

IRIDシンポジウム2021

研究成果報告

1号機 PCV内部調査に向けた準備作業状況

2021/12/08

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 日立GEニュークリア・エナジー株式会社

岡田 聡

※本事業は、廃炉・汚染水対策事業費補助金にて実施したものである。

目次

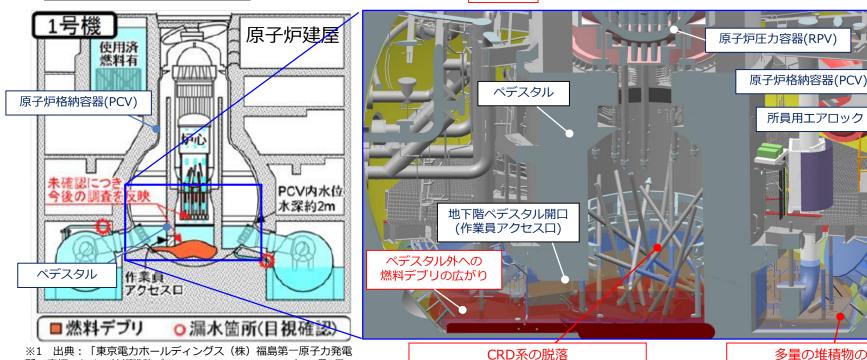
- 1.1号機PCV内部調査の概要
- 2. 潜水機能付ボートによる調査
- 3. アクセスルート構築
- 4. まとめ



1.1 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



所の廃炉のための技術戦略プラン2018 | 、NDF、2018年10月2日

多量の堆積物の存在

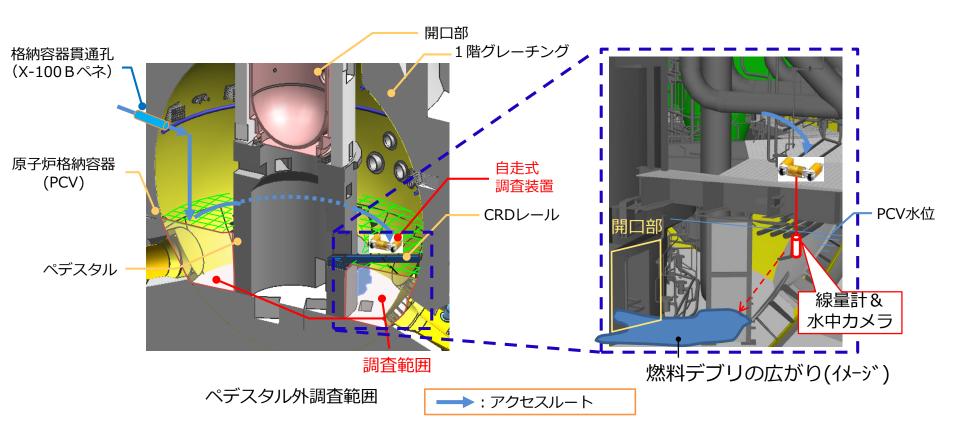
1号機PCV内部調査の背景

これまでの調査(2017年3月時のペデスタル外調査)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。



【調査計画】:ペデスタル外地下階への燃料デブリ広がり状況及びPCVシェルへの燃料デブリの到達 有無を確認する。

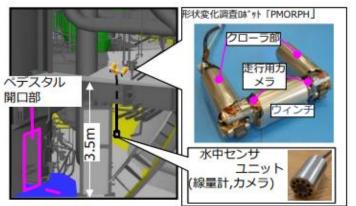
> 自走式調査装置を投入し、ペデスタル外の1階グレーチングからカメラ及び線量計を 吊り下ろし、ペデスタル外地下階と開口部近傍の状況を確認する。

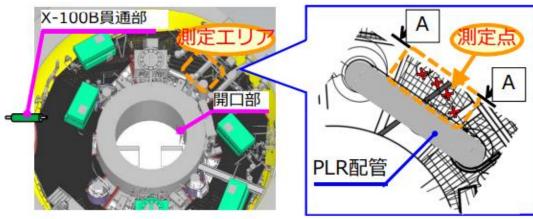


4

1.3 2017年3月時のペデスタル外調査で得られている知見

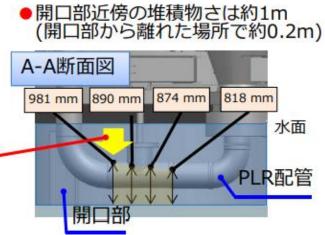
形状変化調査ロボットを用いて地下階の空間線量率分布と状況調査

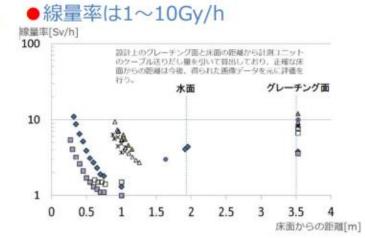




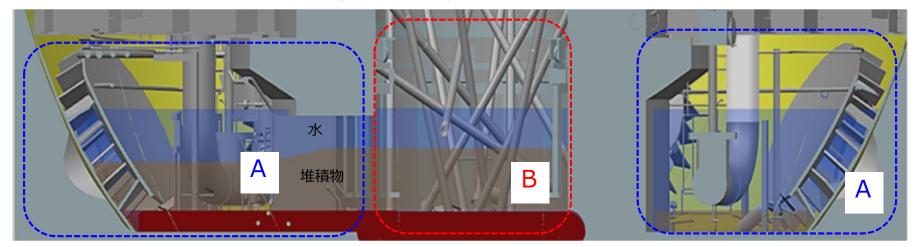
ペデスタル開口部床面近傍で高さ約1m、幅約1.5mの堆積物が存在すると推定







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〜 作業員アクセスロ (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



1.5 ROV現地実証の全体計画





ガイドリング取付

(γ線量計

詳細目視

 $(\gamma 線量計, B10検出器)$

堆積物3Dマッピング

(水温計,高出力超音波センサ)

堆積物厚さ測定

(水温計,走査型超音波距離計)

燃料デブリ検知

(CdTe半導体検出器, B10検出器)

堆積物サンプリング※

インストール装置 及び隔離部の撤去

※:運搬・分析等は連携する他PJで検討

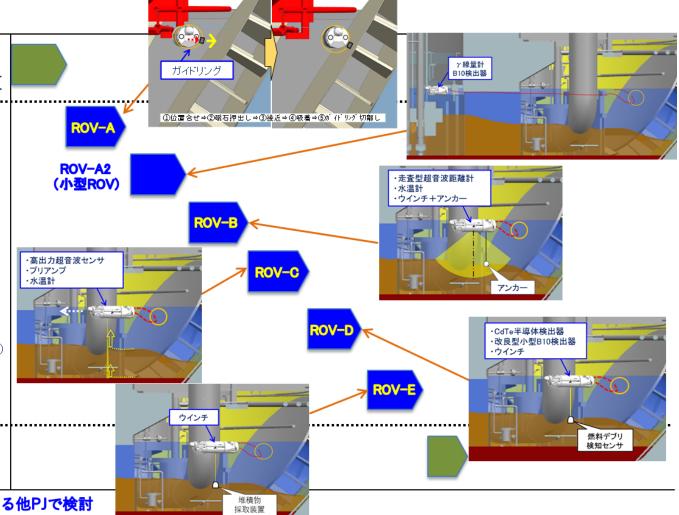


図 調査ステップ例



目次

- 1.1号機PCV内部調査の概要
- 2. 潜水機能付ボートによる調査
- 3. アクセスルート構築
- 4. まとめ



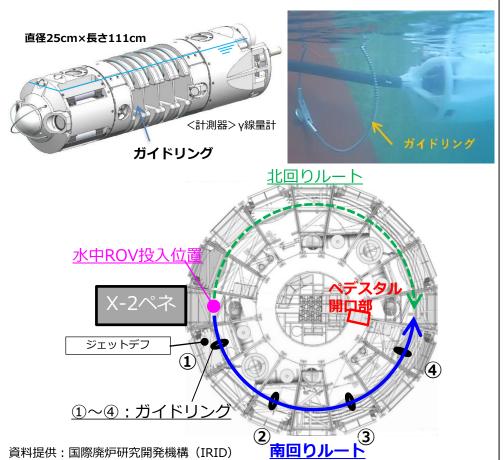
2.1 調査装置概要



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。

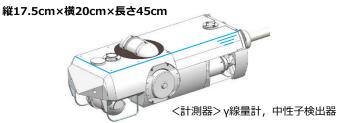
①ROV-A(ガイドリング取付用)

- ・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の中で唯一ペデスタル内部に侵入するROV
- ・ペデスタル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



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
В	堆積物3Dマッピング	走査型超音波距離計
С	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
Е	堆積物サンプリング	吸引式サンプリング



2.2 潜水機能付ボートのラインナップ

9

潜水機能付ボート, 小型ROV計6種類の水中遊泳型調査装置を製作した



(a) ガイドリング取付用 (ROV-A)



(b) 詳細目視用 (ROV-A2)



(c) 堆積物3Dマッピング用 (ROV-B)



(d) 堆積物厚さ測定用 (ROV-C)



(e) 燃料デブリ検知用 (ROV-D)



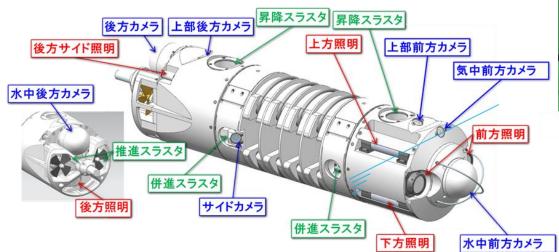
(f) 堆積物サンプリング用 (ROV-E)

2.3 調査装置詳細 ROV-A__ガイドリング取付用

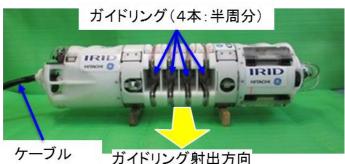


調査装置	計測器	実施内容
ROV-A ガイドリング取付	ROV保護用(光ファイバー型γ線量計※) ※:ペデスタル外調査用と同じ	ケーブルの構造物との干渉回避のためジェットデフ にガイドリング(内径300mm(設計値))を取付ける
	員数:北用1台、南用1台 航続可能時間:約80 比較的硬いポリウレタン製ケーブル(φ24mm)を	

推力:約25N 寸法:直径 φ 25cm × 長さ約110cm









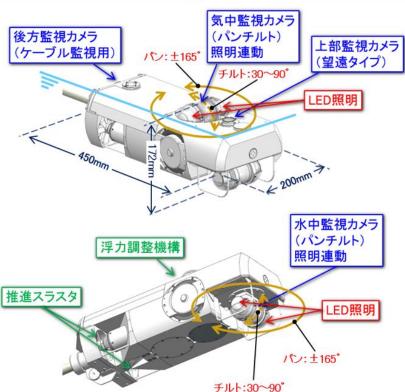
IRID

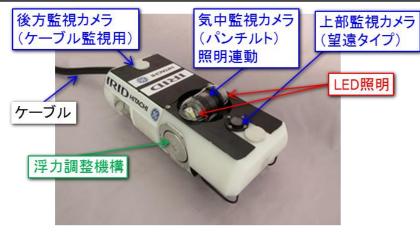
2.4 調査装置詳細 ROV-A2___詳細目視調査用

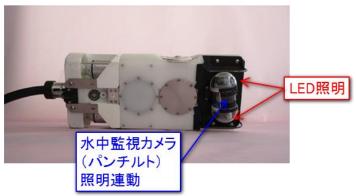


調査装置	計測器	実施内容
ROV-A2 詳細目視	ROV保護用(光ファイバー型γ線量計※,改良型小型B10検出器) ※:ペデスタル外調査用と同じ	地下階の広範囲とペデスタル内(※)のCRDハウジングの脱落状況などカメラによる目視調査を行う(※アクセスできた場合)
	員数:2台 航続可能時間:約80時間/台 調査の のケーブル(φ23mm)を採用	のために細かく動くため、柔らかいポリ塩化ビニル製









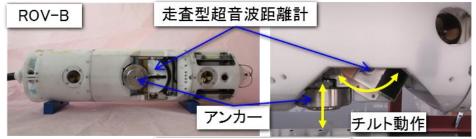


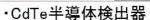
2.5 調査装置詳細 ROV-B~E(各調査用)



調査装置	計測器	実施内容
ROV-B 堆積物3Dマッピング	・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	・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	・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	・吸引式サンプリング装置	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

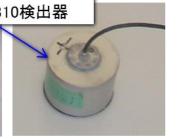
員数:各2台ずつ 航続可能時間:約80時間/台 調査のために細かく動くため、柔らかいポリ塩化ビニル製のケーブル (ROV-B: φ33mm、ROV-C: φ30mm、ROV-D: φ30mm、ROV-E: φ30mm)を採用

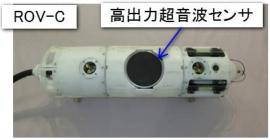


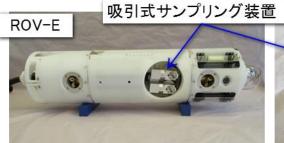


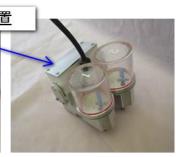








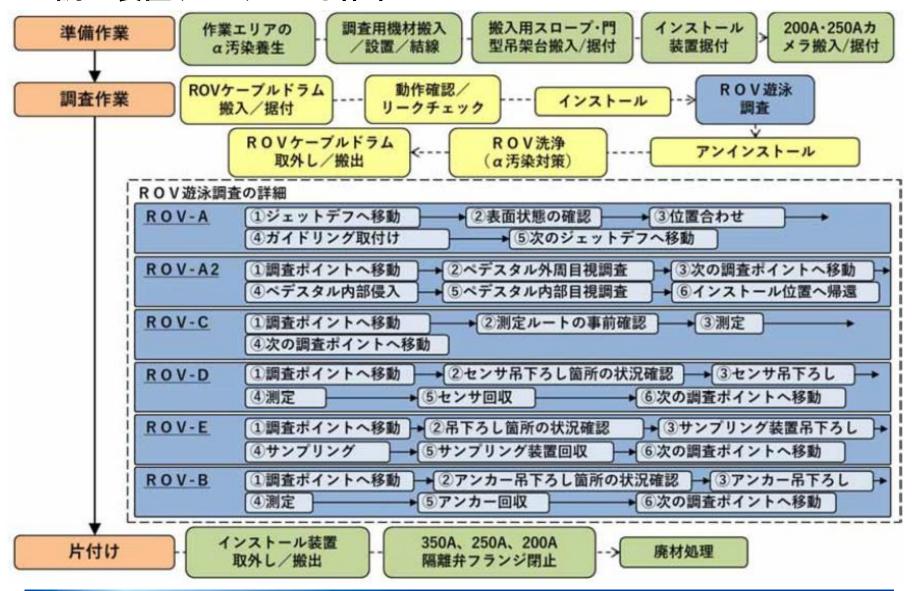




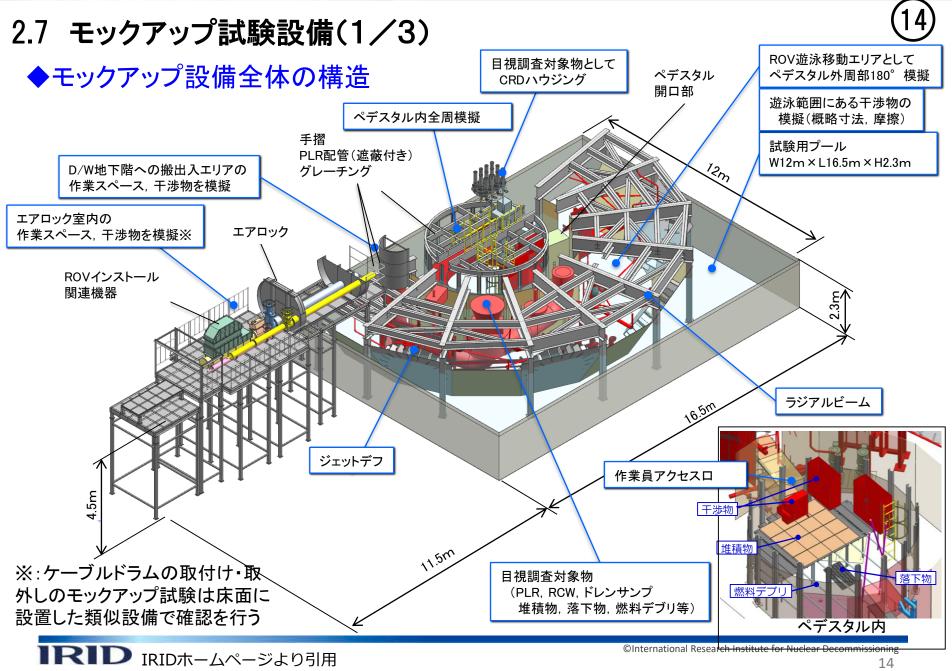
IRID

2.6 調査装置(ROV)による作業フロー





IRID



https://irid.or.jp/_pdf/20180000_10.pdf

2.8 モックアップ試験設備(2/3)

◆モックアップ設備の状況(全景)







設置	g置 MU試験設備		"32 ch 4+ 用 1, 132 ch 用 ch	
場所	模擬体	プール	選定結果と選定理由	
倉庫 (借用)	新設	新設	×(コストが最も高い。緊急時の対応のために試験設備を解体せず保管すると、 更に保管費用が発生する。)	
プール (借用)	新設	既設	×(半年以上借用できる淡水用プールがない。船舶用ドックは淡水の給水ライン 設置や作業時の安全上の課題がある。)	
工場内敷地※	新設	新設	〇(設置場所を1年以上占有できる床面補強エリアがある。工業用水などのインフラがある。緊急時や追加調査のMU試験が対応できる。)	

※日立GEニュークリア・エナジー(株) 日立事業所 臨海工場(茨城県日立市大甕町5丁目2-2)

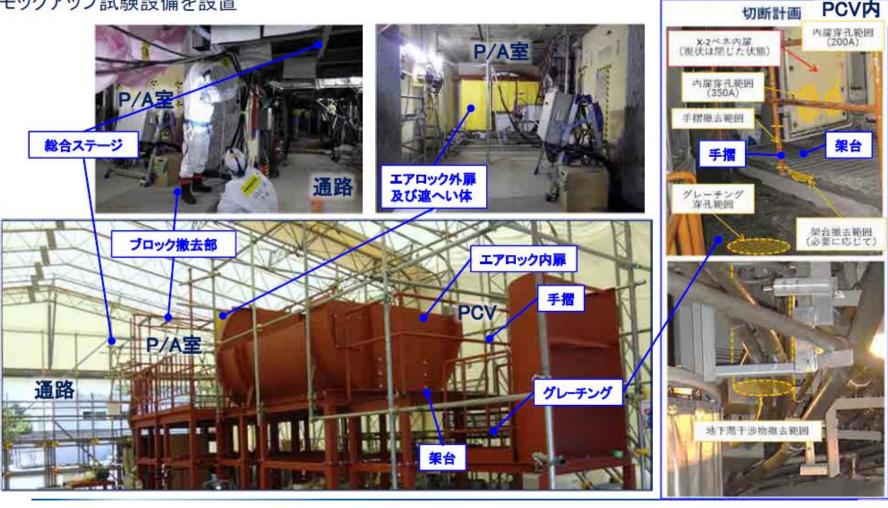


2.9 モックアップ試験設備(3/3)

◆モックアップ設備の状況(エアロック周辺)

モックアップ試験・作業訓練後の装置類などの保管、発送前の動作確認などを考慮し、Tタウン@富岡町にモ

モックアップ試験設備を設置



2.10 モックアップ試験(1/2)

17

◆作業手順の確認(インストール)



図4.2.2(2)-2 インストール時の状況

監視カメラの映像でインストール装置の先端部をグレーチング開口に差込み、ROVを地下階に搬入できることを確認した



2.11 モックアップ試験(2/2)

◆作業手順の確認(調査作業:動画)





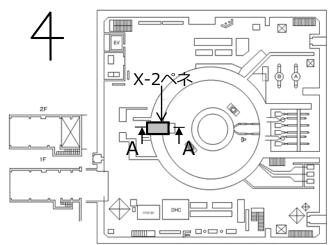
目次

- 1.1号機PCV内部調査の概要
- 2. 潜水機能付ボートによる調査
- 3. アクセスルート構築
- 4. まとめ

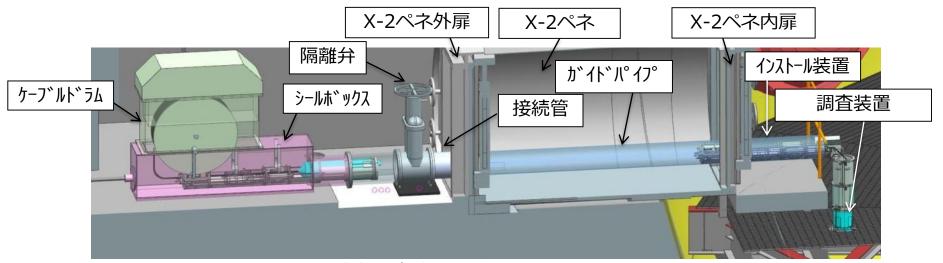


3.1 X-2ペネからのPCV内部調査装置投入に向けた作業

- 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,ペネ)からPCV内に投入する計画
- 調査装置投入に向け、 X-2ペネ (所員用エアロック) の 外扉と内扉の切削およびPCV内干渉物の切断等を実施
- 主な作業ステップは以下の通り
 - 隔離弁設置(3箇所)
 - ② 外扉切削(3箇所)
 - ③ 内扉切削(3箇所)
 - ④ PCV内干涉物切断
 - ⑤ ガイドパイプ設置(3箇所)



1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置

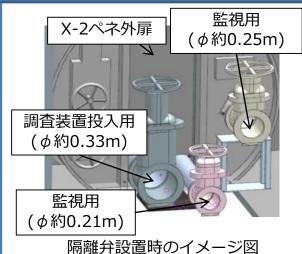


内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

3.2 PCV内部調査装置投入に向けた主な作業ステップ

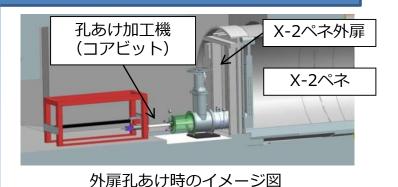


隔離弁設置(3箇所)2019.5.10完了

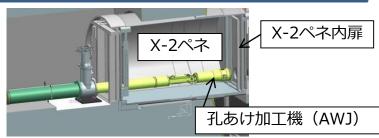


隔離弁設置時のイメージ図 ※実際は隔離弁は全閉 ()内は切削径

2. 外扉切削(3箇所) 2019.5.23完了



3. 内扉切削(AWJ)(3箇所)2020.4.22完了

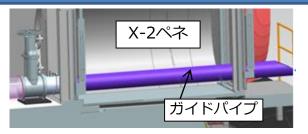


内扉孔あけ時のイメージ図

4. PCV内干渉物切断 2021.9.17完了



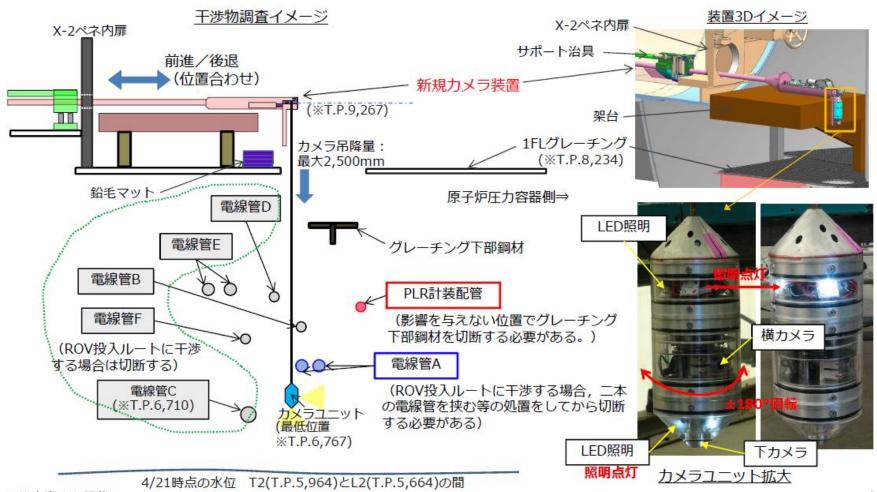
5. ガイドパイプ設置(3箇所) 2021.10.14完了



ガイドパイプ設置時のイメージ図

3.3 PCV内干渉物切断(1/3)

グレーチング下部鋼材以下の干渉物(PLR計装配管及び電線管)について、詳細な位置を把握 するため、干渉物調査を実施

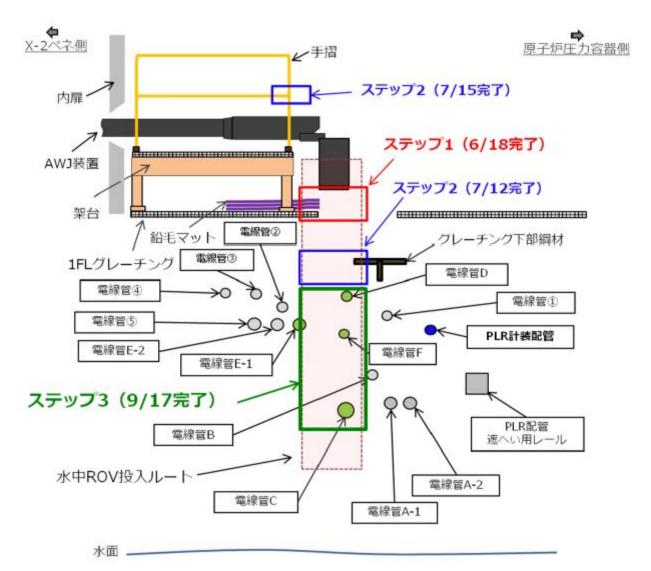


※推定高さを記載

IRII

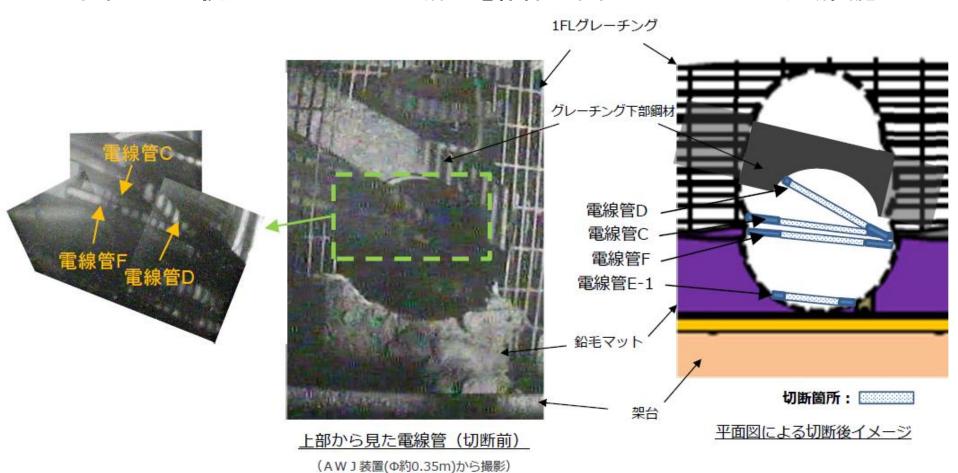
PCV内干渉物切断(2/3) 3.4





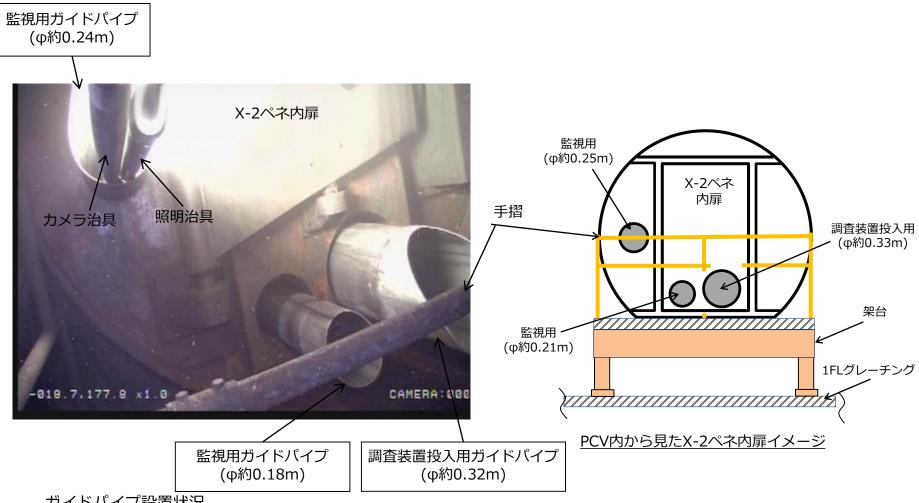
PCV内干渉物切断(3/3) 3.5

- 電線管切断状況
- 水中ROVの投入ルート内には4か所の電線管が干渉していることから切断実施



3.6 ガイドパイプ設置状況





ガイドパイプ設置状況 ※監視用ガイドパイプ(φ約0.24m) から挿入したカメラ治具により撮影

4. まとめ



PCV内部調査技術の開発に関し、PCV内部調査装置の開発状況、アクセスルート構築技術の現場実証結果について報告した。

(1)PCV内部調査装置の開発状況

•6種類の潜水機能付ボートを開発、モックアップ試験を実施し、 トレーニングを含む実機実証準備を完了。

(2)アクセスルート構築技術の現場実証

- ・新バウンダリ接続及びエアロック外扉・内扉の貫通穿孔を実施。
- ・PCV内干渉物の状況を調査、把握、撤去を実施するとともに、 開口部再切断、ガイドパイプを設置し、アクセスルート構築を完了。

【今後の予定】

•本年度中に、詳細調査の現場実証に着手する。