

# 東京電力福島第一原子力発電所の サンプル分析について

- 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29回会合  
資料1-3 「JAEAにおけるスミヤ試料分析のまとめ」（日本原子力研究開発機構）
- 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15回会合  
資料5 「JAEAにおける試料分析について（2）」（日本原子力研究開発機構）

## 原子力規制庁の論点

1. 原子力規制庁におけるサンプル分析については、規制庁職員が現地調査時に瓦礫、スミヤ試料等を採取し、JAEAにおいて試料分析を実施している。
2. 1号機から4号機までの各原子炉建屋内の瓦礫やスミヤ試料等について、核種組成やCs-134/137、Tc-99、Mo同位体、Sr-90、 $\alpha$ 核種(U等)、I-129に着目した分析を実施。
3. 年間のサンプル分析数やサンプルの輸送等については、関係機関等との調整が必要となっている。

## スミヤ試料分析のねらい

原子炉建屋等の床面や壁面に付着した核種の組成に関するデータを取得する。



- 同一号機における異なる位置での比較により、格納容器から建屋への漏洩経路や建屋内の移行経路を推定するための情報を得る。
  - 建屋各階の比較
  - SGTSフィルタ上流側と下流側の比較(格納容器ベントにより放出された気体中に含まれる核種特性の把握)
- 号機間の比較により、炉心損傷進展時における雰囲気条件等の違いを推定する。

2

## 分析対象の核種

### ○着目核種

Cs-134/137、Tc-99、Mo同位体、Sr-90、 $\alpha$ 核種(U等)、I-129、他

- Csの化学形は原子炉容器内の雰囲気依存し得る(原子炉容器内に水蒸気が十分にある酸化雰囲気条件下で事故が進展した場合、Moが燃料から放出されやすくなり、 $Cs_2MoO_4$ がCsの主要な化学形になる可能性がある)。
- Tc-99及びMo同位体は、酸化物の形態になると燃料から放出され易くなる性質を有しているため、炉心損傷・溶融進展時の雰囲気条件を推定する上で指標的な核種になり得る。
- MCCI等により中・難揮発性の放射性物質(Srや $\alpha$ 核種)がエアロゾルとして放出される可能性がある。
- I-129(長半減期)を分析することにより、健康影響評価上重要なI-131(短半減期)の放出挙動を概略評価できる可能性がある。

3

## 試料の概要(1)規制庁採取試料

2号機原子炉建屋の壁、床、階段裏から採取されたスミヤ試料(2020/11/27採取): 14試料

試料番号	採取場所
U2RB-5FW	5階壁面
U2RB-5FF	5階床面
U2RB-4FW	4階壁面
U2RB-4FF	4階床面
U2RB-4FS	4階階段裏面
U2RB-3FW	3階壁面
U2RB-3FF	3階床面
U2RB-3FS	3階階段裏面
U2RB-2FW	2階壁面
U2RB-2FF	2階床面
U2RB-2FS	2階階段裏面
U2RB-1FW	1階壁面
U2RB-1FF	1階床面
U2RB-1FS	1階階段裏面



**赤字で示した4試料を優先的に分析**

- ・5階壁面/床面試料: トップヘッドフランジからの核種放出を考慮
- ・1階床面試料: 1階貫通部等(p15参照)からの核種放出を考慮
- ・4階床面試料: 上記試料との比較

## 試料の概要(2)東京電力採取試料

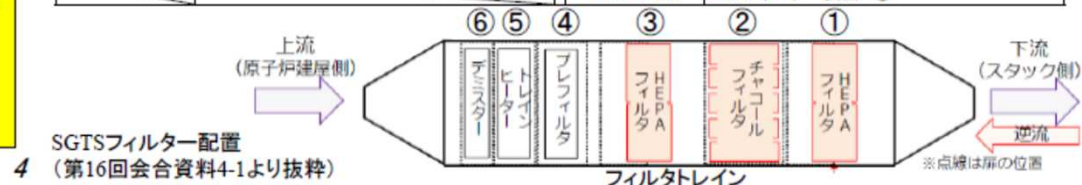
・1/2号機SGTS配管内部から採取されたスミヤ試料: 1試料

試料番号	採取場所
U12SGS	1/2号機SGTS配管内部

赤字で示した3試料を優先的に分析  
・SGTS配管内部  
・フィルタレインの最上流、最下流

・3号機SGTS室のフィルターから採取されたスミヤ試料: 23試料



試料番号	採取場所 (SGTS A系)	試料番号	採取場所 (SGTS B系)
U3SGF-A1-1	高性能フィルター上流 ①-1	U3SGF-B1-1	高性能フィルター上流 ①-1
U3SGF-A2-1	チャコールフィルター最上段上流 ②-1	U3SGF-B2-1	チャコールフィルター最上段上流 ②-1
U3SGF-A2-2	チャコールフィルター最上段下流 ②-2	U3SGF-B2-2	チャコールフィルター最上段下流 ②-2
U3SGF-A2-3	チャコールフィルター最下段上流 ②-3	U3SGF-B2-3	チャコールフィルター最下段上流 ②-3
U3SGF-A2-4	チャコールフィルター最下段下流 ②-4	U3SGF-B2-4	チャコールフィルター最下段下流 ②-4
U3SGF-A3-1	高性能フィルター上流 ③-1	U3SGF-B3-1	高性能フィルター上流 ③-1
U3SGF-A4-1	プレフィルター上流 ④-1	U3SGF-B4-1	プレフィルター上流 ④-1
U3SGF-A4-2	プレフィルター下流 ④-2	U3SGF-B4-1	プレフィルター下流 ④-2
		U3SGF-B5-1	トレインヒーター機器表面 ⑤
U3SGF-A6-1	デミスター上流 ⑥-1	U3SGF-B6-1	デミスター上流 ⑥-1
U3SGF-A6-2	デミスター下流 ⑥-2	U3SGF-B6-2	デミスター下流 ⑥-2
		U3SGF-B7	チャコールフィルター表面 ②
		U3SGF-B8	プレフィルター表面 ④



## 試料の概要

### ○3号機タービン建屋内コンクリート瓦礫試料

3号機原子炉建屋の水素爆発により生じた瓦礫が隣接するタービン建屋の天井を突き破ってタービン建屋内に落下したと推定されるもの(2020年2月採取)

U3TBC-A1	U3TBC-A2	U3TBC-A3	U3TBC-B2
			
青塗装	塗装なし	白塗装	塗装なし
220 $\mu$ Sv/h (2020/4/9測定)	45 $\mu$ Sv/h (2020/4/9測定)	32 $\mu$ Sv/h (2020/4/9測定)	34 $\mu$ Sv/h (2020/4/9測定)
56.0g	58.5g	14.7g	47.0g

### ○1号機及び2号機共用スタック基部ドレンサンプル水試料

スタック内の凝縮水や雨水が溜まったと推定されるもの(2016年9月採取)

約30 mlを分取して輸送(試料ID: U12SDW)



2

## 分析の概要

### ○目的

コンクリート瓦礫試料及びドレンサンプル水試料の分析を通じて3号機の原子炉建屋内に放出された放射性物質及び1号機の格納容器ベント時に共用スタックに流入した放射性物質の組成や化学形の推定に有用な情報を取得する。

- Csの化学形は原子炉容器内の雰囲気依存し得る(原子炉容器内に水蒸気が十分にある酸化雰囲気条件下で事故が進展した場合、Moが燃料から放出されやすくなり、Cs<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>がCsの主要な化学形になる可能性がある)。
- MCCIIにより中・難揮発性の放射性物質(Srや $\alpha$ 核種)がエアロゾルとして放出される可能性がある。
- I-129(長半減期)の瓦礫等への沈着密度(単位面積当たりの沈着量)が判ると、健康影響評価上重要なI-131(短半減期)の放出量を概略評価できる可能性がある。

### ○着目核種

Cs-134/137、Sr-90、Tc(Mo)-99、I-129、 $\alpha$ 核種(Th、U、Pu、Am)、他

3

## ○原子力規制庁において採取したサンプルリスト

2023年1月末時点

No.	サンプル名		採取年月	採取場所	採取組織	No.	サンプル名		採取年月	採取場所	採取組織
1	3号機タービン建屋内コンクリート瓦礫	U3TBC-A1	2020年2月	3号機TB	規制庁	36	3号機SGTS室内スミヤ (A系フィルタ (床) ⑭)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
2	3号機タービン建屋内コンクリート瓦礫	U3TBC-A2	2020年2月	3号機TB	規制庁	37	3号機SGTS室内スミヤ (A系フィルタ (床) ⑮)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
3	3号機タービン建屋内コンクリート瓦礫	U3TBC-A3	2020年2月	3号機TB	規制庁	38	3号機SGTS室内スミヤ (A系フィルタ (床) ⑯)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
4	3号機タービン建屋内コンクリート瓦礫	U3TBC-B2	2020年2月	3号機TB	規制庁	39	3号機SGTS室内スミヤ (A系フィルタ奥右側 (壁) ⑰)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
5	1/2号機共用スタック基部ドレンサンプ水	U12SDW	2016年9月	1/2号機スタック	東電	40	3号機SGTS室内スミヤ (B系フィルタ (床) ⑱)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
6	2号機原子炉建屋内スミヤ (5階壁面)	U2RB-5FW	2020年10月	2号機RB	規制庁	41	3号機SGTS室内スミヤ (B系フィルタ (床) ⑲)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
7	2号機原子炉建屋内スミヤ (5階床面)	U2RB-5FF	2020年10月	2号機RB	規制庁	42	3号機SGTS室内スミヤ (B系フィルタ入口 (床) ⑳)		2021年11月	3号機SGTS室	規制庁
8	2号機原子炉建屋内スミヤ (4階壁面)	U2RB-4FW	2020年10月	2号機RB	規制庁	43	1号機原子炉建屋内スミヤ (1階階段裏①)		2021年11月	1号機RB	規制庁
9	2号機原子炉建屋内スミヤ (4階床面)	U2RB-4FF	2020年10月	2号機RB	規制庁	44	1号機原子炉建屋内スミヤ (1階壁面②)		2021年11月	1号機RB	規制庁
10	2号機原子炉建屋内スミヤ (4階階段裏面)	U2RB-4FS	2020年10月	2号機RB	規制庁	45	1号機原子炉建屋内スミヤ (2階階段裏③)		2021年11月	1号機RB	規制庁
11	2号機原子炉建屋内スミヤ (3階壁面)	U2RB-3FW	2020年10月	2号機RB	規制庁	46	1号機原子炉建屋内スミヤ (2階壁面④)		2021年11月	1号機RB	規制庁
12	2号機原子炉建屋内スミヤ (3階床面)	U2RB-3FF	2020年10月	2号機RB	規制庁	47	1号機原子炉建屋内スミヤ (3階階段裏⑤)		2021年11月	1号機RB	規制庁
13	2号機原子炉建屋内スミヤ (3階階段裏面)	U2RB-3FS	2020年10月	2号機RB	規制庁	48	1号機原子炉建屋内スミヤ (3階壁面⑥)		2021年11月	1号機RB	規制庁
14	2号機原子炉建屋内スミヤ (2階壁面)	U2RB-2FW	2020年10月	2号機RB	規制庁	49	1号機原子炉建屋内スミヤ (3階格納容器壁面⑦)		2021年11月	1号機RB	規制庁
15	2号機原子炉建屋内スミヤ (2階床面)	U2RB-2FF	2020年10月	2号機RB	規制庁	50	1号機原子炉建屋内スミヤ (4階階段裏⑧)		2021年11月	1号機RB	規制庁
16	2号機原子炉建屋内スミヤ (2階階段裏面)	U2RB-2FS	2020年10月	2号機RB	規制庁	51	1号機原子炉建屋内スミヤ (4階壁面⑨)		2021年11月	1号機RB	規制庁
17	2号機原子炉建屋内スミヤ (1階壁面)	U2RB-1FW	2020年10月	2号機RB	規制庁	52	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階階段裏①)		2021年12月	3号機RB	規制庁
18	2号機原子炉建屋内スミヤ (1階床面)	U2RB-1FF	2020年10月	2号機RB	規制庁	53	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階壁面②)		2021年12月	3号機RB	規制庁
19	2号機原子炉建屋内スミヤ (1階階段裏面)	U2RB-1FS	2020年10月	2号機RB	規制庁	54	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階壁面③)		2021年12月	3号機RB	規制庁
20	3号機タービン建屋内コンクリート瓦礫		2020年9月	3号機TB	規制庁	55	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階格納容器壁面④)		2021年12月	3号機RB	規制庁
21	2号機SGTS室内試料 (ローダーケーブル拭き取り)		2021年8月	2号機SGTS室	規制庁	56	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階格納容器壁面焦げ跡⑤)		2021年12月	3号機RB	規制庁
22	2号機SGTS室内試料 (ローダーキャタピラ拭き取り)		2021年8月	2号機SGTS室	規制庁	57	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階壁面①)		2022年6月	3号機RB	規制庁
23	2号機SGTS室内スミヤ (南壁端 (床) ①)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	58	3号機原子炉建屋内スミヤ (2階壁面②)		2022年6月	3号機RB	規制庁
24	2号機SGTS室内スミヤ (南壁中間 (床) ②)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	59	3号機原子炉建屋内スミヤ (3階壁面③)		2022年6月	3号機RB	規制庁
25	2号機SGTS室内スミヤ (南壁入口側 (床) ③)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	60	3号機原子炉建屋内スミヤ (3階壁面④)		2022年6月	3号機RB	規制庁
26	2号機SGTS室内スミヤ (南壁柱 (壁) ④)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	61	2号機FHM操作室スミヤ (屋上部⑧)		2022年8月	2号機RB	東電
27	2号機SGTS室内スミヤ (フィルタ手前ラック前 (床) ⑤)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	62	2号機FHM操作室スミヤ (2階操作室床面⑩)		2022年8月	2号機RB	東電
28	2号機SGTS室内スミヤ (RB側 (壁) ⑥)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	63	2号機FHM操作室スミヤ (操作卓表面⑮)		2022年8月	2号機RB	東電
29	2号機SGTS室内スミヤ (南側入口 (床) ⑦)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	64	2号機FHM操作室スミヤ (ガラス片 (室内側) ⑯)		2022年9月	2号機RB	東電
30	2号機SGTS室内スミヤ (南側入口から左奥 (床) ⑧)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁	65	2号機FHM操作室スミヤ (ガラス片 (オベフロ側) ⑰)		2022年9月	2号機RB	東電
31	2号機SGTS室内スミヤ (南側入口から更に左奥 (床) ⑨)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁						
32	2号機SGTS室内スミヤ (南側入口から更に左奥 (床) ⑩)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁						
33	2号機SGTS室内スミヤ (ローダーケーブル⑪)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁						
34	2号機SGTS室内スミヤ (ローダーキャタピラ⑫)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁						
35	2号機SGTS室内スミヤ (北側入口扉前 (床) ⑬)		2021年11月	2号機SGTS室	規制庁						

※採取組織が東電となっているものは、東電が採取を実施後、規制庁試料として分取等を行ったもの。

## 事故分析関連で取得したサンプルについて

2023年5月22日



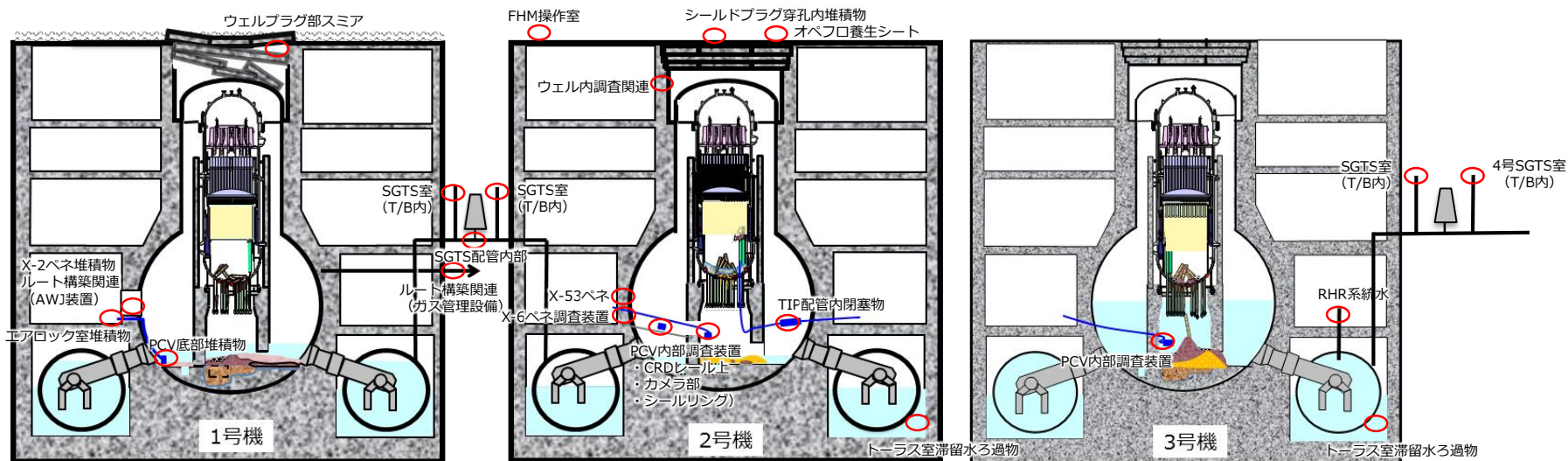
東京電力ホールディングス株式会社

- 事故分析関連の分析用サンプルは、PCV内部調査及び同関連作業等の燃料デブリ取り出し準備作業の進捗とともに取得されるものを活用するとともに、設備解体作業等の各種廃炉作業の中で積極的に取得している。
- 事故進展推定の観点からは、燃料成分に由来する微粒子に着目した分析結果から生成条件（材料、到達温度、雰囲気等）や挙動（移行ルート、タイミング等）を推定するアプローチをとっており、PCV内部調査に関連するサンプルや、PCVからのリーク経路（ウェルプラグ、PCV貫通部）、ベント経路（SGTS配管）から取得されたサンプル等の構外分析を進めている。  
（2ページにサンプル一覧を示す）
- これまではα汚染物を中心に分析を進めてきたが、今後は燃料デブリ取り出しが開始され、燃料デブリ性状に関する直接的な情報を取得できることが期待される。



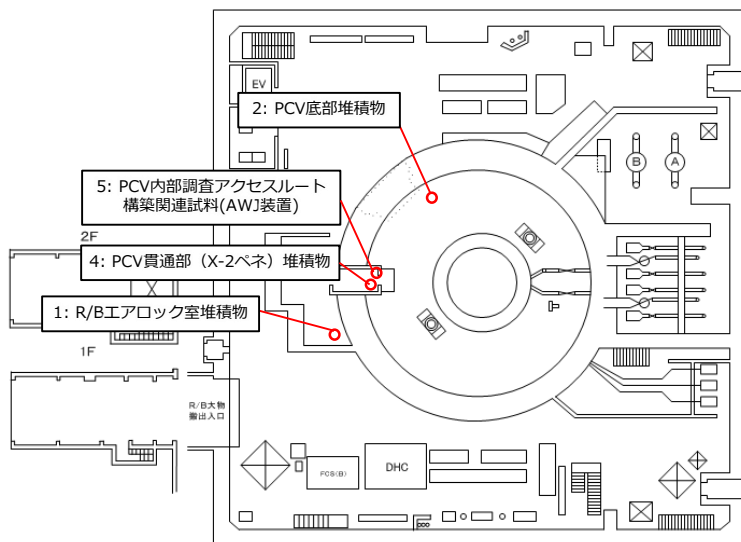
# 事故分析関連で取得したサンプルの一覧

No.	号機	取得試料	採取時期	No.	号機	取得試料	採取時期
1	1	R/Bエアロック室堆積物	2015年度	13	2	R/Bトーラス室滞留水ろ過物	2018年度
2	1	PCV底部堆積物	2017年度	14	2	PCV貫通部 (X-6ペネ) 調査装置付着物	2020年度
3	1	ウェルプラグ部スミア	2019年度	15	2	SGTS室調査試料	2020年度
4	1	PCV貫通部 (X-2ペネ) 堆積物	2019年度	16	2	ウェル内調査関連試料	2021年度
5	1	PCV内部調査アクセスルート構築関連試料	2019年度	17	2	PCV貫通部 (X-53ペネ) 試料	2021年度
6	1	SGTS室調査試料	2020年度	18	2	シールドプラグ穿孔内堆積物	2021年度
7	1・2	1・2号機SGTS配管内部スミア	2020年度	19	2	FHM操作室スミア	2022年度
8	2	R/Bオペフロ養生シート	2013年度	20	3	PCV内部調査装置付着物	2017年度
9	2	TIP配管内閉塞物	2013年度	21	3	R/Bトーラス室滞留水ろ過物	2018年度
10	2	PCV内部調査装置付着物 (CRDレーン上)	2016年度	22	3	RHR系統水	2021年度
11	2	PCV内部調査装置付着物 (カメラ部)	2017年度	23	3	SGTS室調査試料	2020年度
12	2	PCV内部調査装置付着物 (シールリング)	2018年度	24	4	SGTS室調査試料	2020年度

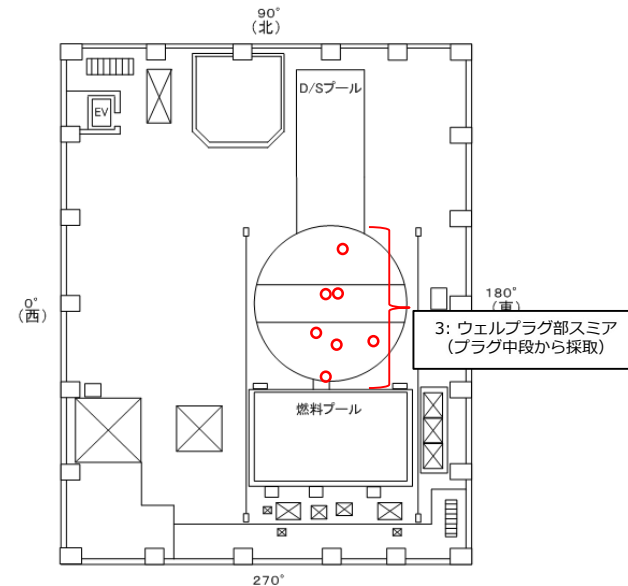


サンプル取得位置の概要

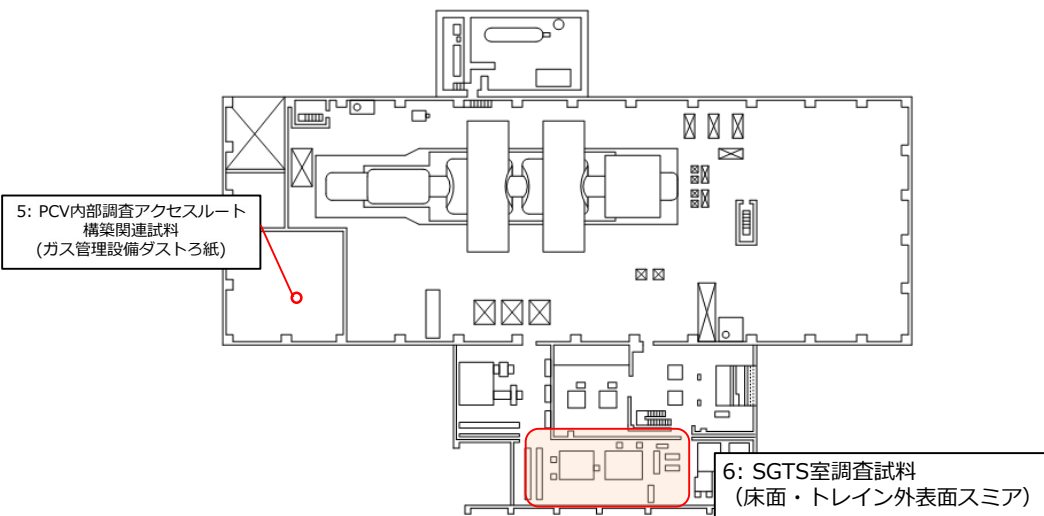
# 事故分析関連で取得したサンプル：1号機平面図



原子炉建屋1階



原子炉建屋5階

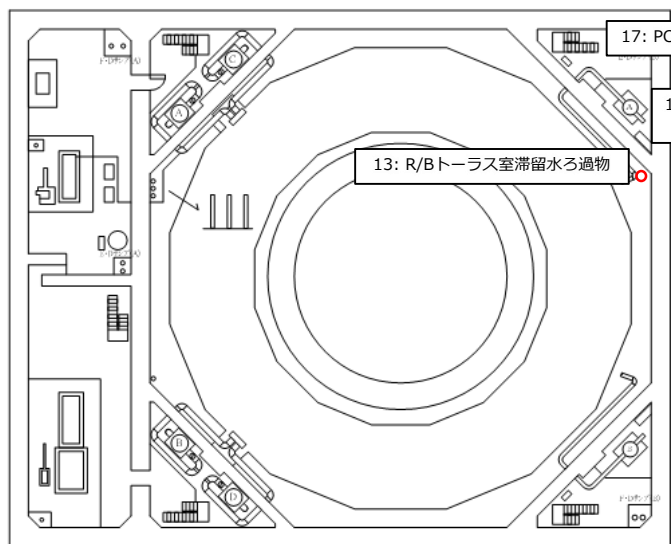


タービン建屋2階

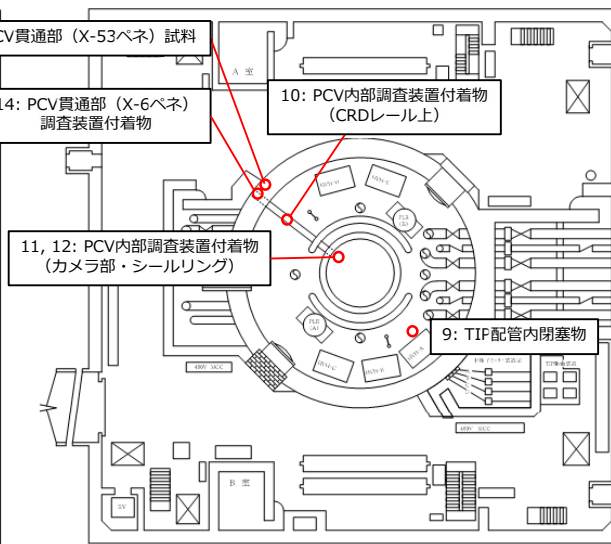
## その他(屋外)

7: 1・2号機SGTS配管内部スミア

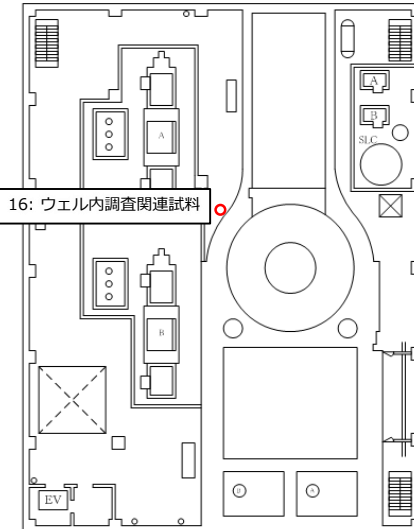
# 事故分析関連で取得したサンプル：2号機平面図



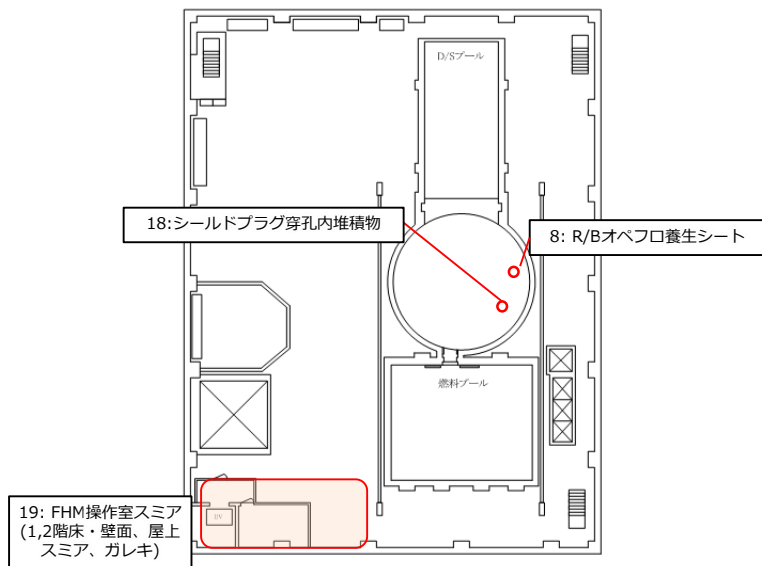
原子炉建屋地下階



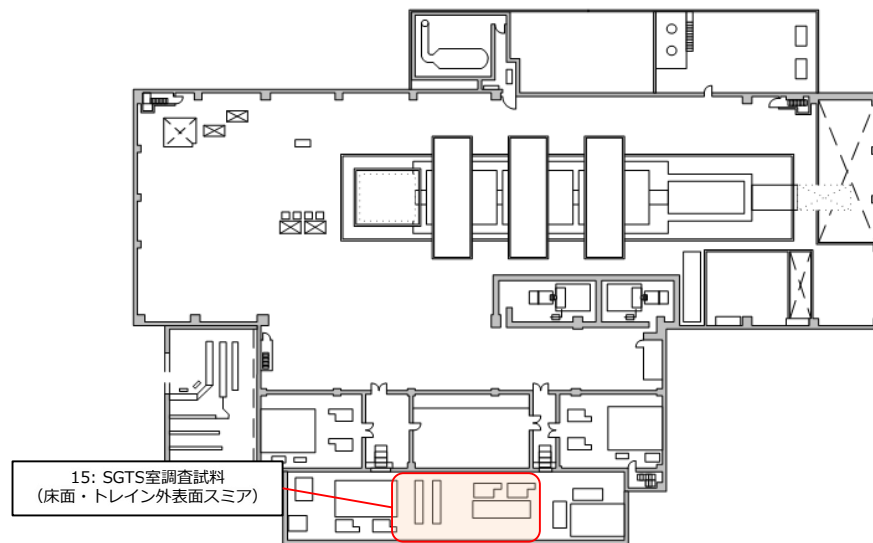
原子炉建屋1階



原子炉建屋4階

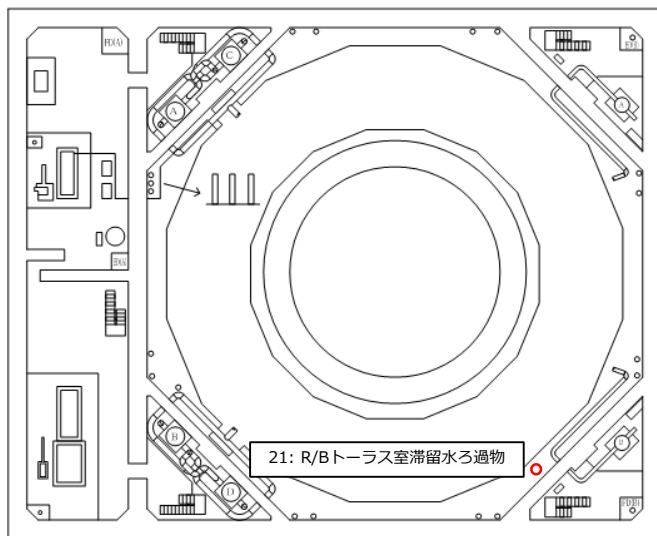


原子炉建屋5階

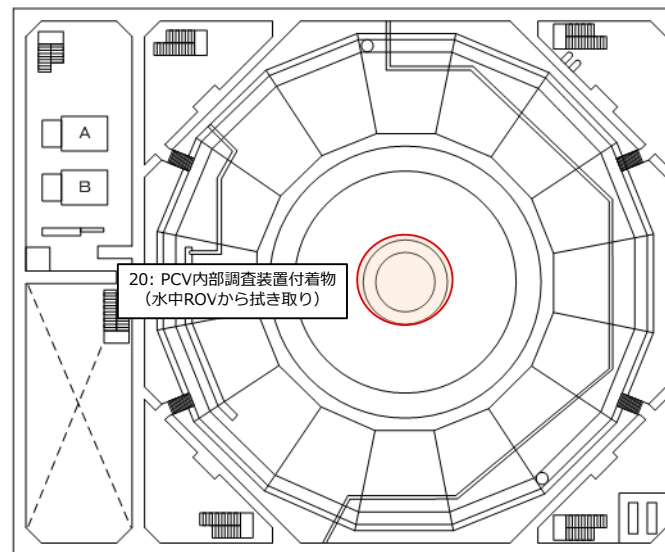


タービン建屋2階

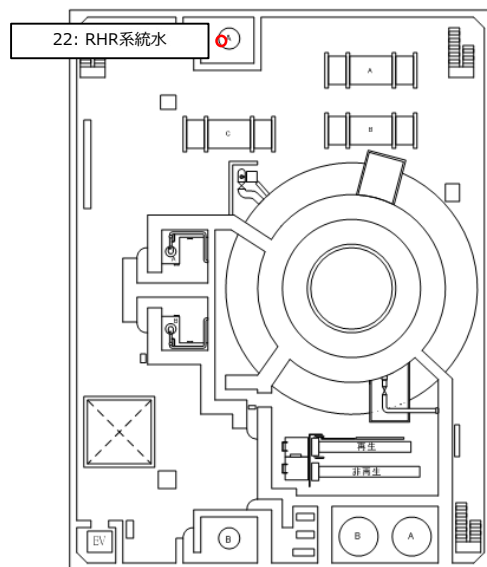
# 事故分析関連で取得したサンプル：3号機平面図



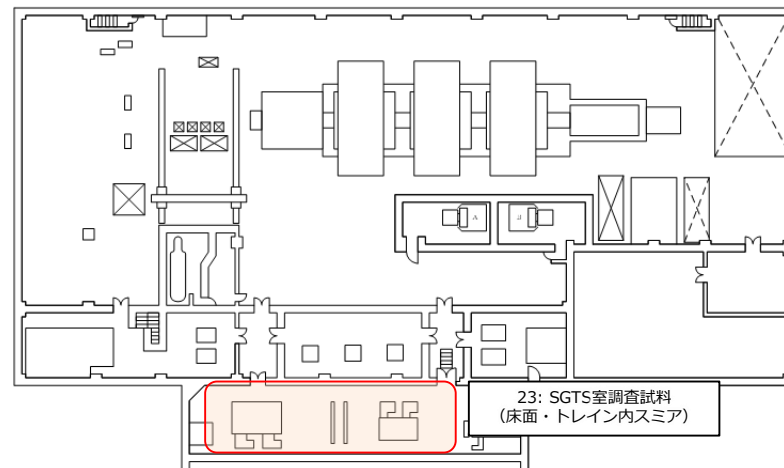
原子炉建屋地下階



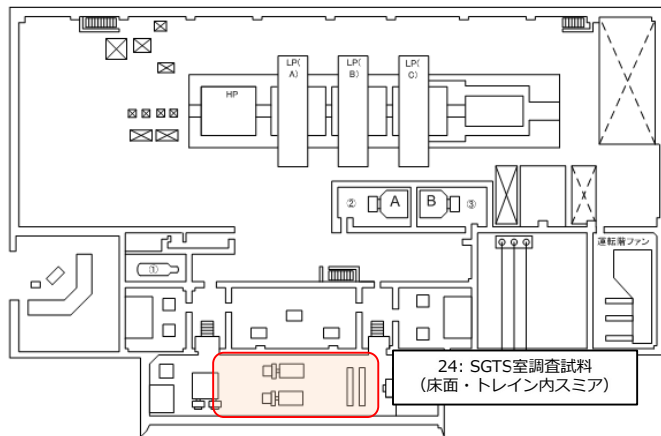
原子炉建屋中地下階



原子炉建屋2階



タービン建屋2階



タービン建屋2階