

2号機PCV内部調査及び試験的取り出しについて

2020年9月10日

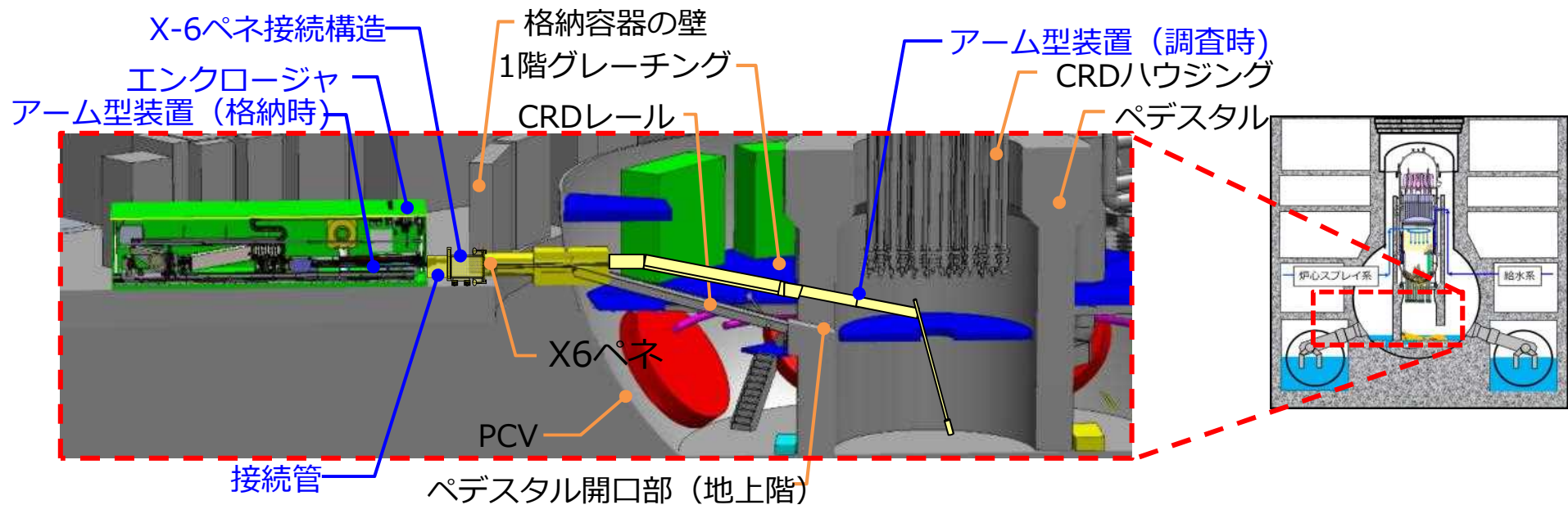


東京電力ホールディングス株式会社

-
- R0 (2020.9.10) : 初版発行

1. はじめに

- 2号機PCV内部調査及び試験的取り出し作業における全体の作業ステップについて、本資料にて説明する。
- 本作業は、アーム型アクセス・調査装置（以下、「アーム型装置」）をX-6ペネより投入し、PCV内部の調査及び燃料デブリを試験的に取り出すことを目的としている。



2号機 PCV内部調査及び試験的取り出しの計画概要

2. 作業ステップ (1 / 2)

1. 隔離部屋設置



- ハッチ開放にあたり事前に隔離部屋を設置

2. X-6ペネハッチ開放

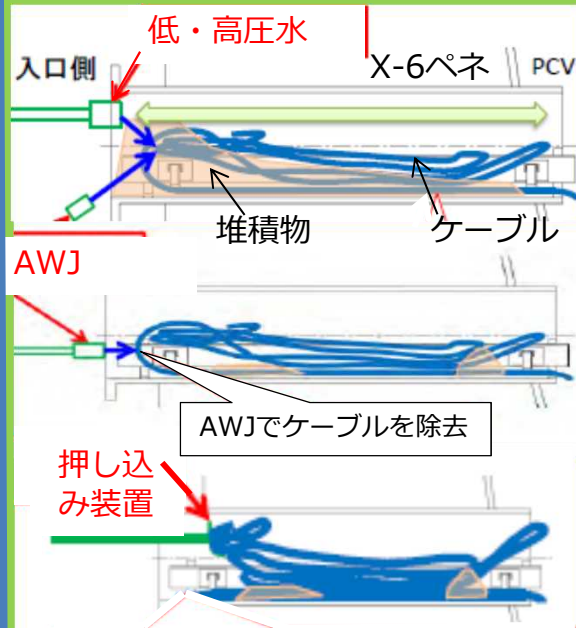
ハッチ開放装置



- ハッチ開放装置によりハッチを開放

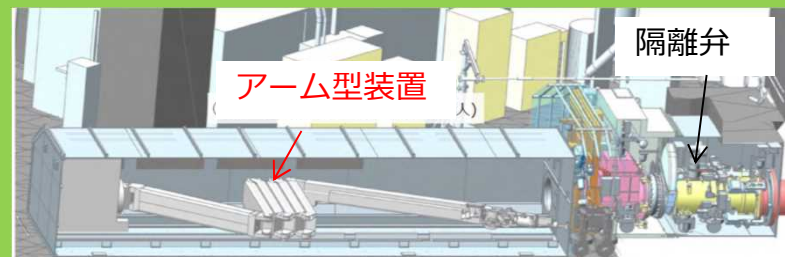
3. X-6ペネ内堆積物除去

X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



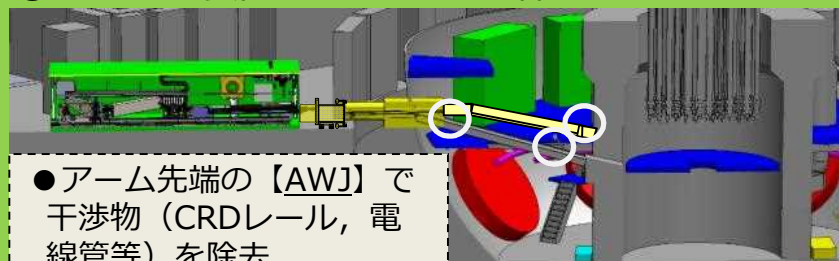
- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

4. アーム型装置設置



5. 内部調査及び試験的取り出し作業

①アーム型装置によるPCV内部調査

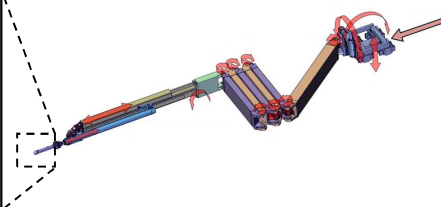


②アーム型装置による試験的取り出し (詳細は検討中)

燃料デブリ回収装置先端部



<金ブラシ型> <真空容器型>



(次スライドへ)

グス株式会社

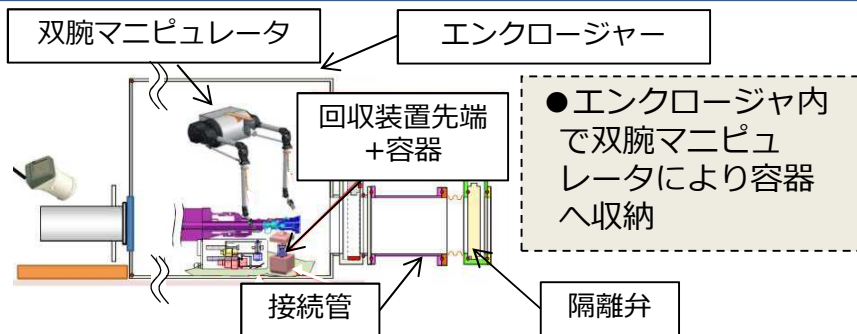
今回の補正範囲

2. 作業ステップ (2 / 2)

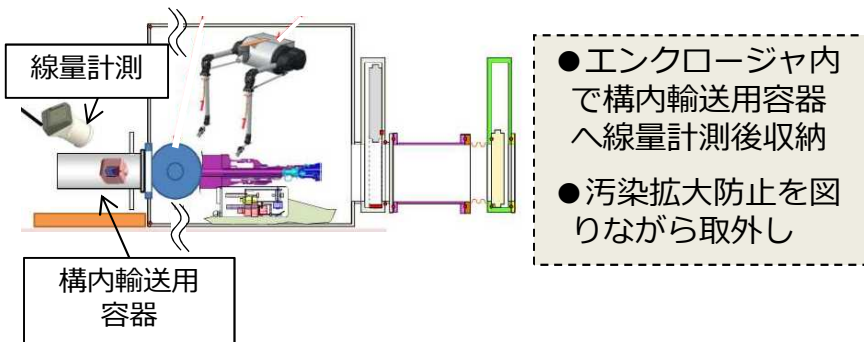
- 試験的取り出し後の燃料デブリについては、汚染拡大の防止及び遮へいにより、作業員および外部への影響がないよう取り扱う計画で検討中

(前スライドより)

6. 燃料デブリ回収装置先端部の収納



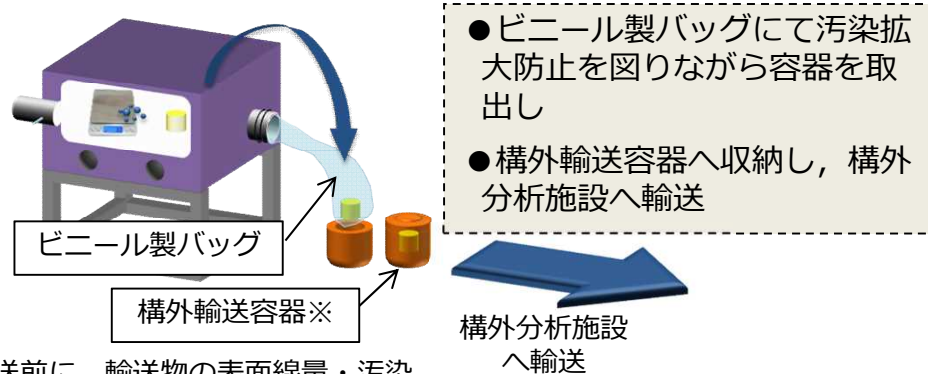
7. 構内輸送用容器へ収納・線量計測



8. グローブボックス受入・計量



9. 容器の取出し・輸送容器へ収納・搬出



※輸送前に、輸送物の表面線量・汚染密度等を測定し、法令基準以下であることを確認

3. 工程案

- 準備作業（隔離部屋設置）については、2020/11より開始に向けて準備を進めているところ
- X-6ペネハッチ開放については、順調に作業が進めば2020年度4Qに実施の予定
- アーム型アクセス・調査装置は2021年度3Q中に設置し、内部調査及び試験的取り出しを実施する予定

作業項目	2020年度		2021年度			
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
準備作業 (隔離部屋設置)	▽20/11 ■					
X-6ペネハッチ開放, X-6ペネ内堆積物除去		▽ハッチ開放 ■				
調査前準備 (アクセス・調査装置設置)				■		
内部調査及び 試験的取り出し※ (※詳細検討中)					■	
試料輸送 (準備作業含む)						■

① (注) 各作業の実施時期については計画であり、現場作業の進捗状況によって時期は変更の可能性あり

2号機原子炉格納容器内部詳細調査 アクセスルート構築作業時の影響評価について

2020年9月10日



東京電力ホールディングス株式会社

- R0（2020.9.10）：初版発行

- 2号機原子炉格納容器（以下、PCV）内部詳細調査のため、アーム型アクセス調査装置をペDESTアル内へ投入するためには、X-6ペネ内の堆積物の除去及びPCV内干渉物切断により、アクセスルートを構築する必要がある。
- 当該作業に伴い、放射性物質が追加的に浮遊し、PCV内の放射性ダスト濃度が一時的に上昇する可能性がある。
- このため、当該作業によりダスト濃度が上昇した場合の影響を把握することを目的に、追加的にPCV内に浮遊するダストを想定し、これを含むPCV内の気体が環境中に放出された場合の周辺の公衆に対する放射線被ばくの影響評価を行う。

PCV内
ダスト
浮遊量

汚染密度

- X-6ペネ前およびPCV内の放射線量率より設定
- Cs以外にも, α , β 核種を試料分析結果に基づき設定

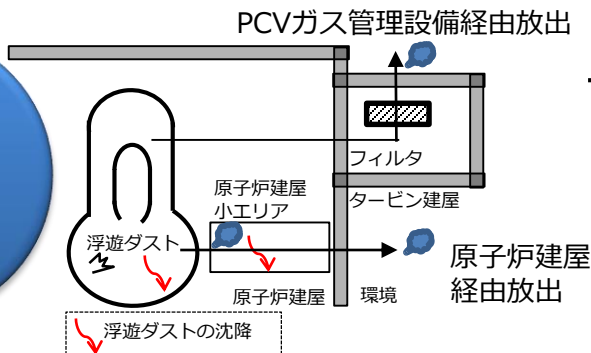
ダスト発生対象

- PCV内部調査時の映像, AWJ影響範囲確認結果, 予定作業内容に基づき設定

気相移行率

- ダスト浮遊要因毎に, DOE HANDBOOKの気相移行率を適用

放出量



通常時

- 作業全工程を対象に評価
- PCVガス管理設備経由, 原子炉建屋経由の2つの経路より放出

異常時 (バウンダリ施工箇所開放)

- 最もPCV内浮遊量が多いCRDレーン切断作業を対象に評価
- 原子炉建屋経由の経路より放出

被ばく量



被ばく経路

- 大気に放出される放射性核種について, 左記の4つの被ばく経路を設定し敷地境界における実効線量を評価

評価結果

敷地境界実効線量 [通常時]約 8.0×10^{-4} mSv [異常時]約 1.3×10^{-1} mSv

被ばく評価の条件設定 —既認可事象との比較—

比較一覧

- 通常作業時の評価に加え、ダスト濃度が高くなる作業中のバウンダリ施工箇所開放を最も厳しい事象として異常事象に選定（既認可事象との整合性も考慮）。

		1号機 (添付資料-6) (既認可)	2号機 (添付資料-7)
PCV内部調査 (別添-6)	通常時	評価なし	評価なし
	異常時	バウンダリ施工箇所開放	バウンダリ施工箇所開放
PCV内部調査 アクセスルート構築 (別添-7)	通常時	評価あり	評価あり
	異常時	バウンダリ施工箇所開放	バウンダリ施工箇所開放

⇒詳細次頁

- 評価条件は、1号機AWJ作業等の現場から得られた知見を踏まえ、より現実的な条件を設定。

	1号機	2号機	備考	別添-7記載
全般				
作業工程考慮	× (全作業一括想定)	○	⇒詳細次頁	(本文) 2, 4章
α, β核種考慮	× (Csに比べてα核種の放射能が小さかったため)	○	2号機PCV内部調査ガイド パイプシールリングの放射能分析結果の反映	(本文) 3章
ダスト浮遊想定				
堆積物・切断片落下	× (水中落下や低い落下高さのため)	○		(別紙1) 2章
AWJによる切断	○	○		(別紙1) 2章
AWJ影響範囲からの剥離	×	○	1号機AWJ作業の知見反映	(本文) 3章 (別紙1) 2章
ダストの沈降等 (低減効果)				
PCV内, R/B内での沈降効果	×	○	NUPEC試験に基づく	(本文) 4章
PCV漏えい箇所での捕集効果	×	○	NUPEC試験に基づく	(本文) 4章

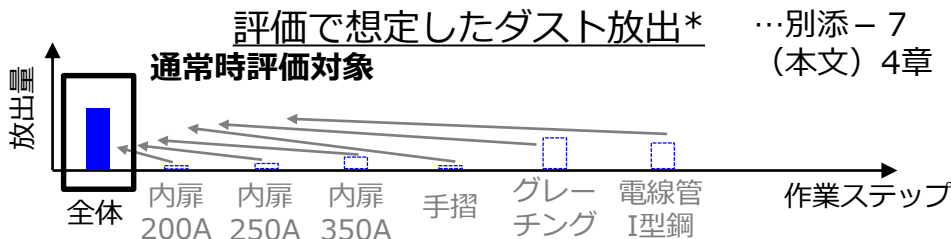
凡例： ■ 未考慮 ■ 現実的な設定 ■ 保守的な設定

評価シナリオ

通常時
(作業ステップ考慮)

- 2号機アクセスルート構築の通常作業時の評価では、作業ステップを考慮。作業期間が月オーダーのため、常に厳しい気象条件で放出されることはないことから、年間5回の間欠放出気象条件を設定。

1号機アクセス
ルート構築

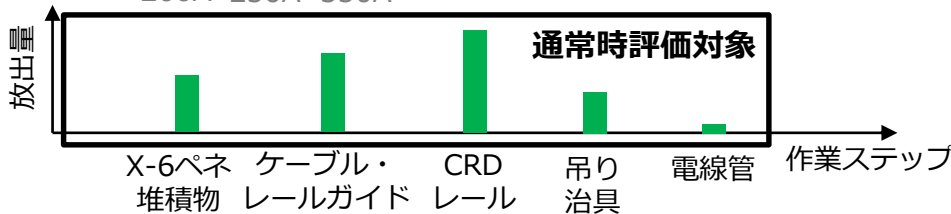


…別添-7
(本文) 4章

気象条件…別添-7
(本文) 5章

短時間放出

2号機アクセス
ルート構築

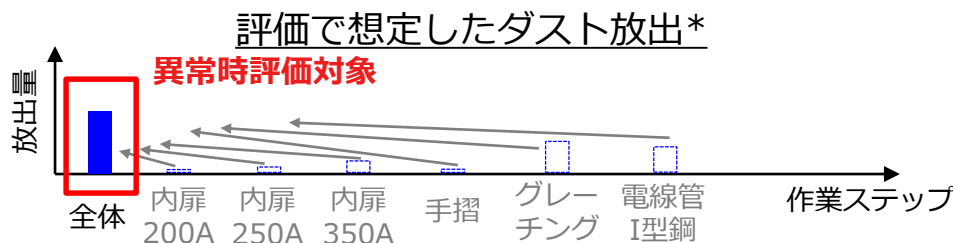


年間5回間欠放出

異常時
(バウンダリ施工箇所開放)

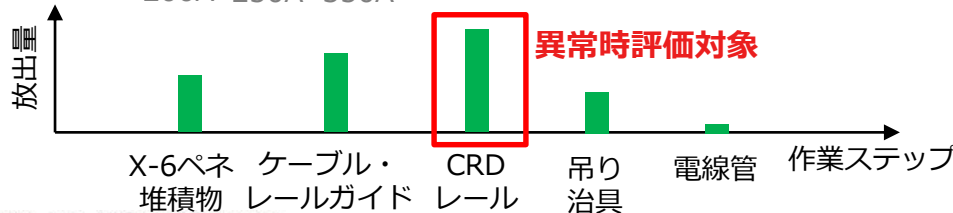
- 2号機アクセスルート構築の異常時の評価でも、作業ステップを考慮。異常時にPCV内で浮遊しているダストは、当該作業で生じるものに限定されるため、最も浮遊量が多いCRDレール切断時を選定。

1号機アクセス
ルート構築



気象条件
短時間放出

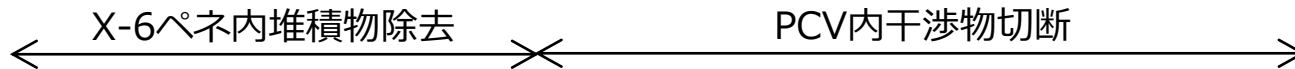
2号機アクセス
ルート構築



短時間放出

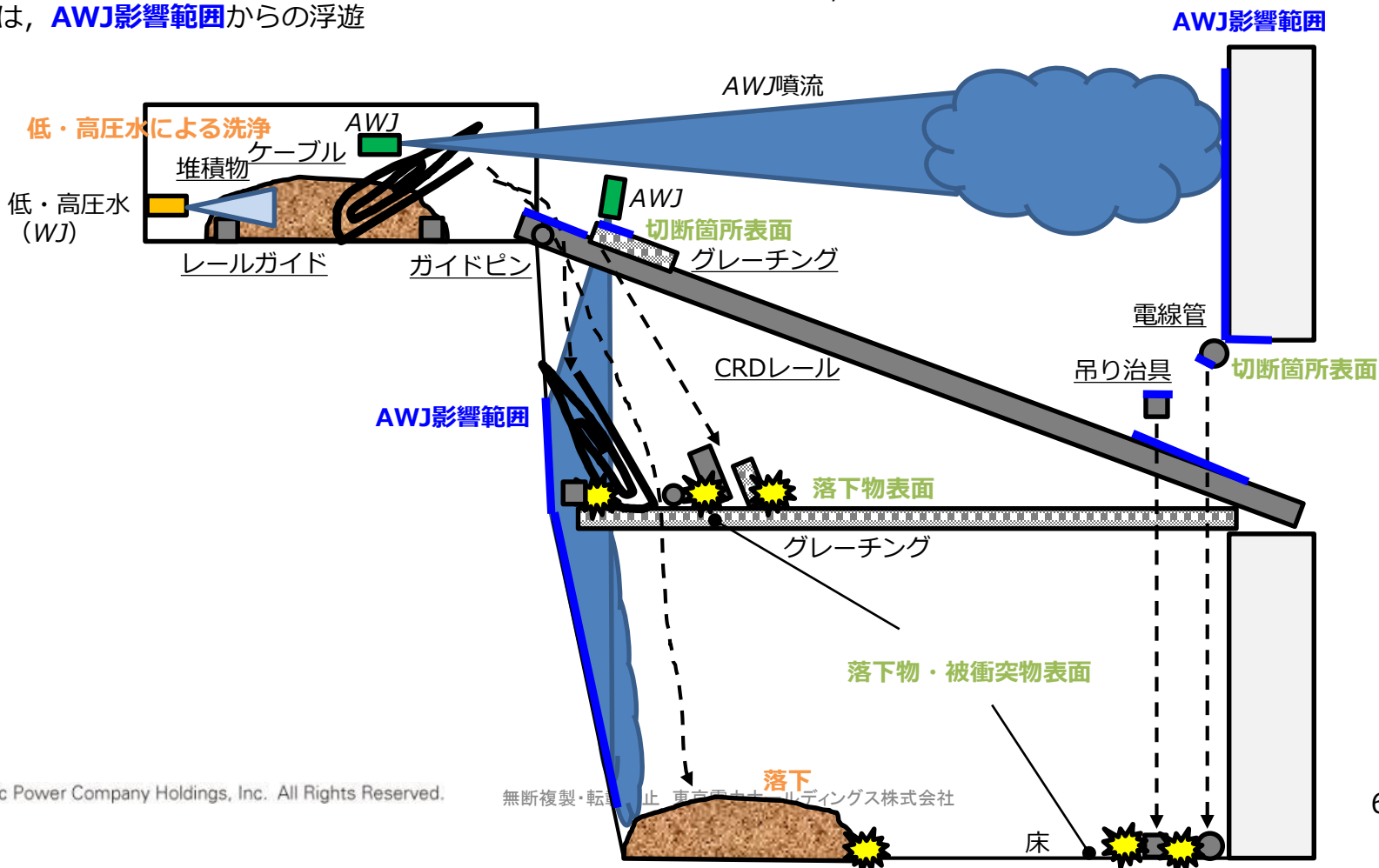
1. PCV内ダスト浮遊量 アクセスルート構築作業の概念図

■ 本作業におけるダスト浮遊については、以下のようなケースを想定して評価



- 堆積物 <低・高圧水 (WJ) による洗浄・落下>
 ✓ 堆積物の **低・高圧水による洗浄**, **落下** により浮遊
 ケーブル, レールガイド <AWJ切断/落下>
 ✓ 切断片の落下では, **被衝突物表面** から浮遊
 ✓ AWJ切断では, **AWJ影響範囲** からの浮遊

- ガイドピン, CRDレール, グレーチング, 吊り治具, 電線管
 <AWJ切断/落下>
 ✓ AWJ切断では, **切断箇所表面** と **AWJ影響範囲** からの浮遊
 ✓ 切断片の落下では, **落下物・被衝突物表面** から浮遊



1. PCV内ダスト浮遊量

(参考) 評価で考慮する対象物とダスト浮遊要因の一覧

作業ステップ		ダスト発生源	ダスト浮遊の要因
(A) X-6ペネ内			
(A)-1 X-6ペネ堆積物 洗浄/落下	堆積物	WJによる洗浄 堆積物の落下	
	PCV下部グレーチング (被衝突物)	切断片の落下	
(A)-2 ケーブル 切断/落下	PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離	
	PCV下部グレーチング (被衝突物)	切断片の落下	
(A)-3 レールガイド 切断/落下	PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離	
	PCV下部グレーチング (被衝突物)	切断片の落下	
(B) PCV内			
(B)-1 CRDレール切断作業	(B)-1-1 CRDレール 切断/落下	CRDレール	AWJによる切断 切断片の落下
		PCV下部グレーチング (被衝突物)	切断片の落下
		PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離
	(B)-1-2 ガイドピン 切断/落下	ガイドピン	AWJによる切断 切断片の落下
		PCV下部グレーチング (被衝突物)	切断片の落下
		PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離
	(B)-1-3 CRDレール上 グレーチング 切断/落下	CRDレール上グレーチング	AWJによる切断 切断片の落下
		PCV下部グレーチング (被衝突物)	切断片の落下
		PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離
(B)-2 CRDレール 吊り治具 切断/落下	CRDレール吊り治具	AWJによる切断 切断片の落下	
	PCV床面 (被衝突物)	切断片の落下	
	PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離	
(B)-3 電線管 切断/落下	電線管	AWJによる切断 切断片の落下	
	PCV床面 (被衝突物)	切断片の落下	
	PCV内構造物	AWJ影響範囲の表面剥離	

通常時評価対象
(全作業)

放出量が最大の作業

異常時
(バウンダリ施
工箇所開放時)
評価対象

ダスト浮遊量[Bq]

$$\begin{aligned} &= \text{ダスト発生源の放射能濃度[Bq/g]} \left(\text{表面汚染密度[Bq/cm}^2\text{]} \right) \\ &\times \text{ダスト発生源の量[g]} \left(\text{表面積[cm}^2\text{]} \right) \\ &\times \text{気相移行率[-]} \end{aligned}$$

ダスト浮遊要因毎に設定し，評価

ダスト浮遊の要因

- X-6ペネ内堆積物のWJによる洗浄・落下
- AWJ影響範囲にある構造物の汚染表面からの剥離
- その他要因（影響小）

1. PCV内ダスト浮遊量

X-6ペネ内堆積物のWJによる洗浄・落下による浮遊

$$\text{ダスト浮遊量[Bq]} = \text{放射能濃度[Bq/g]} \times \text{堆積物量[g]} \times \text{気相移行率[-]}$$

<放射能濃度, 堆積物量>

- X-6ペネハッチ前(R/B側)の線量率実測値に基づき, X-6ペネ内砂状堆積物の放射能濃度を計算。
γ線源としてCsを想定。Cs-134, Cs-137の比率は, 2011/3/11時点で1:1とし, 8年減衰を考慮。
- カメラ映像に基づき, ペネ管内1/2高さ, ハッチ内面から1000mmまでの堆積を想定。
- 砂状堆積物の密度は, 一般的な土の密度 2g/cm^3 とする。

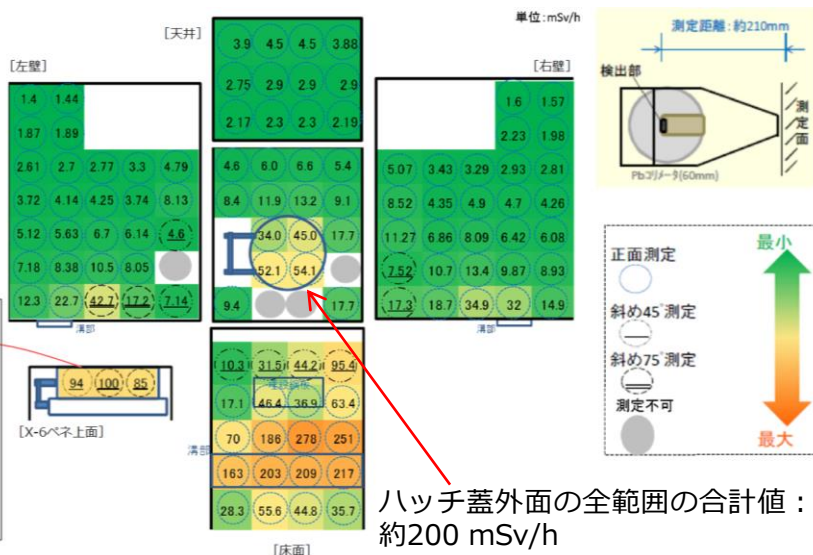


図 X-6ペネハッチ蓋外面線量測定結果

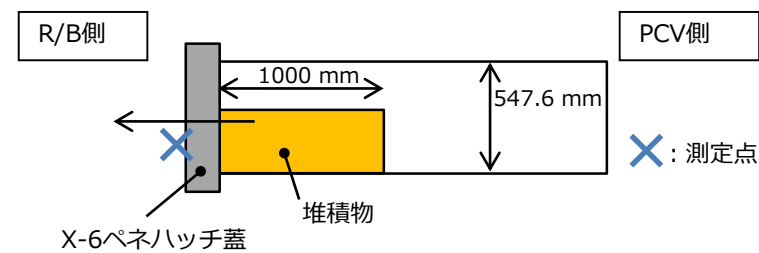


図 放射能濃度計算モデル

放射能濃度 Cs-134 : 2.8×10^6 Bq/g Cs-137 : 3.5×10^7 Bq/g	堆積物量 体積 : 1.2×10^5 cm ³ 重量 : 2.4×10^5 g
---	--

1. PCV内ダスト浮遊量

X-6ペネ内堆積物のWJによる洗浄・落下による浮遊

$$\text{ダスト浮遊量[Bq]} = \text{放射能濃度[Bq/g]} \times \text{堆積物量[g]} \times \text{気相移行率[-]}$$

<放射能濃度> (α核種, β核種の考慮)

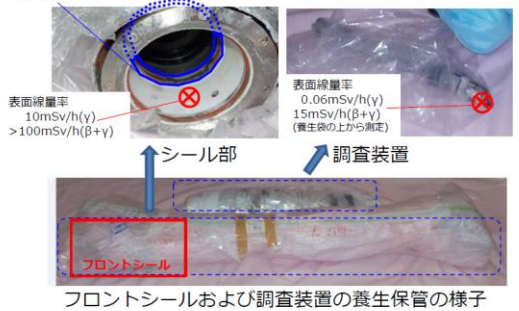
- α核種として、2号機ガイドパイプシールリングのスミアの結果に基づき、Am-241/Cs-137放射能比を1と設定。
PCV外へ放出されるまでに1/100に低減されると想定。
- β核種として、PCVガス管理システムにおける過去のPCVガス濃度測定結果に基づき、Sr-90をCs-137の放射能比25倍に設定。

【参考】2号機PCV内部調査装置のサーベイ結果



- サマリング日 : 2019年2月28日
- 表面線量率 : 左下図の箇中参照 [(γ): 1cm線量当量率, (β+γ): 70μm線量当量率]
- 表面汚染密度: フロントシール部をスミアサンプリングした試料のγ線核種分析および全α計測を実施
 - ・全α/Cs-137存在比: 8×10^{-1}
 - ・γ線核種分析の検出核種: 右下表参照
- ・備考: スミアの表面線量率(β+γ)が高いため、サーベイ員や分析員の被ばく低減を考慮してスミアを別のスミアで再サンプリングし、相対濃度[存在比]を評価した(スミアをスミアでサンプリングする際の採取効率を設定できないため、定量評価はできない)。

スミアサンプリング



検出核種	Cs-137に対する存在比
Co-60	4×10^{-1}
Ru-106	1×10^0
Rh-106	1×10^0
Sb-125	5×10^{-1}
Cs-134	9×10^{-2}
Cs-137	-
Ce-144	5×10^{-1}
Eu-154	1×10^0
Eu-155	6×10^{-1}
Am-241	8×10^{-1}

PCV内外部のα核種の広がりに関するデータ



<Cs-137に対するα核種の存在比>

	1号機		2号機		3号機	
	2017/4 α核種分析*	6×10^{-2} [2]	2019/2 全α計測	8×10^{-1} [1]	-	-
①PCV内汚染物						
②PCVガス管理設備 フィルタ前サンプリング [1] (粒子状フィルタ) **	2016/12 全α計測	10^{-4}	2017/5 全α計測	10^{-3}	2017/4 全α計測	-
③PCV内滞留水 [3]	-	-	2013/8 α核種分析*	10^{-4}	2013/8-2015/10 α核種分析*	10^{-3}
④建屋1階瓦礫等 [3]	2013/10- 2015/10 α核種分析*	$10^{-7} \sim 10^{-8}$	-	-	2014/3 α核種分析*	$10^{-6} \sim 10^{-7}$
⑤オベフロ瓦礫等 [3]	2015/10-2016/4 α核種分析*	$10^{-7} \sim 10^{-8}$	2014/1-2014/5 α核種分析*	$10^{-4} \sim 10^{-7}$	-	-

注: α核種が検出されたことのあるデータを例示。同じ測定箇所、毎回検出限界値を超える濃度が検出されている訳ではない。
*α核種分析結果のPu-238, Pu239+240, Am-241, Cm-244の合算値
**PCVガス管理設備フィルタ後の全α計測結果は1~3号機すべてND



[1]東京電力HD分析データ, <http://www.tepco.co.jp/decommission/data/daily-analysis/index-j.html>.
[2]東京電力HD, "1~3号機原子炉格納容器内部調査関連サンプリング等の分析結果" 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第56回)より算出。
[3]IAEA分析データ, <https://frandl-db.jaea.go.jp/FRAnDL/>.

図 シールリングスミア結果とα核種の広がり傾向 (P23,24参照)

1. PCV内ダスト浮遊量

X-6ペネ内堆積物のWJによる洗浄・落下による浮遊

ダスト浮遊量[Bq]
 =放射能濃度[Bq/g]×堆積物量[g]×**気相移行率**[-]

＜気相移行率＞ DOE HANDBOOK※に基づき設定

- ・ WJ洗浄： 高圧水の圧力開放時のダスト浮遊に類似すると見なし、「加圧容器/配管からのベント時の飛散率」の液面上もしくは容器全体破損条件の気相移行率（0.35MPa以上）の0.2%を設定（1号機AWJの気相移行率と同条件）。
- ・ 堆積物落下： 水との混合が不確実であるため、「乾燥粉体の自由落下」の気相移行率として1%を設定。

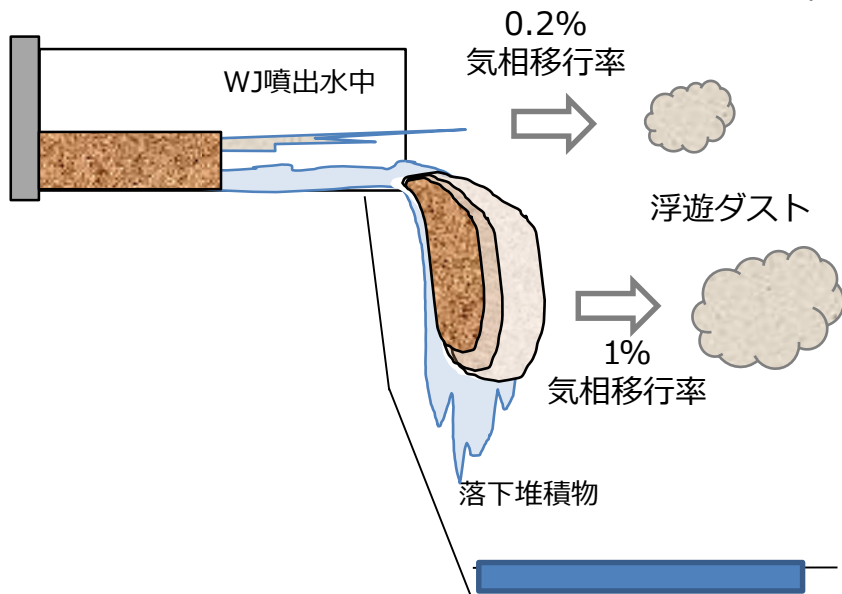


図 堆積物除去のダスト飛散想定

「乾燥粉体自由落下」の気相移行率 (DOE HANDBOOKに基づき設定)

$$ARF = 0.1064(M_0^{0.125})(H^{2.37})/\rho_{BP}^{1.02}$$

ここで、
 ARF: 気相移行率の平均値、Bounding Factorとして2倍する
 M₀: 粉体重量(堆積物236 kg)
 H: 落下高さ(X-6ペネ高さ5.26 m)
 ρ_{BP}: 密度(堆積物密度2000 kg/m³)
 より、
 = 9.25 × 10⁻³ ⇒ 気相移行率1%と設定

設定条件
 堆積物全体に対してWJ洗浄(0.2%)された後、X-6ペネ高さより落下(1%)することから、X-6ペネ堆積物除去作業における気相移行率は合計1.2%となる。

	気相移行率[-]
WJ洗浄によるダスト浮遊	0.2%
堆積物落下によるダスト浮遊	1%
合計	1.2%

※Department of Energy, "DOE HANDBOOK: AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES Volume I - Analysis of Experimental Data", DOE-HDBK-3010-94, December, 1994 Reaffirmed 2013

1. PCV内ダスト浮遊量

AWJ影響範囲にある構造物の汚染表面からの剥離による浮遊

ダスト浮遊量[Bq]
 =汚染密度[Bq/cm²]×対象範囲[cm²]×気相移行率[-]

<汚染密度>

- PCV内部調査線量率測定結果※1に基づき、PCV内壁およびペDESTAL外壁が均一にCs汚染しているとして汚染密度を計算。

※1 2017年調査に基づき評価点を4点設定。2018年調査で得られた線量率も包絡されていることを確認（壁面から遠い位置での線量率が2017年調査データの方が大きいため）。

● 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

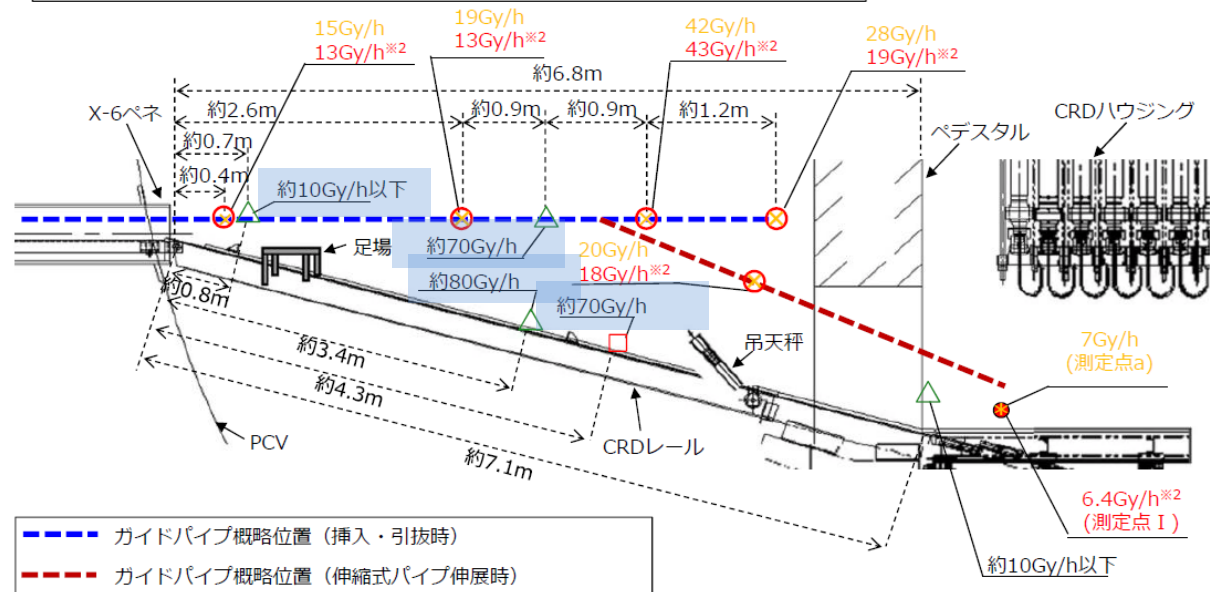


図 PCV内部調査線量測定結果と評価点（薄青）

1. PCV内ダスト浮遊量

AWJ影響範囲にある構造物の汚染表面からの剥離による浮遊

$$\begin{aligned} & \text{ダスト浮遊量[Bq]} \\ & = \text{汚染密度[Bq/cm}^2\text{]} \times \text{対象範囲[cm}^2\text{]} \times \text{気相移行率[-]} \end{aligned}$$

<汚染密度>

- 1号機実施計画評価と同様に円筒モデル^{※1}を採用。

※1測定点の位置するPCV（ドライウエル）の形状は半球状であるが、半円筒形状とし、CRDレーン等の構造物からの線量寄与も除外することで保守的な設定とした。
(評価点より線源位置を遠くに設定すると、表面汚染密度は大きくなるため)

4点の評価点のうち、最も厳しい結果を採用。
(80Gy/hの地点)

評価結果
Cs-134 : 4.7×10^8 Bq/cm ²
Cs-137 : 5.8×10^9 Bq/cm ²

α, β核種の扱いはP10と同じ。

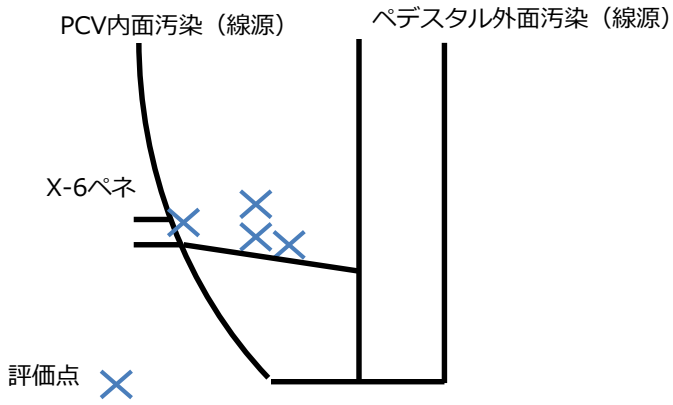


図 PCV形状と評価点位置

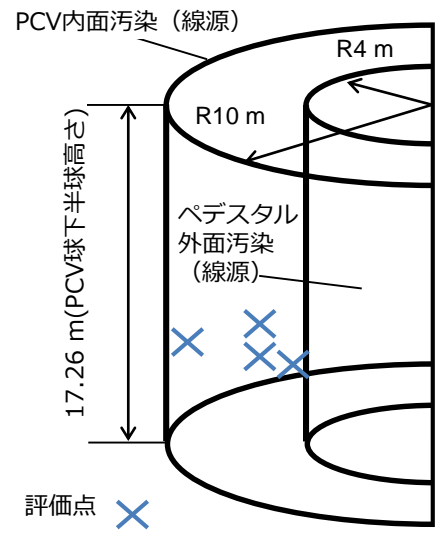


図 汚染密度計算モデル

1. PCV内ダスト浮遊量

AWJ影響範囲にある構造物の汚染表面からの剥離による浮遊

$$\text{ダスト浮遊量[Bq]} = \text{汚染密度[Bq/cm}^2\text{]} \times \text{対象範囲[cm}^2\text{]} \times \text{気相移行率[-]}$$

※1 表面汚染物の固着状態は不明であるため、実際の剥離範囲を特定することは困難である。このため、試験で約1時間噴射し1ドットでも欠けた範囲は剥離範囲と設定し厳しい条件とした。作業においては、このような評価の不確かさを考慮し計画を立てるとともに、放出量を確認しながら実施する。

<対象範囲>

- ・試験によりAWJの影響で塗装が剥離する範囲を確認（図1, 2）。
- ・AWJ影響範囲試験結果に基づき、噴射時のAWJ影響範囲の包絡線を設定※1（図3）。
- ・AWJ影響範囲にある対象物の表面積を読み取るため、定点でAWJ噴射時の影響範囲を設定（図4）。

○試験概要

AWJの噴流による影響範囲を推定することを目的に、AWJからターゲット板までの距離を変え、塗装剥離範囲を測定した。

○影響範囲結果（概要）

- ・4mまでは単調増加、4mからは単調減少
- ・増加率は1m以遠は噴射角の約1.7倍、1m以内は約3.4倍

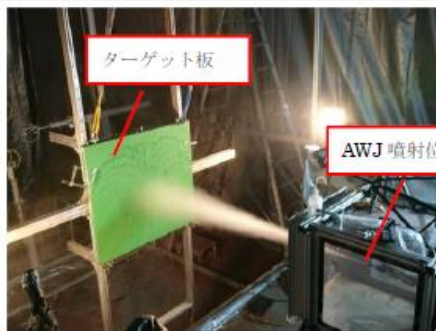


図1 AWJ噴流の様子

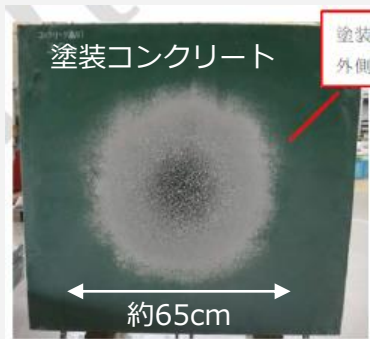


図2 塗装剥離の様子（3m位置）

安全評価への反映

試験結果を包絡する範囲を影響範囲と設定。

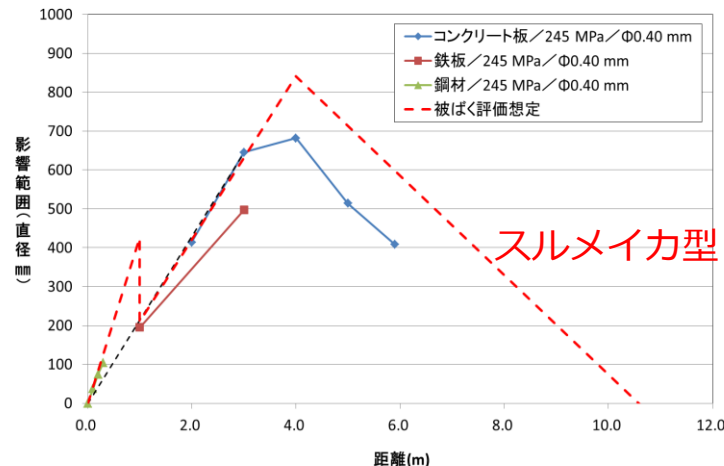
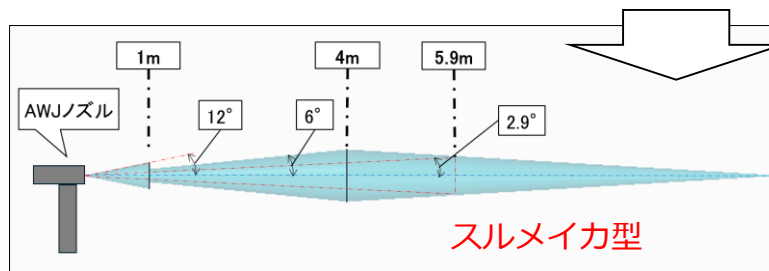


図3 安全評価上の包絡線（赤破線）

図4 定点でのAWJ噴射時の影響範囲



1. PCV内ダスト浮遊量

AWJ影響範囲にある構造物の汚染表面からの剥離による浮遊

ダスト浮遊量[Bq]
 =汚染密度[Bq/cm²]×対象範囲[cm²]×気相移行率[-]

＜対象範囲＞

- 作業上想定される位置・角度に影響範囲を適用（図5）し，対象となる構造物表面積を読み取る※1，2。

※1 設備図書により確認できる構造物を反映したCAD図面より，対象となる表面積を読み取り。

※2 X-6ペネ堆積物は洗浄・落下によりPCV床面に存在するが，想定するAWJノズルの位置・角度ではAWJ噴流は当たらないことから，考慮しない。

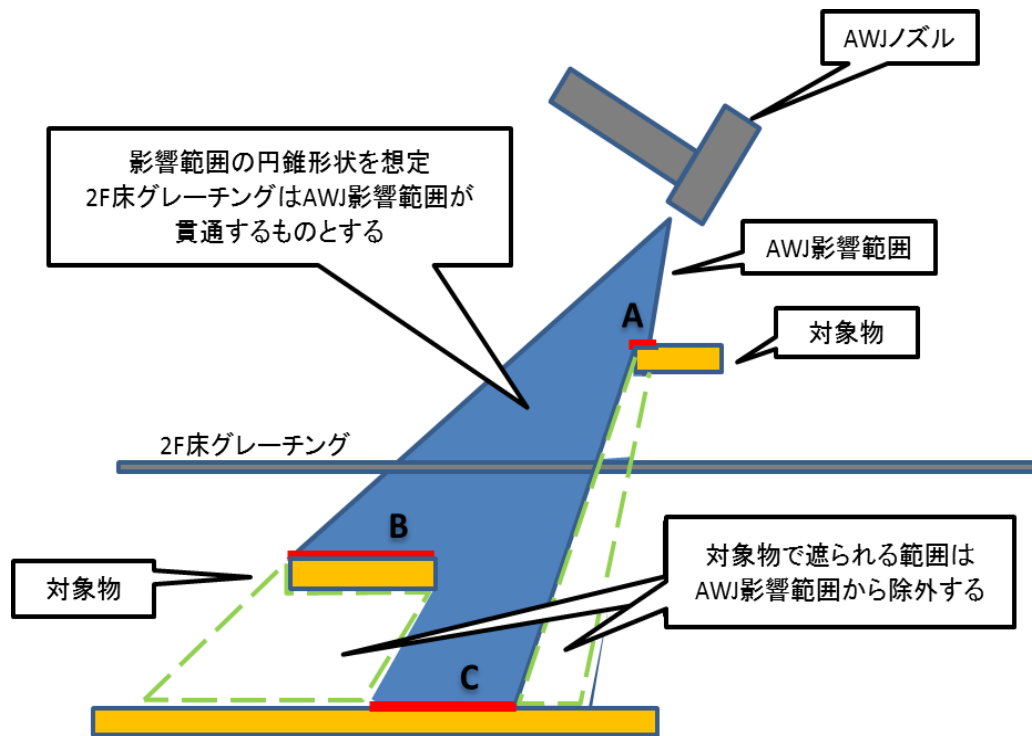


図5 CAD読み取り時の影響範囲の適用ルール

評価結果

	AWJ影響表面積[cm ²]	
	1m以内	1m以遠
(A)-2,3 X-6ペネ内作業（ケーブル，レールガイド切断）	2.3×10 ⁴	8.5×10 ⁴
(B)-1 CRDレール切断作業（CRDレール，ガイドピン，グレーチング切断）	3.0×10 ⁴	3.0×10 ⁵
(B)-2 CRDレール吊り治具切断作業	4.4×10 ³	5.0×10 ²
(B)-3 電線管切断作業	1.5×10 ³	-

1. PCV内ダスト浮遊量

AWJ影響範囲にある構造物の汚染表面からの剥離による浮遊

ダスト浮遊量[Bq]

=汚染密度[Bq/cm²]×対象範囲[cm²]×気相移行率[-]

<気相移行率> DOE HANDBOOKに基づき設定

- 1m以内は剥離のエネルギーが大きく（切断可能），影響範囲の増加率も大きいことから，「加圧容器/配管からのベント時の飛散率」の液面上もしくはは容器全体破損条件の気相移行率（0.35MPa以上）の0.2%を設定（1号機AWJの気相移行率と同条件）。
- 1m以遠は剥離のエネルギーが弱まるため，気相移行率は「高圧水噴出時」（図1）の0.01%を設定（図2）。

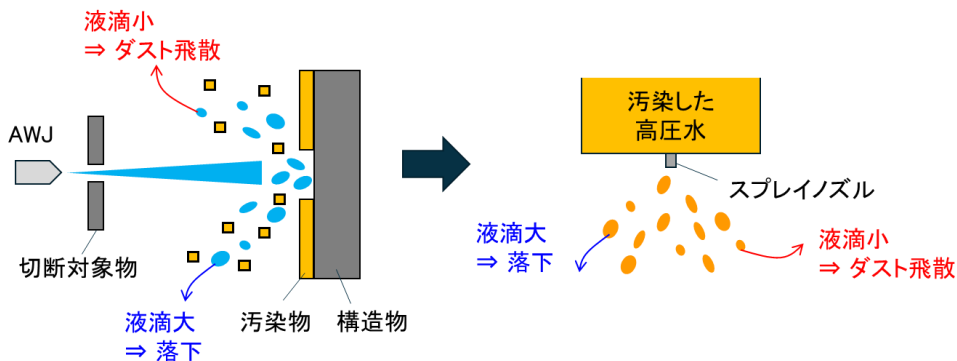


図1 AWJ噴流遠方（左）と高圧水噴出（右）のダスト飛散の類似性

設定条件

気相移行率[-]		
(参考)切断欠損表面	1m以内	1m以遠
0.2%	0.2%	0.01%

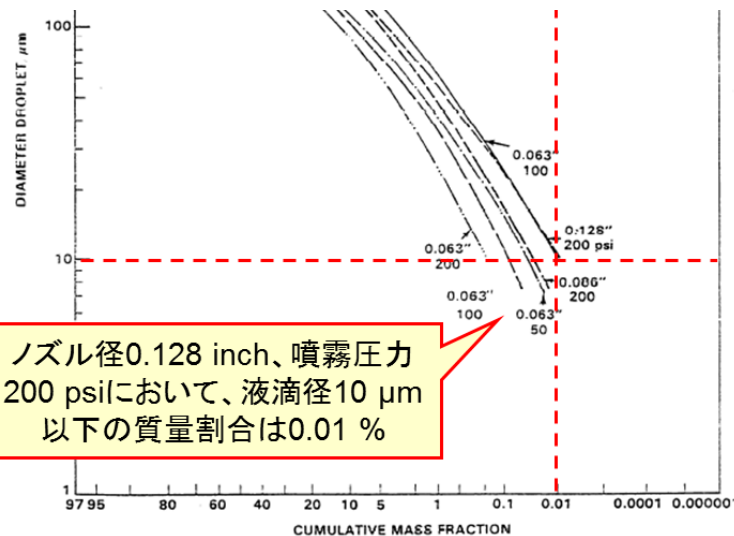


図2 高圧水噴出時の気相移行率試験結果（0.01%）

WJの液滴径の研究※によれば液滴径は吐出圧増加により低下し，また300mm以遠では増加することが確認されている。作業使用マシンの運転条件に照らしても10μm以下の液滴が支配的にならないと推定できる。このため，DOE HANDBOOKの適用範囲内と判断し，バウンディング値の0.01%を採用。

1. PCV内ダスト浮遊量

その他要因による浮遊

その他のダスト浮遊

- ・ AWJ切断欠損部からの浮遊
- ・ 落下切断片・落下切断片被衝突物（床・グレーチング）からの浮遊

$$\begin{aligned} & \text{ダスト浮遊量[Bq]} \\ & = \text{汚染密度[Bq/cm}^2\text{]} \times \text{対象範囲[cm}^2\text{]} \times \text{気相移行率[-]} \end{aligned}$$

<汚染密度>

- ・ PCV内部調査線量率測定結果に基づき、汚染密度を計算（P13と同じ）。

<対象範囲>

- ・ CADより読み取り。グレーチングの場合は表面積が大きいいため、平板とした読み取り表面積の2倍と設定。

<気相移行率>

- ・ AWJ切断欠損部からの浮遊：「加圧容器/配管からのベント時の飛散率」の液面上もしくは容器全体破損条件の気相移行率（0.35MPa以上）の0.2%を設定（1号機AWJの気相移行率と同条件）。
- ・ 落下物・被衝突物からの浮遊：「非金属または複合固体の自由落下時」の気相移行率を適用

「非金属または複合固体の自由落下時」の気相移行率（DOEハンドブックに基づき設定）

$$\text{ARF} \times \text{RF} = (\text{A})(\text{P})(\text{g})(\text{h}) \tag{4-1}$$

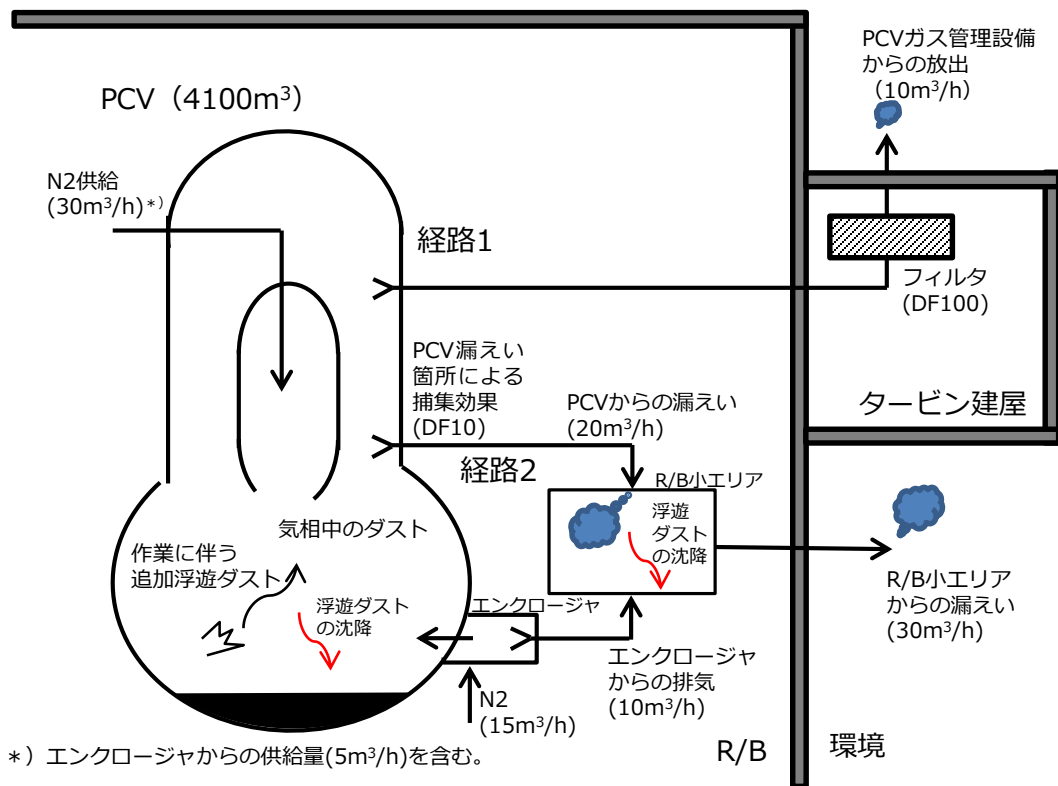
where: ARF X RF = (Airborne Release Fraction)(Respirable Fraction)

- A = empirical correlation, 2E-11 cm³ per g-cm²/s²
- P = specimen density, g/cm³
- g = gravitational acceleration, 980 cm/s² at sea level
- h = fall height, cm.

Use of this correlation to estimate the ARF x RF value is considered very conservative, and may be excessively so if large debris from substantial heights is considered.

2. 放出量評価 通常時放出量評価モデル

評価モデル



*) エンクロージャからの供給量(5m³/h)を含む。

<PCV内のダスト想定>

- ✓ 堆積物除去及び干渉物切断作業に伴う追加浮遊分

<放出経路>

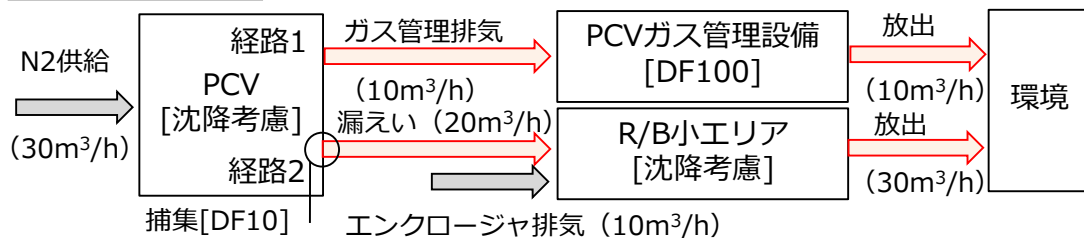
- ✓ 経路1：PCVガス管理設備により、フィルタを経由して環境へ放出
- ✓ 経路2：PCVの狭隘な漏えい箇所を経由してR/B小エリア（1階部1/4容積）へ漏えいし、さらに環境へ漏えい

<ダストの低減効果>

PCV内およびR/B小エリア内における沈降	考慮する
PCV漏えい箇所における捕集効果※	考慮する(DF10)
PCVガス管理設備フィルタ捕集効果	考慮する(DF100)

※原子力発電技術機構、「重要構造物安全評価（原子炉格納容器信頼性実証事業）」に関する総括報告書，平成15年3月。

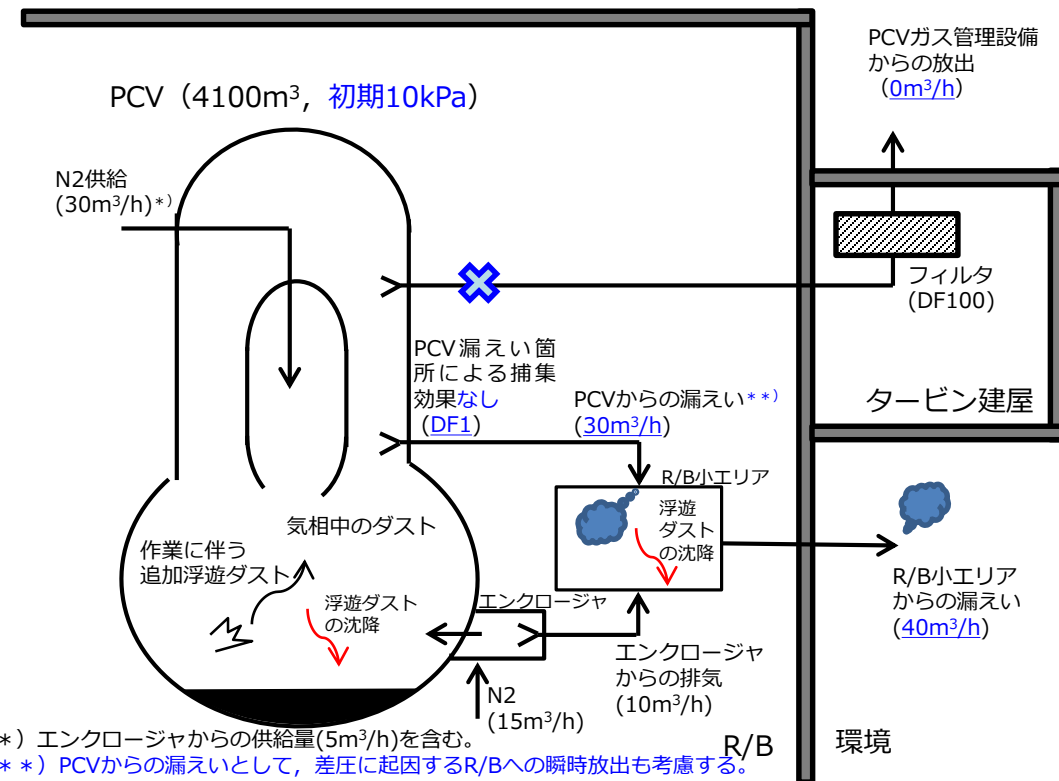
給排気量収支



2. 放出量評価

異常時(バウンダリ施工箇所開放時)放出量評価モデル

評価モデル



<PCV内のダスト想定>

- ✓ 堆積物除去及び干渉物切断に係る各作業のうち、最も放出量が多い作業工程である(B)-1 CRDレール切断時のダストを想定
- ✓ 復旧は見込まず、放出は継続すると設定

<放出経路>

- ✓ 施工箇所開放により、微正圧状態のPCVから差圧分のPCVガスがR/Bへ瞬時放出
- ✓ PCVガス管理設備による排気は見込まず、R/B小エリアを經由した放出のみの経路

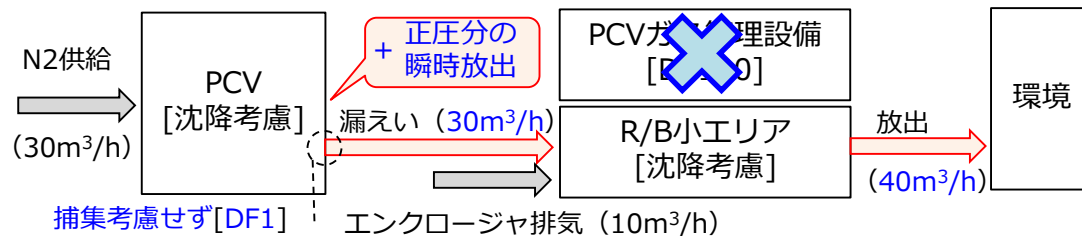
<ダストの低減効果>

PCV内およびR/B小エリア内における沈降	考慮する
PCV漏えい箇所における捕集効果	考慮しない(DF1)
PCVガス管理設備フィルタ捕集効果	— (排気流量0)

*) エンクロージャからの供給量(5m³/h)を含む。

**) PCVからの漏えいとして、差圧に起因するR/Bへの瞬時放出も考慮する。

給排気量収支



3. 被ばく評価

被ばく経路と気象条件

被ばく経路

環境へ放出・漏えいした放射性核種による一般公衆(敷地境界)への実効線量は、大気拡散による希釈を考慮し、4つの被ばく経路による実効線量の和として計算する。

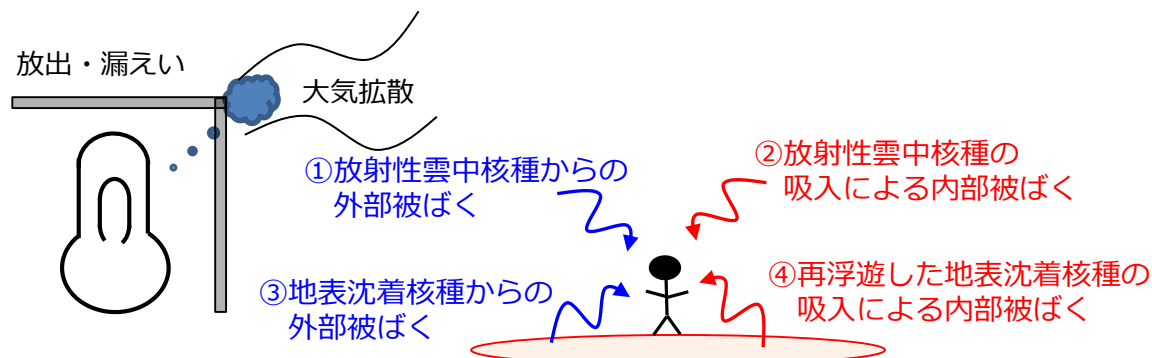


図 一般公衆(敷地境界)被ばく経路

気象条件 (大気拡散)

作業期間は月オーダーを要すると想定するため、通常時については年間5回の間欠放出の相対濃度・相対線量を用いる。

	通常時 (年間5回の間欠放出)	異常時 (短時間放出)
相対濃度	$1.7 \times 10^{-6} \text{ s/m}^3$	$2.0 \times 10^{-5} \text{ s/m}^3$
相対線量	$1.5 \times 10^{-20} \text{ Gy/Bq}$	$2.4 \times 10^{-19} \text{ Gy/Bq}$

4. 評価結果

放出量および被ばく線量

当該作業に伴う放射性核種の放出量および敷地境界での実効線量は、下記の通りであり、周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

(参考) 年間敷地境界実効線量は、実施計画III章(2.2)の約0.92mSvに対して、本作業で想定する約 8.0×10^{-4} mSvを考慮しても、1mSv未満となる。

通常時

	作業全体
Cs-134放出量	約 1.6×10^7 Bq
Cs-137放出量	約 1.9×10^8 Bq
α 核種 (Am-241) 放出量	約 1.9×10^6 Bq
β 核種 (Sr-90) 放出量	約 4.8×10^9 Bq
敷地境界実効線量	約 8.0×10^{-4} mSv

異常時 (バウンダリ施工箇所開放時)

	(B)-1 CRDレール切断作業
Cs-134放出量	約 2.1×10^8 Bq
Cs-137放出量	約 2.7×10^9 Bq
α 核種 (Am-241) 放出量	約 2.7×10^7 Bq
β 核種 (Sr-90) 放出量	約 6.7×10^{10} Bq
敷地境界実効線量	約 1.3×10^{-1} mSv

4. 評価結果

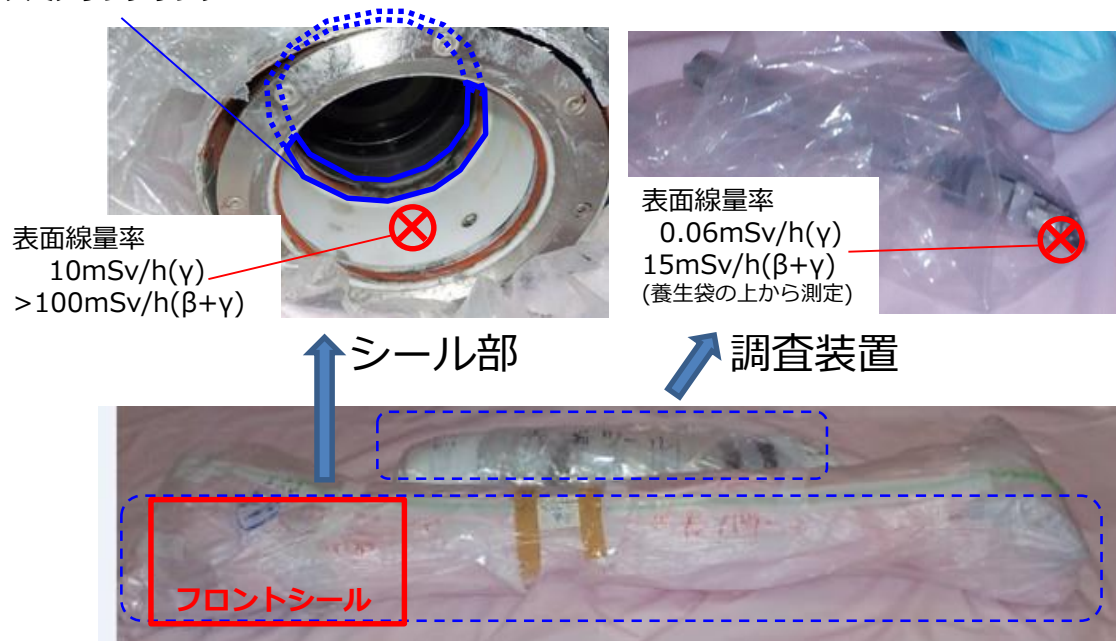
(参考) 時間当たりの放出量

- 評価結果を踏まえると、PCV内の放射性ダスト濃度が上昇する可能性があることから、時間当たりの放出量も増加する可能性がある。
- このため、現地作業を進めるにあたっては、1号機アクセスルート構築作業と同様に、少ない作業量から始めることにより、時間当たりの放出量を確認しながら、作業を進めていく計画である。

【参考】 2号機PCV内部調査装置のサーベイ結果

- ▶ サプリング日 : 2019年2月28日
- ▶ 表面線量率 : 左下図の図中参照 [(γ) : 1cm線量当量率, (β+γ) : 70μm線量当量率]
- ▶ 表面汚染密度 : フロントシール部をスミアサンプリングした試料のγ線核種分析および全α計測を実施
 - ・ **全α/Cs-137存在比 : 8×10^{-1}**
 - ・ γ線核種分析の検出核種 : 右下表参照
 - ・ 備考 : スミアの表面線量率(β+γ)が高いため, サーベイ員や分析員の被ばく低減を考慮してスミアを別のスミアで再サンプリングし, 相対濃度[存在比]を評価した (スミアをスミアでサンプリングする際の採取効率を設定できないため, 定量評価はできない) 。

スミアサンプリング



フロントシールおよび調査装置の養生保管の様子

検出核種	Cs-137に対する存在比
Co-60	4×10^{-1}
Ru-106	1×10^0
Rh-106	1×10^0
Sb-125	5×10^{-1}
Cs-134	9×10^{-2}
Cs-137	—
Ce-144	5×10^{-1}
Eu-154	1×10^0
Eu-155	6×10^{-1}
Am-241	8×10^{-1}

PCV内外部のα核種の広がりに関するデータ

<Cs-137に対するα核種の存在比>

	1号機		2号機		3号機	
	測定時期・分析内容	存在比	測定時期・分析内容	存在比	測定時期・分析内容	存在比
①PCV内汚染物	2017/4 α核種分析*	6×10^{-2} [2]	2019/2 全α計測	8×10^{-1} [1]	-	-
②PCVガス管理設備 フィルタ前サンプリング [1] (粒子状フィルタ) **	2016/12 全α計測	10^{-4}	2017/5 全α計測	10^{-3}	2017/4 全α計測	-
③PCV内滞留水 [3]	-	-	2013/8 α核種分析*	10^{-4}	2013/8-2015/10 α核種分析*	10^{-3}
④建屋 1 階瓦礫等 [3]	2013/10- 2015/10 α核種分析*	$10^{-7} \sim 10^{-8}$	-	-	2014/3 α核種分析*	$10^{-6} \sim 10^{-7}$
⑤オペフロ瓦礫等 [3]	2015/10-2016/4 α核種分析*	$10^{-7} \sim 10^{-8}$	2014/1-2014/5 α核種分析*	$10^{-4} \sim 10^{-7}$	-	-

今回の取得
データ

注：α核種が検出されたことのあるデータを例示。同じ測定箇所でも、毎回検出限界値を超える濃度が検出されている訳ではない。

*α核種分析結果のPu-238, Pu239+240, Am-241, Cm-244の合算値
**PCVガス管理設備フィルタ後の全α計測結果は1～3号機すべてND



[1]東京電力HD分析データ,
http://www.tepco.co.jp/decommission/data/daily_analysis/index-j.html.
[2]東京電力HD, “1～3号機原子炉格納容器内部調査関連サンプル等の分析結果”, 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 (第56回) より算出.
[3]JAEA分析データ, <https://frandli-db.jaea.go.jp/FRAnDLi/>.

福島第一原子力発電所
2号機原子炉格納容器内部詳細調査
作業ステップについて

2020年9月10日



東京電力ホールディングス株式会社

- R0 (2018.9.13) : 初版発行
- R1 (2018.9.27)
加圧気体を追記
- R2 (2018.10.3)
4項にバウンダリ損傷の検知と対応要領を追記。
- R3 (2018.10.18)
10月3日面談時のコメントを反映して改正する（4項にバウンダリ損傷が想定される主な部位を追記）。
- R4 (2019.2.15)
2018年10月18日以降の1号機PCV内部調査の面談時におけるコメントを、2号機向けに反映して改正する（5項にバウンダリ施工箇所開放時の影響評価を追記）。
- R5 (2019.4.18)
コメントを反映して改正する。ペネ磨きのステップを3項に追加する。
- R6 (2019.8.28)
7月23日面談時のコメントを反映して改正する（PCV内干渉物撤去のステップを追記）。
- R7 (2020.9.10)
9/9補正申請内容を反映して改正する（堆積物除去ステップの追加と作業終了時の状態を反映）。

1. はじめに

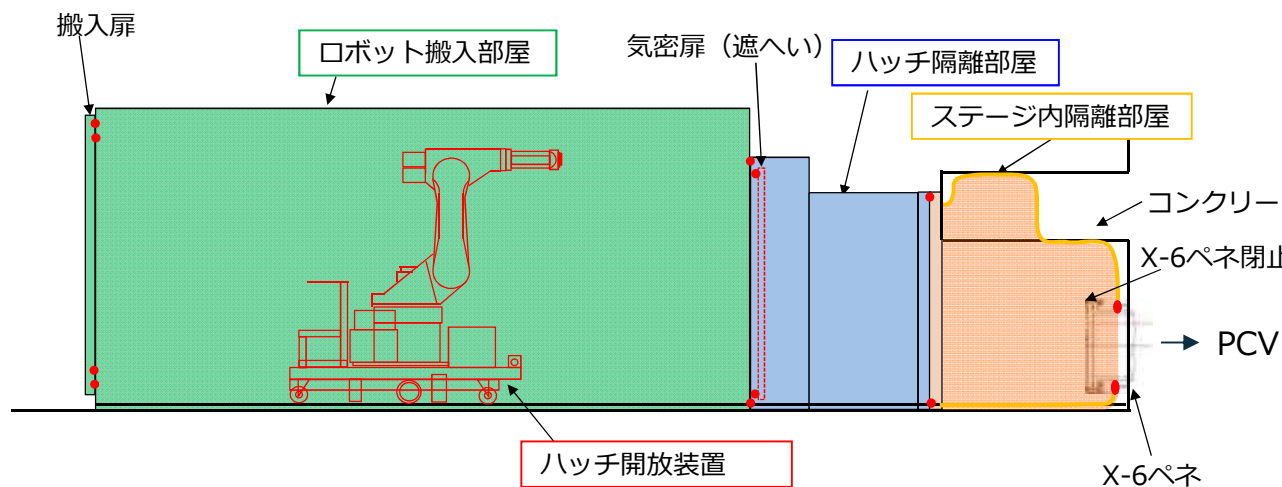
- 2号機PCV内部詳細調査の一連作業のうち、PCVバウンダリ、汚染拡大防止に係る作業ステップを本資料にて説明する。
 - バウンダリを確認しつつ、調査用のアクセスルートを構築
新規に取り付けた部位、扉などの開閉した部位は漏えい確認を行い、著しい漏えいのないことを確認する手順としている
 - アクセスルート構築、内部調査にあたっては汚染拡大防止対策を考慮
装置の搬出時には換気、養生を実施し、汚染物質拡大を防止
 - PCVと接続する際は、酸素の流入を防ぐため装置内を窒素で置換する。それ以外（装置の搬出入等）のステップでは空気で置換する。

- アクセス・調査装置を投入するため、X-6ペネを開放する。

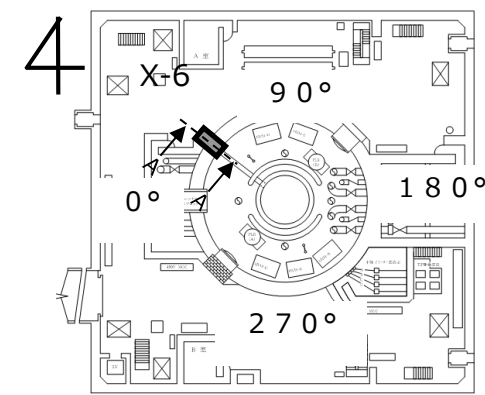
- なお、本資料で示す作業ステップ・装置の構造は、今後設計進捗により変更の可能性がある。

2. 設備概要 (1 / 2)

- X-6ペネ閉止板開放に使用する設備の概要は以下の通り



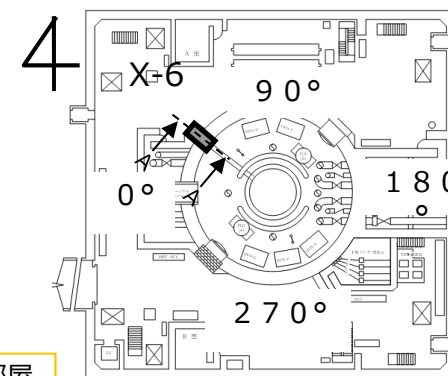
X-6ペネ閉止板開放時のイメージ (A-A)



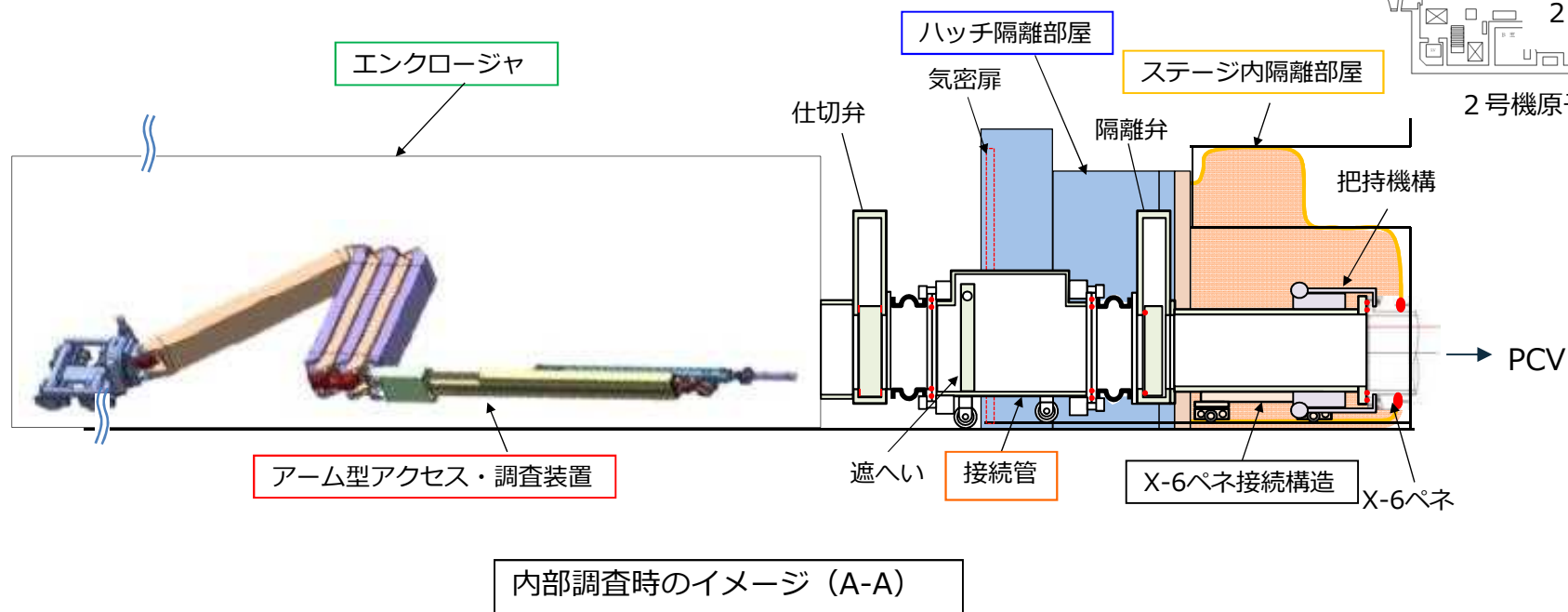
2号機原子炉建屋1階

2. 設備概要 (2 / 2)

- PCV内部調査に使用する調査設備の概要は以下の通り



2号機原子炉建屋1階



3. 作業ステップ 全体フロー

本頁修正

TEPCO

1. 隔離機構ユニット取外

2. ペネ磨き

3. ステージ内隔離部屋設置

4. ハッチ隔離部屋設置

5. ロボット搬入部屋設置

6. ハッチ開放装置搬入

7. X-6ペネハッチ開放

8. 空気置換

9. ハッチ開放装置搬出

10. X-6ペネ内低圧水除去装置搬入

11. 低圧水によるX-6ペネ内堆積物除去

12. 空気置換

13. X-6ペネ内低圧水除去装置搬出

14. X-6ペネ内堆積物除去装置搬入

15. X-6ペネ内堆積物除去 ※

16. 空気置換

17. X-6ペネ内堆積物除去装置搬出

18. X-6ペネ接続構造搬入

19. X-6ペネ接続構造設置

20. 空気置換

21. ロボット搬入部屋搬出

22. 接続管設置

23. エンクロージャ設置

24. PCV内部調査 ※

25. 窒素置換

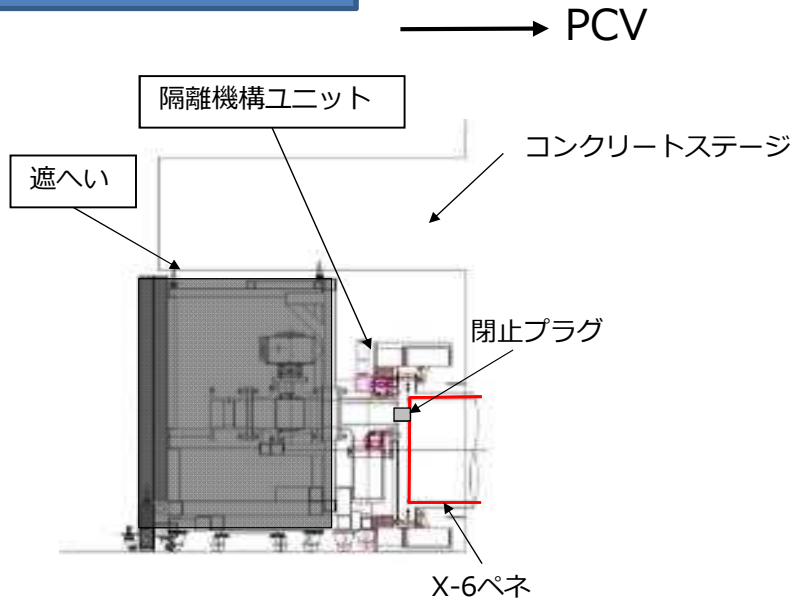
26. エンクロージャ,
接続管搬出

※干渉物撤去を含む

3. 作業ステップ (1 / 20)

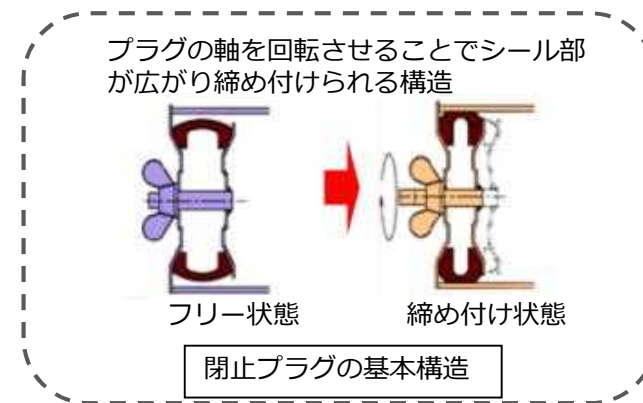
1. 隔離機構ユニット取外

— : バウンダリ



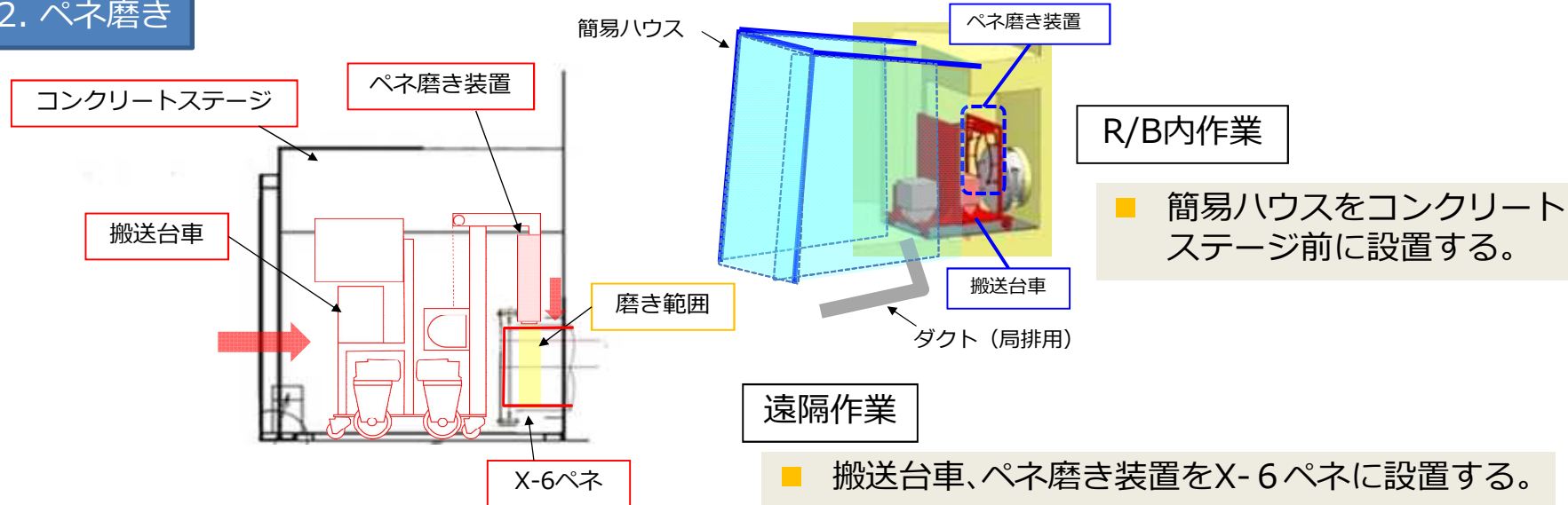
R/B内作業

- 隔離機構ユニットの取外しを行う。

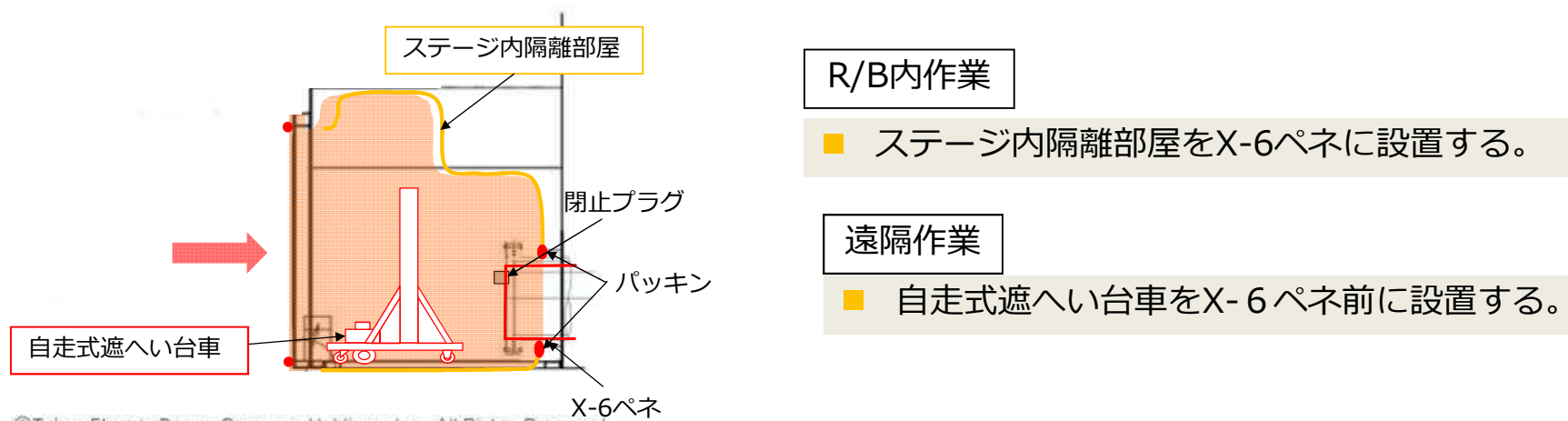


3. 作業ステップ (2 / 20)

2. ペネ磨き



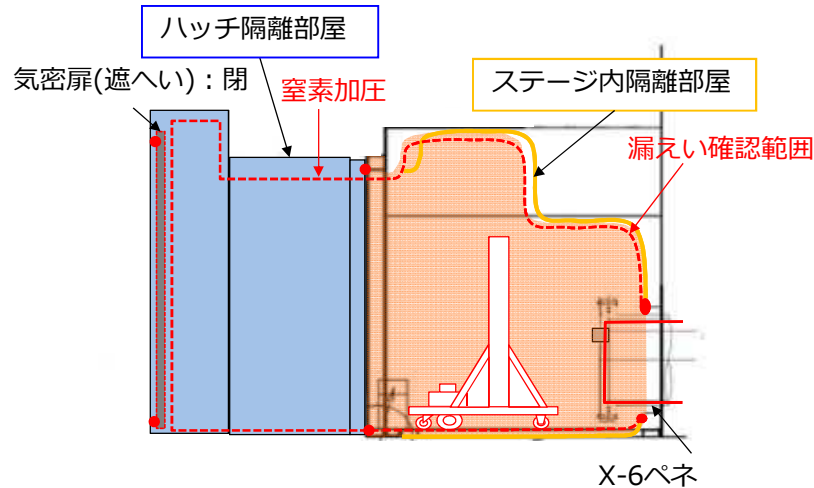
3. ステージ内隔離部屋設置



3. 作業ステップ (3 / 20)

4. ハッチ隔離部屋設置

— : バウンダリ



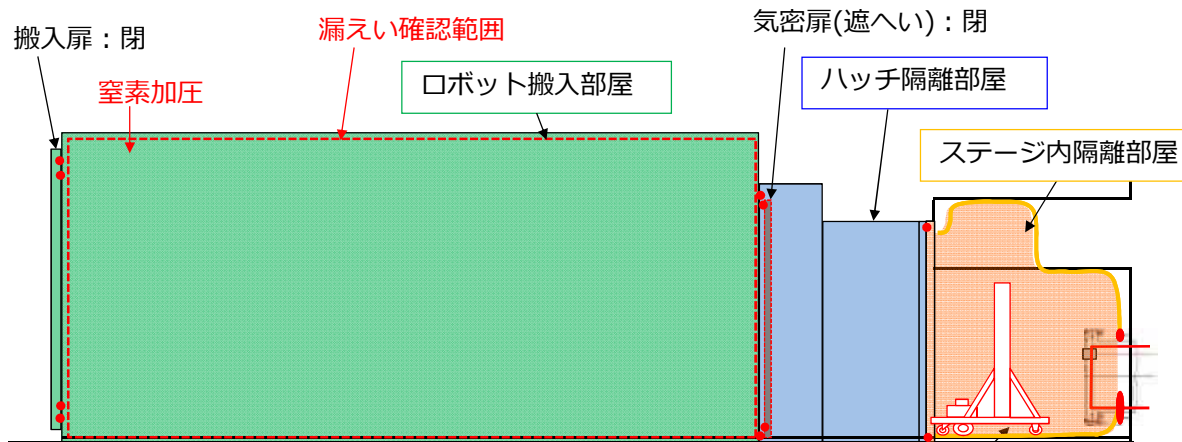
R/B内作業

- ハッチ隔離部屋を設置する。

R/B内作業

- 漏えい確認範囲を窒素加圧し, 著しい漏えいのないことを確認する。

5. ロボット搬入部屋設置

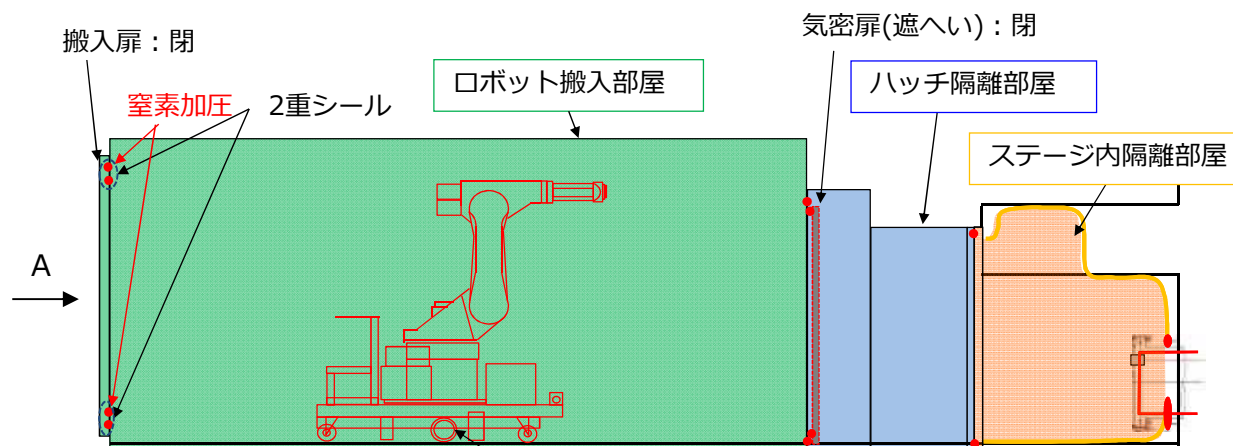


R/B内作業

- ロボット搬入部屋を設置する。
- 漏えい確認範囲を窒素加圧し, 著しい漏えいのないことを確認する。

3. 作業ステップ (4 / 20)

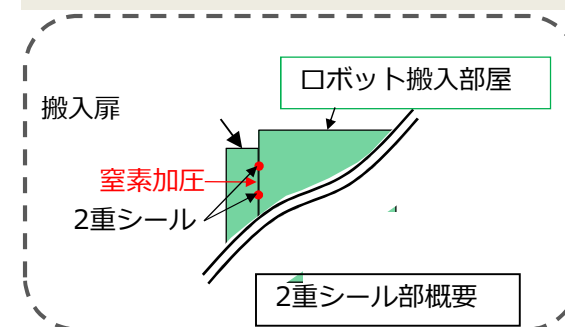
6. ハッチ開放装置搬入



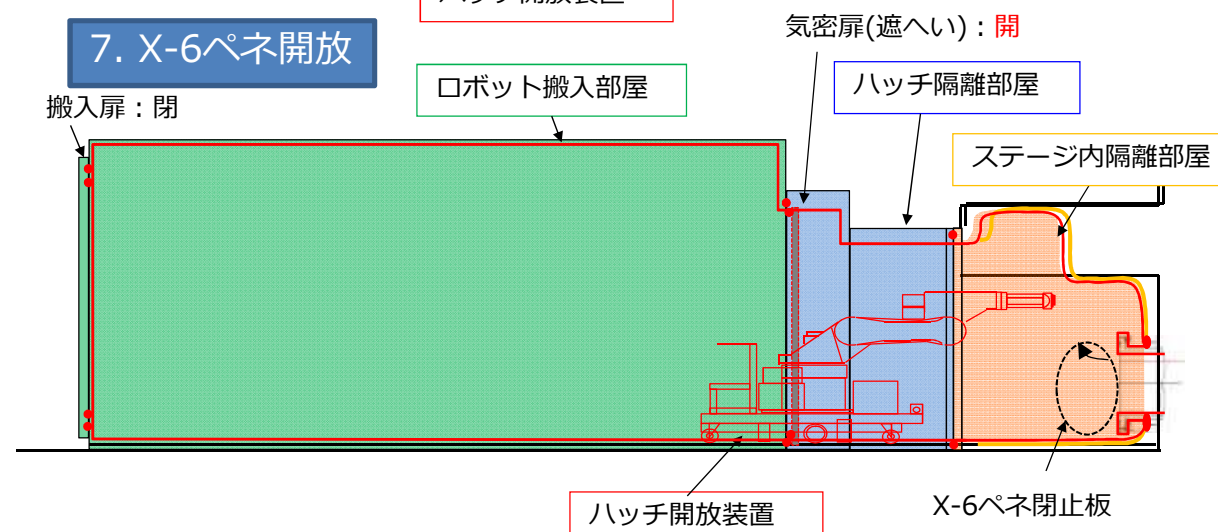
R/B内作業

— : バウンダリ

- 自走式遮へい台車を搬出する。
- ハッチ開放装置をロボット搬入部屋に搬入する。
- 搬入扉の2重シール間を窒素加圧し、著しい漏えいのないことを確認する。



7. X-6ペネ開放

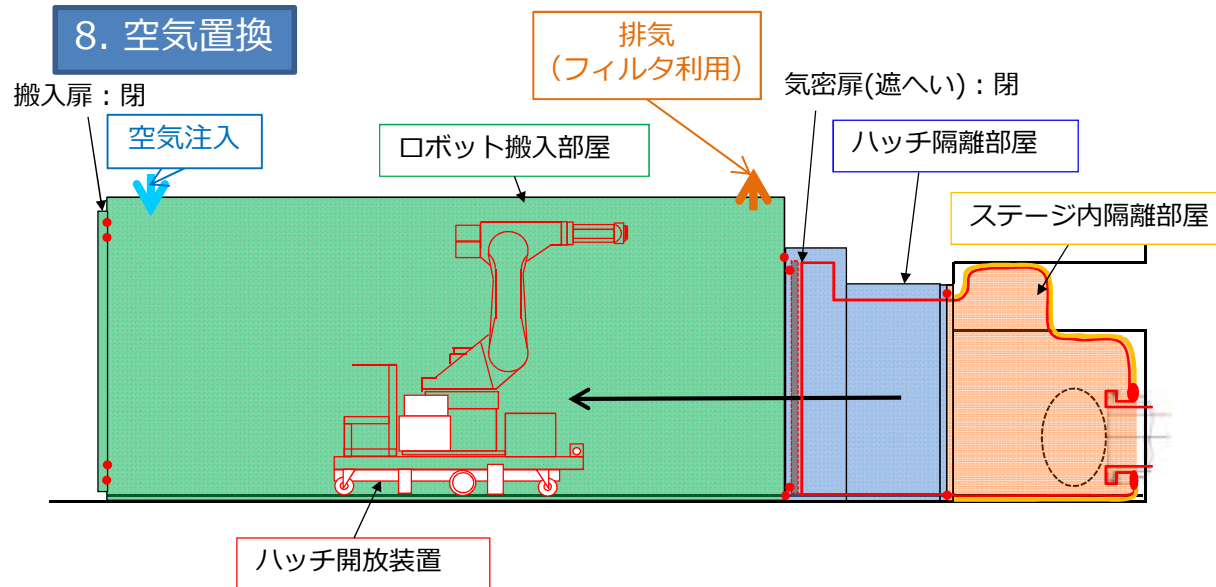


遠隔作業

- 気密扉を開け、ハッチ開放装置をハッチ隔離部屋内に移動させる。
- ハッチ開放装置により、X-6ペネ閉止板のボルトナットを切断し、X-6ペネの閉止板を開放する。

3. 作業ステップ (5 / 20)

8. 空気置換



— : バウンダリ

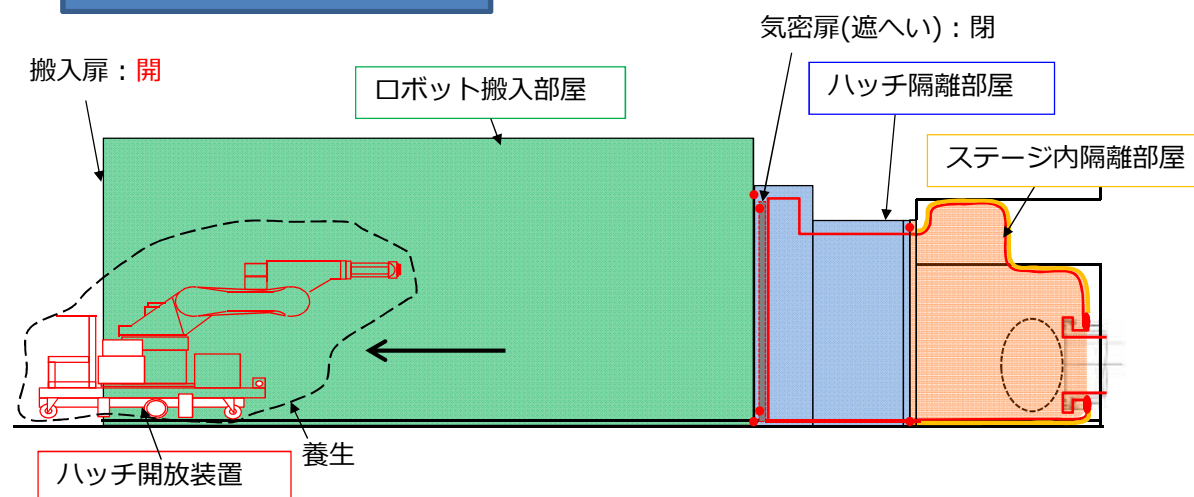
遠隔作業

- ハッチ開放装置をロボット搬入部屋に戻し、気密扉を閉じる。

R/B内作業

- ロボット搬入部屋内を空気置換する。
- 空気置換により生じたガスはフィルタにより放射性物質をろ過する。

9. ハッチ開放装置搬出



R/B内作業

- ハッチ開放装置をロボット搬入部屋から搬出する。
- 機器を搬出する際は汚染拡大防止のため養生を実施する。

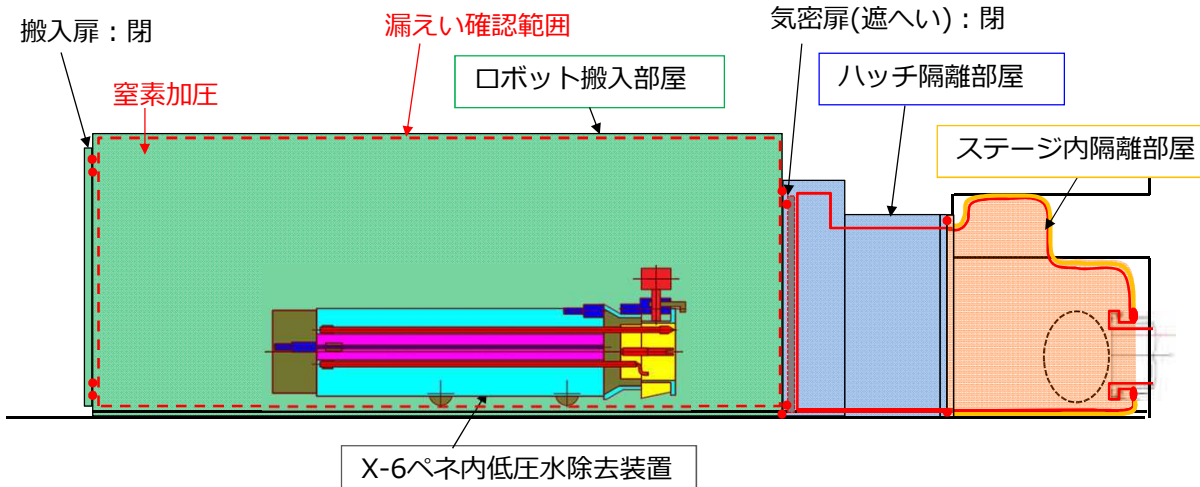
3. 作業ステップ (6 / 20)

本頁追加



10. X-6ペネ内低圧水除去装置搬入

— : バウンダリ



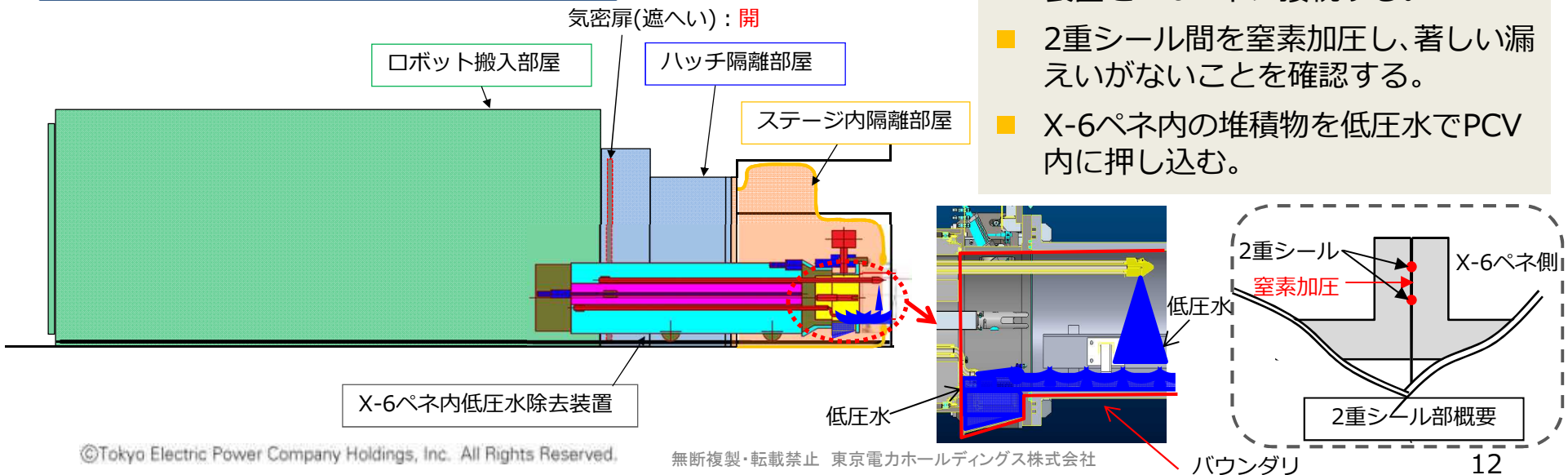
R/B内作業

- X-6ペネ内低圧水除去装置をロボット搬入部屋に搬入する。
- 漏えい確認範囲を窒素加圧し、著しい漏えいがないことを確認する。

遠隔作業

- 気密扉を開け、X-6ペネ低圧水除去装置をX-6ペネに接続する。
- 2重シール間を窒素加圧し、著しい漏えいがないことを確認する。
- X-6ペネ内の堆積物を低圧水でPCV内に押し込む。

11. 低圧水によるX-6ペネ内堆積物除去



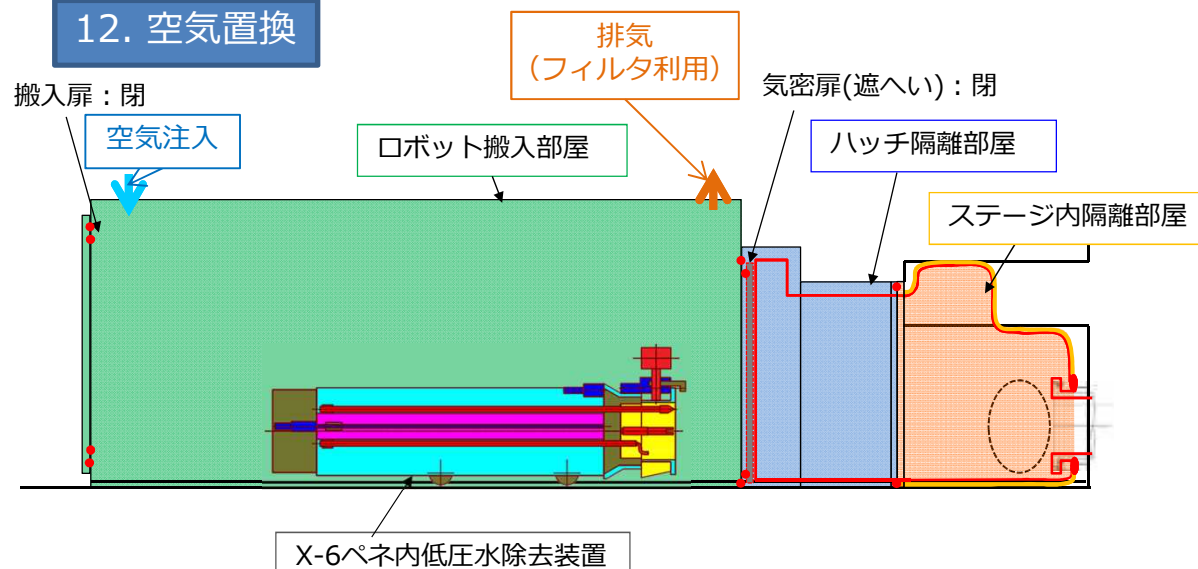
3. 作業ステップ (7 / 20)

本頁追加



— : バウンダリ

12. 空気置換



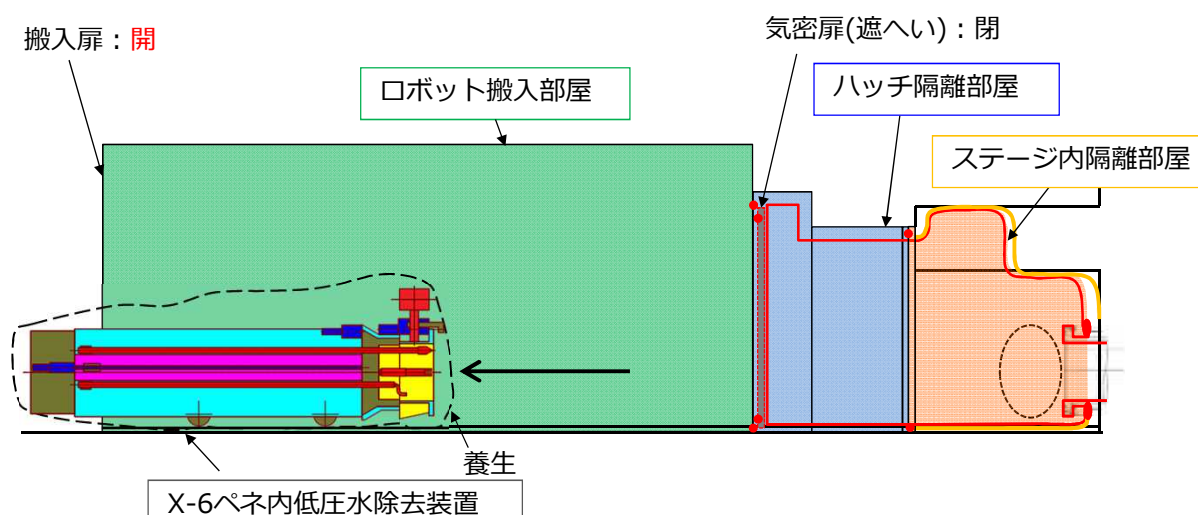
遠隔作業

- X-6ペネ内低圧水除去装置をロボット搬入部屋に戻し、気密扉を閉じる。

R/B内作業

- ロボット搬入部屋内を空気置換する。
- 空気置換により生じたガスはフィルタにより放射性物質をろ過する。

13. X-6ペネ内低圧水除去装置搬出



R/B内作業

- X-6ペネ内低圧水除去装置をロボット搬入部屋から搬出する
- 機器を搬出する際は汚染拡大防止のため養生を実施する。

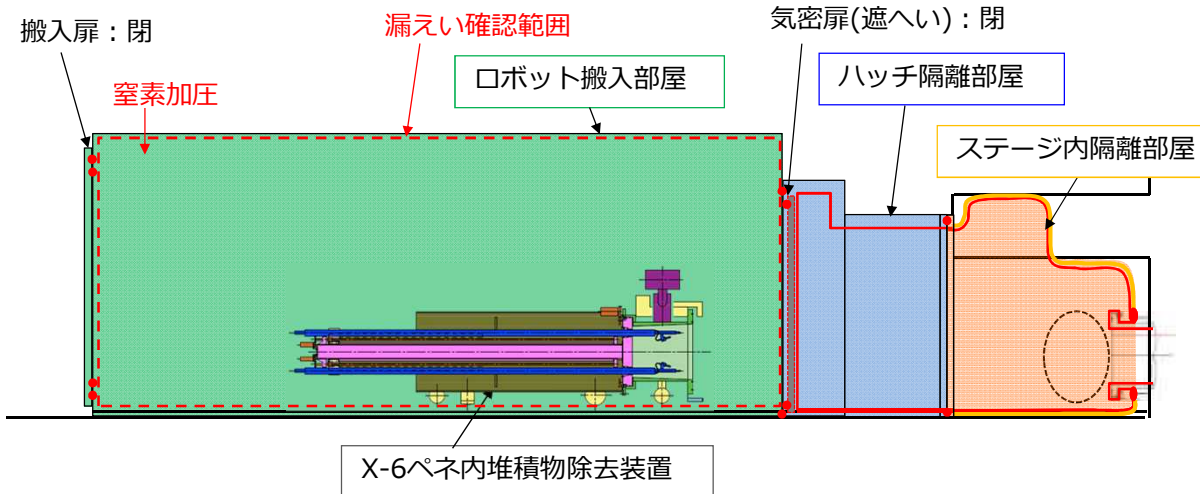
3. 作業ステップ (8 / 20)

本頁修正



14. X-6ペネ内堆積物除去装置搬入

— : バウンダリ



R/B内作業

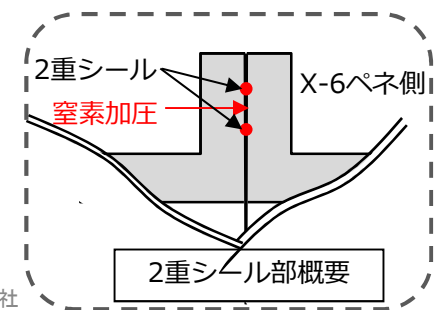
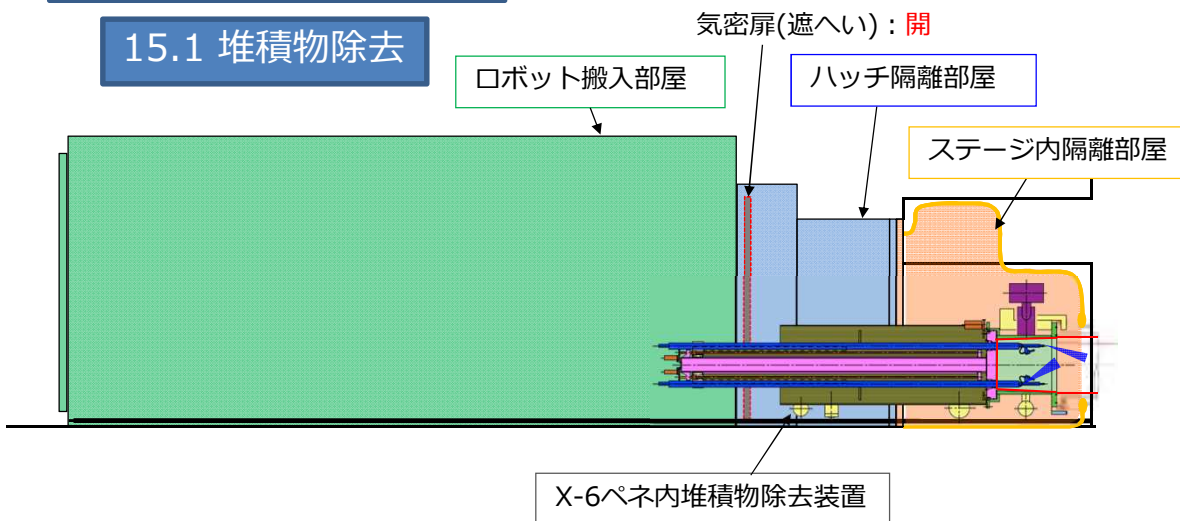
- X-6ペネ内堆積物除去装置をロボット搬入部屋に搬入する。
- 漏えい確認範囲を窒素加圧し、著しい漏えいがないことを確認する。

遠隔作業

- 気密扉を開け、X-6ペネ内堆積物除去装置をX-6ペネに接続する。
- 2重シール間を窒素加圧し、著しい漏えいがないことを確認する。
- X-6ペネ内の堆積物を高圧水でPCV内に押し込む。

15. X-6ペネ堆積物除去

15.1 堆積物除去

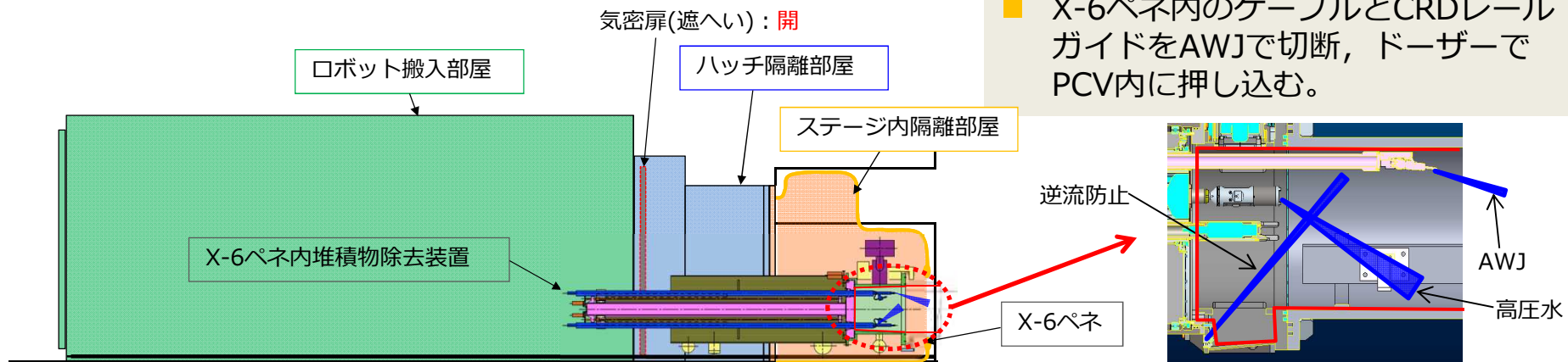


15. X-6ペネ堆積物除去

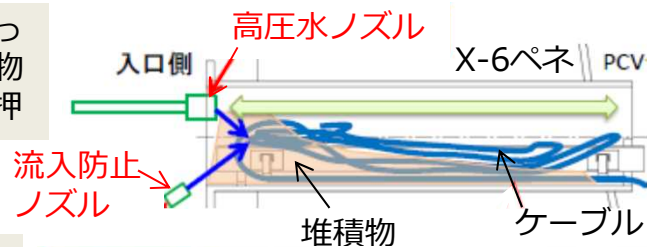
15.2 ケーブル、CRDレールガイド切断

遠隔作業

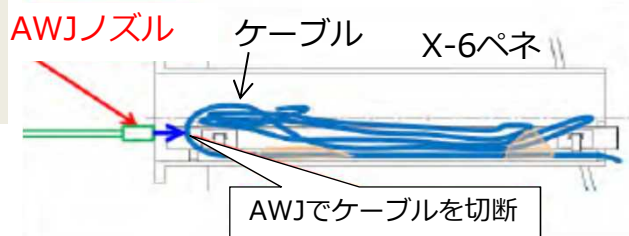
X-6ペネ内のケーブルとCRDレールガイドをAWJで切断，ドーザーでPCV内に押し込む。



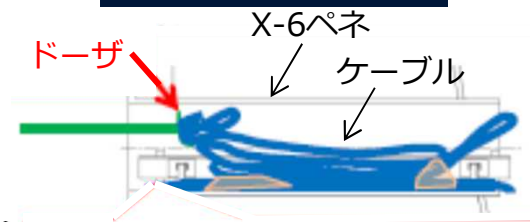
① 高圧水で残っている堆積物をPCV内に押し込む



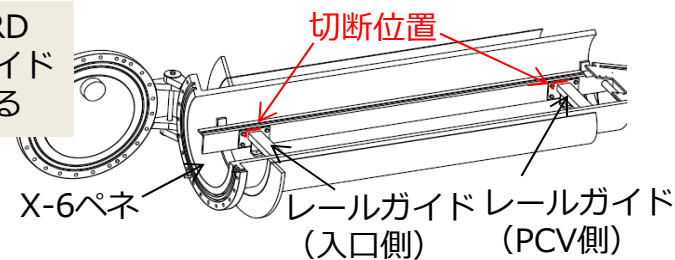
② AWJでケーブルを切断する



③ ドーザーで切断したケーブルをPCV内に押し込む



④ AWJでCRDレールガイドを切断する



切断手順：①→②→③→④

↑ 除去できるまでくりかえし

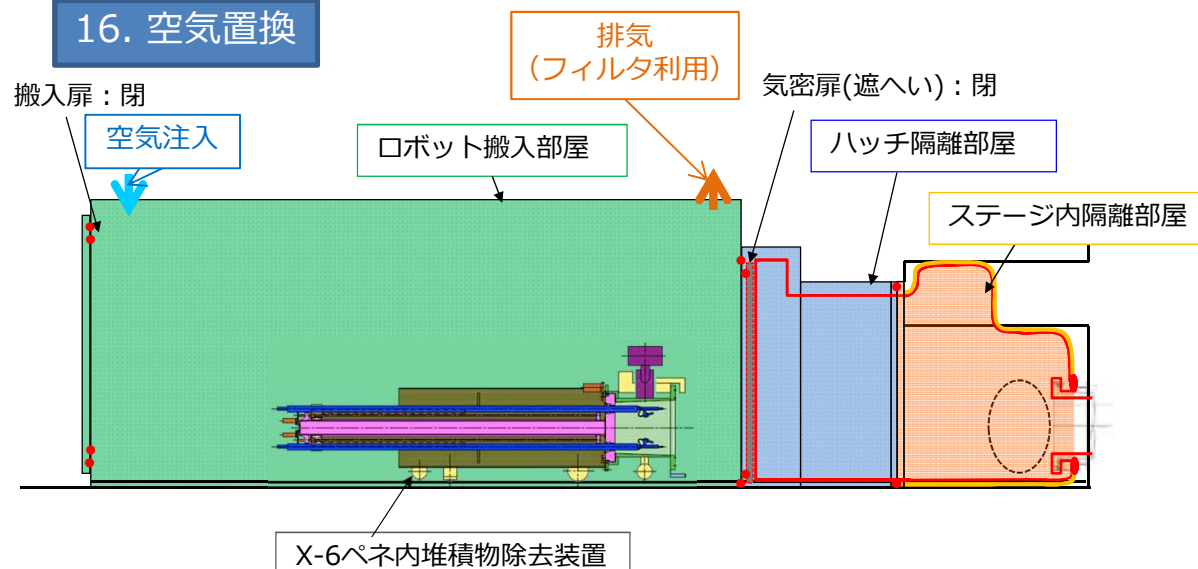
3. 作業ステップ (10 / 20)

本頁修正



— : バウンダリ

16. 空気置換



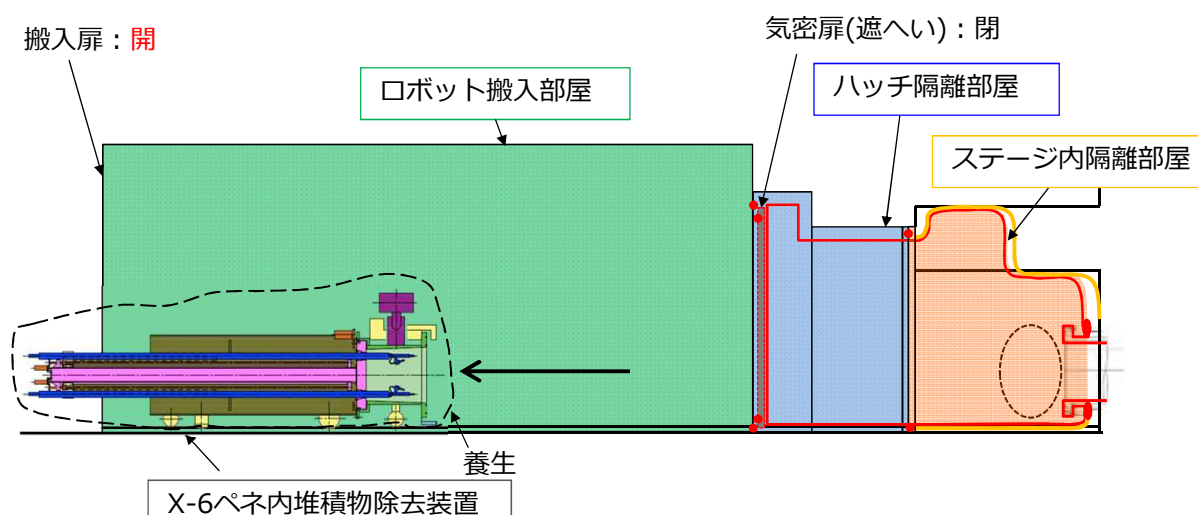
遠隔作業

- X-6ペネ内堆積物除去装置をロボット搬入部屋に戻し、気密扉を閉じる。

R/B内作業

- ロボット搬入部屋内を空気置換する。
- 空気置換により生じたガスはフィルタにより放射性物質をろ過する。

17. X-6ペネ内堆積物除去装置搬出

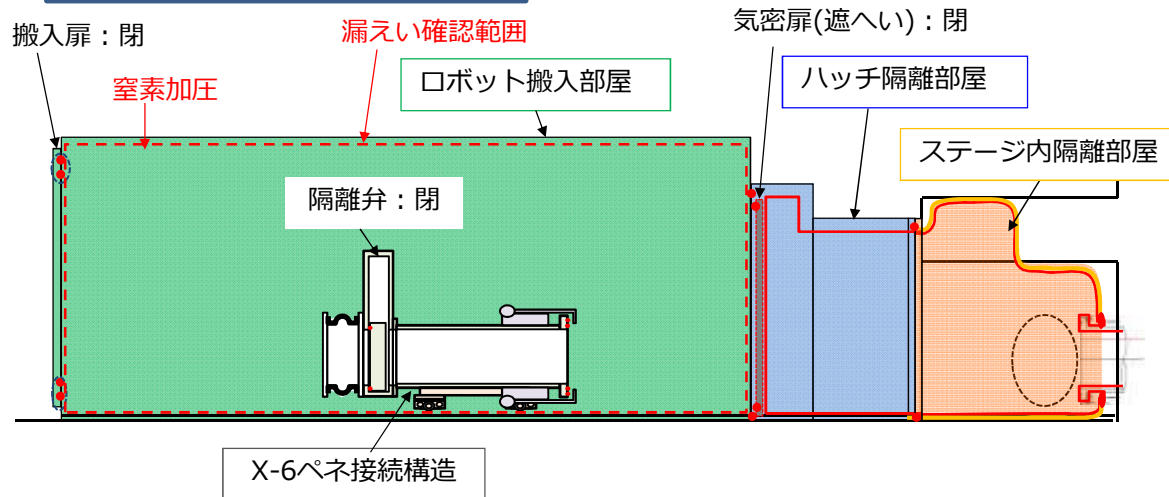


R/B内作業

- X-6ペネ内堆積物除去装置をロボット搬入部屋から搬出する
- 機器を搬出する際は汚染拡大防止のため養生を実施する。

3. 作業ステップ (11 / 20)

18. X-6ペネ接続構造搬入

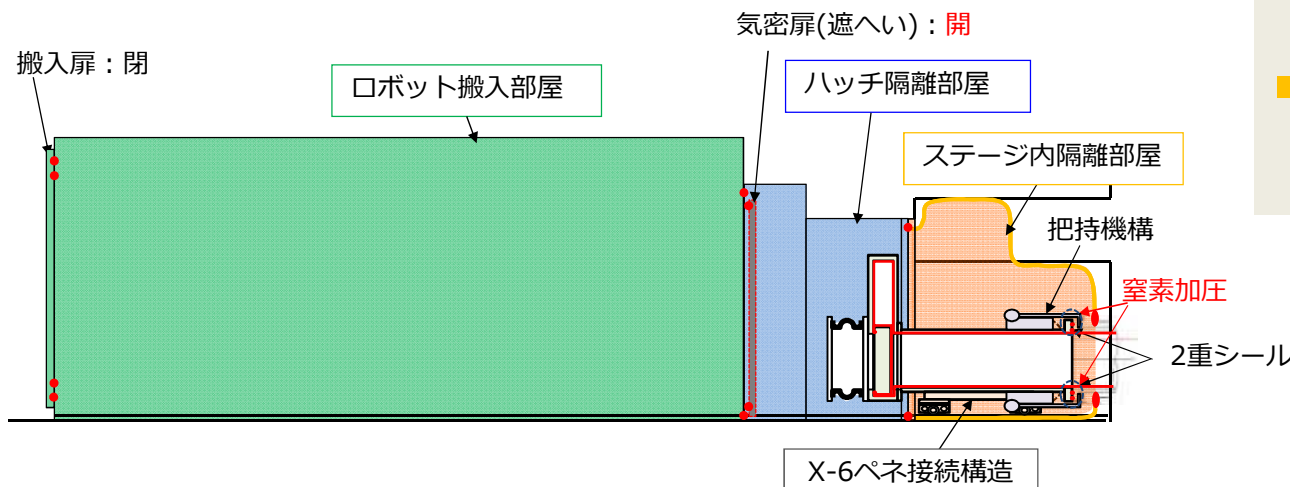


— : バウンダリ

R/B内作業

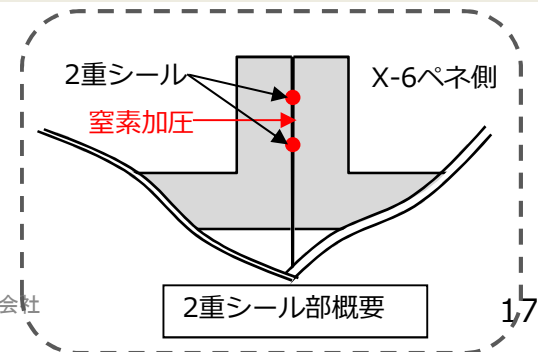
- X-6ペネ接続構造をロボット搬入部屋に搬入する。
- 漏えい確認範囲を窒素加圧し、著しい漏えいがないことを確認する。

19. X-6ペネ接続構造設置



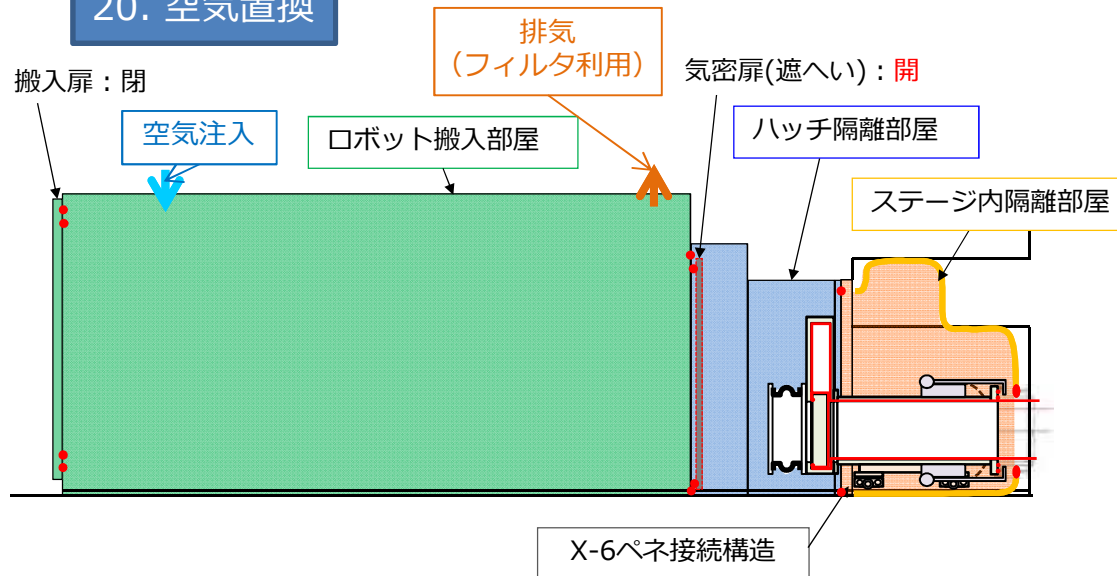
遠隔作業

- 気密扉を開け、X-6ペネ接続構造をX-6ペネに接続する。
- 接続構造の2重シール間を窒素加圧し、著しい漏えいがないことを確認する。



3. 作業ステップ (12 / 20)

20. 空気置換

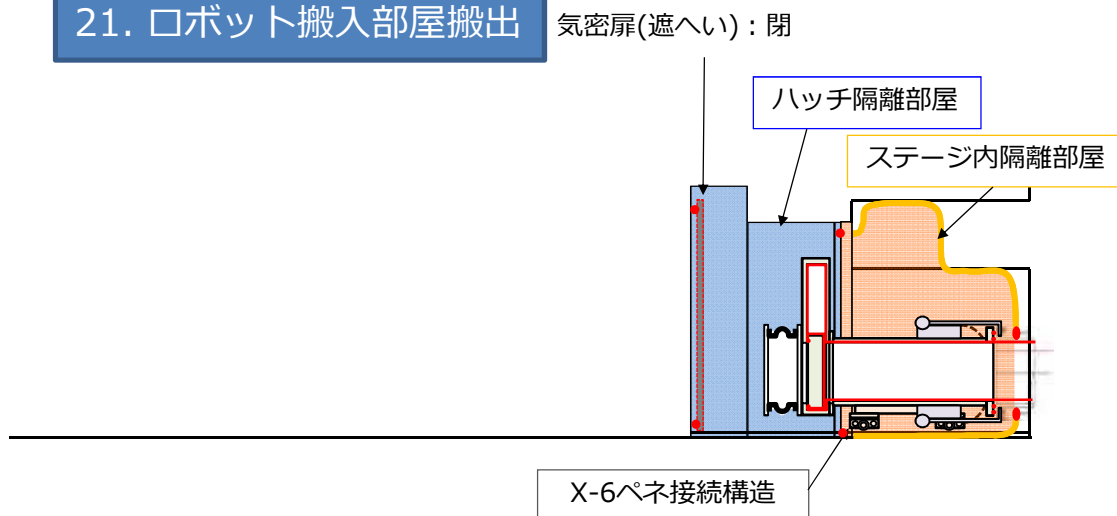


— : バウンダリ

R/B内作業

- ステージ内隔離部屋，ハッチ隔離部屋，ロボット搬入部屋を空気置換する。
- 空気置換により生じたガスはフィルタにより放射性物質をろ過する。

21. ロボット搬入部屋搬出



遠隔作業

- 気密扉を閉じる。

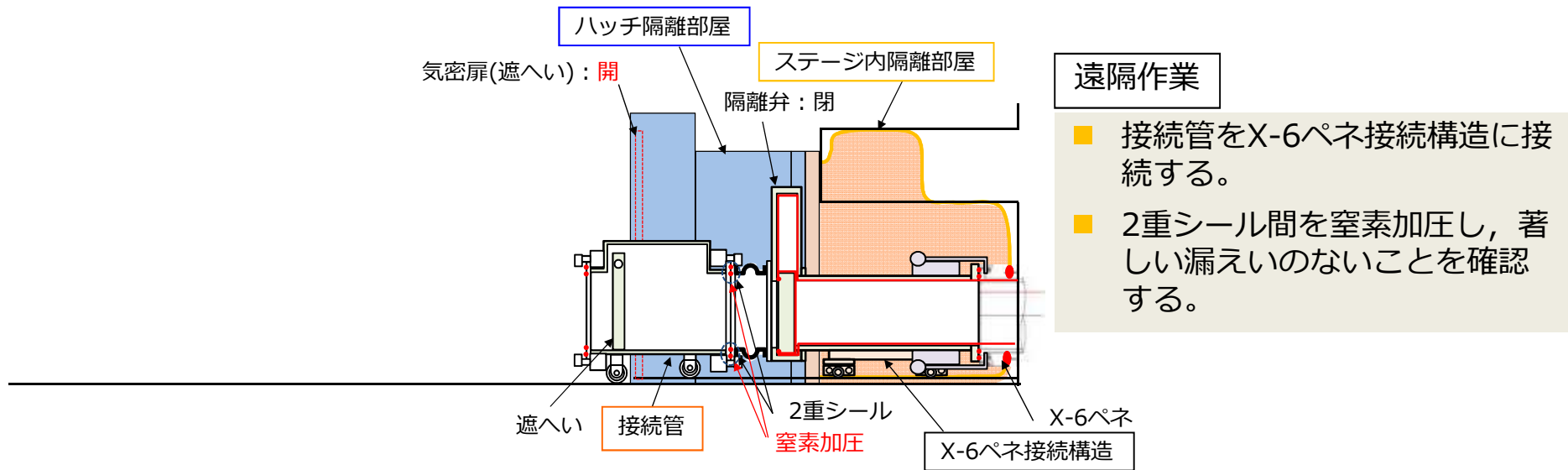
R/B内作業

- ロボット搬入部屋を搬出する。

3. 作業ステップ (13 / 20)

22. 接続管設置

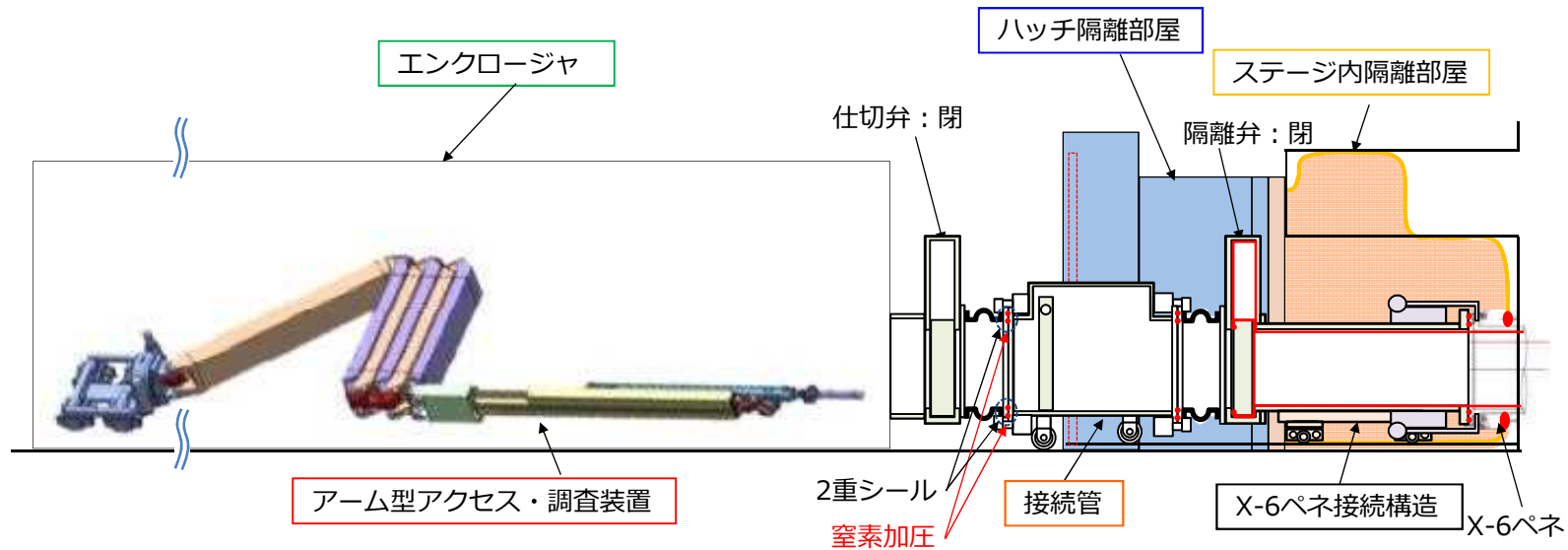
— : バウンダリ



3. 作業ステップ (14 / 20)

23. エンクロージャ設置

— : バウンダリ



遠隔作業

- アーム型アクセス・調査装置を内包するエンクロージャを搬入する。

R/B内作業

- エンクロージャを接続管に据付けする。

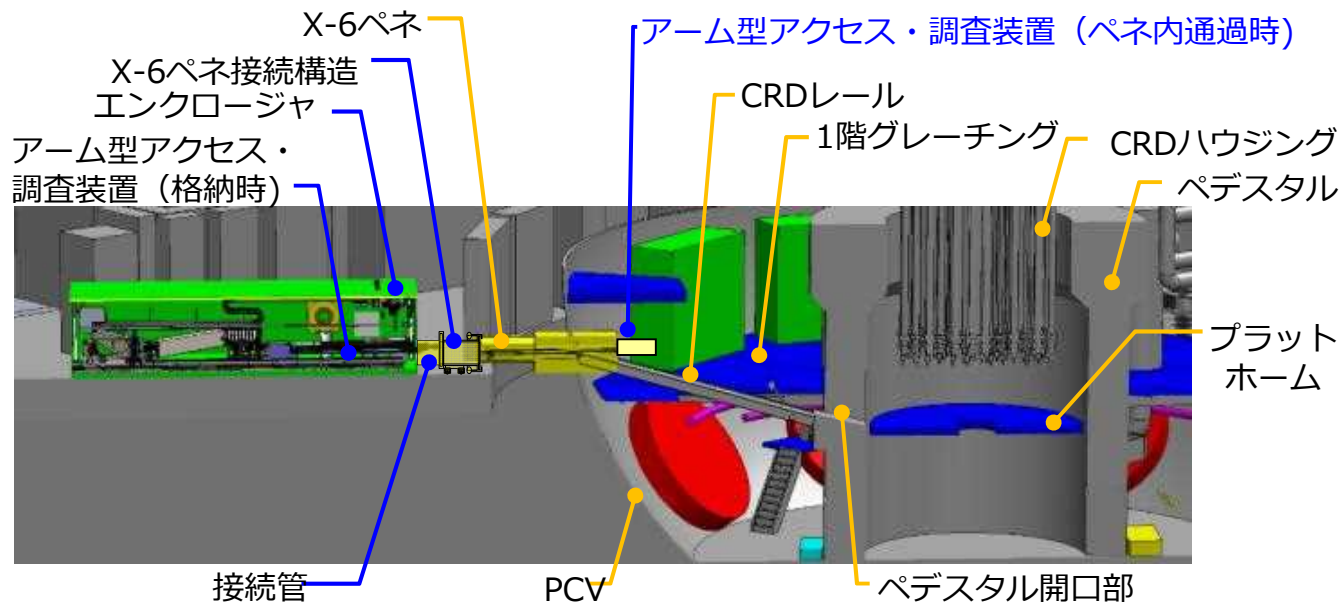
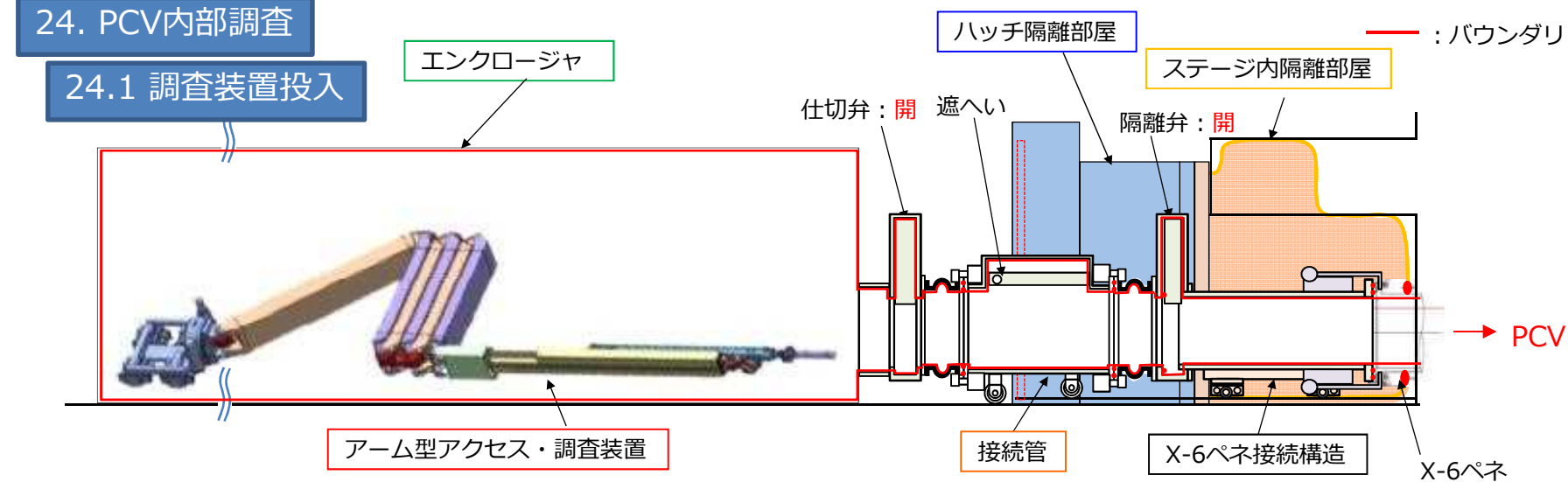
遠隔作業

- 2重シール間を窒素加圧し著しい漏えいのないことを確認する。

3. 作業ステップ (15 / 20)

24. PCV内部調査

24.1 調査装置投入



遠隔作業

- X-6ペネ接続構造の隔離弁を開けて、アーム型アクセス・調査装置をX-6ペネ内に投入する。

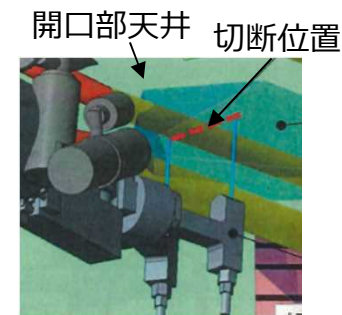
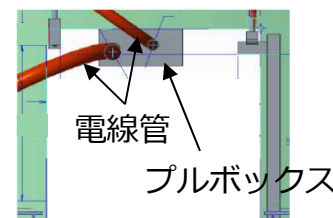
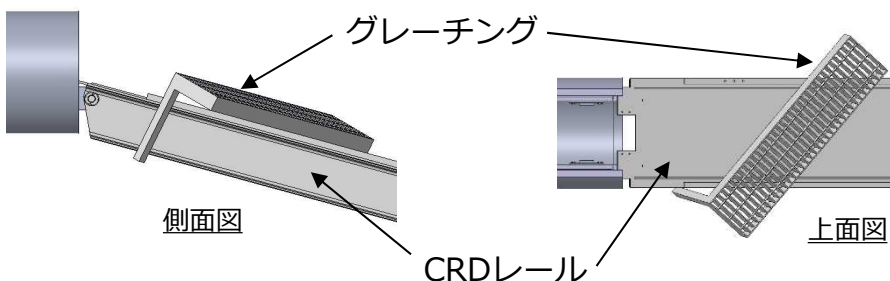
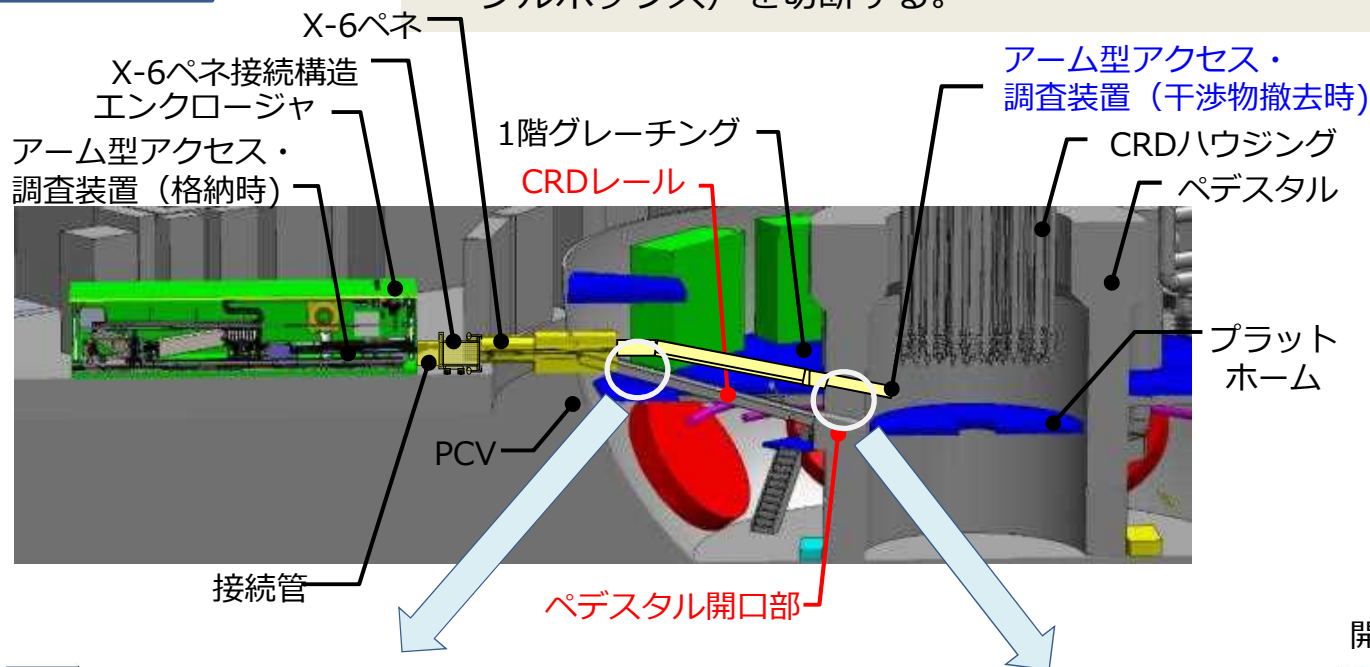
3. 作業ステップ (16 / 20)

24. PCV内部調査

遠隔作業

24.2 干渉物撤去

- X-6ペネ通過後、PCV内の干渉物（グレーチング、CRDレール、電線管、プルボックス）を切断する。



前の調査で確認された、上方より到来（落下）したと想定されるグレーチング。CRDレール、グレーチングの切断手順は次頁

ペDESTAL開口部 (正面から見た図)

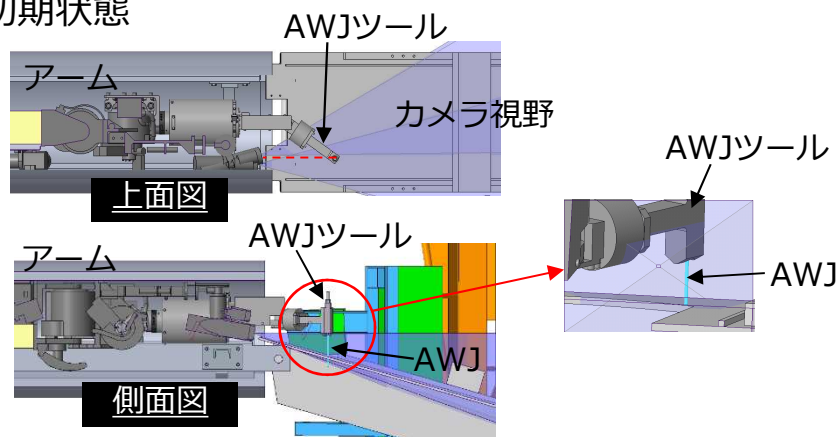
アーム (AWJツール) による切断

3. 作業ステップ (17/20)

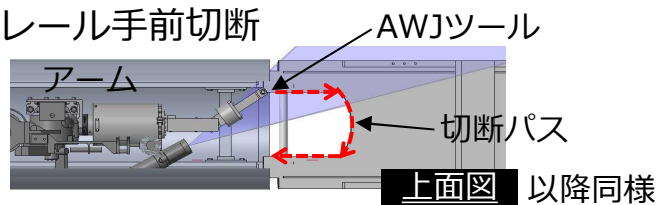
24. PCV内部調査

24.2 干渉物撤去 CRDレール、グレーチングの切断

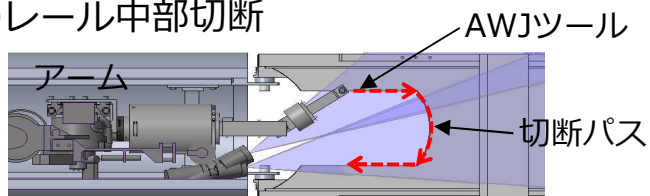
①初期状態



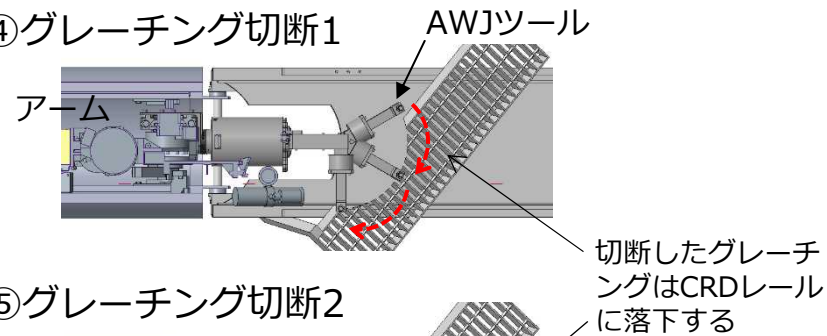
②レール手前切断



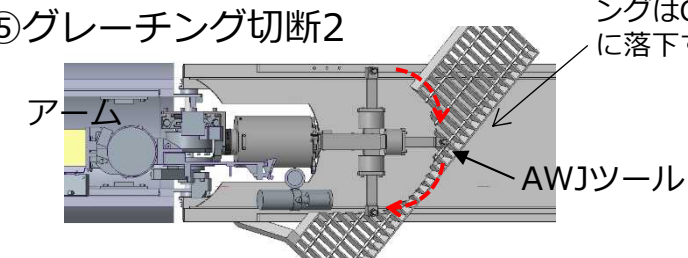
③レール中部切断



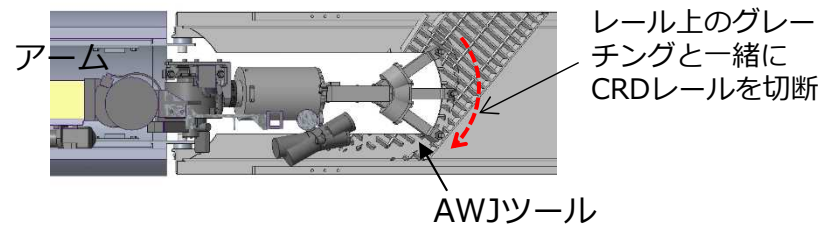
④グレーチング切断1



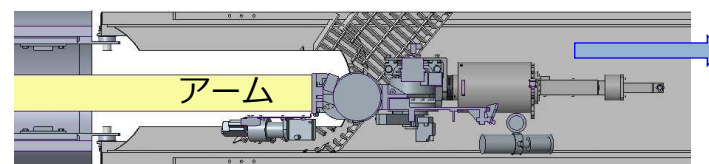
⑤グレーチング切断2



⑥レール奥、落下グレーチング切断



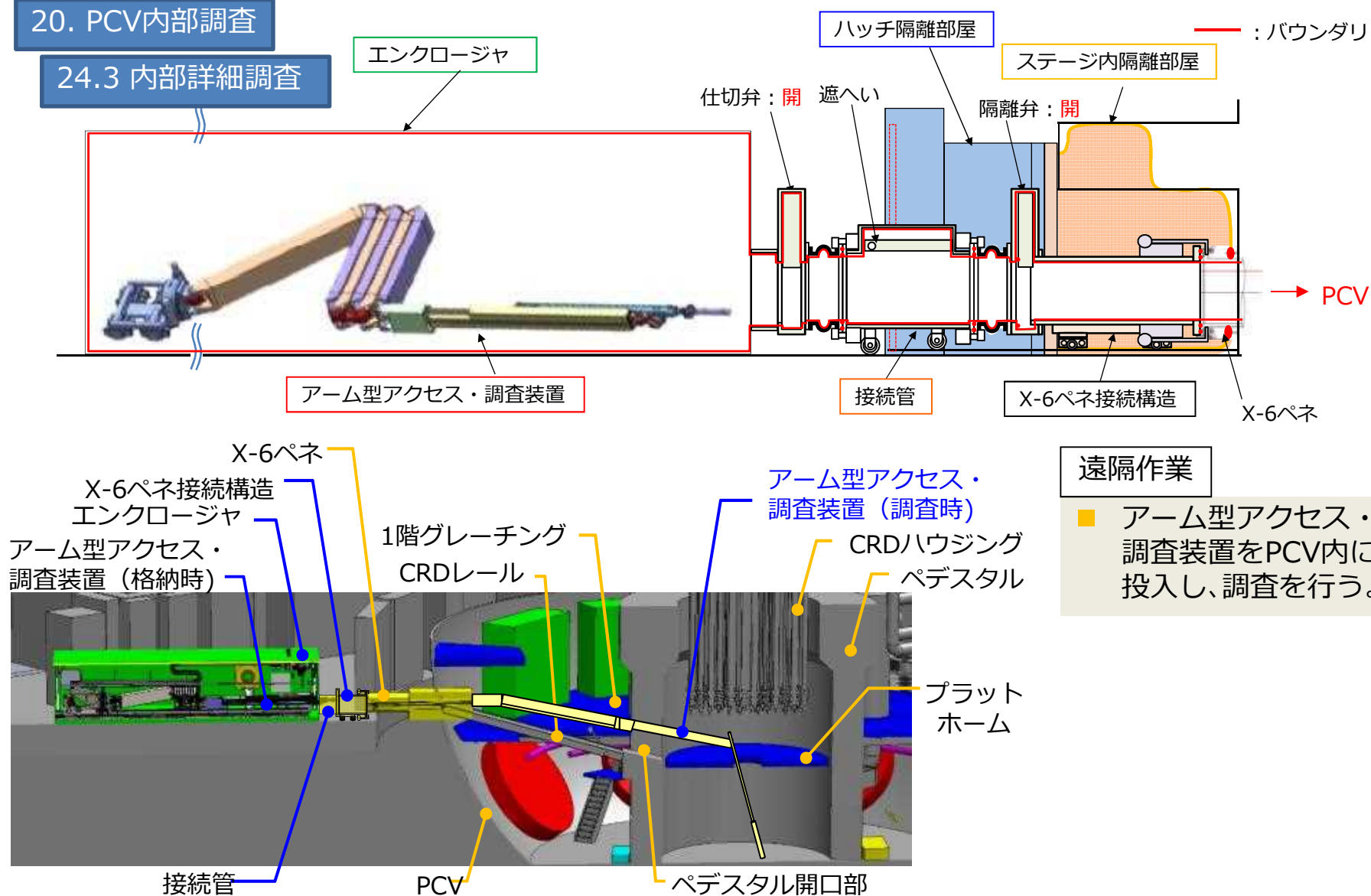
⑦アーム前進



3. 作業ステップ (18 / 20)

20. PCV内部調査

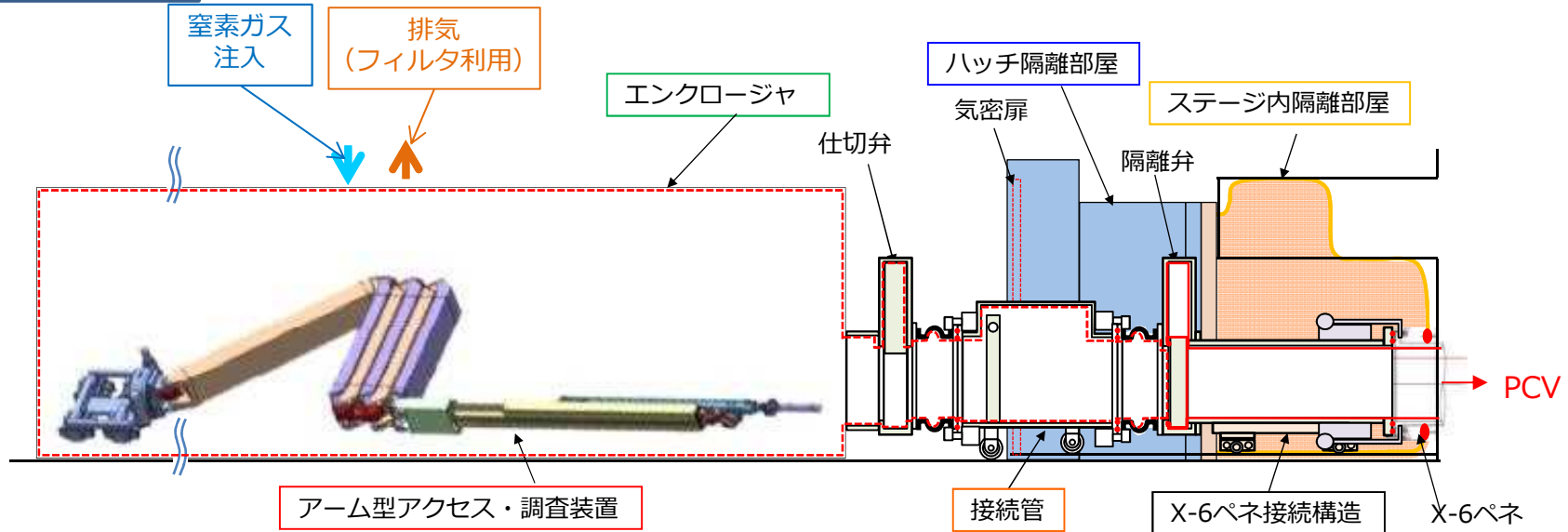
24.3 内部詳細調査



3. 作業ステップ (19 / 20)

25. 窒素置換

— : バウンダリ



遠隔作業

- PCV内部調査終了後、アーム型アクセス・調査装置を回収して、隔離弁と仕切弁を閉じる。
- エンクロージャを窒素置換する。
- 窒素置換により生じたガスはフィルタにより放射性物質をろ過する。

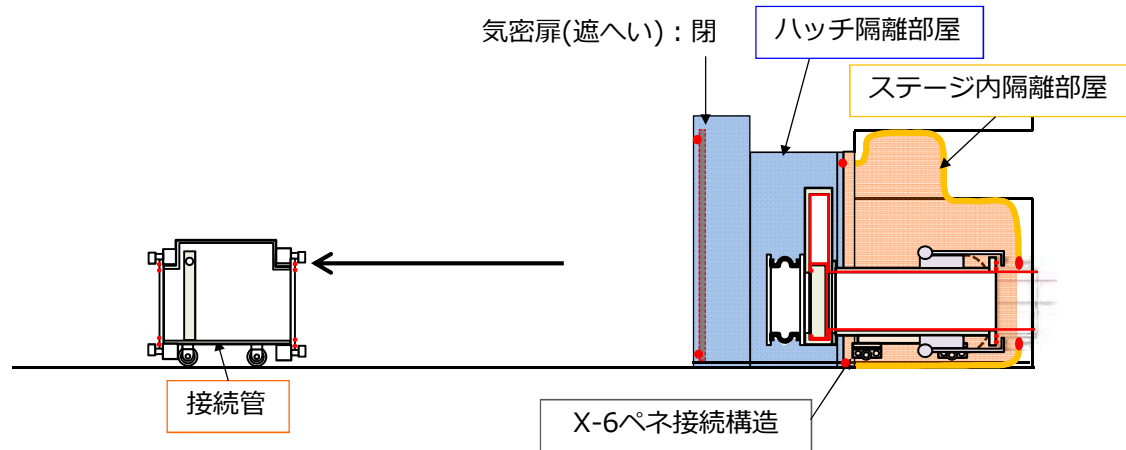
3. 作業ステップ (20 / 20)

本頁修正

TEPCO

26. エンクロージャ, 接続管搬出

— : バウンダリ



R/B内作業

- エンクロージャを搬出する。
- 接続管を搬出する。

構内作業

- 搬出したエンクロージャ, 接続管等の装置は全て構内にて一時保管する。

4. バウンダリ損傷の検知と対応

- 各設備は据付時に漏えい確認（リーク確認）を行うため、作業中にバウンダリが損傷した場合の確認方法と対応要領について整理する。
- 2重シール部は加圧している窒素の圧力を監視し漏えいを検知、またフランジ部（装置搬出入扉）は、局所排風機のダクト吸引口を設置し、ダストの濃度を監視して漏えいを検知する。

作業 (ステップ)	設備	損傷を検知する方法	損傷時の対応	想定される主な 部位
ハッチ 開放 (7)	ステージ内 隔離部屋	<ul style="list-style-type: none"> ・局所排風機とダクトを設置し、排気のダスト濃度モニタすることで、バウンダリの損傷を検知する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダスト濃度が管理値を超過した場合は、作業を中断 ・接続部のボルトの増し締め、コーキングを実施する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット搬入部屋 搬入扉 ・隔離部屋の接続部
	ハッチ隔離部屋			
	ロボット搬入部屋			
堆積物 除去 (11)	堆積物除去装置	<ul style="list-style-type: none"> ・2重Oリング間の圧力を監視して、バウンダリの損傷を検知する（管理値：5kPa低下（11→6）@10分間） 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力が管理値以下となった場合は作業中断 ・窒素加圧ラインを追設して、PCV内圧以上で加圧する 	<ul style="list-style-type: none"> ・エンクロージャ背面パネル ・X-6ペネとの接続部
内部 調査 (24)	X6接続構造	<ul style="list-style-type: none"> ・局所排風機とダクトを設置し、排気のダスト濃度モニタすることで、バウンダリの損傷を検知する ・2重Oリング間の圧力を監視して、バウンダリの損傷を検知する（管理値：5kPa低下（11→6）@10分間） 	<ul style="list-style-type: none"> ・アームを回収し、X-6接続構造の隔離弁を閉じてダスト濃度の変化を確認する ・濃度が下がれば、エンクロージャの接続部のボルトを増し締め、コーキングを行う（約7日） 	<ul style="list-style-type: none"> ・エンクロージャ背面パネル ・エンクロージャ仕切弁とベローズの接続部
	接続管			
	エンクロージャ			

5. バウンダリ施工箇所開放時の影響評価について（1 / 2）

■ 設定値について

設定パラメータ		設定値	設定理由
PCV圧力[kPag]		10	2015年以降のPCV圧力最大値(8.44kPag)より高めにする ことで、保守的な設定としている。
PCV容積[m ³]		4240	2号機設置許可申請書記載値(ベント管含む)。
PCVガス放出容積[m ³]		424	PCV圧力10kPagが大気圧(標準101.3kPa)となる場合の圧力 変動は1割程度であり、PCV容積1割程度分の放出。
窒素封入量[m ³ /h]	PCV	20	2号機の窒素封入量は約13Nm ³ /h以下であり、設定値は実績 値より高めにすることで保守的な設定としている。
	調査設備	10	調査設備から約8.4Nm ³ /hの窒素封入量を計画していること から設定。
復旧時間[日]		10	復旧に要する時間（7日程度と想定）に対して保守的な設定 としている。
Cs-134[Bq/cm ³]		3.8×10 ⁻⁴	2013年2回、2017年2回に実施したサンプリング結果のう ち、半減期の長く減衰が少ないセシウム137の濃度が高い結 果(2013年)を評価に使用。
Cs-137[Bq/cm ³]		7.0×10 ⁻⁴	
相対濃度[s/m ³]		2.0×10 ⁻⁵	設置許可申請書記載の主蒸気管破断（地上放出）の2号機の 値を使用（敷地境界）。
相対線量[Gy/Bq]		2.4×10 ⁻¹⁹	

5. バウンダリ施工箇所開放時の影響評価について（2 / 2）

■ 評価結果詳細

放射性雲中のセシウムからの外部被ばくと内部被ばく、地表沈着したセシウムによる外部被ばくと内部被ばくの各評価結果は、下表のとおり。

敷地境界での年間の実効線量評価結果[mSv/年]

	放射性雲		地表沈着		合計値※	
	外部被ばく	内部被ばく	外部被ばく	内部被ばく		
セシウム 134	約 2.2×10^{-9}	約 3.9×10^{-7}	約 2.8×10^{-5}	約 9.5×10^{-8}	約 2.9×10^{-5}	約 4.9×10^{-5}
セシウム 137	約 1.6×10^{-9}	約 1.4×10^{-6}	約 1.9×10^{-5}	約 3.5×10^{-7}	約 2.1×10^{-5}	

※：切り上げた数値を記載しているため、合計値が合わない場合がある。