



## 1 号機 SGTS 室 解析結果

## 目次

1. 概要 .....	1
2. 測量及び線量率調査.....	2
3. $\gamma$ 線スペクトルと核種同定 .....	5
4. 解析の範囲と測定データ.....	8
4.1 北側エリアの測定結果.....	9
5. 北側エリアの線量解析.....	11
5.1 解析モデル .....	11
5.2 遮蔽モデル .....	12
5.3 汚染強度分布 .....	14
5.4 汚染箇所の確認.....	15
5.5 線量率分布 .....	17
6. 南側エリアの線量解析.....	20
6.1 解析モデル .....	20
6.2 遮蔽モデル .....	22
6.3 汚染強度分布 .....	23
6.4 汚染箇所の確認.....	24
6.5 線量率分布 .....	27
7. まとめ .....	30

## 1. 概要

1号機タービン建屋2階 SGTS 室において Gamma Imager による測定及び線量率調査を実施した。本書は、取得した情報から N-Visage® Fusion (CREATEC 社製線量解析ソフトウェア) で汚染分布を解析して、その結果とともに線量率分布を推定したものである。

測定で取得した情報から、SGTS 室を2つのエリアに分割して解析を行った。なお、床上 50cm から天井 250cm まで 50cm 刻みの平面で線量率分布を評価した。

測定及び線量率調査は、図2の×印で示した1～5の場所で実施した。6～8はGamma Imagerではなく、線量計だけで測定を行った場所である。建屋平面図の上に青色で塗りつぶした範囲は、本調査で取得した点群である。取得した点群の俯瞰図は図3に示す。

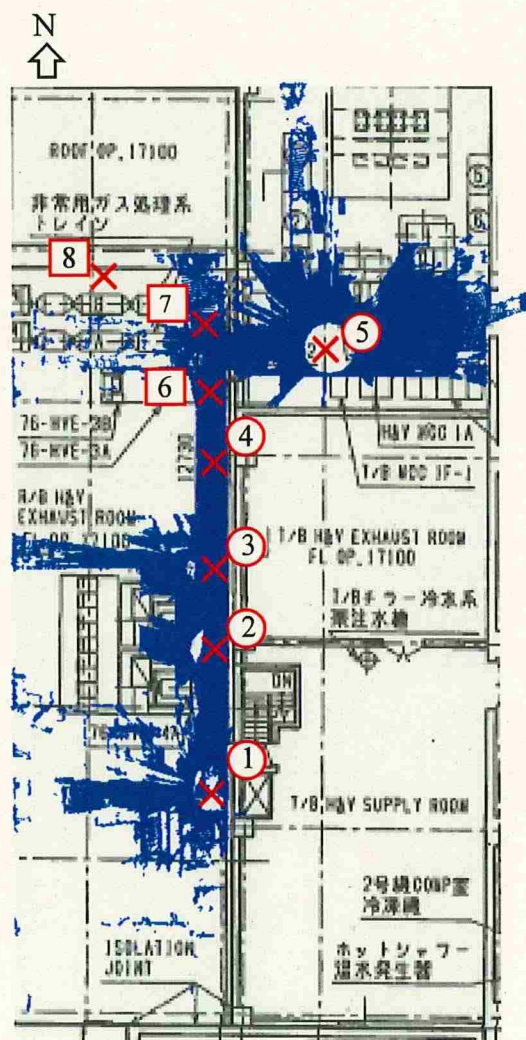


図2 測定ポイントの位置及び取得した点群

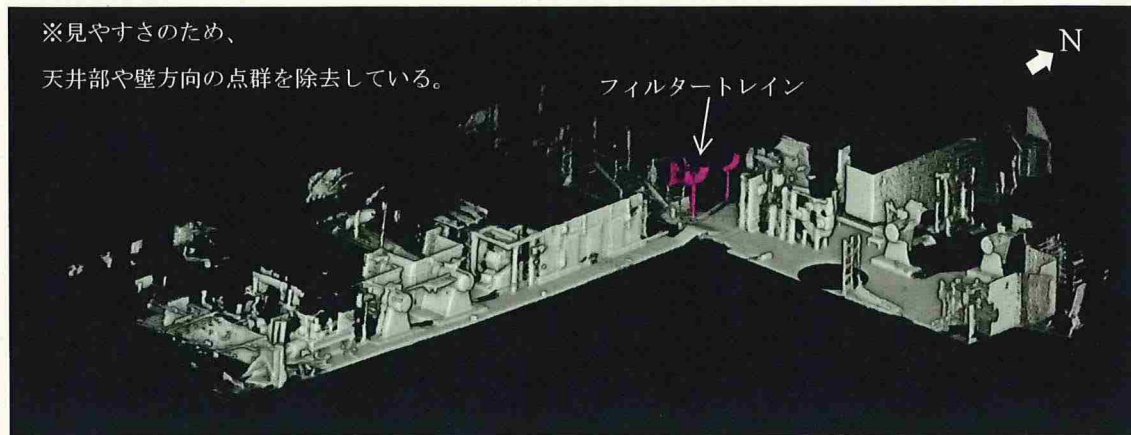


図3 1号機 SGTS 室の点群（俯瞰）

SGTS 室の西側からの測定ができなかったため、主に東側通路の点群を取得した結果となった。測定ポイント4及び5からフィルタートレインの一部を取得できた。床や壁、配管等の点群が少ない箇所がある。これは、Gamma Imager の観測位置の下方（レーザー中心から約  $45^\circ$  の円錐状）が死角となり、点群を取得できない仕様であること、Gamma Imager からある構造物を見たとき、構造物の影になる部分はレーザーの光が届かないため、部分的に点群がない場所が発生するために起こったものである。

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。

表1 測定日と測定高さ

測定ポイント	測定日	測定高さ※1	線量計指示値※2 [mSv/h]
1	2020/12/11	1.1m (0.56m)	6.50
2	2020/12/10	1.1m (0.56m)	12.4
3	2020/12/9	1.1m (0.56m)	70.5
4	2020/12/8	1.1m (0.56m)	230
5	2020/12/14	1.1m (0.56m)	57.6
6※3	2020/8/25	1.0m	1,050
7※3	2020/8/25	1.0m	2,050
8※3	2020/8/25	1.0m	1,620

※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距離  
( ) 内は床面から線量計までの距離

※2 線量計はポリマスター社製 PM1704M  
Gamma Imager による測定値の確認に使用した

※3 PM1704M での測定のための場所

### 3. $\gamma$ 線スペクトルと核種同定

Gamma Imager で測定した測定ポイント 1 の  $\gamma$  線スペクトルを図 4 に示す。

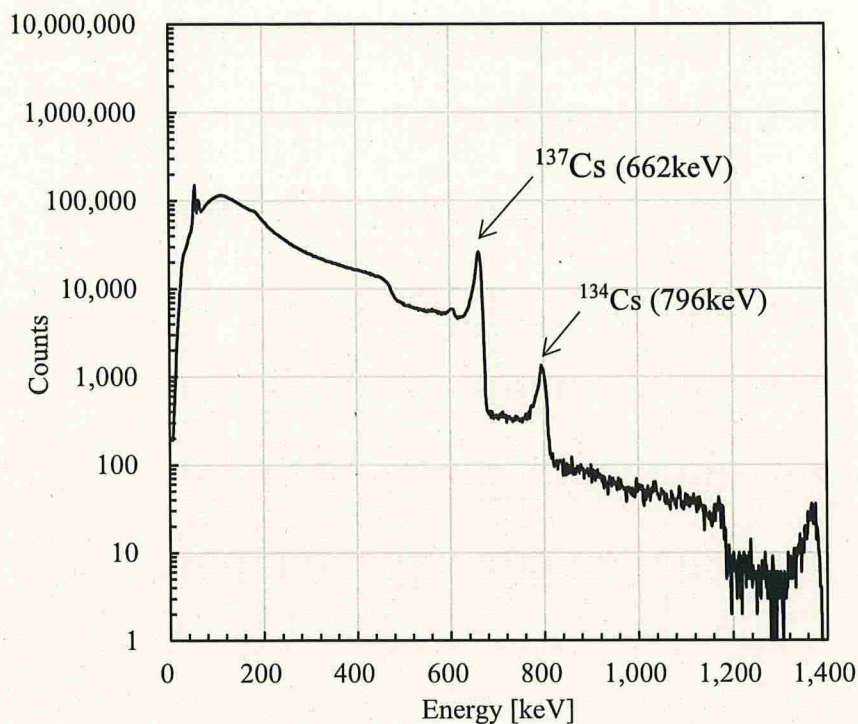


図 4 測定ポイント 1 の  $\gamma$  線スペクトル

$\gamma$  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  $^{137}\text{Cs}$  と  $^{134}\text{Cs}$  からの  $\gamma$  線に起因するものと考えられる。測定ポイント 1 でピークカウントの比は 662keV ( $^{137}\text{Cs}$  由来の  $\gamma$  線：放出率 85.1%) に対して 796keV ( $^{134}\text{Cs}$  由来の  $\gamma$  線：放出率 85.5%) が 19:1 になっている。また、事故時の  $^{137}\text{Cs}$  (半減期 30.1671 年) と  $^{134}\text{Cs}$  (半減期 2.0648 年) が 1:1 であったとすれば、9 年半後で約 20 : 1 となることから観測の比と一致する。

測定ポイント 2～5 の  $\gamma$  線スペクトルを図 5～図 8 に示す。測定ポイント 1 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  $\gamma$  線スペクトルは同様の形状であることを確認した。

図 4～図 8 の結果から、主要な線源核種は  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  として計算した。

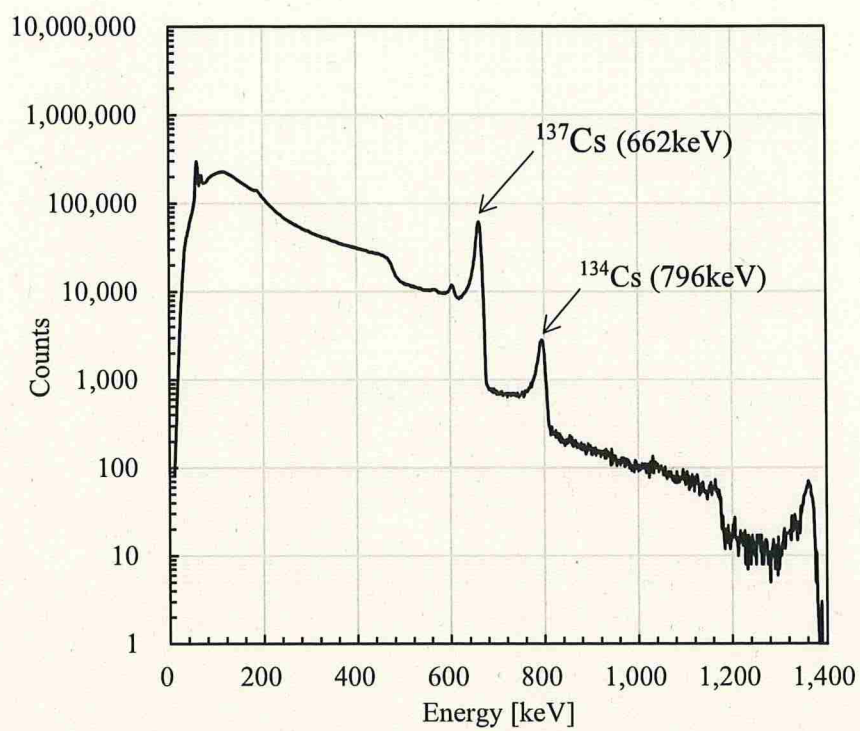


図5 測定ポイント2の $\gamma$ 線スペクトル

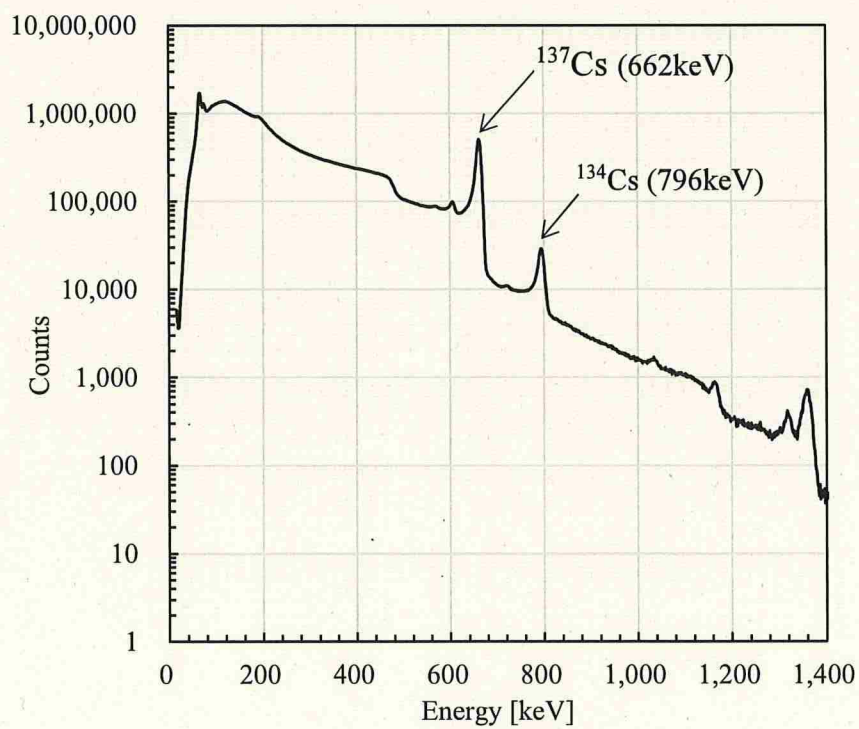


図6 測定ポイント3の $\gamma$ 線スペクトル

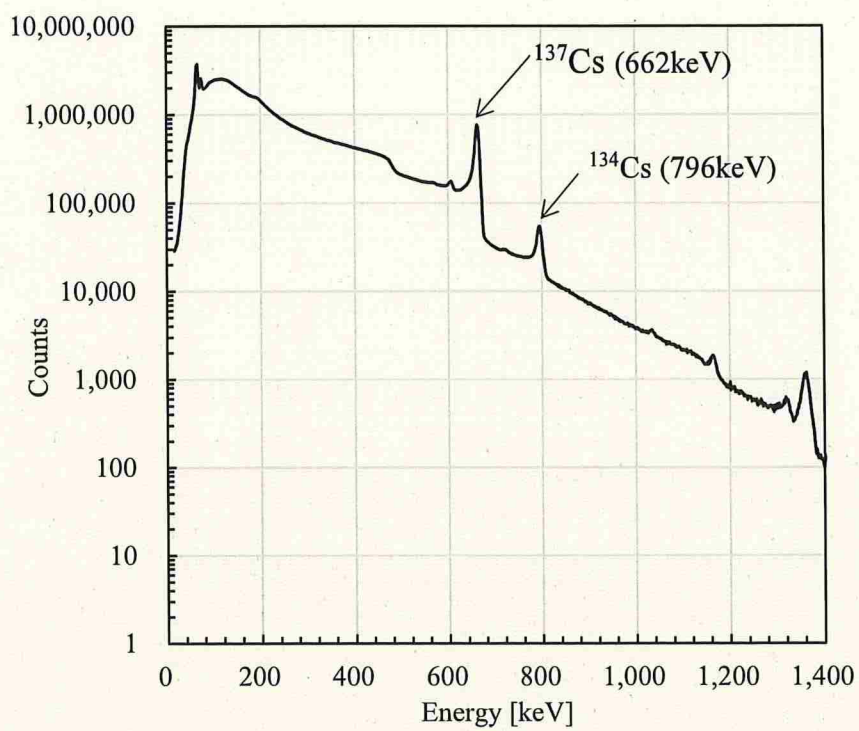


図7 測定ポイント4の $\gamma$ 線スペクトル

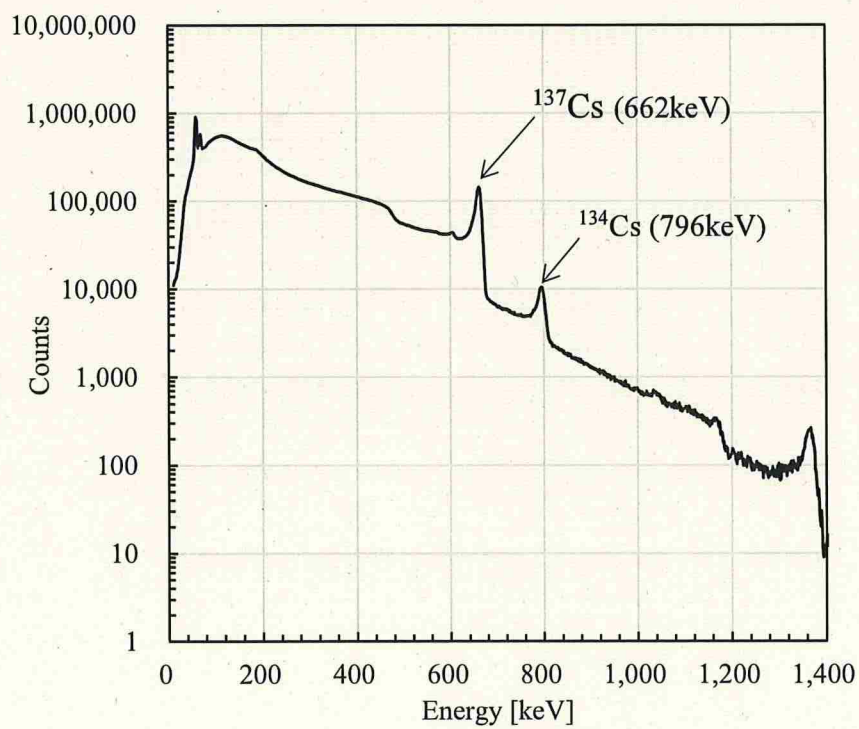


図8 測定ポイント5の $\gamma$ 線スペクトル

#### 4. 解析の範囲と測定データ

線量解析は、測定ポイント4及び5のデータを北側エリア、測定ポイント1～3で取得したデータを南側エリアとして2つに分けた。特に、測定ポイント4及び5は線量率が高く、一部の方向で Gamma Imager の放射線測定ができなかった。測定できなかった点を含む不良なデータを処理して解析を行ったことから、測定ポイント1～3と区別することとした。

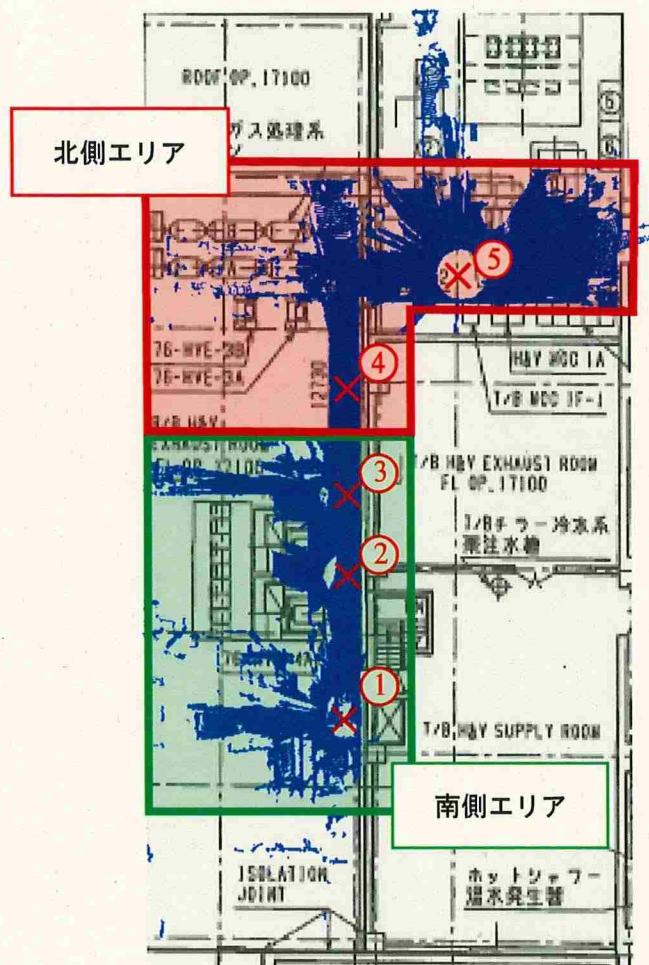


図9 2つの解析範囲

#### 4.1 北側エリアの測定結果

北側エリア（測定ポイント4及び5）のオーバーレイ画像を図10及び図11に示す。2つの図中に、黒点線で囲った色の付かない範囲がある。この方向からの線量率が高く、測定器の信号処理が飽和したために線量情報が欠落した部分である。この範囲の方向に強力な線源があると考えられる。北側エリアの線量解析では、欠落した部分を計算対象から除去して、代わりにその場所の線量率実測値を用いることで汚染分布を推定した。

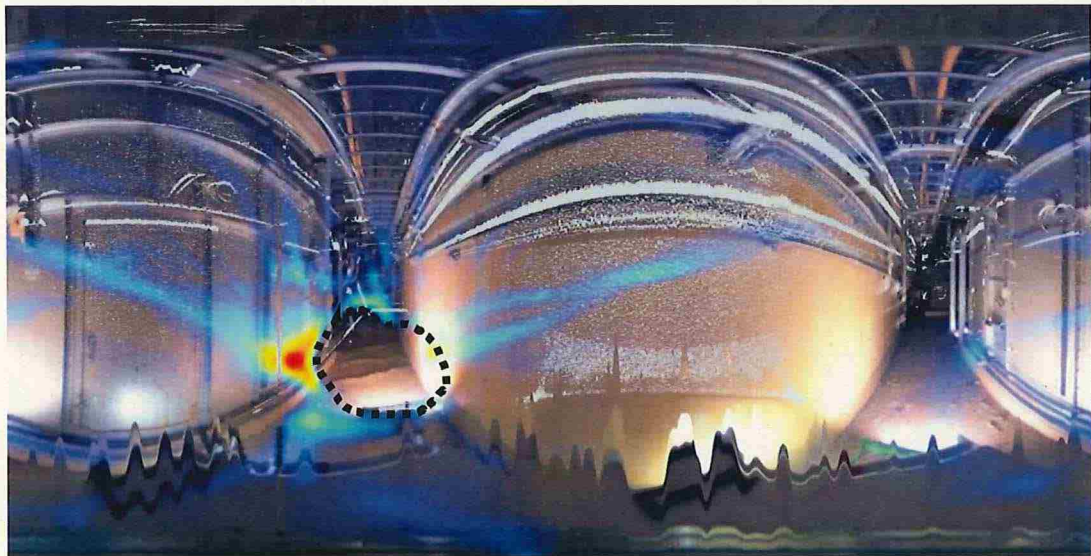


図10 測定ポイント4のオーバーレイ画像



図11 測定ポイント5のオーバーレイ画像

欠落した部分の不良なデータを除去し、実測値を基にオーバーレイ画像を再構成した。その結果を図 12 及び図 13 に示す。再構成したオーバーレイ画像では、フィルタートレイン方向全域が赤い高線量領域となっていることが分かる。オーバーレイ画像は画面内の最大線量から 1/10 までを色で表しており、フィルタートレイン付近はその他の場所と比べて一桁以上線量が高いと見ることができる。フィルタートレイン付近の線量率実測値は 1,000mSv/h 超を記録しており、Gamma Imager の観測結果を裏付けている。

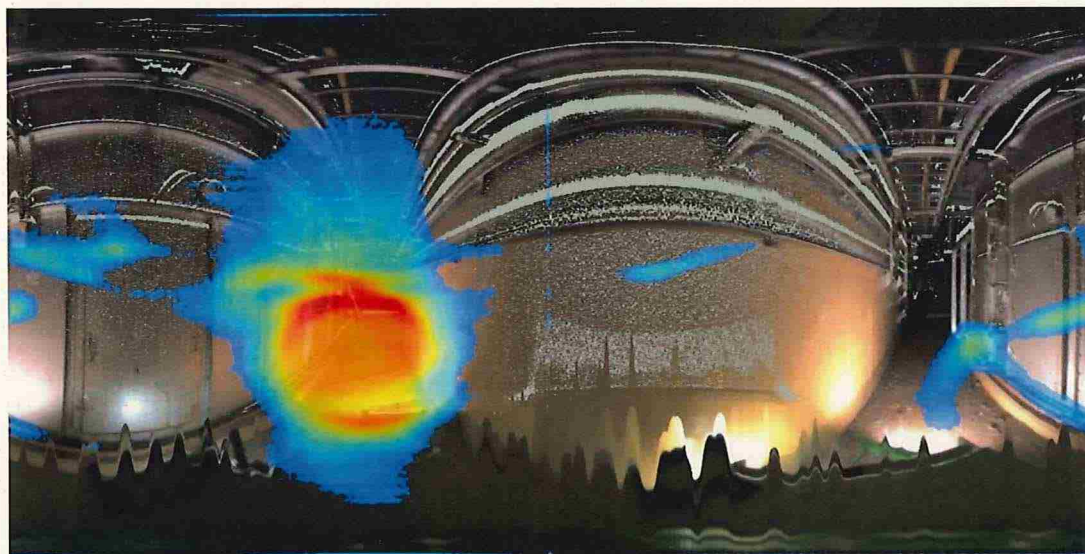


図 12 測定ポイント 4 のオーバーレイ画像（再構成後）

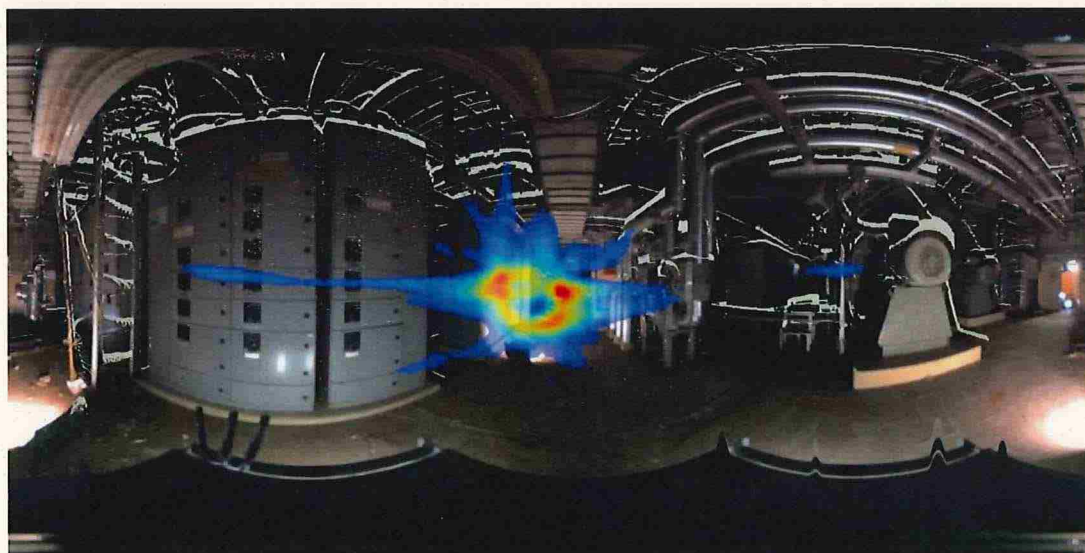


図 13 測定ポイント 5 のオーバーレイ画像（再構成後）

## 5. 北側エリアの線量解析

### 5.1 解析モデル

解析モデルは、取得した点群のノイズ及び形状が崩壊している構造物を除去したものから計算用に間引きを行ったものである。解析モデルとした点群の総点数は10万点程度となった。完成した北側エリアの解析モデルを図14及び図15に示す。

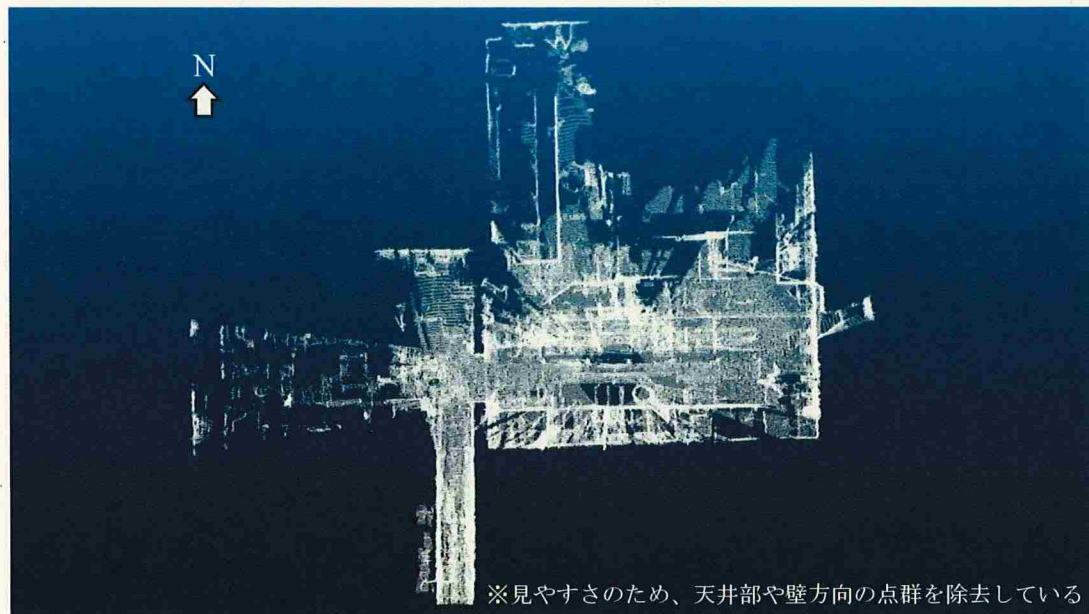


図14 北側エリアの解析モデル（平面）

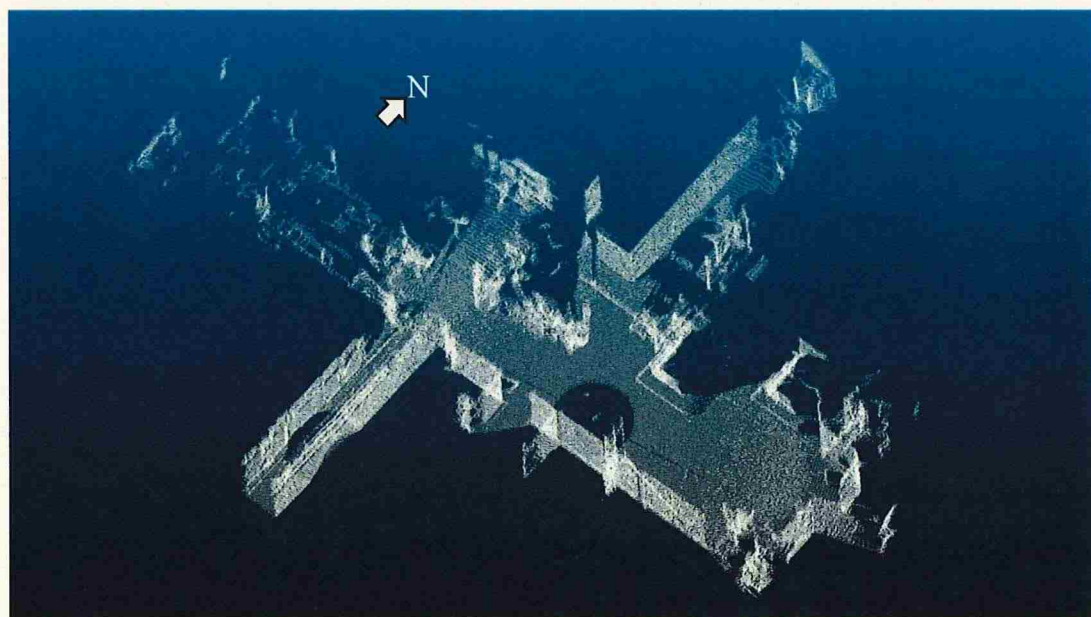


図15 北側エリアの解析モデル（俯瞰）

## 5.2 遮蔽モデル

北側エリアで取得できた点群は、SGTS 室中央から西側付近の情報が少ない。解析を行うに当たって室中央の構造物を考慮する必要がある。図 17 の緑色で表した部分には鉄製のフィルター装置があり、測定ポイント 4 とフィルタートレインの間で遮蔽になっていると考えられた。そのため、解析に影響すると思われる部分のみを遮蔽として定義した。

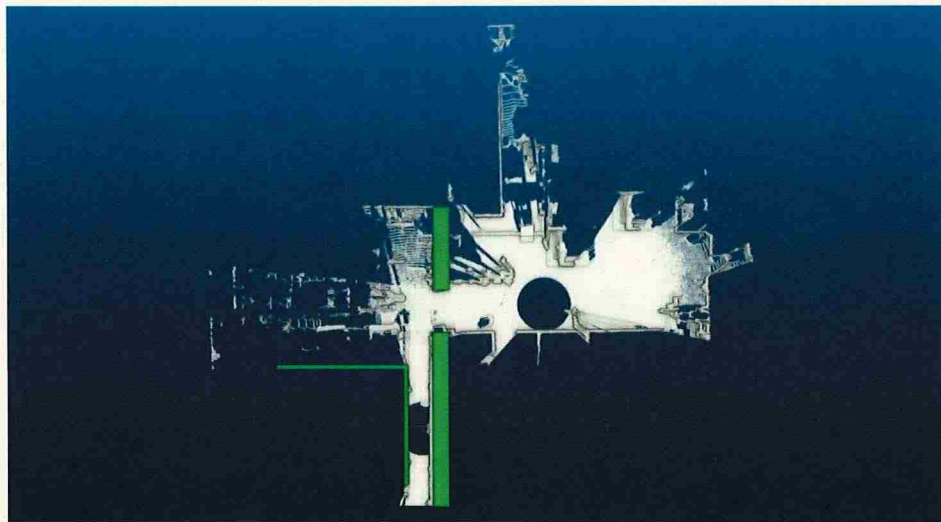


図 16 北側エリアの遮蔽モデル設置イメージ（平面）



※見やすさのため、天井部や壁方向の点群を除去している

図 17 北側エリアの遮蔽モデル（フィルター装置）

測定ポイント5はSGTS 室の外にあることから、図18に緑色で表したコンクリート壁を遮蔽として定義した。

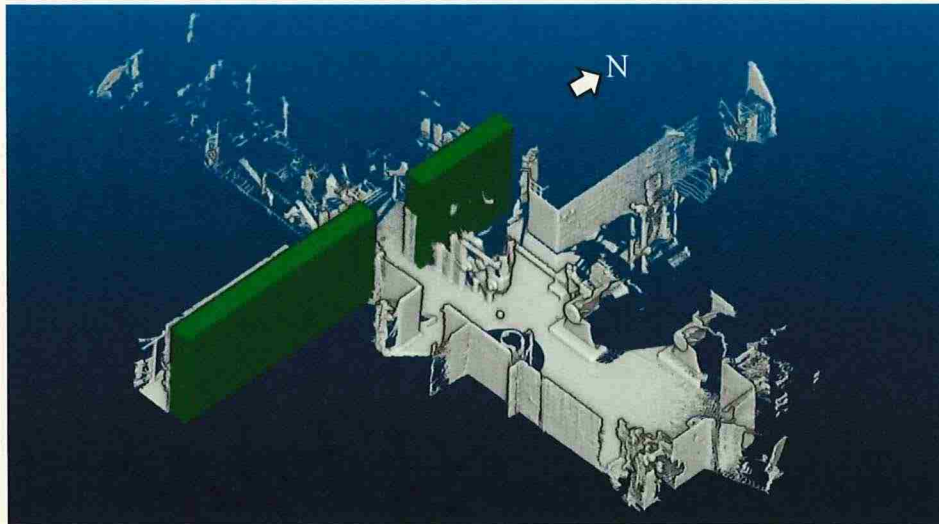


図18 北側エリアのコンクリート壁遮蔽モデル（俯瞰）

### 5.3 汚染強度分布

解析には測定ポイント4及び5並びに線量計で測定したポイント6～8の情報を追加して汚染強度分布の推定を行った。結果を図19及び図20に示す。汚染強度分布は高線量率を記録したフィルタートレインに高汚染があり、線量率情報のある北側の点群に集中した。



図19 北側エリアの汚染強度分布（俯瞰）

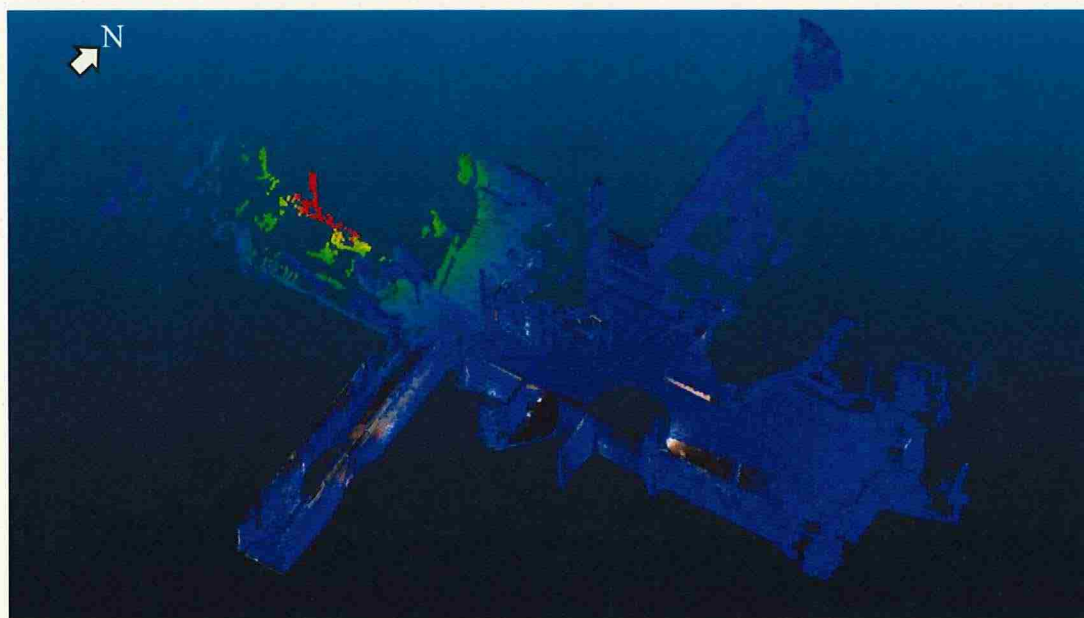


図20 北側エリアの汚染強度分布（俯瞰）

#### 5.4 汚染箇所の確認

解析した汚染強度分布とオーバーレイ画像を同じ視点で比較し、観測結果と解析による推定が一致していることを確認した。測定ポイントごとの比較を図 21～図 24 に示す。



図 21 測定ポイント 4 から北側を見た汚染強度分布



図 22 測定ポイント 4 から北側を見たオーバーレイ画像

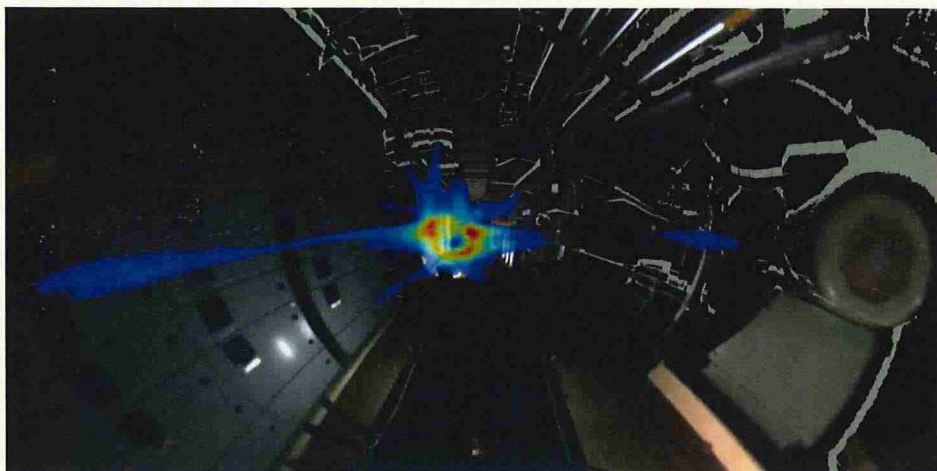


図 23 測定ポイント 5 から西側を見た汚染強度分布



図 24 測定ポイント 5 から西側を見たオーバーレイ画像

## 5.5 線量率分布

解析した汚染強度分布から線量率分布を計算した。北側エリアの平面を床上 50cm から 5 天井へ向かって 50cm ごとの高さで表している。その結果を図 25～図 29 に示す。

北側エリアの北西側で取得した点群が高汚染となったことから、北西側の線量率が最大となり、4,000mSv/h 程度となった。

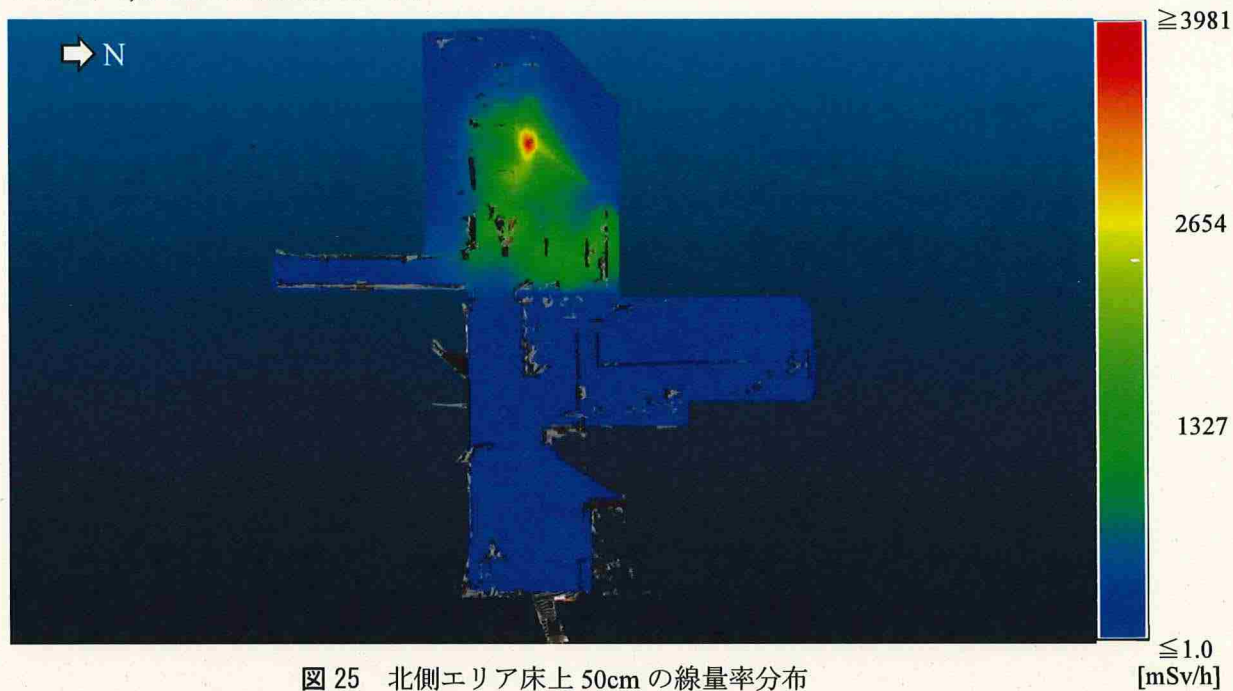


図 25 北側エリア床上 50cm の線量率分布

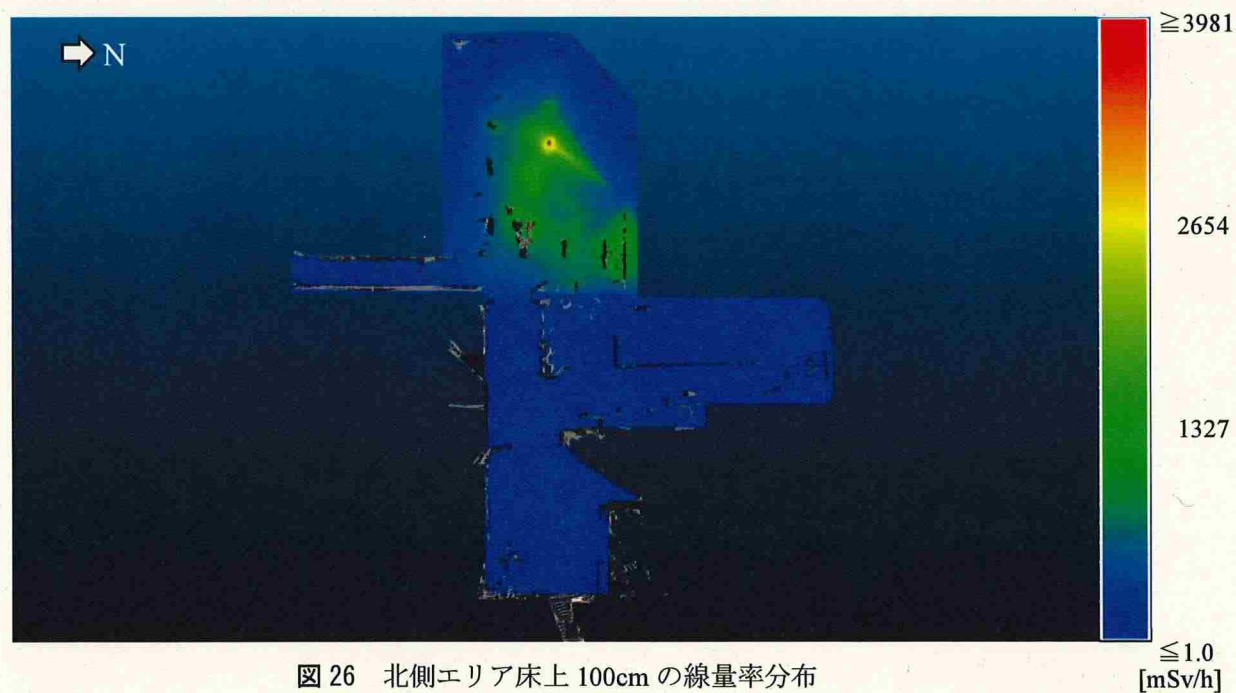


図 26 北側エリア床上 100cm の線量率分布

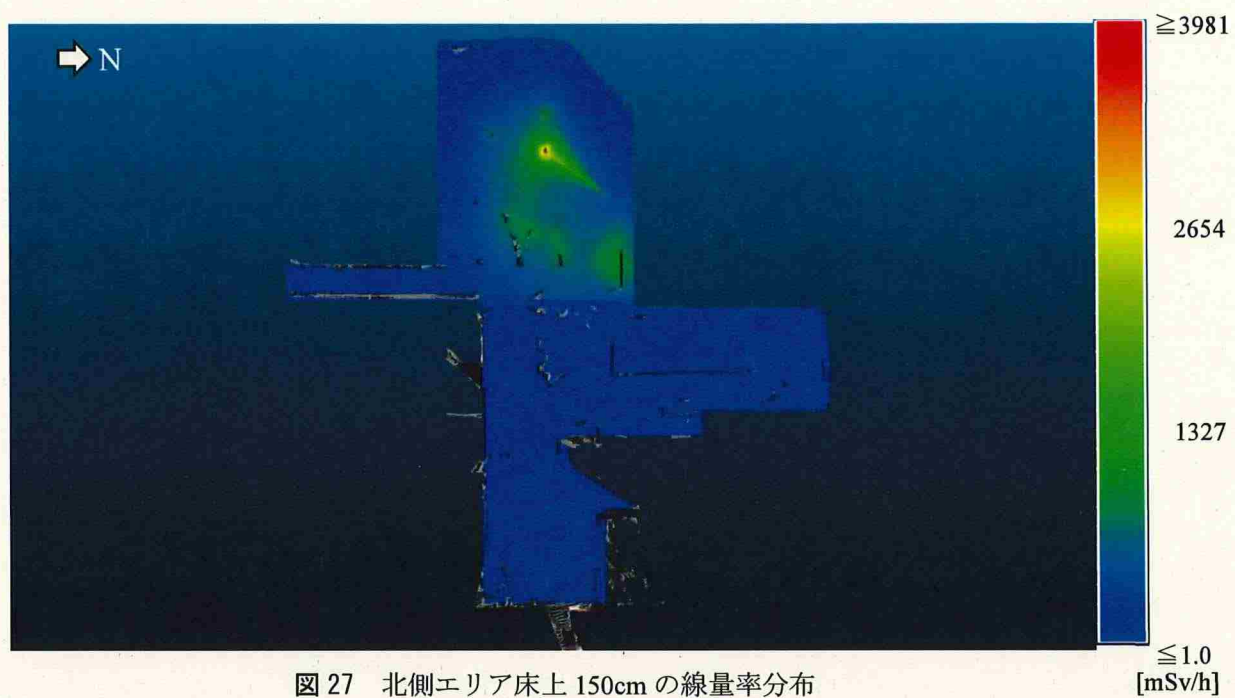


図 27 北側エリア床上 150cm の線量率分布

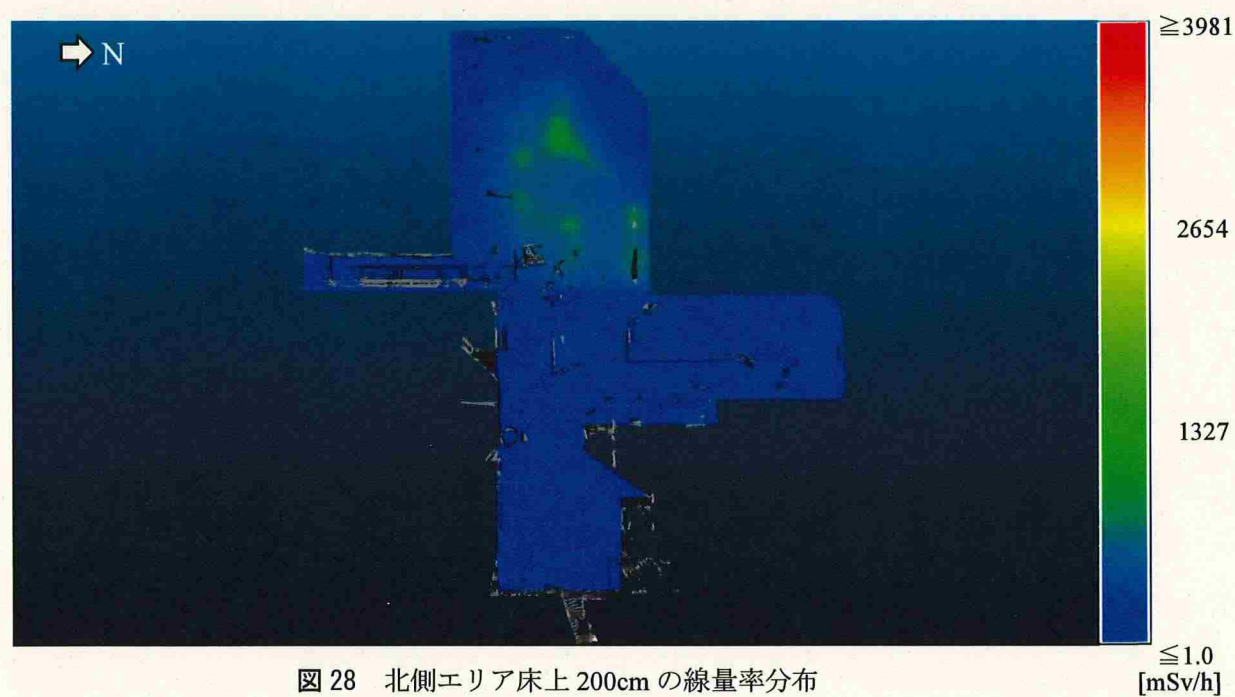


図 28 北側エリア床上 200cm の線量率分布

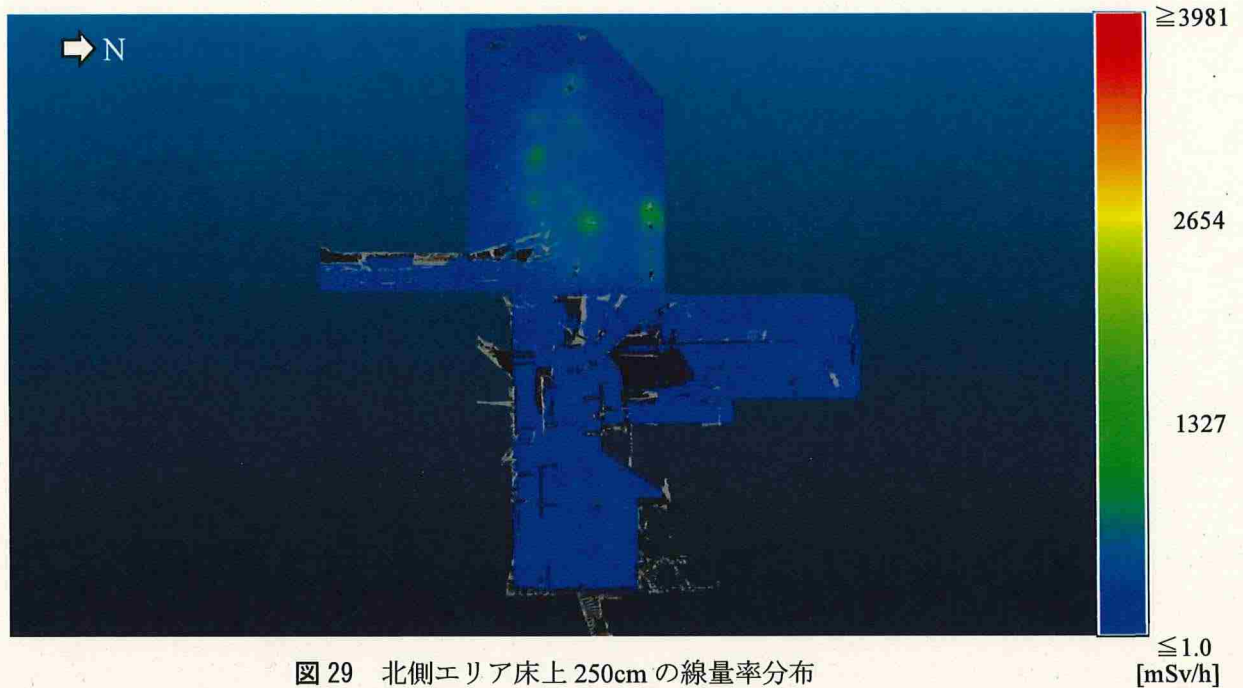


図 29 北側エリア床上 250cm の線量率分布

線量率計算値と実測値を比較した結果を表 2 に示す。測定ポイント 6～8 は 1 点の測定値を参照して計算していることから、実測とよく一致した。測定ポイント 4 及び 5 はある地点から全方位の測定値を参照して計算していることから、測定ポイント 6～8 と比べて相対誤差が大きくなったと考えられる。特に、測定ポイント 5 は SGTS 室外側からの観測であるため、線量寄与が大きい SGTS 室内の情報が少ないことも併せて相対誤差が大きくなったと考えられる。

表 2 実測値と計算値の比較

測定ポイント	実測値	計算値	相対誤差[-]
4	230	313	0.36
5	57.6	202	2.51
6	1050	1089	0.037
7	2050	2085	0.017
8	1620	1474	-0.09

## 6. 南側エリアの線量解析

### 6.1 解析モデル

南側エリアの解析モデルは、北側と同様に、取得した点群のノイズ及び形状が崩壊している構造物を除去したものから計算用に間引きを行ったものである。測定ポイント 3 のオーバーレイ画像を確認すると床面方向にも汚染が確認できた。測定ポイント 3 の測定点下部は Gamma Imager の死角となり点群が取得出来なかったため、図 30 及び図 31 に示す点群で補完した。点群の除去、補完は、できるだけ単純な形状で測定値を再現するために行った。さらに、一度解析を行い、線量寄与が少ないと考えられる部分も除去した。

点群の除去、補完後の総点数は 10 万点程度となった。測定ポイント 1～3 の完成した解析モデルを図 32 及び図 33 に示す。

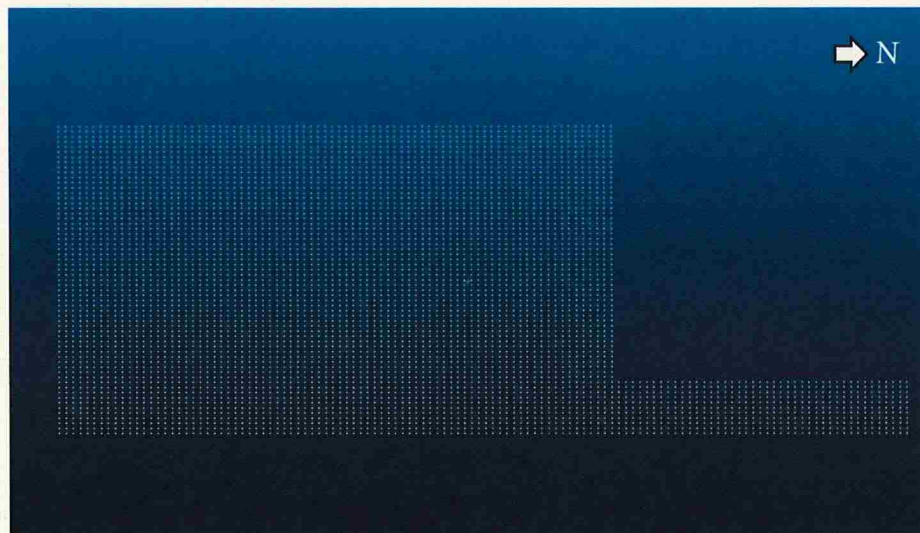


図 30 南側エリアの補完点群（平面）

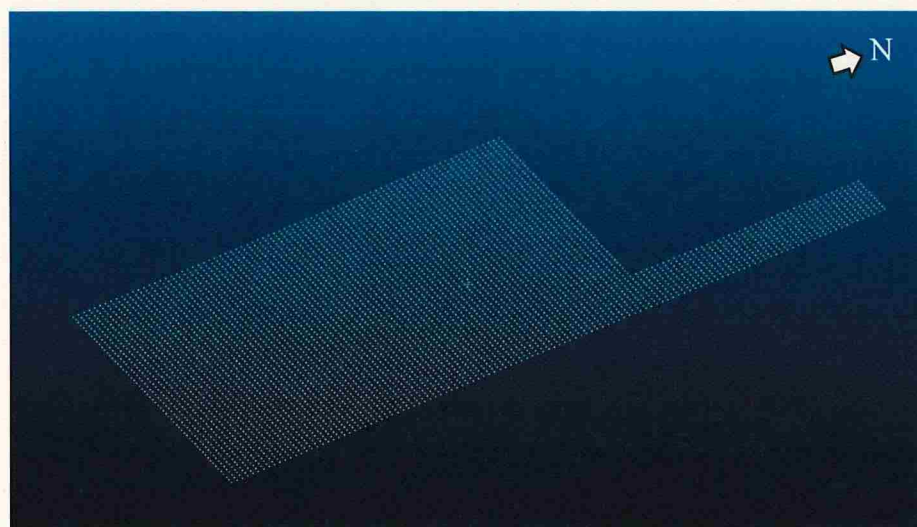


図 31 南側エリアの補完点群（俯瞰）

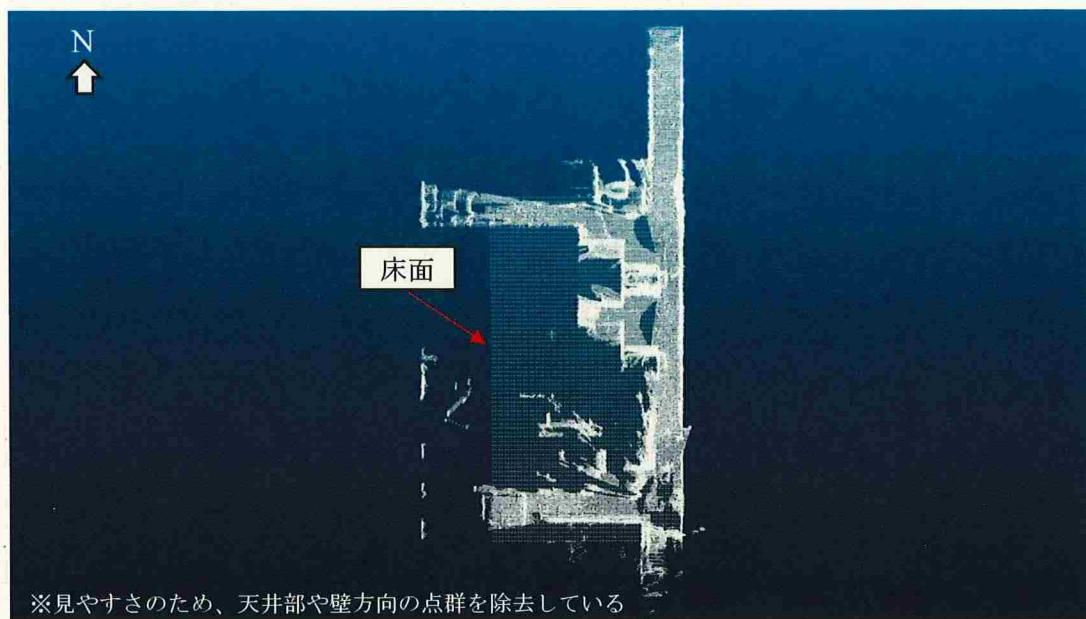


図 32 南側エリアの解析モデル（平面）



図 33 南側エリアの解析モデル（俯瞰）

## 6.2 遮蔽モデル

南側エリアも北側と同様に SGTS 室中央から西側付近の情報が少ない。測定ポイント 1～3 の間には、R/B H&V EXHAUST ROOM “76-HVE-4\_A” 及び “76-HVE-4\_B” の排風機用モーターとファンが設置されている。測定ポイント 1 から測定ポイント 3 を見たときに、当該機器が遮る形になっていることから、実測に近い環境を再現するために遮蔽モデルとして設定した。図 34 でエリア中央部分が大きな矩形の箱状にしたのは、詳細な構造・寸法が不明であったので、その領域の構造物の総量として 150mm 相当の鉄があるとしたからである。

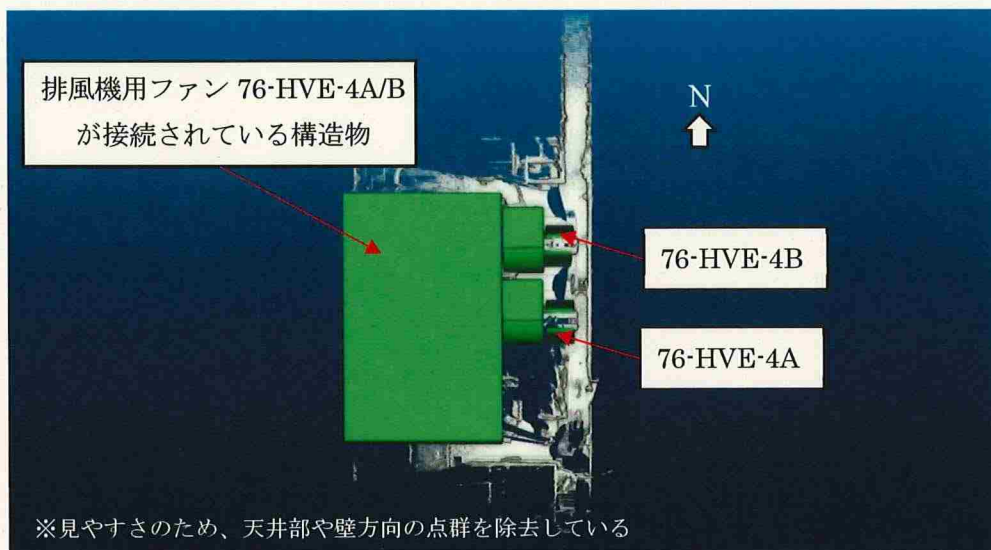


図 34 南側エリアにおける排風機遮蔽モデル（平面）



図 35 南側エリアにおける排風機遮蔽モデル（俯瞰）

### 6.3 汚染強度分布

床面を補完した点群及び遮蔽モデルを設定して汚染強度分布の推定を行った。結果を図 36 及び図 37 に示す。高線量率を記録したフィルタートレイン方向に強い汚染が付くこと  
の他に、測定ポイント 1 や 3 で観測された SGTS 室中央方向のホットスポットも表れた。

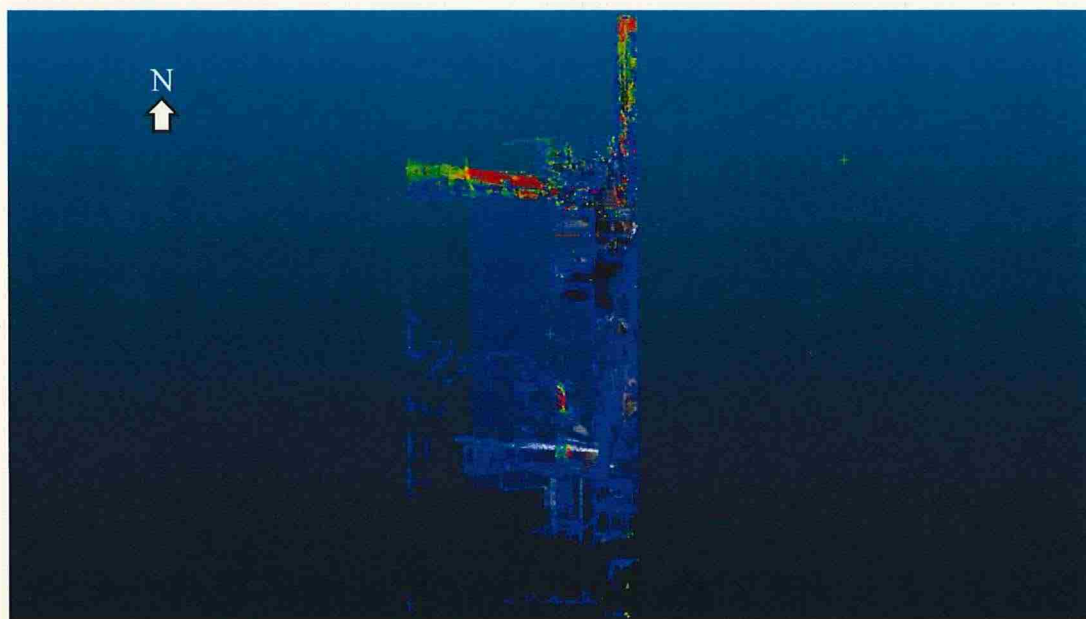


図 36 南側エリアの汚染強度分布（平面）

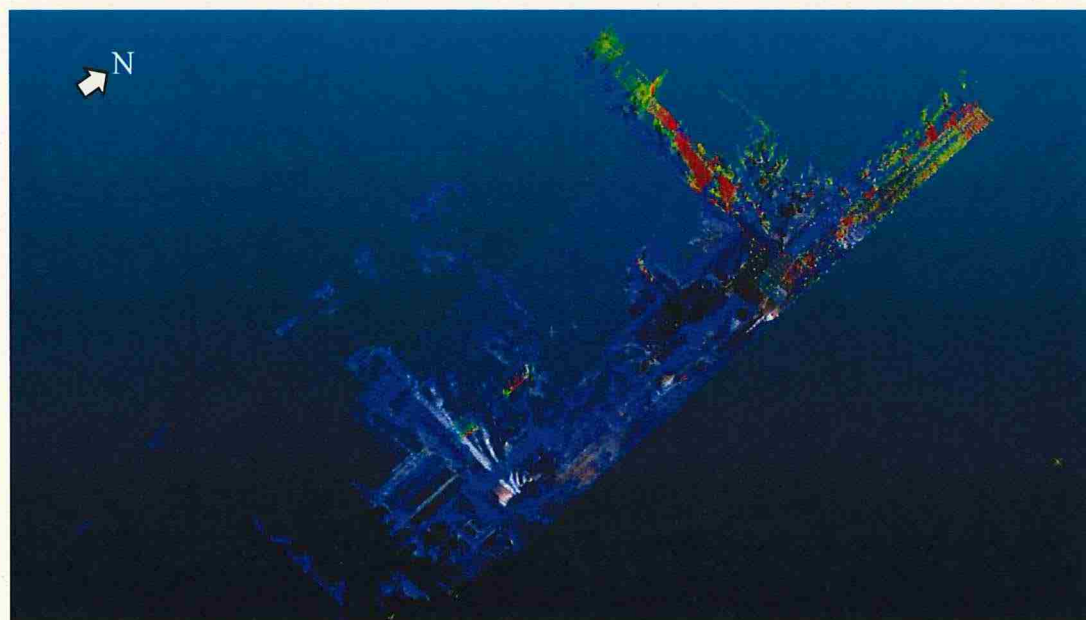


図 37 南側エリアの汚染強度分布（俯瞰）

#### 6.4 汚染箇所の確認

解析した汚染強度分布とオーバーレイ画像を同じ視点で比較し、観測結果と解析による推定が一致していることを確認した。測定ポイントごとの比較を図 38～図 43 に示す。

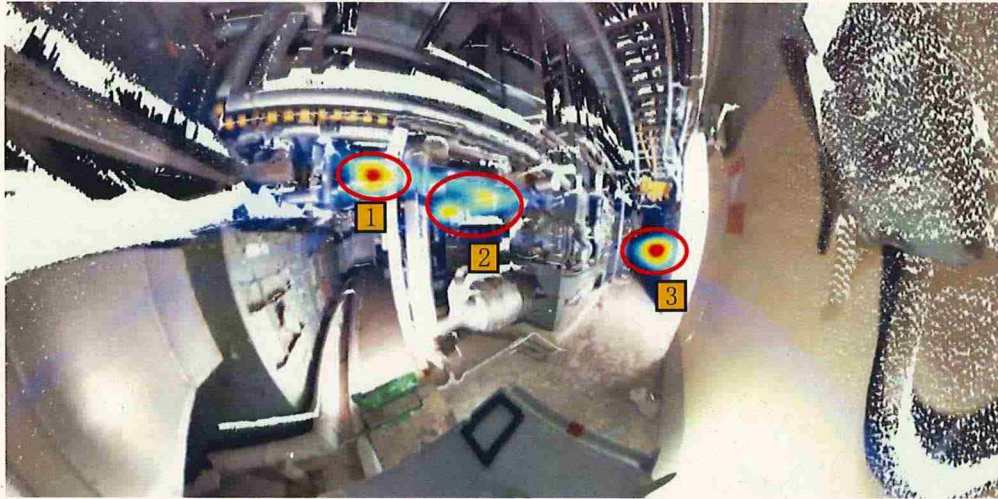


図 38 測定ポイント 1 のオーバーレイ画像



図 39 測定ポイント 1 から西側を見た汚染強度分布



図 40 測定ポイント 2 のオーバーレイ画像



図 41 測定ポイント 2 から西側を見た汚染強度分布

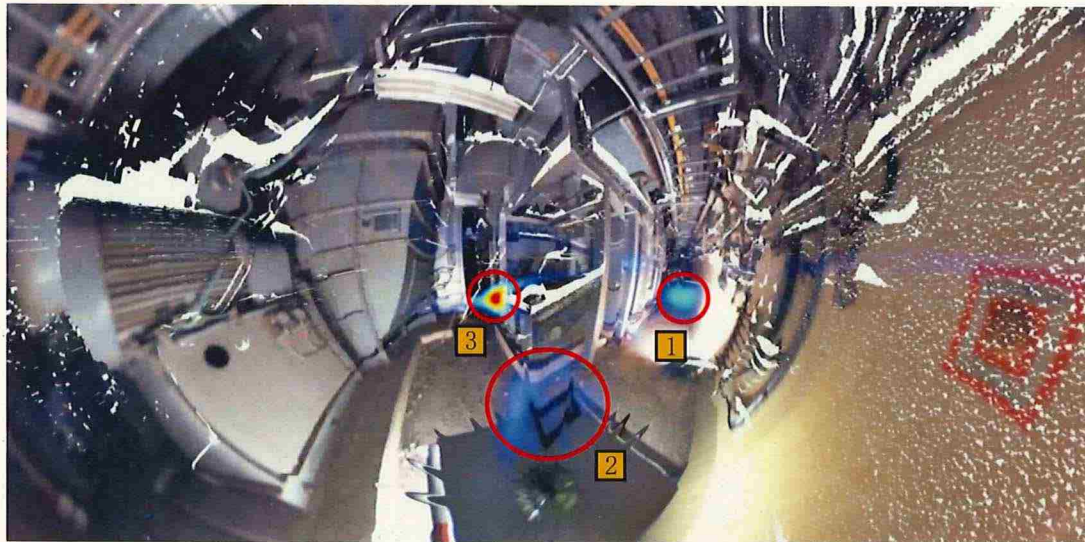


図 42 測定ポイント 1～3 のオーバーレイ画像



図 43 測定ポイント 3 から西側を見た汚染強度分布

## 6.5 線量率分布

解析した汚染強度分布から線量率分布を計算した。南側エリアの平面を床上 50cm から天井方向へ向かって 50cm ごとの高さで表している。その結果を図 44～図 48 に示す。

北側エリアの線量率分布では 4,000mSv/h 程度の場所があったが、南側では最大で 400mSv/h 程度と一桁低い線量率となった。



図 44 南側エリア床上 50cm の線量率分布



図 45 南側エリア床上 100cm の線量率分布

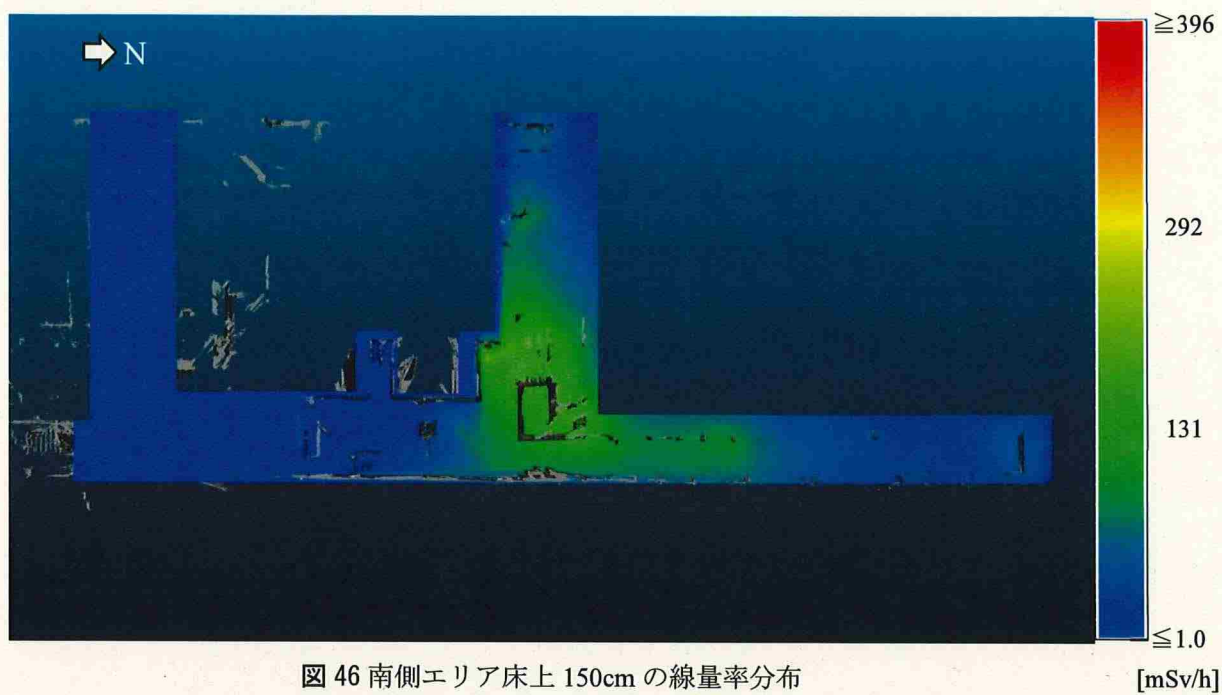


図 46 南側エリア床上 150cm の線量率分布

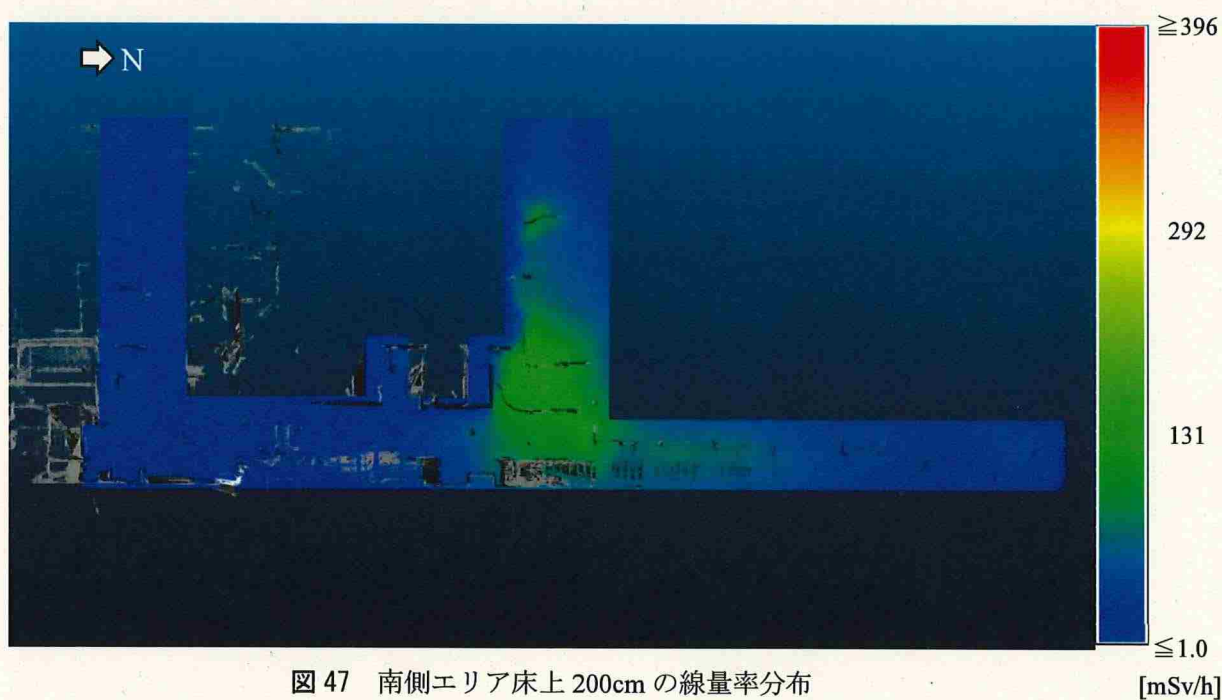


図 47 南側エリア床上 200cm の線量率分布

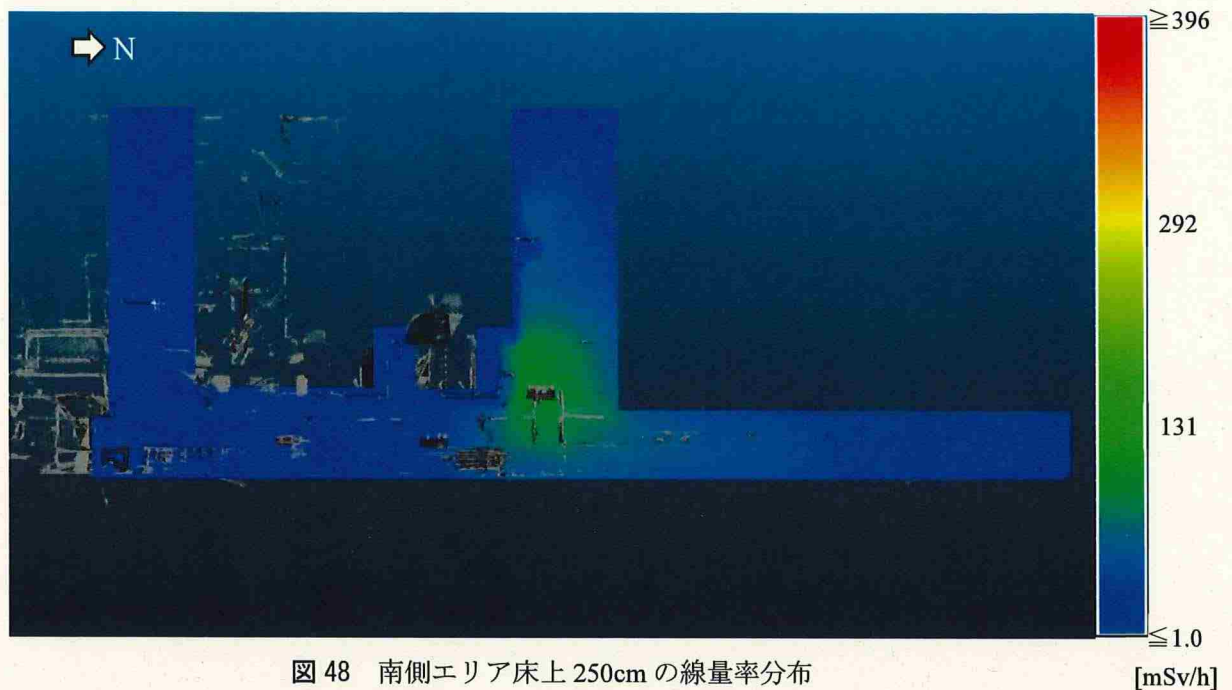


図 48 南側エリア床上 250cm の線量率分布

線量率計算値と実測値を比較した結果を表 3 に示す。実測とよく一致しているが、測定ポイント 2 は相対誤差が大きくなった。これは SGTS 室中央から西側の情報が少なく観測を再現できない部分が生じているためと考えられる。図 45 の床上 100cm の線量率分布では、最大線量率となる場所が排風機のモーター付近となった。図 41 で測定ポイント 2 から西側を見た汚染強度分布の 2 と示した部分がこの場所の線量に寄与している汚染となるが、実測との差異を考慮すると、モーター付近ではなく排風機内部または部屋西側にある構造物である可能性が示唆される。

表 3 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	6.24	6.71	0.070
2	12.47	31.32	0.60
3	105.37	100.39	-0.050

## 7. まとめ

1号機タービン建屋2階 SGTS 室において Gamma Imager による測定及び線量率調査を実施し、汚染強度分布の推定及び線量率分布を評価した。測定データからエリアを南北に分けて解析を実施し、取得した情報で再現できる結果を求めた。

北側エリアはフィルタートレイン付近に汚染が集中し、最大で 4,000mSv/h 程度の線量率となることが分かった。南側エリアは最大で 400mSv/h 程度となり北側エリアに比べて一桁低い線量率であることが分かった。また、南側エリアの解析結果から、SGTS 室中央から西側方向にホットスポットが存在することが分かった。

SGTS 室西側及びフィルタートレイン付近で測定することができれば、南側エリアから観測されたホットスポットを特定することや、フィルタートレイン付近の汚染強度や線量率をより詳しく評価できると期待される。