

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

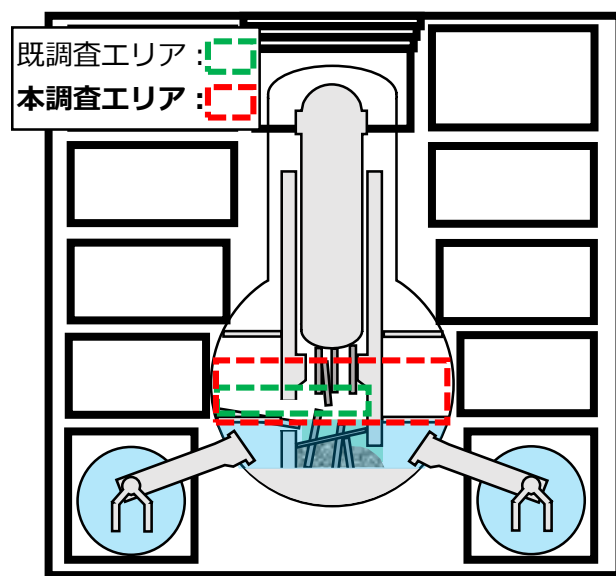
2026年2月26日



東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

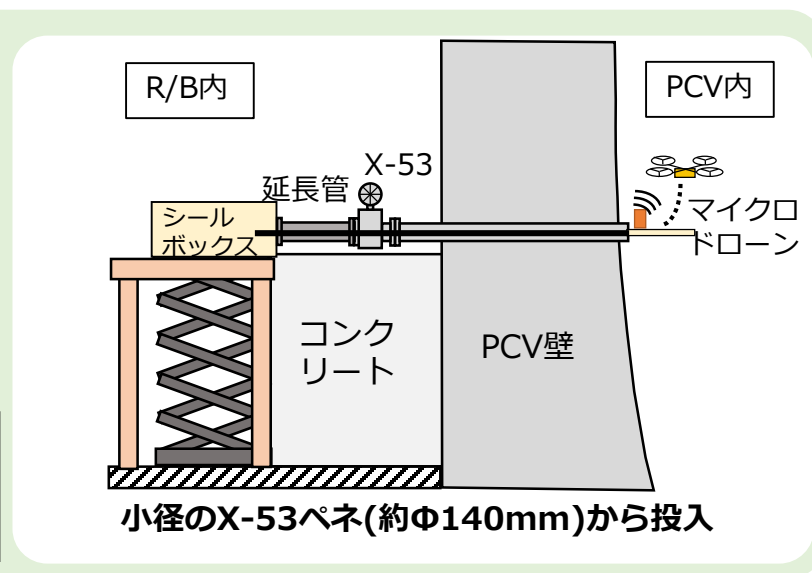
- 3号機については、2025年7月に燃料デブリ取り出しに係る設計検討について公表し、**本格的なデブリ取り出しに向けて、更なるPCV内部の情報収集が求められる**
- しかし、3号機は事故後以降、PCV水位が高い状態が続いたことから、使用可能なペネトレーション(以下ペネ)が限られており、**現状整備されているのは、小径のX-53ペネ (約Φ140mm)のみ**
- そのため、他号機で実績のある調査装置の適用は困難であり、新しく大径のアクセスルート構築が必要であるが、整備に時間を要してしまうため、現状でも実施可能な**超小型の“マイクロドローン”を活用したPCV内部調査を計画**
- 本調査では、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



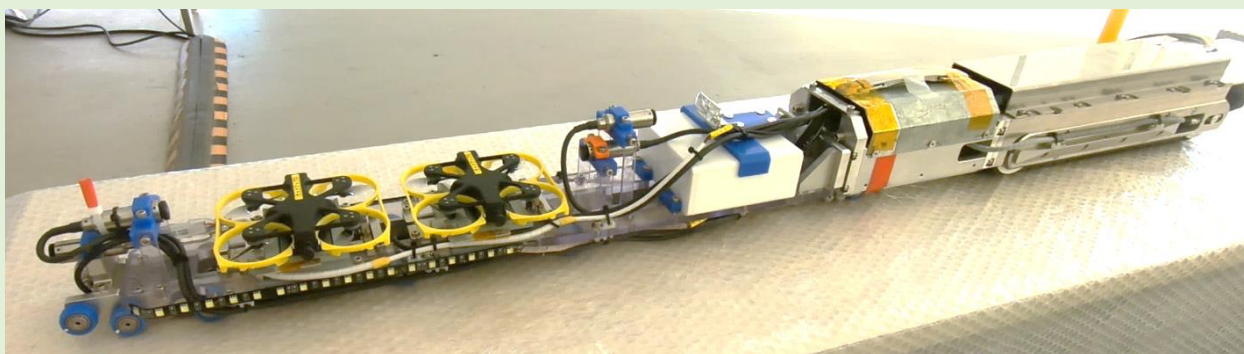
2. インストール装置走行試験について

- インストール装置前進不可事象の発生要因を確認するために、**構外のM/U設備にてインストール装置の走行試験を実施**
- 本試験では、インストール配管の状態確認(昨年12月実施)で確認された、**隔離弁接続管とX-53ペネの芯ずれを模擬した“インストール配管 模擬体”**を活用
- 上記のインストール配管 模擬体内を、**本番機と概ね同じ仕様の“インストール装置 模擬体”**で走行し、事象の再現や発生要因について検証



インストール配管 模擬体(左：アクリル製、右：3Dプリンタ製)

- ・ インストール配管の模擬体は、アクリル製と3Dプリンタ製の2種類を用意(段差・芯ずれ等を模擬可能)
- ・ アクリル製の模擬体は、配管が透明であることから、走行中のインストール装置の状態を確認可能。主に装置全体の姿勢、クローラの状態の検証に活用
- ・ 3Dプリンタ製の模擬体は、インストール配管内の点群情報を、直接3Dプリントしていることから、実際の配管内の形状(凹凸)に近い模擬が可能。主に配管内部の引っ掛かりの検証に活用



インストール装置 模擬体

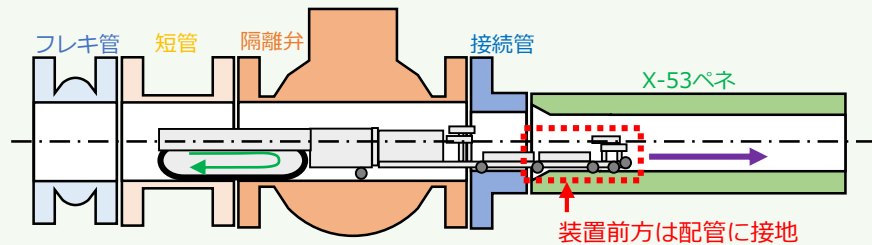
- ・ 重量、重心、形状、材質、大きさ、駆動力を模擬(走行試験に不要な、無線等の機能は無し)
- ・ 配管内で引っ掛かる可能性がある、ケーブルの取り回し・固定方法・固定箇所についても模擬
- ・ 装置前方のカメラは、本番機と同じ画角で映るため、前進不可事象時の映像と、見え方を比較可能

3. インストール装置前進不可事象の発生メカニズム

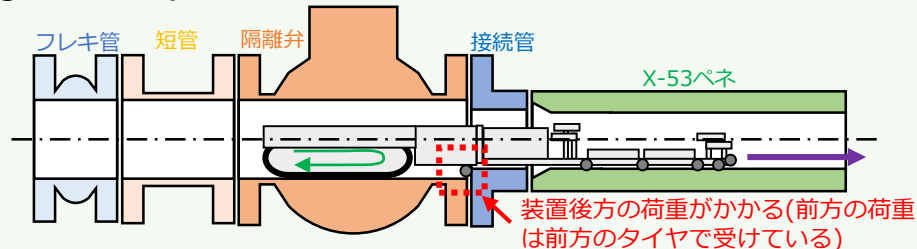
- インストール装置走行試験の結果、“接続管とX-53ペネに芯ずれが有る場合に、装置中部のタイヤと、隔離弁と接続管の段差で、引っ掛かりが発生”することが判明
- 隔離弁と接続管との段差は、内径の差によって生じている段差であり、接続管とX-53ペネに芯ずれが無い状態では通過できることを確認していた
- しかし、実際のインストール配管のように、接続管とX-53ペネに芯ずれが有る場合は、X-53ペネにインストール装置前方が差し掛かると、装置前方が片持ち状態となり、装置中部のタイヤに荷重が集中してしまい、当該段差を乗り越えられず、引っ掛かっていたものと推測

接続管とX-53ペネに芯ずれが無い場合

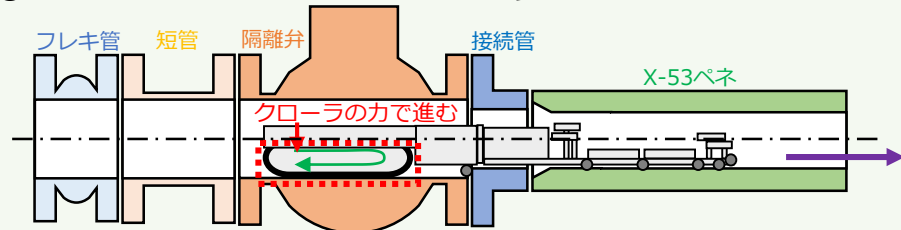
- ① : X-53ペネに装置前方が差し掛かる



- ② : 装置中部のタイヤが当該の段差に当たる

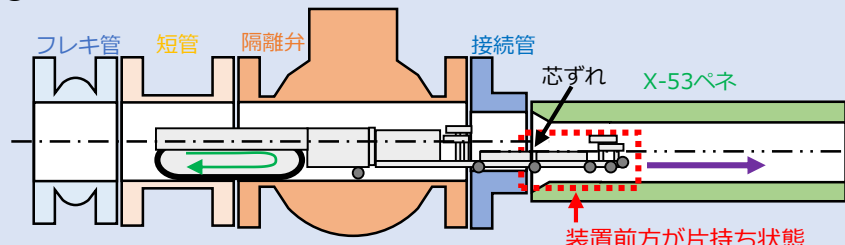


- ③ : クローラに押されて、段差を乗り越える

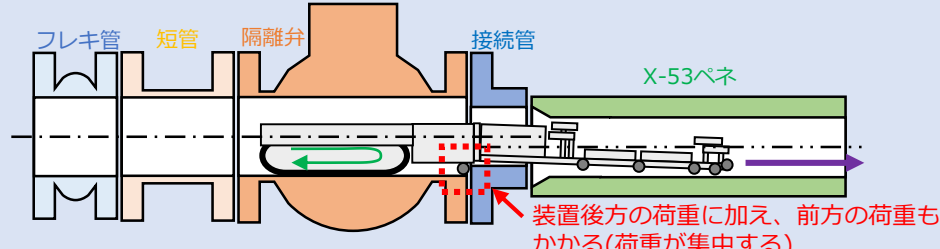


接続管とX-53ペネに芯ずれが有る場合

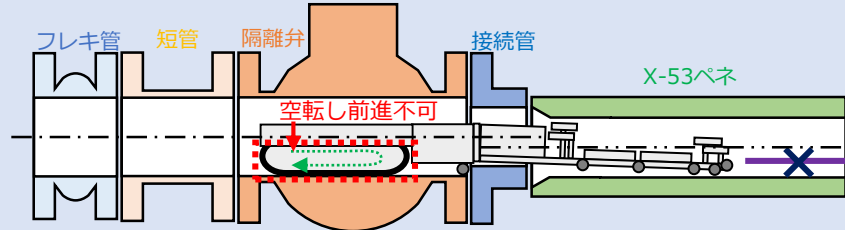
- ① : X-53ペネに装置前方が差し掛かる



- ② : 装置中部のタイヤが当該の段差に当たる



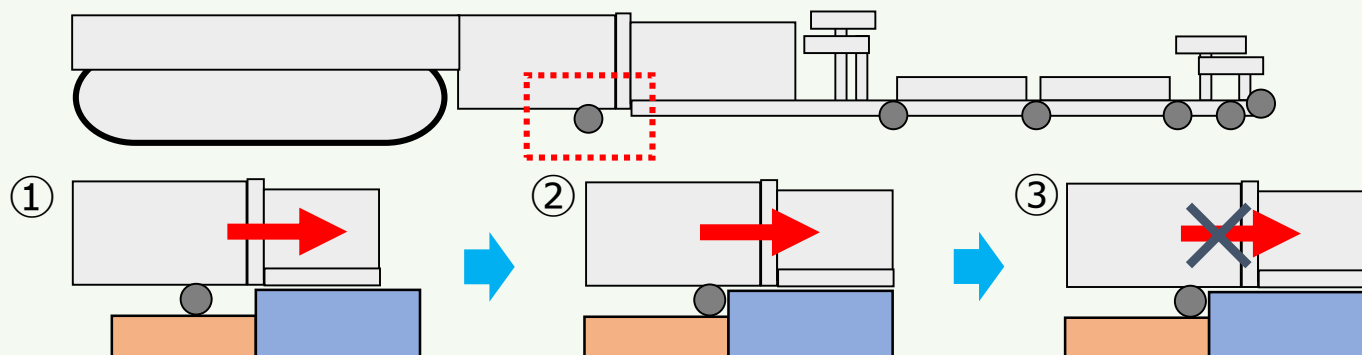
- ③ : 段差の引っ掛かり抵抗が大きく、クローラが空転する



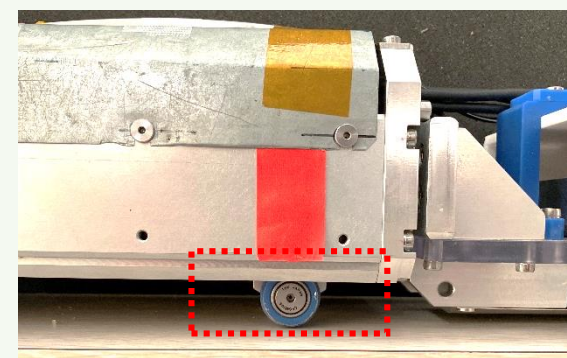
4. 対策について

- 隔離弁と接続管の段差での引っ掛かりを緩和するために、装置中部のタイヤの改良を実施
- 5つのタイヤをアーチ状に配置し、段差をなだらかに乗り越えることで、段差通過時の影響を緩和
- 上記の対策に加え、グローブボックスから押し棒でインストールの補助を実施する手順の追加(クローラが自走できない場合)と、グリップ力を向上するためにクローラの接地面の改良を実施
- 本対策については、模擬体での走行試験を経て、実際のインストール配管で有効性を検証し、前進不可事象の解消および前進・後進共に問題なく走行可能であることを確認

【改良前】装置中部のタイヤは1輪(左右で計2輪)

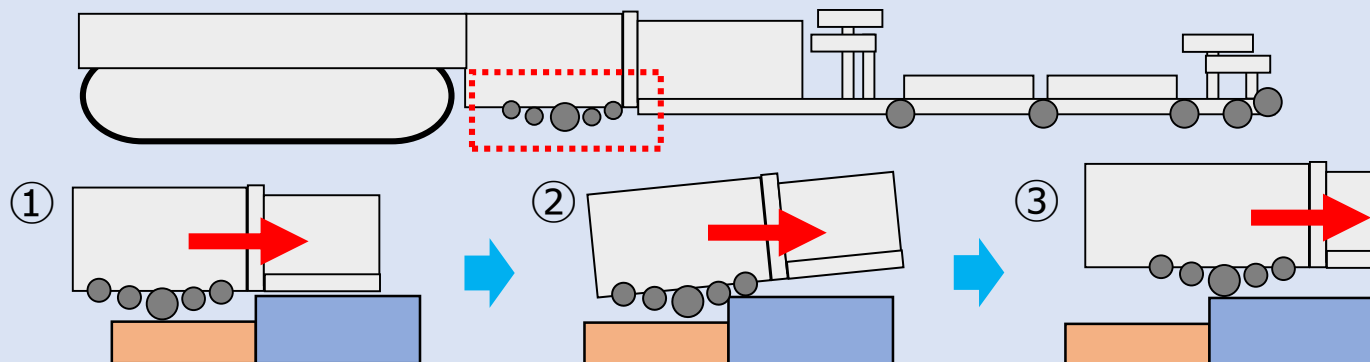


段差を1つのタイヤで乗り越えるため、引っ掛かりの影響を受けやすい

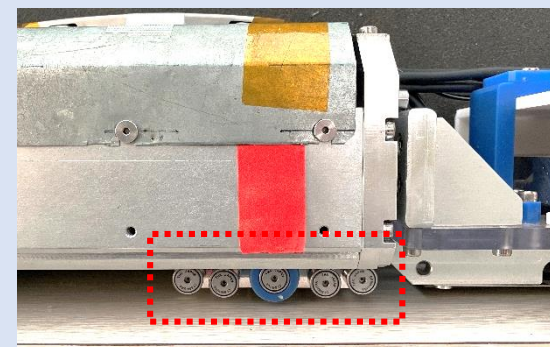


改良前の装置中部のタイヤ
※模擬体の写真

【改良後】装置中部のタイヤを5輪に変更し、アーチ状に配置(左右で計10輪)



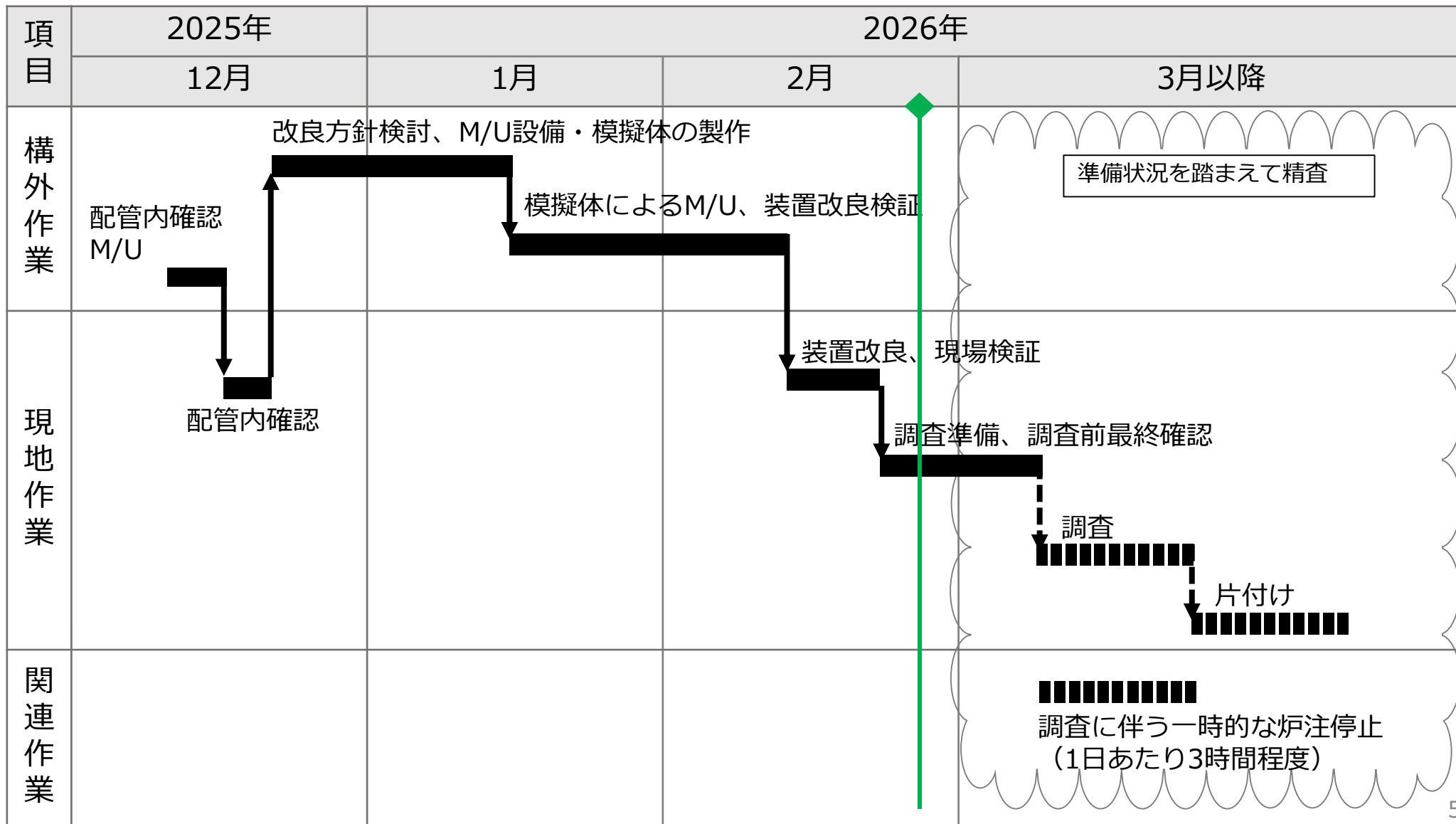
段差を複数のタイヤで段階的に乗り越えることで、引っ掛かりを緩和



改良後の装置中部のタイヤ
※模擬体の写真

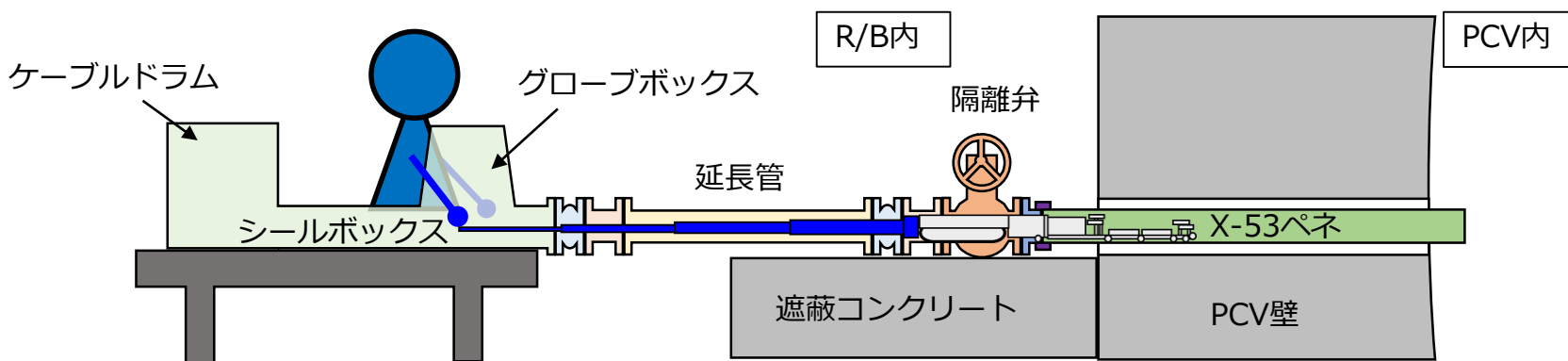
5. 工程について

- 調査準備および調査前最終確認が完了次第、調査を開始する予定



■ 押し棒によるインストールの補助

- クローラが自力で走行できない場合については、グローブボックス内に格納した押し棒により、装置の後押し、姿勢の変更を実施する(人手による作業)
- なお、後進については、ケーブルドラムでの引っ張りにより、走行の補助が可能



押し棒による手動インストール補助 イメージ

■ クローラの接地面の改良

- 引っ掛かり時においても空転せず、グリップ力を維持するために、クローラの接地面にグリップ力の高い部材を装着



改良前のクローラ

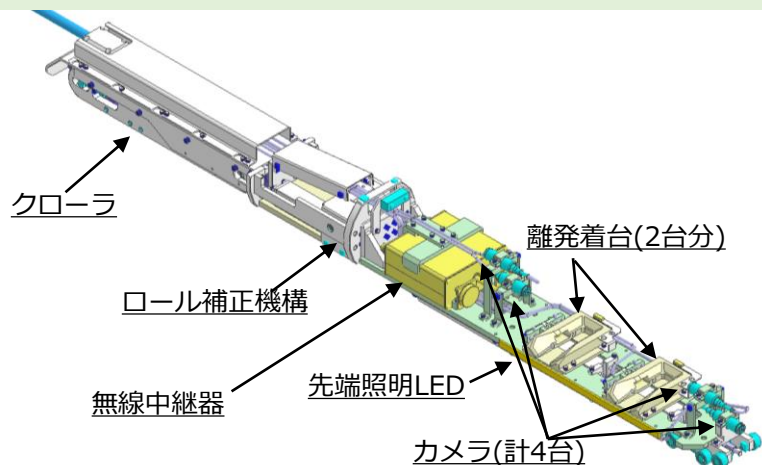


改良後のクローラ

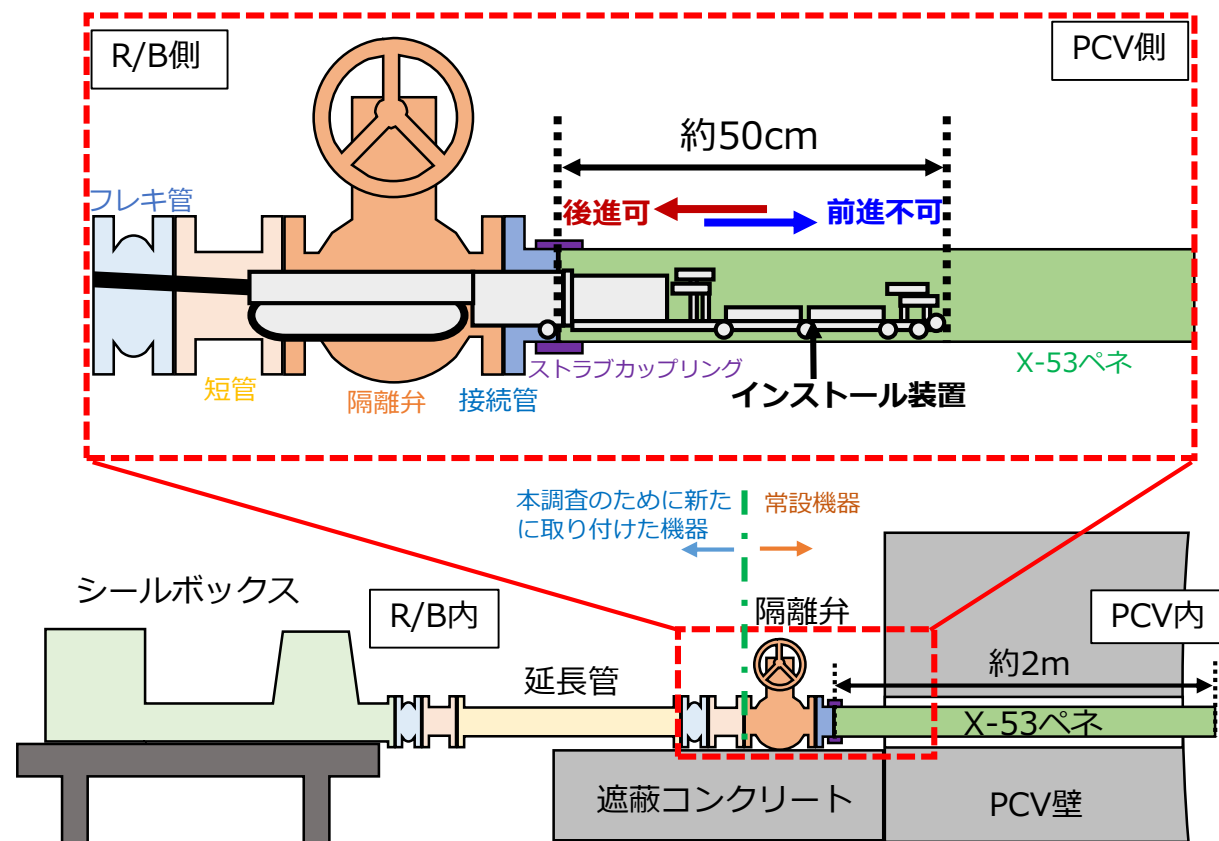
(参考) インストール装置の前進不可事象について

- 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



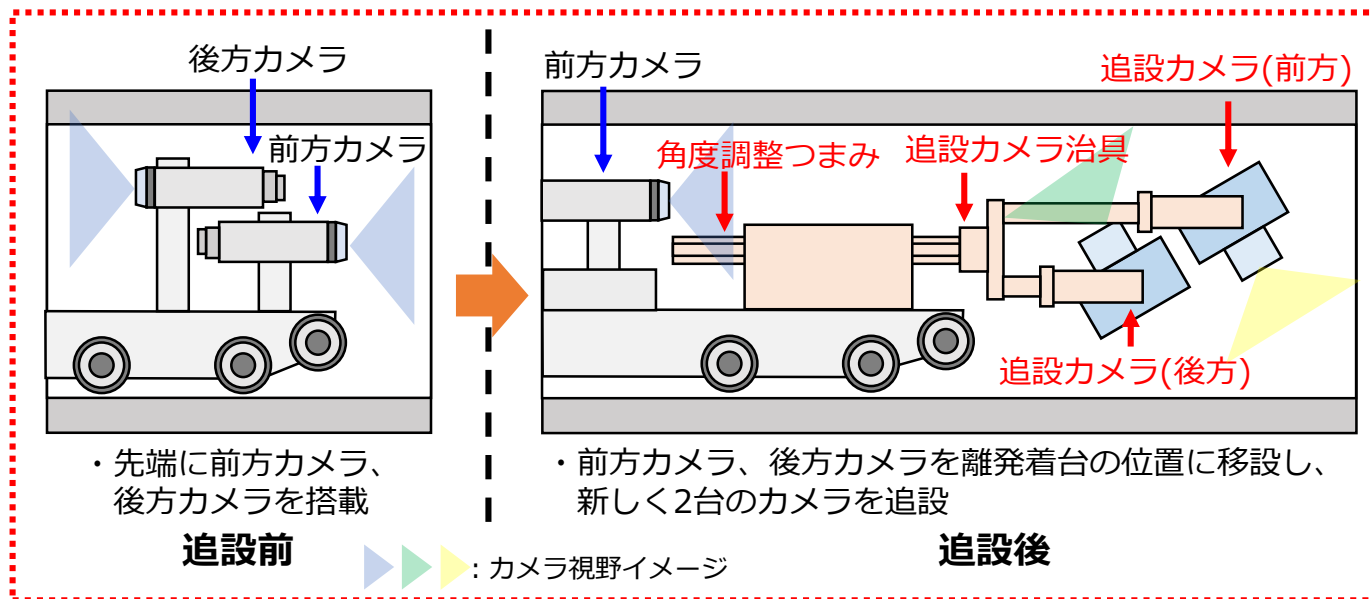
- ・ 先端の離発着台に2機のドローンを搭載可能
- ・ 後部のクローラが駆動し、装置が前後移動
- ・ シールボックスからPCV内まで、ドローンを運搬
- ・ 寸法：約1.3m×Φ130mm
- ・ 重量：約20kg



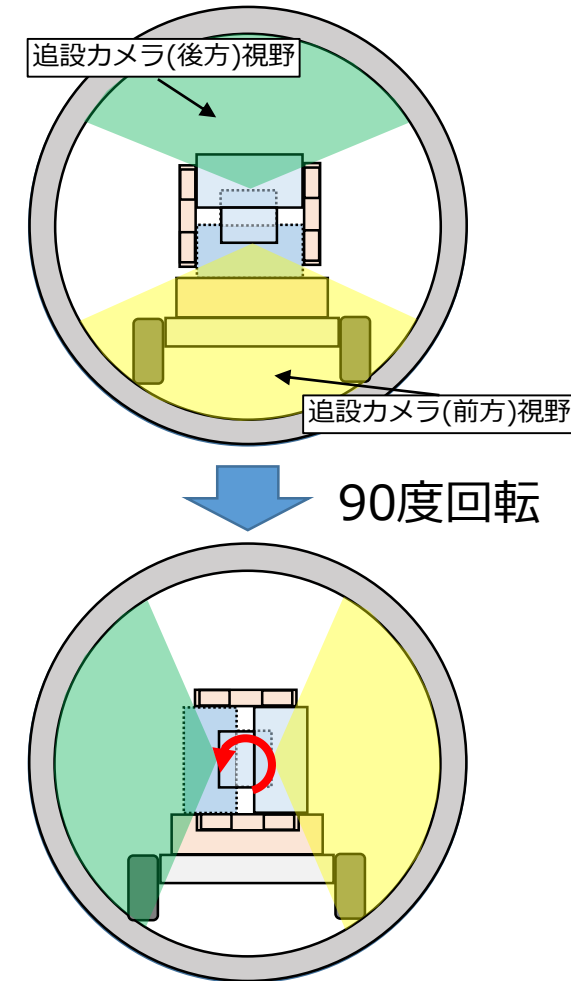
インストール装置 前進不可事象 イメージ図

(参考) 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**



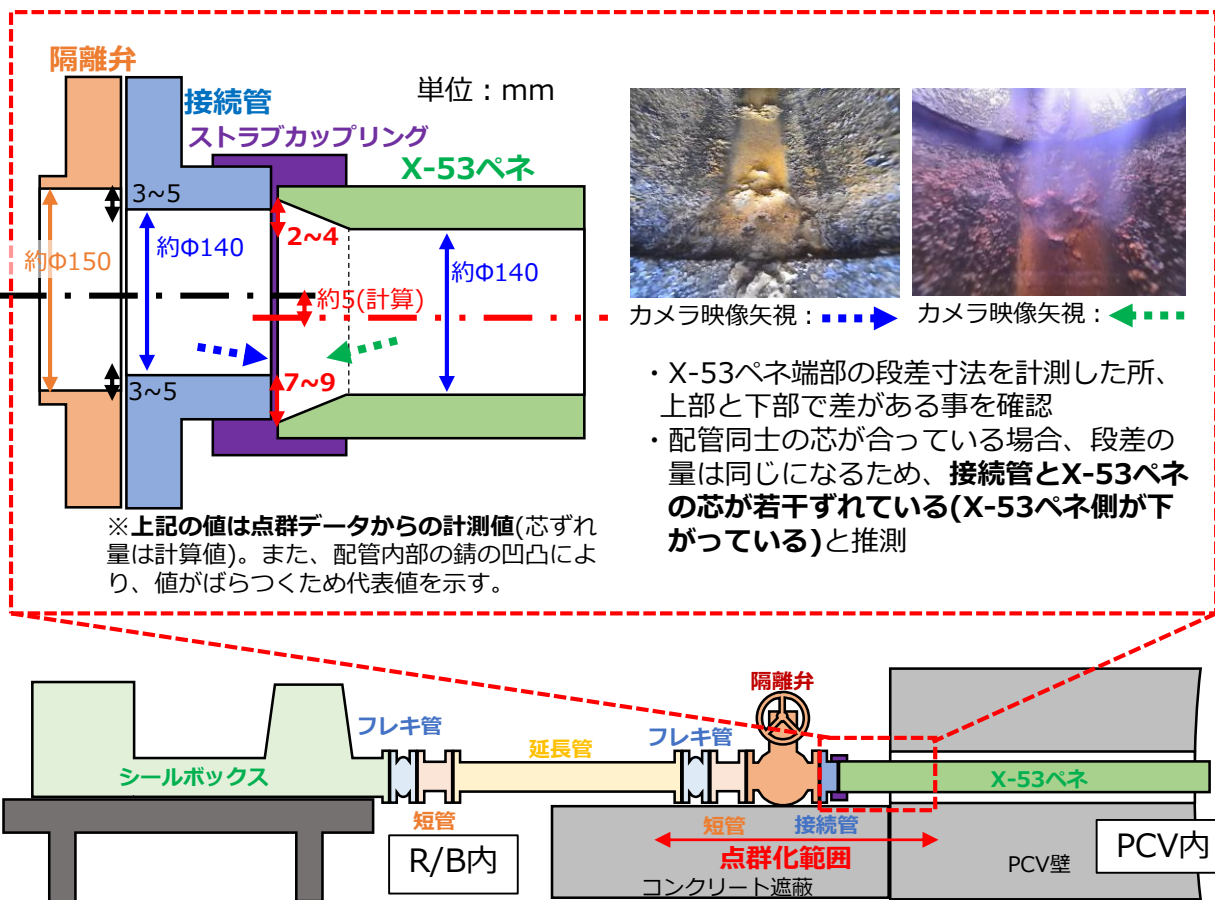
インストール装置 イメージ図(側面)



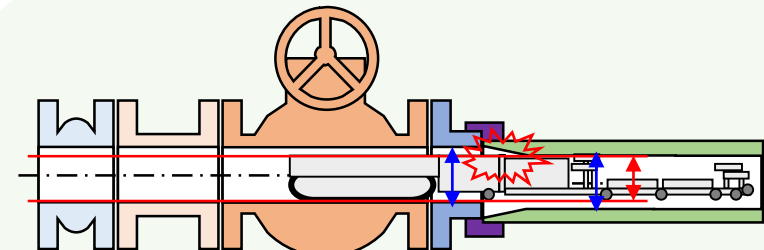
追設カメラの回転イメージ(正面)

(参考) 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

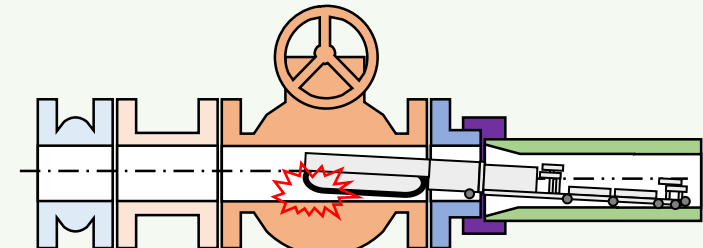


インストール配管内 状態確認結果 イメージ図



- ・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)

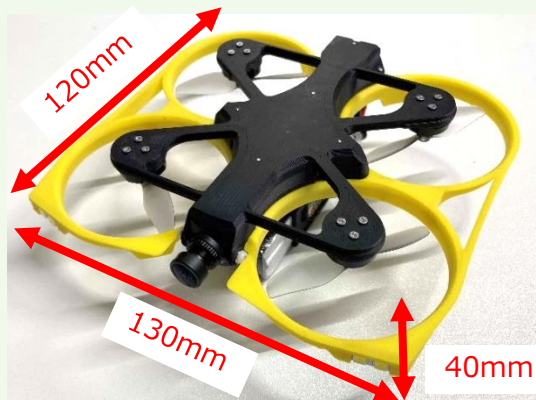
※1 : 現状においてもPCVバウンダリに影響は無い

※2 : 現段階における推定であり、上記以外の可能性も有

(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

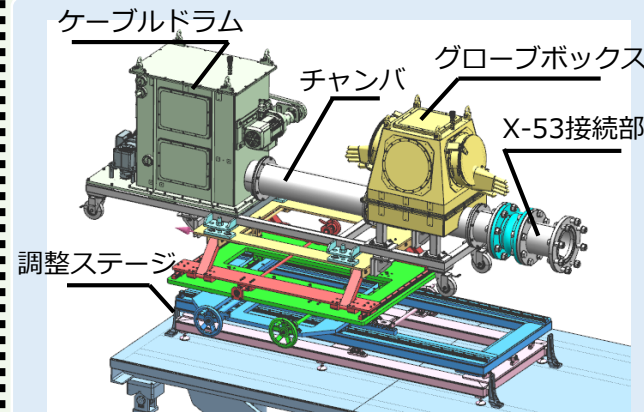
マイクロドローン



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

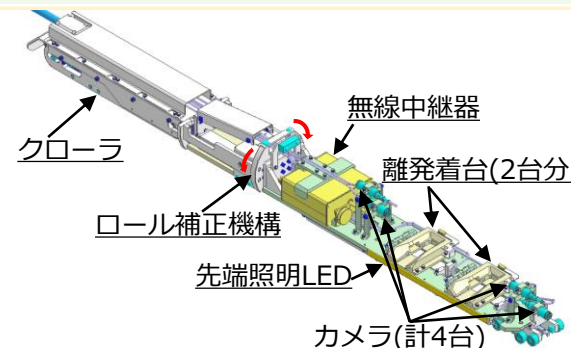


シールボックス本体イメージ

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

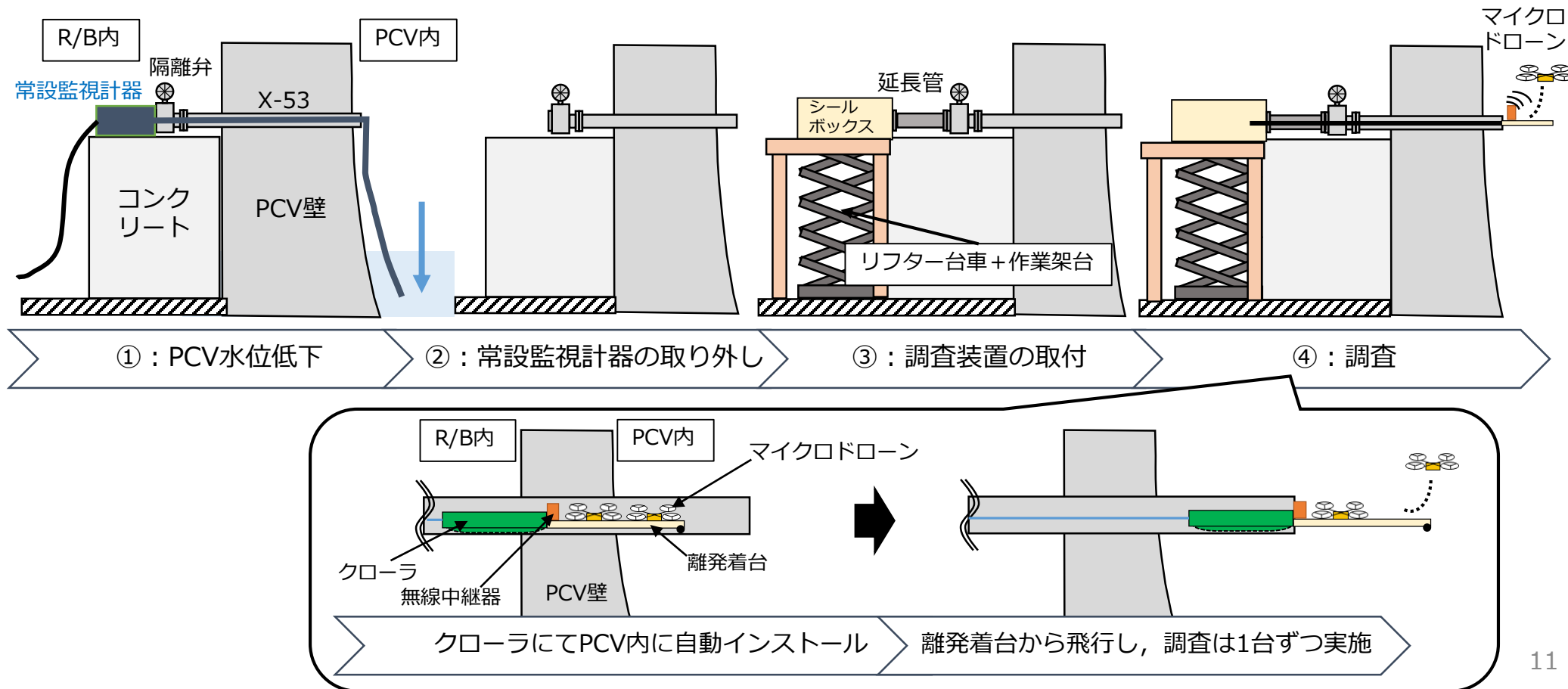
クローラによる自動インストールで作業時の被ばくを低減

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



(参考) インストール装置外観



※2025年 M/U時の状態