

福島第一 1～3号機 原子炉格納容器内部調査について

2018年1月12日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

至近の原子炉格納容器内部調査結果の概要

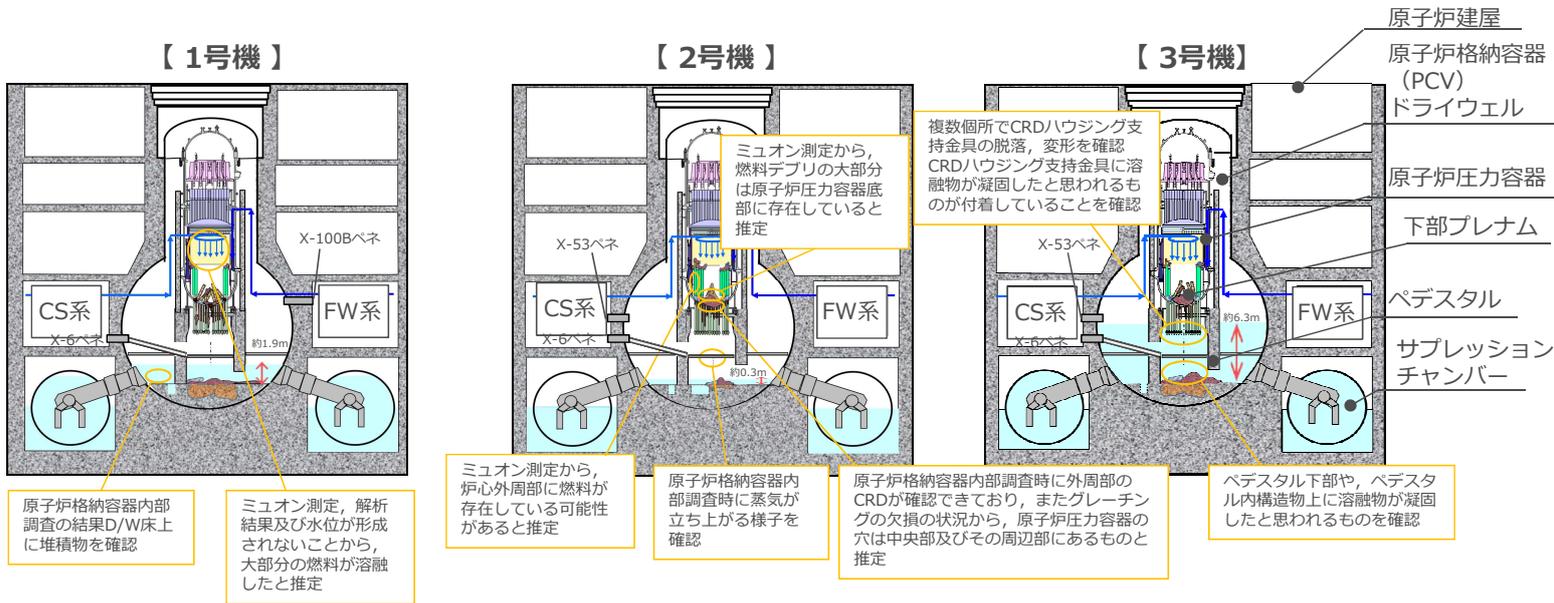
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1. 各号機の状況

1.1 燃料デブリ分布の推定と水位

- 1号機では溶融した燃料がほぼ全量がペDESTALへ落下しており、炉心部にはほとんど燃料が存在していないと推定される。
- 2及び3号機では、溶融した燃料のうち、一部は原子炉圧力容器（RPV）下部プレナムまたはペDESTALへ落下し、一部は炉心部に残存していると考えられる。

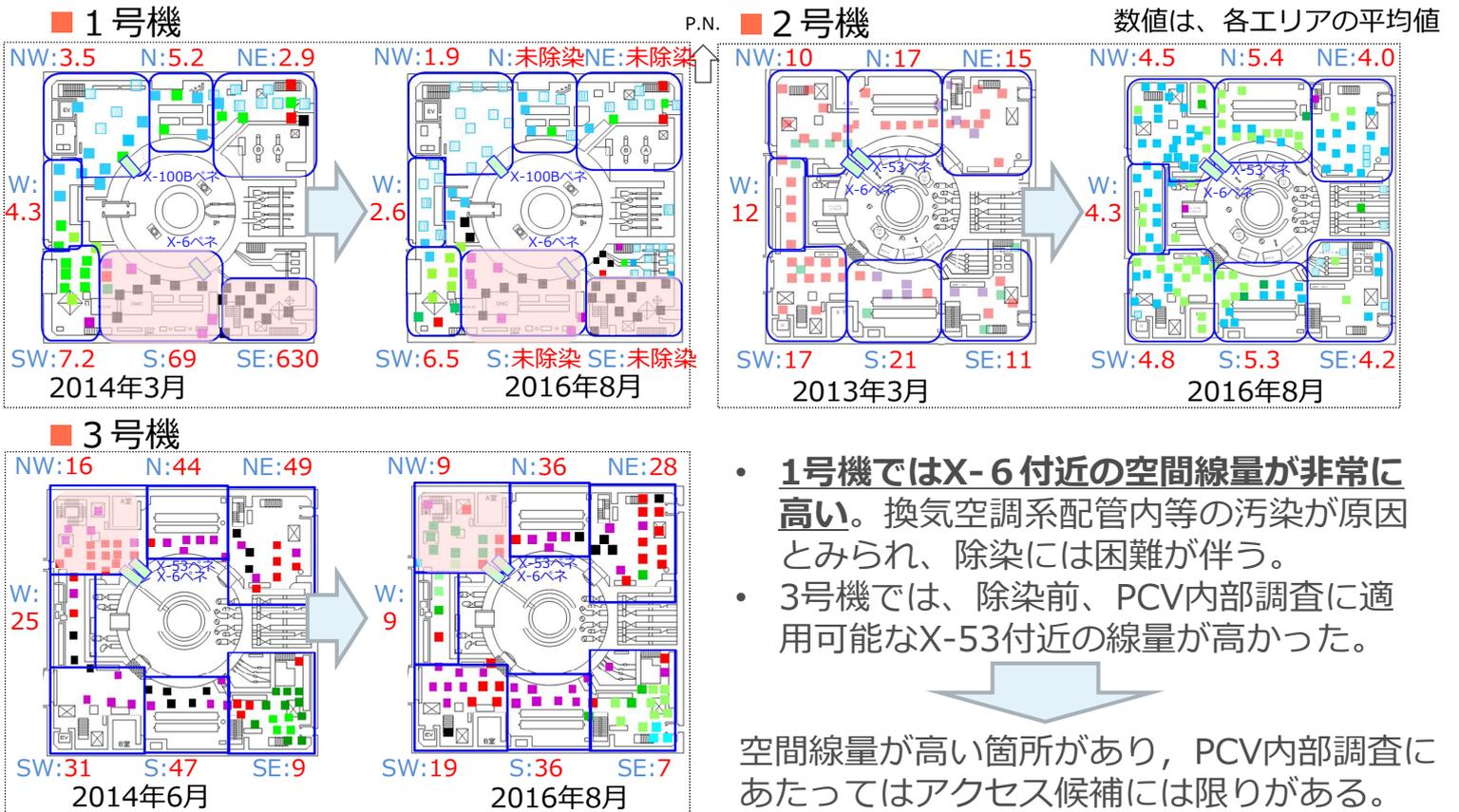


事象進展解析及び水位測定結果による推定

1. 各号機の状況

1.2 原子炉建屋1階の空間線量

■: <3mSv/h ■: <5mSv/h ■: <7mSv/h ■: <10mSv/h ■: >10mSv/h ■: >20mSv/h ■: >50mSv/h 単位: mSv/h



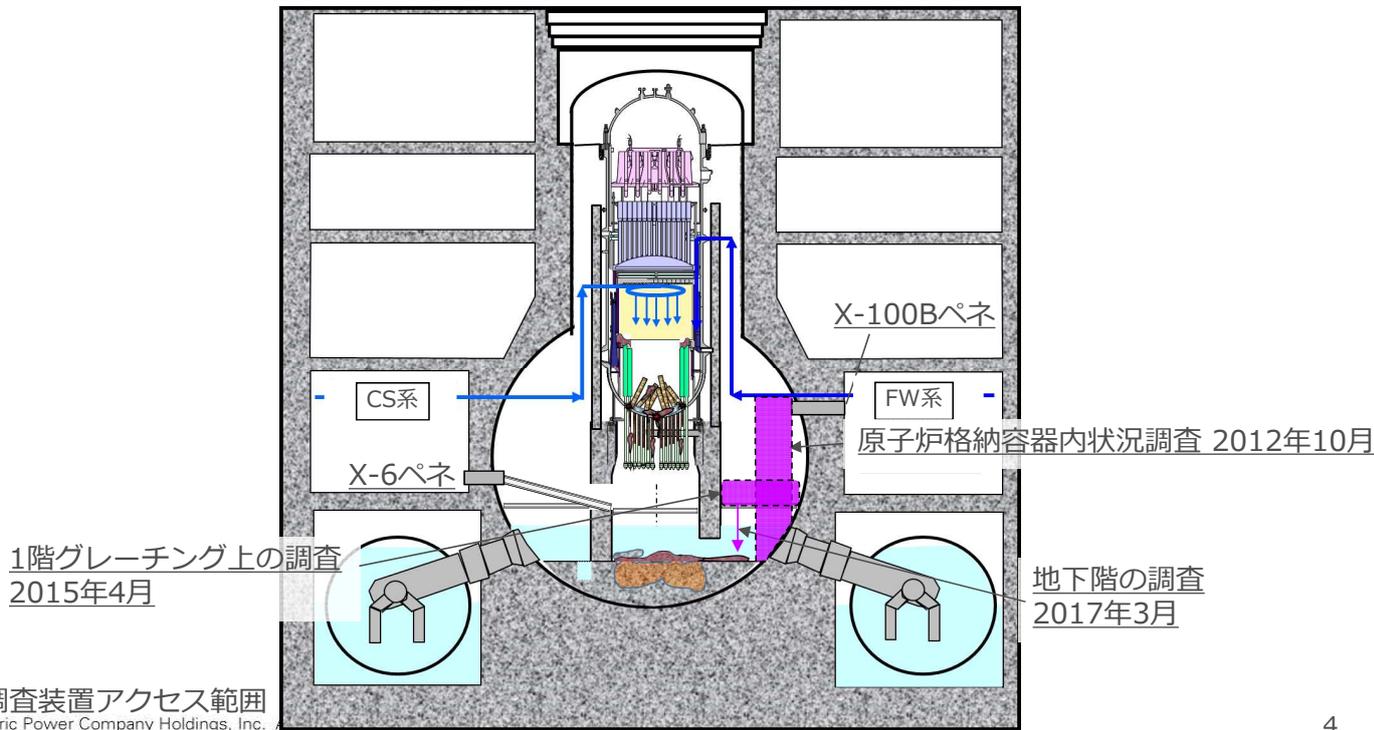
- 1号機ではX-6付近の空間線量が非常に高い。換気空調系配管内等の汚染が原因とみられ、除染には困難が伴う。
- 3号機では、除染前、PCV内部調査に適用可能なX-53付近の線量が高かった。

空間線量が高い箇所があり、PCV内部調査にあたってはアクセス候補には限りがある。

2. 至近のPCV内部調査実績

2.1 1号機におけるPCV内部調査結果の概要 (1/2)

- X-100Bペネから原子炉格納容器 (PCV) 内にアクセスし、原子炉格納容器内の線量・水位・温度について確認 (2012年10月)。
- その後、X-100Bペネから走行型ROVを挿入しペDESTAL外側の1階グレーチング上の調査 (2015年4月) 及び地下階の調査 (2017年3月) を実施。
- ペDESTAL地下階において、床面から高い位置に堆積物を確認。

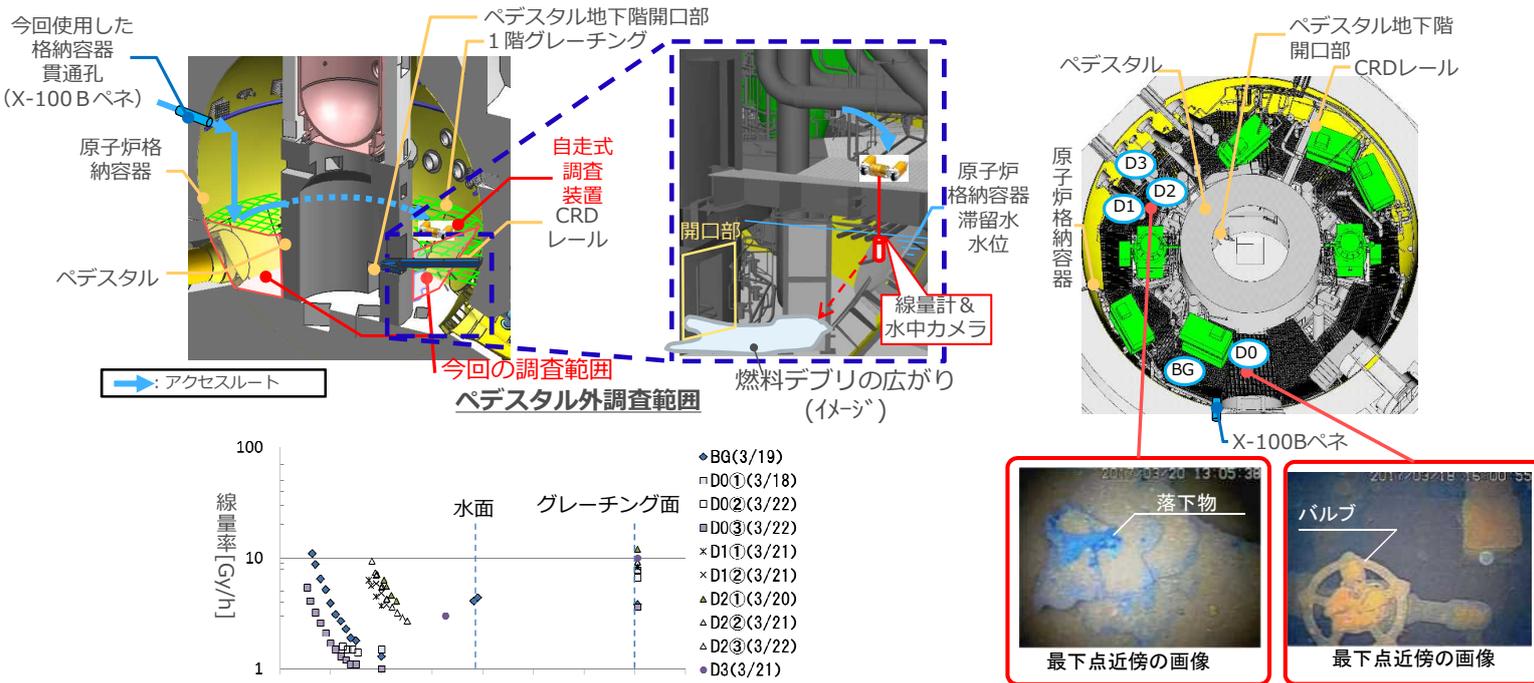


調査装置アクセス範囲
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.

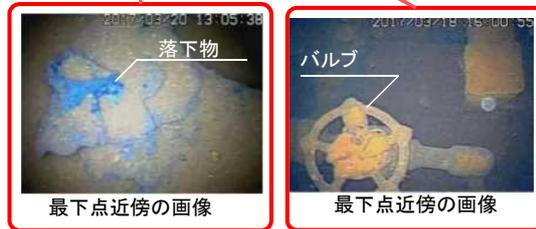
2. 至近のPCV内部調査実績

2.1 1号機におけるPCV内部調査結果の概要 (2/2)

- 1階グレーチング上からカメラ・線量計を吊り下ろし、ペDESTAL地下階開口部近くの原子炉格納容器底部の状況を調査。確認にされた範囲では、機器に損傷は確認されなかった。また、格納容器床面から高い位置に堆積物があることを確認。底部に近づくほど線量が上昇する傾向を確認。



注：設計上のグレーチング面と床面の距離から計測ユニットのケーブル送りだし量を引いて算出しており、正確な床面からの距離は今後、得られた画像データを元に評価を行う。

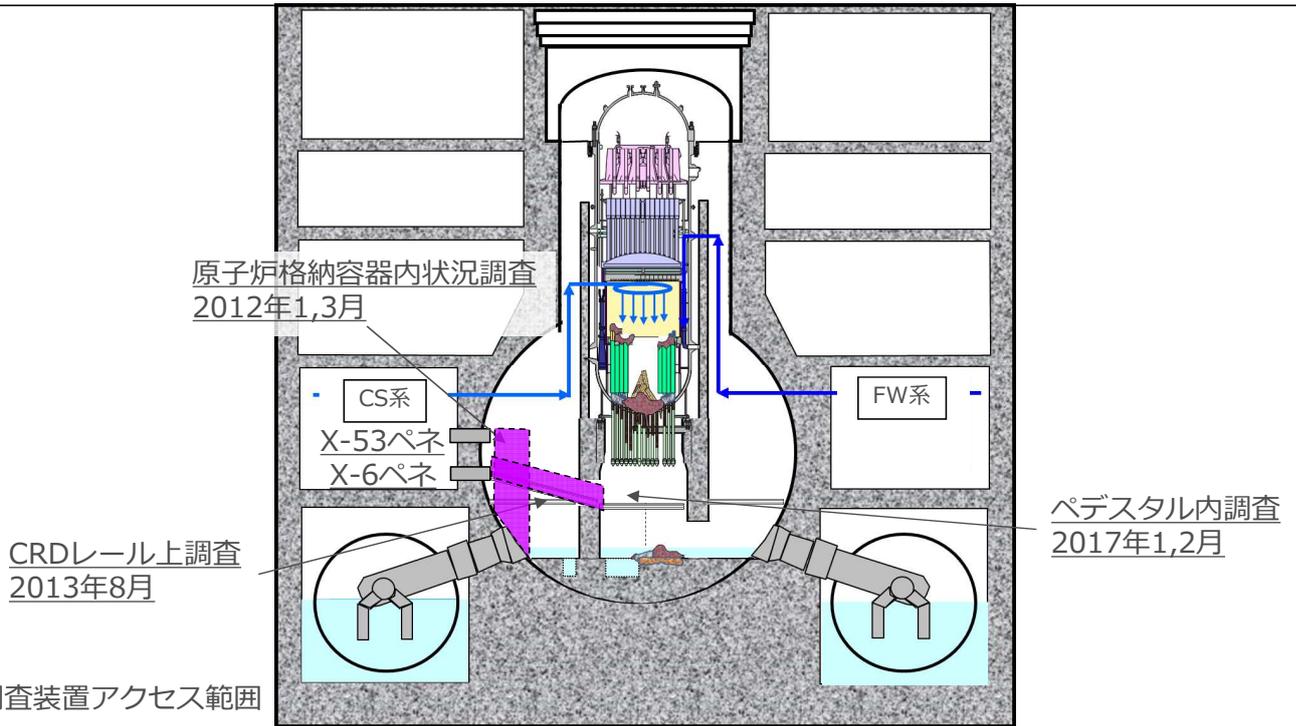


原子炉格納容器底部近傍の状況

2. 至近のPCV内部調査実績

2.2 2号機におけるPCV内部調査結果の概要 (1/2)

- X-53ペネから原子炉格納容器内にアクセスし、原子炉格納容器内の線量・水位・温度について確認（2012年1、3月）。
- また、X-53ペネからペDESTAL内へのアクセスルートとなるCRDレールを確認する調査（2013年8月）を実施。
- その後、X-6ペネからガイドパイプ、走行型ROVを挿入しペDESTAL内部の調査（2017年1～2月）を実施。
- ペDESTAL内において、堆積物やグレーチングの脱落等の状況を確認。



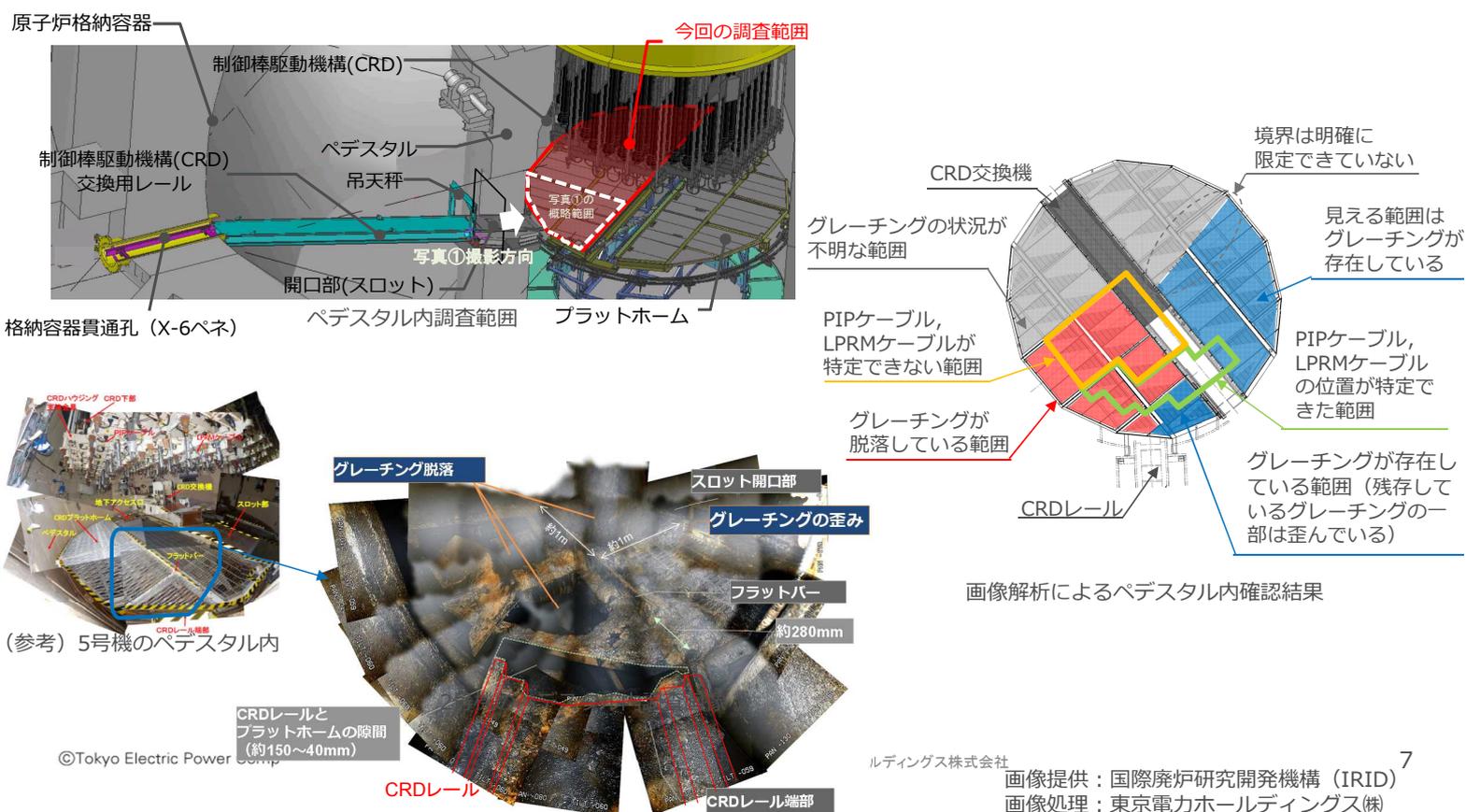
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2. 至近のPCV内部調査実績

2.2 2号機におけるPCV内部調査結果の概要 (2/2)

- CRD交換用レール及びペDESTAL内において、堆積物やグレーチングの脱落等を確認。



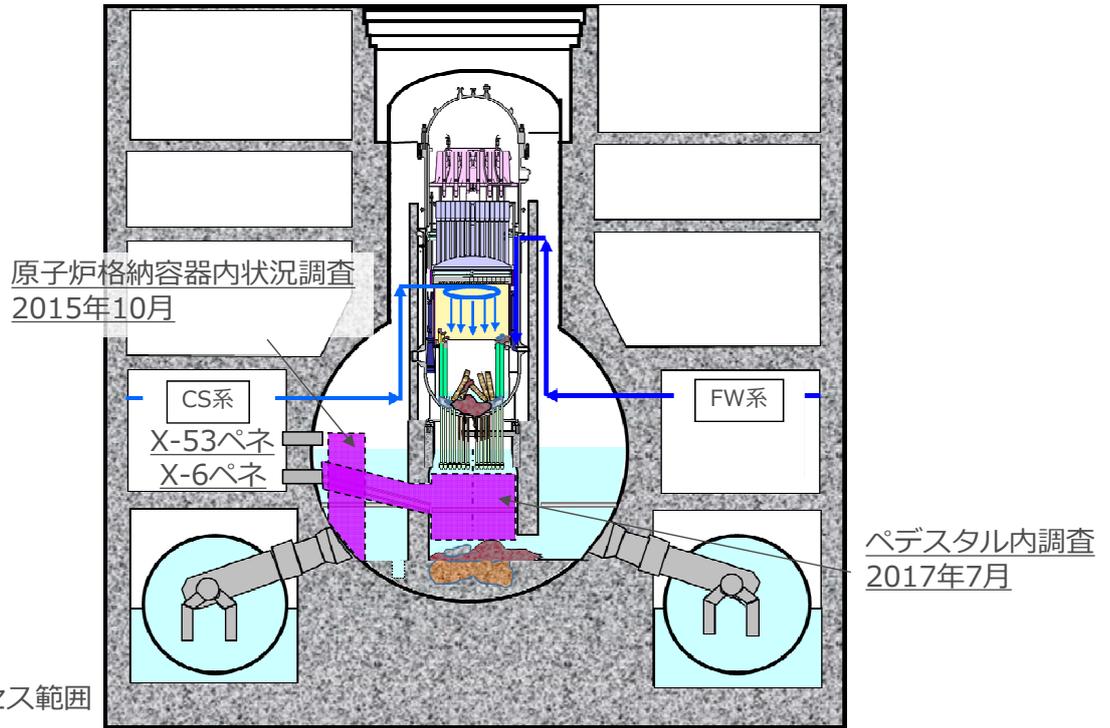
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

ルディングス株式会社

2. 至近のPCV内部調査実績

2.3 3号機におけるPCV内部調査結果の概要 (1/2)

- X-53ペネから原子炉格納容器内にアクセスし、原子炉格納容器内の線量・水位・温度について確認 (2015年10月)。
- その後、X-53ペネから水中遊泳型ROVを挿入し、ペDESTAL内部の調査 (2017年7月) を実施。
- ペDESTAL内において、複数の構造物の損傷や、溶融物が凝固したと思われるものがCRDハウジングフランジ等に付着している状況を確認。



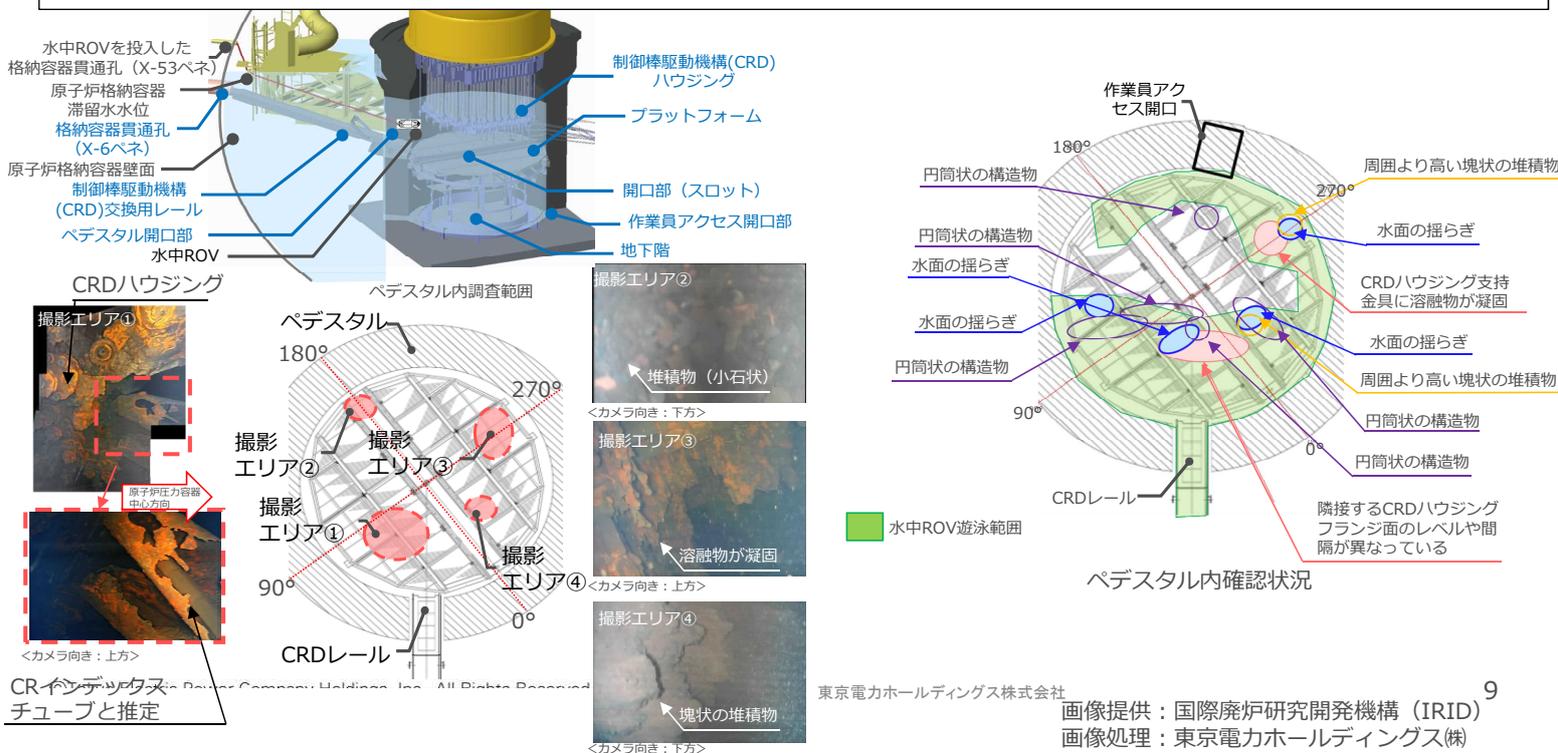
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2. 至近のPCV内部調査実績

2.3 3号機におけるPCV内部調査結果の概要 (2/2)

- 複数の構造物の損傷や、溶融物が凝固したと思われるものがCRDフランジ等に付着している状況を確認
また、ペDESTAL内の複数箇所で砂状、小石状、塊状の堆積物を確認
- 炉内構造物 (CRガイドチューブ、CRDインデックスチューブ) と推定される構造物を確認
- 水面の揺らぎがRPV中央部だけでなく、外周部でも確認されたことから、RPV下鏡の中央部だけでなく外周部にも開口部が存在する可能性あり
- ペDESTAL地下階の作業員アクセス開口部は視認できなかったが、近傍に堆積物を確認



東京電力ホールディングス株式会社

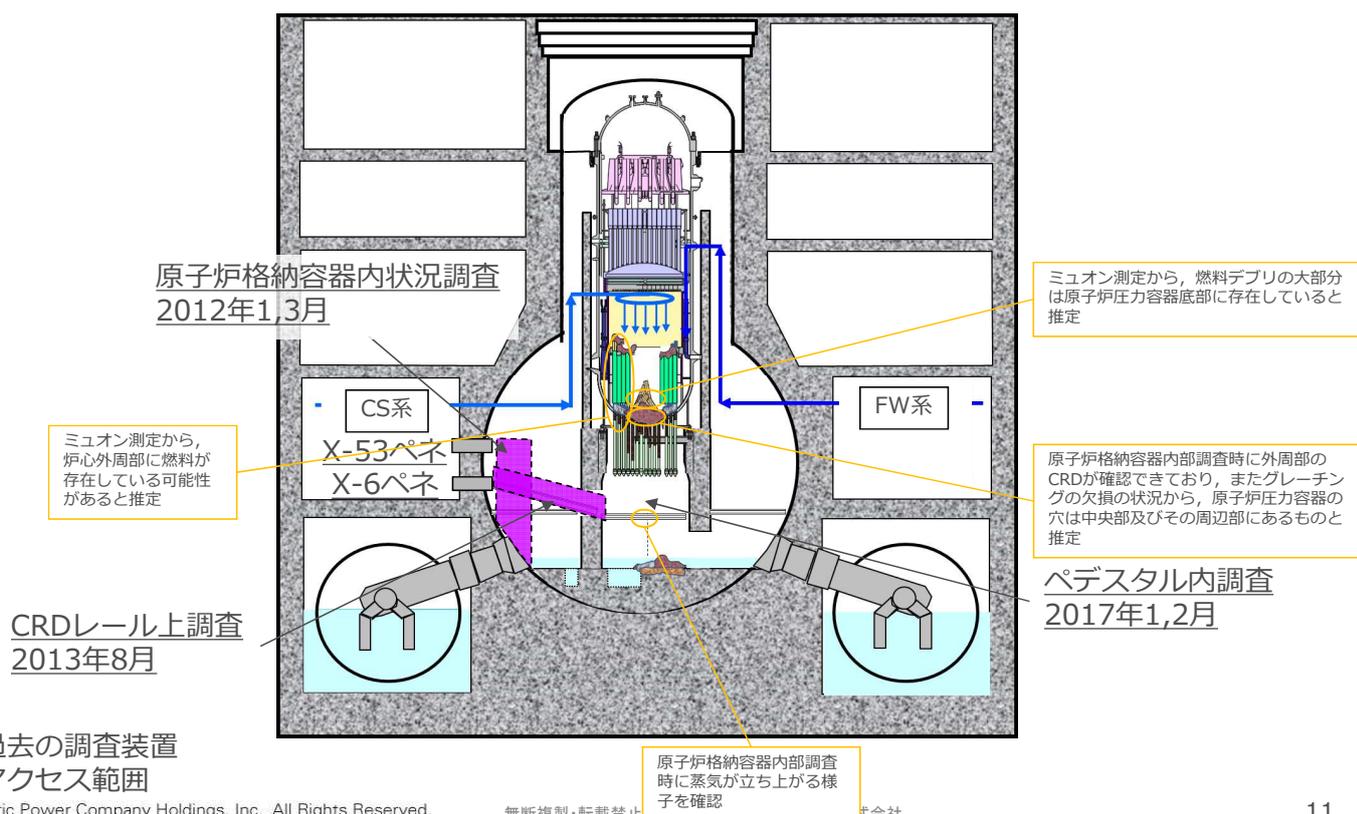
画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

至近の原子炉格納容器内部調査計画（2号機）

3. 2号機PCV内部調査計画 3.1 2号機におけるPCV内部の状況



- 事故進展解析から、2号機では溶融した燃料のうち、一部は原子炉圧力容器（RPV）下部プレナムまたはペDESTALへ落下し、一部は炉心部に残存していると考えられる。



3. 2号機PCV内部調査計画

3.2 2017年1～2月原子炉格納容器内部調査の結果について

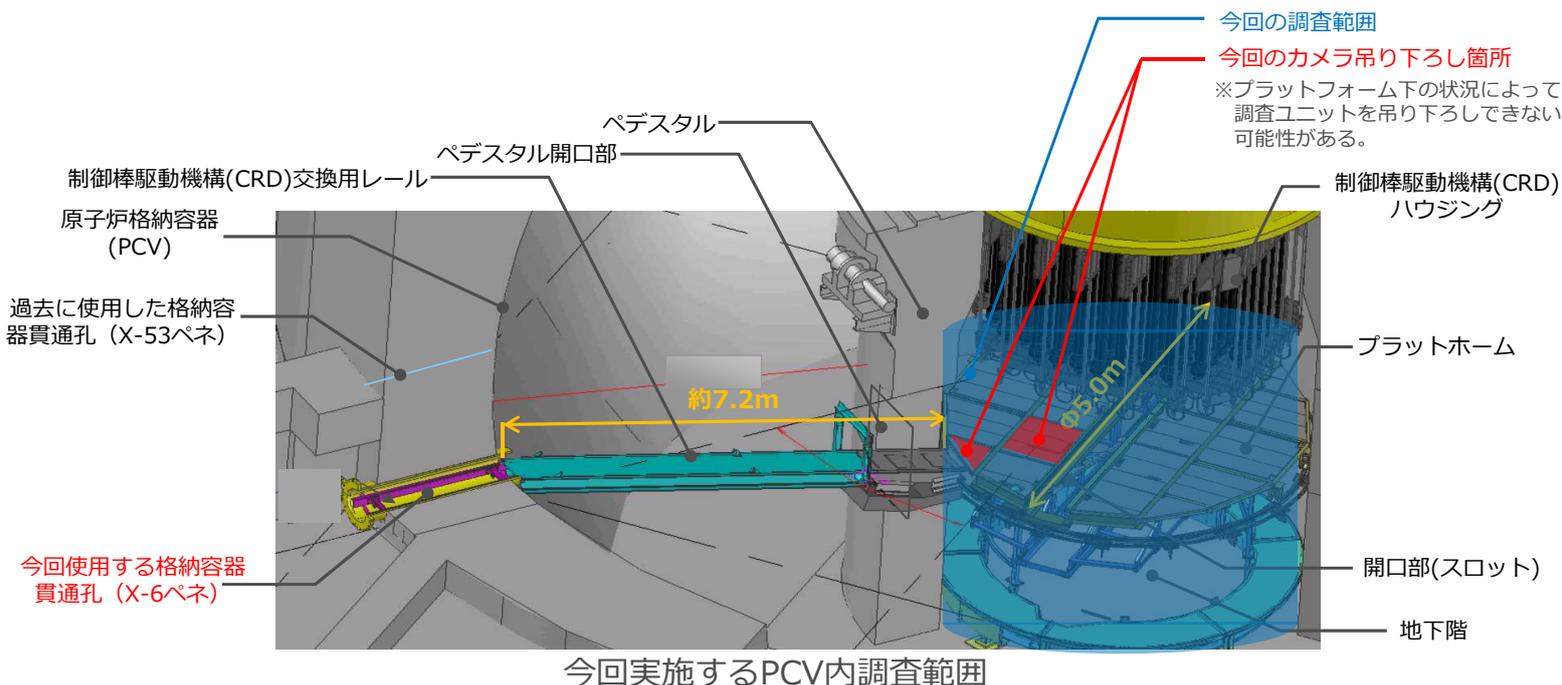
- 2017年1～2月に実施した原子炉格納容器（PCV）内部調査のうち、ガイドパイプによるペDESTAL内事前調査にて、ペDESTAL内のグレーチングが一部脱落していることを確認



3. 2号機PCV内部調査計画

3.3 今回実施するPCV内部調査の概要について

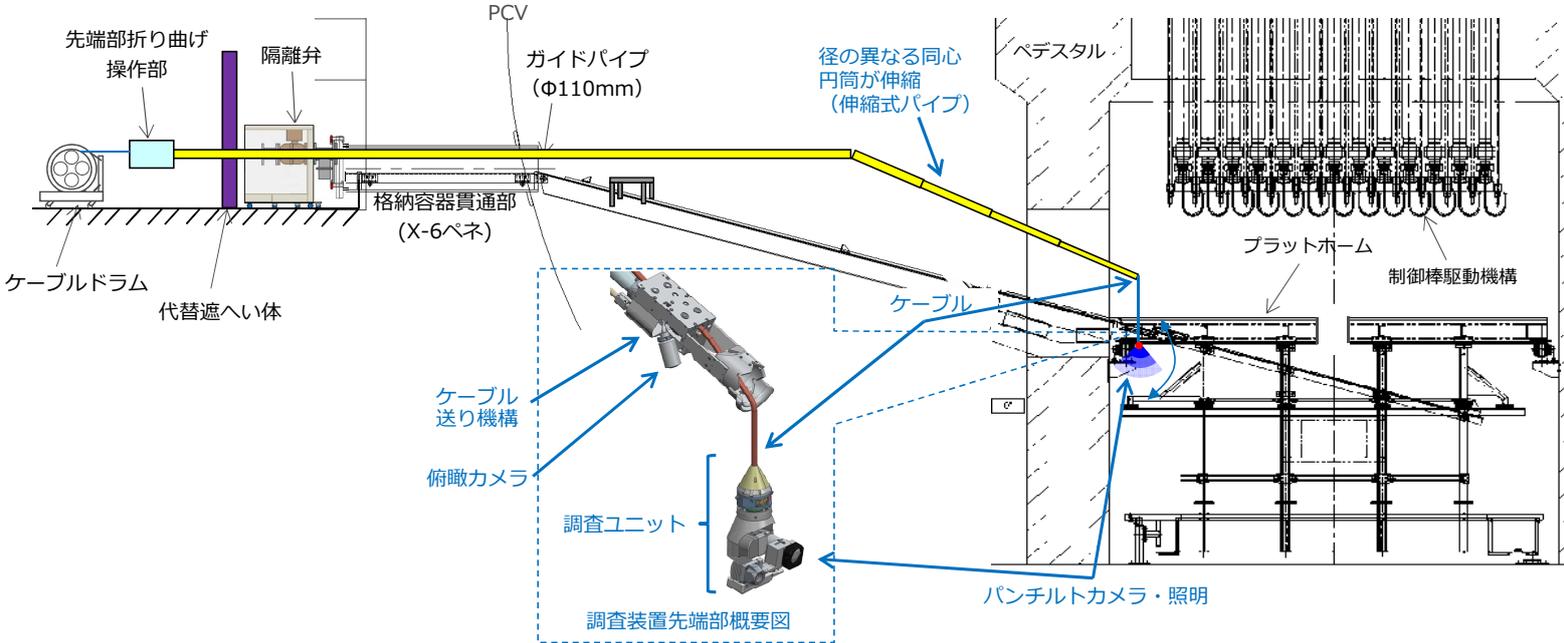
【調査計画】：燃料デブリが存在する可能性のあるプラットホーム下の状況について、確認を行う。



3. 2号機PCV内部調査計画

3.4 調査方法について (1/2)

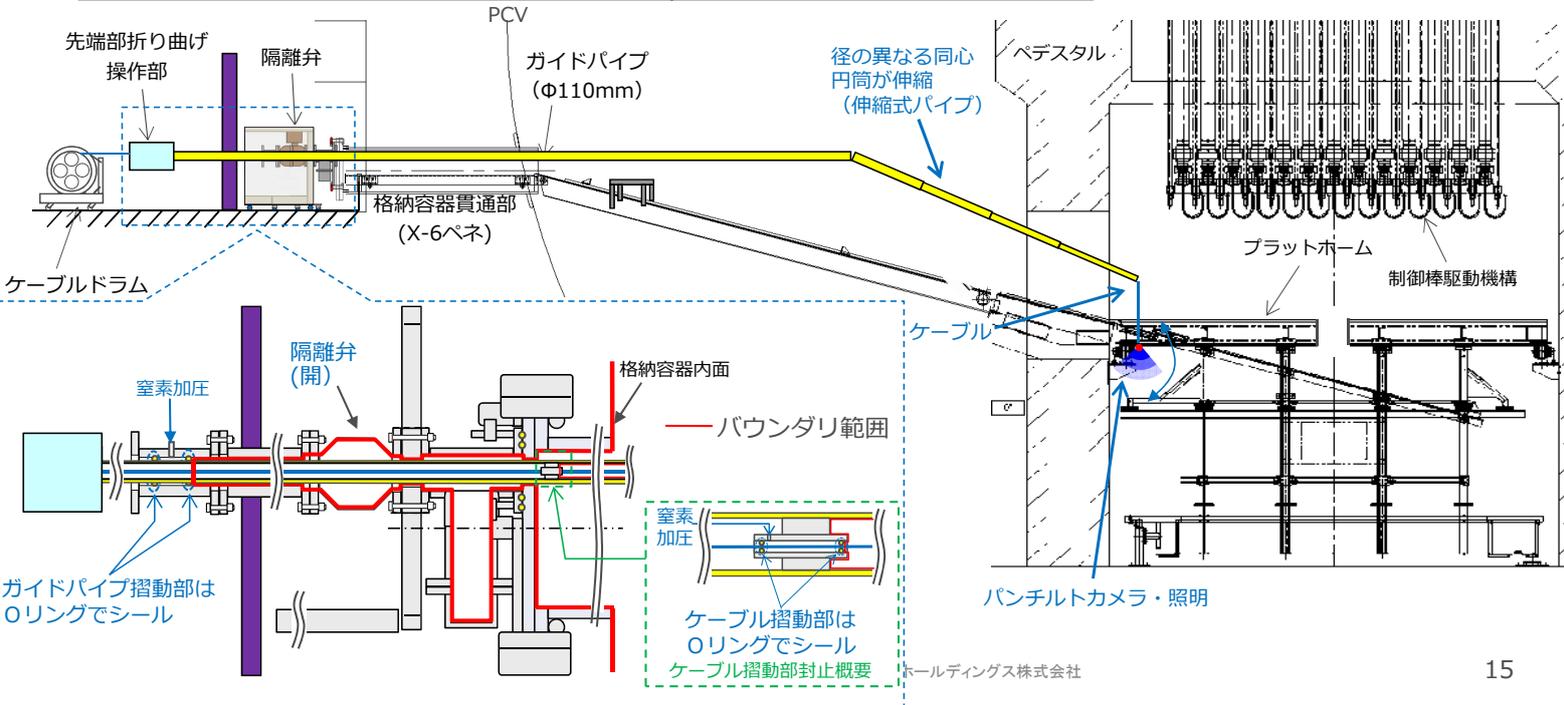
- 2017年1～2月PCV内部調査で使用したテレスコピック式調査装置を改良する。調査装置の長さを延長させ、その先端に吊り下ろし式カメラを設置した調査装置を用いる。
- 調査においては、調査装置の先端をペDESTAL内のグレーチング脱落部の上まで到達させた後、カメラを吊り下ろし、プラットホーム下の状況を調査する。
- 今回の改良にて、2017年1～2月PCV内部調査時よりもペDESTAL内にガイドパイプ先端を到達させて、CRDハウジング等のプラットホーム上の状況を再度確認する。



3. 2号機PCV内部調査計画

3.4 調査方法について (2/2)

- 調査にあたっては2017年1～2月PCV内部調査時と同様に、下図に示すように、ガイドパイプ摺動部を二重のOリングで封止することに加えて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。また吊り下ろしにより摺動するケーブルについても同様のバウンダリを構築し、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。



3. 2号機PCV内部調査計画

3.5 前回調査からの主な改善点 (1/4)

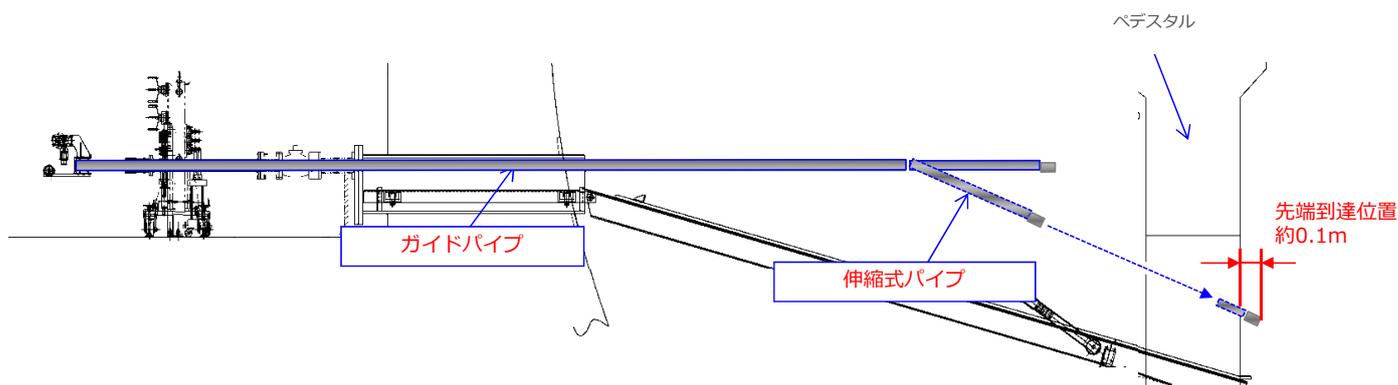
No.	今回調査	前回調査
①	ガイドパイプ, 伸縮式パイプの延長 先端到達位置: ペDESTAL内壁面より約1.4m	先端到達位置: ペDESTAL内壁面より約0.1m
②	吊り下ろし機構の追加 (ケーブル送り機構の追加)	吊り下ろし機構なし
③	カメラに加え, 線量計・温度計の搭載 (予定)	カメラのみ搭載
④	霧対策の追加 (調査用カメラと照明の距離を離すことが可能な機構をつけて視認性を向上)	調査用カメラと照明の距離は一定

3. 2号機PCV内部調査計画

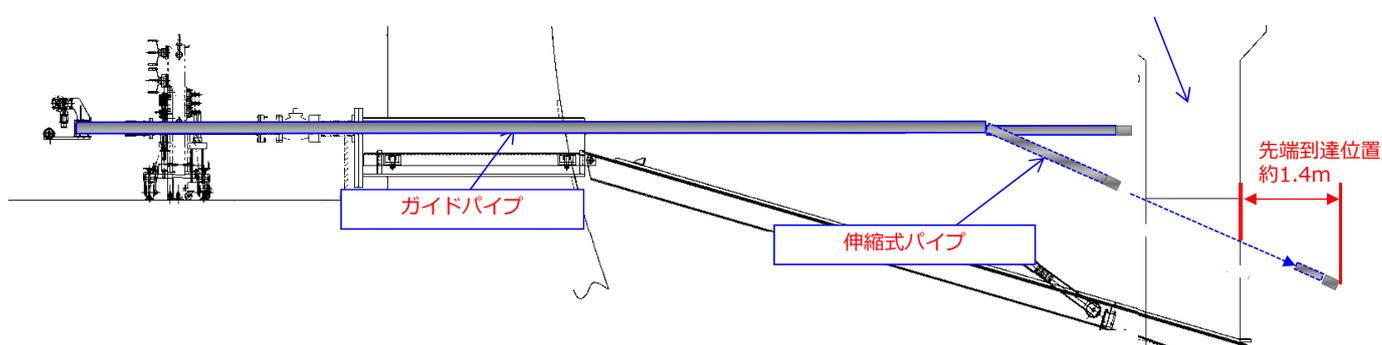
3.5 前回調査からの主な改善点 (2/4)

①ガイドパイプ, 伸縮式パイプの延長

前回調査



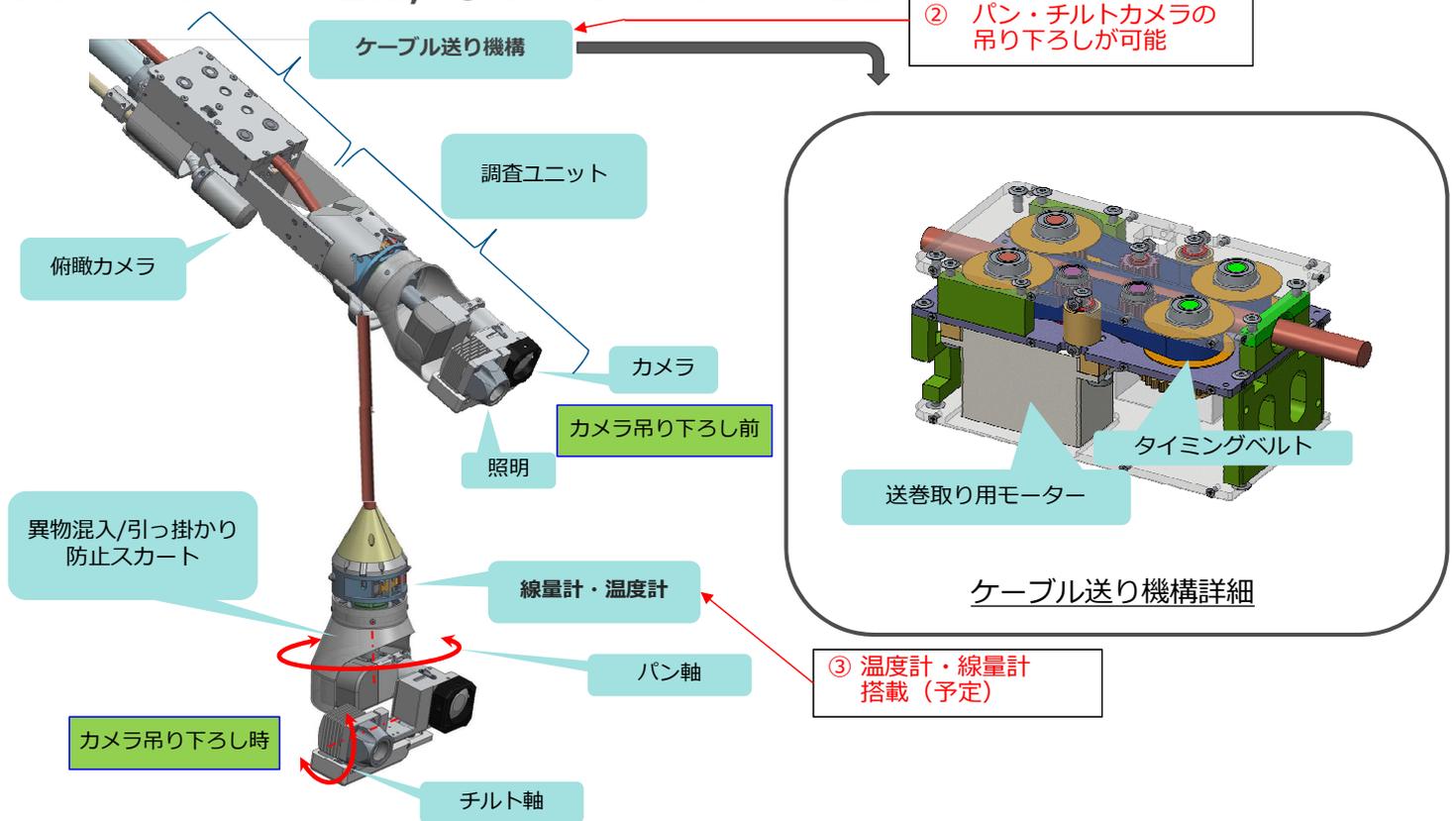
今回調査



3. 2号機PCV内部調査計画

3.5 前回調査からの主な改善点 (3/4)

②吊り下ろし機構の追加, ③線量計・温度計の追加



©Tokyo Electric Power Co. 吊り下ろしカメラ概要

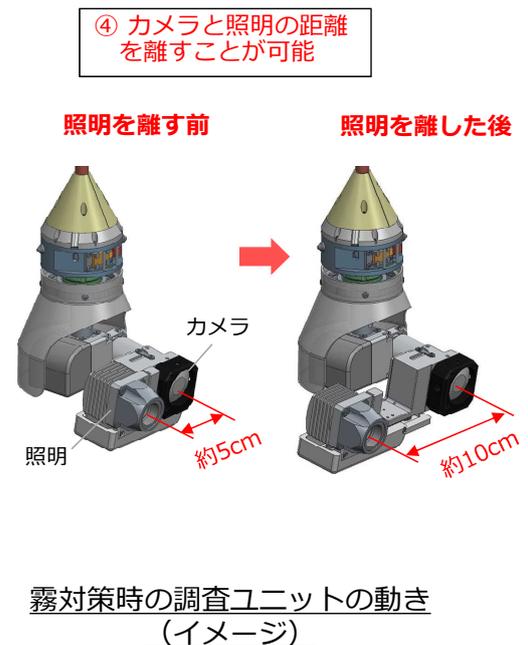
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3. 2号機PCV内部調査計画

3.5 前回調査からの主な改善点 (4/4)

④霧対策の追加

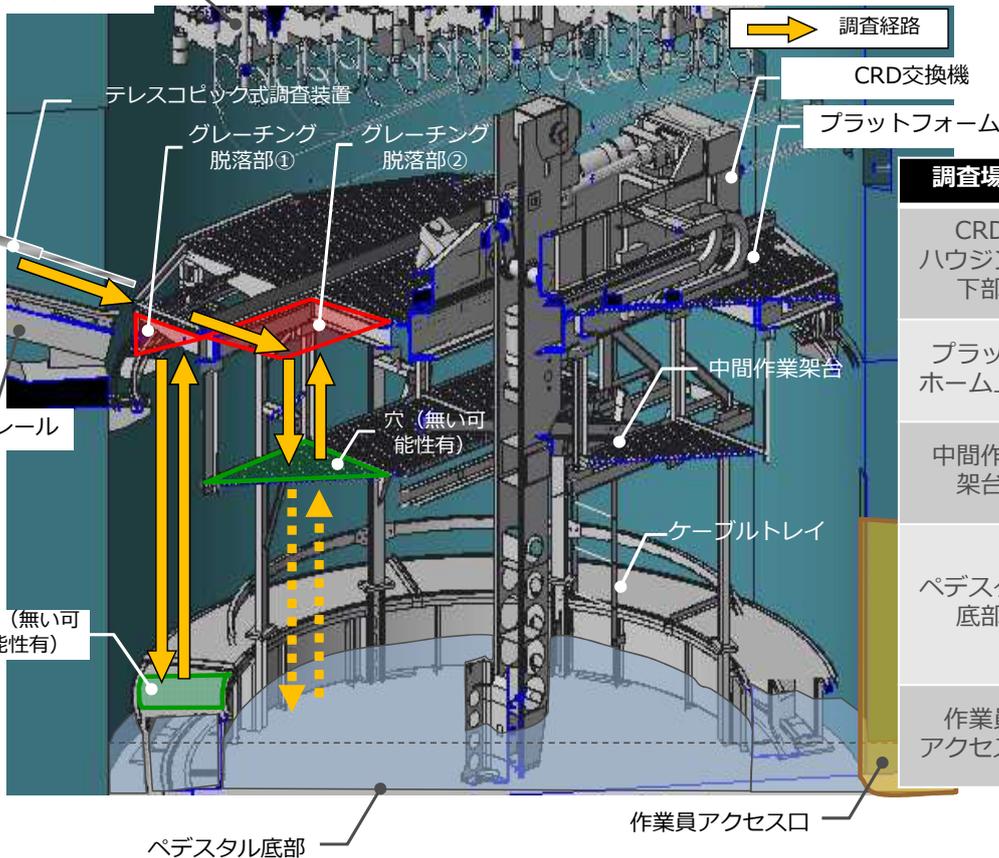
カメラと照明間距離	光の透過率100%, 距離:5m	光の透過率20%/3m, 距離:5m	
		画像処理前	画像処理後
対策前 約5cm			
対策後 約10cm			
前回調査			



3. 2号機PCV内部調査計画

3.6 PCV内部調査の調査場所

CRDハウジング



調査場所	期待される情報
CRDハウジング下部	・CRDハウジング下部の損傷状況の確認
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
中間作業架台	・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
ペDESTAL底部	・ペDESTAL底部の落下物，燃料デブリ等の堆積状況の確認 ・ケーブルトレイの損傷状況を確認（ペDESTAL基部に燃料デブリが到達しているかを推定）
作業員アクセス口	・ケーブルトレイの損傷状況を確認することにより，ペDESTAL外へのデブリ等の流出を推定。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3. 2号機PCV内部調査計画

3.7 工程案について

作業項目	2017年度		
	12月	1月	2月
事前準備	習熟訓練	現地準備 ▽1/12現在	
PCV内部調査		PCV内部調査	

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

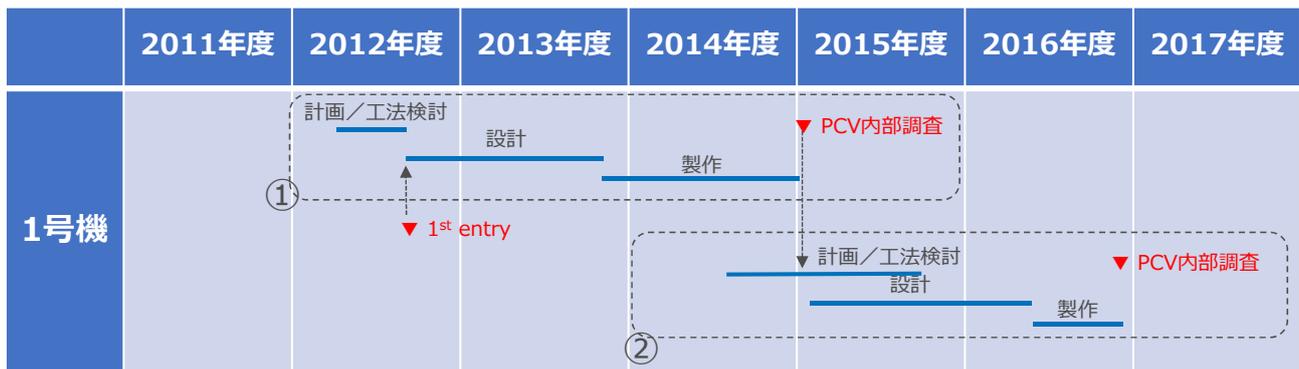
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

参考資料：これまでの1号機PCV内部調査

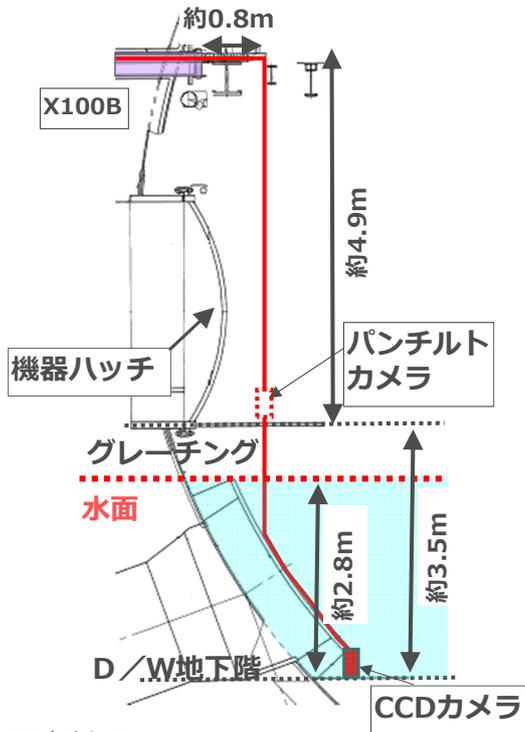
(参考1-1) 1号機PCV内部調査の経緯



- 2012年X-100Bを開孔（約φ130mm）して、PCV内にカメラ、線量計を挿入して情報を取得するとともに、滞留水を採取。
- PCV内の更なる調査は、高線量によりX-6への接近が困難であること、燃料の大半がPCVペDESTALに落下しペDESTAL外にも流出している可能性が高いことを踏まえ、X-100Bを通じてペDESTAL外の調査を計画。
- ペDESTAL外の調査では、まず、1階グレーチング上の調査（2015年4月実施）により地下階へのアクセスルートを確認した後、地下階の調査（2017年3月実施）を行う計画とした。



号機毎の状況に合わせて調査方法を選定



① グレーチング上部



・グレーチング上部に脱落したと思われるボルトあり

② PCV底部



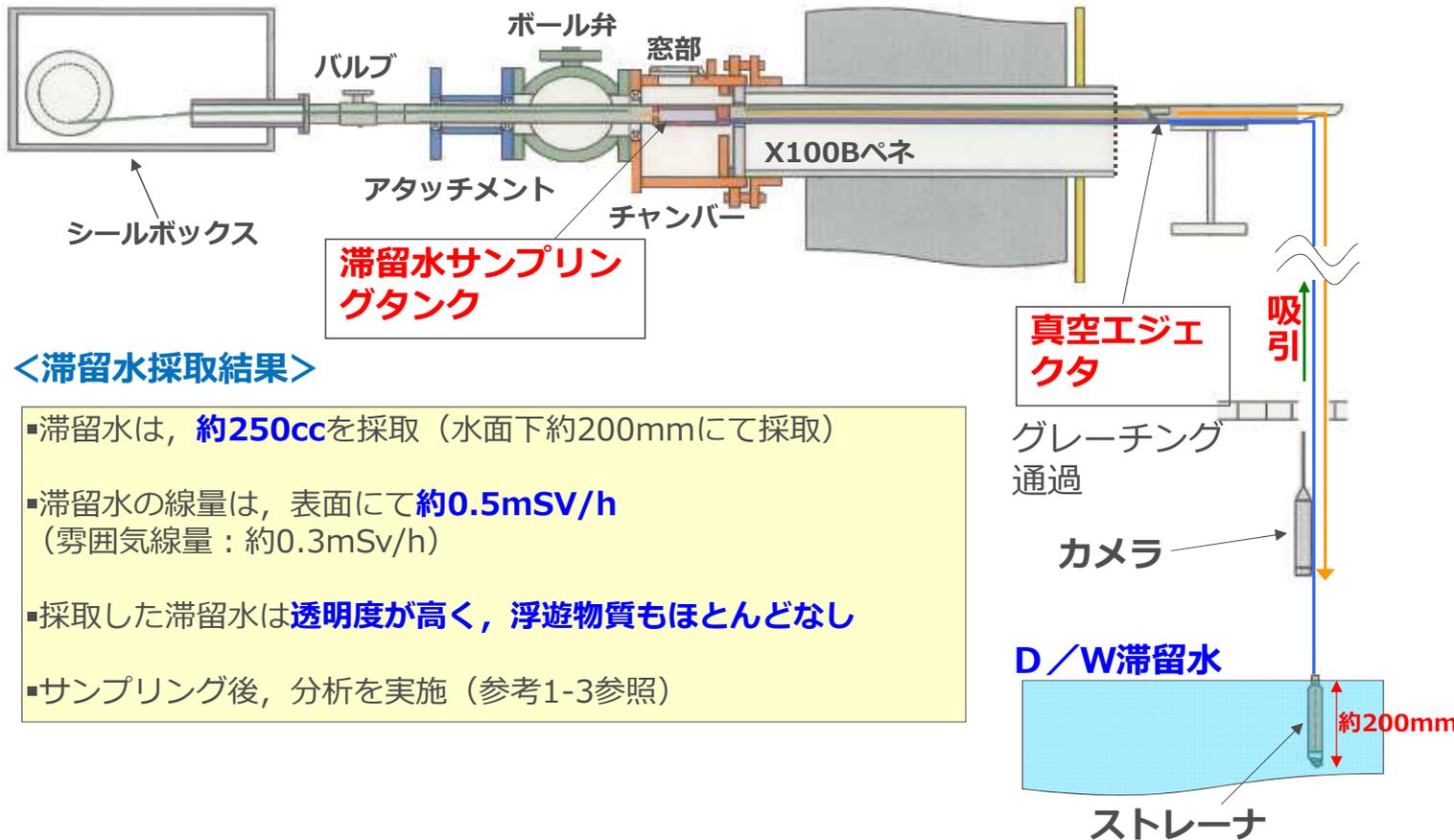
・青色に見える破片形状のものあり

	PCV内雰囲気
温度	約34~37℃
線量	約5~11Sv/h
水位	約2.8m

調査結果

- ・ PCV内全体に湯気があり、内部構造物表面が湿っている状況。
- ・ 確認できた範囲で大きな損傷等は見られなかったがグレーチング上に脱落したと思われるボルト（使用箇所不明）を確認。

(参考1-3) 滞留水の採取結果 (2012年10月)



<滞留水採取結果>

- 滞留水は、約250ccを採取（水面下約200mmにて採取）
- 滞留水の線量は、表面にて約0.5mSV/h（雰囲気線量：約0.3mSv/h）
- 採取した滞留水は透明度が高く、浮遊物質もほとんどなし
- サンプルング後、分析を実施（参考1-3参照）

分析項目		分析結果 (1号PCV内滞留水) (H24.10.12採取)	【参考】 1号原子炉建屋北東三角コーナー (H24.9.20採取)
pH		7.2	—
導電率【μS/cm】		88	—
塩素濃度【ppm】		19	200
γ放射能濃度 【Bq/cm ³ 】	Cs-134	1.9E+04	4.1E+04
	Cs-137	3.5E+04	7.4E+04
	I-131	ND	ND
トリチウム濃度		1.4E+03	—
Sr89/90濃度		7.2E+04	—
α放射能濃度		<1.2E-02	—

(参考1-5) ペDESTAL外調査 1回目 (2015年4月) (1/3)

①作業員アクセス口
上方へのルート

作業員アクセス口

①作業員アクセス口上方へのルート

②地下階アクセス開口部

走行可

装置投入可能な箇所

③PLRポンプ

②地下階アクセス
開口部

③PLRポンプ

X-100B

C11

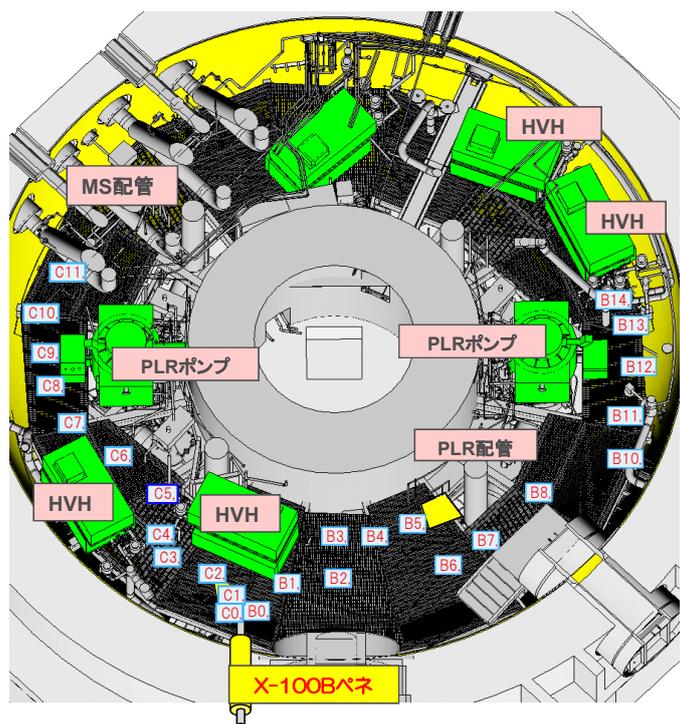
B14

調査結果

- 作業員アクセス口の上まで接近できる見込みが得られた。
- 手摺りの間から地下階に投入可能である見込みが得られた。

自走式調査装置

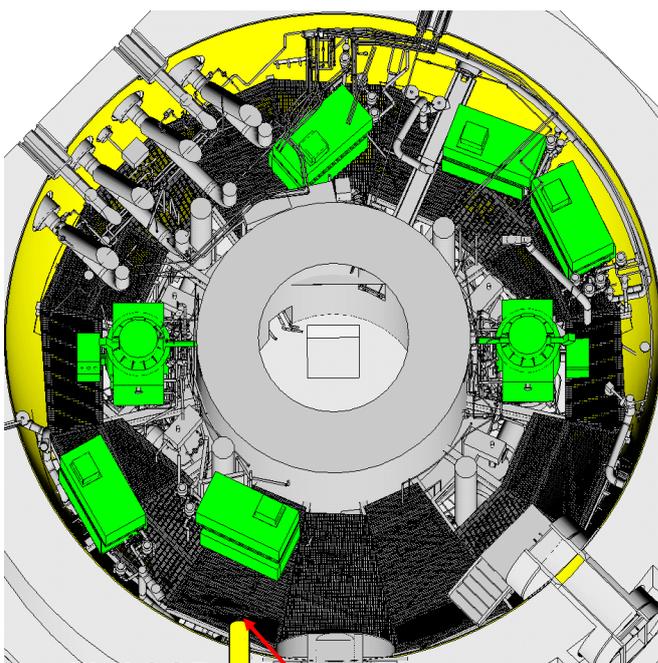
- 以下のポイントで温度・線量率の測定を実施。



	線量率 (Sv/h)	温度(°C)
B3	7.4	17.8
B4	7.5	19.2
B5	8.7	19.4
B7	7.4	19.5
B11	9.7	19.2
B14	7.0	20.2
C2	6.7	19.6
C5	8.3	19.5
C6	7.7	19.4
C9	4.7	20.8
C10	5.3	21.1
C11	6.2	20.7

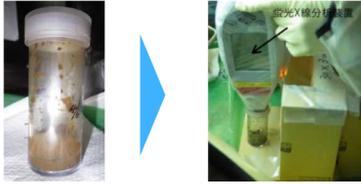
B3～B14 (測定日：2015年4月10日)
 C2～C6 (測定日：2015年4月15日)
 C9～C11 (測定日：2015年4月16日)

地下階滞留水の混濁状況

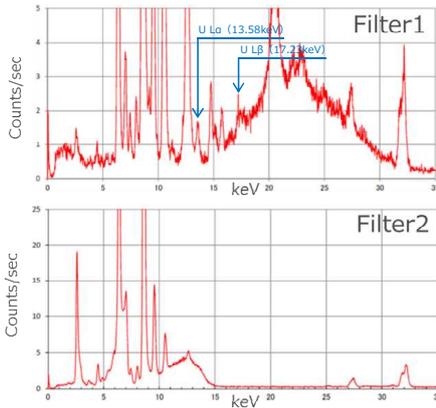


- ペDESTAL外調査実施後、常設監視計器を再設置した際に、地下階滞留水中に堆積物が多いことを確認。

- 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（浮遊物）の舞い上がりが確認された。
- 堆積物に対して、簡易蛍光X線分析とGe半導体検出器によるγ線核種分析を実施。
- 堆積物の成分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等に加え、Uの特性X線のエネルギーピークが確認された。
- 構外に搬出して詳細分析中。



サンプリング状況 簡易蛍光X線分析装置による分析の状況



簡易蛍光X線分析装置によって得られたスペクトル

Filter1	Filter2
Cl	Cl
Ti	Ca
Fe	Ti
Ni	Fe
Cu	Ni
Zn	Cu
Ga or Ir ※	Zn
Zr	Pb
Te	Sn
Ba	Te
Pb	Ba
U	

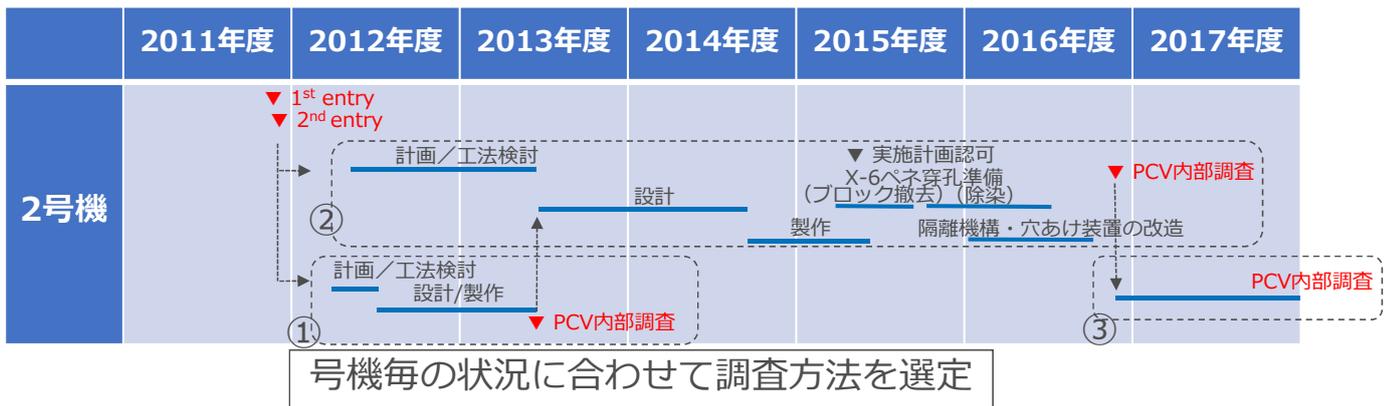
簡易蛍光X線分析装置による分析結果

検出されたγ線核種	放射能量 [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

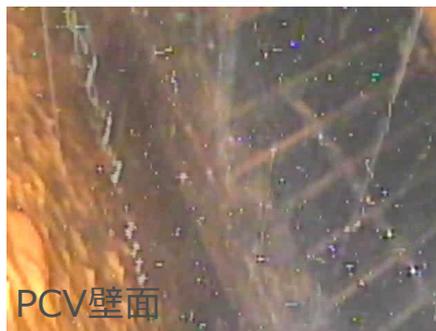
参考資料：これまでの2号機PCV内部調査

- 2012年X-53を開孔（約φ20mm）して、PCV内にカメラ、線量計を挿入して情報を取得した。
- PCV内の更なる調査では、まず、アクセスルートとなるCRDレールを確認する調査（2013年8月実施）を行った後、ペDESTAL内の調査（2017年1～2月実施）を行う計画とした。
- 2013年8月の調査では、X-53（約φ50mmに拡大）から挿入したカメラ及び線量計をCRDレール上まで挿入し、CRDレール上の線量、限られた画角ではあるがペDESTAL内の映像を取得した。また、滞留水を採取した。
- 2017年1～2月の調査では、X-6にバウンダリを確実に確保できる範囲で開孔（約φ120mm）して、ガイドパイプ、自走式調査装置により映像等を取得した。

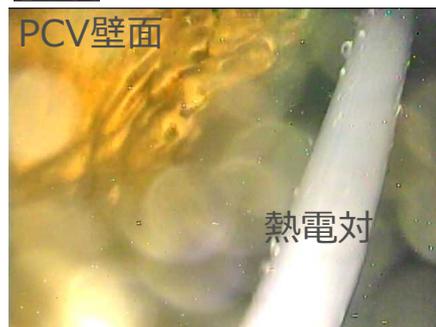


(参考2-2) PCV内状況調査 (1st entry & 2nd entry 2012年1,3月)

① グレーチング上部

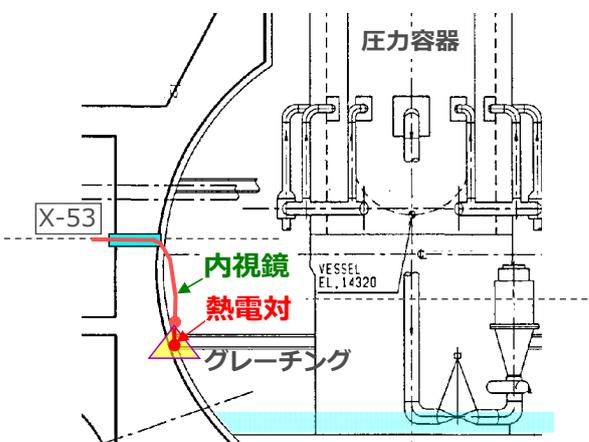


② 水面



	PCV内雰囲気
温度	約43～46℃
線量	約31～73Sv/h
水位	約0.3m*

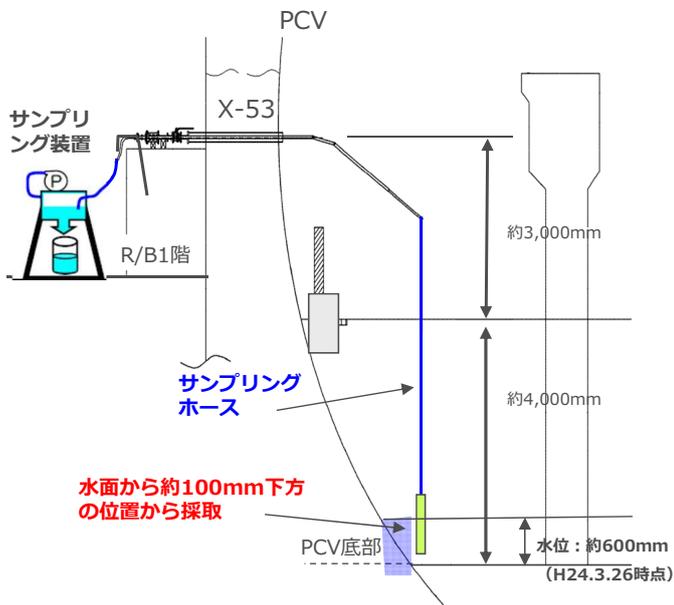
* : 2014年6月PCV内監視計器再設置時に計測



調査結果

- PCV内上部から多量の水滴が滴下していたことから視界が非常に悪い。
- 想定より水位が低かったことから水面まで内視鏡及び熱電対が届かず、2nd entryをすぐ実施し、水位の確認を行った。

- PCV内にサンプリングホースを挿入し、滞留水の水面約100mm下の位置から約800ccの滞留水を採取。
- 採取した滞留水は濁りもなく透明であり、サンプリング容器表面線量は、 $\gamma + \beta$ 線量1.0mSv/h以下、 γ 線量0.5mSv/h程度であった。



サンプリング装置 (滞留水採取中) <2013.8.7>



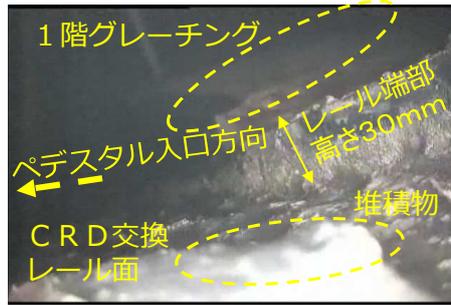
PCV内部 滞留水分析結果 (2013.8.7 採取)

分析項目		分析結果
pH		7.4
導電率 [$\mu\text{S}/\text{cm}$]		25
塩素濃度 [ppm]		2.9
γ 放射能濃度 【 Bq/cm^3 】	Cs-134	2.14 E + 03
	Cs-137	4.38 E + 03
	I-131	検出限界未満 (< 3.497E+02)
トリチウム濃度 [Bq/cm^3]		6.77 E + 02
Sr89/90濃度 【 Bq/cm^3 】		Sr89: < 7.349E+03 (検出限界未満) Sr90: 7.028E+04
α 放射能濃度 【 Bq/cm^3 】		検出限界未満 (< 2.033E+00)

① レール上堆積物

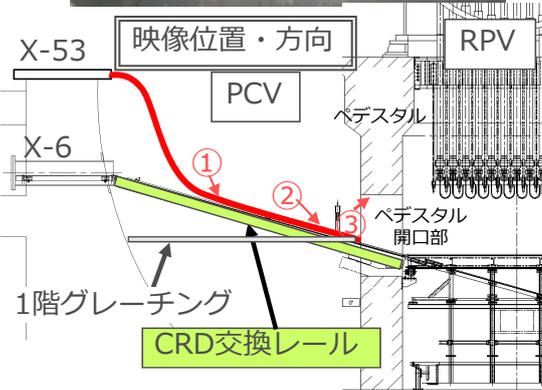


② レール上堆積物

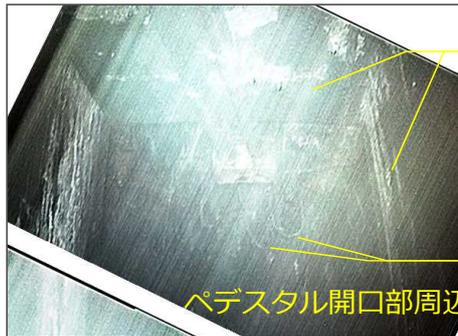


	雰囲気線量※
①	約24Sv/h
②	約30Sv/h
③	約36Sv/h

※雰囲気線量は画像ノイズからの線量推定結果



③ ペDESTAL開口部



ペDESTAL開口部壁面
PIPケーブルと推定
ペDESTAL開口部周辺

調査結果

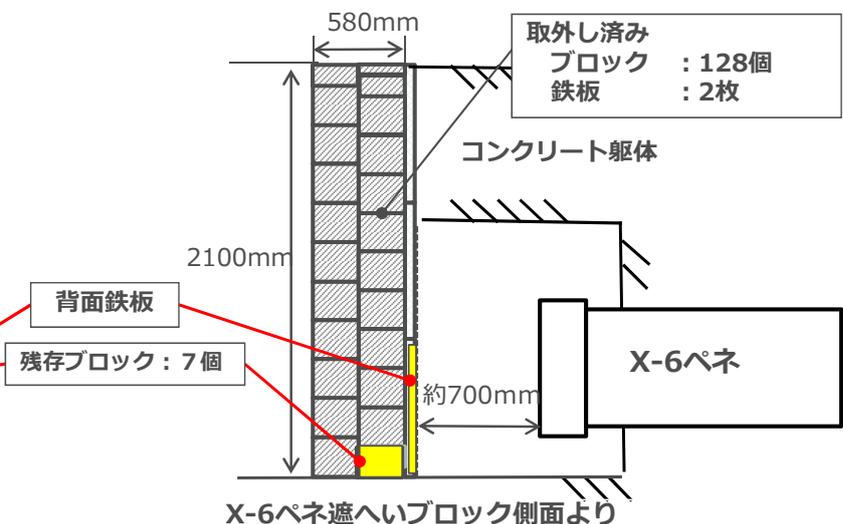
- CRDレール上の堆積物があったものの、ペDESTAL開口部近傍まで調査することができた。
- PCV内の線量率を図ったところ、ペDESTALに近づいても急激な線量上昇が無かったことから、燃料デブリはペDESTAL開口部近傍には無いものと考えられる。

(参考2-6) X-6ペネ前遮へいブロック撤去状況 (再開前)

- 2015年8月に実施予定であった2号機PCV内部調査(ペDESTAL内調査)に向け、X-6ペネ(格納容器内外の貫通口)前のブロック撤去を6月11日より開始。
- 6月26日、135個中128個のブロックが撤去できた時点で、ブロック後列の最下段の一行(計7個)が撤去できない事象が発生。その後、ブロック撤去装置で実施可能な手段を講じたが撤去できなかったことから、7月8日に作業を一時中断。
- 早期のブロック撤去に向け、小型重機を使用したブロック撤去作業を実施(参考2-6参照)。



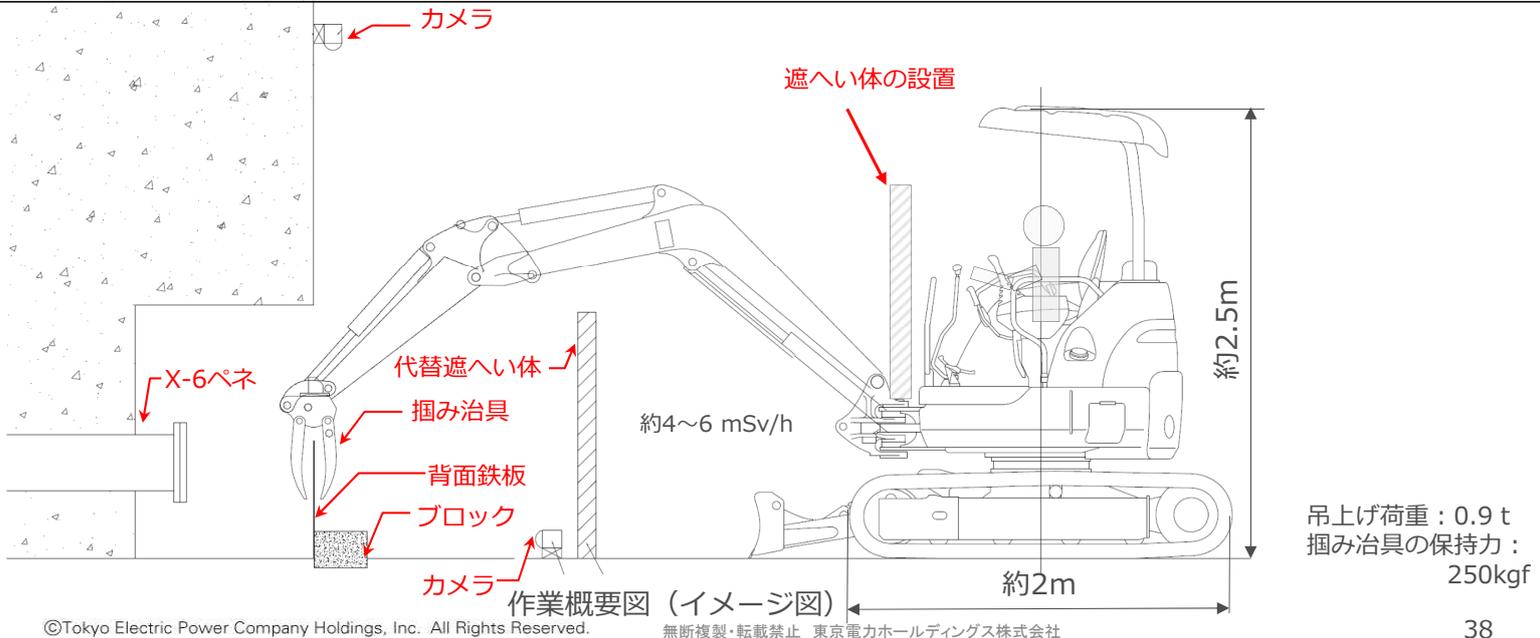
上面からの写真



X-6ペネ遮へいブロック側面より

■ ブロック撤去方法

- (1) 掴み治具を用いて背面鉄板をゆすり、取り外す(ブロックを掴むためのスペースを確保するため)。
 - ※ブロック隙間等に錆除去剤を塗付し、ブロックと背面鉄板の固着の緩和を行う。(錆除去剤は非危険物)
- (2) 背面鉄板取り外し後、ブロックをゆすり、取り外す。
- (3)(1,2)により撤去できない場合、以下の工法も適用し、ブロック固着の緩和を行う。
 - ・ 小型重機の治具を交換し、ブロック加振や破碎を行う。
 - ・ 小型重機以外の固着緩和工法として、加振機によるブロックの固着緩和を行う。



(参考2-8) 床面溶出物除去 作業結果

- X-6ペネからの溶出物は、スコップと掃除機により除去完了。汚れてはいるものの床面露出。
- ペネ左側から中央部では線量低下はみられるが、ペネ右側や、溝部については線量低下はしていない状況。
- なお、X-6ペネフランジ下部の床面に滲みがあることを確認。また、フランジ下部付近の吸引作業時、掃除機の柄にフランジ溶出物が付着。付着物は粘性のある泥のような状態。

①溶出物かき取り前



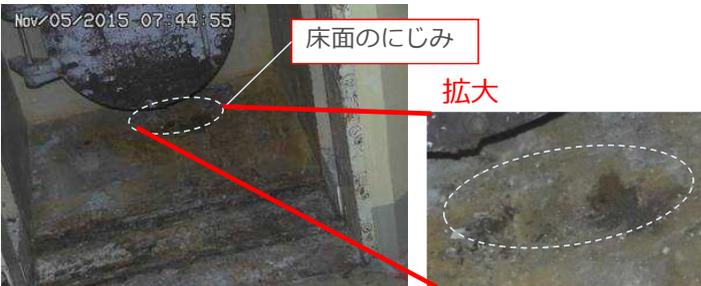
②溶出物かき取り・吸引



④掃除機の柄の付着物



⑤フランジ下部からの水滴の滴下状況



(参考2-9) X-6ペネ周辺 床面線量の推移 (ブロック撤去～表面研削まで)

- 溶出物除去により、左～中は線量が低減している傾向。
- スチーム洗浄後は、線量が増加している箇所と減少している箇所を確認。
- 化学除染後、全ての測定点において線量レンジ内 (<12Sv/h) 内に線量が減少。また、スチーム洗浄で上昇した箇所も溶出物撤去後に近い線量まで減少。
- 床面研削(5回)以降、更なる研削を実施したところ、ダストが上昇したため、研削を中断。研削後の汚染除去のため、線量低減実績のある化学除染を実施。
- 床面研削以降は、部分的な線量低下は見られたものの、全体的な低下は確認できなかった。



左 中 右

● : 測定ポイント

- ※ 1 : ペネフランジと測定器が干渉するため測定せず
- ※ 2 : ブロック撤去作業前後は未測定。除染効果確認のため追加した測定ポイント

[コリメータ付γ線量計測定結果]

2016/1/19測定結果

[Sv/h-y]

測定ポイント	ブロック撤去後	溶出物除去後	スチーム洗浄(2回)後	化学除染(7回)後	表面研削(5回)後※3	化学除染(2回)後※3
左	A	※1	※1	※1	※1	※1
	B	0.8	0.2	0.4	0.2	0.5
	C	※2	0.5	0.7	0.5	0.7
	D	7.2	1.1	2.6	1.3	1.9
	E	8.0	5.1	5.8	4.5	3.6
中	A	※1	※1	※1	※1	※1
	B	1.0	0.4	2.8	0.4	1.3
	C	※2	4.6	4.1	3.1	2.6
	D	>10	6.7	>10	4.2	7.0
	E	9.4	6.7	7.8	5.0	5.4
右	A	※1	※1	※1	※1	※1
	B	1.2	2.3	1.7	1.7	2.2
	C	※2	4.6	3.3	2.9	3.1
	D	>10	>10	>10	9.8	6.5
	E	8.0	8.4	9.5	5.6	6.5

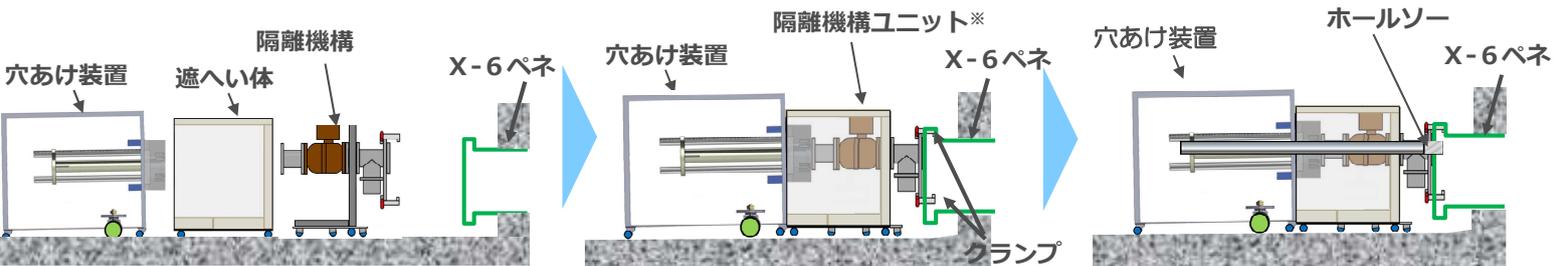
※ 3 : β線によりコリメート用鉛から制動X線(荷電粒子が電場の中で急に減速されたり進路を曲げられたりした際に発生する電磁波)が発生しγ線線量測定結果に影響を及ぼす可能性があることから、コリメート用鉛にゴムシートを貼り付けてβ線を遮蔽し線量測定を実施。

(参考2-10) PCV内部調査にむけた作業ステップ

ステップ1. 装置の搬入

ステップ2. 装置の設置

ステップ3. 穴あけ



PCV内部を確認したステップ

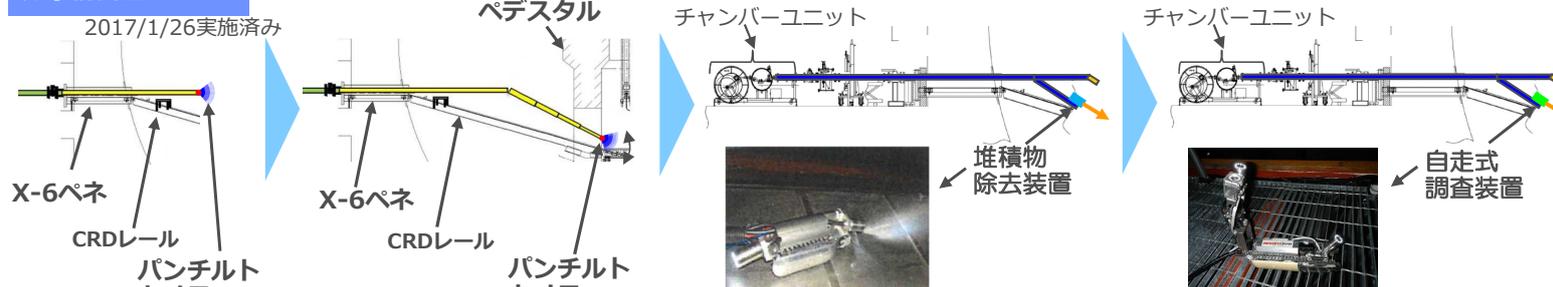
※隔離機構と遮へい体を組合せたもの

ステップ4. 事前確認用ガイドパイプによるX-6ペネ内、CRDレール事前調査

ステップ5. ガイドパイプによるペDESTAL内事前調査

ステップ6. 堆積物除去装置の投入

ステップ7. 自走式調査装置による内部調査



参考資料：これまでの3号機PCV内部調査

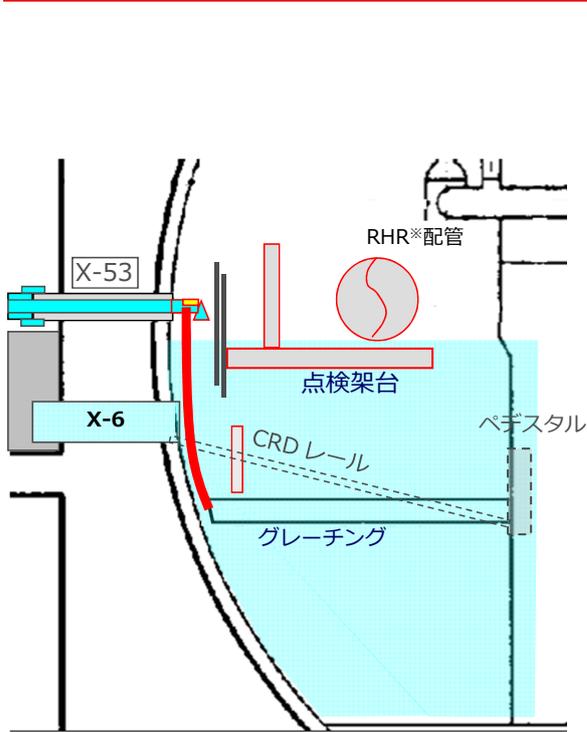
(参考3-1) 3号機PCV内部調査の経緯

TEPCO

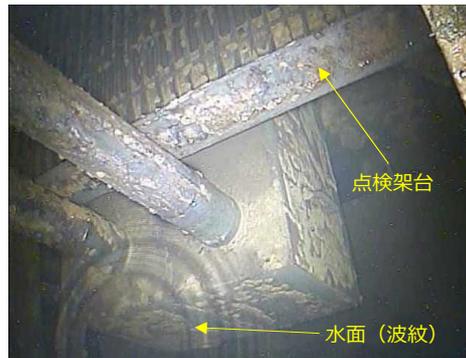
- 建屋内線量が高いため除染を実施し、2015年にカメラ、線量計を挿入調査は、水没していないX-53（約φ140mm）を用いた。この時、滞留水の採取も行った。
- PCV内の更なる調査では、X-6が水没しており穴あけが困難なことから、X-53から投入する水中遊泳式遠隔装調査装置（以下、水中ROV）による調査とした。



号機毎の状況に合わせて調査方法を選定



① 水面



② グレーチング上部 (水中)



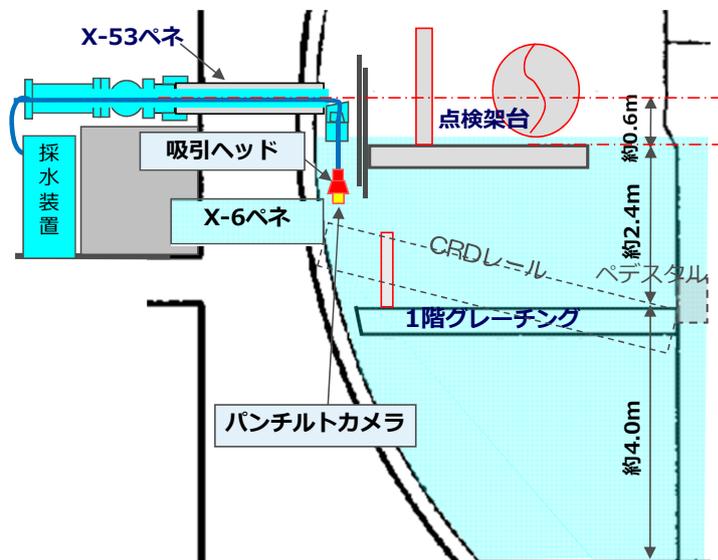
	PCV内雰囲気
温度	約26~27℃
線量	約1Sv/h
水位	約6.3m

調査結果

- ・ 確認できた範囲で大きな損傷等は見られなかった。
- ・ グレーチングとPCV壁面の間が狭く堆積物があり、カメラが底部へ到達できなかった。

(参考3-3) 滞留水の採取結果 (2015年10月)

- PCV内滞留水の水面近傍 (約0.1m下) と水面から約0.7m下の2箇所、各800mlの滞留水を採取した。



- PCV滞留水の水質結果から、現時点ではPCVは厳しい腐食環境でなく、腐食性は低い状態である。
- 放射能濃度等のデータについては、PCV内での線源位置、核種移動挙動の検討に活用する。

目的	分析項目	水面付近	水面下約0.7m	
腐食環境評価	pH	6.8	6.3	
	導電率【μS/cm】	14.0	10.2	
	塩素濃度【ppm】	検出限界値未満 (<1)	検出限界値未満 (<1)	
放射性物質放出 核種移行挙動	γ放射能濃度【Bq/cm ³ 】	Cs134	4.0E+02	2.3E+02
		Cs137	1.6E+03	9.4E+02
		I-131	検出限界値未満 (<8.1E+00)	検出限界値未満 (<5.3E+00)
	トリチウム濃度【Bq/cm ³ 】	2.7E+02	1.6E+02	
	Sr89/90濃度【Bq/cm ³ 】	Sr89:検出限界未満 (<8.4E+01) Sr90:7.4E+03	Sr89:検出限界未満 (<8.1E+01) Sr90:3.9E+03	
	全α放射能濃度【Bq/cm ³ 】	2.1E+00	9.7E-01	

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月)
CRDハウジング近傍 (1/2)

CRDフランジに溶融物が凝固 CRDフランジ

ペDESTラル
180°
プラットフォーム
270°
撮影エリアA1
撮影エリアA2
CRDレール
90°
0°

CRDフランジ PIPケーブル

撮影エリアA1

CRDハウジング支持金具ハンガーロッド

端子箱

撮影エリアA2

CRDハウジング支持金具サポートバー

PIPケーブル

CRDハウジング支持金具ハンガーロッド

CRDハウジング支持金具サポートバー

震災前のCRDハウジング支持金具の状態 (3号機)

撮影エリアA1

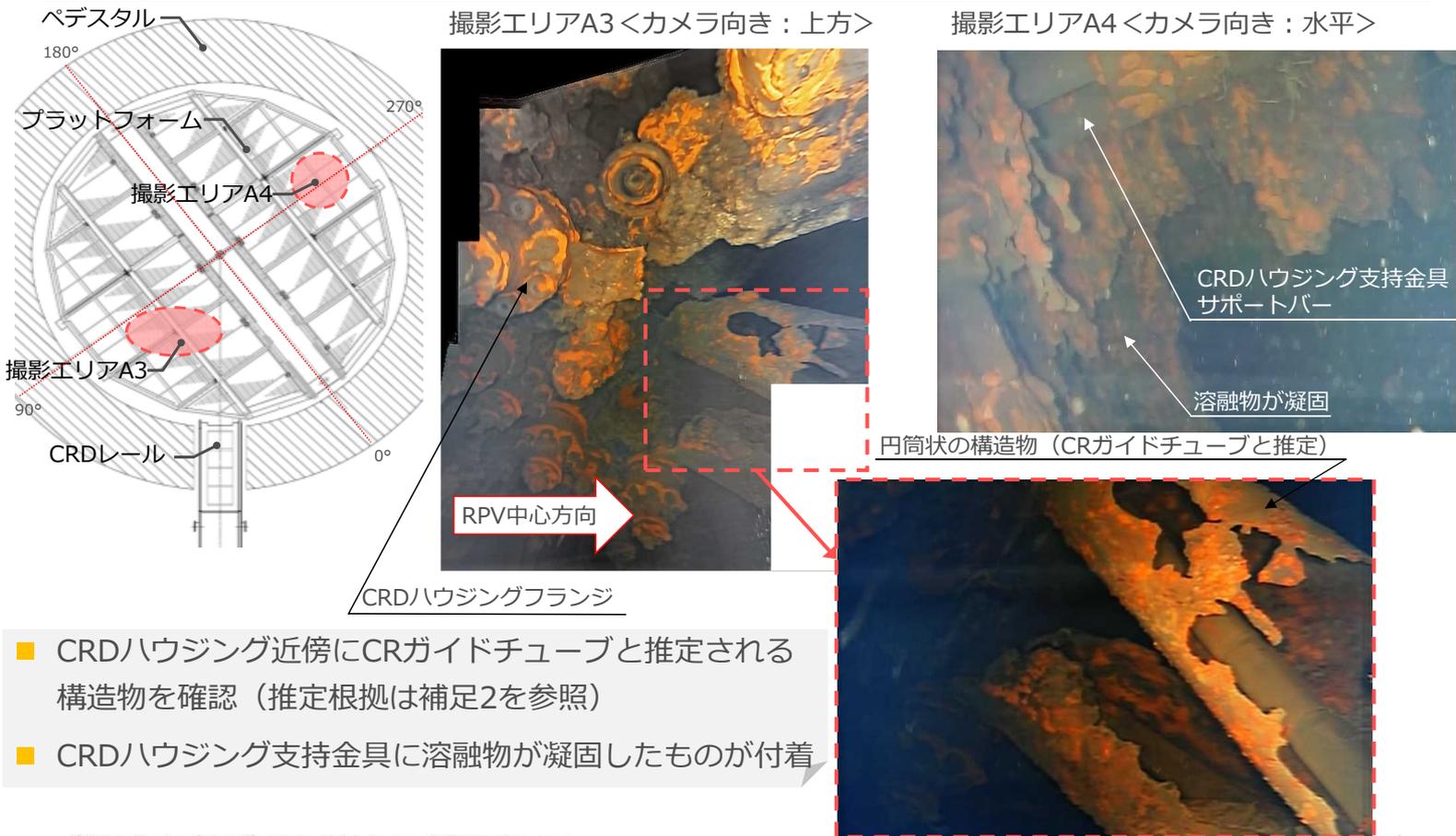
水面の揺らぎを確認

隣接するCRDフランジ面のレベルや間隔が異なっている

- CRDハウジング支持金具が複数箇所て損傷/脱落している
- 隣接するCRDフランジ面のレベルや間隔が異なっている
- CRDハウジングの隙間から見た水面に揺らぎ (上部から水が滴下している可能性を示唆) (その他水面の揺らぎが確認された場所は補足1を参照)

画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月)
CRDハウジング近傍 (2/2)



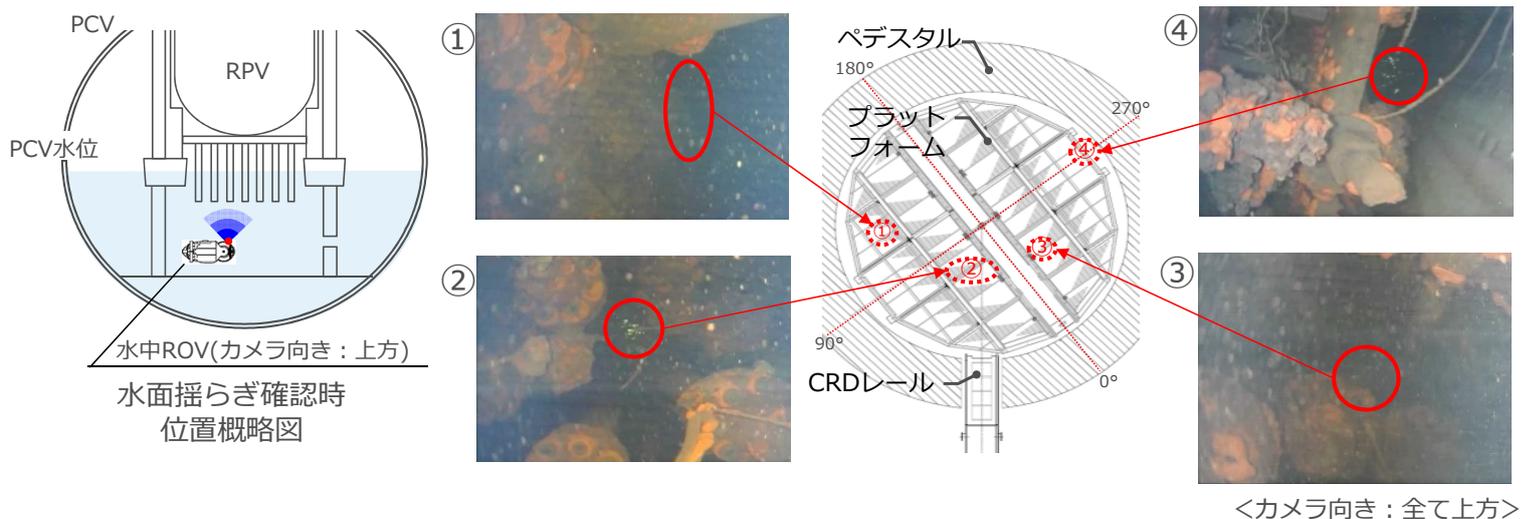
- CRDハウジング近傍にCRガイドチューブと推定される構造物を確認 (推定根拠は補足2を参照)
- CRDハウジング支持金具に溶融物が凝固したものが付着

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月)
RPV底部の損傷状況の推定



- 水面の揺らぎが①～④で確認されたことで、RPV底部の損傷がRPV下鏡の中央部分だけでなく、外周部にも存在する可能性あり

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

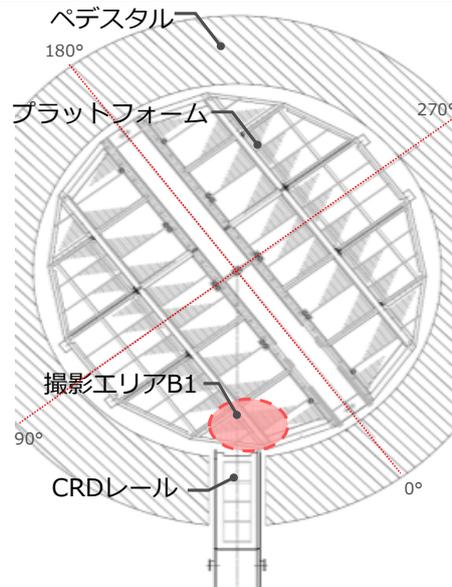
画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月) プラットフォーム近傍 (1/3)

撮影エリアB1 <カメラ向き：下方>



ペDESTタル開口部 側壁
プラットフォームフレーム

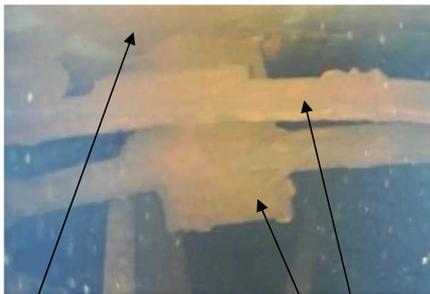


撮影した画像（左図）と同じ画角のCAD図

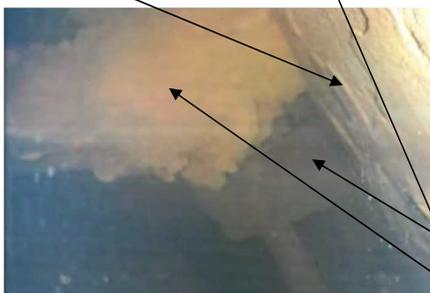
- プラットフォームのグレーチングは確認できない
- プラットフォームの構成部材の一部を確認（プラットフォームが崩落している）

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月) プラットフォーム近傍 (2/3)

撮影エリアB2 <カメラ向き：下方>



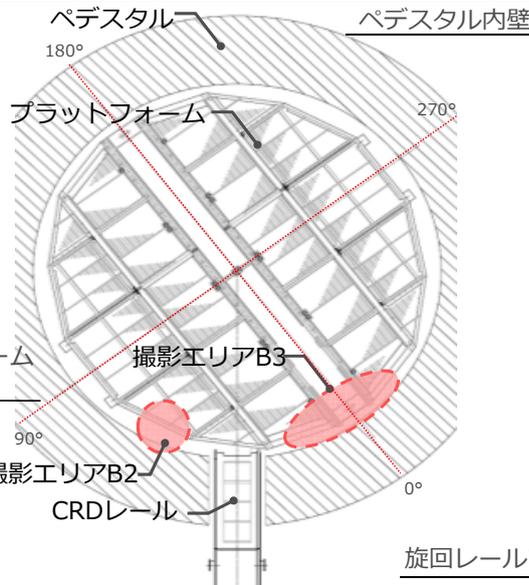
ペDESTタル内壁



プラットフォーム
回転レール

回転レールブラケット

堆積物



プラットフォーム
上から見下ろした
写真

プラットフォーム
回転レール

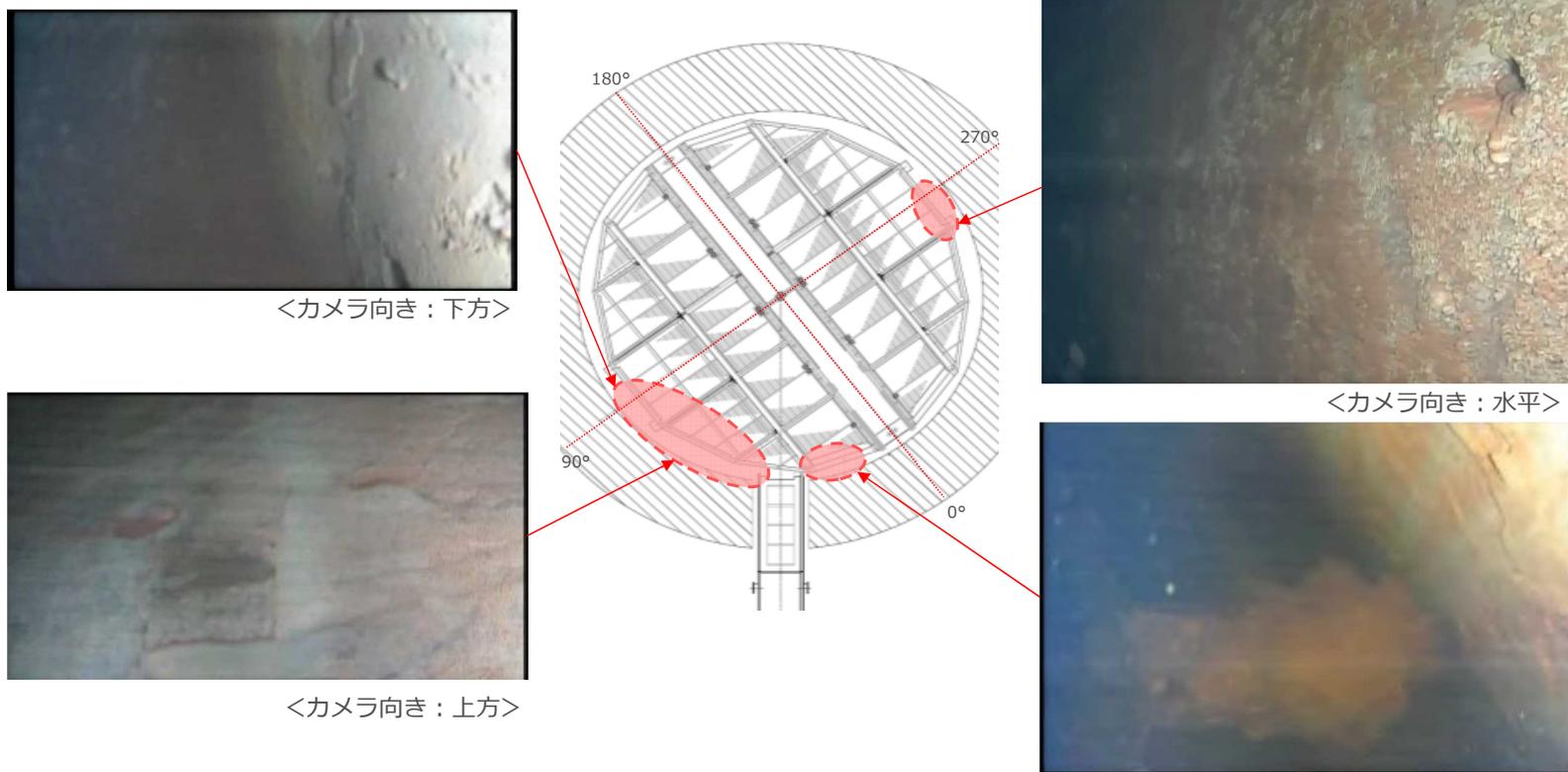
回転レールブラケット

震災前のプラットフォーム回転レール
(3号機)

撮影エリアB3 <カメラ向き：下方>

- プラットフォーム回転レール及び回転レールブラケットが残存
- 回転レールブラケット上に堆積物を確認

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月)
プラットフォーム近傍 (3/3) 〈ペデスタル内壁面〉



〈カメラ向き：下方〉

〈カメラ向き：水平〉

〈カメラ向き：上方〉

〈カメラ向き：下方〉

■ ペデスタル内壁面のエポキシ系塗装の剥がれや表面の荒れのようなものは見られるものの、大規模な破損・変形は確認されなかった

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月)
ペデスタル内下部



撮影エリアC1
〈カメラ向き：下方〉

堆積物 (小石状)

グレーチング

落下物

堆積物 (砂状)

塊状の堆積物

塊状の堆積物

撮影エリアC5
〈カメラ向き：下方〉

堆積物

作業員アクセス開口部の方向

撮影エリアC2
〈カメラ向き：水平〉

撮影エリアC3
〈カメラ向き：上方〉

撮影エリアC4
〈カメラ向き：下方〉

■ 砂状、小石状や塊状の堆積物を確認

■ 作業員アクセス開口部は視認できなかった (近傍に堆積物を確認)

株式会社

画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月) RPV底部温度計ケーブルの欠損

- ペDESTAL内壁270°付近に敷設されているRPV底部温度計ケーブルが欠損している状況を確認
 - ペDESTAL内に落下してきた高温の熔融物が付着したことにより欠損(溶断)したものと推定
 - RPV底部温度計はペDESTAL外にも敷設されており、設置状況から冷却状態の確認が出来ていると考えている。
 - 安定的に注水継続していること、ガス管理設備によるダスト濃度、水素濃度、キセノン135濃度などから総合的にも安定した冷却状態を維持している。
 - 現在、更なる確認として、温度計回路の抵抗測定、これまでのRPV/PCV温度計測データの整理を実施中。また、今後の冷却状態の確認手段について、検討中。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月) 補足1 CRガイドチューブと推定した根拠 (1/2)

- 外観上の特徴
 - 円筒状の構造物の内部に、棒状の構造物が存在
 - 棒状の構造物には、一定間隔に見えるノッチ加工がある
- ⇒ 事故時は、CR全挿入でありCRガイドチューブ内にCRDインデックスチューブが格納されていた状況のため、円筒状構造物はCRガイドチューブ、棒状構造物はCRDインデックスチューブと推定
- 寸法推定 1
 - 画像1においてCRDインデックスチューブ ノッチ間隔 約15cmを基準に、円筒状構造物の外径を画像から推定した結果、CRガイドチューブ外径の設計値 約28cmに対して推定値は約28cmと概ね一致



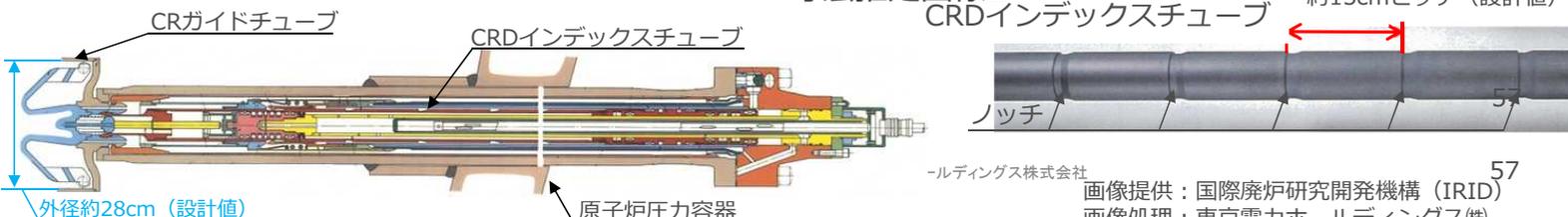
寸法推定画像1



寸法推定画像2

機器名	材質	融点
CRガイドチューブ	ステンレス鋼 (SUS304)	約1450℃
CRDインデックスチューブ	ステンレス鋼 (XM-19) (窒化処理)	約1450℃

＜カメラ向き：全て水平＞



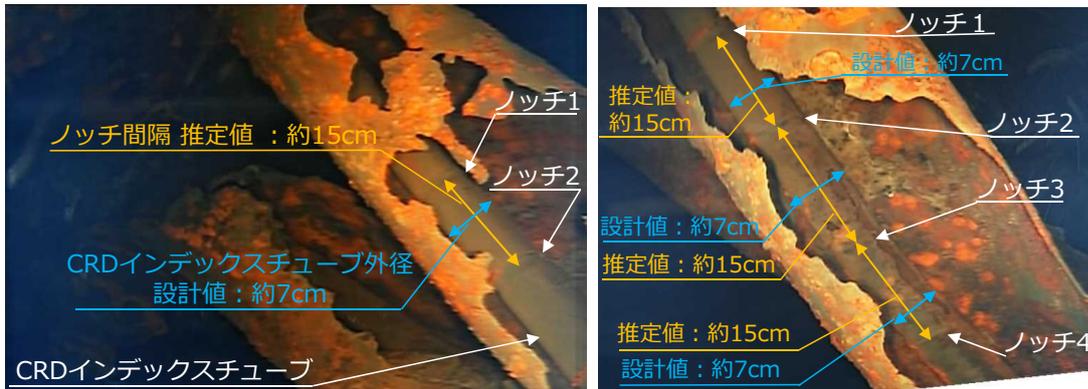
ルディングス株式会社

画像提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)
画像処理：東京電力ホールディングス(株)

(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月) 補足1 CRガイドチューブと推定した根拠 (2/2)

■ 寸法推定2

□ 画像1, 2それぞれのノッチ間隔ごとに、CRDインデックスチューブ外径 約7cm (設計値) を基準として、ノッチ間隔を画像から推定した結果、下表の通り各ノッチ間隔ごとの推定値がいずれも設計値 約15cmと概ね一致しており、ノッチ間隔は一定であることからCRDインデックスチューブであると推定される

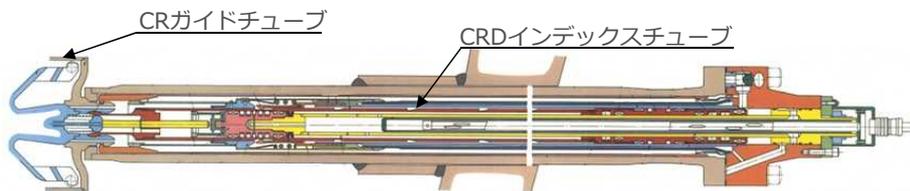


画像	ノッチ	ノッチ間隔 推定値
1	1~2	約15cm
	1~2	約15cm
2	2~3	約15cm
	3~4	約15cm

<カメラ向き：全て水平>

寸法推定画像1

寸法推定画像2



(参考3-5) 3号機内部調査結果詳細 (2017年7月) 参考：その他確認された構造物

■ 外観上の特徴

- ペDESTAL内下部において、上部タイプレート※のような構造物を確認
- 画像から上部タイプレートの持ち手と垂直部分の幅が概ね一致しているように見えるが、一方向のみの確認のため断定はできない

■ 寸法推定

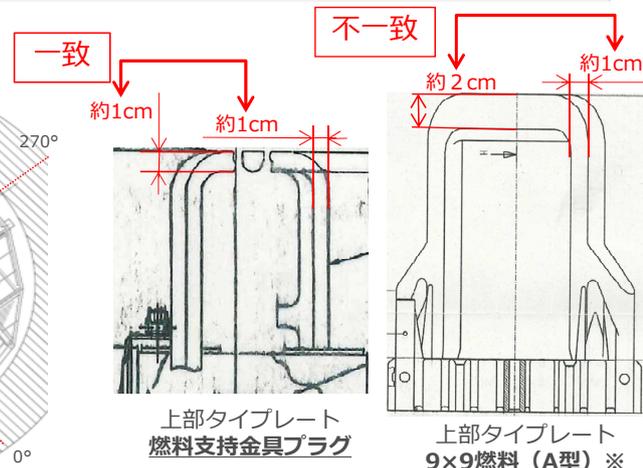
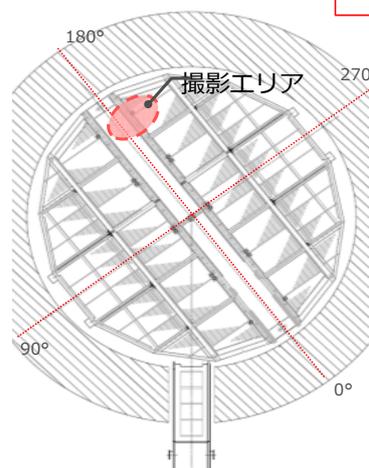
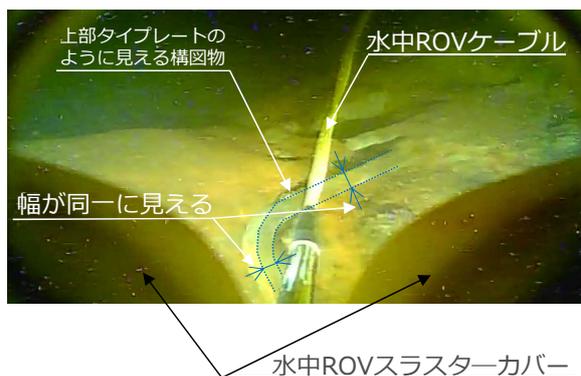
- 寸法推定の基準となりうる構造物が無く、寸法推定は実施できなかった

■ 確認結果

- 上部タイプレートの持ち手と垂直部分の幅が一致する場合、燃料支持金具プラグの可能性はあるが、一方向のみの確認であり、幅が一致しているとは断定できず特定に至っていない

※上部タイプレートは燃料の上部を固定しており、以下の燃料の構成部品の可能性がある
 ・9×9燃料 (A型)
 ・MOX燃料
 ・燃料支持金具プラグ (通称：ダミー燃料)

後方カメラ画像<カメラ向き：水平>



機器名	材質	融点
燃料支持金具プラグ 上部タイプレート	ステンレス鋼 (SCS13A)	約1450℃

※ MOX燃料の場合も当該部分の寸法については、9×9燃料 (A型) と同じ

■ 外観上の特徴

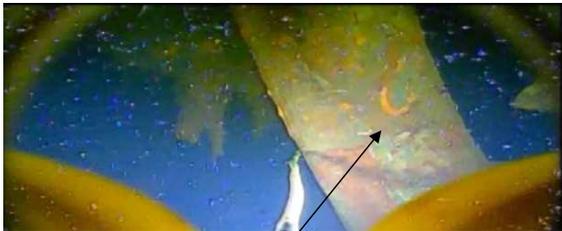
□ CRガイドチューブと類似する円筒状の構造物をペDESTAL内の複数箇所で確認

■ 寸法推定

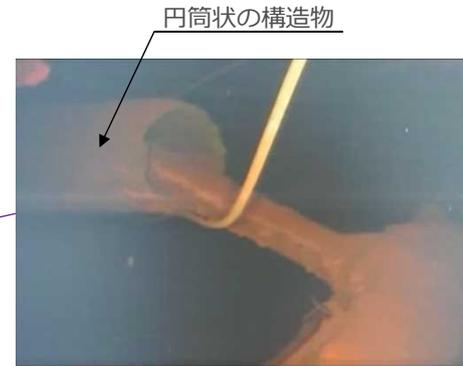
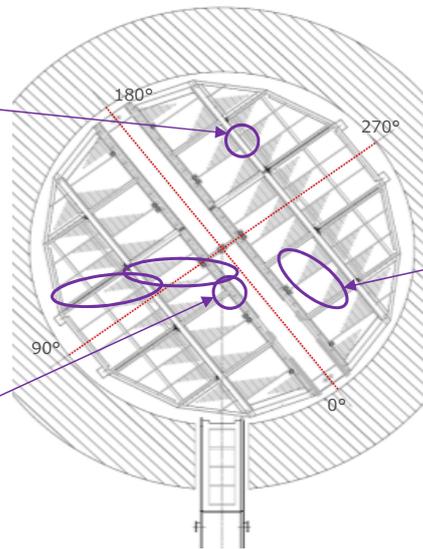
□ 寸法推定の基準となりうる構造物が無く、寸法推定は実施できなかった

■ 確認結果

□ 外観からCRガイドチューブと推定されるが、寸法推定はできず特定には至っていない



円筒状の構造物



円筒状の構造物

<カメラ向き：全て水平>

■ 外観上の特徴

□ CRガイドチューブと類似する円筒状の構造物をペDESTAL内の複数箇所で確認

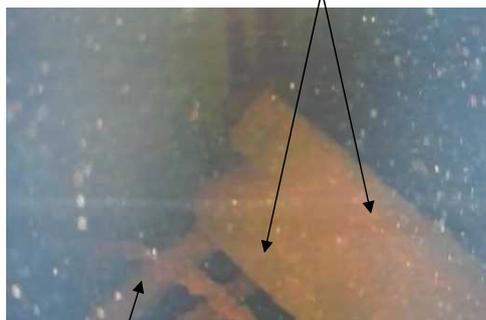
■ 寸法推定

□ 一部の円筒状の構造物については、寸法推定の基準となりうる構造物が無く、寸法推定は実施できなかった

■ 確認結果

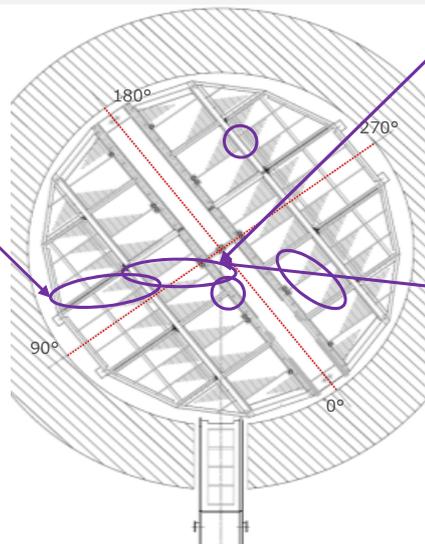
□ 外観からCRガイドチューブと推定されるが、寸法推定ができなかった構造物については、特定には至っていない

円筒状の構造物 (2本)

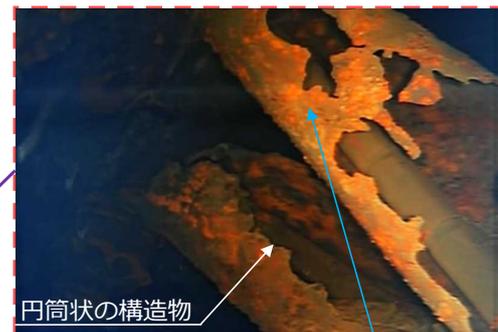


プラットフォーム回転レール

<カメラ向き：下方>



<P.6 右下の画像と同一のもの>



円筒状の構造物

寸法推定したCRガイドチューブ

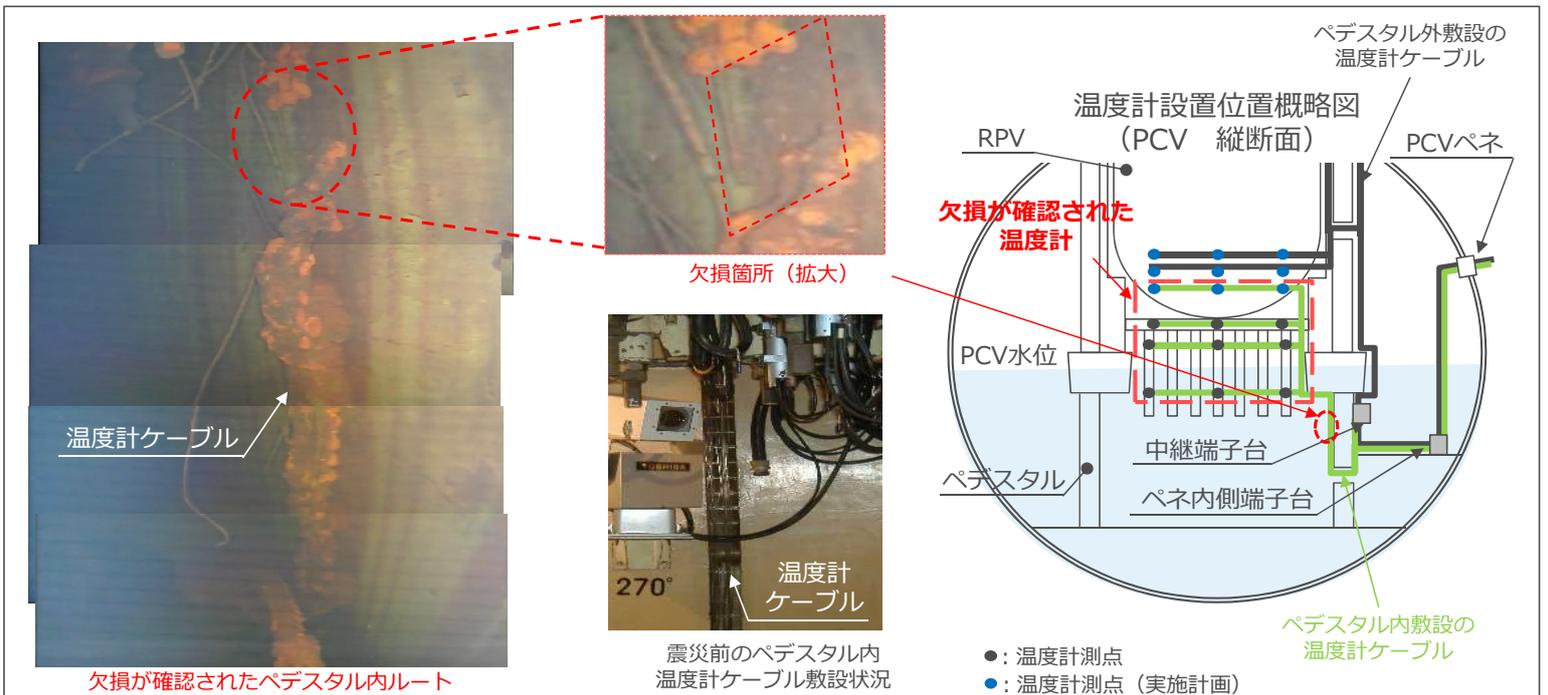


堆積物に埋まる円筒状の構造物

堆積物

<カメラ向き：水平>

- RPV底部にある温度計は、ペDESTAL内ルート (12本※) およびペDESTAL外ルート (6本※) がある。
- ※ 実施計画にて定めている運転上の制限の監視に使用している温度計は、ペDESTAL内ルート (3本) およびペDESTAL外 (6本) である。
- 今回の内部調査映像より、**ペDESTAL内ルート (12本) において、欠損している状態が確認された。**
- 確認された欠損箇所は、PCV内の中継端子台から温度計測点間のケーブルである。



<欠損の推定要因>

- 欠損が確認された箇所の温度計ケーブルは、シースおよび素線が金属で構成されており融点は1,000℃以上である。
- RPV底部から落下してきた**高温の溶融物が付着したこと**によりケーブルが溶断したものと推定
- 今回、**溶断が確認されたペDESTAL内ルートの温度計 (12本)** は、ケーブルが溶断しておりRPV底部温度の計測は出来ないことから、「故障」と判断する。

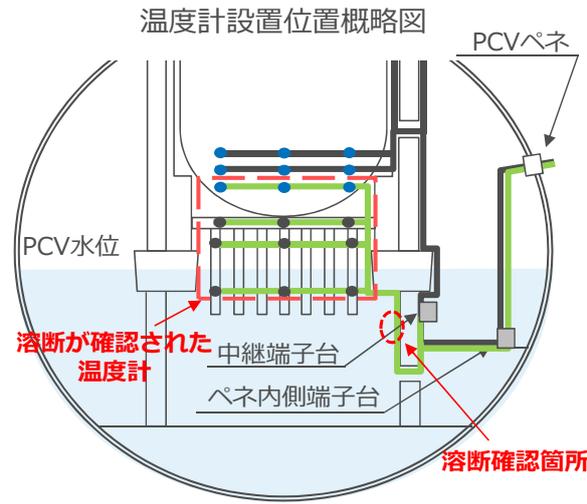
<原子炉の冷却状態について>

- 燃料デブリの存在位置については不確かなことが多いが、事故により溶融した燃料デブリはRPV底部またはPCV底部に落下しており、また落下の過程で、その中間にある構造物にも付着している燃料デブリも存在している可能性があるかと推定している。
- これら燃料デブリの発熱量に対し余裕をもって冷却できるだけの注水量を安定的に注水継続しており、**燃料デブリは十分に安定冷却できている**と考えられる。
- RPV・PCV温度以外にも事故後に設置したPCV内温度計やPCVガス管理設備のガストモニタや水素濃度・キセノン135濃度等からも**総合的に安定した冷却状態が維持されていることを確認しており、燃料デブリの冷却状態についても確認出来ている**と考えている。

<溶断が確認された温度計以外について>

- 3号機は減圧後に圧力容器が破損したものと推定しており、ペDESTAL外側の温度計のケーブル等が設置されている高さにおいて、溶融した燃料が飛散し高温（1,000℃以上）に至った可能性は低いものと考えられることから、ペDESTAL外ルートでの温度計が溶断していないものと考えている。

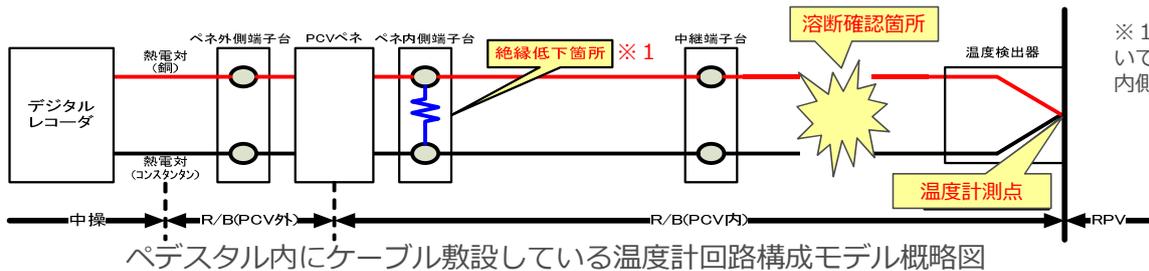
設置状況からは、冷却状態の確認が出来ていると考えているが今後、更なる確認を行っていく。



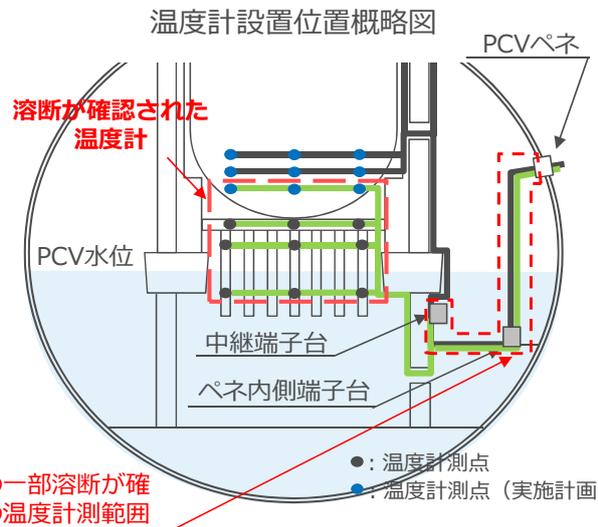
- 今後、更なる確認として、温度計回路の抵抗測定および、これまでのRPV・PCV温度計測データを整理し、確認を行っていく。
- また、PCV内部調査等を踏まえ、今後の冷却状態の確認手段について、検討を行っていく。

(参考3-6) 内部調査からみたRPV底部温度計測について
 参考：ペDESTAL内ルートの温度計測について

- ペDESTAL内ルートの温度計（12本）は、これまで数値が計測されていることから、想定される構成回路および温度計測箇所を考察した。



- 温度回路は熱電対式であり、銅・コンスタンの素線が、閉回路でなければ計測はできない。ケーブルの断断が確認されたことから、RPV（温度計測点）の温度計測は出来ない。
- 事故の影響により、PCV内において絶縁低下していることを確認している。その絶縁低下で熱電対回路が構成されるため、絶縁低下箇所の温度を計測することとなる。
 = PCV内温度※2を計測している。



※2 ケーブルの一部断断が確認された温度計の温度計測範囲

(参考3-6) 内部調査からみたRPV底部温度計測について
 参考：3号機 現在のRPV底部温度の推移

