

1F事故調査・分析の進捗状況について

2022年1月15日

原子力規制委員会原子力規制庁

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室室長補佐

木原 昌二

1. 原子力規制庁における1F事故調査・分析

原子力規制委員会に置かれた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（以下「事故分析検討会」という。）では、2021年3月5日に現地調査の結果や東京電力福島第一原子力発電所事故時の記録等を用いた検討結果等を、「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ～2019年9月から2021年3月までの検討～」（以下「中間取りまとめ」という。）として取りまとめた。

2. 『中間取りまとめ』以降の事故調査・分析の進捗状況

中間取りまとめで確認された2，3号機シールドプラグ下面や1，2号機SGTS配管系の高線量の汚染については、今後の廃炉作業の計画や発生する放射性廃棄物の管理といった観点から、対処方法の慎重な検討と困難を伴う取り組みへの的確な対応が求められるものである。

本年度（2021年度）は、より詳細な汚染状況を把握するため、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。）との協働調査として、主に下記の調査・分析を行っている。

- 1) 2号機シールドプラグの穿孔調査
- 2) 1，2号機SGTS配管撤去に伴う配管内部調査

3. 2号機シールドプラグの穿孔調査等

2号機シールドプラグの汚染については、2号機原子炉建屋5階オペレーティングフロア（オペフロ）の高い線量率の要因となっており、2号機における使用済燃料の取り扱いや燃料デブリの回収など、今後の廃炉作業への影響が大きいと考えられる。

一方、オペフロの高い線量率のため、人による作業が困難であり、中間取りまとめでは、オペフロの床表面における線量率測定結果等からいくつかの仮定をおき、シールドプラグ下面におけるセシウム137の量を推定した。

本年度（2021年度）は、この2号機シールドプラグ下面の高線量の汚染をより詳細に把握するため、東京電力との協働調査としてシールドプラグに新規に13カ所の穴（直径50mm、深さ100mm）を穿孔し、穴内部での線量率分布の測定等を行った。

シールドプラグ周辺の構造と線量場の理解

天井

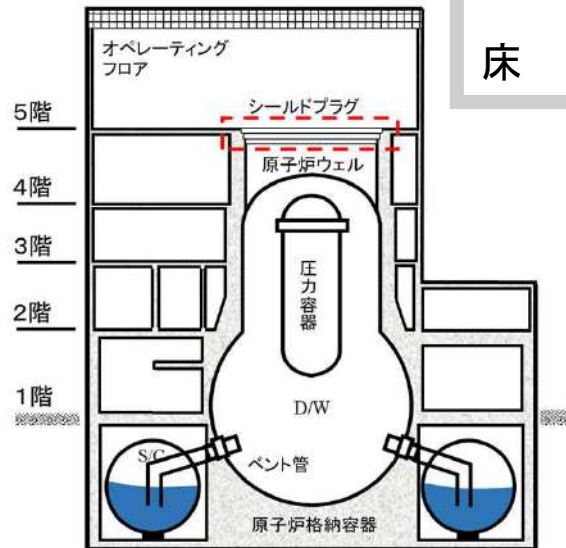
壁面

床

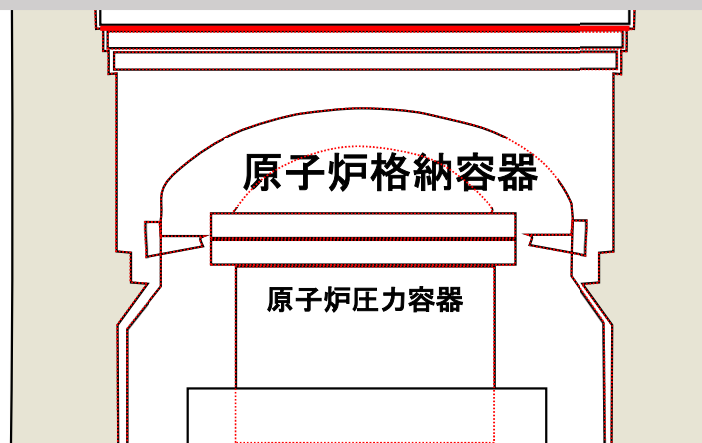
作業環境としての線量場の構築

- ・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



○これまでの2号機シールドプラグ調査の実施概要

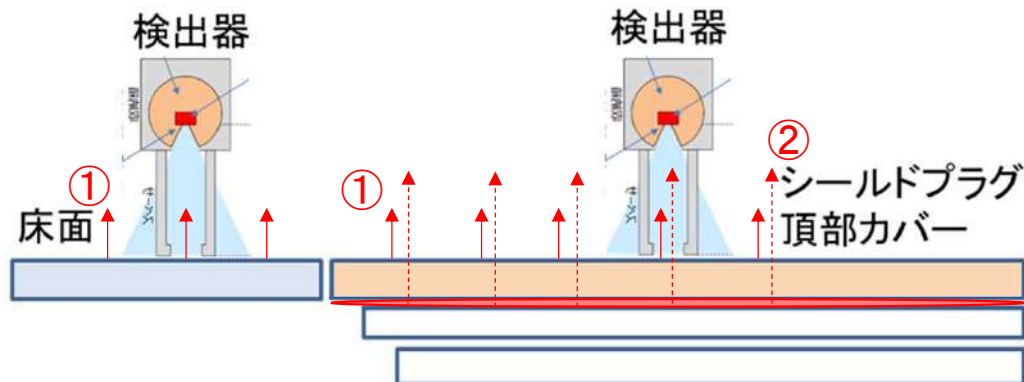
2021年3月5日以降

- ⑥ 2号機シールドプラグに新規に13箇所の穴（直径50mm、深さ100mm）を穿孔し、当該穿孔した穴内部での線量率分布を測定。【床表面の線量当量率は低く（最大で3mSv/h）、シールドプラグ下面の汚染に偏在性を確認（シールドプラグ内の鉄筋の遮蔽影響を仮定すると汚染量は27PBqと推定）。】
- ⑤ 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（64箇所）における床表面（床面から3cmの高さ）の周辺線量当量率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を測定。【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】
- ④ 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2箇所の穴（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】
- ③ 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

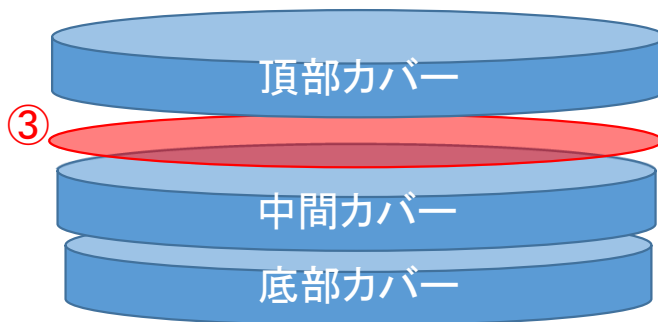
- 【検討結果】 2号機シールドプラグ1層目（頂部カバー）の下面に少なくとも20～40 PBq以上のセシウム137による汚染が推定される。
- ② 鉛製コリメータ（厚さ60mm）付きのγ線線量計による周辺線量当量率（床面から305mmの高さ）の測定
 - ① 2号機のシールドプラグ及び周辺の表面（床面から約1.5mの高さ）における周辺線量当量率の測定

3. ①② 2号機シールドプラグの線量率測定からの推計 [中間取りまとめ]



① シールドプラグ以外の場所の床面測定結果(0.1～数mSv/h)から、床面表面からの寄与を1 mSv/hと仮定。

② シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染(線源)からの寄与は、6～11 mSv/hとなり、その汚染密度(Bq/cm²)を推定。



シールドプラグ(60cm厚)

③ Cs137の汚染密度が一様な面線源を想定

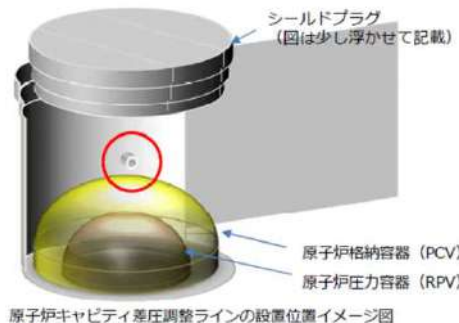
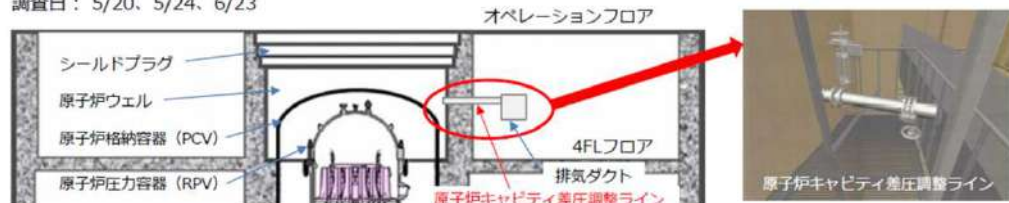
半径6 m のシールドプラグの隙間全体に、平均の密度で一様にCs-137があるとする、総量で20～40 PBqとなる。

3. ③ 2号機原子炉ウェル内調査 [5/20,5/24,6/23]

1. 原子炉ウェル内調査について

- 事故分析および廃炉作業への知見拡充を目的に、原子炉キャビティ差圧調整ラインを用いて、2号機シールドプラグ下部の原子炉ウェル内の調査を実施。

調査日：5/20、5/24、6/23



※原子炉キャビティ差圧調整ライン：運転中に原子炉キャビティ（原子炉ウェル）とオペレーションフロアの差圧を調整するラインで、原子炉建屋換気空調系の排気ダクトに接続されている

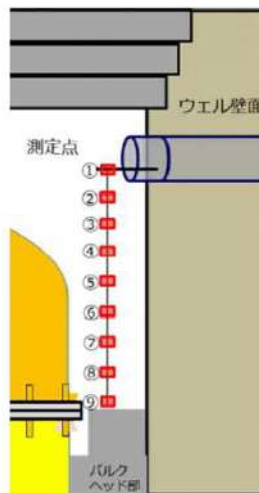
TEPCO

原子炉ウェル内がオペフロの高線量率の汚染源とした場合、
測定された原子炉ウェル内の線量率は低い(最大530mSv/h)。

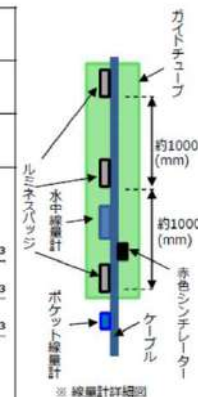
3-①. 原子炉ウェル調査結果（線量測定結果）

TEPCO

- 水中線量計で測定したウェル内の線量については、最大で530mSv/hであった。
- ポケット線量計およびルミネスバジは、累積線量をウェル内滞在時間で換算した値であるため、参考値ではあるが、概ね水中線量計と同等の値であることを確認した。なお、赤色シンチレーターの測定値についても、コバルト60で校正しているため、参考値ではあるが、概ね水中線量計と同等の値であることを確認した。
- ウェル内の線量はウェル上部（測定点①）からウェル床面（測定点⑨）に向かって徐々に高くなる傾向であった。



測定ポイント	距離 (mm)	水中線量計		赤色シンチ レーター※1	ポケット 線量計	ルミネス バッジ
		線量当量率 (mSv/h)				
		5月20、24日 測定	6月23日 測定			
①	0	74.6	—		約315 ^{※3}	上：約220 ^{※3} 中：約270 ^{※3} 下：約360 ^{※3}
②	500	150	—			
③	1000	330	—			
④	1500	300	280	下限値以下		
⑤	2000	310	—			
⑥	2500	380	—			
⑦	3000	440	—			
⑧	3500	530 (最大)	370	400±100 mGy/h※2		
⑨	4000	350	—			



※1 Co-60校正
※2 赤色シンチレーターの単位はmGy/h
※3 累積線量をウェル内滞在時間で換算した値

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9月9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

3. ④既存穿孔箇所を用いた調査 [8/26,9/9]

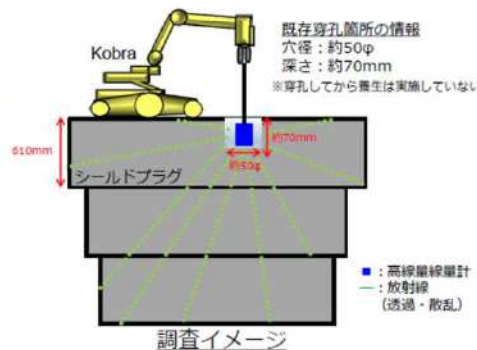
【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果 (1/3)

TEPCO

- 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



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。 6



※規制庁準備品

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19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

2箇所の既存穿孔箇所での測定結果は、中央部（最大1169mSv/h）と東部（最大300mSv/h）で差がある。放射性物質の偏在の可能性を示唆。

【参考1】既存穿孔箇所を用いた調査結果 (2/3)

TEPCO

調査内容

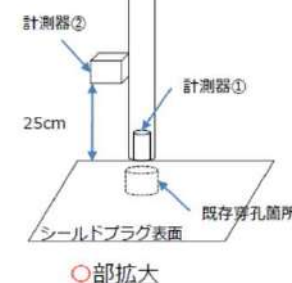
参考資料；第22回 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会（2021.9.14）資料3-3

- 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

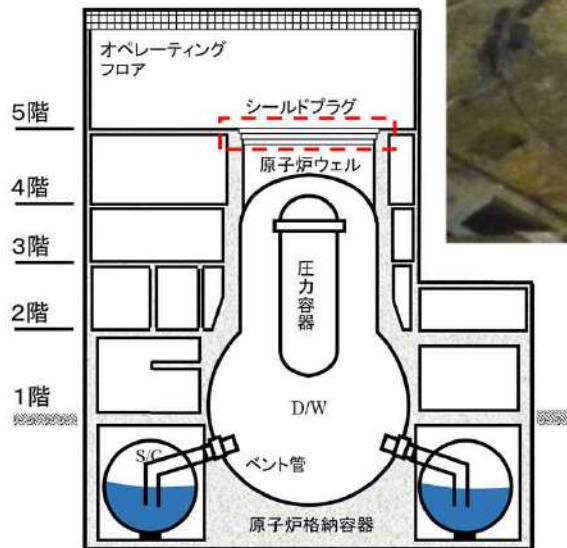
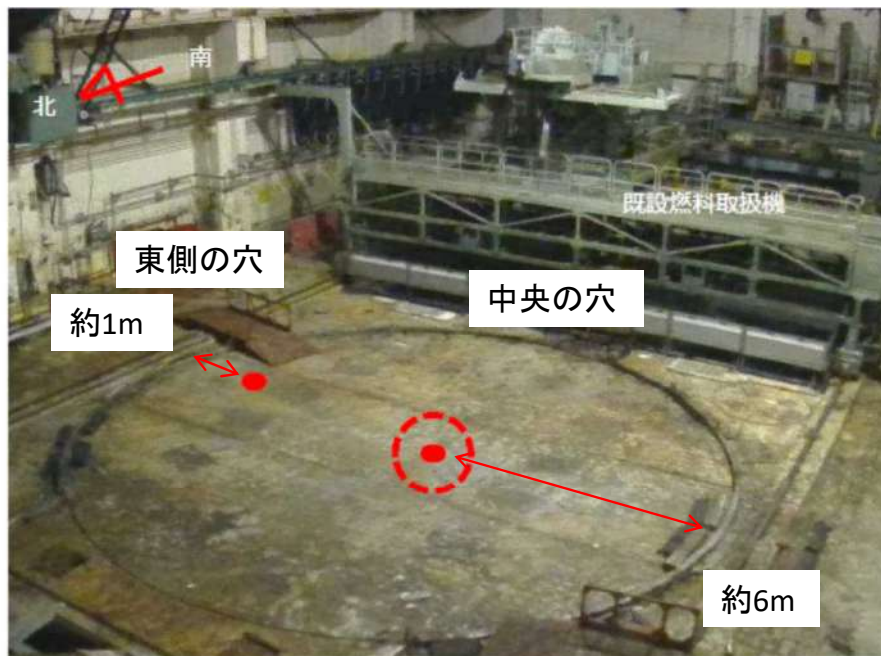
単位：mSv/h

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	225



測定日：2021年8月26日

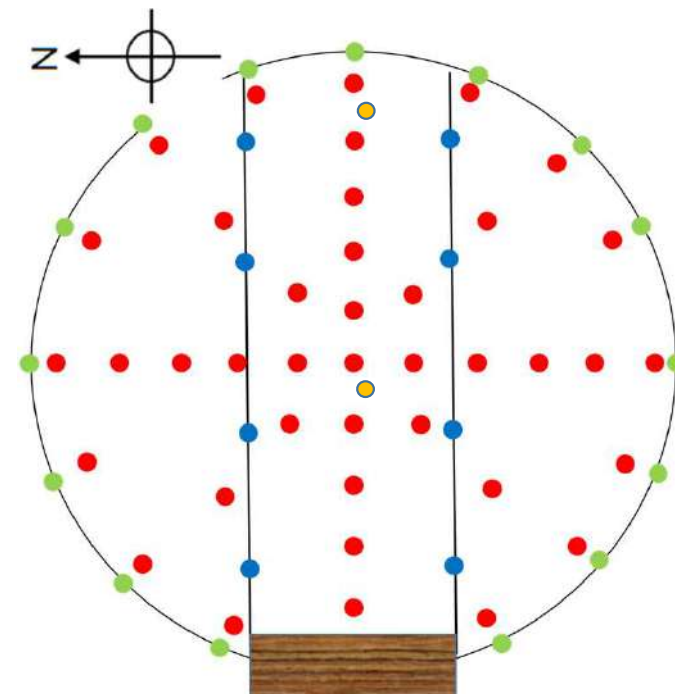
3. ⑤ 2号機シールドプラグ上面の線量率測定 [10/7]



2号機原子炉建屋

既存穿孔箇所配置 ●: 既存穿孔箇所

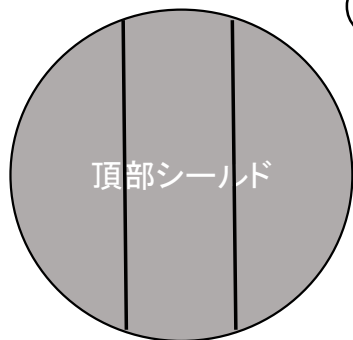
シールドプラグ上の γ 線分布
(表面上3cm程度の位置)を測定



- : 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)

④の調査[8/26,9/9]

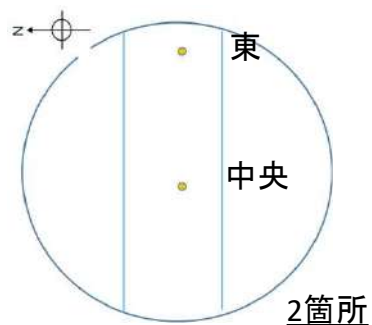
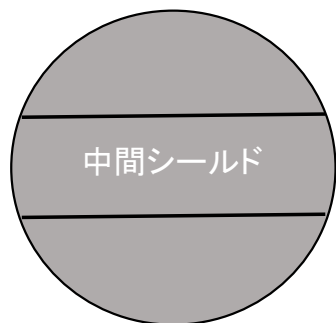
ボーリングした穿孔内の線量調査



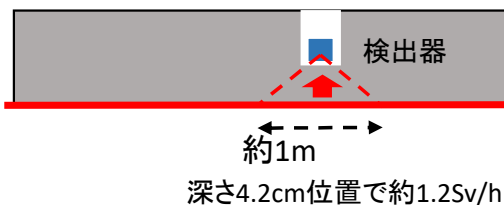
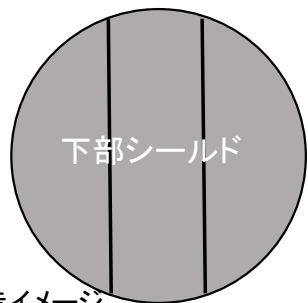
手法の特徴

- ・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



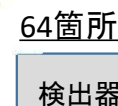
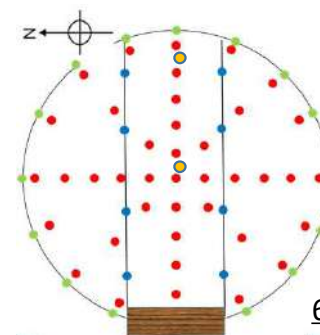
※構造イメージ

⑤の調査[10/7]

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



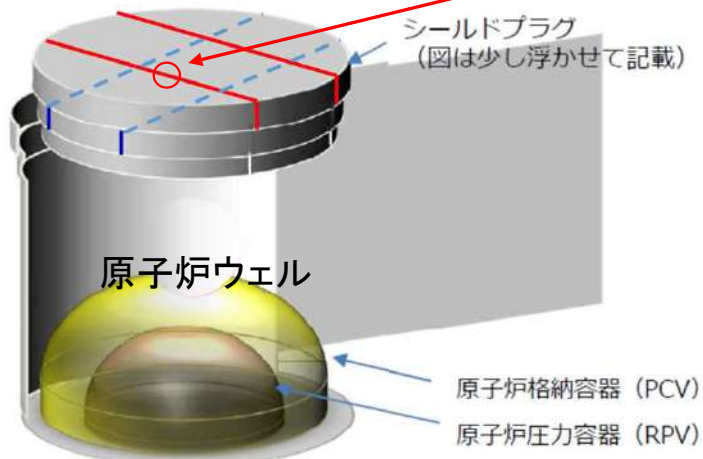
周辺線量当量率

溝 1.6-2cm

- ↑ 表面 約30mSv/h
- ↑ 溝部分
- ↑ 1-2層目隙間

3. ⑤ ‘2号機シールドプラグ隙間の状況 【参考】

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

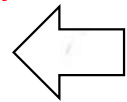
2号機シールドプラグ(頂部カバー)の隙間



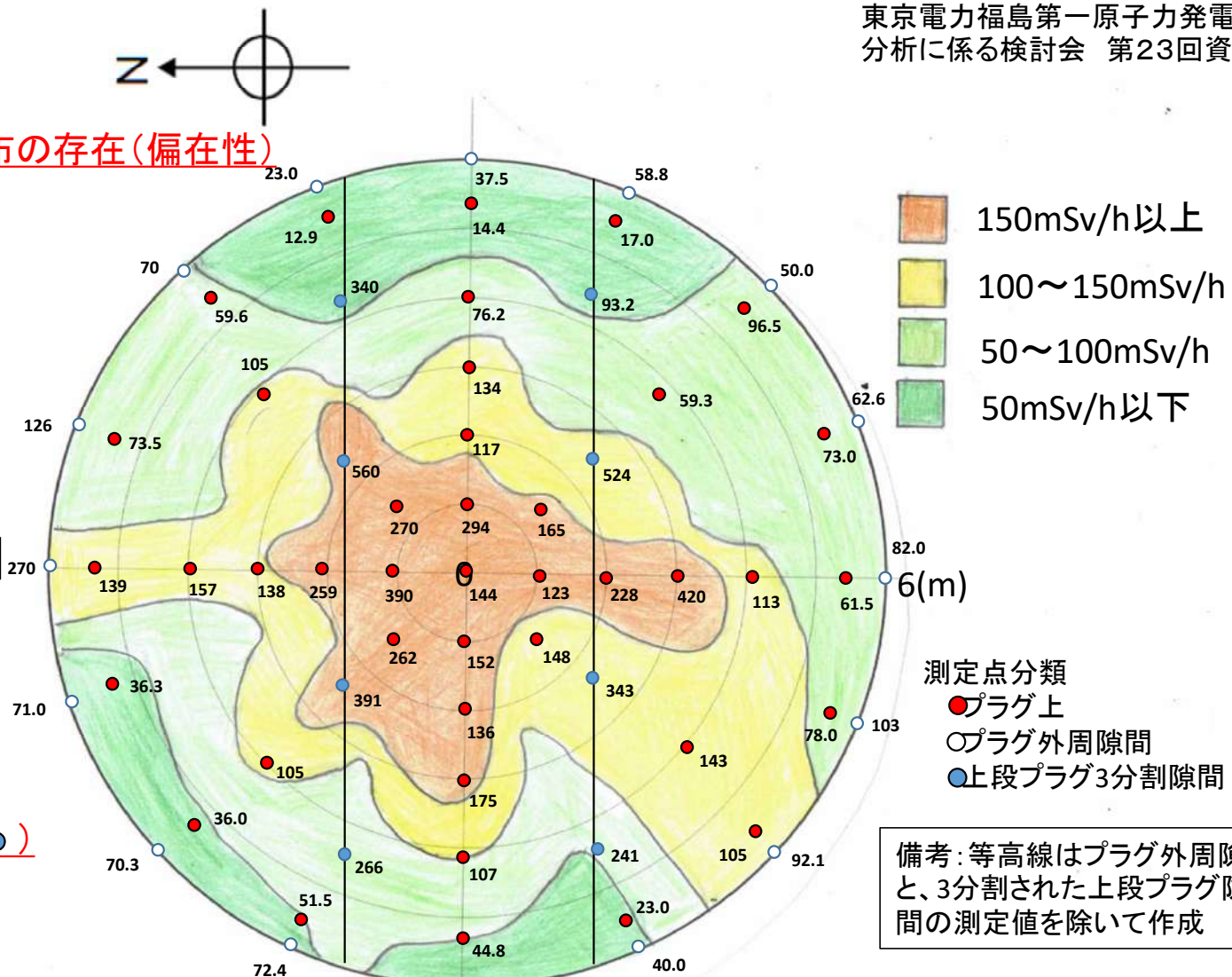
隙間の拡大図

1) シールドプラグ下面のCs分布の存在(偏在性)

- ・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
- ・シールドプラグの継ぎ目部
と周囲部の測定値は除いて
作成している。



2) 周囲部(○)よりも継ぎ目部(●)の方が主なCsの移動ルート



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

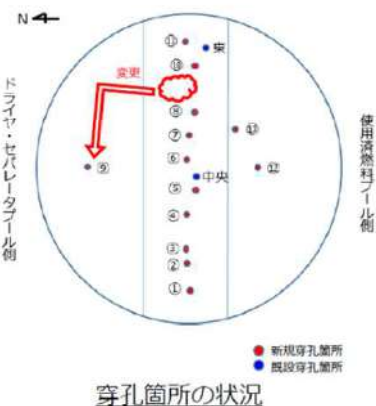
3. ⑥新規穿孔箇所を用いた調査 [11/30～12/14]

2. 新規穿孔箇所の調査状況

TEPCO

- 以下に示す新規穿孔箇所①～⑬の線量調査を実施した。
- 東西方向は11箇所とする計画※であったが、原子力規制庁殿と協議し、シールドプラグ吊搬作業用埋め込み金物近傍のNo.9をNo.12の対称となる北側シールドプラグ上に穿孔箇所を変更した。

※廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議（第95回；2021年10月28日）資料「2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査について」

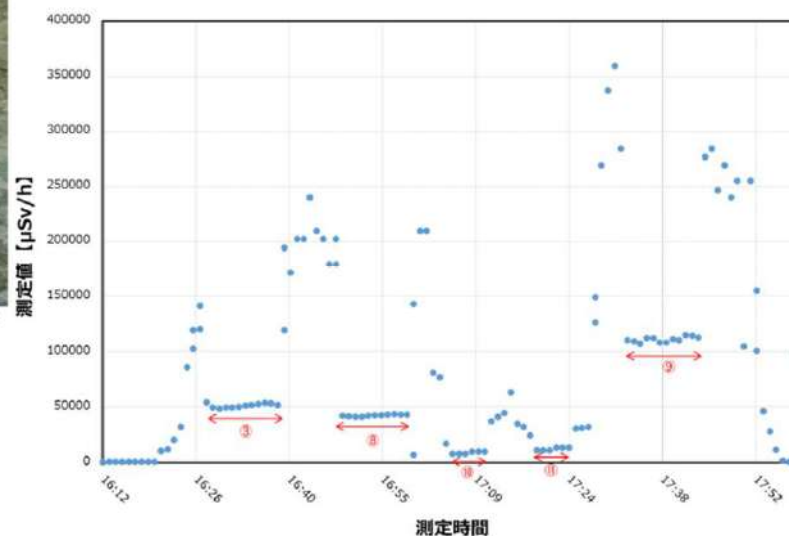


線量調査の状況

3. 新規穿孔箇所の線量調査結果 (1/2)

TEPCO

- 原子力規制庁殿と合同で実施した新規穿孔箇所の線量測定結果を以下に示す。
- 既存穿孔箇所の線量測定結果（参考3参照）と比較し、低い測定結果が得られた。
- シールドプラグ外周部に近い測定点No.1,2,10,11は、線量が低い傾向であった。
- 測定点No.4,9,12,13は、100mSv/hを超える結果が得られた。



12月7日 データロガー抜粋

(赤矢印部の測定箇所以外は移動時を示す。)

12月6日測定分			12月7日測定分		
No.	深さ ^{※1} cm	測定値 mSv/h	No.	深さ ^{※1} cm	測定値 mSv/h
1	9.5	11	3	8.5	50
	8	14		8	51
	6	18		6	52
2	8	11	8	10	41
	6	16		8	43
4	7	82(139)		6	44
	6	82(156)	9	8.5	112
5	7.5	34		8	109
	6	37	10	6	114
6	7	58		7.5	8
	6	58	11	6	10
7	9	67-69		8	11
	8	68-70		6	14
12	6	66-69	測定機：AT2533(規制庁搬入品)		
	8	97(117)			
13	6	112-120			
	10	97(135)			
	8	97(105)	※1 床面から治具底部までの深さ。床面から10cmを目標に穿孔作業を実施したがコア切断面の影響により深さにばらつきがある。 ()は表示値最大		
	6	112(120)			

参考：測定データ(読み値) 3

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12月21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

【参考 2】新規穿孔作業の状況

TEPCO



No.12 穿孔状況

ボーリングコア(13本)の床表面側の線量当量率の測定の結果、4試料(最大3mSv/h)以外は周辺のバックグラウンド(0.2mSv/h)程度で、床表面の線量当量率は低かった。



No.12穿孔後



No.12穿孔コア

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12月21日
東京電力ホールディングス株式会社
より一部抜粋

4. 1, 2号機SGTS配管撤去に伴う配管内部調査等

1, 2号機のSGTS配管は、特に2号機側の屋外のSGTS配管に高い汚染箇所が確認されている。これらは、1F事故当時の1号機の耐圧強化ベント時（3月12日）のベントガスにより汚染されたものと考えられ、配管内部の情報は、事故時の格納容器内の状況を知る有力な情報になると考えられる。

一方、1, 2号機の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が実施される。

本年度（2021年度）は、東京電力によるSGTS配管の一部撤去にあわせて、東京電力との協働調査としてガンマカメラによる汚染密度の測定、配管内部確認、スミア・配管サンプルの採取等を行う予定。

○1／2号機SGTS配管の撤去について

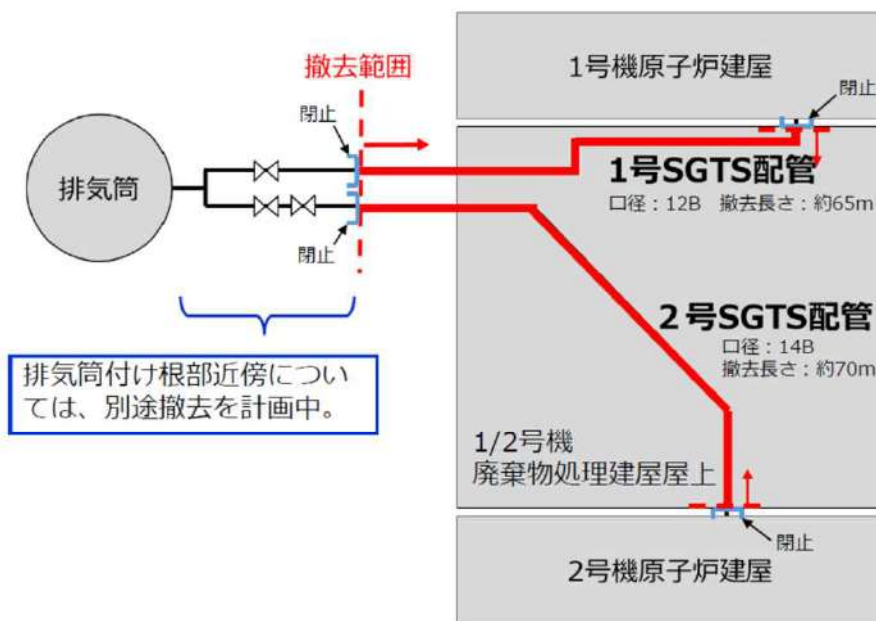
<再掲 第21回事故分析検討会資料>

1. 1／2号機SGTS配管撤去目的及び撤去範囲

TEPCO

- ◆ 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号機SGTS配管に高い線量率の箇所が確認されている。

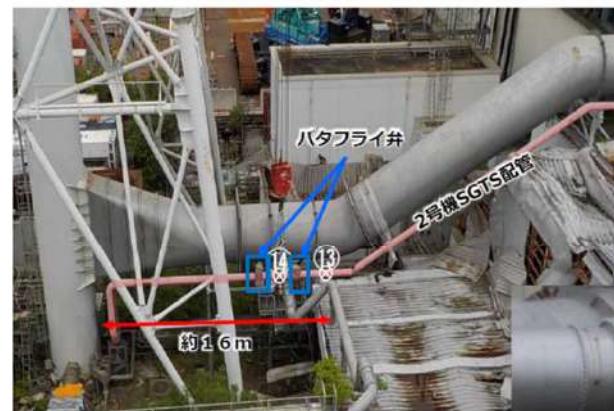


4. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査(3/3)

TEPCO

<再掲 第21回事故分析検討会資料>

- (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。※周辺からの影響を低減するためコリメートして測定。（測定方法はP18参照）



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9月14日東京電力ホールディングス株式会社 より一部抜粋

○1／2号機SGTS配管の汚染状況

<再掲 第21回事故分析検討会資料>

5. 配管切断箇所の放射線量率測定（測定概要）

TEPCO

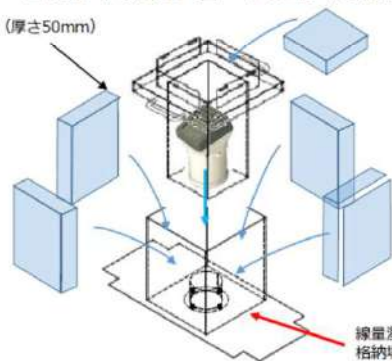
○ 測定方法

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。

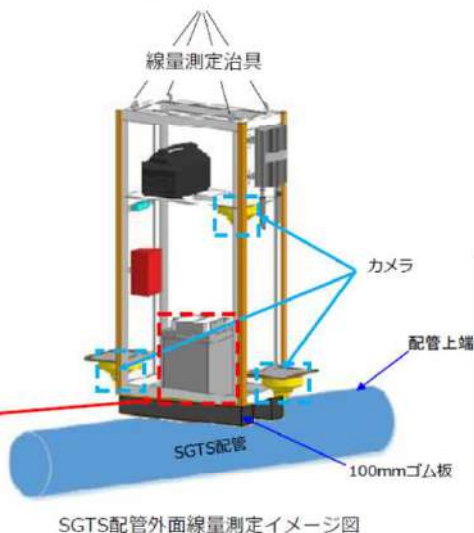
○ 実施日

2021年5月12日～2021年5月24日

鉛（厚さ50mm）



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



SGTS配管外面線量測定イメージ図

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9月14日東京電力ホールディングス株式会社 より一部抜粋

SGTS配管の汚染の原因は、1号機の耐圧強化ベントによるものと考えられるが、ベントが行われた1号機側のSGTS配管よりもベントが行われていない2号機側のSGTS配管の線量率が高く、このメカニズムについては更なる検討が必要。

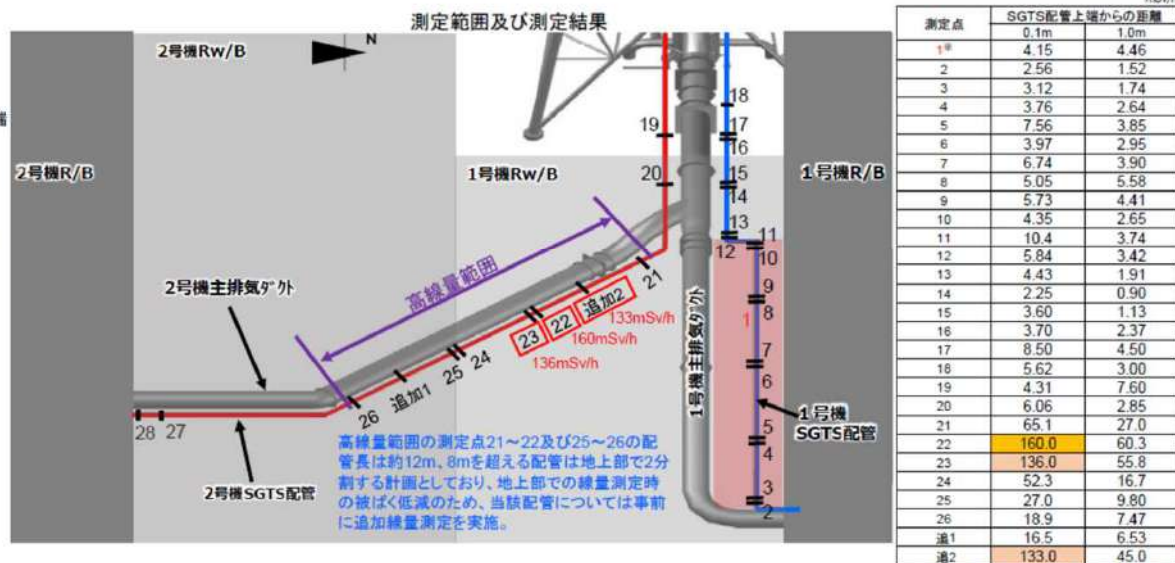
<再掲 第21回事故分析検討会資料>

5. 配管切断箇所の放射線量率測定（測定結果）

TEPCO

(1) SGTS配管線量測定結果

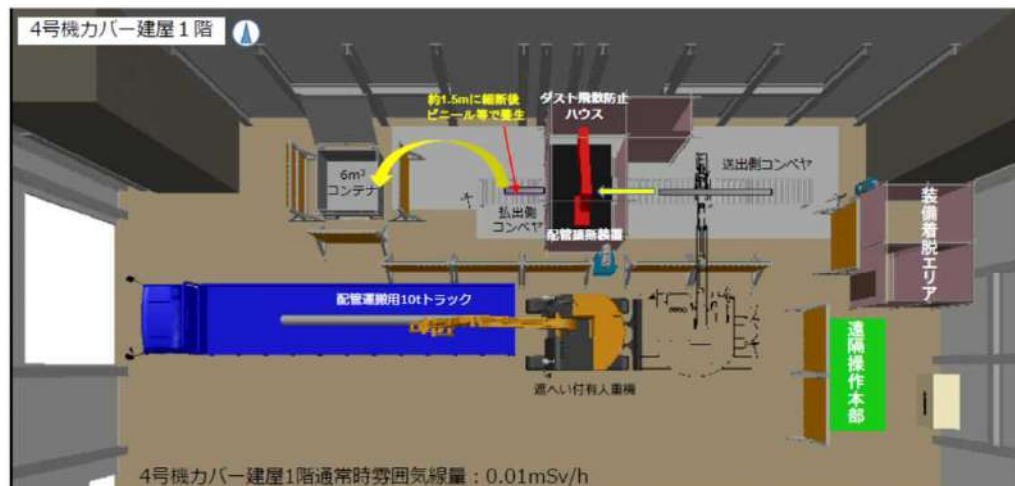
- 下記に示す通り、**配管線量率は2号機側が高く1号機側は低い結果**となった。（昨年と同傾向）
- これらは、ベント流速が速かった1号機配管より2号機は原子炉建屋内のSGTS系機器（フィルタ、ラプチャーディスク等）が抵抗となり流速が抑えられ滞留したものと推測している。
- なお、2号機配管で高線量が確認された範囲（測定点21～26）の配管位置関係は、屋外配管のハイポイント（測定点20）より約1.2m低く、2号機R/Bからは水平位置となっている。



○1／2号機SGTS配管の撤去に伴う配管調査

6. 配管調査（撤去配管細断エリア配置図）

TEPCO



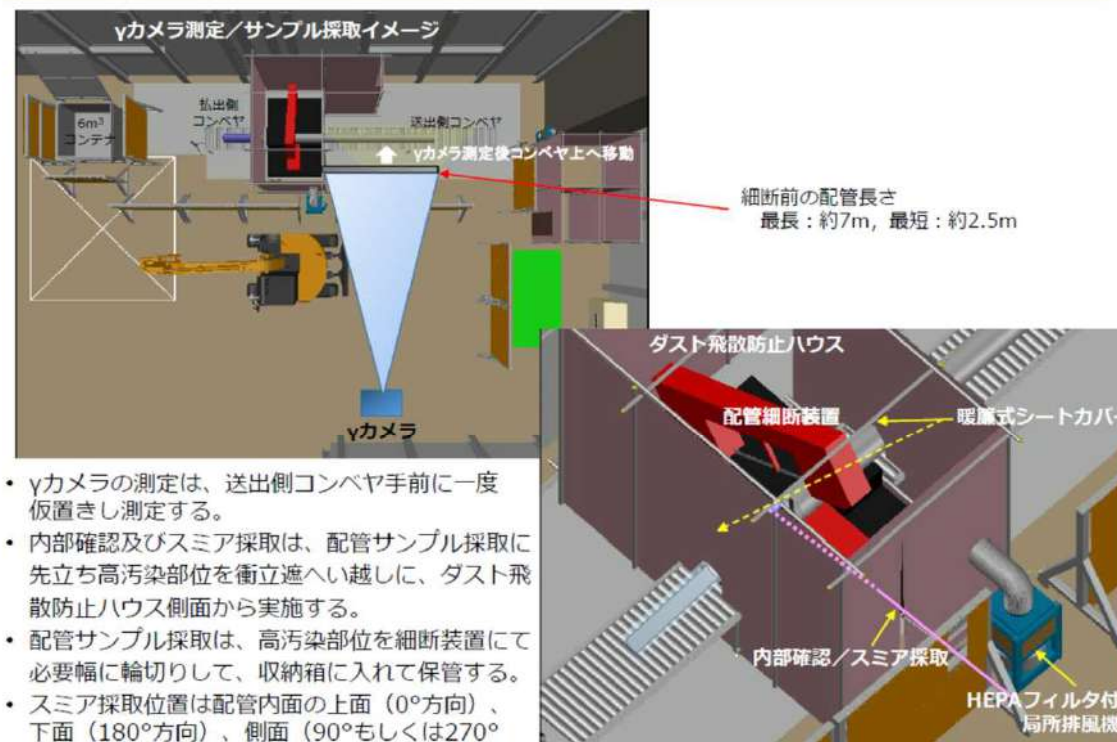
- 撤去した配管は、4号機力バー建屋1階に設置したハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
- ハウス内はHEPAフィルタ付の局所排風機を運転して、ハウス外への放射性ダストの拡散を防止する。また、ハウス近傍で仮設のダストモニタによる監視を行う。
- 配管の細断は、ダスト飛散防止ハウス内で遠隔の配管細断装置にて行う。（遠隔操作本部から操作）
- 配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は、しゃへい付有人重機にて行う。
- 細断された配管はビニール等で養生した後、6m³コンテナに収納する。
- 配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

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9月14日東京電力ホールディングス株式会社 より一部抜粋

屋外の1／2号機SGTS配管は、周辺の線量当量率が高く、現場での調査が困難であるため、SGTS配管の一部撤去にあわせて、4号機力バー建屋内の比較的周辺線量当量率が低い場所で、配管内部の調査を行う予定。

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）

TEPCO



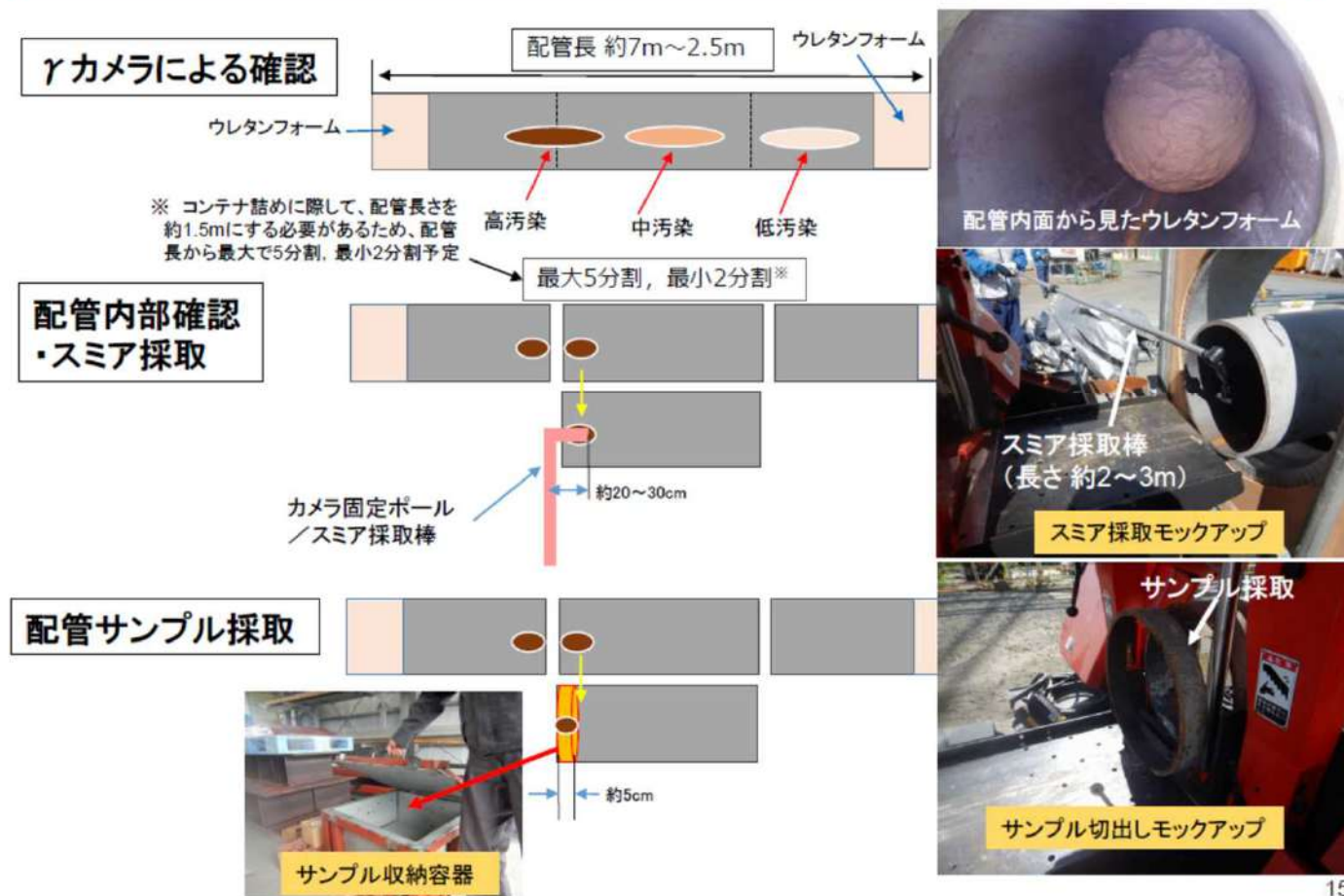
- γカメラの測定は、送出側コンベヤ手前に一度仮置きし測定する。
- 内部確認及びスミア採取は、配管サンプル採取に先立ち高汚染部位を衝立遮へい越しに、ダスト飛散防止ハウス側面から実施する。
- 配管サンプル採取は、高汚染部位を細断装置にて必要幅に輪切りして、収納箱に入れて保管する。
- スミア採取位置は配管内面の上面（0°方向）、下面（180°方向）、側面（90°もしくは270°方向）とする。

○1／2号機SGTS配管の撤去に伴う配管調査

<再掲 第22回事故分析検討会資料>

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）

TEPCO



1号機の耐圧強化ベントに伴うベントガスによるSGTS配管内の汚染メカニズムを明らかにするため、配管内部の汚染状況調査を行う。

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9月14日東京電力ホールディングス株式会社 より一部抜粋

5. 1F事故調査・分析とリスクマップ※について

原子力規制委員会では、東京電力福島第一原子力発電所における人や環境へ影響を与えるリスクへの対策を検討するため、東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（以下「リスクマップ」という。）を平成27年2月に決定・策定し、廃炉作業の進捗等に応じ、見直しを行っている。当該リスクマップでは、主に福島第一原子力発電所内の放射性物質等の所在状況等から、人や環境へ影響を与えるリスクを整理し、必要な対策（目標）等を提示している。

1F事故調査・分析は、東京電力福島第一原子力発電所における事故分析のための作業と廃炉作業の適正な実施のため、東京電力福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る連絡・調整会議を開催し、資源エネルギー庁や原子力損害賠償・廃炉等支援機構、東京電力等の関係組織間で作業計画等の情報を共有し、作業を進める上で相互に干渉し得る事項等を確認するとともに、必要な調整・連携等を行っている。

事故調査・分析の結果、シールドプラグ下面の高線量の汚染など、今後の廃炉作業に影響を及ぼし得る事項は、必要に応じて、新たに明確になった懸念として、リスクマップへ反映されている。

※リスクマップ：東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（2021年3月版） 令和3年3月3日原子力規制委員会

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスク※の低減目標マップ(2021年3月版)

令和3年3月3日
原子力規制委員会

分野

リスクの低減に向けた分野と主要な取組

液状の放射性物質

- ・建屋内滞留水(α核種を含む)の処理を進め、原子炉建屋を除き排水完了エリアとして維持する
 - ・雨水・地下水流入抑制策を進め、建屋内滞留水の増加を抑えつつ、原子炉建屋内滞留水の全量処理を行う。
 - ・1/3号機のサプレッションチェンバの内包水は漏えい時に建屋外に流出しないレベルまで減らす
- 上記の措置により実現すべき姿:タンク残量を含む液体状の放射性物質の全量処理

使用済燃料

- ・1・2・3・5・6号機の使用済燃料プールから全ての燃料の取り出しを完了させる
 - ・乾式貯蔵キャスク置き場を増設し、必要な使用済燃料貯蔵容量を確保する
 - ・共用プール内の燃料についても可能な限り乾式貯蔵キャスクにて保管する
- 上記の措置により実現すべき姿:全ての使用済燃料の乾式保管

固形状の放射性物質

- ・プロセス主建屋等に残っている高線量のゼオライト入り土嚢の取り出し・安定保管
 - ・使用済セシウム吸着塔等の建屋内安定保管及びALPSスラリーの安定化処理・保管を行う
 - ・瓦礫等の減容・焼却を進め、その総量を減らし、屋外での一時保管状態を解消させる
- 上記の措置により実現すべき姿:上記その他の固形状の放射性物質の固形化等により安全な状態での保管・管理
- ・燃料デブリ性状の把握やその他の固形状の放射性物質の処理に必要な分析施設を設置し、作業に必要な人員・能力を確保する
 - ・燃料デブリ取り出しに伴う安全対策及び燃料デブリの安定な状態での保管を行う
- 上記の措置により実現すべき姿:燃料デブリの安定な状態での保管

外部事象等への対応

- ・建屋外壁の止水を行い、建屋への地下水流入を大幅に抑制する
- ・建屋内への雨水流入防止のための建屋屋上部等を修繕する
- ・津波による滞留水流出・増加防止のため建屋開口部の閉止・流入抑制等の措置を講じる
- ・建屋構築物等の劣化や損傷状況に応じた対策を講じる

廃炉作業を進める上で重要なもの

- ・リスク低減活動の迅速な実施のために必要な体制を強化するとともに、品質管理を向上させる
- ・1/2号機排気筒下部などの高線量線源の除去又は遮へいによる被ばく低減対策及び原子炉建屋内作業時のダスト飛散対策を講じる
- ・多核種除去設備等処理水の海洋放出等を行う
- ・シールドプラグ汚染を考慮した各廃炉作業への影響を検討

※およそ10年後の姿

○主要なリスク

人や環境へ影響を与えるリスクへの対策

○原子炉建屋等の滞留水の処理

○プロセス主建屋等の地下階にあるゼオライト土嚢の撤去及び安定化

○除染装置スラッジの移送及び安定化

○地震・津波等による構造物の倒壊・損傷への対処

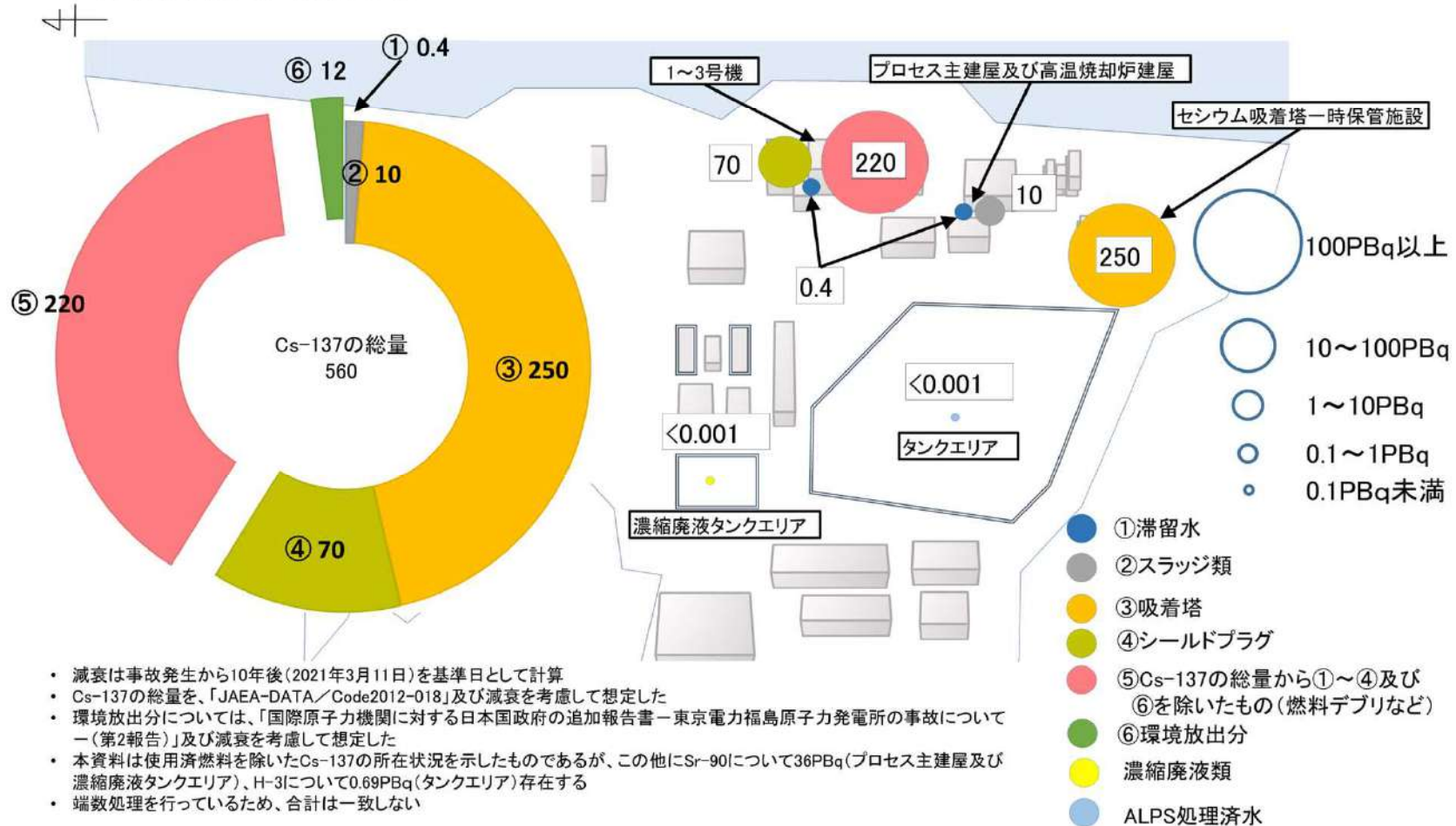
○その他留意が必要なリスクへの対策（上記と比べ外部への影響が大きいもの）

- ・ALPSスラリーの安定化
- ・使用済吸着塔の屋内保管
- ・1号機及び2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

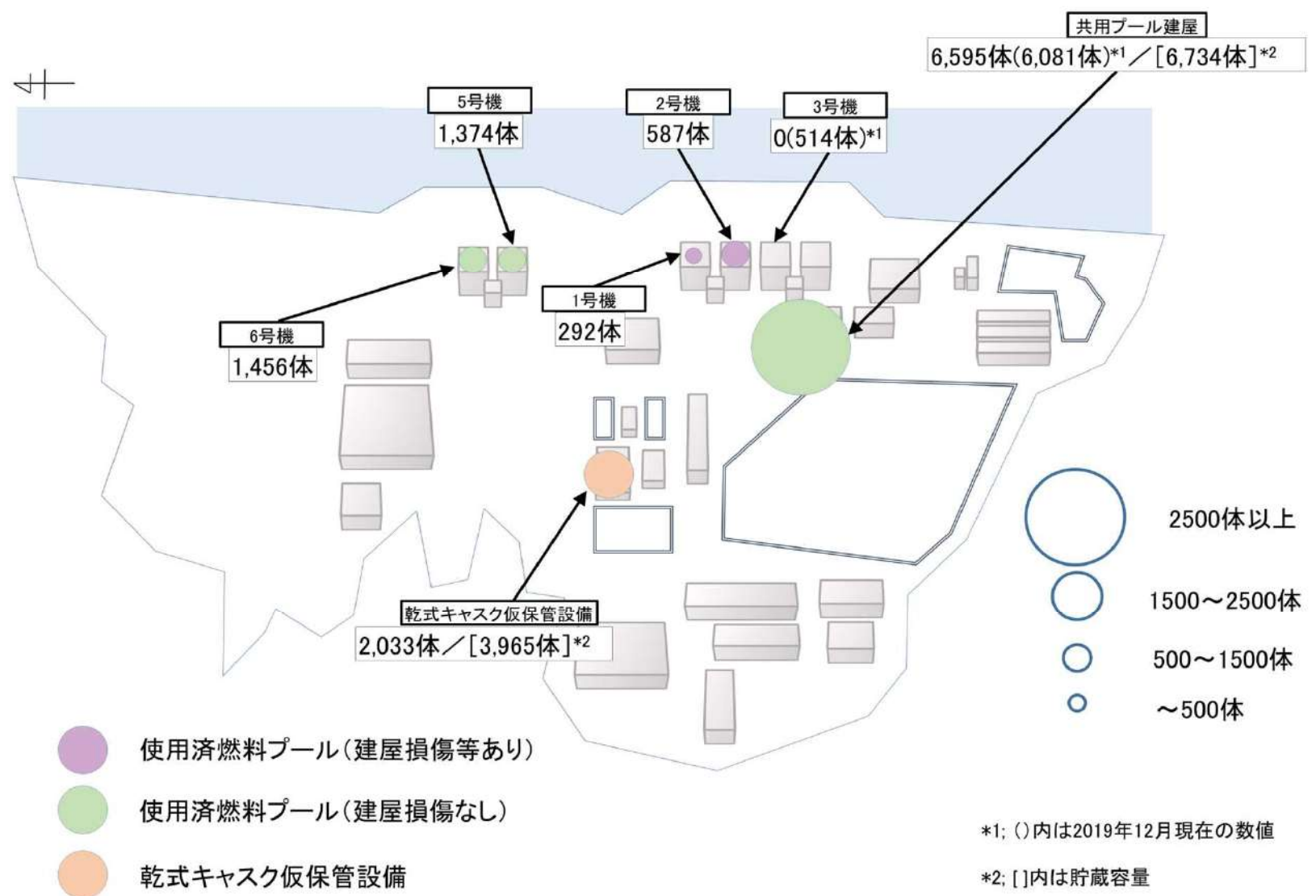
放射性物質(主にCs-137)の所在状況(使用済燃料は除く) (単位;PBq)

	種類(*注)	性状	現在の状態
①	滞留水	液状	原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋に滞留する高濃度汚染水
②	スラッジ類	液状・固形状	汚染水処理初期に発生した沈殿物・汚染水移送前に敷設されたゼオライト土囊
③	吸着塔	固形状(含水)	汚染水処理に使われた吸着材を保管する金属容器(屋外一時保管)
④	シールドプラグ	固形状(詳細不明)	格納容器の上にある遮へい蓋(事故時に放出された高放射能が下面に付着)
⑤	Cs-137の総量から①～④及び⑥を除いたもの(燃料デブリなど)	固形状(詳細不明)	原子炉建屋内に残っている燃料デブリ等

*注:環境に移行しやすい順番に並べた



使用済燃料の所在状況



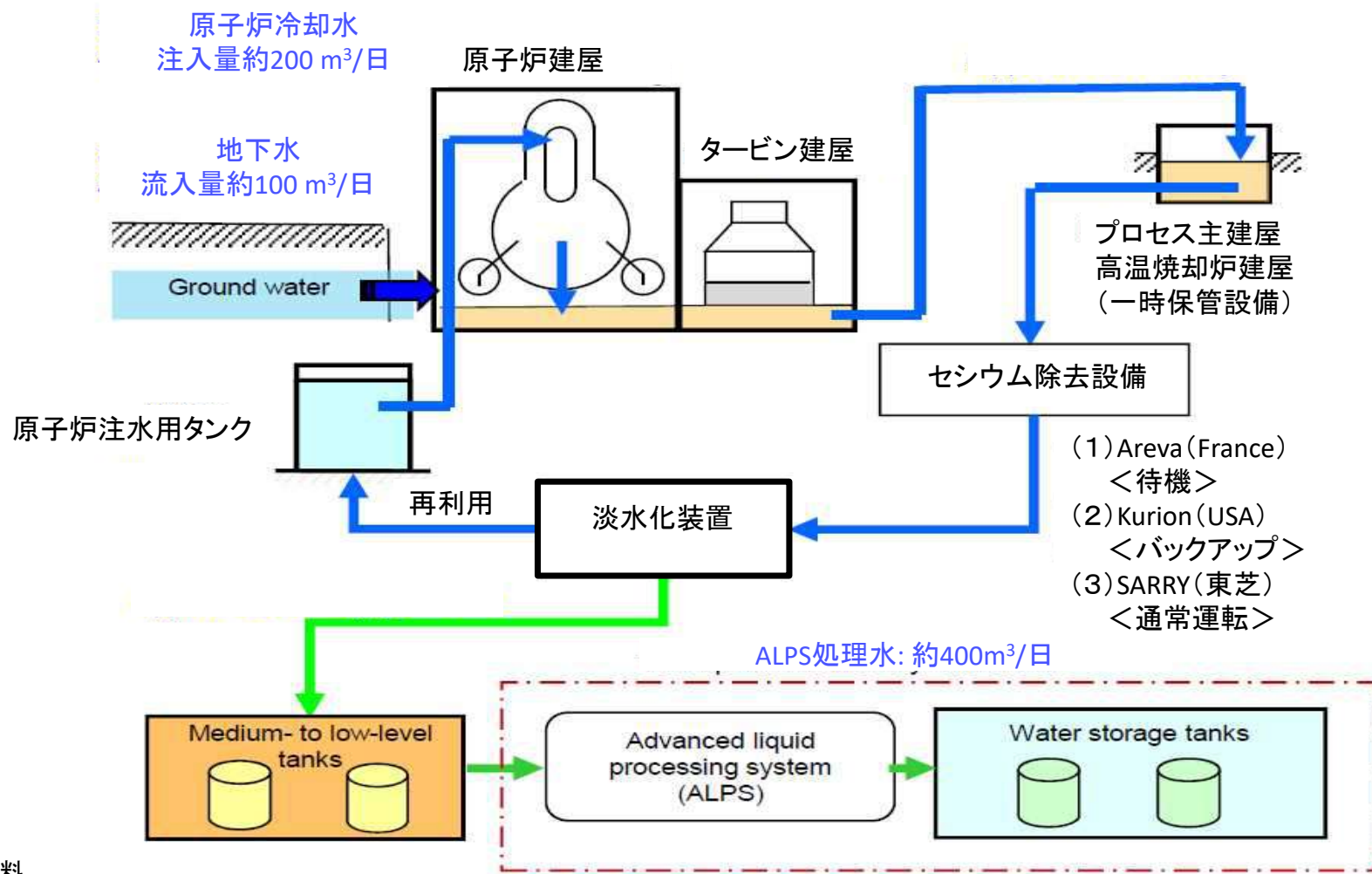
2021年3月1日現在の数値

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(主要な目標)

分野	液状の放射性物質	使用済燃料	固形状の放射性物質	外部事象等への対応	廃炉作業を進める上で重要なもの
(年度)	原子炉注水停止に向けた取組	2号機燃料取り出し遮へい設計等	大型廃棄物保管庫(Cs吸着材入り吸着塔)設置	分析施設本格稼働分析体制確立	建屋開口部閉塞等【津波】
2021	1・3号機S/C水位低下に向けた取組	乾式貯蔵キャスク増設開始	1号機の格納容器内部調査	建屋周辺のフェーシング範囲の拡大【雨水】～2023	労働安全衛生環境の継続的改善 品質管理体制の強化 シールドプラグ付近の汚染状態把握 1,2号機排気筒下部の高線量SGTS配管等の撤去
2022	タンク内未処理水の処理(2023以降も継続)	6号機燃料取り出し開始 2号機原子炉建屋オペフロ遮へい・ダスト抑制～2023	増設焼却設備運用開始 ALPSスラリー(HIC)安定化処理設備設置	2号機燃料デブリ試験的取り出し・格納容器内部調査・性状把握 減容処理設備・廃棄物保管庫(10棟)設置	高線量下での被ばく低減 建物等からのダスト飛散対策 多核種除去設備処理済水の海洋放出等(時期未定) シールドプラグ汚染を考慮した各廃炉作業への影響を検討
2023	原子炉建屋内滞留水の半減・処理(2021年度までにα核種除去方法の確立)	1号機原子炉建屋カバー設置	除染装置スラッジの回収着手 燃料デブリ取り出しの安全対策(時期未定) プロセス主建屋等ゼオライト等の回収着手(2021年度までに手法検討)		
今後の更なる目標 2024～2032	プロセス主建屋等ドライアップ 原子炉建屋内滞留水の全量処理	5号機燃料取り出し開始 乾式貯蔵キャスク増設エリア拡張 1・2号機燃料取り出し 全号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	分析第2棟等の燃料デブリ分析施設の設置 瓦礫等の屋外保管の解消 廃棄物のより安全・安定な状態での管理	建物構築物・劣化対策・健全性維持 建屋外壁の止水【地下水】	周辺の地域や海域等への影響を特に留意すべきリスクへの対策 留意すべきであるが比較的外部への影響が小さいリスクへの対策



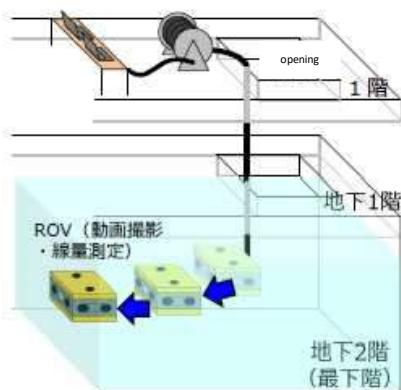
○主要なリスク: 建屋滞留水の処理



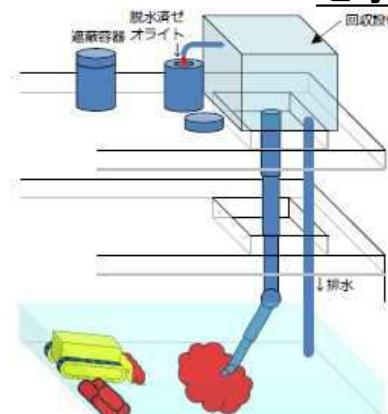
○主要なリスク: 高線量のゼオライト土嚢

- ・2018年12月、東京電力はプロセス主建屋(PMB)及び高温焼却炉建屋(HTI)の地下階の線量率を調査、最下階において高線量を確認(PMB:2,600mSv/h、HTI:800mSv/h)
- ・事故後にPMB及びHTIに貯留する滞留水中の放射性物質を吸着するために設置されたゼオライト土嚢により高線量となっており、土嚢の最大線量率は、PMBで約3000mSv/h、HTIで約4000mSv/h
- ・PMB及びHTIにおける滞留水はゼオライト土嚢からの放射線を遮へいすることにもなっており、滞留水を取り除くためには、空気中におけるゼオライト土嚢からの放射線を遮へいすることが必要

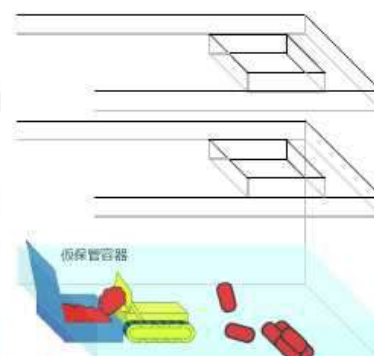
操作場所(作業環境線量の低いHTIの1階から地下2階(最下階)へROVを投入)
※作業環境は約0.1~0.3 mSv/h



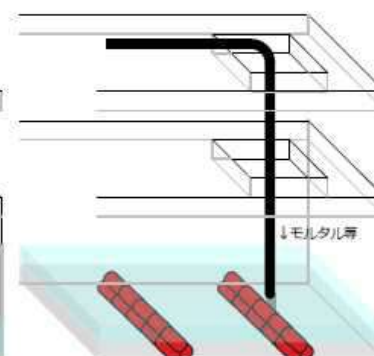
ゼオライト安定化検討内容



- ① 遠隔回収
メリット
・追加の回収作業が無い
デメリット
・遮へい容器保管場所の確保が必要
・回収設備が高線量となる

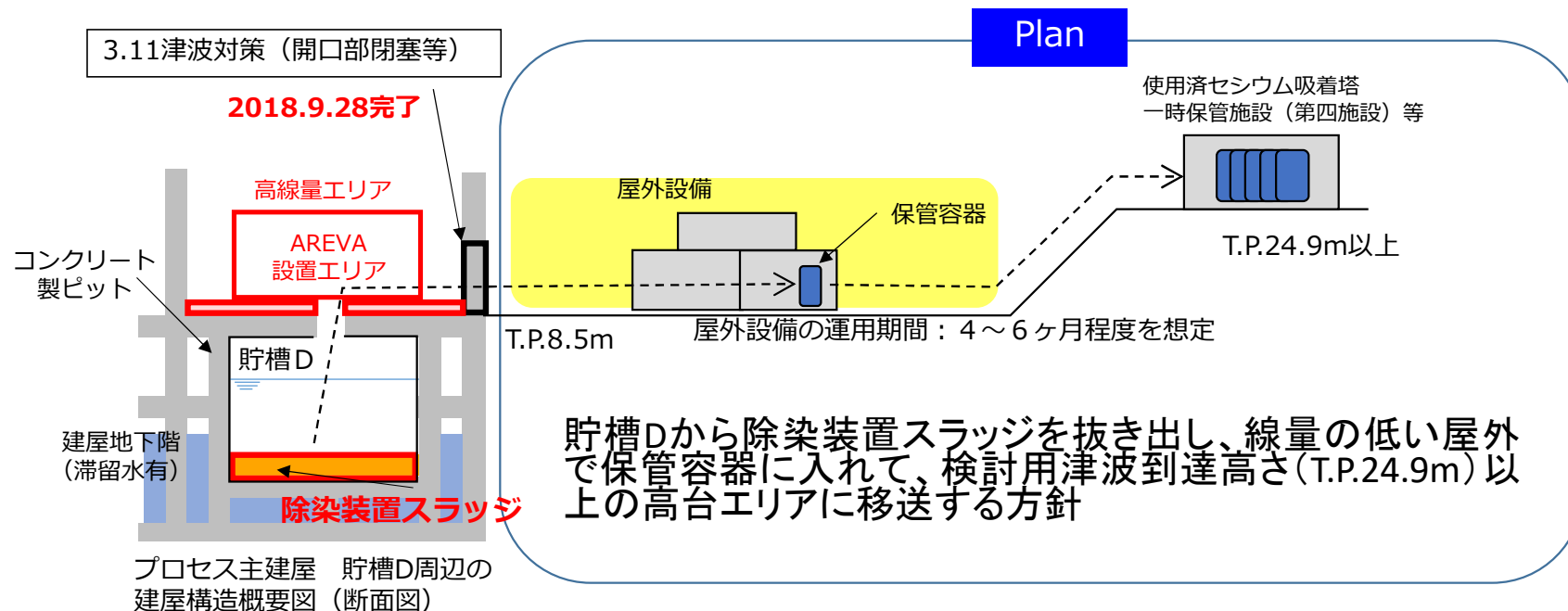


- ② 遠隔集積
メリット
・当面の間の保管場所が確保できる
デメリット
・後で本格回収作業が必要

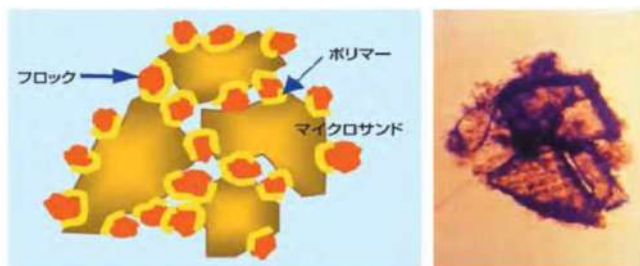


- ③ 固化
メリット
・早期に実現可能
デメリット
・後の本格回収が困難
・広範囲であり、充填が困難

○主要なリスク: 除染装置スラッジ



スラッジ



汚染沈殿物の例

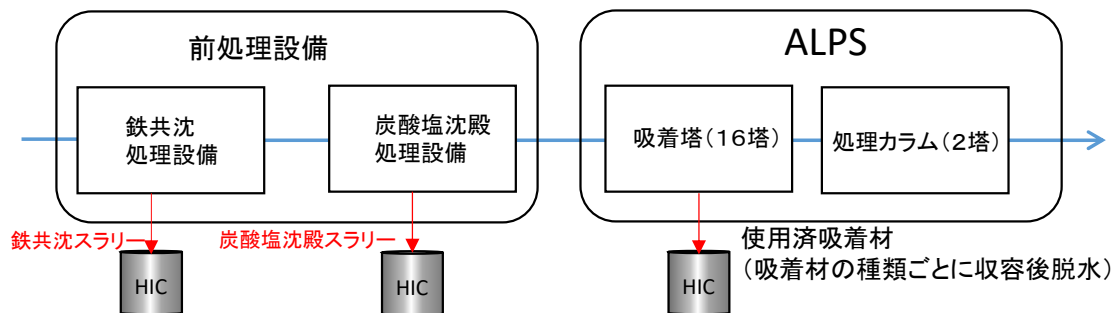
【スラッジ】
凝集沈殿法において、Cs-137などの核種を吸着して沈降したもの

- ・ 主要成分：硫酸バリウム(66%)フェロシアン化物
- ・ 代表的な核種濃度： ^{90}Sr （約 $3 \times 10^8 \text{Bq/cm}^3$ ）
- ・ 含水率：約80%
- ・ 発生量：37m³

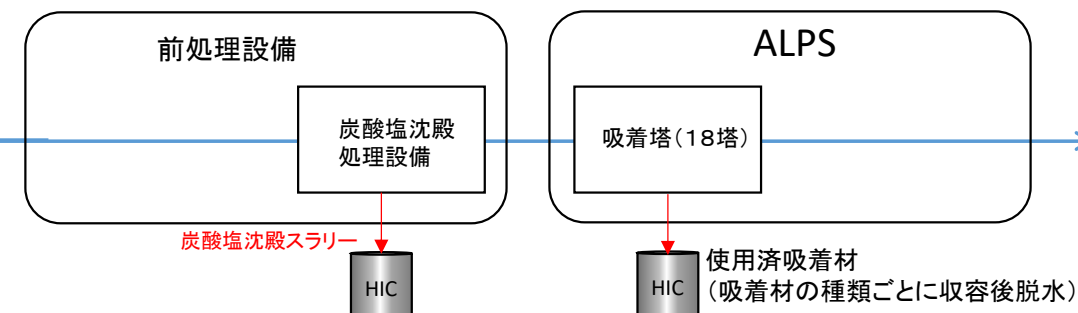
○主要なリスク:ALPSスラリー

- 前処理設備、多核種除去設備の順に汚染水を処理し、62核種の放射性物質（トリチウムを除く）を除去

(既設) 多核種除去設備系統図



増設多核種除去設備系統図



※1: High Integrity Container
(高性能容器)



鉄共沈スラリー



炭酸塩沈殿スラリー



HIC※1
(ポリエチレン部)



HIC※1
(補強体付加後)

	主成分	代表的な除去核種	スラリー量※2
ALPS	鉄共沈スラリー: $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ (75%)	^{90}Sr : $1 \times 10^6 \text{Bq/cm}^3$	HIC: 386 1008m ³
	炭酸塩スラリー: CaCO_3	^{90}Sr : $4 \times 10^7 \text{Bq/cm}^3$	HIC: 971 2535m ³
増設ALPS			HIC: 1121 2926m ³

引用: 東京電力資料を基に原子力規制庁にて作成

※2: 2018年5月28日時点。2020年11月5日時点では、スラリーと使用済吸着材を合わせて3632基のHICが保管。

○今後の廃炉活動を進める上での懸案

1Fで発生する廃棄物

- 建屋滞留水
- 地下水、サブドレン水
- 雨水、海水

- ✓ 作業環境、環境影響の把握
- ✓ 施設内に流入する地下水や処理水の管理

常時、一定量の分析による状況把握が必要

- 水処理二次廃棄物(使用済吸着塔、スラリー等)
- ガレキ類
- 燃料デブリ

- ✓ 処理・処分に向けた性状把握
- ✓ 処理・処分の手法の特定
- ✓ デブリ取出しの工程検討

今後の廃炉作業の進展に不可欠。分析のニーズは質・量ともに増加

□ 人員や施設・設備のキャパシティ

今後、増加する分析需要に対する、十分な人員、設備等の確保

- 人員の増加
- 分析作業への教育

- これまで、1F施設内の分析施設のほか、JAEA(原研、核研、大熊分析センター)、日本分析センター、(株)KANSOテクノスとも協力
- 加えて、1F内に新たに以下を建設
 - ✓ 放射性物質分析・研究施設第1棟(水処理二次廃棄物及びガレキ類)
 - ✓ 放射性物質分析・研究施設第2棟(燃料デブリ)

おわりに

- 1F事故調査・分析のための作業と廃炉作業の適正な実施のため、関係組織間で作業計画等の情報を共有し、作業を進めるうえで相互に干渉し得る事項又は重複する事項を確認しながら行っている。
- 中間取りまとめ以降においても、事故分析と廃炉作業の相互でフィードバックしながら事故調査・分析を進めており、得られた結果は必要に応じて、リスクマップ等への反映を行う。
- 廃炉作業の着実な進捗を念頭に、1F事故調査・分析では、国内外における1F事故の事故進展に係る研究や原子炉の安全性向上に資するため、現地調査等を中心に引き続き調査・分析を実施する予定。

参考資料等

- ① 3号機原子炉建屋内の現地調査時の動画（2021年11月25日原子力規制庁撮影）
<https://www.youtube.com/watch?v=T3gnTMNeJak>
- ② 1号機原子炉建屋内の現地調査時の動画（2021年11月26日原子力規制庁撮影）
<https://www.youtube.com/watch?v=SJE46oSbdIw>
- ③ 2号機シールドプラグ調査時の動画（2021年9月9日、8月26日原子力規制庁撮影）
<https://www.youtube.com/watch?v=qmU-hpSgsw0>
<https://www.youtube.com/watch?v=WTDRcwx2TjI>
- ④ 2号機SGTS室の現地調査時の動画（2021年6月25日原子力規制庁撮影）
<https://www.youtube.com/watch?v=EWd2wkTYG6w>
- ⑤ 2号機原子炉建屋内の現地調査時の動画（2020年10月8日原子力規制庁撮影）
<https://www.youtube.com/watch?v=xgN2kC0rn9k>
- ⑥ 3号機原子炉建屋内の現地調査時の動画（2020年9月18日原子力規制庁撮影）
<https://www.youtube.com/watch?v=2ogtUC0nQDg>
<https://www.nicovideo.jp/watch/so37669375>
- ⑦ 東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ（2021年3月5日）
<https://www.nsr.go.jp/data/000345595.pdf>
- ⑧ 東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（2021年3月版）
<https://www.nsr.go.jp/data/000345185.pdf>

東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ

～2019年9月から2021年3月までの検討～

2021 年3 月5 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1章 原子炉格納容器からの放射性物質等の放出又は漏えい経路・箇所に関する検討

1. 1～4号機SGTS配管系の汚染状況とその形成メカニズム
2. 1～3号機オペレーティングフロア及びシールドプラグ付近の放射線量と2, 3号機シールドプラグ下面における大量のセシウムの存在

第2章 原子炉建屋における水素爆発の詳細分析

1. 3号機の水素爆発の詳細な状況

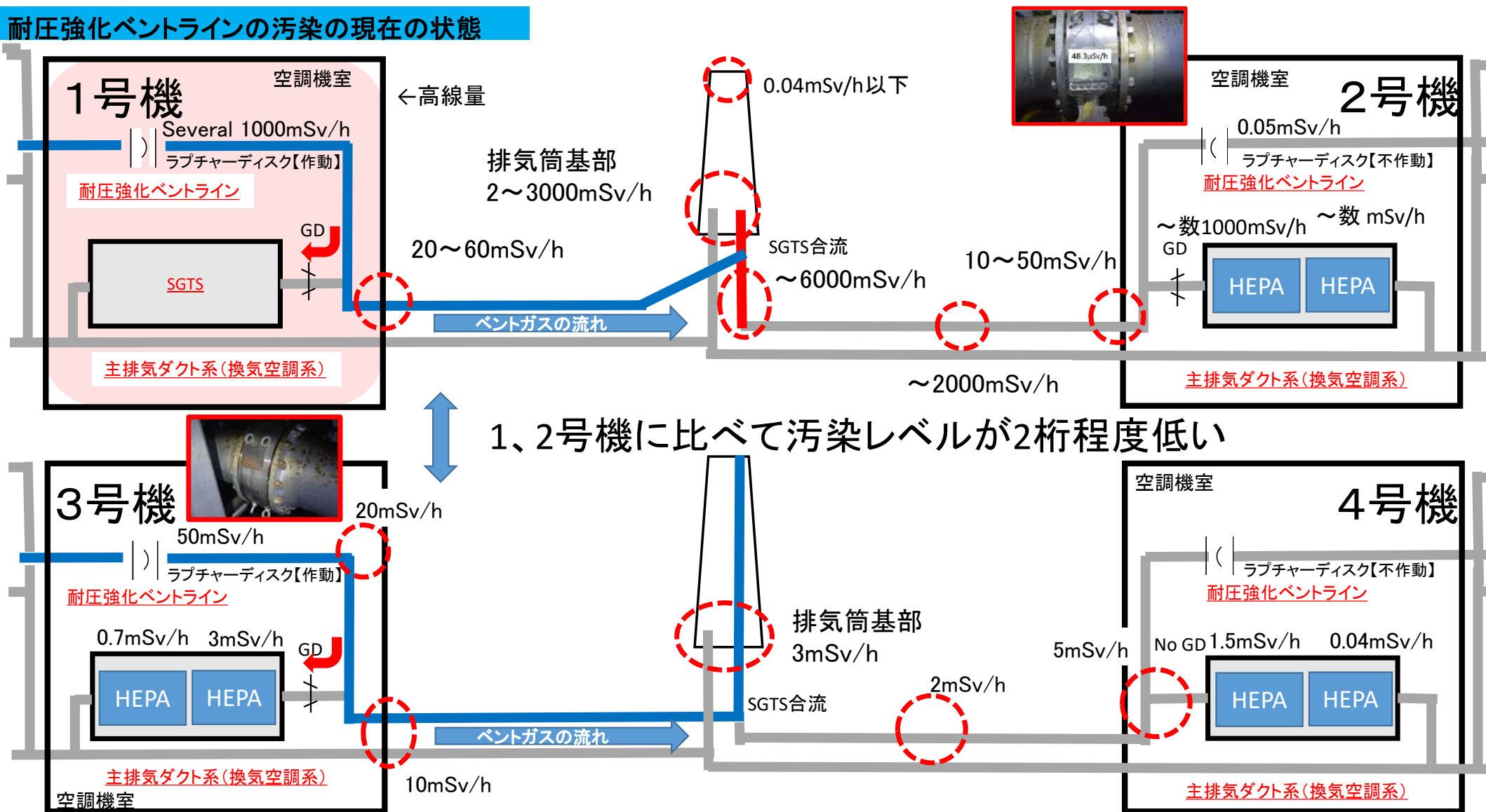
第3章 原子炉冷却のために機能すべき機器の動作状況に関する検討

1. 津波襲来から3号機のベント時点までの原子炉圧力容器の圧力挙動からみた機器の状況
2. 3号機のベント以降の原子炉格納容器内の圧力変動からみた機器の状況

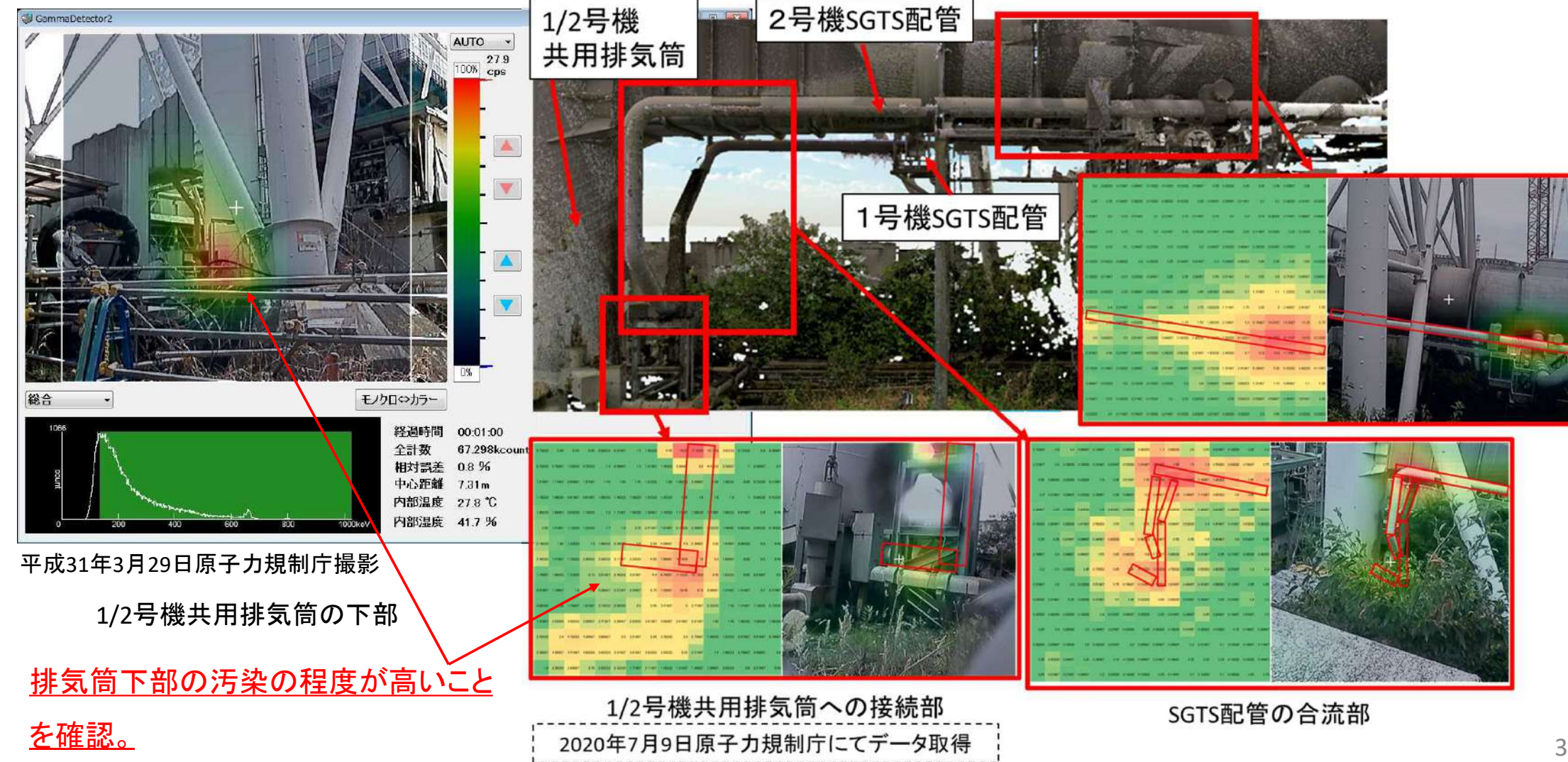
第1章 原子炉格納容器からの放射性物質等の放出又は漏えい経路・箇所に関する検討

1. 1～4号機非常用ガス処理系(SGTS)配管系の汚染状況とその形成メカニズム

耐圧強化ベントラインの汚染の現在の状態



○1／2号機共用排気筒下部の汚染状況(ガンマカメラ)

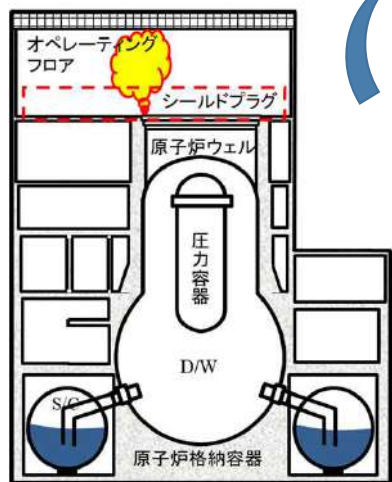


第1章 原子炉格納容器からの放射性物質等の放出又は漏えい経路・箇所に関する検討

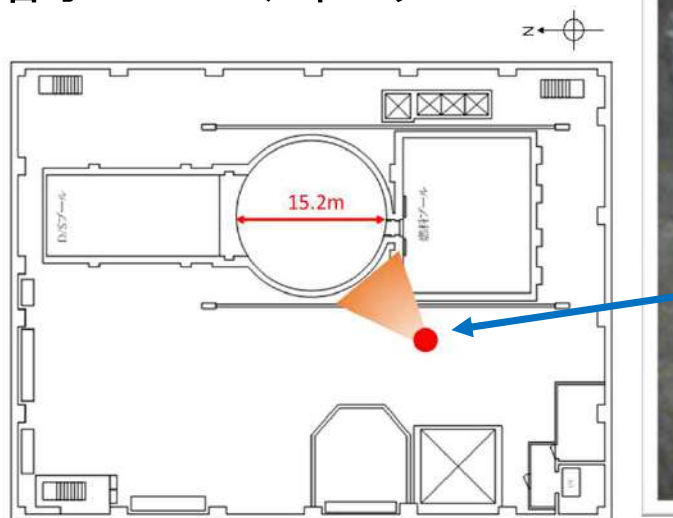
2. 1～3号機オペレーティングフロア及びシールドプラグ付近の放射線量と2, 3号機シールドプラグ下面における大量のセシウムの存在

○2号機原子炉建屋5階オペレーティング フロアの調査

原子力規制庁及び東京電力
において、2号機原子炉建屋
5階の汚染状況の調査（汚染
密度測定・線量率遠隔測定）
を実施。（2020年1月30日）



原子炉建屋
（断面図）



5階（平面図）

原子力規制庁の測定機器（ガンマカメラ）
を用いた汚染密度測定

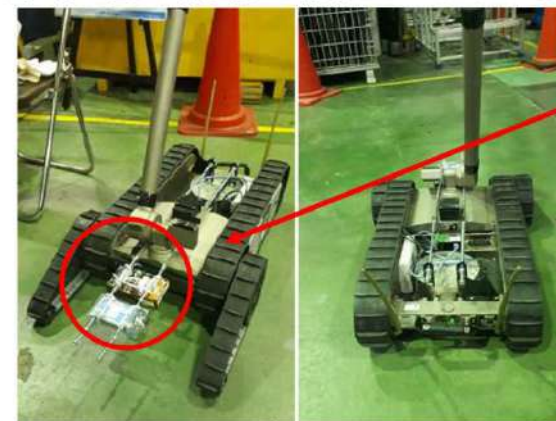


ピンホール型ガンマカメラ
日立製（HDG-E1500）

Cs-137の放射線エネ
ルギー（0.662MeV）
を測定



東京電力所有の調査ロボットを用いた遠隔測定

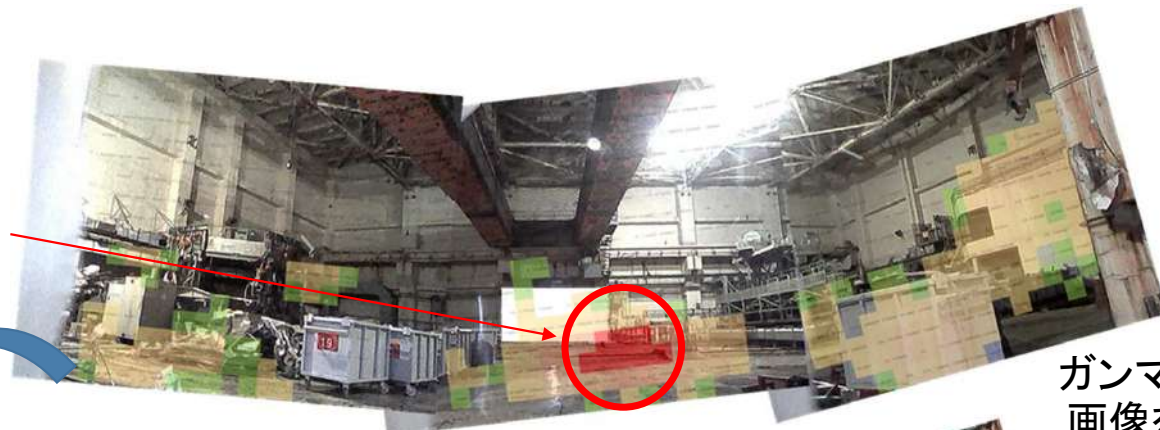


γ線検出器
散乱してエネルギー
が低くなったγ線を捉
える機能を持つ

東京電力より提供

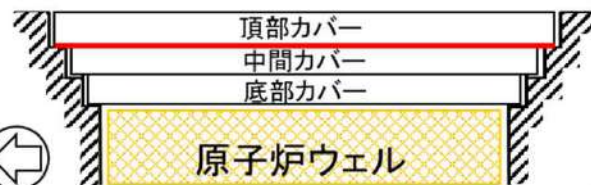
○2号機シールドプラグの汚染状況

ガンマカメラ及び線量率測定等からシールドプラグの頂部カバーの下面に大量の放射性物質の存在を確認。



ガンマカメラ
画像を処理

ガンマカメラ
の画像



シールドプラグ
(断面構造)



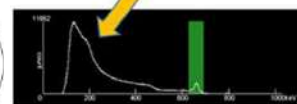
約4度



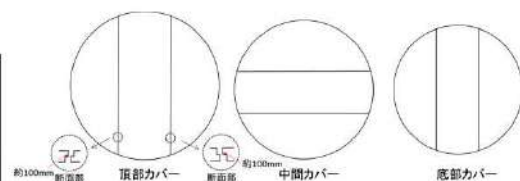
約17度

約8度

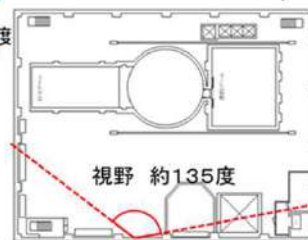
散乱線が支配的



セシウム137 直接線



シールドプラグ
(平面構造)

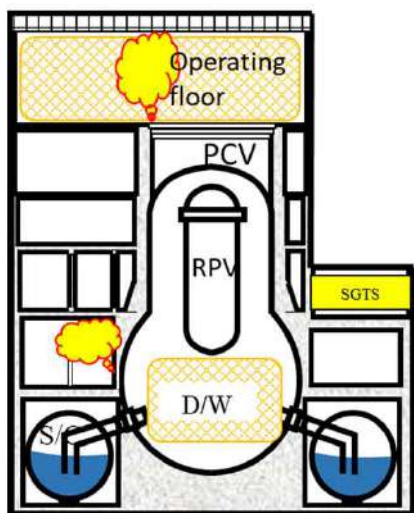


令和2年1月30日原子力規制庁撮影、一部加工

図 ガンマカメラ測定 (2号機原子炉建屋5階オペフロ)

○1～3号機のオペフロにおける高線量汚染の発生

上部シールドプラグの下面にCs-137の汚染が集中しているとの仮定の下で、汚染の程度を計算



※1 水素爆発の影響により
シールドプラグがずれたと考
えられる

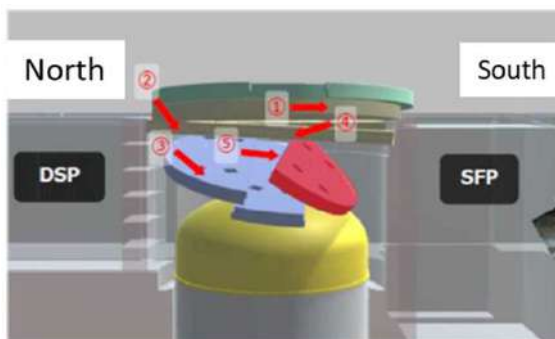


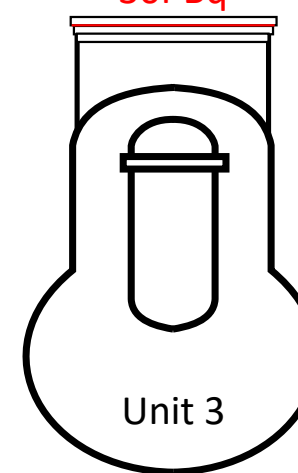
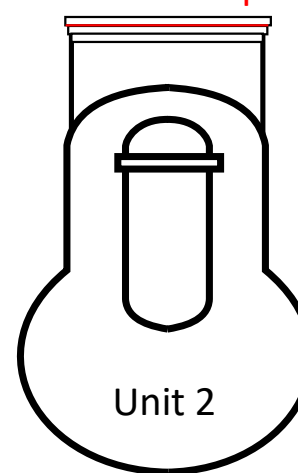
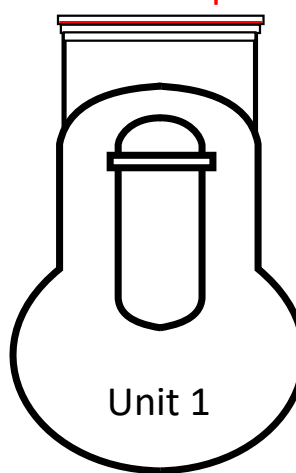
Image of Unit 1 Shield Plug (from west-side)

シールドプラグ下面のCs-137の量(計算値)

0.1-0.2PBq※1

20-40PBq

30PBq



※“東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ”, Appendix 7-1, p.185,
(2021.3.5) 原子力規制委員会
<https://www.nsr.go.jp/data/000345595.pdf>

ALPS処理水の海洋放出に 向けた海域モニタリング

令和4年1月15日

原子力規制庁 放射線防護グループ 監視情報課
堤 達平

1

自己紹介

- 令和3年2月より、原子力規制庁監視情報課総括補佐として、全国の緊急時・平常時の環境放射線モニタリング行政を推進。目下の課題は、ALPS処理水の海域モニタリングの検討・準備。
- 平成27年7月-平成29年7月の2年間、福島環境再生事務所廃棄物対策課上席廃棄物対策官として、放射性物質に汚染された廃棄物の処理を実施。特に、処理困難だった埋設イノシシ・家畜の処理を地元調整を経て実施。
- その他、
 - ・令和2年5月:厚生労働省のコロナ対策本部で医療体制整備
 - ・平成30年～令和元年:気候変動に関する国連交渉、G20交渉
 - ・平成21年～23年:OECD(経済協力開発機構)で環境パフォーマンスレビューの報告書作成 などを経験

2

2

命題:ALPS処理水に係る海域モニタリングの検討・準備

- ✓ 令和3年4月13日 東京電力福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に係る基本方針(以下「基本方針」という。)が関係閣僚会議において決定。
- ✓ 翌日、原子力規制委員会は、「モニタリング調整会議の下、関係省庁と連携し、ALPS処理水の海洋放出の開始前から海域モニタリングを行うべく検討・準備を進める」とした。

基本方針の内容(海域モニタリング部分抜粋)

新たにトリチウムに関するモニタリングを漁場や海水浴場等で実施するなど、政府及び東京電力が放出前及び放出後におけるモニタリングを強化・拡充する。その際、

A)IAEAの協力を得て、分析機関間の相互比較を行うなどにより、分析能力の信頼性を確保すること、

B)東京電力が実施するモニタリングのための試料採取、検査等に農林水産業者や地元自治体関係者等が参加すること

C)海洋環境の専門家等による新たな会議を立ち上げ、海域モニタリングの実施状況について確認・助言を行うこと

等により、客観性・透明性を最大限高める。

3

3

1. これまでに実施している海域モニタリング(政府、関係機関)

4

4

総合モニタリング計画

福島第一原子力発電所事故で環境中に放出された放射性物質をモニタリングするため、モニタリング調整会議を設置し、総合モニタリング計画を2011年に策定した(最新改定2021年4月)。当該計画に基づき、関係省庁や地方公共団体、原子力事業者等が連携して放射線モニタリングを実施している。

モニタリング調整会議

議長: 環境大臣
構成員: 関係府省、福島県、東京電力ホールディングス株式会社等

総合モニタリング計画

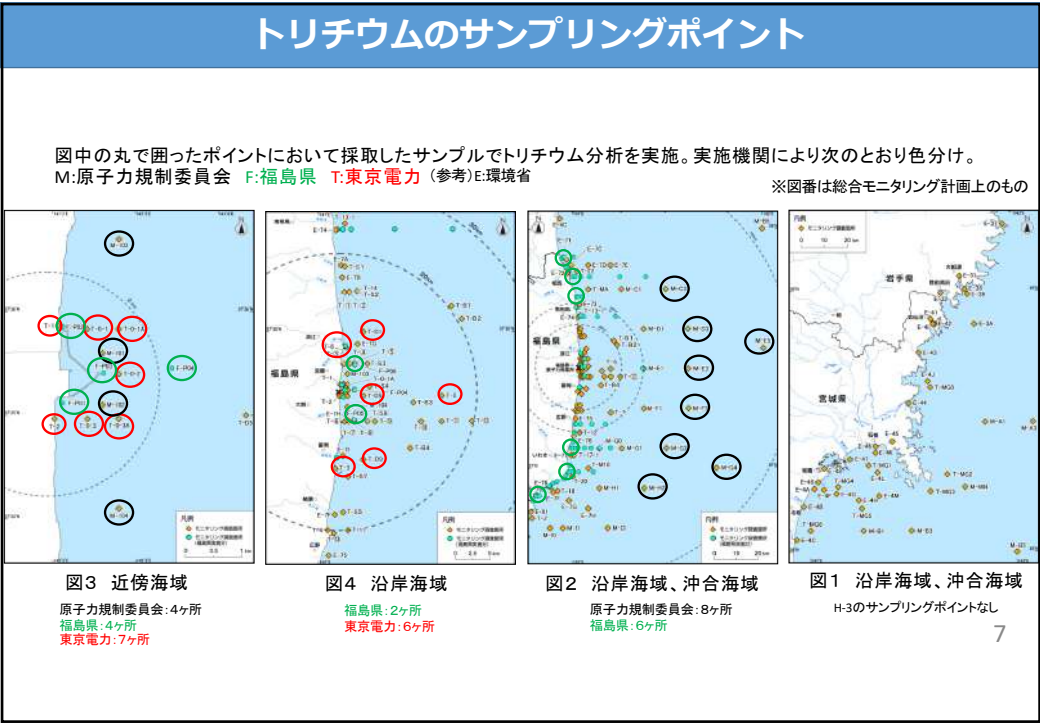
海域モニタリング(原子力規制委員会、水産庁、国交省、海保庁、環境省、福島県、東京電力等)
・東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所の周辺の(1)近傍海域、(2)沿岸海域、(3)沖合海域、(4)外洋海域及び(5) 東京湾について、海水、海底土及び海洋生物の放射性物質の濃度を測定

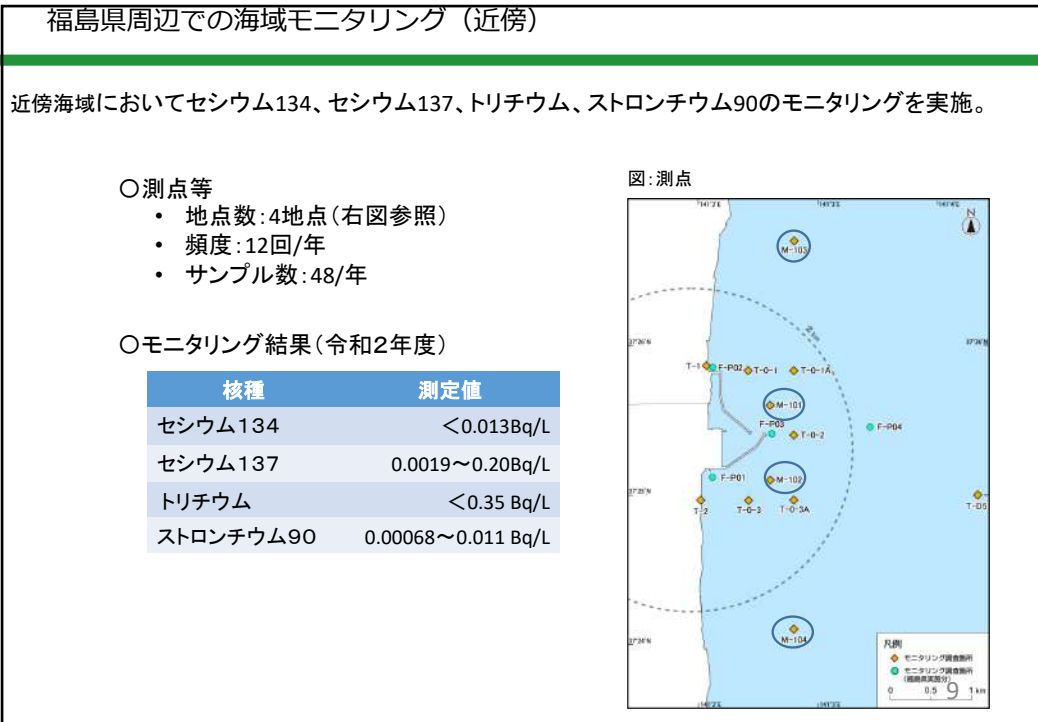
5

福島県周辺での海域モニタリング（海水）								
実施機関	エリア	地点数	頻度	サンプル数		トリチウム分析数		総合モニタリング計画中のトリチウム検出下限値
原子力規制委員会	近傍	4地点	12回/年	48/年	計480/年	48/年	計80/年	0.4Bq/L
	沖合	32地点	4回/年	332/年		32/年		計画中記載なし
	外洋	10地点	2回/年	100/年		0/年		-
環境省	沿岸	27地点	2～12回/年	408/年	計408/年	0/年	計0/年	-
福島県	近傍	4地点	12回/年	48/年	計312/年	48/年	計72/年	1Bq/L
	沿岸	22地点	12回/年	264/年		24/年		
東京電力	近傍	7地点	52回/年	364/年	計1964/年	364/年	計508/年	1Bq/L
	沿岸	41地点	2回/年 12回/年 24回/年 52回/年	1524/年		144/年		0.4Bq/L
○実施海域 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の周辺の以下の海域及び東京湾で実施する。 (1) 近傍海域： 東電福島第一原発近傍で監視が必要な海域 ※2号機排気筒と3号機排気筒の中間地点から概ね3kmの海域 (2) 沿岸海域： 青森県（一部）、岩手県から宮城県、福島県、茨城県の海岸線から概ね30km以内の海域（河口域を含み、近傍海域を除く） (3) 沖合海域： 海岸線から概ね30～90kmの海域 (4) 外洋海域： 海岸線から概ね90km以上の海域 (5) 東京湾： 河川からの放射性物質の流入・蓄積が特に懸念される閉鎖性海域である東京湾								

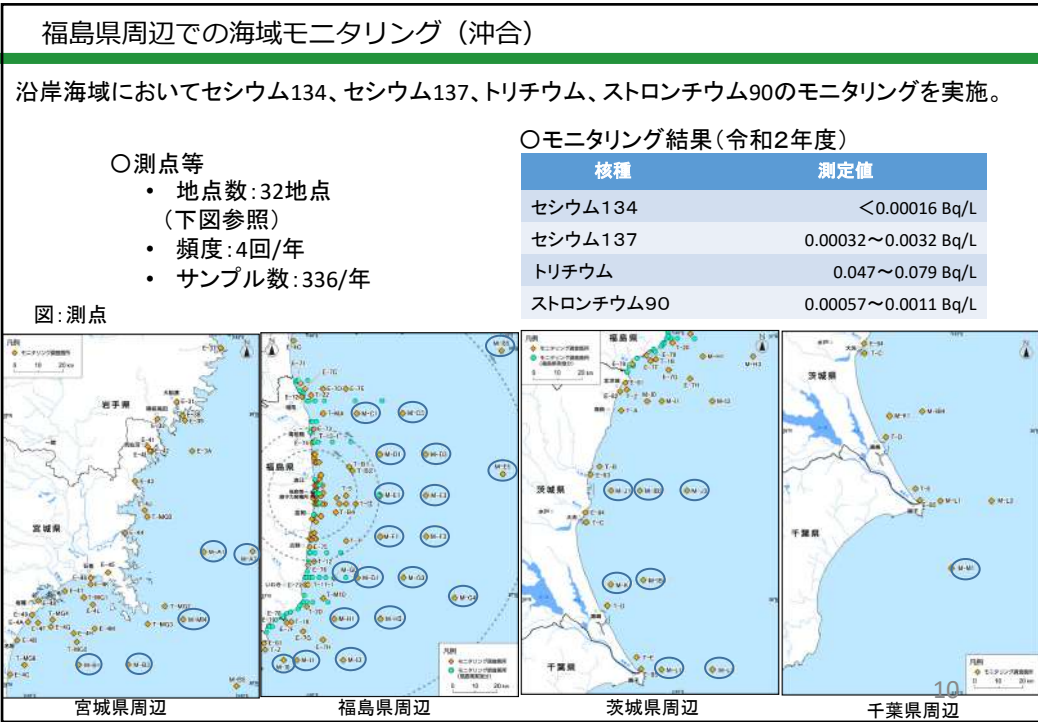
6

6





9



10

福島県周辺での海域モニタリング（外洋）

外洋海域においてセシウム134、セシウム137のモニタリングを実施

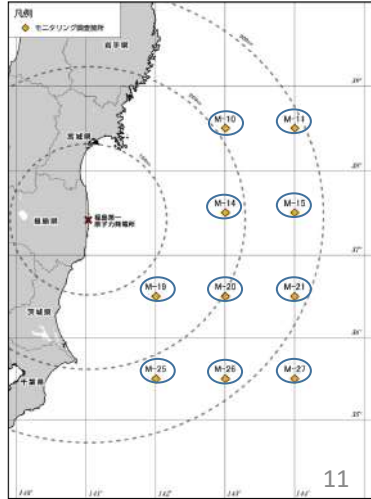
図：測点

○測点等

- ・ 地点数：10地点（右図参照）
- ・ 頻度：2回/年
- ・ サンプル数：100/年

○モニタリング結果（令和2年度）

核種	測定値
セシウム134	全て検出下限値（0.00042-0.00076 Bq/L）以下
セシウム137	<0.0027 Bq/L

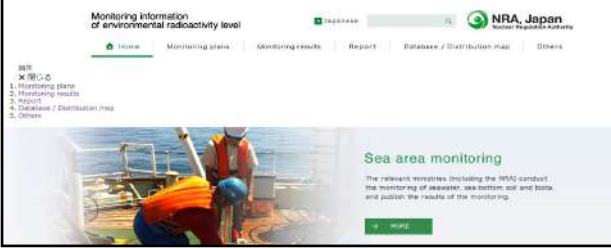


11

国内外への情報発信

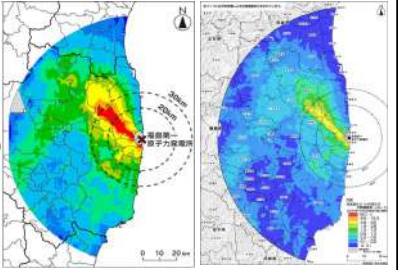
●原子力規制委員会では東京電力福島第一原子力発電所近傍の環境放射線モニタリングの結果を国内外に向けて発信するためにホームページを通して公表している。

放射線モニタリング情報（英語版）



原子力規制委員会
Nuclear Regulation Authority

80km圏内における空間線量率の分布マップの推移（航空機モニタリング）



事故1ヶ月後(2011年4月29日) 事故115ヶ月後(2020年10月29日)

東京電力福島第一原子力発電所から2キロ以内の海域等の放射能データ



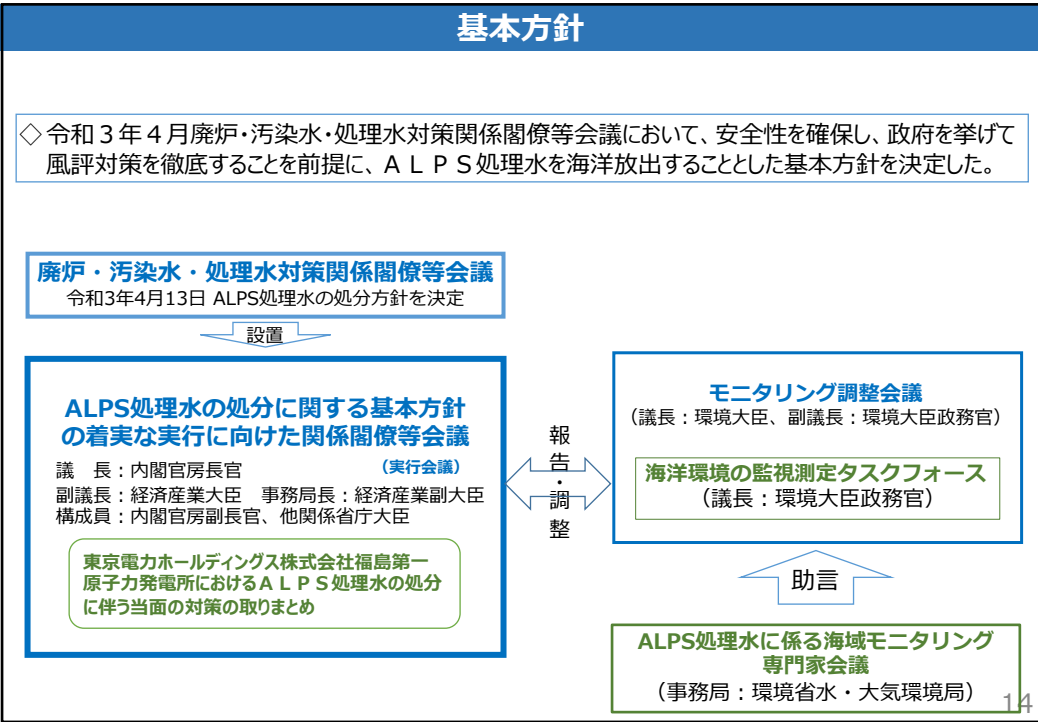
12

6

3. ALPS 処理水に係る 海域モニタリングの検討

13

13



14

14

対策2：モニタリングの強化・拡充

①海域環境モニタリングの強化・拡充【環境省、原子力規制庁】

- 今後、令和3年6月に新たに設置した「ALPS処理水に係る海域モニタリング専門家会議」から、モニタリングを行う測点、頻度等についての助言を得る。
- IAEAによる分析機関間比較の取組や地元関係者の立会いの機会の確保等により、客観性、透明性及び信頼性を最大限高め、モニタリングの強化・拡充を図る。

これまでの取組	今後1年間の取組	中長期的な取組の方向性
令和3年4月以降 - 客観性・透明性・信頼性を最大限高めたモニタリングとすべく、専門家による確認・助言を得つつ、モニタリングを行う測点、頻度等について検討。 これまでの会議開催実績 令和3年4月 モニタリング調整会議 6月 第1回海域モニタリング専門家会議及び第1回海域環境の監視測定タスクフォース 8月 第2回海域モニタリング専門家会議 9月 第2回海域環境の監視測定タスクフォース 12月 第3回海域モニタリング専門家会議 令和3年11月 - IAEAによる分析機関間比較を実施、「海域モニタリング」での試料採取の手法、分析機関のモニタリング手法や分析機関の分析能力の確認。	令和4年3月頃 - 専門家からの助言を踏まえ、総合モニタリング計画を改定。 令和4年春頃（予定） - 海洋放出前の海域モニタリングを開始。 令和4年秋頃（予定） - IAEAによる分析機関間比較を実施、「海域モニタリング」での試料採取の手法、分析機関のモニタリング手法や分析機関の分析能力の確認。	- 総合モニタリング計画に基づき、海域モニタリングを実施し、放出前の結果と比較。結果について広く情報発信を実施。 - 引き続き、IAEAによる分析機関間比較を実施、「海域モニタリング」での試料採取の手法、分析機関のモニタリング手法や分析機関の分析能力の確認。

15

15

ALPS処理水に係る海域モニタリング専門家会議での論点

- 目的：政府の「モニタリング調整会議」（議長：環境大臣）及び同会議の下に設置される「海洋環境の監視測定タスクフォース（議長：環境大臣政務官）」における海域モニタリングの検討及びその実施について、助言等を行うこと。
- メンバー：環境工学、環境放射能・海洋放射生態学、トリチウム理工学などを専門とした研究者から構成。
- 論点：
 - ✓ 海域モニタリングの目的
 - ✓ 対象（環境試料）
 - ✓ 核種
 - ✓ 地点
 - ✓ 頻度
 - ✓ 検出下限値 等



14

令和3年6月18日 第1回ALPS処理水に係る海域モニタリング専門家会議

16

4. IAEAとの協力

17

17

分析機関間比較 (ILC)

我が国では、海域モニタリングデータの信頼性及び透明性の維持向上のため、国際原子力機関(IAEA)との協力により、2014年から、東京電力福島第一原子力発電所近傍の海洋試料を共同採取の上、それぞれの分析機関が個別に分析を行い、結果を比較する分析機関間比較 (ILC: Interlaboratory Comparison) を実施。



18

18

ILC2021

◆ 実施時期: 令和3年11月9日～12日

(試料採取・前処理にIAEA及びIAEA指定の分析機関が立会)

◆ 対象試料及び核種: 海水 5地点 H-3, Sr-90, Cs-134, -137

海底土 3地点 Cs-134, -137, Pu-238, -239+240

◆ 参加機関:

- ・ 日本の7分析機関(日本分析センターほか)

- ・ IAEA環境研究所

IAEAが指定した以下の国の分析機関

- ・ 韓国

- ・ フランス

- ・ ドイツ

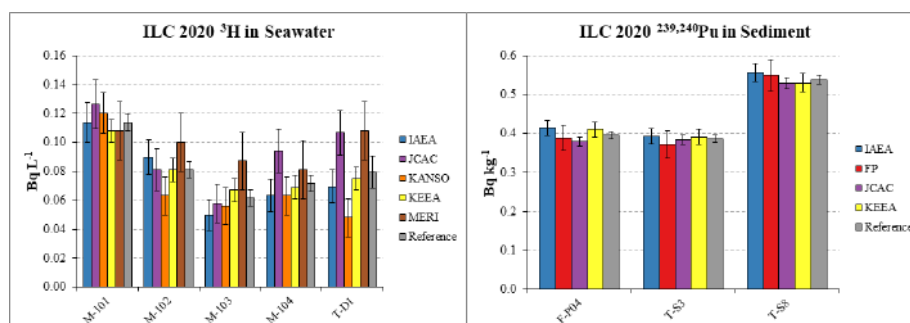
◆ 今後の予定: 各機関が分析結果をIAEAへ報告

IAEAが結果を比較評価し報告書にまとめて公表

17

19

IAEAでは、海域モニタリング計画に参加している日本の分析機関が、引き続き高い正確性と能力を有していると評価。



20

20

対策3：国際機関等の第三者による監視及び透明性の確保

①国際機関との緊密な連携【外務省、経済産業省、原子力規制庁】

- IAEAは、ALPS処理水の取扱いに係る安全性等について、IAEA安全基準に基づくレビューや、海域モニタリングでの試料採取の手法や分析機関の分析能力の確認を行うとともに、これらの結果については、その進捗に応じて適時に公表する。
- OECD、NEA等の専門的知見を有する国際機関においても、専門家によるワークショップ等を通じて、国際社会に積極的な発信を行い、信頼性及び透明性の向上を図る。

これまでの取組	今後1年間の取組	中長期的な取組の方向性
➢ IAEAとの連携【外務省、経済産業省、原子力規制庁】		
<u>令和3年4月</u> ・ 梶山経済産業大臣（当時）とグロッシン事務局長がテレビ会議。IAEAが協力の準備を加速化させることに合意。 <u>令和3年7月</u> ・ ALPS処理水の取扱いに係るIAEAとの協力枠組に関する付託事項（TOR）に署名。 <u>令和3年8月</u> ・ 梶山経済産業大臣（当時）とグロッシン事務局長が会談、ALPS処理水の安全性に関するIAEAレビューミッションの派遣、厳正で透明性のあるレビューの実施に合意。 <u>令和3年9月</u> ・ エブラール事務次長が来日し、今後の協力等に関する意見交換、福島視察を実施。	<u>令和4年内</u> ・ IAEA処理水安全性評価の実施（レビューミッションの来日）。 - ①放出される水の性状、②放出プロセスの安全性、③人と環境の保護に関する放射線影響についてIAEAの安全基準に照らした評価を実施 <u>令和4年春頃</u> ・ IAEAによる規制レビューの実施。 - IAEAの専門家が来日 - 原子力規制委員会における実施計画変更認可申請に係る審査のプロセス及び内容について、IAEAガイド等に照らしたレビューの実施 <u>令和4年秋頃（予定）</u> ・ IAEAによる分析機関間比較を実施、「海域モニタリング」での試料採取の手法や分析機関のモニタリング手法、分析機関の分析能力を確認。	・ ALPS処理水の放出前・中・後の長期間にわたり、ALPS処理水の安全性について、国際的な安全基準に照らした専門的な評価を予定。



第2回シンポジウム
福島第一原子力発電所・事故調査と1F廃炉の将来像を考える

1F事故調査および1F廃炉事業と
地域社会との『対話の場』の形成について

松岡 俊二
1F廃炉の先研究会・代表
早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンター長
早稲田大学国際学術院・大学院アジア太平洋研究科・教授
smatsu@waseda.jp
2022年1月15日

1

第2回シンポ：議論の視点とポイント

論点 1: 1F事故調査と1F廃炉事業と地域社会という3者の関係を議論する視点とは何か？

- 技術的視点と社会的視点(地域社会)という複眼的視点
- 「廃炉の中の社会」という視点だけでなく、「社会の中の廃炉」という視点
- 社会が求める1F事故調査の情報や1F廃炉の情報とは何かという視点
- 「対話の場」を形成する可能性や条件とは何かという視点
- 地域住民と国・事業者と科学者・専門家という3者の関係、さらに規制機関(NRA)と地域社会との関係という視点

論点 2: 1F事故調査・1F廃炉事業と1F廃炉の将来像を議論するポイントとは何か？

- 1F事故調査や1F廃炉事業の長期的性格を踏まえ、1F事故調査プロセスや1F廃炉プロセスを地域資源(地域固有の価値)を考えたい
- 地域社会が、地域の未来への「期待」や「希望」が持てるような1F廃炉の将来像(中間ステート/エンドステート)の複数の選択肢を考えたい
- 1F廃炉の将来像の一つとして「世界遺産登録」を考えたい

2

2

トランス・サイエンス的課題としての1F事故調査と「対話の場」

1. トランス・サイエンス的課題 (Trans-Scientific Questions)

“questions which can be asked of science and yet which cannot be answered by science” アメリカの核物理学者 Weinberg, A. M.(1972)

Biological Effects of Low-Level Radiation Insults

The Probability of Extremely Improbable Events

→ トランス・サイエンス的課題としての1F事故調査 (1F廃炉事業、1F廃炉の将来像)

→ Unknown Unknowns (専門家は本当の問題は何か分からないことがある)

チェルノブイリ事故のイギリスの羊農家への影響を調査した Wynne, B. (1992)

→ 専門知の認識論的不確実性、科学の不定性：科学的見解にも大きな幅がある

2. ポスト・トランス・サイエンスの時代

→ 参加/熟議アプローチが「社会的に堅実な知識」を形成するとは限らない

Collins (2002)「科学の第三の波」

← 2018年/2019年：ボーイング737MAX墜落事故

→ 科学と政治と社会の関係というトライアングル構造の中で、誰がいつ/どこで/どのように/どのような/何のために「対話の場」を創るのか？ Formal or Informal?

→ 問題は、1F廃炉がバナンスのデザインではないのか？

3

3

事故調査とは何か？：地域社会との「対話の場」の必要性

- ・ 1979年：TMI-2事故
- ・ 1986年：チェルノブイリ原発事故
- ・ 1985年：日航ジャンボ機墜落事故
- ・ 2005年：JR福知山線脱線事故
- ・ 2011年：1F事故：政府事故調、国会事故調、民間事故調、東電事故調など多くの事故調査が行われ、事故から1年後～1年半後に報告書公表。フォローアップ調査も東電、民間事故調、原子力規制委員会などで行われている。
- ・ 2018年/2019年：ボーイング737MAX墜落事故：規制の虜 (Regulatory Capture)

事故調査とは？ (消費者庁(2011)『事故調査機関の在り方に関する検討会 取りまとめ』)

1. 事故調査の目的：事故の原因解明(技術的要因とシステムの・組織的要因)と事故の予防と再発防止

2. 事故調査機関の要件：①独立性、②公平性、③網羅性、④専門性

3. 被害者等に向き合う事故調査の必要性

→ 柳田邦男の「2.5人称の視点」の提案：「知識や技術の専門化の進行は、専門家の考え方やものの見方を、狭い観念的な世界に閉じ込め、生身の人間や現実の社会の動向を直視して自らの視点の是非を検証しようとする姿勢を失わせがちである」(柳田(2005)『言葉の力 生きる力』新潮社)

4

4

スリーマイル・アイランド原発2号機(TMI-2) 事故処理(廃炉)と
「対話の場」の形成: 1F廃炉の先研究会の議論から考える
「他山の石」 or Put yourself in someone's shoes



図1 スリーマイル・アイランド原発の位置図

(出所) 科学技術庁原子力安全局 (1981) 『米国原子力発電所事故調査報告』
『原子力安全委員会月報』通巻第33号, p.34.



図2 スリーマイル・アイランド原発の1号機、2号機の位置図

(出所) Nagai, C. (2021), TMI-2 Fuel and Debris Handling: Based Ten Years Participation with TMI-2 Cleanup Project,
第16回1F廃炉の先研究会・資料 (2021年9月24日)。

5

5

TMI-2 Cleanup Program(廃炉)の経緯(1)

- 1974年: エネルギー再生法 (Energy Reorganization Act of 1974)
- 1975年: 原子力規制委員会 (NRC: Nuclear Regulatory Commission) 設立
- 1977年: エネルギー省 (DOE: Department of Energy) 設立
- 1978年2月8日: TMI-2運転許可 (operating license) 取得
- 1978年9月18日: TMI-2発電開始
- 1978年12月30日: TMI-2本格稼働 (80%出力)
- 1979年3月28日: TMI-2事故発生 (97%出力)
- 1979年3月30日: TMI周辺地域への避難勧告 (最大14万人、1週間未満)
- 1979年4月 1日: カーター大統領TMI-2現地視察
- 1979年4月11日: 大統領令 (EO) によりケメニー委員会発足
- 1979年4月27日: TMI-2、安定冷温 (100度未満) 停止状態を達成
- 1979年5月21日: ランカスター市、汚染水 (処理水) 河川放出禁止を求めてNRC提訴
- 1979年10月30日: ケメニー委員会報告書、方一大統領へ提出
- 1979年12月 7日: カーター大統領声明
- 1980年2月27日: NRCとランカスター市が和解 (処理水の河川放出禁止)

6

6

TMI-2 Cleanup Program (廃炉)の経緯(2)

1980年3月26日: GEND Agreementの締結(GPU, EPRI, NRC, DOE)

- * TMI-2のパートナーシップ型廃炉ガバナンスの基礎、4者統合事務所を現場に設置
- * 1Fは政府主導型ガバナンス: 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議
- * ガバナンスの基本構造や各プレイヤーの責任や役割の相違

1980年7月: TMI-2格納容器への立入調査

1980年11月12日～1993年9月23日(13年): NRC、市民パネルの設置・開催

- * NRCが自発的に必要と判断し、TMI-2廃炉事業に関する地域社会との「対話の場」を開設・運営、事務局はNRCが担う

1981年3月: NRC環境影響評価、TMIは地質的理由から核廃棄物貯蔵に不適と評価

1982年3月: DOE/NRC、アイダホ州INELを燃料デブリ暫定保管場所とすることに合意

1984年7月: TMI-2圧力容器上蓋の取り外し

1985年9月18日: NRC、TMI-1の再稼働を認可

1985年10月30日～1990年1月30日(4年3ヶ月): 燃料デブリ約132トン取り出し

1986年7月20日～1990年5月9日(3年10ヶ月): アイダホ州INELへの燃料デブリ輸送

1991年～1993年: 処理水9,000トンの蒸発処理

1993年12月28日: NRC、Post-defueling Monitored Stage(中間ステート)移行認可

7

TMI-2 Cleanup Programと地域社会: 市民パネル(「対話の場」)

1. 市民パネル(Citizen Advisory Panel)

メンバー12名、NRCが、連邦法(FACA: Federal Advisory Committee Act, 1972年制定、現在では、全米で約1,000委員会、約6万人の委員)に基づき設置した、独立した市民委員会。1980年11月12日から1993年9月23日(中間ステート・安定貯蔵への到達)の13年間に78回の会合を開催した。また、TMI-2近くの州都ハリスバーグ市などでPublic Meetingを開催し、ワシントンDCにおいてNRC委員と定期的に会合を開催した。NRCへの提案は市民パネルの多数決による承認が必要。

- NRCが法律に基づき設置した独立した市民委員会
- 市民パネルの設置は義務ではなく、NRCが自発的に必要と判断

2. 市民パネル・メンバー(12名)

市民パネル・メンバーは無報酬: 市民パネルは公開・参加・討論が原則

- ① elected/ non-elected, ② technical/ non technical,
- ③ anti-nuclear/ pro-nuclear/ neutral, ④ local/ expert knowledge
- “ultimate watch dog”、信頼と正統性、相互学習
- ・ 地方自治体の長: 3名: 2代目座長 Art Morris, Mayor of Lancaster City
- ・ 科学者: 3名: ペンシルバニア大学など
- ・ ペンシルベニア州行政: 3名 → すぐに専門家や市民へreplace
- ・ 一般市民: 3名: 市民組織: TMIA(2,000人)やSVA(汚染水問題)

8

8

NRCの市民パネル(「対話の場」)評価

1. 市民パネルの活動から、NRCが最も多くのものを得た。
Effective communication channel: two way communication
2. 電力事業者(GPUN)は、市民パネルはanti-nuclear派の市民の意見が強く反映されていて、本当の一般市民の声が公正に反映されていないと評価。
3. 反対に、市民サイドでは、市民パネルはpro-nuclear派の意見を反映しすぎているとの不満が多く聞かれた。
4. 市民パネル・メンバーの意見 (p.27)
the Panel "was not fun, I didn't like doing it. But, I keep doing it and I'll keep doing it, because it is an effective public forum. It stimulated a public dialogue about the cleanup of TMI-2 that never would have taken place otherwise."
the Panel "was great fun. It is tremendous educational experience – I know so much about how things work at TMI-2."

9

9

NRAの1F事故調査(2014 & 2021)と「対話の場」

1. 2014年「中間報告」

「原子炉の運転等に起因する事故(以下「原子力事故」という。)の原因及び原子力事故により発生した被害の原因を究明するための調査に関する事」(原子力規制委員会設置法第4条第1項第10号)が定められている。このため、福島第一原子力発電所事故の継続的な事故分析は、原子力規制委員会の重要な責務

→ 国会事故調報告書において未解明問題が対象: 1号機での小規模漏えいの発生、1号機A系非常用交流電源系統の機能喪失など。

2. 2021年「中間取りまとめ」

2019年9月11日、原子力規制委員会: 2020年度末を目途として、その時点での調査・分析の実施状況の取りまとめを行うことを念頭に、追加的な調査・分析に取り組む方針を決定

→ 2020年11月末までに技術的な内容の具体的検討を行った結果等を、事故分析検討会として取りまとめたもの

→ 廃炉作業によって構造物の改変等が進展している箇所も多くあり、適時に状況を確認して記録を作成することで、現場の情報を事後的にも確認及び活用可能な形にして保存することの重要性も大きくなっている。

→ 全てを対象として網羅的な検討を行ったものではない

3. 1F事故調査の社会への説明や社会的納得性の醸成

処理水問題の教訓: 技術的TF→専門家会議→政府決定: 「対話の場」の欠如

10

10

第2回シンポ：議論の視点とポイント(再掲)

論点 1: 1F事故調査と1F廃炉事業と地域社会という3者の関係を議論する視点とは何か？

- 技術的視点と社会的視点(地域社会)という複眼的視点
- 「廃炉の中の社会」という視点だけでなく、「社会の中の廃炉」という視点
- 社会が求める1F事故調査の情報や1F廃炉の情報とは何かという視点
- 「対話の場」を形成する可能性や条件とは何かという視点
- 地域住民と国・事業者と科学者・専門家という3者の関係、さらに規制機関(NRA)と地域社会との関係という視点

論点 2: 1F事故調査・1F廃炉事業と1F廃炉の将来像を議論するポイントとは何か？

- 1F事故調査や1F廃炉事業の長期的性格を踏まえ、1F事故調査プロセスや1F廃炉プロセスを地域資源(地域固有の価値)を考えたい
- 地域社会が、地域の未来への「期待」や「希望」が持てるような1F廃炉の将来像(中間ステート/エンドステート)の複数の選択肢を考えたい
- 1F廃炉の将来像の一つとして「世界遺産登録」を考えたい

11