

調達番号： _____

承認		
承認	審査	作成
2019.3.1	2019.2.28	2019.2.28

東京電力ホールディングス株式会社

福島第一原子力発電所

業 務 報 告 書

委託件名： 1F 線量測定・解析評価業務委託

配 布 先	放射線防護部 放射線管理グループ	1 部
発行年月日	平成 31 年 2 月 28 日	
図 書 番 号		

解析結果

目次

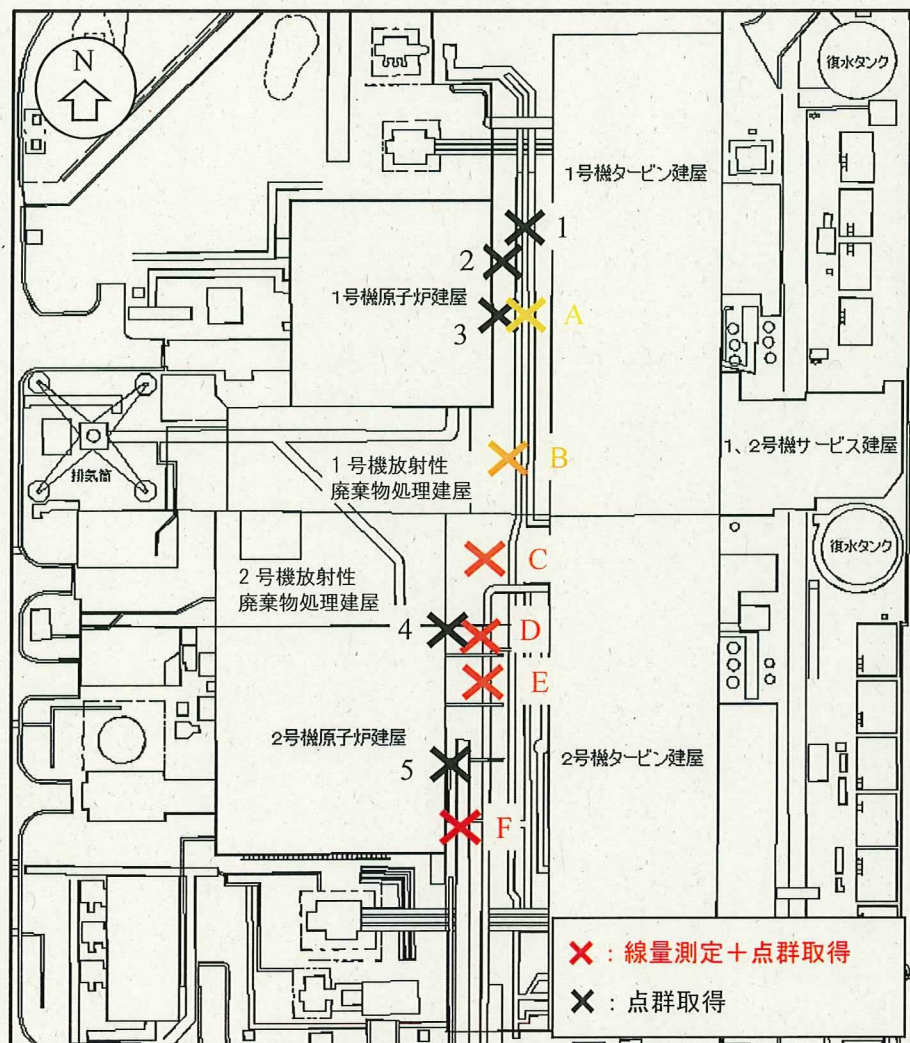
1. 概要	2
2. 調査場所と測定点	2
3. γ 線スペクトルと核種推定	3
4. 点群	4
4-1 1号機側	5
4-2 放射性廃棄物処理建屋	6
4-3 2号機側	7
4-4 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体	8
5. オーバーレイ画像	9
5-2 測定点Dのオーバーレイ画像	12
6. 線量評価モデル	12
6-1 汚染強度分布	12
6-2 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体	13
6-3 1号機側	14
6-4 放射性廃棄物処理建屋	15
6-5 2号機側	16
7. 線量率分布	17
7-1 1号機側の線量率分布	20
7-2 1、2号機コントロール建屋の線量率分布	21
7-3 放射性廃棄物処理建屋の線量率分布	22
7-4 2号機側の線量率分布	23
8. 考察	24

1. 概要

福島第一原子力発電所 1 号機及び 2 号機タービン建屋下屋（以下、「下屋」）、1、2 号機放射性廃棄物処理建屋（以下、「放射性廃棄物処理建屋」）においてドローンによる空撮と Gamma Imager による点群取得及び線量調査を実施した。その情報から N-Visage で線量解析した結果を以下に示す。

2. 調査場所と測定点

下屋の調査は、図 2-1 に示す 11 点に Gamma Imager を設置した。11 点すべてで点群を取得し、測定点 A、B、C、D、E、F の 6 点で線量情報を取得した。また、ドローンを使用して下屋及び放射性廃棄物処理建屋上空を空撮し、空撮データから点群を構築し Gamma Imager で測定した点群を補完した。図 2-2 に空撮範囲を示す。



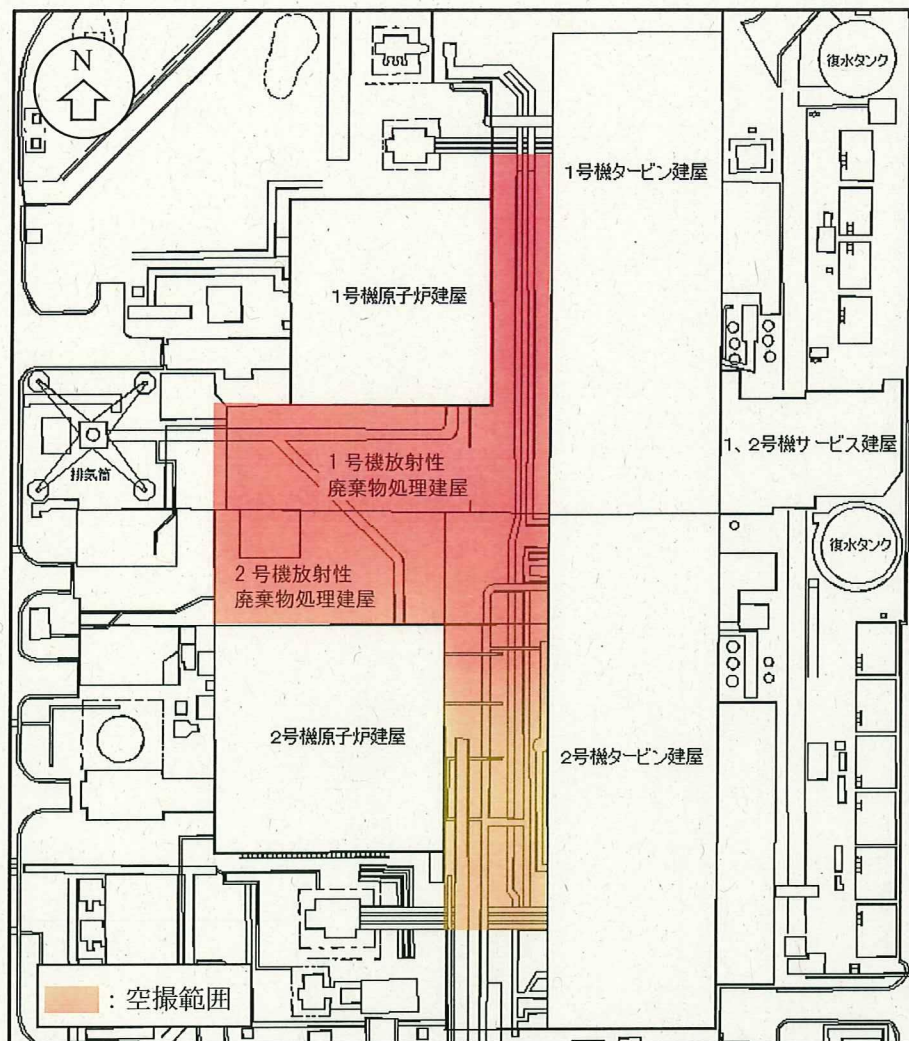


図 2-2 空撮範囲

3. γ 線スペクトルと核種推定

Gamma Imager で測定した γ 線スペクトルを図 3-1 に示す。大きなピークが 2 つあり、それぞれ Cs-134 と Cs-137 からの γ 線に起因するものと考えられる。ピークカウントの比は 662keV (Cs-137 由来の γ 線 : 放出率 85.1%) に対して 796keV (Cs-134 由来の γ 線 : 放出率 85.5%) が 9:1 になっていることから、事故時の Cs-137 (半減期 30.1671 年) と Cs-134 (半減期 2.0648 年) が 1:1 であったとすれば、8 年後の比率に相当する。

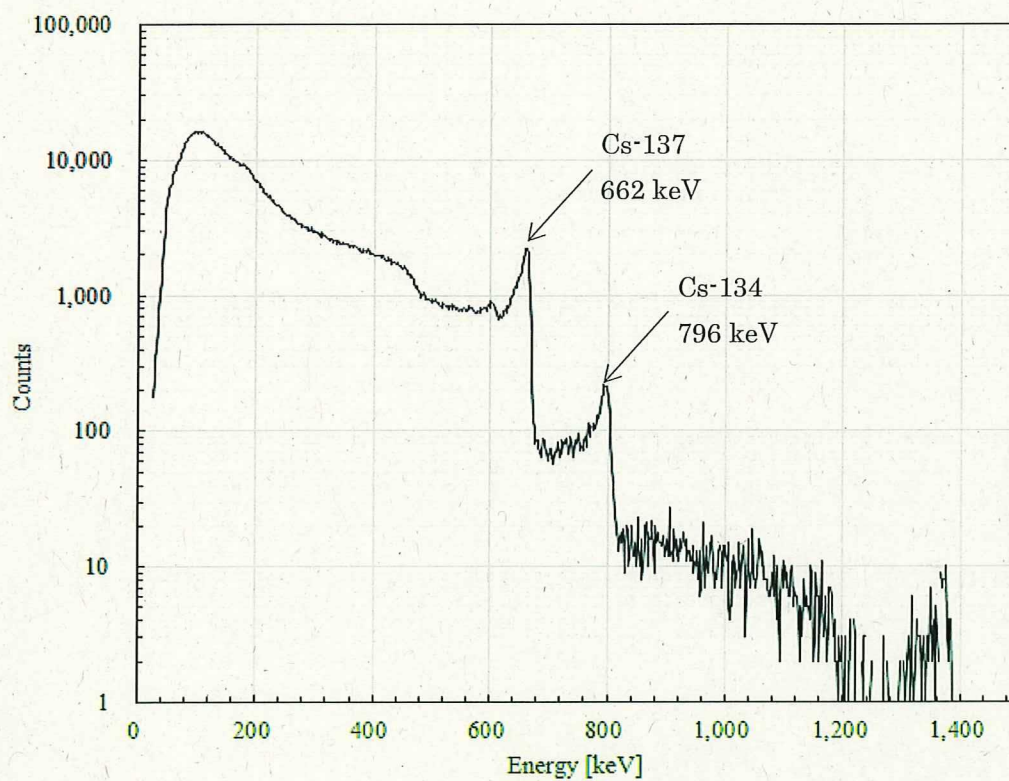


図 3-1 γ 線スペクトル

4. 点群

Gamma Imager で取得した点群とドローンで空撮した写真から構築した点群を統合した。1号機側、放射性廃棄物処理建屋、2号機側の3か所に分けたものと、下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体を示す。

4-1 1号機側

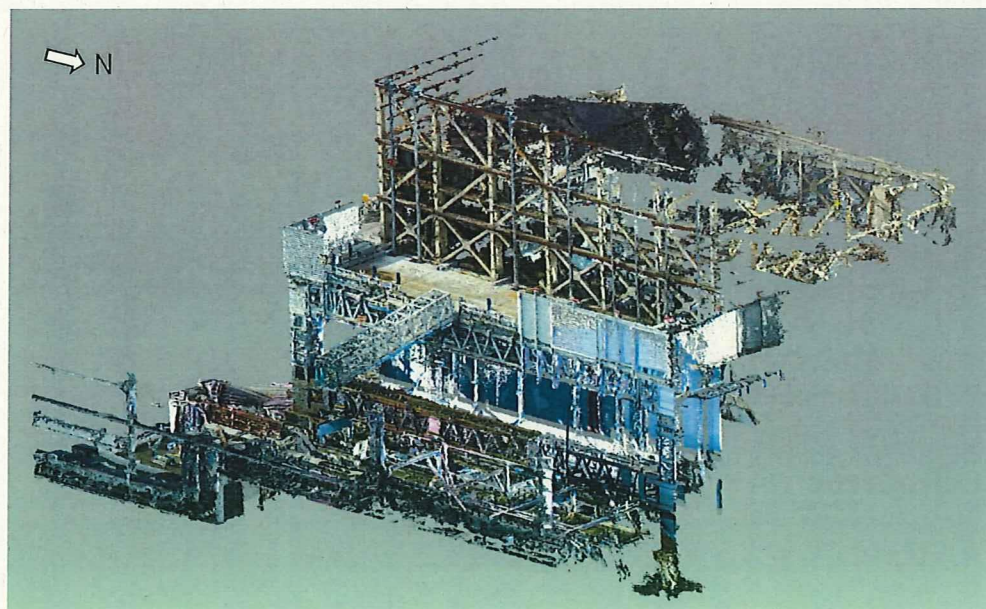


図 4-1 1号機側 点群（俯瞰）

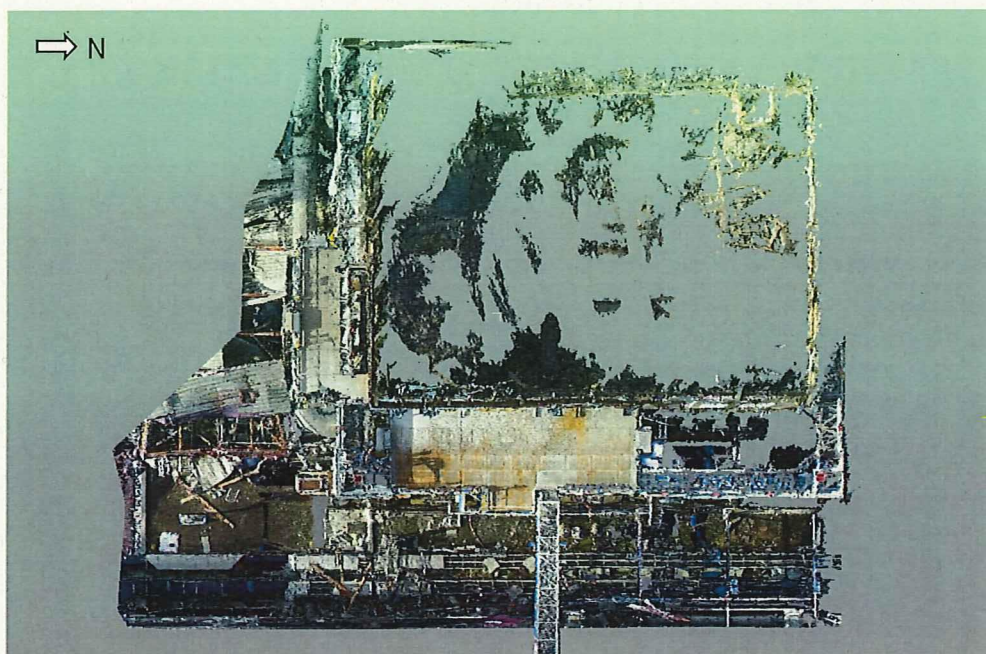


図 4-2 1号機側 点群（上方からの視点）

4-2 放射性廃棄物処理建屋

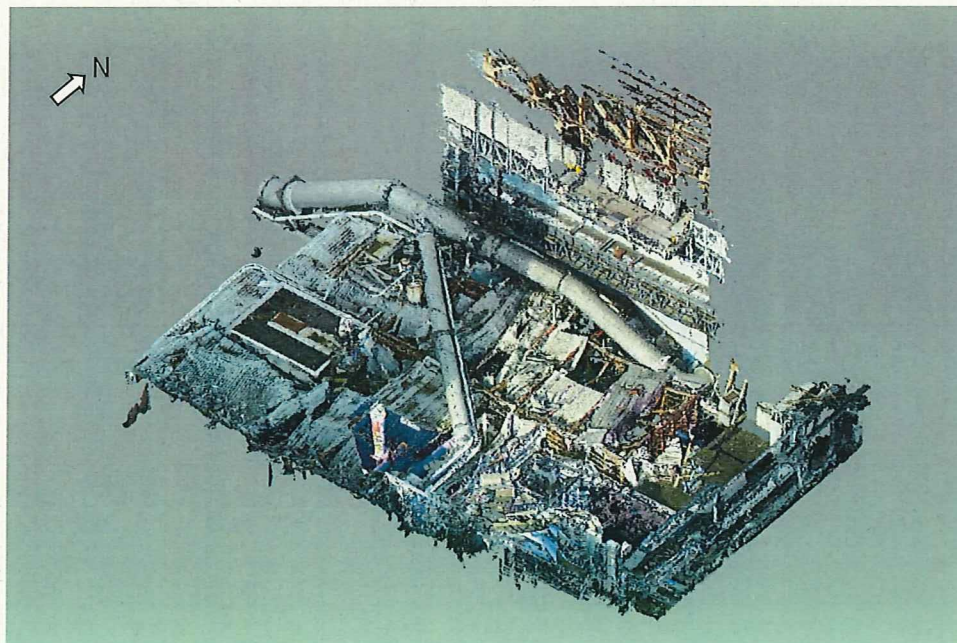


図 4-3 放射性廃棄物処理建屋 点群（俯瞰）

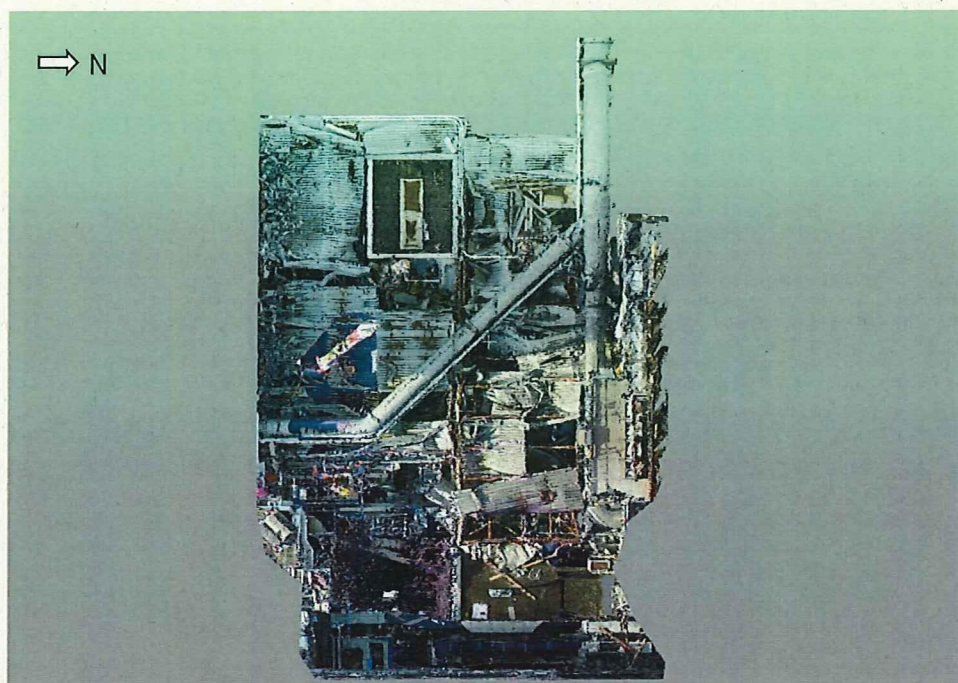


図 4-4 放射性廃棄物処理建屋 点群（上方からの視点）

4-3 2号機側

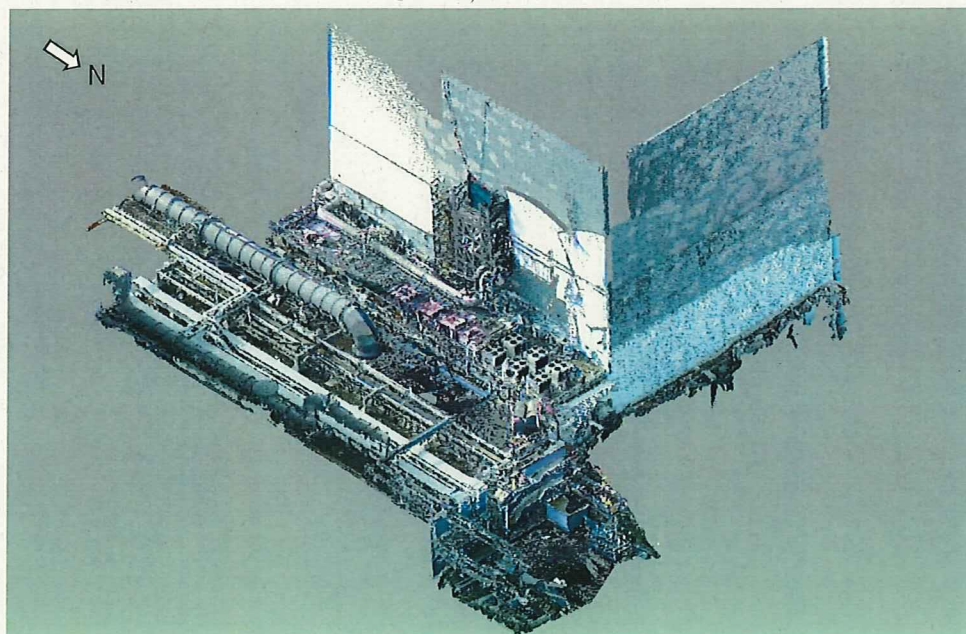


図 4-5 2号機側 点群 (俯瞰)

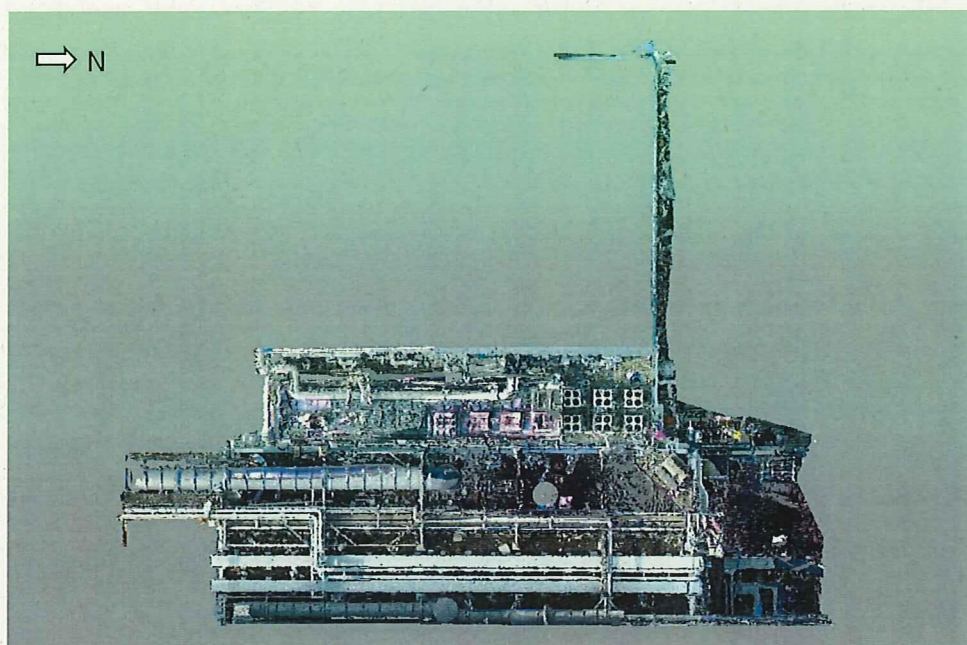


図 4-6 2号機側 点群 (上方からの視点)

4-4 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体

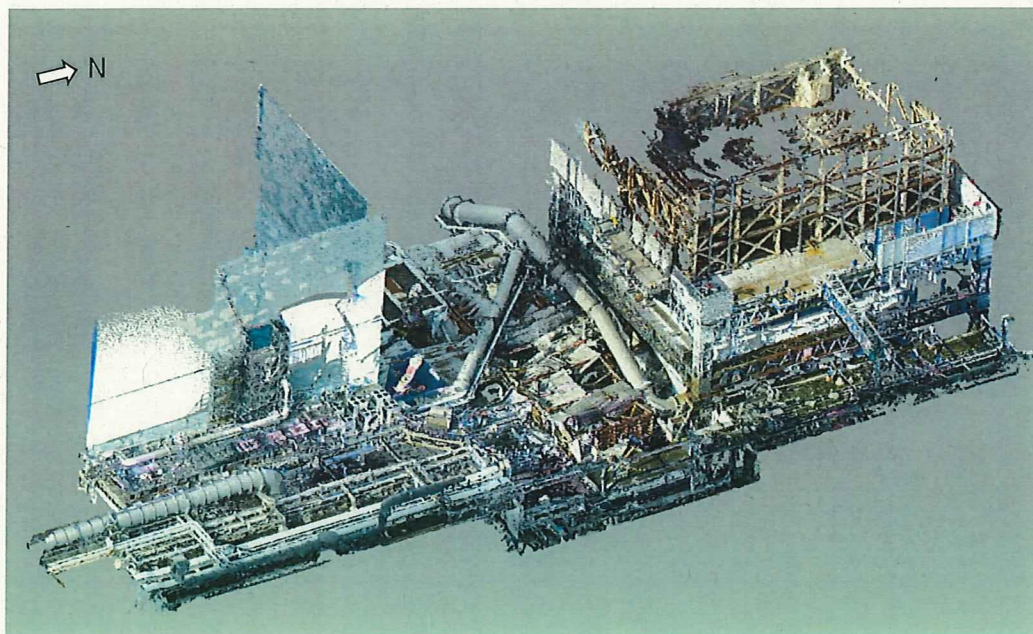


図 4-7 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体 点群（俯瞰）

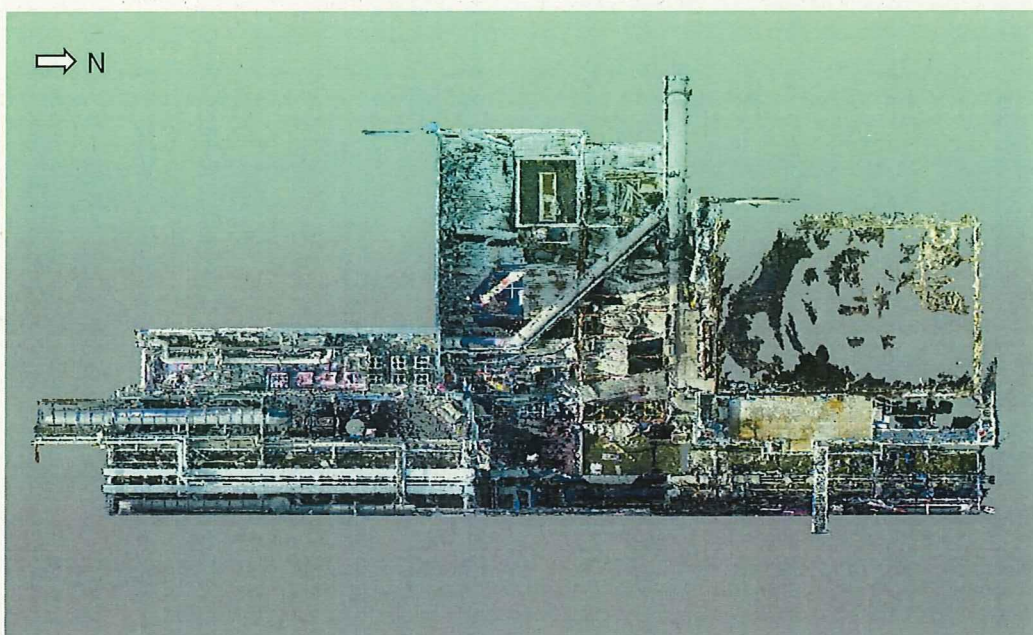


図 4-8 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体 点群（上方からの視点）

5. オーバーレイ画像

オーバーレイ画像は Gamma Imager で撮影した光学カメラの画像と実測した線量強度を色で表した画像を重ね合わせたものである。測定点 A～F のオーバーレイ画像を図 5-1～図 5-6 に示す。なお、オーバーレイ画像の線源強度は、各測定点で Gamma Imager が測定した範囲（画像の範囲）内で最も高いところを赤色で表している。

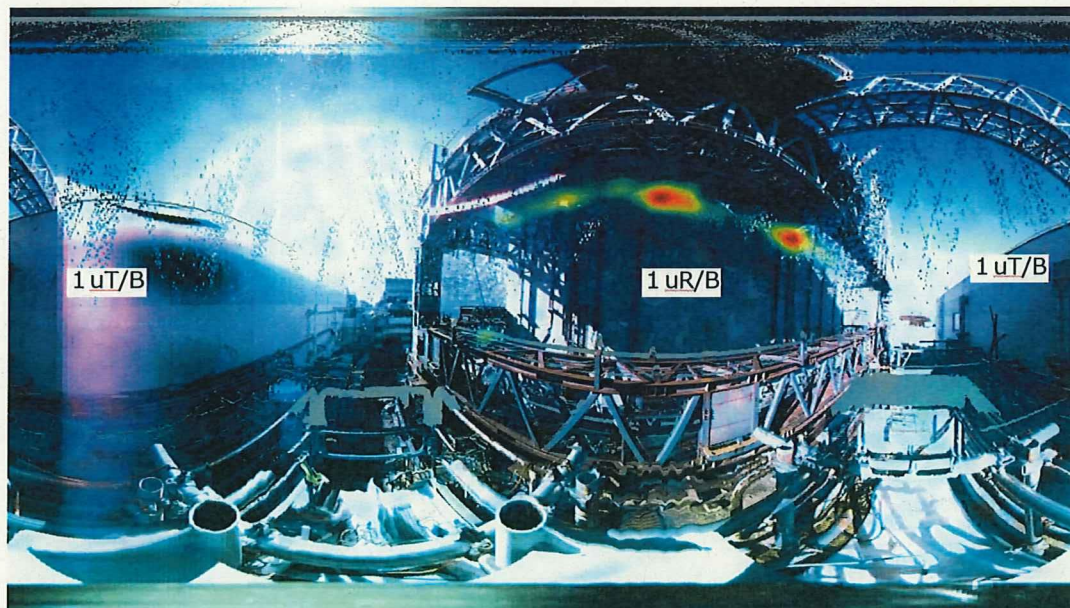


図 5-1 測定点 A

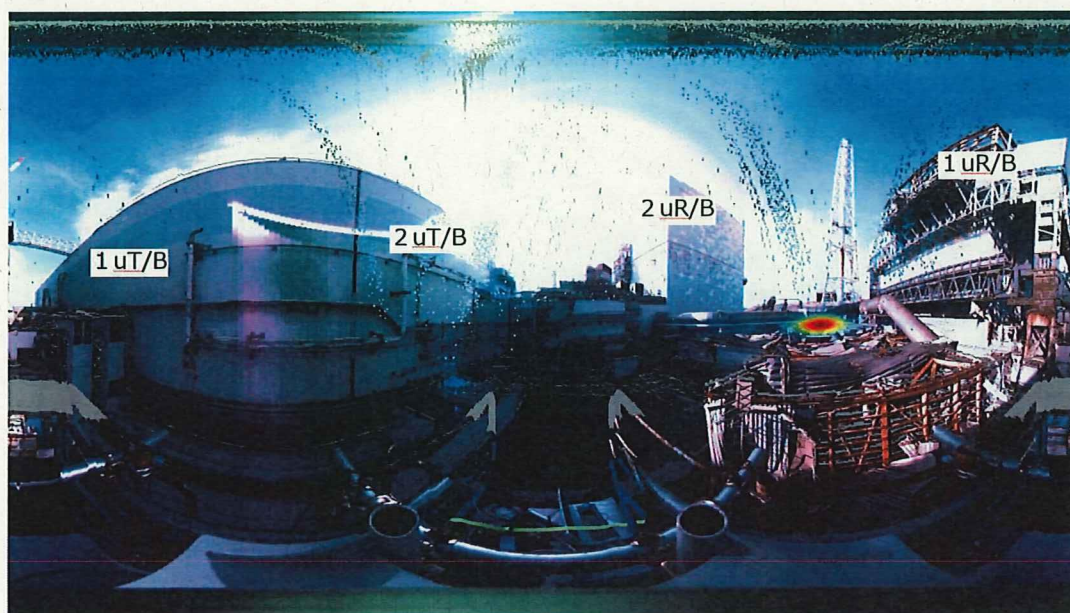


図 5-2 測定点 B

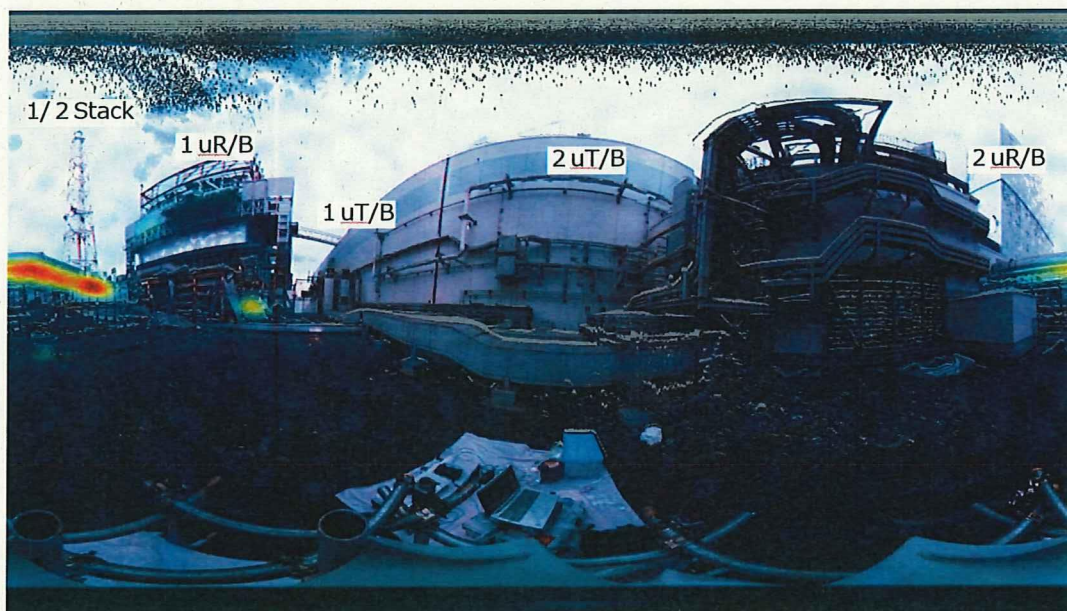


图 5-3 测定点 C



图 5-4 测定点 D

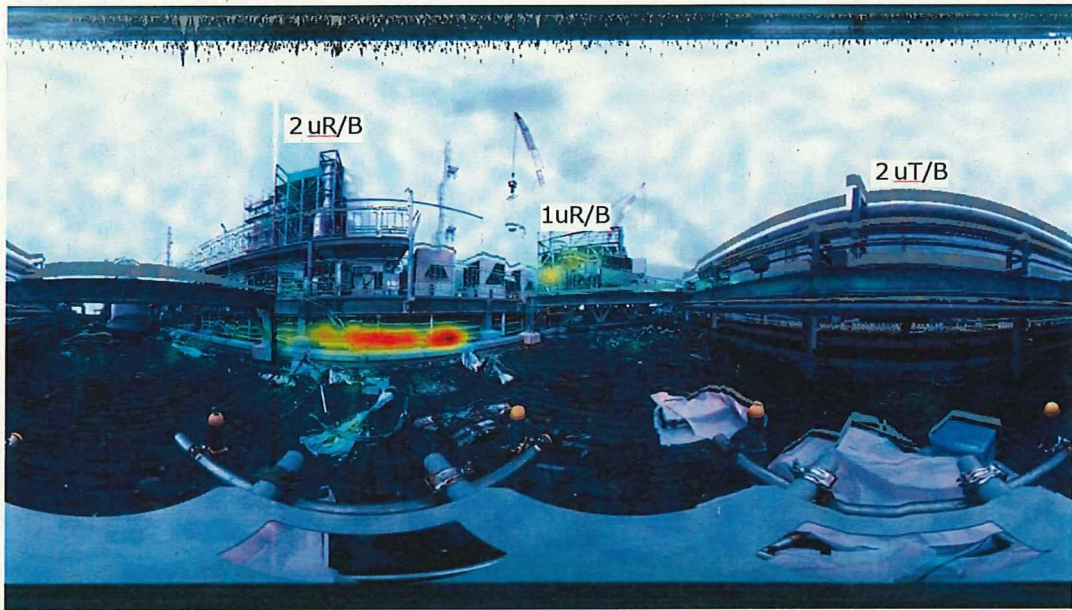


图 5-5 测定点 E

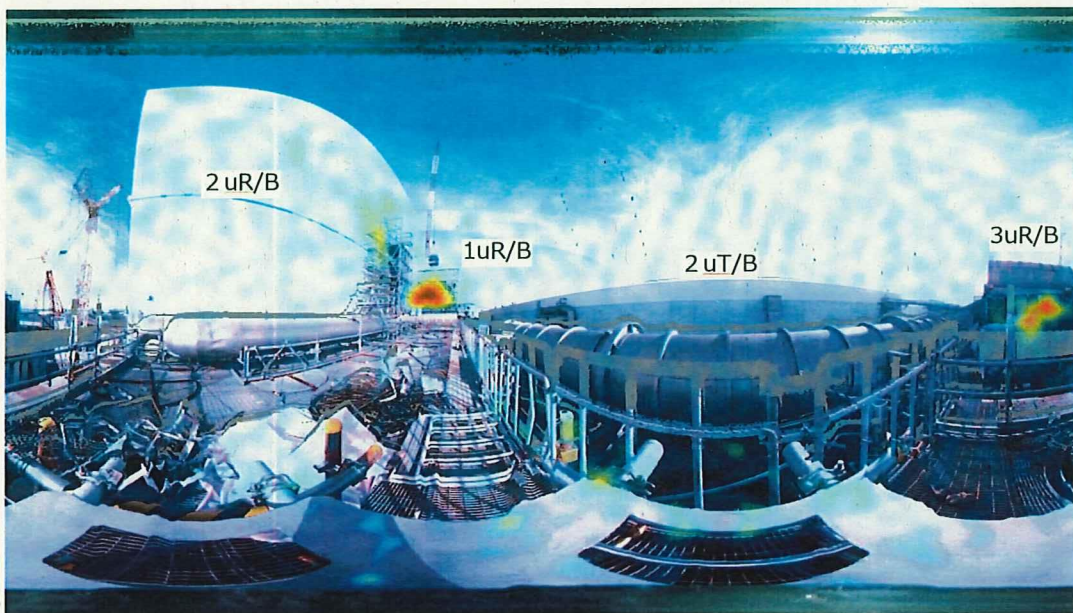


图 5-6 测定点 F

5-2 測定点 D のオーバーレイ画像

図 5-4 に示す測定点 D のオーバーレイ画像は、中央上部にゆがみが生じた。これは、太陽光の入射やほこりなどを検知した点があると、レーザースキャナ (LIDAR) と光学カメラのデータを重ね合わせる際に発生する現象である。ただし、これらのゆがみの点群は、解析前に削除するため、N-Visage での線量解析結果に影響はない。

6. 線量評価モデル

線量評価モデルは、4. で示した点群を以下の手順で処理・加工し作成した。

- ① ノイズ及び形状が崩壊している構造物を除去
- ② 線量寄与が少ないと考えられる点の除去
- ③ 点群の密度調整 (点群量を 10 万点程度に削減)
- ④ 遮蔽構造物の設定
- ⑤ 汚染強度分布の解析結果が実測したオーバーレイ画像に近づくまで①～④を繰り返す

②及び③の処理工程は、数千万個に及ぶ点群から計算量を削減し、できるだけ簡素な形状で測定値を再現できるようにするために実施している。具体的には、タービン建屋屋上及び壁面、1 号機原子炉建屋と 1 号機タービン建屋屋上をつなぐ橋は線量寄与が少ないため線量評価モデルから除外した。

④遮蔽構造物は、本件では 1 号機原子炉建屋と 2 号機原子炉建屋を設定した。

また、 γ 線スペクトルの測定結果から、主要な線源核種は Cs-137 であった。このため、汚染強度及び線量率は Cs-137 に起因するものとして計算した。

6-1 汚染強度分布

作成した線量評価モデルで解析した汚染強度分布を以下に示す。なお、本件の線量評価モデルでは汚染がすべて表面にあると仮定している。汚染強度分布は青色から赤色 (0～1 の相対値) で表現した。

6-2 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体

1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体の汚染強度分布を図6-1に示す。

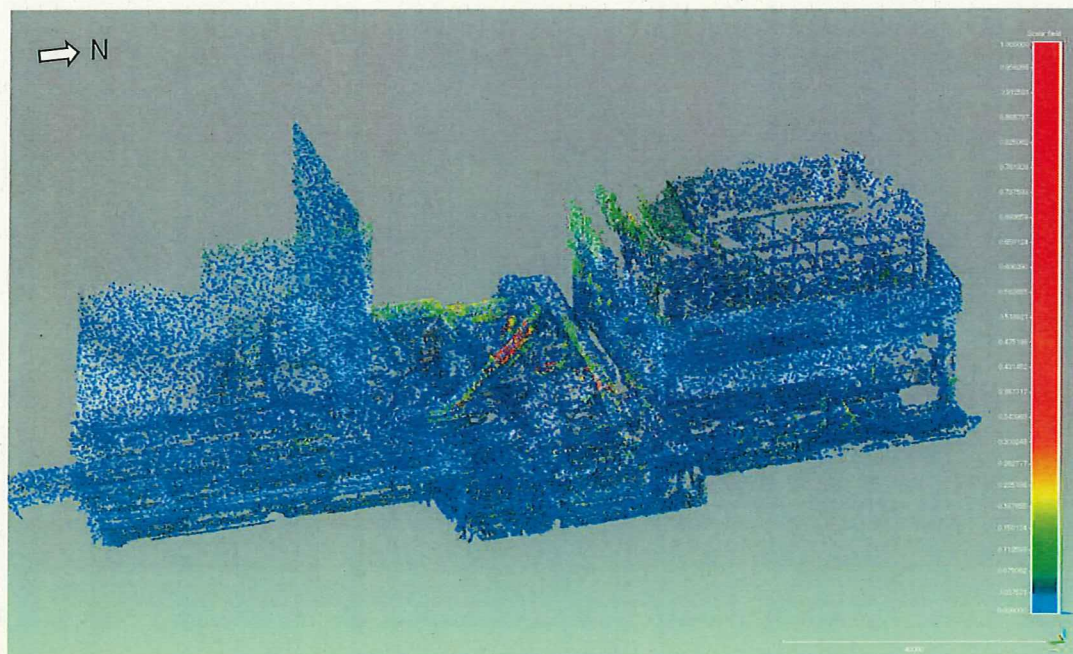


図6-1 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体の汚染強度分布

6-3 1号機側

1号機側の汚染強度分布とオーバーレイ画像を図6-2に示す。

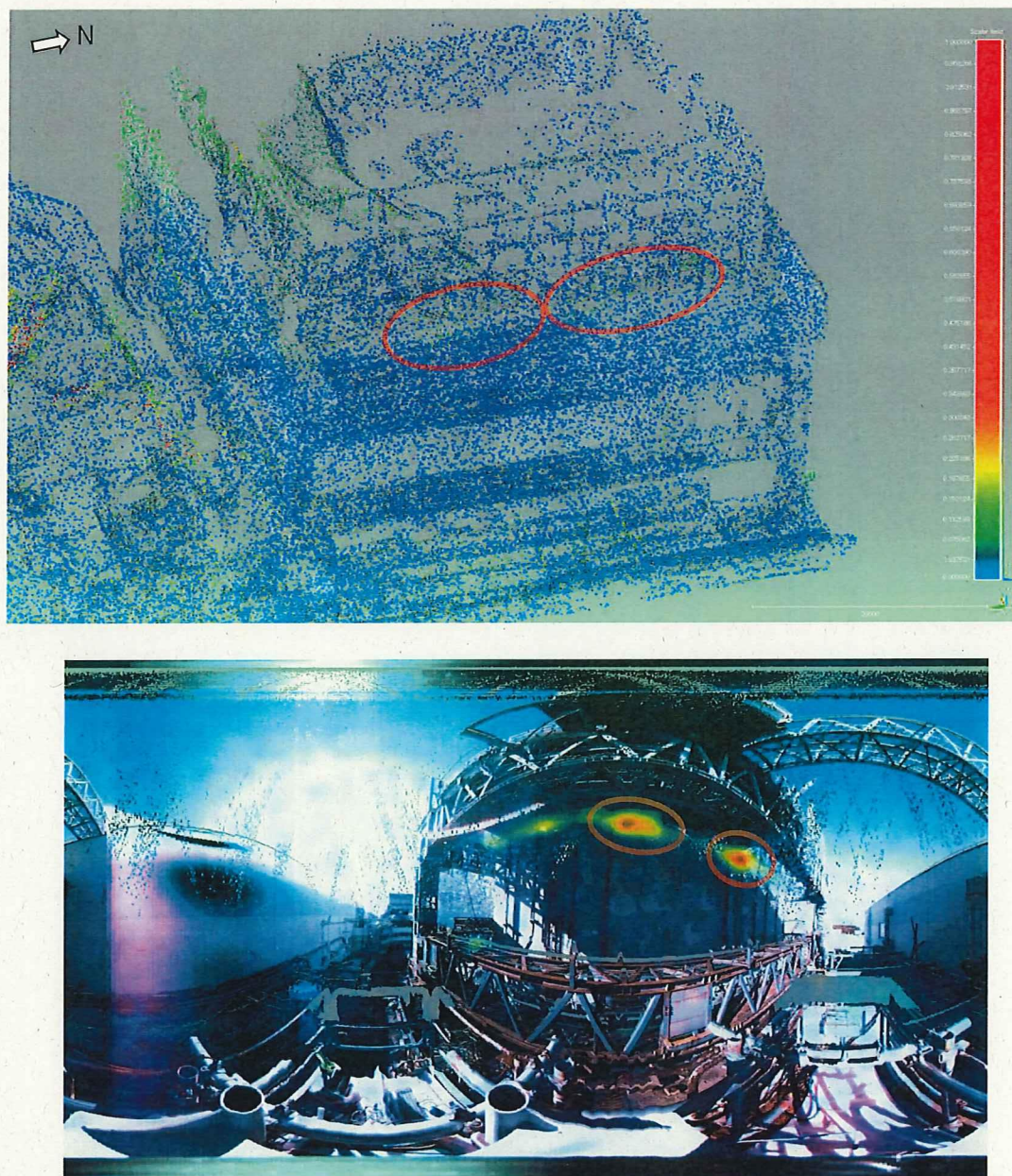


図 6-2 (上) 1号機側の汚染強度分布の解析結果
(下) 測定点 A で取得したオーバーレイ画像

6-4 放射性廃棄物処理建屋

放射性廃棄物処理建屋の汚染強度分布とオーバーレイ画像を図 6-3 に示す。

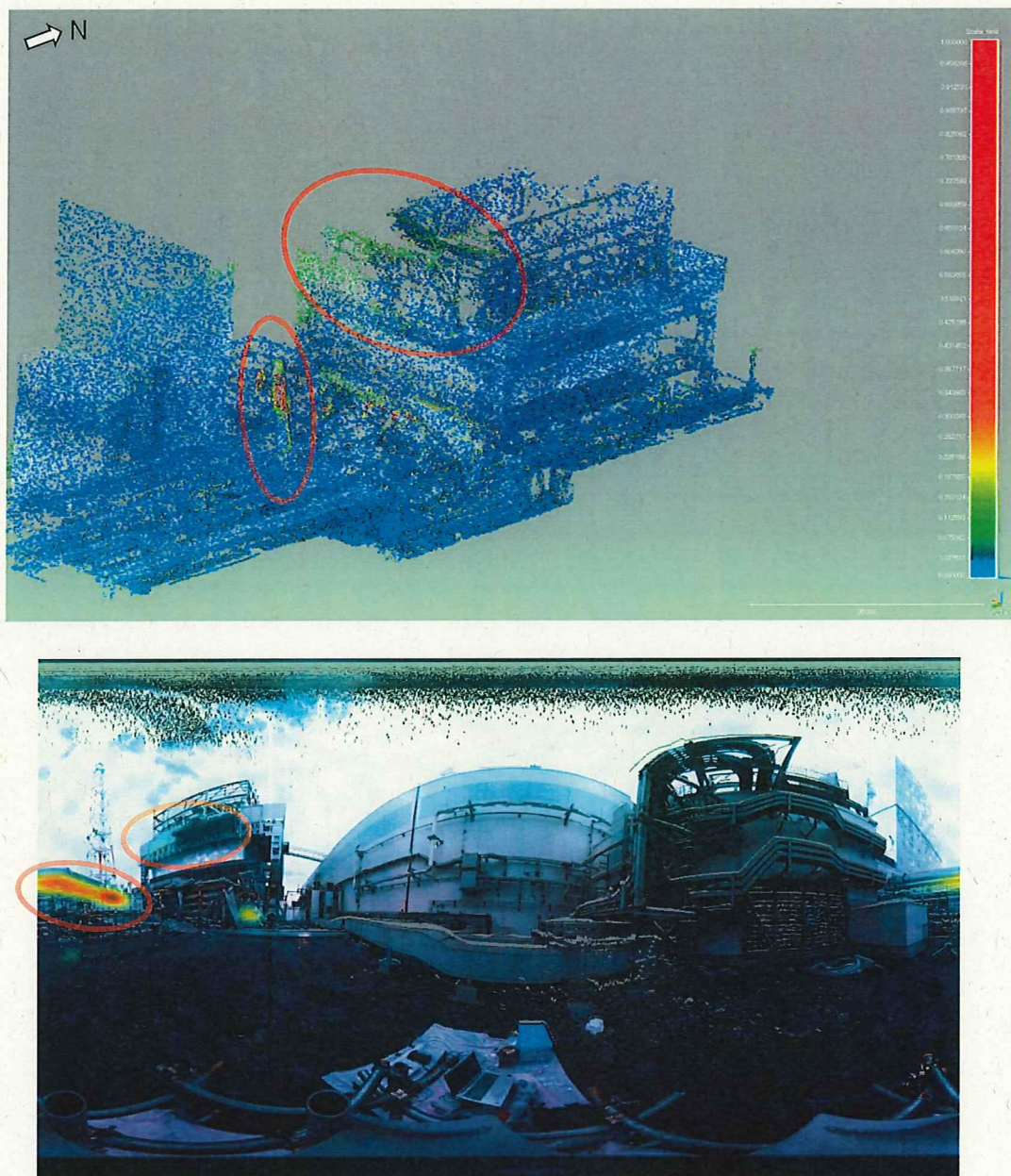


図 6-3 (上) 放射性廃棄物建屋付近の汚染強度分布の解析結果
(下) 測定点 C で取得したオーバーレイ画像

6-5 2号機側

2号機側の汚染強度分布とオーバーレイ画像を図6-4に示す。

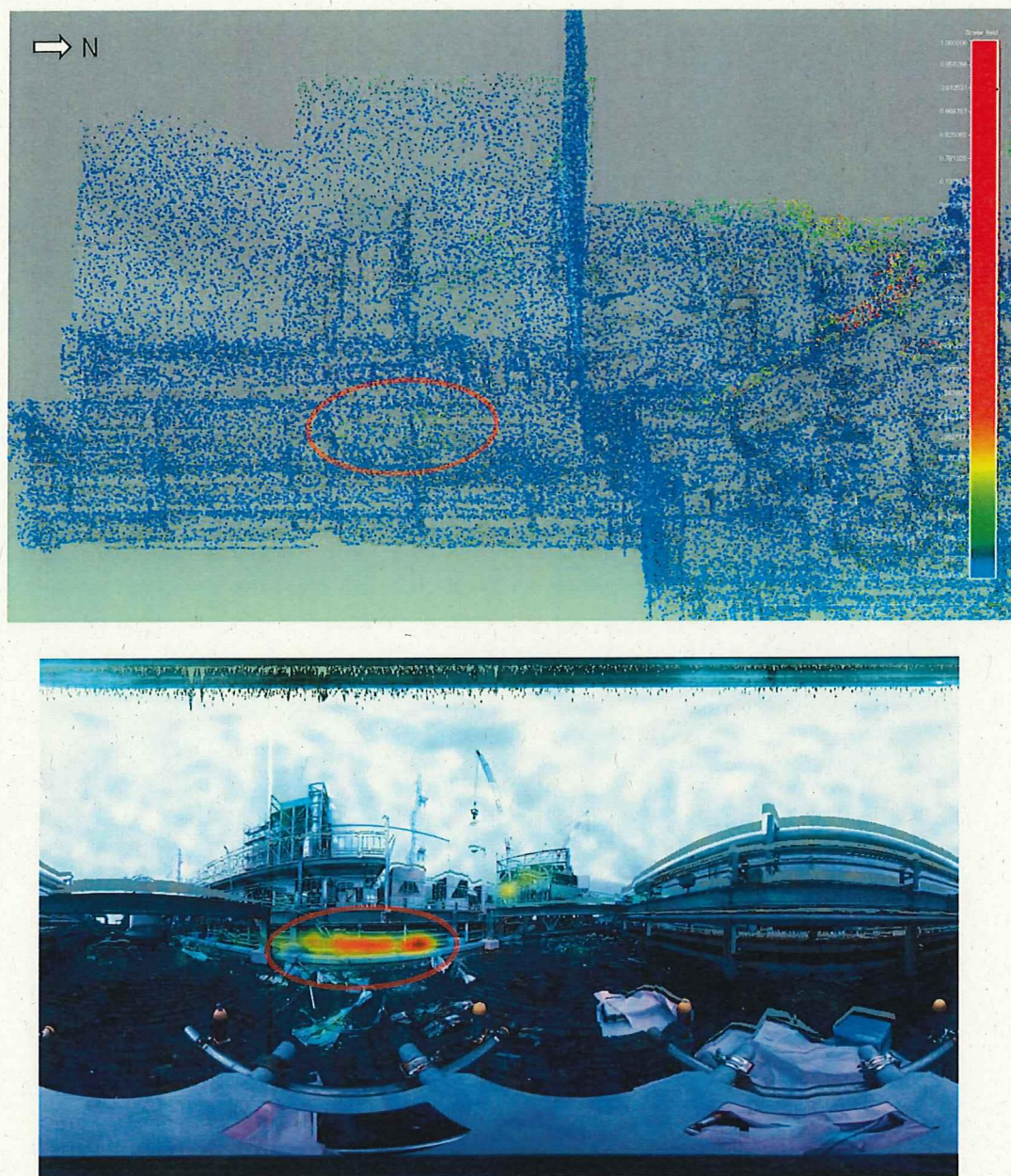


図 6-4 (上) 2号機側の汚染強度分布の解析結果
(下) 測定点 E で取得したオーバーレイ画像

7. 線量率分布

要求された線量率分布を汚染強度分布より計算し、作成した。作成した線量率分布は①地面から1m高さの分布、②排気塔へつながる大口径配管付近の地面に対して垂直の分布を作成した。地面から1m高さの分布は1号機下屋、放射性廃棄物建屋付近、2号機下屋で地面の高さが異なるため、3か所に別けて線量率分布を作成した。1、2号機下屋と放射性廃棄物処理建屋全体の地面から1m高さの線量率分布を図7-1に、基準とした床面を図7-2～写真7-4に示す。

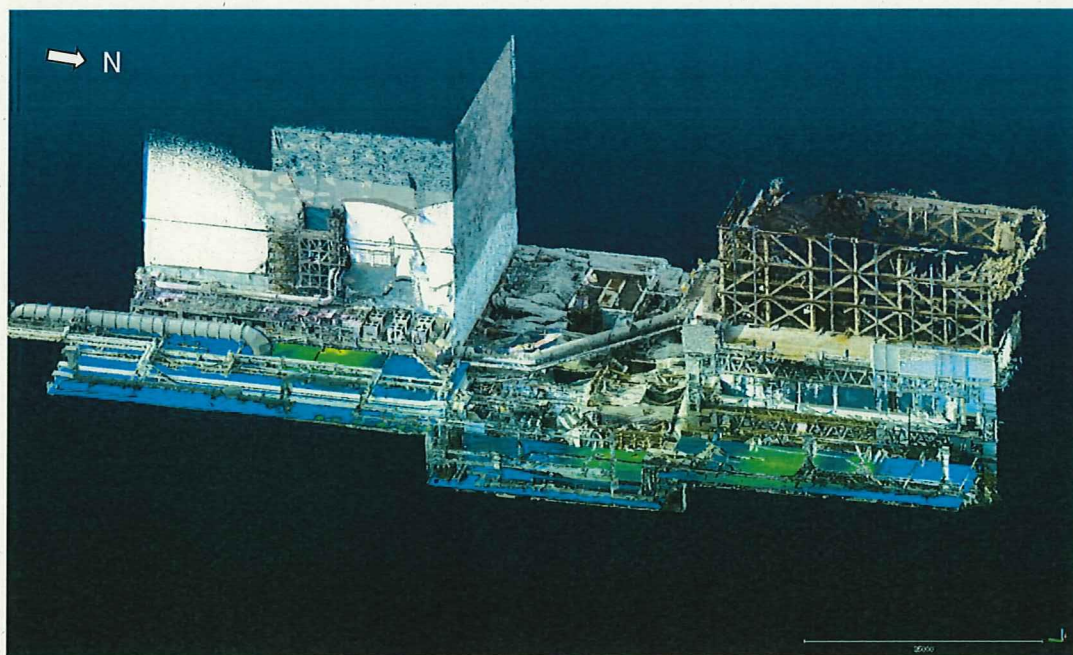


図 7-1 1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋全体の線量率分布

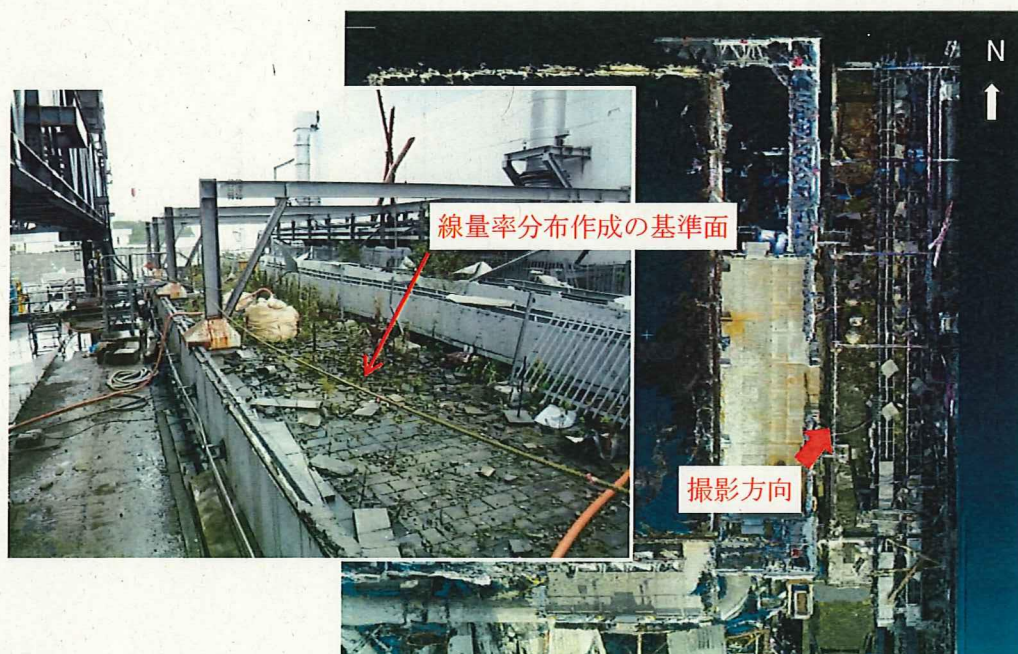


図 7-2 1号機側 線量率分布作成の基準面

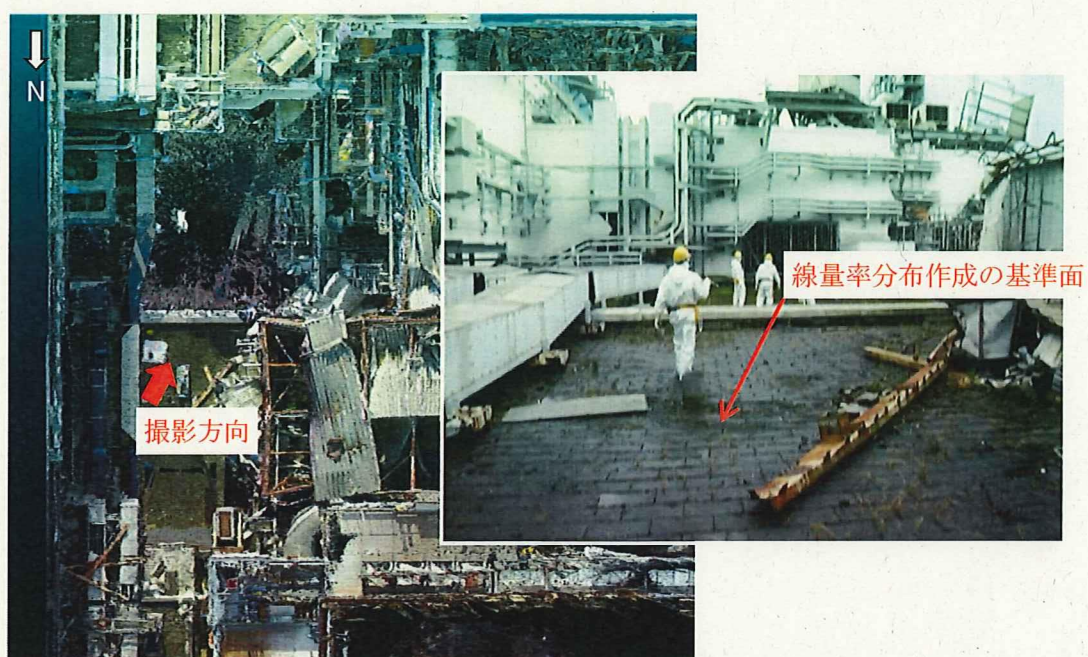


図 7-3 放射性廃棄物処理建屋 線量率分布作成の基準面

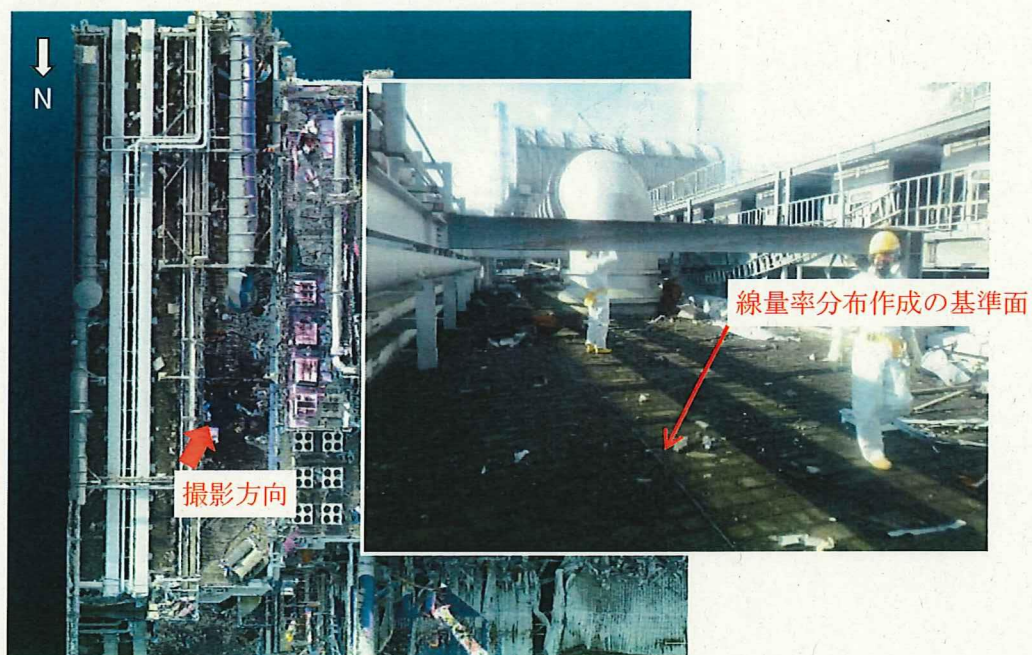


図 7-4 2 号機側 線量率分布作成の基準面

7-1 1号機側の線量率分布

1号機側の線量率分布を図7-5～図7-6に示す。

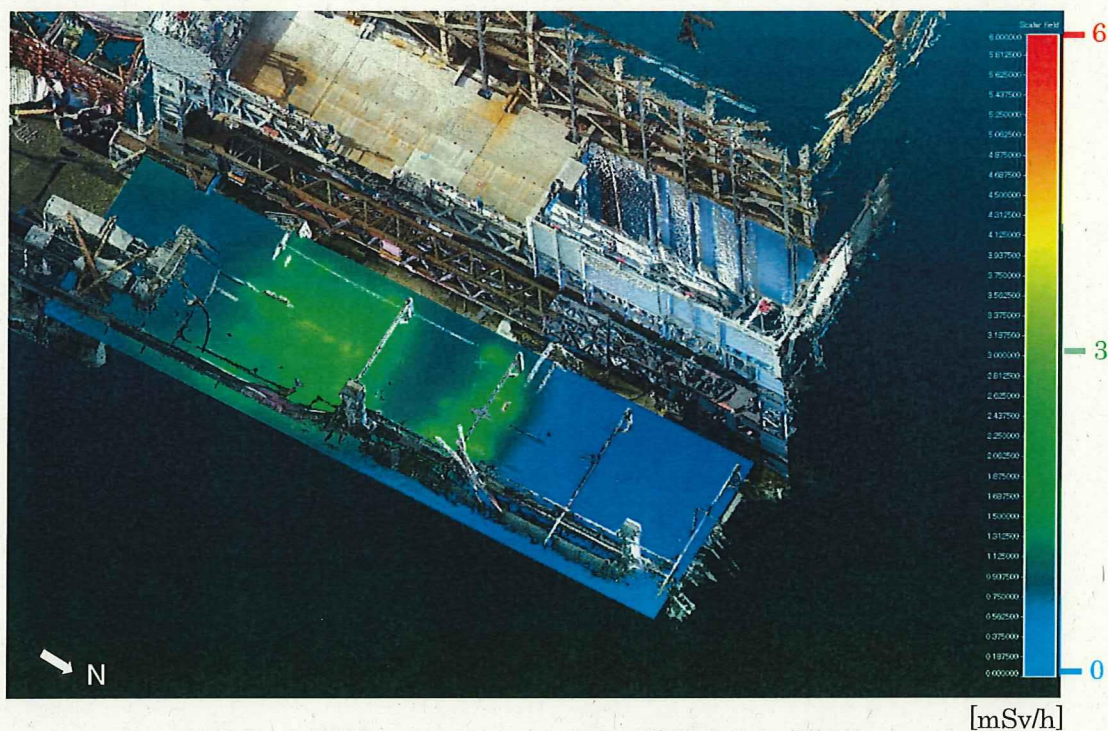


図 7-5 1号機側 地面から1m高さの線量率分布（俯瞰）

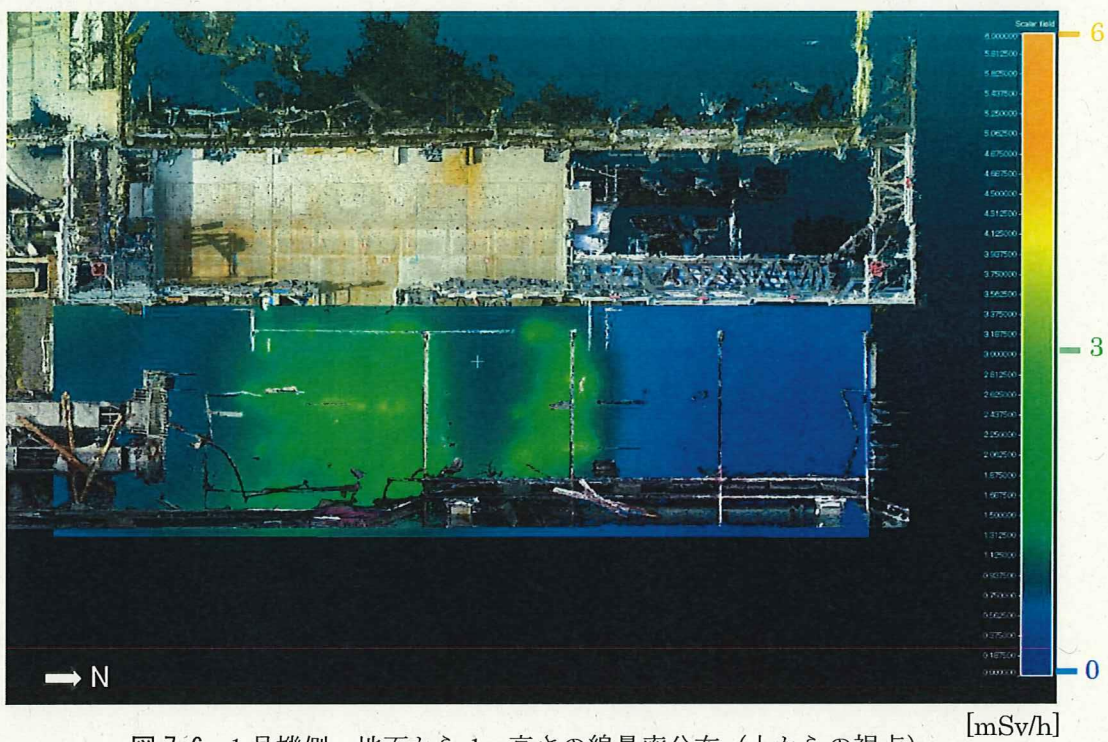


図 7-6 1号機側 地面から1m高さの線量率分布（上からの視点）

7-2 1、2号機コントロール建屋の線量率分布

1、2号機コントロール建屋の線量率分布を図7-7～図7-8に示す。



図7-7 1、2号機コントロール建屋 地面から1m高さの線量率分布（俯瞰）
[mSv/h]

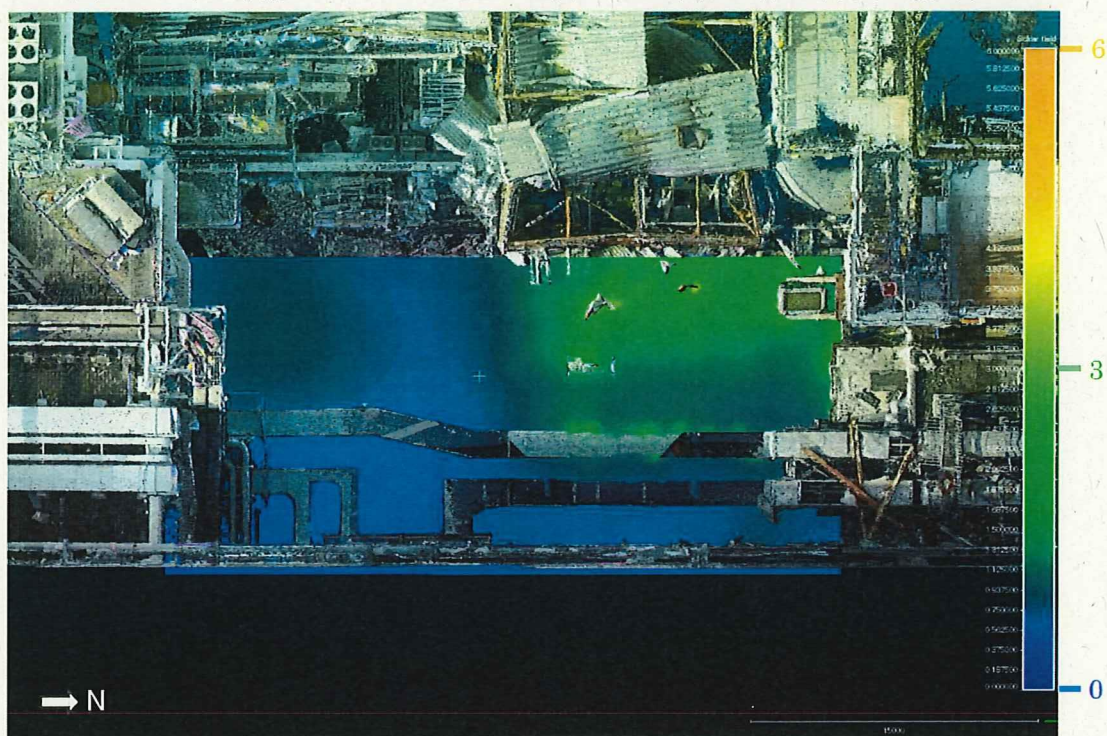


図7-8 1、2号機コントロール建屋 地面から1m高さの線量率分布 [mSv/h]
（上からの視点）

7-3 放射性廃棄物処理建屋の線量率分布

放射性廃棄物処理建屋の線量率分布を図 7-9～図 7-10 に示す。

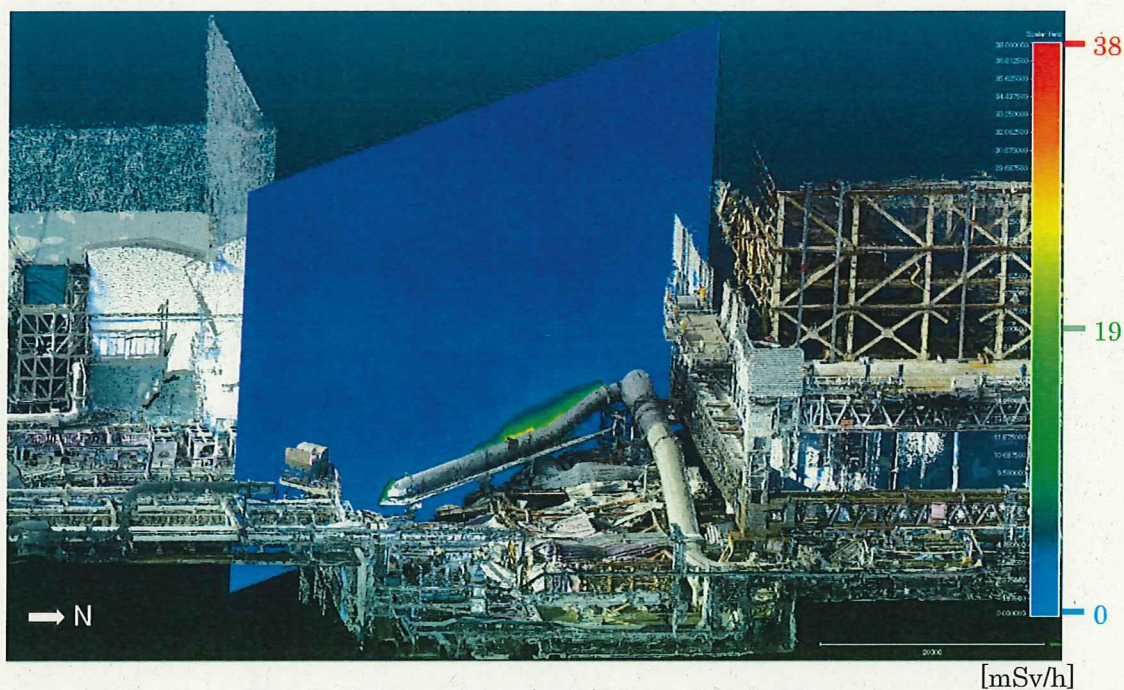


図 7-9 放射性廃棄物処理建屋付近 大口径配管
垂直方向の線量率分布（俯瞰）

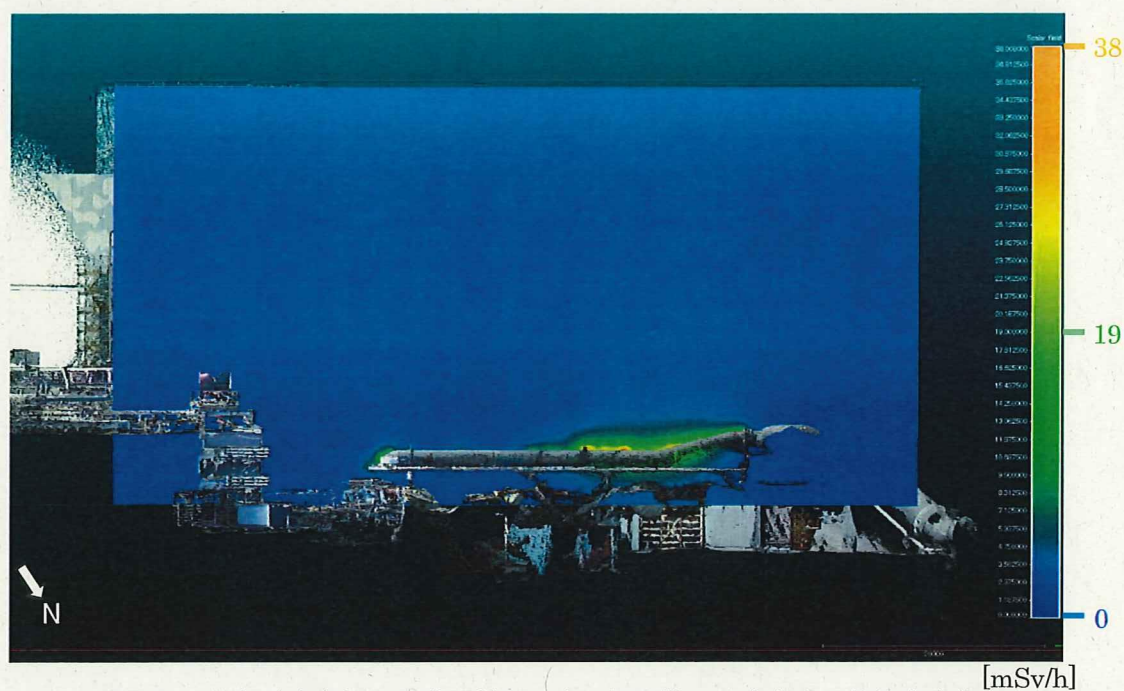


図 7-10 放射性廃棄物処理建屋付近 大口径配管 垂直方向の線量率分布
（北東方向からの視点）

7-4 2号機側の線量率分布

2号機側の線量率分布を図7-11～図7-12に示す。

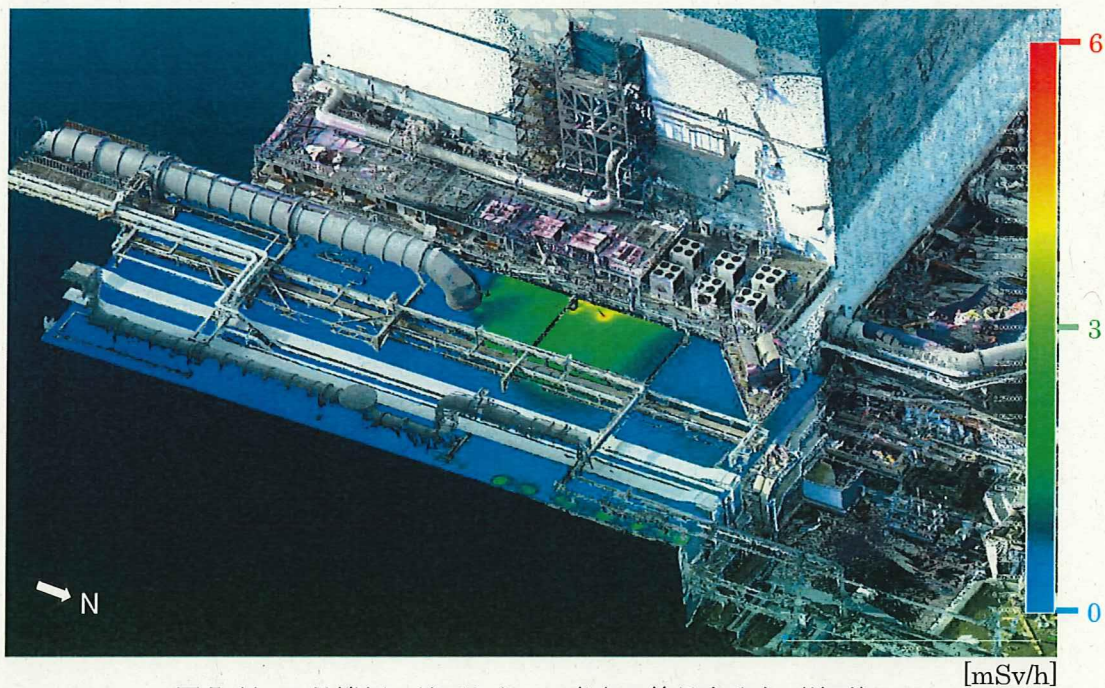


図7-11 2号機側 地面から1m高さの線量率分布（俯瞰）

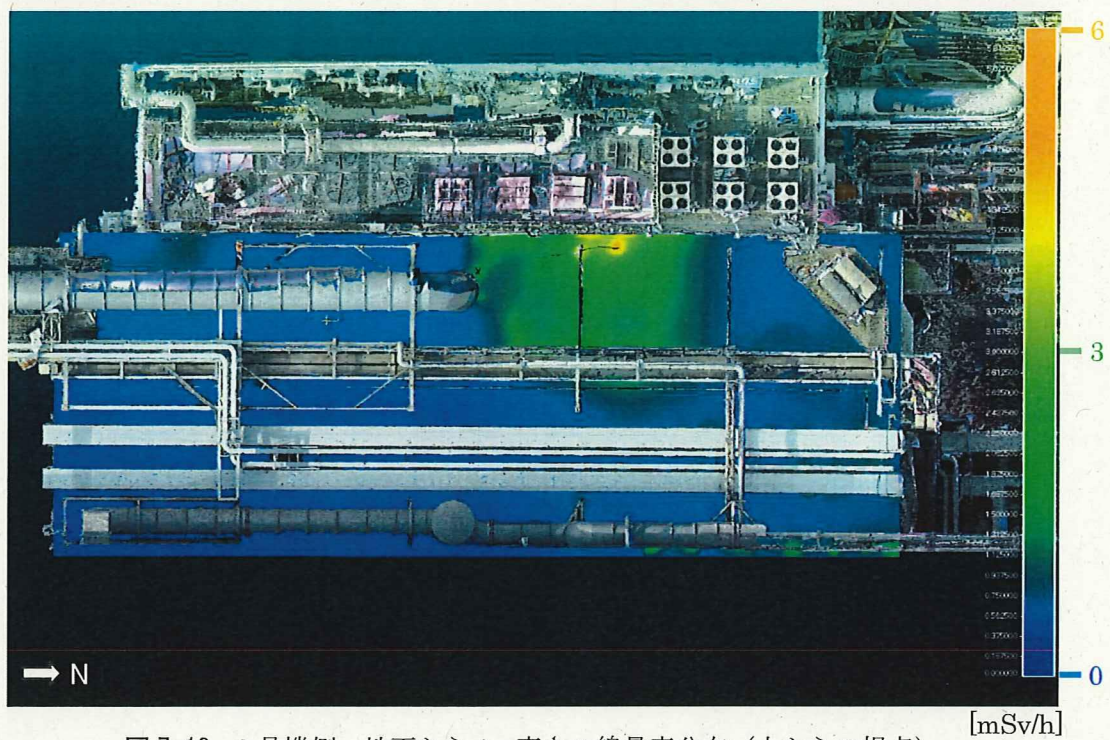


図7-12 2号機側 地面から1m高さの線量率分布（上からの視点）

8. 考察

汚染強度分布は、放射性廃棄物処理建屋の大口径配管付近に強い汚染分布が存在し、次いで1号機原子炉建屋5階付近、2号機下屋の中央付近に比較的強い汚染分布が存在している。これらはオーバーレイ画像の示す分布を再現している。本調査で線量測定は、1、2号機下屋及び放射性廃棄物処理建屋の東側から一方向のみであり、西側の線量は得られていない。そのため、大口径配管の西側及び2号機原子炉建屋上部にみられる汚染分布は、西側からの測定を加えると変化する可能性が高い。また、N-visageは評価モデルの外側からの影響も内側に含むこととなり、汚染強度分布が高くなる場合がある。

線量率分布について、放射性廃棄物処理建屋の大口径配管付近に最も強いホットスポットがあり、38 mSv/h程度の線量率になると推測される。1号機側の下屋では地面から1m高さで最大6 mSv/h程度、放射性廃棄物処理建屋では地面から1m高さで最大4 mSv/h程度、2号機側の下屋では最大地面から1m高さで5 mSv/h程度の線量率になると推測される。

今回の調査で得られたデータでは、1号機及び2号機の原子炉建屋壁面を遮蔽構造物として設定した計算条件が、最も再現性がよい結果となった。下屋には構造物が多く、また本件の解析対象範囲は広い。そのため、特定の対象物や範囲を絞り、追加の線量調査と遮蔽構造物の設定を実施し解析を行うと、汚染強度分布及び線量率分布の再現性が向上する可能性がある。また、汚染分布強度や線量率分布については、N-visageにより仮定したモデルであり、人手によるサーベイでの実測値とは異なる可能性がある。