

「原子炉格納容器内部調査技術の開発」

ペDESTAL外側_1階グレーチング上調査(B1調査)の

現地実証試験の実施について

2015年3月26日

東京電力株式会社



東京電力

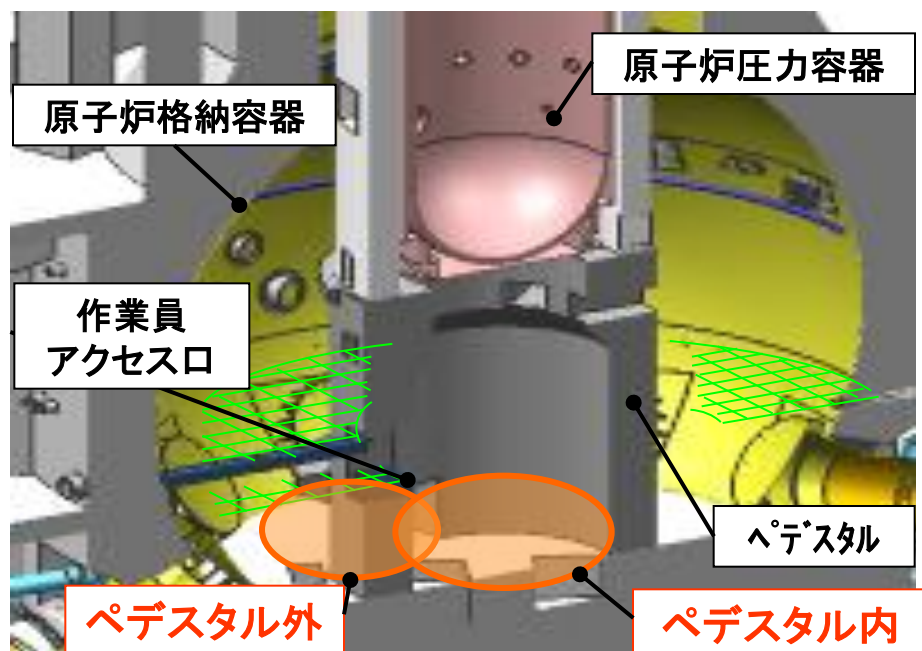
IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)の成果を活用しております。

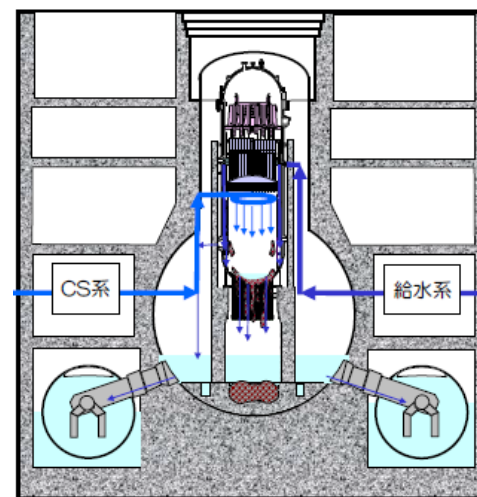
1. PCV内部調査の目的

- 燃料デブリの取出しに先立ち、原子炉格納容器(PCV)内の状況を早期に把握することが重要であるため、PCVペDESTAL内／外の状況を確認することを目的とする。
- 1号機は燃料デブリがペDESTAL外側まで広がっている可能性があり、ペDESTAL外を優先した調査を実施する。

調査対象部位



1号機炉心・PCVの状況推定(*1)

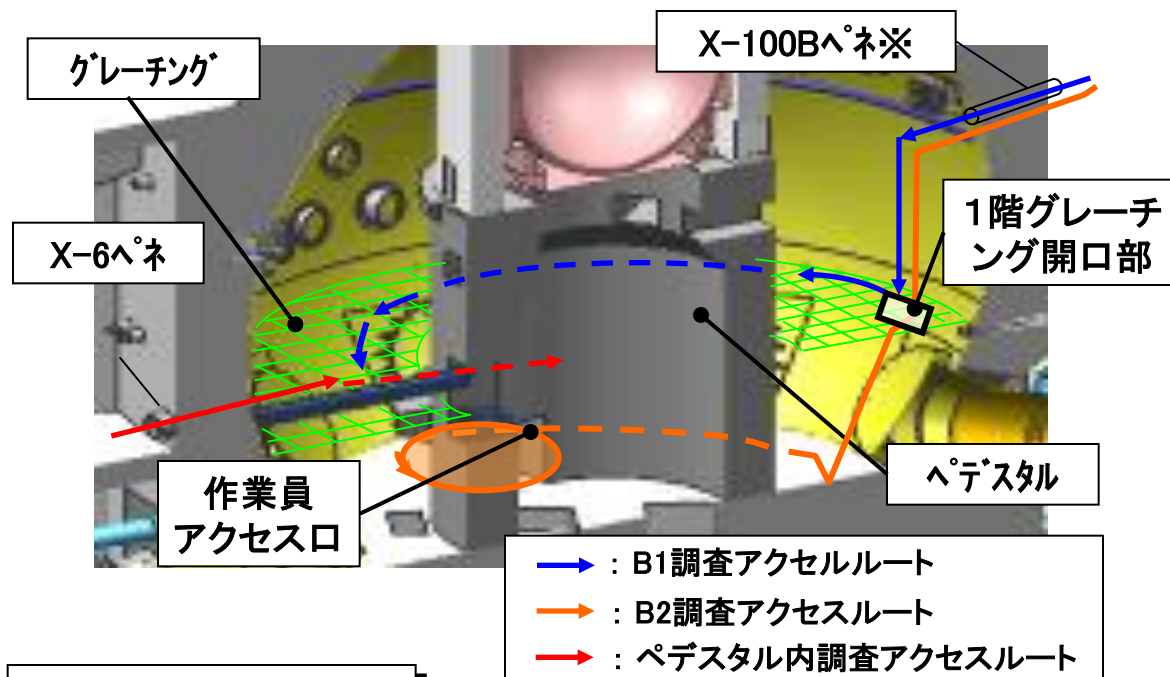


事故進展解析によれば炉心部の燃料は全て、下部プレナム部に落下、また圧力容器は破損して大部分の燃料はペDESTAL部に落下、コア・コンクリート反応が起こったものと推定。

*1:【出展元】東京電力HP(平成25年12月13日)「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討第1回進捗報告」より抜粋

2. ペデスタル外側_1階グレーチング上(B1)調査の位置付け

- 作業員アクセス口からの燃料デブリの広がり状況確認を目的としたX-100Bペネ※からのPCVペデスタル外側地下階調査(B2)を計画。
- 事前にペデスタル外1階グレーチング外周部の情報取得を目的とした調査(B1)を実施し、調査結果(1階グレーチング開口部の状況など)をB2調査の工法検討に反映する。



ペデスタル内側の調査

X-6ペネ周辺が高線量であり線量低減が課題となっているが、ペデスタル内調査はペデスタル内まで直結しているX-6ペネからの調査が望ましい。
→B1調査にて、ペデスタル内につながるCRDレール調査を併せて実施する。

※1stエントリー調査で使用したペネ貫通口

ペデスタル外側の調査

【今回の実証試験】

ペデスタル外側_1階グレーチング上(B1)調査
:X-100Bペネ使用(2015年4月実証予定)

調査結果の反映

ペデスタル外側_地下階(B2)調査
:X-100B使用予定(2015年度末 実証計画)

B2調査の結果を踏まえて
次の調査の実施要否の検討

3. 調査項目

■ X-100Bペネから調査装置を投入し、PCV内の1階グレーチング上（以下①～③）の情報取得を目的とした調査を実施する。

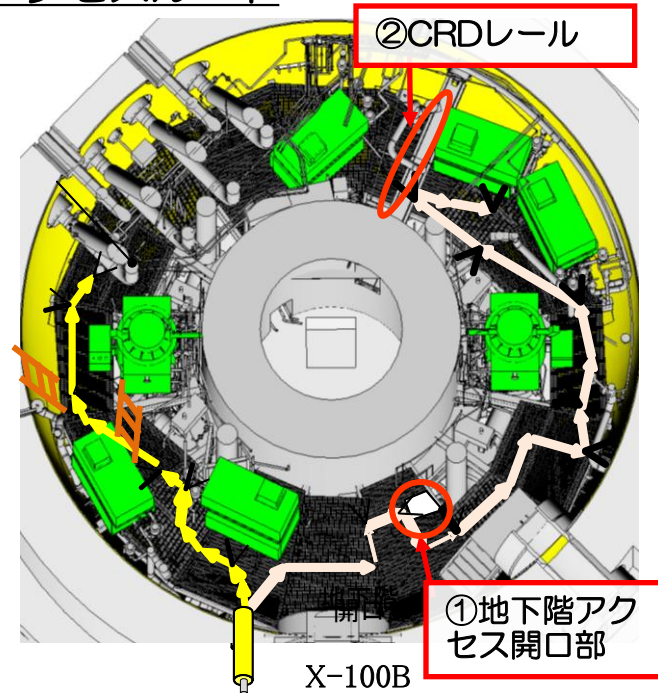
- ① PCVペデスタル外地下階(B2)調査時の地下階へのアクセス開口近傍の干渉物確認
- ② PCVペデスタル内調査工法に資する情報としてCRDレールの状況確認
- ③ 上記①, ②を最優先とするが, 更なる情報取得としてアクセスルート上の状況確認

調査項目

No.	目的	調査部位	調査項目	調査装置
①	ペデスタル外地下階(B2)調査時の干渉物確認	1階グレーチング開口部	映像	CCDカメラ
②	PCVペデスタル内調査時の干渉物確認	CRDレール	映像	CCDカメラ
③	環境の状況確認	アクセスルート上※	温度線量	温度計線量測定器
	既設構造物の状況確認		映像	CCDカメラ

※アクセスルート上で可能な範囲で実施。

アクセスルート

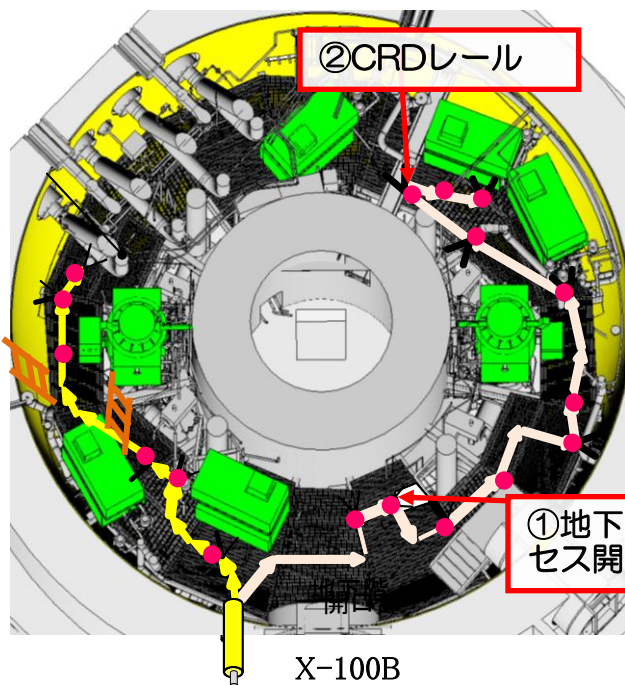


→ : アクセスルート (反時計回りルート)
→ : アクセスルート (時計回りルート)

4. 調査方法

- クローラ調査装置にて反時計周りルート、時計周りルートを2回に分けて行う。
- 各調査ポイントでクローラ装置を停止し調査(画像, 温度, 線量の情報取得)を行う。

調査ポイント

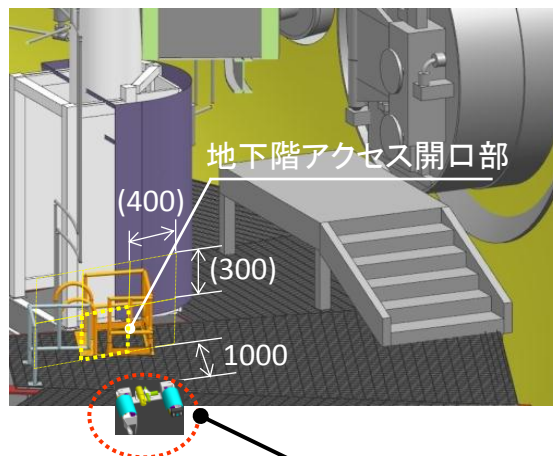


- 調査ポイントは調査時の現場環境状況によっては、変更の可能性あり

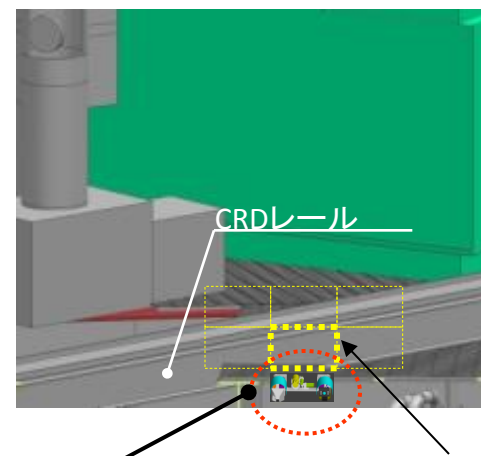
→ : アクセスルート (反時計回りルート)
→ : アクセスルート (時計回りルート)

調査イメージ例

① 地下階アクセス開口部



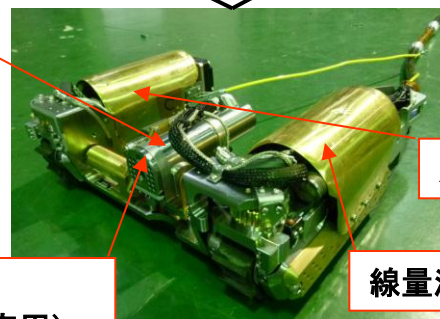
② CRDLレール



カメラのチルト動作、調査装置の旋回作業によるカメラ映像の取得を行う

CCDカメラ
※チルト範囲
上方向: 45°
下方向: 90°

ラインレーザ
(構造物との距離測定用)

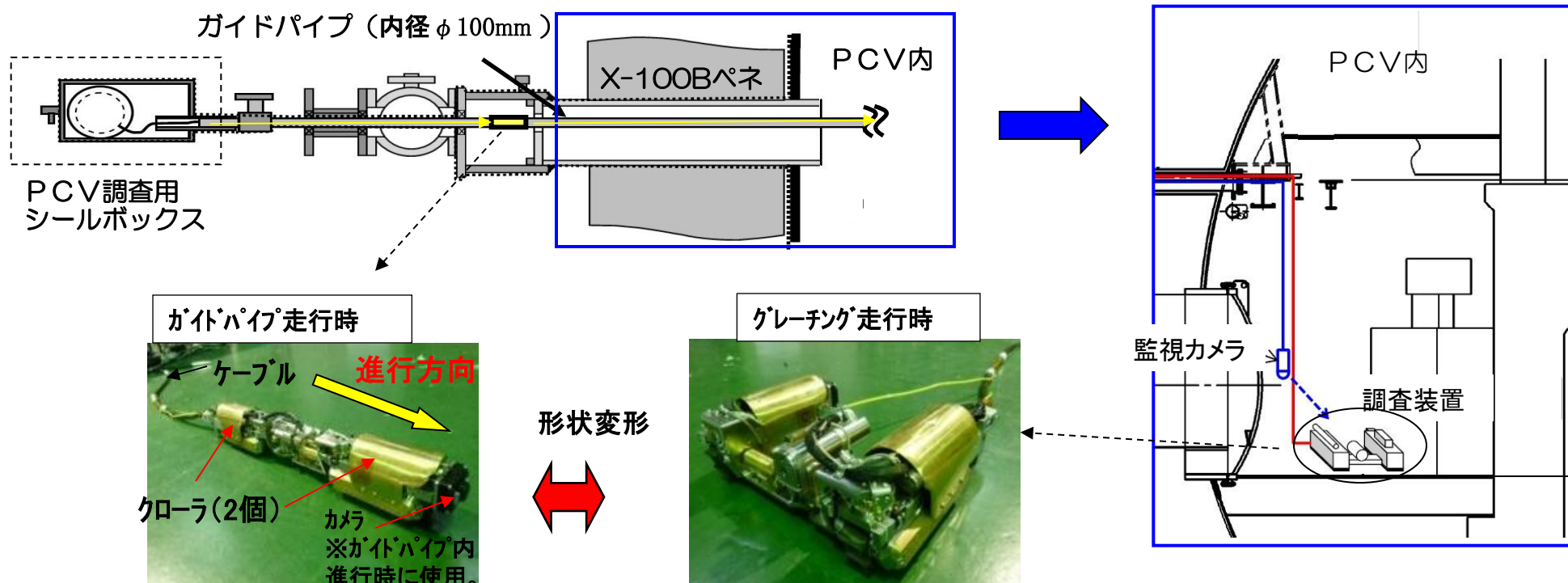


クローラ調査装置

5. 作業概要

■以下の要領でPCV内にクローラ調査装置を投入する。

- ① PCV調査用シールボックス(調査装置を内包)を設置する。
- ② ガイドパイプ経由でPCV内に調査装置を挿入し, PCV内の調査を実施する。
- ③ 調査終了後, 調査装置をシールボックス内に回収する。



概略寸法: 600(L) × 70(W) × 95(H)mm

概略寸法: 220(L) × 290(W) × 95(H)mm

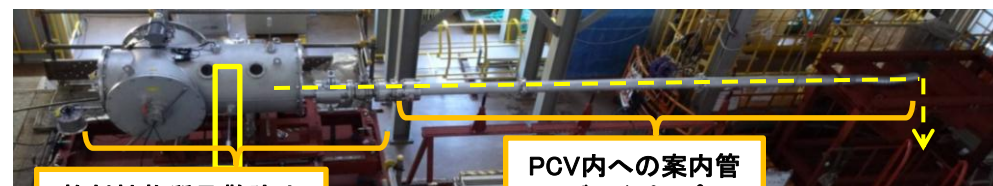
クローラ調査装置は狭隘なアクセス口(X-100Bペネ貫通口: 内径 ϕ 100mm)からPCV内へ 進入し, グレーチング上を安定走行可能な, 形状変形機構を有する。

6-1. モックアップでの検証

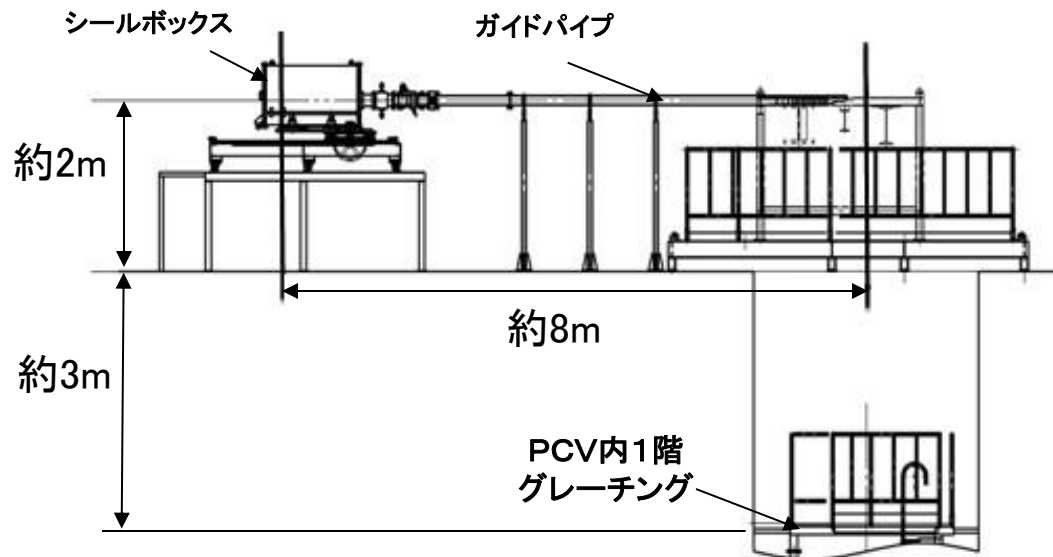
- 1号機のPCV内の実規模模擬体にて装置のPCV内への投入／回収やグレーチング上の走行性の確認試験を実施して、装置の機能・走行性能・遠隔操作性について問題ないことを確認。
- 模擬体は、模擬範囲が広範囲(高さ方向/平面方向)になることから、用途別2種類にて実施。

PCV内調査装置の挿入/回収時の検証項目

	作業内容
調査装置： エントリー作業	調査装置 ガイドパイプ内進行/治具類挿入
	調査装置 形状変更/エントリー
	調査装置エントリー, 降下
	調査装置グレーチング着座
	ケーブル監視カメラ エントリー
調査装置： 回収作業	X-100B直下へ調査装置移動
	ケーブル監視カメラ 回収
	調査装置 形状変更/回収
	調査装置をシールボックス内収納



模擬体の写真



PCV内挿入/回収用模擬体(側面図)

(高さ方向を模擬し、装置のPCV内への挿入/回収の検証用)

6-2 . モックアップでの検証

- グレーチング走行試験では、現場環境を模擬(グレーチングを濡らした状態, 干渉物, 暗闇)した状態で実施。
- アクセスルート上に干渉物が確認された場合, 回避を基本方針とするがグレーチング上への落下が想定される干渉物(鋼板, L鋼, パイプ, ケーブル, ウェス, がれき, グレーチング等)を模擬した踏破性試験についても実施。

グレーチング走行試験の検証項目

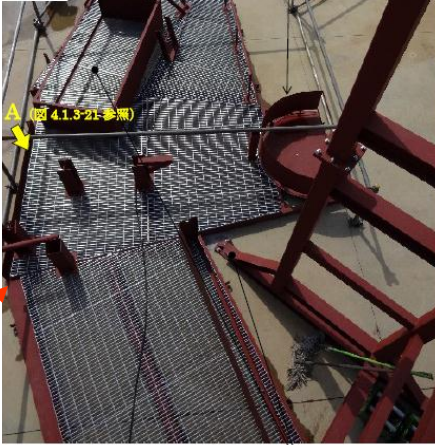
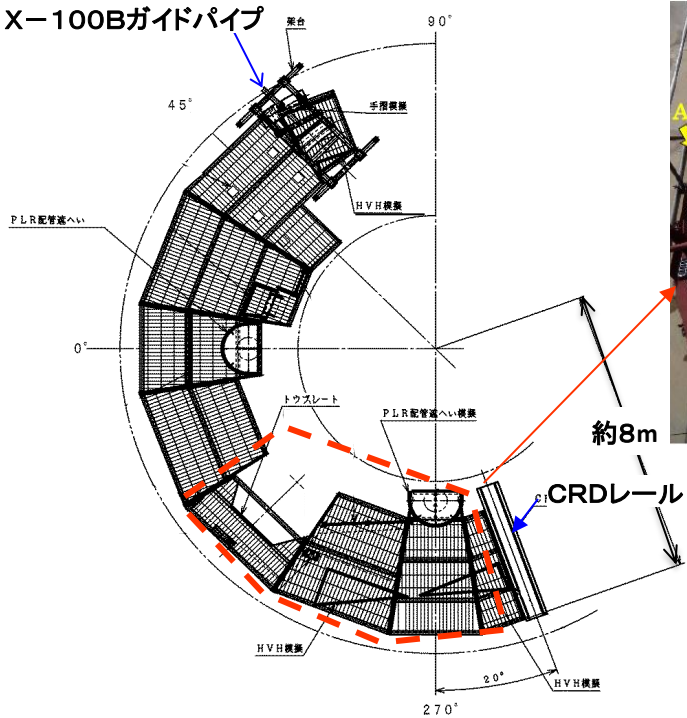
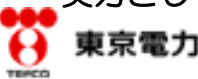
	作業内容
調査作業 (定常作業)	ケーブル遠隔送込み/調査装置移動
調査作業 (非常定常作業)	調査作業(映像/温度/線量)取得
調査作業 (非常定常作業)	障害物による走行ルート変更
調査作業 (非常定常作業)	障害物の踏破性能の検証

踏破試験例：グレーチング段差(高さ40mm)の場合



踏破前 踏破後(低所→高所) 踏破後(高所→低所)

実力として40mm程度の踏破性能があることを確認した。



模擬体の写真

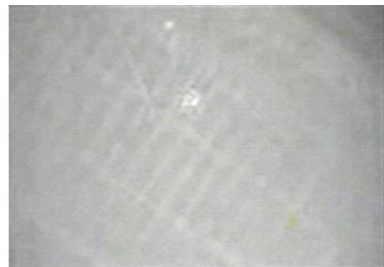
グレーチング走行確認用模擬体 反時計回り※(平面図)
(PCV内の平面方向を模擬し、グレーチング上の走行性検証用)
※ 時計回りの模擬体も製作

7. 視認性向上

- カメラの視認性については、1stエントリー時の調査結果を踏まえ、ソフトウェア(画像処理:画像ノイズの除去)およびハードウェア(照明の照射角の狭隘化)の改善を実施。
- 本調査用装置搭載のLEDユニットを用い、画像処理を適用することで、実機相当の蒸気環境下(1stエントリー調査時と同程度)において、1～5mの距離にある白黒コントラストのターゲットや、グレーチングを視認できることを確認した。

視認性試験例: 5m先の白黒チャートでの霧視認性試験

1stエントリー時(H24.10.11)での画像例
カメラとグレーチングの推定距離: 約1m



1stエントリー原画像



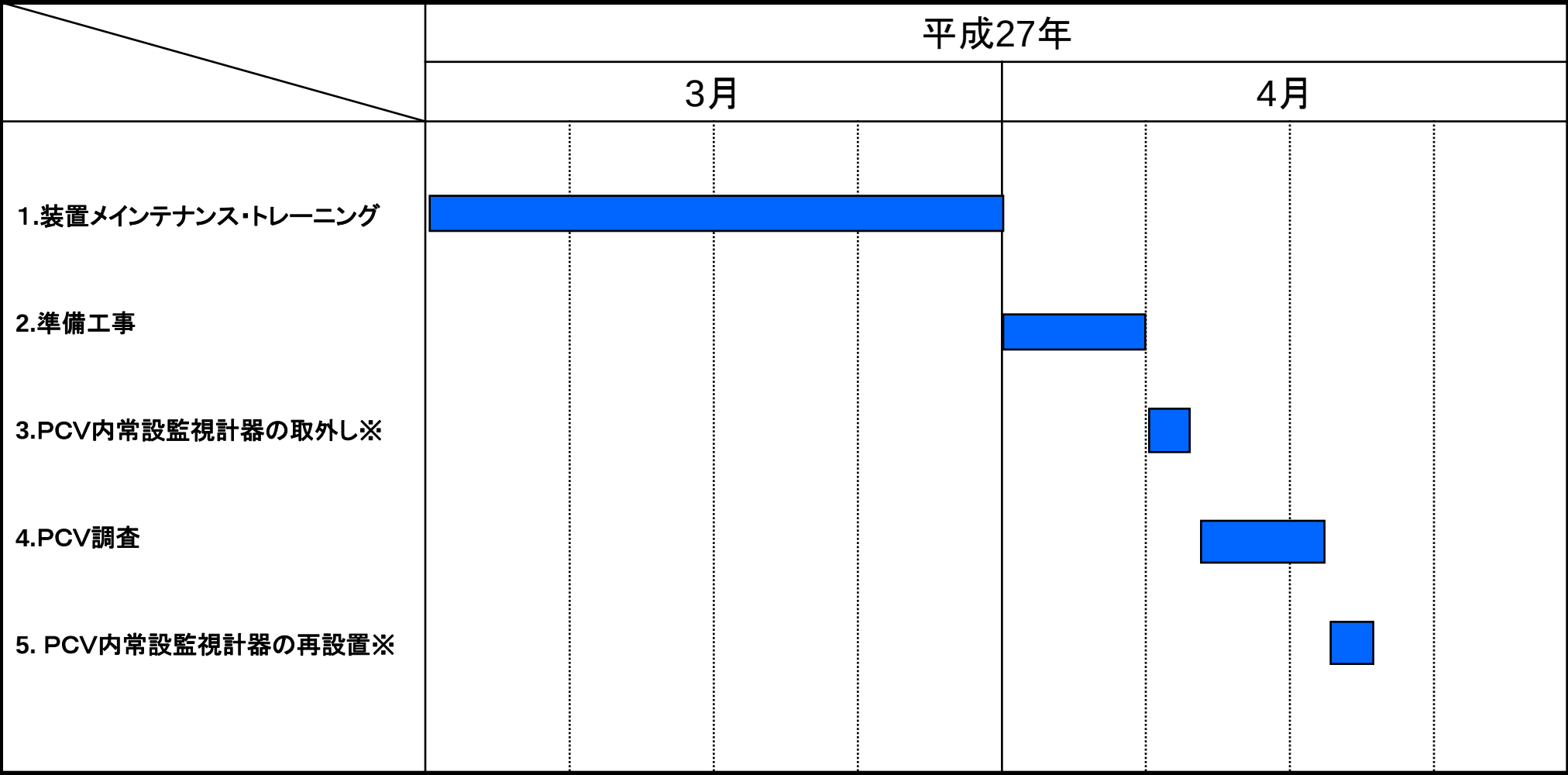
画像処理画像

	1stエントリーで使用 した照明	B1調査用照明 (画像処理無)	B1調査用照明 (画像処理有)
光の透過率※ 100% (蒸気なし)			
光の透過率※ 40%			
光の透過率※ 20% (1stエントリー相当)			

15cm
白黒コン
トラスト

光の透過率 = 蒸気環境下での光の強度 / 蒸気なしでの光の強度

8. 実施工程(案)

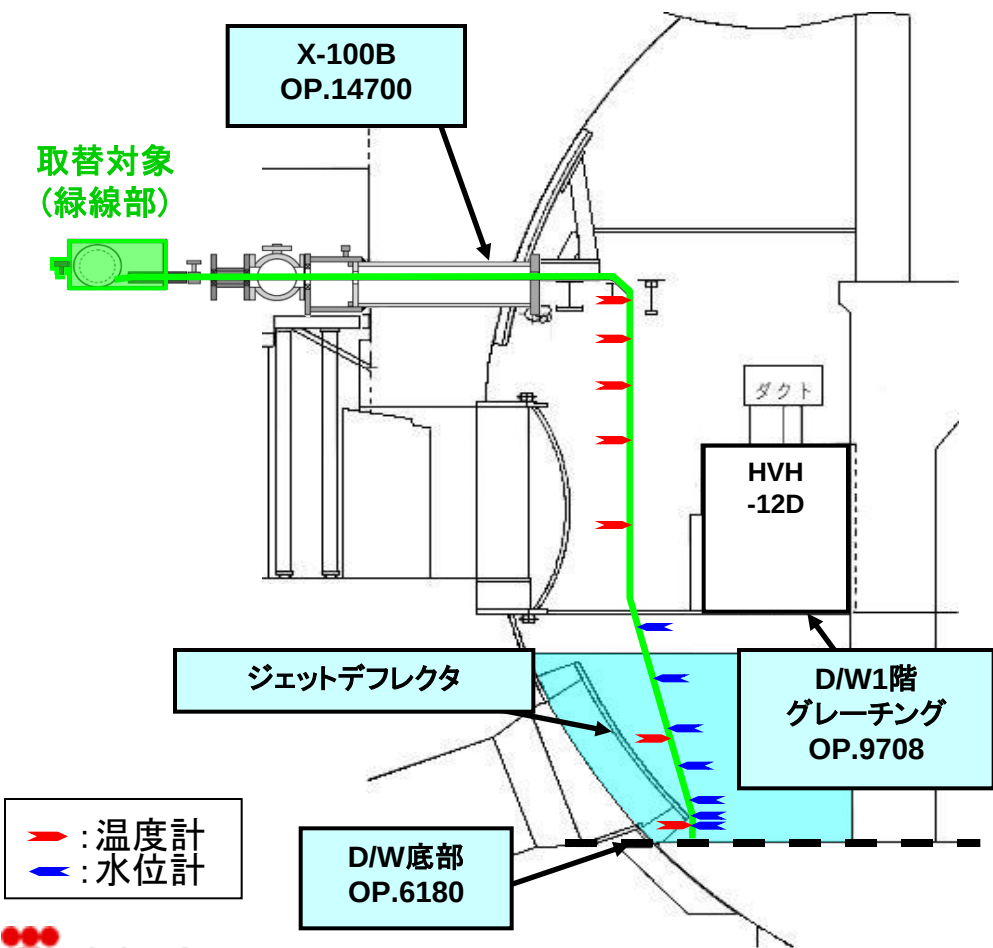


※PCV内部調査実施のため、X-100Bペネに設置してある常設監視計器を取り外し、調査終了後、同等のものを同じ位置に再設置する。

(参考) PCV内常設監視計器取替

■ 常設監視計器概要

PCV内部調査実施のため、常設監視計器を取り外し、調査終了後、同等のものを同じ位置に再設置する。※実施計画の記載に変更なし



温度計:熱電対

T7	OP.14500
T6※	OP.14000
T5	OP.13230
T4	OP.12500
T3※	OP.11200
T2	OP.7500
T1	OP.6330

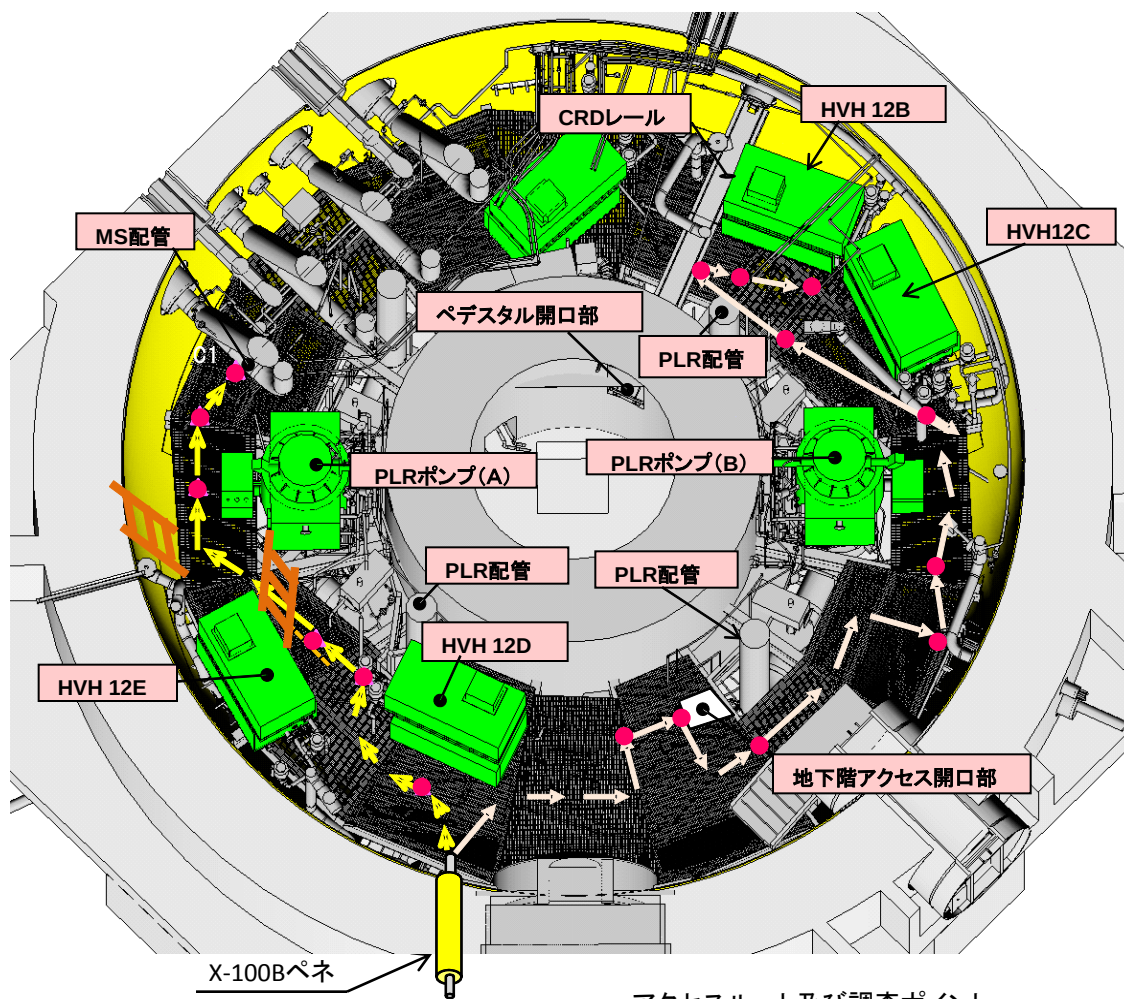
水位計:電極式

L7	OP.9380
L6	OP.8580
L5	OP.7780
L4	OP.7280
L3	OP.6780
L2	OP.6480
L1	OP.6330

※実施計画Ⅲ章18条の冷温停止状態監視温度計

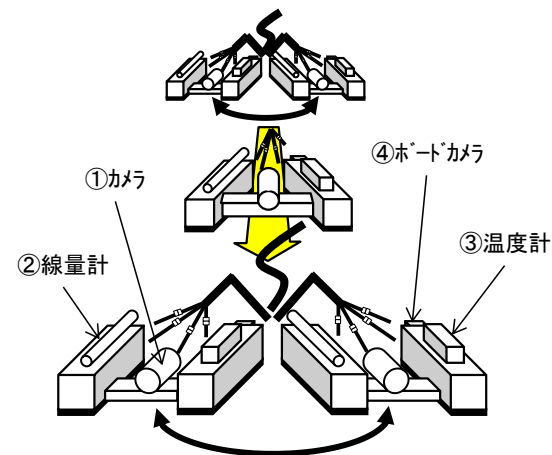
(参考) 調査ポイントの設定

- アクセスルート上の調査ポイントとして地下階アクセス開口部、CRDレールの状況の他にHVH、PLR配管、PLRポンプ等の既設構造物の状況確認できるように設定した。



アクセスルート及び調査ポイント

【調査イメージ】



周囲を確認しながら、少しずつ走行し、調査対象位置では、カメラを上下、調査装置を左右に旋回させて、各調査を行う。

- : アクセスルート (反時計回りルート)
- : アクセスルート (時計回りルート)