

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定			1月		2月				3月			4月		5月	備考
			22	29	5	12	19	26	5	12	19	T	上	中	下	第1週		
建屋内除染	共通	(実績) (予定)	検討・設計															
	1号	(実績) (予定) ○【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討 DHC設備・AC配管線量低減検討														
	2号	(実績) (予定) ○【検討】R/B1階 線量低減検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階 線量低減検討														
	3号	(実績) (予定) ○【検討】R/B1階 線量低減検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階 線量低減検討														
格納容器調査・補修	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続) ○【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) ○【研究開発】補修工法の実機適用に向けた環境改善の検討(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続) ○【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) ○【研究開発】補修工法の実機適用に向けた環境改善の検討(継続)	検討・設計	【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定 止水箇所に対する想定漏えい要因等の整理 【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発 [S/C脚部の補修技術開発] 耐震性の検討・長期健全性の評価 [ベント管理設による止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定 [S/C内充填による止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定 [真空破壊ライン・接続配管の止水技術開発] 真空破壊ライン用ガイドパイプ・止水プラグの改良 [トラス室壁面貫通部の止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定 [接続配管ベローズ・機器ハッチシール部の止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定 [D/Wシールの補修技術開発] 補修装置の概念設計および止水材の要素試験計画策定 【研究開発】補修工法の実機適用に向けた環境改善の検討 補修工法の作業ステップの整理および干渉物・作業可能な線量等の検討														
	1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業															
	2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業															
	3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業															
	燃料デブリの取出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続)	検討・設計	【研究開発】PCV内部調査技術の開発 PCVベデスタル内(CRD下部、プラットフォーム上、ベデスタル地下階)調査技術の開発 PCVベデスタル外(ベデスタル地下階、作業員アクセスロ)調査技術の開発 【研究開発】RPV内部調査技術の開発 穴あけ技術・調査技術の開発 サンプリング技術の開発													
		1号	(実績)格納容器内部調査(継続) (予定)格納容器内部調査(継続)	検討・設計	PCV内部調査 習熟訓練 B2調査準備・調査 最新工程反映													
		2号	(実績)格納容器内部調査 (予定)なし	検討・設計	PCV内部調査 A2調査準備・調査 実績反映													
		3号	(実績)格納容器内部調査(継続) (予定)格納容器内部調査(継続)	検討・設計	PCV内部調査 装置製作													

X-6ベネ穴あけ完了時間
2016/12/24 6:22
ベネ内事前調査
2017/1/26
ベデスタル内事前調査
2017/1/30
堆積物除去実施
2017/2/9
自走式調査装置による調査
2017/2/16

2号機原子炉格納容器内部調査について

2017年2月23日

IRID **TEPCO**

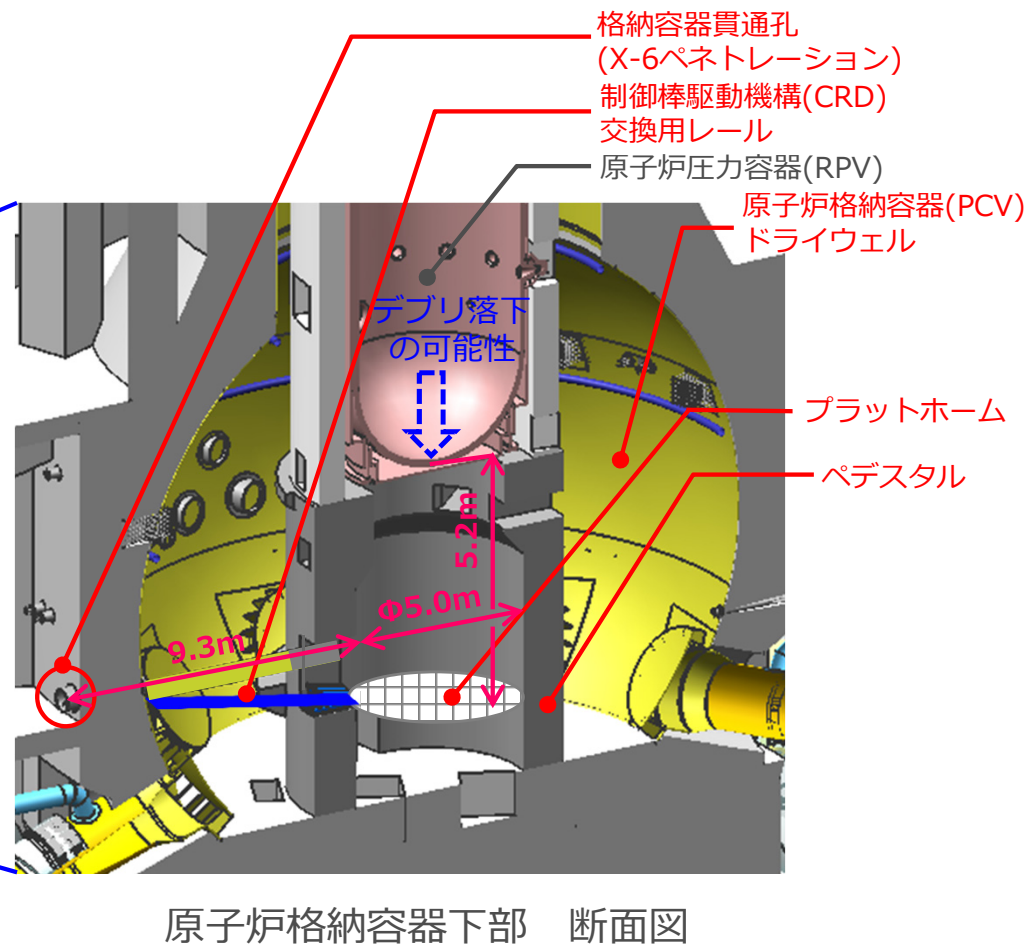
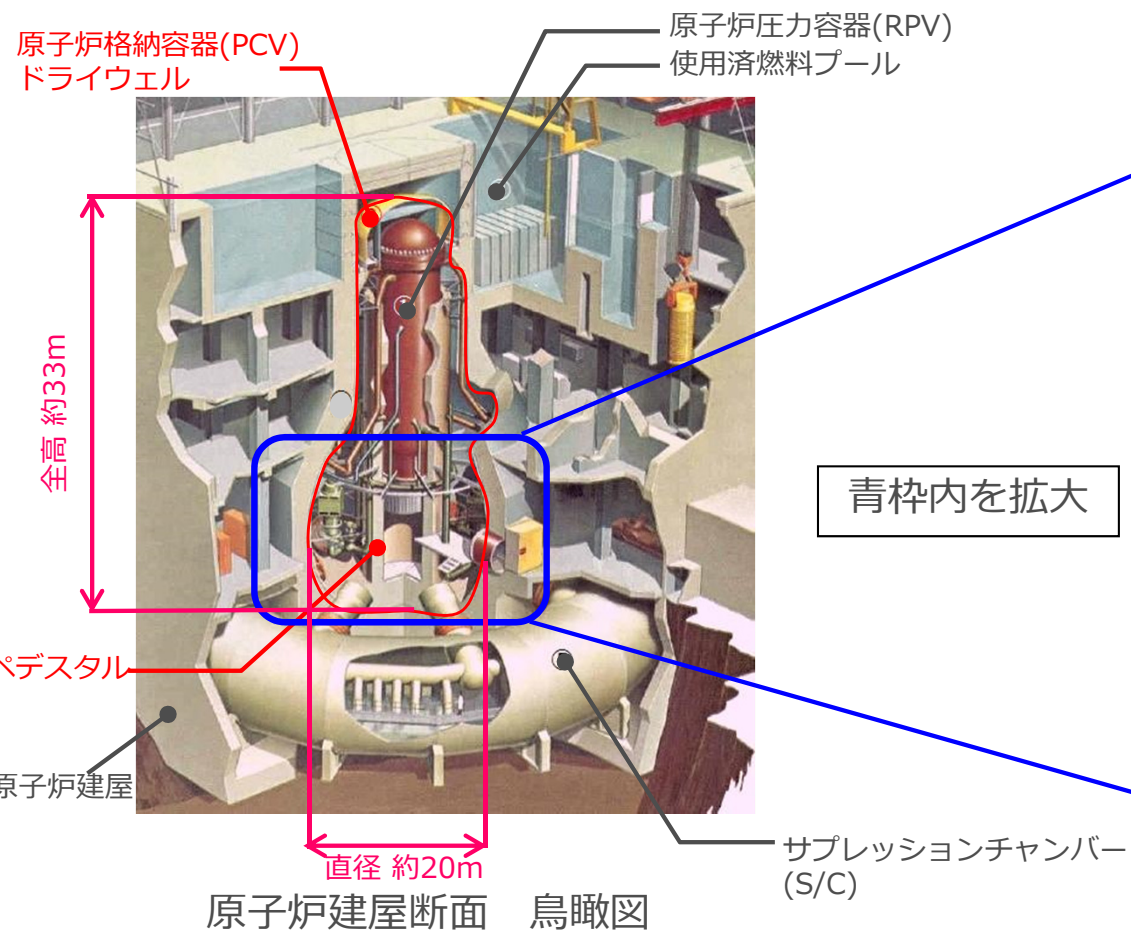
東京電力ホールディングス株式会社

1. 2号機原子炉格納容器(PCV)の状況について

- 2011年3月11日の震災の影響により、原子炉圧力容器(RPV)内の核燃料が気中に露出し、溶融した。
- 事故進展解析の結果、溶融した核燃料の一部がペDESTAL内に落下している可能性があることが判明している。



- 燃料デブリを取出すためには、原子炉格納容器内(PCV)の調査を実施し、デブリ及び周辺構造物の状況を把握することが必要。

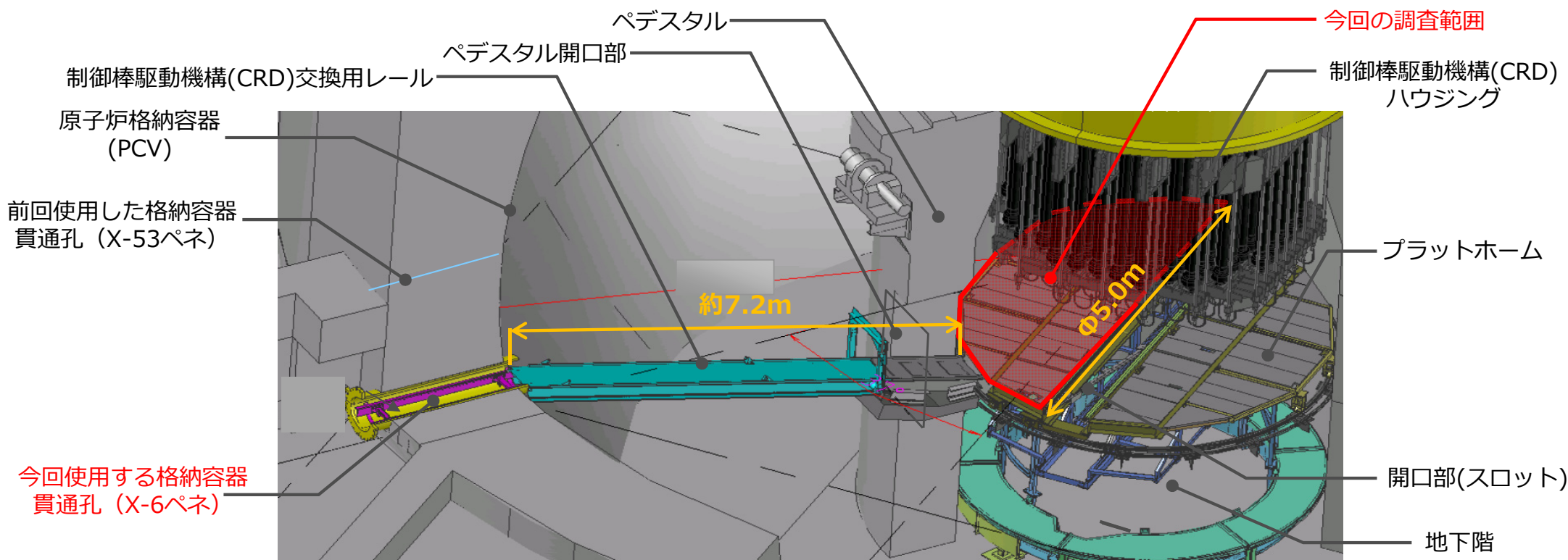


2. 原子炉格納容器(PCV)内部調査の概要について

【調査目的】 : ①ペDESTAL内次回調査装置への設計・開発フィードバック情報(プラットフォームの変形有無等)を取得する。

②ペDESTAL内プラットフォーム上及び制御棒駆動機構(CRD)ハウジングへのデブリ落下状況, 及びペDESTAL内構造物の状況を確認する。

【調査部位】 : ペDESTAL内プラットフォーム上から下記部位の調査を実施
(プラットフォーム、制御棒駆動機構等)



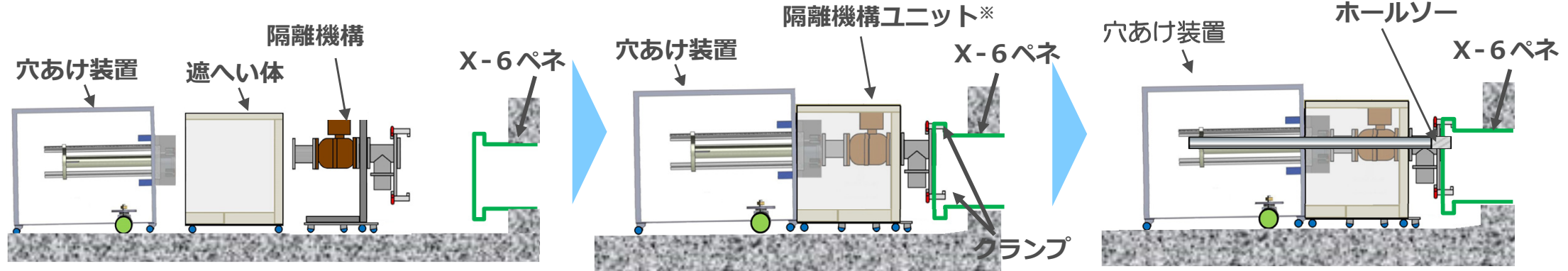
ペDESTAL内調査範囲

3. PCV内部調査にむけた作業ステップ

ステップ1. 装置の搬入

ステップ2. 装置の設置

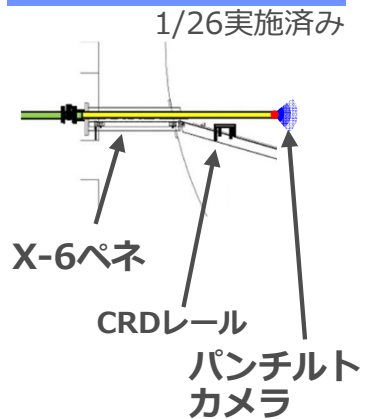
ステップ3. 穴あけ



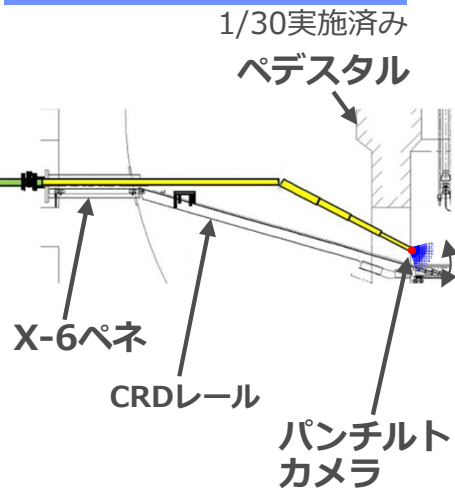
今回の報告範囲

※隔離機構と遮へい体を組合せたもの

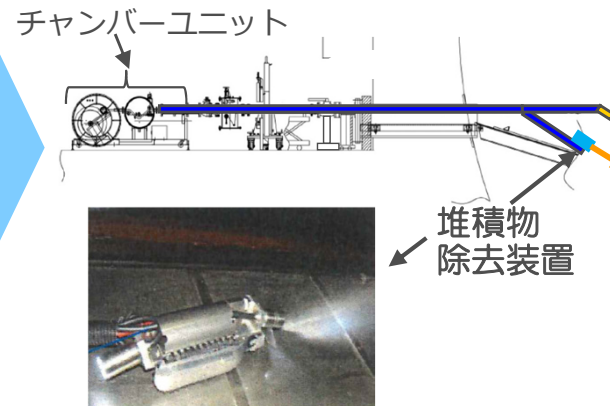
ステップ4. 事前確認用ガイドパイプによるX-6ペネ内、CRDレール事前調査



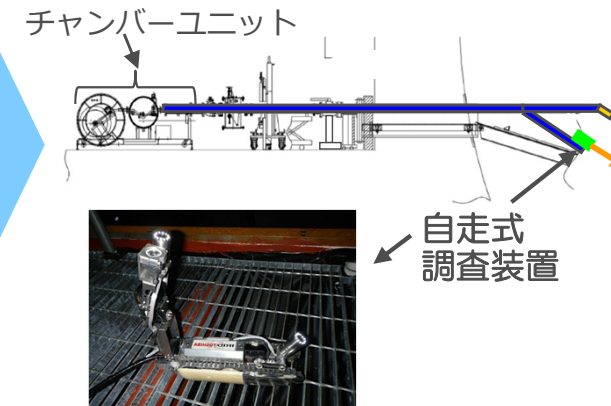
ステップ5. ガイドパイプによるペDESTAL内事前調査



ステップ6. 堆積物除去装置の投入

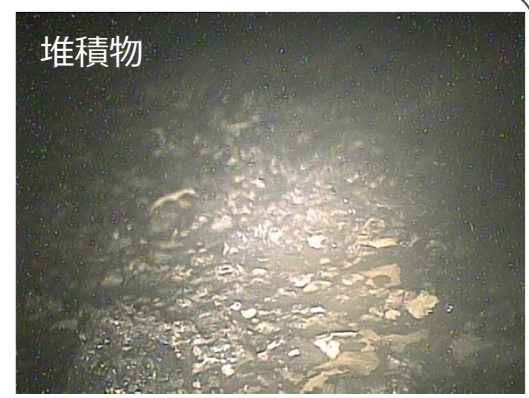
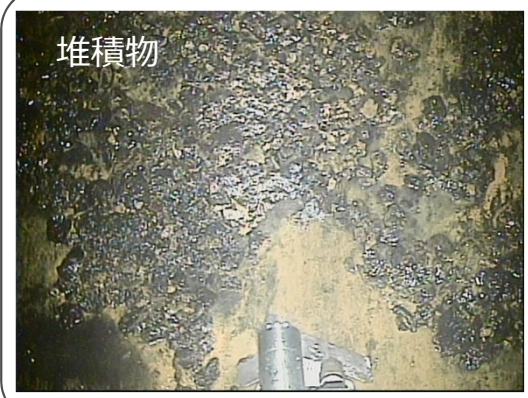
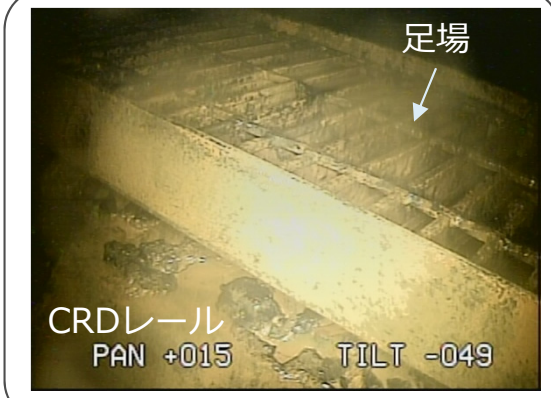
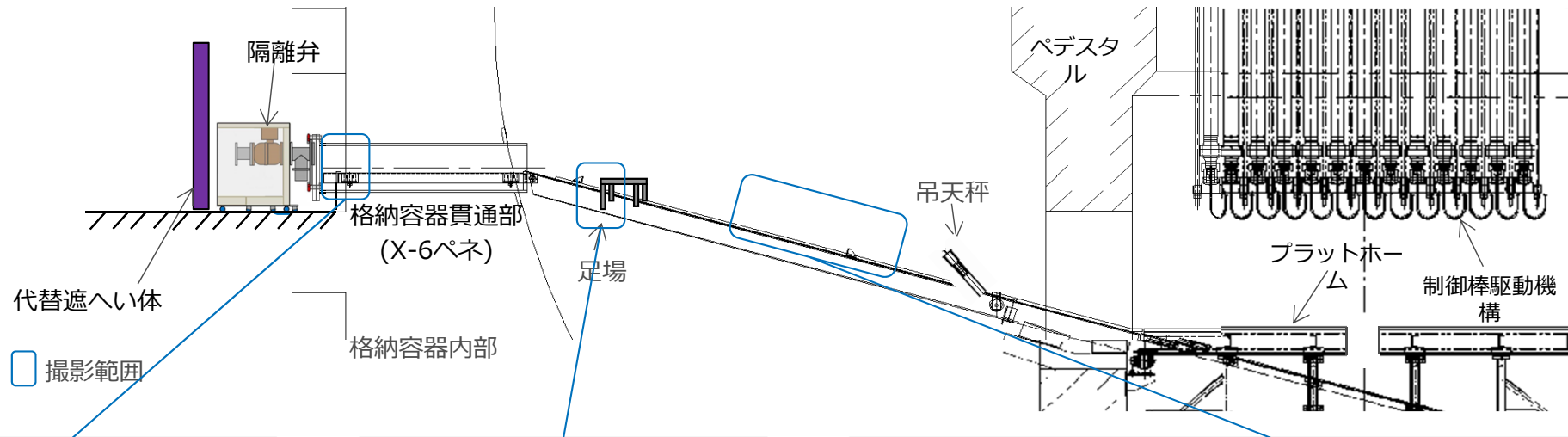


ステップ7. 自走式調査装置による内部調査



4-1. 調査結果 (X-6ペネ～CRDレール)

PCV断面図

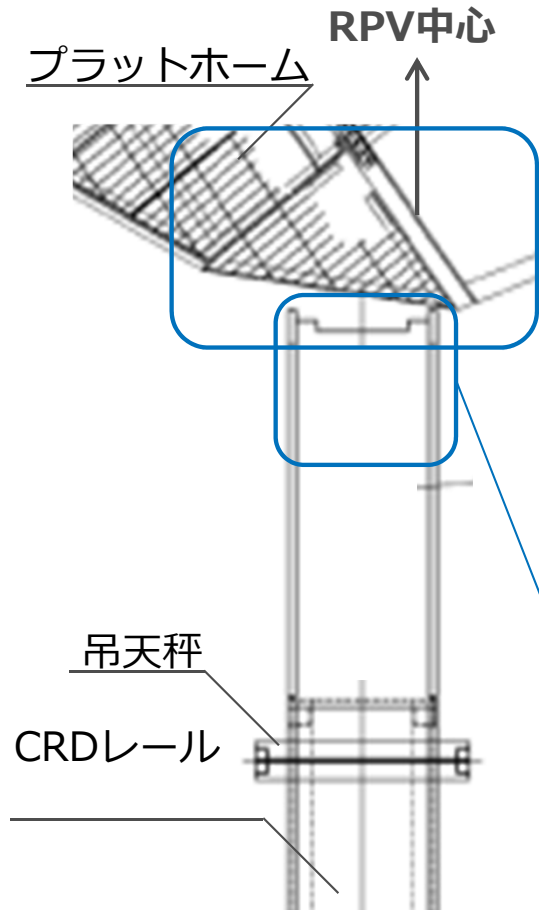


- X-6ペネ内に想定通りCRD交換機のケーブルがあることを確認
- ケーブル被覆 (クロロプレンゴム) が消失していることから熱分解温度を考慮すると300℃を超えたと想定される

- CRDレール上の堆積物は、黒いペースト状のものと、薄い破片状の物体や小石状の物体が混ざり合っていることを確認
- 確認できた範囲で、CRDレール上部の堆積物は柔らかいが、下部の堆積物は固着している

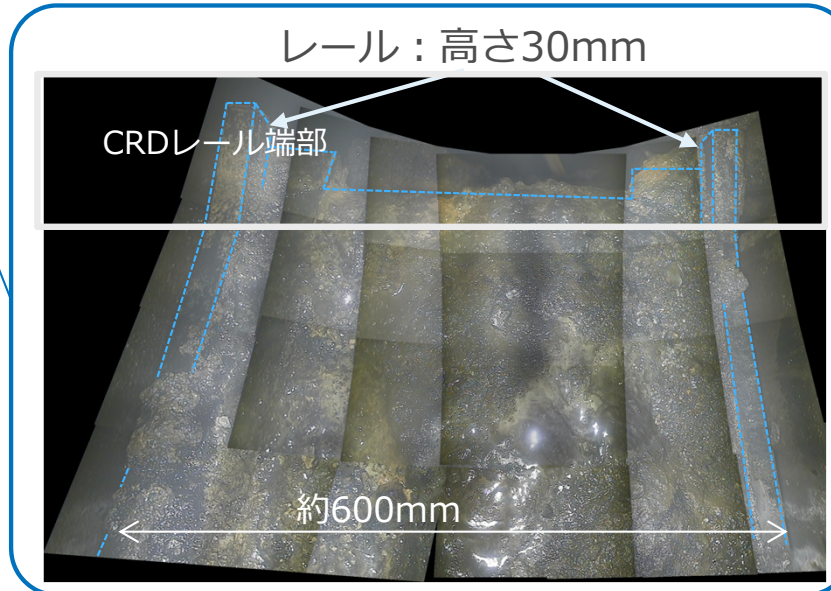
4-2. 調査結果 (ペDESTアル入口部付近)

PCV平面図



- CRDレーンとプラットホームの間に想定通り隙間 (約150~40mm) を確認
- プラットホーム内にも堆積物を確認

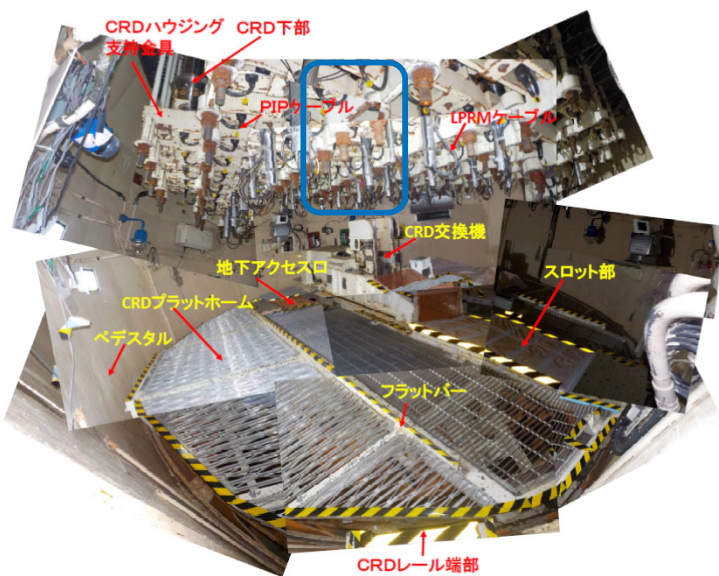
下図と同一部位



上図と同一部位

- CRDレーン端部全面に堆積物を確認
- 堆積物の一部はCRDレーンの縁を乗り越えていることを確認

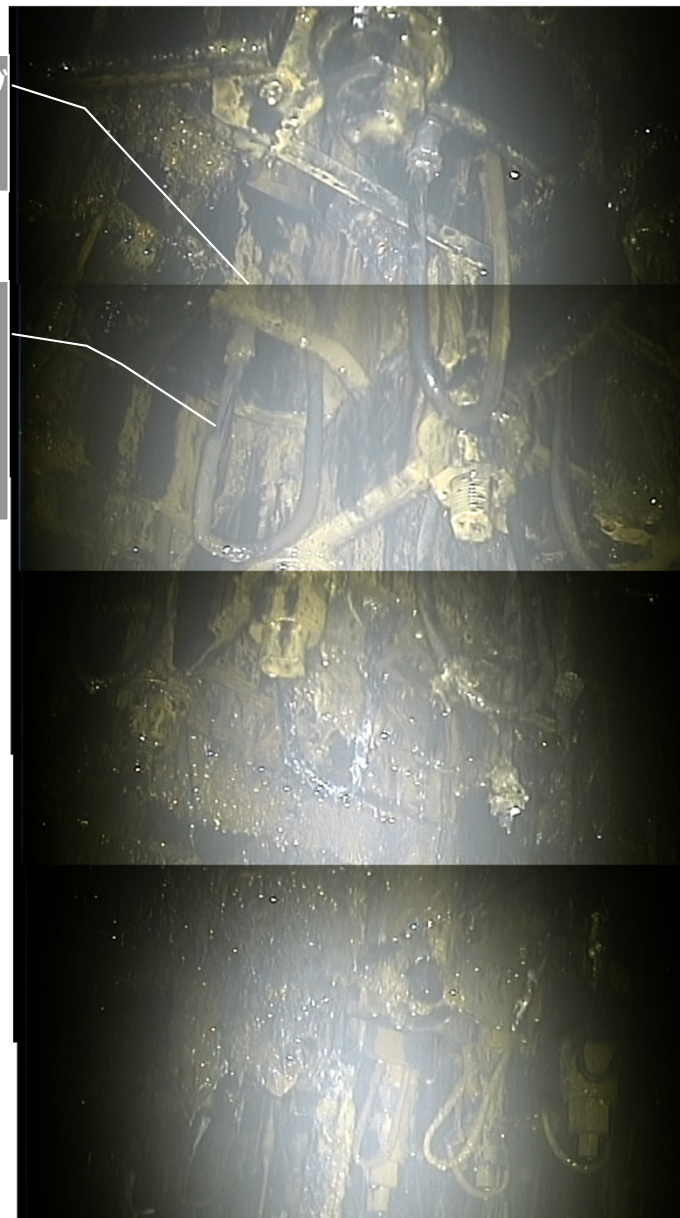
4-3. 調査結果 (ペDESTアル内部 CRDハウジング近傍)



(参考) 5号機のペDESTアル内

CRDハウジング
サポート

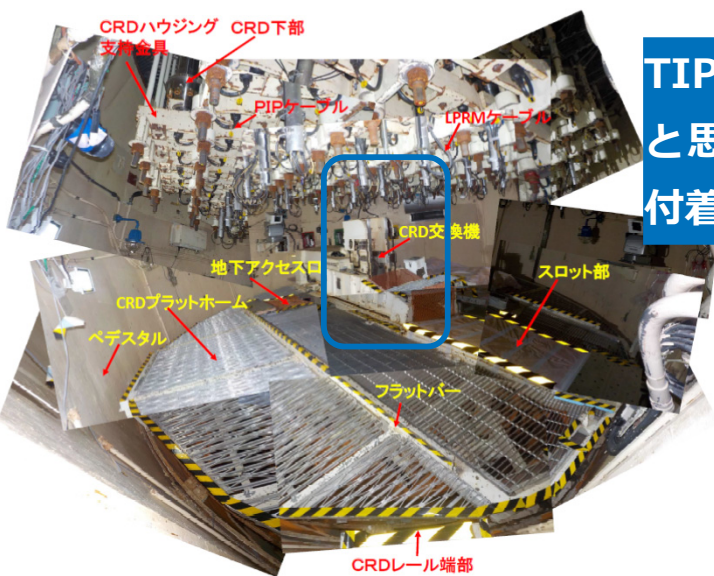
LPRMケーブル
または
PIPケーブル



・ペDESTアル入口近傍のCRDハウジングサポートには大規模な損傷は見られない

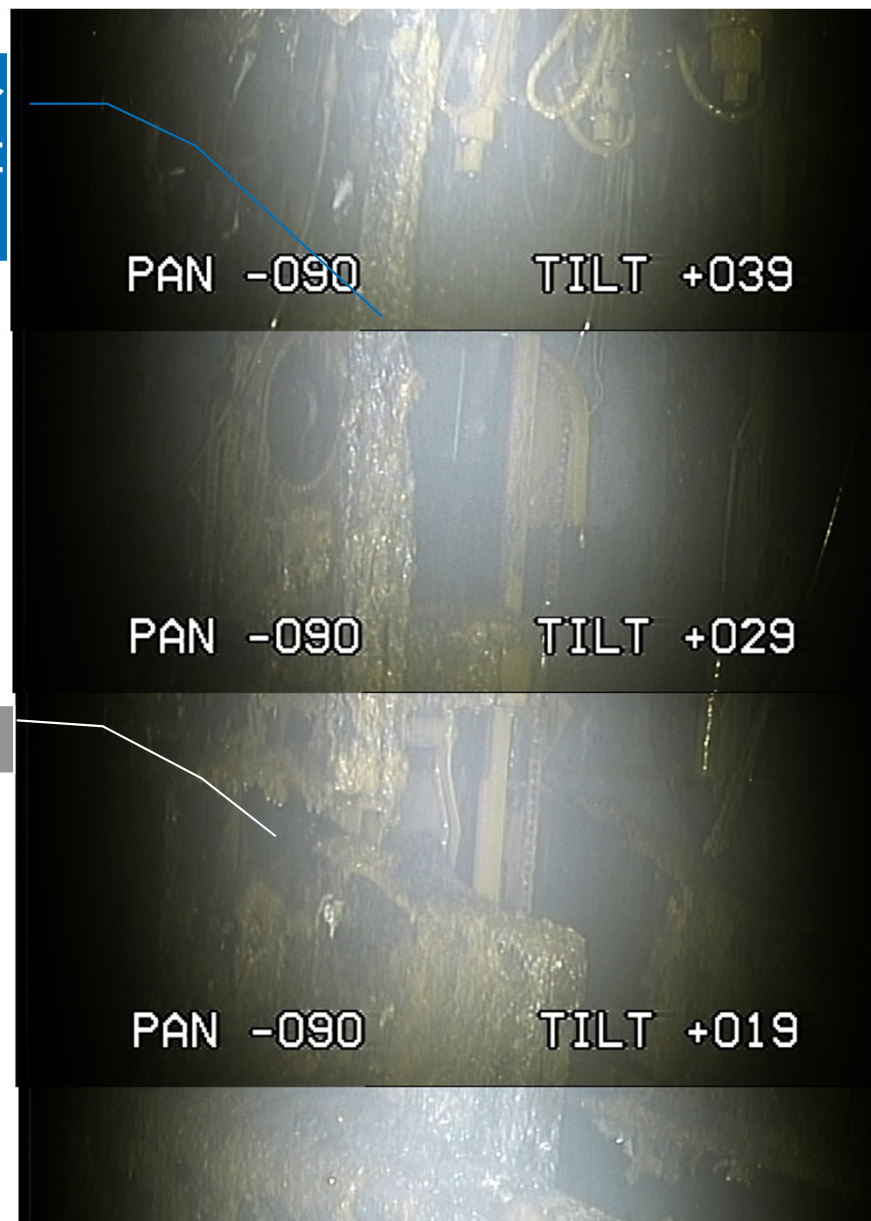
- LPRM (局部出力領域モニター)
: 炉心内の中性子束レベルを測定するためのもの
- PIP (制御棒位置指示プローブ)
: 制御棒の位置を検出するためのもの

4-4. 調査結果 (ペDESTAL内部 CRD交換機近傍)



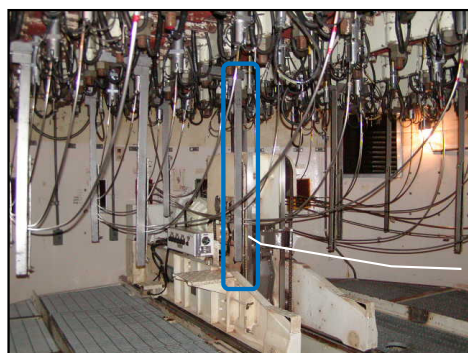
TIP案内管サポート
と思われる構造物に
付着した堆積物

(参考) 5号機のペDESTAL内



CRD交換機

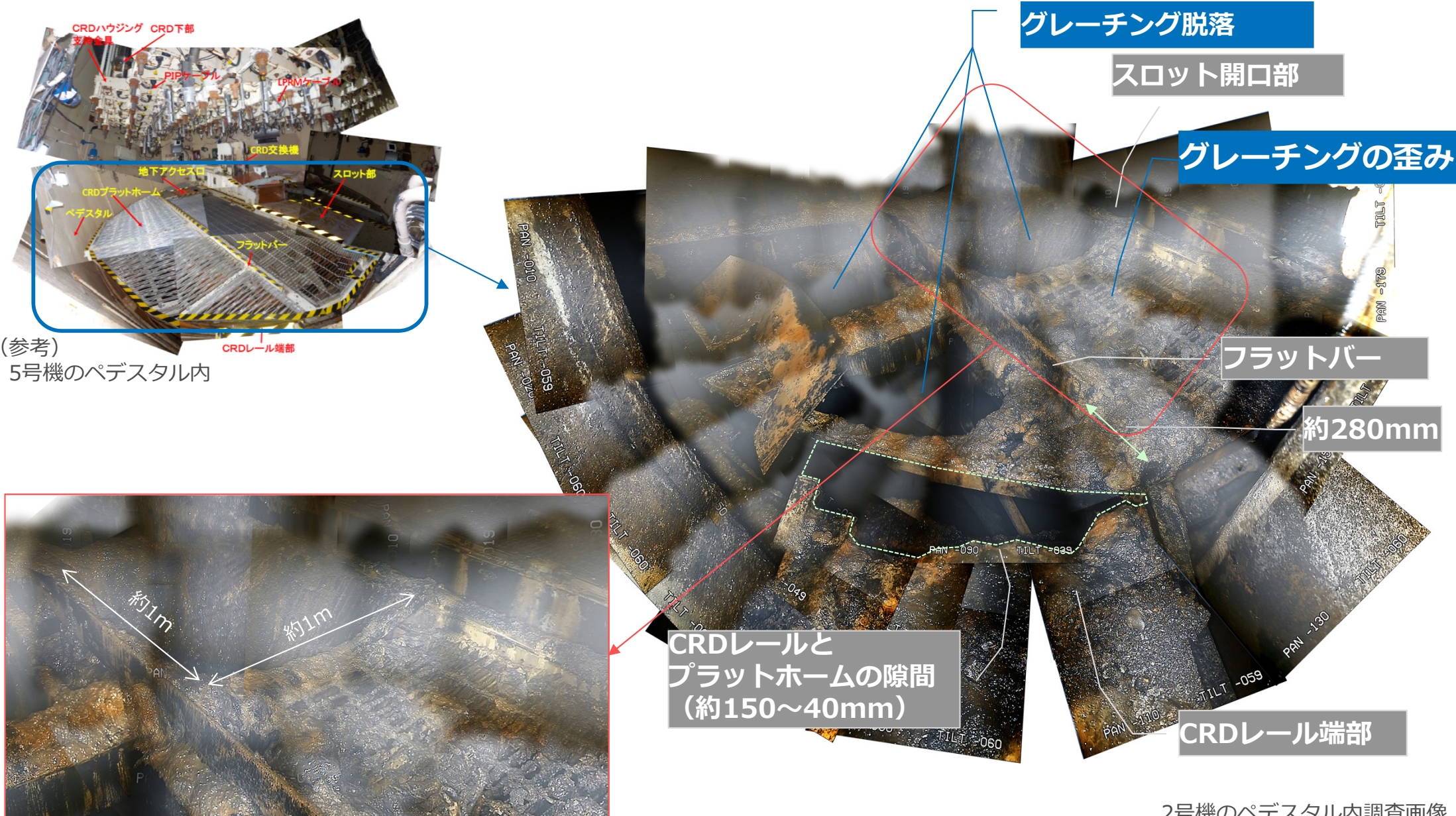
TIP案内管
サポート



(参考) 2号機のペDESTAL内
定検中写真

TIP (移動式炉心内計装装置)
: LPRMを校正するためのもの

4-5. 調査結果 (ペDESTAL内部 プラットホーム)



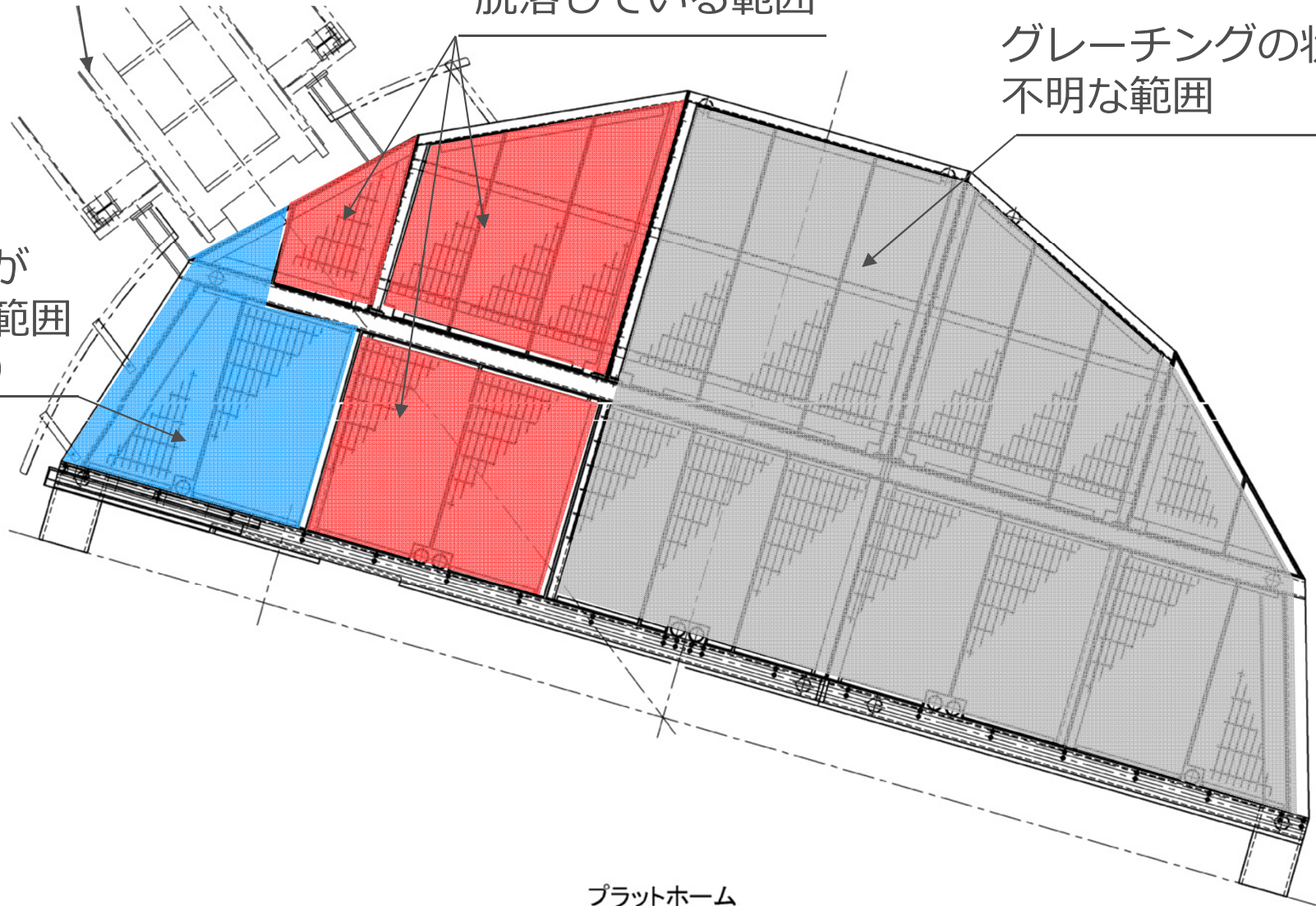
2号機のペDESTAL内調査画像

CRDレール (堆積物あり)

グレーチングが
脱落している範囲

グレーチングの状況が
不明な範囲

グレーチングが
存在している範囲
(堆積物あり)



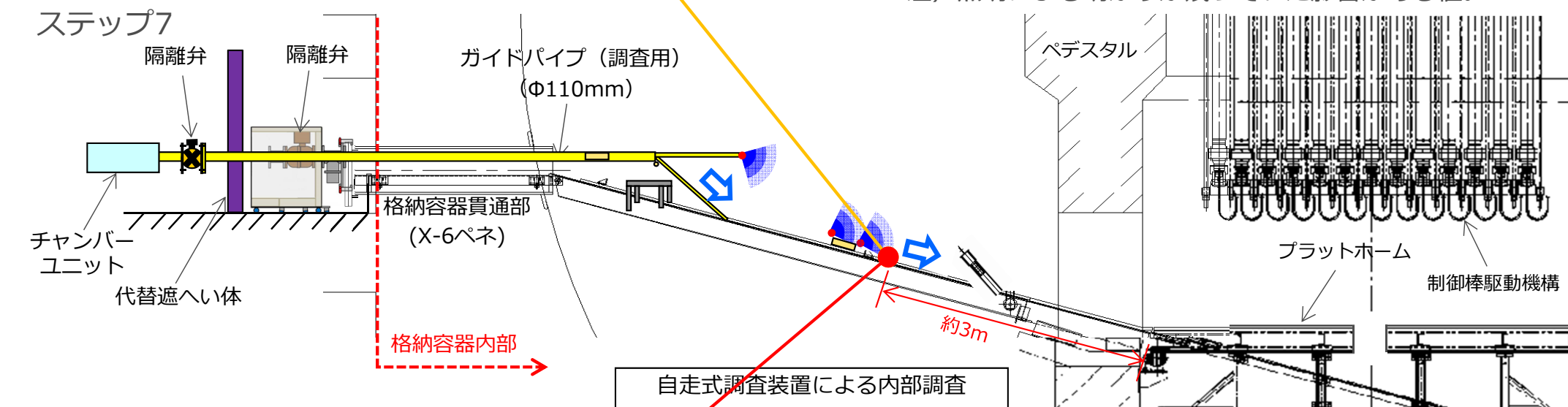
プラットホーム

4-6. 調査結果 (温度・線量)

線量率

約210Sv/h※

※・約4分間の積算線量より算出
・カメラノイズによる推定値：約5~13Sv/h
注) 照明による明かりが残っていた影響がある値。



温度

16.5°C

【参考】 格納容器内温度：18.6°C (8:00現在)
TE-16-114C

5. まとめ

今回の調査は、以下のダスト対策、線量低減対策を実施し、ダストの拡散や作業員の被ばくに注意を払いながら作業を実施した。

■ダスト対策

- ・原子炉格納容器内部の気体が外部に出ないように、ガイドパイプ摺動部はO-リングで2重にシールし、更にO-リング間を窒素で加圧しながら作業を実施。
- ・作業場所付近にダストモニタを設置し、作業中のダスト濃度を監視。

■線量低減対策

- ・X-6ペネからの線量は隔離機構ユニットで遮蔽
- ・X-6ペネ周辺からの線量は周辺に遮蔽体を設置

今回の調査で得られた情報は以下のとおり

(映像情報)

- ・ペデスタル内のグレーチングは、外れて脱落しているものや、マス目が不規則に見えるほどの変形をしているものが確認され、堆積物も多く見られた
- ・ペデスタル入口近傍のCRDハウジングサポートには大規模な損傷は見られない
- ・CRD交換機及び周辺のTIP案内管サポートに付着物らしきものを確認

(線量・温度情報)

- ・CRDレール上の線量及び温度を測定

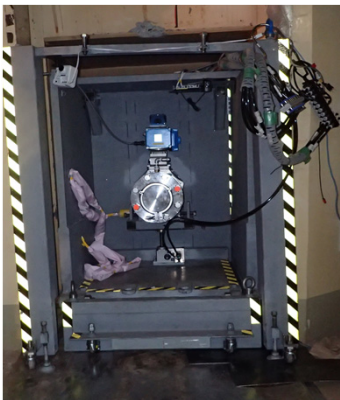
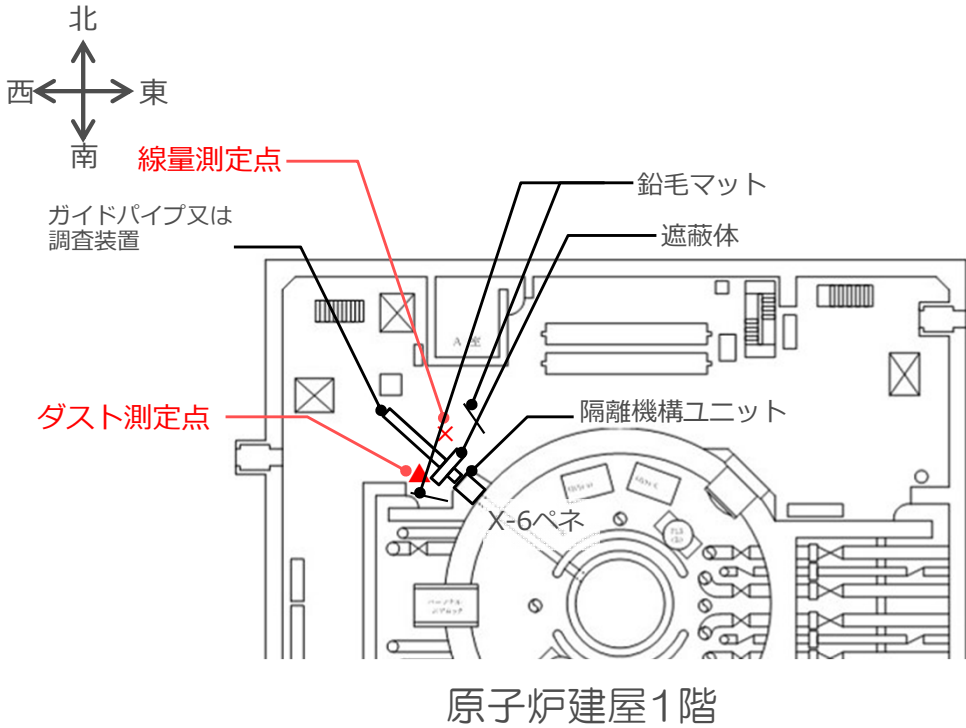
■線量

積算線量計を用いて線量測定を行った結果、100Sv/hを超える値が確認されたが、格納容器や原子炉建屋による遮蔽により放射線は低減されており、敷地外への影響はないことを確認

(X-6ペネ前 作業エリアで約0.003~0.007Sv/h (3~7mSv/h)、敷地境界のモニタリングポストで約0.000002Sv/h (2μSv/h))

■温度

測定された16.5℃という値は、原子炉格納容器内温度の指示値(約18℃)とほぼ同じであり、原子炉の冷却状態に異常がないことが再確認できたと考えている



隔離機構ユニット



鉛毛マット



遮蔽体

- 1月26日 ステップ4 事前確認用ガイドパイプによる調査
 ダスト濃度： $6 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
 線量率：約4~5mSv/h
 作業員の被ばく実績：平均0.18mSv/日：最大0.87mSv/日（計画3mSv/日）
- 1月30日 ステップ5ガイドパイプによるペDESTAL内事前調査
 ダスト濃度： $9 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
 線量率：約3~5mSv/h
 作業員の被ばく実績：平均0.37mSv/日：最大1.23mSv/日（計画3mSv/日）
- 2月9日 ステップ6堆積物除去装置の投入
 ダスト濃度： $1 \times 10^{-5} \sim 9 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
 線量率：約5~7mSv/h
 作業員の被ばく実績：平均0.28mSv/日：最大1.66mSv/日（計画3mSv/日）

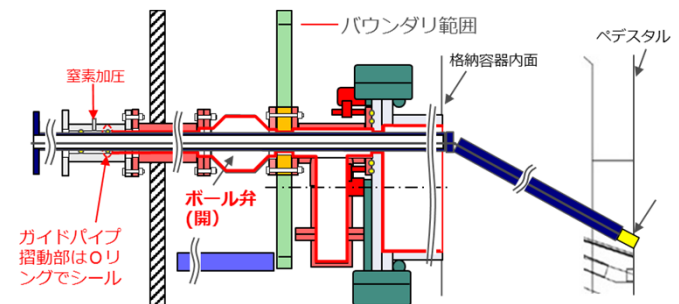
 堆積物除去装置回収後の線量
 （チャンパーユニットの亚克力配管内に密封保管）
 アクリル配管表面：120mSv/h
 （養生後30cm離れて測定した場合：15mSv）
- 2月16日 ステップ7自走式調査装置による内部調査
 ダスト濃度： $3 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
 線量率：約5~6mSv/h
 作業員の被ばく実績：平均0.31mSv/日：最大1.56mSv/日（計画3mSv/日）

■ダスト対策

- ・原子炉格納容器内部の気体が外部に出ないように、ガイドパイプ摺動部はOリングで2重にシールし、更にOリング間を窒素で加圧しながら作業を実施。
- ・作業場所付近にダストモニタを設置し、作業中のダスト濃度を監視。

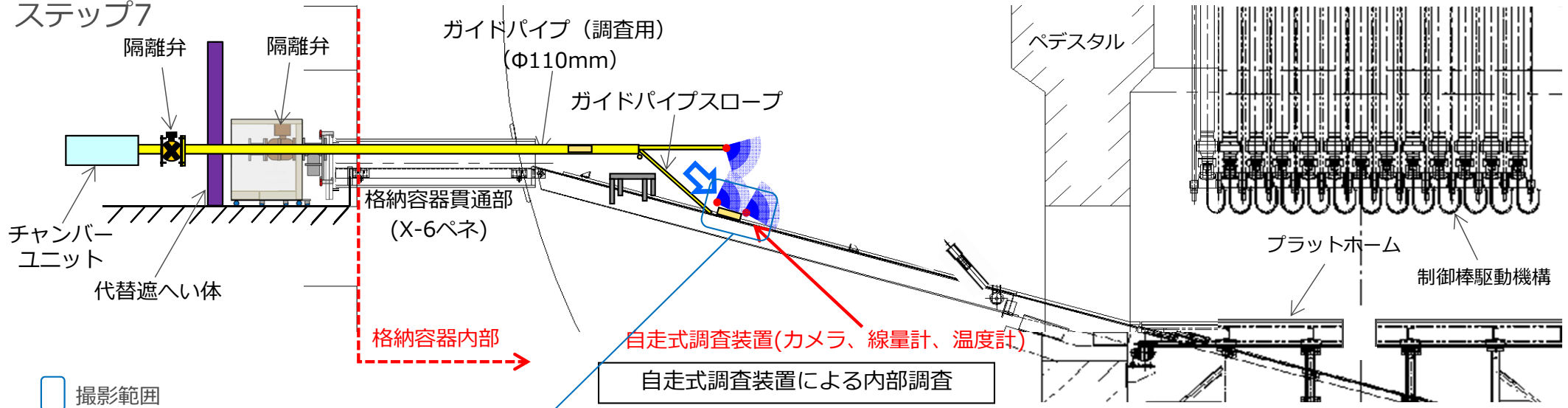
■線量低減対策

- ・X-6ペネからの線量は隔離機構ユニットで遮蔽
- ・X-6ペネ周辺からの線量は周辺に遮蔽体を設置

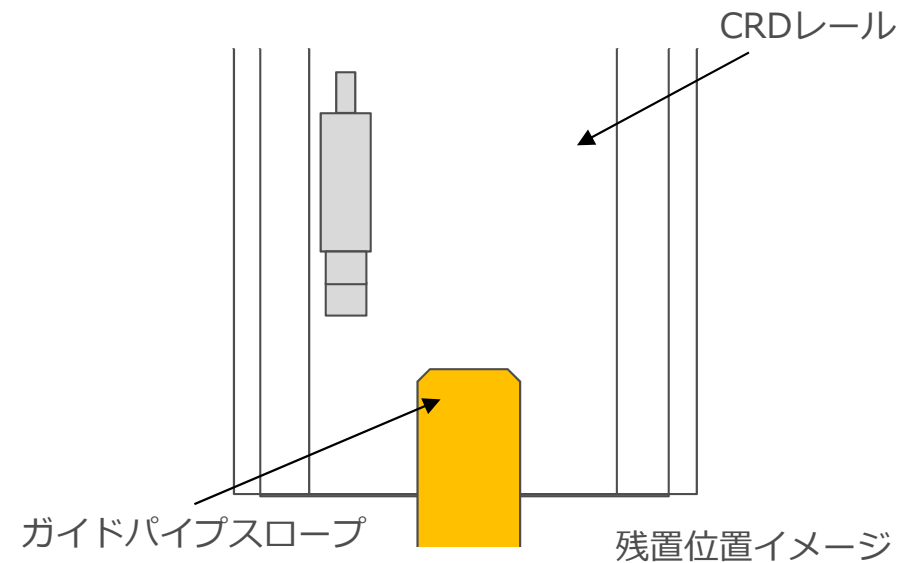


参考 | 自走式調査装置の残置位置

ステップ7



CRDレール端部



1号機PCV内部調査について

2017年2月23日

IRID **TEPCO**

【報告事項】

- 内部調査の実施について

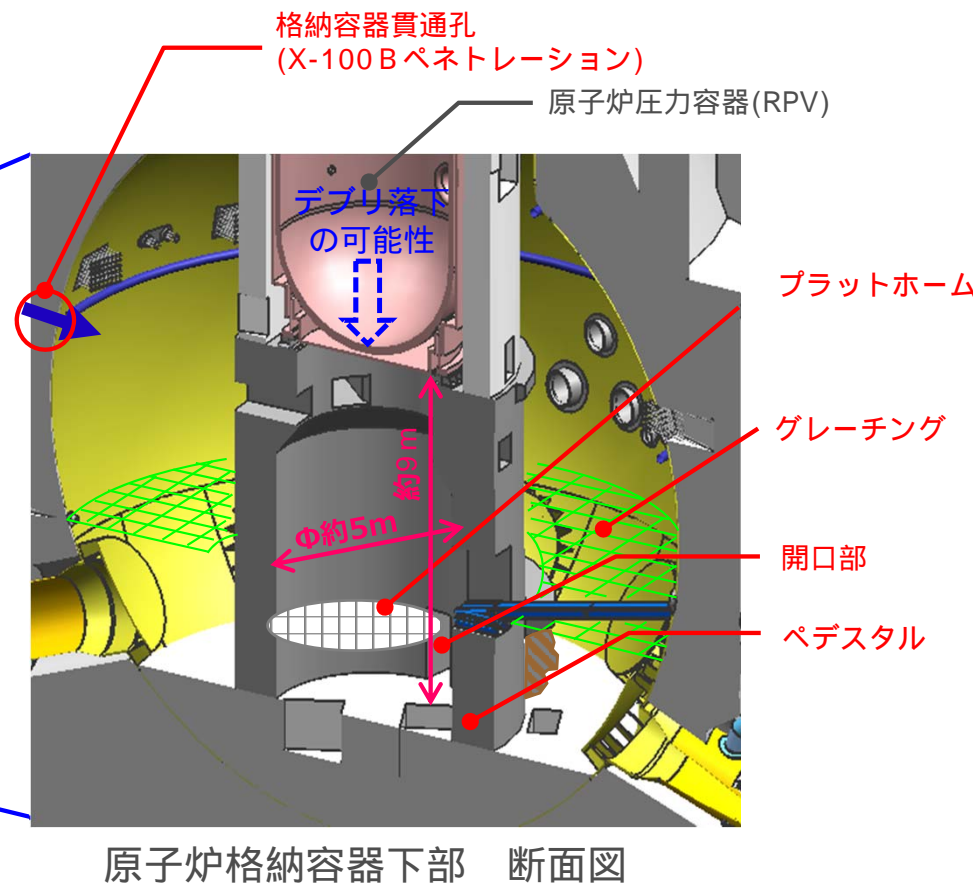
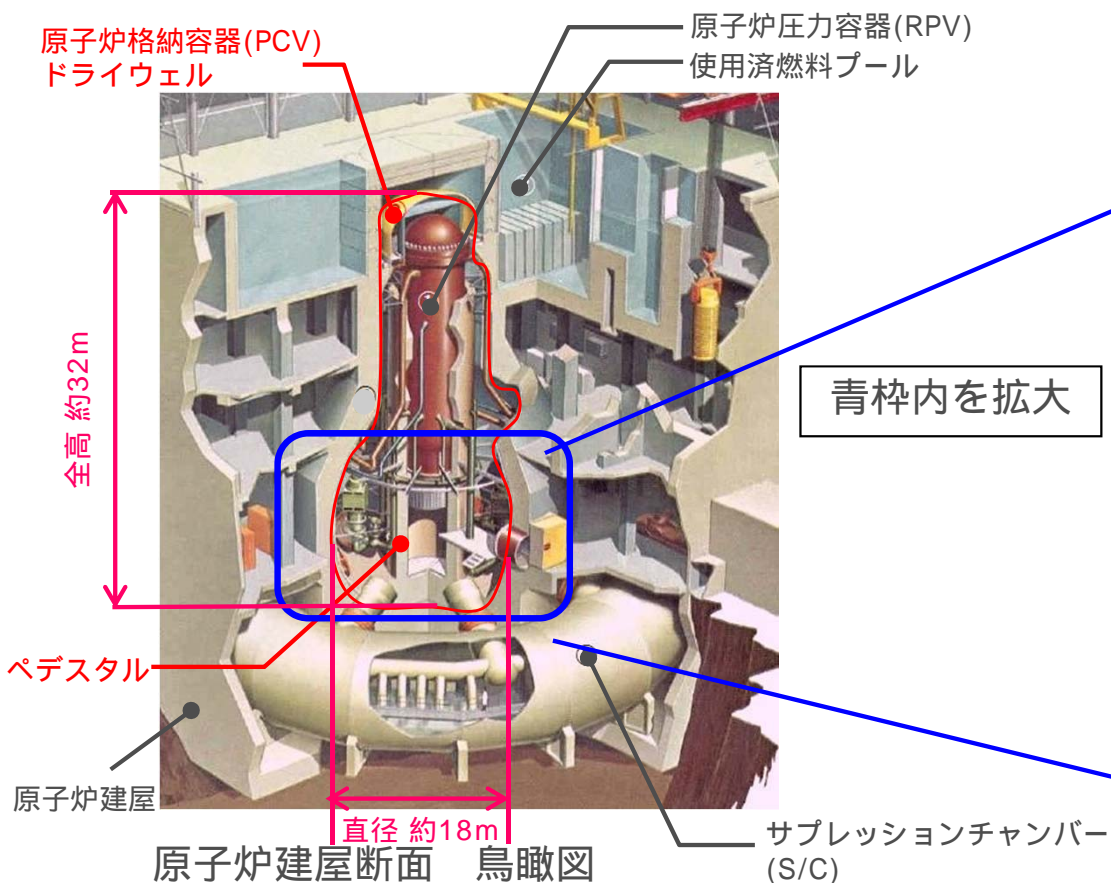
東京電力ホールディングス株式会社

1. 1号機原子炉格納容器(PCV)の状況について

- 2011年3月11日の震災の影響により、原子炉圧力容器(RPV)内の核燃料が気中に露出し、溶融した。
- 事故進展解析の結果、大部分の燃料が溶融。その一部が開口部を通り、ペDESTAL外地下階まで広がっている可能性があることが判明している。
- またサンドクッションからの漏えいが確認されており、原子炉格納容器シェルが損傷している可能性がある。



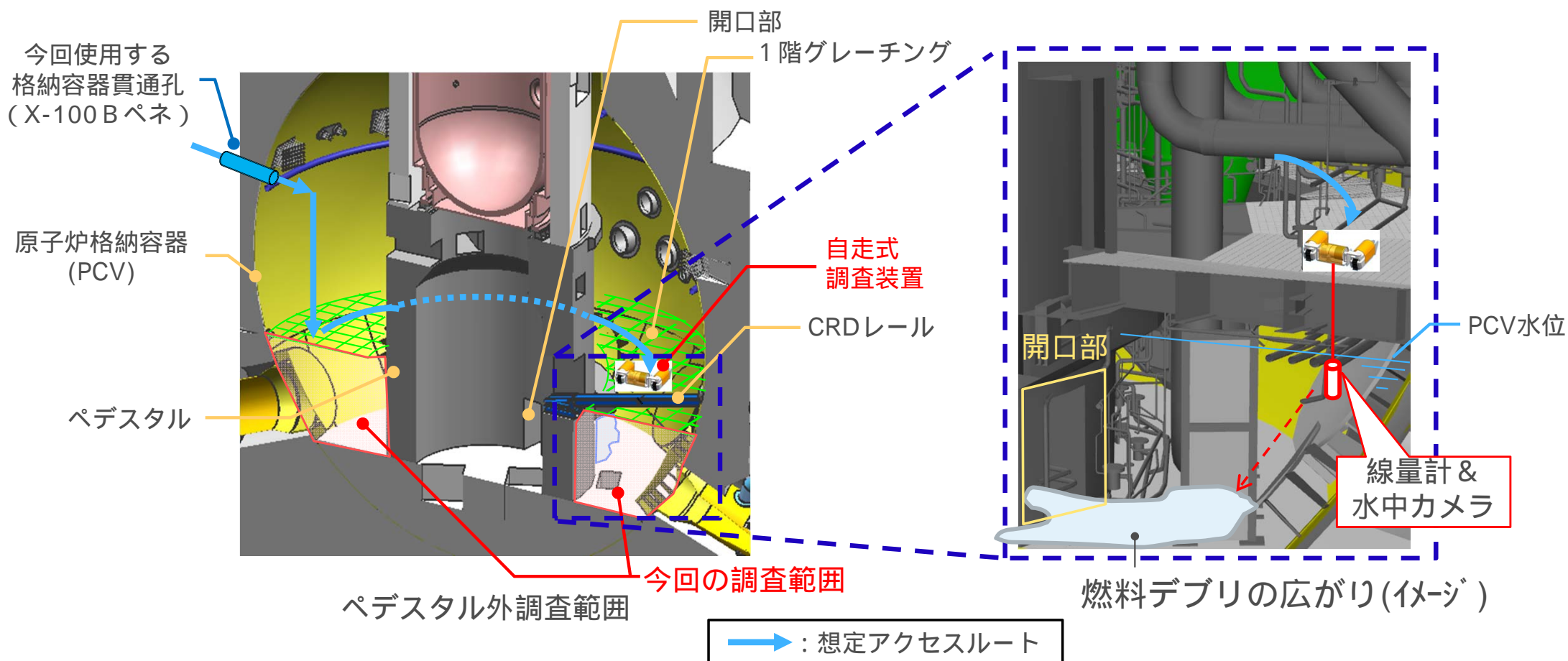
- 燃料デブリを取出すためには、原子炉格納容器内(PCV)の調査を実施し、デブリ及び周辺構造物の状況を把握することが必要である。



2 . 原子炉格納容器(PCV)内部調査の概要について

【調査計画】:ペDESTAL外地下階への燃料デブリ広がり状況及びPCVシェルへの燃料デブリの到達有無を確認する。

自走式調査装置を投入し、ペDESTAL外の1階グレーチングからカメラ及び線量計を吊り下ろし、ペDESTAL外地下階と開口部近傍の状況を確認する。

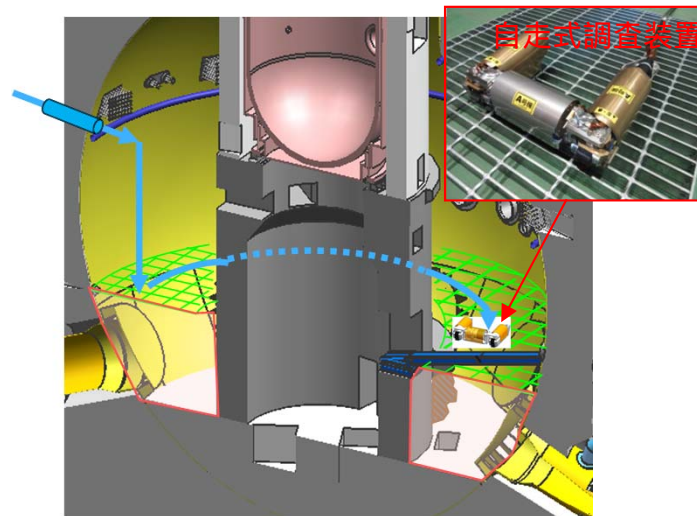
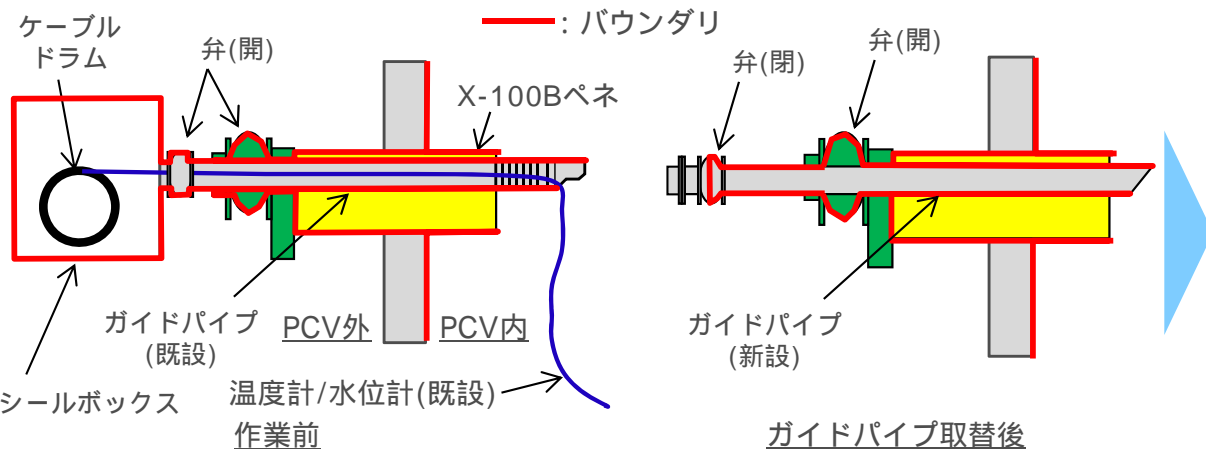


3 . PCV内部調査における作業ステップ概要

■ PCV内部調査を実施するため、以下のステップで作業を進める。

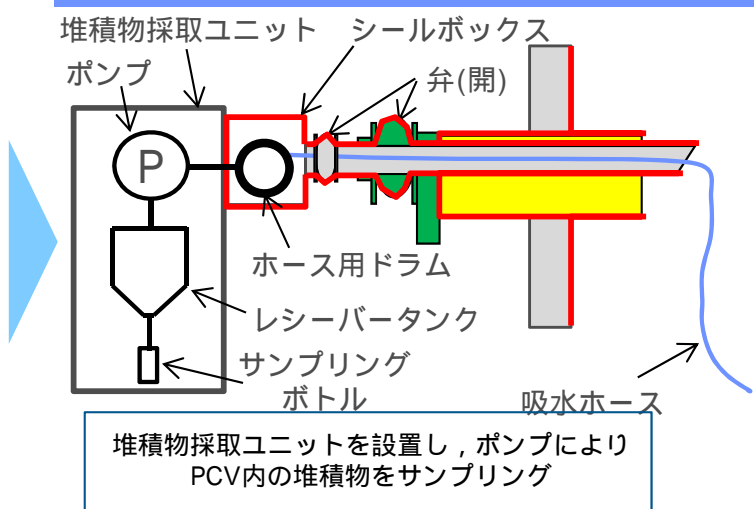
STEP1. 温度計/水位計の取外し及びガイドパイプの取替

STEP2. 自走式調査装置による 内部調査(詳細は後述)



シールボックス内のケーブルドラムにより温度計/水位計を取外し後、ガイドパイプを取り替える

STEP3. 堆積物のサンプリング及び温度計/水位計の設置



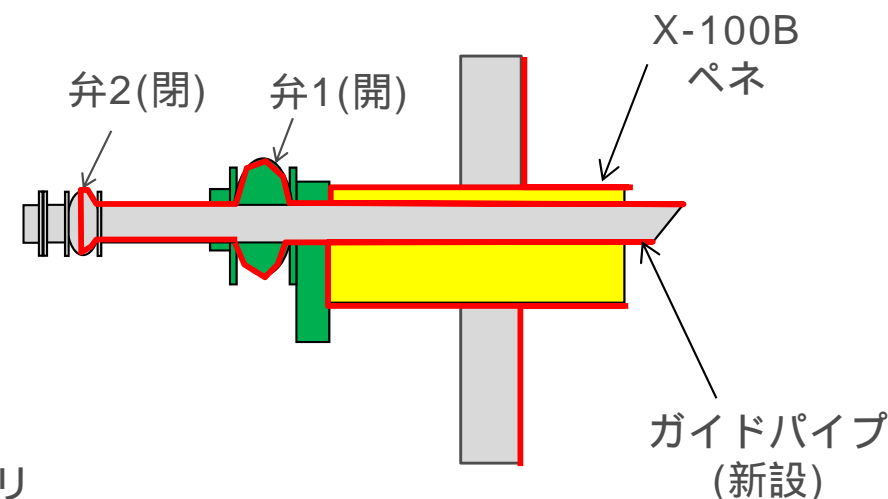
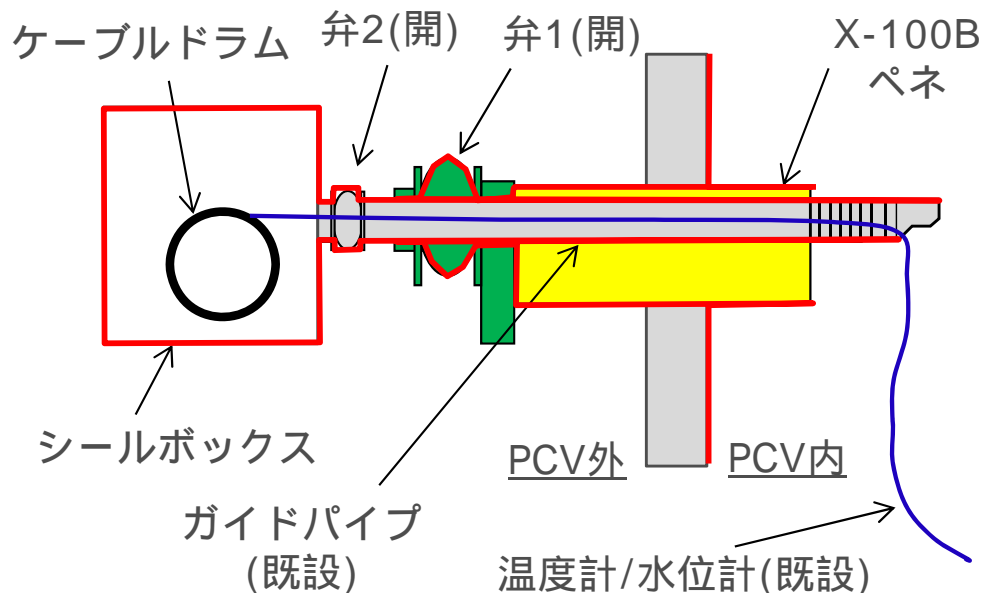
堆積物採取ユニットを設置し、ポンプによりPCV内の堆積物をサンプリング

4.PCV内部調査

4.1 ステップ1：温度計/水位計の取外し及びガイドパイプの取替

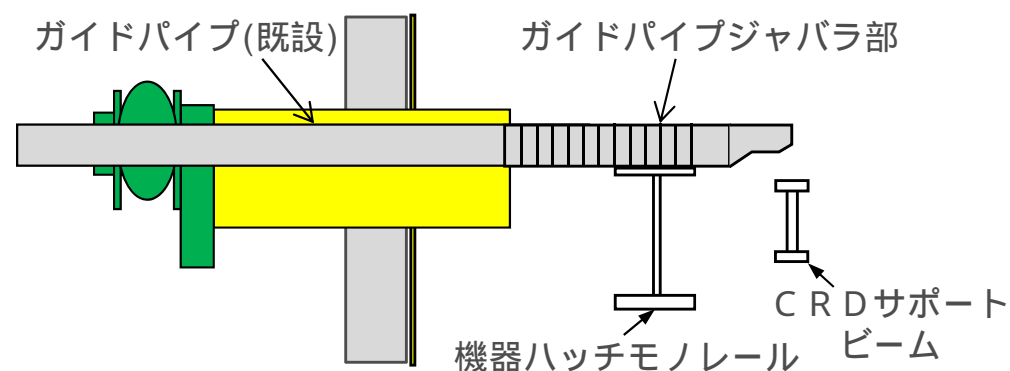
ガイドパイプ取替 のため、温度計/水位計をシールボックス内に回収し、シールボックスを取外す

温度計/水位計を回収後、先端部にジャバラ構造が無いガイドパイプ(新設)を取り付ける



—: バウンダリ

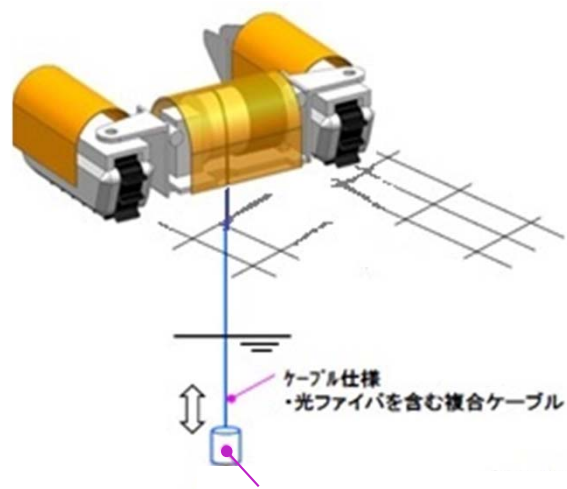
ガイドパイプ(既設)の先端はジャバラ部があるが、2015年4月のPCV内部調査時にジャバラ部に若干の段差が認められている。今回の調査を開始するにあたり、自走式調査装置通過時の引っ掛かりを防止する観点から、ガイドパイプを取り替える



ガイドパイプ(既設)の先端詳細図

■ 水中の線量率分布を測定

- ・ 自走式調査装置に搭載した計測ユニットをグレーチングの間から吊り下ろし、地下階の空間線量を測定

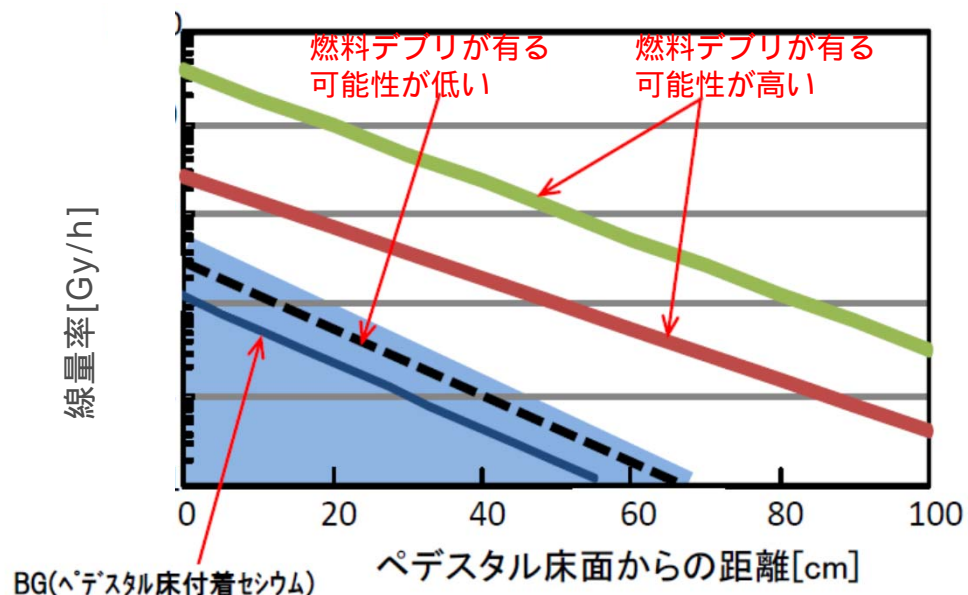


計測ユニット (線量計+水中カメラ)
・ 約 20mm×約40mm

線量計計測範囲： $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^4$ Gy/h
水中カメラ：35万画素
耐放射線性：1000Gy

■ 測定結果から、燃料デブリの有無を推定

- ・ バックグラウンド (BG) との比較から燃料デブリの有無を推定



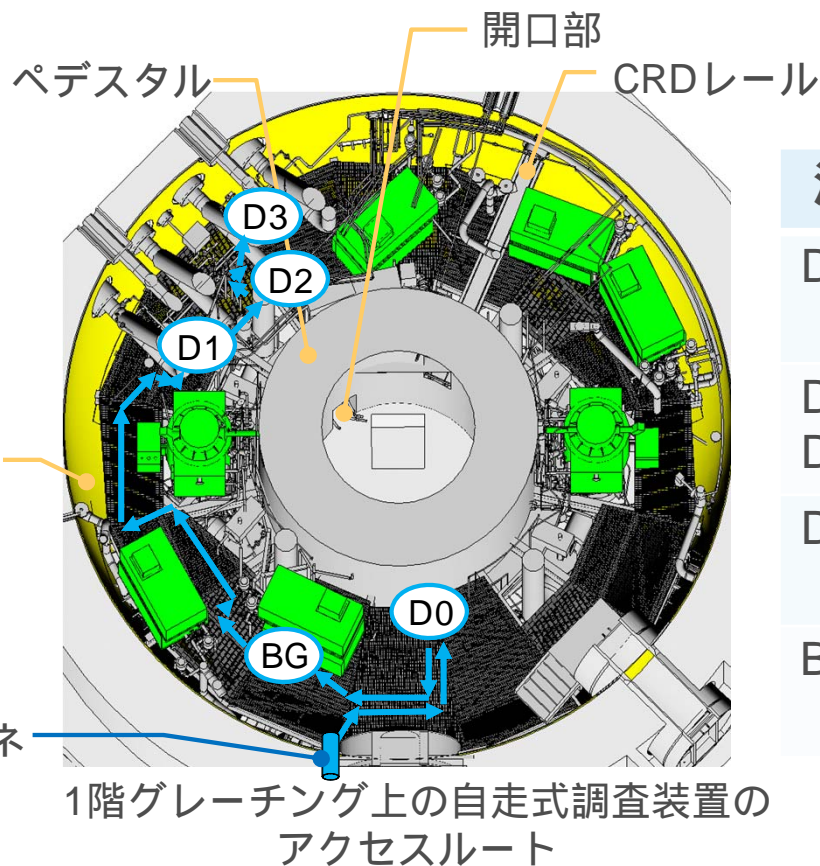
燃料デブリ有無の推定イメージ

- ・ 実際はセシウムや放射化された溶融物、既設構造物等の影響を受け、単純な直線にはならない可能性がある。
- ・ 燃料デブリの有無の推定は、画像データ及び線量データを評価した後に実施予定。

4.PCV内部調査

4.2 ステップ2：自走式調査装置による内部調査の概要(2/3)

■ 今回の調査における測定点は以下の通り



測定点	目的
D0	ドレンサンプからの燃料デブリの拡散有無の確認
D1 , D2	開口部からの燃料デブリの拡散有無の確認
D3	PCVシェルに燃料デブリが到達している可能性があるかの確認
BG	D0～D3の測定に対するバックグラウンドレベルの把握

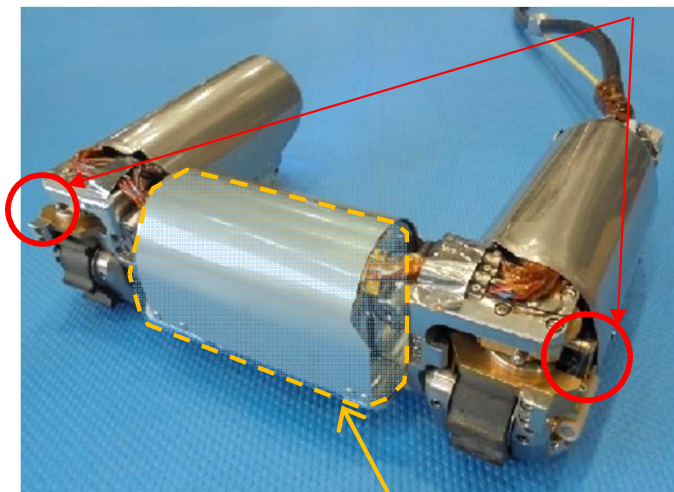
・燃料デブリの拡散状況等の推定は、画像データ及び線量データを評価した後に実施予定。

→ 想定アクセスルート

(補足) 自走式調査装置について

自走式調査装置 外観

レーザーガイド



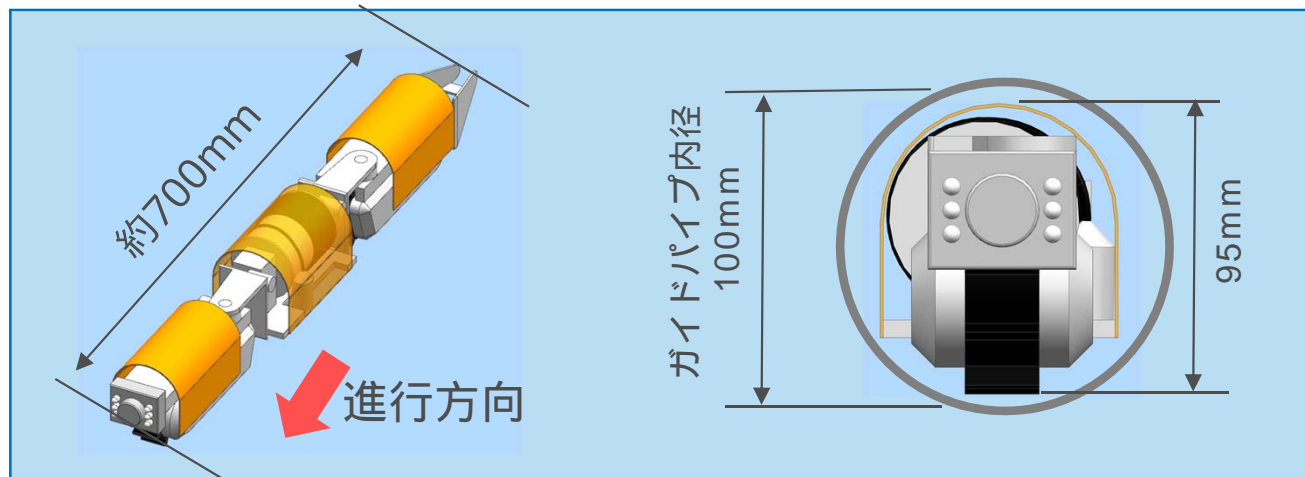
カメラ及び線量計の収納部

自走式調査装置 映像及び線量取得時

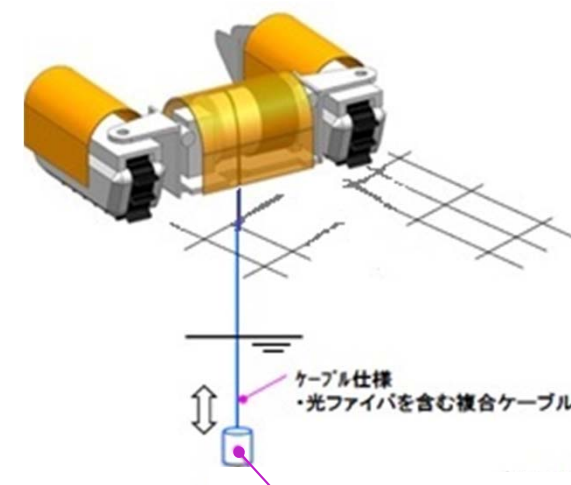
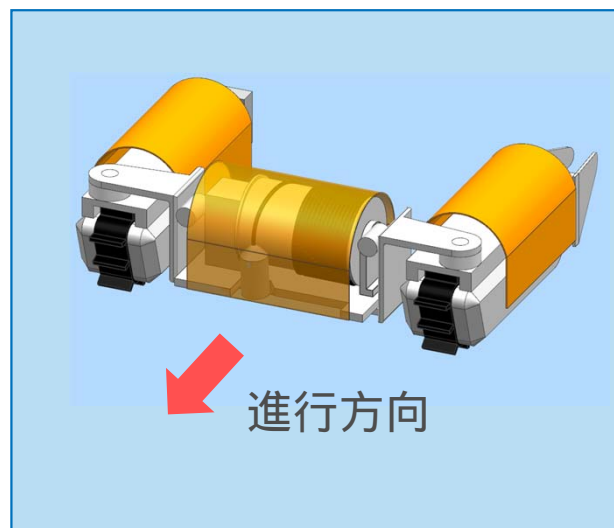


カメラ及び線量計が一体化した
センサーユニット

ガイドパイプ挿入時



PCV内グレーチング上走行時

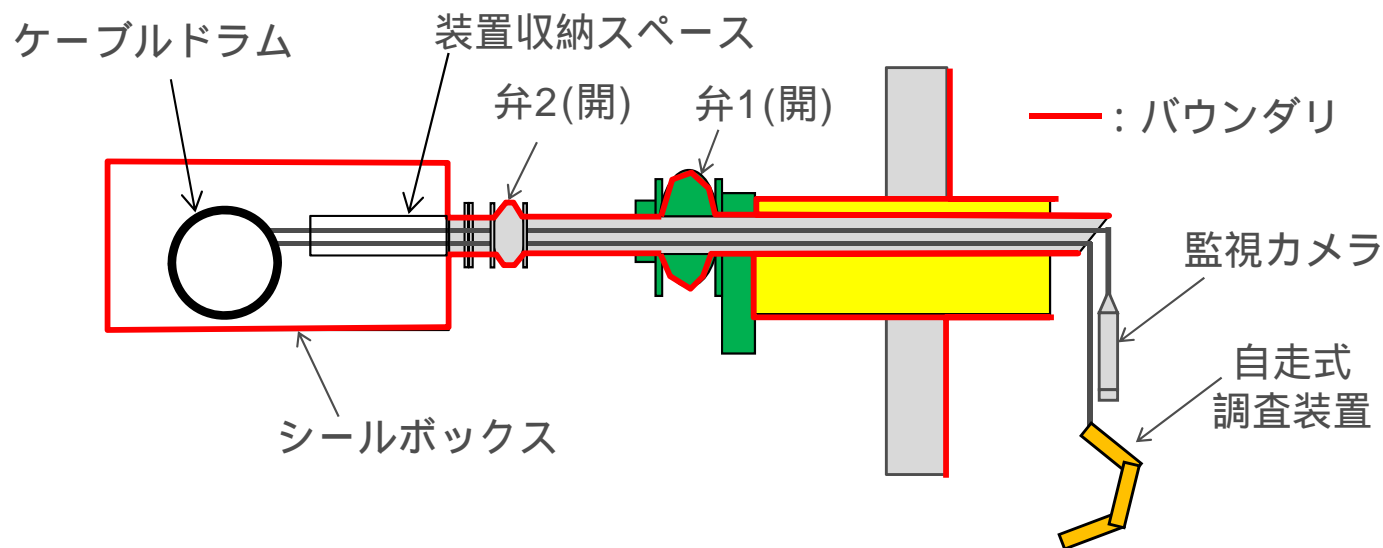


計測ユニット (線量計+水中カメラ)
・約 20mm×約40mm

線量計計測範囲: $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^4 \text{ Gy/h}$ 7
水中カメラ: 35万画素
耐放射線性: 1000Gy

4.2 ステップ2：自走式調査装置による内部調査の概要(3/3)

- 自走式調査装置による調査は、ガイドパイプに自走式調査装置を収納したシールボックスを取付後、自走式調査装置を投入することでバウンダリを構築し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- なお、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中に適時ダストサンプラーによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する。



自走式調査装置による内部調査時のバウンダリ

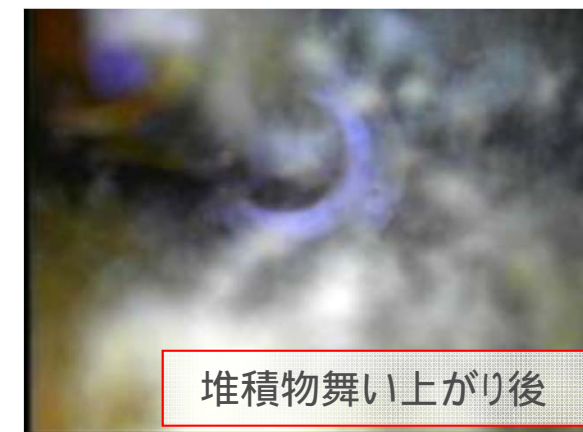
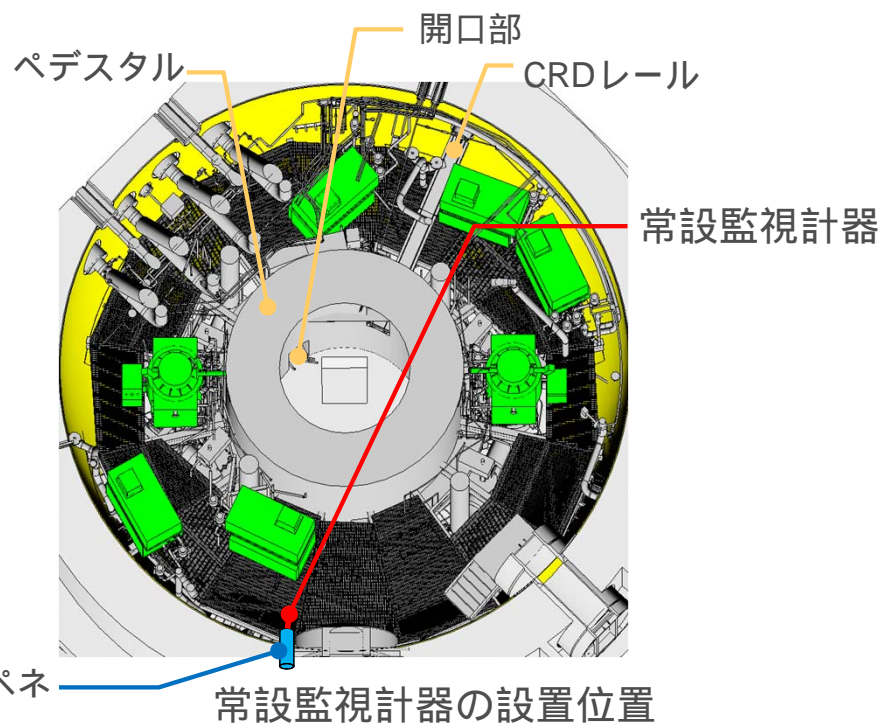
(参考) これまでの内部調査を踏まえた対応事項

1号機内部調査状況 (2015年4月実施済)	課題	今回調査への反映事項
調査装置が、グレーチング溝にはまり、動けなくなった。	走行面の把握が不十分だった。	・ 装置前方にレーザーガイドを取付，空間認知能力を向上させるとともに，障害物や開口を確認しながら走行する手順を採用
俯瞰カメラが放射線により劣化し、映像が確認できなくなった。	放射線による劣化を考慮した対策が不十分だった。	・ 調査を実施しない場合は、俯瞰カメラをガイドパイプ内に回収する運用とする

4.PCV内部調査

4.3 ステップ3：堆積物のサンプリングの概要(1/2)

- 前回のPCV内部調査(2015年4月)後，常設監視計器を再設置した際にPCV滞留水中に堆積物の舞い上がりが確認されている。
- PCV内底部の堆積物は今後のPCV内部調査やデブリ取出しの際に障害となる可能性があることから，堆積物の同定と回収・処分方法を検討するため，サンプリングを行う。
- サンプリングした堆積物については，グローブボックス内にて簡易蛍光X線による分析を行うことで，堆積物の成分を調査する。

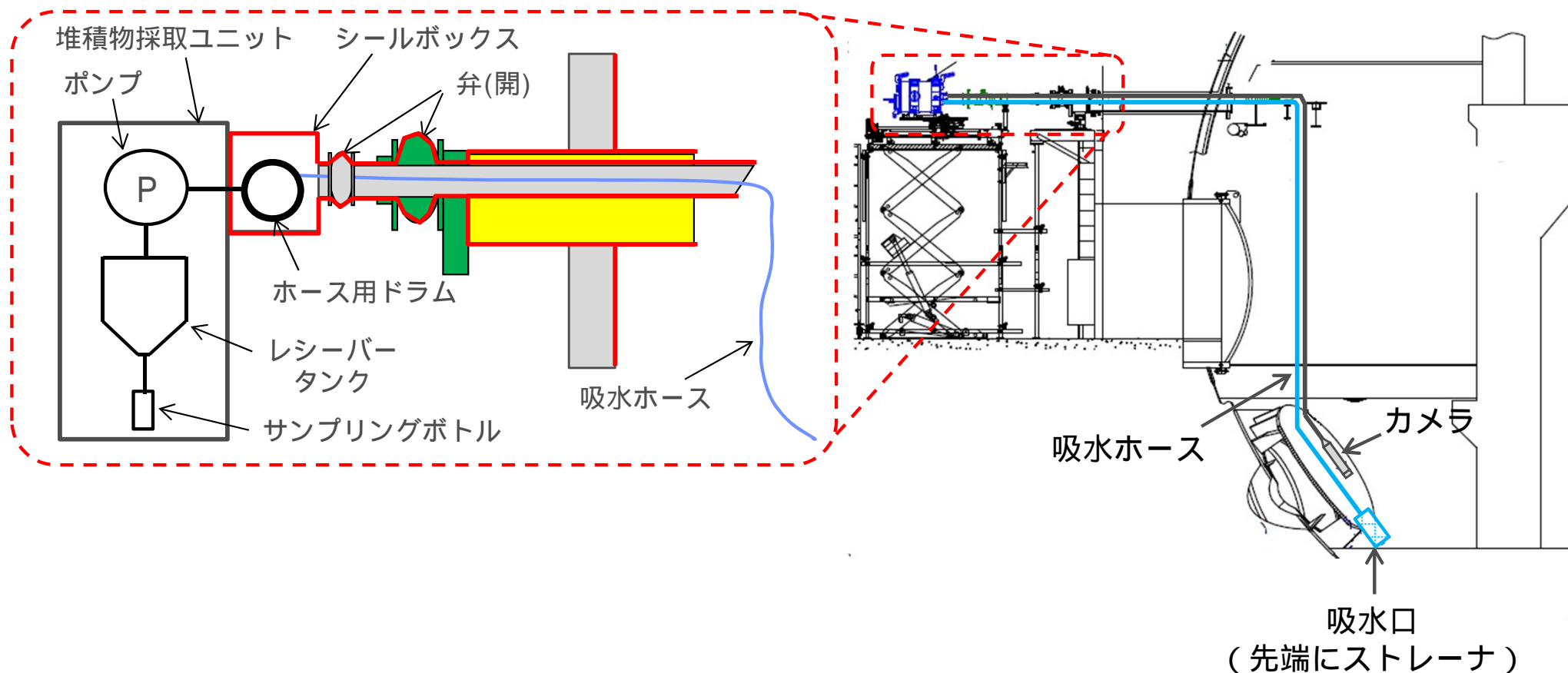


常設監視計器再設置時の堆積物の状況

4.PCV内部調査

4.3 ステップ3：堆積物のサンプリングの概要(2/2)

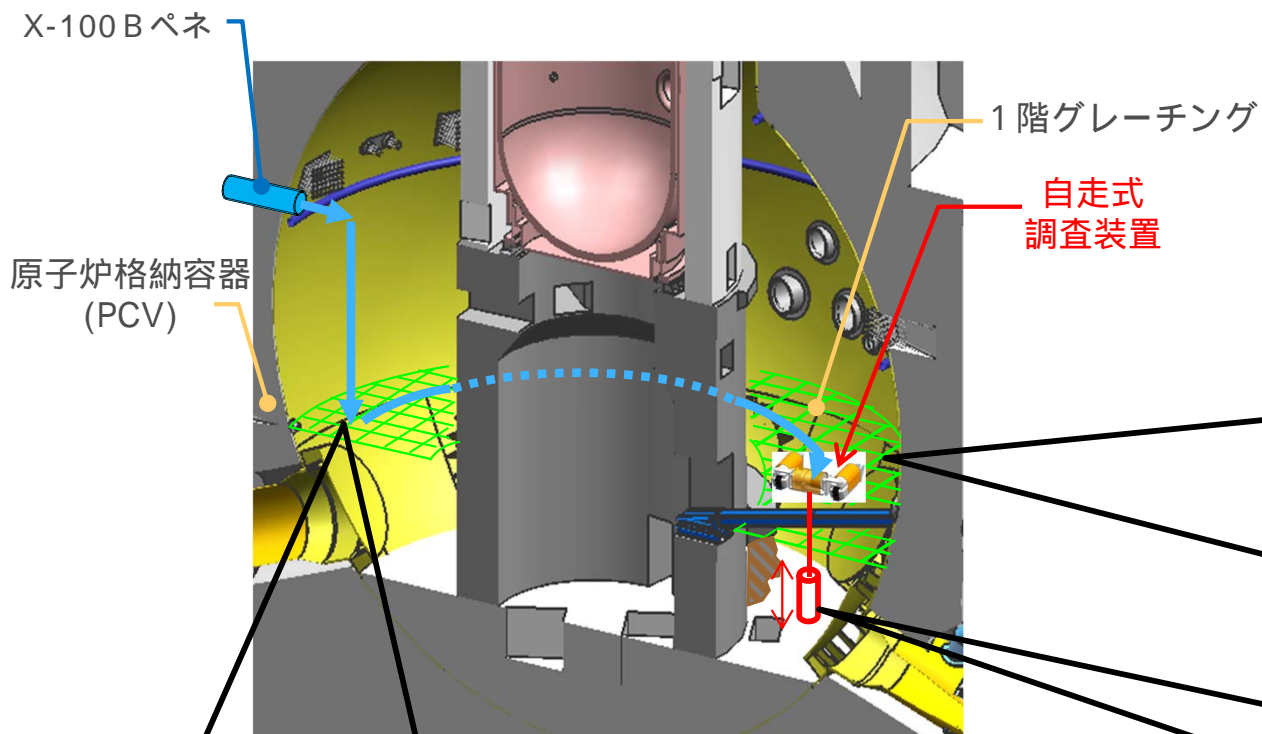
- 堆積物のサンプリングは、ガイドパイプに堆積物採取ユニット及びシールボックスを取付後、堆積物を水と一緒にサンプリングする手順とすることでバウンダリを構築し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- なお、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中に適時ダストサンプラーによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する。
- なお、サンプリング実施後、温度計/水位計を再設置する。



作業項目	2017年		
	2月	3月	4月
事前準備	習熟訓練 	現地準備 	
温度計/水位計 引抜			
ガイドパイプ 取替			
PCV内部調査			
堆積物採取			
温度計/水位計 取付			

現在

(参考) 習熟訓練について



「平面模擬体」による確認項目

- 調査装置の走行性
(前回のPCV内部調査の画像データから可能な限り落下物を再現)

PLR配管壁へ

換気空調系

「高さ模擬体」による確認項目

- 投入・回収手順
- シールボックスの操作

シールボックス

高さ模擬体 (ピット内に配置)

「地下階模擬体」による確認項目

- 計測ユニットの降下性

地下階模擬体用水槽 (水中環境模擬)

地下階模擬体 (D2ポイント用)