1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおける放射線測定結果（追加調査）について

2017年7月27日

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.

１．はじめに

- 前回までの調査（2017年3月30日公表）で、崩落屋根、天井クレーン、FHMの損傷状況、ウェルプラグのずれ等、ガレキ撤去計画の立案に有用な情報が取得できたが、新たに確認されたウェルプラグのずれへの対応を含め、安全にガレキ撤去を進める作業計画の立案のためには、更なるデータ蓄積・状態把握が必要。
- 現在、追加調査として、ウェルプラグ上の小ガレキ（崩れた屋根のコンクリート）吸引後の放射線測定、ガレキ状況調査（ウェルプラグ（上段）及び周囲、ドライヤ・セパレータピット（以下DSP）を、カメラおよび３Dスキャナで撮影する）を2017年5月22日より実施中。
- 今回、放射線測定結果を説明し、ガレキ状況調査の結果は取り纏まり次第、別途説明予定。

©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

■ ウェルプラグの放射線測定【線量率及びγ線スペクトル】（P３～P７）

ウェルプラグの移動可否の検討において、調査に支障となる小ガレキを吸引した後、ウェルプラグ移動時のスカイシャインを評価するために必要なウェルプラグ上の線量率及び核種のデータを取得する。

なお、ウェルプラグ上の小ガレキ吸引作業において、以下の測定結果を確認しながら、慎重かつ安全に作業を実施。

・１号機周辺の線量率測定（P８～P11）

・オペフロ上及び敷地境界のダスト濃度測定（P12～P14）

©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

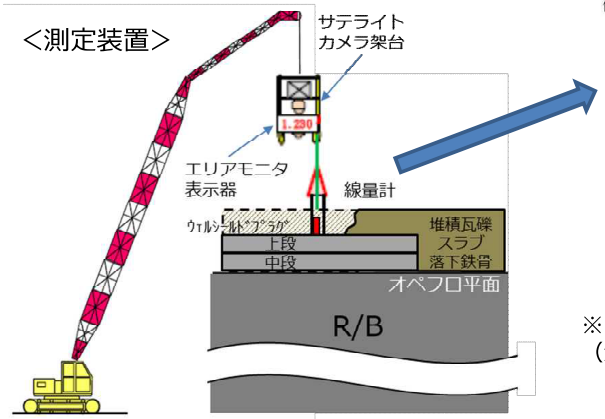
３－１．ウェルプラグの線量率測定

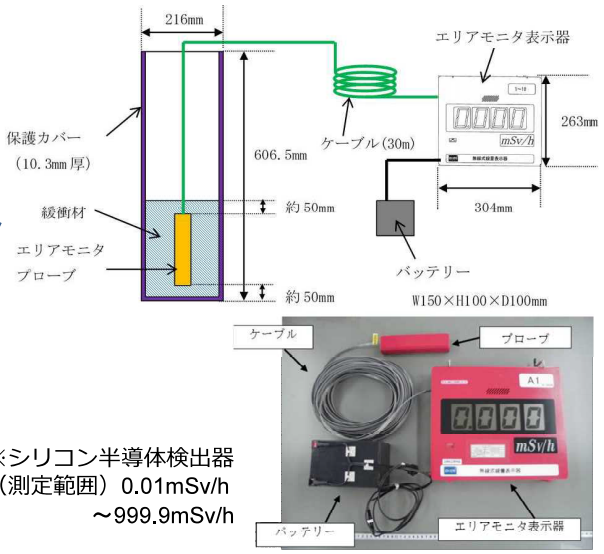
■ 測定方法

エリアモニタのプローブ※を保護カバー内に挿入し、サテライトカメラ架台に吊り下げて線量率を測定。測定値は、エリアモニタ表示器を架台に取り付け、サテライトカメラで確認。

測定高さは、ウェルプラグ又はオペフロの表面、1.2m高さ、1.8m高さで測定、DSPはオペフロ表面と同じ高さと更に2.0m下の高さで測定。

■ 測定日
2017年6月22日

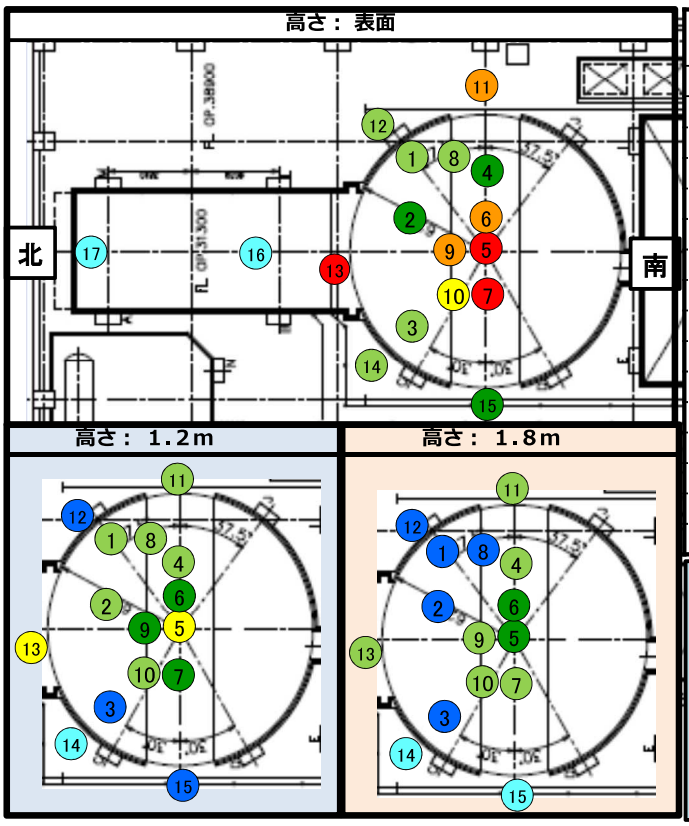




※シリコン半導体検出器
（測定範囲）0.01mSv/h
～999.9mSv/h

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

3－2．線量率測定結果（プラグ上、プラグ外周、DSP上）



プラグ上、プラグ外周線量率（mSv/h）

高さ	表面	1.2m	1.8m
①	71.7	70.4	65.1
②	107.5	76.8	66.9
③	89.0	63.5	61.4
④	108.8	89.8	81.0
⑤	**199.1**	114.9	96.5
⑥	144.5	105.0	92.4
⑦	181.6	103.5	82.0
⑧	82.4	71.8	65.3
⑨	135.3	105.4	87.6
⑩	129.1	87.5	72.9
⑪	143.3	79.1	72.9
⑫	85.2	69.8	69.6
⑬	**226.7**	110.6	77.6
⑭	70.2	43.3	42.8
⑮	92.4	56.7	40.0

DSP上線量率（mSv/h）

高さ	表面	-2.0m
⑯	26.8	16.5
⑰	13.4	-

<測定高さ>

プラグ上①～⑩：（各3点）
プラグ表面、1.2m、1.8m

プラグ外周⑪～⑮：（各3点）
オペフロ表面、1.2m、1.8m

DSP ⑯：（2点）
オペフロ表面と同じレベル、上記高さから2m下

DSP ⑰：（1点）
オペフロ表面と同じレベル

- **プラグ上（①～⑩）の表面線量率の最大値は約200mSv/hで、平均値は約125mSv/h。プラグ中央付近の線量率が高い傾向。**
- **プラグ外周（⑪～⑮）は⑬が最大で、上段と中段の隙間からの放射線の影響と考えられる。**
- **DSP上の線量率はプラグ上及び周辺よりも低く、DSP内部は更に線量が低下。**

0～50mSv/h | 50～70mSv/h | 70～90mSv/h | 90～110mSv/h | 110～130mSv/h | 130～150mSv/h | 150～mSv/h

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

3－3．ウェルプラグのγ線スペクトル測定

■ 測定方法

鉛コリメータの中にCdZnTe半導体検出器、バッテリー、スティックPCをセットした測定装置を吊り上げ架台に固定し、クローラークレーンで吊り上げてγ線スペクトル測定を実施。

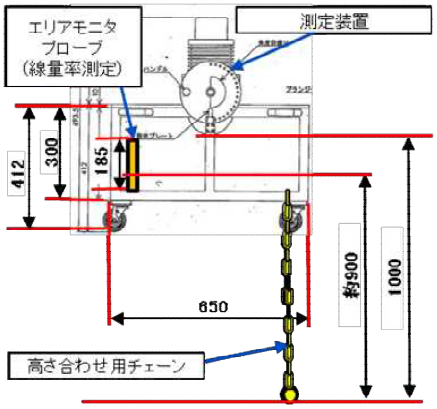
ウェルプラグ上段と中段の隙間部は、隙間部から抜けてくる放射線を測定するため、測定装置を垂直方向から60度傾けて測定 (オペフロ表面から検出器までの距離は約80cm)。

ウェルプラグ上は、表面からの放射線を測定するため、測定装置を0度に固定して測定 (プラグ表面から検出器までの距離は約100cm) 。

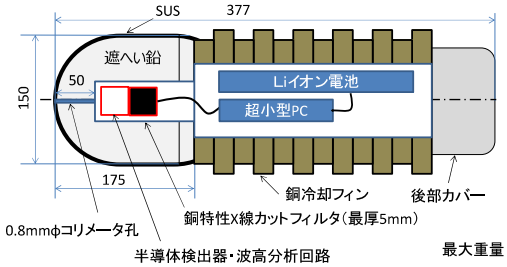
■ 測定日

2017年6月22～23日

<吊り上げ架台※２>

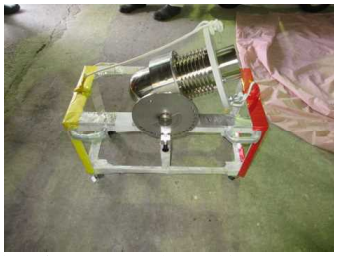


<測定装置※１>



※１：300mSv/h（Cs-137線源）までγ線スペクトルが崩れず、かつ感度が確保可能。



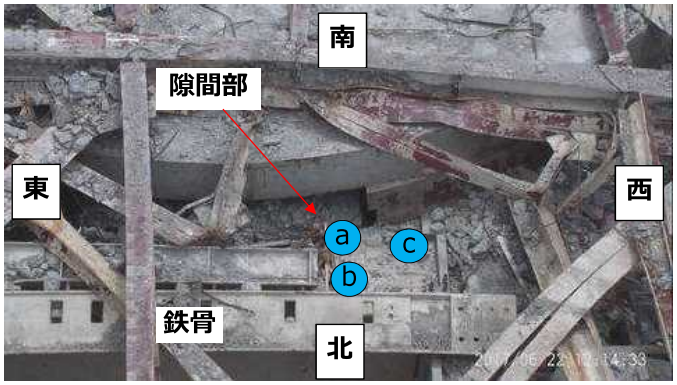


※２：左図は測定装置を０度に固定、右図は６０度に固定した写真。

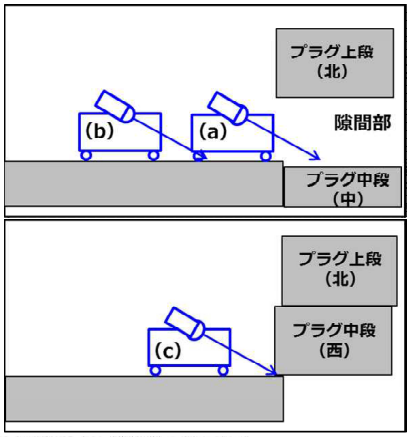
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

3－4． γ線スペクトル測定結果（プラグ上段と中段の隙間部付近）

■ 測定箇所

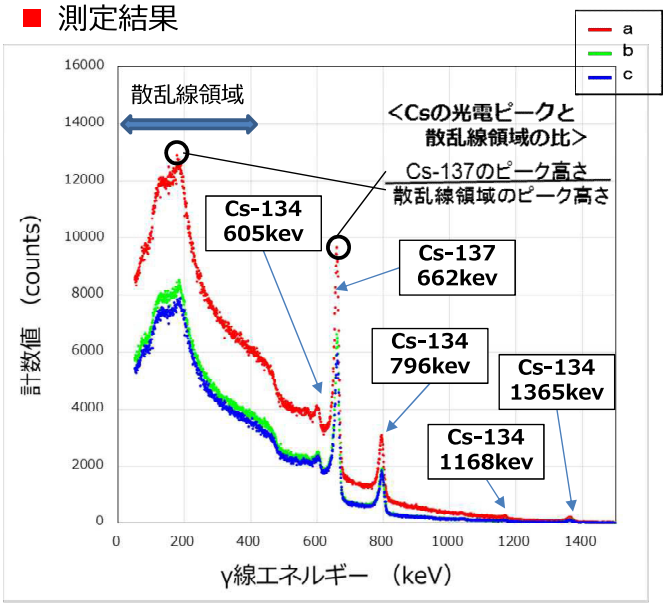


隙間部から抜けてくる放射線を測定するため、測定装置を垂直方向から60度傾けて測定 (オペフロ表面から検出器までの距離は約80cm)



イメージ図

■ 測定結果

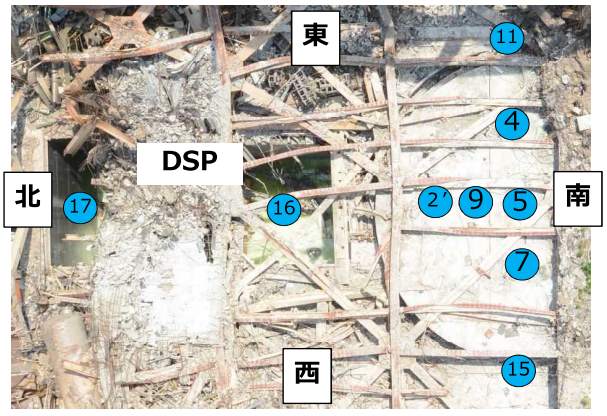


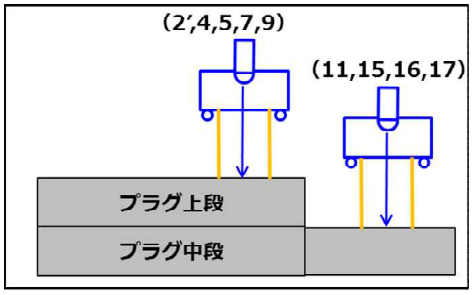
・いずれの測定点も検出された核種は、Cs-134及びCs-137で、他の核種は検出されなかった。
・隙間部に近い測定点ａのスペクトル全体の強度が大きいことから線源は隙間部の内部にあると考えられる。
・Csの光電ピークと散乱線領域の比（平均）は0.76で、散乱線領域の方が大きいことから、ウェルプラグ内部にある線源が隙間部を通過する際に散乱した成分の寄与が大きいと考えられる。

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

3－5． γ線スペクトル測定結果（プラグ上、プラグ外周、DSP上）

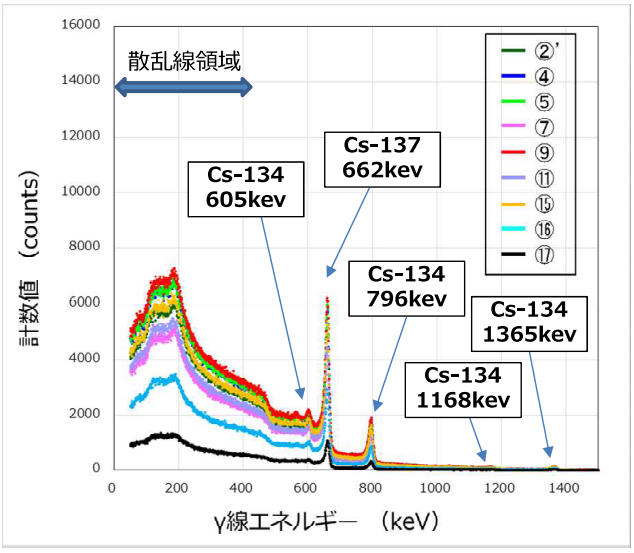
■ 測定箇所





表面からの放射線を測定するため、測定装置を0度に固定し、高さ合わせ用チェーンで表面から約100cm高さで測定

■ 測定結果



・いずれの測定点も検出された核種は、Cs-134及びCs-137で、他の核種は検出されなかった。
・ウェルプラグ上及び外周のスペクトルは概ね同等で、Csの光電ピークと散乱線領域の比（平均）は0.85。
（参考：３号機で測定したウェルプラグ上のスペクトル（ガレキ撤去・除染後に、50cm高さで測定）のCsの光電ピークと散乱線領域の比（平均）は0.62）

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

４－１．小ガレキ吸引作業中の１号機周辺の線量測定

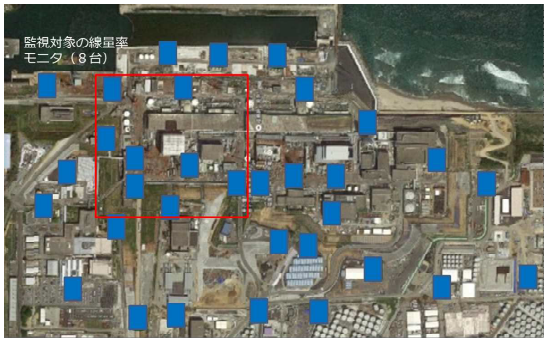
■ 調査内容

ウェルプラグ上の小ガレキを吸引した際、スカイシャインが増え、建屋周辺の線量率が上昇する可能性があるため、線量率モニタにより小ガレキ吸引作業期間中（2017年5月29日～6月14日）の線量上昇有無を確認する。

■ 測定方法

１号機原子炉建屋周辺に設置した8箇所の線量率モニタ（左図赤枠内：1号機原子炉建屋から約160m以内の範囲）で線量率を測定。

＜測定箇所＞



１～４号機周辺の線量率モニタ設置場所

＜測定装置＞

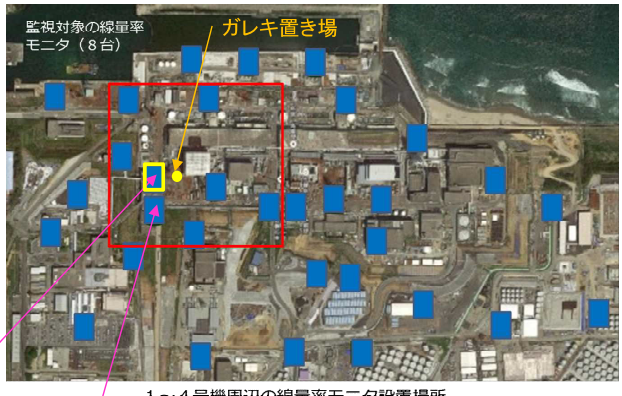

線量率モニタ

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

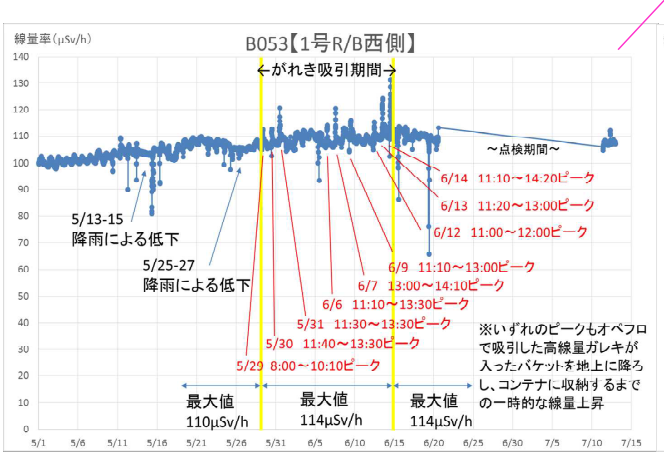
４－２．１号機周辺の線量率モニタのトレンド（１／３）

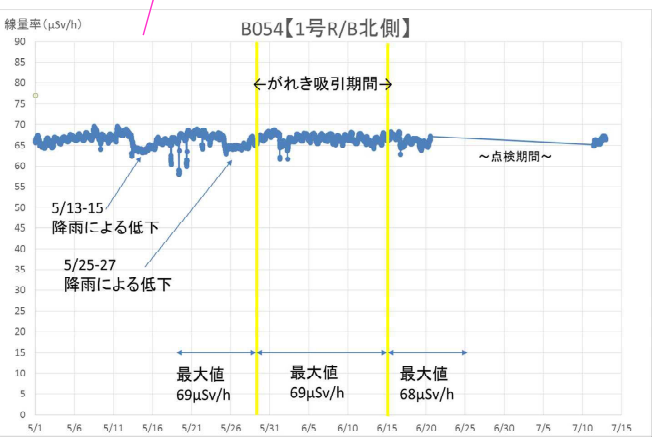
■ 測定結果

- 一部の線量率モニタで、小ガレキ吸引期間中の最大値に、わずかな線量上昇（～４μSv/h：右図中の黄色枠箇所）が見られたが、１号機周辺工事（ガレキ置き場からの線量寄与等）によるものと判断している。
- スカイシャインは、原子炉建屋周囲全体の線量率を上昇させるため、スカイシャインの影響はなかったと考えられる。



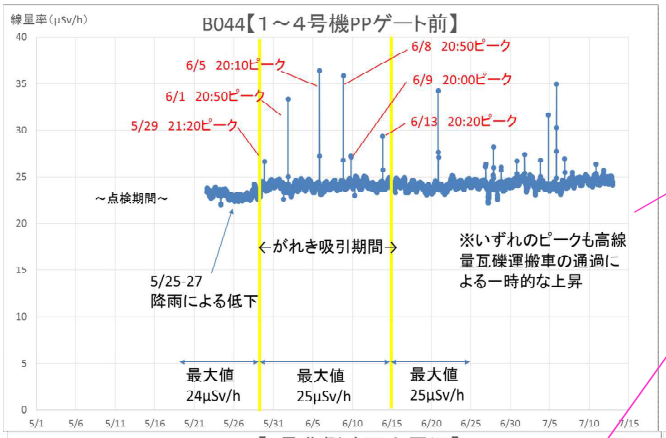
１～４号機周辺の線量率モニタ設置場所

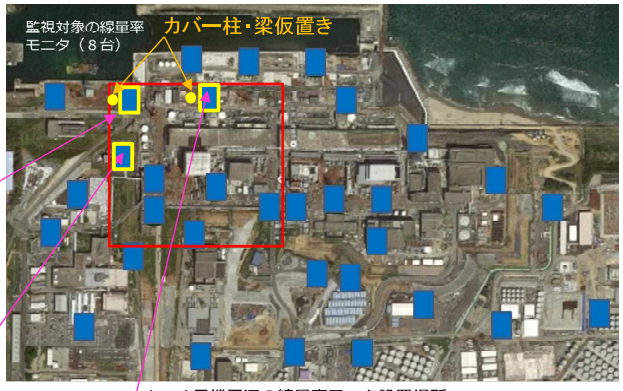




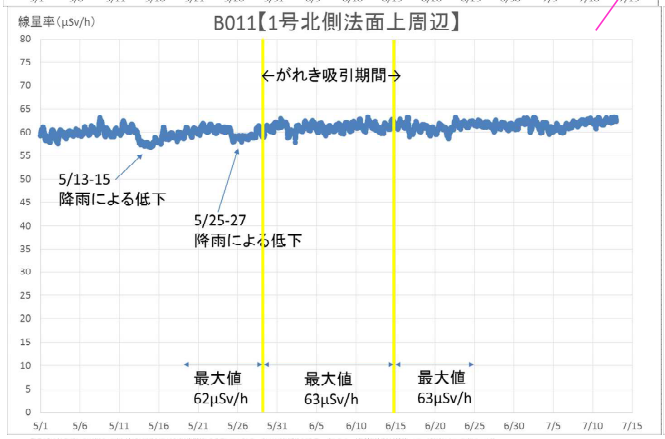
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

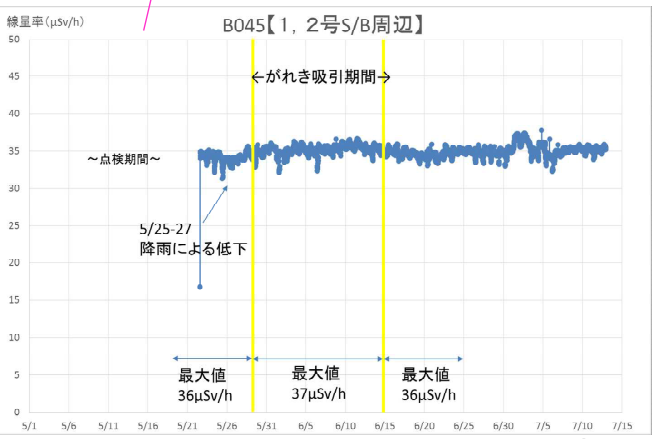
４－２．１号機周辺の線量率モニタのトレンド（２／３）





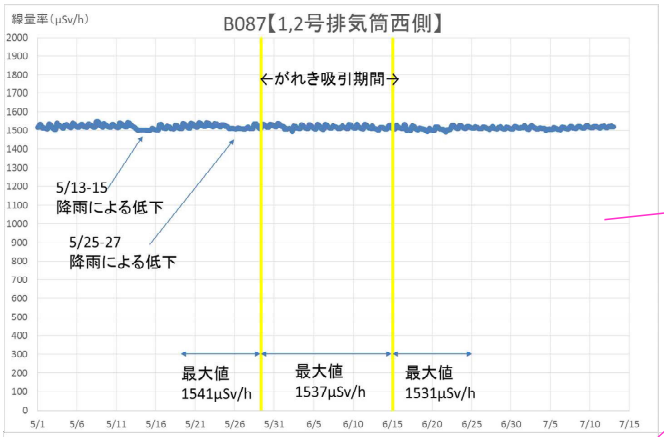
1～4号機周辺の線量率モニタ設置場所

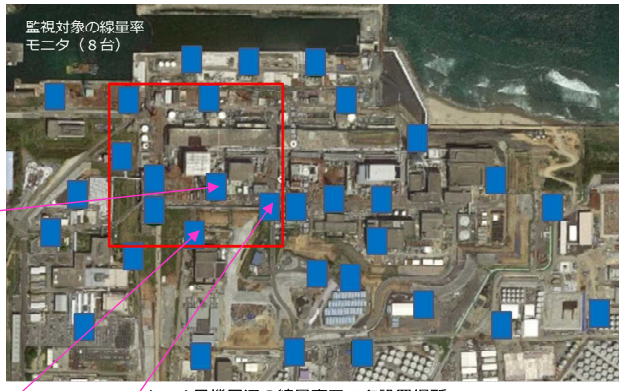




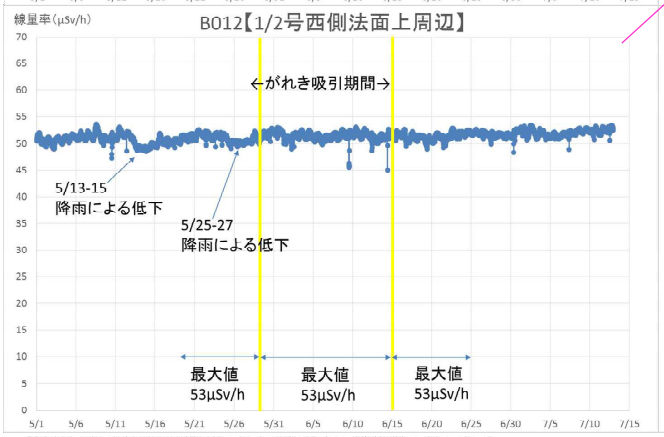
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

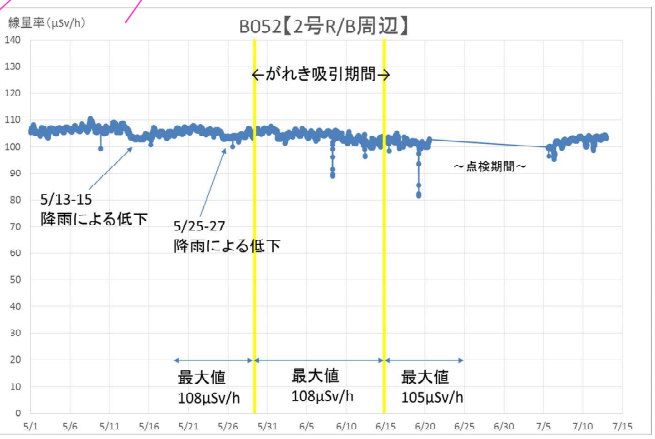
４－２．１号機周辺の線量率モニタのトレンド（３／３）





1～4号機周辺の線量率モニタ設置場所

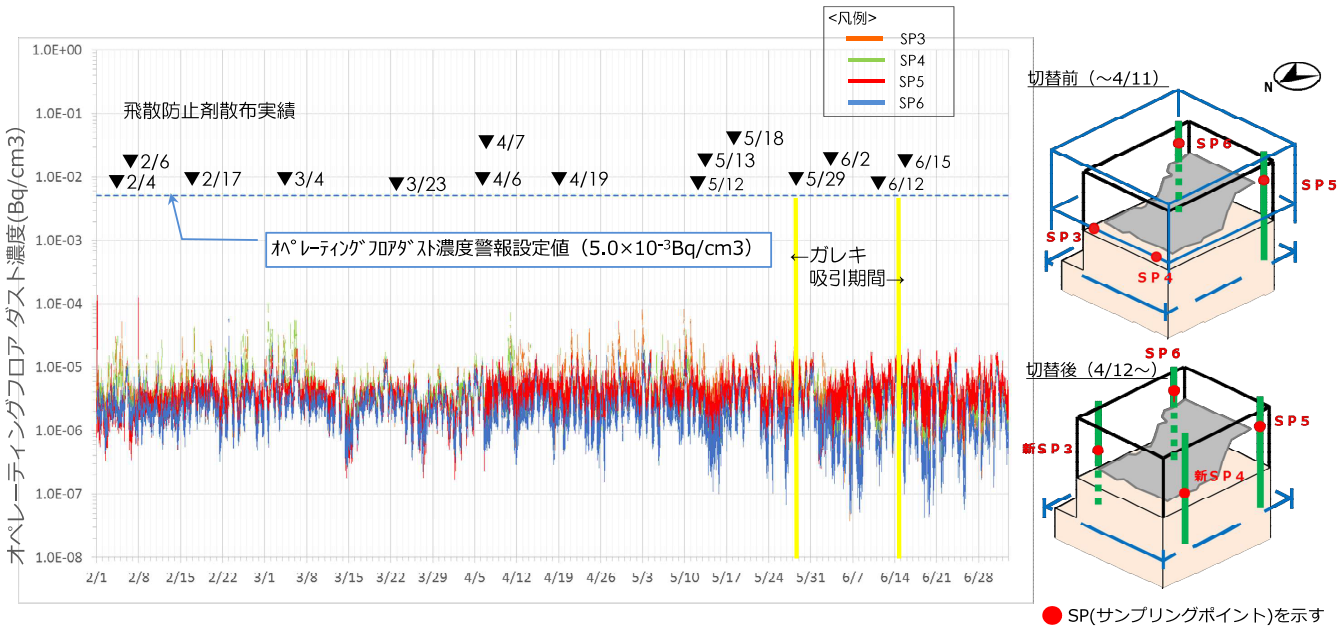




©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

5－1．オペフロに設置した連続ダストモニタの推移

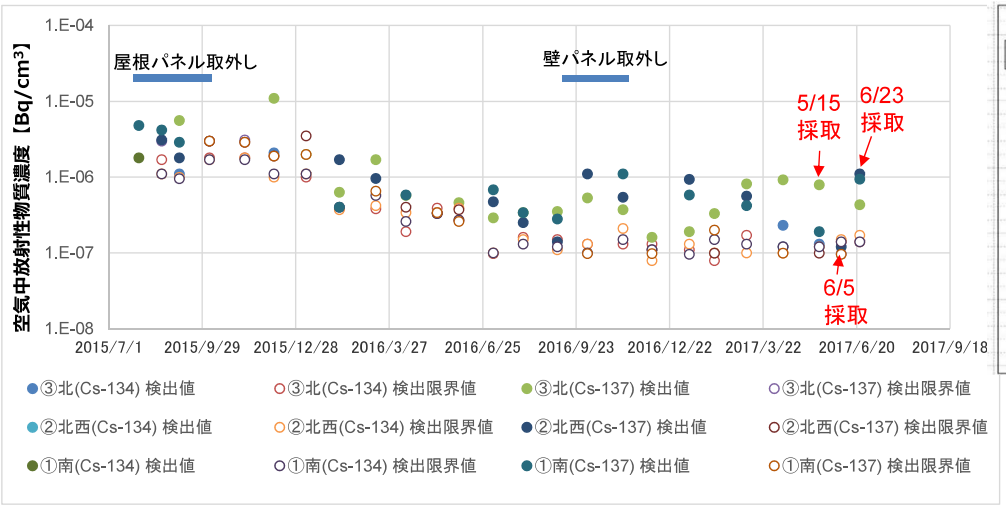
- オペフロに設置した連続ダストモニタ（４箇所）で測定したダスト濃度は、小ガレキ吸引作業前の推移と比較して、有意な上昇は確認されていない。

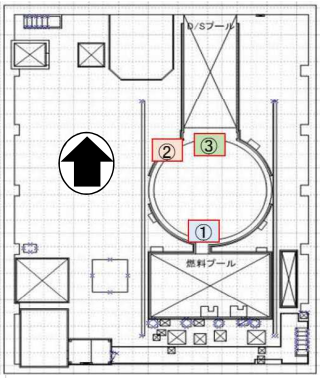


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

5－2．ウェルプラグ上のダスト濃度測定結果

- 5/15（小ガレキ吸引作業前）、6/5（吸引作業期間中）、6/23（吸引完了後）にダスト採取を実施。
- いずれの測定結果も小ガレキ吸引前と比較して過去の変動範囲内であり、オペフロに設置した連続ダストモニタも有意な上昇はなかったことから、小ガレキ吸引によるダストへの影響はないと考えられる。
- 毎月実施しているウェル上部のダスト濃度測定で引き続き推移を確認する。



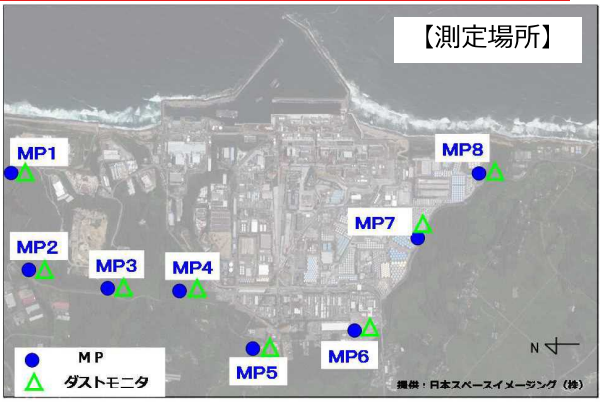


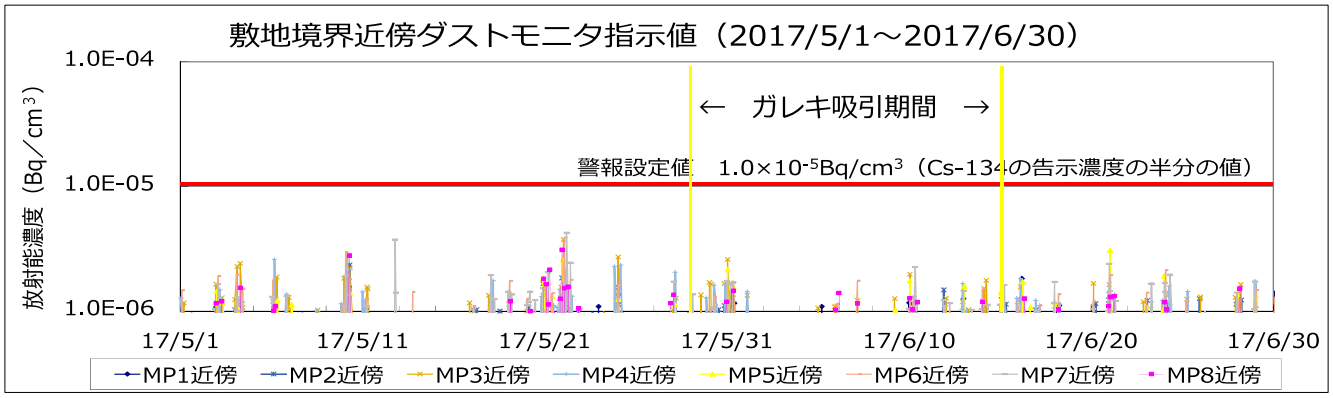
ダスト採取箇所

©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

5－3．敷地境界に設置した連続ダストモニタの推移

- 敷地境界に設置した連続ダストモニタ（８箇所）で測定したダスト濃度は、小ガレキ吸引作業前の推移と比較して有意な上昇は確認されていない。





※空気中の放射性物質濃度（ラドン等の天然放射性物質）については、気象条件により１日の中でも変動している。

©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

6．まとめ

- 線量率の測定結果から、ウェルプラグ上の表面線量率は最大200mSv/hで、プラグ中央付近が高い傾向。
- γ線スペクトルの測定結果から、検出した核種はCs-134とCs-137であり、ウェルプラグ上のスカイシャイン評価において、Co-60等、他核種の寄与を考慮する必要がないことを確認した。
- ウェルプラグ表面は、除染した３号機に比べて、Csの光電ピークと散乱線領域の比が高いため、ウェルプラグの除染及び南側ガレキ撤去による線源除去が有効と考えられる。
- ウェルプラグ上段と中段の隙間部に近いほどスペクトル全体の強度が大きく、散乱線の寄与が大きいことから、ウェルプラグの内部に線源があると考えられる。
- ウェルプラグ上の小ガレキ吸引作業によるスカイシャインの影響はなく、ダスト濃度の有意な上昇も確認されなかった。

©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

- 2017年8月中頃までオペフロ調査を継続して行う。併せて、現在改造中の建屋カバーの梁を再度設置する際に支障となる干渉物の撤去を実施する。

- 今後、ウェルプラグ移動時のスカイシャインやダスト飛散の影響を評価するために、ウェルプラグ内部の線源調査を行う（調査方法・装置を検討中）。また、ダストの性状把握の一環として、ガレキ撤去作業時の粒径分布測定を実施する。

©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】小ガレキ吸引前後のウェルプラグ上の線量率測定

- 調査内容

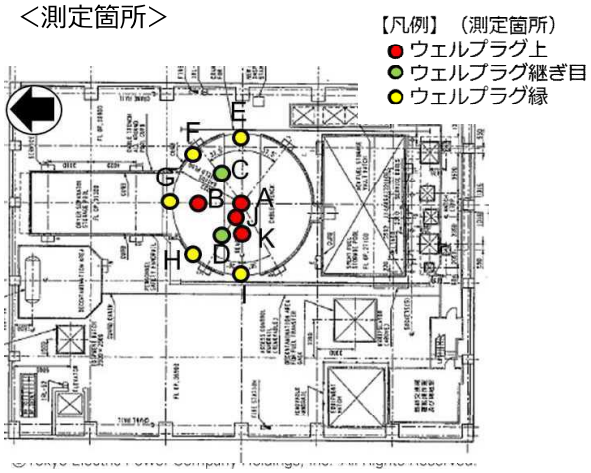
  ウェルプラグ上の小ガレキ吸引前後のウェルプラグ上の線量率を確認する。

- 測定方法

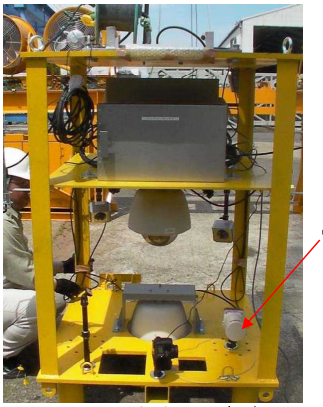
➢ ウェルプラグ上の定点（11箇所）で線量率を測定。

➢ 小ガレキ吸引前後の線量率を比較するため、測定高さはプラグ表面から約1.8m高さ（ガレキから高さ+1m）で測定。

＜測定箇所＞



＜測定装置＞



サテライトカメラ架台

電離箱式サーベイメータを固定したサテライトカメラ架台をクレーンで吊り上げて線量率を測定

電離箱式サーベイメータ

【参考】小ガレキ吸引前後のウェルプラグ上の線量測定結果

■ 測定結果

- 小ガレキ吸引完了後のウェルプラグ上の線量率は、吸引前と比較して線量率の上昇が見られた（吸引前からの上昇率は2倍以内）。
- オペフロ上の小ガレキは、線源より遮へいとしての寄与が大きい。

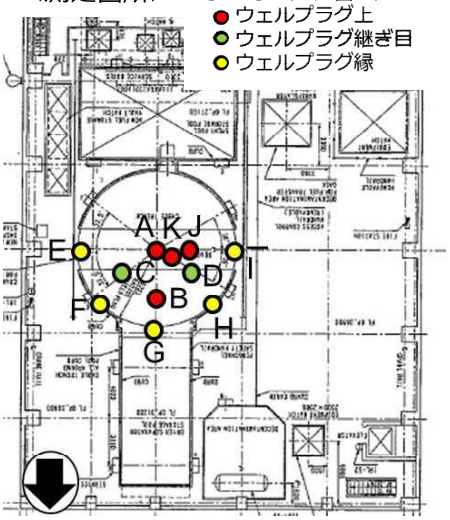


5/22　吸引作業前



6/12　吸引作業後

<測定箇所>　【凡例】（測定箇所）
ウェルプラグ上
ウェルプラグ継ぎ目
ウェルプラグ縁



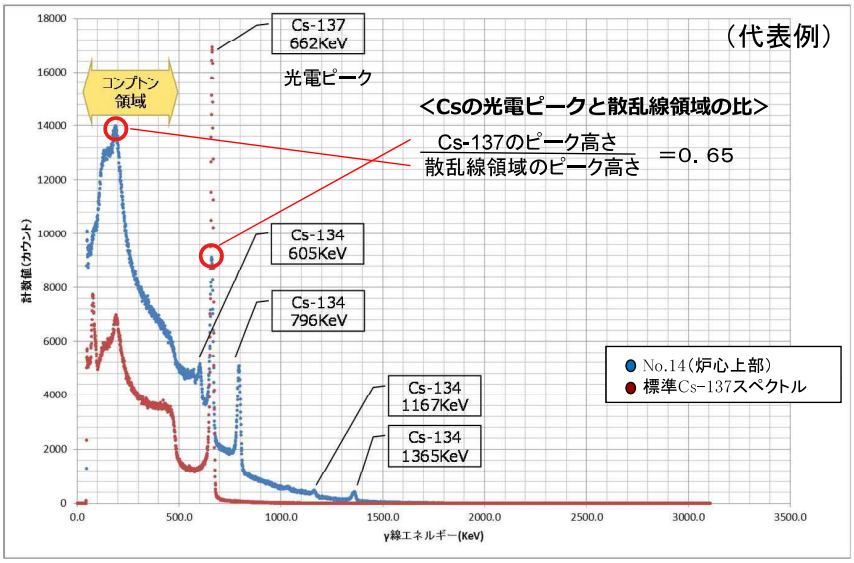
<線量測定結果>　単位：mSv/h

測定点	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	平均値
5/22測定	31.9	25.2	25.0	32.1	21.2	23.2	31.2	27.5	26.5	37.9	41.0	29.3
6/13測定（上昇率）	50.2 (1.6)	39.8 (1.6)	45.8 (1.8)	49.4 (1.5)	40.3 (1.9)	25.9 (1.1)	33.2 (1.1)	37.8 (1.4)	32.4 (1.2)	53.6 (1.4)	55.5 (1.4)	42.2 (1.4)

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

【参考】３号機γ線スペクトル測定結果（ガレキ撤去・除染後）

オペフロ上のスペクトル（青線）は、いずれの測定ポイントにおいてもCs-134とCs-137の光電ピークが検出され、それ以外の核種※は検出されなかった。
（赤線は、校正施設でのCs-137スペクトル）



※例えば、Co-60が検出される場合は、1173keVと1333keVに2本の光電ピークが出る。

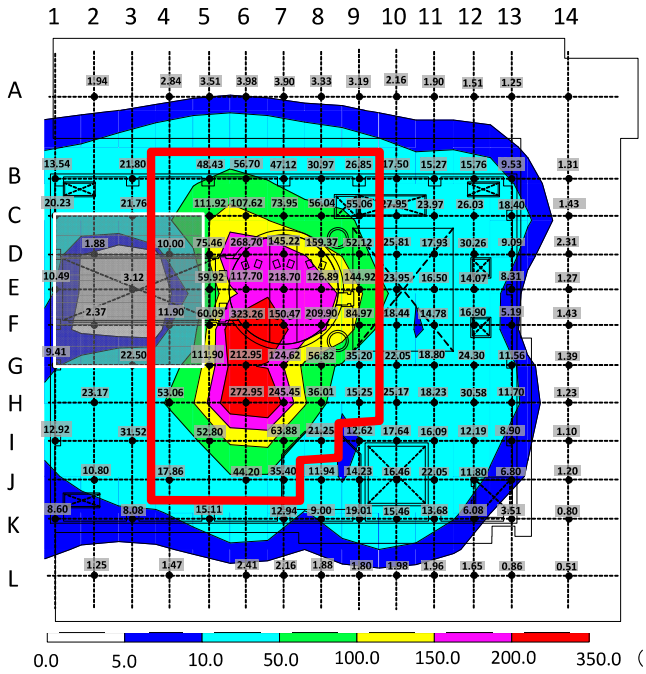
（測定日　2015年10月20～21日）

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

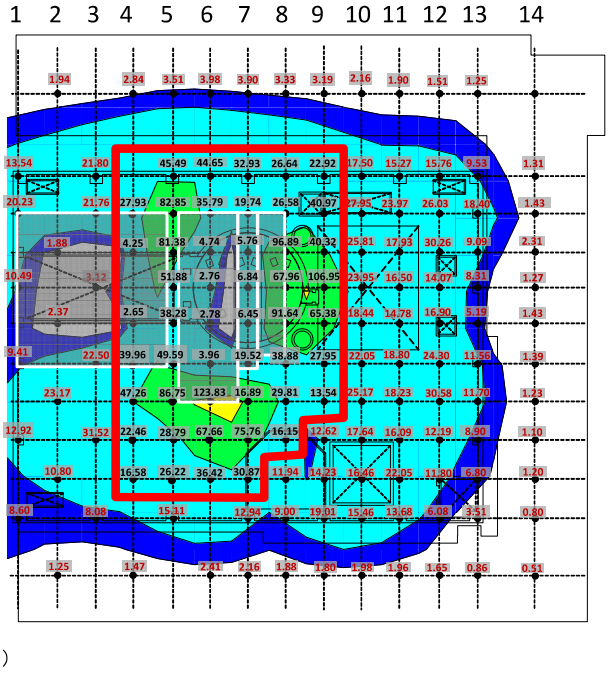
【参考】３号機ウェルプラグ上遮へい体設置前後の線量測定結果

ウェルプラグ上への遮へい体（右図中の白枠：鉄250mm）設置により、設置前に最大値を示した測定点（6-F）は、323→３mSv/hに低減。

遮へい体設置前（2016年3月24～29日測定）



遮へい体設置後（2016年4月25～26日測定）



©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

【参考】３号機周辺線量率モニタの推移(1/3)

- ３号機周辺の地上面に設置した線量率モニタの値は、ウェルプラグ上の遮へい体設置前後で最大15%低減。
- 地上面の線量率と3号機からの距離との関係は、低減率は概ね一定で、低減量は3号機に近いほど大きい。



提供：日本スペースイメージング（株）、(C)DigitalGlobe

線量率モニタの測定点



線量率モニタ

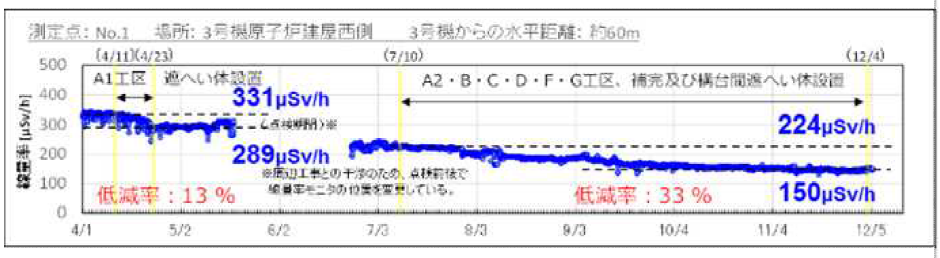
測定点	線量率［μSv/h］		低減量［μSv/h］	低減率［%］	3号機からの水平距離［m］
	遮へい前	遮へい後			
	4月11日	4月23日			
1	330.7	289.1	41.5	13%	60
2	97.0	86.0	11.0	11%	150
3	29.5	25.0	4.5	15%	220
4	41.2	36.5	4.7	11%	230
5	6.7	5.9	0.8	12%	340

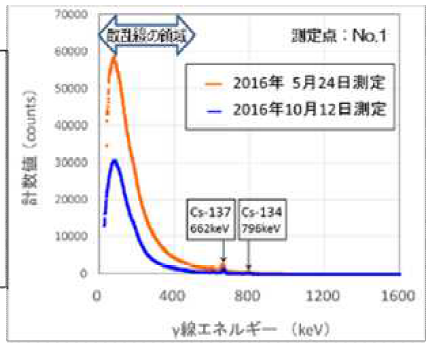
A工区第Ⅰ期遮へい設置前後の線量率モニタの測定結果

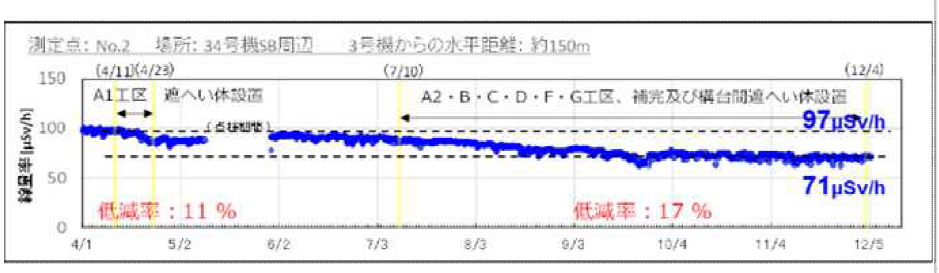
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

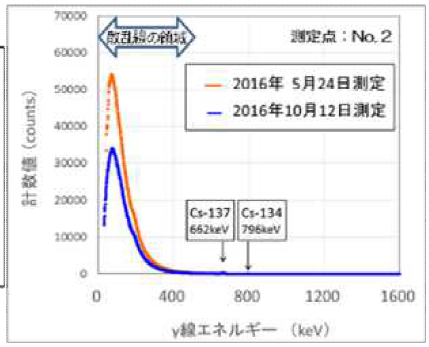
【参考】３号機周辺線量率モニタの推移(2/3)

- ３号機オペフロの遮へい設置に伴い、線量率モニタの指示値が低下した。
  散乱線の領域のスペクトルが大きく低減していることから、オペフロの遮へい設置により散乱線の寄与（主にスカイシャイン線）が低減したことによるものと考えられる。



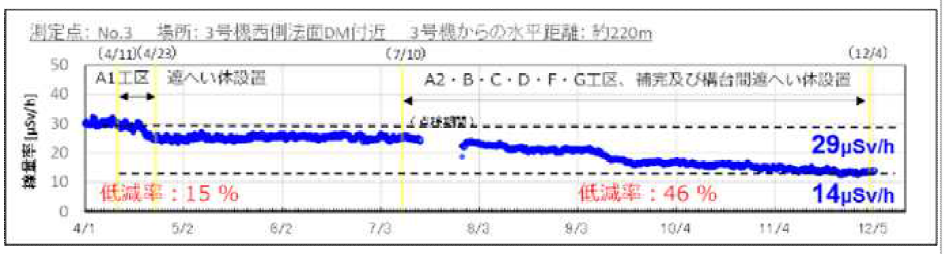


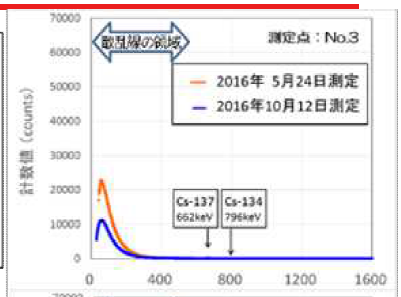


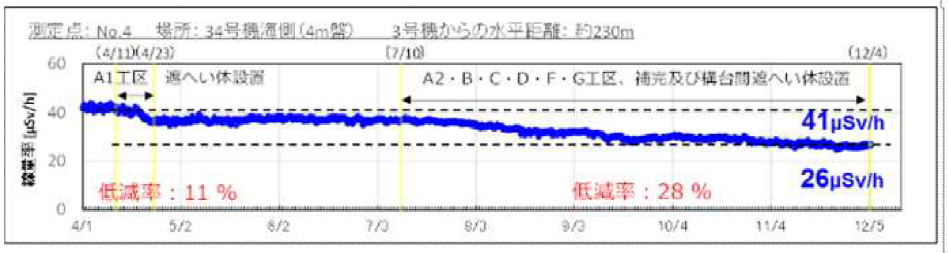


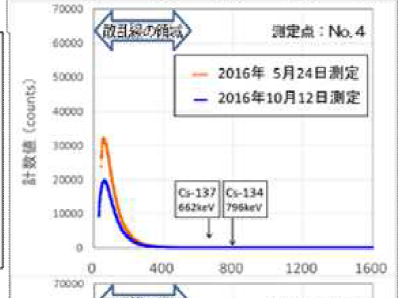
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社

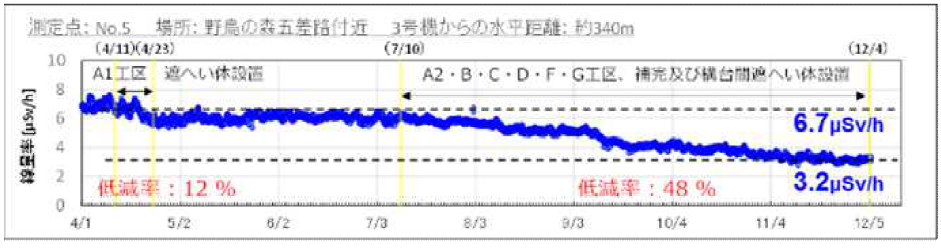
【参考】３号機周辺線量率モニタの推移(3/3)

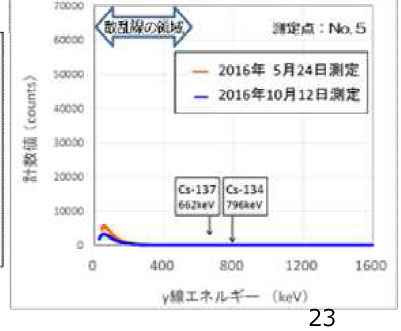












©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止　東京電力ホールディングス株式会社