

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			6月	7月					8月			9月	10月	備考
			25	2	9	16	23	30	6	13	20	下	上	中	下		
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															
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															

PCV内部調査
・常設監視計器取外し '17/7/12
・PCV内部調査 '17/7/19~'17/7/22



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			6月	7月					8月			9月	10月	備考
			25	2	9	16	23	30	6	13	20	下	上	中	下		
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	【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	【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	事故関連factデータベース構築													
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	・MCC I生成物の特性評価 (分析計画の作成、調整及び分析(ΔCEA))													
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)													

測定終了時期は検討中

1号機原子炉格納容器内部調査について ～映像データ及び線量データの分析結果～

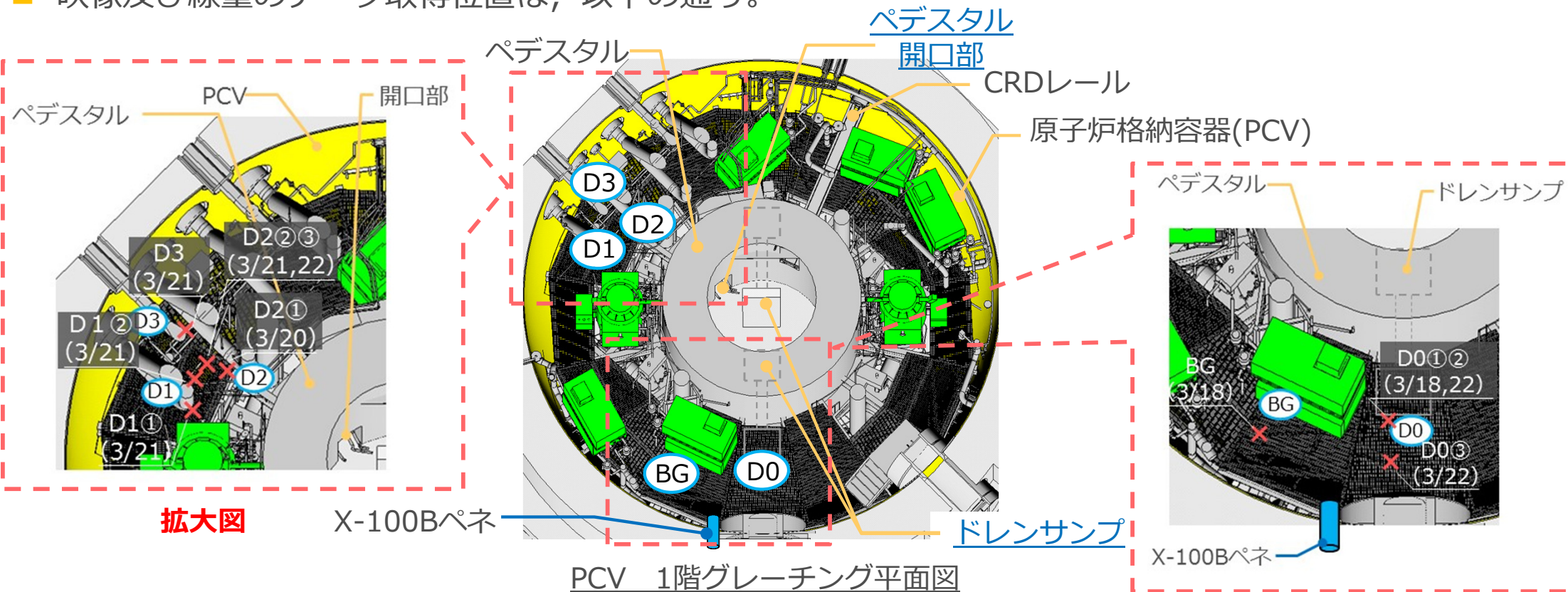
2017年7月27日

IRID **TEPCO**

東京電力ホールディングス株式会社

1. 分析作業の概要

- 2017年3月PCV内部調査で取得した映像の鮮明化を行い，新たな知見が得られないかを確認するとともに，取得した線量のデータより，ペDESTAL開口部からのデブリの拡がり有無について推定を行った。
- 映像及び線量のデータ取得位置は，以下の通り。



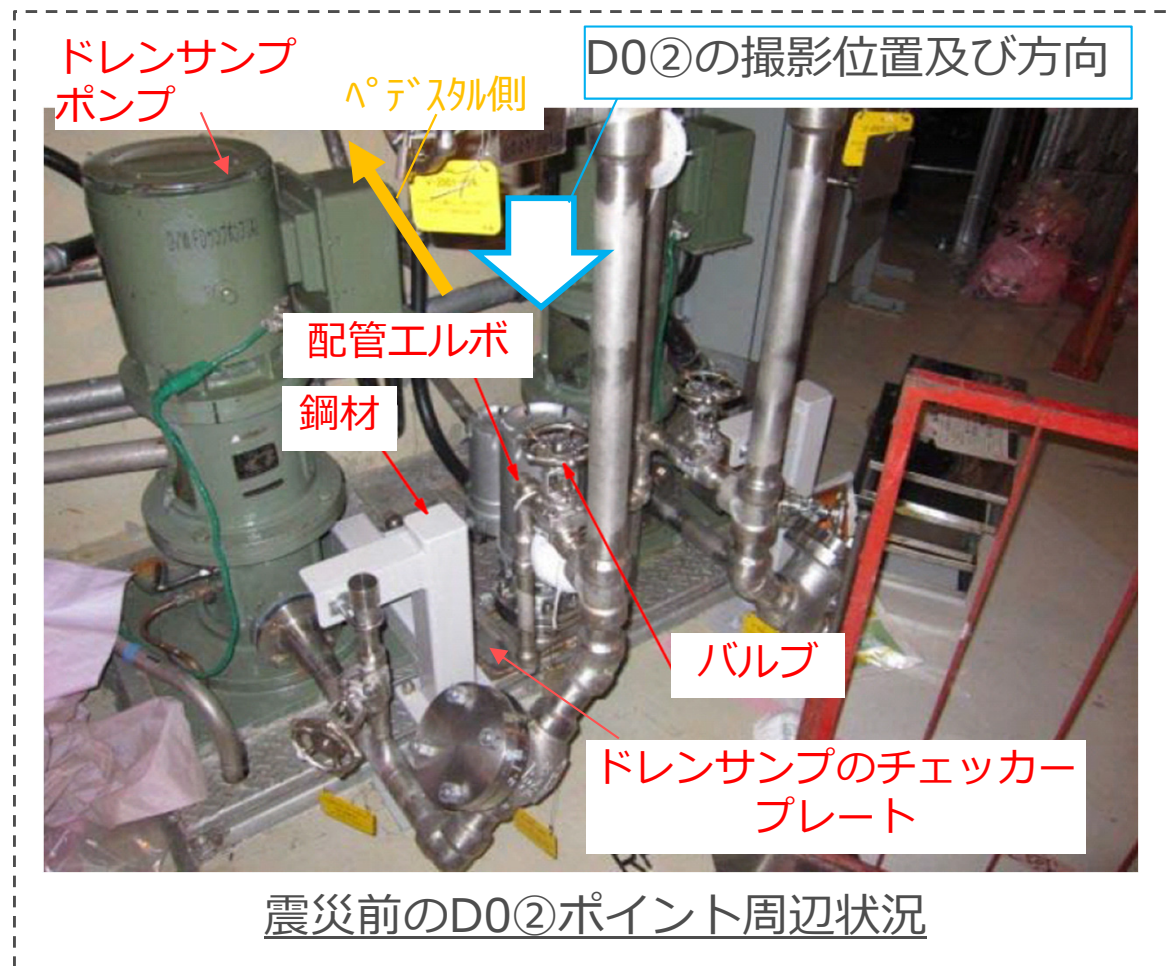
測定ポイント	測定点の設定目的
D0①～③	ドレンサンプルからの燃料デブリの拡散有無の推定
BG	D0～D3の測定に対するバックグラウンドレベルの把握
D1①②, D2①～③	ペDESTAL開口部からの燃料デブリの拡散有無の推定
D3	PCVシェルに燃料デブリが到達している可能性があるかの推定

拡大図

凡例：測定日 (○/○)

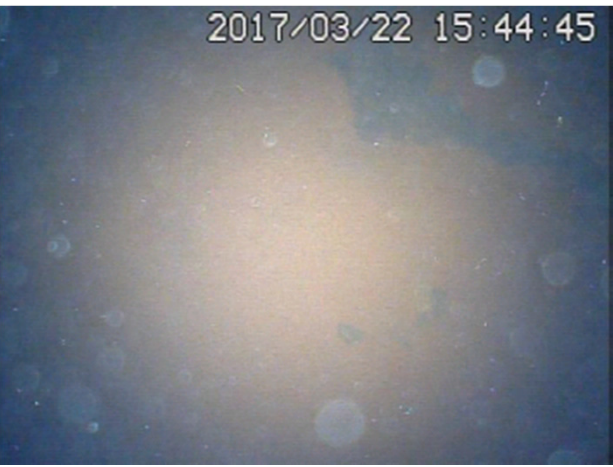





2. 映像データの分析結果 (1/2)

- 今回撮影した測定ポイントに対し、画像鮮明化処理を実施。
- D0②ポイントの映像データに対して鮮明化をした結果、バルブ、配管、鋼材といった既設構造物に大きな変形や損傷はなかった。なお、ドレンサンプのチェッカープレートは堆積物により確認できなかった。



2. 映像データの分析結果 (2/2)

- D0②ポイント以外の映像データに対しても鮮明化を実施。
- D2③ポイントにて新たに落下物を確認したが、D0、D1ポイントでは新たな情報は得られなかった。

	D0③ポイント	D1②ポイント	D2③ポイント
取得画像			
鮮明化後			

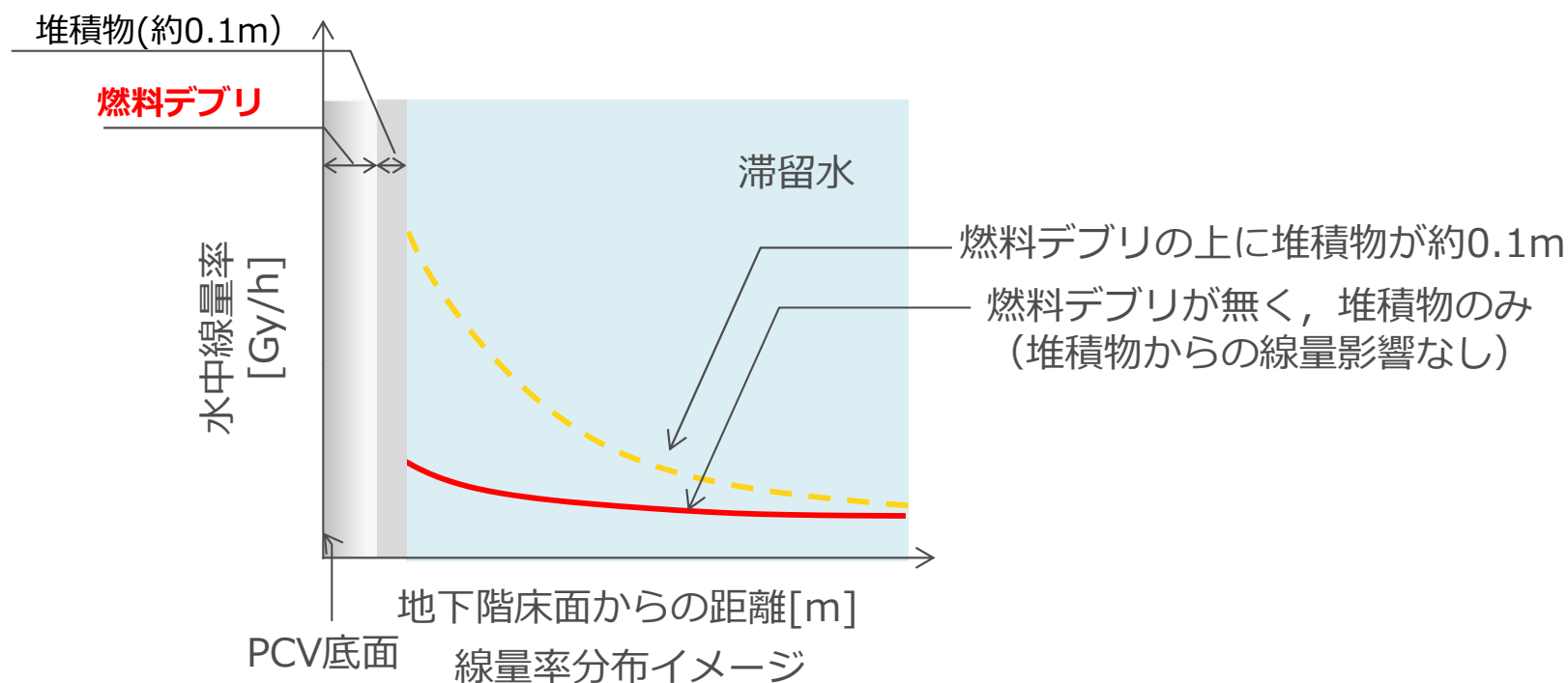
3. 線量データの分析結果

3. 1 燃料デブリの拡がり有無の推定方法 (1/2)

【推定方法について調査前に想定していた内容】

- PCV底部に燃料デブリ※が存在し、その上に約0.1m以下の堆積物（解析ではコンクリートを仮定）が存在していた場合には、堆積物の下の燃料デブリの有無を推定できることを確認。

※：事故時に燃料が炉内構造物を溶融させ、炉内構造物中に存在するCo-60と混ざりあったものと仮定



3. 線量データの分析結果

3. 1 燃料デブリの拡がり有無の推定方法 (2/2)

- 堆積物表面の下に燃料デブリがあるかを以下の手順にて推定を実施した。

燃料デブリの影響を受けにくいと推定されるBGにおいて、堆積物表面の主線源（核種）を推定

燃料デブリの拡がり
の有無を推定

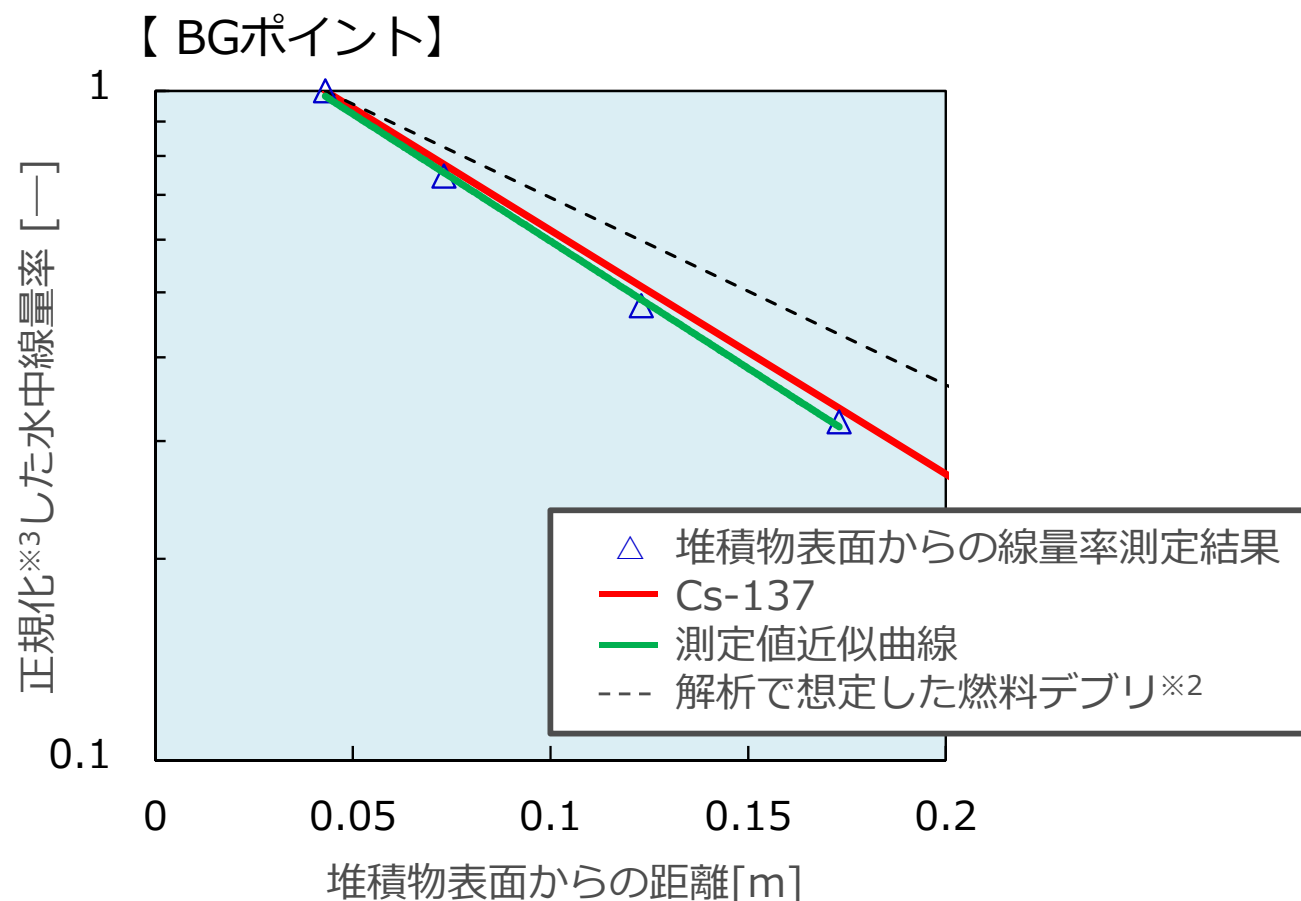
燃料デブリの影響を受けにくいと推定されるBGとD0③において、燃料デブリが無く、堆積物表面にCs-137が主線源として存在していると仮定し、線量測定値と解析結果を比較

燃料デブリが存在する可能性があるD1, D2の各測定ポイントにおいて、堆積物表面の主線源に加えて燃料デブリが存在していると仮定した場合を解析し、線量測定値と解析結果を比較して、燃料デブリの拡がりの有無を推定

3. 線量データの分析結果

3. 2 線量率分布解析 – BG : 堆積物表面の主線源の推定

- 堆積物表面からの線量率測定結果※1とCs-137減衰曲線の減衰率が同等であることから、堆積物表面の主線源（核種）はCs-137と推定



※1：測定結果から滞留水及び構造物影響を差し引いた値

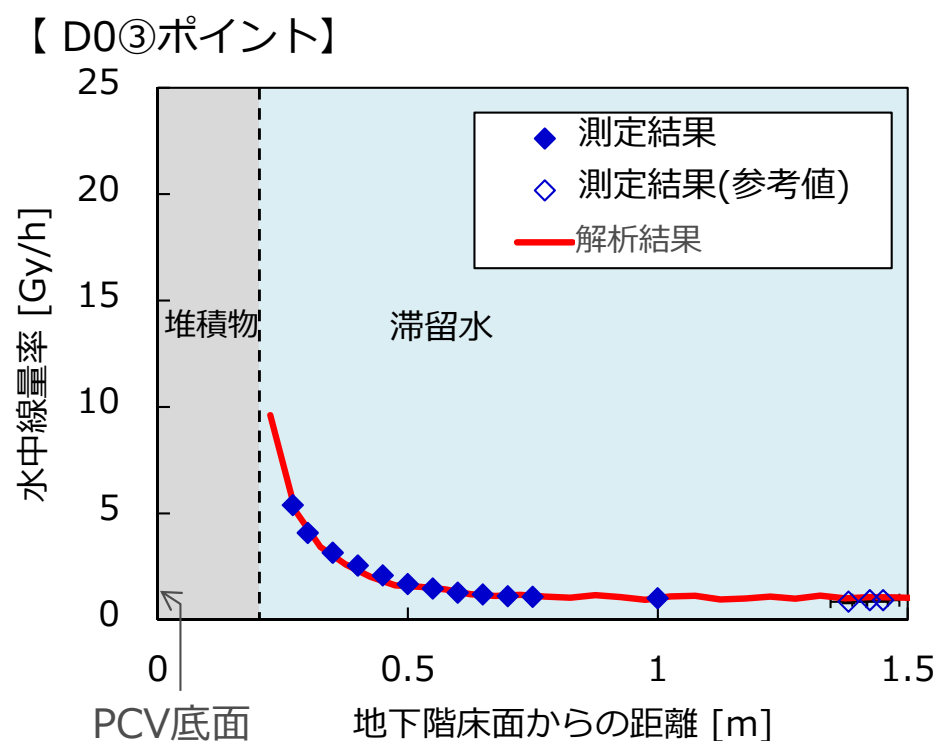
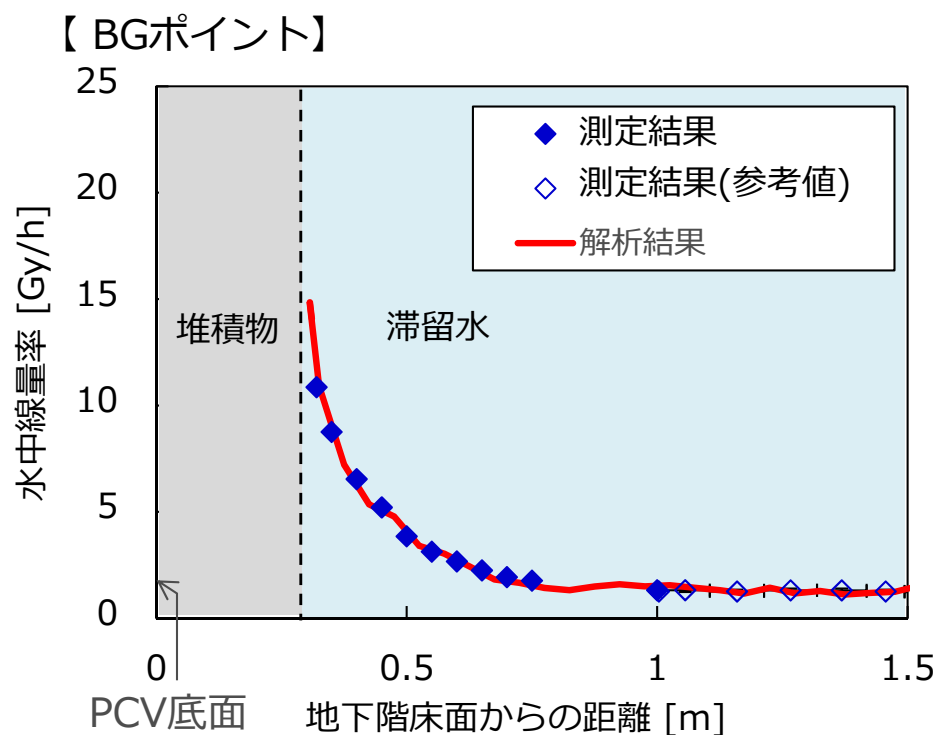
※2：事故時に燃料が炉内構造物を溶融させ、炉内構造物中に存在するCo-60と混ざりあったものと仮定

※3：堆積物表面に最も近接した測定ポイントの線量率を1として線量率を整理したもの

3. 線量データの分析結果

3. 3 線量率分布解析 – 堆積物中の燃料デブリの有無推定 (1/2)

- 堆積物表面にCs-137の主線源を仮定した場合のBGとD0③の解析を実施した。
- BG及びD0③は堆積物厚さが薄いこと、及び位置的にペDESTAL開口部から離れていることから、燃料デブリが存在していないと仮定して解析した。
- 上記の仮定にて解析した場合、測定結果と解析結果が良好な一致を示すことから、BG及びD0③の堆積物の下には燃料デブリは存在しないか、又は存在しても少量であると推定した。



注)

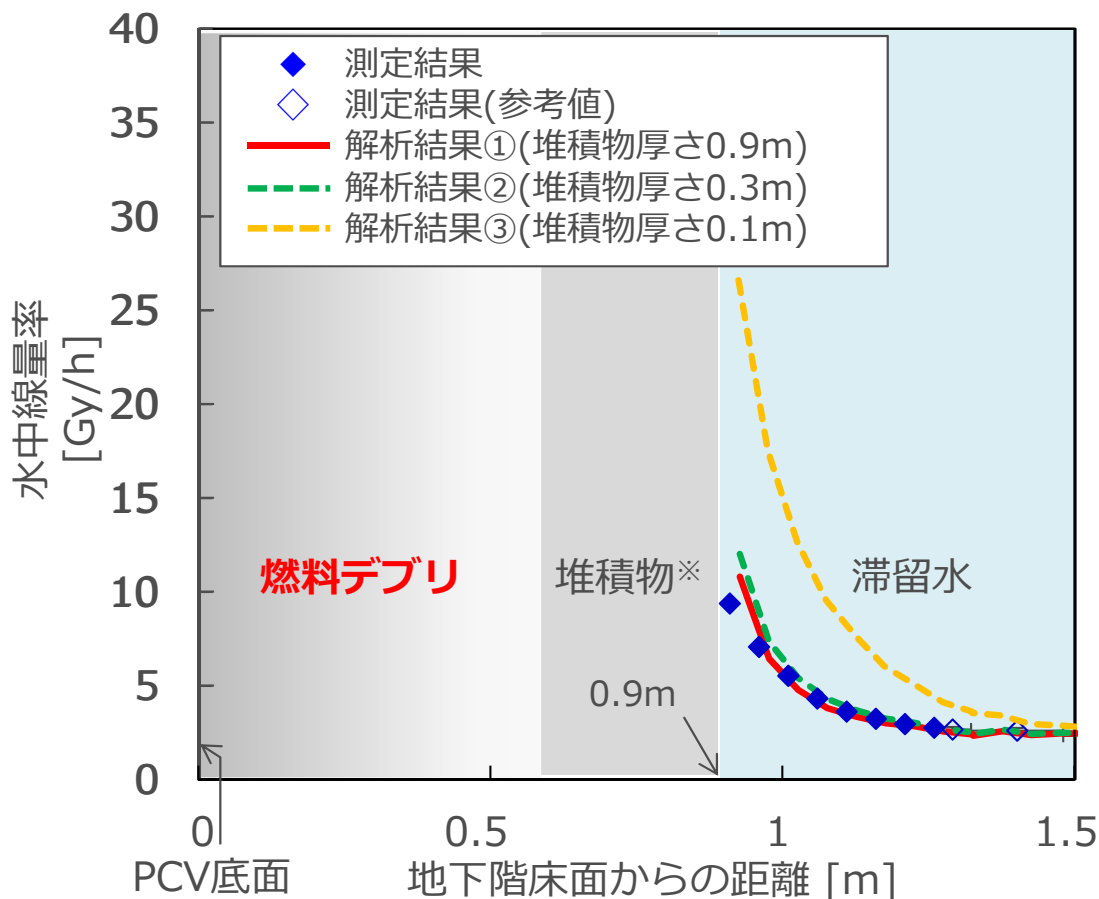
◆測定結果：センサを止めて測定した値

◇測定結果（参考値）：センサ吊下げ動作中の線量率の平均値

3. 線量データの分析結果

3. 3 線量率分布解析 – 堆積物中の燃料デブリの有無推定 (2/2)

- D1,D2の各測定ポイントで確認された堆積物表面高さ（約0.9m）の範囲で、堆積物の下に燃料デブリが存在する場合の線量率の評価を行った。
- ペDESTAL開口部に距離が近いD2③ポイントの解析結果は下図の通り。
- 堆積物厚さが厚い場合には、堆積物による遮へい効果により、燃料デブリが存在するかどうかは推定できなかった。
- 堆積物厚さは現時点で不明であることから、推定できなかった原因が燃料デブリが無かったのか、堆積物や構造物が厚く、遮へい効果が大きい影響によるものかまで判別できなかった。



※：堆積物の下に構造物がある可能性もある。

D2③解析条件 (堆積物表面高さ0.9m)

- ① 堆積物厚さ：0.9m
- ② 堆積物厚さ：0.3m
- ③ 堆積物厚さ：0.1m

注)

- ◆測定結果：センサを止めて測定した値
- ◇測定結果(参考値)：センサ吊下げ動作中の線量率の平均値

4. まとめ

<映像データの分析結果>

- ドレンサンプから距離の近いD0ポイント付近の映像データの分析の結果、ドレンサンプ（X-100B側）周辺の視認される構造物（鋼材、バルブ）に大きな損傷や倒壊がないことが確認できた。

<線量データの分析結果>

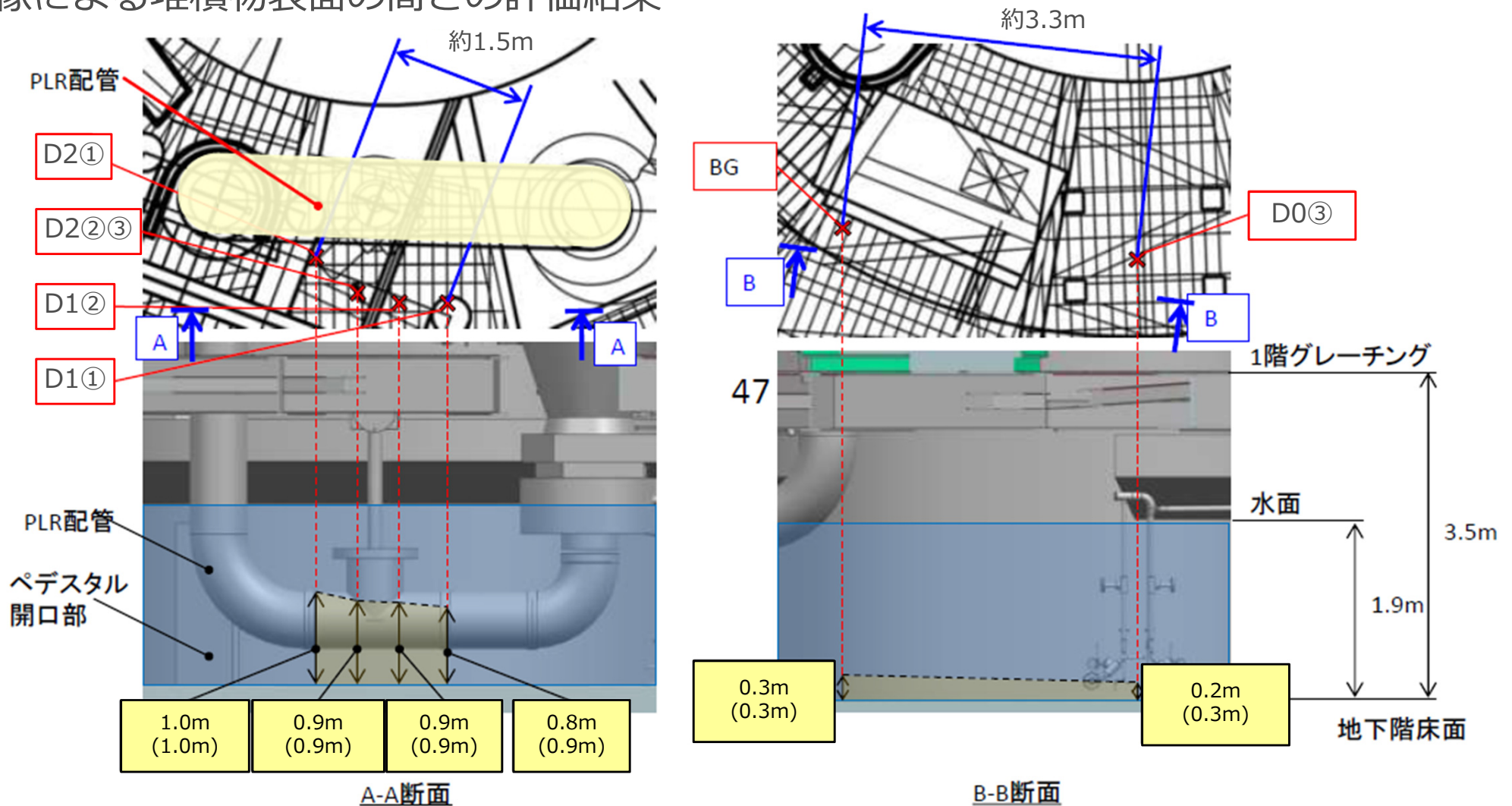
- BGにおける堆積物表面の主線源の推定結果から、堆積物表面の主線源はCs-137であると推定できた。
- BG及びD0③においては、堆積物厚さが薄く、堆積物表面にCs-137を仮定した場合の解析で測定値と解析結果が良好な一致を示していることから、燃料デブリが存在していないか、又は存在しても少量であると推定できた。
- ペDESTAL開口部から距離が近いD1, D2ポイントにおける線量率評価を実施したが、今回の条件における解析結果においては、堆積物表面高さが高く、堆積物中に燃料デブリが存在するかどうかは推定出来なかった。

<今後の検討方針>

- 今回の調査結果及びX-100Bペネの直下で採取した堆積物の特性等を踏まえ、次回調査範囲と方法について検討を行う。

参考. 映像データの分析 堆積物表面高さの評価

映像による堆積物表面の高さの評価結果※1



※センサの接近により計測した高さ

※1：SFM(Structure from Motion)により、センサと堆積物表面間の距離を算出し、センサ降下量を合わせて堆積物表面の高さを評価。

- ・黄色枠内の数値は画像解析により算出した堆積物表面の推定高さ
- ・()内の数値はセンサの吊下げ最下点高さ
- ・なお、堆積物表面より下の堆積物厚さについては確認できていない

- 燃料デブリ厚さと堆積物厚さを変えて線量率の分布について解析を実施。

■ D1①ポイント

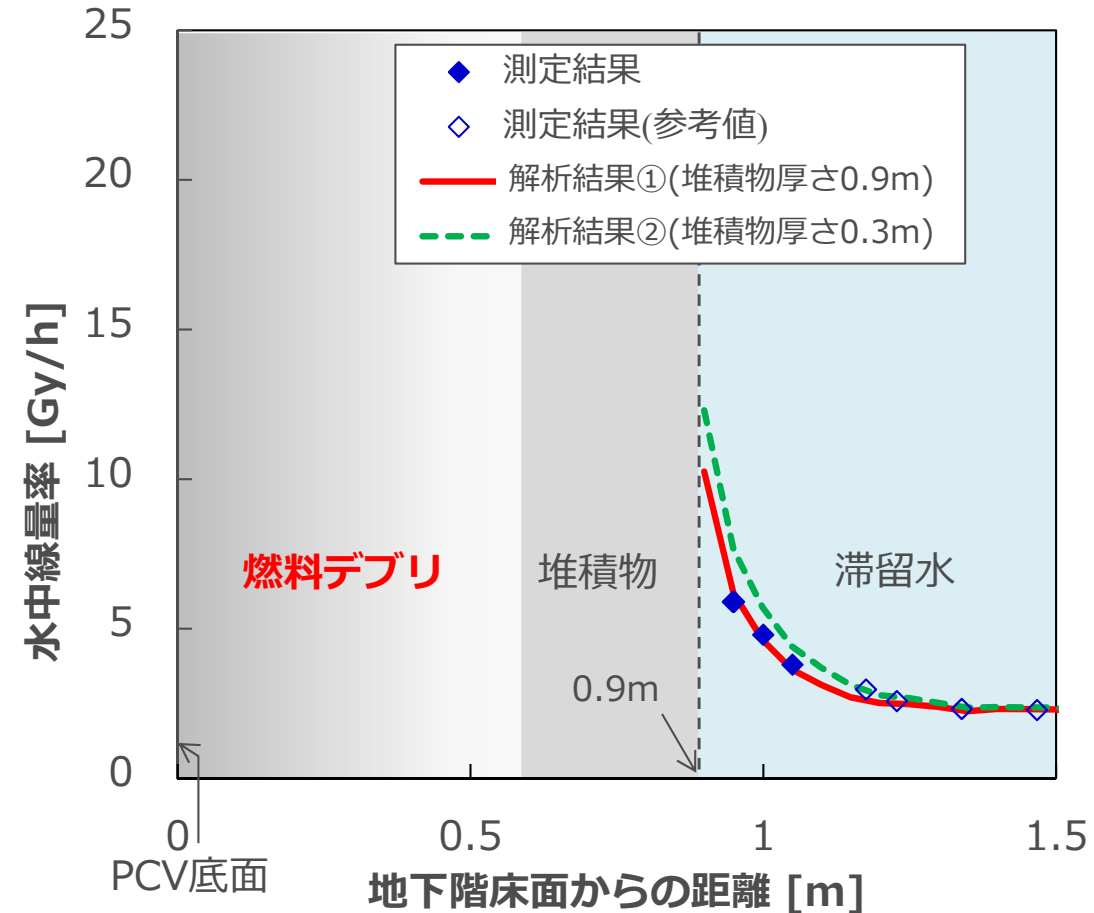
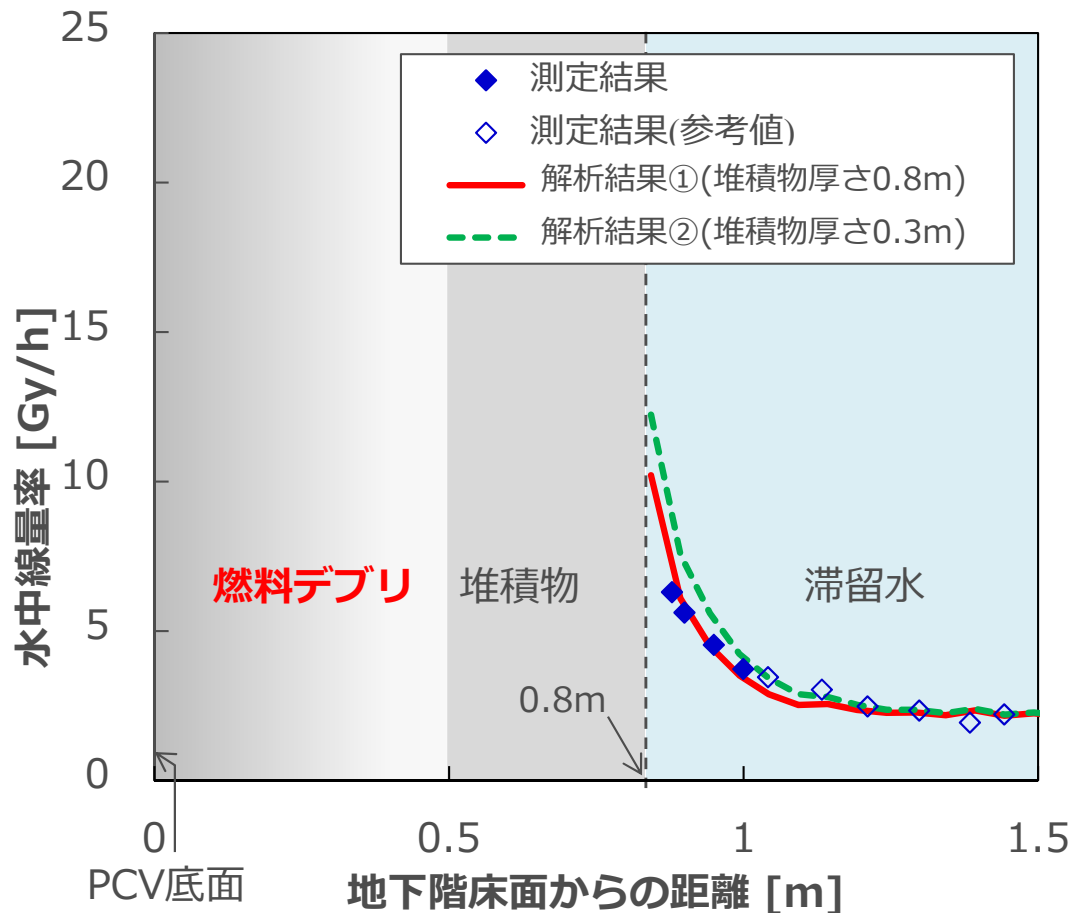
解析条件 (堆積物表面高さ0.8m)

- ① 堆積物厚さ : 0.8m
- ② 堆積物厚さ : 0.3m

■ D1②ポイント

解析条件 (堆積物表面高さ0.9m)

- ① 堆積物厚さ : 0.9m
- ② 堆積物厚さ : 0.3m



注)

◆測定結果：センサを止めて測定した値

◇測定結果(参考値)：センサ吊下げ動作中の線量率の平均値

参考. 線量データの分析

線量率分布解析 – 堆積物中の燃料デブリの有無判断

- 燃料デブリ厚さと堆積物厚さを変えて線量率の分布について解析を実施。

■ D2①ポイント

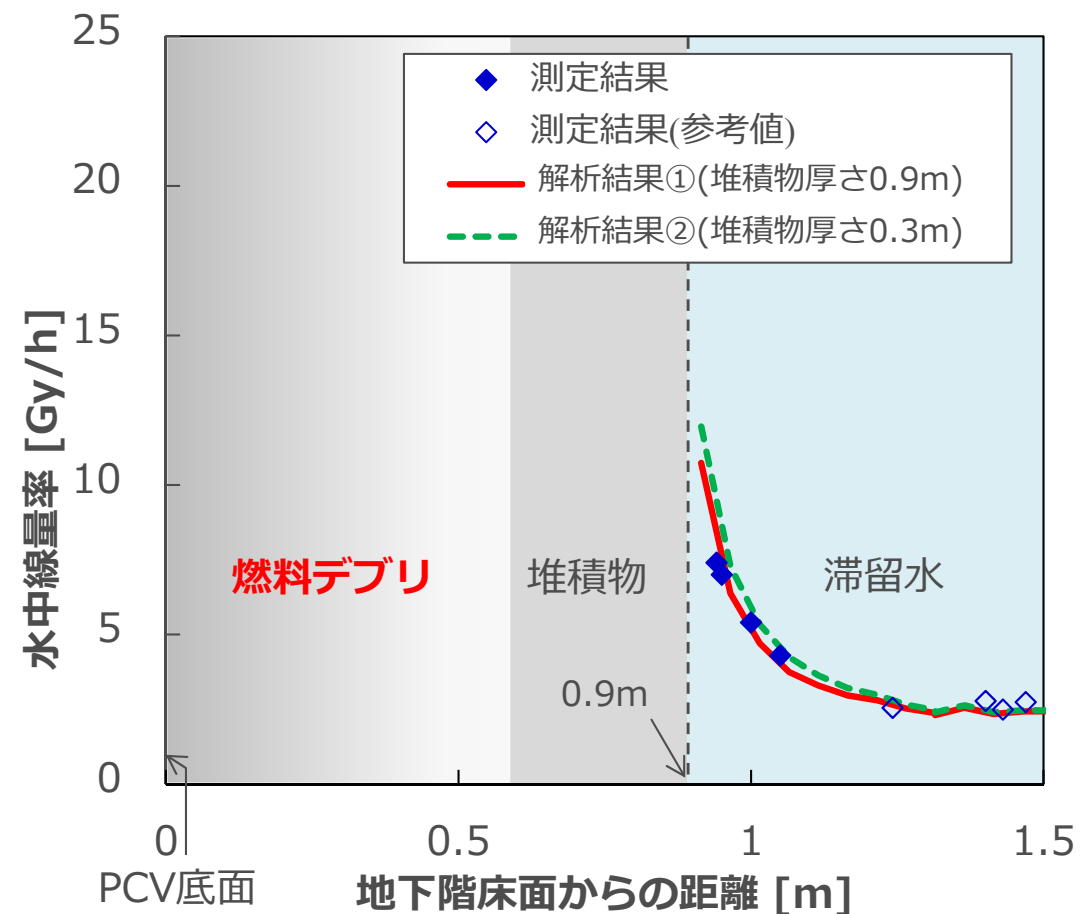
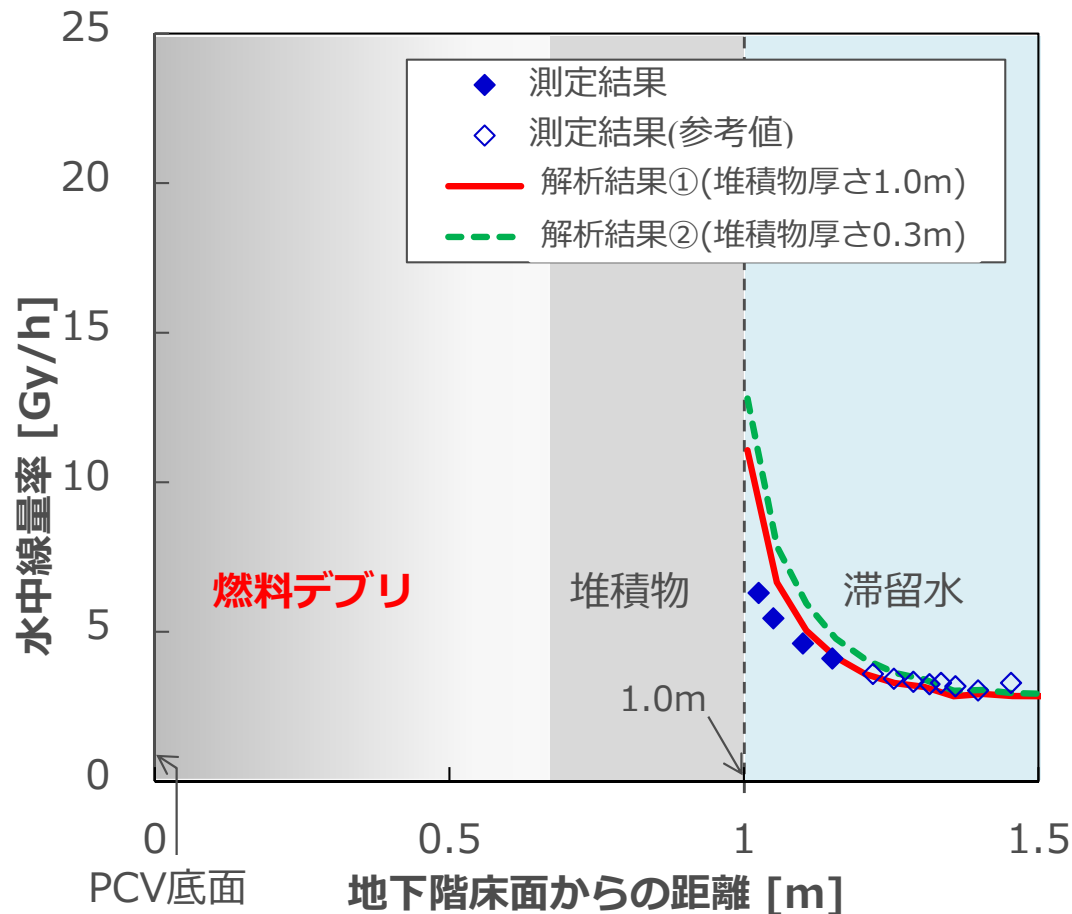
解析条件 (堆積物表面高さ1.0m)

- ① 堆積物厚さ : 1.0m
- ② 堆積物厚さ : 0.3m

■ D2②ポイント

解析条件 (堆積物表面高さ0.9m)

- ① 堆積物厚さ : 0.9m
- ② 堆積物厚さ : 0.3m

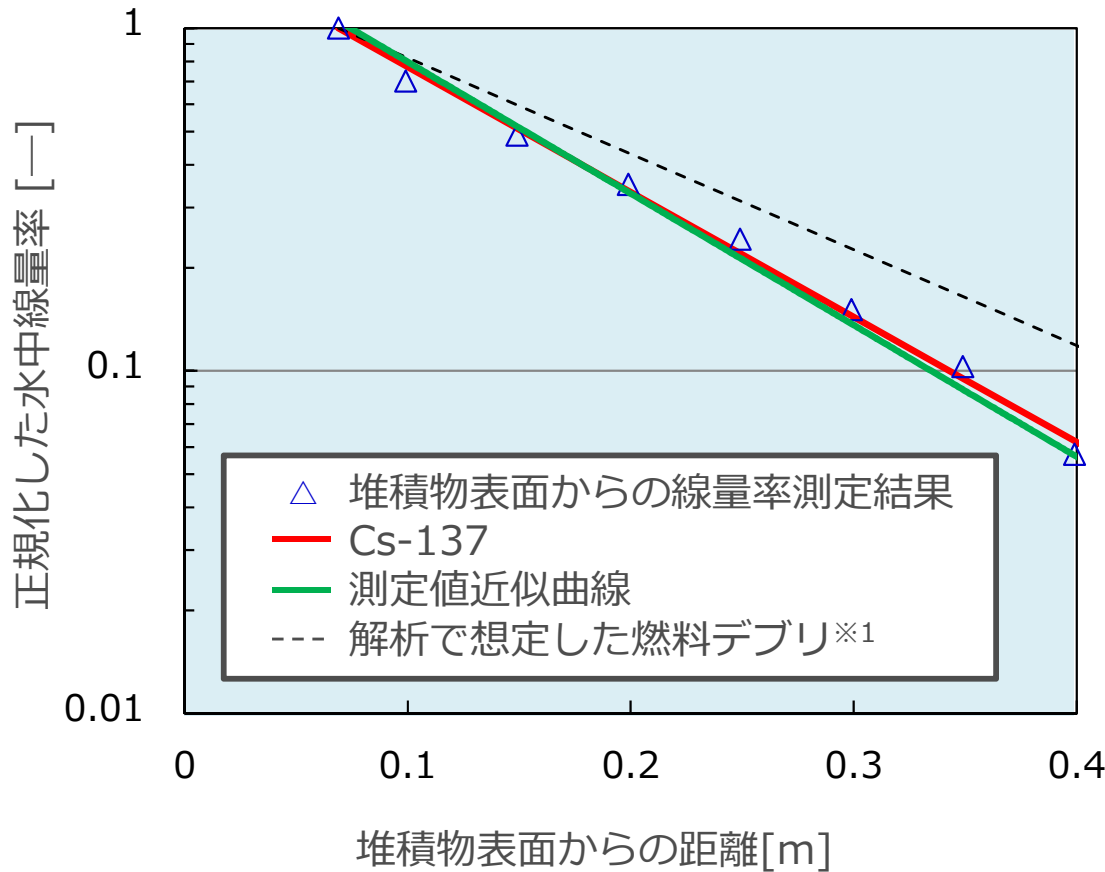


注)

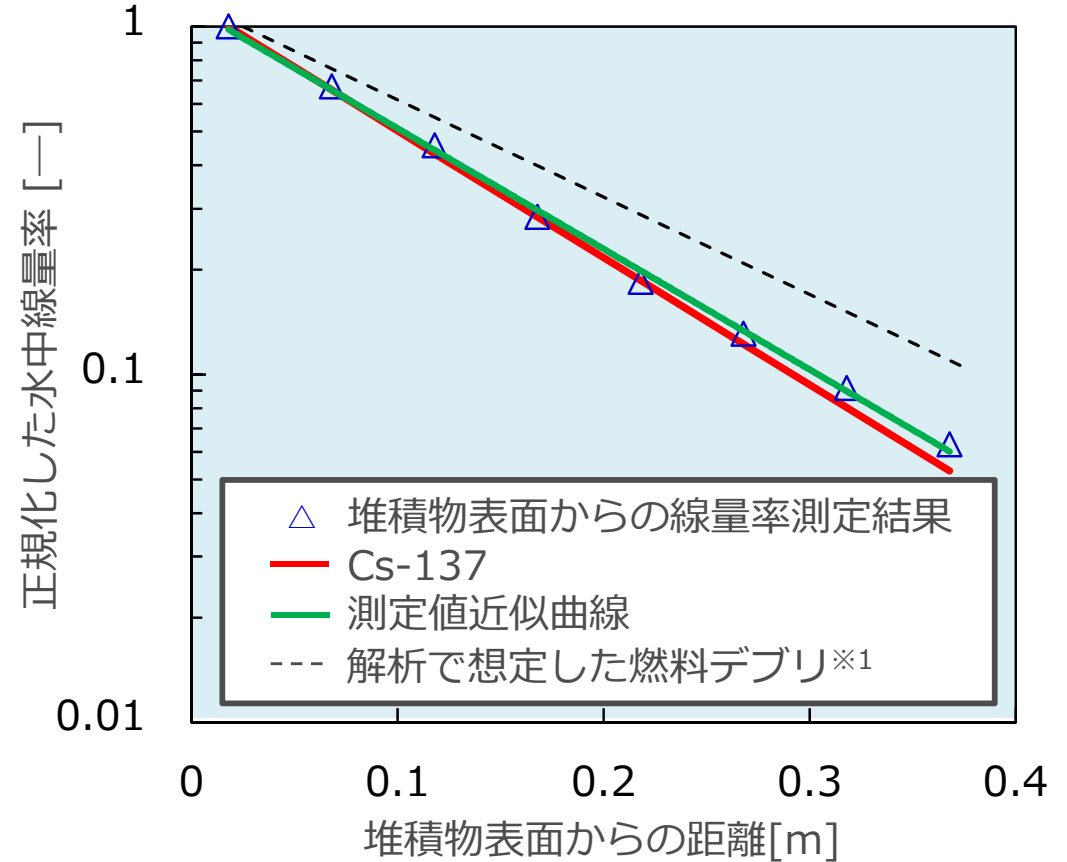
◆測定結果：センサを止めて測定した値

◇測定結果(参考値)：センサ吊下げ動作中の線量率の平均値

【 D0③ポイント】



【 D2③ポイント】



※1：事故時に燃料が炉内構造物を溶融させ、炉内構造物中に存在するCo-60と混ざりあったものと仮定

2号機原子炉格納容器内部調査 ～線量率確認結果について～

2017年7月27日

IRID

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

- 2017年1～2月に実施したPCV内部調査におけるPCV内線量率測定においては、カメラ画像ノイズからの線量率の推定（4箇所）および、積算線量計による線量率の算出（1カ所）を実施。
- この調査で得られた線量率については、過去の調査（2013年8月）で測定された線量率と大きな相違があったことから、カメラ画像ノイズからの線量率推定方法および積算線量計による線量率の算出について妥当性の確認を行った。確認された事項は、以下の通り。

①カメラ画像ノイズからの線量率推定

- ・ 今回の調査で得られた画像データから再度線量率を推定したところ、PCV内部調査時に推定した線量率と異なる結果が得られた。このため線量率を推定した過程を確認したところ、放射線影響によるノイズをバックグラウンドノイズと識別するためのしきい値※に関して、校正時より低いしきい値を設定してPCV内部調査を行ったため、線量率を大きく推定していたことを確認した。
- ・ 校正曲線を作成するために使用した校正線源（Co-60線源）とPCV内の主線源（Cs-137）について照射試験と解析により画像ノイズの発生量を比較したところ、PCV内の主線源（Cs-137）の方が画像ノイズの発生量が多く、線量率を大きく推定していたことを確認した。

②積算線量計を用いた線量率の算出

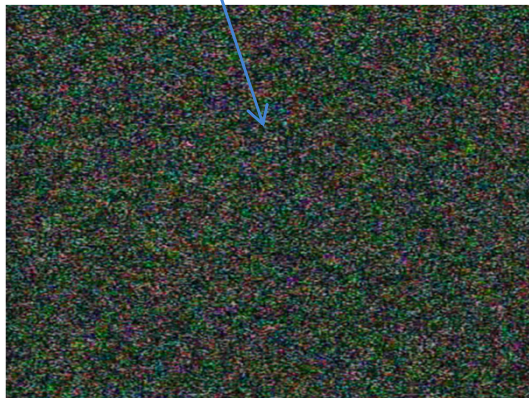
- ・ 4個の積算線量計のうち2個の測定値の差から線量率を算出していたが、個々の線量計の測定値を確認した結果、測定位置で使用した2個のうちの1個の測定値が、他の3個の測定値と比較して大きめの値を示す傾向となっていたことを確認した。

※：一定の明るさ以上のノイズを放射線影響によるノイズとしてカウントするための明るさの基準値

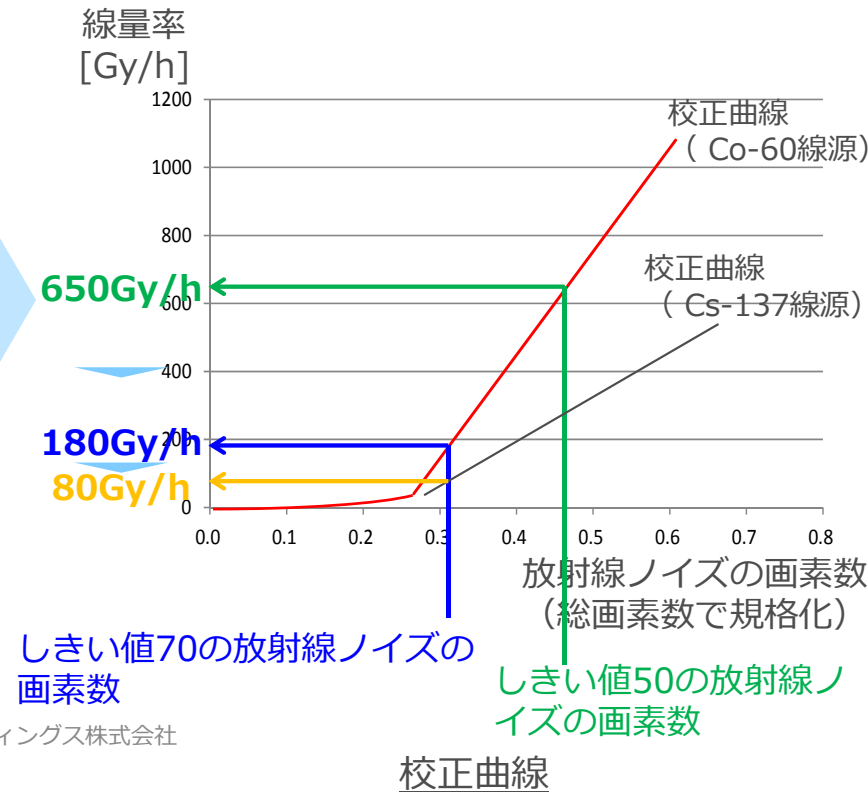
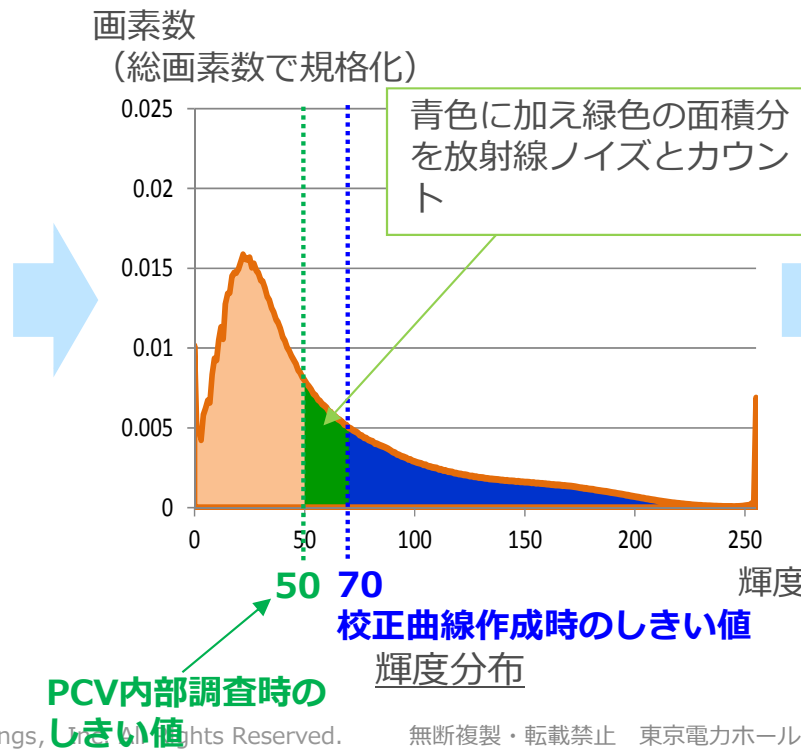
2. カメラ画像ノイズからの線量率推定値の確認結果 (1/2)

- 照射試験による校正においては、PCV内の高線量下を想定し、しきい値70以上の輝度を有する画素を放射線ノイズとしてカウントするよう設定。一方、PCV内部調査では、調査前の低線量下での準備作業として、しきい値を下げ(50)で動作試験を行ったが、しきい値を戻さないままPCV内調査を実施。
- 従って、本来、しきい値以下の輝度の画素（放射線ノイズとして数えるべきでないもの）を放射線ノイズとカウントしたため、カウント数が過大となり、線量率を大きく推定。
- また今回の調査においては、Co-60線源によるカメラ照射試験結果に基づく校正曲線で線量率を推定していたが、2号機PCV内のガンマ線源は、Cs-137の影響が支配的と考えられるため、Cs-137線源の場合のノイズ発生量について、照射試験と解析を実施。
- Cs-137線源の場合、Co-60線源と比較してノイズ発生量が大きく、線量率は大きく推定されることを確認。

画像データ上の明るい画素1つ1つに対して、明るさ（輝度）を測定



観測画像



2. カメラ画像ノイズからの線量率推定値の確認結果 (2/2)

■放射線ノイズかどうか判定する「しきい値」を校正時の値とし、かつPCV内の主線源をCs-137とすると、推定される線量率は下表の通り。

調査項目		現地推定線量率※1 [Gy/h※2]	確認結果	
			①しきい値を訂正した 線量率※3 [Gy/h]	②しきい値を訂正し、かつ PCV内の主線源がCs-137の みと仮定した場合の線量率 [Gy/h]
		推定値※4, 5	推定値※4, 5	推定値※4, 5
ペネ内事前調査	足場近傍	30 (10~60)	10 (0~10)	10以下※6
	CRDレール中央 付近	530 (370~690)	170 (120~220)	70 (50~90)
ペDESTAL内事前調査		20 (0~40)	10 (0~10)	10以下※6
堆積物除去		650 (450~850)	180 (130~240)	80 (50~100)

※1：現場で数値を目視で読み取った値（記録された画像から再評価した値とは差異がある）

※2：2017年2月23日の公表時はSv/hと表現していたが、計器の吸収線量であることからGy/hに修正

※3：照明を消灯している間の画像（300~500フレーム分）を対象に、個々のフレームにおいて線量率を推定。その推定結果を平均した値

※4：括弧内は誤差を加味して推定値が取り得る範囲

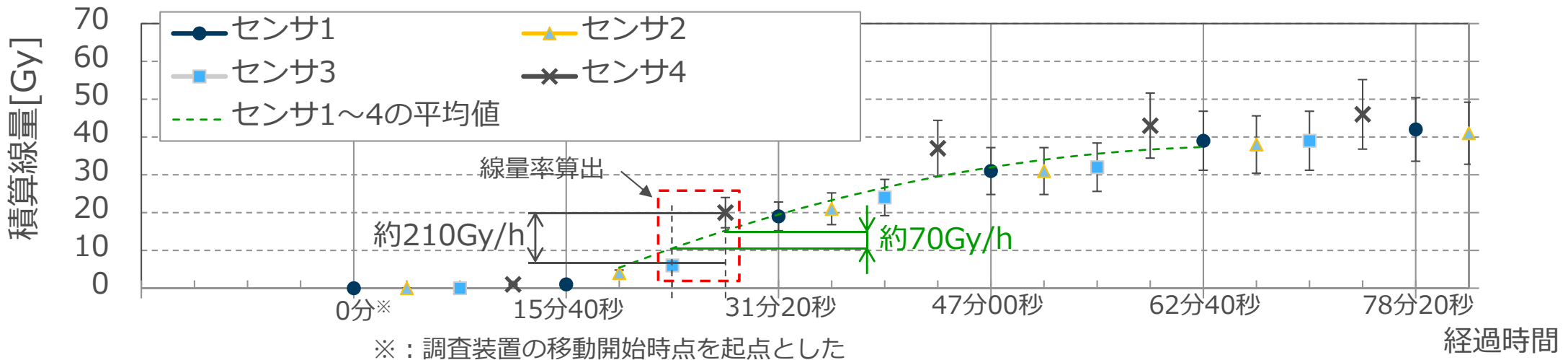
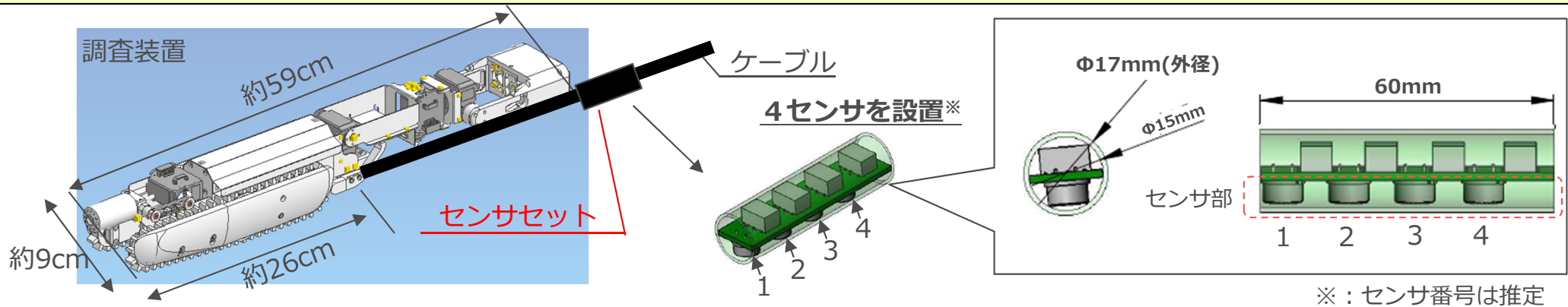
※5：誤差は校正曲線作成時の耐放射試験結果のデータのバラつきから以下の通り

50Gy/h未満：±80% 50Gy/h以上：±30%

※6：誤差を含む

3. 積算線量計による線量率算出の確認結果

- 測定時間短縮の観点から設置した4個の積算線量計（センサ）のうち2個の測定値の差をもって、線量率を算出した結果、約210Gy/hという値を得た。
- 調査終了後、各センサの測定値を確認した結果、4個のセンサのうち、約210Gy/hを算出した場所（当該場所）の測定に使用したNo.4のセンサは、他の3個のセンサとの測定値と比べて常に大きめの値を示していたことが確認された。No.1～4のセンサのばらつきを考慮し、各センサの測定値の平均から線量率を算出した結果、当該場所の線量率は約70Gy/hと評価された。



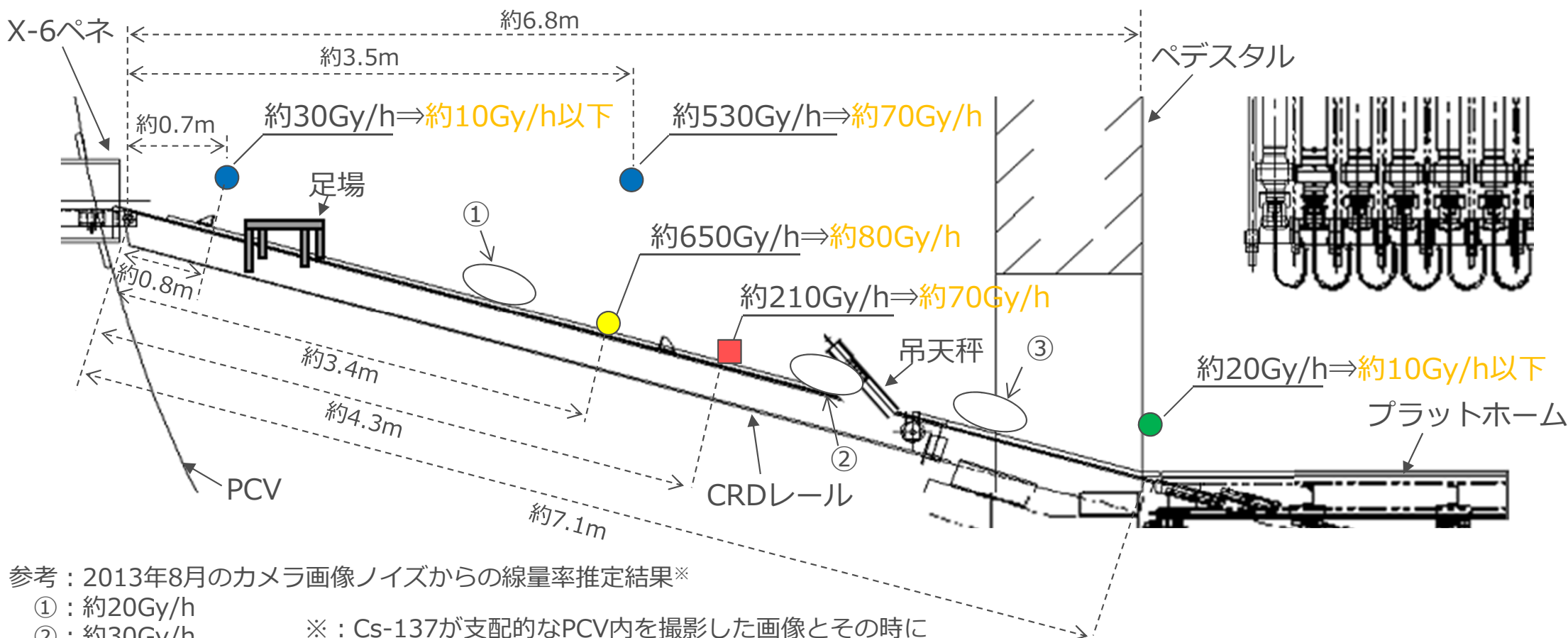
(参考) 線量率に関する調査結果

凡例
【確認前】 ⇒ 【確認後】

カメラ画像ノイズ
から線量率を推定

積算線量計を用いて
線量率を算出

- X-6ペネ内, CRDレール事前調査 : 1/26
- ペDESTAL内事前調査 : 1/30
- 堆積物除去装置の前方カメラ : 2/9
- 自走式調査装置 : 2/16



参考 : 2013年8月のカメラ画像ノイズからの線量率推定結果※

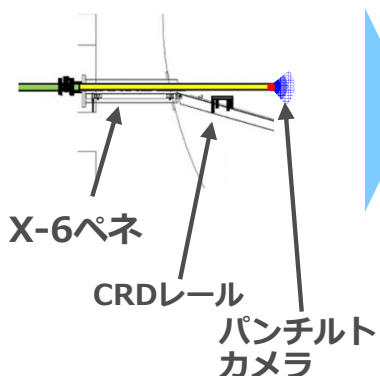
- ① : 約20Gy/h
- ② : 約30Gy/h
- ③ : 約40Gy/h

※ : Cs-137が支配的なPCV内を撮影した画像とその時にあわせて電離箱で測定した線量率を用いて校正

カメラ画像ノイズから線量率を推定

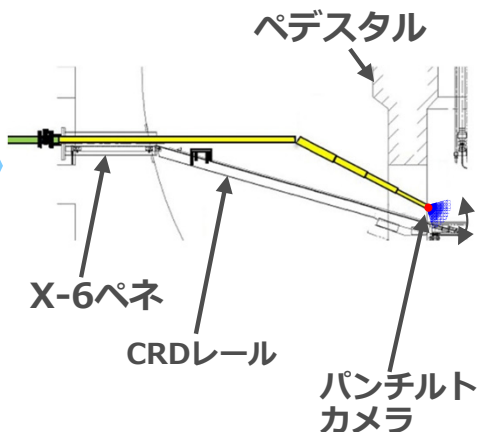
事前確認用ガイド
パイプによるX-6
ペネ内, CRDレール
事前調査

1/26実施



ガイドパイプによる
ペDESTAL内事前調査

1/30実施



堆積物除去装置の投入

2/9実施

チャンバーユニット



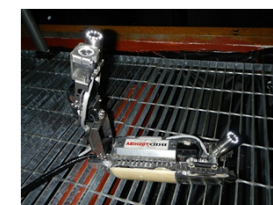
堆積物
除去装置

積算線量計を用いて線量率を算出

自走式調査装置による内部調査

2/16実施

チャンバーユニット



自走式
調査装置

3号機原子炉格納容器内部調査について (速報まとめ)

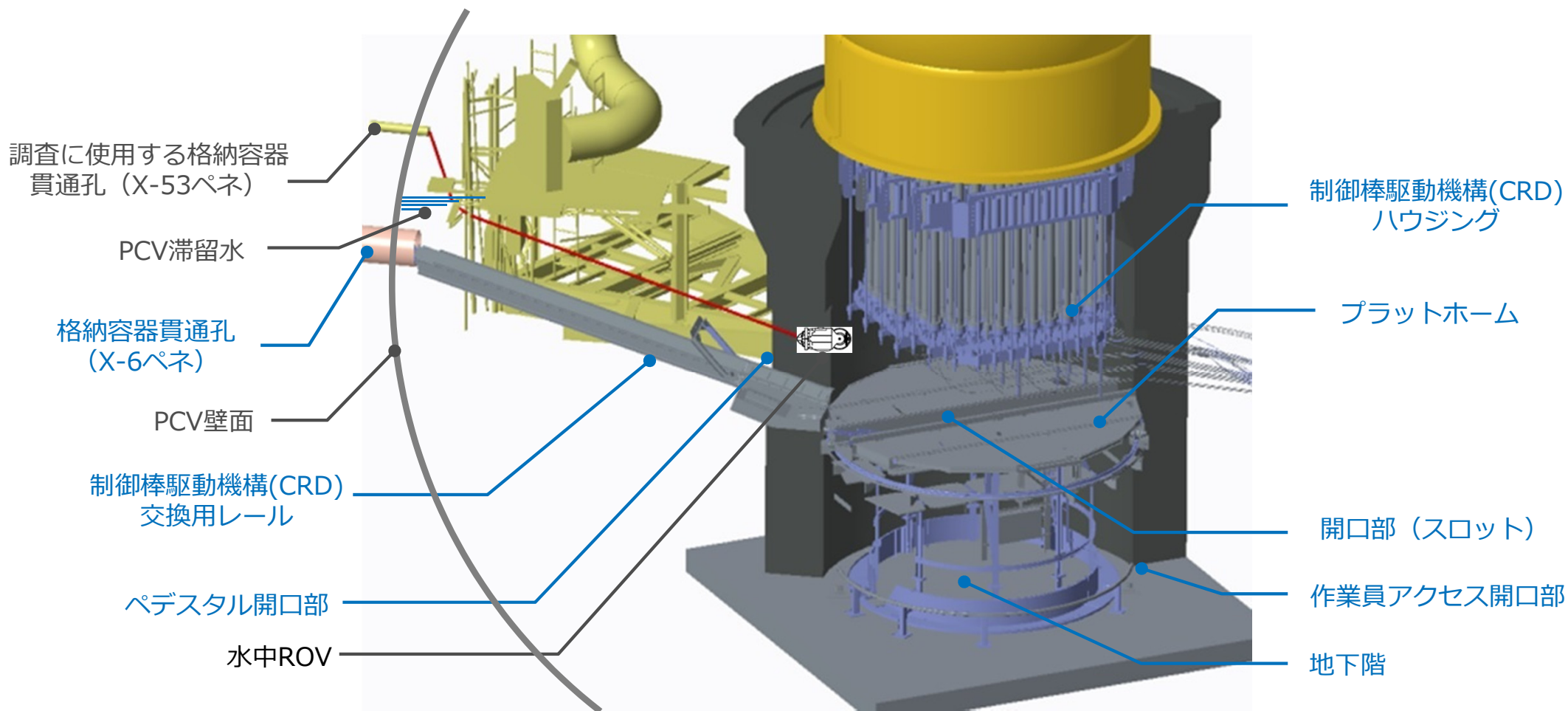
2017年7月27日

IRID **TEPCO**

東京電力ホールディングス株式会社

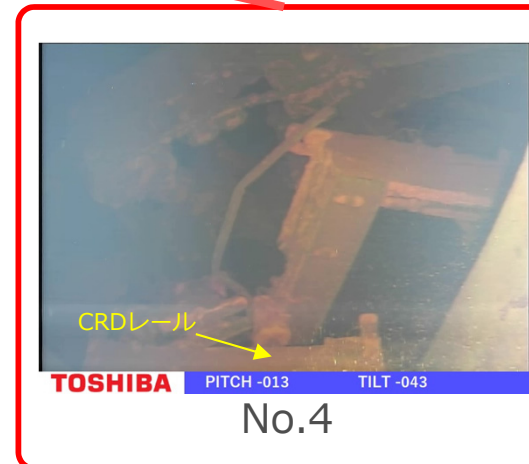
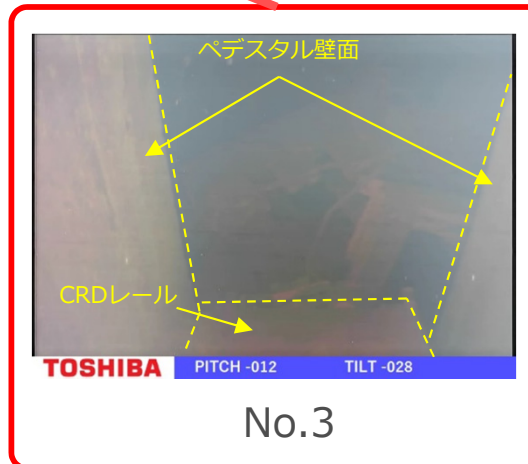
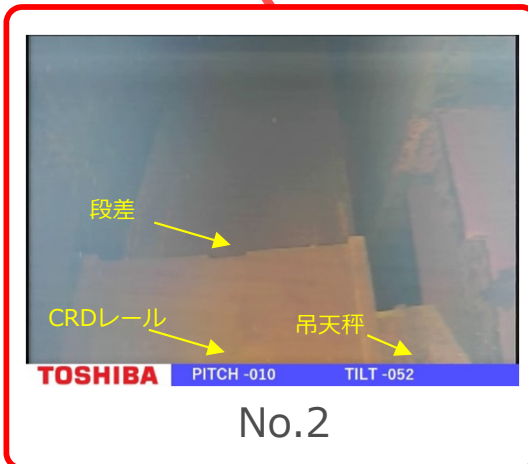
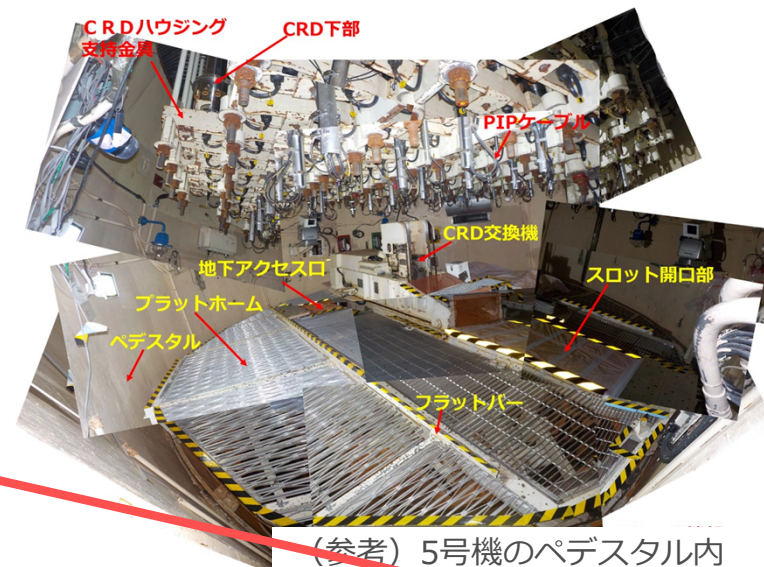
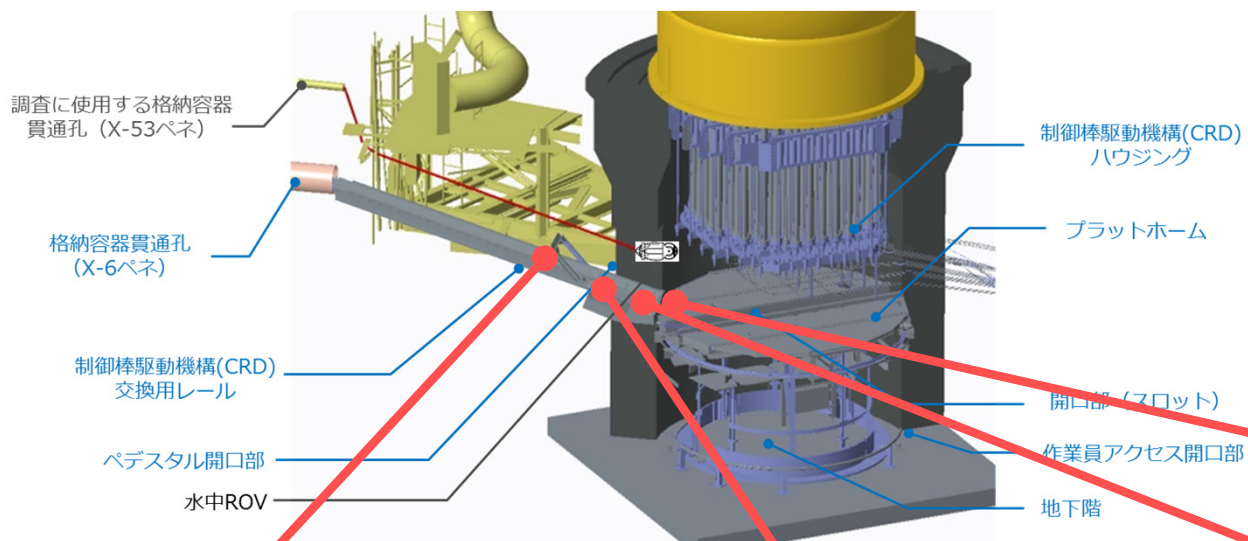
1. 原子炉格納容器内部調査の概要について

- 【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。



調査概要図

2. 画像取得結果 (CRDレール~ペデスタル開口部)

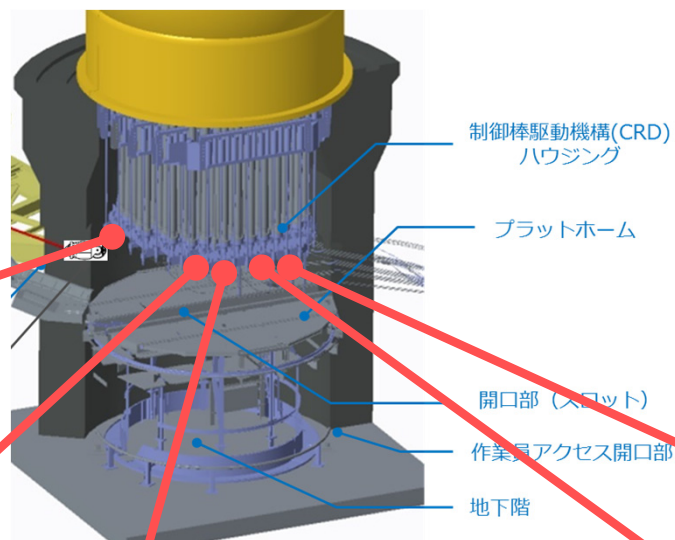


・ペデスタル内において複数の構造物の損傷を確認した。

2. 画像取得結果 (CRDハウジング近傍)



No.5



(参考) 5号機のCRDハウジング
およびCRDハウジング支持金具



No.6



No.7



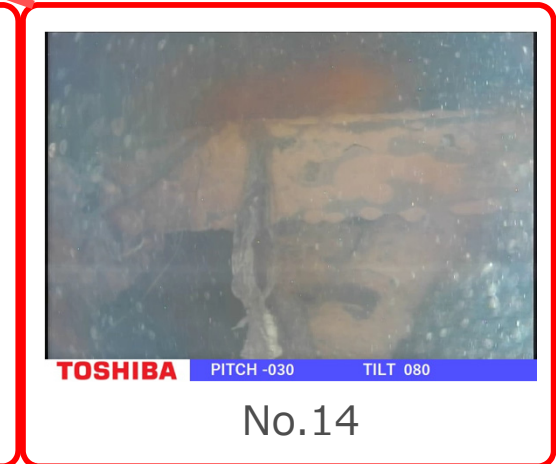
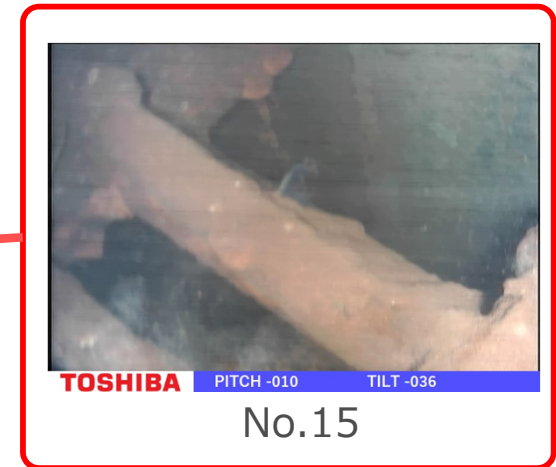
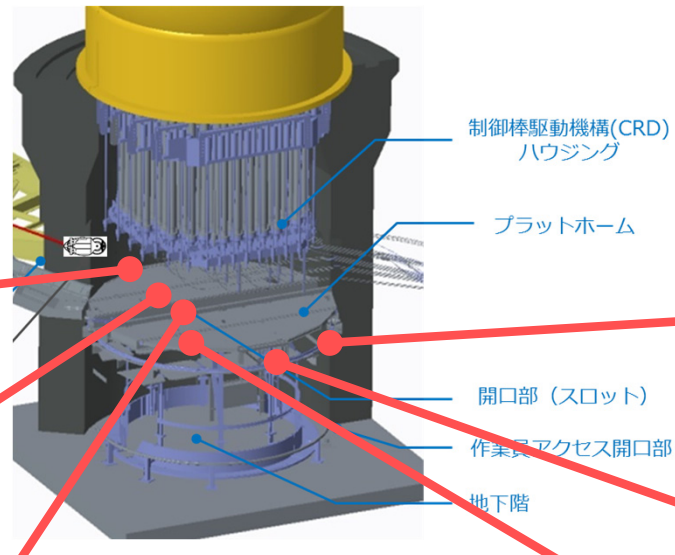
No.8



No.9

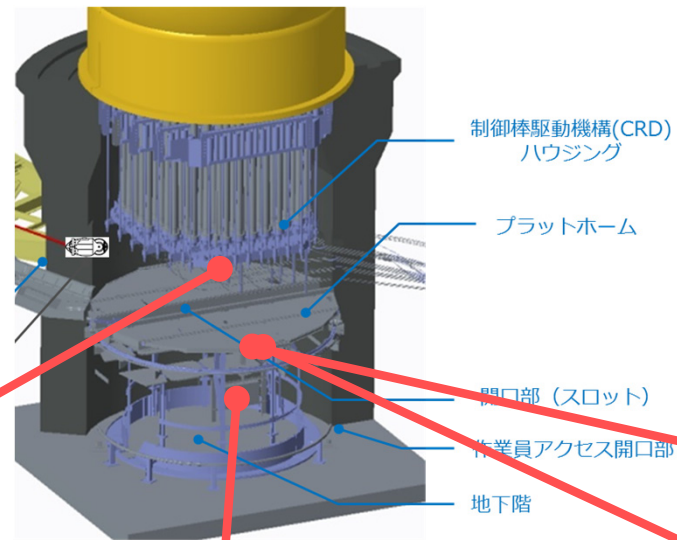
- ・複数個所でCRDハウジング支持金具の脱落、変形を確認した。
- ・CRDハウジング支持金具に溶融物が固化したと思われるものが付着していることを確認した。

2. 画像取得結果（ペDESTAL内）（1/3）



・ペDESTAL内において複数の構造物の損傷や落下物を確認した。

2. 画像取得結果（ペDESTAL内）（2/3）



TOSHIBA PITCH -013 TILT -092

No.16



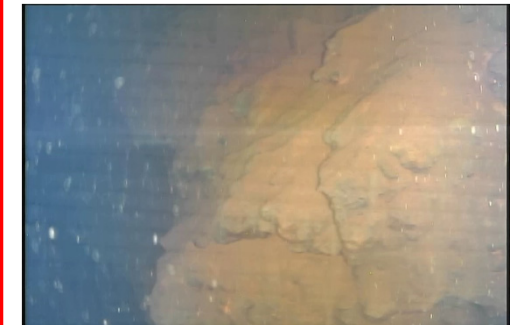
TOSHIBA PITCH -011 TILT -073

No.17



TOSHIBA PITCH -009 TILT -090

No.18

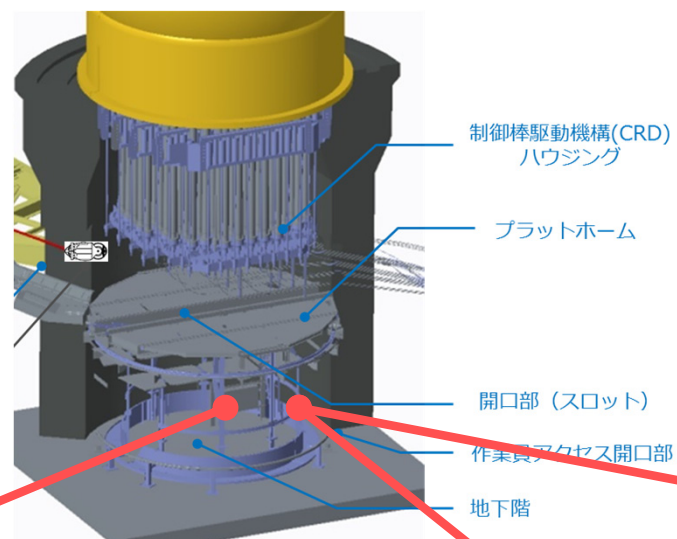


TOSHIBA PITCH 005 TILT -053

No.19

・ペDESTAL下部や、ペDESTAL内構造物上に溶融物が固化したと思われるものを確認した。

2. 画像取得結果（ペDESTAL内）（3/3）



- ・ペDESTAL下部において小石状や砂状の堆積物を確認した。
- ・グレーチング等の複数の落下物を確認した。

今回の調査で、3号機ペDESTAL内部の状況を初めて撮影することができた。

ペDESTAL内部において、溶融物が固化したと思われるものや、複数の構造物の損傷を確認することができた。

- CRDハウジング支持金具の複数箇所で損傷が確認され、CRDハウジング支持金具に溶融物が固化したと思われるものが付着していることを確認した。
- ペDESTAL下部において溶融物が固化したと思われるものやグレーチング等の複数の落下物、堆積物を確認した。



得られた画像データを元に、ペDESTAL内部等の状況を継続確認する。

福島第一原子力発電所 3号機 ミュオン測定による炉内燃料デブリ位置把握について 測定状況（中間報告）

2017年7月27日

TEPCO

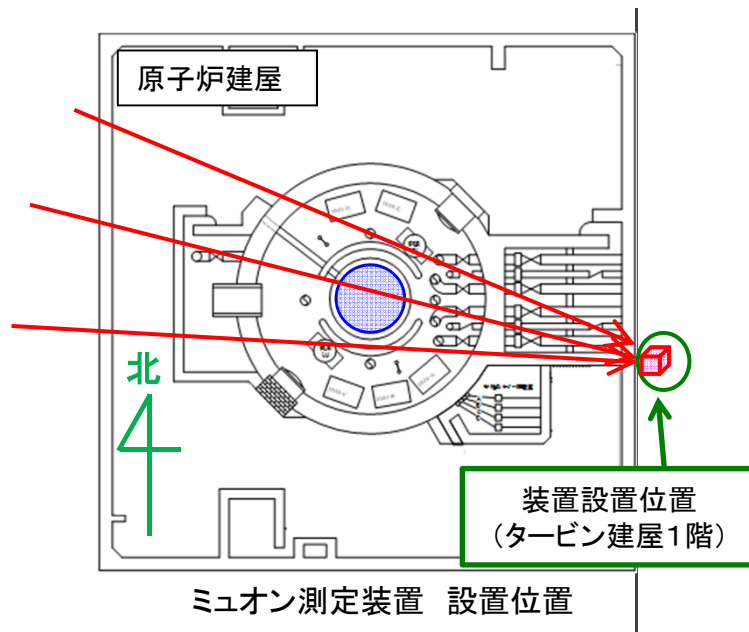


東京電力ホールディングス株式会社

IRID

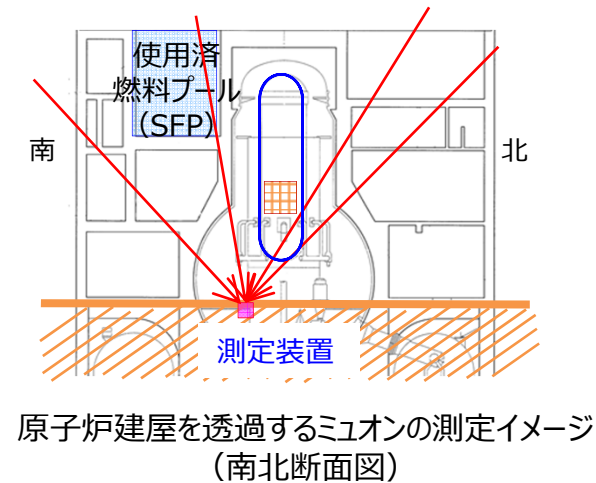
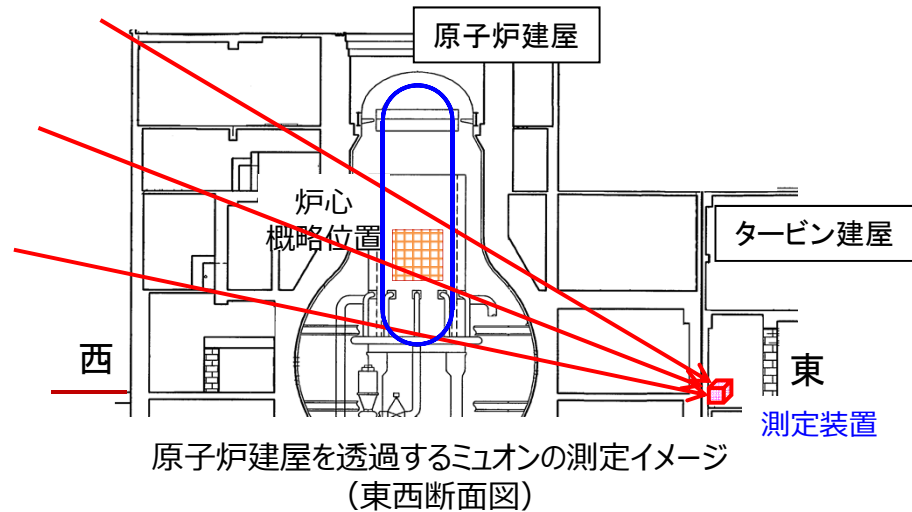
本資料の内容は、技術研究組合国際廃炉研究開発機構（IRID）の事業の一環として、東京電力が実施するものである。

- 燃料デブリ取り出しに向けた炉内状況把握の取り組みとして、燃料デブリ分布に関する情報を取得するための手段の1つとして、これまでに1, 2号機において、原子炉を透過するミュオンの透過率から原子炉圧力容器内の物質質量分布などを把握するミュオン透過法測定を実施。
 - 1号機：炉心域に大きな燃料の塊はなし（2015年2月～5月, 5月～9月）
 - 2号機：原子炉圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質を確認（2016年3月～7月）
- 3号機についても、今年5月よりミュオン透過法測定を実施中。その測定状況を報告する。



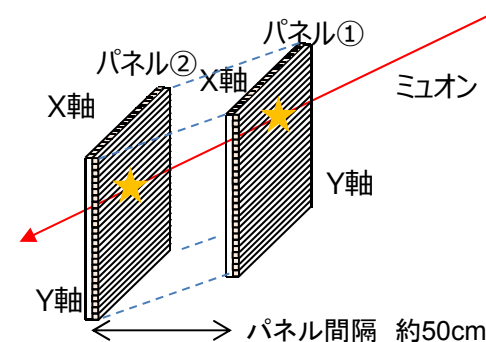
ミュオン測定装置 設置状態
(小型装置, 約1m×1m×高さ1.3m)

- ミュオンは、宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。
- 原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉压力容器内の燃料デブリ分布をレントゲン写真のように撮影。（高密度の物質ほど透過しにくく、暗い影になる）



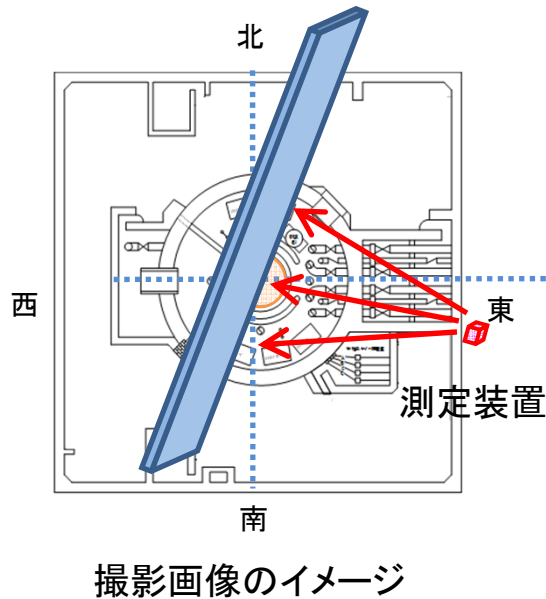
<ミュオン透過法測定装置の計測原理（イメージ）>

上空から飛来するミュオンを装置内部に配置した2枚のパネル検出器（プラスチックシンチレータ）で検知し、通過したパネルの座標からミュオンの軌跡を算出。



ミュオン透過法測定により得られる結果のイメージ

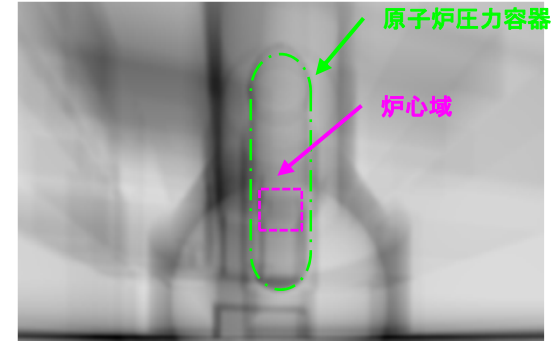
- 原子炉建屋を透過するミュオンを測定し，原子炉建屋を透視
- 原子炉を通る断面上にイメージを投影し，レントゲン写真のように炉心域や原子炉压力容器底部の燃料デブリを撮影



シミュレーション
(燃料有り)

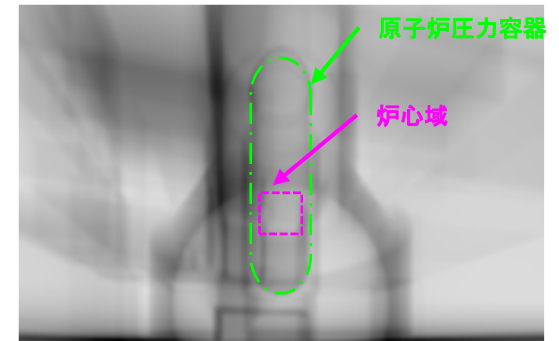
原子炉建屋の構造図から、
ミュオンによる透視結果を
シミュレーション

シミュレーション
(燃料無し)



<シミュレーション条件>

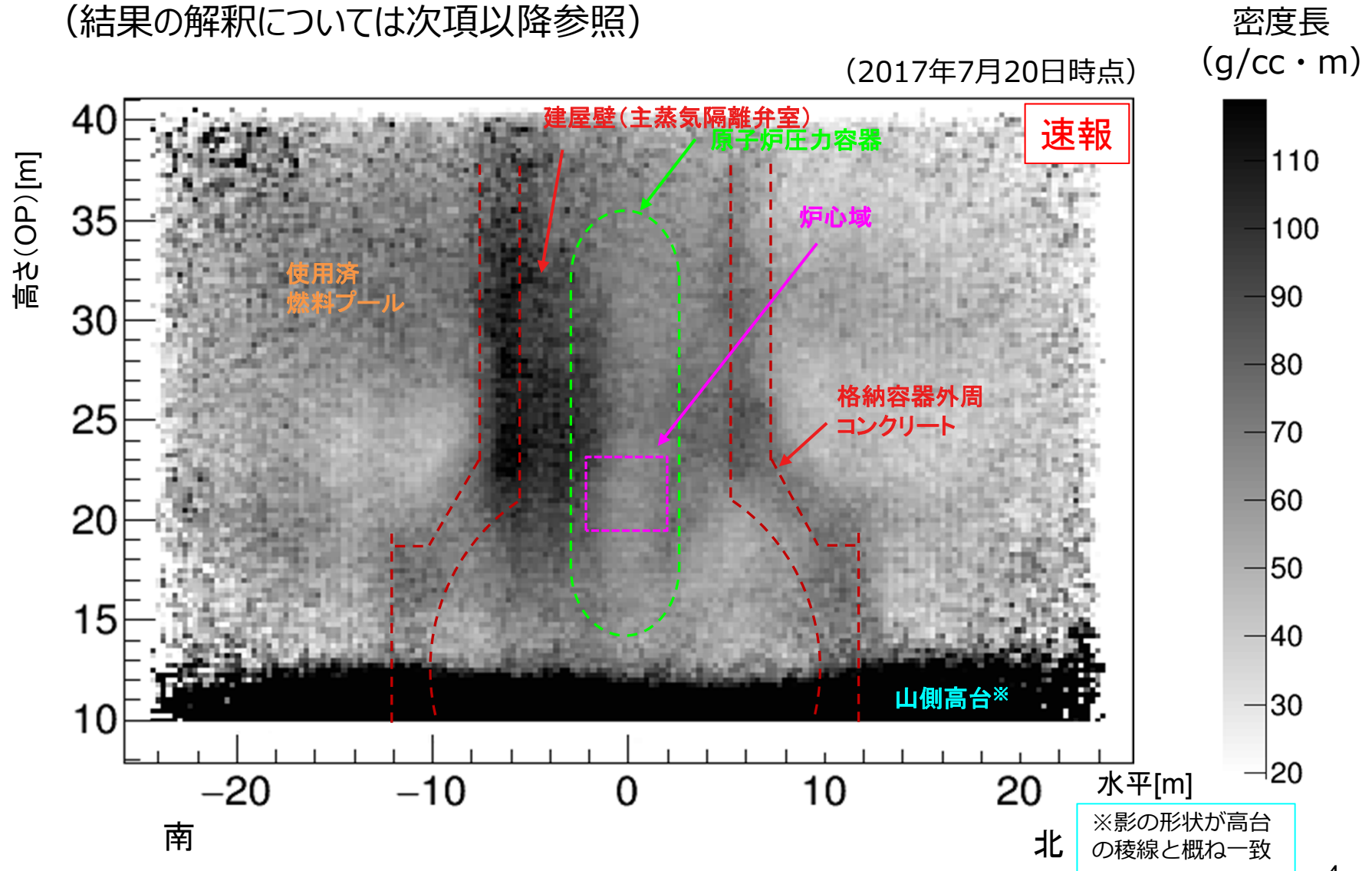
- ・炉心域/原子炉压力容器底部：燃料有り
- ・SFP内：満水



<シミュレーション条件>

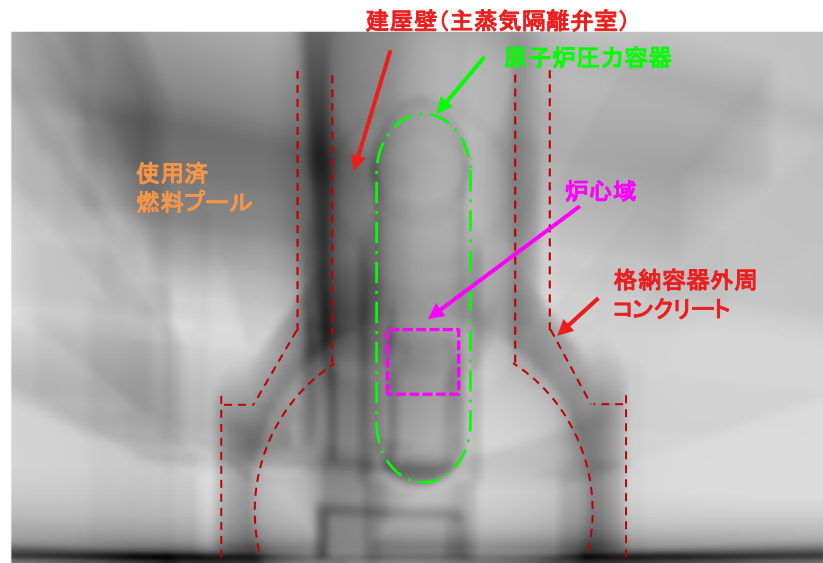
- ・炉心域/原子炉压力容器底部：燃料無し
- ・SFP内：満水

- 現時点までの測定データによる3号機の物質量分布評価結果は以下の通り。
(結果の解釈については次項以降参照)



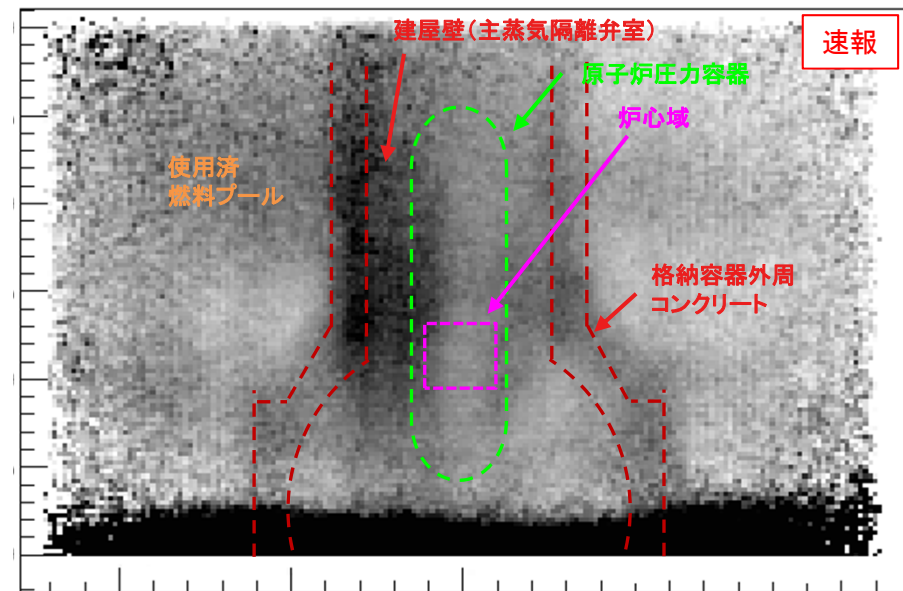
- 原子炉建屋を透過するミュオンの測定により，格納容器外周の遮へいコンクリート，使用済燃料プール，原子炉建屋の壁などの主要な構造物を確認した。
 - ▶ 原子炉建屋の構造図を元に，物質量分布をシミュレーションした結果と比較すると，ミュオン測定により得られた物質量分布の影は，主要な構造物の配置と一致。

(2017年7月20日時点)



南 北

シミュレーションによる物質量分布（密度長）の評価
（炉心域，および炉底部に燃料デブリありのケース）

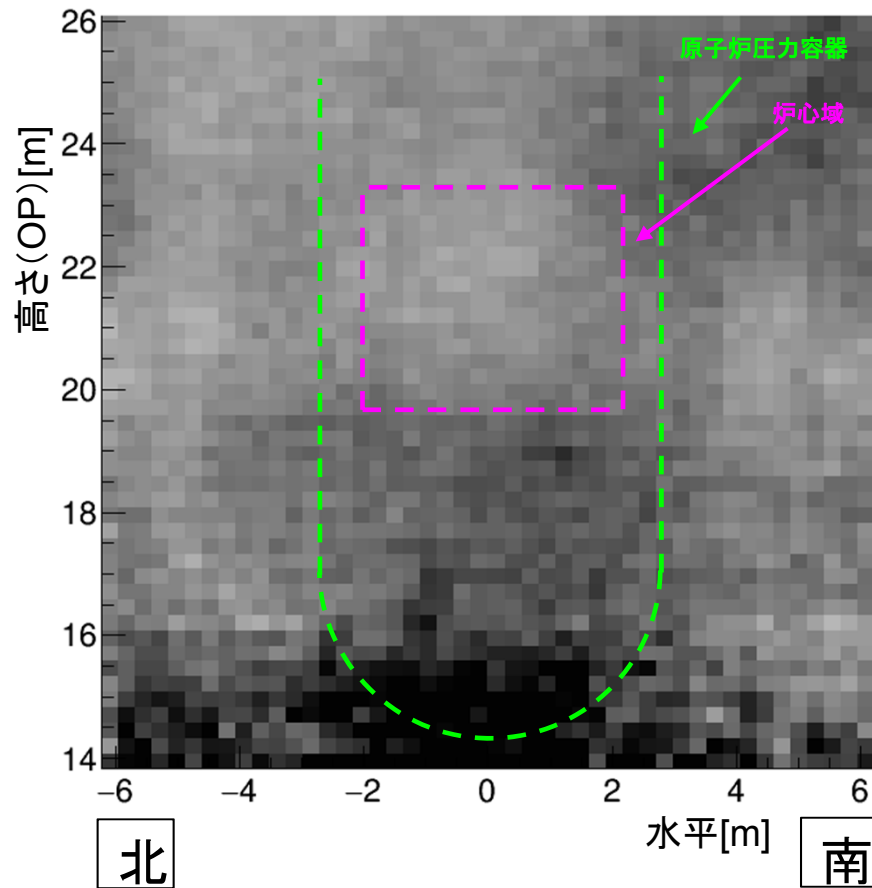


南 北

ミュオン測定による物質量分布（密度長）の評価

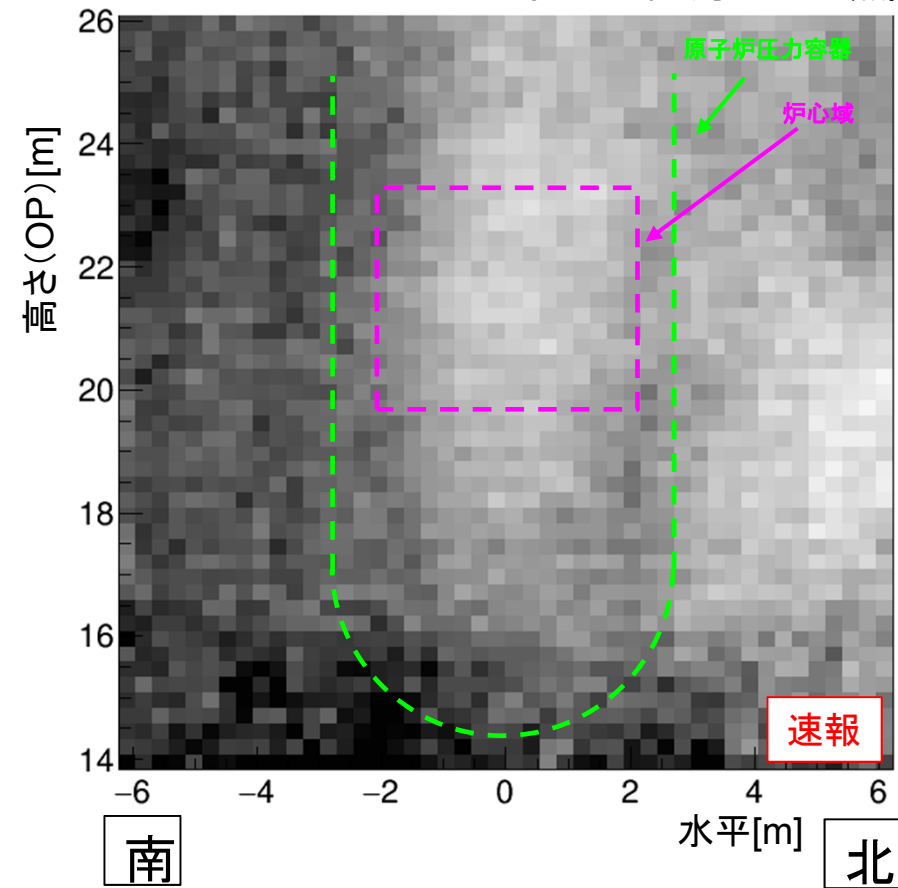
- 現時点での評価では、3号機の原子炉压力容器内部には、2号機の原子炉压力容器底部で確認されたような大きな高密度物質の存在は確認できていない。

2号機



3号機

(2017年7月20日時点)



- 原子炉建屋を透過するミュオンの測定により、格納容器外周の遮へいコンクリート、使用済燃料プール、原子炉建屋の壁などの主要な構造物を確認した。
- 現時点での評価では、原子炉圧力容器内部には、炉心域および原子炉圧力容器底部ともに、一部の燃料デブリが残っている可能性はあるものの、大きな高密度物質の存在は確認できていない。
- 引き続き測定を継続していく。今後、得られたデータを基に、詳細分析を進めることで、原子炉圧力容器内の燃料デブリ分布について評価してまいりたい。
なお、今後の評価結果によっては、中間報告結果を見直す場合もある。

(参考) 1～3号機のミュオン測定結果と、燃料デブリ分布の推定との比較

ミュオン測定結果	1号機	2号機	3号機 (速報)
	<ul style="list-style-type: none"> 炉心域に大きな燃料の塊はなし (原子炉圧力容器底部の測定はなし) 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質を確認 炉心域にも燃料が一部存在している可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 現時点での評価では、原子炉圧力容器内部には一部燃料デブリが残存する可能性はあるものの、大きな高密度物質の存在は確認できていない。(継続測定・詳細評価中)

↓ 結果を燃料デブリ分布の推定に反映

↓ 結果を燃料デブリ分布の推定に反映

↓ 今後、格納容器内部調査やミュオン測定などで得た知見を燃料デブリ分布の推定に反映予定

現状の燃料デブリ分布の推定 (※)	1号機	2号機	3号機
	<p>燃料デブリ分布推定図</p> <ul style="list-style-type: none"> 溶融した燃料がほぼ全量が格納容器に落下し、元々の炉心部にはほとんど燃料が存在しない 	<p>燃料デブリ分布推定図</p> <ul style="list-style-type: none"> 溶融した燃料のうち、一部は原子炉圧力容器下部プレナムおよび格納容器へ落下し、燃料の一部は元々の炉心部に残存 3号機は2号機よりも多くの燃料デブリが格納容器に落下していると推定 	<p>燃料デブリ分布推定図</p>

※ 「廃炉・汚染水対策事業費補助金（総合的な炉内状況把握の高度化）」(IRID, IAE)
 第2回福島第一廃炉国際フォーラム講演資料より抜粋 (<http://ndf-forum.com/program/day2.html>, 2017年7月3日)

(参考) ミュオン測定装置の現場設置状況



1号機 ミュオン透過法
(2015年2月～5月, 5月～9月)



2号機 ミュオン透過法 (小型装置)
(2016年3月～7月)



3号機 ミュオン透過法 (小型装置)
(2017年5月～測定継続中)