

2号機 X-6ペネに関する現場情報

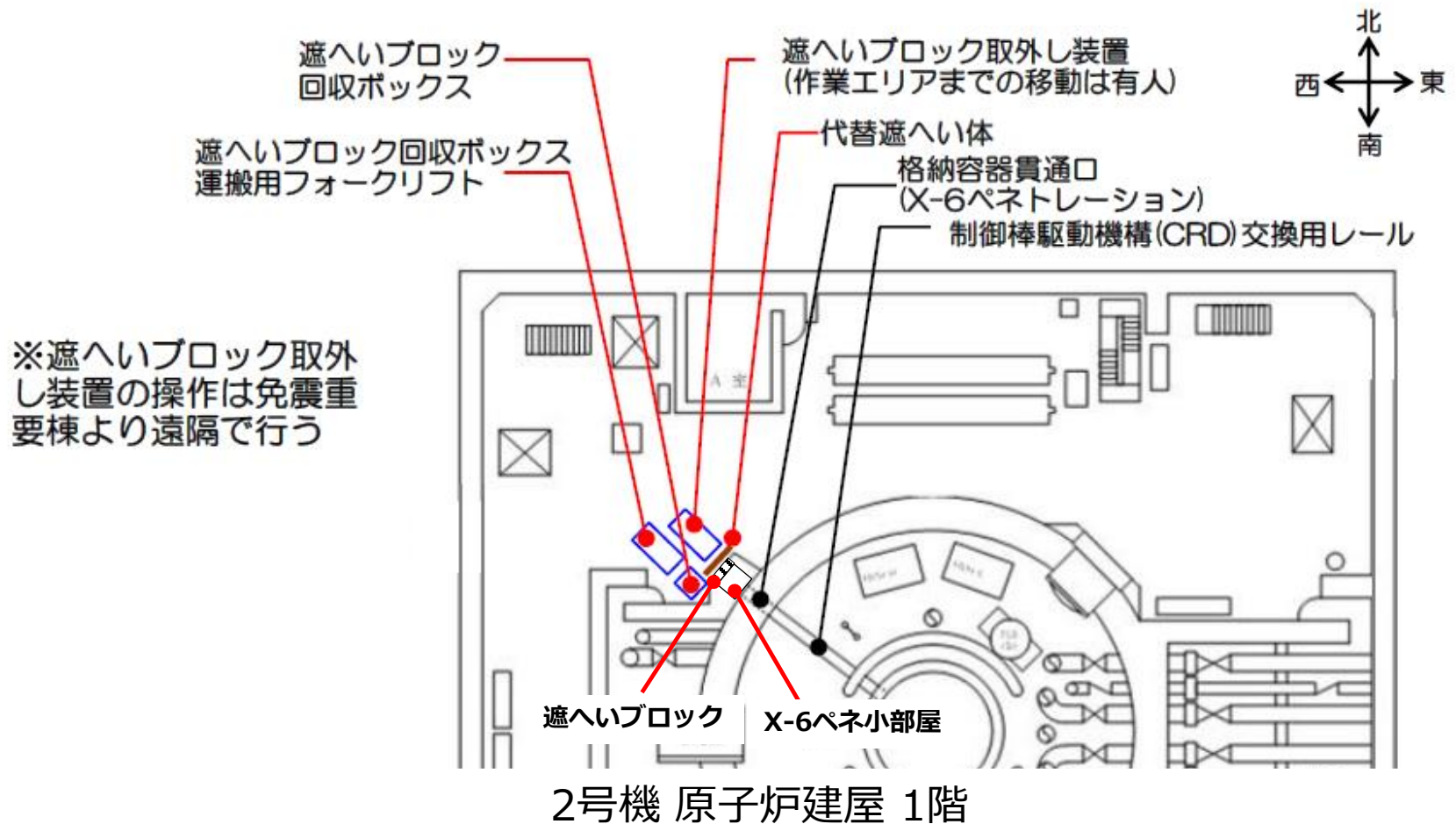
2023年12月25日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

- 2号機格納容器内部調査、試験的取り出し作業の準備作業において、PCV貫通部（X-6ペネ）周辺で高線量率が測定されており、また、フランジ面から溶出物が床面に広がっている状況が確認されている。
- 本資料は、X-6ペネ周辺および関連する現場情報をまとめたもの。

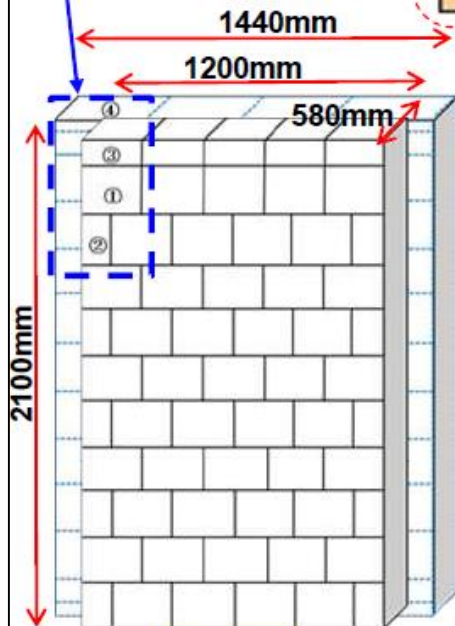


2. 遮蔽ブロックの撤去作業、撤去前の雰囲気線量率

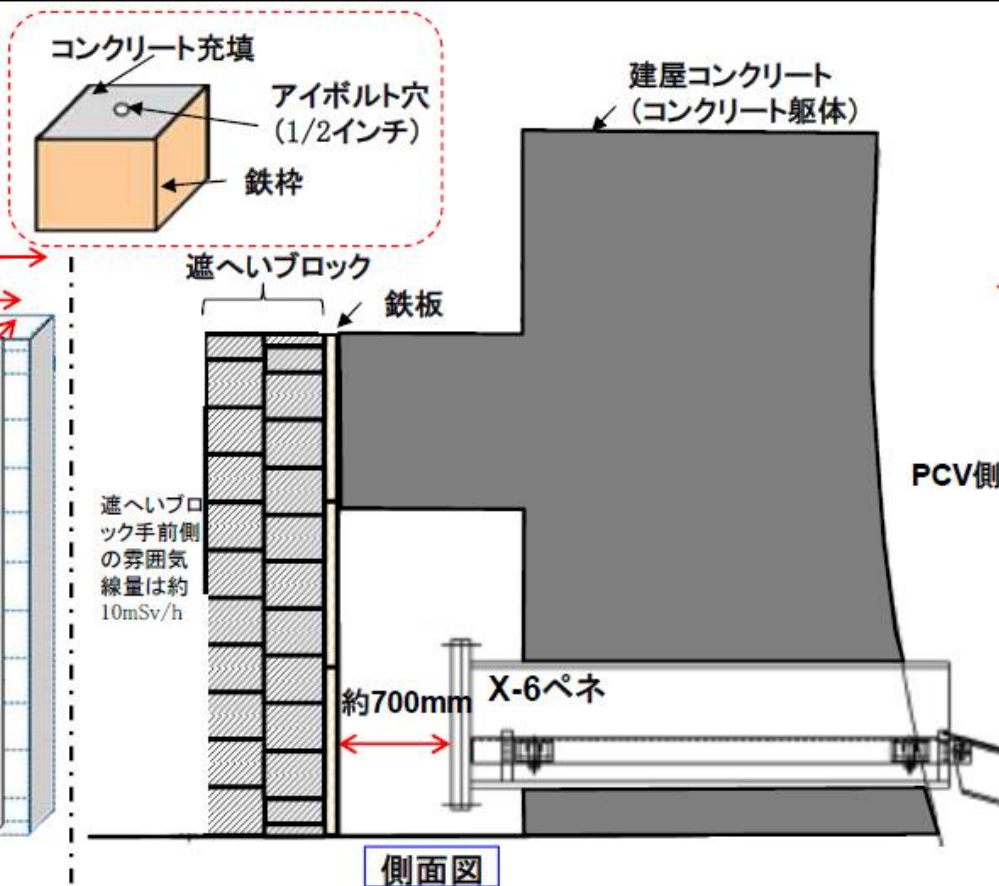
- PCV内部調査の準備として、X-6ペネ手前に設置された、遮へいブロックの撤去作業を実施。
- 作業前、当該遮蔽ブロックの手前で雰囲気線量約10mSv/hを確認。

遮へいブロック概要図

- ①:基本ブロック
- ②:両端用
- ③:上段用
- ④:後方最上段用



正面図



側面図

現場調査の結果、遮へい体は①～④の形状のコンクリートブロックで構成され、最大重量は約36kg(形状①)と想定

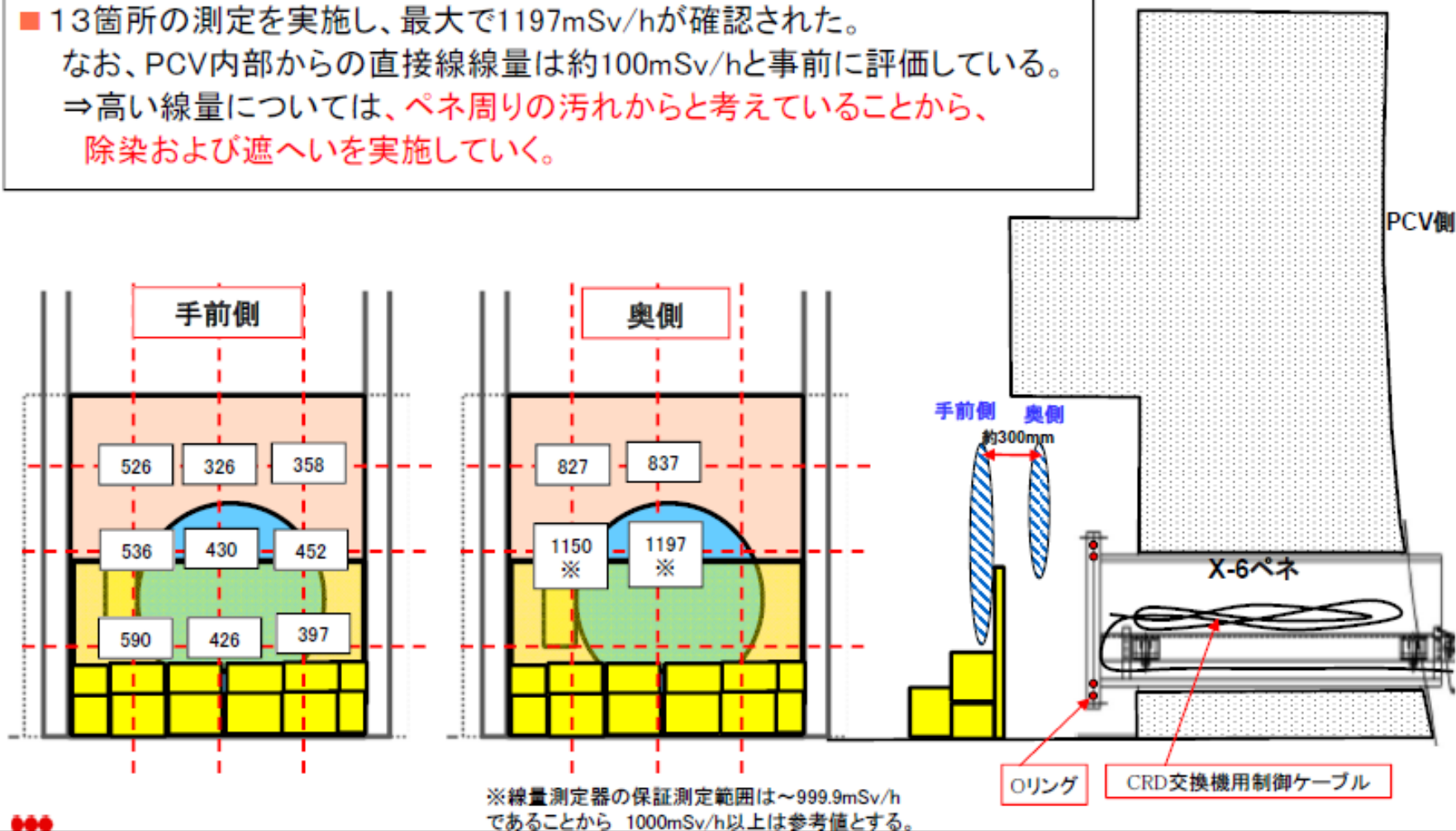
現場状況写真



3. X-6ペネ周辺の先行調査

- 遮蔽ブロック撤去が一部完了した状態でX-6ペネ周辺の調査を実施。
- 線量率が1000mSv/h以上であることを確認。

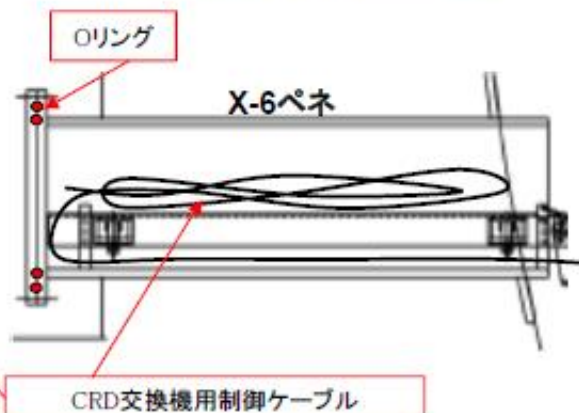
- 13箇所の測定を実施し、最大で1197mSv/hが確認された。
なお、PCV内部からの直接線線量は約100mSv/hと事前に評価している。
⇒高い線量については、ペネ周りの汚れからと考えていることから、
除染および遮へいを実施していく。



3. X-6ペネ周辺の先行調査（続き）

- X-6ペネフランジ面から床面に溶出の跡を確認。
- ペネフランジシール又はCRD交換機用ケーブル被覆材等が溶出したと推定。

- X-6ペネ周辺躯体の天井部及び壁面に大きな損傷は見られない。
- X-6ペネ表面に多少の錆があるが大きな損傷は見られない。
- X-6ペネフランジ部から床面に溶け出した跡が確認された。
⇒X-6ペネフランジ部の漏えい確認などを行い、次工程の孔あけ作業に向けての安全対策に反映する。



参考：PCV側から見た
5号機X-6ペネ内部

※溶け出したものについては、以下の事が推定される
・ペネフランジシール用 Oリング
・CRD交換機用ケーブル被覆材 等

- 遮へいブロック撤去完了後、X-6ペネ前の線量率調査等を実施。

1. X-6ペネ小部屋内汚染調査概要

項目	目的
X-6ペネ小部屋内線量率調査	コリメート γ 線線量率計※1, β γ 線量率計※2, γ 線量率計にて、X-6ペネフランジと小部屋内壁面表面付近の線量率を確認する
X-6ペネ小部屋の汚染分布調査	γ カメラにて汚染分布を確認する
X-6ペネ溶出物調査	床面溶出物をかきとり、性状を確認する

●線量率調査

- ・コリメート γ 線線量率計をWarriorに搭載し、PackBotのカメラで表示値を読み取る



コリメート γ 線線量率計



鉛コリメート

※側面遮へい1/2~1/3

●汚染分布調査

- ・Warriorに γ カメラを搭載し、汚染分布を撮影



Warrior

γ カメラ

●溶出物調査

- ・Warriorに掻き取り治具(ヘラ)を持たせ、溶出物に押し当てる



Warrior

ヘラ

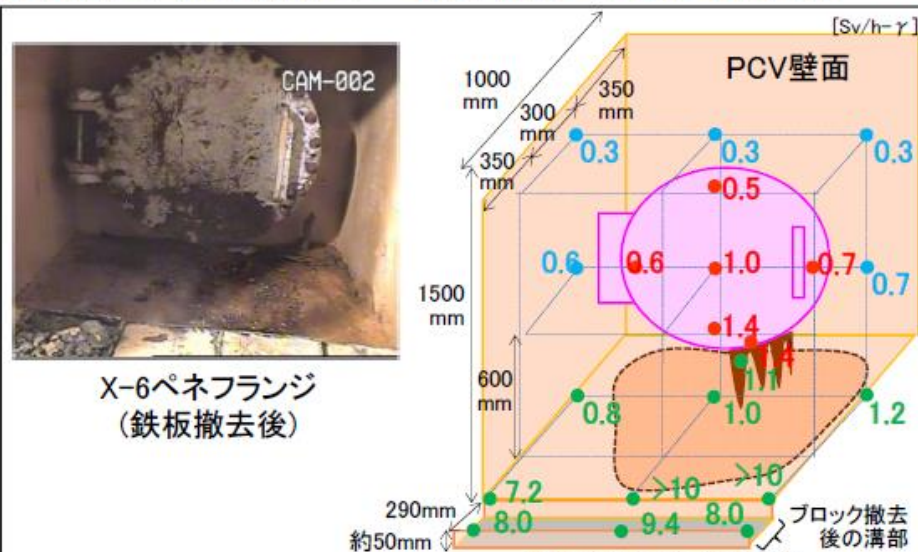
※1:1cm線量当量率を測定する線量計

※2:70 μ m線量当量率を測定する線量計

4. X-6ペネ小部屋汚染調査（続き）

- X-6ペネからの溶出物近傍、ブロック撤去後の溝部の線量率が高く、10Sv/h以上の箇所がある。
- 一方で、X-6ペネのフランジ表面で最大1.4Sv/hを確認。

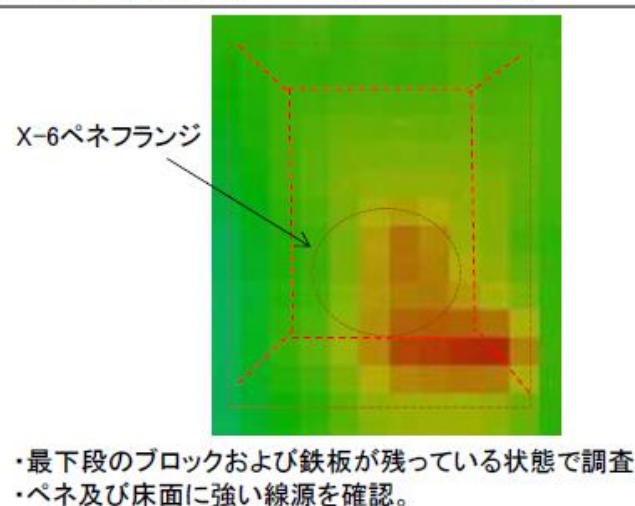
【表面線量率測定結果(コリメート付γ線線量計を用いた調査)】



赤字: ペネ表面の表面線量率
 青字: 天井・壁表面の表面線量率
 緑字: 床および溶出物表面の表面線量率

- ・表面線量率は、天井<中央<床面の順で大きくなる傾向であり、ブロック撤去後の溝部が特に高い。汚染は、溶出物近傍から溝に向かって形成されていると考えられる。
- ・X-6ペネ部と壁面の表面線量率の差をX-6ペネ内部からの線量寄与と仮定すると、X-6ペネ内部からの寄与は最大1Sv/h程度である。

【汚染分布調査(γカメラを用いた調査)】



【ペネ溶出物調査】



- 受け皿に水が溜まる状況は見られないものの、ウェスの濡れ具合は増加(目視確認結果)
- 設置2日目のウェス表面線量は、 γ 線:10mSv/h, $\beta + \gamma$:7Sv/h, α 線:検出限界未満



11/4の作業終了後、フランジ下部、にじみのある場所にウェスを入れた受け皿を設置。



11/6作業開始前に受け皿内を目視確認。表面線量測定実施。
11/6,7も作業終了後ウェスと受け皿を設置。



11/8作業開始前に受け皿内を再度目視確認

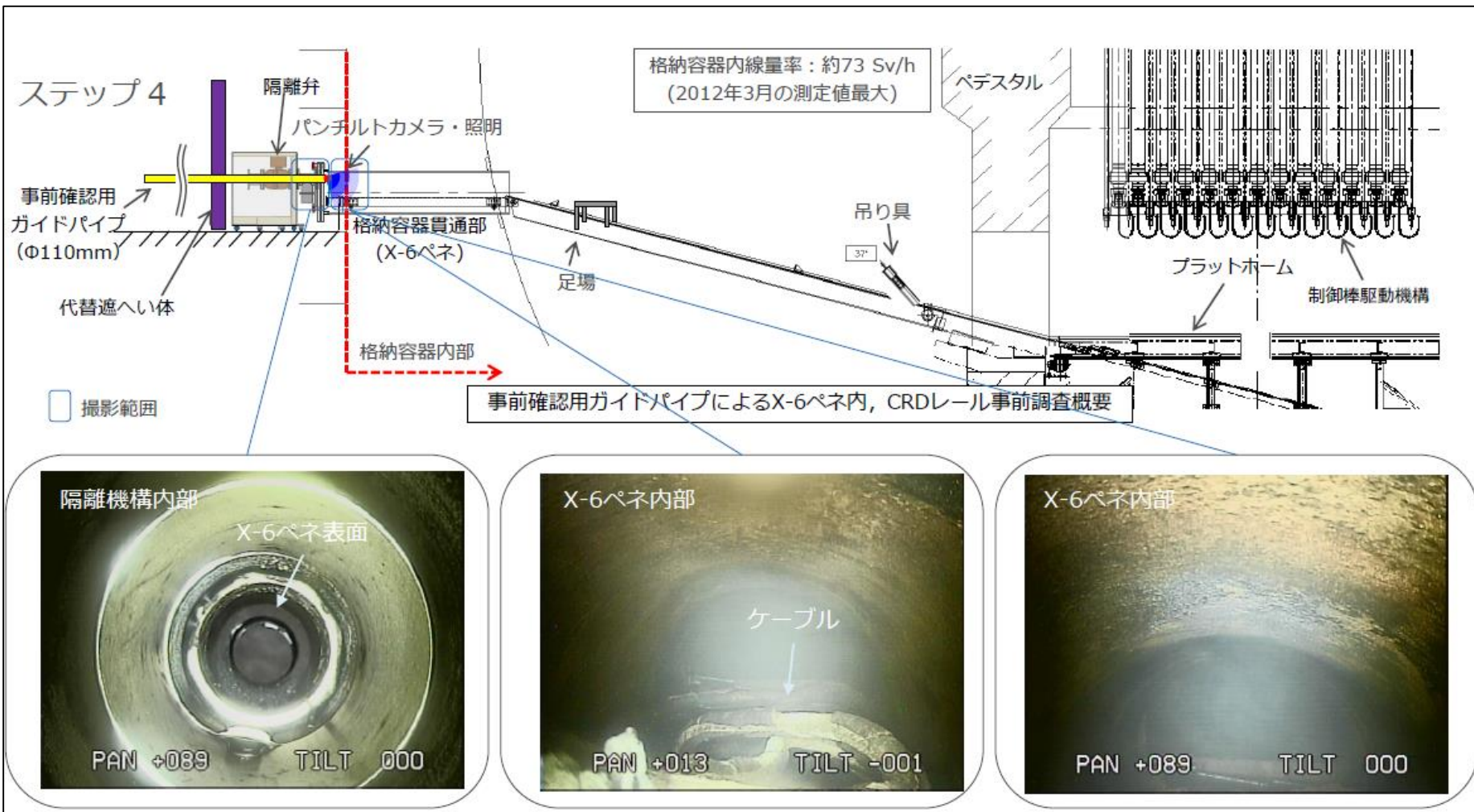
【滴下物の推察】

原子炉格納容器内の蒸気がX-6ペネフランジ表面で冷やされて凝縮。ペネ内の凝縮水が滴下しているものと推察。

PCV内温度:30.5°C(10/28福島第一原子力発電所プラントパラメータより)
X-6ペネ前(原子炉建屋内)気温:10°C程度

6. X-6ペネ内事前調査

- PCV内部調査に先立ちX-6ペネ内の調査を実施。
- ペネ内ケーブル等の状況を確認。

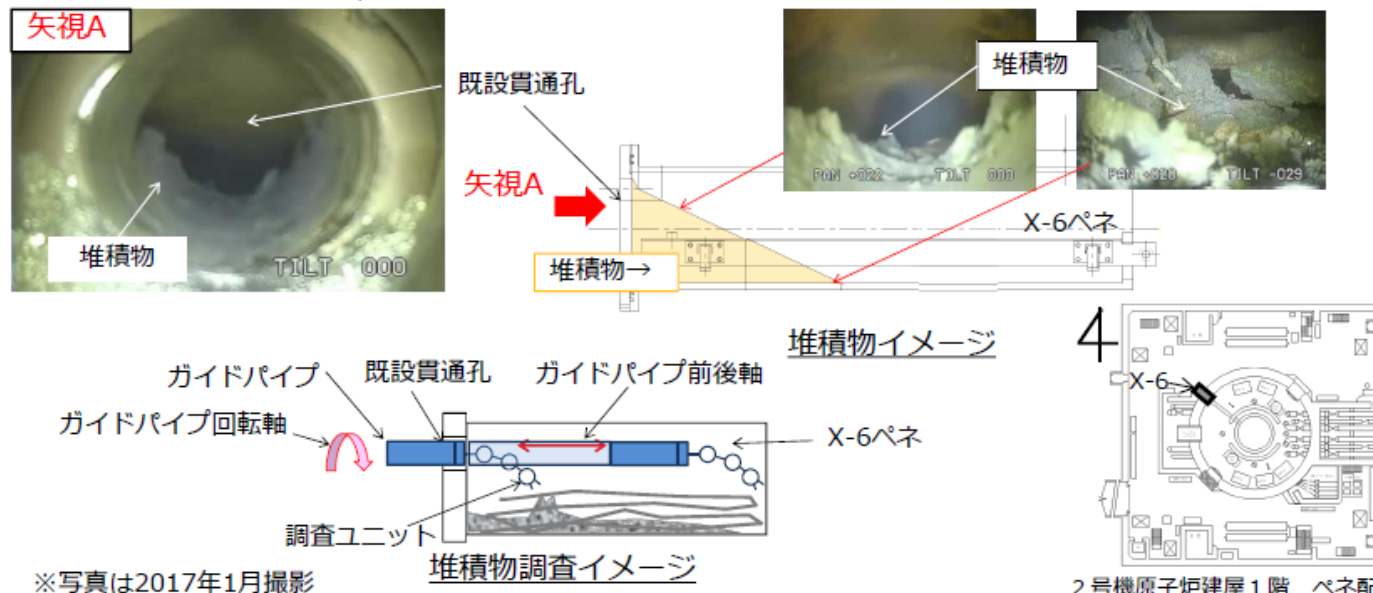


7. X-6ペネ内堆積物調査 (1/4)

- 2017年1月の調査結果をもとに堆積状況を推定。
- 2020年10月、X-6ペネ内堆積物調査を実施。

2. X-6ペネ内堆積物調査の概要(1/3)

- PCV内部調査及び試験的取り出し作業で使用するアーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させるために、X-6ペネ内堆積物を除去することを計画。
- X-6ペネ内の堆積物の状態は、2017年1月の調査時の映像より推定しているが、より詳細な堆積状況に関する情報を取得することを計画した。
- X-6ペネ蓋の貫通孔から調査装置を挿入して、堆積状況について調査し、取得した情報を活用し、X-6ペネ内堆積物除去手順を検討する予定。
- 堆積物の接触調査、3Dスキャン調査をそれぞれ10/28と10/30に実施した。

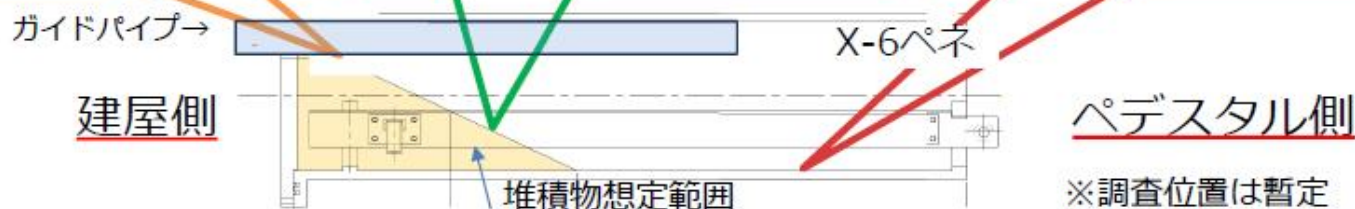
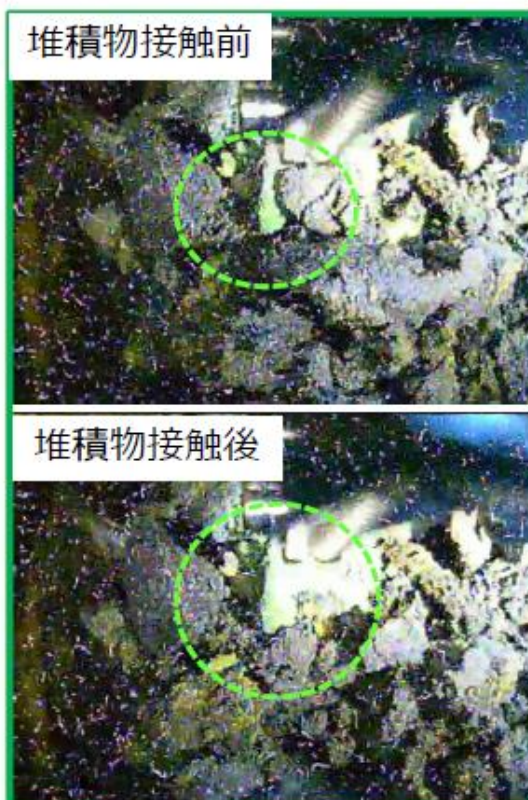
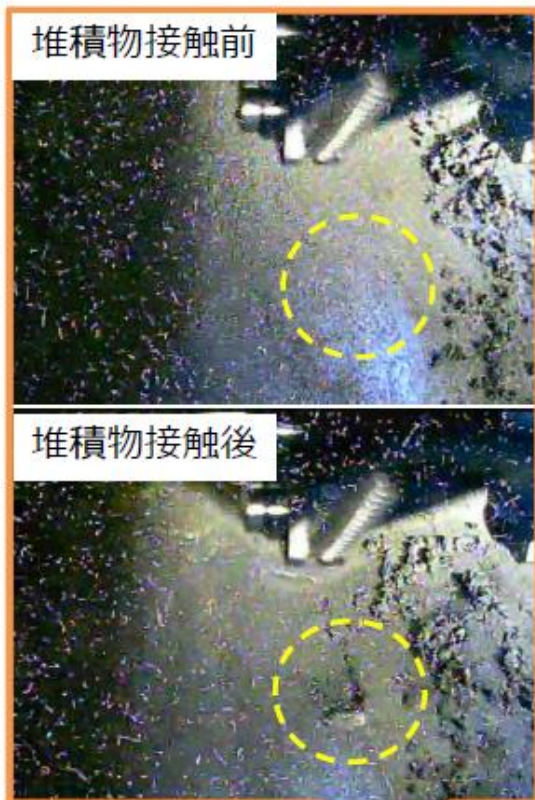


2号機原子炉建屋1階 ペネ配置図

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

2. X-6ペネ内堆積物の接触調査結果(1/2)

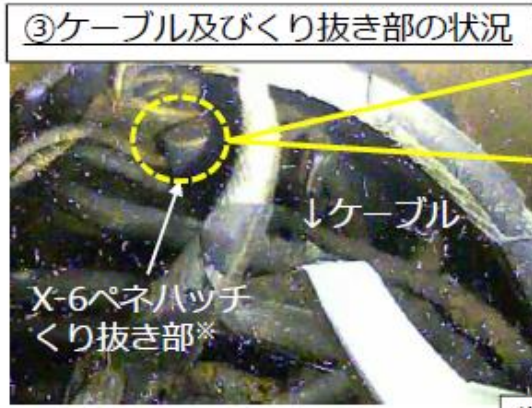
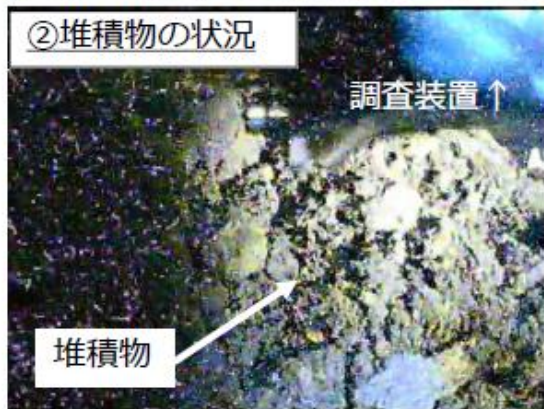
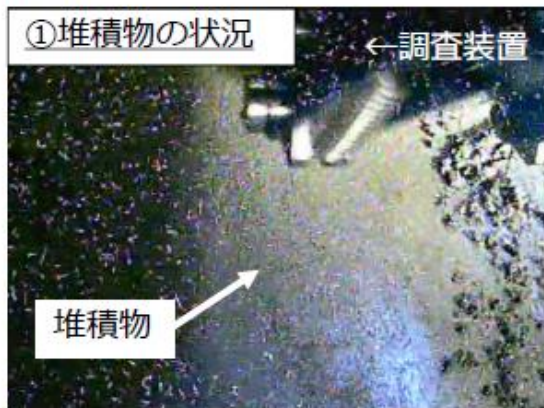
- 堆積物は接触により形状が変化すること、ケーブルは固着しておらず持ち上がることを確認。



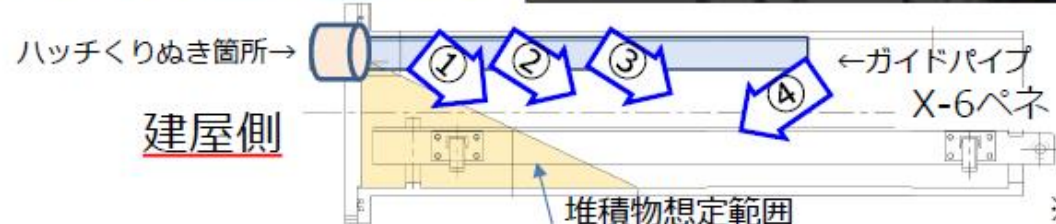
※調査位置は暫定

2. X-6ペネ内堆積物の接触調査結果(2/2)

■ 堆積物、ケーブルの状況およびX-6ペネハッチくり抜き部※を映像により確認。



※2017年1月のアクセスルート構築時にペネ内に落下したX-6ペネハッチくり抜き部

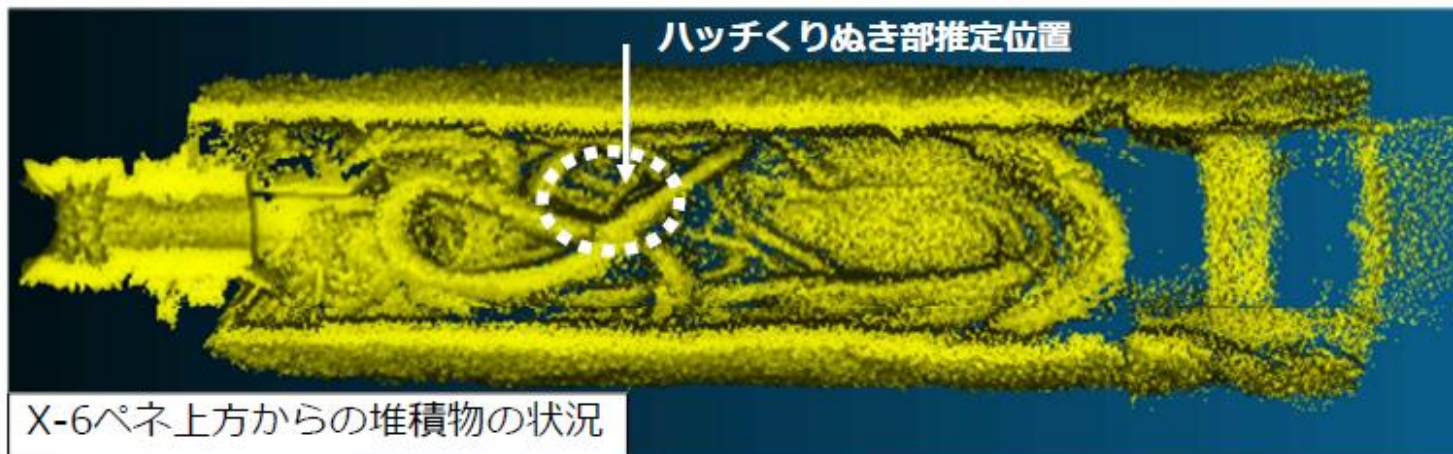


ペデスタル側

※調査位置は暫定

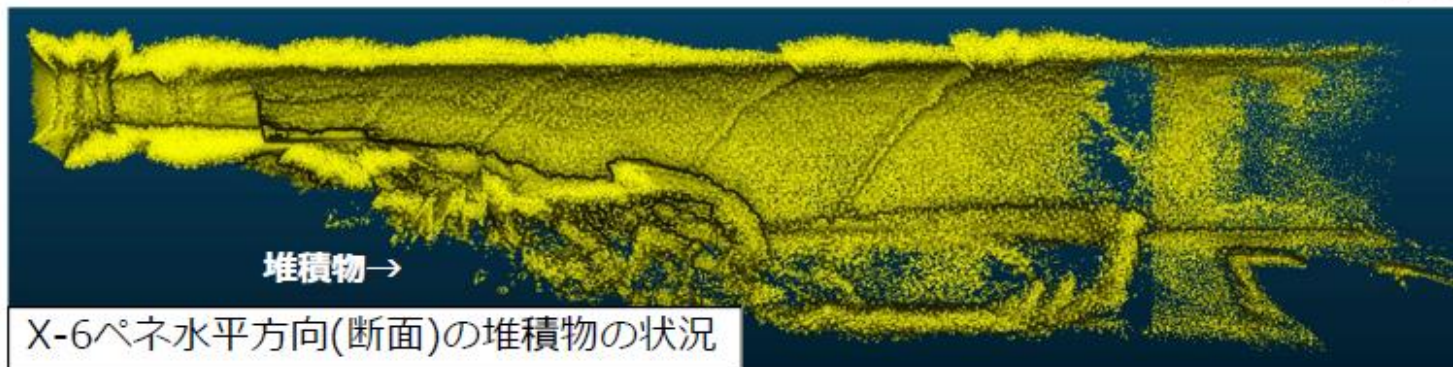
6

3. 3Dスキャン調査結果



建屋側

ペDESTアル側



2020年11月26日公表資料

- 2023年10月X-6ペネハッチの開放作業を実施。
- ハッチと接する面では、ペネの下部～上部まで堆積物が存在する状況を確認。

2-2. 現場作業の進捗状況 (X-6ペネハッチ開放)



- X-6ペネハッチの除去対象ボルト全24本の除去が完了したことから、ハッチ開放作業を実施。
- フックツールを使用し、ハッチを約10度開いた状態で、ハッチ全開放に干渉するハッチの把手を切断。
- 把手切断後、**ハッチ全開放 (約90度開放)** を実施。全開放後、ダストの上昇等、異常がないことを確認。



把手にフックツールを
引っ掛けハッチを開放

X-6ペネハッチ開放作業中



X-6ペネハッチ開放後(約10度)



ハッチ蓋

X-6ペネハッチ開放後(約90度)

※ペネを右から見た状況



過去のPCV内部調査時に
使用した開口部

X-6ペネ内径 約55cm

X-6ペネハッチ開放後(約90度)

※ペネを正面から見た状況

9. X-6ペネ内堆積物の考察

- ペネ内調査の結果から、堆積物の量は事故前から存在していたケーブルより多いように思われるため、PCV側から流入があった可能性について考察した。

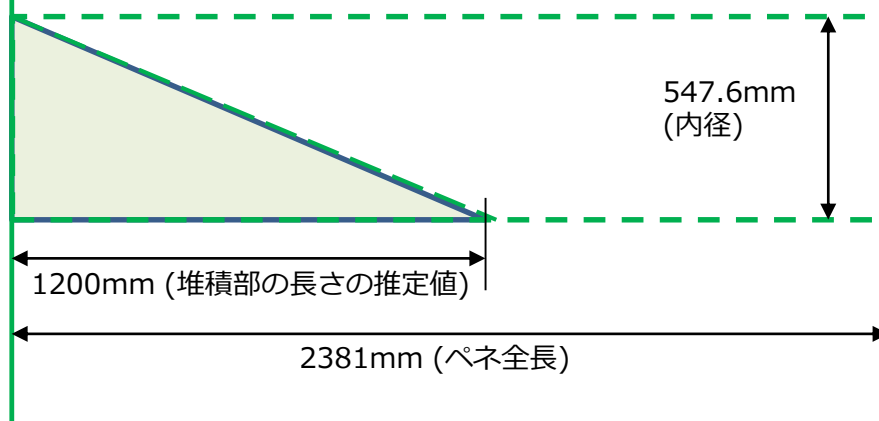
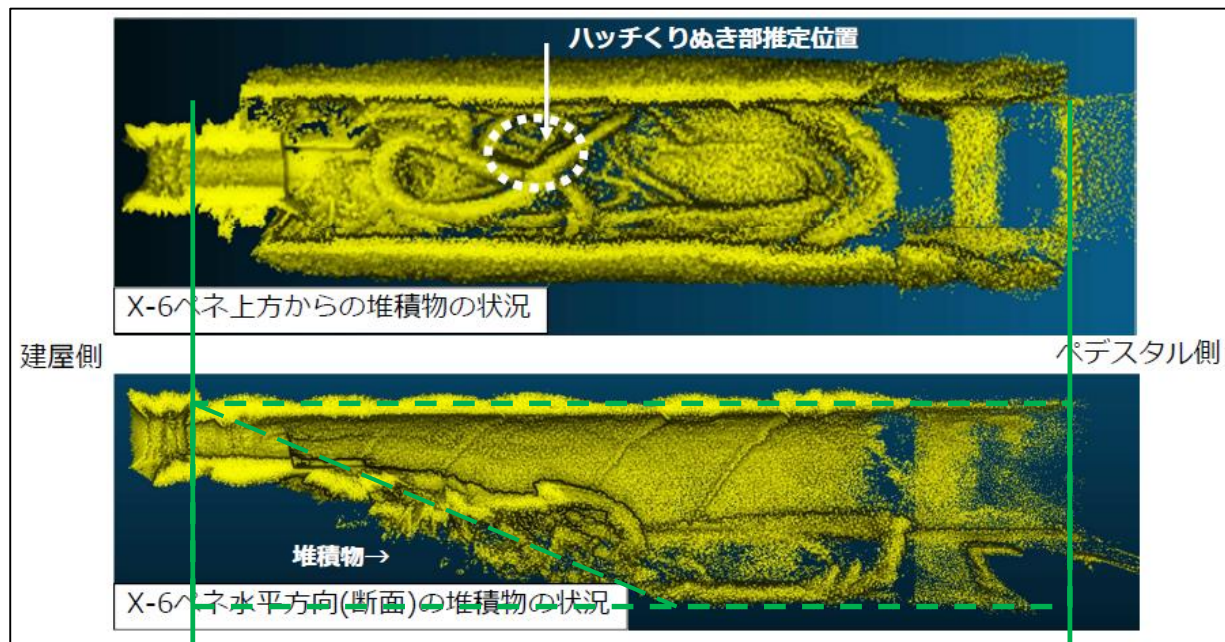
- 3Dスキャン調査結果から堆積物量（ケーブル含む）を試算したところ、約140Lとなった※¹。

- ケーブルの総量（導線、被覆※²等の合計量）は約40Lと試算。

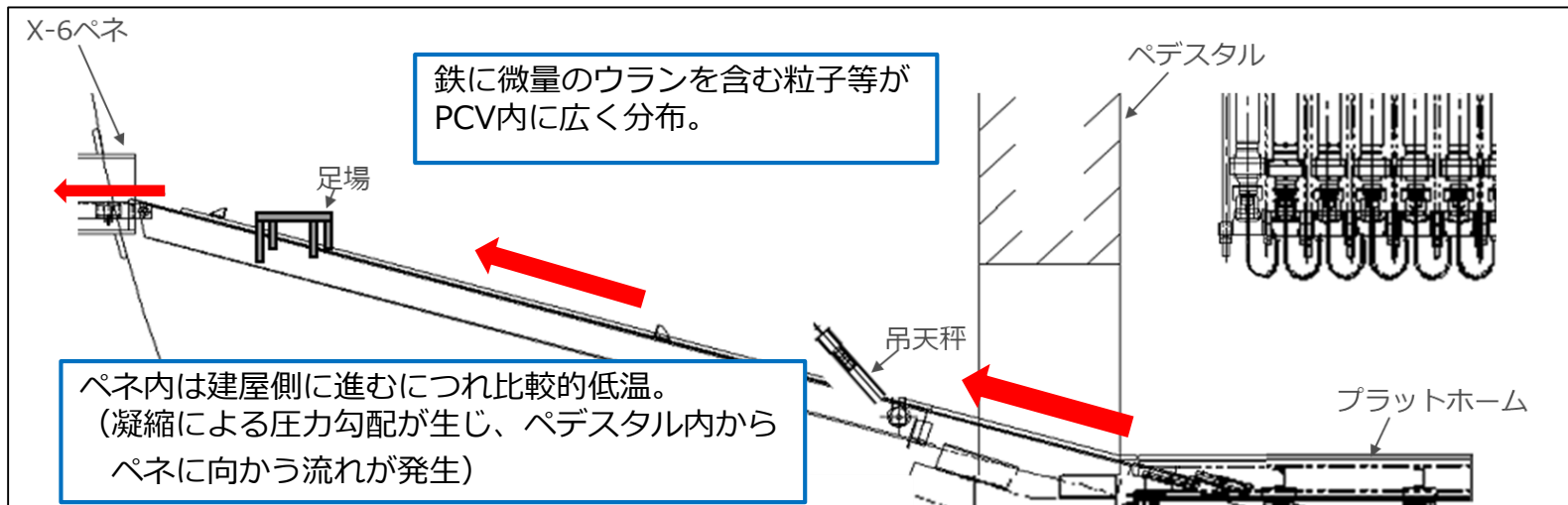
- 堆積物量はケーブル総量より多いことから、ペネ内の堆積物にはPCV側から流入したものが含まれると推定。

※¹：円筒体積の1/2として試算（当該領域には隙間やケーブルが存在すると想定されるが、領域内には堆積物が詰まっているとして評価）

※²：ケーブル被覆は加熱試験で重量減少が著しいことが確認されている



- これまでのPCV内部調査にて確認された観測事実
 - ✓ ペDESTAL内グレーチング上、CRDレーン上などで堆積物が確認されている。
 - ✓ X-6ペネ内、CRDレーン上に係るサンプルは、共通して鉄を主成分とし、微量のウランを含むことが確認されている。（資料3-1参照）
 - ✓ 2017年の調査でペDESTAL開口部付近で湯気が確認されている。
- X-6ペネ内堆積物を形成したメカニズムの推定
 - ✓ ペネの建屋側は比較的冷却されやすいことから、水蒸気の凝縮による圧力勾配によってペDESTAL内からX-6ペネに向かう水蒸気の流れが生じる。
 - ✓ この流れに乗って、PCV内に広く分布する鉄に微量のウランを含む粒子等がX-6ペネ内に流入した可能性がある。
 - ✓ この他にも、寄与は小さいと思われるものの、X-6ペネからの漏えいによる流れが生じていた可能性が考えられる。
 - ✓ 堆積物は、上記メカニズムが複合的に生じたと推定。



スクレーパの拭き取りスミア試料

- X-6ペネハッチ内面(PCV側)に付着した堆積物をスクレーパで剥がす作業を実施。
- スクレーパの表面をスミアろ紙で拭き取り、サンプルを計9枚取得。
- 採取したスミアろ紙は「放射性物質分析・研究施設第1棟」に移送済。
 - 今後、SEM分析、 γ スペクトル分析を予定。
 - また、溶解しての放射線分析、組成分析を検討中。



スクレーパ施工状況

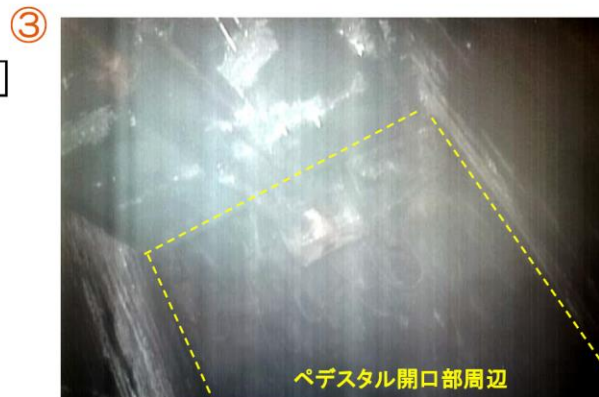
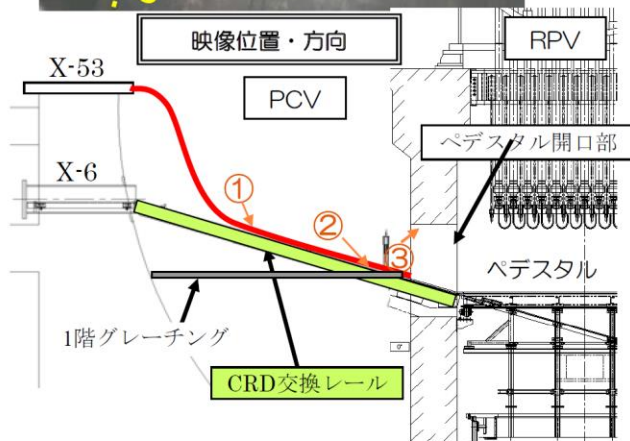
堆積物小片



- スミア試料の他、堆積物の小片が吸水マット上に落下したものを取得し、原子炉建屋内で保管中。
- 線量率が高いことから、取り扱いには相当の被ばくが想定される。
- 表面線量率 γ : 110mSv/h、 β : 1800mSv/h (参考値)

- CRDレール上では堆積物が確認されている。

4. 2号機 CRD交換レール～ペDESTAL入口状況写真



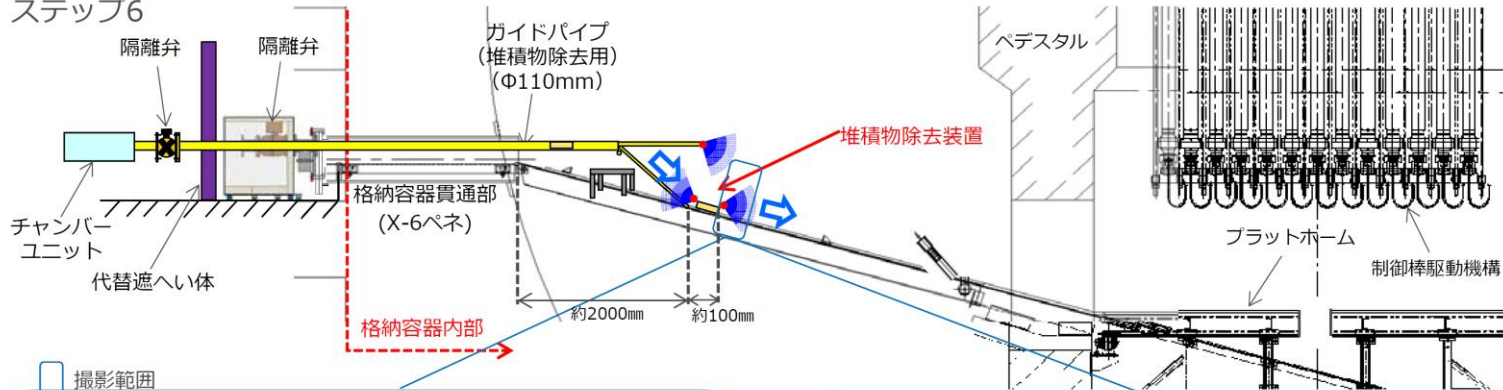
注記：①～③の写真は画像処理後

- 堆積物の一部除去を2017年に実施。
- ペDESTAL側に進むにつれ、堆積物の固着が強くなり、除去に時間を要した。

3-1. 堆積物除去作業結果 (ガイドパイプ着座位置付近)

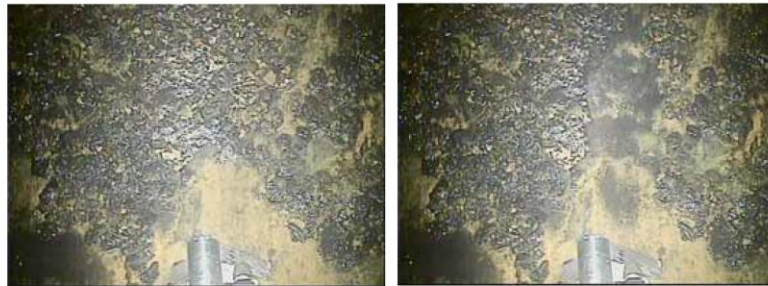


ステップ6



撮影範囲

ガイドパイプカメラの画像



堆積物除去前

堆積物除去後

堆積物除去装置前方カメラの画像



堆積物除去前

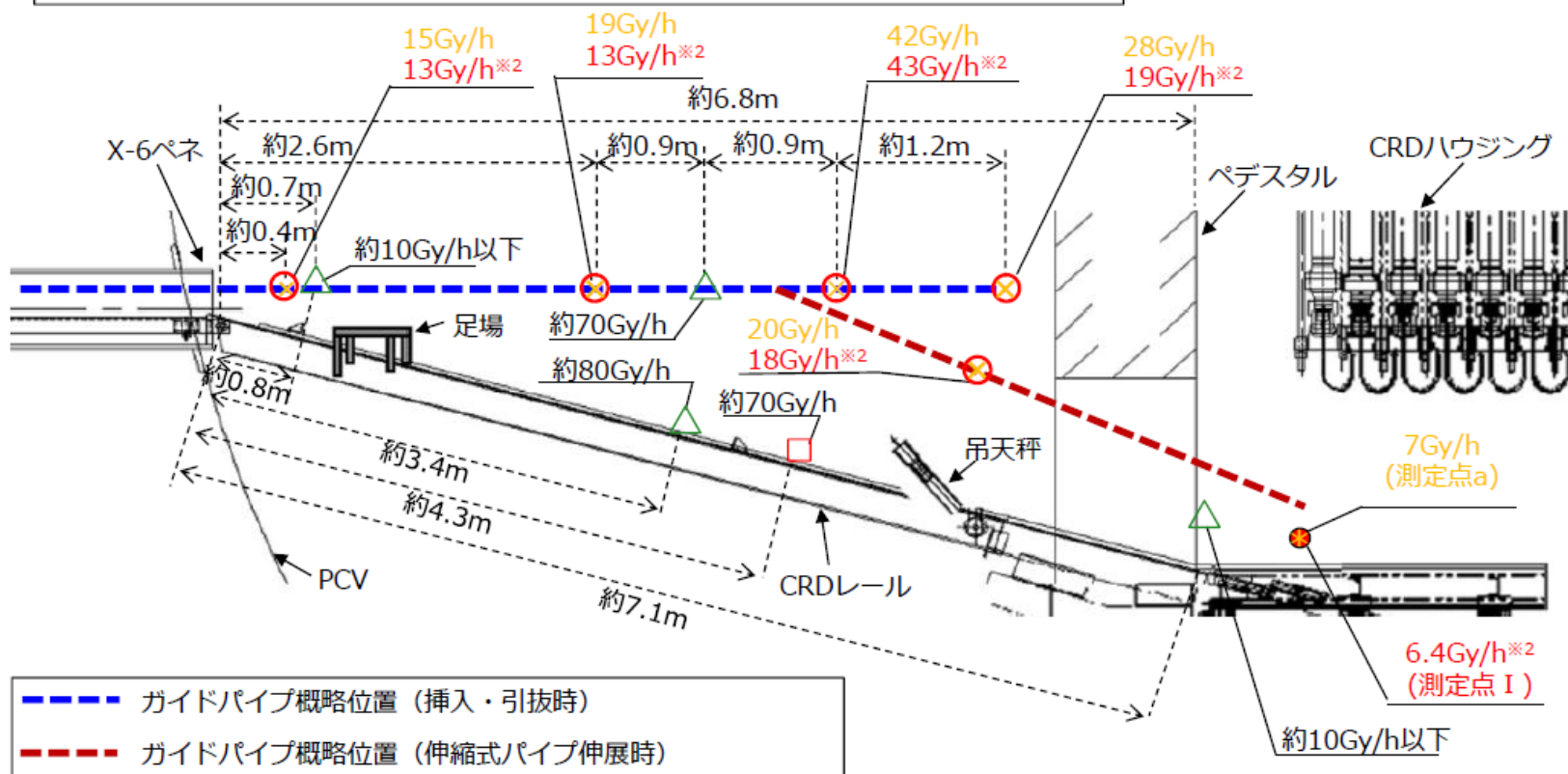
堆積物除去後

参考：参考線量率測定箇所



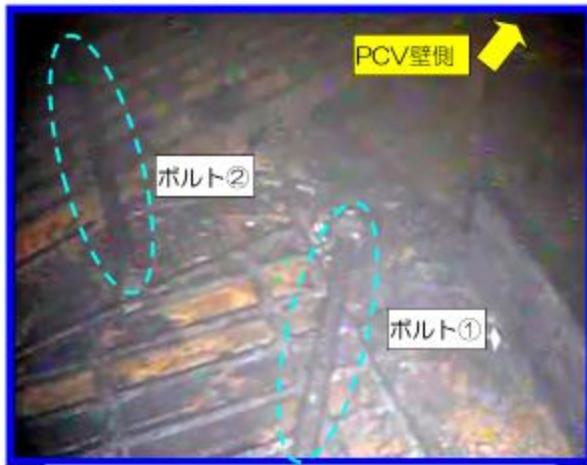
- 測定箇所（今回調査） ○ 参考測定箇所（今回調査）※1
- ★ 測定箇所（2018年1月調査） × 参考測定箇所（2018年1月調査）※1
- △ 2017年調査測定箇所（カメラ画像ノイズから推定）
- 2017年調査測定箇所（積算線量計を用いて算出）

- ※1：調査装置内に測定器が収納された状態で測定したため参考値
- ※2：調査装置の仕様の違いにより、今回と前回の測定箇所は全く同じではない

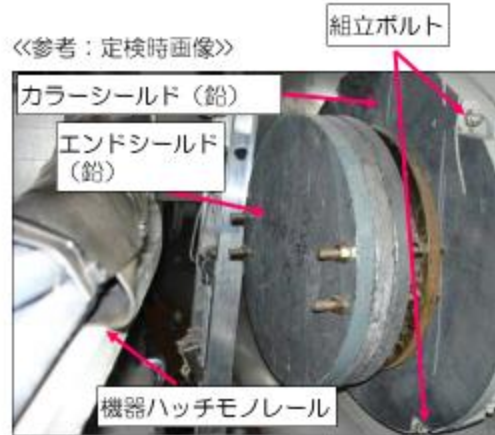


(参考) 1号機で調査したペネの情報

- X-100Bペネ (中心部高さ：床上約4.5m)
- PCV内側に存在した遮へい用鉛板が溶融したと推定



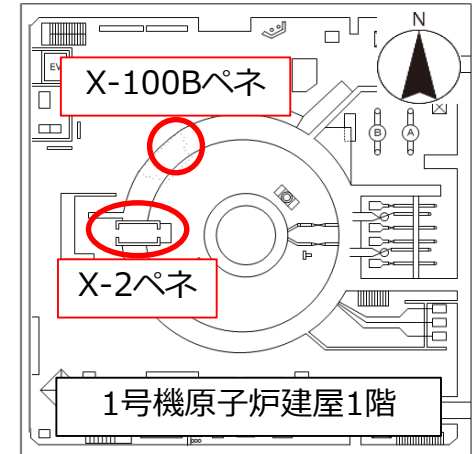
グレーチング上で確認されたボルト形状物(2本)



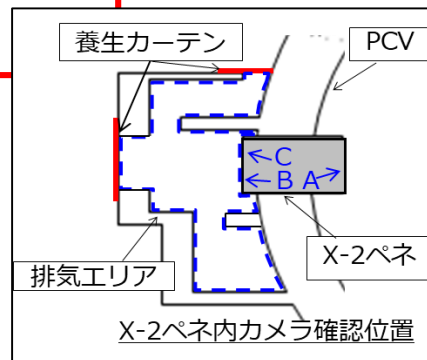
X-100Bペネ端部(PCV内側)状況(ペネ改造前)

- 発見位置、寸法からカラーシールド組立ボルトと推定される。
 - カラーシールドもエンドシールドと同様に溶融したものと推定される。
 - エンドシールド取付ボルトは、動画より落下してないことを確認された。
- ※カラーシールドを有する近傍のペネは、X-100A、X-100B、X-100Cである。

2013年1月24日公表資料



- X-2ペネ (中心部高さ：床上約1.4m)
- 内扉の建屋側 (エアロック室内) に白い堆積物を確認

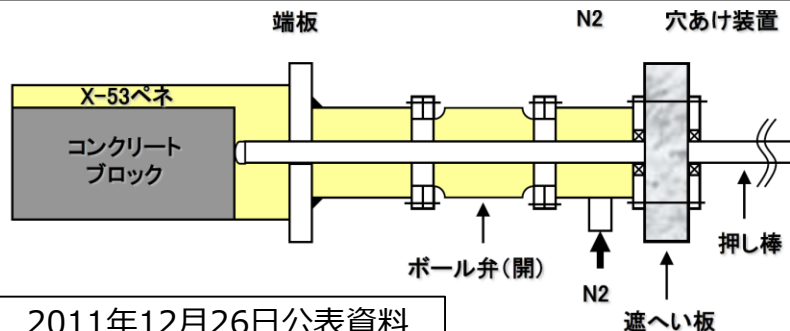
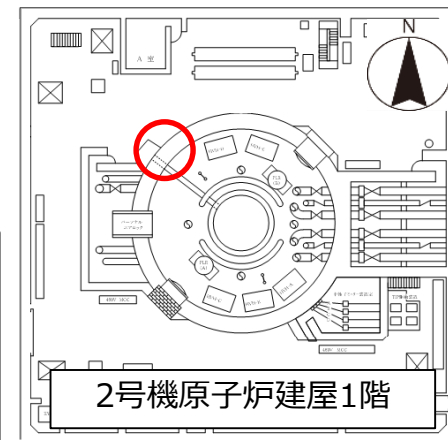


X-2ペネ内扉の状況 (A方向から撮影)

2019年5月30日公表資料

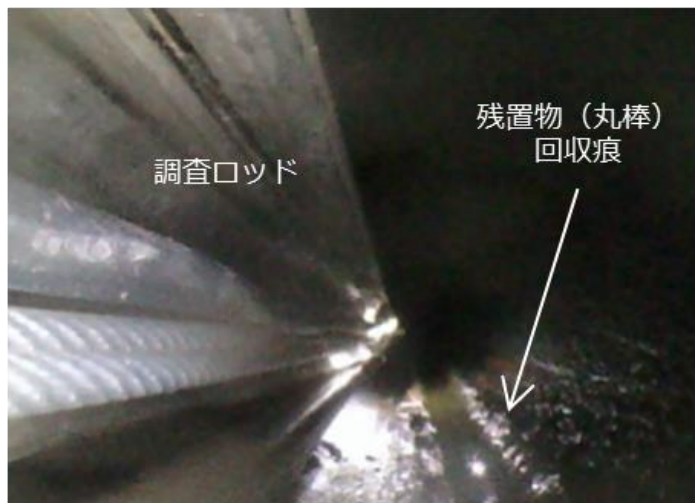
(参考) 2号機で調査したペネの情報

- X-53ペネ (中心部高さ：床上約2.3m)
 - ペネ内に遮へい用コンクリートブロックあり (2012年にPCV内に押し出しを実施、押し出し後の状況は未確認)
 - ペネ内に少量の堆積物を確認 (残置物の回収痕が形成される程度)



2011年12月26日公表資料

※写真奥側がPCV方向



残置物 (丸棒) 撤去後のX-53ペネ内状況

2021年7月29日公表資料

- X-6ペネ (中心部高さ：床上約0.5m)
 - ペネ内に大量の堆積物を確認

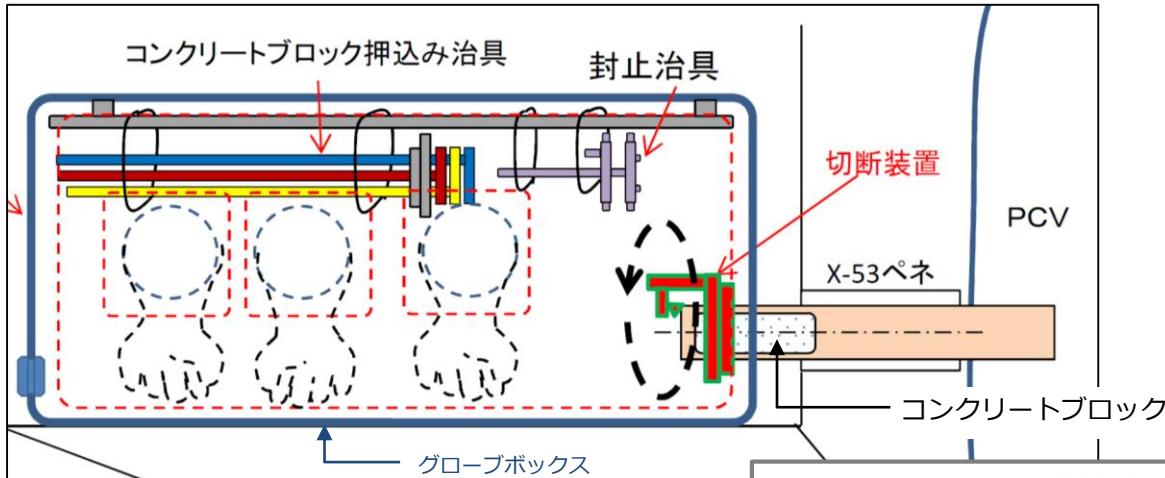
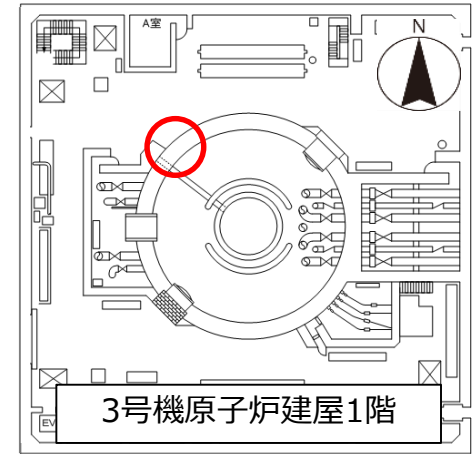


X-6ペネハッチ開放後(約90度)
※ペネを正面から見た状況

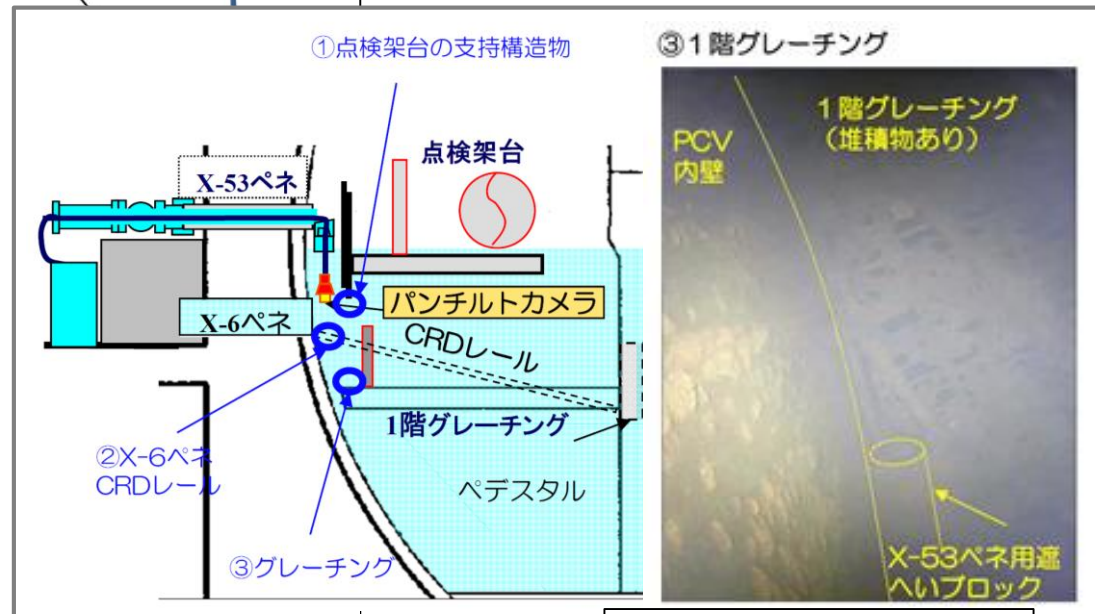
2023年10月30日
公表資料

(参考) 3号機で調査したペネの情報

- X-53ペネ (中心部高さ : 床上約2.3m)
- ペネ内に遮へい用コンクリートブロックあり (2015年にPCV内に押し出しを実施)



2015年6月11日公表資料に追記



2015年10月22日公表資料