30原機（サ保）072
平成31年3月13日

原子力規制委員会 殿

住 所 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765 番地1
名 称 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
代表者の氏名 理事長 児玉 敏雄

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）

標記の件について、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に基づき、平成31年2月8日付け30原機（サ保）064で報告した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、原因究明、現場復旧等に取り組んできました。今般、プルトニウム燃料第二開発室粉末調整室(A-103)の立入制限区域を解除するとともに、直接的な原因及び再発防止対策を取りまとめたことから、別紙のとおり報告いたします。

別紙：原子力施設故障等報告書

以上

別紙

# 原子力施設故障等報告書

平成31年3月13日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

| | |
|---|---|
| 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<br>管理区域内における汚染について（第2報） |
| 事象発生の日時 | 発生日時　　　　　　　　　平成31年1月30日（水）14時24分<br>法令報告事象と判断した日時<br>平成31年1月30日（水）15時22分 |
| 事象発生の場所 | プルトニウム燃料第二開発室　粉末調整室（A-103）（管理区域） |
| 事象発生の原子力施設名称 | 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構<br>核燃料サイクル工学研究所<br>プルトニウム燃料第二開発室 |
| 事象の状況 | 平成31年1月30日、プルトニウム燃料第二開発室粉末調整室（A-103）において、核燃料物質を収納している金属製の貯蔵容器2本（アルミニウム製のものとステンレス鋼製のもの（以下「ステンレス缶」という。））をそれぞれ二重に梱包している樹脂製の袋の交換作業中に、ステンレス缶を梱包している二重目の樹脂製の袋表面等から汚染が検出されるとともに、14時24分、粉末調整室（A-103）に設置されたα線用空気モニタ（α-8）警報が吹鳴した。また、14時27分、粉末調整室（A-103）に設置されたα線用空気モニタ（α-10）警報が吹鳴した。<br>粉末調整室（A-103）における空気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（約3100 cpm及び約1000 cpm）から1週間の平均濃度として評価した濃度がそれぞれ$9.1\times10^{-7}$ $Bq/cm^3$、$2.9\times10^{-7}$ $Bq/cm^3$に上昇し、警報設定値（約290 cpmから1週間の平均濃度として評価した濃度$7\times10^{-8}$ $Bq/cm^3$）を超え、警報が吹鳴した。その後は安定し、ほとんど変動がない状態が継続した。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気中濃度限度（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　$7\times10^{-7}$ $Bq/cm^3$）を超えるおそれがあることから、14時50分に粉末調整室（A-103）を立入制限区域に設定した。15時22分に法令報告事象と判断した。 |

| | |
|---|---|
| | 警報が吹鳴した時点で、粉末調整室（A-103）には、作業員 9 名（樹脂製の袋の交換作業員４名、貯蔵容器の運搬作業員３名、別の設備調整の作業員２名）がおり、全員半面マスクを着用していた。<br>作業員９名のうち６名は、粉末調整室（A-103）から炉室（A-102）、仕上室（A-101）、廊下に設置されたグリーンハウスを経由して、廊下に退出した。残りの作業員３名は、仕上室（A-101）からグリーンハウスを経由せずに廊下に退出した。<br>作業衣・半面マスク脱装後の作業員９名に対する仕上室(A-101)、グリーンハウス内での複数回の身体汚染検査の結果、検出下限値（α：0.04 Bq/cm$^2$）未満であったことをもって皮膚汚染はないと判断した。また、作業員９名全員の鼻腔汚染検査の結果が検出下限値（α：0.07 Bq）未満であったこと及び半面マスク面体内側の汚染検査の結果が検出下限値（α：0.04 Bq/cm$^2$）未満であったことをもって内部被ばくはないと判断した。 |
| 事象の原因 | 本事象の原因は、ステンレス缶表面が核燃料物質により汚れ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、その過程で一重目の樹脂製の袋に穴が開いたことにより汚染が発生し、それに気付かずに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、外観確認を行わずに二重梱包作業に移行したことにより汚染を拡大させ、立入制限区域設定を必要とする空気汚染に至ったものと考えられる。<br>(1) バッグアウトしたステンレス缶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ステンレス缶を取り扱ったこと、汚れたステンレス缶の表面の拭き取りを行わず表面が汚れたままバッグアウト作業を行ったことによるものと考えられる。また、表面の拭き取りを行わなかったのは、貯蔵容器の表面の拭き取りの判断基準が不明確だったことによるものと考えられる。<br>(2) 一重目の樹脂製の袋に穴が開いたことについて、明確に原因を特定することはできなかった。しかし、再現模擬試験による穴の形状の類似性などから、バッグアウト中にステンレス缶を動かす過程で、熱溶着装置のヘッド部先端に樹脂製の袋で包まれたステンレス缶を接触させたことにより一重目の樹脂製の袋に穴が開いたものと推定される。<br>(3) 汚染を拡大させた原因は、作業員がステンレス缶一重梱包物表面の十分な外観確認を実施しなかったこと、通常と異なる状態（温度が高い）と感じたにも関わらず核燃料管理者に連絡しな |

| | |
|---|---|
| | かったこと、早く二重梱包した方が取扱い上安全だと判断し汚染検査を省略したことであると考えられる。 |
| 安全装置の種類<br>及び動作状況 | 粉末調整室（A-103）に設置されたα線用空気モニタ（α-8、α-10）警報が、平成31年1月30日14時24分（α-8）及び同日14時27分（α-10）に吹鳴した。 |
| 放射能の影響 | 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γ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。<br>また、平成31年1月25日～2月22日の期間に同施設の排気モニタのろ紙に捕集された排気中放射性物質（全α放射能）を測定し、その濃度を評価した結果、検出下限値（α：$1.5\times10^{-10}$ Bq/$cm^3$）未満であった。さらに、平成31年1月29日～2月26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気中放射性物質（全α放射能）を測定し、その濃度を評価した結果、通常の変動範囲内であった。<br>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。 |
| 被 害 者 | なし |
| 他に及ぼした障害 | なし |
| 復旧の日時 | 立入制限区域の解除日時：平成31年2月21日（木）14時30分<br><br>除染及びビニルシート養生による汚染固定後の粉末調整室(A-103)について、以下の点を確認した。<br>・粉末調整室(A-103)内の表面密度が管理目標値（α：0.04 Bq/$cm^2$）以下であること。<br>・粉末調整室(A-103)の空気中放射性物質濃度が、管理目標値（$7\times10^{-8}$ Bq/$cm^3$）以下であること。<br>・α線用空気モニタ（α-8、α-10）及びエアスニファの除染が完了し、粉末調整室(A-103)の空気中放射性物質濃度を適切に測定する環境が整ったこと。<br>以上から、立入制限区域の設定基準である「表面密度（α核種）が4 Bq/$cm^2$を超え、又は超えるおそれがある場合」及び「1週間平均濃度が空気中放射性物質濃度$7\times10^{-7}$ 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。 |

| | |
|---|---|
| | なお、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ている。当該部屋の床面や機器・制御盤など一部ビニルシートで養生をしている部分があるため、現在、除染作業、汚染マップの作成を進めている。 |
| 再発防止対策 | (1) バッグアウトしたステンレス缶表面が汚れていた原因に対する対策<br>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で維持するために、グローブボックス内の清掃又は養生を実施する。<br>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。<br>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。<br><br>(2) 一重目の樹脂製の袋の梱包物に穴が開いたことに対する対策<br>① バッグアウト作業において、梱包物が突起物等と接触しないように、熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台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。<br>② バッグアウト作業では、むやみに梱包物を動かさないように手順を見直す。<br><br>(3) 汚染を拡大させたことに対する対策<br>① バッグアウト作業における外観確認のタイミングを手順書で明確にする。<br>② 作業中に通常と異なる状態が認められた場合には、作業を一旦停止し、ルールに基づきその内容について核燃料管理者に連絡するとともに、作業員間で共有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。<br>③ 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。<br>④ 樹脂製の袋に対する熱の影響に関する教育を行う。<br>⑤ 常に、樹脂製の袋の損傷による汚染が発生す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、局所的に汚染をとどめるための措置を検討する。 |

| | |
|---|---|
| | 更なる安全性の向上を図るために、現在、汚染発生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作業の流れとその行動について、既存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る。<br>本事象の発生原因、現在までに抽出された更なる改善事項及び燃料研究棟における汚染事故（平成 29 年 6 月 6 日発生）を踏まえた本事象における検証において、人的要因が多く抽出されている。今後、人的要因による間違いを無くしていくためには、教育・訓練を充実させる必要がある。教育・訓練に当たっては、単に実施することを目的とするのではなく、教育・訓練を実施する側は、目標達成のために適切な目的を持って実践的な教育・訓練を計画するとともに、教育・訓練を受ける側はその目的を理解し意識をもって参加しなければ、教育・訓練の本当の目標は達成されないことを念頭に、再発防止対策の柱の一つとして、今後の教育・訓練の在り方について検討を進める。また、作業計画立案や KY・TBM に関しても、汚染発生の対応の観点で適切に実施できるように検討を進める。<br>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。 |

詳細は別添のとおり。

別添

# 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）

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. 事象発生の場所 ･････････････････････････････････････････ 1
4. 状況 ･････････････････････････････････････････････････ 1
5. 環境への影響 ･･･････････････････････････････････････････ 8
6. 事象発生場所の復旧の状況 ･････････････････････････････････ 9
7. 原因 ･････････････････････････････････････････････････ 12
8. 対策 ･････････････････････････････････････････････････ 16
9. 更なる改善事項の抽出の状況 ･･･････････････････････････････ 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 ･････ 23
11. 今後の対応 ･････････････････････････････････････････････ 27

図　　表

図 4.1.1　核燃料サイクル工学研究所敷地配置図 ……………………………… 29
図 4.1.2　プルトニウム燃料第二開発室平面図 ……………………………… 30
図 4.1.3　作業の体制図 ……………………………………………… 31
図 4.1.4　粉末調整室（A-103）配置図 ……………………………… 32
図 4.1.5　貯蔵容器のイメージ図 ……………………………………… 33
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） ………………… 34
図 4.2.1　α線用空気モニタ（α-8）警報吹鳴時の人員配置 ……………… 36
図 4.2.2　作業員の退出経路 …………………………………………… 37
図 4.2.3　グリーンハウス ……………………………………………… 38
図 4.2.4　目張り箇所 ………………………………………………… 39
図 4.2.5　事象発生後の貯蔵容器の保管状態 …………………………… 40
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 ………… 41
図 4.2.7　α線用空気モニタ（α-8、α-10）指示値のトレンド ………………… 42
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 ……… 43
図 4.2.9　粉末調整室（A-103）の床面のスミヤ測定結果 ………………… 44
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 ……… 45
図 4.2.11　プルトニウム燃料第二開発室の空気中放射性物質濃度測定記録 ………… 46
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 ……… 48
図 4.2.13　プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図 ………………… 49
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 ……………… 50
図 4.2.15　作業員Aの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 51
図 4.2.16　作業員Bの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 51
図 4.2.17　作業員Cの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 52
図 4.2.18　作業員Dの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 52
図 4.2.19　作業員Eの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 53
図 4.2.20　作業員Fの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 53
図 4.2.21　作業員Gの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 54
図 4.2.22　作業員Hの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 54
図 4.2.23　作業員Iの簡易な身体汚染検査の結果（脱装前） ………………… 55
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 …………… 56
図 4.2.25　作業員Aの身体汚染検査の結果（脱装後） ……………………… 57

図 4.2.26　作業員 B の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　58
図 4.2.27　作業員 C の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　59
図 4.2.28　作業員 D の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　60
図 4.2.29　作業員 E の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　61
図 4.2.30　作業員 F の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　62
図 4.2.31　作業員 G の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　63
図 4.2.32　作業員 H の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　64
図 4.2.33　作業員 I の身体汚染検査の結果（脱装後）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　65
図 5.1　周辺監視区域内固定放射線観測局配置　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　66
図 5.2　モニタリングポスト指示値のトレンド　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　67
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）・・・・・　68
図 6.1.1　空気呼吸器の装備状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　69
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　・・・・・　70
図 6.1.3　粉末調整室（A-103）の床面等の汚染検査の結果（2 月 4 日　17 時現在）　・・・・　71
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）・・・・　72
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）　・・・・・・・・・・・・・・　73
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）　・・・・・・・・・・・・・・　74
図 6.3.1　汚染検査及び除染作業の防護装備　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　75
図 6.3.2　除染前後の天井面の表面密度測定結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　76
図 6.3.3　除染前後の壁面の表面密度測定結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　77
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　・・・・・・・・・・・・・・・・・　78
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　・・・・・・・・・・・・・・・・・　79
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　・・・・・・・・・・・・・・・・・　80
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　・・・・・・・・・・・・・・・・・　81
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　・・・・・・・・・・・・・・・・　82
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　・・・・・・・・・・・・・・・・　83
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　・・・・・・・・・・・・・・・　84
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　・・・・・・・・・・・・・・・　85
図 6.3.12　除染前後の床面の表面密度測定結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　86
図 6.3.13　立入制限区域解除後の粉末調整室（A-103）の養生状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・　87
図 6.4.1　α線用空気モニタ（α-8、α-10）指示値のトレンド（除染前後）　・・・・・・・・・・　88
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　・・・・・・・・・・・　89
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・・　90
図 6.6.1　粉末調整室(A-103)の除染作業スケジュール　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　91
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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　92
図 7.1.2　作業の流れ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　93
図 7.1.3　貯蔵容器の表面温度測定結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　101
図 7.1.4　一重目の樹脂製の袋の再現模擬試験結果

（熱溶着装置のヘッド部先端との接触） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 102
図 7.1.5 熱と錆による一重目の樹脂製の袋の破損への影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
図 7.1.6 貯蔵中の貯蔵容器の温度測定結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 104
図 7.2.1 汚染物質の飛散量の評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 105
図 7.2.2 ステンレス缶表面に付着していた汚染物質の量の測定結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 106

表 4.1.1 樹脂製の袋の交換アイテム（H31.1.30）の情報 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 107
表 4.2.1 時系列 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 108
表 4.2.2 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 ・・・・・・・ 110
表 4.2.3 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 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
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・・・ 112
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 ・・・・・・・・・・・・・ 113
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 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 114
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 ・・・・・・・・・・・ 115

## 添　　付

添付 4.1.1　平成 31 年 2 月 8 日付け 30 原機（サ保）064 で報告した放射線管理上の対応と本報告での主な変更点及びその理由 ······· 117
添付 4.1.2　プルトニウム燃料第二開発室の概要 ································· 127
添付 4.1.3　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·· 128
添付 7.1.1　一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験 ················· 133
添付 7.1.2　一重目の樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験 ····················· 140
添付 7.1.3　貯蔵容器の熱解析 ··········································· 141
添付 9.1.1　各職務の役割に対する実施状況の検証 ····························· 145

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

平成 31 年 2 月 8 日付け 30 原機（サ保）064 で報告した放射線管理上の対応と本報告での主な変更点及びその理由を添付 4.1.1 に示す。

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 4.1.2 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梱包し、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、貯蔵容器の外観確認を実施した後に、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。一重目及び二重目の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（バッグイン・バッグアウト・樹脂製の袋の交換作業の概要を添付 4.1.3 に示す。）。

4.2　事象発生時の状況

本事象発生時の時系列を表 4.2.1 に示す。

(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、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二重目の樹脂製の袋表面の汚染検査を行い、二重目の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二重目及び一重目の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アルミ缶、ステンレス缶の順に行った。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、作業員相互での簡易な身体汚染検査を実施し、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、放射線防護具の装着及び退出経路（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身体汚染検査を受けた。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。

作業員に対する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）の放射線防護具の装着を進め、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上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）・頭髪の汚染検査、帽子の交換、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（顔面及び頭髪を含む。）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手及び足の身体汚染検査を実施し、検出下限値*1 未満であることを確認した。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、検出下限値*1 未満であることを確認した。

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上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）・頭髪の汚染検査、帽子の交換、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（顔面及び頭髪を含む。）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手及び足の身体汚染検査を実施し、検出下限値*1 未満であることを確認した。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、検出下限値*1 未満であることを確認した。

放管員による身体汚染検査が終了した作業員 9 名のうち、作業員 6 名（作業員 A、B、C、E、F、G）については、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）では下着の状態で、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。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（サーベイメータの指示値で約 500 dpm）を検出したため、

廃止措置技術開発課マネージャーに報告した。放射線管理第 1 課長は、廃止措置技術開発課マネージャーから下着(T シャツ)及び帽子からの有意な値について連絡を受け、帽子は仕上室(A-101)での全面マスク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身体汚染検査で検出下限値[*1]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・トロンの子孫核種による偽計数が発生しやすいことを経験していることから、偽計数であるとの判断を伝えた。一方、廃止措置技術開発課員は、作業員 C については、1 段目のグリーンハウス（GH-1）において皮膚の当該部位を拭き取り、検出下限値[*1]未満であることを確認するとともに、下着（T シャツ）の当該部位のテープ固定を実施し、2 段目のグリーンハウス（GH-2）において下着（T シャツ）の脱衣を行った。また、作業員 E については、1 段目のグリーンハウス（GH-1）において帽子の当該部位のテープ固定を実施し、2 段目のグリーンハウス（GH-2）において新しい帽子への交換を行った。作業員 2 名（作業員 C、E）について、1 段目のグリーンハウス（GH-1）での身体汚染検査で偽計数と判断したこれらの部位以外は検出下限値[*1]未満であり、さらに 2 段目のグリーンハウス（GH-2）及び 3 段目のグリーンハウス（GH-3）での身体汚染検査でも検出下限値[*1]未満であった。同作業員 2 名（作業員 C、E）を除く作業員 4 名（作業員 A、B、F、G）のグリーンハウス（GH-1、GH-2 及び GH-3）での身体汚染検査の結果は、検出下限値[*1]未満であった。

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）については、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）を実施して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、検出下限値[*1]未満であることを確認した後、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 名については、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、検出下限値[*2]未満であることを 19 時 18 分までに確認した。各作業員は鼻腔汚染検査（鼻スミヤ）で検出下限値[*2]未満であることを確認した後、全面マスクを取り外した。

上記の経緯を踏まえ、19 時 18 分の作業員 9 名全員の鼻腔汚染検査（鼻スミヤ）の結果、検出下限値[*2]未満であること、全員の半面マスク面体内側の汚染検査の結果、検出下限値[*1]未満であることの確認をもって、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。

＊1 核燃料サイクル工学研究所では、身体汚染検査における検出下限値として、ZnS(Ag)シンチレーション検出器を用いたα線用サーベイメータによる表面密度測定における管理上の検出下限値 0.04 Bq/cm$^2$ を統一的に用いている。なお、この検出下限値は法令に定める表面密度限度（4 Bq/cm$^2$：α線）の 100 分の 1 である。

＊2 核燃料サイクル工学研究所では、鼻腔汚染検査における検出下限値として、ZnS(Ag)シンチレーション検出器を用いたα線用放射能測定装置による鼻スミヤ試料測定（測定時間：5 分間）における管理上の検出下限値 0.07 Bq を統一的に用いている。

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た。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た。

(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）における空気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）の指示値が約3100 cpm及び約1000 cpm（1週間の平均濃度として評価した値でそれぞれ$9.1\times10^{-7}$ Bq/cm$^3$、$2.9\times10^{-7}$ Bq/cm$^3$）に上昇し、警報設定値290 cpm（1週間の平均濃度として評価した値で$7\times10^{-8}$ Bq/cm$^3$）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：約3300 cpm、1週間の平均濃度として評価した値で$9.8\times10^{-7}$ Bq/cm$^3$）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、法令に定める放射線業務従事者の呼吸する空気中濃度限度（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$7\times10^{-7}$ 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）の指示値が約380 cpm及び約120 cpmまで低下したが、事象発生前の通常の変動範囲（30～60 cpm程度）に比べて高い値を示したものの、その後有意な上昇はなかった。また、回収したろ紙全8枚を測定して1週間の平均濃度を評価した結果、最大で$3.0\times10^{-6}$ 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1.1 Bq/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）。(なお、平成31年2月4日の測定（図6.1.3参照）では、作業台の周辺の床面で、最大約1.4 Bq/cm$^2$（α線）が確認されている。)

③粉末調整室（A-103）以外の管理区域内の汚染の状況

作業員が全員退出した後、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21時45分）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（$7\times10^{-8}$ 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：0.04 Bq/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1.4×10$^{-8}$ Bq/cm$^3$（管理目標値の1/5)）が、同2室の床面・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：0.04 Bq/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）内の空間線量率の状況

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（γ線及び中性子用）の指示値は通常の変動範囲内であった（図4.2.6、図4.2.14参照）。

(3)作業員の汚染・被ばくの状況

①身体汚染の状況

粉末調整室（A-103）から退出した作業員9名に対して、炉室（A-102）又は仕上室（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行った簡易な身体汚染検査の結果、作業員9名全員の手部（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 Bq/cm$^2$（α線）であったが、この値はテープ固定等の下の汚染は含まれておらず、また両手をビニル袋で養生した後の表面の測定結果であり、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たフィルタ）に0.13 Bq/cm$^2$（α線）を検出した（表4.2.2、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（顔面及び頭髪含む。)、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名全員が検出下限値*1未満であった。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上で極めて重要であるとの認識を持つ放射線管理第 1 課長の立ち会いのもとで、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）・頭髪の汚染検査、帽子の交換、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（図 4.2.24 参照）。取り外した半面マスクの面体内側の汚染検査も行い、検出下限値*1 未満であることを確認した。

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）については仕上室（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）では下着の状態で、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、廃止措置技術開発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（サーベイメータの指示値で約 500 dpm）を検出したため、廃止措置技術開発課マネージャーに報告した。放射線管理第 1 課長は、廃止措置技術開発課マネージャーから下着(T シャツ)及び帽子からの有意な値について連絡を受け、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検出下限値*1 未満であることを確認したこと、グリーンハウス内ではラドン・トロンの子孫核種による偽計数が発生しやすいことを経験していることから、偽計数であるとの判断を伝えた。一方、廃止措置技術開発課員は、作業員 C については、1 段目のグリーンハウス（GH-1）において皮膚の当該部位を拭き取り検出下限値*1 未満であることを確認するとともに、下着（T シャツ）の当該部位のテープ固定を実施し、2 段目のグリーンハウス（GH-2）において下着（T シャツ）の脱衣を行った。また、作業員 E については、1 段目のグリーンハウス（GH-1）において帽子の当該部位のテープ固定を実施し、2 段目のグリーンハウス（GH-2）において新しい帽子への交換を行った。作業員 2 名（C、E）について、1 段目のグリーンハウス（GH-1）での身体汚染検査で偽計数と判断したこれらの部位以外は検出下限値*1 未満であり、さらに 2 段目のグリーンハウス（GH-2）及び 3 段目のグリーンハウス（GH-3）での身体汚染検査でも検出下限値*1 未満であった。同作業員 2 名（C、E）を除く作業員 4 名（作業員 A、B、F、G）のグリーンハウス（GH-1、GH-2 及び GH-3）での身体汚染検査の結果は、検出下限値*1 未満であった。

また、グリーンハウスに退出しなかった残りの作業員 3 名（作業員 D、H、I）については仕上室（A-101）内の脱装後に身体汚染検査を受けた場所からは離れた場所で下着のみの状態で再度放管員による身体汚染検査を受け、検出下限値*1 未満であることを確認した後、直接廊下に退出した。

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*1 未満であったことをもって皮膚汚染はないと判断した（表 4.2.2、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、検出下限値*1 未満であったこと及び鼻腔汚染検査の結果、作業員 9 名全員が検出下限値*2 未満であったことから、内部被ばくはないと判断した（表 4.2.2 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）を着用しており、事象発生時に着用していた線量計から得られる値は１月分の積算線量で、９名の個人最大で 0.6mSv であった。しかし、定常モニタリング用の個人線量計からは、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かった粉末調整室（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）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 $2.6\times10^{-2}$ mSv であった（表 4.2.3 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間帯の平均値（γ-1：4.5 μSv/h、n-1：0.9 μSv/h）を用いた。以上のことから、作業員の外部被ばくについては、本事象による影響はなく、当該四半期（平成 31 年 1～３月）における実効線量は、所内規則(放射線管理基準）に定める原因調査レベル（3.7 mSv/3 月間：管理区域内作業における放射線業務従事者の線量に係る原因調査を開始する値（実効線量））を十分下回る見込みである。

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 Bq/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）から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、$8.1\times10^{-5}$ 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。

## 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）において空気中放射性物質濃度 $9.1\times10^{-7}$ Bq/cm$^3$（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気中濃度限度（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　$7\times10^{-7}$ Bq/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。あわせて、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γ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～2 月 22 日の期間に同施設の排気モニタのろ紙に捕集された排気中放射性物質（全α放射能）を測定し、その濃度を評価した結果、検出下限値（α：$1.5\times10^{-10}$ Bq/cm$^3$）

未満であった。さらに、平成31年1月29日～2月26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気中放射性物質（全α放射能）を測定し、その濃度を評価した結果、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並びに粉末調整室（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一重目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。防護装備は、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。1班目は、バッグイン準備作業終了後、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）。2班目は、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1.5 Bq/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；4 Bq/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、検出下限値*1未満であった。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、一重目及び二重目の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一重目及び二重目の樹脂製の袋等の外観確認を実施した。なお、一重目及び二重目の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、防護装備は、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当たり、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 1 m×1 m 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検出下限値（α：0.04 Bq/cm$^2$）を超える値を示しており、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 の作業台の周辺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 の作業台の周辺（1.4 Bq/cm$^2$）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（α：0.04 Bq/cm$^2$）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並びに除染作業

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並びに除染作業を行った。

防護装備は、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。その区画ごと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及び除染しきれなかった床面等については、汚染検査及び除染作業を行った後、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 Bq/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（α：0.04 Bq/cm$^2$）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 から図 6.3.12 に示す。なお、その後のダイレクトサーベイの結果、除染しにくい汚染が検出された区画については、養生を行った。図 6.3.13 に代表的な養生例を示した。

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）の空気中放射性物質濃度及びα線用空気モニタ並びにエアスニファの除染作業

事象発生以降、粉末調整室（A-103）の空気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（$7\times10^{-8}$ Bq/cm$^3$）以下、最大でも $6.9\times10^{-9}$ Bq/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、当該部屋の空気中放射性物質濃度が管理目標値（$7\times10^{-8}$ Bq/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（α：0.04 Bq/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。あわせて 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（α:0.04 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）の除染し、粉末調整室(A-103)の空気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)の空気中放射性物質濃度が管理目標値（7×10$^{-8}$ 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4 Bq/cm$^2$を超え、又は超えるおそれがある場合」及び「1 週間平均濃度が空気中放射性物質濃度 7×10$^{-7}$ 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

現在の粉末調整室（A-103）は、上記「6.3項」～「6.5項」に示したとおり、床面及びグローブボックスなどの表面密度は管理目標値（α：0.04 Bq/cm$^2$）以下となっているが、一部ビニルシートで養生している部分も存在している状態である。

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。

養生箇所の除染作業は、特殊放射線作業計画を立案し、適切な防護装備（全面マスク、タイベックスーツ、シューズカバー等）で実施している。除染作業を行うに当たり、配線や配管が入り組むなど十分な除染ができない箇所については、塗料等で固定化するなどし、汚染マップにより管理を行う。また、制御盤類については、盤内部の汚染状況の調査を行ったうえで、除染を含めた措置方法を見直すこともある。なお、除染作業により汚染が移行する可能性も考えられるため、再度、粉末調整室(A-103)全体の除染作業を行う。以上により、汚染発生前の管理状態に戻す。

現時点で、除染作業については、2019年6月末までに終了させることを計画しているが、当該計画は除染作業の進捗に応じて見直すこともあり得る。想定している今後の除染作業スケジュールを図6.6.1に示した。

7.　原因

本汚染事象が発生した原因を究明するために、作業員からの聞き取り、再現 VTR の撮影、再現模擬試験、解析・評価等を実施した。樹脂製の袋の交換作業に係る一連の作業の流れに沿って、事実関係を整理し、原因の絞り込みを進めた。

7.1　汚染発生及び汚染拡大の原因

ステンレス缶の一重目の樹脂製の袋の観察結果（図 7.1.1 参照)、作業員からの聞き取り（図7.1.2参照）及び作業場所における汚染状況（図6.1.3参照）により、本汚染事象は以下のように起きたものと考えられる。

・ステンレス缶表面が核燃料物質により汚れた状態でステンレス缶のバッグアウト作業が行われ、その過程で一重目の樹脂製の袋に穴が開いたことにより汚染が発生した。
・一重目の樹脂製の袋の穴に気付かずにバッグアウト作業が継続されるとともに、バッグアウト作業後のステンレス缶一重梱包物表面の汚染検査が省略され、引き続き二重梱包作業に移行したことで汚染が拡大し、立入制限区域の設定を必要とする空気汚染に至った。

以下に、バッグアウトしたステンレス缶表面が汚れていた原因、一重目の樹脂製の袋に穴が開いた原因及び汚染を拡大させた原因について調査した結果を示す。

7.1.1 バッグアウトしたステンレス缶表面が汚れていた原因

① バッグアウトしたステンレス缶表面が汚れていた原因について以下のとおり整理した。
- 核燃料物質で汚れたグローブボックスでステンレス缶を取り扱ったことによりステンレス缶表面が汚れた。
- 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。バッグアウトの作業手順に「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」の判断基準が明確に定められていないため、その判断基準は作業員の感覚に委ねられていた。
- 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（事象発生後に改めて確認）。

以上からバッグアウトした貯蔵容器の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ステンレス缶を取り扱ったこと、汚れたステンレス缶の表面の拭き取りを行わず表面が汚れたままバッグアウト作業を行ったことによるものと考えられる。また、表面の拭き取りを行わなかったのは、貯蔵容器の表面の拭き取りの判断基準が不明確だったことによるものと考えられる。

7.1.2 一重目の樹脂製の袋に穴が開いた原因

① バッグアウト作業中に一重目の樹脂製の袋に穴が開いた原因について、穴の形状や作業の再現模擬試験等の結果から、以下のとおり整理した。なお、再現模擬試験の実施に当たっては、当該ステンレス缶の表面温度（図 7.1.3 参照）及び重量を模擬した。
- 異物が一重目の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一重目の樹脂製の袋に穴が開く可能性があるため、ステンレス缶を梱包していた一重目の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、一重目の樹脂製の袋に穴を開ける可能性があるのは、一重目の樹脂製の袋と突起物の接触であり、突起物としては、作業に使用する熱溶着装置のヘッド部、作業台、ハサミ、サーベイメータが考えられる。
- ハサミやサーベイメータは、使用の都度片付けていること、これらとの接触により生ずる穴の形状が異なる（添付 7.1.1 参照）ことから可能性は低いと考えられる。

- 作業台の側面上部や角面上部には緩衝材で養生されていない部分があるが、作業台との接触により生ずる穴の形状が異なる（添付 7.1.1 参照）ことから可能性は低いと考えられる。
- 熱溶着装置のヘッド部との接触により生ずる穴は形状が類似しており（図 7.1.4、添付 7.1.1 参照）、穴が開いた原因となる可能性が高いと考えられる。バックアウト作業中には、一重目の樹脂製の袋に包まれたステンレス缶を上下に 180 度回転させる動作や一重目の樹脂製の袋を転がす動作等があり、その過程でヘッド部と一重目の樹脂製の袋が接触した可能性が考えられる。

② ステンレス缶の温度、錆について、これらが原因で一重目の樹脂製の袋に穴が開く可能性について再現模擬試験を行った。また、樹脂製の袋の引張による損傷の可能性について損傷検証試験を実施した。その結果は以下のとおりで、これらの要因で一重目の樹脂製の袋に穴が開くことはなかったことから、これらは原因ではないと考えられる。

- 一重目の樹脂製の袋に対する温度の影響を調べるために、当該ステンレス缶の表面温度と重量を模擬した条件（約 70 ℃）で、一重目の樹脂製の袋の端部を把持し、引張荷重をかけた損傷検証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 ℃）における同様の損傷検証試験でも傷や損傷の発生はなかった（図 7.1.5、添付 7.1.2 参照）
- 貯蔵中の貯蔵容器を対象に、発熱量が高いステンレス缶 4 本を選定し、貯蔵容器二重梱包物の表面の温度を測定した結果（図 7.1.6 参照）、最高値は 57 ℃であり、また、これらのステンレス缶（4 本）及び当該ステンレス缶の今後 10 年を見通しても容器表面温度の上昇は約 1 ℃程度であると評価（添付 7.1.3 参照）されており、一重目の樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験の範囲にある。貯蔵棚の内部（床部）の温度は約 35 ℃であり、過去の試験結果から当該温度が樹脂製の袋の熱劣化に及ぼす影響は小さいことが分かっている。よって、現状の樹脂製の袋の交換基準（集積熱量 7 kWd）での管理は妥当である。
- 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、一重目の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（図 7.1.5、添付 7.1.1 参照）。

以上のとおり、一重目の樹脂製の袋に穴が開いたことについて、明確に原因を特定することはできなかった。しかし、再現模擬試験による穴の形状の類似性などから、バッグアウト中にステンレス缶を動かす過程で、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り一重目の樹脂製の袋に穴が開いたものと推定される。

### 7.1.3　汚染を拡大させた原因

① 一重目の樹脂製の袋に穴が開いたことに気付かずにバッグアウト作業を継続した原因について、聞き取り調査、作業の再現調査等から以下のとおり整理した。

・　「7.1.2 項」で述べた通り、バッグアウト作業において、一重目の樹脂製の袋に穴が開いた可能性が高いが、作業員は、一重目の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おり、当該シートを外してまで、傷を発見するための一重目の樹脂製の袋の外観確認はなされなかった。
・　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、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。これは、ステンレス缶の表面温度に関する情報や樹脂製の袋に対する熱の影響に関する知識が不足したまま作業員が表面温度の高いステンレス缶を取り扱ったためと考えられる。
・　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おらず、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ており、手順を遵守していない行為があった。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が徹底されていなかったためと考えられる。
・　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、二重梱包した二重目の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や汚染したステンレス缶一重梱包物の二重梱包作業を行った際、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、一重目の樹脂製の袋の穴から汚染物質が放出されたと考えられる。

以上のことから汚染を拡大させた原因は、作業員がステンレス缶一重梱包物表面の十分な外観確認を実施しなかったこと、通常と異なる状態（温度が高い）と感じたにも関わらず核燃料管理者に連絡しなかったこと、早く二重梱包した方が取扱い上安全だと判断し汚染検査を省略したことであると考えられる。

7.2　汚染物質の飛散量の評価

今回の汚染事象で飛散した汚染物質の量を、粉末調整室(A-103)内の床面、壁面、天井面、グローブボックス外表面等の表面密度の測定結果、作業員の身体汚染結果及びエアスニファから回収したろ紙の測定結果から、不確かさが大きい情報については保守性を考慮して評価した。

ステンレス缶を梱包する一重目の樹脂製の袋から飛散した汚染物質の量については、粉末調整室(A-103)の床面、壁面、天井面及びグローブボックス外表面、表面密度が高い値を示した作業台、作業員の防護装備、給気フィルタや排気口を対象として、それぞれ算出した値を合計し、約 3 MBq（α 線）と評価した（図 7.2.1 参照）。

この汚染物質の量（約 3 MBq（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 0.2 mgPu 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））で測定し、ネルスミヤに付着した汚染物質の量を求めた。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物質の量を約 30 mgPu と評価した（図 7.2.2 参照）。

汚染物質の飛散量（約 0.2 mgPu）及び当該ステンレス缶表面の汚染物質の付着量（約 30 mgPu）から、当該ステンレス缶表面全体に付着していた汚染物質の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

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 一重目の樹脂製の袋の梱包物に穴が開いたことに対する対策

バッグアウト作業において一重目の樹脂製の袋の梱包物に穴が開いたことに対して、以下の対策を講じる。

① バッグアウト作業において、梱包物が突起物等と接触しないように、熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台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。

② バッグアウト作業では、むやみに梱包物を動かなさい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

ステンレス缶一重梱包物表面の十分な外観確認を実施しなかったこと、通常と異なる状態（温度が高い）と感じたにも関わらず核燃料管理者に連絡しなかったこと、汚染検査を省略したことに対して、以下の対策を講じる。

① バッグアウト作業における外観確認のタイミングを手順書で明確にする。

② 作業中に通常と異なる状態が認められた場合には、作業を一旦停止し、ルールに基づきその内容について核燃料管理者に連絡するとともに、作業員間で共有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。

③ 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。

④ 樹脂製の袋に対する熱の影響に関する教育を行う。

⑤ 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、局所的に汚染を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

本事象の原因に直接関わる行動は、ステンレス缶のバッグアウト作業であり、汚染の発生及び拡大に対する対策については「8 項」に示したとおりであるが、更なる安全性の向上を図るために、汚染発生までの作業の流れと行動及び汚染発生から管理区域退出までの作業の流れと行動について、客観的な視点も加え評価を実施している。

現在までに抽出された更なる改善が必要な事項及び今後抽出される事項に対する対策について検討を継続し、第 3 報で報告する予定である。

### 9.1 汚染発生までの作業の流れと行動

更なる改善事項を抽出するために、バッグイン・バッグアウトの準備作業から汚染発生までの作業について、その作業の流れと行動に関する評価を実施している。現在までに抽出された更なる改善事項を以下に示す。

(1) バッグイン・バッグアウトの準備作業

① 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項

- 貯蔵容器のバッグイン・バッグアウト作業を行うために、グローブボックス No.D-8 の搬出入ポートに取り付けられていた樹脂製の袋を新しい樹脂製の袋に交換する作業を行った。その作業の中で、取り付けられていた樹脂製の袋の端を折り返す手順において、汚染している可能性がある搬出入ポートの表面部分が露出するため、マニュアルに基づき拭き取りが行われたが、汚染が拡散した場合を想定した汚染拡大防止措置は考慮されていなかった。
- 貯蔵容器のバッグイン・バッグアウト作業を行うために必要な器材として、サーベイメータ、ハサミ、赤色布テープ、遮へいシート、紙タオル、ネルスミヤ、ビニル袋、拭き取り用の紙とアルコールが準備された。バッグイン・バッグアウト作業中に一重目の樹脂製の袋が破れるなどの異常時に、予備の樹脂製の袋と交換用のバングが速やかに必要となるが、手順書にこれらを準備しておく旨の記載がなく、予備品は準備されていなかった。

② 改善の方針

- バッグイン・バッグアウト作業の準備段階（樹脂製の袋の交換段階）から、一重目の樹脂製の袋が破れるなどの異常時を想定した予備品を準備するとともに、汚染が拡大した場合を想定した汚染拡大防止措置を検討し、マニュアルに記載する。

(2) バッグイン・バッグアウト作業（添付 4.1.3 参照）

① 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項

- バッグイン・バッグアウト作業中に用いる作業台上の養生（エアキャップ四重及び厚さ 3 mm のゴム板）や作業台の縁部及び角部の養生は、一重目の樹脂製の袋の損傷に対して更なる改善の余地がある。

・ バッグイン作業においてグローブボックス内で樹脂製の袋をハサミで切断する際に、樹脂製の袋の弛みなどにより視認性が悪くなった場合に、誤った場所の切断により樹脂製の袋を損傷し汚染を拡大するおそれがあるが、その危険性や視認性をよくするための注意事項がマニュアルには記載されていない。
・ バッグアウト作業において一重目の樹脂製の袋に入った貯蔵容器がグローブボックス外に引き出された際に、樹脂製の袋の外観確認や汚染検査を行うことが明記されておらず、一重目の樹脂製の袋の損傷を見落とすおそれがある。
・ ステンレス缶の温度が通常より高いと感じたが、核燃料管理者に連絡することなく、作業を継続してしまったことで、広範囲な空気汚染に至ってしまった。
・ バッグイン・バッグアウト作業の手順の中で実施される汚染検査及び外観確認は、早期の一重目の樹脂製の袋の損傷の発見、汚染発見及び汚染拡大防止のために重要なホールドポイントとしているが、ステンレス缶のバッグアウト作業において遵守されなかったことで、広範囲な空気汚染に至ってしまった。

② 改善の方針
・ 作業台の上部、縁部及び角部の養生方法をより効果的なものに見直す。
・ 一重目の樹脂製の袋の損傷の防止、損傷の早期発見、汚染の早期発見、汚染時の汚染拡大防止の観点から、ホールドポイントの設定を含めマニュアルを見直す。
・ 貯蔵容器の温度の情報など、現場の安全確保のために必要な情報を適切に伝達できるように、情報伝達方法・教育方法を見直す。
・ マニュアルの記載事項やホールドポイントの遵守を徹底するために、作業指示方法を見直すとともに、効果的な教育・訓練方法を検討する。

(3) その他
① 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項
・ 現場責任者がグローブ作業を行っていたため、ホールドポイントとしている汚染検査の実施が省略されていることに気付かなかった（添付 9.1.1 参照）。

② 改善の方針
・ 請負作業員への指導方法を見直すとともに、現場の作業管理が徹底できるように現場の作業体制を見直す。

### 9.2 汚染発生から管理区域退出までの行動

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。）の基本原則によれば、当事者及び周囲の者の内部被ばくの発生・進展を防止するため、当該部屋及び当事者の汚染状況を考慮した措置（呼吸保護具の装着、当該部屋からの退出、汚染拡大防止措置及び除染）を行うとしているが、必ずしもこの基本原則に即した行動がとられていなかった。また、汚染が発生した部屋からの退出後に実施した身体汚染検査についても複数の不十分な点があったことがわかった。このため、既存の手順の見直しも含め

た対策を立案することとして、汚染発生から管理区域退出までの行動について、更なる改善事項を抽出することとした。以下にその状況を示す。

(1) 警報発生時の退出指示の状況及び作業員の行動

① 現在までに確認されている状況

- 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。
- 両手に汚染が検出されていなかった廃止措置技術開発課作業員 F は連絡を担当しており、廃止措置技術開発課チームリーダから 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ものの、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及び放射線管理第1課チームリーダ等は、PHS や身振り等により作業員Fに粉末調整室(A-103)から炉室（A-102）へ退出するよう指示をしたが、作業員 F は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指示内容がよく分からなかった。その近傍にいた現場責任者を含む同室作業員にも PHS による会話の内容が聞こえていると作業員Fは思い込んでいたが、実際には聞こえておらず、指示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汚染の拡大を心配し炉室（A-102）への退出を躊躇し、簡易的な汚染固定を実施していた。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。このため、炉室（A-102）の養生作業が終了した後に、作業員9名全員が粉末調整室（A-103）を退出することとなった。

② 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項

- 廃止措置技術開発課チームリーダ及び放射線管理第1課チームリーダから粉末調整室（A-103）の作業員へ PHS や身振り等で退出の指示をしたが、指示の内容が伝わらなかった。
- ガイドラインで「基本的な考え方」として示された「内部被ばく及びそのおそれがある場合は、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、指示があったにもかかわらず、身体汚染の状況から退出先である炉室（A-102）への汚染の拡大を心配して退出を躊躇し、簡易的な汚染固定を優先した。
- 基本動作マニュアルでは、ガイドラインの趣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。
- 各職位の役割を再認識させ、汚染事象発生時の適切な行動を徹底させる。

③ 改善の方針

- 事象発生時の情報伝達について検討し、必要な改善を行う（ページング、館内放送等の活用も視野に、緊急時の指示の在り方について検討する。）。
- ガイドラインで「基本的な考え方」として示された「内部被ばく及びそのおそれがある場合は、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」ことを手順書に反映するとともに、緊急時に適切な行動（汚染固定措置等）が行えるようガイドライ

ンそのものの見直しも検討する。また、改定した手順書等を基に、汚染の状況に応じた実践的な訓練を実施し、事故対応に活かすことを検討する。

・ 内部被ばくの防止が最優先であることについて教育を行う。
・ 各職位の役割を再認識させ、汚染事象発生時の適切な行動を徹底させる。

(2) 警報発生後の放管員の初動対応

① 現在までに確認されている状況

・ 廊下にいた放管員は、作業員が退出してこないこと及び廃止措置技術開発課員がグリーンハウスの組立てを始めたものの時間がかかりそうだと考えたことから、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。
・ また、放射線管理第１課の「身体汚染時の対応手順書」においては、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選定・準備することとなっている。放射線管理室や廊下にいた放管員は、現場との情報伝達が十分にできず、現場の汚染の状況の把握が遅れたことから、放管員の防護装備の選定及び必要数の準備が遅れた。
・ 現場指揮所にいた放射線管理第１課長は、直後から放射線状況などの情報収集及び現場指揮所内への状況報告を行っていたが、現場の情報が少なく、汚染状況の把握ができなかったため、汚染検査等を行う放管員の防護装備の確認・指示ができるようになるまでに、時間を要した。そのため、粉末調整室(A-103)から炉室（A-102）に退出していた作業員の簡易な身体汚染検査、簡易な汚染固定等の脱装準備の開始に時間を要した。
・ 粉末調整室（A-103）から炉室（A-102）に退出した作業員は、放管員が実施したビニル養生の上で身体汚染検査を受けた。このとき、粉末調整室（A-103）での簡易な身体汚染検査の際には汚染がなかった作業員の作業衣にも汚染が確認された。

② 現在までに抽出された更なる改善が必要な事項

・ 現場指揮所にいた放射線管理第１課長は、事象発生の直後から放射線状況などの情報収集及び現場指揮所内への状況報告を行っていたが、現場の状況などの情報が少なく、汚染した作業員の数や汚染状況の把握ができなかったため、汚染検査等を行う放管員の防護装備の確認・指示ができるようになるまでに、時間を要した。
・ 汚染した作業員の人数が多かったため、養生及び防護装備の準備並びに装着が遅れた。
・ 放管員が実施した炉室（A-102）のビニルでの床養生の範囲が退出後の作業員９名が待機するには狭かったにもかかわらず、追加で養生をする、床汚染は許容して広い場所での待機を指示する等の対応をせず、作業員を狭い場所に待機させたことから、クロスコンタミネーションが起こった可能性がある。

③ 改善の方針

・ 現場と放管、現場指揮所の情報伝達手段を見直す。
・ 放管員は現場指揮所等と連携しつつ、速やかに現場状況の把握、状況に応じた養生や防護資機材の準備、防護装備の装着ができるように、手順を見直すとともに教育・訓練を行う。

・ 同時に複数者の汚染が発生した場合に備え非常時用防護装備の放射線管理室内での保管数量を増やすとともに、このような場合を想定した備えの重要性に対する意識を放管部署の管理者・放管員が持つように教育・訓練の内容を見直す。
・ 作業員間のクロスコンタミネーションの防止措置を検討し、養生の考え方、方法に関して手順書を見直す。
・ 各職位の役割を再認識させ、汚染事象発生時の適切な行動を徹底させる。

(3) 身体汚染検査

① 現在までに確認されている状況

・ 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ったことから、「身体汚染時の対応手順書」に記載された測定方法よりも簡易な方法で実施された。
・ 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。)。
・ 放管員が実施した身体汚染検査において、ガイドラインには「身体汚染の測定はサーベイメータによる直接測定法を基本とするが、当事者の鼻腔・口角・創傷部、呼吸保護具の面体の接顔部や内側等の狭隘かつ重要な部分の汚染の有無を確認する場合、残存汚染が固着性であることを確認する場合等においては間接測定法を適用する。」とある。今回は脱装後の身体サーベイにおいて頭部やマスク周辺の顔、マスクの内側等直接測定法で測定しやすい部位において検出器を密着した状態であっても検出下限値[*1]未満であり、耳などの周辺も全体として検出下限値[*1]未満であったため、間接法による測定は実施しなかった。
・ 放管員が身体汚染検査を実施した仕上室（A-101）は、その前に同室内で汚染拡大防止措置をした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が完全には否定できない環境であった。
・ グリーンハウスにおける身体汚染検査で検出下限値[*1]を超える値が検出されたが、放射線管理第1課長はα線スペクトル測定による確認をせず、仕上室（A-101）までの脱装・身体汚染検査の状況及びそれまでに得ていた知見からラドン・トロンの子孫核種による偽計数と判断した。
・ 仕上室（A-101）において、脱装後に放管員が身体汚染検査を実施し、検出下限値[*1]未満であることを確認するとともにその記録を作成した。その後、仕上室（A-101）及びグリーンハウスで実施した複数回の身体汚染検査においても検出下限値[*1]未満であったことから皮膚汚染がないと判断したが、これらの身体汚染検査の記録は作成しなかった。また、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 課長は、「身体汚染時の対応手順書」に従い記録を作成したが、この手順書には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かったことから、記録を作成した時点でメモは不要と考え廃棄した。また、データを記録した者（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しなかった。

- 測定後の鼻スミヤの試料について、「身体汚染時の対応手順書」では指示があるまで保管することになっているが、従来から検出下限値*2を超える値の検出がない鼻スミヤの試料は廃棄する運用をしていた。今回の試料も検出下限値*2未満であり、特段保管する旨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

- 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。
- ガイドラインでは、「汚染した呼吸保護具は速やかに脱装し、汚染のない保護具に交換すべき」、「呼吸保護具は衣服交換後、身体サーベイに異常がないことを確認してから取り外す」とあり、その時の汚染状況に応じた臨機応変な対応をとることのできない記載となっていた。
- 身体汚染検査での測定において、ガイドラインで規定されている方法が徹底されなかった。
- 放管員が身体汚染検査を行った仕上室（A-101）は、作業衣の脱装などによるクロスコンタミネーションのおそれがある環境であった。
- グリーンハウスで実施した身体汚染検査において、検出下限値*1を超える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ラドン・トロンの子孫核種による偽計数と判断した。
- 複数回の身体汚染検査の結果から皮膚汚染なしと判断したが，記録が作成されていない検査があった。
- 身体汚染検査での検出下限値*1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。
- 身体汚染検査の記録を作成する際に使用したメモは、少なくとも事象に係る対応が完了するまではエビデンスとして保管することが望ましいが、メモの取扱いに関する規定はなかったことから、廃棄した。また、記録者が記載した汚染状況メモをもとに別の者が作成した記録の内容を、記録者が確認しなかった。
- 鼻スミヤ試料を「身体汚染時の対応手順書」に従い適切に保管せず、従来の運用上の解釈に従い廃棄した。

③ 改善の方針

- 皮膚汚染のおそれのある身体汚染事象が発生した場合には、脱装が終了後、放射線管理室等の適切な場所において最終的に皮膚汚染のないことを確認するための信頼性の高い身体汚染検査を行うよう検討を進める。
- 身体汚染検査の目的に対応した測定の注意点（測定距離、間接法の併用の要否等）及び汚染状況による脱装時のマスクの取扱いの相違等、状況別の適用原則を手順書に記載するとともに、測定者がそれを適切に理解し実施できるようにする。
- 最終の身体汚染検査を実施する場所の選定の基準を手順書に明記する。

- 検出下限値を超える計数について、自然放射線核種の影響によるものと判断する場合は、測定によるエビデンスをもって判断することを原則とする（判断を急ぐ場合は試料採取のみでも可であることなどを含む）ことを手順書に明記する。
- 結果が検出下限値未満であった場合であっても、念のためのシャワーや拭き取りを実施するなど、汚染事象の状況に応じた追加的な除染措置の必要性を検討し、手順書の見直しを行う。
- 結果が検出下限値未満であった場合も含め、身体汚染検査・鼻腔汚染検査に係る試料、記録、メモの取扱いに関する考え方を整理し、手順書に明記する。特に身体汚染検査については、複数回実施する場合の適切な記録の在り方を盛り込む。

## 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、安全・核セキュリティ統括部部長をリーダーとし、安全・核セキュリティ統括部、核燃料サイクル工学研究所（プルトニウム燃料技術開発センター及び放射線管理部を除く）及び大洗研究所のメンバーにより、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　貯蔵時の安定化処理・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。）が講じられているかについて、関連する手順書、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）に関して、汚染拡大を防止するため、重要なポイントで立ち止まり確認することを徹底する観点から、また対策 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、作業員の内部被ばくを防止するとともに、身体汚染時の測定・記録・除染等の措置を適切に行っていく観点から、実効性を高めるための対応（対策 8 に関する問題点・対策に関連）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 は一重目の樹脂製の袋に包まれたステンレス缶を反転させたとき、貯蔵容器の温度が高いという、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、一重目の樹脂製の袋の溶着部分（赤色布テープ）及び手の汚染がないことから、核燃料管理者に連絡しないで一重目の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（作業管理を行う上で適切な作業体制とはなっていなかった。）。

【対策】

- 通常と異なる状態を認知した際、作業を一旦停止し、ルールに基づきその内容について核燃料管理者に連絡するとともに、作業員間で共有することを教育等により再徹底する。
- 現場責任者が作業管理を適切に行えるよう作業計画を立案し、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。

- ➢ プルトニウムの臨界安全管理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し、必要な改善を行う。

(2) 対策 8 に関する問題点と対策

① 緊急時資機材管理及び訓練の実施

【問題点 1】

- ・ 資機材を整備し、定期的な訓練を実施するなどの対策を講じてきたが、対策 10 の検証の結果、汚染発生状況に応じた対応の観点から、訓練が十分実践的なものになっていなかった。

【対策】

- ➢ 汚染の状況に応じた対応要員配置・役割確認、速やかな資機材の準備、養生・グリーンハウス等の場所や方法を確認し、事故対応に活かせるよう、より実践的な訓練を検討し実施する。

(3) 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）

【問題点 1】

- ・ 廃止措置技術開発課員 4 名の手は、養生等をされていたため、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ず、速やかに退出する旨の指示を伝えられなかった。
- ・ 基本動作マニュアルには、人命及び身体の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、明示されていない。
- ・ 廃止措置技術開発課チームリーダは、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、作業員には汚染拡大よりも退出を優先してよいとの意図が伝わらなかった。
- ・ 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、ガイドラインで示している退出に当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）を教育等により再徹底する。
- ➢ 事象発生時の状況把握や退避指示の伝達について検討し、必要な改善を行う（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】

- 警報吹鳴後、現場指揮所は速やかに作業員を退避させ、並行して装備の準備を進めておく必要があった。現場指揮所にいた放射線管理第 1 課長は、現場の状況などの情報が少なく、汚染した作業員の数や汚染状況の把握ができなかったため、警報吹鳴の約 1 時間後に汚染検査等を行う要員の防護装備の指示を出した。
- 資機材は放射線管理室に全面マスクが 4 個、タイベックスーツ 10 組が準備されていたが、今回は多くの対応要員が必要となったため、準備していた資機材では足りず、追加の資材の準備に若干時間を要した。
- 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く、炉室（A-102）で作業衣に汚染が確認されたことから、炉室(A-102)で実施した養生の範囲が狭いことなどにより、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、その時点で必要な防護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）を検討し、必要な改善を行う。

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)。
- 脱装場所と同一の汚染の可能性のある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や帽子等に検出下限値*1 を超える値の検出が認められたものの、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、検出下限値*1 未満であった。）。

【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、防護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。
- 防護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

について再検討し、必要な改善を行う。

- 身体汚染検査の最終的な測定において、万一、検出下限値*1を超える値の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等の確認方法等の明確化）。

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しなかった。
- 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、従来から検出下限値*2を超える値の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】

- 原則としてデータを記録した者（記録者）が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。

対策 6 については、汚染拡大や内部被ばくを防止するため、指揮者（現場責任者、サーベイ指揮者）が何をすべきだったかを含め、今回の汚染をテーマに各職場で事例研究を実施する。

対策 8 については、対策 10 の①～③の対策の確認を含め、汚染の状況に応じた事故対応に活かせるよう、緊急時に各立場の者が実施すべき事項を意識し、より実践的な訓練を検討し実施する。

対策 10 については、ガイドラインへの反映の要否を含め検討し、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きている。本汚染事象に関しては、調査結果を基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。

また、現場復旧として、粉末調整室(A-103)の汚染検査、除染作業を進め、平成 31 年 2 月 21 日に保安規定に基づく立入制限区域を解除した。現在は、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、念のため防護装備を装着した上で入室することとしている。除染しきれなかった箇所についてはビニルシートで養生している状態であるため、特殊放射線作業計画を立案し、適切な防護装備（全面マスク、タイベックスーツ、シューズカバー等）で 2019 年 6 月末までに養生箇所の除染作業を終了させることを目標に除染作業を実施している。

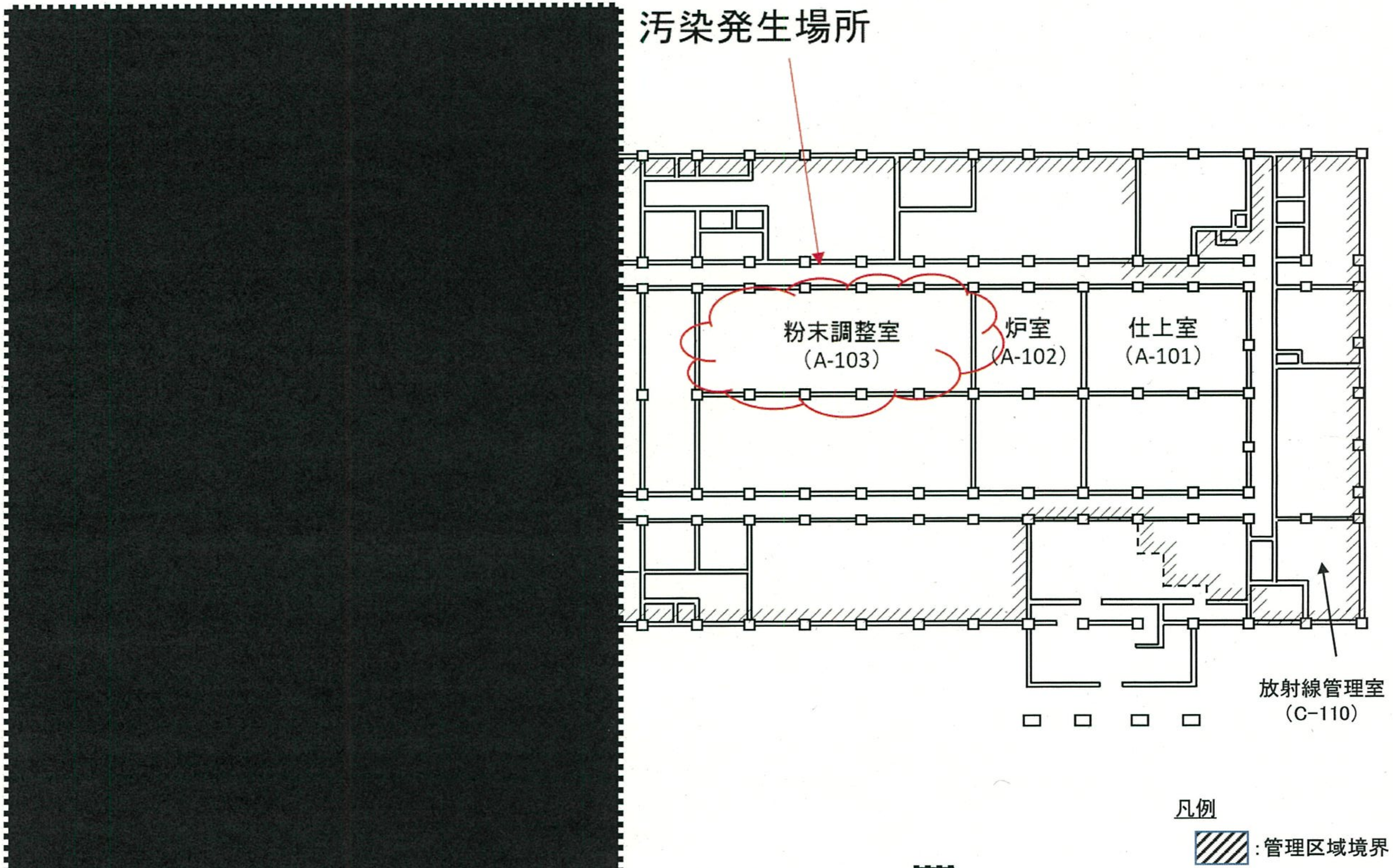
更なる安全性の向上を図るために、現在、本事象が起こるまでの作業の流れとその行動、汚染発生から管理区域退出までの行動について、現状の作業手順書やガイドライン及び作業方法自体に問題がなかったかについて評価を進めており、改善事項の抽出を行うとともにその対策の追加検討を行っていく。

本事象の発生原因、現在までに抽出された更なる改善事項及び燃料研究棟における汚染事故を踏まえた本事象における検証において、人的要因が多く抽出されている。今後、人的要因による間違いを無くしていくためには、教育・訓練を充実させる必要がある。教育・訓練に当たっては、単に実施することを目的とするのではなく、教育・訓練を実施する側は目標達成のために適切な目的を持って実践的な教育・訓練を計画するとともに、教育・訓練を受ける側はその目的を理解し意識をもって参加しなければ、教育・訓練の本当の目標は達成されないことを念頭に、再発防止対策の柱の一つとして、今後の教育・訓練の在り方について検討を進める。また、作業計画立案やKY・TBMに関しても、汚染発生の対応の観点で適切に実施できるように検討を進める。

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。

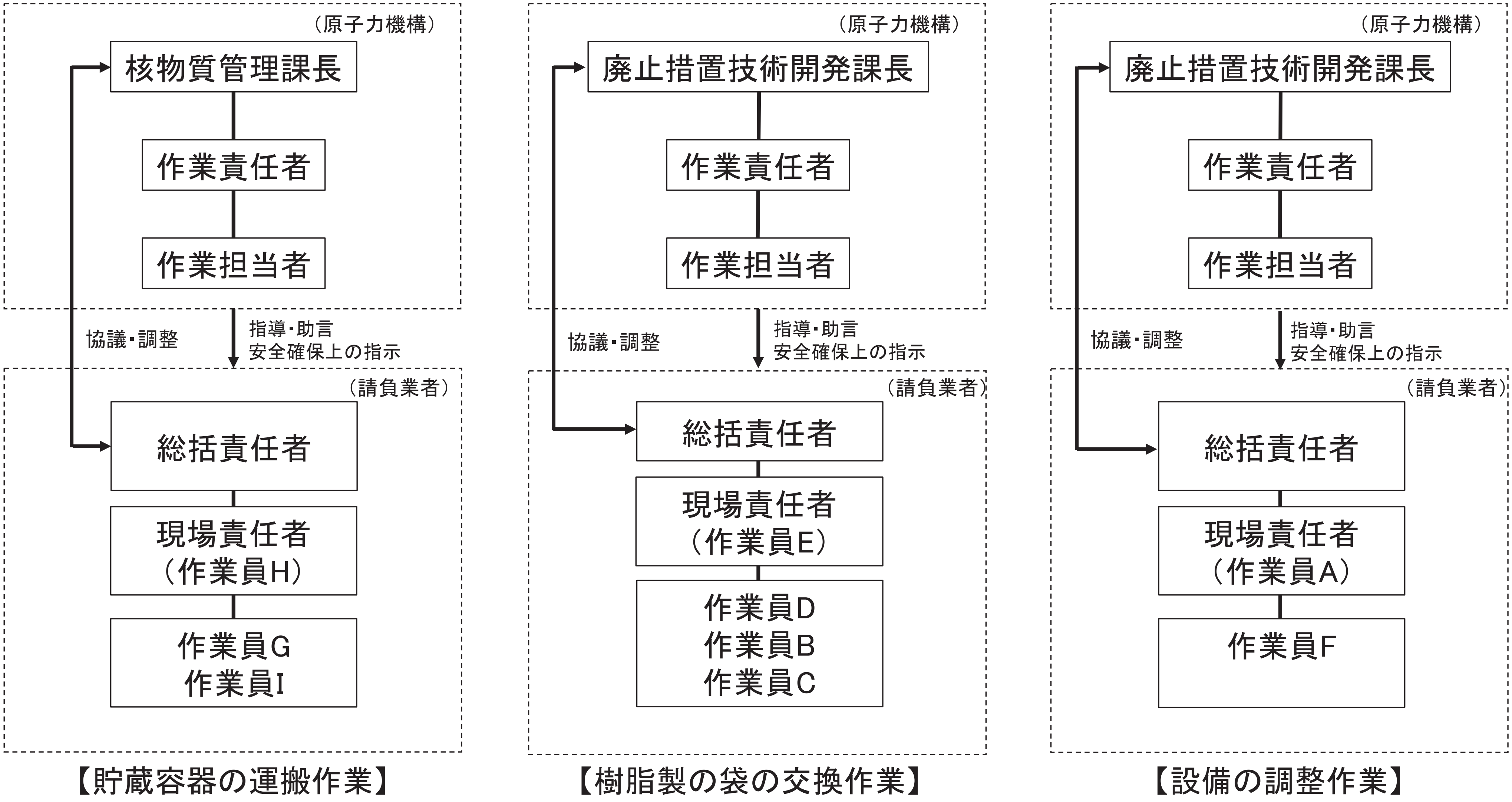
以上

# 図 4.1.1 核燃料サイクル工学研究所敷地配置図




核物質防護上の観点から■の箇所は非開示とする。

図4.1.2 プルトニウム燃料第二開発室平面図



（原子力機構）
核物質管理課長
作業責任者
作業担当者
協議・調整
指導・助言
安全確保上の指示
（請負業者）
総括責任者
現場責任者
（作業員H）
作業員G
作業員I
【貯蔵容器の運搬作業】
（原子力機構）
廃止措置技術開発課長
作業責任者
作業担当者
協議・調整
指導・助言
安全確保上の指示
（請負業者）
総括責任者
現場責任者
（作業員E）
作業員D
作業員B
作業員C
【樹脂製の袋の交換作業】
（原子力機構）
廃止措置技術開発課長
作業責任者
作業担当者
協議・調整
指導・助言
安全確保上の指示
（請負業者）
総括責任者
現場責任者
（作業員A）
作業員F
【設備の調整作業】


図4.1.3　作業の体制図

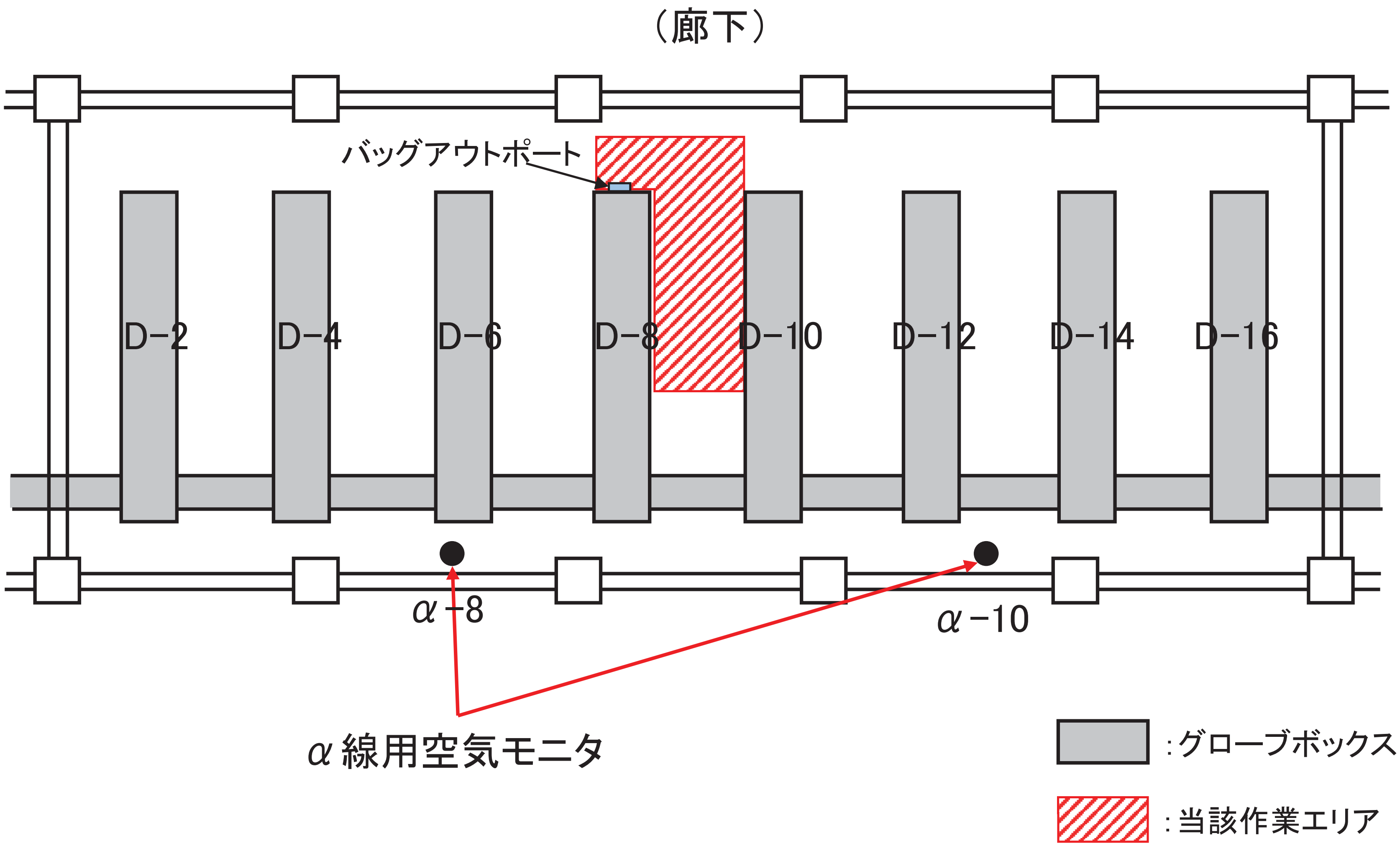
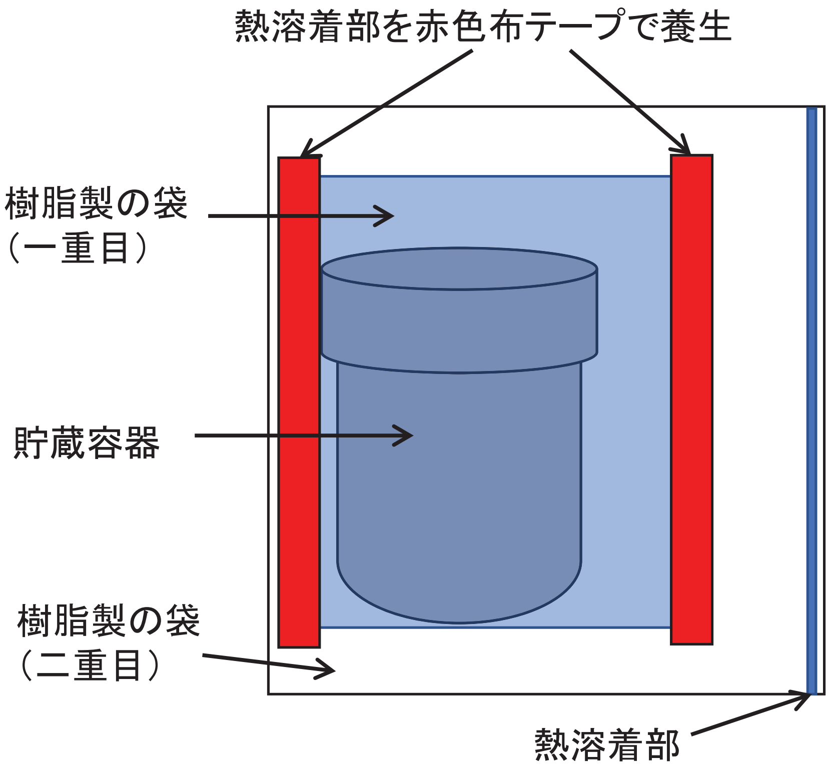



図4.1.4　粉末調整室（A−103）　配置図

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 |




樹脂製の袋　二重梱包物

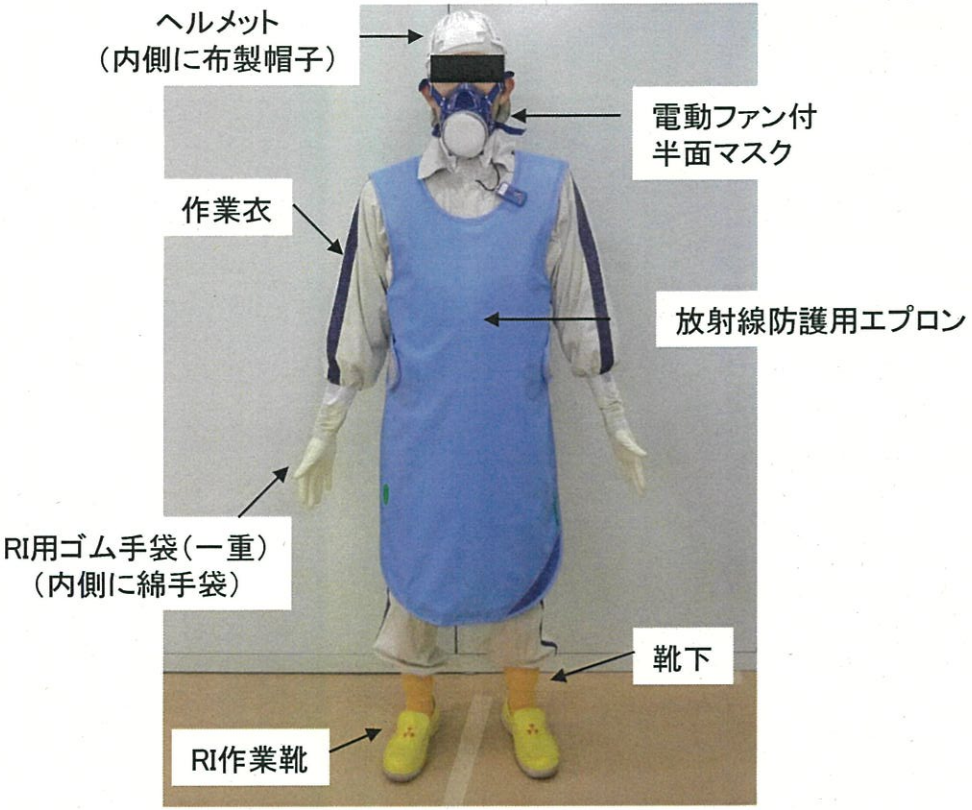
化学名：可塑化ポリ塩化ビニル混合物
成　分：ポリ塩化ビニル　60%～70%
可塑剤　23%～33%
その他　3%～11%
厚　さ：0.3 mm

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装着した状態（樹脂製の袋の交換作業）

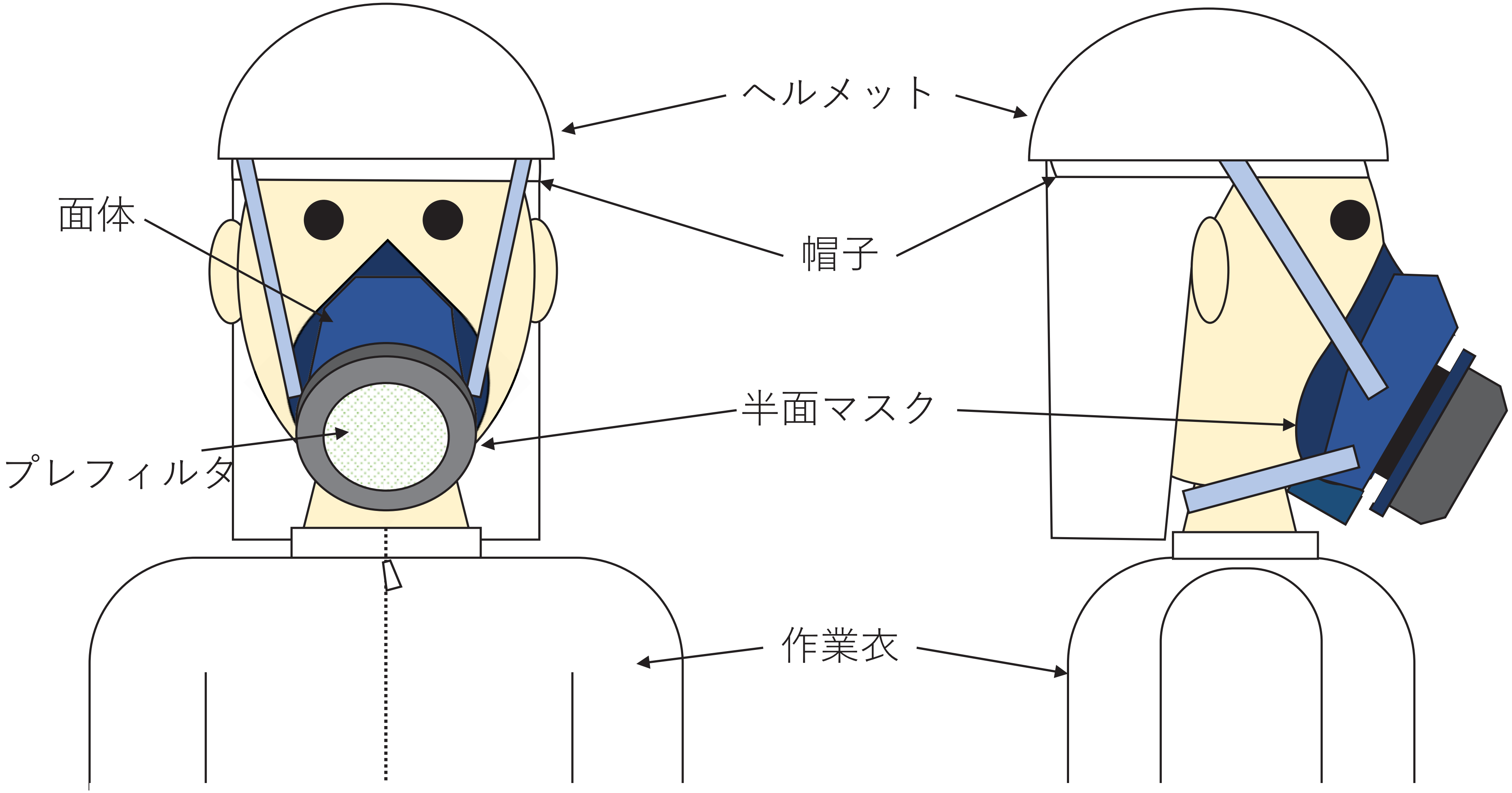



図4.1.6(2) 事象発生時の作業員と同等の防護具を装着した状態（樹脂製の袋の交換作業）

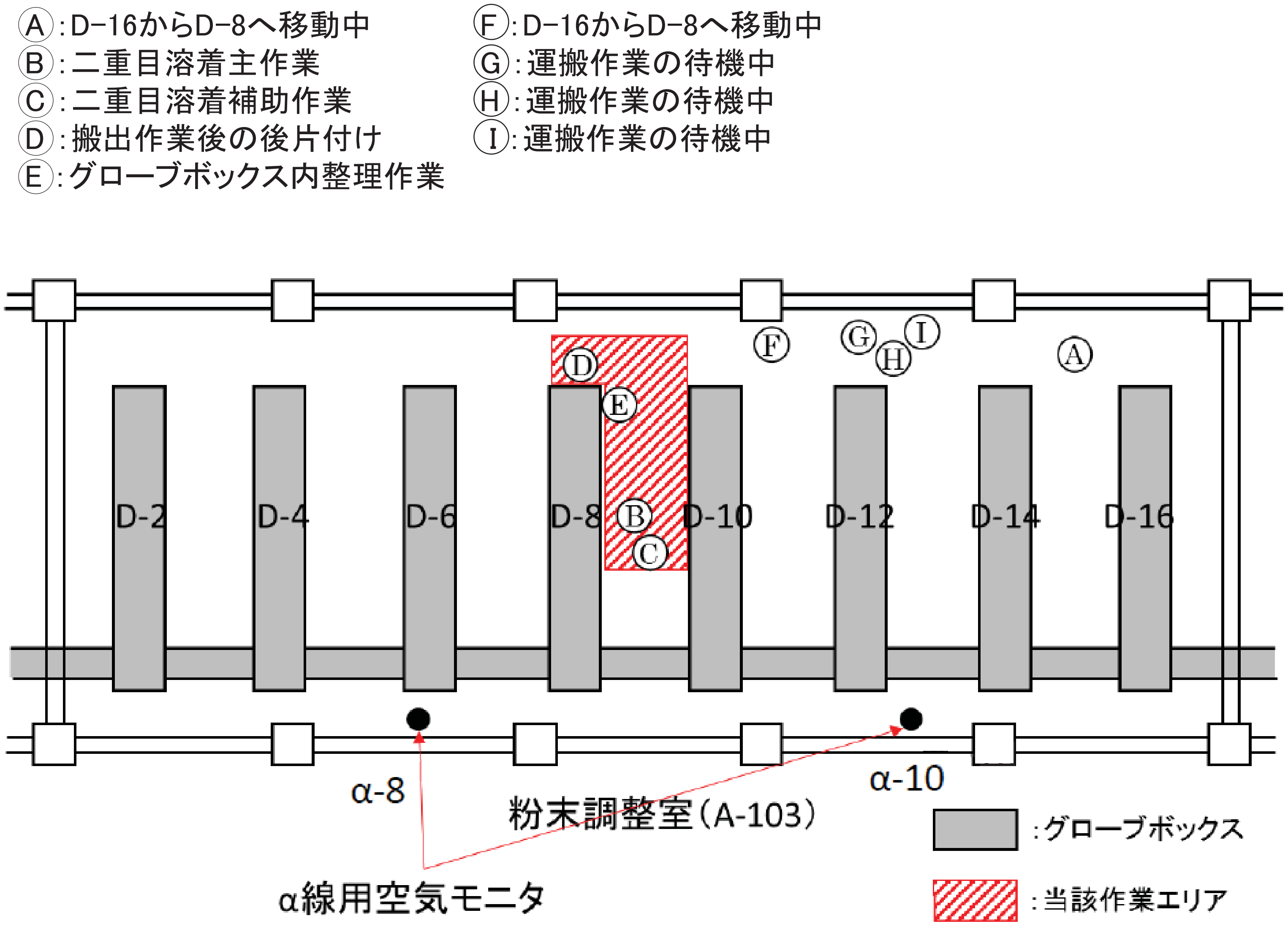



図4.2.1　α線用空気モニタ(α−8)警報吹鳴時の人員配置

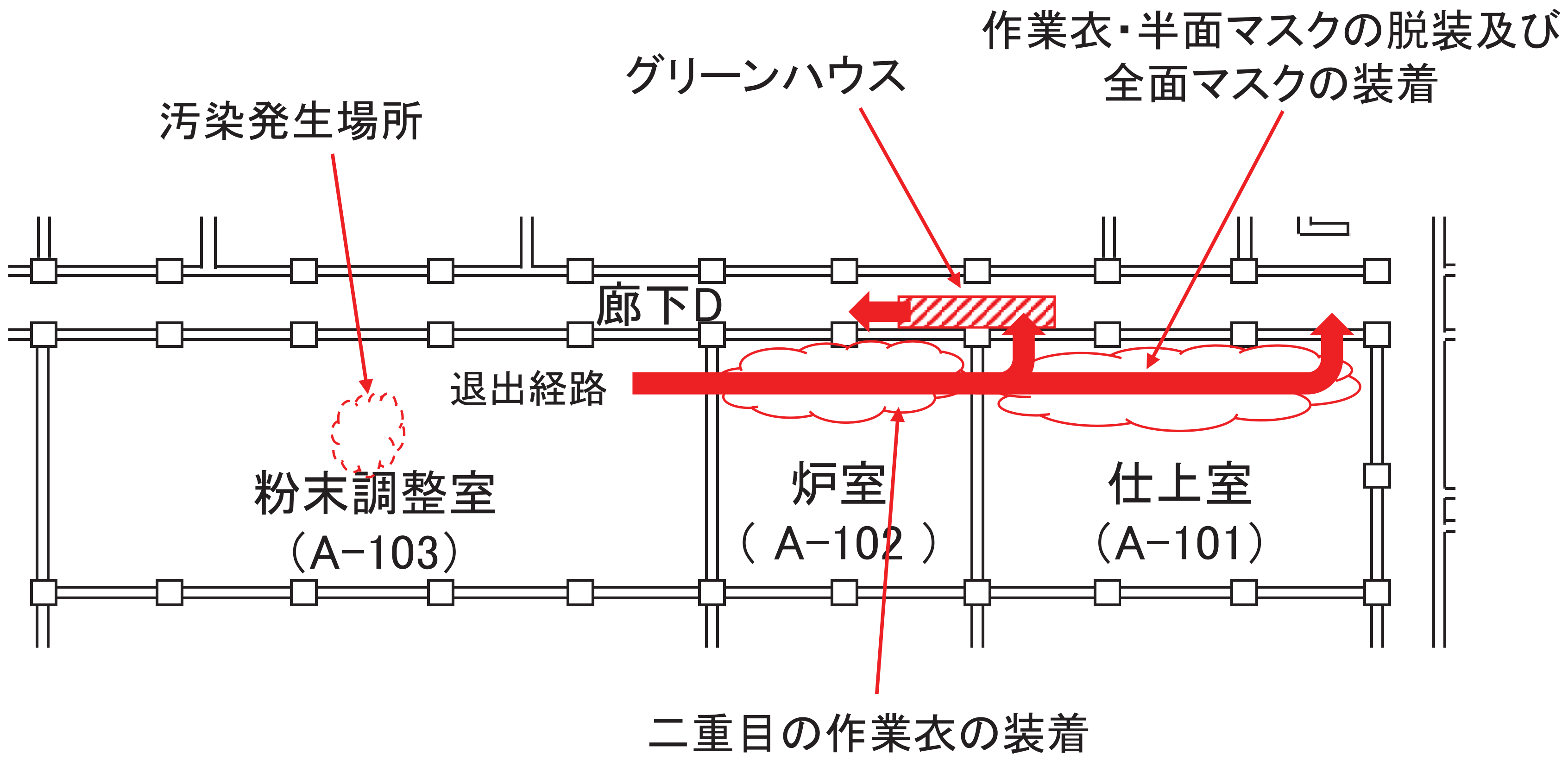



図4.2.2　作業員の退出経路

図4.2.3　グリーンハウス

工程
管理室
(A-100)
粉末調整室
（A-103）
炉室
（A-102）
仕上室
（A-101）
プルトニウム燃料第二開発室　1階　平面図
放射線管理室
（C-110）
凡例
: 管理区域境界
: 目張り箇所


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

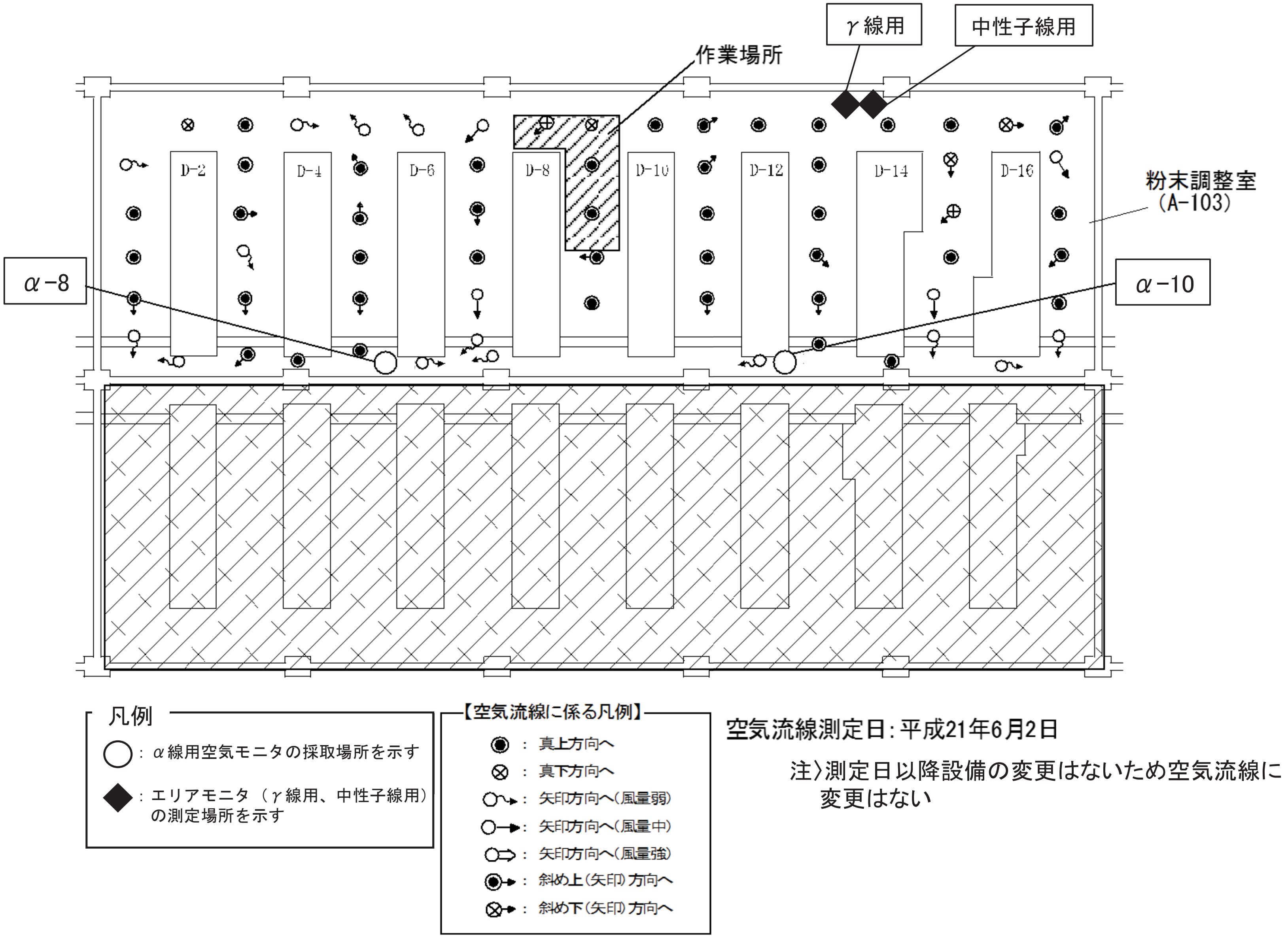



図4.2.6　粉末調整室(A-103)内の空気流線及びα線用空気モニタ、エリアモニタの配置

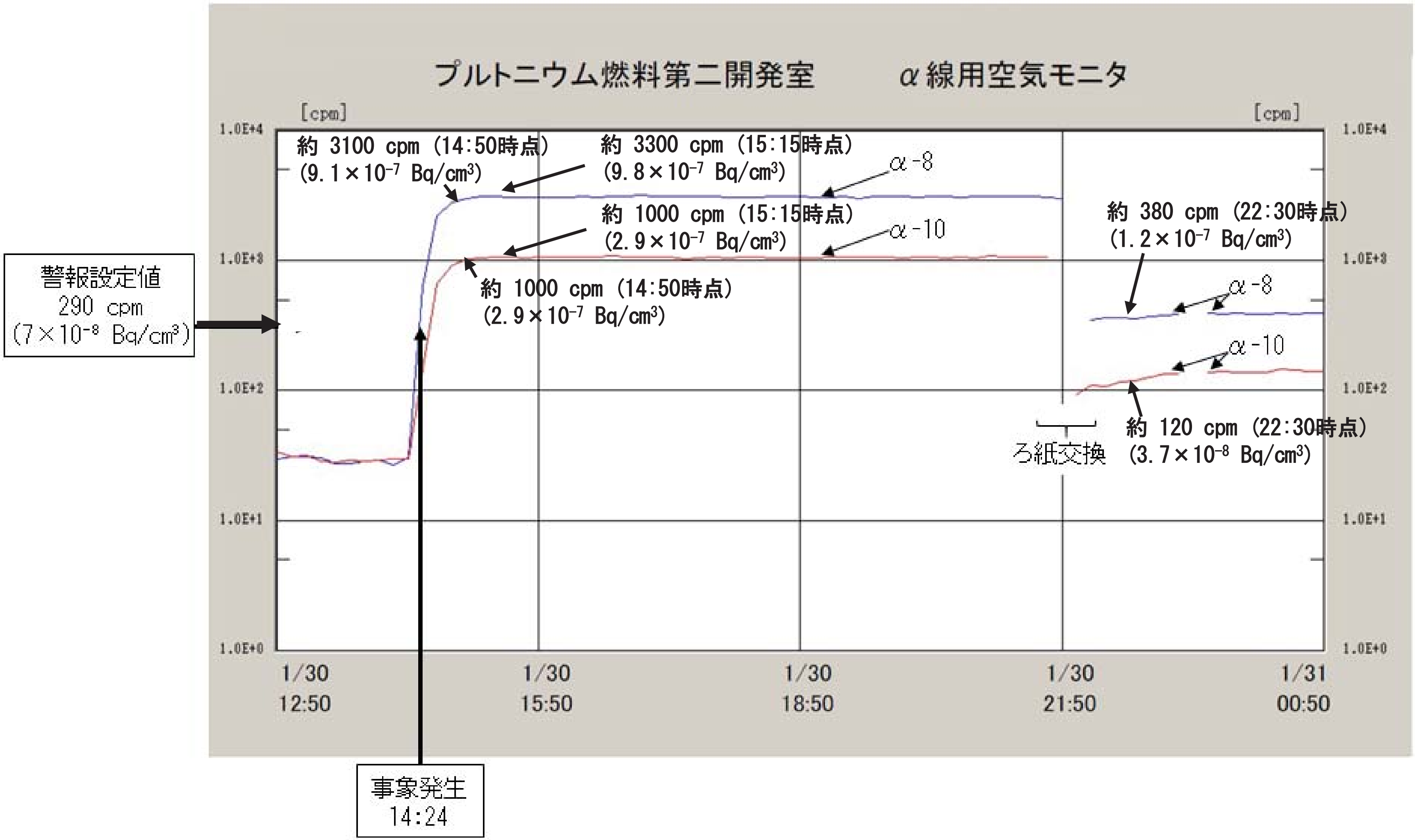



図4.2.7　α線用空気モニタ(α-8、α-10)指示値のトレンド

エアスニファ (Bq/cm³)

A/S-47: $9.8 \times 10^{-7}$

A/S-48: $2.2 \times 10^{-6}$

A/S-49: $3.0 \times 10^{-6}$

A/S-50: $2.2 \times 10^{-6}$

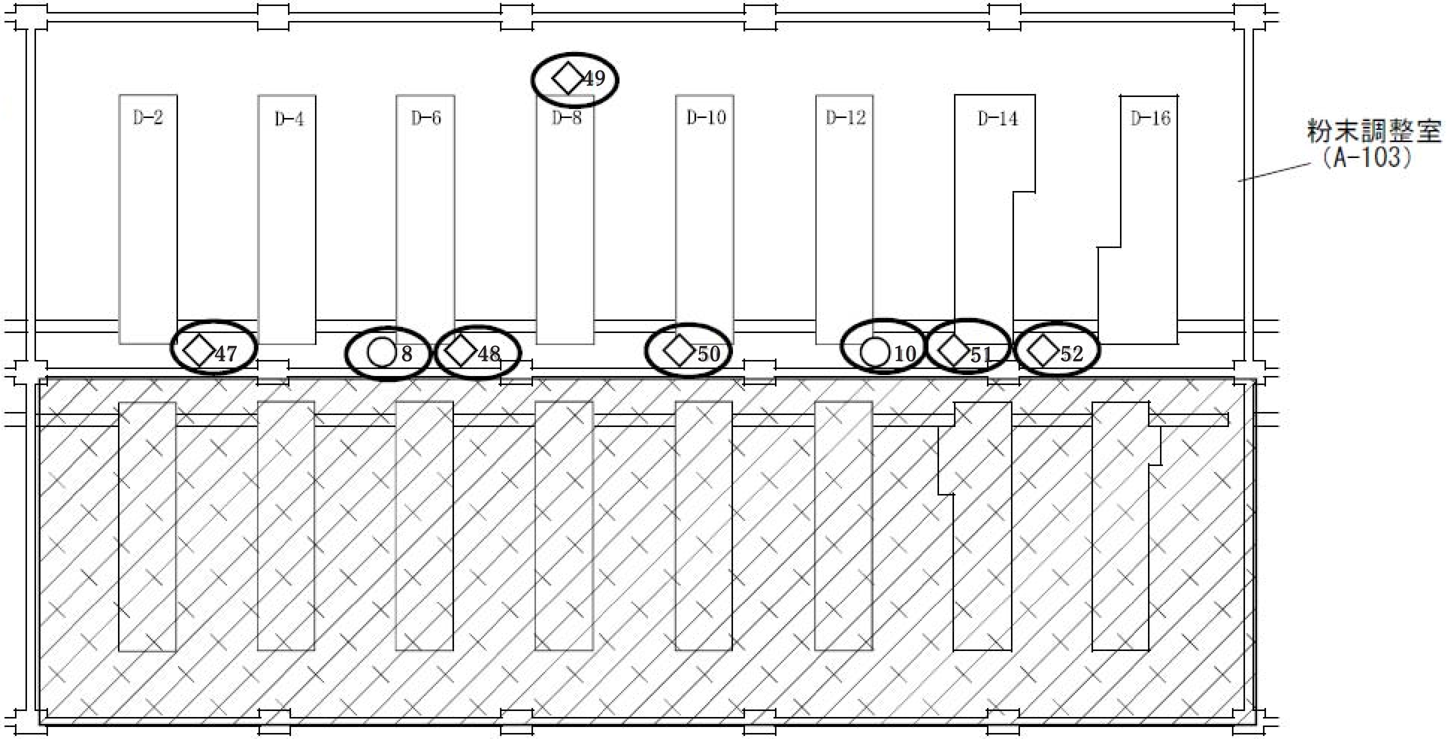
A/S-51: $2.2 \times 10^{-6}$

A/S-52: $4.1 \times 10^{-7}$

空気モニタ (Bq/cm³)

α- 8: $1.2 \times 10^{-6}$

α-10: $4.8 \times 10^{-7}$




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　（ 8点）

測定日時：平成 31年 1月 30日 23時 05分

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

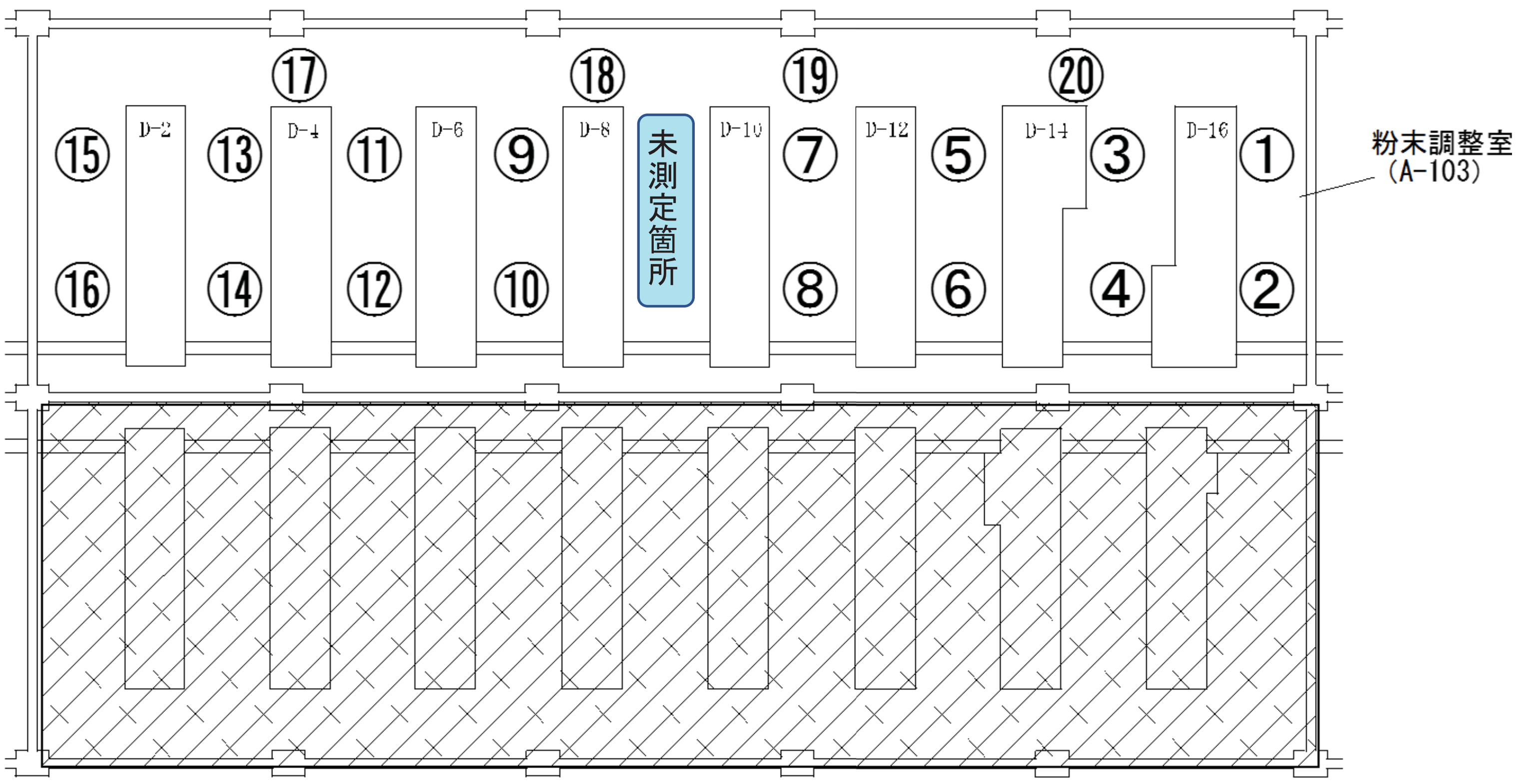
管理目標値：α $7 \times 10^{-8}$ Bq/cm³　（1週間平均濃度）

検出下限値：α $3.7 \times 10^{-10}$ 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/cm$^2$）

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
⑲：0.3
⑳：0.3

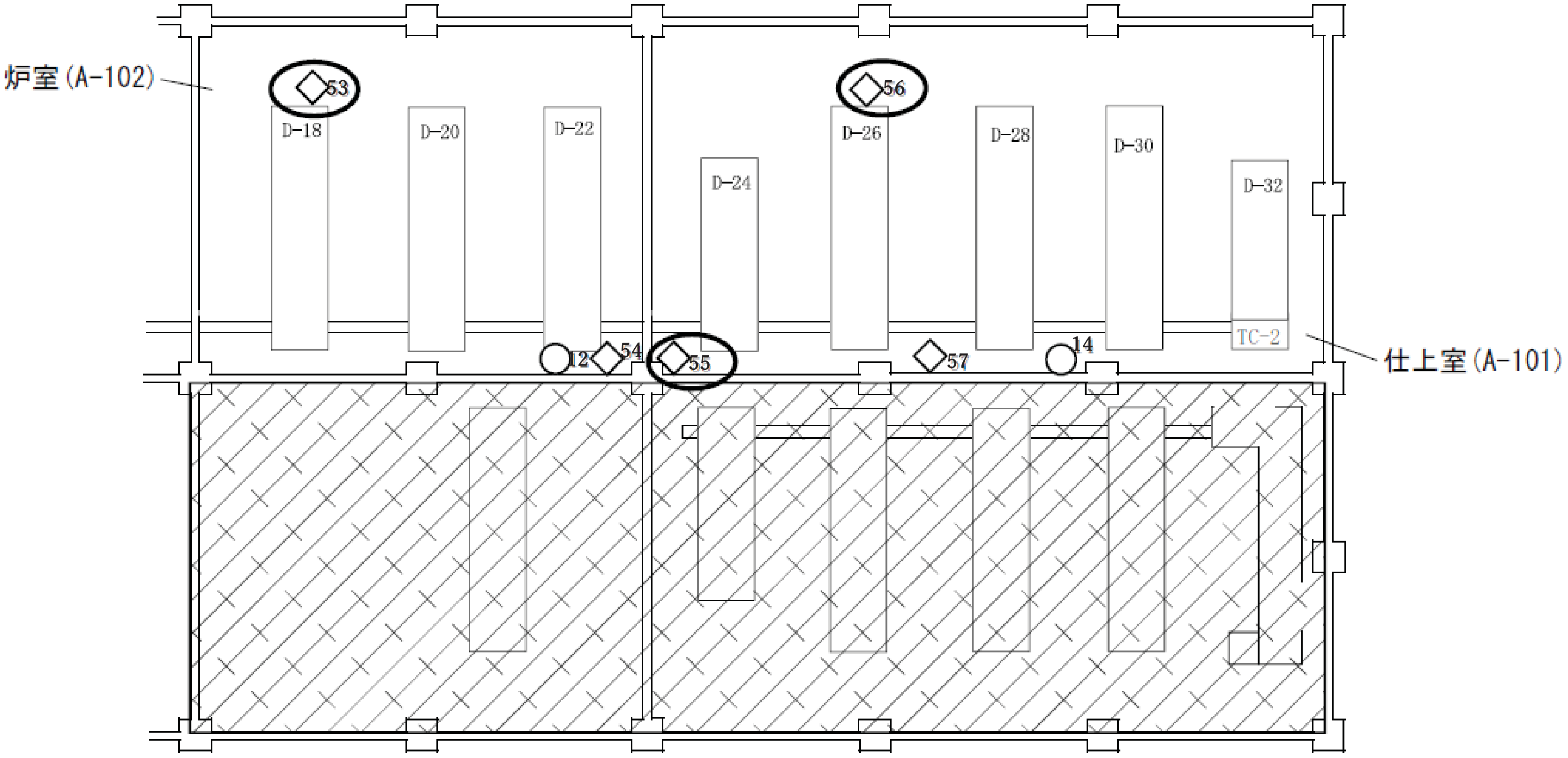



凡例
◯ ：スミヤの番号を示す

**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/cm$^2$
検出下限値： α線 4×10$^{-2}$ Bq/cm$^2$

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）

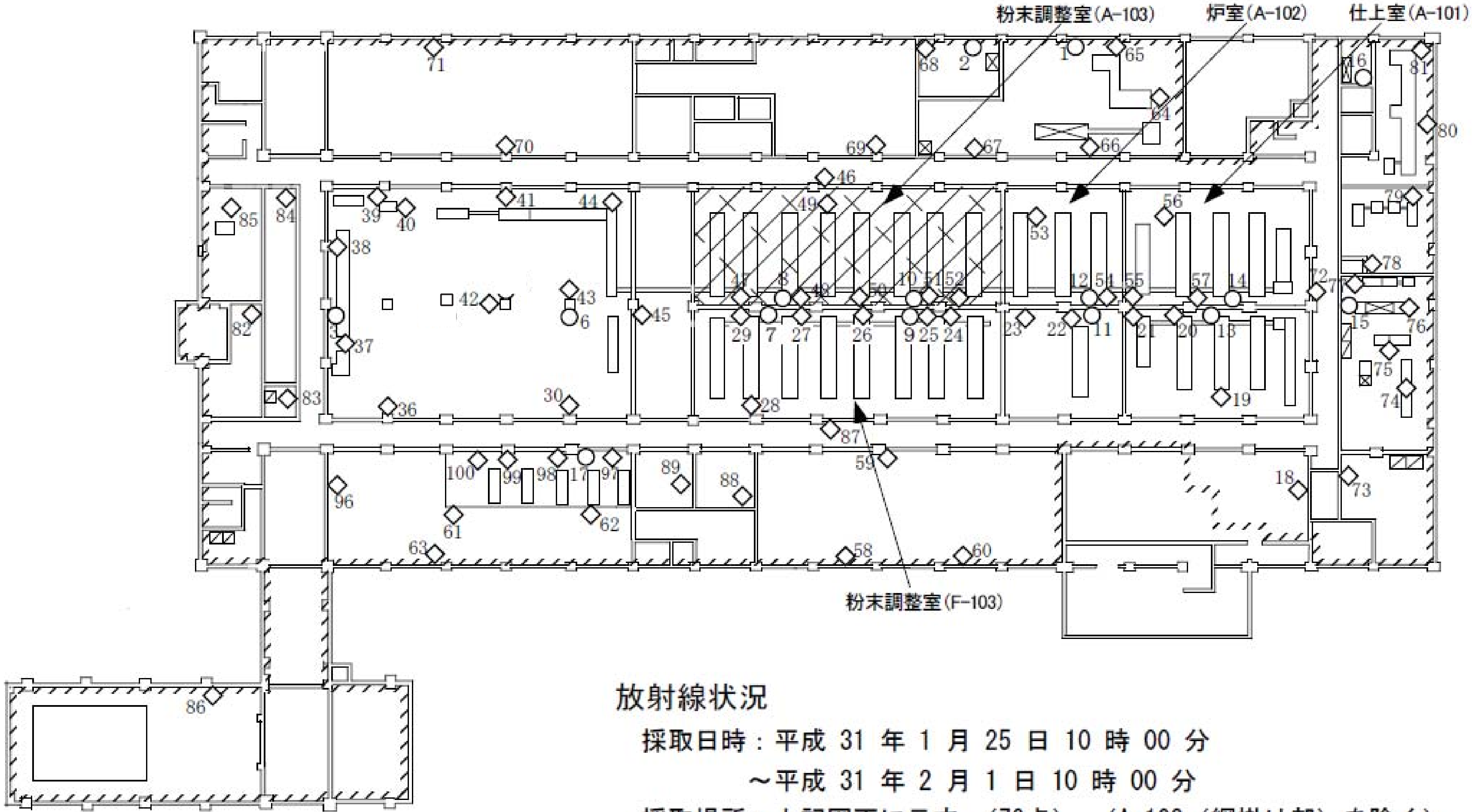
測定日時：平成 31年 1月 30日 23時 05分

測定結果：全て管理目標値以下

管理目標値：α $7\times10^{-8}$ Bq/cm$^3$　（1週間平均濃度）

検出下限値：α $3.7\times10^{-10}$ Bq/cm$^3$　（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




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 2 月 1 日 10 時 00 分

採取場所：上記図面に示す （79点） （A-103（網掛け部）を除く）

測定日時：平成 31 年 2 月 5 日 9 時 40 分

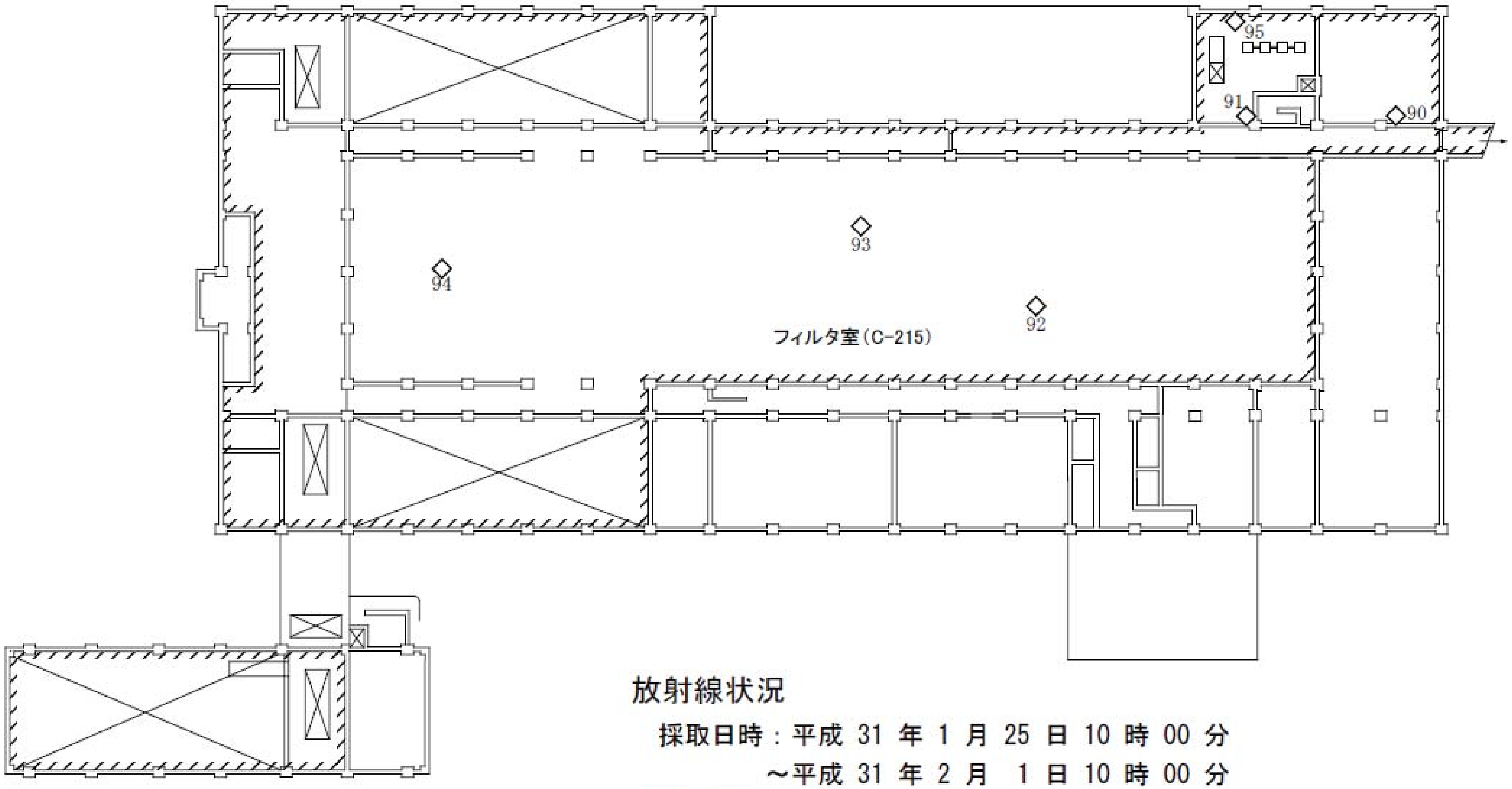
測定結果：全て管理目標値以下

管理目標値：α $7\times10^{-8}$ Bq/cm$^3$ （1週間平均濃度）

検出下限値：α $3.7\times10^{-10}$ Bq/cm$^3$ （1週間平均濃度）

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気中放射性物質濃度測定記録




凡例

◇ ：エアスニファの採取場所を示す

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 2 月　1 日 10 時 00 分

採取場所：上記図面に示す　（ 6 点）

測定日時：平成 31 年 2 月 5 日 11 時 25 分

測定結果：全て管理目標値以下

管理目標値：$\alpha$　$7\times10^{-8}$ Bq/cm$^3$　（1週間平均濃度）

検出下限値：$\alpha$　$3.7\times10^{-10}$ Bq/cm$^3$　（1週間平均濃度）

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気中放射性物質濃度測定記録

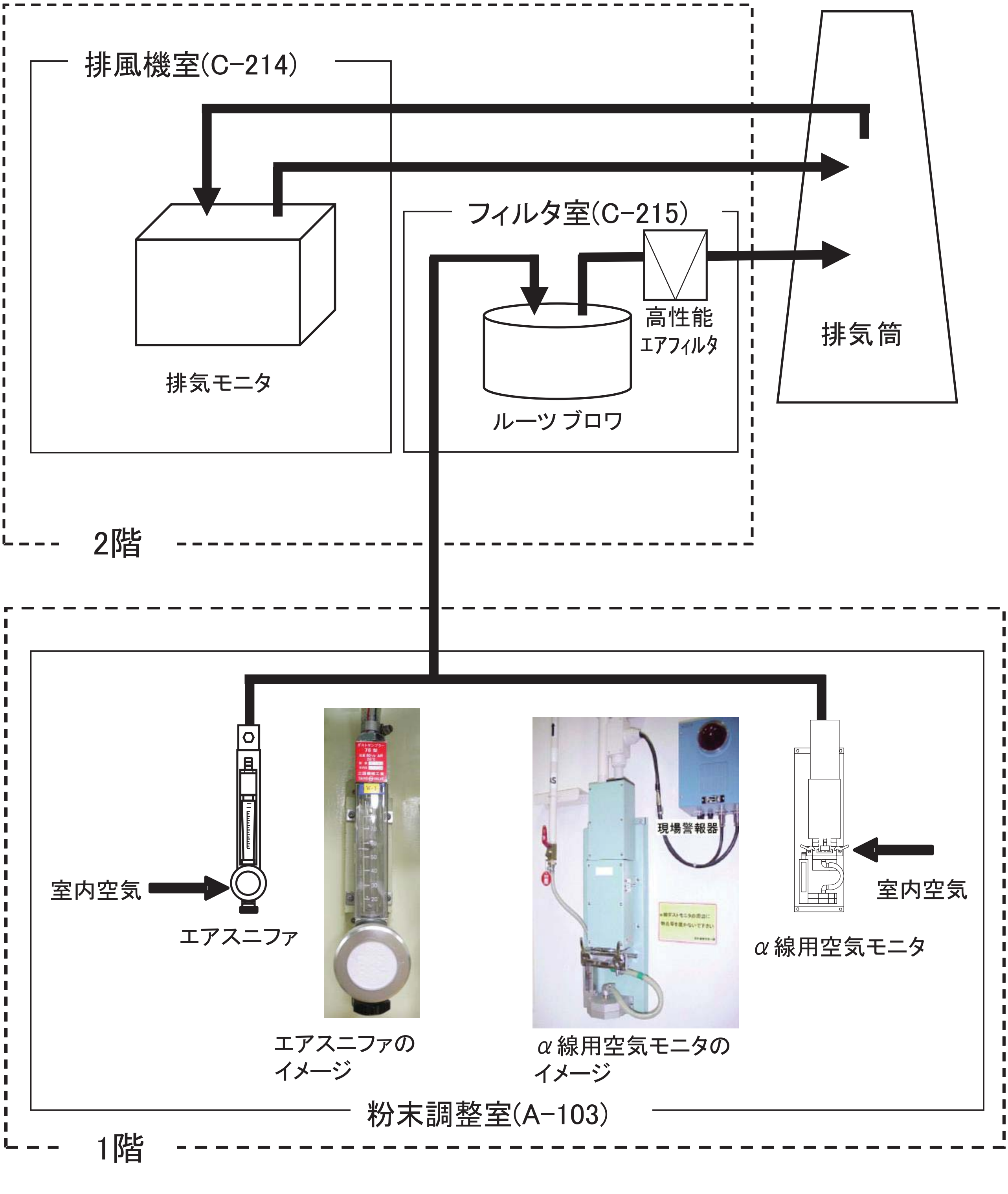



図4.2.12 プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ、
α線用空気モニタ及びエアスニファの系統図

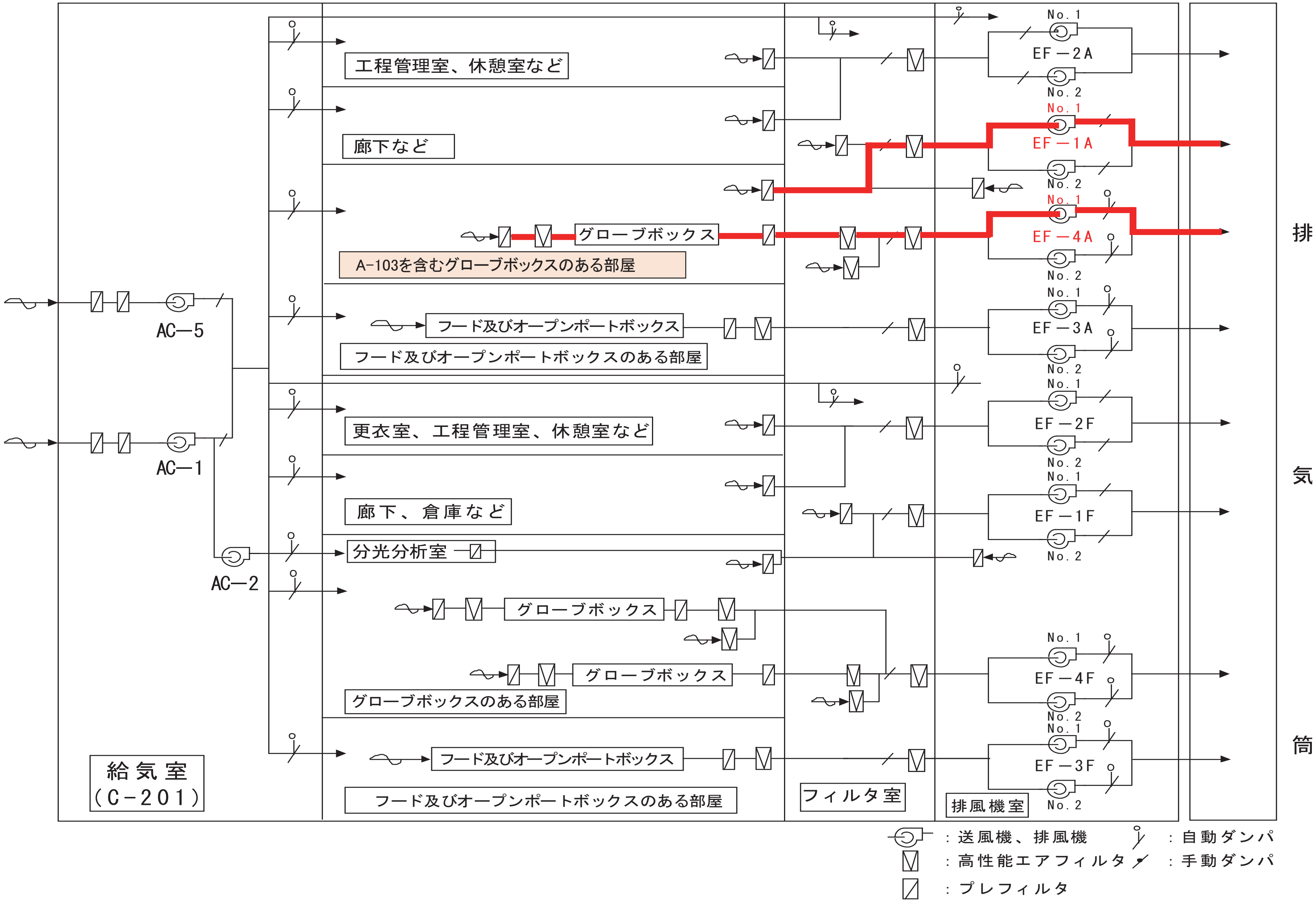



図4.2.13　プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図

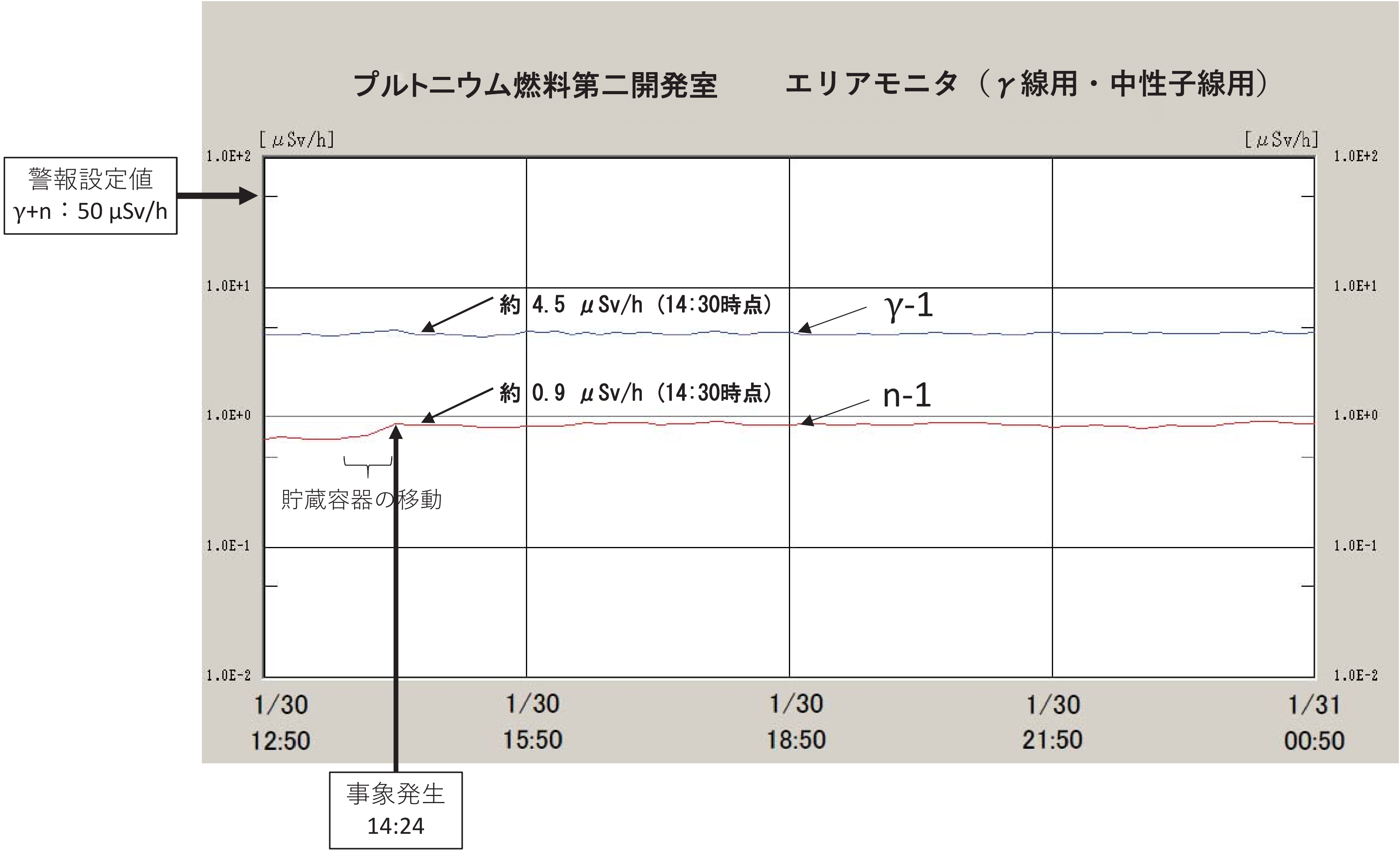


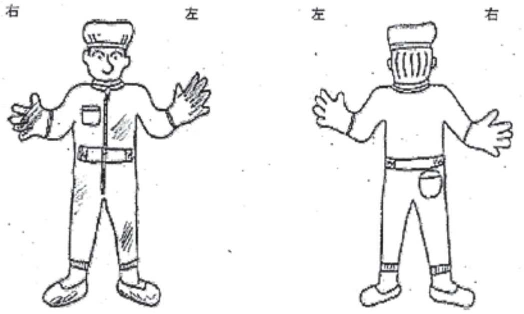

図4.2.14　粉末調整室（A−103）のエリアモニタ指示値のトレンド

身体サーベイ記録

| 当事者 | 所属 | 廃技課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員A [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時43分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ㊞ H31.3.8 A102 | | |

| 測定結果 | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|
| | ① 両手 | α | cpm (2.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ② カバーオール | α | cpm (2.9×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ③ RIシューズ | α | cpm (2.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ④ | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( Bq/cm²) |

（身体汚染部位詳細図）




放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

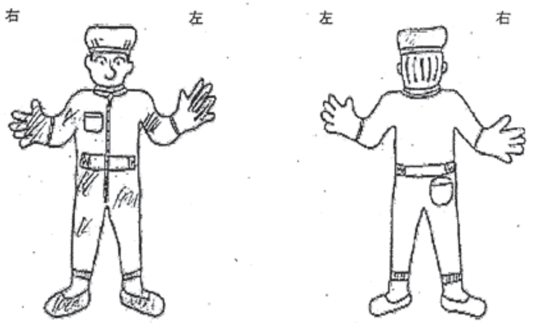
図4.2.15　作業員Aの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

| 当事者 | 所属 | 廃技課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員B [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日17時51分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ㊞ H31.3.8 A102 | | |

| 測定結果 | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|
| | ① 両手 | α | cpm (6.0×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ② カバーオール | α | cpm (9.6×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ③ RIシューズ | α | cpm (7.2×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ④ | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( Bq/cm²) |

（身体汚染部位詳細図）




放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

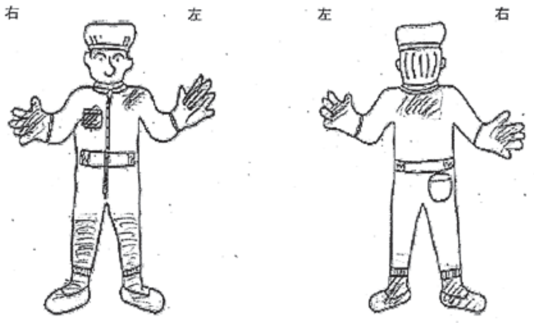
図4.2.16　作業員Bの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

## 身体サーベイ記録

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 H31.3.8 印 | 氏名 | 作業員C [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日 18時18分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ~~A~~ 印 ~~L~~ H31.3.8 A102 H31.3.8 | | |

| 測定結果 | 汚染部位 | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|
| ① | 両手 | α | cpm ( 1.2 Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| ② | カバーオール | α | cpm (2.9×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| ③ | RIシューズ | α | cpm (4.9×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( Bq/cm²) |

(身体汚染部位詳細図)




放射線管理部放射線管理第1課 | 5年間保存

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

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 H31.3.8 印

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

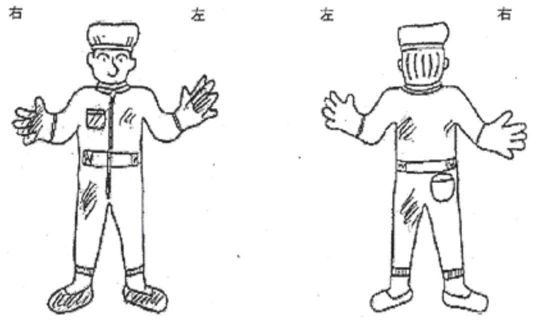
図4.2.17　作業員Cの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

## 身体サーベイ記録

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 H31.3.8 印 | 氏名 | 作業員D [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日 18時33分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ~~ア~~ 印 ~~エ~~ H31.3.8 A102 H31.3.8 | | |

| 測定結果 | 汚染部位 | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|
| ① | 両手 | α | cpm (2.0×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| ② | カバーオール | α | cpm (4.9×10⁻² Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| ③ | RIシューズ | α | cpm (3.6×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( Bq/cm²) |

(身体汚染部位詳細図)




放射線管理部放射線管理第1課 | 5年間保存

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

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 H31.3.8 印

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

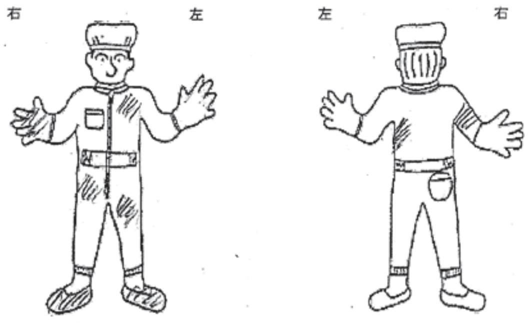
図4.2.18　作業員Dの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

| 当事者 | 所属 | 廃設課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員E [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日17時33分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101 | | |

| | | 汚染部位 | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | 両手 | α | cpm (2.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( ― Bq/cm²) |
| | ② | カバーオール | α | cpm (1.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( ― Bq/cm²) |
| | ③ | RIシューズ | α | cpm (2.9×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( ― Bq/cm²) |
| | ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

（身体汚染部位詳細図）




放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

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

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

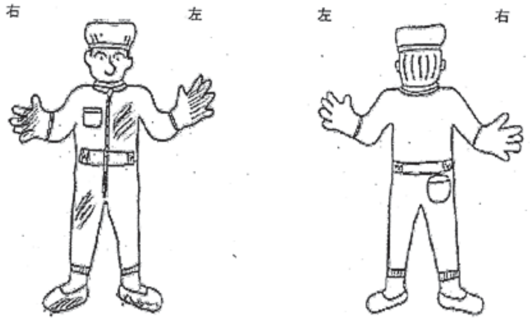
図4.2.19　作業員Eの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

| 当事者 | 所属 | 廃設課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員F [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時57分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ~~A101~~ ㊞ H31.3.8　H31.3.8 A102 | | |

| | | 汚染部位 | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | 両手 | α | cpm (1.8×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( ― Bq/cm²) |
| | ② | カバーオール | α | cpm (1.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( ― Bq/cm²) |
| | ③ | RIシューズ | α | cpm (2.2×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( ― Bq/cm²) |
| | ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

（身体汚染部位詳細図）




放射線管理部放射線管理第1課5年間保存

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

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

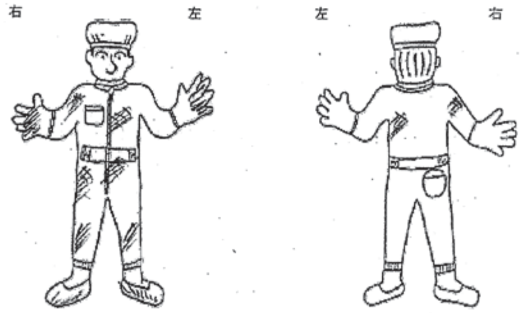
図4.2.20　作業員Fの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員G [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時9分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ~~A~~ ㊞ ~~1~~ H31.3.8 A102 H31.3.8 | | |

| 測定結果 | | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| | ① | 両手 | α | cpm (1.2×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm (— Bq/cm²) |
| | ② | カバーオール | α | cpm (9.6×10⁻² Bq/cm²) |
| | | | β | cpm (— Bq/cm²) |
| | ③ | RIシューズ | α | cpm (1.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm (— Bq/cm²) |
| | ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

(身体汚染部位詳細図)




放射線管理部放射線管理第1課 | 5年間保存

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($70cm^2$) β線用($-cm^2$)とする。

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻
H31.3.8 ㊞

【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。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A-103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

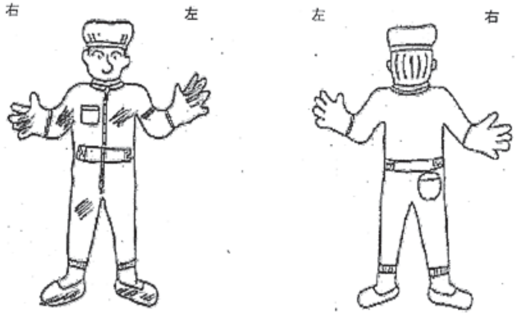
図4.2.21　作業員Gの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

身体サーベイ記録

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員H [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時41分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ~~A~~ ㊞ ~~1~~ H31.3.8 A102 H31.3.8 | | |

| 測定結果 | | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| | ① | 両手 | α | cpm (1.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm (— Bq/cm²) |
| | ② | カバーオール | α | cpm (1.2×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm (— Bq/cm²) |
| | ③ | RIシューズ | α | cpm (1.8×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm (— Bq/cm²) |
| | ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

(身体汚染部位詳細図)




放射線管理部放射線管理第1課 | 5年間保存

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($70cm^2$) β線用($-cm^2$)とする。

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻
H31.3.8 ㊞

【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。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）
- 粉末調整室（A-103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

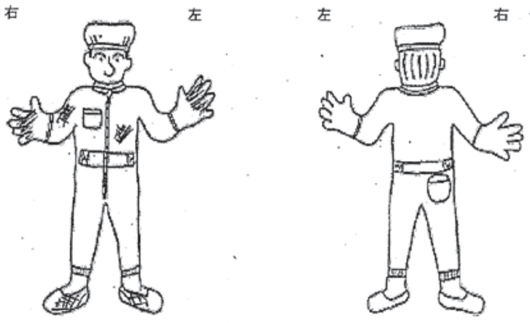
図4.2.22　作業員Hの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

## 身体サーベイ記録

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 H31.3.8 ㊞ | 氏名 | 作業員Ⅰ [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時07分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 ~~A101~~ ㊞ H31.3.8 A102 H31.3.8 | | |

| | | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | 両手 | α | cpm ( 7.2×10⁻² Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ② | カバーオール | α | cpm ( 7.2×10⁻² Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ③ | RIシューズ | α | cpm ( 1.5×10⁻¹ Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( — Bq/cm²) |
| | ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

(身体汚染部位詳細図)




放射線管理部放射線管理第1課 | 5年間保存

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

＊作業員が脱装、身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻
㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（注）

- 粉末調整室（A−103）からの退出後、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身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。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。
- この身体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。
- 枠内は放射線管理記録を示す。

図4.2.23　作業員Iの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

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**

H31.3.8

| | | | |
|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 作業員A [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時43分※ | 測定者 [redacted] |
| | 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

α: $4\times10^{-2}$ Bq/cm$^2$

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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（70cm$^2$）β線用（− cm$^2$）とする。

【様式改訂日】H21.3.31

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

---

別紙

**身体サーベイ記録詳細**

H31.3.8

| | | | |
|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 作業員A [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時43分※ | 測定者 [redacted] |
| | 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（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 頭部（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$^2$） |
| | | α | cpm（ Bq/cm$^2$） |
| | | β | cpm（ Bq/cm$^2$） |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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（70cm$^2$）β線用（− cm$^2$）とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（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身体汚染検査の結果。

・枠内は放射線管理対応記録を示す。

# 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**

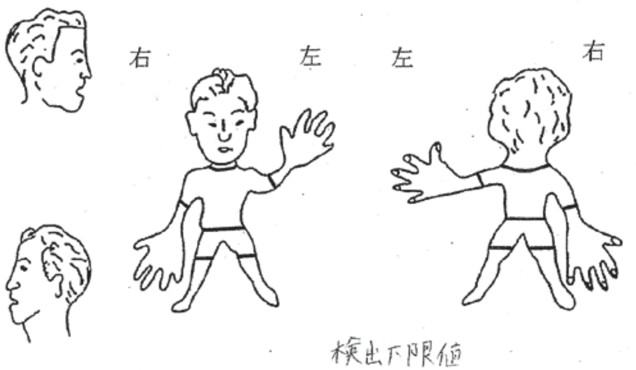
H31.3.8

| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員B [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日17時51分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101 (脱装後) | | |

| | | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ② | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ③ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ④ | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

(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

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 H31.3.8 ㊞

【様式改訂日】H21.3.31

**身体サーベイ記録詳細** 別紙

H31.3.8

| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員B [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日17時51分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101 (脱装後) | | |

| | | 測定部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | 呼吸保護具フィルタ | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ② | 呼吸保護具 面体 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ③ | 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ④ | 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑤ | 首回り全体 ※1 (呼吸保護具締めひも含む) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑥ | 手部 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑦ | 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑧ | 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑨ | 上半身後面 (肩→腕→背部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑩ | 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑪ | 靴底 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑫ | 頭部(顔面,頭髪含む)※2 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | ⑬ | 足うら | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( Bq/cm²) |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤~⑩,⑫,⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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(− cm²)とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 H31.3.8 ㊞

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（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身体汚染検査の結果。
- 枠内は放射線管理対応記録を示す。

# 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

H31.3.8

| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員C [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時18分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101 (脱装後) | | |

| 測定結果 | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|
| ① | | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ② | | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ③ | | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ④ | | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |

(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: $4\times10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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。

* 作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

【様式改訂日】H21.3.31

㊞ H31.3.8

### 身体サーベイ記録詳細

別紙

H31.3.8

| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員C [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時18分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 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/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ② | 呼吸保護具 面体 | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ③ | 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ④ | 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む) | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑤ | 首回り全体※1 (呼吸保護具締めひも含む) | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑥ | 手部 | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑦ | 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部) | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑧ | 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部) | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑨ | 上半身後面 (肩→腕→背部) | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑩ | 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部) | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| ⑪ | 靴底 | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| | 頭部(顔面、頭髪含む)※2 | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| | 足うら | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| | | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |
| | | α | cpm( Bq/cm²) |
| | | β | cpm( Bq/cm²) |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤~⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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。

※ 作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

(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身体汚染検査の結果。
- 枠内は放射線管理対応記録を示す。

## 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

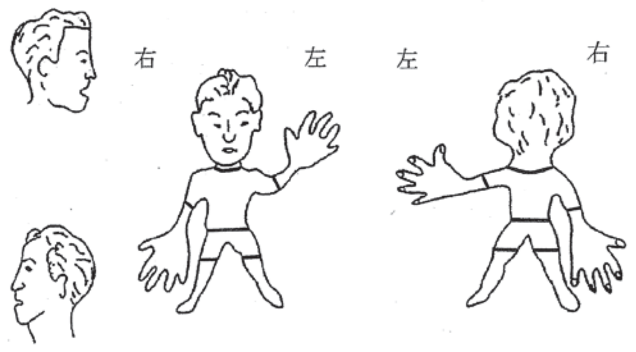
H31.3.8

| | | | |
|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 作業員D [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時33分※ | 測定者 [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101(脱装後) | |

| 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|
| ① | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ② | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ③ | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ④ | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |

(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

$\alpha = 4 \times 10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

【様式改訂日】H21.3.31

## 身体サーベイ記録詳細

別紙

H31.3.8

| | | | |
|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 作業員D [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時33分※ | 測定者 [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101(脱装後) | |

| 測定部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|
| ① 呼吸保護具フィルタ | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ② 呼吸保護具 面体 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ③ 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ④ 頭部全体(呼吸保護具ヘッドバンド含む) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑤ 首回り全体 ※1(呼吸保護具締めひも含む) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑥ 手部 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑦ 上半身前面(肩→腕→胸→腹部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑧ 下半身前面(腰→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑨ 上半身後面(肩→腕→背部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑩ 下半身後面(尻→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑪ 靴底 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑫ 頭部(顔面,頭髪含む)※2 | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| ⑬ 足うら | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |
| | α | cpm ( Bq/cm²) |
| | β | cpm ( Bq/cm²) |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤~⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

(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身体汚染検査の結果。
・枠内は放射線管理対応記録を示す。

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**

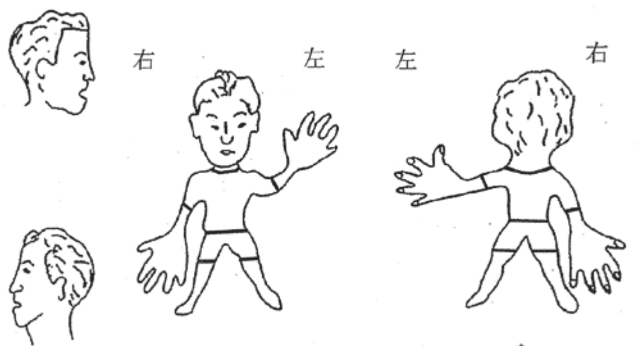
H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員E [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日17時33分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101(脱装後) | | |

| | 汚染部位 | | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ② | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ③ | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ④ | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |

(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: $4 \times 10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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(－ cm²)とする。

*作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

【様式改訂日】H21.3.31

**身体サーベイ記録詳細** 別紙

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員E [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日17時33分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A-101(脱装後) | | |

| | | 測定部位 | | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | 呼吸保護具フィルタ | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ② | 呼吸保護具 面体 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ③ | 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ④ | 頭部全体(呼吸保護具ヘッドバンド含む) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑤ | 首回り全体 *1(呼吸保護具締めひも含む) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑥ | 手部 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑦ | 上半身前面(肩→腕→胸→腹部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑧ | 下半身前面(腰→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑨ | 上半身後面(肩→腕→背部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑩ | 下半身後面(尻→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑪ | 靴底 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑫ | 頭部(顔面,頭髪含む) *2 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑬ | 足うら | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | cpm ( | Bq/cm²) |

*1 全面マスク着用のため締めひもなし

*2 半面マスク脱装後

⑤～⑩ ⑫, ⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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(－ cm²)とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（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身体汚染検査の結果。
・枠内は放射線管理対応記録を示す。

# 図4.2.29 作業員Eの身体汚染検査の結果（脱装後）

別紙

## 身体サーベイ記録

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員F [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時57分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101（脱装後） | | |

| | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ② | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ③ | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ④ | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |

（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

$\alpha: 4\times10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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（－ cm²）とする。

＊作業員が放装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

【様式改訂日】H21.3.31

㊞ H31.3.8

## 身体サーベイ記録詳細

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 廃技課 ㊞ | 氏名 | 作業員F [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時57分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101（脱装後） | | |

| | 測定部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① 呼吸保護具フィルタ | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ② 呼吸保護具 面体 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ③ 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ④ 頭部全体（呼吸保護具ヘッドバンド含む） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑤ 首回り全体 ※1（呼吸保護具締めひも含む） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑥ 手部 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑦ 上半身前面（肩→腕→胸→腹部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑧ 下半身前面（腰→大腿→下腿→足部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑨ 上半身後面（肩→腕→背部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑩ 下半身後面（尻→大腿→下腿→足部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑪ 靴底 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑫ 頭部（顔面、頭髪含む）※2 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑬ 足うら | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | β | cpm（ Bq/cm²） |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤～⑩、⑫、⑬全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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（－ cm²）とする。

※ 作業員が放装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（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身体汚染検査の結果。
- 枠内は放射線管理対応記録を示す。

# 図4.2.30 作業員Fの身体汚染検査の結果（脱装後）

## 身体サーベイ記録

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 ㊞ | 氏名 | 作業員G [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時09分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101（脱装後） | | |

| | | 汚染部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ② | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ③ | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ④ | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |

（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

$\alpha = 4 \times 10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課 5年間保存

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。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

【様式改訂日】H21.3.31

## 身体サーベイ記録詳細

別紙

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 ㊞ | 氏名 | 作業員G [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時09分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101（脱装後） | | |

| | | 測定部位 | | 測定値 注) |
|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | ① | 呼吸保護具フィルタ | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ② | 呼吸保護具 面体 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ③ | 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ④ | 頭部全体（呼吸保護具ヘッドバンド含む） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑤ | 首回り全体※1（呼吸保護具締めひも含む） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑥ | 手部 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑦ | 上半身前面（肩→腕→胸→腹部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑧ | 下半身前面（腰→大腿→下腿→足部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑨ | 上半身後面（肩→腕→背部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑩ | 下半身後面（尻→大腿→下腿→足部） | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑪ | 靴底 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑫ | 頭部（顔面、頭髪含む）※2 | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | ⑬ | 足うら | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | α | cpm（ Bq/cm²） |
| | | | β | cpm（ Bq/cm²） |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤～⑩、⑫、⑬全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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（－ cm²）とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（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身体汚染検査の結果。
・枠内は放射線管理対応記録を示す。

図4.2.31 作業員Gの身体汚染検査の結果（脱装後）

別紙

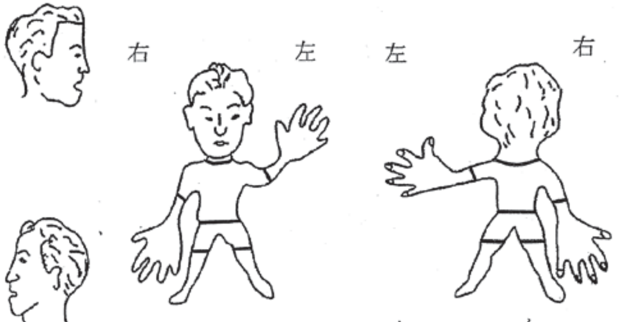
## 身体サーベイ記録

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 ㊞ (H31.3.8) | 氏名 | 作業員H [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年 1月30日18時41分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101 (脱装後) | | |

| 測定結果 | 汚染部位 | | 測定値 注) | |
|---|---|---|---|---|
| | ① | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ② | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ③ | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ④ | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |

(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: $4 \times 10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課|5年間保存

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(− cm²)とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

【様式改訂日】H21.3.31

## 身体サーベイ記録詳細

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 ㊞ (H31.3.8) | 氏名 | 作業員H [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年 1月30日18時41分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 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/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ② | 呼吸保護具 面体 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ③ | 呼吸保護具 排気弁 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ④ | 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑤ | 首回り全体※1 (呼吸保護具締めひも含む) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑥ | 手部 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑦ | 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑧ | 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑨ | 上半身後面 (肩→腕→背部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑩ | 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部) | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑪ | 靴底 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑫ | 頭部(顔面、頭髪含む)※2 | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| ⑬ | 足うら | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | α | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | β | cpm ( | Bq/cm²) |

※1 全面マスク着用のため締めひもなし

※2 半面マスク脱装後

⑤〜⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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(− cm²)とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻 ㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

(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身体汚染検査の結果。
・枠内は放射線管理対応記録を示す。

# 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

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 ㊞ | 氏名 | 作業員Ｉ [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時07分* | 測定者 | [redacted] |
| | 場所 | Pu-2 A101 (脱装後) | | |

| 測定結果 | | 汚染部位 | 測定値 注) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ① | | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ② | | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ③ | | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ④ | | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |

(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

$\alpha = 4 \times 10^{-2}$ Bq/cm²

放射線管理部放射線管理第1課 | 5年間保存

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(170cm²) β線用(－cm²)とする。

＊作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

【様式改訂日】H21.3.31

㊞ H31.3.8

---

別紙

## 身体サーベイ記録詳細

H31.3.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 当事者 | 所属 | 核管課 ㊞ | 氏名 | 作業員Ｉ [redacted] |
| 測定状況 | 日時 | 平成31年1月30日18時07分※ | 測定者 | [redacted] |
| | 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/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ② | 呼吸保護具 面体 | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ③ | 呼吸保護具 排気弁 | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ④ | 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む) | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑤ | 首回り全体 *1 (呼吸保護具締めひも含む) | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑥ | 手部 | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑦ | 上半身前面 (肩→腕→胸→腹部) | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑧ | 下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部) | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑨ | 上半身後面 (肩→腕→背部) | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑩ | 下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部) | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑪ | 靴底 | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑫ | 頭部(顔面、頭髪含む)*2 | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | ⑬ | 足うら | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | α | | cpm ( | Bq/cm²) |
| | | | β | | cpm ( | Bq/cm²) |

*1 全面マスク着用のため締めひもなし

*2 半面マスク脱装後

⑤～⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

放射線管理部放射線管理第1課

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(170 cm²) β線用(－ cm²)とする。

※作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101を退出した時刻

㊞ H31.3.8

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。
㊞は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示します。

（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身体汚染検査の結果。
- 枠内は放射線管理対応記録を示す。

# 図4.2.33 作業員Iの身体汚染検査の結果（脱装後）

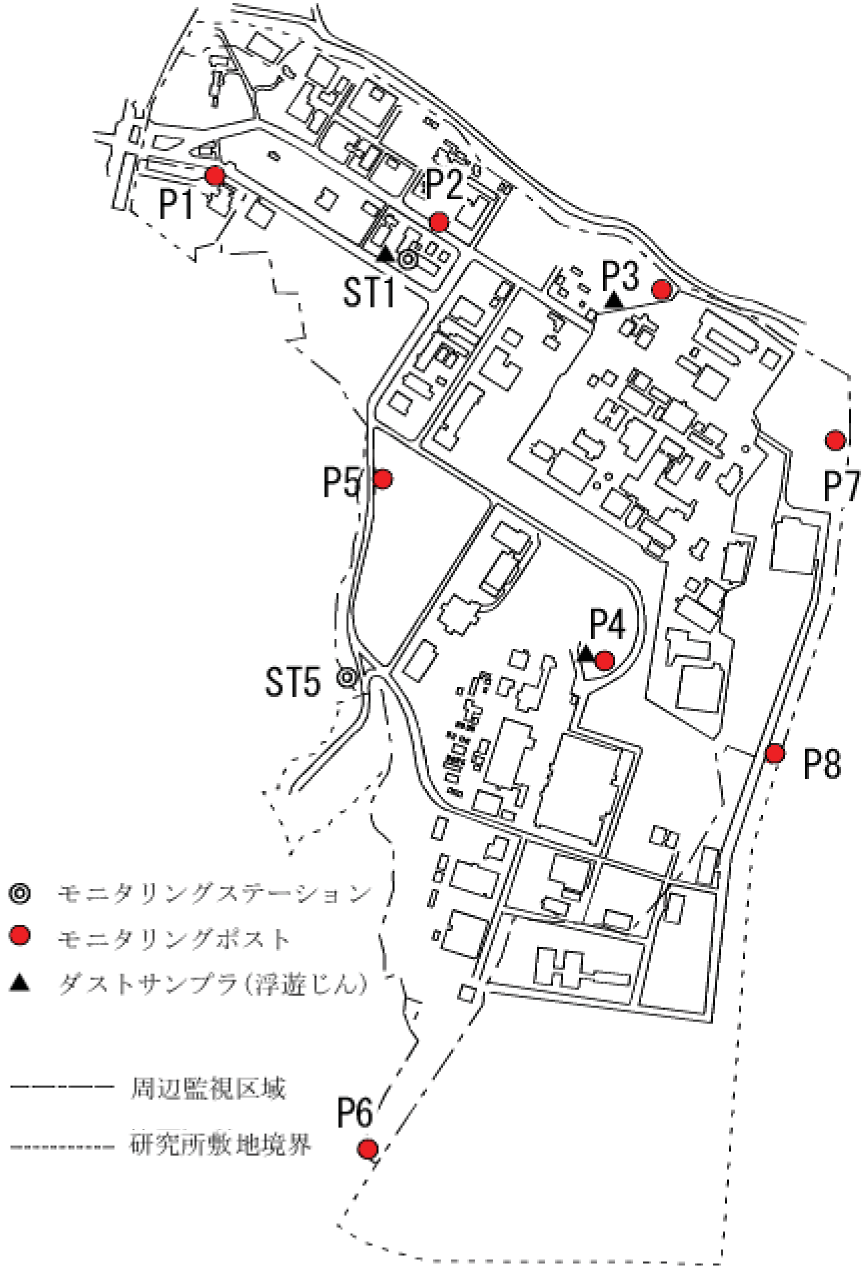
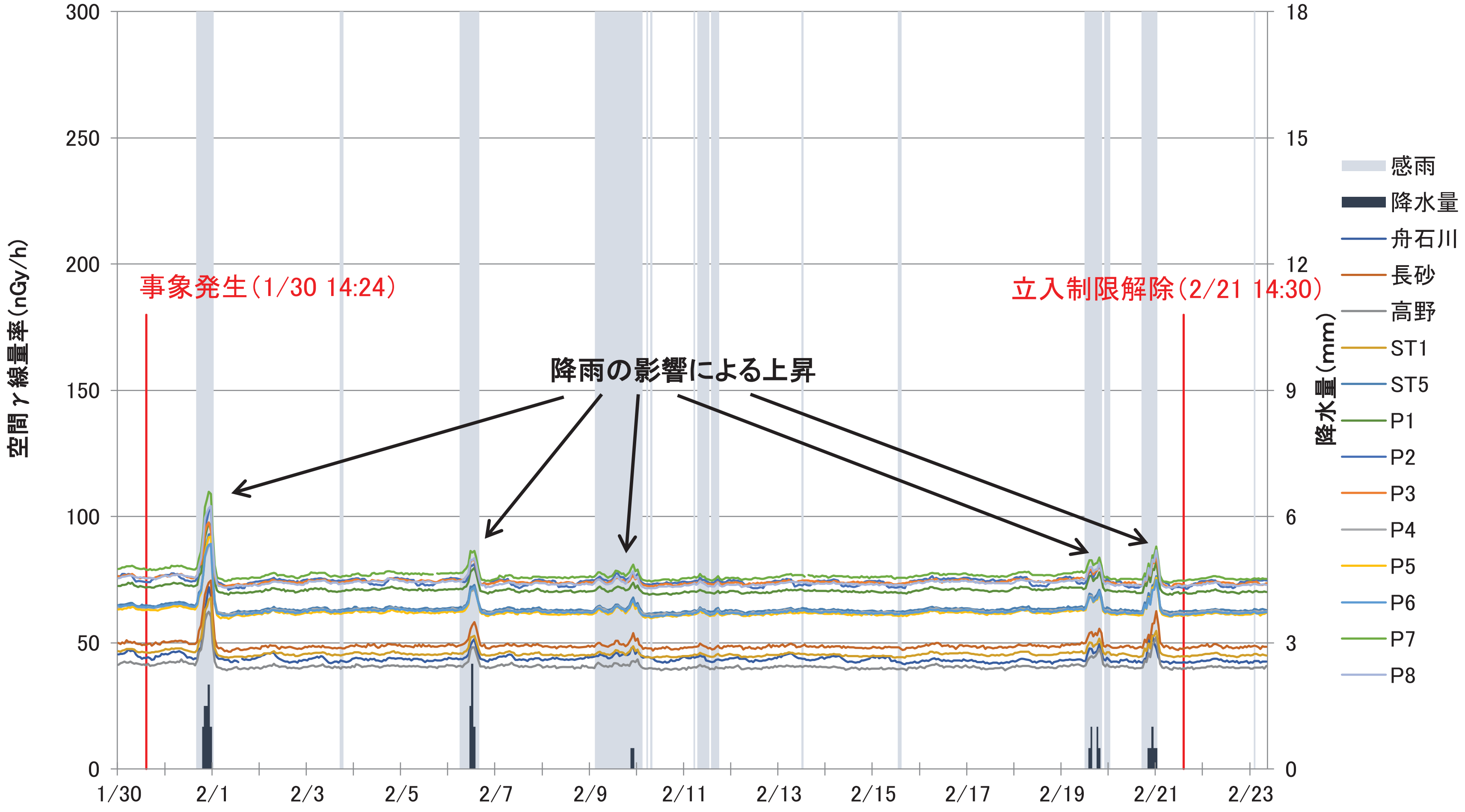



図5.1　周辺監視区域内固定放射線観測局配置




注)事象発生前後において線量率は、通常の変動の範囲内であった。

図5.2　モニタリングポスト指示値のトレンド

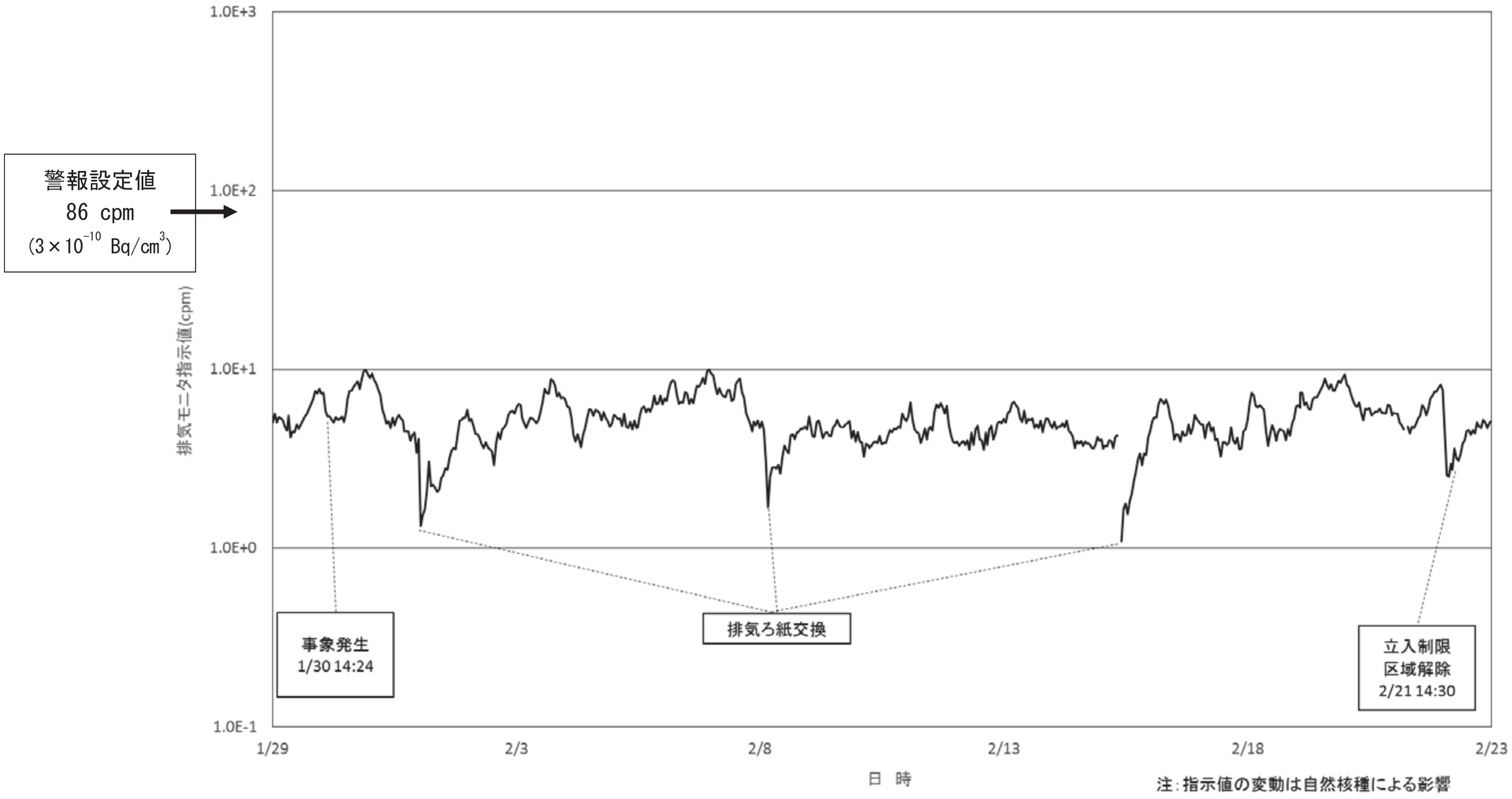



図5.3 プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ指示値のトレンド(全α放射能)

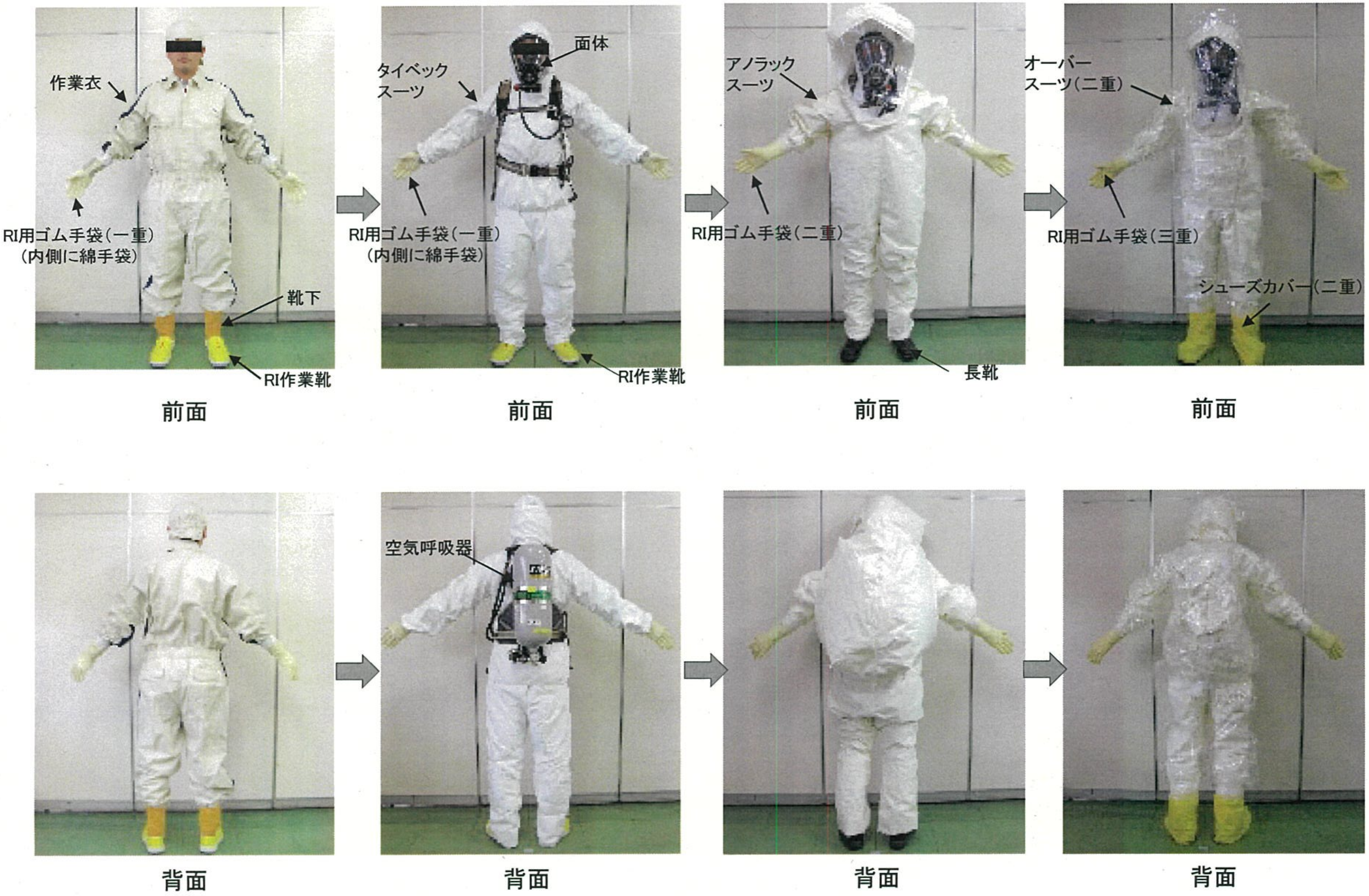
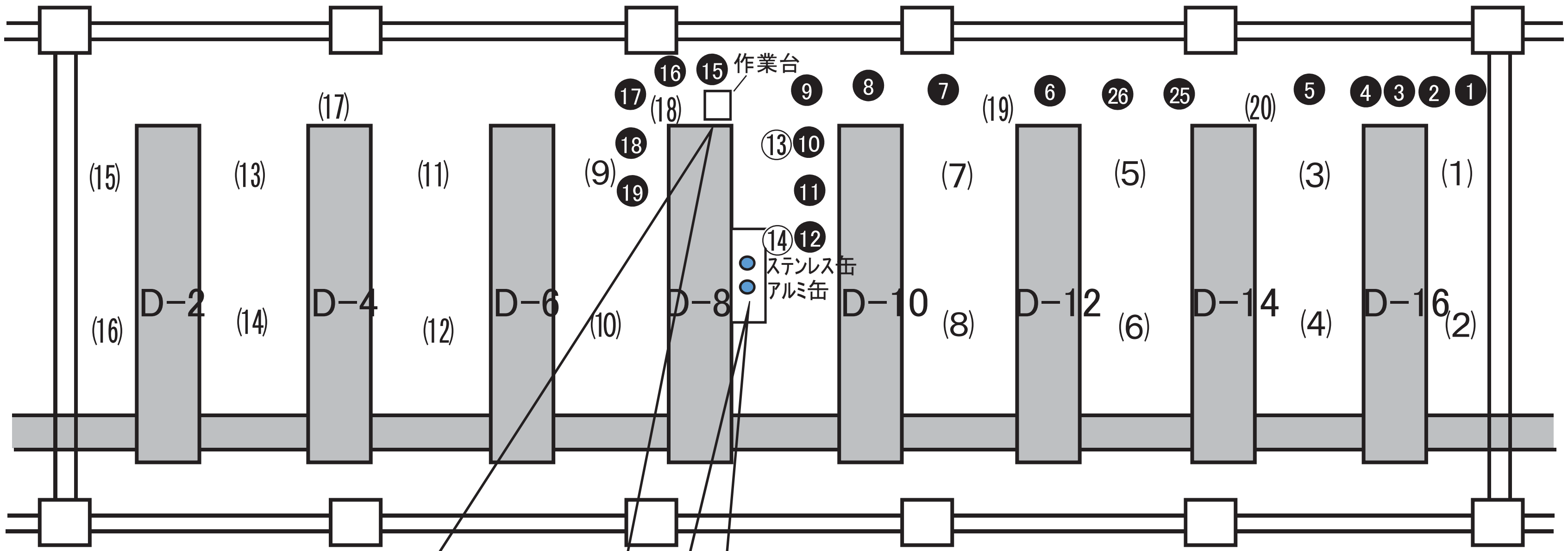


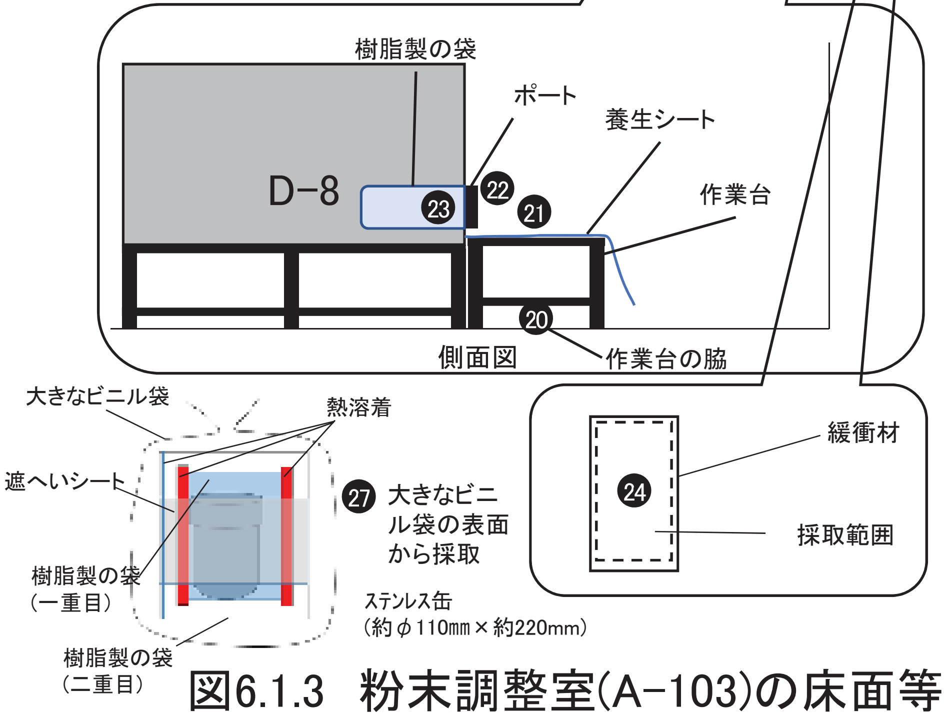

図6.1.1　空気呼吸器の装備状況

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




採取日時：平成31年2月1日
2月4日
測定日時：平成31年2月1日※1
2月4日※2
検出下限値：α線 $4\times10^{-2}$Bq/cm$^2$

単位(Bq/cm$^2$)

| | | |
|---|---|---|
| ❶：0.1 ※2 | ⓫：0.2 ※2 | ㉑：1.5 ※2 |
| ❷：0.3 ※2 | ⓬：0.2 ※2 | ㉒：0.1 ※2 |
| ❸：0.2 ※2 | ⑬：0.4※1 | ㉓：0.2 ※2 |
| ❹：0.2 ※2 | ⑭：0.8※1 | ㉔：0.4 ※2 |
| ❺：0.2 ※2 | ⓯：0.7 ※2 | ㉕：0.3 ※2 |
| ❻：0.8 ※2 | ⓰：0.04 ※2 | ㉖：0.7 ※2 |
| ❼：0.3 ※2 | ⓱：0.1 ※2 | ㉗：0.2 ※2 |
| ❽：0.3 ※2 | ⓲：0.2 ※2 | |
| ❾：0.1 ※2 | ⓳：0.2 ※2 | |
| ❿：検出下限値未満 | ⓴：1.4 ※2 | |

○はスミヤ　●はネルスミヤ

採取日時：平成31年1月30日
測定日時：平成31年1月30日
検出下限値：α線 $4\times10^{-2}$Bq/cm$^2$

単位(Bq/cm$^2$)

| | |
|---|---|
| (1)：0.1 | (11)：0.7 |
| (2)：0.3 | (12)：0.6 |
| (3)：0.1 | (13)：0.3 |
| (4)：0.3 | (14)：0.3 |
| (5)：0.5 | (15)：0.1 |
| (6)：0.6 | (16)：0.2 |
| (7)：0.8 | (17)：0.5 |
| (8)：0.8 | (18)：0.6 |
| (9)：1.1 | (19)：0.3 |
| (10)：0.4 | (20)：0.3 |

図6.1.3　粉末調整室(A-103)の床面等の汚染検査の結果(2月4日　17時現在)

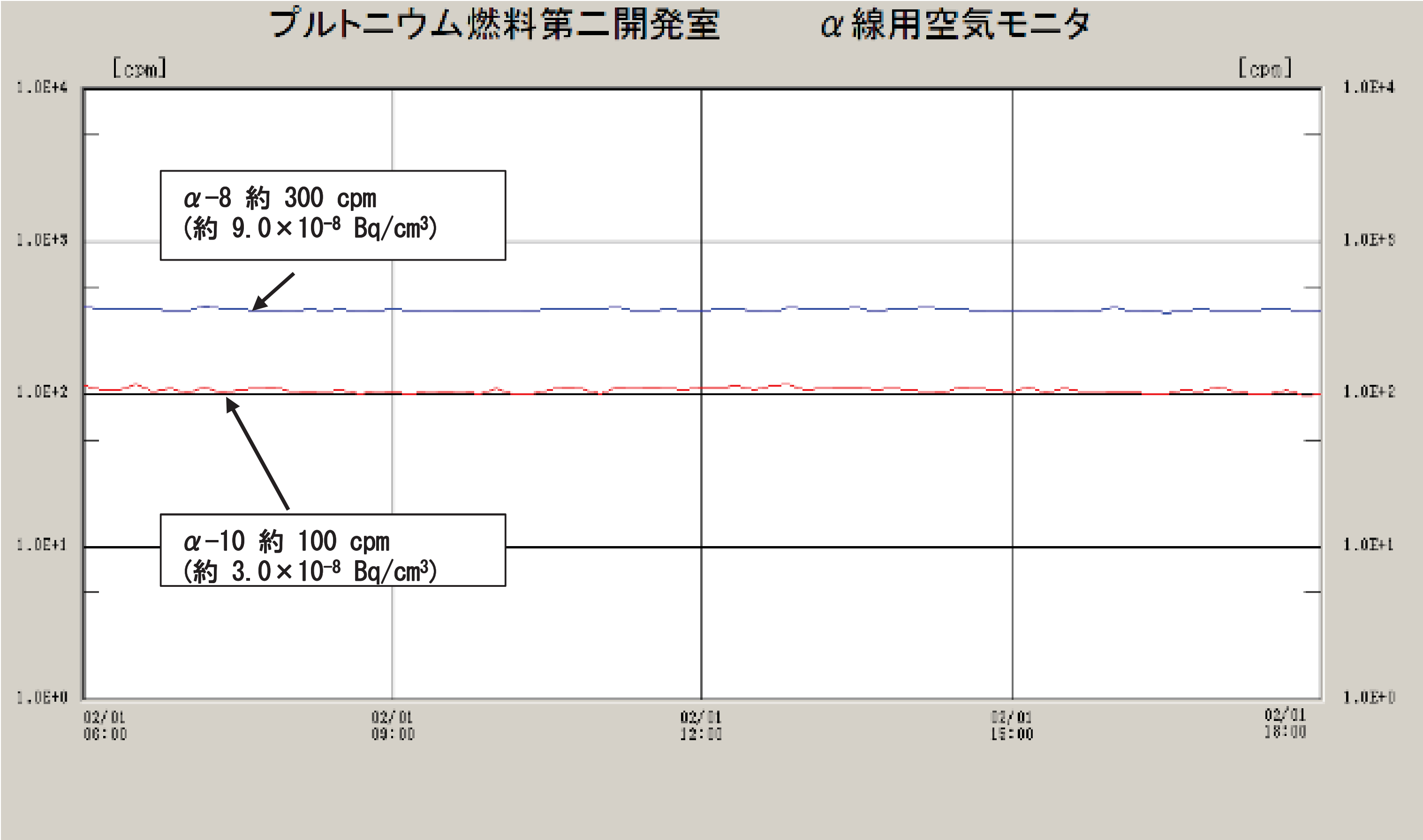
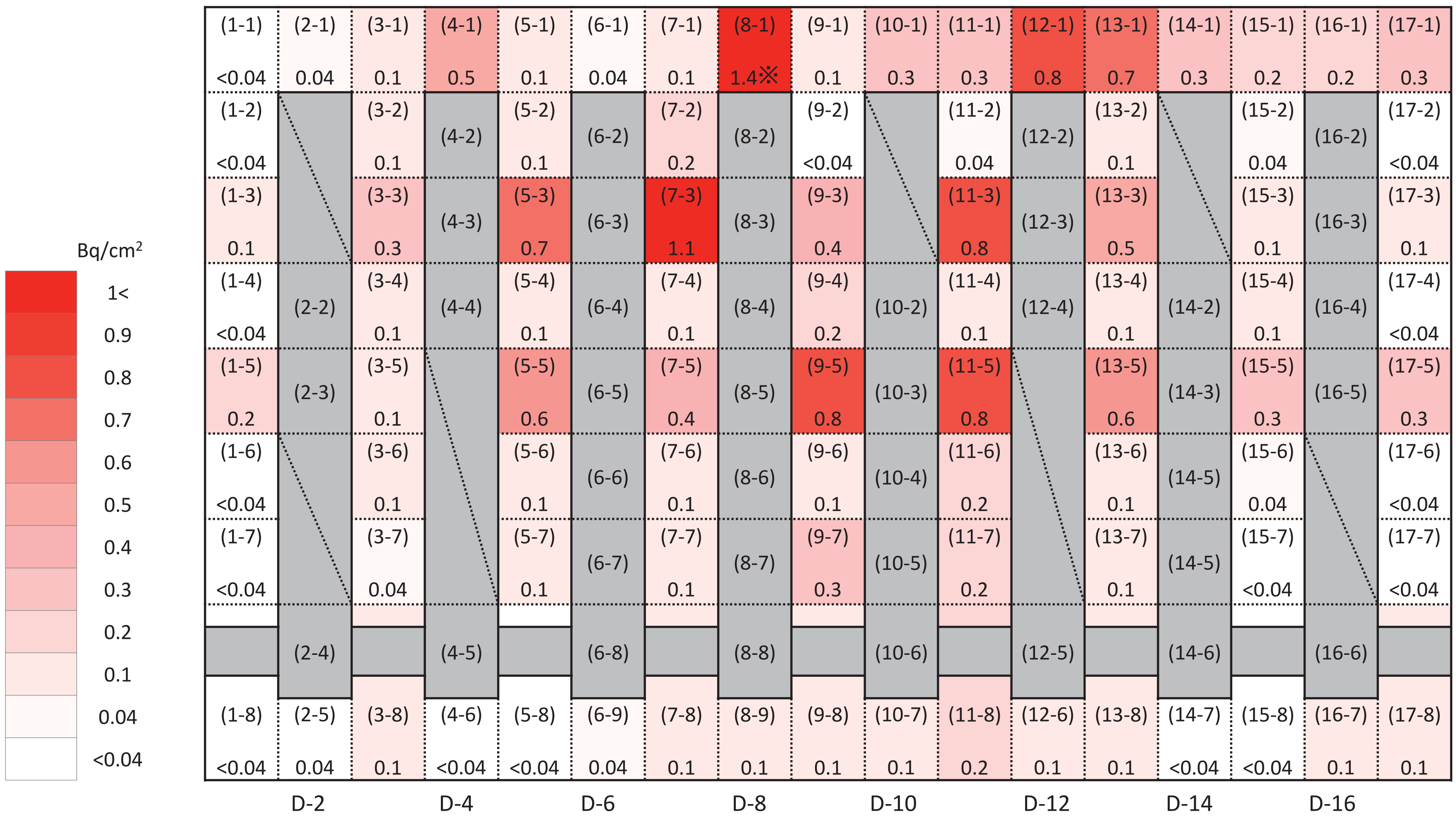
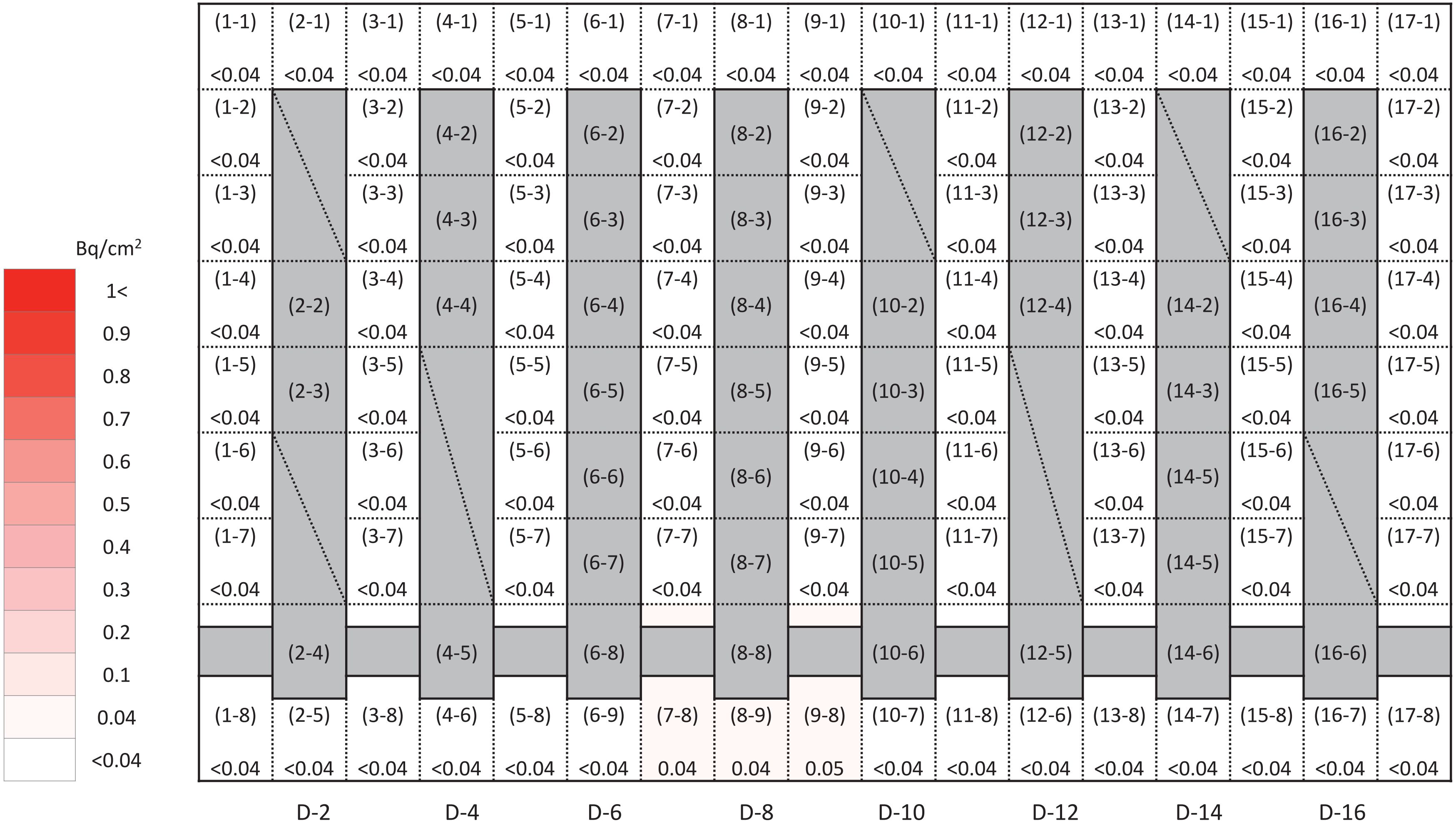



図6.1.4　α線用空気モニタ(α-8、α-10)指示値のトレンド(2月1日の作業時)




()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・除染作業の防護装備

- 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防護装備

平成31年2月15日現在

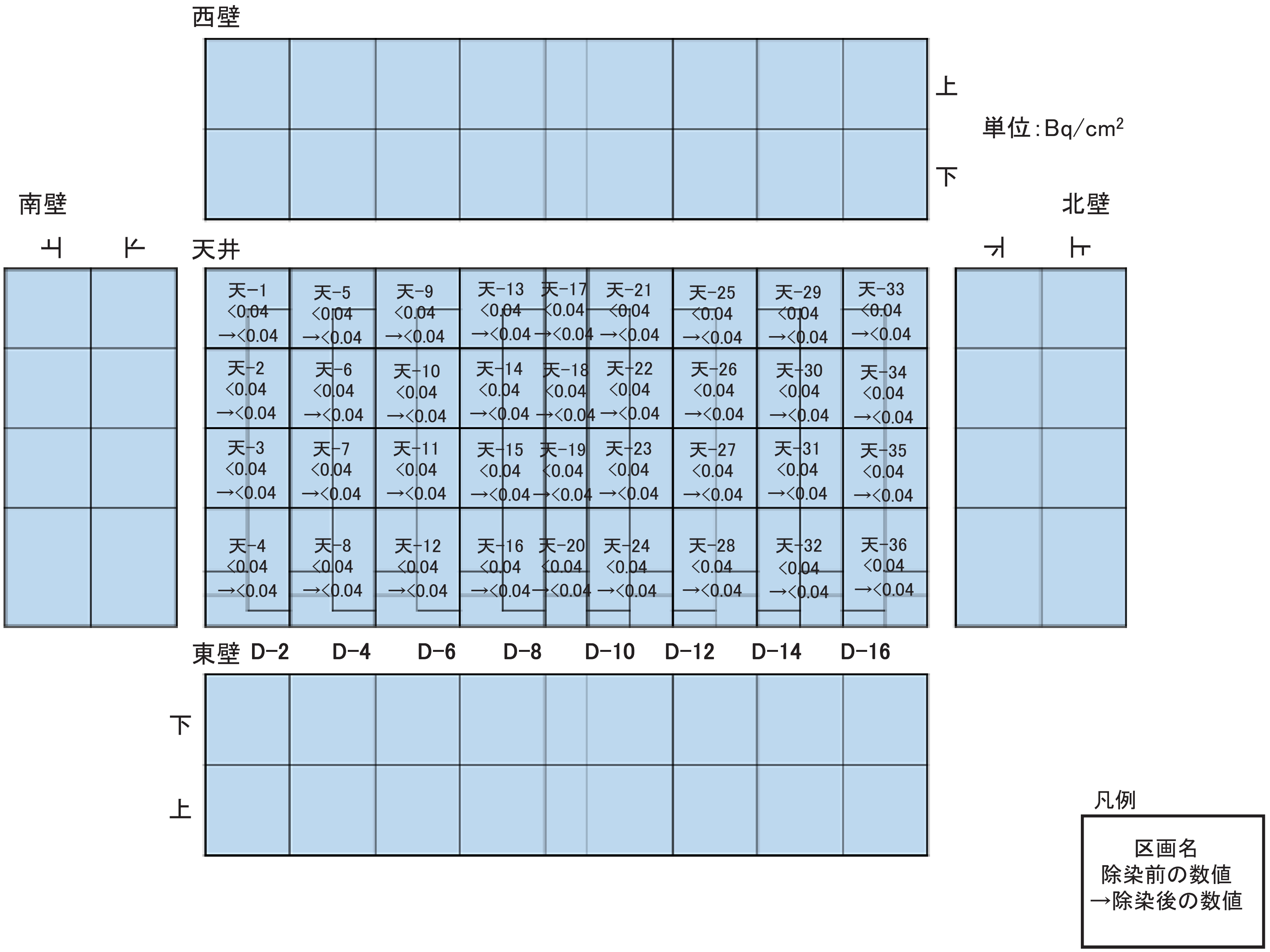



図6.3.2 除染前後の天井面の表面密度測定結果

平成31年2月15日現在

単位：Bq/cm²

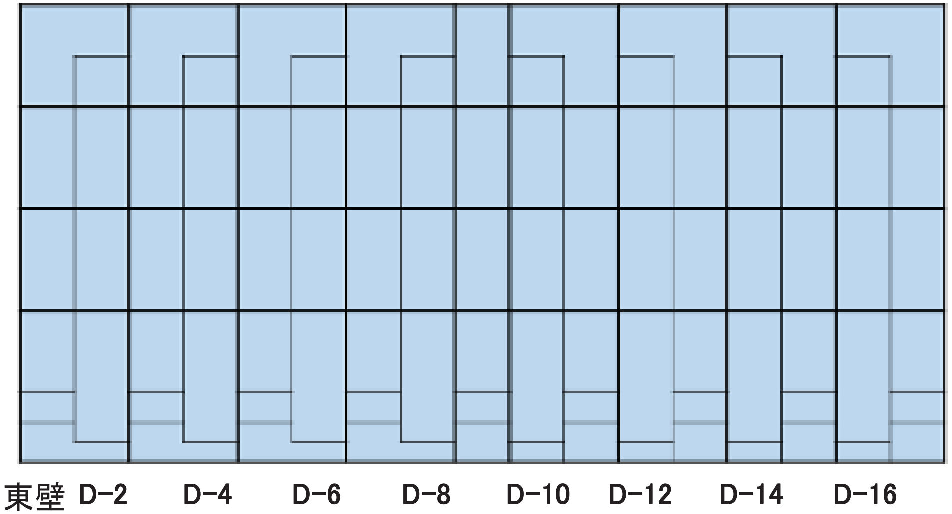
西壁

| | W1 | W2 | W3 | W4 | W5 | W6 | W7 | W8 | W9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 上 | W1-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W2-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W3-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W4-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W5-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W6-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W7-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W8-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W9-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 |
| 下 | W1-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W2-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W3-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W4-2<br>0.04<br>↓<br><0.04 | W5-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W6-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W7-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W8-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | W9-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 |

南壁

| 上 | 下 |
|---|---|
| S1-1<br><0.04<br>→<br><0.04 | S1-2<br><0.04<br>→<br><0.04 |
| S2-1<br><0.04<br>→<br><0.04 | S2-2<br><0.04<br>→<br><0.04 |
| S3-1<br><0.04<br>→<br><0.04 | S3-2<br><0.04<br>→<br><0.04 |
| S4-1<br><0.04<br>→<br><0.04 | S4-2<br><0.04<br>→<br><0.04 |

天井




北壁

| 下 | 上 |
|---|---|
| N1-2<br><0.04<br>→<br><0.04 | N1-1<br><0.04<br>→<br><0.04 |
| N2-2<br><0.04<br>→<br><0.04 | N2-1<br><0.04<br>→<br><0.04 |
| N3-2<br><0.04<br>→<br><0.04 | N3-1<br><0.04<br>→<br><0.04 |
| N4-2<br><0.04<br>→<br><0.04 | N4-1<br><0.04<br>→<br><0.04 |

東壁

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 下 | E1-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E2-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E3-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E4-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E5-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E6-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E7-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E8-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E9-2<br><0.04<br>↓<br><0.04 |
| 上 | E1-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E2-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E3-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E4-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E5-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E6-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E7-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E8-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 | E9-1<br><0.04<br>↓<br><0.04 |

凡例

| 区画名<br>除染前の数値<br>→除染後の数値 |
|---|

図6.3.3 除染前後の壁面の表面密度測定結果

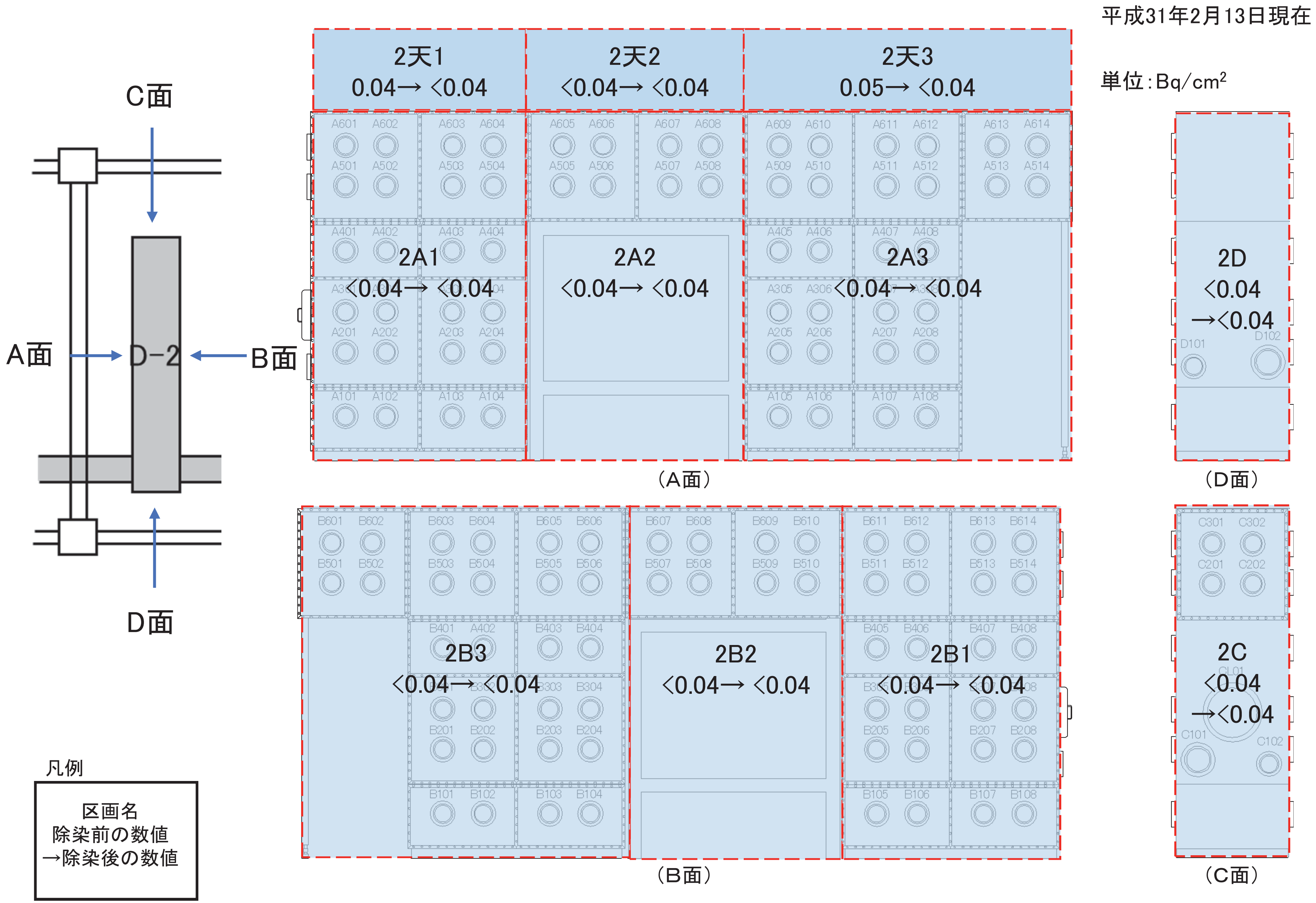



図6.3.4　除染前後のグローブボックスNo.D-2の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位:Bq/cm$^2$

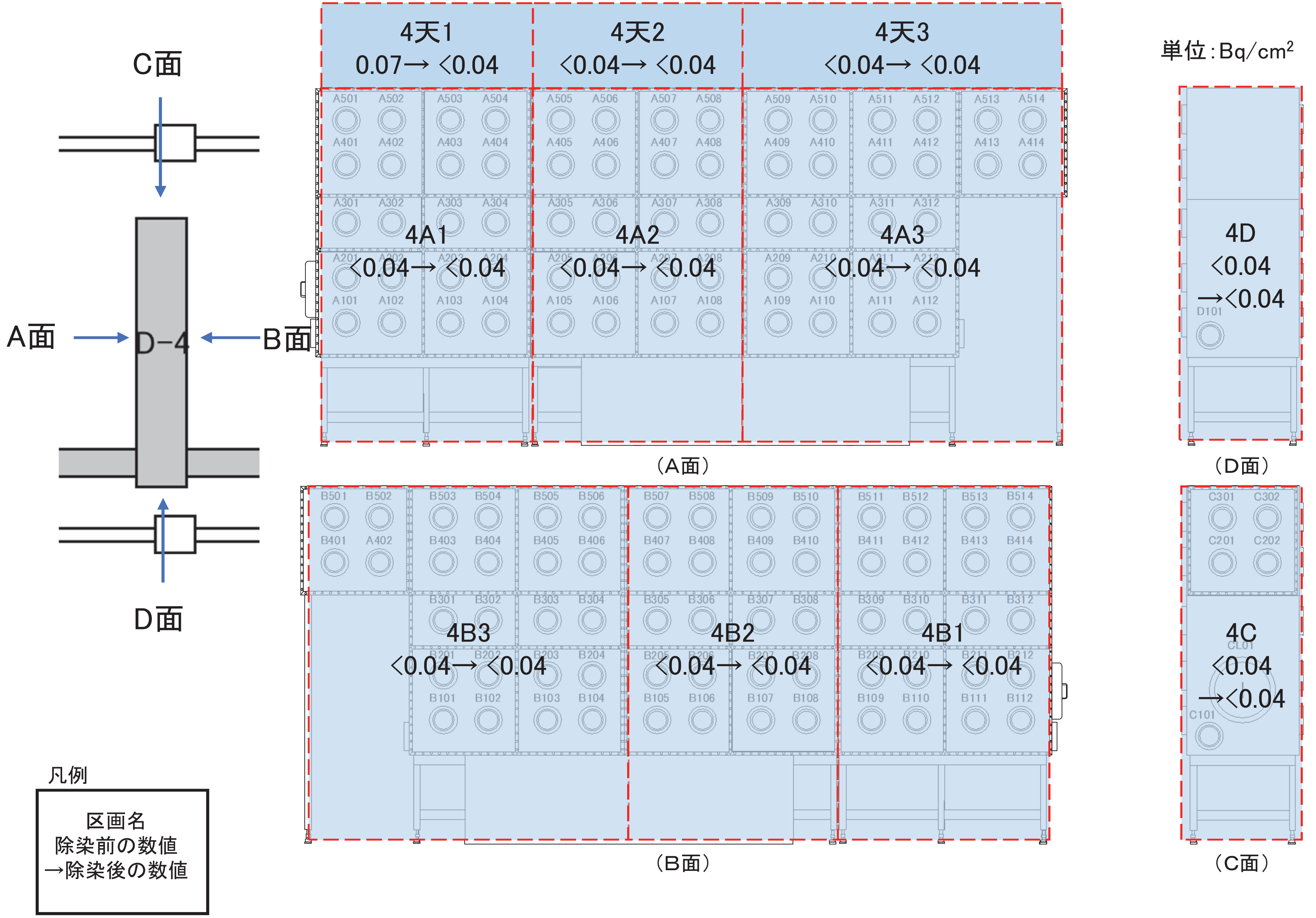



図6.3.5　除染前後のグローブボックスNo.D-4の表面密度測定結果

平成31年2月15日現在

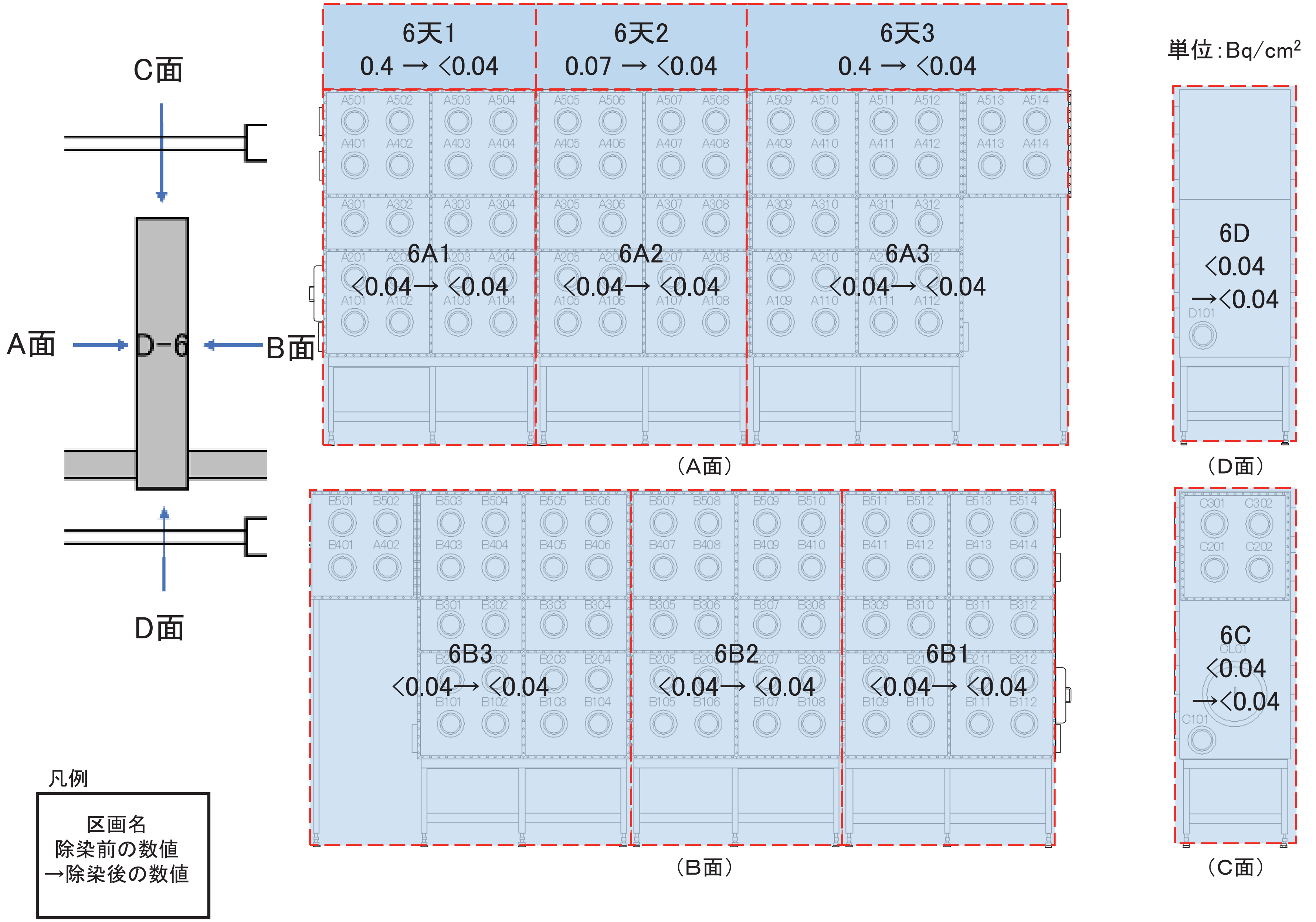



図6.3.6　除染前後のグローブボックスNo.D-6の表面密度測定結果

平成31年2月15日現在

単位:Bq/cm$^2$

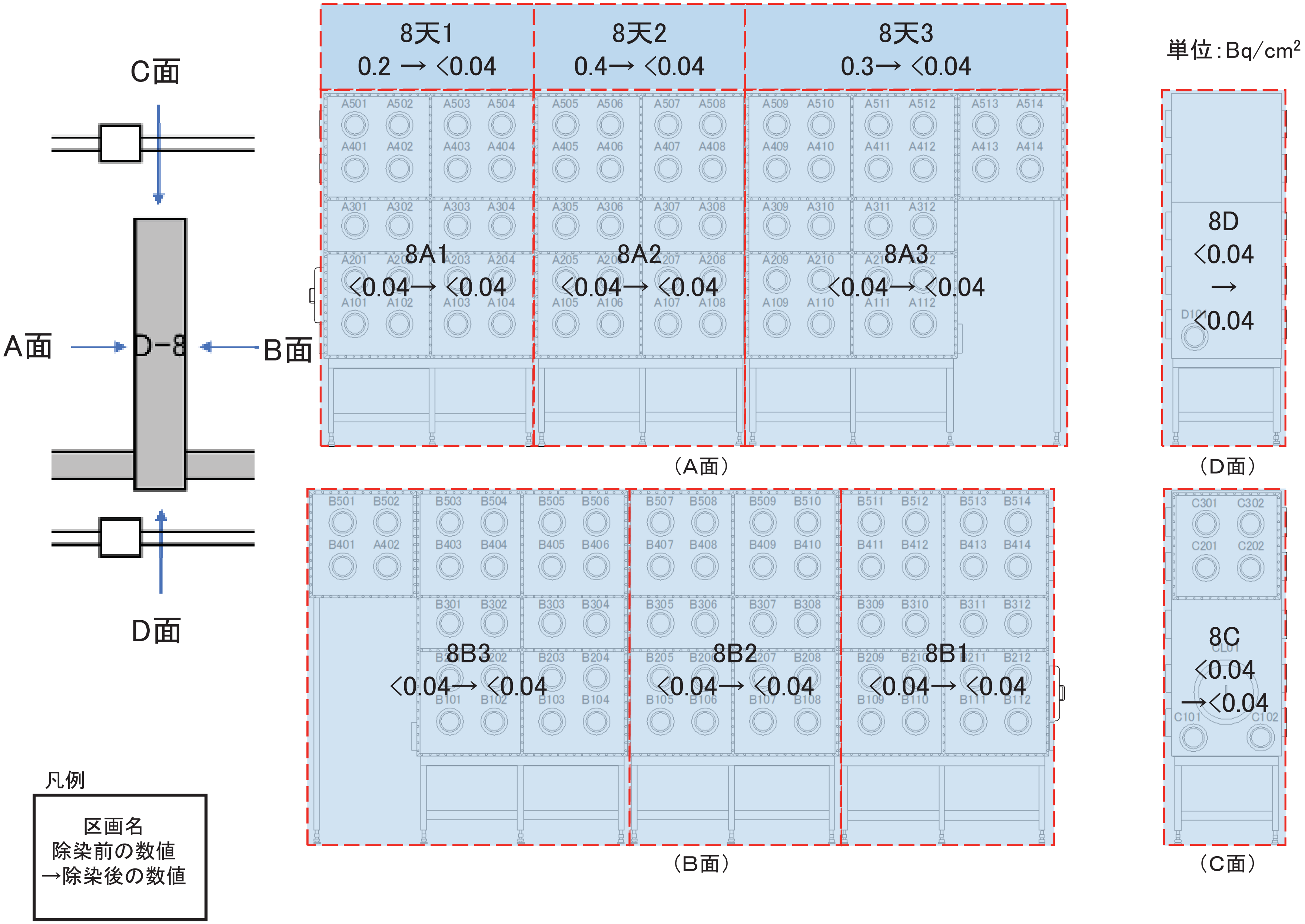



図6.3.7　除染前後のグローブボックスNo.D-8の表面密度測定結果

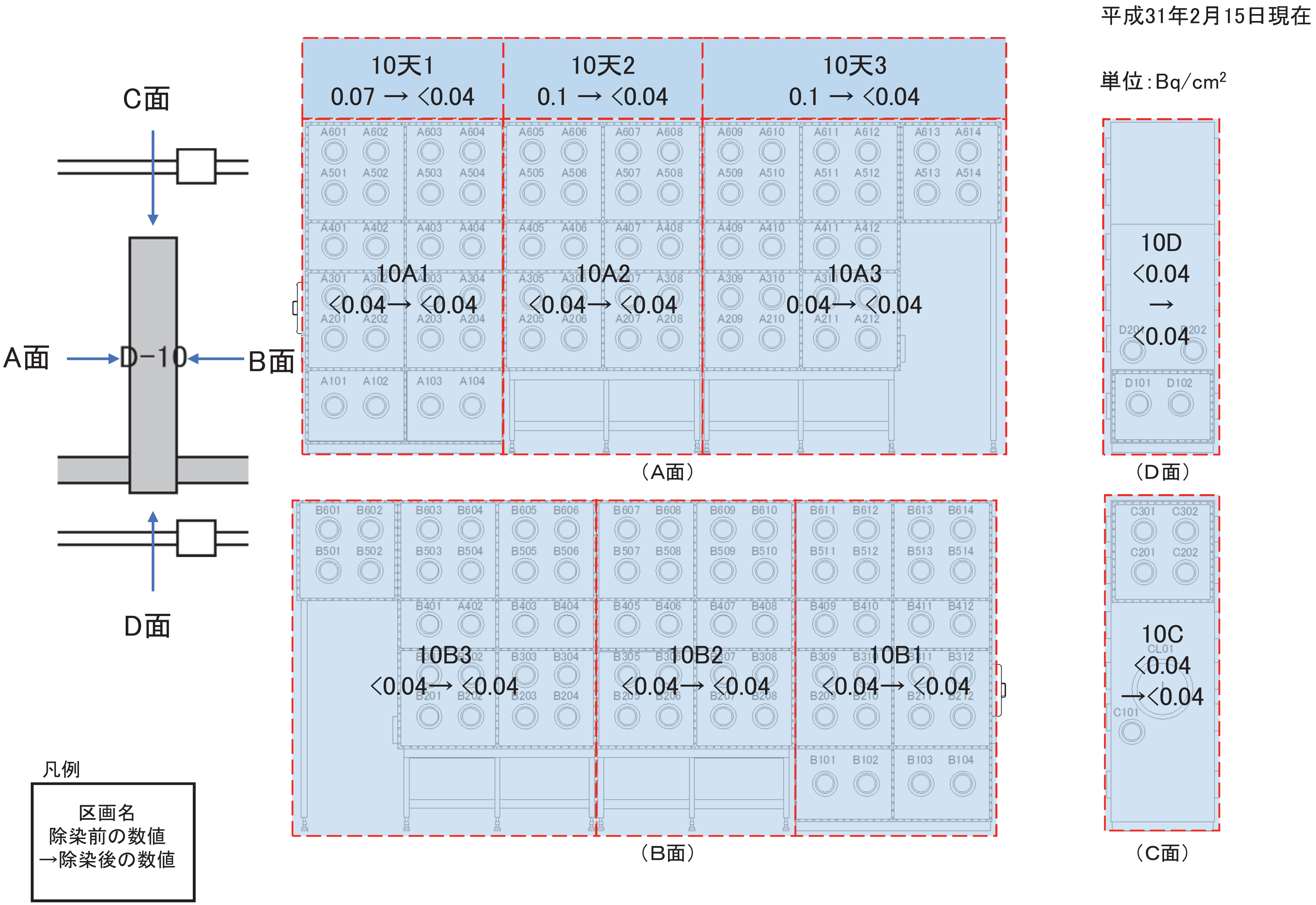



図6.3.8 除染前後のグローブボックスNo.D-10の表面密度測定結果

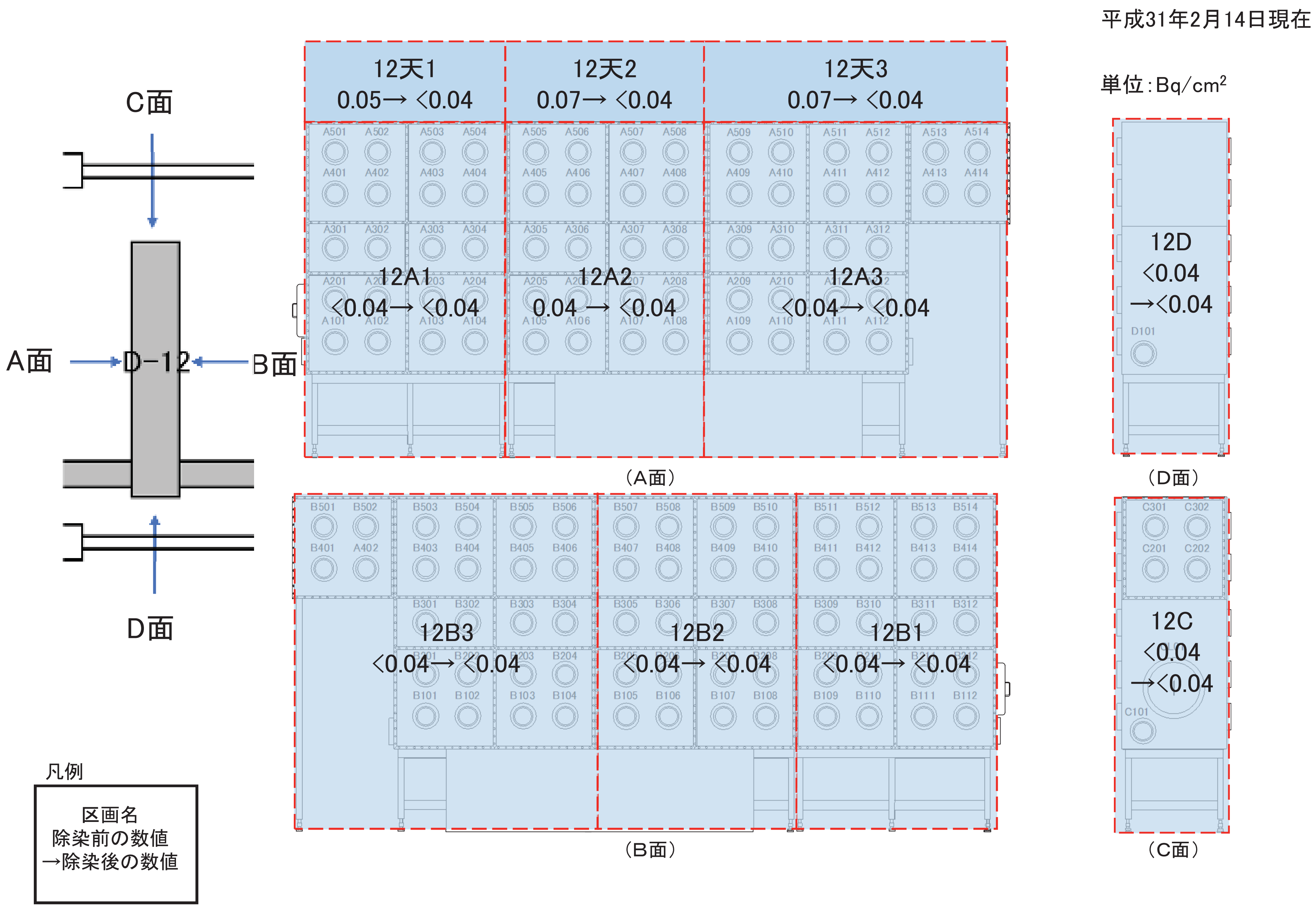



図6.3.9　除染前後のグローブボックスNo.D-12の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位：Bq/cm$^2$

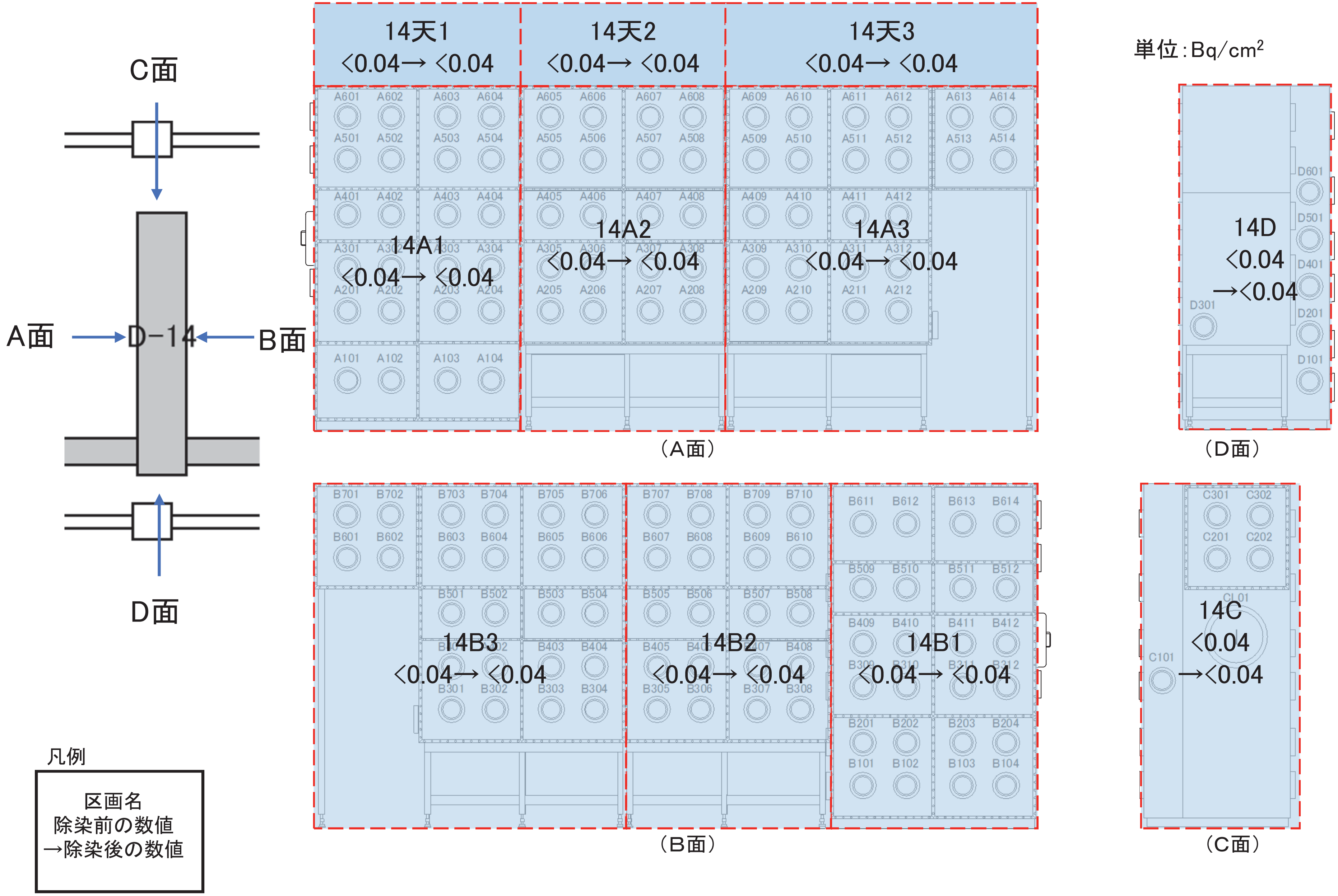



図6.3.10　除染前後のグローブボックスNo.D-14の表面密度測定結果

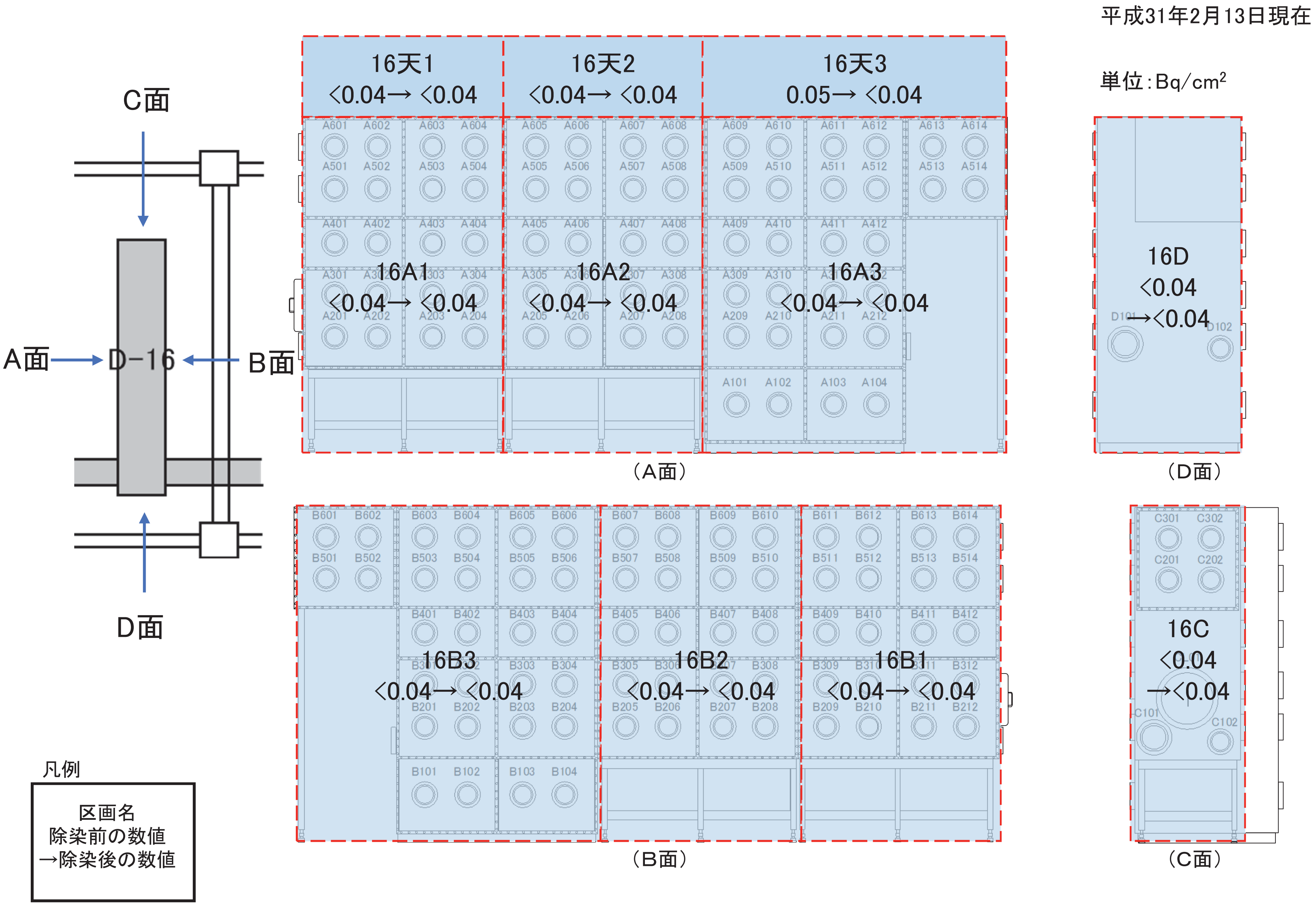



図6.3.11　除染前後のグローブボックスNo.D-16の表面密度測定結果

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

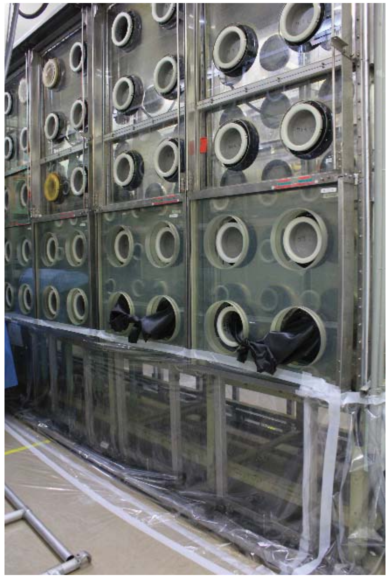
D-2　D-4　D-6　D-8　D-10　D-12　D-14　D-16

単位:Bq/cm$^2$

凡例

区画名
除染前又は、簡易除染後の数値
→除染後の数値

図6.3.12　除染前後の床面の表面密度測定結果



グローブボックスの下部、
床面

グローブボックスのポンプ類

制御盤

図6.3.13　立入制限区域解除後の粉末調整室(A-103)の養生状況

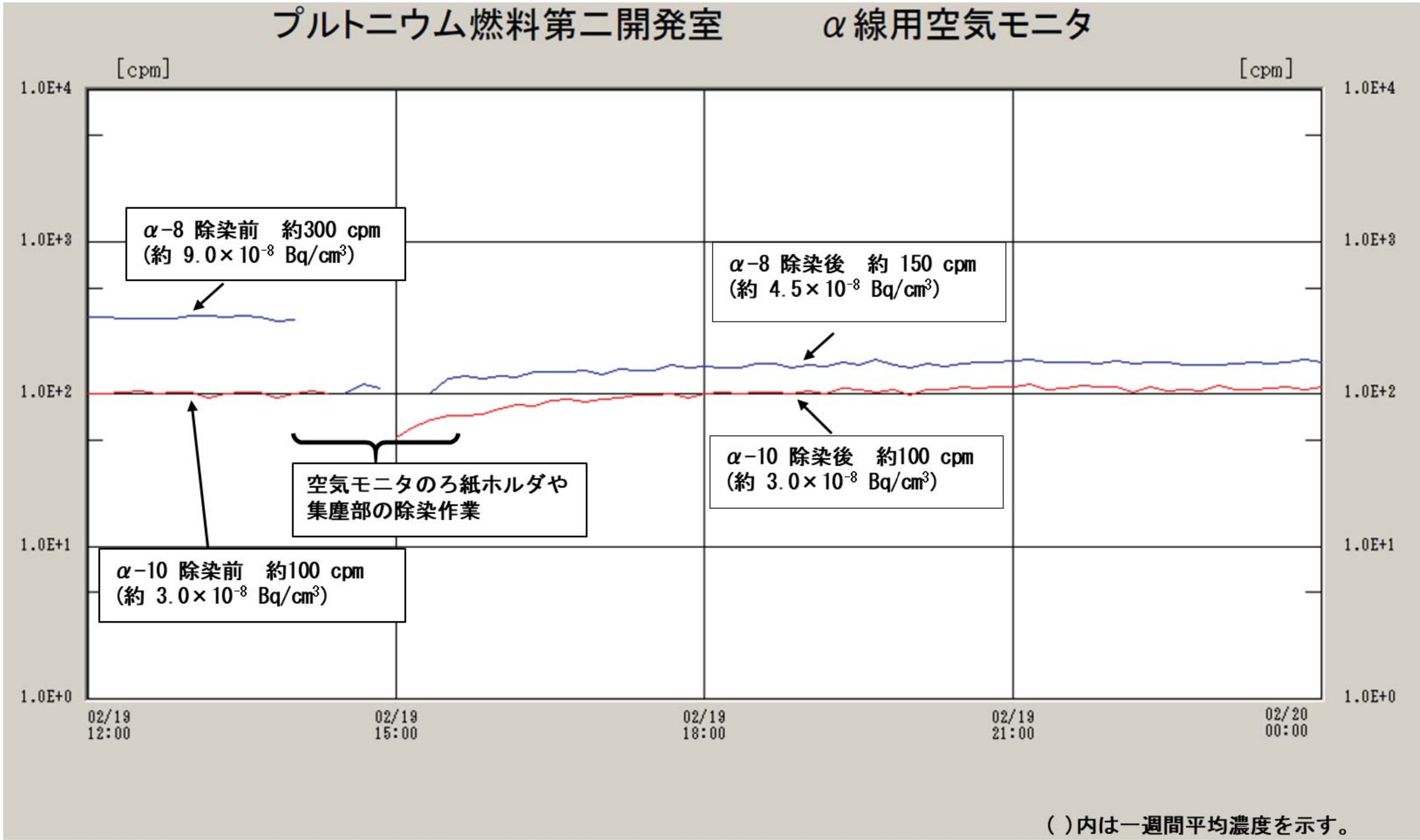
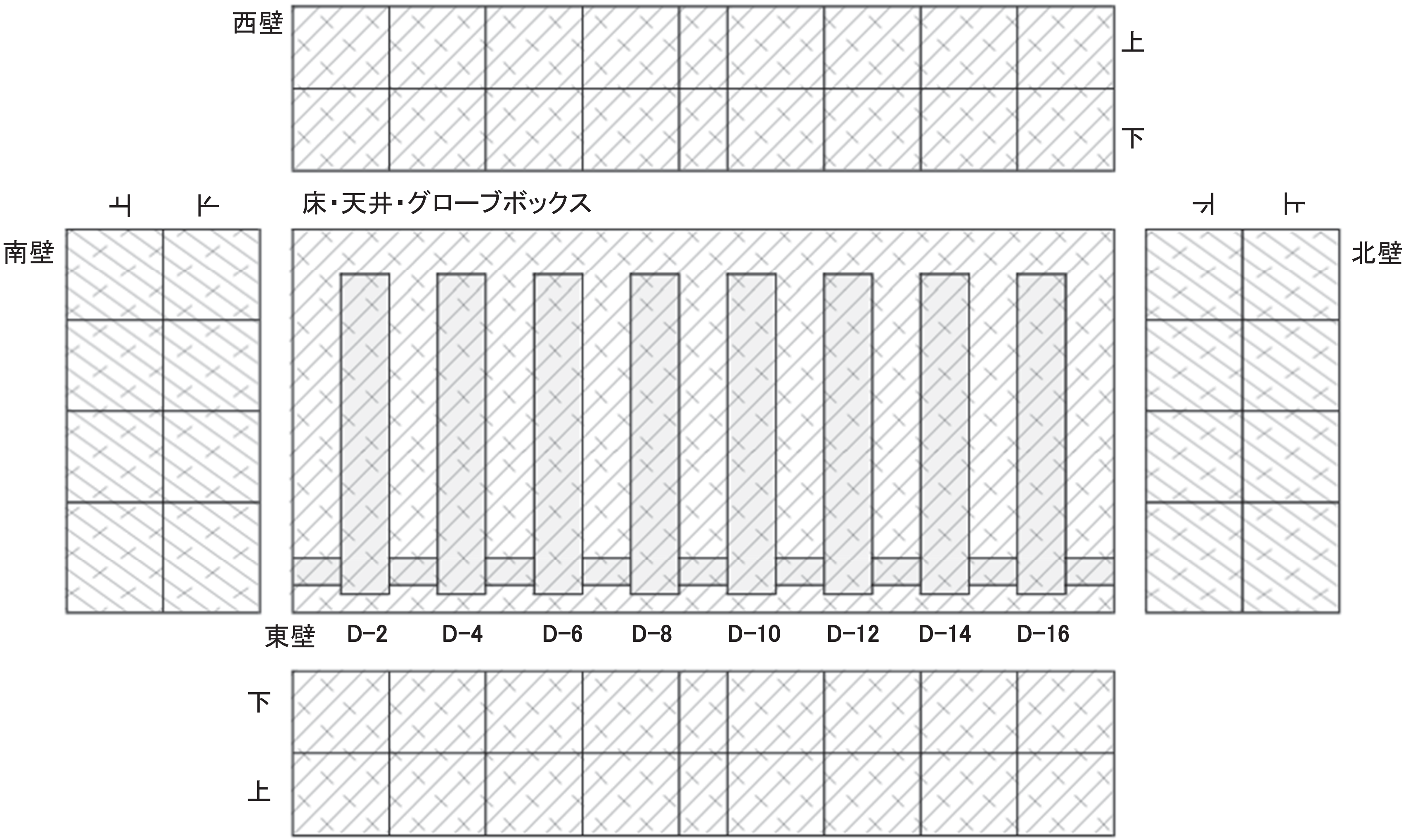



図6.4.1　α線用空気モニタ(α-8、α-10)指示値のトレンド(除染前後)




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)

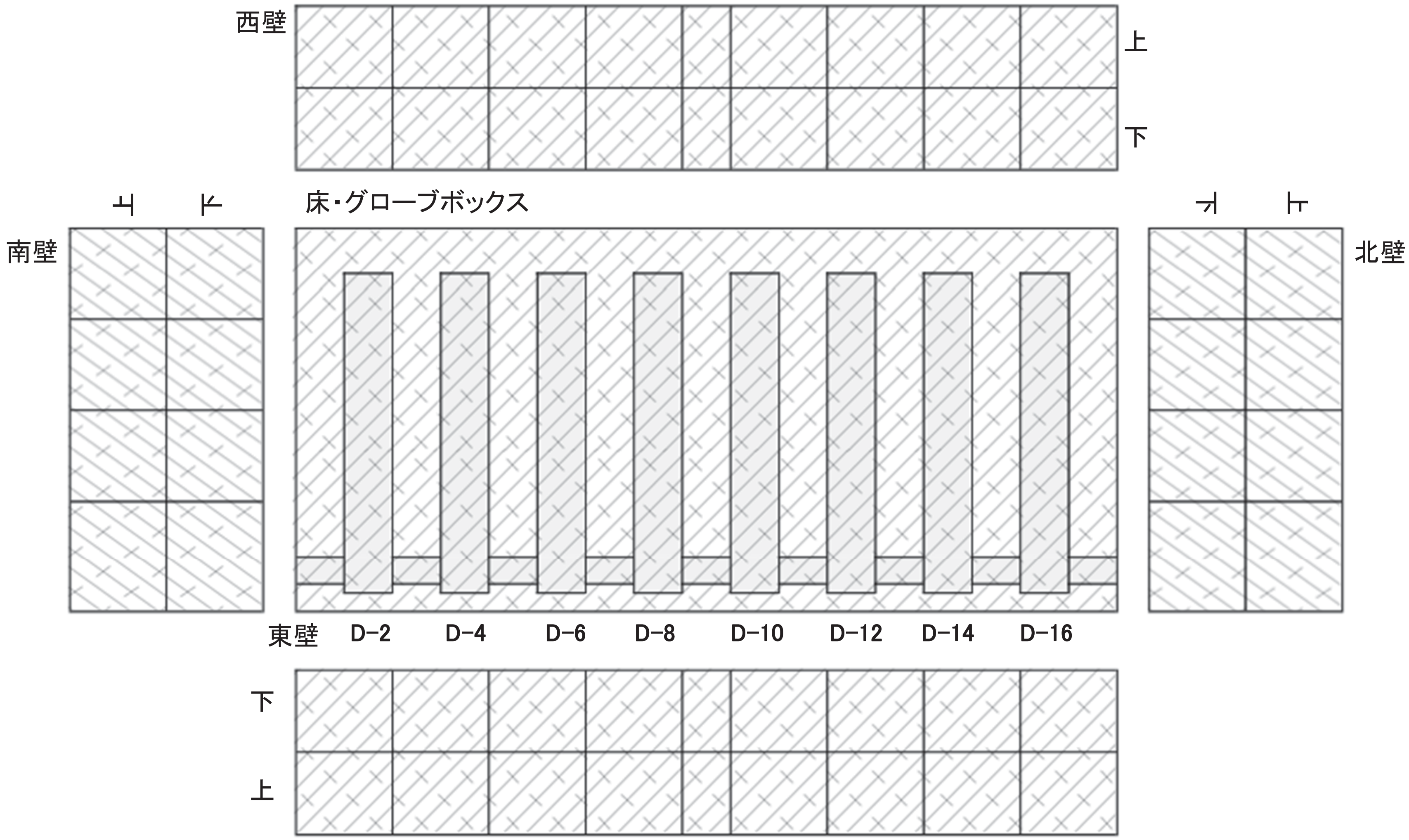
測定日時:平成31年2月20日 16時21分

測定結果:全て管理目標値以下

管理目標値: $\alpha$ 線 $4\times10^{-2}$ Bq/cm$^2$

検出下限値: $\alpha$ 線 $4\times10^{-2}$ Bq/cm$^2$

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：$\alpha$線 $4\times10^{-2}$ Bq/cm$^2$
検出下限値：$\alpha$線 $4\times10^{-2}$ Bq/cm$^2$

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

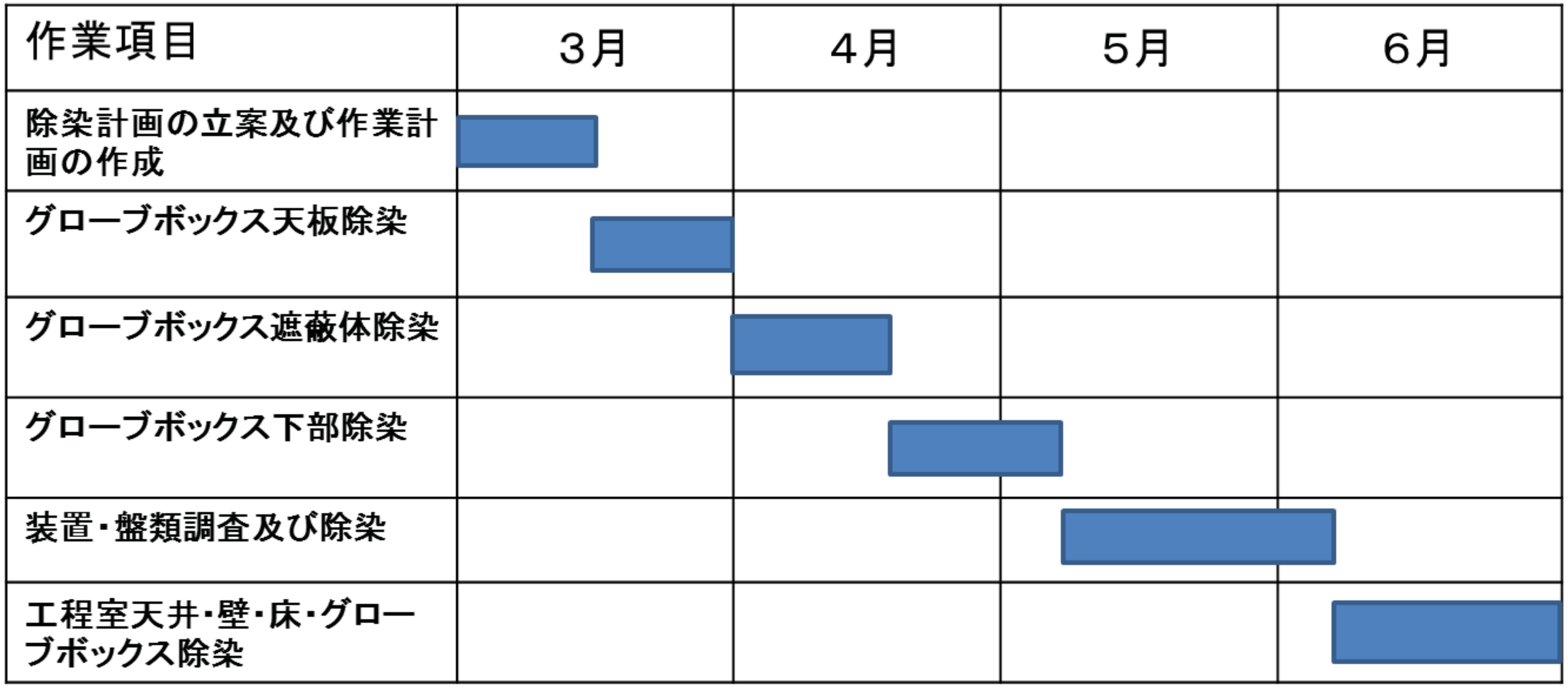



図6.6.1 粉末調整室(A-103)の除染作業スケジュール

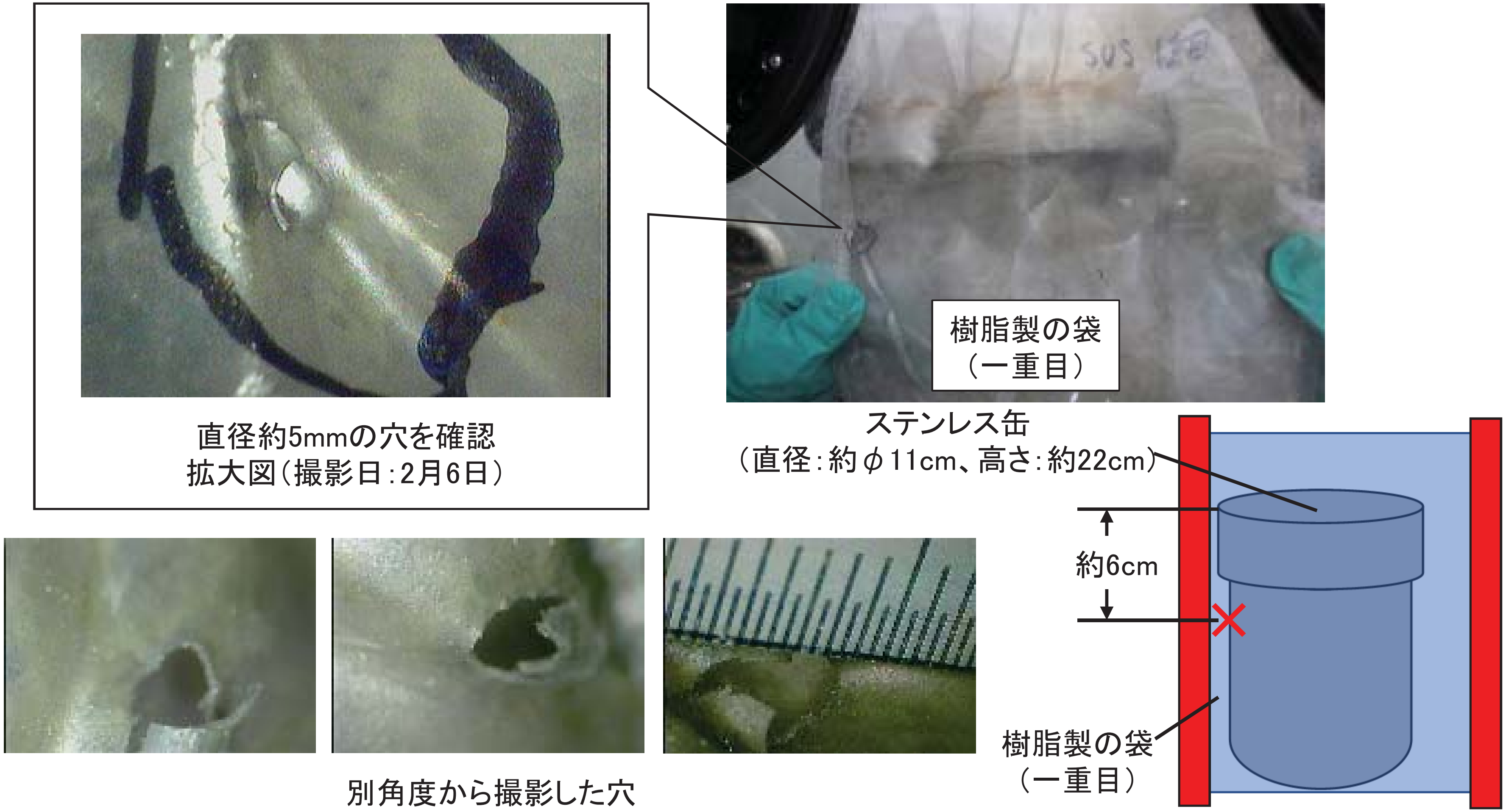
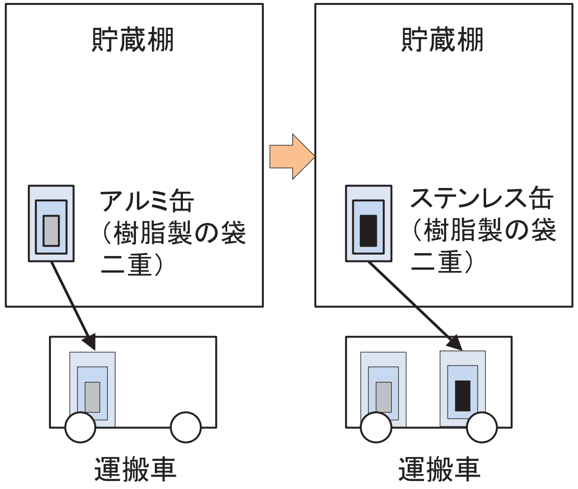



図7.1.1　ステンレス缶の一重目の樹脂製の袋の観察結果

## 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。

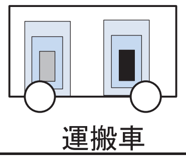
③貯蔵容器のID番号を確認し、運搬車に収納した。

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

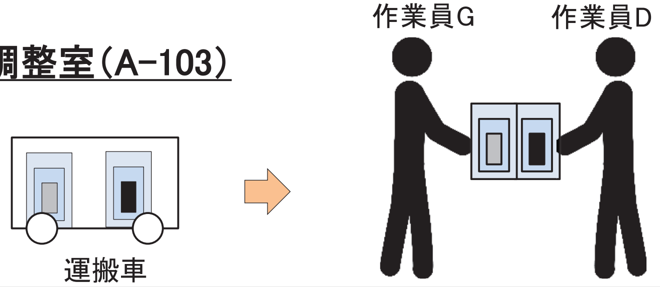
**廊下** → **粉末調整室(A-103)**




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。

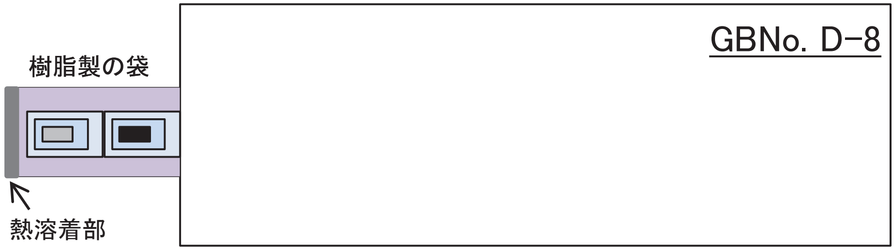
③作業員Gは、運搬車内の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。

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。

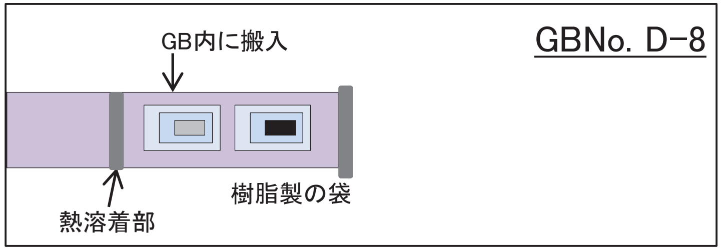
図7.1.2(1)　作業の流れ

## 4. 貯蔵容器のバッグイン作業

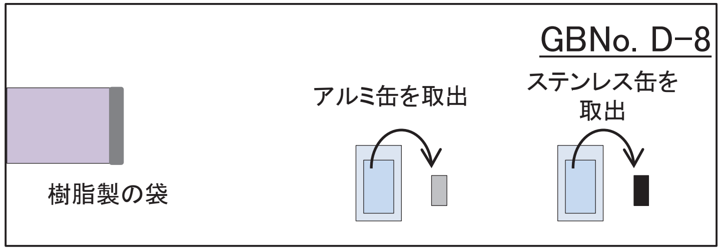
### 粉末調整室(A-103)




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。

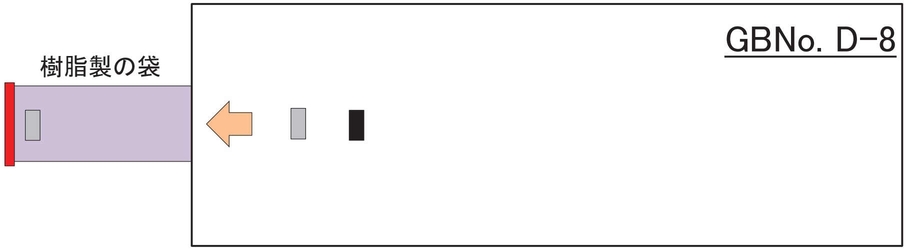



⑧作業員Eは、樹脂製の袋の先端をハサミで切断し、アルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を取り出した。
⑨作業員Eは、古い樹脂製の袋(二重目)をハサミで切り、アルミ缶一重梱包物及びステンレス缶一重梱包物を取り出した。
⑩作業員Eは、アルミ缶一重梱包物及び古いステンレス缶一重梱包物の樹脂製の袋をハサミで切り、アルミ缶及びステンレス缶を取り出した。

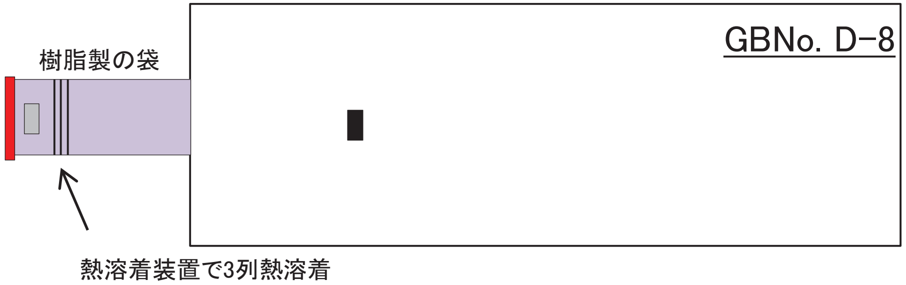
図7.1.2(2) 作業の流れ

5. アルミ缶のバッグアウト作業(1)

**粉末調整室(A-103)**




①作業員Eは、アルミ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、受取ったアルミ缶を樹脂製の袋の先端まで引き出して横置きにした。その際、作業員Bは作業員Dの補助を行った。

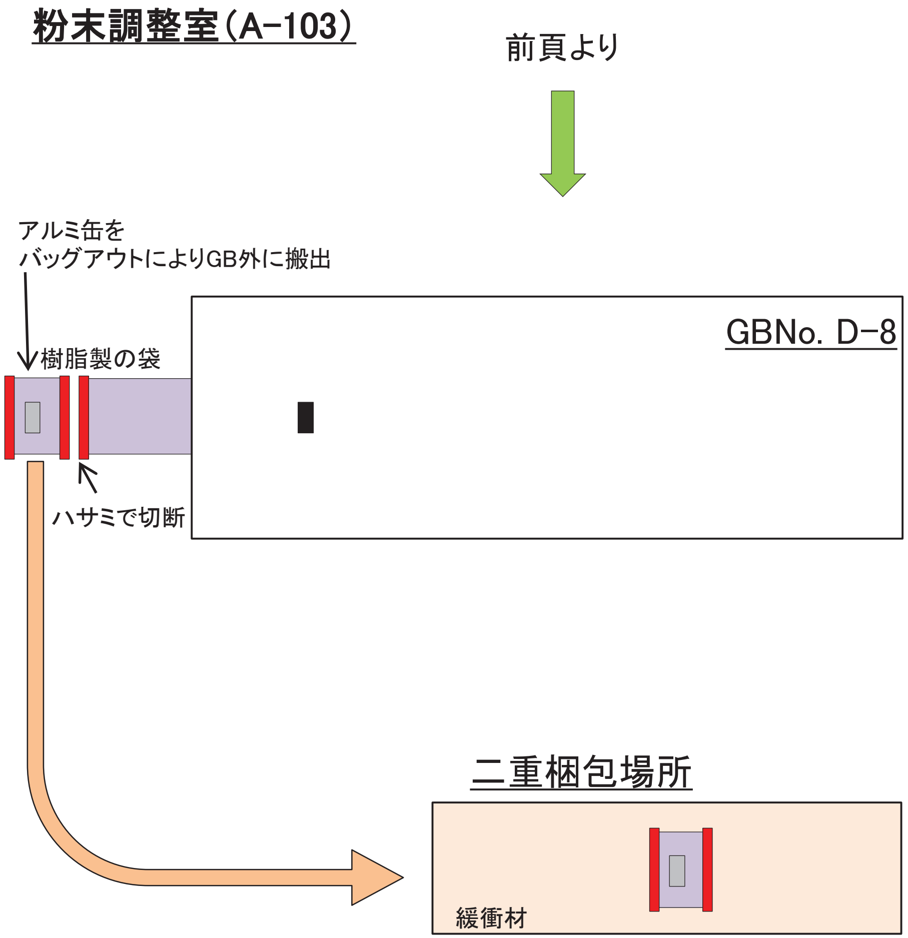



③作業員Dは、樹脂製の袋を熱溶着装置で3列熱溶着した。
④作業員Cは、熱溶着装置のヘッド部の汚染検査を行い、汚染が無いことを確認した。
⑤熱溶着部の汚染検査を行い汚染がないことを確認した。

次頁へ

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)




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。

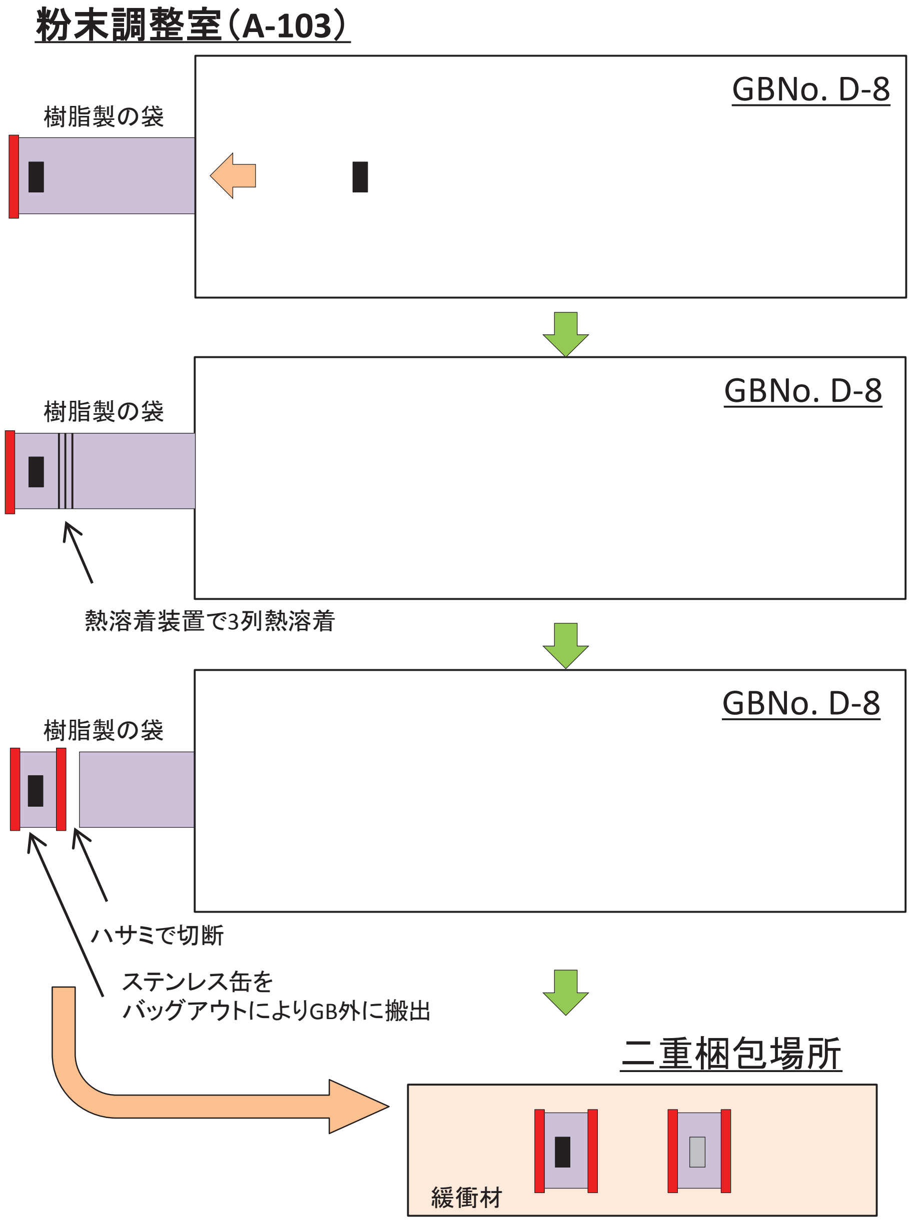
⑩作業員Cは、アルミ缶一重梱包物表面のスミヤ試料を採取し、汚染の無いことを確認した。

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



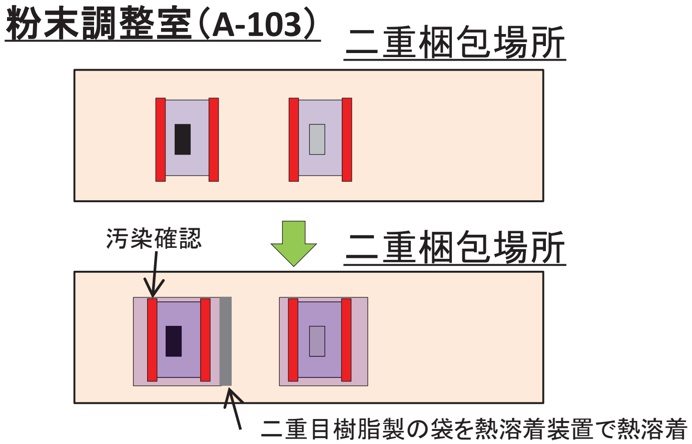

①作業員Eは、ステンレス缶を樹脂製の袋内に挿入しながら、作業員Dに受渡した。
②作業員Dは、受取ったステンレス缶を樹脂製の袋の先端まで引入れた。その際、作業員Bは作業員Dの補助を行った。
③作業員Cは、被ばく低減のため、ステンレス缶に遮へいシートを掛けた。

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。

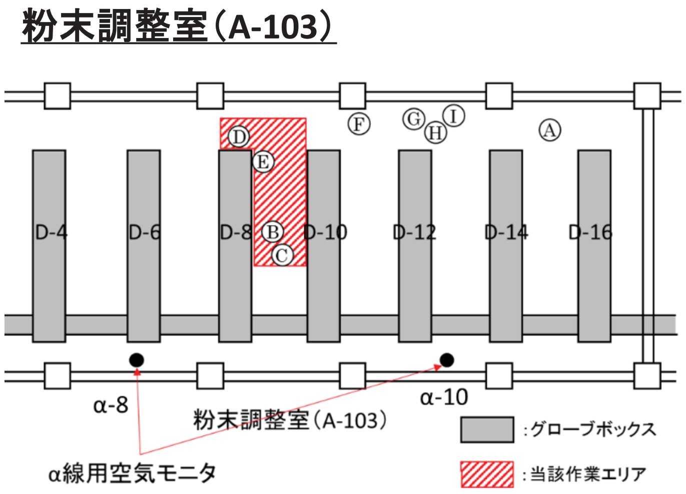
図7.1.2(5)　作業の流れ

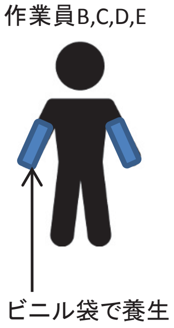
## 7. ステンレス缶の二重梱包作業




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



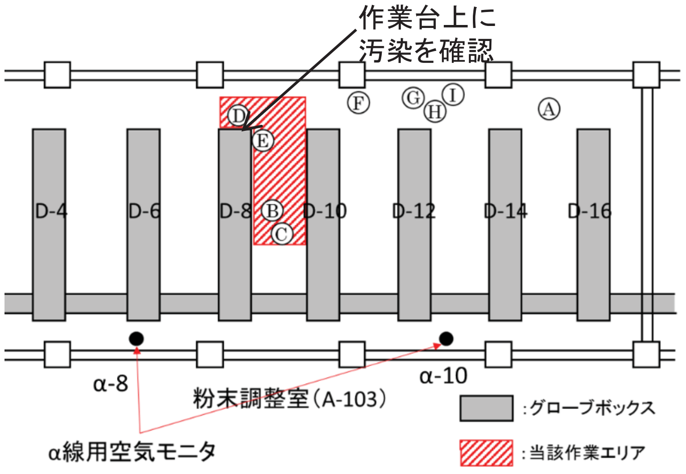




①作業員Eは、同室作業員に汚染発生を周知するとともに、応援を要請した。
②作業員G、H、IはA-103からA-102に通じる扉前に退避した。
③作業員A、Fは、応援のためグローブボックスNo.D-8に向かった。
④作業員Eは、作業員Bの両腕をビニル袋で養生した。
⑤作業員D及びEは、作業員Cの両腕をビニル袋で養生した。
⑥α線用空気モニタ(α-8)が吹鳴した。
⑦作業員Dは、手の汚染検査を行い汚染を確認した。
⑧作業員Aは、作業員Dの両腕をビニル袋で養生した。
⑨作業員Eは、ステンレス缶二重梱包物に遮へいシートを被せた後、ビニル袋に入れた。
⑩作業員Eは、手の汚染検査を行い汚染を確認した。
⑪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

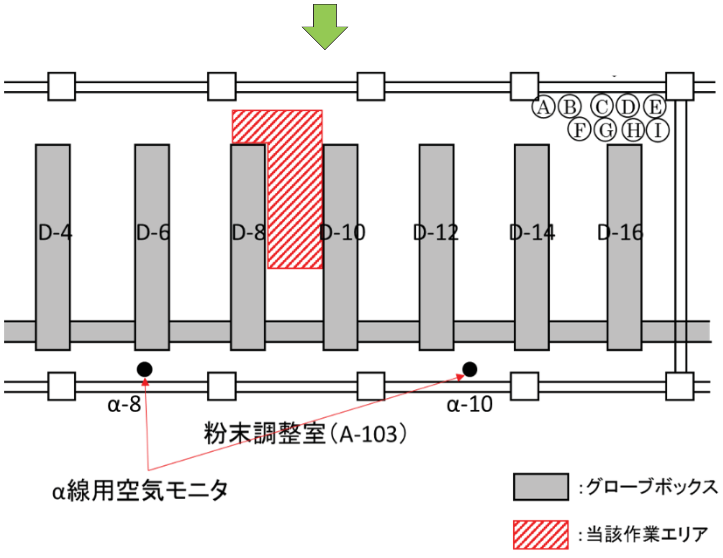
図7.1.2(6) 作業の流れ

## 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。

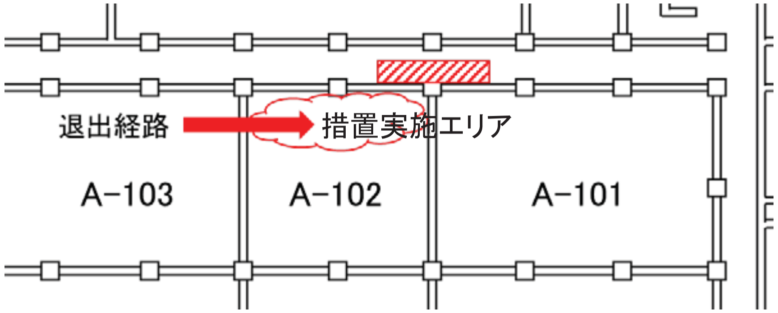



⑤作業員A～Fは、風上のD-10脇通路に退避した。
⑥作業員A～Fは、A-103からA-102に通じる扉前に退避した。

図7.1.2（7） 作業の流れ

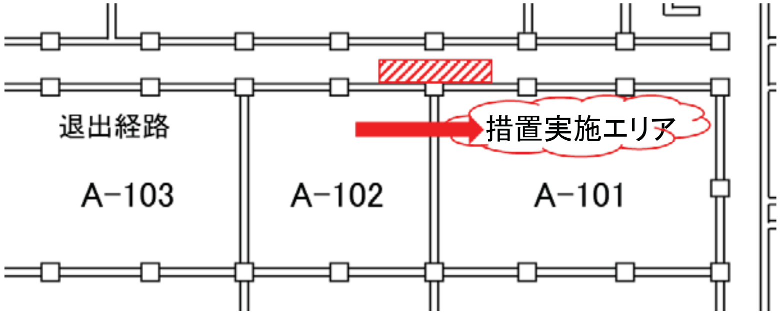
## 10. 退出

### 粉末調整室（A-103）⇒炉室（A-102）



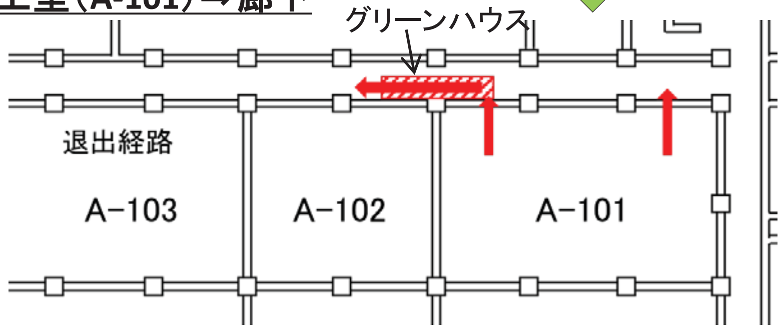

①作業員Fから報告受けた放射線管理第1課員（以下「放管員」という。）は退出経路のA-102 の汚染拡大防止が必要と判断し床等の養生を実施した。
②床等の養生終了後、作業員A～Iは、A-103からA-102に順次退出した。

### 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

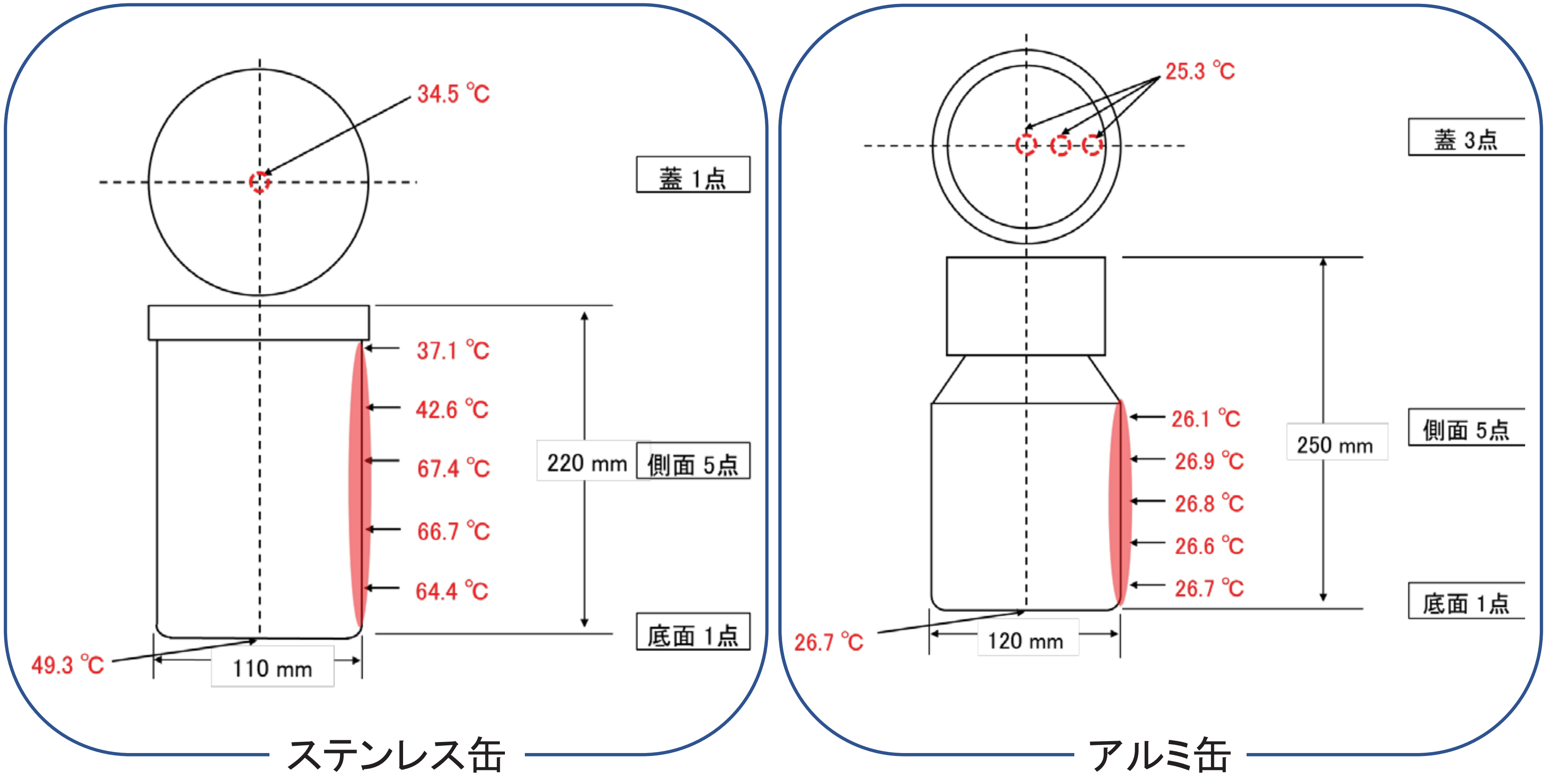



図7.1.3　貯蔵容器の表面温度測定結果

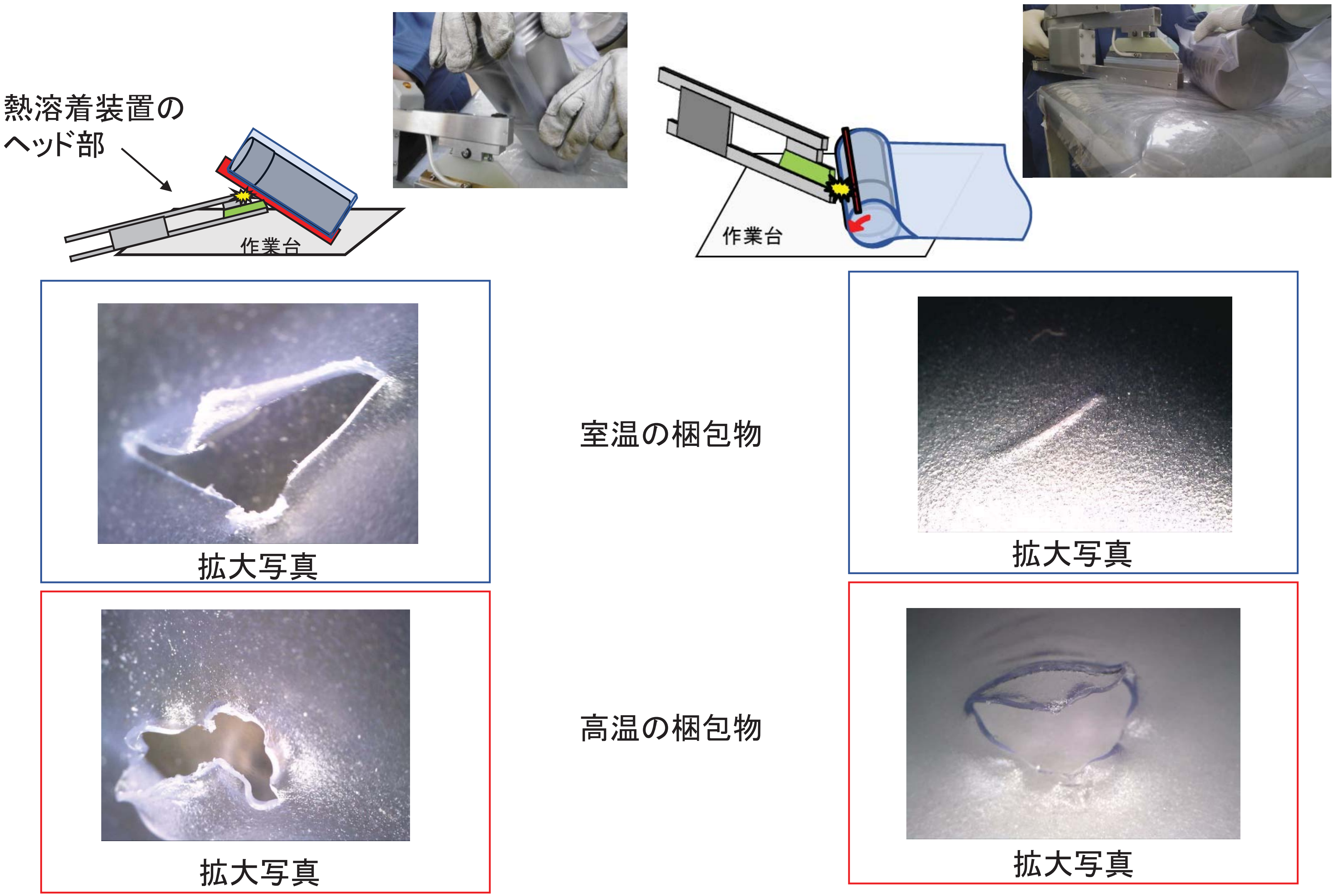


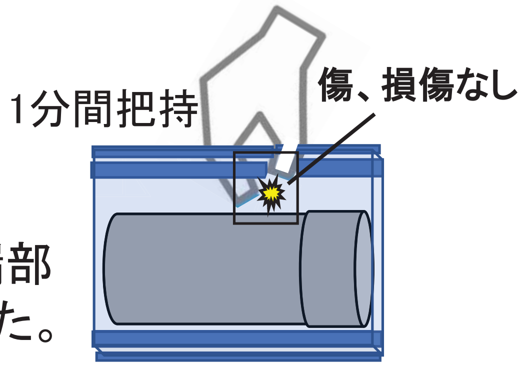

図7.1.4　一重目の樹脂製の袋の再現模擬試験結果（熱溶着装置のヘッド部先端との接触）

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。

<u>熱の影響</u>

○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。

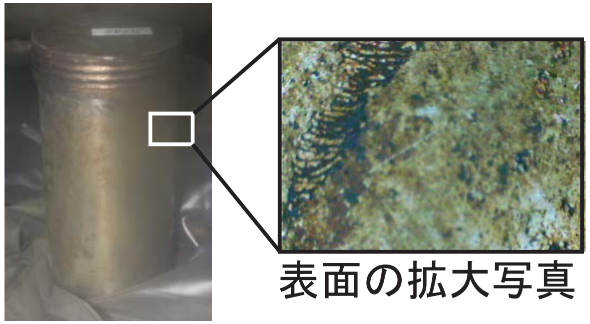
○温度を約70℃にしたステンレス缶を入れた樹脂製の袋の端部を把持し、1分間荷重をかけたが、傷及び穴は発生しなかった。




<u>錆の影響</u>

○ 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。



表面の拡大写真

ステンレス缶の錆の状況

模擬錆缶

試験後の樹脂製の袋

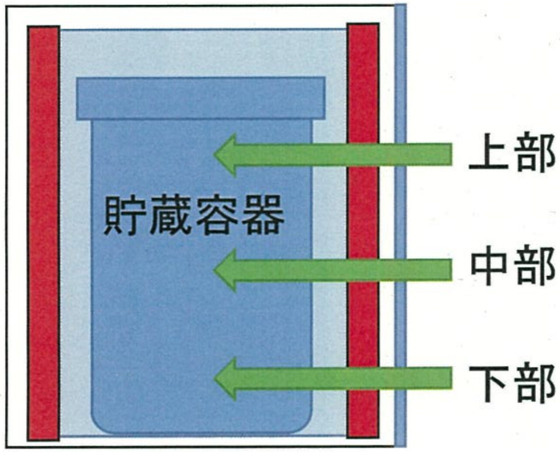
図7.1.5　熱と錆による一重目の樹脂製の袋の破損への影響

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、貯蔵室に貯蔵している貯蔵容器二重梱包物について、発熱量の高い容器4本※1を選定し、貯蔵容器二重梱包物の表面の温度測定を実施した結果、最大で57℃であった。

※1 本温度測定時（2019年3月8日）に、貯蔵室に在庫の貯蔵容器のうち発熱量の高い4本を選定（添付7.1.3 貯蔵容器の熱解析「貯蔵容器毎の発熱量」（No.2～5）参照）
なお、発熱量が最も高いものは樹脂製の袋が破損した貯蔵容器であり、No.1の貯蔵容器はグローブボックス内の在庫であったため測定対象外

【測定方法】

貯蔵容器二重梱包物の側面の上部、中部、下部の3個所に対して、接触式温度計で測定




温度測定結果

| No. | 測定結果（℃） | | | 発熱量※2（W） | 酸化物重量（g） | Pu量（g） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 上部 | 中部 | 下部 | | | |
| 2 | 45 | 57 | 56 | 21.9 | [redacted] | [redacted] |
| 3 | 44 | 56 | 53 | 20.7 | [redacted] | [redacted] |
| 4 | 48 | 55 | 50 | 19.1 | [redacted] | [redacted] |
| 5 | 42 | 47 | 56 | 18.4 | [redacted] | [redacted] |

※2 汚染発生時点（2019年1月30日）における発熱量

核物質防護上の観点から[redacted]の箇所は非開示とする。

図7.1.6 貯蔵中の貯蔵容器の温度測定結果

○ 粉末調整室(A−103)等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、汚染物質の飛散量を以下の通り評価した。

## 粉末調整室(A−103)における汚染物質の飛散量の評価結果

| | | | |
|---|---|---|---|
| 床面、壁面、天井面、グローブボックス外表面及び周囲の作業台等 | 床面 | 1.1 MBq | 除染前の測定エリア毎の汚染が当該エリアの2倍の面積（表面の凹凸を保守的に考慮）に均等に広がっていると想定 |
| | 壁面・天井面 | 0.5 MBq | |
| | ｸﾞﾛｰﾌﾞﾎﾞｯｸｽ外表面 | 0.5 MBq | |
| | 作業台等 | 0.1 MBq | 局所的に表面密度が高い場所の周囲1$m^2$の範囲が同様に汚染していると想定 |
| | 計 | 2.2 MBq | |
| 給気フィルタや排気口 | | 0.6 MBq | 放射線管理機器用の吸引口のろ紙の最大値の10倍が放射線管理機器の吸引口、グローブボックスの給気フィルタ、粉末調整室(A−103)の排気口へ移行したと想定 |
| 作業員の装備 | | 0.2 MBq | 身体汚染が身体表面全体に広がっていると想定 |
| **合　計** | | **約 3 MBq（0.2 mgPu相当）** | |

図7.2.1　汚染物質の飛散量の評価

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7.2.2　ステンレス缶表面に付着していた汚染物質の量の測定結果

## 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 | [redacted] | [redacted] | H26.11.12 |
| ステンレス缶 | MOX粉末 | [redacted] | [redacted] | H30.3.27 |

核物質防護上の観点から[redacted]の箇所は非開示とする。

表4.2.1　時系列

| 日付 | 時間 | 内容 |
|---|---|---|
| 平成31年<br>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。<br>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。<br>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。<br>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、エアスニファ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。<br>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 4.2.2　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<br>検出された汚染の最大値とその部位 *2 | | | | 脱装後の身体汚染検査等 *3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 身体　〔Bq/cm$^2$〕 | | 半面マスク（外側）〔Bq/cm$^2$〕 | | 身体<br>（下着のみ着用） | 半面マスク（内側） | 鼻腔（鼻スミヤ） |
| A | $2.9\times10^{-1}$ | 作業衣（大腿部） | 検出下限値未満 | ― | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| B | $9.6\times10^{-1}$ | 作業衣（大腿部） | $1.3\times10^{-1}$ | プレフィルタ部 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| C | 1.2 | ビニル袋養生表面（両手） | $1.3\times10^{-1}$ | プレフィルタ部 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| D | $3.6\times10^{-1}$ | RI 作業靴（両足） | $1.3\times10^{-1}$ | プレフィルタ部 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| E | $2.9\times10^{-1}$ | RI 作業靴（両足） | $1.3\times10^{-1}$ | プレフィルタ部 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| F | $2.2\times10^{-1}$ | RI 作業靴（両足） | $1.3\times10^{-1}$ | プレフィルタ部 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| G | $1.5\times10^{-1}$ | RI 作業靴（両足） | 検出下限値未満 | ― | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| H | $1.8\times10^{-1}$ | RI 作業靴（両足） | 検出下限値未満 | ― | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |
| I | $1.5\times10^{-1}$ | RI 作業靴（両足） | 検出下限値未満 | ― | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 | 検出下限値未満 |

*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（70cm$^2$）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:　$4\times10^{-2}$ Bq/cm$^2$（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:　$7\times10^{-2}$ 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）。

表4.2.3　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<br>（計算による） | [参考]法令に定める線量限度 |
|---|---|---|
| 実効線量 | $2.6\times10^{-2}$ mSv [*1] | 5年間につき100 mSv<br>1年間につき50mSv |
| 皮膚の等価線量 | $8.1\times10^{-5}$ 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−1：4.5μSv/h、n−1：0.9μSv/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 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

（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 | 0.056 |
| プル燃警備所前 | 0.043 | 0.034 | 0.034 | 0.047 |
| 安全管理棟 | 0.071 | 0.057 | 0.039 | 0.067 |

通常の変動幅＊：ND（0.02 mBq/m$^3$未満）～ 0.080 mBq/m$^3$

＊:　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（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.4<br>採取期間：H31.1.25～2.1 | | ②測定結果（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.12<br>採取期間：H31.2.1～2.8 | | ③測定結果（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.18<br>採取期間：H31.2.8～2.15 | | ④測定結果（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.25<br>採取期間：H31.2.15～2.22 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ＜　$1.5 \times 10^{-10}$ | 管理目標値以下 | ＜　$1.5 \times 10^{-10}$ | 管理目標値以下 | ＜　$1.5 \times 10^{-10}$ | 管理目標値以下 | ＜　$1.5 \times 10^{-10}$ | 管理目標値以下 |

管理目標値（α）：　$3 \times 10^{-10}$　$Bq/cm^3$
検出下限値（α）：$1.5 \times 10^{-10}$　$Bq/cm^3$
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）の空気中放射性物質濃度測定結果

| | ① 測定結果（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.12<br>採取期間:H31.1.30～2.5、<br>A/S-47,50,52 は H31.1.30～2.6 | | ② 測定結果（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.18<br>採取期間:H31.2.5～2.13、<br>A/S-47,50,52 は H31.2.6～2.13 | | ③ 測定結果（$Bq/cm^3$）<br>測定日 H31.2.22<br>採取期間:H31.2.13～2.19 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| α-8 | $5.8 \times 10^{-9}$ | 全て管理目標値以下 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 全て管理目標値以下 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 全て管理目標値以下 |
| α-10 | $1.5 \times 10^{-9}$ | | $1.2 \times 10^{-9}$ | | $6.3 \times 10^{-10}$ | |
| A/S-47 | 検出下限値未満 | | $8.2 \times 10^{-10}$ | | $5.5 \times 10^{-10}$ | |
| A/S-48 | 検出下限値未満 | | 検出下限値未満 | | $1.7 \times 10^{-9}$ | |
| A/S-49 | 検出下限値未満 | | $9.0 \times 10^{-10}$ | | $1.6 \times 10^{-9}$ | |
| A/S-50 | $1.4 \times 10^{-9}$ | | 検出下限値未満 | | $1.8 \times 10^{-9}$ | |
| A/S-51 | $4.7 \times 10^{-10}$ | | $7.4 \times 10^{-10}$ | | 検出下限値未満 | |
| A/S-52 | $7.4 \times 10^{-10}$ | | 検出下限値未満 | | $3.9 \times 10^{-10}$ | |

管理目標値（α）:　$7 \times 10^{-8}$　$Bq/cm^3$

検出下限値（α）:$3.7 \times 10^{-10}$　$Bq/cm^3$

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　プルトニウム燃料第二開発室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） | プルトニウム燃料技術開発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ポキ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所内移動票（燃料研究棟内移動票を含む。）で核燃料物質の管理ができることから貯蔵容器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**<br>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、同梱物の性状、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。<br>・なお、燃研棟汚染事故以前より、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崩壊熱等の情報は管理されていることを確認した。<br>　核燃料物質を安全に管理する上で必要な記録の保存は、実施されている。 | ・事象が発生したステンレス缶ついては、核燃料物質の組成及び崩壊熱等の他、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。<br>・なお、バックアウトを行った作業員に対し、貯蔵物の核燃料物質の種類の他、事前に崩壊熱や重量の情報は伝えられていることを確認した。<br>　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回収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、炭室化物燃料等は安定化処理のための酸化加熱処理を徹底してきたことから、X線回折測定済試料も同様に酸化加熱処理するものと考えルール化していなかった。 | **●対策２ 貯蔵時の安定化処理・適切な容器材質の選定等のルール化**<br>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。<br>(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等を加熱により分解・除去する。<br>(b)　Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ポ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。<br>(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。<br>(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。<br>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。 | ・燃研棟汚染事故以前より、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。<br>・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以前から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、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）。<br>　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実施されている。 | ・今回の事象が発生したステンレス缶には、安定化処理されたMOX原料紛が収納されており、ルールに基づく貯蔵がなされていることを確認した。<br>・燃研棟汚染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とおり、混入有機物による放射性分解ガスの発生である。<br>・プルトニウム燃料第二開発室の事象の直接的な原因は、バッグ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、燃研棟汚染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・破裂が起こったものではない。また、実際に今回の事象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膨れは認められていない。<br>　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止を決定した。これ以降、X線回折測定済試料の酸化加熱処理は行われてこなかった。 | **●対策１、対策２**<br>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、同梱物の性状、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の対策と同じ。】。<br>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の対策と同じ。】。<br>(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等を加熱により分解・除去する。<br>(b)　Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ポ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。<br>(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。<br>(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　(4)放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意する。」と定めていることに反し、十分な確認を行わずに、X線回折測定試料のエポキシ樹脂はPuの放射線による放射線損傷に対する影響が少ないと考え、酸化加熱処理をしないまま貯蔵していた。 | **●対策３　燃研棟事故の原因と対策の教育の徹底**<br>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。」ことの趣旨を理解させるために今回発生した事故に関する原因（エポキシ樹脂とPuの放射線による影響でガスが発生すること。）と対策を教育する。 | ・燃研棟汚染事故を踏まえた教育を業務請負作業者も含めて実施しており、作業員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。<br>　以上より、作業員への教育は実施されている。 | ・今回、これらの燃研棟汚染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ら立ち止まることは認識していた。<br>・プルトニウム燃料第二開発室の事象は、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、崩壊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。<br>・作業員は樹脂製の袋の膨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グ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、赤テープ部の溶着面のサーベイで問題なく、貯蔵容器の熱さ等から不安を感じて、とりあえず2重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」との認識の上で、作業を急いだものと考えられる。<br>　燃研棟汚染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。 |
| | 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ポリ容器の破損までも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ポリ容器に交換しただけで、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、貯蔵状況の改善や定期的な点検は実施されてこなかった。 | **●対策２、対策４　点検とその方法の明確化**<br>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の対策と同じ。】。<br>(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等を加熱により分解・除去する。<br>(b)　Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ポ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。<br>(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。<br>(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。<br>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。）。 | ・燃研棟汚染事故以前より、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て点検を実施していることを確認した。<br>・上記の定期点検において、樹脂製の袋の亀裂又は膨れ、変色、容器の錆を確認するほか、貯蔵物の集積発熱量で交換基準（7kWd）を定めて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、外観限度見本と比較して問題ないと判断できる程度であった。<br>　以上より、点検方法は明確であり、実施されている。 | ・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妥当なものと考えられる。<br>・実際に今回の事象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膨れは認められていない。<br>　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、管理されていたものと評価した。 |
| 核燃料物質の保管に関して、Puの取扱い、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。 | 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。）や米国エネルギー省（以下「DOE」という。）で示されたPuの取扱い、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手し業務に反映する必要があったが、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、金属容器への保管や有機物を含めない等の改善が行われてこなかった。 | **●対策５　最新知見の反映**<br>福島燃料材料試験部は、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記するとともに、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規定に反映するまでの要領書を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の知見を適宜入手し、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安全取り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及びLANLとの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、取り組まれている。 | 　燃研棟汚染事故を踏まえて、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、取り組みは実施されていると評価した。 |
| 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なかった。 | ⑦ | 燃料試験課長、マネージャー及び担当者は、グローブボックス等から核燃料物質を貯蔵施設に移動する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器等を確認する場合は、フード以外のセル、グローブ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体的な手順を含む非定常作業計画を作成する必要があったが、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考えてしまい、核燃料物質が飛散し室内が汚染して作業員が被ばくするようなリスクを防止する詳細な作業計画書（非定常作業計画書）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、**<br>福島燃料材料試験部は、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ローブ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・特定施設共通作業要領を改正し、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、以下の対策を講ずることを記載する。<br>・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。）等の基本的事項を手順で明確にする。<br>・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。 | ①使用の際のリスク評価<br>・今回のグローブボックスへのバッグイン・バッグアウト作業は定常作業であり、基本動作マニュアル「I-7　バッグイン・バッグアウト作業」に基づいて実施されていることを確認した。<br>・基本動作マニュアルの制改定時に、基本動作検討委員会においてバッグイン・バッグ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。<br>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<br>・バッグイン・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「I-7　バッグイン・バッグアウト作業」に記載されていることを確認した。<br>③作業員の力量<br>・グローブボックス作業は、プルトニウム燃料技術開発センターの「グローブ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。<br>④作業の体制<br>・共通安全作業基準「Ⅲ.請負作業の安全確保に係る基準」のとおり、請負作業の安全管理体制は明確であることを確認した。<br>　以上より、作業計画上必要な検討は実施されている。 | ①使用の際のリスク評価<br>バッグイン・バッグアウトの際のリスクについては、会議体で議論されており、リスクを考慮した確認事項は、基本動作マニュアルに記述されている。基本動作マニュアル制改定時のリスクの検討は実施されていたと評価した。<br>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<br>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、作業員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、<br>・作業員Bは樹脂製の袋に包まれたステンレス缶を反転させたとき、貯蔵容器の温度が高いという、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）及び手の汚染がないことから、核燃料管理者に連絡しないで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。<br>・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（作業管理を行う上で適切な作業体制とはなっていなかった。）。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。<br>③作業員の力量評価<br>・今回バッグイン・バッグアウトを行った作業員6名は、必要な力量を満足することを確認の上、グローブボックス作業者に認定されていた。力量評価は実施されていたものと評価した。<br>④作業の体制<br>・当日の作業開始前に、共通安全作業基準「Ⅳ請負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、役割分担等を確認し、危険のポイントを作業員に認識させている。しかし、 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、止められる状況になかった。（作業管理を行う上で適切な作業体制とはなっていなかった。）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。 |

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　プルトニウム燃料第二開発室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） | プルトニウム燃料技術開発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なかった。 | 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面談情報」（樹脂製の袋の膨れによるものの取扱いに関する情報を含む。）が配信されたが、面談結果の周知であったため、添付資料中の「樹脂製の袋の膨れによるものの取扱いに関する情報」に気が付かなかった。 | **●対策５**<br>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類へ反映する【原因⑥の対策と同じ。】。 | ・Pu安全取り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及びLANLとの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、取り組まれている。 | 燃研棟汚染事故を踏まえて、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浮き上がり「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と異なる状態を異常と認識できず作業を継続した。 | ⑨ | 作業員Eは、貯蔵容器の蓋のボルトを緩めた際に蓋が浮き上がり「シュ」という内圧が抜ける音がした際に、作業を一旦停止して、ガスが発生している可能性を想定し対応策を検討する必要があったが、ホールドポイントを定めていなかったため、異常と認識できず残りのボルトを外して蓋を開けても問題ないと考えてしまった。 | **●対策６**<br>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⑦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<br>・バッグイン・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「I-7　バッグイン・バッグアウト作業」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、作業員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、<br>・作業員Bは樹脂製の袋に包まれたステンレス缶を反転させたとき、貯蔵容器の温度が高いという、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）及び手の汚染がないことから、核燃料管理者に連絡しないで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。<br>・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（作業管理を行う上で適切な作業体制とはなっていなかった。）。<br>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装着していたが、樹脂製の袋が破裂することを想定していなかったことから飛散した核燃料物質を吸入摂取した。 | ⑩ | 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に待機し、汚染部位の拭き取りや固定（封じ込め）及びしめひもの締め付けの調整の処置を行わなかった。 | **●対策７　防護具の適切な装着**<br>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取り扱う場合には、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。<br>　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。<br>・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実にするための教育訓練の充実を図る。<br>・Puなどα線放出核種によって頭部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、頭部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スミヤ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。<br>・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実にする処置の充実を図る。 | ・燃研棟汚染事故以前より、半面マスクについてはマスクマンテストによるフィッティングテストを行っていた他、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、年1回の点検を実施していることを確認した。<br>・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）<br>・燃研棟汚染事故以前から、グローブ作業，バッグイン・バッグアウト作業等を行う作業員は作業中の半面マスクの着用を義務付けていたが、グローブ作業，バッグイン・バッグアウト作業等を行っている場合には、当該作業員だけでなく同室作業員も半面マスクを着用することとし、基本動作マニュアルに記載した。（H29.12）<br>・燃研棟汚染事故前から，汚染検査等で長時間半面マスクを着用する作業員の身体的負担軽減の目的で、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て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員４名含む）が電動ファン付半面マスクを装着していた。<br>　今回9名全員の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、同室作業員の半面マスク着用、それらの管理等は有効であったと評価した。 |
| | ⑪ | 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、特殊作業衣を脱装するに当たって、汚染した作業員の退出を補助する際、顔面等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、顔面等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。 | | | |
| | 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営して作業員を退室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ったが、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いなかったことから、資材調達や設営作業に手間取った。 | **●対策８　グリーンハウス等資機材管理・訓練**<br>（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）<br>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。<br>・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場所から退出させることを含め、判断や対応に迷いや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、作業の特殊性や取扱対象物の危険性から事故時の影響が大きいと予想さ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。<br>・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。 | ・燃研棟汚染事故以前から、グリーンハウスの設置に必要となる単管パイプ等を用意している。<br>・燃研棟汚染事故を受けて、短時間で組立・設置が可能なグリーンハウスを開発して管理区域内に常備していることを確認した。<br>（H29.11）<br>・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）。グリーンハウスの設置や汚染時の行動について業務請負作業者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汚染時発生時の対応手順」に従い、空気流線の風上に退避し、その後隣室に退避した。その後作業員を廊下に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。<br>　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。<br>・資機材を整備し、定期的な訓練を実施するなどの対策を講じてきたが、対策10の検証の結果、汚染発生状況に応じた対応の観点から、訓練が十分実践的なものになっていなかった。 |
| 身体汚染事故が発生した燃料研究棟において、緊急用の除洗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、出方が多少悪くなっ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に気が付かず、適切に補修していなかった。 | **●対策９　除染用洗浄設備の点検、管理要領の見直し**<br>（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）<br>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関して、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等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）<br>・頭部の除染を行い易い（汚染を広げずに頭部除染ができる）ように、除染用の椅子及び廃液タンク付きの流しを緊急除染室に配備した。（H30.3） | 今回、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ル化、頭部除染用の廃液タンク付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残っていた。 | 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のちの汚染検査の際に、時間をかけてα線のダイレクトサーベイを実施したが、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**<br>安全管理部は、身体除染の確認の方法に関して、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、核燃料物質等で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１課の指導のもと行うとしているため、除染方法を定めたプルトニウム燃料技術開発センターのマニュアルはなかったことから、機構としての「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」とその別冊「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）<br>・身体除染は放射線管理第１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書」（手順書）にも内容を反映した。（H30.3）<br>・皮膚へのクロスコンタミネーションや吸入被ばくを防止しつつ、作業衣を脱ぐ手段として、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。<br>・身体除染訓練については、燃研棟汚染事故以前から年１回実施している。 | 事故発生後、退出までの行動は、燃研棟汚染事故を受け機構大で作成したガイドライン、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、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、汚染部の固定や二重作業衣脱装方式などの措置を講じ、身体への移行を抑止できたものと評価した。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、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。<br>・廃止措置技術開発課員4名の手は、養生等をされていたため、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ず、速やかに退出する旨の指示を伝えられなかった。<br>・基本動作マニュアルには、人命及び身体の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、明示されていない。<br>・廃止措置技術開発課チームリーダは、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、作業員には汚染拡大よりも退出を優先してよいとの意図が伝わらなかった。<br>・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。<br>・警報吹鳴後、現場指揮所では速やかに作業員を退避させようとしており、並行して装備の準備を進めておく必要があったが、情報収集等に時間を要し、警報吹鳴の約1時間後に装備の指示が出された。<br>・今回多くの対応要員が必要となったため、準備していた資機材では足りず、追加の資材の準備に若干時間を要した。<br>・一部の作業員の作業衣にはA-103の自主的な汚染検査では汚染がなく、A-102で作業衣に汚染が確認されたことから、A-102で実施した養生の範囲が狭いことなどにより、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。<br>・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）。<br>・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。<br>・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。<br>・グリーンハウスで実施した汚染検査において腕や帽子等に検出下限値を超える値の検出が認められたものの、α線スペクトルによる確認をせず、偽計数と判断した。<br>・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しなかった。<br>・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、従来から検出下限値を超える値の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。 |

添付 4.1.1　平成 31 年 2 月 8 日付け 30 原機（サ保）064 で報告した放射線管理上の対応と本報告での主な変更点及びその理由

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| 別添<br><br>4.2 事象発生時の状況<br>(1) 事象発生状況 | 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 7 に示す。 | 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。 | ○第 1 報提出後に実施した放管員への聞き取り結果により確認できた事実関係（行動）を記載した。 | 頁数：2〜5<br>図：図 4.2.1〜<br>図 4.2.4 |
| | 作業員 E は、汚染が検出された SUS 缶の入った樹脂製の袋を、遮へい用のシート（バリウムシート）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。並行して、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。その後、作業員相互で身体の汚染検査を実施し、汚染が確認された部位は簡易固定（ビニル袋をかぶせる、テープで固定するなど）を開始した。この間に、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）警報が吹鳴した。 | 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、作業員相互での簡易な身体汚染検査を実施し、汚染が確認された部位には簡易固定を実施した。 | ○第 1 報提出後に実施した放管員への聞き取り結果により確認できた事実関係（行動）を記載した。 | |
| | 作業員相互での汚染検査の際にレベルの高い汚染（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）が検出されたため、作業員 F から報告を受けた放射線管理第 1 課員は、退出経路（図 8 参照）となる隣室である炉室（A-102）の汚染拡大防止のために炉室（A-102）床などにビニルシートでの養生を開始した。養生終了後、作業員 9 名は粉末調整室（A-103）から炉室（A-102）に退避し、15 時 22 分頃から放射線管理第 1 課員による詳細な汚染検査を受けた。1 人目の作業員 E については、汚染が確認された部位に、追加で汚染の簡易固定（ビニル袋をかぶせる、テープで固定するなど）を行い、仕上室（A-101）に移動させた。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、新たな作業衣を重ね着させて、汚染の拡散防止を図ったうえで仕上室（A-101）に移動させた。 | 放管員は、放射線防護具の装着及び退出経路（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。<br><br>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身体汚染検査を受けた。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 | ○第 1 報提出後に実施した放管員への聞き取り結果により確認できた事実関係（行動）を記載した。 | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | | 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。 | | |
| | 作業員の身体の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 9 参照）するとともに、粉末調整室（A-103）及び炉室（A-102）の扉の目張り（図 10 参照）並びに放射線防護を実施し、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。 | 作業員に対する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）の放射線防護具の装着を進め、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。 | ○第 1 報提出後に実施した放管員への聞き取り結果により確認できた事実関係（行動）を記載した。 | |
| | 仕上室（A-101）において、1 人目の作業員 E については、作業衣を脱ぎ、下着姿でグリーンハウスに移動した。 | 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上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）・頭髪の汚染検査、帽子の交換、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（顔面及び頭髪を含む。）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手及び足の身体汚染検査を実施し、検出下限値*1 未満であることを確認した。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、検出下限値*1 未満であることを確認した。 | ○最終的に皮膚汚染なしと判断したことから、第 1 報では身体汚染検査の詳細を記載しなかったが、複数回の身体汚染検査の結果でこの判断を実施したものであり、その信頼性に係る重要な根拠として、各検査の手順及び結果の詳細を追記した。 | |
| | 2 人目以降は、仕上室（A-101）で 2 枚目の作業衣と 1 枚目の作業衣を合わせて、背中部分をハサミで切断することで脱がした。作業員が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、下着姿となった作業員の身体サーベイを実施した。 | 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上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）・頭髪の汚染検査、帽子の交換、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 | ○最終的に皮膚汚染なしと判断したことから、第 1 報では身体汚染検査の詳細を記載しなかったが、複数回の身体汚染検査の結果でこの判断を実施したものであり、その信頼性に係る重要な根拠として、各検査の手順及び結果の詳細を追記した。 | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | 作業衣の汚染レベルに応じ､汚染レベルの高い作業員６名(作業員 A、B、C、E、F、G）はグリーンハウス内で、下着姿の作業員の皮膚や下着等の詳細な汚染検査を実施し、新しい作業衣に着替え、廊下へ退出した。 | 作業員の頭部（顔面及び頭髪を含む。）、首、上半身（下着）、下半身（下着）、手及び足の身体汚染検査を実施し、検出下限値*1未満であることを確認した。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、検出下限値*1未満であることを確認した。<br><br>放管員による身体汚染検査が終了した作業員 9 名のうち、作業員６名（作業員 A、B、C、E、F、G）については、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）では下着の状態で、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。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（サーベイメータの指示値で約 500 dpm）を検出したため、廃止措置技術開発課マネージャーに報告した。放射線管理第１課長は、廃止措置技術開発課マネージャーから下着（T シャツ）及び帽子からの有意な値について連絡を受け、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検出下限値*1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・トロンの子孫核種による偽計数が発生しやすいことを経験していることから、偽計数であるとの判断を伝えた。一方、廃止措置技術開発課員は、作業員 C については、１段目のグリーンハウス（GH-1）において皮膚の当該部位を拭き取り検出下限値*1未満であることを確認するとともに、下着（T シャツ）の当該部位のテープ固定を実施し、２段目のグリーンハウス（GH-2）において下着（T シャツ）の脱衣を行った。また、作業員 E については、１段目のグリーンハウス（GH-1）において帽子の当該部位のテープ固定を実施し、２段目のグリーンハウス（GH-2）において新しい帽子への交換を行った。作業員２名（作業員 C、E）について、１段目のグリーンハウス（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は検出下限値*1未満であり、さらに２段目のグリーンハウス（GH-2）及び３段目のグリーンハウス（GH-3）での身体汚染検査 | ○最終的に皮膚汚染なしと判断したことから、第１報では身体汚染検査の詳細を記載しなかったが、複数回の身体汚染検査の結果でこの判断を実施したものであり、その信頼性に係る重要な根拠として、各検査の手順及び結果の詳細を追記した。(グリーンハウスでの偽計数に係る経緯を含む) | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | | でも検出下限値*1未満であった。同作業員２名（作業員C、E）を除く作業員４名（作業員A、B、F、G）のグリーンハウス（GH-1、GH-2及びGH-3）での身体汚染検査の結果は、検出下限値*1未満であった。 | | |
| | 可能な限り速やかに作業員全員を廊下に退避させるため、汚染レベルの低い作業員や仕上室（A-101）で詳細に汚染検査が実施できた作業員３名（作業員D、H、I）は、仕上室（A-101）から直接廊下へ退出し、新しい作業衣に着替えた。 | 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）については、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）を実施して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、検出下限値*1未満であることを確認した後、直接廊下へ退出し、新しい作業衣を着た。 | ○最終的に皮膚汚染なしと判断したことから、第１報では身体汚染検査の詳細を記載しなかったが、複数回の身体汚染検査の結果でこの判断を実施したものであり、その信頼性に係る重要な根拠として、各検査の手順及び結果の詳細を追記した。（グリーンハウスでの偽計数に係る経緯を含む） | |
| | 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、異常がないことが確認された後、全面マスクを取り外した。19 時 18 分、作業員９名全員の皮膚汚染及び鼻腔汚染のないことを確認した。 | 廊下へ退出した作業員９名については、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、検出下限値*2未満であることを 19 時 18 分までに確認した。各作業員は鼻腔汚染検査（鼻スミヤ）で検出下限値*2未満であることを確認した後、全面マスクを取り外した。 | ○鼻腔汚染検査結果の判断根拠を明確にするために具体的な数値を記載した。 | |
| | | 上記の経緯を踏まえ、19 時 18 分の作業員９名全員の鼻腔汚染検査（鼻スミヤ）の結果、検出下限値*2未満であること、全員の半面マスク面体内側の汚染検査の結果、検出下限値*1未満であることの確認をもって、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。 | ○皮膚汚染なし及び内部被ばくなしと判断した根拠を明確にするために具体的な数値を記載した。 | |
| | | ＊1 核燃料サイクル工学研究所では、身体汚染検査における検出下限値として、ZnS(Ag)シンチレーション検出器を用いたα線用サーベイメータによる表面密度測定における管理上の検出下限値 0.04 $Bq/cm^2$ を統一的に用いている。なお、この検出下限値は法令に定める表面密度限度（4 $Bq/cm^2$：α線）の 100 分の１である。 | ○身体汚染検査における検出下限値の考え方を明記した。 | |
| | | ＊2　核燃料サイクル工学研究所では、鼻腔汚染検査における検出下限値として、ZnS(Ag)シンチレーション検 | ○鼻腔汚染検査における検出下限値の考え方を明記した。 | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | | 出器を用いたα線用放射能測定装置による鼻スミヤ試料測定（測定時間：5 分間）における管理上の検出下限値 0.07 Bq を統一的に用いている。 | | |
| (2) 粉末調整室及び他の管理区域内における放射線及び汚染の状況 | 粉末調整室（A-103）における空気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 9.1×10$^{-7}$Bq/cm$^3$、2.9×10$^{-7}$Bq/cm$^3$ に上昇し、警報設定値である 7.0×10$^{-8}$Bq/cm$^3$ を超え、警報が吹鳴したが、その後は安定し、ほとんど変動がない状態（α-8：9.8×10$^{-7}$Bq/cm$^3$、α-10：2.9×10$^{-7}$Bq/cm$^3$）が継続した（図 12、図 13 参照）。この値は、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気中濃度限度（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　7×10$^{-7}$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。<br>21 時 38 分、現場状況の調査のために、応急措置対応指示書に基づき、放射線管理第 1 課員 4 名及び廃止措置技術開発課員 2 名が、粉末調整室（A-103）に入域し、歩行経路床面の汚染検査、α線用空気モニタのろ紙及びエアスニファのろ紙の交換並びに現場の写真撮影を実施した。作業装備は、全面マスク、タイベックスーツ二重、RI 用ゴム手袋三重及びシューズカバー三重とした。21 時 45 分頃、α線用空気モニタ（α-8、α-10）のろ紙を交換し、指示値がそれぞれ 1.2×10$^{-7}$Bq/cm$^3$、3.7×10$^{-8}$Bq/cm$^3$ まで低下したが、事象発生前の通常の変動範囲（1.8×10$^{-8}$Bq/cm$^3$ 程度）に比べて高い値を示した。また、粉末調整室（A-103）の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）のろ紙を交換し、回収したろ紙を測定した結果、最大で 3.0×10$^{-6}$ Bq/cm$^3$（A/S-49）であった（図 14 参照）。<br><br>粉末調整室（A-103）の汚染が確認された SUS 缶の保管場所周辺を除く床面 20 箇所の汚染検査（スミヤ法）を実施（1 月 30 日）した結果、最大で 1.1 Bq/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 15 参照）。 | ①粉末調整室（A-103）内の空気汚染の状況<br>粉末調整室（A-103）における空気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）の指示値が約 3100 cpm 及び約 1000 cpm（1 週間の平均濃度として評価した値でそれぞれ 9.1×10$^{-7}$ Bq/cm$^3$、2.9×10$^{-7}$ Bq/ cm$^3$）に上昇し、警報設定値 290 cpm（1 週間の平均濃度として評価した値で 7×10$^{-8}$ Bq/cm$^3$）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：約 3300 cpm、1 週間の平均濃度として評価した値で 9.8×10$^{-7}$ Bq/cm$^3$）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、法令に定める放射線業務従事者の呼吸する空気中濃度限度（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 7×10$^{-7}$ 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。<br>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。<br>ろ紙の交換後、α線用空気モニタ（α-8、α-10）の指示値が約 380 cpm 及び約 120 cpm まで低下したが、事象発生前の通常の変動範囲（30～60 cpm 程度）に比べて高い値を示したものの、その後有意な上昇はなかった。また、回収したろ紙全 8 枚を測定して 1 週間の平均濃度を評価した結果、最大で 3.0×10$^{-6}$ Bq/cm$^3$（A/S-49）であった（図 4.2.8 参照）。<br><br>②粉末調整室（A-103）の表面汚染の状況<br>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 1.1 Bq/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）。（なお、平成 31 年 2 月 4 日の測定（図 6.1.3 | ○α線用空気モニタの指示値は cpm 単位で表示されるが、法令の濃度限度や立入制限区域の設定基準は Bq/cm$^3$ の単位である。第 1 報では、この単位に評価した値を表記したが、第 2 報では、モニタの指示値と評価結果の関係が明確になるように両数値を併記することとした。<br><br>○α線用空気モニタの指示値は cpm 単位で表示されるが、法令の濃度限度や立入制限区域の設定基準は Bq/cm$^3$ の単位である。第 1 報では、この単位に評価した値を表記したが、第 2 報のα線用空気モニタのろ紙交換後については、モニタの指示値が低下したため、法令の濃度限度や立入制限区域の設定基準の Bq/cm$^3$ の単位での評価結果を併記せず、モニタの指示値のみとした。<br><br>○粉末調整室（A-103）の表面汚染の状況を詳細に追記した。<br><br>○第 1 報提出後に得られた測定結果を追記した。 | 頁数：5～6<br>図：図 4.2.6～図 4.2.14、図 6.1.3 |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | | 参照）では、作業台の周辺の床面で、最大約 1.4 Bq/$cm^2$（α線）が確認されている。） | （平成 31 年 2 月 4 日の測定結果を追記した） | |
| | 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（7.0×$10^{-8}$Bq/$cm^3$）以下であった（図 16 参照）。 | ③粉末調整室（A-103）以外の管理区域内の汚染の状況<br>作業員が全員退出した後、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 21 時 45 分）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×$10^{-8}$ Bq/$cm^3$）以下であった（図 4.2.10 参照）。 | ○粉末調整室（A-103）以外の管理区域内の汚染の状況を追記した。 | |
| | 管理区域内の廊下については、汚染のないことを確認した。 | 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：0.04 Bq/$cm^2$）に同じ。）以下であった。 | | |
| | また、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、エアスニファ及び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 17 参照）。 | 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。 | 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、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×$10^{-8}$ Bq/$cm^3$（管理目標値の 1/5））が、床・壁・天井の表面密度測定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。これは、工程室間の扉、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。 | 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×$10^{-8}$ Bq/$cm^3$（管理目標値の 1/5））が、同２室の床面・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：0.04 Bq/$cm^2$）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 18 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 19 に示す。 | 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。 | | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | | ④粉末調整室（A-103）内の空間線量率の状況<br>　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（γ線及び中性子用）の指示値は通常の変動範囲内であった（図 4.2.6、図 4.2.14 参照）。 | ○粉末調整室（A-103）内の空間線量率の測定結果を記載した。 | |
| 4.2(3)作業員の汚染・被ばくの状況 | 平成 31 年 1 月 30 日 15 時 20 分頃に、作業員 9 名が粉末調整室（A-103）から炉室（A-102）への退出を開始するとともに、順次、仕上室（A-101）及び廊下に設置したグリーンハウスを経て、廊下へ退出した。なお、作業衣等の汚染レベルの低い作業員や仕上室（A-101）で詳細に汚染検査が実施できた作業員 3 名（作業員 D、H、I）は、仕上室（A-101）からグリーンハウスを経ずに、廊下へ退出した。<br><br>炉室（A-102）における身体汚染検査の結果、9 名全員の作業衣等に汚染(放射線管理第 1 課員による汚染検査前に、汚染拡大防止を施した部位を除く最大値として、1.2Bq/$cm^2$（α線））を確認した（表 2、図 20～図 28 参照)。<br><br>作業員 9 名全員に皮膚汚染及び鼻腔汚染がないことを確認した。鼻腔汚染がないことを確認したことから、内部被ばくはなかったと判断した。 | ①　身体汚染の状況<br>　粉末調整室（A-103）から退出した作業員 9 名に対して、炉室（A-102）又は仕上室（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行った簡易な身体汚染検査の結果、作業員 9 名全員の手部（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 Bq/$cm^2$（α線）であったが、この値はテープ固定等の下の汚染は含まれておらず、また両手をビニル袋で養生した後の表面の測定結果であり、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たフィルタ）に 0.13 Bq/$cm^2$（α線）を検出した（表 4.2.2、図 4.2.15～図 4.2.23 参照）。<br>　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（顔面及び頭髪含む。）、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 名全員が検出下限値[*1]未満であった。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上で極めて重要であるとの認識を持つ放射線管理第 1 課長の立ち会いのもとで、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）・頭髪の汚染検査、帽子の交換、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（図 4.2.24 参照)。取り外した半面マスクの面体内側の汚染検査も行 | ○第 1 報提出後に実施した放管員への聞き取り結果により確認できた事実関係（行動）に基づき、身体汚染検査方法、身体汚染の状況及び半面マスクのプレフィルタの汚染状況を記載した。<br><br>○作業衣の汚染検査結果として記載した最大値は、検査の前に汚染拡大防止措置を施した部位を除いた部分の最大値であったが、身体汚染の最大値であるとの誤解を与える可能性があたため、この点に係る説明を追記した。<br><br>○最終的に皮膚汚染なしと判断したことから、第 1 報では身体汚染検査の詳細を記載しなかったが、複数回の身体汚染検査の結果でこの判断を実施したものであり、その信頼性に係る重要な根拠として、各検査の手順及び結果の詳細を追記した。(グリーンハウスでの偽計数に係る経緯を含む) | 頁数：6～8<br>表：表 4.2.2、<br>　　表 4.2.3<br>図：図 4.2.15～<br>　　図 4.2.33 |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | | い、検出下限値*1 未満であることを確認した。<br>　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）については仕上室（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）では下着の状態で、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、廃止措置技術開発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（サーベイメータの指示値で約 500 dpm）を検出したため、廃止措置技術開発課マネージャーに報告した。放射線管理第１課長は、廃止措置技術開発課マネージャーから下着（T シャツ）及び帽子からの有意な値について連絡を受け、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検出下限値*1 未満であることを確認したこと、グリーンハウス内ではラドン・トロンの子孫核種による偽計数が発生しやすいことを経験していることから、偽計数であるとの判断を伝えた。一方、廃止措置技術開発課員は、作業員 C については、１段目のグリーンハウス（GH-1）において皮膚の当該部位を拭き取り検出下限値*1 未満であることを確認するとともに、下着（T シャツ）の当該部位のテープ固定を実施し、2 段目のグリーンハウス（GH-2）において下着（T シャツ）の脱衣を行った。また、作業員 E については、１段目のグリーンハウス（GH-1）において帽子の当該部位のテープ固定を実施し、2 段目のグリーンハウス（GH-2）において新しい帽子への交換を行った。作業員２名（C、E）について、１段目のグリーンハウス（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は検出下限値*1 未満であり、さらに２段目のグリーンハウス（GH-2）及び３段目のグリーンハウス（GH-3）での身体汚染検査でも検出下限値*1 未満であった。同作業員２名（C、E）を除く作業員４名（作業員 A、B、F、G）のグリーンハウス（GH-1、GH-2 及び GH-3）での身体汚染検査の結果は、検出下限値*1 未満であった。 | | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | | 　また、グリーンハウスに退出しなかった残りの作業員3名（作業員D、H、I）については仕上室（A-101）内の脱装に身体汚染検査を受けた場所からは離れた場所で下着のみの状態で再度放管員による汚染検査を受け、検出下限値[*1]未満であることを確認した後、直接廊下に退出した。 | | |
| | | 　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[*1]未満であったことをもって皮膚汚染はないと判断した（表 4.2.2、図 4.2.25～図 4.2.33 参照）。 | ○皮膚汚染なしと判断した根拠を明確にするために具体的な数値を記載した。 | |
| | | ②内部被ばくの状況<br>　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、検出下限値[*1]未満であったこと及び鼻腔汚染検査の結果、作業員９名全員が検出下限値[*2]未満であったことから、内部被ばくはないと判断した（表 4.2.2 参照）。 | ○内部被ばくなしと判断した根拠を明確にするために具体的な数値を記載した。 | |
| | | ②　外部被ばくの状況<br>　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）を着用しており、事象発生時に着用していた線量計から得られる値は１月分の積算線量で、９名の個人最大で 0.6mSv であった。しかし、定常モニタリング用の個人線量計からは、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かった粉末調整室（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）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 $2.6\times10^{-2}$ mSv であった（表 4.2.3 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間帯の平均値（γ-1：4.5 μSv/h、n-1：0.9 μSv/h）を用いた。以上のことから、作業員の外部被ばくについては、本事象による影響はなく、所内規則(放射線管理基準）に定める原因調査レベル（3.7 mSv/3 | ○汚染事象であるため、外部被ばくについては第１報では記載不要と考えたが、定常作業に伴う被ばく線量への影響を明確にするため、外部被ばく線量の評価結果を追記した。 | |

| 項　目<br>（第２報） | 第１報<br>（一部抜粋） | 第２報（3.11 現在）<br>（一部抜粋） | 変更の理由 | 頁数、図表番号<br>（第２報） |
|---|---|---|---|---|
| | | 月間；管理区域内作業における放射線業務従事者の線量に係る原因調査を開始する値（実効線量）））を十分下回る見込みである。<br>　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 $Bq/cm^2$（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）から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、$8.1\times10^{-5}$ 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。 | | |
| 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、モニタリングポスト及びプルトニウム燃料第二開発室の排気モニタの指示値は通常の変動範囲内であった。また、排気モニタのサンプリング用ろ紙に捕集された放射性物質の測定（毎週）では、平成 31 年 1 月 25 日～平成 31 年 2 月 1 日の期間の排気中放射性物質濃度は検出下限値（α：$1.5\times10^{-10}$ $Bq/cm^3$）未満であった。よって、本事象発生による環境への影響はなく、その状態が現在も継続している（図 29、図 30、図 31 参照）。 | 　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γ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～2 月 22 日の期間に同施設の排気モニタのろ紙に捕集された排気中放射性物質（全α放射能）を測定し、その濃度を評価した結果、検出下限値（α：$1.5\times10^{-10}$ $Bq/cm^3$）未満であった。さらに、平成 31 年 1 月 29 日～2 月 26 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気中放射性物質（全α放射能）を測定し、その濃度を評価した結果、通常の変動範囲内であった。<br>　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）。 | ○測定線種を明確にするため明記した。<br>（空間γ線量率、全α放射能）<br>○第 1 報提出後に得られた測定結果を追記した。<br>（平成 31 年 1 月 25 日～平成 31 年 2 月 1 日までの期間を 2 月 22 日までの測定結果として反映した）<br>○環境への影響はなしと判断した根拠を明確にするために第 1 報提出後に得られた周辺監視区域内の空気中放射性物質濃度結果を記載した。具体的な数値を記載した。 | 頁数：8～9<br>図：図 5.1～<br>図 5.3<br>表：表 5.1、<br>表 5.2 |

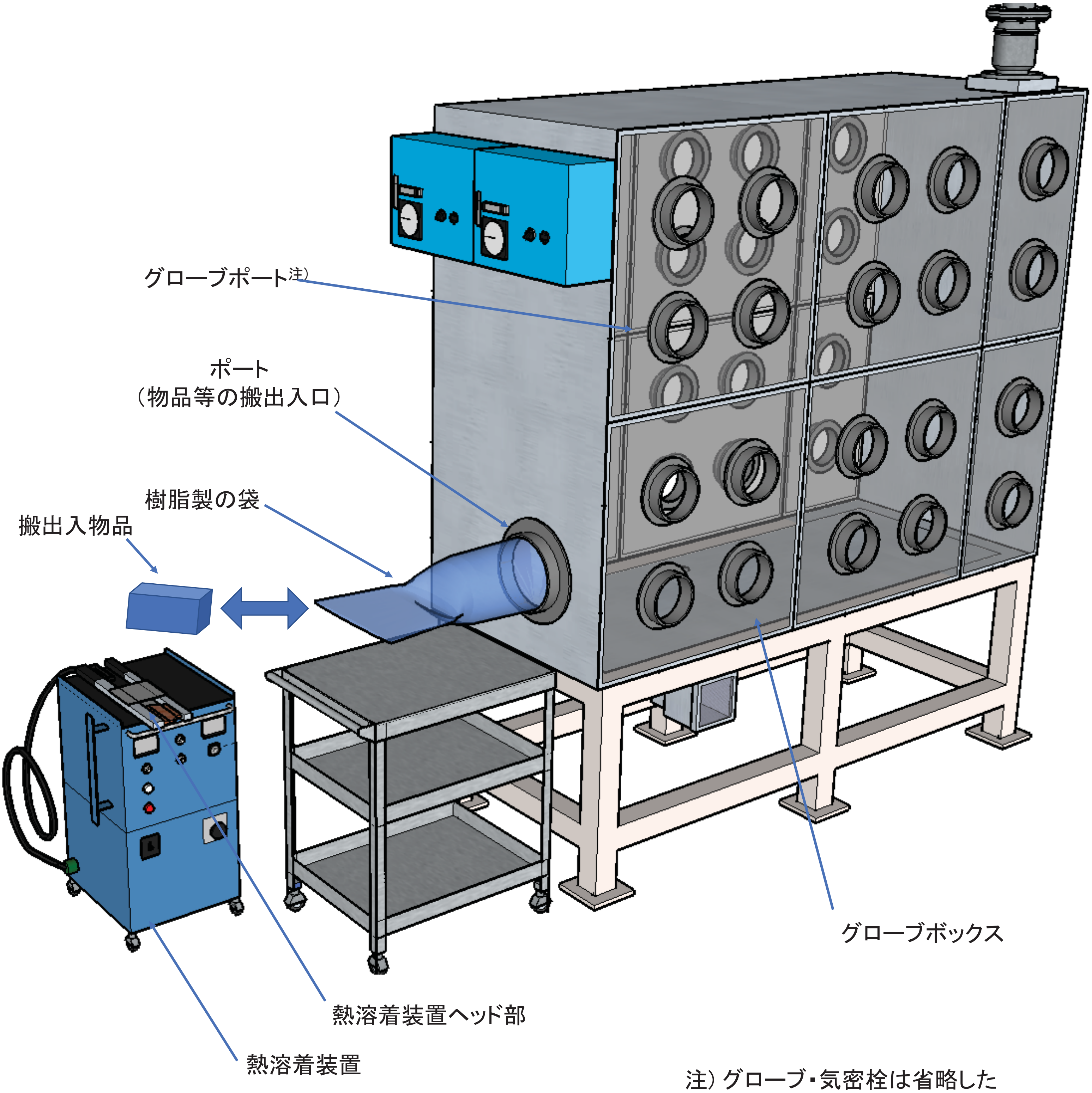
# プルトニウム燃料第二開発室の概要

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 離れた海抜約 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。

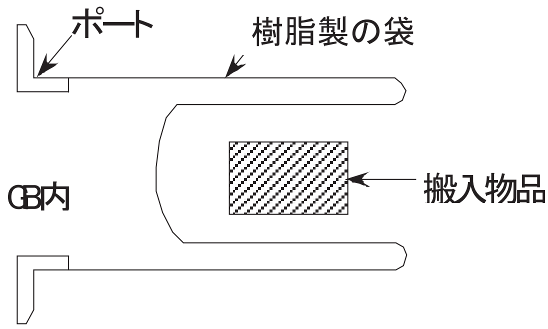
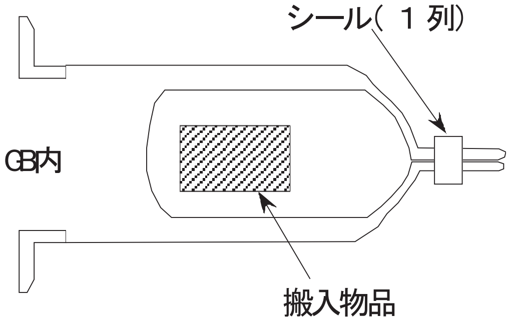
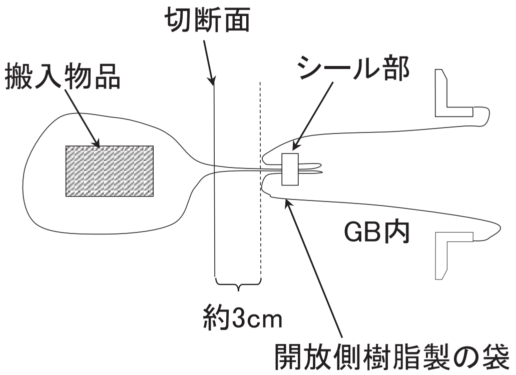
プルトニウム燃料第二開発室

# 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(1/5)
# グローブボックスの概念図

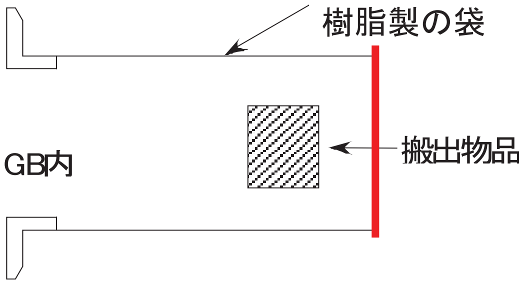
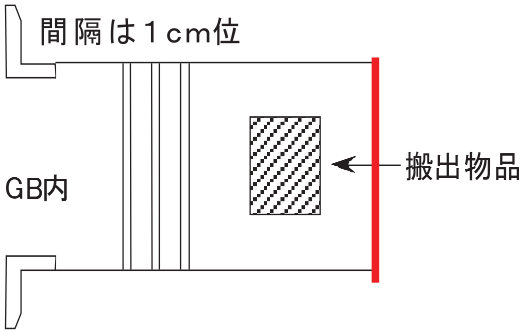
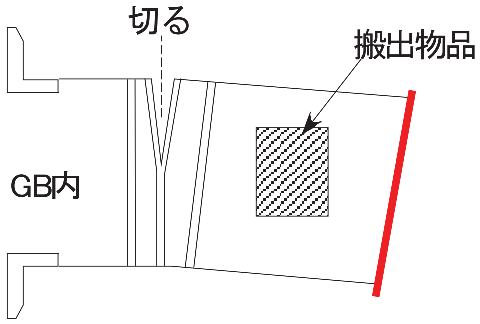
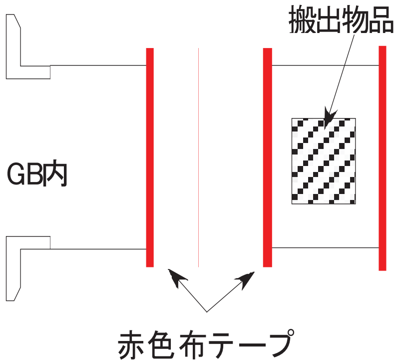



注) グローブ・気密栓は省略した

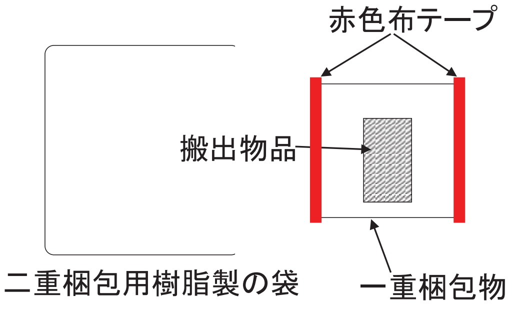
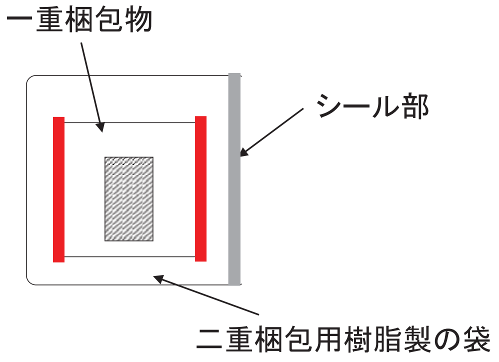
# バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(2/5)
## バッグイン作業の手順

| | |
|---|---|
|  | 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1～2㎝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。 |

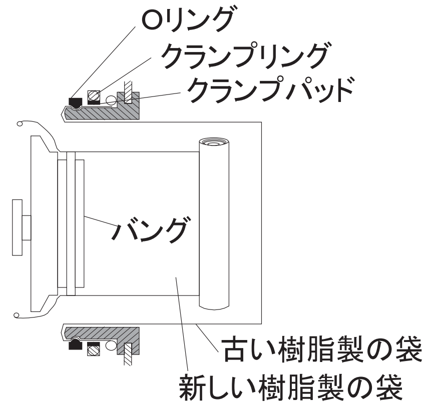
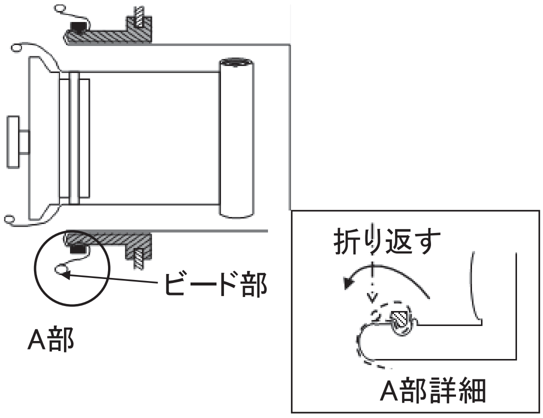
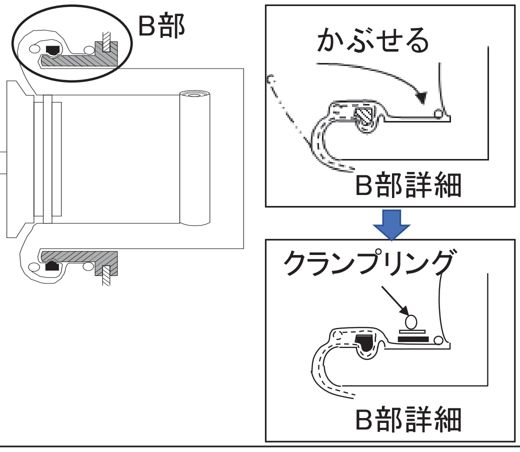
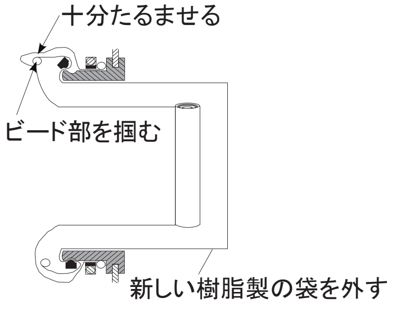
# バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ（3/5）
## バッグアウト作業の手順

| | |
|---|---|
|  | 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(4/5)
## 樹脂製の袋二重梱包作業

| | |
|---|---|
|  | 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。 |
|  | 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（5/5）
## 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。<br>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。 |

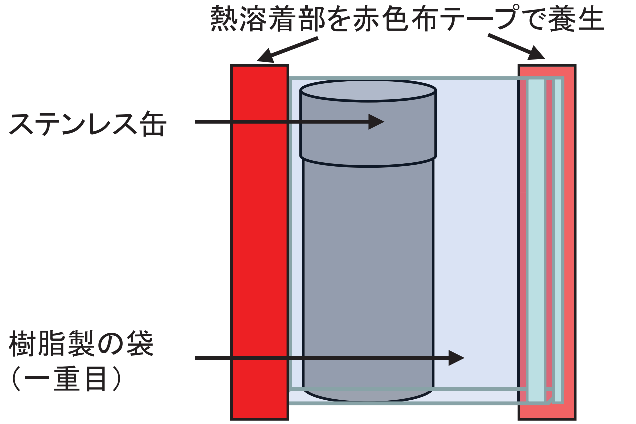
# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(1/7)

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、梱包物と接触対象物（熱溶着装置ヘッド部、ハサミ、サーベイメータヘッド部及び作業台（端部、角部））とを接触させ、穴の発生の有無、形状等を確認する

1. 梱包物と熱溶着装置ヘッド部との接触
2. 梱包物とハサミとの接触
3. 梱包物とサーベイメータヘッド部との接触
4. 梱包物と作業台（端部、角部）との接触

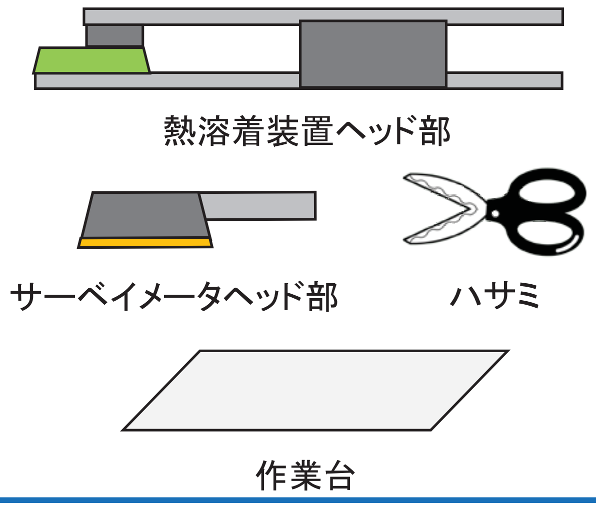
**試験体イメージ**

ステンレス缶の重量、温度（約70℃）を模擬



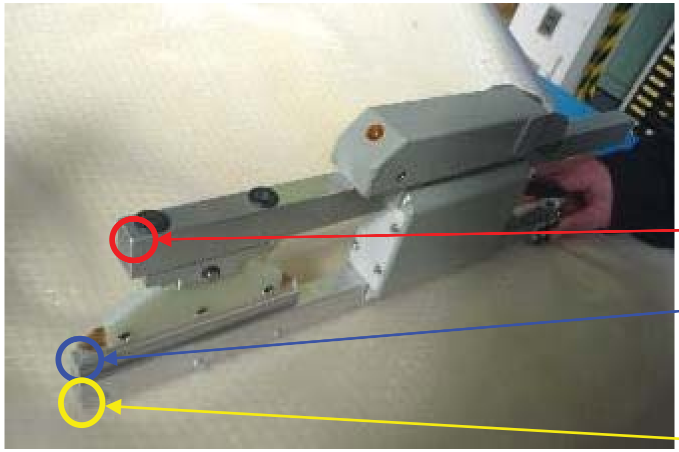

梱包物

**接触対象物**



# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(2/7)

粉末調整室(A-103)で使用
していた熱溶着装置



先端部(上)
先端部(中)

| 梱包物を熱溶着装置ヘッド部にあてた場所 |
|---|

先端部(下)

| 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)

先端部(中)

先端部(下)　裏側から撮影

熱溶着装置ヘッド部の先端部

# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(3/7)

粉末調整室(A−103)で使用していた作業台

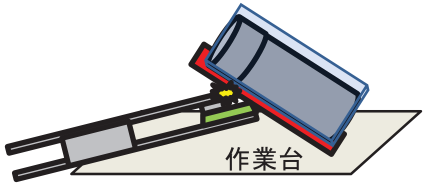
粉末調整室(A−103)で使用していた作業台上に緩衝材が敷かれていたが、作業台の端部・角部は覆われていなかった。

試験に使用した作業台＊

＊：当時使用していた作業台を模擬

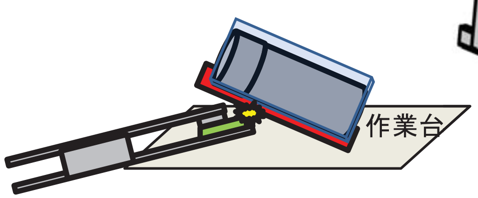
作業台

# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(4/7)

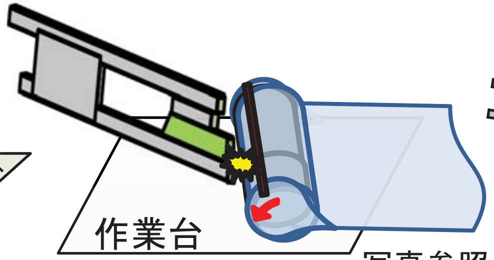



写真参照

パターン1-1
梱包物を熱溶着装置
ヘッド先端部(上)に接触

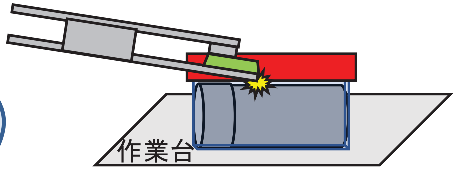



パターン1-2
梱包物を熱溶着装置
ヘッド先端部(中)に接触



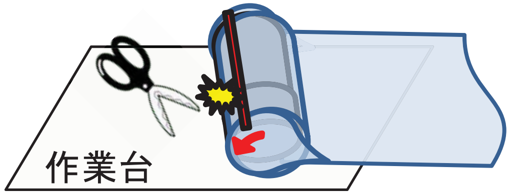

写真参照

パターン1-3
梱包物を熱溶着装置
ヘッド先端部(中)に接触



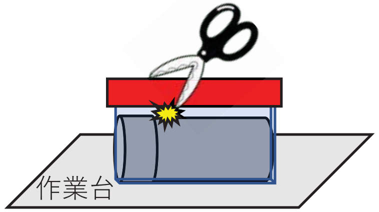

写真参照

パターン1-4
熱溶着装置ヘッド部の
先端部(下)を梱包物に接触

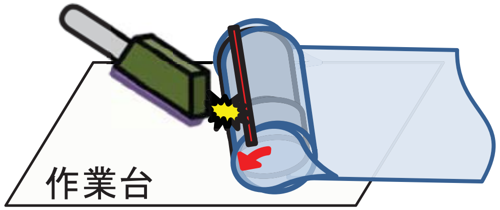



写真参照

パターン2-1
梱包物をハサミに接触

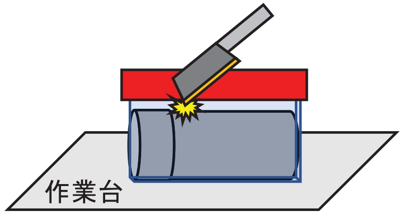



パターン2-2
ハサミを梱包物に接触

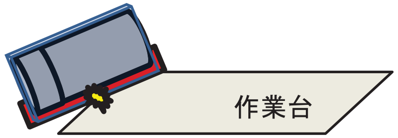



写真参照

パターン3-1
梱包物をサーベイメータ
ヘッド部に接触




パターン3-2
サーベイメータヘッド部の
先端角部を梱包物に接触




写真参照

パターン4-1
梱包物を作業台端部
に接触

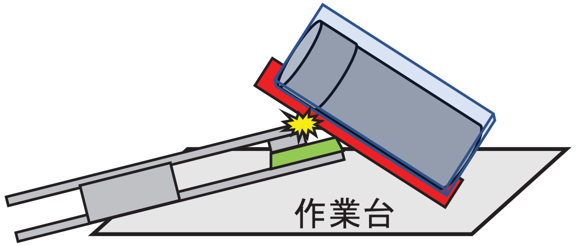
パターン4-2
梱包物を作業台角部
に接触

・パターン1-3、2-1及び3-1の試験では、ステンレス缶が樹脂製の袋に包まれた状態もしくは梱包物の状態で、転がすように押し当てた。

**試験パターン**

# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(5/7)

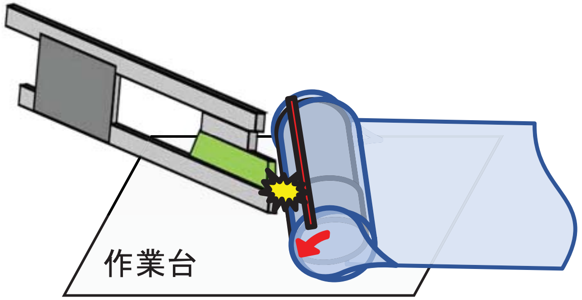
## パターン1-1　梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部（上）に接触



試験による穴（約6.65mm）

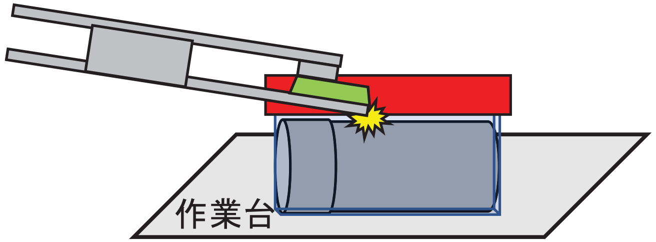
(参考）樹脂製の袋の穴（約5mm）

## パターン1-3　梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部（中）に接触



試験による穴（約4.90mm）

## パターン1-4　梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部（下）に接触

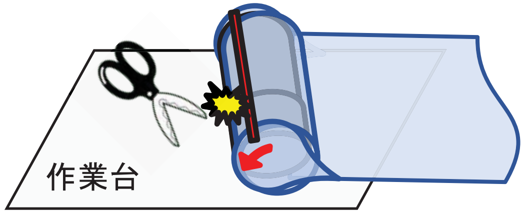


試験による穴（約4.93mm）

結果：
梱包物と熱溶着装置ヘッド部とを接触させて生じた穴の形状は事象発生原因の穴と類似している。

# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(6/7)

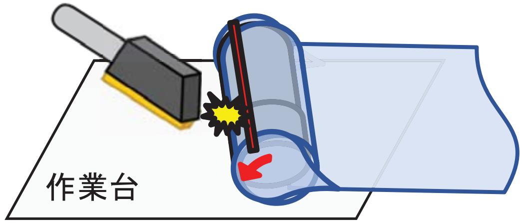
## パターン2-1　梱包物をハサミに接触



試験による穴（約4.35mm）

結果：穴の形状は事象発生原因の穴と類似していない。

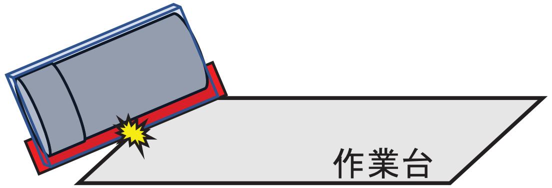
## パターン3-1　梱包物をサーベイメータヘッド部に接触



試験による傷（約1.95mm）

結果：傷は生じたが穴は開かなかった。

## パターン4-1　梱包物を作業台端部に接触



試験による穴（約13.45mm）

結果：穴の形状は事象発生原因の穴と類似していない。

# 一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(7/7)

■　まとめ

　梱包物と接触対象物（熱溶着装置ヘッド部、ハサミ、サーベイメータヘッド部及び作業台（端部、角部））とを接触させ、穴の発生の有無、形状等を確認した。
　その結果、梱包物と熱溶着装置ヘッド部先端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。
　このことから、梱包物の穴の発生原因は、梱包物と熱溶着装置ヘッド部先端が接触した可能性が高いと考えられる。

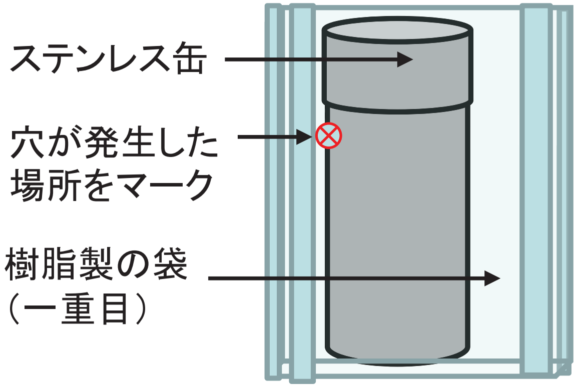
# 一重目の樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験

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**

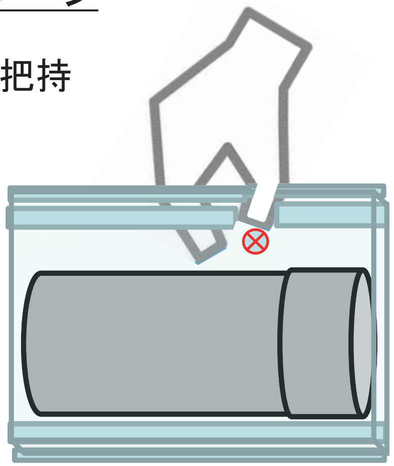
ステンレス缶の重量、温度（約70℃、約80℃、約90℃）を模擬




梱包物

**試験イメージ**

1分間把持



穴が発生した付近の熱溶着部を把持し、1分間ステンレス缶の重量によって荷重をかけた。

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(1/4)

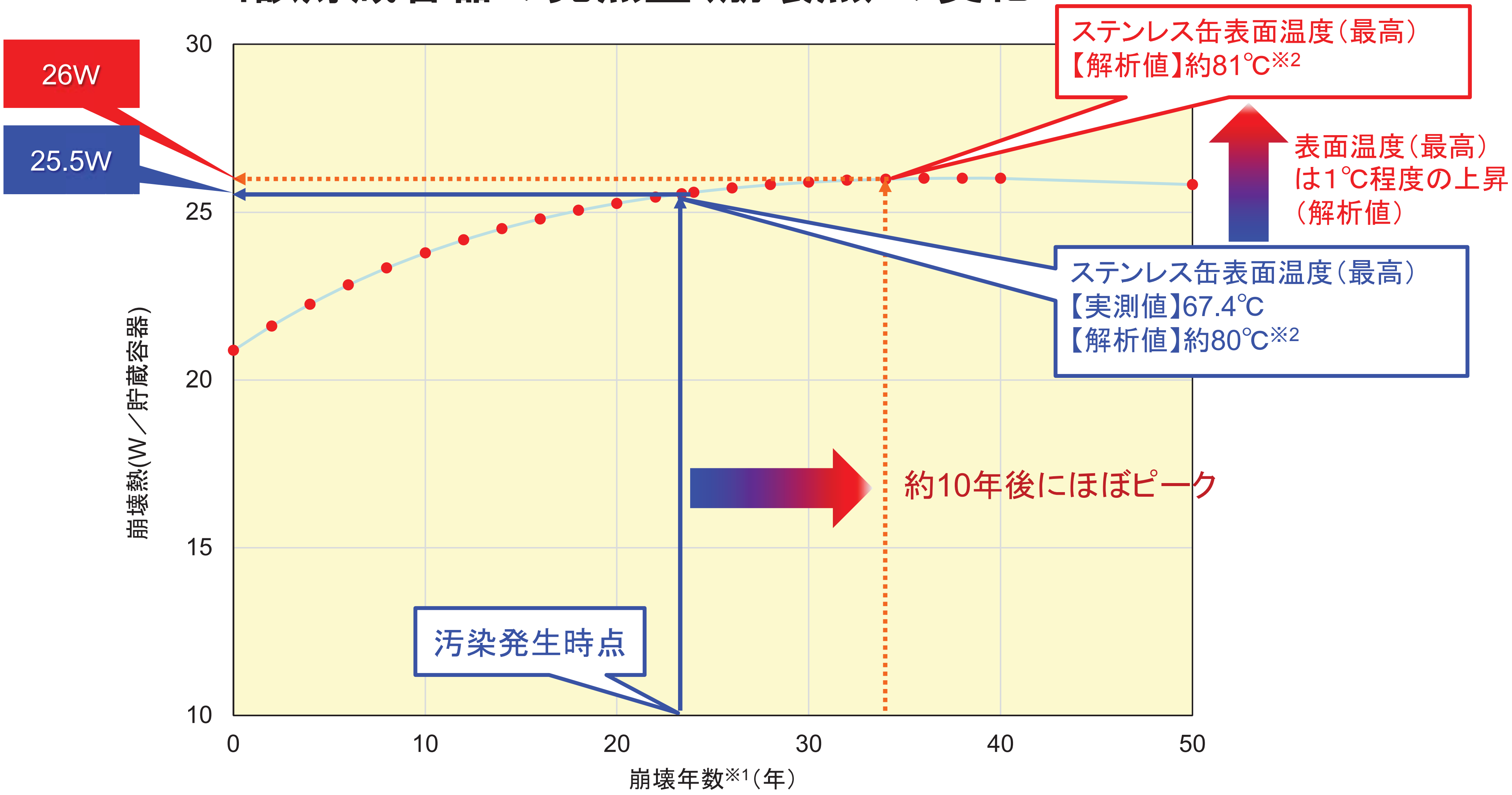
「一重目の樹脂製の袋に穴が開いた原因」から、ステンレス缶表面の熱が樹脂製の袋の穴の発生の原因でないことが分かっており、更に、樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験から、当該ステンレス缶の表面温度（約70℃）よりも高い90℃においても、その結果は変わらないことが確認されている。

当該ステンレス缶の発熱の原因は、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、経時変化を考慮しても、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。

一方、貯蔵棚の内部（床部）の温度は約35℃であり、過去の試験結果から当該温度が樹脂製の袋の熱劣化に及ぼす影響は小さいことが分かっている。よって、現状の集積熱量7 kWdでの管理は妥当である。

# 貯蔵容器の熱解析(2/4)
## 当該貯蔵容器の発熱量（崩壊熱）の変化

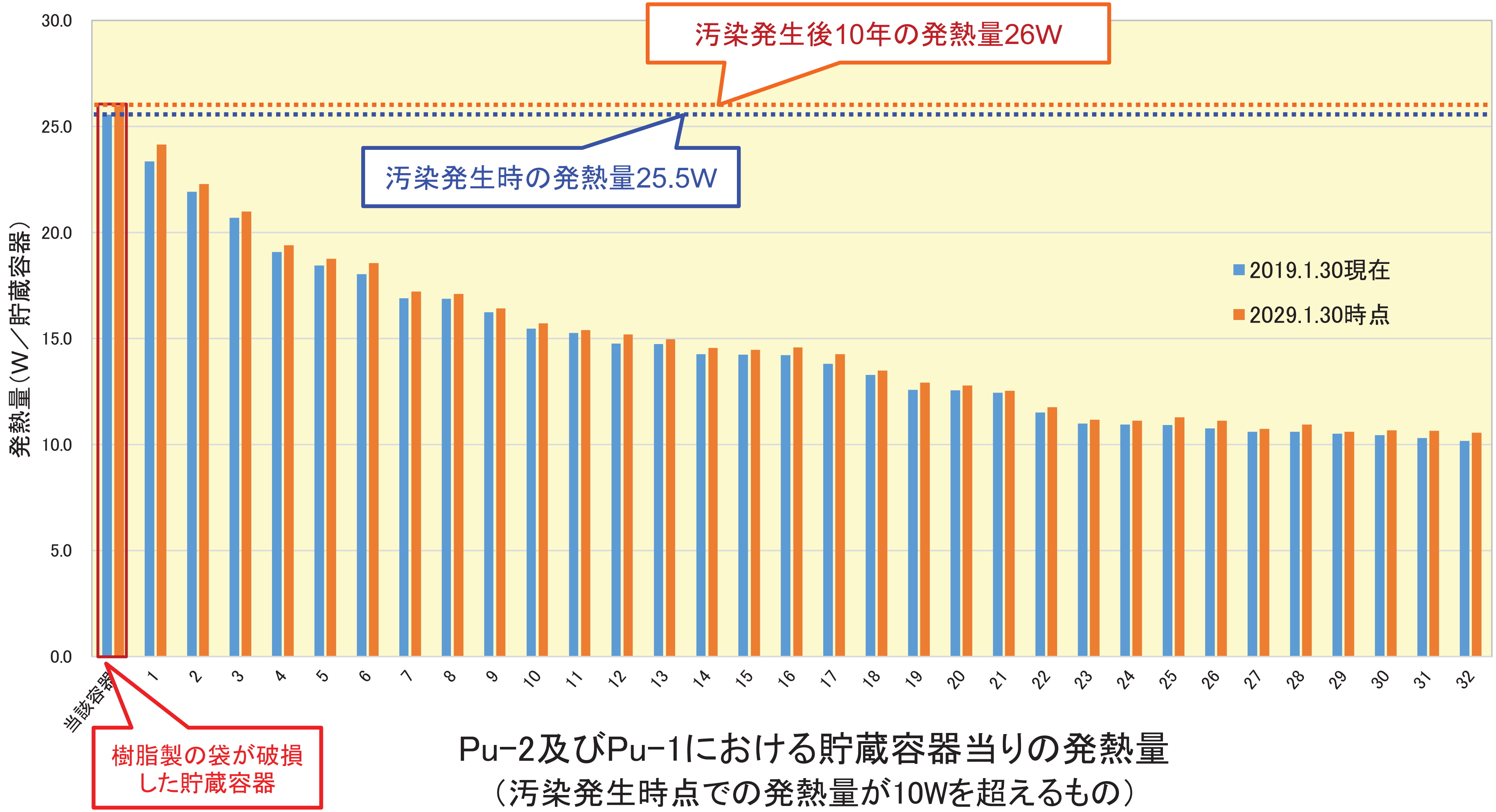



当該貯蔵容器の発熱量（崩壊熱）の変化

※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(3/4)
# 貯蔵容器毎の発熱量

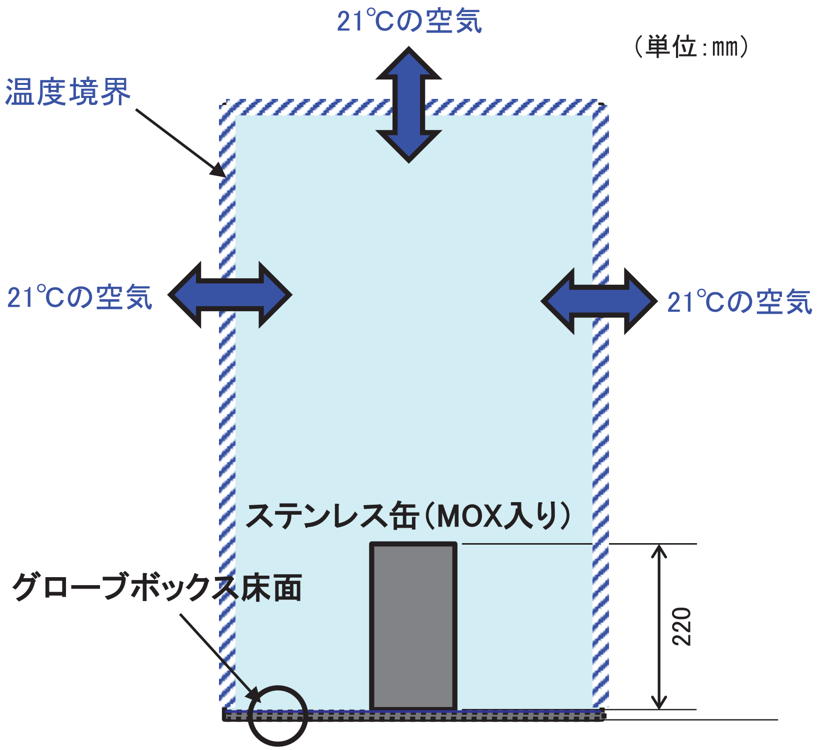
当該貯蔵容器の発熱量は、Pu-2及びPu-1において貯蔵容器（ステンレス缶、アルミ缶）で保管している在庫中で最大。今後10年先まで考慮してもこれを超えるものはない。



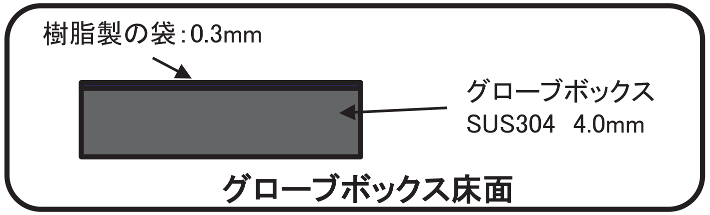

Pu−2及びPu−1における貯蔵容器当りの発熱量
（汚染発生時点での発熱量が10Wを超えるもの）

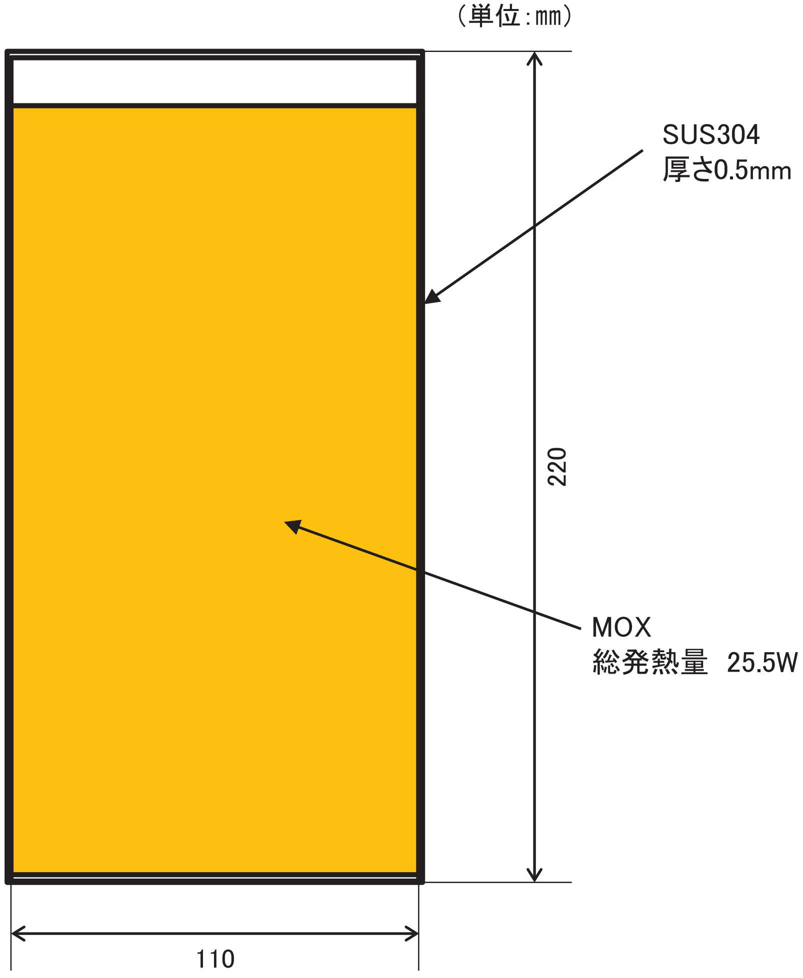
# 貯蔵容器の熱解析(4/4)
## 貯蔵容器の熱解析の概要

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)

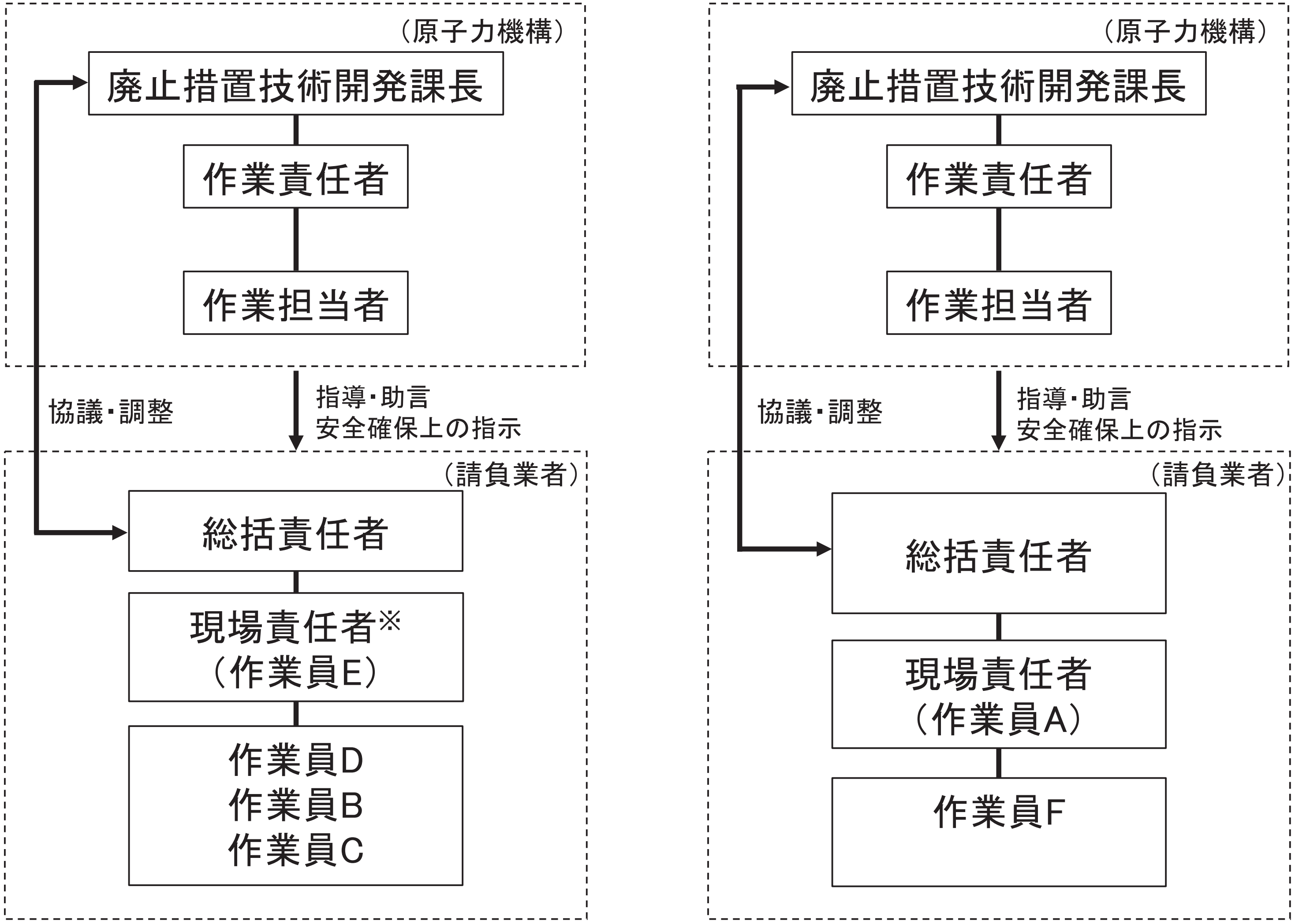



ステンレス缶(MOX入り)

**添付9.1.1**

## 各職務の役割に対する実施状況の検証




【樹脂製の袋の交換作業】　【設備の調整作業】

作業の体制図

※：汚染事象発生後の粉末調整室（A-103）内での対応を指揮

# 各職務の役割に対する実施状況の検証

| 職名 | | 職務 | 実施状況 |
|---|---|---|---|
| 機構側 | 作業担当課長 | 請負業者の総括責任者等に対して、関連する研究所の規則や基準類を提示し、請負業者全員に遵守させる。 | 総括責任者に規則や基準類は提示したが、結果として、請負業者にマニュアルを遵守させることはできなかった。 |
| | | 請負作業（年間請負作業を除く。）の実施中は、保安立会いを実施又は保安立会をしない場合は随時作業現場を巡視し「作業計画書等」の記載事項に逸脱していないことを確認するとともに、保安上必要と認めた場合は現場責任者に対し指導・助言を行う。 | 今回の作業は、年間請負作業であるため、保安立会いは実施していないが、定期的に現場を巡視し、保安上の助言を行っている。 |
| | 作業責任者 | 作業責任者は、作業担当課長の職務を補佐し作業担当者を指揮・監督する。 | 作業責任者は、作業開始前のKYに参加し、内容を確認した後、各作業現場を見廻り、安全確保上の指示を行っている。 |
| | 作業担当者 | 作業の進捗状況、工事等の施工管理状況、作業現場の環境管理状況等を適宜確認し、総括的な安全管理を含め作業全体を掌握する。 | 作業責任者とともに、作業開始前のKYに参加し、内容を確認した後、各作業現場を見廻り、安全確保上の指示を行っている。 |
| | | 作業担当課長が利用許可した施設・設備等の安全確認をする。 | 当日、請負側が実施した始業前点検の結果、異常があるとの連絡はなかった。 |
| | | 請負作業（年間請負作業を除く。）の実施中は、保安立会いを実施又は保安立会をしない場合は随時作業現場を巡視し「作業計画書等」の記載事項に逸脱していないことを確認するとともに、保安上必要と認めた場合は現場責任者に対し指導・助言を行う。 | 今回の作業は、年間請負作業であるため、保安立会いは実施していないが、作業開始前のKYに参加し、内容を確認した後、各作業現場を見廻り、安全確保上の指示を行っている。 |

# 各職務の役割に対する実施状況の検証

| 職名 | | 職務 | 実施状況 |
|---|---|---|---|
| 請負側 | 総括責任者 | 当該請負作業の履行に当たり、作業担当課長と必要な協議・調整を行う。 | 請負作業全般について協議・調整を行っている。 |
| | | 現場責任者が作業者を兼務する場合は、必ず作業担当課長と協議する。 | 協議した上で、現場責任者が作業者を兼務することとした。 |
| | | 当該請負作業に係る自社作業員の人員配置、工程管理、作業指示、安全管理等一切の事項を処理する。 | 請負作業に係る管理業務を遂行した。 |
| | | 自社作業員に当該請負作業の規則や基準類を遵守させる。 | 結果として、マニュアルを遵守させることができなかった。 |
| | | 自社作業員に対する注意喚起及び遵守徹底を図り、安全の確認・確保に努める。 | 朝会等の場において、注意喚起及び関係法令・規則等遵守徹底を図っていたが、結果として、マニュアルの遵守徹底が不十分であった。 |
| | 現場責任者 | 現場責任者は、作業現場に常駐し、作業管理に責任を持ち、規律の維持、労働災害防止にあたる。 | 当日、作業現場に常駐していたが、作業管理を十分果たせず、結果として汚染が拡大する事象が生じた。 |
| | | 作業開始前のTBM等において、作業者の健康状態、作業内容、役割分担、注意事項等を確認する。 | 作業開始前のTBMにおいてステンレス缶が高線量であることについて周知した。 |
| | | 作業開始前のKY等において危険ポイントを認識させ、作業中にも適宜、安全を確認する。 | 作業開始前に行ったKYにおいて、危険要因を抽出し、危険ポイントを認識させた。<br>なお、作業中の安全確認については、不十分であり、結果として汚染が拡大する事象が生じた。 |