

福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る
連絡・調整会議
第8回会合

議事次第

1. 日 時 令和3年10月25日(月)16:00 ~ 18:00
2. 場 所 原子力規制委員会 13階会議室 BCD
3. 議 題
 - (1) 2号機シールドプラグ汚染の今後の取り組みについて
 - (2) ケーブル、塗料等の加熱試験について
 - (3) 1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去に伴う調査分析について
 - (4) 4号機原子炉建屋内における3Dレーザースキャナーの定点測定について
 - (5) その他
4. 配布資料
 - 資料1：議事次第
 - 資料2 - 1：2号機シールドプラグの汚染状況について [原子力規制庁資料]
 - 資料2 - 2：2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査について [東京電力ホールディングス株式会社資料]
 - 資料3 - 1：ケーブル等の加熱実験について [原子力規制庁資料]
 - 資料3 - 2：ケーブル及び塗料の可燃性有機ガス発生量評価計画 [東京電力ホールディングス株式会社資料]
 - 資料4 - 1：福島第一原子力発電所1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について [東京電力ホールディングス株式会社資料]
 - 資料5 - 1：3Dレーザースキャナーの定点測定について [原子力規制庁資料]

2号機シールドプラグの汚染状況について

- i. 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23回会合
資料3 - 1「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）」
- ii. 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22回会合
追加説明資料「2号機シールドプラグの汚染状況の把握について」
- iii. 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22回会合
資料3 - 3（修正版）「2号機シールドプラグ穴内での線量当量率測定によるシールドプラグ上段と中段の隙間のCs-137汚染量測定方法の実証測定」

1. これまでの調査により、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。
2. さらに9月9日のボーリング孔内の線量調査での2か所の測定(中央及び東側)による領域(直径1m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。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。
3. 上記の考察を踏まえ、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した。また、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)からの寄与の測定を試みた。(蒸気の経路として想定。)
4. シールドプラグ上面の表面汚染が実質的に大きな影響を与えるレベルではないことは、これまでの測定で確認してきたが、一定の影響はある。さらに、散乱線の回り込みなどの効果もある程度はありと考えられる。このため、前回のボーリング孔よりも少し深いボーリング孔を一定の考えのもとに十数個穿孔し、追加測定を行うことが重要である。
5. なお、本調査は次第に事故分析の側面から廃炉実施のための情報収集の側面に移ってきており、この目的のために必要な調査の内容充実やスケジュール検討は、今後、廃炉関係者を中心に行われることを期待している。

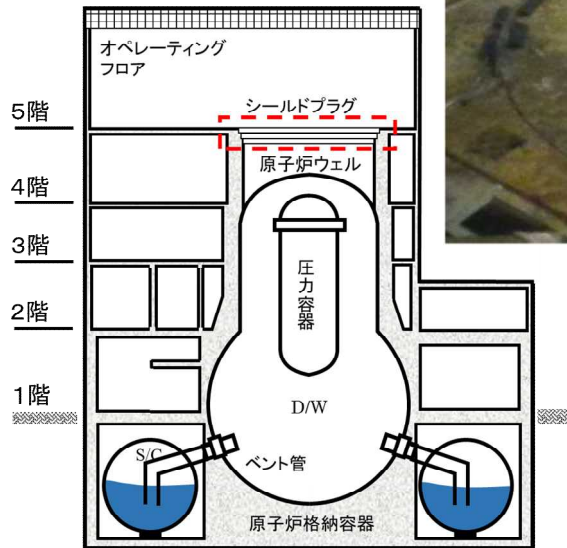
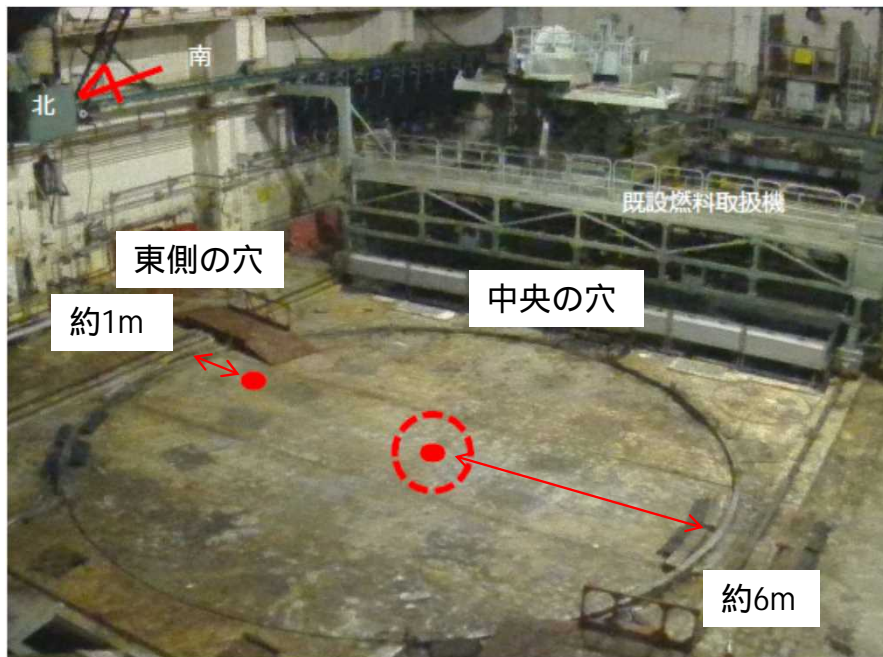
現地調査の実施状況について

(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

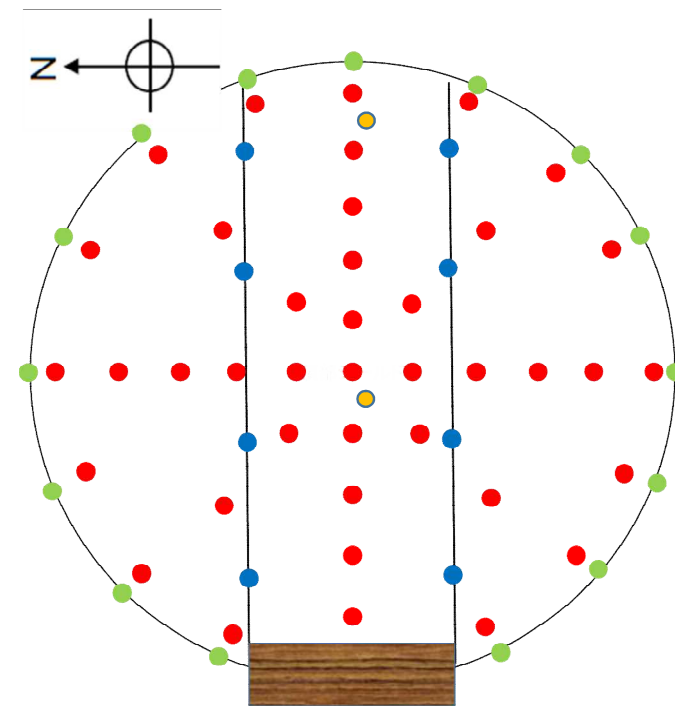
2号機シールドプラグ上面の線量率測定点



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 γ 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

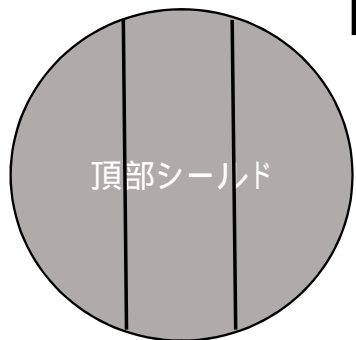
1. 2号機ではコリメータ付きγ線線量計の測定からは、1.5 m での周辺線量当量率からは100 PBq程度、0.3mでの測定で隙間全体で40PBq程度の汚染量が算定されている。(オペフロ表面の線量調査)しかし、本手法はいずれも、オペフロ床面の影響を除かなければならないという不確かさがある。
2. 1. 手法の不確かさを低減するために、シールドプラグ上の表面汚染とその他の表面汚染の状況を、周辺のBGの影響を受けにくいセシウム137由来のβ線を計測し、全体の床面において大きく変わらないことを確認した。(平均で30mSV/h程度)また、シールドプラグ上のガンマ線も他の部分に比べて高く、シールドプラ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

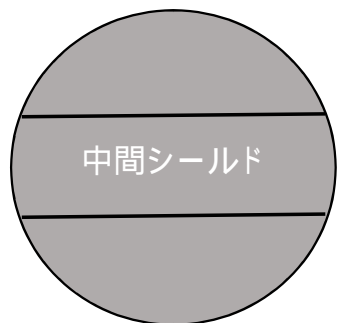
ボーリングした穿孔内の線量調査



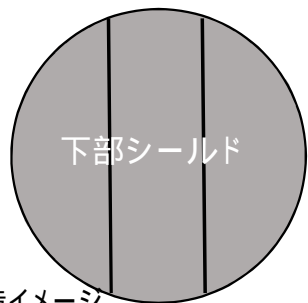
手法の特徴

- ・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



中央



構造イメージ

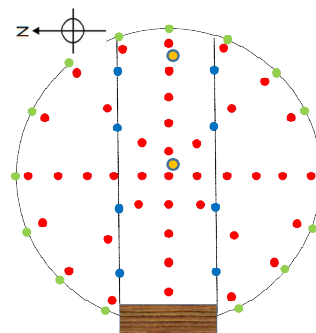
検出器
約1m
深さ4.2cm位置で約1.2Sv/h

今回の測定

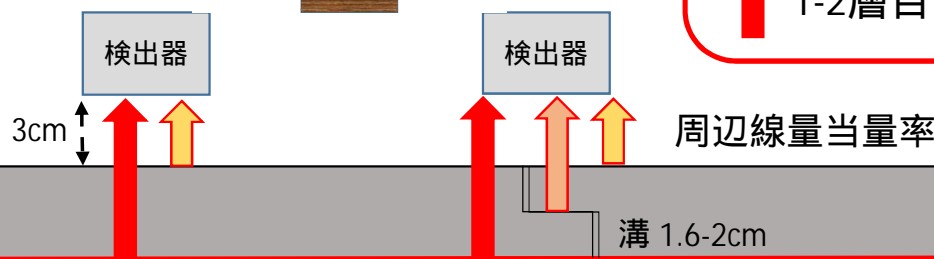
表面上(約3cm高さ)における線量調査

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



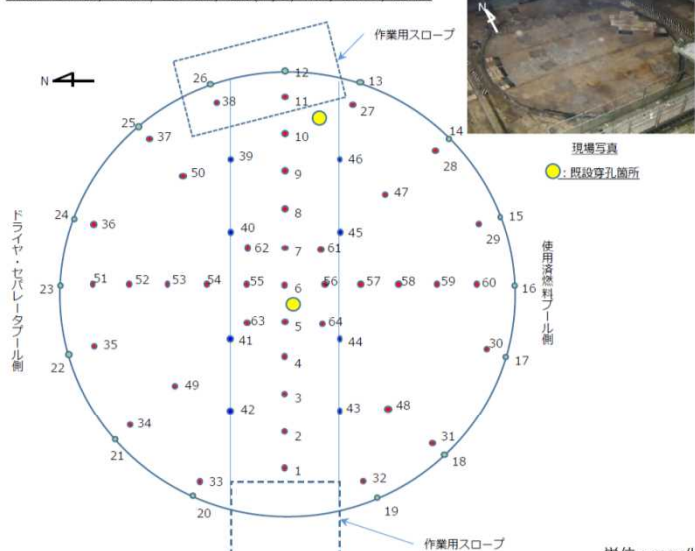
- ↑ 表面 約30mSv/h
- ↑ 溝部分
- ↑ 1-2層目隙間



1F-2号機 オペフロ線量測定記録 (規制庁協働調査)

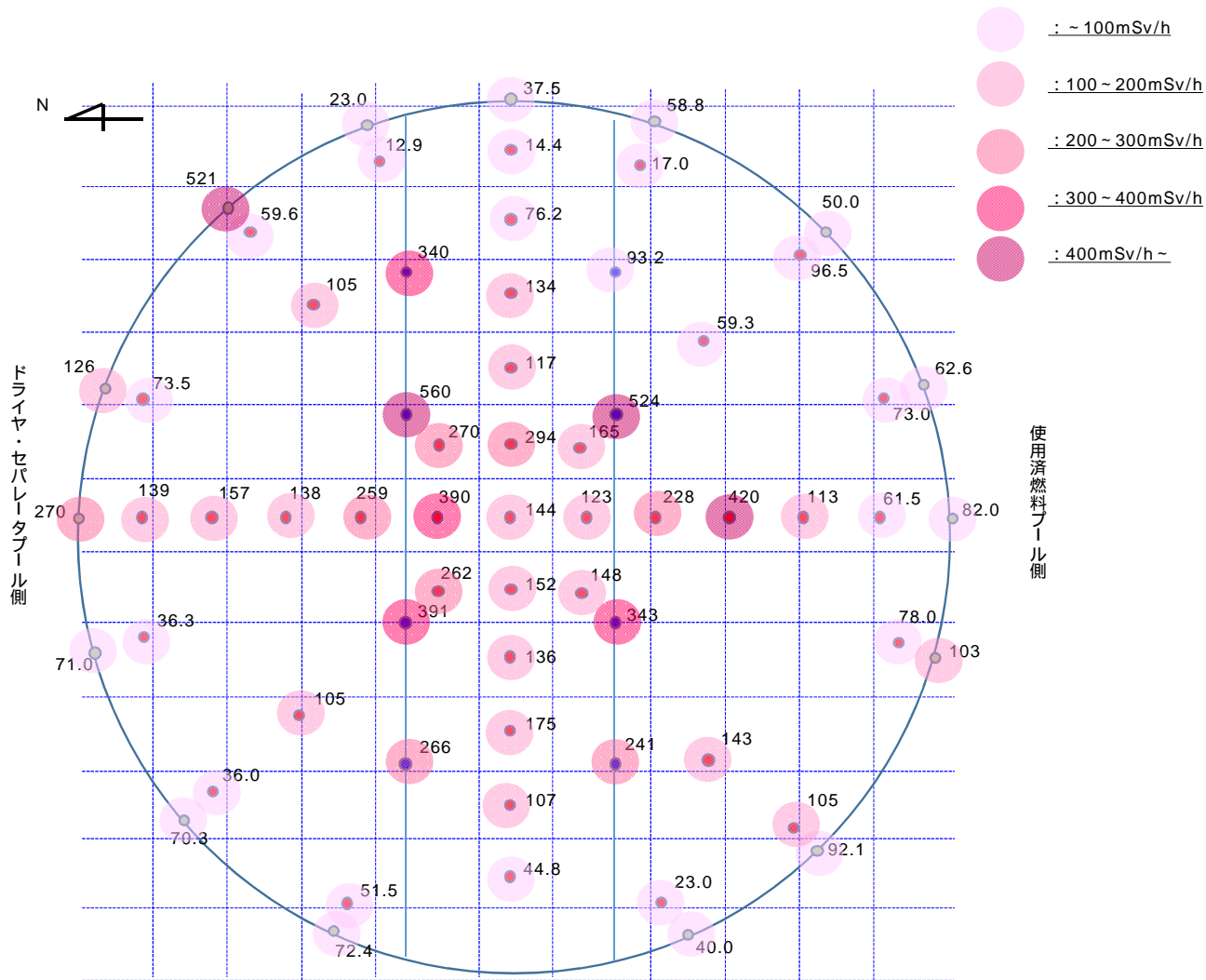
件名	1F-2 シールドプラグ表面線量測定	測定者	Kobra, Packbot
測定日	2021/10/7	使用機器	Kobra, Packbot
計測器	PDR 3 03	操作者	

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

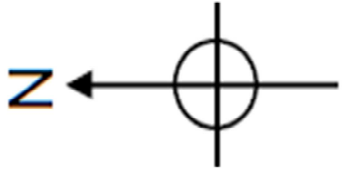


No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値
1	44.8	16	82.0	31	105	46	93.2	61	165
2	107	17	103	32	23.0	47	59.3	62	270
3	175	18	92.1	33	51.5	48	143	63	262
4	136	19	40.0	34	36.0	49	105	64	148
5	152	20	72.4	35	36.3	50	105		
6	104,144※1	21	70.3	36	73.5	51	139		
7	294	22	71.0	37	59.6	52	157		
8	117	23	270	38	12.9	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		

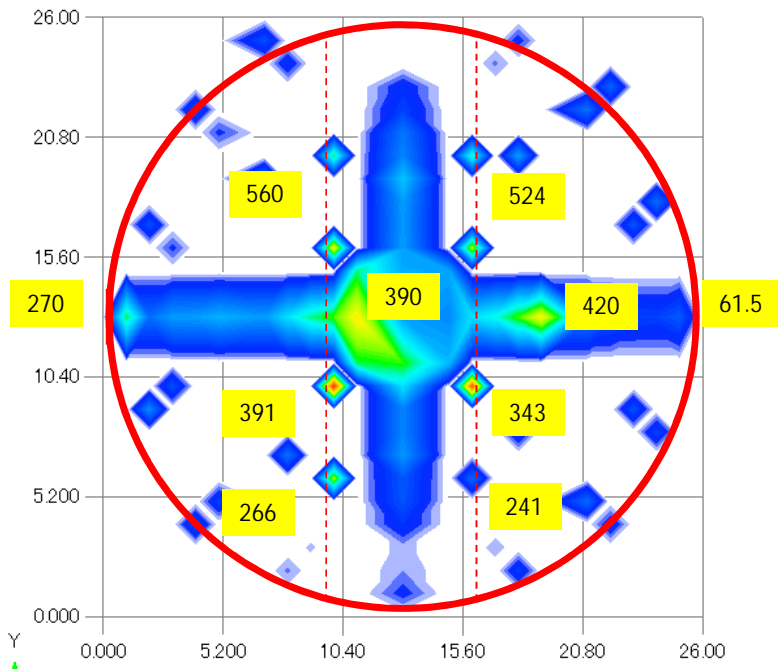
※1: 2回測定差実績 ※2: 近傍に残材あり。残材を避けた箇所で約70mSv/h ※3: 2回測定差実績



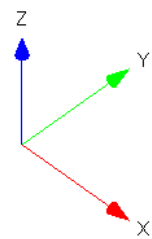
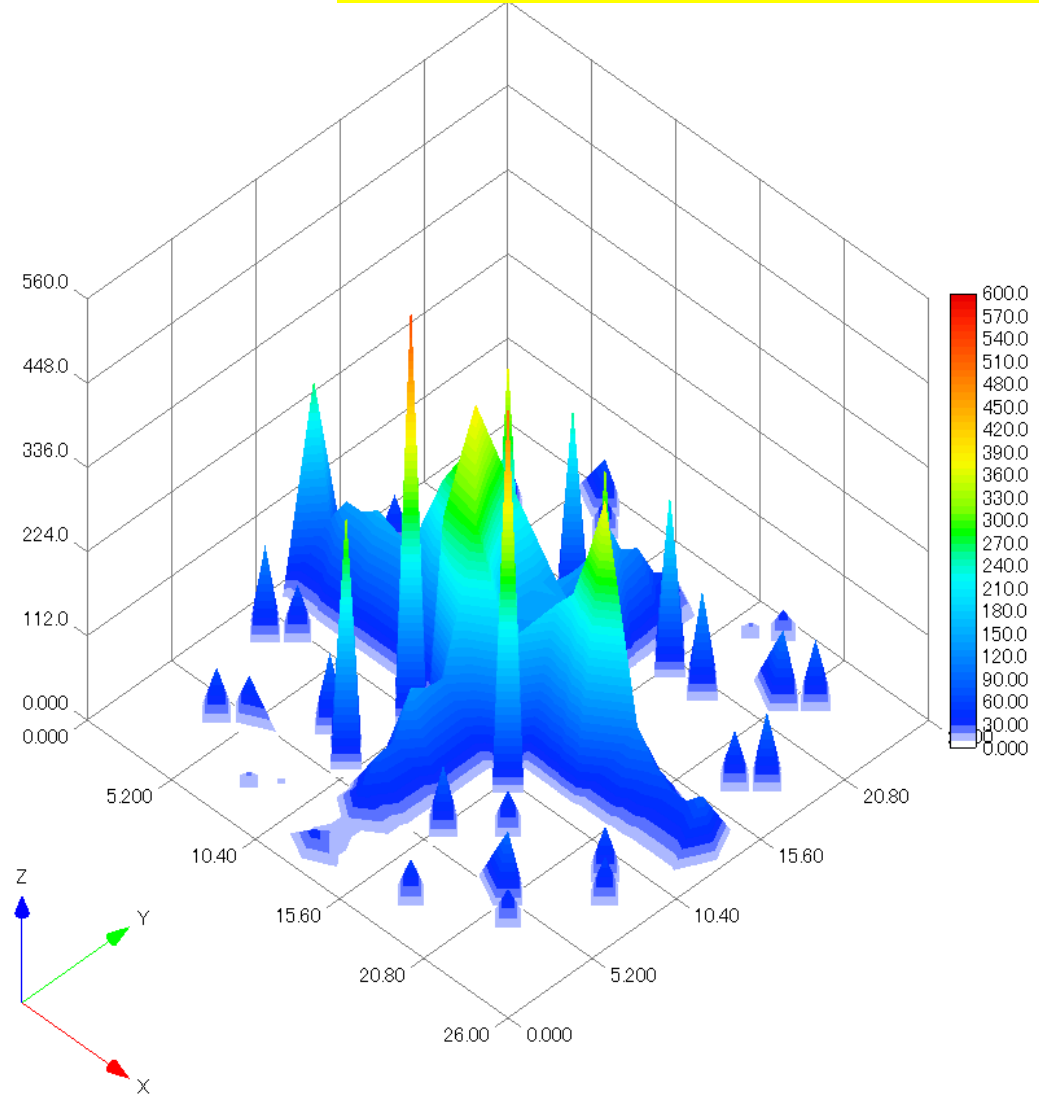
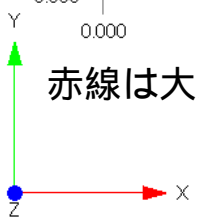
近傍に残材あり。残材を避けた箇所で約70mSv/h



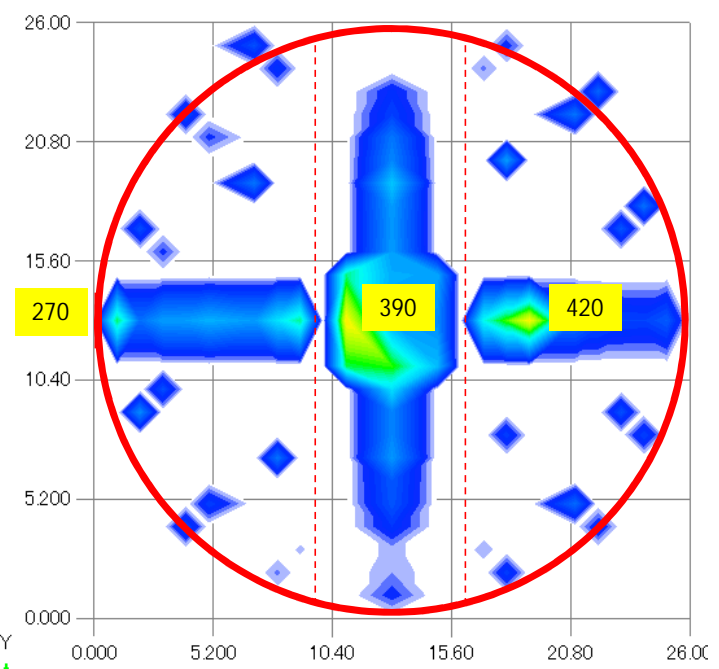
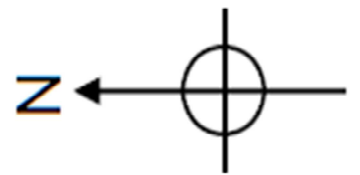
シールドプラグ上の溝 (幅16-20mm) 単位mSv/h



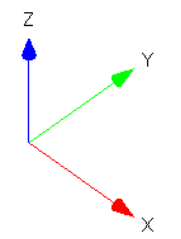
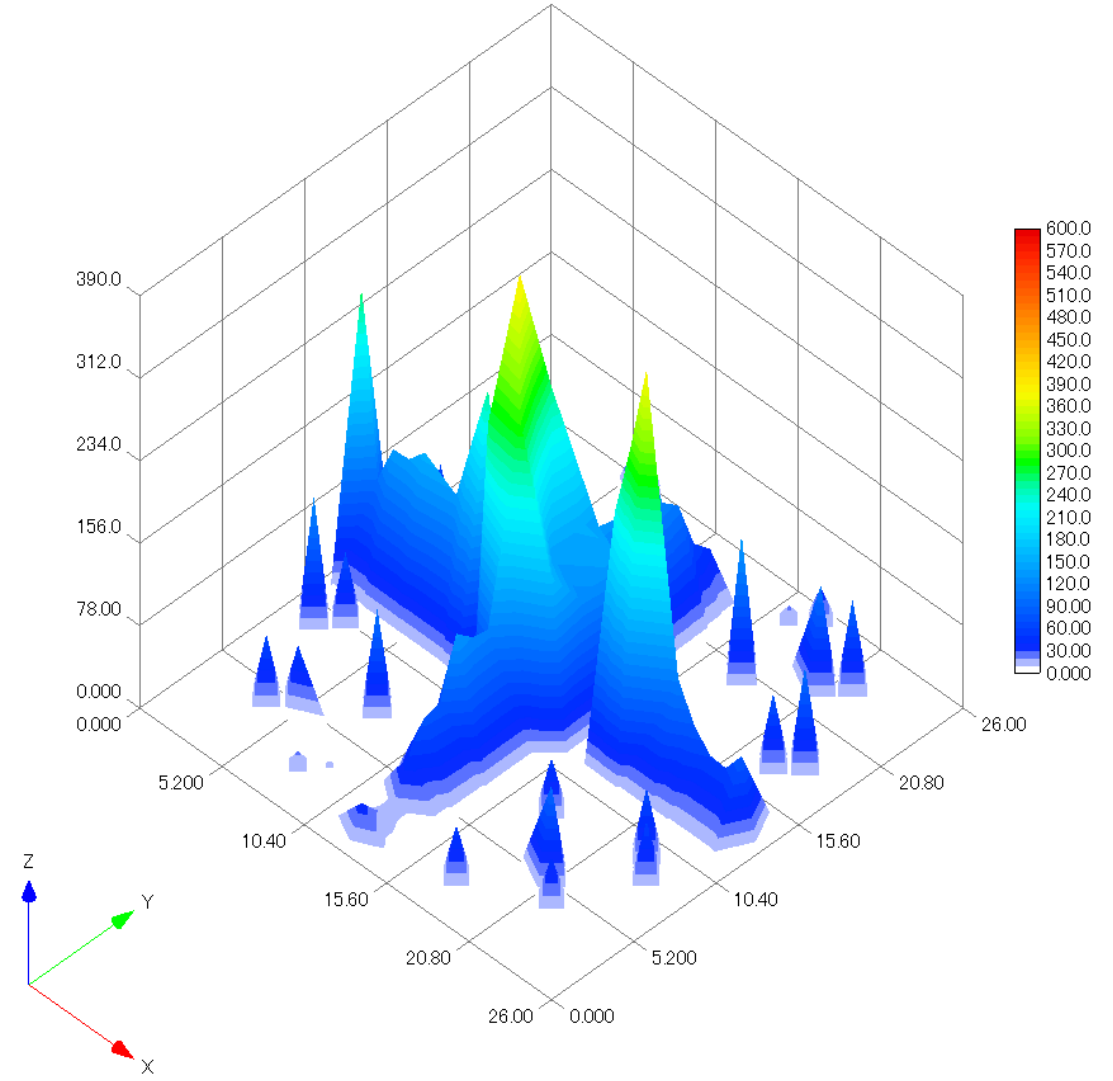
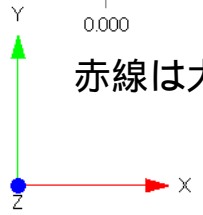
赤線は大凡のシールドプラグ及び溝の位置



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



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))

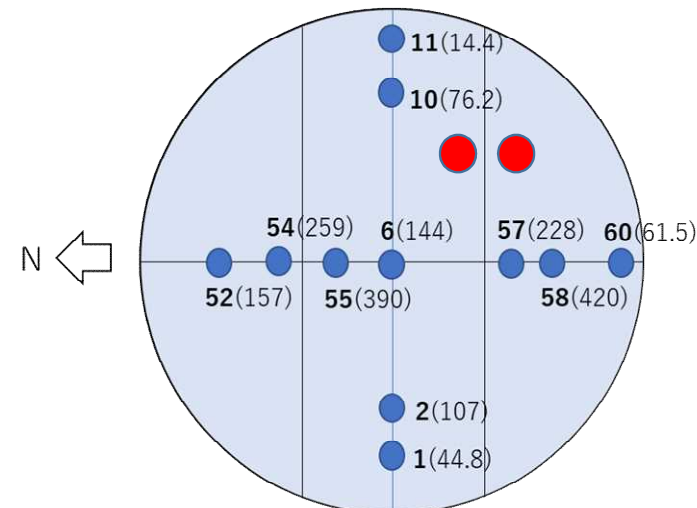


図 シールドプラグ穿孔箇所の最小数の案

シールドプラグ周辺の構造と線量場の理解

天井

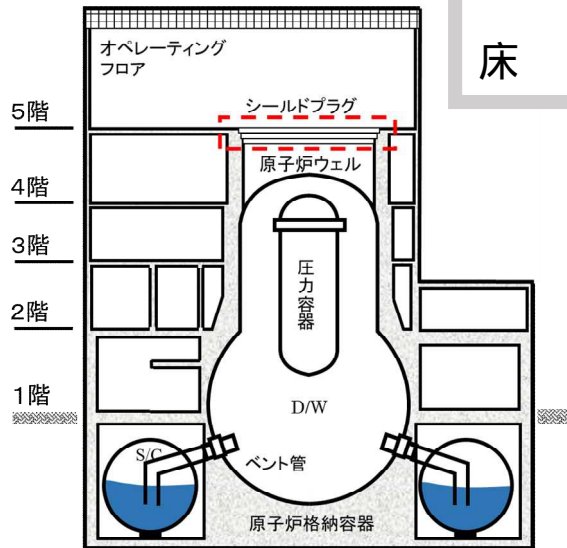
壁面

床

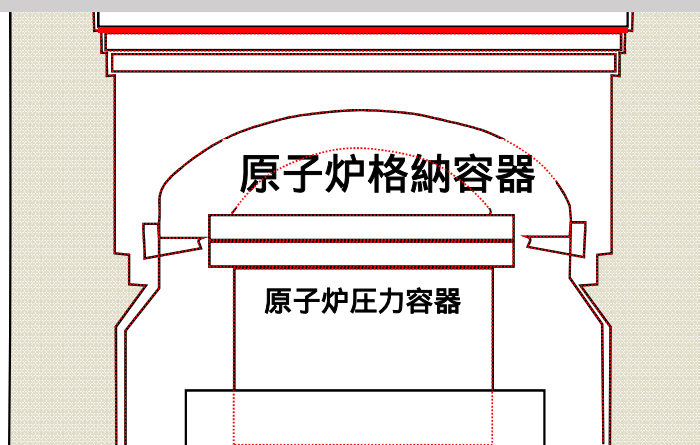
作業環境としての線量場の構築

- ・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



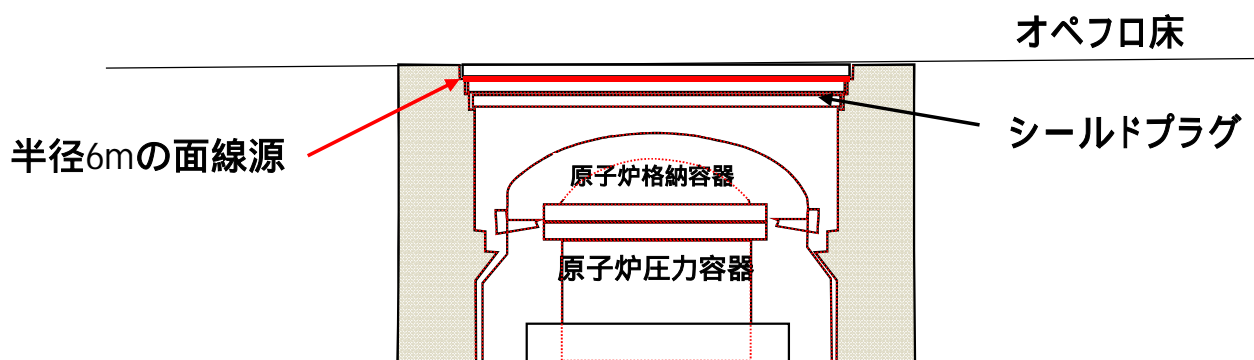
2号機シールドプラグの汚染状況の把握について

2021年9月14日

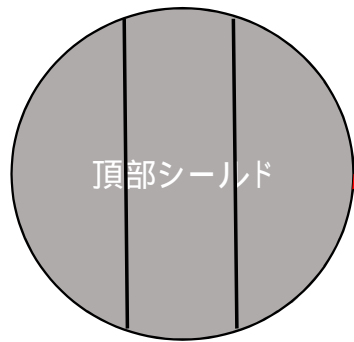
東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

シールドプラグ周辺の構造と線量場

- シールドプラグは、61cm厚さのコンクリート製の上段、中段、下段の3層構造であり、線源としては、上段と中段の隙間（上段の下面と中段の上面）、中段と下段の隙間（中段の下面と下段の上面）、ウエル内面を含む下段の下部表面が考えられる
- 上段と中段の隙間から床面の間には61 cm、中段と下段の隙間から床面の間には122 cm、下段表面から床面の間には183 cmのコンクリートが存在する
- 61 cmのコンクリートは、Cs-137の0.663 MeV 線による線量当量率を 3桁近く減衰させる遮蔽能力を持っている
- 今回の東電のウエル調査により、下段の下部表面近くでの線量当量率が、オペフロ上部と同等以下であることが確認されたので、中段と下段と隙間の線源がオペフロ上部へ寄与することは無い
- 「上段と中段の隙間と床面の間」と「中段と下段の隙間と下段下部の間」には同じ厚さのコンクリートが存在している

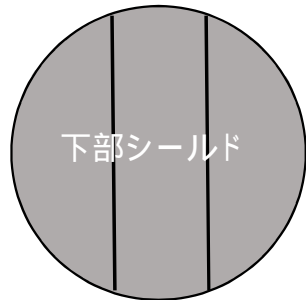
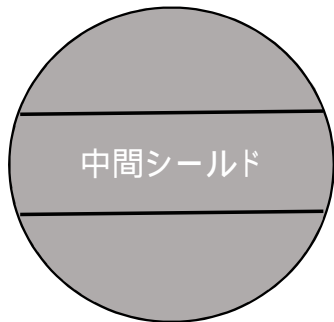


シールドプラグ周辺の構造と線量場

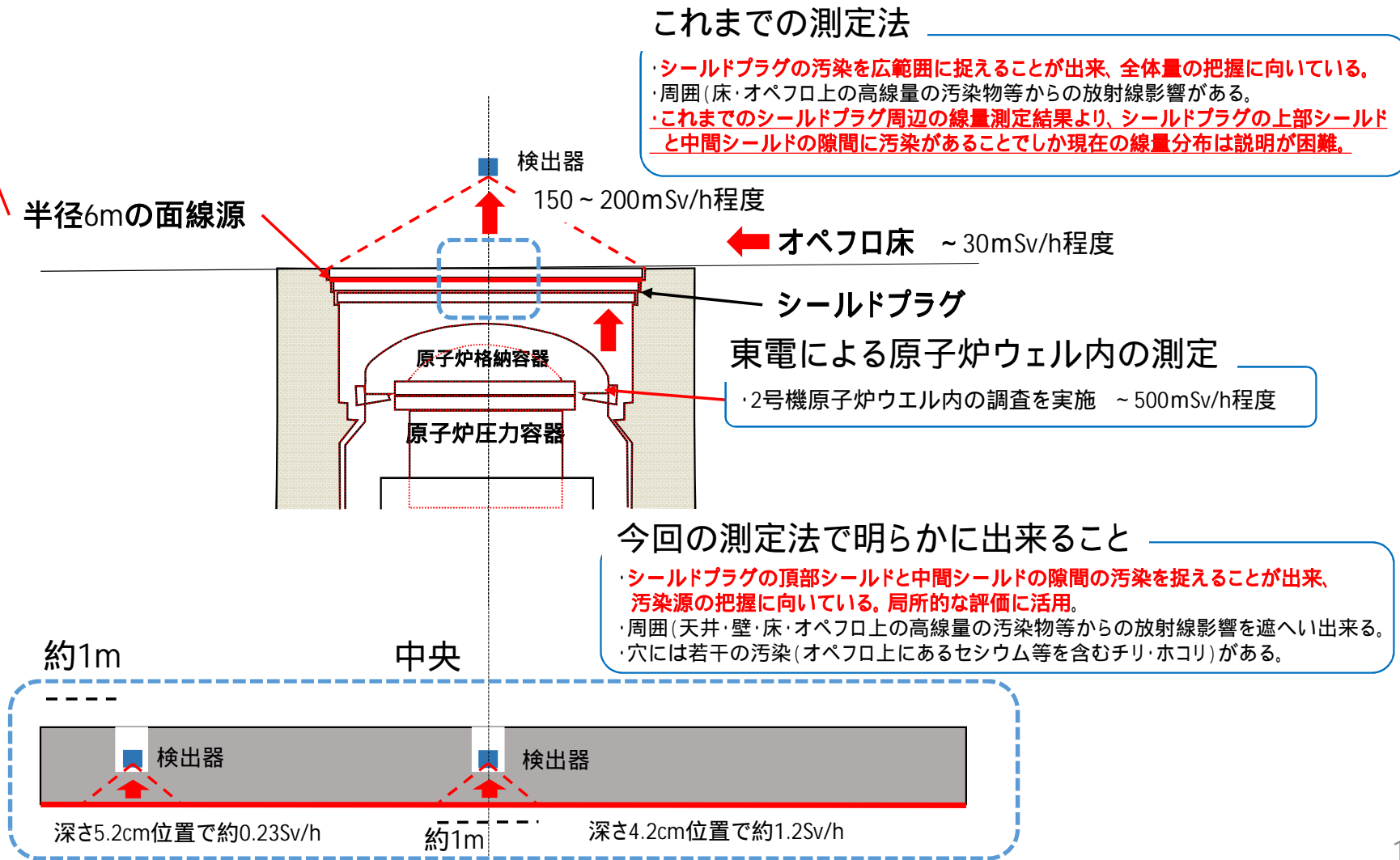


半径6mの面線源

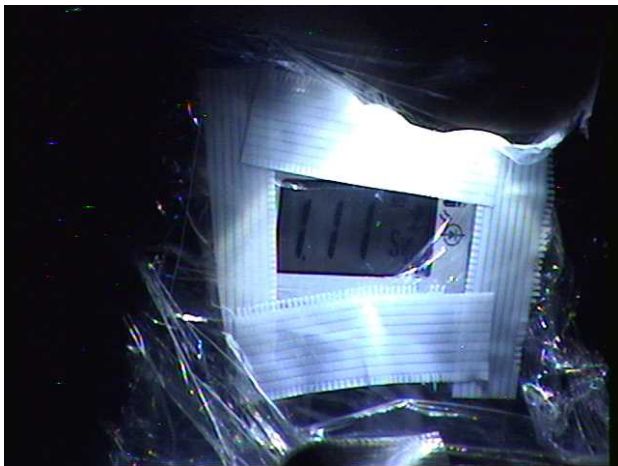
約12m



構造イメージ



シールドプラグ周辺の構造と線量場

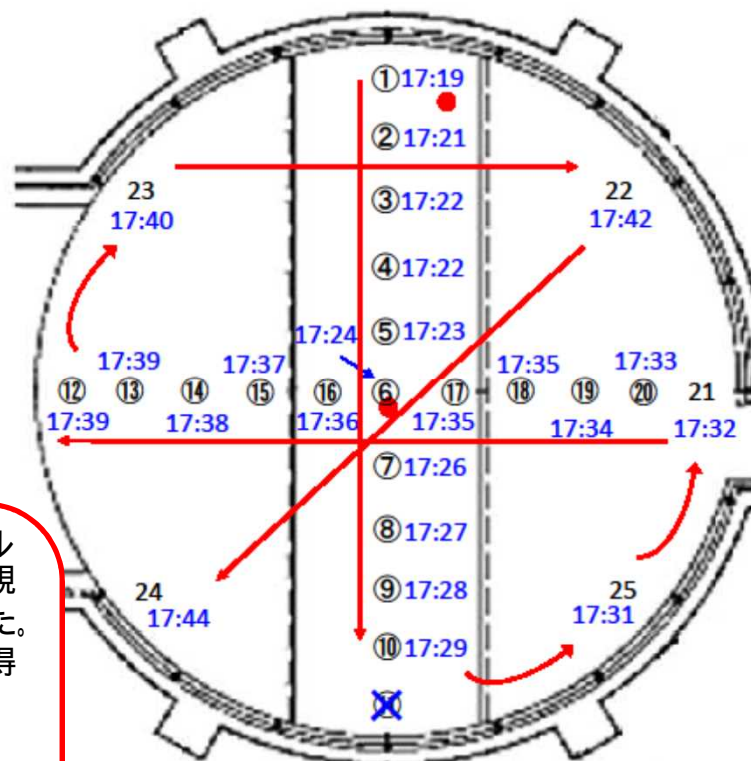


DSピット

シールドプラグ上の汚染状況把握

今回、シールドプラグ上の分布測定を実施。シールドプラグ上25cmにおける測定値について、東電、規制庁の検出器が同様の値を示すことが確認出来た。よって、これまで及び今後の東電の検出器により得られた情報も有効に活用出来るようになった。

一方、今回、シールドプラグの線量分布測定を東電及び規制庁側の検出器で実施したが、中央部での線量測定は成功したが、その後、記録装置バックアップ機を含め2機がメモリダウンし、分布情報を得ることが出来なかった。



使用済
燃料
プール

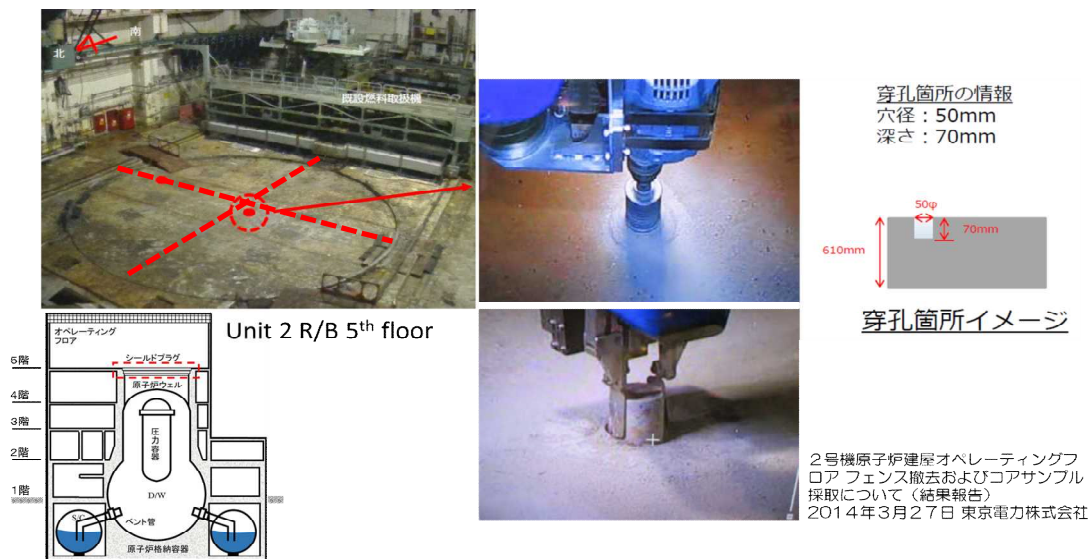


東京電力より提供された資料 2021年9月9日

今後の取り組みについて

シールドプラグ隙間に沈着しているCs-137放射能の総量を把握するためには、今回の測定でも見られたが、中央部と端部では汚染レベルに大きな違いも確認されており、測定箇所を増やし、汚染密度のばらつきに関する情報を得ることが必要であり、シールドプラグ表面での2~3 cm高さでの線量率分布が測定箇所選択に関する参考情報となる。

また、シールドプラグの隙間にはセシウムを含む汚染源となっている物質が付着、堆積していることから、この物質を採取し、放射能濃度や化学性状の情報を収集する。その情報から、事故当時、原子炉ウエルから放出されたセシウム等を含む蒸気のシールドプラグを通過する際のふるまいなどの把握に役立てる。



2号機シールドプラグ穴内での 線量当量率測定による シールドプラグ上段と中段の隙間の Cs-137汚染量測定方法の実証測定

2021年9月14日

原子力規制庁

平山英夫

シールドプラグ内での線量当量率によるシールドプラグ上段と中段の隙間のCs-137放射能推定法

- オペレーションフロア(以下、「オペフロ」という。)の床、壁及び天井の汚染の影響を受けずに、シールドプラグの上段と中段の隙間に大量に沈着していると推定されているCs-137の放射能を推定する手法
 - シールドプラグに穴を開け、開けた穴内に線量計を挿入して線量当量率を測定する
 - 穴内部では、床等のオペフロ内部の汚染からの γ 線は、コンクリートを透過する事になり、測定点から離れた位置ほど透過するコンクリートの距離が長くなるので、線量当量率に寄与する領域が限定される
 - シールドプラグ隙間の汚染からの寄与は、穴の深さだけ測定点に到達する前に透過するコンクリートの距離が短くなるので、線量当量率への寄与が増える
 - 床等の汚染密度に比べて、シールドプラグの上段と中段の隙間の汚染密度が非常に高い場合には、穴の内部では床等の汚染の寄与が無視できるレベルとなる可能性が高い

シールドプラグ隙間全体の汚染量

- 本手法でシールドプラグの隙間全体での汚染量を推定するには、シールドプラグ隙間の汚染のばらつきを「把握」し、適切な場所に新たなドリリングを行なって汚染密度とそのばらつきを測定することが必要
 - 床面近く(2-3 cm)で周辺線量当量率を測定すれば、穴内部の測定に寄与している領域に近い領域の情報が得られるので、新たなドリリング場所の選定のための情報として活用できる
 - 床表面の汚染の影響があるので、あくまで目安
 - これまで150 cm高さでの測定で使用してきた線量計で良い
- 床・壁・天井の汚染の影響評価が難しいが、シールドプラグ隙間の大部分の状況を反映することから、1.5 m高さでの測定に基づく推定が参考になる

まとめ

- 過去にIRIDが放射能分析のために採取したコア試料の後の穴(直径5 cm で深さ7 cm)を用いた実証測定で手法の妥当性を実証することができた
 - 穴内部の線量当量率分布が計算値と良く一致
 - 床からの距離が1 cm 増えると大凡10% 線量当量率が増加
 - この傾向は、シールドプラグ隙間の汚染が線源であることを示している
- 限られた測定点ではあるが、3号機の5か所の測定点で得られた汚染密度より高い汚染密度が測定された
 - 2号機では、3号機よりも多くのCs-137が沈着している可能性があることを示している
- この手法により得られた結果は測定位置下部の隙間の半径50 cm の領域の汚染密度を反映している
 - 中央と東側で見られた約3倍の違いは、シールドプラグ隙間の汚染密度のばらつきを反映したものと考えられる
 - シールドプラグ全体では、汚染密度のばらつきは更に大きい可能性がある
- シールドプラグの隙間全体の汚染量を求めるには、隙間の汚染密度のばらつきを反映した適切な場所で新たなドリリングを行い測定することが必要
 - ドリリング場所の選定では、シールドプラ表面での1.8 cm高さでの線量率が、シールドプラグ隙間の大凡半径50 cm の領域の汚染状態を反映しているため、表面近くの線量率分布が参考になる

2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査について

2021年10月25日


TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

➤ 目的

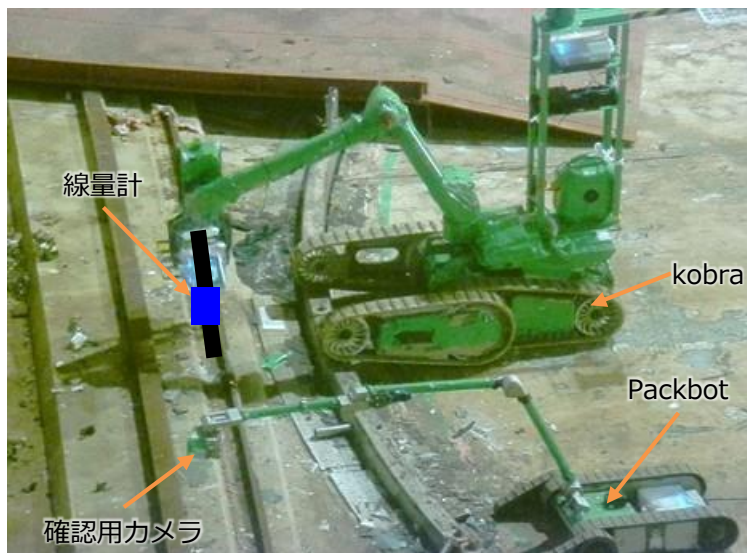
- シールドプラグ上段と中段の隙間に蓄積していると推定している放射性物質の放射エネルギー評価の確度向上を目的として、オペフロ床面の表面汚染影響を受けにくい測定方法である穿孔箇所を用いた調査を実施する。
- 当該調査結果は、将来の燃料デブリ取り出し工法検討や事故解明に活用する。

➤ 調査の状況

- 早期の調査が可能な方法として既存穿孔箇所を活用した調査を、原子力規制庁殿と協働で実施（2021年8月26日・9月9日）。
 - ✓ シールドプラグ上段と中段の隙間には、セシウムを含む放射性物質が付着、堆積している可能性が高い。
 - ✓ シールドプラグ全体では汚染状況のばらつきが大きい可能性がある。
- 
- シールドプラグの汚染状況の更なる把握に向け、新規穿孔箇所による調査を計画。
 - ✓ 新規穿孔箇所の検討のため、シールドプラグ上の線量調査を実施。（2021年10月7日）

2. 2号機シールドプラグ上部の線量調査 (1/2)

- 線量計を2cm高さに取付けた測定治具をKobraにて把持。
- シールドプラグ上部を走行し，線量計の表示値をPackbotで確認を実施。
- シールドプラグ上部の64ポイントを測定。



調査に用いる遠隔操作機器・計測器



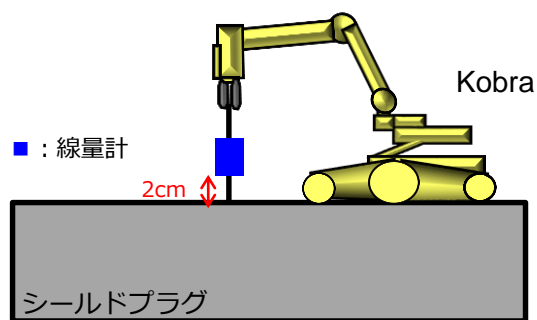
Kobra



Packbot



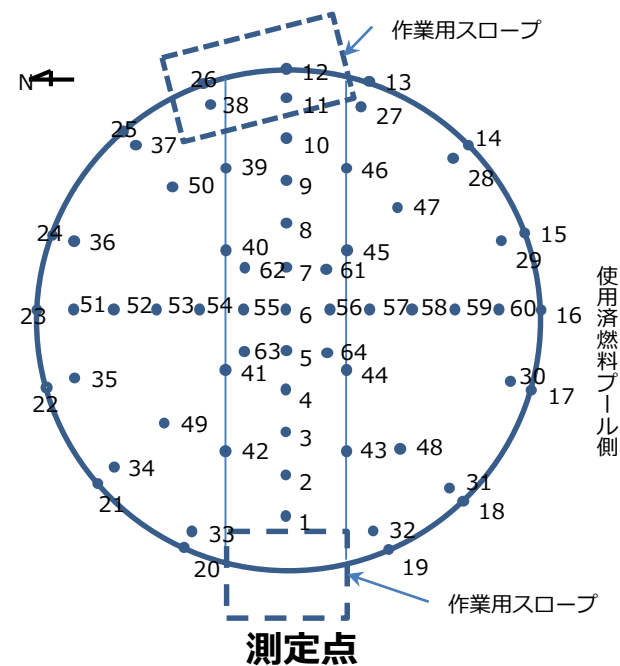
線量計



調査イメージ



現場状況写真

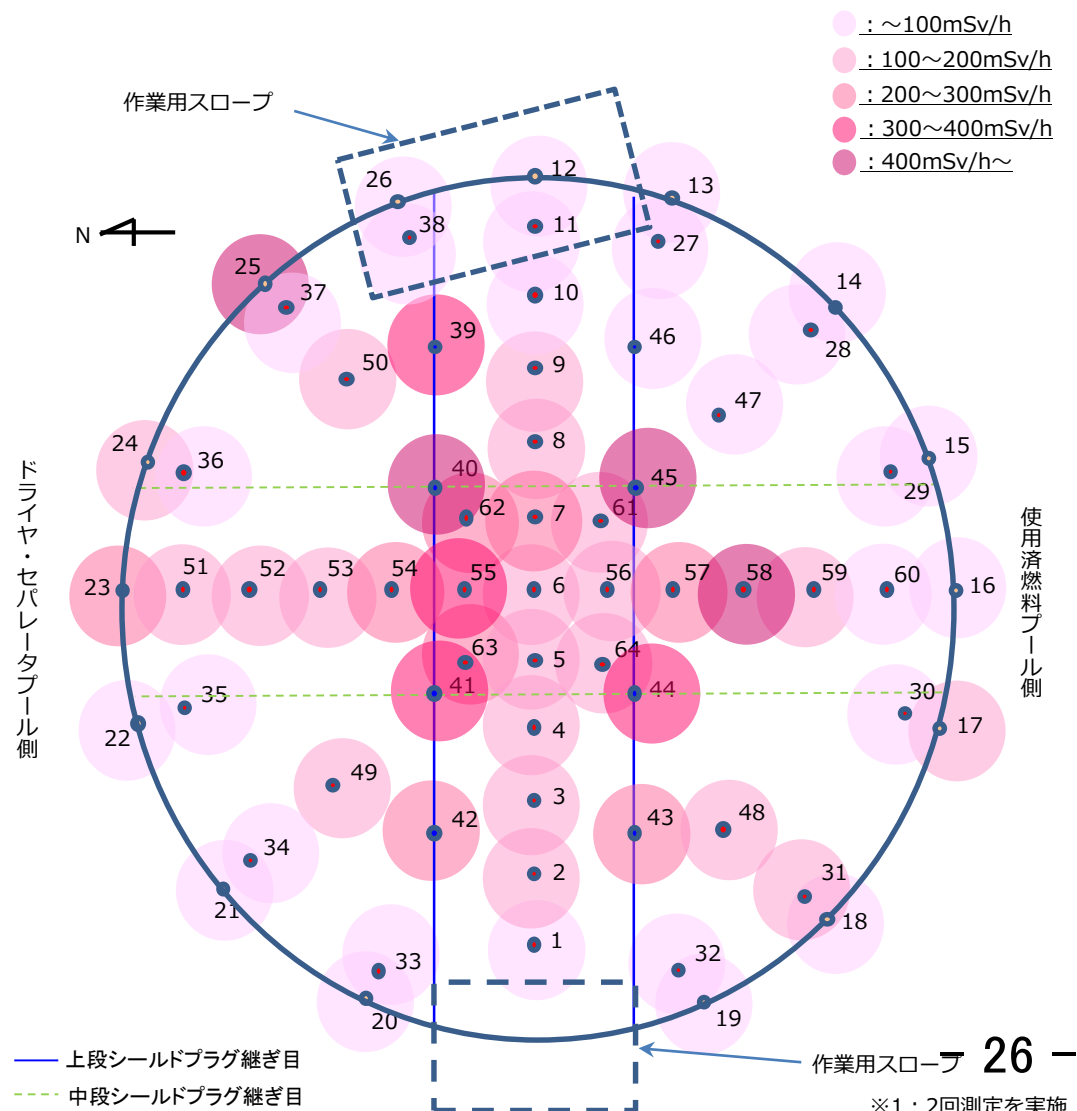


Packbotは、計測器の表示確認及び作業状態を監視し、遠隔作業をサポート

2. 2号機シールドプラグ上部の線量調査 (2/2)

単位:mSv/h

➤ 中央部・継ぎ目部で線量が高く、シールドプラグ上部の線量にバラつきがあることを確認。

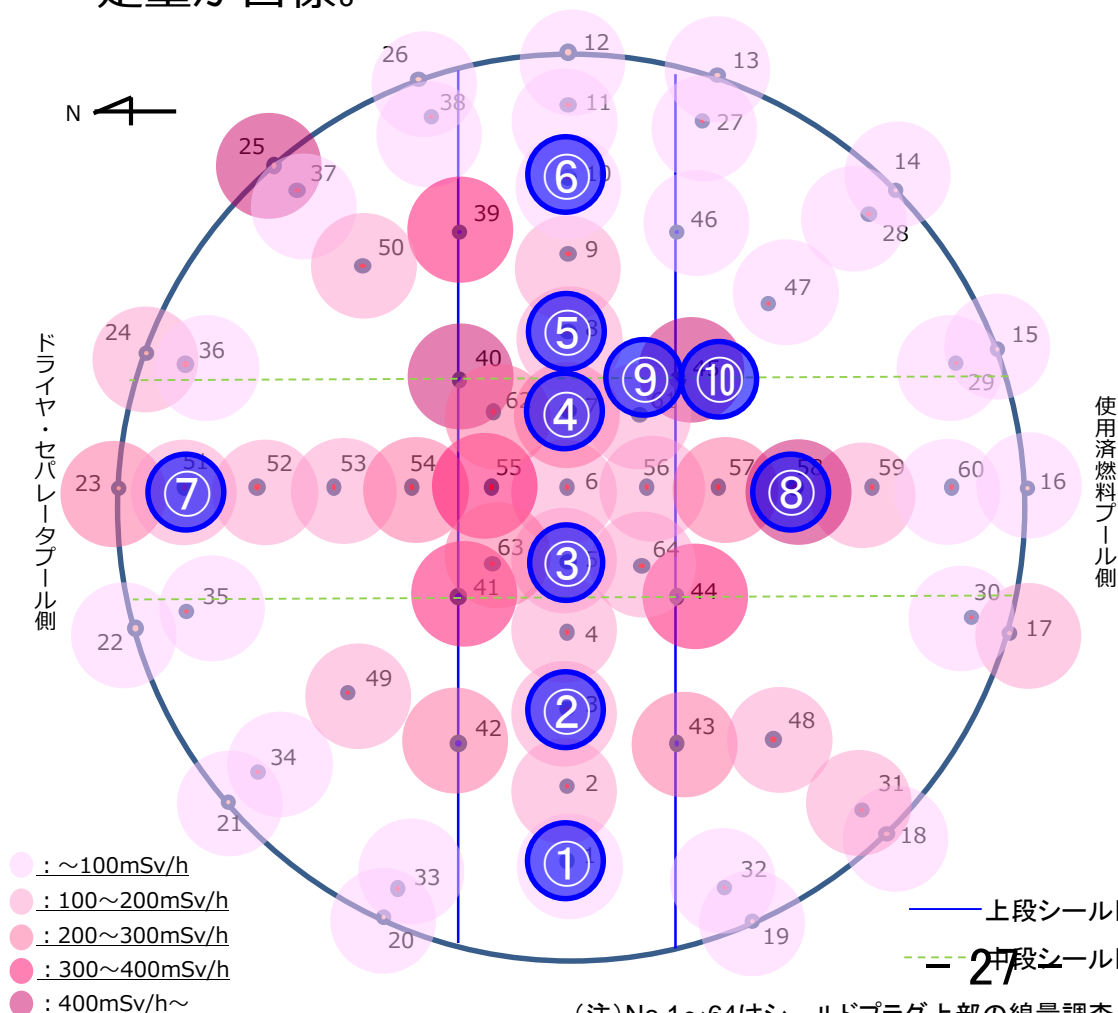


No.	測定値	No.	測定値	No.	測定値
1	44.8	23	270	45	524
2	107	24	126	46	93.2
3	175	25	521 ^{※2}	47	59.3
4	136	26	23.0	48	143
5	152	27	17.0	49	105
6	104,144 ^{※1}	28	96.5	50	105
7	294	29	73.0	51	139
8	117	30	78.0	52	157
9	134	31	105	53	138
10	76.2	32	23.0	54	259
11	14.4	33	51.5	55	390
12	37.5	34	36.0	56	123
13	58.8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

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

3. 穿孔箇所選定の考え方【当社案】

- 工程へのインパクトを最小限にするためには、効率的な穴開け戦略が望ましい。
- 10点の穿孔と測定により、(1)大まかな線源分布、(2)線量測定結果との相関関係、(3)継ぎ目部による影響評価、を実施し、Cs-137存在量をオーダーのレベルでの定量が目標。

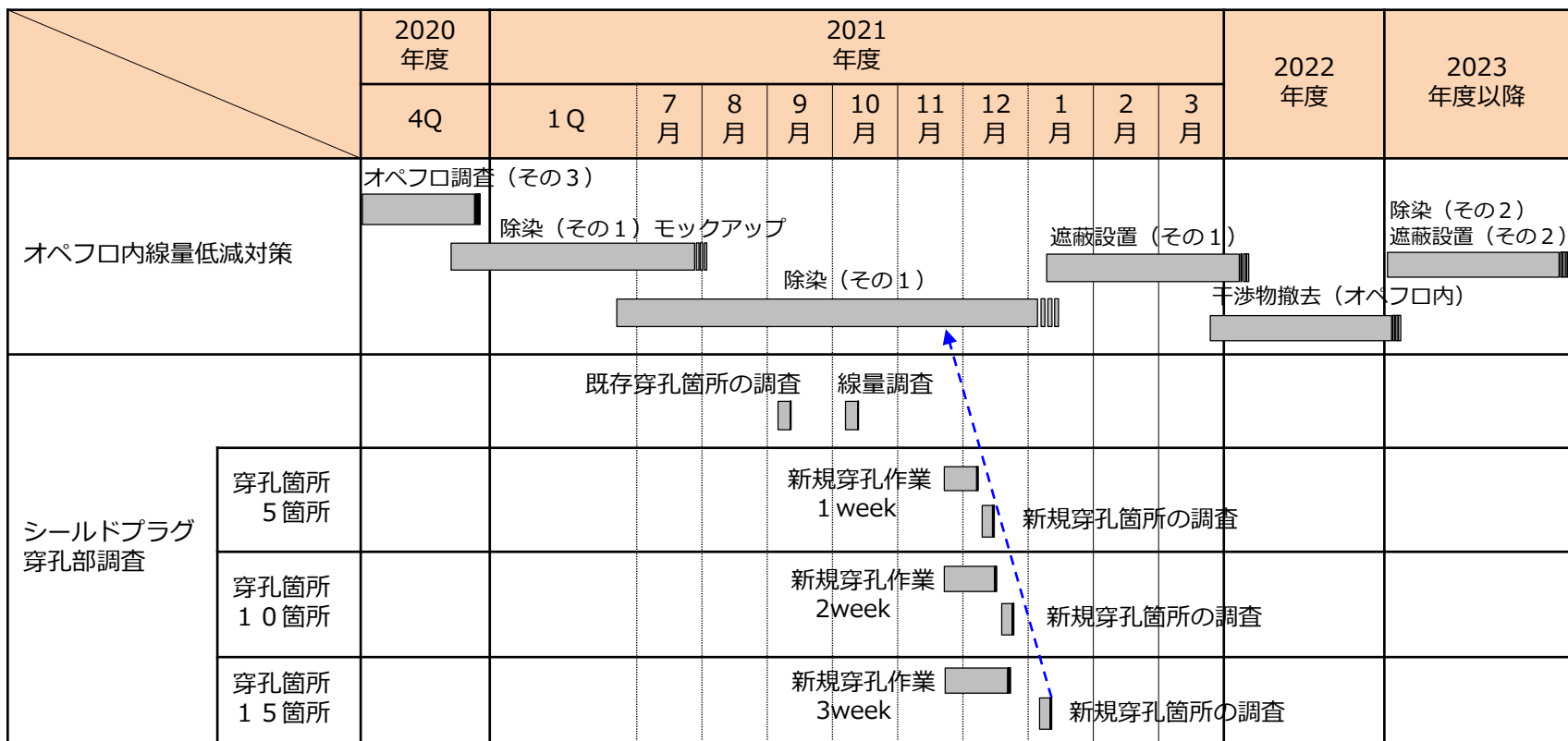


- 外周及び継ぎ目の影響が少ない箇所：既存穿孔箇所※1調査結果の活用を考慮し、東西方向（No.1～No.11）、南北方向（No.51～No.60）から選定
 - ※1：中央（No.6近傍）、東（No.11近傍）
 - 東西方向：当該方向の線量最大箇所（No.7）を含む6箇所（①～⑥）を選定※2
 - ※2：測定点No.6及びNo.11の近傍に既存穿孔箇所が存在することを考慮
 - 南北方向：当該方向の線量最大箇所（No.58）を含む、南側・北側から各1箇所を選定（⑦～⑧）
- 継ぎ目部の影響の確認：
 - 線量の高い上段・中段シールドプラグ継ぎ目部（No.40,41,44,45）のうち代表1箇所（No.45）の近傍2箇所を選択（⑨・⑩）

(注)No.1～64はシールドプラグ上部の線量調査(2021.10.7)の測定点

4. 今後の予定

- 線量調査結果を踏まえ、新規穿孔箇所を決定し、11月下旬から12月中旬にかけて穿孔作業を実施し、12月中旬から下旬にかけて再度穿孔箇所調査を実施する予定。
- 新規穿孔については、1箇所／1日と想定しており、穿孔箇所数により次工程の遮蔽設置（その1）に延伸影響が発生する。
- 今後も原子力規制庁殿と協力し調査を進める。



※穿孔箇所数、工程の進捗により変更する可能性有

【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果 (1/3)

➤ 早期の測定が可能な方法として既存穿孔箇所を活用した測定を、前回実施したオペフロ床面の表面汚染密度調査同様、原子力規制庁殿と協働で実施。

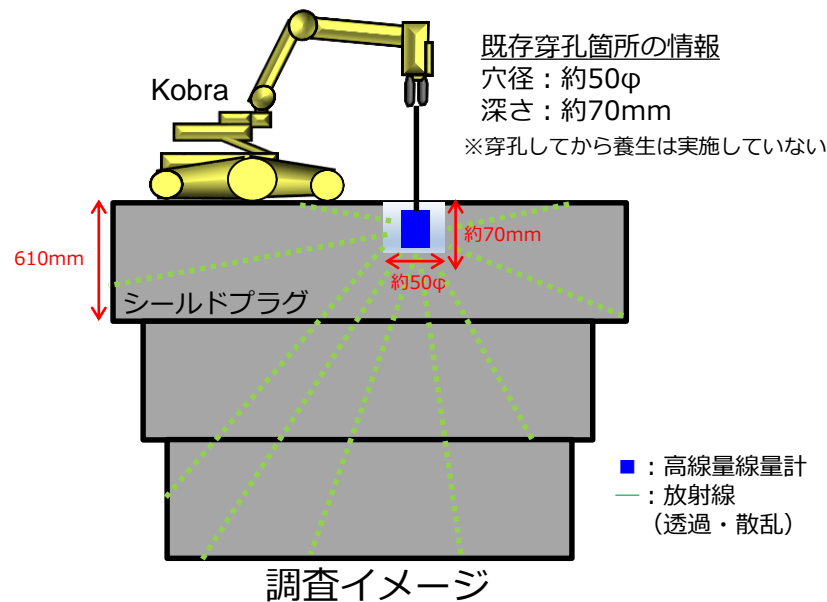
- ✓ 8/5 ; 既存穿孔箇所の事前確認を実施し、当該箇所の閉塞を確認
- ✓ 8/16~17 ; 除染用の吸引装置にて既存穿孔箇所の清掃を実施
- ✓ 8/26,9/9 ; 既存穿孔箇所の調査を実施



既存穿孔箇所配置 ●: 既存穿孔箇所



部拡大現場状況



■ : 高線量線量計
 — : 放射線 (透過・散乱)

調査に用いる遠隔操作機器・計測器		
Kobra	Packbot	検出器 高線量線量計※

※規制庁準備品

調査方法

- ・ 測定器の検出器をKobraで把持し、穿孔箇所へ挿入する。
- ・ Packbotは、計測器の表示確認及び作業状態を監視し、遠隔作業をサポートする。

【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果（2/3）

調査内容

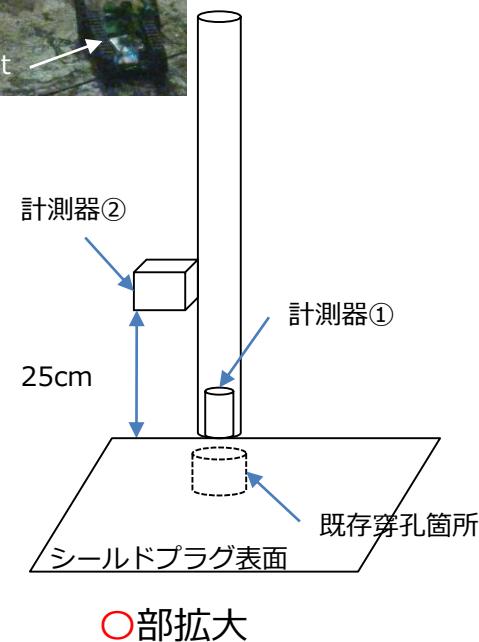
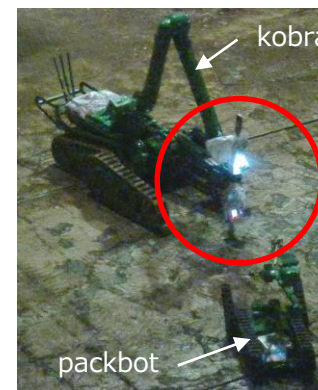
参考資料；第22回 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会（2021.9.14）資料3-3

- ✓ 既存穿孔箇所2箇所（中央，東）に対して，深さ方向の線量を測定（計測器①）
- ✓ 同時に25cm高さ位置の線量測定（計測器②）

測定結果

単位：mSv/h

測定箇所	床表面から筒底の距離 [cm]	計測器①	計測器②
東	7.0	255	52.5
	6.0	277	51.5
	5.0	290 - 300	52.1
	4.0	292	50.9
	3.0	255	50.7
	2.0	225	51.9
	1.0	172	51.9
	7.0	255	51.5
中央	6.0	1169	230
	5.0	1070	236
	4.0	944	235
	3.0	825	225
	2.0	682 - 690	226
	1.0	600	225
	0.0	532 - 30	225



測定日：2021年8月26日

【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果 (3/3)

- シールドプラグ上段と中段の隙間（以下、隙間とする。）に蓄積したCs-137, Cs-134による穿孔箇所内部の線量当量率の算出を実施※

参考資料；第22回 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 (2021.9.14) 資料3-1~3

【主な評価条件】

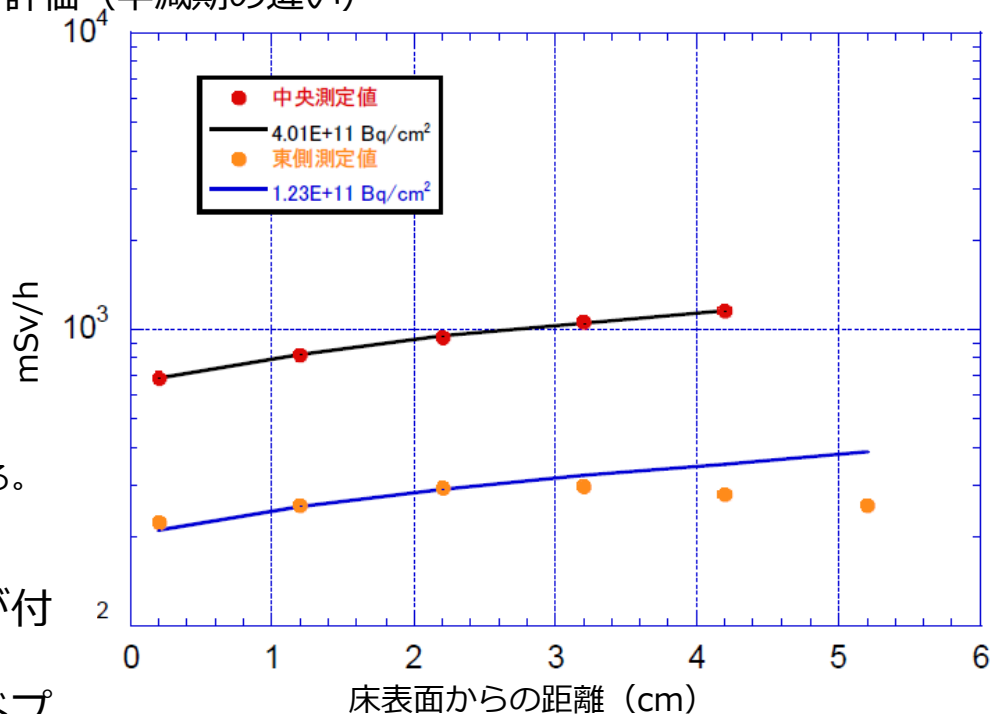
- ✓ 穿孔箇所内（深さ7cm）の周辺線量率を電磁カスケードモンテカルロ計算コードegs5で算出
- ✓ 隙間に汚染が一様な密度で存在すると仮定
- ✓ Cs-134の汚染密度はCs-137の4.4%として評価（半減期の違い）

【測定結果との比較】

- ✓ 原子炉ウェル中央の穿孔箇所
Cs-137の汚染密度が $4.01E+11$ Bq/cm²の場合の計算値と合致している
 - ✓ 原子炉ウェル東側の穿孔箇所
Cs-137の汚染密度が $1.23E+11$ Bq/cm²の場合の計算値と4.2cm及び5.2cm以外では合致している※1
- ※1:穿孔箇所底面の形状による影響の可能性がある。



- 隙間には、セシウムを含む放射性物質が付着、堆積している可能性が高い
- 中央及び東側の測定結果から、シールドプラグ全体では汚染状況のばらつきが大きい可能性がある



測定値と計算値 (注1) の比較

注1：線量計の実効中心位置である治具底部（筒底）より1.8cm上部で評価

ケーブル等の加熱実験について

- i. 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23回会合
資料4 - 1 「BWR格納容器内有機材料熱分解生成気体の分析 - 計画の概要 - 」
- ii. 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21回会合
資料3 - 4 「今後の調査・分析について」

1. 3号機水素爆発時の映像を確認した結果、火炎や噴煙の色、噴出状況(噴煙と火炎が同時に複数箇所を確認される、噴煙と破片等が比較的同じ速度で上昇など)から、水素以外の有機化合物等の可燃性ガスが相当量寄与していたと推定。
2. 水素以外の有機化合物等の可燃性ガスの発生源となる物質を検討。原子炉格納容器内に相当量存在し、高温の環境下に置かれる物質として、ケーブルや保温材、塗料を想定。
3. 加熱試験用の試料(ケーブル、保温材)は東京電力HDから提供を受け、原子力規制庁及び東京電力HDの各々で加熱実験を実施予定(同じケーブル等から分離抽出した試料を用いた協働実験・試験として実施)。原子力規制庁では、本年12月から実験を開始する予定。

BWR格納容器内有機材料 熱分解生成気体の分析 －計画の概要－

2021年10月19日

日本原子力研究開発機構
安全研究センター

今回実施する試験の目的及び加熱試料

- BWR格納容器(ドライウェル)内のケーブル、保温材等に使用されている代表的な有機材料を加熱し、熱分解により生成するガスの成分を分析

加熱・分析に供する試料(令和3年度分)

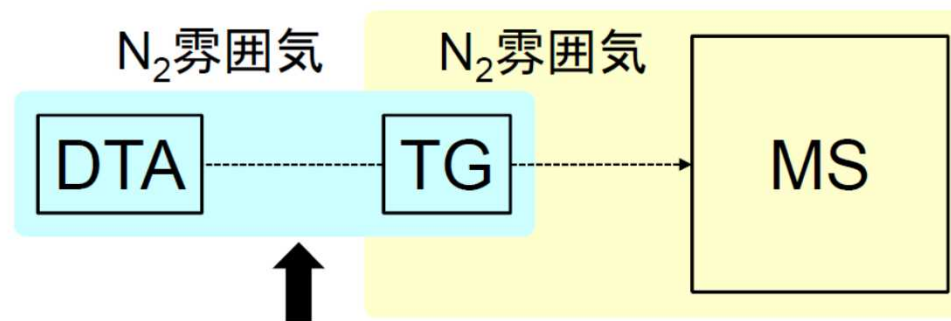
試料番号	材質	用途
1	難燃性エチレンプロピレンゴム	原子炉容器下部制御・計装ケーブルの絶縁材
2	特殊クロロプレンゴム	原子炉容器下部制御・計装ケーブルのシース
3	難燃性特殊耐熱ビニル	高圧動力用ケーブルのシース
4	ウレタン系または架橋ポリエチレン	保温材 高圧動力用ケーブルの絶縁材

分析の流れ

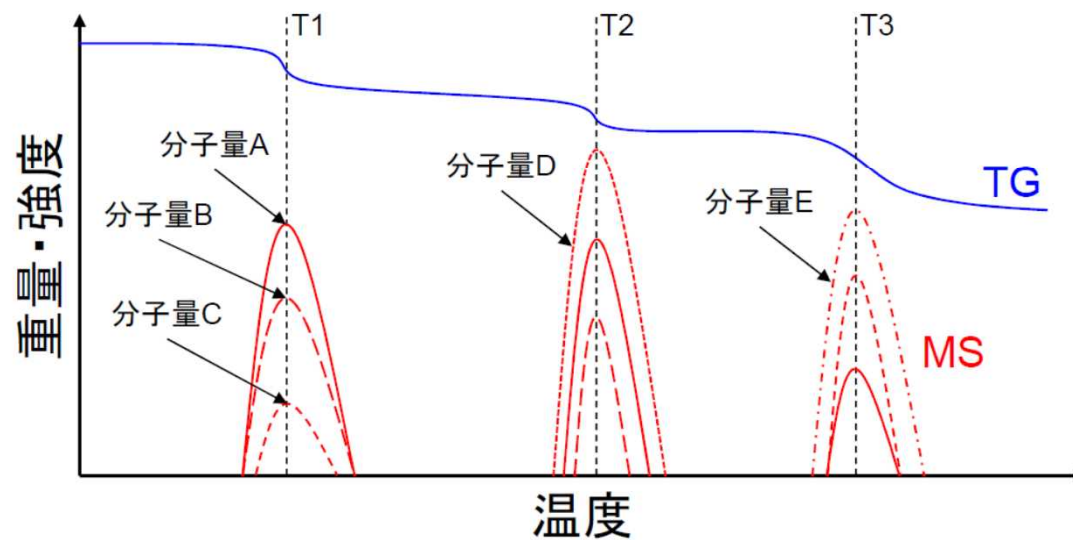
- **ステップ1: 熱重量測定 (TG) – 示差熱分析 (DTA) – 質量分析 (MS)**
 - ◆ 試料を一定の昇温速度で加熱し、試料の重量変化、熱分解時の吸(発)熱量及び熱分解生成ガスに由来する物質の分子量を連続的に測定・分析
 - ◆ 顕著な熱分解(重量変化)が生じる温度範囲を把握するとともに、熱分解生成ガスの成分を大まかに推定
- **ステップ2: ガスクロマトグラフ (GC) – MS**
 - ◆ 試料を所定の温度範囲内で加熱し、熱分解生成ガスの成分を分離した後に、各成分のマスペクトルを取得・分析。ライブラリと比較することで成分を同定
 - ◆ 加熱温度はステップ1の結果に基づいて選定

なお、測定時の温度範囲、雰囲気条件等については、SA解析コードによる解析結果、従来研究等を参考に決定

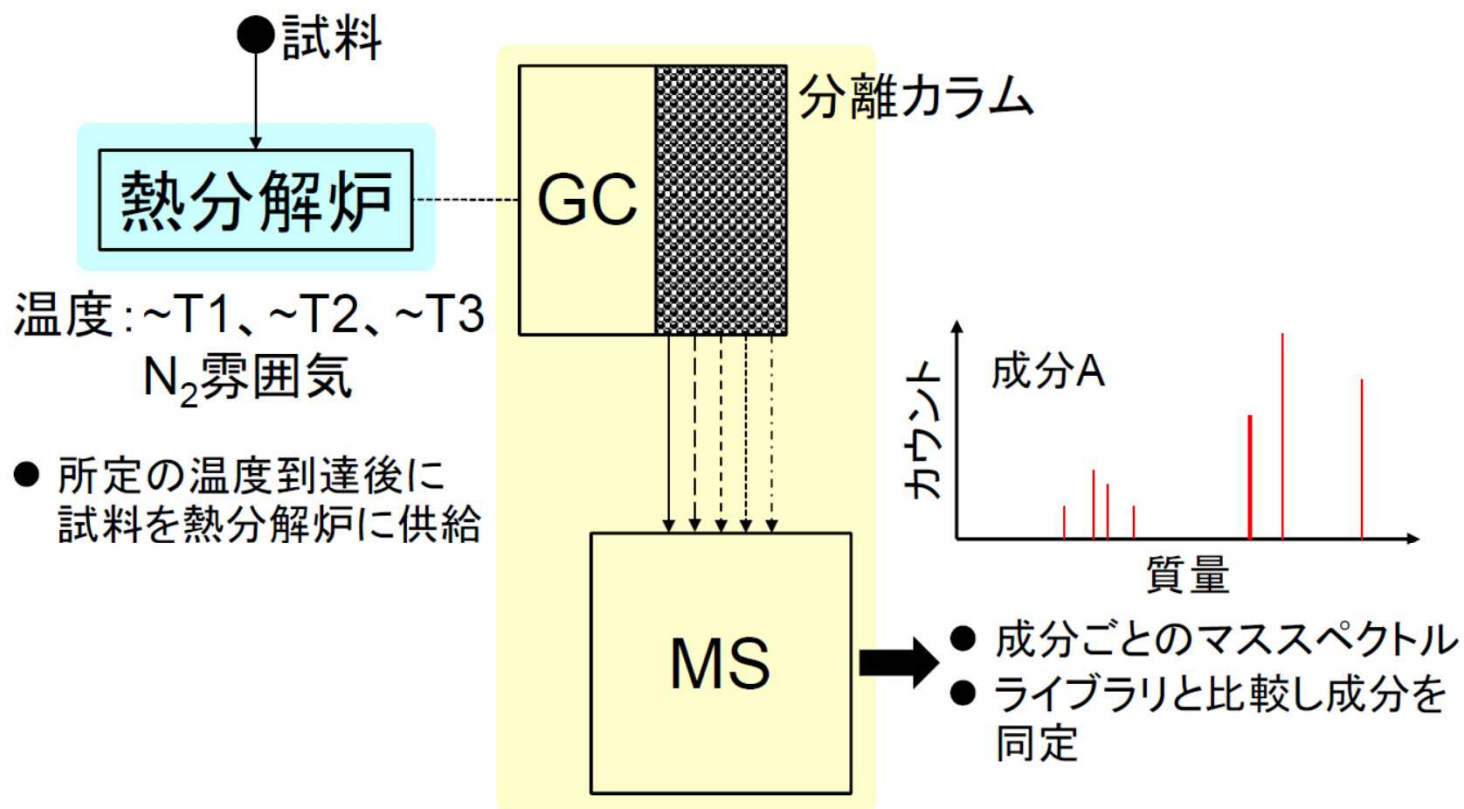
ステップ1: TG-DTA-MS分析



温度範囲: 室温~1000°C、昇温速度: 10°C/分及び20°C/分



ステップ2: GC-MS分析



今後の調査・分析について

2021年9月14日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

(1) 可燃性ガス関係

【予備実験】

ケーブル等の加熱実験 ……可燃性ガスの発生源・発生物を確認

(2) 水素燃焼関係

【予備実験】

水素の燃焼実験 ……水素濃度 (4wt% ~ 10wt%等) の燃焼挙動を確認

(3) 可燃性ガス混合気体の燃焼関係

【模擬実験】

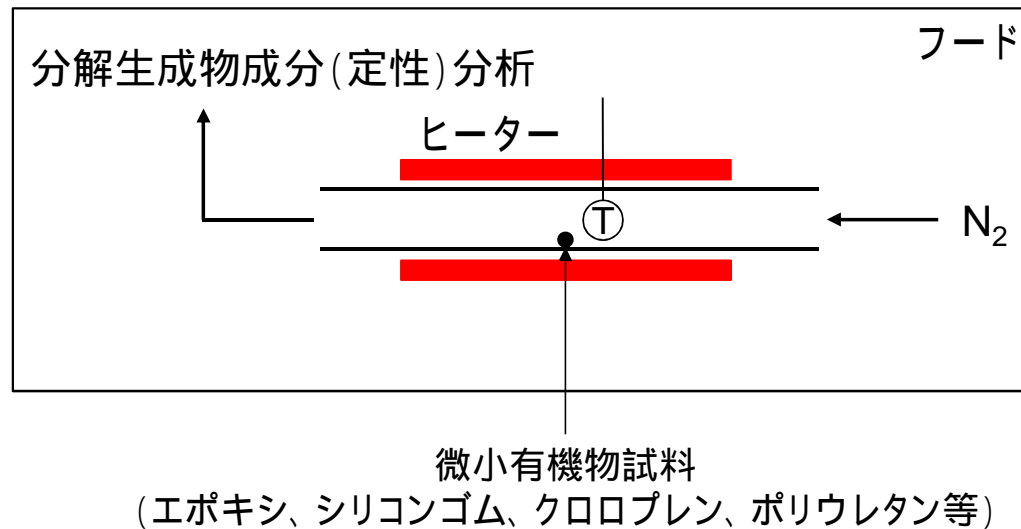
混合気体の燃焼実験 ……水素 - 水蒸気 - 可燃性ガス - 空気の混合気体の
燃焼時の挙動を確認

(1) 可燃性ガス関係

【予備実験】

ケーブル等の加熱実験・・・可燃性ガスの発生源・発生物を確認

ケーブル等の加熱実験の概念



- 小規模、短期間での定性分析を想定
- N₂雰囲気 (SA時は放射線場のN₂、H₂O、H₂を主とした雰囲気)
- 温度は500 ~ くらい
- 発生気体成分が不明のため、少量の試料を想定

加熱試料の検討

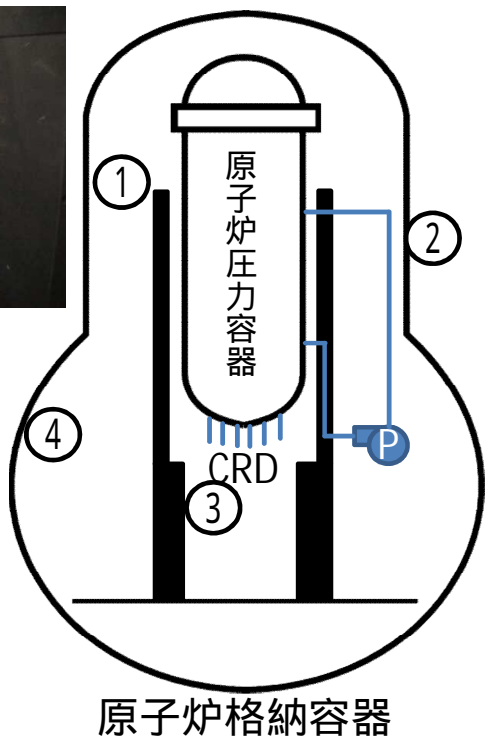
- 可燃性有機化合物の発生源となる物質(ケーブルや塗料、保温材など)は何か。(予備実験の対象試料は何か適切か)
- 想定される温度環境はどれくらいか。(予備実験での加熱温度は何度くらいか)
- 加熱による発生気体の成分、量はどれくらいか。



保温材・断熱材



塗料



原子炉格納容器



保温材(配管)

写真は、5号機原子炉格納容器内
2021年8月27日原子力規制庁撮影

可燃性有機化合物の発生源
となると考えられる物質

- ① 保温材・断熱材
- ② 保温材(配管)
- ③ 制御棒駆動機構(CRD)
制御ケーブル、電源ケーブル
- ④ 塗料 等

想定される温度環境

・PCV内の部位による温度環境
に差があるか。



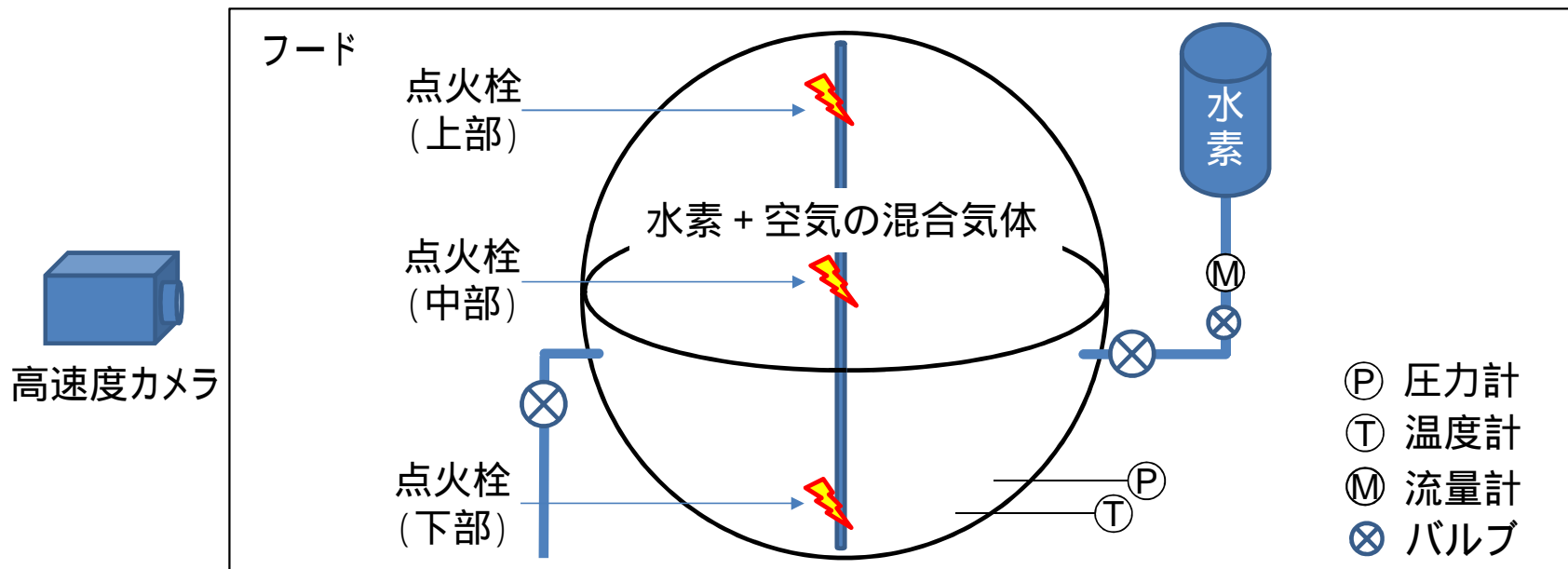
原子炉格納容器内の物質総量や化学成分、
想定される温度環境の情報が必要

(2) 水素燃焼関係

【予備実験】

水素の燃焼実験・・・水素濃度（4wt%～10wt%等）の燃焼挙動を
確認

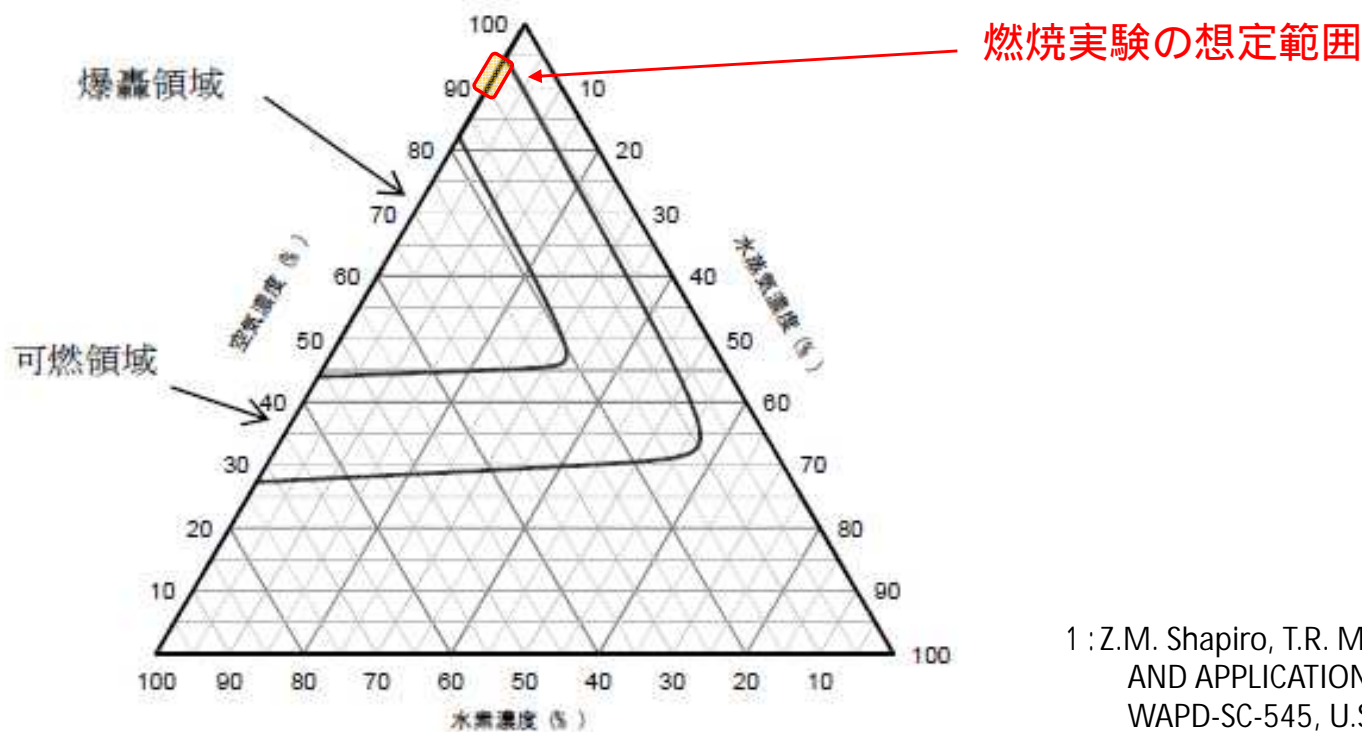
水素の燃焼実験の概念



- 水素 + 空気の混合気体を想定
- 水素濃度 (4wt% ~ 10wt%等) による着火時の燃焼状態 (完全燃焼、未燃焼分の有無等) や燃焼による圧力上昇を確認
- 点火位置 (上部、中部、下部) の違いによる着火時の燃焼状態の差を確認
- 水素濃度による燃焼後の未燃焼状態 (残留水素量等) を確認

水素濃度の検討

- 水素 + 空気の混合気体として、水素濃度の影響を確認する。
- 水素濃度は可燃領域を中心として、4% ~ 10%の範囲を想定。
- 燃焼試験の温度条件の設定は適当か。



空気、水素、水蒸気の3元図 ¹

1 : Z.M. Shapiro, T.R. Moffette, "HYDROGEN FLAMMABILITY DATA AND APPLICATION TO PWR LOSS-OF-COOLANT ACCIDENT", WAPD-SC-545, U.S. Atomic Energy Commission, Pittsburgh, PA, 1957, 13 pp.

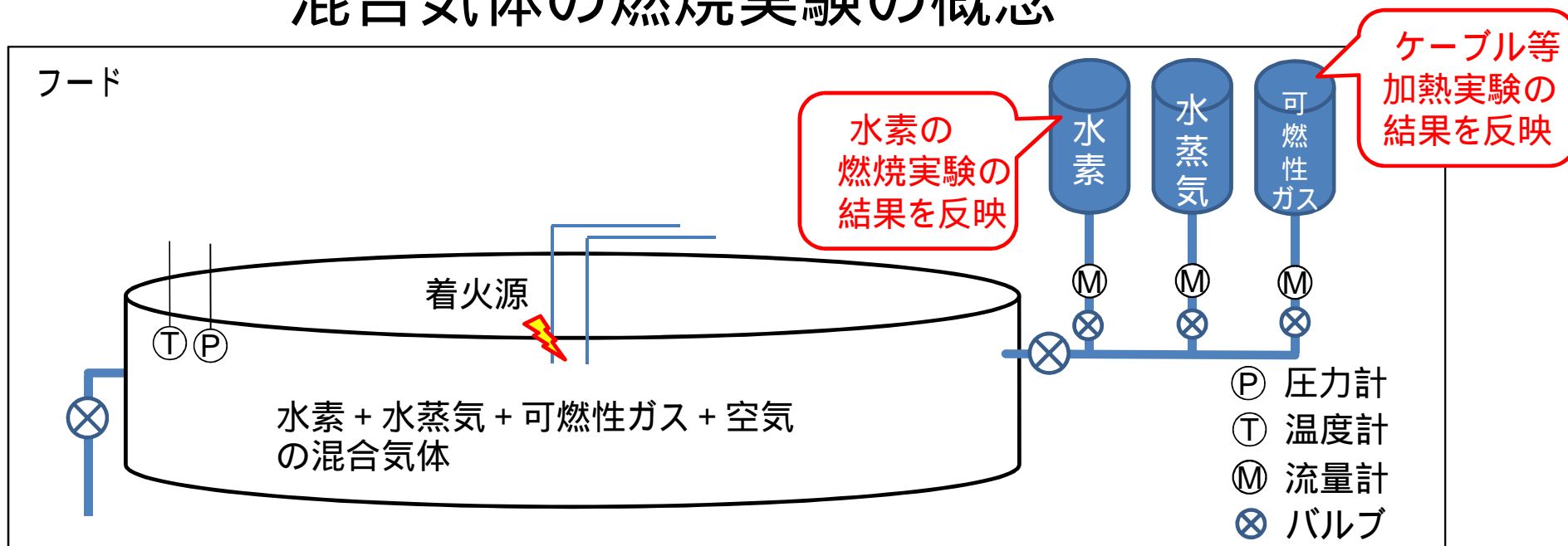
の論文の図を元に作図したもの

(3) 可燃性ガス混合気体の燃焼関係

【模擬実験】

混合気体の燃焼実験 …… 水素 - 水蒸気 - 可燃性ガス - 空気の
混合気体の燃焼時の挙動を確認

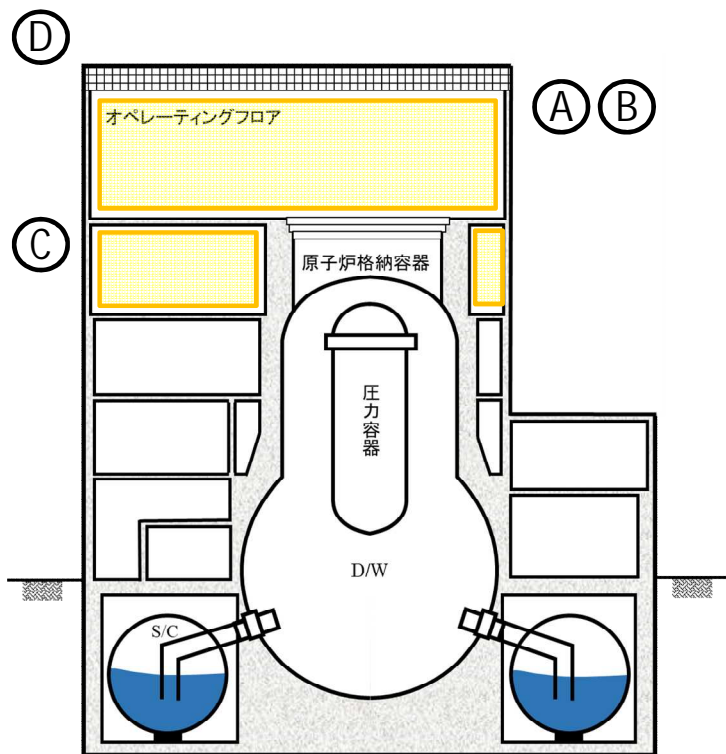
混合気体の燃焼実験の概念



- 水素 + 水蒸気 + 可燃性ガス + 空気の混合気体を想定
- 着火時の火炎の炎色や輝度、煙の発生(有無や色)等を確認
- 燃焼による圧力の増減等を確認
- 各気体の濃度、温度条件等による影響(火炎、煙、不完全燃焼の有無)を確認
- 可燃性ガスの成分等による影響の検討

燃焼試料の検討

- 水素 + 水蒸気 + 可燃性ガス + 空気の混合気体の各気体の濃度、均質性の設定は適切か。
- 可燃性ガスについては、ケーブル等の加熱試験による分解生成物を参考とする。
- 燃焼試験の温度条件の設定は適切か。



混合気体(燃焼試料)の想定

- ① 混合気体にはどのような気体が含まれるか
- ② 気体濃度、均質か不均質か
- ③ フロアによる混合気体の差はあるか
- ④ 温度条件はあるか 等。

ケーブル及び塗料の可燃性有機ガス発生量評価計画

2021年10月25日



東京電力ホールディングス株式会社

■ 試験計画

- 格納容器内での使用量が多く、可燃性有機ガスの発生が考えられるケーブル及び塗料の昇温試験を計画中
- 発生ガス中の可燃性有機ガスの同定及び定量分析
 - 200℃（格納容器限界温度として、格納容器全域を想定）
 - 1000℃（試験装置の限界温度、RPV下部での溶融炉心との接触を想定）
- 実施期間：今年度中に実施予定

試験を計画しているケーブル及び塗装

No.	種類	評価対象	用途
1	ケーブル	CVケーブル 絶縁体：架橋ポリエチレン シース：難燃性特殊耐熱ビニル	・ 高圧動力用ケーブルに使用
2	ケーブル	PNケーブル 絶縁体：難燃性エチレンプロピレンゴム シース：特殊クロロプレンゴム	・ 制御・計装ケーブルに使用 ・ RPV下部に設置
3	ケーブル	同軸ケーブル 絶縁体：ETFE／架橋ポリエチレン シース：難燃性架橋ポリエチレン	・ SRNM／LPRMケーブルに使用 ・ RPV下部に設置
4	塗料	エポキシ系塗料	・ D/W、S/C壁面 上塗り
5	塗料	無機ジンクリッチ塗料	・ D/W、S/C壁面 下塗り
6	保温材	ウレタン保温材	・ 配管保温
7	保温材	ポリイミド保温材	・ 配管保温

■ 試験内容（計画）

<予備試験>

- 昇温中の重量変化測定によるガス発生温度域の確認（TG*1）

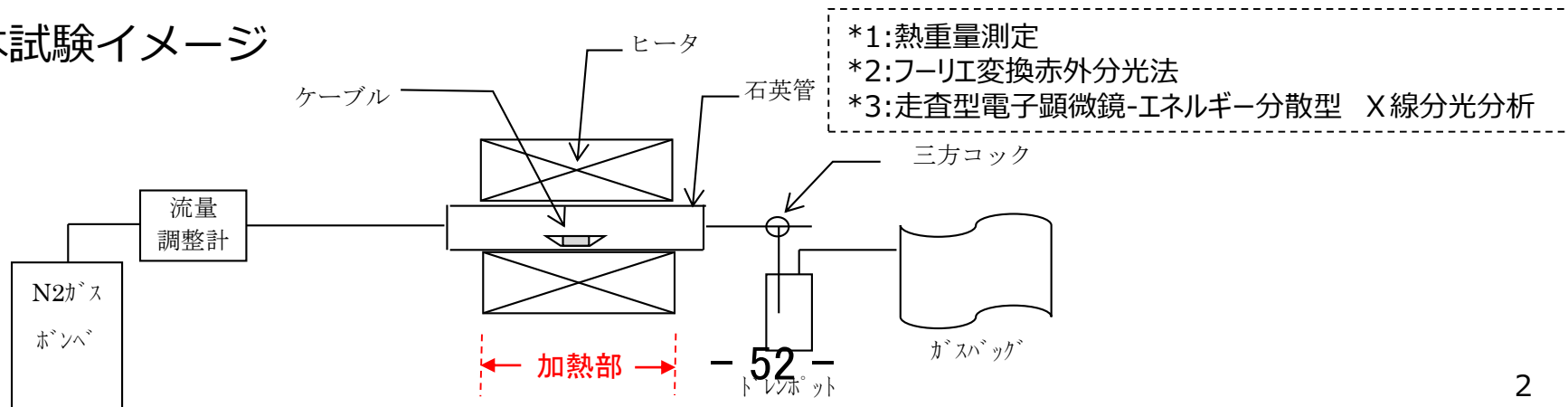
<本試験>

- ケーブル及び塗料の昇温試験を実施
- 発生ガス中の可燃性ガスの同定及び定量分析(ガスクロマトグラフィーなど)
 - 200℃（格納容器限界温度として、格納容器全域を想定）
 - 200℃～1000℃間（ガス発生温度域からガスサンプリング条件を決定）
 - 1000℃（試験装置の限界温度。RPV下部での溶融炉心との接触を想定）
- 昇温試験前後の材質評価（FT-IR*2、SEM-EDX*3）

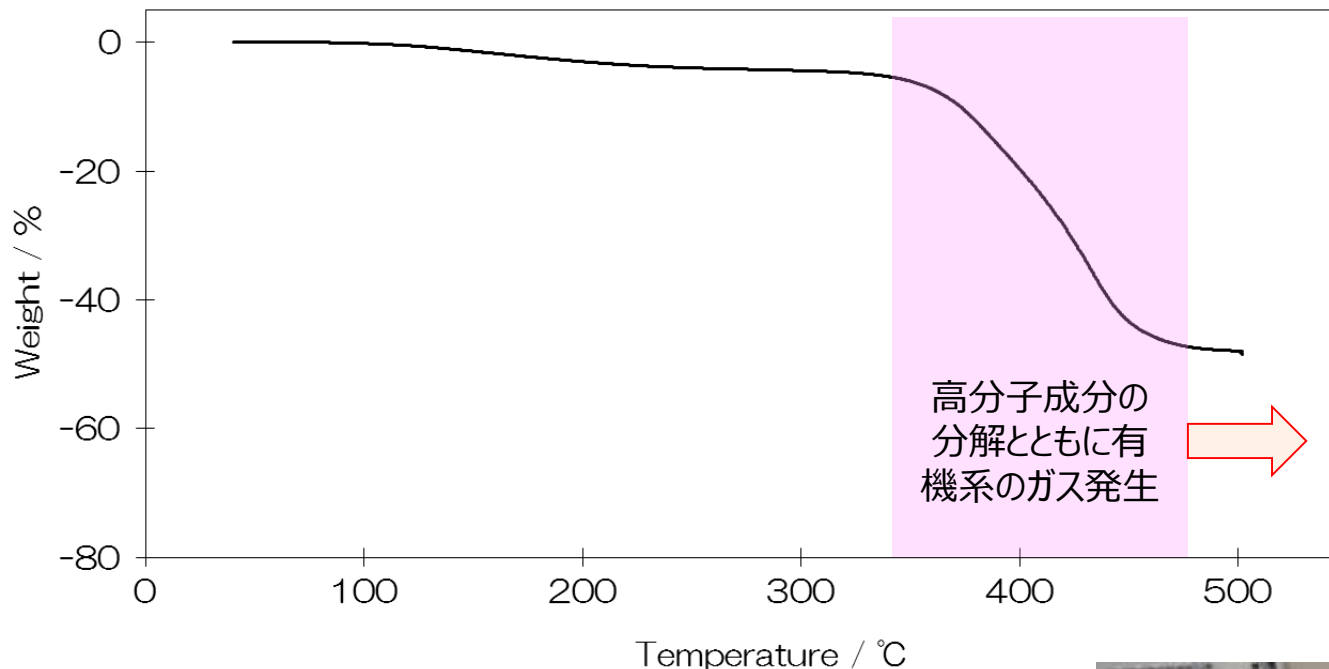
<スケジュール>

- 11月より予備試験開始。本試験は来年から実施し年度内に完了予定

■ 本試験イメージ



■ 予備試験：昇温中の重量変化測定(TG)によるガス採取温度域の決定

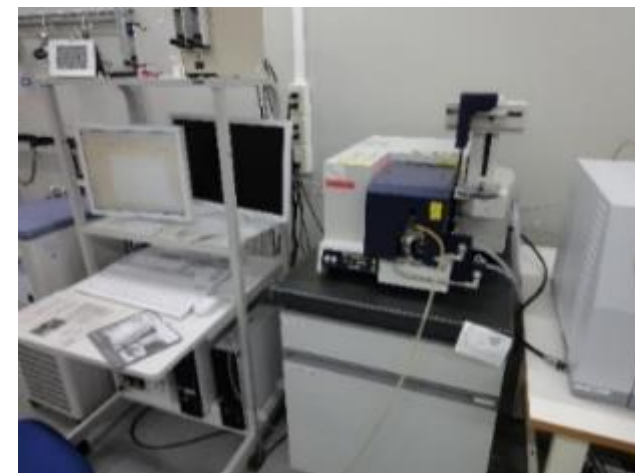
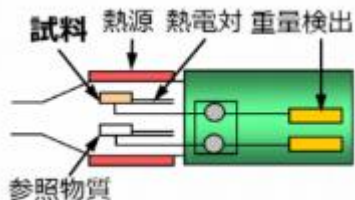


本試験ではこの温度域で
ガス採取・分析

TG (熱重量) について

試料の温度を一定のプログラムに従って変化させながら、その試料の質量を温度の関数として測定する方法。

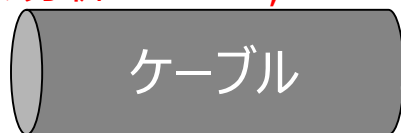
試料の熱分解や脱水等の減少など、劣化事象を定量的に測定。



■ 本試験：ケーブル昇温試験

- 200℃、ガス発生温度域、1000℃で採取したガスをガスクロマトグラフィーより分析
- 昇温前後でのケーブルの高分子成分の変化をFT-IRより測定
- 昇温前後でのケーブル中に含まれる各元素の相対変化をSEM-EDXより測定

ケーブル分析：FT-IR, SEM-EDX

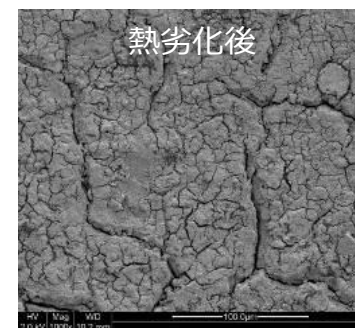
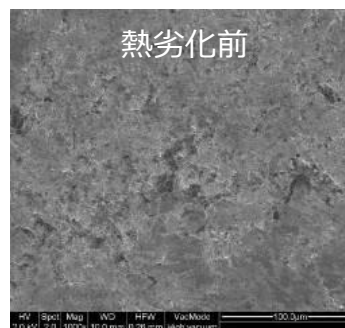
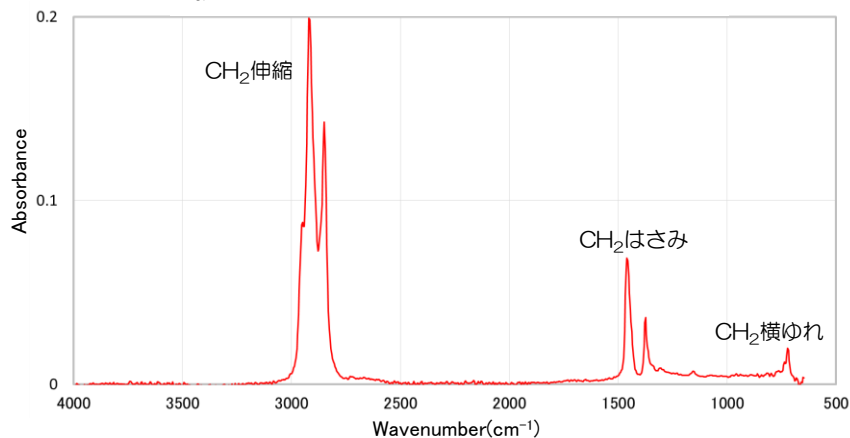


ガス
(H₂, CO, 炭化水素系)

ガス分析：ガスクロマトグラフィー等

例：クロロプレンゴムのSEM-EDX

例：ポリエチレンのFT-IRスペクトル



試料	質量濃度(wt%)											Total
	元素											
	C	O	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Zn
熱劣化前	67.24	21.80	0.77	0.32	1.60	-	4.30	0.10	2.38	-	0.18	1.34
熱劣化後	36.68	33.13	3.64	0.66	6.06	1.59	7.72	0.23	3.33	0.09	2.68	4.19

FT-IRについて

試料に赤外光を照射し、透過または反射した光量を測定する方法。分子の構造や官能基の情報を得て、物質の定性や同定に関する情報を得ることができる。

SEM-EDXについて

試料に電子線を照射し、表面にXY方向に二次元走査し、そこから発生する様々な信号を用いて表面構造の観察や組成の分析などを行う。

福島第一原子力発電所

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について

2021年10月25日

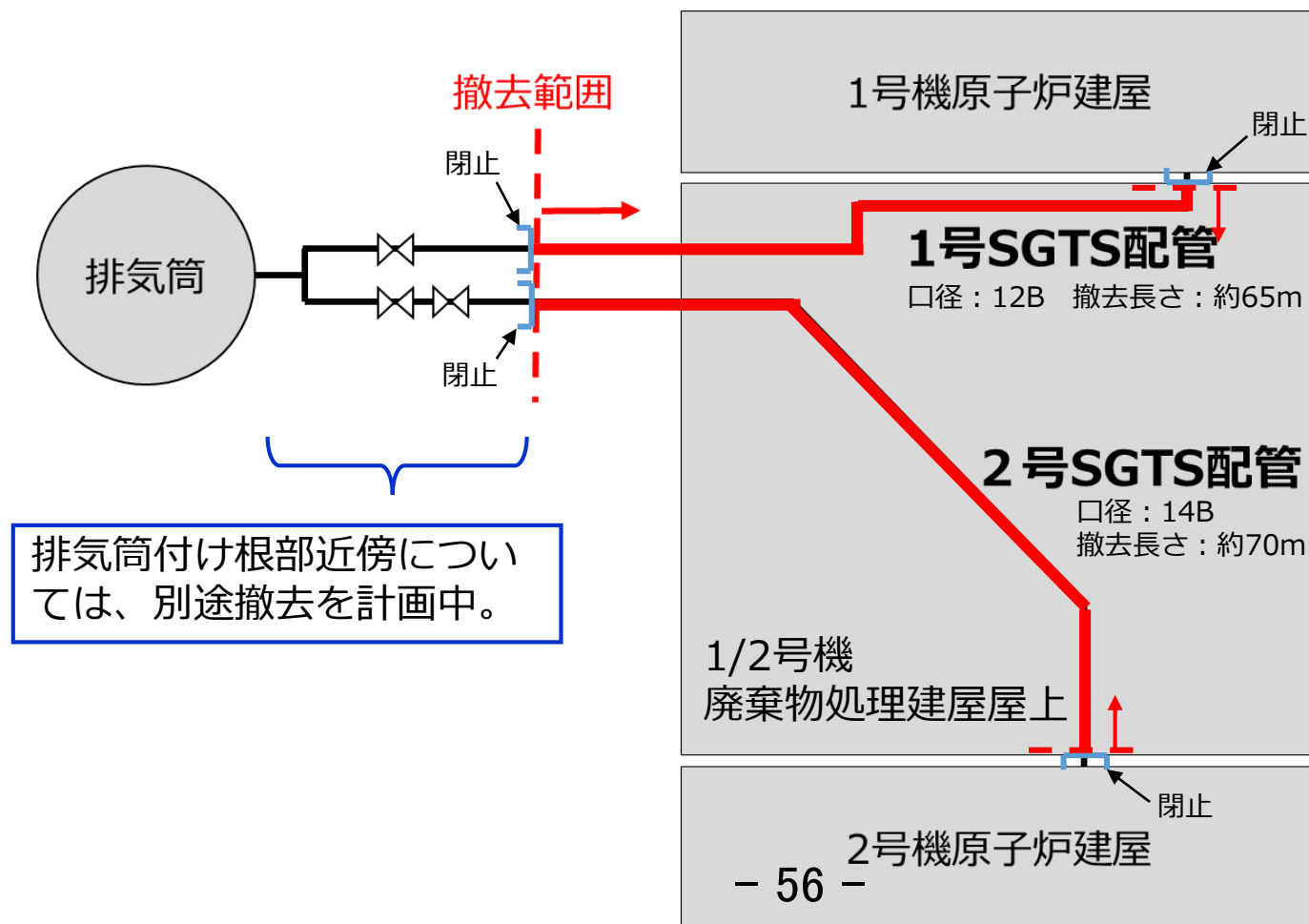


東京電力ホールディングス株式会社

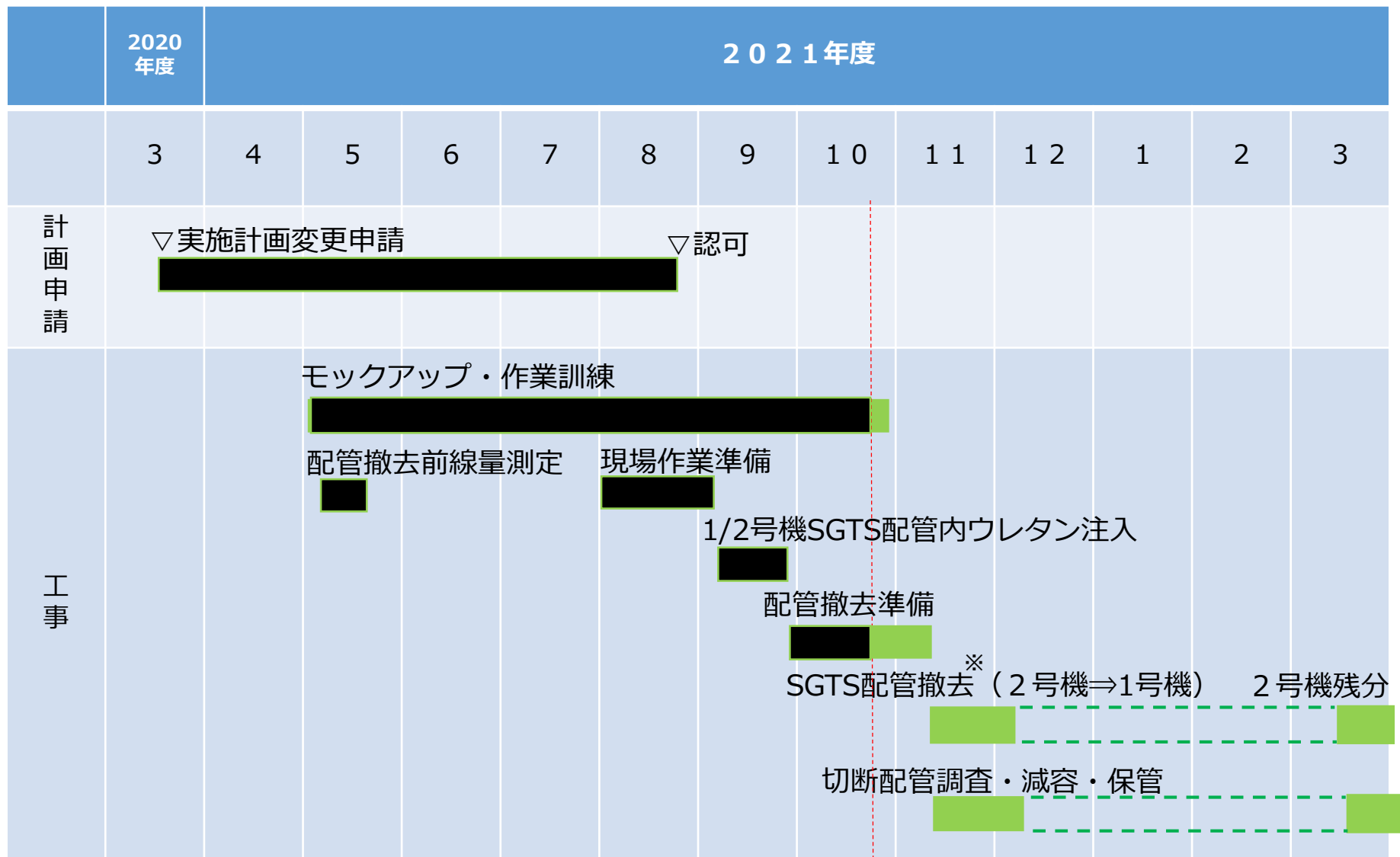
1. 1 / 2号機SGTS配管撤去目的及び撤去範囲

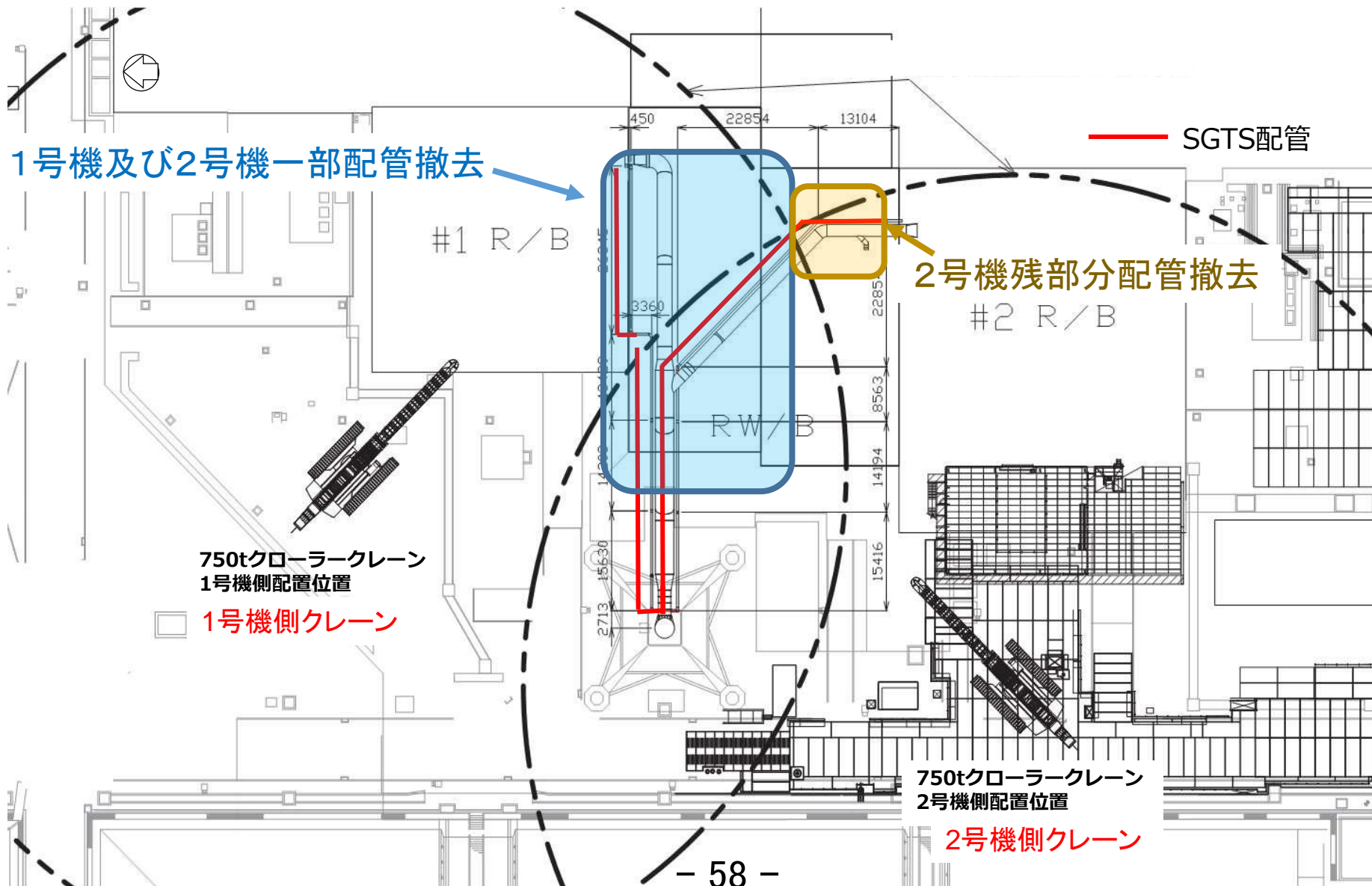
◆ 目的

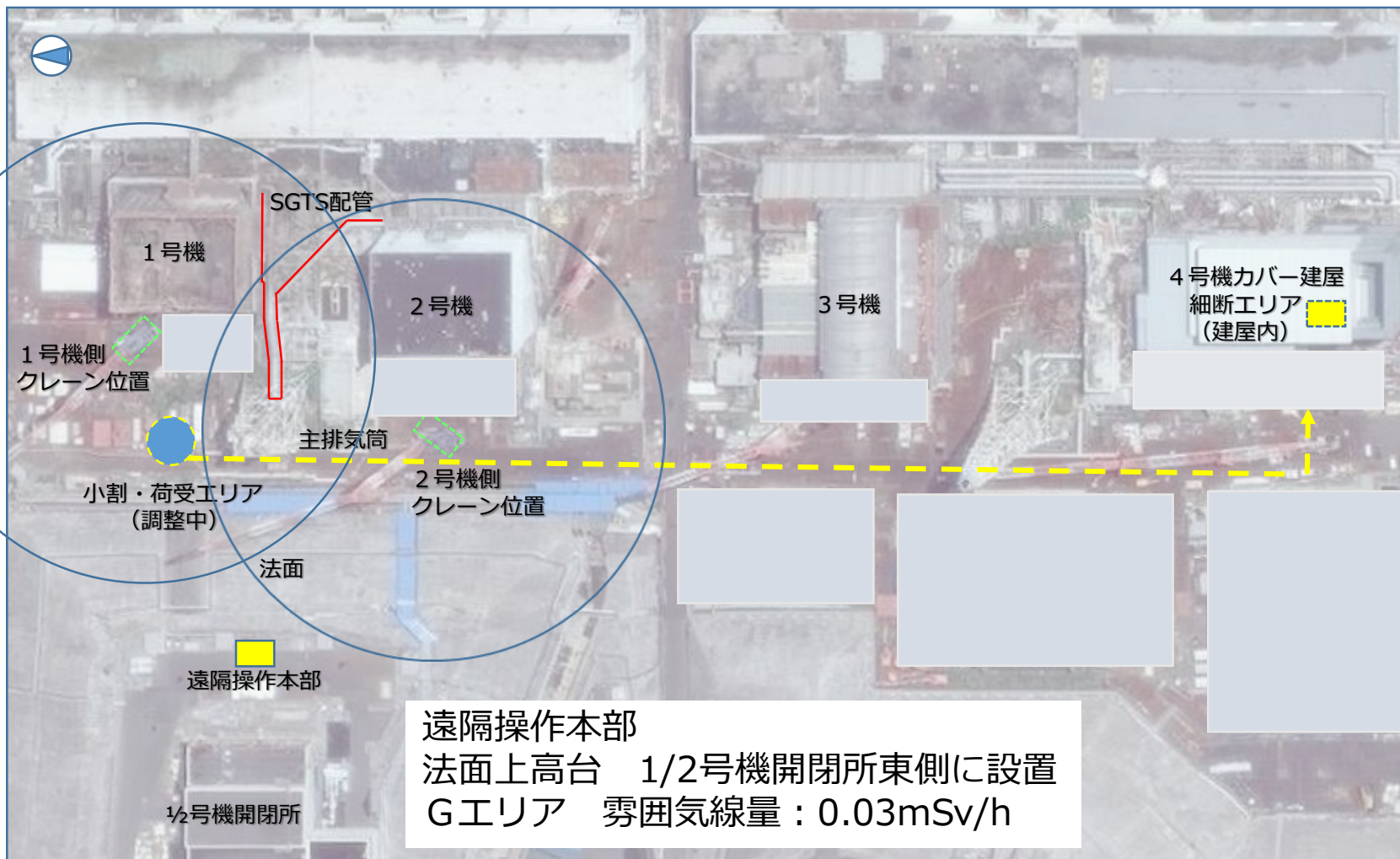
- ✓ 1号機及び2号機非常用ガス処理系配管（以下、SGTS配管）のうち屋外に敷設されている配管については、1/2号機廃棄物処理建屋雨水対策工事及び1号原子炉建屋大型カバー設置工事に干渉することから配管の一部撤去を実施する。



2. 1 / 2号SGTS配管撤去工程（予定）







3. 1 / 2号SGTS配管撤去に関連した事故調査項目

- (1)放射線量率測定（2020年5月～2021年5月 実施済）
 - 2020年5月にクレーン接近可能範囲（代表ポイント）の配管上0.1m及び1m上の線量測定を実施。
 - クレーンにて接近不可能であった未測定部位（1号機側配管の一部）に対して、今回接近可能となったことから線量測定を実施。
 - サポート間隔に合わせて配管を切断する計画のため、事前に切断箇所の線量情報を取得。（実施期間：2021年5月12日～2021年5月24日）

- (2)ガンマカメラ測定（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）
 - 細断場所(4号カバー建屋1階)にて、キャスク収納前にγカメラによる測定を実施。
 - γカメラ測定では、汚染状態をマッピングする。

- (3)配管内部確認及びスミア採取（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）
 - γカメラで高汚染が確認された部分で且つ、発泡ウレタン材が注入されていない部位の内部確認（映像取得）及びスミア採取を行う。なお、スミアろ紙は配管とは別に保管する。

- (4)配管サンプル採取（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）
 - γカメラで高汚染が確認された部分で且つ、発泡ウレタン材が注入されていない部位のサンプルを採取（幅数cmの輪切り状）し、撤去配管とは別に保管する。

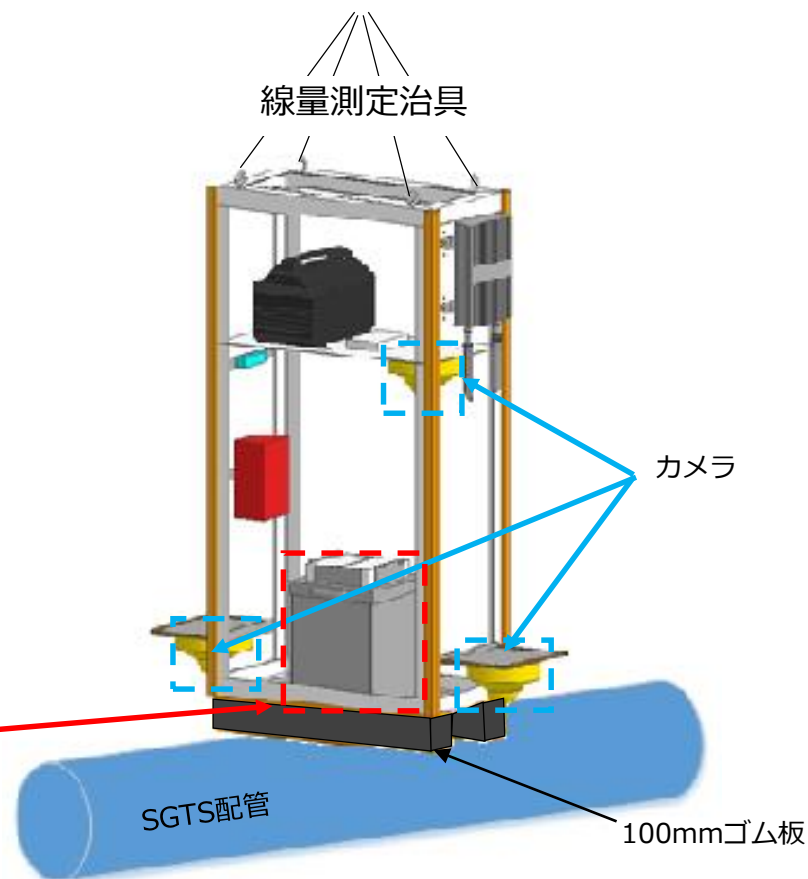
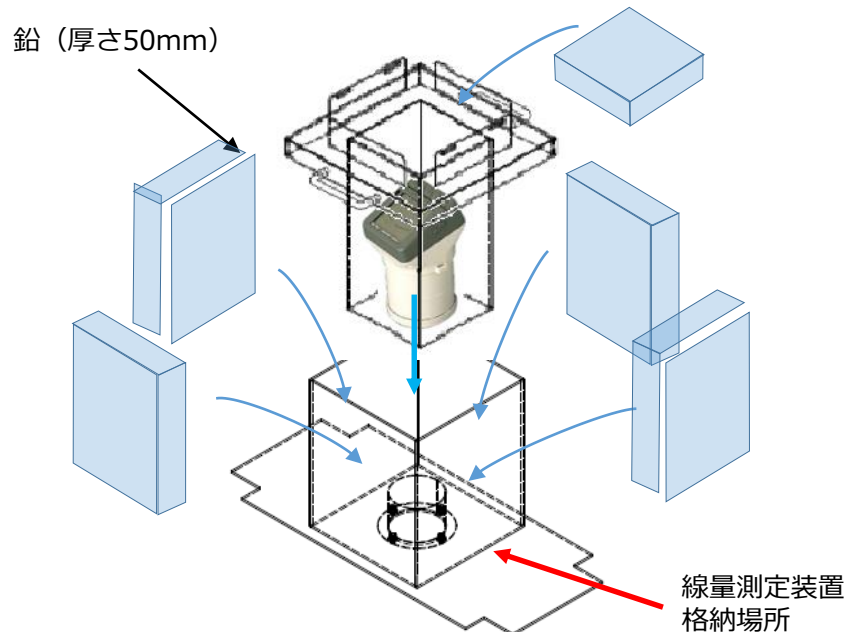
- (5)スミア／配管サンプル分析（現在検討中）
 - スミア分析及び配管サンプル分析については、1F構内に設置中のJAEA第一棟又は東海・大洗研究所での分析を検討中。

○ 実施内容

散乱線の影響低減を図るため、厚さ50mmの鉛でコリメートした線量計を線量測定治具に装着し、750tクローラクレーンにて吊上げSGTS配管直上0.1m及び1m高さの線量調査を実施。合わせて、線量測定治具内に固定したカメラで配管外面確認を実施。

○ 実施日

2020年5月14日（木）、5月15日（金）

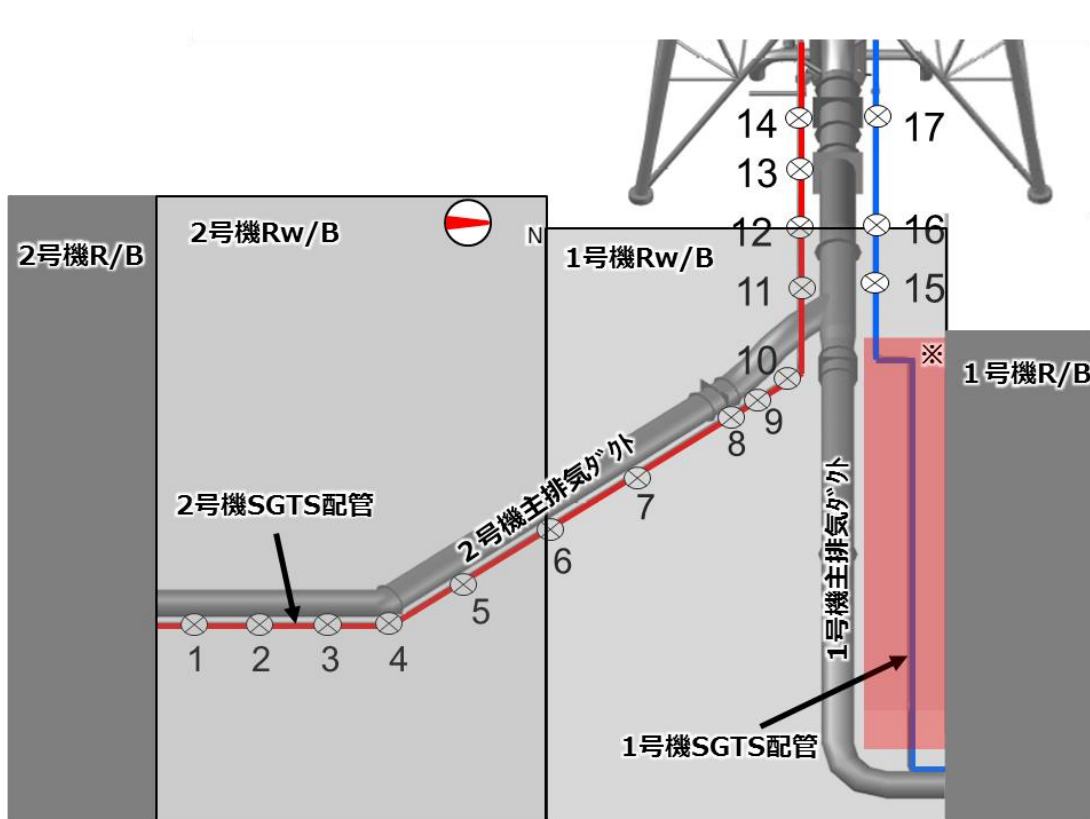


線量計仕様		
品名	電離箱式サーベイメーター(ICW)	電離箱式サーベイメーター(デジタル表示)(ICS)
測定範囲	0.001~1000mSv/h	0.001~300mSv/h

- 61 - SGTS配管外面線量測定イメージ図

(1) SGTS配管近傍線量調査結果

- 1号及び2号Rw/B上部のSGTS配管近傍の放射線量を概ね3～5m間隔で測定を実施。
- 測定ポイントのうち比較的高い放射線量はNo.8、No.9、No.13、No.14にみられ、最も高い値は、No.13の2号機SGTS配管表面から高さ0.1mの位置で約650mSv/hであった。



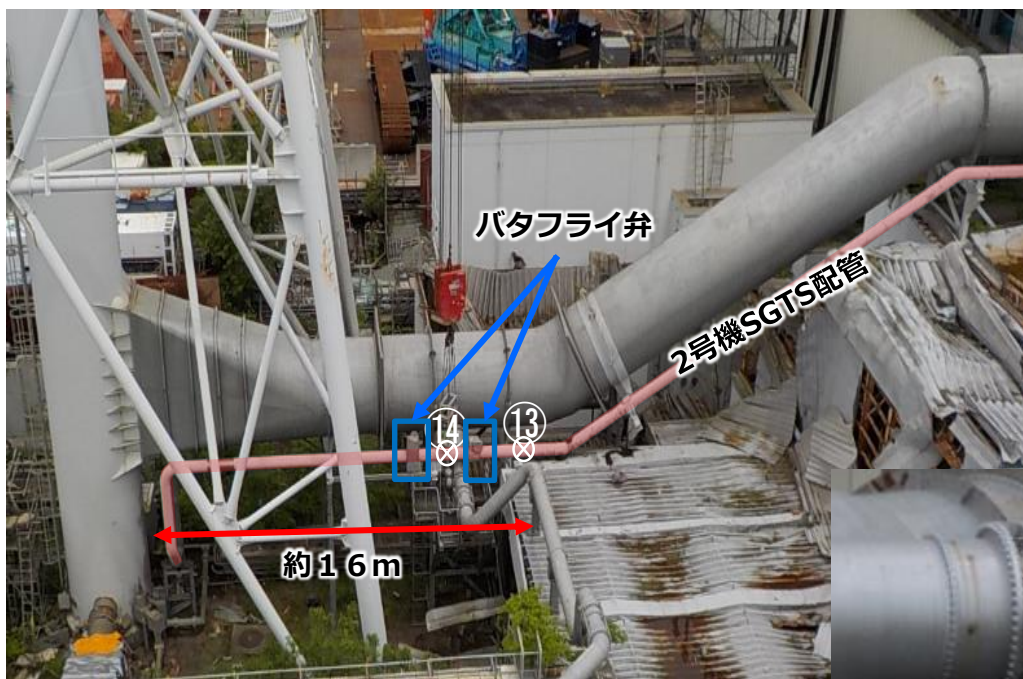
※ 1号機原子炉建屋カバー架構下部のため、クレーンによる線量測定不可

測定ポイント	SGTS配管	
	配管表面(0.1m)	配管上部(1m)
1	6.0	3.0
2	8.0	4.0
3	17.0	5.0
4	26.0	8.0
5	27.0	12.0
6	20.0	8.0
7	60.0	30.0
8	150.0	85.0
9	160.0	50.0
10	60.0	40.0
11	11.0	3.0
12	4.3	2.5
13	650.0	160.0
14	400.0	130.0
15	2.0	1.0
16	2.0	1.4
17	4.0	3.0

※排気筒下部最大線量: 4350mSv/h

(2) 高線量箇所について

- ・ 高い放射線量が確認されたNo.13(650mSv/h)及びNo.14(400mSv/h)付近にはバタフライ弁が設置されているため、放射性物質が止まりやすい環境も考えられる。
- ・ 一方、No.8/9(⑧150mSv/h、⑨160mSv/h) に関しては水平配管部分であった。



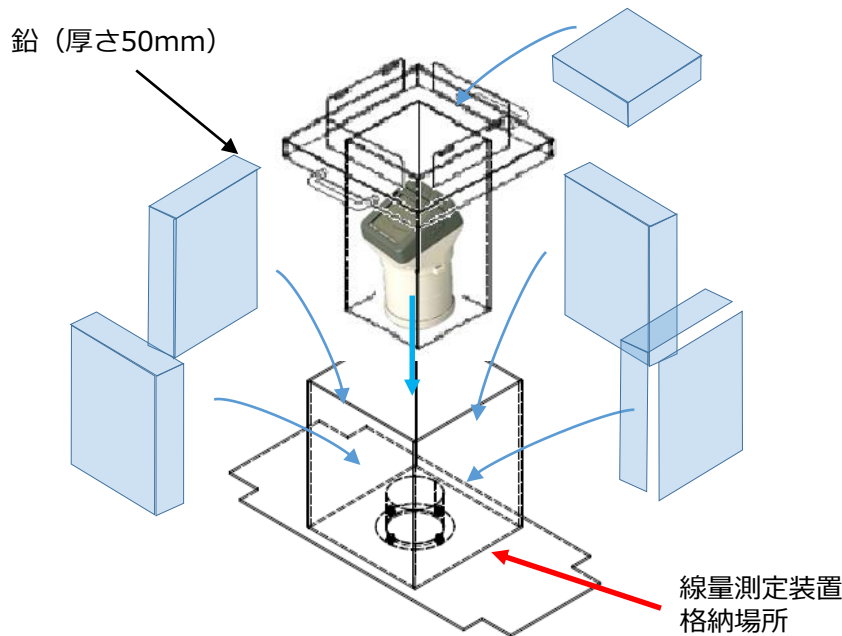
5. 配管切断箇所放射線量率測定（測定概要）

○ 測定方法

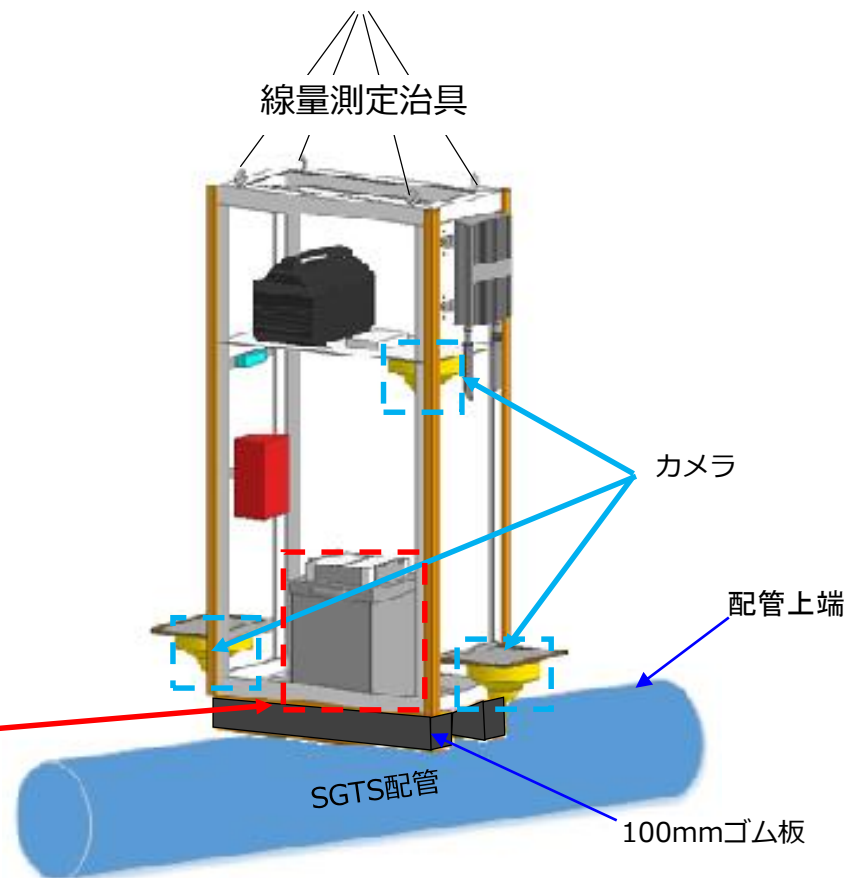
散乱線の影響低減を図るため、厚さ50mmの鉛でコリメートした線量計を線量測定治具内に装着し、クローラークレーンにて吊上げSGTS配管直上0.1m及び1m高さの線量測定を実施。合わせて、線量測定治具内に固定したカメラで配管外面確認を実施。

○ 実施日

2021年5月12日～2021年5月24日



線量計仕様	
品名	電離箱式サーベイメーター (デジタル表示) (ICS)
測定範囲	0.001～300mSv/h



— 64 — SGTS配管外面線量測定イメージ図

5. 配管切断箇所での放射線量率測定（測定結果）

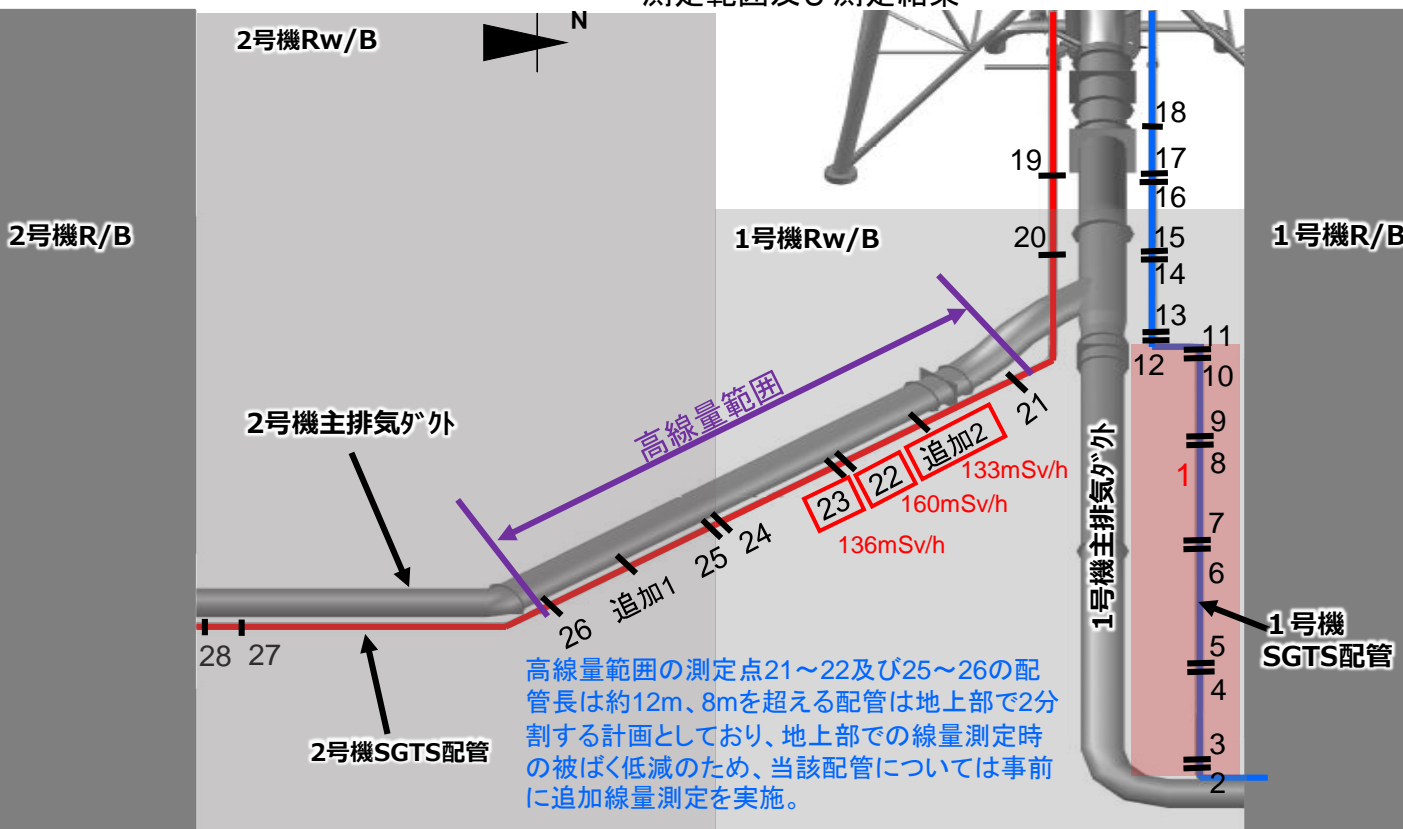
(1) SGTS配管線量測定結果

- ・ 下記に示す通り、配管線量率は2号機側が高く1号機側は低い結果となった。（昨年と同傾向）
- ・ これらは、ベント流速が速かった1号機配管より2号機は原子炉建屋内のSGTS系機器（フィルタ、ラプチャーディスク等）が抵抗となり流速が抑えられ滞留したものと推測している。
- ・ なお、2号機配管で高線量が確認された範囲（測定点21～26）の配管位置関係は、屋外配管のハイポイント（測定点20）より約1.2m低く、2号機R/Bからは水平位置となっている。

測定範囲及び測定結果

mSv/h

測定点	SGTS配管上端からの距離	
	0.1m	1.0m
1*	4.15	4.46
2	2.56	1.52
3	3.12	1.74
4	3.76	2.64
5	7.56	3.85
6	3.97	2.95
7	6.74	3.90
8	5.05	5.58
9	5.73	4.41
10	4.35	2.65
11	10.4	3.74
12	5.84	3.42
13	4.43	1.91
14	2.25	0.90
15	3.60	1.13
16	3.70	2.37
17	8.50	4.50
18	5.62	3.00
19	4.31	7.60
20	6.06	2.85
21	65.1	27.0
22	160.0	60.3
23	136.0	55.8
24	52.3	16.7
25	27.0	9.80
26	18.9	7.47
追1	16.5	6.53
追2	133.0	45.0

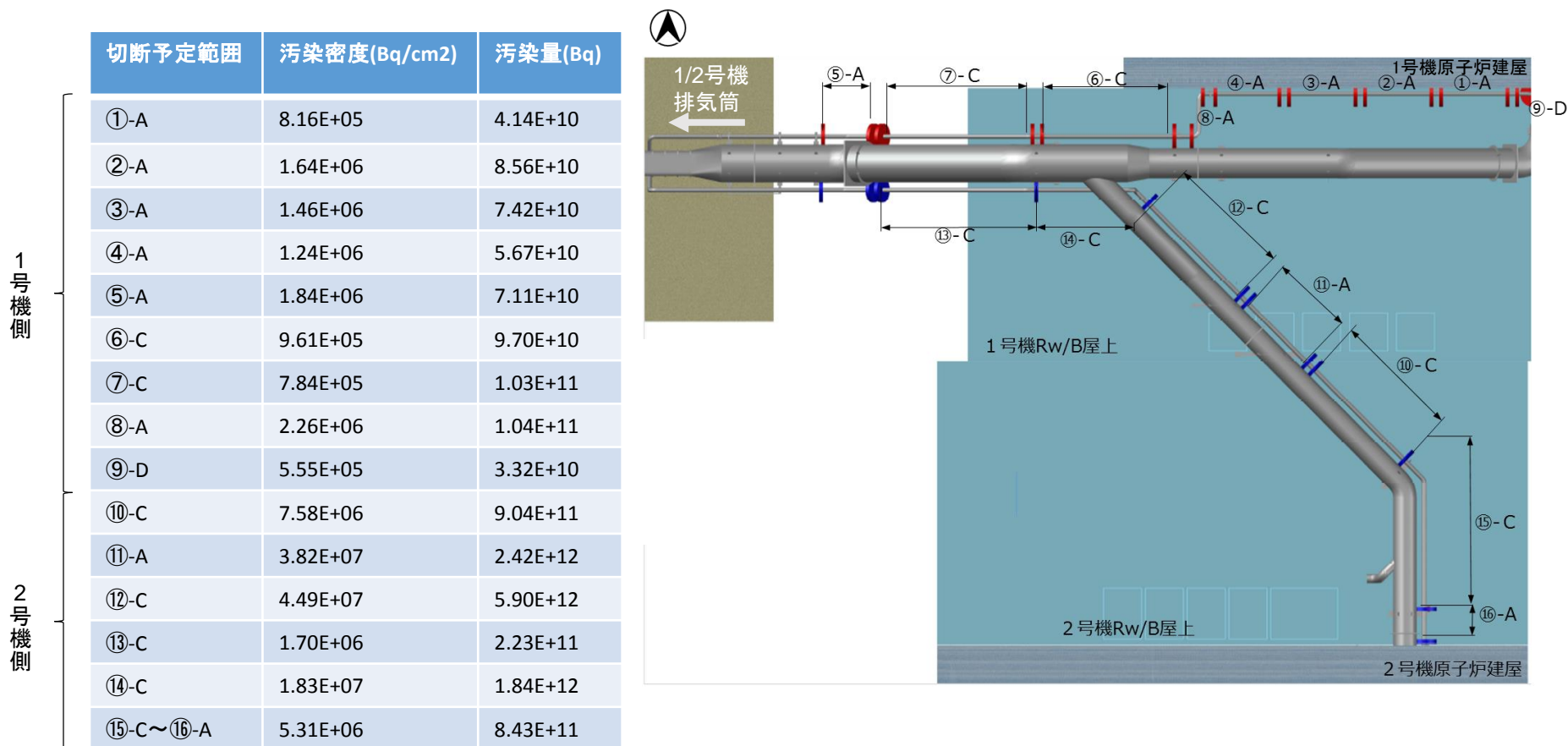


高線量範囲の測定点21～22及び25～26の配管長は約12m、8mを超える配管は地上部で2分割する計画としており、地上部での線量測定時の被ばく低減のため、当該配管については事前に追加線量測定を実施。

5. 配管切断箇所の放射線量率測定（汚染量評価）

(2) SGTS配管内の汚染評価結果

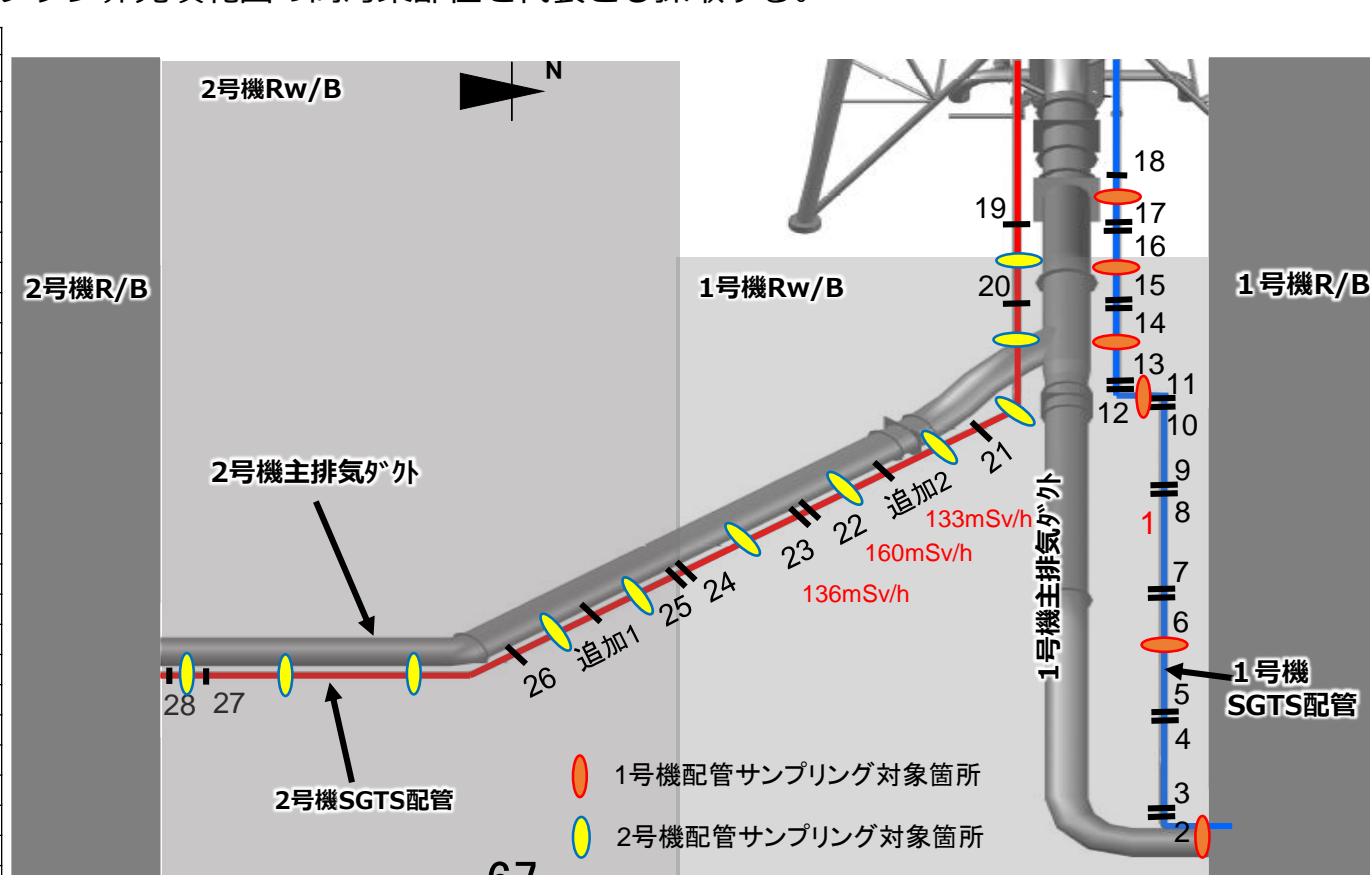
- 測定した放射線量率から汚染密度を算出し、切断後の配管ごとに汚染量の算出を実施した。
- 1号機側の汚染量は10～11乗オーダー、2号機側は11～12乗オーダーで、第82回監視・評価検討会で示された汚染量評価値と同等な結果となった。



6. 配管調査（スミア及びサンプル採取箇所）

- ◆ 汚染評価及び配管敷設状況（高低差）等から代表配管（採取箇所）を抽出。
- **1号機**については、建屋～No.2（縦配管），No.3～10（1号機R/B南壁近傍水平配管）のうちNo5～6間，No.11～12（90°横エルボ配管），No.13～14（屋外配管のハイポイント），No.15～16（30°斜配管）及びNo.17～18（水平配管）の**計6箇所**。
- **2号機**については、**先行撤去範囲**のNo.19～20（30°斜配管），No.20～21（屋外配管ハイポイント及び90°縦エルボ）の2箇所及びNo.21～No.26（高汚染水平配管）間の5箇所の**計8箇所**。
No.26～No.28間は、2号機側へ**クレーン移動後**、水平エルボ直近部分1箇所及び水平配管代表2箇所の**計3箇所**。
- 上記対象箇所は、発泡ウレタン非充填範囲の高汚染部位を代表とし採取する。

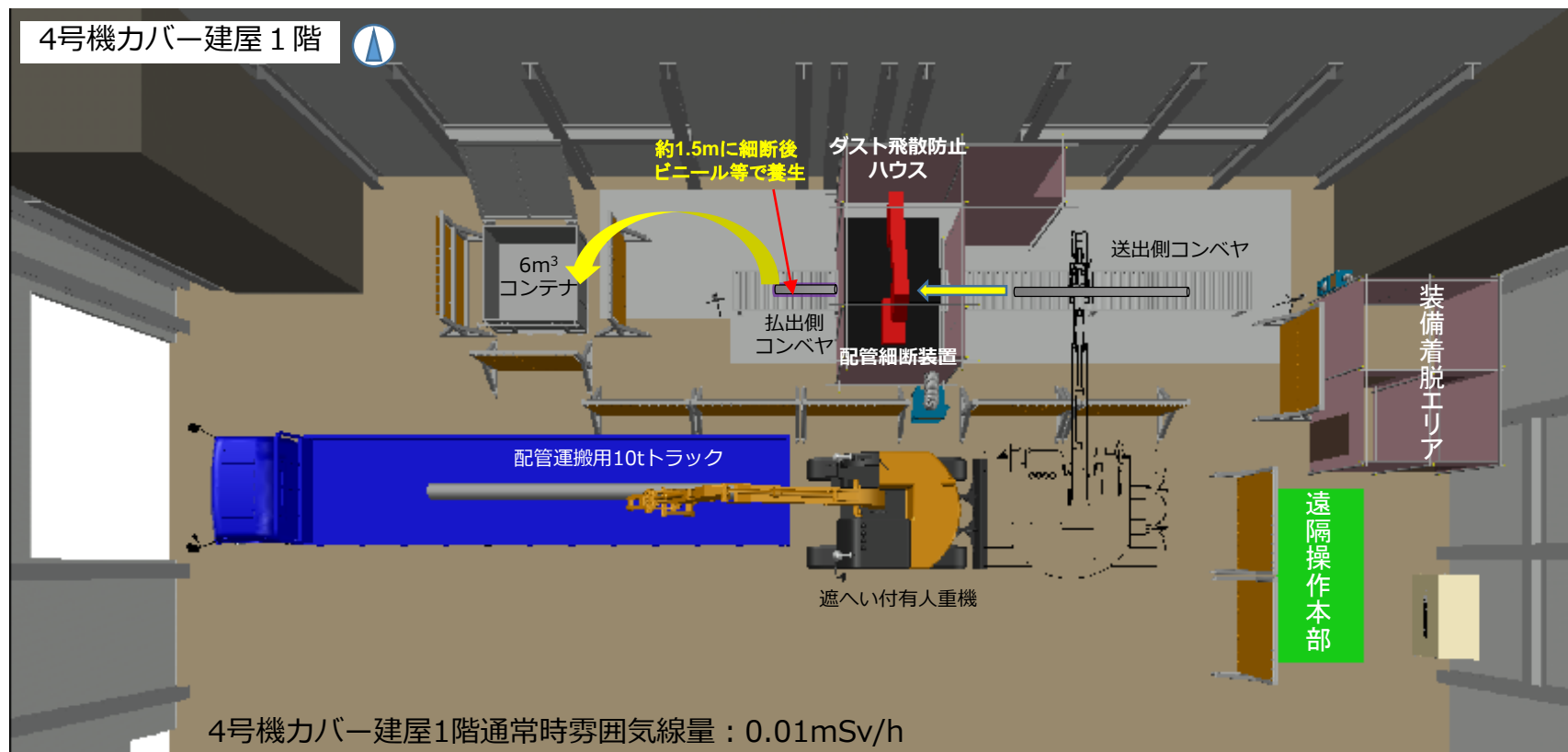
測定点	SGTS配管	
	0.1m	1.0m
1*	4.15	4.46
2	2.56	1.52
3	3.12	1.74
4	3.76	2.64
5	7.56	3.85
6	3.97	2.95
7	6.74	3.90
8	5.05	5.58
9	5.73	4.41
10	4.35	2.65
11	10.4	3.74
12	5.84	3.42
13	4.43	1.91
14	2.25	0.90
15	3.60	1.13
16	3.70	2.37
17	8.50	4.50
18	5.62	3.00
19	4.31	7.60
20	6.06	2.85
21	65.1	27.0
22	160.0	60.3
23	136.0	55.8
24	52.3	16.7
25	27.0	9.80
26	18.9	7.47
追1	16.5	6.53
追2	133.0	45.0



- 67 -

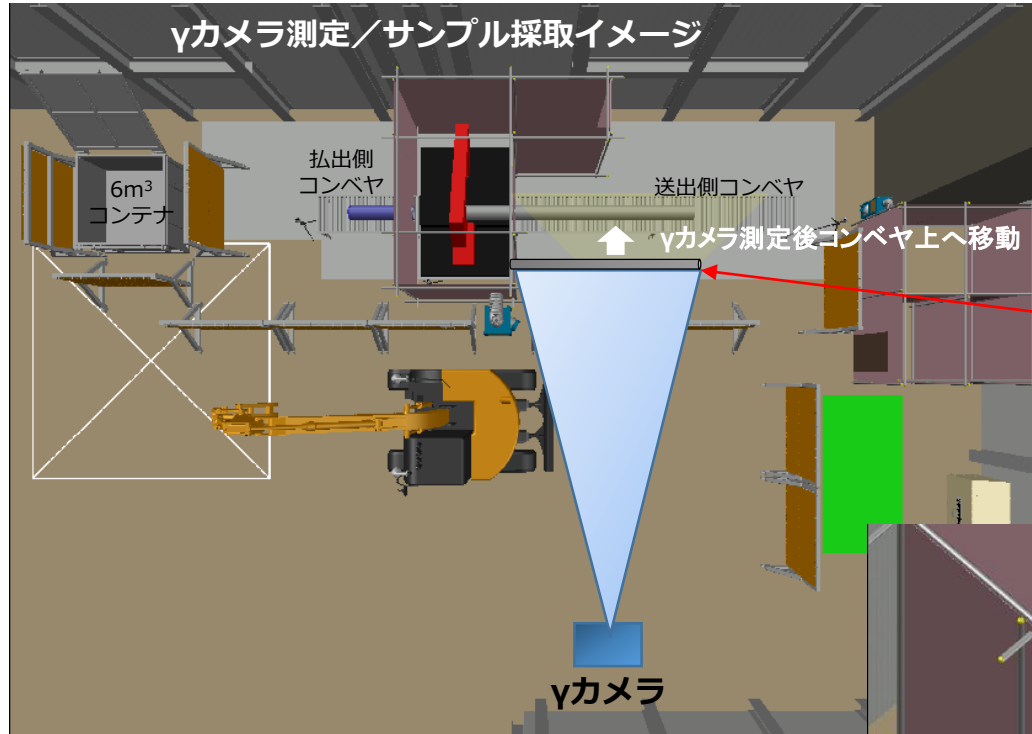
※赤枠内上部3.0m付近において最も高線量箇所

6. 配管調査（撤去配管細断エリア配置図）

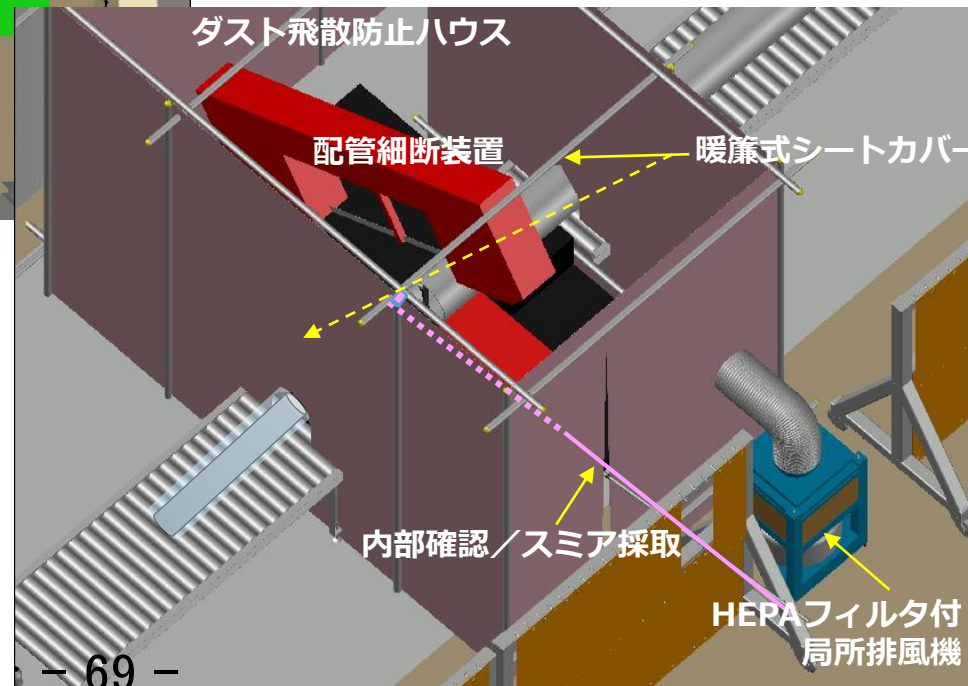


- 撤去した配管は、4号機カバ-建屋1階に設置したハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
- ハウス内はHEPAフィルタ付の局所排風機を運転して、ハウス外への放射性ダストの拡散を防止する。また、ハウス近傍で仮設のダストモニタによる監視を行う。
- 配管の細断は、ダスト飛散防止ハウス内で遠隔の配管細断装置にて行う。（遠隔操作本部から操作）
- 配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は、しゃへい付有人重機にて行う。
- 細断された配管はビニ-ル等で養生した後、6m³コンテナに収納する。
- 配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

6. 配管調査 (γカメラ測定, 内部確認, スミア/サンプル採取概要)



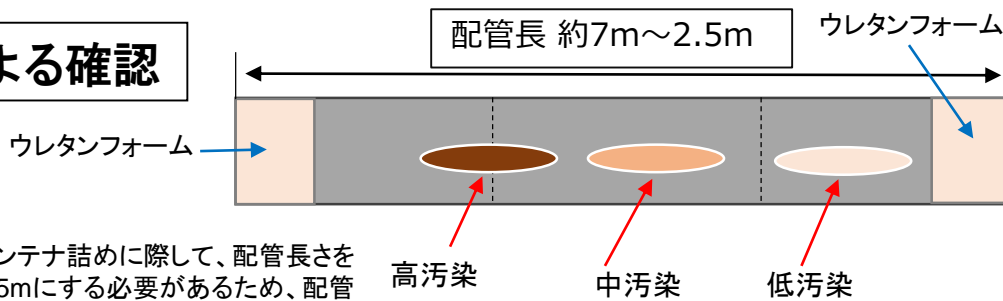
細断前の配管長さ
最長：約7m, 最短：約2.5m



- γカメラの測定は、送出側コンベヤ手前に一度仮置きし測定する。
- 内部確認及びスミア採取は、配管サンプル採取に先立ち高汚染部位を衝立遮へい越しに、ダスト飛散防止ハウス側面から実施する。
- 配管サンプル採取は、高汚染部位を細断装置にて必要幅に輪切りして、収納箱に入れて保管する。
- スミア採取位置は配管内面の上面 (0°方向)、下面 (180°方向)、側面 (90°もしくは270°方向) とする。

6. 配管調査 (γカメラ, 内部確認, スミア/サンプル採取の流れ)

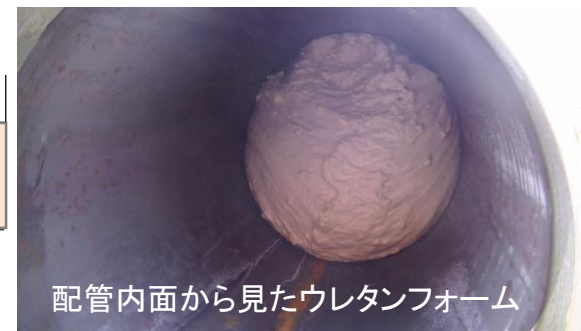
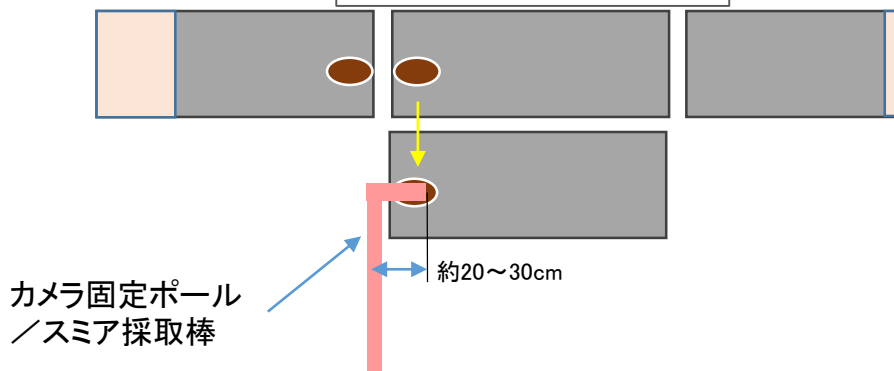
γカメラによる確認



※ コンテナ詰めの際に、配管長さを約1.5mにする必要があるため、配管長から最大で5分割、最小2分割予定

最大5分割、最小2分割※

配管内部確認 ・スミア採取



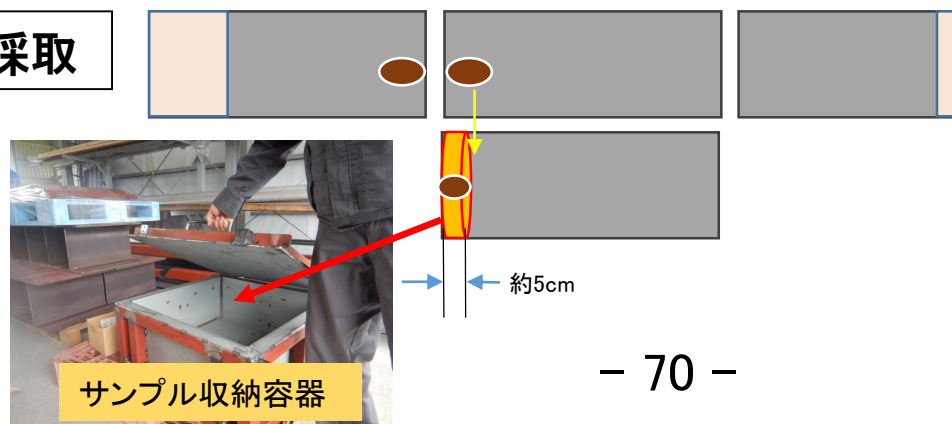
配管内面から見たウレタンフォーム



スミア採取棒
(長さ 約2~3m)

スミア採取モックアップ

配管サンプル採取



サンプル収納容器

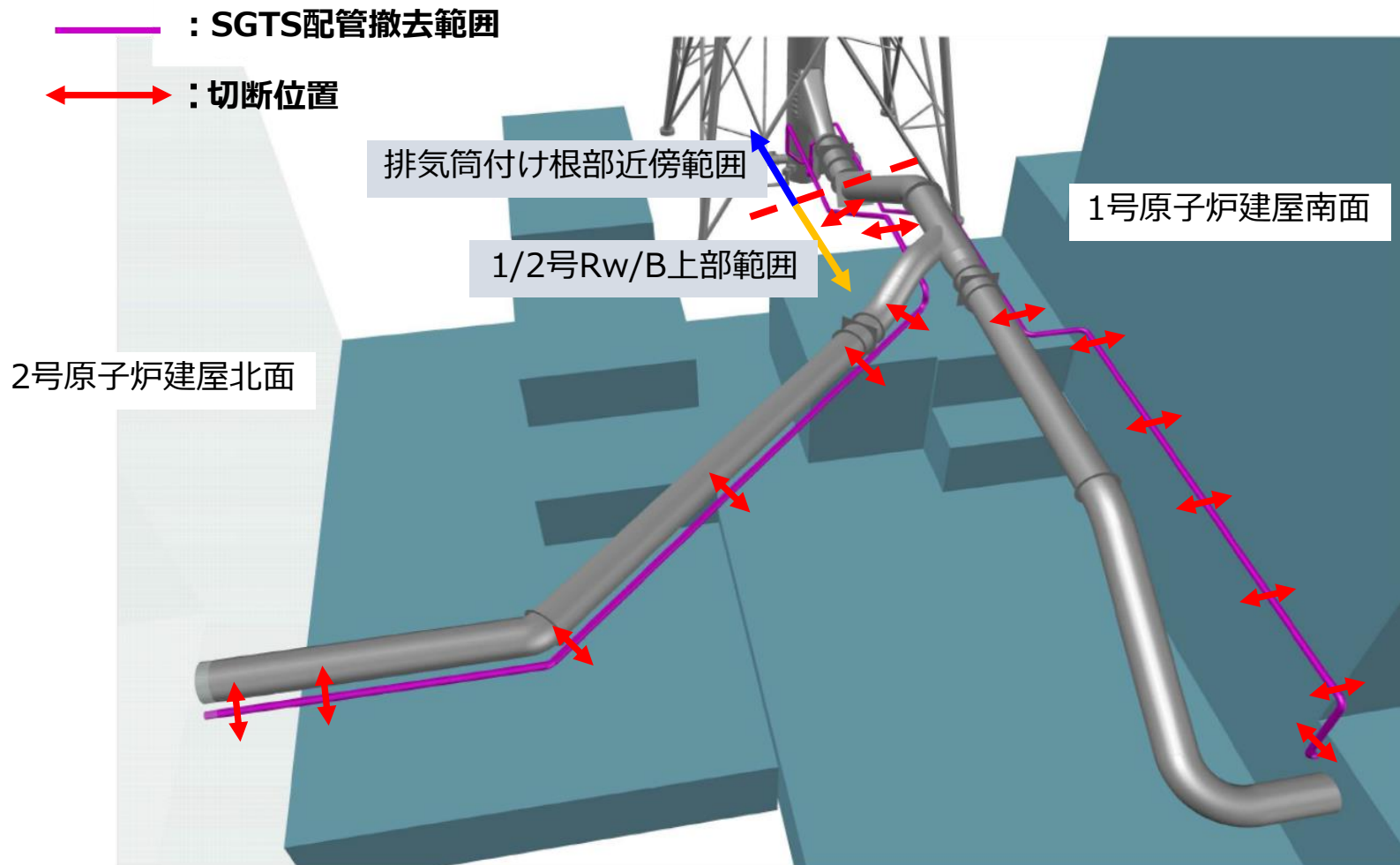


サンプル採取

サンプル切出しモックアップ

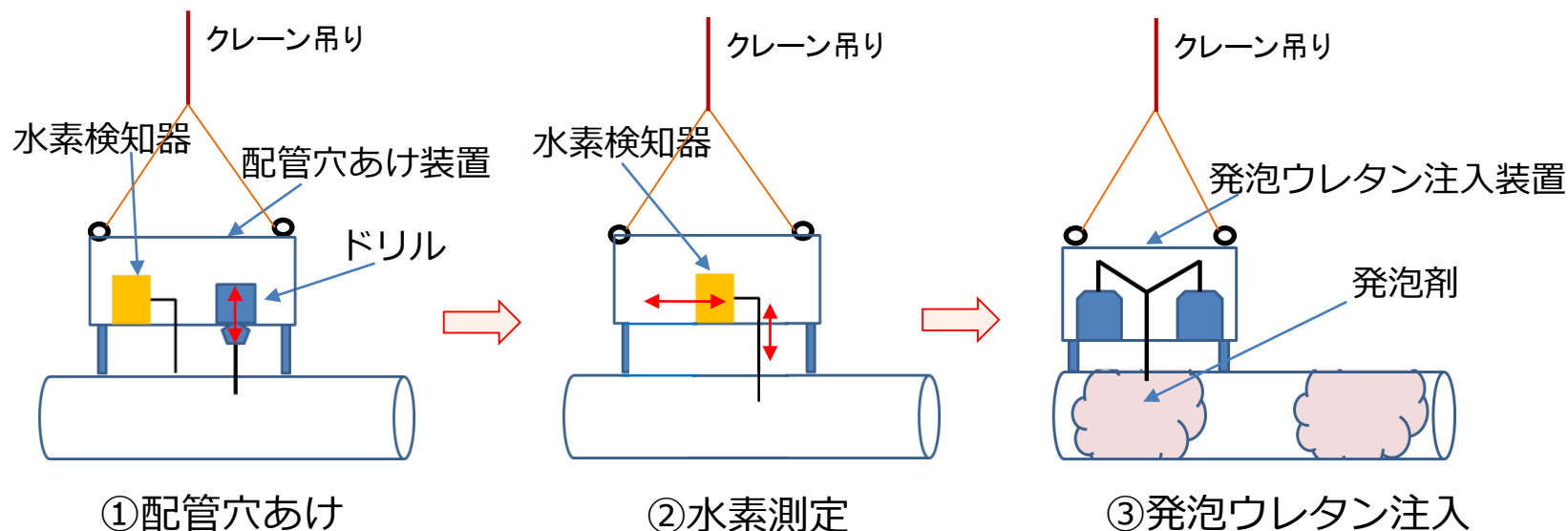
参考資料

■ 撤去対象配管について（東側から見る）



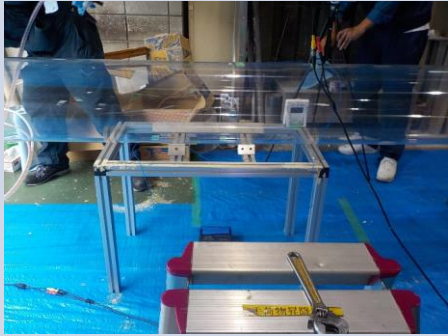
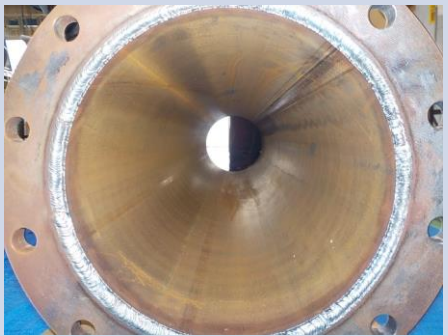

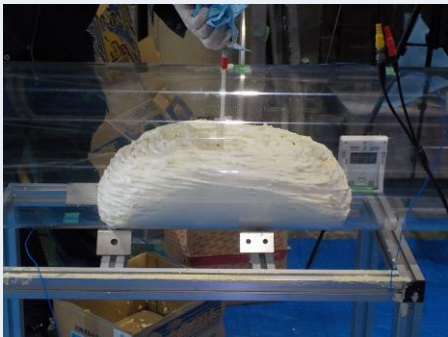


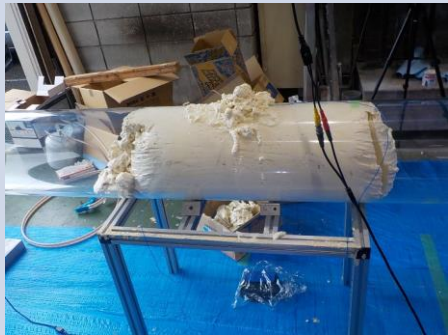
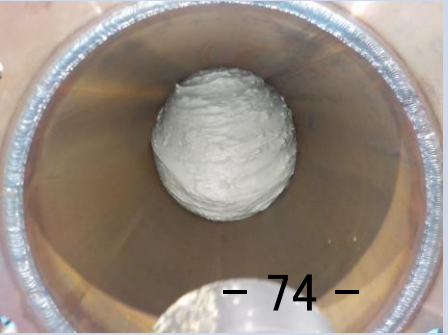

➤ SGTS配管穿孔イメージは以下の通り。

- ①撤去するSGTS配管内に水素はほとんど存在しないと推定するが、火花が出ない低速回転のドリルにて穴開けを実施。配管穴開け後、配管内の水素濃度を測定する。
なお、水素濃度が4%以上（水素の爆発限界下限値）ある場合は窒素ガスによるパージを試みる。（窒素ガスパージの手順についてはモックアップで確認する。）
- ②SGTS配管切断箇所を発泡剤（2液性発泡硬質ウレタンフォーム）を注入し、切断時の放射性ダストの飛散防止を図る。



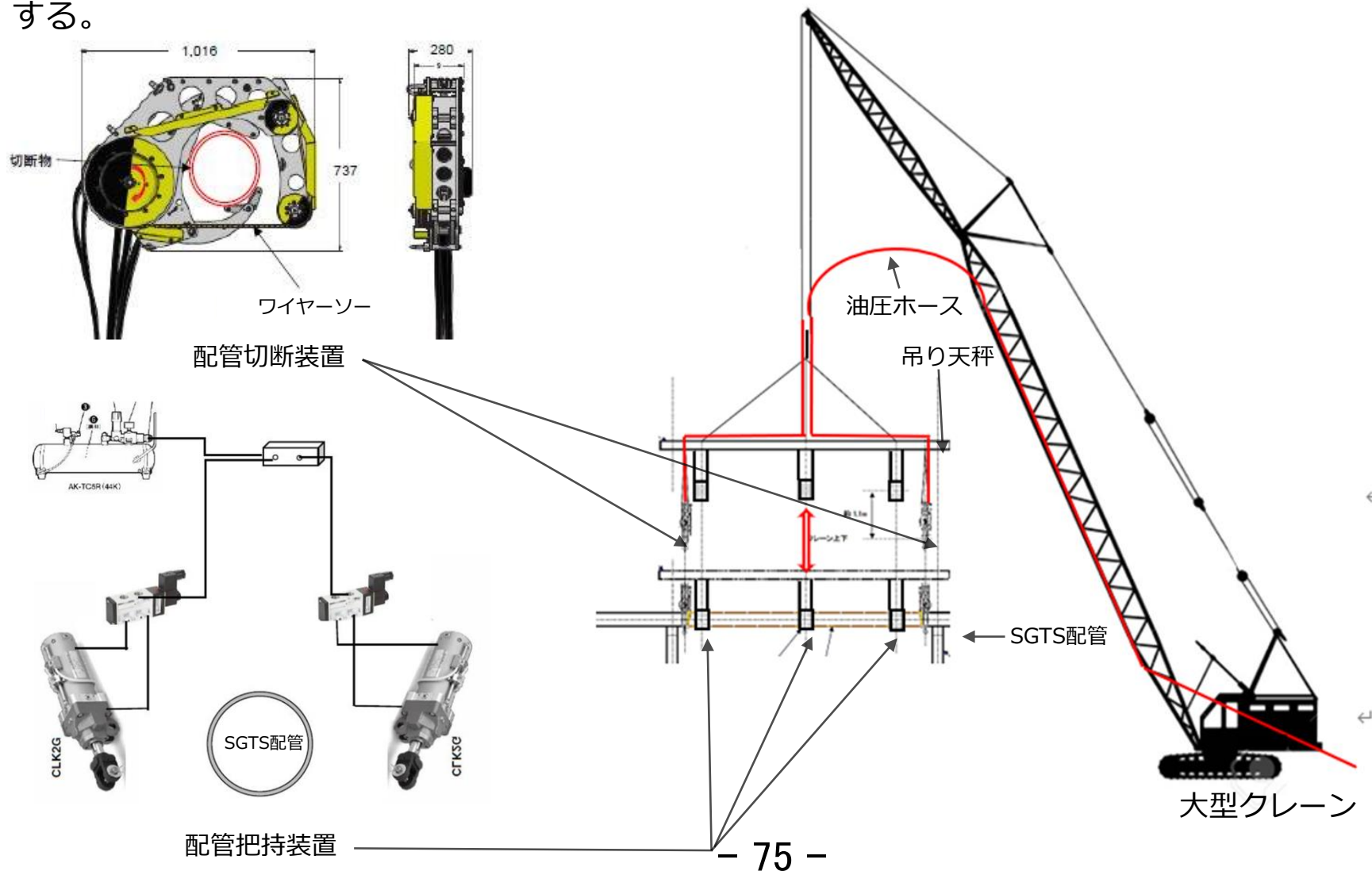
<参考> 要素試験状況（発泡ウレタン注入・配管切断）

配管切断時のダスト飛散防止対策として、配管内に発泡ウレタンを注入し、配管を閉塞させた後にダイヤモンドワイヤーソーで切断を行う。

	アクリル管での模擬	同材質配管での模擬		ワイヤーソーによる切断	
注入前			切断		
注入中				切断面の状況	
閉塞					

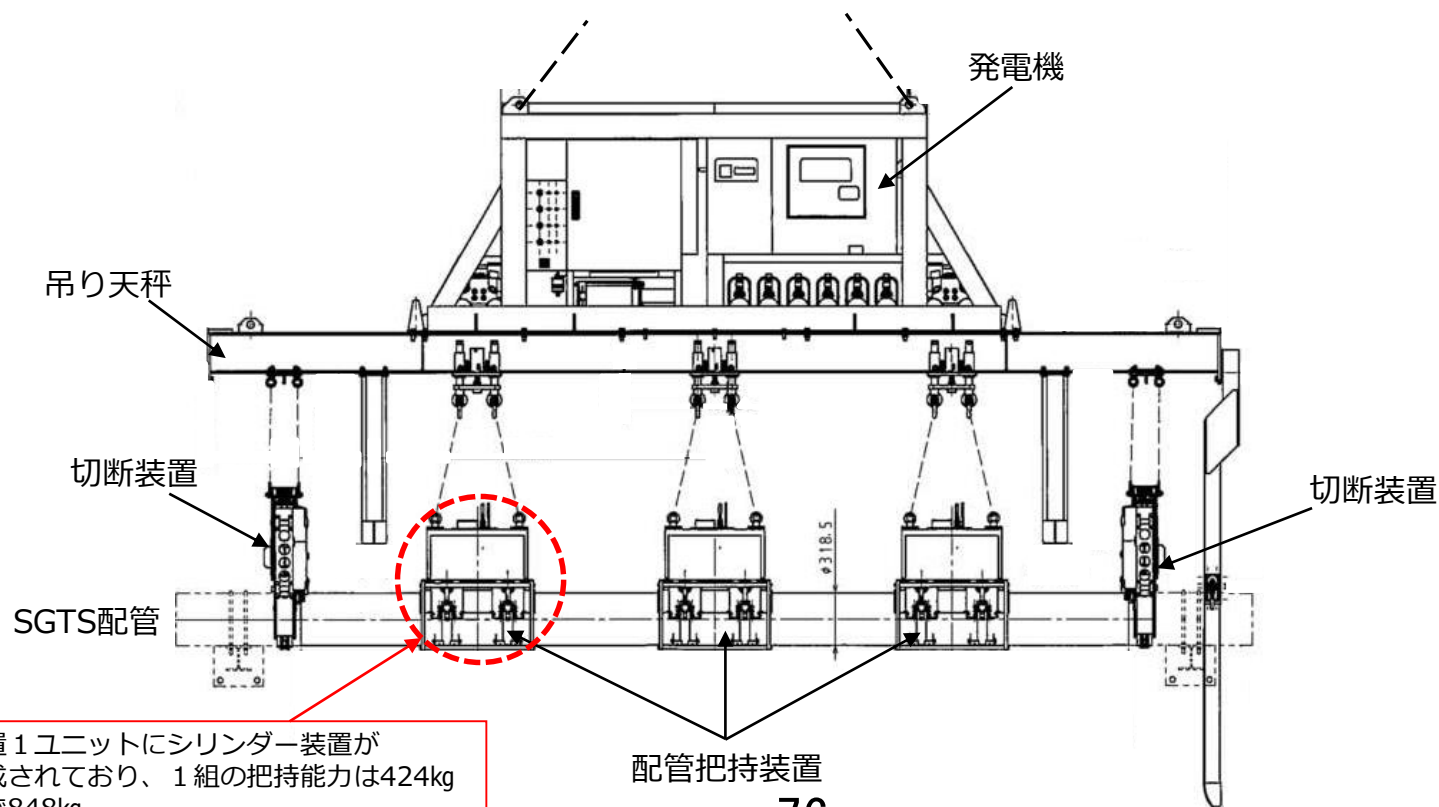
<参考> 配管切断装置概要

吊り天秤に配管切断装置、配管把持装置を搭載し、大型クレーンで吊り、切断箇所に装置を合わせて遠隔操作にて配管を把持、切断を行う。切り出した配管はそのままクレーンで移動する。



<参考> 吊り天秤概要

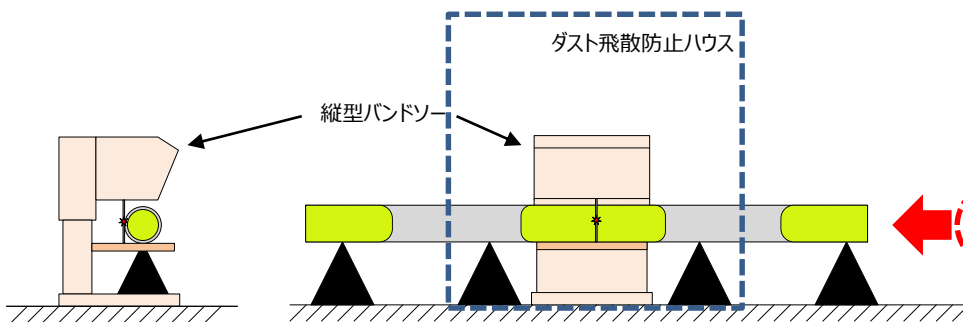
- 吊り天秤は切断するスプール長や配管の取り回し（短尺管、長尺管、クランク部、縦管）によって4種類準備する。
- 吊り天秤には発電機、通信装置、切断装置（ワイヤーソー）、配管把持装置が取り付けられる。なお、配管把持装置は切断するスプール長によって取り付ける数が変わる。
- 配管把持装置1ユニットには、シリンダー装置が2組構成されており、1組の把持能力は約420kgである。したがって、配管把持装置1ユニットの把持能力は約840kgとなる。



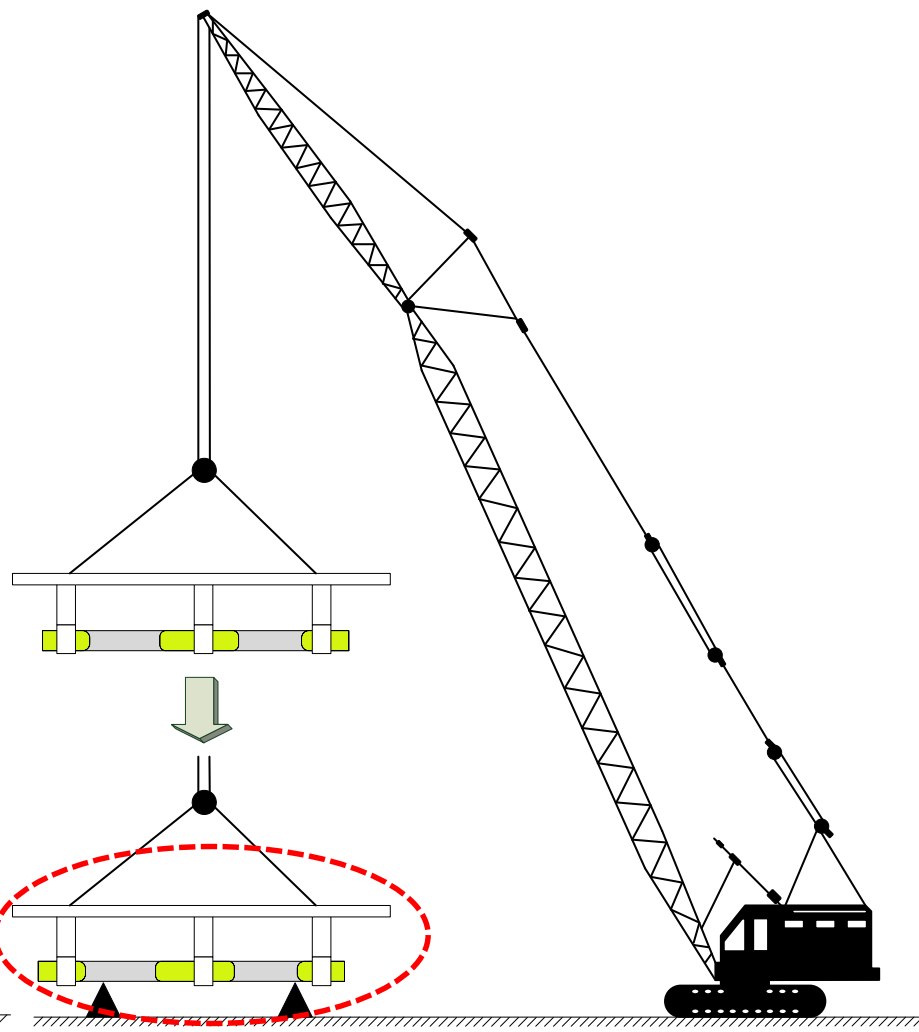
配管把持装置1ユニットにシリンダー装置が各2組で構成されており、1組の把持能力は424kg
1ユニットで848kg

<参考> 吊降ろし後の配管小割概要

- SGTS配管吊り降ろし後、8 m以上の長尺配管は輸送車輛に積載するため小割を行う。
- なお、小割箇所には予め発泡ウレタン注入済で細断は縦型バンドソーを用いて行う。
- また、小割についてはハウス内でダストが外部に放出されない措置を取って行う。
- 配管のハウス内への搬入、切断装置へのセッティング、小割後の配管端部への養生の取り付けを作業員で行う。
- 吊降ろし後の細断は1号機で2箇所、2号機で5箇所の計画。
- 細断後、10tトラックにて4号機カバー建屋へ運搬する。



SGTS撤去配管細断イメージ図（左：側面図、右：正面図）

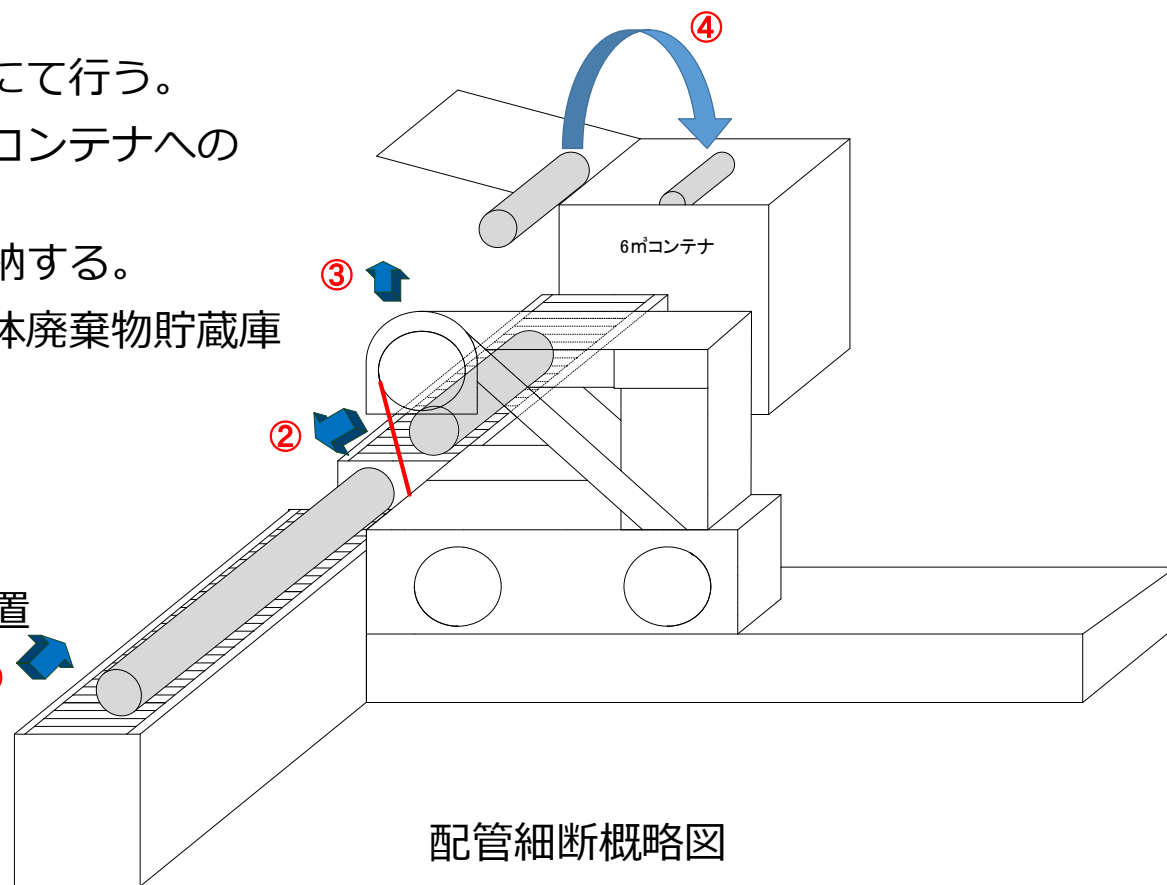


SGTS撤去配管吊り降ろし図

- 現場から撤去した配管は、4号機力カバー建屋内1階に設置されたハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
- ハウス内はRaゾーンに設定し、細断作業中はHEPAフィルター付きの局所排風機を運転して、ハウス外へのダスト拡散を防止する。また、ハウス近傍に仮設のダストモニタを設置してダストの監視を行う。
- 配管の細断は遠隔の細断装置にて行う。
- 配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は重機にて行う。
- 細断された配管は養生して収納する。
- 配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

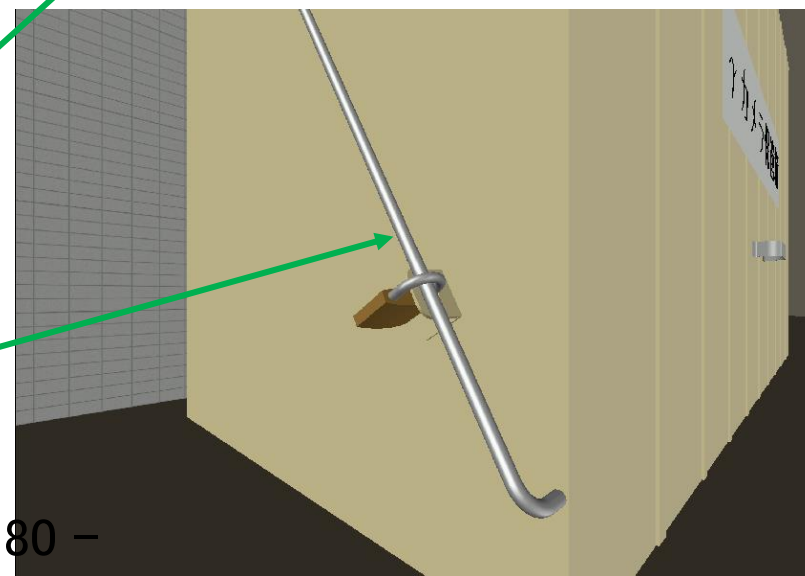
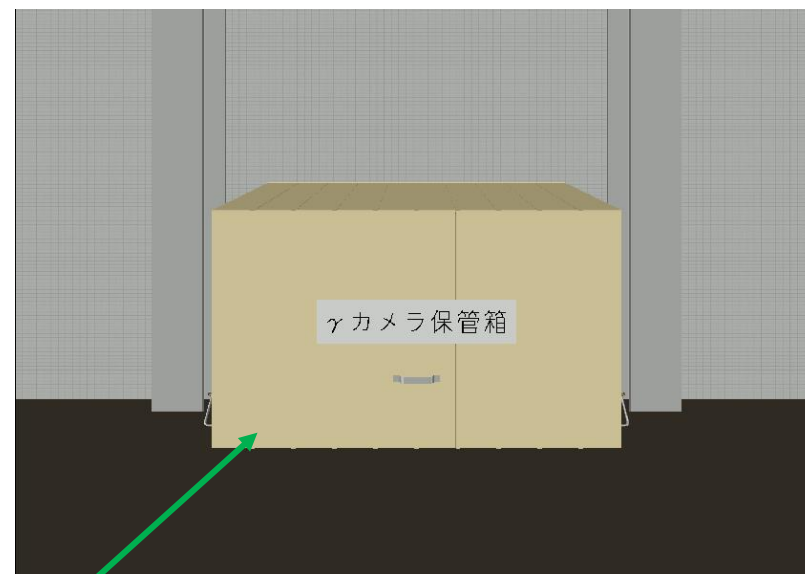
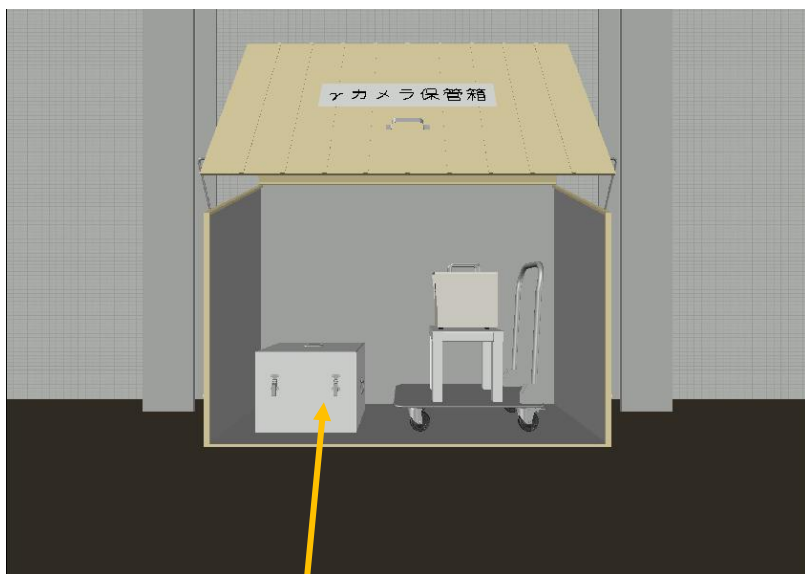
■ 配管減容・保管作業フロー

- ① 配管をローラーコンベアに設置
- ② 配管細断（配管細断装置）
- ③ 細断配管揚重（重機）
- ④ 細断配管収納



1/2号機SGTS配管撤去に係る事故分析調査のひとつとして、γカメラによる汚染量評価を行う。γカメラの管理は以下の通り。

- 測定者
東京電力HD
協力企業：東京パワーテクノロジー(株)
- 使用期限
1/2号機SGTS配管撤去完了まで
- 管理場所
4号機カバ―建屋 1階フロア 作業エリア内
⇒出入管理がなされているエリア
- 保管方法
容器などに保管し、施錠管理する。なお、鍵は東京電力HDで管理する。
- その他必要事項
 - 保管容器（γカメラおよび付属品一式が収まる大きさであること）
 - 電源（γカメラバッテリー駆動 要充電）
 - 測定台（γカメラ単体重量：約32kg）
 - 養生（γカメラの汚染防止のため、ビニールシート等）



保管箱開放時

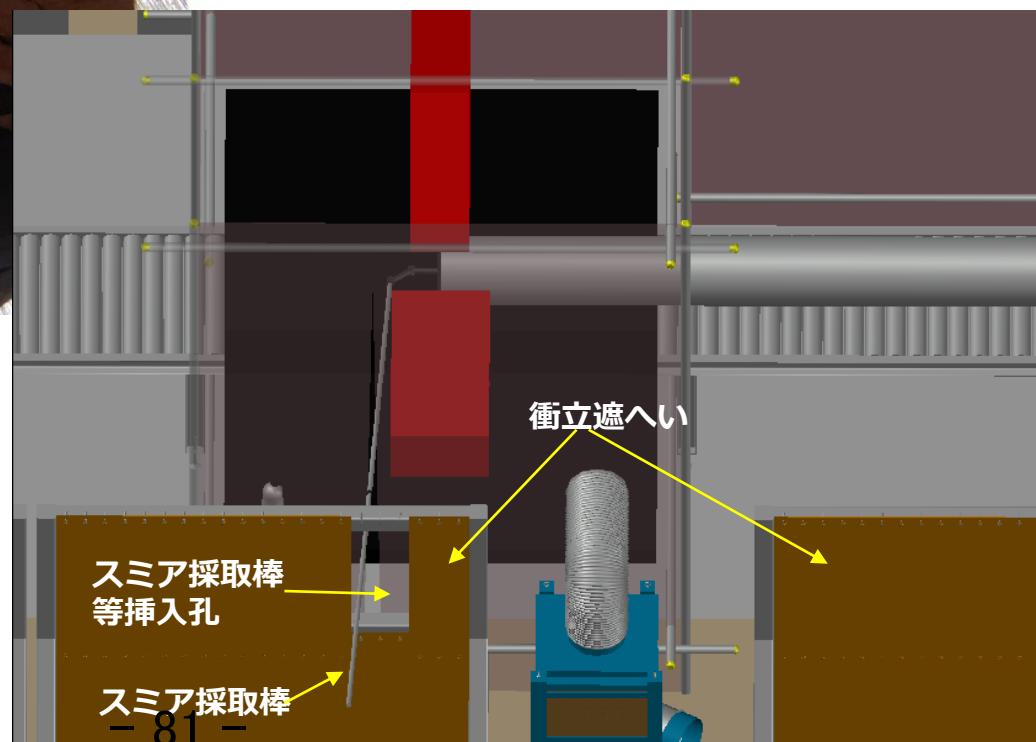
保管箱閉鎖時

保管箱施錠時



- スミアの採取はハウス側面の挿入孔からスミア採取棒を挿入して、配管細断装置を通過した後の位置でスミア採取を行う。
- スミア採取位置は配管内面の上面(0°方向)、下面(180°方向)、側面(90°もしくは270°方向)とする。

- 採取したスミアは採取位置の情報を記載・記録して収納容器に入れて保管する。



<参考> サンプル採取～収納イメージ)

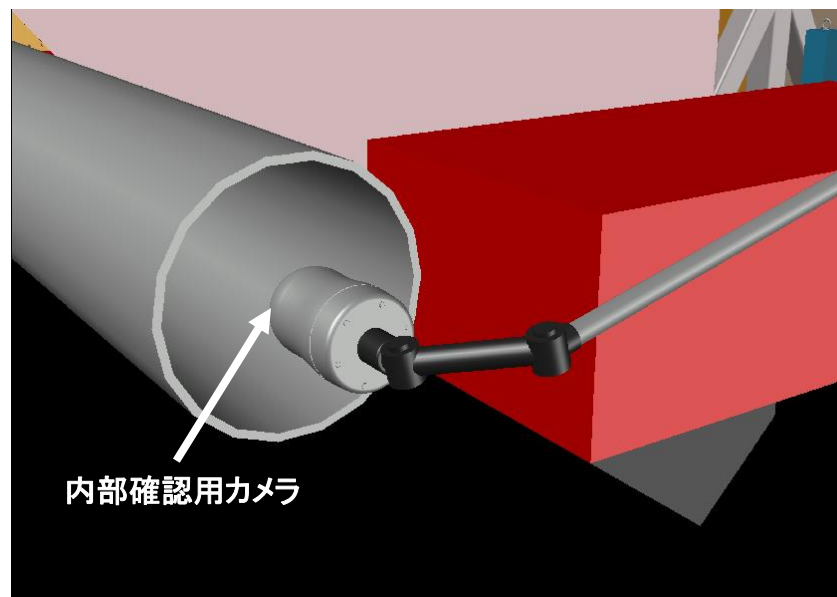
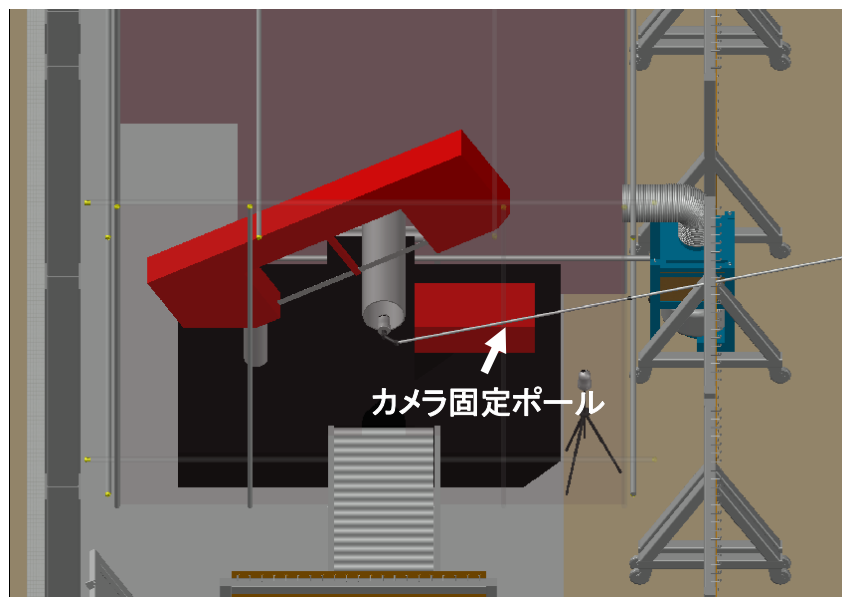
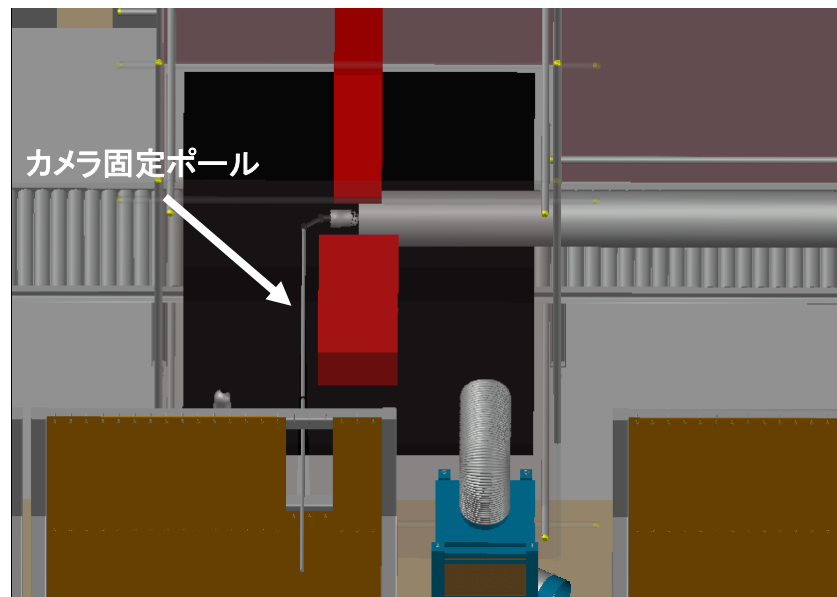
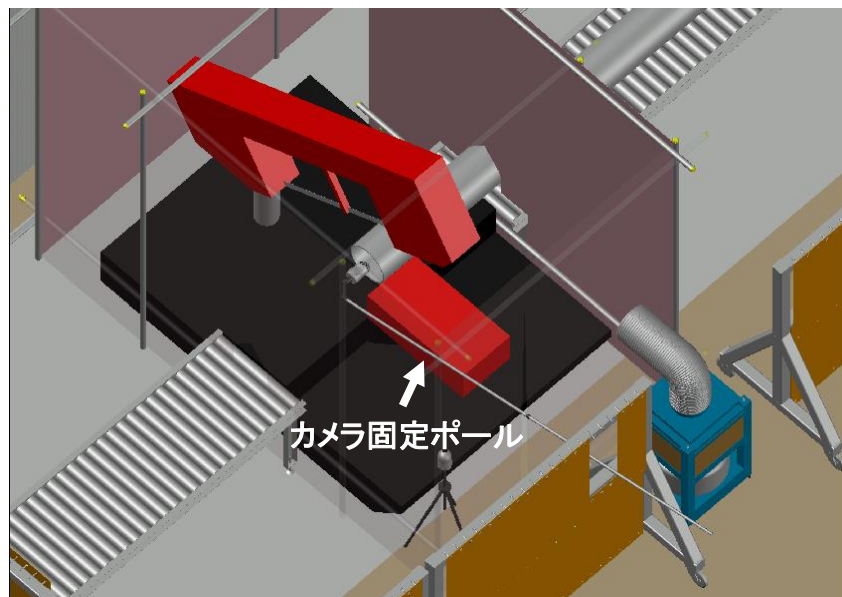


- 配管サンプルの採取は、必要箇所を約5cm程度の幅で配管細断装置を用いて輪切りの状態で採取する。
- 配管サンプルは位置情報や配管の上下、出入口方向を記録・記載する。
- 配管サンプルは引き抜き治具にて収納容器に収めて保管する。
- 収納容器に収める配管サンプルは、1収納容器に1サンプルとする。



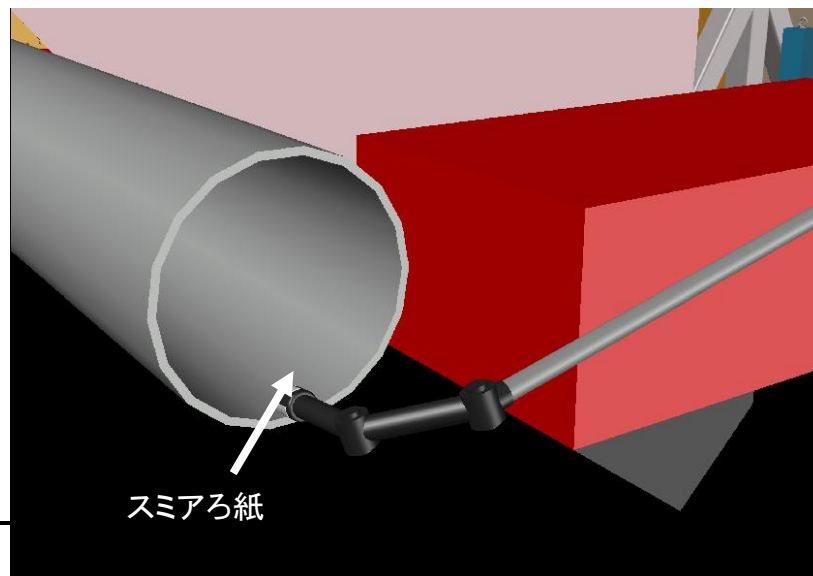
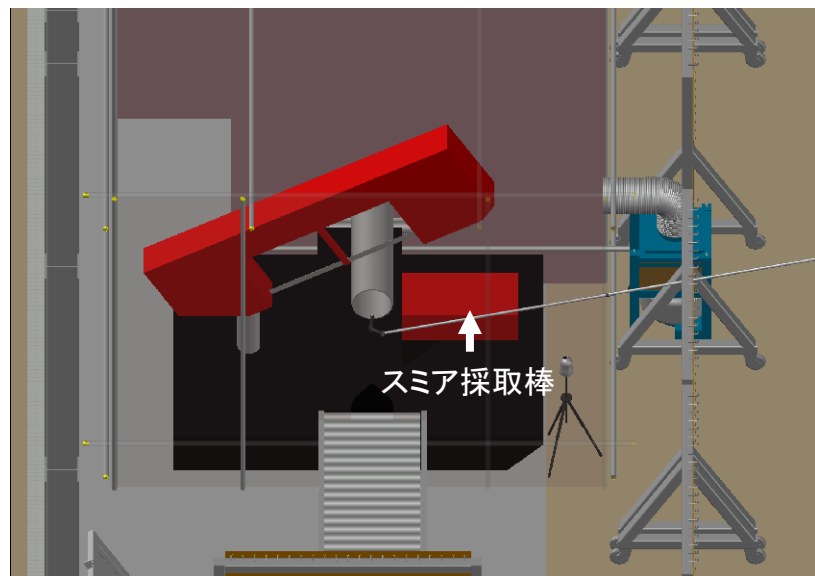
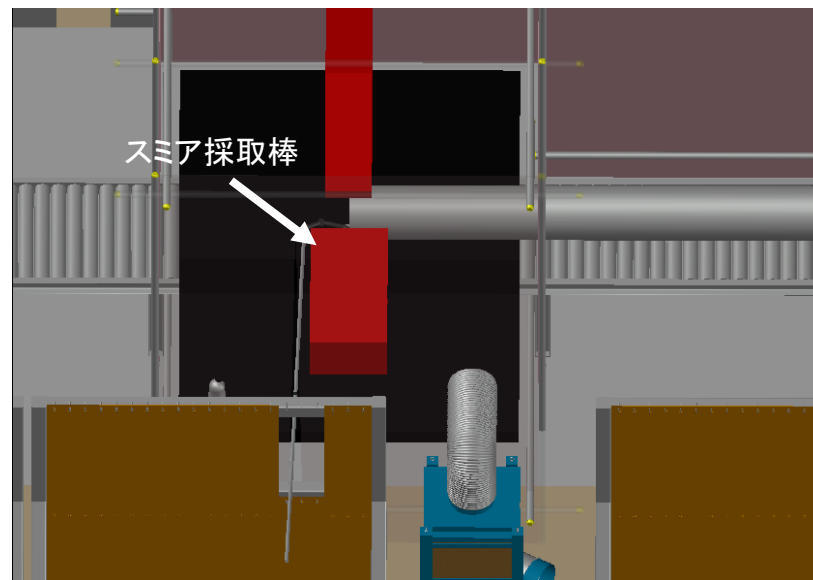
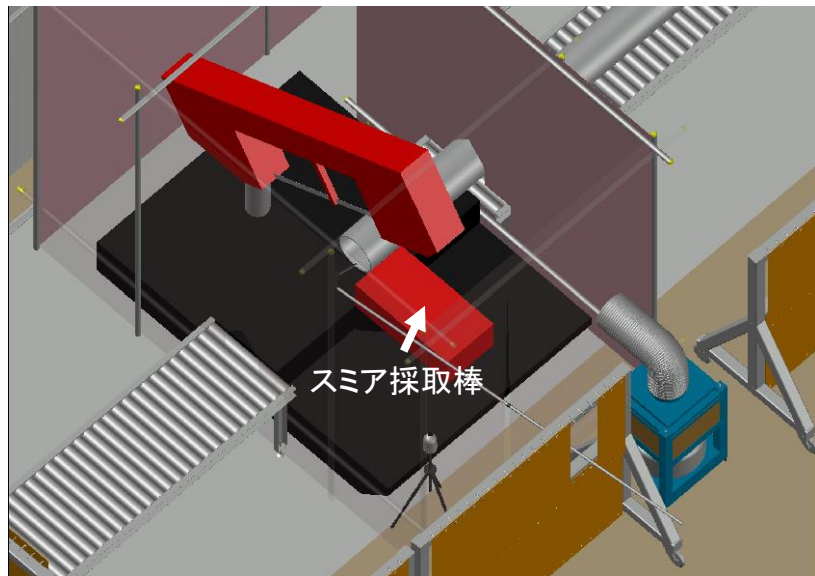
サンプル収納容器





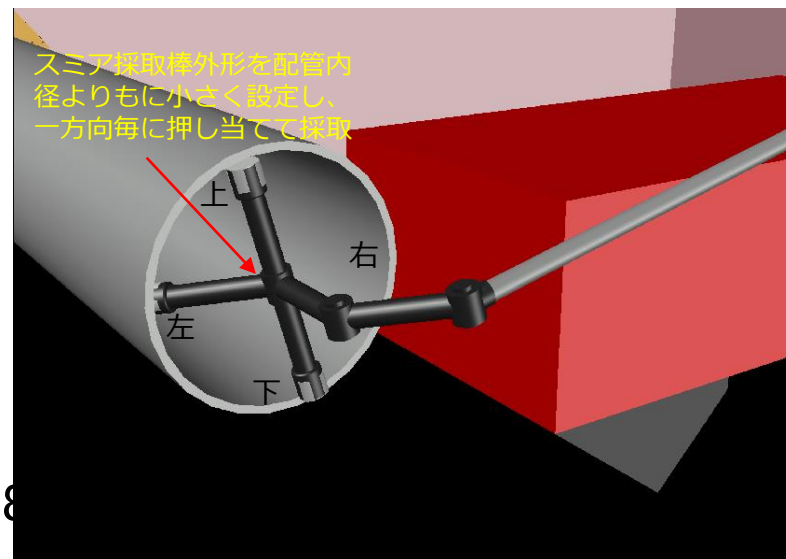
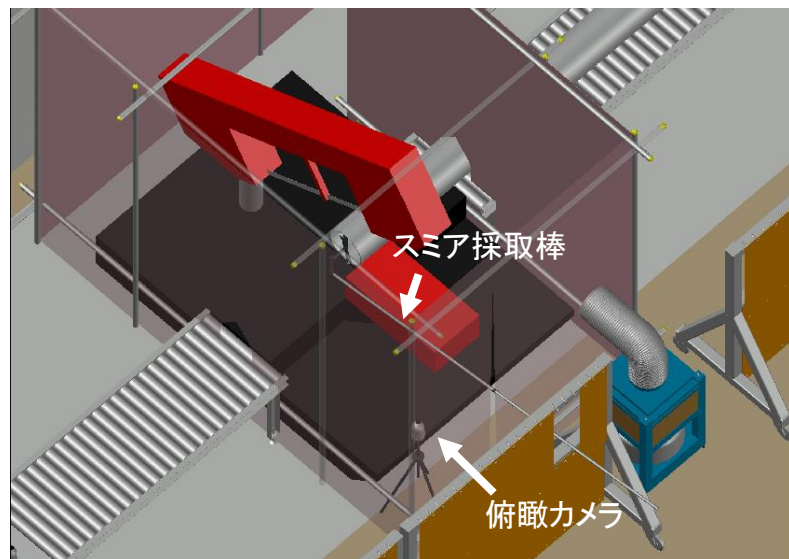
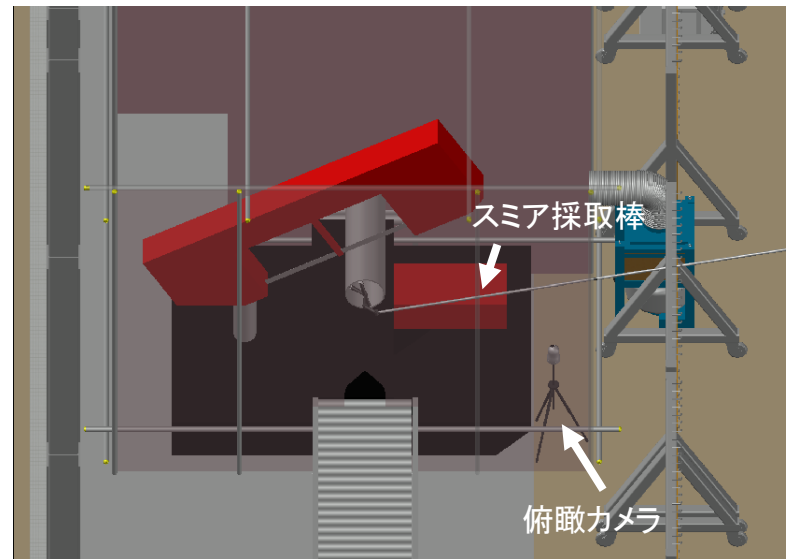
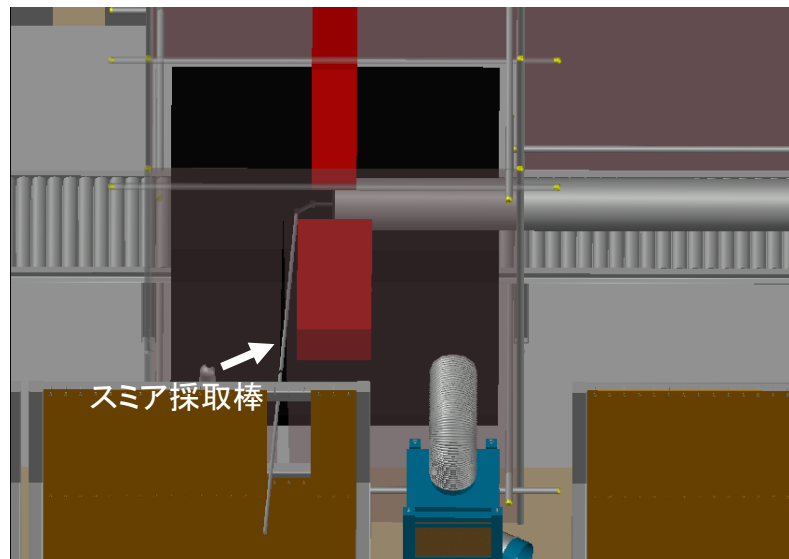
<参考> スミア採取方法（1ポイント毎の採取）

- 配管表面線量160mSv/hの場合、1ポイント採取に最大6分程度必要となり被ばく線量は0.8人・mSv。上、下、左又は右の3ポイントでは2.4人・mSvで被ばく線量増大が課題。



<参考> 検討中のスミア採取方法（3ポイント同時採取）

- 被ばく低減を目的に、下図のように1回の測定で3点採取可能なスミア採取棒を考案。
- モックアップ訓練も含め現在計画中。





3 D レーザースキャナーの定点測定について

- i. 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22回会合
資料3 - 1 「現地調査の実施状況について」

1. これまでの調査・分析では、4号機原子炉建屋4階を中心に3Dレーザースキャナーによる測定を実施してきた。その結果、天井部や梁の詳細なデータの蓄積が進みつつある。
2. 本年7月20日の現地調査では、同一箇所に対して、定期的な測定を実施することにより、経年変化の状況を把握し、今後の事故分析に活用するため、4号機原子炉建屋4階に3Dレーザースキャナーの測定基準点(ターゲット球)を設けた。
3. 今後、定点測定の調査範囲を拡張し、4号機原子炉建屋3階等にも3Dレーザースキャナーの測定基準点(ターゲット球)の設置を検討している。

現地調査の実施状況について

2021年9月14日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

(3) 4号機原子炉建屋内調査について
(2021年7月20,21日)

(3) 4号機原子炉建屋内調査の実施概要

(1) 目的

これまでの現地調査等において、4号機原子炉建屋については、4階を中心に3Dレーザースキャナーによる測定を実施してきた。その結果、天井部や梁の詳細なデータの蓄積が進みつつある。

今回、同一箇所に対して、定期的な測定を実施することにより、経年変化の状況を把握し、今後の事故分析に活用するため、4号機原子炉建屋4階に3Dレーザースキャナーの測定基準点を設ける作業等を行った。作業にあたっては、東京電力ホールディングス株式会社(以下「東京電力」という。)の廃炉作業等への影響を避けるため、東京電力の協力のもと原子力規制庁職員が行った。また、4号機原子炉建屋4階西側の差圧調整ダクト及び空気作動弁の作動状態の再調査を行った。

(2) 場所

4号機原子炉建屋4階(現地調査日:2021年7月20日、21日)

(3) 4号機原子炉建屋内調査の実施概要

(3) 調査日

2021年7月20日、21日

(4) 調査実施者

2021年7月20日 原子力規制庁職員 3名

2021年7月21日 原子力規制庁職員 3名

東電職員2名同行。

(5) 被ばく線量

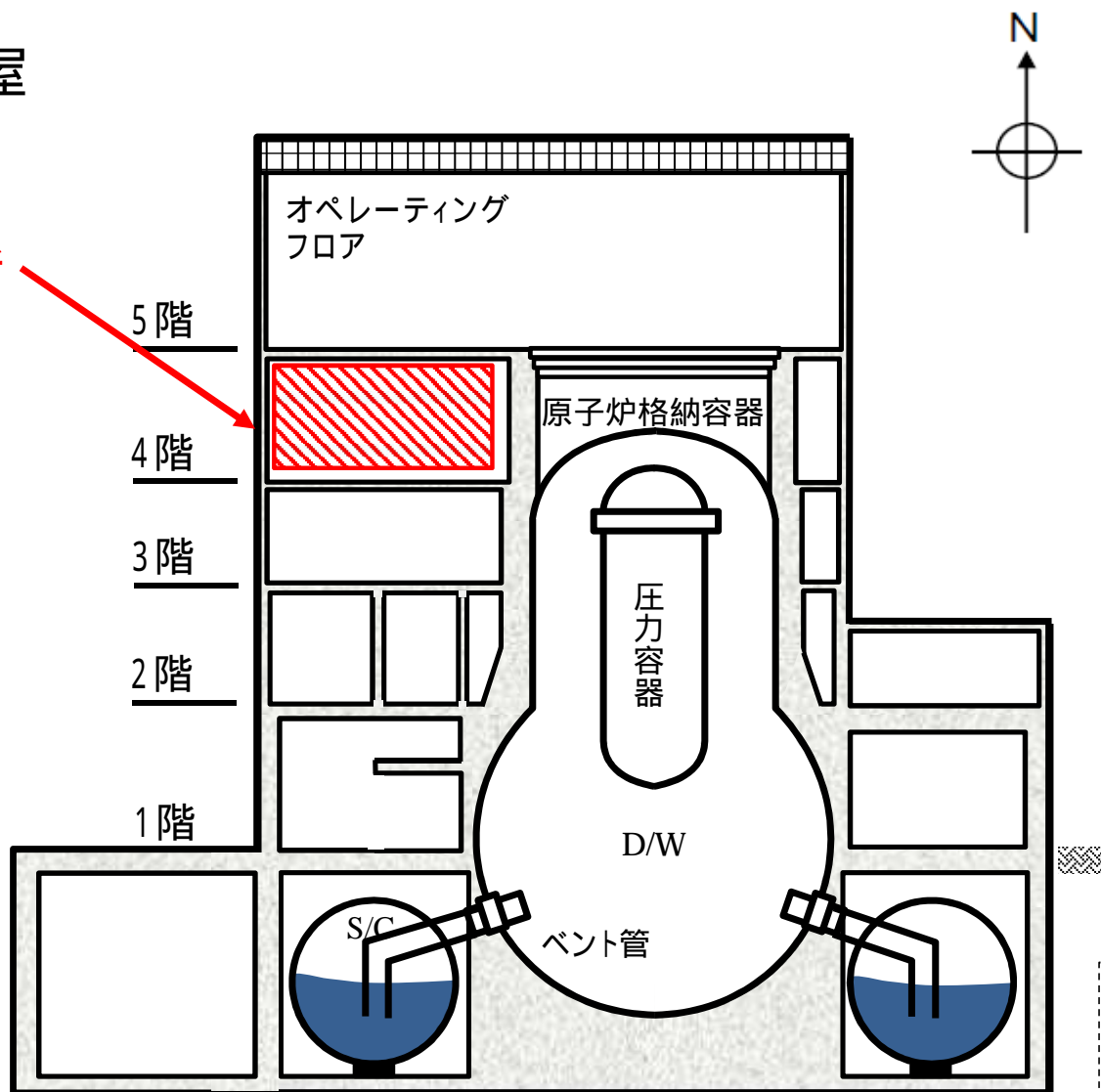
2021年7月20日 最大:0.1 mSv、最小:0.08 mSv

2021年7月21日 最大:0.35 mSv、最小:0.05 mSv

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。

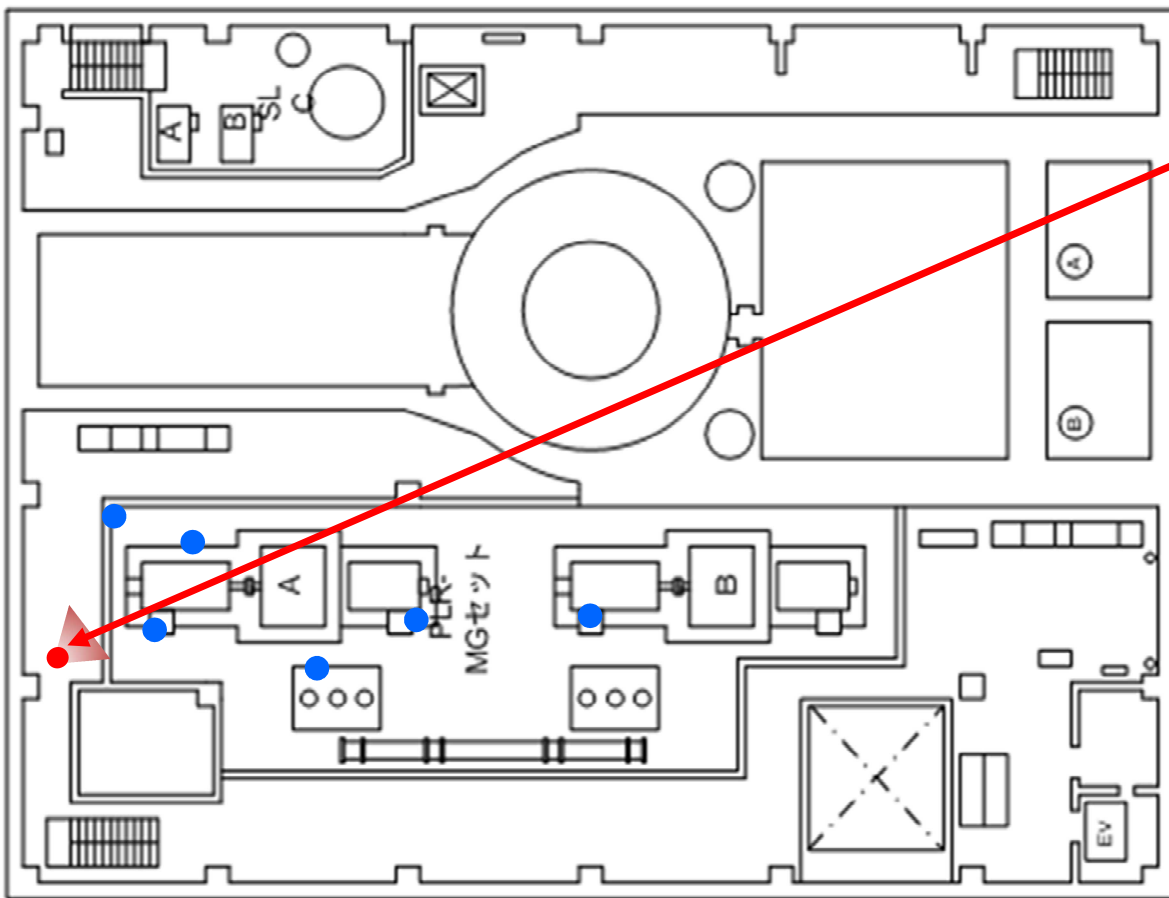
4号機原子炉建屋 (東西断面)

現地調査箇所



東京電力「福島第一原子力発電所
原子炉設置変更許可申請書」
(平成15年6月現在)を基に作成

4号機原子炉建屋4階(平面図)



図面は、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10回会合資料3より抜粋、一部加工

● : 測定基準点 (2021年7月20日設置)

測定基準点を設置し、定期的な測定を実施予定。



2021年7月20日原子力規制庁撮影



3Dレーザースキャナーのターゲット球
測定基準点として、3Dレーザースキャナーのターゲット球を設置。

4号機原子炉建屋4階の状況(北西側天井付近(画像))

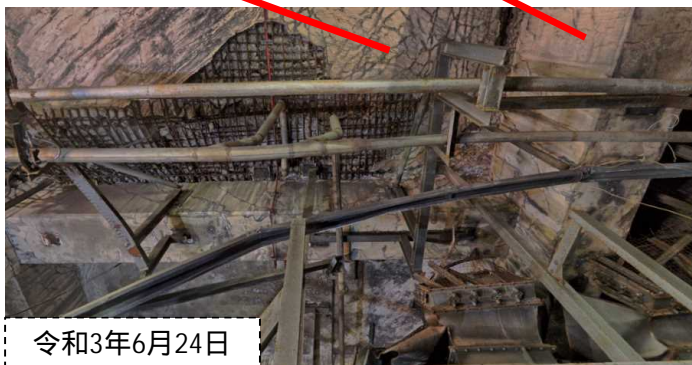
【参考】

天井 梁

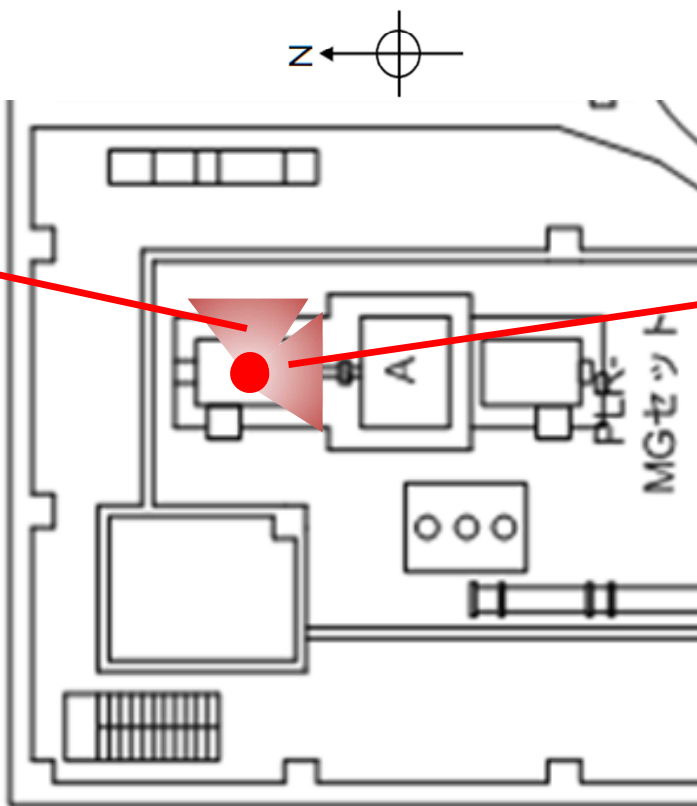


令和2年7月2日

天井 梁

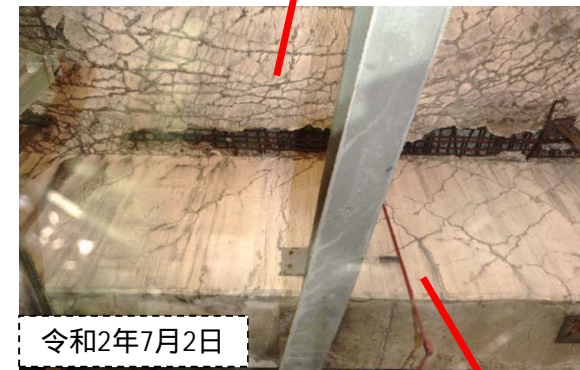


令和3年6月24日



写真は、いずれも原子力規制庁撮影

天井



令和2年7月2日

天井 梁



令和3年6月24日

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21回会合資料3-1より抜粋、一部加工