

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

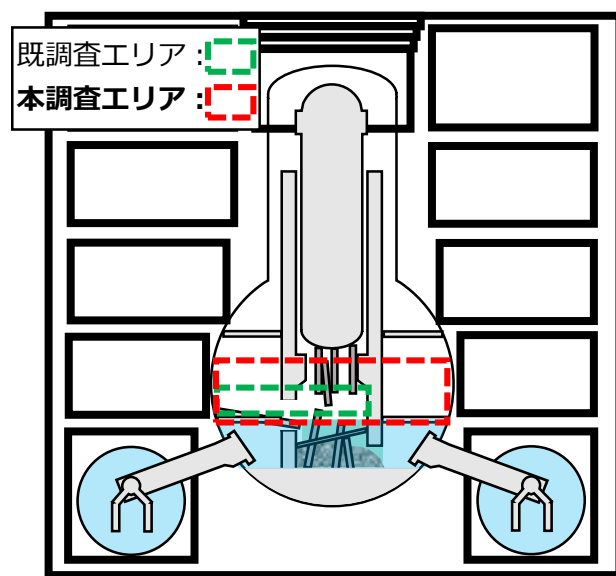
2025年9月25日



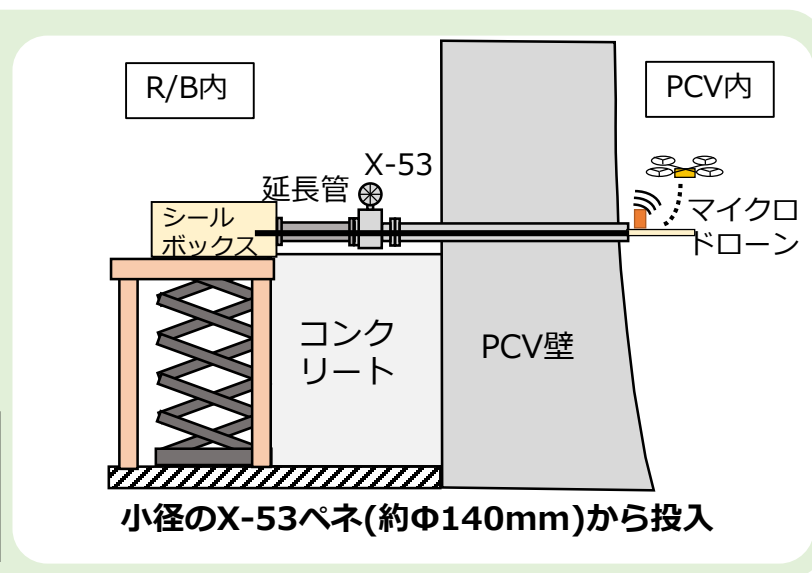
東京電力ホールディングス株式会社

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



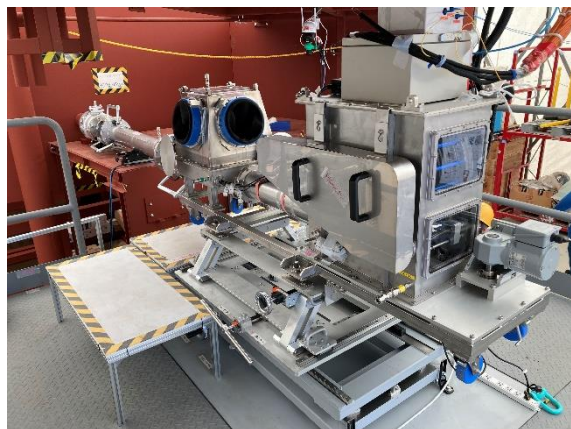
3号機PCV内部調査範囲 縦断面概略図



3号機マイクロドローン調査 調査イメージ

2.M/U・訓練の状況について

- “シールボックス作業”と“マイクロドローン飛行”についてM/U・訓練を実施中
- シールボックスの設置作業やインストール装置の操作、ドローンの操作について習熟を図る
- 作業の習熟に併せて、作業手順の見直しや飛行ルートの詳細検討も実施
- 飛行M/Uの中で、ペDESTAL上部構造物をより確認しやすくするための、“縦向きカメラ マイクロドローン”の検証を実施。効果が見込めたことから、ペDESTAL内調査で使用する方向で調整中



X-53ペネ模擬体へのシールボックス設置



インストール装置の操作

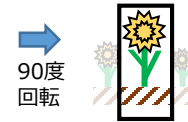


カメラ

- ・外観は通常のマイクロドローンと同様
- ・前方のカメラを90度回転して取り付け
- ・通常の横に広い画角を縦にしたことから、上部・下部が映りやすくなる



通常の画角



縦向きの画角

90度
回転

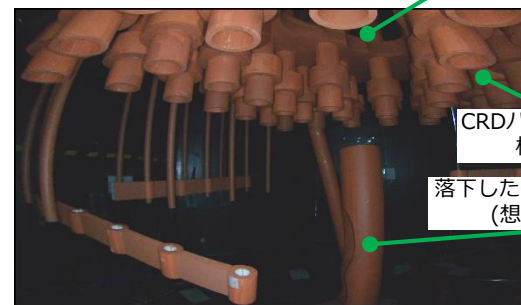
縦向きカメラ マイクロドローン



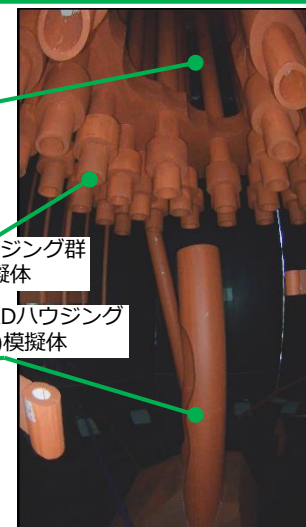
PCV内模擬体での飛行(暗所)



ドローンの操作



通常のマイクロドローンの画角
(横向きカメラ)



縦向きカメラ
マイクロドローンの画角

ペDESTAL上部
損傷箇所(想定)模擬

CRDハウジング群
模擬体

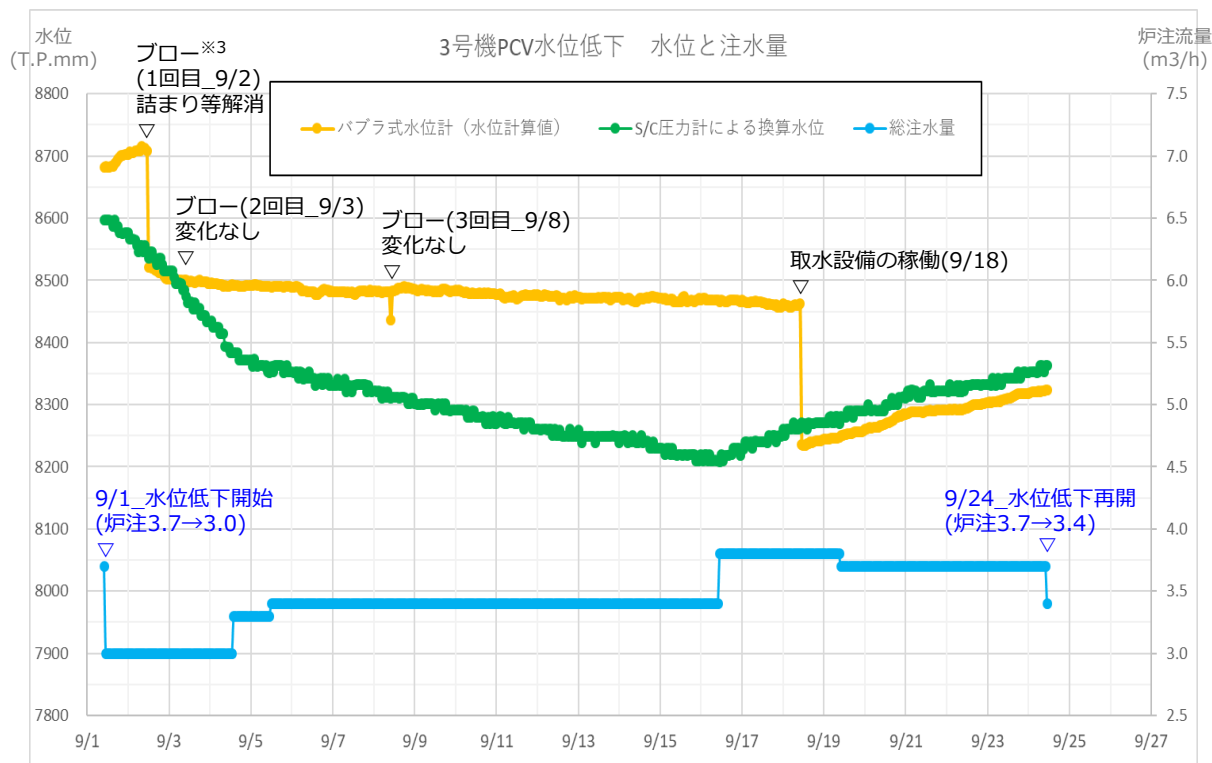
落下したCRDハウジング
(想定)模擬体

3.水位低下状況

- 9月1日に炉注水量低減によるPCV水位低下を開始したが、新PCV水位計（バブラ式水位計）※1の指示値がPCV水位を正確に測定していないと判断し、9月16日にPCV水位低下を立ち止まり、接点式水位計／温度計の付近（T.P 8264付近）で水位を維持。なお、水位計としては適正に動作しており、計器の故障ではない。
- 9月18日、バブラ式水位計を設置しているRHR配管とPCVの連通性を高めるための作業（取水設備の稼働）を行った結果、バブラ式水位計の指示値はPCV水位と同等となり、RHR配管とPCVの連通を確認したことから、9月24日から水位低下を再開
- なお、同様の事象が確認された場合であっても、PCV水位は、バブラ式水位計だけではなく、S/C圧力計による換算水位※2でも監視することが可能であるため、目標水位までの水位低下は継続して行う計画

※1：バブラ式水位計はPCVと連通しているRHR配管内の水位を測ることで、PCVの水位を間接的に測定

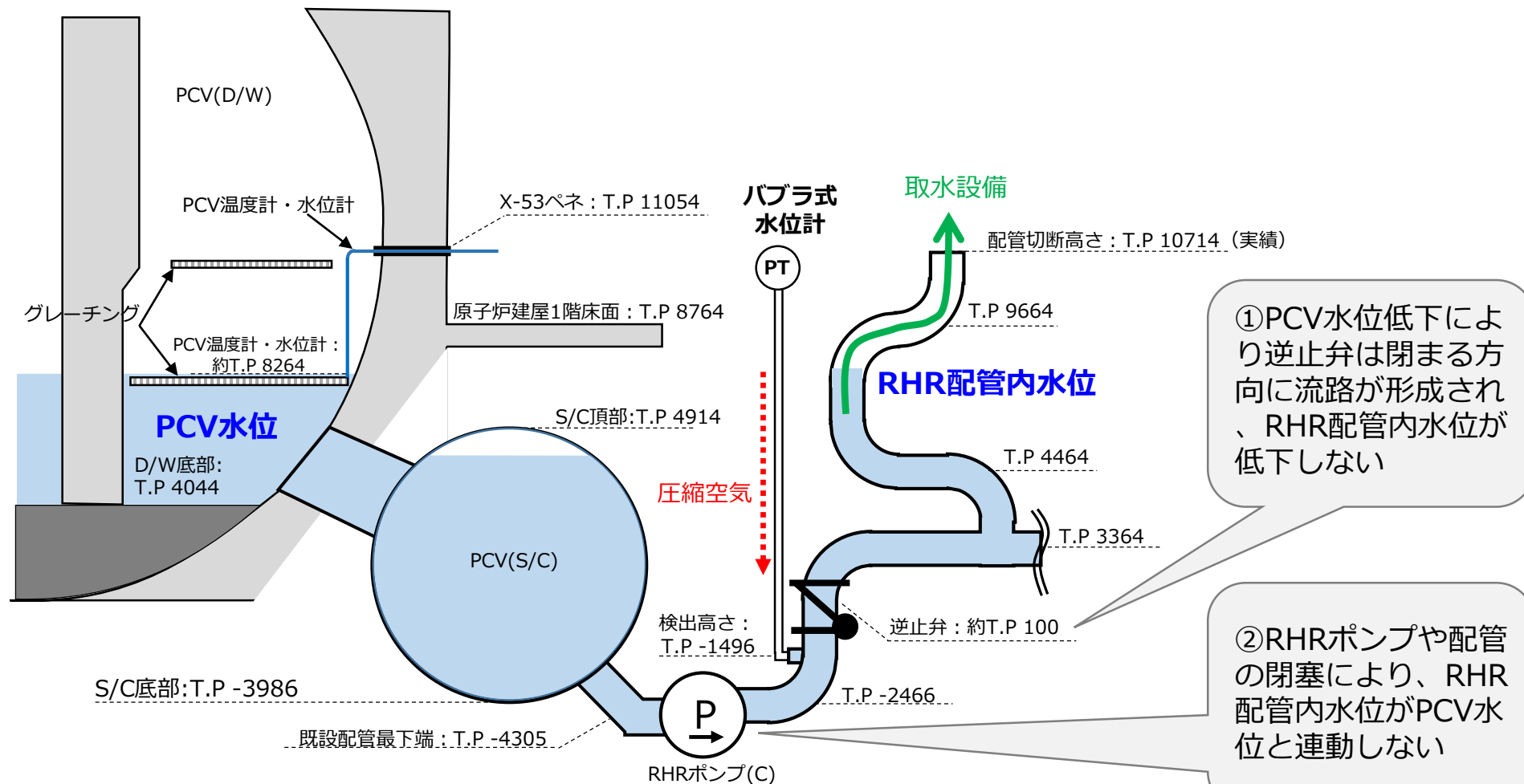
※2：S/C圧力計による換算水位の補正值(+400mm)



※3：バブラ式水位計において、通常より高い圧力で検出配管に空気を供給して詰まりを除去する操作

(参考) バブラ式水位計の指示値に関する考察

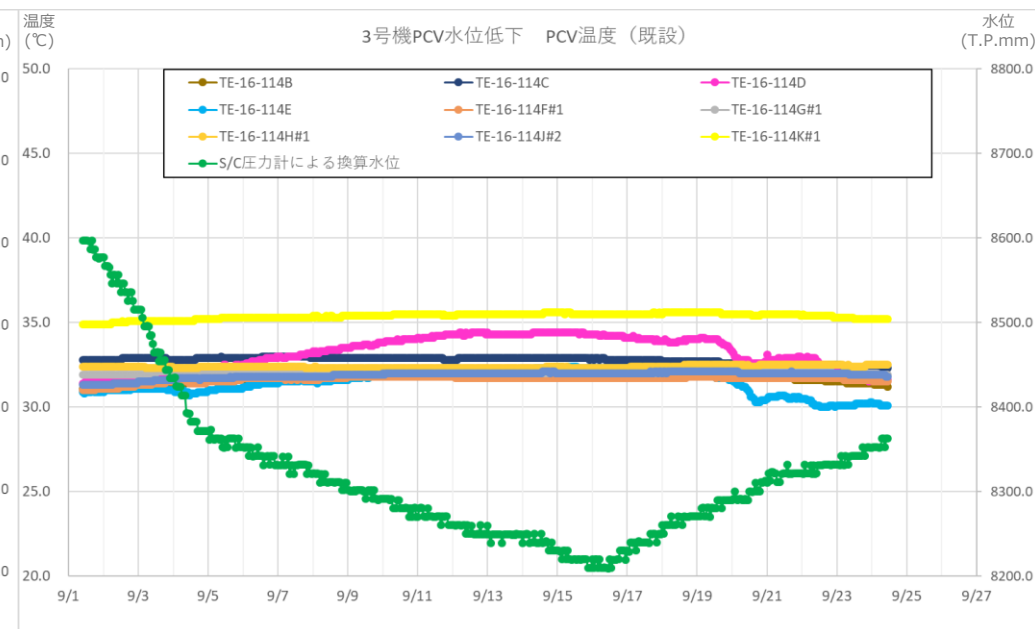
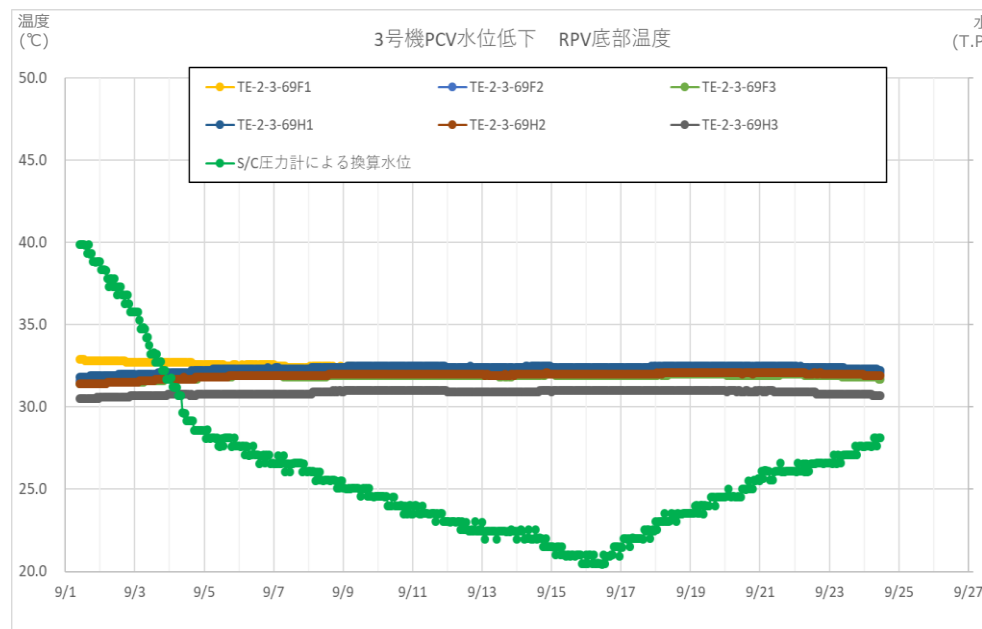
- バブラ式水位計がPCV水位を正確に測定していない状況について、PCV水位とRHR配管内水位が連動していない状況が想定される
- 双方の水位が連動しない原因としては、RHR系統の機器構成による影響（①RHRポンプ出口逆止弁の位置関係による影響や②RHRポンプ、配管の閉塞影響）が考えられる



バブラ式水位計の構成イメージ

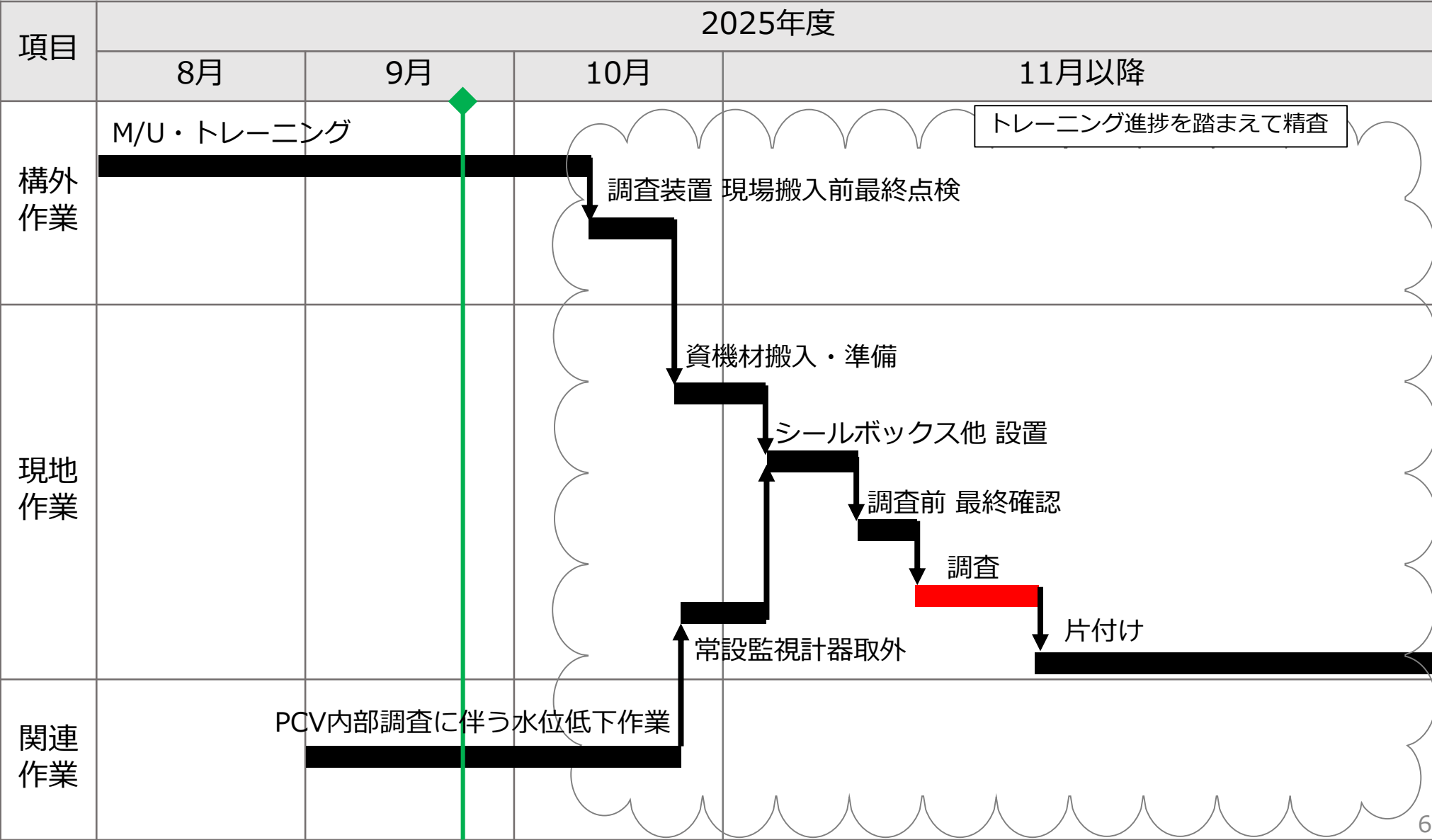
4.RPV底部/PCV温度計（既設）の推移（実施計画対象温度計）

- PCV水位低下に伴いRPV／ PCV温度計の指示値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
- 9月24日時点において、一部の温度計の指示値に数℃程度の変化を確認。引き続き、監視を継続していく

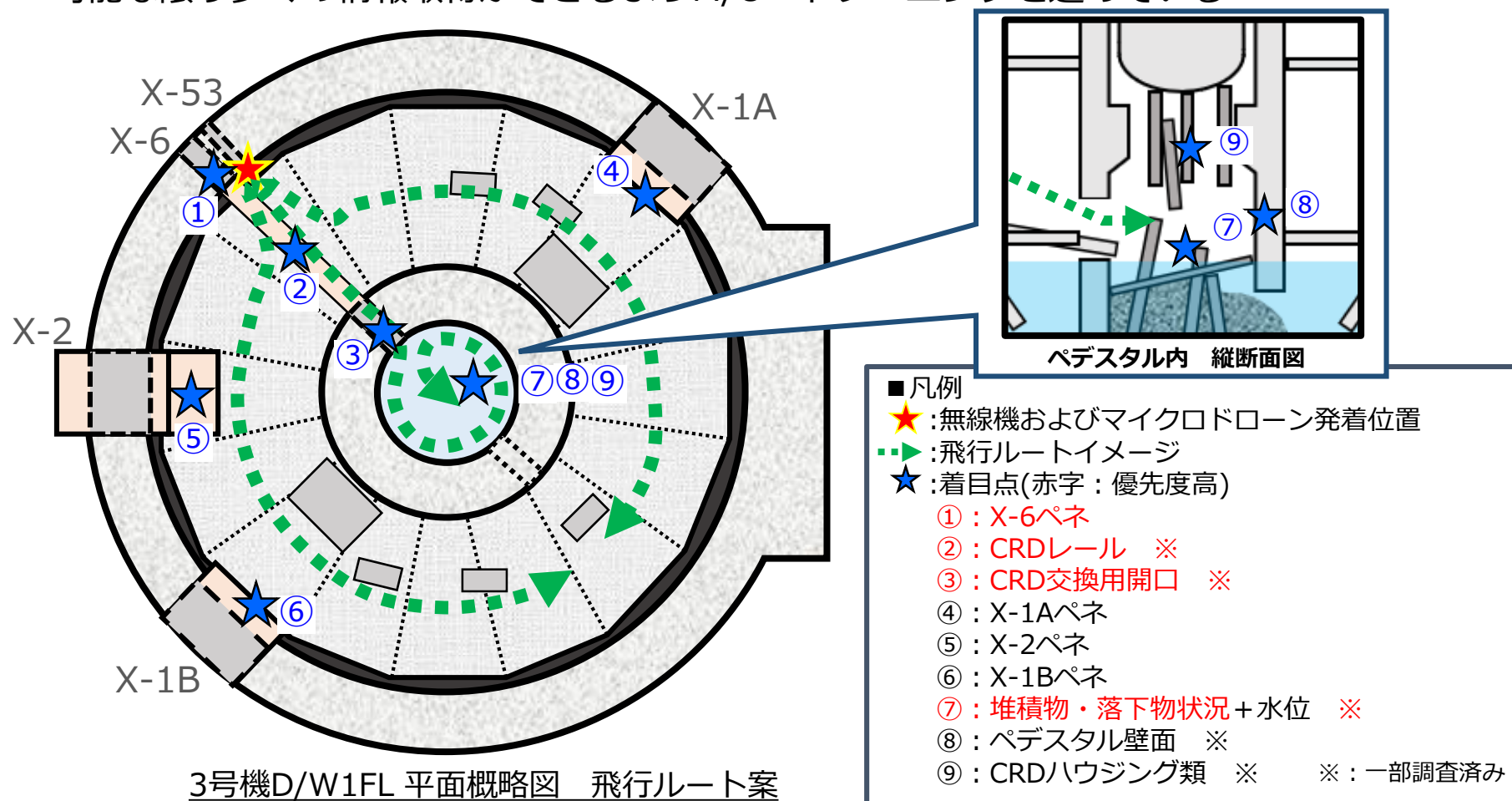


5. 調査工程

■ 引き続き、調査の実施に向けて、M/U・トレーニング、水位低下作業を進めている状況

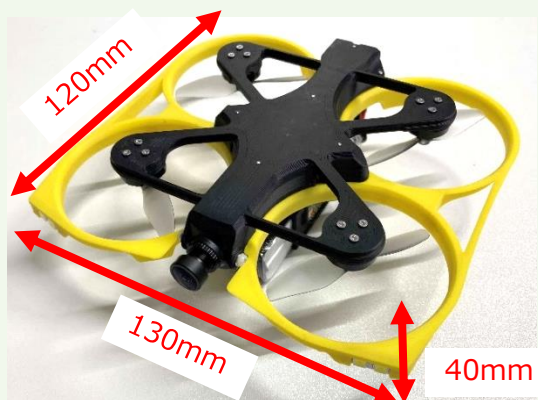


- 本調査はマイクロドローンが飛行できる範囲のD/W 1FL、ペDESTAL内の映像取得を計画
- 特に今後の堆積物調査や燃料デブリ取り出し横アクセスで重要となる、X-6ペネ周辺やペDESTAL内の情報収集を主目的として調査
- 1号機のドローン調査同様、映像からの点群化および放射線ノイズを利用した線量率推定を実施予定
- マイクロドローンは操作が難しいため、現場状況次第で調査内容を変更する可能性があるものの、可能な限り多くの情報取得ができるようM/U・トレーニングを進めている



- 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)

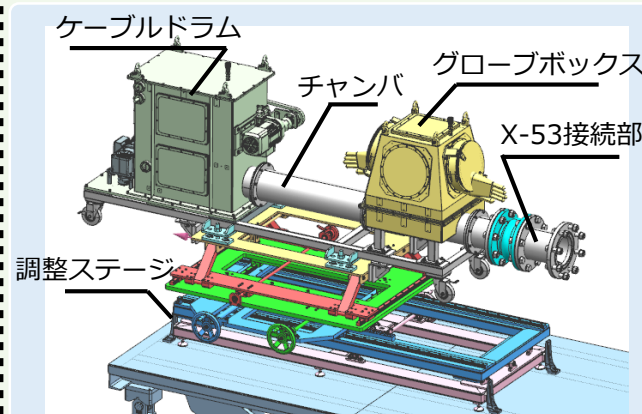
マイクロドローン



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

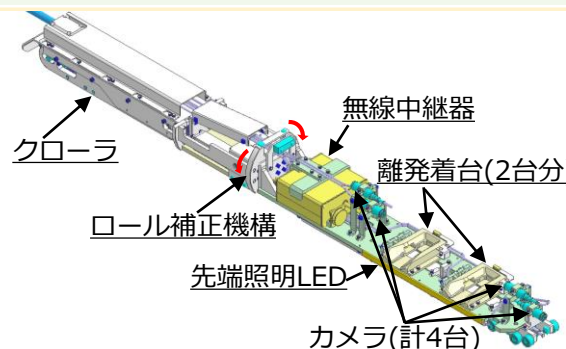


シールボックス本体イメージ

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

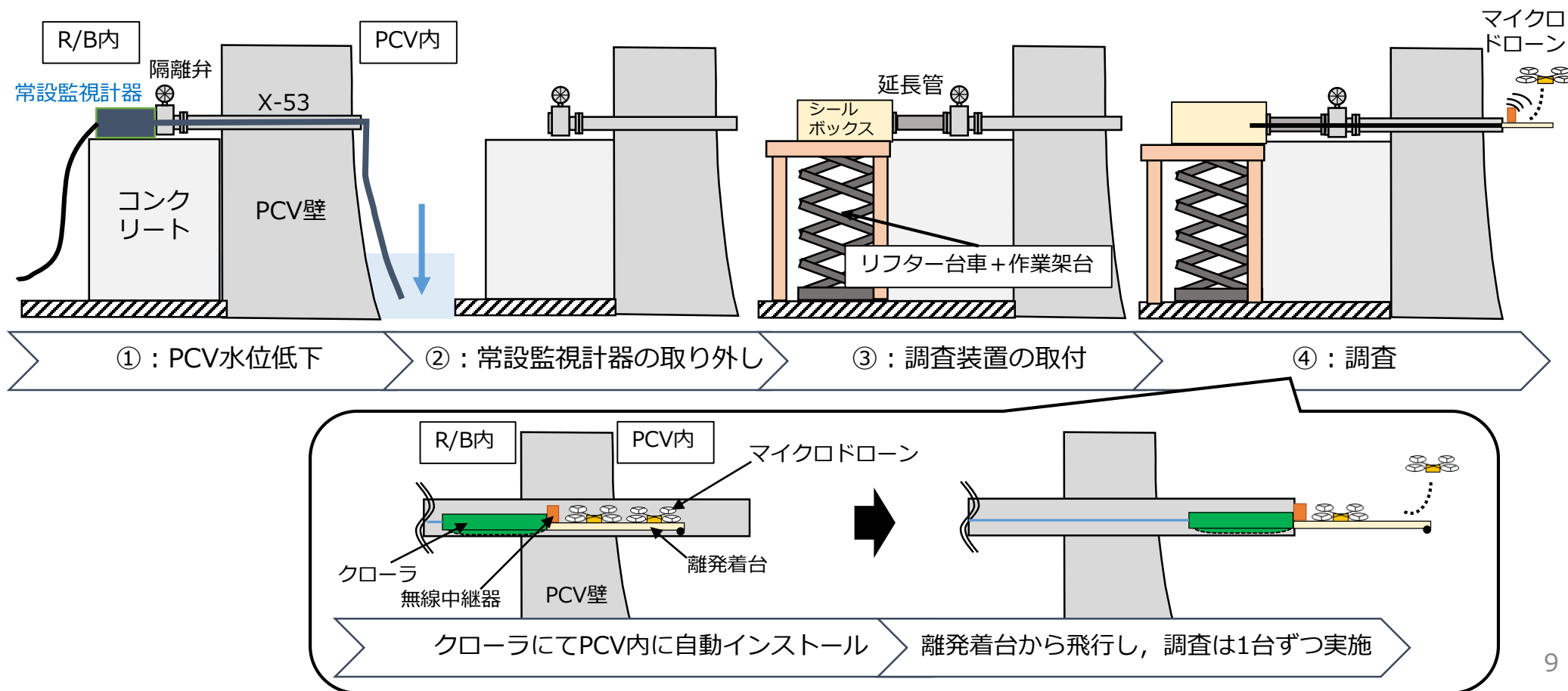
クローラによる自動インストールで作業時の被ばくを低減

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

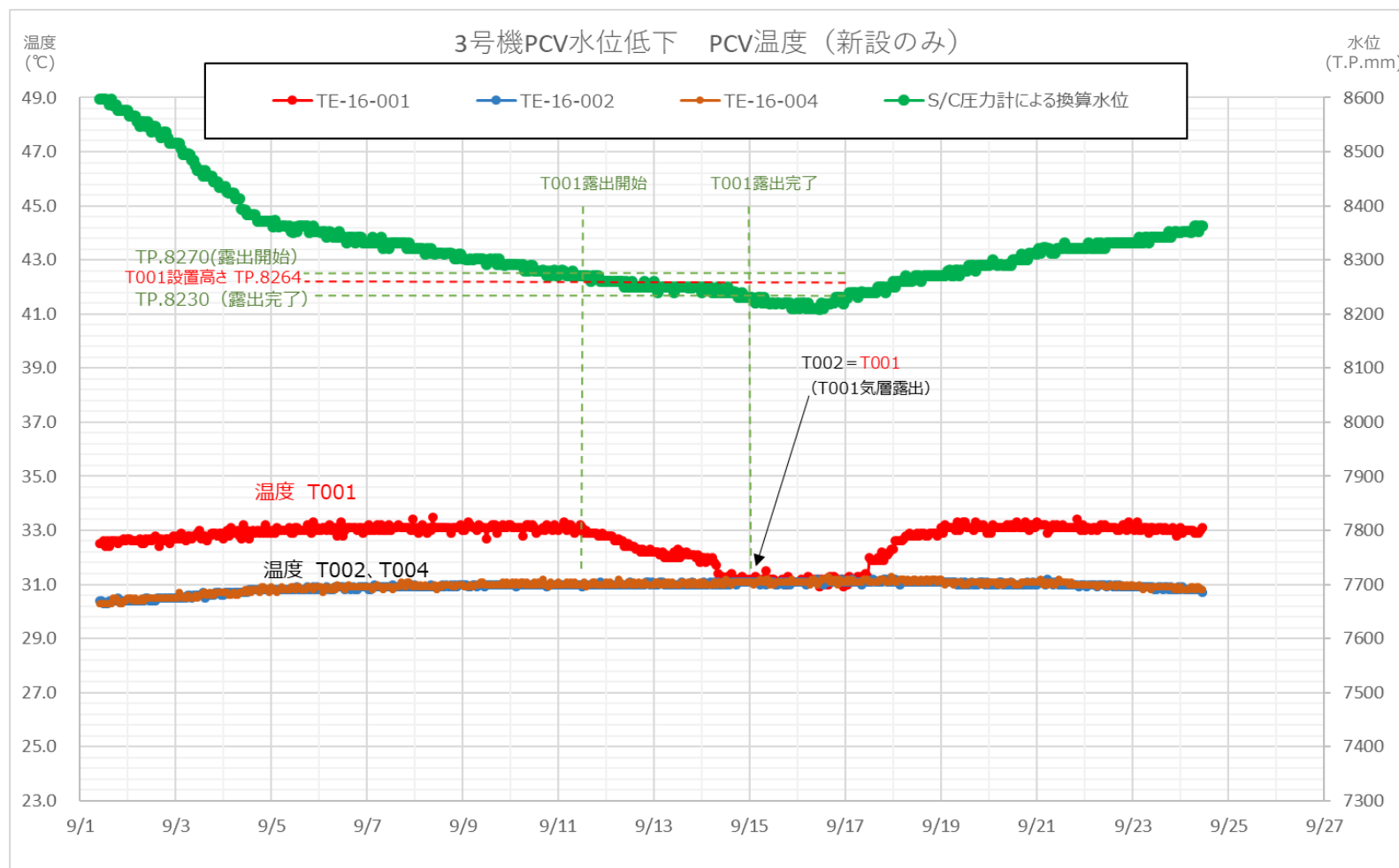
(参考). 作業全体の流れ

- 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



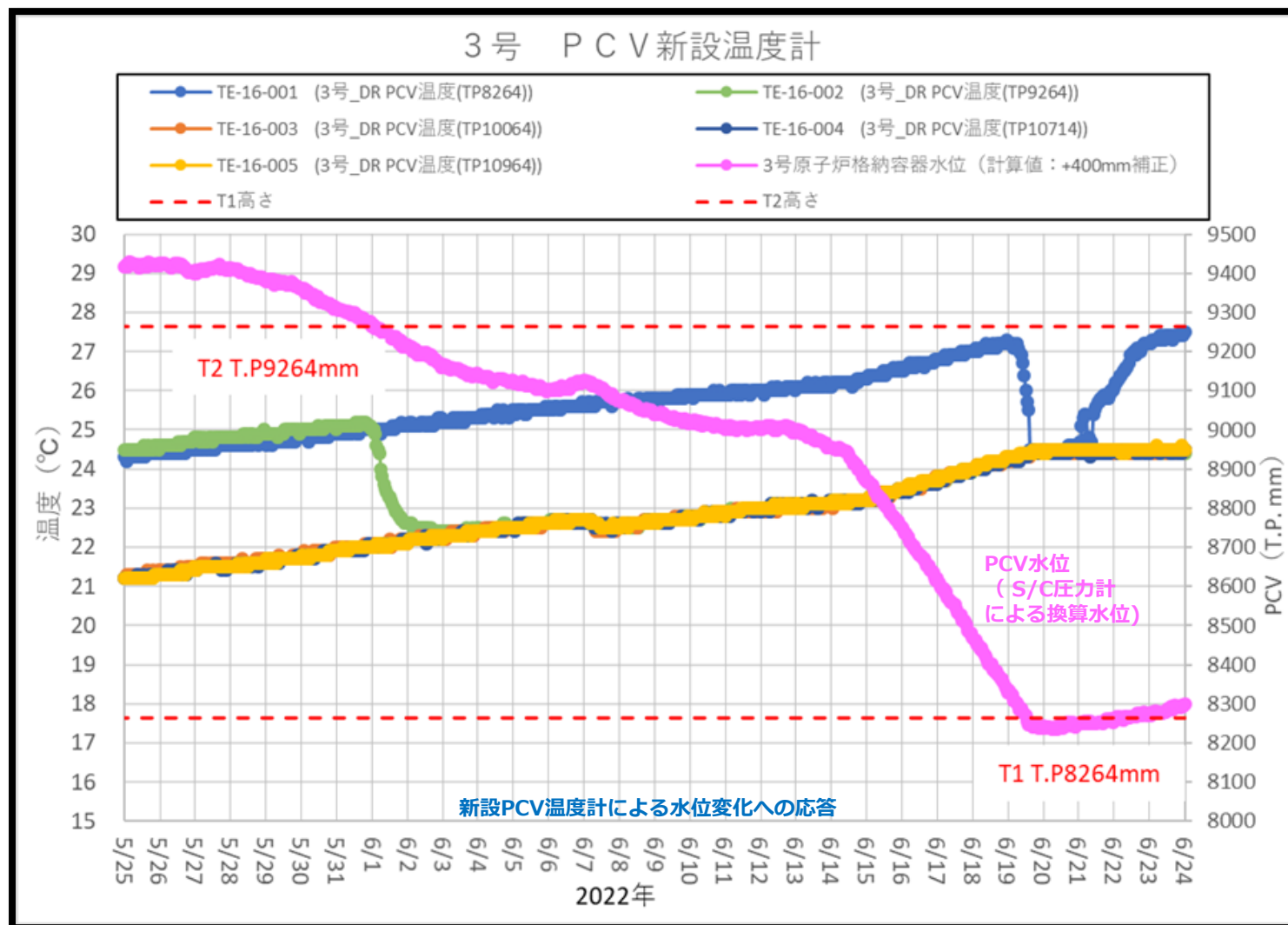
(参考) S/C圧力計による換算水位とPCV温度(新設)の推移

- 9月15日に温度計TE-16-001の指示値がTE-16-002等と同等の値となったことから、PCV水位の低下により温度計TE-16-001が気相露出したものと判断（従来より液相部に比べ、気相部はやや温度が低い傾向）
- S/C圧力計による換算水位は、TE-16-001(T.P8264) に変化が確認されたタイミング（水中→気中）とほぼ一致



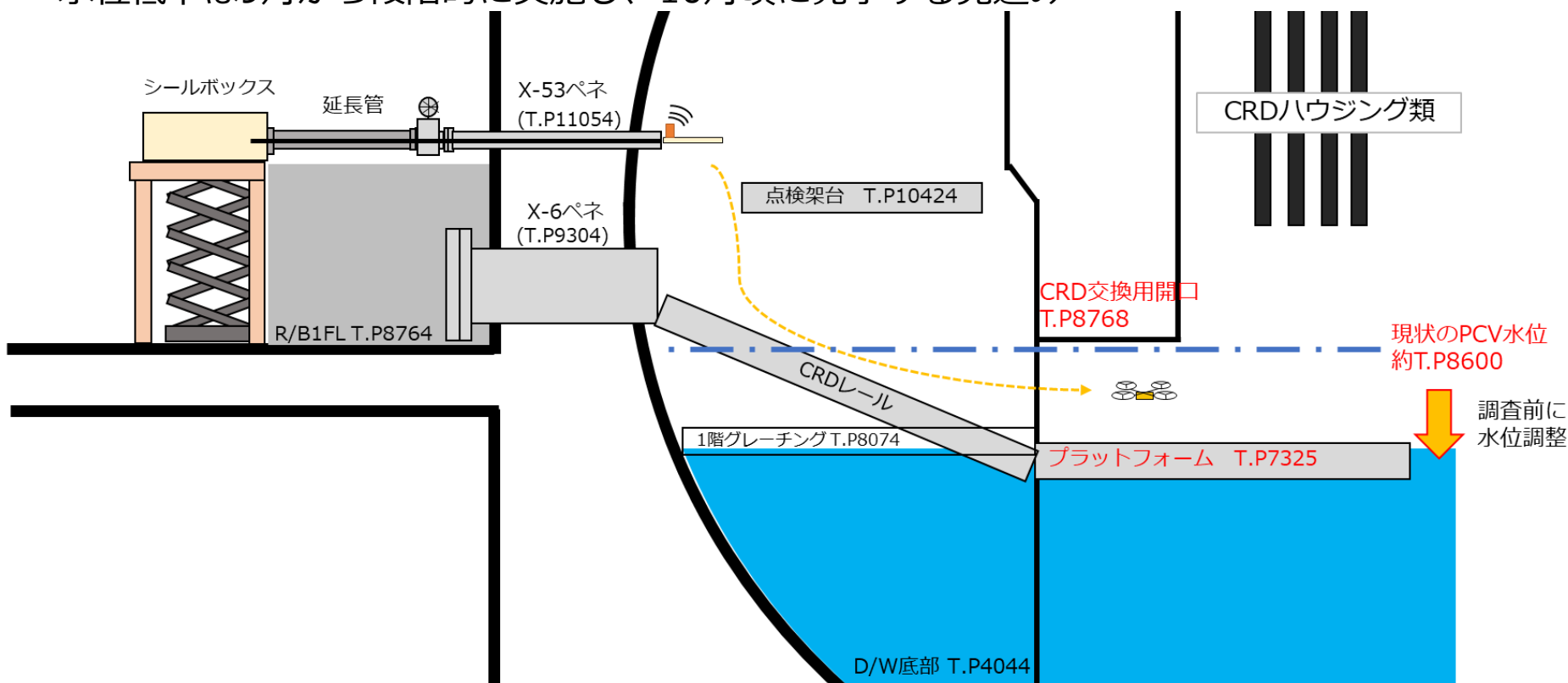
(参考) S/C圧力計による換算水位の推移 (2022年)

- S/C圧力計による換算水位は、PCV水位がPCV新設温度計TE-16-002(T.P9264)、TE-16-001(T.P8264)に変化が確認されたタイミング (水中→気中) とほぼ一致している。



(参考) PCV内部調査に伴う水位低下作業について

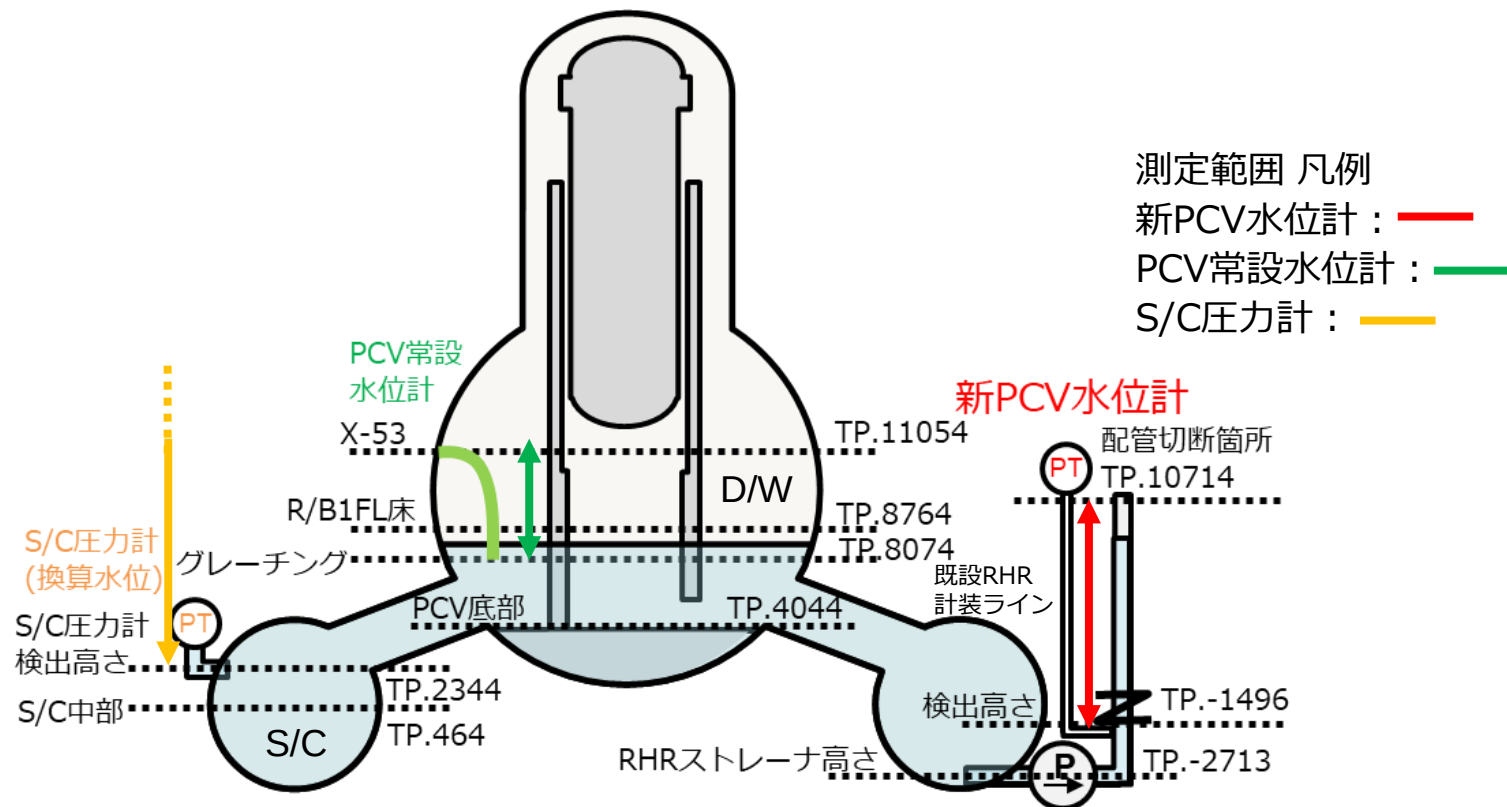
- 3号機のPCV水位は、T.P 8264～9264（常設監視計器の水位計L1～L2間）で維持管理されており、現状、約T.P 8600の高さにある
- 現状の水位だと、ペDESTAL内へのアクセスルートであるCRD交換用開口が水没してしまっているため、開口が露出する約T.P 7300(プラットフォームの高さ)を目標とし水位低下を計画
- 過去の実績から、水位低下に伴いRPV/ PCV温度計の指示値が変化する可能性が高いことから、約T.P 8000の水位にホールドポイントを設け、変化が確認された場合は必要に応じて予め定めたフローに基づき、温度計の信頼性評価を行う計画
- 水位低下は9月から段階的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

(参考) 3号機PCV水位監視計器の概要

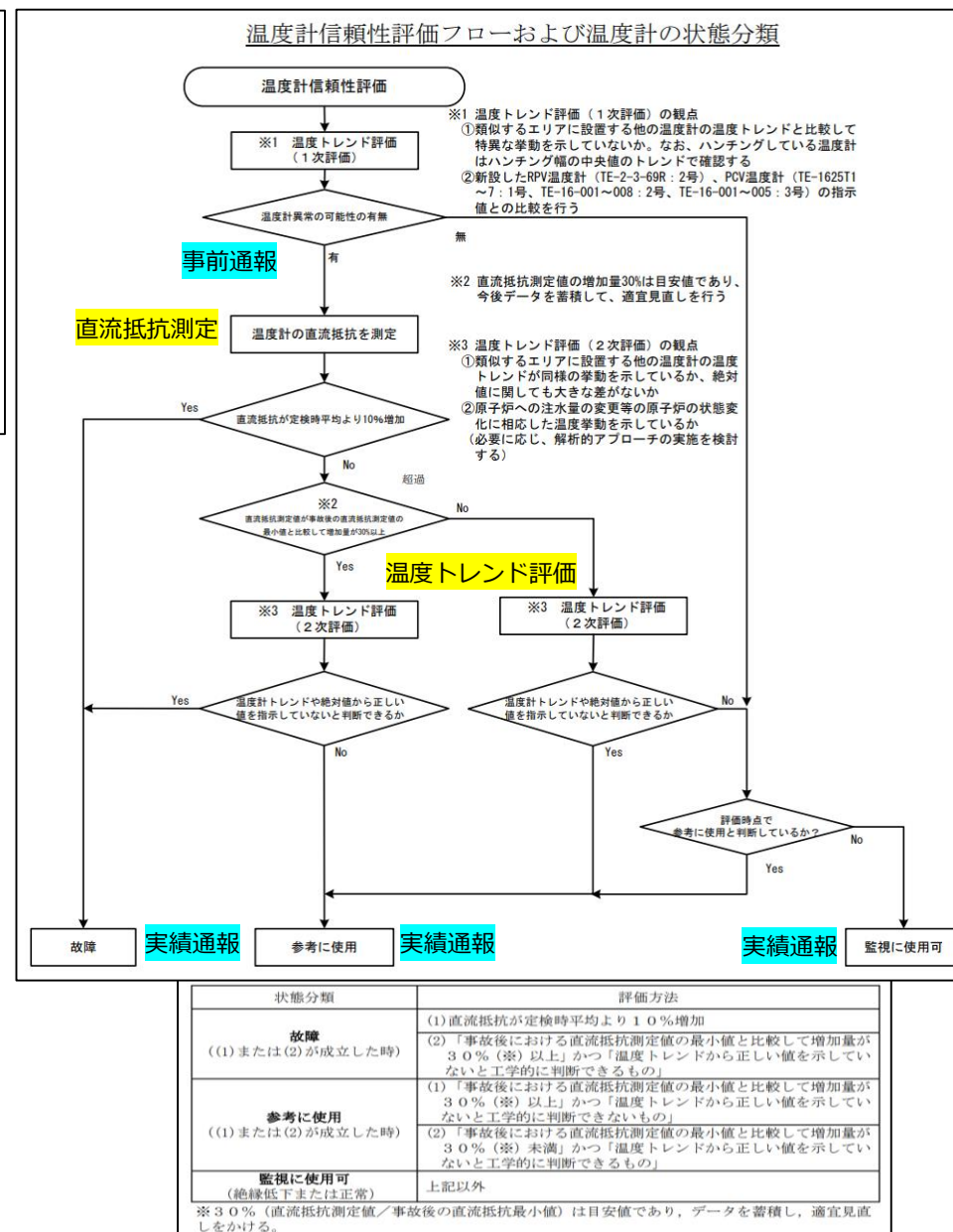
- 3号機RHRポンプ吐出圧力計装ラインにバブラ式水位計を設置。
- ✓ 概要：RHRポンプ圧力計装ラインをバブラ管と見立てて、バブラ式水位計を構築。
- ✓ 計測範囲：X-53ペネトレーション高さ近傍からS/C中部まで(TP. 10,714~-1,496)。



(参考) 既設温度計指示値変化時の対応について

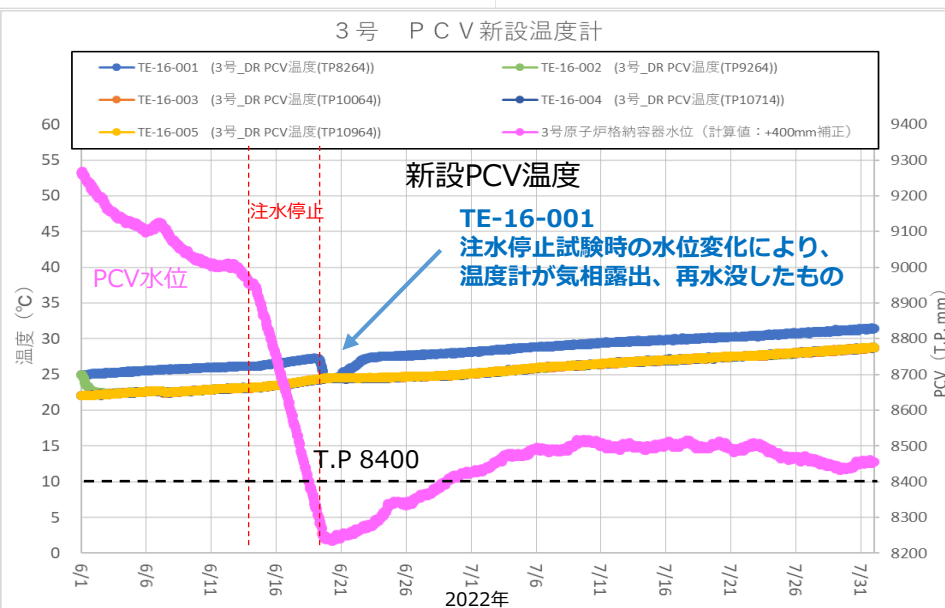
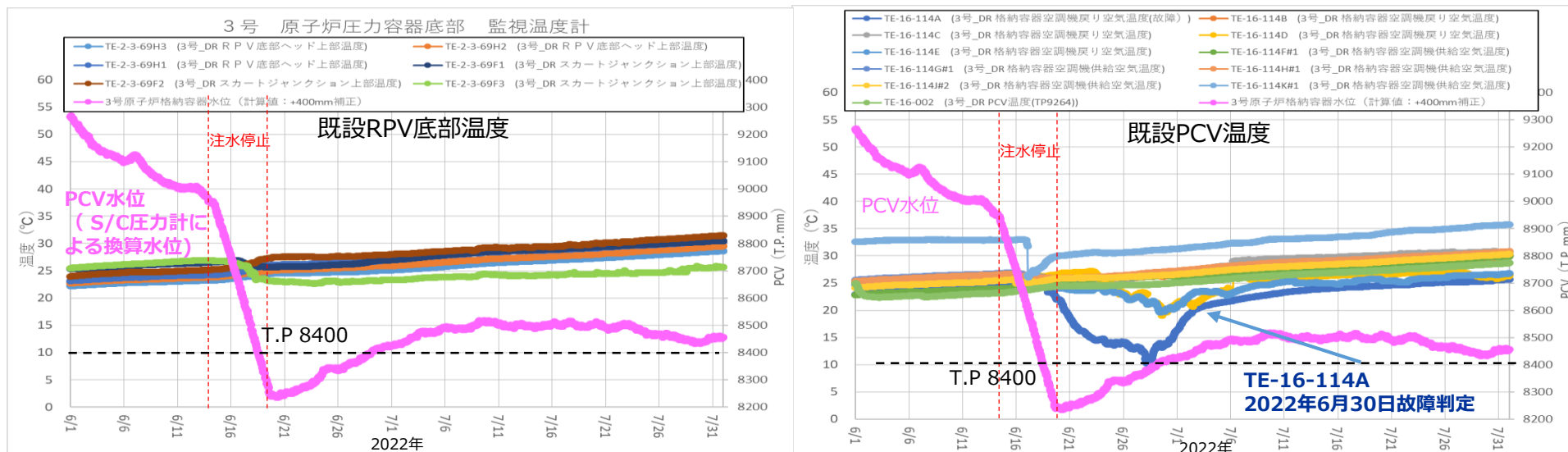
- 規制庁より2012年の2号機温度計の異常上昇を踏まえ、受領した指示文書※に基づき、温度計の信頼性評価方法を定めて毎月規制庁に報告している。
- 既設の実施計画対象温度計が10℃程度（社内運用値）乖離した場合は、温度計の信頼性評価を行う。
- 直流抵抗測定の実施前には事前通報および評価終了後、結果について実績通報を行う。

※「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) 既設温度計の指示値変動 (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、指示値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温度は指示値変動なし）



※既設温度計端子盤の設置高さ
 約T.P 8150~約T.P 9150