

1号機 PCV内部調査の状況について

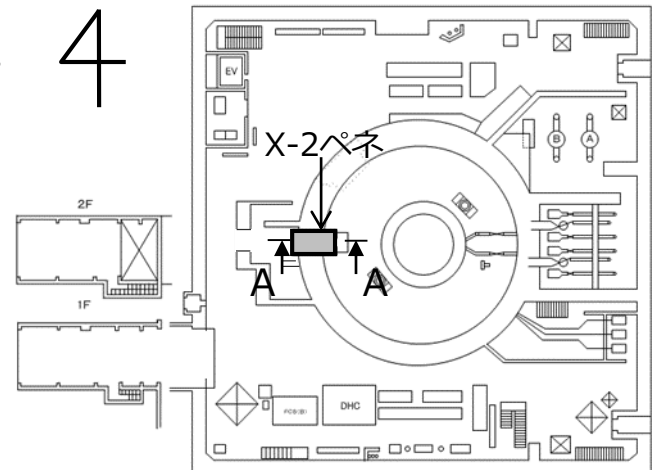
2022年2月28日

IRID **TEPCO**

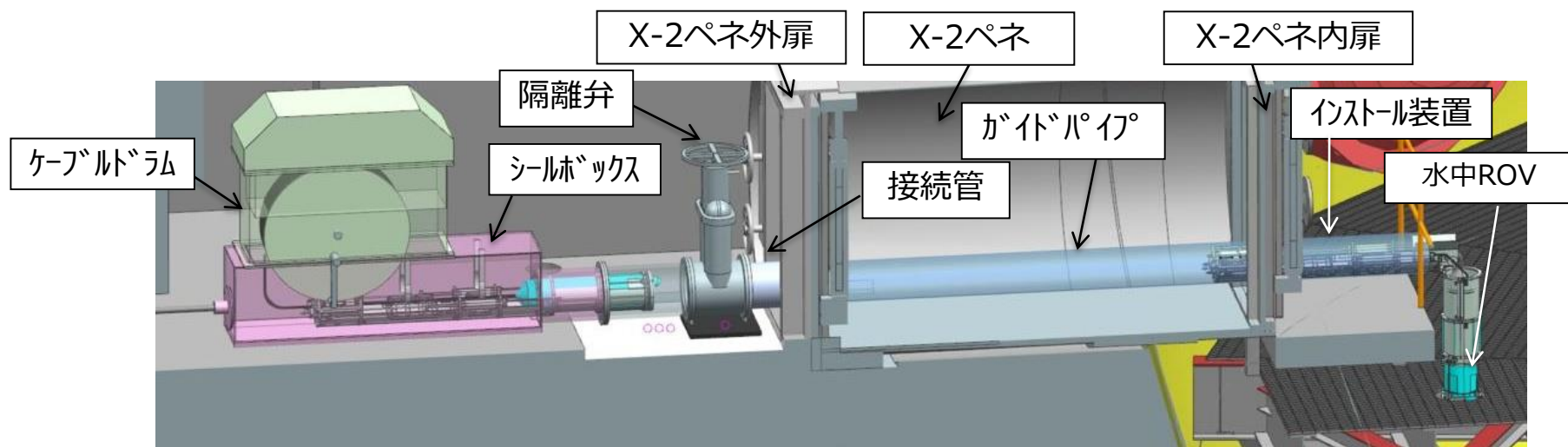
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

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



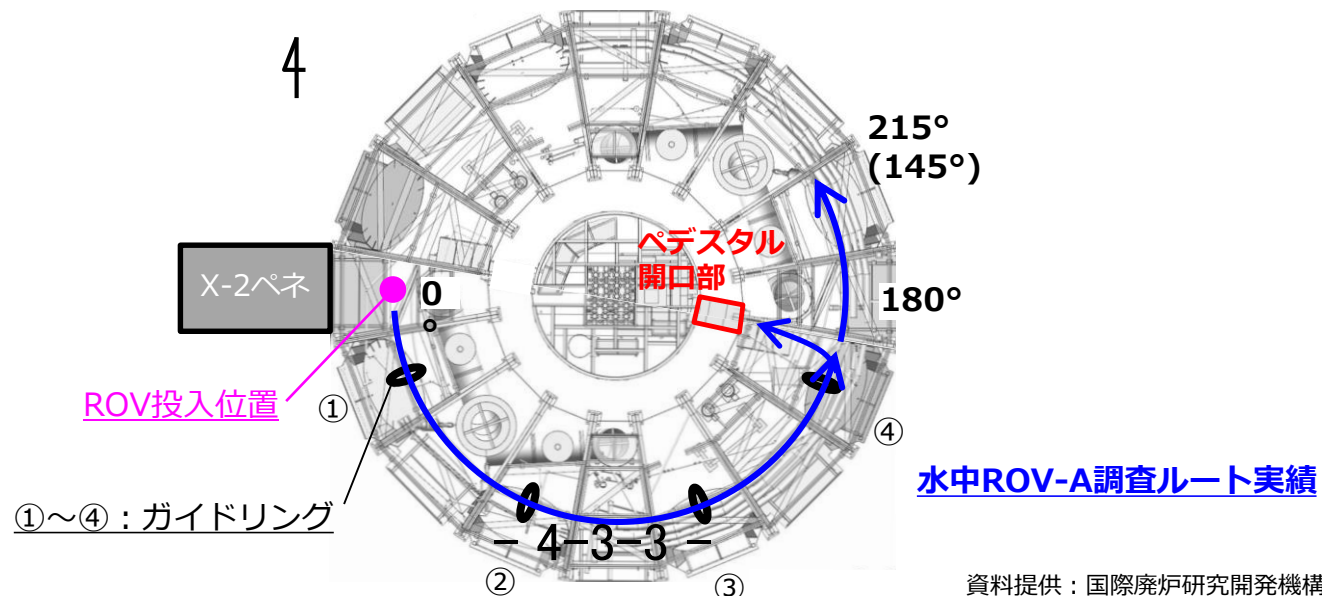
1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置



内部調査時のX-2シ図 (A-A矢視)

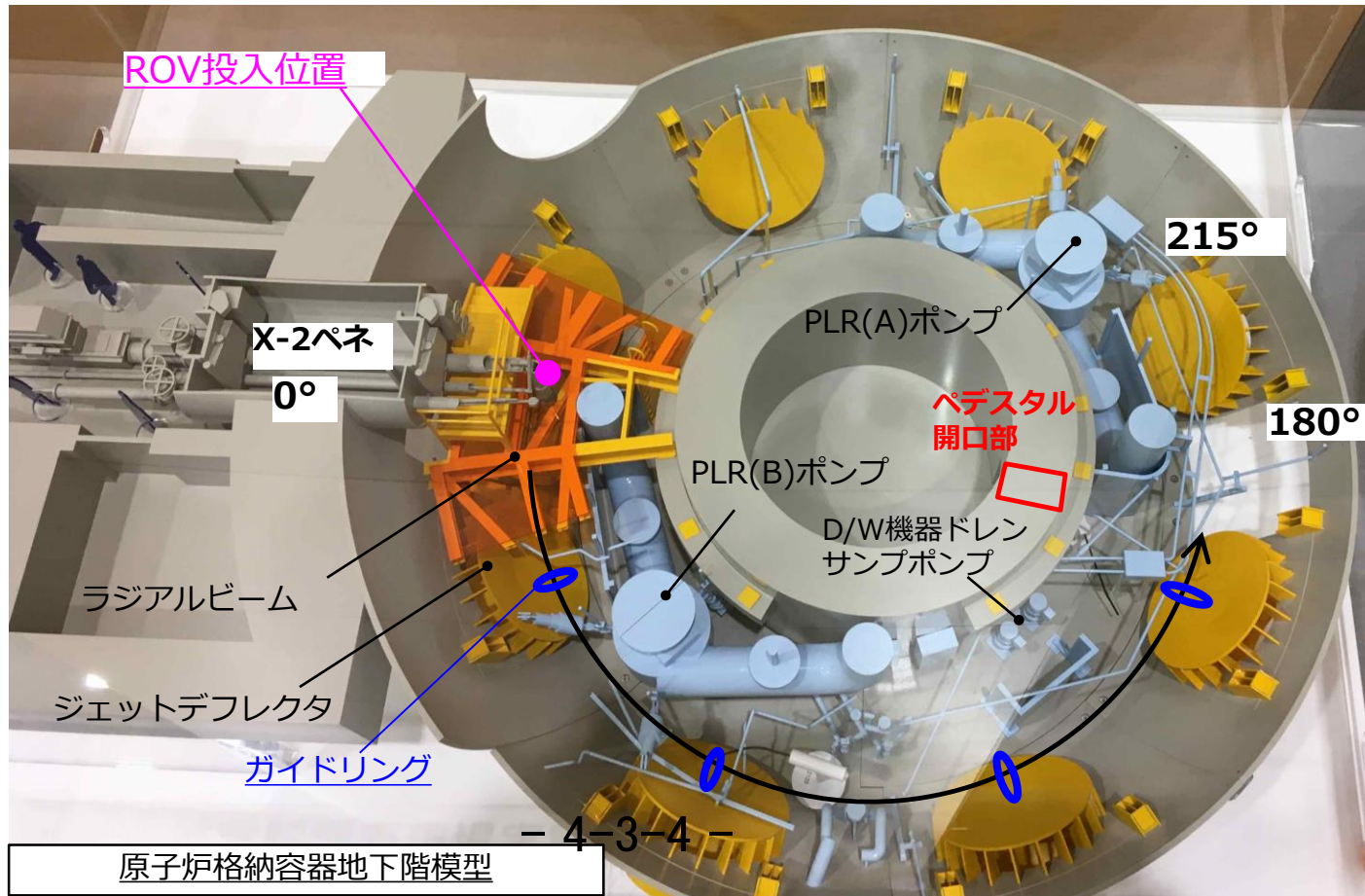
2. PCV内部調査の状況

- 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したため作業を一時中断
 - 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
- 2月4日～7日、上記事象の対策を講じた上で動作確認を行い、事象の再現が無いことを確認したことから調査再開に向けた作業を実施
- 2月8日に水中ROV-AをPCV内にインストールし、9日にかけて4か所のガイドリング取付を完了、併せてペDESTAL開口部付近の調査を実施し、10日にアンインストールを完了
- 現在、ROV-A2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-A2によるPCV地下階（ペDESTAL外側）の詳細目視調査を開始する計画



3. ROV-A2調査概要

- 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実施する計画
- 調査項目
 - 既設構造物
 - ＜ラジアルビーム, ジェットデフレクタ, PLR (B) 系機器, D/W機器ドレンサンプポンプ等＞
 - 堆積物の広がり状況や堆積物の高さ等



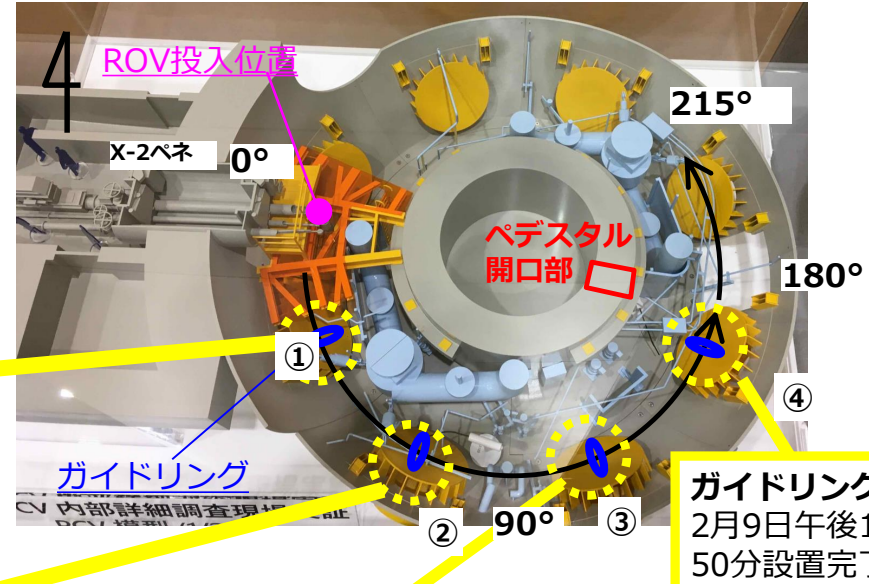
原子炉格納容器地下階模型

4. ガイドリング設置状況（2月8日調査分）

※撮影日はいずれも2月8日



ガイドリング①設置状況（2月8日午後6時18分設置完了）



ガイドリング④
2月9日午後1時
50分設置完了



ガイドリング②設置状況（2月8日午後7時49分設置完了）



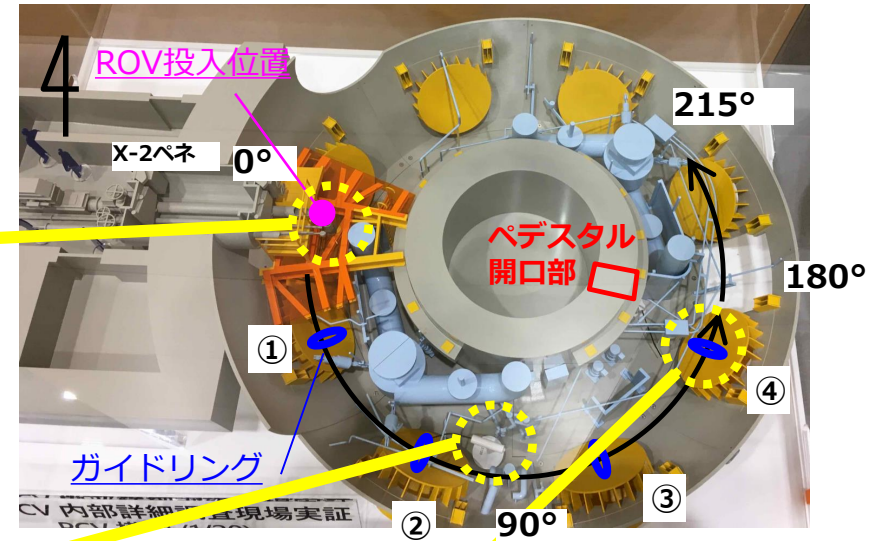
ガイドリング③設置状況（2月8日午後9時49分設置完了）

5. 調査実績 (2月8日調査分)

※撮影日はいずれも2月8日



水中ROV投入位置 直下近傍



水面の浮遊物



ジェットデフレクター④付近の堆積物

- 4-3-6 -

(参考) 作業状況 <2月8日調査分>



遠隔操作室での作業



※撮影日はいずれも2月8日

現場本部での作業



現場X-2ペネ前での作業1

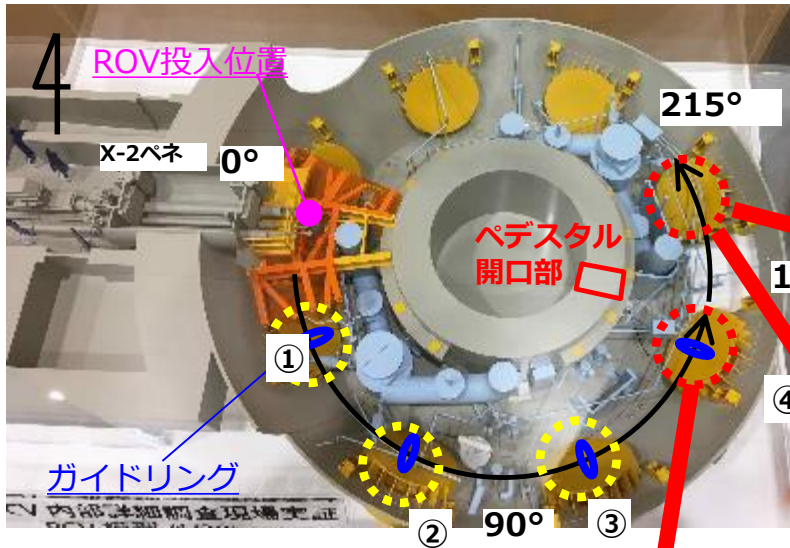


現場X-2ペネ前での作業2

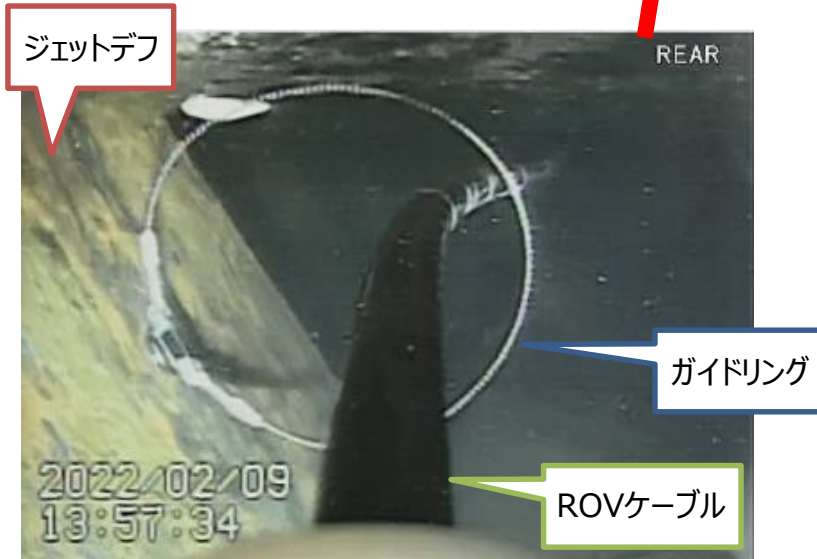
- 4-3-7 -

6. ガイドリング④設置状況および215°付近調査状況 <2月9日調査分>

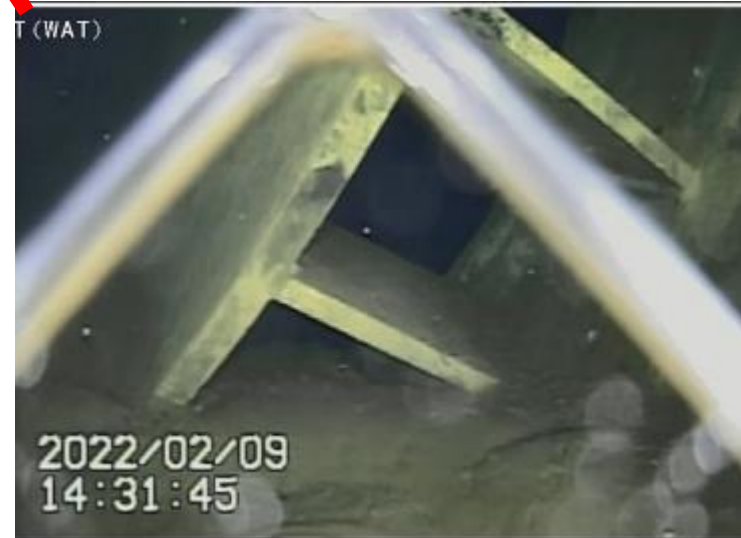
※撮影日はいずれも2月9日



PCV東北東付近の状況(俯瞰)



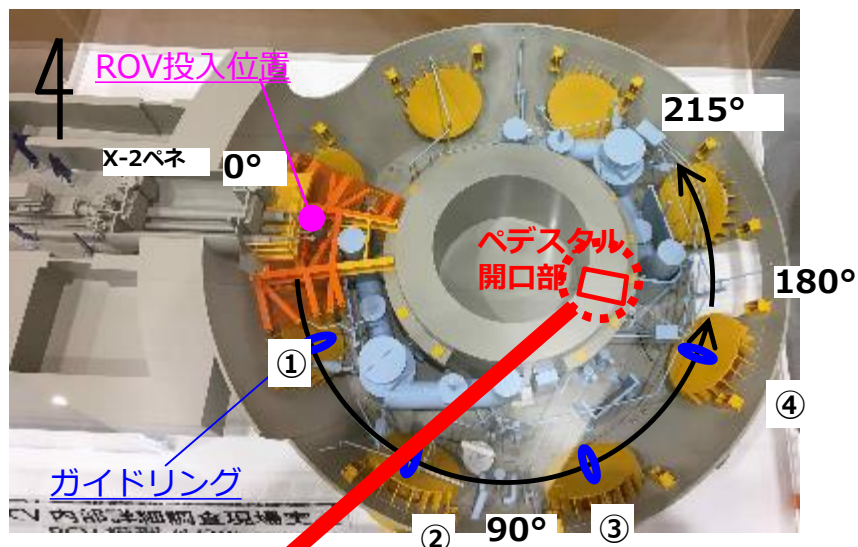
ガイドリング④設置状況 (2月9日午後1時50分設置完了) 4-3-8 -



PCV東北東付近の状況 (近接)

7. ペDESTAL開口部付近調査状況 <2月9日調査分>

※撮影日はいずれも2月9日



各写真の矢視は次スライド参照



A. ペDESTAL開口部付近



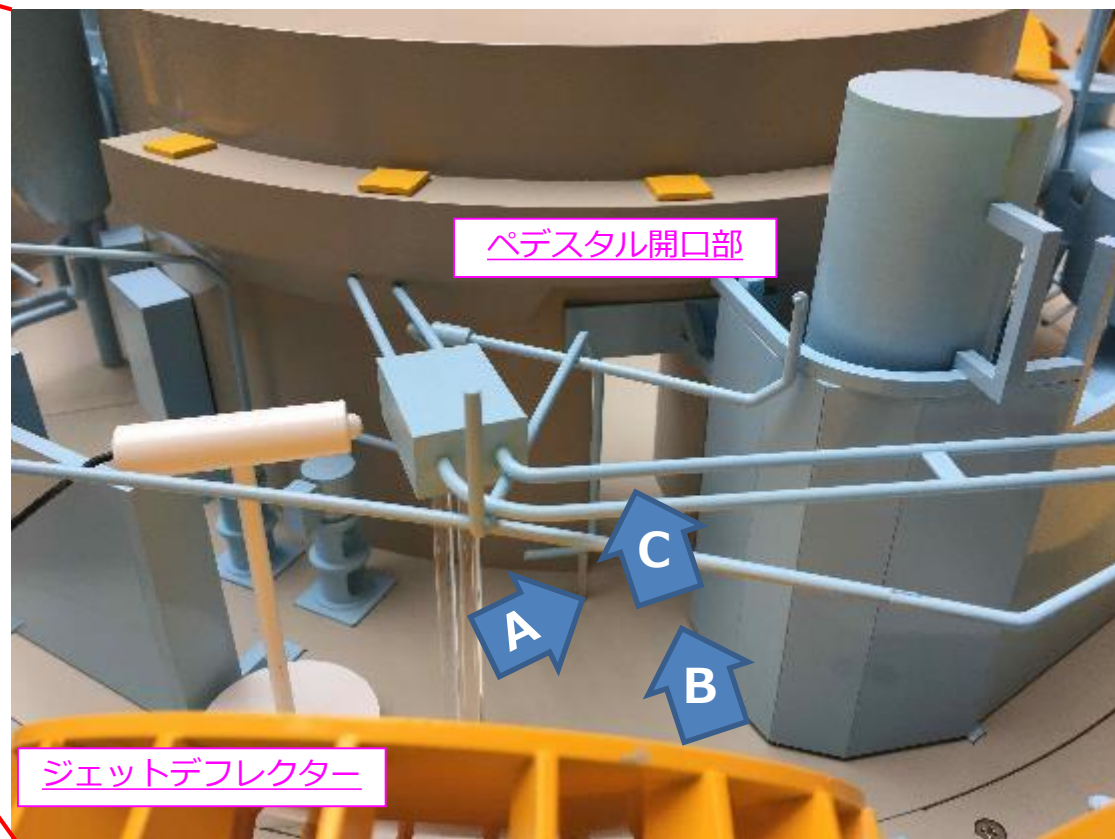
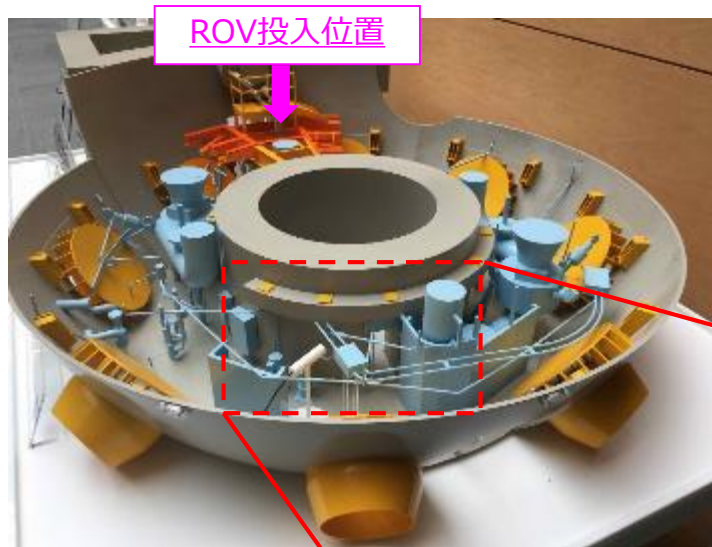
B. ペDESTAL開口部俯瞰



C. ペDESTAL開口部内部

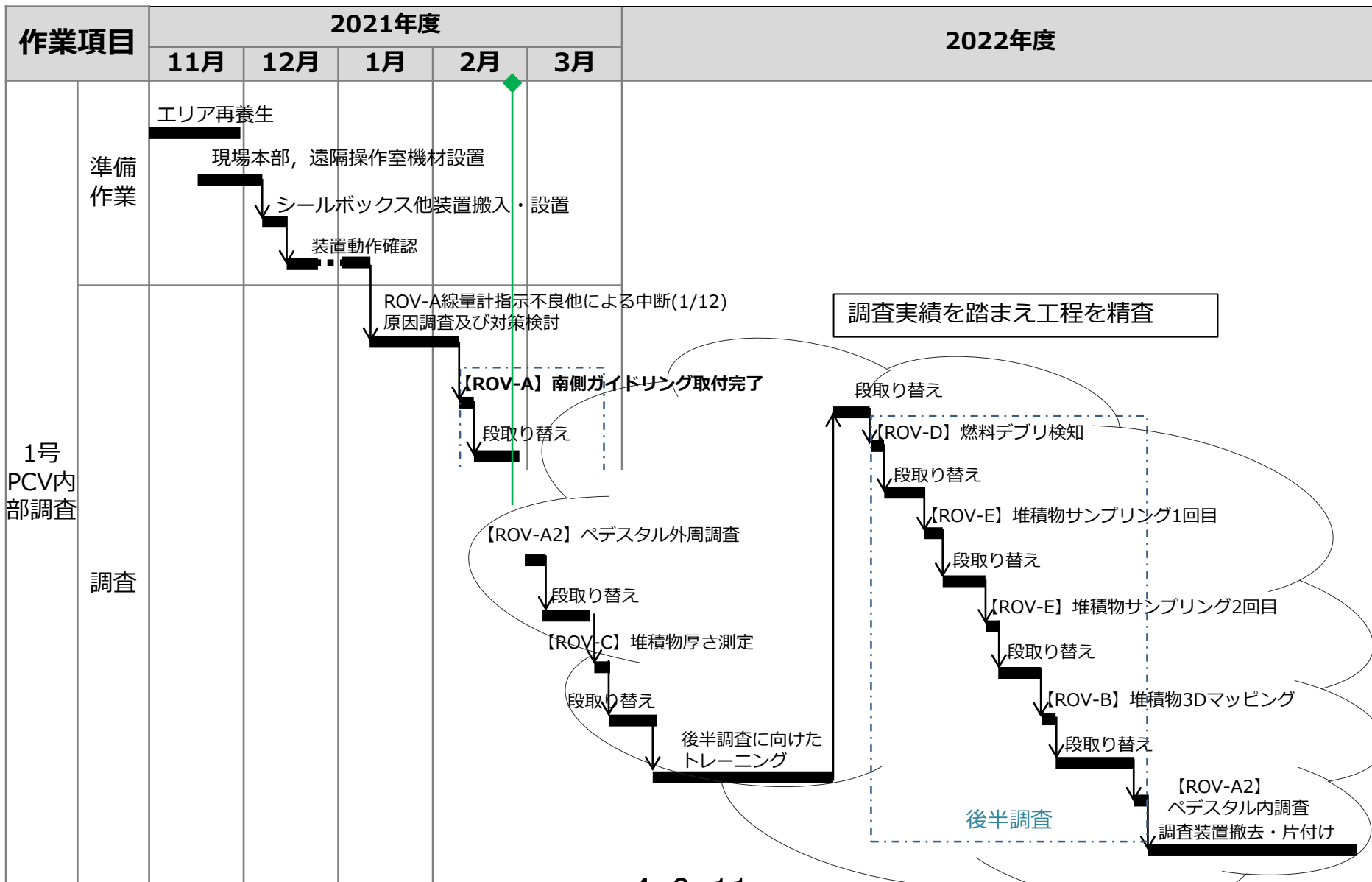
- 4-3-9 -

(参考) ペDESTAL開口部付近調査状況 <2月9日調査分> の矢視



- 4-3-10 -

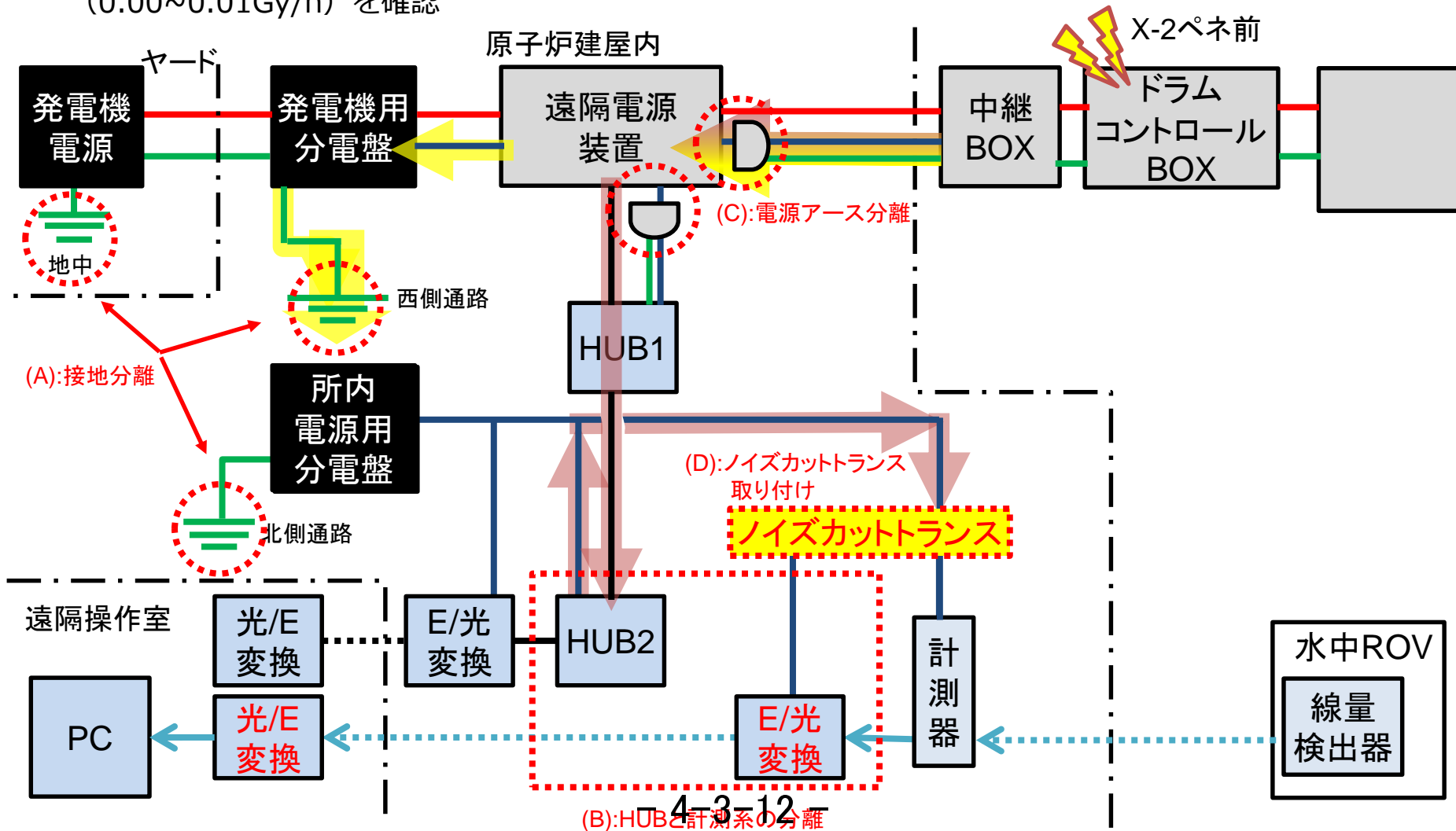
8. 今後の予定



(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。

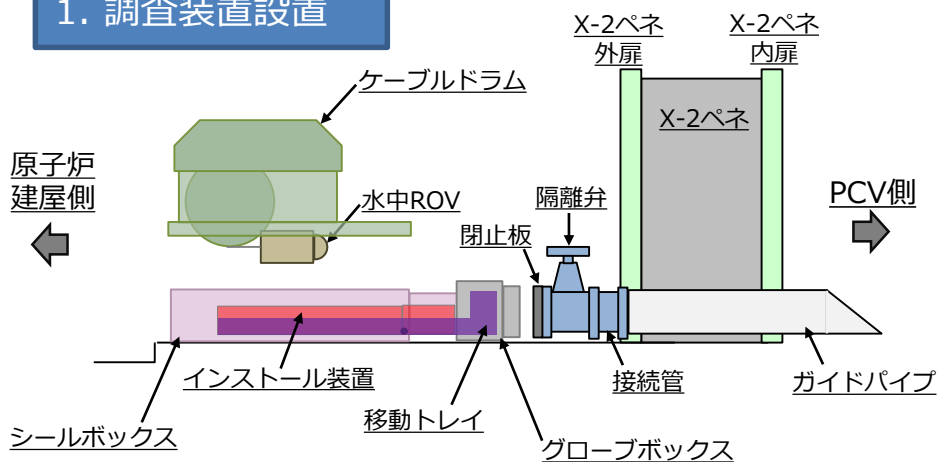
(参考) 線量データが正確に表示されない事象の原因と対策

- 追加的な調査の結果等から、ドラムコントロールBOX由来のノイズが以下ノイズ伝播ラインを通じ、計測器に影響を与えていると推定 (①：西側接地からのノイズ伝播、②：HUBからのノイズ伝播)
- 下図(A)～(D)に示す対策を実施し、各ノイズ伝播ラインを遮断することで、計測器指示不良の解消 (0.00~0.01Gy/h) を確認

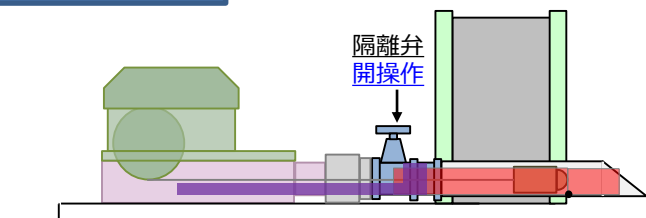


(参考) PCV内部調査の主な作業ステップ

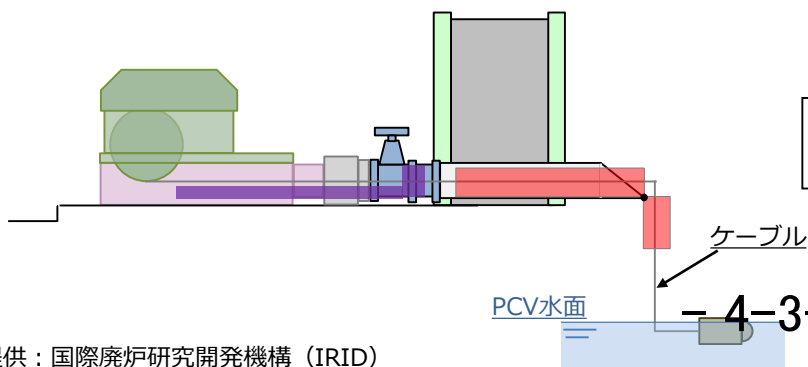
1. 調査装置設置



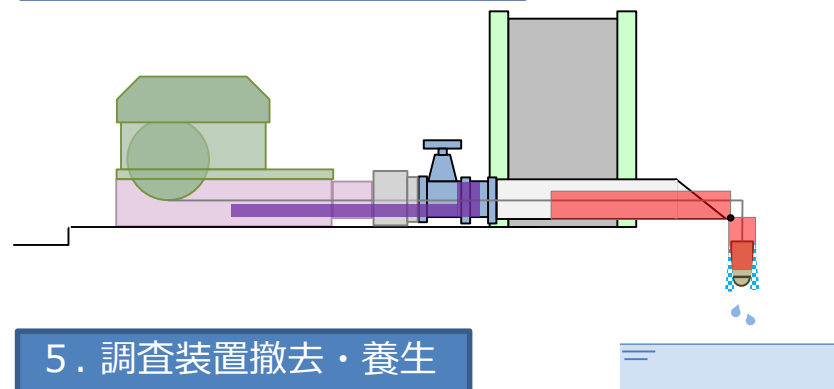
2. 水中ROV投入



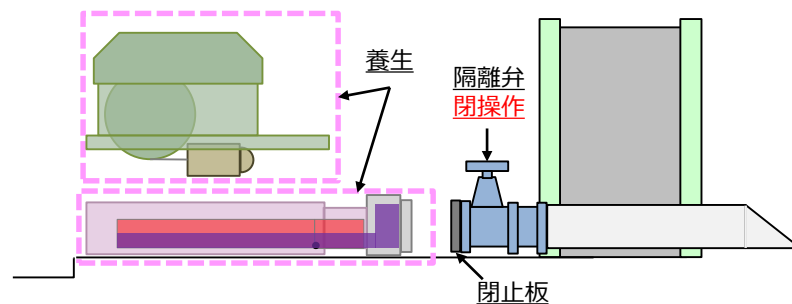
3. PCV内部調査



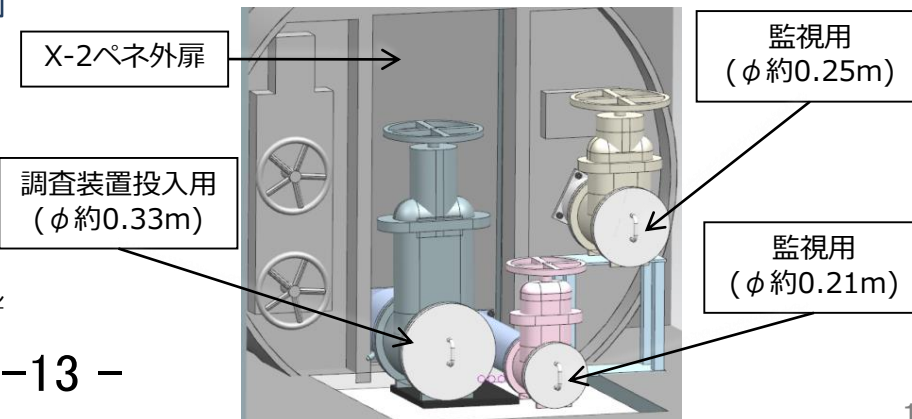
4. 水中ROV洗浄, 回収



5. 調査装置撤去・養生



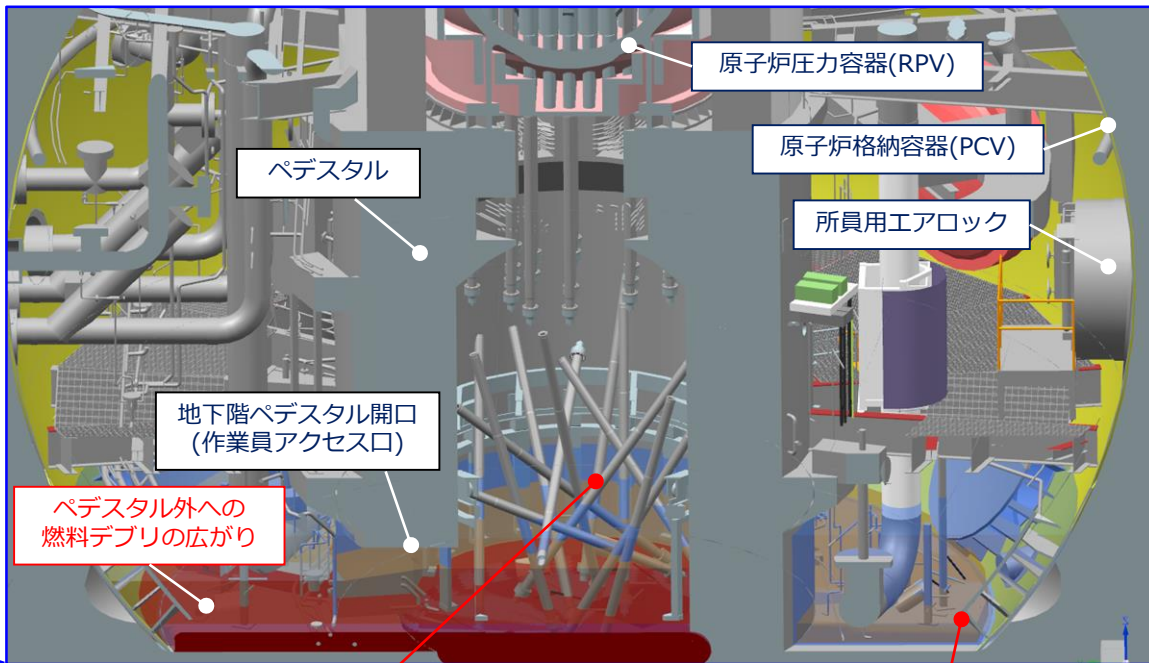
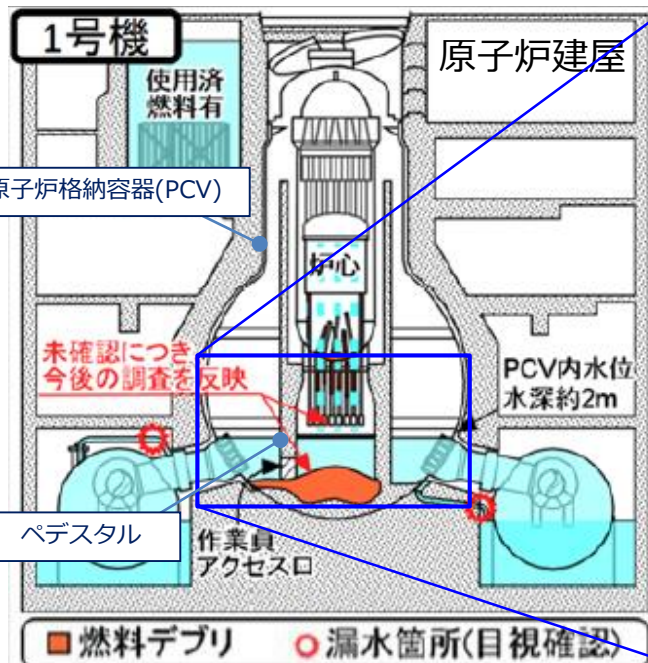
調査装置設置前及び撤去後のイメージ



(参考) PCV内部調査の背景

1号機の炉内の状況※1

◻ これまでの解析と調査に基づく現状の推定



◻ CRD系の脱落

◻ 多量の堆積物の存在

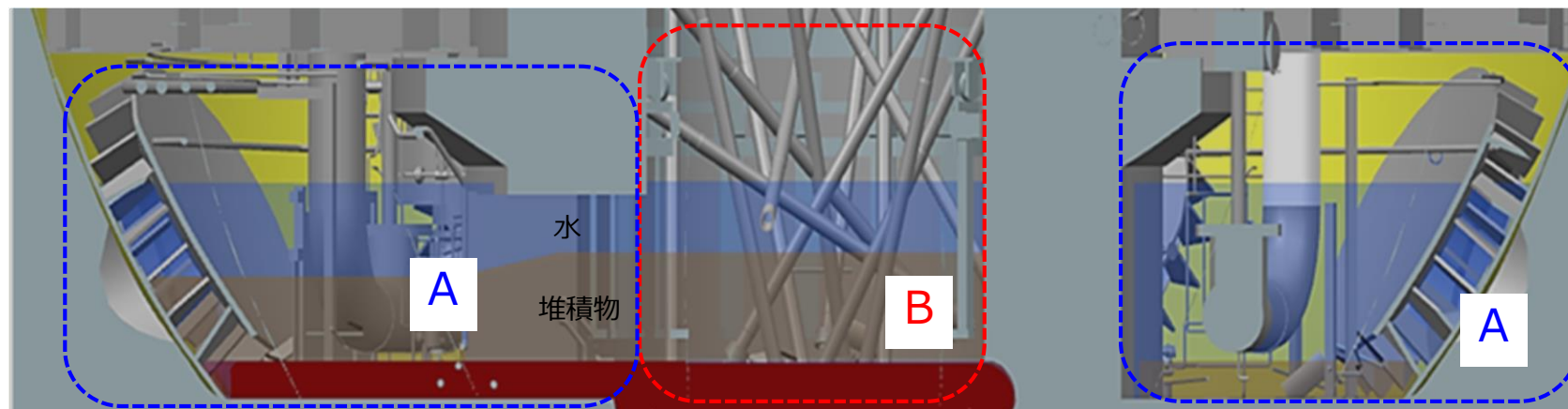
※1 出典：「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2018」、NDF、2018年10月2日

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

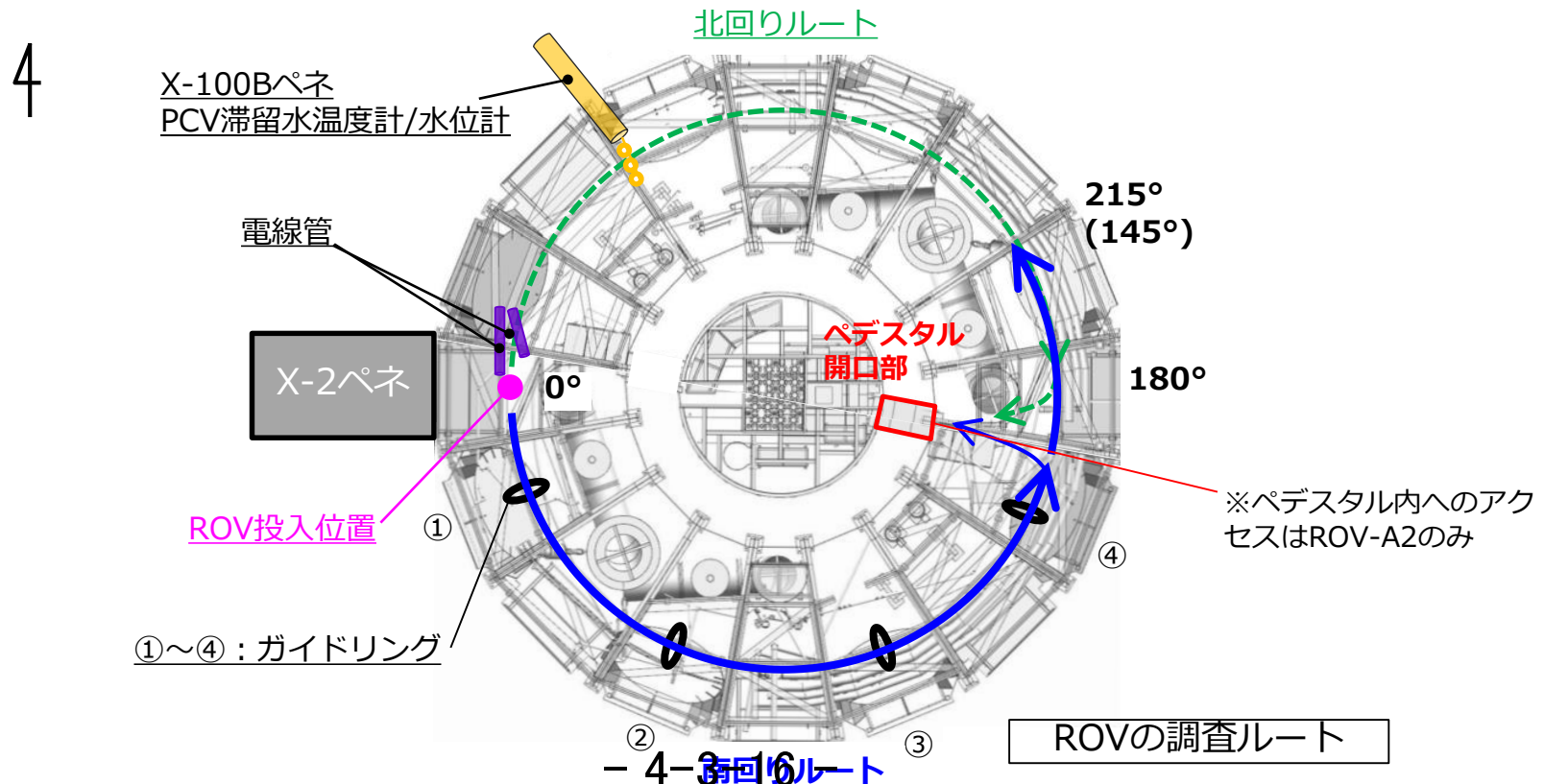
1号機PCV内部調査においては、X-2ペネからPCV内地下階に水中ROVを投入し、ペDESTAL外
の広範囲とペDESTAL内の調査を行い、堆積物回収手段・設備の検討や堆積物回収、落下物解体
・撤去などの工事計画に係る情報などの情報収集を目指す



	取得したい情報	調査方法
ペDESTAL外～ 作業員アクセス口 (図中のA)	<ul style="list-style-type: none"> ・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) 	<ul style="list-style-type: none"> ・計測 ・堆積物サンプリング ・カメラによる目視
ペDESTAL内 (図中のB)	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (ペDESTAL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) 	<ul style="list-style-type: none"> ・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DESTALの侵入ができなかった場合は、北回りルートでペDESTAL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

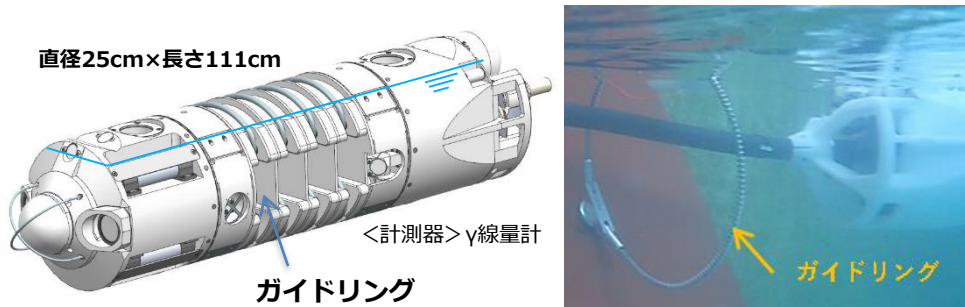


(参考) 調査装置概要

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)

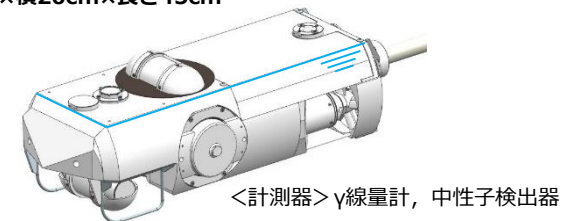
- ・有線型水中ロボットの遊泳機能 (スラストによる推進/旋回/潜航) を阻害する要因は自身の動力・通信ケーブルの構造物等への引掛りが支配的である。
- ・ケーブルがPCV地下階で自由に動いて構造物などに引っ掛からないように、ガイドリング (輪っか) をROVが通過することでケーブルの自由度を制限する。
- ・ROV-Aはガイドリングをジェットデフに取付ける水中ROVである。



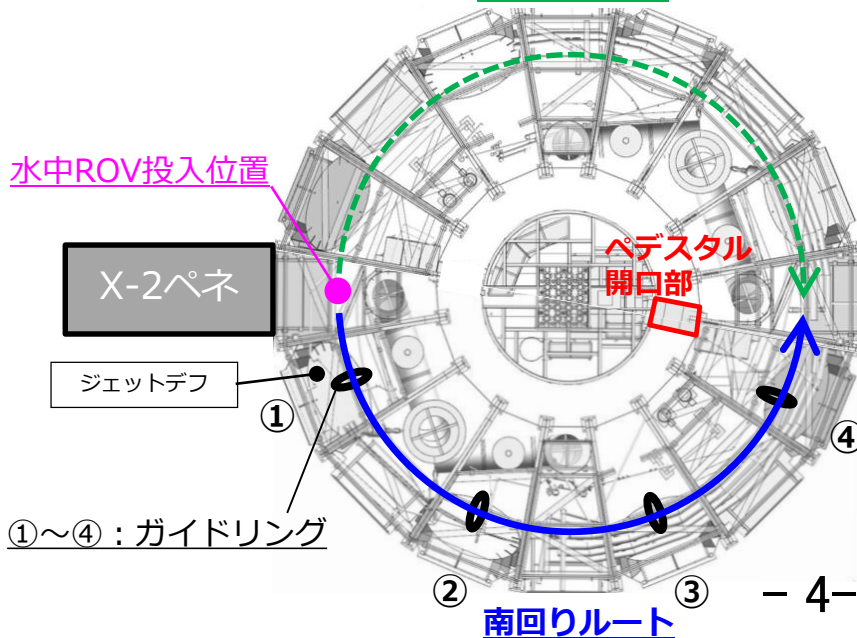
②ROV-A2 (詳細目視調査用)

- ・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

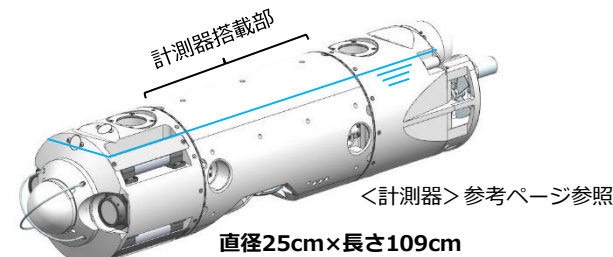


北回りルート



③ROV-B/C/D/E (各調査用)

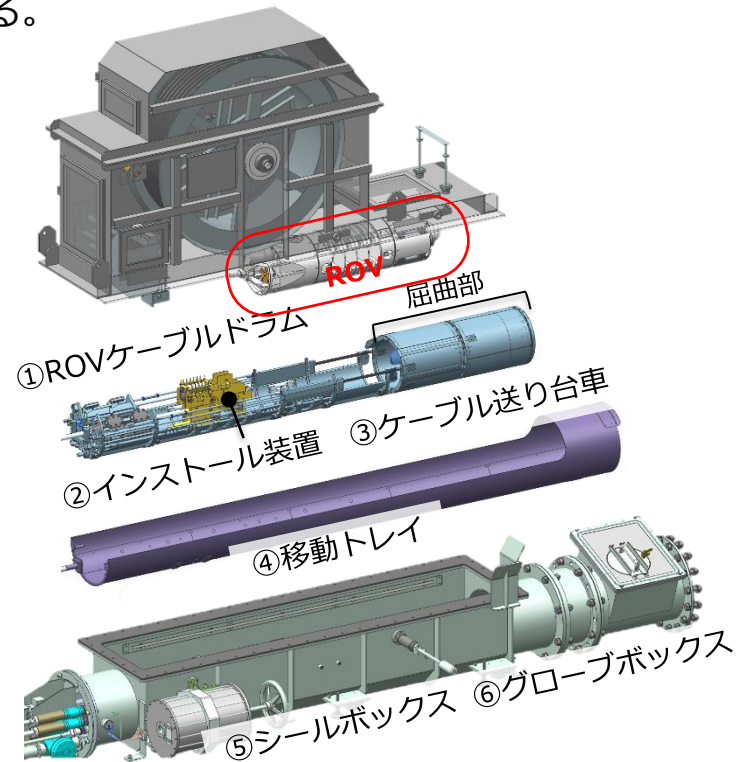
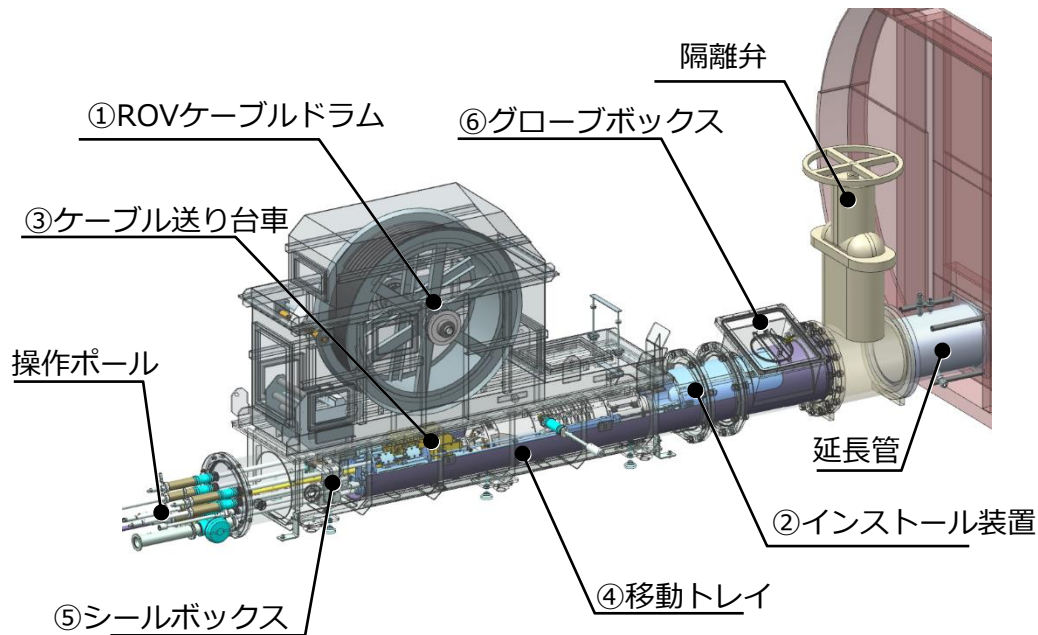
- ・ROV腹部に各調査用センサ類を搭載したROV



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。

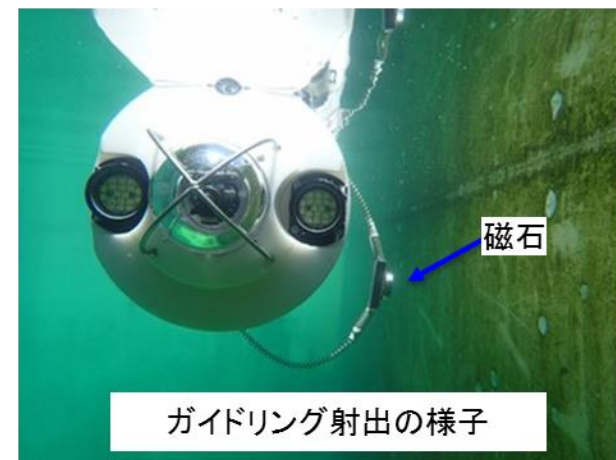
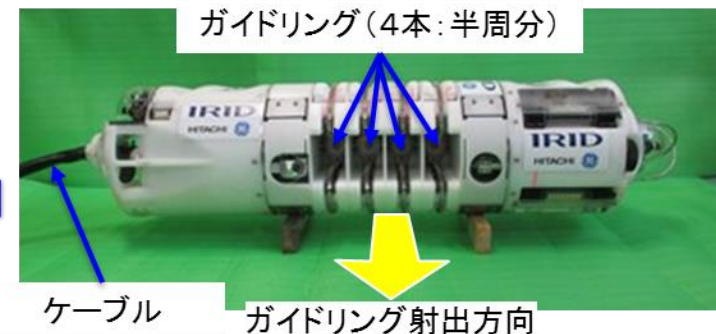
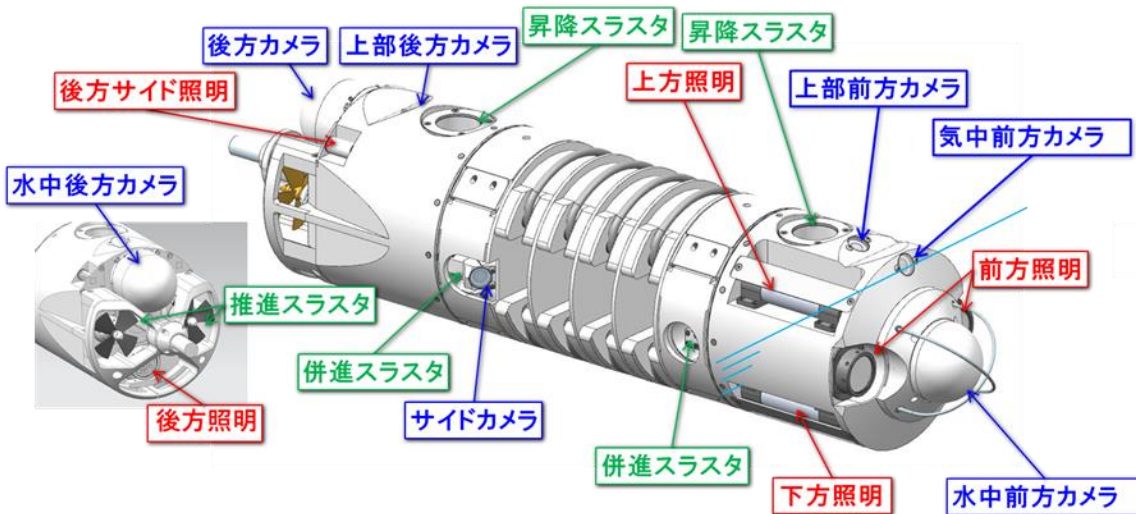


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

(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

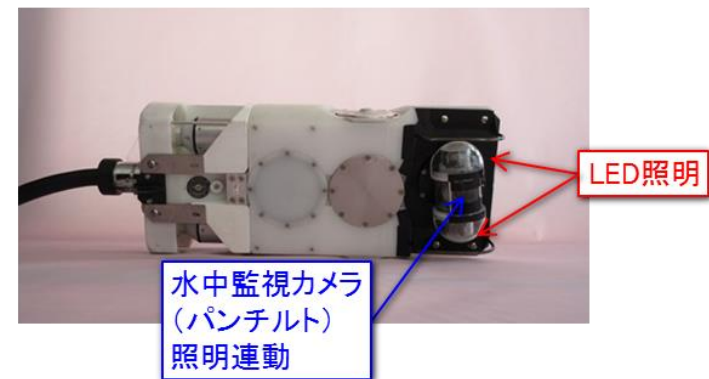
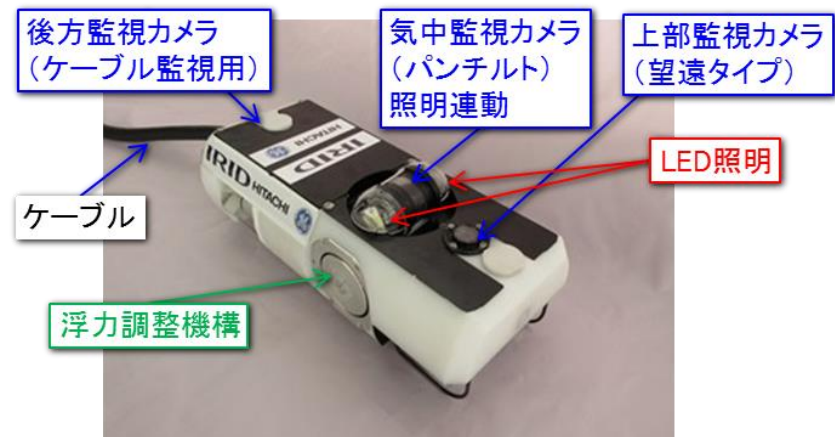
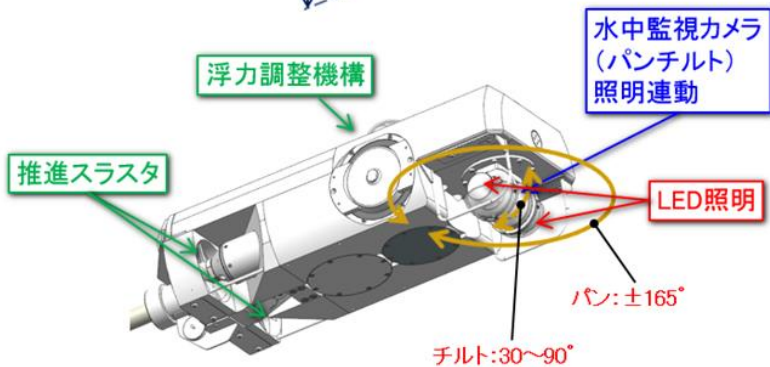
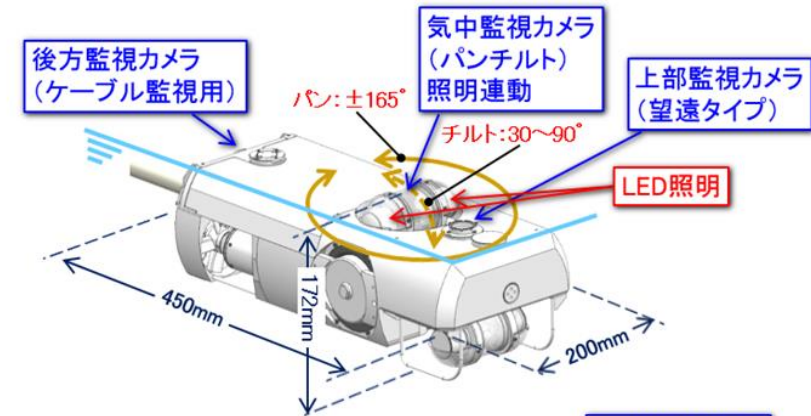
推力: 約25N 寸法: 直径φ25cm × 長さ約110cm



(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



1号機 PCV内部調査の状況について

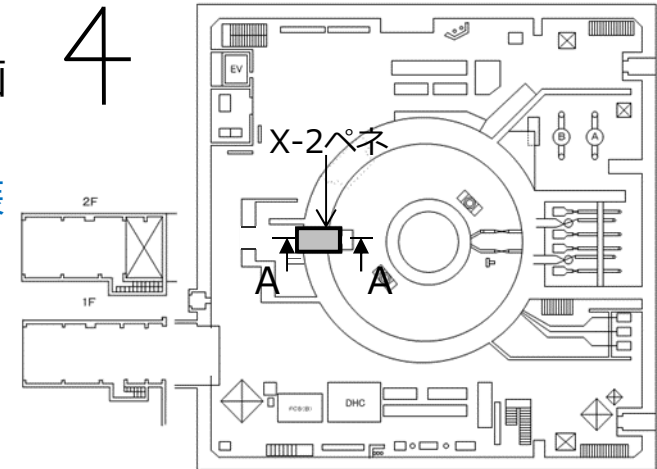
2022年4月26日

IRID **TEPCO**

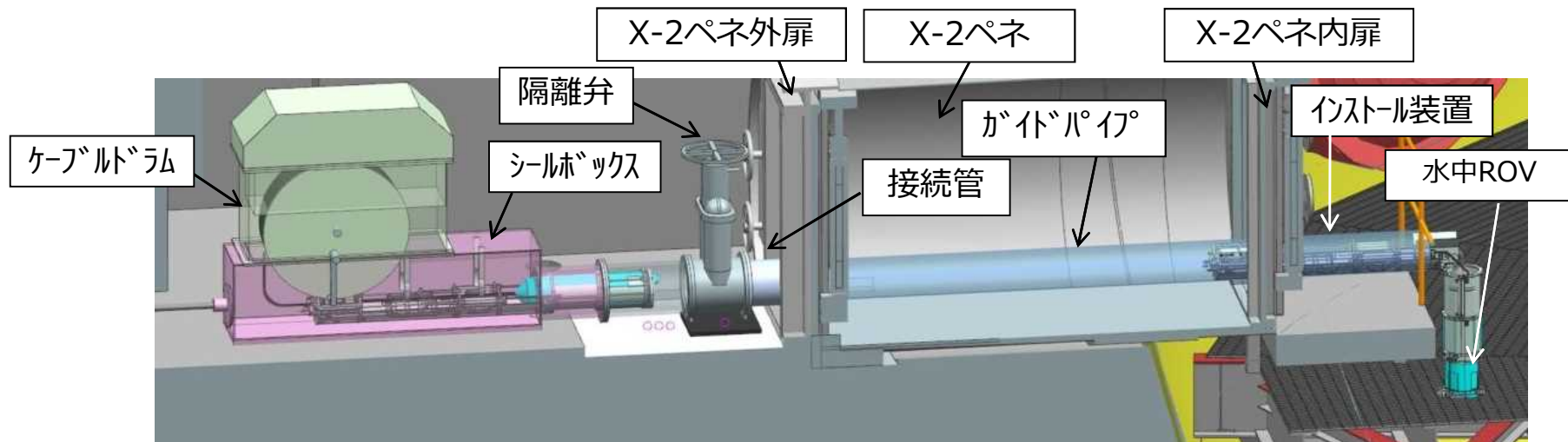
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

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

- 2月8日から10日にかけてROV-Aによるガイドリング4個所の取付を完了
- 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
- 3月16日まで調査を継続していたが、福島県沖を震源とする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
- 現在、代替のROV-A2の投入や、浸水箇所の調査を含めた今後の対応について検討中



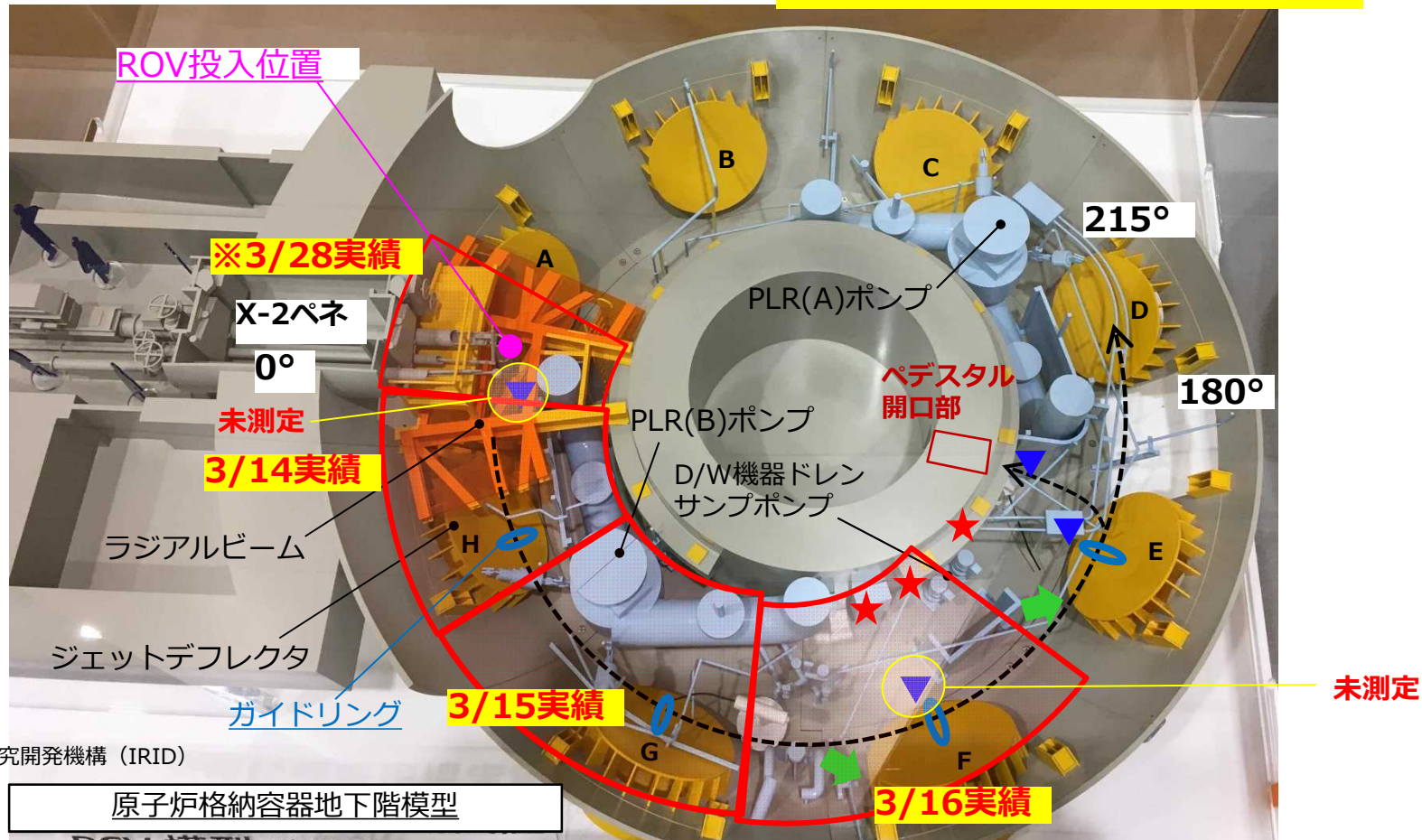
3. ROV-A2調査概要と調査実績

■ 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）

※3/28は調査可能な範囲について調査を実施



資料提供：
国際廃炉研究開発機構（IRID）

原子炉格納容器地下階模型

4. 調査実績 3/14調査分① 既設構造物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

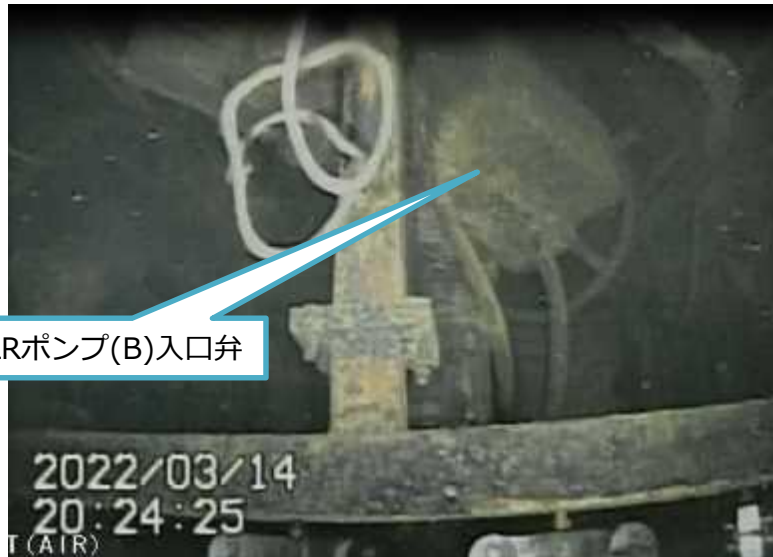


写真1. PLRポンプ(B)入口弁付近の状況

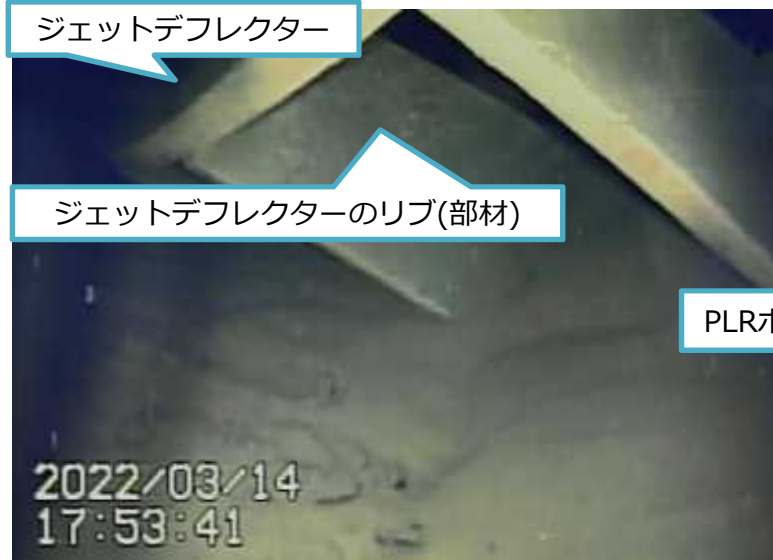
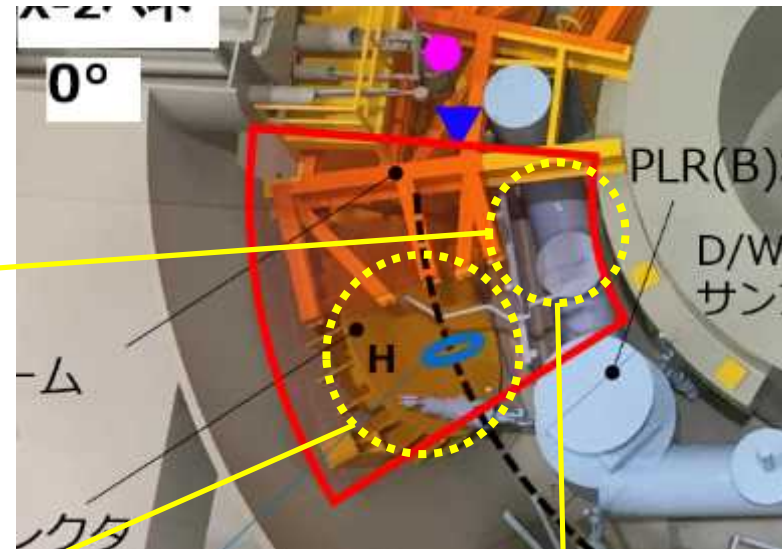


写真2. ジェットデフレクター(H)底部付近の状況



写真3. PLRポンプ(B)入口弁付近の状況

4. 調査実績_3/14調査分② ジェットデフレクタ (H) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(H)裏側の状況①

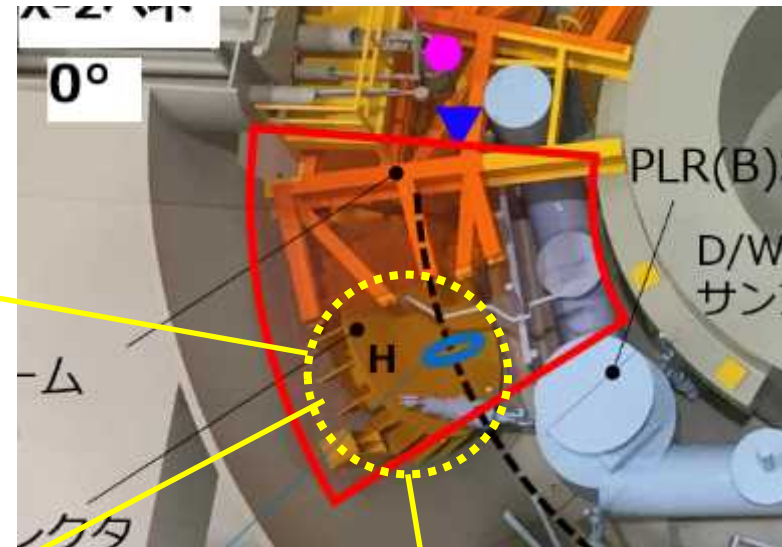


写真2.ジェットデフレクター(H)裏側の状況②



写真3.ジェットデフレクター(H)裏側の状況③

4. 調査実績_3/15調査分① ジェットデフレクター (G) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(G)俯瞰

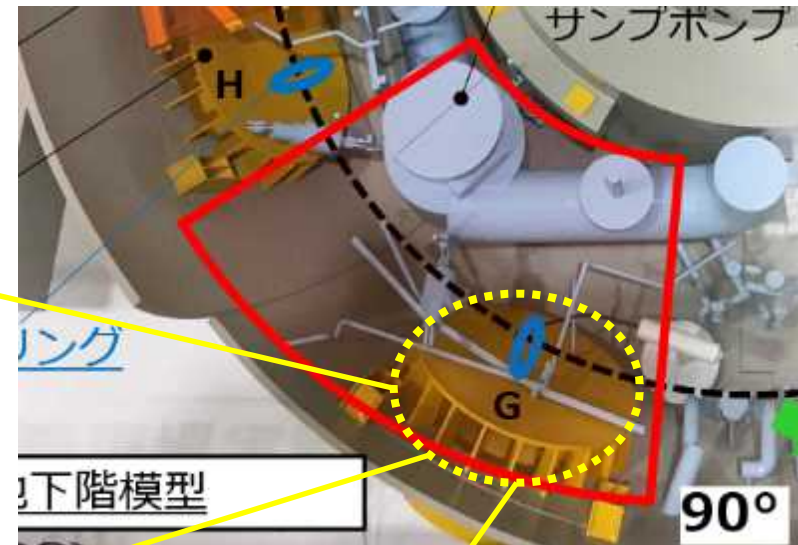


写真2.ジェットデフレクター(G)付近の状況



写真3.ジェットデフレクター(G)裏側の状況

4. 調査実績_3/15調査分② 既設構造物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）



写真1. PLRポンプ(B)出口弁付近の状況

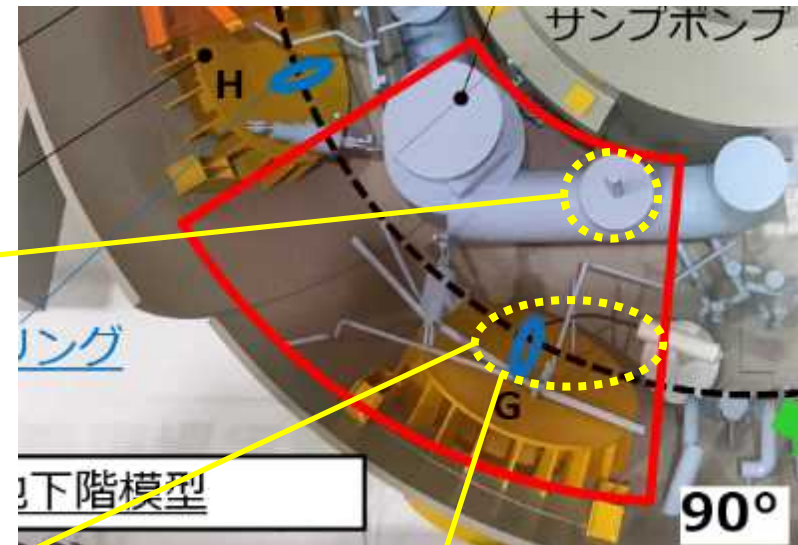


写真2. ジェットデフレクター(G)底部付近の状況①



写真3. ジェットデフレクター(G)底部付近の状況②

4. 調査実績_3/16調査分① ジェットデフレクター (F) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(F)俯瞰

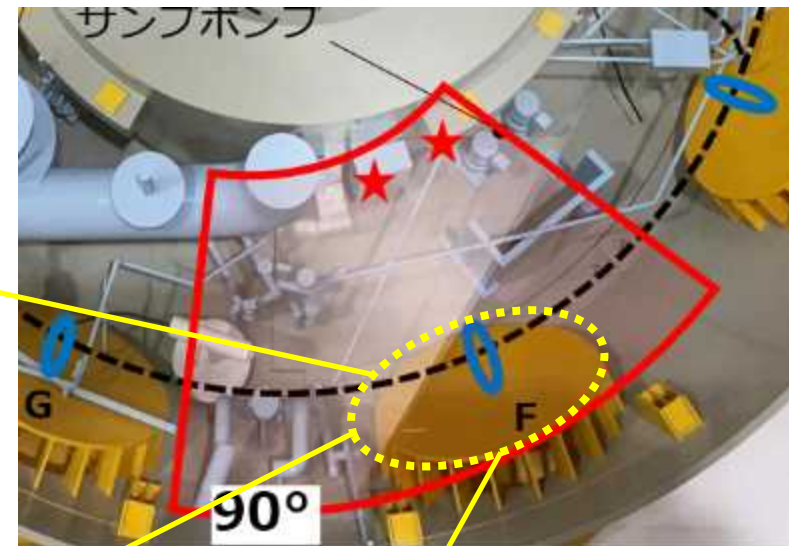


写真2.ジェットデフレクター(F)裏側の状況①



写真3.ジェットデフレクター(F)裏側の状況②

4. 調査実績_3/16調査分② ペDESTAL基部, 底部堆積物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ペDESTAL基礎部付近の状況①

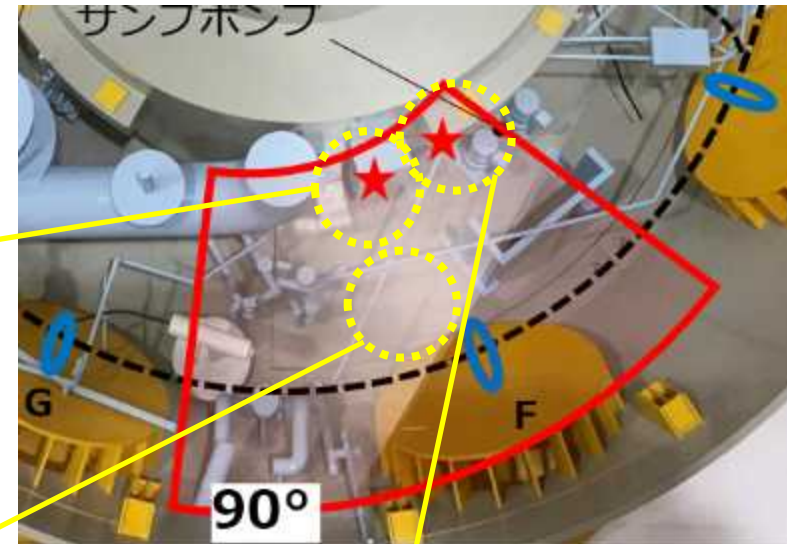


写真2.ジェットデフレクター(F)付近の状況



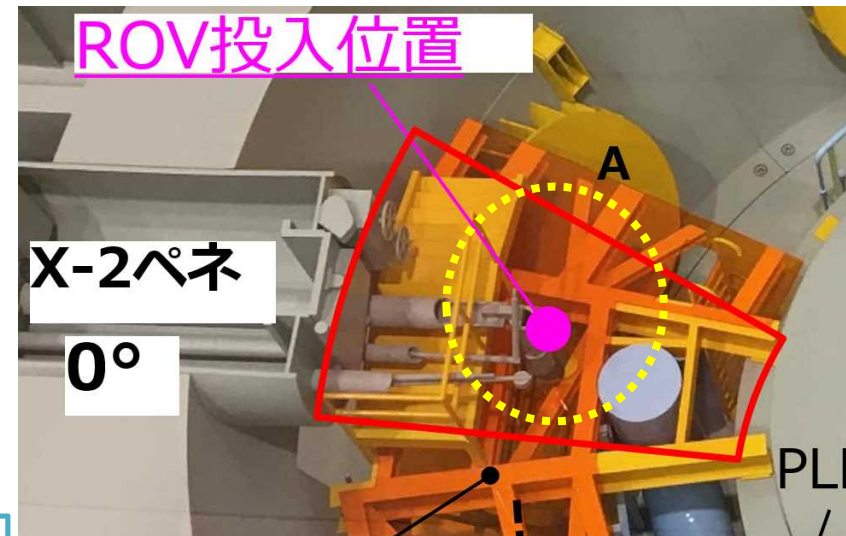
写真3.ペDESTAL基礎部付近の状況②

4. 調査実績_3/28調査分① ジェットデフレクター (A) 状況

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)



写真1.ジェットデフレクター(A)俯瞰



ジェットデフレクターの裏面



写真2.ジェットデフレクター(A)付近の状況



写真3.ジェットデフレクター(A)裏側の状況

4. 調査実績_3/28調査分② 既設構造物など

資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

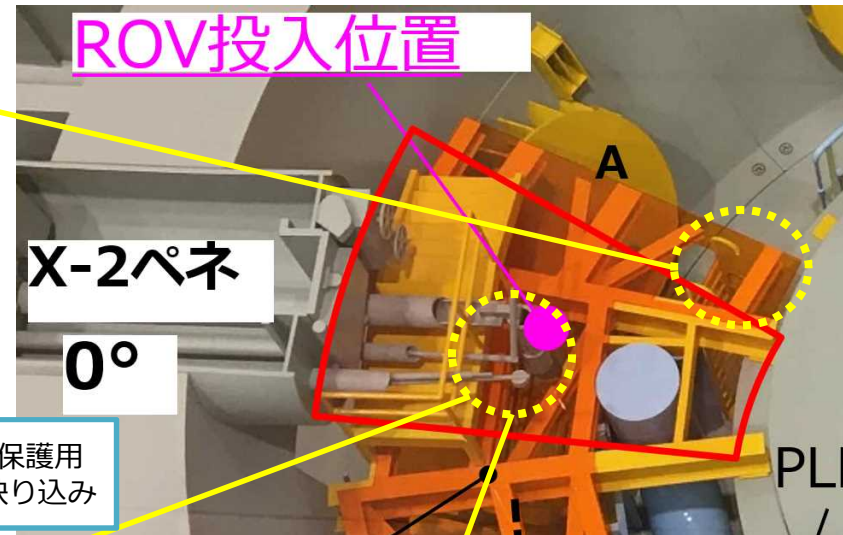


写真1.ペDESTAL外壁に設置されている盤※



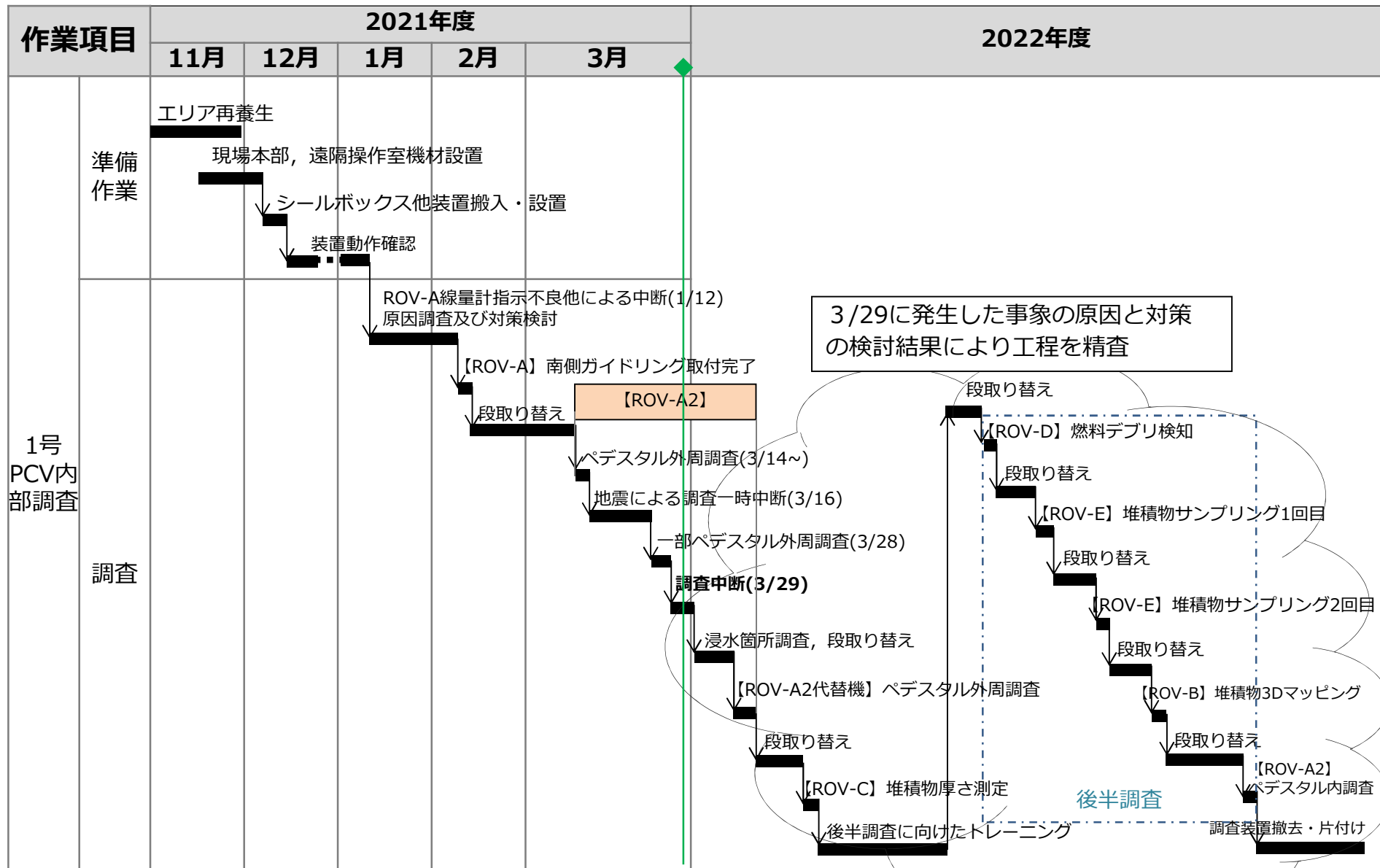
写真2.AC配管貫通部の状況

※2022.4.7 訂正 旧記載：水面からローブ状の干渉物状況



写真3.地震後に確認された水面の汚れ

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) 1号機PCV内部調査の作業の様子 (3月14日)



写真1.遠隔操作室における作業の状況



写真2.水中ROVの吊り下ろし状況



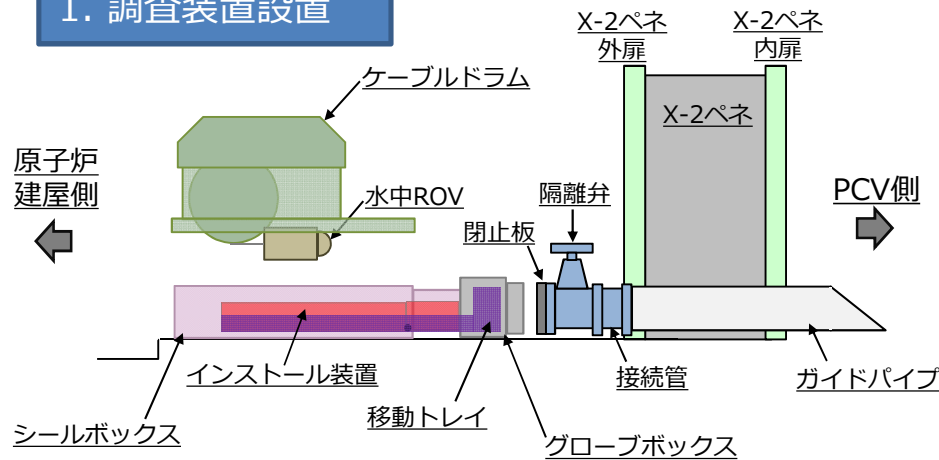
写真3.PCV底部水面への着水時の状況



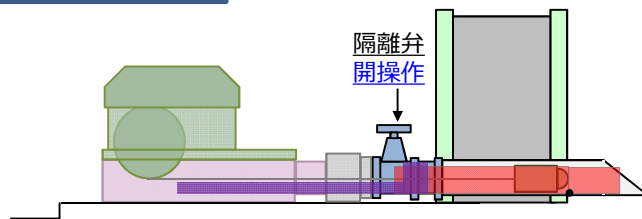
写真4.吊り下ろし地点での状況

(参考) PCV内部調査の主な作業ステップ

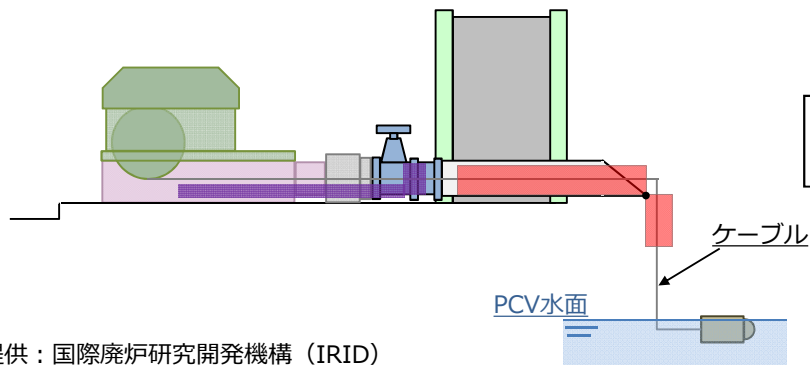
1. 調査装置設置



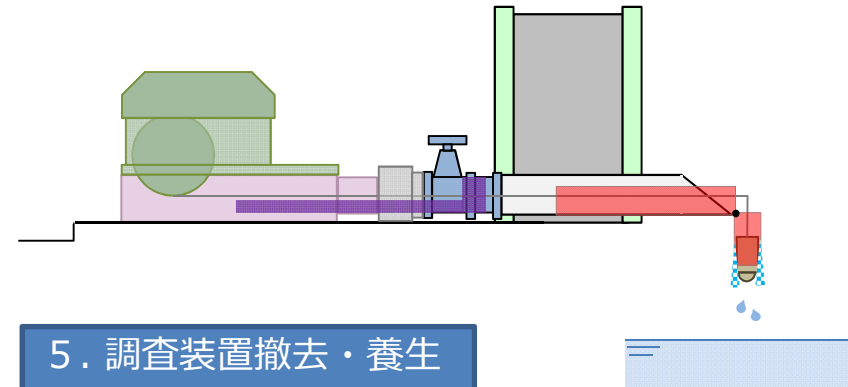
2. 水中ROV投入



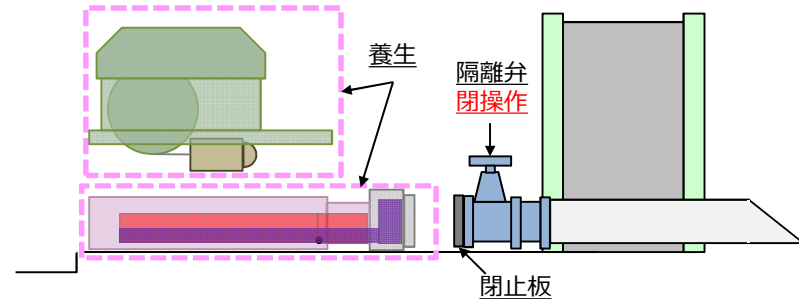
3. PCV内部調査



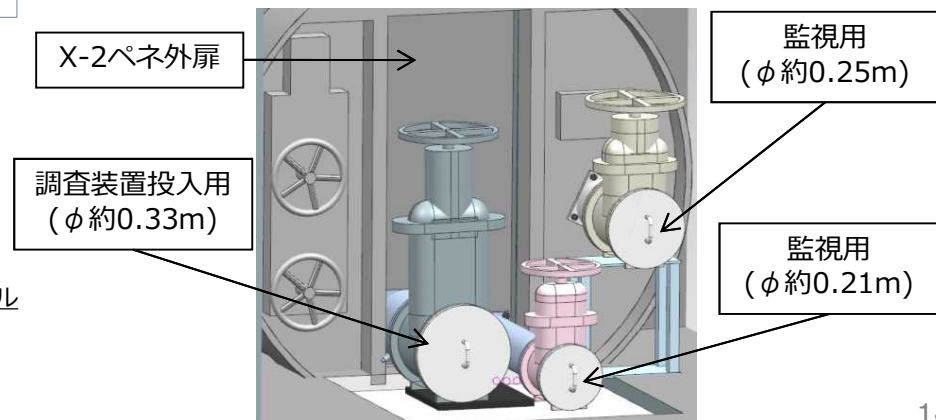
4. 水中ROV洗浄, 回収



5. 調査装置撤去・養生

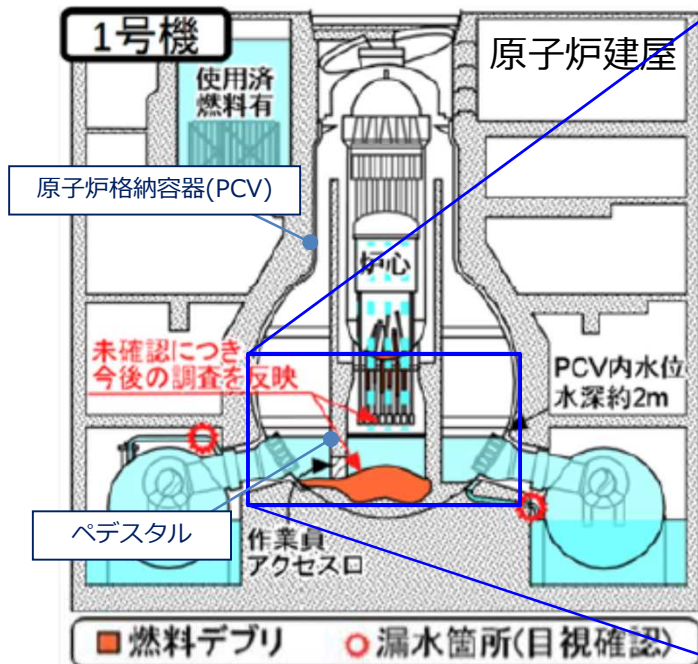


調査装置設置前及び撤去後のイメージ



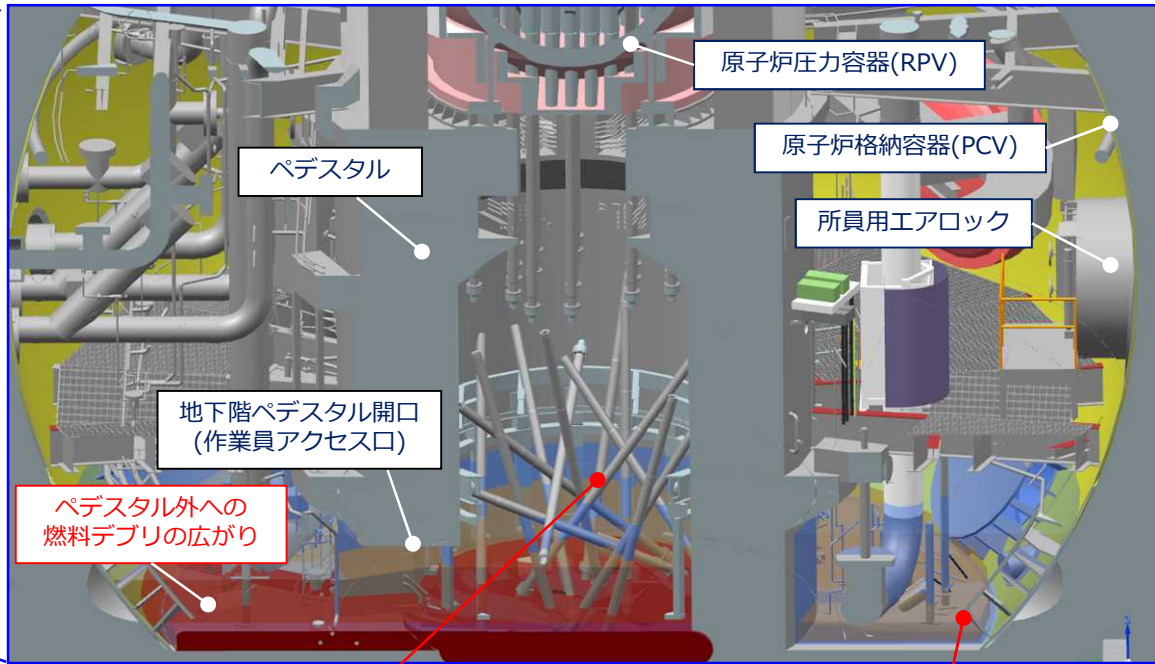
(参考) PCV内部調査の背景

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

このままの解析と調査に基づく現状の推定



CRD系の脱落

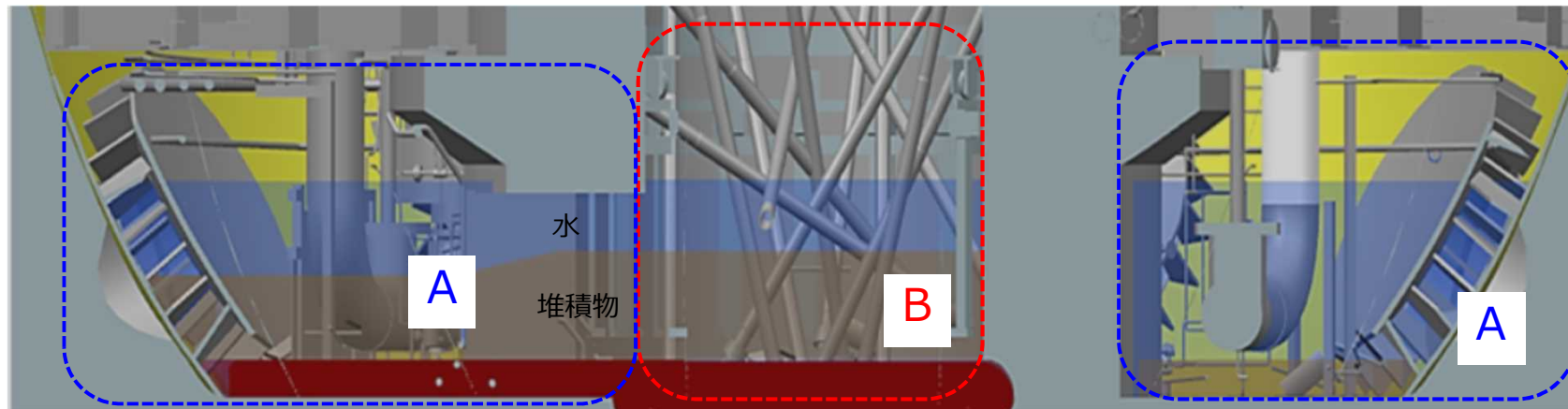
多量の堆積物の存在

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

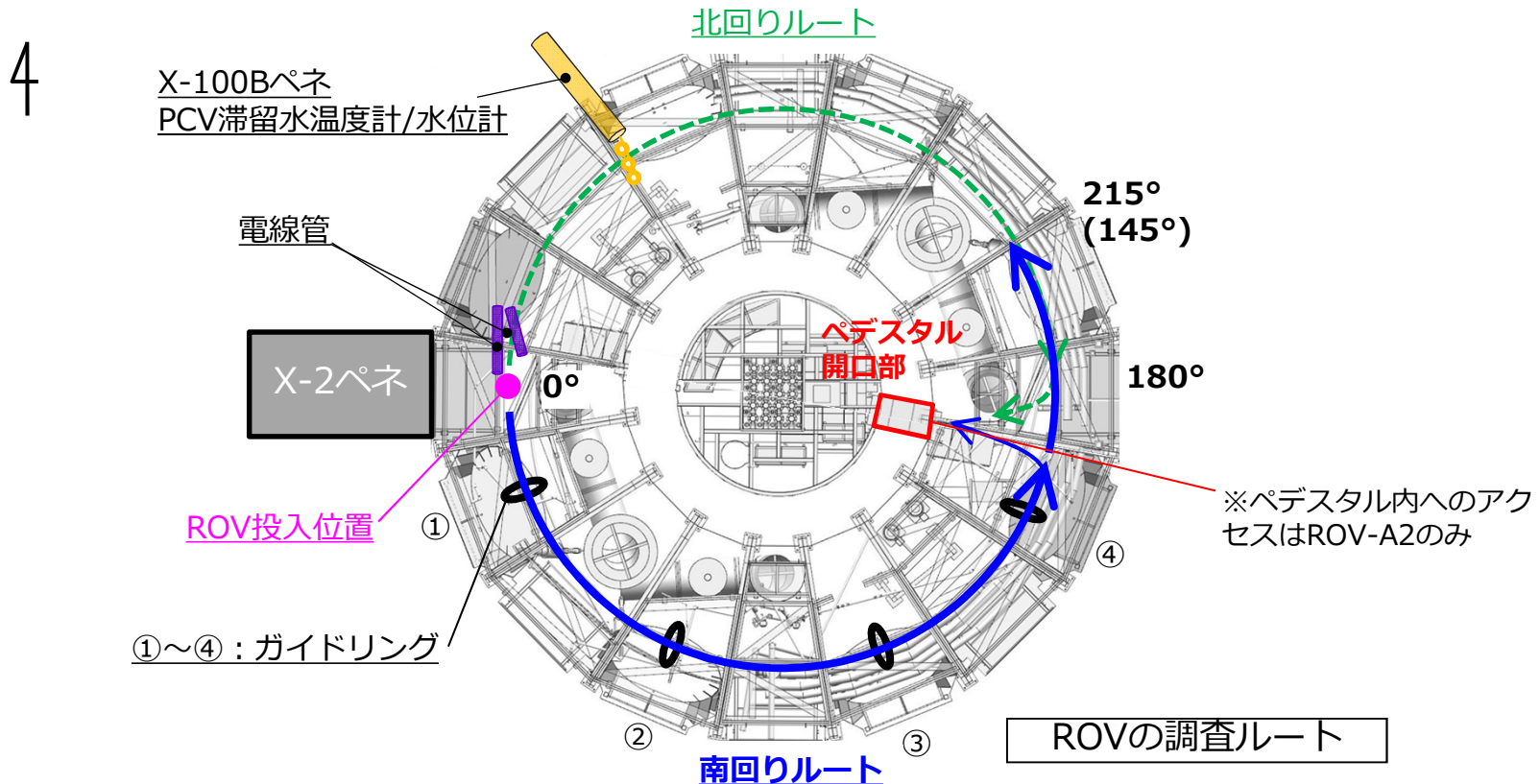
1号機PCV内部調査においては、X-2ペネからPCV内地下階に水中ROVを投入し、ペDESTAL外
の広範囲とペDESTAL内の調査を行い、堆積物回収手段・設備の検討や堆積物回収、落下物解体
・撤去などの工事計画に係る情報などの情報収集を目指す



	取得したい情報	調査方法
ペDESTAL外～ 作業員アクセス口 (図中のA)	<ul style="list-style-type: none"> ・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) 	<ul style="list-style-type: none"> ・計測 ・堆積物サンプリング ・カメラによる目視
ペDESTAL内 (図中のB)	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積物回収, 落下物解体・撤去などの計画に係る情報 (ペDESTAL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) 	<ul style="list-style-type: none"> ・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DESTALの侵入ができなかった場合は、北回りルートでペDESTAL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

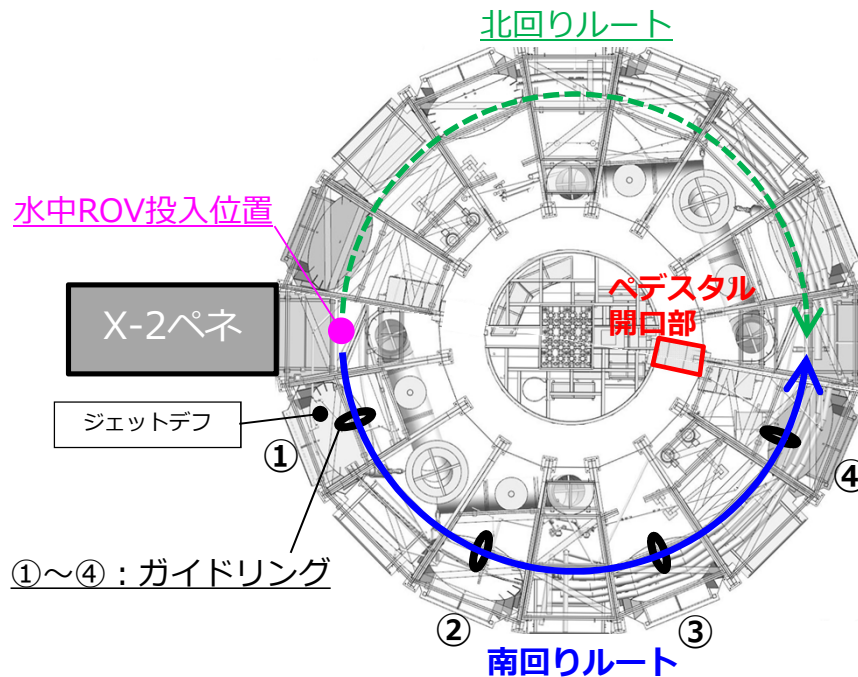
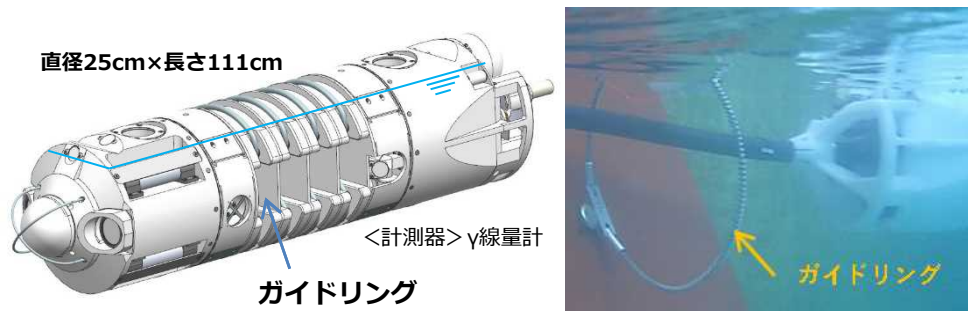


(参考) 調査装置概要

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)

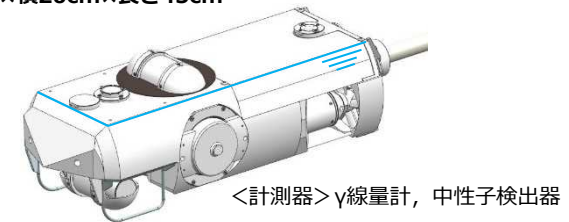
- ・有線型水中ロボットの遊泳機能(スラストによる推進/旋回/潜航)を阻害する要因は自身の動力・通信ケーブルの構造物等への引掛りが支配的である。
- ・ケーブルがPCV地下階で自由に動いて構造物などに引っ掛からないように、ガイドリング(輪っか)をROVが通過することでケーブルの自由度を制限する。
- ・ROV-Aはガイドリングをジェットデフに取付ける水中ROVである。



②ROV-A2 (詳細目視調査用)

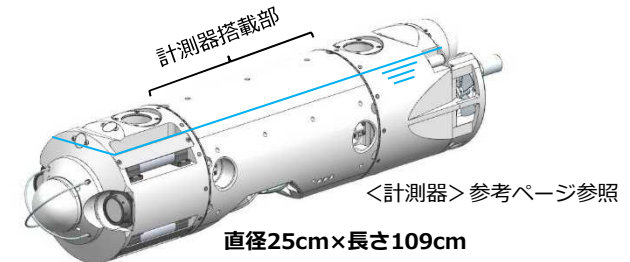
- ・カメラにより映像を取得
- ・6種類のROVの中で唯一ペDESTAL内部に侵入するROV
- ・ペDESTAL開口部の侵入スペースが不明であるため、極力小型化した設計としている

縦17.5cm×横20cm×長さ45cm



③ROV-B/C/D/E (各調査用)

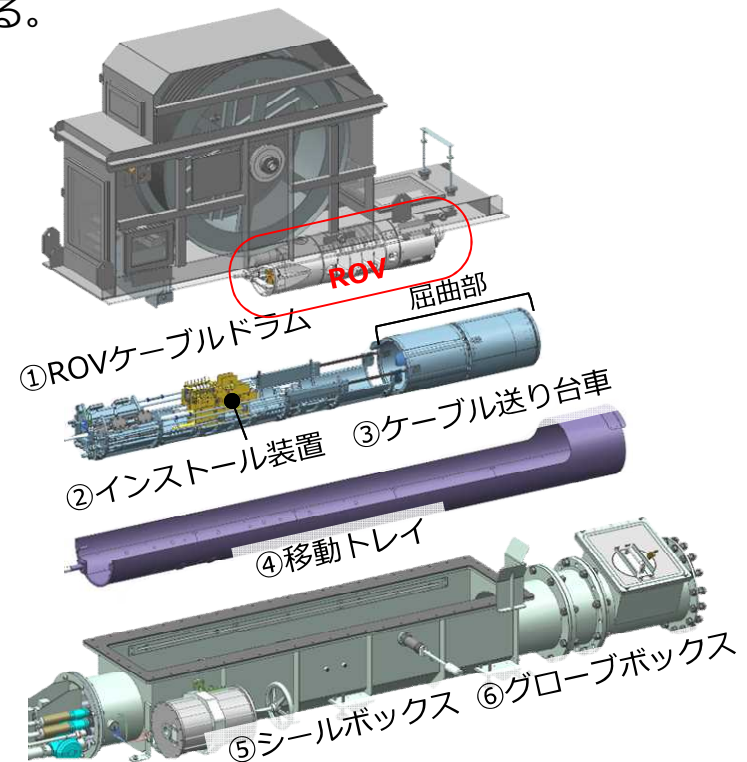
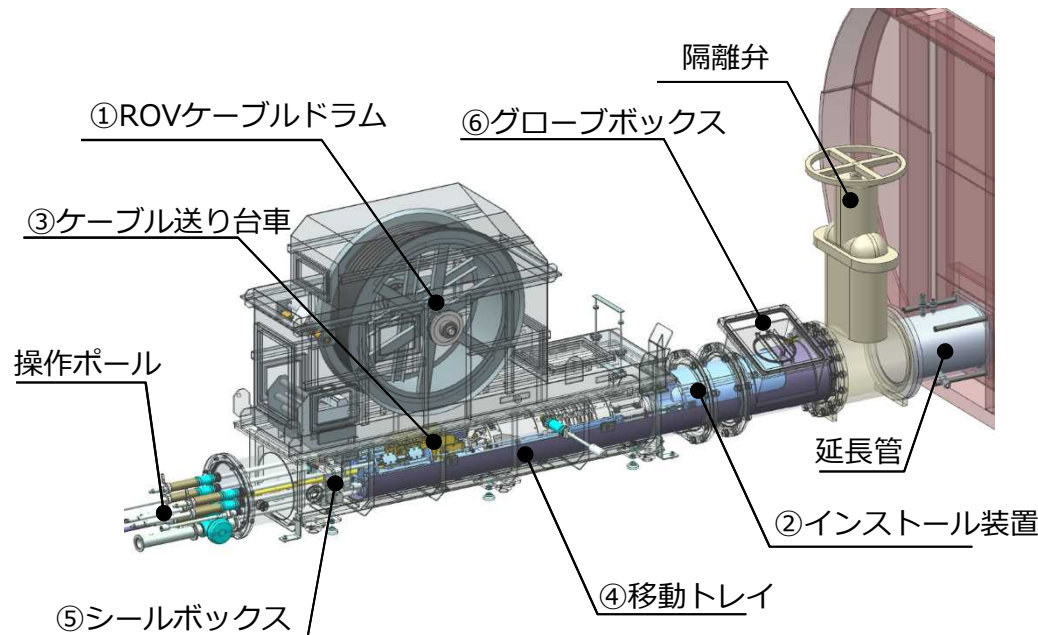
- ・ROV腹部に各調査用センサ類を搭載したROV



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。

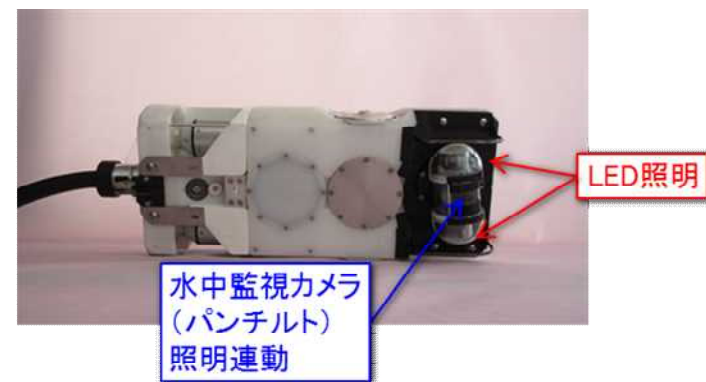
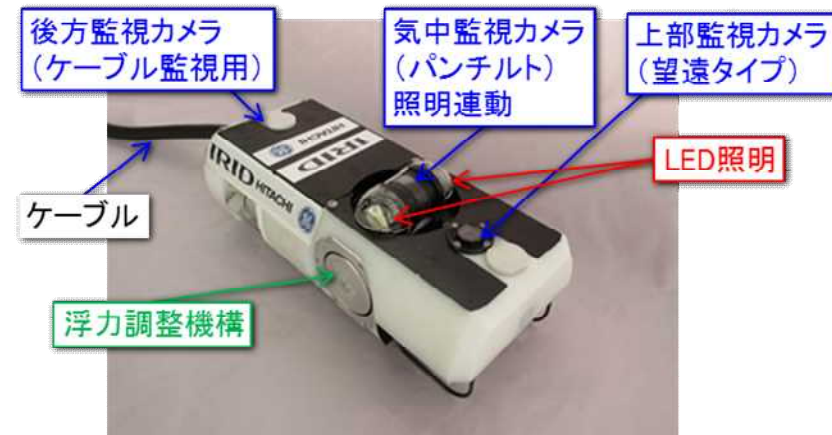
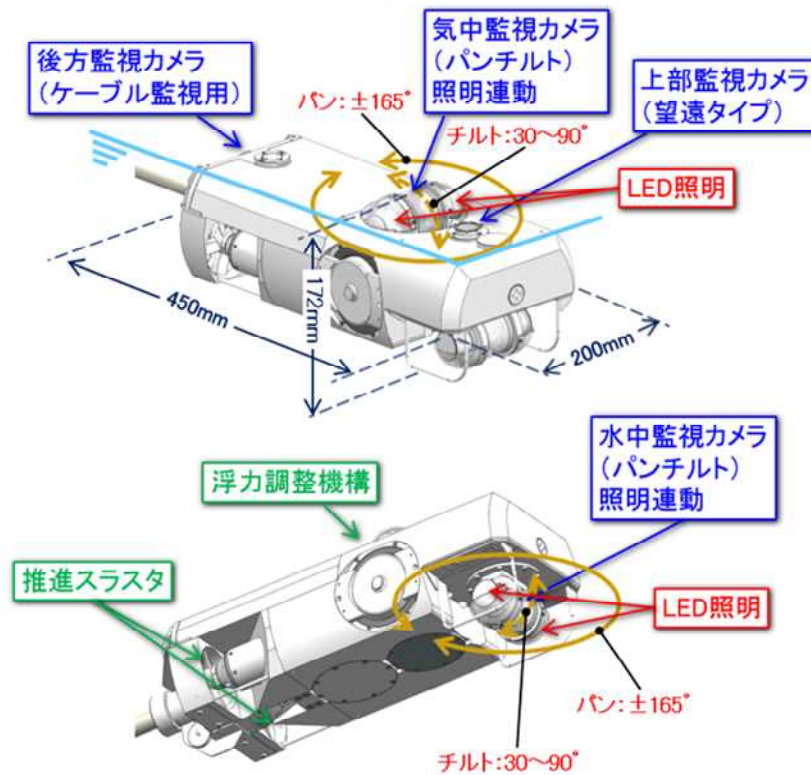


構成機器名称	役割
① ROVケーブルドラム	ROVと一体型でROVケーブルの送り/巻き動作を行う
② インストール装置	ROVをガイドパイプを経由してPCV内部まで運び、屈曲機構によりROV姿勢を鉛直方向に転換させる
③ ケーブル送り台車	ケーブルドラムと連動して、ケーブル介助を行う
④ 移動トレイ	ガイドパイプまでインストール装置を送り込む装置
⑤ シールボックス	ROVケーブルドラムが設置されバウンダリを構成する
⑥ グローブボックス	ケーブル送り装置のセッティングや非常時のケーブル切断

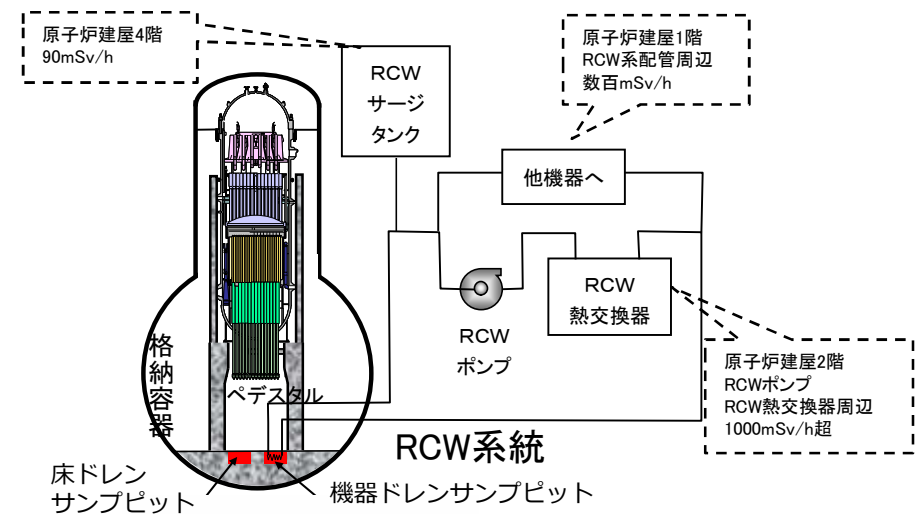
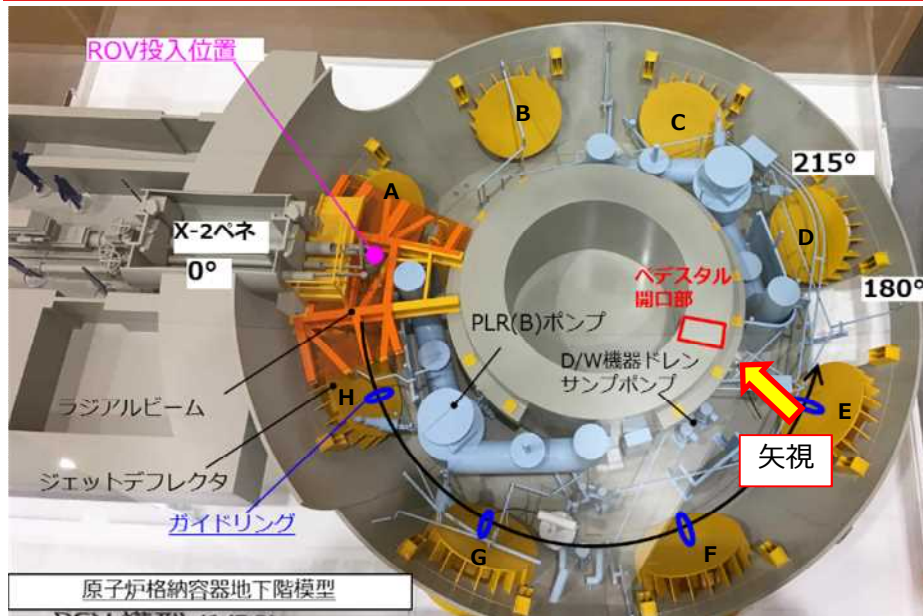
(参考) 調査装置詳細 ROV-A2_詳細目視調査用

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

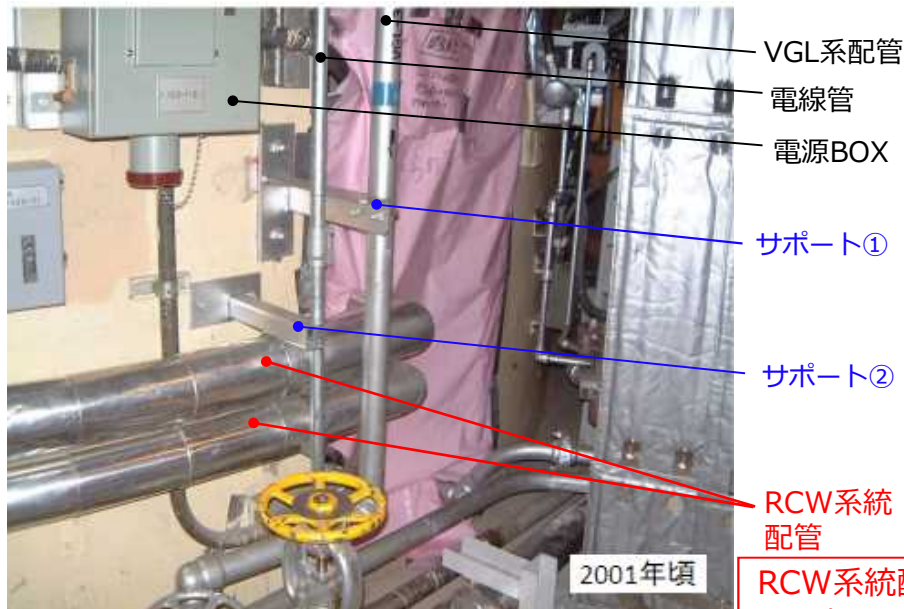
推力：約50N 寸法：直径φ20cm×長さ約45cm



(参考) ペDESTAL開口部付近のRCW系統配管



1号機の原子炉建屋内RCW系統にて高汚染を確認
 ⇒PCV内部でRCW配管が破損したことにより、PCV内部の放射性物質がRCW系統に逆流したと推定していた



事故前のペDESTAL開口部前



RCW系統配管が設置されていたと推定される位置に配管を確認できていない。今後ROV-A2調査時に周辺の状況等を含め確認する予定。

