

# 現地調査の実施状況について

( 2号機シールドプラグ調査 )

2021年12月21日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

( 1 ) 2号機シールドプラグ調査について  
( 2021年12月6,7,8,13,14,15日 )

## ( 1 ) 2号機シールドプラグ調査について

### (1) 目的

これまでの現地調査等において、2号機原子炉格納容器の上部に設置されているシールドプラグ上で高い線量当量率が確認されており、シールドプラグの下面には大量(20～40PBq)の放射性物質が存在していると考えられる。

本年8月から10月にかけて実施した調査により、シールドプラグ下面には放射性物質が存在し、シールドプラグ上の高い線量当量率の原因と推定されること、またその放射性物質は一様に存在するものではなく強い偏在性があることが明らかとなってきた。

引き続き、シールドプラグの汚染量の特定及び分布状況の把握、シールドプラグに関する汚染のメカニズムを特定していくために、東京電力が新たに穿孔した箇所での放射線量の調査・分析を実施した。

### (2) 場所

2号機原子炉建屋5階オペレーティングフロア等

## ( 1 ) 2号機シールドプラグ調査の実施概要

### (3) 調査日

2021年12月6, 7, 8, 13, 14, 15日

### (4) 調査実施者

2021年12月6日 原子力規制庁職員 2名(事前準備)

2021年12月7日 原子力規制庁職員 4名

2021年12月8日 原子力規制庁職員 3名(測定結果分析)

2021年12月13日 原子力規制庁職員 3名(事前準備)

2021年12月14日 原子力規制庁職員 5名

2021年12月15日 原子力規制庁職員 4名(測定結果分析)

## ( 1 ) 2号機シールドプラグ調査の実施概要

### ( 5 ) 被ばく線量

2021年12月6日 最大: 0 mSv、最小: 0 mSv (事前準備のみ)

2021年12月7日 最大: 0.2 mSv、最小: 0.2 mSv (免震棟の2名を除く)

2021年12月8日 最大: 0 mSv、最小: 0 mSv (測定結果分析のみ)

2021年12月13日 最大: 0 mSv、最小: 0 mSv (事前準備のみ)

2021年12月14日 最大: 1.3 mSv、最小: 1.0 mSv (免震棟の2名を除く)

2021年12月15日 最大: 0 mSv、最小: 0 mSv (測定結果分析のみ)

被ばく線量[mSv]の最大、最小は、調査実施者のうち、最も被ばく線量の高い人の値と低い人の値を1日の合計値として示した。

## ( 1 ) 2号機シールドプラグ調査の実施概要

### ○これまでの2号機シールドプラグ調査の実施概要

2021年3月5日以降

2号機シールドプラグに新規に13箇所の穴を穿孔（直径50mm、深さ100mm）し、当該穿孔した穴内部での線量率分布を測定。【今回の調査（詳細は資料2-1（別添1）及び（別添2）を参照）】

2号機シールドプラグ下面の放射性物質の偏在性の有無を確認するため、シールドプラグ上の多数の点（63箇所）における表面（床面から3cmの高さ）の周辺線量当量率の測定並びに原子炉格納容器から放出された気体の経路となり得るシールドプラグ周囲部及び継ぎ目部の周辺線量当量率の測定 【シールドプラグ下面の放射性物質の存在及び偏在性を示唆】

2014年に国際廃炉研究開発機構（IRID）が2号機のシールドプラグのコアサンプル採取のために穿孔した既存の穴（直径50mm、深さ70mm）内部での線量率分布を測定。【シールドプラグ下面の放射性物質の偏在の可能性を示唆】

東京電力において、2号機原子炉キャビティ差圧調整ラインを用いた2号機シールドプラグ下部の原子炉ウェル内調査を実施。【最大で530mSv/hの線量当量率を確認】

2021年3月5日まで

【検討結果】2号機シールドプラグ1層目（頂部カバー）の下面に少なくとも20～40 PBq以上のセシウム137による汚染が推定される。

鉛製コリメータ（厚さ60mm）付きのγ線線量計による周辺線量当量率（床面から305mmの高さ）の測定  
2号機のシールドプラグ及び周辺の表面（床面から約1.5mの高さ）における周辺線量当量率の測定

# 現地調査の実施状況について

( 2号機シールドプラグ調査 ( 2021年10月7日 ) について )

2021年10月19日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

## ( 1 ) 2号機シールドプラグ調査の実施概要

### (1) 目的

これまでの現地調査等において、2号機原子炉格納容器の上部に設置されているシールドプラグ下面には放射性物質が存在し、シールドプラグ上の高い線量当量率の原因と推定されている。このシールドプラグ下面の放射性物質については、シールドプラグ下面(半径約6m)に一様に存在するのではなく、強い偏在性がある可能性が、前回までの調査結果から、指摘されていた。

今回、シールドプラグ下面における放射性物質の偏在性の有無についての追加情報を得るため、東京電力HDとの協働作業により、ロボットを用いてシールドプラグ上面の線量率をシールドプラグ上の多数の地点で測定し、線量分布を把握する調査・分析を実施した。

また、PCVから放出された気体がシールドプラグ上面に至る経路については、シールドプラグの継ぎ目ではないかと調査チームは推測してきたが、周囲部ではないかとの意見も根強くあった。このため、継ぎ目部及び周囲部の線量率測定を併せて実施した。

この他、予備調査として、2号機SGTSフィルタトレインの調査・分析手法の検討及び1 / 2号機SGTS配管の撤去配管の調査・分析手法の検討のため、現場確認を実施した。

## ( 1 ) 2号機シールドプラグ調査の実施概要

### (2) 場所

2号機原子炉建屋5階オペレーティングフロア(調査日:2021年10月7日)

4号機原子炉建屋等(予備調査:2021年10月7,8日)

### (3) 調査日

2021年10月7日

2021年10月8日(予備調査)

### (4) 調査実施者

2021年10月 7日 原子力規制庁職員 5名

2021年10月 8日 原子力規制庁職員 5名(予備調査)

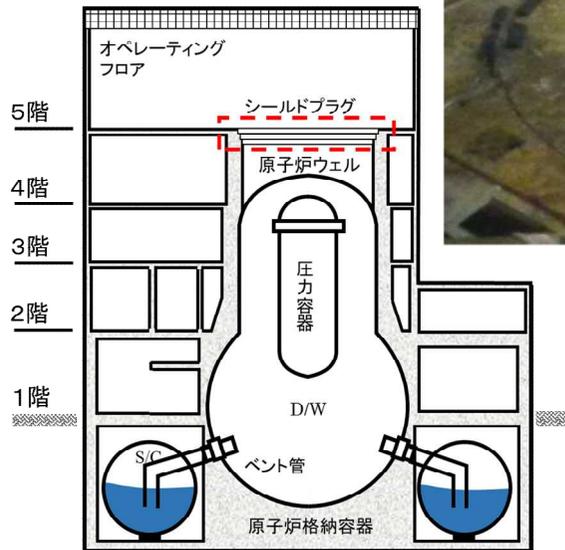
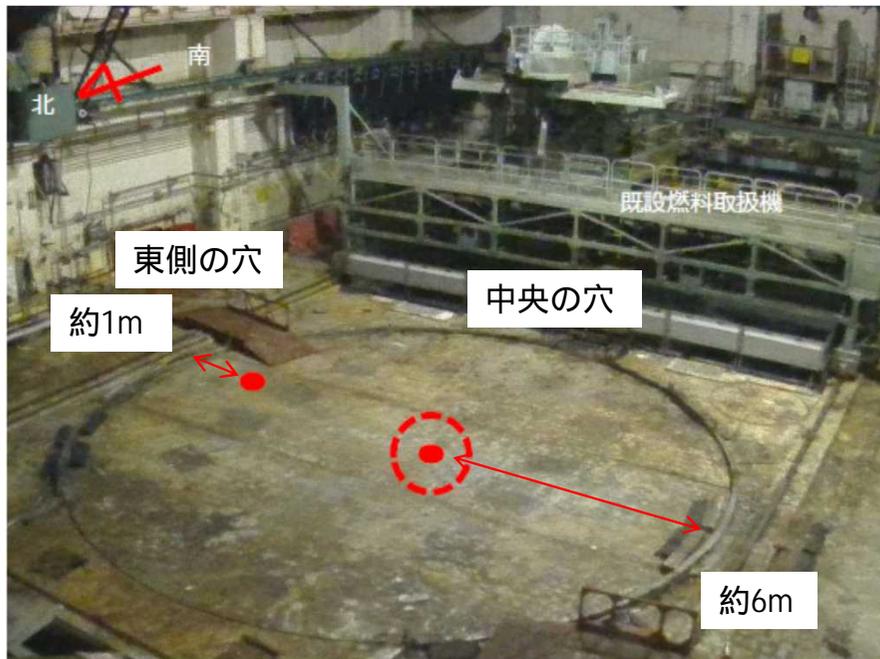
### (5) 被ばく線量

2021年10月 7日 最大:0.27 mSv、最小:0.21 mSv (免震棟の3名を除く)

2021年10月 8日 最大:0.01 mSv、最小:0.01 mSv (予備調査)

被ばく線量[mSv]の最大、最小は、調査実施者のうち、最も被ばく線量の高い人の値と低い人の値を1日の合計値(同日に複数の調査を実施した場合は、他の調査による被ばく線量との合算値)として示した。

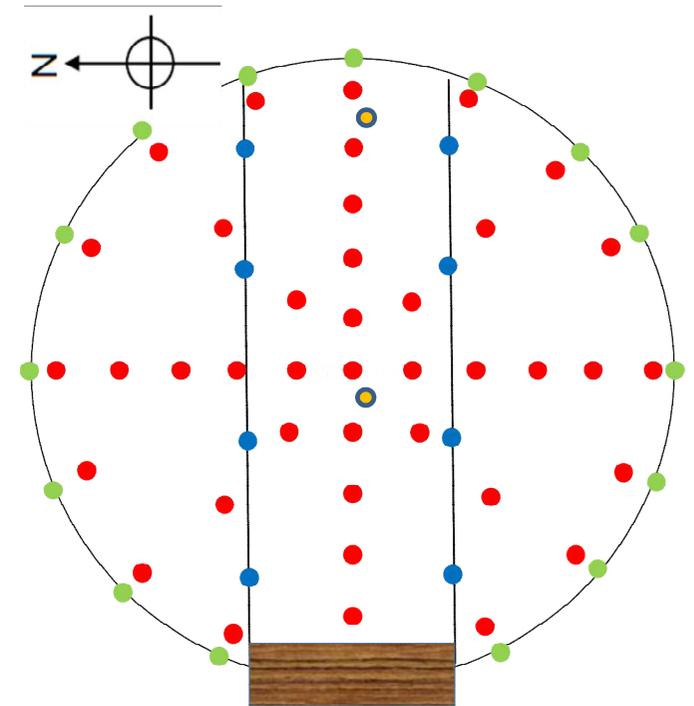
## 2号機シールドプラグ上面の線量率測定点



2号機原子炉建屋

既存穿孔箇所配置 ●: 既存穿孔箇所

シールドプラグ上の $\gamma$ 線分布  
(表面上3cm程度の位置)を測定



- : シールドプラグ上の測定点 (40箇所)
- : シールドプラグとオペフロの隙間上の測定点 (15箇所)
- : シールドプラグ1層目の継ぎ目上の測定点 (8箇所)
- : シールドプラグ既存穿孔箇所 (2箇所)

## シールドプラグ周辺の構造と線量場

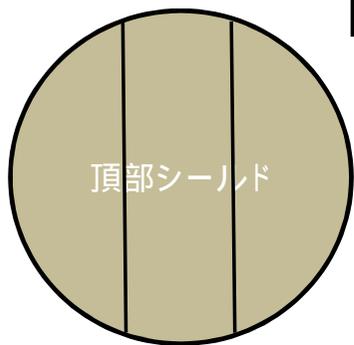
1. 2号機ではコリメータ付きγ線線量計の測定からは、1.5 m での周辺線量当量率からは100 PBq程度、0.3mでの測定で隙間全体で40PBq程度の汚染量が算定されている。(オペフロ表面の線量調査)しかし、本手法はいずれも、オペフロ床面の影響を除かなければならないという不確かさがある。
2. 1. 手法の不確かさを低減するために、シールドプラグ上の表面汚染とその他の表面汚染の状況を、周辺のBGの影響を受けにくいセシウム137由来のβ線を計測し、全体の床面において大きく変わらないことを確認した。(平均で30mSV/h程度)また、シールドプラグ上のガンマ線も他の部分に比べて高く、シールドプラグ下部隙間からの寄与であることを確認した。
3. シールドプラグ上段と中段の隙間に大量のCs-137が沈着していることは確定。(ボーリング孔内の線量調査)
4. 3. での2か所の測定(中央及び東側)による領域(隙間1mφ円内)の汚染密度は、隙間の汚染が均一の濃度で分布していると仮定した濃度に比べて、中央で約10倍、東側で約3倍高い状況であった。よって、1. で推定した汚染量が全体の汚染量とすると、隙間の汚染は相当の濃淡の分布が存在すると強く推定された。
5. 4. の考察を踏まえ、10月7日での測定では、シールドプラグ上のγ線分布(表面上3cm程度で出来るだけ測定位置に対する近傍の汚染影響を受けない位置)を細かく測定し、汚染の濃淡分布を把握する。(あくまで表面線量20~30mSv/hを超える箇所)今回、検出器を表面に近接させることでシールドプラグの溝(中央縦2箇所及び円周部)からの寄与を測定出来る可能性があることから測定を試みる。(下部からの蒸気の連通部を意識する)



今回の測定のターゲット

## 前回の調査

ボーリングした穿孔内の線量調査

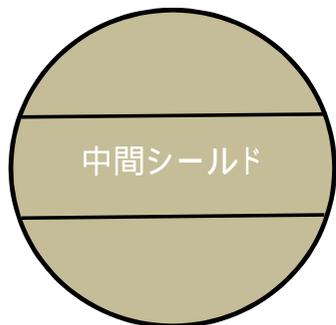


頂部シールド

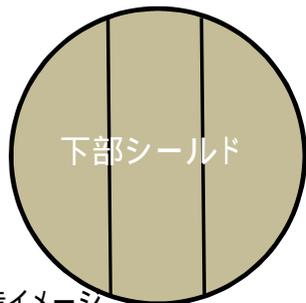
手法の特徴

- ・線源の具体的な位置の確認が可能
- ・汚染量の定量化に有利
- ・局所的にしかデータが得られない

約12m



中間シールド



下部シールド

構造イメージ

中央

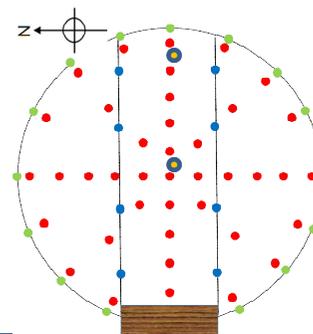
検出器  
約1m  
深さ4.2cm位置で約1.2Sv/h

## 今回の測定

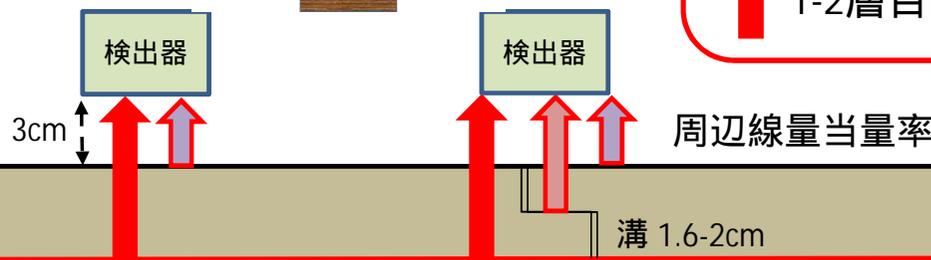
表面上(約3cm高さ)における線量調査

手法の特徴

- ・検出器を近接させることで背景の放射線影響を低減
- ・ローダー等を用いた広範囲でのデータ取得が可能
- ・分布、全体の大凡の汚染量の把握に有利
- ・表面汚染及び近傍瓦礫、溝部分の汚染の影響を受ける

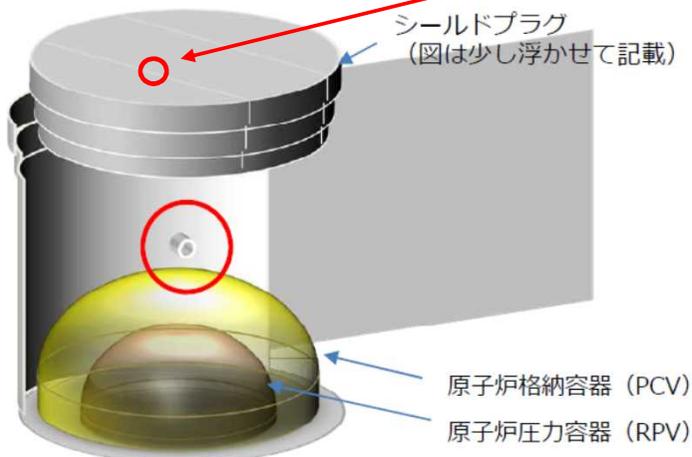


- ↑ 表面 約30mSv/h
- ↑ 溝部分
- ↑ 1-2層目隙間



## ○2号機シールドプラグ隙間の状況

シールドプラグは、  
頂部カバー、中間カバー、底部カ  
バーの3段構成であり、各カバー  
は3ブロックに分割、**ブロック間に  
隙間が存在**している。



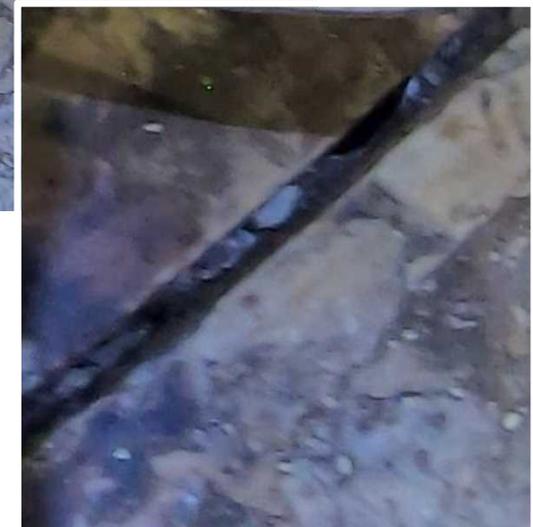
原子炉キャビティ差圧調整ラインの設置位置イメージ図

2号機シールドプラグ高濃度汚染への対応状況について  
2021年7月8日東京電力ホールディングス株式会社より  
一部抜粋、加工



2021年8月26日原子力規制庁撮影

2号機シールドプラグ(頂部カバー)の隙間

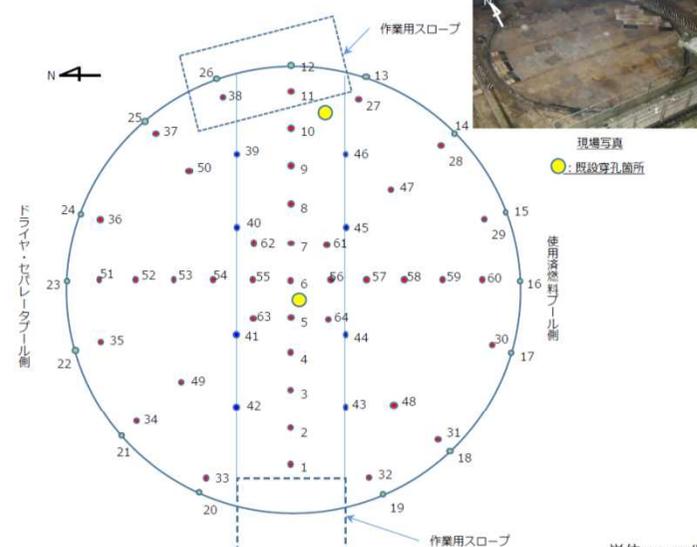


隙間の拡大図

1F-2号機 オペフロ線量測定記録 (規制庁協働調査)

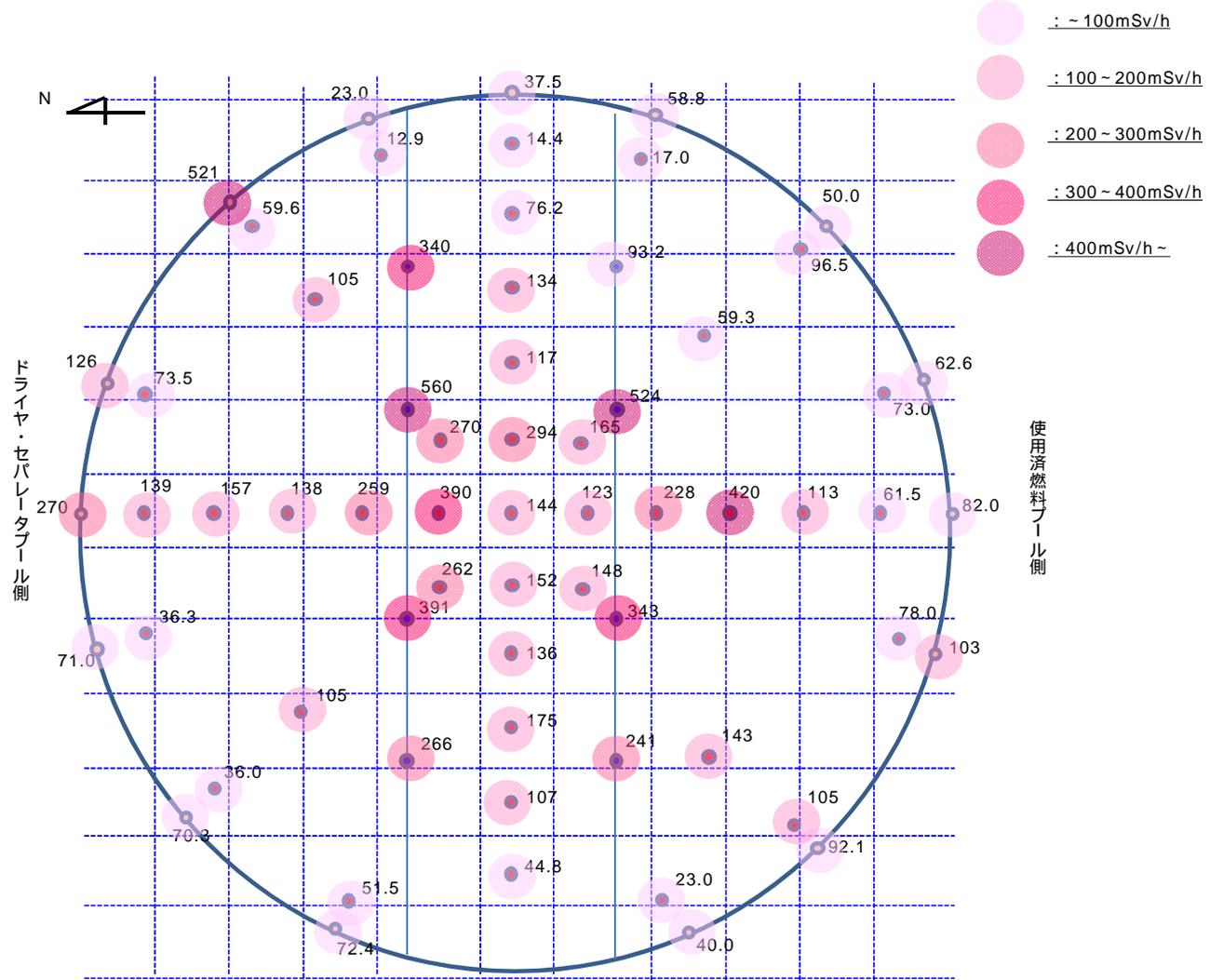
件名	1F-2 シールドプラグ表面線量測定	測定者	Kobra, Packbot
測定日	2021/10/7	使用機器	Kobra, Packbot
計測器	PDR 3 03	操作者	

規制庁: 安井氏, 岩永氏, 上ノ内氏, 佐藤(匡)氏, 林氏, 松本氏, 黒川氏

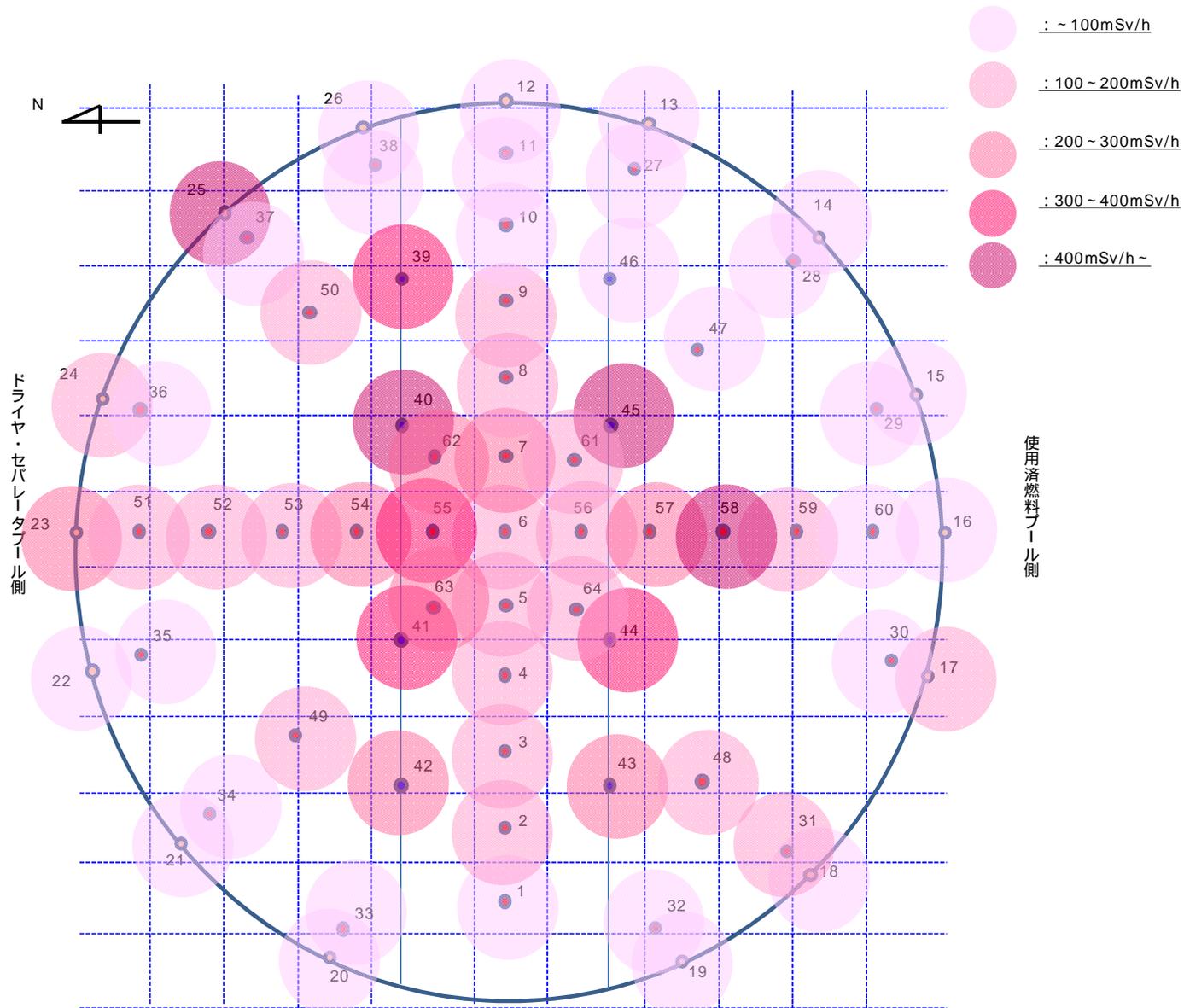


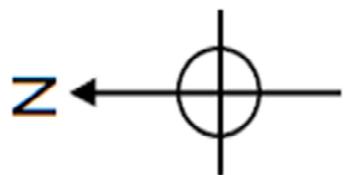
No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値
1	44.8	16	82.0	31	105	46	93.2	61	165
2	107	17	103	32	23.0	47	59.3	62	270
3	175	18	92.1	33	51.5	48	143	63	262
4	136	19	40.0	34	36.0	49	105	64	148
5	152	20	72.4	35	36.3	50	105		
6	104,144※1	21	70.3	36	73.5	51	139		
7	294	22	71.0	37	59.6	52	157		
8	117	23	270	38	12.9	53	138		
9	134	24	126	39	340	54	259		
10	76.2	25	521※2	40	560	55	390		
11	14.4	26	23.0	41	391	56	123		
12	37.5	27	17.0	42	266	57	228		
13	58.8	28	96.5	43	241	58	420,385※3		
14	50.0	29	73.0	44	343	59	113		
15	62.6	30	78.0	45	524	60	61.5		

※1: 2回測定差異値 ※2: 近傍に残材あり。残材を避けた箇所約70mSv/h ※3: 2回測定差異値

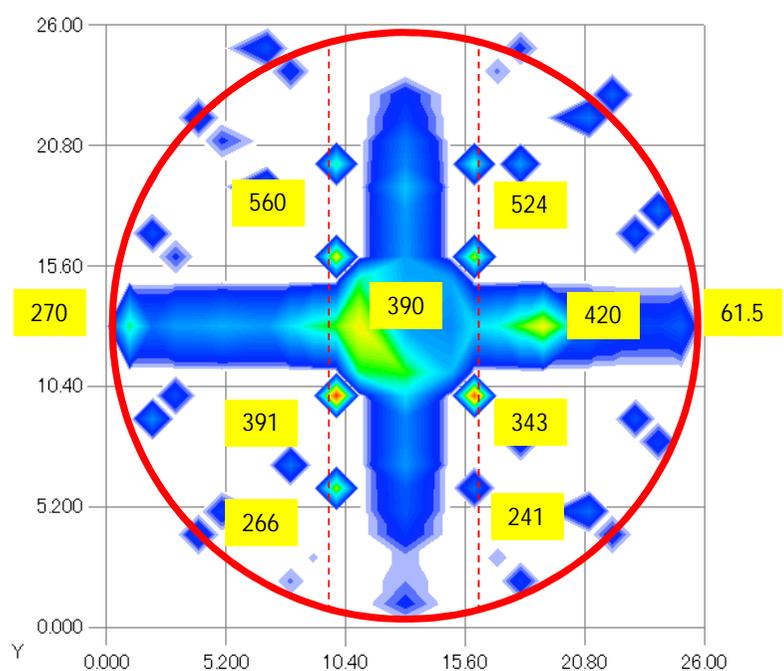


近傍に残材あり。残材を避けた箇所約70mSv/h

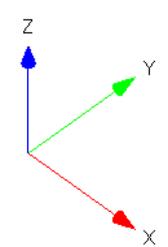
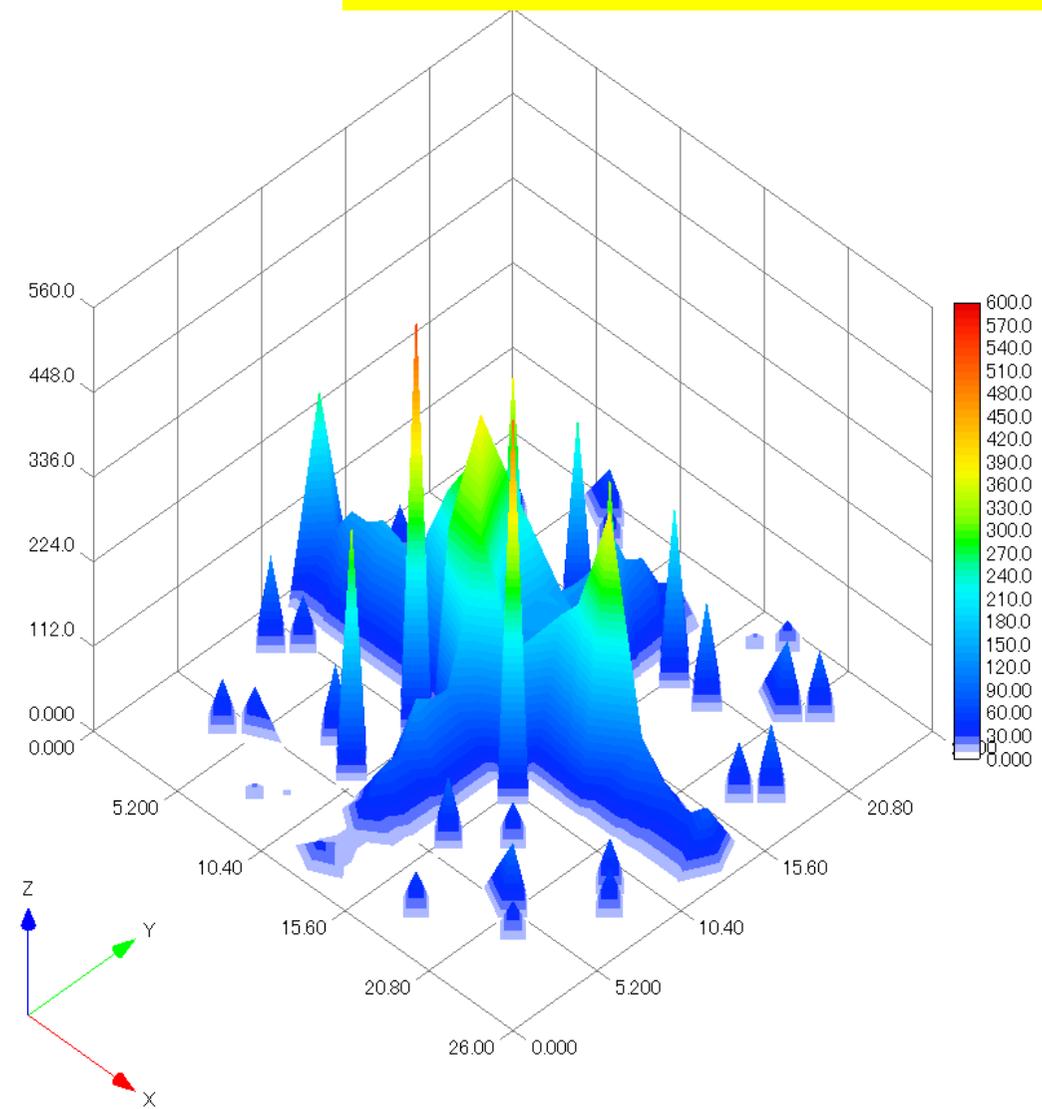
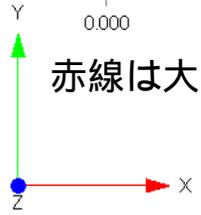




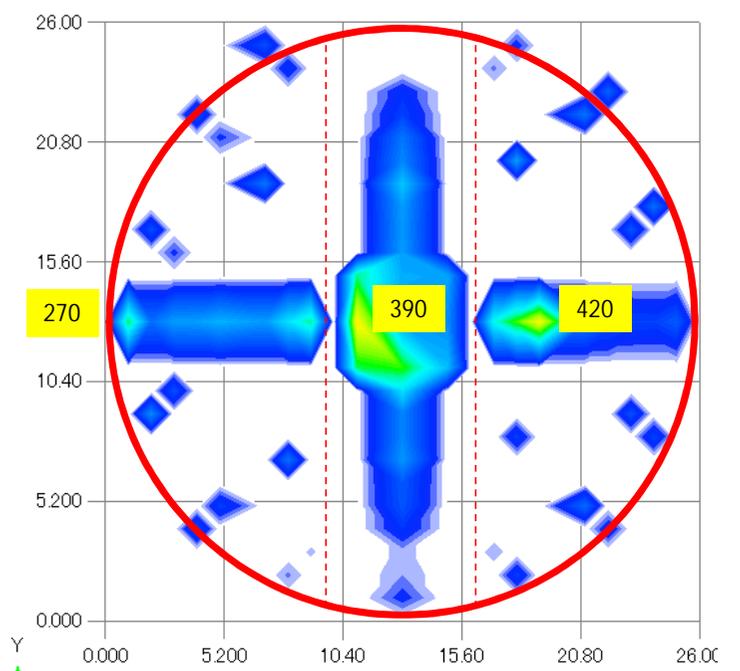
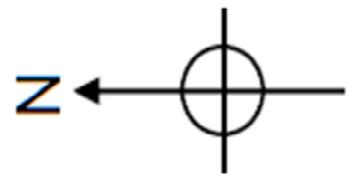
シールドプラグ上の溝 (幅16-20mm) 単位mSv/h



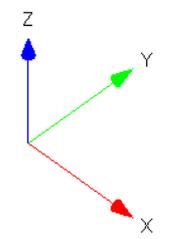
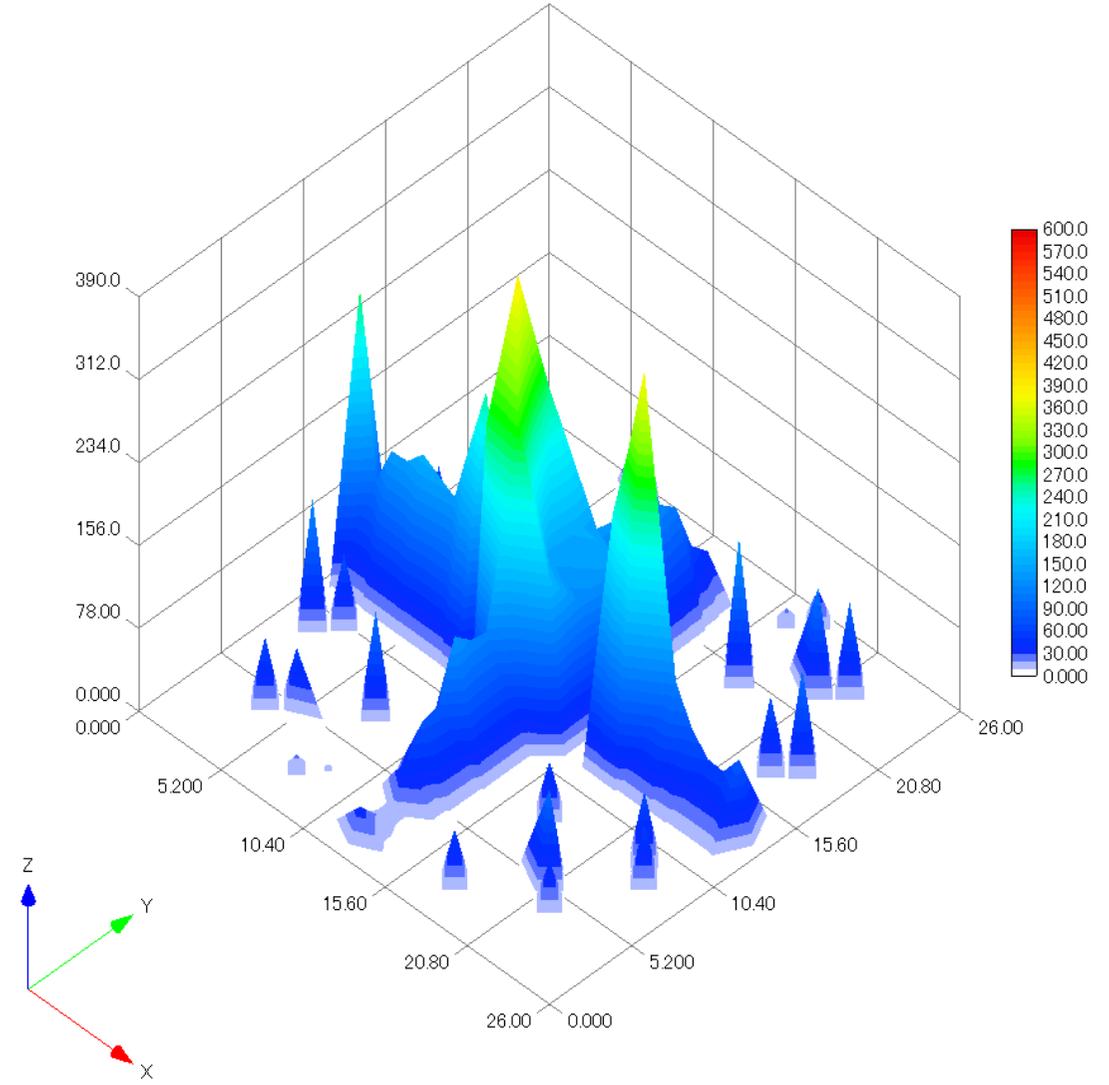
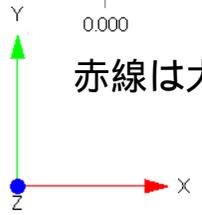
赤線は大凡のシールドプラグ及び溝の位置

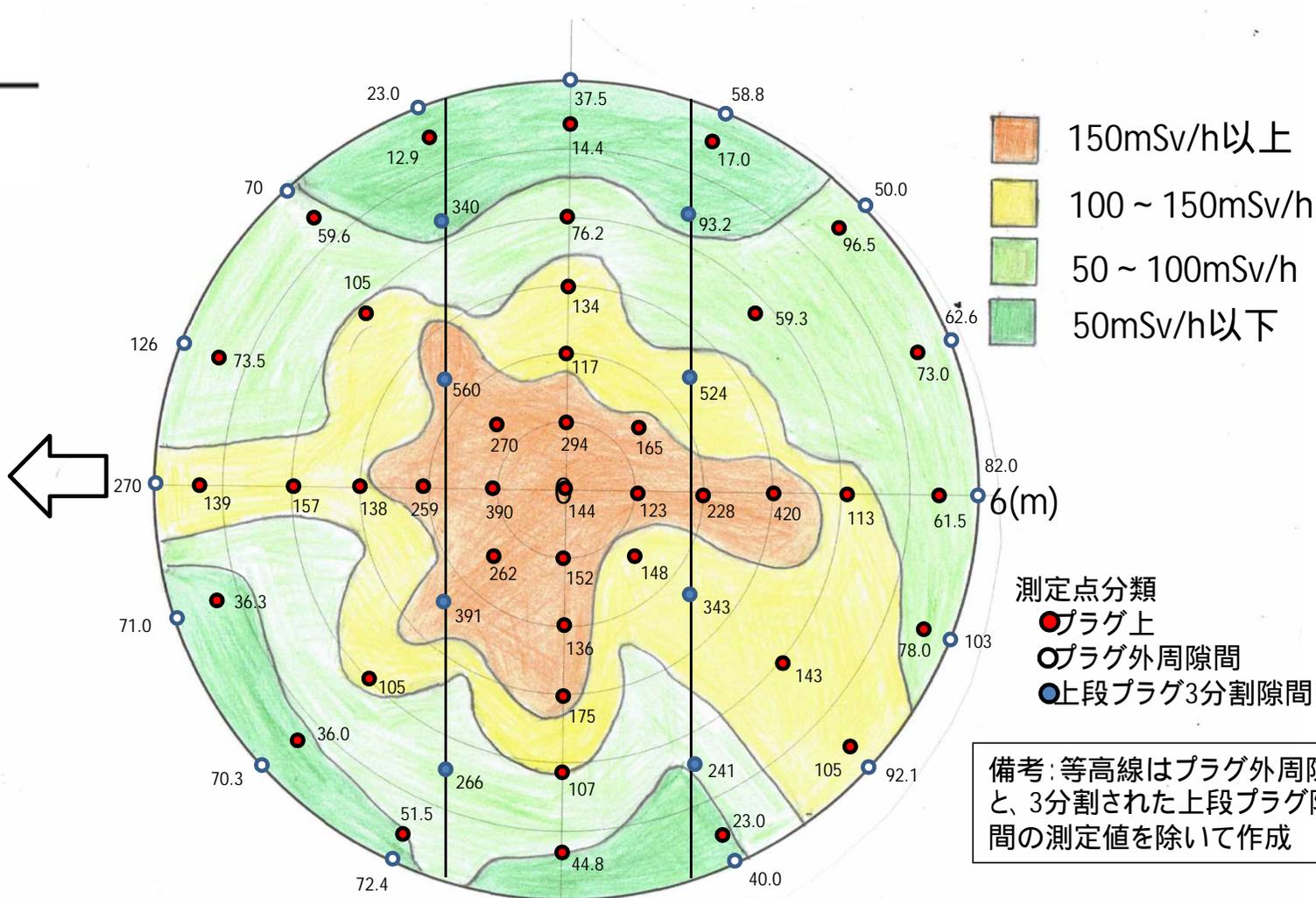
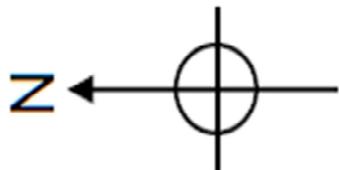


シールドプラグ上の溝データを除く 単位mSv/h



赤線は大凡のシールドプラグ及び溝の位置





一部手書きによる等高線

原子力規制庁 1F室 林技術参与から提供 20211015

## 測定結果について

得られた表面線量率分布から、以下のことが見てとれる。

- ・全体として中心部が高く、端に近づくに従い低くなる
- ・中心部においても、南北方向に高めの傾向があり、東西方向の端は南北方向の端より低い
- ・数値で見ると、12.9～420mSv/hの範囲で広がっている。

各測定点は、シールドプラグ下面直下の直径1m程度の円の汚染密度を反映していることから、できるだけ多くの穴内での測定が望まれる。仮に直径12mのシールドプラグ全体の分布を穿孔穴内の測定だけで評価するなら概算で144個以上の穴が必要となる。測定点は以下の2つの目的に応じて設定しており、それぞれの測定結果の解釈を以下にまとめる。

### (1) 新たな穿孔箇所を検討のための測定点と線量率の傾向

底部汚染の特定のために、プラグ外周隙間と分割部を除くシールドプラグ上の測定点41点を設定した。全体に中心付近(測定点No.7、62、63)が高く周辺が低い傾向であった。また、No55、58は周囲の傾向と異なり高い線量であった。両箇所とも表面線量が特異的に高くなるような要因は見受けられなかった。

### (2) 事故時セシウムを含む蒸気が通過した痕跡の検討のための測定点と線量率の傾向

事故時セシウムを含む蒸気が通過した痕跡の可能性のある測定点として、プラグ外周隙間15点と分割部の隙間8点を測定点を測定した。プラグ外周隙間部及び上段プラグ分割部の線量率は、近傍の表面より線量率が高く、特に上段プラグ分割部と中段プラグ以下の分割部が交差していると思われる4点は非常に高い線量率となっていた。

シールドプラグ分割部及び外周部の隙間部の底には汚染している砂状物質の存在が認められたが、砂状物質だけで測定された線量を説明することは困難であり、放射線ストリーミングや固着した汚染の影響も考えられる。

## 今後のシールドプラグ調査について

今回、表面線量率を測定したデータをもとに、新たな穿孔位置及びその穴内測定を組み合わせる汚染量および分布を評価する方法を以下に示す。

- ・今回の測定点の中から最大と最小の線量率範囲がカバーできる数点の測定点を選ぶ。(測定された線量の確認)
- ・その点を穿孔し、穴内線量率測定によりシールドプラグ下面の隙間の汚染量を評価する。(表面汚染との対応)
- ・その他の場所についてはこれらの相関を使って、汚量マップを作成し、汚染量総量を把握する。(汚染量の算定)

具体的には測定された線量率範囲を目安にし、南北と東西の汚染量分布、隙間以外でも特に高い2点(No.55, No.58)の直下の汚染量を得ることも考慮して、選定した測定点とその線量率を表に示す。また穿孔箇所(測定点位置と同じ)の案を図に示す。あと分割部の影響を調査も合わせて行う。赤

規制庁としては、上記の測定を実施することでシールドプラグの汚染量の特定及び分布、シールドプラグ分割部の隙間等をセシウム等を含む蒸気が通過することで生じた汚染のメカニズムを特定していく。

測定点	線量率(昇順) (mSv/h)
11	14.4
1	44.8
60	61.5
10	76.2
2	107
6	144
52	157
57	228
54	259
58	420
55	390

● 穿孔位置案 (= 表面線量率測定位置)

aa(bb) aa:測定点番号、bb:(線量率(mSv/h))

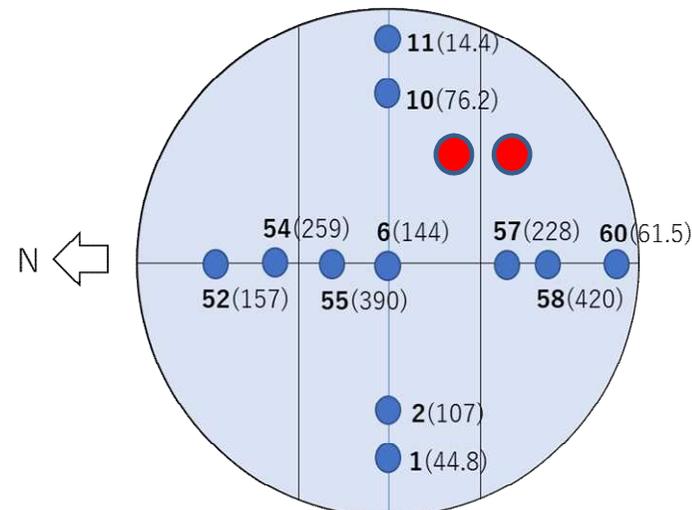


図 シールドプラグ穿孔箇所の最小数の案

## シールドプラグ周辺の構造と線量場の理解

天井

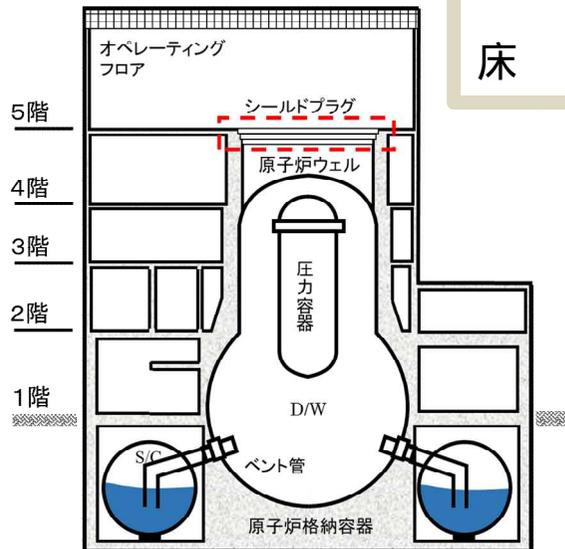
壁面

床

### 作業環境としての線量場の構築

- ・使用済燃料の取扱い
- ・燃料デブリ回収 etc

今後のあらゆる作業についてアクセス性を確保するための必須事項



2号機原子炉建屋

