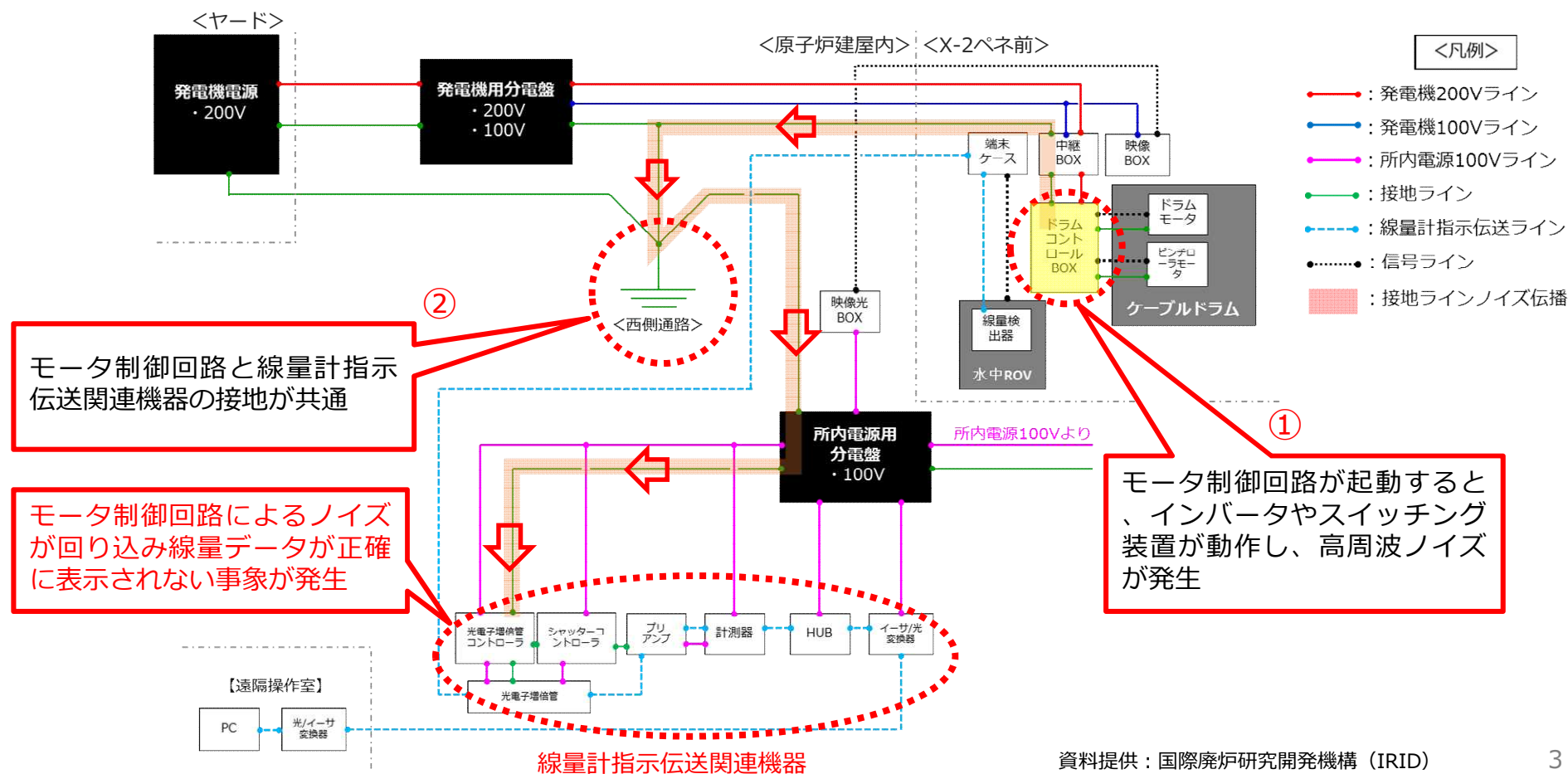


3. 線量データが正確に表示されない事象の調査状況(1/2)

- 現時点で原因特定には至っていないが、これまでの調査において以下の知見が得られている
- ケーブルドラム電源を投入した際に、ドラムコントロールBOX内のモータ制御回路によるノイズが発生し、接地の共通箇所（西側通路）を通じて線量計指示伝送関連機器に回り込み、線量データに影響を与えたものと推定、更なる原因調査を継続して実施中

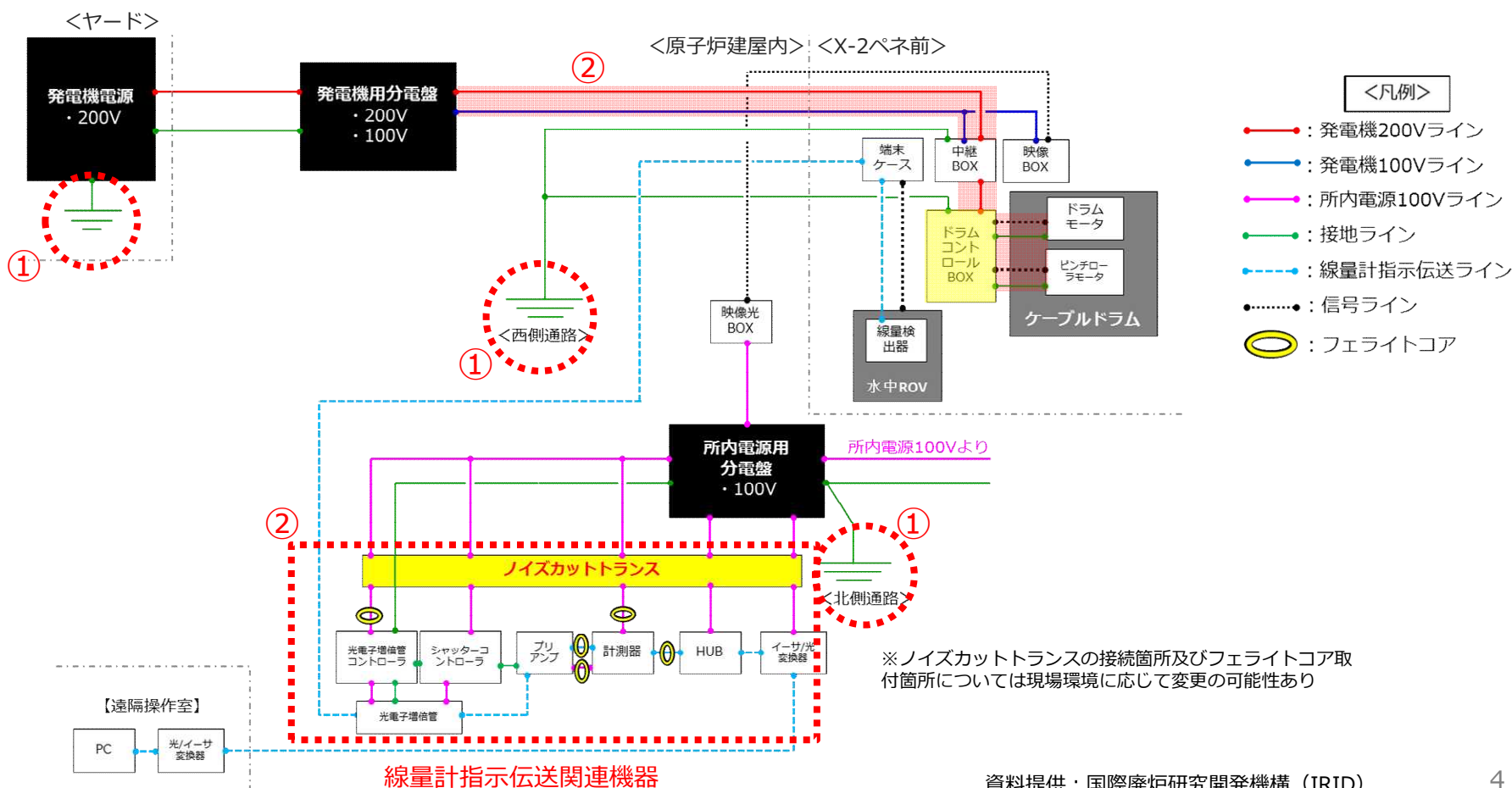
【要因①】モータ制御回路によるノイズ(電源が供給されることで発生)

【要因②】モータ制御回路と線量計指示伝送関連機器の接地箇所が共通(モックアップ時は別箇所)



3. 線量データが正確に表示されない事象の調査状況(2/2)

- 以下の対策案について有効性を確認するとともに、追加の原因調査結果を踏まえ、新たな対策について検討していく
- ① ドラムコントロールBOXと、線量計指示伝送関連機器の接地箇所を分離（発電機の接地箇所も分離）
- ② 線量計指示伝送関連機器の各ラインにノイズカットトランスおよびフェライトコアの取付、ケーブルドラム電源ラインにジッパチューブ取付



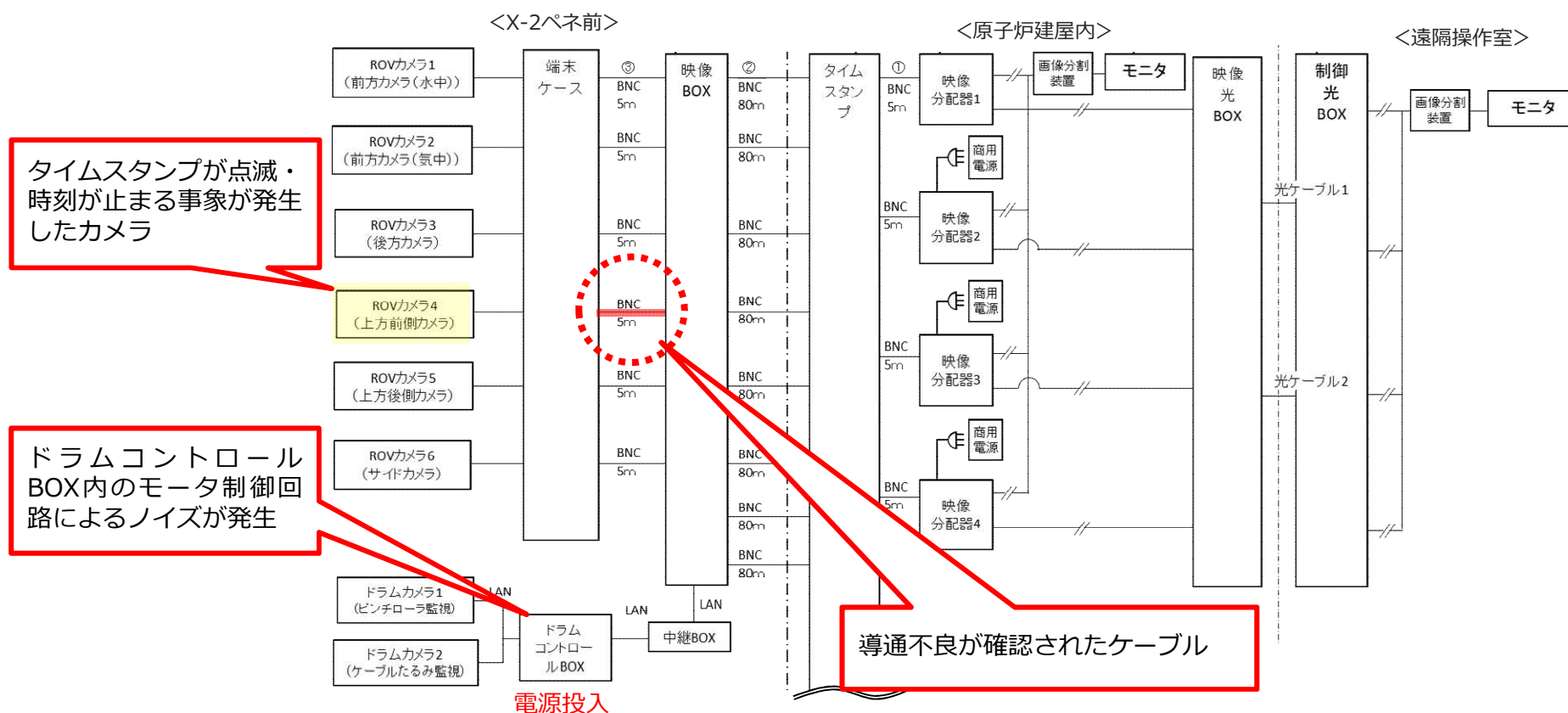
4. タイムスタンプが点滅・時刻が止まる事象の原因と対策

■ 原因

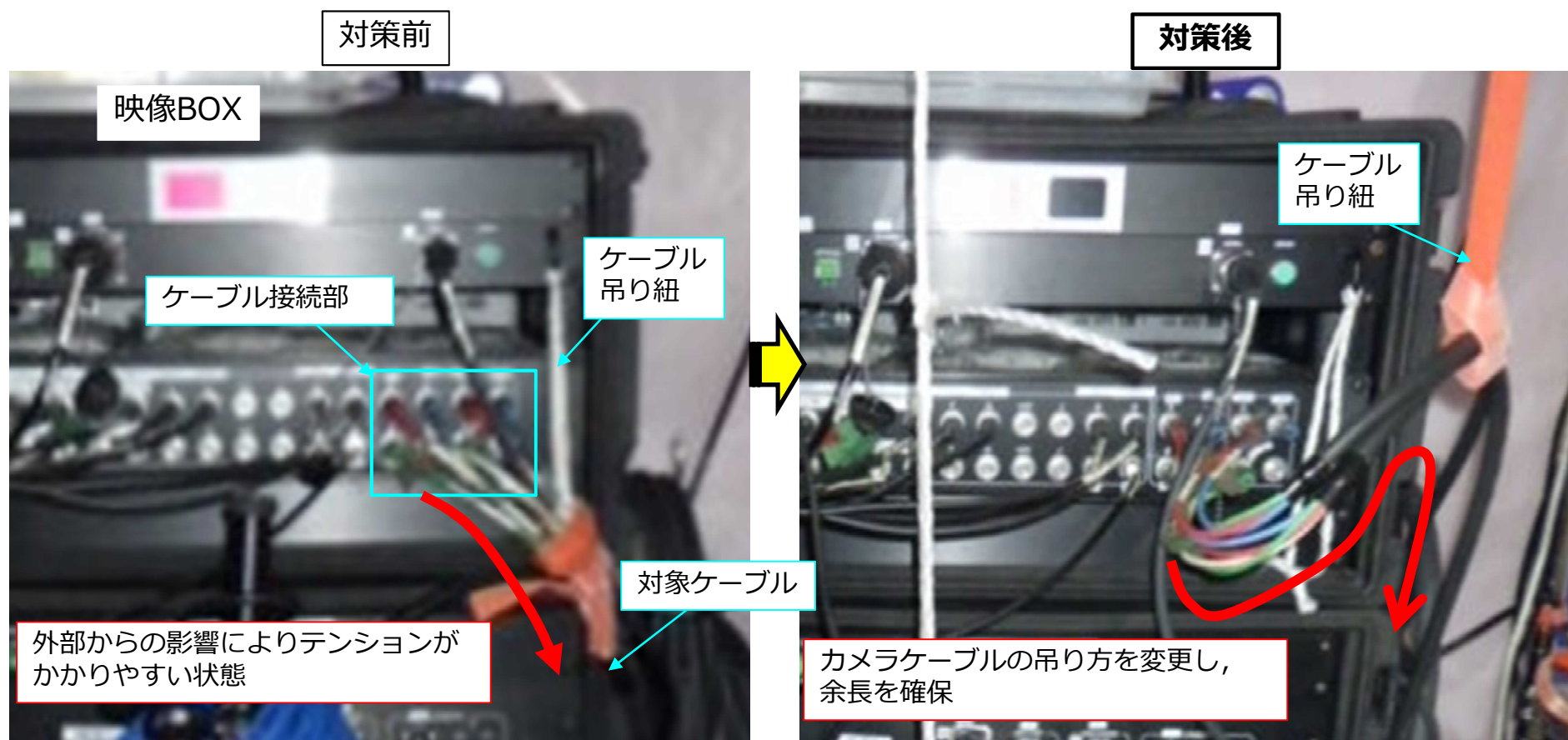
カメラ通信ラインのケーブル（1本）について、外部からの影響によりテンションがかかり、導通不良が発生したことでタイムスタンプの表示に影響を及ぼしたもの

■ 対策

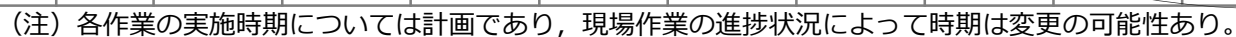
導通不良が確認されたケーブルの交換を実施、併せて外部からの影響によりテンションがかからないようケーブルの余長を確保した。その後の再現性の確認を行った結果、タイムスタンプ表示に異常が無いことを確認



(参考) 現場写真 タイムスタンプが点滅・時刻が止まる事象



カメラ通信ラインのケーブルの状態



(参考) 現地とモックアップの違い

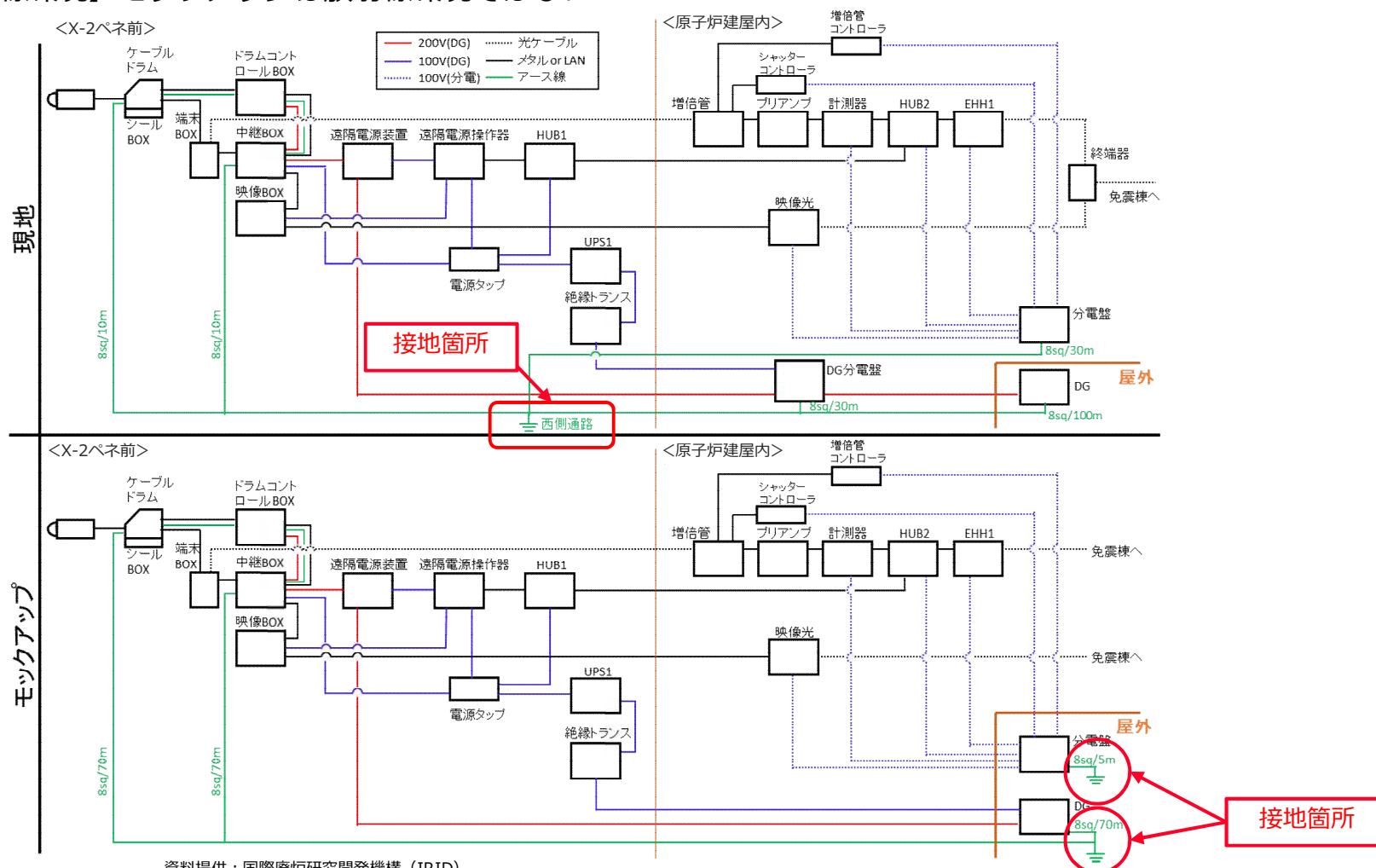
【電源構成】 ケーブルドラム電源としてDG，線量計指示伝送関連機器電源として分電盤，電源構成は同じ

【接地箇所】 モックアップ時は，DG及び分電盤はそれぞれ別の箇所で接地し，現地では接地箇所が共通

【周辺環境】 モックアップ設備のエアロック室の床/壁は鋼材で構成されているが，現地ではコンクリート環境

【構成機器】 終端器の有無のみ異なり，それ以外の構成機器及びケーブルは同じ

【放射線環境】 モックアップは放射線環境ではない

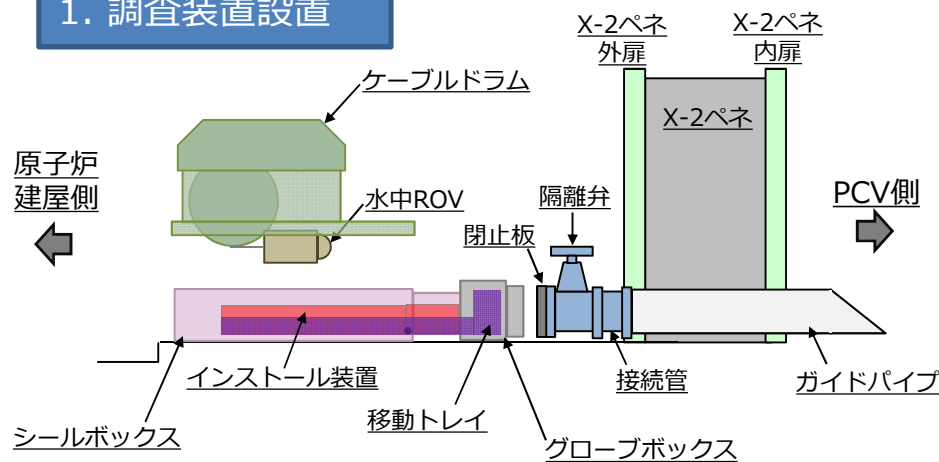


(参考) 線量データが正確に表示されない事象の原因調査状況

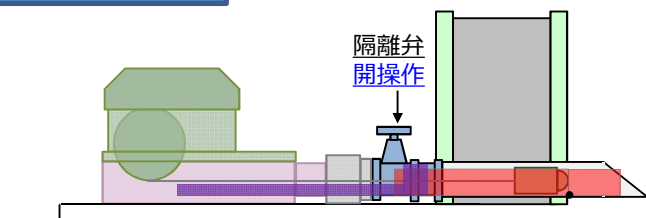
No.	調査内容	結果
①	線量計指示伝送ラインを構成する各機器の電源を変更し、線量データへの影響を確認	変化無し（線量データは正確に表示されないまま）
②	ケーブルドラム接地の位置を変更（ドラムコントロールボックスに接地を取り付ける）し、ケーブルドラムからの影響を確認	<u>変化有り（線量データが正常値に近づく）</u>
③	200V電源のノイズが、線量計指示伝送ラインに伝播する影響を確認するため、各々のケーブルを離して布設（照明の電源ラインが、200V電源の付近を通過し、線量計指示伝送ライン関係の機器の電源と同じ電源に繋がっていた為、照明の電源を切り離れた）	変化無し（線量データは正確に表示されないまま）
④	電源ラインからのノイズ伝播を確認するため、200V電源と所内電源間等の映像BOXラインを分離	変化無し（線量データは正確に表示されないまま）
⑤	接地ラインからのノイズ伝播を確認するため、200V電源ラインと計測器の電源ライン等の接地ラインを分離	<u>変化有り（線量データが正常値に近づく）</u>
⑥	200V電源からのノイズ伝播を確認するため、200V電源を他の所内電源に切り替え※発電機本体と所内電源の接地位置は異なる	<u>変化有り（線量データが正常値に近づく）</u>
⑦	念のため、ケーブルドラムをシールボックスから切り離し、ケーブルドラムの内部を確認する	ケーブルドラム内部には異常なし

(参考) PCV内部調査の主な作業ステップ

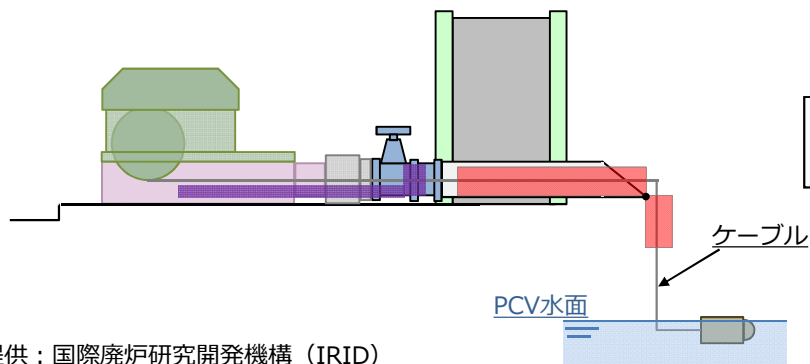
1. 調査装置設置



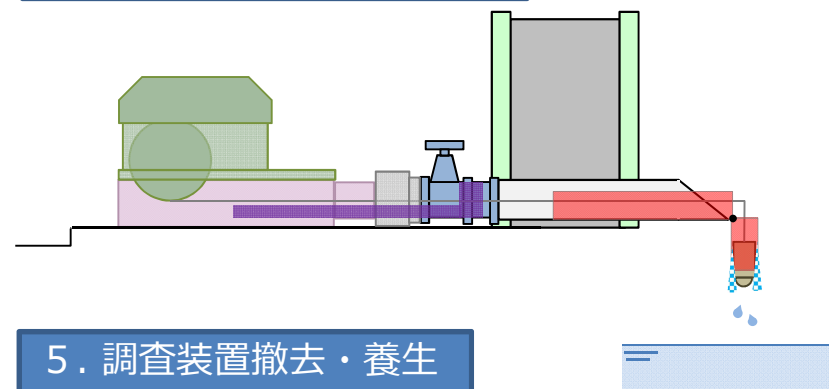
2. 水中ROV投入



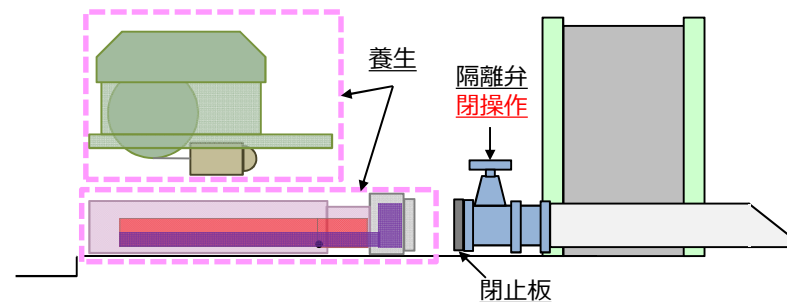
3. PCV内部調査



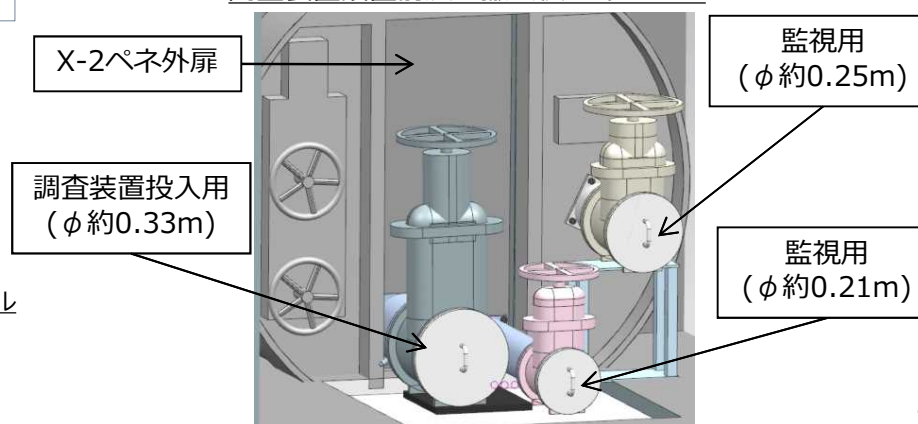
4. 水中ROV洗浄, 回収



5. 調査装置撤去・養生

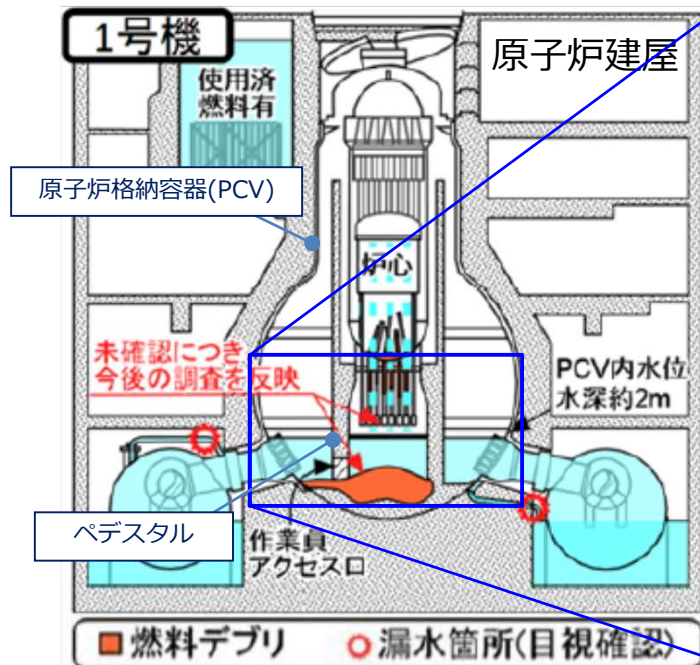


調査装置設置前及び撤去後のイメージ

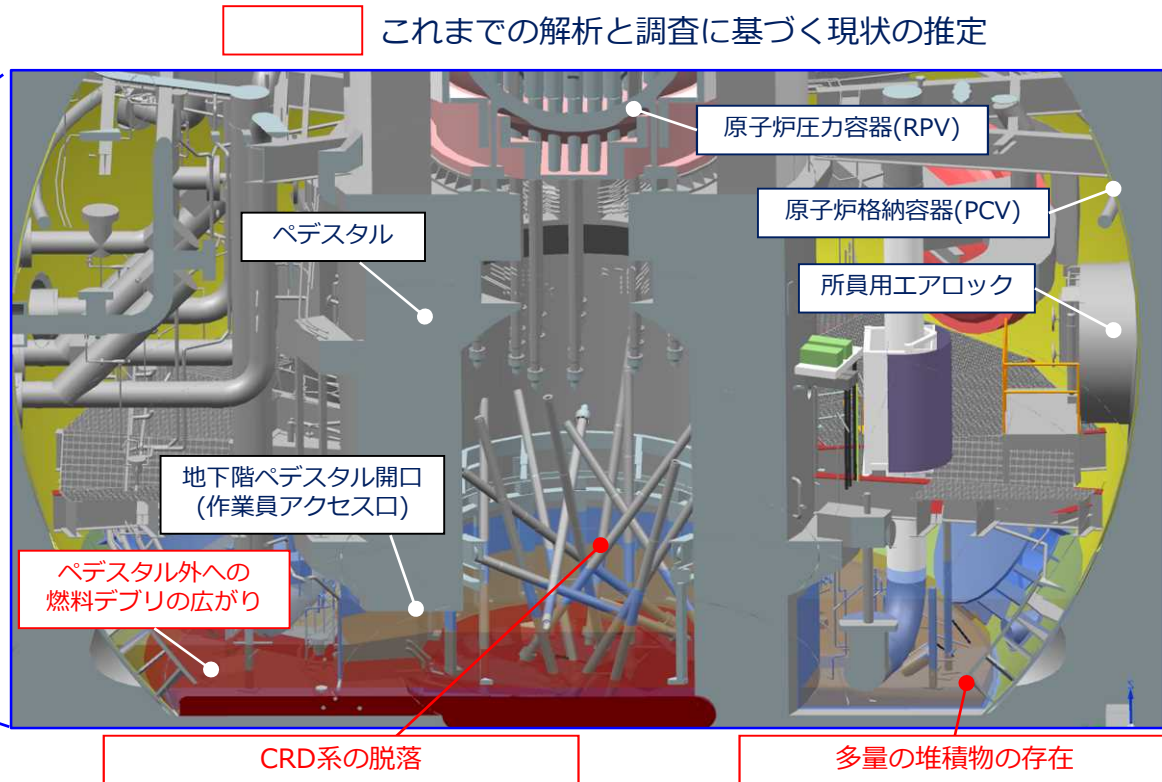


(参考) PCV内部調査の背景

1号機の炉内の状況※1



※1 出典：「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2018」、NDF、2018年10月2日



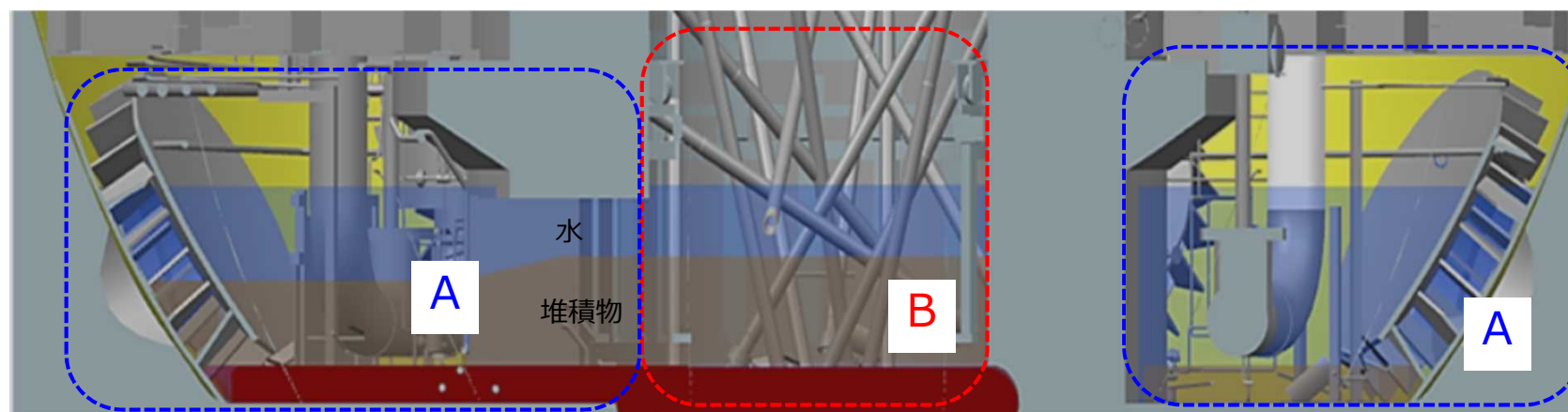
これまでの解析と調査に基づく現状の推定

1号機PCV内部調査の背景

これまでの調査（2017年3月時のペDESTAL外調査）によりPCV地下階には堆積物が存在していることが分かっており、今後の燃料デブリ取り出しに向けて、堆積物を含む地下階の詳細な状況の確認が必要となっている。

(参考) PCV内部調査の目的

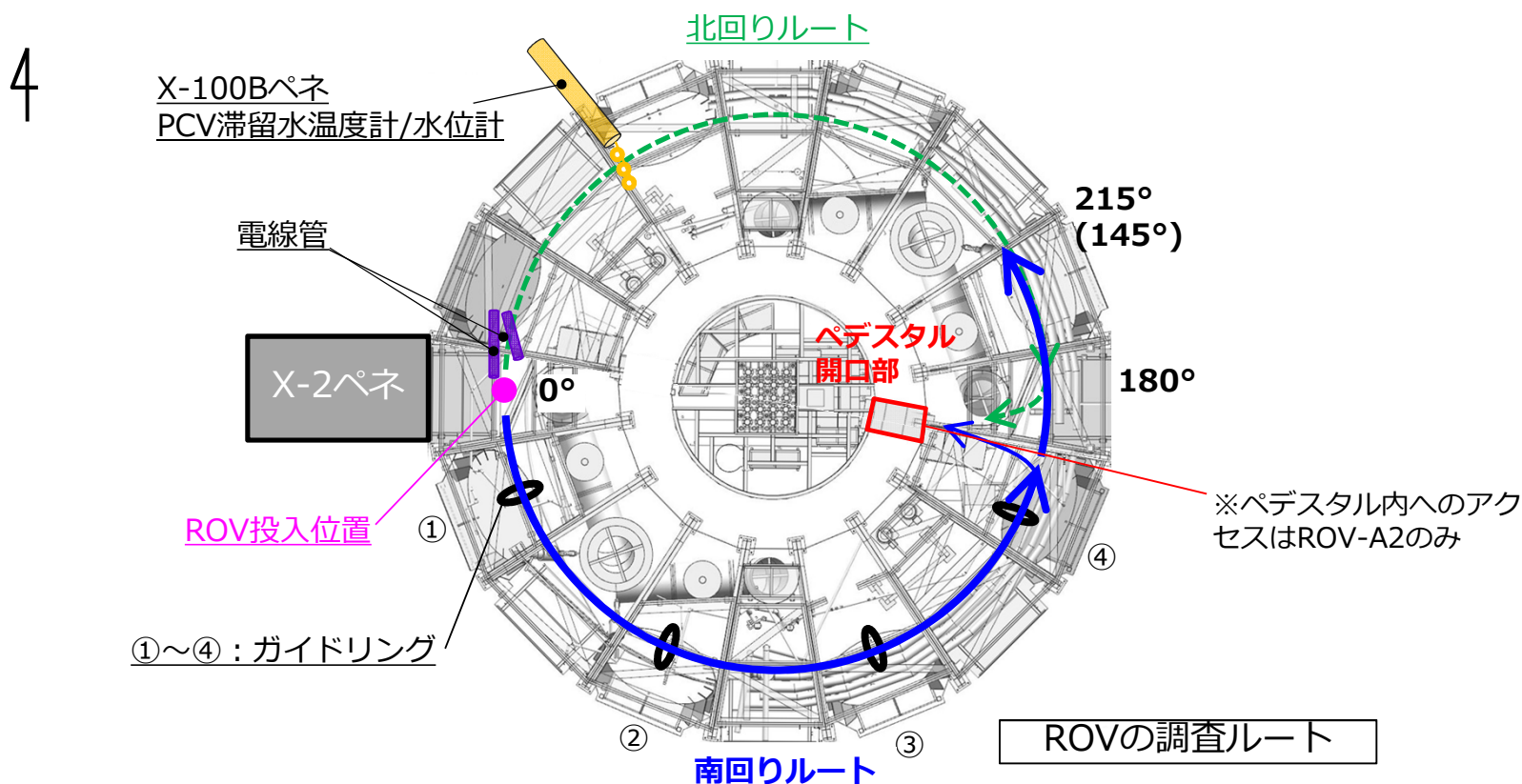
1号機PCV内部調査においては、X-2ペネからPCV内地下階に水中ROVを投入し、ペデスタル外の広範囲とペデスタル内の調査を行い、堆積物回収手段・設備の検討や堆積物回収、落下物解体・撤去などの工事計画に係る情報などの情報収集を目指す



	取得したい情報	調査方法
ペデスタル外～ 作業員アクセス口 (図中のA)	・ 堆積物回収手段・設備の検討に係る情報 (堆積物の量, 由来など) ・ 堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (堆積物下の状況, 燃料デブリ広がりなど)	・ 計測 ・ 堆積物サンプリング ・ カメラによる目視
ペデスタル内 (図中のB)	・ 堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (ペデスタル内部の作業スペースとCRDハウジングの脱落状況に係る情報)	・ カメラによる目視 ・ 計測

(参考) PCV内部調査の方針

- 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
- 南回りルートでペデスタルの侵入ができなかった場合は、北回りルートでペデスタル内調査(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

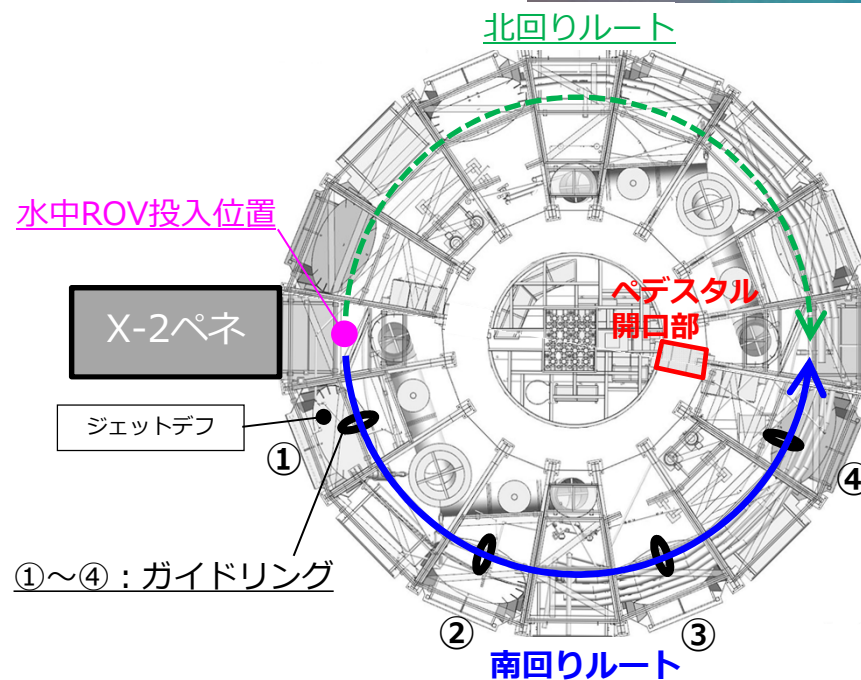
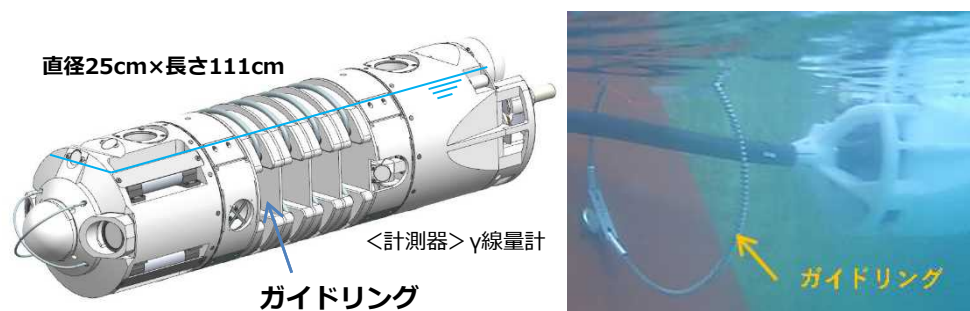


(参考) 調査装置概要

水中ROVは6種類（A/A2/B/C/D/E）を準備し、調査を行う5種類(A2/B/C/D/E)とケーブル引掛りの事前対策用のROV-Aがある

①ROV-A（ガイドリング取付用）

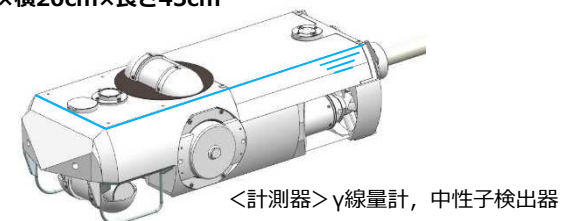
- ・有線型水中ロボットの遊泳機能（スラスタによる推進/旋回/潜航）を阻害する要因は自身の動力・通信ケーブルの構造物等への引掛りが支配的である。
- ・ケーブルがPCV地下階で自由に動いて構造物などに引っ掛からないように、ガイドリング（輪っか）をROVが通過することでケーブルの自由度を制限する。
- ・ROV-Aはガイドリングをジェットデフに取付ける水中ROVである。



②ROV-A2（詳細目視調査用）

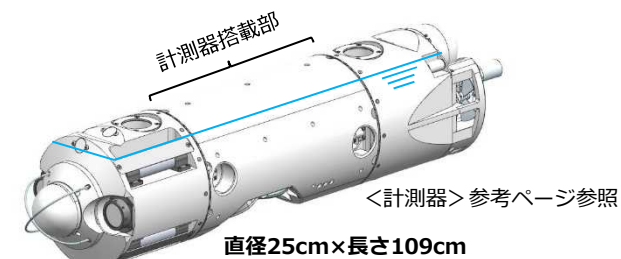
- ・カメラにより映像を取得
- ・6種類のROVの中で唯一ペDESTAL内部に侵入するROV
- ・ペDESTAL開口部の侵入スペースが不明であるため、極力小型化した設計としている

縦17.5cm×横20cm×長さ45cm



③ROV-B/C/D/E（各調査用）

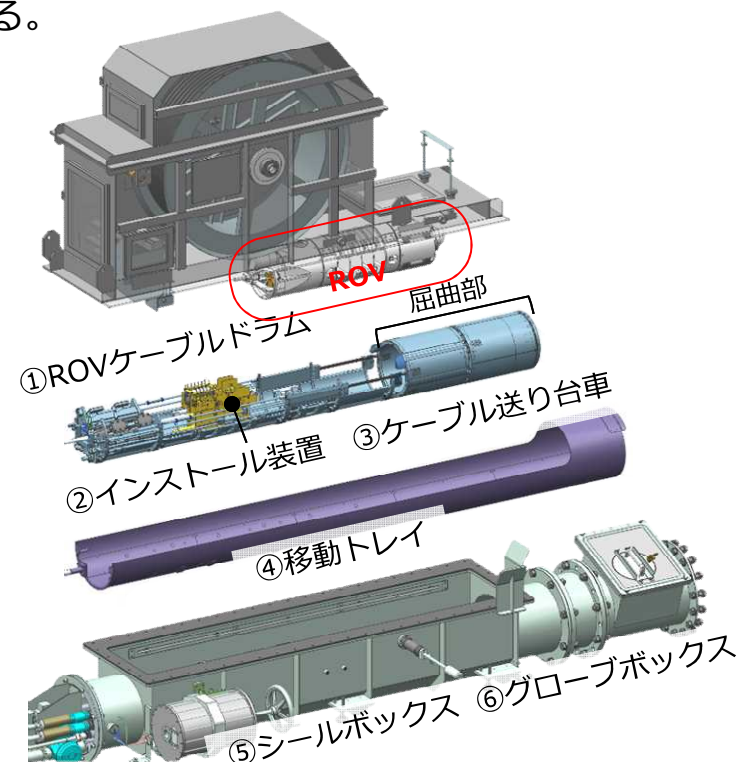
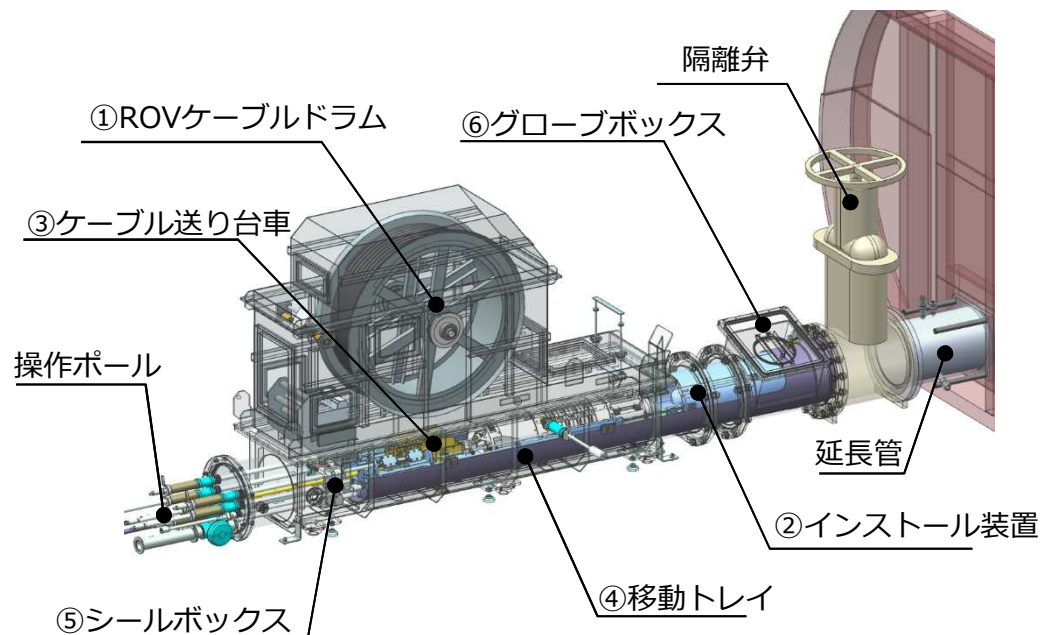
- ・ROV腹部に各調査用センサ類を搭載したROV



ROV	項目	計測方法
B	堆積物3Dマッピング	走査型超音波距離計
C	堆積物厚さ測定	高出力超音波
D	燃料デブリ検知	核種分析/中性子束測定
E	堆積物サンプリング	吸引式サンプリング

(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
ROV-A 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

