

2号機燃料取扱機操作室調査の状況について

2022年8月2日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 調査概要

■ 室内の調査

(1) 入口扉①の開放（ヒンジ及びロックピンを切断）

（原子力規制庁殿の事前確認（2022.5.26）では開放不可を確認）

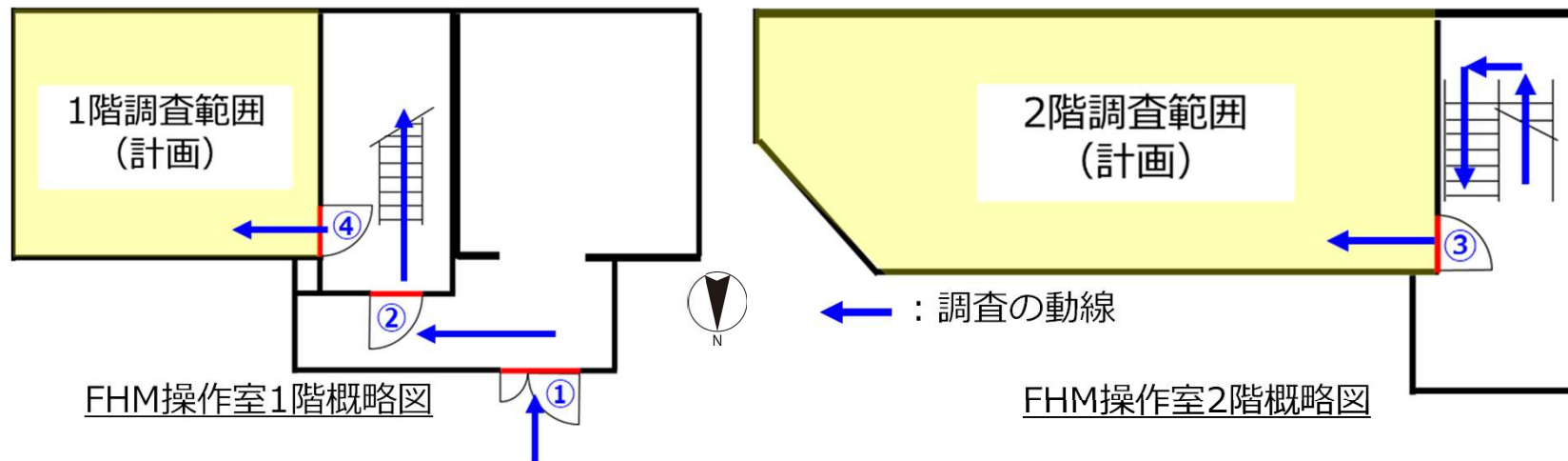
↓ 扉開放および入室可否を確認

(2) 1階、2階へ通じる扉②③④の開放およびアクセス性確認

↓ 扉開放およびアクセス性確保の可否を確認

(3) 室内の調査実施

- ・ 線量分布測定
- ・ スミア採取
- ・ 解体前の室内状況（動画）の撮影



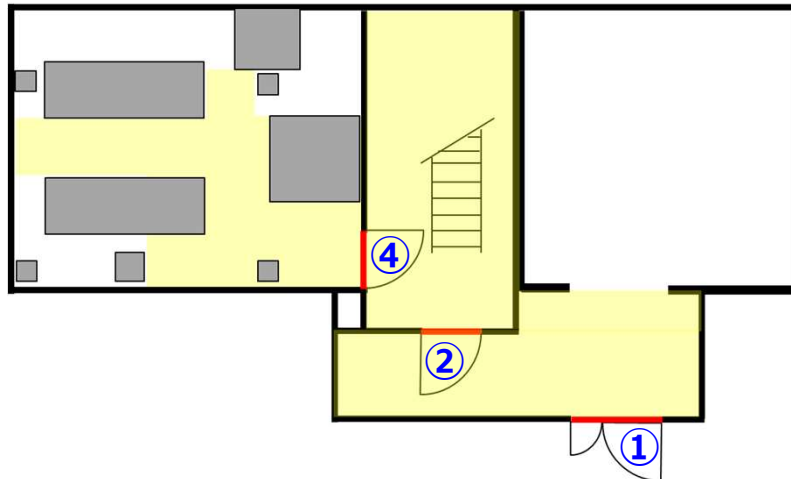
■ 室外（屋上部）の調査

- ・ 遠隔操作重機を使用し、屋上部のスミア採取を実施

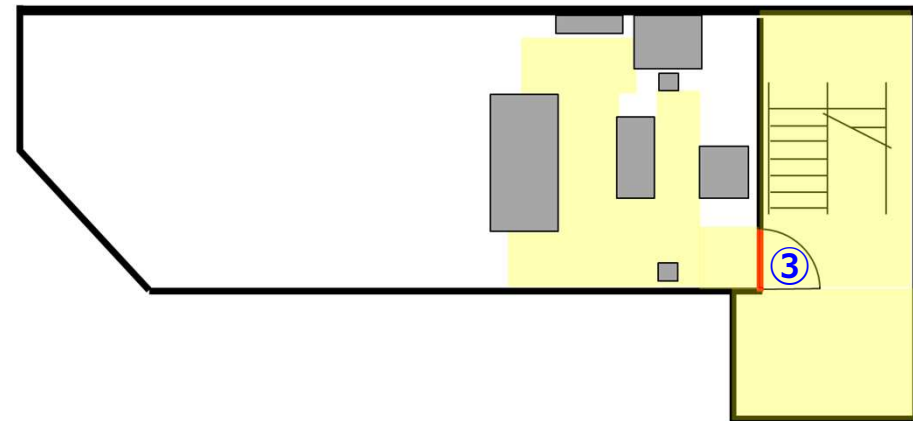
2. これまでの調査実績

■ 調査実績

- 7/6(水) : 入口扉①開放(有人)、階段室扉②開放(SPOT)、1,2階扉③④前までの線量測定(SPOT)
- 7/7(木) : 1,2階扉③④前までの動画撮影(SPOT)
- 7/13(水) : 1階扉④開放(有人)
- 7/25(月) : 1階室内動画撮影、スミア採取(SPOT)
- 7/27(水) : 2階扉③開放(有人)
- 7/28(木) : 2階室内動画撮影(SPOT)
- 8/1(月) : 1,2階線量測定(SPOT)、2階スミア採取(SPOT)



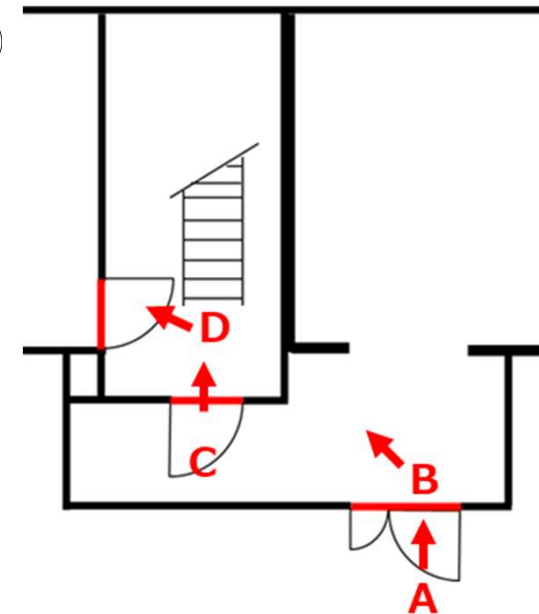
FHM操作室1階
SPOT走行範囲



FHM操作室2階
SPOT走行範囲

3. アクセシビリティの確認状況（7/6,7/7実施分）

- 1階機械室へ通じる扉へのアクセシビリティ確認
 - 壁面、天井面、床面、扉に大きな損傷はなし



FHM操作室1階概略図

A～D：画像撮影箇所（7/7撮影）

3. アクセシビリティの確認状況（7/6,7/7実施分）

- 2階操作室へ通じる扉へのアクセシビリティ確認
 - 壁面、天井面、床面、扉、階段に大きな損傷はなし

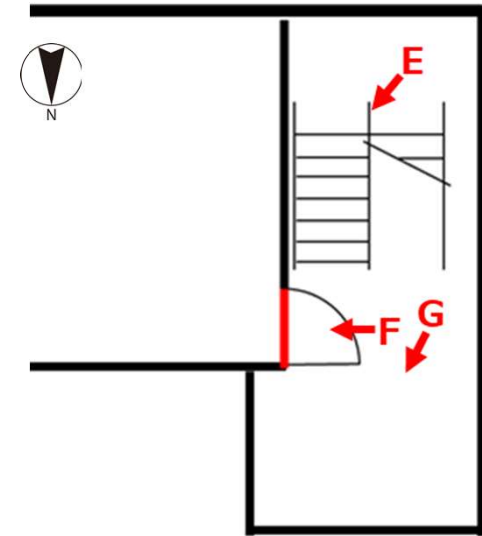
画像 E



画像 F



画像 G

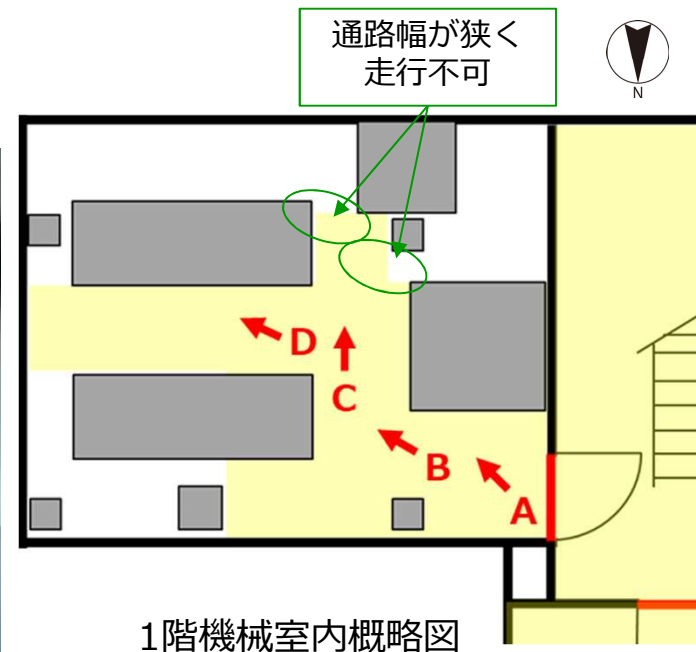


FHM操作室2階概略図

E～G：画像撮影箇所（7/7撮影）

4. 1階機械室内の状況（7/25確認）

- 壁面、天井面、床面、機器に大きな損傷はなし
 - 7/25スミア採取実施、8/1線量測定実施

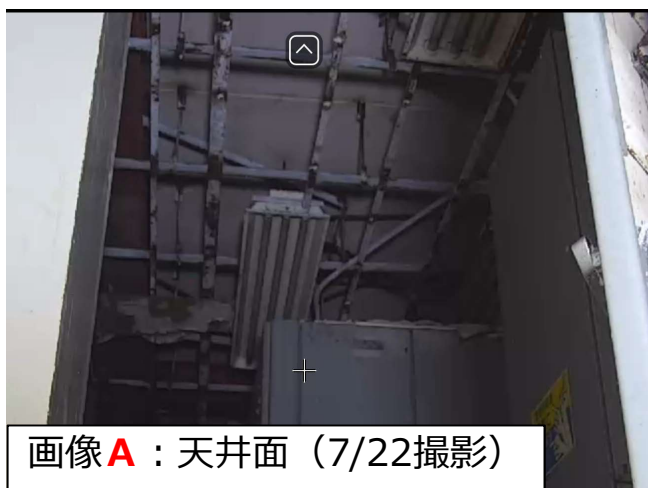


■ : SPOT走行範囲
A~D : 画像撮影箇所（7/25撮影）

5. 2階操作室内の状況 (7/22,7/28確認)

- 天井の石膏ボードの落下を確認 (画像A)
 - 破片を回収し線量測定及びスミア採取予定
- OA※フロアが脱落し段差があり、SPOTが走行不可のため、東側の調査を断念 (画像C)

※Office Automation

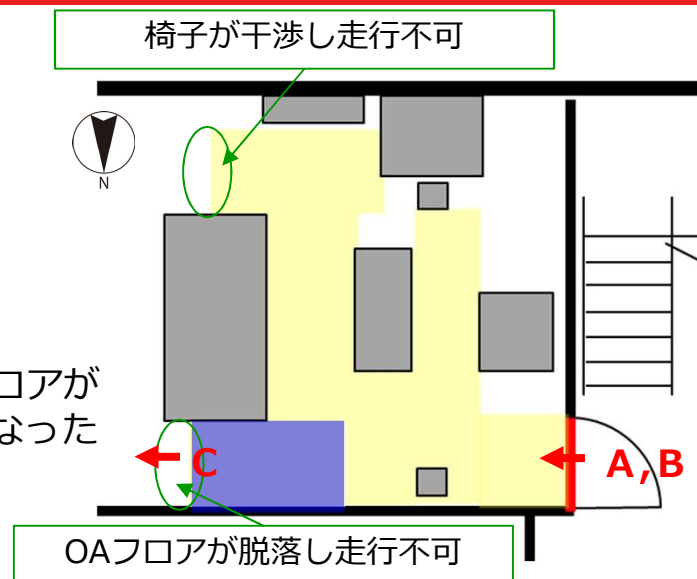


画像A : 天井面 (7/22撮影)



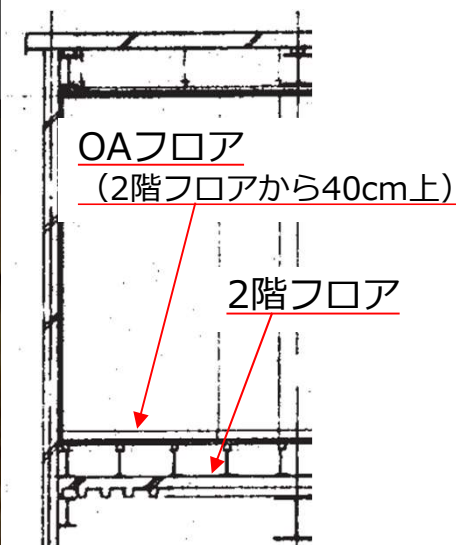
画像B : 床面 (7/22撮影)

- : SPOT走行範囲
- : SPOT走行によりOAフロアが脱落し、再走行不可となったエリア
- A~C : 画像撮影箇所



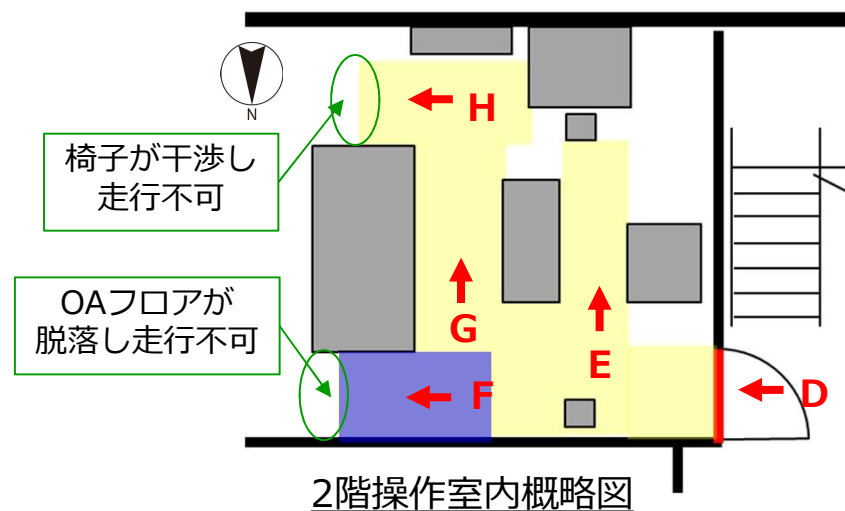
画像C (7/28撮影)

2階操作室内概略図



5. 2階操作室内の状況 (7/28確認)

■ 機器に大きな損傷はなし



6. 今後の予定

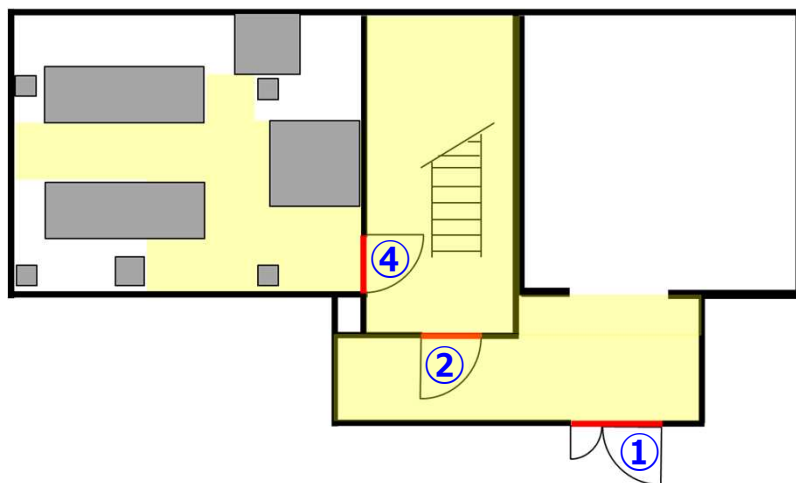
- FHM操作室調査の予定
 - 8/2(火)：天井石膏ボードの破片回収 (SPOT)
 - 8/4(木)：屋上部スミア採取 (遠隔操作重機)
 - 採取したスミア試料は、試料の線量率に応じて1F所内ラボおよび所外分析施設での分析を検討

- オペフロ作業の予定
 - FHM操作室解体は8月中旬着手
 - 南側既設設備撤去は12月～3月に実施予定

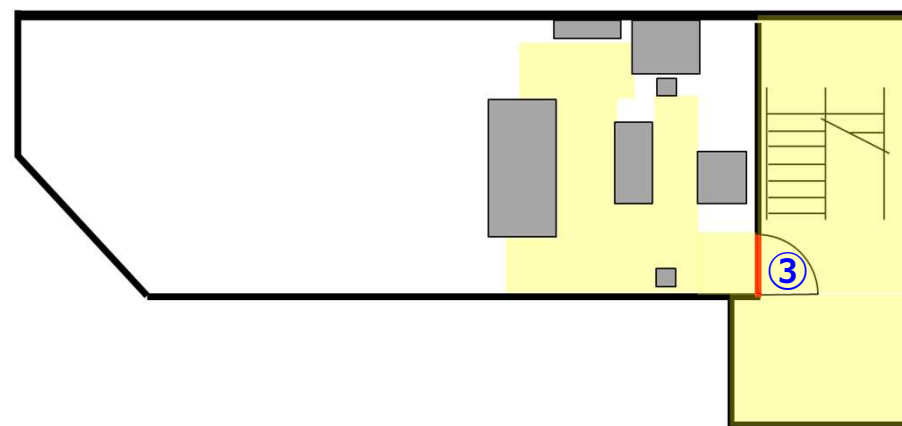
	2022年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
FHM移動			■									
FHM操作室調査				■	■							
FHM操作室解体				■	■	■	■	■	■			
南側既設設備撤去									■	■	■	■

(参考) 有人作業における被ばく線量実績等

日付	人数	作業場所	最大線量 [mSv]
7/5	4	入口扉①前	2.09
7/6	9	入口扉①前 1階階段室扉②前	1.96
7/11	2	階段踊り場付近	0.79
7/13	2	1階機械室扉④前	0.78
7/27	2	2階操作室	1.37
7/28	2	2階操作室	0.85



FHM操作室1階
SPOT走行範囲



FHM操作室2階
SPOT走行範囲

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30回）
資料4-2を再掲

2号機燃料取扱機操作室調査の実施について

2022年6月30日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 背景及び調査目的

背景

- 当社は「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討」として、事故進展の解明にかかる取組みを継続。
- 事故進展にかかる多くの情報は廃炉作業の進捗とともに取得していくが、原子炉建屋内の事故の痕跡を留める場所については、事故時の情報が失われる前に先行して調査を行い、検討に役立てることを計画。

調査目的

- 2号機オペフロにある燃料取扱機操作室（FHM操作室）は2階の窓ガラスが破損しており、過去の調査により室内および屋上部に汚染が確認されている。
- FHM操作室は事故以降概ね手つかずの状況であり、放射性物質の主な放出経路であると推定しているシールドプラグの近傍にあることから、当該箇所の調査を実施することで、事故当時放出された放射性物質に関する情報を取得することを目的とする。
- なお、本調査は、原子力規制庁殿との協働実施を予定している。

3. 調査イメージ

■ 室内調査イメージ

遠隔操作ロボット (SPOT®)



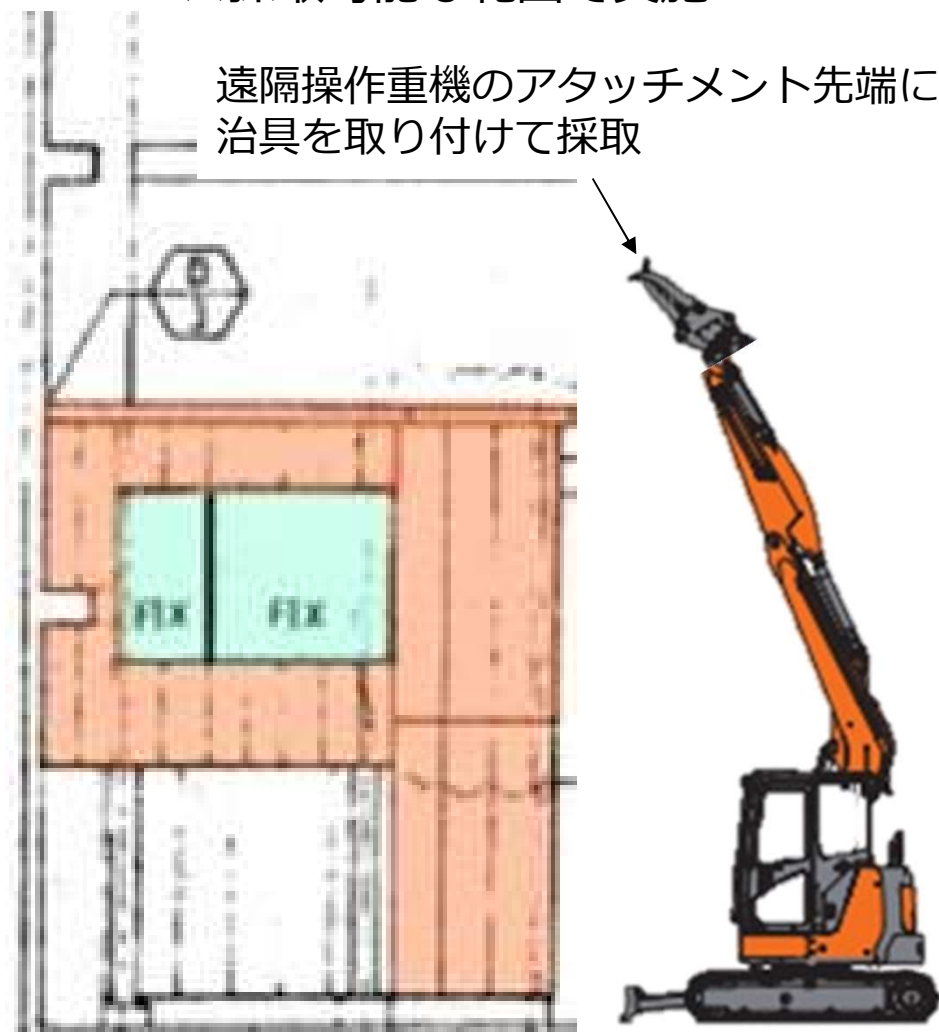
スミア採取用治具

線量計



■ 室外 (屋上部) スミア採取作業イメージ

※採取可能な範囲で実施



4. 調査工程

- オペフロでは現在FHM操作室解体に向けた準備作業が進行中であることから、本調査はオペフロでの作業との干渉を避けつつ、解体前までに実施する。

	6月第5週/ 7月第1週	7月第2週	7月第3週	7月第4週
モックアップ				
(1) 入口扉開放				
(2) 室内扉開放および アクセス性確認				
(3) 室内の調査		動画撮影 線量測定 スミア採取		
(4) 屋上部のスミア 採取				

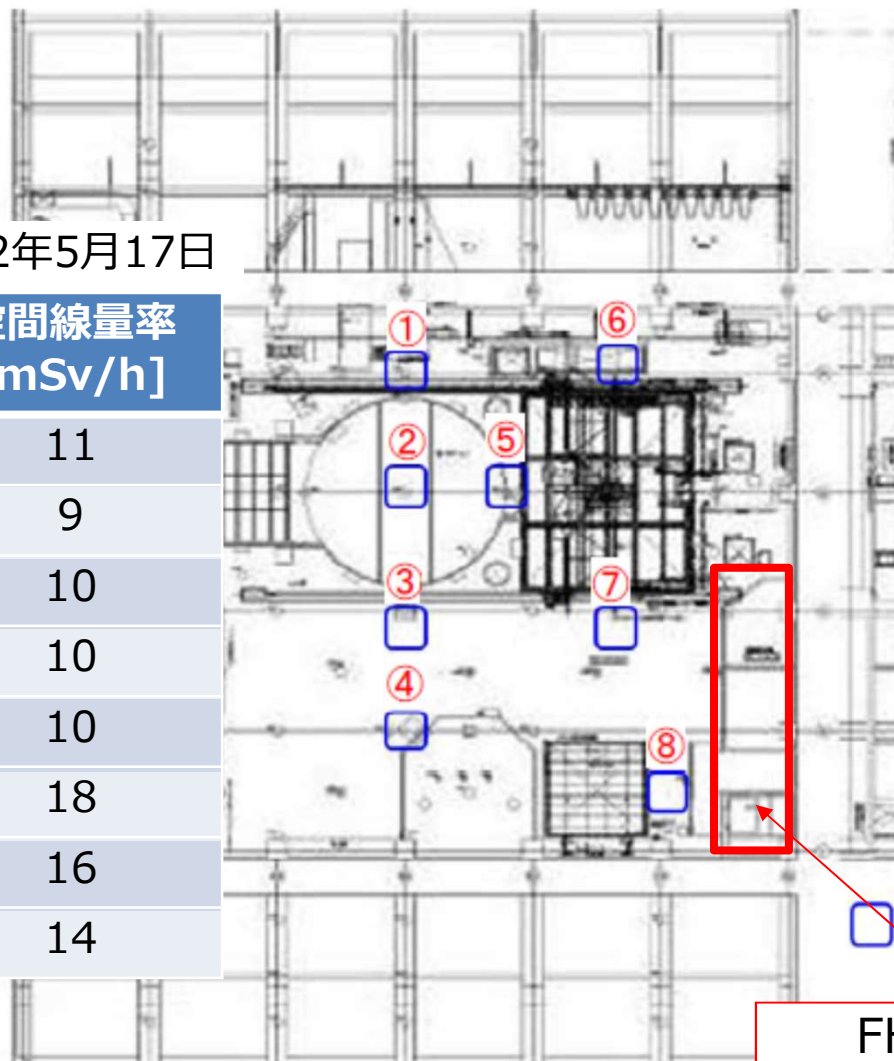
以下、参考資料

(参考 1) 調査箇所及び周辺の空間線量率



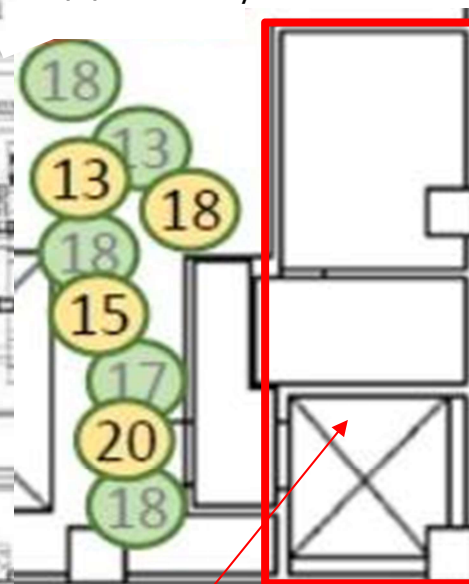
測定日：2022年5月17日

測定点	空間線量率 [mSv/h]
①	11
②	9
③	10
④	10
⑤	10
⑥	18
⑦	16
⑧	14



- 測定期間：
2020年4月～2021年3月
- 原子力規制庁殿による
測定結果（2022年5月12日）

単位：mSv/h



□：空間線量測定箇所

FHM操作室

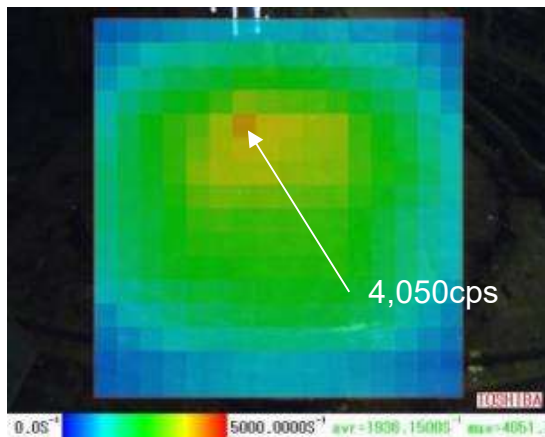
2号機オペフロ

(参考2) 過去の調査結果：γカメラによる確認結果

■ 主要線源 (ウェル)

【推定原因】

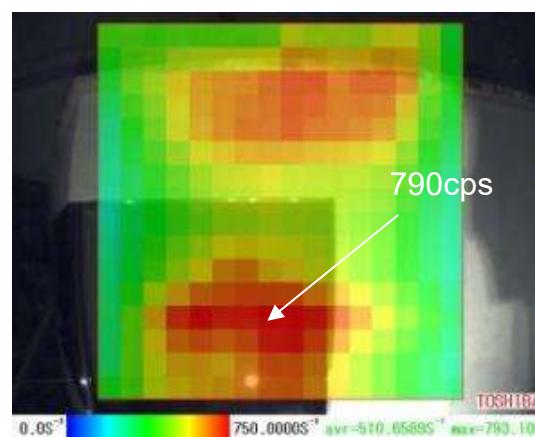
- ・ 事故時の蒸気がウェルと養生シートの間に滞留し、その後乾燥したことで主要線源となっていると推定



■ スポット汚染① (燃料交換機操作室)

【推定原因等】

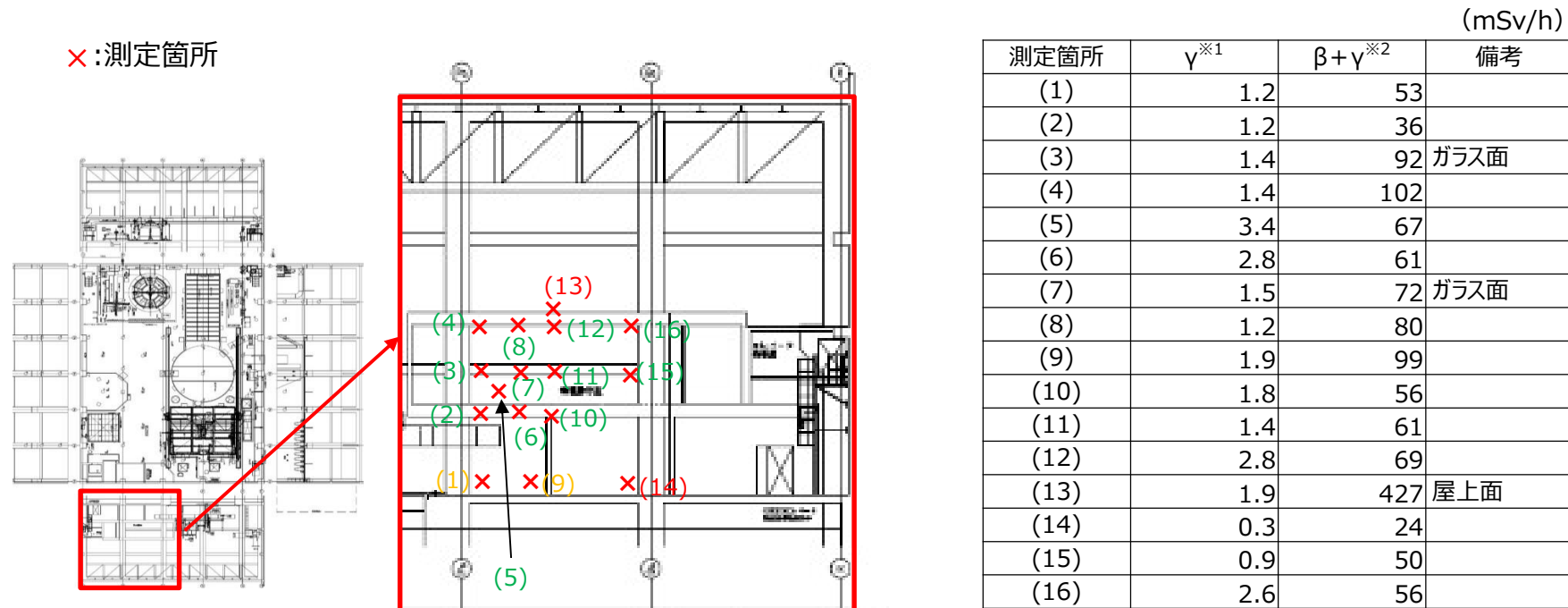
- ・ 操作室の内部と屋上の双方にスポット汚染あり
- ・ 屋上は、堆積していたほこりに蒸気に随伴した放射性物質が付着したものと推定
- ・ 室内は、窓ガラスの破損箇所から流入した汚染が結露水により室内床面に集積したものと推定



(参考3) 過去の調査結果：FHM操作室壁面の表面線量率



■ 表面線量率 (γ 線線量率^{※1}) ($\beta+\gamma$ 線線量率^{※2}) の測定結果



※1：1cm線量当量率、壁面@30.5cm コリメート付線量計で測定
 ※2：70 μ m線量当量率、壁面@0.5cm コリメート付線量計で測定

注：緑字は干渉物により測定箇所より100mm程度離れて測定した箇所
 黄字は燃料交換機操作室基礎との干渉により測定箇所から離れて測定した箇所

廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議
(第101回、2022年4月27日) 資料より
本面談に関する箇所を抜粋

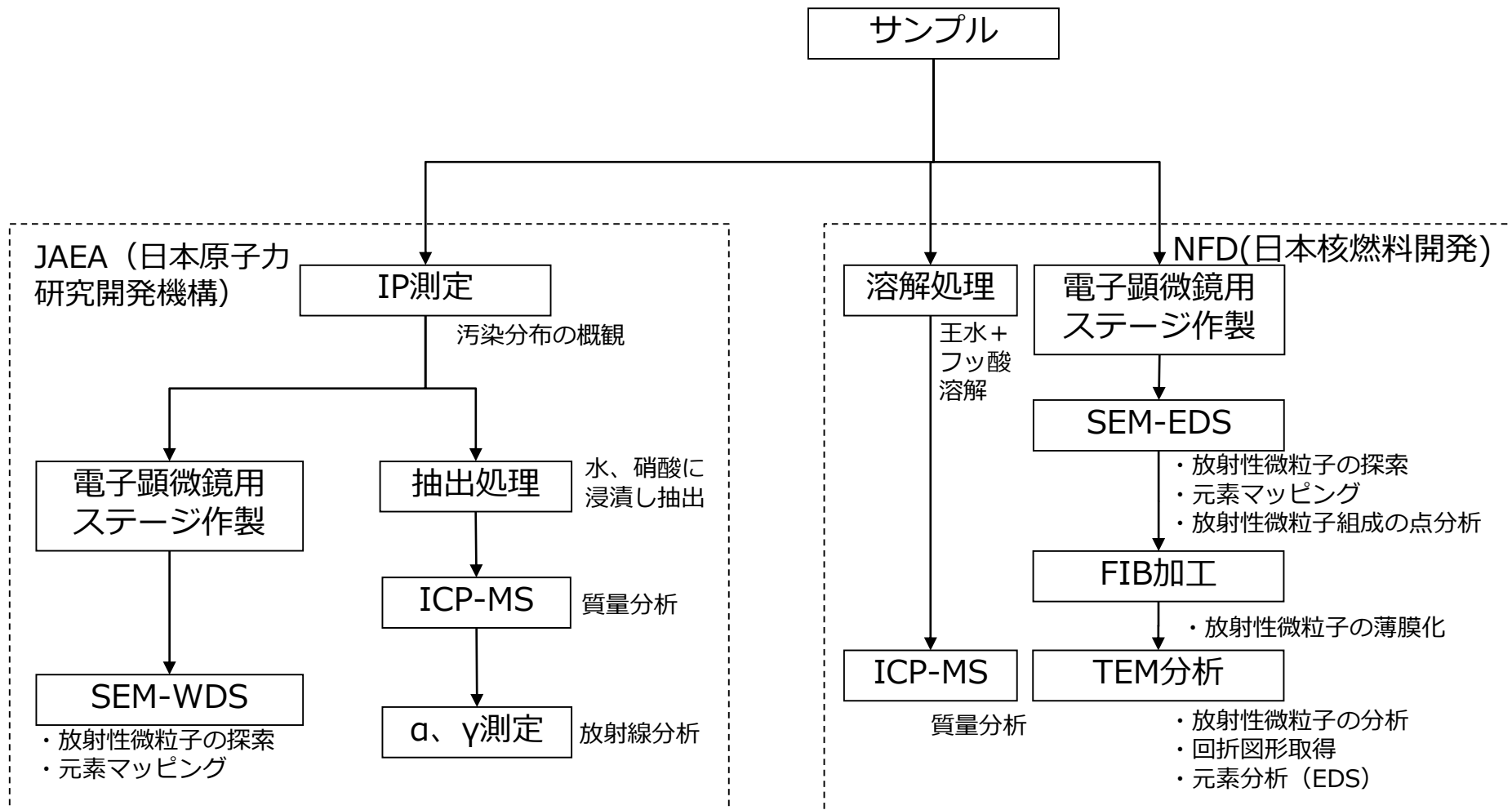
福島第一原子力発電所にて取得した試料の分析

2022年8月2日

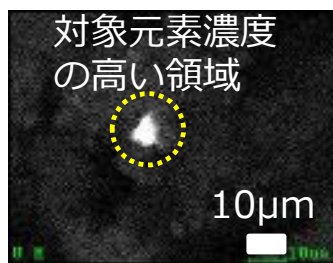
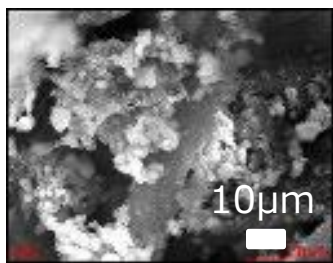
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

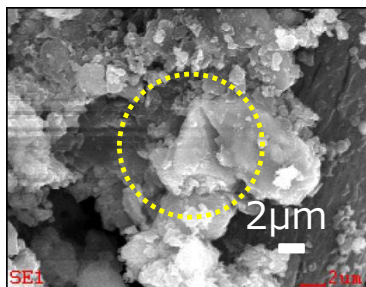
本資料は、経済産業省「平成30年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金（燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発）」の研究の一部を含む



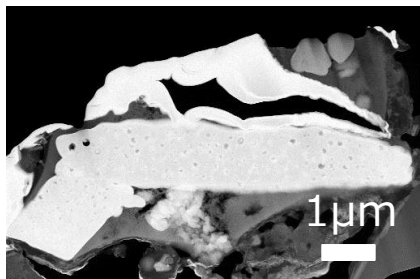
IP:Imaging Plate(イメージングプレート)、ICP-MS:Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry(誘導結合プラズマ質量分析)
 SEM:Scanning Electron Microscope(走査型電子顕微鏡)、EDS:Energy Dispersive X-ray Spectroscopy(エネルギー分散型X線分光法)
 WDS:Wavelength Dispersive X-ray Spectroscopy(波長分散型X線分光法)、FIB:Focused Ion Beam(集束イオンビーム)、
 TEM: Transmission Electron Microscope (透過型電子顕微鏡)



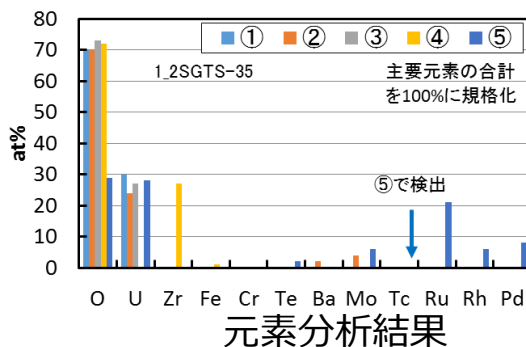
SEM/EDSによる広範囲の元素分布から、着目元素濃度(U, Te, Cs)の濃い位置を探索



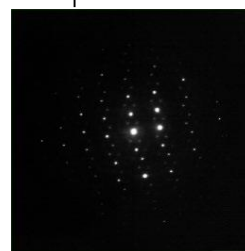
SEM/EDSにより着目元素濃度の濃い位置を詳細に確認し、TEM用試料採取場所を決定



TEM像

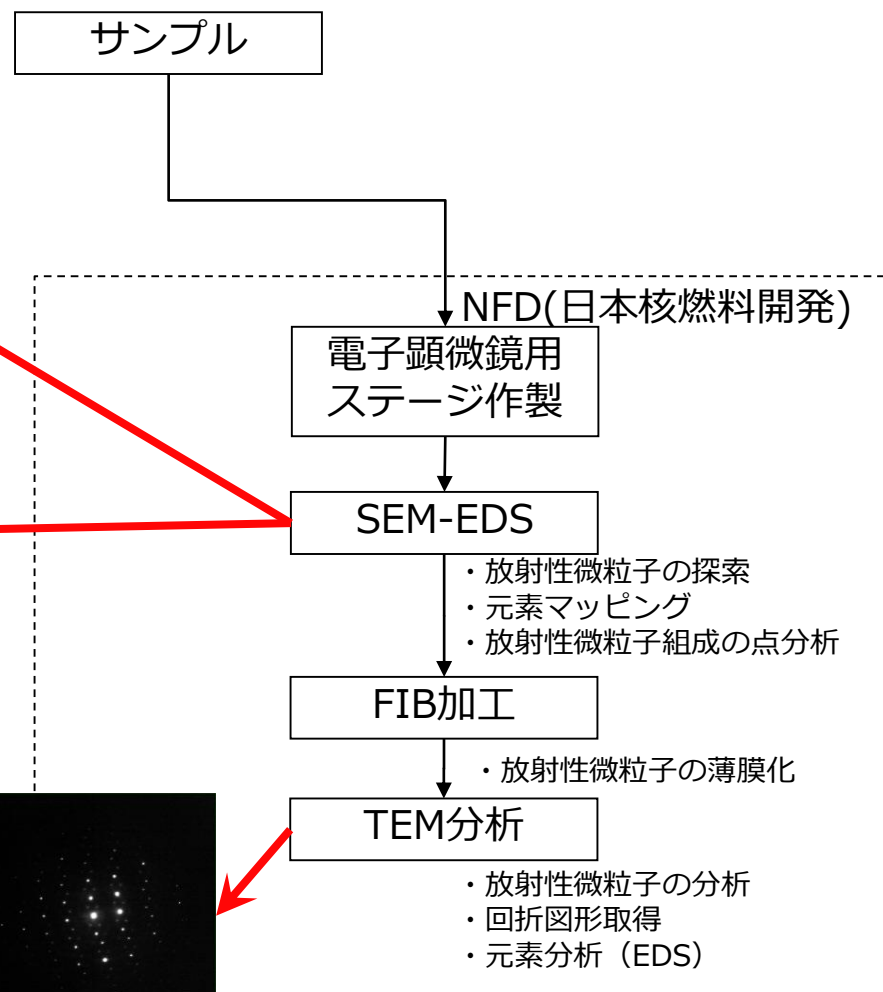


元素分析結果



回折図形

着目位置からFIBを用いてTEM用試料を加工し、TEM/EDS/電子線回折により試料の組織・組成・結晶構造を測定する



参考情報 2 (γ線測定結果、ICP-MS測定結果)

- 1/2号機SGTS配管拭取りスミア
- 1号機PCV内部調査アクセスルート構築関連サンプル

試料名	試料の詳細	令和2年度 試験実施項目
XM2011	1/2号機SGTS 配管内部拭きりスミア①-2	IP, FE-SEM/WDX
XM2012	1/2号機SGTS 配管内部拭取りスミア②	IP, FE-SEM/WDX
XM2013	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (ガス管理設備) ①	IP, FE-SEM/WDX
XM2014	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (ガス管理設備) ②	IP, FE-SEM/WDX
XM2015	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (AWJ装置) ⑥	IP, FE-SEM/WDX
XM2016	1号機PCV 内部調査アクセスルート構築関連 サンプル (AWJ装置) ⑦	IP, FE-SEM/WDX

試料	Cs-134 (Bq)	Cs-137 (Bq)	測定日
XM20111	$2.1 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$	$5.7 \times 10^4 \pm 0.6 \times 10^4$	2020/12/15
XM20121	$3.7 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$1.0 \times 10^4 \pm 0.1 \times 10^4$	2020/12/15
XM20131	$4.9 \times 10^1 \pm 0.5 \times 10^1$	$1.4 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	2020/12/15
XM20141	$9.9 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$ ※ ²	$2.5 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$	2020/12/16
XM20151	7.7 ± 1.2 ※ ²	$2.1 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	2020/12/16
XM20161	6.2 ± 0.7	$1.8 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	2020/12/14

※¹ 試料の溶解液30mL から1mL を分取し測定。測定結果を30 倍したものの。

※² 参考までに不確かさを2 桁にして定量値を2 桁で記載した。

試料	B同位体分析値 (ng)		B-10 / B-11
	B-10	B-11	
XM20111	$13 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	$50 \times 10^3 \pm 20 \times 10^3$	0.26 ± 0.18
XM20121	$61 \times 10^3 \pm 3 \times 10^3$	$240 \times 10^3 \pm 20 \times 10^3$	0.25 ± 0.03
XM20131	<LOQ	<LOQ	—
XM20141	$14.6 \times 10^3 \pm 0.5 \times 10^3$	$70 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	0.21 ± 0.02
XM20151	$72.8 \times 10^3 \pm 0.5 \times 10^3$	$313 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	0.23 ± 0.00
XM20161	$92.7 \times 10^3 \pm 0.5 \times 10^3$	$397 \times 10^3 \pm 4 \times 10^3$	0.23 ± 0.00
天然			0.25

試料	Cr同位体分析値 (ng)		Cr-52/Cr-53
	Cr-52	Cr-53	
XM20111	$0.435 \times 10^3 \pm 0.004 \times 10^3$	$0.0491 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	8.9 ± 0.2
XM20121	$0.453 \times 10^3 \pm 0.004 \times 10^3$	$0.0525 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	8.6 ± 0.1
XM20131	$0.401 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0441 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.1 ± 0.1
XM20141	$0.703 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0763 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.2 ± 0.1
XM20151	$0.650 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0715 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.1 ± 0.1
XM20161	$0.469 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$	$0.0517 \times 10^3 \pm 0.0004 \times 10^3$	9.1 ± 0.1
天然			8.8

試料	Fe同位体分析値 (ng)		Fe-56/Fe-57
	Fe-56	Fe-57	
XM20111	$40.6 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$	$0.934 \times 10^3 \pm 0.003 \times 10^3$	43.5 ± 0.4
XM20121	$119 \times 10^3 \pm 1 \times 10^3$	$2.81 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	42.3 ± 1.9
XM20131	$2.1 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	$0.063 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$	33.3 ± 2.6
XM20141	$3.0 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	$0.087 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$	34.5 ± 1.9
XM20151	$18.5 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$	$0.468 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$	39.5 ± 0.4
XM20161	$65.2 \times 10^3 \pm 0.7 \times 10^3$	$1.55 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$	42.1 ± 0.1
天然			43.3

試料	Zr同位体分析値 (ng)		Zr-90/Zr-91
	Zr-90	Zr-91	
XM20111	$0.60 \times 10^3 \pm 0.02 \times 10^3$	$0.139 \times 10^3 \pm 0.006 \times 10^3$	4.3 ± 0.3
XM20121	$1.66 \times 10^3 \pm 0.02 \times 10^3$	$0.380 \times 10^3 \pm 0.006 \times 10^3$	4.4 ± 0.1
XM20131	<LOQ	<LOQ	—
XM20141	$0.20 \times 10^3 \pm 0.04 \times 10^3$	$0.044 \times 10^3 \pm 0.008 \times 10^3$	4.5 ± 1.7
XM20151	$1.51 \times 10^3 \pm 0.04 \times 10^3$	$0.338 \times 10^3 \pm 0.008 \times 10^3$	4.5 ± 0.2
XM20161	$1.63 \times 10^3 \pm 0.04 \times 10^3$	$0.362 \times 10^3 \pm 0.08 \times 10^3$	4.5 ± 1.1
天然			4.6

試料	Mo同位体分析値 (ng)		
	Mo-95	Mo-97	Mo-98
XM20111	$0.0033 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.0032 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.0040 \times 10^3 \pm 0.002 \times 10^3$
XM20121	$0.0958 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.0584 \times 10^3 \pm 0.0002 \times 10^3$	$0.146 \times 10^3 \pm 0.001 \times 10^3$
XM20131	<LOQ	<LOQ	<LOQ
XM20141	$0.0068 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0042 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0104 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$
XM20151	$0.0141 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0086 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$	$0.0215 \times 10^3 \pm 0.0001 \times 10^3$
XM20161	$2.78 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$	$1.69 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$	$4.27 \times 10^3 \pm 0.01 \times 10^3$

試料	Mo-95 (%)	Mo-97 (%)	Mo-98 (%)
XM20111	31 ± 4	30 ± 4	38 ± 4
XM20121	32 ± 2	19 ± 1	49 ± 3
XM20131	—		
XM20141	32 ± 2	20 ± 2	49 ± 3
XM20151	32 ± 2	19 ± 1	49 ± 3
XM20161	32 ± 2	19 ± 1	49 ± 3
天然	32	19	49

試料	U同位体分析値 (ng)				U-235/ Total U (%)
	U-234	U-235	U-236	U-238	
XM20111	0.0050±0.0008	0.168±0.002	0.0258±0.0008	10.2±0.8	1.6 ± 0.1
XM20121	0.0040±0.0008	0.094±0.002	0.0093±0.0008	5.0±0.8	1.8 ± 0.2
XM20131	<LOQ※4	0.0605±0.0003	<LOQ	3.40±0.06	1.7 ± 0.1
XM20141	<LOQ	0.0959±0.0003	0.0066±0.0003	5.56±0.06	1.7 ± 0.1
XM20151	<LOQ	0.0842±0.0008	<LOQ	6.35±0.06	1.3 ± 0.1
XM20161	<LOQ	0.0643±0.0008	<LOQ	4.97±0.06	1.3 ± 0.1

※1 各試料の溶解液は希釈せずに測定した。

※2 XM20111 及びXM20121 については採取に使用したスミアと同種のスミアを、試料溶解に供した容器と同ロットの容器で、試料溶解と同条件で作製した溶解液の測定結果を試料測定結果から差し引いた値を示した。XM20131, XM20141, XM20151 及びXM20161 については、試料溶解に供した容器と同ロットの容器で何も入れずに試料溶解と同条件で作製した溶解液の測定結果を試料測定結果から差し引いた値を示した。

※3 試料溶解液中の含有量に換算した値を示した。

※4 <LOQ : 定量下限(Limit of quantitation)未満を表す。