

1号機 原子炉格納容器内部調査の状況について

2023年5月22日

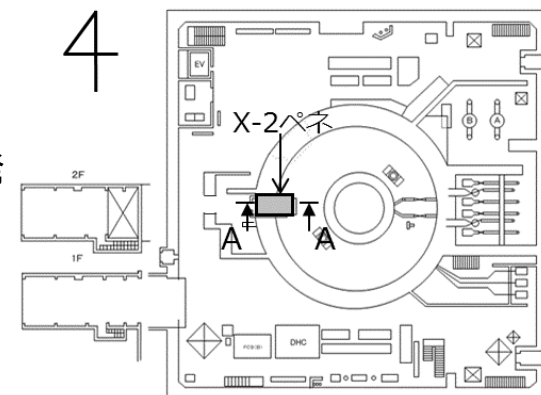
IRID **TEPCO**

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

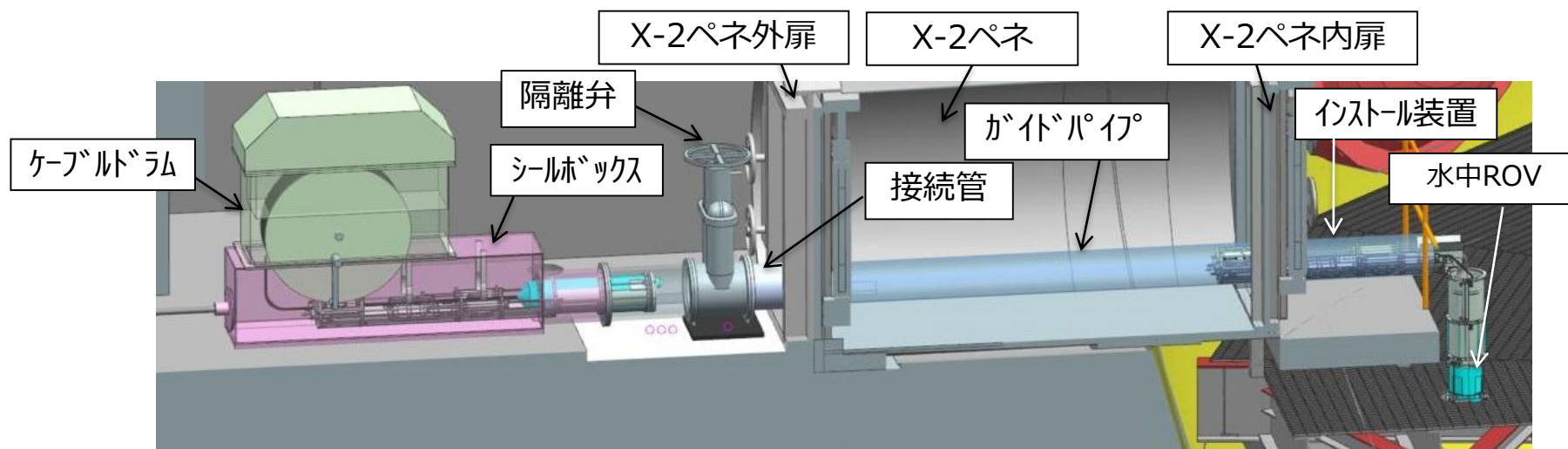
1. 1号機PCV内部調査の概要

- 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
- 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
- 水中ROV調査ステップ

前半調査 (調査済)	① ROV-A	事前対策となるガイドリング取付
	② ROV-A2	ペDESTAL外の詳細目視
	③ ROV-C	堆積物厚さ測定
後半調査 (調査済)	④ ROV-D	堆積物デブリ検知・評価
	⑤ ROV-E	堆積物サンプリング
	⑥ ROV-B	堆積物3Dマッピング
	⑦ ROV-A2	ペDESTAL内部、壁部の詳細目視



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)

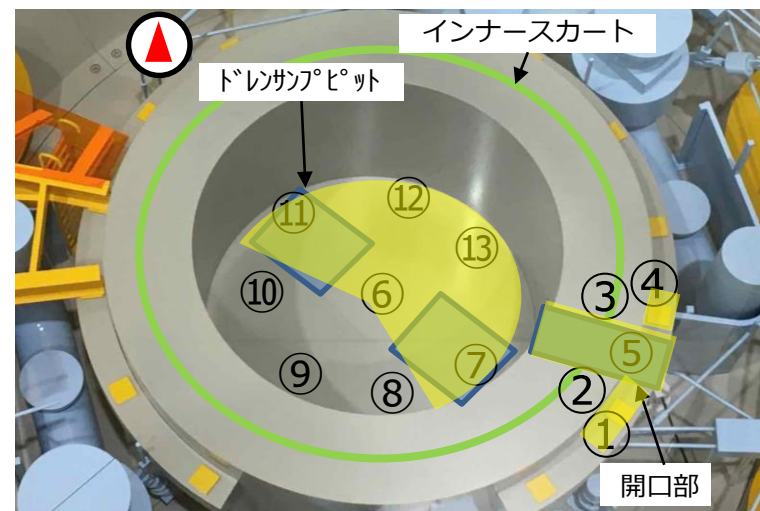
2.ROV-A2調査(後半)の実施状況について

- ROV-A2調査(後半)では、主にペDESTAL開口部やペDESTAL内部を撮影し、ペDESTAL基礎部、ペDESTAL内構造物、堆積物等を確認
- ROVの遊泳範囲として、開口部外側からペDESTAL内部の北側(右下図：黄色エリア)まで到達することができたが、南側は寄り付きでの調査はできていない
- 南側の映像については、ペDESTAL開口部(⑤)の位置や遊泳時の撮影映像から状況を確認

【ROV-A2調査順序】

実施日	場所	調査箇所
3/28	①⇒②⇒③⇒④⇒⑤	ペDESTAL外部
3/29	⑪⇒⑫⇒⑬⇒⑦	ペDESTAL内部
3/30	⑬⇒⑥～⑦の間	ペDESTAL内部
3/31	⑤	ペDESTAL外部 ※⑤開口部まで進入 (ケーブル余長の関係のため)
未実施	⑧⑨⑩	ペDESTAL内部 ※⑤からの遠距離撮影映像なら びに遊泳時の撮影映像あり

【1号機ペDESTAL内部】



ROV到達エリア:

3-1.ペDESTAL基礎部の状態について①

- ペDESTAL内側下部のコンクリートが一部消失している箇所（床面より1m程度）には配筋を確認
 - 配筋には、垂直方向の引っ張り荷重を支持する縦筋と、周方向の引っ張り荷重を支持する横筋が存在するが、縦筋は大きな変形がなく当初の形状を維持<写真1>
 - 配筋は、製造時に施工されている格子状の凹凸が確認され、製造・据え付け時の寸法が維持されていると推定<写真1,2>
- 配筋露出箇所の上部には、棚状堆積物が存在し、それより上部にはコンクリートが残存<写真3>



写真1. ポイント⑪ペDESTAL基礎部



写真2. ポイント⑫ペDESTAL基礎部

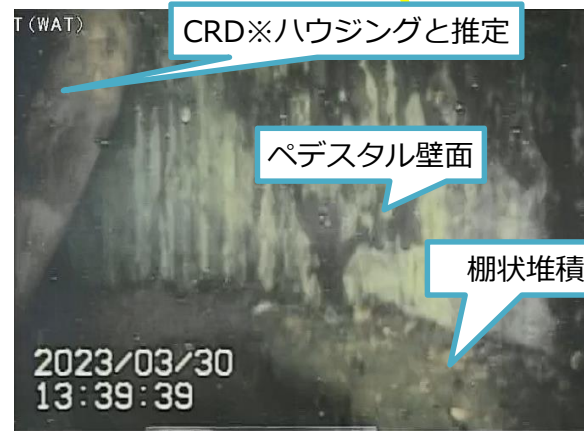
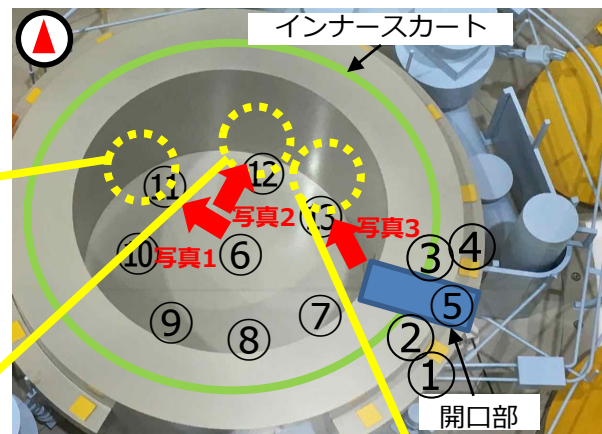
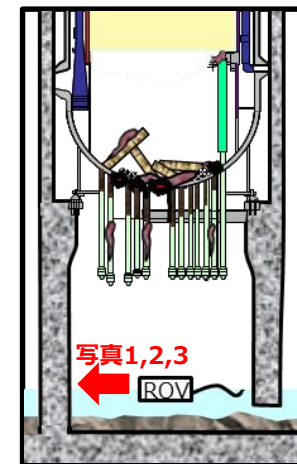


写真3. ペDESTAL内の棚状堆積物と壁面部

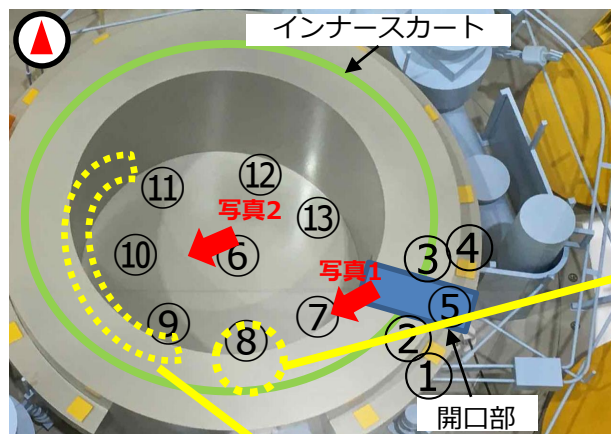
ペDESTAL縦断面(推定)



(※CRD：制御棒駆動機構)

3-2.ペDESTAL基礎部の状態について②

- 調査箇所⑧、⑨、⑩については、ROVが到達できなかったものの、調査箇所⑤にて撮影した映像や、ROVが遊泳中に撮影した映像からペDESTAL基礎部の状態を確認 <写真1,2>
- 確認した基礎部の状態は他の調査箇所と似ている状態であり、ペDESTAL内側下部のコンクリートが一部消失している箇所には配筋を確認 <写真1,2>
- 配筋より奥については、一部（調査箇所⑦）においてインナースカートに至るまでのコンクリートの消失を確認 <P28_写真5参照>



ペDESTAL縦断面(推定)

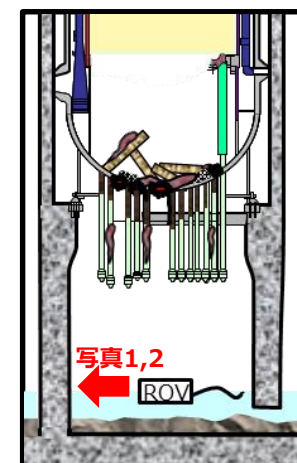


写真1. ポイント⑧ペDESTAL基礎部
画像処理：東京電力ホールディングス(株)



写真2. ポイント⑨、⑩ペDESTAL基礎部
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

4.ペDESTAL内部の状態(底部)

- ペDESTAL内底部には、CRDハウジング以上に大きな構造物は確認されず、CRD交換機については本体は確認されず、CRD交換機レール・車輪を部分的に確認 **<写真1,2>**
- ペDESTAL内底部には、床面全域にわたり高さ1 m未満の堆積物があり、CRDハウジング等の上部の構造物が部分的に落下しているのを確認 **<写真2,3>**

ペDESTAL縦断面(推定)

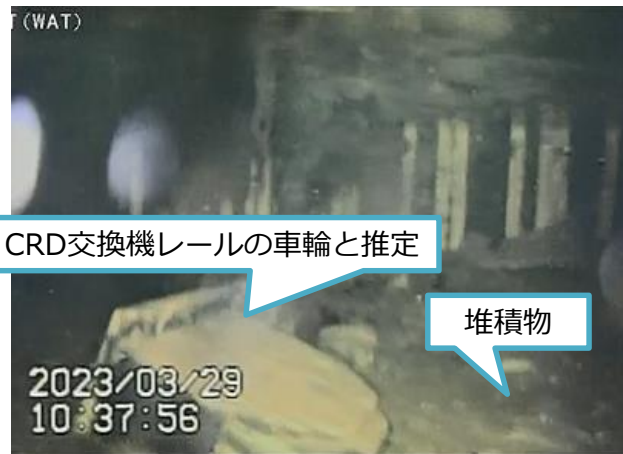


写真1.CRD交換機レールの車輪と思われる構造物

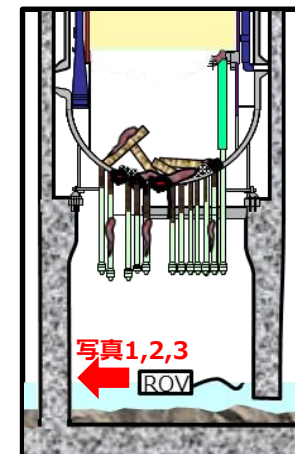
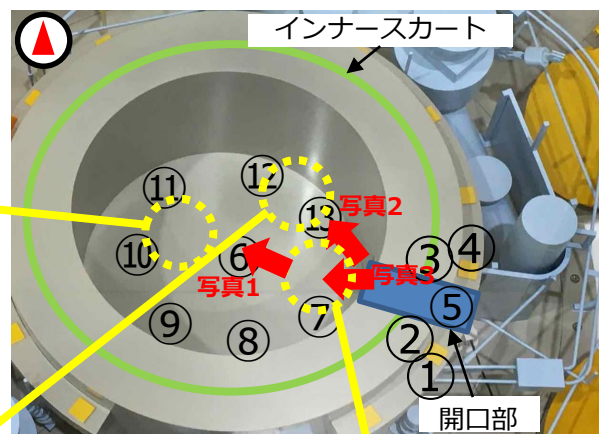
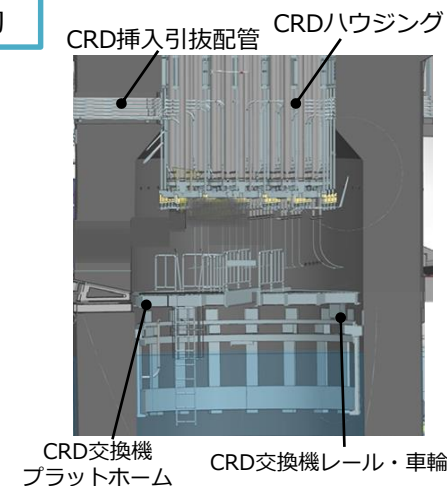


写真2. CRDハウジングと思われる構造物



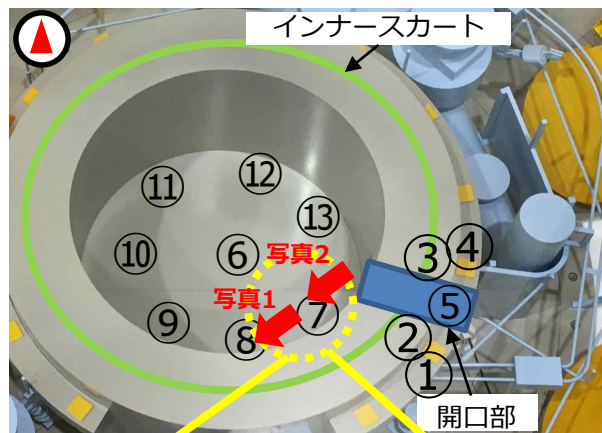
写真3.ペDESTAL内開口付近堆積物



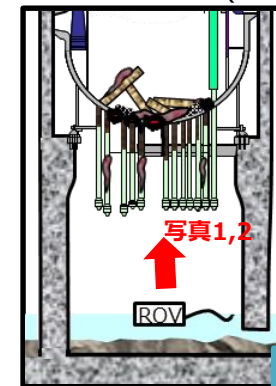
ペDESTAL断面におけるCRD交換機イメージ図

5-1.ペDESTAL内部の状態(上部)①

- ペDESTAL上部にはCRDハウジング、CRDハウジングサポートを確認。一部は正規位置より下方に位置していることを確認(ペDESTAL底部に落下しているものもあり) <写真1,2>
- 下方に位置しているCRDハウジングは原形を留めており、溶融物が固化したと思われる塊が付着している箇所がある <写真2>
- 今回映像データを取得した、調査ポイント⑦の周辺においては、本来は映るはずの場所にCRDハウジングと思われる構造物からの反射がなく、一部が黒い空間のように見える箇所がある。この領域はCRDハウジングが脱落し、その上部にあるRPV底部に穴が開いている可能性が示唆される。 <写真2>



ペDESTAL縦断面(推定)



CRD挿入引抜配管と推定



写真1. CRDハウジングサポートと思われる構造物



写真2. CRD関連と思われる構造物

参考.震災前のペデスタル内構造物

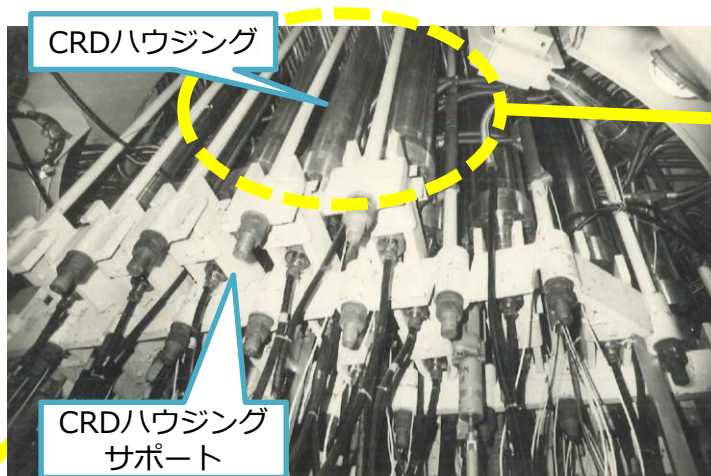
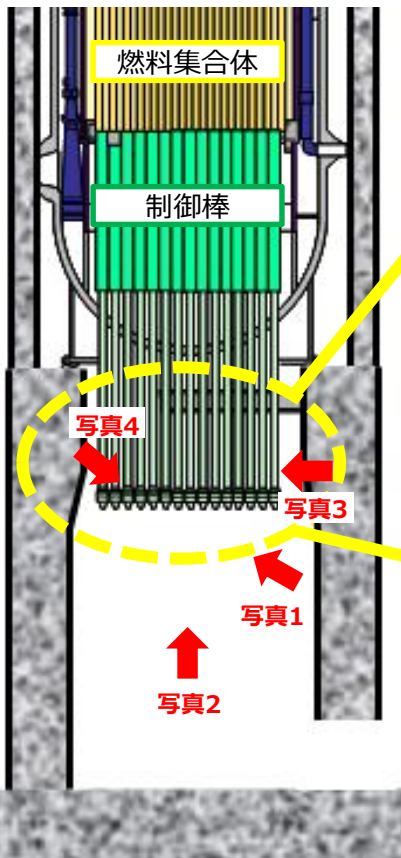


写真1. CRDハウジングサポートとCRDハウジング(建設当時)

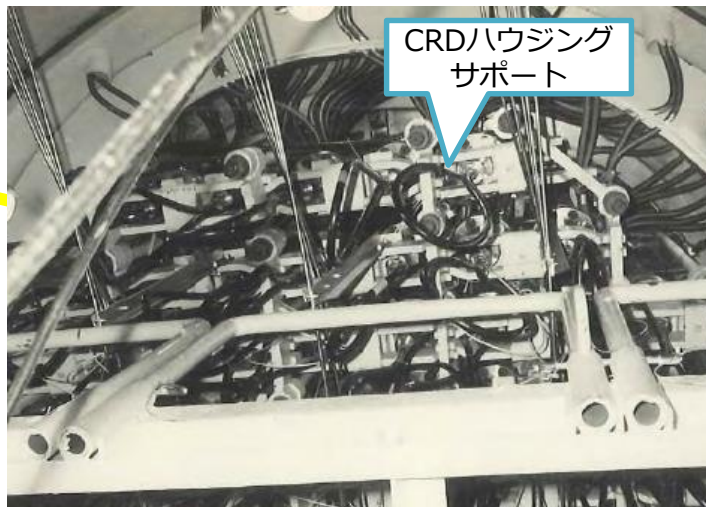


写真2. ペデスタル上部方向を見上げた写真(建設当時)

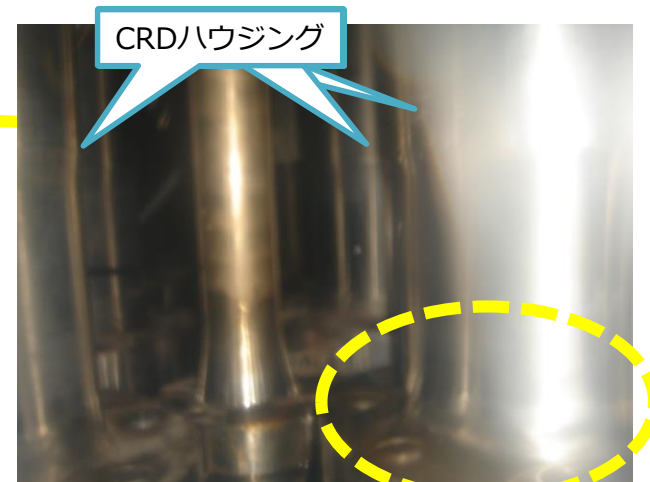


写真3. CRDハウジング(震災前)

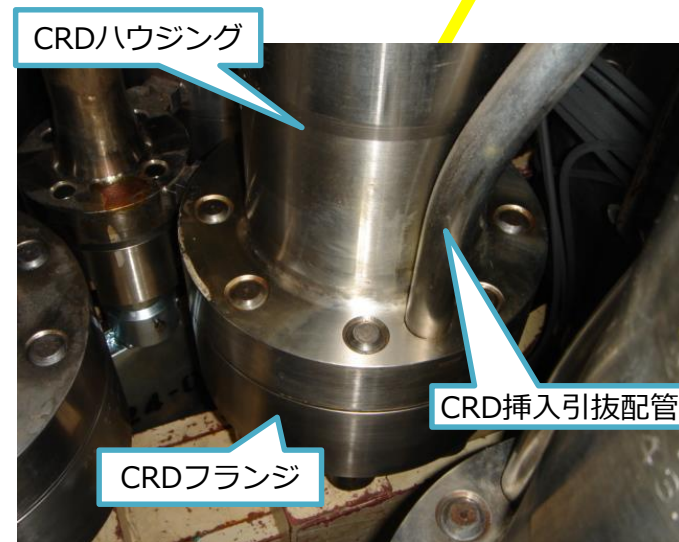


写真4. CRD関連機器 (震災前)

5-2.ペDESTAL内部の状態(上部)②

- ペDESTAL中央部にて原子炉注水による集中的な水の滴下を確認。このことから、RPV底部の中心部付近には開口部が存在し、そこから滴下していると推定。 <写真1,2>
- CRD交換用開口部に、上方より落下したCRDハウジングが存在していることを確認。今後、調査や廃炉作業において、当該開口部を活用する場合は、それを前提とした計画立案を検討することが必要 <写真3>



写真1. 炉注水停止前の水面の状況

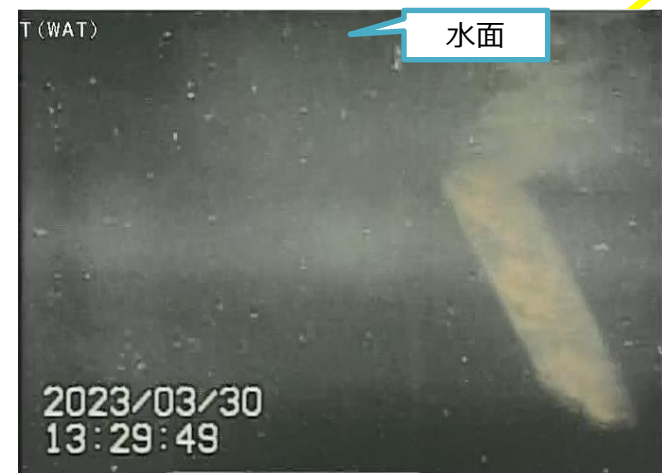


写真2. 炉注水停止後の水面の状況

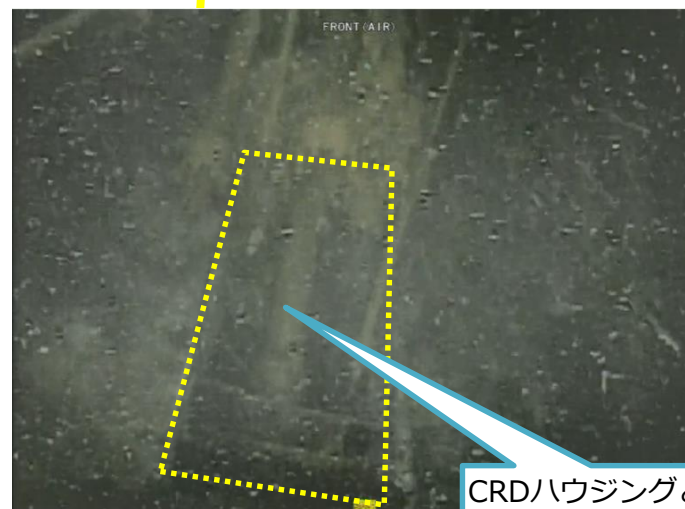
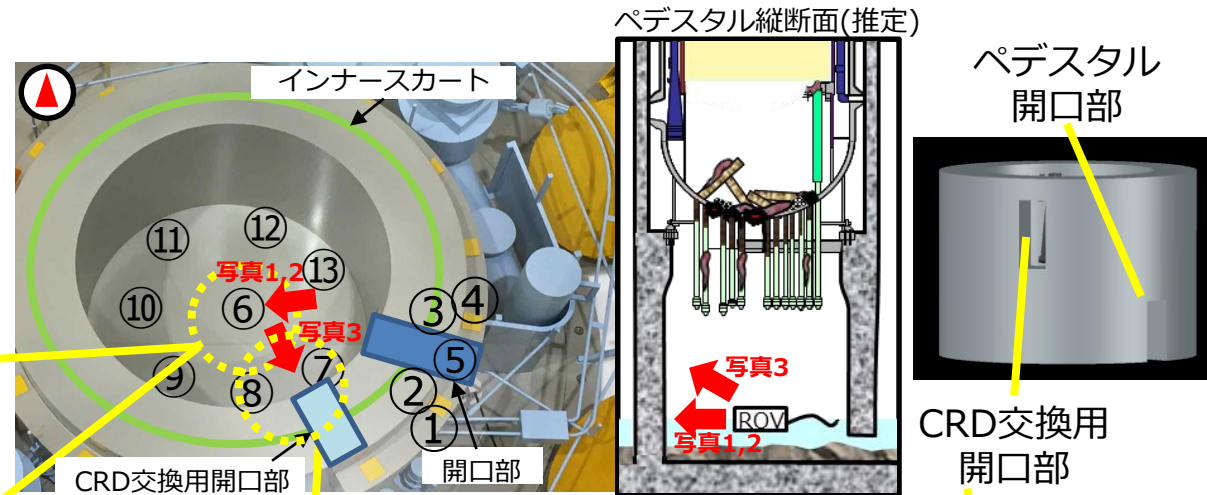
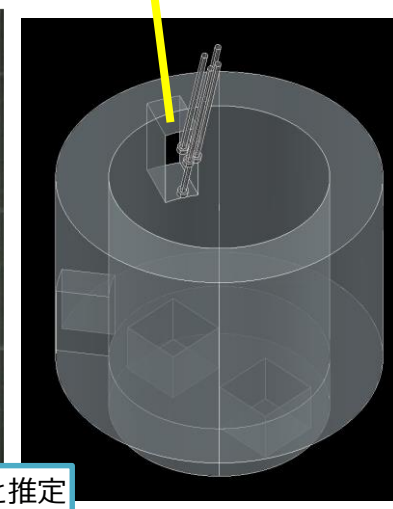


写真3. ペDESTAL内壁側のCRD交換用開口部の状態



6. ペDESTAL開口部付近の堆積物断面の状態

- ROV-A2の前半調査でも確認された、開口部付近の厚さ数cmの平板になっている棚状の堆積物の断面を接写したところ、層になっており、気泡のような空隙が表面に見えている多孔質である事を確認

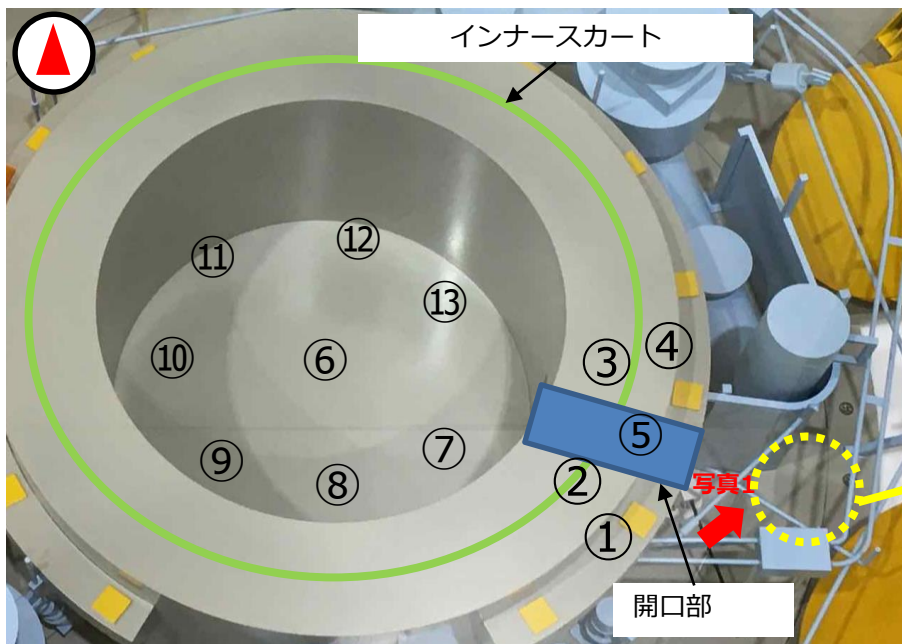
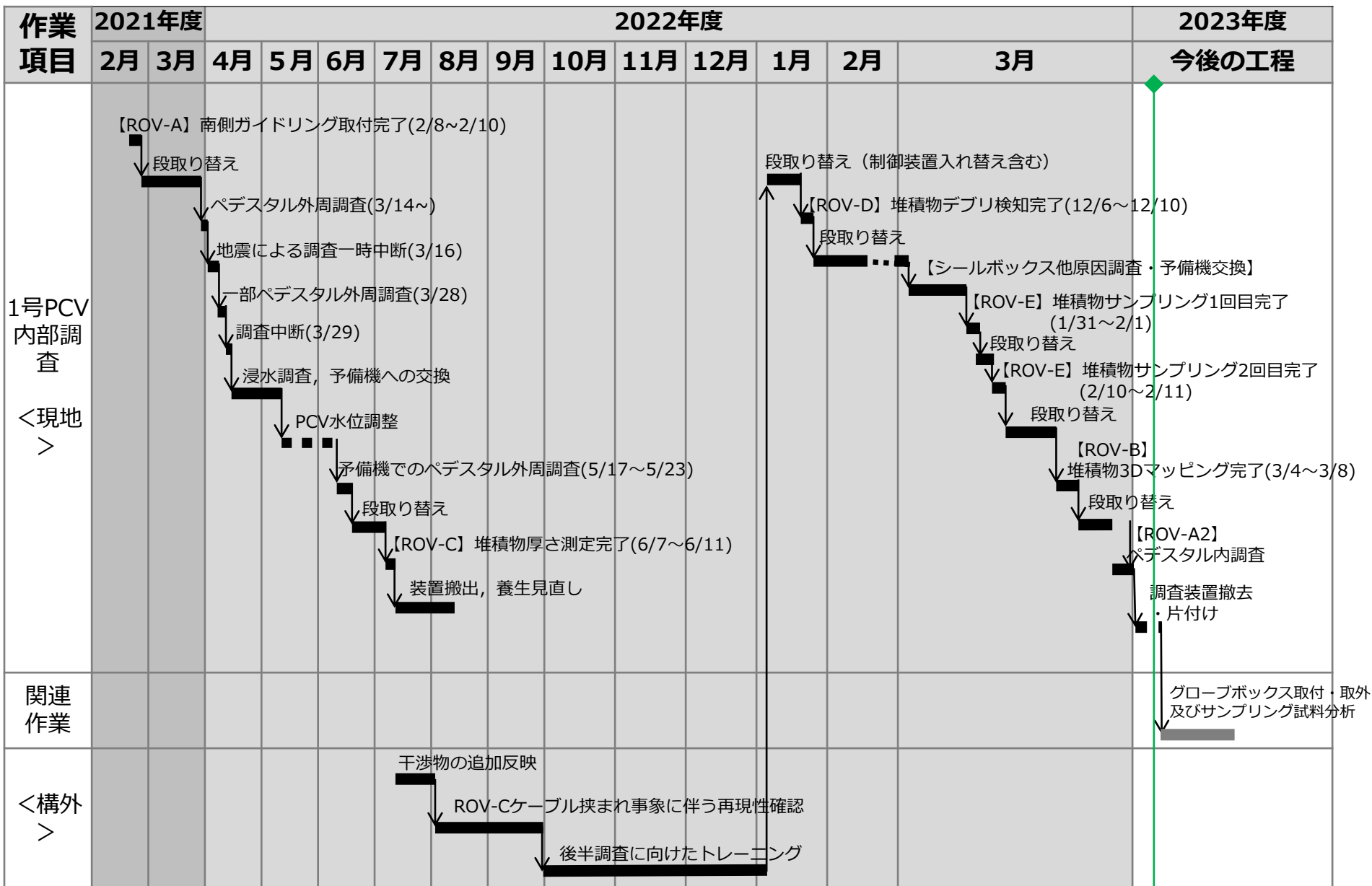


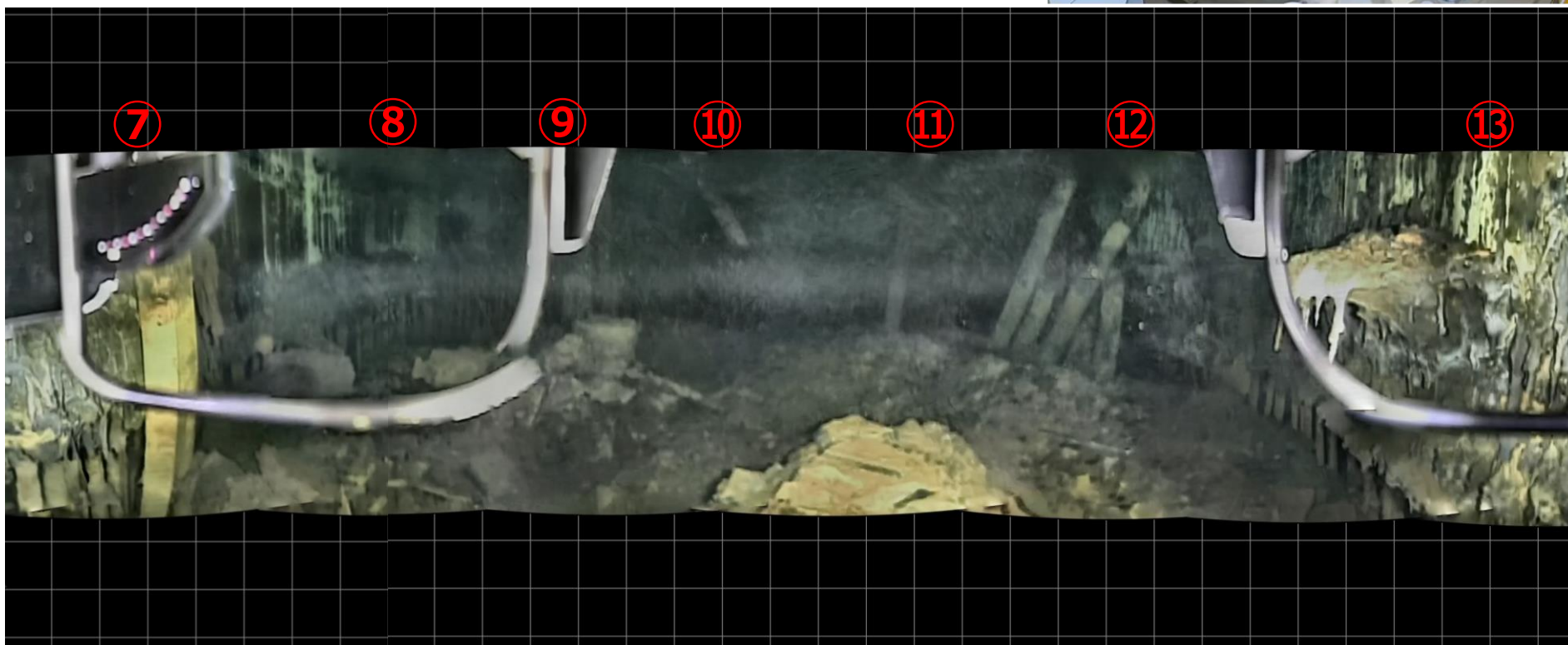
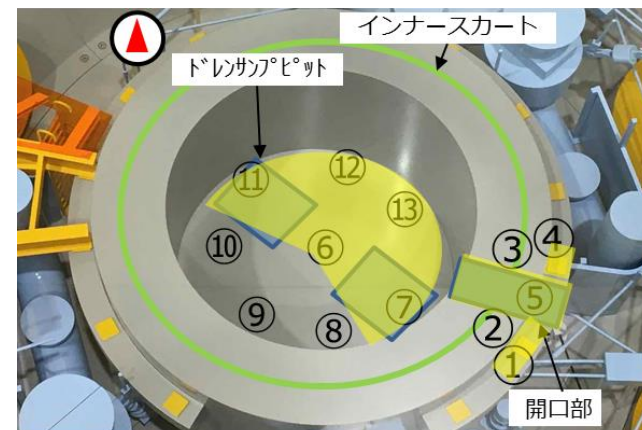
写真1. ペDESTAL外棚状堆積物断面

9. 1号機PCV内部調査全体工程



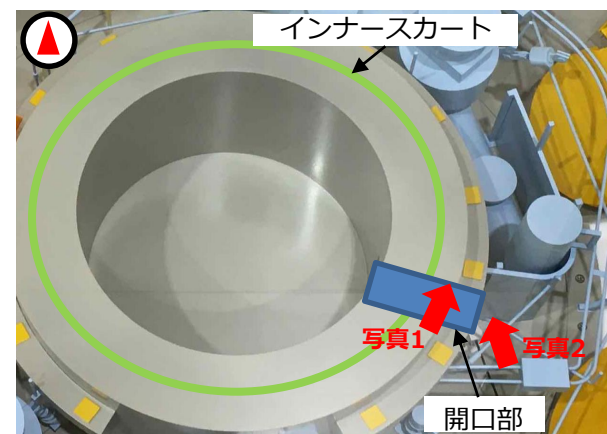
(注) 各作業の実施時期については計画であり、現場作業の進捗状況によって時期は変更の可能性あり。

【参考】ペDESTAL開口部から撮影した映像のパノラマ画像



【参考】ペDESTAL開口部右側のコンクリート残存（1/2）

- ペDESTAL外部から見えているコンクリート残存の可能性の高い部分（事故前に設置されたボルトの締結状態が確認できる。）について、2023/3の調査にて、ペDESTAL壁内部でも対応する部分を確認した
- ペDESTALの外壁開口部右側におけるコンクリートの消失は限定的と考えられる
- 確認された外側の鉄筋は、開口部右7本、左11本。耐震評価においては、開口部とあわせ、角度にして64°に相当するとして設定



ROVフレームの映り込み



写真1. ペDESTAL開口部内から見えているコンクリート残存部

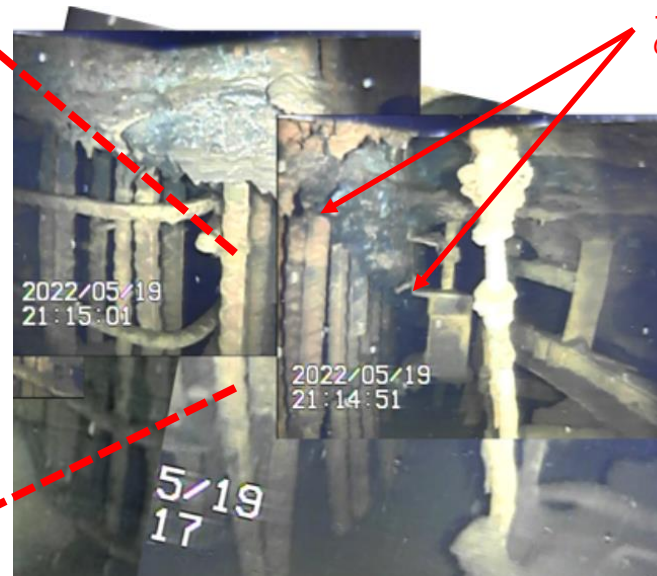


写真2. ペDESTAL外部から見えているコンクリート残存部

参考. ROV-A2(後半)調査実績① : ペDESTAL開口部外側の状況(3/28)

(参考)
①ケーブル中継箱(A)
②ケーブル中継箱(B)

ペDESTAL壁面部

開口部

棚状の堆積物

配筋



写真1.ペDESTAL開口部左上側壁面部



写真3.ペDESTAL開口部右上側壁面部



写真2.ペDESTAL開口部左下側壁面部

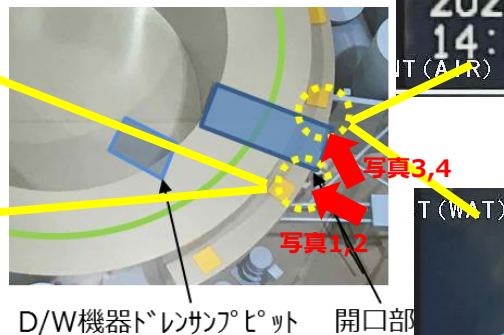
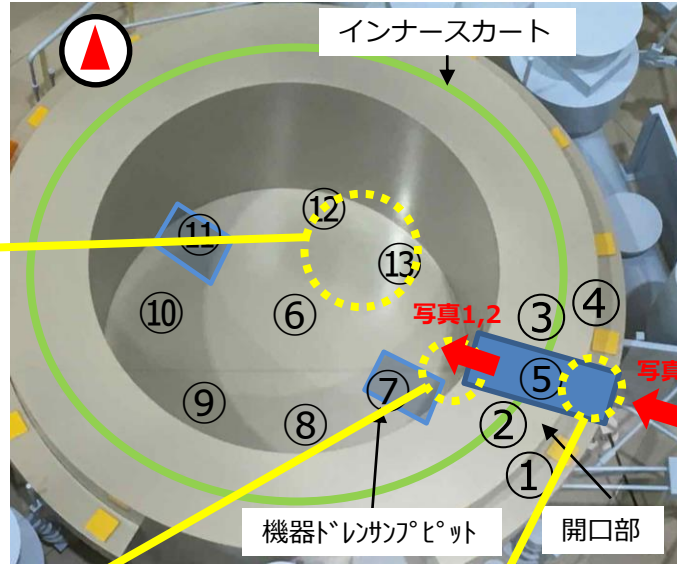


写真4.ペDESTAL開口部右下側壁面部

参考.ROV-A2(後半)調査実績② : ペDESTAL開口部付近の状況(3/28)



写真1. CRDハウジングと思われる構造物



ペDESTAL縦断面(推定)

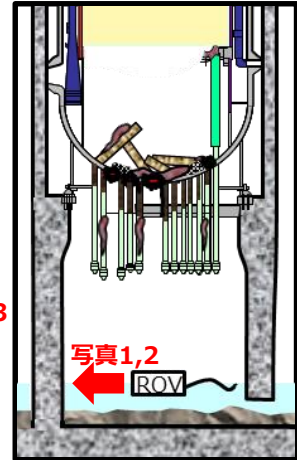


写真2.ペDESTAL内開口付近堆積物



写真3.ペDESTAL開口部

参考.ROV-A2(後半)調査実績③ : ペDESTAL開口部付近の状況(3/28)

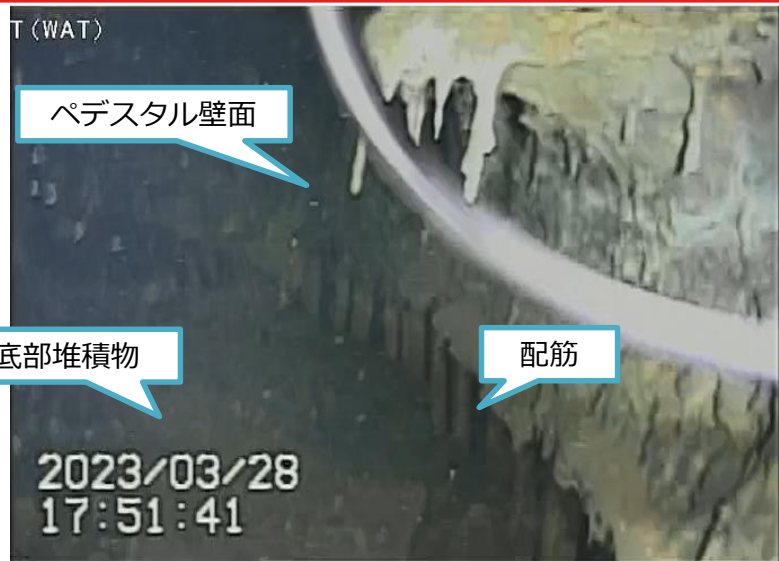
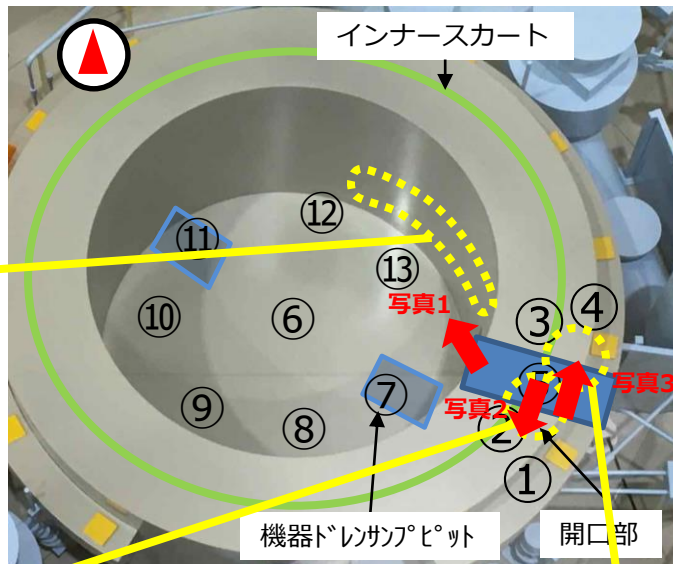


写真1.ペDESTAL内壁面配筋



ペDESTAL縦断面(推定)

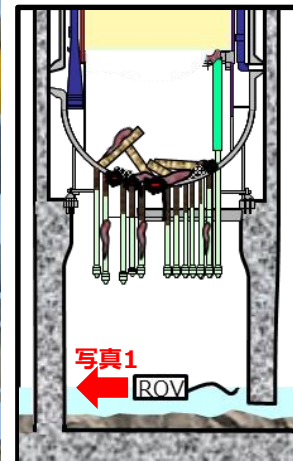


写真2.ペDESTAL開口左側配筋

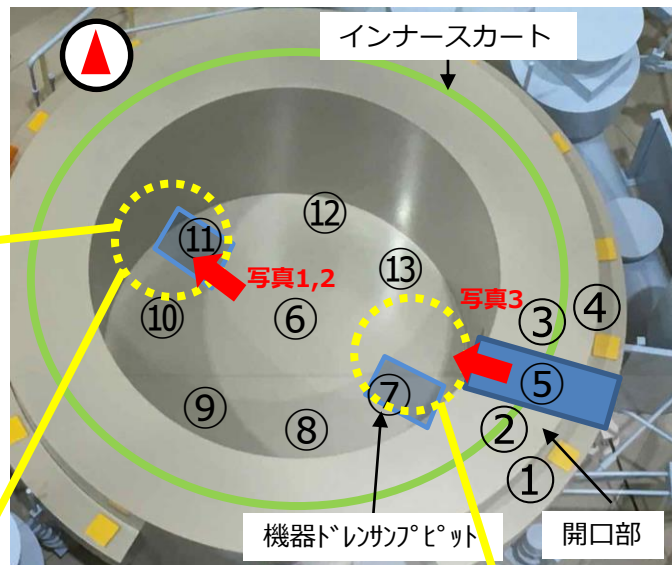


写真3.ペDESTAL開口右側配筋

参考.ROV-A2(後半)調査実績④：ペDESTAL内の状況(3/29)



写真1. CRDハウジングと思われる構造物 (上部監視カメラで気中を撮影)



ペDESTAL縦断面(推定)

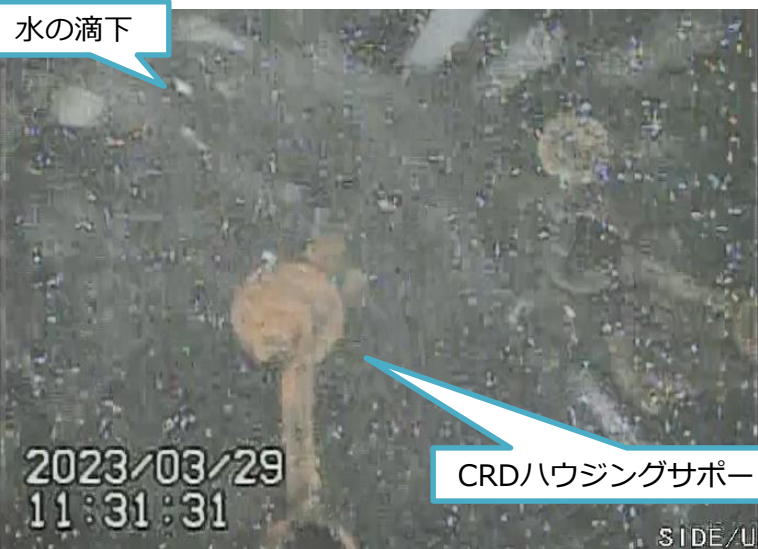
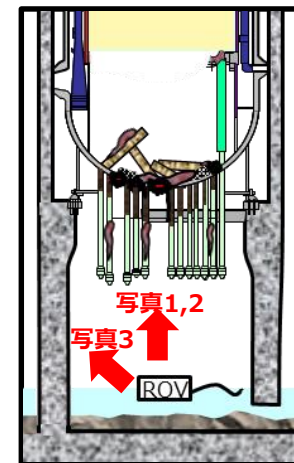


写真2. CRDハウジングサポートと思われる構造物 (上部監視カメラで気中を撮影)

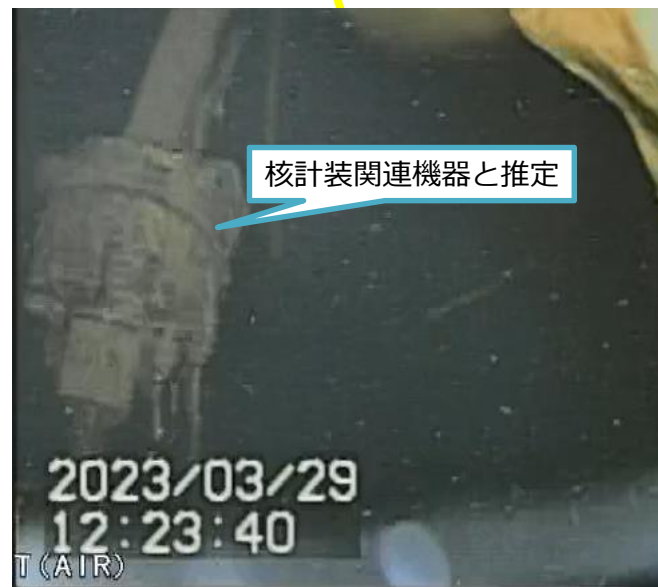


写真3. 核計装関連機器と思われる構造物 (気中監視カメラで気中を撮影)

参考.ROV-A2(後半)調査実績⑤ : ペDESTAL内の状況(3/29)

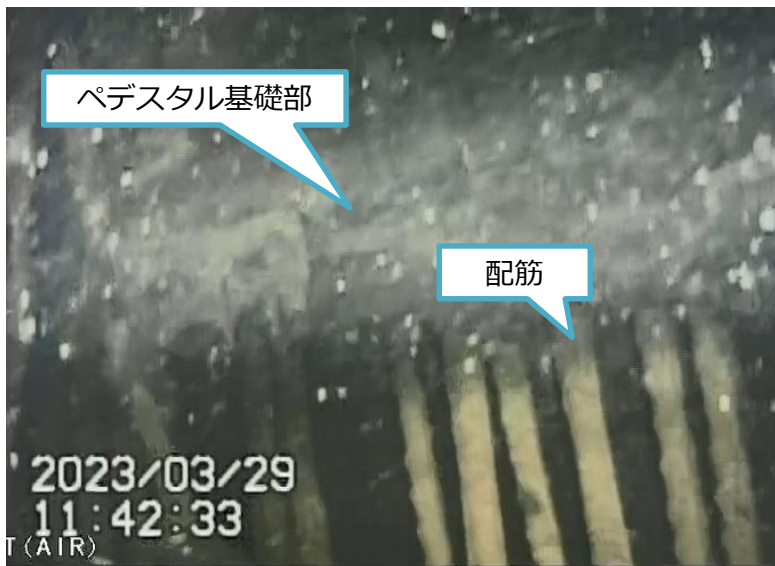
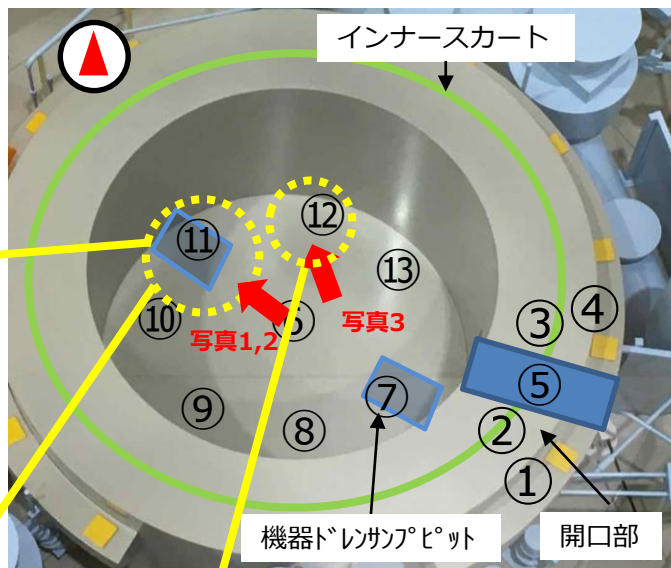


写真1.ペDESTAL内壁面部(上部)



写真2.ペDESTAL内壁面部(下部)



ペDESTAL縦断面(推定)

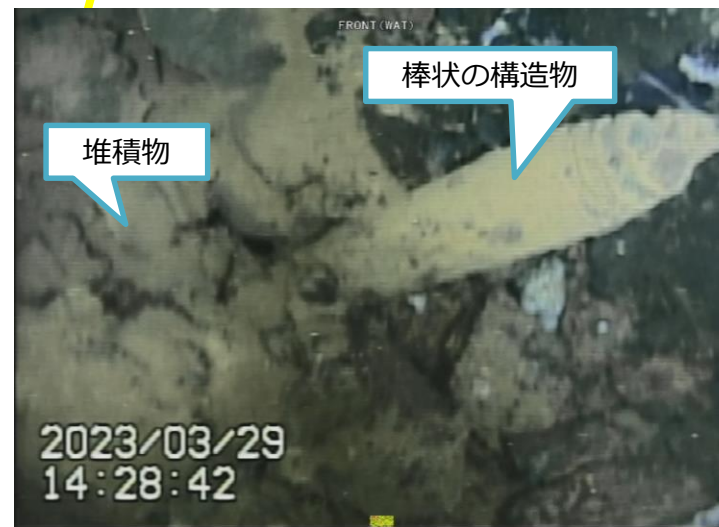
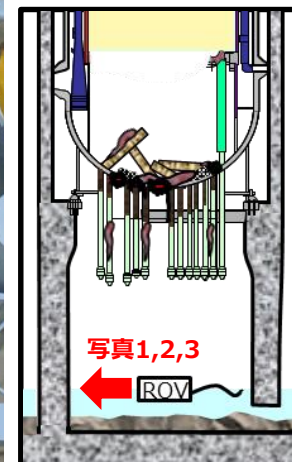


写真3.棒状の構造物(ペDESTAL底部)

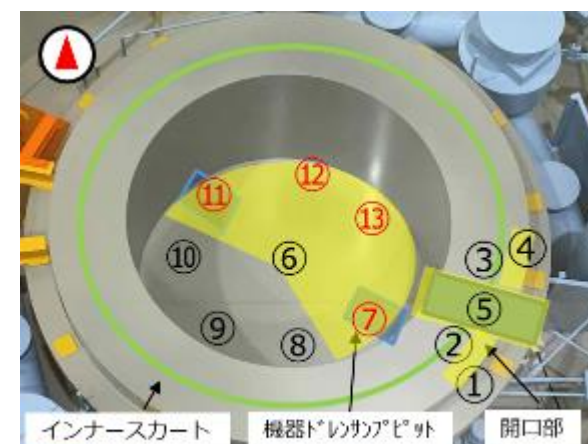
参考.ROV-A2(後半)調査実績⑥ : ペDESTAL内の状況(3/29)



写真1. ポイント⑪上部



写真3. ポイント⑫



調査済エリア:



写真2. ポイント⑪下部

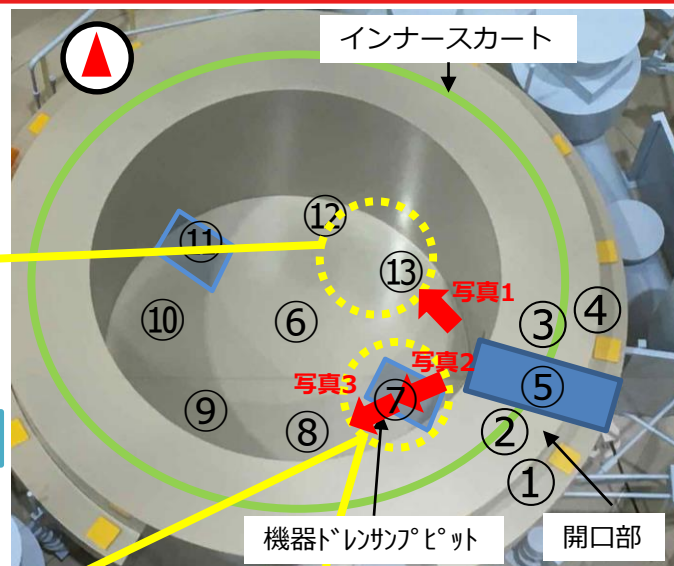
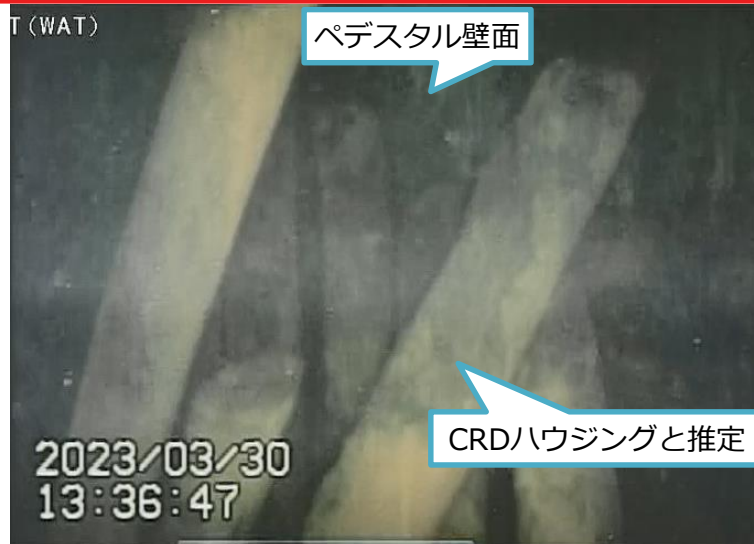


写真4. ポイント⑬



写真5. ポイント⑦

参考.ROV-A2(後半)調査実績⑦ : ペDESTAL内の状況(3/30)



ペDESTAL縦断面(推定)

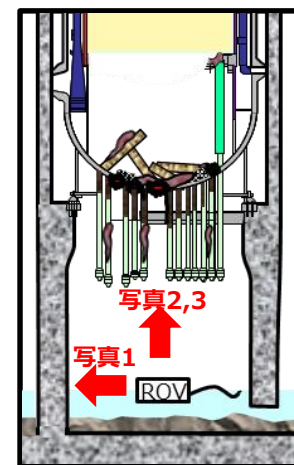


写真1. CRDハウジングと思われる構造物 (水中監視カメラで前方を撮影)

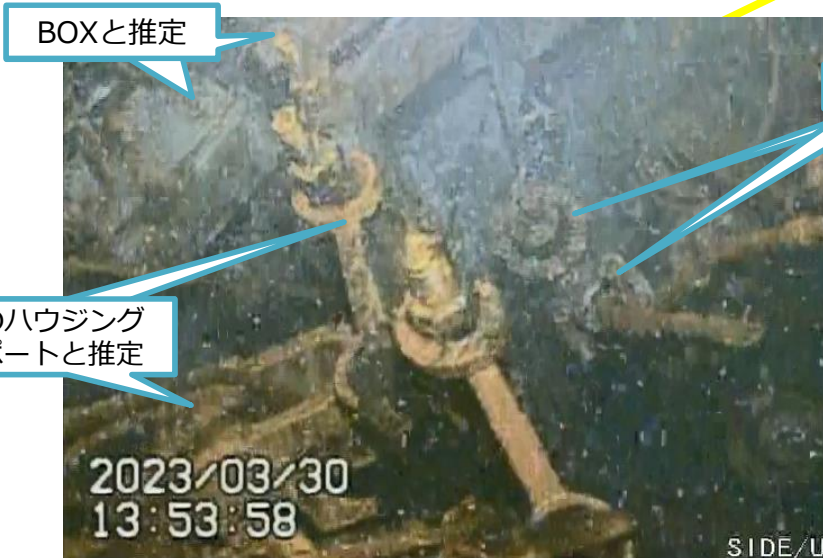


写真3. CRD関連と思われる構造物 (上部監視カメラで気中を撮影)

参考.ROV-A2(後半)調査実績⑧ : ペDESTAL内外の状況(3/30)

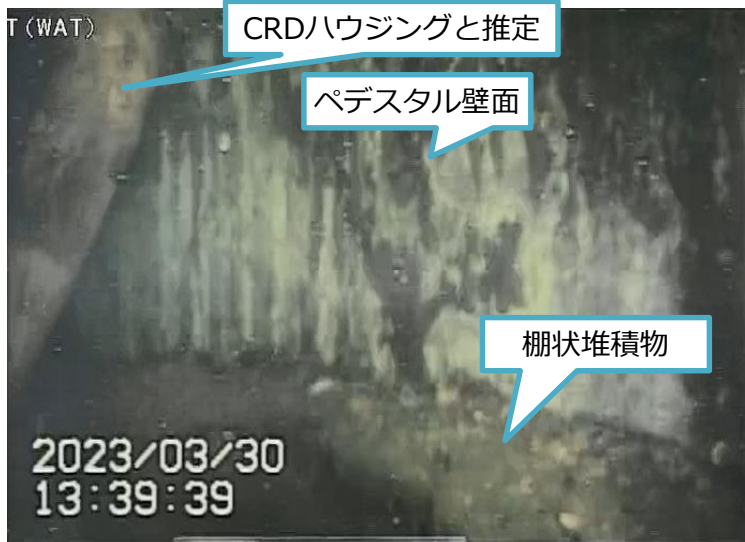
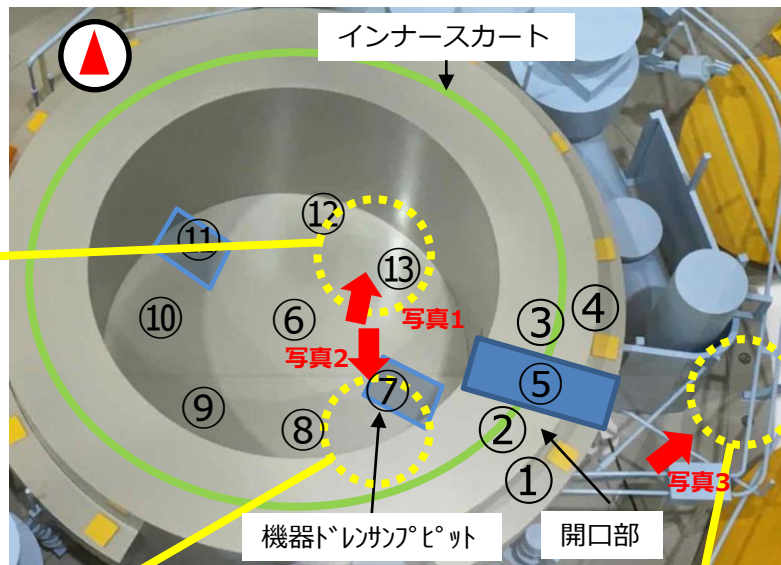


写真1. ペDESTAL内の棚状堆積物と壁面部



ペDESTAL縦断面(推定)

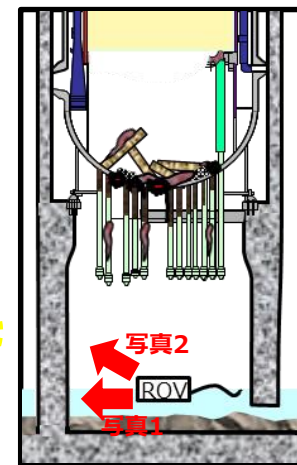


写真2. ペDESTAL内壁側のCRD交換用開口部の状態
(気中監視カメラで気中を撮影)



写真3. ペDESTAL外棚状堆積物断面

ペDESTラル内棚状堆積物

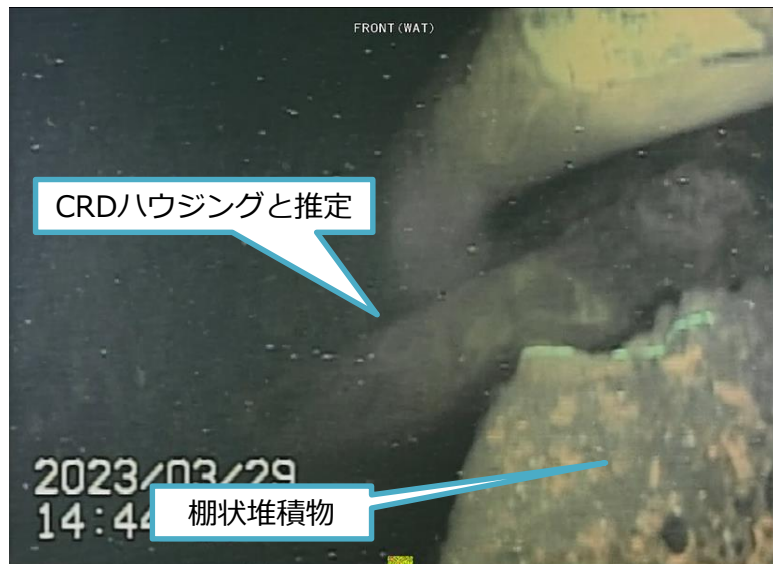
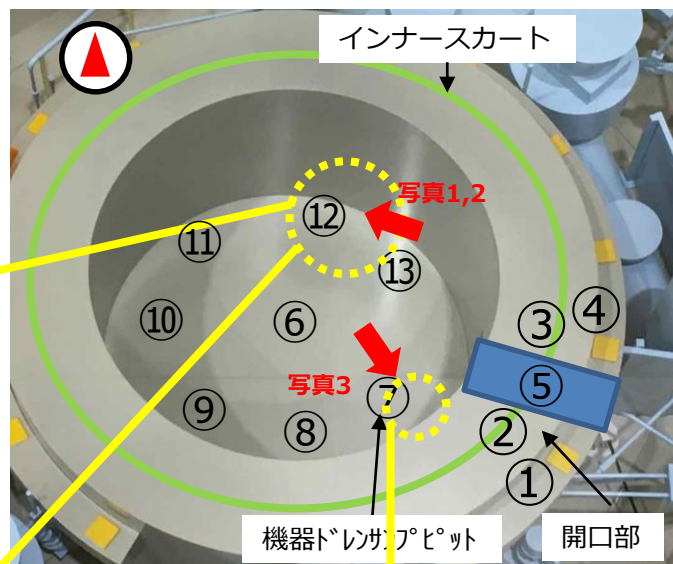


写真1 棚状堆積物の縁の状態 (その1)



ペDESTラル縦断面(推定)

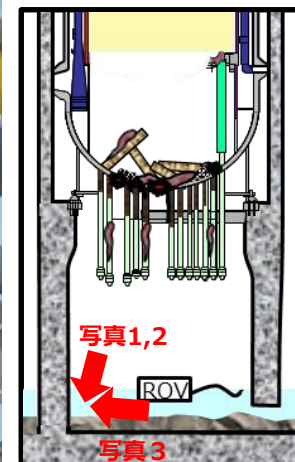


写真2 棚状堆積物の縁の状態 (その2)

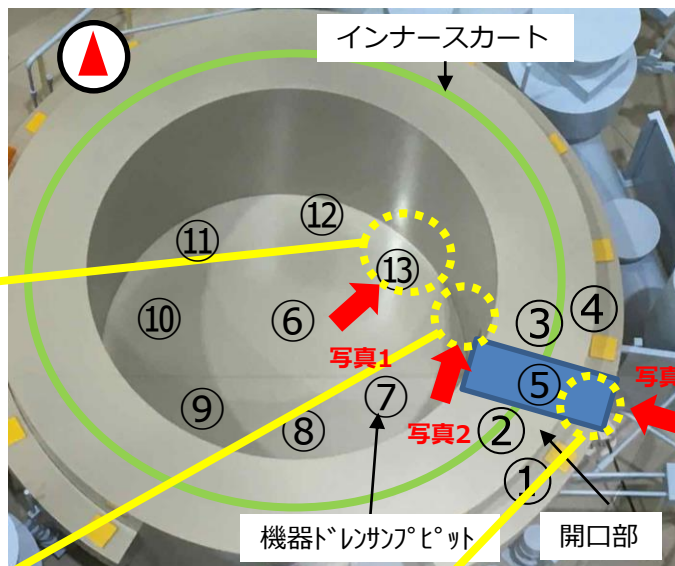


写真3 比較的に大きい棚状堆積物

棚状堆積物のない場所の状況



写真1 棚状堆積物のない壁面の状況



ペDESTラル縦断面(推定)

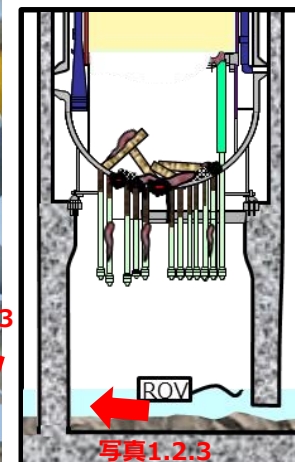


写真2 (パノラマ) 開口部右側の棚状堆積物

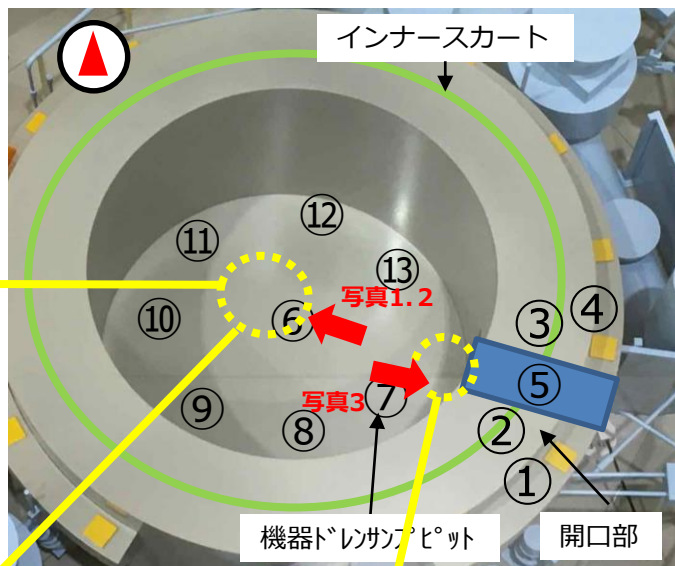


写真3 開口部内部の左側の壁の状態

CRDハウジングの状態



写真1 ペDESTAL内中心部で確認されたCRDハウジング (水中)



ペDESTAL縦断面(推定)

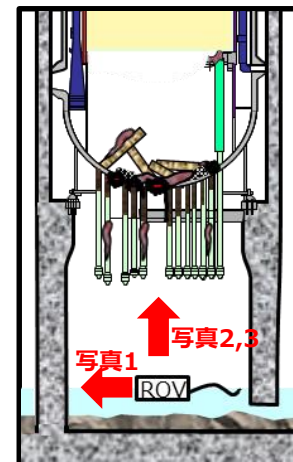
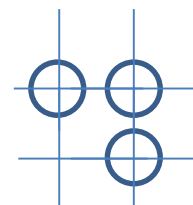


写真2 CRDハウジング断面

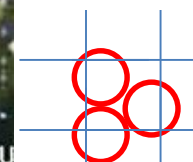


写真3 ペDESTAL壁周辺のCRDハウジングの状態 (気中)

元のCRD配列



観測された配列



【参考】各号機の事故進展に関する比較（ペデスタル内上部の状況）

- 事故分析の観点から、1号機は「冷やす」ことができない期間が最も長期にわたったため、原子炉の破損の状況は、2号機と3号機と比較して厳しいと推定していた。
- 1号機の内部調査の完了により、それぞれの号機の比較が可能となった

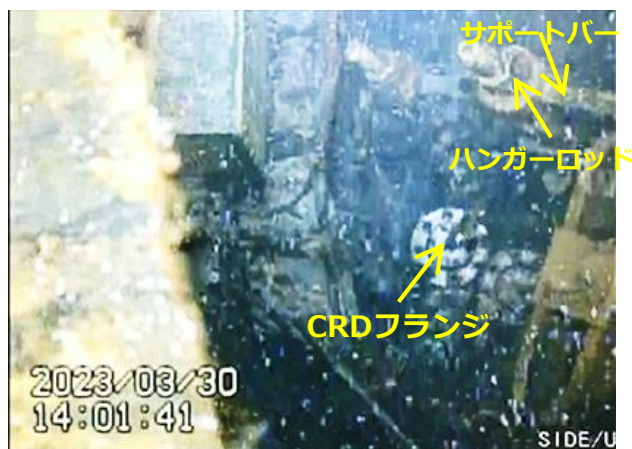
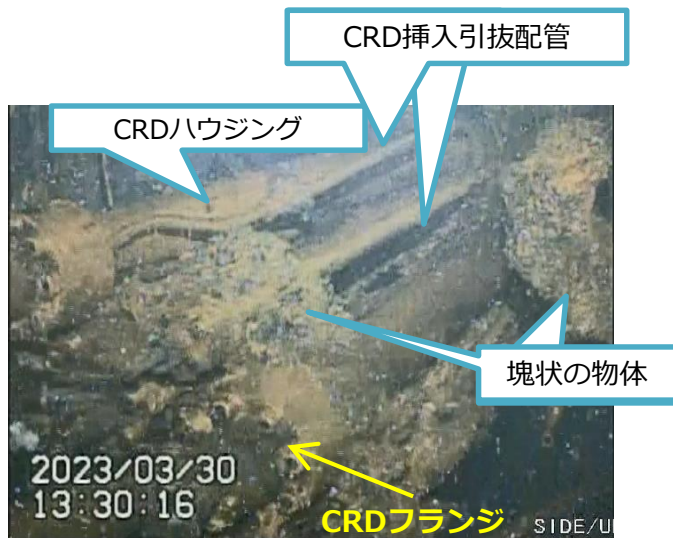


写真1. 1号機で確認されたCRD

写真2. 2号機で確認されたCRD

写真3. 3号機で確認されたCRD

【参考】各号機の事故進展に関する比較（ペデスタル内下部の状況）

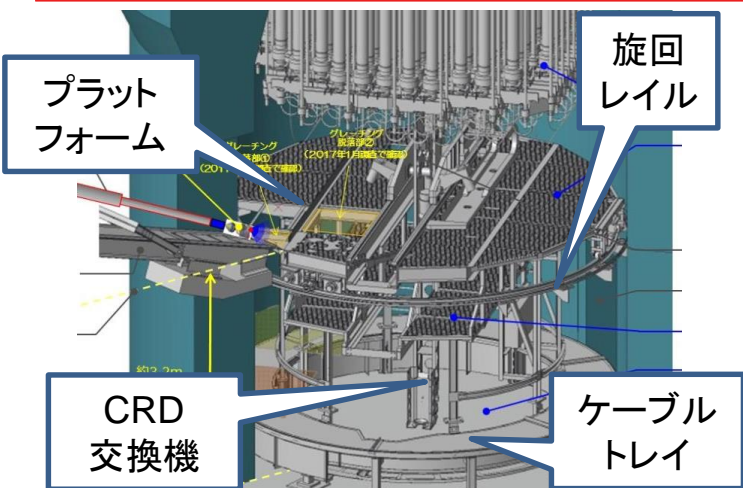


図1. Mark-I格納容器のペデスタル内の機器配置(例)



写真1. 1号機のペデスタル内の状況

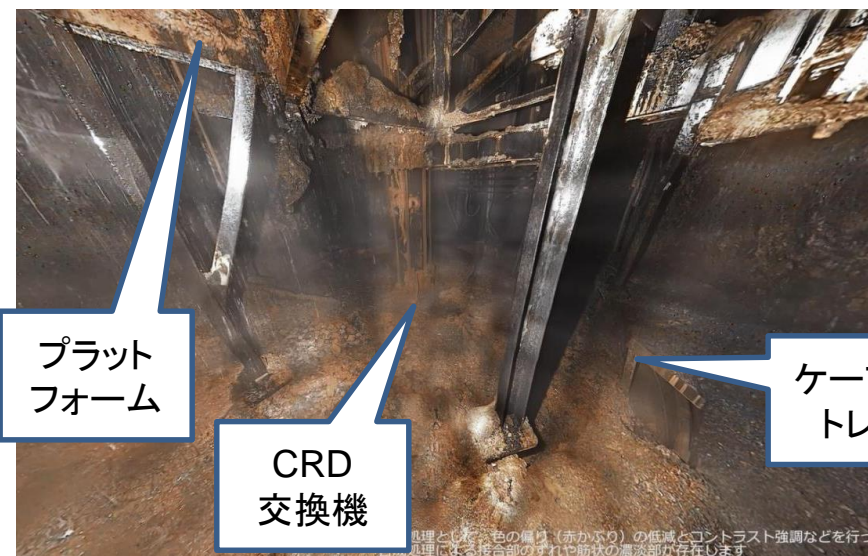


写真2. 2号機のペデスタル内の状況

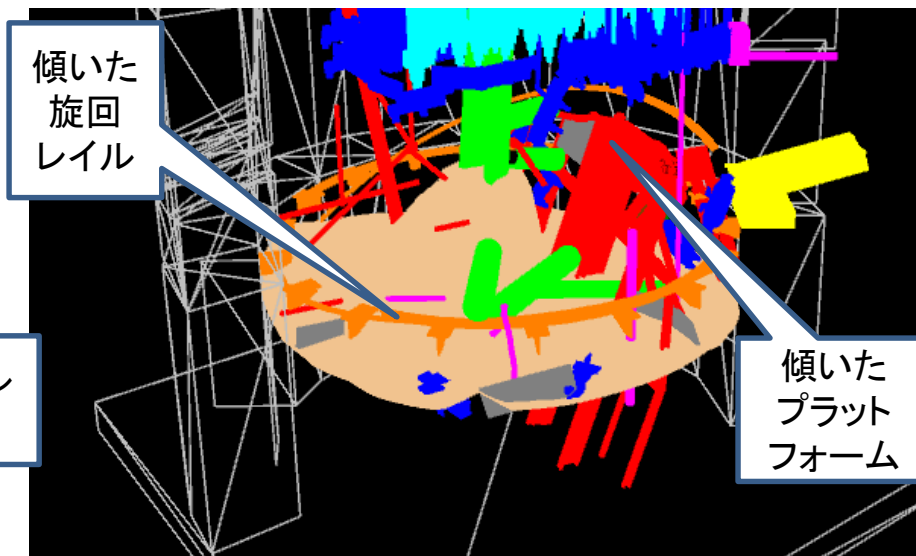


図2. 3号機のペデスタル内の状況

各号機の調査結果から、従来推定の通り2号機と3号機と比較し、1号機の破損状況が厳しい状態であることが確認できた

【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

