

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			4月		5月				6月			7月		8月		備考	
			23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	1	8						
建屋内除染	共通	(実績) (予定)	検討・設計	記載の適正化																
		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)		現場作業	【検討】PCV内部詳細調査に向けた現場環境改善 アクセスルート構築の検討(IRID) 線量低減および干渉物撤去等の検討															
		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】PCV内部詳細調査に向けた現場環境改善 アクセスルート構築の検討(IRID) 線量低減および干渉物撤去等の検討															
		3号 (実績) (予定)			現場環境改善の検討はPCV内部調査の結果を踏まえて検討する。															
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		【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定 止水箇所に対する想定漏えい要因等の整理															
		【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発 [S/C脚部の補修技術開発] 耐震性の検討・長期健全性の評価																		
		[パント管理設による止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定																		
		[S/C内充填による止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定																		
		[真空破壊ライン・接続配管の止水技術開発] 真空破壊ライン用ガイドパイプ・止水プラグの改良																		
		[トラス室壁面貫通部の止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定																		
		[接続配管ベローズ・機器ハッチシール部の止水技術開発] 実機環境を想定した要素試験計画の策定																		
		[D/Wシールの補修技術開発] 補修装置の概念設計および止水材の要素試験計画策定																		
		【研究開発】補修工法の実機適用に向けた環境改善の検討 補修工法の作業ステップの整理および干渉物・作業可能な線量等の検討																		
		1号		(実績)なし (予定)なし	現場作業															
2号	(実績)なし (予定)なし																			
3号	(実績)なし (予定)なし																			
燃料デブリの取出し	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	【研究開発】PCV内部調査技術の開発 PCVベデスタル内(CRD下部、プラットフォーム上、ベデスタル地下階)調査技術の開発																
		PCVベデスタル外(ベデスタル地下階、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																		
		サンプリング技術の開発																		
1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																		
2号	(実績)なし (予定)なし																			
3号	(実績)格納容器内部調査(継続) (予定)格納容器内部調査(継続)		現場作業	PCV内部調査 装置製作・習熟訓練 実施時期調整中																
調査準備・調査																				

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		4月		5月				6月			7月		8月		備考
			23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	1	8				
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														
			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)														
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	【炉心状況把握解析】 【研究開発】事故時プラント挙動の分析														
			現場作業	3号機 ミュオン透過法 測定/評価														
取出後の燃料デブリ処分・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	・MCC I生成物の特性評価(分析計画の作成及び調整(IA,CEA)) ・分析に必要な要素技術開発(燃料デブリの溶解及び多元素分析手法の開発、燃料デブリの非破壊分析技術の開発、多核種合理化分析手法の開発)														
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)) 臨界防止技術の開発(非溶解性中性子吸収材(候補材の耐放射線試験、核的 특성確認試験準備、投入時均一性担保のための適用工法検討、必要投入量評価)) 溶解性中性子吸収材(水張り前のホウ酸水置換方法検討、ホウ酸水適用時の水質管理方法の検討)														
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)														

測定終了時期は検討中

凡例

- : 検討業務・設計業務・準備作業
- : 状況変化により、再度検討・再設計等が発生する場合
- : 現場作業予定
- : 天候状況及び他工事調整により、工期が左右され完了日が暫定な場合
- : 機器の運転継続のみで、現場作業(工事)がない場合
- : 記載以降も作業や検討が継続する場合は、端を矢印で記載
- : 工程調整中のもの

1号機原子炉格納容器内部調査について ～堆積物の分析結果～

2017年5月25日

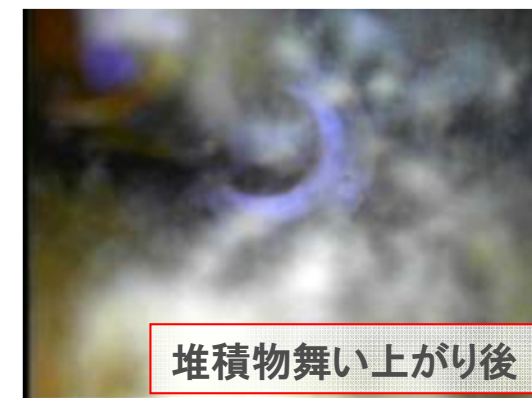
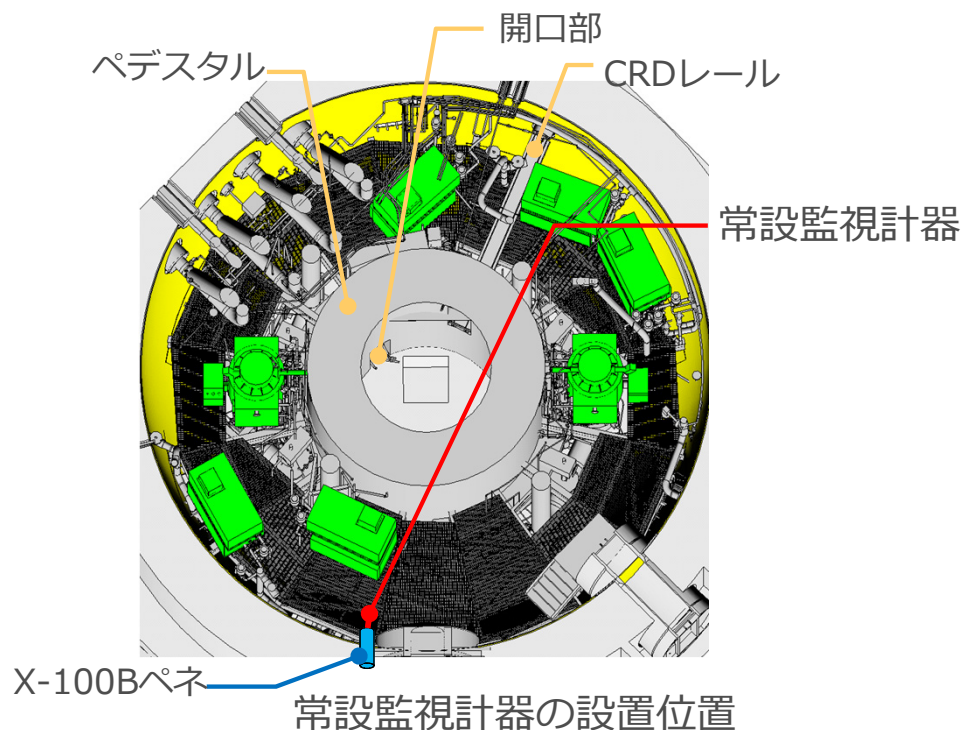
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 堆積物サンプリングの概要

- 前回のPCV内部調査(2015年4月)後、常設監視計器を再設置した際にPCV滞留水中に堆積物の舞い上がりが確認されている。
- PCV内底部の堆積物は今後のPCV内部調査やデブリ取出しの際に障害となる可能性があることから、堆積物の同定と回収・処分方法を検討するため、X-100Bペネ直下のPCV底部にあった堆積物のサンプリングを実施した。
- サンプリングした堆積物については、グローブボックス内にて簡易蛍光X線による分析を行うことで、堆積物(浮遊物)の成分を調査する。

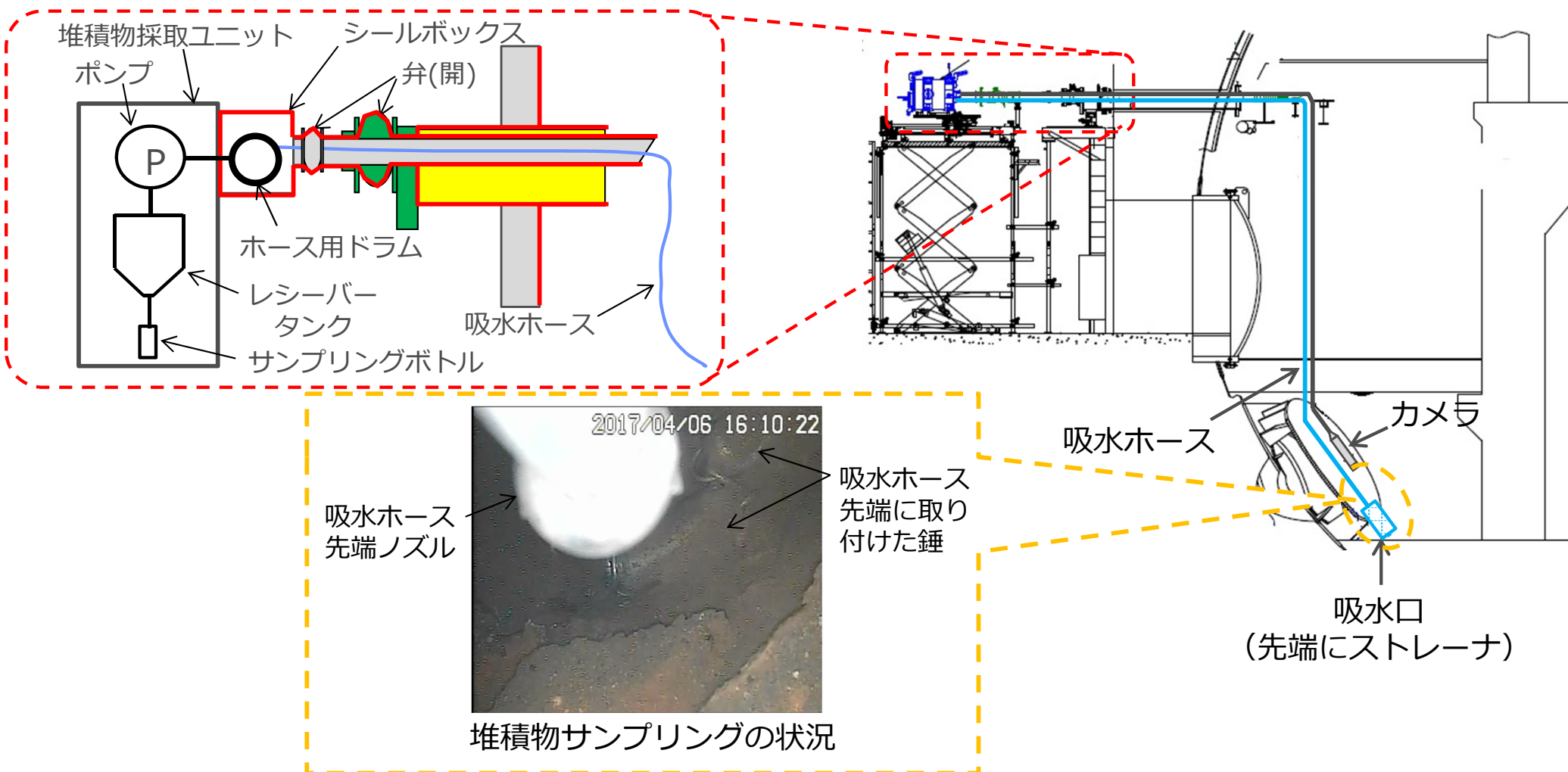
※配管内の錆、塗装、保温材等の可能性がある堆積物(浮遊物)の分析を試みる。



2015年4月常設監視計器再設置時の堆積物の状況

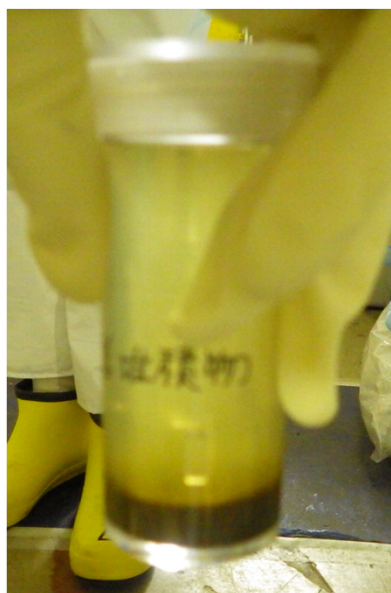
2. 堆積物サンプリングの作業概要

- 堆積物のサンプリングは、ガイドパイプに堆積物採取ユニット及びシールボックスを取付後、堆積物を水と一緒にサンプリングする手順とすることで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を実施。
- 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、作業中に適時ダストサンプラーによるダスト測定によりダスト濃度を監視し、問題なかった。



3. 簡易蛍光X線分析及び γ 線核種分析

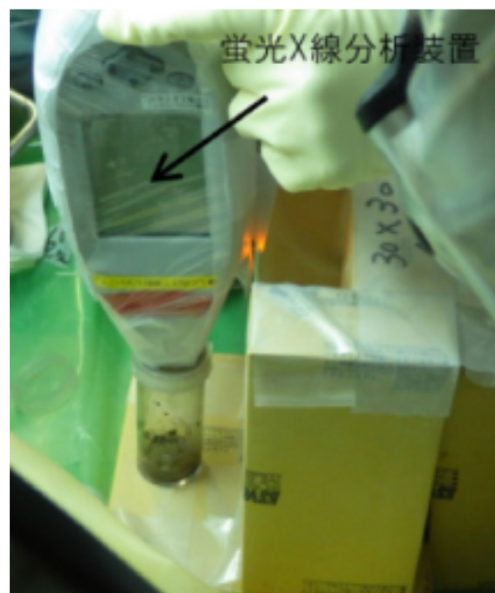
- 堆積物サンプリングは、3/31と4/6の2回実施し、4/6に簡易蛍光X線分析が可能な量をサンプリングできた。簡易蛍光X線分析に際し、サンプリングボトル内の堆積物を沈殿させ、不要な上澄み液を除去した上で実施。
- 簡易蛍光X線分析装置は通常、検出窓に試料を押し付けて分析するが、装置の汚染が懸念されたことから、装置をフィルムで養生して分析。
- またサンプリングボトルの蓋を蛍光X線が透過できないため、分析用フィルムに張り替え、分析用フィルムを挟んだ状態で分析。
- 分析は1号機大物搬入口内に設置したグローブボックス内で実施。（雰囲気線量：0.03mSv/h）
- また堆積物の一部を5、6号機ホットラボに移送し、Ge半導体検出器による γ 線核種分析を実施。



4/6サンプリング結果
(上澄み液除去前)
表面線量… γ : 9mSv/h
 $\beta+\gamma$: 18mSv/h



4/6サンプリング結果
(上澄み液除去後)
表面線量… γ : 6mSv/h
 $\beta+\gamma$: 15mSv/h



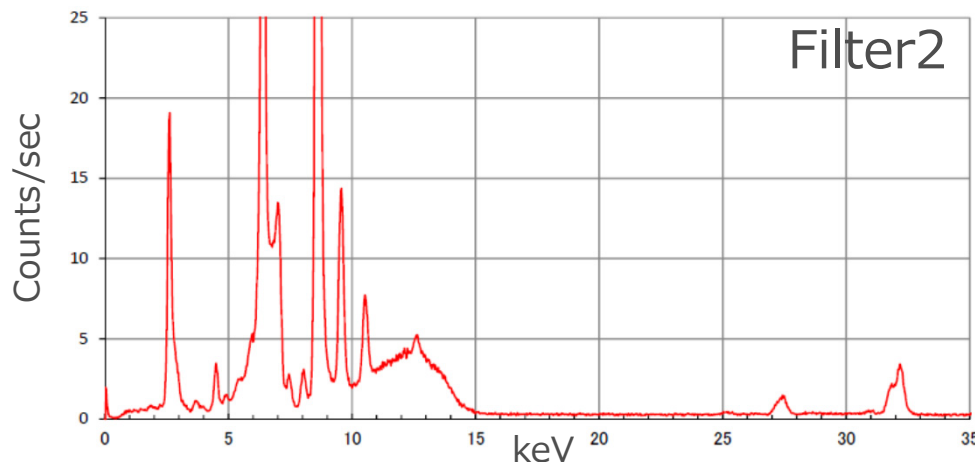
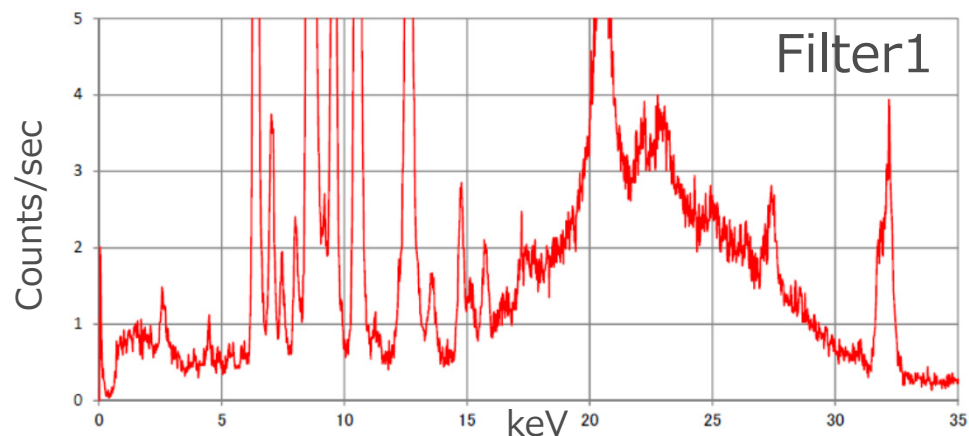
簡易蛍光X線分析装置による
分析の状況



グローブボックス外観

3.簡易蛍光X線分析及びγ線核種分析の結果（1/3）

- 簡易蛍光X線分析は4回実施しており、スペクトルの傾向は4回とも同じであることが確認されたことから、スペクトルの平均を算出し、どのような元素が含まれていたかを確認。なお、確認に際しては、PCV内に存在すると想定される放射性核種の有無も確認。
- 分析は主にMn以降の元素を分析する「Filter1」、Ti、V、Crの感度を上げて分析する「Filter2」の2つの設定で分析を実施。



簡易蛍光X線分析装置によって得られたスペクトル（4回分の平均値）

PCV内に存在する 主な元素	特性X線の I初値 [°] -ピーク[keV] ^{※2}
Si	1.74(Kα), 1.83(Kβ)
Cl	2.62(Kα), 2.82(Kβ)
Fe	6.4(Kα), 7.06(Kβ)
Zn	8.64(Kα), 9.57(Kβ) 1.01(Lα), 1.03(Lβ)
Zr	15.77(Kα), 17.67(Kβ) 2.04(Lα), 2.12(Lβ)
Pb	10.55(Lα), 12.61(Lβ), 14.76(Lγ)
Co ^{※1}	6.93(Kα), 7.65(Kβ)
Sr ^{※1}	14.16(Kα), 15.83(Kβ) 1.81(Lα), 1.87(Lβ)
Cs ^{※1}	30.97(Kα), 34.98(Kβ) 4.29(Lα), 4.62(Lβ), 5.28(Lγ)
U ^{※1}	13.61(Lα), 17.22(Lβ), 20.16(Lγ)

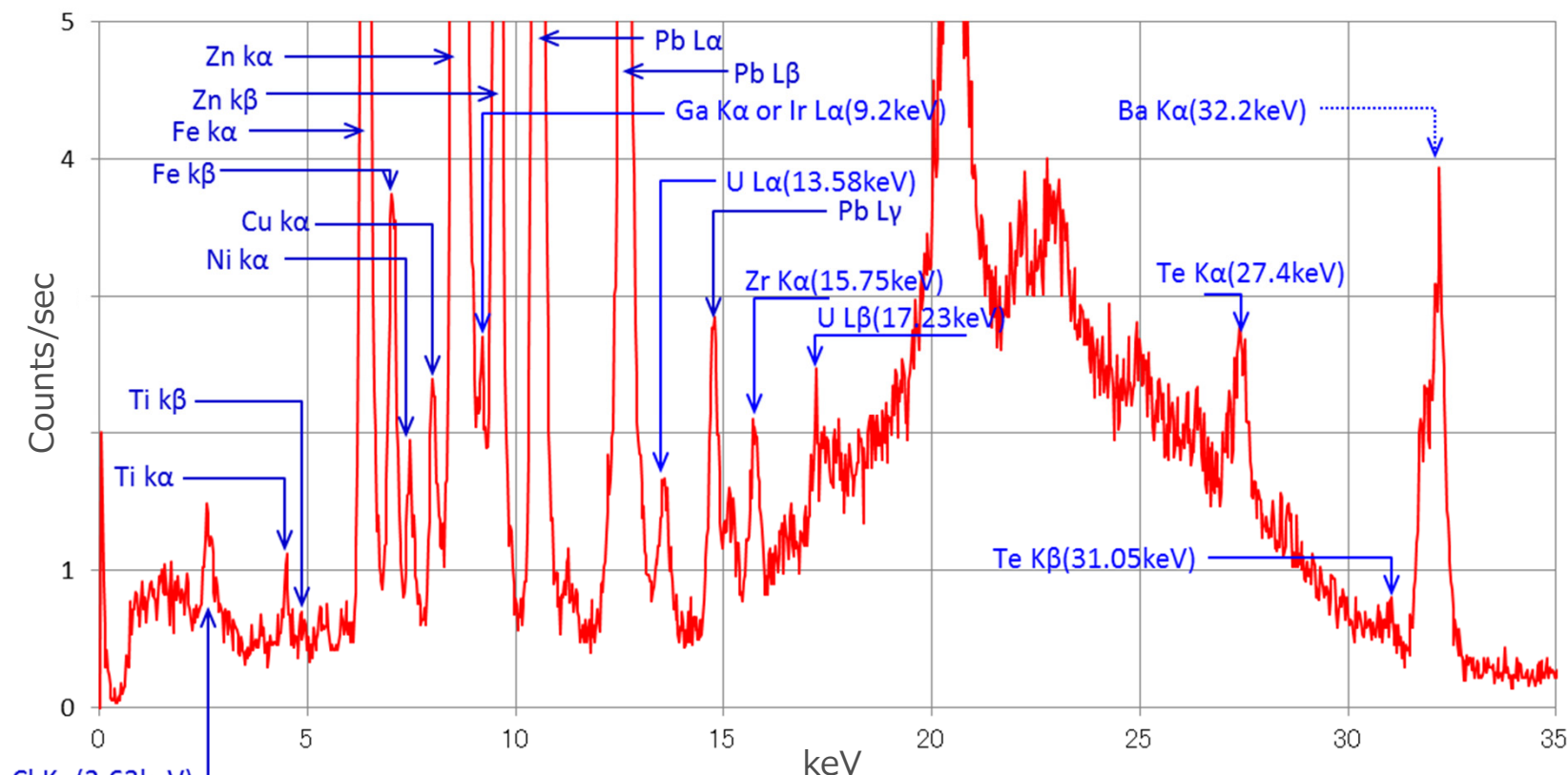
※1：主な放射性核種

※2：得られたスペクトルにてある元素の特性X線のI初値[°]-ピークが確認された場合、その元素が堆積物に含まれていることが分かる

3.簡易蛍光X線分析及びγ線核種分析の結果（2/3）

■ Filter1の結果

- 主な放射性核種としては、Uの特性X線のエネルギーピークが確認された。一方、Puについては 確認されなかった。
- 今回の堆積物はγ及びβの線量を有するが、簡易蛍光X線分析ではCo, Sr, Cs等は確認されなかった。一方、堆積物のGe半導体検出器によるγ線核種分析を実施したところ、Cs-134, Cs-137, Co-60, Sb-125を確認した。
- その他、炉内構造物や保温材等に使用されるステンレス鋼に含まれるFeやNi, 塗装に含まれるZn, ケーブルに使用されるCu, RPV内の溶接金属として使用されるTi, 核分裂生成物であるTe等が確認された。



簡易蛍光X線分析装置によって得られたスペクトル (Filter1)

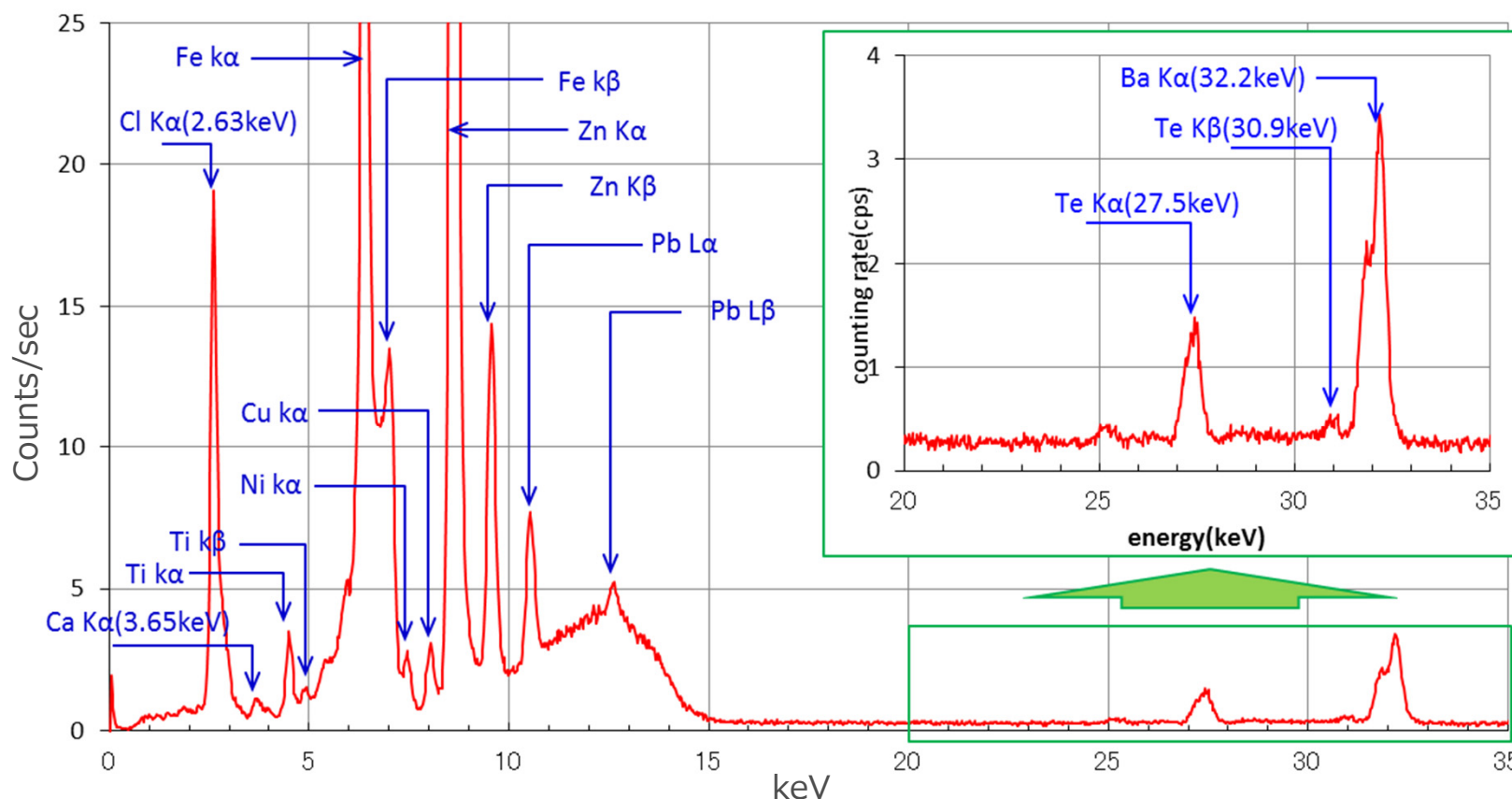
検出されたγ線核種	放射エネルギー [Bq/g]
Cs-134	3.5E+06
Cs-137	2.7E+07
Co-60	1.1E+05
Sb-125	7.0E+05

Ge半導体検出器による
γ核種分析結果

3.簡易蛍光X線分析及び γ 線核種分析の結果 (3/3)

■ Filter2の結果

- Clが確認されたが、装置の汚染防止のために用いたフィルムに含まれる元素であることから、海水成分として確認されたかは不明である。
- 炉内構造物や保温材等を使用されるステンレス鋼に含まれるFeやNi、塗装に含まれるZn、ケーブルに使用されるCu、遮へいカーテン等の遮へい材に含まれるPb等が確認された。



簡易蛍光X線分析装置によって得られたスペクトル (Filter2)

- 簡易蛍光X線分析の結果，堆積物の成分としては炉内構造物や保温材等に使用されるステンレス鋼に含まれるFeやNi，塗装に含まれるZn，遮へいカーテン等の遮へい材に含まれるPbといった，元々PCV内に存在していた元素が確認できた。
- 堆積物のGe半導体検出器による γ 線核種分析の結果から，Cs-134，Cs-137，Co-60，Sb-125といった γ 線核種についても確認することができた。一方，簡易蛍光X線分析では，これらの核種は検出されなかったことから，元素の数としてはそれほど多くは存在していなかったものと推定される。
- また堆積物にはUの特性X線のエネルギーピークが確認されている。今回は簡易分析であること，及びPuは同じ堆積物にて確認されなかったことから，今後詳細分析を実施していく。

(参考) 簡易蛍光X線分析で確認された元素

Filter1
Cl
Ti
Fe
Ni
Cu
Zn
Ga or Ir ※
Zr
Te
Ba
Pb
U

Filter2
Cl
Ca
Ti
Fe
Ni
Cu
Zn
Pb
Sn
Te
Ba

※ : 9.2KeVのI初級ピークに対し, Ga (Kaが9.25KeV) と Ir (Laが9.17keV) の特性X線のI初級ピークのどちらかと見られるが, 判別が困難

3号機原子炉格納容器内部調査について

2017年5月25日

IRID

TEPCO

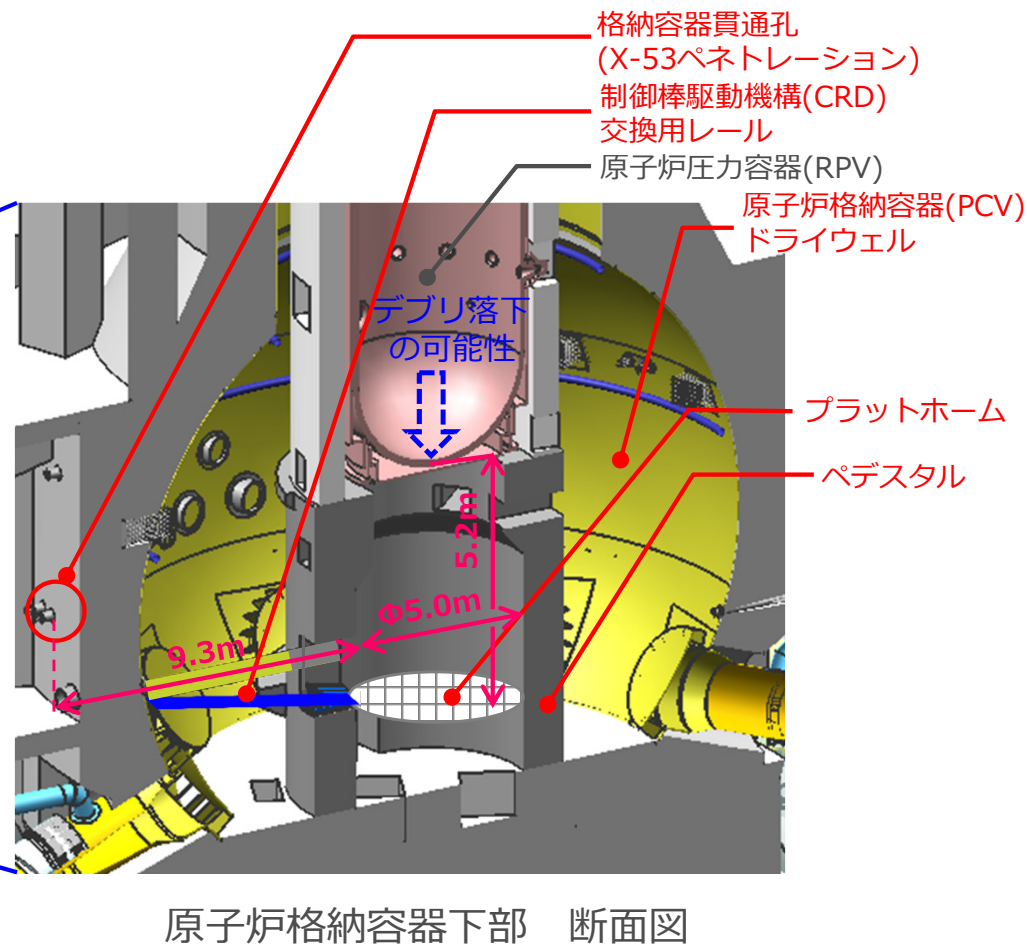
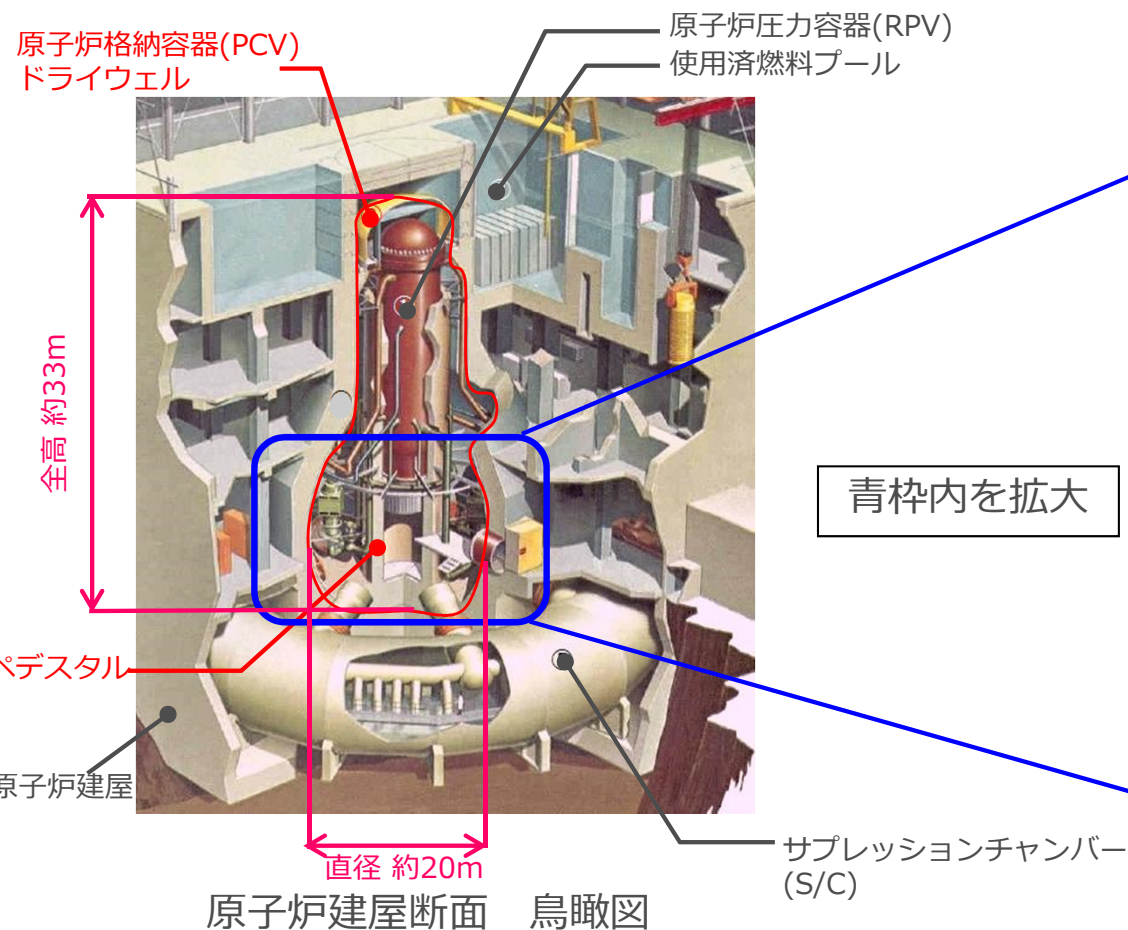
東京電力ホールディングス株式会社

1. 3号機原子炉格納容器(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。

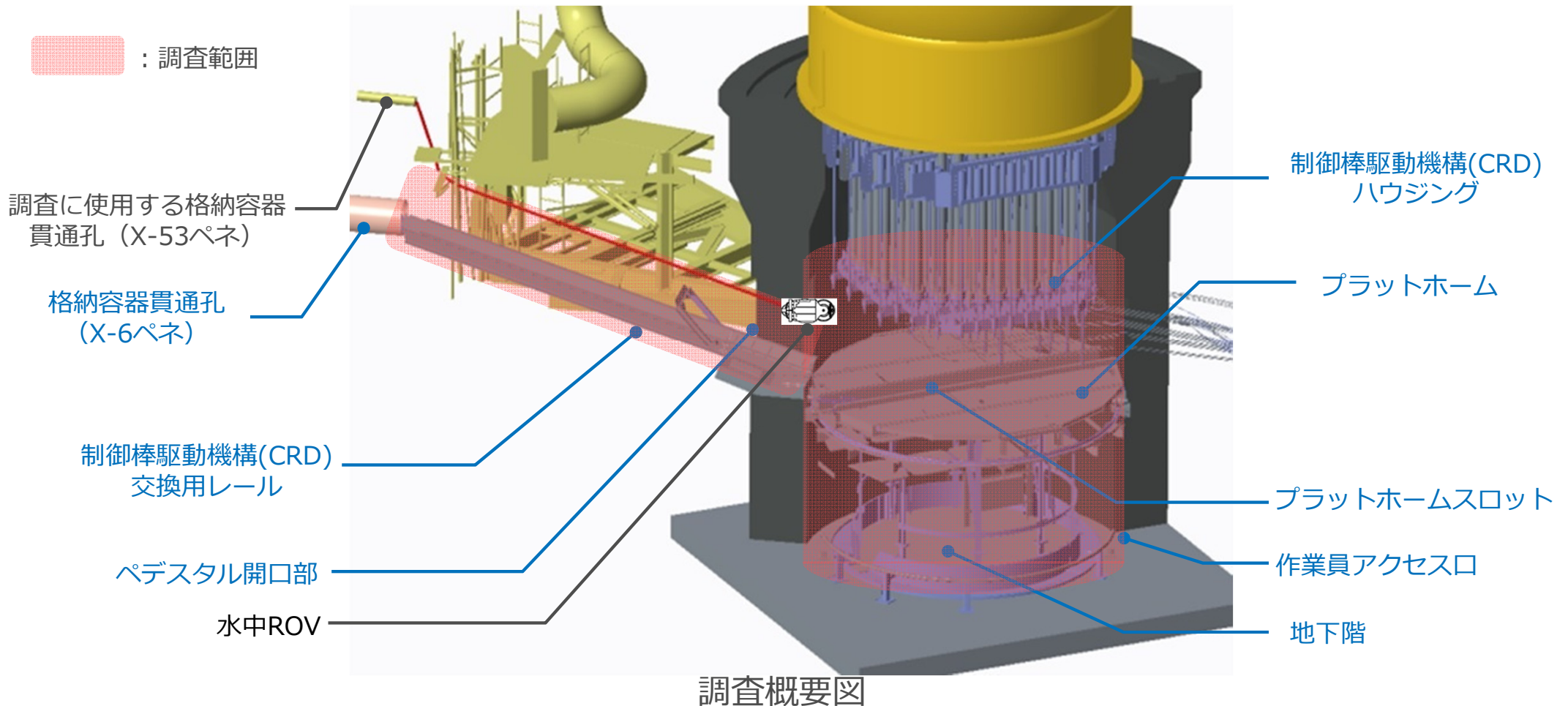


- 燃料デブリを取出すためには、原子炉格納容器内(PCV)の調査を実施し、デブリ及び周辺構造物の状況を把握することが必要。



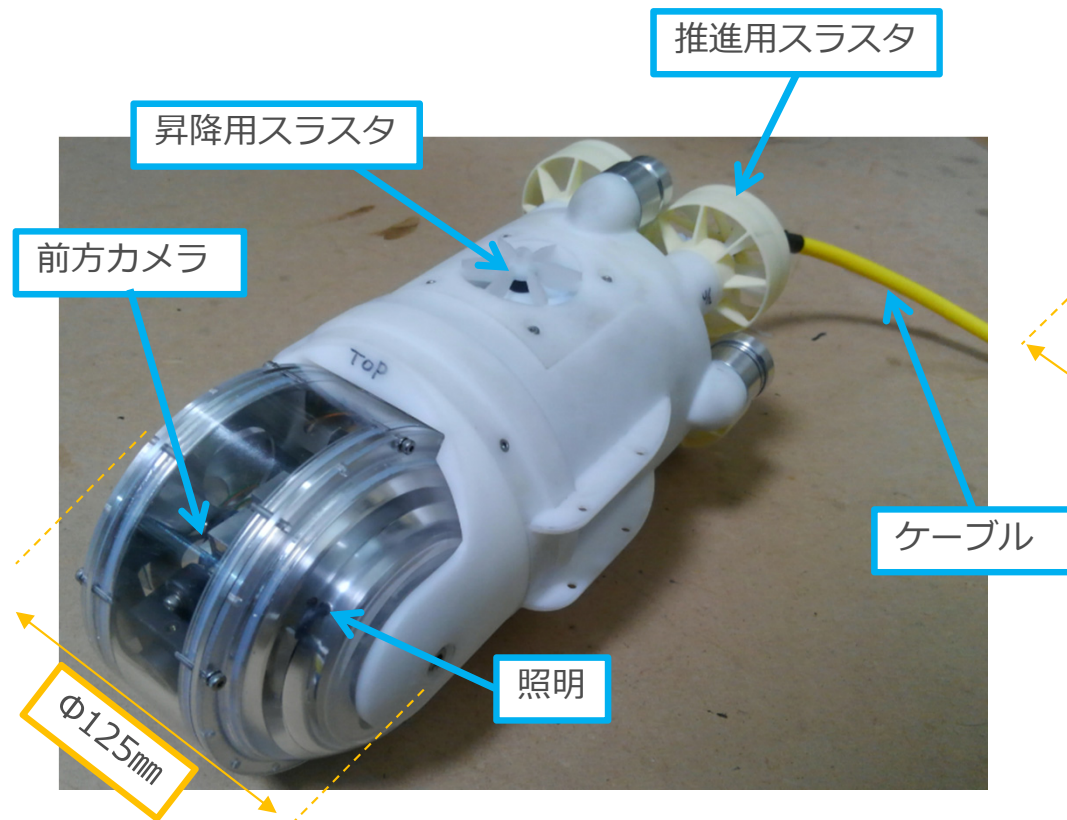
2. PCV内部調査の概要について

- 【調査計画】：①燃料デブリが存在する可能性のあるペDESTAL内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。

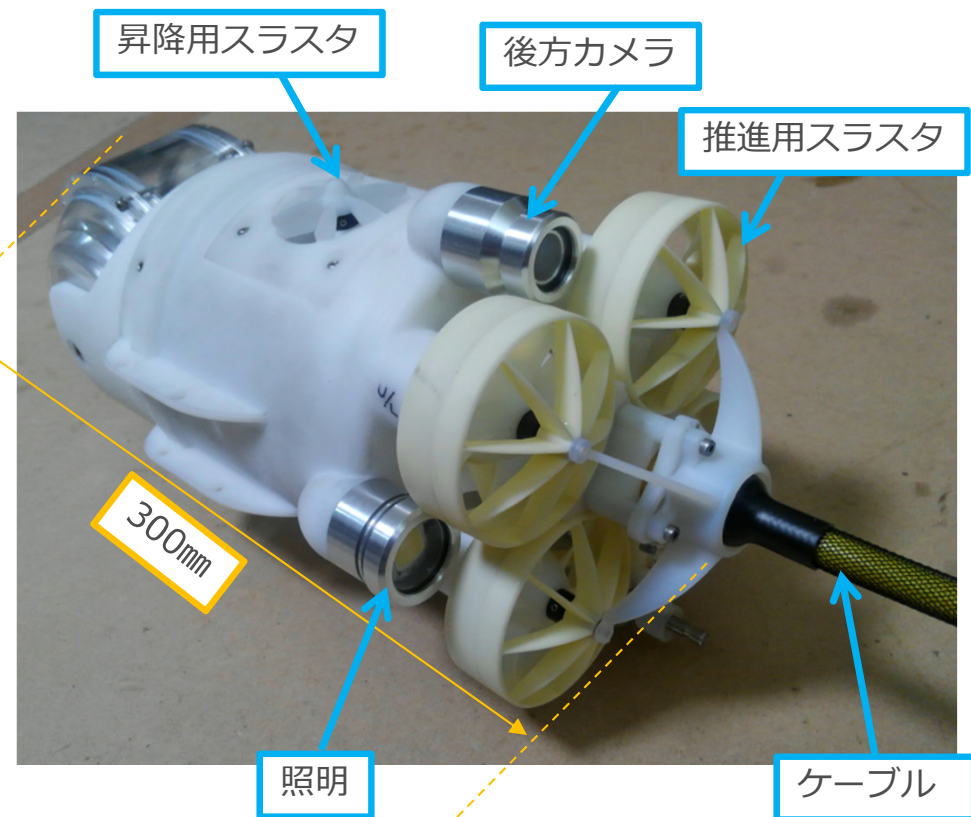


3. 水中ROVによるPCV内部調査 (1/2)

- 水中ROVには、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)を搭載。



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)

3. 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予定。

