

これまでの調査・分析のまとめ

追加説明資料

2020年11月27日

原子力規制庁

事故分析調査チーム

1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較

3. ①追加報告 関係

2. 3号機水素爆発後状況(衛星写真)

3. ①追加報告 関係

2-1. 3号機水素爆発後のSGTS配管系の損傷等 参考

3. 1, 2号機SGTS配管系及び1号機シールドプラグの汚染状況の比較

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値 参考

1. ④、⑤、2. ②-3 関係

1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較

目的：地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較を行い、建物の変形を伴う初期の爆発現象と、その後の3号機天井部からの黒色の噴煙上昇が時間的に区別することが可能か、また、地震波形において両者の間に明らかな違いがあるかを確認する。

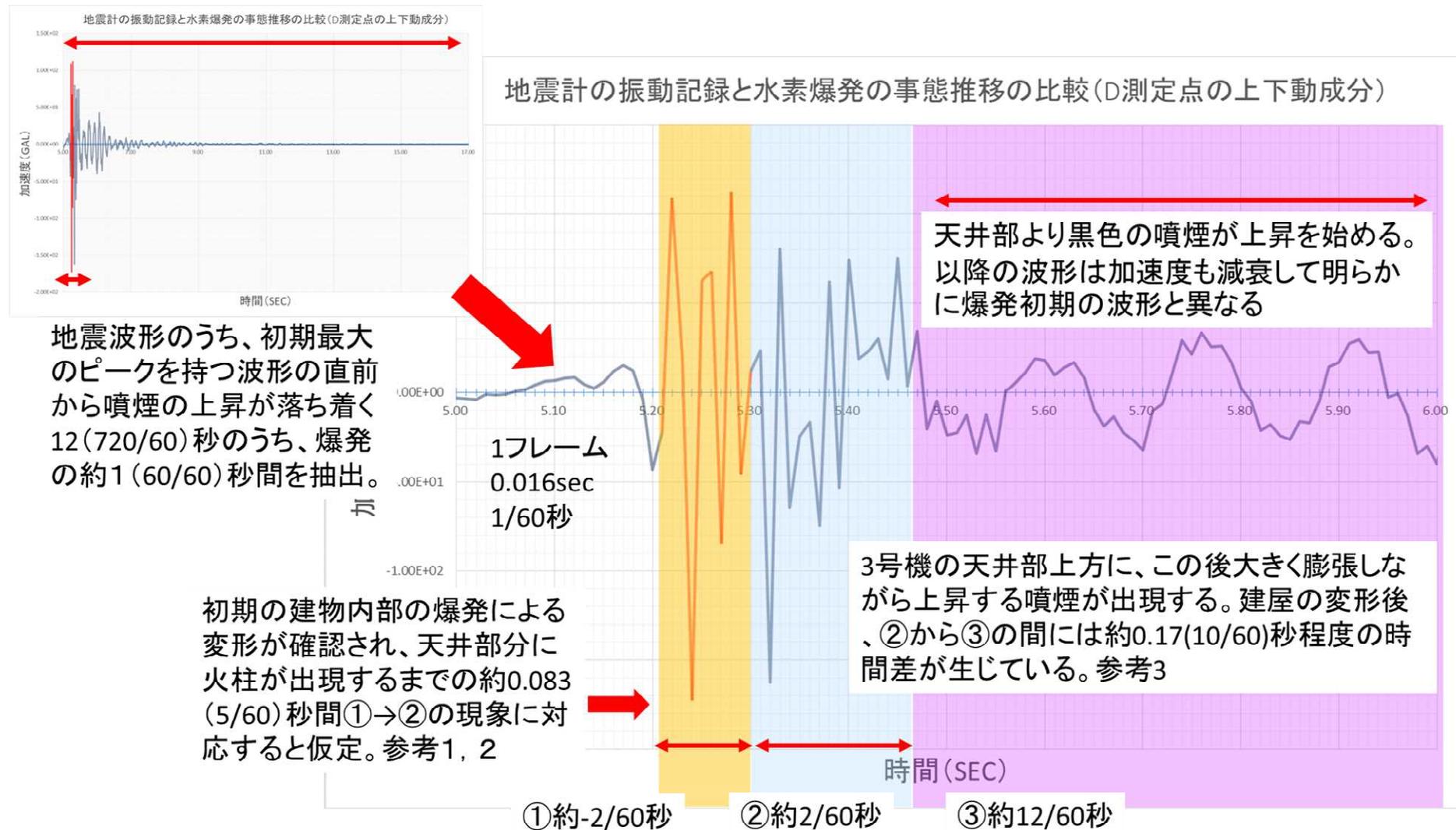
アプローチ法：前回の議論において、すでに得られている初期の爆発現象の始点(-2/60)秒から建物南東部の赤紫火炎発生を経て、3号機天井部における火柱の発生(2/60)秒までの進展にかかった時間をスケールの基準として、天井部から噴煙が始まるまでの時間を地震波形(D観測点の上下動成分)を用いて確認する。(参考1、2)

1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較

結論：今回の検討により、初期の爆発現象の時間をスケールの基準として比較すると、正確な起点を特定することは困難であるが、噴煙上昇までには約0.17(10/60)秒を要していること、また、地震波形側も同時刻には大きな揺れが収まっていることなどから、初期の爆発現象と噴煙上昇の間には、有意な時間差があることが説明可能であることが示された。また、地震加速度の観点においても、初期の爆発現象と噴煙では、明らかに加速度が小さいなど異なる点を確認できた。

よって、今回の結果は、初期の爆発現象がその後の噴煙の現象と区別することができ、3号機の水素爆発が多段階の過程を経ていることを示唆するものである。

1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較



1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較

○事象進展の整理

映像処理前 (30コマ/秒)		映像処理後 (60コマ/秒)	
特段の異常は認識できない。	- 2 コマ	- 4 コマ	特段の異常は認識できない。
		- 3 コマ	特段の異常は認識できない。
建屋の北西方向への変形は確認されたが、建屋東南部の火炎は明確には認識できない。	- 1 コマ	- 2 コマ	建屋の北西方向への変形開始。東南角4階天井高さ付近に小火炎(赤紫色)。
		- 1 コマ	建屋屋根東南部に火炎(黄橙色)発生。建屋4階部分から映像右方向に白煙放出。建屋変形継続。建屋北西角の北西方向への膨張開始。建屋南壁の崩落開始。
建屋屋根南東部の火炎(黄橙色)確認。建屋南壁の崩落開始。北西角はばやけて状況を認識できない。	0 秒	0 秒	建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)は拡大中。建屋南壁の崩落顕著。東南角への噴出も顕著に。
		1 コマ	建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)は前コマとほぼ同じ。建屋南壁の崩落も前コマと同程度。東南角への噴出も同様。建屋屋根中央部の上方への膨張開始が明確ではない。

: 6～8ページ参照

1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較

○事象進展の整理

映像処理前 (30コマ/秒)		映像処理後 (60コマ/秒)	
建屋屋根南東部の火炎(黄橙色)の継続。建屋南壁の崩落進行。北西部はぼやけて状況を認識できない。	1コマ	2コマ	建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)は拡大中。建屋屋根、見かけ上スタック左にも小火炎。建屋南壁の崩落拡大は5階部分下部まで進んで一旦停止か。東南角への噴出は進行し4号機建屋の陰にまで至った。建屋屋根中央部の上方への膨張開始。
		3コマ	建屋屋根東南部及び見かけ上スタック左の小火炎(黄橙色)は継続。建屋南壁の崩落顕著は前コマとほぼ同じ。南壁4階部分や南東方向に小さな火炎色部分が見られる、輝度からして火炎の照り返しか。建屋屋根中央部の上方への膨張継続。
建屋屋根南東部の火炎(黄橙色)最大。建屋南壁の崩落は一旦停止か。北西部はぼやけて状況を認識できない。建屋屋根中央部の上方への膨張確認。(膨張状態から見てもう少し前から膨張を開始していたとみられる。)	2コマ	4コマ	北西部4階と5階の境界部付近からの爆炎が2号機建屋の南壁を隠し始めたとみられる。建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)は最大に至る。
		5コマ	建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)最大に至り、前コマとほぼ同じ。

: 6～8ページ参照

1. 地震計の振動記録と水素爆発の事態推移の比較

○複数段階事象仮説※の整理

映像処理前 (30コマ/秒)	映像処理後 (60コマ/秒)
①原子炉建屋内で、北西部に大きな損傷を与える第1段階の水素爆発(RB4階の可能性もある)	①建屋を北西方向に変形させる力を与えた水素爆発現象がまず生じた。(以下「前駆爆発」と呼ぶ。)これにより、RB北西部の膨張破損開始。RB東南角5階下部付近にも破損発生。
②原子炉建屋南東側天井部に裂け目が生じ、火災発生	②次いで、RB屋根南東部から可燃物質(炭化水素ではないか?)を含む水素が噴出し黄橙色の火炎が発生するとともに、RB南壁5階部分の破損・崩落開始。同時にRB南東方向に噴出様のものが見られるが詳細は不明。
③これとは別に、原子炉建屋中央天井部から第2段階の爆発・燃焼による爆煙上昇	③最初の前駆爆発から2~3/60s程度して、建屋変形などによって弱体化していたRB屋根中央部は上方へと膨れ上がり始めた。どの時点で、RB5階西側側壁部分が水平方向に吹き飛んだかは不明。
④残存水素が燃焼しつつ爆煙を吹き上げる	④この上方への噴煙は第2段階の上昇に移行し、1秒後にはスタック頂部より少し高い位置に到達。この途中で、南東角の火炎は上昇する噴煙の中に吸い込まれる。なお、この上昇する噴煙付近にも小規模の火炎が見られる。この現象は、残存水素等の燃焼によるものと思われる。

⑤以上の結果、3号機の「水素爆発」は、前駆爆発=4階部分の損壊、建屋上部の火災発生・継続、RB屋根部の上方への膨張、残存水素の燃焼による噴煙上昇が、この順番で発生した、一連の、しかし、一つではない現象であったと考えられる。

なお、火炎の色は黄橙色であり、RB内部にあった気体は、主成分である水素に炭化水素が混ざったものだったのではないかと推測される。ただし、現時点では、比率までは分からない。

※複数段階事象仮説：東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会第13回会合資料2参照。

2. 3号機水素爆発後状況(衛星写真)

- 3号機水素爆発前後の衛星写真から、3号機原子炉建屋から水蒸気と思われる白煙が確認される。

衛星写真 2011年3月12日10時38分頃

3号機水素爆発 **2011年3月14日11時01分頃**

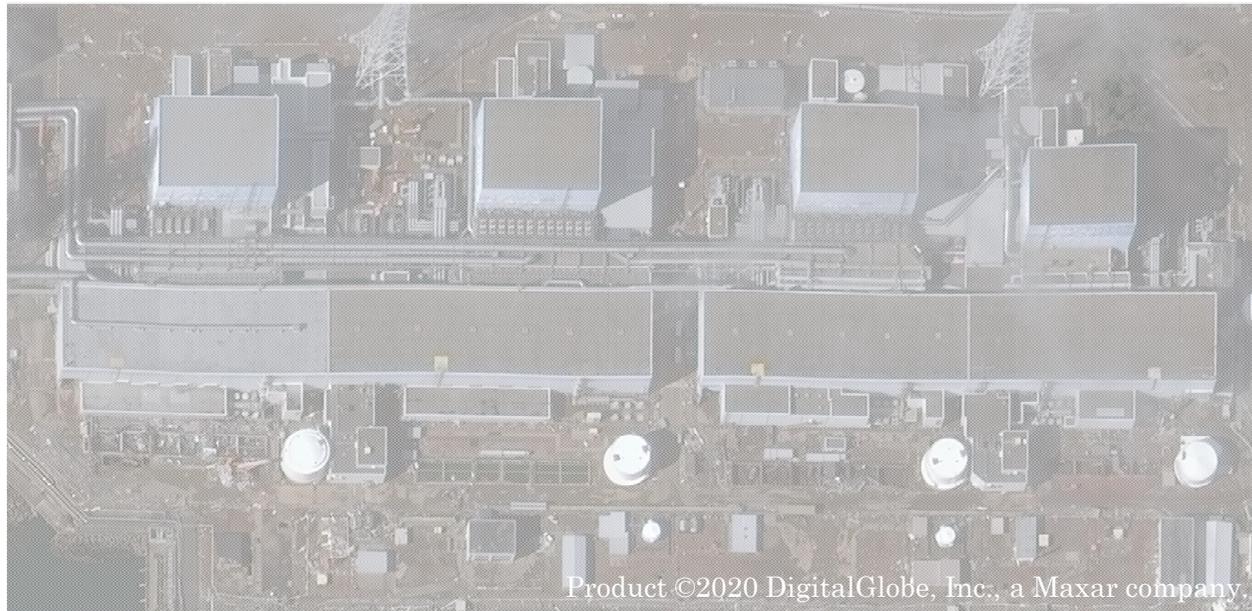
衛星写真 2011年3月14日**11時04分頃** ← 白煙を確認

衛星写真 2011年3月17日10時54分頃 ← 白煙を確認

 水素爆発時点で3号機原子炉建屋5階部分には相当量の水蒸気があったと考えられる。

2. 3号機水素 爆発後状況 (衛星写真)

2011年3月12日
午前10時38分
衛星: WorldView-2



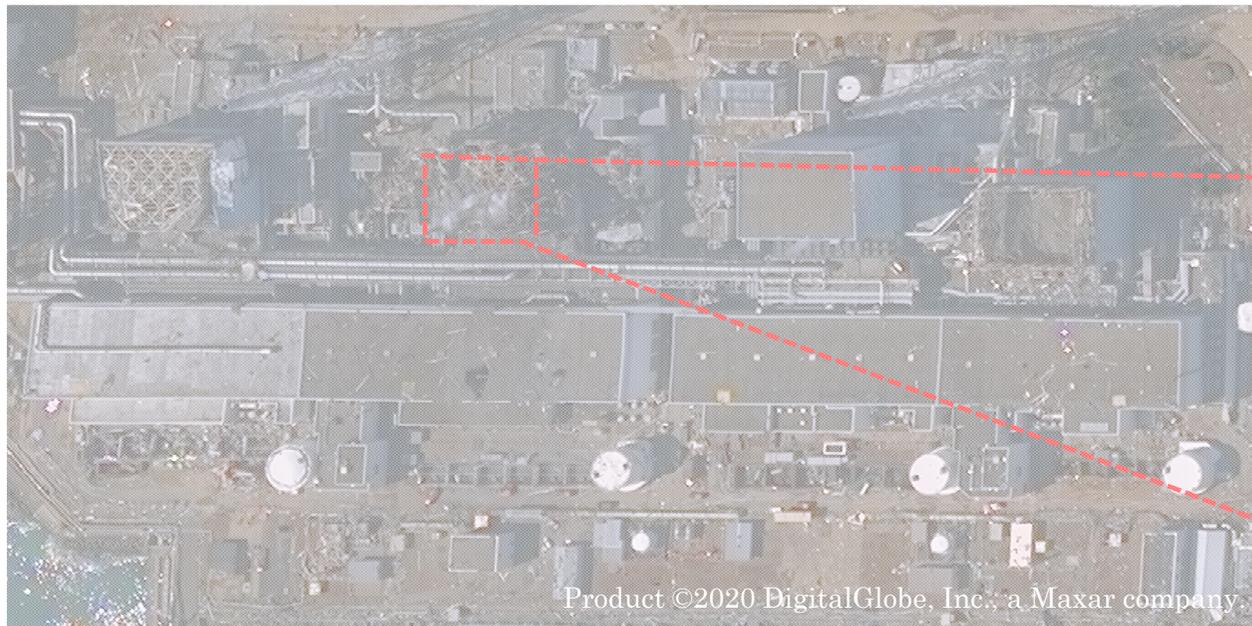
2011年3月14日
午前11時04分
衛星: WorldView-2



2. 3号機水素爆発後状況(衛星写真)

【参考】

2011年3月17日
午前10時54分
衛星: WorldView-2



2-1. 3号機水素爆発後のSGTS配管系の損傷等(衛星写真)

4号機

3号機



2011年3月18日

午前10時19分

衛星:WorldView-2

2-1. 3号機水素爆発後のSGTS配管系の損傷等(現地写真)

3号機SGTS配管



2011.3.24 東京電力撮影



2011.3.25 東京電力撮影

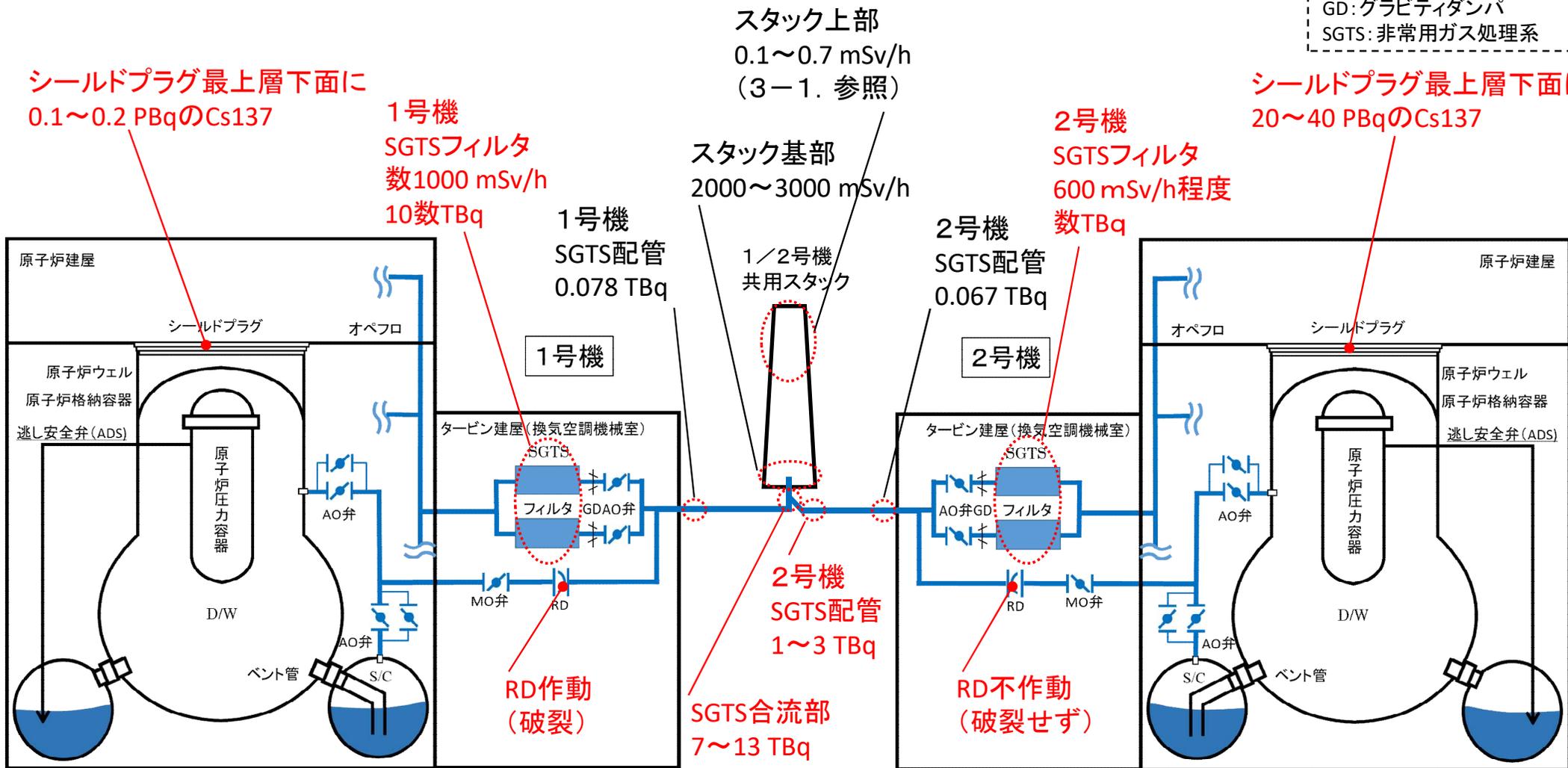


2011.3.25 東京電力撮影

3号機SGTS配管

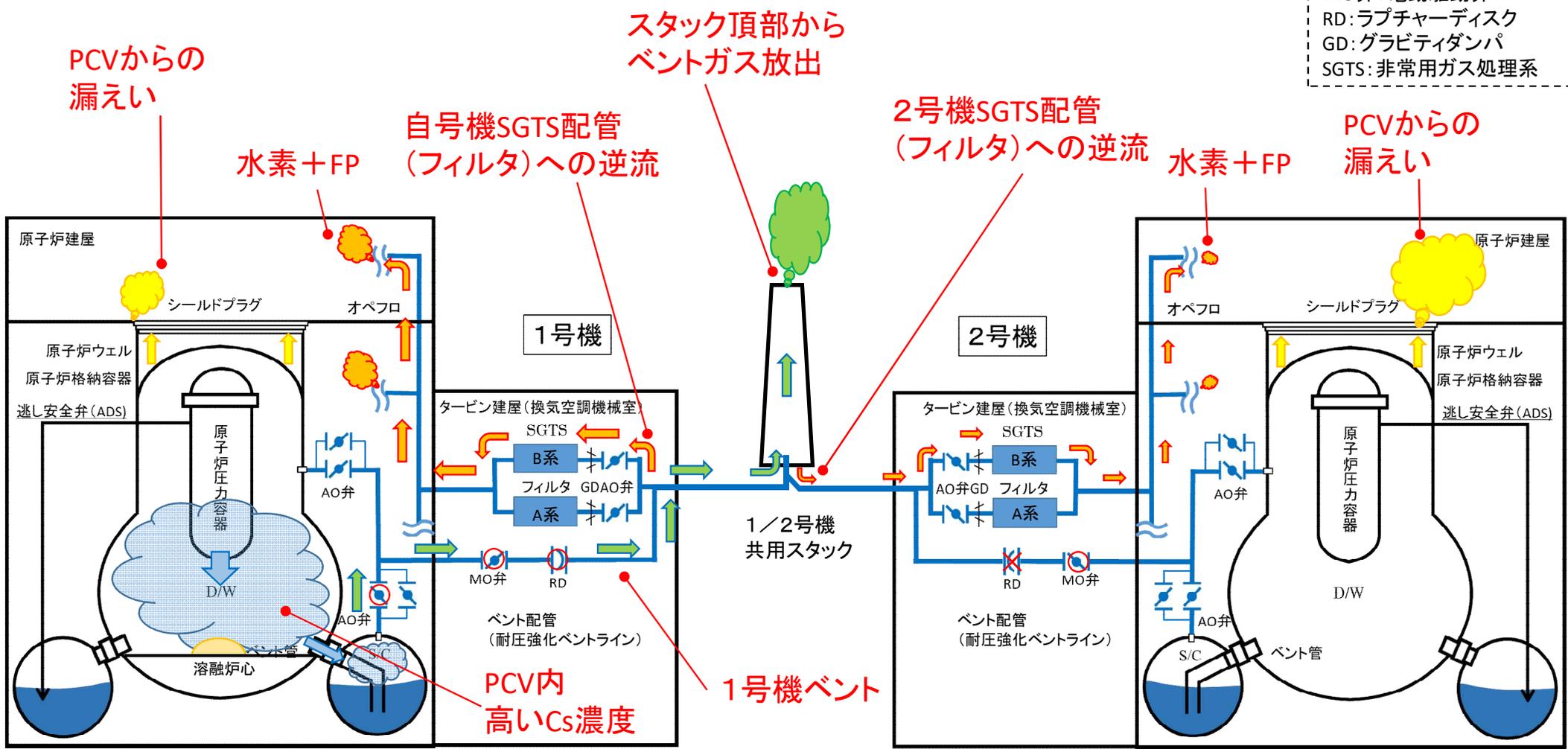
3. 1/2号機SGTS配管系及び1号機シールドプラグの汚染状況の比較

D/W:ドライウエル
S/C: サプレッションチェンバ
AO弁: 空気作動弁
MO弁: 電動駆動弁
RD: ラブチャーディスク
GD: グラビティダンパ
SGTS: 非常用ガス処理系



3. 1/2号機SGTS配管系の汚染の経路

D/W:ドライウエル
S/C: サプレッションチェンバ
AO弁: 空気作動弁
MO弁: 電動駆動弁
RD: ラプチャーディスク
GD: グラビティダンパ
SGTS: 非常用ガス処理系



3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(1/10)

1. はじめに

令和2年10月2日、3日に1/2号機共用スタックの解体筒のうち、切断片の部位5と7に加えて、同年10月29日に部位9の線量当量率の測定を行った。

2. 測定状況

29日の測定では、部位9の排気筒(スタック解体筒)が横置き(北が下部)になっていたため、西—北—東の下部から30cm高さでの汚染分布をカバー無の日立アロカ製の電離箱で測定した。70マイクロメートル線量当量率測定用の電離箱ではないので、相対的なCs-137の汚染分布を知るための測定である。

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(2/10)

3. 測定結果

第1図に、前回の部位5と7の結果と併せて今回の部位9の測定結果を示す。

半分の領域の測定結果であるが、部位5と7に比べて全体的に汚染密度が高くなっていること、北東方向に最も汚染密度が高い個所があることが分かる。ガンマカメラの測定でもこのことは確認されている。この場所は、東西南北の測定点からずれた位置で、メッシュサーベイにも含まれていない場所なので、注意が必要である。

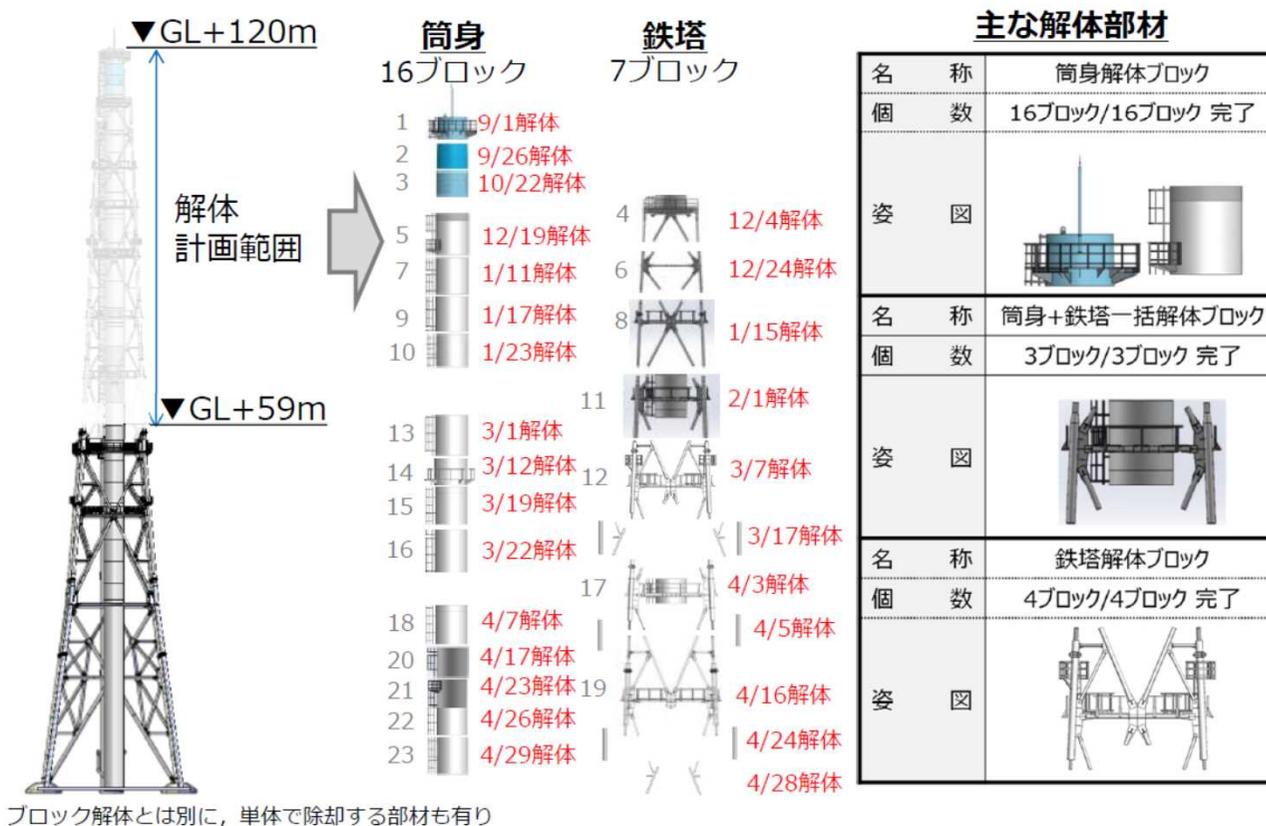
なお、内面の汚染は上下方向については、下部に向かうほど高くなる傾向を示しており、また周方向については汚染は一定ではなく、溶接部を除くと一定の分布を持つことがわかった。このことから、当時ベントガスの排気筒内における流動は内面に対して均一な流れではなかった可能性が高い。なお、汚染レベルは、 γ 汚染に比べて β 汚染が高く、500Bq/cm²の部位も確認できており、さらに高くなる傾向にあり、主にCs-137による汚染である。現時点でSr90-Y90による β 汚染は確認出来ていない。

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(3/10)

1. 1/2号機排気筒解体概要



- 本工事は耐震上の裕度向上を目的に、上部約60mの解体工事に2019年8月から着手。
- 23ブロック目までの解体を4月29日に完了、頂部蓋設置を5月1日に完了した。



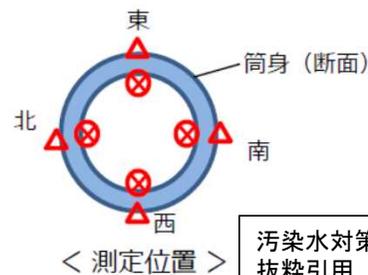
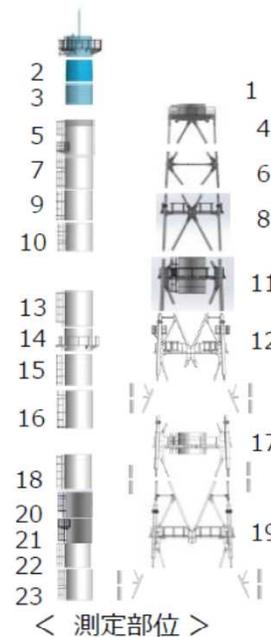
汚染水対策チーム会合78回 資料3-2 より
抜粋引用

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(4/10)

参考4-2. 1~18ブロック目解体部材の表面汚染密度測定結果^{※1} **TEPCO**

部位	表面汚染密度 [Bq/cm ²] ^{※2}			
	筒身内部 (右下図 [⊗])			
	東	南	西	北
1	4×10 ¹	7×10 ⁰	2×10 ²	6×10 ²
2	2×10 ²	8×10 ⁰	1×10 ¹	2×10 ¹
3	2×10 ⁰	2×10 ⁰	3×10 ¹	2×10 ¹
4	3×10 ¹	3×10 ¹	2×10 ²	2×10 ²
5	6×10 ¹	6×10 ¹	3×10 ²	1×10 ²
7	3×10 ²	3×10 ²	1×10 ³	1×10 ³
9	5×10 ²	3×10 ²	4×10 ³	3×10 ²
10	4×10 ²	9×10 ¹	8×10 ²	5×10 ²
11	8×10 ²	3×10 ²	8×10 ²	1×10 ³
13	5×10 ²	3×10 ²	5×10 ²	8×10 ²
14	4×10 ²	3×10 ²	4×10 ³	8×10 ²
15	4×10 ²	8×10 ¹	1×10 ³	3×10 ²
16	4×10 ²	2×10 ²	5×10 ³	5×10 ²
17	3×10 ²	2×10 ²	2×10 ³	7×10 ²
18	3×10 ²	1×10 ²	5×10 ³	7×10 ²

部位	α核種の表面汚染密度 [Bq/cm ²] ^{※3}			
	筒身内部 (右下図 [⊗])			
	東	南	西	北
1	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
2	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
3	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²
4	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²
5	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²
7	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²
9	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²
10	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²	<6×10 ⁻²
11	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
13	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
14	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
15	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
16	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
17	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹
18	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹	<1×10 ⁻¹

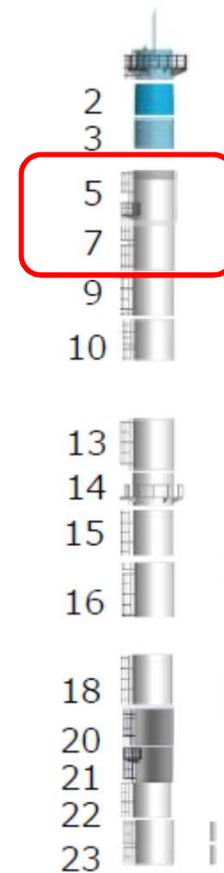
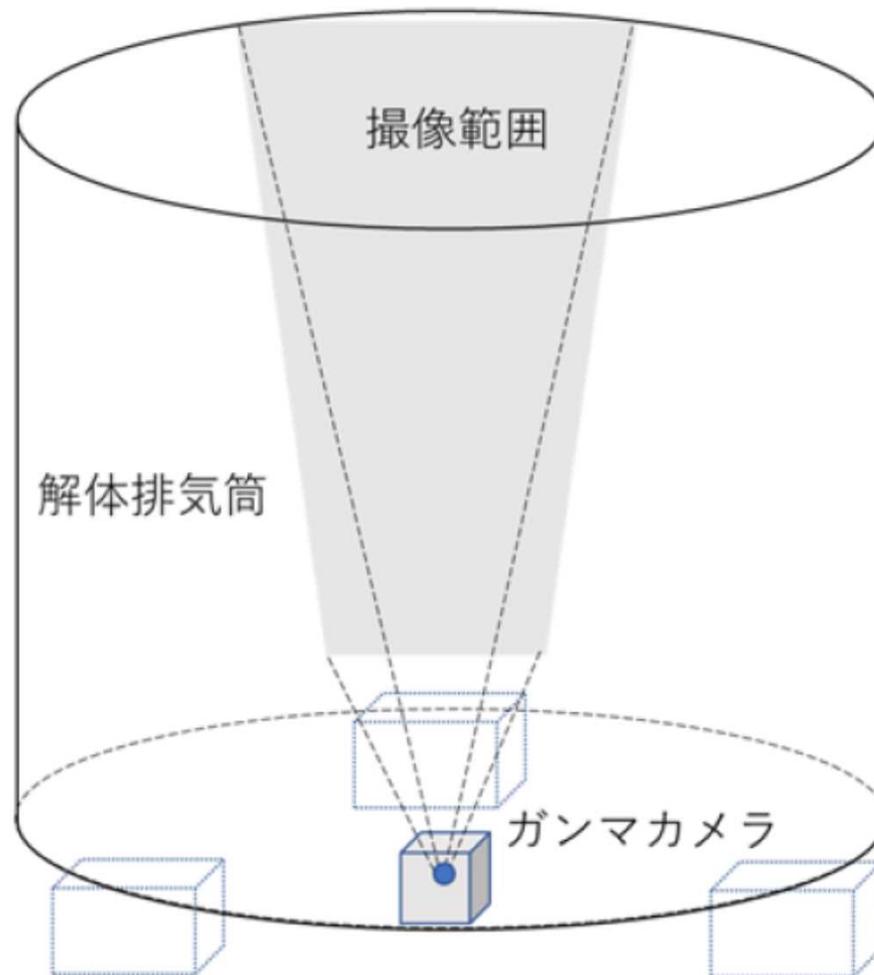


※1 飛散防止剤が塗布された状態でサンプリング
 ※2 Ge半導体検出器で定量 (Cs-137の表面汚染密度)
 ※3 ZnSシンチレーション汚染サーベイメータ (Am-241校正) で定量

汚染水対策チーム会合78回 資料3-2 より
抜粋引用

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(5/10)

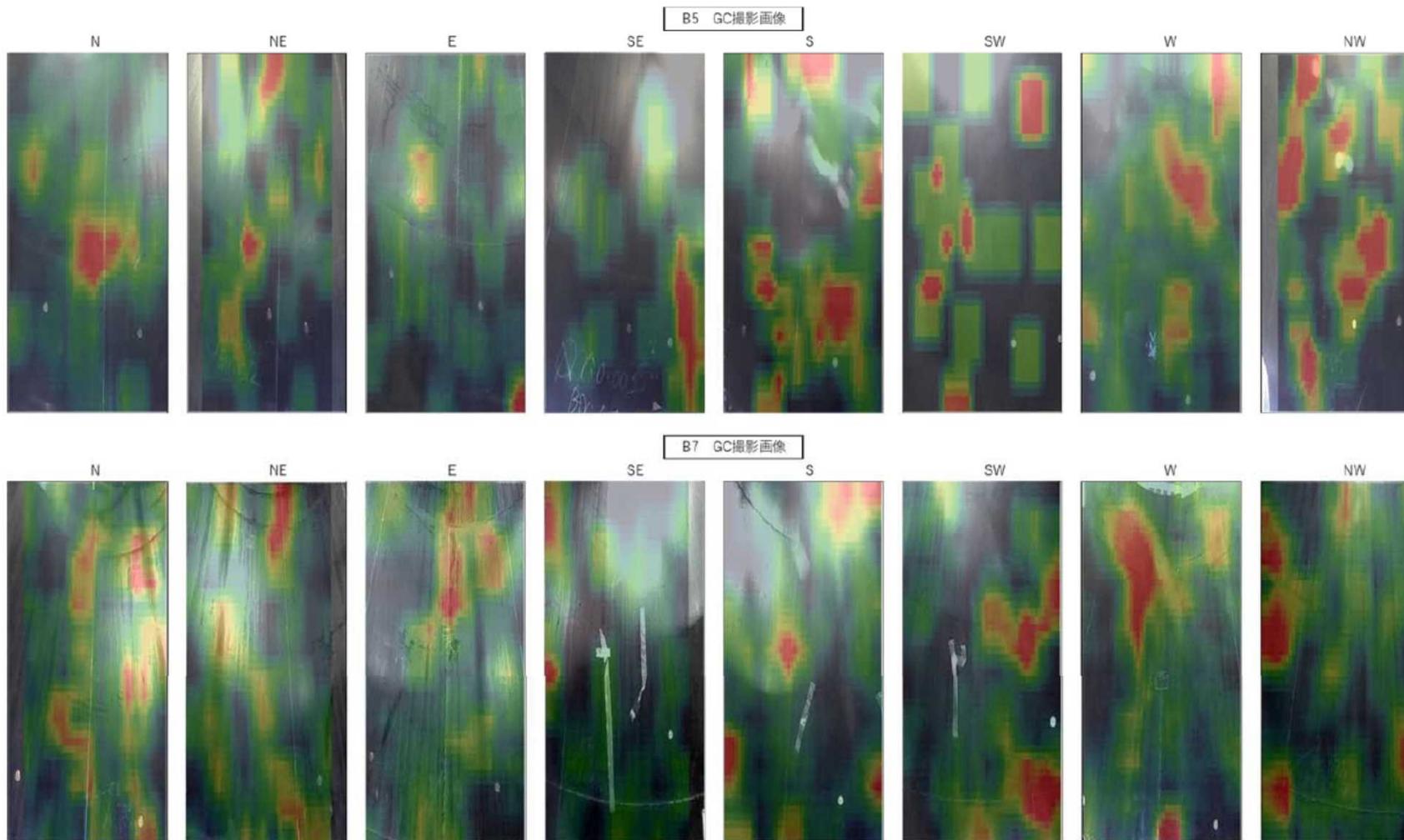
排気筒切断片 No.5、No.7



汚染水対策チーム会合78回 資料3-2 より抜粋引用

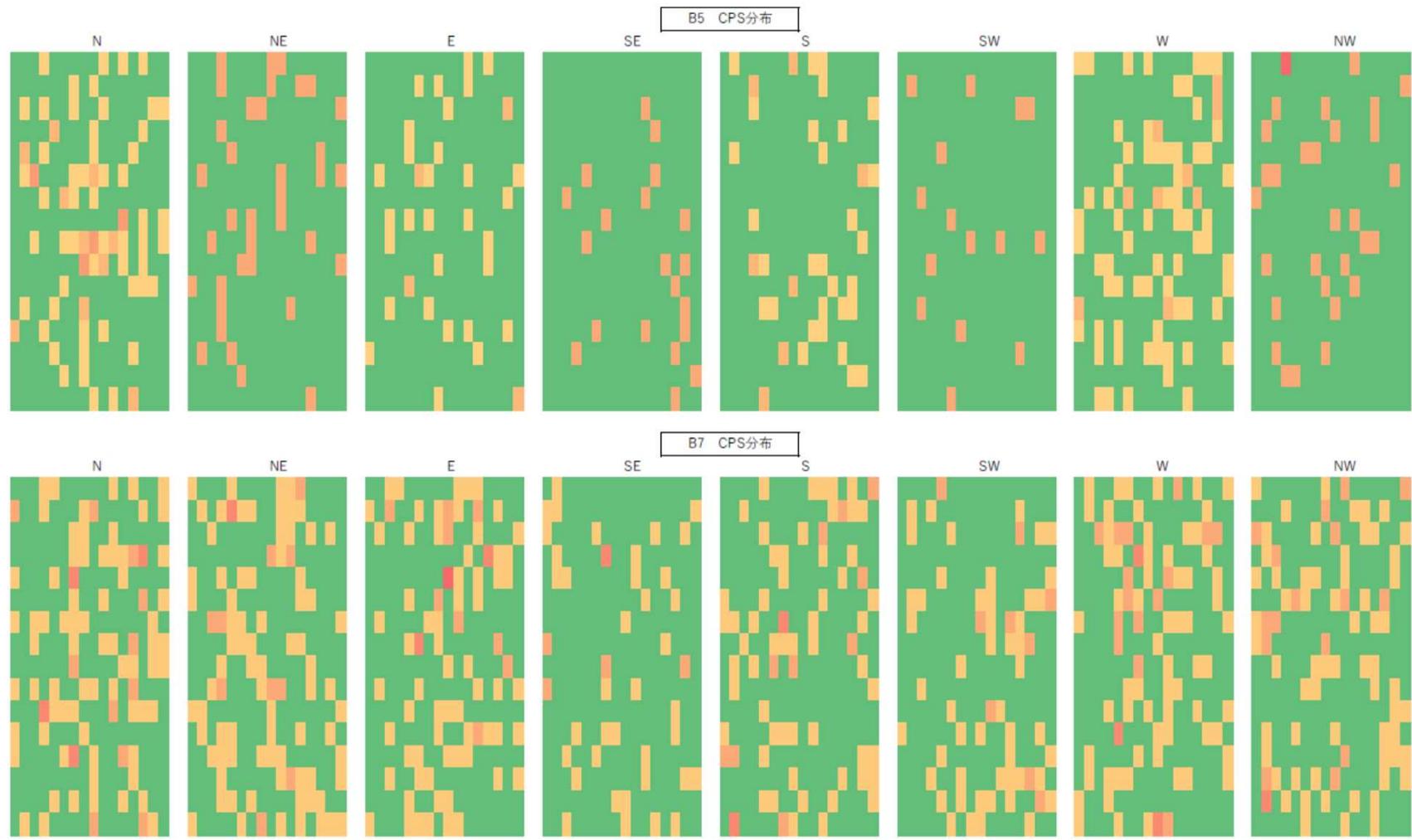
図1 排気筒切断片 No.5、No.7

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(6/10)



第2図 部位5と部位7のガンマカメラ画像

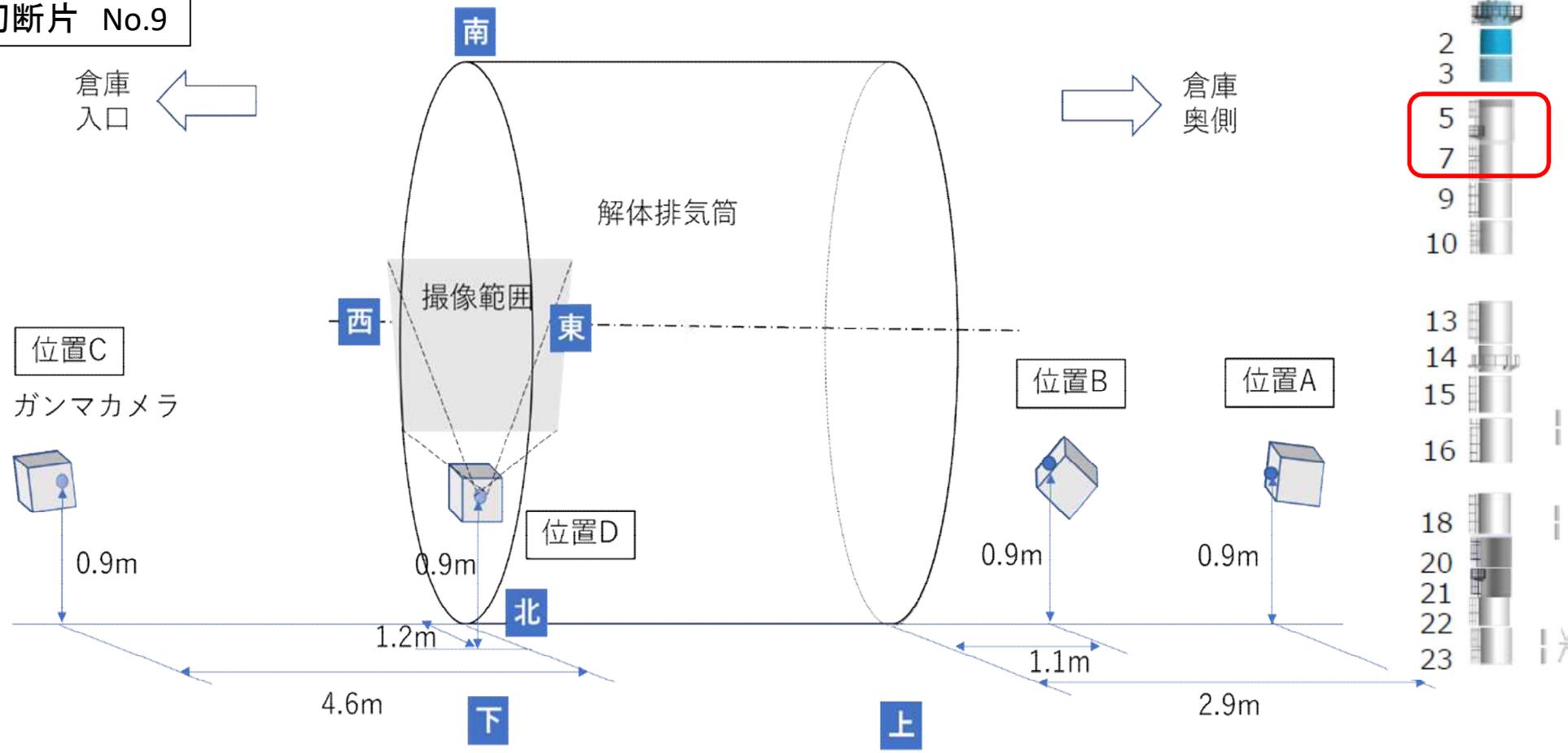
3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(7/10)



第3図 部位5と部位7の計数率分布

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(8/10)

排気筒切断片 No.9



汚染水対策チーム会合78回 資料3-2 より抜粋引用

図4 排気筒切断片 No.9

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(9/10)

排気筒
切断片
No.9

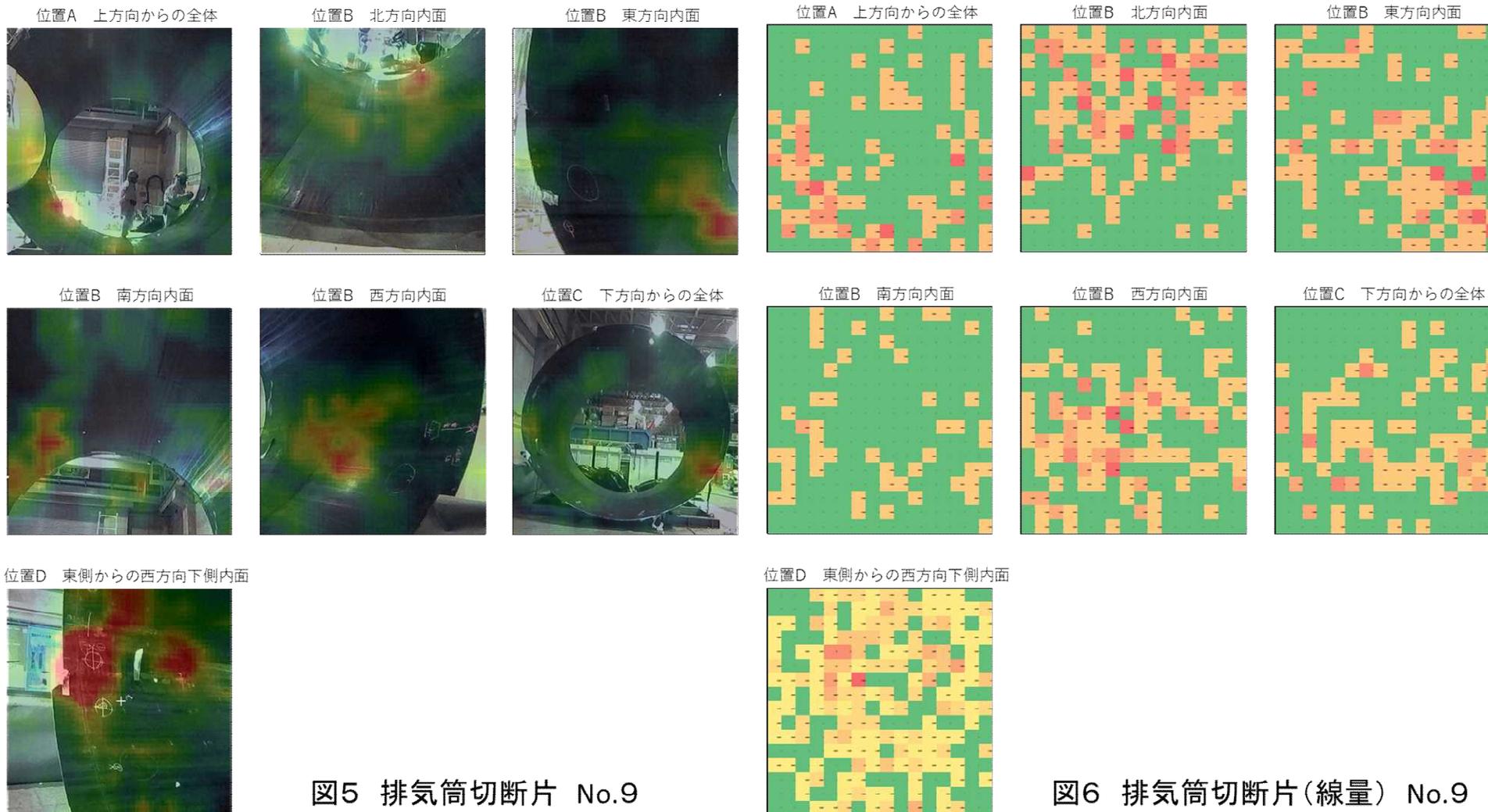


図5 排気筒切断片 No.9

図6 排気筒切断片(線量) No.9

3-1. 1/2号機共用スタック解体筒の線量測定値(10/10)

下部から30 cmでの分布

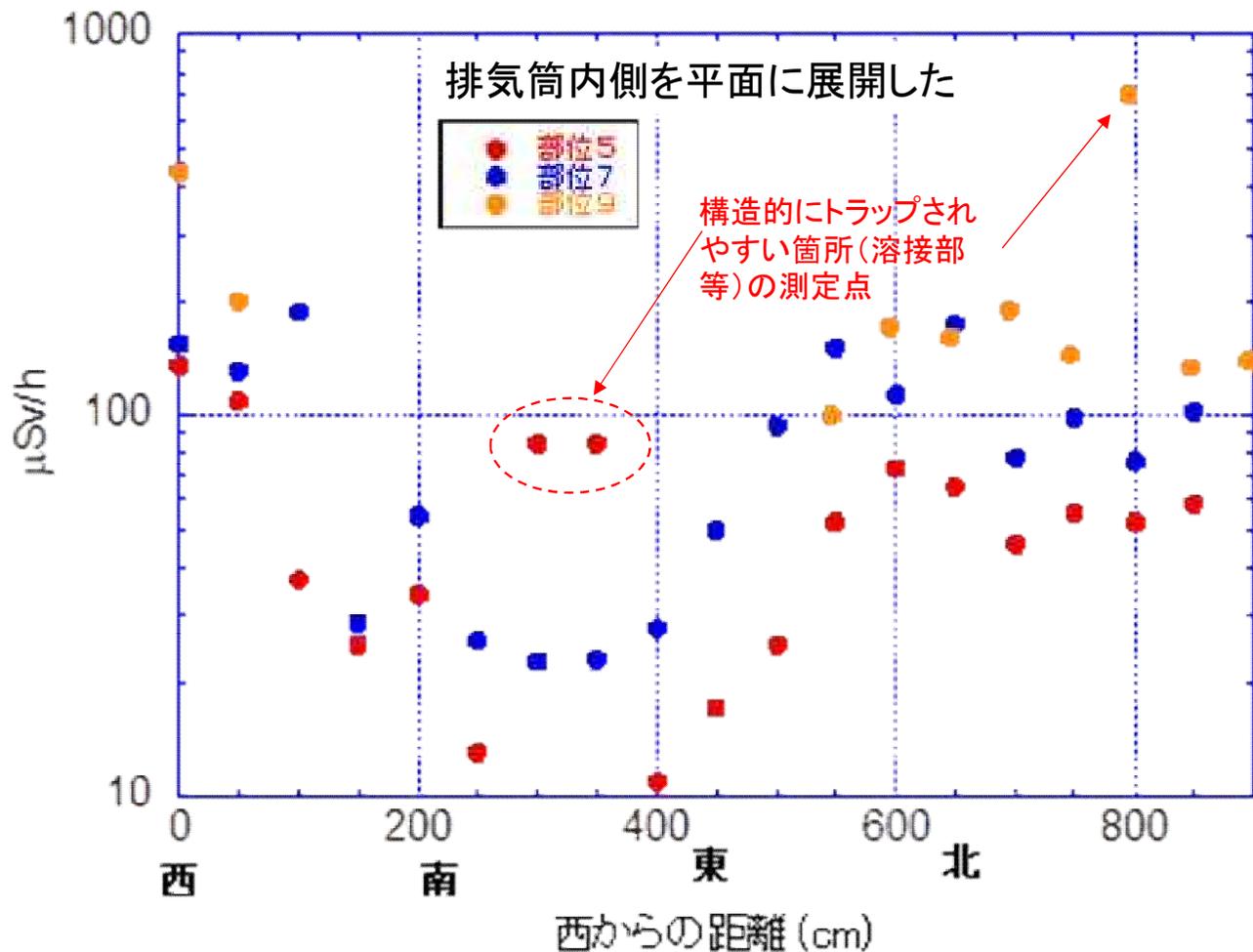


図7 測定結果

