

## 東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析の状況

令和4年4月20日  
原子力規制庁

### 1. 趣旨

本議題は、東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析の状況について報告するものである。

### 2. 経緯

東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析については、令和3年3月31日に開催された第70回原子力規制委員会において、調査・分析を継続し、その状況について、年度ごとに取りまとめながら進める方針が了承された。

昨年度は、新型コロナウイルス感染症予防などのため、報告書をまとめるだけの進捗が達成できず、また、可燃性ガスの発生源の分析作業も継続中であり、現在に至っている(これまでの経緯は参考1のとおり)。

### 3. 令和3年度の調査・分析の状況

(1) シールドプラグの汚染状況の追加調査(シールドプラグの裏面、原子炉ウエル等の汚染状況の調査)(調査概要は別紙1のとおり)

(ア) 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、シールドプラグの既存の穿孔穴2箇所(直径50mm、深さ70mm)及び新規に穿孔した穿孔穴13カ所(直径50mm、深さ100mm)の穴内部での線量率分布の測定を行った。また、シールドプラグ下面の放射性物質の偏在性を確認するため、シールドプラグ上の床表面並びに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した。

(イ) その結果、床表面の汚染は低く、シールドプラグ下面に放射性物質が存在し、偏在性を有していることが確認された。また、シールドプラグ継ぎ目部の周辺線量当量率が高く、放射性物質を含む気体の放出経路の検討に資する知見が得られた。今後、穿孔した穴内部の線量率分布の測定結果が生じるメカニズムの検討を行う。

(2) 水素爆発時の原子炉建屋内のガス組成の検討(水素、可燃性有機化合物等を含むガスの物理的・化学的特性の検討)(調査概要は別紙2のとおり)

(ア) BWRの格納容器内には、可燃性有機化合物を含むガスの発生源となり得るケーブルや保温材が存在することから、東京電力から格納容器内で使用され

ているケーブル及び保温材の同材品及び類似品の試料提供を受け、これらの試料の加熱試験を東京電力及び日本原子力研究開発機構(以下「JAEA」という。))にて行った。

- (イ) その結果、各試料を約 1,000°Cまで加熱した際に複数の温度域で試料重量が減少すること、ケーブル等に使用されている有機材料が熱分解生成ガスとして検出されていることが確認された。検出されたガスについては、ガス成分の推定を行ったが、今後、発生ガスの定量化の検討を行う。また、少量(2%程度)の酸素存在条件下での実験の検討を行う。

(3) 原子炉建屋に対する継続的な3次元レーザースキャンの測定(調査概要は別紙3のとおり)

- (ア) 4号機原子炉建屋における継続的な3次元レーザースキャンの測定を行うため、定点測定用の基準点を用いた3次元レーザースキャンを行うとともに、2号機シールドプラグの変形を調査するため、同様の構造を有する他プラントのシールドプラグの詳細な形状測定(3次元レーザースキャン)を行った。
- (イ) その結果、4号機原子炉建屋並びに2号機シールドプラグ及び5号機シールドプラグ等の詳細な形状データが得られた。今後、継続的なデータ取得を進めるとともに、得られた形状データの分析を行う。

(4) 継続的な線量率の測定(調査概要は別紙4のとおり)

- (ア) 3号機原子炉建屋内のガンマカメラ測定及び2号機原子炉建屋内等のスミア試料の採取・分析を行うとともに、高い周辺線量当量率となっている1号機非常用ガス処理系フィルタトレインの線量率測定に用いる遠隔調査用ローダーの準備及び1/2号機非常用ガス処理系配管撤去作業に伴う切断配管のガンマカメラ測定の準備を行った。
- (イ) その結果、3号機原子炉建屋1階における局所的な高線量率の箇所を確認するとともに、2号機原子炉建屋各階、3号機非常用ガス処理系フィルタトレイン内、及び1/2号機非常用ガス処理系配管内のスミア試料の分析により、放射性核種の分布傾向に関する情報が得られた。今後、高い周辺線量当量率の環境下における線量率測定のための資機材準備及び配管切断等の作業が進捗次第、1号機非常用ガス処理系フィルタトレインの線量率測定及び1/2号機非常用ガス処理系配管のガンマカメラ測定を行う。

(5) モニタリングポスト、エリアモニタ、プロセスモニタ等のデータに基づく核種放出挙動の分析(セシウムの放出時期に関する検討)(調査概要は別紙5のとおり)

- (ア) 東京電力福島第一原子力発電所敷地外の空間線量率モニタリングデータ及び同発電所敷地内の6号機非常用ガス処理系排ガス放射線モニタの線量率

データに基づく放射性核種の放出挙動の分析を行った。

- (イ) その結果、平成23年3月12日以降に浪江町浪江のモニタリングポスト(発電所敷地から北北西約 8.6km)等において、複数の空間線量率のピークが確認されること、6号機非常用ガス処理系排ガス放射線モニタでは、1号機格納容器ベント及び1号機原子炉建屋の水素爆発以前にも複数のピークが確認された。今後、バックグラウンドの低い同年3月12日前後のデータ及び空間線量率の高いピークが確認された同年3月15、18、20、24日等のデータを基に放射性核種の放出挙動の分析を行う。

なお、安全規制との関係について、大量の水素発生時における格納容器の圧力制御のあり方、極限環境下におけるインターロック解除の可能性などについて、問題提起をした。

#### 4. 今後の予定

令和4年度は、上記の事項について、調査・分析を継続し、結果がまとまり次第、取りまとめた上で原子力規制委員会に報告する。

なお、中間取りまとめに対する発電用原子炉設置者及び原子力エネルギー協議会(以下「ATENA」という。)の見解等を確認したが、発電用原子炉設置者から共有される情報等についても調査・分析に活用する。

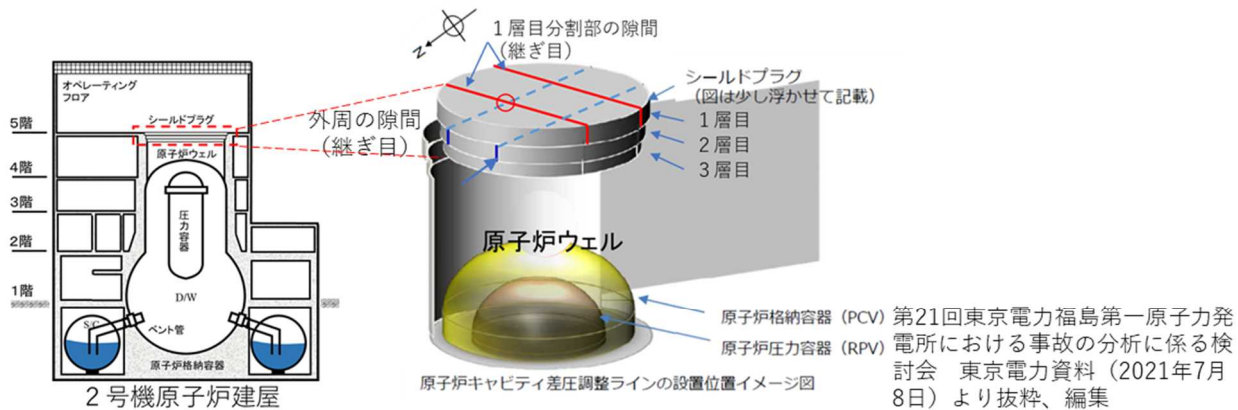
これまでの調査・分析により得られた損傷状況、汚染状況等の画像、データ等については、データベースとして公表するよう検討を進める。

以上

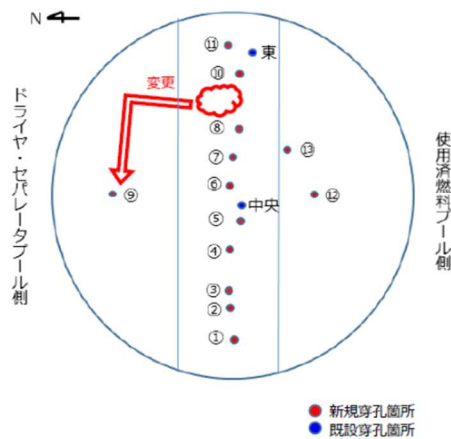
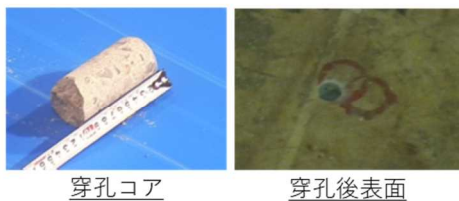
#### <別紙>

- 別紙1 シールドプラグの汚染状況の追加調査(シールドプラグの裏面、原子炉ウェル等の汚染状況の調査)の調査概要
- 別紙2 水素爆発時の原子炉建屋内のガス組成の検討(水素、可燃性有機化合物等を含むガスの物理的・化学的特性の検討)の調査概要
- 別紙3 原子炉建屋に対する継続的な3次元レーザースキャンの測定の調査概要
- 別紙4 継続的な線量率の測定の調査概要
- 別紙5 モニタリングポスト、エリアモニタ、プロセスモニタ等のデータに基づく核種放出挙動の分析(セシウムの放出時期に関する検討)の調査概要
- 参考1 これまでの経緯
- 参考2 東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る被ばく実績

(1) シールドプラグの汚染状況の追加調査(シールドプラグの裏面、原子炉ウェル等の汚染状況の調査)の調査概要



シールドプラグ1層目に穿孔し、穿孔箇所内の線量率測定等



穿孔箇所の状況



線量調査の状況

測定位置No.	穿孔箇所床面からの挿入深さ					
	(最大挿入深さ)	8cm	6cm	4cm	2cm	0cm
1	(9.5) 7.37	7.35	10.2	12.0	24.1	35.3
2	(9.0) 8.65	8.15	8.23	10.4	18.5	41.4
3	(8.0) 32.3	34.7	43.3	43.7	65.5	101
4	(7.0) 72.2	-	66.3	86.4	110	147
5	(7.5) 24.5	-	25.1	26.2	70.1	125
6	(7.0) 42.8	-	44.4	45.9	78.1	169
7	(9.0) 62.0	51.5	52.7	53.9	72.9	112
8	(10.0) 36.5	40.4	45.6	40.5	65.5	137
9	(8.5) 70.2	69.5	91.5	93.6	97.4	176
10	(7.0) 4.83	-	5.34	6.37	12.7	24.0
11	(8.0) 5.90	-	8.41	10.6	15.6	26.8
12	(8.0) 87.3	-	92.4	95.6	111	228
13	(10.0) 75.4	76.2	77.6	88.4	91.3	182
既設穿孔箇所 (中央部)	(5.0) 950	-	-	807	773	529
既設穿孔箇所 (東側)	(5.0) 293	-	-	289	221	136

測定器: Polimaster PM1703MO-1

第27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 東京電力資料 (2021年12月21日) より抜粋、編集

測定データ (2021.12.14測定)

(2) 水素爆発時の原子炉建屋内のガス組成の検討(水素、可燃性有機化合物等を含むガスの物理的・化学的特性の検討)の調査概要

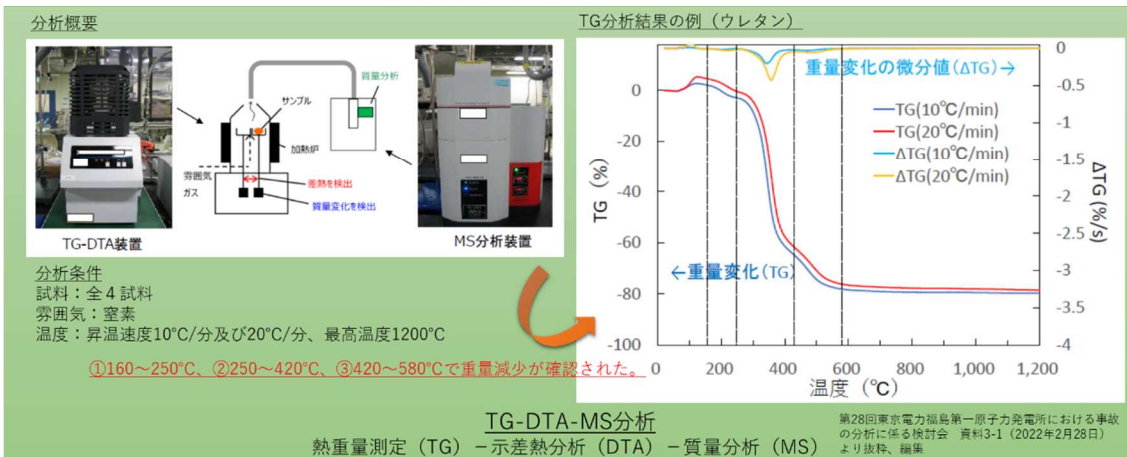
提供試料	仕様	提供試料写真	ケーブル分解前
PNケーブル (絶縁体)	難燃性エチレンプロピレンゴム		
PNケーブル (シース)	特殊クロロブレンゴム		
CVケーブル (絶縁体)	架橋ポリエチレン		
CVケーブル (シース)	難燃性特殊耐熱ビニル		
保温材	ウレタン		

JAEA BWR格納容器内有機材料  
熱分解生成気体の分析  
(ケーブル及び保温材の加熱試験)

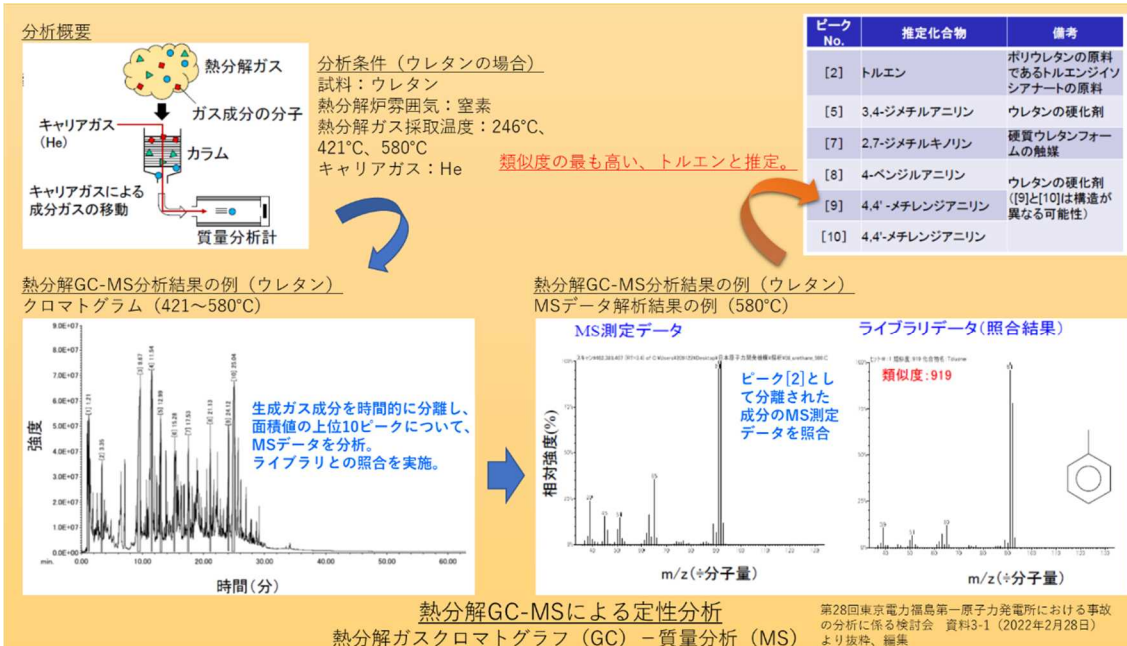
熱重量測定 (TG) -  
示差熱分析 (DTA) -  
質量分析 (MS)

熱分解ガスクロマトグラフ (GC) - 質量分析 (MS)

(東京電力提供試料を使用)



TG-DTA-MS分析  
熱重量測定 (TG) - 示差熱分析 (DTA) - 質量分析 (MS)



熱分解GC-MSによる定性分析  
熱分解ガスクロマトグラフ (GC) - 質量分析 (MS)



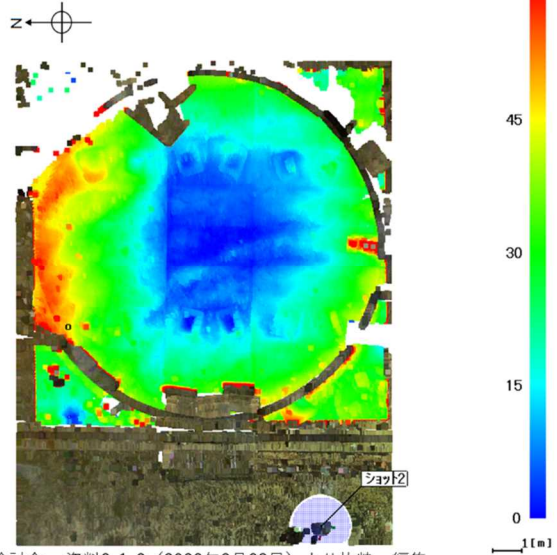
### (3) 原子炉建屋に対する継続的な3次元レーザースキャンの測定の調査概要

#### 2号機シールドプラグの形状測定 (各測定点の高低差による分析)

(単位: mm)

シールドプラグの中心を基準点として、高低差を分析

- 端部から中心部に向けて落ち込みが見られる。
- 東西方向よりも南北方向の方が落ち込みの程度が大きい。(東西方向は概ね3cm程度の落ち込みに対して、南北方向は概ね6cm程度の落ち込み)



※株式会社富士テクニカルリサーチの協力の下、「Galaxy-Eye」により分析

第28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 資料2-1-3 (2022年2月28日) より抜粋、編集  
シールドプラグ表面の状況 (1F2号機)



写真は、いずれも2021年12月14日に原子力規制庁撮影

中心付近を拡大

第28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  
資料2-1-3 (2022年2月28日) より抜粋、編集

#### シールドプラグの形状比較 (1F2号機、1F5号機及び島根1号機の比較)

(単位: mm)

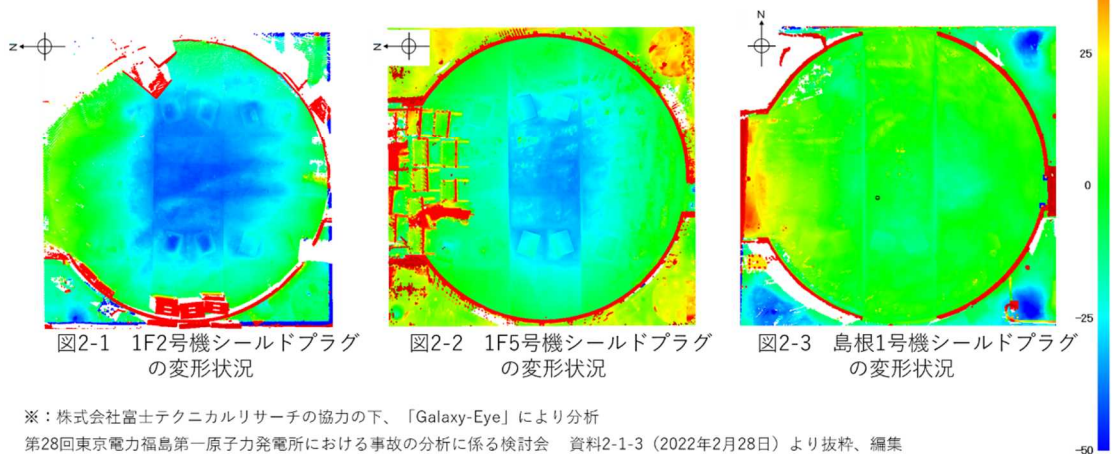


図2-1 1F2号機シールドプラグの変形状況

図2-2 1F5号機シールドプラグの変形状況

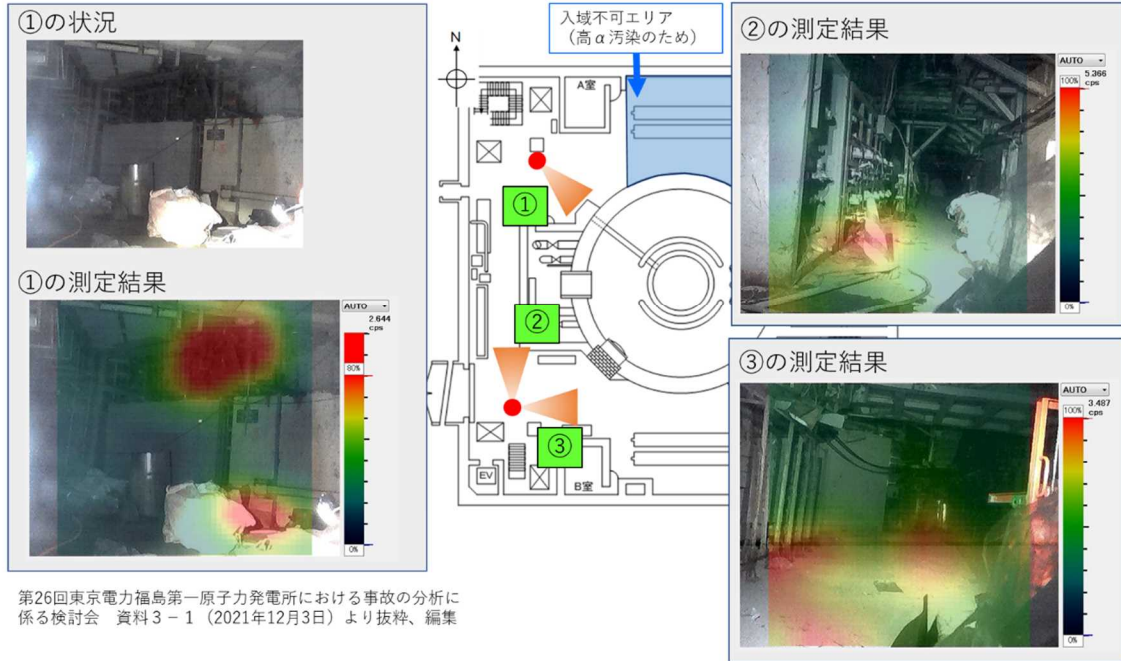
図2-3 島根1号機シールドプラグの変形状況

※: 株式会社富士テクニカルリサーチの協力の下、「Galaxy-Eye」により分析

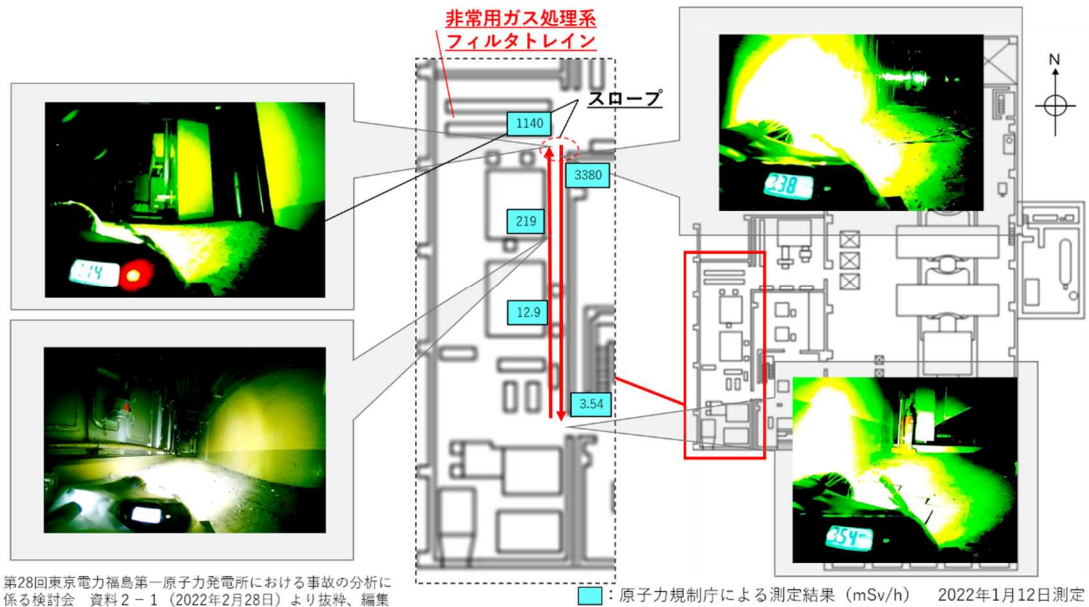
第28回東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会 資料2-1-3 (2022年2月28日) より抜粋、編集

#### (4) 継続的な線量率の測定の調査概要

##### ○ 3号機原子炉建屋1階におけるガンマカメラ測定の概要



##### ○ 1号機非常用ガス処理系フィルタトレインの線量率測定の概要









## これまでの経緯

### 令和3年

- 3月 5日 第 19 回事故分析検討会にて中間取りまとめを取りまとめ
- 3月10日 第 63 回原子力規制委員会へ中間取りまとめを報告
- 3月31日 第 70 回原子力規制委員会において、今後の調査・分析の進め方等について了承
- 5月12日 第 7 回原子力規制委員会へ中間取りまとめに対する発電用原子炉設置者の見解等の回答を報告
- 5月18日 第 20 回事故分析検討会
- 今後の調査・分析
  - 中間取りまとめに対する発電用原子炉設置者の見解等
  - (JAEA)試料分析の計画
  - (東京電力)1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去の状況
  - (東京電力)2号機シールドプラグ高濃度汚染への対応状況及び今後の計画
  - (東京電力)原子力規制庁と協働で実施した2号機オペレーティングフロア調査結果
- 7月 8日 第 21 回事故分析検討会
- 中間取りまとめに対する中国電力株式会社の見解等
  - 2号機シールドプラグ調査、2号機及び4号機原子炉建屋内調査
  - (JAEA)試料分析の状況(前回中間とりまとめ未掲載分の令和2年度成果)
  - (東京電力)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の状況
  - (東京電力)1~4号機 SGTS 室調査の結果
  - (東京電力)2号機シールドプラグ高濃度汚染への対応状況
  - (東京電力)2号機オペレーティングフロア調査におけるシールドプラグ穿孔の検討状況
- 9月14日 第 22 回事故分析検討会
- 中間取りまとめに対する東北電力株式会社及び日本原子力発電株式会社の見解等
  - 2号機シールドプラグ調査、2号機及び4号機原子炉建屋内調査等の状況

- (JAEA)2号機原子炉建屋スミア試料の $\gamma$ 線分析結果
  - (東京電力)有機化合物を含む可燃性ガスの発生源に関する過去の調査結果から得られた情報
  - (東京電力)1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去の状況
  - (東京電力)2号機シールドプラグ穿孔部の調査状況
- 10月19日 第23回事故分析検討会
- 中間取りまとめに対する中部電力株式会社、北陸電力株式会社及び電源開発株式会社の見解等
  - 2号機シールドプラグ調査状況
  - (JAEA)BWR格納容器内有機材料熱分解生成気体の分析計画
  - (東京電力)2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査状況
  - (東京電力)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)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の状況
- 11月9日 第24回事故分析検討会 非公開
- 中間取りまとめに対する北海道電力株式会社及び関西電力株式会社の見解等
- 11月11日 第25回事故分析検討会 非公開
- 中間取りまとめに対する九州電力株式会社及び四国電力株式会社の見解等
- 12月3日 第26回事故分析検討会
- 中間取りまとめに対する東京電力の見解等
  - 2号機シールドプラグ調査、1号機及び3号機原子炉建屋内調査、2号機及び3号機SGTS室 $\beta$ 汚染調査の状況
  - (東京電力)2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査状況
  - (東京電力)ケーブル及び保温材の可燃性ガス発生量評価予備試験速報
- 12月21日 第27回事故分析検討会
- 2号機シールドプラグ調査、1号機及び3号機原子炉建屋内調査等の状況
  - 令和3年度(2021年度)の調査・分析の状況
  - (JAEA)試料分析の状況
  - (東京電力)2号機オペフロ内シールドプラグ穿孔部調査状況
  - (東京電力)ケーブル及び保温材の可燃性ガス発生量評価予備試験速報
  - (東京電力)福島第一原子力発電所事故調査の中長期計画

令和4年

1月19日 第60回原子力規制委員会へ中間取りまとめに対する発電用原子炉  
設置者の見解等の確認結果を報告

2月28日 第28回事故分析検討会

- 4号機原子炉建屋火災、2号機シールドプラグ変形調査、格納容器内ケーブル等調査の状況
- (JAEA)BWR 格納容器内有機材料熱分解生成気体の分析－結果速報－
- (東京電力)ケーブル・塗料・保温材の可燃性ガス発生量評価試験結果
- (東京電力)3号機 RHR 配管における滞留ガス
- (東京電力)1号機 PCV 内部調査の状況
- (東京電力)1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去の状況
- (ATENA)中間取りまとめに対する ATENA の取り組み

以上

(参考2)

東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る被ばく実績

令和3年度の東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る現地調査における被ばく実績は、以下のとおり。(現地調査参加者：計17名)

(単位：mSv)

	累積線量 (令和元年度)	累積線量 (令和2年度)	累積線量 (令和3年度)
1	14.1	8.5	8.8
2	9.1	8.9	8.7
3	15.9	9	8.5
4	—	—	8.2
5	11.7	9.4	6.5
6	5	6	6.2
7	—	1.3	6.2
8	0.2	0.5	6.0
9	—	2.5	0.8
10	2.7	0.5	0.3
11	2.7	0.4	0.3
12	2.8	1.1	0.2
13	—	1.3	0.1
14	0.1	3.1	0.1
15	—	—	0.1
16	—	—	0.1
17	2.8	1.0	0.0
18	—	1.3	—
19	—	0.9	—
20	—	0.1	—
21	—	0.0	—
22	—	0.0	—
23	0.0	0.0	—
24	3.9	—	—
25	0.4	—	—
26	0.1	—	—
27	0.1	—	—
28	0.0	—	—
29	0.0	—	—

※1：小数点以下第2位を四捨五入した値

※2：—は、現地調査参加実績なし