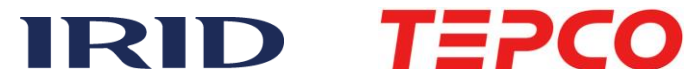


# 福島第一原子力発電所 2号機 PCV内部調査の実施について

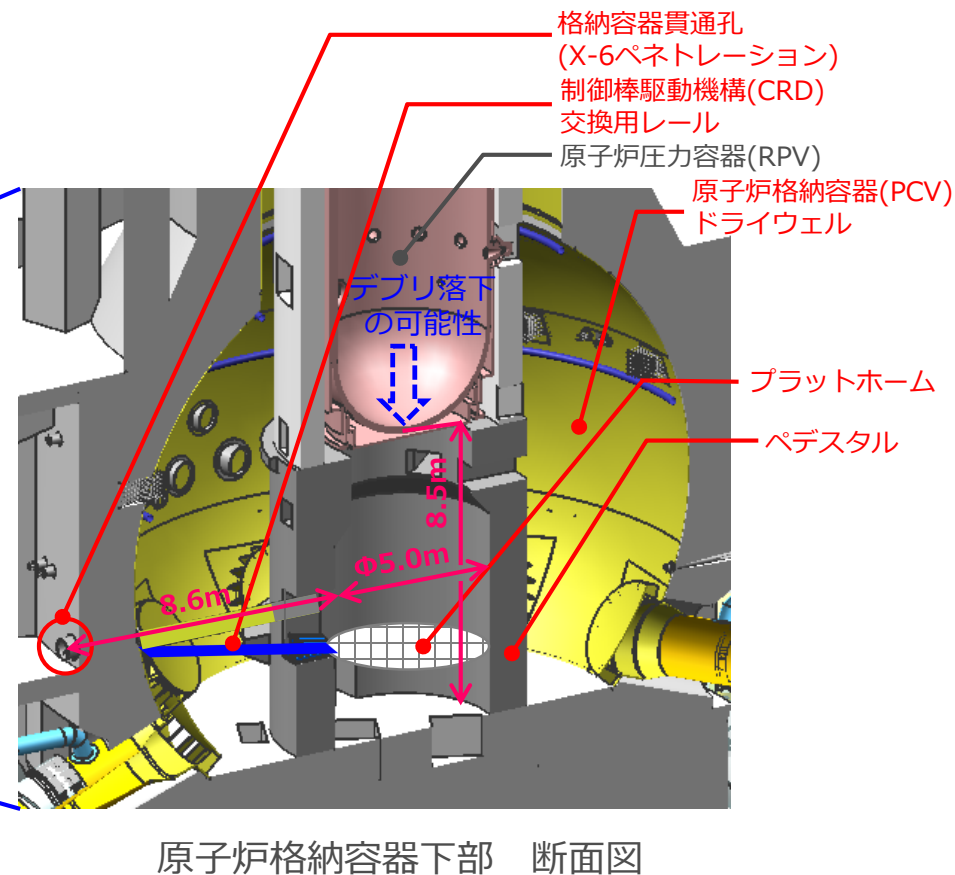
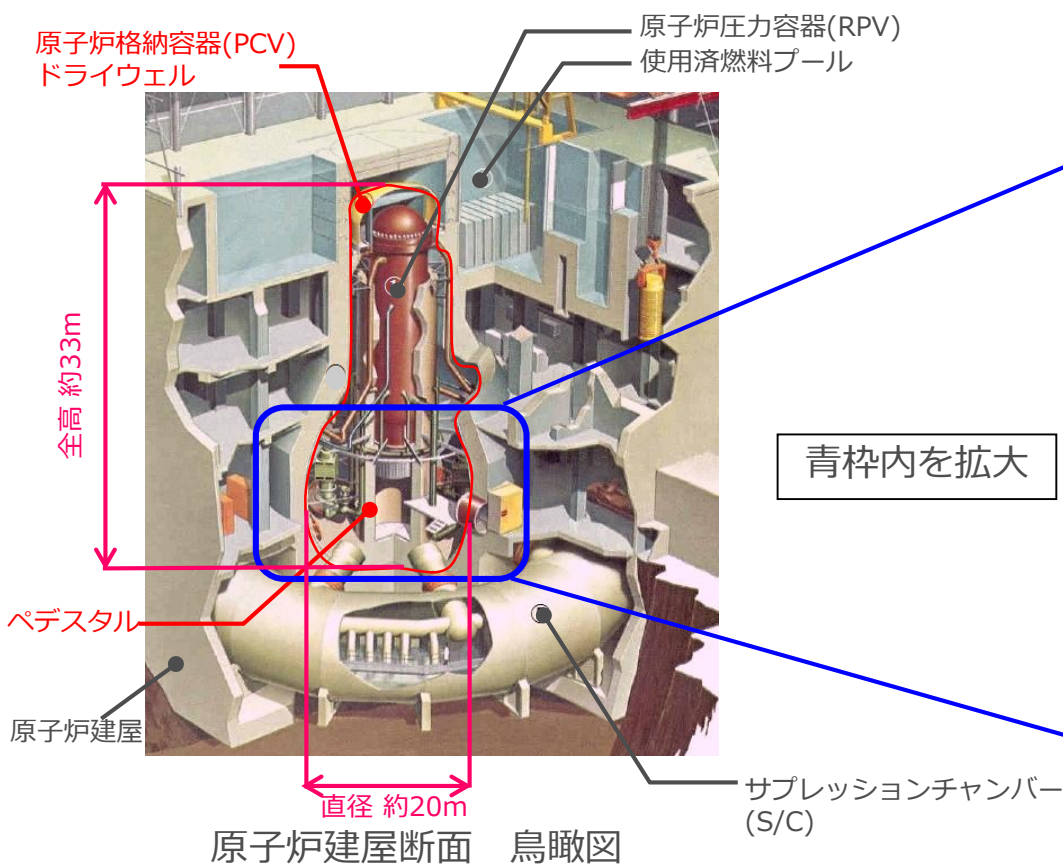
2016年11月25日



技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)  
東京電力ホールディングス株式会社

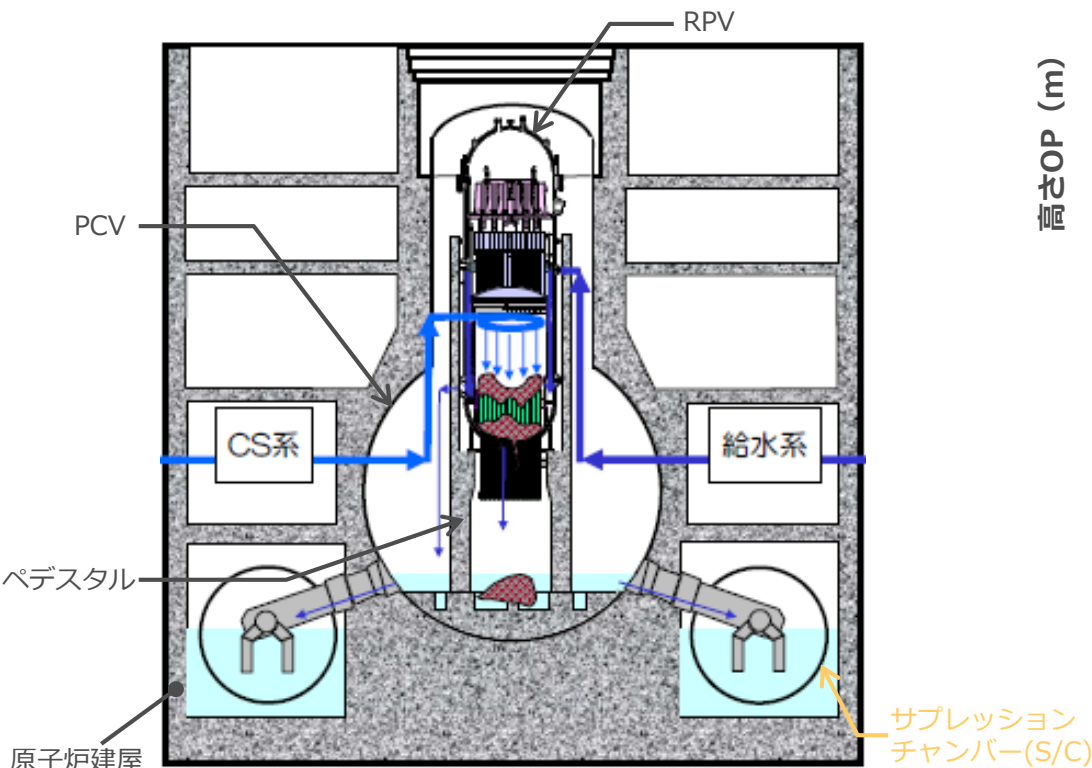
# 1. 原子炉格納容器(PCV)の状況について

- 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。
- ↓
- 燃料デブリを取り出すためには、原子炉格納容器(PCV)内の調査を実施し、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。

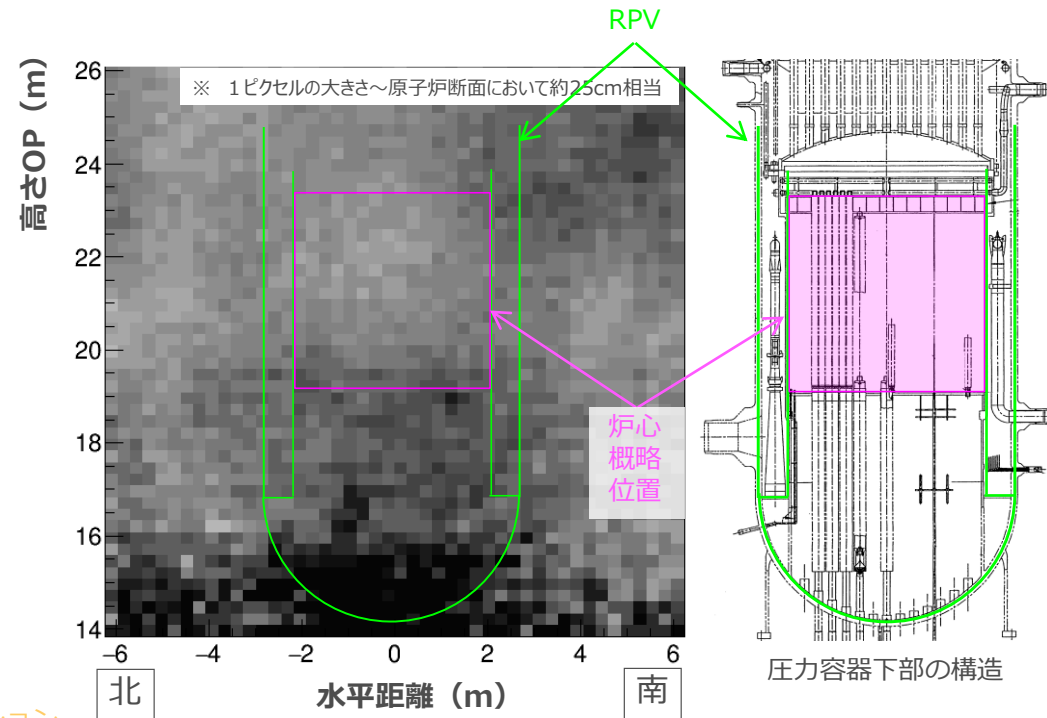


## 2. 2号機における炉心・PCVの推定状況

- 事故進展解析の結果から、溶融した燃料のうち一部はRPV底部またはPCVペDESTALへ落下し、燃料の一部は元々の炉心部に残存していると推定される。
- また、原子炉を通過する宇宙線ミュオンの測定により、RPV内の燃料デブリを検知する技術を開発しており、平成28年3月～7月にミュオン透過法の測定結果から、RPV底部に燃料デブリと思われる密度物質の影を確認している。



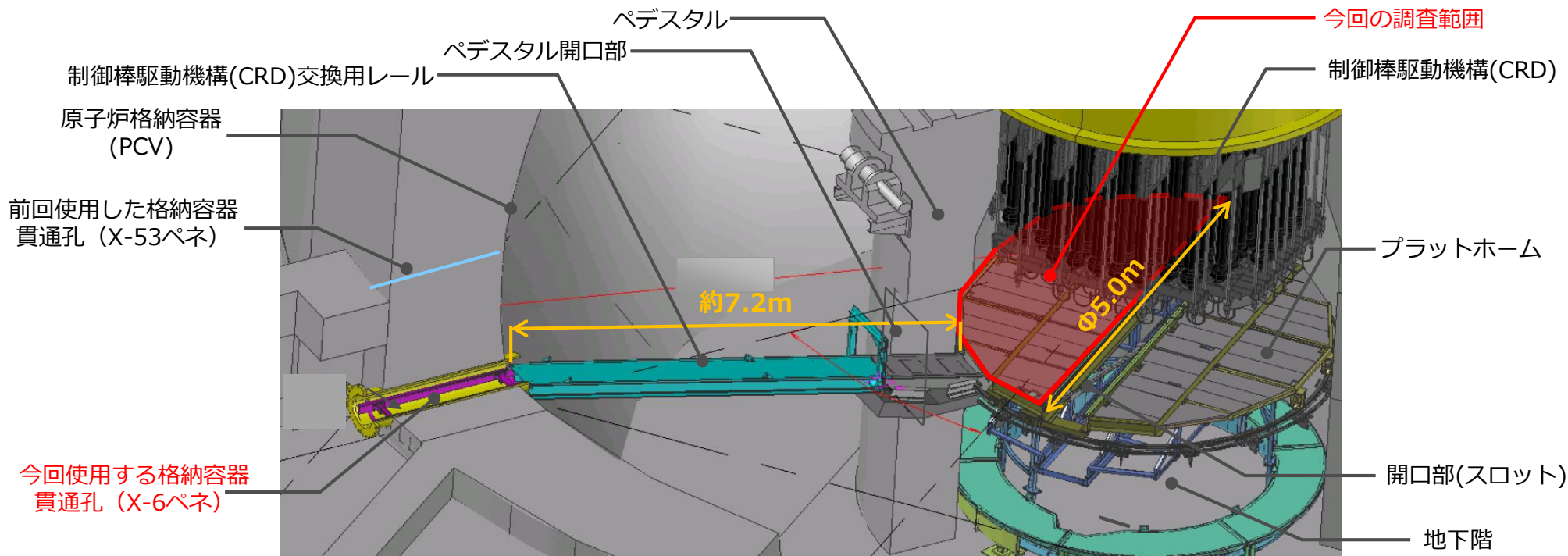
事故進展解析結果から推定される  
2号機の炉心・PCVの状況



2号機ミュオン透過法による測定結果  
(測定方法については参考-1参照)

### 3. 2号機におけるペDESTアル内調査

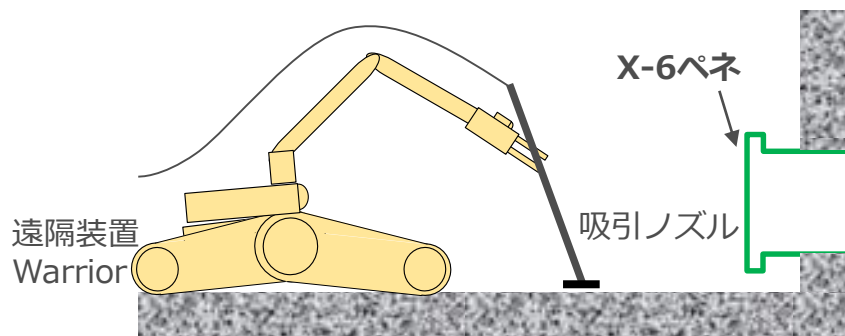
- 事故進展解析結果からの推定及びミュオン透過法による測定結果を踏まえ、ペDESTアル内の燃料デブリの落下状況及びペDESTアル内構造物の状況を確認するため、ペDESTアル内調査を行う。
- 2013年8月のペDESTアル内調査では、PCV貫通孔X-53ペネから調査装置を投入し、CRD交換用レール及びペDESTアル開口部近傍まで調査を行っている。(参考-2参照)
- 今回実施するペDESTアル内調査は、PCV貫通孔X-6ペネからアクセスし、制御棒駆動機構(CRD)交換用レール、ペDESTアル開口部を經由し、ペDESTアル内に調査装置を投入する。



PCV内部調査範囲

## 4. 2号機X-6ペネ周辺の線量低減対策

- X-6ペネ周辺のエリアは高線量のため、これまで除染作業を実施してきたが、X-6ペネからのペDESTAL内調査を実施するための目標線量（床表面線量100mSv/h以下）まで到達しなかった。
- 作業エリアの目標線量達成及びペDESTAL内調査の早期実施のため、更なる除染ではなく、新規でより厚い遮へい体を有する装置を設置することにより、線量低減対策を行う。



吸引除染イメージ図



吸引除染作業状況



床表面線量比較箇所

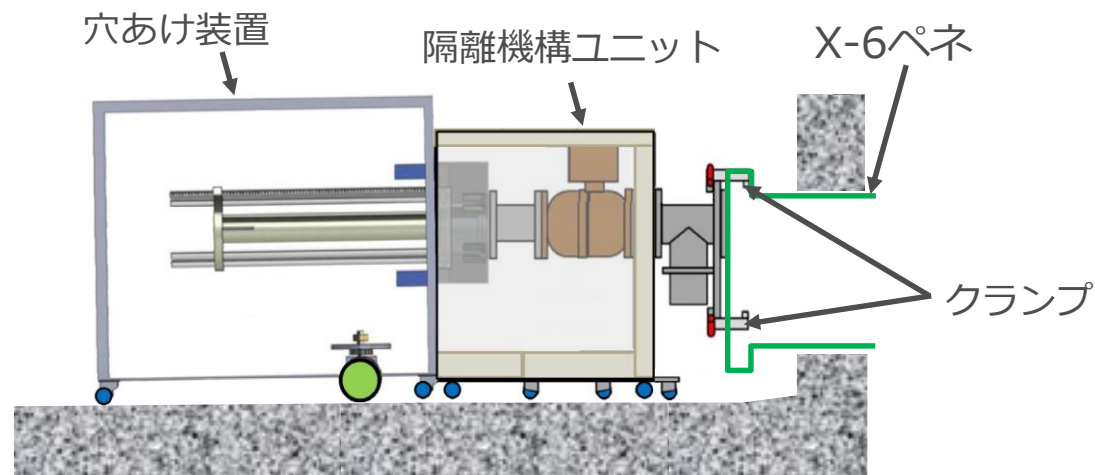
実施内容	除染前	吸引除染	ｽｰﾑ除染	化学除染	表面研削	化学除染
	2015/10	2015/11	2015/11	2015/12	2016/1	2016/1
床表面線量 (Sv/h)	> 10	6.7	> 10	4.2	7.0	7.4

- スｰﾑ洗浄後は、線量が増加している箇所と減少している箇所を確認
- 化学除染後、全ての測定点において測定レンジ内 (<10Sv/h) 内に線量が減少。
- 表面研削を実施したところ、ダストが上昇したため、研削を中断。研削後の汚染除去のため、線量低減実績のある化学除染を実施
- 複数の除染作業を実施したものの、目標線量まで到達しなかった

# 5. X-6ペネ穴あけ

## 5. 1 使用する各装置の製作状況

- 穴あけに使用する隔離機構ユニット及び穴あけ装置の製作は完了しており、現在習熟訓練中。



隔離機構ユニット及び穴あけ装置を設置した際のイメージ図



穴あけ装置の製作状況



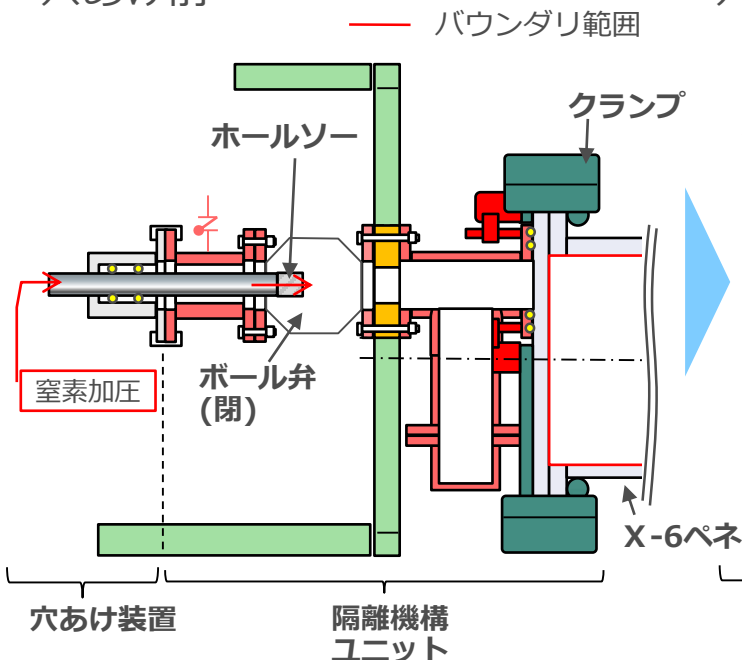
隔離機構ユニットの製作状況

# 5. X-6ペネ穴あけ

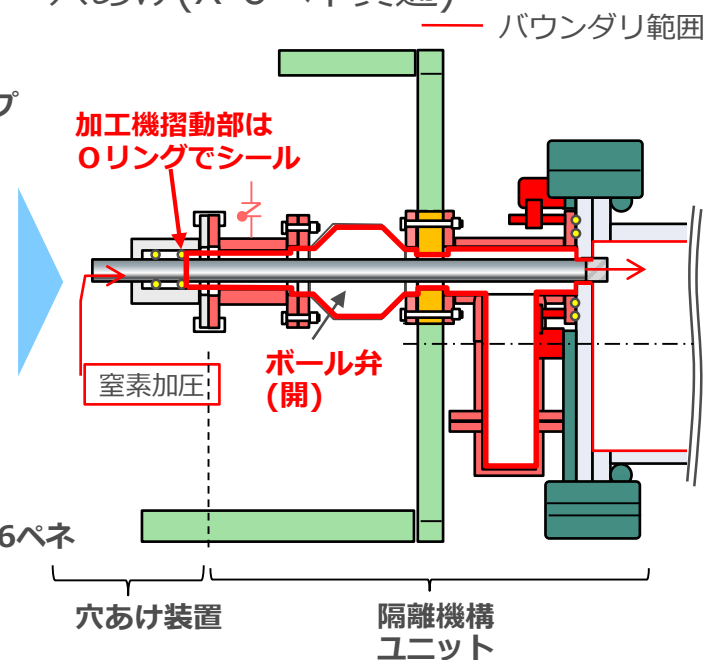
## 5. 2 穴あけ作業の概要

- 穴あけ作業は、下図作業ステップ (ii) に示すように、隔離機構側から窒素を加圧することによりバウンダリを構築し、PCV内の気体及び穴あけ作業で発生するダスト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。
- 穴あけ作業後は、穴あけ装置引き抜き時に隔離機構ユニットのボール弁を閉する。
- 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、作業前にX-6ペネ近傍に連続ダストモニタを設置し、作業中のダスト濃度を監視する。

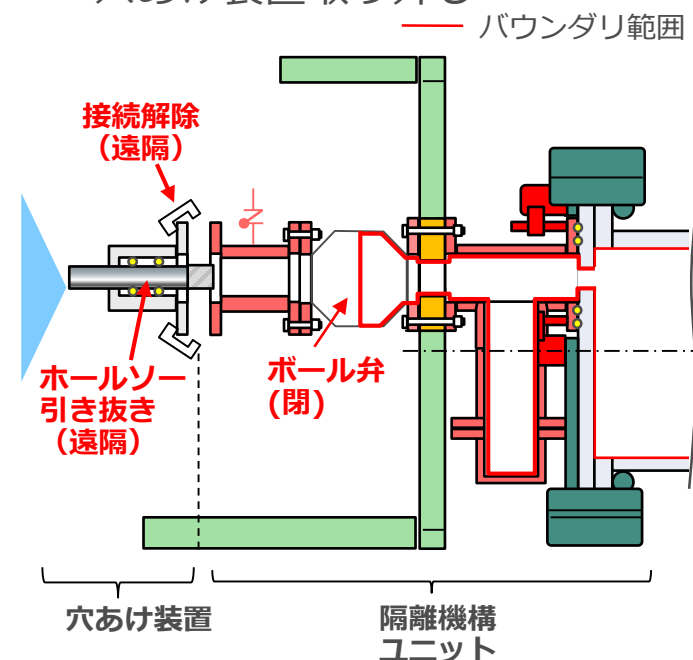
作業ステップ(i)  
穴あけ前



作業ステップ(ii)  
穴あけ(X-6ペネ貫通)

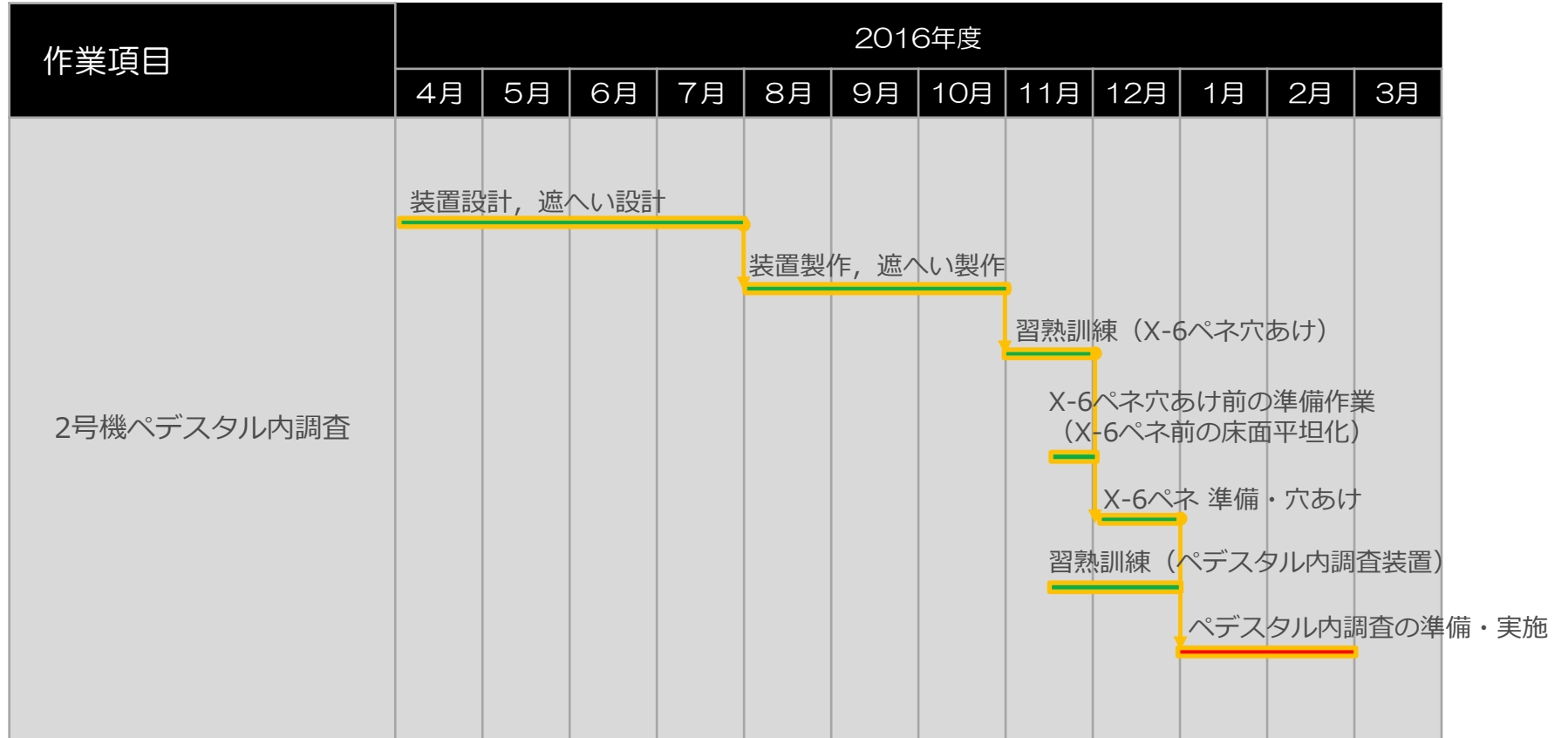


作業ステップ(iii)  
穴あけ装置取り外し



# 6. 工程

大よその規模感を表現するものであり、各作業期間は変更となる可能性がある。



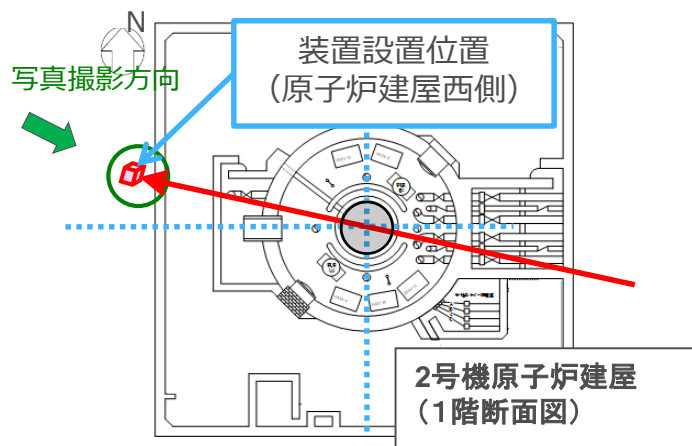


# (参考-1) 2号機におけるミュオン透過法の測定

- 国プロ「原子炉内燃料デブリ検知技術の開発」にて，原子炉を通過する宇宙線ミュオンの測定により，炉内燃料デブリを検知する技術を開発。
- 2号機において平成28年3月～7月にミュオン透過法の測定を実施。その測定・評価結果を報告する。

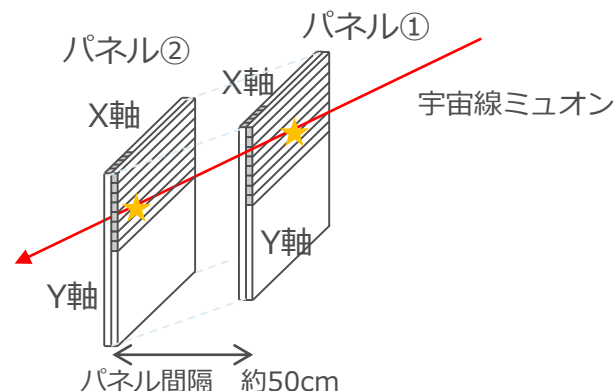


ミュオン測定装置設置  
(小型装置，約1m×1m×高さ1.3m)



## <ミュオン測定装置の計測原理 (イメージ)>

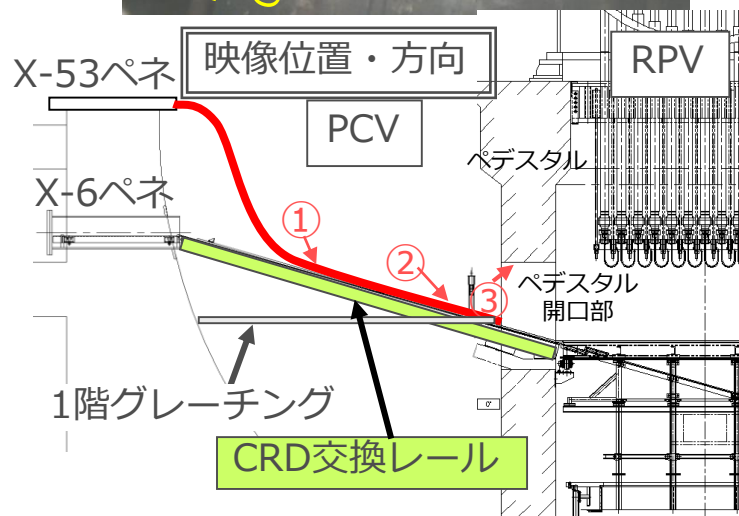
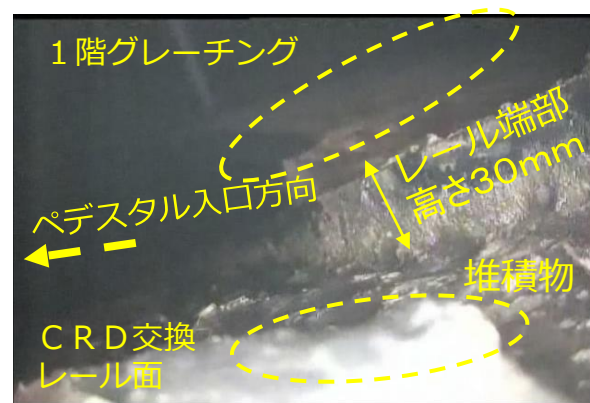
上空から飛来するミュオンを装置内部に配置した2枚のパネル検出器 (プラスチックシンチレータ) で検知し，通過したパネルの座標からミュオンの軌跡を算出。



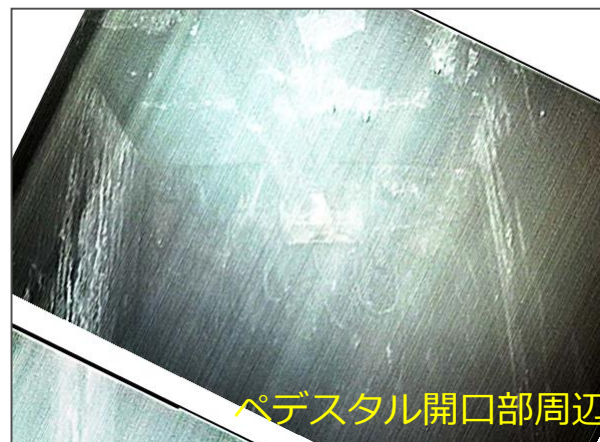
## ① レール上堆積物



## ② レール上堆積物



## ③ ペデスタル開口部



	雰囲気線量※
①	約24Sv/h
②	約30Sv/h
③	約36Sv/h

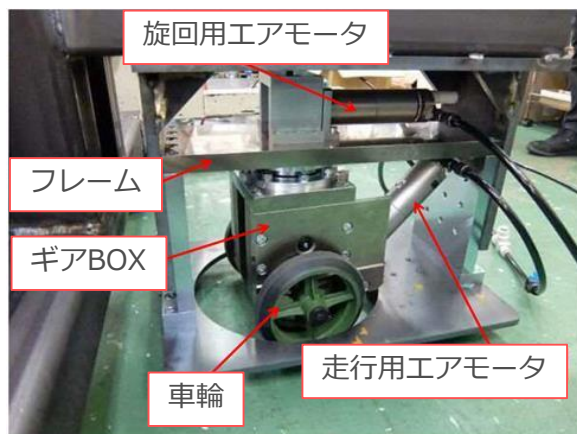
※雰囲気線量は画像ノイズからの線量推定結果

### 調査結果

- CRD交換レール上の堆積物があったものの、ペデスタル開口部近傍まで調査することができた。
- PCV内の線量率を図ったところ、ペデスタルに近づいても急激な線量上昇が無かったことから、燃料デブリはペデスタル開口部近傍には無いものと考えられる。

## 装置の自走

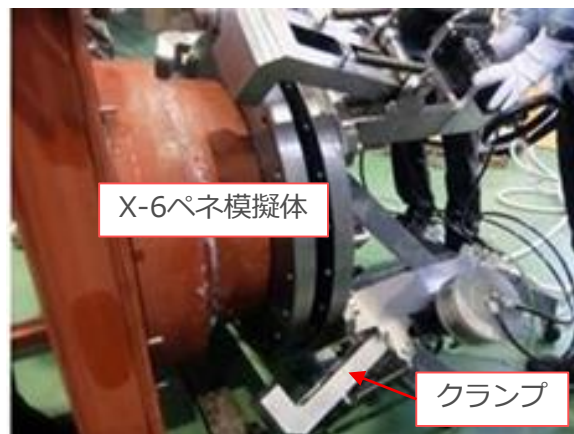
遮へい体を載せた状態で自走で所定の位置に移動する。



荷重を載せた状態での自走試験を実施。

## 装置の固定

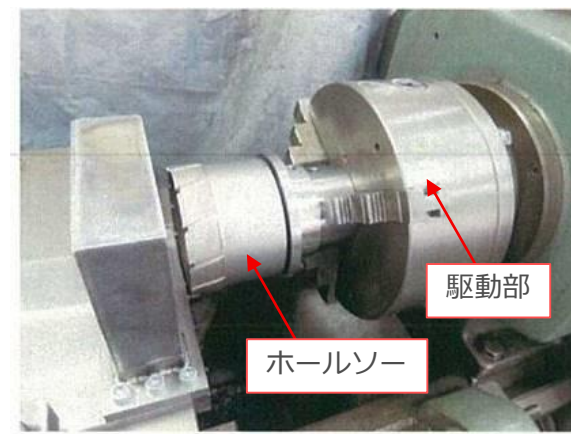
遠隔操作でクランプにより装置をX-6ペネに取り付ける。



加工反力以上の力でクランプできることを確認。

## X-6ペネの穴あけ

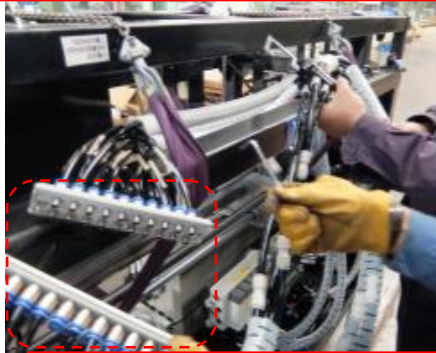
ドリル交換が不要となるようにホールソー方式で穴あけを行う。



ホールソー (Φ115) で穴あけできることを確認

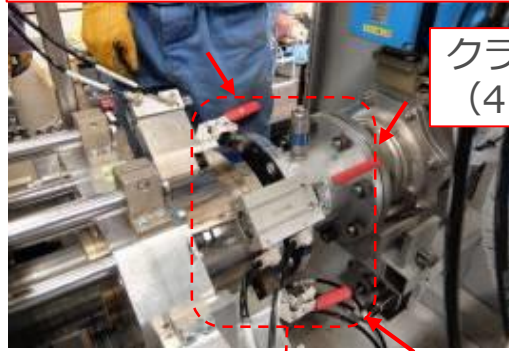
■ 装置の組立

隔離機構ユニットの遠隔操作ケーブルの接続



操作ケーブルの接続

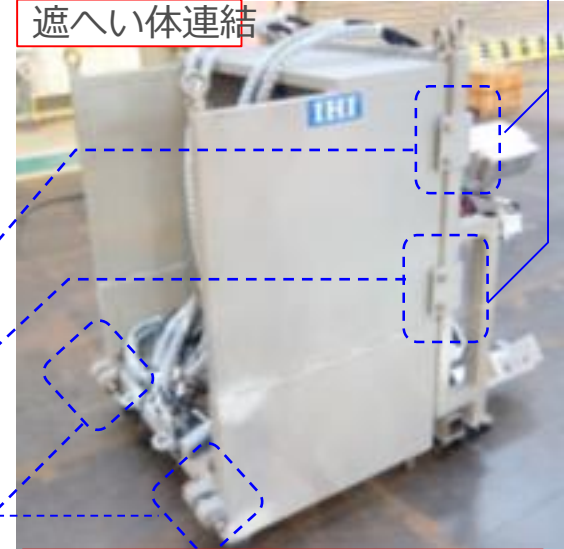
隔離機構ユニットフランジと穴あけ装置フランジの接続



クランプで連結 (4ヶ所)

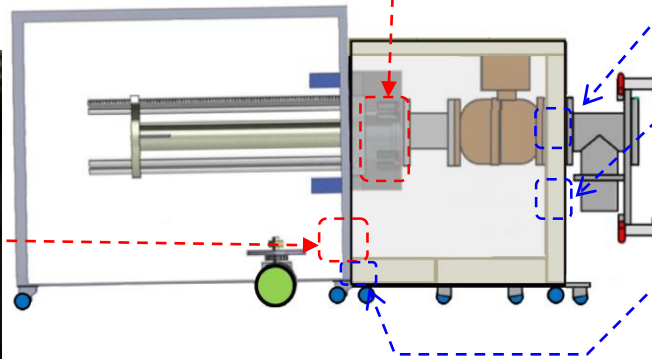
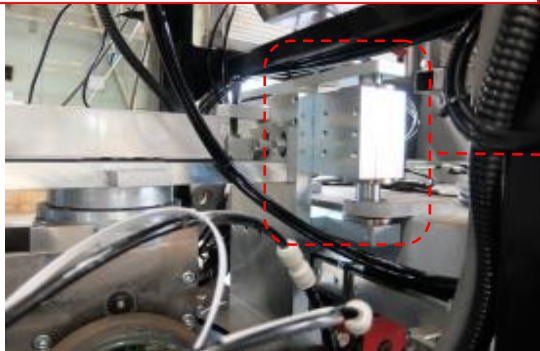
反対面でも2か所連結

遮へい体連結



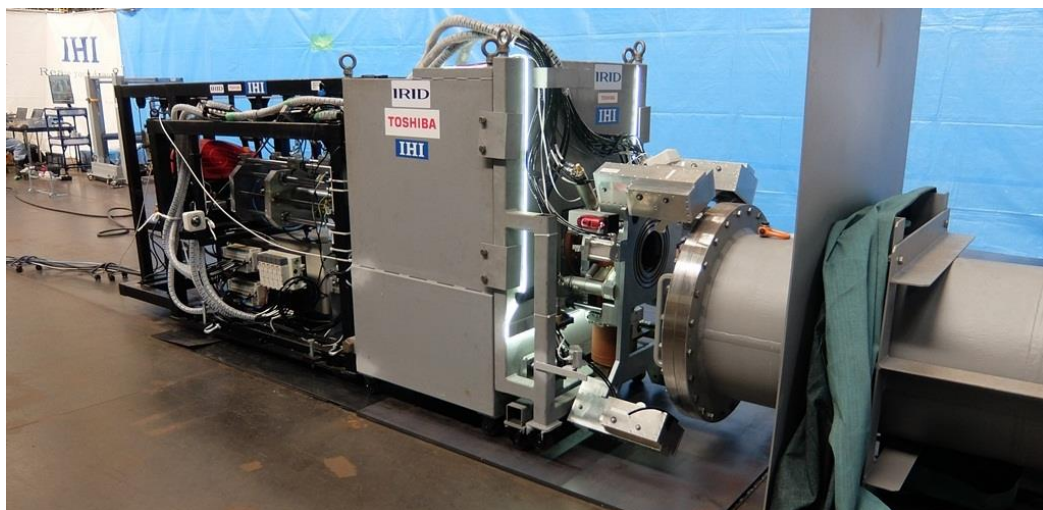
ボルト・ナットで連結 (側面4か所, 底面2か所)

隔離機構ユニットフレームと穴あけ装置フレームの連結



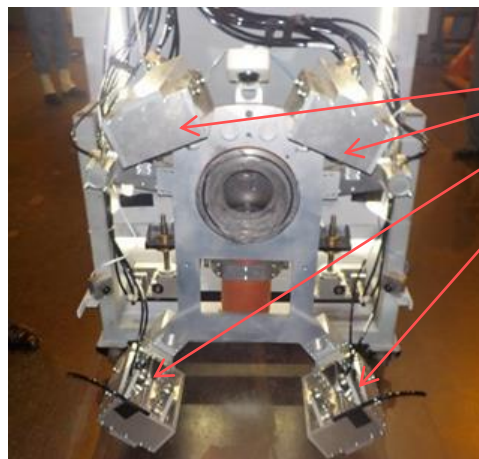
計画通り組み立てられることを確認。

■ 装置の自走

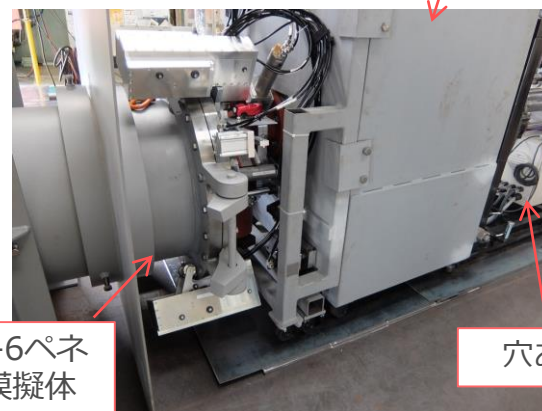


装置の前進, 後進, 旋回 (左右) が実施できることを確認。

■ 装置の固定及び穴あけ



クランプ

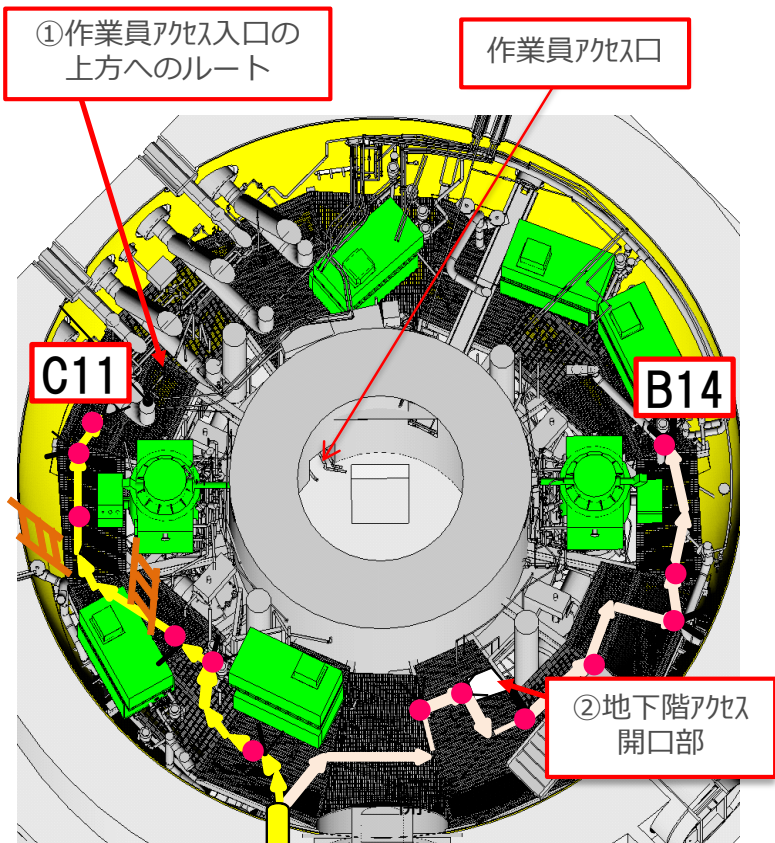


隔離機構ユニット

X-6ペネ  
模擬体

穴あけ装置

X-6ペネの模擬体に固定し, 穴あけできることを確認。



X-100B

PCV内の1階グレーチング上における調査ルート

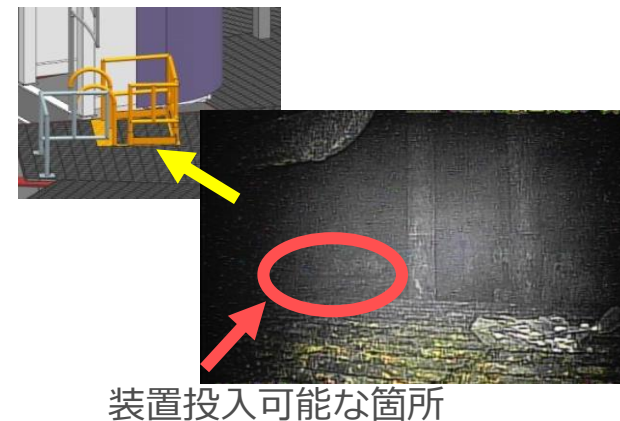


自走式調査装置

## ①作業員アクセス入口上方へのルート



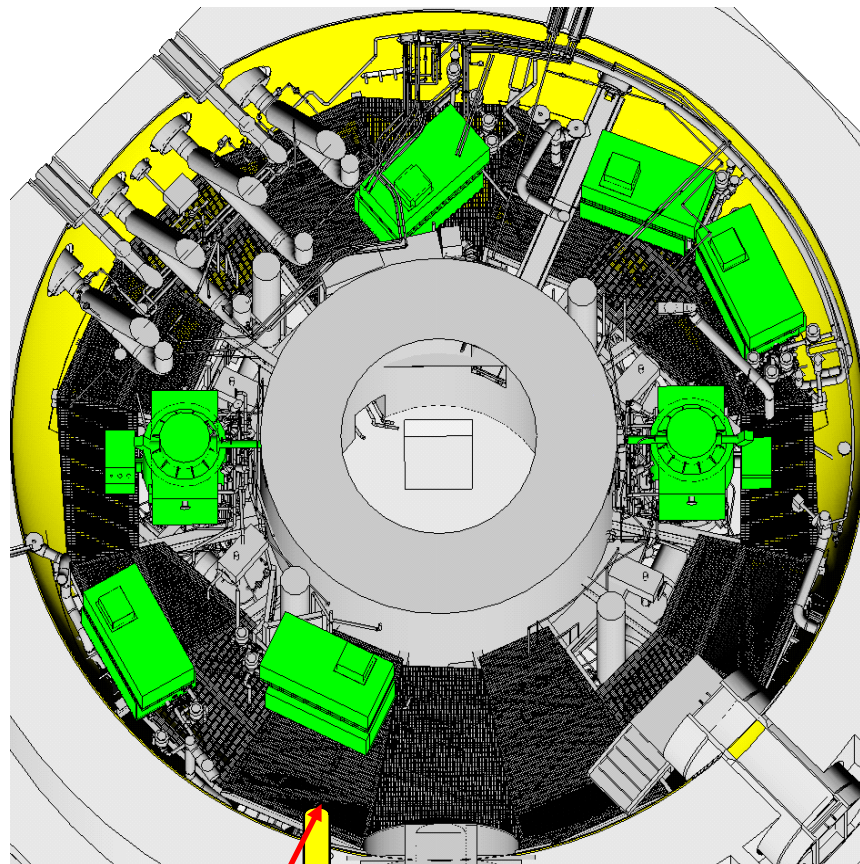
## ②地下階アクセス開口部



	PCV内雰囲気
温度	17.8~21.1℃
線量	4.7~9.7Sv/h

## 調査結果

- 作業員アクセス口の上まで接近できる見込みが得られた。
- 手摺りの間から地下階に装置が投入可能である見込みが得られた。



X-100B

PCV内の1階グレーチング上  
における調査箇所

地下階滞留水の  
混濁状況

## 地下階滞留水の混濁状況



## 調査結果

- ペデスタル外調査実施後、常設監視計器を再設置した際に、地下階滞留水中に堆積物が多いことが分かった。