

[Redacted]

福島第一原子力発電所

解析報告書

対象：福島第一原子力発電所 3号機原子炉建屋1階
北西・北東・南西エリア

件名 1F-2R/B 1階線量低減業務委託（1）その1

[Redacted]

2021年 2月 2日

1. 概要

3号機原子炉建屋1階において Gamma Imager による測定及び線量率調査を実施した。本書は、その情報から N-Visage® Fusion (CREATEC 社の解析ソフト) で解析した結果をまとめたものである。3号機原子炉建屋1階北西エリア、北東エリア及び南西エリアにおける床上1.5mの線量率分布を評価した。また、北東エリアにおける床上近傍0.30mの線量率分布を評価した。

2. 線量率調査と実測値

線量率調査は、Gamma Imager を用いて図1に示す8点で実施した。各測定ポイントに対する測定日及び測定高さを表1に示す。

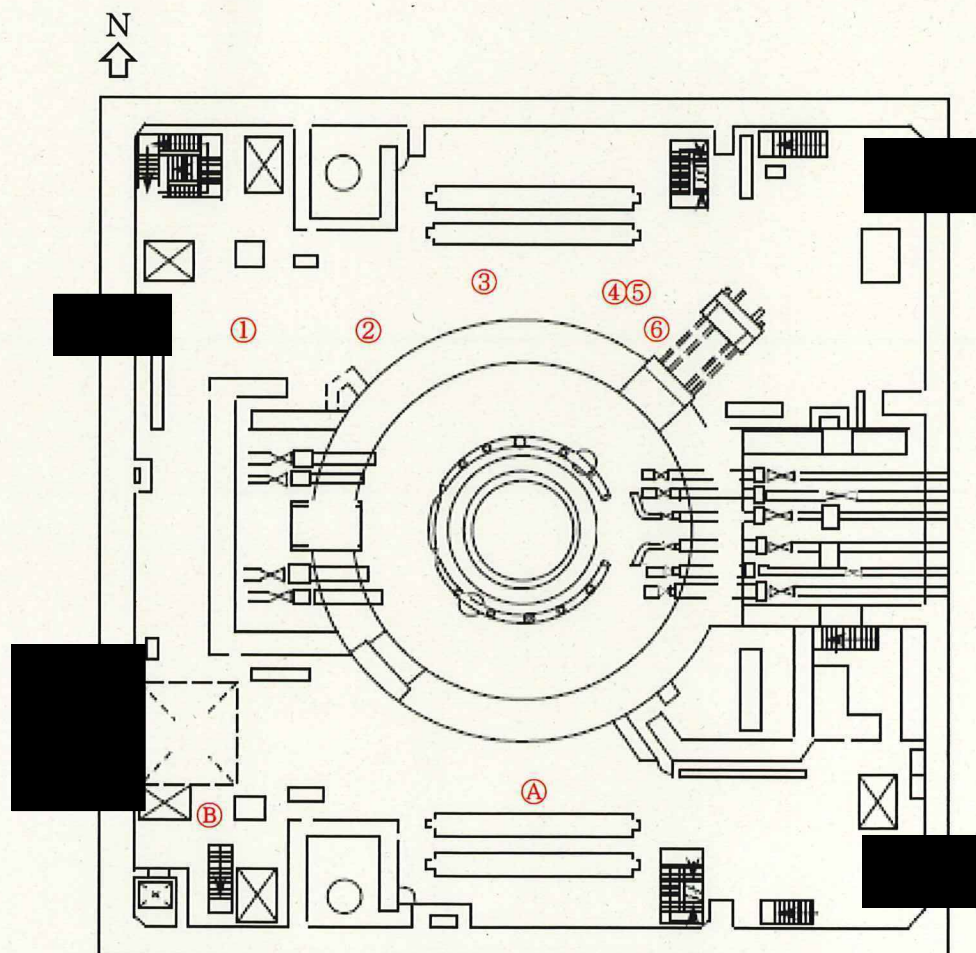


図1 3号機原子炉建屋1階における各測定ポイントの位置

表 1 測定日と測定高さ

エリア	測定 ポイント	測定日	測定高さ※1	Dosei-γ の 線量率指示値※3 [mSv/h]
北西	①	4/21	3.0m (2.65m)	2.9
	②	4/22	2.8m (2.45m)	7.4
	③	4/24	1.85m (1.5m)	8.7
北東	④※2	2/27	1.85m (1.5m)	— (未測定)
	⑤※2	2/28	3.0m (2.65m)	31
	⑥	2/29	3.0m (2.65m)	22
南西	Ⓐ	4/23	3.0m (2.65 m)	15
	Ⓑ	5/13	3.0m (2.65m)	7.2

※1 測定高さは床面から Gamma Imager に搭載されている放射線検出器までの値

() 内は床面から Dosei-γ までの値

※2 測定ポイント④と⑤は同じ位置で測定高さを変更した

※3 Dosei-γ は富士電機製の警報付個人線量計

Gamma Imager による測定値の確認のために使用した

3. γ 線スペクトルと核種推定

Gamma Imager で測定した各測定ポイントの γ 線スペクトルを図 2～図 9 に示す。 γ 線スペクトルを確認すると大きなピークが 2 つあり、それぞれ ^{134}Cs と ^{137}Cs からの γ 線に起因するものと考えられる。測定ポイント①（北西エリア）は他の測定ポイントよりも線量率が低く、カウントは少ないが、全ての測定ポイントでピークカウントの比率は 662keV (^{137}Cs 由来の γ 線：放出率 85.1%) に対して 796keV (^{134}Cs 由来の γ 線：放出率 85.5%) が約 17:1 になっていることから、放射能の比率は同じと分かった。また、事故時の ^{137}Cs （半減期 30.1671 年）と ^{134}Cs （半減期 2.0648 年）が 1:1 であったとすれば、9 年後の比率に相当する。

図 2～図 9 の結果から、主要な線源核種は ^{137}Cs と分かった。このため、汚染強度分布及び線量率分布は線源を ^{137}Cs として計算した。

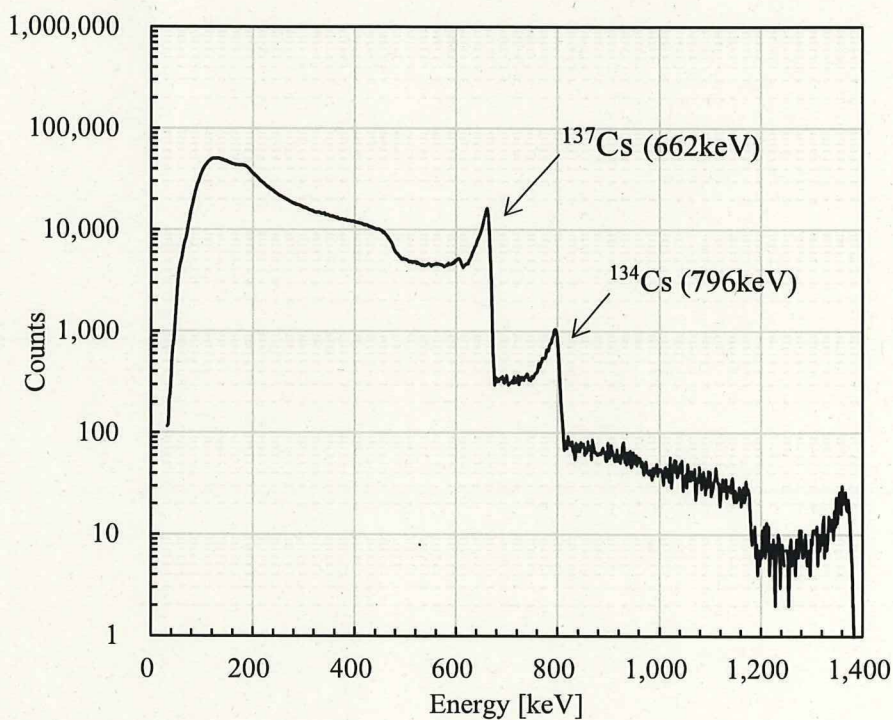


図 2 測定ポイント①（北西エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

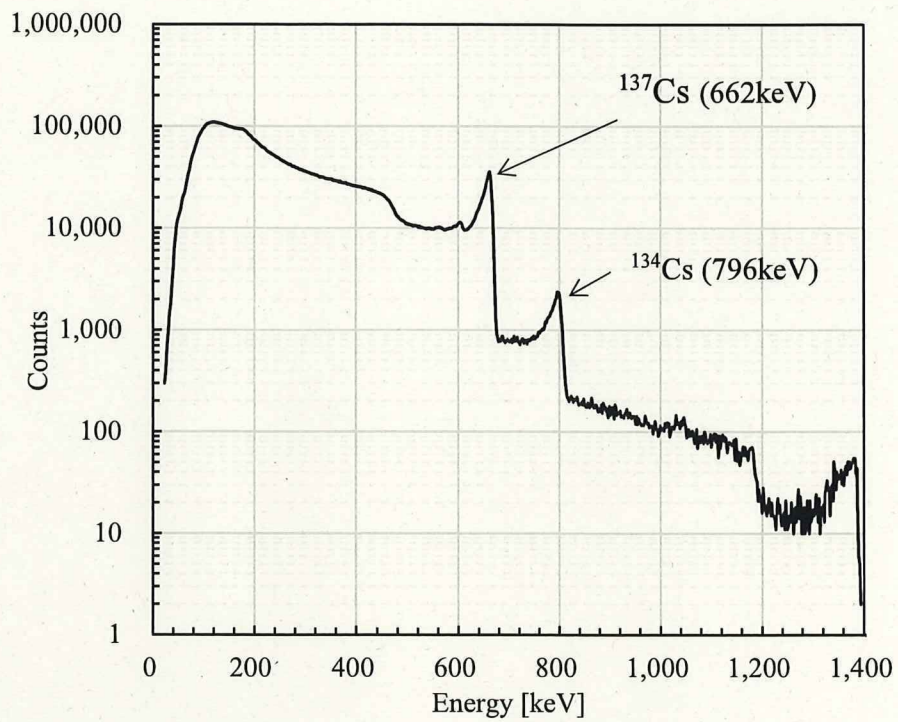


図3 測定ポイント②（北西エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

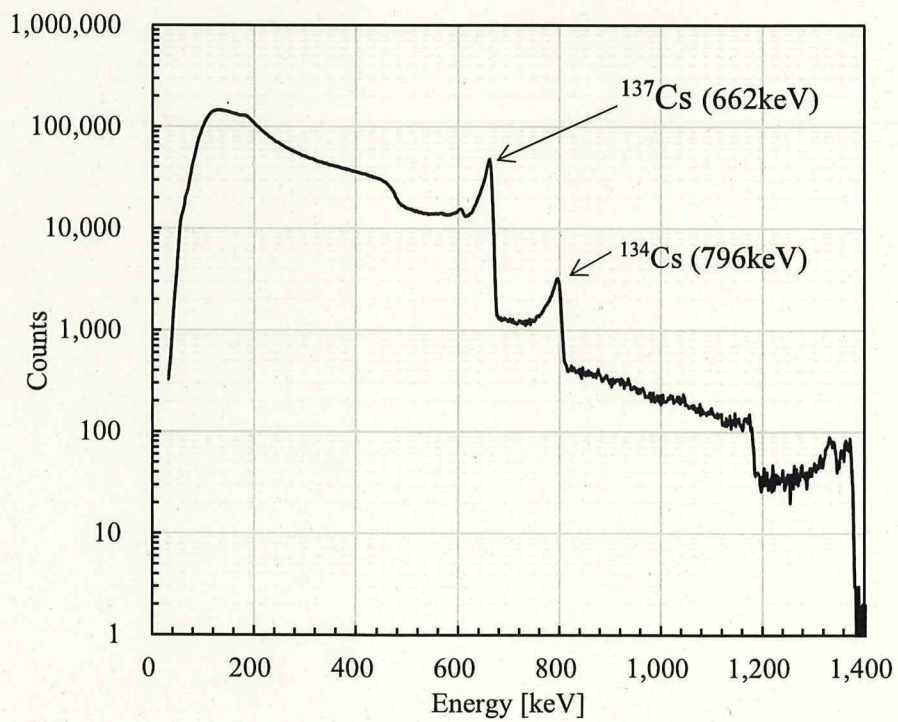


図4 測定ポイント③（北西エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

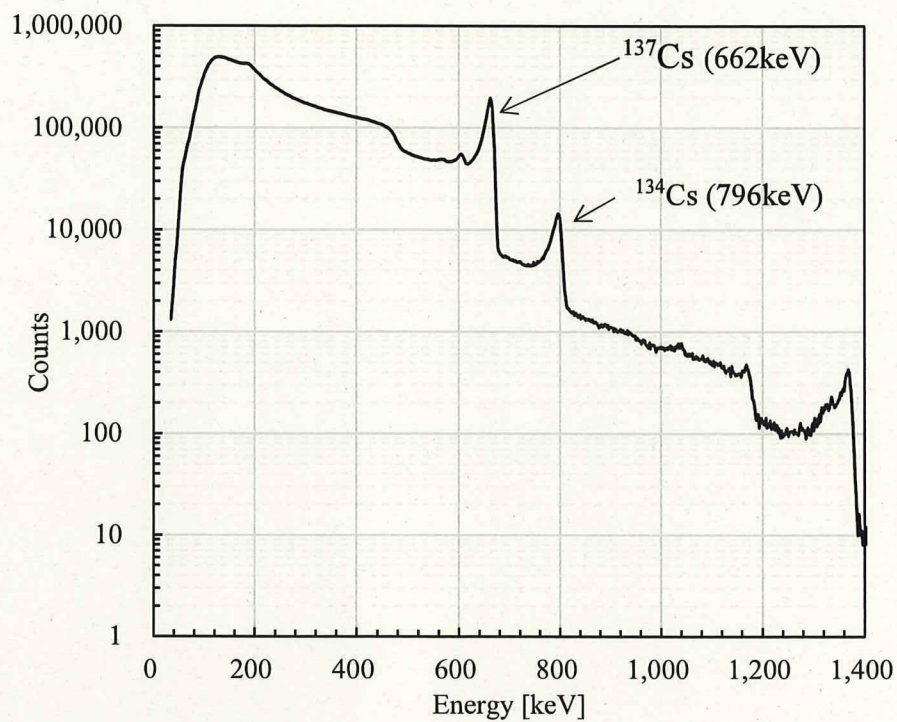


図5 測定ポイント④（北東エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

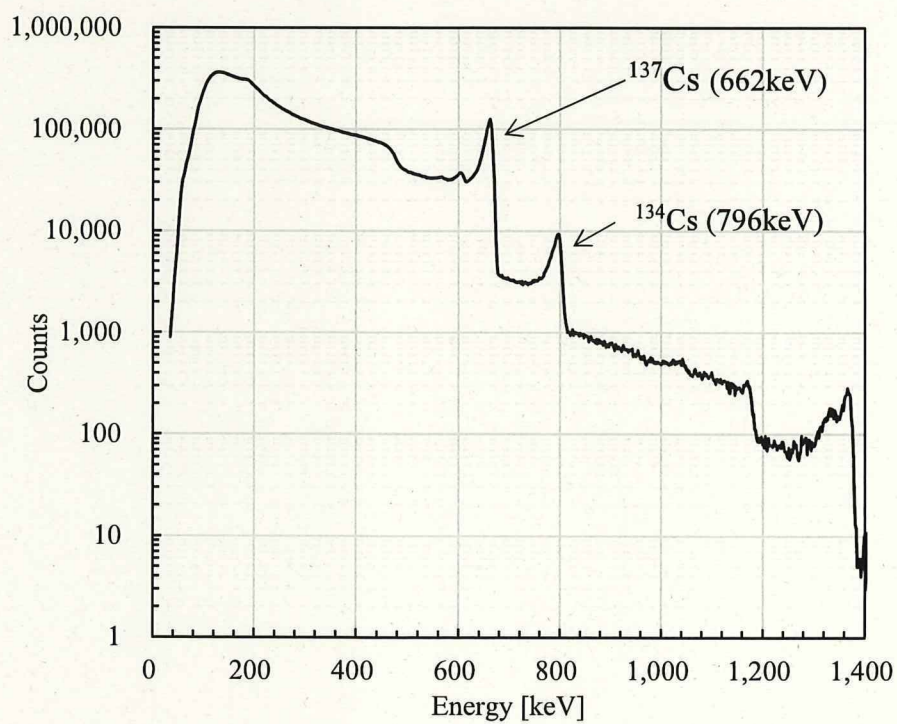


図6 測定ポイント⑤（北東エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

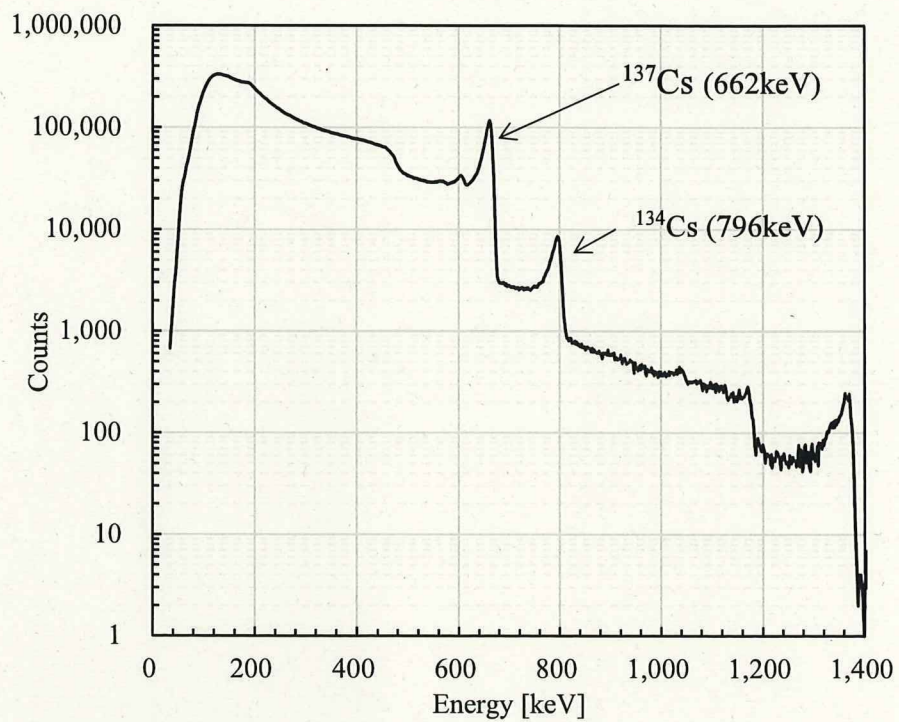


図7 測定ポイント⑥（北東エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

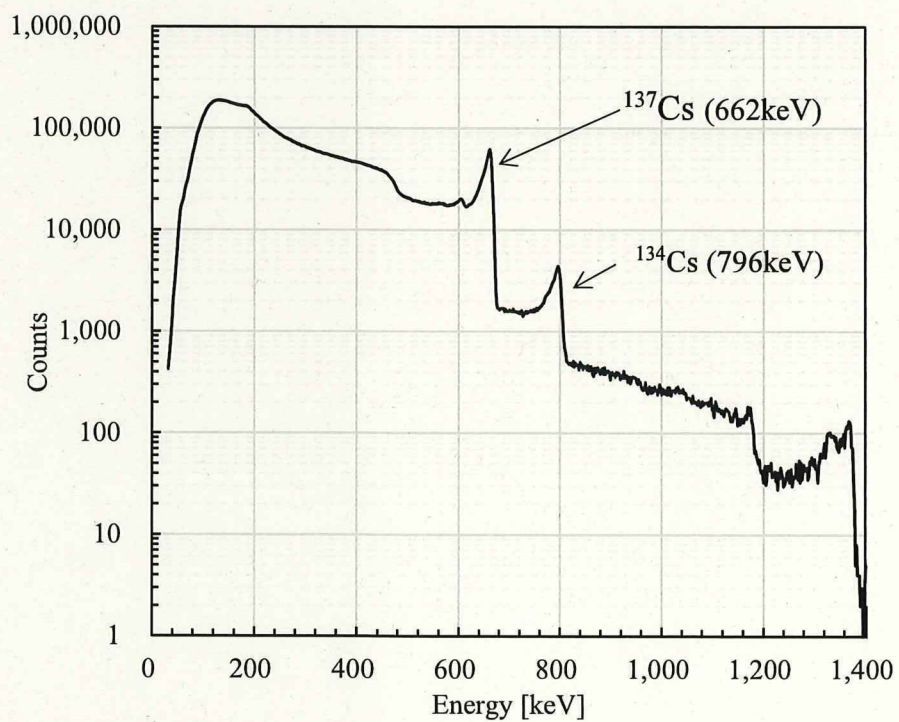


図8 測定ポイント⑧（南西エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

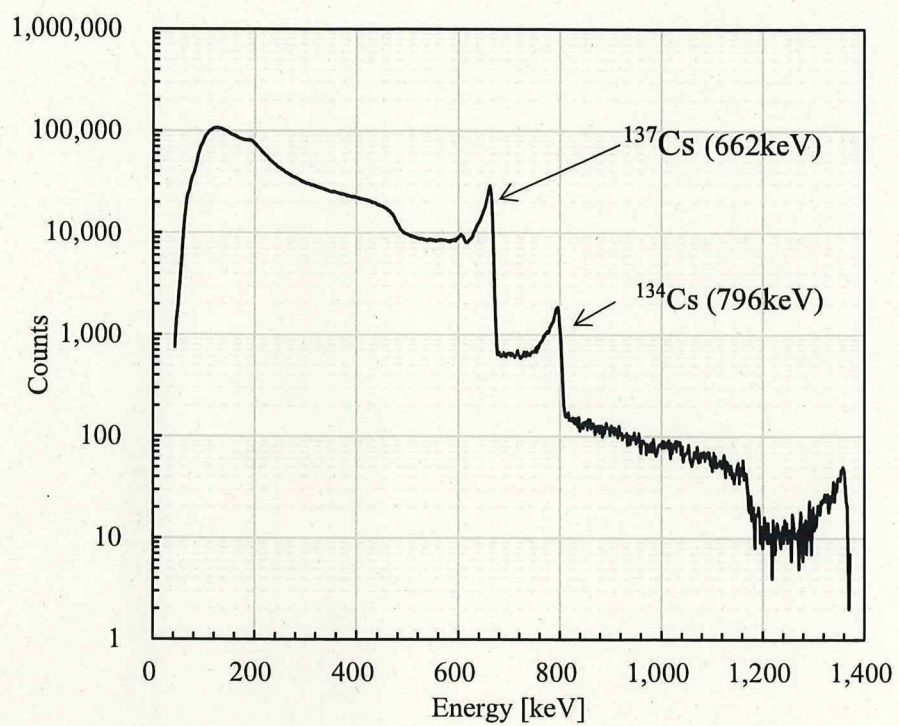


図9 測定ポイント㊸（南西エリア）の測定で得られた γ 線スペクトル

5-3 汚染箇所の確認

本項では、5-2 項で示した汚染強度分布について、測定ポイント①、③、⑤、④及び⑥のオーバーレイ画像で観測したホットスポットと同位置に汚染があることを確認した。その他の測定ポイントは、測定ポイント①、③、⑤、④及び⑥と近く、観測したホットスポットが同じであるため省略した。

5-3-1 北西エリア（測定ポイント①）の汚染強度分布

北西エリアの汚染強度分布を測定ポイント①のオーバーレイ画像と見比べて確認した。測定ポイント①は、解析結果を示すとともに、図の見方についても説明する。

測定ポイント①のオーバーレイ画像を図 24 に示す。図中の囲み数字は、測定ポイント①で観測したホットスポットである。図中の白い線で囲った部分は、測定ポイント①で観測した機器や柱である。オーバーレイ画像は、Gamma Imager が測定ポイントから見た方向の線量率の強さを色で表している。測定ポイントで Gamma Imager が受けた最大線量率となる部分を赤色とし、その 1/10 の線量率を青色としている。1/10 より小さい線量率の部分には色につかない。なお、測定値は全点で記録されている。

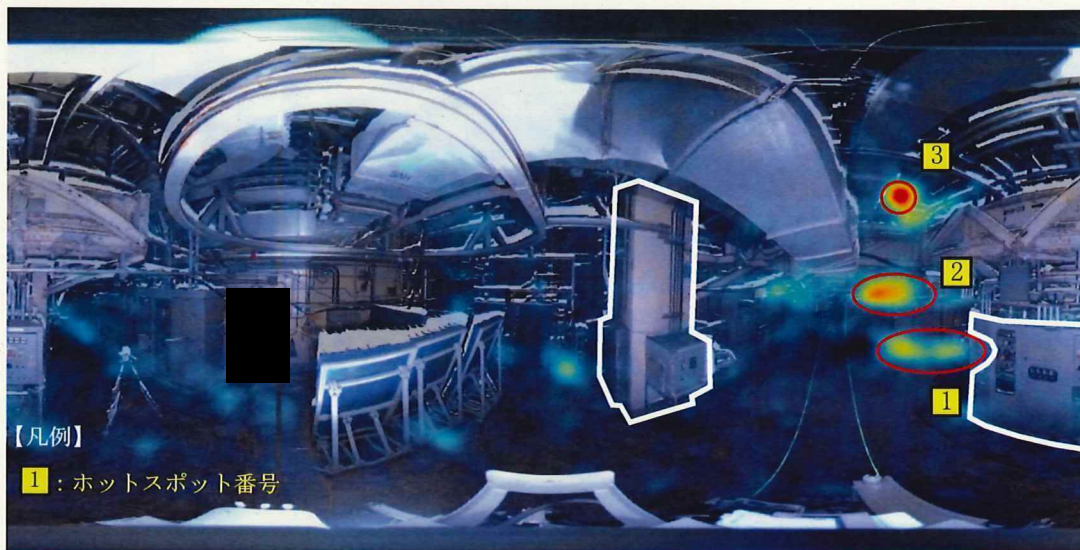


図 24 測定ポイント①のオーバーレイ画像

図 18 に示した汚染強度分布を測定ポイント①から見た視点に変えたものを図 25 に示す。図中の囲み数字は、図 24 と同じホットスポットである。図中の白い線で囲った部分は、図 24 と同じ機器や柱である。下の図は、どの方向から汚染強度分布を見ているのかを示す平面図である。

図 24 及び図 25 から、オーバーレイ画像のホットスポットとほとんど同じ位置に強い汚染が出たことを確認した。

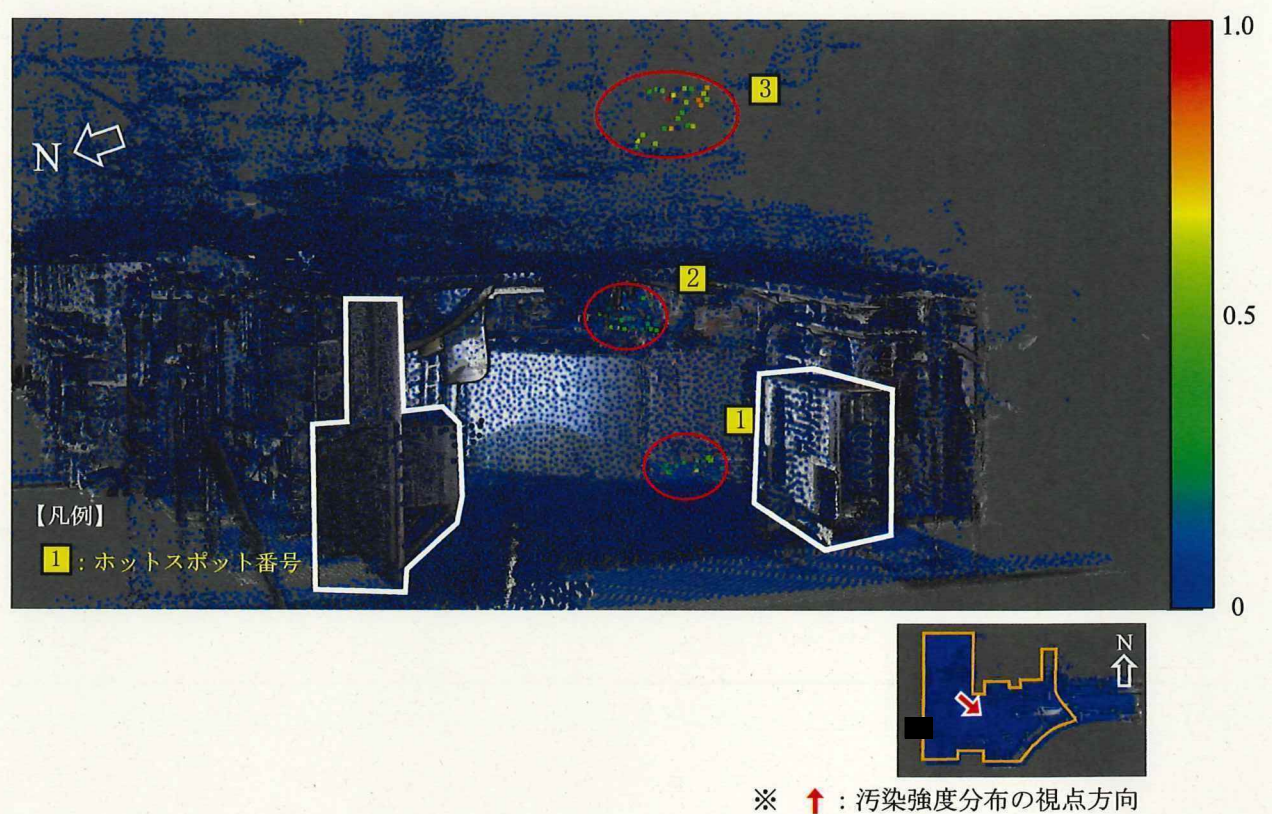


図 25 測定ポイント①から見た汚染強度分布

中間報告書（41-EF-008-004）では、図 24 のホットスポット 3 に着目し、当該位置に何があるかを測定ポイント①のパノラマ写真で確認したところ、配管（図 26 の赤線で囲った部分）またはそれより上部に線源があると推定した。図 25 の汚染強度分布に着目すると、天井方向にのびる様に汚染がついたことから、中間報告書（41-EF-008-004）で推定した通りの結果となった。



図 26 測定ポイント①のパノラマ写真

5-3-2 北西エリア（測定ポイント③）の汚染強度分布

測定ポイント③のオーバーレイ画像を図 27 に示す。図 18 に示した汚染強度分布を測定ポイント③から見た視点に変えたものを図 28 に示す。図 27 に示したオーバーレイ画像から、ホットスポット 1 及び 2 の位置は、HCU 本体または手前の足場であると思われた。図 28 に示した汚染強度分布で当該位置を確認すると、HCU 本体であることが分かった。同様に、ホットスポット 3 は手前の架台であることが分かった。

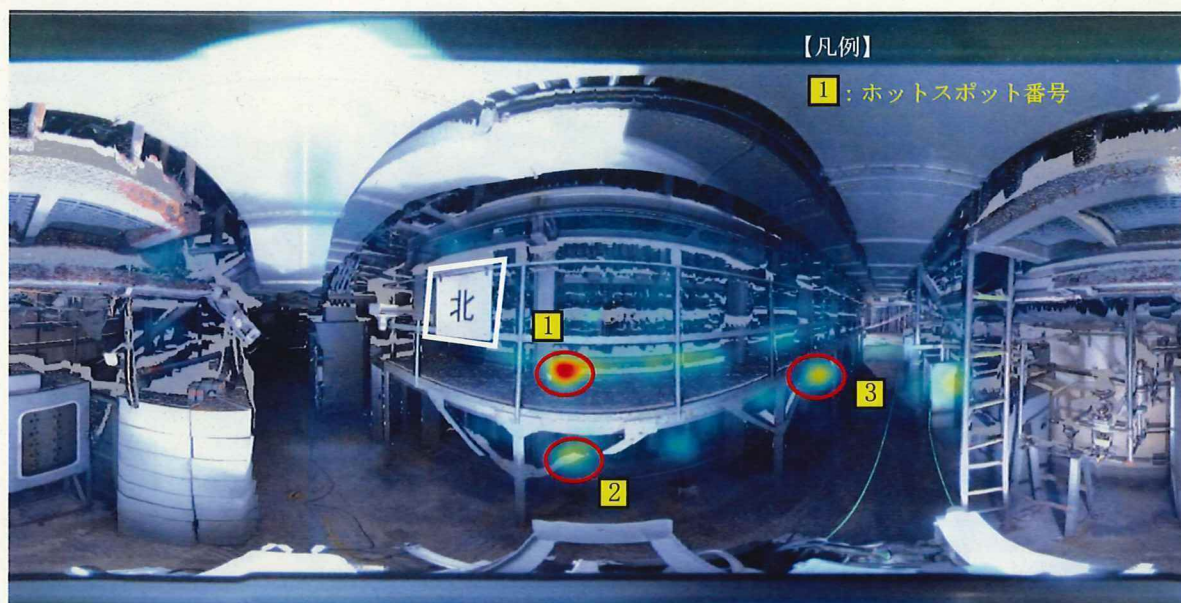


図 27 測定ポイント③のオーバーレイ画像

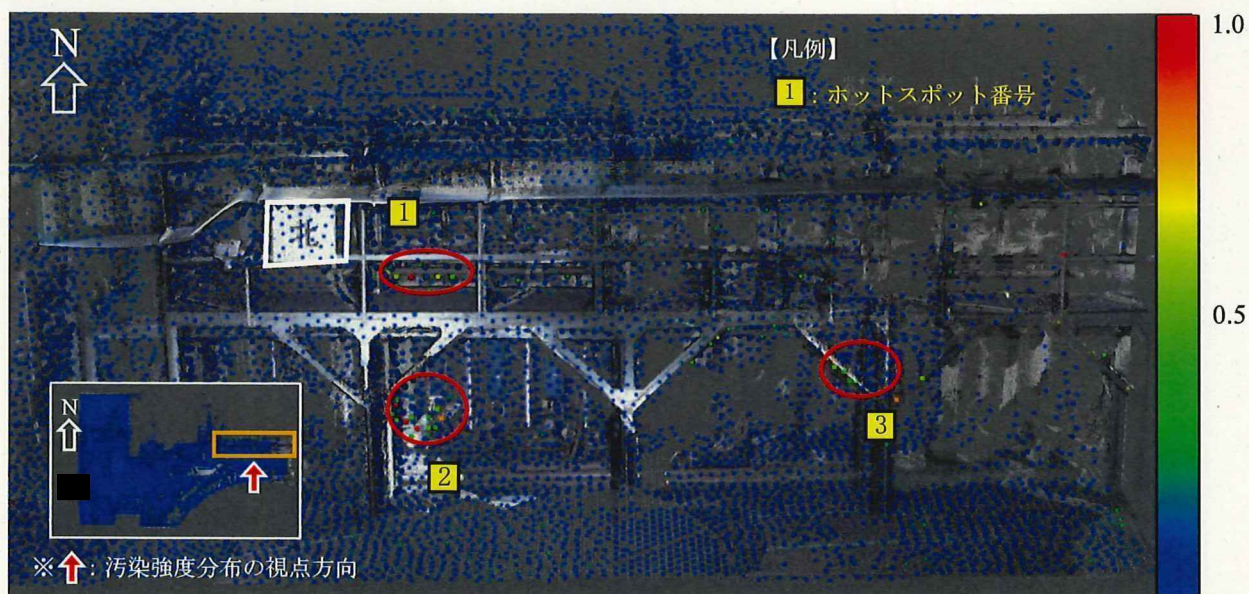


図 28 測定ポイント③から見た汚染強度分布

5-3-3 北東エリアの汚染強度分布

測定ポイント⑤のオーバーレイ画像を図 29 に示す。図 20 に示した汚染強度分布を測定ポイント⑤から見た視点に変えたものを図 30 及び図 31 に示す。図 29 に示したオーバーレイ画像から、ホットスポット 1 の位置は、HCU 本体または手前の足場であると思われた。図 30 に示した汚染強度分布で当該位置を確認すると、HCU 本体であることが分かった。同様に、ホットスポット 2 は PCV 側の計装機器、ホットスポット 3 は PCV 側のサポート、ホットスポット 4 は機器搬入エアロックのレールであることが分かった。

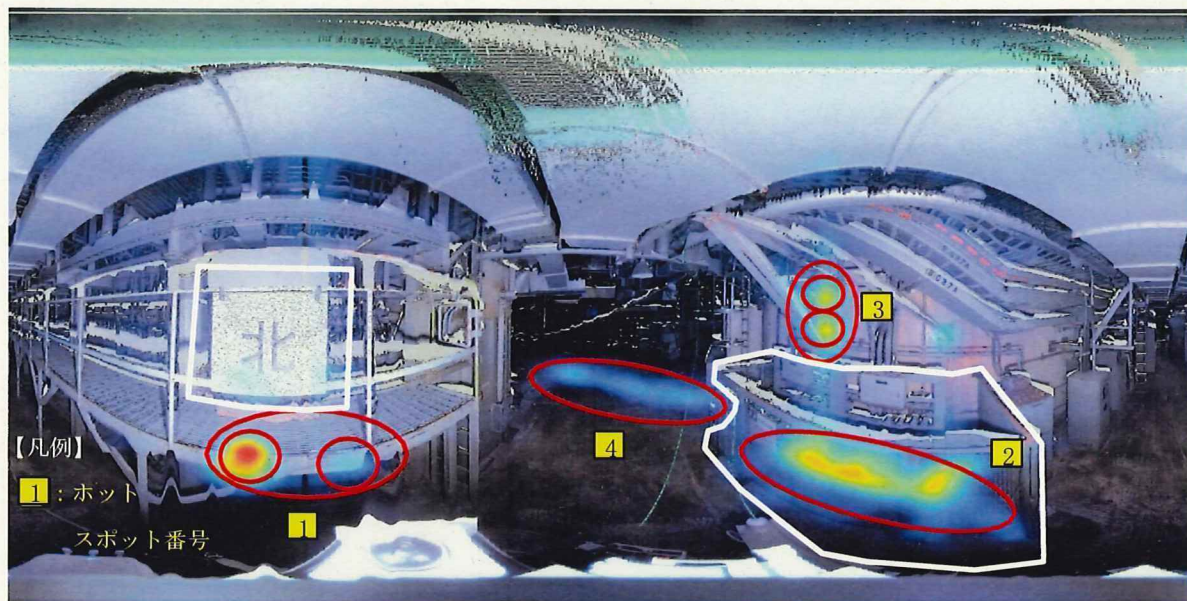


図 29 測定ポイント⑤のオーバーレイ画像

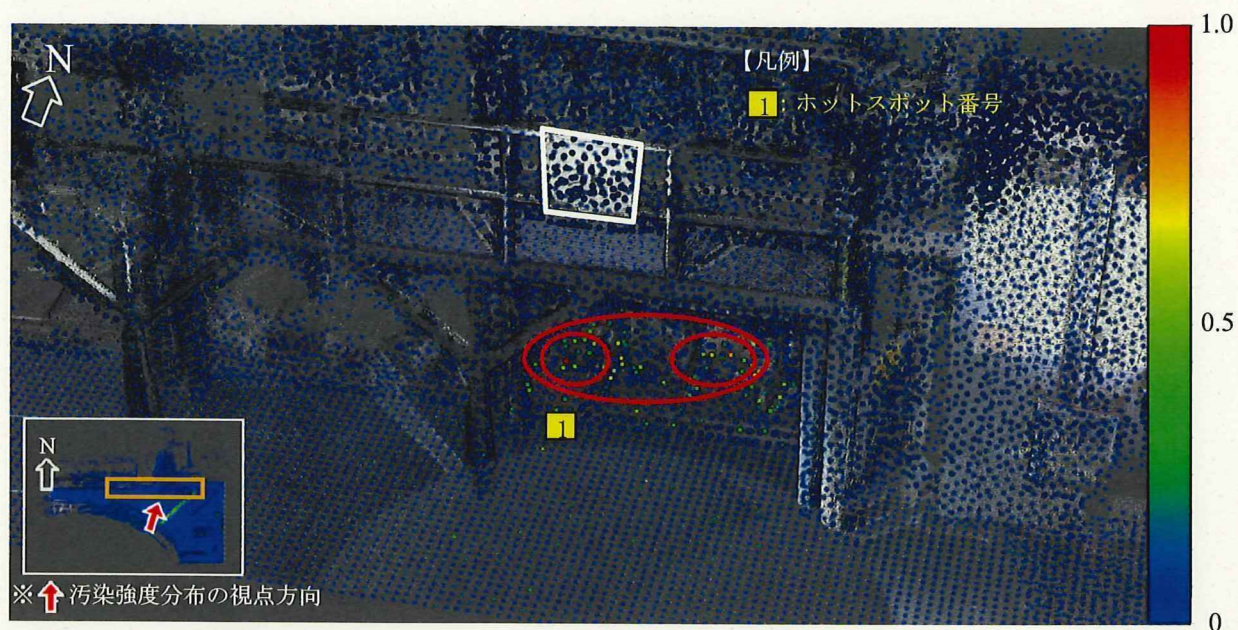


図 30 測定ポイント⑤ (HCU 方向) から見た汚染強度分布

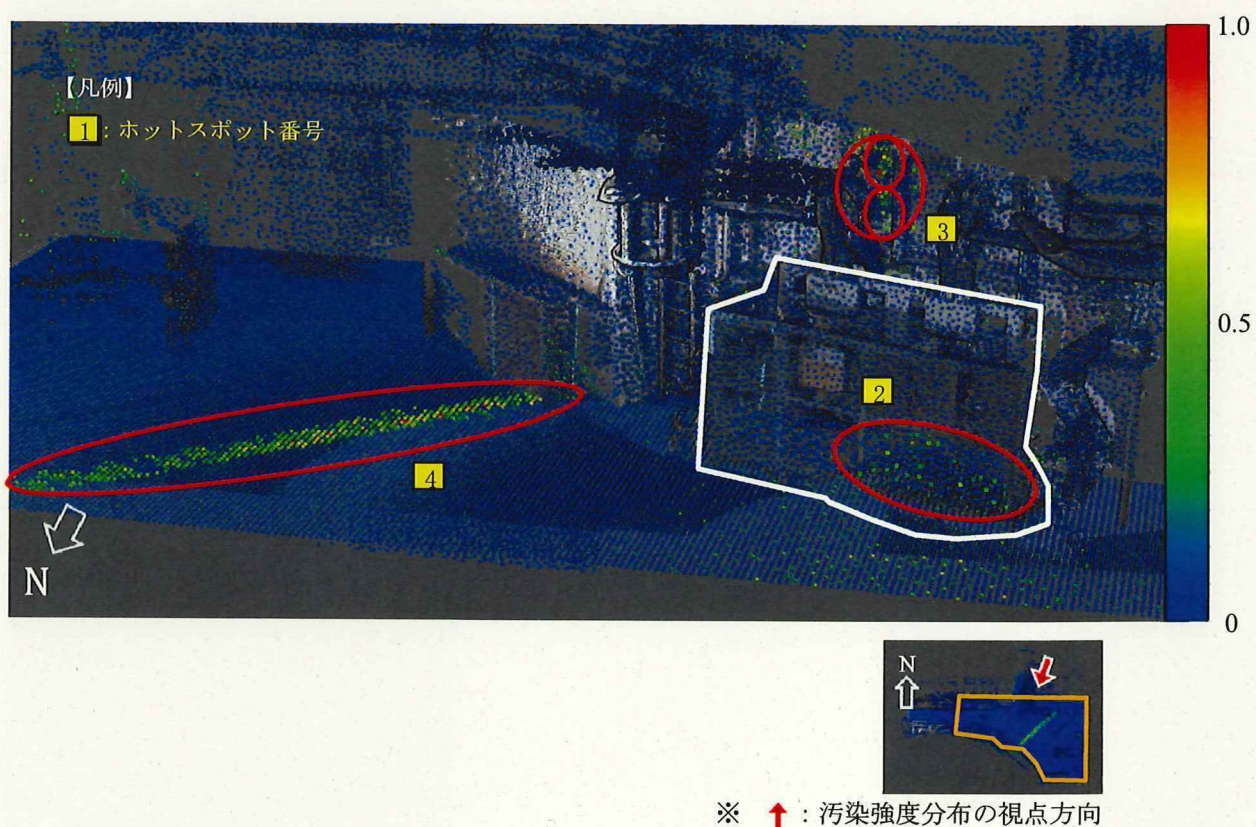


図 31 測定ポイント⑤ (PCV、北東エリア方向) から見た汚染強度分布

5-3-4 南西エリア（測定ポイント④）の汚染強度分布

測定ポイント④のオーバーレイ画像を図 32 に示す。図 22 に示した汚染強度分布を測定ポイント④から見た視点に変えたものを図 33 に示す。図 32 に示したオーバーレイ画像から、ホットスポット 1 の位置は、床面であると思われた。図 33 に示した汚染強度分布で当該位置を確認すると、床面であることが分かった。同様に、ホットスポット 2 及び 3 は手前の足場であることが分かった。

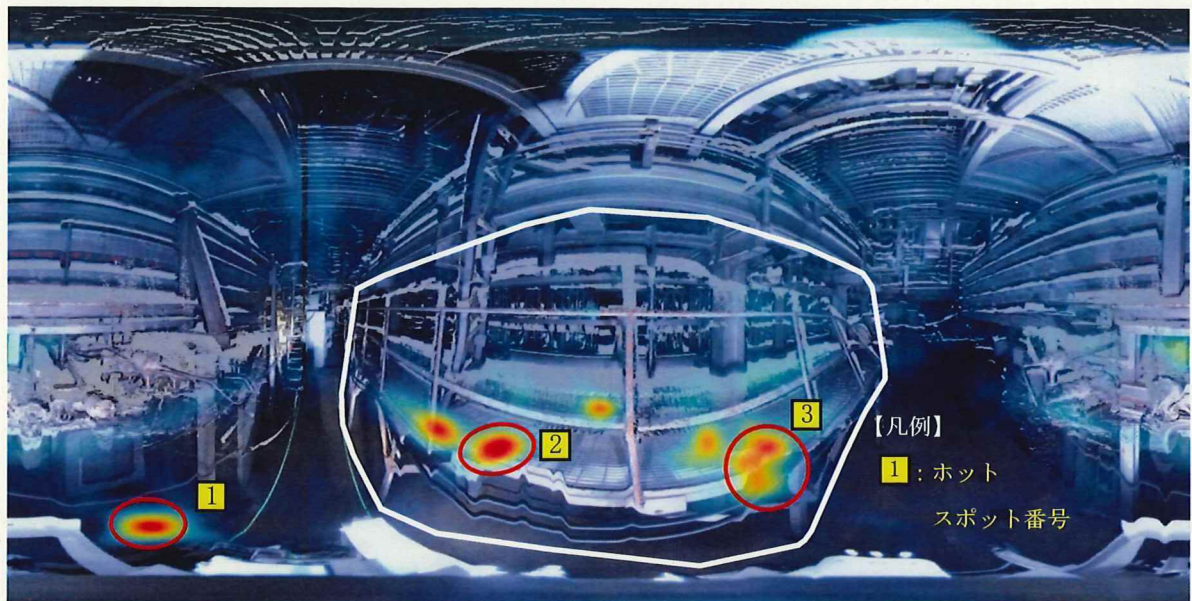


図 32 測定ポイント④のオーバーレイ画像

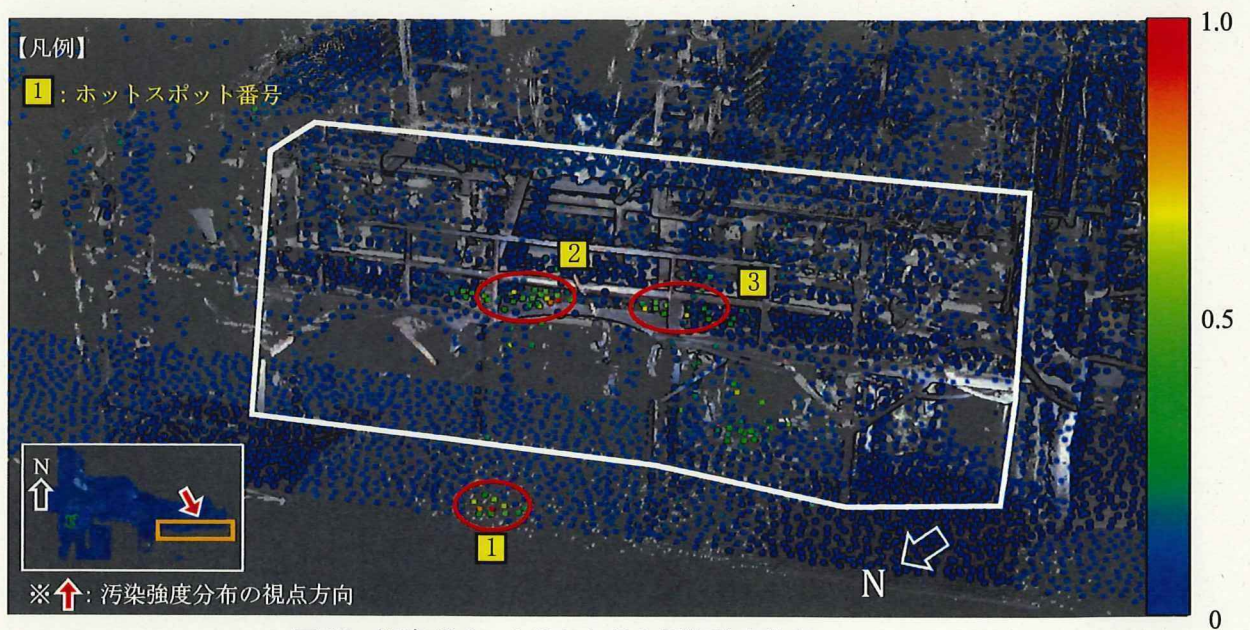


図 33 測定ポイント④から見た汚染強度分布

5-3-5 南西エリア（測定ポイント⑥）の汚染強度分布

測定ポイント⑥のオーバーレイ画像を図 34 に示す。図 22 に示した汚染強度分布を測定ポイント⑥から見た視点に変えたものを図 35 に示す。図 34 に示したオーバーレイ画像から、ホットスポット 1 の位置は、計装機器であると思われた。図 35 に示した汚染強度分布で当該位置を確認すると、計装機器であることが分かった。同様に、ホットスポット 2 は階段の踏み面、ホットスポット 3、4 及び 5 は水たまりまたは土砂のようなものであることが分かった。

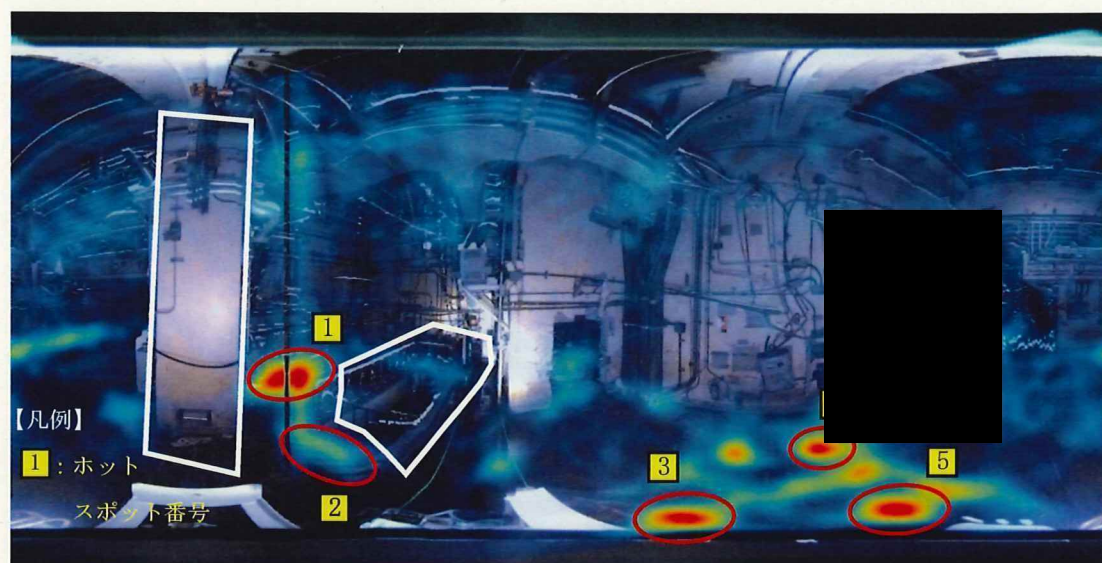


図 34 測定ポイント⑥のオーバーレイ画像

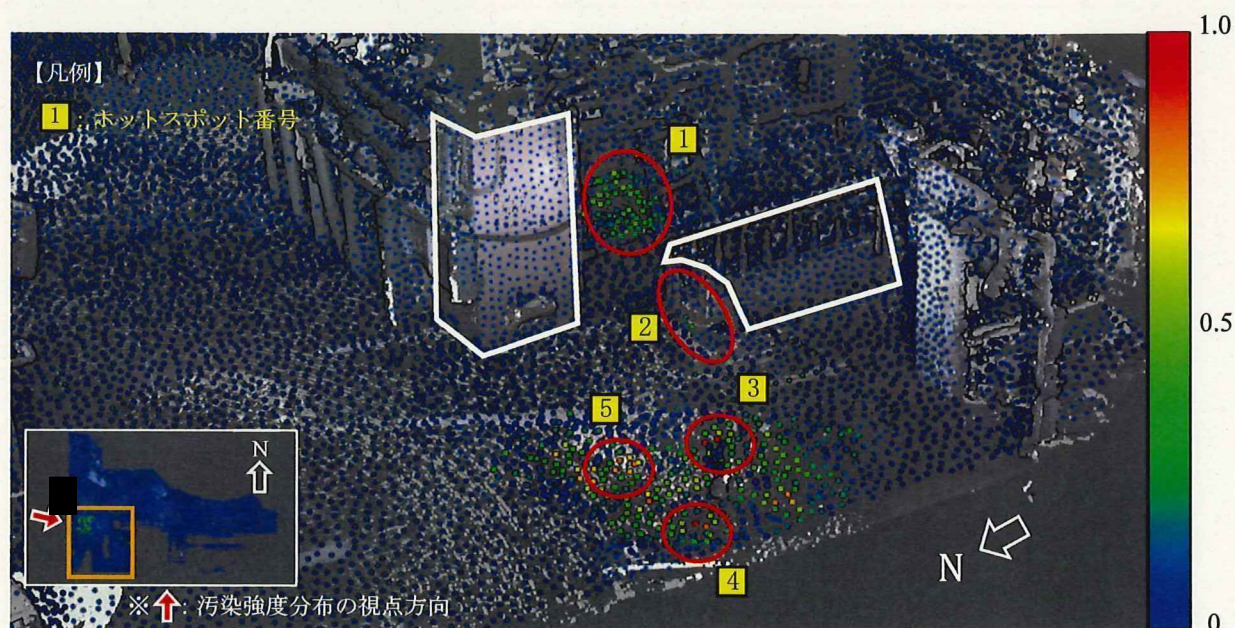


図 35 測定ポイント⑥から見た汚染強度分布

5-4 線量率分布

推定した汚染強度分布から任意の点の線量率を N-Visage® Fusion で評価した。各測定ポイントで Gamma Imager の検出器で測定した線量率（以下、実測値とする）と推定した汚染強度分布から計算した同点の線量率（以下、計算値とする）を比較した。その結果を表 2 に示す。計算値と実測値の相対誤差は最大 55%であった。

表 2 実測値と計算値の比較

測定ポイント	実測値 [mSv/h]	計算値 [mSv/h]	相対誤差 [-]
①	2.9	3.9	+ 0.34
②	6.1	3.6	- 0.41
③	8.4	12	+ 0.43
④	32	45	+ 0.41
⑤	22	34	+ 0.55
⑥	20	28	+ 0.40
①A	12	16	+ 0.33
①B	6.0	7.9	+ 0.32

推定した汚染強度分布から床上 1.5m 及び床上近傍 0.30m（北東エリアのみ）の線量率分布を評価した。

北西エリアにおける床上 1.5m の線量率分布を図 36 に示す。「×」は、測定ポイント①～③と同位置で高さが 1.5m の線量率を表している。また、「*」は、この線量率分布で線量率が最大となる位置を表している。なお、線量率のカラーマップは linear スケールで表すと、北側 HCU 付近のみが赤くなり、測定ポイント①、②付近はほとんど青くなるため、log スケールで表した。

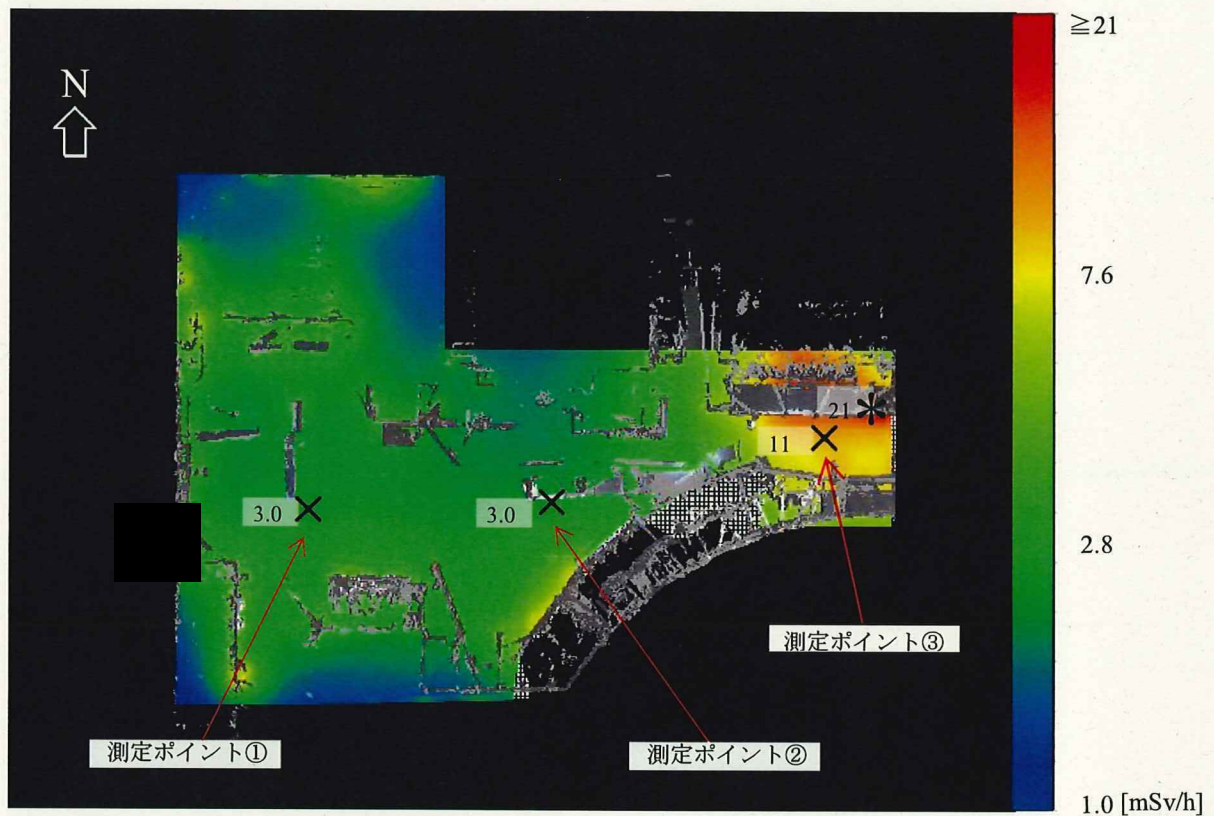


図 36 3 号機原子炉建屋 1 階北西エリアにおける床上 1.5m の線量率分布

北東エリアにおける床上 1.5m の線量率分布を図 37 に示す。「×」は、測定ポイント④及び⑥と同位置で高さが 1.5m の線量率を表している。また、「*」は、この線量率分布で線量率が最大となる位置を表している。なお、線量率のカラーマップは、図 36 に倣い log スケールで表した。

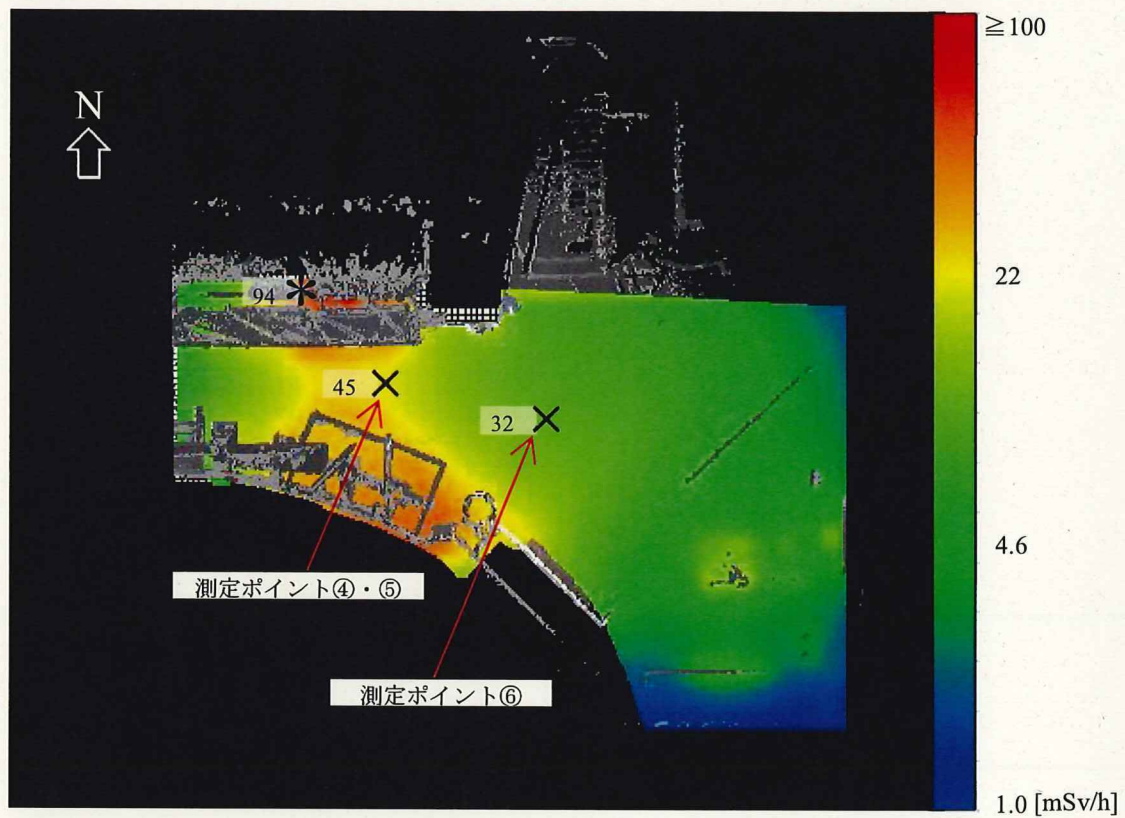


図 37 3 号機原子炉建屋 1 階北東エリアにおける床上 1.5m の線量率分布

北東エリアにおける床上近傍 0.30m の線量率分布を図 38 に示す。「×」は、測定ポイント④及び⑥と同位置で高さが 0.30m の線量率を表している。また、「*」は、この線量率分布で線量率が最大となる位置を表している。なお、線量率のカラーマップは、図 36 に倣い log スケールで表した。

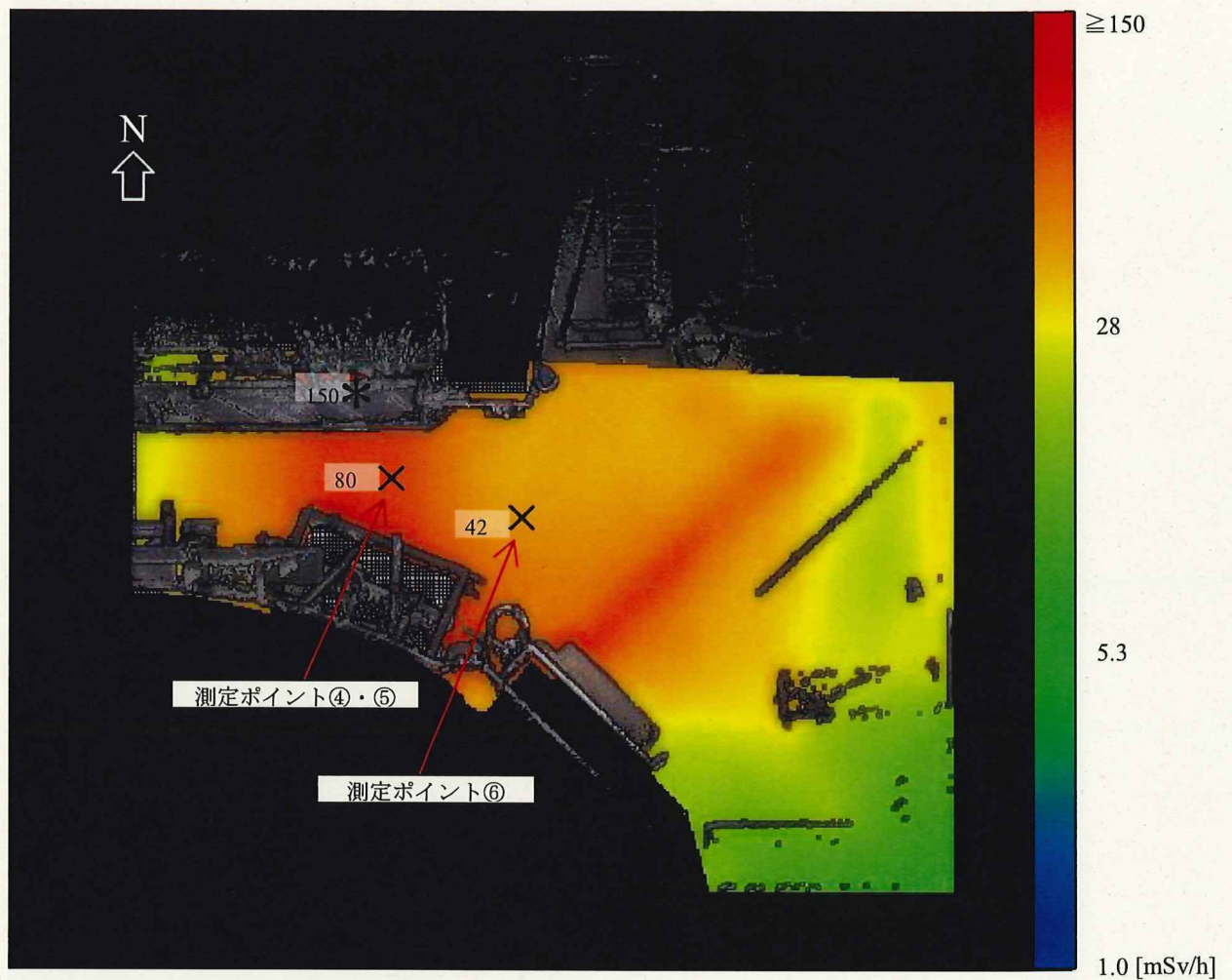


図 38 3号機原子炉建屋1階北東エリアにおける床上近傍 0.30m の線量率分布

南西エリアにおける床上 1.5m の線量率分布を図 39 に示す。「X」は、測定ポイント④、⑤と同位置で高さが 1.5m の線量率を表している。「*」は、この線量率分布で線量率が最大となる位置を表している。また、「+」は、図 40 に示したホットスポット 1 近傍の線量率を表している。なお、線量率のカラーマップは、図 36 に倣い log スケールで表した。

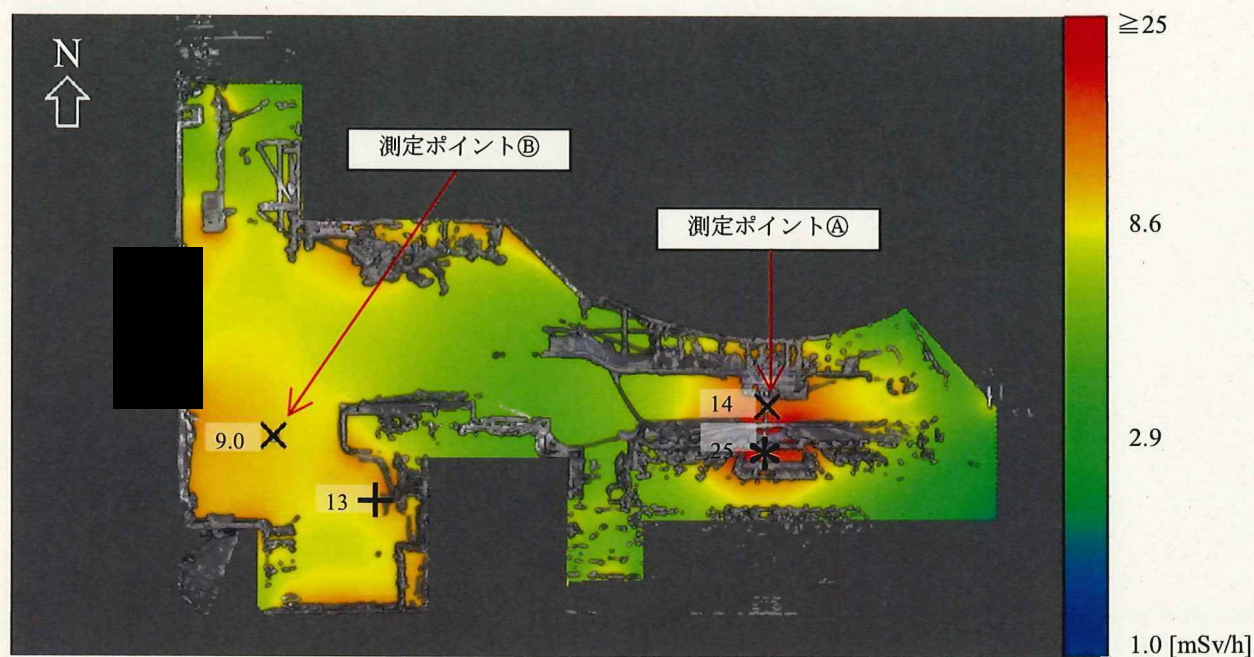


図 39 3号機原子炉建屋1階南西エリアにおける床上 1.5m の線量率分布



図 40 測定ポイント⑤のオーバーレイ画像

5-5 ホットスポット近傍の線量率

5-3-3項 図29～図31に記載したホットスポット近傍の線量率を表3に示す。尚、対象は北東エリアのみとする。また各ホットスポット近傍の線量率分布を図41～図45に示す。

表3 実測値と計算値の比較

エリア	測定ポイント	ホットスポット	線量率 [mSv/h]
北東	⑤	1 (図 29 左側)	130
		1 (図 29 右側)	135
		2	85
		3 (図 29 上側)	81
		3 (図 29 下側)	86
		4	85



図41 測定ポイント⑤ ホットスポット1 (図29左側)

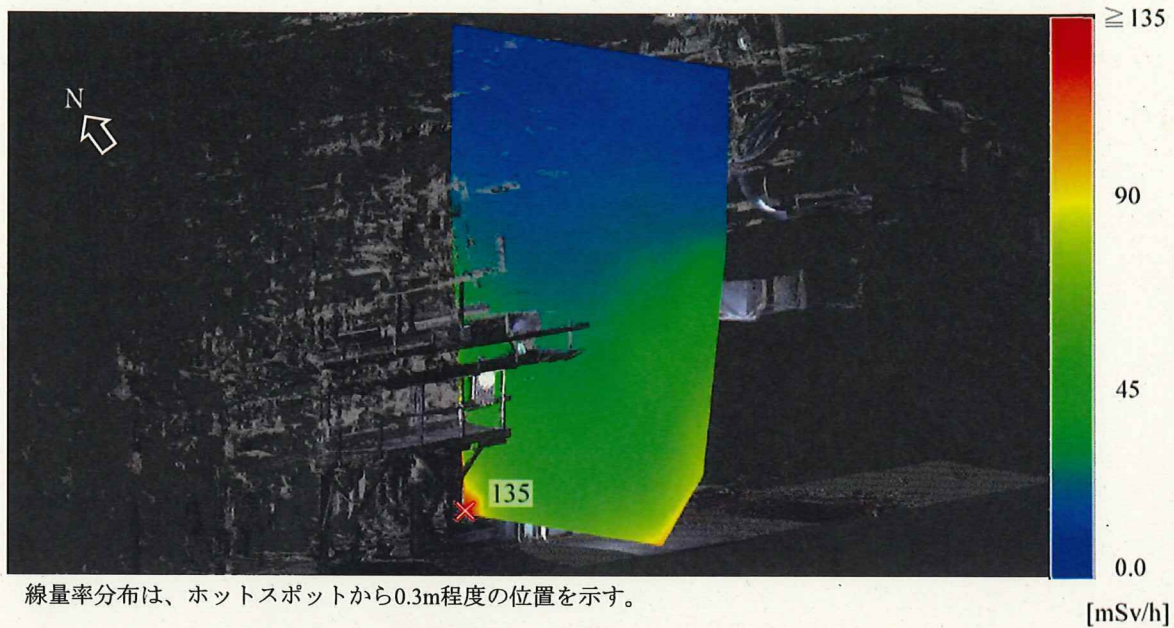
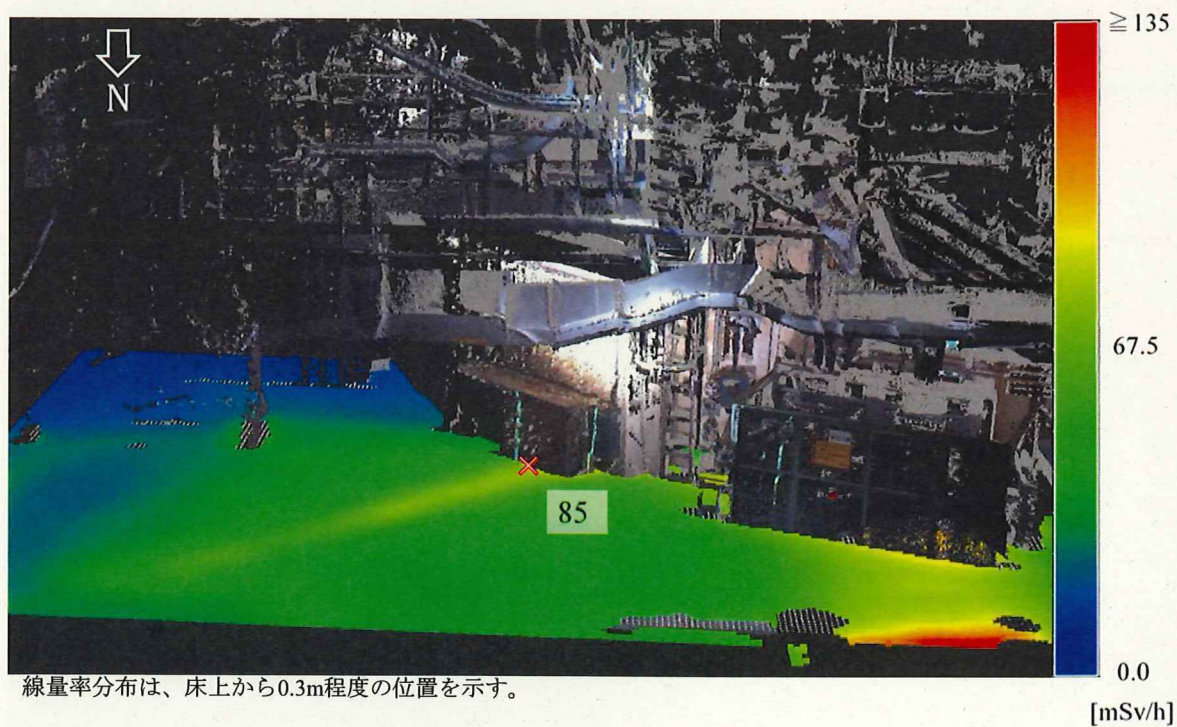


図42 測定ポイント⑤ ホットスポット1 (図29右側)



図43 測定ポイント⑤ ホットスポット2



中間報告

3号機原子炉建屋1階の線量寄与割合について

2020年4月

1. 測定ポイント及び測定日

測定は、Gamma Imager（以下G/Iとする）を用いて3uR/B 1FLの北東及び南東エリアで実施した。各測定ポイントに対する測定日及び測定高さを表1に示す。各測定ポイントの位置を図1に示す。

表1 測定日と測定高さ

エリア	測定ポイント	測定日	測定高さ※1	線量率 Dosei-γ (mSv/h)
南東	①	2/20	1.5 m	—
	②	2/21	1.5 m	—
北東	③※2	2/27	1.5 m	—
	④※2	2/28	2.65 m (2.3 m)	31
	⑤	2/29	2.65 m (2.3 m)	22

※1：測定高さは床上からG/Iに搭載されている放射線検出器までの値
（ ）内は床上からDosei-γまでの値

※2：測定ポイント③と④は同じ位置で測定高さを変更した。

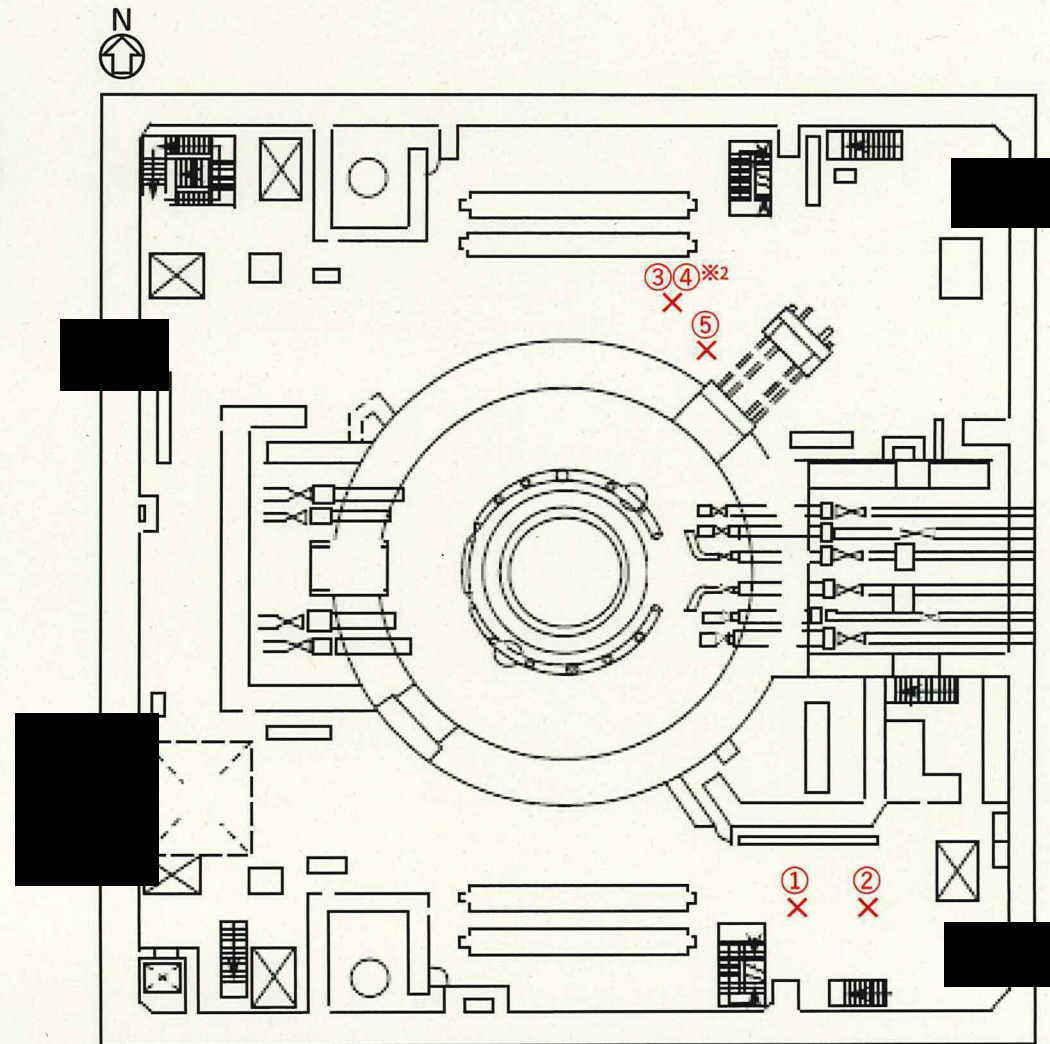


図1 3uR/B 1FLにおける各測定ポイントの位置