

1号機 PCV内部調査（気中部調査）について

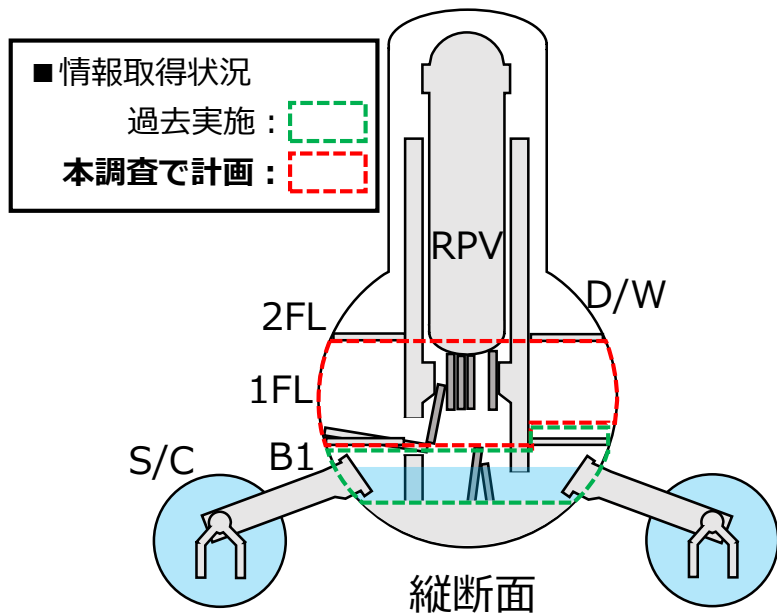
2024年1月25日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

- 1号機原子炉格納容器(以下、PCV)内部調査については、燃料デブリの状態を確認するために、**主に地下階の調査を実施済**
- 燃料デブリ取り出しに向けて、地下階の情報だけでなく、PCV全体の状況も把握する必要があるため、**1FLエリアの調査を主とした、“1号機PCV内部気中部調査”を計画**
- 本調査は、**小型ドローン(合計4機)および無線を中継するヘビ型ロボットを用いて、ペDESTAL外1FLエリアおよび、ペDESTAL内の映像取得を計画**



1号機PCV内部調査範囲 概略図

小型ドローン



用途：カメラによる映像撮影
 寸法：191×179×54[mm]
 重量：185[g](バッテリー込)
 飛行時間：約8分(調査は5分×4機で計画)
 搭載機器：照明(90lm(45lm×2))、
 超高感度カメラ(正面のみ)

無線中継用ヘビ型ロボット

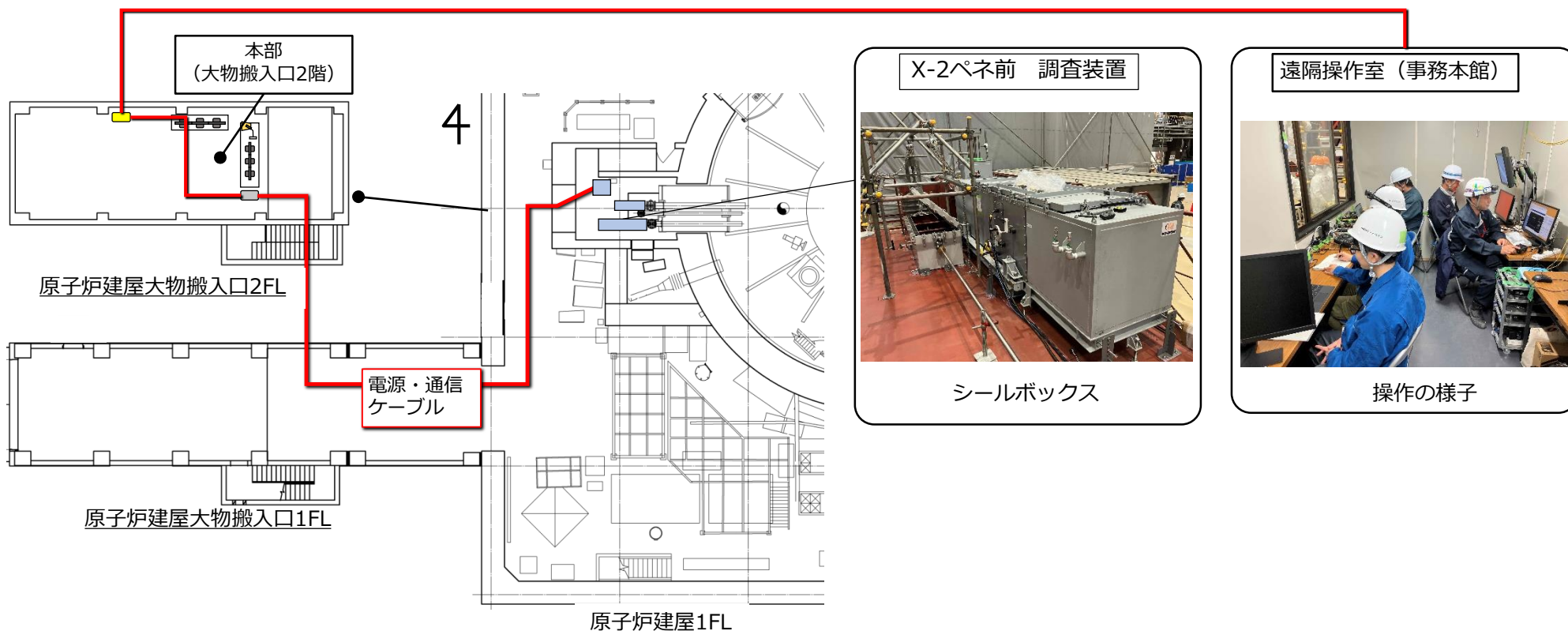


用途：無線中継器の運搬+線量測定
 寸法：2,900×180×165[mm]
 重量：約25[kg]
 搭載機器：ドローン用無線中継器、
 CMOSカメラ×2
 線量計

1号機PCV内部気中部調査 調査装置

2. 作業準備状況

- M/U トレーニング完了に伴い、1月下旬より準備作業を開始
- 準備作業は1号機原子炉建屋内および事務本館の遠隔操作室にて実施予定
- 2月下旬の調査開始を目標に準備作業を進めていく

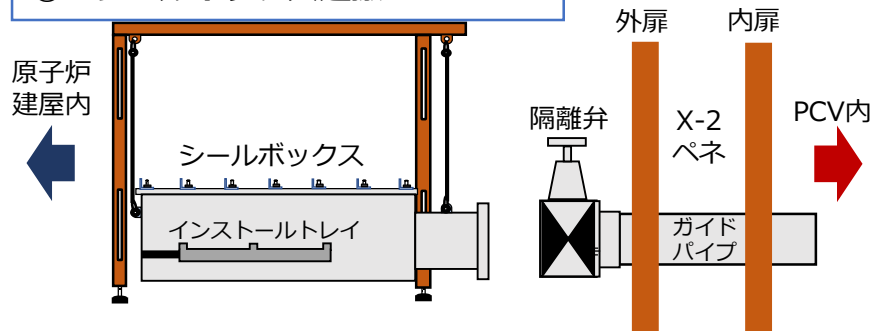


*写真はモックアップ作業時であり、実際の現場と異なる

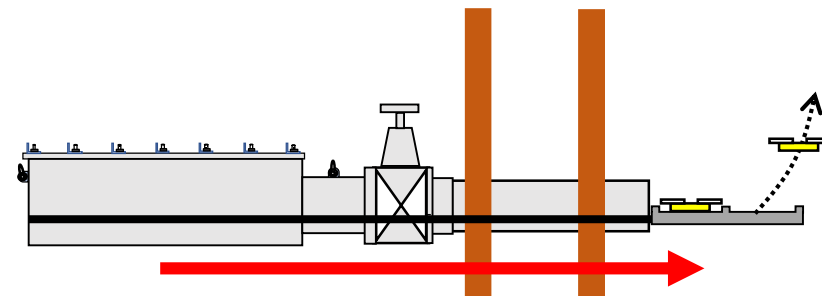
気中部調査の現場配置(計画)

3. 主な作業ステップ

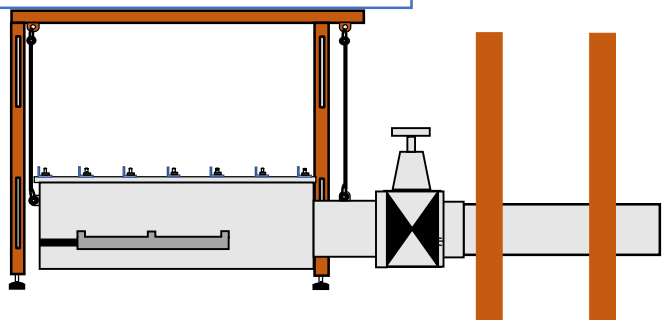
① シールボックス運搬



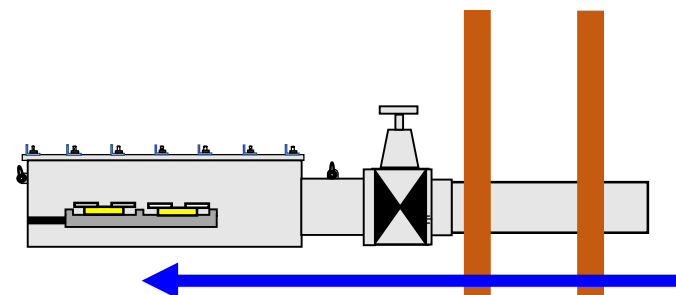
④ 調査装置投入 ⇒ ヘビ型ロボット移動 ⇒ ドローン飛行



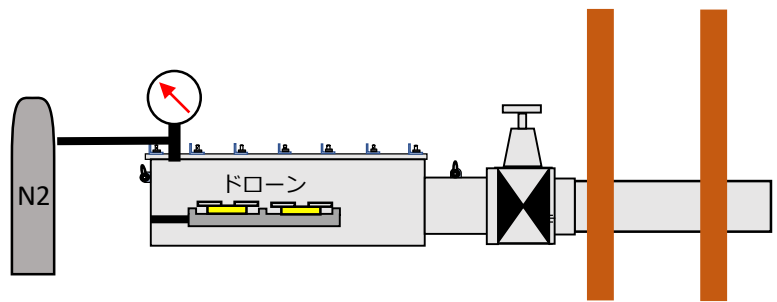
② シールボックス取付



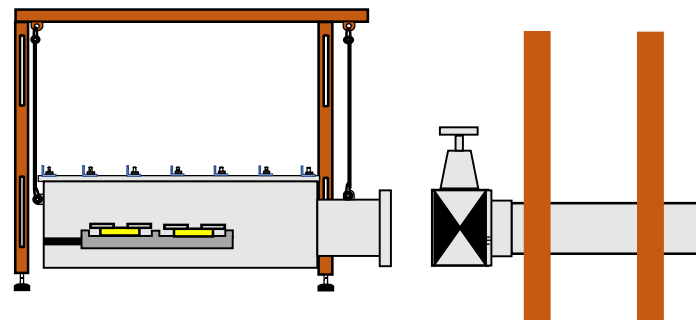
⑤ 調査装置回収



③ 調査装置格納、リークチェック



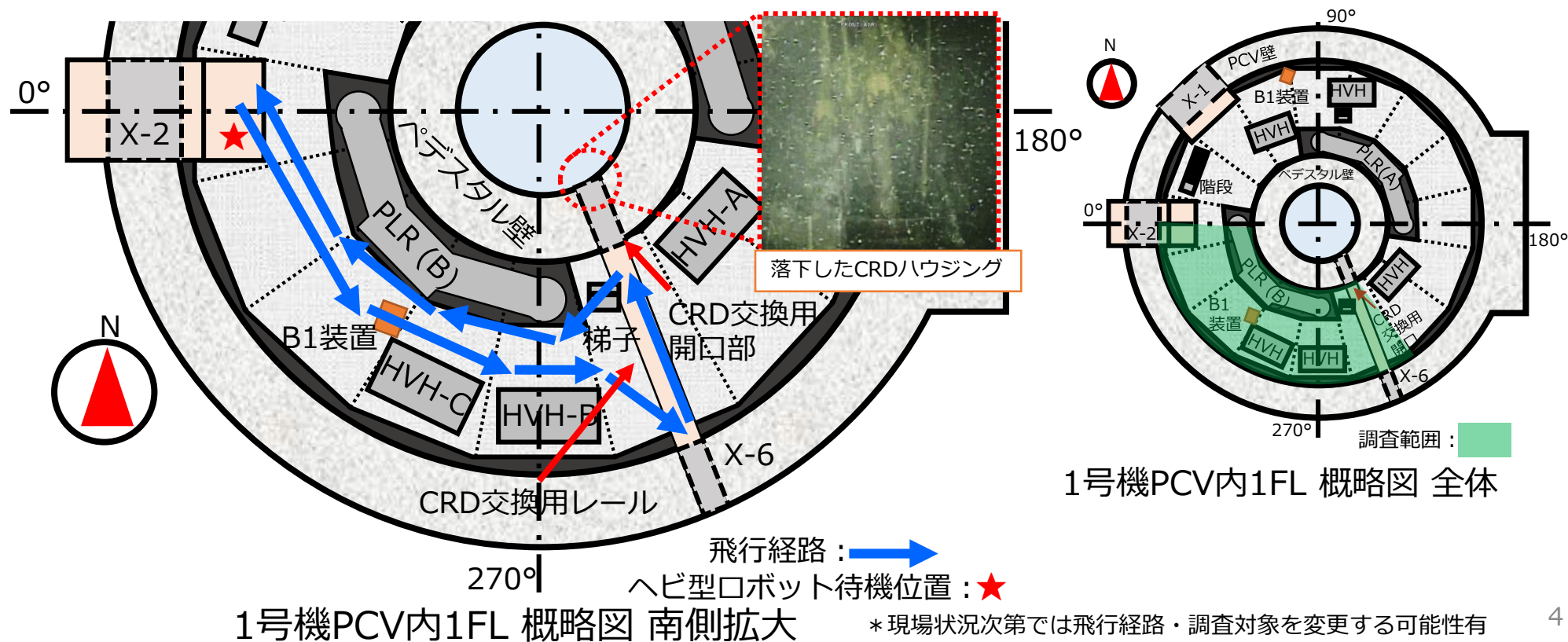
⑥ シールボックス切り離し



* シールボックスはヘビ型ロボット用とドローン用の2台あるが、類似構成のためヘビ型ロボットの図は省略
また、ヘビ型ロボットは運搬時からシールボックスに格納されているのに対し、ドローンは満充電で調査するために当日格納する

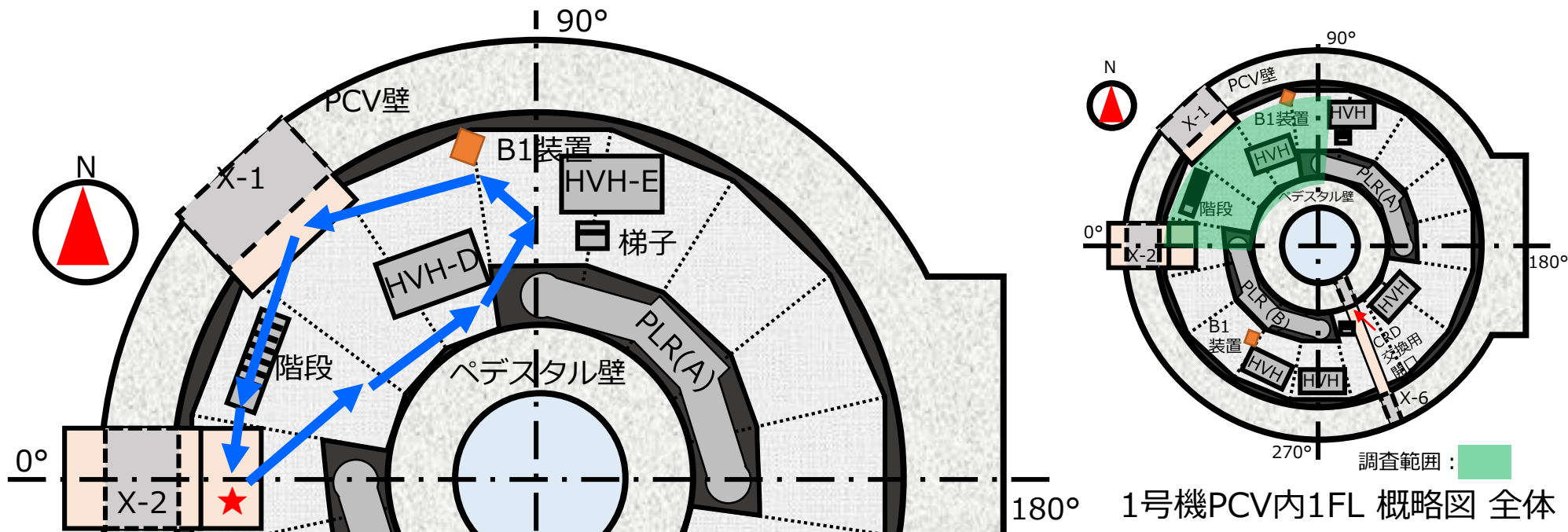
4-1. 調査ルートについて (ペデスタル外 南側)

- ペデスタル外南側の調査は1機目のドローンで実施
 - 調査対象：X-6ペネトレーション、CRD交換用開口部、CRD交換用レール、他既設設備の状態
 - ヘビ型ロボットはX-2ペネ前で無線中継を実施
 - ペデスタル内調査の際に、ヘビ型ロボットがCRD交換用レールの位置まで移動するため、動線上に障害物がないか確認(グレーチング上の落下物や、残置されているB1調査装置の状態等)
 - 水中ROV調査時で確認された、CRD交換用開口部付近の落下したCRDハウジングが、ペデスタル内調査の飛行経路上に存在するため、位置関係を確認し、ペデスタル内調査の実施可否を判断



4-2. 調査ルートについて (ペデスタル外 北側)

- ペデスタル外北側の調査は2機目のドローンで実施
 - 調査対象：X-1ペネトレーション、階段、他既設設備の状態
 - ヘビ型ロボットはX-2ペネ前で無線中継を実施
 - 階段調査時は可能な限り上昇し、2 FLにアクセス可能か確認
 - 1機目の調査でCRD交換用開口部を十分に調査できなかった場合は、本機で再度南側の調査を実施 (3,4機目で実施する、ペデスタル内調査を実施可能とするため)



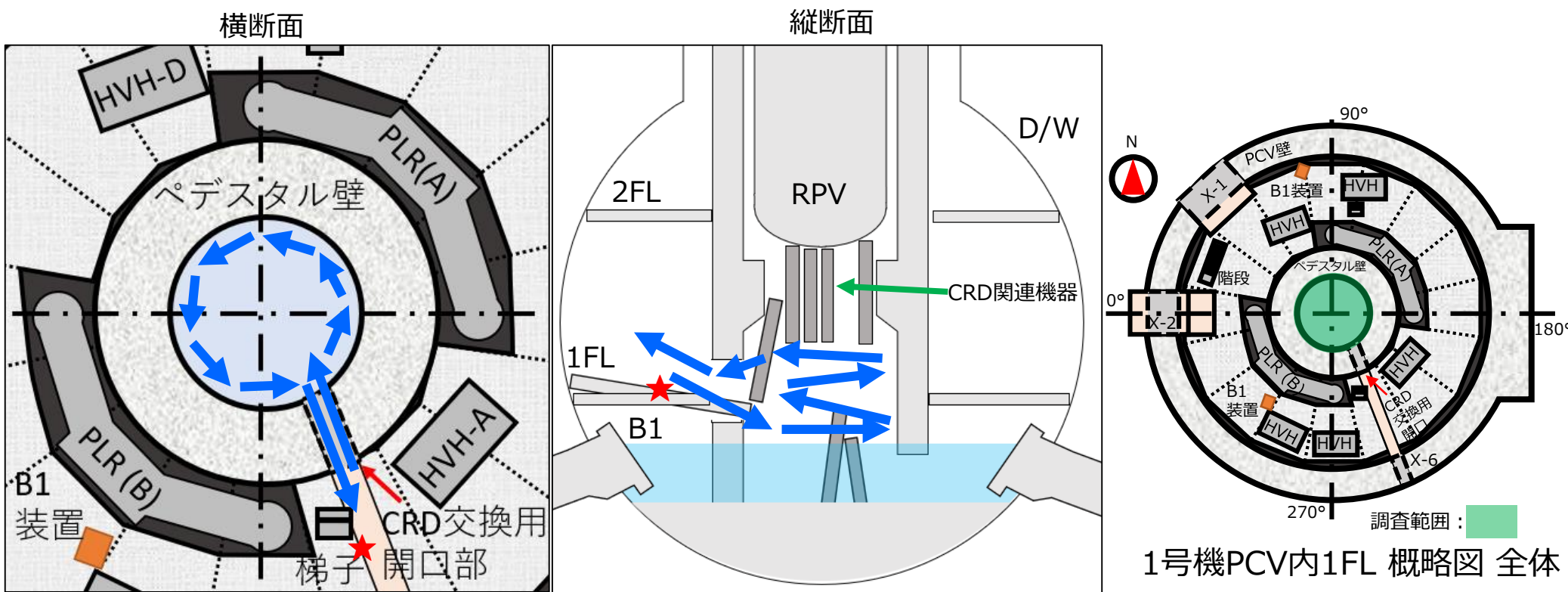
ヘビ型ロボット待機位置：★ 飛行経路：→

1号機PCV内1FL 概略図 北側拡大

*現場状況次第では飛行経路・調査対象を変更する可能性有

4-3. 調査ルートについて (ペデスタル内)

- ペデスタル内の調査は3,4機目のドローンで実施
 - 調査対象：ペデスタル内壁、ペデスタル内構造物、CRDハウジングの落下状況
 - ヘビ型ロボットはCRD交換用レール周辺で無線中継を実施
 - 3機目では可能な限りペデスタル内全体を撮影し、4機目では3機目で確認された特徴的な箇所について撮影
 - 可能な限り上部構造物についても撮影するが、ドローンのカメラは正面についているため、直上の撮影は不可

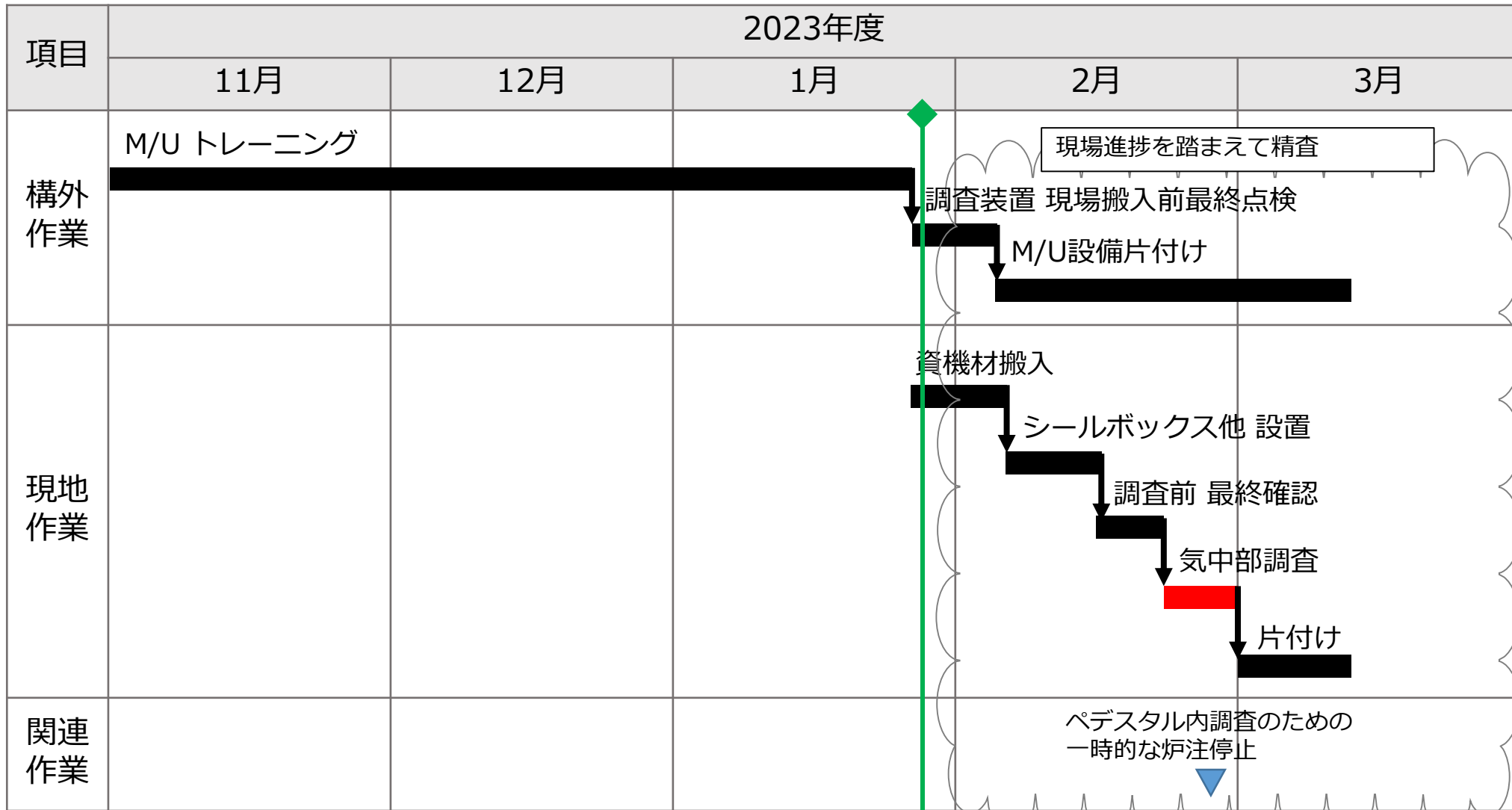


ヘビ型ロボット待機位置：★ 飛行経路：→
 1号機PCV内1FL 概略図 ペデスタル内拡大

* 現場状況次第では飛行経路・調査対象を変更する可能性有

5. スケジュール

- 調査は2日間で計画しており、1日目に1,2機目(ペDESTAL外)、2日目に3,4機目(ペDESTAL内)で調査予定



(参考) 調査装置について

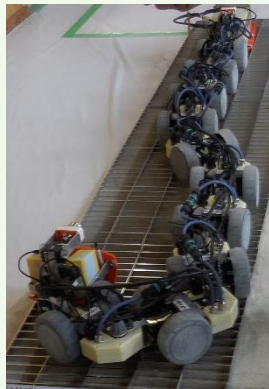
- PCV内部は狭隘かつ暗所であるため、“小型”で“機動性”、“撮影能力”の高い、下記に示す**小型ドローン**を採用
- 高精細な映像を撮影できるため、動画から点群データを生成可能(Structure from Motion技術)
- 小型ドローンの無線通信範囲をカバーするために、**無線中継器を搭載したヘビ型ロボット**を投入
- 水中ROV調査と同様に、**X-2ペネにシールボックス**を取り付け、PCVの隔離状態を保ったまま、小型ドローンとヘビ型ロボットをPCV内に投入

小型ドローン

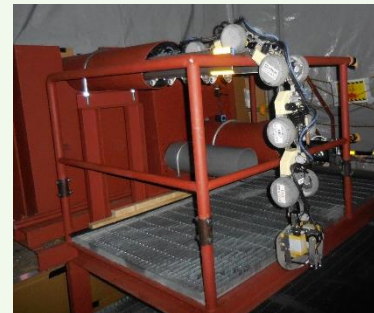


用途：カメラによる映像撮影
 寸法：191×179×54[mm]
 重量：185[g](バッテリー込)
 通信方式：無線
 飛行時間：約8分(調査は5分×4機で計画)
 搭載機器：照明(90lm(45lm×2))、
 超高感度カメラ(正面のみ)
 カメラスペック
 ・画質：Full HD・画角：水平131°垂直80°対角144°
 ・撮影距離：3m程度・フレームレート：60fps
 耐放射線性：約150Gy
 選定理由：小型かつ、狭隘箇所の飛行における制御
 性能が高く、高精細な映像を取得できるため

無線中継用ヘビ型ロボット



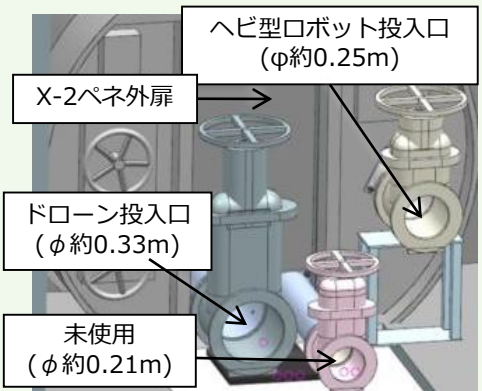
ヘビ型ロボット全体



X-2ペネからの昇降試験

用途：無線中継器の運搬+線量測定
 寸法：2,900×180×165[mm]
 重量：約25[kg]
 通信方式：有線
 搭載機器：ドローン用無線中継器、CMOSカメラ×2
 線量計
 耐放射線性：約249Gy
 選定理由：X-2ペネの手すりを乗り越え、
 グレーチングに昇り降りするため

シールボックス



X-2ペネ隔離弁の用途イメージ



S/B取り付けモックアップ

(参考) 調査時のリスク

■ 機体のPCV内残置リスク

- 小型ドローンおよびヘビ型ロボットにおいては、放射線の影響や通信の途絶等により、PCV内への残置リスクはあるものの、**残置になった場合においてもPCV内の状態に影響を与えない**

■ 映像取得不能(部分取得、不鮮明)

- 放射線ノイズや霧等の悪条件により、映像が不鮮明となる可能性があるが、映像撮影試験において**悪条件環境においても飛行可能であり、接近すれば対象を撮影可能な旨、確認済**
- ドローンが墜落した場合、直接映像を採取不可となるが、**通信可能であればドローン内の映像をダウンロード可能であり、低画質ではあるが操作画面の映像は逐次保存する**
- ヘビ型ロボットが移動不能になった場合や、CRD交換用開口が通り抜け不可だった場合は、ペDESTAL内の映像が取得不可となるため、**調査時には初めにドローンで、ヘビ型ロボットの移動ルートおよび、CRD交換用開口の状態を事前に確認し、進入可否を判断する(水中ROV調査の映像からは通り抜け可能と評価)**

■ ダスト飛散リスク

- 通常、ドローン飛行はダスト飛散リスクが高いが、**今回使用するドローンは小型・軽量のため飛散は少量であり、PCV内は湿潤環境のため、ダスト飛散の影響は低い(調査中はダストモニタの監視を実施)**

■ PCV内気体の漏洩およびPCV内圧低下リスク

- シールボックスから、PCV内気体がリークするリスクがあるが、**M/U時や隔離弁開直前にも気密性試験を実施し、漏洩がないことを確認してから作業を実施する。**

(参考) 調査結果の活用例

- 調査結果は“燃料デブリ取り出し工法検討”、“今後のPCV/RPV内部調査検討”、“事故進展解析”に活用

項目	取り出し工法検討	PCV/RPV内部調査	事故進展解析
X-1,6ペネの状態	取り出しアクセス口の検討	PCV内部調査アクセス口検討	—
CRD交換用レールの状態	取り出しでの活用検討	PCV内部調査での活用検討	—
落下したCRDハウジングの状態	落下物の撤去、取り出し手順の検討	RPV内へのアクセス検討	RPV底部の損傷箇所推定
CRDハウジング周辺の状態	—	RPV内へのアクセス検討	RPV底部の損傷箇所推定
CRD交換用開口の状態	取り出しアクセス口の検討	ペDESTAL内アクセス口検討	—
ペDESTAL内水面付近	—	—	水位確認、流路の推定 (水流がある場合)
ペDESTAL内壁の状態	—	—	燃料デブリの移行状況 (壁を伝った場合)
B1調査装置、2FL開口の状態	—	今後の内部調査方法検討(2FL調査等)	—

(参考) 今後の内部調査スケジュールについて

■ 気中部調査

- 小型ドローンを用いて気中エリアを調査。2023年度の調査実績を踏まえて、他号機を含めた展開を計画

■ 堆積物採取調査

- 水中ROV調査で確認された、多種多様な堆積物を採取し、分析する計画

■ ベント管・S/C調査

- 水中ROV調査の結果を踏まえ、ベント管・S/Cに堆積物が広がっていないか調査を計画

項目/年度	2023	2024以降
気中部調査	調査	改修・検討 調査(2回目) 調査結果および検討・M/Uを踏まえて時期調整
堆積物採取調査		検討、設計製作、M/U、訓練 採取調査 分析
ベント管・S/C内調査		検討、設計製作、M/U、訓練 S/C ベント管内調査

(参考) B1調査装置の残置箇所

- 2015年4月に実施したペDESTAL外側_1階グレーチング上調査 (B 1 調査) において2台の調査装置を残置している

- ➡ : アクセス実績ルート (反時計周りルート)
- ➡ : アクセス実績ルート (時計周りルート)

調査装置

