

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

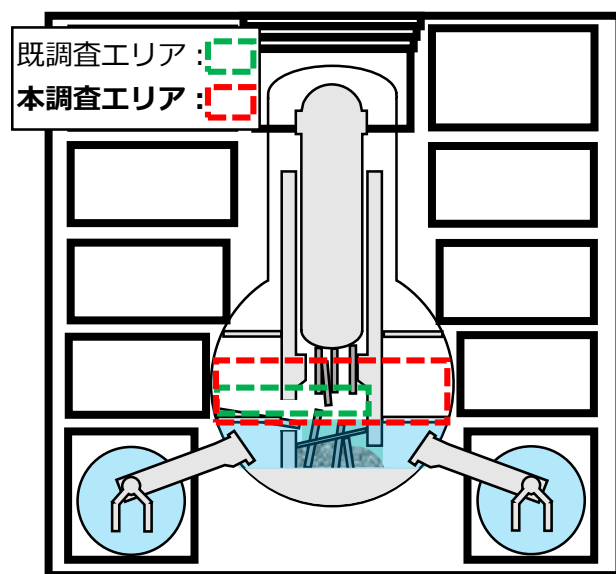
2025年8月28日



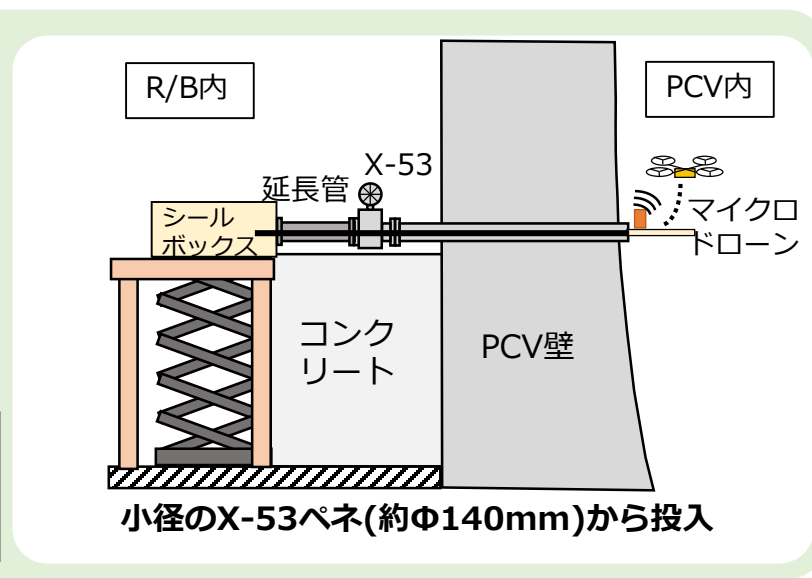
東京電力ホールディングス株式会社

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内部調査を計画**
- 本調査では、2017年に水中ROVで調査したペデスタル内を更に詳細に調査し、未調査であるD/W 1FLについても調査する計画



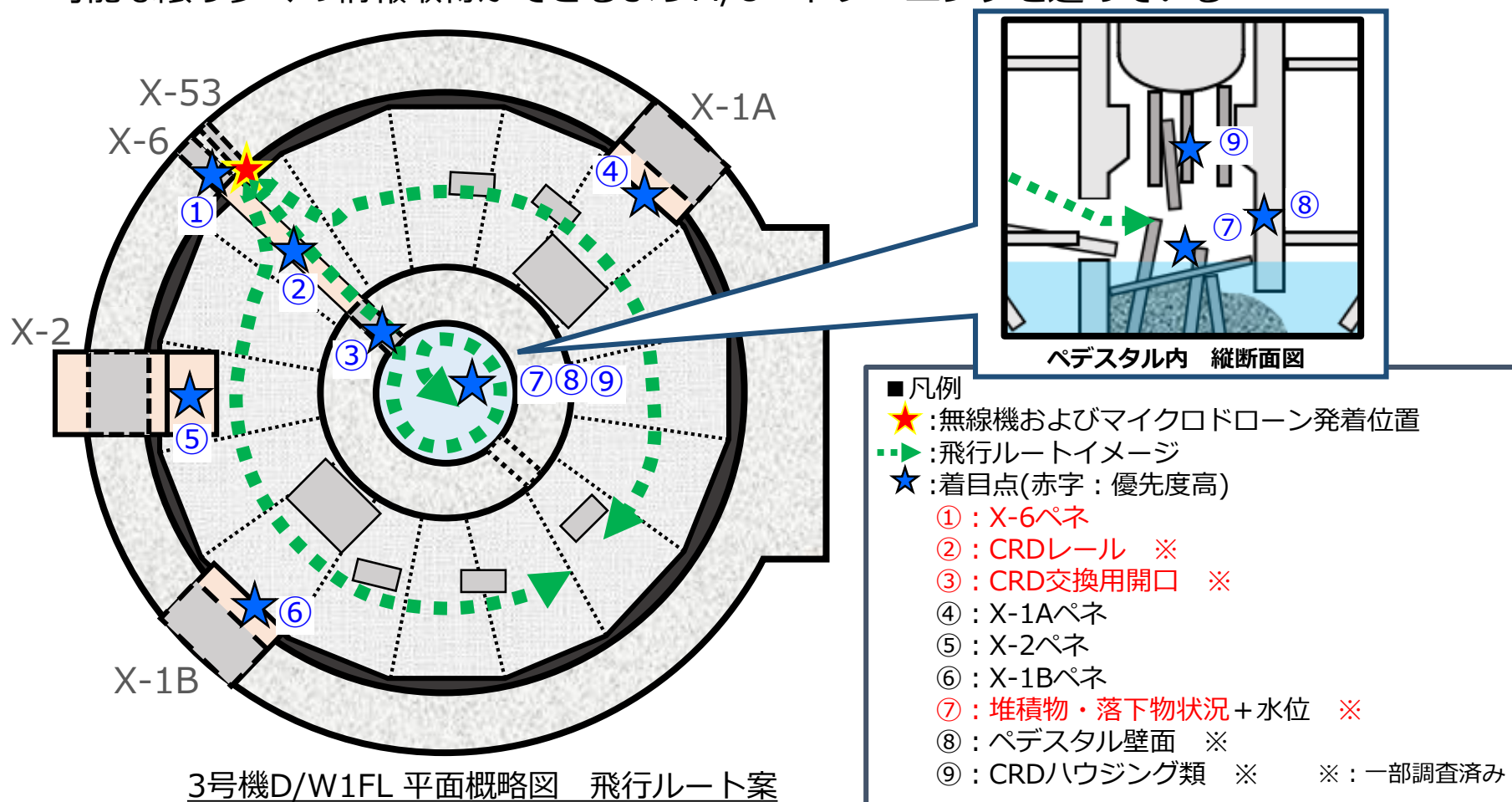
3号機PCV内部調査範囲 縦断面概略図



3号機マイクロドローン調査 調査イメージ

2. 調査内容について

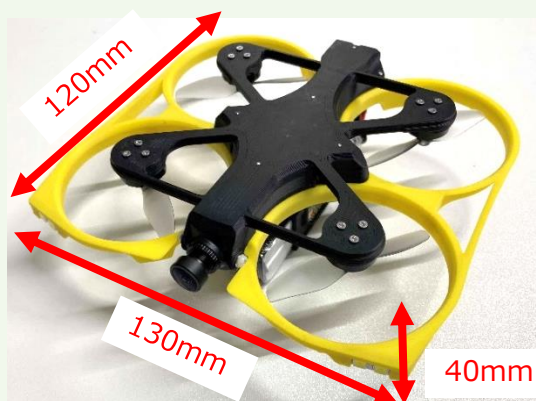
- 本調査はマイクロドローンが飛行できる範囲のD/W 1FL、ペDESTAL内の映像取得を計画
- 特に今後の堆積物調査や燃料デブリ取り出し横アクセスで重要となる、X-6ペネ周辺やペDESTAL内の情報収集を主目的として調査
- 1号機のドローン調査同様、映像からの点群化および放射線ノイズを利用した線量率推定を実施予定
- マイクロドローンは操作が難しいため、現場状況次第で調査内容を変更する可能性があるものの、可能な限り多くの情報取得ができるようM/U・トレーニングを進めている



3. 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(6機のドローンの運用方法については、M/U・訓練の中で策定する)

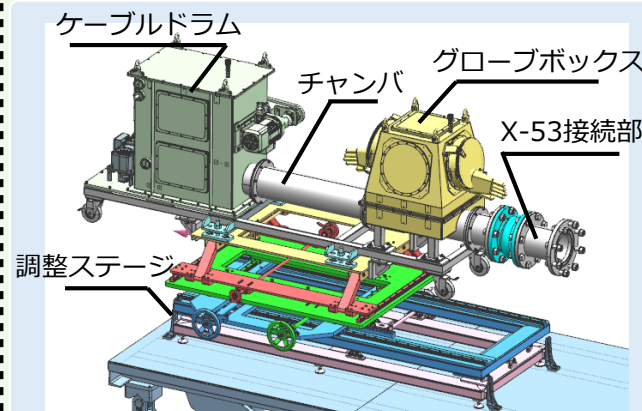
マイクロドローン



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

シールボックス

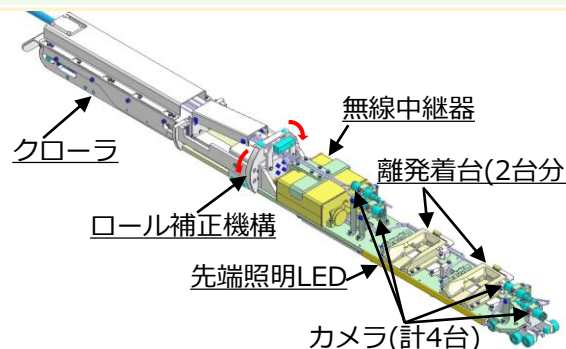


シールボックス本体イメージ

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

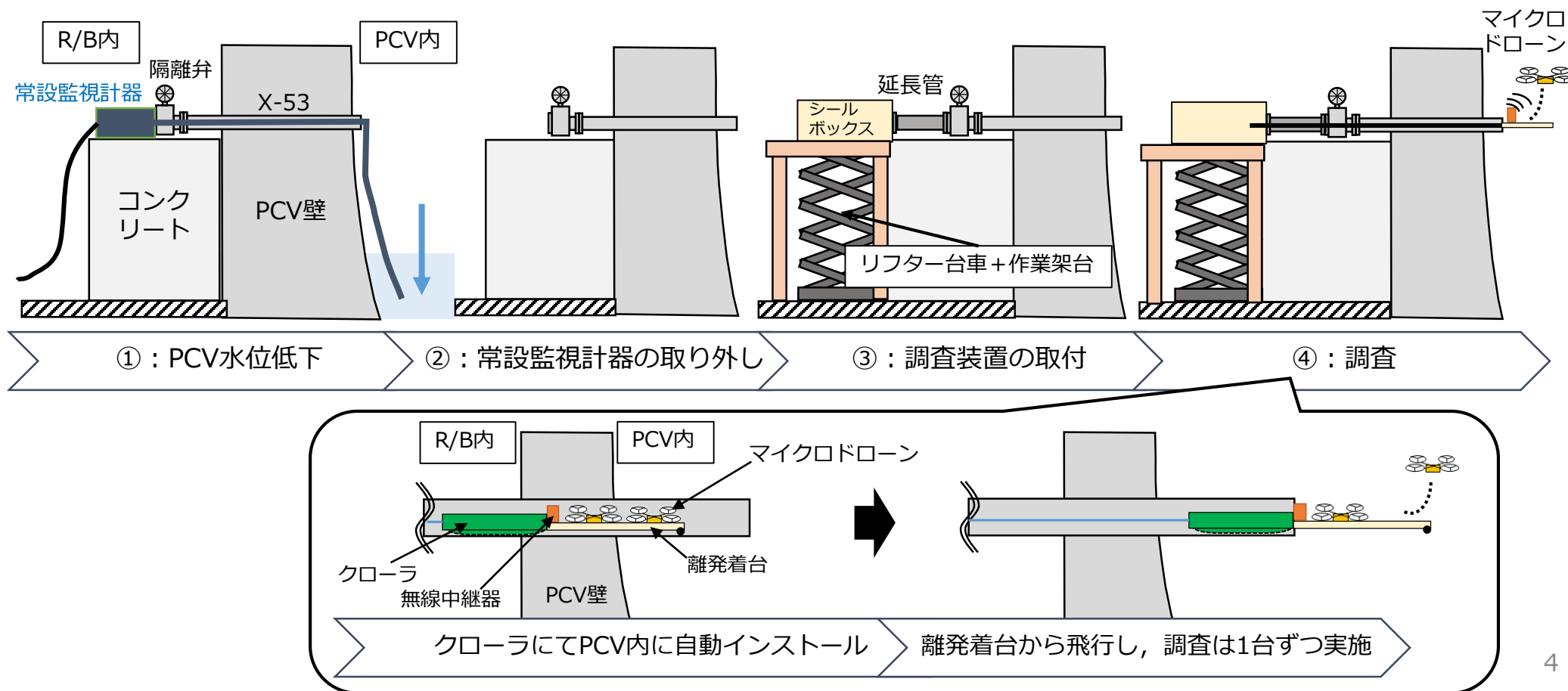
クローラによる自動インストールで作業時の被ばくを低減

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

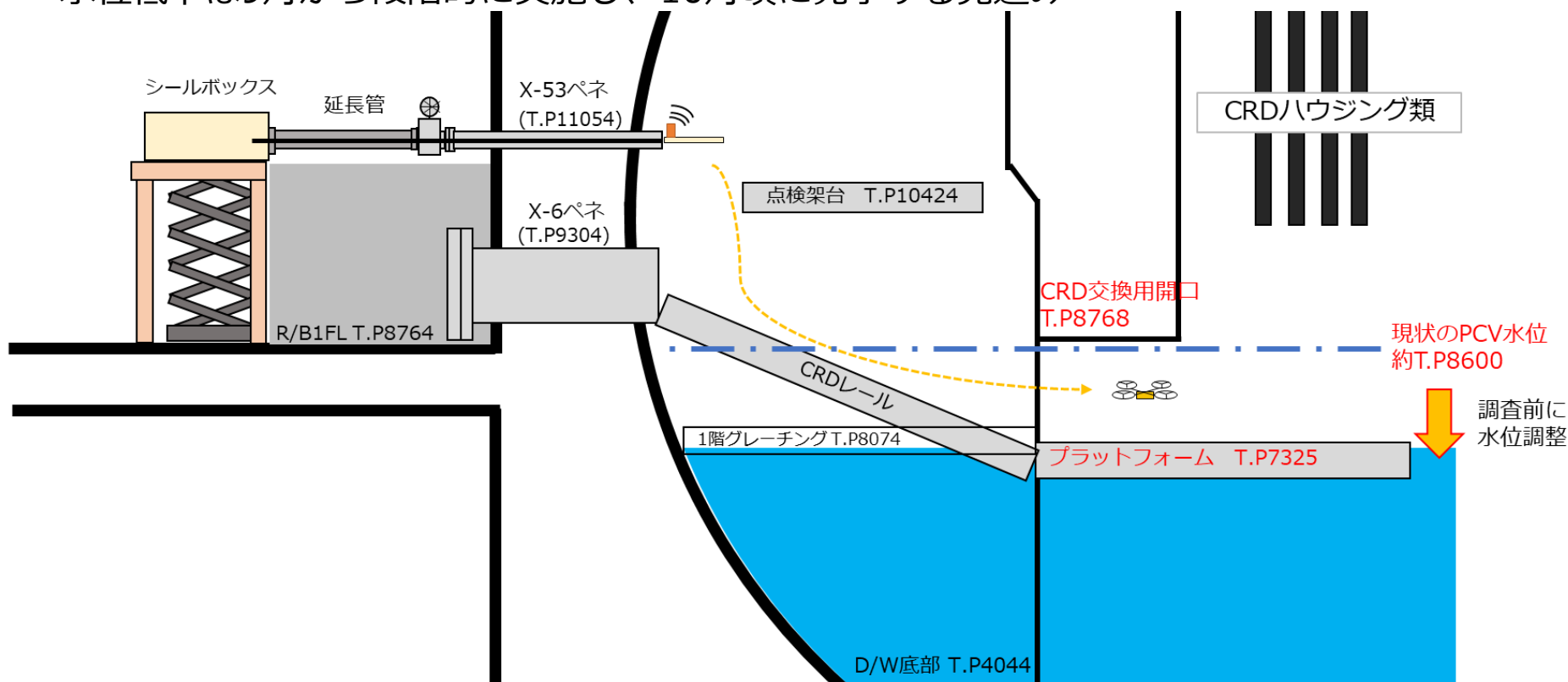
4. 作業全体の流れ

- 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



5. PCV内部調査に伴う水位低下作業について

- 3号機のPCV水位は、T.P 8264～9264（常設監視計器の水位計L1～L2間）で維持管理されており、現状、約T.P 8600の高さにある
- 現状の水位だと、ペDESTAL内へのアクセスルートであるCRD交換用開口が水没してしまっているため、開口が露出する約T.P 7300(プラットフォームの高さ)を目標とし水位低下を計画
- 過去の実績から、水位低下に伴いRPV/ PCV温度計の指示が変化する可能性が高いことから、約T.P 8000の水位にホールドポイントを設け、変化が確認された場合は必要に応じて予め定めたフローに基づき、温度計の信頼性評価を行う計画
- 水位低下は9月から段階的に実施し、10月頃に完了する見込み



ペDESTAL内調査時のドローン動線と水位（イメージ）

6. 調査時のリスクについて

- 調査時のリスクについては、M/U・トレーニング等で検証し、可能な限り低減策を検討
- ただし、調査範囲の縮小や機体の墜落の要因になる“無線通信状態”や“未踏エリアの干渉物の有無”は実環境でしか確認できないため、調査時に検証しつつ、適宜、調査内容を策定する必要がある

検証・対策済みのリスク

■ 超小型化に起因するドローンの墜落リスク

- ・ マイクロドローンは一般的なドローンと比較して操作が難しく、墜落リスクがある
- ・ 特に、X-53ペネが小径のため、発着台が小さく、発着付近に既設構造物もあるため、離発着時のリスクが高い
- ✓ M/U・トレーニングにて操作の習熟を図る
- ✓ 墜落し残置になった場合でもPCV内の状態に影響は無い

■ 現場環境等による映像取得不能リスク

- ・ 放射線や霧等の悪条件により、映像が不鮮明、ドローンが故障する可能性がある
- ✓ 悪条件環境でも接近すれば撮影が可能なこと、PCV内環境への耐性を照射試験、防水・防塵試験にて確認済
- ・ ドローンの高画質映像を取得するためには、ドローンがシールボックスに帰還する必要がある
- ✓ 操作者にリアルタイムに伝送される多少画質の低下した映像は保存可能

■ ドローン飛行に伴うダスト飛散リスク

- ・ ドローンの飛行原理上、ダスト飛散リスクがある
- ✓ 超小型のためダウンウォッシュは小さく、PCV内は湿潤環境のためリスクは低い(調査中はダストモニタを監視)

■ PCV内気体の漏洩およびPCV内圧低下リスク

- ・ 調査時はPCVバウンダリを開放する必要があるため、PCV内気体の漏洩およびPCV内圧低下リスクがある
- ✓ 各STEPでシールボックスの気密試験を実施し、漏洩が無いことを確認しながら調査を進める

低減しきれないリスク

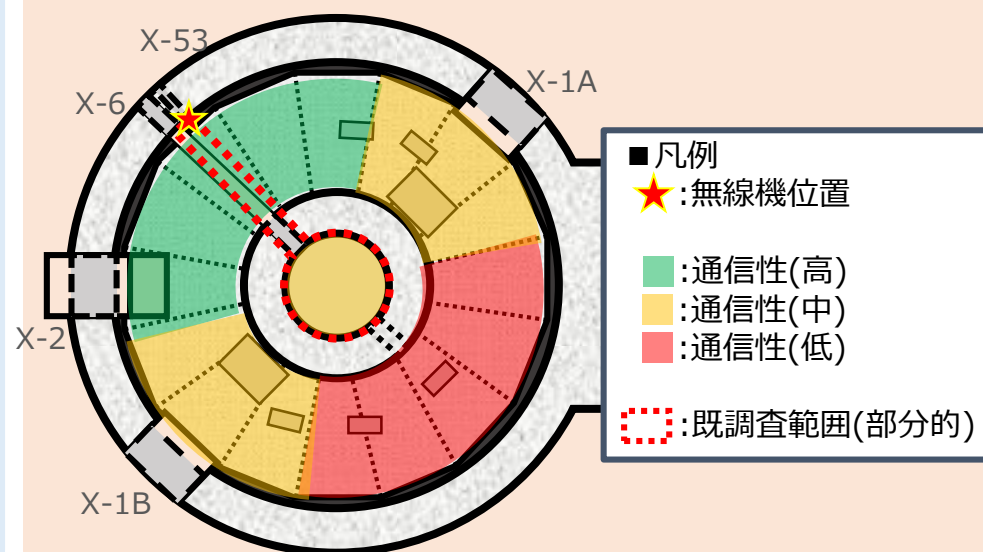
■ 無線通信に起因するドローンの墜落リスク

- ・ 試験でドローンの無線通信性能については確認しているものの、無線は現場環境の影響を強く受けるため、想定よりも飛行できない可能性がある

■ 未確認の干渉物による調査範囲の縮小

- ・ 本調査はD/W1FL等の未調査エリアを含むため、想定外の干渉物により、飛行が制限される可能性がある

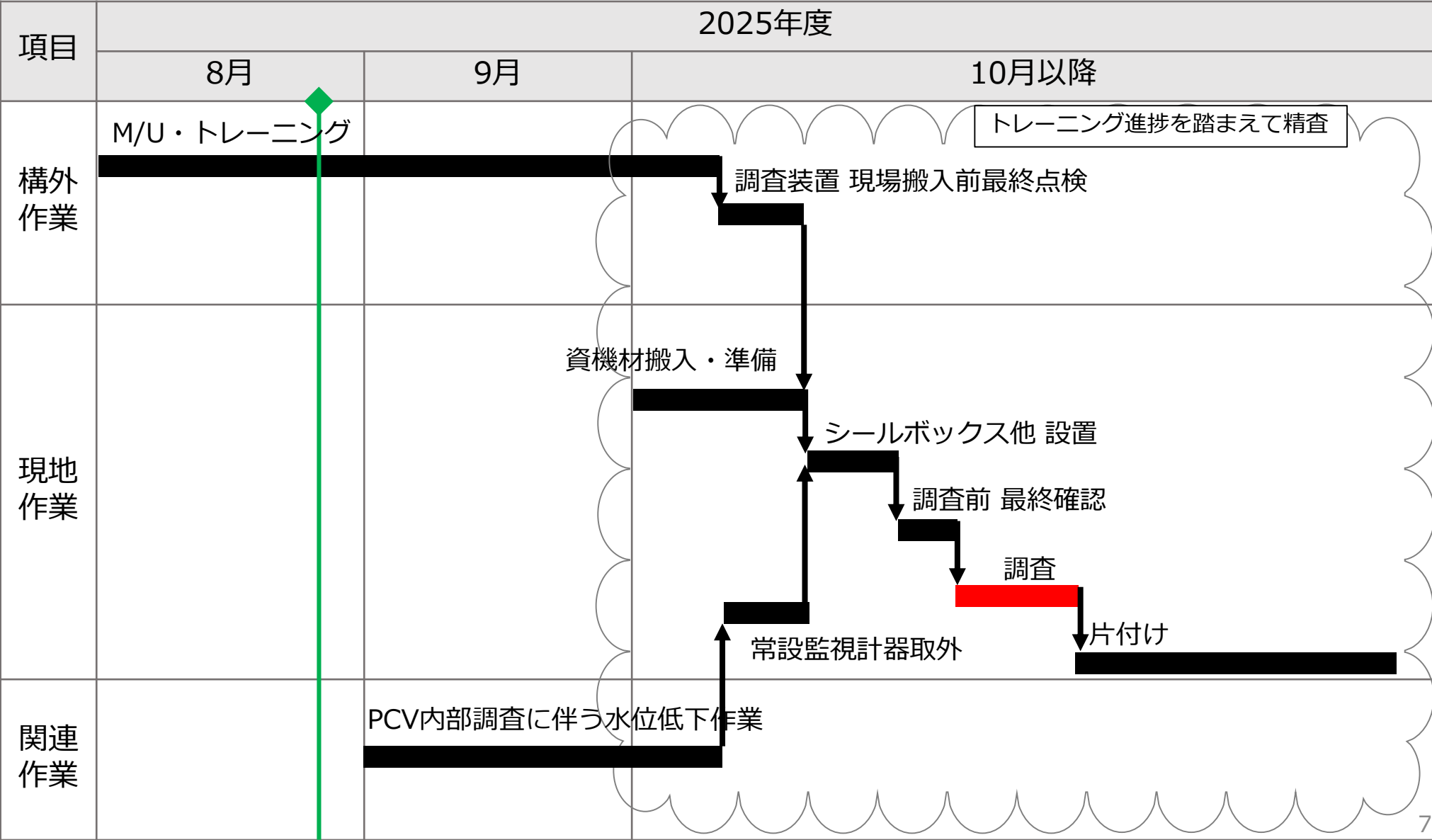
✓ 実調査では無線のレベルを確認しながら飛行し、干渉物の状況を踏まえ、適宜、調査内容を再策定する



3号機D/W1FL 平面概略図

7. 調査工程

■ 10月以降の調査実施に向けて、M/U・トレーニングを進めている状況



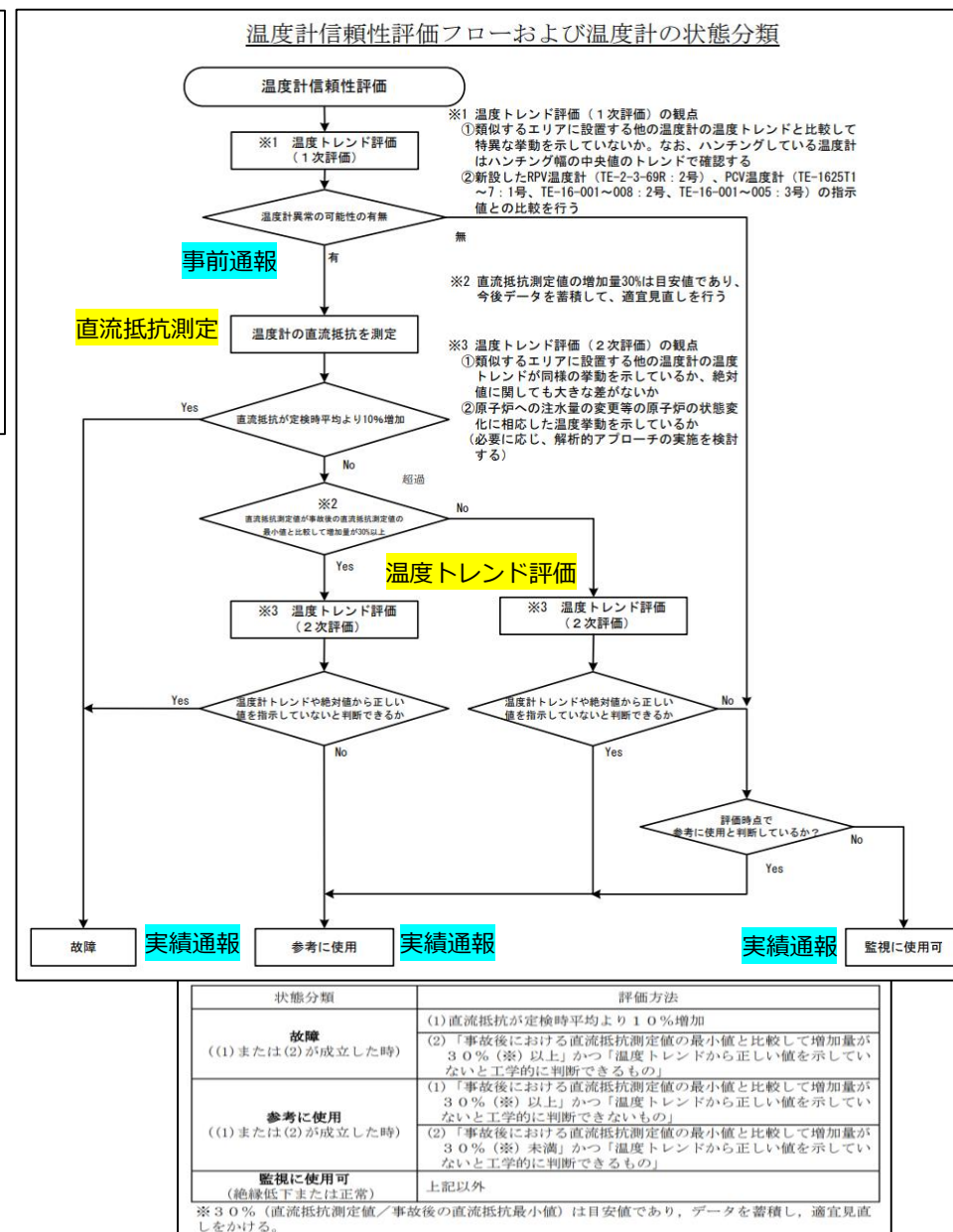
- 調査した結果は、下表に示す“燃料デブリ取り出し工法検討”、“今後のPCV/RPV内部調査検討”、“事故進展解析”に活用

項目	取り出し工法検討	PCV/RPV内部調査	事故進展解析
主要ペネの状態 (X-6,1A/B)	横アクセス工法の検討 (干渉物の有無)	PCV内部調査アクセス ルート検討	—
CRDレールの状態	横アクセス工法の検討 (干渉物の有無)	PCV内部調査での活用 検討	—
CRDハウジング周辺の 状況(損傷状態)	横アクセス工法の検討 (干渉物の有無)	RPV内へのアクセス検 討	RPV底部の損傷箇所推定 燃料デブリの移行状況
CRD交換用開口の状態	横アクセス工法の検討 (干渉物の有無)	ペデスタル内アクセス 検討	—
堆積物の分布状況	横アクセス工法の検討	堆積物採取・分析の工 法検討	燃料デブリの移行状況
ペデスタル内水面付近	—	—	水位確認、流路の推定 (水流がある場合)
ペデスタル内壁の状態	—	—	燃料デブリの移行状況 (壁を伝った場合)
線量率情報(推定)	取り出し装置の耐放射 線性能検討	調査装置の耐放射線性 能検討	燃料デブリの移行状況

(参考) 既設温度計指示変化時の対応について

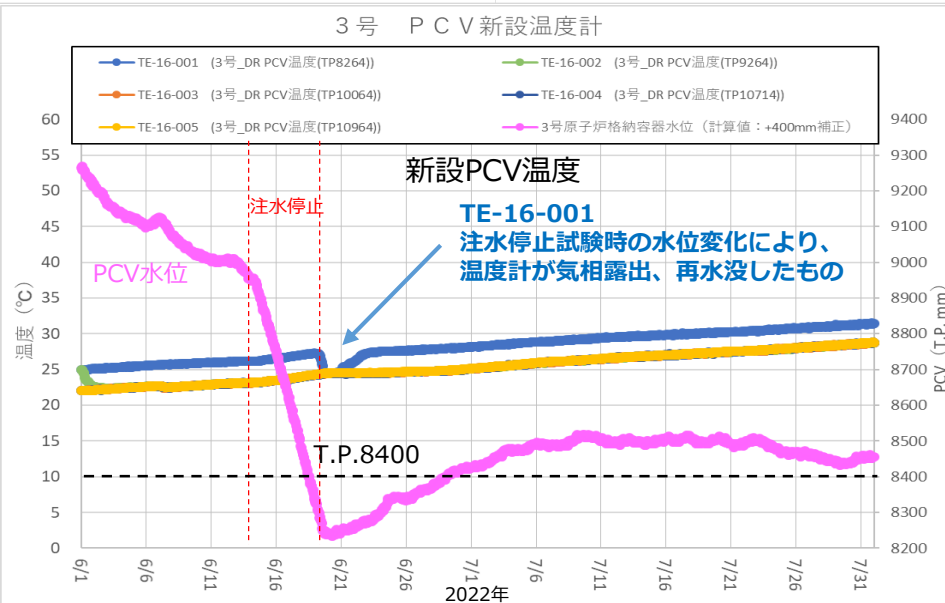
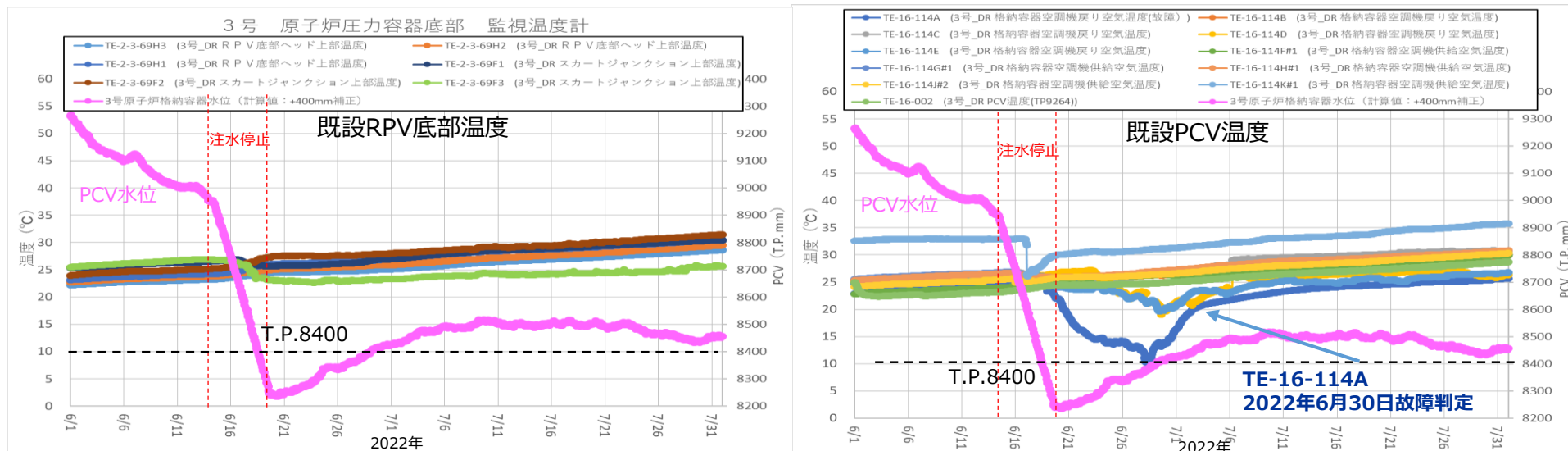
- 規制庁より2012年の2号機温度計の異常上昇を踏まえ、受領した指示文書※に基づき、温度計の信頼性評価方法を定めて毎月規制庁に報告している。
- 既設の実施計画対象温度計が10℃程度（社内運用値）乖離した場合は、温度計の信頼性評価を行う。
- 直流抵抗測定の実施前には事前通報および評価終了後、結果について実績通報を行う。

※「東京電力株式会社福島第一原子力発電所第2号機の原子炉圧力容器底部における温度上昇を踏まえた対応について（指示）」



(参考) 既設温度計の指示変動 (2022年3号機原子炉注水停止試験中)

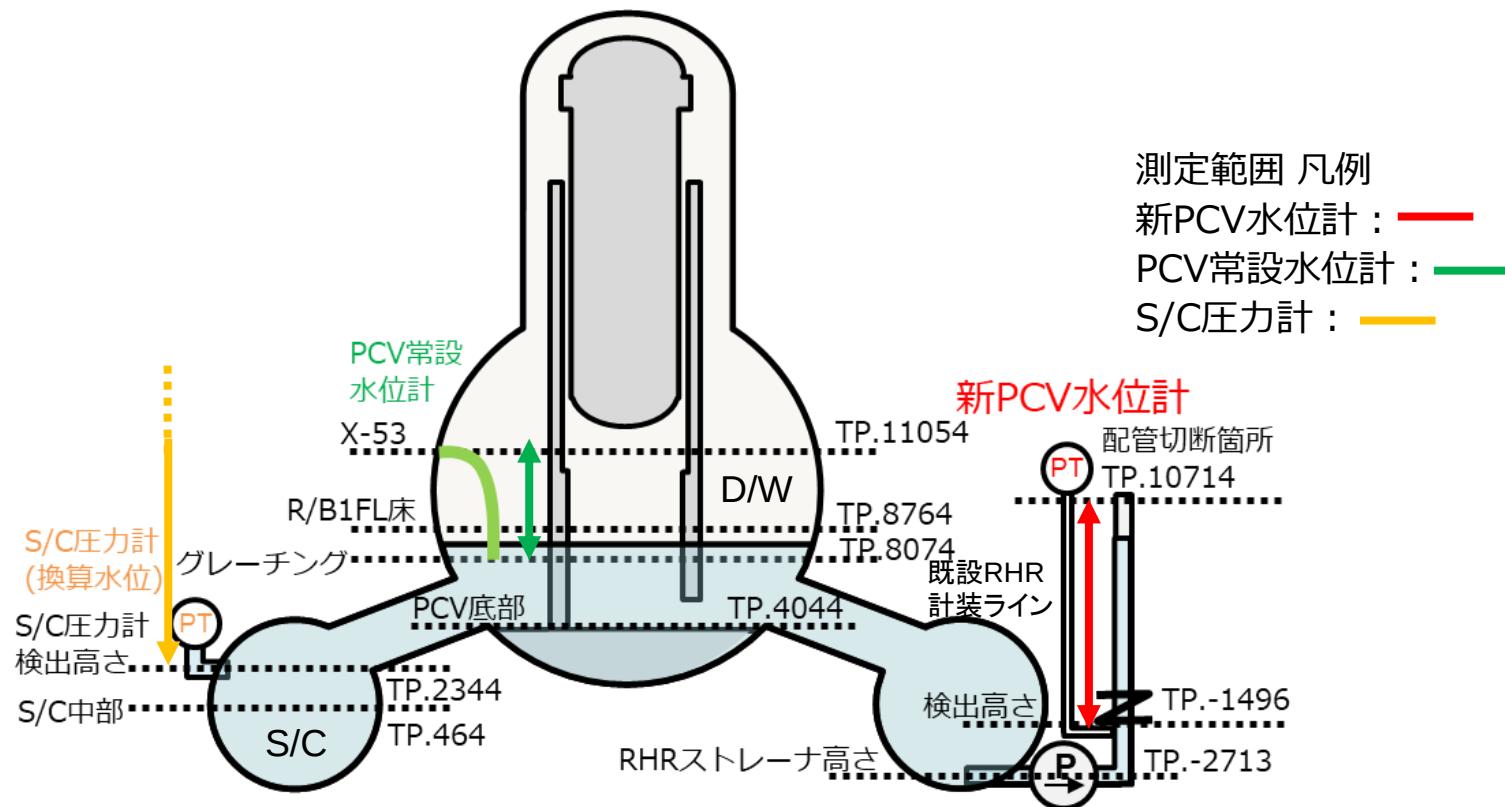
- 過去、PCV水位が約T.P.8400を下回った際、既設温度計（実施計画対象含む）の一部について、指示変動が確認されている。端子盤の部分的な気相露出による影響の可能性。（新設PCV温度は指示変動なし）



※既設温度計端子盤の設置高さ
約T.P.8150~約T.P.9150

(参考) 3号機PCV水位監視計器の概要

- 3号機RHRポンプ吐出圧力計装ラインにバブラ式水位計を設置。
- ✓ 概要：RHRポンプ圧力計装ラインをバブラ管と見立てて、バブラ式水位計を構築。
- ✓ 計測範囲：X-53ペネトレーション高さ近傍からS/C中部まで(TP. 10,714~-1,496)。



3号機PCV水位計と高さの関係