

3号機 PCV内部気中部調査(マイクロドローン調査)について

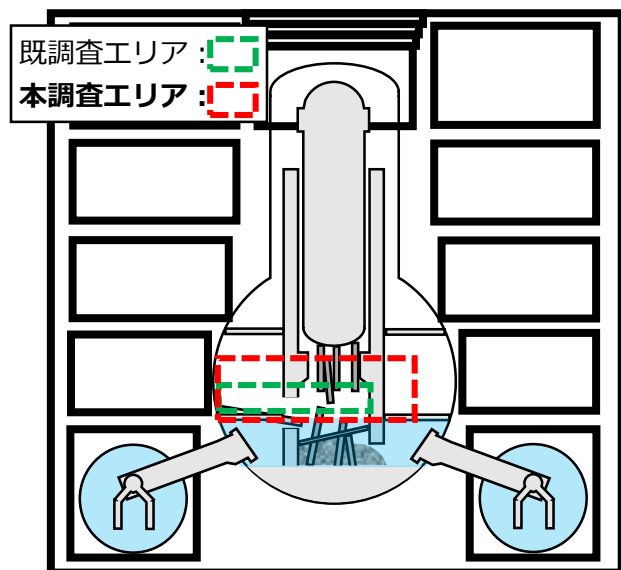
2026年9月11日



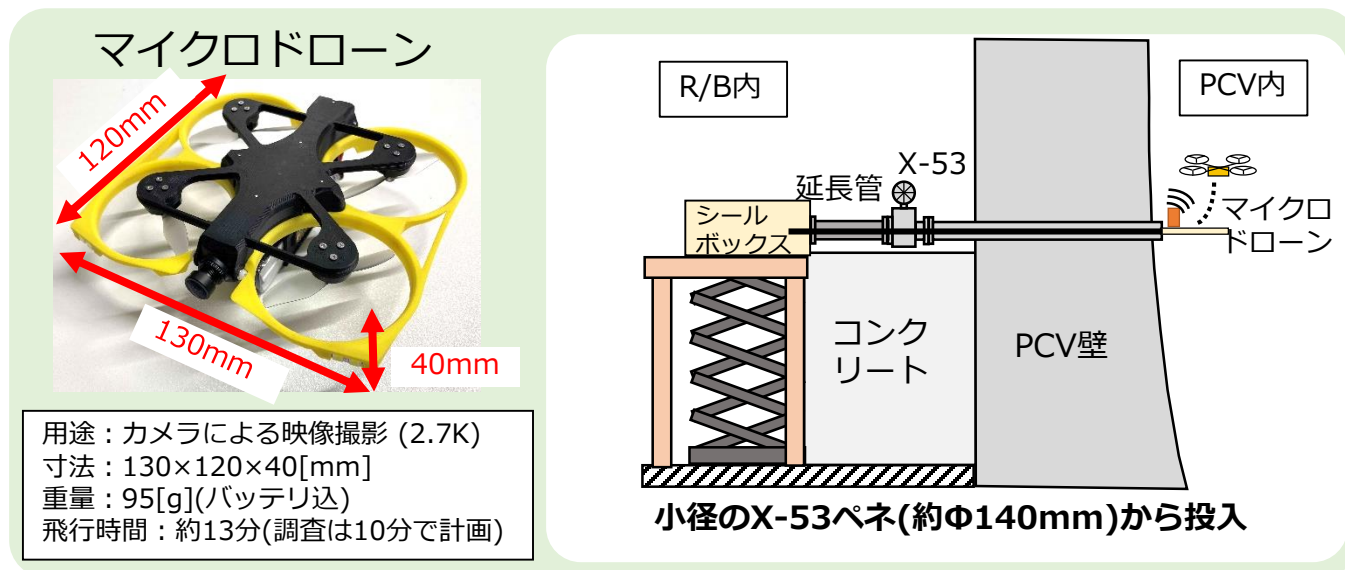
東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

- 3号機については、2025年7月に燃料デブリ取り出しに係る設計検討について公表し、**本格的なデブリ取り出しに向けて、更なるPCV内部の情報収集が求められる**
- しかし、3号機は事故後以降、PCV水位が高い状態が続いたことから、使用可能なペネトレーション(以下ペネ)が限られており、**現状整備されているのは、小径のX-53ペネ (約Φ140mm)のみ**
- そのため、他号機で実績のある調査装置の適用は困難であり、新しく大径のアクセスルート構築が必要であるが、整備に時間を要してしまうため、現状でも実施可能な**超小型の“マイクロドローン”を活用したPCV内部調査を実施**
- 本調査では、2017年に水中ROVで調査したペDESTAL内を更に詳細に調査し、**未調査であるD/W 1FLについても調査を実施**
- 調査で取得した映像は、“**映像からの点群化**”、“**線量率推定**”を実施



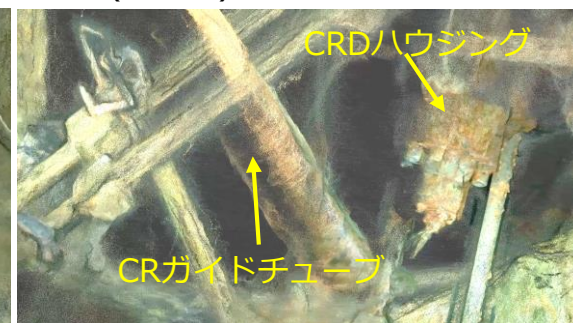
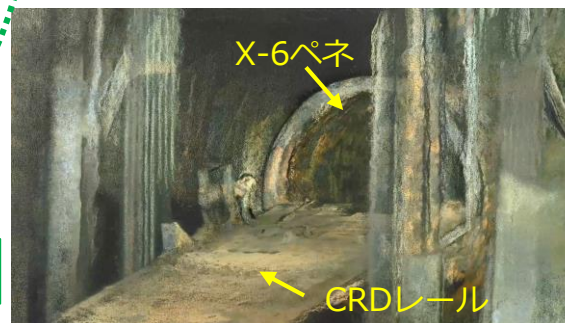
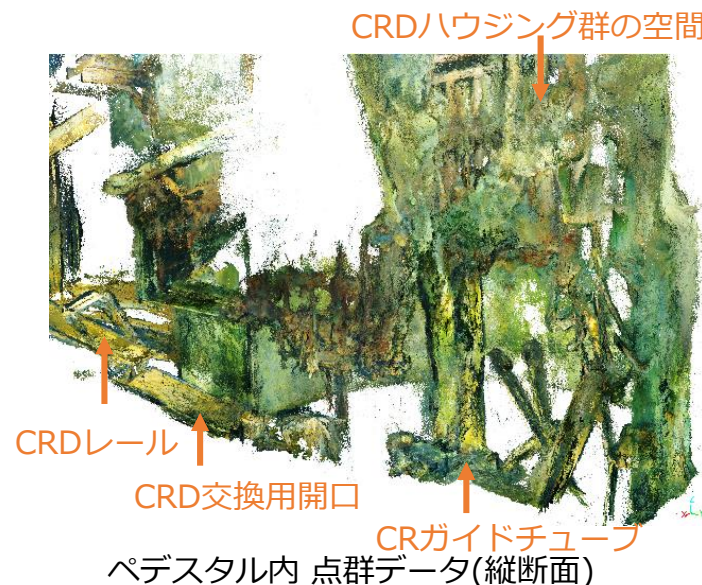
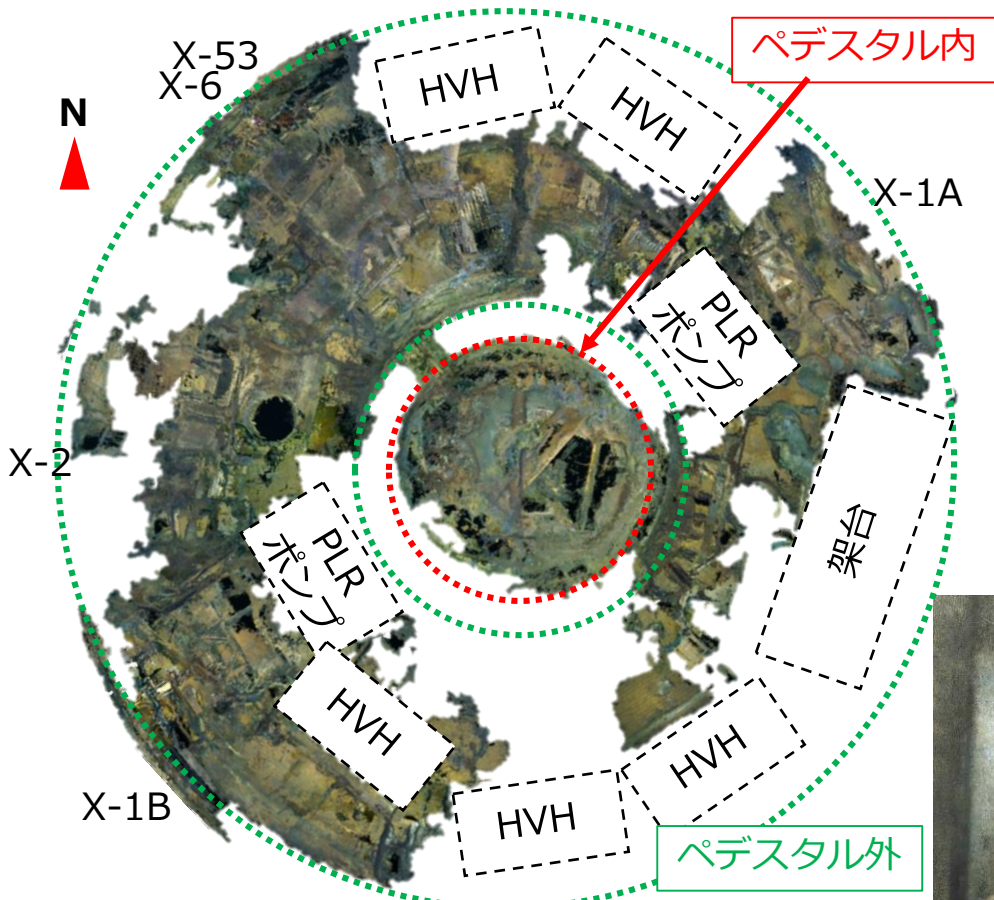
3号機PCV内部調査範囲 縦断面概略図



3号機マイクロドローン調査 調査イメージ

2. 映像からの点群化について

- マイクロドローンで取得した映像に対し、**Structure from Motion技術による点群データ化を実施**
- ペDESTAL外は、撮影できていない南東側や構造物の陰となる場所以外の点群化を実施。特に入念に撮影を実施した**X-6ペネ周辺について、鮮明なデータを取得**
- ペDESTAL内は、CRDハウジング群の陰となる場所以外の点群化を実施。**プラットフォーム高さの構造物・堆積物だけでなく、RPV底部へと続くCRDハウジング群の空間についても点群化**
- 今回取得した点群データは、今後の内部調査の計画検討や燃料デブリ取り出し工法検討に活用



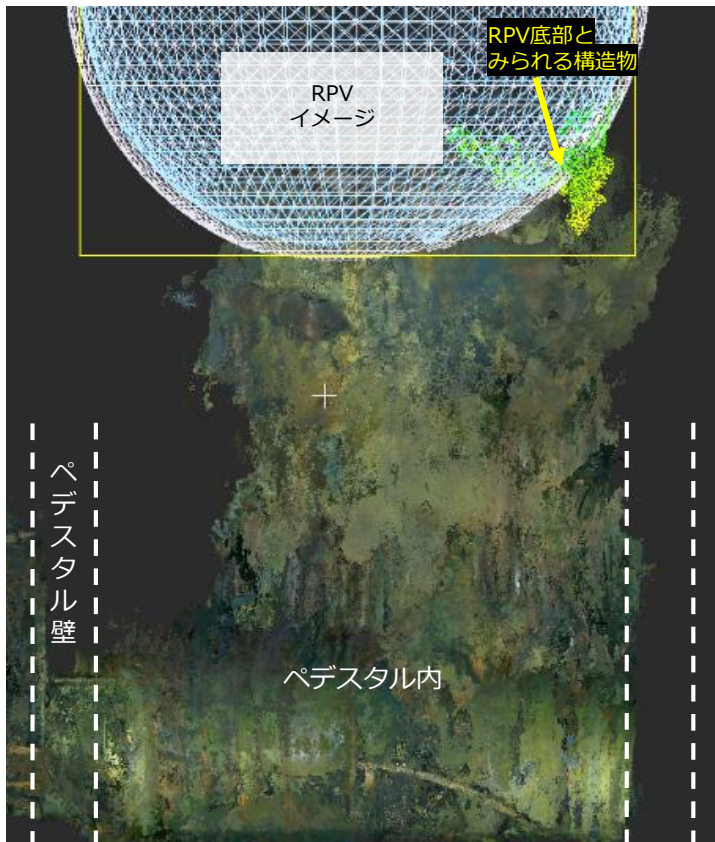
3号機 D/W1FL 点群データ(平面視)

X-6ペネ 点群データ

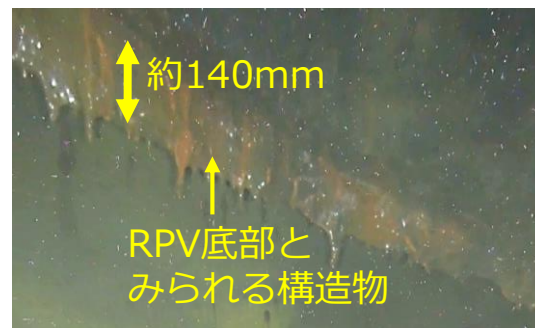
ペDESTAL内構造物 点群データ

3. 点群データの考察について ～RPV底部周辺～

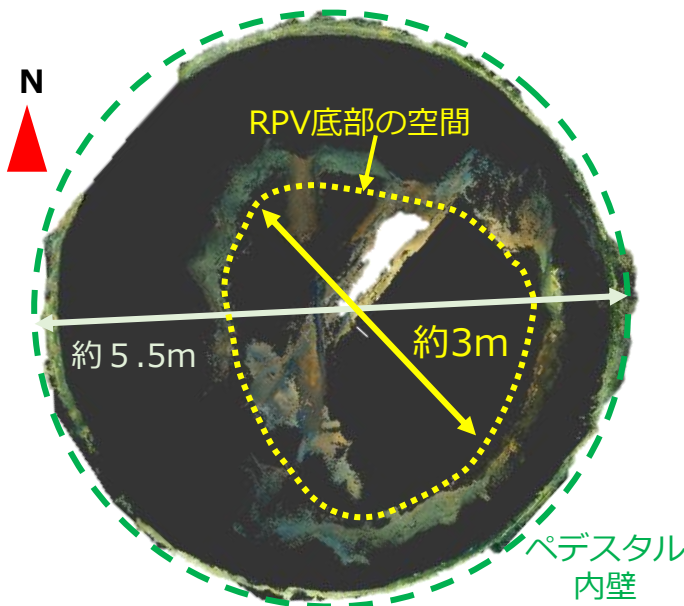
- 生成した点群データを用いて各寸法を評価した結果、確認されていたRPV底部とみられる構造物は、位置・厚みがRPV底部の図面寸法と概ね一致しており、同構造物の可能性が高いと推定
- RPV底部の空間については、楕円形をしており、最大直径は約3mであると推定
- 最高飛行高さは、ペDESTAL底部から約9.4mであったことから、一時的にRPV内を飛行したと推定



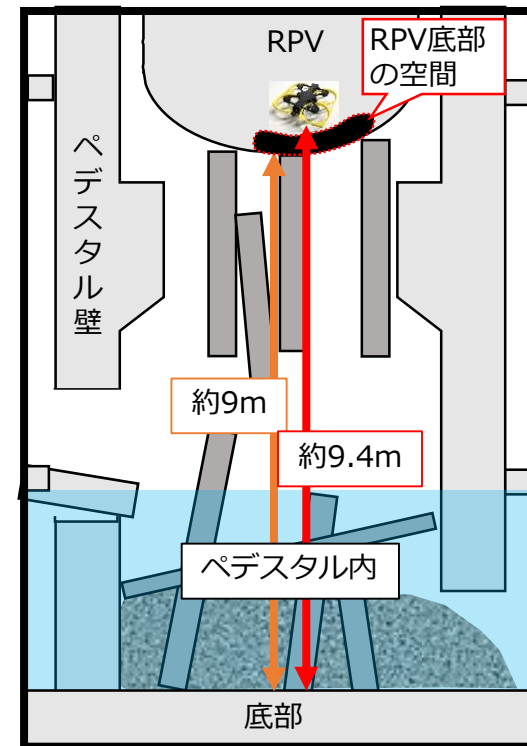
RPV底部とみられる構造物(緑色)の位置比較



RPV底部とみられる構造物の厚さ



RPV底部の空間の形状(平面視)



ドローンの飛行高さイメージ
ペDESTAL内 縦断面図

- ↕ ペDESTAL底部からRPV底部までの高さ
- ↕ ペDESTAL底部からドローンの最大飛行高さ

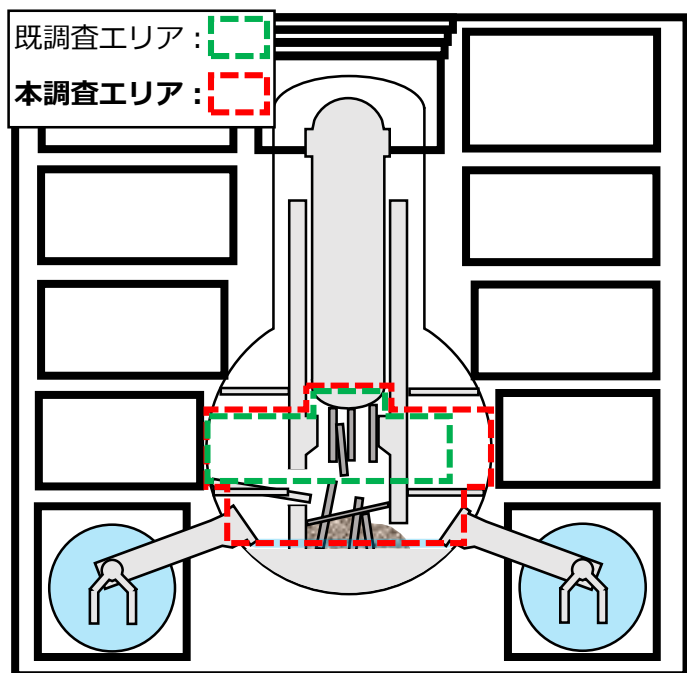
- 放射線照射施設での試験結果より、Co,Cs線源の場合は10Gy/h未満で±20%程度の精度を確認



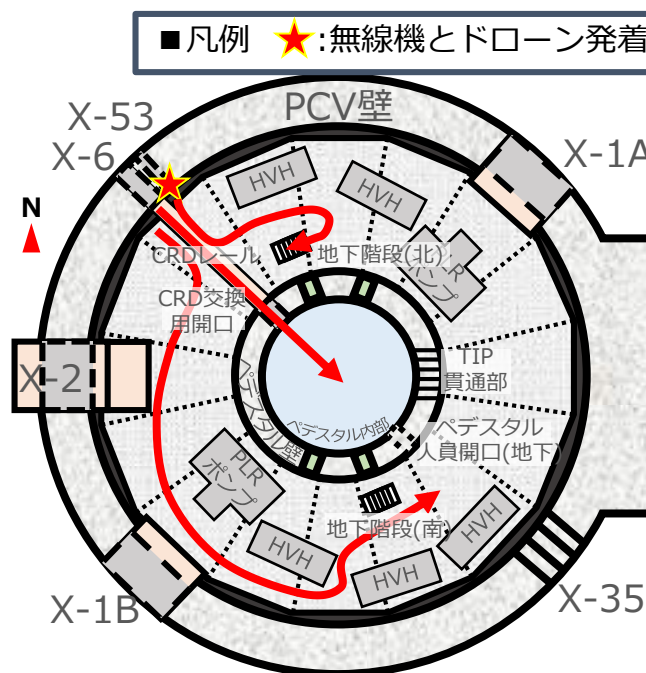
4

5. 今後の3号機PCV内部調査について

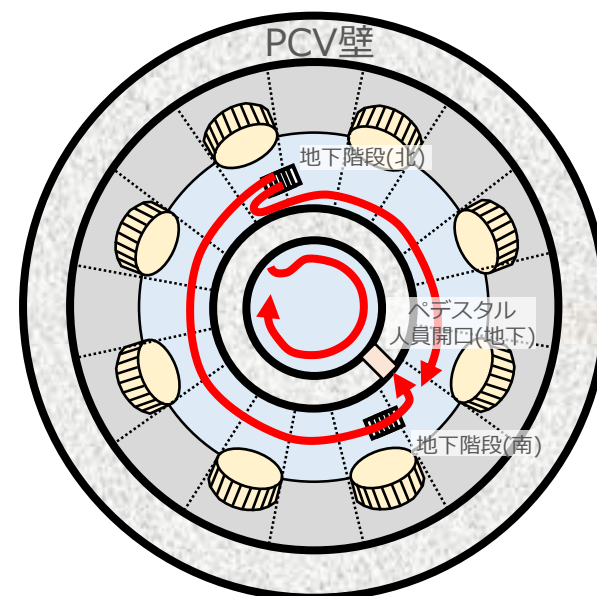
- 燃料デブリ取り出し工法検討において重要な情報である、**堆積物の分布や流出状況を把握するために、D/W地下階の調査を計画**
- ドローン調査を実施した2026年3月の段階では、D/W地下階はPCV内包水により水没していたが、現在はPCV水位低下作業により、**D/W底部まで水位が下がっており、地下階が気中露出している**
- 気中であればドローンによる調査が可能のため、**D/W地下階の調査を主目的とした、“3号機PCV内部気中部調査(マイクロドローン調査2回目)”を予定**
- 早期に調査を実施するために、基本的には2026年3月の調査と同様の装置を用いるが、**地下階を調査するにあたり通信性の向上が必要であるため、マイクロドローンの通信機能の改良を実施する**
- 通信性の向上に伴い、前回で飛行できなかったペデスタル外南東やRPV底部上方の飛行も試みる
- 早ければ今年度内の調査実施を目標として、改良・準備を進めていく予定



3号機PCV内部調査範囲 縦断面概略図



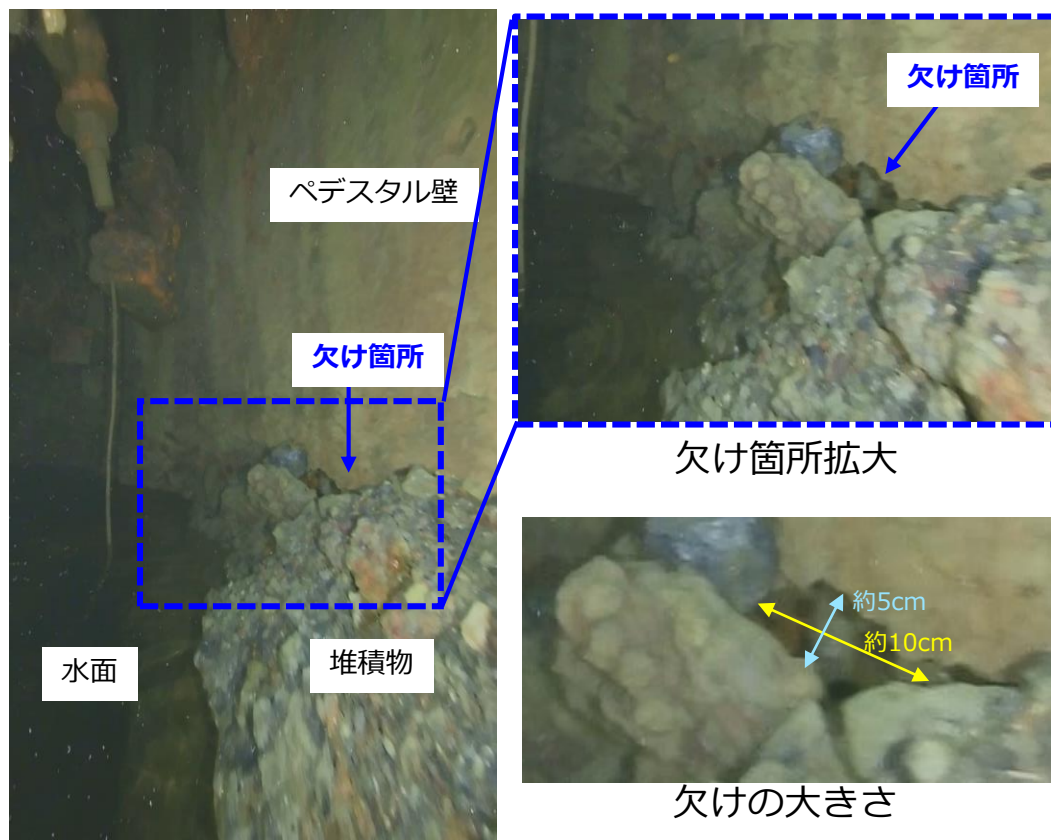
3号機 D/W 1FL 平面概略図



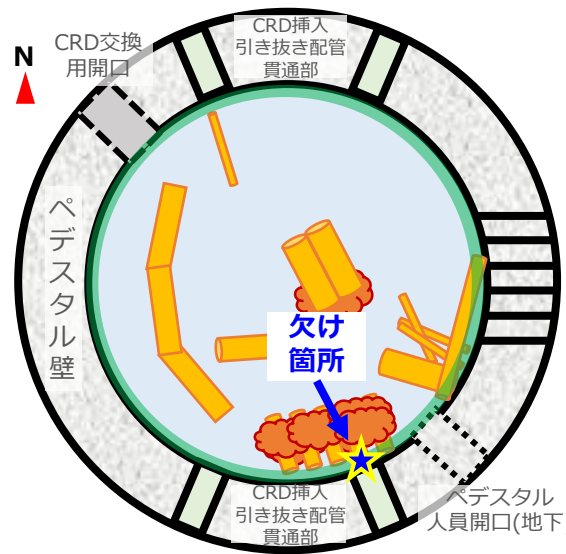
3号機 D/W B1 平面概略図

(参考) ペDESTAL壁の一部欠けについて

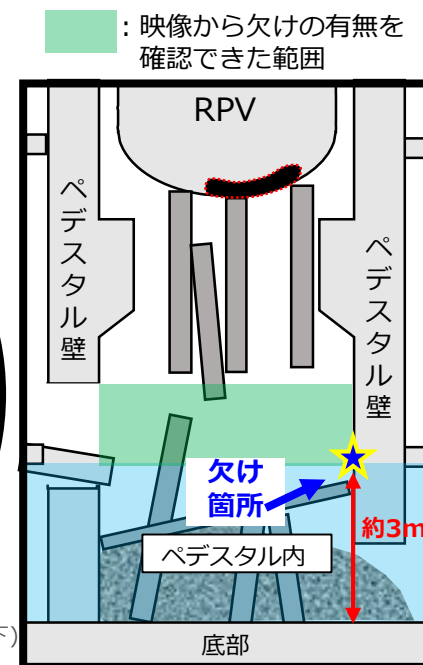
- 点群データの検証作業の中で、ペDESTAL壁が一部欠けている事を確認
- 欠けの大きさは約10×5cm程度であり、位置はペDESTAL内壁の南南東側の床面から約3mの高さと推定
- なお、他に欠けている箇所は無いのか、改めて映像を確認した結果、撮影できている範囲においては、当該箇所以外に確認されなかった
- 今後計画している調査の中で改めて確認し、知見を拡充していく



ペDESTAL壁の欠け箇所



ペDESTAL内 平面概略図



ペDESTAL内 縦断面図

- Structure from Motion(SfM)技術は、複数の視点から撮影した画像から対象の3D情報(位置や大きさ)を復元する技術
- SfM処理が完了すると、3Dデータの1つである点群データが生成される
- 点群データは、空間内の物体や構造を無数の点で立体的に表現したデータであり、位置関係や大きさを計測することができる(装置設計などに活かせる情報)
- 点群データは、対象物の位置の把握や大きさの確認には向いているが、点の集合体であることから、視覚的に全体を把握することには不向き
- 視覚的に全体を確認しやすい3Dデータも有用であるため、今回は生成した点群データに対し、3D gaussian・スプラッティング(3DGS)技術を適用
- 3DGS技術は点群データをより視覚的に見やすくする技術であり、映像をそのまま3D化したような特徴がある



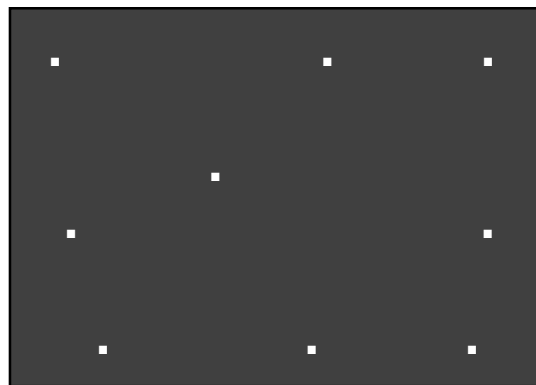
点群データ



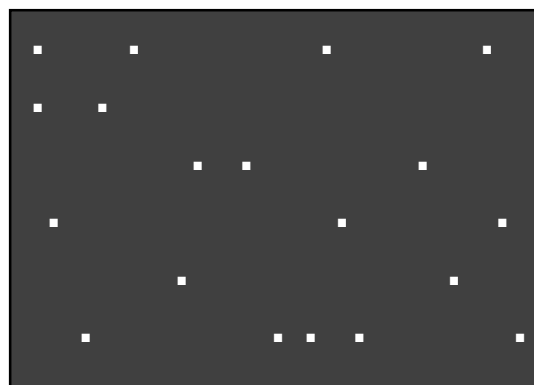
3DGS

点群データと3DGSの比較(ペデスタル内)

- 放射線がカメラの撮像素子に当たると、映像中に白点ノイズが生じる
- この白点ノイズの量は、線量率が上昇すると比例して増加する
- 本特性を利用し、映像中の白点ノイズの量を計測し、線量率を推定している
- 本調査においては、X-53ペネ近傍(PCV内)で測定した線量率(約0.6Gy/h)と、当該エリアにおける映像の白点ノイズの量を比較することで、回帰式を導出し、各エリアの線量率を算出
- なお、白点ノイズの量と線量率の比例特性については、Co,Csの放射線照射施設で確認済みであり、Co,Cs線源の場合は10Gy/h未満で±20%程度の精度を確認
- ただし、PCV内は他核種の影響もあることから、回帰式や誤差に違いが生じる可能性がある
- また、推定原理上、線量率が高すぎる場合やハレーションが生じる場合等の、白点ノイズが正確に読み取れない場合に大きな誤差が発生する

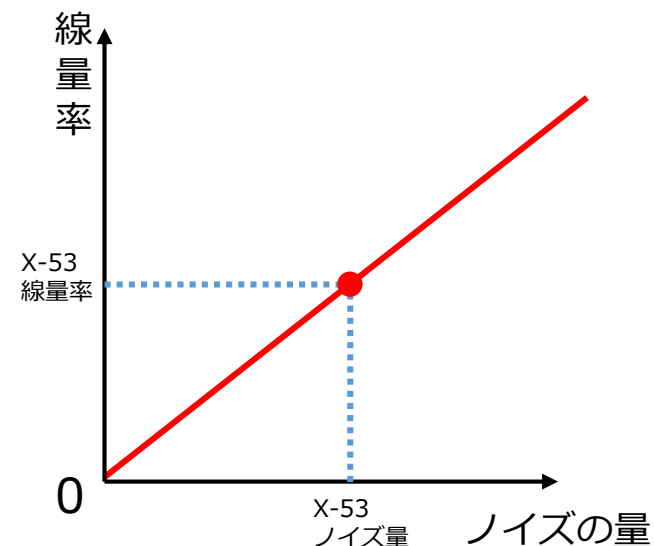


線量率が低い場合のノイズ量



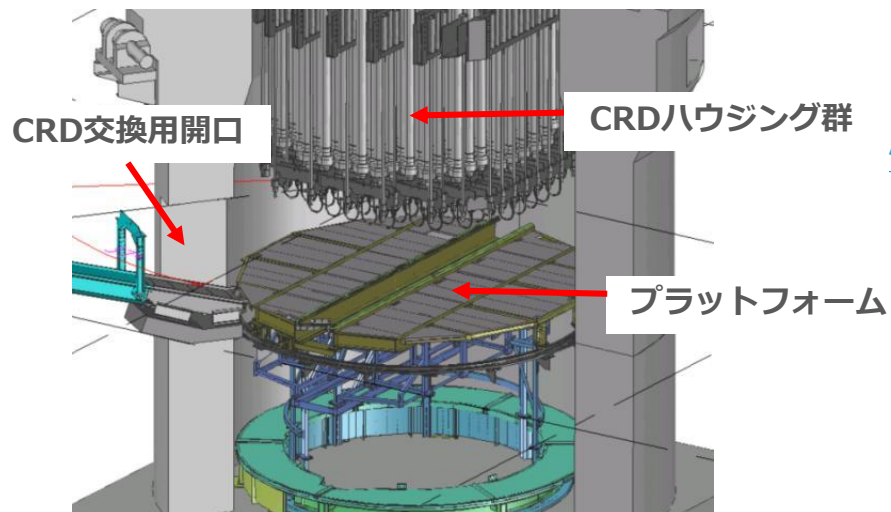
線量率が高い場合のノイズ量

線量率とノイズ量の関係のイメージ



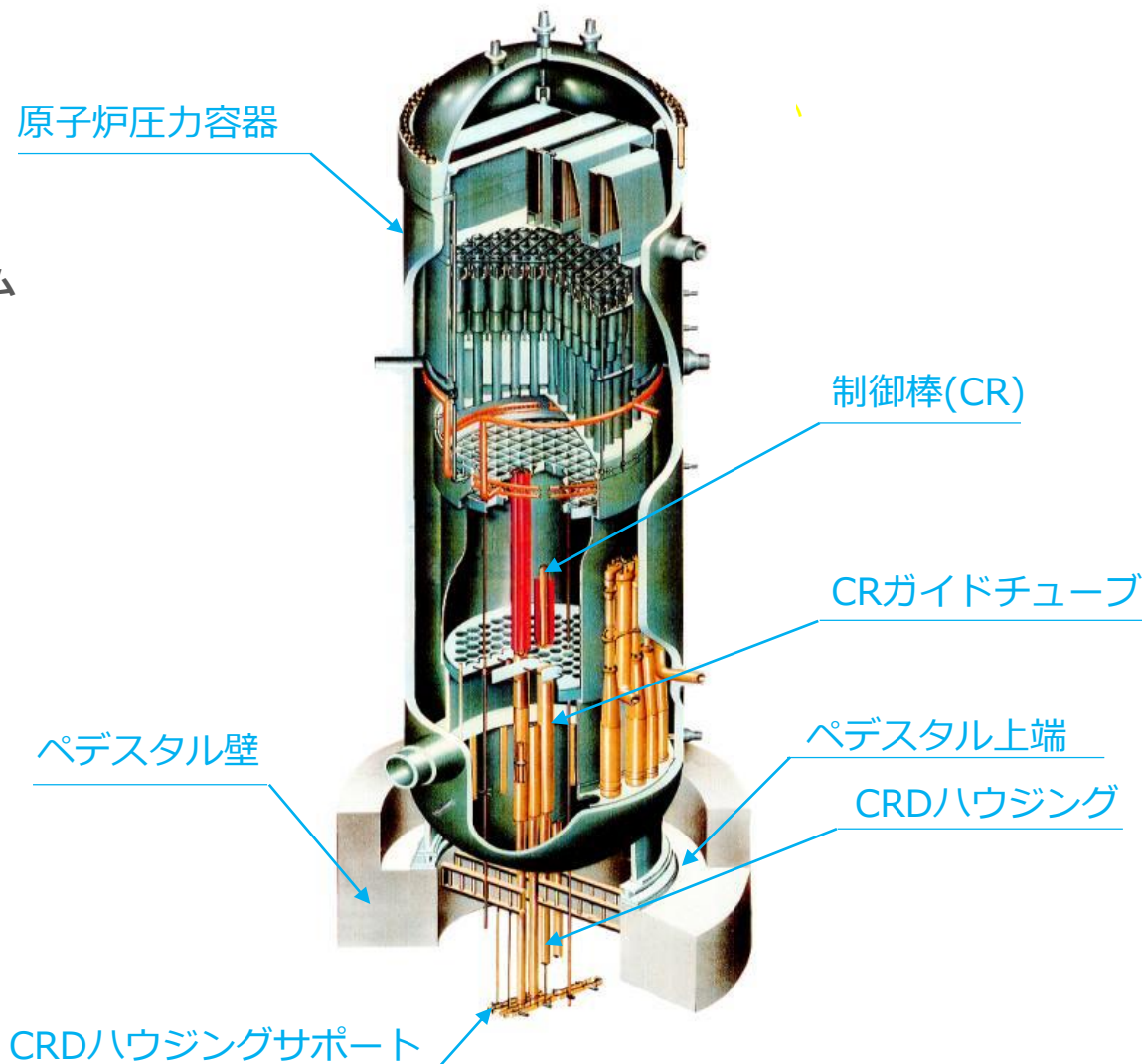
回帰式の導出イメージ

■ ペデスタル内の構造物



(参考) 5号機のペデスタル内

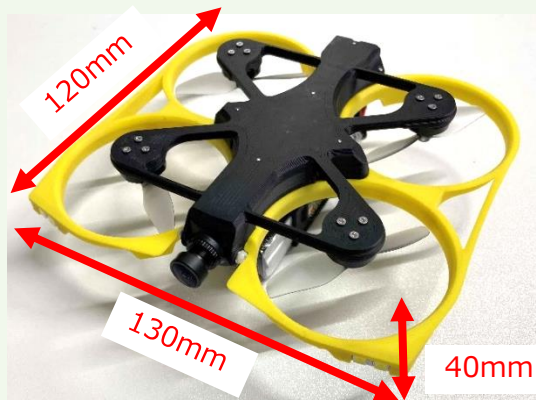
■ RPV内の構造物



(参考) 調査装置について

- PCV内部は狭隘かつ暗所であり、小径のX-53ペネからインストールすることから、“超小型”でありながら、“機動性”、“撮影能力”の高い、下記に示す**マイクロドローン**を採用
- 過去調査と同様に、**X-53ペネにシールボックスを取り付け、PCVの隔離状態を保ったまま、マイクロドローンをPCV内に投入**
- シールボックス内には合計6機のドローンが格納されており、同時に2機のドローンをPCV内にインストール可能

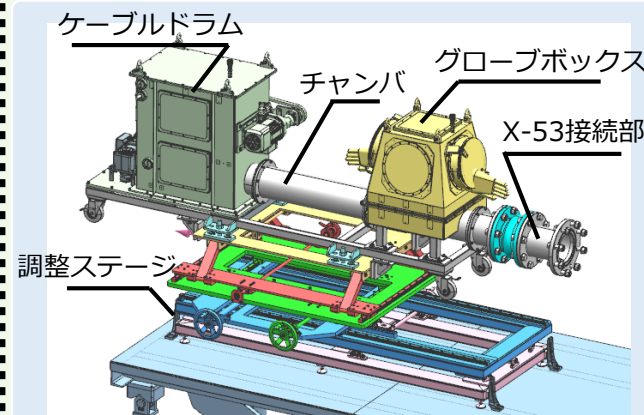
マイクロドローン



サイズ比較：手のひら

用途：カメラによる映像撮影
 寸法：130×120×40[mm]
 重量：95[g](バッテリー込)
 通信方式：無線
 飛行時間：約13分(調査は10分で計画)
 カメラ性能：画質 2.7K フレームレート 60fps
 画角 対角140°、水平135°、垂直107°
 照明：LED左右2灯(計380lm)
 耐放射線性：約200Gy
 備考：IP52相当, 横向き・縦向きカメラの2種

シールボックス

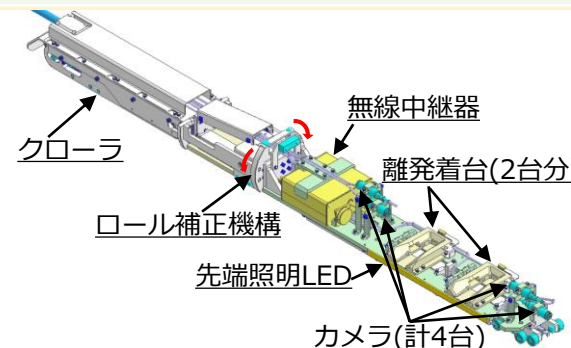


シールボックス本体イメージ

チャンバ内のインストール装置にドローンを搭載し、PCV内に機体をインストールする

グローブボックス内には、待機の機体と充電装置があり、気密状態を保ったまま、離発着台の機体の交換が可能

寸法：約2.6m×0.6m×1.1m
 重量：約325kg



インストール装置イメージ

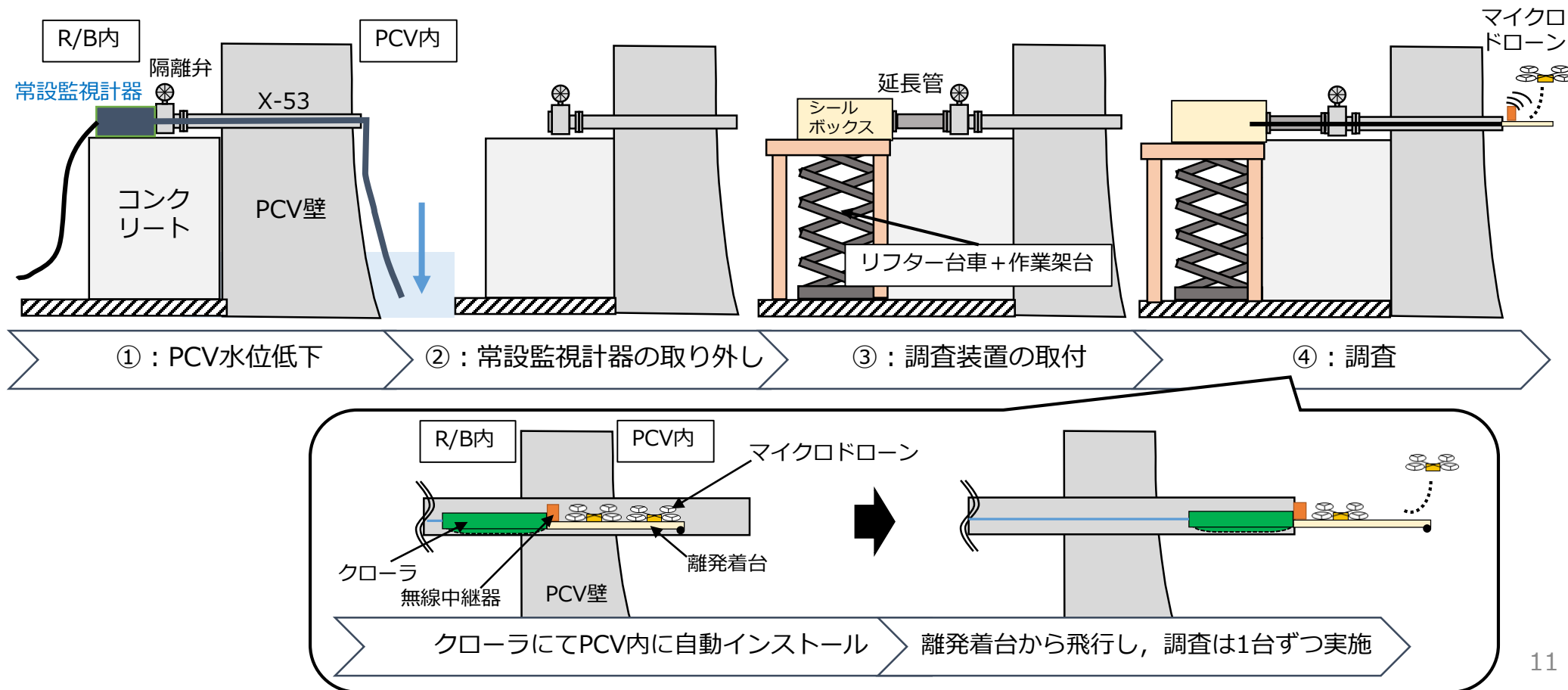
クローラによる自動インストールで作業時の被ばくを低減

同時に2機のドローンをインストール可能

寸法：約1.3m×Φ130mm
 重量：約20kg

(参考) 作業全体の流れ

- 現状、X-53ペネには、事故後に新設した常設監視計器（水位・温度計）が挿入されている
- また、マイクロドローンをペDESTAL内まで飛行させるためにはPCV内の水位をCRD交換用開口下端まで低下させる必要がある
- そのため、調査の準備ステップとして“PCV水位低下”および“常設監視計器の取り外し”を行い、その後“調査装置の取付”、“調査”を実施する
- 調査終了後は、調査装置を取り外し、常設監視計器は復旧する計画



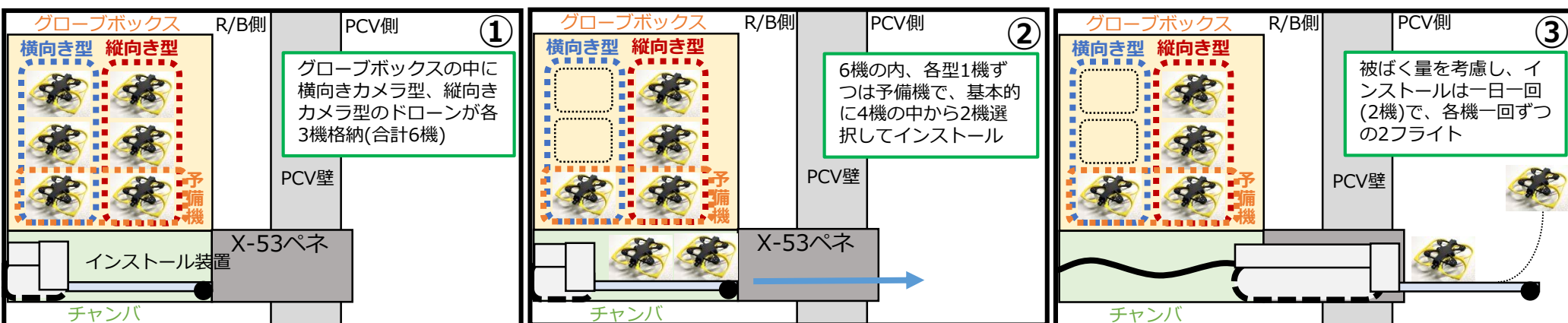
(参考) 調査計画について ～調査全体について①～

- M/U・トレーニングの結果を踏まえ、各フライト毎の調査内容・飛行ルートを策定
- また、作業員の被ばく量やドローンの耐放射線性能を踏まえて、ドローンの運用方法についても策定

【主目的】

今後の堆積物調査や燃料デブリ取り出し横アクセスで重要となる、X-6ペネ周辺やペデスタル内の情報収集

- 取得情報：映像(横向き・縦向き)、線量率(放射線ノイズからの推定)、点群(映像からの解析)



ドローンの運用イメージ：1日1回インストールの2フライトで計画、6機中の2機は予備機

調査日程※1(調査期間：11日、最大フライト数：21回)

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	11日目
エリア	ペデ外	ペデ外	ペデ外	ペデ外	ペデ内	ペデ内	ペデ内	追加	追加	追加	追加
種別	初期	点群化	着目点	着目点	初期/点群化	着目点	着目点	追加	追加	追加	追加
1機目	反時計回り (横向き)	南側 (横向き)	南側 (横向き)	CRD開口 (横向き)	初期 (横向き)	下部 (縦向き)	上部① (縦向き)	※2	※2	※2	※2
2機目	時計回り (横向き)	北側 (横向き)	北側 (横向き)	X-6ペネ (横向き)	点群化 (横向き)	中部 (縦向き)	上部② (縦向き)	※2	※2	※2	※3

※1：ドローンの耐放射線性能を踏まえて調査期間を策定。現場状況により順番・日数・内容を変更する可能性有

※2：追加調査については7日目までの調査結果を踏まえて、調査内容を決定する ※3：最終日については、2機目の発着台に線量計を配置するため2機目のフライトは無し

(参考) 調査計画について ～調査全体について②～

- 飛行内容を大別すると、ペDESTAL内、ペDESTAL外 D/W1FL(以降、ペDESTAL外)調査はそれぞれ、“初期飛行”、“点群化用撮影”、“着目点調査”の3つに分けられる
 - ・ 初期飛行：本格的な調査の前に、初飛行エリアの無線通信範囲等について事前調査を実施
 - ・ 点群化用撮影：点群データの精度を向上するために、点群化に注力した映像取得を実施
 - ・ 着目点調査：事前に策定した要調査箇所について、詳細調査を実施
- ペDESTAL外調査、ペDESTAL内調査を実施した後、**PCV内の状況を踏まえた“追加調査”**を実施
 - 追加調査：ペDESTAL外、ペDESTAL内調査で確認された新たな知見や、計画していた日程で調査しきれなかった箇所について再調査を実施

1. ペDESTAL外調査(4日間)

- i. 初期飛行：ペDESTAL外の全周を飛行。PCV壁側、ペDESTAL壁側を注視する2種の飛行を計画
- ii. 点群化用撮影：ペDESTAL外を点群化するために、南側・北側に分けて全体を撮影する
- iii. 着目点調査：南側、北側、X-6ペネ周辺にエリアを分けて、要調査箇所の情報を取得

2. ペDESTAL内調査(3日間)

- i. 初期飛行：ペDESTAL内全周を飛行
- ii. 点群化用撮影：ペDESTAL内を点群化するために、全体を撮影する
- iii. 着目点調査：下部、中部、上部にエリアを分けて、要調査箇所の情報を取得

3. 追加調査(4日間)

- i. 新たに確認された特異点・新知見の追加調査
- ii. 上記ペDESTAL外、ペDESTAL内調査で確認しきれなかった箇所の追加調査

- 計画通り**11日間の調査**を行い、**合計21回フライト**を実施
- 本調査の主目的である、**燃料デブリ取り出し工法検討に重要な情報(X-6ペネ周辺、ペデスタル内)を取得**でき、その他計画していた着目点についても調査を実施
- なお、調査期間中においてインストール装置の動作不良やドローンの墜落は発生していない

【計画】 調査日程(調査期間：11日、最大フライト数：21回)

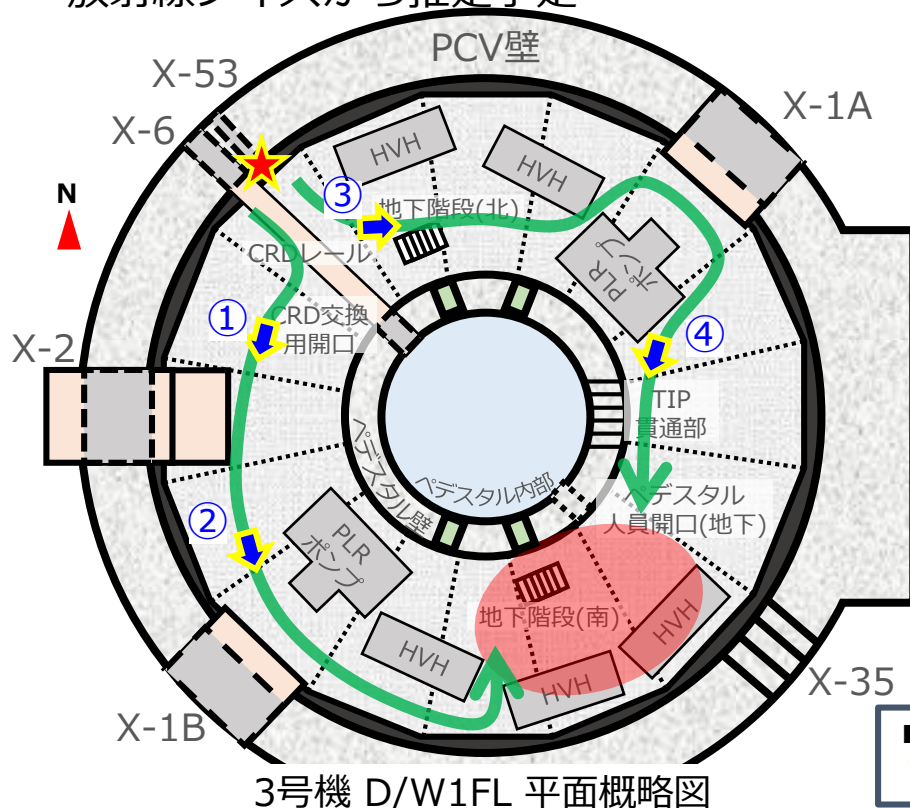
	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	11日目
エリア	ペデ外	ペデ外	ペデ外	ペデ外	ペデ内	ペデ内	ペデ内	追加	追加	追加	追加
種別	初期	点群化	着目点	着目点	初期/点群化	着目点	着目点	追加	追加	追加	追加
1機目	反時計回り (横向き)	南側 (横向き)	南側 (横向き)	CRD開口 (横向き)	初期 (横向き)	下部 (縦向き)	上部① (縦向き)	※1	※1	※1	※1
2機目	時計回り (横向き)	北側 (横向き)	北側 (横向き)	X-6ペネ (横向き)	点群化 (横向き)	中部 (縦向き)	上部② (縦向き)	※1	※1	※1	※2

【実績】 調査日程(調査期間：11日、フライト数：21回)

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	11日目
エリア	ペデ外	ペデ外	ペデ外	ペデ外	ペデ内	ペデ内	ペデ内	ペデ内外	ペデ内	ペデ内外	ペデ内外
種別	初期	点群化	着目点	着目点	初期/点群化	着目点	着目点	追加	追加	追加	追加
1機目	反時計回り (横向き)	南側 (横向き)	南側 (横向き)	CRD開口 (横向き)	初期 (横向き)	下部 (縦向き)	上部① (縦向き)	X-6内部 ペデ外他 (縦向き)	ペデ内 下部 中部 (縦向き)	ペデ外 点群化 (縦向き)	線量率 推定用 (縦向き)
2機目	時計回り (横向き)	北側 (横向き)	北側 (横向き)	X-6ペネ (横向き)	点群化 (横向き)	中部 (縦向き)	上部② (縦向き)	ペデ内 上部 (縦向き)	RPV底部 周辺 (縦向き)	ペデ内 点群化 (縦向き)	※2

(参考) ペデスタル外の状態について

- 靄の状況：1号機と同様、3号機ペデスタル外においても靄を確認(約3mの範囲まで視認可能)
- 通信性：無線機があるX-53ペネと反対側の南東エリアの通信性が低いことを確認
- 機器の損傷・干渉物の有無：大規模な損傷や干渉物は確認されなかった(発錆や保温材の脱落等は確認)
- 飛行実績：通信性が低い南東エリアを除き、D/W1FLを時計回り・反時計回りに飛行
- 点群化について：横力メラと縦力メラで点群化のための映像を撮影。今後、点群化処理を実施予定
- 線量率：X-53ペネ近傍の線量率は約0.6Gy/h(γ線)。ペデスタル外全体の線量率については、映像の放射線ノイズから推定予定



①：ペデスタル外 北西エリア



③：ペデスタル外 北エリア



②：ペデスタル外 南西エリア



④：ペデスタル外 東エリア

■ 凡例

★:無線機とドローン発着位置

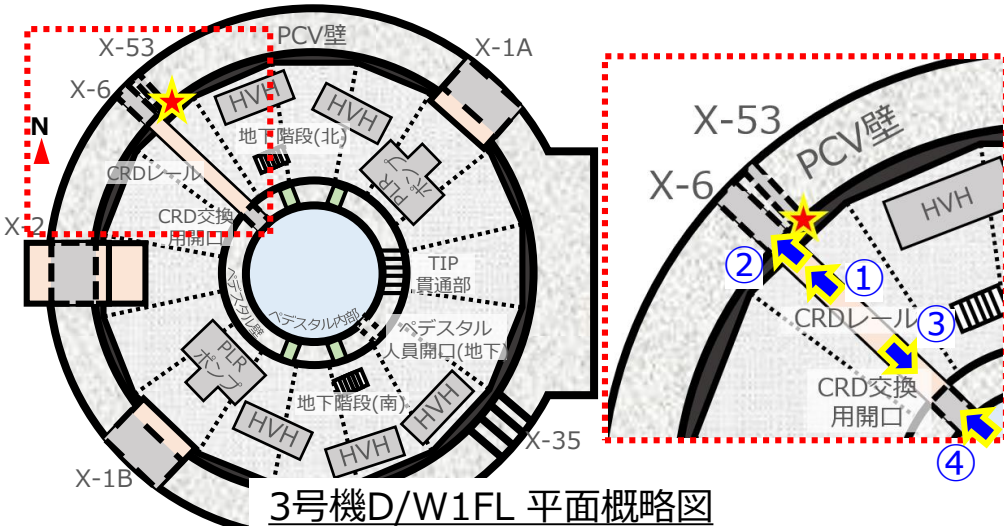
■:通信性(低) →:飛行ルートイメージ

※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

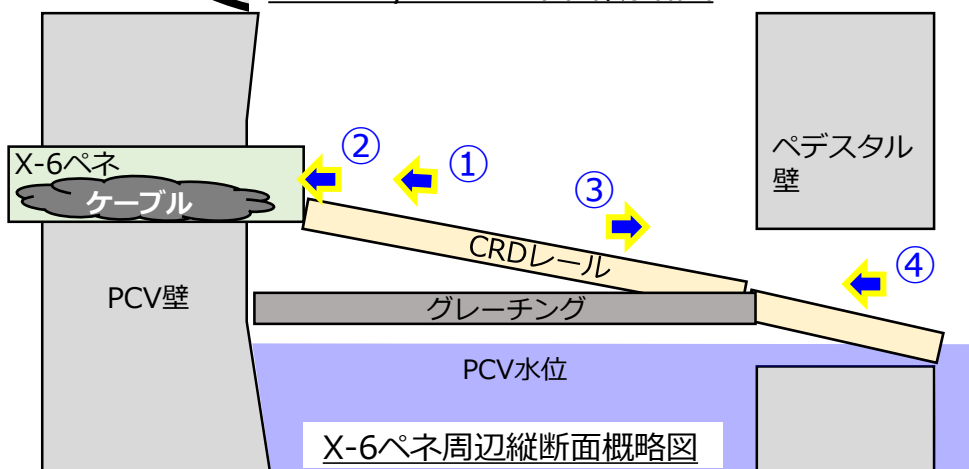
※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペデスタル外の着目点調査結果 (X-6ペネ周辺)

- **X-6ペネ**：ペネ周辺に干渉物は確認されなかった。ペネ内全体にケーブルが存在したが、今回撮影した範囲では2号機で確認されたような堆積物は確認されなかった
- **CRDレール**：大きな損傷や干渉物は確認されなかったが、一部段差を確認
- **CRD交換用開口**：開口周辺に干渉物は確認されなかった



3号機D/W1FL 平面概略図



X-6ペネ周辺縦断面概略図



① : X-6ペネ 外観



③ : CRD交換用開口 外観



② : X-6ペネ内部



④ : CRDレールの段差箇所

■ 凡例

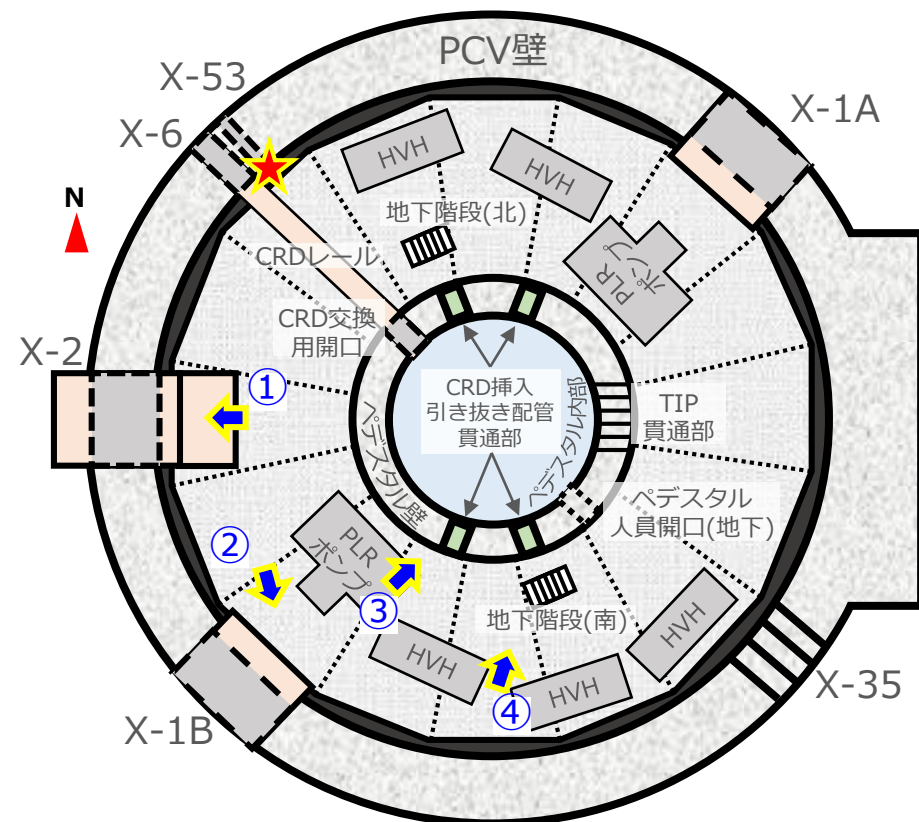
★ : 無線機とドローン発着位置

※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペデスタル外の着目点調査結果 (南側エリア)

- X-2ペネ、X-1Bペネ：ペネの損傷や変形、干渉物は確認されなかった
- CRD挿入引き抜き配管(南)：南西側の配管に損傷や変形は確認されなかった。南東側については、当該エリアの通信性が低く、飛行できなかったため確認できていない
- 地下階段(南)：階段の損傷や変形、干渉物は確認されなかった
- X-35ペネ：ペデスタル外南東エリアの通信性が低く、飛行できなかったため確認できていない



3号機 D/W1FL 平面概略図



①：X-2ペネ



③：CRD挿入引き抜き配管(南西)



②：X-1Bペネ



④：地下階段(南)

■ 凡例

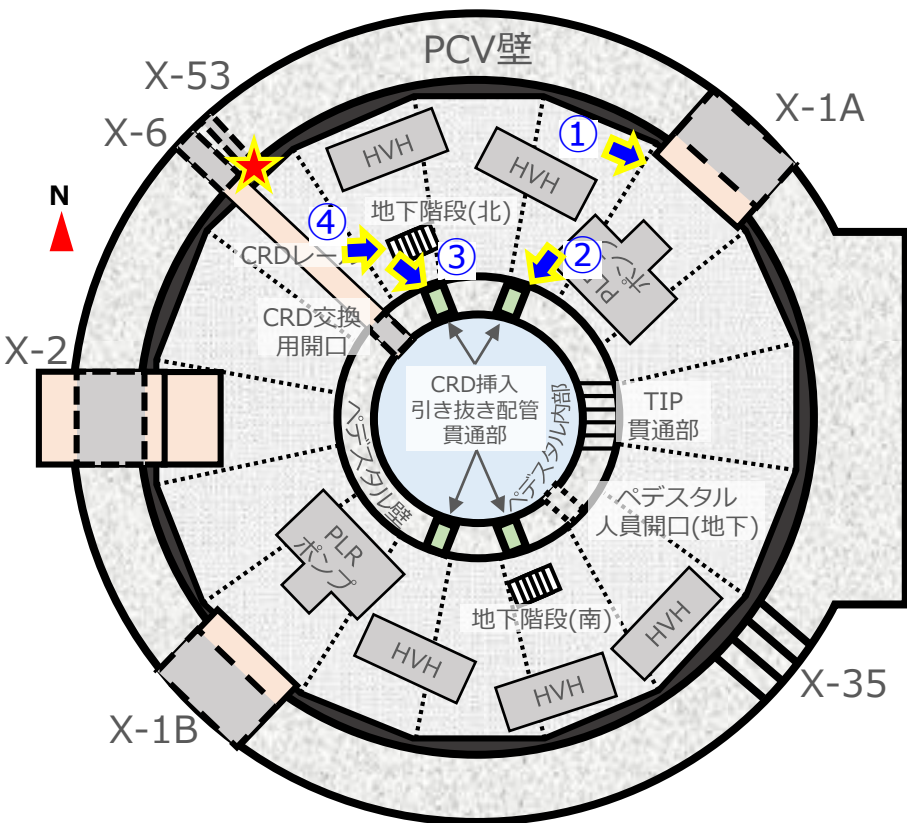
★：無線機とドローン発着位置

※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペデスタル外の着目点調査結果 (北側エリア)

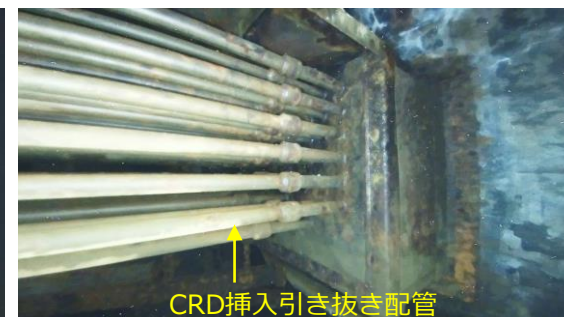
- X-1Aペネ：ペネの損傷や変形、干渉物は確認されなかった
- CRD挿入引き抜き配管(北)：北西・北東側共に配管に損傷や変形は確認されなかった
- 地下階段(北)：階段の損傷や変形、干渉物は確認されなかった



3号機 D/W1FL 平面概略図



①：X-1Aペネ(フランジ部)



③：CRD挿入引き抜き配管(北西)



②：CRD挿入引き抜き配管(北東)



④：地下階段(北)

■ 凡例

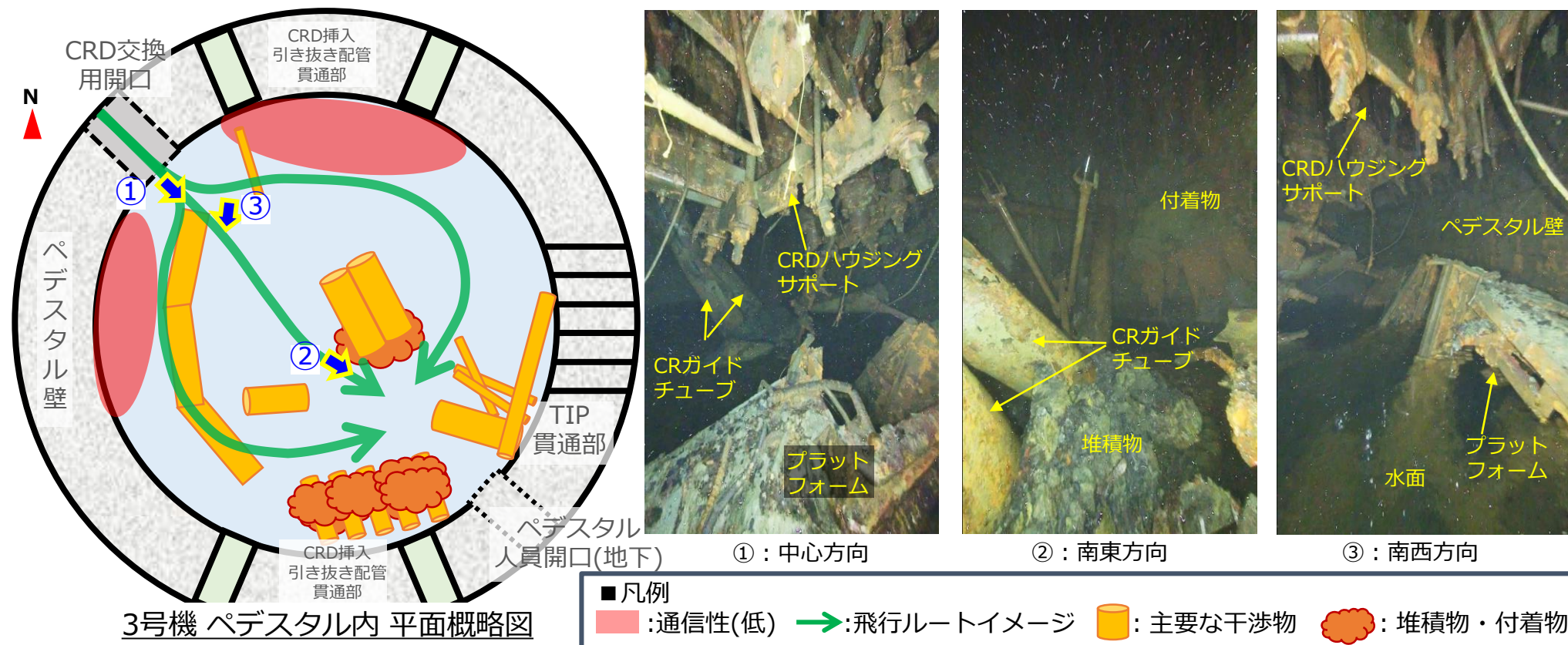
★：無線機とドローン発着位置

※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペDESTAL内 の状況について

- 靄の状況：1号機と同様、3号機ペDESTAL内においても靄を確認(約3mの範囲まで視認可能)
- 通信性：無線電波の陰になるCRD交換用開口付近が通信性が低いことを確認
- 機器の損傷・干渉物の有無：CRDハウジング群やCRガイドチューブの脱落を確認(飛行は可能)
- 飛行実績：通信性が低いCRD交換用開口付近を除き、時計回り・反時計回り・中心方向に飛行を実施
- 点群化について：横カメラと縦カメラで点群化のための映像を撮影。今後、点群化処理を実施予定
- 線量率：ペDESTAL内の線量率については、映像の放射線ノイズから推定予定



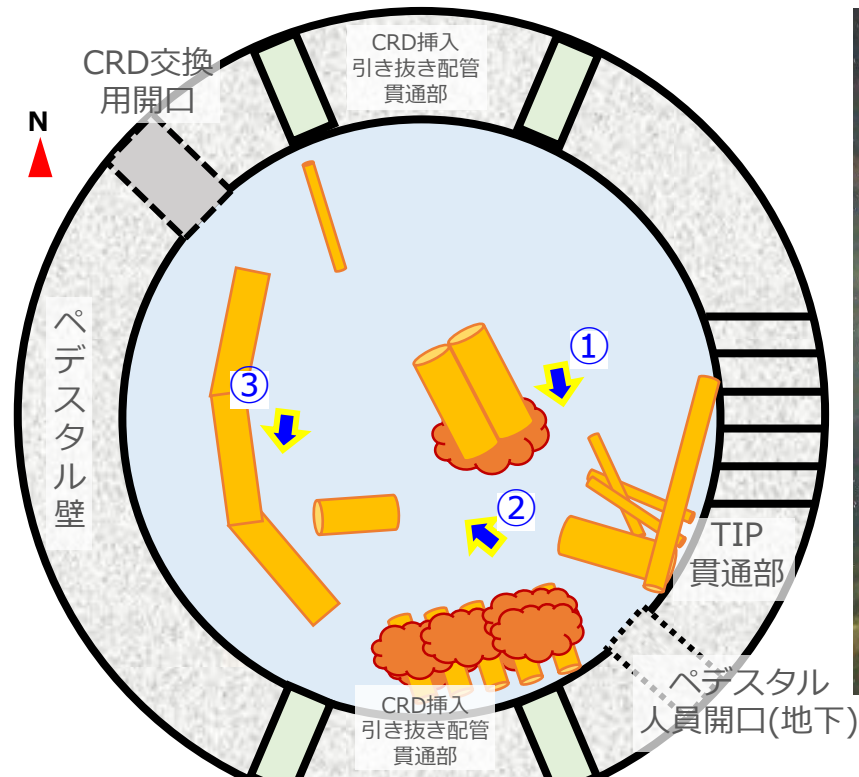
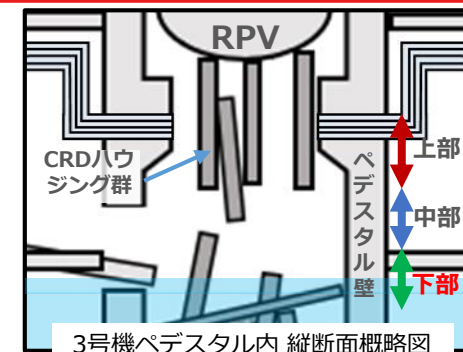
※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。

また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペDESTAL内での着目点調査結果(下部)

- **堆積物**：中心部のCRガイドチューブの根元に堆積物を確認。水中にも存在していると推定
- **落下している構造物**：RPV内の構造物であるCRガイドチューブを確認
- **CRD交換機関連設備**：プラットフォームの傾きを確認。他設備の有無については映像を精査中
- **PCV内水位**：水面と構造物の高さを比較した結果、**S/C圧力計から換算しているPCV水位の値と同等**であることを確認(ペDESTAL外も同程度)



①：堆積物



②：落下している構造物



③：CRD交換機関連設備（プラットフォーム）

■ 凡例

■：主要な干渉物

■：堆積物・付着物

3号機 ペDESTAL内 平面概略図

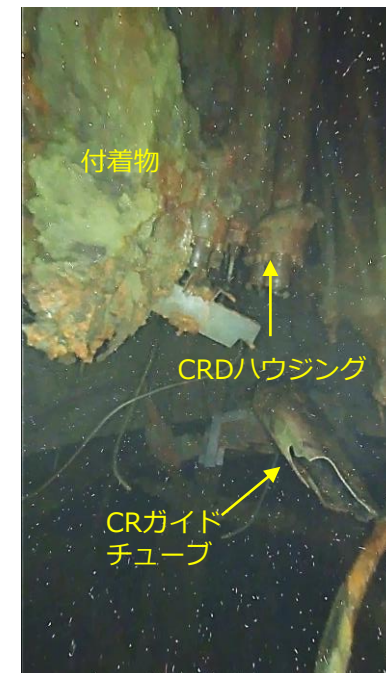
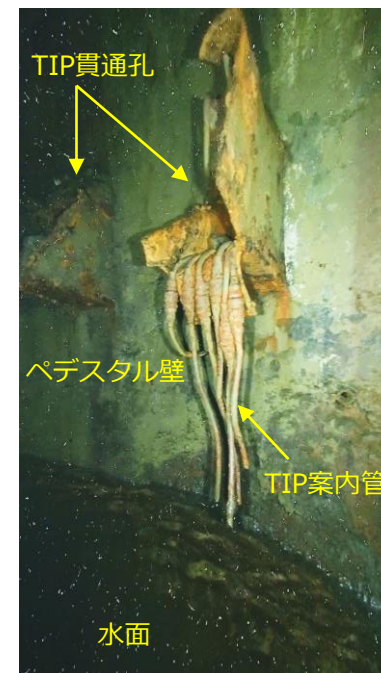
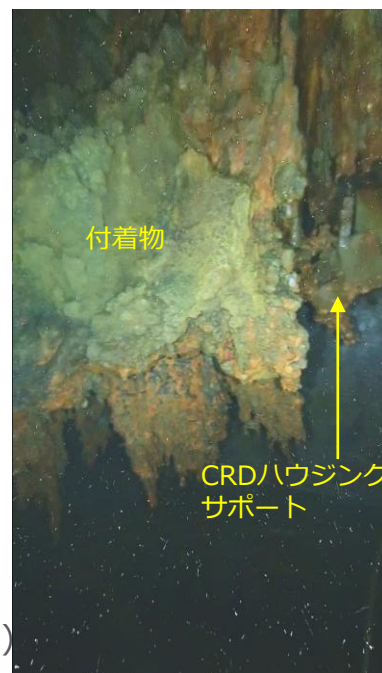
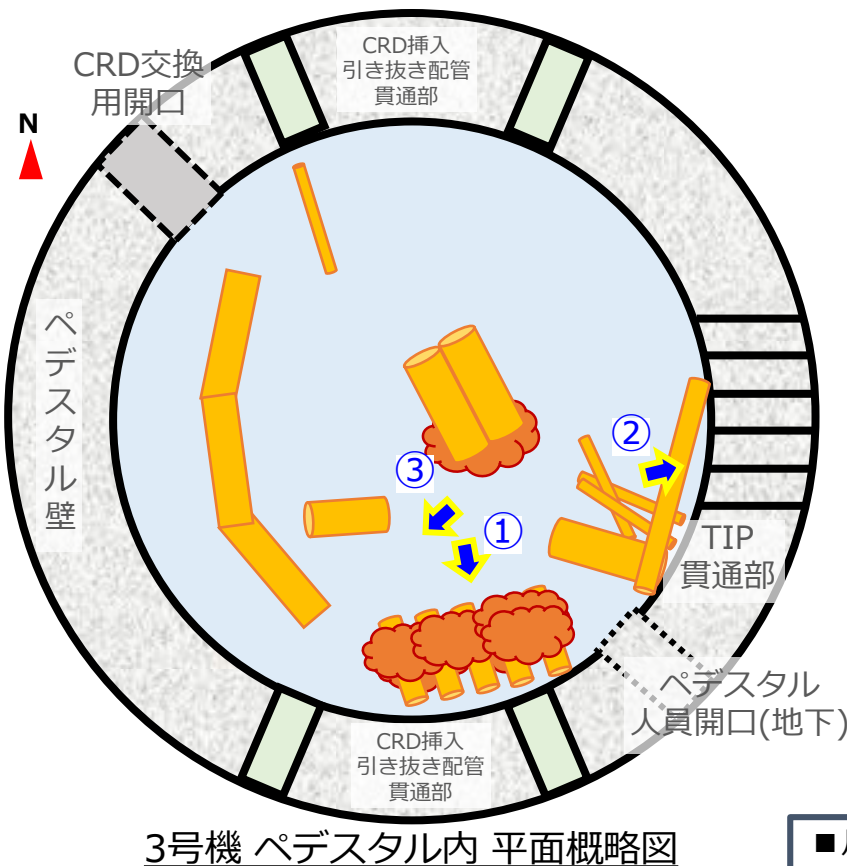
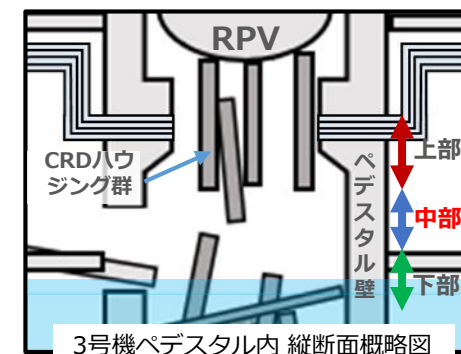
※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。

また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペデスタル内の着目点調査結果(中部)

- 付着物：南側のCRDハウジング群に塊状の付着物を確認
- ペデスタル壁面：撮影した範囲において、著しい損傷は確認されなかった
- TIP貫通孔：損傷したTIP案内管を確認
- 落下している構造物：RPV下部構造物であるCRDハウジング群の一部が傾いており、既存の位置よりも若干低い位置にある



■ 凡例

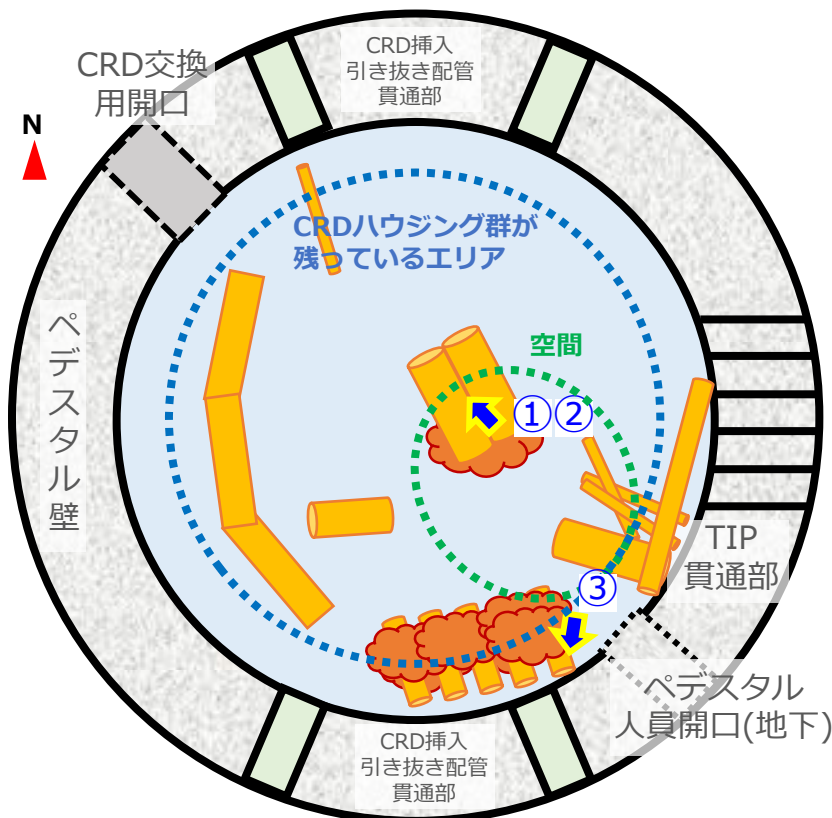
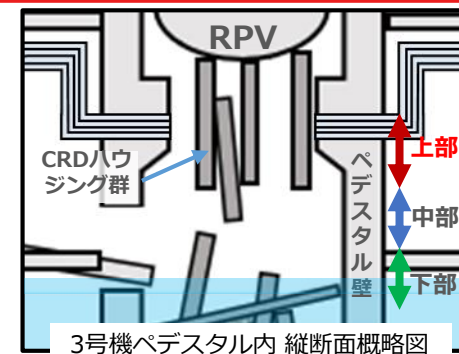
- 主要な干渉物
- 堆積物・付着物

※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

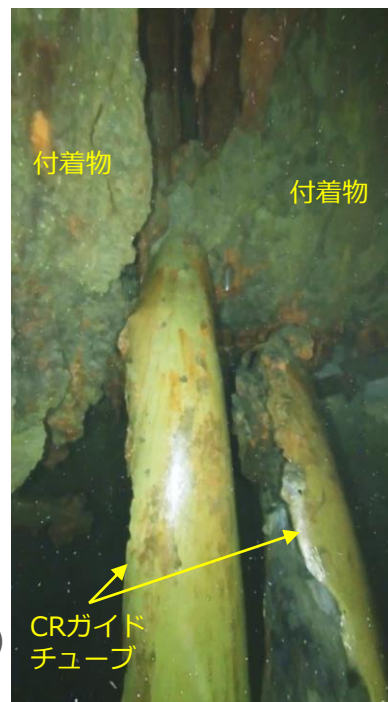
※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペデスタル内の着目点調査結果(上部)

- 付着物：中心から南東付近のCRDハウジング群に塊状の付着物を確認
- CRDハウジング群：傾きや変形はあるものの、大部分は既存の位置付近に残っている。中心から南東にかけては上部方向に空間を確認
- CRD挿入引き抜き配管：南東部のみ撮影でき、配管の損傷を確認



3号機 ペデスタル内 平面概略図



①：矢視の下部



②：矢視の上部



③：CRD挿入引き抜き配管(南東)

■ 凡例

■：主要な干渉物

■：堆積物・付着物

※本資料では今回撮影できた範囲の結果を示す。

※概略図の凡例や干渉物等の配置・撮影方向については精査中であるため、おおよその位置を示す。

また、写真中の構造物の名称についても現段階の推定となる。

(参考) ペデスタル内 RPV底部付近調査結果

- 上部調査で確認された空間から、通信可能な限界の高さまで上昇し、**RPV底部付近の映像を取得**
- **RPV底部の可能性のある構造物や、横たわるCRガイドチューブを確認**
- 更に上部にも空間があると推定

② ← ①



④ ← ③

