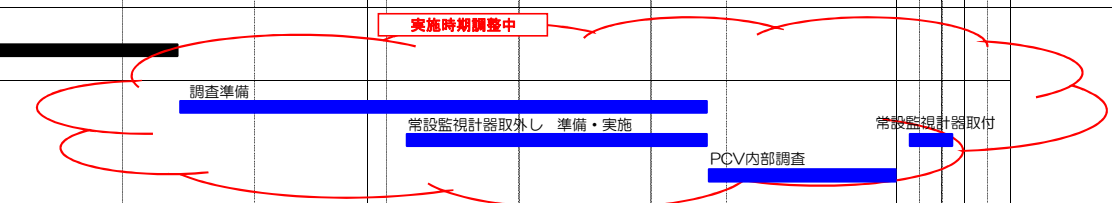


燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	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			5月		6月				7月			8月			9月			備考
			21	28		4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	
建屋内除染	共通	(実績) (予定)	検討・設計																		
	1号	(実績) ○【検討】PCV内部詳細調査に向けた現場環境改善(継続) (予定) ○【検討】PCV内部詳細調査に向けた現場環境改善(継続)	検討・設計																		
	2号	(実績) ○【検討】PCV内部詳細調査に向けた現場環境改善(継続) (予定) ○【検討】PCV内部詳細調査に向けた現場環境改善(継続)	検討・設計																		
	3号	(実績) (予定)	現場作業 検討・設計 現場作業																		
格納容器調査・補修	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続) ○【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) ○【研究開発】補修工法の実機適用に向けた環境改善の検討(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続) ○【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) ○【研究開発】補修工法の実機適用に向けた環境改善の検討(継続)	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																		
	3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																		
	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(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																		
	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																		
	3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																		
	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(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																		
	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																			
3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																			



燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括弧	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定			5月		6月				7月			8月		9月	備考		
			21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27			
RPV/PCV健全性維持		(実績) ○【研究開発】圧力容器/格納容器の腐食抑制技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器/格納容器の耐震性・影響評価手法の開発(継続) ○腐食抑制対策 ・窒素ハブ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) ○【研究開発】圧力容器/格納容器の腐食抑制技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器/格納容器の耐震性・影響評価手法の開発(継続) ○腐食抑制対策 ・窒素ハブ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	【研究開発】圧力容器/格納容器の腐食抑制技術の開発																
			検討・設計	【研究開発】腐食抑制剤の選定																
炉心状況把握		(実績) 【炉心状況把握解析】 ○【研究開発】事故時プラント挙動の分析(継続) ○事故関連factデータベース構築(継続) ○【研究開発】炉内状況の総合的な分析・評価(継続) ○3号機ミュオン透過法による測定(継続)  (予定) 【炉心状況把握解析】 ○【研究開発】事故時プラント挙動の分析(継続) ○事故関連factデータベース構築(継続) ○【研究開発】炉内状況の総合的な分析・評価(継続) ○3号機ミュオン透過法による測定(継続)	検討・設計	【研究開発】炉内状況の総合的な分析・評価																
			現場作業	腐食抑制対策(窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減)																
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 ・収納/保管に資するデブリ特性の把握(継続) ・MCC I生成物の特性評価(継続) ・分析に必要な要素技術開発(継続)  (予定) ○【研究開発】燃料デブリ性状把握 ・収納/保管に資するデブリ特性の把握(継続) ・MCC I生成物の特性評価(継続) ・分析に必要な要素技術開発(継続)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ性状把握 ・収納/保管に資するデブリ特性の把握(乾燥熱処理における核分裂生成物の放出挙動評価)																
			現場作業	3号機 ミュオン透過法 測定/評価																測定終了時期は検討中
燃料デブリ臨界管理技術の開発		(実績) ○【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 ・臨界評価(継続) ・炉内の再臨界検知技術の開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続)  (予定) ○【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 ・臨界評価(継続) ・炉内の再臨界検知技術の開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 ・臨界評価(最新知見の反映、複数工法を考慮した臨界シナリオの見直し) ・臨界時挙動評価(PCV上部水張り時に必要な機能整備、PCV水張り時挙動評価の精緻化、燃料デブリ取出し時に必要な機能検討) ・臨界管理手法の策定(臨界管理の考え方整理、燃料デブリ取出し時臨界管理手法の策定、臨界誘因事象の整理・対策検討)																
			現場作業	炉内の再臨界検知技術の開発 ・再臨界検知システム(複数工法への適用検討、未臨界度推定アルゴリズムの実証試験方法検討) ・臨界近接検知システム(臨界近接検知手法の選定、システム仕様策定、適用性確認試験方法計画・準備、デブリ取出し作業への適用性検討)																
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 燃料デブリ収納缶の移送・保管システムの検討(継続) 燃料デブリ収納缶の仕様、安全評価に関わる検討(継続)  (予定) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納缶の移送・保管システムの検討(継続) 燃料デブリ収納缶の仕様、安全評価に関わる検討(継続)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ収納缶の移送・保管システムの検討 (燃料デブリ収納缶の移送・保管に係る安全要件・仕様及び保管システムの検討)																
			現場作業	【研究開発】燃料デブリ収納缶の仕様、安全評価に関わる検討 (安全評価手法の開発及び安全性検証、燃料デブリ性状に応じた収納形式の検討)																

# 3号機原子炉格納容器内部調査について

2017年6月29日

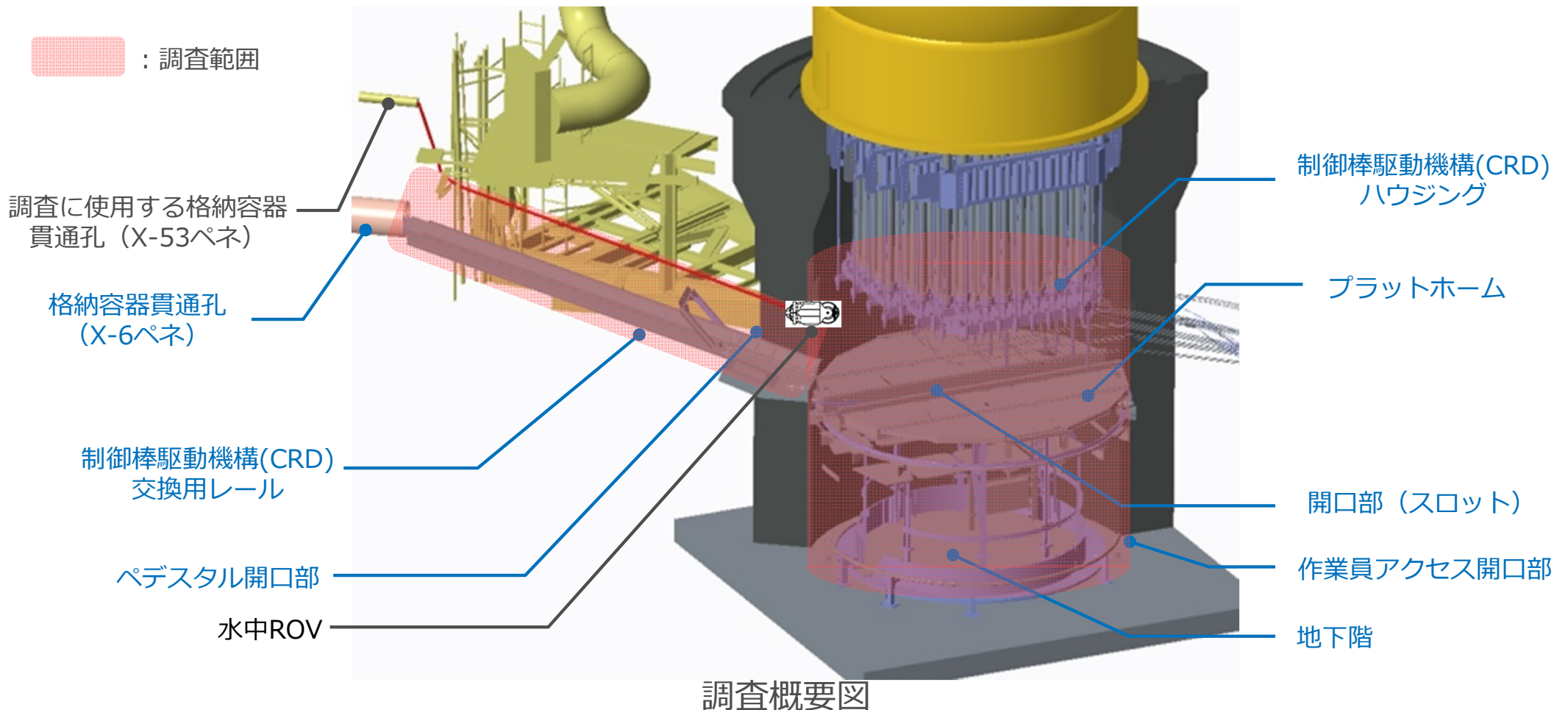
**IRID** **TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

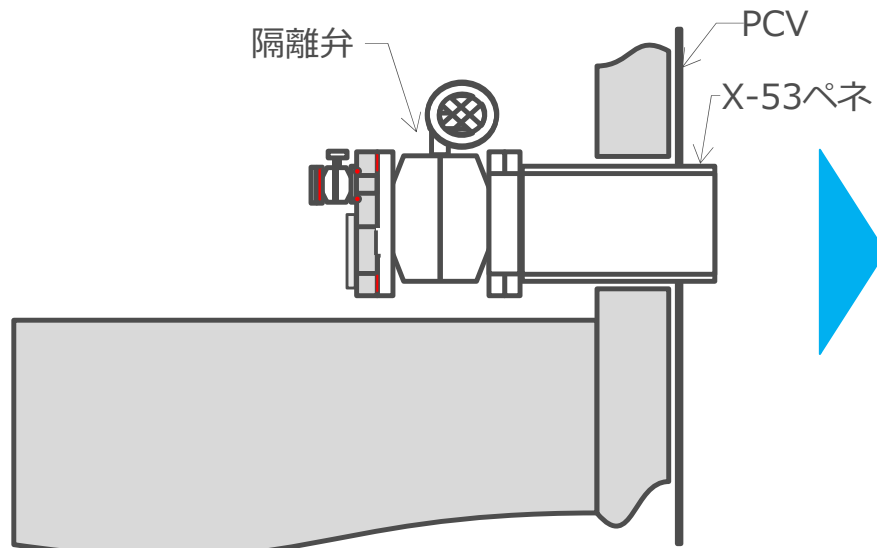
# 1. 原子炉格納容器内部調査の概要について

- 【調査計画】：①燃料デブリが存在する可能性のあるペDESTAL地下階について確認を行う。  
②ペDESTAL内次回調査装置への設計・開発フィードバック情報(X-6やCRDレールの状況等)を取得する。

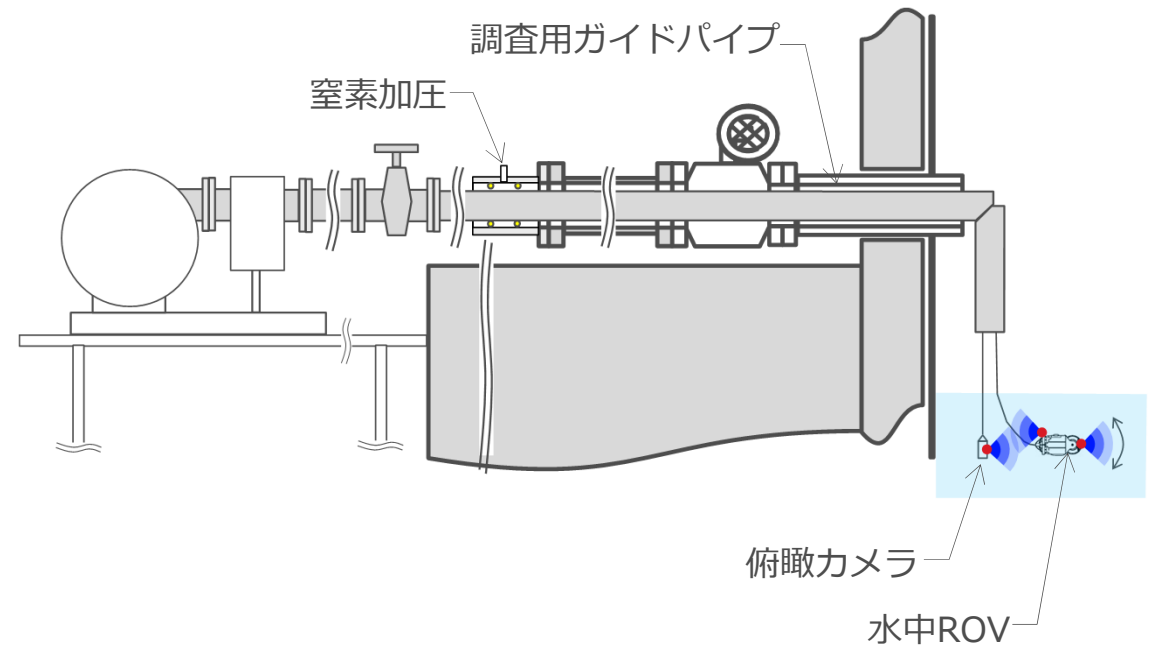


## 2. PCV内部調査に向けた作業ステップ

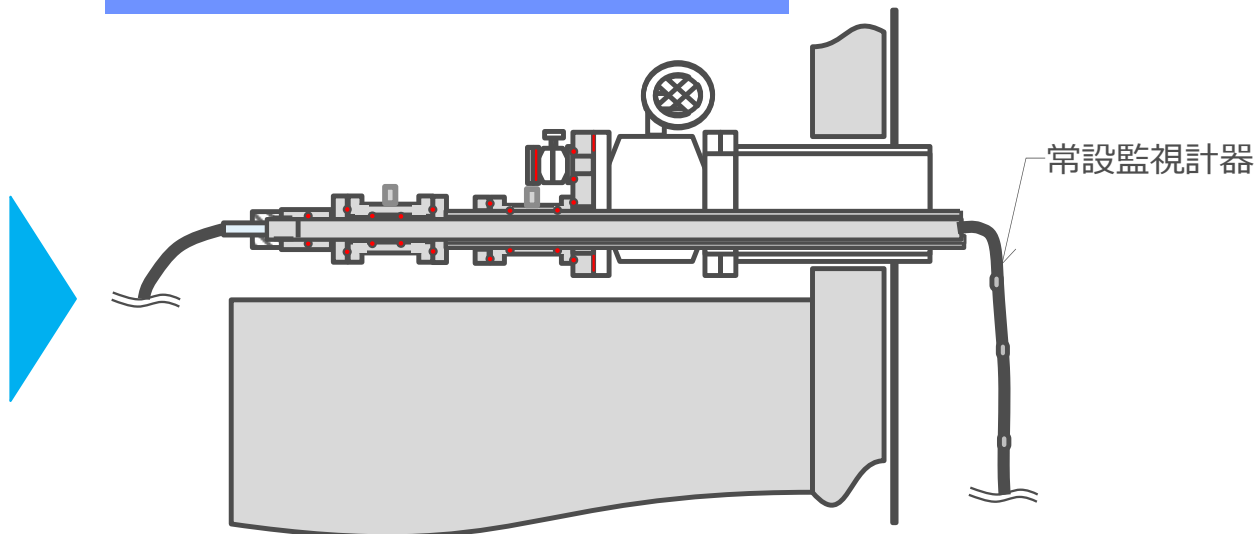
### ステップ1. 常設監視計器の取外し



### ステップ2. 水中ROVによる調査

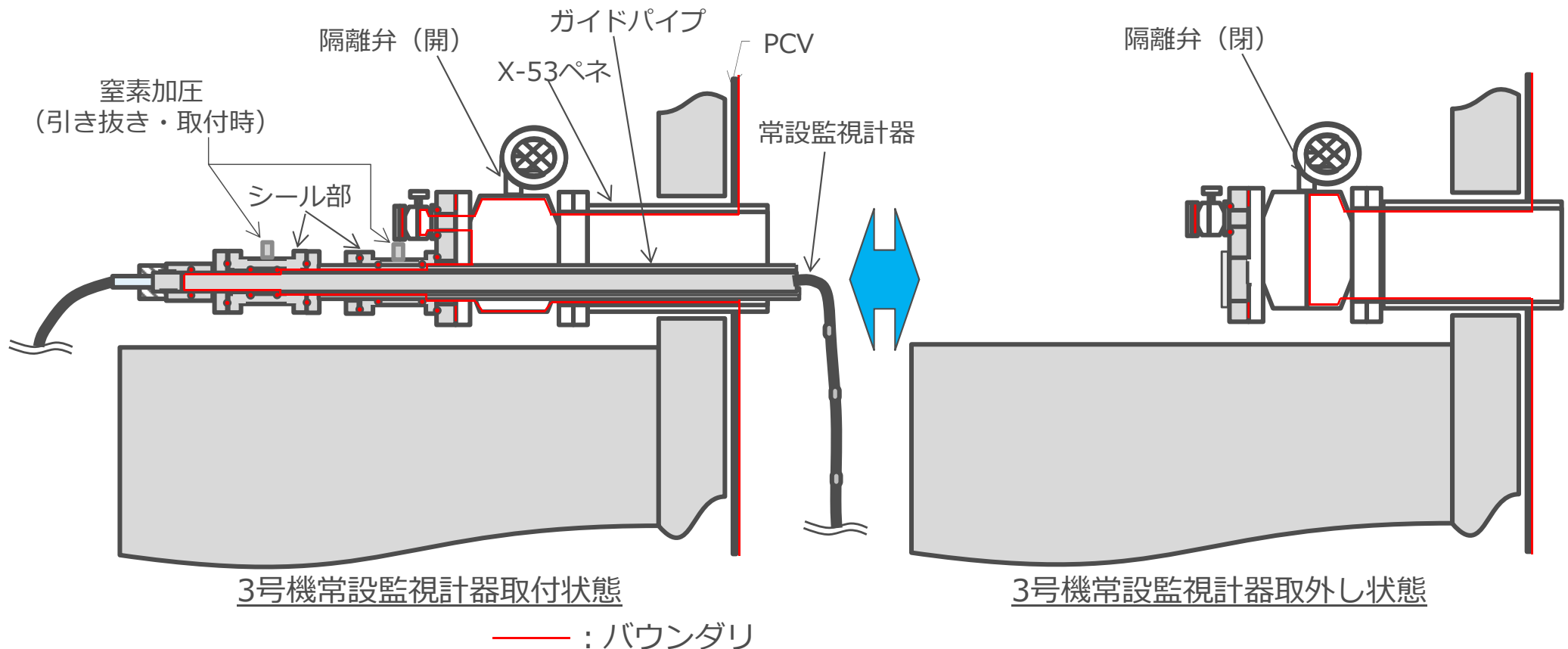


### ステップ3. 常設監視計器の再設置



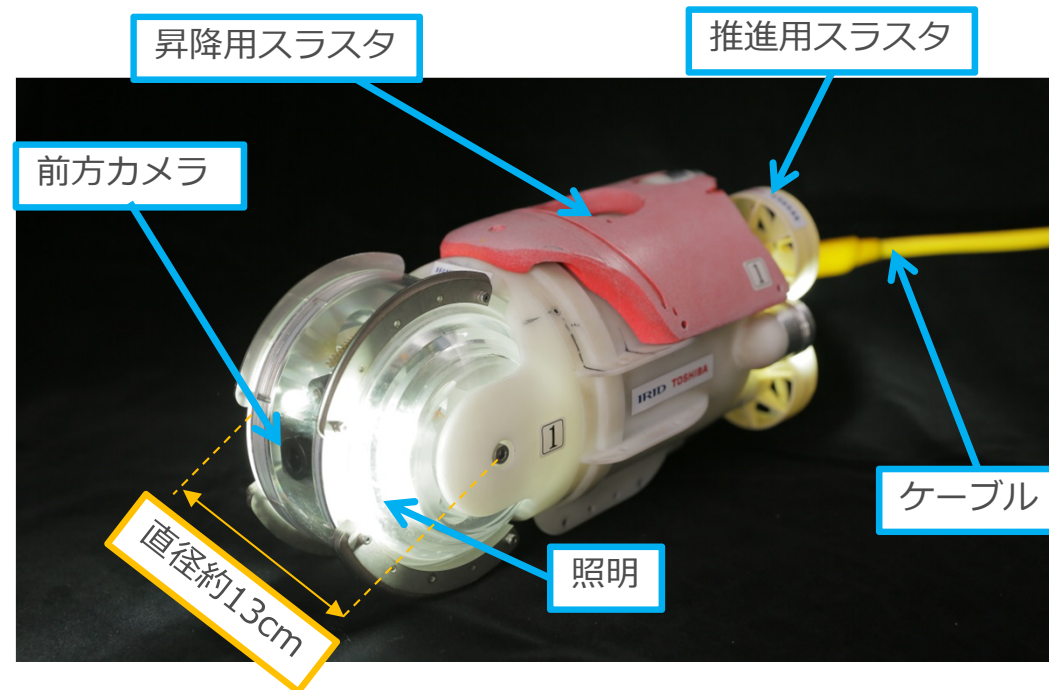
### 3. ステップ1及び3：常設監視計器の取外し，取付

- PCV内部調査実施にあわせて常設監視計器を引き抜き，隔離弁を閉する。PCV内部調査実施後，常設監視計器を再設置する。
- 計器の引き抜き，および取付時にはシール部を窒素加圧することにより，PCV内部の気体が外部に漏れないようにする。
- 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，作業中はダストモニタによるダスト測定を行い，作業中のダスト濃度を監視する。

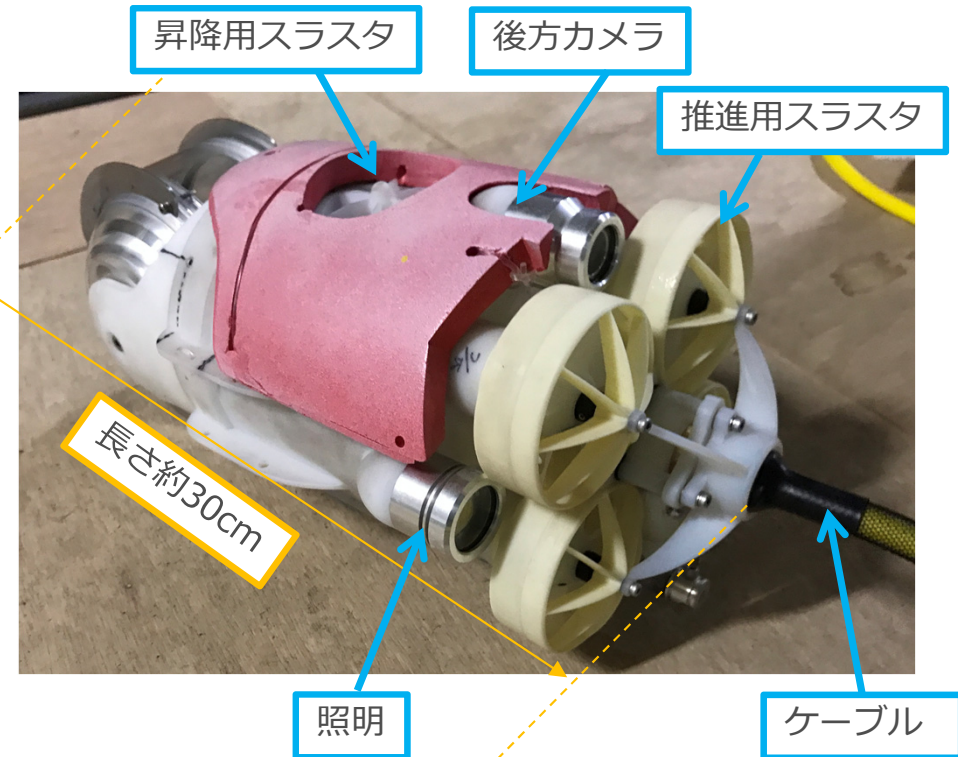


## 4. 水中ROVによるPCV内部調査（1/2）

- 水中ROVは、前方カメラ(パンなし・チルトあり)・後方カメラ (パンチルトなし) による撮影及び録画を行い、ペDESTAL開口部からペDESTAL内の状況を確認する。
- 装置保護の観点から積算線量を確認しながら調査する。



水中ROV外観（前面）

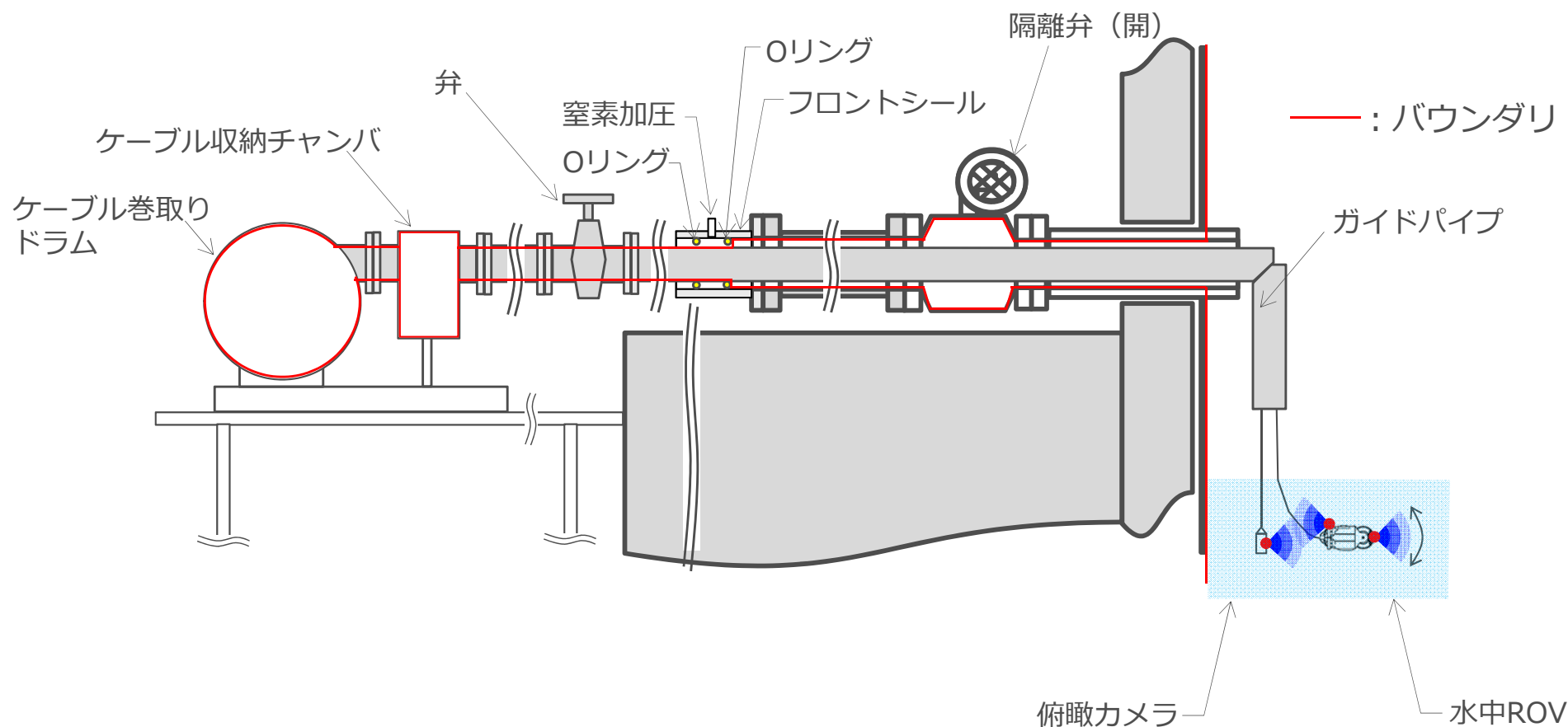


水中ROV外観（後面）

画像提供：国際廃炉研究開発機構(IRID)

## 4. 水中ROVによるPCV内部調査（2/2）

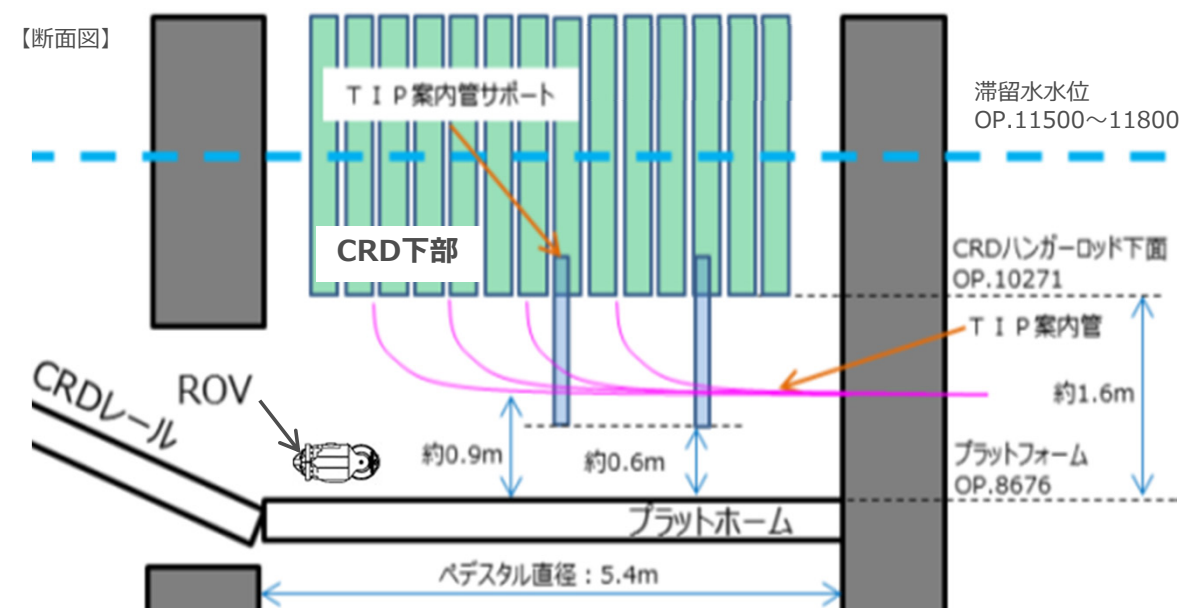
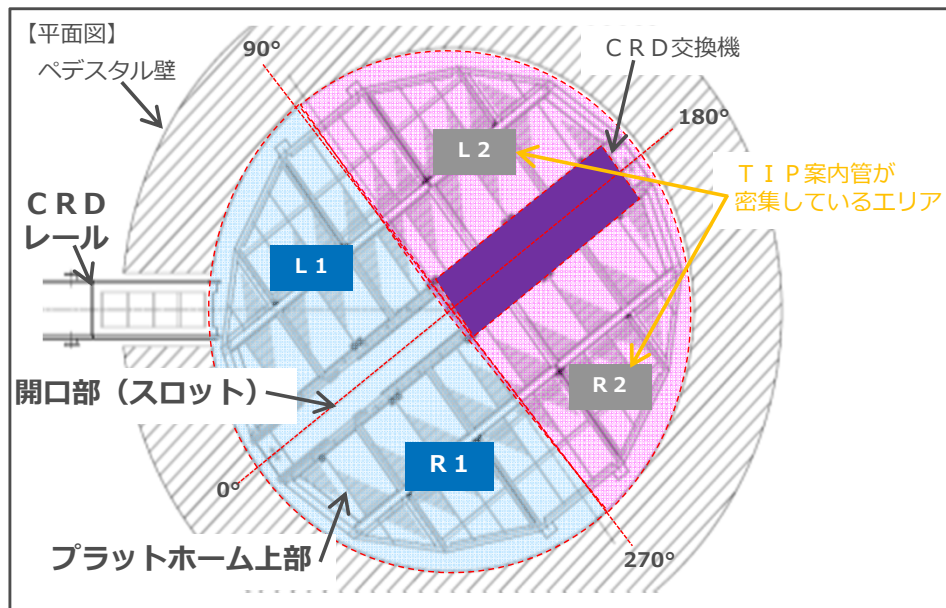
- 調査用ガイドパイプ設置にあたっては、下図に示すように、二重のOリングで封止することに加え窒素を加圧することによりバウンダリを構築し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- なお、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中にダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する。





# 5. 水中ROVの調査の優先順位案 (1/2)

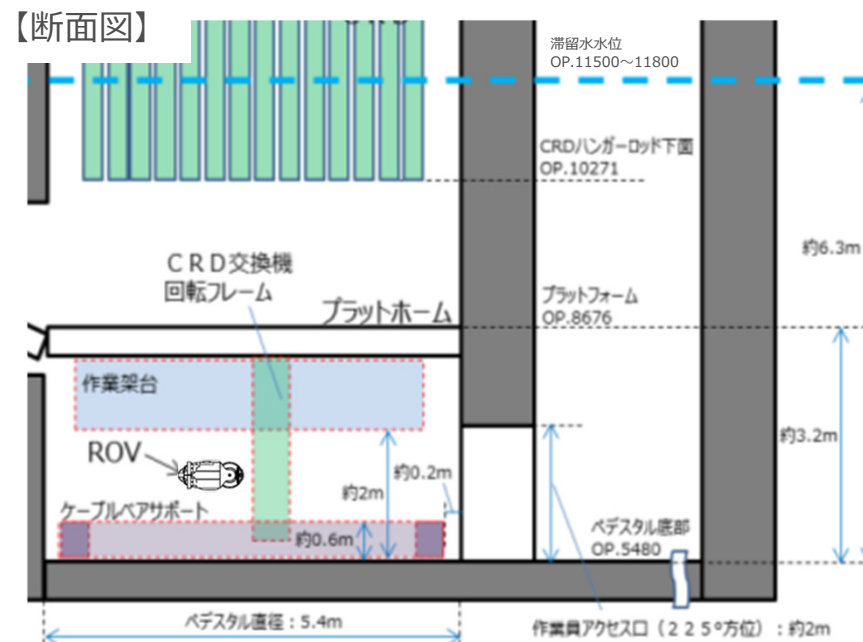
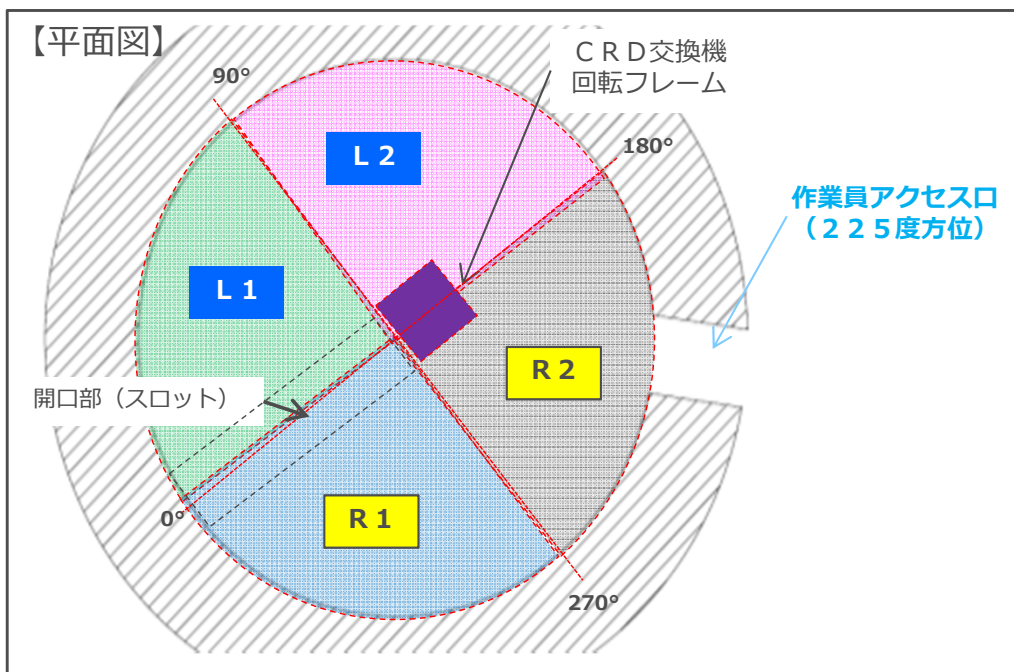
- 水中ROVの引っ掛かりリスクが低いと考えられる **CRDレール側 (L1, R1エリア)** の調査から行う。(L2, R2エリアはTIP案内管が密集, かつTIP案内管サポート有)。
- L1, R1エリアにて, プラットホーム上の状況確認 (燃料デブリ落下の可能性確認, ペDESTAL地下階のアクセスルートの確認) が出来た場合, 燃料デブリが存在すると想定される **ペDESTAL地下階** の調査を優先する。



調査場所	期待される情報
プラットフォーム上部	・ グレーチング上の状況 (落下物, 燃料デブリ等の堆積物の付着有無, グレーチング脱落等) の確認
CRD下部	・ CRD下部の損傷状況の確認
スロット開口部	・ ペDESTAL地下階へのアクセスルートの確認

## 5. 水中ROVの調査の優先順位案 (2/2)

- スロット開口部からペDESTAL地下階に下り、ペDESTAL地下階の状況確認（燃料デブリ落下の可能性（落下物、作業員アクセス口の状況、ケーブルベアサポート変形等））を実施する。



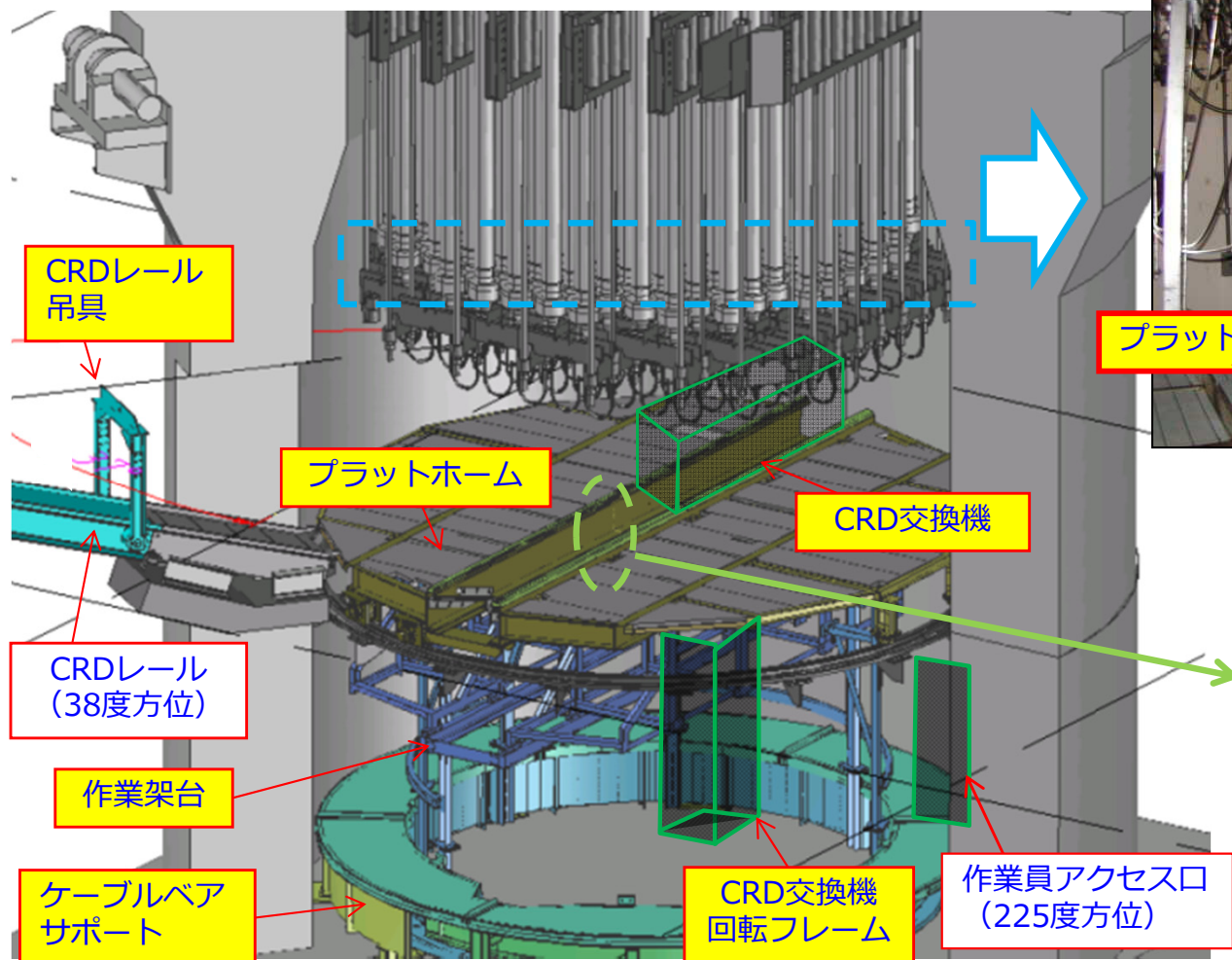
調査場所	期待される情報
ペDESTAL底部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ペDESTAL底部の落下物、デブリ等の堆積状況の確認</li> <li>・ ケーブルベアサポートの損傷状況を確認 (ペDESTAL基部にデブリが到達しているかを推定)</li> </ul>
作業員アクセス口	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ペDESTAL外へのデブリ等の流出を確認。</li> </ul>

## 6. 工程案

作業項目	2017年		
	6月	7月	8月
事前準備	<p>習熟訓練</p>	<p>現地準備</p> <p>常設監視計器取外し</p>	<p>常設監視計器取付</p>
PCV内部調査		<p>PCV内部調査</p>	

# 参考 | ペデスタル内構造物

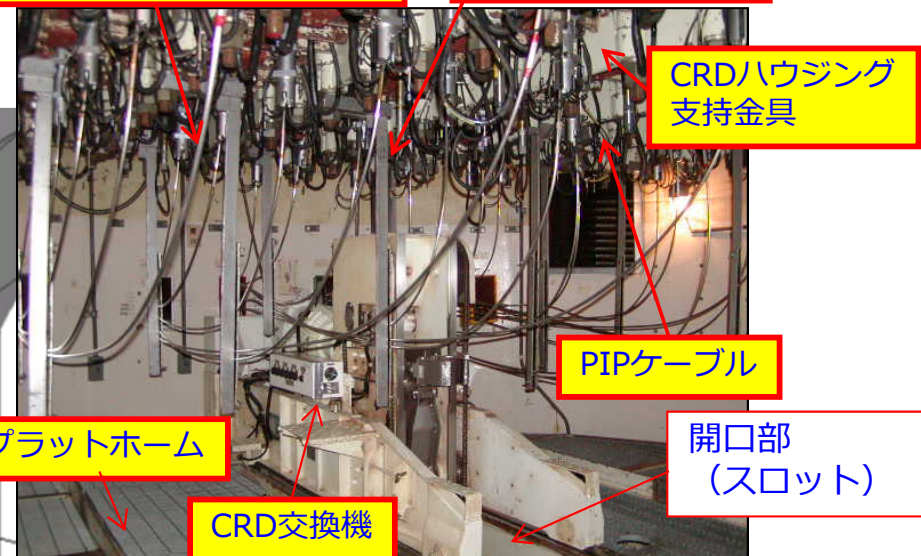
- PCV内には様々な障害物があるため、健全な場合でも調査に際しては、これらを避けながら行う必要がある



■■■■ ・・・ 障害物

TIP案内管 (約90~270度方位はケーブルが密集)

TIP案内管サポート

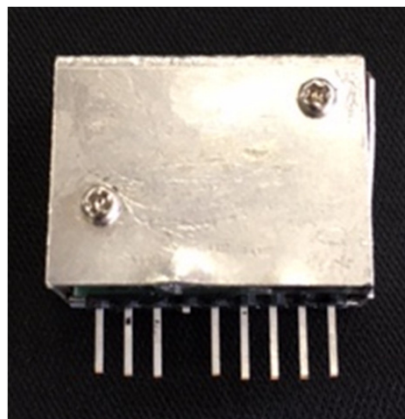
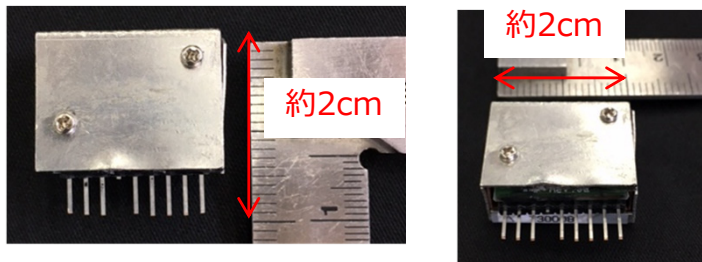


※1F-2定検時写真

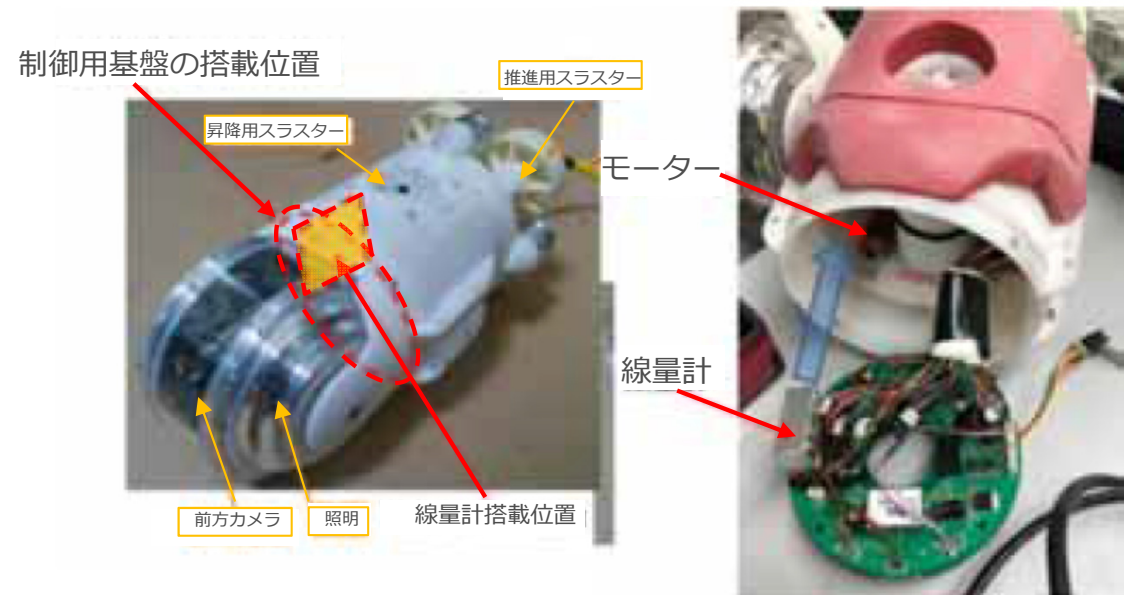


※1F-3定検時写真

- 水中ROVは、装置保護の観点から半導体式線量率計を搭載。



線量計外観



線量計の搭載箇所

画像提供：国際廃炉研究開発機構(IRID)

No.	項目		仕様	
1	外形寸法		外径φ125mm, 全長300mm以下	
2	重量		約2000g	
3	移動機能	駆動方式	スラスタ (推進用×4, 昇降用×1)	
4	搭載機器	前方カメラ	有効画素数	120万画素 (1280×960)
			画角	52°
			照明	10W×4灯 (調光機能付き)
		チルト角	水平を基準に±90deg	
	後方カメラ	有効画素数	120万画素 (1280 x 960)	
		画角	80°	
	投棄機構	投棄方法	コネクタ脱着式	
5	ケーブル		全長	60m
			太さ	7.6mm
			密度	0.98 g/cm <sup>3</sup>
			摩擦係数	0.98以下
6	耐放射線性		200Gy	
7	線量計測定範囲		0.1Gy/h~250Gy/h	

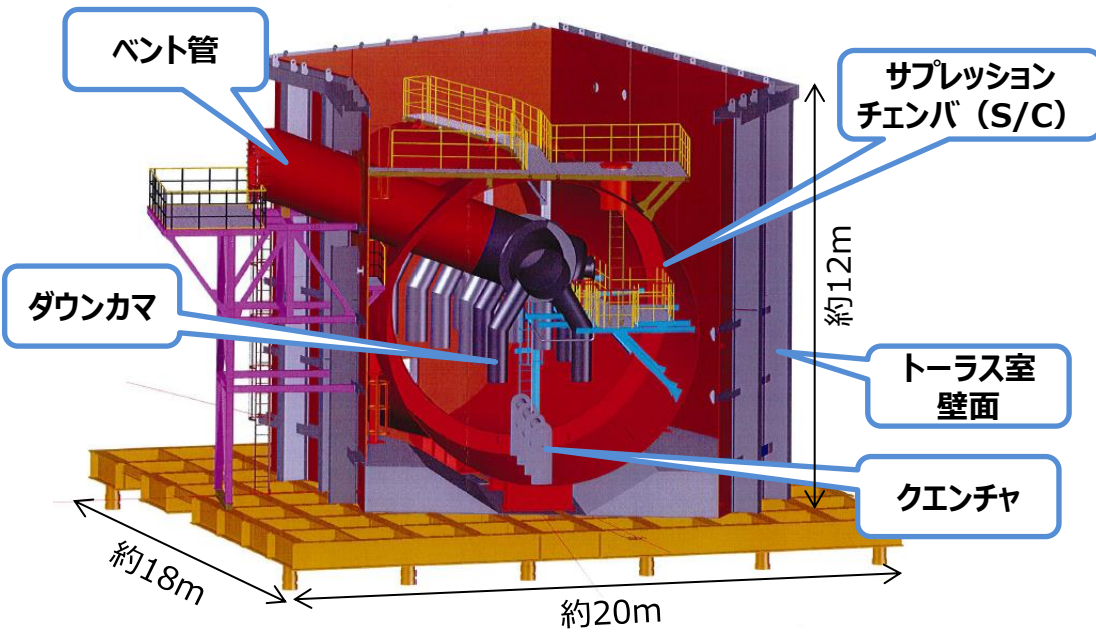
# 原子炉格納容器止水実規模試験の概要

2017年6月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)

この成果は、経済産業省/廃炉汚染水対策事業費補助金の活用により得られたものです。

# 1. 実規模試験体～全体概要～

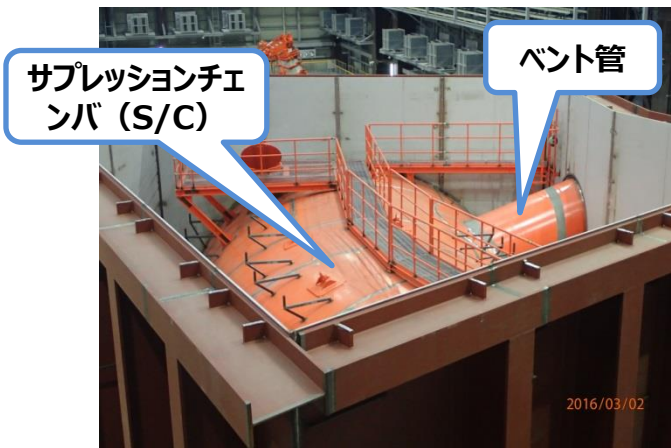


▶ 模擬対象プラント：  
2 / 3号機

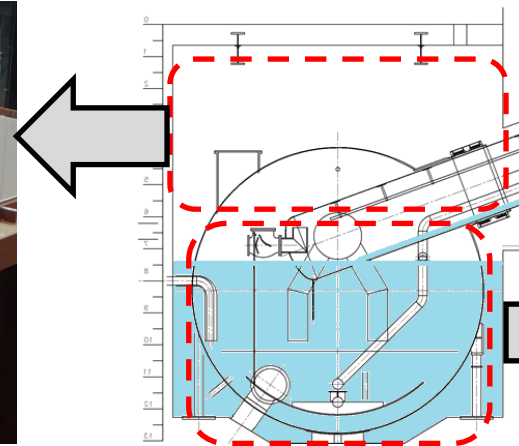
▶ 模擬対象設備：  
トーラス室壁面及び原子炉格納容器下部のうち、**1/8エリア**

▶ 試験体サイズ：  
約18m×約20m×約12m

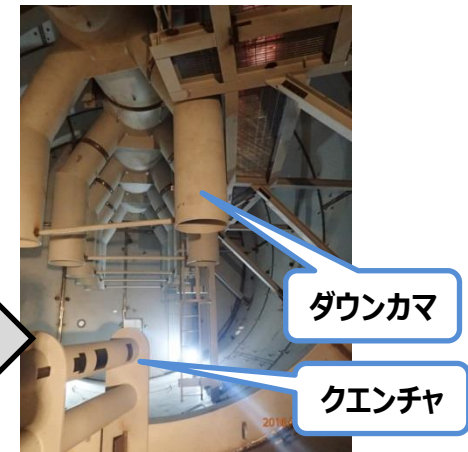
号機	S/C容積	S/C断面直径	S/C環の中心径
1号機	約4800m <sup>3</sup>	約8m	約30m
2/3号機	約6500m <sup>3</sup>	約9m	約35m



トーラス室壁面上部



PCV下部断面図

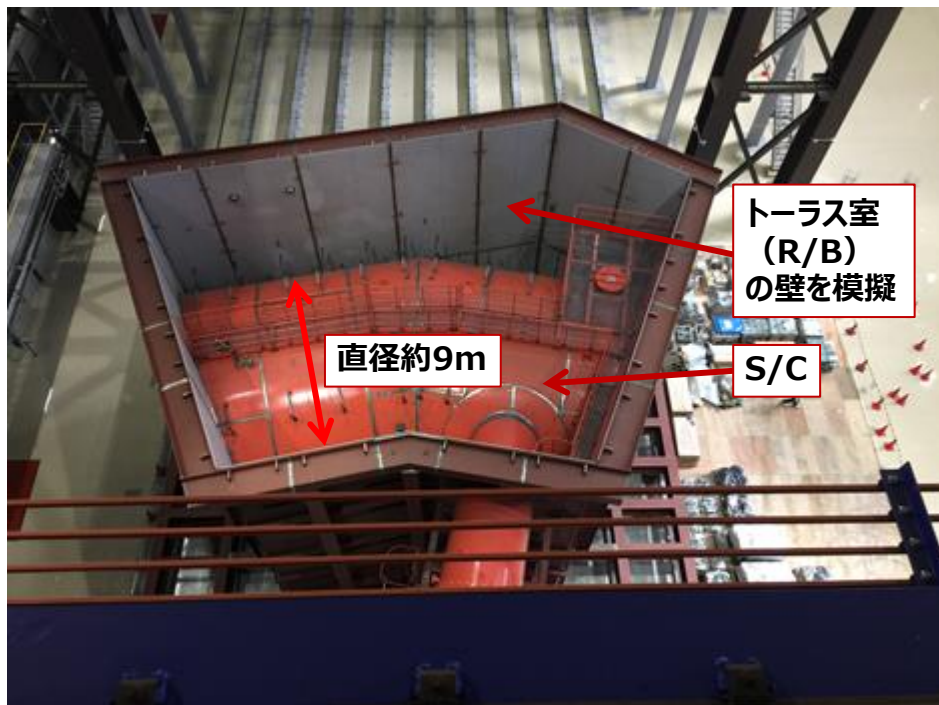


S/C内部

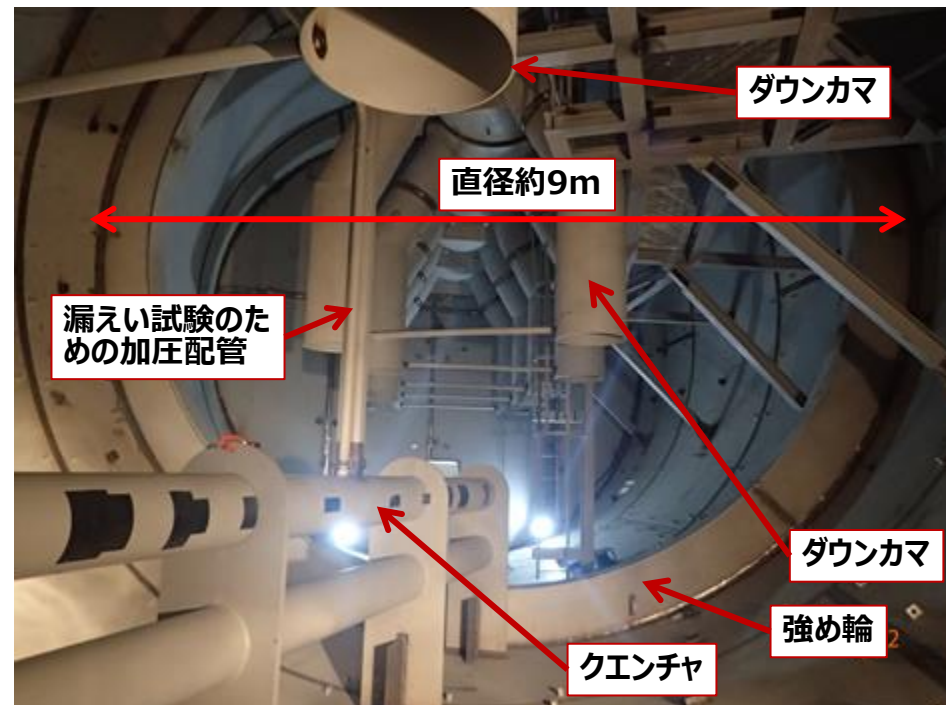


# 1. 実規模試験体～S/C外観・内部～

実規模試験体 (S/C) 外観



実規模試験体 (S/C) 内部



## 2. 実規模試験の実施項目

実規模試験体を使用して「施工性確認試験※」及び「コンクリート打設試験」を行い、その結果から実機への適用性を評価する。

① ベント管止水技術（参考1）

② サプレッションチャンバー（S/C）内充填止水技術

③ サプレッションチャンバー（S/C）脚部補強技術（参考2）

**6月24日に「コンクリート打設試験」を実施**  
(試験場所：楢葉遠隔技術開発センター)

※ 「施工性確認試験」

1 Fサイトの現場環境を想定した放射線環境下（3mSv/hを想定）において、人手による作業や遠隔機器を用いた作業の作業手順確認を目的としたもの。施工性確認試験の実施時期は以下の通り。

- ① ベント管止水技術施工性確認試験：平成29年3月～5月
- ② S/C内充填止水技術施工性確認試験：平成29年6月
- ③ S/C脚部補強技術施工性確認試験：平成28年11月

### 3. S/C内充填止水技術の概要

- S/C内外の流路となる**配管端部（クエンチャ、ストレーナ）**を止水することを目的とした技術開発。また、**ダウンカマまでを埋設**してベント管止水のバックアップとしての役割も検討中。

The diagram illustrates the sealing process for the S/C. It shows a cross-section of the structure with various components labeled: '止水後イメージ' (Sealing after image), 'サブプレッションチェンバ穴あけ' (Sub-pressure chamber hole opening), '遠隔装置アクセスルート' (Remote device access route), '真空破壊弁※' (Vacuum rupture valve), 'ストレーナ埋設' (Strainer installation), 'ダウンカマ※' (Down-cam), and 'クエンチャ埋設' (Quench installation). A red dashed line indicates a height of 2500mm from the S/C bottom. Two photographs show factory tests: '工場試験(コンクリート打設中)' (Factory test during concrete pouring) and '工場試験(ストレーナ埋設前)' (Factory test before strainer installation). A 'クエンチャ模擬' (Quench simulation) is also shown.

**【実施手順】**

- ①サブプレッションチェンバへ穴あけ
- ②サブプレッションチェンバ内へ止水材打設
- ③ストレーナ、クエンチャを埋設止水

※ダウンカマ、真空破壊弁を埋設止水(オプション)

**【候補材】**  
サブプレッションチェンバ内止水材：  
水中不分離性コンクリート

----- : 6月24日コンクリート打設試験での打設高さ (S/C底部より約2500mm)

## 4. S/C内充填止水：施工性確認試験

### 【試験目的】

実機放射線環境下※における機器準備を含む人手による作業の基礎データを取得するとともに、遠隔機器を用いた操作や監視が問題なくできることを確認すること。

### 【試験条件】

- S/C内は水張りを行わない。
- 照明等は実機条件を模擬する。

### 【試験の確認ポイント】

- 放射線防護装備を装着した状態で、コンクリート打設装置（ホース送り回収装置、ホース巻き取り装置等）の搬入～組立～解体～搬出に要する作業時間の把握。
- ホース送り回収装置の遠隔操作性。

### 【試験結果（期間：6月12日～20日）】

- 装置の搬入～組立～解体～搬出に要した時間は約45分。全体の作業を2～3班で分けることで、放射線量3mSv/h環境下においても人手による施工が可能なことを確認した。
- 遠隔操作で問題なくホースの送り・回収ができることを確認した。

※：放射線量3mSv/h環境下での作業員被ばくの上限を1mSv/人日と想定し、1日内での1人当たりの作業時間は20分を上限とする。

# 5. S/C内充填止水：コンクリート打設試験（1/4）

## 【試験目的】

コンクリート材料供給から打設までの一連作業を再現し、実機放射線環境を想定した施工手順で問題なく打設ができることを確認すること。

## 【試験条件】

現状の2号機に対し、D/W内およびS/C内水位制御が導入された状態を想定し試験を行う。

- S/C内初期水位はO.P.-550（S/C底部から2000mm）とする※。
- ベント管からS/Cへの流入水は無し（静水状態）とする。
- 照明等は実機条件を模擬する。

## 【試験の確認ポイント】

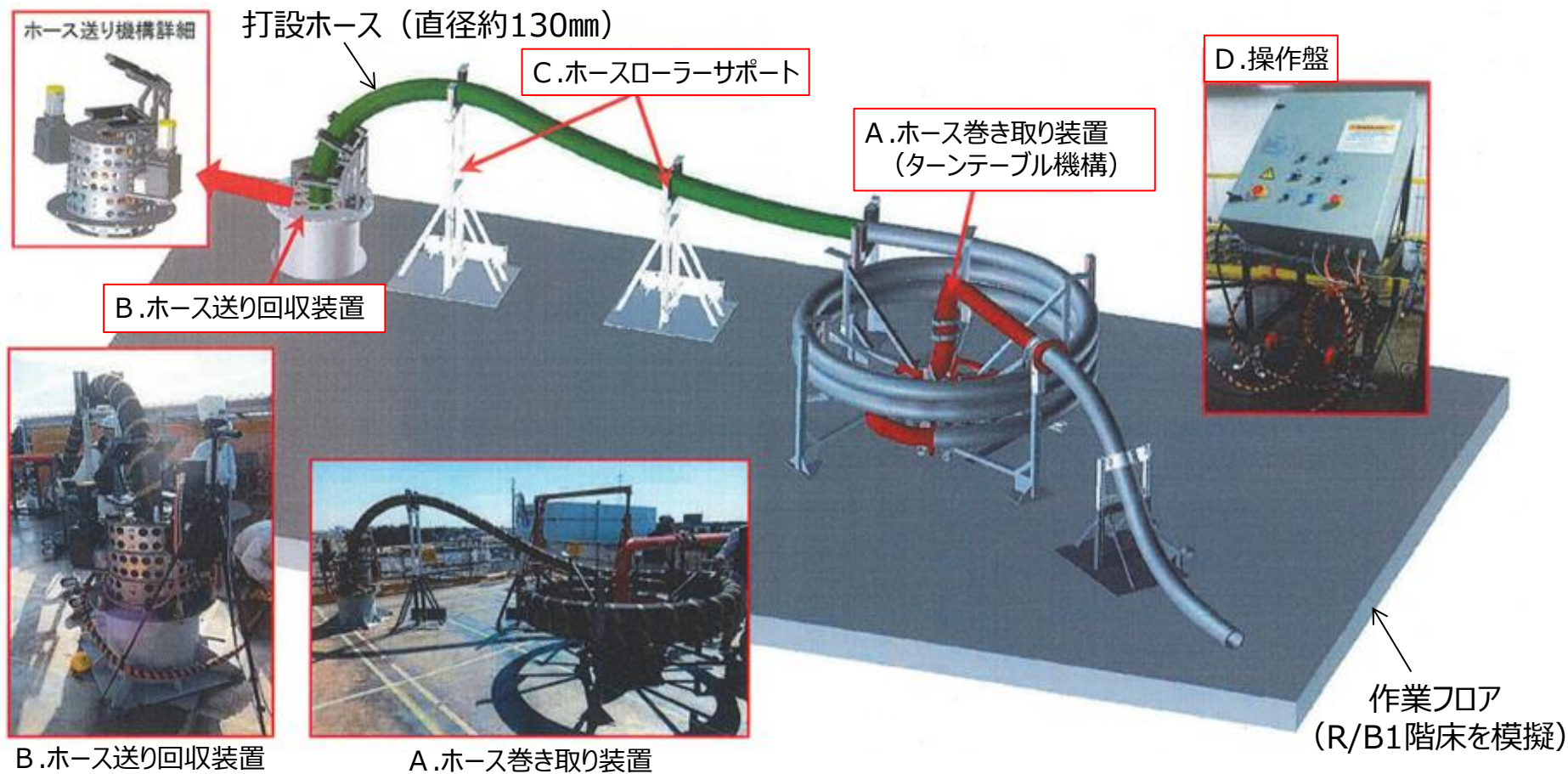
- 遠隔装置を用いて問題なく止水材が打設できることの確認。
- 現地生コンクリートプラントからの止水材輸送を含めた材料供給システムの確認。

※：現状2号機のS/C内水位はO.P.3000程度。止水材流動性においては、水位が低いほど安全側（より厳しい施工条件）となるため、流動に最低限必要な水位としてO.P.-550を設定。

# 5. S/C内充填止水：コンクリート打設試験（2/4）

## 【試験装置】

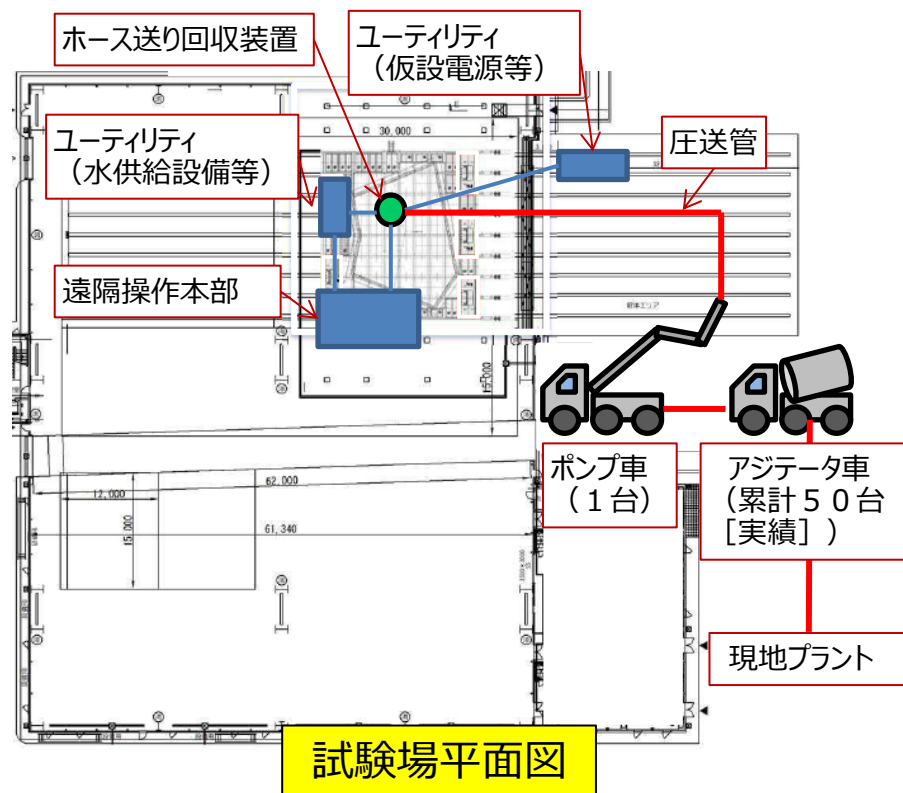
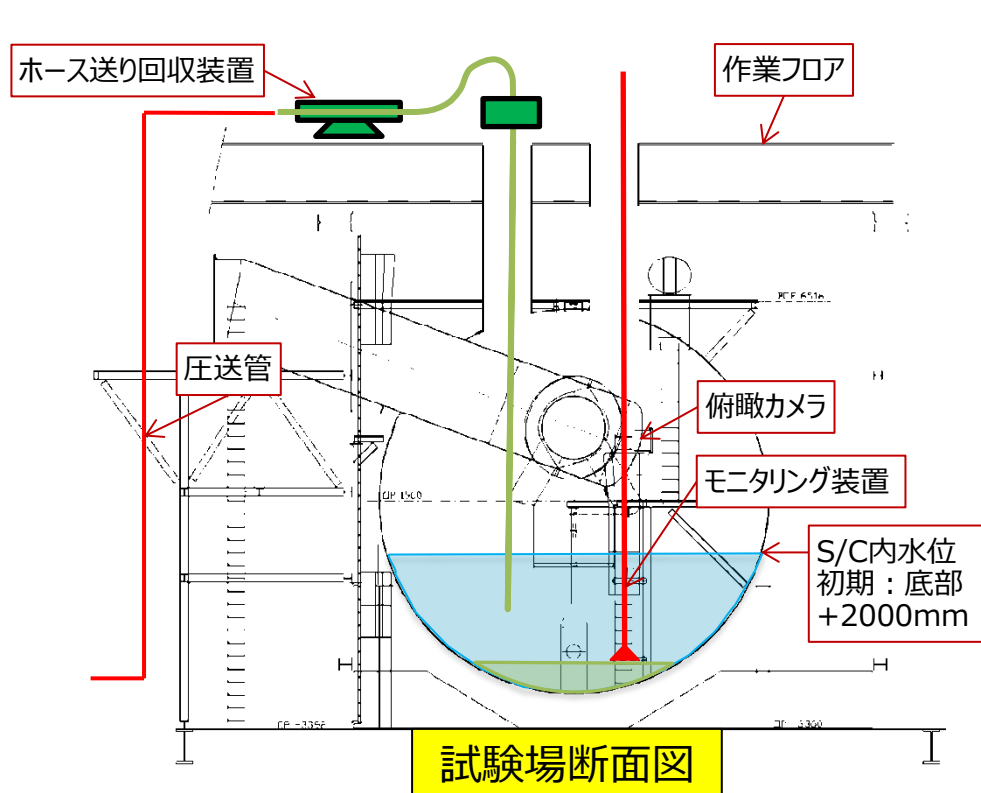
- 原子炉建屋（R/B）1階床を模擬した作業フロア上に装置を設置し、**遠隔操作**にて打設用ホースを送り・回収。
- 高線量かつ狭隘な現場に搬入・設置するため、**分割して搬入・組立**を行う構造。



# 5. S/C内充填止水：コンクリート打設試験（3/4）

## 【試験手順】

- ① 現地生コンクリートプラントからアジテータ車にて止水材を輸送。
- ② 作業フロアからホース送り回収装置にてS/C内にホースを吊り下ろす。
- ③ ポンプ車で止水材を圧送してS/C内に送り込む。
- ④ ホースをホース送り回収装置によりS/Cから徐々に引き上げる（「トレミー工法」）。
- ⑤ 予定の打設高さに到達した時点で、充填を完了。



# 5. S/C内充填止水：コンクリート打設試験（4/4）

## 【試験結果】

- 6月24日8時45分から打設開始。19時04分打設完了。打設量は約200m<sup>3</sup>。
- S/C内充填止みに、遠隔操作によるトレミー工法が適用可能（遠隔操作でホース下端を約100mmピッチで段階的に引き上げられること）なことを確認した
- 所定のコンクリート強度が出る1か月後を目安に、コンクリートの充填状況と材料強度を確認するとともに、止水を確認する試験（クエンチャにつながっている加圧配管内部に水压をかけて止水部からの漏えい状況を確認）を行う予定。

【6月23日メディア公開】



試験棟内（作業フロア上）



屋外

【6月24日コンクリート打設試験】



試験装置



操作室

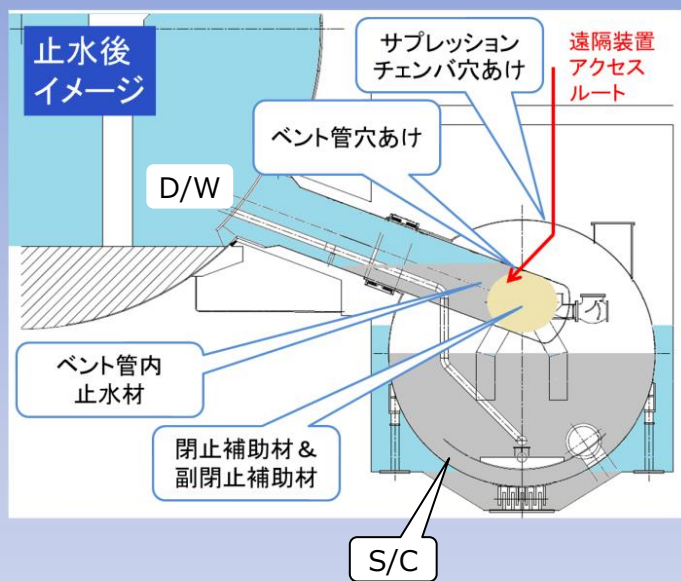


打設後のS/C内の状況



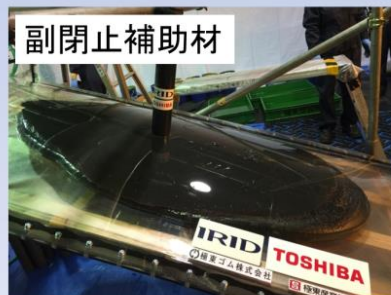
# (参考1) ベント管止水技術

- D/WとS/Cを連結しているベント管を止水し、**D/W内を水張り**が出来る状態にすることを目的とした技術開発。



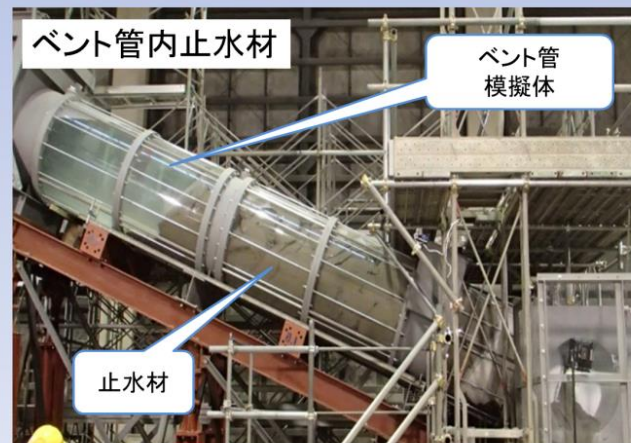
## 【候補材】

閉止補助材：アラミド系繊維  
副閉止補助材：高耐放射性ゴム等  
ベント管内止水材：セメント系材料等



## 【実施手順】

- ① サプレッションチェンバ及びベント管へ穴あけ
- ② ベント管内へ閉止補助材展開及び副閉止補助材による隙間充填
- ③ ベント管内に止水材を打設



# (参考2) S/C脚部の補強技術

- S/C内充填止水により止水材の充填による重量増加が見込まれるため、S/Cを支える脚部の**耐震補強**を目的とした技術開発。



■ : 水中不分離性モルタル

