

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

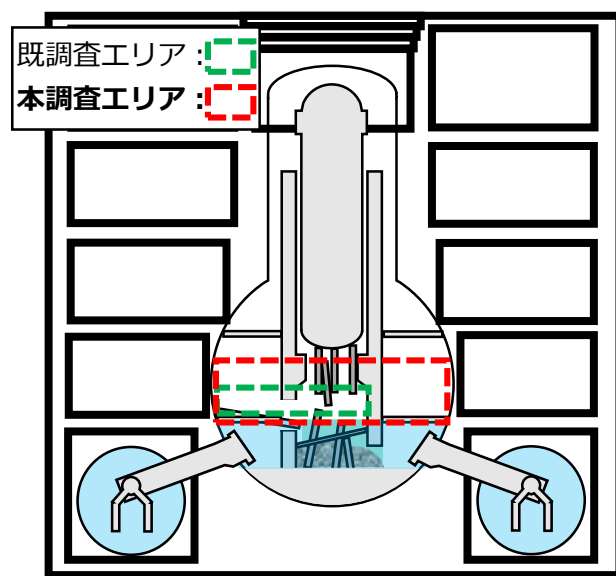
2025年12月25日



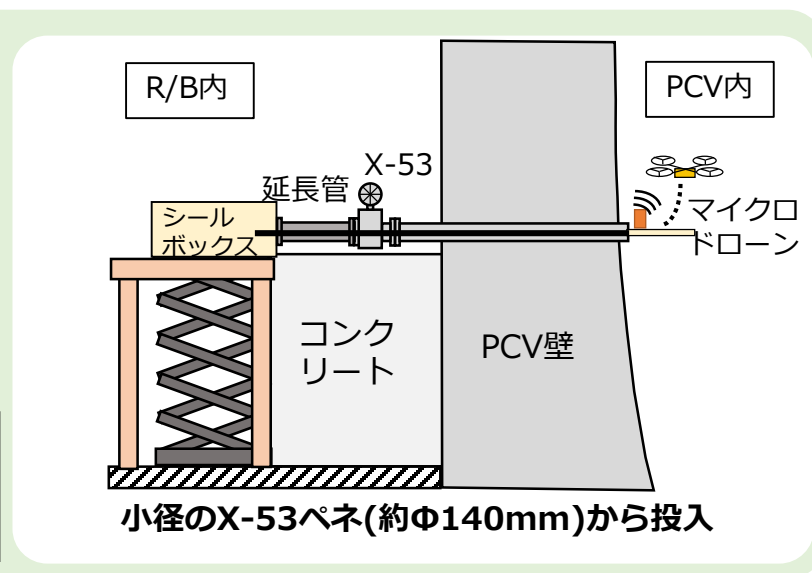
東京電力ホールディングス株式会社

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

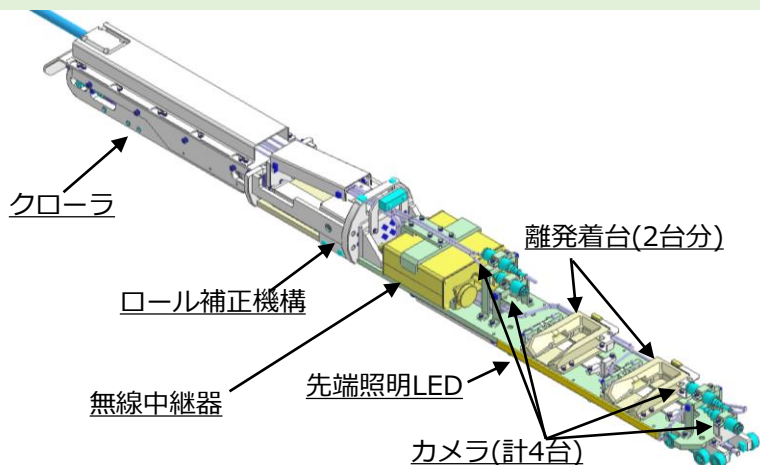


3号機マイクロドローン調査 調査イメージ

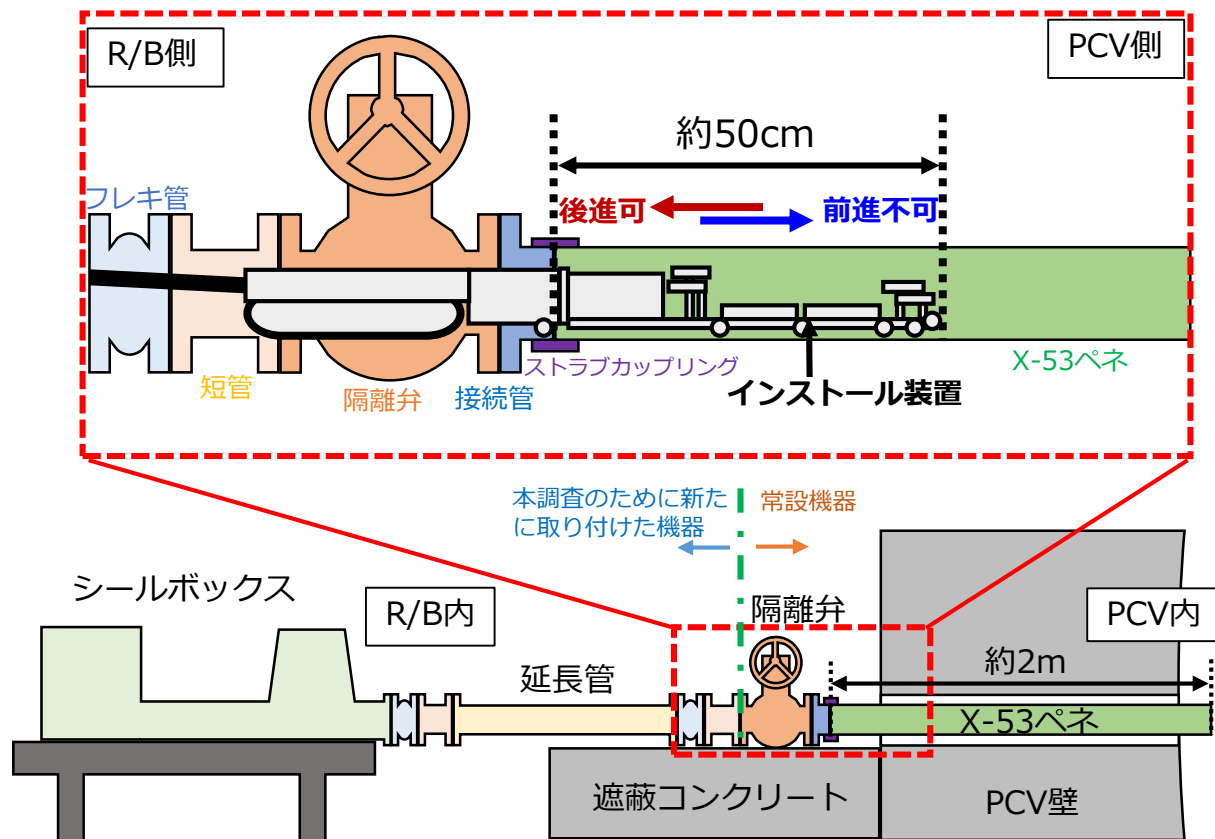
2. インストール装置の前進不可事象について

- 調査装置の動作確認を実施中、インストール装置がX-53ペネ内で前進不可となる事象が発生
- 複数回、インストールを試みたが、同じ所で前進不可となる(X-53ペネ内を約50cm進んだ所)
- 後進は可能のため、通常手順で後進し、インストール装置はシールボックス内に格納済み(シールボックス内に格納したため、PCVバウンダリである隔離弁の開閉に影響は無い)

インストール装置



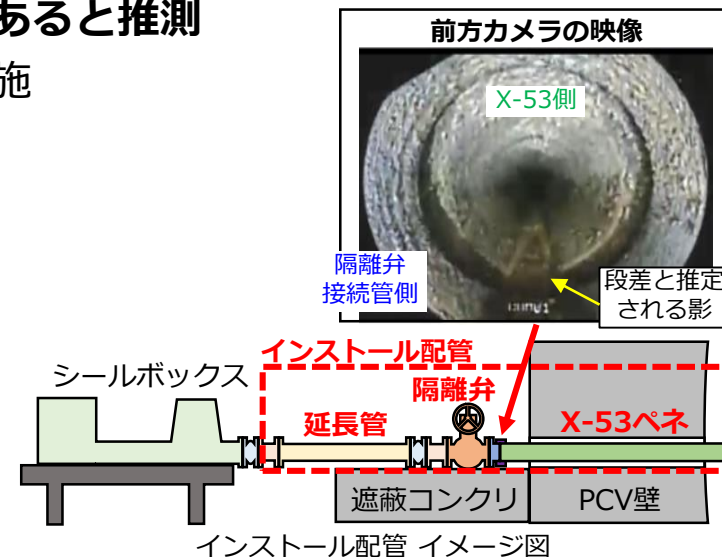
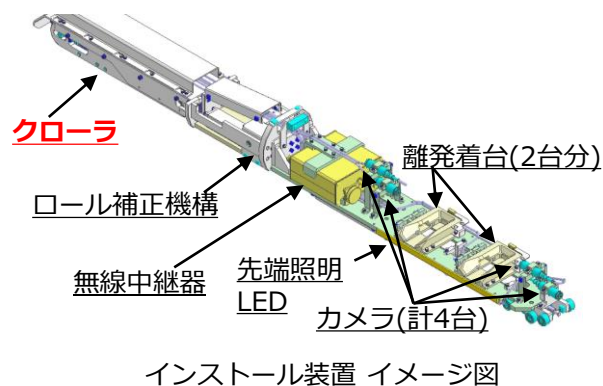
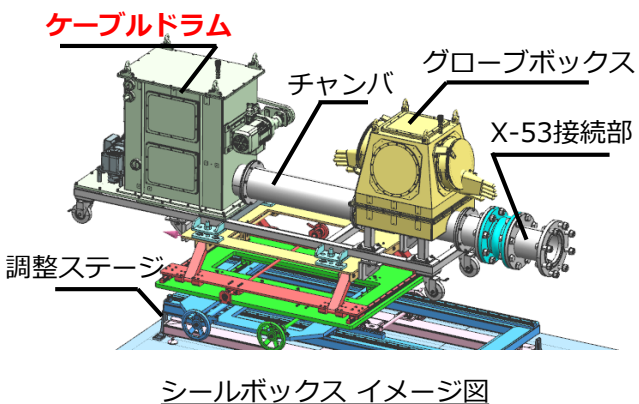
- ・ 先端の離発着台に2機のドローンを搭載可能
- ・ 後部のクローラが駆動し、装置が前後移動
- ・ シールボックスからPCV内まで、ドローンを運搬
- ・ 寸法：約1.3m×Φ130mm
- ・ 重量：約20kg



インストール装置 前進不可事象 イメージ図

3. インストール装置 前進不可事象の要因分析

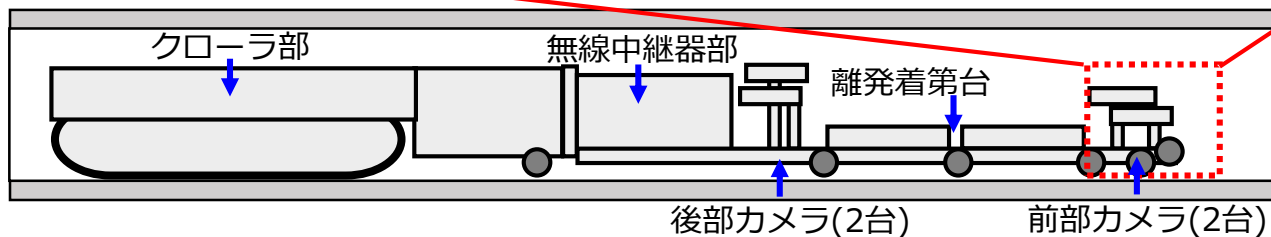
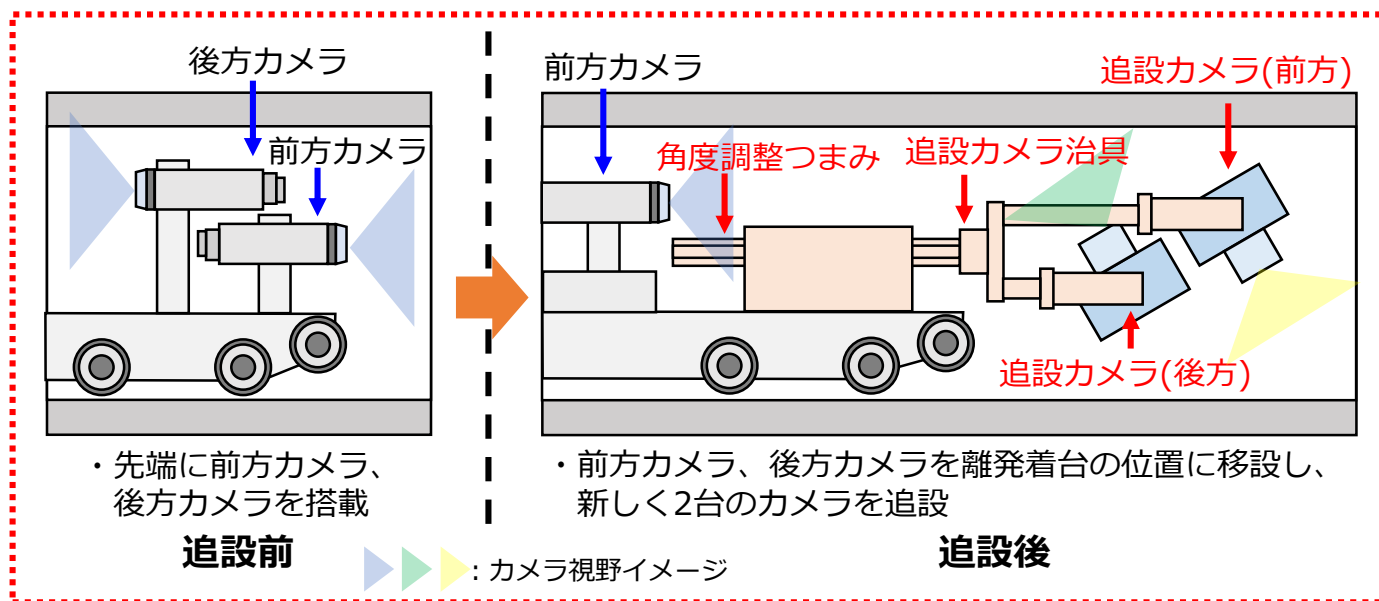
- 本事象の発生要因について、“調査装置”と“現場環境”の観点で要因分析・現場確認を実施
- その結果、インストール配管内の状態が、想定と異なる可能性があると推測
- 更に要因を絞り込むために、インストール配管内の状態確認を実施



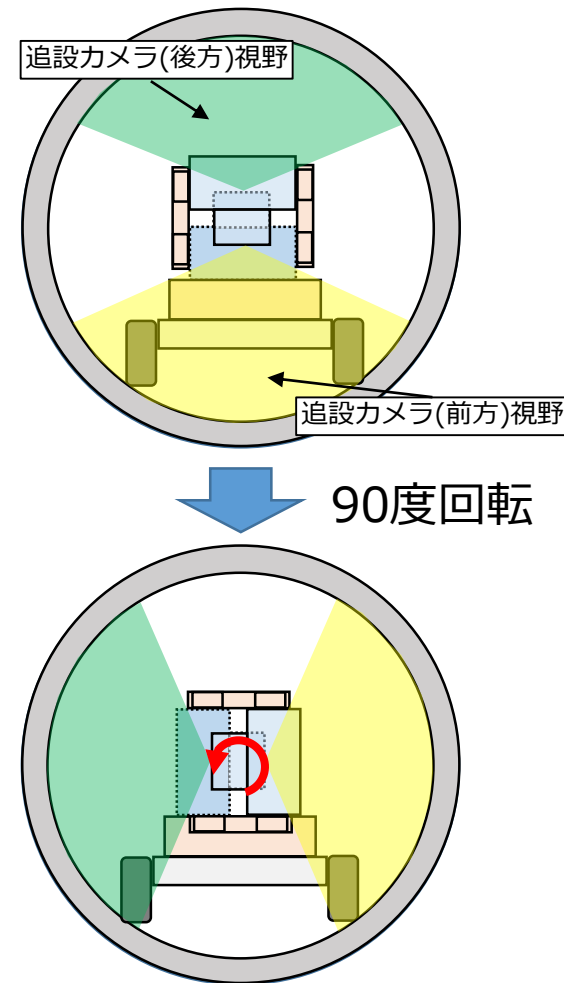
要因1	要因2	推定原因	現場状況 or 推定状況	可能性
調査装置	ケーブルドラム	ドラム部の動作不良	【現場状況】ケーブルドラム部を監視しているカメラの映像およびトルク異常のインターロックが作動していないことから、事象発生時においても、正しく動作していることを確認。	×
		ケーブルの引っ掛かり	【現場状況】ケーブルの挙動を監視しているカメラの映像から、事象発生時においても、正しい挙動をしていることを確認。	×
	インストール装置	クローラの履帯部の故障	【現場状況】外観確認にて、変形や脱輪が無いことを確認。動作確認においても、繰り返し前後動作が可能なことを確認。	×
		クローラの駆動系の故障	【現場状況】動作確認において、繰り返し前後動作が可能なことを確認。	×
現場環境	インストール配管	段差により進入路が一部狭くなっている	【推定状況】配管の接続部で生じた段差等により、進入路が狭くなることで、インストール装置本体が引っ掛かる可能性は否定できない。【現場状況】隔離弁の接続管とX-53ペネの間に段差と推定される影を確認。	○
		段差で現状のクローラで通過できない	【推定状況】クローラの性能を超える、もしくは性能を十分に発揮できないような段差がある場合は通過不可となる可能性は否定できない。	○

4. インストール配管内の状態確認について

- インストール配管内の状態確認をするために、**インストール装置の先端に2つのカメラを追設**
- 当該カメラは、それぞれ若干前方・後方を向いており、**配管内の段差や形状を撮影**
- 当該カメラは、配管周方向に回転可能となっており、**90度ずつ回転させ、配管内全周の映像を取得**



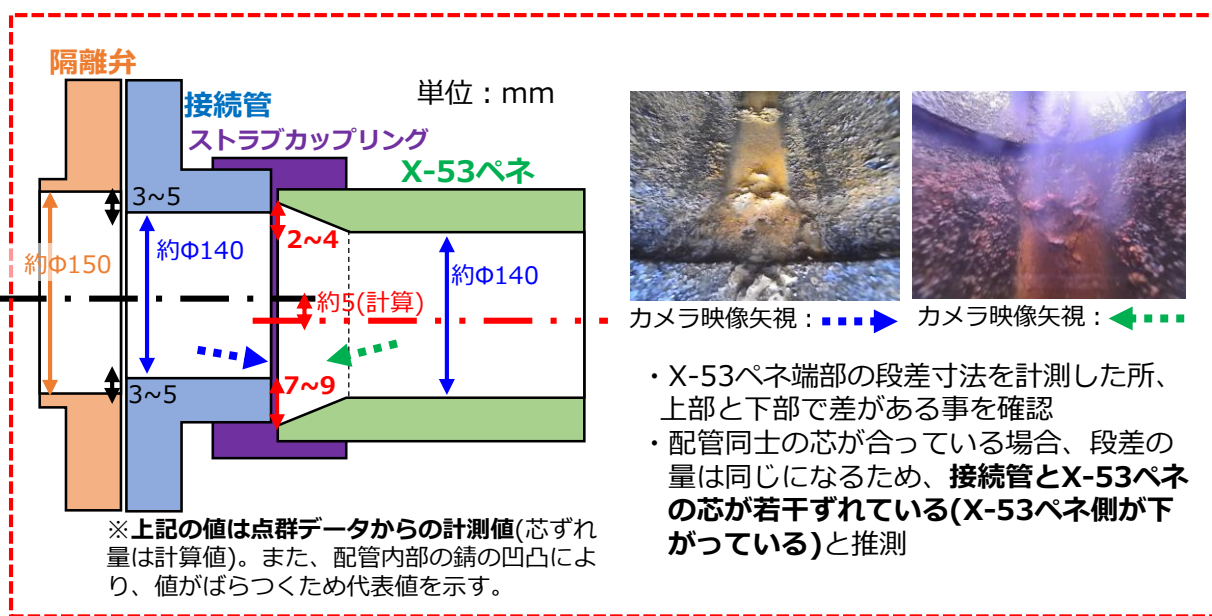
インストール装置 イメージ図(側面)



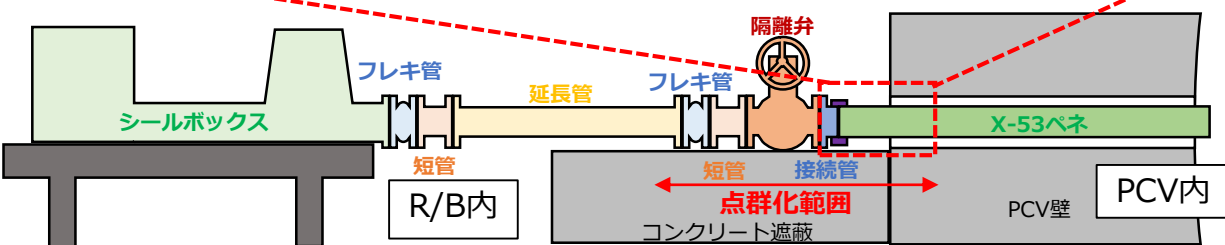
追設カメラの回転イメージ(正面)

5. インストール配管内の状態確認結果

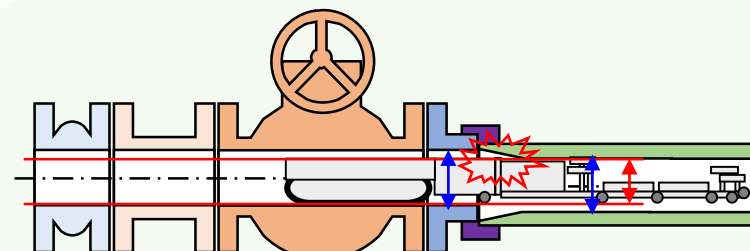
- 取得した映像を分析(映像からの点群化)した結果、**接続管とX-53ペネで若干の芯ずれがあることを確認※1**
- 本結果より、インストール装置が前進不可となる状況として、芯ずれに伴う**“通過断面積の減少”**、**“クローラのグリップ力の低下”**等を推測※2
- 今後、得られたデータを詳細に分析するとともに、対策についても検討していく



- ・ X-53ペネ端部の段差寸法を計測した所、上部と下部で差がある事を確認
- ・ 配管同士の芯が合っている場合、段差の量は同じになるため、**接続管とX-53ペネの芯が若干ずれている(X-53ペネ側が下がっている)**と推測

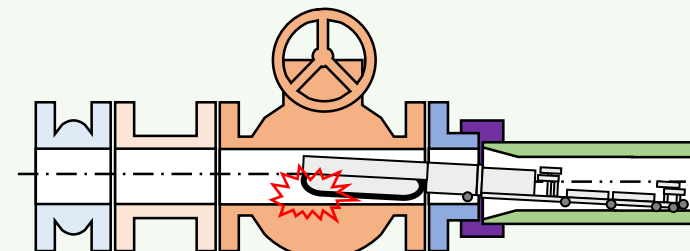


インストール配管内 状態確認結果 イメージ図



- ・ 芯ずれにより長手方向の断面積が減少(赤矢印)
- ・ 最小配管径(青矢印)を基準に設計しても、それよりも通過断面は狭くなり前進不可となる

芯ずれに伴う通過断面積の減少



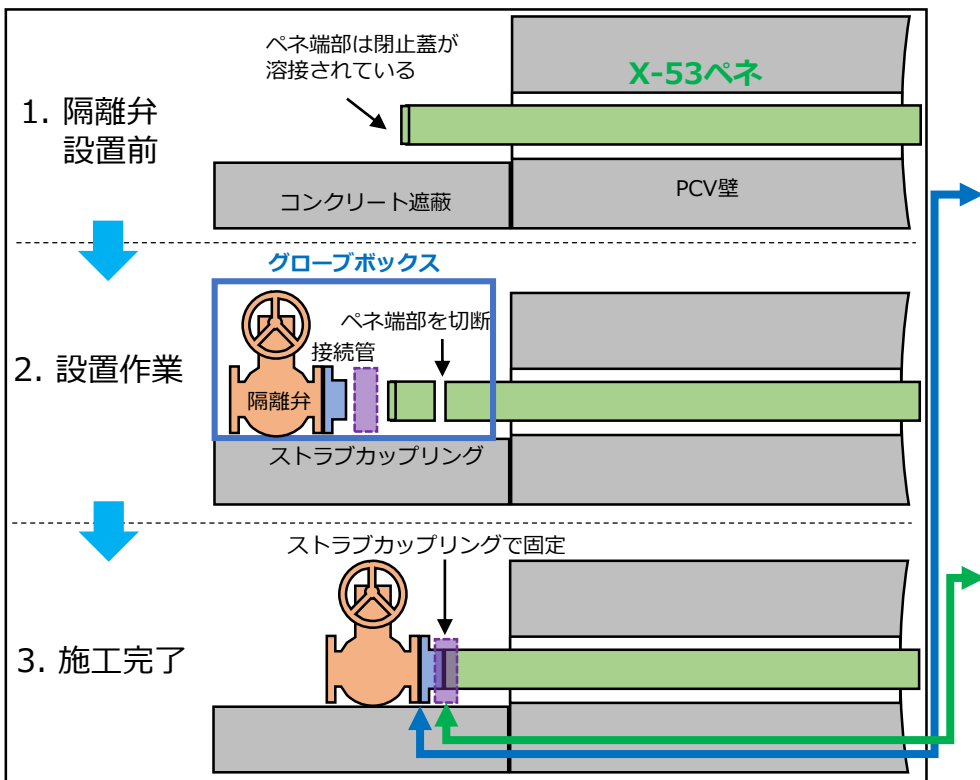
- ・ 芯ずれにより、相対的にX-53ペネ全体が下がる
- ・ 装置前方がX-53ペネに進入後、下方向に傾き、クローラが浮くことで、グリップ力が低下し、前進不可となる

芯ずれに伴うクローラのグリップ力の低下
前進不可となる状況のイメージ図(推定)

※1 : 現状においてもPCVバウンダリに影響は無い
※2 : 現段階における推定であり、上記以外の可能性も有

6. X-53ペネ隔離弁の設置経緯について

- X-53ペネは2015年のPCV内部調査の時に、3号機PCV内部へのアクセスルートとして整備し、グローブボックスを介して人の手により隔離弁を設置
- 当時のX-53ペネ周辺は、現状よりも事故の影響が残っており、現場の線量率も高かったことから、X-53ペネの切断部と隔離弁の接続管は短時間で施工可能なストラブカップリングにて固定を実施
- ストラブカップリングは、若干の芯ずれ状態でも固定可能なため、至近のPCV内部調査映像(2017年)で芯ずれによる段差の有無を確認したが、映像からは確認できなかった※1



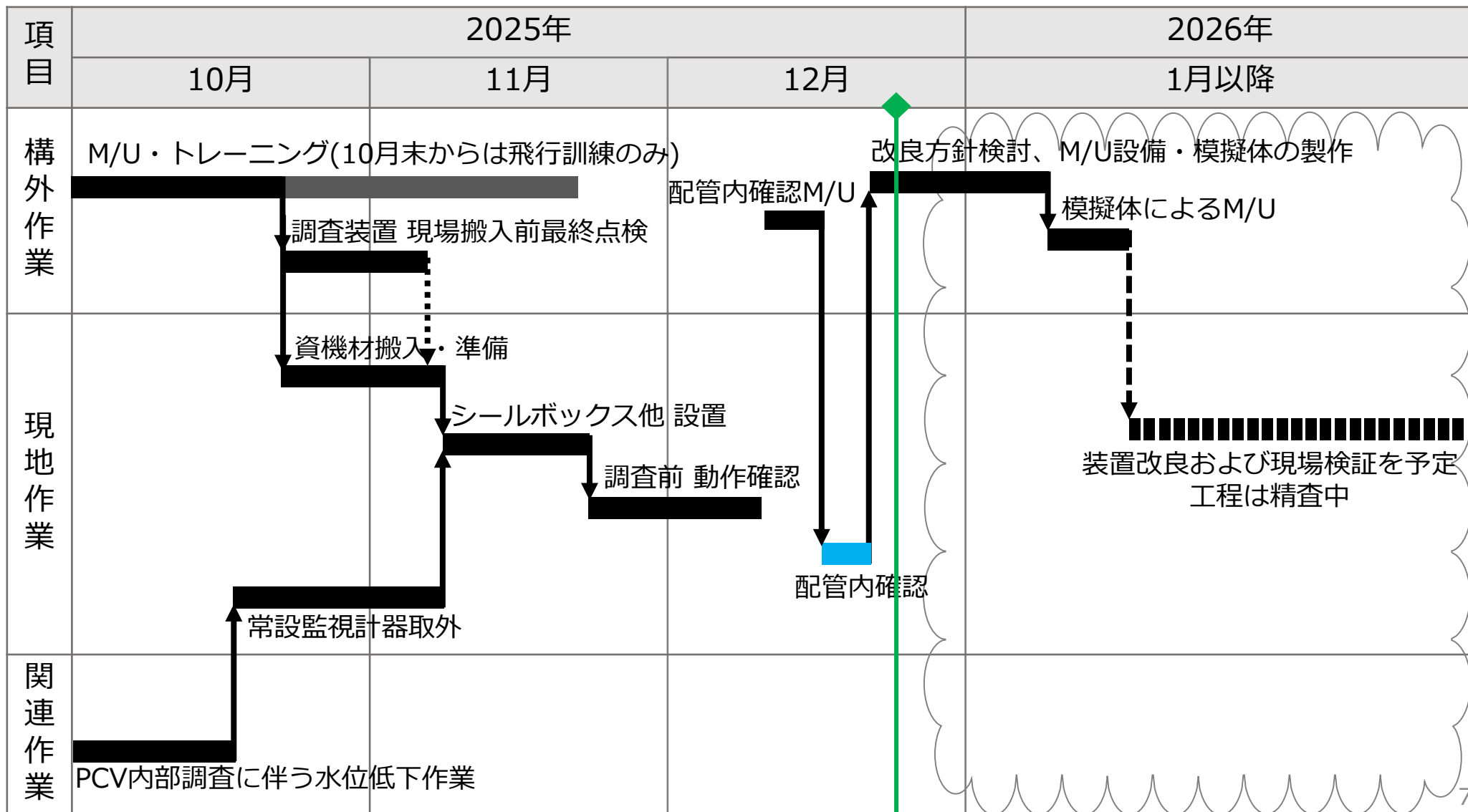
隔離弁設置作業のイメージ図(2015年)



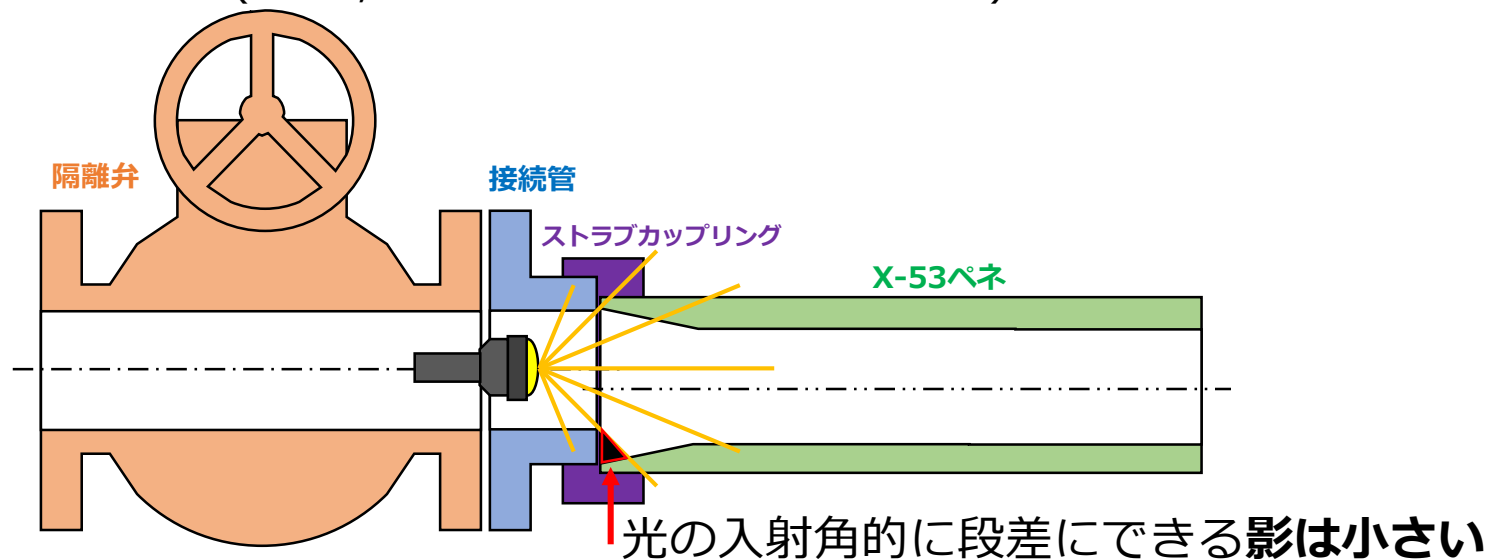
※1:過去の調査と今回の調査とでは、カメラの視点・照明の位置が異なるため、段差の映り方には差がある

7. 工程

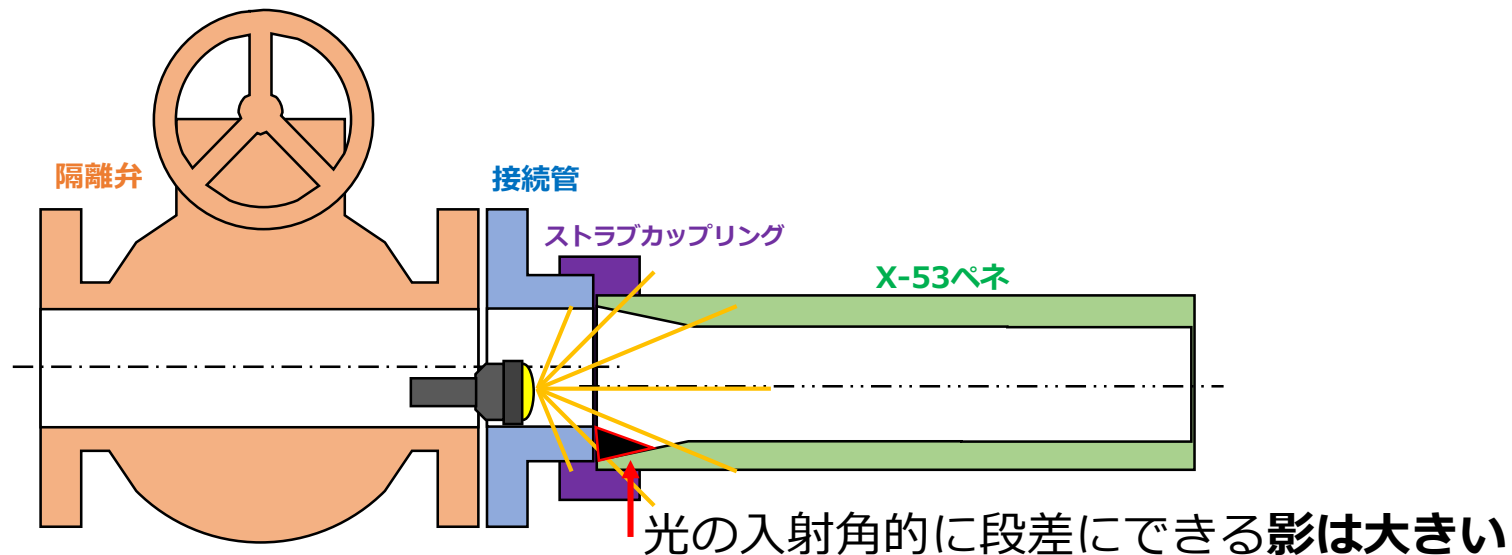
■ 模擬体によるM/Uの状況を踏まえて今後の工程を精査



- 照明が配管中心付近にある場合(2015,2017年PCV内部調査に近い状態)



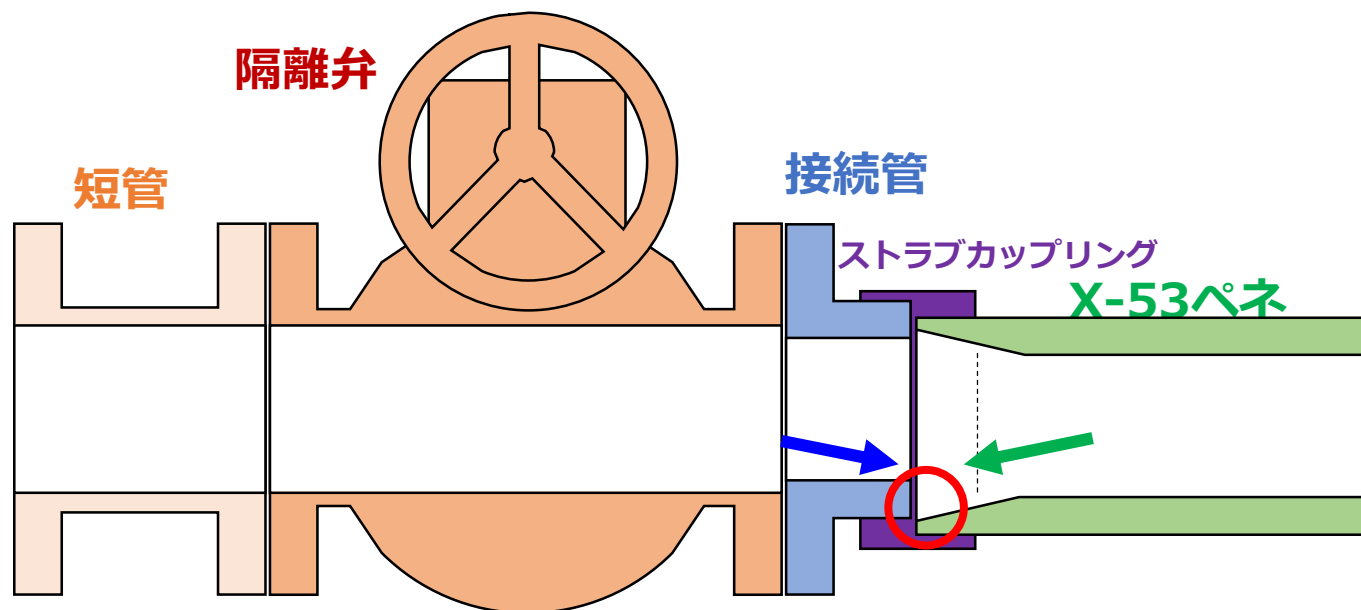
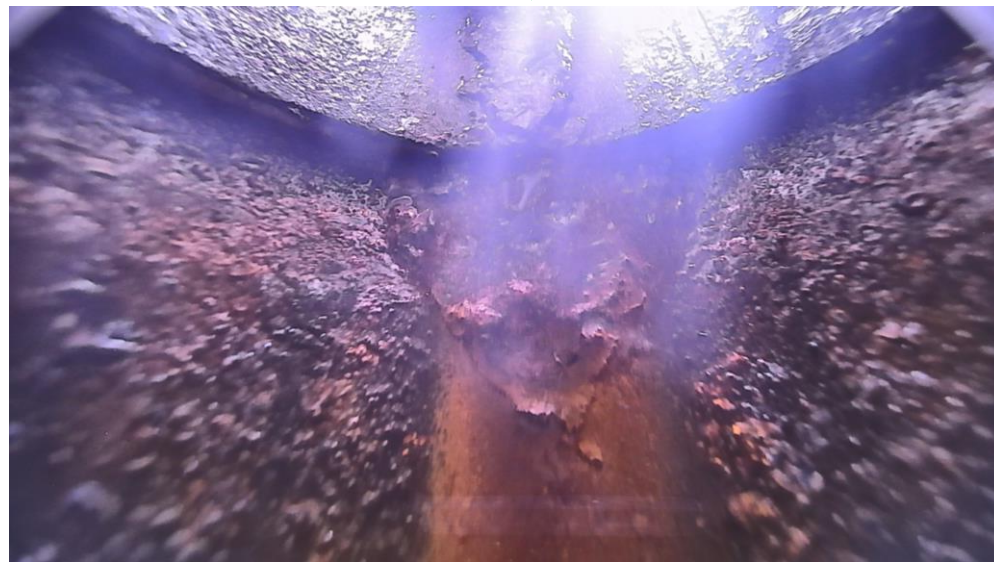
- 照明が配管下部付近にある場合(今回のPCV内部調査に近い状態)

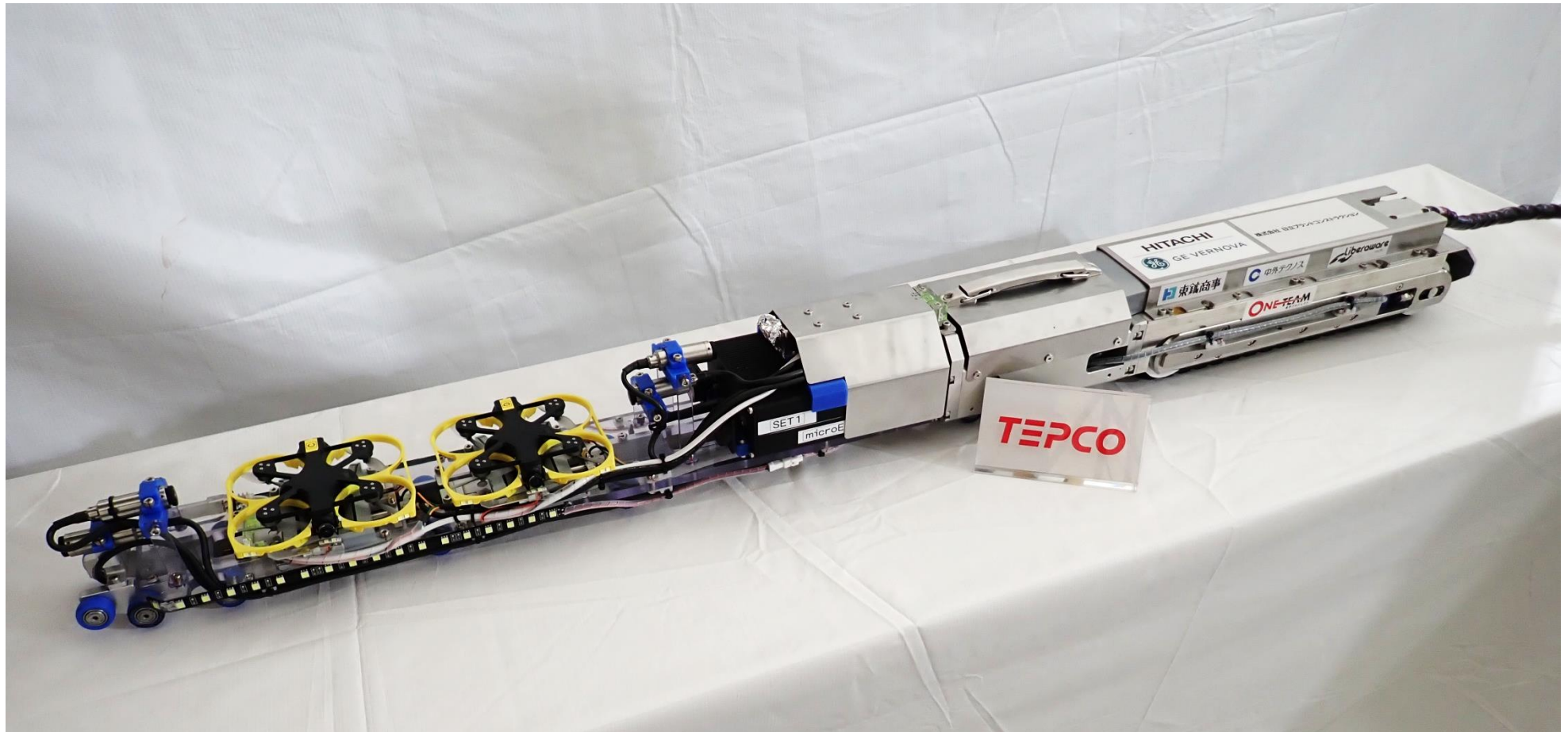


矢視： 



矢視： 

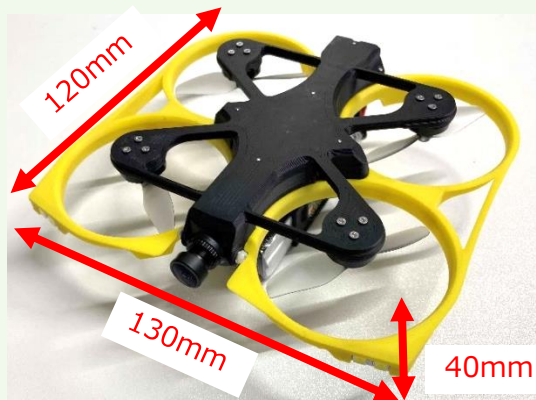




(参考) 調査装置について

- 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

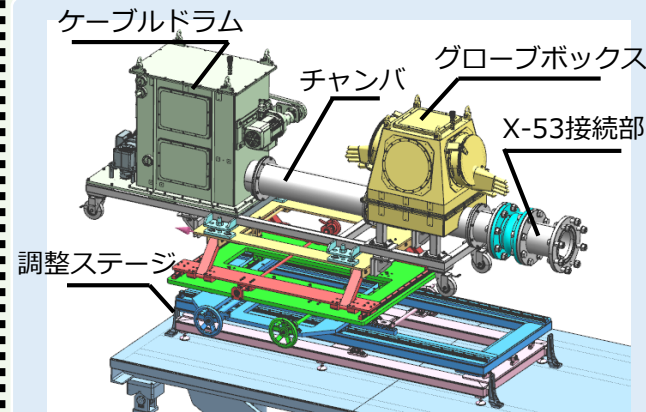
マイクロドローン



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

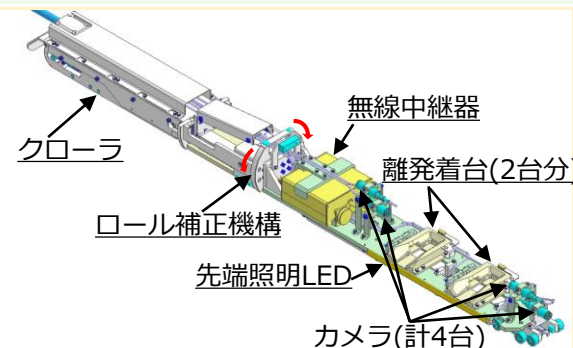


シールボックス本体イメージ

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

