

核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料第二開発室の
管理区域内における汚染について（第2報）

（案）

平成31年3月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目 次

1. 件名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生場所	1
4. 状況	1
5. 環境への影響	7
6. 事象発生場所の復旧の状況	8
7. 原因	11
8. 対策	16
9. 更なる改善事項の抽出	17
10. 大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故を踏まえた プルトリウム燃料技術開発センターにおける予防処置活動と 本事象における検証及び対策	22
11. 今後の対応	25

図 表

図 4. 1. 1	核燃料サイクル工学研究所敷地配置図	26
図 4. 1. 2	プルトニウム燃料第二開発室平面図	27
図 4. 1. 3	作業の体制図	28
図 4. 1. 4	粉末調整室 (A-103) 配置図	29
図 4. 1. 5	貯蔵容器のイメージ図	30
図 4. 1. 6	事象発生時の作業員と同等の防護具を 装着した状態 (樹脂製の袋の交換作業)	31
図 4. 2. 1	α 線用空気モニタ (α -8) 警報吹鳴時の人員配置	33
図 4. 2. 2	作業員の退出経路	34
図 4. 2. 3	グリーンハウス	35
図 4. 2. 4	目張り箇所	36
図 4. 2. 5	事象発生後の貯蔵容器の保管状態	37
図 4. 2. 6	粉末調整室 (A-103) 内の空気流線及び α 線用空気モニタ、エリアモニタの配置	38
図 4. 2. 7	α 線用空気モニタ (α -8、 α -10) 指示値のトレンド	39
図 4. 2. 8	粉末調整室 (A-103) の α 線用空気モニタ、エアスニファから 回収したろ紙の測定結果	40
図 4. 2. 9	粉末調整室 (A-103) の床面のスミヤ測定結果	41
図 4. 2. 10	炉室 (A-102)、仕上室 (A-101) のエアスニファから 回収したろ紙の測定結果	42
図 4. 2. 11	プルトニウム燃料第二開発室の空气中放射性物質濃度測定記録	43
図 4. 2. 12	プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ、 α 線用空気モニタ及びエアスニファの系統図	45
図 4. 2. 13	プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図	46
図 4. 2. 14	粉末調整室 (A-103) のエリアモニタ指示値のトレンド	47
図 4. 2. 15	作業員 A の身体汚染検査の結果 (脱装前)	48
図 4. 2. 16	作業員 B の身体汚染検査の結果 (脱装前)	48
図 4. 2. 17	作業員 C の身体汚染検査の結果 (脱装前)	49
図 4. 2. 18	作業員 D の身体汚染検査の結果 (脱装前)	49
図 4. 2. 19	作業員 E の身体汚染検査の結果 (脱装前)	50
図 4. 2. 20	作業員 F の身体汚染検査の結果 (脱装前)	50
図 4. 2. 21	作業員 G の身体汚染検査の結果 (脱装前)	51
図 4. 2. 22	作業員 H の身体汚染検査の結果 (脱装前)	51
図 4. 2. 23	作業員 I の身体汚染検査の結果 (脱装前)	52
図 4. 2. 24	半面マスクの脱装時における頭頸部・顔面の汚染検査手順	53
図 4. 2. 25	作業員 A の身体汚染検査の結果 (脱装後)	54

図 4. 2. 26	作業員 B の身体汚染検査の結果（脱装後）	55
図 4. 2. 27	作業員 C の身体汚染検査の結果（脱装後）	56
図 4. 2. 28	作業員 D の身体汚染検査の結果（脱装後）	57
図 4. 2. 29	作業員 E の身体汚染検査の結果（脱装後）	58
図 4. 2. 30	作業員 F の身体汚染検査の結果（脱装後）	59
図 4. 2. 31	作業員 G の身体汚染検査の結果（脱装後）	60
図 4. 2. 32	作業員 H の身体汚染検査の結果（脱装後）	61
図 4. 2. 33	作業員 I の身体汚染検査の結果（脱装後）	62
図 5. 1	周辺監視区域内固定放射線観測局配置	63
図 5. 2	モニタリングポスト指示値のトレンド	64
図 5. 3	プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ指示値のトレンド（全 α 放射能）	65
図 6. 1. 1	空気呼吸器の装備状況	66
図 6. 1. 2	グローブボックス No. D-8 にバグインしたステンレス缶及びアルミ缶	67
図 6. 1. 3	粉末調整室（A-103）の床面の汚染検査の結果（2 月 4 日 17 時現在）	68
図 6. 1. 4	α 線用空気モニタ（ α -8、 α -10）指示値のトレンド（2 月 1 日の作業時）	69
図 6. 2. 1	粉末調整室（A-103）の通路の表面密度測定結果（簡易除染前）	70
図 6. 2. 2	粉末調整室（A-103）の通路の表面密度測定結果（簡易除染後）	71
図 6. 3. 1	汚染検査及び除染作業の装備	72
図 6. 3. 2	除染前後の天井面の表面密度測定結果	73
図 6. 3. 3	除染前後の壁面の表面密度測定結果	74
図 6. 3. 4	除染前後のグローブボックス No. D-2 の表面密度測定結果	75
図 6. 3. 5	除染前後のグローブボックス No. D-4 の表面密度測定結果	76
図 6. 3. 6	除染前後のグローブボックス No. D-6 の表面密度測定結果	77
図 6. 3. 7	除染前後のグローブボックス No. D-8 の表面密度測定結果	78
図 6. 3. 8	除染前後のグローブボックス No. D-10 の表面密度測定結果	79
図 6. 3. 9	除染前後のグローブボックス No. D-12 の表面密度測定結果	80
図 6. 3. 10	除染前後のグローブボックス No. D-14 の表面密度測定結果	81
図 6. 3. 11	除染前後のグローブボックス No. D-16 の表面密度測定結果	82
図 6. 3. 12	除染前後の床面の表面密度測定結果	83
図 6. 4. 1	α 線用空気モニタ（ α -8、 α -10）指示値トレンド（除染前後）	84
図 6. 5. 1	粉末調整室（A-103）の立入制限区域解除に係るスミヤ測定結果	85
図 6. 5. 2	粉末調整室（A-103）の立入制限区域解除に係るダイレクトサーベイ測定結果	86
図 7. 1. 1	ステンレス缶の一重目の樹脂製の袋の観察結果	87
図 7. 1. 2	作業の流れ	88
図 7. 1. 3	事象進展シナリオ	96
図 7. 1. 4	貯蔵容器の表面温度測定結果	97
図 7. 1. 5	樹脂製の袋の損傷再現試験結果 （熱溶着装置のヘッド部先端との接触）	98

図 7.1.6	熱と錆による樹脂製の袋の破損への影響	99
図 7.2.1	ステンレス缶表面に付着していた汚染量の測定結果	100
表 4.1.1	樹脂製の袋の交換アイテム（H31.1.30）の情報	101
表 4.2.1	作業員の身体汚染検査、半面マスク汚染検査及び鼻腔汚染検査の結果	102
表 4.2.2	作業員の外部被ばくによる実効線量及び等価線量推定結果	103
表 4.2.3	時系列	104
表 5.1	核燃料サイクル工学研究所 周辺監視区域内における空気中全 α 放射能濃度	106
表 5.2	プルトニウム燃料第二開発室の排気中放射性物質濃度測定結果	107
表 6.4.1	事象発生以降の粉末調整室（A-103）の 空気中放射性物質濃度測定結果	108
表 10.2.1	燃料研究棟の事故を受けた再発防止対策・水平展開の 実施状況に関する検証・分析	109

添 付

添付 4.1.1	プルトニウム燃料第二開発室の概要	111
添付 4.1.2	バッグイン・バッグアウト、二重梱包作業のイメージ	112
添付 7.1.1	樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験	117
添付 7.1.2	樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験	135
添付 7.1.3	貯蔵容器の熱解析	136

1. 件名

核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染について

2. 事象発生の日時

事象発生の日時：平成 31 年 1 月 30 日（水）14 時 24 分 α 線用空気モニタ（ α -8）警報吹鳴

法令報告事象と判断した日時：平成 31 年 1 月 30 日（水）15 時 22 分

〔・保安規定に基づく立入制限区域を設定したこと。〕

3. 事象発生の場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所

プルトニウム燃料第二開発室粉末調整室（A-103）（管理区域）

4. 状況

4.1 事象発生に至る経緯

プルトニウム燃料第二開発室（図 4.1.1、添付 4.1.1 参照）では、核燃料物質を金属製の貯蔵容器に収納し、貯蔵容器を二重の樹脂製の袋で包蔵し、貯蔵室で貯蔵管理している。この樹脂製の袋は、放射線や熱の影響により、劣化することが確認されており、プルトニウム燃料第二開発室を管理するプルトニウム燃料技術開発センターでは、管理基準に基づき、樹脂製の袋を定期的に交換することで、樹脂製の袋の健全性を確保している。

事象発生時は、樹脂製の袋の交換が必要となった貯蔵容器 2 本を、プルトニウム燃料第二開発室のプルトニウム・ウラン貯蔵室から粉末調整室（A-103）（図 4.1.2 参照）に運搬し、樹脂製の袋の交換作業を実施していた。本作業の実施体制を図 4.1.3 に示す。樹脂製の袋二重で梱包された貯蔵容器（以下「貯蔵容器二重梱包物」という。）2 本を、粉末調整室（A-103）のグローブボックス No. D-8（図 4.1.4 参照）にまとめてバッグインして、グローブボックス内で古い樹脂製の袋（二重目及び一重目）を取り外して、貯蔵容器の外観の目視点検を実施後に、グローブボックス No. D-8 から 1 本ずつ個別にバッグアウトした。さらに二重目の樹脂製の袋の封をする作業（以下「二重梱包作業」という。）を実施していた。樹脂製の袋を交換した貯蔵容器は、プルトニウム・ウラン貯蔵室へ運搬して、再び貯蔵する予定であった。今回の交換対象の貯蔵容器は、プルトニウム・ウラン混合酸化物（MOX）粉末を収納しており、アルミニウム製の貯蔵容器（以下「アルミ缶」という。）及びステンレス鋼製の貯蔵容器（以下「ステンレス缶」という。）各 1 本であった（図 4.1.5、表 4.1.1 参照）。樹脂製の袋の交換作業に当たっては、作業マニュアルに基づき、防護具（ヘルメット又は簡易ヘルメット、作業衣、帽子、靴下、綿手袋、RI 用ゴム手袋、RI 作業靴、放射線防護用エプロン及び半面マスク（電動ファン付半面マスク又は半面マスク））を装備（図 4.1.6 参照）し、プルトニウム燃料技術開発センター基本動作マニュアル（以下「基本動作マニュアル」という。）に基づき作業を行っていた（基本動作マニュアルの概要を添付 4.1.2 に示す）。

4.2 事象発生時の状況

(1) 事象発生状況

平成 31 年 1 月 30 日の午後、粉末調整室（A-103）には、樹脂製の袋の交換作業に 4 名（作業員 B、C、D、E）、樹脂製の袋の交換対象の貯蔵容器の運搬作業に 3 名（作業員 G、H、I）、樹脂製の袋の交換とは別の作業である設備調整に 2 名（作業員 A、F）がおり、同室内でそれぞれ作業を行っていた。

平成 31 年 1 月 30 日 13 時 40 分頃から作業員 G、H、I が、プルトニウム燃料第二開発室プルトニウム・ウラン貯蔵室内の棚から樹脂製の袋の交換対象となっている貯蔵容器 2 本（樹脂製の袋二重で梱包されたアルミ缶（以下「アルミ缶二重梱包物」という。）、樹脂製の袋二重で梱包されたステンレス缶（以下「ステンレス缶二重梱包物」という。）各 1 本）の取り出し作業を開始した。プルトニウム・ウラン貯蔵室から貯蔵容器二重梱包物を取り出した段階で、貯蔵容器を梱包している樹脂製の袋表面の汚染検査を行い、樹脂製の袋に異常のないことを確認し、プルトニウム及びウラン運搬車（F 型）（以下「運搬車」という。）に収納した。

14 時 00 分頃、作業員 G が、粉末調整室（A-103）で運搬車から貯蔵容器二重梱包物 2 本を取り出し、作業員 D に引き渡した。作業員 D、E は、グローブボックス No. D-8 に貯蔵容器二重梱包物 2 本をまとめてバッグインし、作業員 E がグローブボックス内で古い樹脂製の袋を取り外し、アルミ缶及びステンレス缶の外観の目視確認を行った。14 時 10 分頃から作業員 B、C、D が粉末調整室（A-103）のグローブボックス No. D-8 からグローブボックス外へ貯蔵容器のバッグアウトを開始した。アルミ缶、ステンレス缶の順にバッグアウトを行った。この段階で、バッグアウトされた貯蔵容器は一重目の樹脂製の袋に梱包された状態となる。作業員 C が樹脂製の袋一重で梱包されたアルミ缶（以下「アルミ缶一重梱包物」という。）を二重梱包する作業場所に移動し、作業場所に敷いた緩衝材の上に置いた。その後、作業員 B が樹脂製の袋一重で梱包されたステンレス缶（以下「ステンレス缶一重梱包物」という。）を二重梱包する作業場所に移動し、二重目の樹脂製の袋に入れ、作業員 C とともに、先にステンレス缶一重梱包物の二重梱包作業を行った。作業員 B が封をした二重目の樹脂製の袋表面をネルスミヤ（約 10cm 角の布）で拭き取り、作業員 E が汚染検査を行ったところ、14 時 20 分頃、レベルの高い汚染（使用したサーベイメータの初期設定レンジでは測定できないレベル）が検出された。汚染検査を実施している間に、作業員 C は、続けて二重梱包を行うための準備として、緩衝材の上で、アルミ缶一重梱包物を二重目の樹脂製の袋に入れた。レベルの高い汚染が検出されたため、作業員 E が作業員 B の汚染を確認した部位に簡易固定（ビニル袋をかぶせるなど）を開始した。14 時 24 分に粉末調整室（A-103）内の α 線用空気モニタ（ α -8）警報が吹鳴し、放射線管理第 1 課員（以下「放管員という。」）により放射能異常が発生した旨が全館放送された。この時点で、粉末調整室（A-103）内には、作業員 9 名がおり、全員が半面マスクを着用していた。警報吹鳴時の粉末調整室（A-103）における作業員 9 名の位置関係を図 4.2.1 に示す。

作業員 E は、汚染が検出されたステンレス缶二重梱包物を、遮へいシートとともに、大きなビニル袋に入れ、口の部分をたたみ込んだ。その後、14 時 27 分、粉末調整室（A-103）内の別の α 線用空気モニタ（ α -10）警報が吹鳴し、放管員による放送が再度行われた。作業員 9 名全員が、粉末調整室（A-103）内の空気流線で風上（廊下側）に退避し、その後、粉末調整室（A-103）内の炉室（A-102）側に退避した。この間に、作業員相互での汚染検査を実施し、汚染が確認された部位には簡易固定を実施した。

放管員は、放射線防護具の着装及び退出経路（図 4.2.2 参照）となる炉室（A-102）及び仕上室（A-101）の床などへのビニルシートでの養生を実施した。

15 時 22 分頃に作業員 9 名は粉末調整室（A-103）から隣の炉室（A-102）へ順次退出し、炉室（A-102）又はさらに隣の仕上室（A-101）において、作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるための放管員による簡易な汚染検査を受けた。最初に汚染検査を受けた作業員 E については、仕上室（A-101）において、汚染が確認された部位に、追加で汚染の固定を行った。1 人目の汚染固定に時間を要したことから、残り 8 名の作業員の汚染固定には多くの時間が必要と判断し、2 人目以降は、ある程度簡易固定を実施した状態で、仕上室（A-101）又は炉室（A-102）において、作業衣の表面の汚染の拡大を防止するため新たな作業衣を重ね着させた。

作業員の簡易な身体汚染検査作業と並行して、仕上室（A-101）前の廊下にグリーンハウスを設置（図 4.2.3 参照）するとともに、グリーンハウス内対応者（廃止措置技術開発課員）の放射線防護具の着装を進め、16 時 31 分にグリーンハウスへの作業員の受入準備を完了した。また、この間に粉末調整室（A-103）及び炉室（A-102）の扉の目張り（図 4.2.4 参照）を実施した。

1 人目の作業員 E については、仕上室（A-101）において、作業衣（重ね着していない）の背中部分をハサミで切断して脱がせた後、装着していた半面マスクを取り外し、全面マスクを装着させた。半面マスク脱装においては、内部被ばくの防止及びその可能性の判断を適切に実施するうえで極めて重要であるとの認識のもと、作業員本人には呼吸を止めさせ、複数の放管員による分担で頭頸部全体・頬付近（半面マスク面体と接していた部分）・頭髮の汚染検査、帽子的交換、頬付近の拭き取りを合わせて実施し、最後に全面マスクを装着させた。作業衣の脱装後、放管員が下着のみの状態の作業員の頭部（顔面、頭髮含む）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手、足の身体汚染検査を実施し、有意な値が検出されないことを確認した。また、取り外した半面マスクの面体内側の汚染検査も行い、有意な値が検出されないことを確認した。

2 人目以降は、仕上室（A-101）で装着していた半面マスクを取り外し、全面マスクを装着させた後、作業衣 2 枚を重ねた状態で背中部分をハサミで切断して脱がせた。1 人目と同様、半面マスク脱装においては、内部被ばくの防止及びその可能性の判断を適切に実施するうえで極めて重要であるとの認識のもと、作業員本人には呼吸を止めさせ、複数の放管員による分担で頭頸部全体・頬付近（半面マスク面体と接していた部分）・頭髮の汚染検査、帽子的交換、頬付近のふき拭き取りを合わせて実施し、最後に全面マスクを装着させた。作業衣の脱装後、放管員が下着のみの状態の作業員の頭部（顔面、頭髮含む）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手、足の身体汚染検査を実施し、有意な値が検出されないことを確認した。また、取り外した半面マスクの面体内側の汚染検査も行い、有意な値が検出されないことを確認した。

放管員による身体汚染検査を終了した作業員 9 名のうち、作業員 6 名（作業員 A、B、C、E、F、G）は仕上室（A-101）から廊下に設置されたグリーンハウスに退出し、1 段目及び 2 段目のグリーンハウス（GH-1 及び GH-2）で下着の状態で、3 段目のグリーンハウス（GH-3）では新しい作業衣を着用した状態で身体汚染検査を実施した後、廊下へ退出した。なお、このうち 1 段目のグリーンハウス（GH-1）内の身体汚染検査において、作業員 E の帽子及び作業員 C の左腕部の下着（T シャツ）と皮膚から有意な値を検出した。放射線管理第 1 課長は、廃止措置技術課員から下着（T シャツ）及び帽子での有意な計数について相談を受け、帽子は仕上室（A-101）での全面マスクへの装着の際に新しいものと交換したものであること、作業員 C の当該部位は仕上室（A-101）におけ

る放管員による汚染検査で確実に検出下限値未満であることを確認したこと、またグリーンハウス内ではラドン子孫核種による偽計数が発生しやすいことが経験されていることから、偽計数であるとの判断を回答した。これを受け廃止措置技術課員は、GH-1 においては皮膚の当該部位の拭き取りとその後有意な値が検出されなくなったことの確認並びに下着（T シャツ）及び帽子の当該部位のテープ固定を、GH-2 においては当該下着（T シャツ）の脱衣及び帽子の新しいものへの交換を行った。作業員 2 名（C 及び E）について、GH-1 での身体汚染検査ではこれらの偽計数と判断した部位以外に有意な値は検出されず、さらに GH-2 及び GH-3 での身体汚染検査では有意な値は検出されなかった。2 名を除く 4 名のグリーンハウス（GH-1, 2, 3）での身体汚染検査では、有意な値は検出されなかった。

放管員による身体汚染検査を終了した作業員 9 名のうち、残りの作業員 3 名（作業員 D、H、I）は、身体汚染検査が終了した時点でグリーンハウスに既に他の作業員が入っていたことから、できるだけ速やかに鼻腔汚染検査（鼻スミヤ）を実施し内部被ばくの可能性の有無を確認できるよう、仕上室（A-101）内の脱装・身体汚染検査を実施した場所からは離れた場所に移動し、放管員が下着のみの状態の作業員の身体汚染検査を再度実施し有意な値が検出されないことを確認した後、直接廊下へ退出し、新しい作業衣を着た。

廊下へ退出した作業員 9 名は、全面マスクを装着したまま放射線管理室へ移動し、放射線管理室で鼻腔汚染検査（鼻スミヤ）を実施し、有意な値は検出されないことが確認された後、全面マスクを取り外した。

上記の経緯を踏まえ、19 時 18 分、最終的に作業員 9 名全員の皮膚汚染及び内部被ばくはないと判断した。

事象発生後の 1 月 30 日 21 時 40 分頃撮影した貯蔵容器の保管状態の写真を図 4.2.5 に示す。アルミ缶一重梱包物が二重目の樹脂製の袋の中に入れてあるが、二重目の樹脂製の袋はまだ封がされていない状態で緩衝材の上に置かれている。ステンレス缶一重梱包物は、二重目の樹脂製の袋で封入されたものが、遮へいシートとともに大きなビニル袋の中に入れられ、ビニル袋の口の部分をたたみ込んだ状態で、緩衝材の上に置かれている。

(2) 粉末調整室（A-103）及び他の管理区域内における放射線及び汚染の状況

① 粉末調整室（A-103）内の空気汚染の状況

粉末調整室（A-103）における空气中放射性物質の濃度については、 α 線用空気モニタ（ α -8 及び α -10）の指示値がそれぞれ $9.1 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、 $2.9 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 相当に上昇し、警報設定値（ $7 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ 相当）を超え、警報が吹鳴したが、その後 α -8 がやや上昇した（15 時 15 分： $9.8 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 相当）以降は安定し、ほとんど変動がない状態が継続した（図 4.2.6、図 4.2.7 参照）。これらの値は、モニタ指示値（単位：cpm）から 1 週間の平均濃度として評価しているものであるが、法令に定める放射線業務従事者の呼吸する空气中濃度限度（プルトニウム-238（不溶性の酸化物以外の化合物）：三月間における平均濃度 $7 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ ）を超えるおそれがあることから、平成 31 年 1 月 30 日 14 時 50 分に粉末調整室（A-103）を立入制限区域に設定した。

平成 31 年 1 月 30 日 21 時 38 分、放管員が、粉末調整室（A-103）に入室し、 α 線用空気モニタ（ α -8、 α -10）のろ紙及びエアスニファ（A/S-47、A/S-48、A/S-49、A/S-50、A/S-51、A/S-52）のろ紙の交換を実施した。

ろ紙の交換後、 α 線用空気モニタ（ α -8、 α -10）の指示値がそれぞれ $1.2 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 相当、 $3.7 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ 相当まで低下したが、事象発生前の通常の変動範囲（ $1.8 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ 程度相当）に比べて高い値を示したものの、その後有意な変動はない。また、回収したろ紙全 8 枚を測定し 1 週間の平均濃度を評価した結果、最大で $3.0 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ （A/S-49）であった（図 4.2.8 参照）。

②粉末調整室（A-103）の表面汚染の状況

平成 31 年 1 月 30 日、上記ろ紙交換と並行して粉末調整室（A-103）に入室し、汚染が確認されたステンレス缶二重梱包物の保管場所周辺を除く床面 20 点の汚染検査（スミヤ法）を実施した結果、最大で 1.1Bq/cm^2 （ α 線）（グローブボックス No. D-8 と No. D-6 の間）であった（図 4.2.9 参照）。

③粉末調整室（A-103）以外の管理区域内の汚染の状況

退出経路として使用した炉室（A-102）のエアスニファ（A/S-53）のろ紙及び仕上室（A-101）のエアスニファ（A/S-55、A/S-56）のろ紙（採取期間：平成 31 年 1 月 25 日～1 月 30 日）を交換し、回収したろ紙を測定した結果、いずれも管理目標値（ $7 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ ）以下であった（図 4.2.10 参照）。

また、平成 31 年 1 月 30 日、グリーンハウスから全員退出した後に、グリーンハウスの内側 18 点及び外側周辺の床面 17 点について実施した汚染検査（スミヤ法）の結果、全て管理目標値（検出下限値（ α : 0.04Bq/cm^2 ）に同じ）以下であった。

平成 31 年 2 月 5 日、定常放射線管理の一環として平成 31 年 1 月 25 日～2 月 1 日の期間に採取したプルトニウム燃料第二開発室の α 線用空気モニタ及びエアスニファ（粉末調整室（A-103）、炉室（A-102）及び仕上室（A-101）を除く）並びに排気モニタのろ紙を測定した。その結果、全て管理目標値以下であった（図 4.2.11 参照）。

以上のことから、汚染は施設内の管理区域の限定された範囲に留まっていることを確認した。

なお、上記平成 31 年 1 月 25 日～2 月 1 日に採取したろ紙のうち、粉末調整室（A-103）に接している粉末調整室（F-103）及びフィルタ室（C-215）のろ紙から検出下限値を超える値を検出した（最大で $1.4 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ （管理目標値の 1/5））が、床面・壁面・天井面計 58 点の汚染検査（スミヤ法）の結果は全て管理目標値（検出下限値（ α : 0.04Bq/cm^2 ）に同じ）以下であった。粉末調整室（F-103）及びフィルタ室（C-215）のろ紙からの検出下限値を超える値の検出は、部屋間の扉、配管貫通部等の僅かな隙間に起因するものと考えられる。

プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ、 α 線用空気モニタ及びエアスニファの系統図を図 4.2.12 に示す。また、プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図を図 4.2.13 に示す。

④粉末調整室（A-103）内の外部放射線の状況

事象が発生した平成 31 年 1 月 30 日 14 時 24 分以降、粉末調整室（A-103）内に設置したエリアモニタ（ガンマ線及び中性子用）の指示値は通常の変動範囲内であり、外部放射線の異常はなかった（図 4.2.6、図 4.2.14 参照）。

(3) 作業員の汚染・被ばくの状態

① 身体汚染の状態

粉末調整室（A-103）内で簡易な汚染拡大防止措置を実施し、退出した後、炉室（A-102）及び仕上室（A-101）において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるため行った簡易な身体汚染検査の結果、全員の手部（RI 用ゴム手袋又はビニル袋での養生の表面）、RI 作業靴、作業衣及び一部の作業員の帽子に汚染が認められた。この汚染検査で測定された値は最大で $1.2\text{Bq}/\text{cm}^2$ （ α 線）であったが、この汚染検査の前に作業員及び放管員が簡易な汚染拡大防止措置を実施した部分は含まれておらず、作業員の身体汚染の最大値を示すものではない。また、作業員 9 名のうち作業員 5 名の半面マスクのプレフィルタ（フィルタカバーの構造上、内部のフィルタの汚染検査が困難な型のマスクについて、汚染検査を確実に実施する目的でフィルタカバー外側に追加で取り付け付けたフィルタ）に有意な値を検出した（表 4.2.1、図 4.2.15～図 4.2.23 参照）。

仕上室（A-101）において、作業衣及び半面マスクの脱装後の作業員に対し、放管員が実施した頭部（顔面及び頭髮含む）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手及び足の身体汚染検査の結果、作業員 9 名全員に有意な値は検出されなかった。なお、この仕上室（A-101）での半面マスク脱装においては、内部被ばくの防止及びその可能性の判断を適切に実施するうえで極めて重要であるとの認識のもと、作業員本人には呼吸を止めさせ、複数の放管員による分担で頭頸部全体・頬付近（半面マスク面体と接していた部分）・頭髮の汚染検査、帽子の交換、頬付近のふき拭き取りを合わせて実施し、最後に全面マスクを着装させた（図 4.2.24 参照）。

放管員による身体汚染検査を終了した作業員 9 名のうち、作業員 6 名はグリーンハウスに退出し、1 段目及び 2 段目のグリーンハウス（GH-1 及び GH-2）で下着の状態で、3 段目のグリーンハウス（GH-3）では新しい作業衣を着用した状態で、廃止措置技術課員による身体汚染検査を受けた。このうち 1 段目のグリーンハウス（GH-1）内の簡易な身体汚染検査において、作業員 E の帽子及び作業員 C の左腕部の下着（T シャツ）と皮膚から有意な値を検出した。放射線管理第 1 課長は、廃止措置技術課員から下着及び帽子での有意な計数について相談を受け、帽子は仕上室（A-101）での全面マスクへの装着の際に新しいものと交換したものであること、作業員 C の当該部位は仕上室（A-101）における放管員による汚染検査で確実に検出下限値未満であることを確認したこと及びグリーンハウス内ではラドン子孫核種による偽計数が発生しやすいことが経験されていることから、偽計数であるとの判断を回答した。これを受け廃止措置技術課員は、念のため作業員 C の下着の脱衣及び皮膚の当該部位の拭き取りを行った後、これらの部位の汚染検査を行い有意な値が検出されないことを確認した。また、作業員 E の帽子については、当該部位のテープ固定を行った後、新しいものに交換した。グリーンハウス内で身体汚染検査を受けた 6 名全員について、偽計数と判断した部位以外には有意な値の検出はなかった。

また、グリーンハウスに退避しなかった残りの作業員 3 名については仕上室（A-101）内の脱装直後に身体汚染検査を受けた場所からは離れた場所で再度放管員による汚染検査を受け、有意な値が検出されないことを確認した後、廊下に退出した。

以上の身体汚染検査の結果から、一部偽計数と判断した計数はあったが、その他の複数回の測定において検出下限値（ α : $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）を超える有意な値は検出されなかったことをもって皮膚汚染はないと判断した（表 4.2.1、図 4.2.25～図 4.2.33 参照）。

②内部被ばくの状況

作業員 9 名全員の半面マスクの面体内側の汚染検査の結果有意な値は検出されなかったこと及び鼻腔汚染検査の結果、作業員 9 名全員に有意な値は検出されなかったことから、内部被ばくはないと判断した（表 4.2.1 参照）。

③外部被ばくの状況

外部被ばくによる実効線量については、作業員全員が定常モニタリング用の個人線量計（TLD バッジ）を着用していたが、当該事象に係る外部被ばく線量（汚染発生から仕上室（A-101）退出完了までの間の被ばく線量）のみを評価することはできないため、粉末調整室（A-103）、炉室（A-102）及び仕上室（A-101）のうち最も線量率の高い粉末調整室（A-103）に事象発生から仕上室（A-101）退出完了までの最長時間（平成 31 年 1 月 30 日 14 時 24 分～19 時 08 分の約 4 時間 50 分）まで滞在したとの保守的な仮定に基づき評価した結果、この事象に係る線量は $2.6 \times 10^{-2}\text{mSv}$ であった（表 4.2.2 参照）。ここで粉末調整室（A-103）の線量率には同室に設置されたエリアモニタ指示値の同時時間帯の平均値（ γ -1 : $4.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 、 n -1 : $0.9\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）を用いた。

また、皮膚の等価線量については、作業衣等に付着した汚染は拡大防止措置のためにテープ等で固定したことにより正確な汚染密度が不明であることから、事象が発生した粉末調整室（A-103）内の汚染検査（スミヤ法）結果の最大値（作業台上で $1.5\text{Bq}/\text{cm}^2$ （ α 線））の汚染が直接皮膚に付着していたものとし、汚染継続時間は当該事象発生から仕上室（A-101）へ退室完了するまでの時間（約 4 時間 50 分）とする保守的な仮定に基づき評価した結果、 $8.1 \times 10^{-5}\text{mSv}$ となった。なお、汚染が付着していた RI 用ゴム手袋及び作業衣等の防護具による遮へい効果は考慮していないことから、実際の等価線量はさらに小さくなると考えられる。

本事象発生時の時系列を表 4.2.3 に示す。

4.3 法令報告に係る通報の状況

プルトニウム燃料第二開発室粉末調整室（A-103）の α 線用空気モニタ（ α -8）において空气中放射性物質濃度 $9.1 \times 10^{-7}\text{Bq}/\text{cm}^3$ 相当（1 週間の平均濃度）が検出され、法令に定める放射線業務従事者の呼吸する空气中濃度限度（プルトニウム-238（不溶性の酸化物以外の化合物）：三月間における平均濃度 $7 \times 10^{-7}\text{Bq}/\text{cm}^3$ ）を超えるおそれがあることから、保安規定第 I 編第 22 条に基づき、平成 31 年 1 月 30 日 14 時 50 分、粉末調整室（A-103）を立入制限区域に設定した。併せて、同日 15 時 22 分、本事象を核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 62 条の 3 に基づく法令報告事象と判断した。以上のことを、同日 15 時 36 分に、原子力規制庁に報告した。

5. 環境への影響

事象発生時、プルトニウム燃料第二開発室の給排気設備は運転を継続し、管理区域内の負圧を正常に維持しており、周辺監視区域内のモニタリングポスト（空間ガンマ線量率）及びプルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ（全 α 放射能）の指示値は全て通常の変動範囲内であった。また、平成31年1月25日～平成31年2月26日の期間に同施設の排気モニタのろ紙に捕集された空气中放射性物質を測定した結果、検出下限値（ α ： $1.5 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ ）未満であった。さらに、平成31年1月29日～平成31年2月5日の期間に周辺監視区域内3か所に設置されたダストサンプラのろ紙に捕集された空气中放射性物質（全 α 放射能）を測定した結果、空气中濃度は通常の変動範囲内であった。

以上のことから、本事象による環境への影響はないと判断した（図5.1、図5.2、図5.3、表5.1、表5.2参照）。

6. 事象発生場所の復旧の状況

6.1 ステンレス缶二重梱包物及びアルミ缶一重梱包物のグローブボックス内へのバッグイン及び粉末調整室（A-103）の汚染検査

平成31年2月1日、ステンレス缶二重梱包物及びアルミ缶一重梱包物の樹脂製の袋及び貯蔵容器の表面の状態を確認するために、特殊放射線作業計画書「金属容器の搬入作業」に基づき、粉末調整室（A-103）に入室し、床面等の汚染検査並びにステンレス缶二重梱包物及びアルミ缶一重梱包物のグローブボックスNo.D-8へのバッグインを実施した。作業装備は、タイベックスーツ、空気呼吸器、アノラックスーツ、オーバースーツ二重、RI用ゴム手袋三重及びシューズカバー二重である（図6.1.1参照）。

まず、1班目（作業員3名）が、粉末調整室（A-103）に入室し、床面の汚染検査（ネルスミヤ（一部スミヤ）採取）を行いながら、汚染の舞い上がりを防止するため床面に水で湿らせた紙タオルを敷き、その上を歩く形で、炉室（A-102）側の入り口から樹脂製の袋の交換作業を実施した場所（グローブボックスNo.D-8及びNo.D-10付近）に向けて移動した。事象発生当日に使用していたグローブボックスNo.D-8付近の作業台の汚染検査（ネルスミヤ採取）を実施した後、水で湿らせた紙タオルを敷き、作業台の養生シートの上に新しいビニルシートを被せた。また、グローブボックスNo.D-8とNo.D-10の間に置いてあったステンレス缶二重梱包物及びアルミ缶一重梱包物をグローブボックスNo.D-8にバッグインするための準備作業として、ステンレス缶二重梱包物及びアルミ缶一重梱包物をグローブボックスNo.D-8の搬出入ポート内に移動し、搬出入ポートに新しい樹脂製の袋をバング（樹脂製の袋を押さえつけるための治具）を用いて装着した。この作業を実施し、1班目は、粉末調整室（A-103）から、炉室（A-102）、仕上室（A-101）及び廊下に設置されたグリーンハウスを経て廊下に退出した。

次いで、2班目（作業員3名）が、1班目が準備した新しい樹脂製の袋を用いて交換手順に基づき、ステンレス缶二重梱包物及びアルミ缶一重梱包物をまとめてグローブボックスNo.D-8へバッグインした（図6.1.2参照）。バッグイン作業終了後、粉末調整室（A-103）から、炉室（A-102）、仕上室（A-101）及びグリーンハウスを経て廊下に退出した。

1班目が実施した床面等の汚染検査の結果は、最大で 1.5Bq/cm^2 （作業台に敷かれた養生シートの上）であった（図6.1.3参照）。この値は、法令に定める管理区域の表面密度限度（ α 線を放出する核種； 4Bq/cm^2 ）を下回る値であった。1班目及び2班目の作業員6名全員の身体汚染検査の

結果、有意な値は検出されなかった。また、作業中、粉末調整室（A-103）の α 線用空気モニタ（ α -8、 α -10）の指示値は、平成31年1月30日のろ紙交換後の値と比べて、変動はなかった（図4.2.7、図6.1.4参照）。

平成31年2月4日より、金属容器及び樹脂製の袋等の詳細を確認する作業のために、特殊放射線作業計画書「金属容器のPVCバッグの外観確認作業」に基づき、粉末調整室（A-103）に入室し、床面等の汚染検査・簡易除染並びにグローブボックスNo. D-8にバッグインしたステンレス缶及びアルミ缶を梱包していた樹脂製の袋（一重目、二重目）等の外観確認を実施した。なお、樹脂製の袋等の外観確認の結果については、「7.1項」にて述べる。

また、床面等の汚染検査の結果については、平成31年2月1日に実施した汚染検査の結果と合わせて図6.1.3に示した。なお、作業装備は、全面マスク、タイベックスーツ（二重、グローブボックス作業員は三重）、RI用ゴム手袋（三重、グローブボックス作業員は四重）及びシューズカバー三重である。

6.2 粉末調整室（A-103）の通路の汚染検査及び簡易除染作業

粉末調整室（A-103）の汚染検査と除染を行うにあたり、床からの汚染の舞い上がりを軽減するため、まずは、通路の汚染検査及び簡易除染作業を実施した。

通路の汚染検査及び簡易除染作業については、汚染状況を把握するために、粉末調整室（A-103）の通路を約1m×1mに区画化し、ネルスミヤによる拭き取りを行い、その後、ネルスミヤのダイレクトサーベイを行うことにより表面密度を測定した。簡易除染前の粉末調整室（A-103）の通路の表面密度測定結果を図6.2.1に、簡易除染後の表面密度測定結果を図6.2.2に示す。

簡易除染前の表面密度については、通路の多くの区画で有意な値を示しており、特に、貯蔵容器のバッグアウトを実施したグローブボックスNo. D-8の搬出入ポート近傍及び二重目の樹脂製の袋に封をした場所近傍のエリアが高い傾向にあることを確認した。なお、通路で表面密度が最も高い箇所はグローブボックスNo. D-8の搬出入ポート近傍の床面（1.4Bq/cm²）であった。

通路の簡易除染作業は、水で湿らせた紙タオル等を用いた拭き取りにより実施した。簡易除染が終了した区画は、ネルスミヤによる拭き取りを実施し、ネルスミヤのダイレクトサーベイを行うことにより表面密度を測定した結果、遊離性の汚染がほぼ管理目標値以下となった。

なお、通路を含む床面全体については、壁面、天井面等の汚染検査及び除染作業を行った際、汚染が床に落ちる可能性があることから、再度、汚染検査及び除染作業を行うこととした。

6.3 粉末調整室（A-103）の天井面、壁面、グローブボックス、床面及び機器等の汚染検査及び除染作業

特殊放射線作業計画書「粉末調整室（A-103）内の汚染検査、除染作業等」に基づき、粉末調整室（A-103）の天井面、壁面、グローブボックス、床面及び機器等の汚染検査及び除染作業を行った。

作業装備は、全面マスク、タイベックスーツ二重（天井面等上層部作業員は三重）、マスクカバー（天井面等上層部作業員のみ着用）、RI用ゴム手袋三重及びシューズカバー三重である（図6.3.1参照）。

作業に当たっては、それぞれの箇所を区画化し、区画ごとに汚染検査及び除染作業を行った。汚染検査及び除染の方法は、除染前にネルスミヤによる拭き取りを行い、ネルスミヤのダイレクト

サーベイを行うことにより表面密度を測定した。その区画毎に水で湿らせた紙タオル等を用いた拭き取りによる除染を実施し、除染終了後、除染前と同様の方法で表面密度を測定した。

備品・機器類のうち一部、機器の操作盤等においてスイッチ、表示灯類が入り組んでいるなど拭き残しが生じる可能性がある箇所については、汚染検査及び除染作業を行った後、念のためビニルシートで養生した。

除染前の汚染検査の結果、天井面に汚染は検出されなかったが、床面、壁面及びグローブボックスから汚染を検出した。最大値としてグローブボックス No. D-8 及びグローブボックス No. D-6 の天板面において、それぞれ $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ の汚染を検出したが、除染後、全ての区画において遊離性の汚染が管理目標値以下であることを確認した。除染前後の表面密度の測定結果を図 6.3.2～図 6.3.12 に示す。

なお、粉末調整室 (A-103) の天井面のダクト・配管貫通部の隙間を通じ汚染が移行することを防止するために、2 階のフィルタ室 (C-215) 側からダクト・配管貫通部の養生を施した。

6.4 粉末調整室 (A-103) の空气中放射性物質濃度及び α 線用空気モニタ、エアスニファの除染作業

事象発生以降、粉末調整室 (A-103) の空气中放射性物質濃度を把握するため、 α 線用空気モニタ (α -8、 α -10) 及びエアスニファ (A/S-47、A/S-48、A/S-49、A/S-50、A/S-51、A/S-52) のろ紙を平成 31 年 2 月 5 日又は 2 月 6 日、2 月 13 日及び 2 月 19 日に交換し、1 週間の平均濃度を評価したところ、全て管理目標値 ($7\times 10^{-8}\text{Bq}/\text{cm}^3$) 以下、最大でも $6.9\times 10^{-9}\text{Bq}/\text{cm}^3$ (α -8) であった (管理目標値の約 1/10) (表 6.4.1 参照)。

α 線用空気モニタ (α -8、 α -10) のろ紙交換後の指示値は、事象発生前の通常の変動範囲よりも高い値を示していたが、現場調査や除染作業を実施した際にも指示値が上昇することがなかったため、ろ紙を固定するホルダや検出器付近に汚染が付着している可能性が考えられた。平成 31 年 2 月 19 日に当該部の除染を実施したところ、指示値が低下したことから、汚染が付着した影響であることが確認された (図 6.4.1 参照)。あわせて、エアスニファについても、ろ紙を固定するホルダや検出器付近の除染を行った。

6.5 立入制限区域の解除

保安規定においては、立入制限区域の解除に当たり、立入制限区域設定者であるプルトニウム燃料技術開発センター環境プラント技術部長が、あらかじめ核燃料取扱主務者及び放射線管理第 1 課長と協議するとともに、統括者に報告しなければならないことを定めている。

このため、プルトニウム燃料技術開発センター環境プラント技術部長は、核燃料取扱主務者及び放射線管理第 1 課長と協議し、立入制限区域解除の条件として、当該部屋の空气中放射性物質濃度が管理目標値 ($7\times 10^{-8}\text{Bq}/\text{cm}^3$) 以下であること、及び、人が近づく可能性のある場所の表面密度が管理目標値 ($4\times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) 以下であることをもって、立入制限区域設定値を超えるおそれがないことを確認することとした。併せて α 線用空気モニタ及びエアスニファの機能が通常状態に復旧されたことを確認することとした。

粉末調整室 (A-103) 内全域の除染及び養生作業終了後、床面、壁面、天井面、グローブボックス等の設置機器、配管等の表面について、スミヤ法とダイレクトサーベイにより、最終的な汚染検査

を放管員が実施した。その結果、粉末調整室(A-103)全域の表面密度が管理目標値($4 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)以下であることを確認した(図 6.5.1、図 6.5.2 参照)。

また、「6.4 項」に示したように α 線用空気モニタ(α -8、 α -10)の除染が完了し、粉末調整室(A-103)の空气中放射性物質濃度を適切に監視する環境が整ったとともに、粉末調整室(A-103)の空气中放射性物質濃度は、管理目標値($7 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$)以下であることを確認した(表 6.4.1 参照)。

上記の汚染検査の結果等により、立入制限区域の設定基準である「表面密度(α 核種)が 4Bq/cm^2 を超え、又は超えるおそれがある場合」及び「1週間平均濃度が空气中放射性物質濃度 $7 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ を超え、又は超えるおそれがある場合」という要件に該当しなくなったと判断し、保安規定に定める手続を経て、平成31年2月21日14時30分に立入制限区域を解除した。

6.6 立入制限区域解除後の粉末調整室(A-103)の管理

今回の事象により、粉末調整室(A-103)全域が汚染され、除染しきれなかった一部は、ビニルシートで養生していることから、今後、細部にわたって入念に除染を実施する予定である。

粉末調整室(A-103)の立入制限区域解除後は、核燃料管理者の指示により、当該部屋への入室を自主的に制限し、点検等により入室が必要な場合は、念のため防護装備(全面マスク、シューズカバー等)を装着した上で入室することとした。養生箇所及び装置類等の除染作業については、特殊放射線作業計画を立案し、適切な装備(当面の間は、全面マスク、タイベックスーツ、シューズカバー等)で実施する。

7. 原因

7.1 汚染発生及び汚染拡大の原因

本汚染事象の発生の原因調査として、ステンレス缶二重梱包物の一重目の樹脂製の袋の外観をマイクロスコープで観察した結果、樹脂製の袋に約5mmの穴が確認された(図 7.1.1 参照)。また、粉末調整室(A-103)内の汚染状況の調査にてバッグアウトに使用した作業台上で最も高い汚染(1.5Bq/cm^2)が確認された(図 6.1.3 参照)。ステンレス缶のバッグアウト以前の作業においては、汚染が発生していないことを確認した。以上の結果から、ステンレス缶のバッグアウト作業において、樹脂製の袋に穴が生じたものである。

今回発生した汚染が、立入制限区域設定に至る空気汚染に拡大した大きな要因として、樹脂製の袋の内側に多くの汚染が存在していたことが挙げられる。その原因として、ステンレス缶のバッグアウト作業を行ったグローブボックス内が核燃料物質で汚れていたことに伴い、バッグアウトしたステンレス缶の取扱い時に、表面も汚したことが挙げられる。

さらに、一連の樹脂製の袋の交換作業に係る作業員からの聞き取り結果及び作業の再現調査等から、事象進展シナリオを作成したところ、穴に気付かずバッグアウト作業を継続し、さらに、ステンレス缶をバッグアウトした後の梱包物表面の汚染検査を行わずに、二重梱包作業に移行したことが判った(図 7.1.2、図 7.1.3 参照)。

以上のことから、ステンレス缶表面が汚れていた状態でステンレス缶のバッグアウト作業を行ったこと、その過程で樹脂製の袋に穴が開き、それに気付かずバッグアウト作業を継続したこ

と、バッグアウト作業後の梱包物表面の汚染検査を行わずに、二重梱包作業に移行したことから、汚染を拡大させ立入制限区域設定に至る空気汚染を生じたものである。

7.1.1 バッグアウトした貯蔵容器表面が汚れていた原因

バッグアウトした貯蔵容器表面が汚れていた要因として、以下の点を抽出した。

- ・ 核燃料物質で汚れたグローブボックスにて貯蔵容器（ステンレス缶）を取り扱ったことにより貯蔵容器表面が汚れた。
- ・ バッグアウトの作業手順には「バッグアウトする物品の表面に汚れがある場合は、綺麗に拭き取る。」と記載されているが、「汚れがある場合」の判断基準が明確でなかったため、作業員は、ステンレス缶表面の目視確認の結果、「汚れがある場合」に該当しないと判断し、拭き取りは行わなかった。
- ・ 貯蔵容器（ステンレス缶）の観察の結果、蓋が適切に閉まっていることや貯蔵容器（ステンレス缶）には穴は確認されなかったことから内容物の漏れがないと判断した。

以上からバッグアウトした貯蔵容器表面が汚れていた原因は、核燃料物質により汚れたグローブボックスで、貯蔵容器（ステンレス缶）を取り扱い、その表面の拭き取り作業を行わず、表面が汚れた状態でバッグアウト作業を行ったためと判断した。

7.1.2 樹脂製の袋の梱包物に穴が開いた原因

樹脂製の袋の梱包物にバッグアウト作業中に穴が開いた原因について、穴の形状や作業の再現調査等の結果から、以下の通り整理した。

- ・ 異物が樹脂製の袋とステンレス缶の間に混入することによって樹脂製の袋に穴が開く可能性があることから、ステンレス缶を梱包していた樹脂製の袋の中に異物が混入していないかを確認した。その結果、異物の存在は認められなかった。
- ・ ステンレス缶のバッグアウト中の一連の動作の中で、樹脂製の袋に穴が開く可能性があるのは、樹脂製の袋と突起物が接触したときであり、突起物として考えられるものは、作業に使用する熱溶着装置のヘッド部、作業台、ハサミ、サーバイメータである。
- ・ 作業台上に置かれて使用するものとしては、熱溶着装置のヘッド部であり、ハサミやサーバイメータは、作業員が手で持った状態で使用し、その都度片付けている。作業台の側面上部や角面上部は緩衝材で養生されていない部分があった。
- ・ 当該ステンレス缶の表面温度（約 67℃）及び重量を模擬して、ステンレス缶の表面温度 70℃ の条件で、樹脂製の袋とそれらの突起物とを意図的に接触させ穴を開ける試験を実施した。その結果、樹脂製の袋に包まれたステンレス缶を 180 度回転させる動作を行った際に、熱溶着装置のヘッド部先端に接触させ、穴が開き、穴の形状が事象発生の原因となった穴の形状と類似していることを確認した。また、作業員はバッグアウト作業中に接触を認識していないことから、接触に気づきづらい条件での試験も実施した。その結果、ステンレス缶の梱包中に樹脂製の袋をわずかに転がすように、熱溶着装置のヘッド部先端に押し当てた場合、熱溶着装置を把持している作業員がヘッド部先端を押された感覚はあるものの、ぶつかっ

た感覚はないまま、穴が開き、穴の形状が事象発生の原因となった穴の形状と類似していることを確認した（図 7.1.4、図 7.1.5、添付 7.1.1 参照）。

- ・ 熱溶着装置のヘッド部先端を樹脂製の袋に接触させたとすれば、そのタイミングは、ステンレス缶を動かしたときであり、樹脂製の袋に包まれたステンレス缶を 180 度回転させるとき、樹脂製の袋のシワを伸ばそうとしたときである可能性が高い。
- ・ これらのことから、樹脂製の袋に穴が開いた原因は、特定には至らなかったものの、樹脂製の袋と熱溶着装置ヘッド部先端との接触により穴が開いた可能性が高いと判断した。

なお、聞き取り調査では、ステンレス缶の錆及び温度についての不安があったとされていることから、それらが原因で樹脂製の袋に穴が開いた可能性について試験を行ったところ、以下のとおり、原因ではないと判断した。

- ・ 作業員がステンレス缶の表面温度が高いと感じたことから、樹脂製の袋に対する熱の影響を調べるために、当該ステンレス缶の表面温度（約 70℃）と重量を模擬した条件で、樹脂製の袋の端部を把持し、引張荷重をかけた試験を実施したところ、傷や損傷の発生はなかった。また、これよりも高い温度（約 80℃、約 90℃）における同様の試験でも傷や損傷の発生はなかった。よって、ステンレス缶表面の熱が樹脂製の袋に穴が開いた原因でないと判断した（図 7.1.6、添付 7.1.2 参照）。
- ・ 当該ステンレス缶に充填された核燃料物質の発熱量の経時変化について計算した結果、汚染発生時における発熱量は約 25.5W であり、今後緩やかに上昇し、10 年程度でピークの約 26W になる。また、発熱量の変化による、当該ステンレス缶の表面温度の影響について、解析した結果、ステンレス缶の表面温度（最高）は、発熱量 25.5W の場合で約 80℃、発熱量 26W の場合で約 81℃となり、経時変化による温度の上昇は僅かであると評価された（添付 7.1.3 参照）。以上の結果から、樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験の範囲にあると考えられ、熱の影響により、樹脂製の袋に穴が開くことはないと判断した。
- ・ ステンレス缶表面に錆が認められたことから、紙やすりを貼り付けて錆を模擬したステンレス缶をグローブボックスからのバッグアウトと同様な方法によって引き出し、その際に発生する傷の状況を確認した。その結果、樹脂製の袋に細かな擦り傷は発生するが、破損までには至らなかったことから、錆は樹脂製の袋に穴が開いた原因でないと判断した（図 7.1.6 参照）。

上記の状況から、樹脂製の袋の梱包物に穴が開いた原因は、バッグアウト中にステンレス缶を動かす作業で、熱溶着装置のヘッド部先端に梱包物を接触させたことによるものと判断した。

7.1.3 汚染を拡大させた原因

汚染を拡大させた要因として、穴が開いたことに気付かずに、バッグアウト作業後の二重梱包作業に移行し、汚染発見が遅れたことが挙げられる。

汚染発見が遅れた要因について、聞き取り調査、作業の再現等から、以下の通り整理した。

- ・ 「7.1.2 項」で述べた通り、バッグアウト作業において、樹脂製の袋に穴が開いた可能性が高いが、作業員は、樹脂製の袋を破損させたことに気付いておらず、その後もステンレス缶一重梱包物の取り扱いを継続した。

- ・ ステンレス缶の線量が高いことから作業中は遮へいシートをかけていたが、この遮へいシートを外してまで、傷を発見するための樹脂製の袋の確実な外観の確認がなされていなかった。
- ・ バッグアウト中、樹脂製の袋に穴が開いたのは、遮へいシートが掛かっていないときの可能性が高いが、その状態での外観の確認をせずに、遮へいシートを樹脂製の袋越しに、ステンレス缶に被せてしまったため、樹脂製の袋に穴が開いたことに気付きにくかった状況であった。一方、基本動作マニュアルには、バッグアウト中に樹脂製の袋に傷が発見された際の措置が定められており、バッグアウト作業において遮へいシートを外した状態で樹脂製の袋の傷の有無の確認を実施していれば、早期に、穴が開いていることに気が付いたと考えられる。
- ・ 作業員はステンレス缶の表面温度が通常より高いと感じたことから、早く二重梱包した方が取扱い上、安全だと判断し、一重目の樹脂製の袋表面の汚染検査を行わずに、二重梱包作業に移行した。作業手順では、通常と異なる場合には核燃料管理者に連絡することとあるが、今回、その連絡は行われていなかったこと、結果的にステンレス缶一重梱包物の汚染検査の省略につながったことが、手順を遵守していない行為であった。
- ・ 作業員は、汚染検査を実施していないステンレス缶一重梱包物を二重梱包場所に移動し、二重梱包作業を実施した。これらの結果、二重梱包した樹脂製の袋の表面の汚染検査で、汚染が検出されるまで作業を継続した。
- ・ その結果、ステンレス缶一重梱包物を動かしたとき又は汚染したステンレス缶一重梱包物の二重梱包作業における一重目と二重目の樹脂製の袋の間の空気を抜いたときに、樹脂製の袋の穴から汚染が放出されたと考えられる。

汚染検査を行わずに二重梱包作業に移行した要因について、聞き取りの結果から、以下のよう
に整理した。

- ・ 作業員はステンレス缶の表面温度が通常より高いと感じたことから、早く二重梱包した方が取扱い上、安全だと判断し、ステンレス缶一重梱包物の切断面に貼られた赤色布テープの部分のみを汚染検査し、ステンレス缶一重梱包物表面の汚染検査を行わずに、二重梱包作業に移行した。バッグアウト作業終了後に作業手順どおりに汚染検査をしていれば、それ以降の汚染の拡大は防止できた可能性が高い。
- ・ 作業員は、ステンレス缶の表面温度が通常と異なる（熱い）と感じているが、実際には、ステンレス缶の表面温度は取扱い上、問題のないものであり、ステンレス缶の表面温度に係る情報があらかじめ伝わっていれば、このような誤った判断はなかったものと考えられる。
- ・ 通常と異なる場合には、核燃料管理者に連絡することが作業手順で定められているが、作業員は、核燃料管理者への連絡を行わず、二重梱包を優先し、結果としてホールドポイントになっているステンレス缶一重梱包物の汚染検査を省略することになってしまった。これは、通常と異なる場合に核燃料管理者へ連絡するという手順を遵守していない行為であり、手順書等に関する教育が徹底されていなかったことによるものと考えられる。

以上のことから汚染を拡大させた原因は、ステンレス缶一重梱包物表面の汚染検査及び外観の確認をせずに二重梱包作業に移行したことによるものと判断した。一重目の樹脂製の袋の表面の

汚染検査を実施していれば、その段階で樹脂製の袋に穴が開いていることに気づき、汚染の拡大防止措置の実施が可能であった。汚染源に対する早期の措置によって、 α 線用空気モニタの警報設定値を超える空気汚染の発生を防止できた可能性があったと考えられる。

7.2 汚染物質の飛散量の評価

飛散量の評価は、作業員の作業衣や半面マスク、室内の壁面、床面、天井面、グローブボックス外表面及び各種フィルタへの付着等を対象に評価した。粉末調整室(A-103)の汚染検査結果に基づき、不確かさが大きい情報については保守性を考慮して、今回の汚染事象で飛散した汚染の量を概略評価した。

粉末調整室(A-103)の床面の汚染については、除染前の床面における測定エリアごとの表面密度の測定結果（測定結果がないエリアは近接するエリアの最大値）（図 6.2.1 参照）の汚染が当該エリアの床面に一様に広がっているとみなし、当該エリアの床面積を乗じて、飛散量を求めた。粉末調整室(A-103)全域の床面の汚染は、測定エリアごとの飛散量を積算した上で、更に、粉末調整室(A-103)の複雑な装置の配置を保守的に考慮し、その値を 2 倍にした。その結果、床面の放射エネルギーは約 1.1MBq (α 線) と見積もった。

壁面、天井面及びグローブボックス外表面の汚染（図 6.3.2～図 6.3.11 参照）についても床面と同様に、測定エリアごとの測定結果と当該エリアの面積から飛散量を求め、それらを積算した上で、更に、粉末調整室(A-103)の複雑な装置の配置、付属品を含むグローブボックス外表面の凹凸を考慮しその値を 2 倍にした。その結果、壁面及び天井面の放射エネルギーは約 0.5MBq (α 線)、グローブボックス外表面の放射エネルギーは約 0.5MBq (α 線) と見積もった。

表面密度の測定の結果から明らかとなった作業台等の局所的に表面密度が高い場所（図 6.1.3 参照）については、1m²の範囲が同様に汚染していると想定した上で、さらに、表面の凹凸を考慮しその値を 2 倍にして飛散量を求めた。その結果、作業台等の放射エネルギーは約 0.1MBq (α 線) と見積もった。

作業員の装備の汚染については、事故発生後に粉末調整室(A-103)からの退出時に炉室(A-102)で実施した身体汚染検査の結果（表 4.2.1 の当該部の記述参照）に示された表面密度の汚染が体表面全体に広がっているとみなし、作業員体表面の面積を 60cm×170cm×2 と想定して飛散量を求めた。その結果、作業員 9 名の装備の放射エネルギーは約 0.2MBq (α 線) と見積もった。

粉末調整室(A-103)内には、放射線管理機器用の吸引口が 8 か所設置されている。これらのろ紙を回収して α 線計測を実施した結果を図 4.2.8 に示す。さらに、室内にはグローブボックスの給気フィルタが 20 か所、粉末調整室(A-103)の排気口が 10 か所設置されている。これらへの付着・移行量はそれぞれ放射線管理機器のろ紙の最大値（約 1.7kBq (3.0×10^{-6} Bq/cm³, A/S-49)）の 10 倍として飛散量を求めた。その結果、フィルタ等へ移行した放射エネルギーは合計で約 0.6MBq (α 線) と見積もった。

以上により算出した数値を合計した結果、ステンレス缶を包蔵する樹脂製の袋から飛散した放射エネルギーは、約 3.0MBq (α 線) と評価した。なお、隣室への飛散量は僅かであり、保守的に評価した上記の値に包含できると考えられる。

この放射エネルギー（約 3.0MBq (α 線)）は、非破壊分析装置（高純度ゲルマニウム検出器（HRGS））の測定結果から得られたプルトニウム同位体組成比から換算すると、約 0.2mgPu に相当する。

グローブボックスNo. D-8にバッグインしたステンレス缶の表面積の半分をネルスミヤにより拭き取り、それを非破壊分析装置(熱外中性子測定装置(ENMC)及び高純度ゲルマニウム検出器(HRGS))にて測定し、ネルスミヤに付着した汚染の量を求めた。その値から、ステンレス缶の表面積及びネルスミヤによる拭き取り効率を考慮し、当該ステンレス缶表面全体に付着していた汚染を約30mgPuと評価した(図7.2.1参照)。

見積もった飛散量(約0.2mgPu)及び当該ステンレス缶表面の汚染の付着量(約30mgPu)から、当該ステンレス缶表面全体に付着していた汚染の1%弱程度が飛散したと推定した。

8. 対策

8.1 バッグアウトした貯蔵容器表面が汚れていたことに対する対策

バッグアウトした貯蔵容器表面が汚れていた原因である、核燃料物質により汚れたグローブボックスで、貯蔵容器(ステンレス缶)を取り扱い、その表面の拭き取り作業を行わず、表面が汚れた状態でバッグアウト作業を行ったことに対して、以下の対策を講じる。

- ① 貯蔵容器のバッグアウトは、汚れが少ないグローブボックスで実施する。また、当該グローブボックスの汚れを少ない状態に維持するために、グローブボックス内の清掃又は養生を実施する。
- ② やむを得ず、核燃料物質により汚れたグローブボックスでバッグアウトを行う場合は、グローブボックス内のバッグアウトエリアの養生又は汚れを落とした上で作業を実施する。
- ③ バッグアウト時の貯蔵容器表面の拭き取りを必ず実施する。

8.2 樹脂製の袋の梱包物に穴が開いたことに対する対策

樹脂製の袋の梱包物に穴が開いた原因である、バッグアウト中にステンレス缶を動かす作業で熱溶着装置のヘッド部先端に梱包物を接触させたことについては、以下の対策を講じる。

- ④ バッグアウト作業において突起物等との接触がないように、熱溶着装置のヘッド部先端及び作業場所の養生並びに作業台に突起物を置かないことを徹底する。
- ⑤ バッグアウト作業では、むやみに梱包物を動かなさうように手順を見直す。

8.3 汚染を拡大させたことに対する対策

汚染を拡大させた原因である、バッグアウト作業後の梱包物表面の汚染検査をせずに二重梱包作業に移行したことについては、以下の対策を講じる。

- ⑥ 通常と異なると感じたにもかかわらず、核燃料管理者への連絡を行わずに、汚染検査を省略してしまったことから、作業中に通常と異なる状態が認められた場合には、一人で判断せずに核燃料管理者に連絡すること及び作業手順のホールドポイント遵守を徹底することを教育する。
- ⑦ 当日の作業において留意すべき事項(発熱量・温度等)について、現場作業員が確実に理解するように、作業前のミーティングでの確認項目を改善する。
- ⑧ 樹脂製の袋に対する熱の影響に関する教育を行う。

- ⑨ 常に、樹脂製の袋の損傷による汚染が発生しうるリスクがあることを考慮し、汚染を拡大させない措置として、汚染空気が放出した場合でも、局所的にとどめるための措置を検討する（例えば、局所排気装置の使用）。

9. 更なる改善事項の抽出の状況

更なる安全性の向上を図るために、汚染が起こるまでの作業の流れとその行動及び汚染発生から管理区域退出までの行動についての評価をプルトニウム燃料技術開発センターと放射線管理部が実施している。また、当該評価の妥当性について客観的な視点からの評価を安全・核セキュリティ統括部が実施している。

現在までに抽出された更なる改善が必要な事項の例を以下に示す。なお、抽出された各事項に対する対策については、今後検討を実施し、第3報に記載する予定である。

9.1 汚染が起こるまでの作業の流れとその行動

(1) 現在までに確認されている状況

1) ポート部に取り付けられている樹脂製の袋の交換作業（添付 4.1.2 参照）

- ① グローブボックスの搬出入ポートに取り付けられている樹脂製の袋を交換する際、新しい樹脂製の袋を取り付ける前に、古い樹脂製の袋を折り返す必要があるが、露出した搬出入ポート表面が汚染している可能性が比較的高い。

2) バッグイン作業（添付 4.1.2 参照）

- ① グローブボックス内に物品を搬入する際、グローブボックスのポートに取り付けられている樹脂製の袋を使用するが、バックイン作業中に樹脂製の袋の損傷等に備えて予備の樹脂製の袋を準備していない。
- ② 樹脂製の袋への物品の挿入作業や熱溶着作業等では、作業台の上に緩衝材を置き、その上で作業するが、エアキャップ四重及び厚さ 3mm のゴム板を緩衝材として使用した。
- ③ 樹脂製の袋を熱溶着した後、樹脂製の袋の養生はせずに、樹脂製の袋の中の搬入物をグローブボックス内に入れている。
- ④ グローブボックス内に引き入れた樹脂製の袋の中から搬入物品を取り出すため、熱溶着部から少し離れた部分をハサミで切断する際、樹脂製の袋が弛んで熱溶着部が見えなくなることがある。

3) バッグアウト作業（添付 4.1.2 参照）

- ① グローブボックス内から物品を搬出する際、グローブボックスのポートに取り付けられている樹脂製の袋を使用するが、バックアウト作業中に樹脂製の袋の損傷等に備えて、予備の樹脂製の袋を準備していない。
- ② エアキャップ四重及び厚さ 3mm のゴム板を緩衝材として使用した。
- ③ グローブボックス内の搬出物品を樹脂製の袋の中に入れ、グローブボックス外に引き出した際、樹脂製の袋の一部の外観を確認した。
- ④ ホールドポイントである熱溶着後の搬出物品の汚染検査を省略し、次の作業を開始した。

4) その他

- ① グローブ作業後の腕の汚染検査は、グローブボックスからグローブが引き出され状態で行っている。
- ② 汚染のおそれがある工程室における身体汚染検査の時期及び検査内容は、グローブ作業後の手部、腕部及び上半身、自主検査退出時の靴底、工程室退出時の手部、身体及び靴底である。

(2) 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項の例

1) 樹脂製の袋の交換作業

- ① 露出した搬出入ポートの汚染は、当該工程室の空気流線により広範囲に拡大するおそれがある。

2) バググイン作業

- ① 作業中に樹脂製の袋が破れた場合、速やかに新しい樹脂製の袋を搬出入ポートに取り付けることができないので、汚染が拡大するおそれがある。
- ② 樹脂製の袋の中に収納した貯蔵容器を作業台に置く際の衝撃で、樹脂製の袋が破れるおそれがある。
- ③ 熱溶着部より折り返し側の樹脂製の袋が破れた場合、袋の中が負圧状態でなくなるため樹脂製の袋が損傷した場合は汚染が広範囲に拡大するおそれがある。
- ④ グローブボックス内において樹脂製の袋をハサミで切断する作業は、熱溶着部が目視できないと誤って開放側の樹脂製の袋を切断するおそれがある。

3) バググアウト作業

- ① 作業中に樹脂製の袋が破れた場合、速やかに新しい樹脂製の袋をポートに取り付けることができないので、汚染が拡大するおそれがある。
- ② 樹脂製の袋の中に収納した貯蔵容器を作業台に置く際の衝撃で、樹脂製の袋が破れるおそれがある。
- ③ 樹脂製の袋が損傷した状態で熱溶着すると、搬出物品側の樹脂製の袋の中が負圧でなくなり、汚染が広範囲に拡大するおそれがある。
- ④ ホールドポイントを遵守させる仕組みがなかった。

4) その他

- ① グローブ表面、手部及び腕部に付着した汚染がグローブ内に留まらないので、汚染が広範囲に拡大するおそれがある。
- ② グローブボックス作業以外の作業を行う作業員は汚染検査の機会が少ないため、汚染の発見が遅れることで広範囲に汚染が拡大するおそれがある。

9.2 汚染発生から管理区域退出までの行動

(1) 現在までに確認されている状況

① 警報発生時の退避指示の状況

汚染事象の発生と α 線用空気モニタ吹鳴の連絡を受けた廃止措置技術開発課長は、連絡してきた作業員 F に放管員の指示に従うよう指示し、核物質管理課長は、作業員 H に廃止措置技術開発課員と行動を共にし、放管員の指示に従うよう指示した。

廃止措置技術開発課チームリーダー及び放射線管理第 1 課チームリーダーは、複数回廃止措置技術開発課作業員 F に PHS やジェスチャーにより、当該部屋から炉室（A-102）へ退出するよう指示した。

②指示を受けた作業員の行動

廃止措置技術開発課作業員 F は、廃止措置技術開発課チームリーダーから PHS で当該部屋から炉室（A-102）へ退出するよう指示を受けたが、汚染拡大防止措置を実施中のため退出できない旨の返答をした。その後、廃止措置技術開発課チームリーダー及び放射線管理第 1 課チームリーダー等から、PHS やジェスチャーにより、当該部屋から炉室（A-102）へ退出するよう指示を受けたが、汚染源から離れれば良いのか、可能であれば炉室（A-102）へ退出すれば良いのか分からなかった。このため同室作業員にもその内容が伝わらなかった。

廃止措置技術開発課作業員 A、D、E 及び F は、身体汚染の状況から炉室（A-102）への退出を躊躇し、また、作業員 B 及び C は、他の作業員と行動を共にしようと考えたため退出が遅れた。このため、炉室（A-102）の養生作業終了後に作業員 9 名全員が粉末調整室（A-103）を退出した。

③警報発生後の放射線管理員の初動対応

α線用空気モニタの警報吹鳴後、放管員は「定置式モニタ警報吹鳴時の対応手順書」に従い、放射能異常が発生した旨の放送を行った。さらに、粉末調整室（A-103）室前の廊下から窓越しに室内の作業員に対し炉室（A-102）へ退出するよう指示する、また作業員の一人に電話で退出するよう伝えるなど、複数の手段により粉末調整室（A-103）内にいる作業員に炉室（A-102）への退出を促すための行動を行ったが、この意図が伝わらなかった。

また廊下にいた放管員は、作業員が退出してこないこと、廃止措置技術開発課員がグリーンハウスの組み立てを始めたものの時間がかかりそうだと認識したことから、退出経路となる炉室（A-102）、続いて隣の仕上室（A-101）の床などへのビニルシートでの養生を開始したが、このことが結果的に作業員の退避を 5 分程度遅らせた。

また「身体汚染時の対応手順書」において、放管員の防護装備については汚染の度合いによりマスクやタイベックスーツなどを準備・選定することとなっている。しかし放射線管理室や廊下にいた放管員は、防護装備の選定を行うために必要な汚染の状況が判明してきた際に、並行して同所にいる廃止措置技術課員や現場指揮所と退出方法や必要な資材の準備を進めるための調整をしなかったことから、作業員が退出しようとする時点では放管員を含む対応者の装備のための資材が必要数確保できておらず、資材を集めて着装を完了し作業員を受け入れる準備が整うまでにはさらに時間を要し、粉末調整室（A-103）から退出してきた作業員の脱装などの措置の開始を遅らせた。なお、放射線管理第 1 課長がいた現場指揮所には事故発生直後は汚染状況に関する十分な情報がなかったことから、放射線管理第 1 課長が対応者の装備の確認・指示を行ったのは警報吹鳴から約 1 時間経過した後であった。

④身体汚染検査

炉室（A-102）又は仕上室（A-101）で行われた脱装前の身体汚染検査は、作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるための迅速かつ定性的なものである。また汚染拡大防止を避けるため、サーベイメータを汚染させないことも重要である。このような理由から、ここでの測定は、放射線管理第1課の「身体汚染時の対応手順書」に記載された条件（測定距離：密着、サーベイスピード：1 cm／秒以下）とは異なる方法で測定したが、 α 線の飛程は約4cmなので身体汚染検査としては、問題はないものの、「身体汚染時の対応手順書」にはこのように状況に応じて対応すべきことが明示されていなかった。

作業衣や半面マスクの脱装後、仕上室（A-101）において下着の状態の作業員に対し放管員が身体汚染検査を実施した。この部屋は、汚染拡大防止措置をした後ではあるが、作業衣の脱装も実施しており、クロスコンタミネーションの可能性のある環境であった。また、首・顔などの露出部の狭隘部に対しては、その周辺を詳細に測定したが、安全・核セキュリティ統括部が策定した「身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）に示された間接法（汚染検査対象物表面をろ紙・布などで拭き取り、付着した放射能を測定することによって間接的に汚染の程度を評価する方法）の併用はされなかった。

さらに作業員9名のうち6名については、廊下に設置したグリーンハウスにおいて身体汚染検査を受けた。このとき、1名の作業員については、1段目のグリーンハウス（GH-1）で有意な値が検出されたが、放射線管理第1課長は拭き取りのみで α 線スペクトル測定による確認をせず、これまで得ていた知見から偽計数と判断した。また、このグリーンハウスでの身体汚染検査は、皮膚汚染がないとする根拠となる検査の一部であったが、ここでの検査結果の記録は作成されなかった。

ここまでの複数の身体汚染検査での検出下限値未満の結果をもって皮膚汚染がないと判断した。このため、念のためのシャワーや拭き取り等の処置は行わなかった。

放射線管理第1課の「身体汚染時の対応手順書」では、身体汚染検査の結果を記録として作成することになっており、ここでも記録は作成していた。しかし、「身体汚染時の対応手順書」では、この記録を作成する際に使用するメモの取扱いに関する規定はない。身体汚染検査結果のメモについては、少なくとも事象の措置・検証等が完了するまではエビデンスとして保管すべきものであったが、放射線管理第1課長は記録を作成した時点でメモは保管不要と考え廃棄した。

また、鼻スミヤの試料の扱いについて、「身体汚染時の対応手順書」においては指示があった場合に廃棄することにはなっているが、従来から有意な検出がない鼻スミヤの試料は廃棄するよう運用していた。今回の試料も保管の指示がなかったことから、従来の運用に従い廃棄した。

（2） 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項の例

① 警報発生時の退避指示の状況

- ・ 廃止措置技術開発課チームリーダー及び放射線管理第1課チームリーダーから粉末調整室（A-103）の作業員へ PHS やジェスチャーで退出の指示をしたが、指示の内容が理解されなかった。

②指示を受けた作業員の行動

- ・ ガイドラインで「基本的考え方」として示された「内部被ばく及びその恐れがある場合は、汚染拡大を許容してでも、速やかに当事者を当該部屋から退出させる」の意図が作業員に浸透しておらず、指示があったにも係わらず、身体汚染の状況から退出先である炉室（A-102）への汚染の拡大を懸念して退出を躊躇した。基本動作マニュアルでは、ガイドラインの主旨が作業員に浸透し、緊急時に適切に行動できるような記載になっていなかった。
- ・ 作業員が隣室を汚染させることに躊躇し、退出のタイミングが遅れた。
- ・ 廃止措置技術開発課及び放射線管理第 1 課チームリーダーからの退出指示が当該部屋の作業員に伝わらなかった。

③警報発生後の放射線管理員の初動対応

- ・ 放射線管理第 1 課長から放管員に対して防護装備の準備指示が出されたのが、現場指揮所で情報収集していたことから、警報吹鳴後 1 時間経過後であった。結果として作業員の速やかな退出を遅らせる要因となった。
- ・ 現場側と放管の協力体制で対応すべき規模の汚染であったが、役割分担が明確でなく、養生や防護資機材の準備、防護装備の着装が遅れた。

④身体汚染検査

- ・ 身体汚染検査の記録を作成する際に使用したメモを廃棄した。
- ・ 身体汚染検査において、首、顔などの露出部の狭隘部については、密着した測定が困難であることから、間接法を用いた測定などによる確認が必要であった。
- ・ 最終の身体汚染検査を防護衣の脱装を行うエリア（A-101）で実施していることから、クロスコンタミネーションのおそれがあり、不適切な環境で実施していた。
- ・ 防護衣の脱装前に半面マスクから全面マスクに交換した。（「身体汚染時の対応手順書」では最後にマスクを取り外すとして記載されていないが、汚染状況によっては脱装前にマスクを交換することが適当な場合もあり、それらに対応できる手順書にはなっていない。）
- ・ グリーンハウスで実施した身体汚染検査において、有意な値が検出された部位について、 α 線スペクトルの測定による確認をせずに偽計数と判断した。
- ・ 鼻スミヤ試料の扱いについて、「身体汚染時の対応手順書」においては指示があった場合に廃棄することになっているが、従来から有意な検出がない鼻スミヤの試料は、廃棄するよう運用していた。今回の試料も保管の指示がなかったことから、従来の運用に従い廃棄した。
- ・ 身体汚染検査で検出下限値未満の結果をもって皮膚汚染がないと判断し、念のためのシャワーや拭き取り等の処置は行わなかった。
- ・ 作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるための迅速かつ定性的な測定を実施したが、その目的に合った測定方法が「身体汚染時の対応手順書」等に記載されていなかった。
- ・ 身体汚染検査に対し、 α 線の場合、ガイドラインには測定距離が 5mm 以下、放射線管理第 1 課「身体汚染時の対応手順書」では密着させるとなっているが、今回実施した身体汚染検査では徹底されていなかった。

- ・ 結果的に最終の身体汚染検査をグリーンハウスで実施しているが、身体汚染検査の記録が作成されなかった。

10. 大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故を踏まえたプルトニウム燃料技術開発センターにおける予防処置活動と本事象における検証及び対策

プルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染について、平成 29 年 6 月に発生した大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故（以下「燃研棟汚染事故」という。）の再発防止策を講じているなかで発生したことから、プルトニウム燃料技術開発センター及び放射線管理部における燃研棟汚染事故を踏まえた改善の対応状況を検証した。

10.1 燃料研究棟の対策（予防処置）の実施状況及び実効性の確認方法

燃研棟汚染事故の直接原因の対策は以下に示す 10 項目であり、当該対策を予防処置として機構全体に展開した。

燃研棟汚染事故の直接原因の対策

- 対策 1 記録保存のルール化
- 対策 2 貯蔵時の安定化处理・適切な容器材質の選定等のルール化
- 対策 3 燃研棟汚染事故の原因と対策の教育の徹底
- 対策 4 点検とその方法の明確化
- 対策 5 最新知見の反映
- 対策 6 作業計画の見直し、ホールドポイントの明確化
- 対策 7 防護具の適切な装着
- 対策 8 グリーンハウス等資機材管理・訓練
- 対策 9 除染用洗浄設備の点検、管理要領の見直し
- 対策 10 身体除染の方法や測定方法に対する手順の明確化

この 10 項目を対象にプルトニウム燃料技術開発センターにおいて、対策（従前より自主的に実施されていた対策も含む）が適切に講じられているかについて関連するマニュアル、記録等の書類により確認した。また、今回発生したプルトニウム燃料第二開発室の汚染の発生状況に照らして、講じた対策の実効性についてもバッグイン・バッグアウト作業の手順を記載した基本動作マニュアル等の書類や作業員への聞き取り等によって検証した。

10.2 検証結果

プルトニウム燃料技術開発センターが実施した対策及び今回発生したプルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染の発生状況に照らして講じた対策の実効性の検証結果を表 10.2.1 に示す。

検証の結果、プルトニウム燃料技術開発センターでは、燃研棟汚染事故の対策 1 から対策 10 について、ルール化または訓練の実施等を行っていることを確認した。そのうち、以下の対策は、内部被ばくや汚染の拡大の防止につながったと考えられ有効な事例であったと評価した。

- ・ 自主的改善活動として実施した電動ファン付き半面マスクの導入（対策 7 関係）
- ・ 新たに開発した簡易組立式のグリーンハウスの使用や定期的な訓練の実施（対策 8 関係）
- ・ 汚染の拡大防止のために実施した二重作業衣脱装方式（対策 10 関係）

一方、今回発生した事象に照らして検証した結果、対策 6（作業計画の見直し、ホールドポイントの明確化）及び対策 10（身体除染の方法や測定方法に対する手順の明確化）に関して、実効性を高めるための対応が必要であることが見いだされた。

(1) 対策 6 に関する問題点と対策

① ホールドポイント等の遵守、現場責任者の作業管理

【問題点 1】

- ・ 作業員 B は樹脂製の袋を反転させたとき、貯蔵容器の温度が高いことなど、通常と異なる状態を認知したものの作業員間で共有をせず、樹脂製の袋の溶着部分（赤色布テープ）、手の汚染検査の結果で異常がないことから、核燃料管理者に連絡しないまま樹脂製の袋の表面の汚染検査をせずに次の作業に移行した。
- ・ 現場責任者はグローブボックス作業をしており、汚染検査の省略を確認し、次の作業への移行を止められる状況になかった。

【対策】

- 現場責任者は、作業を確認できるような位置で、ホールドポイント等での確認が確実に実施されるよう作業管理を行う。
- Pu の臨界安全上の質量管理以外の量的制限や、発熱量等の制限がない場合、取扱いの状況・条件によって貯蔵容器表面の温度が高くなることも考えられ、作業員の取扱い上のリスクが生じる可能性があることから、作業における温度管理、作業員への注意喚起等について検討する。

【問題点 2】

- ・ ステンレス缶の線量が高かったことから、遮へいシートを被せていたため、傷を発見するための樹脂製の袋の外観の確認が十分になされていなかった。

【対策】

- 現場責任者は、定めた手順が確実に実施されるよう作業管理を行う。

(2) 対策 10 に関する問題点と対策

① 基本原則の徹底不足（発災場所と管理者・現場指揮所等のコミュニケーション）

【課題 1】

- ・ 作業員相互の汚染検査の結果、廃止措置技術開発課員 4 名の手には、高い汚染が確認され、その養生等を継続したため、現場指揮所や近くの職員との連絡は十分に取れなかった。また、管理者・現場指揮所には、現場の状況が十分伝わらなかった。
- ・ 基本動作マニュアルには、人命及び身体安全第一の旨は記載されているが、ガイドラインの基本的な考え方（内部被ばく防止を汚染拡大より優先、内部被ばくのおそれのある場合の汚染拡大の許容）は基本動作マニュアルには、明示されていない。
- ・ 廃止措置技術開発課チームリーダーは、PHS（作業員 F に対して）、また廊下の窓から声と身振りで退出を指示したが、作業員全員には退出の意図が伝わらなかった。

- ・ 汚染拡大よりも退出を優先してよいとの強い指示が伝わらなかった。
- ・ 退出指示のためページング又は館内放送を使用しなかった。

【対策】

- 空気汚染により内部被ばくの可能性がある場合の行動について、基本動作マニュアルに具体的に記載する等、機構のガイドラインで示している退出にあたっての基本的な考え方（内部被ばく防止を汚染拡大より優先、内部被ばくのおそれのある場合の汚染拡大の許容）を再徹底する。
- 事故時のコミュニケーションについて検討する（例：ページング、館内放送等の活用も視野に、緊急時の指示のあり方について検討する。）

② 放管員の準備（全面マスク・タイベックスーツ）開始の遅れ

【問題点 2】

- ・ 事故発生後、現場指揮所において情報収集していたことから、放射線管理第 1 課長から警報吹鳴の約 1 時間後に装備の指示が出された。
- ・ 資機材は放射線管理室に全面マスクが 3～4 個、タイベックスーツ 10 組が準備されていたが、今回多くの対応要員が必要となったため、追加の資材の準備に若干時間を要した。
- ・ 炉室(A-102)で実施した養生の範囲が狭く、特に一部の作業員の作業衣には粉末調整室(A-103)の自主的な汚染検査では汚染がなかったことから、退出・待機の間にクロスコンタミネーションが起こった可能性が高い。

【対策】

- 退避を伴う場合には、その時点で必要な装備の準備を進めるよう改善する。
- 退出先でのクロスコンタミネーションを防止するための措置（養生方法）を検討する。

③ 脱装順序、汚染検査の方法、詳細な汚染検査の場所の設定がガイドラインと比較して不十分であったと認められる事項

【問題点 3】

- ・ 顔等の汚染検査の方法が不十分であった（凹凸のある部分の間接法による測定等より詳細な測定が不十分）。
- ・ 脱装場所と同一の場所で詳細な汚染検査を実施していた。
- ・ 最初の 1 名は、脱装後に頭部の汚染検査をした上で半面マスクを全面マスクに交換したが、2 人目以降は、2 重目の作業衣着用による汚染飛散防止措置を講じた上で、最初に半面マスクから全面マスクへの交換を行った。（放射線管理第 1 課長は、ルール上は半面マスクを最後に交換することを知っていたが、汚染状況から判断した。）
- ・ グリーンハウスで実施した汚染検査において腕の一部に有意な検出が認められたものの、拭き取りのみで α 線スペクトルによる確認をせず、偽計数と判断した。（該当箇所については、拭き取り後、汚染検査をした結果、有意な検出はなかった。）

【対策】

- 呼吸保護具面体の接顔部や内側の狭隘部等の汚染の有無を確認する場合の間接測定法による測定を徹底する。
- 最終の汚染検査を行う場所は、装備の脱装場所ではなく、汚染の可能性のない場所で実

施することを徹底する。

- 装備の脱装場所や防護装備を外す順番等、内部被ばくの可能性がある場合の処置について再検討する。
- 万一、有意な検出を認めた場合の措置について、客観的な判断を行うための手順を明確にする（ α スペクトルによる定性分析による確認等の明確化）。

④ 記録の作成方法に関する事項

【問題点 4】

- ・ 放射線管理第 1 課長は、記録者から受け取った汚染状況のメモを記録用紙に転記した後、記録者に記載内容を確認せず、メモを廃棄した。
- ・ 鼻スミヤの試料の扱いについて、「身体汚染時の対応手順書」においては指示があった場合に廃棄することにはなっているが、従来から有意な検出がない鼻スミヤの試料は、廃棄するよう運用していた。今回の試料も保管の指示がなかったことから、従来の運用に従い廃棄した。（なお、測定した際のメモは残っていた。）

【対策】

- データを記録した者（記録者）が原則として要領書などに基づく記録を作成することを徹底する。また、別の者が作成した場合は、記録者にその内容を確認することを徹底する。
- 記録を作成するにあたって用いたメモや試料は、事故・トラブル等の対応が完了するまで保管することを明確化する。

なお、対策 10 の対策について、ガイドラインへの反映の可否を含め検討し、今後改善を進めていく。

11. 今後の対応

平成 31 年 1 月 30 日の事象発生後、事象発生に至る原因の究明及び現場復旧等に取り組んでいる。本汚染事象に関しては、調査結果をもとに発生原因を推定し、原因に対する再発防止対策を策定した。

更なる安全性の向上を図るために、現在、本事象が起こるまでの作業の流れとその行動、汚染発生から管理区域退出までの行動について、現状の作業手順書やガイドライン及び作業方法自体に問題がなかったかについて評価を進めており、改善事項の抽出を行うとともにその対策の追加検討を行っていく。これらの検討結果については、第 3 報として取りまとめ平成 31 年 3 月末日までに報告する予定である。

以上



図 4.1.1 核燃料サイクル工学研究所敷地配置図

汚染発生場所

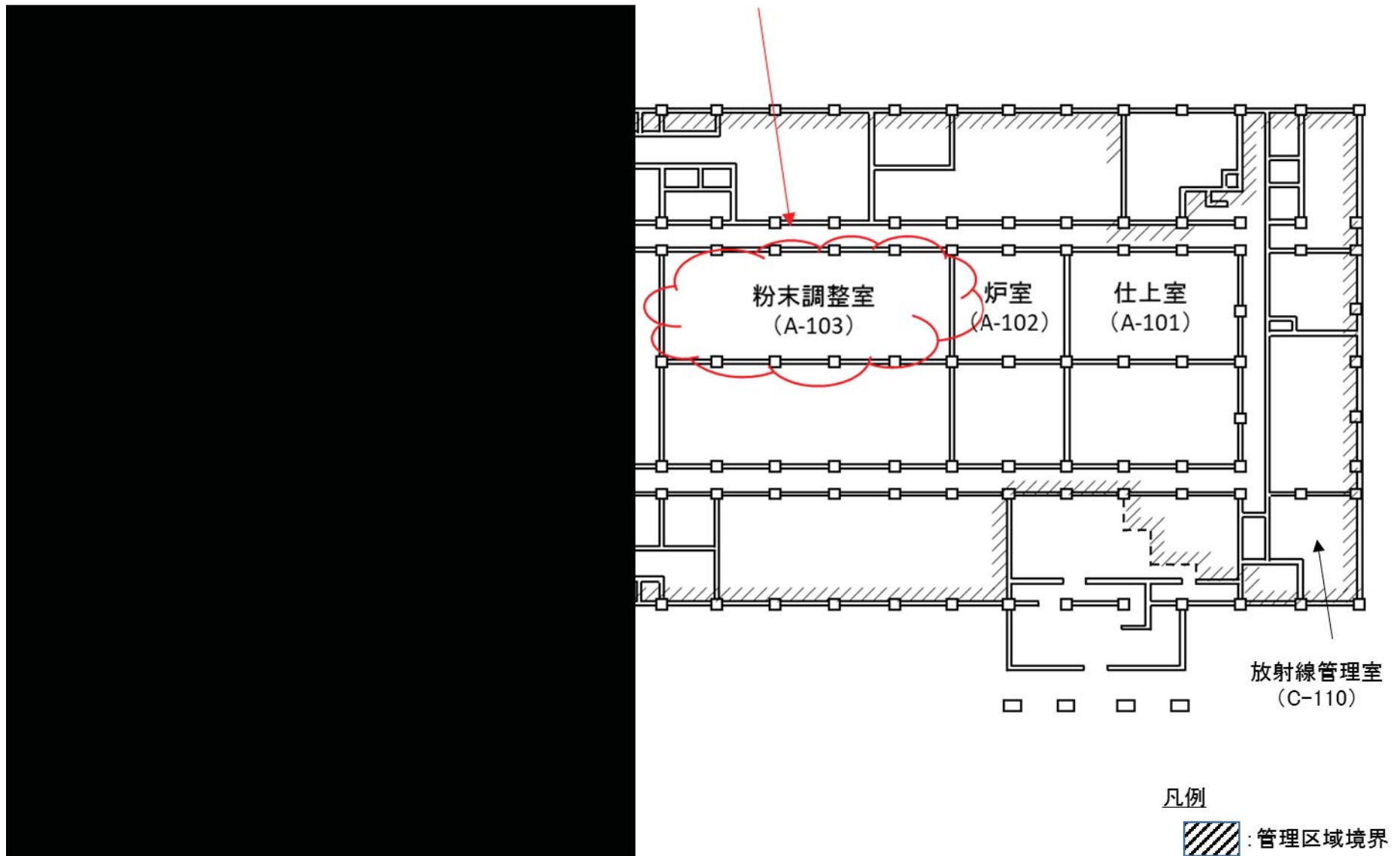


図4.1.2 プルトニウム燃料第二開発室平面図

核物質防護の観点からマスキングを施しています。

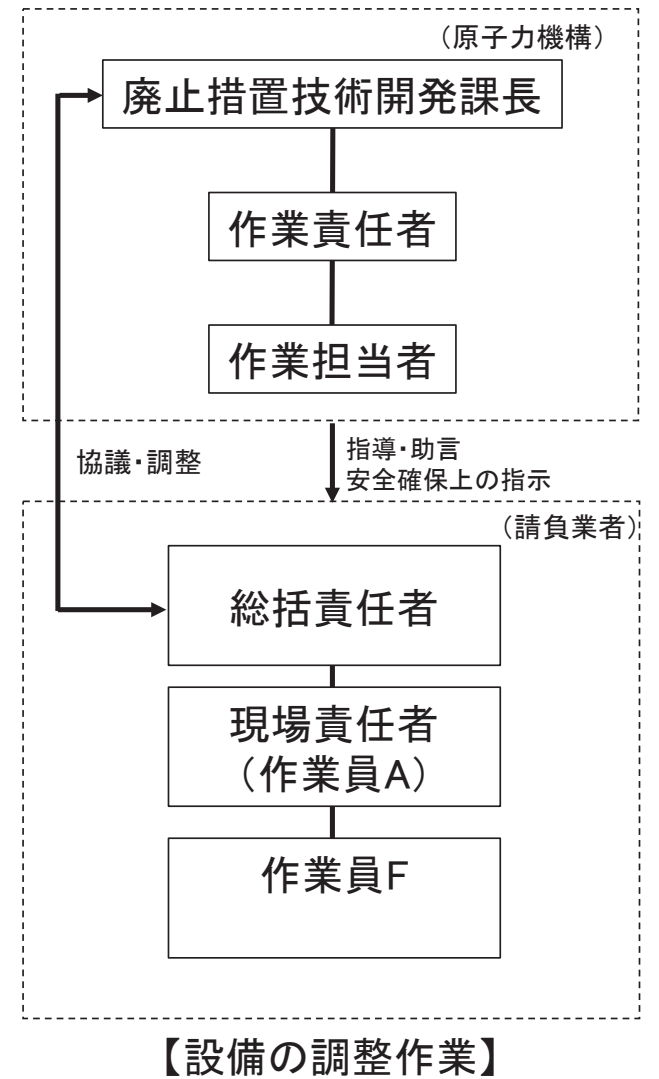
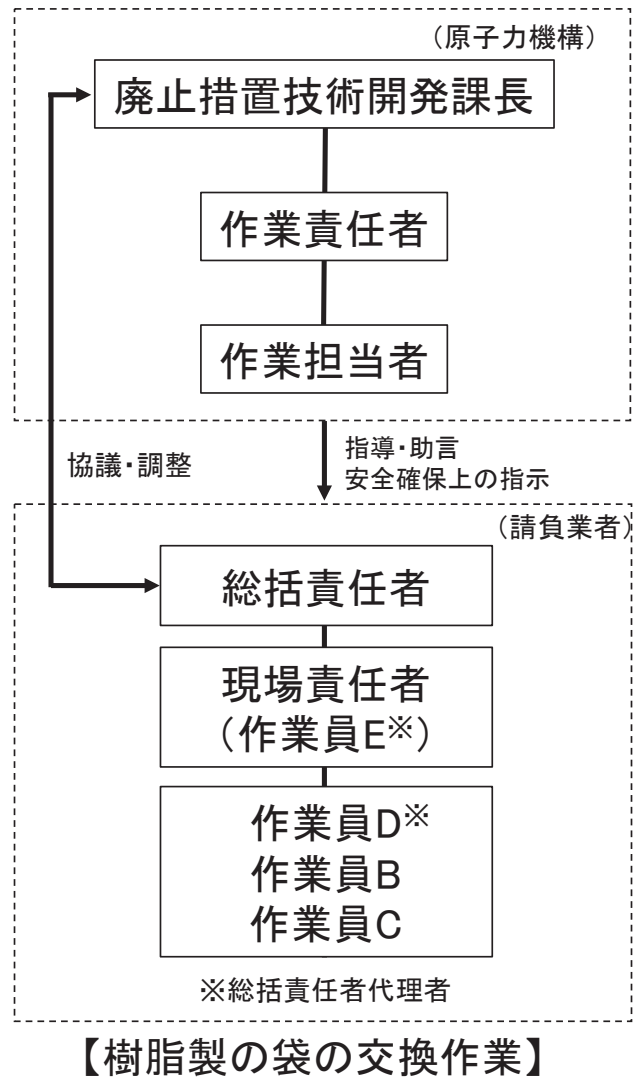
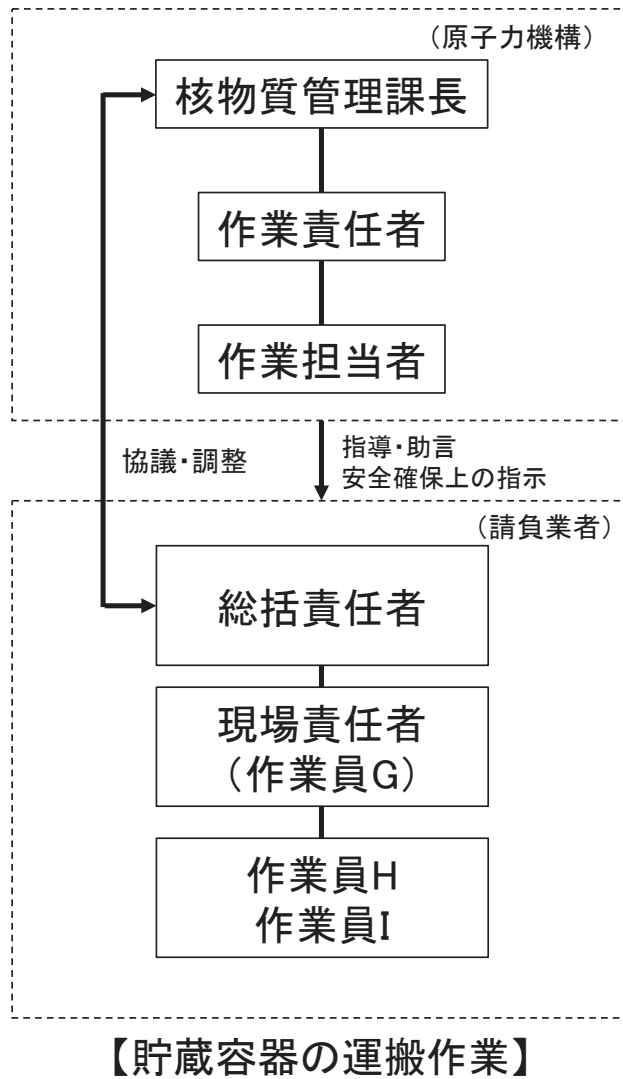


図4.1.3 作業の体制図

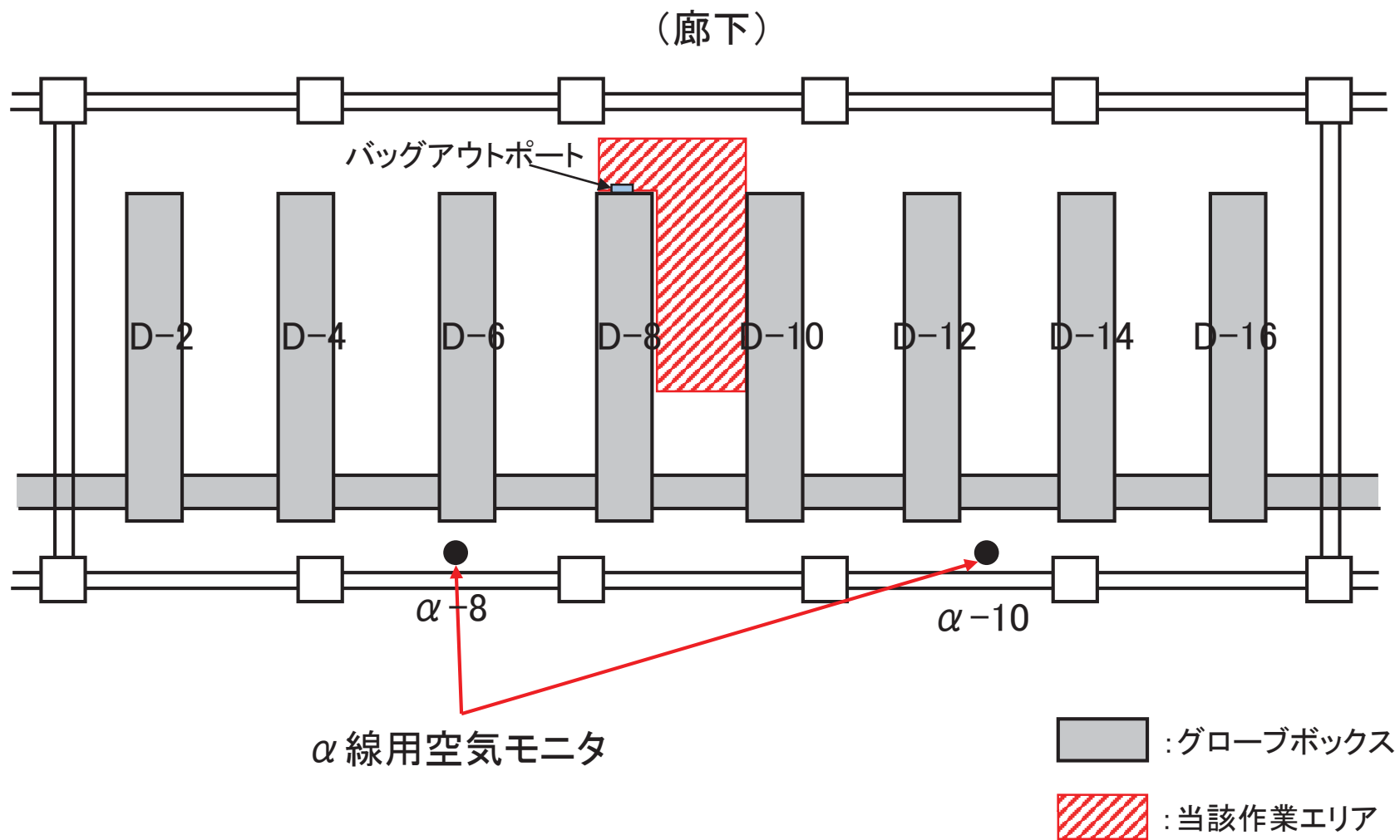


図4.1.4 粉末調整室(A-103) 配置図

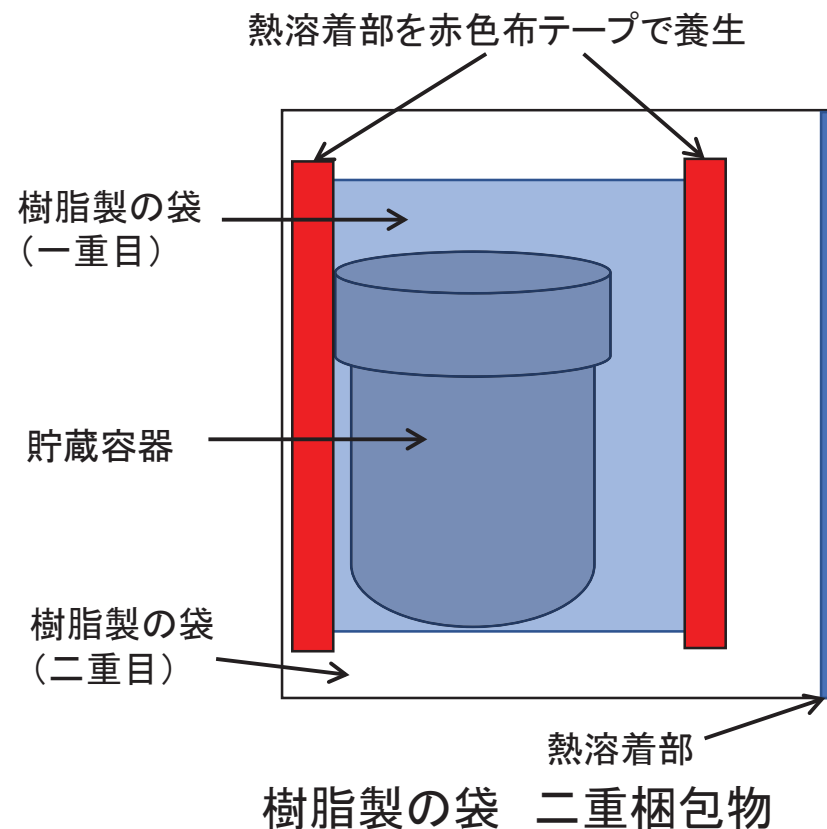


アルミ缶

ステンレス缶

貯蔵容器

貯蔵容器	寸 法	重量
ステンレス缶	直径: 約11cm、高さ: 約22cm	約0.5kg
アルミ缶	直径: 約12.5cm、高さ: 約25cm	約1.9kg



化学名: 可塑化ポリ塩化ビニル混合物

成 分: ポリ塩化ビニル 60%~70%
可塑剤 23%~33%
その他 3%~11%

厚 さ: 0.3 mm



樹脂製の袋

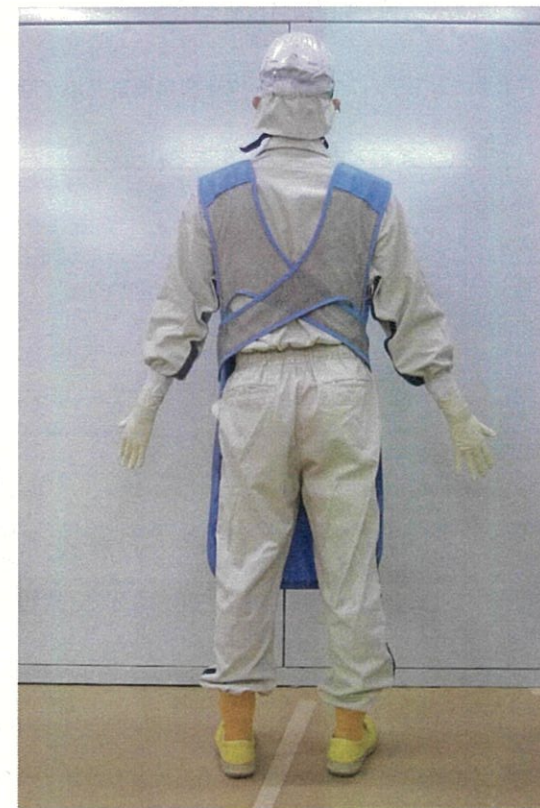
強度物性
(カタログ値)

引張り強度	1470 N/cm ² 以上
伸び	200 % 以上

図4.1.5 貯蔵容器のイメージ図



前面



背面

図4.1.6(1) 事象発生時の作業員と同等の防護具を着装した状態(樹脂製の袋の交換作業)

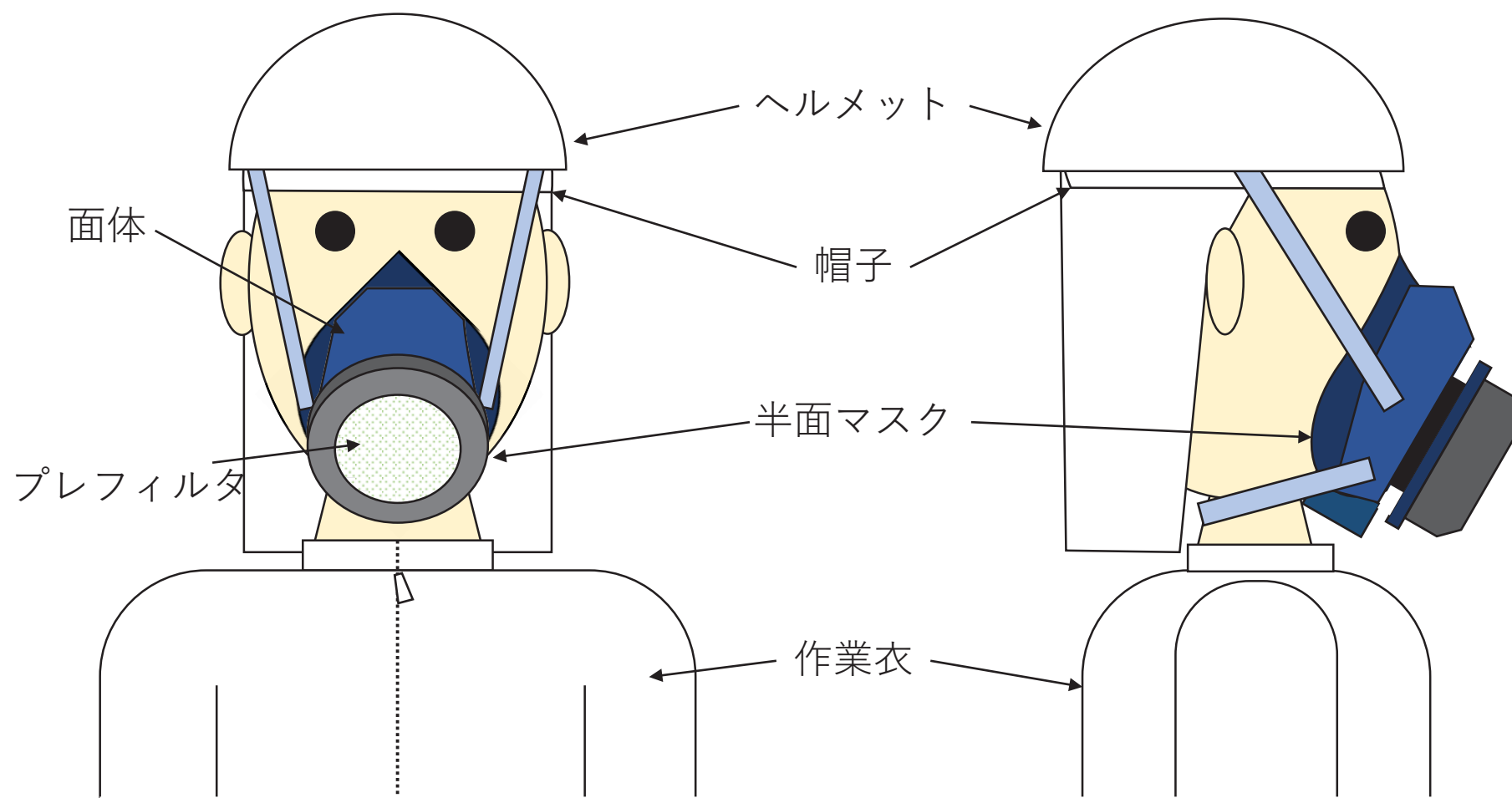


図4.1.6(2) 事象発生時の作業員と同等の防護具を着装した状態(樹脂製の袋の交換作業)

- ①: D-16からD-8へ移動中
- ②: 二重目溶着主作業
- ③: 二重目溶着補助作業
- ④: 搬出作業後の後片付け
- ⑤: グローブボックス内整理作業
- ⑥: D-16からD-8へ移動中
- ⑦: 運搬作業の待機中
- ⑧: 運搬作業の待機中
- ⑨: 運搬作業の待機中

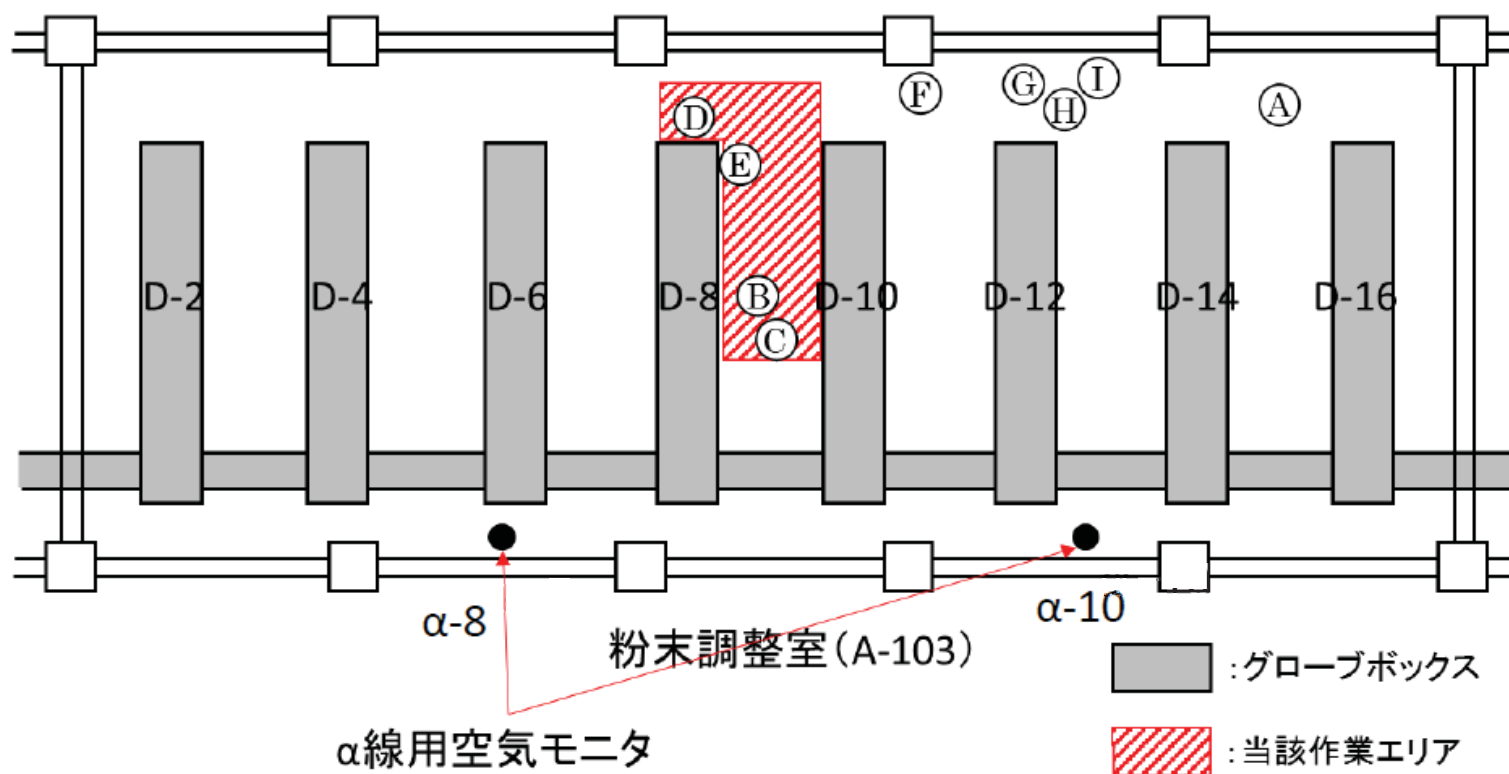


図4.2.1 α線用空気モニタ(α-8)警報吹鳴時の人員配置

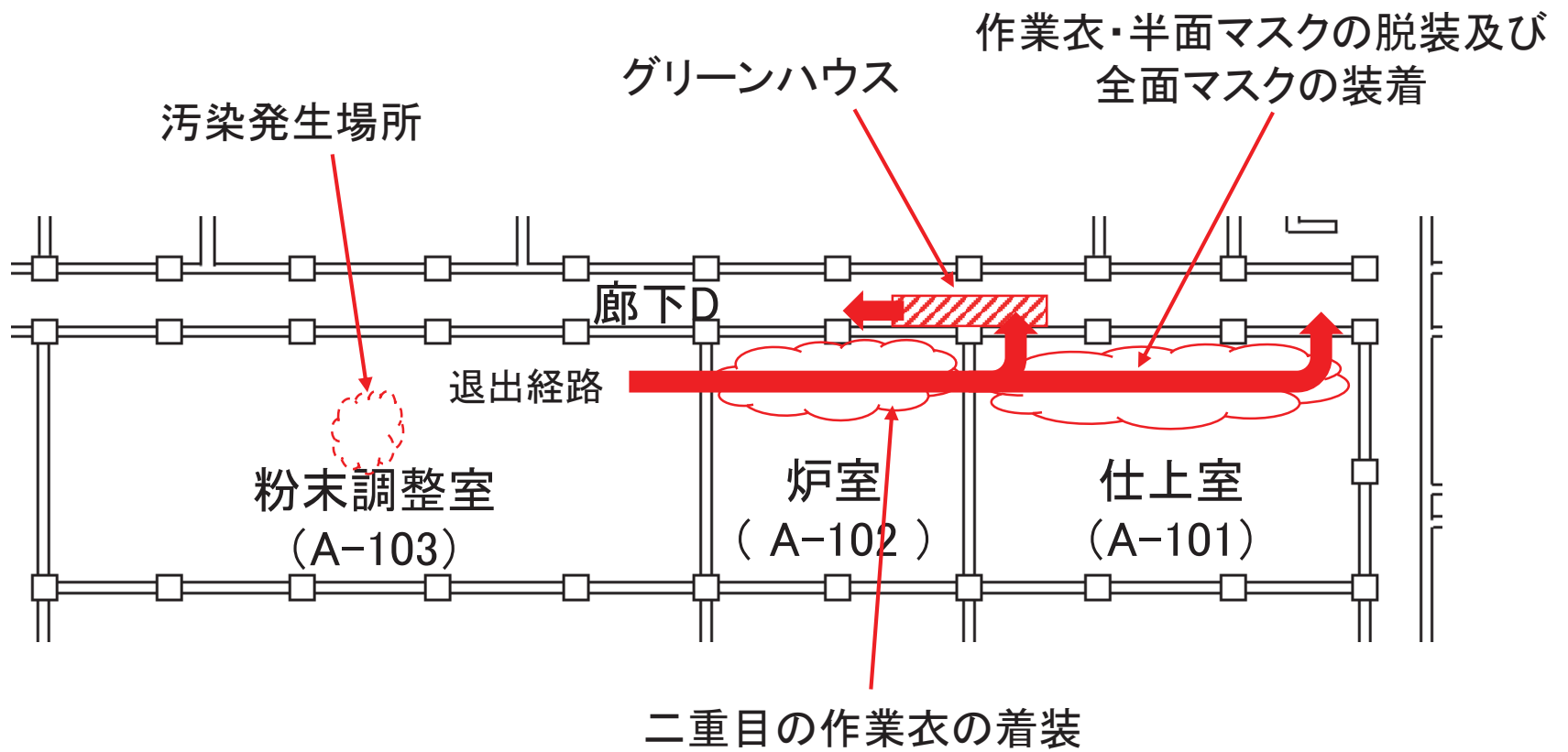


図4.2.2 作業員の退出経路



図4.2.3 グリーンハウス



図4.2.4 目張り箇所



(平成31年1月30日 21時40分頃 撮影)

図4.2.5 事象発生後の貯蔵容器の保管状態

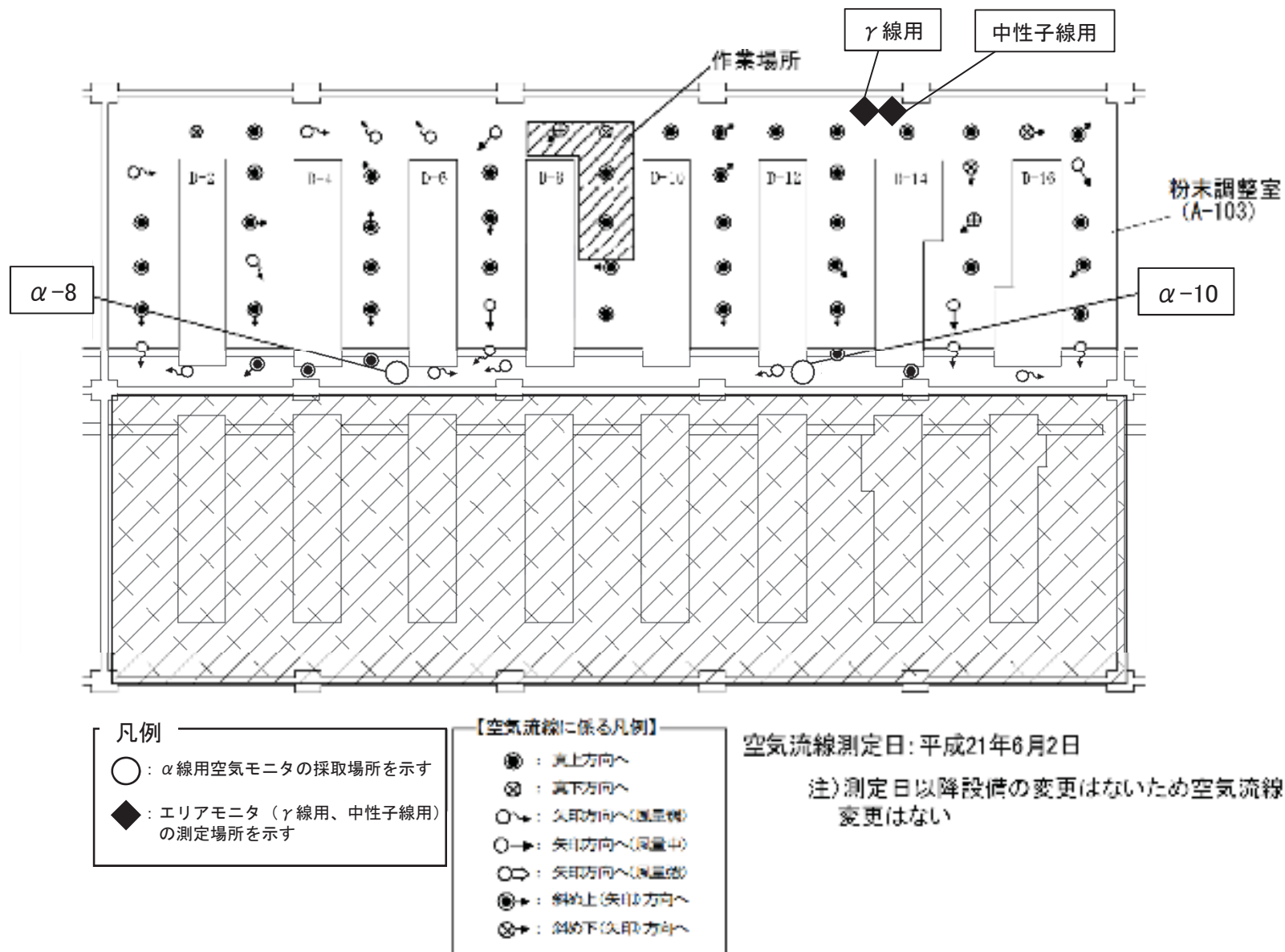


図4.2.6 粉末調整室(A-103)内の空気流線及び α 線用空気モニタ、エリアモニタの配置

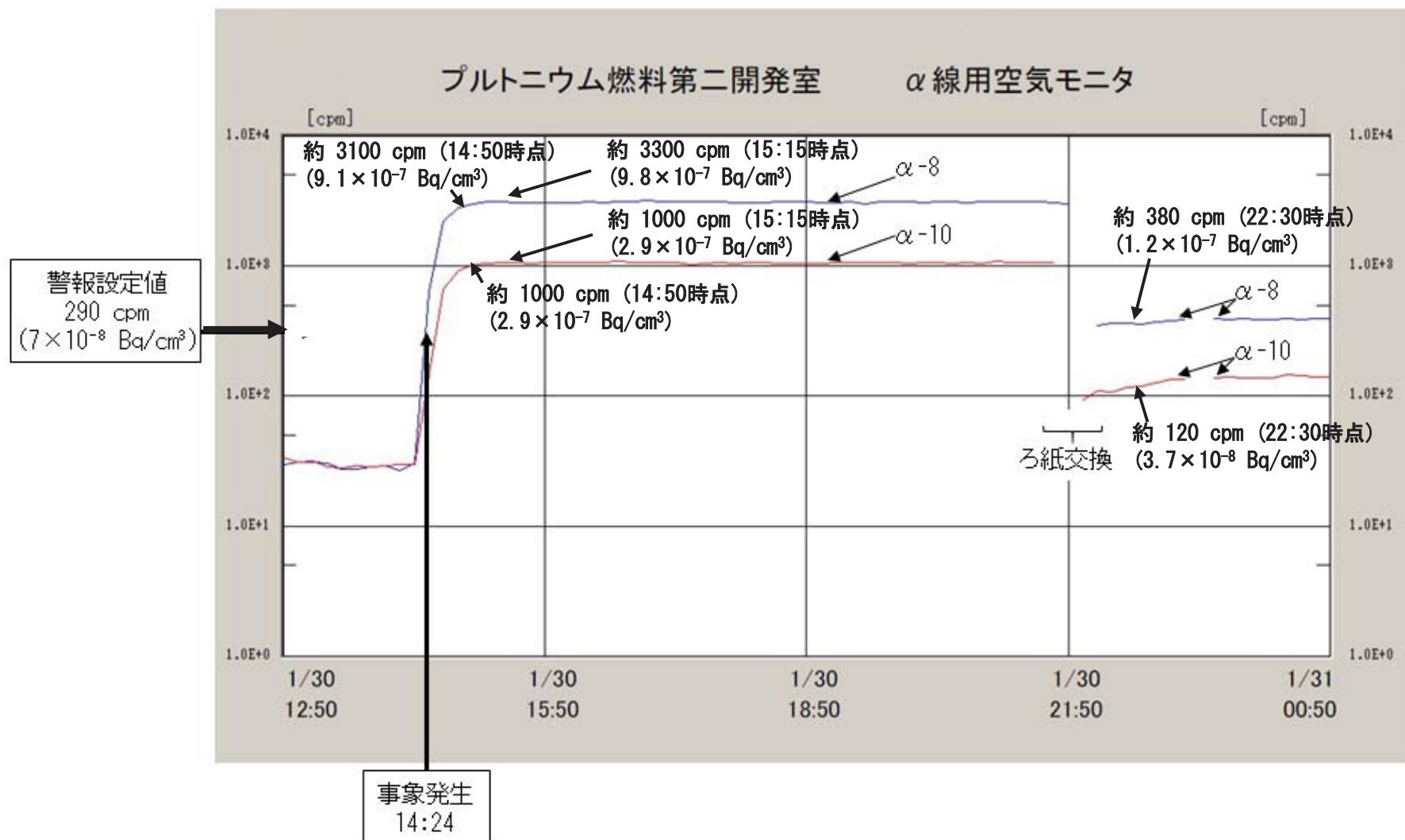


図4.2.7 α線用空気モニタ(α-8、α-10)指示値のトレンド

エアスニファ (Bq/cm³)

A/S-47: 9.8×10^{-7}

A/S-48: 2.2×10^{-6}

A/S-49: 3.0×10^{-6}

A/S-50: 2.2×10^{-6}

A/S-51: 2.2×10^{-6}

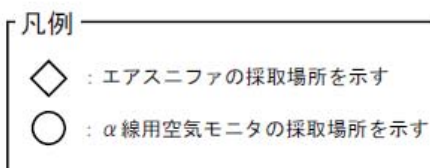
A/S-52: 4.1×10^{-7}

空気モニタ (Bq/cm³)

α -8: 1.2×10^{-6}

α -10: 4.8×10^{-7}

粉末調整室
(A-103)



放射線状況

採取日時: 平成 31年 1月 25日 10時00分～平成 31年 1月 30日 21時 45分

採取場所: 上記図面に示す (8点)

測定日時: 平成 31年 1月 30日 23時 05分

測定結果: 最大 3.0×10^{-6} Bq/cm³ (A/S-49) (1週間平均濃度)

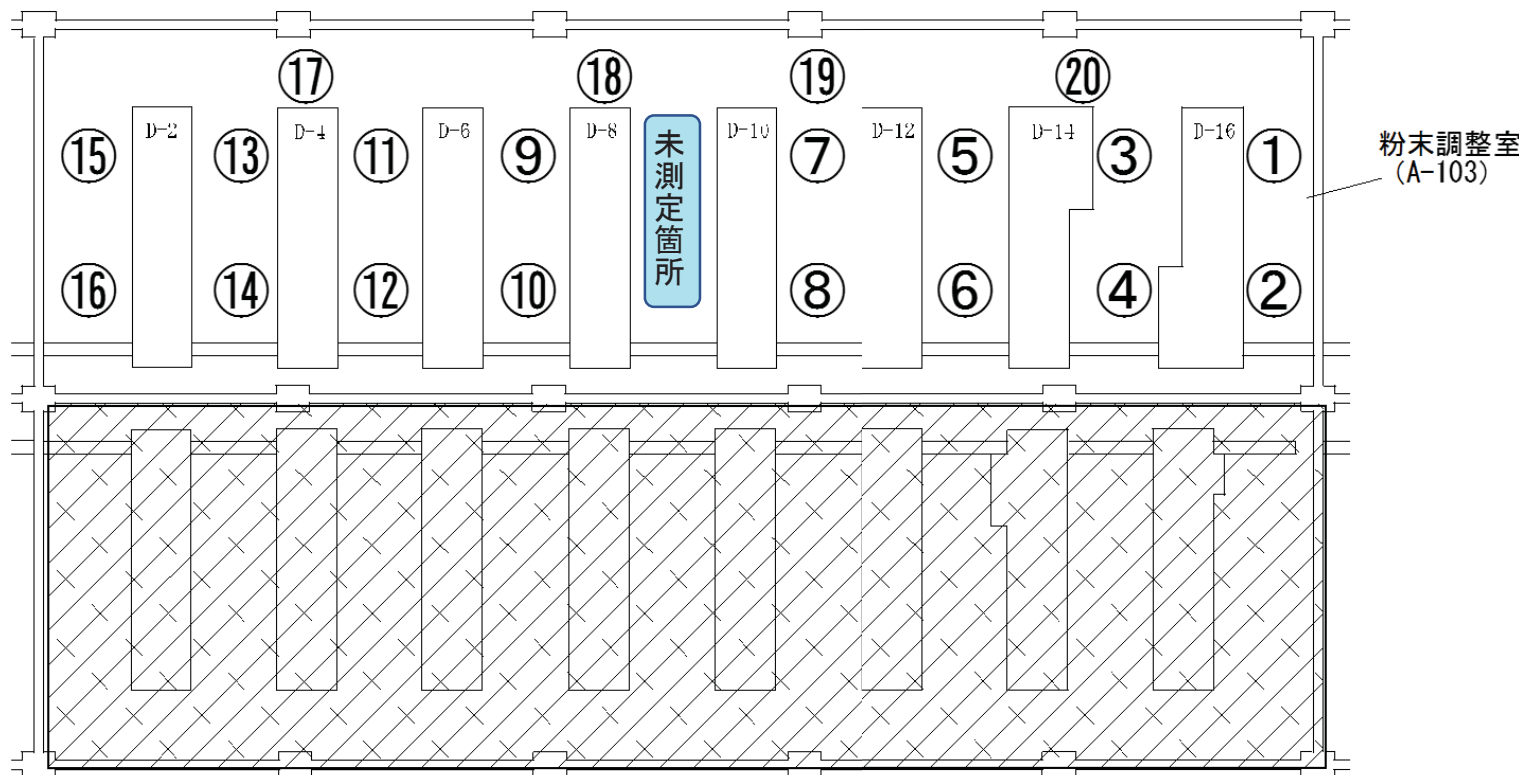
管理目標値: α 7×10^{-8} Bq/cm³ (1週間平均濃度)

検出下限値: α 3.7×10^{-10} Bq/cm³ (1週間平均濃度)

図4.2.8 粉末調整室(A-103)の α 線用空気モニタ、
エアスニファから回収したろ紙の測定結果

表面密度 (Bq/cm²)

- ①: 0.1
- ②: 0.3
- ③: 0.1
- ④: 0.3
- ⑤: 0.5
- ⑥: 0.6
- ⑦: 0.8
- ⑧: 0.8
- ⑨: 1.1
- ⑩: 0.4
- ⑪: 0.7
- ⑫: 0.6
- ⑬: 0.3
- ⑭: 0.3
- ⑮: 0.1
- ⑯: 0.2
- ⑰: 0.5
- ⑱: 0.6
- ⑳: 0.3



凡例

○ : スミヤの番号を示す

放射線状況

採取日時: 平成 31年 1月 30日 21時 38分

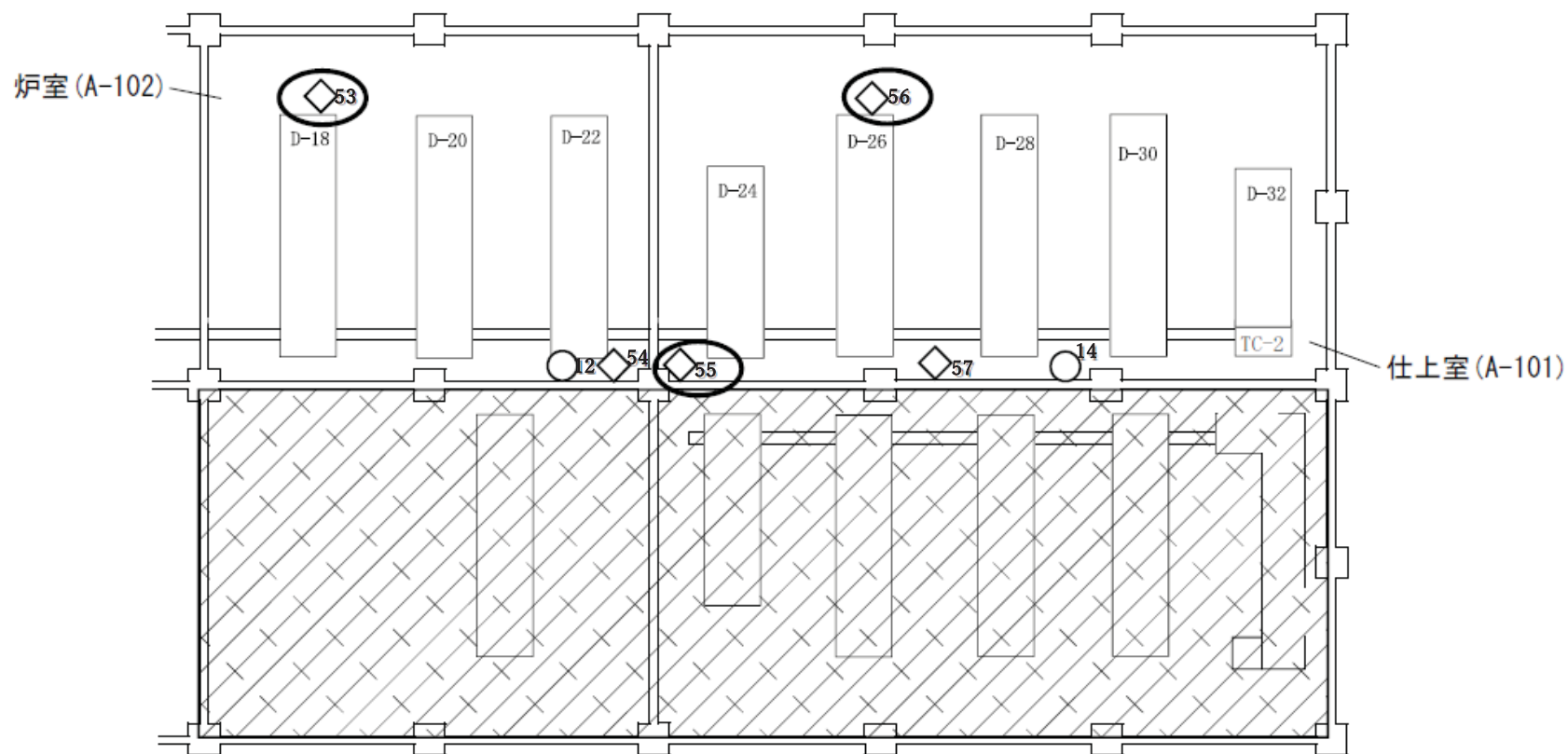
採取場所: 上記図面に示す (20点)

測定日時: 平成 31年 1月 30日 22時22分

測定結果: 最大 1.1 Bq/cm²

検出下限値: α線 4×10⁻² Bq/cm²

図4.2.9 粉末調整室(A-103)の床面のスミヤ測定結果



凡例

- ◆ : エアスニファの採取場所を示す
- : α 線用空気モニタの採取場所を示す

放射線状況

採取日時 : 平成 31年 1月 25日 10時 00分～平成 31年 1月 30日 21時 45分

採取場所 : 上記図面に示す (3点)

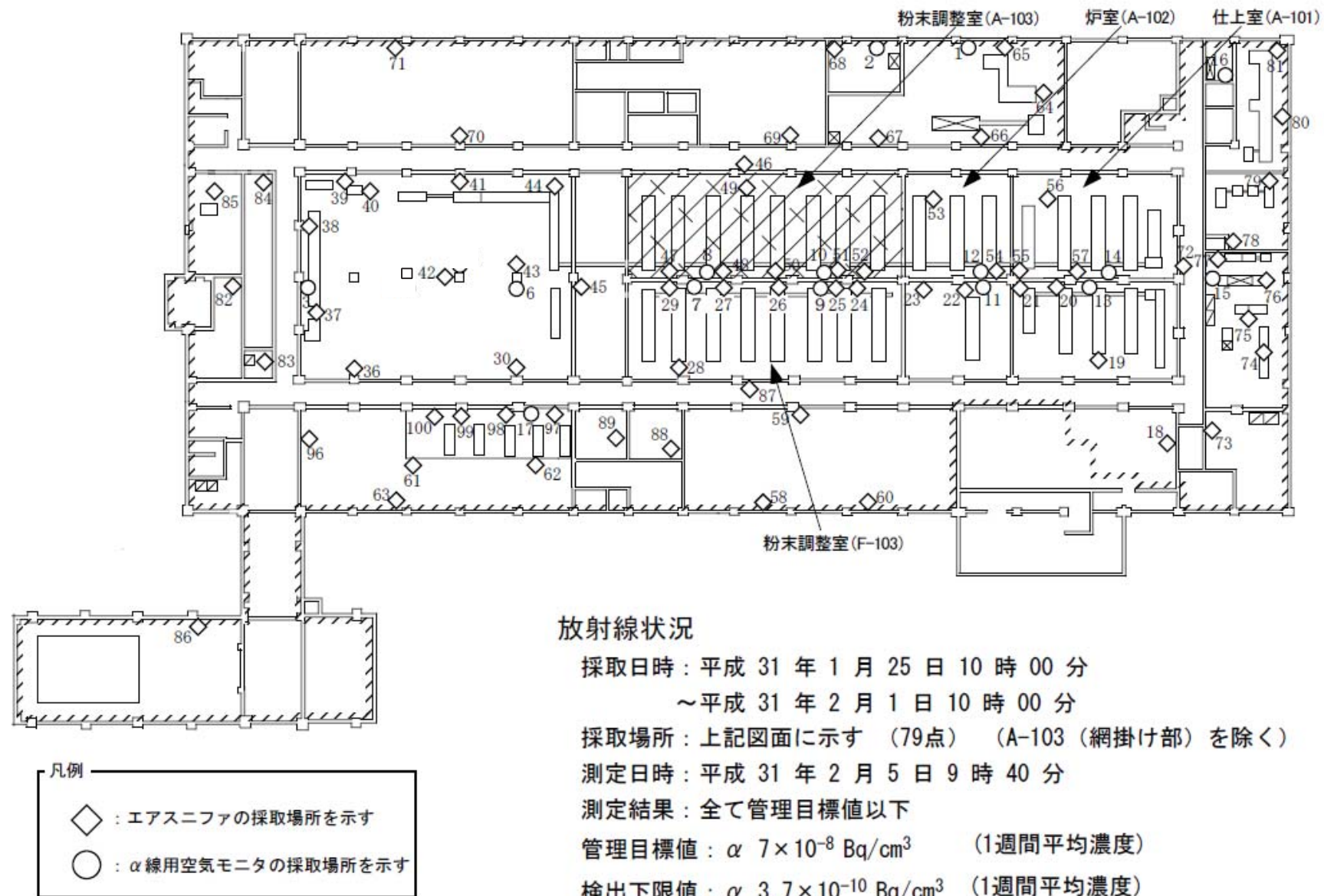
測定日時 : 平成 31年 1月 30日 23時 05分

測定結果 : 全て管理目標値以下

管理目標値 : α 7×10^{-8} Bq/cm³ (1週間平均濃度)

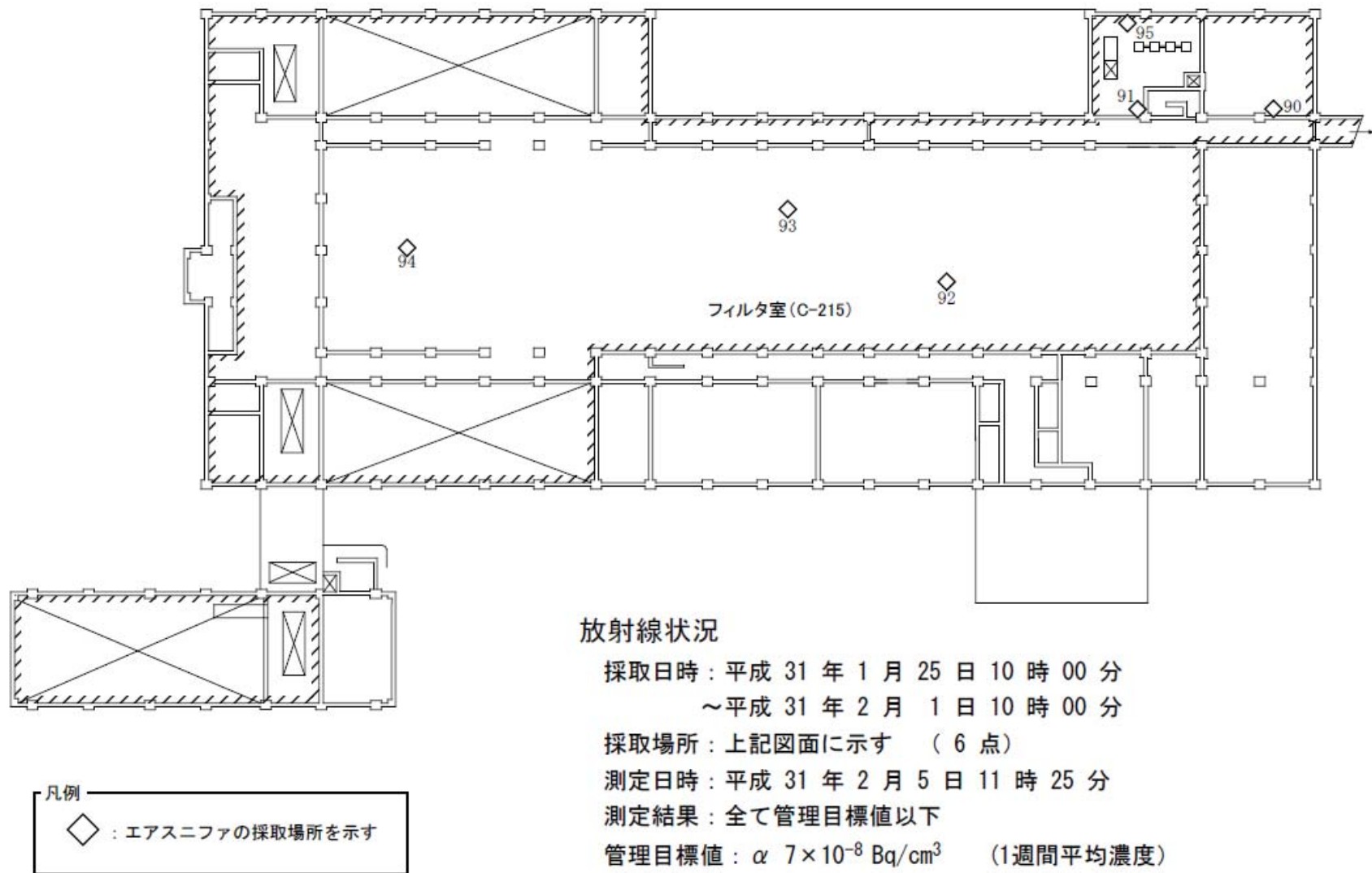
検出下限値 : α 3.7×10^{-10} Bq/cm³ (1週間平均濃度)

図4.2.10 炉室(A-102)、仕上室(A-101)のエアスニファから回収したろ紙の測定結果



プルトニウム燃料第二開発室 1階

図4.2.11(1) プルトニウム燃料第二開発室の空气中放射性物質濃度測定記録



プルトニウム燃料第二開発室 2階

図4.2.11(2) プルトニウム燃料第二開発室の空气中放射性物質濃度測定記録

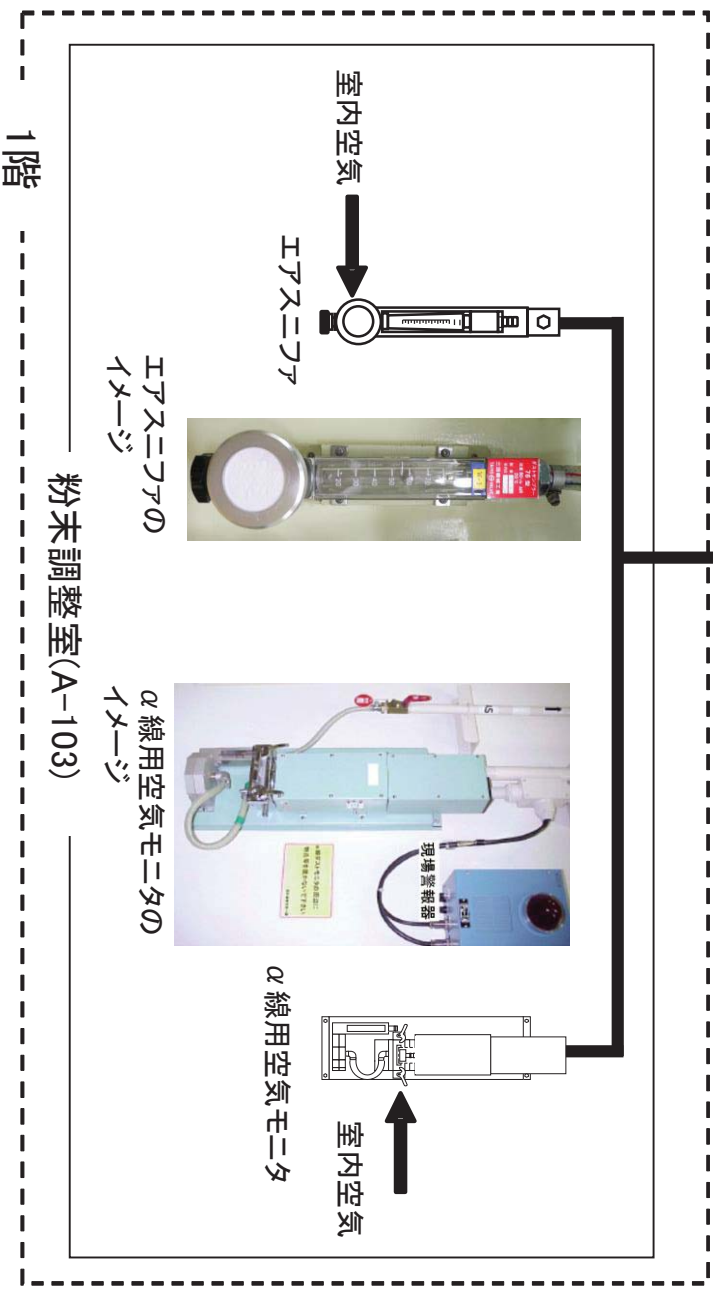
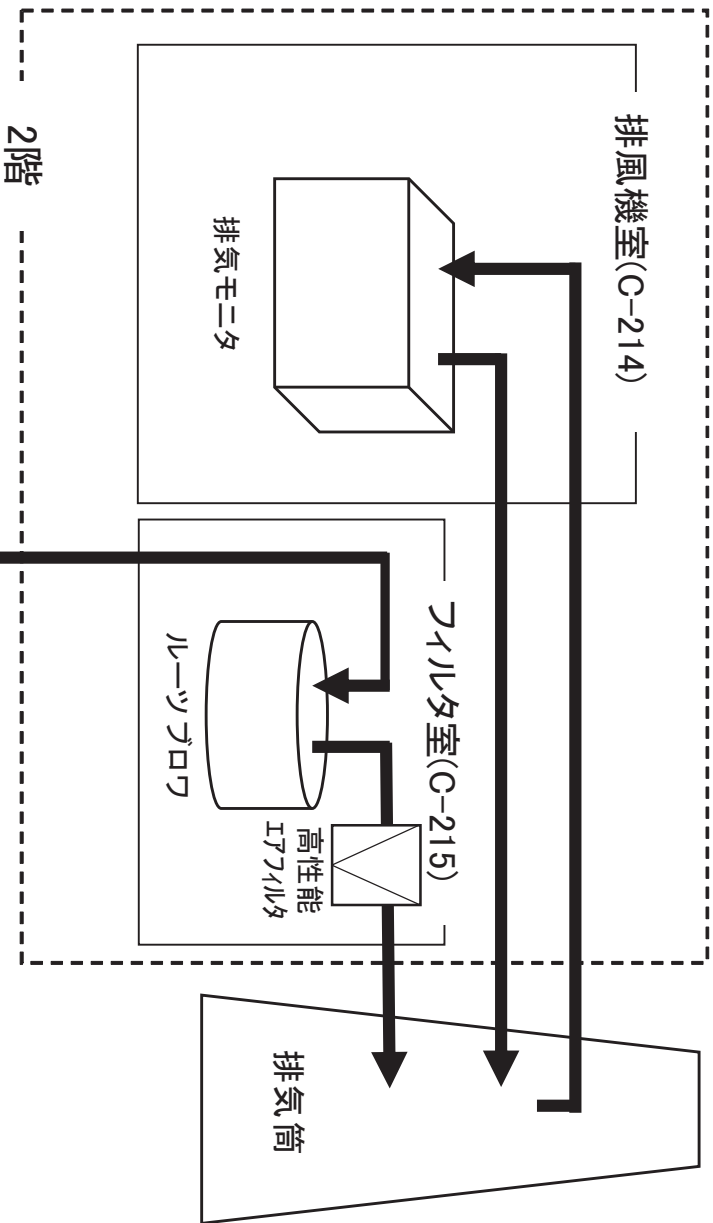


図4.2.12 プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ、
α線用空気モニタ及びエアスニファの系統図

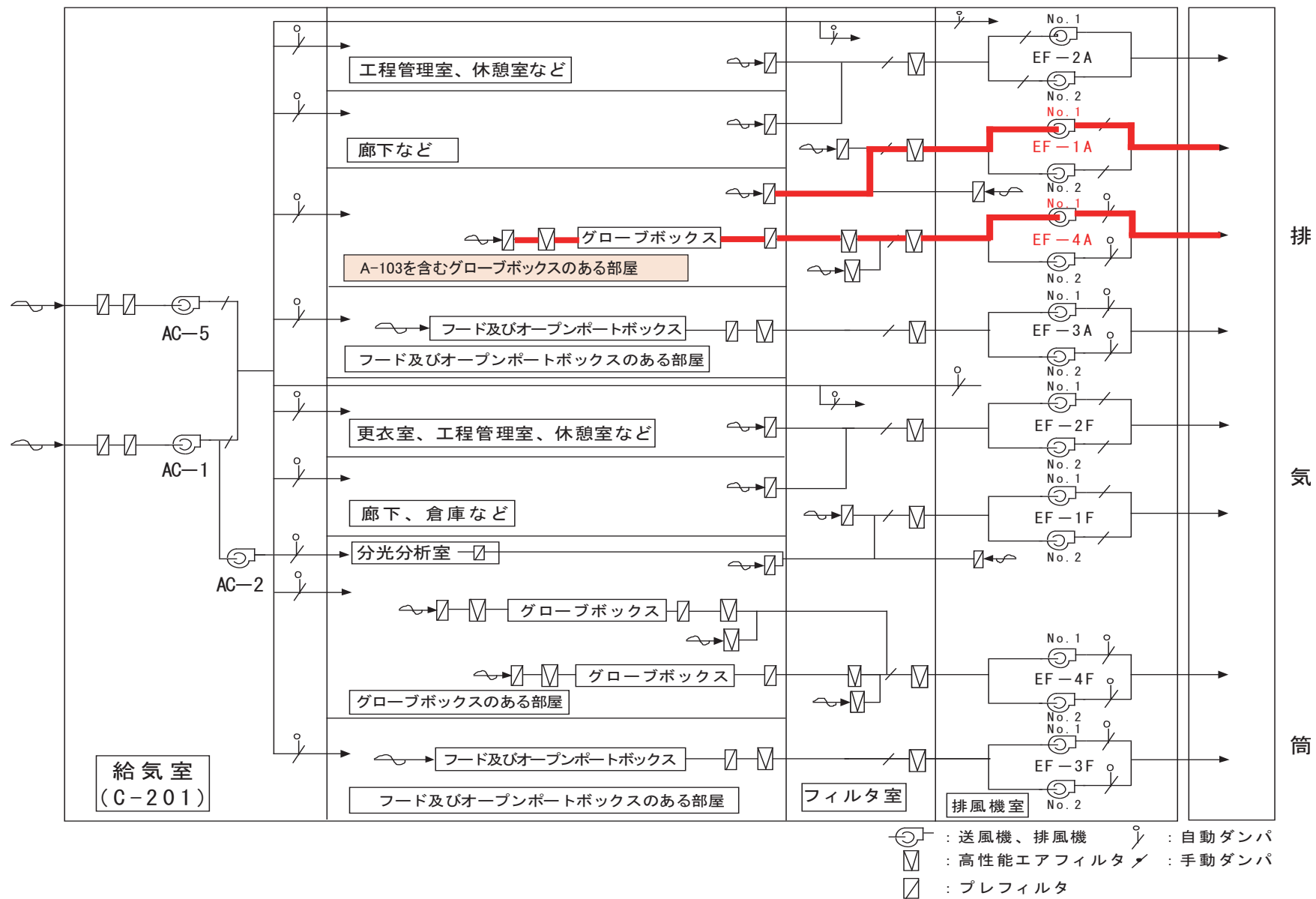


図4.2.13 プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図

プルトニウム燃料第二開発室 エリアモニタ（ γ 線用・中性子線用）

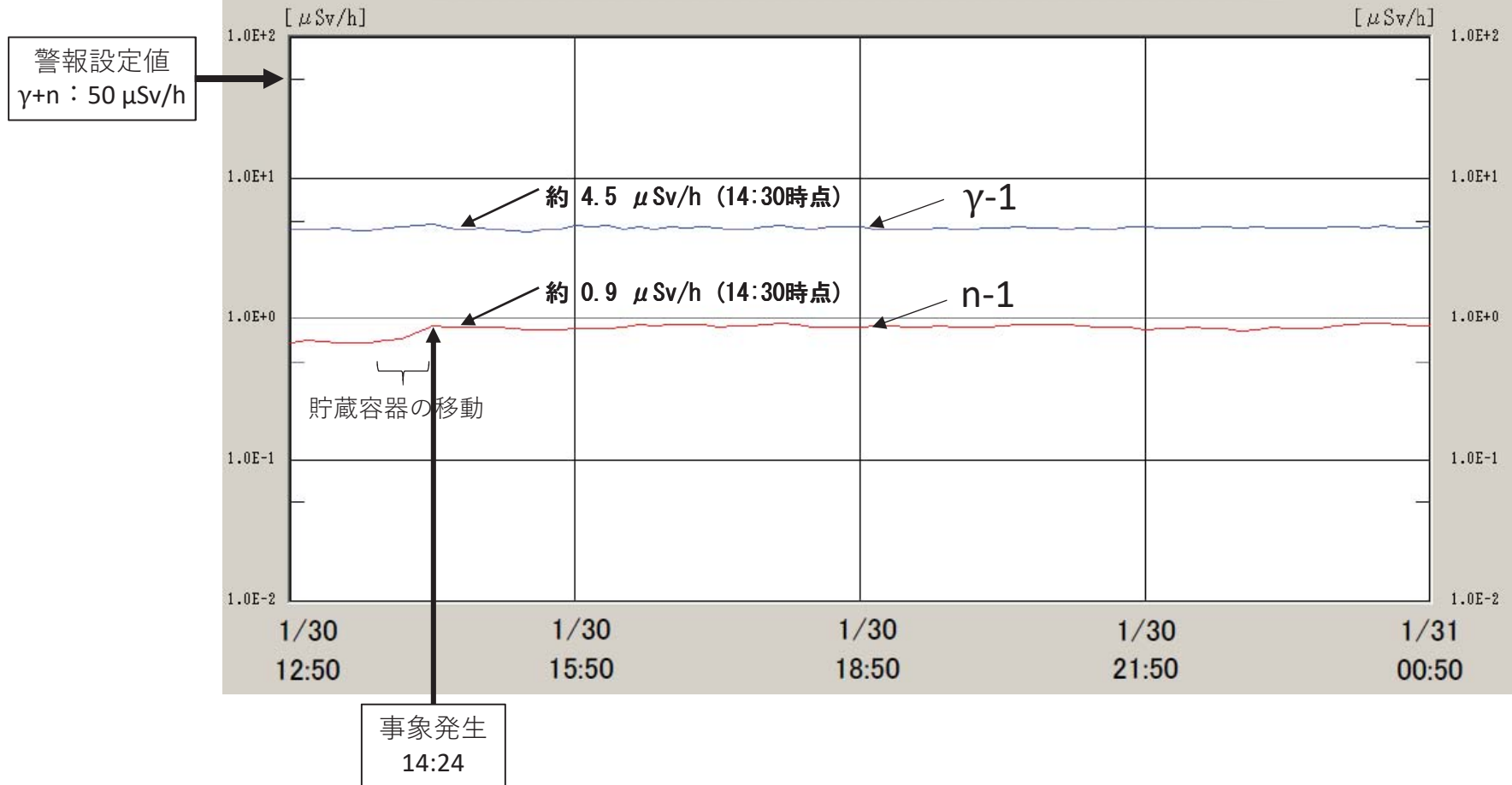


図4.2.14 粉末調整室(A-103)のエリアモニタ指示値のトレンド

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 A	
測定状況	日 時	平成31年1月30日 18時43分	測定者	
	場 所	Pu-2 A101		
測定結果	汚染部位	測 定 値 (注)		
	① 両手	α	cpm (2.5×10^{-1} Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	② カバーオール	α	cpm (2.4×10^{-1} Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	③ RIシューズ	α	cpm (2.5×10^{-1} Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)	
β		cpm (— Bq/cm ²)		
(身体汚染部位詳細図)				
右 左				

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(—cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はRI用ゴム手袋の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.15 作業員Aの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 B	
測定状況	日 時	平成31年1月30日 17時51分	測定者	
	場 所	Pu-2 A101		
測定結果	汚染部位	測 定 値 (注)		
	① 両手	α	cpm (6.0×10^{-1} Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	② カバーオール	α	cpm (9.6×10^{-1} Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	③ RIシューズ	α	cpm (9.2×10^{-1} Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)	
β		cpm (— Bq/cm ²)		
(身体汚染部位詳細図)				
右 左				

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(—cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はビニール袋での養生の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.16 作業員Bの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 C
測定状況	日 時	平成31年1月30日 18時18分	測定者
	場 所	Pu-2 A101	
測定結果	汚染部位	測 定 値 (Bq/cm ²)	
	① 両手	α	cpm (1.2 Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② カバーオール	α	cpm (2.9×10 ⁻¹ Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ Rシャツ	α	cpm (4.9×10 ⁻¹ Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
	β	cpm (— Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はビニル袋での養生の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.17 作業員Cの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 D
測定状況	日 時	平成31年1月30日 18時23分	測定者
	場 所	Pu-2 A101	
測定結果	汚染部位	測 定 値 (Bq/cm ²)	
	① 両手	α	cpm (2.0×10 ⁻¹ Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② カバーオール	α	cpm (4.9×10 ⁻² Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ Rシャツ	α	cpm (3.6×10 ⁻¹ Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
	β	cpm (— Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

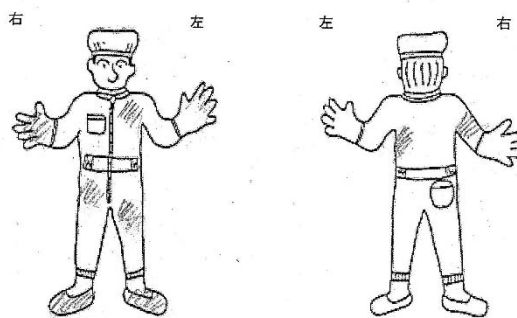
個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はビニル袋での養生の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.18 作業員Dの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名
	廃設課	作業員E
測定状況	日 時	測定者
	平成31年1月30日 17時33分	
	場 所	
	Pu-2 A101	
測定結果	汚染部位	測 定 値 (注)
①	両手	α cpm (2.5×10^{-1} Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
②	カバ-オール	α cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
③	REシューズ	α cpm (2.9×10^{-1} Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
④		α cpm (— Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
(身体汚染部位詳細図)		
		

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(— cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

【様式改訂日】H21.3.31

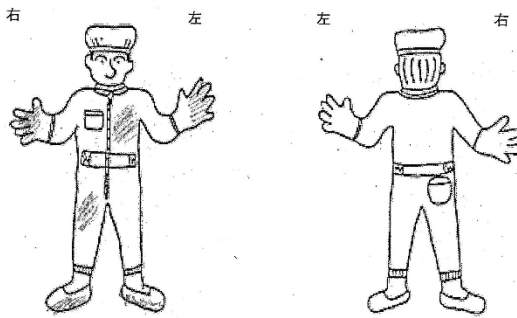
個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、仕上室(A-101)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをともに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はビニル袋での養生の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.19 作業員Eの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名
	廃設課	作業員F
測定状況	日 時	測定者
	平成31年1月30日 18時57分	
	場 所	
	Pu-2 A101	
測定結果	汚染部位	測 定 値 (注)
①	両手	α cpm (1.8×10^{-1} Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
②	カバ-オール	α cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
③	REシューズ	α cpm (2.2×10^{-1} Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
④		α cpm (— Bq/cm ²) β cpm (— Bq/cm ²)
(身体汚染部位詳細図)		
		

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(— cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをともに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はRI用ゴム手袋の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.20 作業員Fの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 G
測定状況	日 時	平成31年 1月30日 18時 9分	測定者
	場 所	P-2 A101	
測定結果	汚染部位		測 定 値 (注)
	① 両手	α	cpm (1.2×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② パンツ	α	cpm (9.6×10^{-2} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ RI=2	α	cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
β		cpm (— Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			
右 左 左 右			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はRI用ゴム手袋の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.21 作業員Gの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 H
測定状況	日 時	平成31年 1月30日 18時 44分	測定者
	場 所	P-2 A101	
測定結果	汚染部位		測 定 値 (注)
	① 両手	α	cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② パンツ	α	cpm (1.2×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ RI=2	α	cpm (1.8×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
β		cpm (— Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			
右 左 左 右			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所での主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はRI用ゴム手袋の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

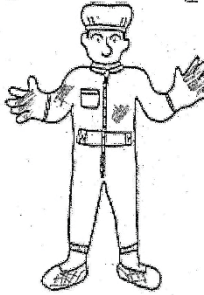
図4.2.22 作業員Hの身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

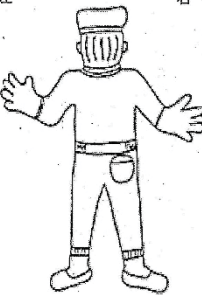
当 事 者	所 属	氏 名	
	検査課	作業員I	
測定状況	日 時	測定者	
	平成21年1月30日18時07分		
	場 所		
	P-2 A101		
測定結果	汚染部位	測 定 値 (注)	
	① 両手	α	cpm (7.2×10^{-2} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② R1-R1L	α	cpm (7.2×10^{-2} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ RI-R1-R2	α	cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
β		cpm (— Bq/cm ²)	

(身体汚染部位詳細図)

右 左



左 右



注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用 (770cm²) β線用 (—cm²) とする。

放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

【様式改訂日】H21.3.31

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、炉室(A-102)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な汚染検査の結果。検査場所で主な汚染部位及び測定値をメモしたものをもとに、本記録を作成したもので、記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はRI用ゴム手袋の表面を示す。
- ・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装後を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.23 作業員Iの身体汚染検査の結果(脱装前)

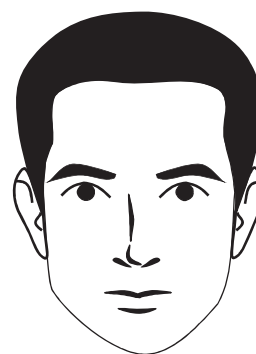
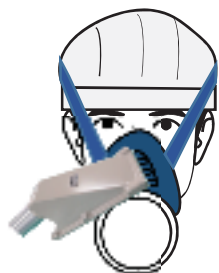
- ①装備の状態の確認 ②頭頸部全体の汚染検査 ③帽子と半面マスクの脱装 ④面体接顔部の汚染検査
(呼吸を止めた状態) (呼吸を止めた状態)



電動ファン付き
半面マスク



自給式
半面マスク

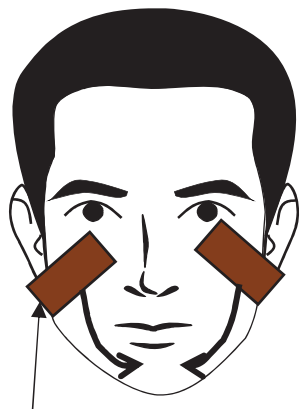


- ⑤面体接顔部の拭き取り
(呼吸を止めた状態)

- ⑥頭髪の汚染検査
(全面マスクを手で抑えた状態)

- ⑦帽子と全面マスクの着装

- 外した半面マスクの
面体内側の汚染検査
(⑤, ⑥と並行して実施)



水で濡らした紙タオル



※額、前髪付近の検査も実施



図4.2.24 半面マスクの脱装時における頭頸部・顔面の汚染検査手順

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	測 定 者
	鹿 投 課	作業員A	
測定状況	日 時	平成31年1月30日 16時43分	
	場 所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測 定 値	(注)
	①	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	②	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	

(身体汚染部位詳細図)

全て検出下限値未満 (別紙参照)

検出下限値

$\alpha: 4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(10 cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放射線管理第1課が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放射線管理第1課が仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.25 作業員Aの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録詳細

別紙

当 事 者	所 属	氏 名	測 定 者
	鹿 投 課	作業員A	
測定状況	日 時	平成31年1月30日 16時43分	
	場 所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測 定 値	(注)
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④ 頭部全体	α cpm (Bq/cm ²)	
	(呼吸保護具ヘッドバンド含む)	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤ 首回り全体	α cpm (Bq/cm ²)	
	(呼吸保護具締めひも含む)	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑦ 上半身前面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(肩→腕→腰)	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑧ 下半身前面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(腰→大腿→下腿→足部)	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑨ 上半身後面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(肩→腕→背部)	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑩ 下半身後面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(尻→大腿→下腿→足部)	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑪ 鞋底	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑫ 頭部(前面・頭髪)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑬ 足つら	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	

※1 全身マスク着用のため検出下限値未満

※2 全身マスク脱装後

④～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(10 cm²)とする。

放射線管理第1課

個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

身体サーベイ記録

当事者	所属	氏名	作業員B
測定状況	日時	平成31年1月30日 17時51分	測定者
	場所	R-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値	
①	α	cpm (Bq/cm ²)	
	β	cpm (Bq/cm ²)	
②	α	cpm (Bq/cm ²)	
	β	cpm (Bq/cm ²)	
③	α	cpm (Bq/cm ²)	
	β	cpm (Bq/cm ²)	
④	α	cpm (Bq/cm ²)	
	β	cpm (Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			
全て検出下限値未満(別紙参照) 検出下限値 α: 4×10^{-2} Bq/cm²			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(17cm²) β線用(1cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

別紙

当事者	所属	氏名	作業員B
測定状況	日時	平成31年1月30日 17時51分	測定者
	場所	R-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測定値	
①	呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
②	呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
③	呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
④	顔部全体	α cpm (Bq/cm ²)	
	(呼吸保護具ヘッドバンド含む)	β cpm (Bq/cm ²)	
⑤	首回り全体	α cpm (Bq/cm ²)	
	(呼吸保護具締めひも含む)	β cpm (Bq/cm ²)	
⑥	手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑦	上半身前面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(肩→腕→胸→腹部)	β cpm (Bq/cm ²)	
⑧	下半身前面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(腰→大腿→下腿→足部)	β cpm (Bq/cm ²)	
⑨	上半身後面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(肩→腕→背部)	β cpm (Bq/cm ²)	
⑩	下半身後面	α cpm (Bq/cm ²)	
	(尻→大腿→下腿→足部)	β cpm (Bq/cm ²)	
⑪	靴底	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑫	頭部(顔面・頭髮含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑬	足うら	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
*1 全面マスク着用のため衣類の検出なし *2 全面マスク脱装後 ⑤～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.26 作業員Bの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録

当事者	所属	氏名	作業員C
日時	平成31年1月30日18時18分	測定者	
測定状況	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値	
	①	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	②	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④	α cpm (Bq/cm ²)	
	β cpm (Bq/cm ²)		

(身体汚染部位詳細図)

検出下限値
α: $4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

別紙

当事者	所属	氏名	作業員C
日時	平成31年1月30日18時18分	測定者	
測定状況	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測定値	
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④ 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤ 首回り全体 (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑦ 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑧ 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑨ 上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)	
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑩ 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑪ 靴底	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑫ 顔面(前・側・後)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑬ 足うら	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		

① 全面マスク着用のため測定しなかった
② 全面マスク脱装後
③～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課

個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.27 作業員Cの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録

当事者	所属	氏名	作業員D
日時	平成31年1月30日18時33分	測定者	
測定状況	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値	(注)
	①	α cpm (Bq/cm ²)	全て検出下限値未満 (別紙添付)
		β cpm (Bq/cm ²)	
	②	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④	α cpm (Bq/cm ²)	
	β cpm (Bq/cm ²)		

(身体汚染部位詳細図)

検出下限値
α = 4 × 10⁻² Bq/cm²

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(100 cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

別紙

当事者	所属	氏名	作業員D
日時	平成31年1月30日18時33分	測定者	
測定状況	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測定値	(注)
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	*1 全面マスク着用のため検出されず *2 片面マスク脱装後 ⑨~⑩、⑬、⑭ 全て検出下限値未満
		β cpm (Bq/cm ²)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④ 頸部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤ 首回り全体 *1 (呼吸保護具締め含む含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑦ 上半身前面 (肩→腕→腹→腰部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑧ 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑨ 上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑩ 下半身後面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑪ 靴底	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑫ 顔部(顔面、顎髷含む) *2	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑬ 足元	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(100 cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課

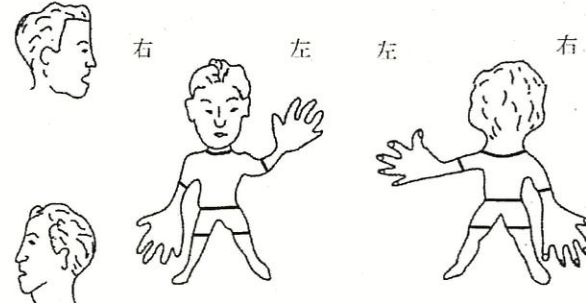
個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び片面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.28 作業員Dの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 E
測 定 状 況	日 時	平成31年 1月30日 17時33分	測 定 者
	場 所	Pu-2 A-101 (脱装後)	
測 定 結 果	汚染部位	測 定 値	
	①	α cpm (Bq/cm ²)	
	②	β cpm (Bq/cm ²)	
	③	α cpm (Bq/cm ²)	
	④	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑥	β cpm (Bq/cm ²)	
	⑦	α cpm (Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			
全て検出下限値未満 (別紙参照)			
			
検出下限値 α: 4×10^{-2} Bq/cm ²			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

別紙

当 事 者	所 属	氏 名	作 業 員 E
測 定 状 況	日 時	平成31年 1月30日 17時33分	測 定 者
	場 所	Pu-2 A-101 (脱装後)	
測 定 結 果	測 定 部 位	測 定 値	
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④ 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤ 首回り全体 *1 (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑦ 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑧ 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑨ 上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)	
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑩ 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑪ 靴底	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑫ 顔部 (顔面、頭髪含む) *2	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑬ 足うら	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
*1 全面マスク着用のため検出されず *2 半面マスク脱装後 ⑤～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.29 作業員Eの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録

当事者	所 属	氏 名	測定者
	廃 投 課	作業員F	
測定状況	日時	平成21年1月30日18時59分	
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値	
	①	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	②	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	③	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	④	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
(身体汚染部位詳細図)			
検出下限値 $\alpha: 4 \times 10^{-2} \text{Bq}/\text{cm}^2$			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
 α 線用(100cm^2) β 線用(1cm^2)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

当事者	所 属	氏 名	測定者
	廃 投 課	作業員F	
測定状況	日時	平成21年1月30日18時59分	
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測定値	
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	④ 顔部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑤ 首回り全体 ¹⁾ (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑦ 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑧ 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑨ 上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑩ 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑪ 靴底	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑫ 顔部(顔面・頭髪等) ²⁾	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
	⑬ 足裏	α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
		α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
		α cpm (Bq/cm^2)	
		β cpm (Bq/cm^2)	
1) 全面マスク着用時のみ測定した 2) 全面マスク脱装後 ⑤～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
 α 線用(100cm^2) β 線用(1cm^2)とする。

個人情報保護の観点からマスクングを施しています。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が仕上室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.30 作業員Fの身体汚染検査の結果(脱装後)

当事者	所属 検査課	氏名 作業員 G	
測定状況	日時 平成31年1月30日 18時09分	測定者 	
場所	P-2 A101 (脱装後)		
	測定部位	測 定 値	
①	呼吸保護具 フィルタ	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
②	呼吸保護具 面体	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
③	呼吸保護具 排気弁	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
④	顔部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑤	首回り全体 (呼吸保護具締めひもを含む)	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑥	手肘	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑦	上半身前面 (肩→腕→腰)	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑧	下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑨	上半身後面 (肩→腕→背)	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑩	下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑪	靴底	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑫	頭部(顔面・頭髮等) ^{X2}	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
⑬	足指	α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
		α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²
		α	cpm (Bq/cm ²)
		β	Bq/cm ²

X1 全脚 X27 専用測定器のみで測定

X2 半面 X27 脱装後

⑤～⑭、⑮ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

・仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
・「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.31 作業員Gの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録

当事者	所属	氏名	作業員H
測定状況	日時	平成31年1月30日18時41分	測定者
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値	
	①	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	②	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			
全て検出下限値未満 (別紙参照)			
検出下限値			
α: 4×10^{-2} Bq/cm ²			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.32 作業員Hの身体汚染検査の結果(脱装後)

身体サーベイ記録詳細

当事者	所属	氏名	作業員H
測定状況	日時	平成31年1月30日18時41分	測定者
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測定値	
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④ 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤ 首回り全体 (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑦ 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑧ 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑨ 上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑩ 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑪ 靴底	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑫ 顔部(顔面 頭髮等)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑬ 足指	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
※ 全指マスク着用のため検査済みなし ※2 手面マスク脱装後 ⑤～⑩、⑬ 全て検出下限値未満			

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

身体サーベイ記録

当事者	所属	氏名	作業員I
日時	平成31年1月30日18時07分	測定者	
測定状況	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値	
	①	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	②	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④	α cpm (Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)			

全て検出下限未満 (0.1 Bq/cm²)



検出下限値
0.1 Bq/cm²

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
 α 線用(77cm²) β 線用(1cm²)とする。

【様式改訂日】H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

当事者	所属	氏名	作業員I
日時	平成31年1月30日18時07分	測定者	
測定状況	場所	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	測定部位	測定値	
	① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	② 呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	③ 呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	④ 顔部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑤ 首回り全体 *1 (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
	⑥ 手部	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑦ 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑧ 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑨ 上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑩ 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑪ 鞋底	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑫ 顔部(顔面 頭髮等)*2	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
⑬ 足うら	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		
	α cpm (Bq/cm ²)		
	β cpm (Bq/cm ²)		

*1 全面マスク着用時のみ実施済み
*2 全面マスク脱装後
①～⑫、⑬ 全て検出下限未満

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
 α 線用(77cm²) β 線用(1cm²)とする。

放射線管理部放射線管理第1課

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び半面マスクの脱装後に放管員が実施した汚染検査の結果。
- ・ 「測定状況」欄には放管員が炉室(A-102)、仕上室(A-101)で実施した作業員の身体汚染検査結果(脱装前を含む)を放射線管理第1課長が確認した場所、時刻を記載した。

図4.2.33 作業員Iの身体汚染検査の結果(脱装後)

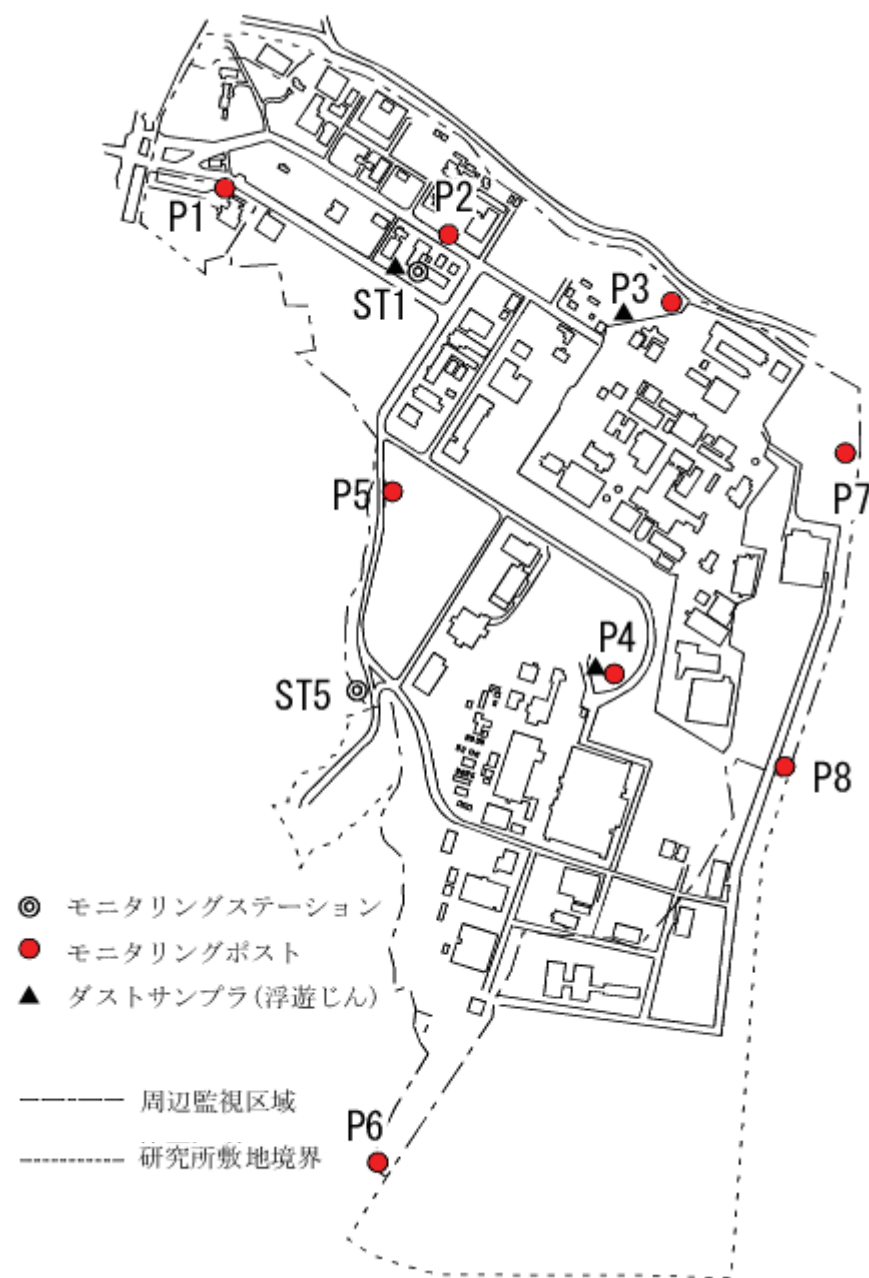


図5.1 周辺監視区域内固定放射線観測局配置

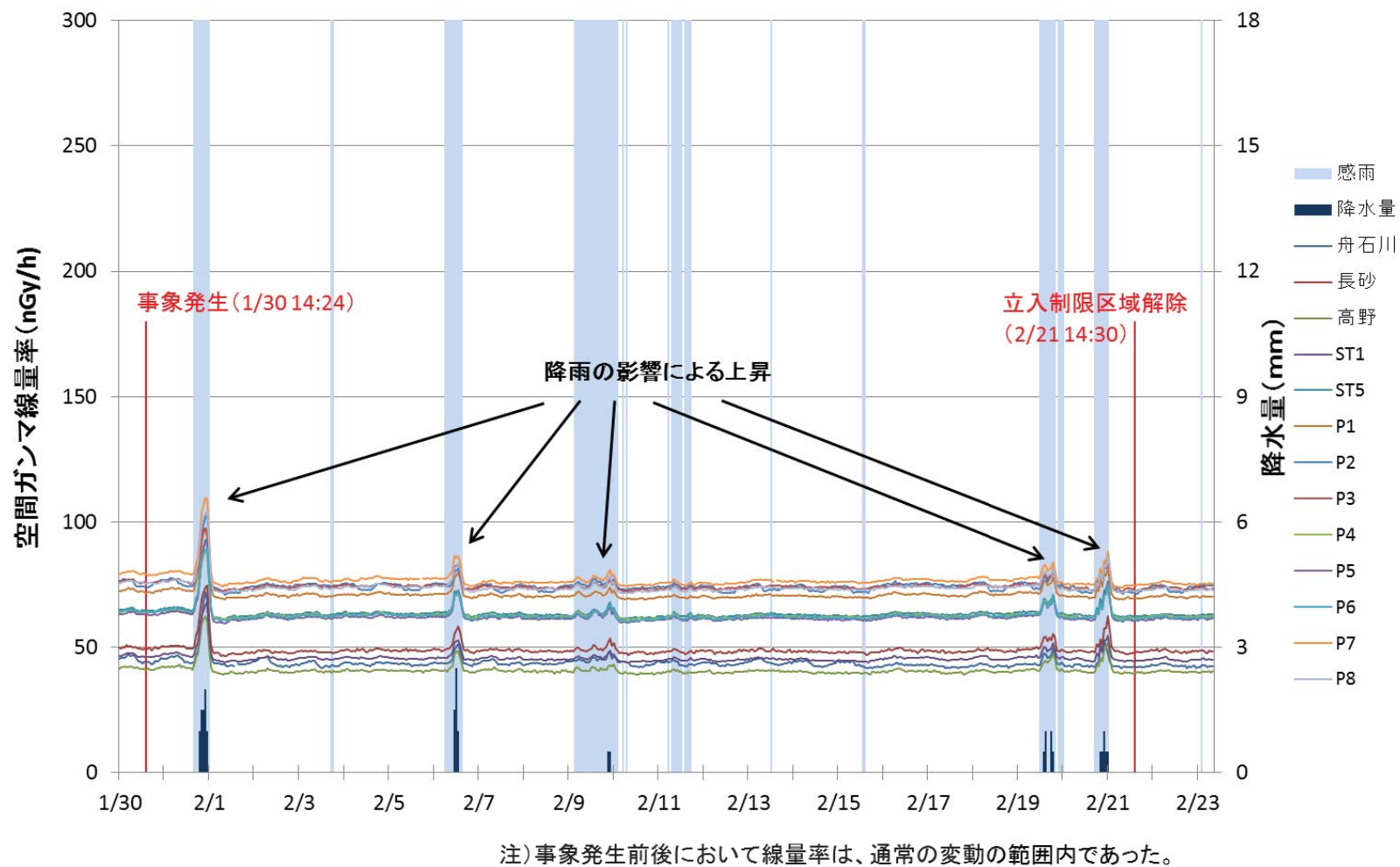


図5.2 モニタリングポスト指示値のトレンド

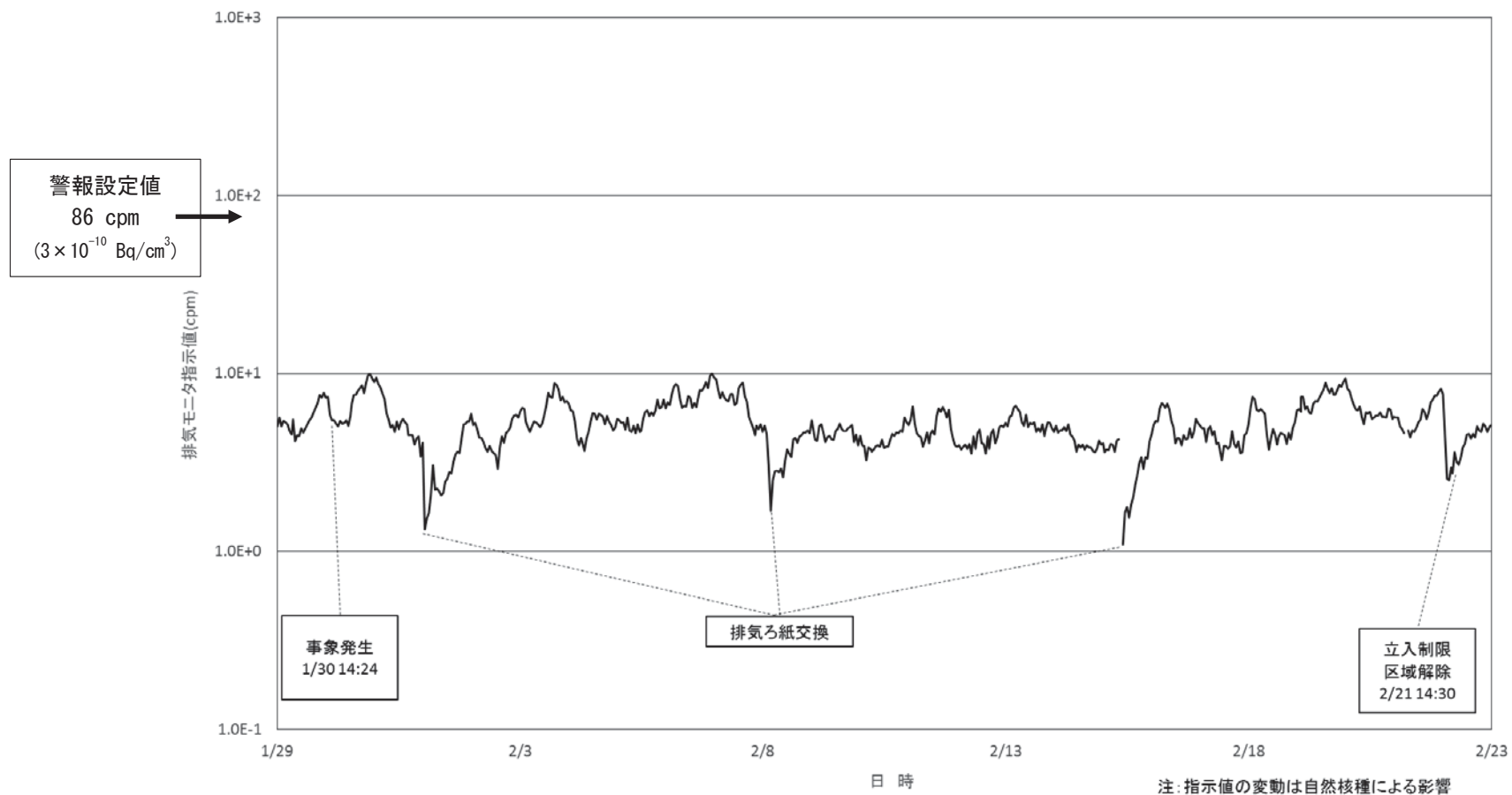


図5.3 プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ指示値のトレンド(全 α 放射能)



図6.1.1 空気呼吸器の装備状況

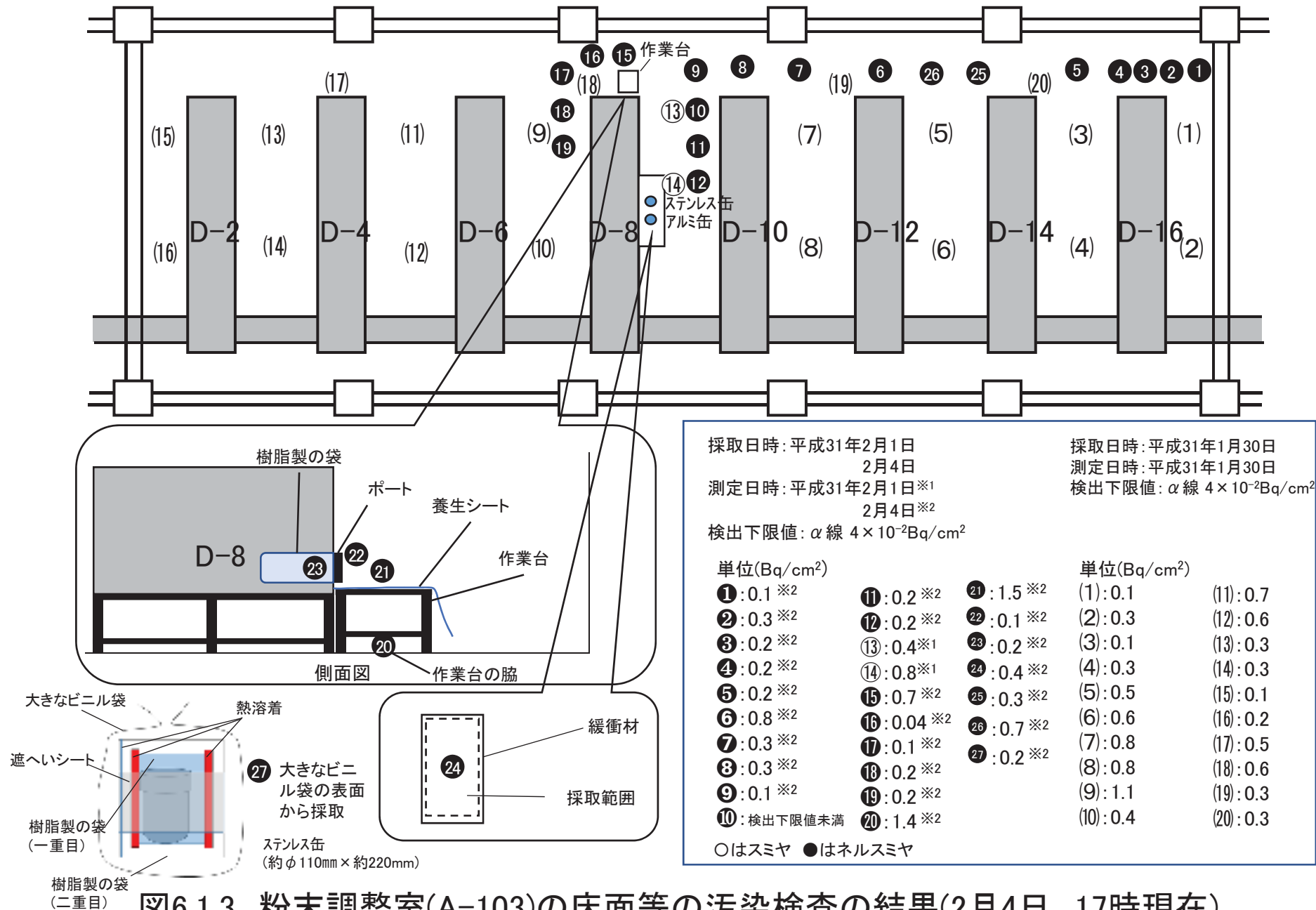


ステンレス缶



アルミ缶

図6.1.2 グローブボックスNo.D-8にバッグインしたステンレス缶及びアルミ缶



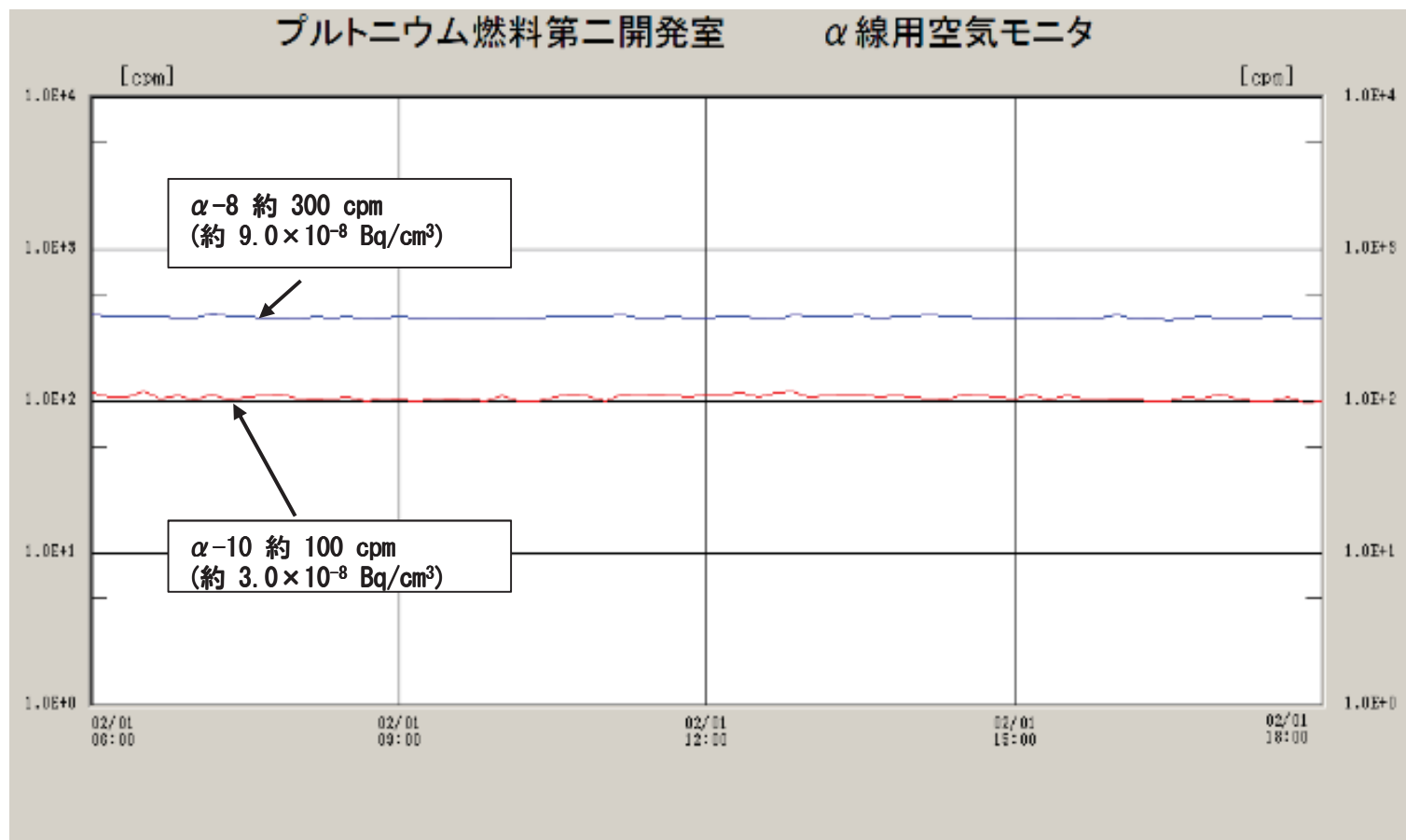
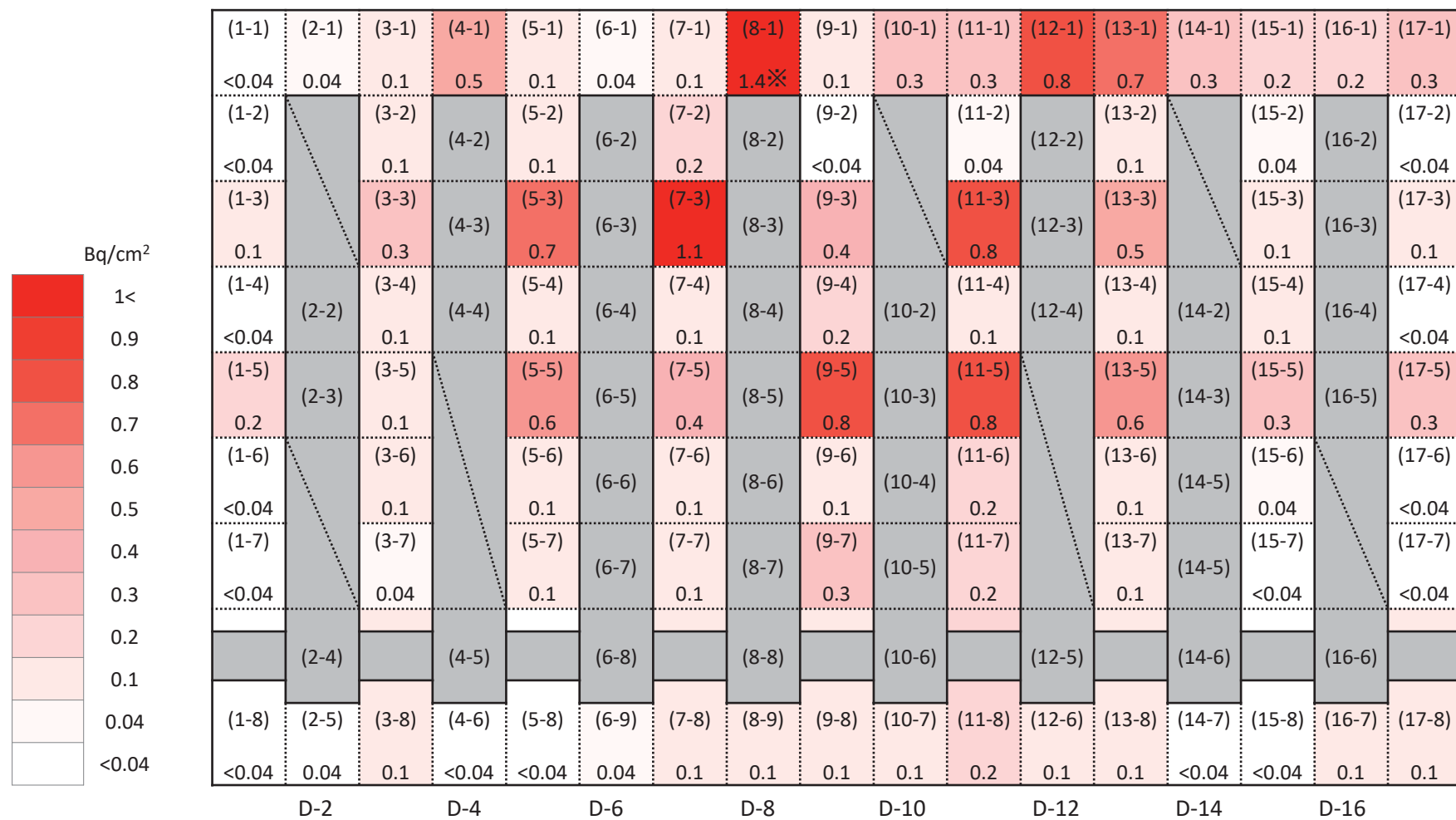


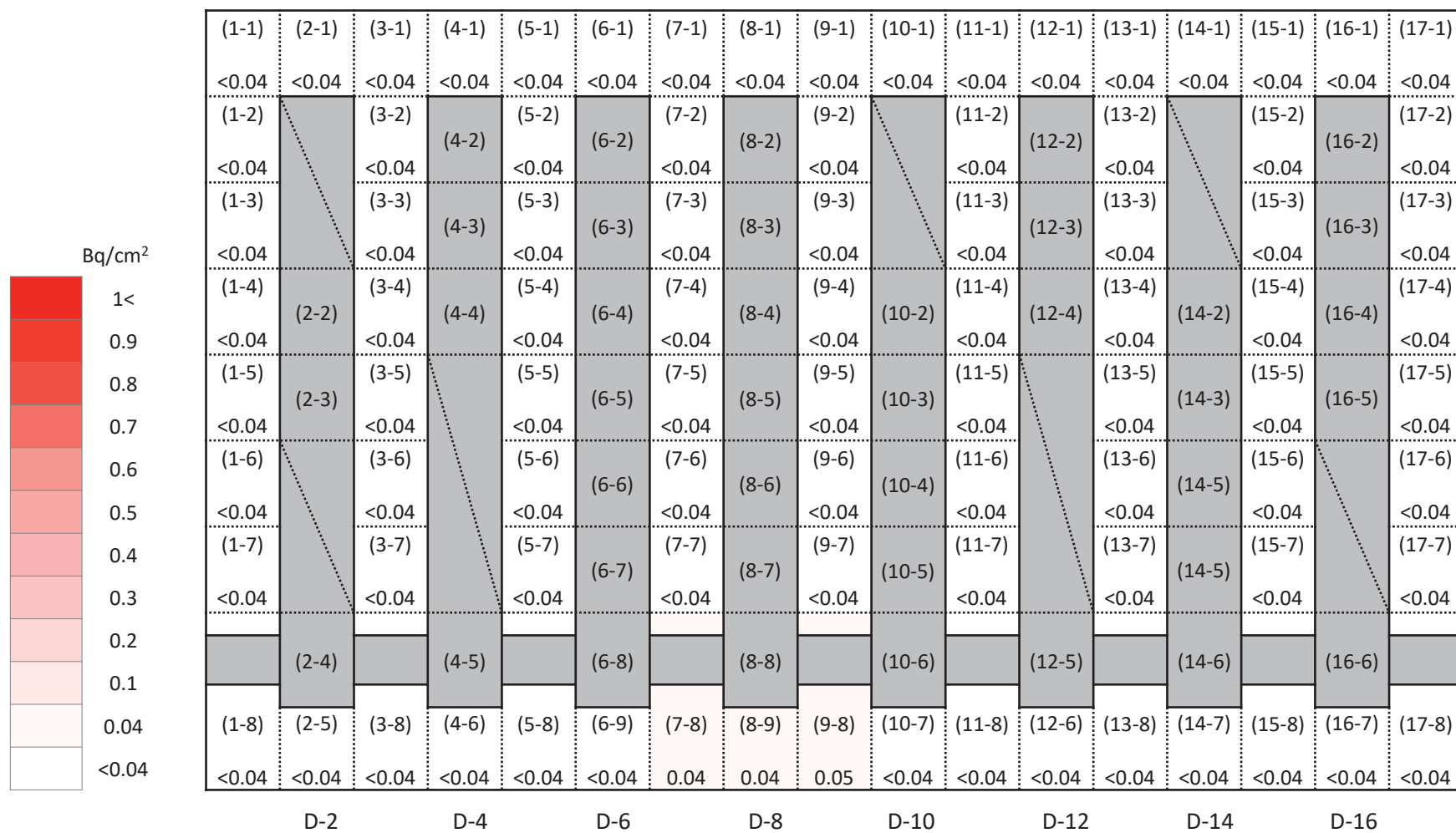
図6.1.4 α線用空気モニタ(α-8、α-10)指示値のトレンド(2月1日の作業時)



()内の数字は識別番号

※は、測定結果の最大値を示す

図6.2.1 粉末調整室(A-103)の通路の表面密度測定結果(簡易除染前)



()内の数字は識別番号

図6.2.2 粉末調整室(A-103)の通路の表面密度測定結果(簡易除染後)

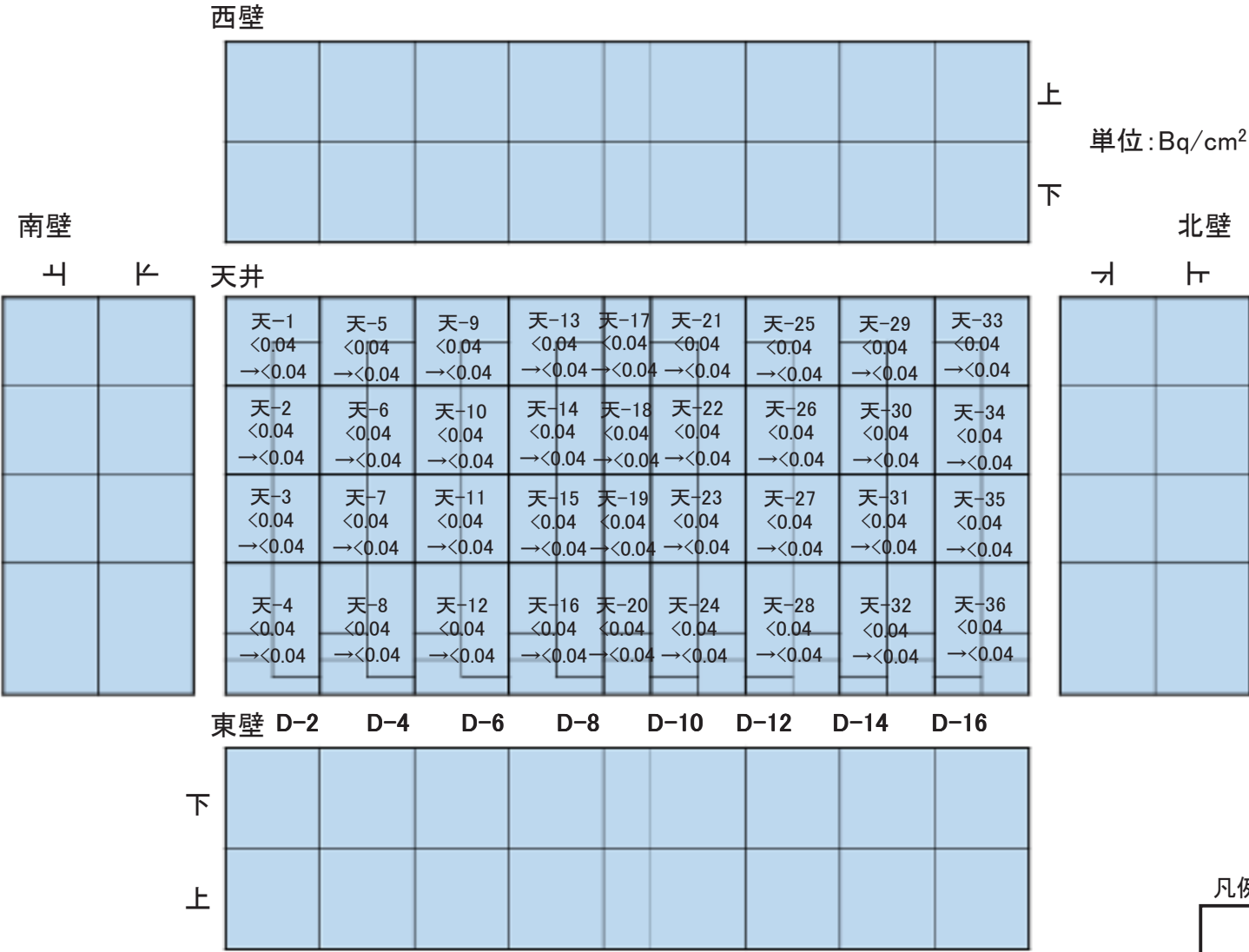
汚染検査・除染作業の装備

- ・ 全面マスク(電動ファン付き)
- ・ マスクカバー*
- ・ タイベックスーツ(二重or三重*)
- ・ RI用ゴム手袋(三重)
- ・ シューズカバー(三重)

* 天井の汚染検査及び除染作業を行う場合に装着



図6.3.1 汚染検査及び除染作業の装備



凡例

区画名
除染前の数値
→除染後の数値

図6.3.2 除染前後の天井面の表面密度測定結果

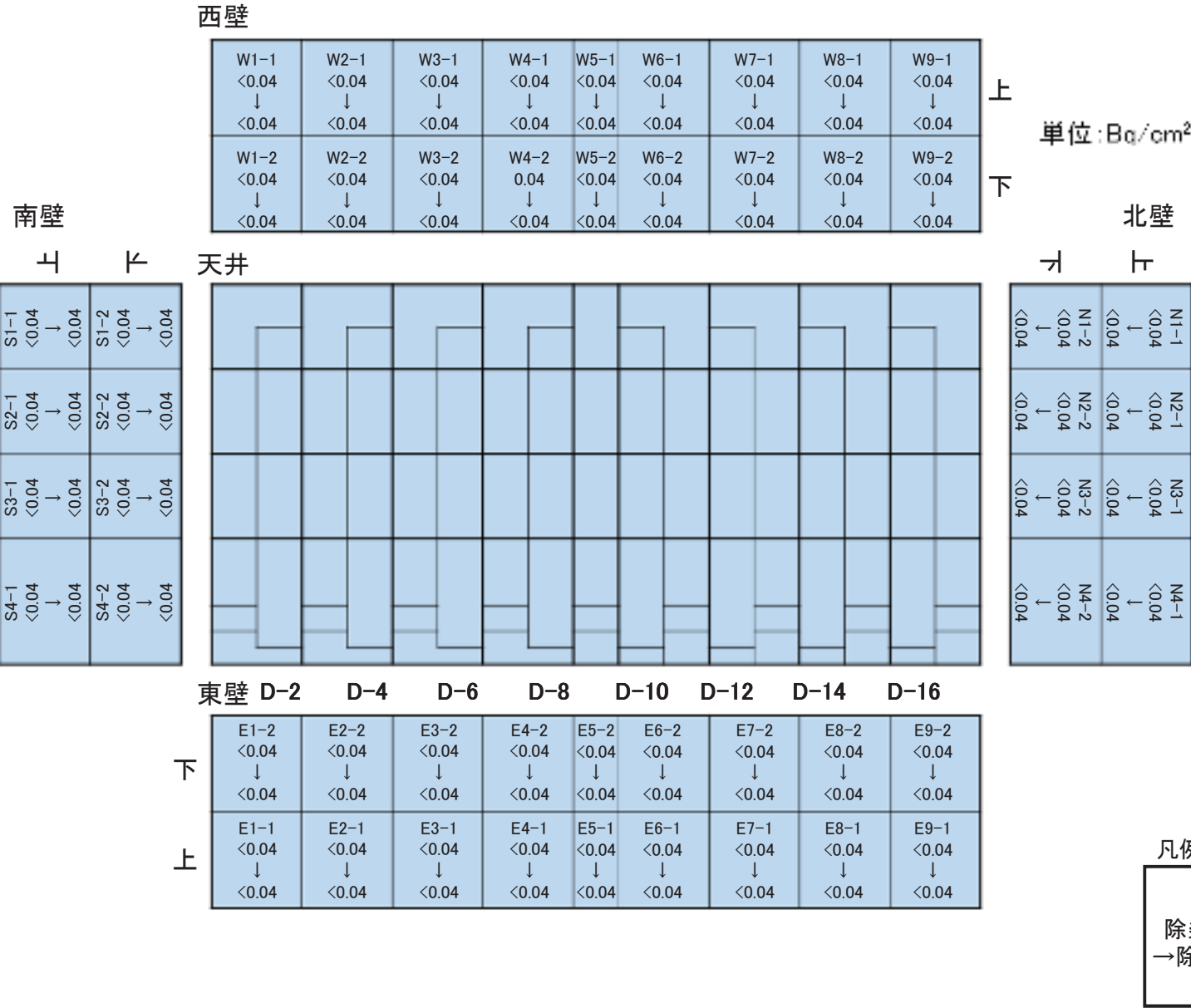
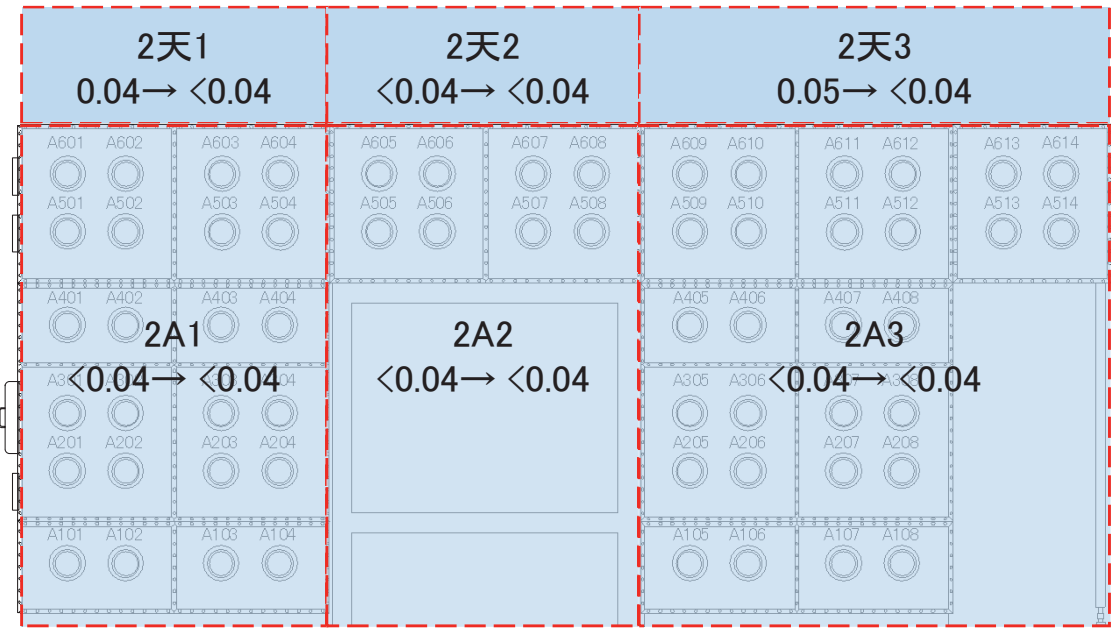
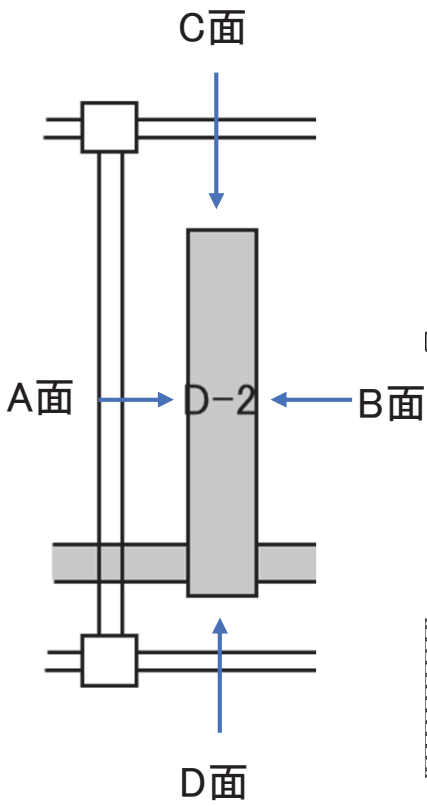


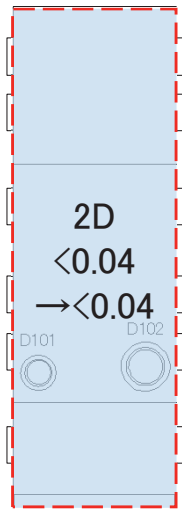
図6.3.3 除染前後の壁面の表面密度測定結果

平成31年2月13日現在

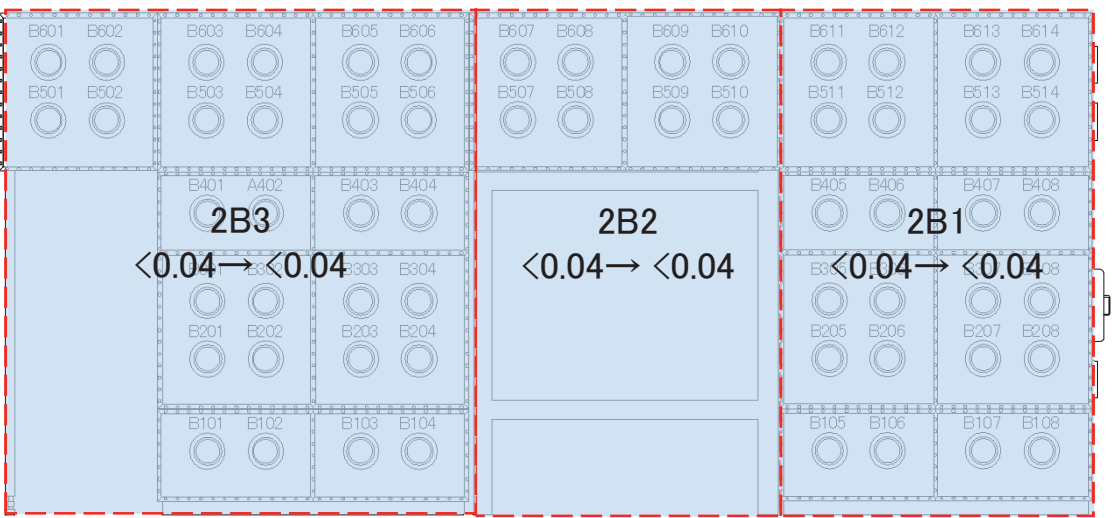
単位: Bq/cm²



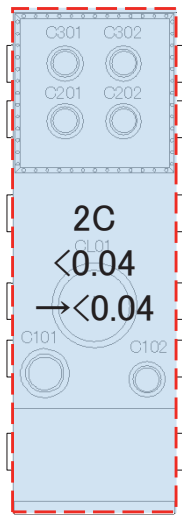
(A面)



(D面)



(B面)



(C面)

凡例

区画名
除染前の数値
→除染後の数値

図6.3.4 除染前後のグローブボックスNo.D-2の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位: Bq/cm²

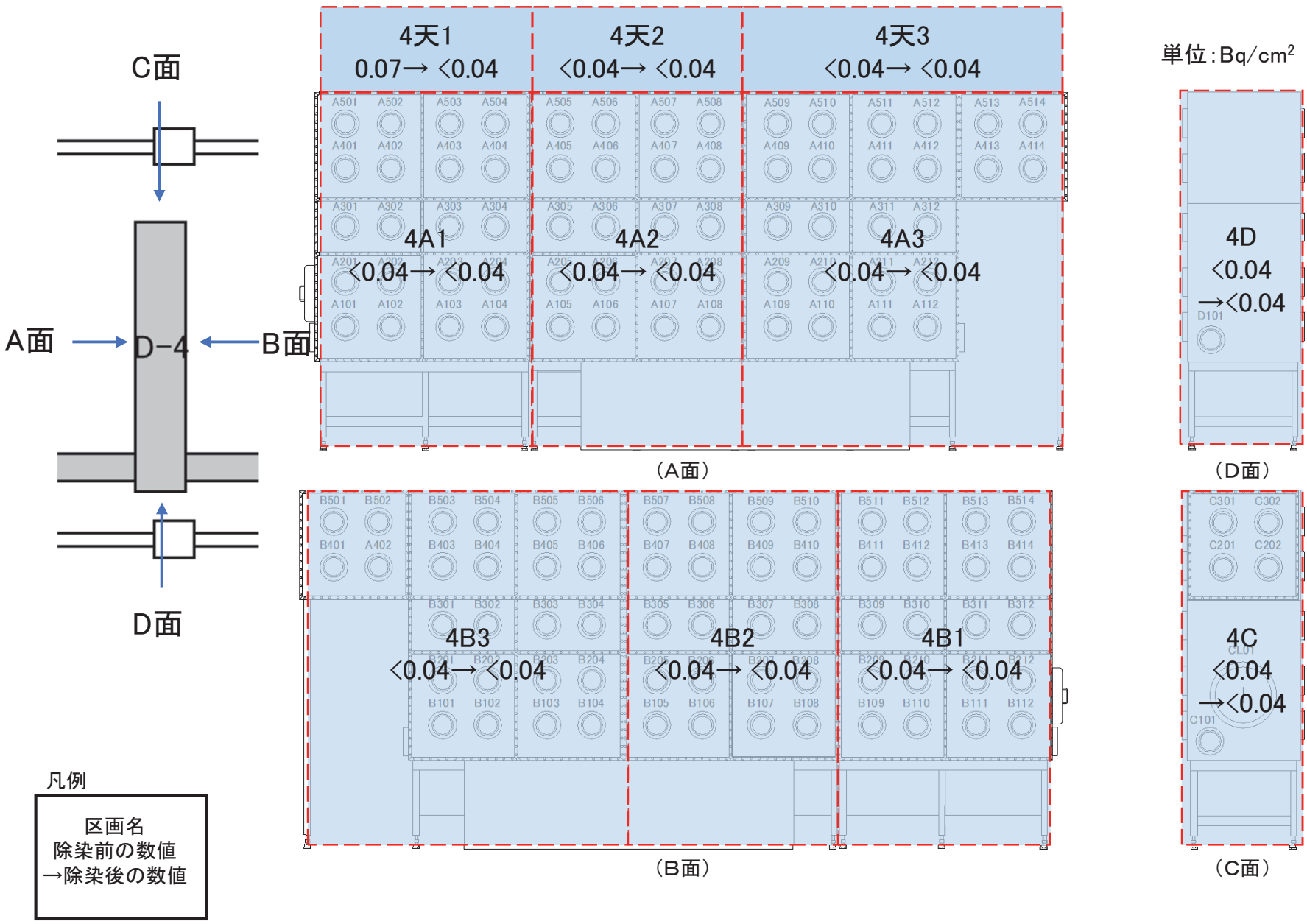


図6.3.5 除染前後のグローブボックスNo.D-4の表面密度測定結果

単位: Bq/cm²

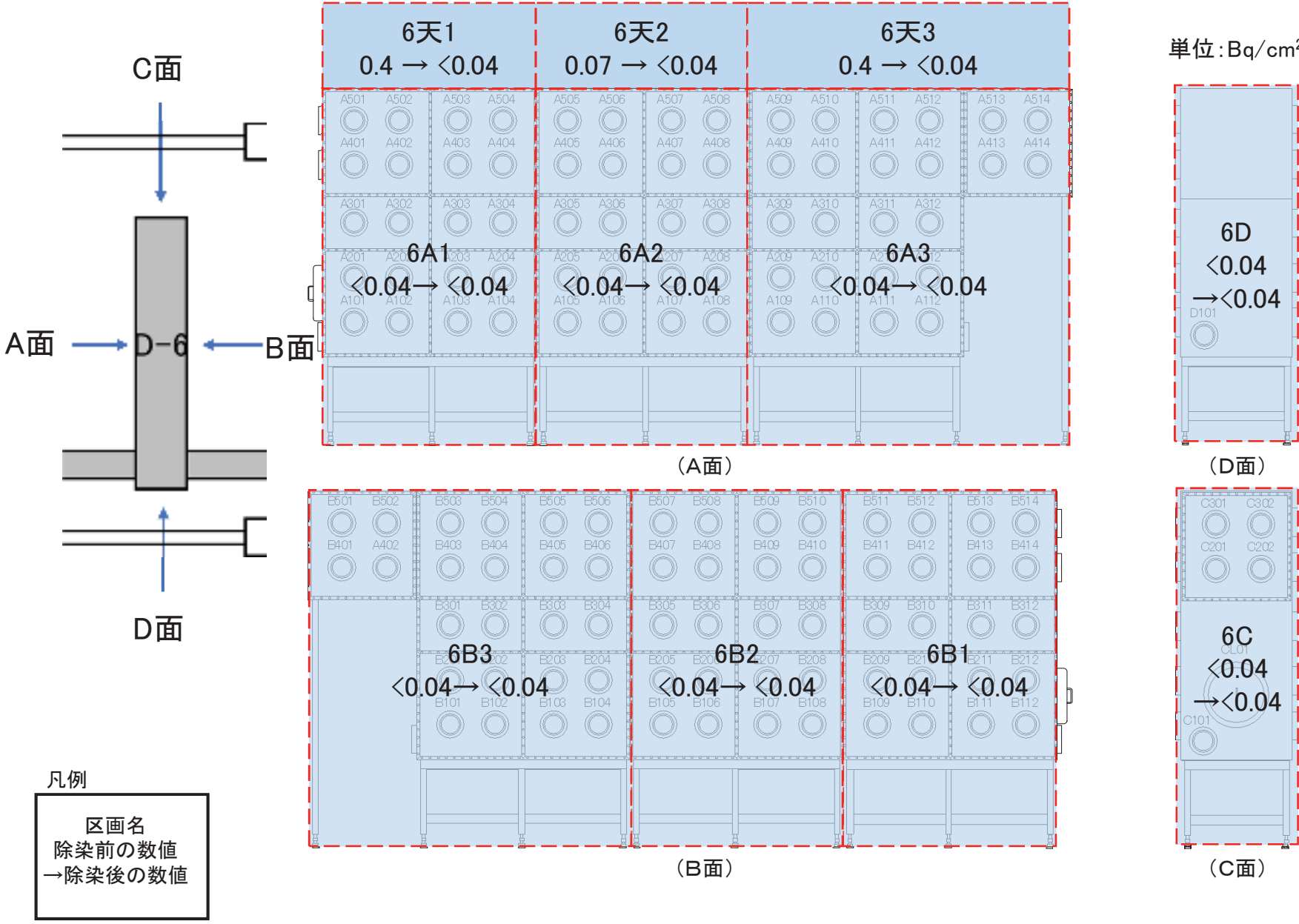
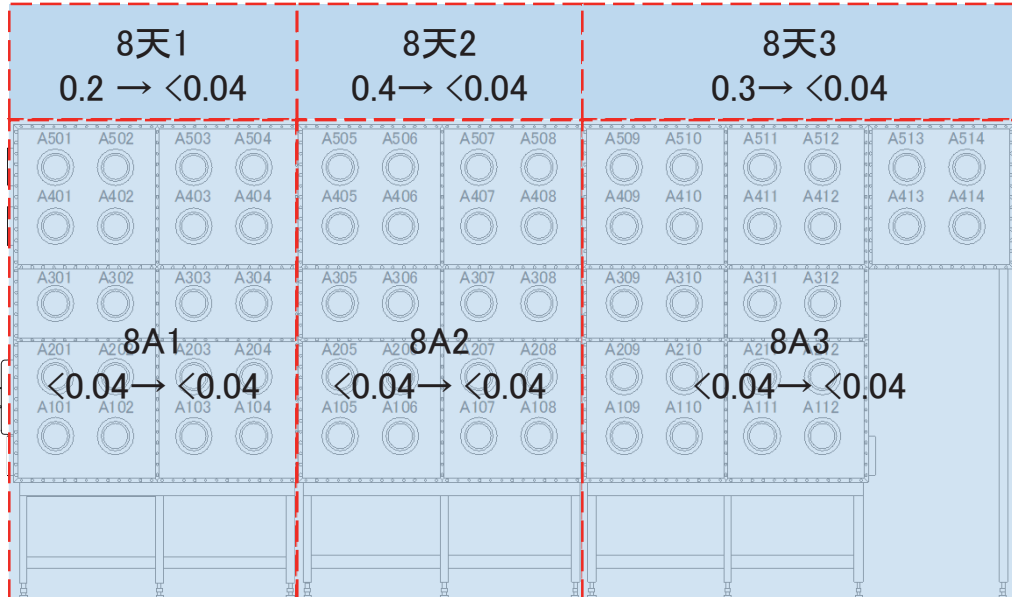
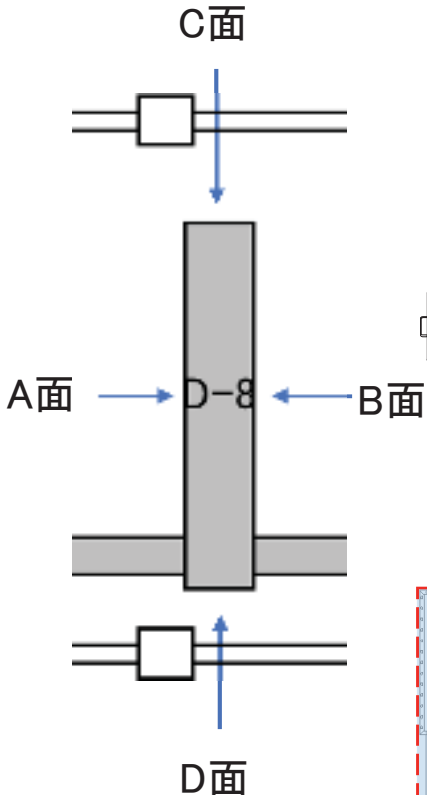


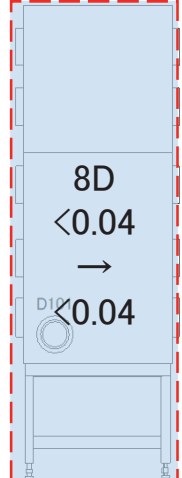
図6.3.6 除染前後のグローブボックスNo.D-6の表面密度測定結果

平成31年2月15日現在

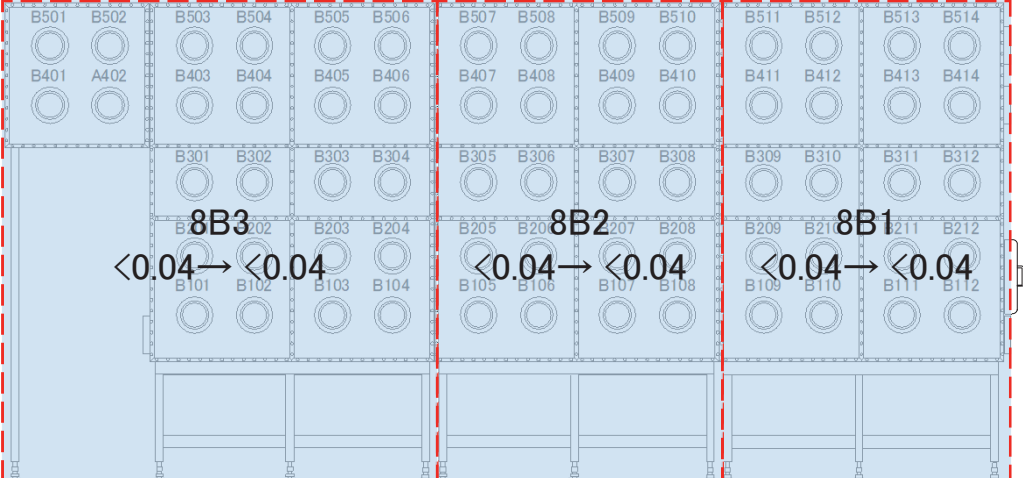
単位: Bq/cm²



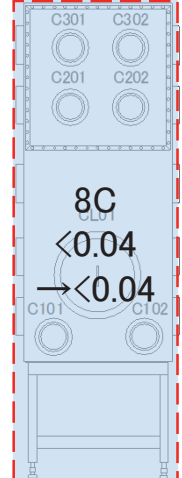
(A面)



(D面)



(B面)



(C面)

凡例
区画名
除染前の数値
→除染後の数値

図6.3.7 除染前後のグローブボックスNo.D-8の表面密度測定結果

平成31年2月15日現在

単位: Bq/cm²

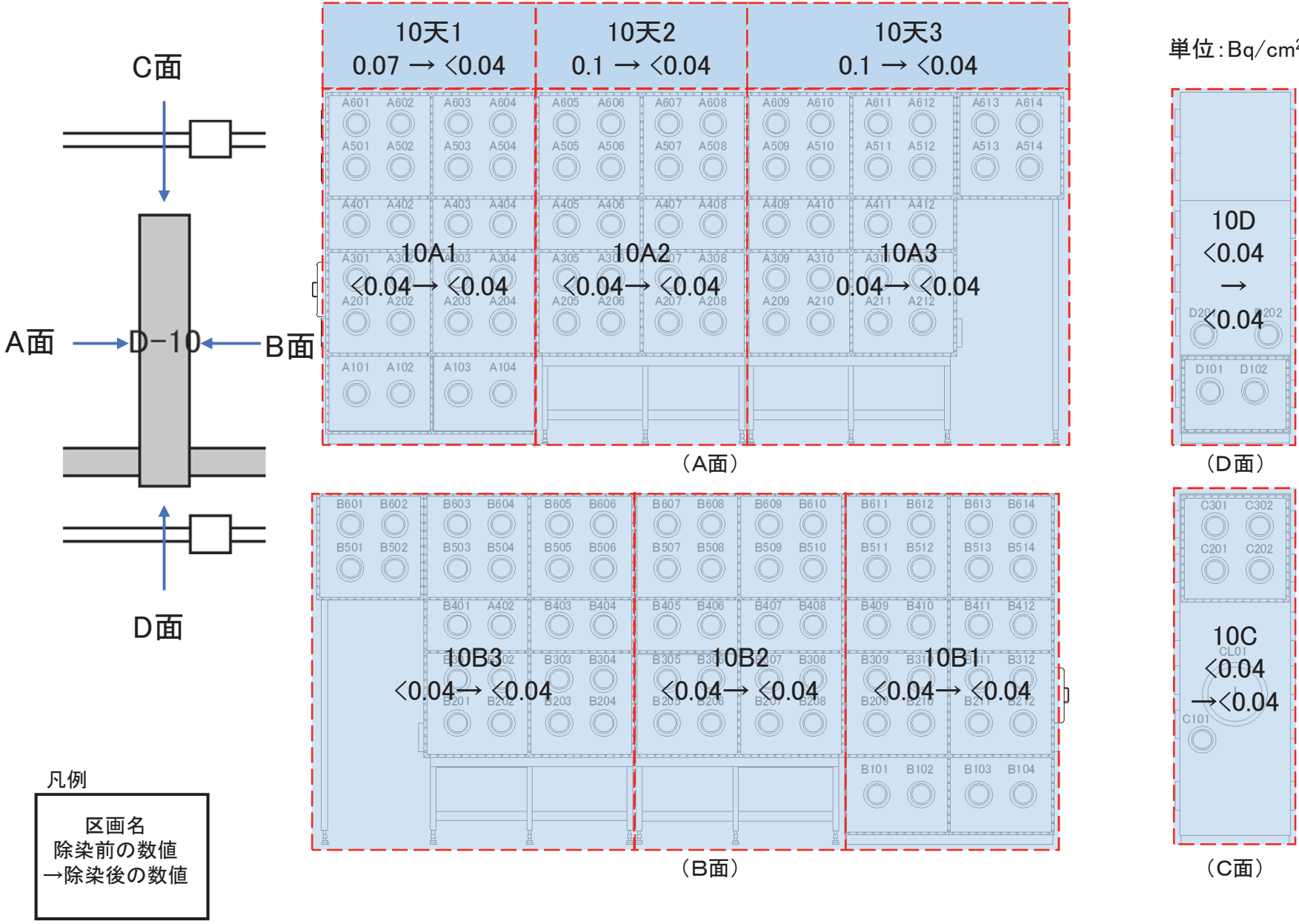


図6.3.8 除染前後のグローブボックスNo.D-10の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位: Bq/cm²

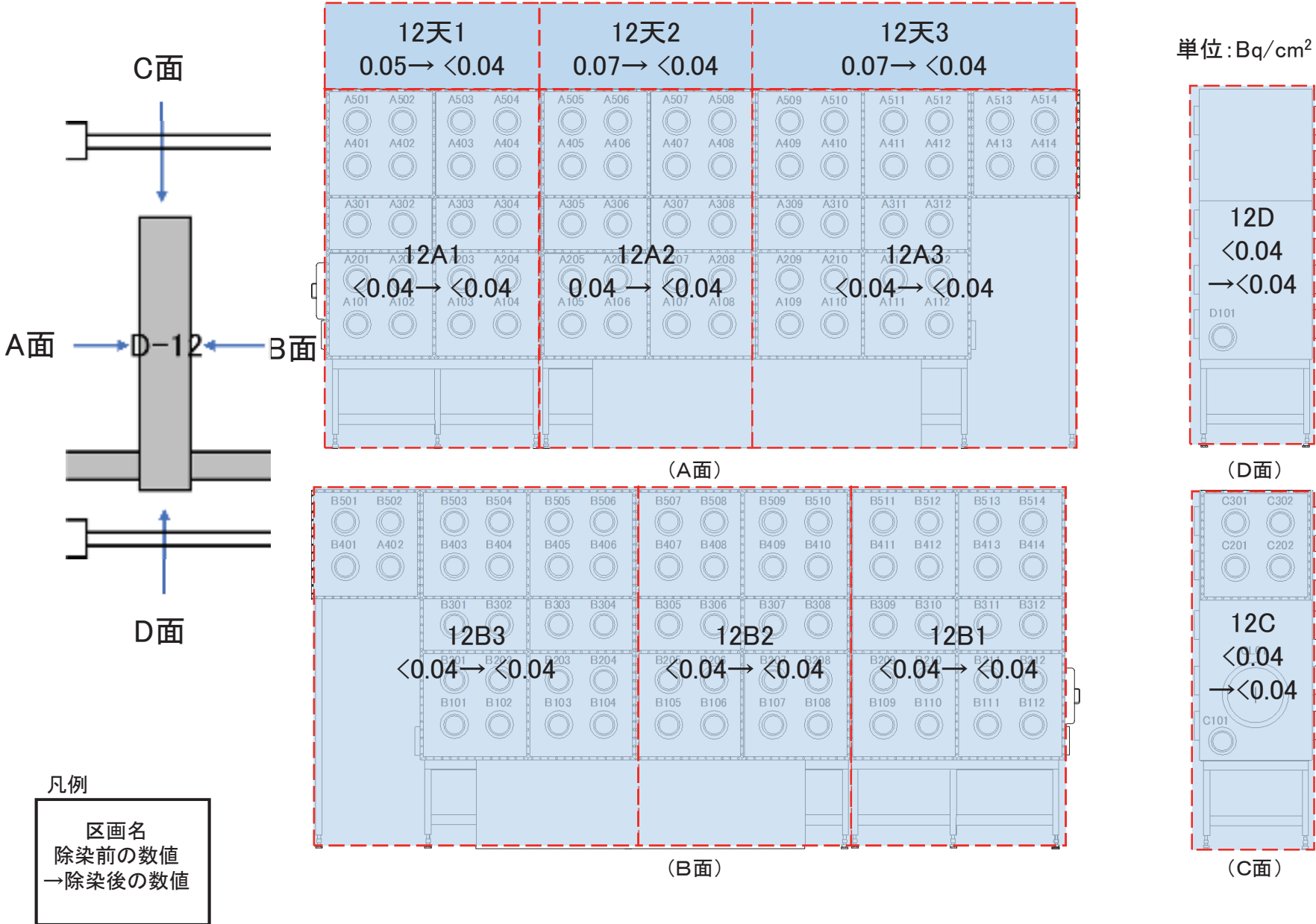


図6.3.9 除染前後のグローブボックスNo.D-12の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位: Bq/cm²

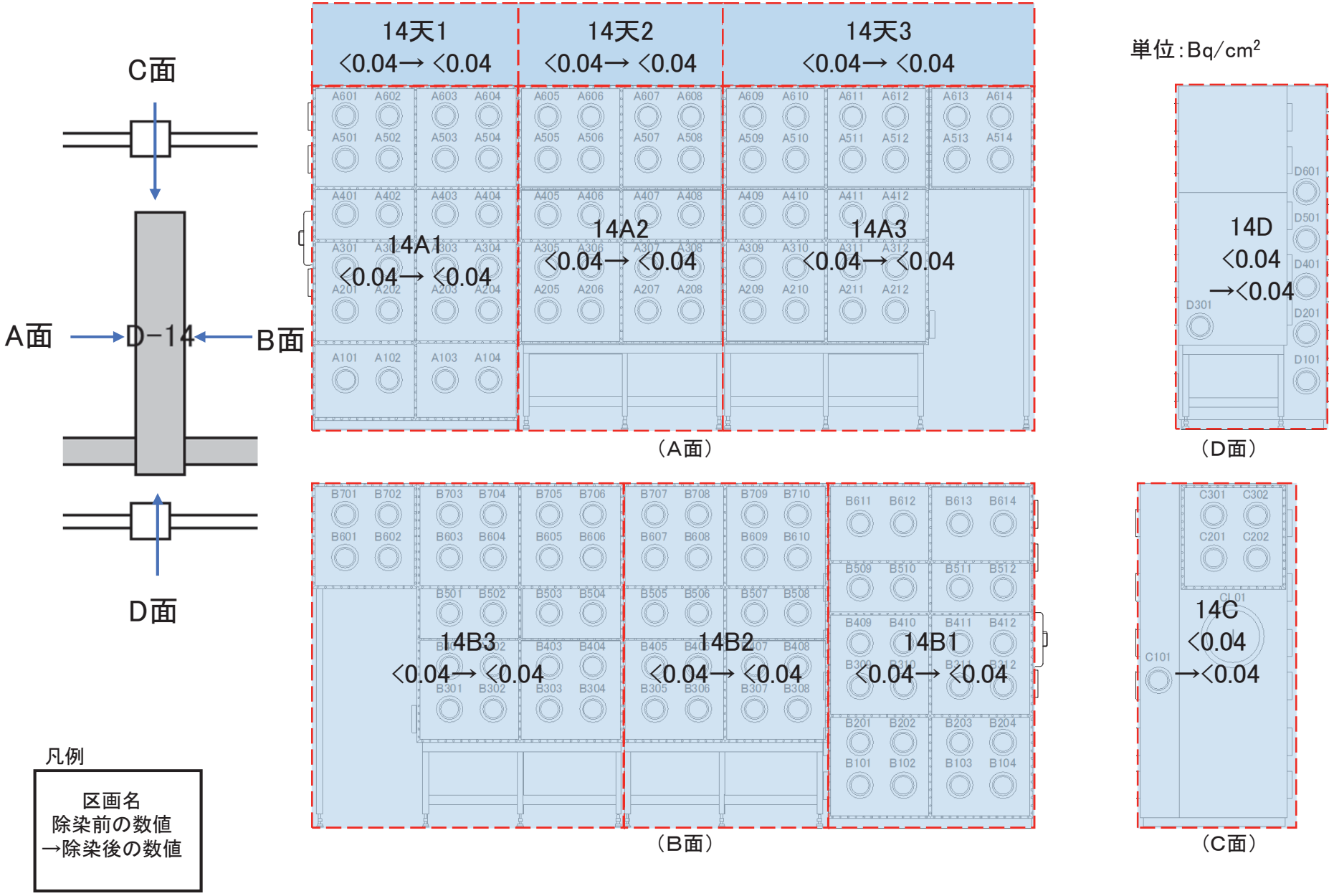
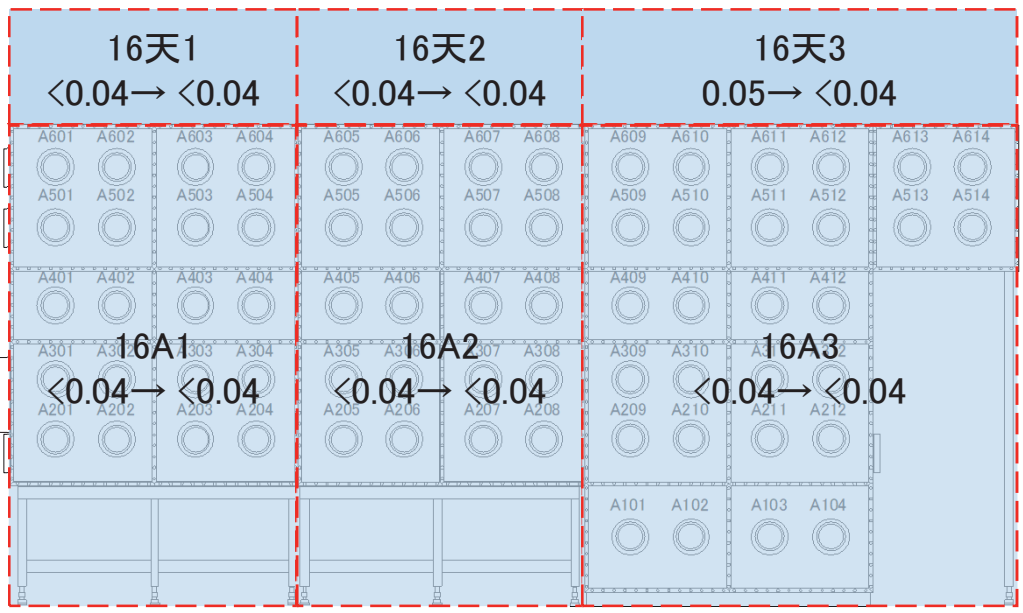
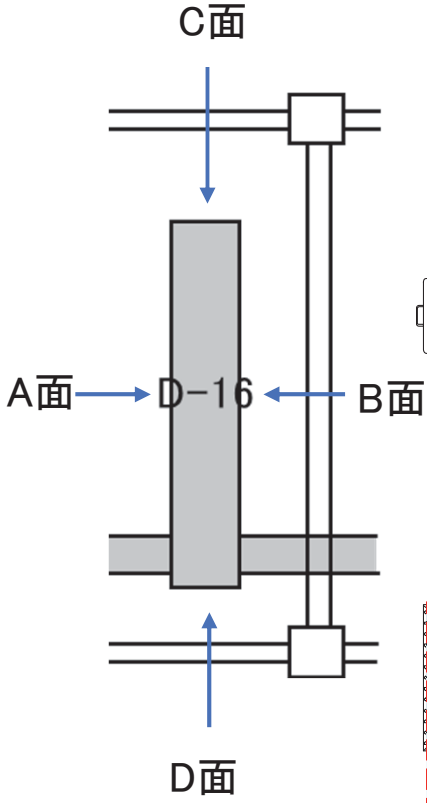


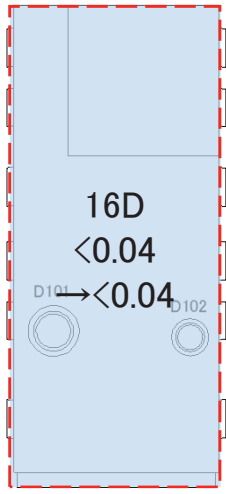
図6.3.10 除染前後のグローブボックスNo.D-14の表面密度測定結果

平成31年2月13日現在

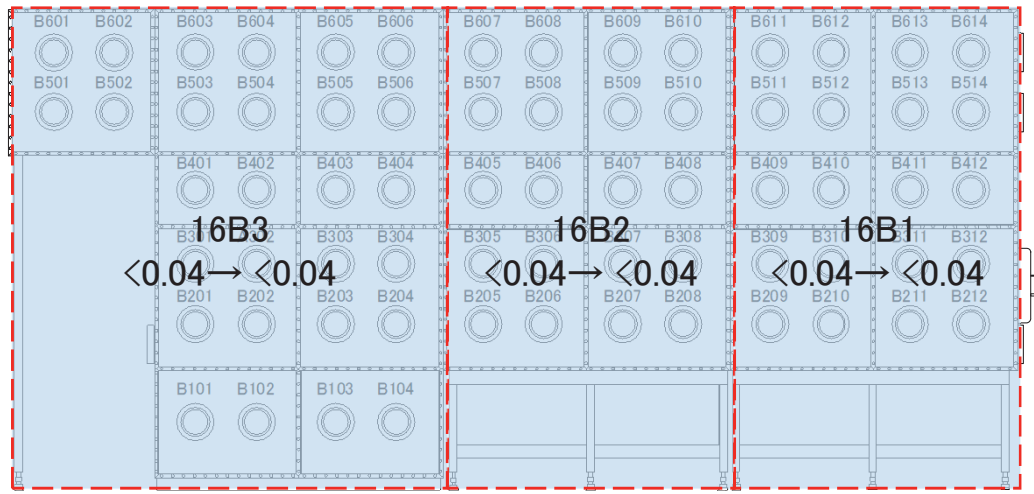
単位: Bq/cm²



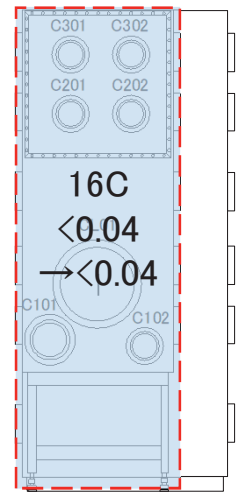
(A面)



(D面)



(B面)



(C面)

凡例
区画名
除染前の数値
→除染後の数値

図6.3.11 除染前後のグローブボックスNo.D-16の表面密度測定結果

床1 ＜0.04 →＜0.04	床5 ＜0.04 →＜0.04	床9 0.07 →＜0.04	床13 ＜0.04 →＜0.04	床17 ＜0.04 →＜0.04	床21 ＜0.04 →＜0.04	床25 ＜0.04 →＜0.04	床29 ＜0.04 →＜0.04	床33 ＜0.04 →＜0.04
床2 ＜0.04 →＜0.04	床6 ＜0.04 →＜0.04	床10 ＜0.04 →＜0.04	床14 0.04 →＜0.04	床18 ＜0.04 →＜0.04	床22 ＜0.04 →＜0.04	床26 ＜0.04 →＜0.04	床30 ＜0.04 →＜0.04	床34 ＜0.04 →＜0.04
床3 ＜0.04 →＜0.04	床7 ＜0.04 →＜0.04	床11 ＜0.04 →＜0.04	床15 0.04 →＜0.04	床19 ＜0.04 →＜0.04	床23 ＜0.04 →＜0.04	床27 ＜0.04 →＜0.04	床31 ＜0.04 →＜0.04	床35 ＜0.04 →＜0.04
床4 ＜0.04 →＜0.04	床8 ＜0.04 →＜0.04	床12 ＜0.04 →＜0.04	床16 ＜0.04 →＜0.04	床20 0.07 →＜0.04	床24 ＜0.04 →＜0.04	床28 ＜0.04 →＜0.04	床32 ＜0.04 →＜0.04	床36 ＜0.04 →＜0.04

D-2

D-4

D-6

D-8

D-10

D-12

D-14

D-16

凡例

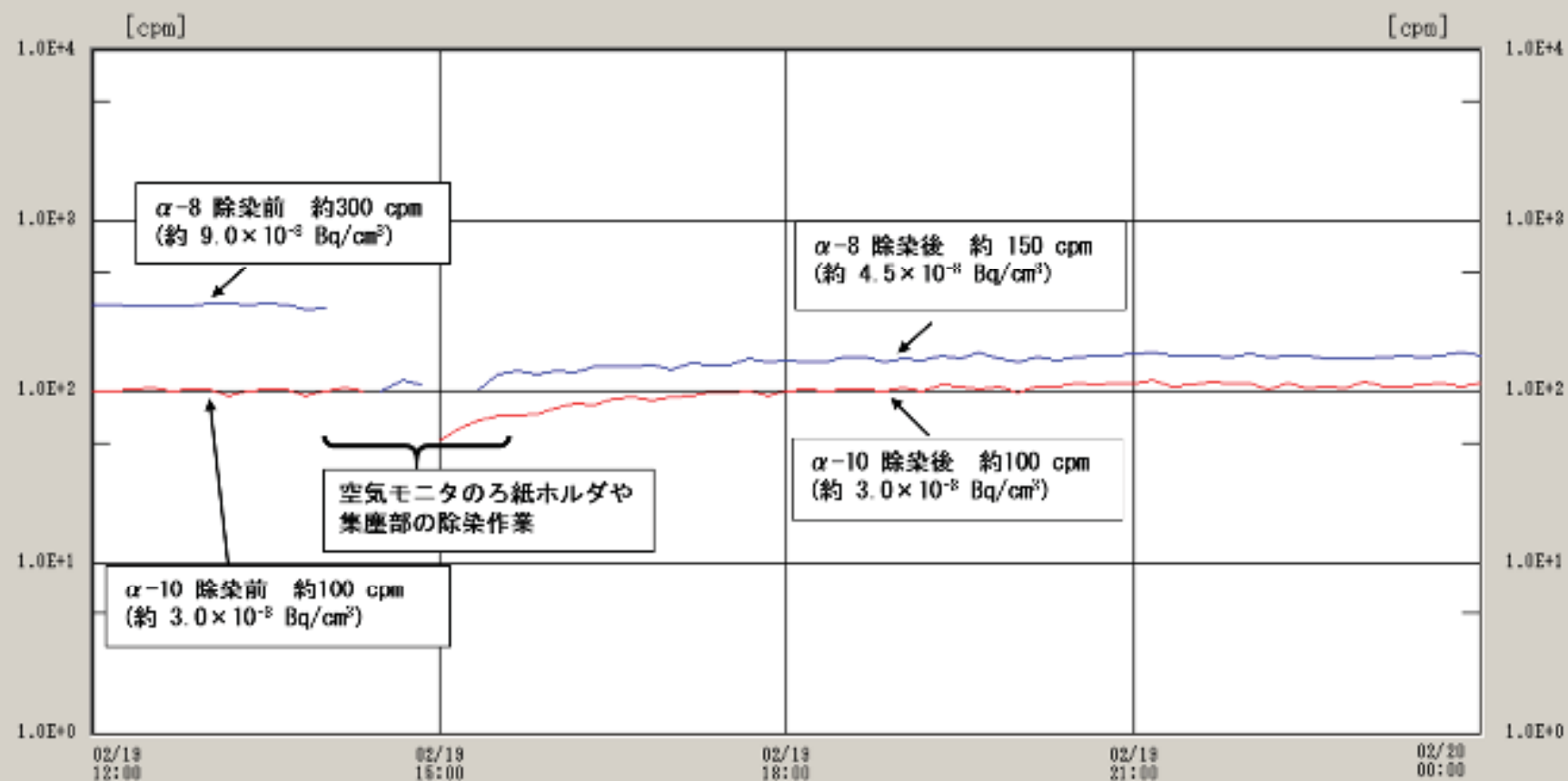
区画名
除染前又は、簡易除染後の数値
→除染後の数値

単位：Bq/cm²

図6.3.12 除染前後の床面の表面密度測定結果

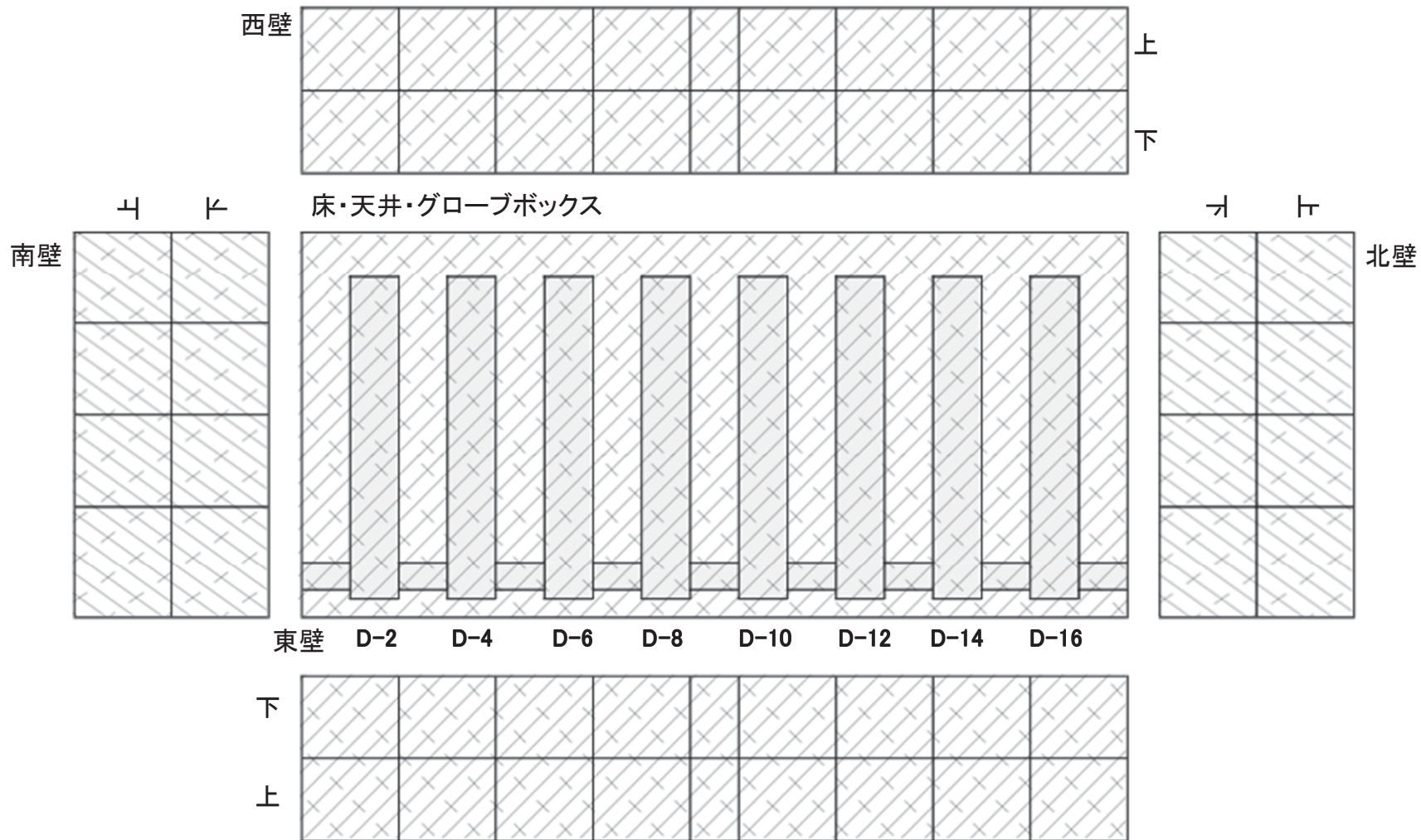
プルトニウム燃料第二開発室

α 線用空気モニタ



()内は一週間平均濃度を示す。

図6.4.1 α 線用空気モニタ($\alpha-8$ 、 $\alpha-10$)指示値のトレンド(除染前後)



放射線状況

採取日時: 平成31年2月20日 13時43分～

平成31年2月20日 15時39分

採取場所: 上記図面(網掛部)に示す (424点)

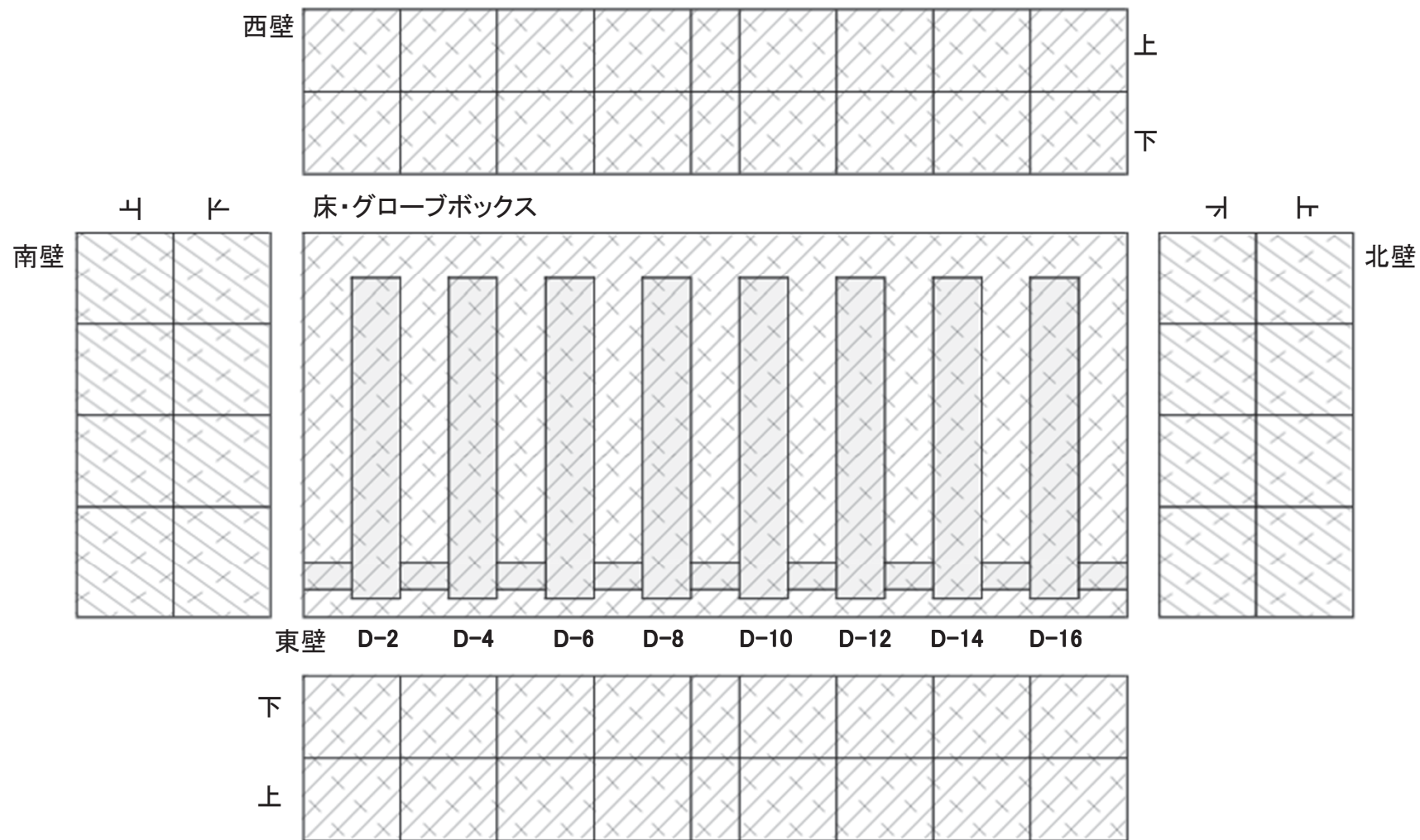
測定日時: 平成31年2月20日 16時21分

測定結果: 全て管理目標値以下

管理目標値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²

検出下限値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²

図6.5.1 粉末調整室(A-103)の立入制限区域解除に係るスミヤ測定結果



放射線状況

測定日時: 平成31年2月20日9時30分～

平成31年2月20日15時39分

採取場所: 上記図面(網掛部)に示す

測定結果: 全て管理目標値以下

管理目標値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²

検出下限値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²

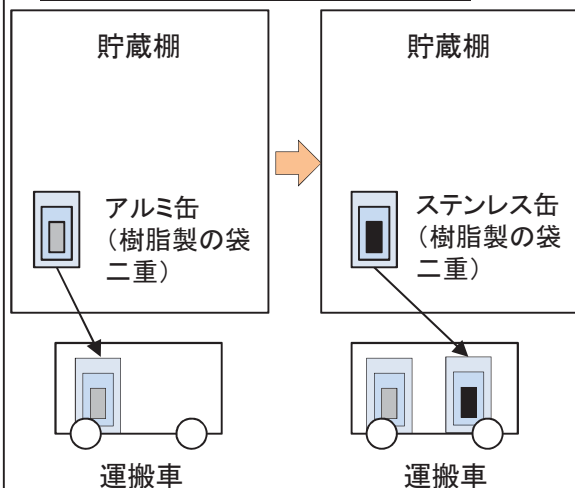
図6.5.2 粉末調整室(A-103)の立入制限区域解除に係るダイレクトサーベイ測定結果



図7.1.1 ステンレス缶の一重目の樹脂製の袋の観察結果

1. 貯蔵容器の運搬車への収納作業

プルトニウム・ウラン貯蔵室

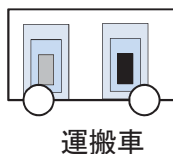


作業員G、H、Iは、樹脂製の袋二重で包蔵された貯蔵容器(アルミ缶二重梱包物、ステンレス缶二重梱包物:各1本)を粉末調整室(A-103)に運搬するために、以下の作業を実施した。

- ①貯蔵棚内側のスミヤ試料を採取し、汚染が無いことを確認した。
- ②貯蔵容器二重梱包物表面のスミヤ試料を採取し、汚染が無いことを確認した後、貯蔵容器二重梱包物を貯蔵棚から取出した。
- ③貯蔵容器のID番号を確認し、運搬車に収納した。
- ①～③の作業を、アルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物でそれぞれ実施した。
- ④身体汚染検査及び運搬車車輪の汚染検査を行い、汚染が無いことを確認し、その後、プルトニウム・ウラン貯蔵室から廊下へ退出した。

2. 運搬作業

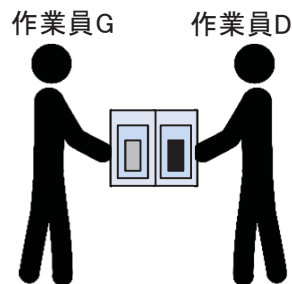
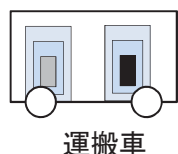
廊下 → 粉末調整室(A-103)



- ①作業員G、H、Iは、運搬車を用いて、アルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を粉末調整室(A-103)に運搬した。

3. 貯蔵容器の受渡し作業

粉末調整室(A-103)

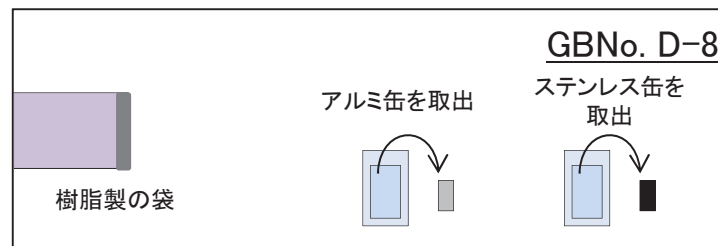
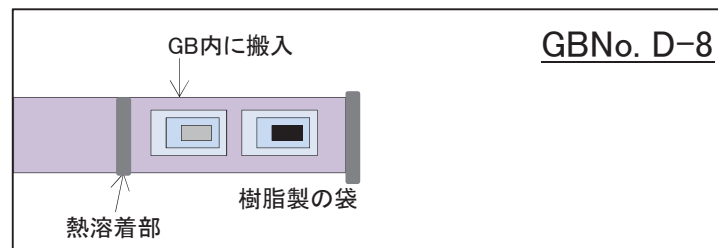


- ①作業員Gは、運搬車からアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を1本ずつ取出し、ID番号を確認の上、作業員Dに受け渡した。
- ②作業員Gは、手の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ③作業員Gは、運搬車内の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ④作業員G、H、Iは、樹脂製の袋交換作業後に、再びアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物をプルトニウム・ウラン貯蔵室に運搬するために、粉末調整室(A-103)室内で待機した。

図7.1.2(1) 作業の流れ

4. 貯蔵容器のバッグイン作業

粉末調整室(A-103)



- ①作業員Dは、受取ったアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を樹脂製の袋内に挿入した。
- ②作業員Dは、手の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ③作業員D、Eは、熱溶着装置で樹脂製の袋を熱溶着した。
- ④作業員Cは、熱溶着部及び熱溶着装置のヘッド部の汚染検査を行い、汚染が無いことを確認した。
- ⑤作業員C、Dは、熱溶着部面を赤色布テープで養生した。
- ⑤作業員Dは、樹脂製の袋内のアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物をグローブボックス内に入れた。
- ⑥作業員Eは、グローブに手を入れ、作業員Dから樹脂製の袋内のアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を受け取った。
- ⑦作業員Dは、手の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑧作業員Eは、樹脂製の袋の先端をハサミで切断し、アルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を取り出した。
- ⑨作業員Eは、古い樹脂製の袋(二重目)をハサミで切り、アルミ缶一重梱包物及びステンレス缶一重梱包物を取り出した。
- ⑩作業員Eは、アルミ缶一重梱包物及び古いステンレス缶一重梱包物の樹脂製の袋をハサミで切り、アルミ缶及びステンレス缶を取り出した。

図7.1.2(2) 作業の流れ

5. アルミ缶のバッグアウト作業(1)

粉末調整室(A-103)

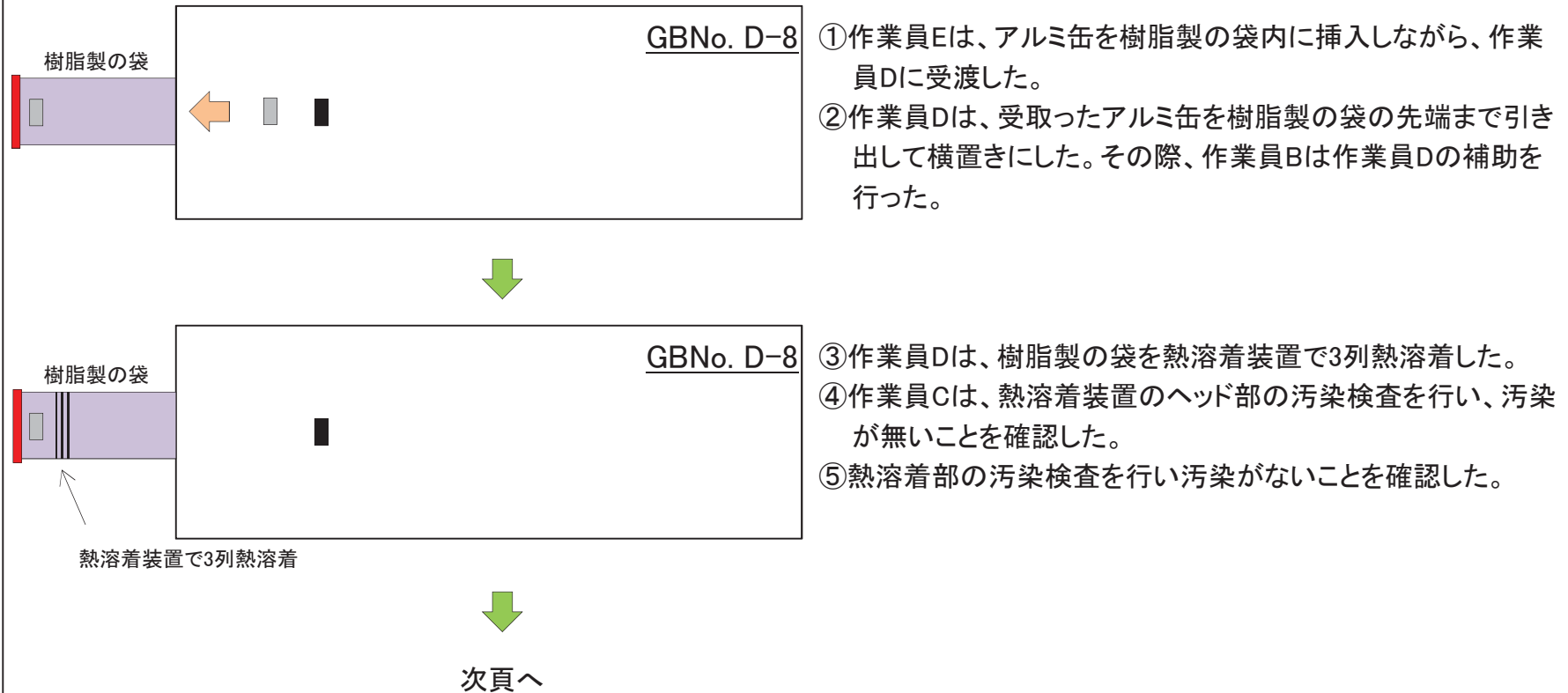


図7.1.2(3) 作業の流れ

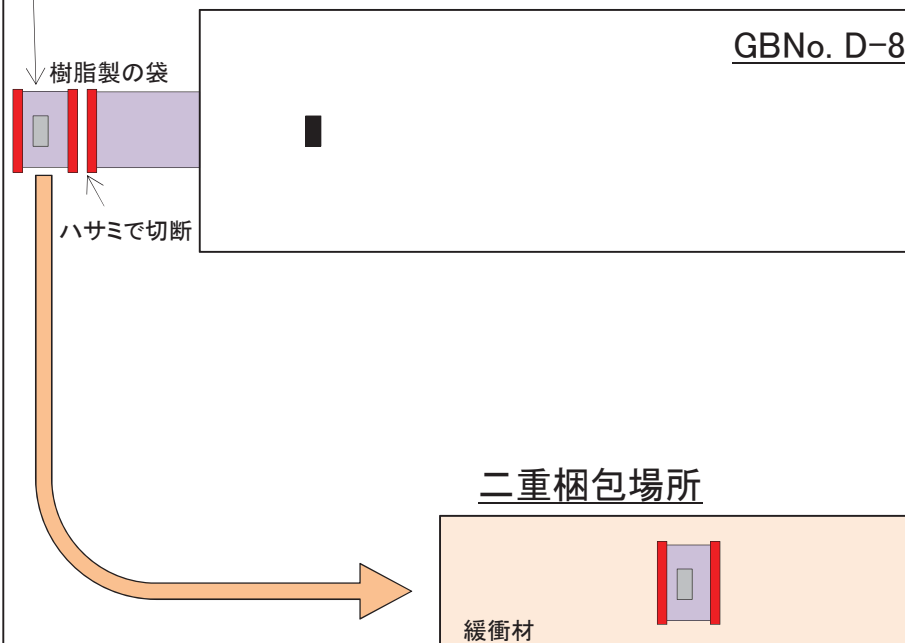
5. アルミ缶のバッグアウト作業(2)

粉末調整室(A-103)

前頁より



アルミ缶を
バッグアウトによりGB外に搬出

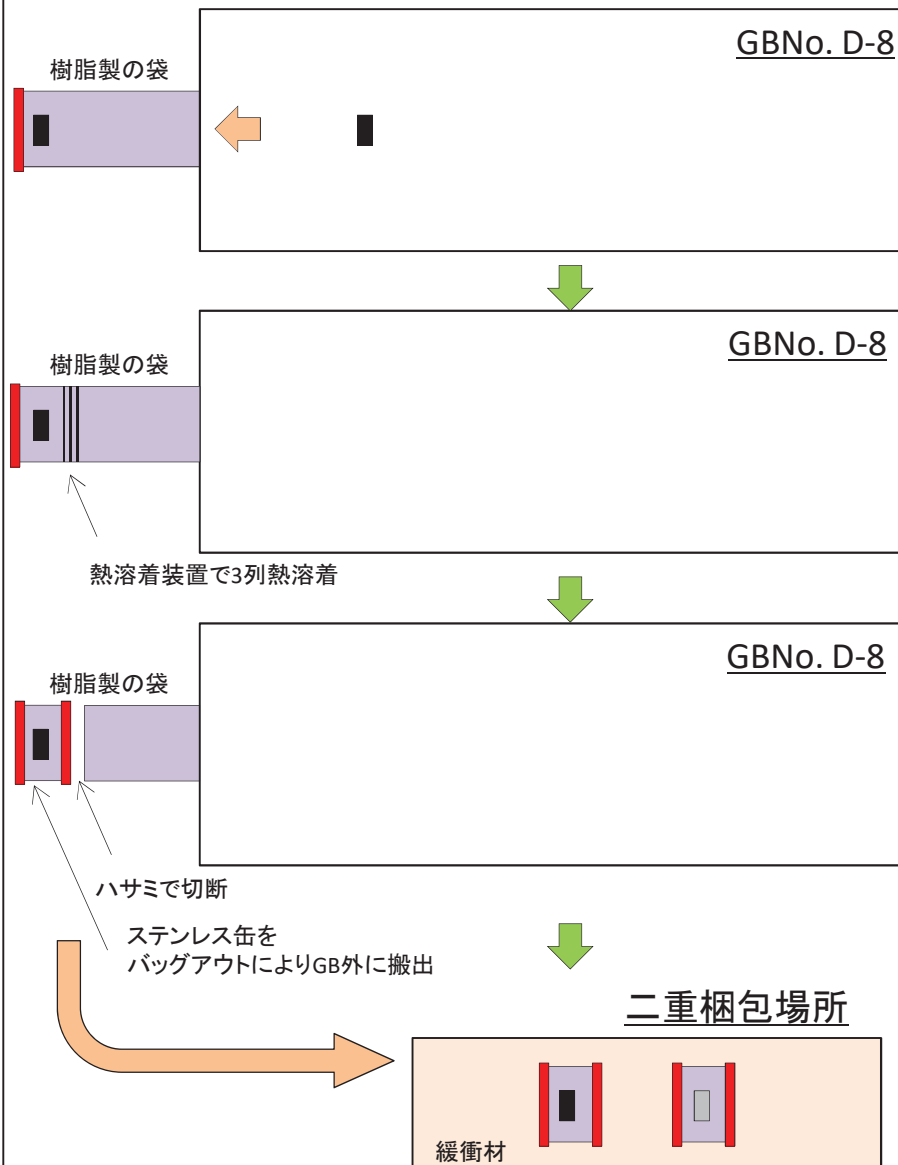


- ⑤作業員Bは、樹脂製の袋の3列熱溶着の中央の熱溶着部をハサミで切断した。
- ⑥作業員Cは、ハサミの汚染検査を行い汚染が無いことを確認した後、作業員Bは、水で湿らせた紙タオルに包み、作業台の中段に置いた。
- ⑦作業員Cは、樹脂製の袋の切断面を赤色布テープで養生した。その際、作業員Dは、樹脂製の袋を保持し、補助を行った。
- ⑧作業員B、C、Dは、手部の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑨作業員Cは、養生した切断面(樹脂製の袋の両側)の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑩作業員Cは、アルミ缶一重梱包物表面のスミヤ試料を採取し、汚染の無いことを確認した。
- ⑪作業員Bは、手及び作業台上の養生用ビニルシートの汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑫作業員Cは、バッグアウトしたアルミ缶一重梱包物を二重梱包場所の緩衝材上に移動させた後、手の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。

図7.1.2(4) 作業の流れ

6. ステンレス缶のバッグアウト作業

粉末調整室(A-103)

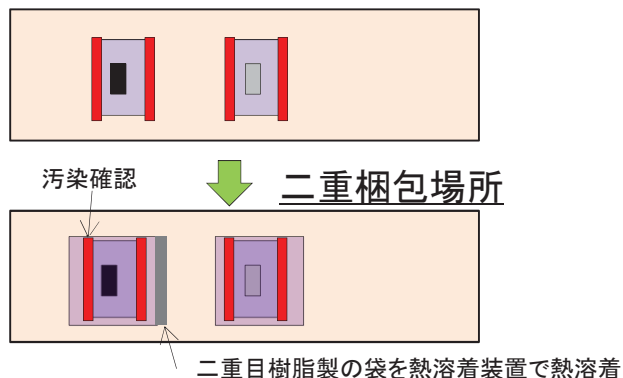


- ①作業員Eは、ステンレス缶を樹脂製の袋内に挿入しながら、作業員Dに受渡した。
- ②作業員Dは、受取ったステンレス缶を樹脂製の袋の先端まで引入れた。その際、作業員Bは作業員Dの補助を行った。
- ③作業員Cは、被ばく低減のため、ステンレス缶に遮へいシートを掛けた。
- ④作業員Dは、樹脂製の袋を熱溶着装置で3列熱溶着した。また、熱溶着部の汚染検査を行い汚染がないことを確認した。
- ⑤作業員Cは、熱溶着装置のヘッド部の汚染検査を行い、汚染が無いことを確認した。
- ⑥作業員Bは、樹脂製の袋の3列熱溶着の中央の熱溶着部をハサミで切断した。
- ⑦作業員Bは水で湿らせた紙タオルに包み、作業台の中段に置いた。
- ⑧作業員Cは、樹脂製の袋の切断面(樹脂製の袋の両側)を赤色布テープで養生した。
- ⑨作業員Cは、養生した切断面の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑩作業員B、Dは、手の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑪作業員Bは、バッグアウトしたステンレス缶一重梱包物を二重梱包場所に移動させた。

図7.1.2(5) 作業の流れ

7. ステンレス缶の二重梱包作業

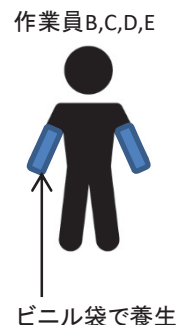
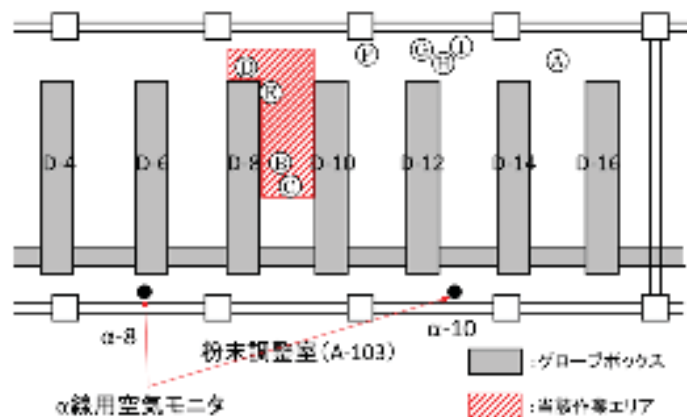
粉末調整室(A-103) 二重梱包場所



- ①作業員Bは、ステンレス缶一重梱包物を二重目の樹脂製の袋に入れた。
- ②作業員Bは、二重目の樹脂製の袋内の空気抜きを行った。
- ③作業員Bは、熱溶着装置で二重目の樹脂製の袋の熱溶着を行った。その際、作業員Cは、補助を行った。
- ④作業員Cは、緩衝材上に置かれていたアルミ缶一重梱包物を二重目の樹脂製の袋に入れた。
- ⑤作業員Bは、ステンレス缶二重梱包物表面のスミヤ試料を採取した。
- ⑥作業員Eは、採取したスミヤ試料の汚染検査を行ったところ、レベルの高い汚染(使用したサーベイメータの初期設定レンジでは測定できないレベル)を確認した。また、作業員B、Cの手の汚染検査実施したところ、同じくレベルの高い汚染を確認した。

8. 汚染確認後の対応

粉末調整室(A-103)

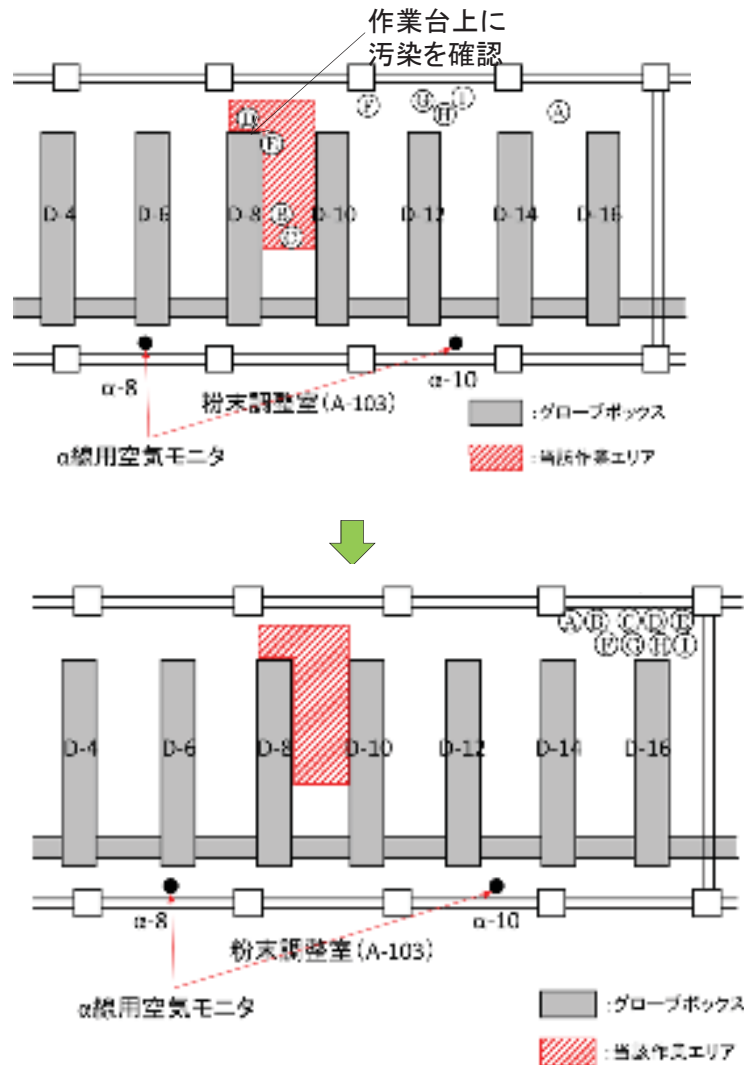


- ①作業員Eは、同室作業員に汚染発生を周知するとともに、応援を要請した。
- ②作業員G、H、IはA-103からA-102に通じる扉前に退避した。
- ③作業員A、Fは、応援のためグローブボックスNo.D-8に向かった。
- ④作業員Eは、作業員Bの両腕をビニル袋で養生した。
- ⑤作業員D及びEは、作業員Cの両腕をビニル袋で養生した。
- ⑥α線用空気モニタ(α-8)が吹鳴した。
- ⑦作業員Dは、手の汚染検査を行い汚染を確認した。
- ⑧作業員Aは、作業員Dの両腕をビニル袋で養生した。
- ⑨作業員Eは、ステンレス缶二重梱包物に遮へいシートを被せた後、ビニル袋に入れた。
- ⑩作業員Eは、手の汚染検査を行い汚染を確認した。
- ⑪作業員Aは、作業員Eの両腕をビニル袋で養生した。

図7.1.2(6) 作業の流れ

9. α線用空気モニタ吹鳴前後の対応

粉末調整室(A-103)

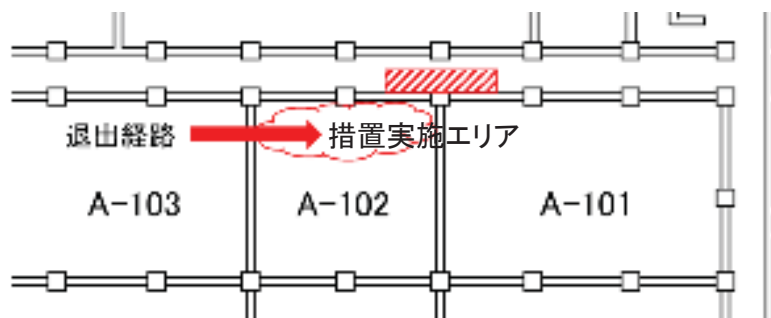


- ①作業員Fは、作業員Bの身体汚染検査及び汚染固定を開始したが、汚染が広範囲のため、応援要請を行った。
- ②作業員Fは、作業員Bの身体汚染検査中に自分の手の汚染を確認し、二重目のRI用ゴム手袋を外した。
- ③作業員Aは、自分の手の汚染を確認し、二重目のRI用ゴム手袋を交換した。
- ④作業員Aは、作業台上を汚染検査しレベルの高い汚染(使用したサーベイメータの初期設定レンジでは測定できないレベル)を確認し、汚染部位を赤色布テープで固定した。
- ⑤作業員A～Fは、風上のD-10脇通路に退避した。
- ⑥作業員A～Fは、A-103からA-102に通じる扉前に退避した。

図7.1.2(7) 作業の流れ

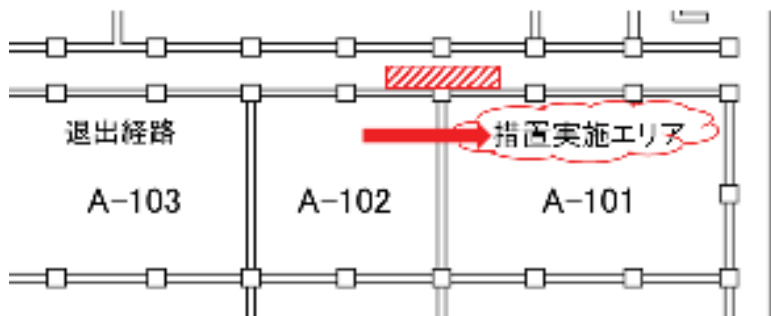
10. 退出

粉末調整室(A-103)⇒炉室(A-102)



- ①作業員Fから報告を受けた放射線管理第1課員(以下「放管員」という。)は退出経路のA-102の汚染拡大防止が必要と判断し床等の養生を実施した。
- ②床等の養生終了後、作業員A～Iは、A-103からA-102に順次退出した。

炉室(A-102)⇒仕上室(A-101)



- ①作業員EはA-102を通過しA-101室に退出した。
- ②放管員は、作業員Bの汚染検査と追加の汚染部の固定を行いA-101室に退出させた。
- ③放管員は、3人目以降の作業員について、ある程度汚染固定したのち新たな作業衣を重ね着させることで汚染拡大防止を図り、A-101に退出させた。

仕上室(A-101)⇒廊下



- ①放管員は、作業員Eの作業衣の背中部分をハサミで切断し脱装させた後に半面マスクを全面マスクに交換した。下着姿の作業員Eの身体汚染検査を実施し有意な値が検出されていないことを確認した。
- ②放管員は、作業員Bに新たな作業衣を重ね着させた。
- ③放管員は、作業員Eを除く作業員8名について、半面マスクを全面マスクに交換後、二重の作業衣の背中部分をハサミで切断し脱装させ、下着姿の作業員の身体汚染検査を実施し有意な値が検出されていないことを確認した。
- ④作業員(A,B,C,E,F,G)は、グリーンハウスに退出し、身体汚染検査後に、新たな作業衣を着て廊下へ退出した。
- ⑤作業員(D,H,I)は、A-101にて再度身体汚染検査を実施後、直接廊下へ退出し、新たな作業衣を着た。
- ⑥廊下に退出した作業員9名は、全面マスクを装着した状態で放射線管理室に移動した。放管員は、作業員全員の鼻スミヤを採取し、有意な値は検出されていないことを確認してから全面マスクを取り外した。

図7.1.2(8) 作業の流れ

事象進展シナリオ

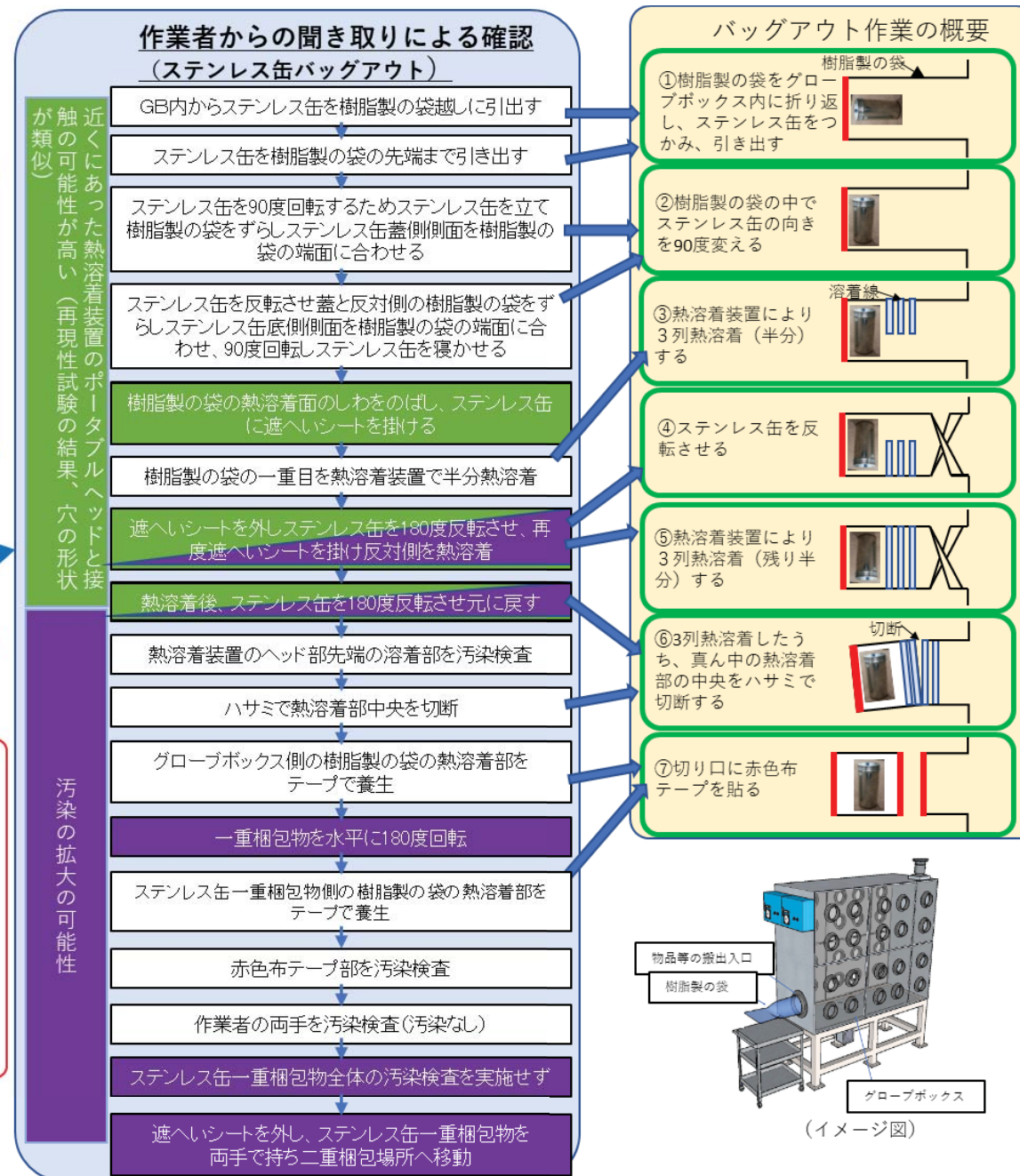
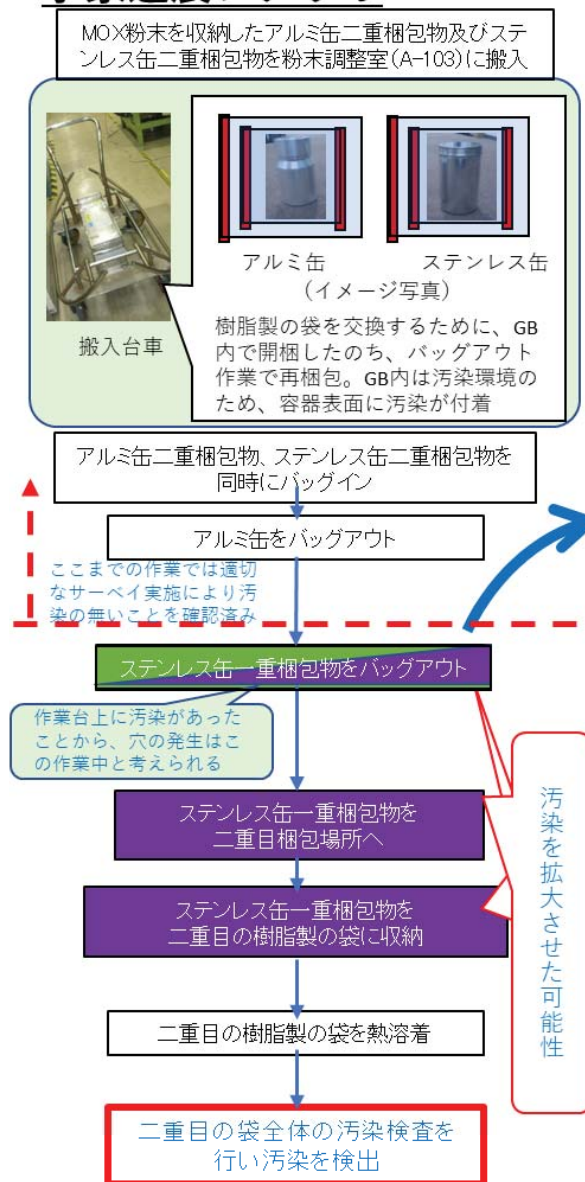


図7.1.3 事象進展シナリオ

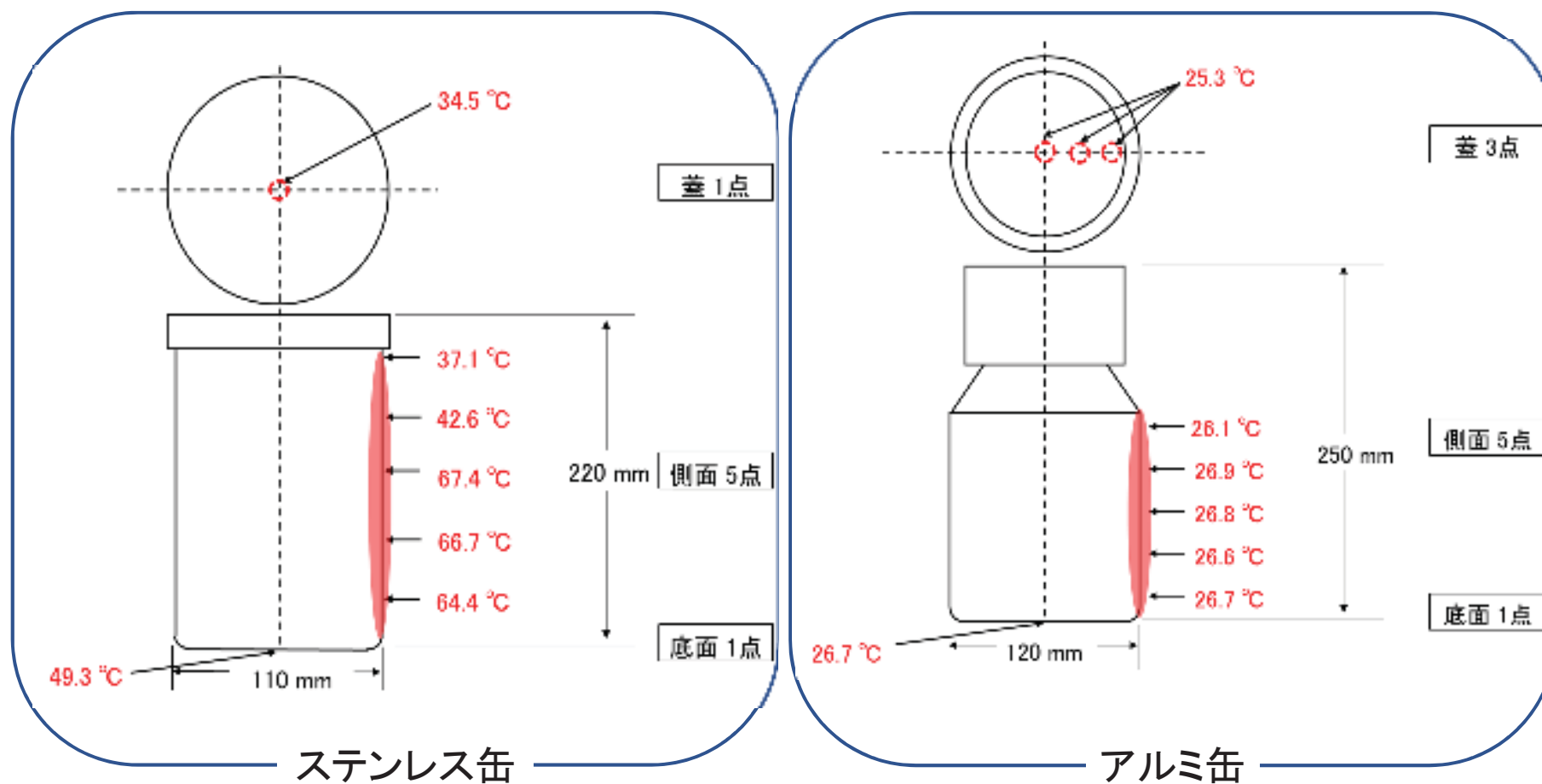
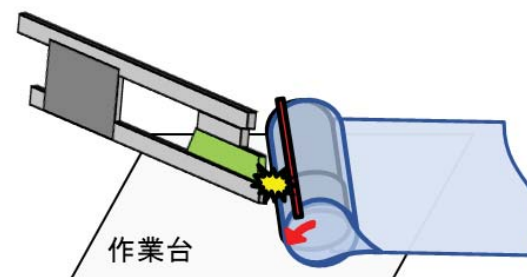
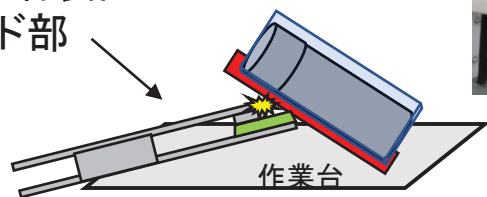


図7.1.4 貯蔵容器の表面温度測定結果

熱溶着装置の
ヘッド部



拡大写真

室温の梱包物



拡大写真



拡大写真

高温の梱包物



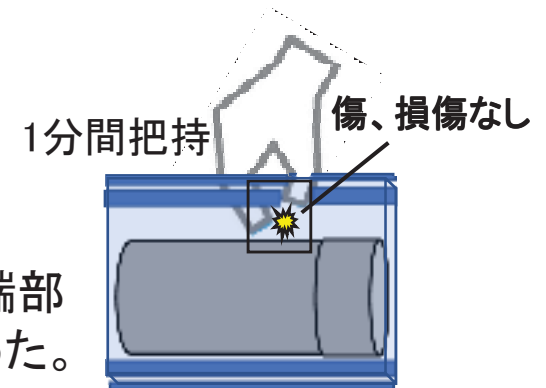
拡大写真

図7.1.5 樹脂製の袋の損傷再現試験結果(熱溶着装置のヘッド部先端との接触)

ステンレス缶の温度が高いこと、缶表面に錆があったことから、それらにより樹脂製の袋に穴が発生するかどうかの検証を実施した。その結果、穴の発生に至らないことを確認した。

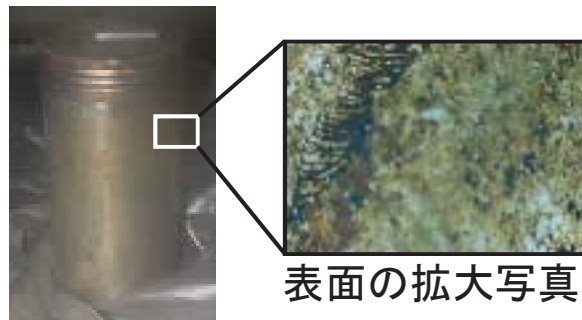
熱の影響

- ステンレス缶の表面温度(最大67℃)及び重量を模擬した環境で、樹脂製の袋の影響確認を実施した。
- 温度を約70℃にしたステンレス缶を入れた樹脂製の袋の端部を把持し、1分間荷重をかけたが、傷及び穴は発生しなかった。



錆の影響

- 模擬のグローブボックスから錆を模擬したステンレス缶を引き出し、ステンレス缶の向きをかえる際に、樹脂製の袋との接触で発生する影響確認を実施した。
- 試験の結果、樹脂製の袋に細かな擦り傷は発生したが、穴の発生までには至らなかった。



ステンレス缶の錆の状況



模擬錆缶



試験後の樹脂製の袋

図7.1.6 熱と錆による樹脂製の袋の破損への影響



ステンレス缶の半分を
ネルスミヤの拭き取りに
より採取



熱外中性子測定装置
(ENMC)

プルトニウム240実効質量を測定



高純度ゲルマニウム検出器
(HRGS)

プルトニウム同位体組成比を測定



ネルスミヤの測定結果 : 1.6mgPu

ネルスミヤの拭き取り効率 : 1/10

ステンレス缶拭き取り面積 : 1/2

全付着量 : 約30 mgPu

図7.2.1 ステンレス缶表面に付着していた汚染量の測定結果

表4.1.1 樹脂製の袋の交換アイテム(H31.1.30)の情報

容器材質	内容物	MOX重量(g)	Pu重量(g)	前回の樹脂製袋の交換日
アルミ缶	MOX粉末	■	■	H26.11.12
ステンレス缶	MOX粉末	■	■	H30.3.27

核物質防護の観点からマスキングを施しています。

表 4.2.1 作業員の身体汚染検査、半面マスク汚染検査及び鼻腔汚染検査の結果

全て α 線に対する測定結果

作業員	脱装前の簡易な身体汚染検査 *1				脱装後の身体汚染検査等 *3		
	検出された汚染の最大値とその部位 *2						
	身体 [Bq/cm ²]		半面マスク(外側) [Bq/cm ²]		身体 (下着のみ着用)	半面マスク(内側)	鼻腔(鼻スミヤ)
A	2.9 × 10 ⁻¹	作業衣(大腿部)	検出下限値未満*4	—	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
B	9.6 × 10 ⁻¹	作業衣(大腿部)	1.3 × 10 ⁻¹ *6	プレフィルタ部	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
C	1.2	ビニル袋養生表面(両手)	1.3 × 10 ⁻¹ *6	プレフィルタ部	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
D	3.6 × 10 ⁻¹	RI 作業靴(両足)	1.3 × 10 ⁻¹ *6	プレフィルタ部	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
E	2.9 × 10 ⁻¹	RI 作業靴(両足)	1.3 × 10 ⁻¹ *6	プレフィルタ部	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
F	2.2 × 10 ⁻¹	RI 作業靴(両足)	1.3 × 10 ⁻¹ *6	プレフィルタ部	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
G	1.5 × 10 ⁻¹	RI 作業靴(両足)	検出下限値未満*4	—	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
H	1.8 × 10 ⁻¹	RI 作業靴(両足)	検出下限値未満*4	—	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5
I	1.5 × 10 ⁻¹	RI 作業靴(両足)	検出下限値未満*4	—	検出下限値未満*4	検出下限値未満*4	検出下限値未満*5

*1: 粉末調整室(A-103)内で簡易な汚染拡大防止措置を実施し、退出した後、炉室(A-102)、仕上室(A-101)において、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるため行った簡易な身体汚染検査の結果。

*2: 測定結果が最大であった部位の値を示す。この汚染検査の前に作業員、放管員が簡易な汚染拡大防止措置を実施した部分は含まれておらず、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。全員の手部(RI 用ゴム手袋又はビニル袋での養生の表面)、RI 作業靴、作業衣及び一部の作業員の帽子に汚染が認められた。身体汚染検査での汚染密度は、汚染面積が特定できないため、検出器の入射窓面積(70cm²)を使用して算出した。

*3: 作業衣及び半面マスクの脱装後に放射線管理員が実施した身体汚染検査と鼻腔汚染検査(鼻スミヤ法)の結果を示す。

*4: 4×10^{-2} Bq/cm² (ZnS シンチレーションサーベイメータを用いた直接測定法による表面密度の検出下限値)。

*5: 7×10^{-2} Bq (ZnS シンチレーション検出器を用いた放射能測定装置(5分間測定)の検出下限値)。

*6: いずれも 200~300dpm であったとの測定者からの聞き取りに基づき、最大値である 300dpm から算出した。

表4.2.2 作業員の外部被ばくによる実効線量及び等価線量推定結果

	当該事象に係る線量 (計算による)	[参考]法令に定める線量限度
実効線量	2.6×10^{-2} mSv * ¹	5年間につき100 mSv 1年間につき50mSv
皮膚の等価線量	8.1×10^{-5} mSv * ²	1年間につき500 mSv

*1: 粉末調整室(A-103)、炉室(A-102)及び仕上室(A-101)のうち、最も線量率の高い粉末調整室(A-103)に事象発生から仕上室(A-101)退出完了までの時間(平成31年1月30日14時24分～19時08分、約4時間50分)まで滞在したと仮定した場合の推定線量。粉末調整室(A-103)の線量率は同室に設置されたエリアモニタ指示値の同時間帯の平均値(γ -1: $4.5 \mu\text{Sv/h}$ 、n-1: $0.9 \mu\text{Sv/h}$)を用いた。

*2: 粉末調整室(A-103)内の汚染検査(スミヤ法)結果の最大値(作業台上で 1.5 Bq/cm^2 (α 線))の汚染が直接皮膚に付着していたものとし、上記と同様の約4時間50分、汚染が継続したと仮定した場合の推定線量。

表4.2.3 時系列

日付	時間	内容
平成31年 1月30日	13:40頃	核物質管理課員が、プルトニウム燃料第二開発室プルトニウム・ウラン貯蔵室内の棚から樹脂製の袋の交換が必要な貯蔵容器二重梱包物2本（アルミ缶、ステンレス缶）の取出作業を開始。
	13:55頃	核物質管理課員が、運搬車を用いて、プルトニウム・ウラン貯蔵室から粉末調整室（A-103）に貯蔵容器二重梱包物2本を運搬する。
	14:00頃	核物質管理課員が運搬車から貯蔵容器二重梱包物2本を取出し、廃止措置技術開発課員に引き渡す。粉末調整室（A-103）のグローブボックスNo. D-8において廃止措置技術開発課員3名で貯蔵容器二重梱包物のバッグイン作業を開始。同室で6名が他作業を実施。
	14:10頃	グローブボックスNo. D-8において、貯蔵容器のバッグアウト作業を開始。
	14:20頃	バッグアウト物（ステンレス缶一重梱包物）の二重梱包を実施したところ、二重目の樹脂製の袋表面より汚染を検出。
	14:24	α 線用空気モニタ（ α -8）警報吹鳴。 作業員はバッグアウト物を大きなビニル袋に収納し、同室内の安全な場所（風上）に退避し、相互汚染検査、汚染部位の簡易固定を開始。
	14:27	α 線用空気モニタ（ α -10）警報吹鳴。
	14:45	プルトニウム燃料技術開発センターに現場指揮所を設置。
	14:50	粉末調整室（A-103）の空気中放射性物質濃度が立入制限区域の設定基準を超える可能性があることから、同室を立入制限区域に設定。
	14:57	モニタリングポスト及びステーションの値に変動がないことを確認。（警報吹鳴時以降のトレンドも確認）
	14:58	核燃料サイクル工学研究所に現地対策本部を設置。
	15:00頃	作業員9名を隣室の炉室（A-102）へ退出させるため、炉室（A-102）の養生を開始。
	15:05	FAX（第1報）発信→15:46 FAX着信確認完了。
	15:12	プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタに異常のないことを確認。
	15:20頃	炉室（A-102）の養生が終了したことから、作業員9名の炉室（A-102）への退出を開始。（15時22分頃、9名全員の退出を完了）
	15:22	立入制限区域を設定することとなったことから、本事象が法令報告に該当するものと判断。
	15:25	FAX（第2報）発信→16:11 FAX着信確認完了。
	15:29	廊下に退出するためのグリーンハウス設置を指示。
	15:36	本事象が法令報告に該当するものと判断したことを原子力規制庁へ報告。
	16:10	FAX（第3報）発信→16:45 FAX着信確認完了。
	16:00頃	汚染拡大防止のための粉末調整室（A-103）、炉室（A-102）の扉の目張りを終了。
	16:22頃	炉室（A-102）での汚染処置を終了次第、順次、仕上室（A-101）へ退出開始。
	16:31	廊下のグリーンハウスへの受入準備が完了。
	17:33頃	作業員1名が仕上室（A-101）から退出開始。
	17:46	FAX（第4報）発信→18:40 FAX着信確認完了。
	18:14頃	2名の身体汚染検査及び鼻スミヤに異常のないことを確認。
	18:30頃	2名の身体汚染検査及び鼻スミヤに異常のないことを確認。
	18:57頃	3名の身体汚染検査及び鼻スミヤに異常のないことを確認。
	19:08頃	2名の身体汚染検査に異常のないことを確認。 作業員全員が仕上室（A-101）から退出終了。
	19:17	FAX（第5報）発信→19:45 FAX着信確認完了。

日付	時間	内容
平成31年 1月30日	19:18	2名の鼻スミヤに異常のないことを確認。（9名全員の身体汚染検査及び鼻スミヤに異常のないことを確認）
	19:43	FAX（第6報）発信→20:14 FAX着信確認完了。
	19:50	作業員9名が管理区域から退出完了。
	21:23	FAX（第7報：最終報）発信→21:58 FAX着信確認完了。
	21:30	粉末調整室（A-103）の α 線用空気モニタのろ紙の回収及び交換、エアスニフアのろ紙の回収及び交換、工程室床面のスミヤ採取、現場の写真撮影を実施する応急措置対応の作業指示。 入域経路 廊下→仕上室（A-101）→炉室（A-102）→粉末調整室（A-103）
	21:38	応急措置対応のために粉末調整室（A-103）入域（作業員6名）
	22:30	応急措置対応作業を終了し、粉末調整室（A-103）からの作業員の退出を開始。
	23:04	作業員全員がグリーンハウスから退出を完了。身体汚染検査に異常ないことを確認。

表 5.1 核燃料サイクル工学研究所 周辺監視区域内における空气中全 α 放射能濃度

(採取期間：平成 31 年 1 月 29 日～2 月 26 日)

採取期間 試料採取地点	全 α 放射能濃度 (mBq/m ³)			
	1/29～2/5	2/5～2/12	2/12～2/19	2/19～2/26
再処理警備所前	0.047	0.028	0.026	測定評価中
プル燃警備所前	0.043	0.034	0.034	
安全管理棟	0.071	0.057	0.039	

通常の変動幅＊：ND (0.02 mBq/m³ 未満) ～ 0.080 mBq/m³

＊： 上記 3 か所に加え周辺監視区域外 4 か所での測定値を含めた平成 20 年度から平成 29 年度までの過去 10 年間の変動幅

表 5.2 プルトニウム燃料第二開発室の排気中放射性物質濃度測定結果

①測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31.2.4 採取期間：H31.1.25～2.1		②測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31.2.12 採取期間：H31.2.1～2.8		③測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31.2.18 採取期間：H31.2.8～2.15		④測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31.2.25 採取期間：H31.2.15～2.22	
< 1.5 × 10 ⁻¹⁰	管理目標値以下	< 1.5 × 10 ⁻¹⁰	管理目標値以下	< 1.5 × 10 ⁻¹⁰	管理目標値以下	< 1.5 × 10 ⁻¹⁰	管理目標値以下

管理目標値 (α) : 3×10⁻¹⁰ Bq/cm³

検出下限値 (α) : 1.5×10⁻¹⁰ Bq/cm³

測定結果は1週間の平均濃度として評価したもの

表 6.4.1 事象発生以降の粉末調整室（A-103）の空气中放射性物質濃度測定結果

	① 測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31. 2. 12 採取期間: H31.1.30～2.5、 A/S-47,50,52 は H31.1.30～2.6		② 測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31. 2. 18 採取期間: H31.2.5～2.13、 A/S-47,50,52 は H31.2.6～2.13		③ 測定結果 (Bq/cm ³) 測定日 H31. 2. 22 採取期間: H31.2.13～2.19	
α -8	5.8×10^{-9}	全て管理目標値 以下	2.2×10^{-9}	全て管理目標値 以下	6.9×10^{-9}	全て管理目標値 以下
α -10	1.5×10^{-9}		1.2×10^{-9}		6.3×10^{-10}	
A/S-47	検出下限値未満		8.2×10^{-10}		5.5×10^{-10}	
A/S-48	検出下限値未満		検出下限値未満		1.7×10^{-9}	
A/S-49	検出下限値未満		9.0×10^{-10}		1.6×10^{-9}	
A/S-50	1.4×10^{-9}		検出下限値未満		1.8×10^{-9}	
A/S-51	4.7×10^{-10}		7.4×10^{-10}		検出下限値未満	
A/S-52	7.4×10^{-10}		検出下限値未満		3.9×10^{-10}	

管理目標値 (α): 7×10^{-8} Bq/cm³

検出下限値 (α): 3.7×10^{-10} Bq/cm³

測定結果は 1 週間平均濃度として評価したもの

表10.2.1 燃料研究棟の事故を受けた再発防止対策・水平展開の実施状況に関する検証・評価（1/2）

燃料研究棟における直接的な原因とその対策			プルトニウム燃料技術開発センター プルトニウム第二開発室（Pu2）の汚染に関する分析		
事実	番号	分析結果	燃料研究棟における対策（●キーワードとして追記）	Puセンターにおける対策の実施状況	予防処置の実効性の確認
X線回折測定済試料からエボシ樹脂を除去せず封入していた。またその情報が引き継がれていなかった。	①	初代プルトニウム技術開発室長は、貯蔵容器に貯蔵した核燃料物質の状態の記録についてルール化し引継ぎする必要があったが、計量管理の核燃料物質室内移動票（燃料研究室内移動票を含む。）で核燃料物質の管理ができていたため、貯蔵容器内に貯蔵した核燃料物質及びその状態の記録を残すことをルール化していなかった。	● 対策1 記録保存のルール化（水平展開1 核燃料物質の取扱いに関する管理基準の要領等への反映） 燃料試験課は、保安規定の下部要領である燃料研究棟使用手引（図4.1.3参照）を改正し、貯蔵容器に貯蔵した核燃料物質の記録を作成・管理することを記載する。あわせて、燃料研究棟本体施設作業要領に核燃料物質の管理に関する文書を追加し、その中で、核燃料物質の貯蔵に関する情報として必要な事項（放射能・放射線情報、物理・化学性状情報、臨界管理情報、同組物の性状・使用履歴等）を明確にするとともに、今後行う核燃料物質の貯蔵作業の都度、記録の作成・更新を行うことを記載することにより、記録の管理について手順化し確実なものとする。	・水平展開を受けて、貯蔵している核燃料物質への有機物の混入の有無や使用履歴も管理するよう、安全作業基準を改訂して記録の保存をルール化していることを確認した（H30.2）。新しく定めたルールに基づく記録の作成については現在取り組み中である。 ・なお、燃研汚染後、被ばく事故以前より、プルトニウム燃料技術開発センターでは、核燃料物質の組成及び燃焼熱等の情報は管理されていることを確認した。 核燃料物質を安全に管理する上で必要な記録の保存は、適切に実施されている。	・事故が発生したステンレス缶については、核燃料物質の組成及び燃焼熱等の他、前回の点検記録（錆の状況等）も保存されていることを確認した。 ・なお、バックアウトを行った作業者に對し、貯蔵物の核燃料物質の種類その他、事前に燃焼熱や重量の情報は伝えられていることを確認した。 以上より、核燃料物質の性状・貯蔵状態について記録を保存し、情報を共有・継承する観点での記録管理はなされていると評価した。
	②	初代プルトニウム技術開発室長は、X線回折測定済試料を酸化加熱処理してから封入した核燃料物質を貯蔵容器に保管するまでの作業方法をルール化し引継ぎする必要があったが、炭化処理等安定化処理のための酸化加熱処理を徹底できてきたことから、X線回折測定済試料も同様に酸化加熱処理するものとするルール化していなかった。	● 対策2 安定化処理・適切な容器材質の選定等のルール化（水平展開1） 燃料試験課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため以下の事項を明確にする。 (a) Pu、Am等α線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物を加熱により分解・除去する。 (b) Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ボリ容器等の有機物との密着を避けるために金属容器に収納する。 (c) 容器材質については、内容物との物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。 (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化処理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。 以上の内容については、原因①の対策として燃料研究棟本体施設作業要領に追加する核燃料物質の管理に関する文書に記載する。	・燃研汚染後、被ばく事故以前より、プルトニウム燃料技術開発センターでは、核燃料物質を貯蔵する場合には、有機物を除去するための熱処理（安定化処理）を行うことが作業マニュアルに記載されていることを確認した。 ・プルトニウム燃料技術開発センターでは燃研汚染後、被ばく事故以前より貯蔵容器には金属製のものを使用していた。しかし、水平展開を受けて、安全作業基準を改訂し金属製容器の使用等を明記した（H30.2）。 以上より、核燃料物質を安定化処理・適切な容器材質の選定等のルール化は適切に実施されている。	・今回の事故が発生したステンレス缶には、安定化処理されたMOX原料粉が収納されており、ルールに基づく貯蔵がなされていることを確認した。 ・燃研汚染後、被ばく事故の原因は主として核燃料物質の管理方法にあり、汚染の発生に至った直接的な原因は、フォルトツリー解析の通り、混入有機物による放射性分解ガスの発生である。 ・プルトニウム燃料第二開発室の事故の直接的な原因は、バックアウト作業における、樹脂製の袋の外からの外力の作用（熱溶着装置ヘッドの接触）によるものと推定されており、燃研汚染後、被ばく事故の直接的な原因である内容物・貯蔵容器からの放射性分解ガス発生や、それに起因する樹脂製の袋の内圧上昇・破裂が起ったものではない。また、実際に今回の事故が発生したステンレス缶について、貯蔵中に樹脂製の袋の破れは認められていない。 以上より、ステンレス缶の核燃料物質は安定な状態で貯蔵されていたものと評価した。
	③	平成2年頃、プルトニウム技術開発室長は、プルトニウム技術開発室及び実験しているプルトニウム燃料研究室の関係者と協議を行わずに、試料中の核燃料物質は安定していると判断し、初代プルトニウム技術開発室長から引き継いだ有機物と混在した核燃料物質の酸化加熱処理の中心で試料のボキシヤ樹脂はPuの放射線による炭化加熱処理は行われていなかった。	● 対策1、対策2（水平展開1） 燃料試験課は、関係者と協議し核燃料物質の貯蔵に関する情報として必要な事項（放射能・放射線情報、物理・化学性状情報、臨界管理情報、同組物の性状・使用履歴等）を明確にし、それらの記録の管理について手順化し確実なものとする【原因①の対策と同一】。 また、燃料試験課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため以下の事項を明確にする【原因②の対策と同一】。 (a) Pu、Am等α線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物を加熱により分解・除去する。 (b) Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ボリ容器等の有機物との密着を避けるために金属容器に収納する。 (c) 容器材質については、内容物との物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。 (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化処理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。	同上	同上
	④	平成3年10月、プルトニウム技術開発室長は、放射線安全取扱手引の貯蔵の条件を考慮しX線回折測定済試料を酸化加熱処理して貯蔵容器に貯蔵する必要があったが、当時の放射線安全取扱手引で「3.3.3 貯蔵の条件として、(4)放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意することにより、十分な確認を行わずに、X線回折測定済試料のボキシヤ樹脂はPuの放射線による炭化加熱処理をしないまま貯蔵していた。」	● 対策3 燃研事故の原因と対策の徹底（水平展開1） 燃料試験課は、現在の放射線安全取扱手引の「3.3.4貯蔵の条件（4）放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意することにより、十分な確認を行わずに、X線回折測定済試料のボキシヤ樹脂はPuの放射線による炭化加熱処理をしないまま貯蔵していた。」と対策を教育する。	・燃研汚染後、被ばく事故を踏まえた教育を業務誘発作業も含めて実施しており、作業者9名は、当該教育を受講し、当人たちの理解は十分であった。 以上より、作業者への教育は適切に実施されていると評価した。	・今回、これらの燃研汚染後、被ばく事故の原因と対策について教育を受けた者が作業にあたっていた。異常もしくは異常の兆候があったと認識することは認識できていた。 ・プルトニウム燃料第二開発室の事故は、安定化処理された核燃料物質の取扱いであり、核燃料物質の組成、燃焼熱等の記録は作業員に伝えられており、定期的な点検も実施されていた。 ・作業者は樹脂製の袋の破れの有無について注意を払っていた。また、作業員がステンレス缶のバックアウト時に表面の汚染検査を行わず、2重目の樹脂製の袋への梱包に移行したことについても、赤テープ部の着面のサーバイド（異音はなく、貯蔵容器の熱さ等から不安を感じて、とりあえず梱包した方が安全と思った、ことを証言しており、「汚染はない」（異音はない）との認識の上で、作業を急いだものと考えられる。 燃研汚染後、被ばく事故を事例とした教育によって、今回の作業員の行動を回避することは難しかったと評価した。
核燃料物質の保管に関して、Puの取扱、貯蔵（保管）に関する技術情報の考え方が活かされていなかった。	⑤	平成8年、プルトニウム技術開発室長は、樹脂製の袋の膨張とボリ容器の破損までを確認したにもかかわらず、放射線安全取扱手引の要件（貯蔵の条件）に反し、新しい樹脂製の袋やボリ容器と交換しただけで、酸化加熱処理を行った上で金属容器への変更等の異常状況の回避、マニュアル等においてその記録を残し定期的な点検を指示する等の改善をしていなかった。そのため、これ以降、貯蔵状況に関する改善や定期的な点検を実施できていなかった。	● 対策2、対策4 点検とその方法の明確化（水平展開1） 燃料試験課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため以下の事項を明確にする【原因②の対策と同一】。 (a) Pu、Am等α線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物を加熱により分解・除去する。 (b) Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ボリ容器等の有機物との密着を避けるために金属容器に収納する。 (c) 容器材質については、内容物との物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。 (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化処理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。 また、燃料試験課は、燃料研究棟使用手引を改正し、貯蔵している核燃料物質の定期点検を行うことを記載するとともに、燃料研究棟本体施設作業要領に当該定期点検に関する文書を追加し、その中で、核燃料物質を貯蔵するに当たって、内容物の点検項目、点検方法及び点検頻度を明確にする（通常状態と異常状態の判断基準及び交換基準の明確化を含む。）。	・燃研汚染後、被ばく事故以前より、貯蔵物を収納した金属容器及びその外側を梱包している樹脂製の袋は、定期的に点検することを作業マニュアルに定め点検を実施していることを確認した。 ・上記の定期点検において、樹脂製の袋の亀裂や目立った破れ、変色、容器の錆を確認するほか、貯蔵物の集積状態や交換基準（TWA）を定め交換を行っていることを確認した。なお、今回のステンレス缶に確認された錆は、外観限度値と比較して問題ないとして判断できる程度であった。 以上より、点検方法は明確であり、適切に実施されていると評価した。	・プルトニウム燃料技術開発センターの樹脂製の袋の交換基準は、昭和62年頃の検討に基づくものであり、同センターにおいて長年運用されてきたルールである。その点検及び管理方法は適切なものと考えられる。 ・実際に今回の事故が発生したステンレス缶について、バックインまでの作業の汚染検査において異常はなく、また貯蔵中の樹脂製の袋の破れは認められていない。 このため、プルトニウム燃料第二開発室では、貯蔵容器は定期的に点検を行い、適切に管理されていたものと評価した。
	⑥	歴代のプルトニウム技術開発室長、燃料製造試験課長及び燃料試験課長は、国際原子力機関（以下「IAEA」という。）や米国内エネルギー省（以下「DOE」という。）で示されたPuの取扱、貯蔵（保管）に関する技術情報について、Puを取り扱う部署として情報を入力業務に反映する必要があるが、当該情報を確認していなかった。このため、燃料研究棟における核燃料物質の貯蔵において、金属容器への保管が有機物を含めない等の改善が行われていなかった。	● 対策5 最新知見の反映（水平展開1） 福島核燃料材料試験部は、燃料研究棟使用手引を改正し、核燃料物質の貯蔵に関する最新情報や知見を取り入れた注意事項を追加するとともに、核燃料物質の貯蔵に関する最新情報や知見を適宜入手・リスト化し、逐次レビューを行い、対応が必要な情報について関係機関に反映するまでの要領等をQA文書として作成することにより、DOE-STDレポートやIAEA Safety Reportの核燃料物質の貯蔵に関する最新の安全情報や国内の核燃料物質の管理に関する情報等を適宜入手し、レビューした上で関係規定類へ反映するための仕組みを構築する。	・Pu安全取扱いに係る海外情報調査メンバーを選定し、調査を行っているほか、米国SNL及びLANLとの専門家会合に出発し情報交換など、国内外の最新の知見をレビューした上で、センター要領への反映に向けた検討を行っている。適切に取り組まれている。	・燃研汚染後、被ばく事故を踏まえて、プルトニウム燃料技術開発センターとして積極的に海外情報調査・情報交換を進めており、取り組みは適切に実施されていると評価した。
	⑦	燃料試験課長、マネージャー及び担当者は、グループボックス等から核燃料物質を貯蔵施設に移す作業の作業計画書を作成する際、付随して貯蔵容器の点検と汚染検査を行う作業であっても貯蔵容器の蓋を開け、核燃料物質の入った内容物を確認する場合は、フード以外のセル、グループボックスその他の気密性の高い設備及び適切な放射線防護具を選定した上で具備した手帳を含む非常時作業計画を作成する必要があるが、事前の調査で貯蔵された核燃料物質は安定化処理等、安全な状態で保管され汚染するリスクは低いと誤った見方で、核燃料物質が飛散し室内が汚染して作業員が汚染するリスクを防止する詳細な作業計画書（非常時作業計画書）を作成していなかった。	● 対策6 作業計画の作成方法の見直し、ホールドポイント明確化（水平展開1、水平展開4 個別業務の計画管理要領の策定） 福島核燃料材料試験部は、燃料研究棟の使用許可書及び保安規定の見直しを行うとともに、燃料研究棟使用手引を改正し、貯蔵容器の蓋を開ける作業はグループボックス等の気密設備内において行うことを定める。さらに、燃料研究棟本体施設・特定施設共同作業要領を改正し、取り扱う核燃料物質が不明で安全が確認できない場合について、以下の対策を講ずることを記載する。 ・リスクを考慮した安全な作業計画を作成するため、核燃料物質の安全取扱い、作業方法（作業場所及び防護装備の選定を含む。）等の基本的な事項を手順で明確にする。 ・リスクを回避するため手順と異なる事故が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイントを含む作業計画で明確化する。	①使用の際のリスク評価 ・今回のグループボックスへのバックイン・バックアウト作業は定常作業であり、基本動作マニュアル「1-7 バックイン・バックアウト作業」に基づいて実施されていることを確認した。 ・基本動作マニュアルの制定時に、基本動作検討委員会においてバックイン・バックアウト作業に潜むリスクについて議論され、要領に反映されていることを確認した。 ②使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイント ・バックイン・バックアウト作業において使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイントについては、上記基本動作マニュアル「1-7 バックイン・バックアウト作業」に記載されていることを確認した。 ③作業者の力量 ・グループボックス作業は、プルトニウム燃料技術開発センターの「グループボックス作業認定マニュアル」に基づき、認定されたものが行うこととしていると評価した。 ④作業の体制 ・共通安全作業基準「Ⅲ、誘発作業の安全確保に係る基準」との通り、誘発作業の安全管理体制は明確であることと確認した。 以上より、作業計画に必要な検討は実施されていると評価した。	①使用の際のリスク評価 バックイン・バックアウトの際のリスクについては、会議で議論されており、リスクを考慮した確認事項は、基本動作マニュアルに記載されている。基本動作マニュアルに基づいて適切に実施されていたと評価した。 ②使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイント 今回の作業については、使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイントについては、基本動作マニュアルに記載されており、汚染検査についても適切なホールドポイントが記載されていることを確認した。また、作業者の聞き取り調査によって汚染検査がホールドポイントであることについて認識していることを確認した。しかしながら、今回の事故では、作業員は樹脂製の袋を反転させたとき、貯蔵容器の温度が高いくなど、通常と異なる状態を認知したものの作業員間で共有をせず、樹脂製の袋の着落部分（赤色テープ）の手汚染検査の結果で異常がないことから核燃料管理者に連絡しないまま、樹脂製の袋の表面の汚染検査をせずに次の作業に移行した。 ・現場責任者はグループボックス作業をしており、汚染検査の省略を確認し、止められる状況になかった。 ③作業者の力量評価 ・今回バックイン・バックアウトを行った作業者6名は、必要な力量を満足することを確認の上、グループボックス作業者に認定されていたと評価した。 ④作業の体制 ・当日の作業開始前、共通安全作業基準「Ⅲ誘発作業の安全確保に係る基準」に従い、現場責任者はTBM・KYにおいて、作業内容、役割分担等を明確にし、危険のポイントを作業者に認識している。作業体制は共通安全作業基準に従っているとみなされ、当日の作業体制は適切であったと評価した。

表10.2.1 燃料研究棟の事故を受けた再発防止対策・水平展開の実施状況に関する検証・評価 (2/2)

燃料研究棟における直接的な原因とその対策				プルトニウム燃料技術開発センター プルトニウム第二開発室 (Pu2) の汚染に関する分析	
事実	番号	分析結果	燃料研究棟における対策 (●キーワードとして追記)	Puセンターにおける対策の実施状況	予防処置の実効性の確認
燃料研究棟では、貯蔵容器をフードで蓋を開け内容物を確認する際に、樹脂製の袋が破裂し、室内が汚染する可能性があることを想定していたかった。	⑧	福島燃料材料試験部長、燃料試験課長、マネージャー及び担当者は、安全・核セキュリティ統括部から平成29年1月26日に「サイクル研プルトニウム燃料技術開発センターの原子力規制庁測定依頼書」(樹脂製の袋の破れによるもの取扱いに関する情報を含む。)が配属されたが、当該結果の周知であったため、添付資料中の「樹脂製の袋の破れによるもの取扱いに関する情報」に気が付かなかった。	●対策5 (水平展開1) 福島燃料材料試験部は、DOE-STDレポートやIAEA Safety Reportの核燃料物質の貯蔵に関する最新の安全情報や国内の核燃料物質の管理に関する情報等の知見を適宜入手し、レビューした上で関係規定へ反映する【原因⑧の対策と同じ】。	・Pu安全取扱いに係る海外情報の調査メンバーを選定し、調査を行っているほか、米国SRNL ORNLと専門家会合に出席し情報交換するなど、国外の最新の知見をレビューした上で、センター要領への反映に向けた検討を行っており、適切に取り組まれている。	燃研棟汚染・被ばく事故を踏まえて、プルトニウム燃料技術開発センターとして積極的に関外情報調査・情報交換を進めており、取り組みは適切に実施されていると評価した。
貯蔵容器の蓋のボルトを緩めた際に蓋が滑り上がり「シュ」という内圧が抜ける音がなり汚染検査を実施したが、蓋の浮き上がり等通常の状態と異なれず作業を継続した。	⑨	作業員Eは、貯蔵容器の蓋のボルトを緩めた際に蓋が滑り上がり「シュ」という内圧が抜ける音がなり汚染検査を実施したが、蓋の浮き上がり等通常の状態と異なれず作業を継続した。	●対策6 (水平展開1、4) 福島燃料材料試験部は、取り扱う核燃料物質が不明瞭で安全が確認できない場合について、リスクを回避するため手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイントを作業計画で明確化する【原因⑨の対策と同じ】。	②使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイント ・バッキング・バックアウト作業において使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイントについては、上記基本動作マニュアル「1-7 バックダン・バックアウト作業」に記載されていることを確認した。	今回の作業については、使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイントについては、基本動作マニュアルに記載されており、汚染検査についても適切なホールドポイントが記載されていることを確認した。また、作業者の聞き取り調査によって汚染検査がホールドポイントであることについて認識していることを確認した。しかしながら、今回の事象では、作業員Bは樹脂製の袋を反転させたとき、貯蔵容器の温度が高いくと想定、通常と異なる状態を認知したものの作業員間で共有をせず、樹脂製の袋の管理部分(赤色テープ)、手の汚染検査の結果で異常がないことから核燃料管理者に連絡しないまま、樹脂製の袋の表面の汚染検査をせずに次の作業に移行した。 ・現場責任者はグループボックス作業をしており、汚染検査の省略を確認し、止められる状況になかった。 これにより、汚染の拡大につながった可能性が高い。以上より、本対策に関する予防処置活動について、その徹底が足りなかったと評価した。
作業員は、貯蔵容器内の確認作業において作業計画に従い半面マスクを着用していたが、樹脂製の袋が破裂することを想定していたことから飛散した核燃料物質を吸入摂取した。	⑩ ⑪	作業員Eは、樹脂製の袋が破裂し、作業服や顔面等、全身汚染をした際、皮膚に付着した核燃料物質が汗等で半面マスク内に入り込むことを抑制するための応急的な処置を行うことが被ばく防止につながるが、大洗研究開発センターには応急的な処置の明確な手順がなかったことから、室内への汚染拡大をさせないため、退室するまで発災時の立ち位置で待機し、汚染部位の拭き取りや固定(封じ込め)及びしめひもを締め取りの調整の処置を行わなかった。 放射線管理第2課員は、汚染検査のほか、半面マスクを交換し、特殊作業衣を脱装したに当たって、汚染した作業員の退出を補助する際、顔面への汚染部位の拭き取りや固定(封じ込め)を助言することが被ばく防止につながるが、大洗研究開発センターには応急的な処置の明確な手順がなかったことから、半面マスクの交換を優先し、顔面への汚染部位の拭き取りや固定(封じ込め)の助言を行わなかった。	●対策7 防護具の適切な装着 (水平展開1、水平展開2) 身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドラインの要領等への反映 福島燃料材料試験部は、燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領を改正し、性状不明で安全性に疑義がある放射性物質等を扱う場合には、汚染事故の発生も想定して、安全性の高い上位の装備を選定するよう記載する。 安全管理部は、以下の被ばく防止のための応急的な措置に関する対策を講ずるとともに、事故時の対応(関与)を明確にするため、大洗研究開発センター(北地区)放射線安全取扱い手引を改正し、呼吸保護具の点検項目・基準・頻度、半面マスクの使用前点検、顔面近傍に汚染が付着している場合の対応について記載する。 ・呼吸保護具の適切な使用のために、「しめひも」の伸縮性など防護性能に影響を及ぼす項目に対する点検の徹底・強化及び適切な装着を確保するための教育訓練の充実を図る。 ・Puなどα線放出核種によって顔面や顔面が汚染された状況において、身体除染の応急処置として、顔面近傍に付着した放射性物質の拭き取りや固定の実施、汗等による半面マスクの密着性の低下に備えて半面マスクの「しめひも」をきつく締め直すなどの応急的な密着性の強化の方法を手順として明確にする。また、顔面及び顔面に汚染のある状態での退出後の脱装方法、半面マスクの交換時や鼻ミミ採取時の汚染の拭き取りや固定方法を検討し、内部被ばくの可能性を低減する手順を具体化する。その際、身体除染の応急処置に必要な資材の準備と作業手順を明確にする。 ・半面マスクの密着性に係る事項について、使用前点検、フィッティングテストなどの半面マスクの適切な装着を確保する処置の充実を図る。	・燃研棟汚染・被ばく事故以前より、半面マスクについてはマスクメンテナンスによるフィッティングテストを行っている他、着用時の装着性確認を行っている。また、呼吸保護具の点検項目や基準をマニュアルに定めた項目の点検を実施していることを確認した。 ・身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドラインの制定を受けて、身体除染の方法を基本動作マニュアルに追記する改定とともに、その内容を別冊として制定を行っていることを確認した。(H30.3) ・燃研棟汚染・被ばく事故以前から、グループ作業、バックイン・バックアウト作業等を行う作業者は作業中の半面マスクの着用を義務付けていたが、グループ作業、バックイン・バックアウト作業等を行っている場合には、当該作業者だけでなく同室作業者も半面マスクを着用することし、基本動作マニュアルに記載した。(H29.12) ・燃研棟汚染・被ばく事故前から、汚染検査等で長時間半面マスクを着用する作業者の身体負担軽減の目的で、電動ファン付き半面マスクの導入に向けた現場での試用を行っていた。燃研棟汚染・被ばく事故に対する自主的改善活動として、電動ファン付きの半面マスクの導入検討を加速し、汚染検査だけでなく全つの作業で使用できるように電動ファン付き半面マスクの導入、本格運用を開始した。(H30.7)	作業員9名全員が半面マスクを着用していた。また、今回の作業において、作業員9名の内、7名(樹脂製の袋の交換作業者4名含む)が電動ファン付き半面マスクを着用していた。 この9名全員が作業衣等に汚染が確認されたものの、内部被ばくは防止することができた。自主的改善活動として実施した電動ファン付き半面マスクの導入や、同室作業者の半面マスク着用、それらの管理等是有効であったと評価した。
燃料研究棟の管理区域から退出する際、作業員の身体汚染検査で汚染箇所が見つかった。	⑫	福島燃料材料試験部長は、緊急時にグリーンハウスを設置して作業員を退避させる場合はグリーンハウスをなるべく短時間で設置する必要があるが、燃料研究棟でグリーンハウスを設置するような室内全域に及ぶ汚染事故を想定してなかったことから、資材調達や設置作業に手間取った。	●対策8 グリーンハウス等資機材管理・訓練 (水平展開1、水平展開2、水平展開3 緊急対応設備及び資機材の調査並びに訓練の実施) 大洗研究開発センターは、以下の対策を講ずるため、大洗研究開発センター(北地区)放射線安全取扱い手引を改正し、身体汚染時の退出基準、汚染拡大防止策及び資機材の維持管理方法について記載する。 ・管理区域内のある程度の汚染拡大は許容し、身体汚染の飛散を抑制する措置(養生シートで身体を覆う等)を講じた上で作業員を発災現場から退出させることを含め、判断や対応に迷わず遅れが生じないよう、退出基準(例えば、室内の広範囲に汚染が拡大していること、顔面近傍に身体汚染があること等)や汚染拡大の影響を最小限にとどめる方策(例えば、身体を覆う養生シート、簡易テント等の事前準備)を定める。この方策には、作業の特殊性や最小限に事故時の影響が大いにと考えられる場合又は発災現場から退出すると汚染が管理区域外に拡大するおそれがある場合には、あらかじめ事故時退出用のグリーンハウスを作業場所の外側に設置しておくことも勘案する。 ・事故を想定し必要となる設備、資機材や要員等を再度確認し、それら資機材等が常に利用できるよう維持管理することや、実効的な訓練により、速やかな対応が取れる仕組みを構築する。	・燃研棟汚染・被ばく事故以前から、グリーンハウスの設置に必要な保管パイプ等を用意している。 ・燃研棟汚染・被ばく事故を受けて、短時間で組立・設置が可能でグリーンハウスの開発して管理区域内に常備していることを確認した。(H29.11) ・グリーンハウスの設置を伴う大規模汚染の発生を想定した訓練を実施されていることを確認した(H30.6エビ32)。グリーンハウスの設置や汚染時の行動について業務員作業も訓練に参加している。	プルトニウム燃料第二開発室では、身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン、それを受けた基本動作マニュアル「II-1汚染発生時の対応手順」に従い、空気流線の風上に退避し、その後隣室に退避した。その後作業者を廊下から退出させる際の汚染管理の目的でグリーンハウスを設置した。このグリーンハウスの設置に要した時間は、グリーンハウス内での対応要員の装備着脱を含めて約1時間であった。 短時間でグリーンハウスを設置できたことから、新たに開発されたグリーンハウスや訓練は効果的であったと評価した。
身体汚染事故が発生した燃料研究棟において、緊急用の除染用シャワー設備が使用できなかった。	⑬	燃料試験課担当者は、手洗い水の出方が悪くなっていることに気が付いた際に、原因である減圧弁を補修(交換)し正常な状態にする必要があったが、出方が悪くても利用できるため問題ないと考え、除染用シャワーが長時間利用できなくなることと気が付き、適切に補修できていなかった。	●対策9 除染用洗浄設備の点検、管理要領の見直し (水平展開3) (水平展開1、水平展開2、水平展開3 緊急対応設備及び資機材の調査並びに訓練の実施) 燃料試験課は、除染用設備の点検方法及び系統の保守管理に關して、確実な点検及び適切な保守管理が行えるよう、燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領に除染用設備の点検内容を追加する改正を行う。	・除染室のシャワーについては、温水が使用できなかったことから、温水が使用できるようシャワー設備を補修し、点検マニュアルを整備した。(H30.3) ・顔面の除染を行い易いシャワーを上げずには顔面除染ができるように、除染用の椅子及び脱脂缶の設置を緊急除染室に配備した。(H30.3)	今回、皮膚汚染について有意な検出がなかったことから、シャワー設備は使用していない。温水シャワーを整備し点検方法のルーパ化、顔面除染用の脱脂タンクの流しを配備する等の取り組みに特に問題はないと評価した。
燃料研究棟の管理区域から退出する際、作業員の身体汚染検査で汚染箇所が見つかった。	⑭	放射線管理第2課員は、除染用シャワーにより身体汚染の除染を行ったものの汚染検査の際、時間をかけてα線のダイレクタースペーを実施したが、汚染が残っていることに気が付かなかった。	●対策10 身体除染の方法や測定方法に関する手順の明確化 (水平展開2) 安全管理部は、身体除染の確認の方法に關して、身体除染の方法や除染後の測定方法に関する手順等を明確にするため、放射線管理マニュアル(北地区)を改正し、核燃料物質等身体汚染した場合の身体汚染測定に関する方法や手順、教育訓練の実施を定める。	・身体汚染発生時の汚染拡大防止措置等については、燃研棟汚染・被ばく事故以前より、基本動作マニュアルに定めていた。身体除染は放射線管理第2課の指導のもと行うとしていたため、除染方法を定めたPuセンターのマニュアルはなかった。ことから、機軸とした「身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン」(ガイドライン)の制定を受け、その内容を、基本動作マニュアル「汚染発生時の対応手順」として別冊「汚染発生時の個別の対応方法・対応手順マニュアル」に反映した。(H30.3) ・身体除染は放射線管理第2課の指導のもと行うとしているが、ガイドラインの制定を受け、放射線管理第1課の「身体汚染時の対応手順」(手順書)にも内容を反映した。(H30.3) ・皮膚へのクロソコシタミや吸入被ばくを防止しつつ、作業衣を脱ぐや脱衣して、もう一枚作業衣を着、汚染を二枚の作業衣の間に閉じ込めたまま、二枚の作業衣を同時に脱ぐ方法(二重作業衣脱装方式)があり、プルトニウム燃料技術開発センターでは、その適用性について訓練を通して確認していた。 ・今回の事故では皮膚汚染がなかったことから、身体除染は実施してはいたが、身体除染訓練については、燃研棟汚染・被ばく事故以前から1回実施している。	「事故発生後、退出までの行動は、燃研棟汚染・被ばく事故を受け機軸で作成した「身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン」、それを反映したPuセンター基本動作マニュアル、放射線管理第1課の手順書に従って行われている。作業員9人の作業衣表面に広範囲の汚染を認めたため、9人中8人には汚染部位の固定に要する時間を短縮するために二重作業衣脱装方式を適用するなど汚染の拡大防止のための措置を適切に実施し、身体への移行を防止できたと評価した。また、今回採用された二重作業衣脱装方式は、汚染防止に有効であったと考えられる。ただし、内部被ばくのおそれがある場合の速やかな退避、汚染検査とその記録作成方法等については、実効性を高めるための対応が必要であると留意した。 ・作業員相互のサービスの結果、廃止措置技術開発課員4名の手に、高い汚染が確認され、その養生等を継続したため、現場指揮所などの職員との連絡は十分に取れなかった。また、管理者・現場指揮所には、現場の状況が十分伝わらなかった。 ・プルトニウム燃料技術開発センターの基本動作マニュアルには、人命及び身体安全第一の旨は記載されているが、ガイドラインの基本的な考え方はPuセンターの基本動作マニュアルには、明示されていない。 ・廃止措置技術開発課員は、PIS、また廊下の窓から声と身振りで退出を指示したが、作業員全員には危機意識が伝わらなかった。 ・汚染拡大よりも退避を優先しようとの強い指示が伝わらなかった。 ・退避指示のためベージンシート又は顔面放送を使用しなかった。 ・現場指揮所において情報収集していたことから、放射線管理第1課長から警報吹鳴の約1時間後に装備の指示が出された。 ・資機材は放管室に準備されていたが、今回多くの対応要員が必要となったため、追加の資材の準備に若干時間を要した。 ・が室(A-102)で実施した養生の範囲が狭く、特に一部の作業員の作業衣には粉末調整室(A-103)の自主的な汚染検査で汚染があったことから、退出・待機の際にクロソコシタミや吸入被ばくを防止しようとした可能性が高い。 ・顔等の汚染検査の方法が不十分であった(凹凸のある部分の間接法による測定等より詳細な測定が不十分)。 ・脱装場所と同一の場所で詳細な汚染検査を実施していた。 ・最初の1名は、脱装後に顔面の汚染検査をした上で半面マスクを全面マスクに交換した。2重目の作業衣着用による汚染飛散防止措置を講じた上で、最初に半面マスクから全面マスクへの交換を行った。(放管課長は、ルール上は半面マスクを最後に交換することを知っていたが、汚染状況から判断した。) ・グリーンハウスで実施した汚染検査において顔の一部に有意な検出が認められたもの、拭き取りのみで不織ベクトルによる確認をせず、偽計数と判断した。(該当箇所については、拭き取り後、汚染検査をした結果、有意な検出はなかった。) ・放射線管理第1課長は、記録者から受け取った汚染状況のメモを記録用紙に転記した後、記録者に記載内容を確認せず、メモを廃棄した。 ・鼻ミミヤの拭料の扱いについて、手順書においては指示があった場合に廃棄することにはなっているが、従来から有意な検出がない鼻ミミヤの拭料は、廃棄するよう運用していた。今回の拭料も保管の指示がなかったことから、従来の運用に従い廃棄した。

プルトニウム燃料第二開発室の概要

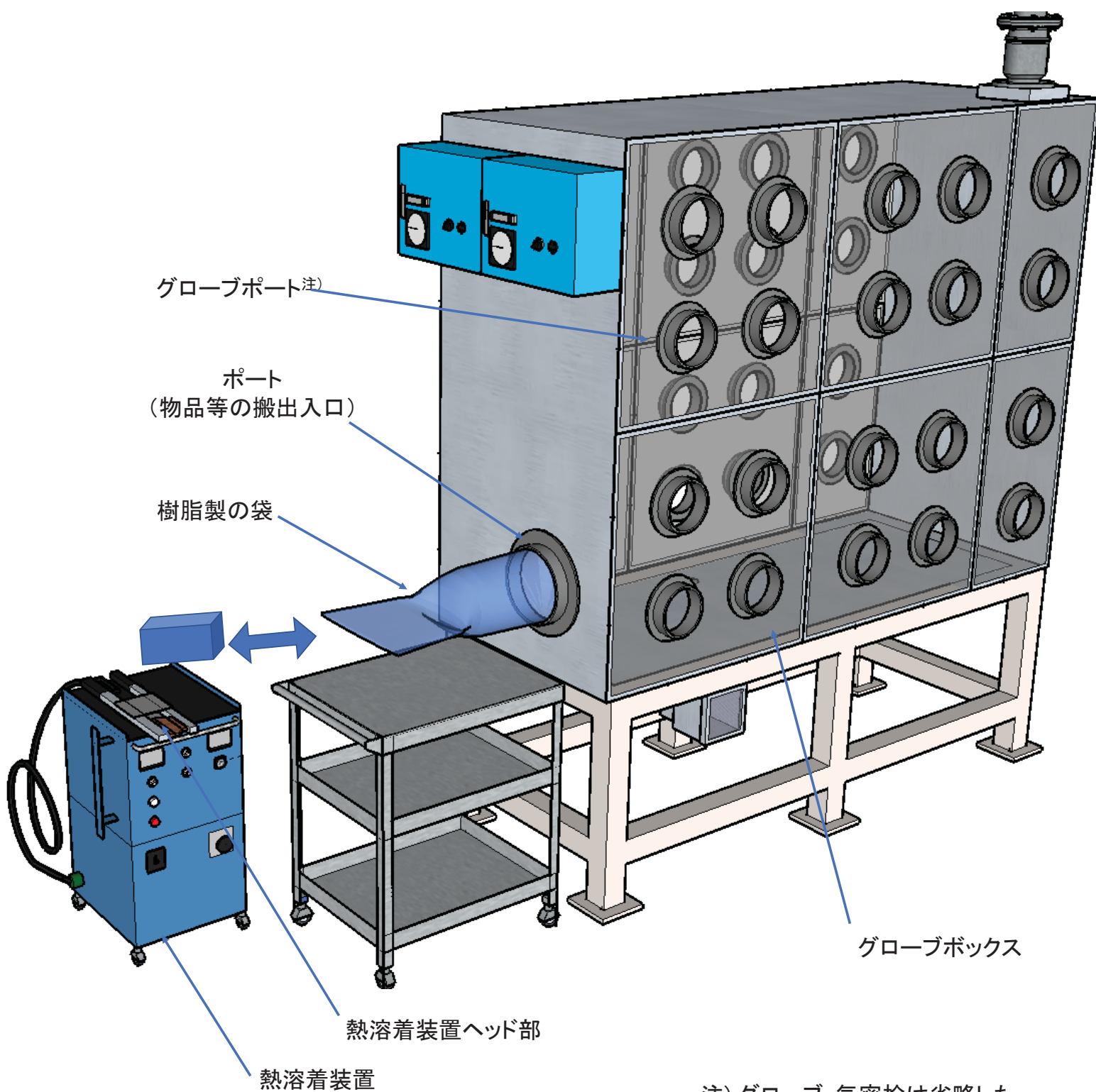
プルトニウム燃料第二開発室は昭和 47 年に建設された施設で、当初の目的であった MOX 燃料製造業務を終え、現在は、燃料製造等に伴い発生した残存核燃料物質の有効利用に向けた整理処理、不稼働設備の解体撤去等を行っている。建屋は海岸から約 400m 離れた海拔約 25～27m の小丘上の平坦部に位置し、鉄筋コンクリート耐火構造で、地上 2 階で構成されている。管理区域内には、核燃料物質を非密封で取り扱うためのグローブボックス又はフードが設置されており、核燃料物質を非密封で取扱う装置等はこのグローブボックス又はフードの中に設置されている。管理区域及びグローブボックスは、換気設備により外気に対し内部を負圧に管理し、核燃料物質を閉じ込める設計である。また、200L ドラム缶換算で 1560 本の保管能力を持つ固体廃棄物の廃棄施設を有する。

当初、プルトニウム燃料第一開発室の経験をもとに国産技術により建設された工学規模の燃料製造技術開発施設で、運転員の被ばく低減、製造する燃料の仕様が限定されたことにより、当時としては積極的な機械化を採用した。その後、平成 13 年 11 月の「ふげん」燃料製造を最後に、燃料製造業務を終了し、現在は、燃料製造等に伴い発生した残存核燃料物質の有効利用に向けた整理処理、不稼働設備の解体撤去及び遠隔解体・廃棄物発生量低減化等に関する試験を実施している。



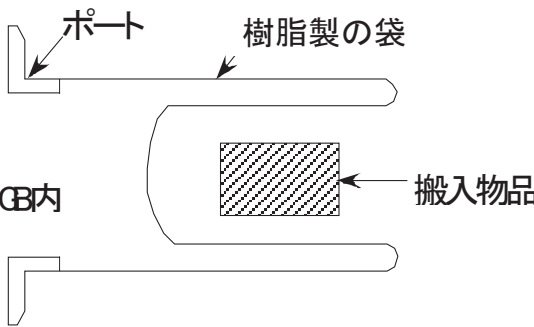
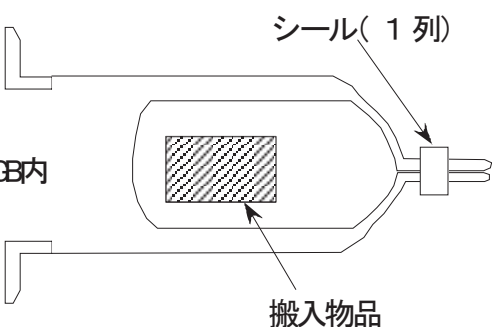
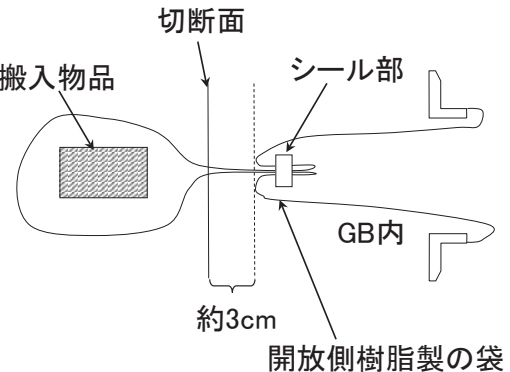
プルトニウム燃料第二開発室

バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(1) グローブボックスの概念図

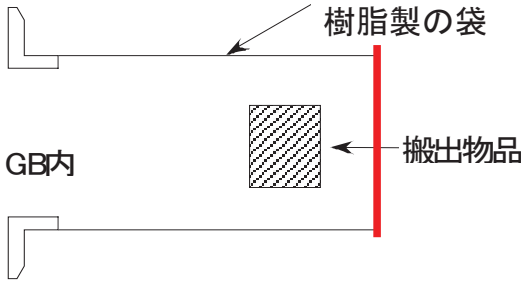
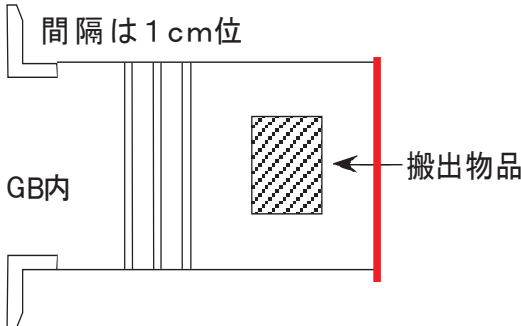
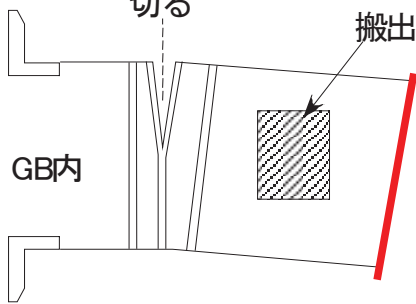
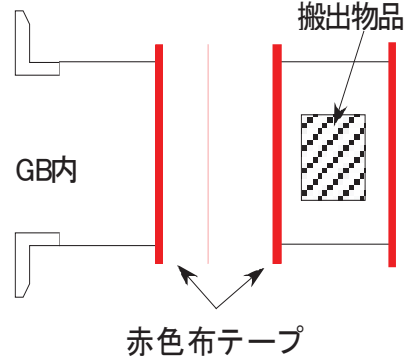


注) グローブ・気密栓は省略した

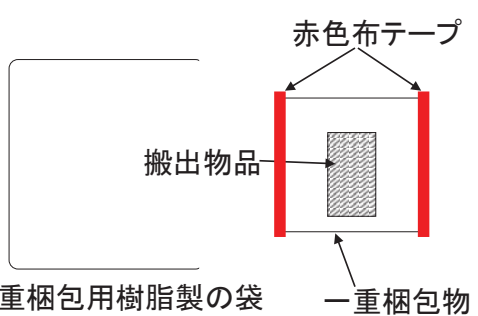
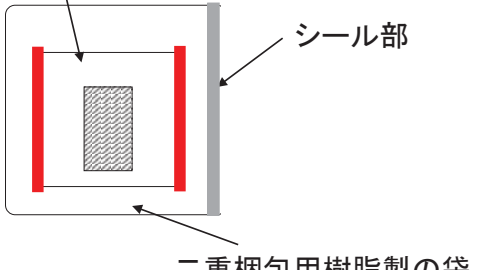
バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(2) バッグイン作業の手順

	樹脂製の袋を折り返し、物品を挿入する。
	折り返しの端から1～2cmのところを熱溶着装置により1列熱溶着(以下「シール」という。)する。
	搬入物品をグローブボックス内に引き入れ、物品が挿入してある側の樹脂製の袋をハサミで切り、搬入物品を取り出す。

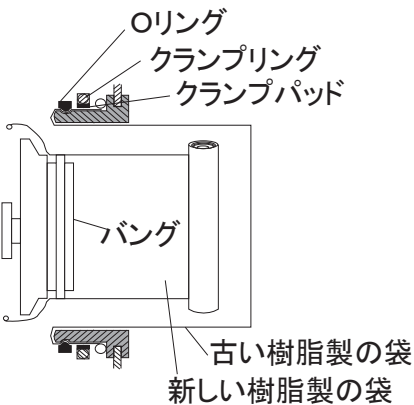
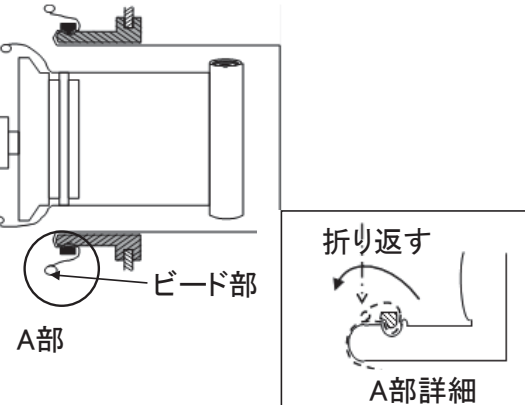
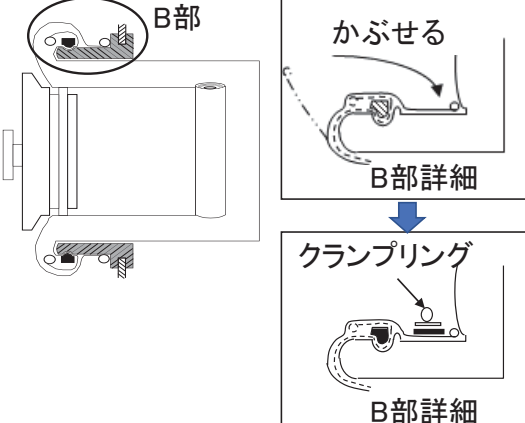
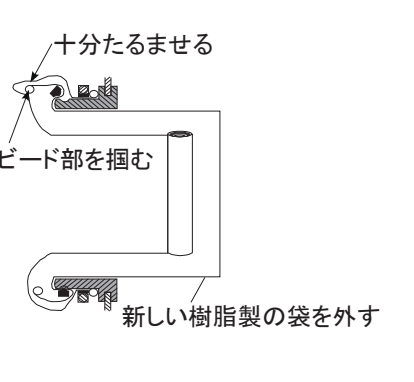
バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(3)
バッグアウト作業の手順

	樹脂製の袋をグローブボックス内に折り返し、搬出物品をつかみ引き出す。
	左図のように、熱溶着装置により3列シールする。
	3列シールしたうち、真中のシール部の中央をハサミで切断する。
	切り口に赤色布テープを貼る。

バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(4)
樹脂製の袋二重梱包作業

 この図は、二重梱包作業の最初のステップを示しています。中央には、斜線が入った長方形の「一重梱包物」があります。これを、赤い枠で囲った「二重梱包用樹脂製の袋」の中に、左右の「赤色布テープ」の間に挿入しています。左側の「搬出物品」のラベルは、この樹脂製の袋を指しています。	二重梱包用樹脂製の袋に一重梱包された搬出物品を入れる。
 この図は、二重梱包作業の次のステップを示しています。先ほどの「一重梱包物」が「二重梱包用樹脂製の袋」の中に収められています。袋の右側の開口部は、灰色の「シール部」で閉じられています。	二重梱包用樹脂製の袋内の空気を追い出しながら熱溶着装置により1列シールする。

バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(5) 樹脂製の袋の交換作業

	新しい樹脂製の袋を装着したバングを、シール線が上になるように搬出入用ポートに装着する。
	古い樹脂製の袋のビード部全体を、Oリング折り返す。
	新しい樹脂製の袋のビード部をポートの根元までかぶせる。 クランプパッド及びクランプリングを取り付ける。
	新しい樹脂製の袋を引き出して十分たるませ、古い樹脂製の袋のビード部を掴みポートからゆっくり引き離す。

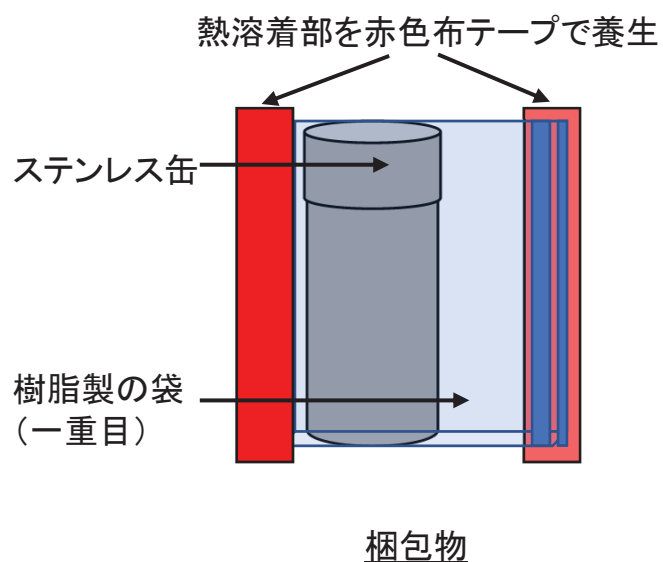
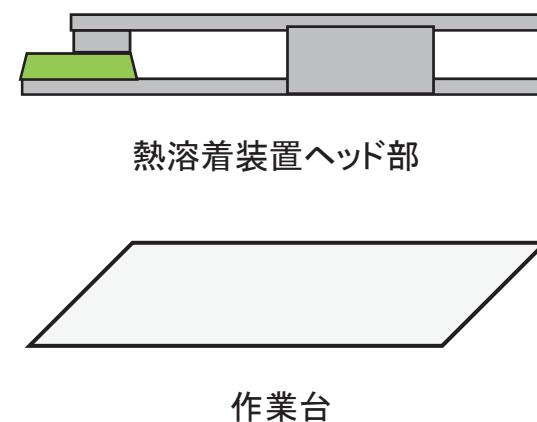
樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

一重目の樹脂製の袋に収納されたステンレス缶(以下「梱包物」という。)を模擬した試験体を作製して、バッグアウト作業中に樹脂製の袋に接触対象物を意図的に接触させ穴をあける試験を行い、傷の発生の有無、形状等を確認する。

1. 梱包物を熱溶着装置ヘッド部、作業台に接触
2. 熱溶着装置ヘッド部の先端部(下)を梱包物に接触

試験体イメージ

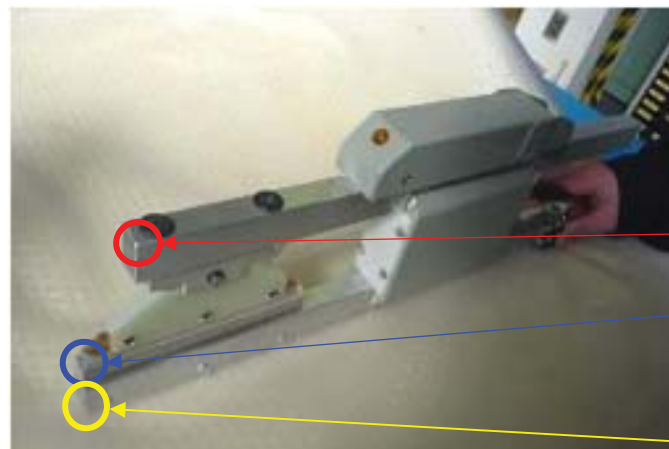
ステンレス缶の重量、温度(約70℃)を模擬

接触対象物

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)



粉末調整室(A-103)で使用していた熱溶着装置



先端部(上)

刃先部

先端部(下)

梱包物を熱溶着装置ヘッド部にあてた場所

熱溶着装置ヘッド部を梱包物にあてた場所

試験に使用した熱溶着装置ヘッド部*

*:当時使用していたものと同じタイプ



先端部(上)



刃先部



先端部(下) 裏側から撮影

熱溶着装置ヘッド部の鋭利部詳細写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)



粉末調整室(A-103)で使用していた作業台

粉末調整室(A-103)で使用していた作業台上に緩衝材が敷かれていたが、作業台の端部・角部は覆われていなかった。



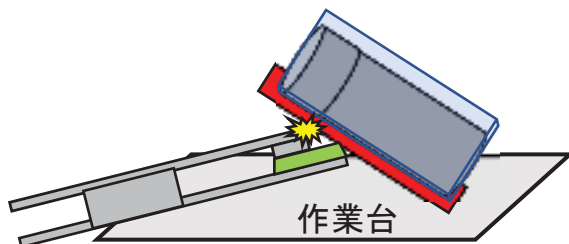
試験に使用した作業台*

*: 当時使用していた作業台を模擬

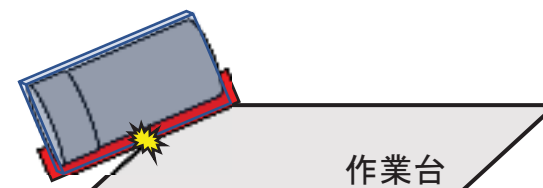
作業台

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

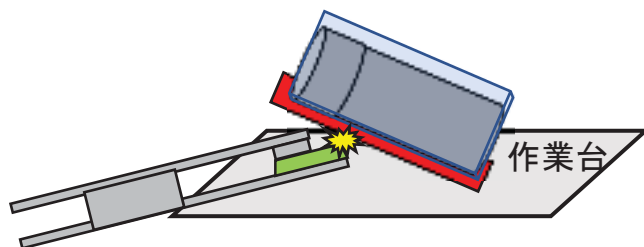
1. 梱包物を熱溶着装置ヘッド部、作業台に接触



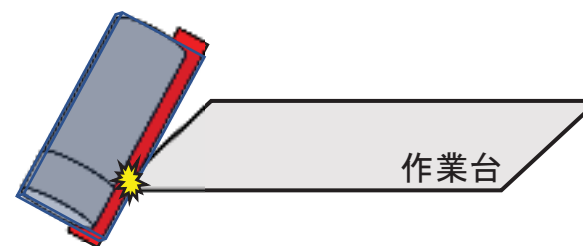
パターン1-1
梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部に接触



パターン1-3
梱包物を作業台端部に接触



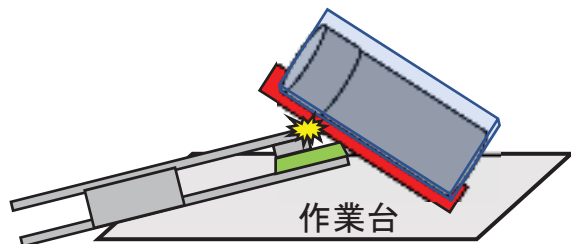
パターン1-2
梱包物を熱溶着装置ヘッド部の刃先部に接触



パターン1-4
梱包物を作業台角部に接触

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

パターン1-1 梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部に接触



室温の梱包物



傷跡: 7.66mm



拡大写真

高温の梱包物



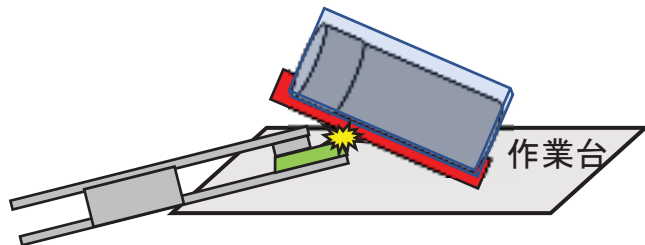
傷跡: 6.65mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

パターン1-2 梱包物を熱溶着装置ヘッド部の刃先部に接触



室温の梱包物



傷あり、穴なし



拡大写真

高温の梱包物



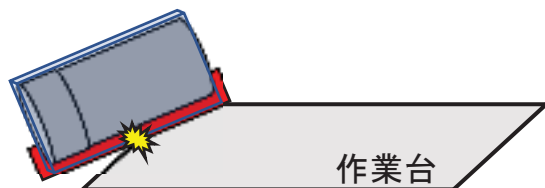
傷跡: 3.35mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

パターン1-3 梱包物を作業台端部に接触



室温の梱包物



穴をあけることができなかった

穴をあけることができなかった

高温の梱包物



傷跡: 13.45mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

パターン1-4 梱包物を作業台角部に接触



室温の梱包物



傷跡: 1.63mm



拡大写真

高温の梱包物



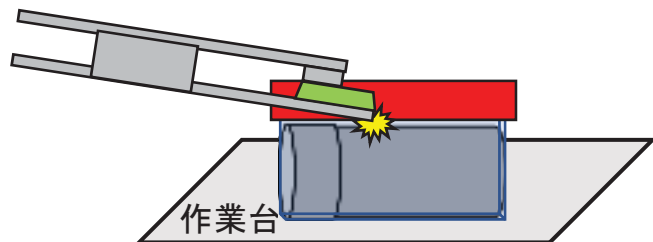
傷跡: 5.40mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

2. 熱溶着装置ヘッド部の先端部(下)を梱包物に接触



室温の梱包物



傷跡: 2.36mm



拡大写真

高温の梱包物



傷跡: 4.93mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(1)

■ 結果

- ・ 梱包物を熱溶着装置ヘッド部、作業台に接触させたところ、接触部の観察結果から、熱溶着装置ヘッド部の先端部に接触させた際の穴の大きさと形状が事象発生原因となった穴と類似していた。
- ・ 熱溶着装置ヘッド部の先端部(下)を梱包物に接触させたところ、接触部の観察結果から、穴の大きさと形状が事象発生原因となった穴に類似していた。
- ・ 梱包物を作業台の端部、角部に接触させた場合は、傷はつくものの穴の形状は異なった。
- ・ 樹脂製の袋に接触対象物を意図的に接触させ穴をあける試験の結果、梱包物と熱溶着装置ヘッド部の先端部との接触により生じた穴の大きさと形状が事象発生原因となった穴に類似していた。

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

これまでの検証試験の結果は、意図的に接触させ穴をあける試験で比較的形状が類似した穴が発生したが、バッグアウト作業中に梱包物と接触対象物との接触に気づきづらいような外力によって、樹脂製の袋の損傷を模擬した試験を行い、穴の発生の有無、形状等を確認する。

1. 梱包物を熱溶着装置ヘッド部、作業台(端部・角部)に接触
2. 熱溶着装置ヘッド部の先端部(下)、サーベイメータヘッド部、ハサミを梱包物に接触
3. 梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部、サーベイメータヘッド部、ハサミに一定の角度でわずかに転がすように押し当てる

試験体イメージ

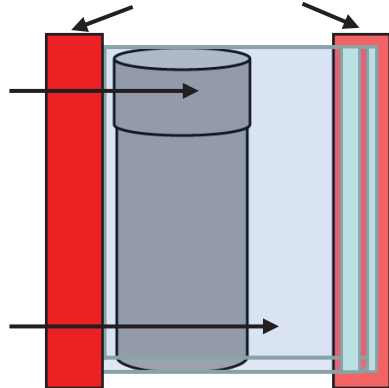
ステンレス缶の重量、温度(約70℃)を模擬

熱溶着部を赤色布テープで養生

ステンレス缶

樹脂製の袋
(一重目)

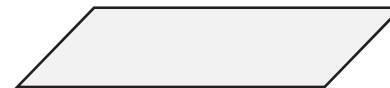
梱包物



接触対象物



熱溶着装置ヘッド部



作業台



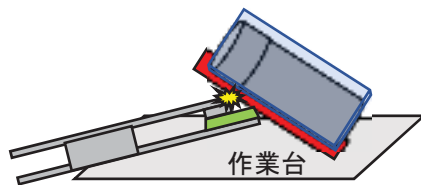
サーベイメータヘッド



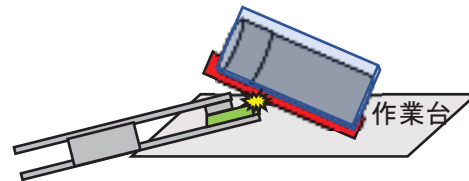
ハサミ

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

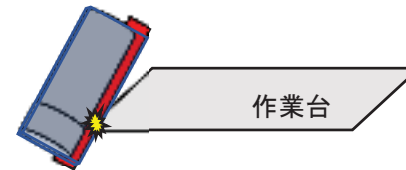
1. 接触に気づきづらいような外力で、梱包物を熱溶着装置ヘッド部、作業台に接触



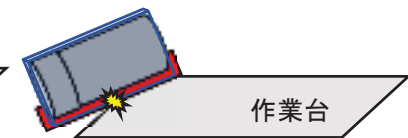
パターン1-1
梱包物を熱溶着装置
ヘッド部の先端部に接触



パターン1-2
梱包物を熱溶着装置
ヘッド部の刃先部に接触



パターン1-3
梱包物を作業台端部
に接触



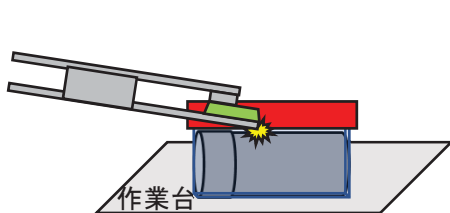
パターン1-4
梱包物を作業台角部
に接触

結果

・バッグアウト作業中に接触に気づきづらいような外力で、梱包物を熱溶着装置のヘッド部及び作業台に接触させたところ、樹脂製の袋に穴の発生は確認できなかった。

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

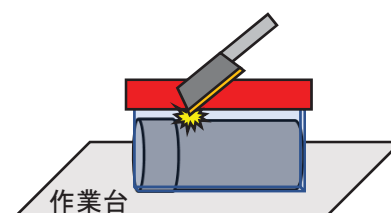
2. 接触に気づきづらいような外力で、熱溶着装置ヘッド部、ハサミ及びサーベイメータヘッド部を梱包物に接触



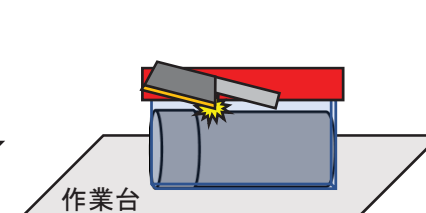
パターン2-1
熱溶着装置ヘッド部の
先端部(下)が梱包物に接触



パターン2-2
ハサミが梱包物に接触



パターン2-3
サーベイメータヘッド部の
先端角部が梱包物に接触



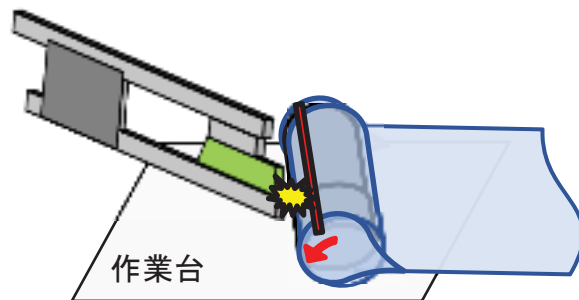
パターン2-4
サーベイメータヘッド部の
手元角部が梱包物に接触

結果

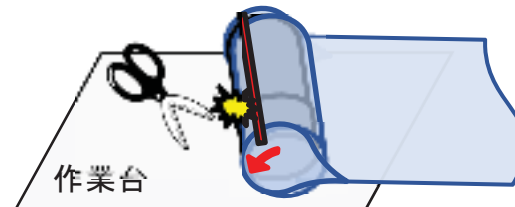
・バッグアウト作業中に接触に気づきづらいような外力で、熱溶着装置ヘッド部の先端部(下)、ハサミ及びサーベイメータヘッド部の角部を梱包物に接触させたところ、樹脂製の袋に穴の発生は確認できなかった。

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

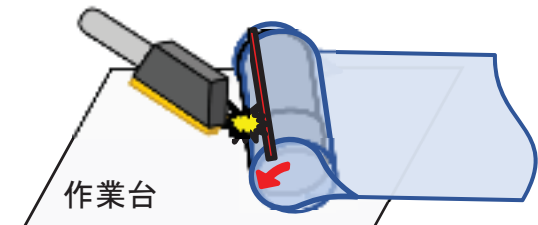
3. 接触に気づきづらいような外力で、梱包物を熱溶着装置のヘッド部の先端部、ハサミ、サーベイメータヘッド部に一定の角度でわずかに転がすように押し当てる。



パターン3-1
梱包物が熱溶着装置ヘッド部の
先端部に接触



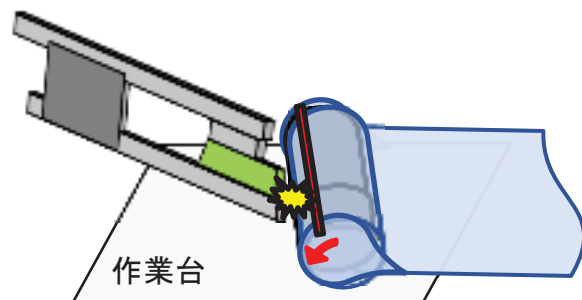
パターン3-2
梱包物がハサミに接触



パターン3-3
梱包物がサーベイメータヘッド部の
に接触

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

パターン3-1 接触に気づきづらいような外力で、梱包物を熱溶着装置のヘッド部の先端部に一定の角度でわずかに転がすように押し当てる。



室温の梱包物



傷跡: 3.85mm



拡大写真

高温の梱包物



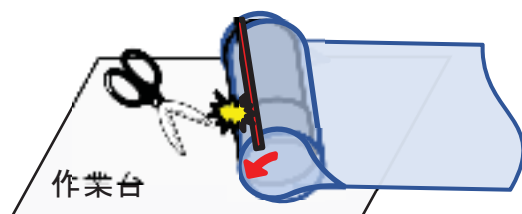
傷跡: 4.90mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

パターン3-2 接触に気づきづらいような外力で、梱包物をハサミに一定の角度でわずかに転がすように押し当てる。



室温の梱包物



傷跡: 6.85mm



拡大写真

高温の梱包物



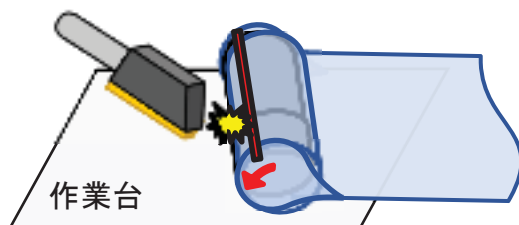
傷跡: 4.35mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

パターン3-3 接触に気づきづらいような外力で、梱包物をサーベイメータのヘッド部に一定の角度でわずかに転がすように押し当てる。



室温の梱包物



傷跡: 1.26mm



拡大写真

高温の梱包物



傷跡: 1.95mm



拡大写真

樹脂製の袋の外力の作用による損傷検証試験(2)

■ 結果

- ・ 接触に気づきづらいような外力によって、バッグアウト作業中の梱包物を接触対象物と接触させた際の穴の発生の有無等を確認したところ、以下の結果が得られた。
- ・ 梱包物の状態で熱溶着装置ヘッド部の先端部に一定の角度でわずかに転がすように押し当てた際に発生した穴の大きさと形状が事象発生原因となった穴に類似していた。
- ・ 梱包物の状態でサーベイメータヘッド部、ハサミに一定の角度でわずかに転がすように押し当てた場合は傷はつくものの穴の形状は異なった。

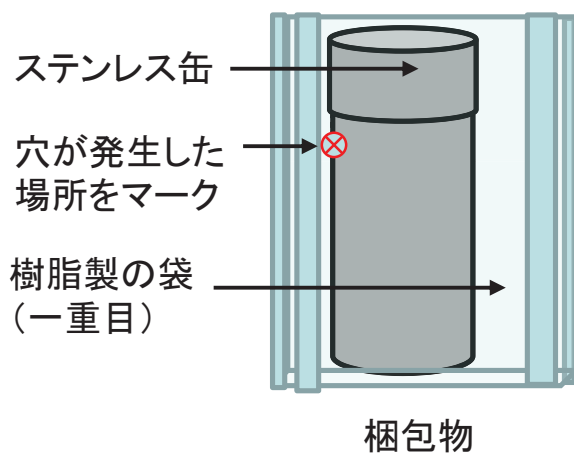
樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験

添付7.1.2

一重目の樹脂製の袋に収納されたステンレス缶（以下「梱包物」という。）を模擬した試験体を作製して、梱包物に穴が発生した付近の熱溶着部を1分間把持し、樹脂製の袋の傷の発生の有無、形状等を確認する。

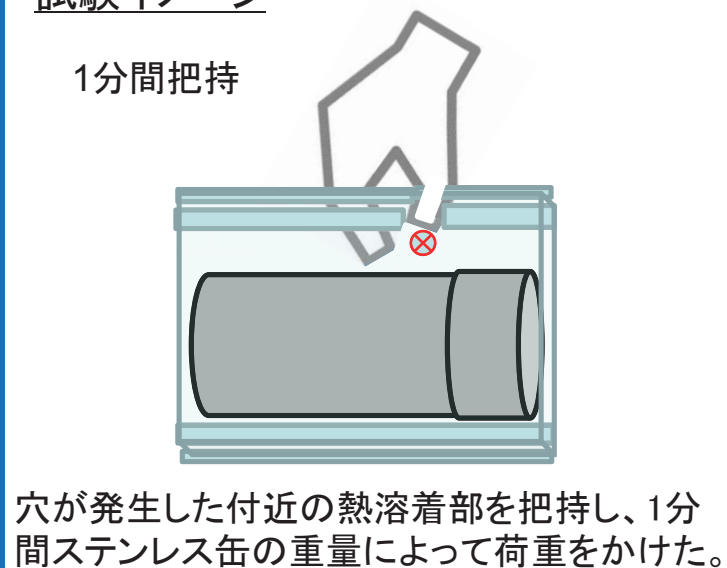
試験体イメージ

ステンレス缶の重量、温度（約70℃、約80℃、約90℃）を模擬



試験イメージ

1分間把持



試験の状況

約70℃、約80℃、約90℃それぞれのステンレス缶について梱包物の穴が発生した付近の熱溶着部を把持し、1分間荷重をかけたが、試験後の梱包物に伸び、傷及び穴は発生しなかった。

貯蔵容器の熱解析

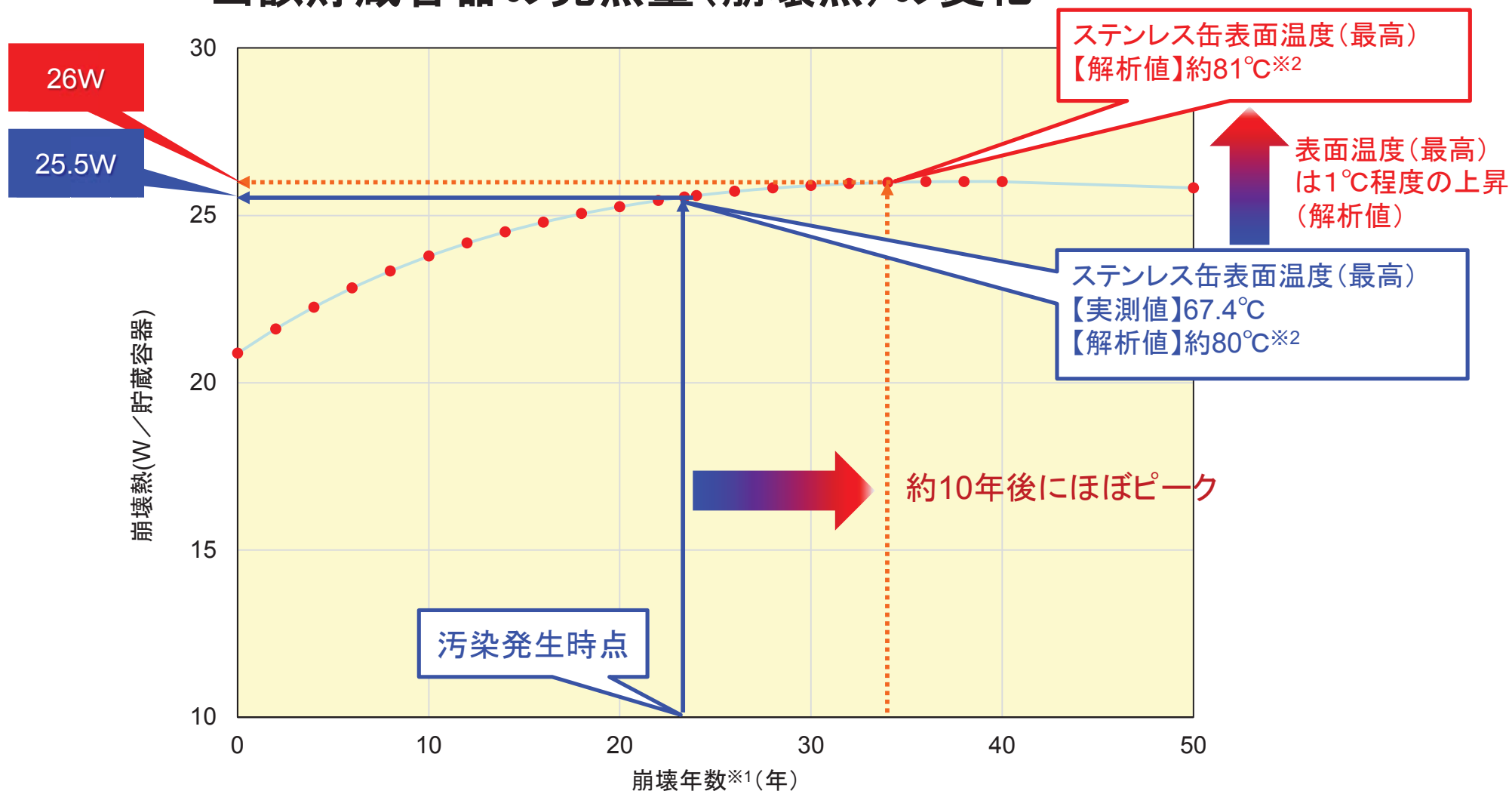
「樹脂製の袋の梱包物に穴を開けた原因」から、ステンレス缶表面の熱が樹脂製の袋の穴の発生の原因でないことが分かっており、更に、樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験から、当該ステンレス缶の表面温度(約70℃)よりも高い90℃においても、その結果は変わらないことが確認されている。

当該ステンレス缶の発熱の主要因は、核燃料物質の放射性崩壊に伴って発生する崩壊熱であるため、時間の経過とともに変化する。当該ステンレス缶に充填された核燃料物質の発熱量の経時変化について計算コードORIGEN2を使用して計算した結果、汚染発生時における発熱量は約25.5Wであり、今後緩やかに上昇し、10年程度でピークの約26Wになる。この発熱量は、プルトニウム燃料第二開発室及びプルトニウム燃料第一開発室において同様の貯蔵容器(ステンレス缶、アルミ缶)で保管している在庫中で最大であり、今後10年先まで考慮してもこれを超えるものはない。また、発熱量の変化による、当該ステンレス缶の表面温度の影響を汎用熱流体解析コードANSYS Fluentを用いて解析した(自然対流:グローブボックス内の空気の流れは未考慮)。その結果、ステンレス缶の表面温度(最高)は、発熱量25.5Wの場合で約80℃、発熱量26Wの場合で約81℃となり、経時変化による温度の上昇は僅かであると評価された。

以上の結果から、プルトニウム燃料第二開発室及びプルトニウム燃料第一開発室に貯蔵中の貯蔵容器の表面温度は樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験の範囲にあると考えられ、熱の影響により、樹脂製の袋に穴が発生することはないといえる。

貯蔵容器の熱解析

当該貯蔵容器の発熱量(崩壊熱)の変化



当該貯蔵容器の発熱量(崩壊熱)の変化

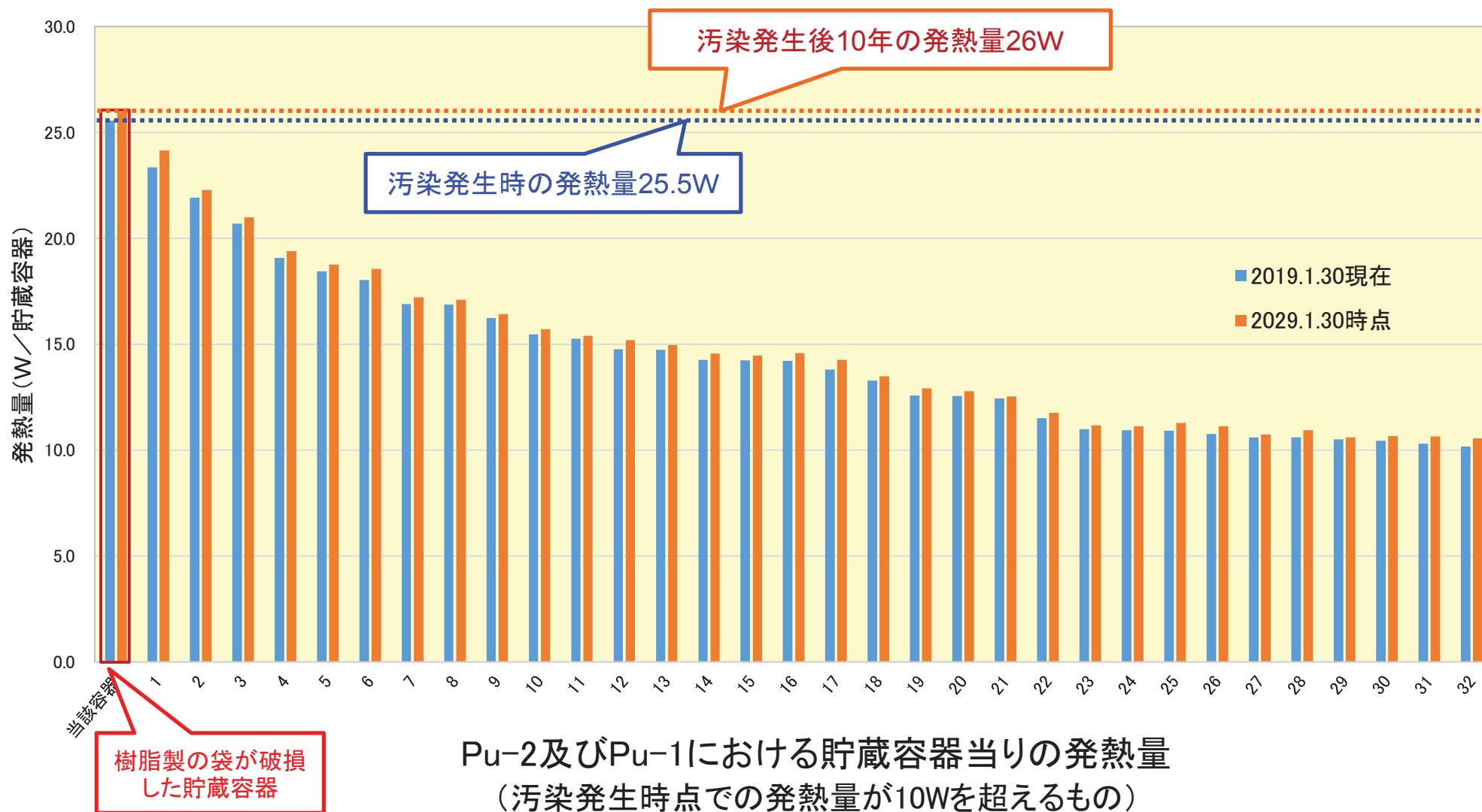
※1) 計算コードORIGEN2を使用して計算した核燃料物質の分析日からの経過年数

※2) 汎用熱流体解析コードANSYS Fluentを使用した、自然対流(グローブボックス内雰囲気の流れ未考慮)を想定した定常状態の熱解析結果

貯蔵容器の熱解析

貯蔵容器毎の発熱量

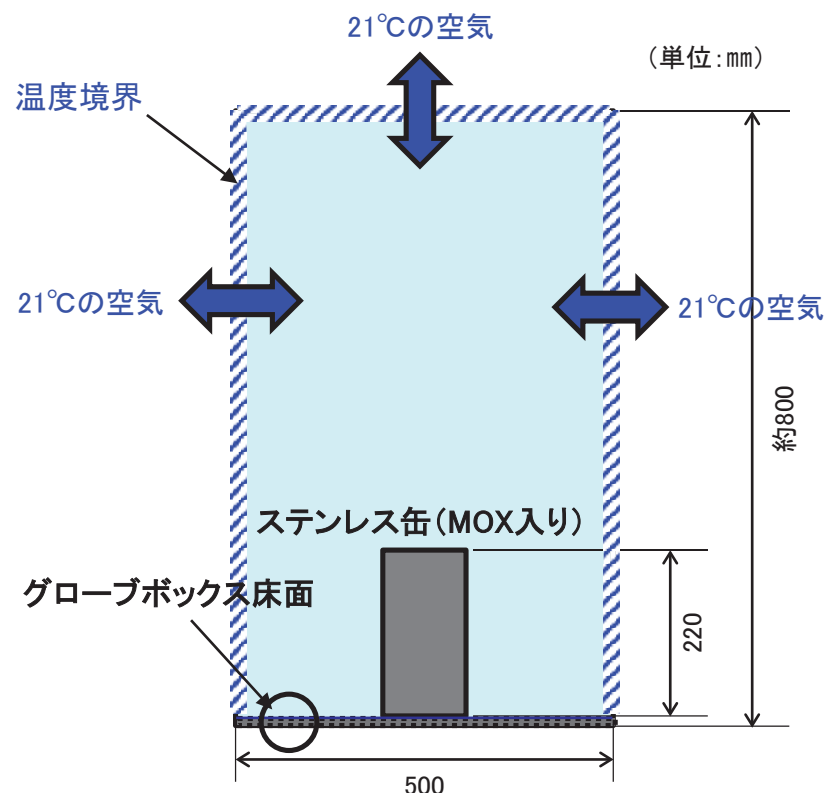
当該貯蔵容器の発熱量は、Pu-2及びPu-1において貯蔵容器（ステンレス缶、アルミ缶）で保管している在庫中で最大。今後10年先まで考慮してもこれを超えるものはない。



貯蔵容器の熱解析

貯蔵容器の熱解析の概要

汎用熱流体解析コードANSYS Fluentを用いて、自然対流(グローブボックス内の空気の流れは未考慮)を想定した定常状態における当該貯蔵容器(ステンレス缶)の熱解析を実施する。



解析モデル(グローブボックス床面を考慮したモデル)

