

図 4.1.1 大洗研究開発センター施設配置図

Fig.4.1.1 Facility layout of Oarai Research and Development Center

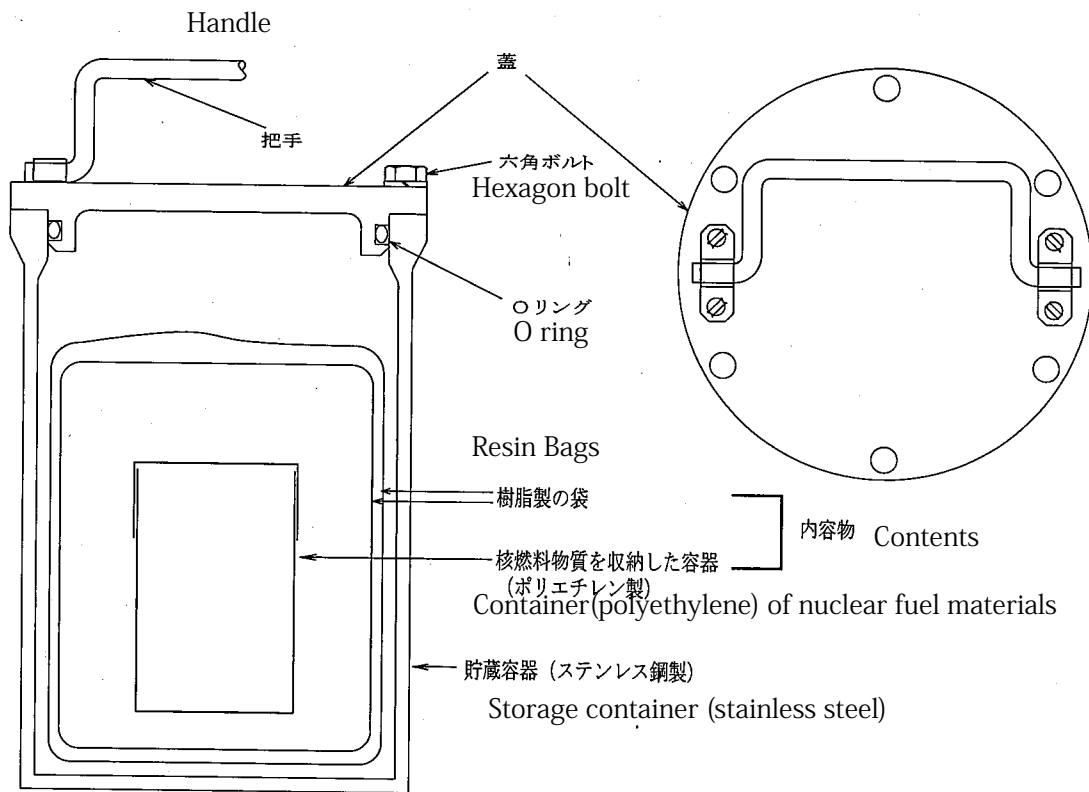


図2 プルトニウム・濃縮ウラン貯蔵容器の構造と内容物

Fig.4.1.2 Structure and contents of Plutonium and enriched Uranium storage container

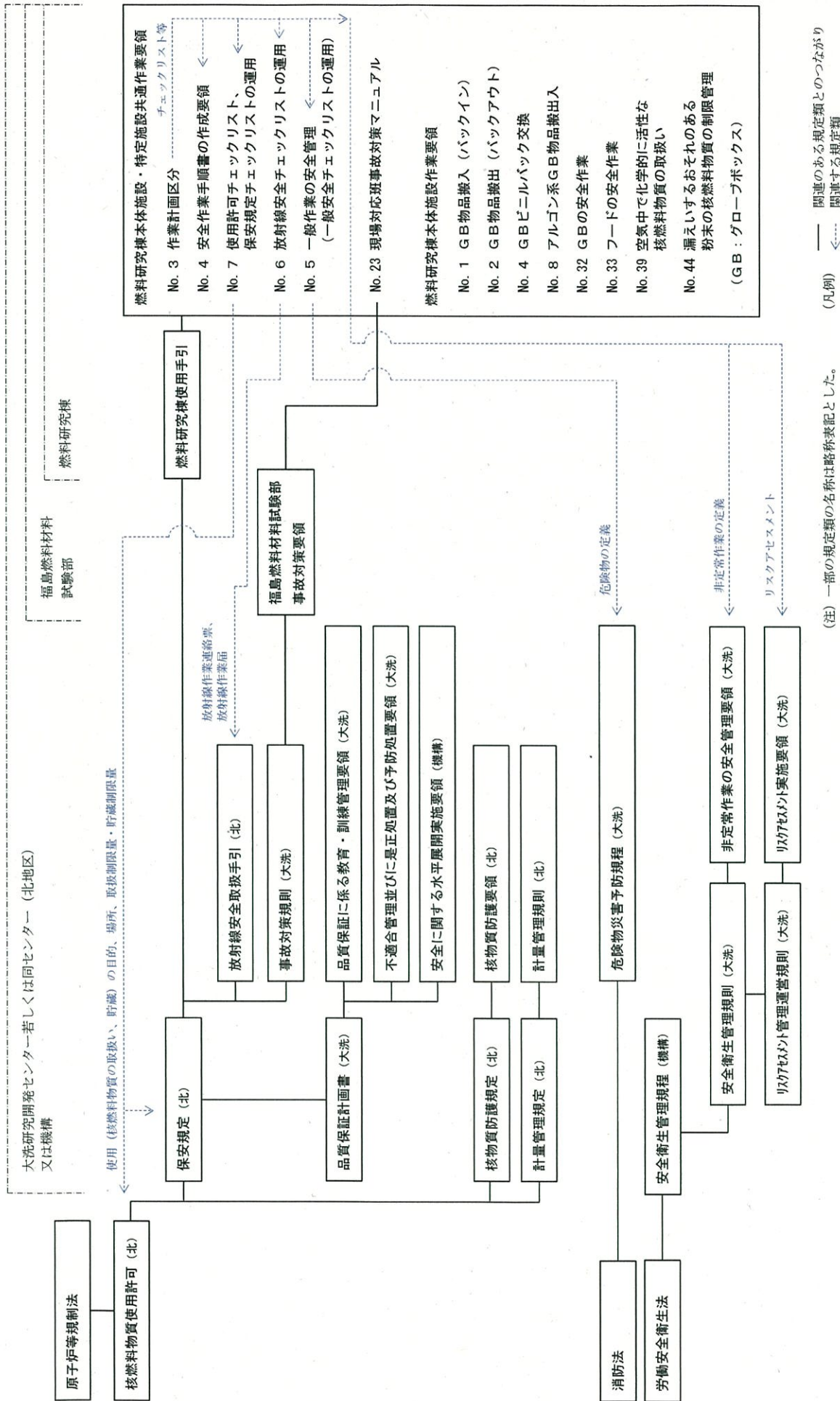
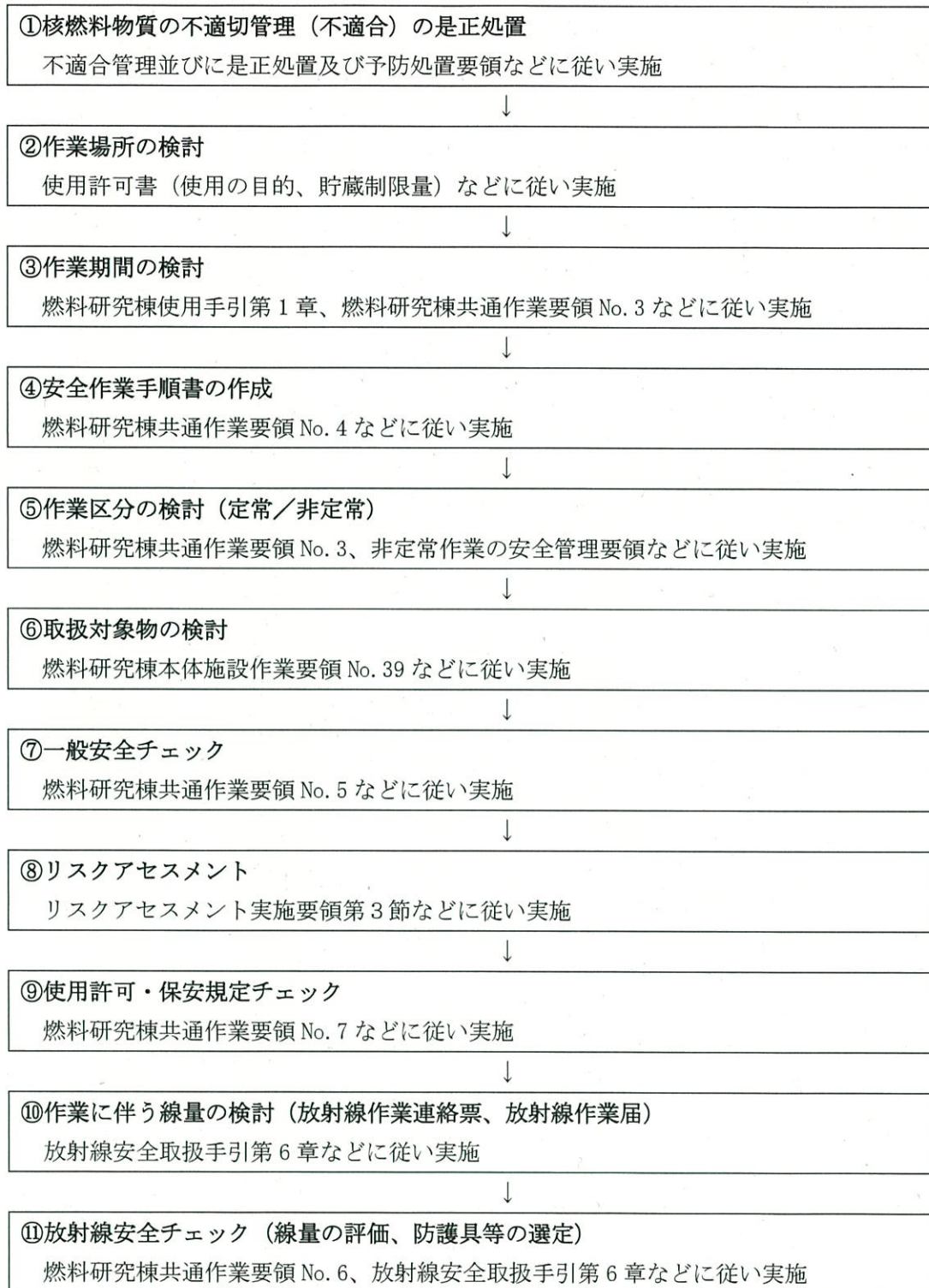


図4.1.3 燃料研究棟における保安活動（核燃料物質の取扱い、関係）に係る主要な規定類

Fig.4.1.3 Major regulations concerning security activity at PFRF (handling nuclear fuel material)

(1) 作業計画段階

保安規定第1編第17条, 第17条の2, 第2編第16, 17条, 第7編第3, 4条



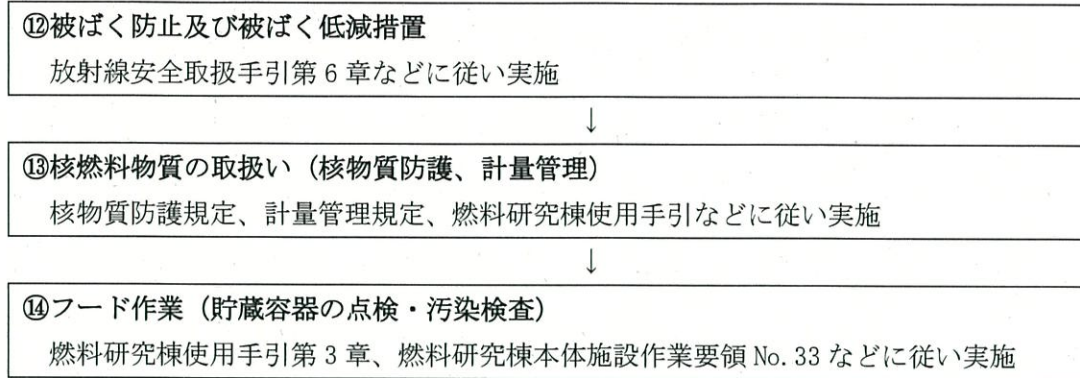
(注) 一部の規定類の名称は略称表記とした。

図 4. 1. 4 改善作業及び事故対応における作業の流れ (1/2)

Fig. 4.1.4 Work flow of the correction work and response to the accident (1/2)

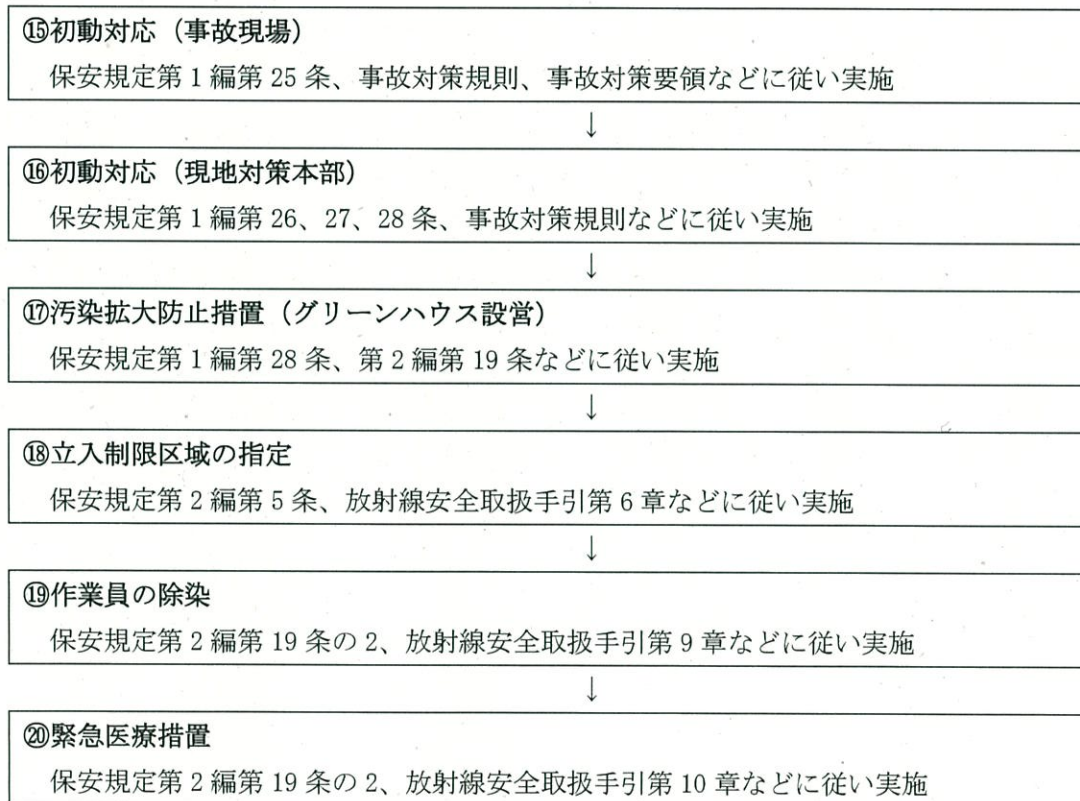
(2) 作業実施段階

保安規定第 2 編第 16 条、核物質防護規定、計量管理規定



(3) 事故対応

保安規定第 1 編第 24, 25, 26, 27, 28 条、第 2 編第 5, 19 条, 第 19 条の 2、事故対策規則



(注) 一部の規定類の名称は略称表記とした。

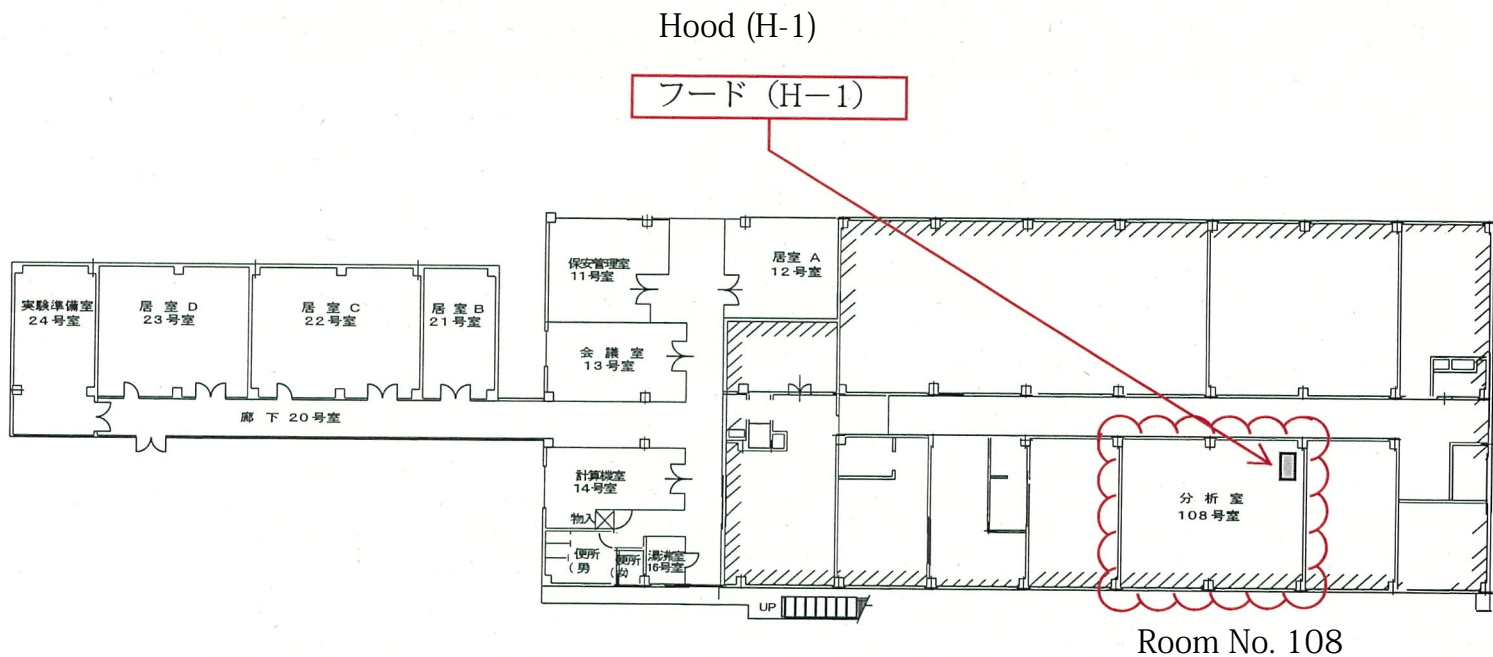
図 4.1.4 改善作業及び事故対応における作業の流れ (2/2)

Fig. 4.1.4 Work flow of the correction work and response to the accident (2/2)



図3 事象発生時の作業員と同等の防護具を装着した状態

Fig. 4.1.5 The same protective gear which the workers put at the time of the incident occurrence

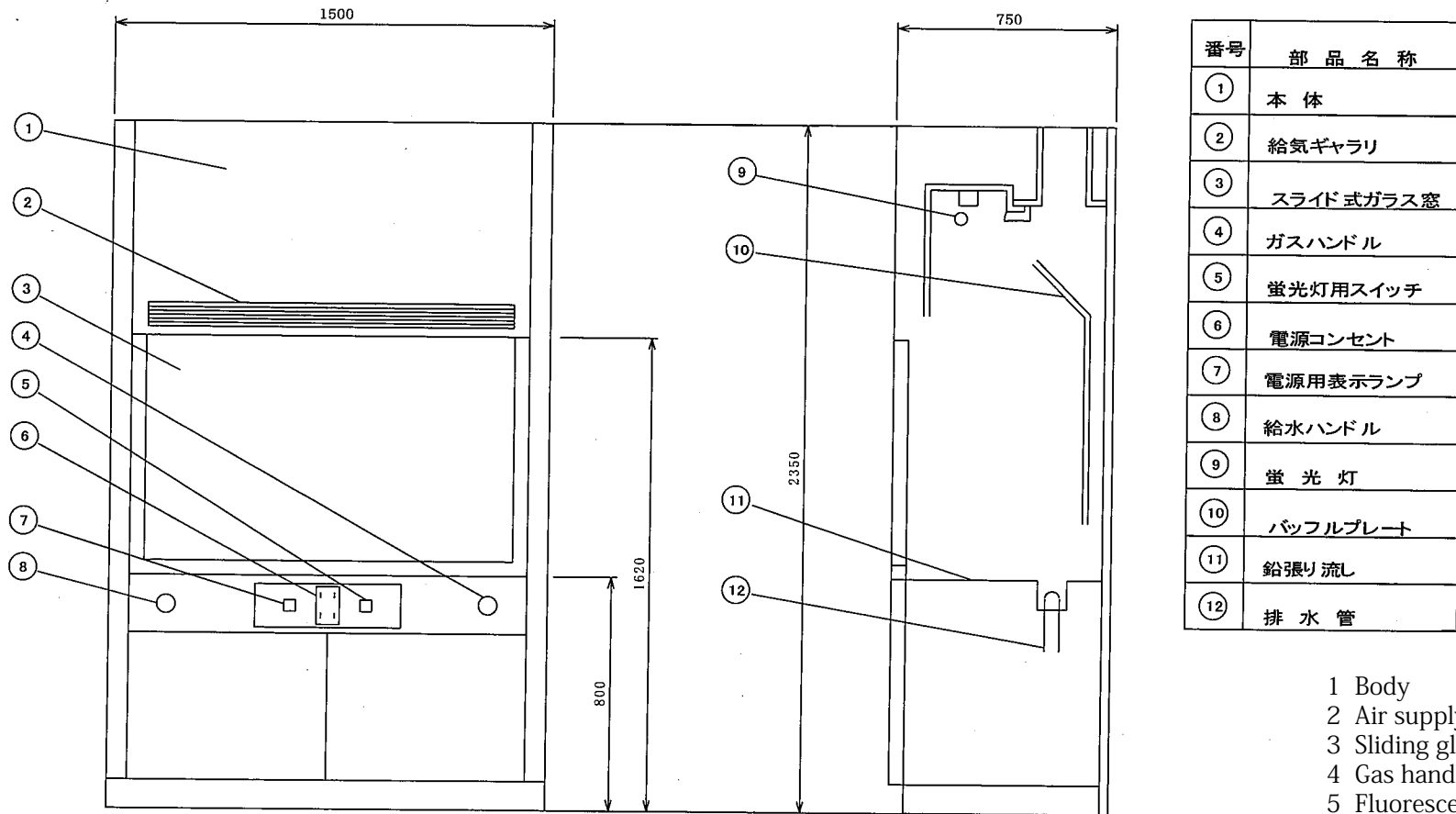


1階平面図
1F Plane view

斜線部は管理区域境界を示す。
Shaded line shows the boundary of controlled area.

図4 燃料研究棟平面図

Fig.4.2.1 Plane view of PFRF



番号	部品名称
①	本体
②	給気ギャラリ
③	スライド式ガラス窓
④	ガスハンドル
⑤	蛍光灯用スイッチ
⑥	電源コンセント
⑦	電源用表示ランプ
⑧	給水ハンドル
⑨	蛍光灯
⑩	バッフルプレート
⑪	鉛張り流し
⑫	排水管

- 1 Body
- 2 Air supply gallery
- 3 Sliding glass window
- 4 Gas handle
- 5 Fluorescent lamp switch
- 6 Power outlet
- 7 Power indicator lamp
- 8 Water supply handle
- 9 Fluorescent lamp
- 10 Baffle plate
- 11 Sink covered with lead
- 12 Drain pipe

(単位: mm)

図5 フード (H-1) 概略図

Fig.4.2.2 Outline of hood (H-1)

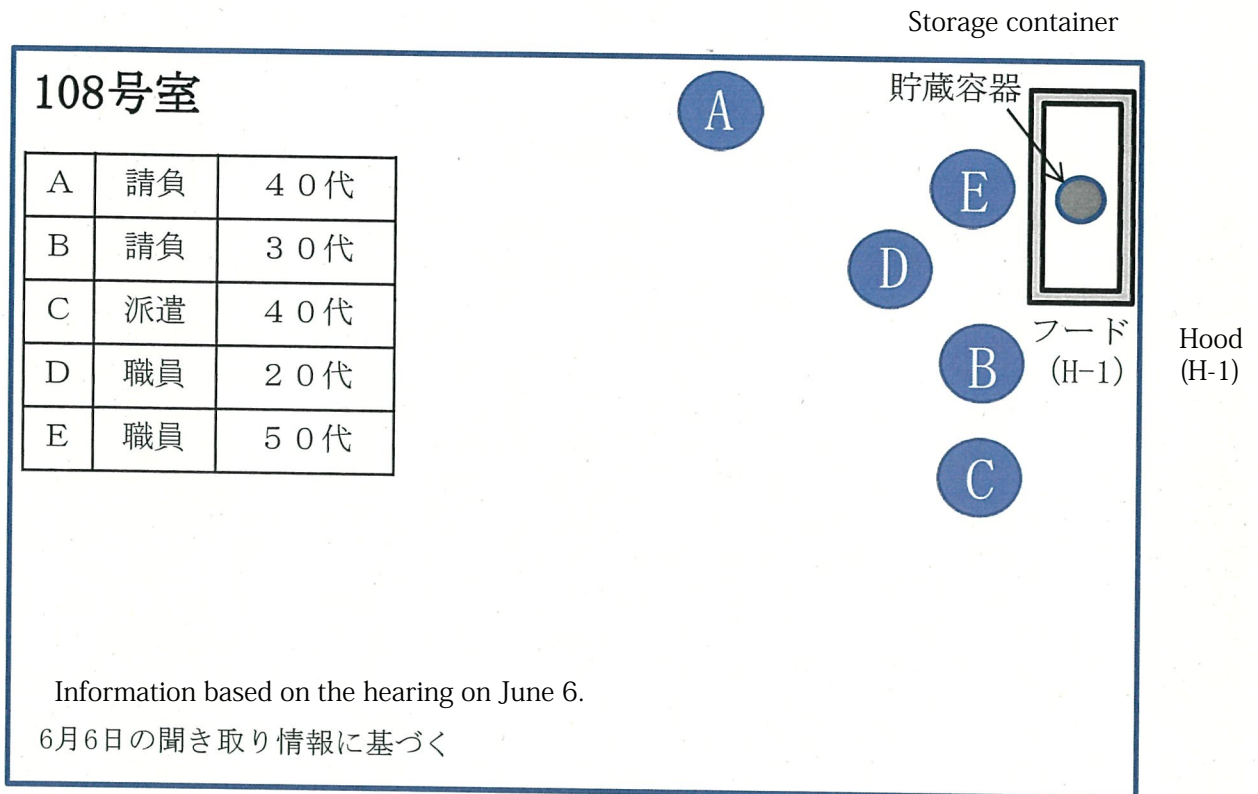


図6 108号室における事象発生時の作業員5名の位置関係

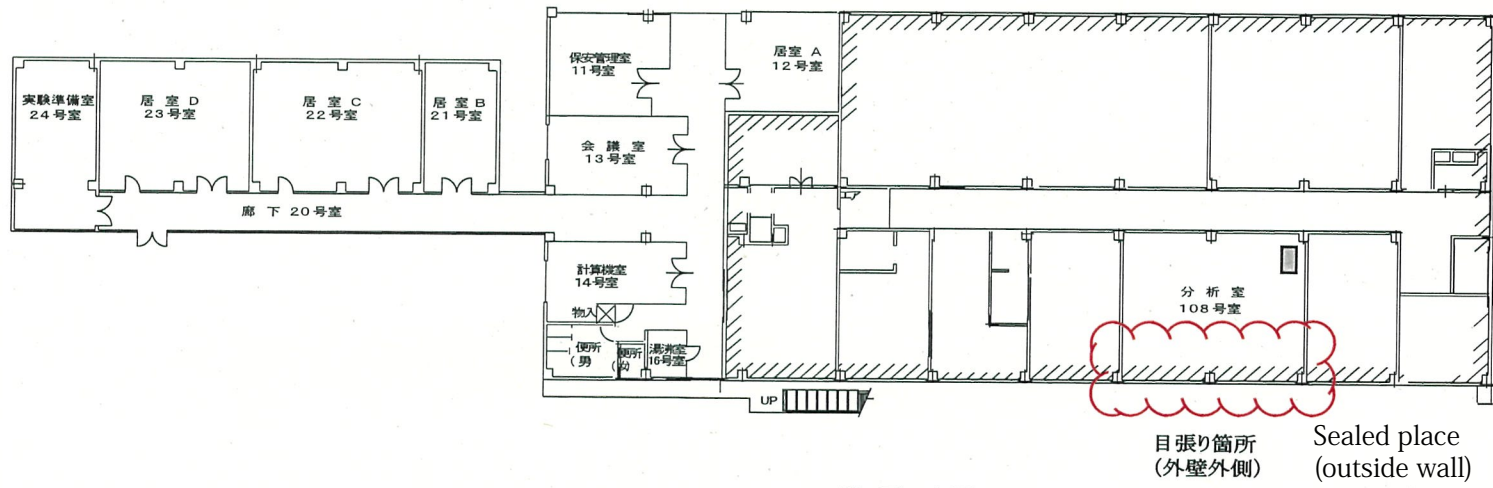
Fig.4.2.3 Location of the five workers in Room No. 108 at the incident occurrence

A	Contract-based worker	40's
B	Contract-based worker	30's
C	Temporary-worker	40's
D	JAEA staff member	20's
E	JAEA staff member	50's



図7 グリーンハウス

Fig.4.2.4 Greenhouse



1階平面図
1F Plane view

目張り箇所 (外壁外側) Sealed place (outside wall)

斜線部は管理区域境界を示す。

Shaded line shows the boundary of controlled area.

図8 目張り箇所

Fig.4.2.5 Sealed place

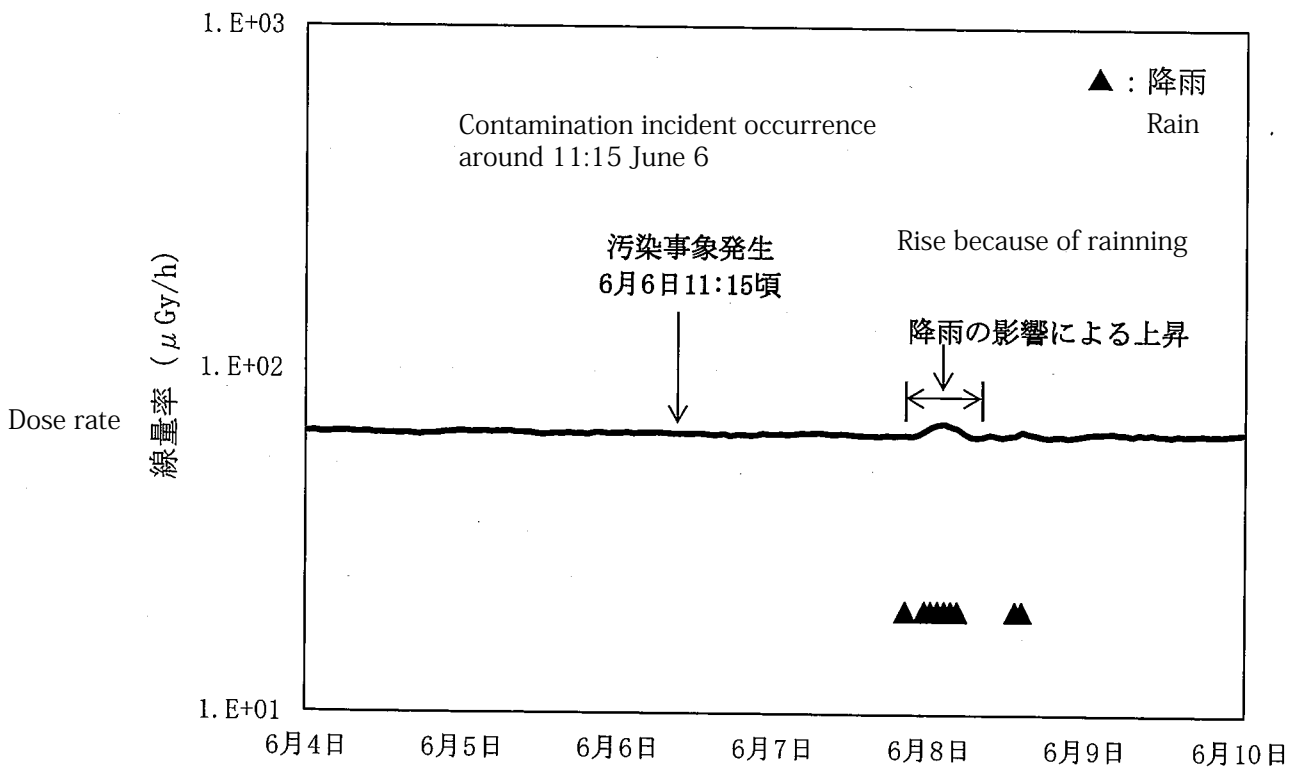
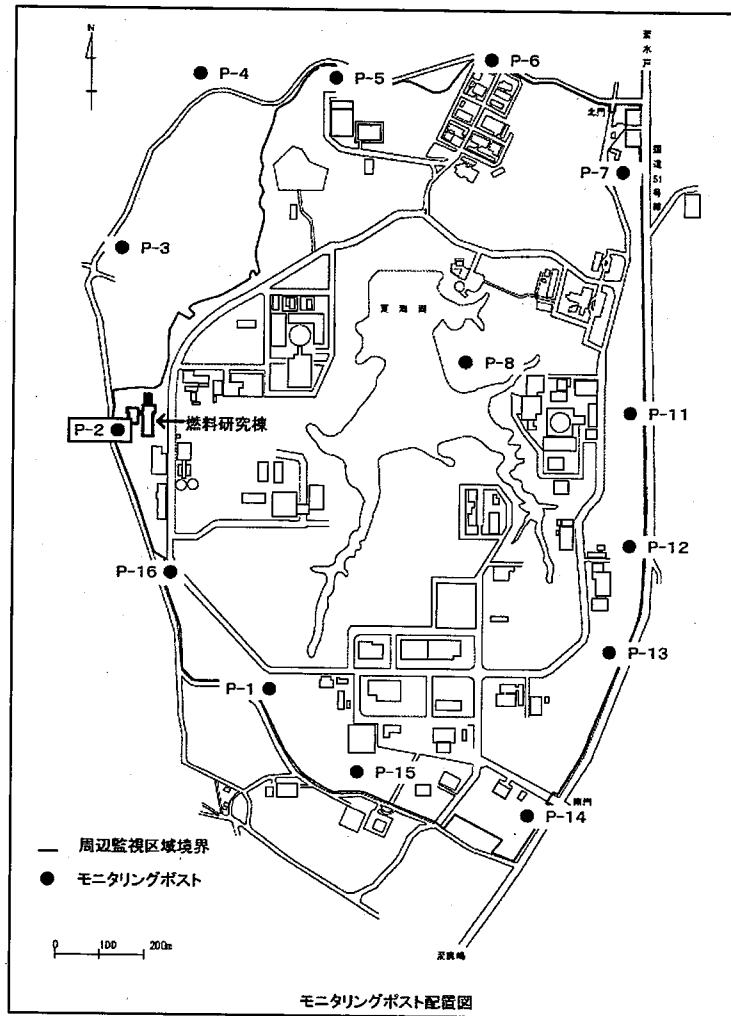


図9 モニタリングポスト (P-2) 指示値のトレンド
Fig.4.2.6 Indicated value trend of monitoring post (P-2)

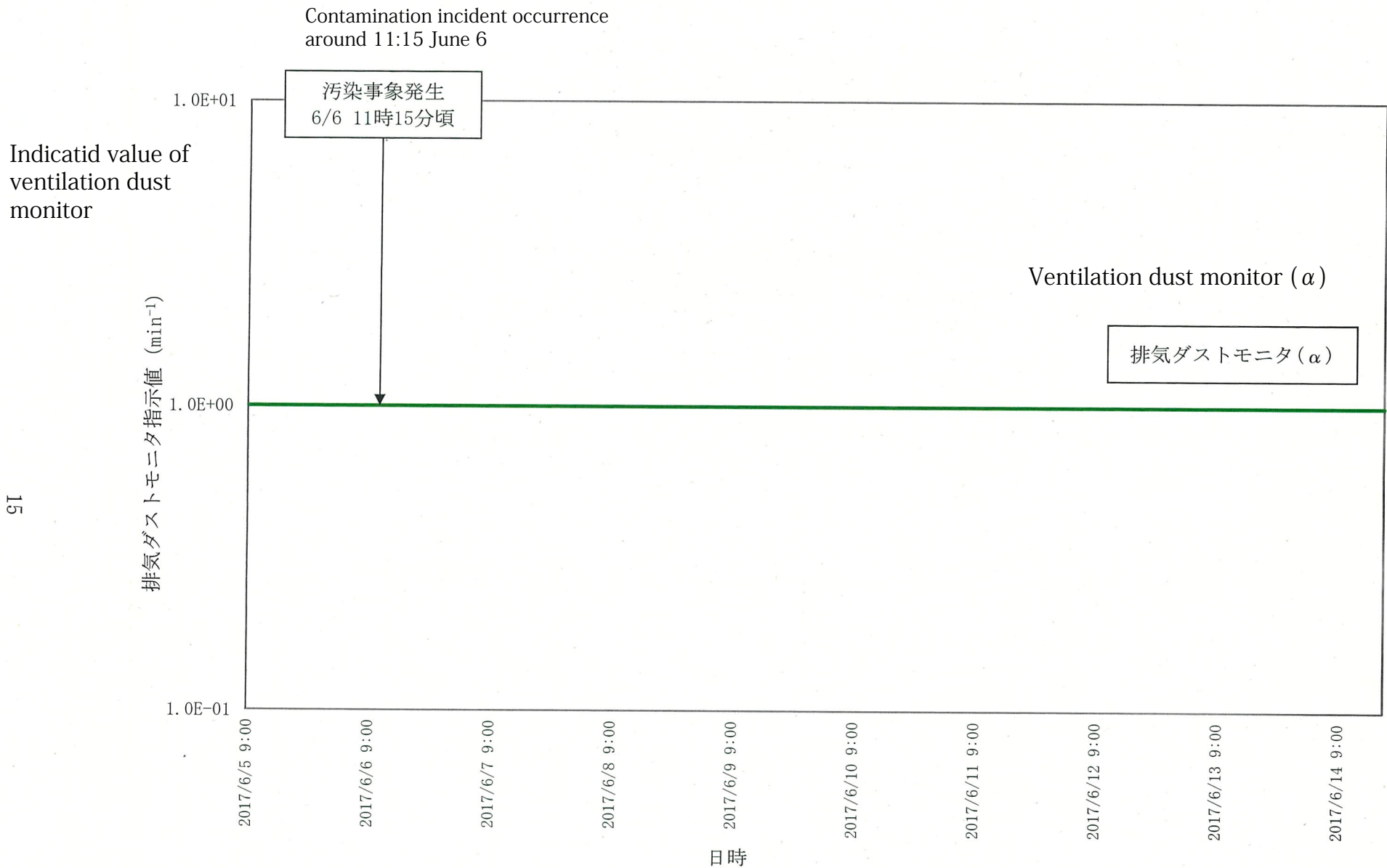


図10 燃料研究棟の排気ダストモニタ指示値のトレンド

Fig.4.2.7 Indicated value trend of ventilation dust monitor at PFRF
(June 5 - June 14, 2017)

Contamination incidence occurrence around 11:15 June 6

13:55 June 6 Indicated value: 4.4 (s⁻¹)
 Weekly average density(Bq/cm³)
 =4.4 (s⁻¹)×Density conversion factor ÷ 168(h)
 =5.3×10⁻⁸
 Density conversion factor: 2.0×10⁻⁶ (Bq/cm³·h)
 It is below the limit of ²³⁹Pu in the air; 7×10⁻⁷(Bq/cm³).

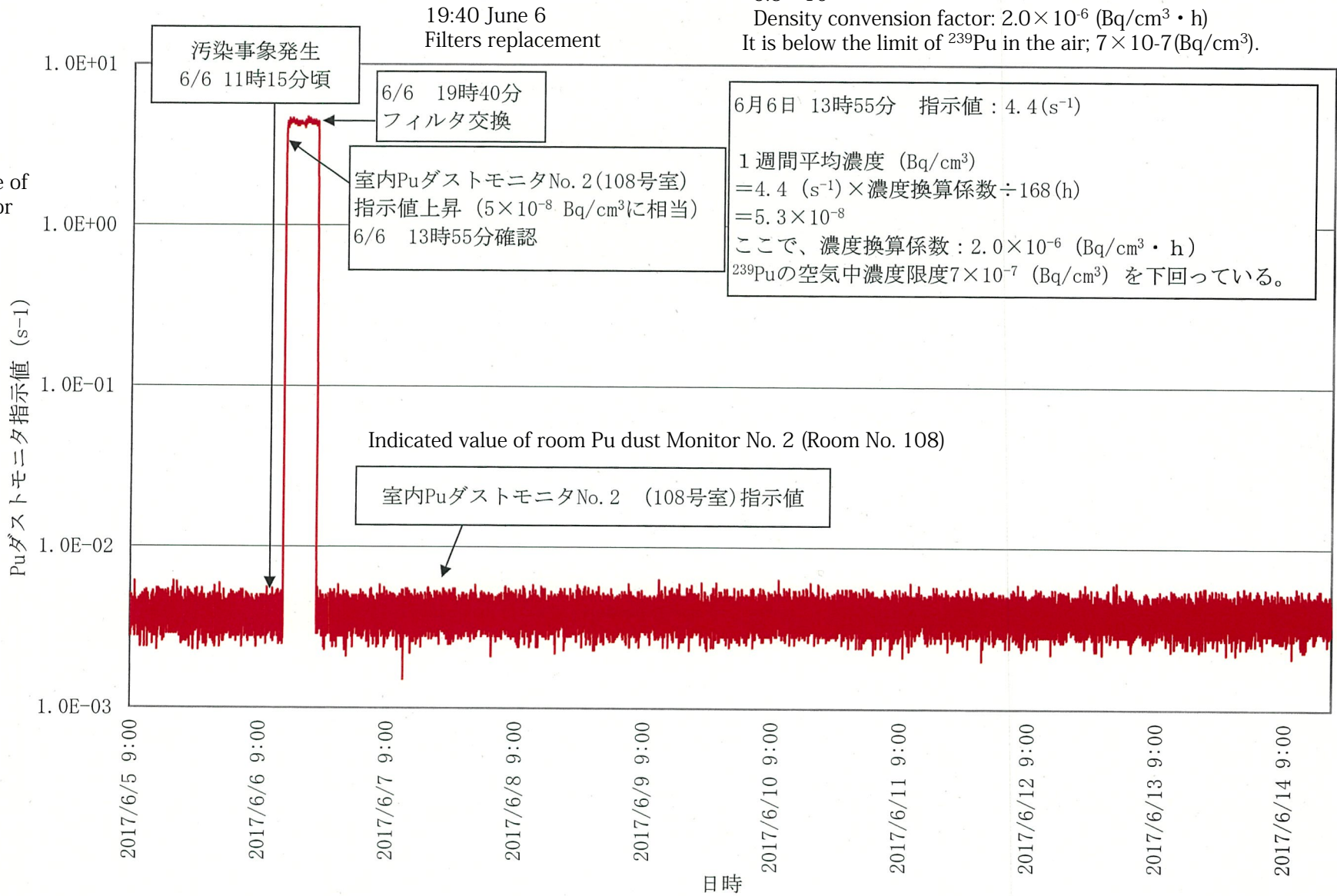


図11 燃料研究棟の室内PuダストモニタNo.2 (108号室) 指示値のトレンド

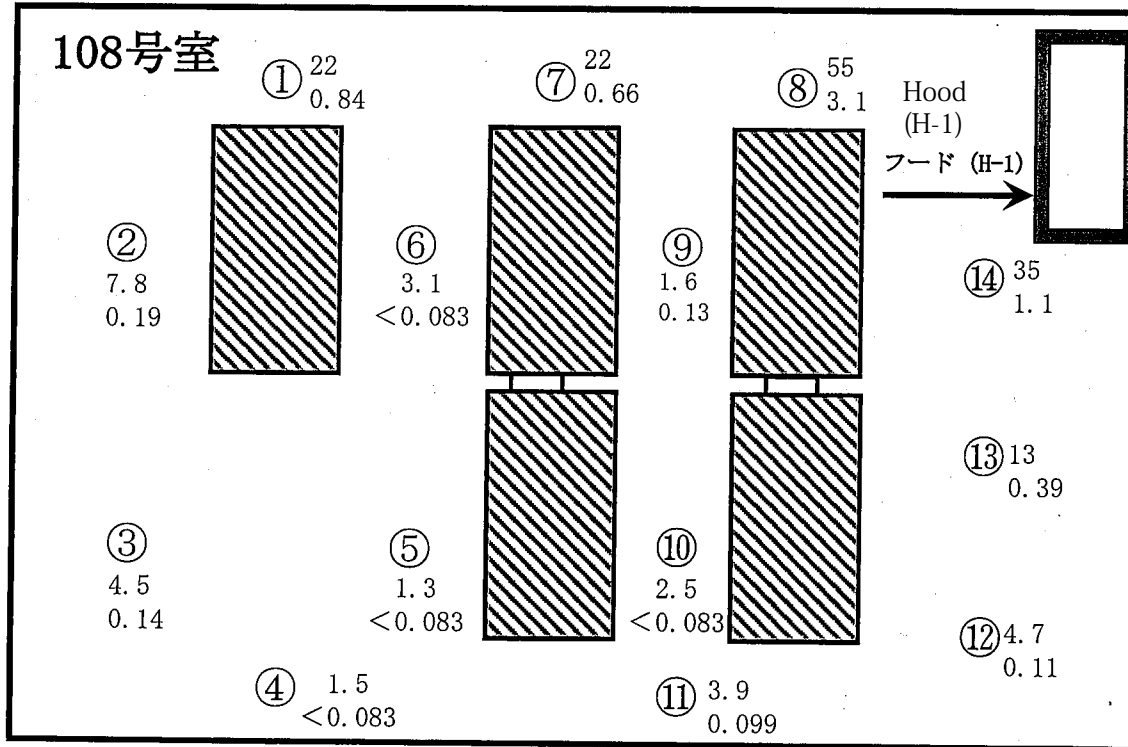
Fig.4.2.8 Indicated value trend of room Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) at PFRF (June 5 -June 14, 2017)

上段：α線
下段：β(γ)線

Upper line: α ray
Under line: β(γ) ray

▨ : グローブボックス Glove boxes

Room No. 108



表面密度測定記録	
建家名	燃料研究棟
測定日時	平成29年6月7日 18:36~18:55
測定線種	■ α線 ■ β(γ)線
測定器	放射能計測装置 (ES-7284)
測定方法	スミヤ法
単位	Bq/cm ²
測定条件	拭取効率: 10%
備考	
記事	①~⑭: 測定ポイント

Next page

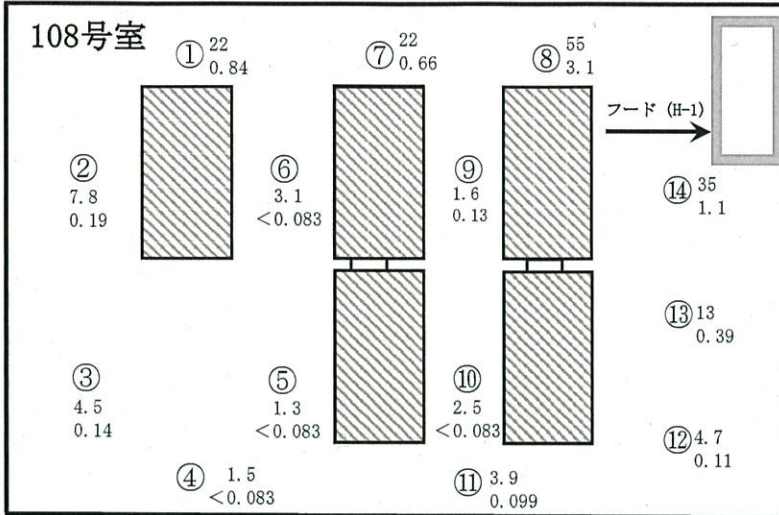
図12 表面密度測定結果

Fig. 4.2.9 Measurement results of surface density

Surface Concentration Measurement Records	
Building	Plutonium Fuel Research Facility
Measurement Date and Time	18:36 – 18:55, June 7, 2017
Measurer	
Ray type for measurement	<input checked="" type="checkbox"/> α ray <input checked="" type="checkbox"/> β (γ) ray
Measuring Instrument	Radioactivity Measurement Device (ES-7284)
Measuring Method	Smear
Unit	Bq/cm ²
Condition of measurement	Wiping effect: 10%
Remarks	⑩ : Measuring Points
Notes	
①～⑭ : Measuring Points	

上段：α線
下段：β(γ)線

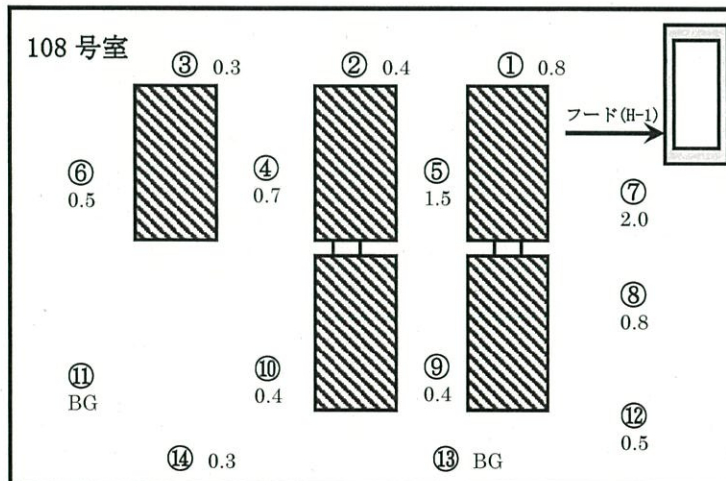
▨ : グローブボックス



表面密度測定記録	
建家名	燃料研究棟
測定日時	平成29年6月7日 18:36~18:55
測定線種	■ α線 ■ β(γ)線
測定器	放射能計測装置 (ES-7284)
測定方法	スミヤ法
単位	Bq/cm ²
測定条件	拭取効率: 10%
備考	
記事	①~⑭: 測定ポイント

図4.2.9 表面密度測定結果

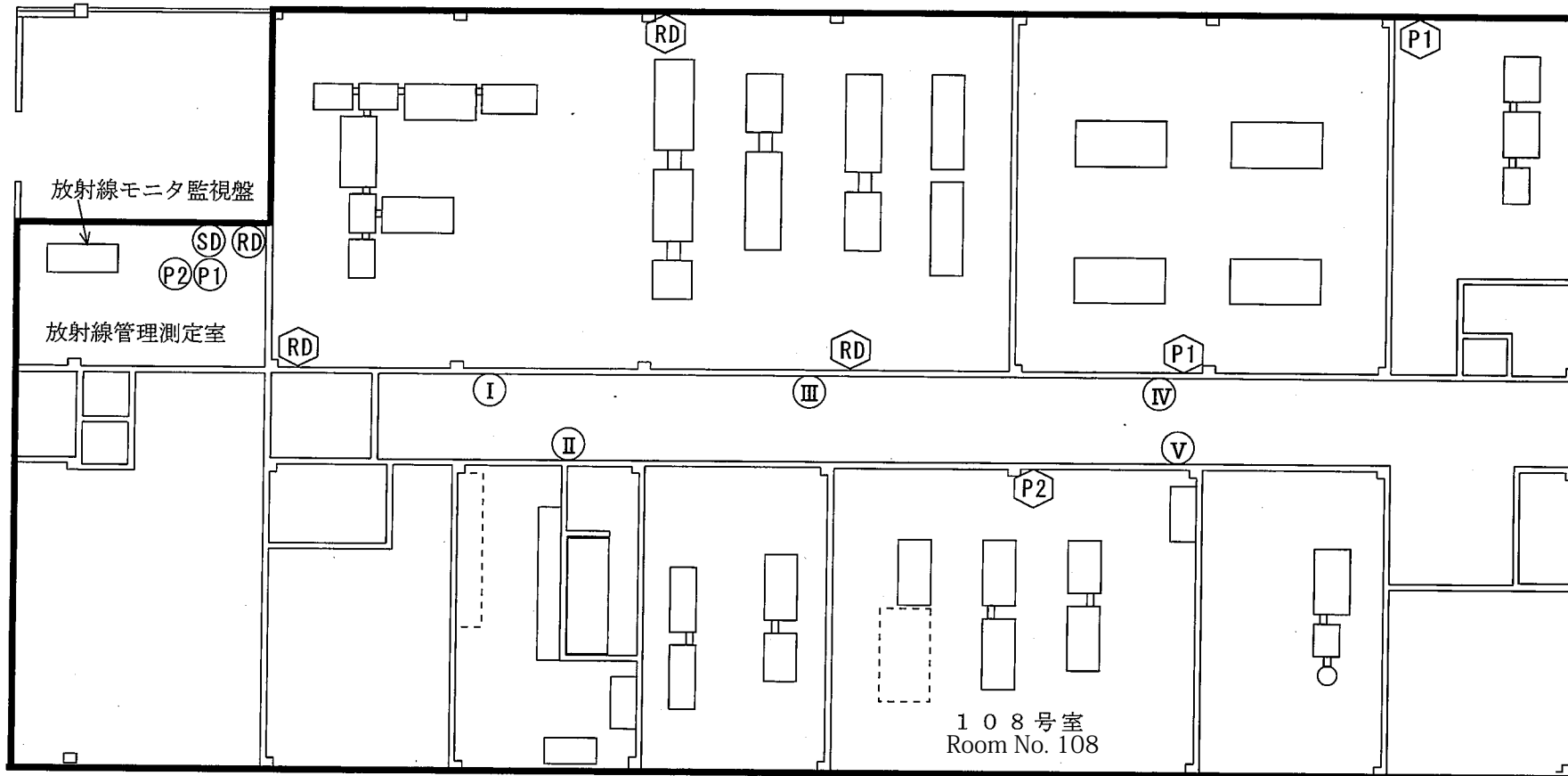
▨ : グローブボックス



線量当量率測定記録	
建家名	燃料研究棟
測定日時	平成29年6月7日 16:41~17:09
測定線種	γ線
測定器	GM管式サーベイメータ (GM-137)
BG	0.2 μSv/h
測定方法	サーベイ法(床上約1m)
単位	μSv/h
備考	
記事	①~⑭: 測定ポイント

図 4.2.10 線量当量率測定記録

Fig. 4.2.10 Record of the measurement of dose equivalent



- | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------------------|
| ⓇD : 室内ダストモニタ | Ⓟ1 : 室内PuダストモニタNo. 1 | ⓇD : 室内ダストモニタサンプリング端 |
| ⓈD : 排気ダストモニタ | Ⓟ2 : 室内PuダストモニタNo. 2 | Ⓟ1 : 室内PuダストモニタNo. 1サンプリング端 |
| ⓀI~ⓀV : ガンマ線エリアモニタ | | Ⓟ2 : 室内PuダストモニタNo. 2サンプリング端 |

図13 燃料研究棟の放射線管理モニタの配置図

Fig.4.2.11 Placement of radiation control monitors at PFRF

RD: Room dust monitor
 P : Pu dust monitor
 SD: Ventilation dust monitor
 I~V: γ ray area monitor

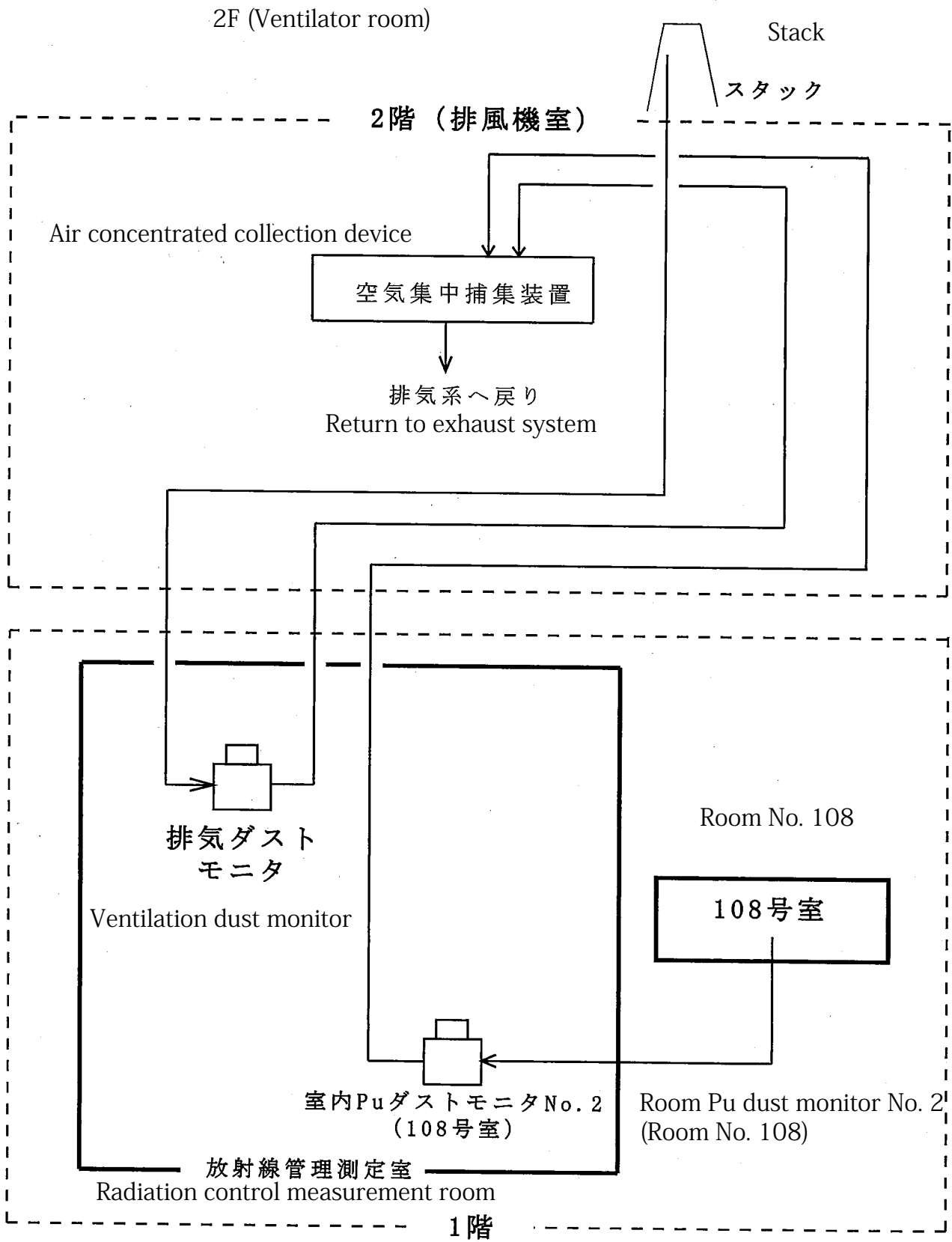


図14 燃料研究棟の排気ダストモニタ及び室内PuダストモニタNo. 2 (108号室) の系統図

Fig. 4.2.12 System diagram of ventilation dust monitor and room Pu dust monitor No.2 (Room No. 108)

※排気第1系統は2系統あり、1系統は予備である。
H29/6/6(火)は排気第1-2系統が運転されていた。

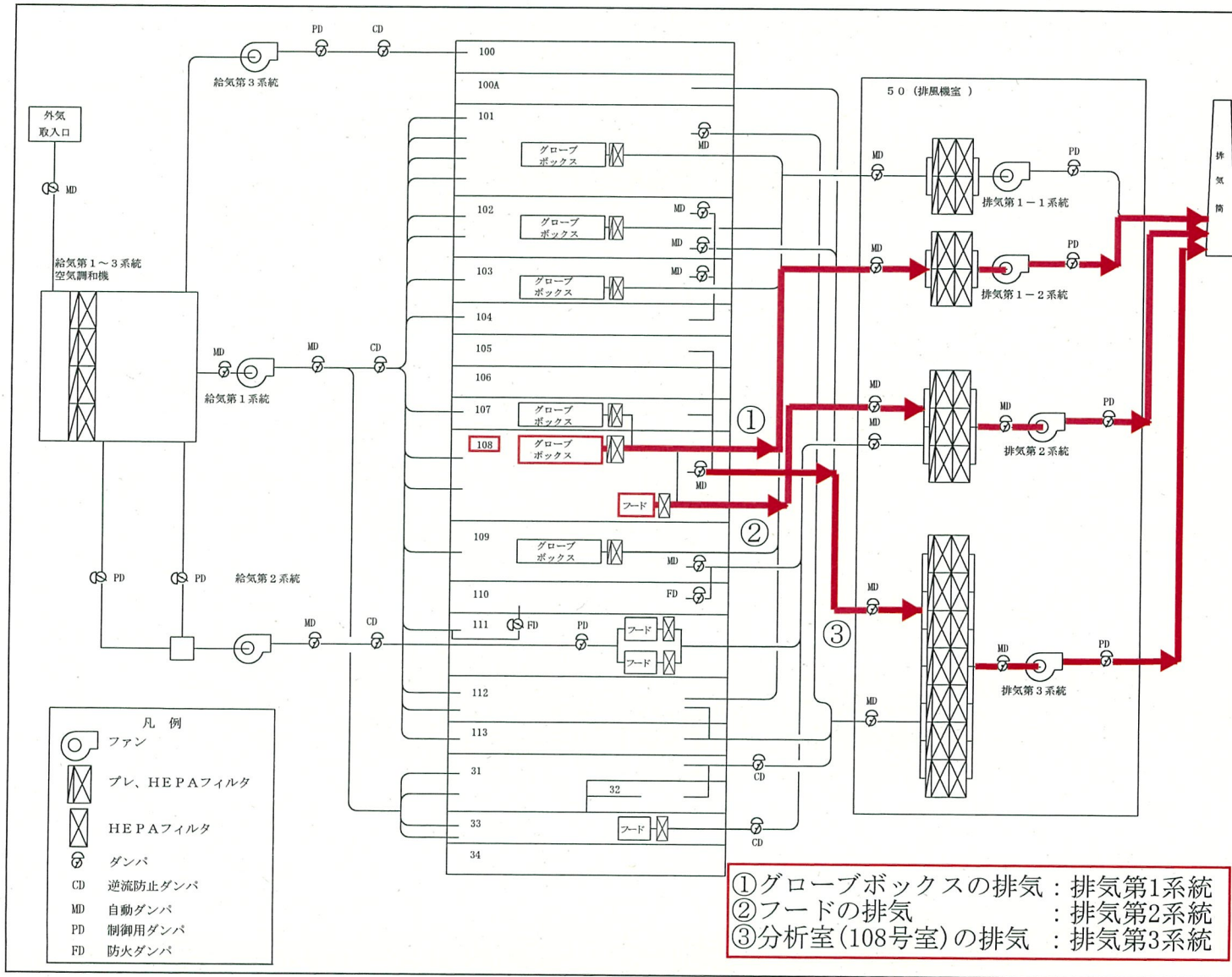


図15 燃料研究棟の排気系統図

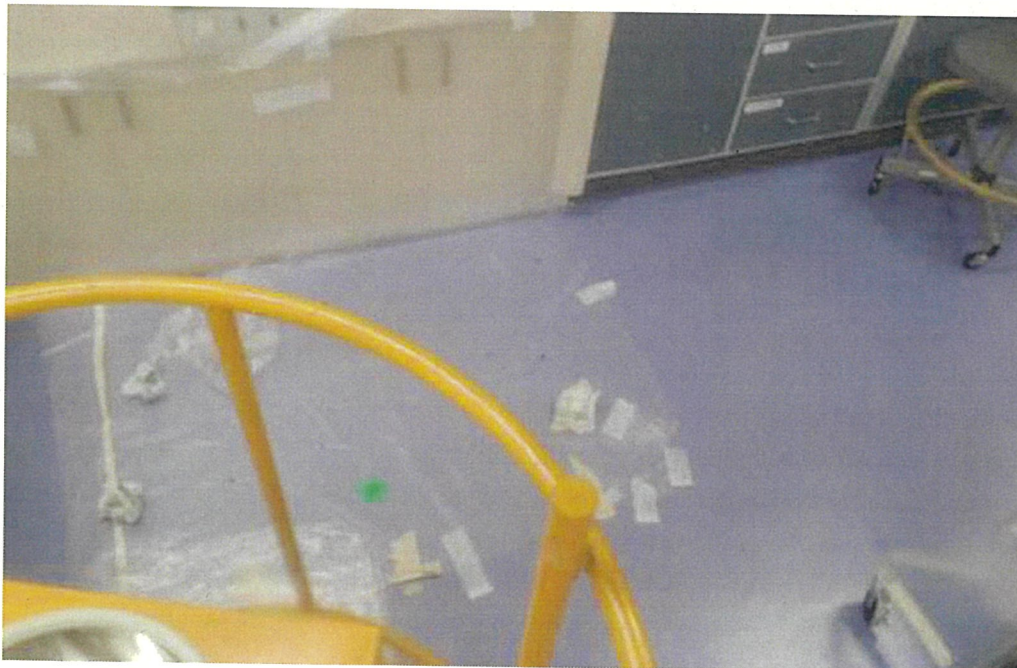
Fig. 4.2.13 Ventilation system at PFRF

①1st system: Ventilation of glove boxes
②2nd system: Ventilation of hoods
③3rd system: Ventilation of Room No. 108

Storage container



フード内
Inside the hood



フード前床
Floor in front of the hood

(H29. 6. 7 撮影)

Photos taken on June 7, 2017

図 16 事象発生後のフード (H-1) 周辺

Fig. 4.2.14 Situation around the hood (H-1) after the incident occurrence

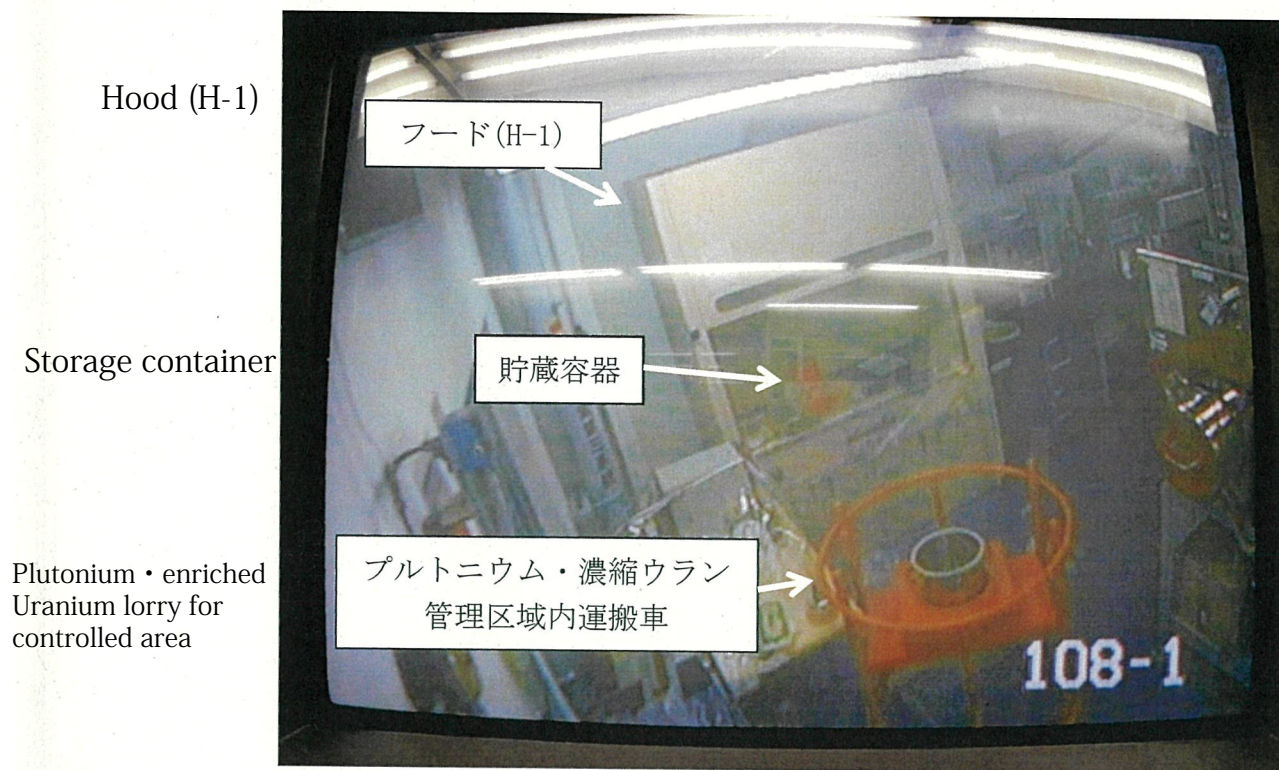


図 17 TV カメラによる貯蔵容器の監視

Fig. 4.2.15 Continuous monitoring of the storage container by TV camera

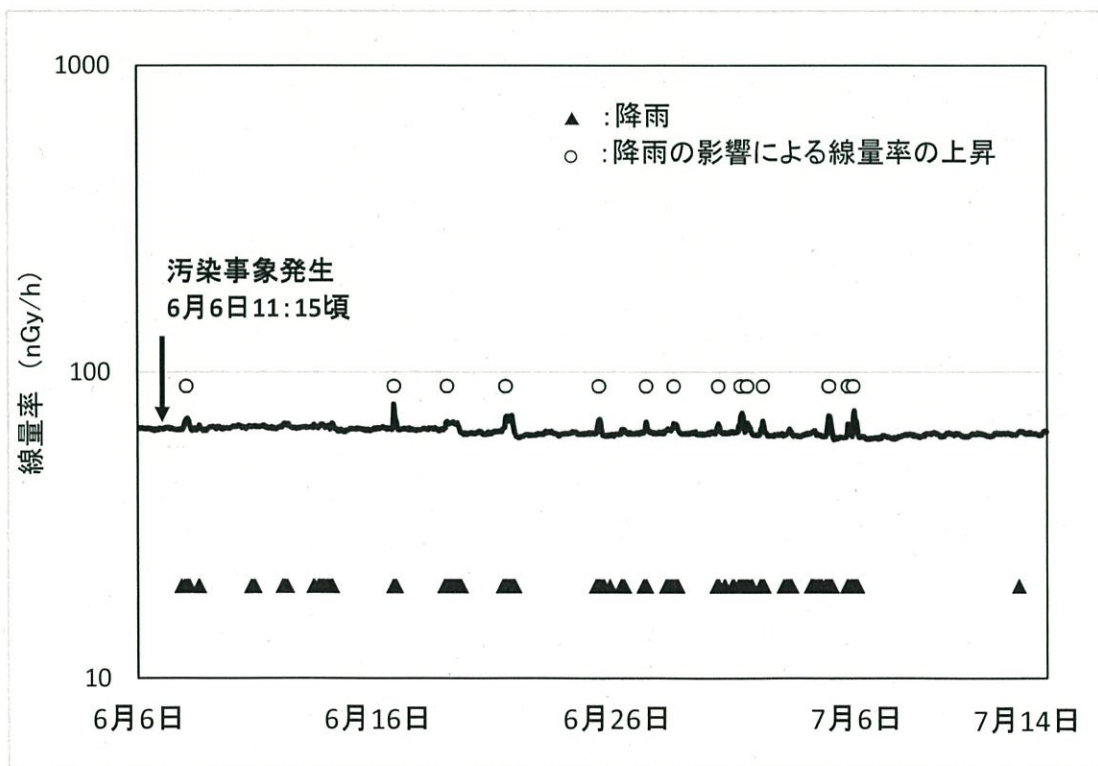
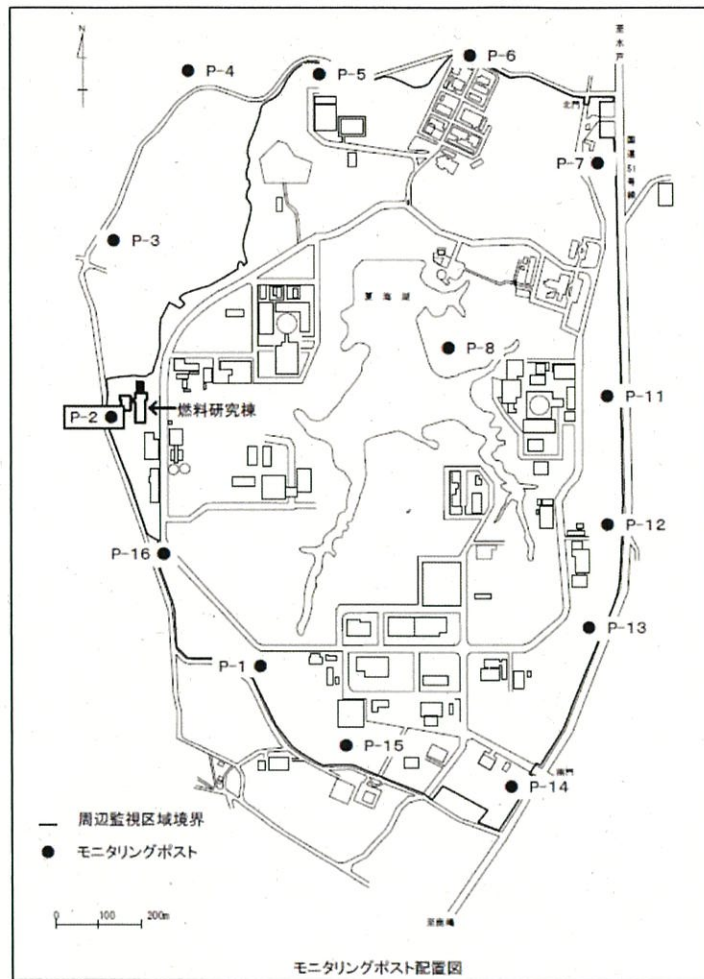


図5.1 モニタリングポスト (P-2) 指示値のトレンド

Fig. 5.1 Trend of the values indicated by the monitoring post (P-2)

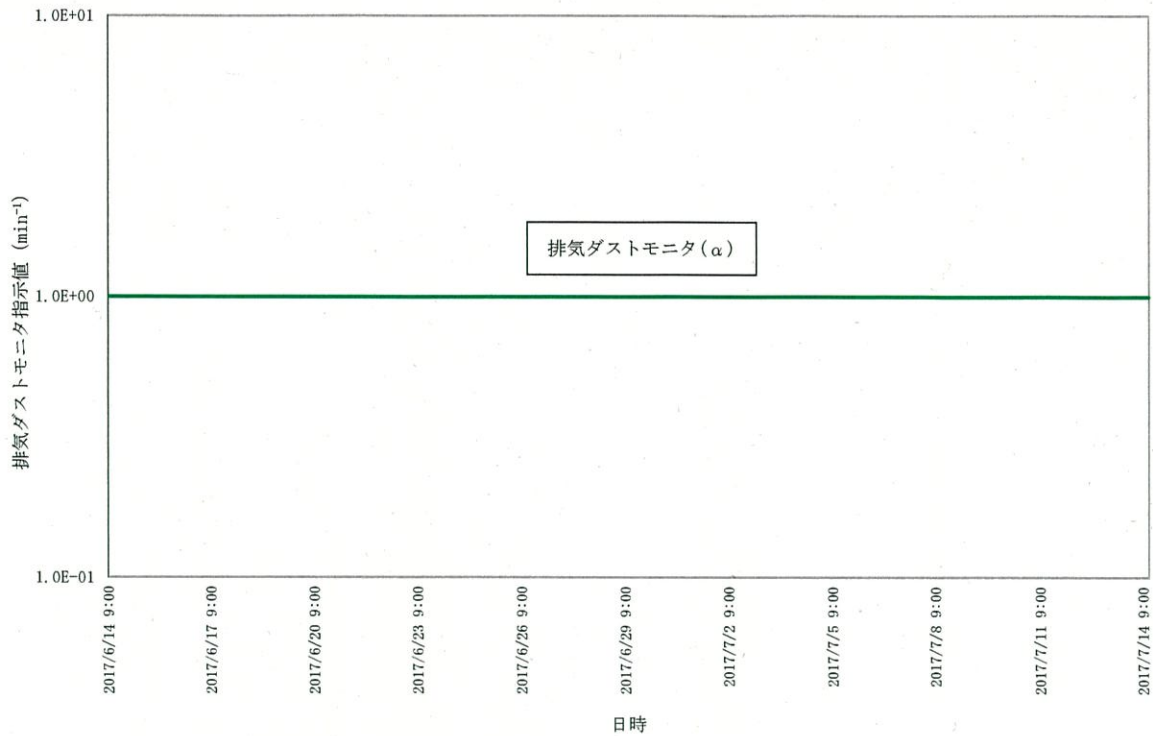


図5.2 燃料研究棟の排気ダストモニタ指示値のトレンド

Fig. 5.2 Trend of the values indicated by the ventilation dust monitor of PFRF (H29年6月14日～7月14日)

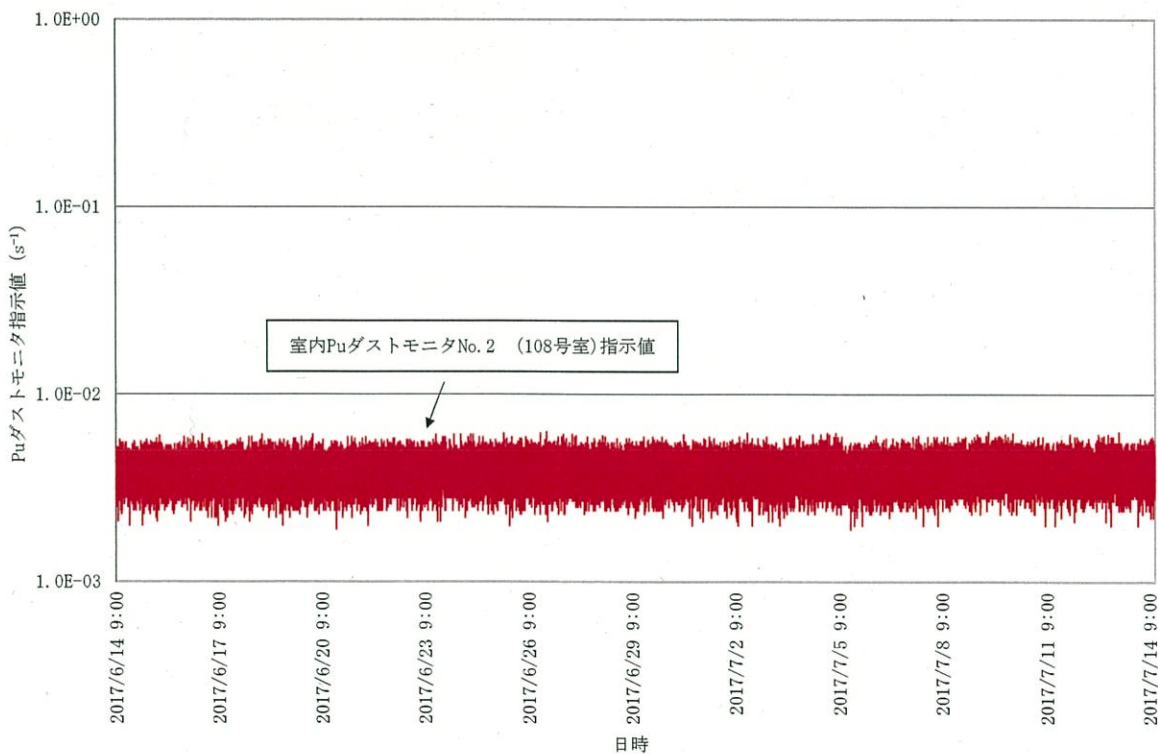


図5.3 燃料研究棟の室内Puダストモニタ

No. 2 (108号室) 指示値のトレンド

(H29年6月14日～7月14日)

Fig. 5.3 Trend of the values indicated by the room Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) of PFRF

	6月			7月			8月			9月			10月以降
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
報告書等	▼事故発生	▼法令報告(10日報)	▼法令報告(第2報)	▼法令報告(最終報) (目標)									
現場復旧	貯蔵容器の移動	汚染状況把握・粒子の回収	専用グリーンシハウスへの更新	フード内除染、108号室除染									
原因究明	情報収集・整理、要因リストアップ	フォルトツリー図構築等	事故進展シナリオ検討 (追加調査)	貯蔵容器内部観察、容器内試料及び飛散試料の分析	分析を踏まえた事故進展シナリオ検討								
総点検・水平展開	総点検の実施(各拠点)	事実関係調査・要因分析・問題点摘出・再発防止策取りまとめ											
作業者ケア	▼入院 ▼退院	▼入院 ▼退院	▼入院 ▼退院	原因究明を踏まえた追加調査の検討・実施									
被ばく評価	▼肺モニタ	バイオアッセイ試料の分析	線量評価協力(便測定結果及び核種情報提供等)	半面マスク等の汚染分布の調査・分析、108号室内の放管情報等の調査・分析	核燃料物質の摂取に関するシナリオ検討								

図6.1.1 燃料研究棟汚染事故対応工程表 (7月21日現在)

Fig. 6.1.1 Schedule of response work for the PFRF accident (as of July 21)

フードまでのアクセスルートの確保(7月4日)

- 108号室入口からフードまでの通路について、作業員の歩行による汚染拡大・飛散防止のための床の拭き取りを実施。
- アクセスルート(床の一部)の表面密度は、床の拭き取りにより低減。
- フードから飛散したと思われる粒子については、カメラで位置情報を記録した後、位置毎にバイアル瓶の容器に回収し、金属容器に収納した。前面のビニルシートについては、折りたたんで金属容器に収納した。

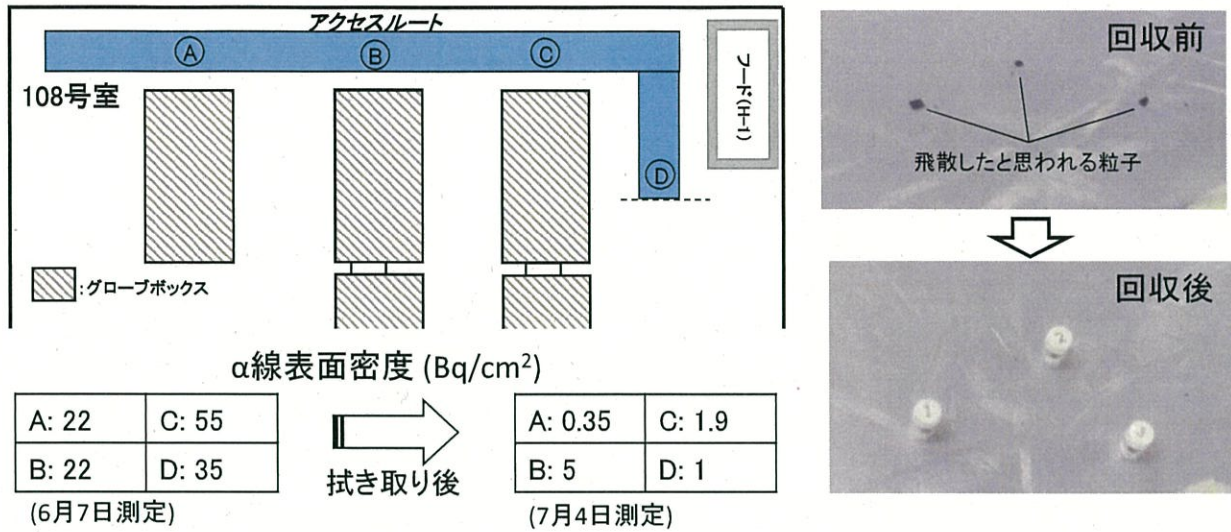


図6.2.1 アクセスルート床の表面密度測定結果及び粒子回収前後の写真

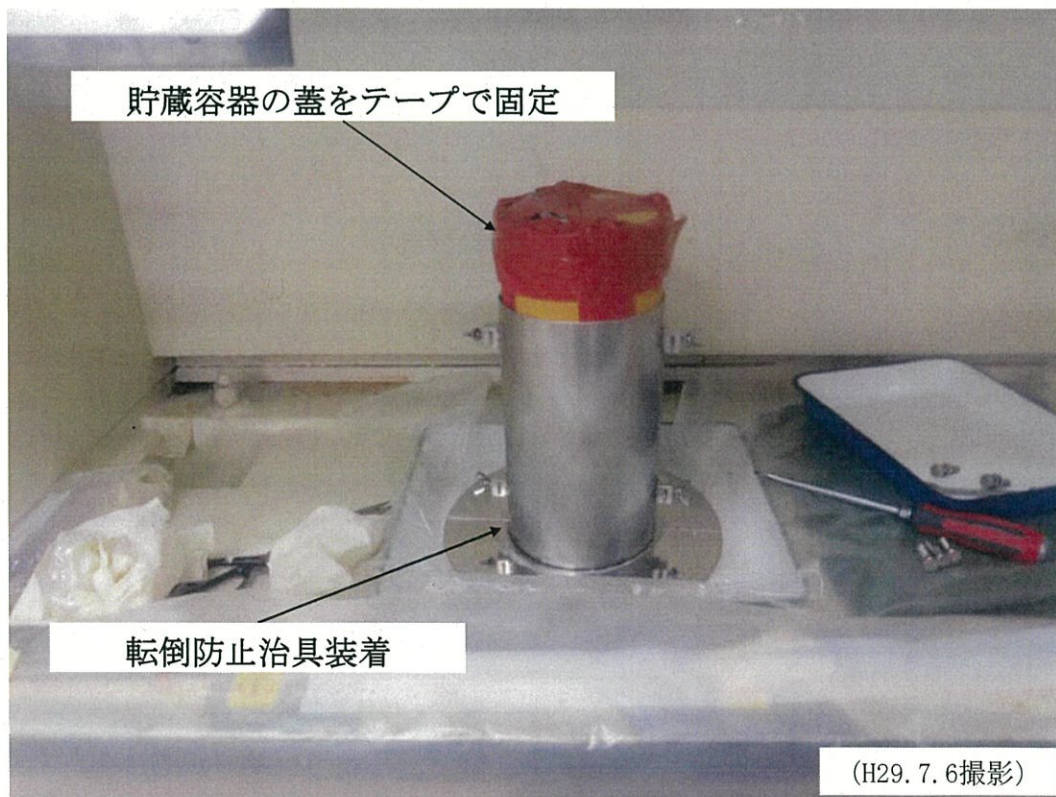


図6.2.2 蓋の固定及び転倒防止治具を取り付けた貯蔵容器

Fig. 6.2.2 Storage container equipped with fall prevention device, with its lid fixed

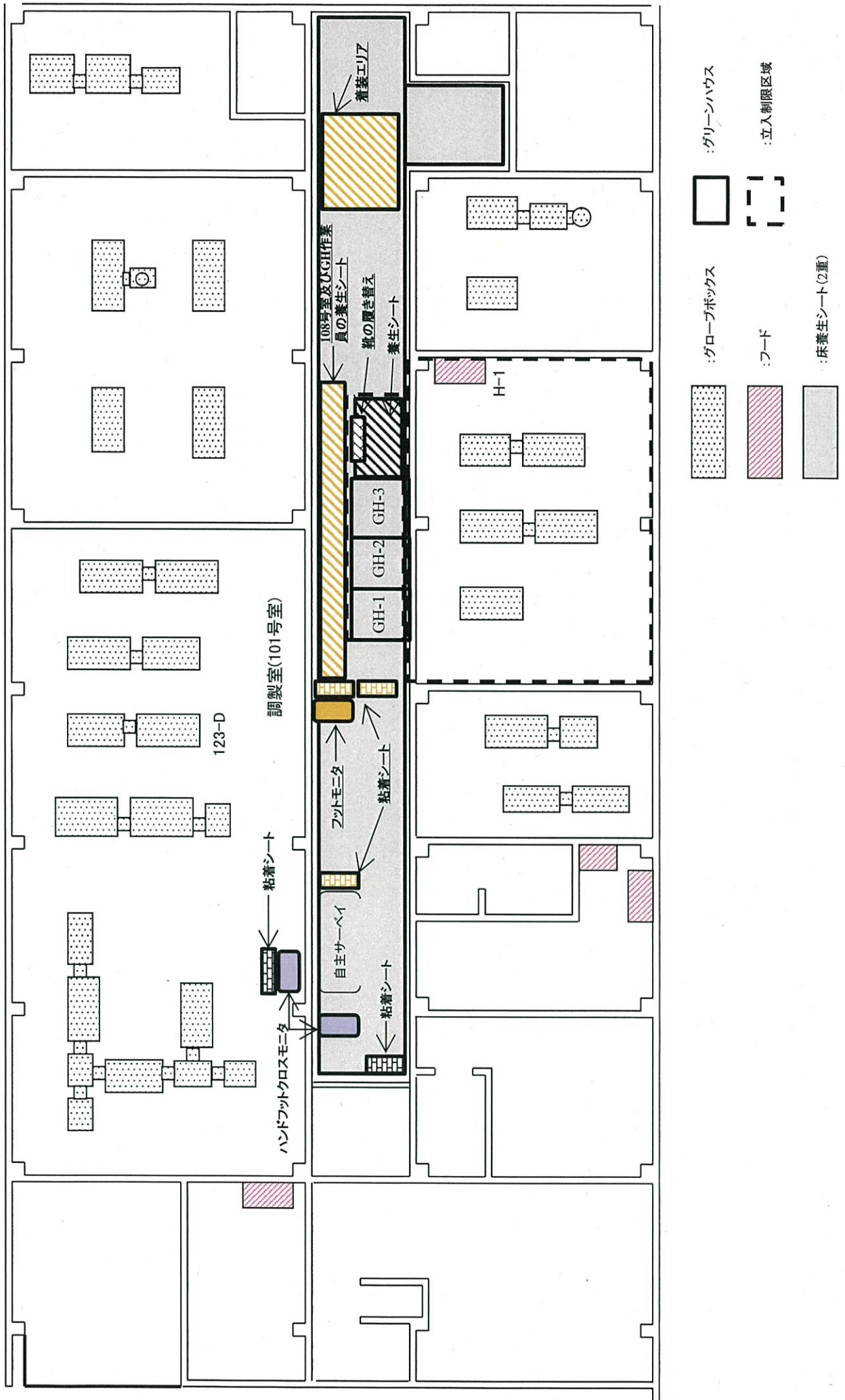


図6.2.3 汚染管理強化概要図 下線部:汚染管理の強化に伴う追加

Fig. 6.2.3 Outline of strengthened contamination management



(H29. 7. 20 撮影)

貯蔵容器の状況

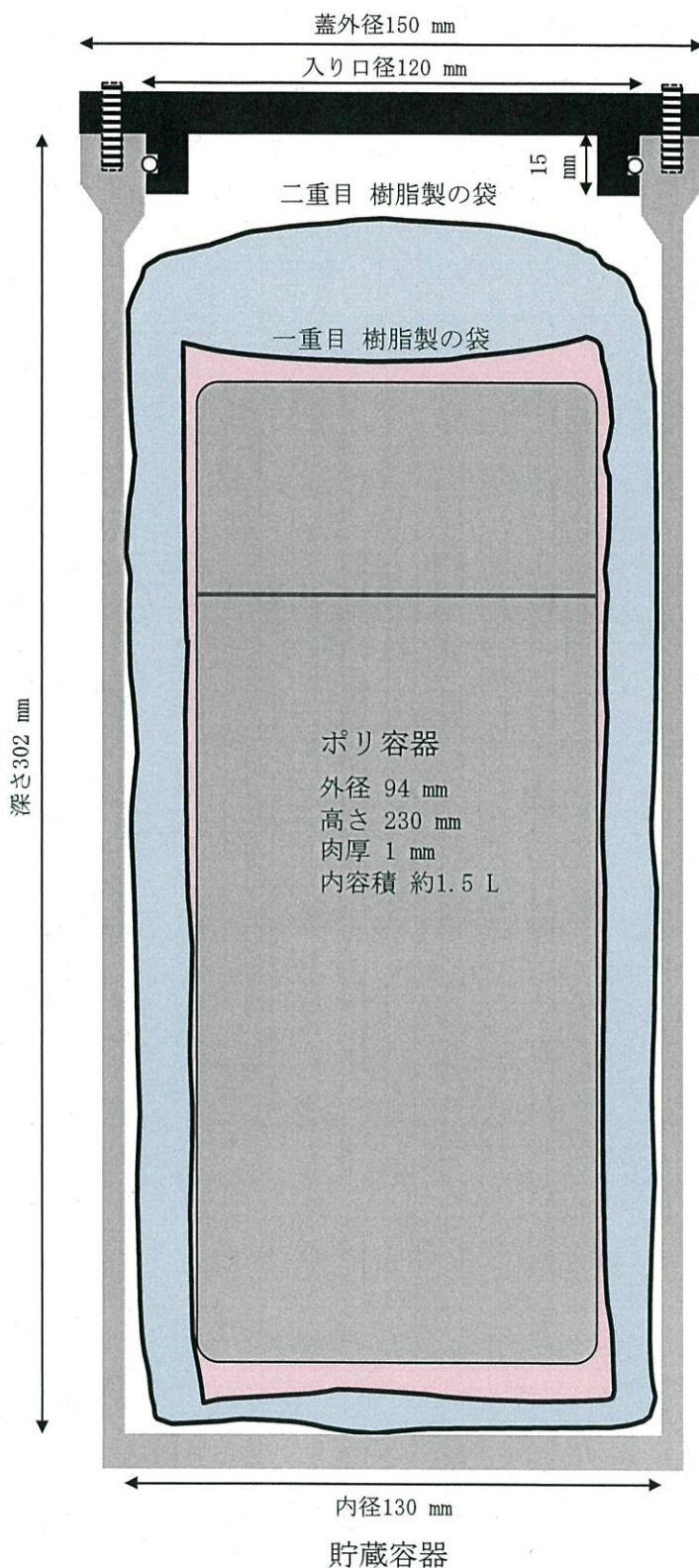


(H29. 7. 20 撮影)

グローブボックス (123-D) 搬入後の貯蔵容器の状況
(転倒防止治具取り付け後)

図 6.2.4 グローブボックス (123-D) 搬入後の貯蔵容器

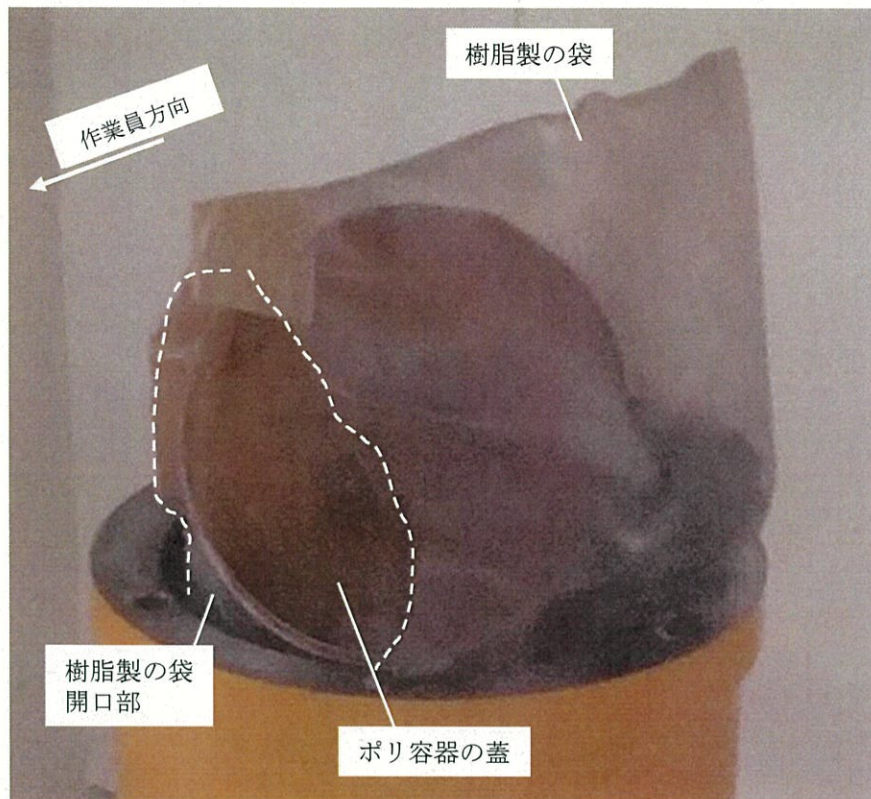
Fig. 6.2.4 Storage container put in the glove box



全高320×胴外径140 mm、胴体肉厚5 mm、底肉厚8 mm、蓋肉厚10 mm、内容積約3.9 L

図 6.4.1 貯蔵容器へ核燃料物質を収納した際の想定図

Fig. 6.4.1 Assumed image of the storage container containing nuclear fuel material



樹脂製の袋の破裂後に作業員が撮影した写真を拡大

(H29. 6. 6 撮影)

図 6. 4. 2 樹脂製の袋の破裂後貯蔵容器上部状態

Fig. 6.4.2 Upper part of the storage container after the resin bags burst.



拡大写真

図 6.4.3 フード手前の床養生シート上に
飛散したと思われる粒子の外観

Fig. 6.4.3 Appearance of particles scattered on the curing sheet in front of the hood

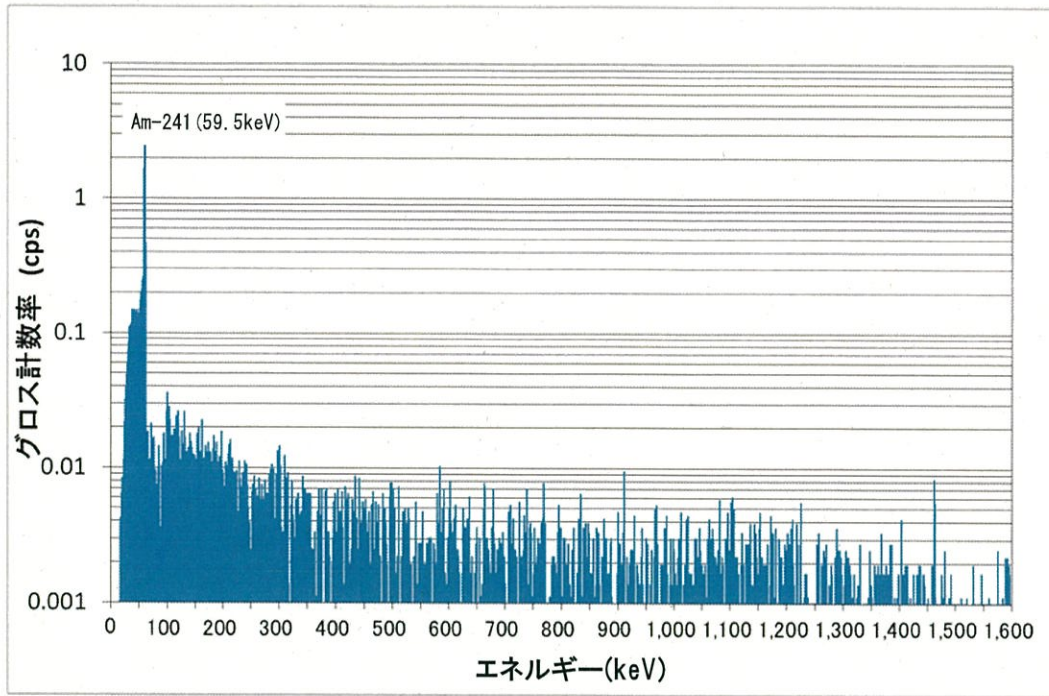


図 6.5.1 Ge 半導体検出器によるスミヤ試料の光子エネルギースペクトル

(測定日：7月13日、採取場所：108号室 図 4.2.9 ⑧)

Fig. 6.5.1 Photon energy spectrum of smear sample by Ge semiconductor detector

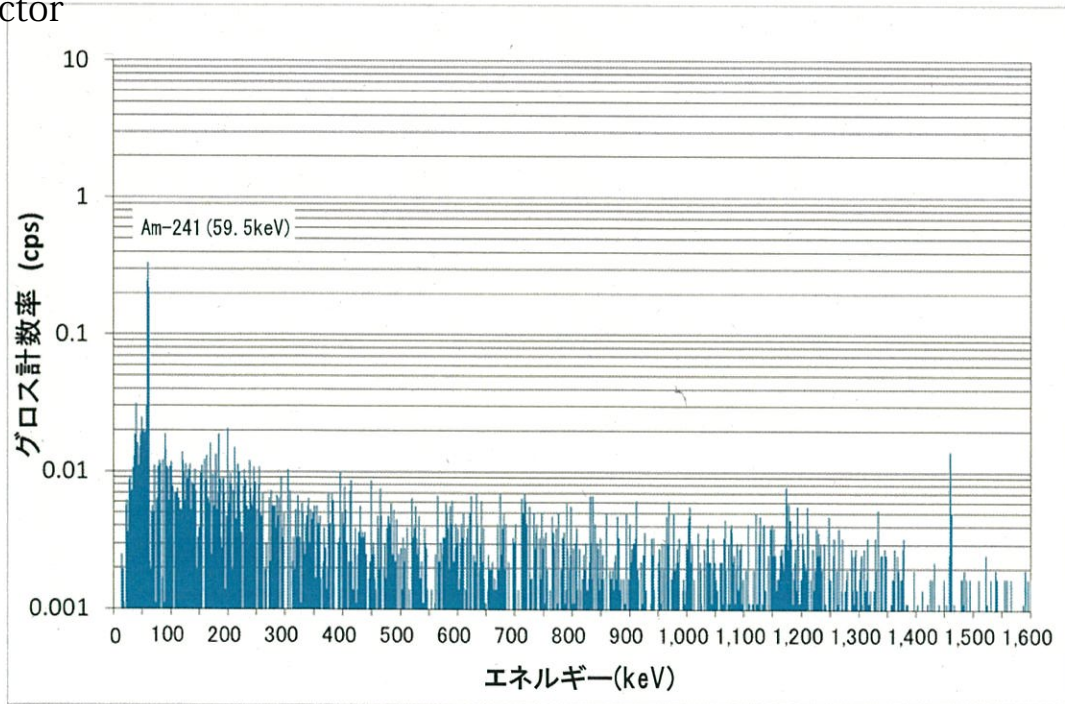


図 6.5.2 Ge 半導体検出器によるスミヤ試料の光子エネルギースペクトル

(測定日：7月13日、採取場所：108号室 図 4.2.9 ⑭)

Fig. 6.5.2 Photon energy spectrum of smear sample by Ge semiconductor detector

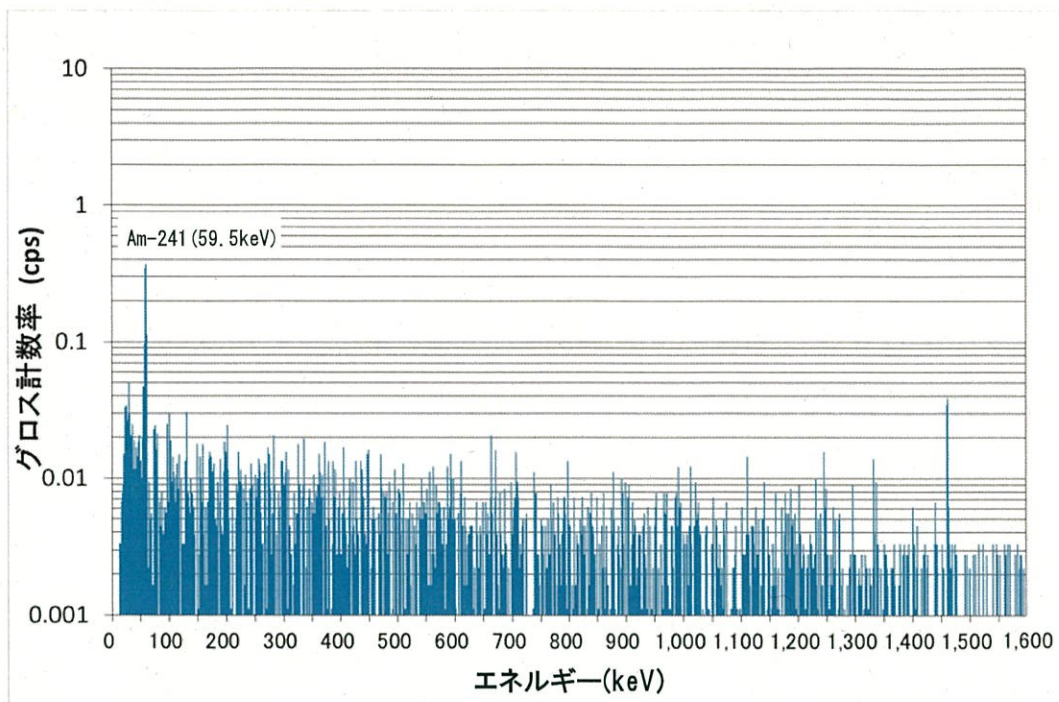


図 6.5.3 Ge 半導体検出器によるスミヤ試料の光子エネルギースペクトル

(測定日：7月14日、採取場所：108号室 図4.2.9 ①)

Fig. 6.5.3 Photon energy spectrum of smear sample by Ge semiconductor detector

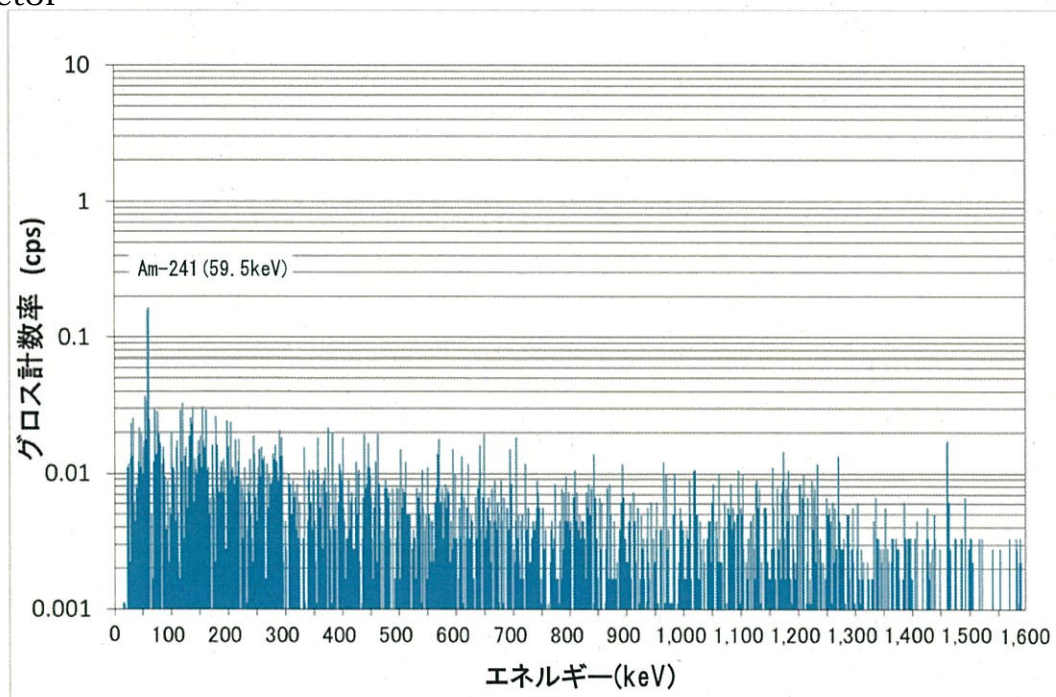


図 6.5.4 Ge 半導体検出器によるスミヤ試料の光子エネルギースペクトル

(測定日：7月14日、採取場所：108号室 図4.2.9 ⑬)

Fig. 6.5.4 Photon energy spectrum of smear sample by Ge semiconductor detector

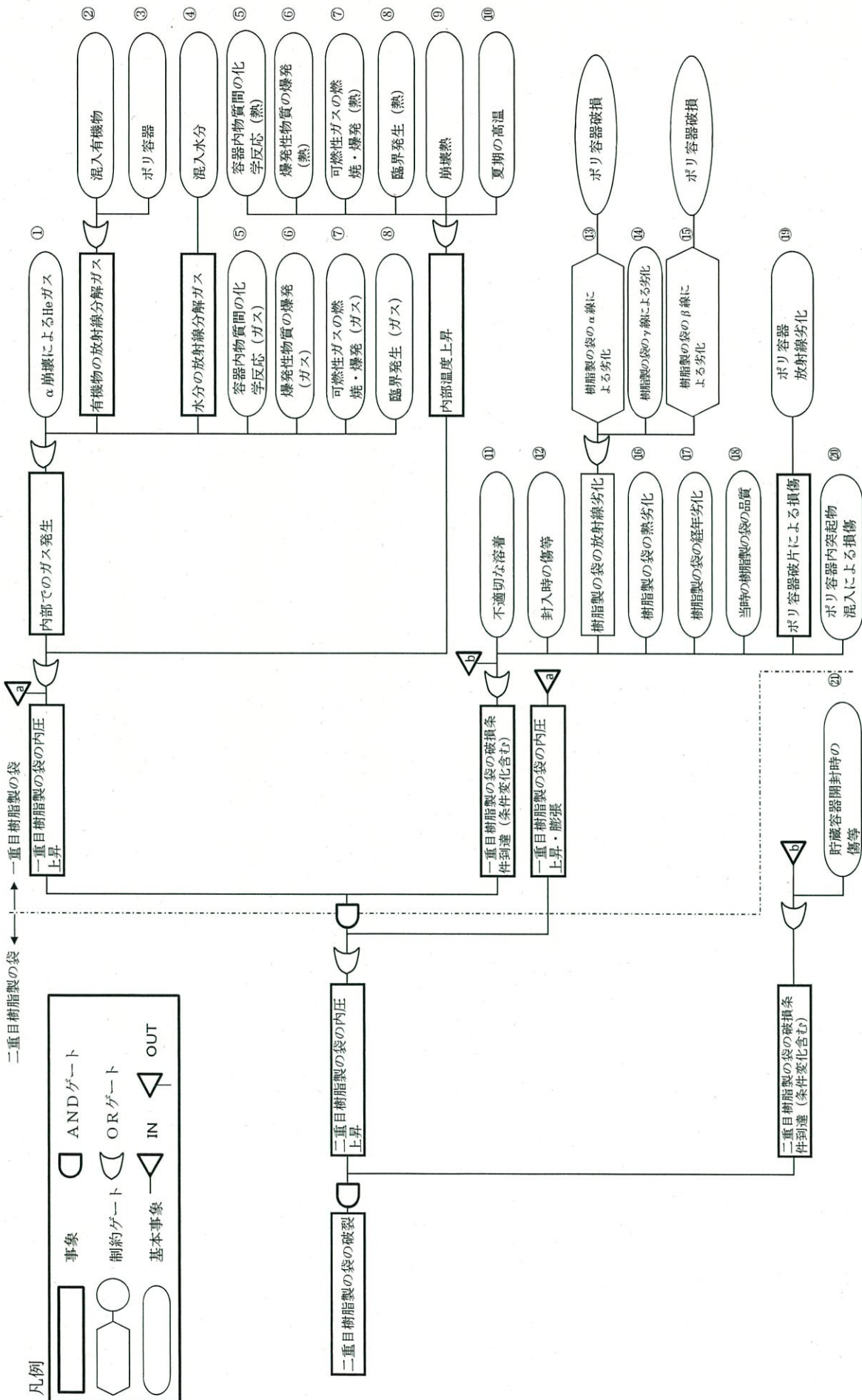


図7.1.1 樹脂製の袋の破裂要因に係るフォルトツリー図

Fig. 7.1.1 Fault tree concerning causes of the burst of the resin bags

Table 4.2.1 Intranasal Contamination Check Result

Worker	α radioactivity (Bq)
A	N/A
B	N/A
C	13
D	3
E	24

* Measuring instrument and result for this intranasal contamination check are shown in Attachment 6.

Table 4.2.2 Measuring Result of Lung Monitor at
Nuclear Fuel cycle Engineering Laboratories

(June 6, 2017)

Worker	Radioactivity (Bq)	
	Pu-239	Am-241
A	$< 2.2 \times 10^3$	$< 7.1 \times 10^0$
B	$< 5.6 \times 10^3$	8.5×10^0
C	$< 6.0 \times 10^3$	1.2×10^1
D	$< 1.4 \times 10^4$	1.3×10^2
E	2.2×10^4	2.2×10^2

Note 1: “<” means no detection of radionuclides, that is, the nuclide is below the value.

This value differs by amount of natural radionuclide in measured person’s body, etc.

Note 2: The table values are as of June 6, and the values might be changed by future measurements.

Note 3: Specification and measuring methods of lung monitor are shown in Attachment 7.

Note 4: NIRS, QST announced about the measuring result of lung monitor on June 12, 2017, “Lung monitor measurements have been implemented 3-4 times. No clear energy peak of Plutonium can be confirmed for all by any measurement. Energy peak of Americium can be confirmed in measuring data of some persons though, the level is decreasing.”

Table 4.2.3 Events in chronological order

Date	Time	Event
June 6, 2017	Around 11:15	During inspection work of storage container containing nuclear fuel materials (work with a hood (H-1)) in Room No. 108 (controlled area) at PFRF, it is confirmed the resin bag in the storage container was broken, and the possibility of radioactive contamination of five worker's bodies was confirmed. The five workers wore half-faced masks. They wore cloth gloves, rubber gloves①, rubber gloves② from inside in triplicate for the protection gloves for this work.
	Around 11:20	The worker in Room No. 108 requested to interrupt the operation of molten salt electrolysis furnace in Room No. 101 in the controlled area by telephone.
	Around 11:23	Worker A reported to the director of Fukushima Fuels and Materials Department who is the facility management supervisor on the occurrence of contamination by telephone.
	Around 11:25	Two staffs of the Radiation Safety Management Section II arrived at PFRF. The staff of Radiation Safety Management Section II confirmed Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) indicated a normal value.
	Around 11:30	The section staff confirmed radiation monitor showed no abnormality.
	Around 11:35	The section staff (one of the two above) entered the controlled area.
	Around 11:37	The section staff confirmed no contamination in the corridor of the laboratory.
	Around 11:37	The 5 workers confirmed contamination of all members as a result of using an α ray surface contamination checker for themselves.
	Around 11:48	The facility management supervisor reported to the liaison in charge (the general manager of Emergency Management Section), and on-site Command Post was set.
	Around 11:54	The facility management supervisor directed setting a greenhouse in the corridor in front of Room No. 108.
	12:00	Values indicated by Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) and ventilation dust monitor were normal.
	12:00	The Oarai on-site Response Headquarters was set up.
	12:20	Value indicated by monitoring post (P-2) is normal. No impact on the environment.
	12:22	Values indicated by Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) and ventilation dust monitor were normal.

Date	Time	Event
June 6, 2017	12:23	Radiation Safety Management Section II was requested to enter the area to check contamination of the setting place of the greenhouse.
	12:27	FAX (the 1st report) was sent. → 12:52 FAX acceptance was confirmed.
	12:43	Greenhouse materials were ready.
	12:45	Preparation for carrying in greenhouse materials was started.
	12:52	One staff of Radiation Safety Management Section II and one staff of Alpha-Gamma Section entered the controlled area. They confirmed no abnormality on the workers' health condition.
	13:05	No contamination of walls etc. of Room No. 108 (outer boundary) was confirmed. Gaps were sealed.
	13:10	Values indicated by Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) and ventilation dust monitor were normal.
	13:15	Five staffs (two from PFRF, three from other facilities) to construct the greenhouse entered the area, construction of the greenhouse at the entrance of Room No. 108 started.
	13:22	FAX (the 2nd report) was sent. → 13:40 FAX acceptance was confirmed.
	13:45	Additional staffs (one from Alpha-Gamma Section, one from another section) to construct the greenhouse entered the area.
	13:55	Rise in the indicated value of the "Pu dust monitor No.2 (Room No. 108)" was confirmed (circa 5×10^{-8} Bq/cm ³ (average concentration of a week)). The indicated value of "ventilation dust monitor" was confirmed to be within the range of normal.
	14:00	Framework of the greenhouse was completed. The work to put vinyl sheet, etc. started.
	14:20	Value indicated by monitoring post (P-2) is normal. No impact on the environment.
	14:29	Construction of the greenhouse at the entrance of the Room No. 108 was completed.
	14:30	Values indicated by Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) and ventilation dust monitor (cir. 5×10^{-8} Bq/cm ³ (average concentration of a week)): unchanged
14:30~	The workers started to leave the site (inspection of body contamination).	
14:44~	Inspection of Worker A's contamination: 100 min ⁻¹ (0.33 Bq/cm ²) at a maximum (α ray, special work cap), no body contamination after removing radiation protectors; Result of nasal cavity contamination test: normal	
14:53	FAX (the 3rd report) was sent. → 15:15 FAX acceptance was confirmed.	

Date	Time	Event
June 6, 2017	14:59~	Inspection of Worker B's contamination: 3,000 min ⁻¹ (9.7 Bq/cm ²) at a maximum (α ray, special work clothes); Body contamination after removing radiation protectors: body contamination was confirmed; Ears 500 min ⁻¹ (1.7 Bq/cm ²) (α ray); Result of nasal cavity contamination test: normal; Shower done.
	15:25~	Inspection of Worker C's contamination: 1,000 min ⁻¹ (3.3 Bq/cm ²) at a maximum (α ray, special work cap); Result of nasal cavity contamination test: 13 Bq (α ray); Shower done.
	15:30	Value indicated by monitoring post (P-2) is normal. No impact on the environment.
	16:00~	Inspection of Worker D's contamination: 1,800 min ⁻¹ (5.8 Bq/cm ²) at a maximum (α ray, overall); Result of nasal cavity contamination test: 3 Bq (α ray, special work clothes); Shower done.
	16:07~	Inspection of Worker E's contamination: greater than 100,000 min ⁻¹ (322 Bq/cm ²) at a maximum (α ray, special work clothes); Result of nasal cavity contamination test: 24 Bq (α ray)
	16:17	Value indicated by monitoring post (P-2) is normal. No impact on the environment.
	16:27	Room No. 108 was designated as the entry restriction area. (17:05 the 4th report)
	16:51	Workers in the greenhouse left the place.
	17:05	FAX (the 1st report, the 4th in total) was sent. → 17:40 FAX acceptance was confirmed.
	18:15	Value indicated by Pu dust monitor No.2 (Room No. 108): unchanged
	18:52	Decontamination of all the five workers completed.
	18:55	All the five workers left the area.
	19:05	The five workers left for Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories.
	19:08	Press release document was faxed.
	19:40	Dust collection filters of the "Pu dust monitor No.2 (Room No. 108) were replaced.
	19:41	The five workers arrived at the Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories.
	19:59	Measurement of Worker E using a lung monitor started.
20:04	After the replacement of dust collection filters of the "Pu dust monitor No.2 (Room No. 108), the value was confirmed to be within the normal range (Since then the value remain unchanged). Ventilation dust monitor: within the normal range	

Date	Time	Event
June 6, 2017	21:47	Workers clearing protection materials left the controlled area.
	22:05	Injection of chelating agent to the workers started.
	23:33	Inspection of the five workers using a lung monitor completed. As a result of the measurement, 2.2×10^4 Bq and 2.2×10^2 Bq at maximum were confirmed regarding Pu-239 and Am-241 respectively. (as of June 6)
	1:05	Injection of chelating agent to all the workers completed.
	1:42	The 5 workers arrived at Oarai Research and Development Center.
	10:00	The five workers left Oarai Research and Development Center for the National Institute of Radiological Science (NIRS).
	10:16	Work to expand the greenhouse started.
	10:42	Value indicated by monitoring post (P-2) is normal. No impact on the environment.
June 7, 2017	11:55	The five workers arrived at NIRS. Body contamination check and measurement with lung monitor started after decontamination.
	12:12	Work to expand the greenhouse completed.
	12:18	FAX (the 2nd report, the 5th in total) was sent. → 13:01 FAX acceptance was confirmed.
	13:27	JAEA reported the Nuclear Regulation Authority (NRA) judging it as the one which report is required by laws and regulations.
	16:41	Two workers entered the controlled area for inspecting the contamination of the Room No. 108 (collection of smear sample).
	17:05	FAX (the 3rd report, the 6th in total) was sent. → 17:56 FAX acceptance was confirmed.
	17:05	One of the worker left the area.
	17:09	The other worker left the area.
	18:36	Measurement of the smear sample started.
18:55	Measurement of the smear sample completed. Contamination of 55 Bq/cm^2 (α -ray) at a maximum was confirmed.	
June 8, 2017	10:43	FAX (the 4th report, the 7th in total) was sent. → 11:20 FAX acceptance was confirmed.
	16:40	Clearance and decontamination in the greenhouse was completed.
June 13, 2017	11:51	The five workers left NIRS for Oarai Research and Development Center and arrived there at 13:52. Then interview with them started.
	14:37	Collection of OSL dosimeters started.
	14:58	Collection of OSL dosimeters completed.
June 14, 2017	14:01	Entered the site of the incident.
	14:37	Carried out a SD card from the controlled area.

Date	Time	Event
June 14, 2017	14:46	The SD card was brought to On-site Response Headquarters
	14:50	The SD card arrived at On-site Response Headquarters
	15:25	Check of the image contained in the SD card started.
	15:29	Check of the image contained in the SD card completed.

*These events in chronological order are as of June 14, and there may be additions.

Date	Time	Event
June 4, 2017	14:09	Entered the site of the incident.
	14:53	Entered Room No. 108.
	15:17	Completed work to secure access root, and exited Room No. 108.
	16:43	Exited the site.
June 6, 2017	13:48	Entered the site of the incident.
	14:42	Entered Room No. 108.
	14:54	Completed to fix the lid of the storage container and attach fall prevention equipment.
	14:59	Moved out the plastic sheet and the metallic container containing scattered particles from Room No. 108
	15:08	Exited Room No. 108.
	16:29	Put the metallic container in the glove box (123-D) in Room No. 101.
	16:52	Exited the site.
June 7, 2017	9:29	Entered the site of the incident.
	14:43	Started contamination test of the corridor using wipe.
	18:24	Completed work such as wiping out contamination of the corridor that was confirmed by the contamination test, and exited the site.
June 12, 2017	15:35	Entered the site of the incident.
	17:56	Completed work concerning strengthening contamination management.
	18:09	Exited the site.
June 13, 2017	9:41	Entered the site of the incident.
	10:30	Completed work to store smear etc. in a metallic container for transportation.
	11:00	Moved out the metallic container for transportation from the controlled area, and started preparation for transportation.
	11:16	Started transporting the metallic container for transportation, and left PFRF.
	11:58	Exited the site.
June 14, 2017	14:48	Entered the site of the incident.
	17:19	Completed the preparation for the replacement of the greenhouse, and exited the site.
June 18,	10:12	Entered the site of the incident.

2017	16:20	Completed dismantling the greenhouse.
	17:02	Exited the site.
June 19, 2017	9:49	Entered the site of the incident.
	17:57	Replacement of the greenhouse (curing sheet of the floor was left).
	18:08	Exited the site.
June 20, 2017	9:16	Entered the site of the incident.
	11:35	Completed replacement of the greenhouse.
	15:36	Moved out the storage container from Room No. 108.
	16:45	Put the storage container in the glove box (123-D) in Room No. 101.
	19:04	Exited the site.

*These events in chronological order are as of present, and there may be additions.

表 6.4.1 当該貯蔵容器内のプルトニウムの5種類の同位体組成
Table 6.4.1 Composition of isotope of the plutonium in the storage container

組成名称	A	B	C	D	E
受入年月	昭和56年12月	昭和55年4月	昭和55年4月	昭和54年3月	昭和54年1月
払出元	旧動燃東海	旧原研東海	旧原研東海	旧動燃東海	旧原研東海
同位体組成データ (重量%)					
Pu-238	■	■	■	■	■
Pu-239	■	■	■	■	■
Pu-240	■	■	■	■	■
Pu-241	■	■	■	■	■
Pu-242	■	■	■	■	■
Am-241	■	■	■	■	■
組成の年月	昭和55年2月	昭和48年6月	昭和46年12月	昭和49年4月	昭和49年12月
年月	α崩壊の実効崩壊定数* (s ⁻¹)				
平成29年6月	3.06×10 ⁻¹²	1.23×10 ⁻¹²	2.19×10 ⁻¹²	2.97×10 ⁻¹²	1.20×10 ⁻¹²

*Amの分離精製を行っていないと仮定した値

核物質防護の観点から■の箇所は非開示としています。

表 6.4.2 平成8年5月から平成9年2月までに実施した
貯蔵容器内の点検結果

Table 6.4.2 Result of inspection of the inside of the storage container conducted from May 1996 to February 1997

項目	個数	備考
貯蔵容器点検総数	64	
異常なし	41	
異常あり	23	
異常ありの内訳	樹脂製の袋膨張及びポリ容器底部破損	1 更新(交換)、当該貯蔵容器(1010) 内容物「X線回折済打抜試料」
	樹脂製の袋膨張	1 更新(交換)、貯蔵容器番号:1051 内容物:Pu(NO ₃) ₄ ・5H ₂ O
	樹脂製の袋や容器の変色	21 更新(交換)

表 6.5.1 放射性物質の摂取に至った原因となる
可能性のある要因事象

Table 6.5.1 Potential incidents that caused the intake of radioactive material

被ばくのタイミング	要因事象
樹脂製の袋の破裂時	<ul style="list-style-type: none"> ・袋の破裂に伴う核物質の飛散により作業環境の空气中放射性物質濃度が急激に上昇し、その一部が半面マスクのろ過材を通過したことにより、汚染した空気を吸入摂取した。 ・破裂音が聞こえたときの反射的な顔の動き等により、半面マスクの面体と顔面との密着性（以下「半面マスクの密着性」という。）が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。
108号室での待機中	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員同士のコミュニケーションや室外との電話や口頭での連絡等で大声を出した際、半面マスクの密着性が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。 ・長時間の半面マスク装着による発汗及び呼吸中水蒸気の半面マスク面体内での結露等により半面マスクの密着性が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。 ・破裂時の飛散物又は汚染した空気に触れたことによる頭部（頭髪及び半面マスク外側の顔面）の汚染が汗とともに滴って半面マスクの面体内に侵入し、経口摂取した。
グリーンハウスでの脱装及びシャワー室での除染時	<ul style="list-style-type: none"> ・半面マスクを汚染していないものに交換する際（短時間だが半面マスクを装着しない状態となる）に、グリーンハウス内の汚染した空気を吸入摂取した。 ・流水による除染の際、頭髪や顔面を除染した水が口元などにまわり経口摂取した。 ・鼻腔除染の際、誤って一部の汚染が口腔側にまわり経口摂取した。

Table 7.1.1 Evaluation of influence degree of basic factors that caused the burst of the resin bags (1/2)

表7.1.1 樹脂製の袋の破裂に係る基本事象の影響度評価 (1/2)

基本事象 No.	基本事象名	影響度 (*1)	確認・調査事項	作業員等への聞き取り調査 (*2)	作業員等への聞き取り調査 (*2)	現地調査 (*2)	概略評価・文献献報 (*2)	検証試験 (*2)	各種調査の実施内容、調査・評価結果等
①	α崩壊によるHeガス	×	5種Pu同位体組成の中で、最も厳しい条件でHe発生量を評価	—	●	—	●	—	貯蔵容器内にあるPuの中で、α崩壊が最大となるPu同位体組成を用いて、21年間のHe発生量を計算した。その結果、発生量は12.6 mL (標準状態換算) であり、内圧上昇割合 (*3) は0.5 %程度であり、影響は小さい。
②	混入有機物	(△)	聞き取り調査等により混入有機物の種類及び量を推定する	●	●	○	—	—	主たる有機混入物はエポキシ樹脂と推定する。エポキシ樹脂は、X線回折測定用試料作成時に使用され、Pu 1 g に対してエポキシ樹脂最大10 g である。今後現物確認によりエポキシ樹脂量の適正な評価が必要。
③	ポリ容器	(△)	混入有機物の放射線分解によるガス発生量	—	—	—	●	●	エポキシ樹脂のα線分解によるガス発生。 Co-244のα線照射による圧力上昇試験の結果から、Pu 1 gあたりの21年間のガス発生量は3.96 L (標準状態換算) であり、内圧上昇割合 (*3) は172 %となる。今後、現物確認によるエポキシ樹脂量の見積もり結果などを基に、内圧上昇割合を再評価予定。
④	混入水分	△	ポリ容器の放射線分解による発生ガス量、内容物形状 (塊、分布等) 及びポリ容器への接触状況を確認 混入水分の量 (核物質の物理形態を確認した上で) 混入水分の放射線分解によるガス発生量	—	●	—	●	—	ポリエチレンのα線分解によるガス発生。 貯蔵容器内のPuがすべて粉体であり、それらがポリ容器に接するとして評価を行った結果、ガス発生量は1.03 L (標準状態換算) であり、内圧上昇割合 (*3) は45 %となる。
⑤	容器内物質間の化学反応 (ガス、熱)	×	化学反応による熱及び発生ガス種・量の推定	●	●	—	●	—	核物質全量が粉末とした場合に、吸着水分量が最大となる。文献調査結果を基に、吸着水分量を0.5 wt%と仮定して計算を行った結果、水分量1.5 gである。
⑥	爆発性物質の爆発 (ガス、熱)	×	爆発性物質生成の検査、有無 (量、爆発可能性など)、衝撃・影響等の有無の調査	●	—	—	●	—	炭化物の加水分解によるメタンガスの生成、窒化物の加水分解によるアンモニアの生成が考えられる。計量管理の帳簿から、貯蔵容器内の炭化物は最大 5 g、窒化物は最大 5 g であり、その全量が加水分解したと仮定すると、1.63 L (標準状態換算) のガスが発生する。その際の内圧上昇割合 (*3) は71 %である。また、すべての炭化物及び窒化物が粉末であり、エポキシ樹脂へ吸収される水分と反応を生じる場合の評価を行ったところ、発熱量は0.23 W、温度上昇は2 °C以下 (内圧上昇割合 (*3) 1 %以下) となる。
⑦	可燃性ガスの燃焼・爆発 (ガス、熱)	×	爆発性物質の検査、有無 (量、爆発可能性など)、衝撃・影響等の有無の調査	●	—	—	●	—	作業員への確認の結果、破裂時の爆発による異音や火花等無し。 平衡条件では爆発性物質である硝酸アンモニアは生成せず、また爆発温度である260 °C以上にも達していないため、爆発性物質の生成並びにその爆発によるガス及び熱発生の可能性は低い。
⑧	臨界発生 (ガス、熱)	×	水素等の燃焼範囲への到達可能性、爆発発生等の有無	●	—	—	●	—	作業員への確認の結果、樹脂製の袋破裂時の爆発による異音や火花等無し。 量研 高崎研におけるエポキシ樹脂へのHe照射試験においては、発生ガスの大半は水素であった。静電気等により着火源が発生して爆発したとしても、二重目樹脂製の袋は健全であったことを考えると、想定しがない。
⑨	崩壊熱	×	崩壊熱と熱バランス	●	●	—	●	—	最小臨界量は220 g (湿式条件で二重装荷を考慮して安全係数を見込んだ値) であり、実態はこれより大幅に小さい核分裂性物質重量 (5 g) であったことから、臨界発生可能性は無い。

*1 ○：影響大、△：影響中、×：小 (無視できる)、(△) / (×)：影響あり / 寄与は小 (無視できる) と評価できるが引き続き調査中
 *2 ○：実施予定、▲：一部実施済み、●：実施済み、—：実施しない
 *3 一重目の樹脂製の袋の容積3.9Lを想定し、内容物1.6Lを減じた値として、2.3Lを考慮し、これに対する内圧上昇を計算。

核物質防護の観点から■の箇所は非開示としています。

Table 7.1.1 Evaluation of influence degree of basic factors that caused the burst of the resin bags (2/2)

表7.1.1 樹脂製の袋の破裂に係る基本事象の影響度評価 (2/2)

基本事象 No.	基本事象名	影響度 (*1)	確認・調査事項	作業員等への聞き取り調査 (*2)	破棄類、作業記録等確認 (*2)	現地調査 (*2)	概略評価・文獻情報 (*2)	検証試験 (*2)	各種調査の実施内容、調査・評価結果等
⑩	夏期の高温	×	夏期の室内温度	●	-	-	-	-	作業記録の調査結果等によると、封入は秋に実施された。その時の気温を10℃として、夏期の温度上昇+20℃を見込んだとしても、内圧上昇割合 (*3) は7%である。この結果から、夏期の温度上昇が内圧上昇へ及ぼす影響は小さい。
⑪	不適切な溶着	(△)	現物の破損箇所 (溶着性)	-	-	▲	-	-	現場写真からは、溶着部の不良箇所はわからない。今後現物観察予定。
⑫	封入時の傷等	(△)	現物確認により傷等の有無	-	-	○	-	-	現物観察を実施予定。調査の結果、傷が見つかったら、破裂試験による耐圧性能評価実施を検討。
⑬	樹脂製の袋のα線による劣化	(△)	樹脂製の袋のα線照射による劣化度合い ポリ容器現物確認による劣化有無 (樹脂製の袋が直接α線源に接していたか) を確認	-	-	○	-	-	樹脂製の袋にα線による劣化をもたらすためには、ポリ容器の破損により内部の核燃料物質が放出して樹脂製の袋に接触することが必要である。このため、ポリ容器の健全性を目標による変色度合いや、触れてみることにより確認し、α線照射による樹脂製の袋劣化の可能性を確認予定。
⑭	樹脂製の袋のγ線による劣化	(△)	樹脂製の袋のγ線照射による劣化度合い	●	-	○	●	●	樹脂製の袋のγ線照射試験 (量研 高崎研) により劣化度合いを評価。樹脂製の袋のγ線照射試験後、引張試験を実施した結果、360 kgγ (貯蔵期間中の積算線量を考慮) までの照射により約30%の引張特性の低下が認められた。また、本γ線照射試験による樹脂製の袋を劣化機軸材として用いた破裂試験を実施したところ、破裂をもたらす内圧は、未照射のものに比べて低下した。また、破裂開口部の形状が非照射材と異なり、線状となることがわかった。
⑮	樹脂製の袋のβ線による劣化	×	樹脂製の袋のβ線照射による劣化度合い	-	-	-	●	-	Pu-241のβ線変に伴い放出されるβ線エネルギーは0.0208 MeVとα線のものに比べて大幅に小さいことから、⑬「樹脂製の袋のα線による劣化」における評価に包含される。
⑯	樹脂製の袋の熱劣化	×	樹脂製の袋の熱による劣化度合い	●	-	-	●	-	文献による高温での樹脂製の袋の伸びデータからの外挿を正しいとすると、室温付近においては樹脂製の袋の伸びが有意に低下する時間は、貯蔵期間に比べて長い。また、作業員への聞き取り調査や内部温度上昇に係る評価の結果、貯蔵容器の温度上昇は小さいことがわかったことから、本事象が樹脂製の袋の破損条件変化に影響する度合いは小さいと考えられる。
⑰	樹脂製の袋の経年劣化	×	樹脂製の袋の経年による劣化度合い	●	-	-	●	-	温度上昇として考えられる事象 (⑤~⑩) のいずれも貯蔵期間中に有意な劣化をもたらすほどの温度ではない。
⑱	当時の樹脂製の袋の品質	×	数十年前の樹脂製の袋の品質調査 (強度等)	-	-	-	●	-	文献調査の結果、貯蔵期間中に樹脂製の袋の破断時強度や伸びの低下はほとんど生じないことがわかった。樹脂製の袋製造メーカーへの聞き取り調査の結果、経年劣化は主に紫外線の影響によるが、放射線の影響の方が大きい。本項目は放射線による劣化 (⑨及び⑩) に包含される。
⑲	ポリ容器放射線劣化	(△)	ポリ容器現品の放射線による劣化度合い	-	-	○	-	●	樹脂製の袋製造メーカーへの聞き取り調査により、購入当時より原材料等の変更がないことを確認。品質に変更がないことから影響度合いは小さいと考えられる。
⑳	ポリ容器内突起物混入による損傷	(△)	突起物等混入有無	-	-	○	-	-	ポリ容器のγ線照射試験による劣化度合い評価を実施した結果、360 kgγまで照射してもやや変色する程度で柔軟性もほとんど変化なく劣化は認められない。1996年の貯蔵容器点検記録との整合性を評価するため、現物確認 (目視による変色、触れてみて確認) を実施予定。
㉑	貯蔵容器開封時の傷等	(×)	現物調査による開封時の傷付の有無	●	-	○	-	-	目視による有無確認を実施予定。 作業員聞き取りの結果、傷付互に係る証言なし。貯蔵容器蓋が外れた瞬間に樹脂製の袋が破裂したことか ら、本事象の影響度合いは小さいと考えられる。

*1 ○：影響大、△：影響あり、×：小 (無視できる)、(△) / (×)：影響あり / 寄与は小 (無視できる) と評価できるが引き続き調査中

*2 ○：実施予定、▲：一部実施済み、●：実施済み、-：実施しない

*3 一重目の樹脂製の袋の容積3.9Lを想定し、内容物1.6Lを減じた値として、2.3Lを考慮し、これに対する内圧上昇を計算。