

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野	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	11月							12月							1月							2月	3月	備考
				22	29	6	13	20	27	3	10	17	下	上	中	下	節	後									
原子炉建屋内環境改善	原子炉建屋内の環境改善	1号	(実績) ○建屋内環境改善(継続)  (予定) ○建屋内環境改善(継続)	検討・設計																			建屋内環境改善 ・2階線量調査の準備作業のうち3階床面穿孔 '20/7/20~8/31 R/B2階の線量調査に向けた準備作業のうち、3階南側エリアの床面穿孔を実施。 ・2階線量調査 準備作業・調査 '20/9/2~9/9、'20/10/7~10/9 ・2階線量低減の準備作業のうち3階床面穿孔 '21.2月~3月予定				
		2号	(実績) ○建屋内環境改善(継続)  (予定) ○建屋内環境改善(継続)	検討・設計 現場作業																				建屋内環境改善 ・機器撤去 '19/12/13~'20/3/25 R/B1階西側配管撤去、大物搬入口2階不要品撤去。 ・機器撤去 '20/7/15~7/24 R/B1階北西エリア不要品撤去。 ・1階西側エリア床面除染 '20/9/1~9/25			
		3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続)  (予定) ○建屋内環境改善(継続)	検討・設計 現場作業	建屋内環境改善準備作業																				建屋内環境改善 ・線源調査 '20/2/19~5/22 原子炉建屋1階の線量調査・線源調査の実施。 ・準備作業 '20/11/17~'20/12/13 ・北西エリア機器撤去 '20/12/14~'21/3月予定 R/B1階北西エリアの線源となっている制御盤他の撤去。		
格納容器内水循環システムの構築	格納容器内水循環システムの構築	共通	(実績)なし  (予定)なし	検討・設計																							
		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																							
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリの取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(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】格納容器内部詳細調査技術の開発(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内部詳細調査技術の開発 PCVベスタル内(CRD下部、プラットホーム上、ベスタル地下階)調査技術の開発  PCVベスタル外(ベスタル地下階、作業員アクセス口)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  試験的取り出し技術の開発			
		1号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続)  (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	検討・設計 現場作業																					PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) 一補正申請('19/1/18) 一認可('19/3/1) 【主要工程】 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'19/4/8~		
		2号	(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続)  (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	検討・設計 現場作業																					PCV内部調査に係る実施計画変更申請('18/7/25) 一補正申請('20/9/9)  →1号機PCV内作業時のダスト飛散事象を踏まえて、2号機においてもダスト低減対策を検討中。2号機PCV内部調査は2021年内開始を目指す試験的取り出しと合わせて実施することで検討中。 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業'20/10/20~ ・X-6ベナ内堆積物調査(接触調査) '20/10/28、3Dスキャン調査 '20/10/30 ・常設監視計器取外し'20/11/10~		
		3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																							

追加・実施時期調整中  
2階線量低減に向けた3階床面穿孔 '21.2月~3月予定

実施時期調整中

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		11月		12月					1月			2月	3月	備考		
			22	29	6	13	20	27	3	10	17	下	上	中	下				
RPV/PCV健全性維持		(実績) ○腐食抑制対策 ・窒素ハプリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続) (予定) ○腐食抑制対策 ・窒素ハプリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続)	検討・設計																
			現場作業																
炉心状況把握		(実績) ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続) (予定) ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続)	検討・設計																
			現場作業																
取出後の燃料デブリ安定保管		(実績) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動, 気中・水中移行特性) (継続) (予定) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動, 気中・水中移行特性) (継続)	検討・設計																
			現場作業																
燃料デブリ取り出し準備		(実績) ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続) (予定) ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続)	検討・設計																
			現場作業																
燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発		(実績) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納・移送技術の開発(継続) 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(継続) (予定) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納・移送技術の開発(継続) 燃料デブリ乾燥技術/システムの開発(継続)	検討・設計																
			現場作業																

# 1号機 PCV内部調査にかかる 干渉物切断作業の状況

2020年12月24日

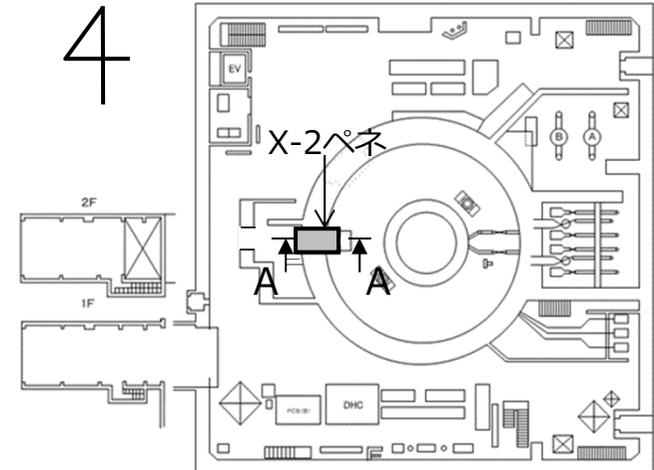
---

**IRID** **TEPCO**

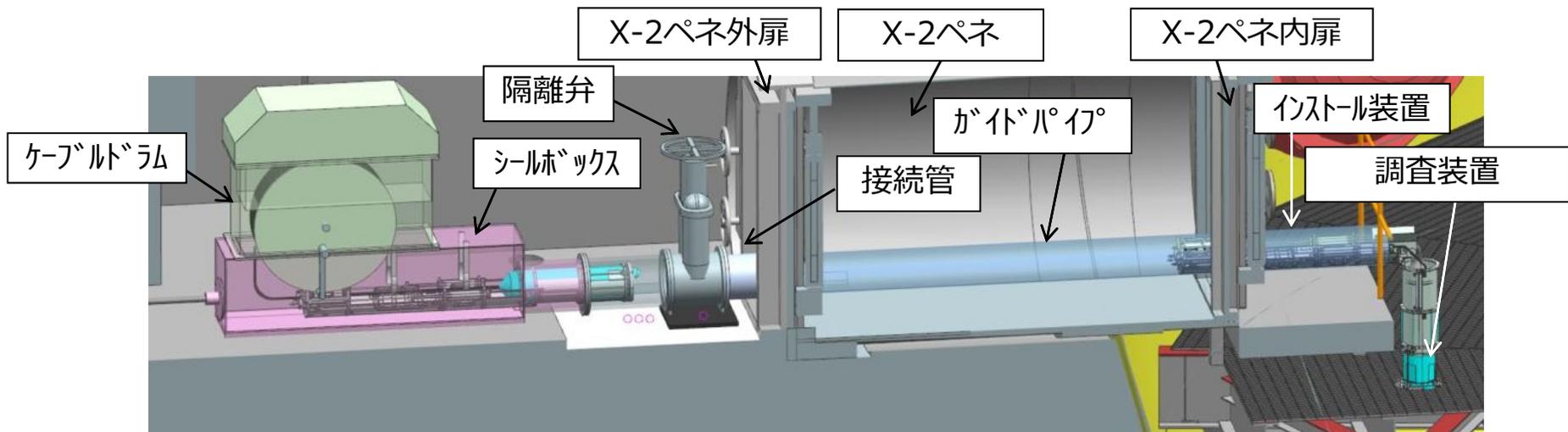
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構  
東京電力ホールディングス株式会社

# 1. X-2ペネからのPCV内部調査装置投入に向けた作業

- 1号機原子炉格納容器（以下、PCV）内部調査は、X-2ペネトレーション（以下、ペネ）からPCV内に投入する計画
- 調査装置投入に向け、X-2ペネ（所員用エアロック）の外扉と内扉の切削およびPCV内干渉物の切断等が必要
- 主な作業ステップは以下の通り
  - ① 隔離弁設置（3箇所）
  - ② 外扉切削（3箇所）
  - ③ 内扉切削（3箇所）
  - ④ PCV内干渉物切断
  - ⑤ ガイドパイプ設置（3箇所）



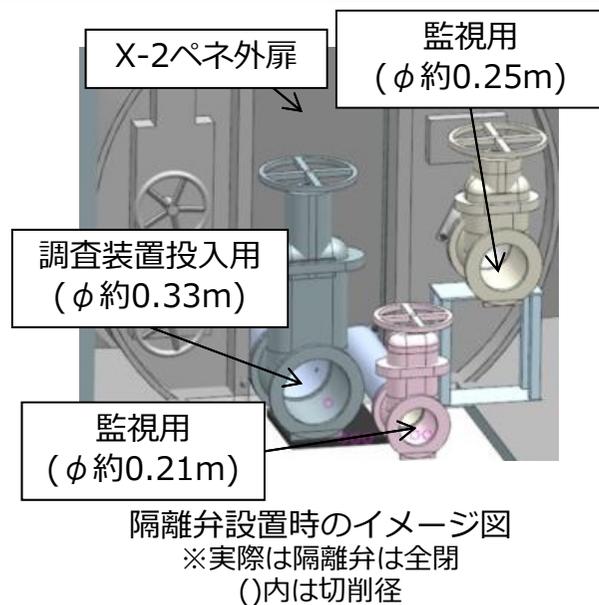
1号機原子炉建屋1階におけるX-2ペネの位置



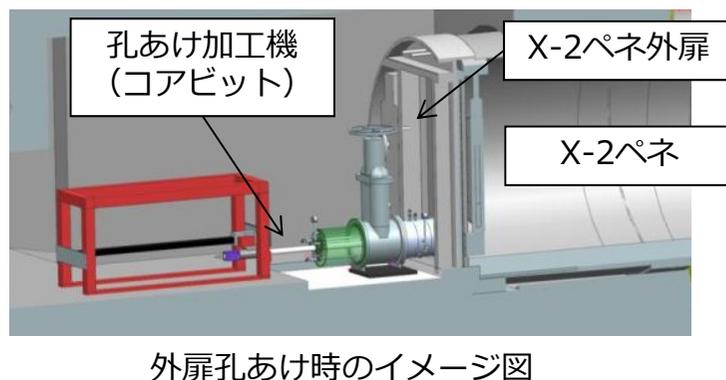
内部調査時のイメージ図 (A-A矢視)

## 2. PCV内部調査装置投入に向けた主な作業ステップ

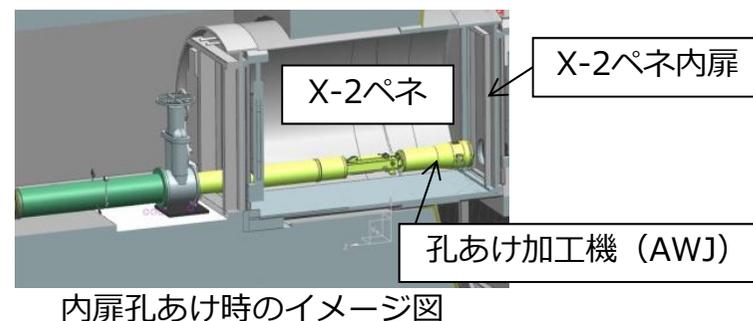
### 1. 隔離弁設置 (3箇所) 2019.5.10完了



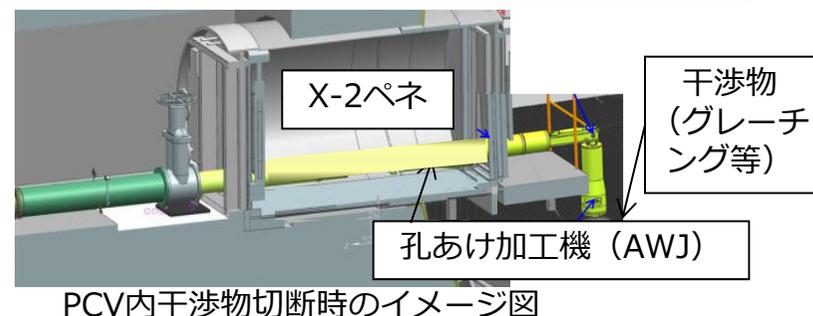
### 2. 外扉切削 (3箇所) 2019.5.23完了



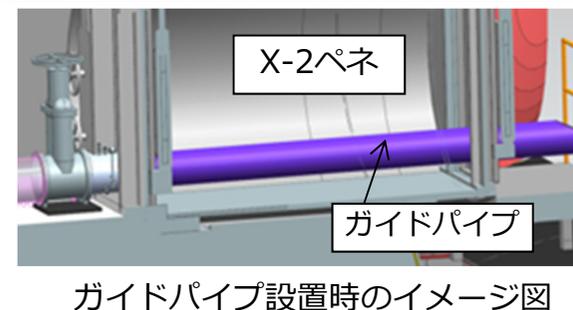
### 3. 内扉切削(AWJ) (3箇所) 2020.4.22完了



### 4. PCV内干渉物切断 実施中



### 5. ガイドパイプ設置 (3箇所)

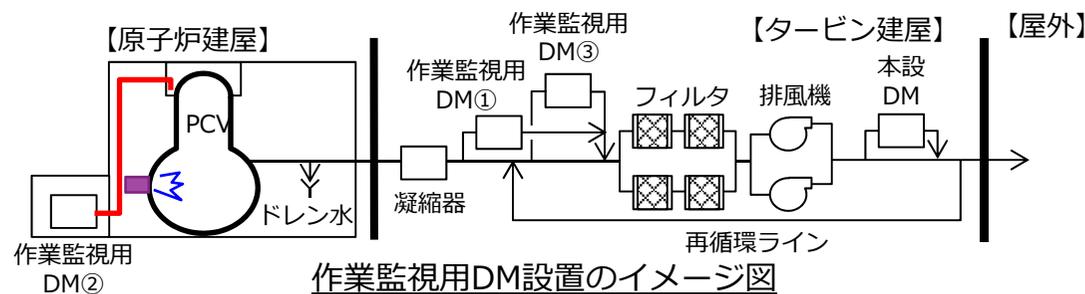


### 3. PCV内部調査装置投入に向けた作業状況

- PCV内部調査装置（以下、水中ROV）投入に向けた作業を2019年4月8日より着手しており、外扉の切削完了後、2019年6月4日にX-2ペネ内扉に、AWJ※<sup>1</sup>にて孔（孔径約0.21m）を開ける作業中、PCV内のダスト濃度上昇を早期検知するためのダストモニタ（下記図の作業監視用DM①）の値が作業管理値（ $1.7 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$ ）※<sup>2</sup>に達したことを確認

※作業監視用DM①の下流側にダストを除去するフィルタがあり、フィルタの下流のダストモニタ（下記図の本設DM）には有意な変動はなく、環境への影響はないことを確認

- その後ダスト濃度の監視を充実・継続しつつ、切削量を制限した上で、作業を実施し、内扉の切削が完了（2019年7月～2020年4月22日）、8月25日にグレーチング切断作業が完了。
- 9月29日よりグレーチング下部鋼材切断に向けた準備作業中に、切断範囲の下部に原子炉再循環系統（以下、PLR）の計装配管が敷設されていることを確認。
- 今後、PLR計装配管等について新規カメラ装置を用いた干渉物調査を行い、各干渉物の位置を把握した後に、水中ROVの投入ルートを確認し、切断作業を再開する方針。



※1:高圧水を極細にした水流に研磨材を混合し切削性を向上させた孔あけ加工機(アブレイブウォータージェット)  
 ※2:フィルタのダスト除去能力を考慮し、本設DM警報設定値の1/10以下に設定

- 作業監視用DM①：ガス管理設備のダスト濃度上昇の早期検知用
- 作業監視用DM②：PCV上蓋近傍のダスト濃度監視用（増設）
- 作業監視用DM③：ダスト濃度監視の連続性確保を目的とした、再循環希釈後のダスト濃度監視用（増設）
- 本設DM：フィルタでのダスト除去後のダスト濃度上昇の早期検知用

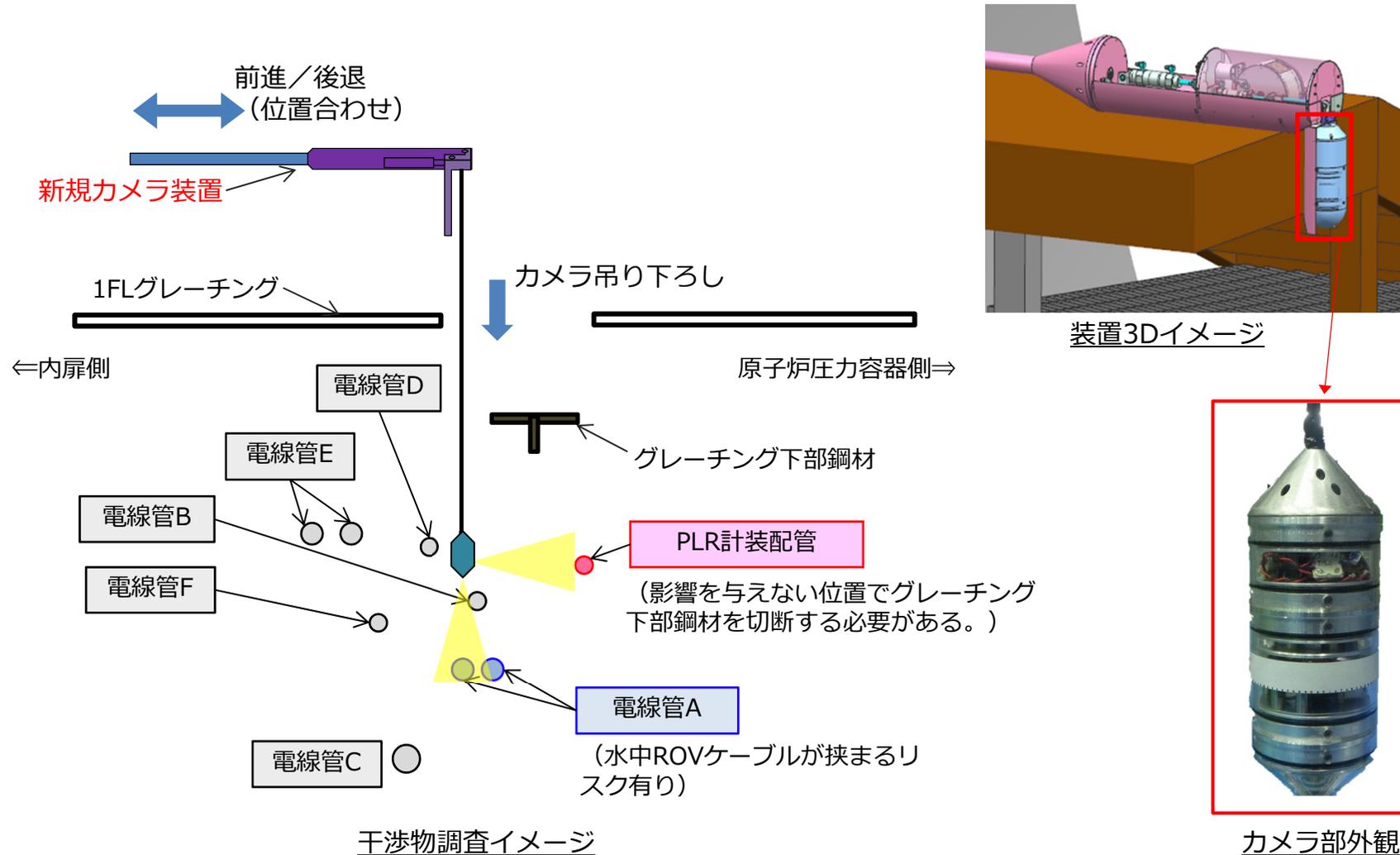
## 4. 調査方式に関する要素試験概要

- 候補となる調査方式について，PCV内の環境を模擬した要素試験を実施。
- 試験結果を踏まえPCV内環境に対して影響が少ないカメラ吊り下ろし式の調査装置を採用。

調査方式 試験内容	カメラ吊り下ろし式	赤外線レーザー式
外光による影響	○ (影響無)	
対象物表面の腐食による影響	○ (表面状態による影響無)	
耐放射線性	○ (約1000Gy)	△ (約130Gy)
霧による影響	○ (影響無)	× (霧によりレーザーが反射)
評価	○ 現地への適用が可能	× 現地への適用は不可
装置概要	<p>前進/後退 (位置合わせ) カメラ吊り下ろし</p>	<p>伸縮 ※赤外線レーザー装置</p>

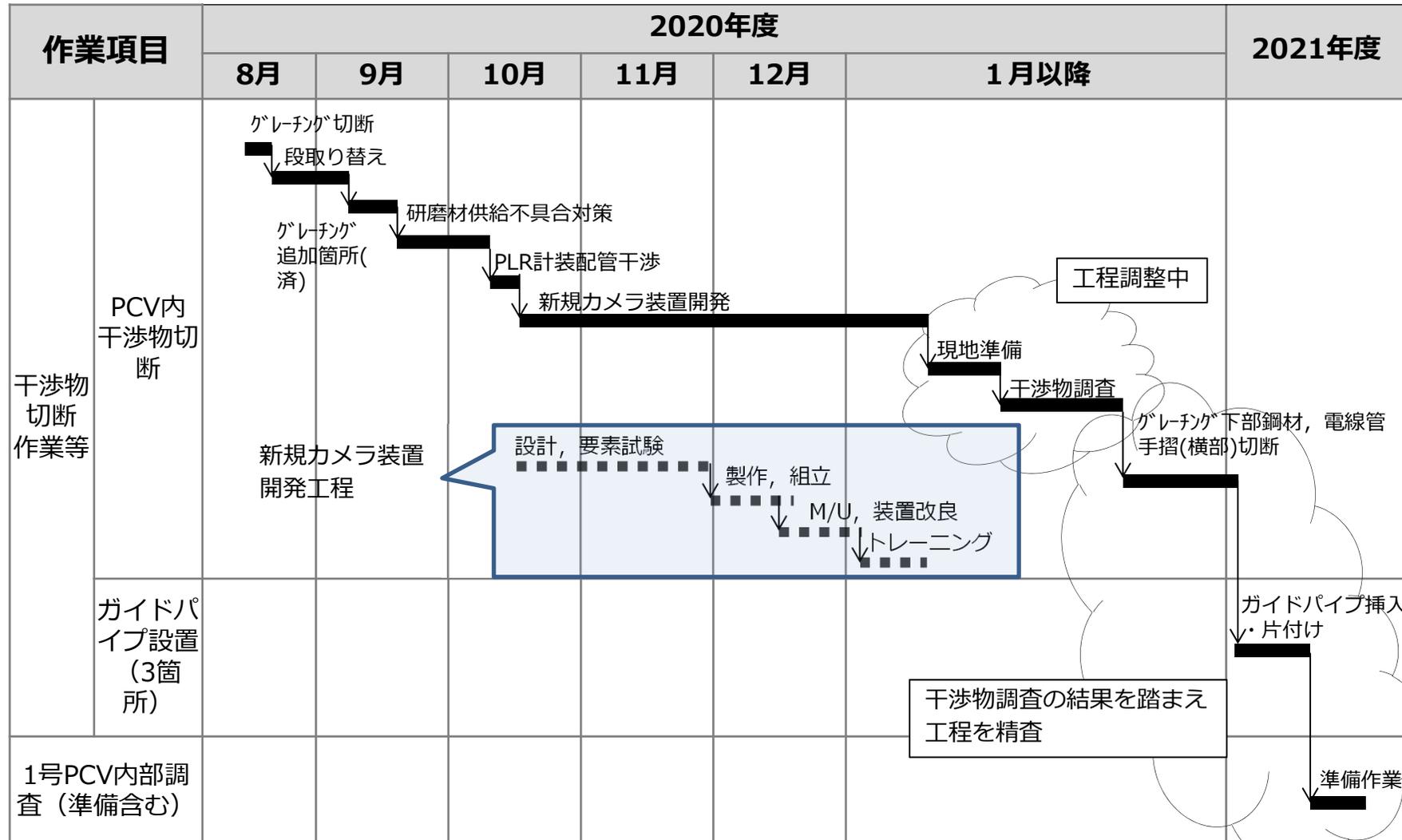
## 5. 干渉物調査の概要

- 新規カメラ装置は吊り下ろし式の装置を採用し、下及び横方向を撮影できるカメラを搭載する計画。カメラで取得した映像から評価し、各干渉物の位置を特定する。



## 6. 今後の予定

- 干渉物調査の実施時期は1月下旬になる予定。
- PCV内部調査開始工程については，干渉物調査の結果を踏まえて精査するものの，新規カメラ装置の開発工程を踏まえると，現時点で2021年度になる見込み。



(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 PCV内部調査及び試験的取り出しの準備状況

2020年12月24日

**IRID** **TEPCO**

---

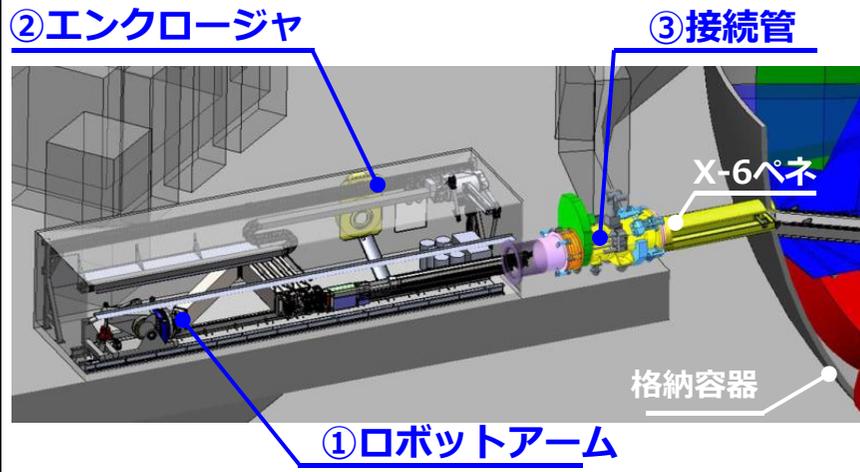
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構  
東京電力ホールディングス株式会社

## 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の概要

- ロボットアームで燃料デブリにアクセスし、金ブラシや真空容器型回収装置により、格納容器内の粉状の燃料デブリ（1g程度）を数回取り出す予定。
- IRID(三菱重工担当)とVNS(通称OTL※1)が現在英国でロボットアームを開発中※2。

### <試験的取り出し装置の全体像>

- 試験的取り出し装置は3種類の装置から構成。
  - ①ロボットアーム
  - ②エンクロージャ  
(ロボットアームを収納、放射性物質を閉じ込め)
  - ③接続管  
(エンクロージャと格納容器入口X-6ペネを接続)



### <ロボットアーム>

- 先端に取り付ける燃料デブリ回収装置で燃料デブリを取り出すロボットアーム※3。
- 伸ばしてもたわまないよう高強度のステンレス鋼製。  
※3：仕様；長さ約22m、縦約40cm×幅約25cm、重さ約4.6t、耐放射線性約1MGy（累積）

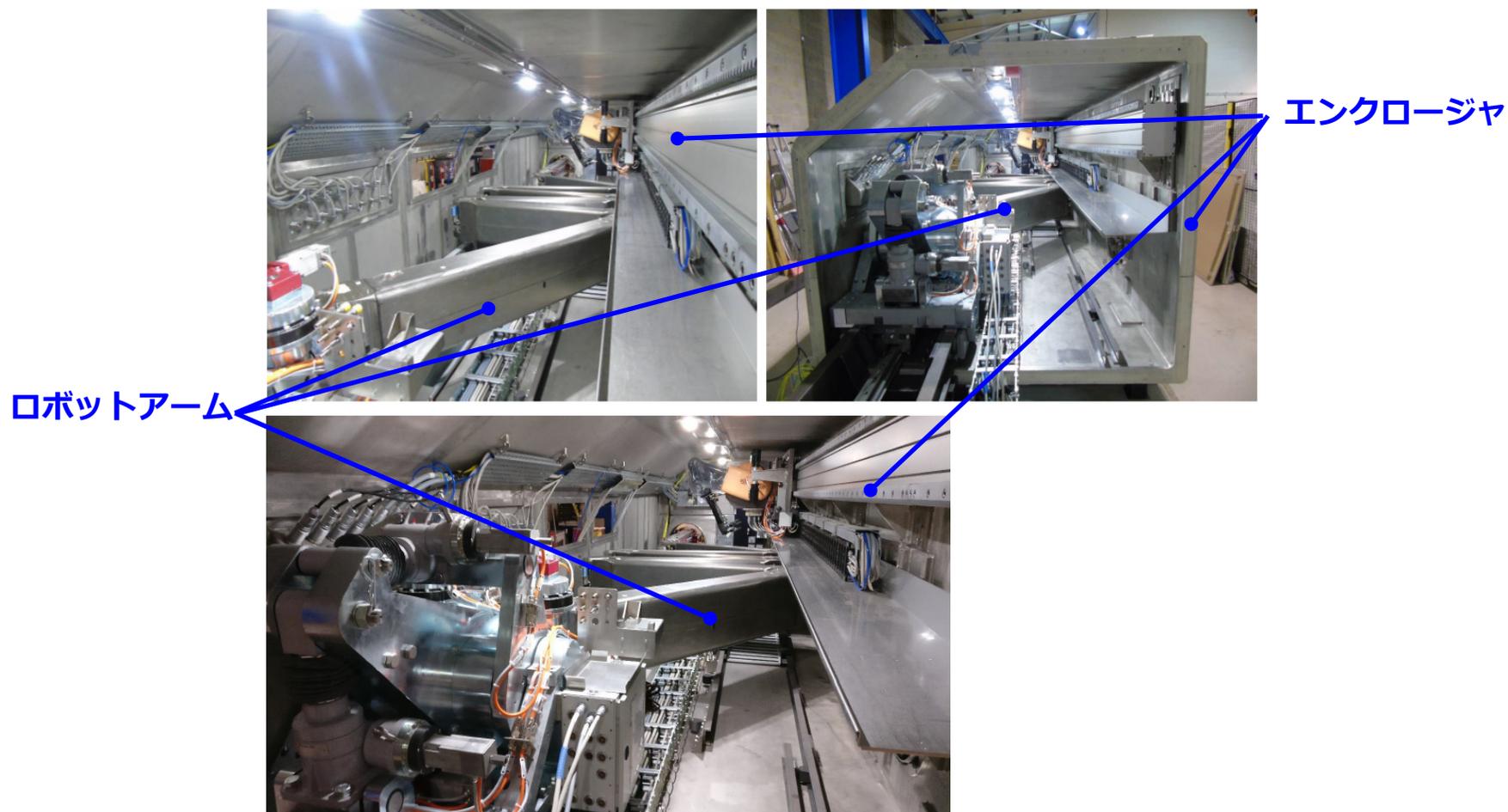


※1：Oxford Technologies Ltdの略。2018年にVeolia Nuclear Solutions (UK) Limited（略称；VNS(UK)）に名称変更（合併）  
 ※2：国際廃炉研究開発機構（IRID）により、下記URLに動画「燃料デブリへアクセスするロボットアーム等の日英共同開発の状況」を掲載  
<https://youtu.be/8LhDa5z51GQ>

## 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の開発状況

- 現在、ロボットアームをエンクロージャに組み込み、動作確認を実施中。

<ロボットアーム+エンクロージャ>



## 工程

- 英国で開発を進めているロボットアームについては、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、来年1月に予定していた英国から日本への輸送が困難な状況。
- 英国での作業を進めた場合、さらなる遅延が見込まれることから、英国での工程を切り上げて、英国で計画していた性能確認試験などを日本で実施する。
- これらの取組により、今後の遅延を最小限にして1年程度に留められるよう努めていく。

	2020年			2021年	2022年
	10	11	12		
・ X-6ペネ内堆積物調査	▼10/28 接触調査 ▼10/30 3Dスキャン調査				
・ 常設監視計器取外し		▼11/10～16常設監視計器取外し作業			
・ スプレー治具取付作業		X-53ペネ孔径拡大及びスプレー治具取付作業			
・ 隔離部屋設置 ・ X-6ペネハッチ開放 ・ X-6ペネ堆積物除去 ・ 試験的取り出し装置設置				↑	
アーム・エンクロージャ 装置開発	製作・動作確認（英国）			性能確認試験・モックアップ・訓練（国内）	
内部調査及び 試験的取り出し作業					↓

# 1号機RCW線量低減に向けた現場調査結果

2020年12月24日



東京電力ホールディングス株式会社

## 1. はじめに

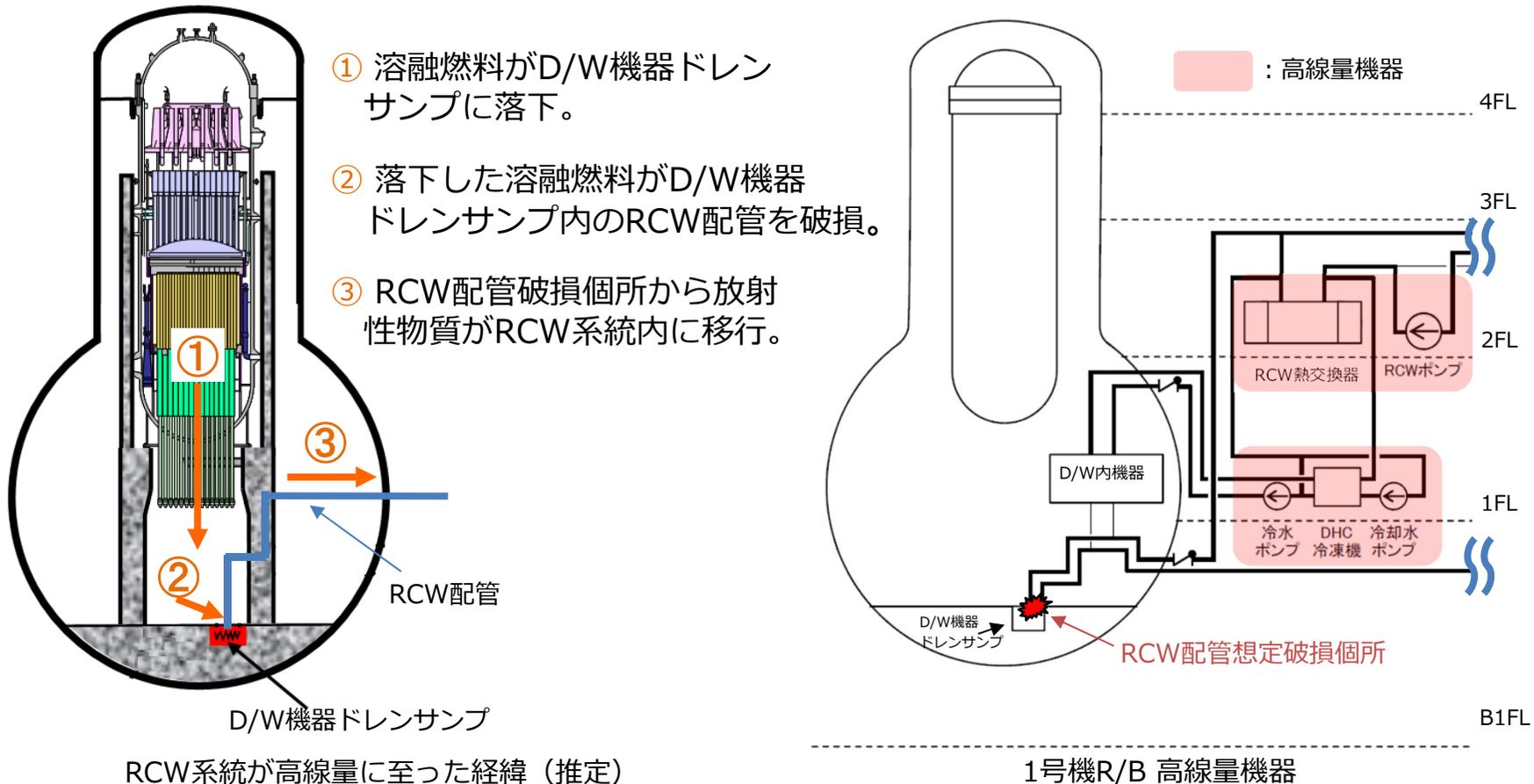
- 廃炉中長期実行プラン2020において、燃料デブリ取り出しに向けて原子炉建屋内の環境改善を進めていくこととしている。
- これまでも建屋内で一部環境改善を進めてきたが、燃料デブリ取り出しなどの作業のニーズに応じて、今後一層環境改善を進めていくことが必要。
- 今回、1号機RCW系統の線量低減に向けた現場調査を実施し、線量等の現場状況が確認できたため結果を報告する。

燃料デブリ取り出しステージ	号機	現在の環境改善の進捗
燃料デブリ取り出しの開始	2号機	作業現場である原子炉建屋1階北西～南西エリアの干渉する設備の撤去作業、放射線量（5mSv/h程度）の低減のための除染作業等を2020年7月以降実施している。
段階的な取り出し規模の拡大	2号機	
取り出し規模の更なる拡大	1/3号機	3号機：作業現場である原子炉建屋1階の干渉する設備の撤去作業、放射線量の低減のための撤去作業等を2020年11月以降実施している。
		1号機：局所的な高線量箇所となっているRCW系統（RCW熱交換器、DHC設備）から順に線量低減を進める。

今回、現場調査結果を報告

## 2. 1号機R/B線量低減対策 概要

- 1号機RCW系統は、事故時にD/W機器ドレンサンプを冷却するRCW配管が破損したことで、放射性物質がRCW配管内に移行し、高線量化したと推定されている。
- 今後、RCW系統(RCW熱交換器)の線量低減を計画しているが、3階床面穴あけが完了し、線量等の現場状況が確認できたため結果を報告する。

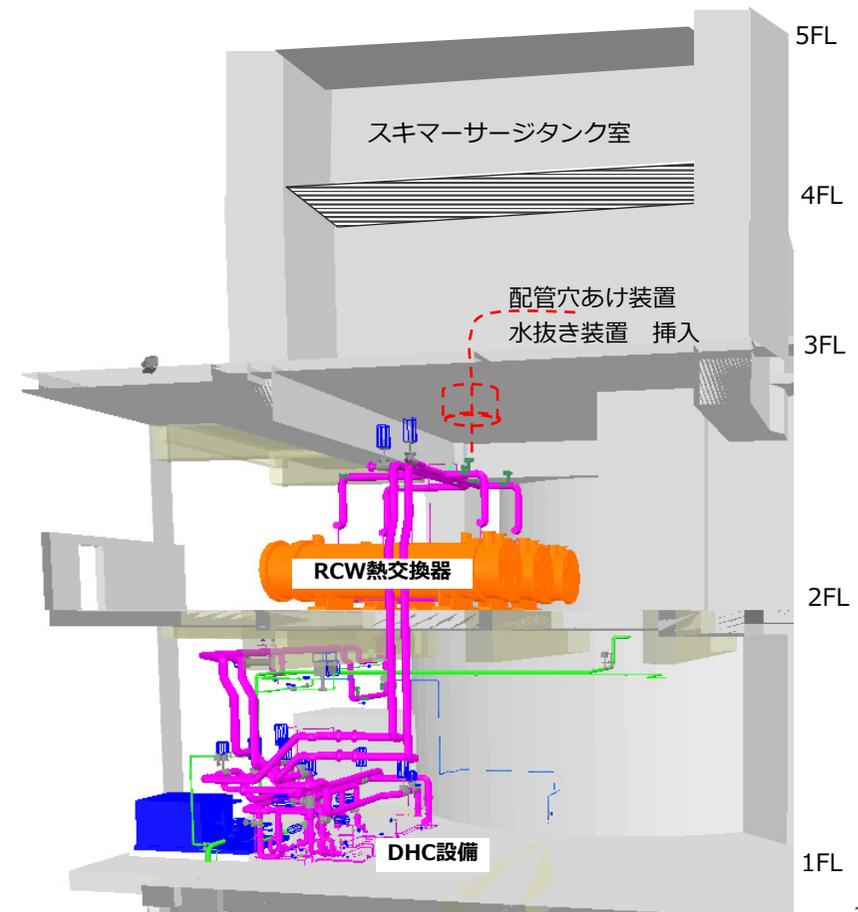
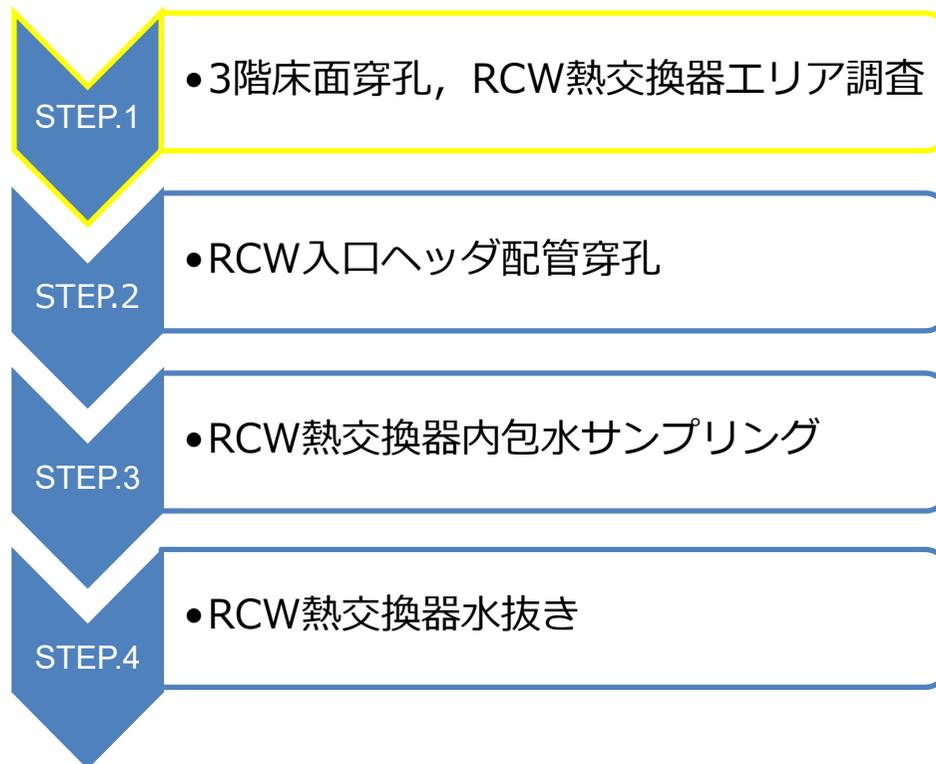


※ D/W(Drywell)：ドライウエル  
PCV(Primary Containment Vessel)：原子炉格納容器

RCW(Reactor Building Cooling Water System)：原子炉補器冷却系  
DHC(Drywell Humidity Control System)：ドライウエル除湿系

### 3. RCW系統線量低減 概要

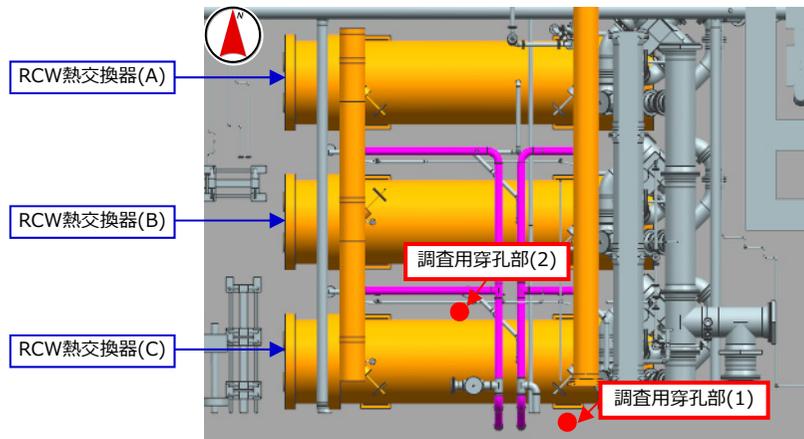
- RCW系統の内包水が高汚染であると推測されることから、RCW熱交換器の水抜きを実施し線量低減を行う。
- 高線量である2階での作業を避け、3階床面に穴をあけてRCW熱交換器にアクセスする。



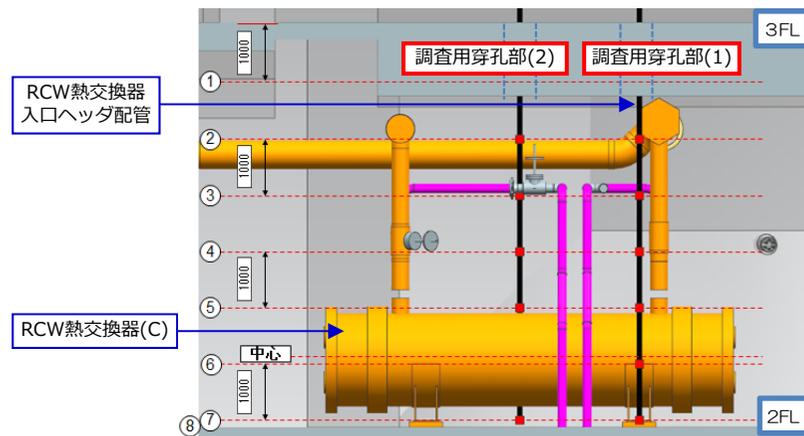
## 4. 2階RCW熱交換器エリア 調査結果1/2

### RCW熱交換器エリアの線量測定結果

- 3階床面の2か所の調査用穿孔部より下方1mから1m間隔で8か所およびRCW熱交換器中心の計9か所で線量測定を実施。
- RCW熱交換器中心付近が高線量となっていることから、熱交換器が線源と推定される。
- 調査用穿孔部(2)の測定結果が、調査用穿孔部(1)の結果より高線量な理由として、調査用穿孔部(2)が2つの熱交換器の間に位置するためと考えられる。



線量測定位置(3階からみた2階平面図)



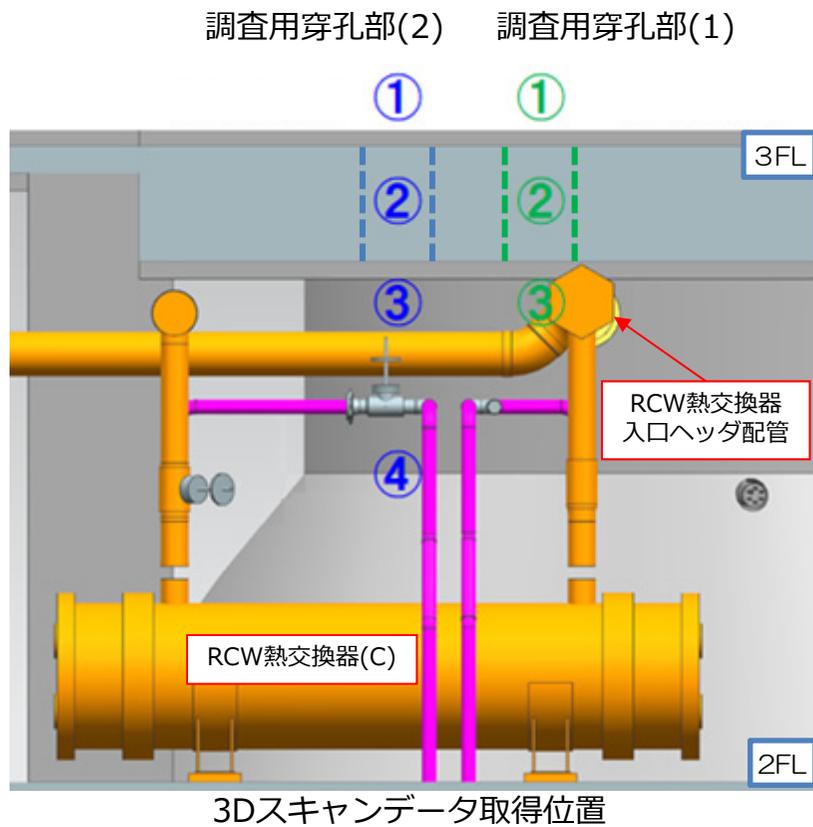
線量測定位置(3階-2階断面図)

単位：mSv/h

測定位置	調査用穿孔部(1)	調査用穿孔部(2)
①3階床面から1000mm下	9.7	47
②3階床面から2000mm下	58	205
③3階床面から3000mm下	103	410
④3階床面から4000mm下	207	560
⑤3階床面から5000mm下	380	790
RCW熱交換器中心 (3階床面から5950mm下)	550	1150
⑥3階床面から6000mm下	490	1040
⑦3階床面から7000mm下	215	590
⑧3階床面から7200mm下(2階床面)	225	320

## 5. 2階RCW熱交換器エリア 調査結果2/2

- RCW熱交換器周囲の干渉物の確認を目的として、調査用穿孔部から3Dスキャナを投入し、3Dデータを取得。
- 今後の装置設計・工事計画に活用。



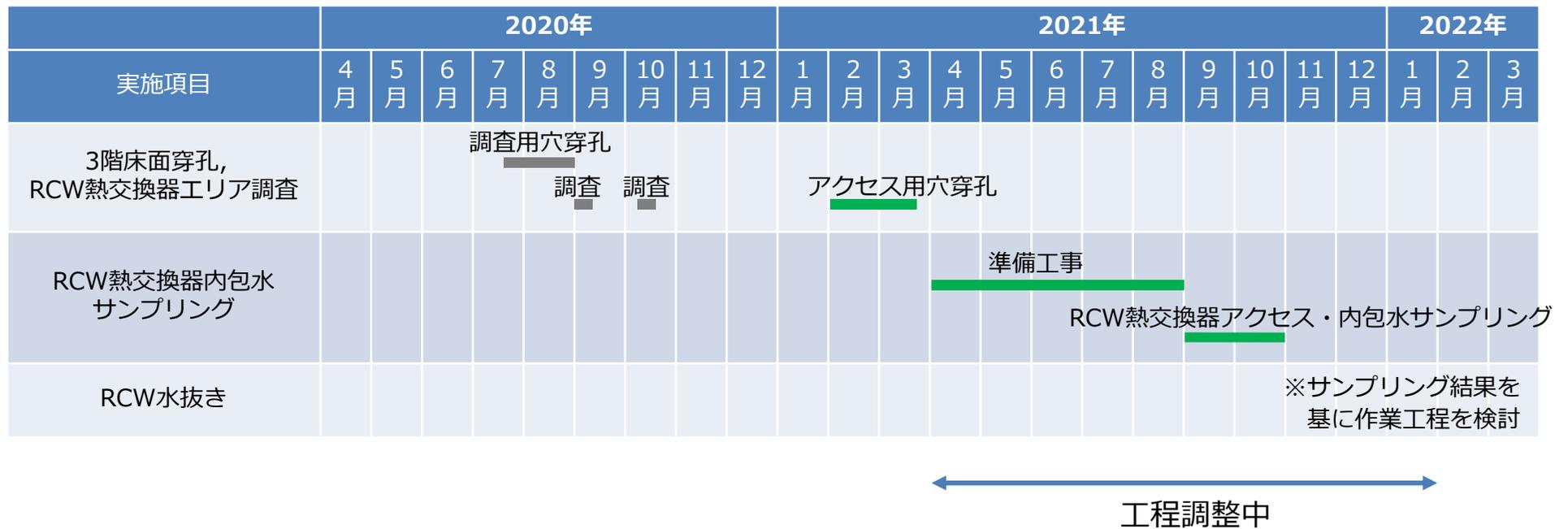
調査用穿孔部(1)から見た入口ヘッダ配管



調査用穿孔部(2)から見た入口ヘッダ配管

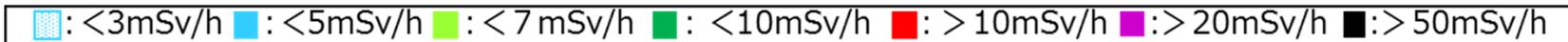
## 6. 工程(実績と予定)

- 現場調査結果を基に，アクセス用穴の穿孔位置を検討，2021年2月に穿孔予定。また，サンプリング装置の設計・製作を実施する。
- 2021年10月にRCW熱交換器の内包水サンプリングを計画，サンプリング結果を基にその後の作業を検討する。

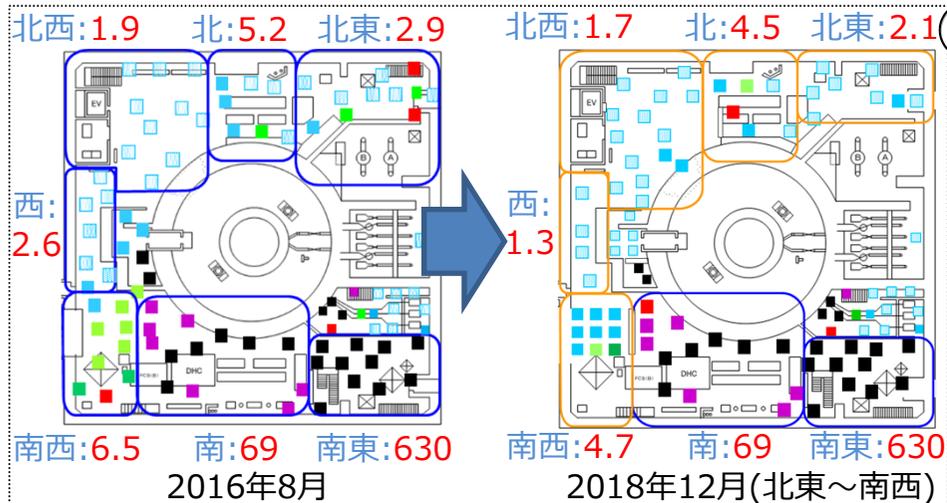




# (参考) 空間線量率の推移

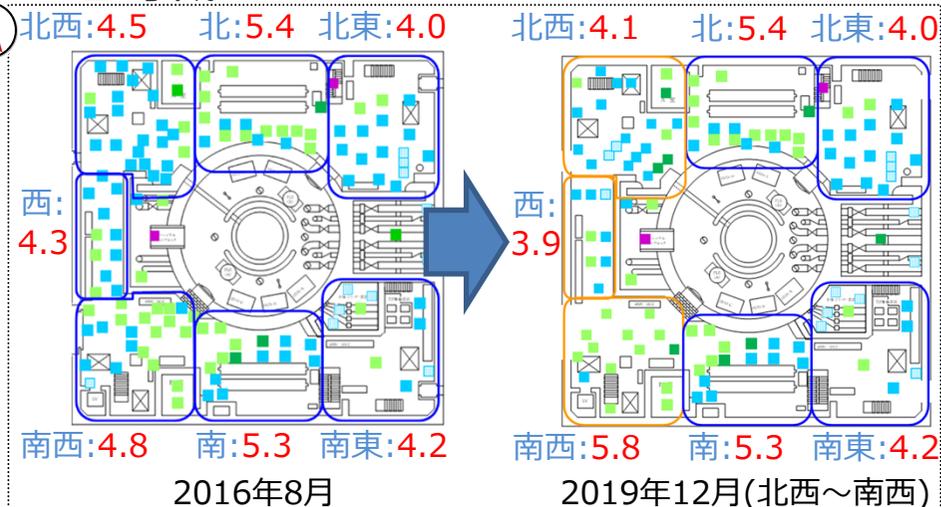


## 1号機



## 2号機

原子炉建屋1階 各エリアの平均値 単位: mSv/h



## 3号機

