

# 1号機 PCV内部調査（気中部調査）について

2024年2月29日

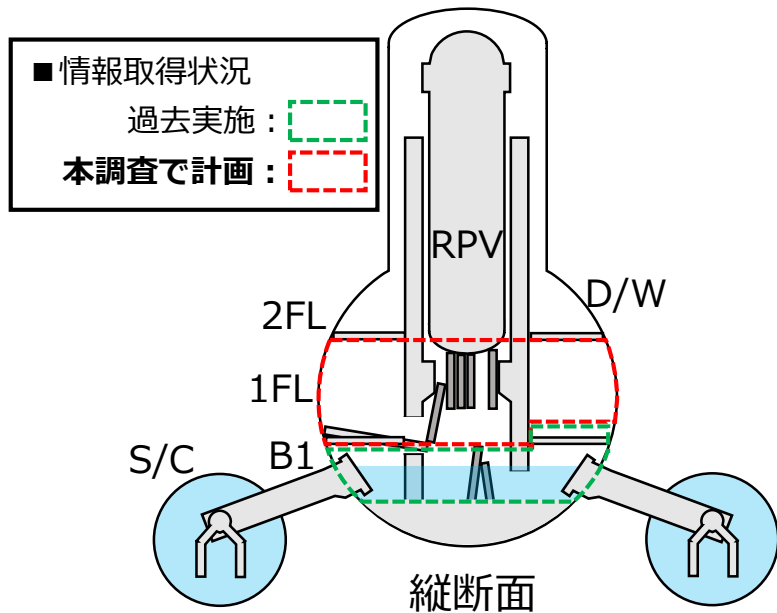
**TEPCO**

---

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.ペデスタル外南側 調査結果(ドローン1機目)

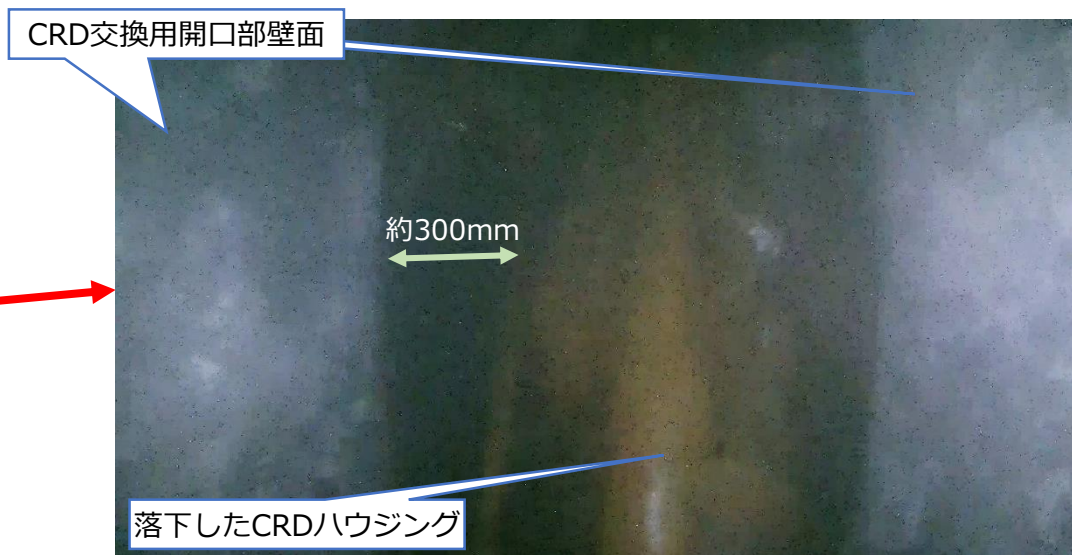
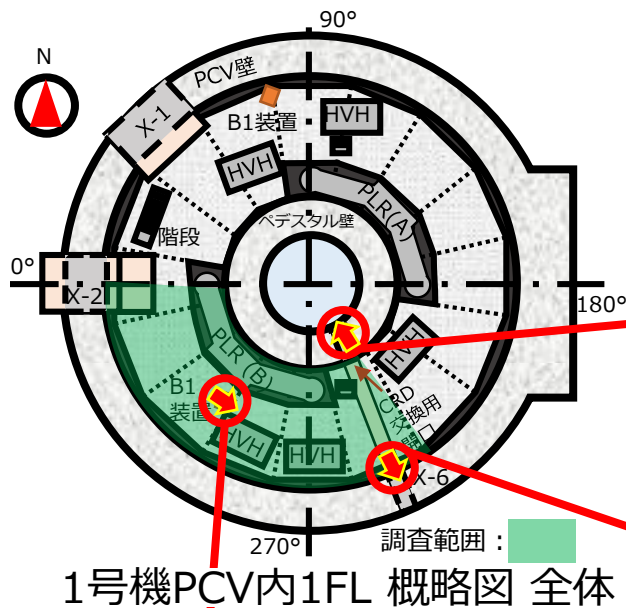


写真1. CRD交換用開口の状況(ちらつき補正後)



写真2.南側B1調査装置(PMORPH)の残置状況

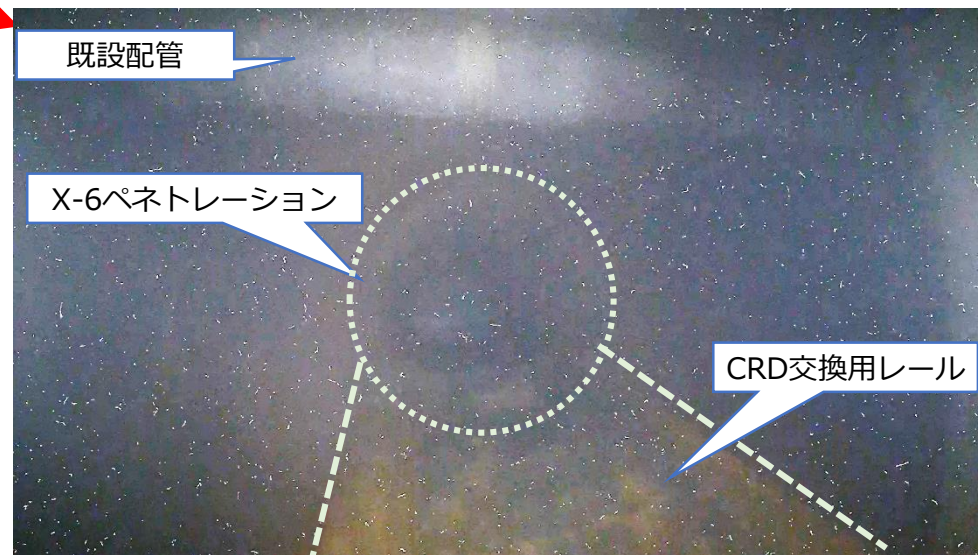
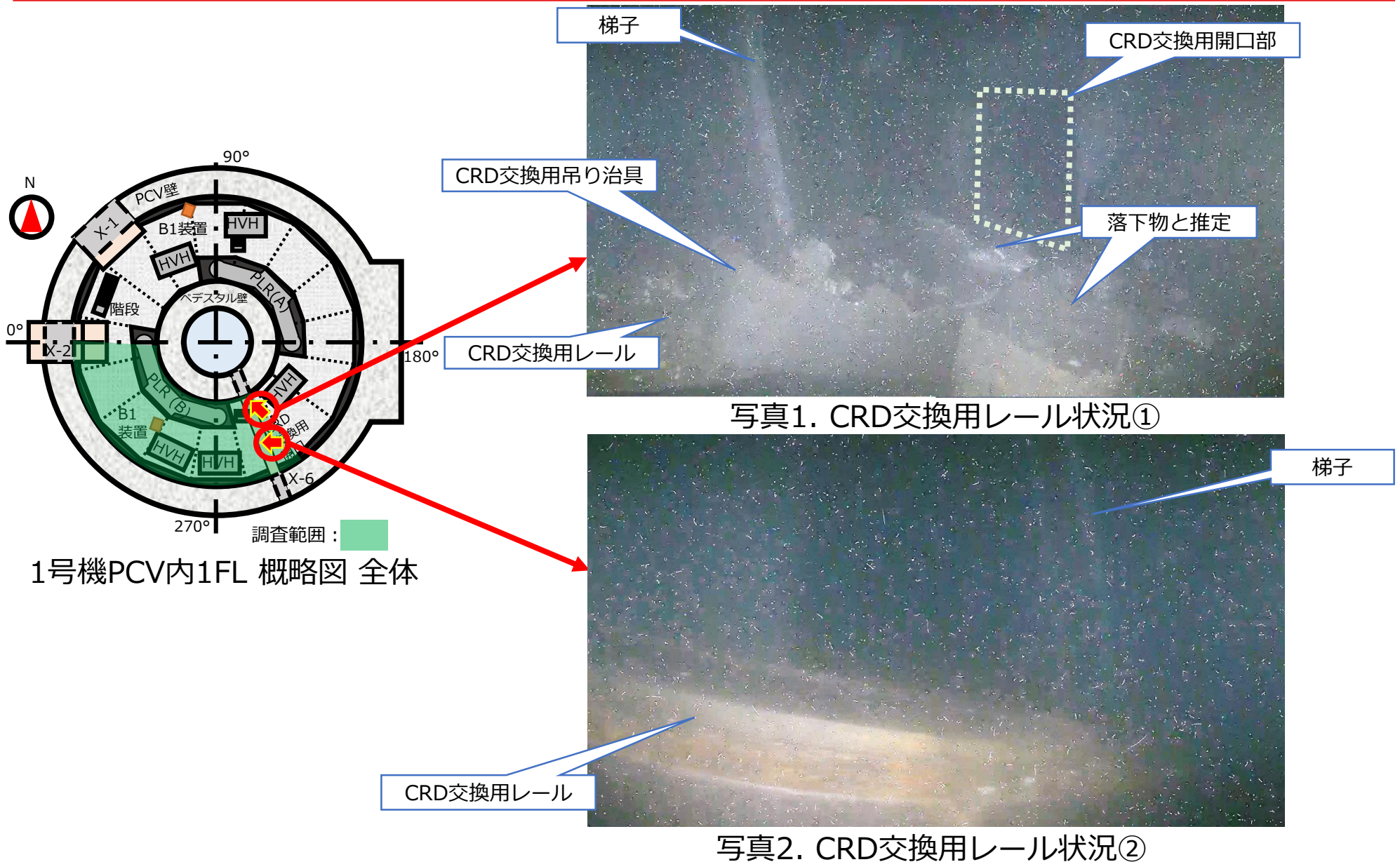


写真3.X-6ペネトレーションの状況

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く靄が発生している

## 2.ペデスタル外南側 調査結果(ドローン1機目)

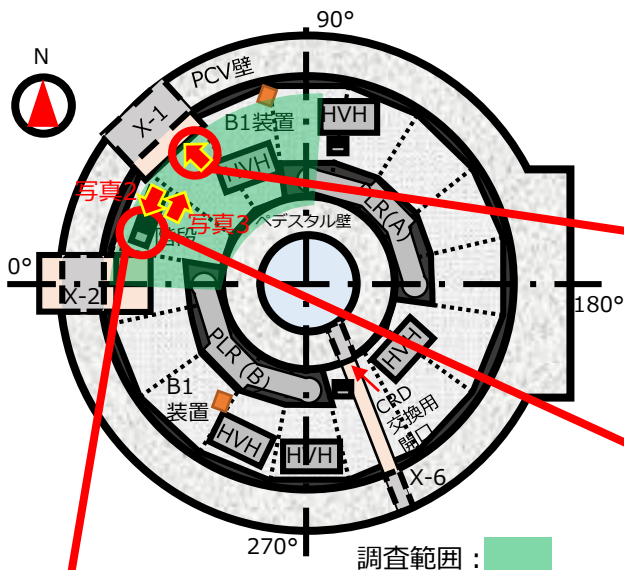


1号機PCV内1FL 概略図 全体

写真1. CRD交換用レール状況①

写真2. CRD交換用レール状況②

### 3.ペデスタル外北側 調査結果(ドローン2機目)

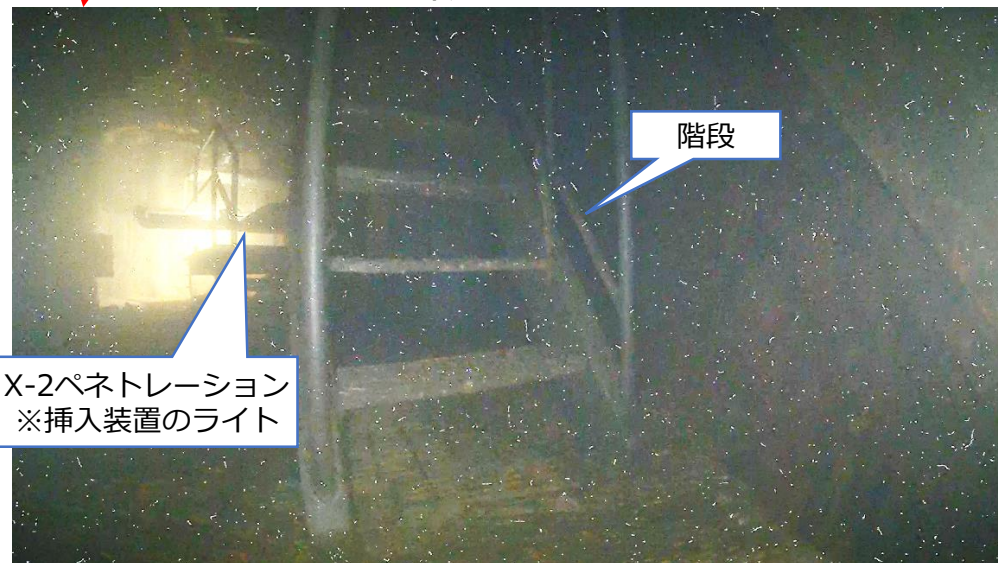


X-1ペネトレーション



写真1.X-1ペネトレーションの状況

1号機PCV内1FL 概略図 全体



X-2ペネトレーション  
※挿入装置のライト

写真2.階段の状況

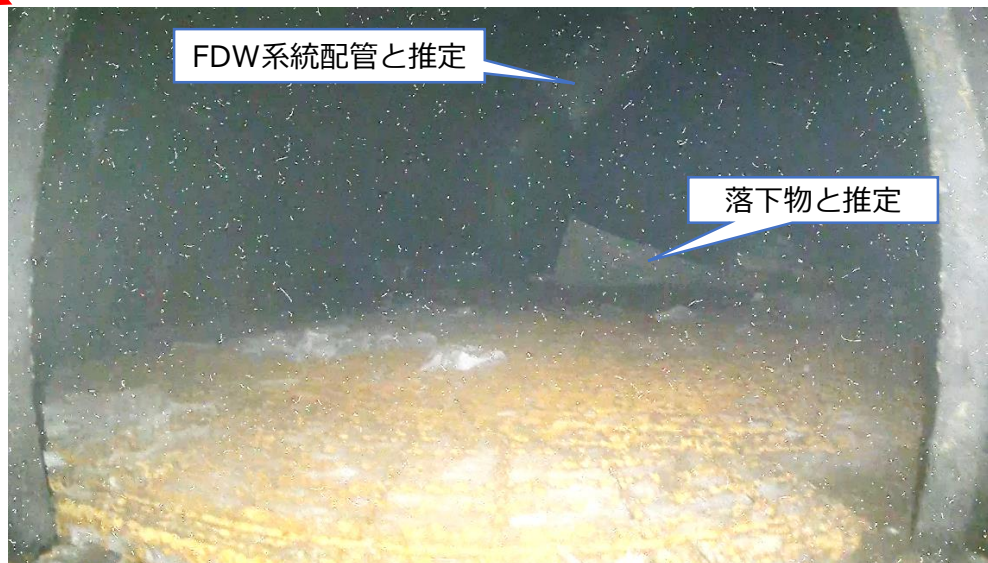


写真3.2FLの状況

※PCV内で撮影した映像は、放射線の影響によりちらつき、湿度(霧)の影響により白く霧が発生している

画像処理：東京電力ホールディングス(株)

### 3.ペデスタル外北側 調査結果(ドローン2機目)

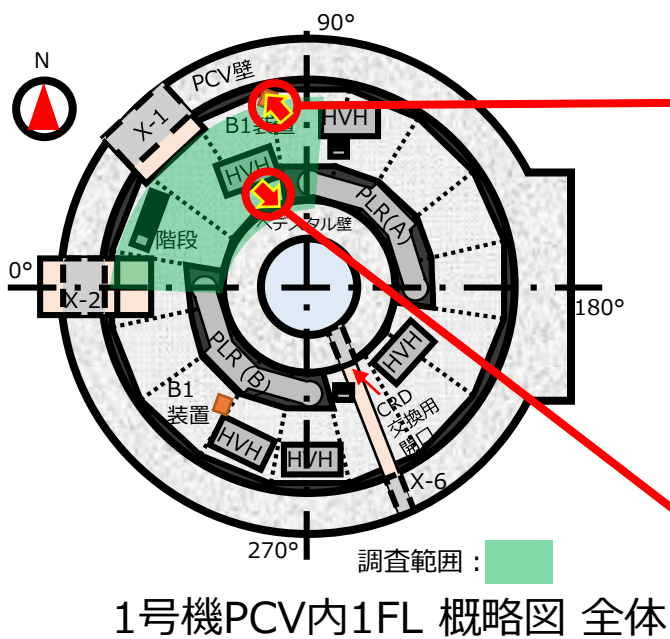


写真1.北側B1調査装置(PMORPH)の残置状況



写真2.CRD挿入引抜配管の状況

# 4. スケジュール



## 2月28日PCV内部気中部調査の時系列

---

午前11時35分 PCV内部気中部調査の準備作業開始

(各調査ロボット用シールボックスの気密性最終確認等)

午後0時12分 X-2ペネトレーションから小型ドローンをPCV内部へ投入 (隔離弁開)

午後0時51分 X-2ペネトレーションからヘビ型ロボットPCV内部へ投入

午後1時18分 PCV内部気中部調査開始 (小型ドローン (1機目) の離陸準備ができたタイミング)

午後2時13分 PCV内部気中部調査完了 (隔離弁閉)

【参考：小型ドローン飛行時間】

1機目：午後1時22分から約5分間

2機目：午後1時34分から約5分間

## 2月28日PCV内部調査（気中部調査）の作業の様子



写真1.遠隔操作室における作業の状況



写真2.ヘビ型ロボットインストール状況  
(左画面：前方カメラ 右画面：後方カメラ)

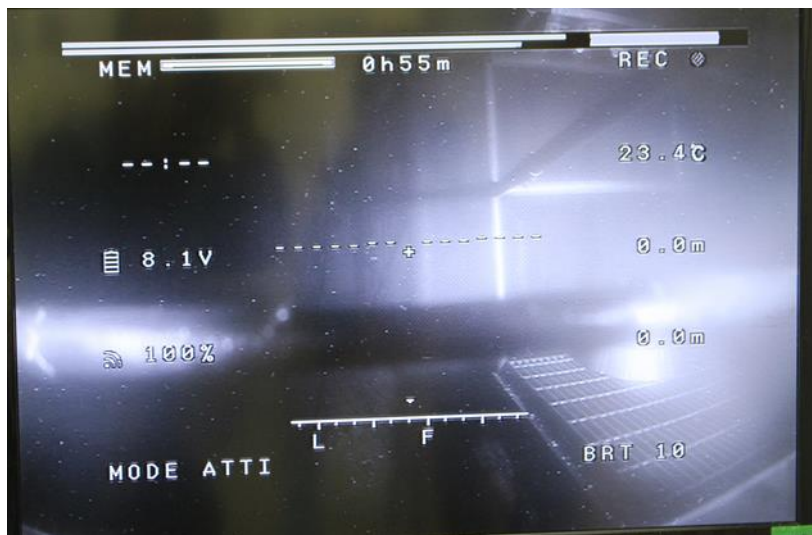


写真3.小型ドローンインストール状況（1号機）

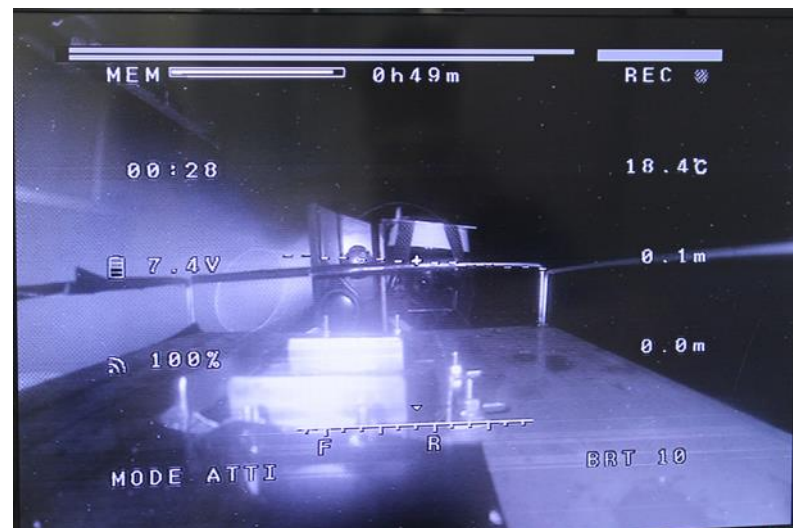


写真4.小型ドローン着陸の様子（2号機）

## (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

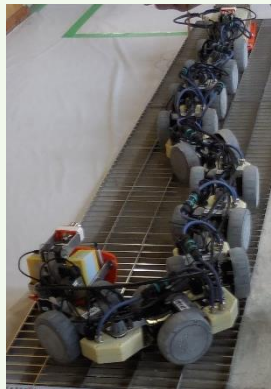
・画質：Full HD・画角：水平131°垂直80°対角144°

・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

用途：無線中継器の運搬+線量測定

寸法：2,900×180×165[mm]

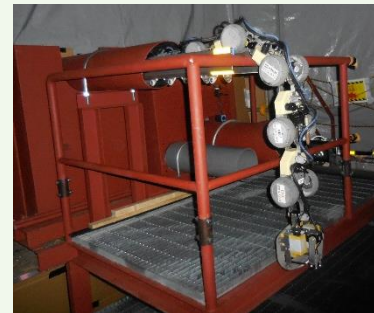
重量：約25[kg]

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

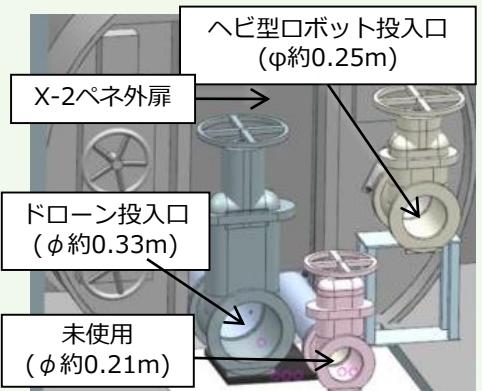
耐放射線性：約249Gy

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



### X-2ペネからの昇降試験

### シールボックス



### X-2ペネ隔離弁の用途イメージ



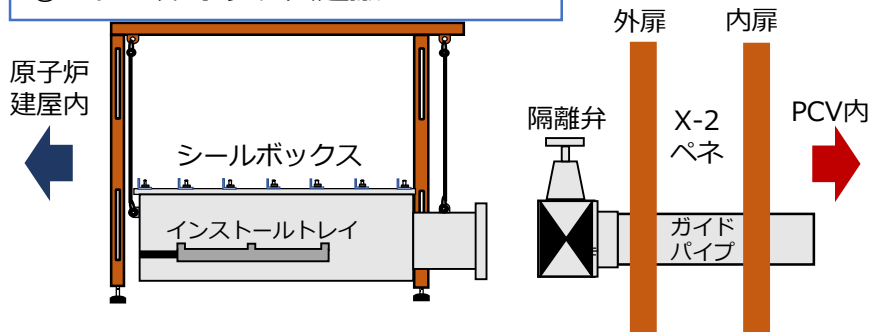
### ドローン用S/B

### ヘビ型ロボット用S/B

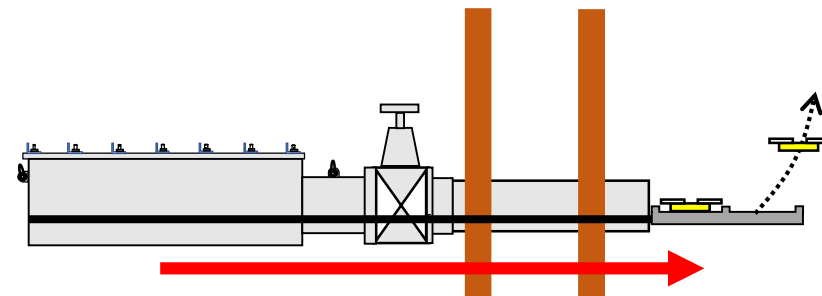
### S/B取り付けモックアップ

# (参考) 主な作業ステップ

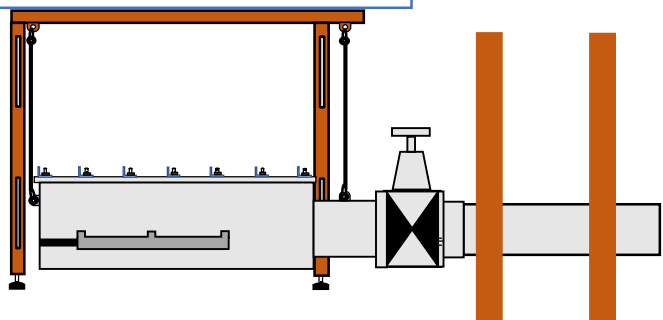
## ① シールボックス運搬



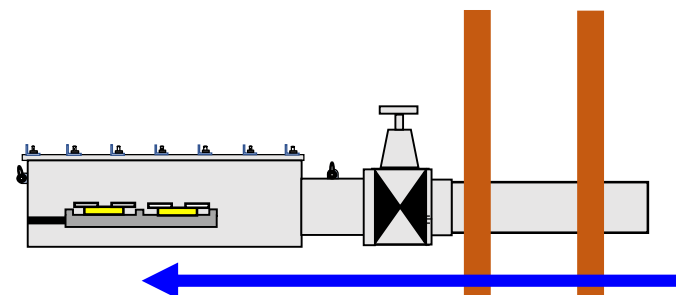
## ④ 調査装置投入 ⇒ ヘビ型ロボット移動 ⇒ ドローン飛行



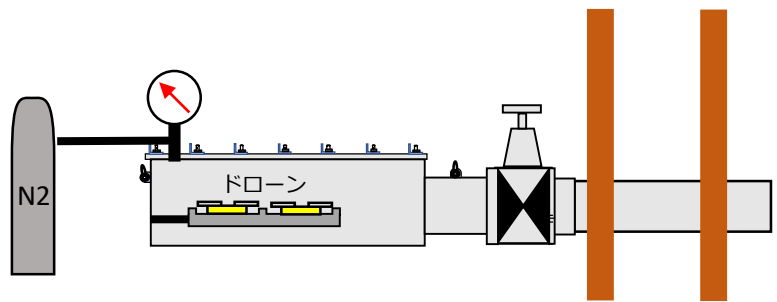
## ② シールボックス取付



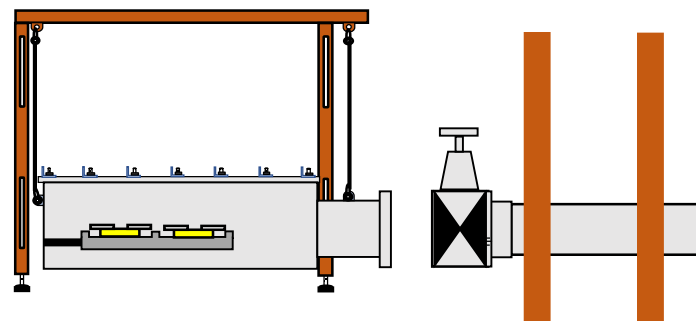
## ⑤ 調査装置回収



## ③ 調査装置格納、リークチェック



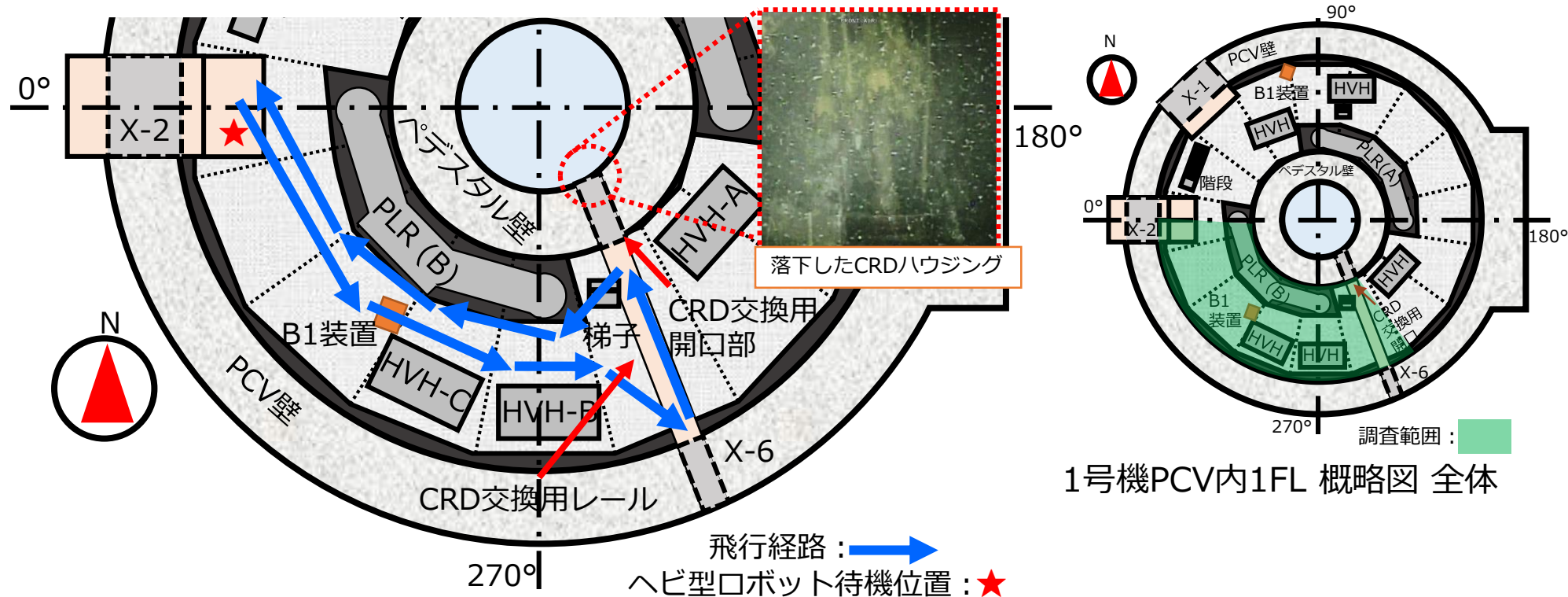
## ⑥ シールボックス切り離し



\* 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

# (参考) 調査ルートについて (ペDESTAL外 南側)

- ペDESTAL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DESTAL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DESTAL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DESTAL内調査の実施可否を判断



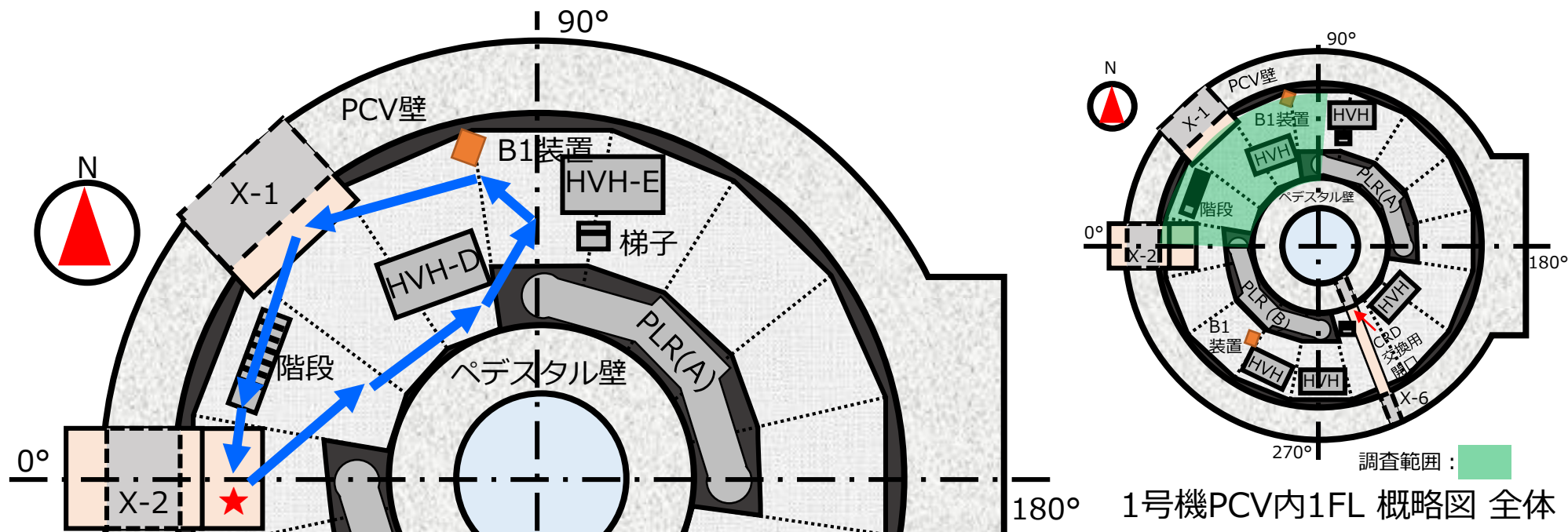
1号機PCV内1FL 概略図 南側拡大

1号機PCV内1FL 概略図 全体

\*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

## (参考) 調査ルートについて (ペDESTAL外 北側)

- ペDESTAL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DESTAL内調査を実施可能とするため)



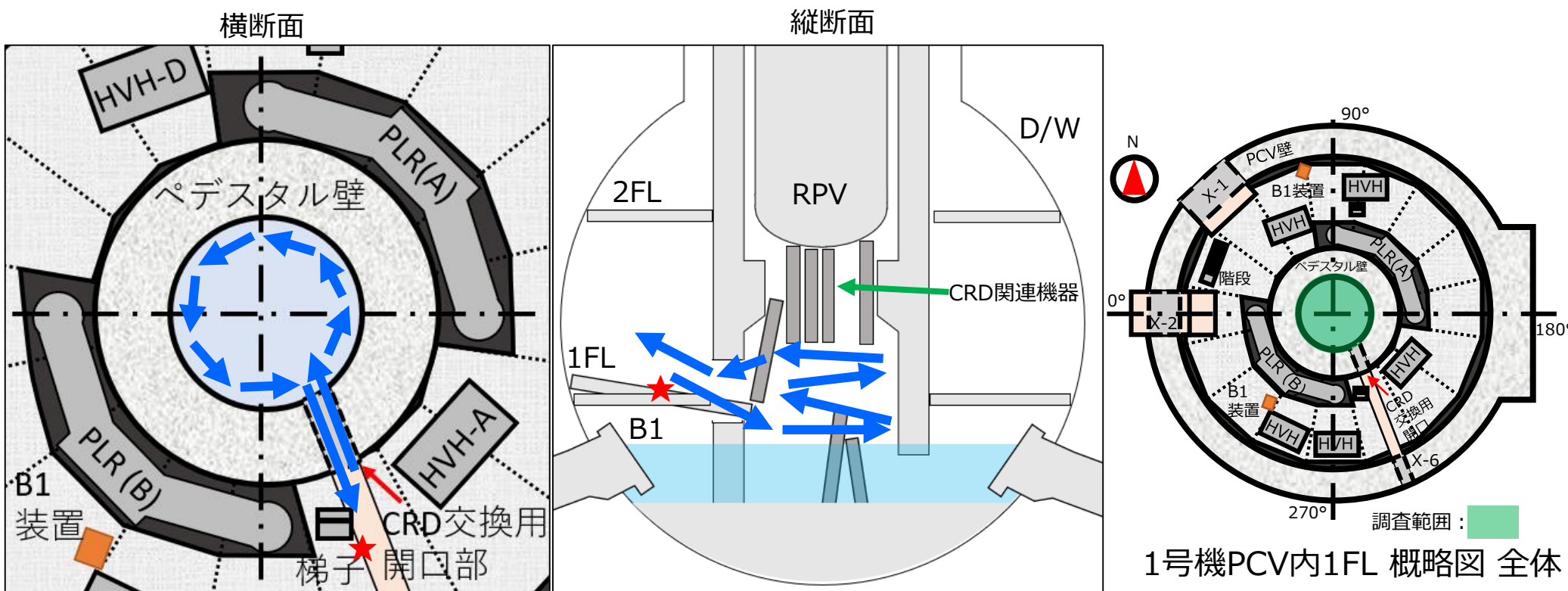
ヘビ型ロボット待機位置：★ 飛行経路：→

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

## (参考) 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

## (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(ちらつき)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DESTアル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) 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

