



31 原機 (サ保) 008

平成 31 年 4 月 4 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 4 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、平成 31 年 3 月 13 日付け 30 原機 (サ保) 072 及び平成 31 年 3 月 27 日付け 30 原機 (サ保) 086 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、更なる安全性向上を図るために抽出した改善事項に対する改善策、再発防止に向けた水平展開事項等の表現を適正化したことから、別紙のとおり補正いたします。

別紙：原子力施設故障等報告書

以上

原子力施設故障等報告書

平成 31 年 4 月 4 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管理区域内における汚染について（第 4 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 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
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 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
事象の状況	<p>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。</p> <p>粉末調整室（A-103）における空气中放射性物質の濃度については、α 線用空気モニタ（α-8 及び α-10）の指示値（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 9.1×10^{-7} Bq/cm³、2.9×10^{-7} Bq/cm³ 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 7×10^{-8} Bq/cm³）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气中濃度限度（プルトニウム-238（不溶性の酸化物以外の化合物）：三月間における平均濃度 7×10^{-7} Bq/cm³）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。</p>

	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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/cm²）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/cm²）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。</p>
<p>事象の原因</p>	<p>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たことであり、それにより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。</p> <p>(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。</p> <p>(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、バッグアウト中に一重目の樹脂製の袋に包まれた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一重目の樹脂製の袋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。</p> <p>(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</p>

	<p>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りと考えられる。</p>
安全装置の種類 及び動作状況	<p>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。</p>
放射能の影響	<p>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。</p> <p>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：1.5×10^{-10} Bq/cm³）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。</p> <p>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。</p>
被害者	なし
他に及ぼした障害	なし
復旧の日時	<p>立入制限区域の解除日時：平成31年2月21日14時30分</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 粉末調整室（A-103）内の表面密度が管理目標値（α：0.04 Bq/cm²）以下であること。 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/cm³）以下であること。 α線用空気モニタ（α-8、α-10）及びエアスニファを除染し、粉末調整室（A-103）の空気中放射性物質濃度を適切に測定する環境が整ったこと。 <p>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/cm²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/cm³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。</p>

	<p>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。</p>
<p>再発防止対策</p>	<p>1. 直接的な原因に対する対策</p> <p>(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</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 <p>(2) 一重目の樹脂製の袋に穴が開いたことに対する対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 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さないように手順を見直す。 <p>(3) 汚染を拡大させたことに対する対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ① バッグアウト作業において貯蔵容器をグローブボックスから引き出した際に、樹脂製の袋内部が負圧状態のときに汚染検査及び外観検査することを含め、それら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（以下「TBM」という。）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得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。

2. 更なる改善事項の抽出及び改善策

汚染の発生及び汚染を拡大させたことに対する対策については「1 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行動について、改善事項を抽出しそれに対する改善策を策定し、これらについて客観的な視点も加え評価を実施した。

2.1 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、その結果抽出された汚染発生と汚染拡大を防止するための更なる改善事項に対する改善策を策定した。

2.2 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。）の基本原則により、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則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ために汚染発生から管理区域退出までの行動に関する評価を実施した。その結果抽出された更なる改善事項に対する改善策を策定した。

2.3 行動検証で抽出した問題点及び対策の妥当性の確認

「2.1 項」及び「2.2 項」で記述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に係る改善事項及び改善策について、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を加えた検証チームを構成し、その妥当性を確認した。この妥当性

の確認は、プルトニウム燃料技術開発センターが実施した行動評価（改善事項及び改善策）と検証チームで実施した行動評価において抽出された問題点及び対策を比較することにより実施した。また、汚染発生から管理区域退出までの作業員の行動について、同様の方法で妥当性の確認を行い、確認結果に基づき、プルトニウム燃料技術開発センターで抽出した改善事項及び改善策について一部追加・修正を行った。

3. 大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故の対策（予防処置活動）の実効性の検証及び対策

プルトニウム燃料第二開発室の事象では、ホールドポイントが遵守されず、また、新たに制定したガイドラインの放射線管理第1課の手順書への反映が不十分であり、ガイドラインに基づく対応が実際には行われていないなど、燃研棟汚染事故の再発防止策の水平展開が徹底されていなかった。これは、水平展開及びその後のフォローアップの過程において、プルトニウム燃料技術開発センターの各階層の管理者及び安全・核セキュリティ統括部が、予防処置の実効性について踏み込んだ確認ができていなかったことに原因がある。

水平展開に関する機構大の取組を指導・監督すべき安全・核セキュリティ統括部が、その機能を十分に発揮できていなかったことから、水平展開の実施段階における問題点及び対策を整理し、以下に示す。

① 各拠点との水平展開の目的・意図の相互確認

【問題点】

水平展開の目的・意図も含め、主として文書による各拠点への指示を行ってきたが、その趣旨（作業安全上、重要なポイントで立ち止まれるよう意図したホールドポイントの明確化や教育、内部被ばくを防止する観点で緊急時の資機材管理や対応訓練、身体除染の方法や測定方法に対する手順の明確化等の対策を講じてきたこと）が十分に伝わらず、各拠点での現場担当レベルまでの理解を得ることができなかった。

【対策】

水平展開の目的・意図を各現場に浸透するため、各拠点の保安管理部門との連携体制をより密にする。水平展開管理票などの発出に際しては、文書指示に留まらず、適宜、会議、説明会等を開催することによって、水平展開がより実効的なものとなるよう、各

拠点の保安管理部門に目的・意図を明確に伝え、そのことを相互で確認する。

② 水平展開の実施結果の具体的な徴取方法等の明確化

【問題点】

実施結果の確認について、具体的な手順等への反映結果や実作業に適用した場合の確認報告までは求めない等、徹底した取組がなされなかった。また、安全・核セキュリティ統括部、各拠点の保安管理部門及び各階層の管理者の役割分担や責任を明確にしていなかった。この結果、水平展開でガイドラインの各拠点の手順書等への反映を指示したものの、その反映が不十分であった。

【対策】

水平展開の計画・指示の段階から、実施後には実際の作業に適用した場合の確認の報告を求める等、その実施結果の具体的な徴取方法を明確にする。また、実施結果の確認における安全・核セキュリティ統括部、各拠点の保安管理部門及び各階層の管理者の役割や責任を明確にする。

具体例として、今回のガイドラインの手順書等への反映が不十分だった点について、水平展開で実施するガイドライン見直しに基づく拠点の手順書の改訂にあたって、ガイドラインと手順書の比較表の提出を求め、それぞれの段階で確認することにより、内容が手順書に反映されていることを確認する。

③ 現場レベルでの実効性の確認

【問題点】

水平展開のフォローアップでは、要領類の改定状況について、主に書類等で確認を行ったが、実施記録の確認（プロセスの確認）が主体となっていた。また、実務で用いる要領書類の内容の確認については、各拠点での代表例の確認に留まっており、水平展開が適切にできていないことを確実に抽出する確認プロセスにはなっていなかった。また、実際の現場作業に適用した場合の対応状況については、現場へ赴いてまでの確認はしておらず、水平展開が各現場に即した実効的なものとなっているかどうかの確認にはなっていなかった。

【対策】

水平展開のフォローアップについて、各拠点の代表例の要領や実施記録の確認（プロセスの確認）の他、水平展開が適切にできていない状況等を抽出するため、各拠点の保安管理部門と連携

し、直接現場の作業員等への水平展開の改善内容についての聴取、抜き取りによる書類確認や、実際の作業に適用した場合の対応状況を確認する等、水平展開が現場作業に対して実効的になっているかどうかの確認を行う。

④ 幅広い視点での監視・評価

【問題点】

燃研棟事故の水平展開のフォローアップについて、安全・核セキュリティ統括部の関係者で計画し、対応しており、安全・核セキュリティ統括部以外の多角的な視点が欠けていた。

【対策】

水平展開のフォローアップについて、各拠点においても拠点の会議体で実効性の確認を行うことに加え、機構大に影響を及ぼす可能性のある事案については、水平展開の実施結果を中央安全審査・品質保証委員会で審議し、取組内容の妥当性を確認する。この他、水平展開による活動だけでなく、各拠点における安全活動が実効的なものとなっているかどうかについて、必要に応じ外部の専門家等の協力も含め、定期的に施設の監視・評価を実施する。

安全・核セキュリティ統括部は、今回の事象のような法令報告等の重要な事項の水平展開について、上記の対策を講じ、水平展開が実効的なものになるよう対応していく。

なお、水平展開に係る事項は、水平展開実施要領に平成 31 年 4 月末までに明確にする。また、定期的な施設の監視・評価に係る事項は、2019 年 6 月末までに要領等で明確にする。

4. 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これまでの改善活動の問題点と今後の改善活動

4.1 これまでの改善活動の問題点と今後の改善活動の進め方

本事象発生に関する直接的な原因の究明、汚染発生までの行動及び汚染発生から管理区域退出までの行動評価等を行うとともに、燃研棟汚染事故を受けた予防処置活動の検証、原子力安全監査（特別）を実施し、更なる改善事項の抽出を実施した。これらの結果を踏まえて、汚染のリスクを伴う作業の手順書や汚染事象発生時の対応手順書の見直しの必要性、作業管理の不足、汚染事象発生時の不十分な対応等、多くの改善事項を抽出した。これらのことは、品質マネジメントシステムに基づくこれまでの改善活動に問題があったものと考えられ、この問題は、改善の取組を指揮すべき現場の各階層

の管理者（プルトニウム燃料技術開発センター長、プルトニウム燃料技術開発センター内部長、プルトニウム燃料技術開発センター内各課室長・グループリーダー、放射線管理部長、放射線管理第1課長）自身が、作業手順や汚染事象対応などに対して、常に改善する意識をもって指揮・指導することが十分にできていなかったことにより生じたものと考えられる。

改善活動が不十分だった点は、以下の点と考えている。

- ① 作業手順書や汚染事象発生時の対応手順について、実効的であるかという視点での見直しが行われてこなかった。具体的には、
 - 従来のやり方を是とし、更なる改善の意識をもって手順書を確認していなかった。
 - 実作業における課題の現場からの吸い上げ、実際の作業を通じた手順書の確認を十分実施していなかった。
 - 見直し対象の手順書しか確認せず、関連する上位文書及び下位文書の見直しを実施していなかった。
 - 訓練結果から抽出された課題について、タイムリーに手順等の見直しを行わなかった。
- ② 教育・訓練が実践的なものとなっていなかった。具体的には、
 - 汚染レベルや作業員数等の訓練に関して、事故想定規模が小さい訓練しか実施していなかった。
 - 訓練の目的があいまいで、何を確認し、何を達成するための訓練かが明確でなく参加者の訓練に対する自覚が十分でなかった。
 - 汚染事象の想定も限定した部屋のみで全部屋を対象に訓練を実施してこなかった。
 - 訓練では作業員側の対応が主となっていたため、放射線管理部としての汚染検査方法の確認や作業員側と放射線管理部との連携に係る視点が欠けていた。
 - 各階層の役割・責任に応じた教育になっていなかった。特に各課室長への教育プログラムがなかった。
 - 教育に関する理解度確認が確実に行われていなかった。
- ③ 汚染事象発生時に現場を指揮する者が必要とするスキルを身に付けるための特別な教育・訓練がなされていなかった。具体的には、
 - これまでの訓練では現場指揮者を含む現場指揮所員のスキルアップ及び人材の育成を図ることができなかった。

- 汚染事象発生時において現場で作業員を指揮する者や作業員に対する訓練を中心に行っており、現場指揮所の機能や現場指揮所と現場との連携を確認する訓練になっていなかった。

以上の改善活動が不十分だったことへの基本的な対応方針は、以下の通りと考えている。

① 作業手順書や汚染事象発生時の対応手順について、実効的であるかという視点での見直しが行われてこなかったことへの対応

- 手順書等の見直しにおいては、従来のやり方を是とせず、作業方法を一から見直す意識をもって実施するとともに、改訂した手順書等を用いて実際に作業を行い妥当性の評価を行う。また、実作業における課題を現場から吸い上げ、さらに改善する。
- 関連する上位文書及び下位文書を含めて見直しを実施する。
- 訓練で摘出した課題について、その対応策を含め、手順等に反映する。

② 教育・訓練が実践的なものとなっていなかったことへの対応

- 各部屋の作業内容及び作業員数に合致した規模の実践的な訓練計画を立案し、各部屋にて実施する。
- 訓練の目的及び達成目標を明確にし、それらを参加者全員が共有した上で、訓練を実施する。
- 訓練は、計画段階から放射線管理部と作業担当課室が共同で実施する。
- 各課室長を含む各階層の役割・責任に応じた実践的な教育プログラムを作成し、教育を実施する。
- 教育に関する理解度確認を強化するために、その方法（試験等）を改善する。

③ 汚染事象発生時に現場を指揮する者のための特別な訓練を実施していなかったことへの対応

- 汚染事象発生時に現場を指揮する者の行動に係る実践的な教育プログラムを作成し、教育を実施する。
- 現場指揮者を含む現場指揮所員のスキルアップ及び人材の育成を目的とした実践的な訓練を実施する。

これらの問題意識及び対応方針を各階層の管理者を始めとした全従業員（年間請負も含む。）間で共有した上で、更なる改善に向けた取組として、改めて、核燃料サイクル工学研究所長の下、プルト

ニウム燃料技術開発センター長及び放射線管理部長が主導し、品質保証システムに関連する要領書、作業基準（安全作業基準、基本動作マニュアル）及び各課室グループの作業手順書並びに事故対策手順等の改善を図るとともに、それらを基にした教育・訓練をより実践的なものにするための改善、現場を指揮する者のスキルアップ、現場責任者の教育、作業管理の改善や安全意識の向上を図っていく。これらの改善に関しては、実際に作業や訓練を通じてその妥当性評価を行い、その結果に応じた見直しを図ることにより、より実効的な改善策とするとともに、その後も、品質マネジメントシステムに基づき定期的なレビューを行うこと等を通して各階層の管理者が継続的な改善を行うこととする。

4.2 今後の改善活動

今後の改善活動を進めるにあたって、本事象の対策、これまでに抽出された更なる改善事項を、作業手順（事故時の作業員の対応及び放管員の対応を含む。）の改善、教育方法の改善、訓練方法の改善、作業管理の改善、安全意識の向上、リスク低減、ハード対策に分類・整理した。

これらの改善活動を実施するにあたり、「4.1 項」で示した改善活動が不十分だったことへの基本的な対応方針を踏まえ、各階層の管理者はその役割に応じて改善活動を主導するものとする。また、プルトニウム燃料技術開発センター長及び放射線管理部長は、品質保証活動のマネジメントレビューの一環で定期的なレビューを行うことにより、管理下にある管理者の活動を評価することとする。さらに、保安活動に係る文書類は品質マネジメントシステム文書として明確に位置づけ、実効的な定期レビューにより継続的に改善していく。

(1) 作業手順の改善

これまで、作業基準（安全作業基準及び基本動作マニュアル）及び作業手順書並びに事故対策手順が実効的なものになっていなかったことから、品質保証文書の2次文書である文書管理要領書の改訂を2019年5月末までに図り、文書の制定・改訂にあたり、実際の作業及び訓練により、内容の妥当性を確認することをルール化する。

今回の汚染事象を踏まえて、まずは本事象に関連した作業基準及び事故対策手順の制定・改訂を行う。これらの制定・改訂した作業基準及び事故対策手順に基づき、関連する各課室グループの

	<p>作業手順書の制定・改訂を行う。さらに、その他の汚染のリスクが高い作業の作業基準についても見直しを行う。作業基準及び事故対策手順の制定・改訂に関しては、外部委員を含めた安全専門委員会で審議を受けるとともに、実効的な定期レビューにより継続的に改善していく。</p> <p>① 本事象に関連した作業基準類の改善</p> <p>1) 樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業の手順の制定</p> <p>② 事故対策手順の改訂</p> <p>③ 汚染事象発生時の放管員の対応要領、手順書の改訂</p> <p>④ 基本動作マニュアルの中の汚染発生リスクが高い作業に関する項目の改訂</p> <p>(2) 教育方法の改善</p> <p>各階層（プルトニウム燃料技術開発センター長、部長、課長、作業責任者、作業担当者、総括責任者、現場責任者、作業員）に自らの役割を認識させるとともに、各職位の実践的な力量を向上させるために、以下の対策を講じる。</p> <p>① 管理者層等に対する教育及び力量評価の実施</p> <p>② 現場責任者教育の内容の充実</p> <p>③ 作業員教育の内容の充実</p> <p>(3) 訓練方法の改善</p> <p>立入制限区域設定に至るような汚染事象を想定した訓練を実施する。訓練に当たっては、訓練の目的を明確にした上で計画を立案し、訓練参加者が訓練の目的を共有した上で訓練を実施する。また、訓練結果を次の訓練にフィードバックして確認することを繰り返すことにより、事故対応の全般的なスキルアップを図る。</p> <p>① 立入制限区域設定に至る汚染発生を想定した訓練の実施</p> <p>1) 全体訓練</p> <p>2) 各部屋の訓練</p> <p>(4) 作業管理の改善</p> <p>年間作業請負において実施している汚染リスクの高い作業について、その管理を強化するため、安全作業基準に新たな条項を制定する。当該条項には、作業手順の遵守の徹底、安全確保のた</p>
--	---

	<p>めに必要な情報伝達、ホールドポイントの徹底等を行うため、以下の①、②の内容を盛り込む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 作業担当課室長・グループリーダー（以下「作業担当課室長」という。）、作業責任者及び作業担当者に係る作業管理 ② 総括責任者及び現場責任者に係る作業管理 <p>上記に加えて、以下の改善を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> (5) 安全意識の向上 (6) リスク低減 <ul style="list-style-type: none"> ① 樹脂製の袋で包蔵している貯蔵容器の削減 (7) ハード対策 <ul style="list-style-type: none"> ① 局所排気装置の導入 ② 熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台の養生 <p>5. 再発防止に向けた日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）における水平展開</p> <p>「1項」でまとめた本事象の原因に対する対策に加え、「4項」において、これまで継続的に実施してきた作業に対して、改善の取組を指揮すべき管理者自身が、作業手順や汚染事象対応手順、現場の責任者の教育、実践的な教育・訓練などに対して、常に改善する意識をもって指揮・指導を十分にできていなかったという問題が抽出された。この問題について、プルトニウム燃料技術開発センターのみならず、原子力機構全体の問題として捉え、安全・核セキュリティ統括部は、全拠点を対象に実施する水平展開において、作業手順書の改善、教育・訓練に関して現場に則した実践的な対応が行われているかを評価し、改善活動を進める。</p> <p>また「3項」のとおり、燃研棟汚染事故の水平展開の取組が徹底できなかった点に関しては、各階層の管理者の取り組みと、それを指導・助言すべき安全・核セキュリティ統括部のフォローが不十分であったことによるものと考えられる。したがって、以下の水平展開を実施するとともに、安全・核セキュリティ統括部は、各拠点の保安管理部門と連携し、「3項」に掲げた①各拠点との水平展開の目的・意図の相互確認、②水平展開の実施結果の具体的な徴取方法等の明確化、③現場レベルでの実効性の確認、④幅広い視点での監視・評価の対策を講じ、水平展開が実効的なものになるよう徹底していく。</p> <p>5.1 水平展開実施項目</p>
--	---

(1) 本事象を自らの職場に置き換えた事例研究

発災箇所以外の拠点にあっても、今回の事象を自らのこととして捉え、改善活動につなげるため、各拠点は、本事象に関する事例研究（現場責任者によるホールドポイントの確認を含めた作業管理、汚染発生後の対応及び指揮者の役割等）について2019年7月末までに実施する。事例研究は、受講者に各々の職位・立場で本事例を考えさせる観点から、作業グループ単位（原則10人未満の少人数）で実施する。また、事例研究の際には、実作業を想定し実際のマニュアルを用いる。課室長・グループリーダーは、受講者に対して何を理解したかを確認する。

(2) 作業手順等の見直し・改善

今回の事例では、作業手順書や汚染事象発生時の対応手順について、実態に則しているかという視点での見直しが行われてこなかった。このことを踏まえ、各拠点は、保安活動として取り決めた内部被ばくや汚染拡大の防止につながる手順等（内部被ばくや汚染のリスクが小さい施設においては、当該施設の特徴を踏まえた災害のリスクの高い作業における手順等）を要求事項等に照らして再確認を行い、改訂案を作成又は制定案を作成する。これらの手順等の改善作業を通して、現場への作業手順の浸透を図る。また、各拠点の各階層の管理者は、見直した手順等について、実践的なものになっているか教育や訓練等を通じて2019年9月末までに確認し、必要に応じて見直しを行う。

(3) 緊急時対応の機能向上のための訓練の実施

プルトニウム燃料技術開発センターで取り組んできた訓練が、実践的なものとなっていなかったことを教訓として、各拠点は、毎年実施しているグリーンハウス設置・身体除染訓練について、汚染の程度、作業員数について施設ごとに起こり得ると考えられる厳しい想定を検討し実施するとともに、現場指揮所の機能や指揮者の能力向上を目的とした実践的な訓練を計画的に実施する。訓練では、以下の点に留意する。

- ・ 内部被ばくのおそれのある場合の行動、退避指示方法（ページング、館内放送等）の確認
- ・ 資機材整備状況、場所に応じたグリーンハウス位置や室内の養生方法の確認
- ・ 現場指揮所における指揮者を含む各員の役割の確認
- ・ 脱装順序、脱装場所と最終的な測定場所の確認

- ・ 記録作成の方法・記録様式の確認
- ・ 簡易検査と最終の汚染検査等の状況に応じた対応の方法の確認

また、この訓練では、放管員も参加し、現場の対応要員と放管員の連携強化、役割と分担の確認も行う。

(4) 「身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン」等の見直し

今回の事象において、ガイドラインに反映すべき事項が抽出されたことから、安全・核セキュリティ統括部は、今回の事象を踏まえて各拠点の放射線管理部門と勉強会を行うなどして、(3)に示した留意事項を含め、2019年5月末までにガイドラインを見直す。各拠点は、見直したガイドラインに基づき各拠点の手順等を見直す。また、各階層の管理者は、自身が承認する手順等にガイドラインの内容が反映されていることを確認する。なお、見直した手順等について、実践的なものになっているか教育や訓練等を通じて確認し、改善する。

(5) 作業責任者等認定制度の制定又は見直し

今回の事象においてホールドポイントの遵守等の作業管理が徹底されていなかったことから、各拠点は、現場の作業管理を行う責任者や担当者等の力量及び役割を明確にし、作業管理を強化することを目的として平成31年4月末までに作業責任者等認定制度の制定又は見直しを行う。

(6) 原子力機構職員による現場巡視のルール化

各拠点において、年間請負作業等で請負作業員のみで作業を行う場合には、リスクアセスメント等の評価に基づき、各課室グループにおいてリスクが高い作業について、原子力機構職員が抜き打ち的に現場を巡視し、作業状況や、手順・ホールドポイント等の遵守状況について確認し、巡視した結果について作業担当課室長に報告することを2019年7月末までに要領等で明確にする。

(7) 現場責任者等の専任のルール化

リスクが高い作業については、その管理を適切に実施するため、作業責任者・現場責任者が作業員を兼任することを禁止する。各拠点は、このことを2019年7月末までに要領等で明確にする。

(8) プルトニウムを貯蔵する容器の保管状況確認

各拠点は、プルトニウムを貯蔵する容器であって、容器の外側を樹脂製の袋で梱包した状態で保管されているものについて、保管状況を確認する（平成 31 年 3 月 25 日までに確認済み。）。

(9) 汚染拡大防止措置に係る検討と改善

各拠点は、バッグアウト作業など汚染発生のリスクが高い作業において、局所的に汚染が発生した際に拡大を防止するための措置を検討し、2019 年 7 月末までに改善計画を作成する。

(10) プルトニウムを取扱うグローブボックス作業の改善

各拠点は、プルトニウムを取扱うグローブボックスを利用して樹脂製の袋を交換する作業においては、次の対策の実施について、平成 31 年 4 月末までに要領等で明確にする。

- 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貯蔵容器のバッグアウト作業を実施する。
- ③ 貯蔵容器のバッグアウト時には、貯蔵容器表面の拭き取りを必ず実施する。
- ④ 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。
- ⑤ バッグアウト作業では、むやみに梱包物を動かなさいうように手順を見直す。
- ⑥ バッグアウト作業において貯蔵容器をグローブボックスから引き出した際に、樹脂製の袋内部が負圧状態のときに汚染検査及び外観検査することを含め、それらのタイミングを手順書で明確にする。
- ⑦ 当日の作業において留意すべき事項について、現場作業員が確実に理解するように、TBM での確認項目を改善する。

5.2 原子力機構における保安活動に関する改善

燃研棟事故の水平展開における実施の不徹底さに関連して、安全・核セキュリティ統括部は、原子力機構の各拠点に対して保安活動に関する PDCA を自立的かつ継続的に展開するよう指導・監督すべきであったが、これまで安全・核セキュリティ統括部による水平展開管理票に基づく安全情報の発出や業務指示は一律平坦な内容に留まっており、水平展開の目的や意図、各拠点の特徴を踏まえて、自らの改善活動につなげることの重要性について、拠点関係者との相互確認が十分ではなかった。加えて、安全担当課長会議といった各拠点の実務レベルでの情報共有は適宜実施してきたものの、安全・核セキュリティ統括部と所長や保安管理部門の長との間で、水平展開をいかにして実効的なものにし、自立的かつ継続的な保安活動につなげるか等、保安活動を進めるためのマネジメント議論が不十分であったことが反省すべき点である。

今回の事故により実施する水平展開の改善をきっかけに、拠点の規模や保安活動の実態を踏まえた監視や指導を行うとともに、各拠点の所長や保安管理部門の長と実効性のある保安活動を進めるための議論を深め、各拠点が自立的かつ継続的に保安活動の改善に取り組むよう原子力機構の更なる安全管理強化を図っていく。

6. 今後の対応

更なる安全性の向上を図るために、汚染発生までの行動、汚染発生から管理区域退出までの行動について、現状の作業手順書及び作業管理等に問題がなかったかについて検証を行った。さらに、燃料研究棟における汚染事故の対策（予防処置活動）の実効性の検証、原子力安全監査（特別）を行い改善事項の抽出を行った。

これらの結果、汚染のリスクを伴う作業の手順書や汚染事象発生時の対応手順書の見直しの必要性、作業管理の不足、汚染事象発生時の不十分な対応等、多くの改善事項を抽出した。これらのことは、品質マネジメントシステムに基づくこれまでの改善活動に問題があったものと考えられ、この問題は、改善の取組を指揮すべき現場の各階層の管理者（プルトニウム燃料技術開発センター長、プルトニウム燃料技術開発センター内部長、プルトニウム燃料技術開発センター内各課室長・グループリーダー、放射線管理部長、放射線管理第1課長）自身が、作業手順や汚染事象対応などに対して、常に改善する意識をもって指揮・指導することが十分にできていなかったことにより生じたものと考えられる。

これらの問題意識を各階層の管理者を始めとした全従業員間で共有した上で、更なる改善に向けた取組として、改めて核燃料サイ

クル工学研究所長の下、プルトニウム燃料技術開発センター長及び放射線管理部長が主導し、作業手順及び事故対策手順等の改善を図るとともに、それらを基にした教育・訓練をより実践的なものにするための改善、現場責任者の教育、作業管理の改善や安全意識の向上を図っていく。これらの改善に関しては、実際に作業や訓練を通じてその妥当性評価を行い、その結果に応じた見直しを図ることにより、より実践的な改善策とするとともに、その後も、品質マネジメントシステムに基づき定期的なレビューを行うこと等を通して継続的な改善を行う。

対策事項の中で、教育・訓練、安全意識の向上など人的な対策が重要であり、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、教育・訓練を再発防止対策の柱の一つとして、具体的な対策を進めていく。さらに、各階層の管理者が、現状の作業手順や事故対策手順を「良し」とせず、常に継続的な改善意識をもってそれらの見直しを推進していくことが、今回のような汚染事象の発生防止や適切な汚染対応を行うために重要であり、各階層の管理者の意識の改善や管理者に対する教育・訓練の充実についても、あわせて対策を進めていく。

安全・核セキュリティ統括部は、燃研棟事故の水平展開において、水平展開の目的・意図も含めその趣旨が十分に伝わる水平展開がされていなかったこと、水平展開のフォローアップにおいて水平展開が各現場に即した実効的なものとなっているかどうかの確認をしていなかったこと等、抽出された問題に対する対策を踏まえ、各拠点の保安管理部門と連携して水平展開を実効的なものに改善する。

原子力機構は、今回の汚染事象の発生を深く反省し、原子力機構全体の問題として捉え、実効性のある水平展開を実施する。

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4報）

平成31年4月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目 次

1. 件名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生場所	1
4. 状況	1
4.1 事象発生に至る経緯	1
4.2 事象発生時の状況	1
4.3 法令報告に係る通報の状況	8
5. 環境への影響	8
6. 事象発生場所の復旧の状況	9
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	9
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	10
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	10
6.4 粉末調整室(A-103)の空气中放射性物質濃度及び α 線用空気モニタ並びに エアスニファの除染作業	11
6.5 立入制限区域の解除	11
6.6 立入制限区域解除後の粉末調整室(A-103)の管理	12
7. 原因	12
7.1 汚染発生及び汚染拡大の原因	12
7.2 汚染物質の飛散量の評価	15
8. 対策	16
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	16
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	16
8.3 汚染を拡大させたことに対する対策	16
9. 更なる改善事項の抽出及び改善策	17
9.1 汚染発生までの作業の流れと行動	17
9.2 汚染発生から管理区域退出までの行動	21
9.3 行動検証で抽出した問題点及び対策の妥当性の確認	26
10. 大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故の対策(予防処置活動)の実効性 の検証及び対策	27
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	27
10.2 検証結果	28
10.3 水平展開の実施方法における問題点及び対策	32

11. 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これまでの改善活動 の問題点と今後の改善活動	34
11.1 これまでの改善活動の問題点と今後の改善活動の進め方	34
11.2 今後の改善活動	36
12. 再発防止に向けた原子力機構における水平展開	45
12.1 水平展開実施項目	45
12.2 原子力機構における保安活動に関する改善	47
13. 今後の対応	48

図 表

図 4.1.1	核燃料サイクル工学研究所敷地配置図	50
図 4.1.2	プルトニウム燃料第二開発室平面図	51
図 4.1.3	作業の体制図	52
図 4.1.4	粉末調整室 (A-103) 配置図	53
図 4.1.5	貯蔵容器のイメージ図	54
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)	55
図 4.2.1	α 線用空気モニタ (α -8) 警報吹鳴時の人員配置	57
図 4.2.2	作業員の退出経路	58
図 4.2.3	グリーンハウス	59
図 4.2.4	目張り箇所	60
図 4.2.5	事象発生後の貯蔵容器の保管状態	61
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	62
図 4.2.7	α 線用空気モニタ (α -8、 α -10) 指示値のトレンド	63
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	64
図 4.2.9	粉末調整室 (A-103) の床面のスミヤ測定結果	65
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	66
図 4.2.11	プルトニウム燃料第二開発室の空气中放射性物質濃度測定記録	67
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	69
図 4.2.13	プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図	70
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	71
図 4.2.15	作業員 A の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	72
図 4.2.16	作業員 B の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	72
図 4.2.17	作業員 C の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	73
図 4.2.18	作業員 D の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	73
図 4.2.19	作業員 E の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	74
図 4.2.20	作業員 F の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	74
図 4.2.21	作業員 G の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	75
図 4.2.22	作業員 H の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	75
図 4.2.23	作業員 I の簡易な身体汚染検査の結果 (脱装前)	76
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	77

図 4. 2. 25	作業員 A の身体汚染検査の結果 (脱装後)	78
図 4. 2. 26	作業員 B の身体汚染検査の結果 (脱装後)	79
図 4. 2. 27	作業員 C の身体汚染検査の結果 (脱装後)	80
図 4. 2. 28	作業員 D の身体汚染検査の結果 (脱装後)	81
図 4. 2. 29	作業員 E の身体汚染検査の結果 (脱装後)	82
図 4. 2. 30	作業員 F の身体汚染検査の結果 (脱装後)	83
図 4. 2. 31	作業員 G の身体汚染検査の結果 (脱装後)	84
図 4. 2. 32	作業員 H の身体汚染検査の結果 (脱装後)	85
図 4. 2. 33	作業員 I の身体汚染検査の結果 (脱装後)	86
図 5. 1	周辺監視区域内固定放射線観測局配置	87
図 5. 2	モニタリングポスト指示値のトレンド	88
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)	89
図 6. 1. 1	空気呼吸器の装備状況	90
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	91
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)	92
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)	93
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)	94
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)	95
図 6. 3. 1	汚染検査及び除染作業の防護装備	96
図 6. 3. 2	除染前後の天井面の表面密度測定結果	97
図 6. 3. 3	除染前後の壁面の表面密度測定結果	98
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	99
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	100
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	101
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	102
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	103
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	104
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	105
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	106
図 6. 3. 12	除染前後の床面の表面密度測定結果	107
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	108
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)	109
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	110
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	111
図 6. 6. 1	粉末調整室(A-103)の除染作業スケジュール	112
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	113
図 7. 1. 2	作業の流れ	114
図 7. 1. 3	貯蔵容器の表面温度測定結果	122

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)	123
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	124
図 7.1.6	貯蔵中の貯蔵容器の温度測定結果	125
図 7.2.1	汚染物質の飛散量の評価	126
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	127
図 11.2.1	改善活動スケジュール	128
表 4.1.1	樹脂製の袋の交換アイテム (H31.1.30) の情報	130
表 4.2.1	時系列	131
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	133
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	134
表 5.1	核燃料サイクル工学研究所 周辺監視区域内における空气中全 α 放射能濃度	135
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	136
表 6.4.1	事象発生以降の粉末調整室 (A-103) の 空气中放射性物質濃度測定結果	137
表 9.3.1	燃料研究棟事故の改善対応検証チームの 行動検証において抽出された問題点と対策	138
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	142

添 付

添付 4.1.1	プルトニウム燃料第二開発室の概要	144
添付 4.1.2	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	145
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	150
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	157
添付 7.1.3	貯蔵容器の熱解析	158
添付 9.1.1	各職務の役割に対する実施状況の検証	162
添付 11.1.1	監査報告書（平成 30 年度 原子力安全監査）	165

1. 件名

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

2. 事象発生の日時

事象発生の日時：平成 31 年 1 月 30 日（水）14 時 24 分 α線用空気モニタ（α-8）警報吹鳴
法令報告事象と判断した日時：平成 31 年 1 月 30 日（水）15 時 22 分

〔・保安規定に基づく立入制限区域を設定したこと。〕

3. 事象発生の場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所
プルトニウム燃料第二開発室粉末調整室（A-103）（管理区域）

4. 状況

4.1 事象発生に至る経緯

プルトニウム燃料第二開発室（図 4.1.1、添付 4.1.1 参照）では、核燃料物質を金属製の貯蔵容器に収納し、貯蔵容器を二重の樹脂製の袋で梱包し、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 4.1.2 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 10 cm 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 ($\alpha-8$) 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 ($\alpha-10$) 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併せて実施し、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併せて実施し、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、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 の左腕部等の下着（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) において帽子的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) については、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) における空气中放射性物質の濃度については、 α 線用空気モニタ (α -8 及び α -10) の指示値が約 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/cm³、 2.9×10^{-7} Bq/cm³) 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/cm³) 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/cm³) 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气中濃度限度 (プルトニウム-238 (不溶性の酸化物以外の化合物) : 三月間における平均濃度 7×10^{-7} Bq/cm³) 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 3.0×10^{-6} Bq/cm³ (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/cm² (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/cm² (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 (7×10^{-8} Bq/cm³) 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/cm²) 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（ α ： 3.7×10^{-10} Bq/cm³）を超える値を検出した（最大で 1.4×10^{-8} Bq/cm³（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（スマヤ法）の結果は全て管理目標値（検出下限値（ α ：0.04 Bq/cm²）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（ α ： 3.7×10^{-10} Bq/cm³）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/cm²（ 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られたフィルタ）に 0.13 Bq/cm²（ 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 課長の立会いの下で、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併せて実施し、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、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 の左腕部等の下着（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 2.6×10^{-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 μ Sv/h、n-1：0.9 μ Sv/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/cm²（ 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、 8.1×10^{-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）において空气中放射性物質濃度 9.1×10^{-7} Bq/cm³（1週間の平均濃度）が検出され、法令に定める放射線業務従事者の呼吸する空气中濃度限度（プルトニウム-238（不溶性の酸化物以外の化合物）：三月間における平均濃度 7×10^{-7} Bq/cm³）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 ： 1.5×10^{-10} Bq/cm³）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气中放射性物質（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、アルミ缶、ステンレス缶、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 ($\alpha : 0.04 \text{ Bq/cm}^2$) 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 ($\alpha : 0.04 \text{ Bq/cm}^2$) 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。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 ($\alpha : 0.04 \text{ Bq/cm}^2$) 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す。

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

6.4 粉末調整室 (A-103) の空气中放射性物質濃度及び α 線用空気モニタ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) の空气中放射性物質濃度を把握するため、 α 線用空気モニタ ($\alpha-8$ 、 $\alpha-10$) 及びエアスニファ (A/S-47、A/S-48、A/S-49、A/S-50、A/S-51、A/S-52) のろ紙を平成 31 年 2 月 5 日又は 2 月 6 日、2 月 13 日及び 2 月 19 日に交換し、1 週間の平均濃度を評価したところ、全て管理目標値 ($7 \times 10^{-8} \text{ Bq/cm}^3$) 以下、最大でも $6.9 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$ ($\alpha-8$) 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 ($\alpha-8$ 、 $\alpha-10$) のろ紙交換後の指示値は、事象発生前の通常の変動範囲よりも高い値を示していたが、現場調査や除染作業を実施した際にも指示値が上昇することがなかったため、ろ紙を固定するホルダや検出器付近に汚染が付着している可能性が考えられた。平成 31 年 2 月 19 日に当該部の除染を実施したところ、指示値が低下したことから、汚染が付着した影響であることが確認された (図 6.4.1 参照)。あわせて、エアスニファについても、ろ紙を固定するホルダや検出器付近の除染を行った。

6.5 立入制限区域の解除

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

このため、プルトニウム燃料技術開発センター環境プラント技術部長は、核燃料取扱主務者及び放射線管理第 1 課長と協議し、立入制限区域解除の条件として、当該部屋の空气中放射性物質濃度が管理目標値 ($7 \times 10^{-8} \text{ Bq/cm}^3$) 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 ($\alpha : 0.04 \text{ Bq/cm}^2$) 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/cm²)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)を除染し、粉末調整室(A-103)の空气中放射性物質濃度を適切に監視する環境が整ったとともに、粉末調整室(A-103)の空气中放射性物質濃度が管理目標値(7×10^{-8} Bq/cm³)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/cm²を超え、又は超えるおそれがある場合」及び「1週間平均濃度が空气中放射性物質濃度 7×10^{-7} Bq/cm³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/cm²)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上で、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先端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。バッグアウト作業中には、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に包まれたステンレス缶を転がす動作等があり、その過程でヘッド部先端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 °C）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 °C、約 90 °C）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 °C 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 °C 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 °C 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、バッグアウト中に一重目の樹脂製の袋に包まれた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一重目の樹脂製の袋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が継続された。
- ・ 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。

プルトニウム燃料技術開発センターは、対策①～③を記載した「樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業」の手順書を平成 31 年 3 月末までに制定する。

8.2 一重目の樹脂製の袋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うように手順を見直す。

プルトニウム燃料技術開発センターは、対策①～②を記載した「樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業」の手順書を平成 31 年 3 月末までに制定する。また、熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台の養生についても 3 月末までに実施する。

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いて貯蔵容器をグローブボックスから引き出した際に、樹脂製の袋内部が負圧状態のときに汚染検査及び外観検査することを含め、それら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（以下「TBM」という。）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得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）。

プルトニウム燃料技術開発センターは、対策①、③を記載した「樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業」の手順書を平成31年3月末までに制定する。対策②については、プルトニウム燃料技術開発センター内の従業員に対して平成31年3月末までに教育を実施する。対策④については、貯蔵容器を取扱う課室グループにおいて、平成31年3月末までに教育を実施する。対策⑤については、局所排気装置の導入に向けた設計を2019年6月末までに実施し、設計結果を踏まえ、局所排気装置の導入時期を決定することとする。

なお、実用的な局所排気装置を導入するまでの間、貯蔵容器のバッグアウト作業時は現在所有している局所排気装置を、バッグアウト作業において汚染検知した際に直ちに使用できるように配備する。

9. 更なる改善事項の抽出及び改善策

汚染の発生及び汚染を拡大させたこと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行動について、改善事項を抽出しそれに対する改善策を策定し、これらについて客観的な視点も加え評価を実施した。

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、その結果抽出された汚染発生と汚染拡大を防止するための更なる改善事項及び改善策を以下に示す。

(1) バッグイン・バッグアウトの準備作業

① 抽出された更なる改善が必要な事項

- A. 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、基本動作マニュアルに基づき拭き取りが行われたが、汚染の拡散を想定した汚染拡大防止措置は基本動作マニュアルに記載されておらず、実施されていない。
- B. 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、熱溶着装置、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、基本動作マニュアルにこれらを準備しておく旨の記載がなく、準備されていない。

- C. 未使用の樹脂製の袋に貼られている製造年月日のシールが点検後に剥がされているため、使用後に樹脂製の袋に不具合が見つかった際に、製造ロットに遡った原因究明が困難になる。また、古い樹脂製の袋より先に新しい樹脂製の袋が使用されるおそれがある。

② 改善策

- a. グローブボックスの搬出入ポートに取り付けた樹脂製の袋を交換する際、汚染の拡大防止措置として、局所排気装置の導入を検討する。
- b. バッグイン・バッグアウト作業開始前に、予備の樹脂製の袋及びバングを準備することを基本動作マニュアルに記載する。
- c. 樹脂製の袋に貼られた製造年月日のシールは、使用する前まで貼っておくとともに、樹脂製の袋の取り付け時は搬出入ポート周辺に貼り付けるなど、樹脂製の袋の使用終了時まで製造年月日が確認できるようにすることを基本動作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 抽出された更なる改善が必要な事項

- A. バッグイン・バッグアウト作業中に用いていた作業台上の養生（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する防止効果の観点で更なる改善の余地がある。
- B. 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、誤った場所を切断すること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、その視認性をよくするための注意事項が基本動作マニュアルには記載されていない。
- C. 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基本動作マニュアルに記載されておらず、一重目の樹脂製の袋の損傷を見落とすおそれがある。
- D. 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。
- E. 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。
- F. 作業台の上及び床養生用ビニルシートについて、バッグイン・バッグアウト作業終了後の汚染検査の結果、汚染が検出されない場合でも念のためにアルコールで湿らせた紙タオルで拭き取っているが、基本動作マニュアルに記載がない。
- G. バッグイン・バッグアウト作業において、汚染検査を担当する作業員は、確実に汚染管理を行う観点から汚染検査に専念する必要があるが、基本動作マニュアルに記載がない。
- H. バッグイン・バッグアウト作業において、樹脂製の袋の使用前点検の際、汚染の早期発見のために樹脂製の袋を全部引き出してから汚染検査を行うことが、基本動作マニュアルに

記載されているが、汚染の早期発見、汚染の拡大防止の観点から、樹脂製の袋を少しずつ引き出しながら汚染検査をした方がよい。

- I. バッグアウト作業において、樹脂製の袋の内側に汚れ又は異物がある場所を熱溶着すると、熱溶着不良が生じるおそれがあるため、熱溶着前に袋の内側の汚れ、異物を確認しているが、基本動作マニュアルに記載がない。
- J. バッグイン作業において、樹脂製の袋の損傷防止のために熱溶着部から折り返しの端まで、赤色布テープで養生しているが、基本動作マニュアルに記載がない。
- K. バッグイン作業において、グローブボックス内に樹脂製の袋を引き入れた際、搬出入ポート周囲の突起物と接触して樹脂製の袋が損傷するおそれがある。
- L. バッグイン作業において、ポートカバーを取り外した後、樹脂製の袋をグローブボックス外に引き出して樹脂製の袋のダイレクトサーベイを行う際に、樹脂製の袋と手部の汚染検査を実施しているが、手部の汚染検査を行うことについて基本動作マニュアルに記載がない。
- M. 貯蔵容器のバッグアウト作業において、搬出前にグローブボックス内で貯蔵容器の蓋が確実に閉じていることを確認しているが、基本動作マニュアルに記載がない。
- N. バッグアウト作業において、現状の基本動作マニュアルには、樹脂製の袋に傷が発見された場合は、熱溶着後切り離すか、新しい樹脂製の袋に交換すると記載されているが、これらの具体的な状況及び方法について基本動作マニュアルに記載がない。
- O. バッグアウト作業において、樹脂製の袋の熱溶着後、貯蔵容器を収納した樹脂製の袋が破れていることに気付かずネルスミヤで拭き取ると、汚染が広範囲に拡大するおそれがある。

② 改善策

- a. バッグイン・バッグアウト作業において、樹脂製の袋に収納された貯蔵容器と作業台の接触により樹脂製の袋が破れることを防止するため、搬出入ポート前に作業台を設置した後、作業台の上面（縁・角部を含む。）が十分な弾力性を有する緩衝材で覆われていることを確認することを基本動作マニュアルに記載する。
- b. 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、誤った位置を切断しないようにするため、袋の弛みを延ばして熱溶着部の位置を確認した上で切断することを基本動作マニュアルに記載する。
- c. バッグアウト作業において、グローブボックスから貯蔵容器を作業台上に引き出し、シワを伸ばした後、樹脂製の袋内部が負圧状態のときに作業員は手部及び樹脂製の袋を汚染検査し、異常がなければ樹脂製の袋全体の外観を確認することを基本動作マニュアルに記載する。
- d. 貯蔵容器の温度、放射線量の情報など、バッグイン・バッグアウト作業を安全に行うために必要な情報を作業前に伝達することについて基本動作マニュアルに記載する。
- e. チェックシートを用いてホールドポイントを確認することを基本動作マニュアルに記載する。
- f. グローブボックスへの樹脂製の袋の取付作業、バッグイン・バッグアウト作業終了後、汚染がないことを確実にするため、作業台の上及び床養生用ビニルシートについて、汚染が

検出されない場合でも念のためアルコールなどで湿らせた紙タオルで拭き取ることを基本動作マニュアルに記載する。

- g. バッグイン・バッグアウト作業において、汚染検査の担当者は、樹脂製の袋の熱溶着などの他の作業に従事せず汚染検査に専念することを基本動作マニュアルに記載する。
- h. バッグイン・バッグアウト作業において、使用前点検として樹脂製の袋の汚染の早期発見のため、ポートカバーを取り外した後、樹脂製の袋を少しずつ引き出しながら汚染検査することを基本動作マニュアルに記載する。
- i. バッグイン・バッグアウト作業において、熱溶着不良を防止するため、熱溶着前に樹脂製の袋の汚れや異物がないことを確認し、異物があればこれを慎重に除去し、汚れがあれば拭き取る又は汚れを避けて熱溶着することを基本動作マニュアルに記載する。
- j. バッグイン作業において、樹脂製の袋の損傷を防ぐため、熱溶着後、熱溶着部から折り返しの端までの部分を赤色布テープにより養生することを基本動作マニュアルに記載する。
- k. バッグイン作業において、樹脂製の袋の損傷を防ぐため、グローブボックスの搬出入ポート付近に突起物等が無いことを確認してから、搬入物品をグローブボックス内に入れることを基本動作マニュアルに記載する。
- l. バッグイン作業において、樹脂製の袋をグローブボックス外に引き出した後、手部及び樹脂製の袋全体をダイレクトサーベイ又はネルスミヤにより汚染検査することを基本動作マニュアルに記載する。
- m. バッグアウト作業において、搬出する貯蔵容器の蓋が確実に閉じていることをグローブボックス内で確認することを基本動作マニュアルに記載する。
- n. バッグアウト作業において、グローブボックス内から貯蔵容器を引き出した際、樹脂製の袋に傷を確認した場合は、当該部位に赤色布テープを貼り、貯蔵容器をグローブボックス内にゆっくり挿入した後、新しい樹脂製の袋を搬出入ポートに装着することを基本動作マニュアルに記載する。
- o. バッグアウト作業において、樹脂製の袋を熱溶着後、作業員が樹脂製の袋が破れたことに気付かずネルスミヤで拭き取ることを避けるため、事前に貯蔵容器を収納した樹脂製の袋に膨らみがないこと（樹脂製の袋が搬出物品に密着していること）を確認することを基本動作マニュアルに記載する。

(3) その他

① 抽出された更なる改善が必要な事項

- A. 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）。
- B. 貯蔵中の貯蔵容器の外観確認は、二重の樹脂製の袋に梱包されている状態で実施しているが、バッグインされた貯蔵容器については、外観確認する手順になっていない。

② 改善策

- a. 現場責任者がチェックシートを用いてホールドポイントを確認することを基本動作マニュアルに記載する。なお、当該バッグイン・バッグアウト作業は請負作業で実施されてお

り、その中でホールドポイントの省略などが起きていることから、請負作業における作業管理の改善を図る。改善策については、「11.2 項」に示す。

- b. 貯蔵容器のバグアウト作業において、金属製の貯蔵容器の健全性を確認するため、グローブボックス内で、貯蔵容器表面の外観（錆の度合い）を確認することを基本動作マニュアルに記載する。

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。）の基本原則により、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則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ために汚染発生から管理区域退出までの行動に関する評価を実施した。その結果抽出された更なる改善事項及びその改善策を以下に示す。

(1) 警報発生時の退出指示の状況及び作業員の行動

① 確認された状況

- ・ 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ーから PHS で当該部屋から炉室（A-102）へ退出するよう指示を受けたものの、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ー及び放射線管理第 1 課チームリーダー等は、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）から退出することとなった。

② 抽出された更なる改善が必要な事項

- A. 廃止措置技術開発課チームリーダー及び放射線管理第 1 課チームリーダーから粉末調整室（A-103）の作業員へ PHS や身振り等で退出の指示をしたが、指示内容の詳細が伝わらなかった。

- B. 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。
- C. 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。
- D. 汚染事象発生時の役割について、現場指揮所の各職位の認識が十分でなかった。

③ 改善策

- a. ページングや館内放送により汚染発生現場、現場付近（廊下）の連絡要員、放管員、現場指揮所間の情報伝達を図ることを検討する。ページングや館内放送の有効性については訓練で検証し、有効性が確認された場合には、情報伝達手段として用いることを事故対策手順に記載する。汚染時には、会話により半面マスクがずれることによって内部被ばくのリスクが高まることを考慮して、適切なコミュニケーションの方法について検討し、訓練により検証した上で、その方法の有効性が確認された場合には、事故対策手順に記載する。また、放射線管理第1課手順書「定置式モニタ警報吹鳴時の対応手順書」に退出の指示を記載する。
- b. ガイドラインの「2.1 退出にあたっての基本的な考え方」にある「内部被ばく及びそのおそれがある場合には、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。」の趣旨が読み取れるように基本動作マニュアル中の「汚染発生時の対応手順」を改訂する。また、現場作業員に対して、内部被ばくの防止のため速やかな退出を徹底させるべく、実践的な訓練を実施する。さらに、訓練結果を検証し、抽出された課題を基に手順書の見直しを図るとともに、訓練を繰り返すことにより、汚染発生時の適切な行動の定着を図る。
- c. 上記 b. と同じ。
- d. 上記 b. と同じ。

(2) 警報発生後の放管員の初動対応

① 確認された状況

- ・ 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。さらに、作業員の人数も多く、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 抽出された更なる改善が必要な事項

- A. 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。
- B. 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。
- C. 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 改善策

- a. 上記(1)③aと同じ。また、放射線管理第1課手順書「身体汚染時の対応手順書」(以下「身体汚染時の対応手順書」という。)に現場状況の把握、身体汚染検査実施時の養生(クロスコンタミネーションの防止を含む。)、防護資機材の準備と装着等についての手順を記載する。
- b. 上記 a. と同じ。
- c. 上記 a. と同じ。

(3) 身体汚染検査

① 確認された状況

- ・ 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

後の身体汚染検査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ついて検出器を密着した状態で測定を行った結果検出下限値*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、間接測定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、従来運用に従い廃棄した。
- ・ 平成31年1月30日に9名の鼻スミヤ試料を測定し、検出下限値*2未満であることを確認した後、「身体汚染時の対応手順書」に従い、「身体サーベイ記録 (一覧)」に9名各々の試料採取時刻、測定終了時刻、判定 (良/否) を記録した。従来から検出下限値*2未満の鼻スミヤの結果は、「身体サーベイ記録 (一覧)」の鼻スミヤの判定結果を記載する運用となっており判定結果「良」を記録した。その後、放射線管理第1課長から「鼻スミヤ測定記録シート」 (以下「シート」という。) を作成するよう指示を受けた放管員2名は、測定時にとったメモが見当たらなかったことから、2カウント以下であった記憶を基に「検出量」の欄に1カウント/5分又は2カウント/5分と記載した。平成31年2月28日に、実際の9名分の値を記録したメモが発見されたため確認したところ、そのうち6名分で、シートの値と測定の際メモされた値が異なることが判明した。なお、この6名の鼻スミヤの測定結果は「検出下限値*2未満」であり、判定結果 (良/否) に変更はなかった。
- ・ グリーンハウスの設置は簡単な作業手順書により実施された。

② 抽出された更なる改善が必要な事項

- A. 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。
- B. 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。
- C. 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。
- D. 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。
- E. 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。
- F. 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。
- G. 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。
- H. 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基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。
- I. 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。
- J. 手順書上、検出下限値*2 未満の場合にシートを作成することは明記されていなかったため、課長の指示でシートの作成を開始した。測定時にとったメモが見当たらなかったことから、2カウント以下であった記憶を基に「検出量」の欄に1カウント/5分又は2カウント/5分と記載した。
- K. グリーンハウス設置は、十分経験のある作業員であれば簡単な作業手順書でも短時間で可能であるが、経験が少ない作業員の場合には時間を要する可能性がある。

③ 改善策

- a. 放射線管理部は、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身体汚染検査の実施及び記録の方法を「身体汚染時の対応手順書」に記載するとともに、その内容については指導・助言の立場からプルトニウム燃料技術開発センター各課室グループにも教育を行い周知する。また、身体汚染検査記録の様式について、同様式での記載がそのまま報告書等の記録の一部として使用可能となるよう、検査結果の確定の状況、網羅性・代表性その他必要な事項について適切に注記する欄を設けたもの（記入の例：記録した値が実際の最大値を表すものではない可能性があることを理由とともに記す等。）に改訂する。

- b. 今回の経験を踏まえて、汚染の状況に応じた作業衣・マスクの脱装手順を検討し、その結果を「身体汚染が発生した場合の措置等要領書」と「身体汚染時の対応手順書」に反映する。また、実際の汚染状況等に鑑みた臨機応変な対応を適切に許容するため、手順書で規定された方法以外の方法の適用が適切と考えられる場合は、その実施について放射線管理第1課長の承認を得てから実施することができることを手順書に記載する。
- c. 皮膚汚染がないことを最終的に確認するための身体汚染検査に対する具体的な手順（ガイドラインに示されている方法の具体化（例：間接測定法の適用、クロスコンタミのない場所の選定））を「身体汚染時の対応手順書」に記載する。この身体汚染検査は、皮膚汚染のないことを最終的に確認するもので、そのために全身について網羅性のある検査を行うことを原則とし、（合理的説明があれば部位を除外することは可）、部位ごとに計測した数値を記録する。
- d. 上記 c. と同じ。
- e. 検出下限値^{*1}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、測定（ α スペクトル測定など）によるエビデンスをもって判断することを原則とする（医療処置等、判断を急ぐ場合は試料採取と養生を行うことを含む。）ことを「身体汚染時の対応手順書」に記載する。また、訓練を通じて α 線スペクトロサーベイメータ等の適正な配置のため必要数を検討し、配備する。
- f. 身体汚染検査測定結果が検出下限値^{*1}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やメモは、保管方法、保管期間を定め、適切に保管することを「身体汚染時の対応手順書」に記載する。脱装後、複数回身体汚染検査を実施した場合には、最終的な身体汚染検査の記録を作成することを「身体汚染時の対応手順書」に記載するとともに、記録の記載方法の統一化を図る。
- g. 身体汚染検査結果が検出下限値^{*1}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、手洗いを実施するなど、汚染事象の状況に応じた追加的な措置の実施について支援を行うことを「身体汚染時の対応手順書」に記載する。
- h. 上記 f. と同じ。また、身体汚染検査・鼻腔汚染検査に係るメモを基に記録を作成する場合、原則としてデータをメモした者が記録を作成すること、やむを得ず別の者が記録を作成した場合は、メモの作成者にメモの内容が記録に適切に記載されていることを確認することを「身体汚染時の対応手順書」に記載する。
- i. 上記 f. と同じ。
- j. 上記 f. と同じ。また、メモの紛失時など測定の信頼性に影響を与える可能性のある事態への対応方法について「放射線管理業務の基本的事項手順書」に記載し、教育する。
- k. プルトニウム燃料技術開発センター各課室グループは、グリーンハウスの設置方法、点検、運用について具体的に記載した要領を制定する。設置方法には、概略図、組立手順、実施体制、必要となる資材、工具等について記載する。点検には、点検方法、頻度、記録様式について記載する。運用には、同じ施設内で複数の課が共用するような場合の点検等の役割分担、資機材の保管場所及びその表示について記載する。

9.3 行動検証で抽出した問題点及び対策の妥当性の確認

「9.1項」及び「9.2項」で記述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に係る改善事項及び改善策について、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を加えた検証チームを構成し、その妥当性を確認した。

(1) 行動検証で抽出した問題点及び対策の妥当性の確認方法

検証チームは、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関する行動検証を通して抽出した問題点及び対策について、その内容を確認した。確認に当たって、検証チームは、プルトニウム燃料技術開発センターで作成した行動検証や行動検証を作成するに当たって取りまとめた時系列等を入手するとともに、関連する手順書、記録等の書類を入手・検討した。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、整理した対策について評価した。

(2) 行動検証で抽出した問題点及び対策の妥当性の確認結果

プルトニウム燃料技術開発センターが実施した行動評価（改善事項及び改善策）と検証チームで実施した行動評価において抽出された問題点及び対策（表 9.3.1 参照）を比較することにより確認した。また、汚染発生から管理区域退出までの作業員の行動等について同様の方法で妥当性の確認を行い、確認結果に基づき、プルトニウム燃料技術開発センターで抽出した改善事項及び改善策について一部追加・修正を行った。

10. 大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故の対策（予防処置活動）の実効性の検証及び対策

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原子力機構全体に展開した。

燃研棟汚染事故の直接原因の対策

- 対策 1 記録保存のルール化
- 対策 2 貯蔵時の安定化处理・適切な容器材質の選定等のルール化
- 対策 3 燃研棟汚染事故の原因と対策の教育の徹底
- 対策 4 点検とその方法の明確化
- 対策 5 最新知見の反映

- 対策6 作業計画の見直し、ホールドポイントの明確化
- 対策7 防護具の適切な装着
- 対策8 グリーンハウス等資機材管理・訓練
- 対策9 除染用洗浄設備の点検、管理要領の見直し
- 対策10 身体除染の方法や測定方法に対する手順の明確化

この10項目を対象にプルトニウム燃料技術開発センターにおいて、対策（従前より自主的に実施されていた対策も含む。）が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、ルール化又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1、3、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。

以下に実施した再発防止策に関する問題点と対策を示す。

(1) 対策1に関する問題点と対策

① 記録保存のルール化

【問題点】

- ・ 核燃料物質の組成・崩壊熱等の記録を管理し、貯蔵容器の点検記録も保存するなどの対策を講じてきたが、対策6の検証の結果、当該記録の情報の作業員への周知が不十分であった。

【対策】

- 作業上留意すべき事項（発熱量・温度等）を作業員が理解した上で作業に当たるよう、作業前の確認方法を改善する。

(2) 対策3に関する問題点と対策

① 燃研棟汚染事故の原因と対策の教育の徹底

【問題点】

- ・ 作業員への燃研棟事故の教育を実施し、ホールドポイントを遵守する必要があることを作業員に理解させたが、対策6の検証の結果、通常と異なる状態を認知した場合の対応やホールドポイントである汚染検査等を遵守しなかった。

【対策】

- 通常と異なる状態を認知した場合の対応やホールドポイントを確実に遵守する必要があることを再認識させるため、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、汚染検査の指揮者）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。

(3) 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】

- ・ 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熱溶着部分（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。

(4) 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】

- ・ 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するとともに、現場指揮所・現場指揮者の役割を再認識させるなど、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。

(5) 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】

- ・ 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ーは、PHS（作業員 F に対して）、また廊下の窓から声と身振りで退出を指示したが、作業員には汚染拡大防止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】

- ・ 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】

- ・ 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測定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を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】

- ・ 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。
- 記録を作成するに当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にする。

(6) まとめ

対策1、3、6、10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、汚染検査の指揮者）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、前述の事例研究による教育の他、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。

10.3 水平展開の実施方法における問題点及び対策

プルトニウム燃料第二開発室の事象では、ホールドポイントが遵守されず、また、新たに制定したガイドラインの放射線管理第1課の手順書への反映が不十分であり、ガイドラインに基づく対応が実際には行われていないなど、燃研棟汚染事故の再発防止策の水平展開が徹底されていなかった。これは、水平展開及びその後のフォローアップの過程において、プルトニウム燃料技術開発センターの各階層の管理者及び安全・核セキュリティ統括部が、予防処置の実効性について踏み込んだ確認ができていなかったことに原因がある。

水平展開に関する機構大の取組を指導・監督すべき安全・核セキュリティ統括部が、その機能を十分に発揮できていなかったことから、水平展開の実施段階における問題点及び対策を整理し、以下に示す。

① 各拠点との水平展開の目的・意図の相互確認

【問題点】

水平展開の目的・意図も含め、主として文書による各拠点への指示を行ってきたが、その趣旨（作業安全上、重要なポイントで立ち止まれるよう意図したホールドポイントの明確化や教育、内部被ばくを防止する観点で緊急時の資機材管理や対応訓練、身体除染の方法や測

定方法に対する手順の明確化等の対策を講じてきたこと)が十分に伝わらず、各拠点での現場担当レベルまでの理解を得ることができなかった。

【対策】

水平展開の目的・意図を各現場に浸透するため、各拠点の保安管理部門との連携体制をより密にする。水平展開管理票などの発出に際しては、文書指示に留まらず、適宜、会議、説明会等を開催することによって、水平展開がより実効的なものとなるよう、各拠点の保安管理部門に目的・意図を明確に伝え、そのことを相互で確認する。

② 水平展開の実施結果の具体的な徴取方法等の明確化

【問題点】

実施結果の確認について、具体的な手順等への反映結果や実作業に適用した場合の確認報告までは求めない等、徹底した取組がなされなかった。また、安全・核セキュリティ統括部、各拠点の保安管理部門及び各階層の管理者の役割分担や責任を明確にしていなかった。この結果、水平展開でガイドラインの各拠点の手順書等への反映を指示したものの、その反映が不十分であった。

【対策】

水平展開の計画・指示の段階から、実施後には実際の作業に適用した場合の確認の報告を求める等、その実施結果の具体的な徴取方法を明確にする。また、実施結果の確認における安全・核セキュリティ統括部、各拠点の保安管理部門及び各階層の管理者の役割や責任を明確にする。

具体例として、今回のガイドラインの手順書等への反映が不十分だった点について、水平展開で実施するガイドライン見直しに基づく拠点の手順書の改訂にあたって、ガイドラインと手順書の比較表の提出を求め、それぞれの段階で確認することにより、内容が手順書に反映されていることを確認する。

③ 現場レベルでの実効性の確認

【問題点】

水平展開のフォローアップでは、要領類の改定状況について、主に書類等で確認を行ったが、実施記録の確認（プロセスの確認）が主体となっていた。また、実務で用いる要領書類の内容の確認については、各拠点での代表例の確認に留まっており、水平展開が適切にできていないことを確実に抽出する確認プロセスにはなっていなかった。また、実際の現場作業に適用した場合の対応状況については、現場へ赴いてまでの確認はしておらず、水平展開が各現場に即した実効的なものとなっているかどうかの確認にはなっていなかった。

【対策】

水平展開のフォローアップについて、各拠点の代表例の要領や実施記録の確認（プロセスの確認）の他、水平展開が適切にできていない状況等を抽出するため、各拠点の保安管理部門と連携し、直接現場の作業員等への水平展開の改善内容についての聴取、抜き取りによる書類確認や、実際の作業に適用した場合の対応状況を確認する等、水平展開が現場作業に対して実効的になっているかどうかの確認を行う。

④ 幅広い視点での監視・評価

【問題点】

燃研棟事故の水平展開のフォローアップについて、安全・核セキュリティ統括部の関係者で計画し、対応しており、安全・核セキュリティ統括部以外の多角的な視点が欠けていた。

【対策】

水平展開のフォローアップについて、各拠点においても拠点の会議体で実効性の確認を行うことに加え、機構大に影響を及ぼす可能性のある事案については、水平展開の実施結果を中央安全審査・品質保証委員会で審議し、取組内容の妥当性を確認する。この他、水平展開による活動だけでなく、各拠点における安全活動が実効的なものとなっているかどうかについて、必要に応じ外部の専門家等の協力も含め、定期的に施設の監視・評価を実施する。

安全・核セキュリティ統括部は、今回の事象のような法令報告等の重要な事項の水平展開について、上記の対策を講じ、水平展開が実効的なものになるよう対応していく。

なお、水平展開に係る事項は、水平展開実施要領に平成 31 年 4 月末までに明確にする。また、定期的な施設の監視・評価に係る事項は、2019 年 6 月末までに要領等で明確にする。

11. 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これまでの改善活動の問題点と今後の改善活動

11.1 これまでの改善活動の問題点と今後の改善活動の進め方

本事象発生に関する直接的な原因の究明、汚染発生までの行動及び汚染発生から管理区域退出までの行動評価等を行うとともに、燃研棟汚染事故を受けた予防処置活動の検証、原子力安全監査（特別）（添付 11.1.1 参照）を実施し、更なる改善事項の抽出を実施した。これらの結果を踏まえて、汚染のリスクを伴う作業の手順書や汚染事象発生時の対応手順書の見直しの必要性、作業管理の不足、汚染事象発生時の不十分な対応等、多くの改善事項を抽出した。これらのことは、品質マネジメントシステムに基づくこれまでの改善活動に問題があったものと考えられ、この問題は、改善の取組を指揮すべき現場の各階層の管理者（プルトニウム燃料技術開発センター長、プルトニウム燃料技術開発センター内部長、プルトニウム燃料技術開発センター内各課室長・グループリーダー、放射線管理部長、放射線管理第 1 課長）自身が、作業手順や汚染事象対応などに対して、常に改善する意識をもって指揮・指導することが十分にできていなかったことにより生じたものと考えられる。

改善活動が不十分だった点は、以下の点と考えている。

- ① 作業手順書や汚染事象発生時の対応手順について、実効的であるかという視点での見直しが行われてこなかった。具体的には、
 - ▶ 従来のやり方を是とし、更なる改善の意識をもって手順書を確認していなかった。
 - ▶ 実作業における課題の現場からの吸い上げ、実際の作業を通じた手順書の確認を十分実施していなかった。
 - ▶ 見直し対象の手順書しか確認せず、関連する上位文書及び下位文書の見直しを実施していなかった。

- 訓練結果から抽出された課題について、タイムリーに手順等の見直しを行わなかった。
- ② 教育・訓練が実践的なものとなっていなかった。具体的には、
 - 汚染レベルや作業員数等の訓練に関して、事故想定規模が小さい訓練しか実施していなかった。
 - 訓練の目的があいまいで、何を確認し、何を達成するための訓練かが明確でなく参加者の訓練に対する自覚が十分でなかった。
 - 汚染事象の想定も限定した部屋のみで全部屋を対象に訓練を実施してこなかった。
 - 訓練では作業員側の対応が主となっていたため、放射線管理部としての汚染検査方法の確認や作業員側と放射線管理部との連携に係る視点が欠けていた。
 - 各階層の役割・責任に応じた教育になっていなかった。特に各課室長への教育プログラムがなかった。
 - 教育に関する理解度確認が確実に行われていなかった。
- ③ 汚染事象発生時に現場を指揮する者が必要とするスキルを身に付けるための特別な教育・訓練がなされていなかった。具体的には、
 - これまでの訓練では現場指揮者を含む現場指揮所員のスキルアップ及び人材の育成を図ることができなかった。
 - 汚染事象発生時において現場で作業員を指揮する者や作業員に対する訓練を中心に行っており、現場指揮所の機能や現場指揮所と現場との連携を確認する訓練になっていなかった。

以上の改善活動が不十分だったことへの基本的な対応方針は、以下の通りと考えている。

- ① 作業手順書や汚染事象発生時の対応手順について、実効的であるかという視点での見直しが行われてこなかったことへの対応
 - 手順書等の見直しにおいては、従来のやり方を是とせず、作業方法を一から見直す意識をもって実施するとともに、改訂した手順書等を用いて実際に作業を行い妥当性の評価を行う。また、実作業における課題を現場から吸い上げ、さらに改善する。
 - 関連する上位文書及び下位文書を含めて見直しを実施する。
 - 訓練で抽出した課題について、その対応策を含め、手順等に反映する。
- ② 教育・訓練が実践的なものとなっていなかったことへの対応
 - 各部屋の作業内容及び作業員数に合致した規模の実践的な訓練計画を立案し、各部屋にて実施する。
 - 訓練の目的及び達成目標を明確にし、それらを参加者全員が共有した上で、訓練を実施する。
 - 訓練は、計画段階から放射線管理部と作業担当課室が共同で実施する。
 - 各課室長を含む各階層の役割・責任に応じた実践的な教育プログラムを作成し、教育を実施する。
 - 教育に関する理解度確認を強化するために、その方法（試験等）を改善する。
- ③ 汚染事象発生時に現場を指揮する者のための特別な訓練を実施していなかったことへの対応

- ▶ 現場指揮者を含む現場指揮所員のスキルアップ及び人材の育成を目的とした実践的な訓練を実施する。
- ▶ 汚染事象発生時に現場を指揮する者の行動に係る実践的な教育プログラムを作成し、教育を実施する。

これらの問題意識及び対応方針を各階層の管理者を始めとした全従業員（年間請負も含む。）間で共有した上で、更なる改善に向けた取組として、改めて、核燃料サイクル工学研究所長の下、プルトニウム燃料技術開発センター長及び放射線管理部長が主導し、品質保証システムに関連する要領書、作業基準（安全作業基準、基本動作マニュアル）及び各課室グループの作業手順書並びに事故対策手順等の改善を図るとともに、それらを基にした教育・訓練をより実践的なものにするための改善、現場を指揮する者のスキルアップ、現場責任者の教育、作業管理の改善や安全意識の向上を図っていく。これらの改善に関しては、実際に作業や訓練を通じてその妥当性評価を行い、その結果に応じた見直しを図ることにより、より実効的な改善策とするとともに、その後も、品質マネジメントシステムに基づき定期的なレビューを行うこと等を通して各階層の管理者が継続的な改善を行うこととする。

11.2 今後の改善活動

今後の改善活動を進めるに当たって、本事象の対策、これまでに抽出された更なる改善事項を、作業手順（事故時の作業員の対応及び放管員の対応を含む。）の改善、教育方法の改善、訓練方法の改善、作業管理の改善、安全意識の向上、リスク低減、ハード対策に分類・整理した。

これらの改善活動を実施するに当たり、11.1 項で示した改善活動が不十分だったことへの基本的な対応方針を踏まえ、各階層の管理者はその役割に応じて改善活動を主導するものとする。また、プルトニウム燃料技術開発センター長及び放射線管理部長は、品質保証活動のマネジメントレビューの一環で定期的なレビューを行うことにより、管理下にある管理者の活動を評価することとする。さらに、保安活動に係る文書類は品質マネジメントシステム文書として明確に位置づけ、実効的な定期レビューにより継続的に改善していく。

改善活動のスケジュールを図 11.2.1 に示す。

(1) 作業手順の改善

これまで、作業基準（安全作業基準及び基本動作マニュアル）及び作業手順書並びに事故対策手順が実効的なものになっていなかったことから、品質保証文書の 2 次文書である文書管理要領書の改訂を 2019 年 5 月末までに図り、文書の制定・改訂にあたり、実際の作業及び訓練により、内容の妥当性を確認することをルール化する。

今回の汚染事象を踏まえて、まずは本事象に関連した作業基準及び事故対策手順の制定・改訂を行う。これらの制定・改訂した作業基準及び事故対策手順に基づき、関連する各課室グループの作業手順書の制定・改訂を行う。さらに、その他の汚染のリスクが高い作業の作業基準についても見直しを行う。作業基準及び事故対策手順の制定・改訂に関しては、外部委員を含めた安全専門委員会にて審議を受けるとともに、実効的な定期レビューにより継続的に改善していく。

① 本事象に関連した作業基準類の改善

1) 樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業の手順の制定

今回の汚染事象を発生させた貯蔵容器のバッグイン・バッグアウト作業は、貯蔵容器を梱包した樹脂製の袋の交換等を目的に行ってきたもので、一般的なバッグイン・バッグアウト作業手順書を用いて実施してきた。しかし、貯蔵容器のバッグイン・バッグアウト作業では、貯蔵容器表面の拭き取りや外観確認の必要性、熱や錆への注意喚起など、一般的なバッグイン・バッグアウト作業に追加すべき手順が多く含まれることから、貯蔵室での点検方法や樹脂製の袋の交換基準を加え、平成 31 年 3 月末までに基本動作マニュアルの中に新たに 1 項目（「樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業」）を制定する。

i 本事象の直接的な原因に対する対策の反映

「8.1 項」～「8.3 項」に示す対策を記載する。

ii 本事象に係る更なる改善策の反映

「9.1 項」に示す更なる改善策を記載する。

iii 留意事項

手順書作成に当たっては、以下の点に留意する。

○ ホールドポイントの整理

- ・ 汚染発生防止、早期発見、拡大防止の観点から、重要となる手順・確認事項を整理し、ホールドポイントとして記載する。

○ 作成プロセス

- ・ 基本動作マニュアル（案）を作成し、これらを基に実際に作業を実施して手順の妥当性評価を行い、改善すべき事項を抽出する。その結果に基づき、必要に応じて見直しを図り、最終的な基本動作マニュアル（案）とする。
- ・ 手順書作成担当部長及び担当課長は、最終的な基本動作マニュアル（案）の妥当性を確認する。さらに、プルトニウム燃料技術開発センター安全専門委員会（委員には、外部の専門家が含まれる。）における審議を経て、基本動作マニュアルとして制定する。基本動作マニュアルは定期的にレビューを行い、継続的に改善していく。

② 事故対策手順の改訂

立入制限区域の設定が必要となる汚染事象を想定し、事故対策手順の改訂を行う。この手順は汚染事象対応の基本的な考え方、遵守すべきルールを明確にしたものとする。

プルトニウム燃料技術開発センターは、2019 年 5 月末までに事故対策手順改訂（案）を作成し、実訓練を通じて手順案の妥当性を評価し、必要な見直しを実施したうえで、プルトニウム燃料技術開発センター安全専門委員会における審議を経たうえで、2019 年 6 月末までに改訂を実施するとともに、実効的な定期レビューにより継続的に改善していく。

事故対策手順の改訂に当たっては、以下の点を明確に記載する。

○ 事象発生時の情報伝達

○ 当該部屋からの速やかな退避

- 退避に当たって実施する汚染拡大防止策の範囲
- 事故対応組織（統括者、現場復旧班、放管班等）ごとの役割及び分担
- 現場対応者及び放管員と現場作業員間の情報伝達手段
- 非常時用装備の準備・調達
- 汚染事象発生時のグリーンハウスの設置方法
- 汚染固定方法、作業衣及び防護具の脱装方法
- 最終の身体汚染検査実施場所

また、事故対策手順の改訂内容を踏まえて、関連する手順として、以下の手順の制定・改訂を行う。

1) 汚染発生時の対応手順の改訂

平成 31 年 3 月末までに、ガイドラインの趣旨である「内部被ばく及びそのおそれがある場合には、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。」が読み取れるように改訂し、平成 31 年 4 月末までに教育・訓練を行う。

2) 現場指揮所での対応手順書を制定

手順書（案）を平成 31 年 4 月末までに作成し、実訓練を通じて手順（案）の妥当性を評価し、必要な見直しを実施したうえで 2019 年 6 月末までに制定を実施する。

3) 各部屋の汚染事象対応手順の制定

立入制限区域の設定に至る汚染事象が発生する可能性がある全ての部屋に対して、現場の実態に即した汚染事象対応手順書、グリーンハウス設置手順を、当該部屋を所掌する課室グループごとに作成する。

手順書の作成に当たっては、まず部屋ごとに退避行動を確認した後、2019 年 5 月末までに汚染事象対応手順を制定する。

この汚染事象対応手順は、汚染発生時の対応が速やかにできるように、日常行われる危険予知（以下「KY」という。）・TBM 等にも活用する。

③ 汚染事象発生時の放管員の対応要領、手順書の改訂

汚染事象発生時の放管員の対応を適切に実施するために、以下に示す要領書及び手順書の改訂を行う。

放射線管理部は平成 31 年 4 月末までに、以下に示す要領書、手順書の改訂を行うとともに、教育を実施する。

【放射線管理部の要領書】

- 身体汚染が発生した場合の措置等要領書

【放射線管理第 1 課の要領書・手順書】

- 放射線管理業務の基本的事項手順書

- 異常時対応要領書
- 身体汚染時の対応手順書
- 定置式モニタ警報吹鳴時の対応手順書

要領書及び手順書の改訂に当たっては、更なる改善事項の抽出及び対策の検討で得られた以下の対策を記載する。

【警報発生後の放管員の初動対応】

- 定置式モニタ警報吹鳴時に放管員から現場作業員への放送により退室の指示を行う旨を定置式モニタ警報吹鳴時の対応手順書に記載する。
- 多数の作業員の汚染事象にも対応できるように、現場指揮所からの指示の下で事故対応組織からの支援を受けて防護資機材の確保、要員確保、迅速な防護装備の装着、適切な養生の実施を行うことを身体汚染時の対応手順書に記載する。
- 養生範囲に関して、収容する作業員の人数に応じた広さを確保する等クロスコンタミネーション防止措置に関する留意点を身体汚染時の対応手順書に記載する。

【身体汚染検査】

- 汚染の固定方法や脱装・除染方法の決定に資するための簡易な身体汚染検査及び記録の方法について身体汚染時の対応手順書に記載する。
- 間接測定法を適用すべき場合の手順、 α 線スペクトロメータ等による天然放射性核種の判定方法、皮膚汚染なしと判定する最終的な身体汚染検査の実施手順及び実施場所等の身体汚染検査方法の手順、天然放射性核種の判定は α 線スペクトロメータ等の測定により判断する旨を、身体汚染時の対応手順書に記載する。
- 身体汚染時の対応手順書の身体汚染検査記録様式について、報告書等の記録の一部として使用可能となる様、検査結果の確定の状況、網羅性・代表性その他必要な事項について適切に検査結果に注記する欄を設けたものに改訂する。
- 呼吸保護具の交換や脱装のタイミング等について、汚染状況を考慮した最適な方法を選択するための基準及び選択に当たっての放射線管理第1課長による承認方法を身体汚染時の対応手順書及び身体汚染が発生した場合の措置等要領書に記載する。
- メモを基に記録を作成する場合、原則としてデータをメモした者が記録を作成すること、やむを得ず別の者が記録を作成した場合は、メモの作成者にメモの内容が記録に適切に記載されていることを確認すること、記録作成の基となるメモ及び鼻スミヤ試料の保管方法並びにその保管期間を身体汚染時の対応手順書に記載する。また、メモの紛失時など測定の信頼性に影響を与える可能性のある事態への対応方法について放射線管理業務の基本的事項手順書に記載する。
- 脱装後、複数回身体汚染検査を実施した場合には、最終的な身体汚染検査の記録を作成することを「身体汚染時の対応手順書」に記載する。
- 検出下限値^{*1}未満であった場合でも汚染事象の状況に応じた追加的な措置（念のためのシャワー、拭き取り、手洗い）の実施基準について身体汚染時の対応手順書に記載する。

- ・ これらの要領書及び手順書は、定期的にレビューを行い、継続的に改善していく。
- ・ 上記改訂に併せて、安全・核セキュリティ統括部はガイドラインの見直しを行う。

④ 基本動作マニュアルの中の汚染発生リスクが高い作業に関する項目の改訂

既に制定されている基本動作マニュアルのうち、汚染発生リスクが高い作業（グローブ交換作業（排気カート式）、バグイン・バグアウト作業、グローブボックスへの樹脂製の袋の取付作業、フィルタ交換作業）に関して、プルトニウム燃料技術開発センターは2019年6月末までに手順の検証及び必要な改訂を行う。また、基本動作マニュアルの改訂の後、プルトニウム燃料技術開発センター各課室グループは、2019年9月末までに関連する各課室グループの作業手順書への改訂内容の反映及び検証を行い、必要に応じて見直す。

基本動作マニュアル及び各課室グループの作業手順書の検証に当たっては、机上での評価だけでなく、実際に手順書に従って作業を実施し、汚染発生防止、早期発見、汚染拡大防止の観点から改善事項を抽出した上で、それらに対する改善策を立案し、必要な手順書の改訂を実施する。また、必要に応じてハード的な改善策も検討する。

(2) 教育方法の改善

今回の事象においては、作業員が手順書を遵守しなかった、現場責任者がホールドポイントの管理を徹底できていなかった、現場の指揮者が汚染事象発生後、早期に作業員を退出させることができなかった等、各階層（プルトニウム燃料技術開発センター長、部長、課長、作業責任者、作業担当者、総括責任者、現場責任者、作業員）において改善点が抽出されている。よって、当該各階層（プルトニウム燃料技術開発センター長、部長、課長、作業責任者、作業担当者、総括責任者、現場責任者、作業員）に自らの役割を認識させるとともに、各職位の実践的な力量を向上させるために、以下のように教育の見直し・改善を図る。また、教育に関する理解度確認の強化を図るため、その方法の改善を行う。これら教育を効果的に実施するため、プルトニウム燃料技術開発センターは、2019年6月末までに教育・訓練要領書及び関連文書（実務教育基本要領）の改訂を行う。また、2019年9月末までに教育・訓練要領書改訂（管理者教育に係る事項の記載）及び関連文書（管理者教育に関する手順書及び力量評価手順書）の制定を行う。これらの文書については、実効的な定期レビューにより、継続的に改善していく。

① 管理者層等に対する教育及び力量評価の実施

汚染事象発生時等の適切な指揮、所掌業務における適切な作業管理、請負作業管理などに対し、十分なスキルが発揮できるようにすることを目的として、プルトニウム燃料技術開発センターは、2019年9月末までに、新たに管理者層の教育プログラムを作成する。プログラム作成に当たっては、プルトニウム取扱いに係る有識者、事故対応や危機管理、安全管理などに係る専門家などの意見を取り入れるとともに、教育の効果については、訓練や実務を通して、プルトニウム燃料技術開発センター長又は部長が力量として評価し、改善を要する場合にはフォローアップを行う。また、原子力機構内外の講習会等への参加により、継続的な改善の意識の向上や各職位の力量向上を図る。

管理職層、チームリーダー等について、着任時を含め業務を開始する前に力量評価を実施することを実務教育基本要領で明確にする。

② 現場責任者教育の内容の充実

核燃料サイクル工学研究所共通安全作業要領「A-6 作業責任者認定制度の運用要領」に基づき、現場責任者の認定の有効期間について、現在は5年間であるが、平成31年4月に3年間に見直す。

現場責任者については、現場責任者が作業を行うことによって作業管理が疎かになることの無いように作業管理の重要性、ホールドポイントの確認方法、汚染事象発生時の現場責任者の役割等に関して、プルトニウム燃料技術開発センターでは、年1回以上教育を行うとともに、日々の作業責任者による現場巡視において、教育内容が理解されていることについてフォローする。

また、現場責任者自身が現場作業に関して十分な力量を有し、維持できている必要があることから、③の作業員教育についても実施する。

③ 作業員教育の内容の充実

現場作業員については、作業手順を遵守することの重要性、ホールドポイントとして設定した手順の重要性、作業安全に関する基本的な知識（樹脂製の袋の管理基準や熱による影響等）、汚染事象発生時の作業員としての役割等に関して、プルトニウム燃料技術開発センターは、確実に教育を行うことはもとより、当該教育を充実させ、汚染のリスクを伴う作業に関する力量の向上を図る。具体的には、作業に熟練した者の下で実際に作業を行わせ、各人の基本動作を徹底するとともに、必要に応じて再教育を行う。この実務教育の中で見出された手順の改善点については作業手順書への反映を図る。それにより、作業員の改善意識の向上につなげる。

(3) 訓練方法の改善

① 立入制限区域設定に至る汚染発生を想定した訓練の実施

プルトニウム燃料技術開発センターは放射線管理部と共同で、立入制限区域設定に至るような汚染事象の発生が想定される部屋で、そのような汚染事象の発生を想定した、より実践的な訓練を実施する。訓練に当たっては、訓練の目的を明確にした上で、プルトニウム燃料技術開発センターと放射線管理部の協議の下で実践的な訓練計画を立案し、訓練参加者が訓練の目的を共有した上で訓練を実施する。また、訓練結果を次の訓練にフィードバックして確認することを繰り返すことにより、事故対応の全般的なスキルアップを図る。

1) 全体訓練

プルトニウム燃料技術開発センターは、全体での訓練（1回目）を平成31年4月末までに実施する。この結果を踏まえて、必要に応じて事故対策手順等の見直しを実施し、スキル向上のための全体での訓練（2回目）を2019年9月末までに実施する。

2) 各部屋の訓練

プルトニウム燃料技術開発センターの各課室グループは、平成 31 年 4 月末までに各部屋の机上訓練を実施し、2019 年 6 月末までに実訓練を実施する。

【訓練目的】

- 各職位(現場対応班長(プルトニウム燃料技術開発センター長)、現場復旧グループ長(課長)、現場復旧グループ員、放管グループ長(放射線管理第 1 課長)、放管グループ員など)の役割の確認とスキルアップ
- 各職位の連携の確認(コミュニケーションの確認)
- 事故対応の手順の確認
- 事故対応の全般的なスキルアップ
- 適切な退避行動及び身体汚染検査等

また、訓練をより実践的かつ有効なものにするために、以下のプロセスで実施する。

【訓練実施プロセス】

- 訓練の目的設定
- 訓練計画書(案)の立案(放射線管理第 1 課も参加)
- 基本動作マニュアル、事故対策手順の教育
- 机上訓練の実施
- 机上訓練結果に基づく訓練計画書・対応手順書の見直し
- 記録事項及び使用様式の確認
- 現場での訓練実施
- 訓練結果の評価(プルトニウム燃料技術開発センター全体の訓練に関しては、幹部会で評価する。各課室グループの訓練に関しては、課室グループ内で評価し、その結果を部会で評価する。)
- 訓練の評価結果に基づく対応手順等の改訂及び必要に応じてハード的な対策の実施

プルトニウム燃料技術開発センター全体の訓練では、現場指揮所における現場の状況の正確かつ迅速な把握、現場指揮所からの現場への指示の徹底、現場指揮所からの現場への指示の履行状況、身体汚染検査状況の把握の確認等を行う。

また、訓練(プルトニウム燃料技術開発センター全体の訓練、各課室グループの机上訓練)を通じて、平成 31 年 4 月末までに必要な資機材の種類・数量を確認し、早急に調達する。

(4) 作業管理の改善

作業の体制図を添付 9.1.1 に示す。プルトニウム燃料技術開発センターは、年間作業請負において実施している汚染リスクの高い作業(グローブ交換(排気カート式)、バッグイン・バッグアウト作業、グローブボックスへの樹脂製の袋の取付作業、フィルタ交換作業)について、その管理を強化するため、平成 31 年 4 月末までに安全作業基準に新たな条項を制定する。当該条項には、作業手順の遵守の徹底、安全確保のために必要な情報伝達、ホールドポイントの徹底等を行うため、以下の①、②の内容を盛り込む。

① 作業担当課室長・グループリーダー（以下「作業担当課室長」という。）、作業責任者及び作業担当者に係る作業管理

- 作業担当課室長は、日々の作業計画（作業の目的、作業場所、作業体制（総括責任者、現場責任者、作業員数））を把握するとともに、その実施結果を確認する。
- 作業責任者又は作業担当者は、現場責任者から作業開始前に報告を受け、準備状況に異常のないことを確認する。また、現場責任者からの作業終了後の報告により、作業の実施状況や気がかり事項の有無及びホールドポイントの遵守状況などを確認する。
- 作業責任者又は作業担当者は、随時現場を巡視する（抜き打ちを含む。）。その際、作業状況を確認するとともに、ホールドポイントの実施状況を確認する。また、巡視した結果について作業担当課室長に報告する。
- 作業責任者又は作業担当者は、貯蔵容器の温度の情報、作業のホールドポイントなど、安全に作業を行うために必要な情報を事前に把握し、現場責任者に伝達する。また、現場責任者が作業員に TBM、KY の場において確実に周知されていることを確認する。

② 総括責任者及び現場責任者に係る作業管理

- 総括責任者は、日々の作業について、作業担当課室長との協議・調整を受けて、具体的作業の計画（作業の目的、作業場所、作業体制（現場責任者、作業員数））を立案し、作業担当課室長に報告するとともに、作業を安全に実施するよう作業員を指導する。
- 総括責任者は、汚染発生のリスクが高い作業の管理を適切に実施するため、現場責任者に作業員を兼務させない作業体制にするとともに、現場責任者に対して、作業員の兼務を禁止することを徹底する。
- 総括責任者は、請負側の品質保証計画書に基づき、不適合が発生した場合には速やかに原子力機構と協議の上、不適合の内容確認を行うとともに原因を明らかにし、再発防止の対策を講ずる。
- 現場責任者は、作業準備が完了した際、準備状況に異常のないこと及び TBM や KY において作業手順やホールドポイントなどが確実に周知されていることを作業責任者又は作業担当者に報告する。また、作業終了後、作業の実施状況や気がかり事項の有無及びホールドポイントの遵守状況などを作業責任者又は作業担当者に報告する。
- 現場責任者は、汚染発生のリスクが高い請負作業の管理を適切に実施するため、自らの判断で作業員を兼務してはならない。
- 現場責任者は、作業体制への不安や作業手順への疑問など、作業手順や作業体制の変更が必要と感じた場合には、作業を一旦停止して、総括責任者に相談する。総括責任者は直ちに作業担当課室長に協議要請する。

(5) 安全意識の向上

本事象では、貯蔵容器の温度が異常ではないにも関わらず、作業員が通常と異なると感じ、早く二重梱包したほうが取扱上安全だと判断し、汚染検査を省略したことが、汚染を拡大させた原因の一つとなっている。また、今回の作業は、特殊な作業ではなく、共通的な作業の手順書に基

づく、日常的に行っている作業であった。よって、今回の手順を省略した行為に関する要因の一つとして、リスクに対する感受性を考慮し、作業員の安全意識を向上させるために、プルトニウム燃料技術開発センターは、以下の対応を図る。事例研究については平成31年3月末までに実施するとともに、安全意識の向上に係る活動計画については、平成31年4月末までに作成する。

- 本事象に関する事例研究（現場責任者によるホールドポイントの確認を含めた作業管理、汚染発生後の対応及び指揮者の役割等）を実施する。事例研究は、受講者に各々の職位・立場で本事例を考えさせる観点から、チーム又は班ごとで実施する。課室長・グループリーダーは、受講者に対して何を理解したかを確認する。この事例研究は、チーム又は班ごとに実施し、その結果に関しては課内で共有する。
- 気づき事項を作業員に積極的に問いかける運動、KY・TBMを強化する運動を行う。
- 安全に関する原子力機構内外の講習会に積極的に参加させる。
- ヒューマンエラー防止に関する教育を導入する（特に、熟練者の慣れによるヒューマンエラー防止に関する教育を積極的に取り入れる。）。

(6) リスク低減

① 樹脂製の袋で包蔵している貯蔵容器の削減

貯蔵容器を樹脂製の袋で梱包して貯蔵する場合、樹脂製の袋の破損により汚染の発生するリスクがある。また、熱による樹脂製の袋の劣化に伴い、今回の作業のような定期的な樹脂製の袋の交換作業を必要とする。よって、更なる汚染発生リスクの低減化を目的に、プルトニウム燃料技術開発センターは、樹脂製の袋で梱包して貯蔵している貯蔵容器の削減対策を進める。具体的には、これら貯蔵容器に収納されている核燃料物質を、密封貯蔵容器（キャニスタ）へ収納する作業を進める。特に発熱量の高い貯蔵容器に関しては、高頻度で樹脂製の袋の交換が必要となることから、これら核燃料物質を優先的に密封貯蔵容器に収納する。収納後は、核燃料物質の集約化の観点で、プルトニウム燃料第三開発室に運搬して貯蔵する。本計画については、2019年6月末までに策定する。

(7) ハード対策

① 局所排気装置の導入

バッグアウト作業では樹脂製の袋の損傷による汚染が発生し得るリスクがあること、また、グローブボックスへの樹脂製の袋の取付作業では汚染している可能性のある搬出入ポート表面を露出させることを考慮し、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に局所排気装置の導入を検討する。局所排気装置は、汚染拡大防止に十分な効果（吸気風量など）があること、また、作業の支障にならないようにすることなどを考慮して実用的な装置とする。局所排気装置は、2019年6月末までに設計を行い、設計結果を踏まえ、局所排気装置の導入時期を決定することとする。

なお、実用的な局所排気装置を導入するまでの間、貯蔵容器のバッグアウト作業時は、現在所有している局所排気装置を、汚染検知した際に直ちに使用できるように配備する。

② 熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台の養生

プルトニウム燃料技術開発センターは、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を実施する。

それぞれの養生方法（養生材の選定含む。）を検討し、一重目の樹脂製の袋に収納されたステンレス缶を模擬した試験体を使用して、十分な効果があることを確認した上で養生を実施する。

これらの養生については、平成31年3月末までに実施する。

12. 再発防止に向けた原子力機構における水平展開

「8項」でまとめた本事象の原因に対する対策に加え、「11項」において、これまで継続的に実施してきた作業に対して、改善の取組を指揮すべき管理者自身が、作業手順や汚染事象対応手順、現場の責任者の教育、実践的な教育・訓練などに対して、常に改善する意識をもって指揮・指導を十分にできていなかったという問題が抽出された。この問題について、プルトニウム燃料技術開発センターのみならず、原子力機構全体の問題として捉え、安全・核セキュリティ統括部は、全拠点を対象に実施する水平展開において、作業手順書の改善、教育・訓練に関して現場に則した実践的な対応が行われているかを評価し、改善活動を進める。

また「10項」のとおり、燃研棟汚染事故の水平展開の取組が徹底できなかった点に関しては、各階層の管理者の取り組みと、それを指導・助言すべき安全・核セキュリティ統括部のフォローが不十分であったことによるものと考えられる。したがって、以下の水平展開を実施するとともに、安全・核セキュリティ統括部は、各拠点の保安管理部門と連携し、「10.3項」に掲げた①各拠点との水平展開の目的・意図の相互確認、②水平展開の実施結果の具体的な徴取方法等の明確化、③現場レベルでの実効性の確認、④幅広い視点での監視・評価の対策を講じ、水平展開が実効的なものになるよう徹底していく。

12.1 水平展開実施項目

(1) 本事象を自らの職場に置き換えた事例研究

発災箇所以外の拠点にあっても、今回の事象を自らのこととして捉え、改善活動につなげるため、各拠点は、本事象に関する事例研究（現場責任者によるホールドポイントの確認を含めた作業管理、汚染発生後の対応及び指揮者の役割等）について2019年7月末までに実施する。事例研究は、受講者に各々の職位・立場で本事例を考えさせる観点から、作業グループ単位（原則10人未満の少人数）で実施する。また、事例研究の際には、実作業を想定し実際のマニュアルを用いる。課室長・グループリーダーは、受講者に対して何を理解したかを確認する。

(2) 作業手順等の見直し・改善

今回の事例では、作業手順書や汚染事象発生時の対応手順について、実態に則しているかという視点での見直しが行われてこなかった。このことを踏まえ、各拠点は、保安活動として取り決めた内部被ばくや汚染拡大の防止につながる手順等（内部被ばくや汚染のリスクが小さい施設においては、当該施設の特徴を踏まえた災害のリスクの高い作業における手順等）を要求事項等に照らして再確認を行い、改訂案を作成又は制定案を作成する。これらの手順等の改善作業を通して、現場への作業手順の浸透を図る。また、各拠点の各階層の管理者は、見直した手順等につ

いて、実践的なものになっているか教育や訓練等を通じて2019年9月末までに確認し、必要に応じて見直しを行う。

(3) 緊急時対応の機能向上のための訓練の実施

プルトニウム燃料技術開発センターで取り組んできた訓練が、実践的なものとなっていなかったことを教訓として、各拠点では、毎年実施しているグリーンハウス設置・身体除染訓練について、汚染の程度、作業員数について施設ごとに起こり得ると考えられる厳しい想定を検討し実施するとともに、現場指揮所の機能や指揮者の能力向上を目的とした実践的な訓練を計画的に実施する。訓練では、以下の点に留意する。

- ・ 内部被ばくのおそれのある場合の行動、退避指示方法（ページング、館内放送等）の確認
- ・ 資機材整備状況、場所に応じたグリーンハウス位置や室内の養生方法の確認
- ・ 現場指揮所における指揮者を含む各員の役割の確認
- ・ 脱装順序、脱装場所と最終的な測定場所の確認
- ・ 記録作成の方法・記録様式の確認
- ・ 簡易検査と最終の汚染検査等の状況に応じた対応の方法の確認

また、この訓練では、放管員も参加し、現場の対応要員と放管員の連携強化、役割と分担の確認も行う。

(4) 「身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン」等の見直し

今回の事象において、ガイドラインに反映すべき事項が抽出されたことから、安全・核セキュリティ統括部は、今回の事象を踏まえて各拠点の放射線管理部門と勉強会を行うなどして、(3)に示した留意事項を含め、2019年5月末までにガイドラインを見直す。各拠点は、見直したガイドラインに基づき各拠点の手順等を見直す。また、各階層の管理者は、自身が承認する手順等にガイドラインの内容が反映されていることを確認する。なお、見直した手順等について、実践的なものになっているか教育や訓練等を通じて確認し、改善する。

(5) 作業責任者等認定制度の制定又は見直し

今回の事象においてホールドポイントの遵守等の作業管理が徹底されていなかったことから、各拠点は、現場の作業管理を行う責任者や担当者等の力量及び役割を明確にし、作業管理を強化することを目的として平成31年4月末までに作業責任者等認定制度の制定又は見直しを行う。

(6) 原子力機構職員による現場巡視のルール化

各拠点において、年間請負作業等で請負作業員のみで作業を行う場合には、リスクアセスメント等の評価に基づき、各課室グループにおいてリスクが高い作業について、原子力機構職員が抜き打ち的に現場を巡視し、作業状況や、手順・ホールドポイント等の遵守状況について確認し、巡視した結果について作業担当課室長に報告することを2019年7月末までに要領等で明確にする。

(7) 現場責任者等の専任のルール化

リスクが高い作業については、その管理を適切に実施するため、作業責任者・現場責任者が作業員を兼任することを禁止する。各拠点は、このことを2019年7月末までに要領等で明確にする。

(8) プルトニウムを貯蔵する容器の保管状況確認

各拠点は、プルトニウムを貯蔵する容器であって、容器の外側を樹脂製の袋で梱包した状態で保管されているものについて、保管状況を確認する（平成31年3月25日までに確認済み。）。

(9) 汚染拡大防止措置に係る検討と改善

各拠点は、バッグアウト作業など汚染発生のリスクが高い作業において、局所的に汚染が発生した際に拡大を防止するための措置を検討し、2019年7月末までに改善計画を作成する。

(10) プルトニウムを取扱うグローブボックス作業の改善

各拠点は、プルトニウムを取扱うグローブボックスを利用して樹脂製の袋を交換する作業においては、次の対策の実施について、平成31年4月末までに要領等で明確にする。

- 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貯蔵容器のバッグアウト作業を実施する。
- ③ 貯蔵容器のバッグアウト時には、貯蔵容器表面の拭き取りを必ず実施する。
- ④ 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。
- ⑤ 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。
- ⑥ バッグアウト作業において貯蔵容器をグローブボックスから引き出した際に、樹脂製の袋内部が負圧状態のときに汚染検査及び外観検査することを含め、それらのタイミングを手順書で明確にする。
- ⑦ 当日の作業において留意すべき事項について、現場作業員が確実に理解するように、TBMでの確認項目を改善する。

12.2 原子力機構における保安活動に関する改善

燃研棟事故の水平展開における実施の不徹底さに関連して、安全・核セキュリティ統括部は、原子力機構の各拠点に対して保安活動に関するPDCAを自立的かつ継続的に展開するよう指導・監督すべきであったが、これまで安全・核セキュリティ統括部による水平展開管理票に基づく安全情報の発出や業務指示は一律平坦な内容に留まっており、水平展開の目的や意図、各拠点の特徴を踏まえて、自らの改善活動につなげることの重要性について、拠点関係者との相互確認が十分で

はなかった。加えて、安全担当課長会議といった各拠点の実務レベルでの情報共有は適宜実施してきたものの、安全・核セキュリティ統括部と所長や保安管理部門の長との間で、水平展開をいかにして実効的なものにし、自立的かつ継続的な保安活動につなげるか等、保安活動を進めるためのマネジメント議論が不十分であったことが反省すべき点である。

今回の事故により実施する水平展開の改善をきっかけに、拠点の規模や保安活動の実態を踏まえた監視や指導を行うとともに、各拠点の所長や保安管理部門の長と実効性のある保安活動を進めるための議論を深め、各拠点が自立的かつ継続的に保安活動の改善に取り組むよう原子力機構の更なる安全管理強化を図っていく。

13. 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た。本事象に関しては、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にあり、2019 年 6 月末までに養生箇所の除染を終了させることを目標に除染作業を実施する。

更なる安全性の向上を図るために、汚染発生までの行動、汚染発生から管理区域退出までの行動について、現状の作業手順書及び作業管理等に問題がなかったかについて検証を行った。さらに、燃料研究棟における汚染事故の対策（予防処置活動）の実効性の検証、原子力安全監査（特別）を行い改善事項の抽出を行った。

これらの結果、汚染のリスクを伴う作業の手順書や汚染事象発生時の対応手順書の見直しの必要性、作業管理の不足、汚染事象発生時の不十分な対応等、多くの改善事項を抽出した。これらのことは、品質マネジメントシステムに基づくこれまでの改善活動に問題があったものと考えられ、この問題は、改善の取組を指揮すべき現場の各階層の管理者（プルトニウム燃料技術開発センター長、プルトニウム燃料技術開発センター内部長、プルトニウム燃料技術開発センター内各課室長・グループリーダ、放射線管理部長、放射線管理第 1 課長）自身が、作業手順や汚染事象対応などに対して、常に改善する意識をもって指揮・指導することが十分にできていなかったことにより生じたものと考えられる。

これらの問題意識を各階層の管理者を始めとした全従業員間で共有した上で、更なる改善に向けた取組として、改めて核燃料サイクル工学研究所長の下、プルトニウム燃料技術開発センター長及び放射線管理部長が主導し、作業手順及び事故対策手順等の改善を図るとともに、それらを基にした教育・訓練をより実践的なものにするための改善、現場責任者の教育、作業管理の改善や安全意識の向上を図っていく。これらの改善に関しては、実際に作業や訓練を通じてその妥当性評価を行い、その結果に応じた見直しを図ることにより、より実践的な改善策とするとともに、その後も、品質マネジメントシステムに基づき定期的なレビューを行うこと等を通して継続的な改善を行う。

対策事項の中で、教育・訓練、安全意識の向上など人的な対策が重要であり、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、教育・訓練を再発防止対策の柱の一つとして、具体的な対策を進めていく。さらに、各階層の管理者が、現状の作業手順や事故対策手順を「良し」とせず、常に継続的な改善意識をもってそれらの見直しを推進していくことが、今回のような汚染事象の発生防止や適切な汚染対応を行うために重要であり、各階層の管理者の意識の改善や管理者に対する教育・訓練の充実についても、あわせて対策を進めていく。

安全・核セキュリティ統括部は、燃研棟事故の水平展開において、水平展開の目的・意図も含めその趣旨が十分に伝わる水平展開がされていなかったこと、水平展開のフォローアップにおいて水平展開が各現場に即した実効的なものとなっているかどうかの確認をしていなかったこと等、抽出された問題に対する対策を踏まえ、各拠点の保安管理部門と連携して水平展開を実効的なものに改善する。

原子力機構は、今回の汚染事象の発生を深く反省し、原子力機構全体の問題として捉え、実効性のある水平展開を実施する。

以上



図 4.1.1 核燃料サイクル工学研究所敷地配置図

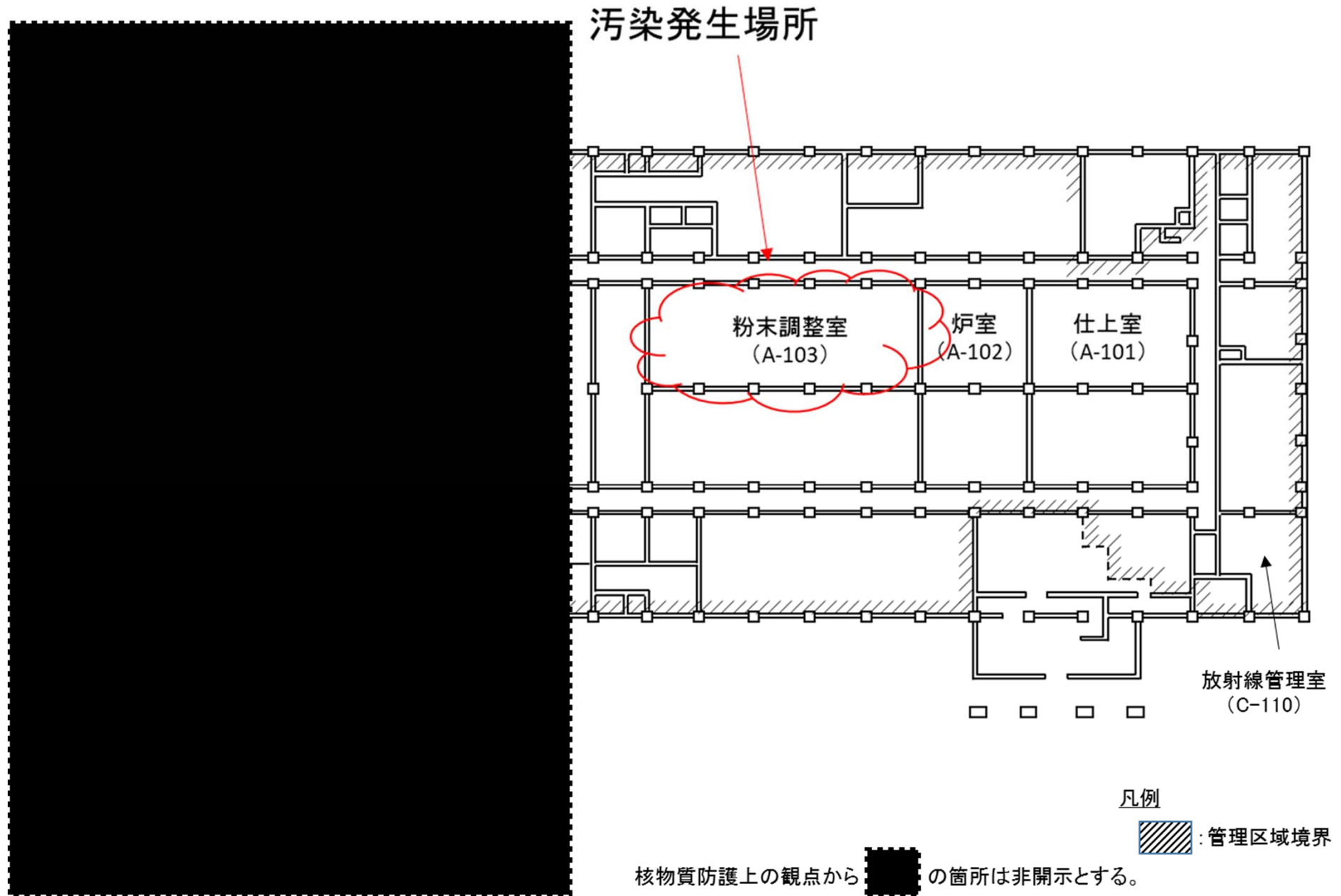
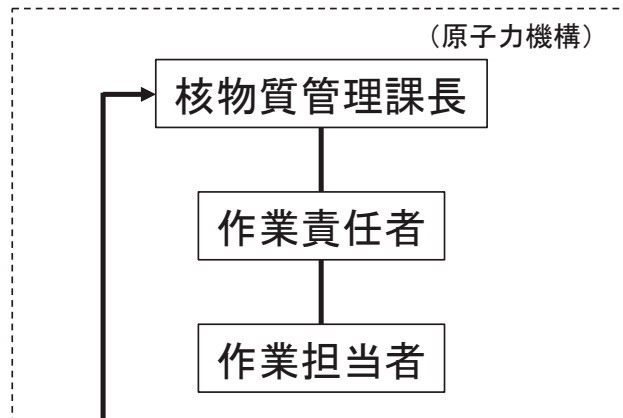
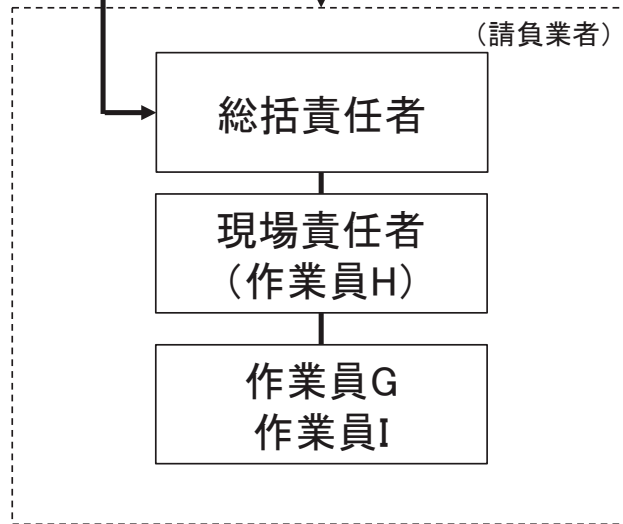


図4.1.2 プルトニウム燃料第二開発室平面図

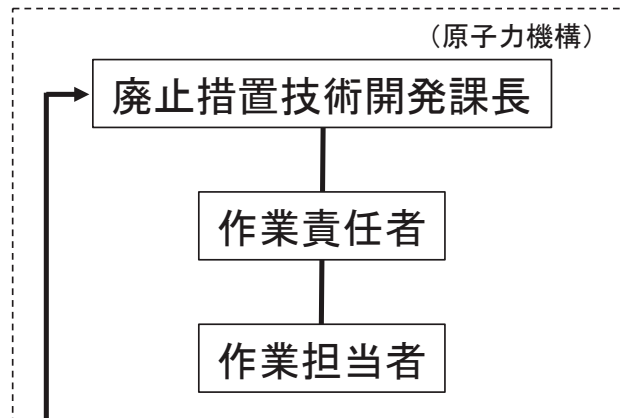


協議・調整

指導・助言
安全確保上の指示

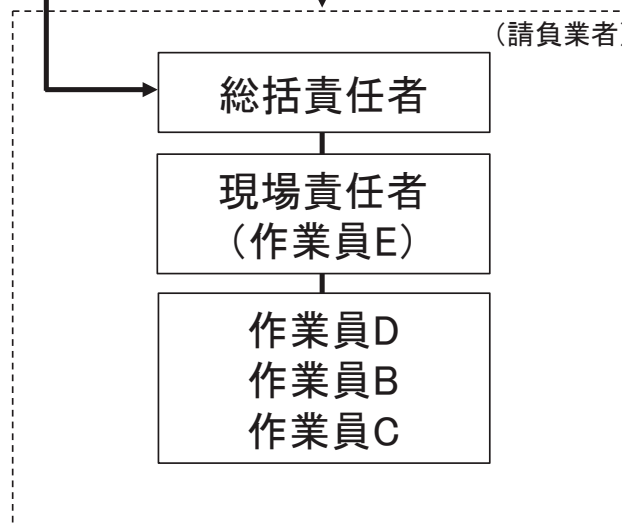


【貯蔵容器の運搬作業】

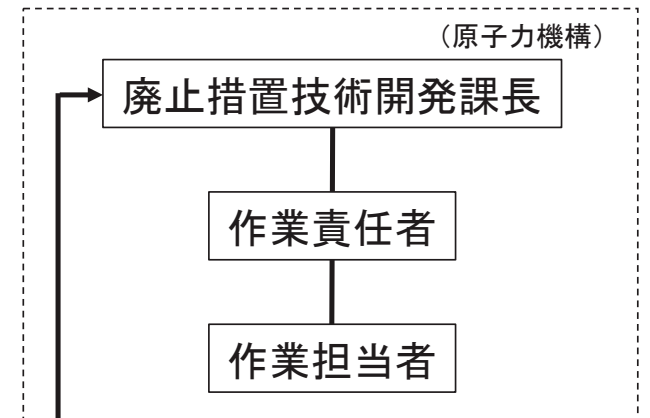


協議・調整

指導・助言
安全確保上の指示

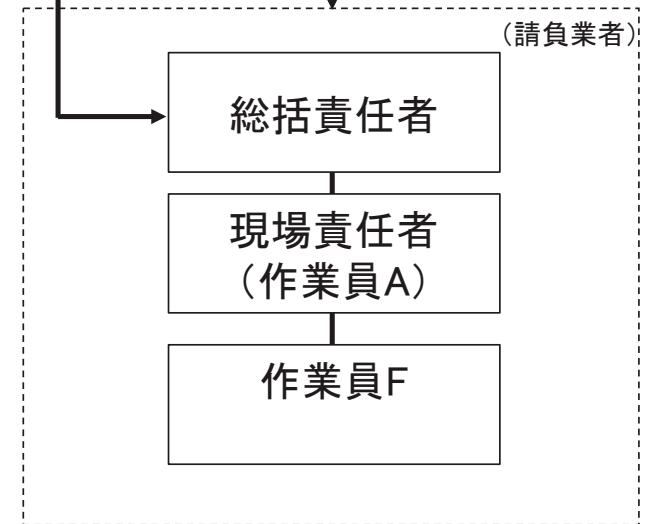


【樹脂製の袋の交換作業】



協議・調整

指導・助言
安全確保上の指示



【設備の調整作業】

図4.1.3 作業の体制図

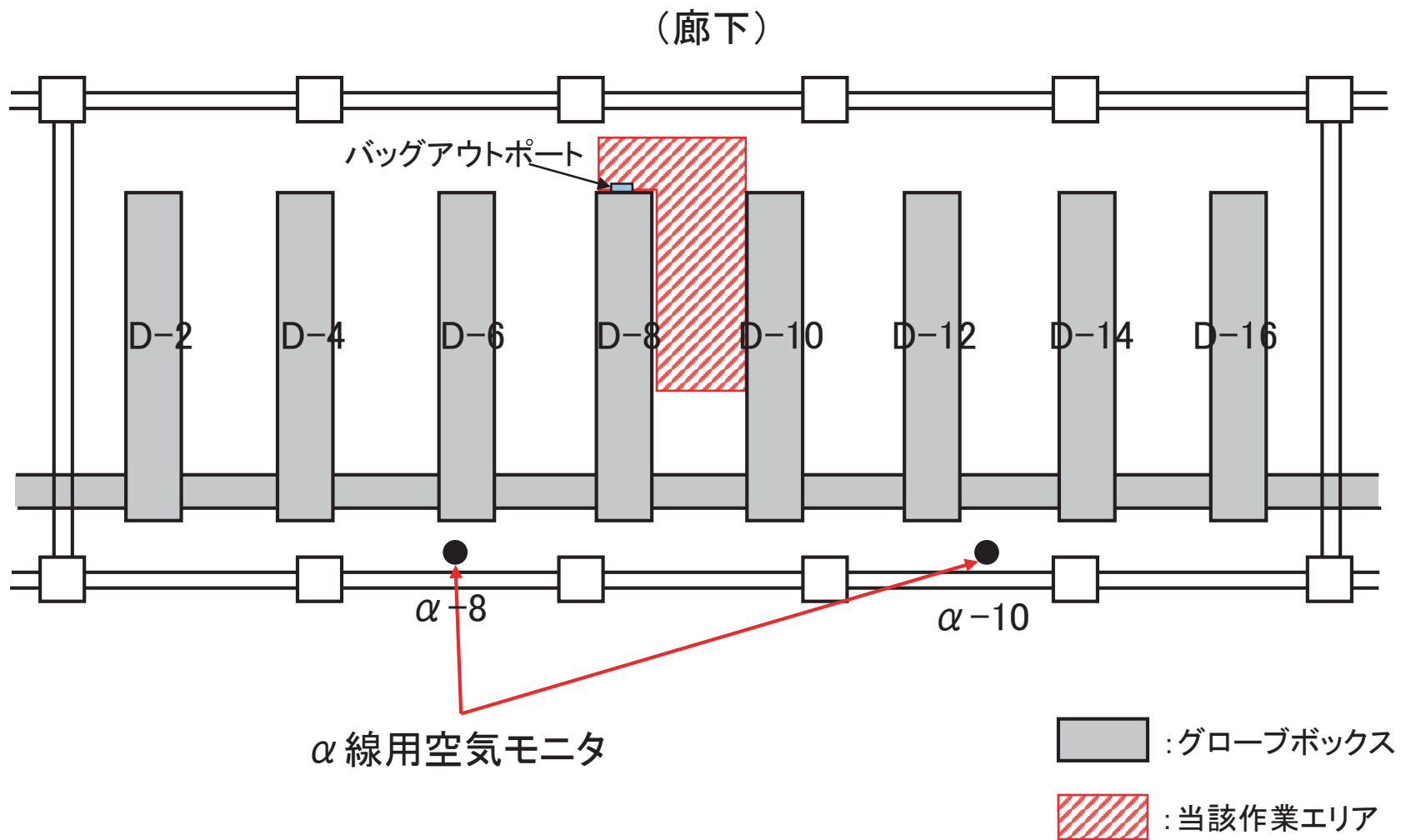
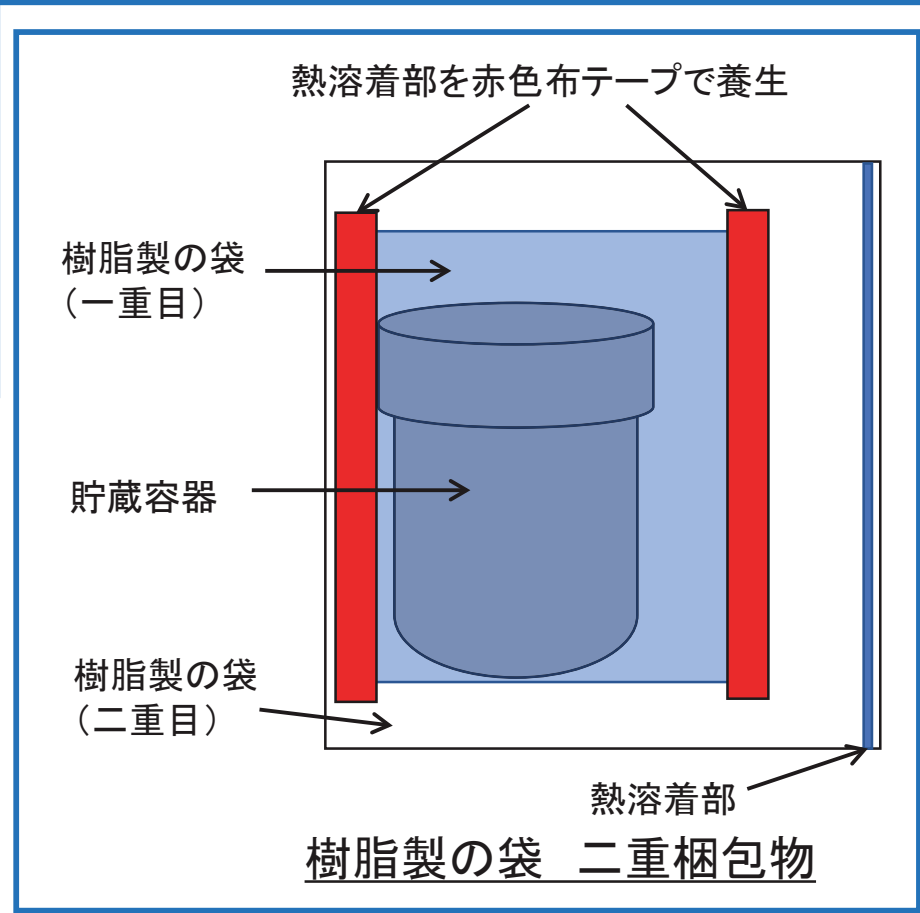


図4.1.4 粉末調整室(A-103) 配置図



アルミ缶 ステンレス缶
貯蔵容器

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



化学名: 可塑化ポリ塩化ビニル混合物

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

厚 さ: 0.3 mm



樹脂製の袋

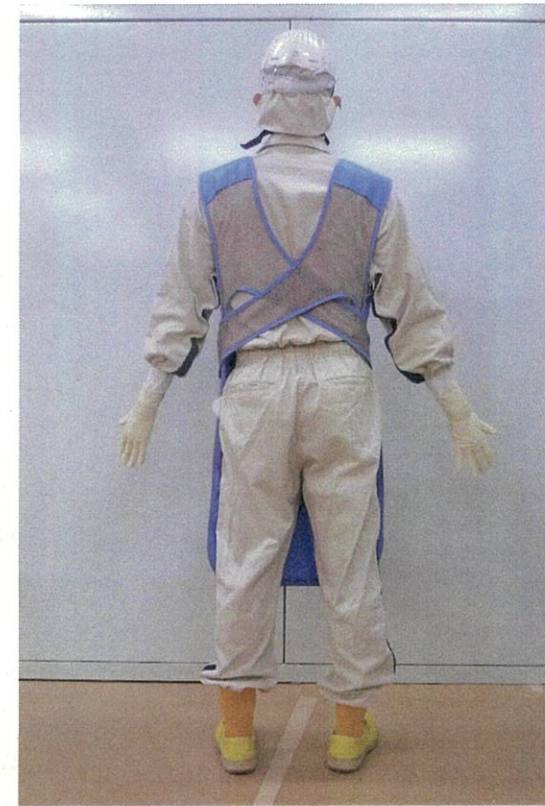
強度物性
(カタログ値)

引張り強度	1470 N/cm ² 以上
伸び	200 % 以上

図4.1.5 貯蔵容器のイメージ図



前面



背面

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

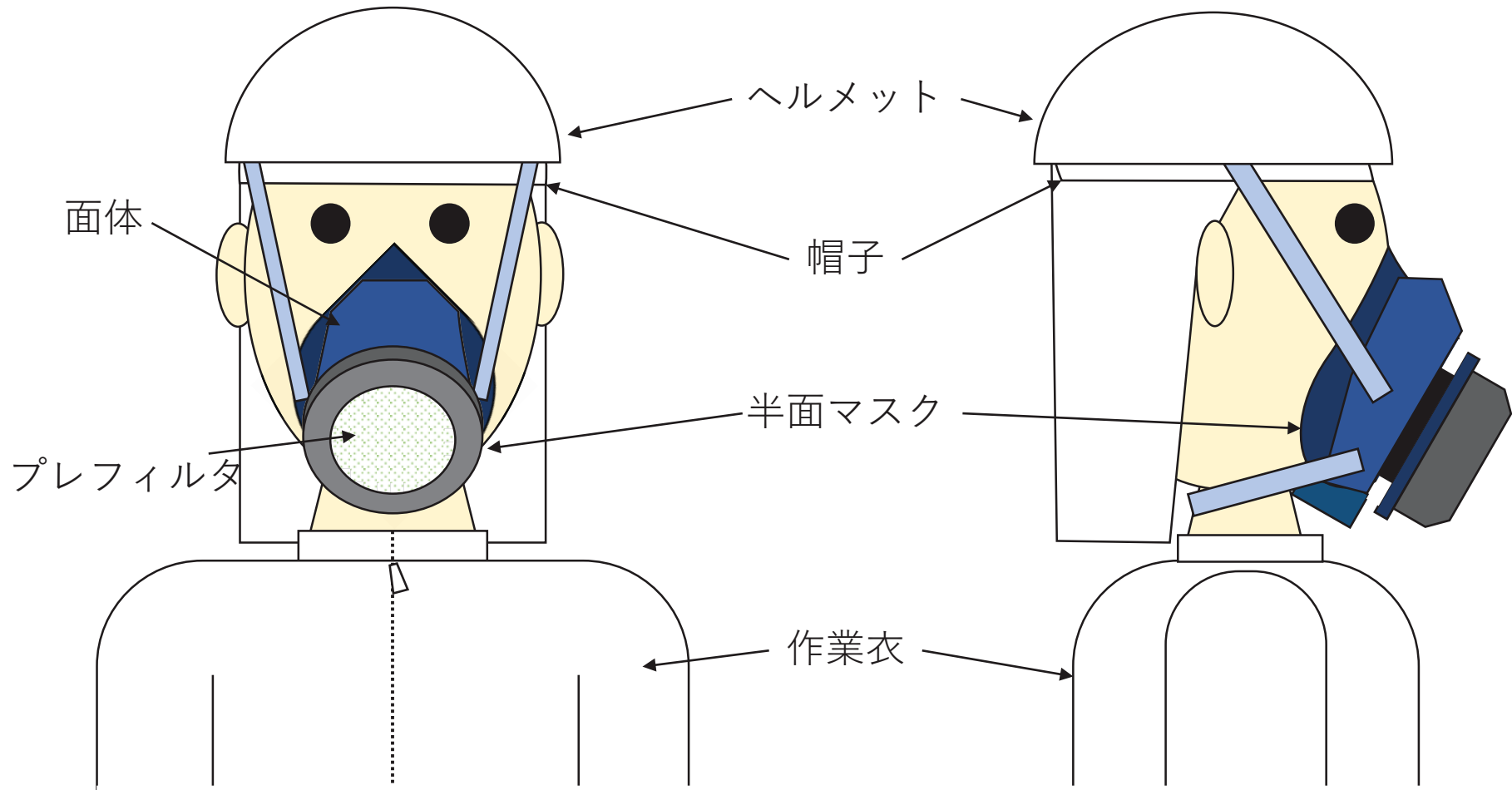


図4.1.6(2) 事象発生時の作業員と同等の防護具を装着した状態(樹脂製の袋の交換作業)

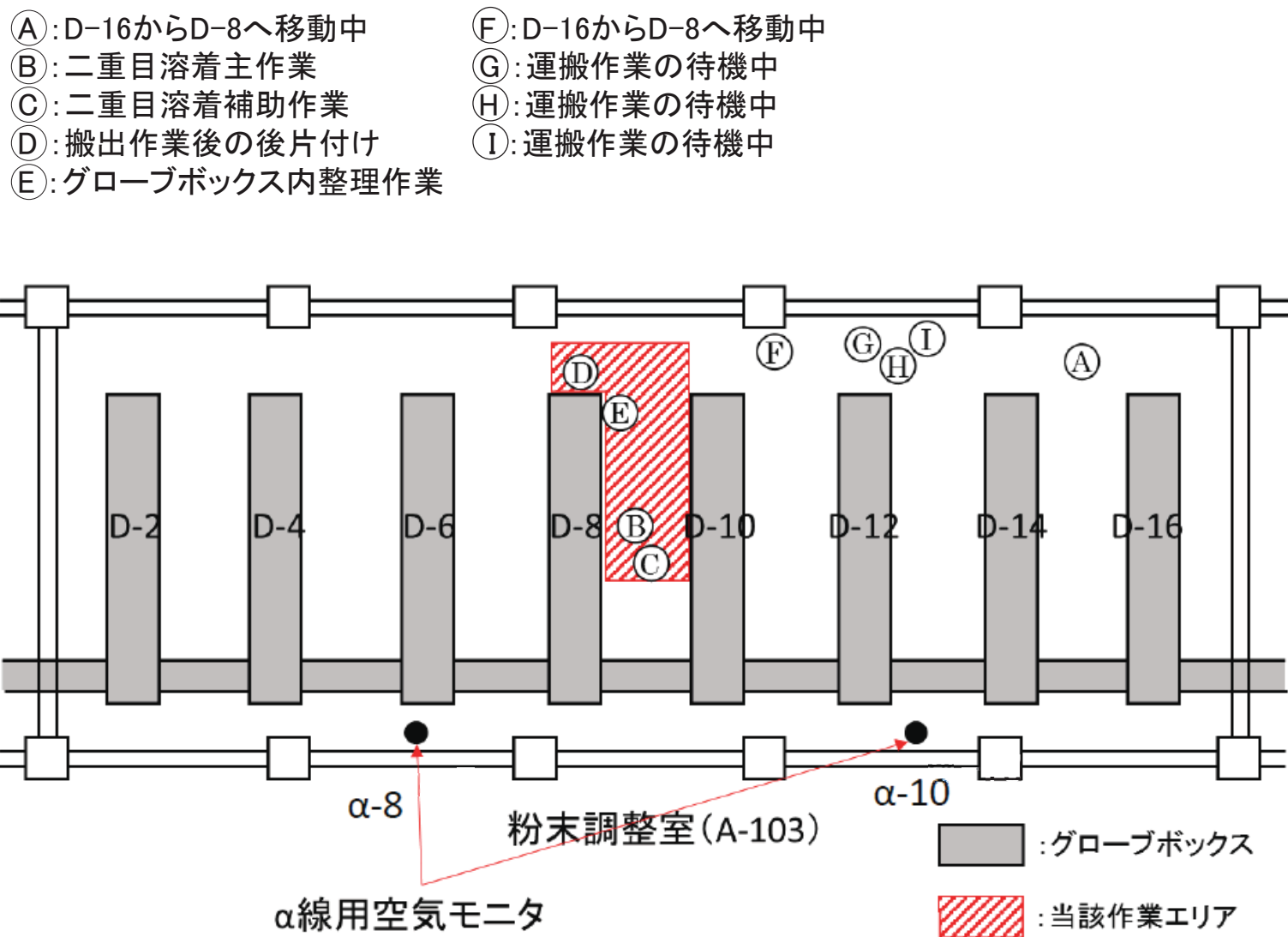


図4.2.1 α線用空気モニタ(α-8)警報吹鳴時の人員配置

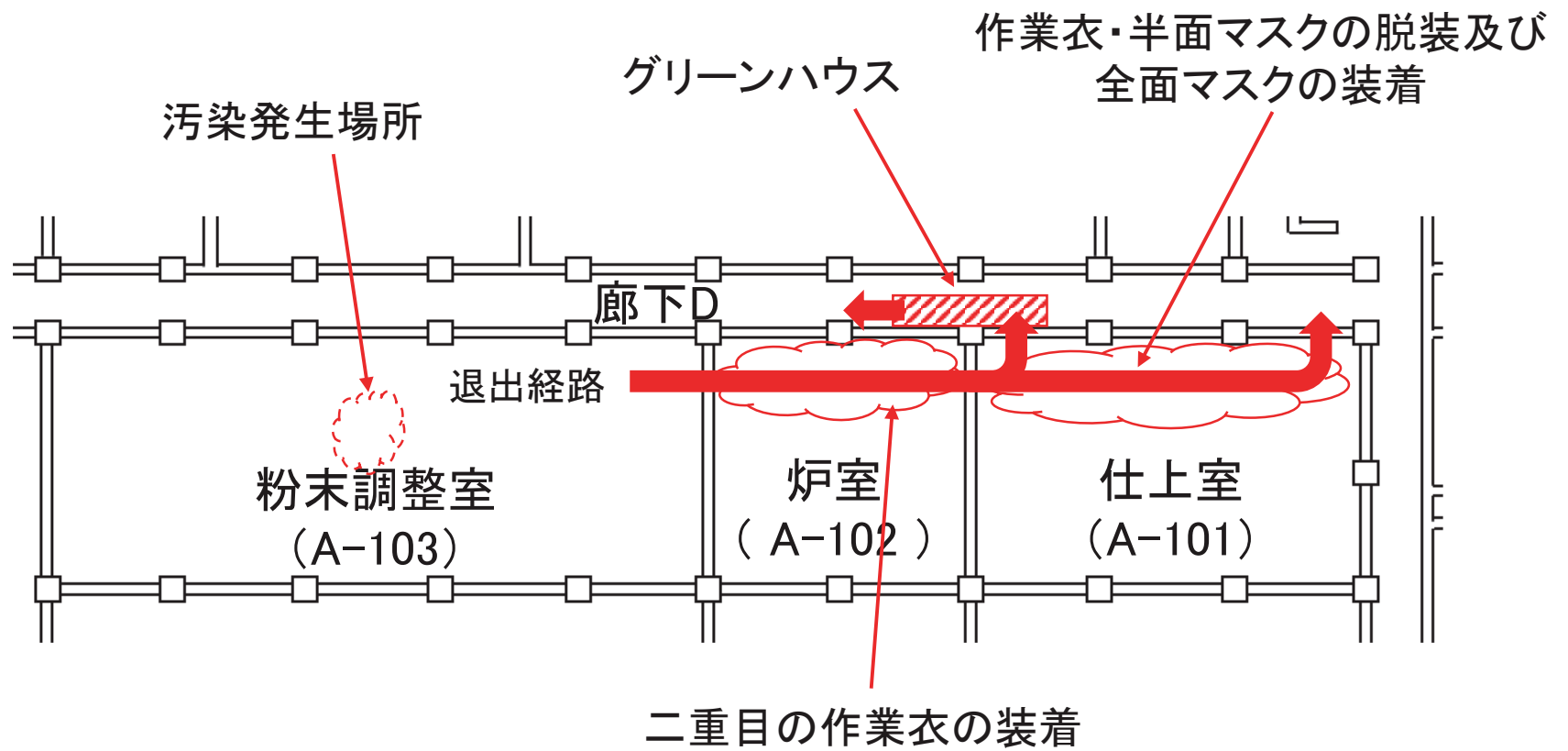


図4.2.2 作業員の退出経路



図4.2.3 グリーンハウス

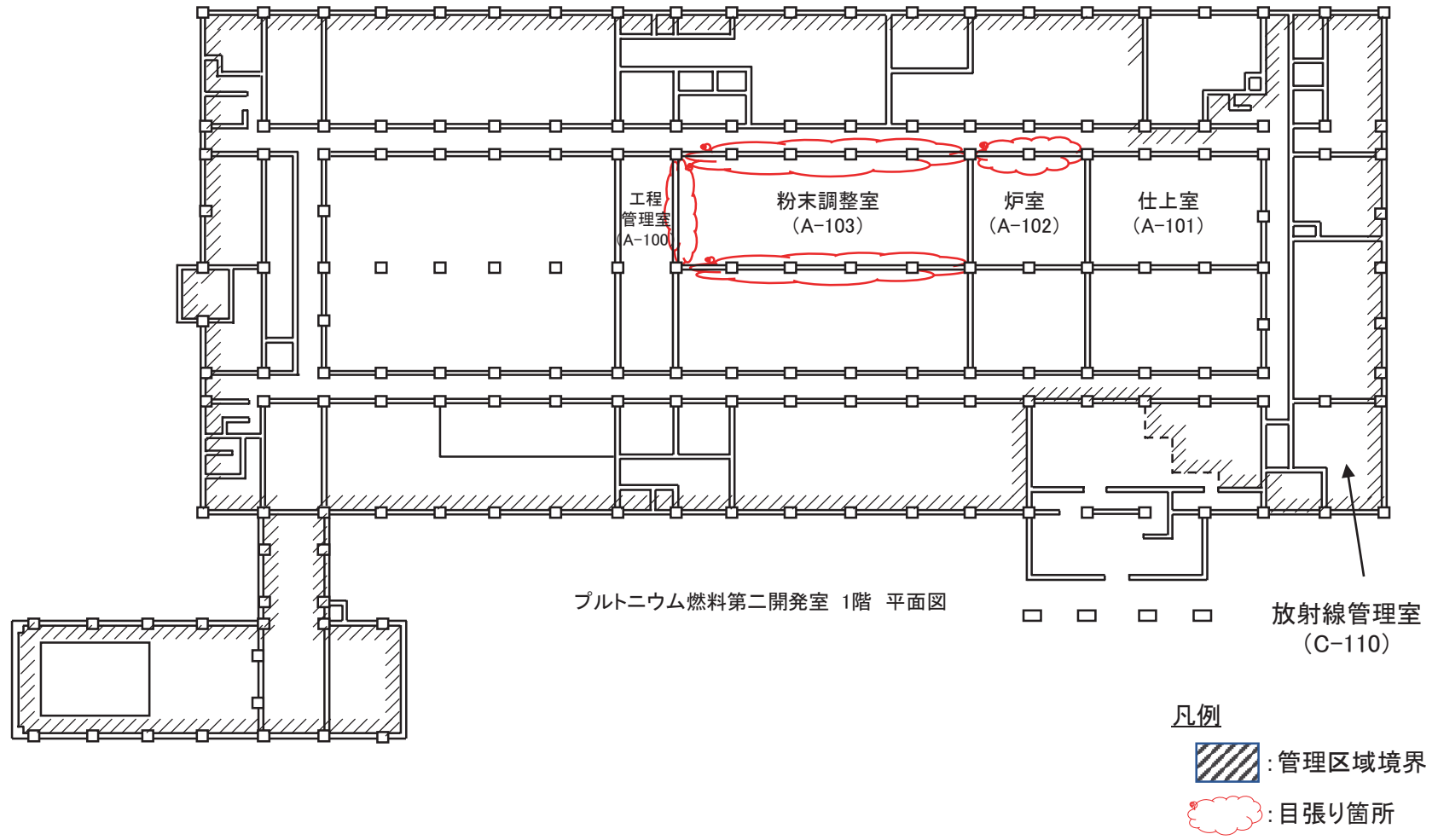


図4.2.4 目張り箇所



(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

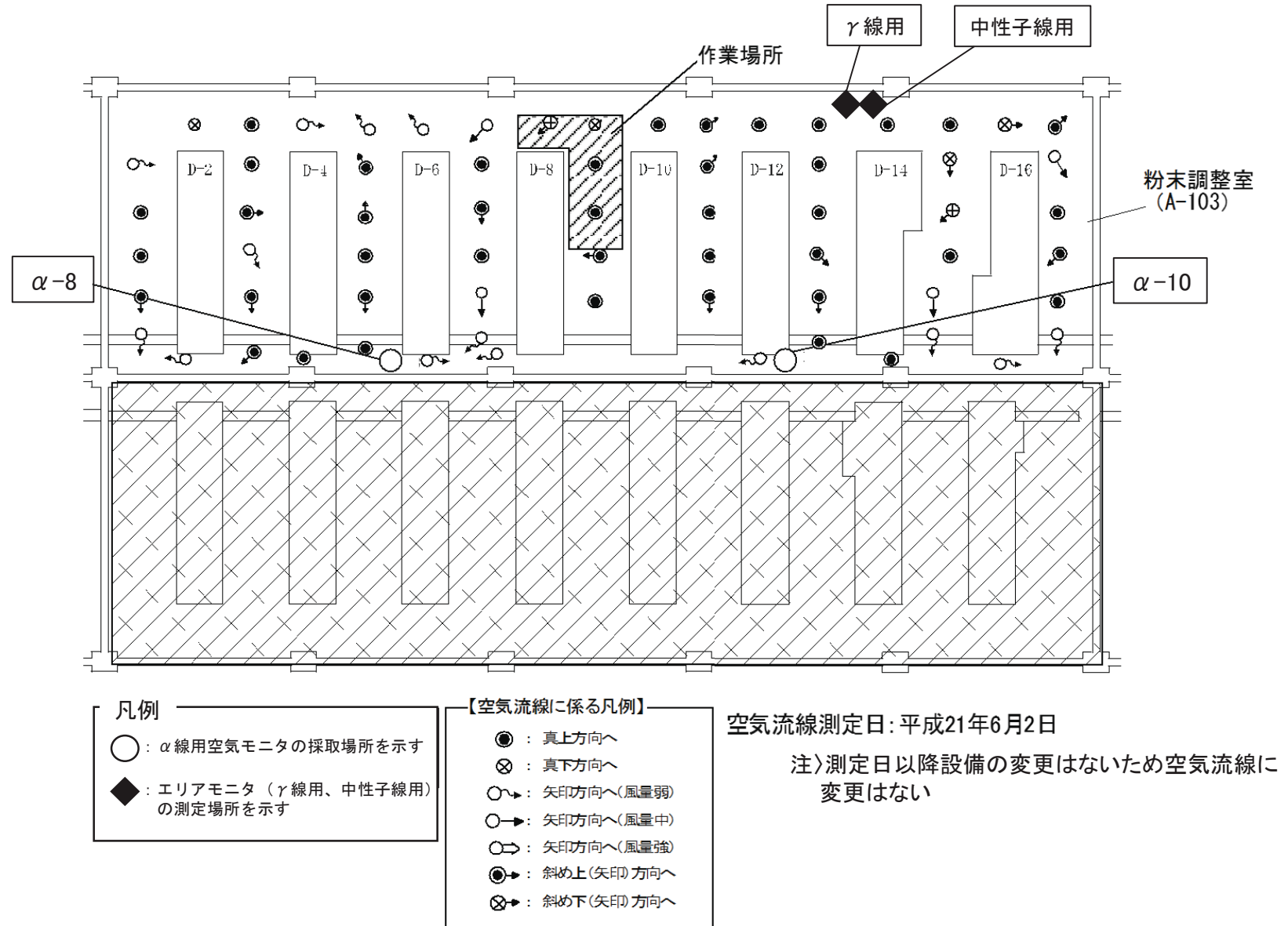


図4.2.6 粉末調整室(A-103)内の空気流線及び α 線用空気モニタ、エリアモニタの配置

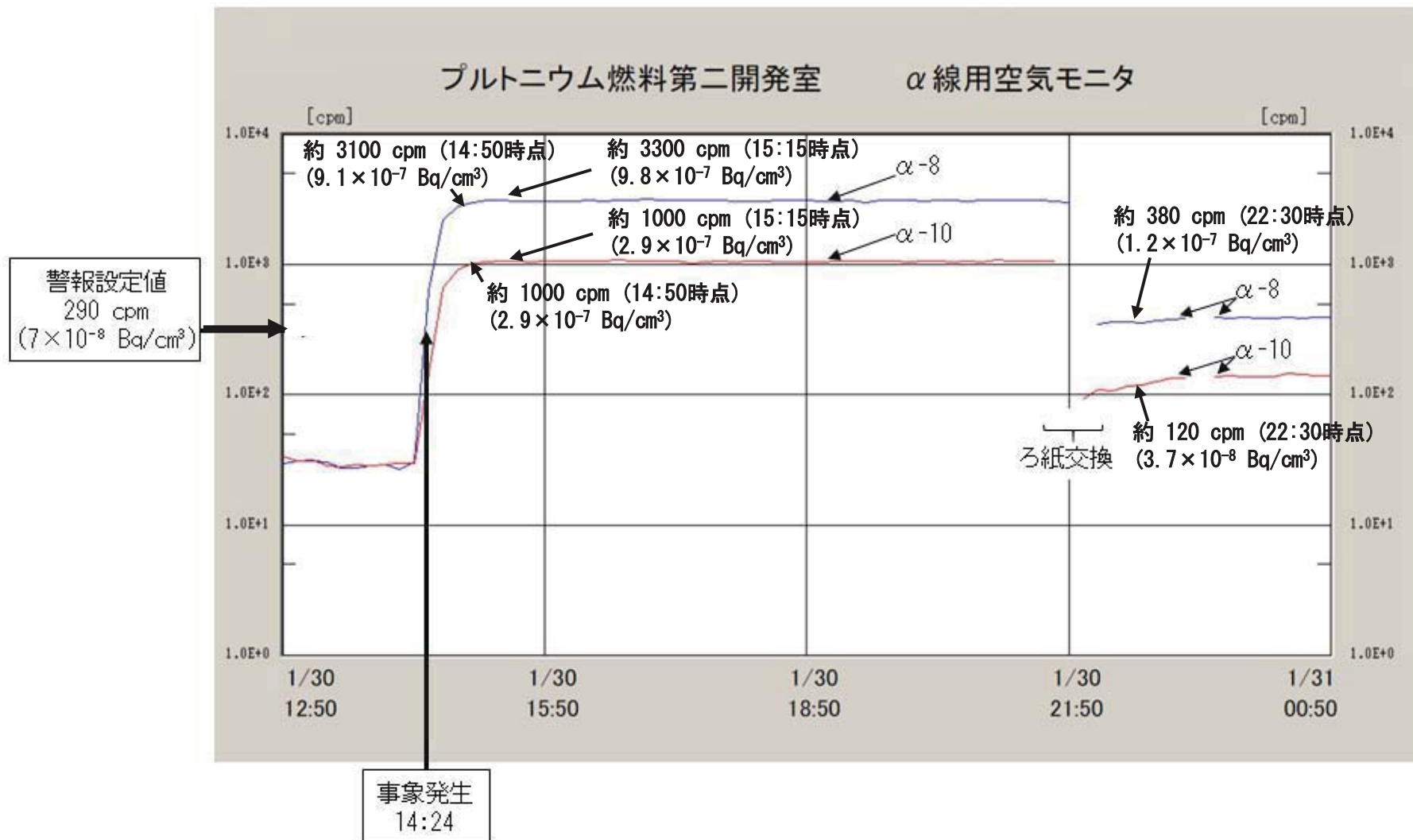
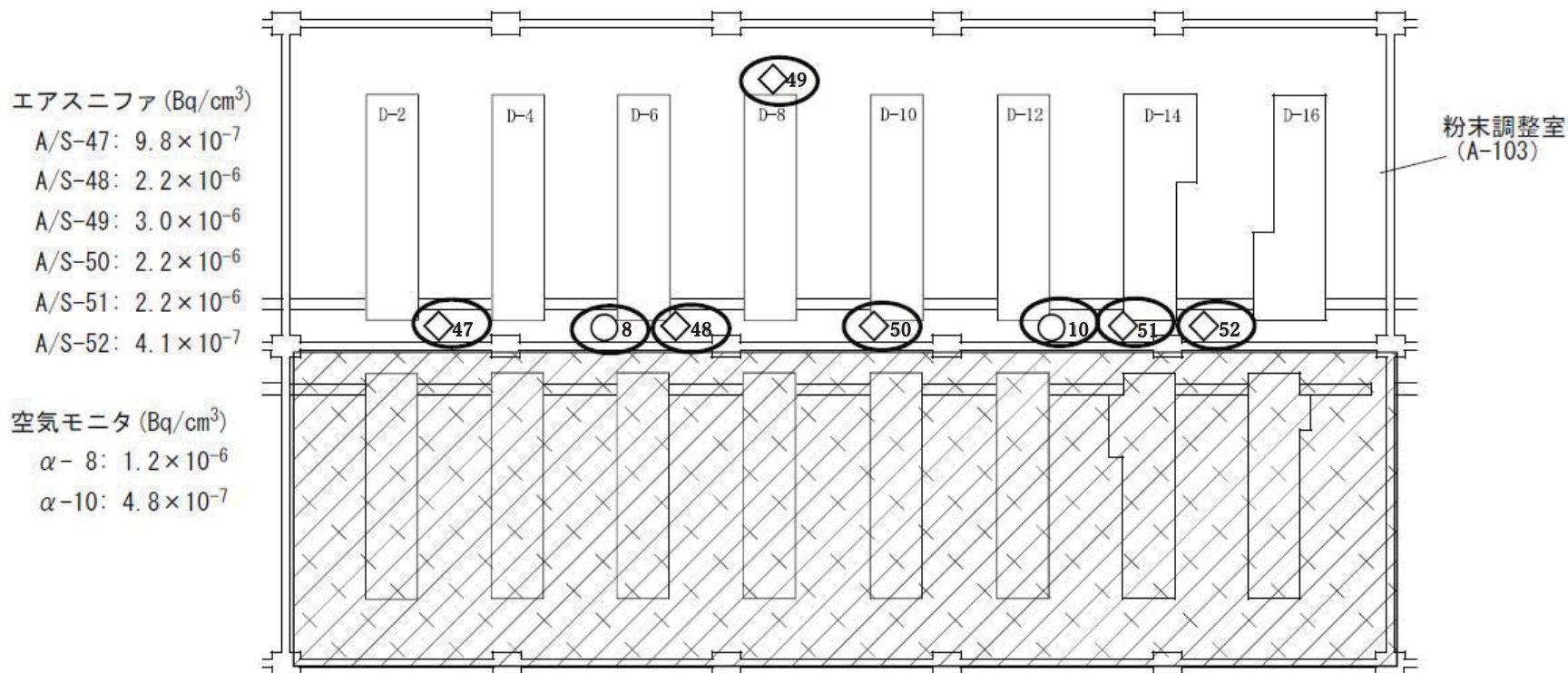


図4.2.7 α 線用空気モニタ($\alpha-8$ 、 $\alpha-10$)指示値のトレンド



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

管理目標値: α 7×10^{-8} Bq/cm³ (1週間平均濃度)

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

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

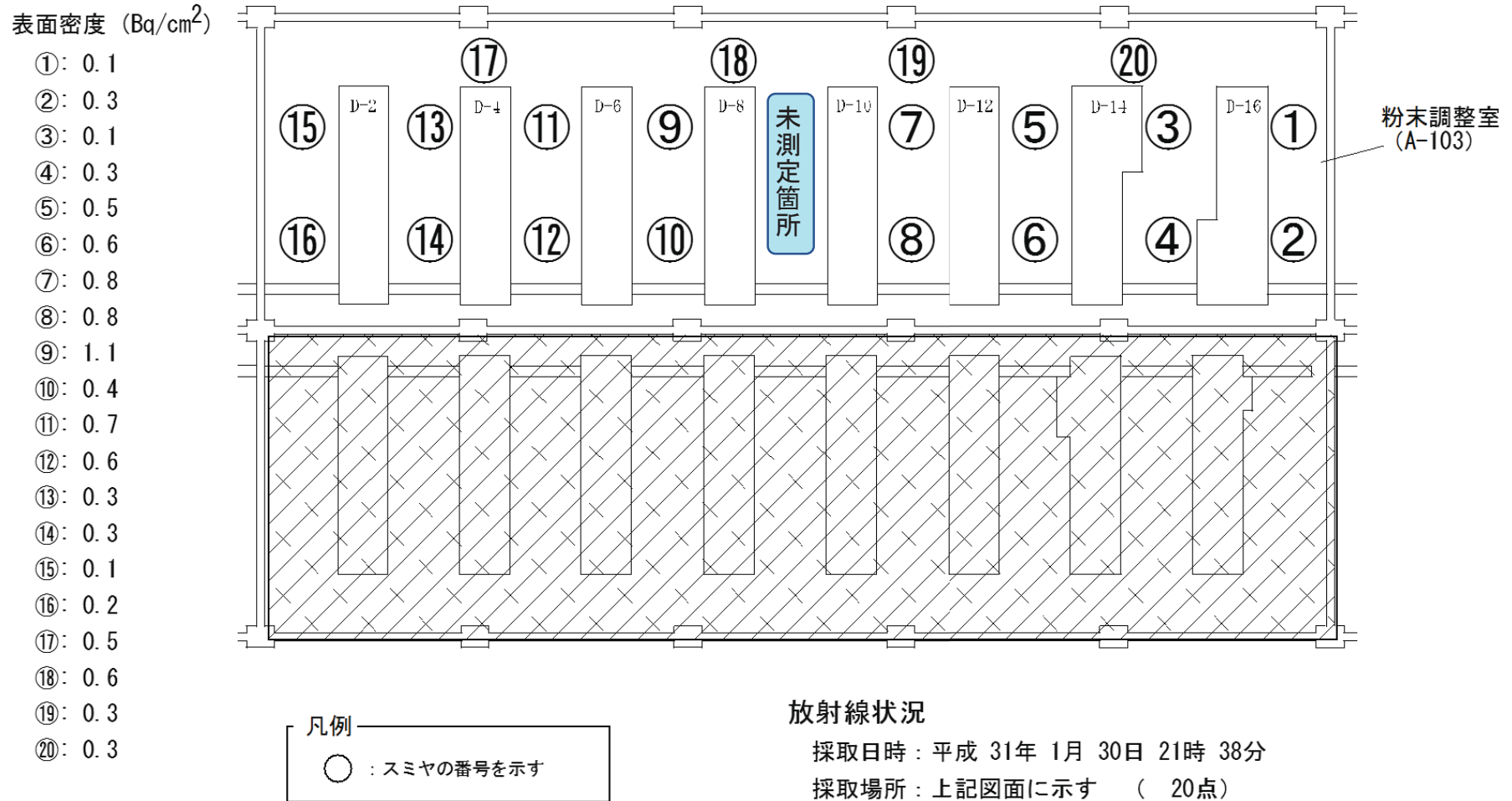
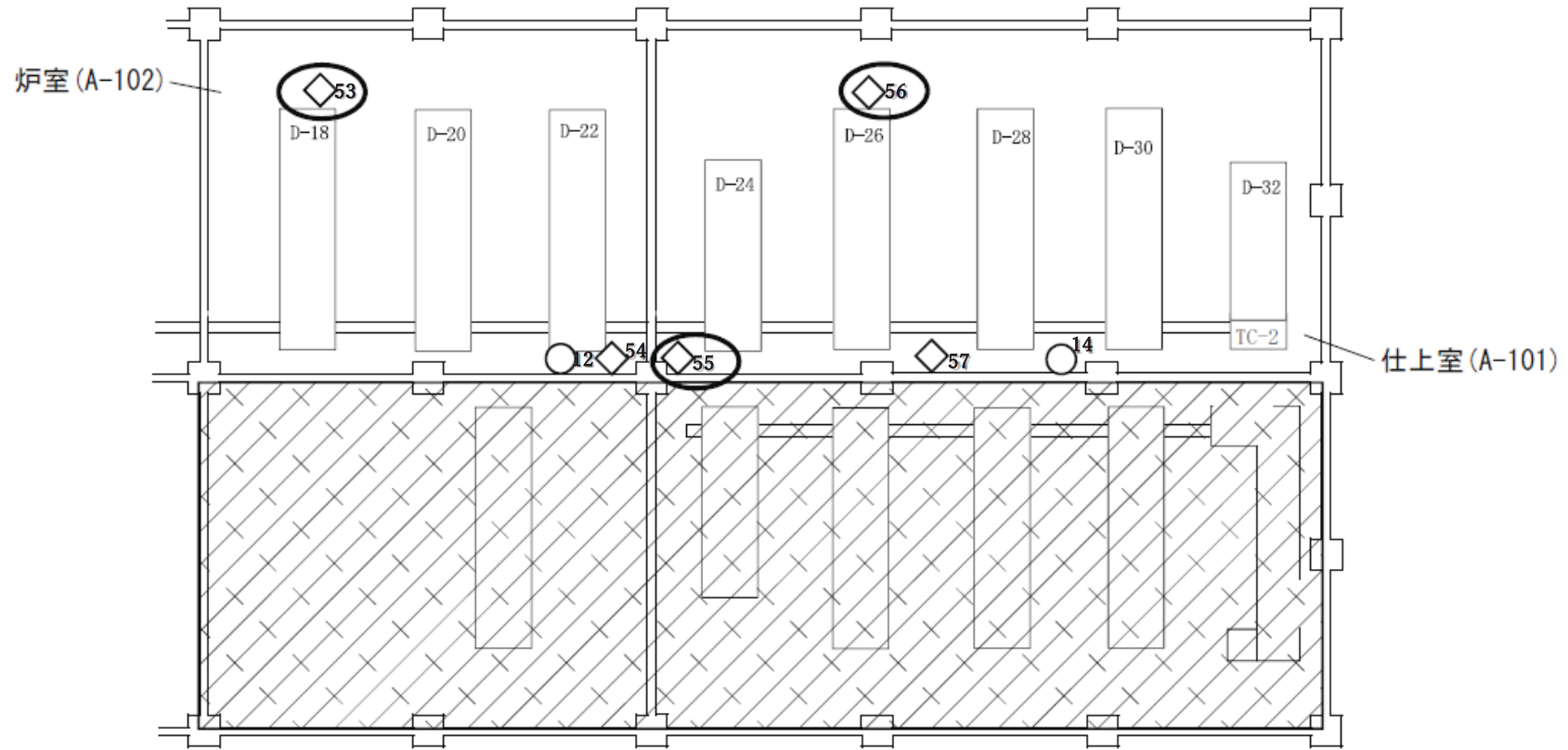


図4.2.9 粉末調整室(A-103)の床面のスミヤ測定結果



凡例

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

放射線状況

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

採取場所：上記図面に示す（3点）

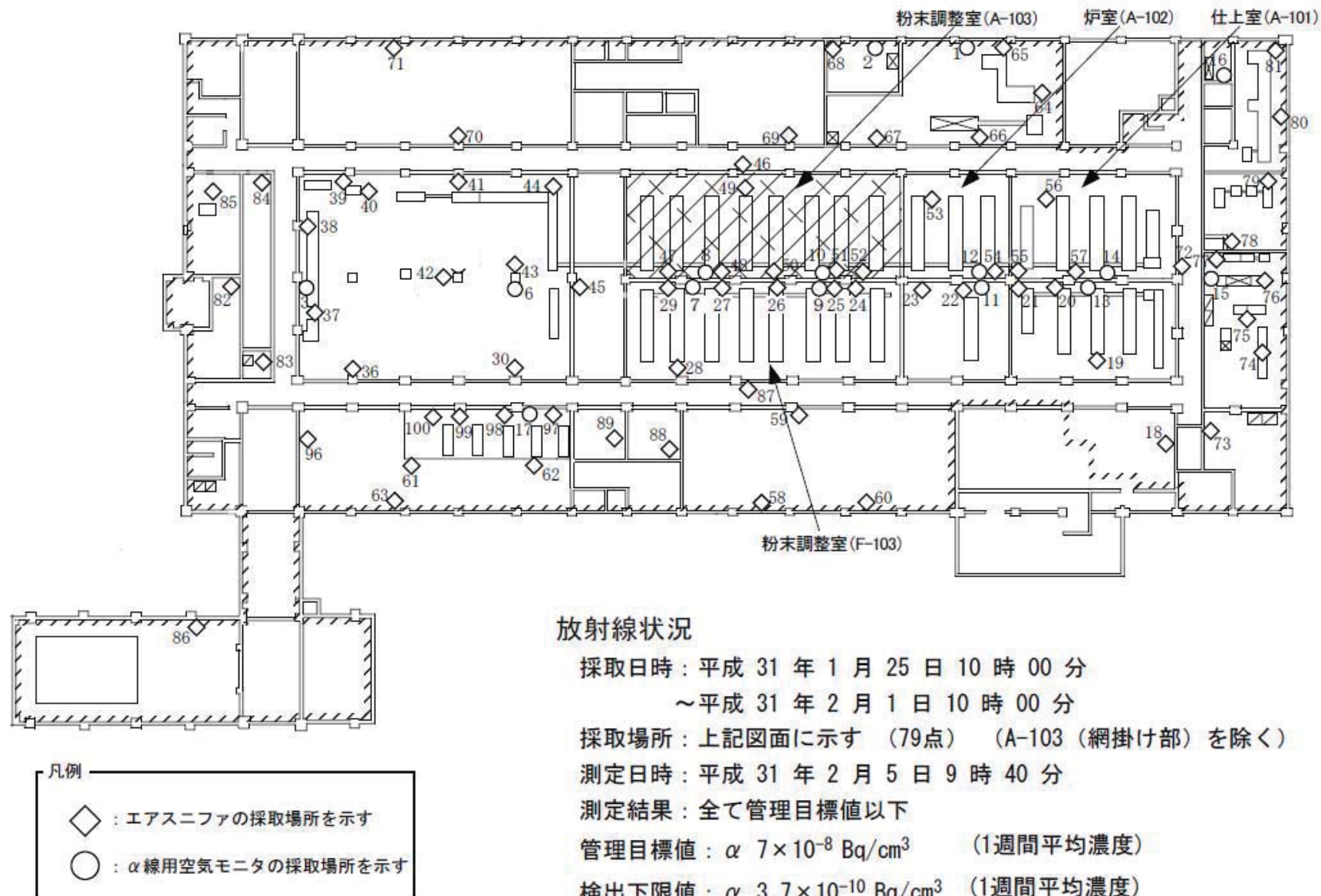
測定日時：平成 31年 1月 30日 23時 05分

測定結果：全て管理目標値以下

管理目標値： α 7×10^{-8} Bq/cm³（1週間平均濃度）

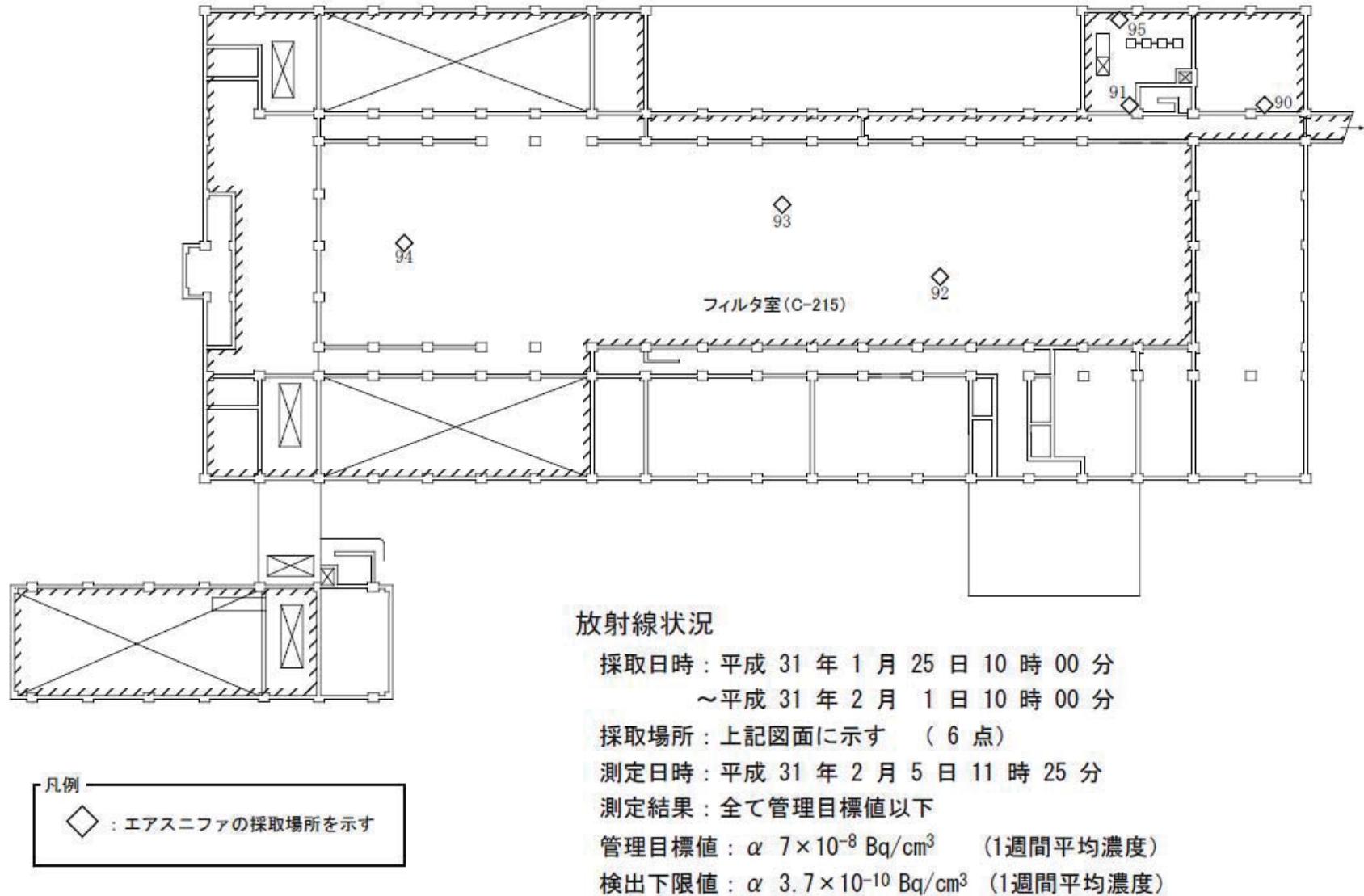
検出下限値： α 3.7×10^{-10} Bq/cm³（1週間平均濃度）

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



プルトニウム燃料第二開発室 1階

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



プルトニウム燃料第二開発室 2階

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

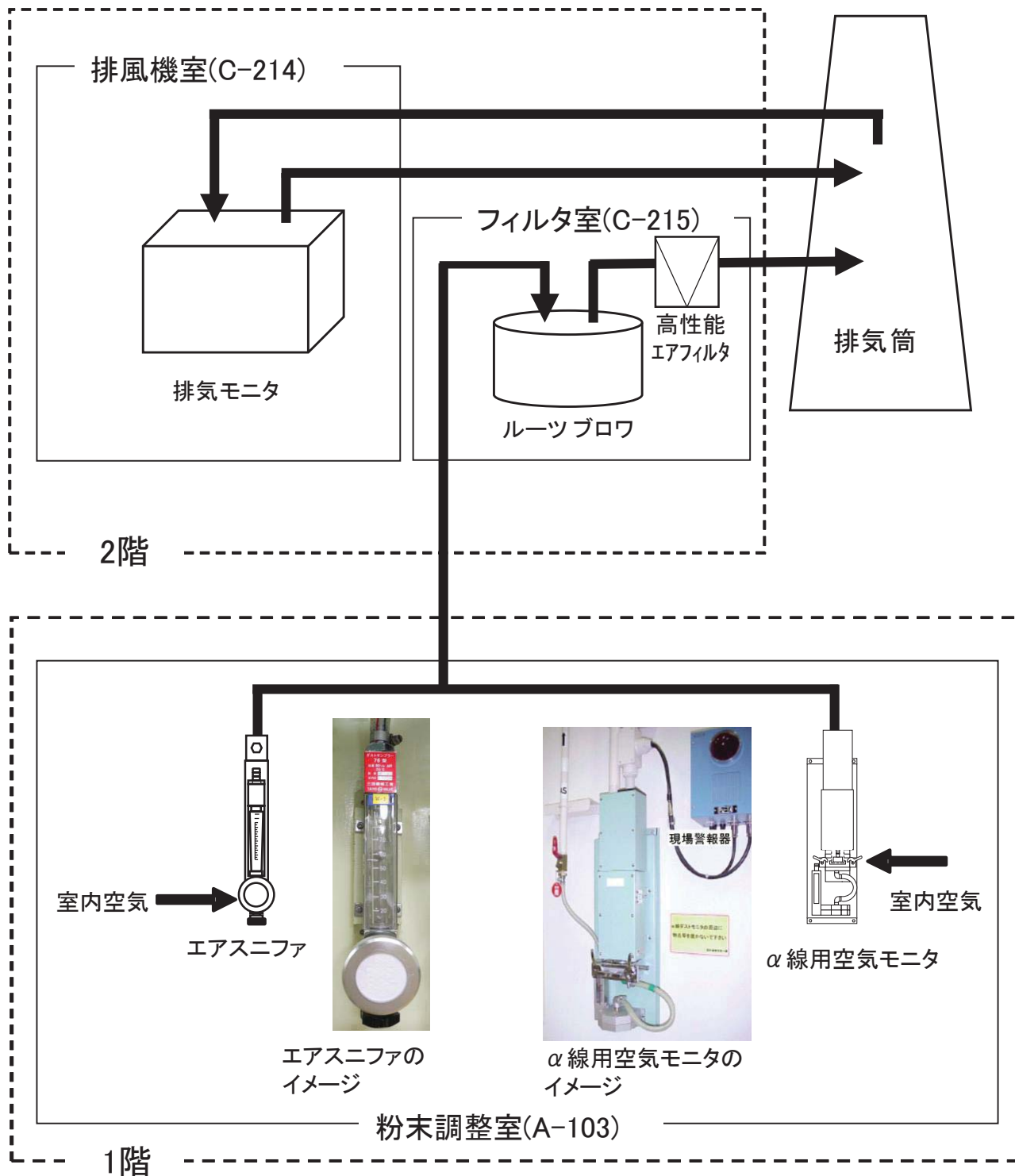


図4.2.12 プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ、
α線用空気モニタ及びエアスニファの系統図

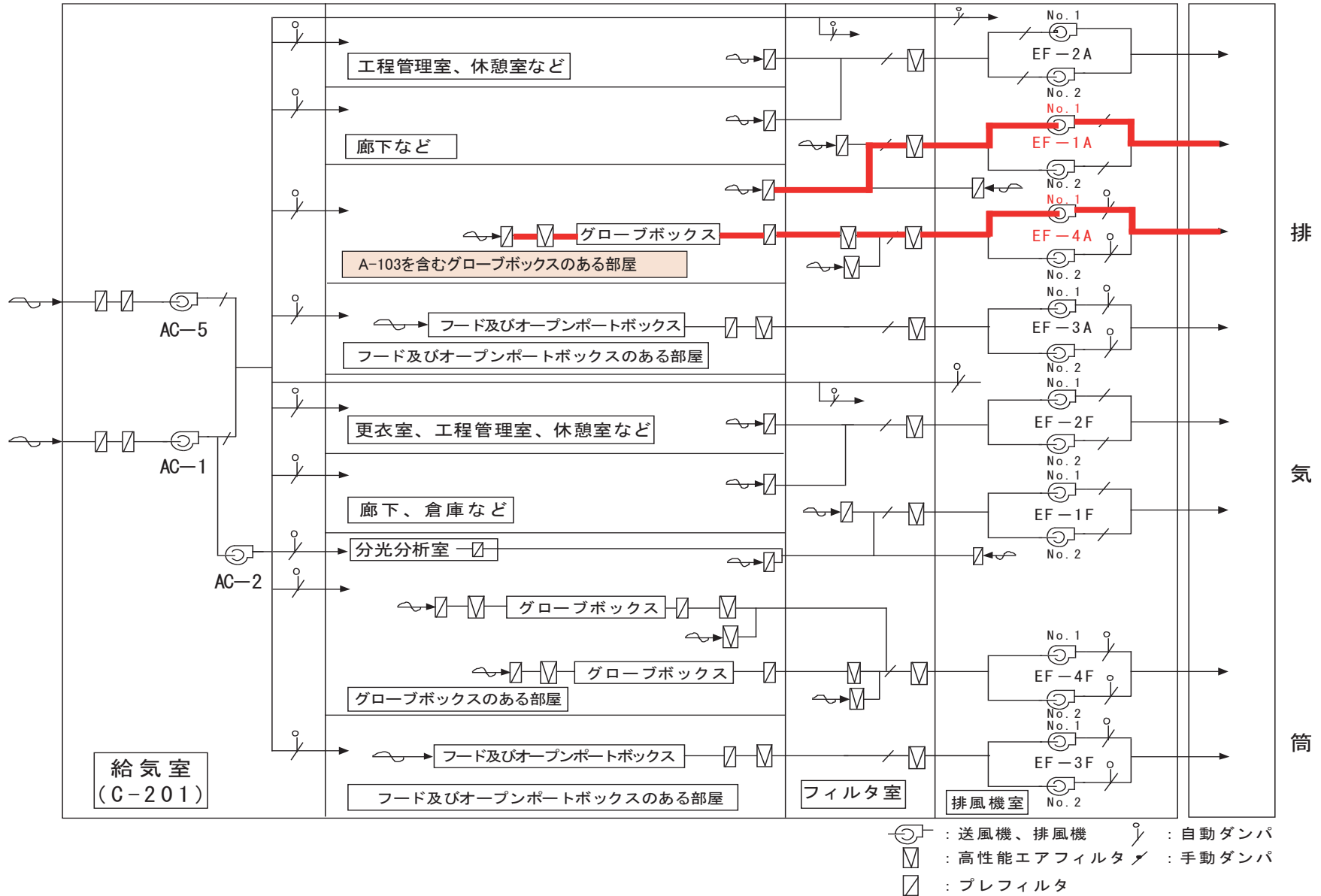


図4.2.13 プルトニウム燃料第二開発室の給排気系統図

プルトニウム燃料第二開発室 エリアモニタ (γ線用・中性子線用)

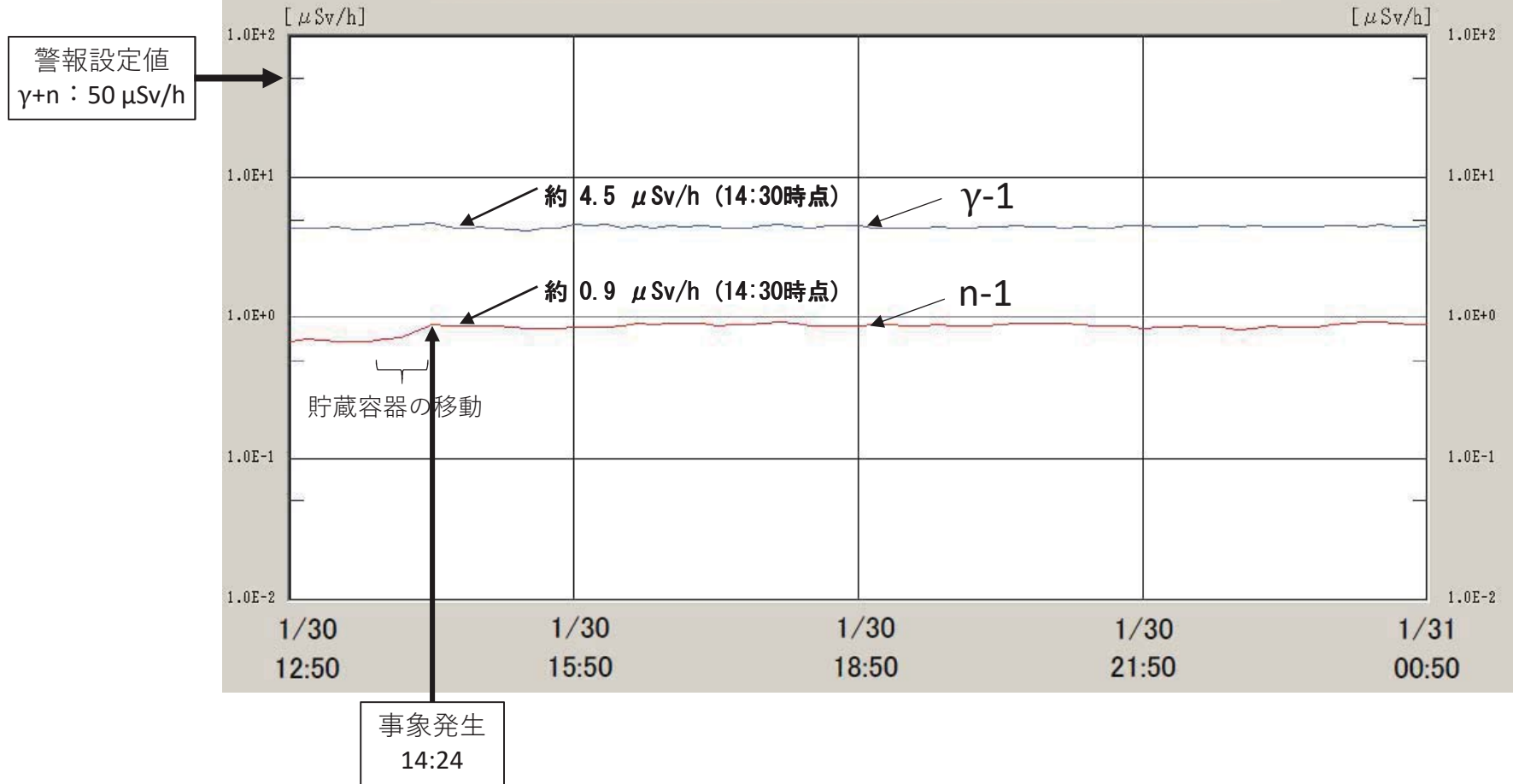
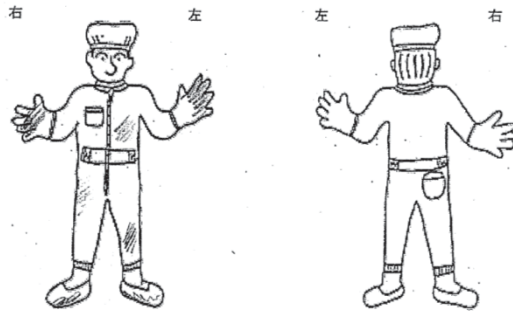


図4.2.14 粉末調整室(A-103)のエリアモニタ指示値のトレンド

身体サーベイ記録

当事者	所属	氏名	
	廃技課 H31.3.8	作業員A	
測定状況	日時	測定者	
	平成31年1月30日18時43分*		
測定結果	場所	測定値	
	Pu-2 H31.3.8 A102 H31.3.8		
測定結果	汚染部位	測定値	
	① 両手	α	cpm (2.5×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② カバーオール	α	cpm (2.9×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ RIシューズ	α	cpm (2.5×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)

(身体汚染部位詳細図)



[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(1-cm²)とする。

*作業員が脱衣・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

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(注)

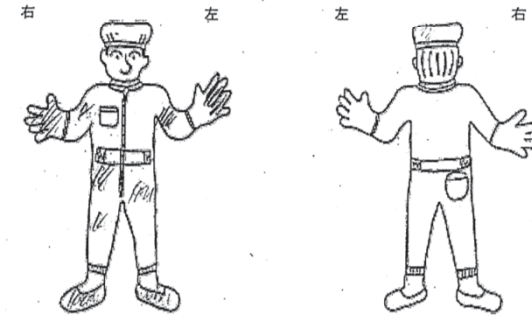
- ・粉末調整室(A-103)からの退出後、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な身体汚染検査の結果。検査場所ので記載された主要な汚染部位と最大値を記載。記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・この身体汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はRI用ゴム手袋の表面を示す。
- ・枠内は放射線管理記録を示す。

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	氏名	
	廃技課 H31.3.8	作業員B	
測定状況	日時	測定者	
	平成31年1月30日17時51分*		
測定結果	場所	測定値	
	Pu-2 H31.3.8 A102 H31.3.8		
測定結果	汚染部位	測定値	
	① 両手	α	cpm (6.0×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	② カバーオール	α	cpm (9.6×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	③ RIシューズ	α	cpm (7.2×10^{-1} Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)

(身体汚染部位詳細図)



[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(1-cm²)とする。

*作業員が脱衣・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

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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。検査場所の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4.2.16 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	氏名	作業員C
測定状況	日時	平成31年1月30日 18時28分*	測定者	
	場所	Pu-2 A102		
測定結果	汚染部位	測定値 (注)		
	① 両手	α	cpm (1.2 Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	② カバーホル	α	cpm (2.9 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
③ RIスーツ	α	cpm (4.9 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)		
	β	cpm (— Bq/cm ²)		
④	α	cpm (— Bq/cm ²)		
	β	cpm (— Bq/cm ²)		

(身体汚染部位詳細図)

右

左

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(1-cm²)とする。
*作業員が脱装・身体汚染検査と終えて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

当事者	所属	廃技課 H31.3.8	氏名	作業員D
測定状況	日時	平成31年1月30日 18時23分*	測定者	
	場所	Pu-2 A102		
測定結果	汚染部位	測定値 (注)		
	① 両手	α	cpm (2.0 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
	② カバーホル	α	cpm (4.9 × 10 ⁻² Bq/cm ²)	
		β	cpm (— Bq/cm ²)	
③ RIスーツ	α	cpm (3.6 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)		
	β	cpm (— Bq/cm ²)		
④	α	cpm (— Bq/cm ²)		
	β	cpm (— Bq/cm ²)		

(身体汚染部位詳細図)

右

左

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(1-cm²)とする。
*作業員が脱装・身体汚染検査と終えてA101を退出した時刻 [様式改訂日] H21.3.31
H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

④は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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)

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

④は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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	氏名	測定者	作業員 E
測定状況	日時	平成31年1月30日 17時03分*		
	場所	R-2 A101		
測定結果	① 両手	汚染部位	測定値	α cpm (2.5 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)
	② カバーオール			α cpm (1.5 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)
	③ REシューズ			α cpm (2.9 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)
	④			α cpm (— Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)

(身体汚染部位詳細図)

右

左

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(1-cm²)とする。 [様式改訂日] H21.3.31

*作業員の脱装・身体汚染検査と終えてA101を退出した時刻 H31.3.8

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	氏名	測定者	作業員 F
測定状況	日時	平成31年1月30日 18時57分*		
	場所	R-2 A102		
測定結果	① 両手	汚染部位	測定値	α cpm (1.8 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)
	② カバーオール			α cpm (1.5 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)
	③ REシューズ			α cpm (2.2 × 10 ⁻¹ Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)
	④			α cpm (— Bq/cm ²)
				β cpm (— Bq/cm ²)

(身体汚染部位詳細図)

右

左

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(1-cm²)とする。 [様式改訂日] H21.3.31

*作業員の脱装・身体汚染検査と終えてA101を退出した時刻 H31.3.8

図4.2.20 作業員Fの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

(注) 個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
 ④は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

- ・ 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。

(注) 個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
 ④は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

- ・ 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。

身体サーベイ記録

当事者	所属	検査課 H31.3.8	氏名	作業員G
測定状況	日時	平成31年1月30日18時9分*		
	場所	Pu-2 A102 H31.3.8		
測定結果	汚染部位		測定値	
	①	両手	α	cpm (1.2×10^{-1} Bq/cm ²)
			β	cpm (— Bq/cm ²)
	②	カバン	α	cpm (9.6×10^{-2} Bq/cm ²)
			β	cpm (— Bq/cm ²)
	③	シューズ	α	cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²)
			β	cpm (— Bq/cm ²)
	④		α	cpm (— Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)	

(身体汚染部位詳細図)

右

左

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(1-cm²)とする。 [様式改訂日] H21.3.31

*作業員が脱衣・身体汚染検査を終えてA101に退いた時刻 H31.3.8

身体サーベイ記録

当事者	所属	検査課 H31.3.8	氏名	作業員H
測定状況	日時	平成31年1月30日18時9分*		
	場所	Pu-2 A102 H31.3.8		
測定結果	汚染部位		測定値	
	①	両手	α	cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²)
			β	cpm (— Bq/cm ²)
	②	カバン	α	cpm (1.2×10^{-1} Bq/cm ²)
			β	cpm (— Bq/cm ²)
	③	シューズ	α	cpm (1.8×10^{-1} Bq/cm ²)
			β	cpm (— Bq/cm ²)
	④		α	cpm (— Bq/cm ²)
		β	cpm (— Bq/cm ²)	

(身体汚染部位詳細図)

右

左

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(1-cm²)とする。 [様式改訂日] H21.3.31

*作業員が脱衣・身体汚染検査を終えてA101に退いた時刻 H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

④は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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4.221 作業員Gの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

④は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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4.222 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			
測定状況	日時 平成31年1月20日 18時07分*	測定者 [Redacted]			
	場所 Pv-2 A102				
測定結果	汚染部位		測定値 (注)		
	① 両手	α	cpm (7.2×10^{-2} Bq/cm ²)		
		β	cpm (— Bq/cm ²)		
	② カビ-フィル	α	cpm (7.2×10^{-2} Bq/cm ²)		
		β	cpm (— Bq/cm ²)		
	③ RIボックス	α	cpm (1.5×10^{-1} Bq/cm ²)		
		β	cpm (— Bq/cm ²)		
	④	α	cpm (— Bq/cm ²)		
β		cpm (— Bq/cm ²)			

(身体汚染部位詳細図)

右



左



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(1-cm²)とする。

*作業員が脱装、身体汚染検査を終えてA101と退いた時刻 [様式改訂日] H21.3.31

H31.3.8

個人情報保護の観点から [Redacted] の箇所は非開示とする。

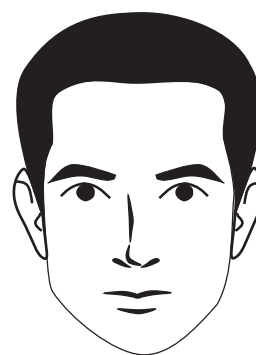
㊦は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(注)

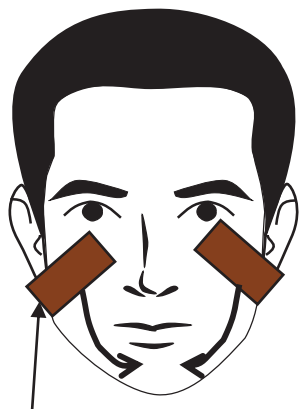
- ・ 粉末調整室(A-103)からの退出後、放管員が作業衣の脱装や汚染固定の方法を決めるために実施した簡易な身体汚染検査の結果。検査場所で記載された主要な汚染部位と最大値を記載。記載した部位以外に汚染がないことを示すものではない。
- ・ この身体汚染検査の前に汚染拡大防止措置を施した部分は含まれていない。従って、作業員の身体汚染の最大を示すものではない。また、汚染部位「両手」はビニル袋での養生の表面を示す。
- ・ 枠内は放射線管理記録を示す。

図4.2.23 作業員Iの簡易な身体汚染検査の結果(脱装前)

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



- ⑤ 面体接顔部の拭き取り ⑥ 頭髪の汚染検査
(呼吸を止めた状態) (全面マスクを手で抑えた状態)



水で濡らした紙タオル



※額、前髪付近の検査も実施

- ⑦ 帽子と全面マスクの装着



- 外した半面マスクの
面体内側の汚染検査
(⑤, ⑥と並行して実施)



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

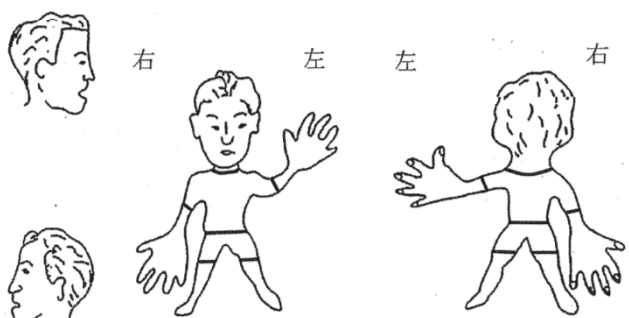
身体サーベイ記録

H31.3.8

当事者	所属 鹿技課	氏名 作業員A	
測定状況	日時 平成31年1月30日 18時43分*	測定者	
	場所 Pu-2 A101 (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: 4×10^{-2} Bq/cm²

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

身体サーベイ記録詳細

H31.3.8

当事者	所属 鹿技課	氏名 作業員A	
測定状況	日時 平成31年1月30日 18時43分*	測定者	
	場所 Pu-2 A101 (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・頭髮等) *2	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑬	足うら	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	

*1 全面マスク着用のため検出されず
*2 半面マスク脱装後
⑤~⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。 【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 [] の箇所は非開示とする。
Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

- (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	氏名	測定者
	廃技課	作業員B	
測定状況	日時	場所	
	平成31年1月30日 17時51分*	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
d = 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(17cm²) β線用(1cm²)とする。

* 作業員の脱装・身体汚染検査と終えて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	氏名	測定者
	廃技課	作業員B	
測定状況	日時	場所	
	平成31年1月30日 17時51分*	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	頸部(顔面、頭髮含む)*2	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑬	足うら	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
		α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	

*1 全面マスク着用のため糸帯のみなし
*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(1cm²)とする。

* 作業員の脱装・身体汚染検査と終えてA101を退出した時刻

H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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	魔技課	氏名	作業員C
測定状況	日時	平成31年1月30日18時18分*	測定者	
	場所	Pu-2 A101 (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)

右 左 左 右

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

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

* 作業員が脱装・身体汚染検査と終了してA101と退出した時刻

【様式改訂日】H21.3.31

H31.3.8

身体サーベイ記録詳細

H31.3.8

別紙

当事者	所属	魔技課	氏名	作業員C
測定状況	日時	平成31年1月30日18時18分*	測定者	
	場所	Pu-2 A101 (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)		
頭部(顔面、頭髪等)*2	α	cpm (Bq/cm ²)	/	
	β	cpm (Bq/cm ²)		
足うら	α	cpm (Bq/cm ²)	/	
	β	cpm (Bq/cm ²)		
	α	cpm (Bq/cm ²)	/	
	β	cpm (Bq/cm ²)	/	
	α	cpm (Bq/cm ²)	/	
	β	cpm (Bq/cm ²)	/	

*1 全面マスク着用のため糸帯のみをなし
 *2 半面マスク脱装後

⑤~⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

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

* 作業員が脱装・身体汚染検査と終了してA101と退出した時刻

H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。

Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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	氏名	作業員D
測定状況	日時	平成31年1月30日18時33分*	測定者
	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
 $d = 4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
 α線用(10cm²) β線用(1cm²)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

H31.3.8

当事者	所属	氏名	作業員D
測定状況	日時	平成31年1月30日18時33分*	測定者
	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	顔部(顔面、頸部含む) *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)	

*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

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(10cm²) β線用(1cm²)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

別紙

(注) 個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
 ⊕は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。
 ・ 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	氏名
	廃技課	作業員E
測定状況	日時	測定者
	平成31年1月30日17時33分*	
	場所	
	Pu-2 A101 (脱装後)	
測定結果	汚染部位	測定値
	①	α cpm (Bq/cm ²)
		β cpm (Bq/cm ²)
	②	α cpm (Bq/cm ²)
		β cpm (Bq/cm ²)
	③	α cpm (Bq/cm ²)
		β cpm (Bq/cm ²)
	④	α cpm (Bq/cm ²)
β cpm (Bq/cm ²)		

(身体汚染部位詳細図)

全て検出下限値未満 (別紙参照)

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

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は α線用(70 cm²) β線用(- cm²)とする。
* 作業員が脱装・身体汚染検査を終えてA101と退出した時刻
【様式改訂日】H21.3.31
H31.3.8

身体サーベイ記録詳細

H31.3.8

別紙

当事者	所属	氏名	
	廃技課	作業員E	
測定状況	日時	測定者	
	平成31年1月30日17時33分*		
	場所		
	Pu-2 A-101 (脱装後)		
測定結果	測定部位	測定値	
	①	呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)
			β cpm (Bq/cm ²)
	②	呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)
			β cpm (Bq/cm ²)
	③	呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)
			β cpm (Bq/cm ²)
	④	頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)
			β cpm (Bq/cm ²)
	⑤	首回り全体 *1 (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm ²)
			β cpm (Bq/cm ²)
	⑥	手部	α cpm (Bq/cm ²)
			β cpm (Bq/cm ²)
⑦	上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑧	下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑨	上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑩	下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑪	靴底	α cpm (Bq/cm ²)	
		β cpm (Bq/cm ²)	
⑫	頸部(顔面, 頸髪含む) *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)	

*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

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と退出した時刻
H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(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射線管理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)

身体サーベイ記録

H31.3.8

当事者	所属	魔技課	氏名	作業員F
測定状況	日時	平成31年1月30日18時57分*	測定者	
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)		
測定結果	汚染部位	測定値		
	①	α	cpm (Bq/cm ²)	測定結果
		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: $4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。
* 作業員が脱装・身体汚染検査と終えて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	魔技課	氏名	作業員F	
測定状況	日時	平成31年1月30日18時57分*	測定者		
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)			
測定結果	測定部位	測定値			
	①	呼吸保護具フィルタ	α	cpm (Bq/cm ²)	測定結果
			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・頭髮等)*2	α	cpm (Bq/cm ²)		
		β	cpm (Bq/cm ²)		
⑬	足指	α	cpm (Bq/cm ²)		
		β	cpm (Bq/cm ²)		

*1 全面マスク着用のための締めひもなし
*2 半面マスク脱装後
⑤~⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は α線用(70 cm²) β線用(1 cm²)とする。
* 作業員が脱装・身体汚染検査と終えてA101を退出した時刻
H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

- (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
測定状況	日時	平成31年1月30日18時09分	測定者	
	場所	Pu-2 A/01 (脱装後)		
測定結果	①	汚染部位	測定値	注)
		α	cpm (Bq/cm ²)	
	②	β	cpm (Bq/cm ²)	
		α	cpm (Bq/cm ²)	
	③	β	cpm (Bq/cm ²)	
		α	cpm (Bq/cm ²)	
	④	β	cpm (Bq/cm ²)	
		α	cpm (Bq/cm ²)	
(身体汚染部位詳細図)				

全て検出下限値未満 (別紙参照)

右 左

左 右

検出下限値
α = 4 × 10⁻² Bq/cm²

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。
* 作業員が脱装、身体汚染検査を終えてA/01と退出した時刻
H31.3.8

[様式改訂日] H21.3.31

身体サーベイ記録詳細

H31.3.8

当事者	所属	核管課	氏名	作業員G
測定状況	日時	平成31年1月30日18時09分	測定者	
	場所	Pu-2 A/01 (脱装後)		
測定結果	①	測定部位	測定値	注)
		呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)	
	②	β cpm (Bq/cm ²)		
		呼吸保護具 面体	α cpm (Bq/cm ²)	
	③	β cpm (Bq/cm ²)		
		呼吸保護具 排気弁	α cpm (Bq/cm ²)	
	④	β cpm (Bq/cm ²)		
		頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑤	β cpm (Bq/cm ²)		
		首回り全体 ^{※1} (呼吸保護具締めひも含む)	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑥	β cpm (Bq/cm ²)		
		手部	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑦	β cpm (Bq/cm ²)		
		上半身前面 (肩→腕→胸→腹部)	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑧	β cpm (Bq/cm ²)		
		下半身前面 (腰→大腿→下腿→足部)	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑨	β cpm (Bq/cm ²)		
		上半身後面 (肩→腕→背部)	α cpm (Bq/cm ²)	
	⑩	β cpm (Bq/cm ²)		
下半身後面 (尻→大腿→下腿→足部)		α cpm (Bq/cm ²)		
⑪	β cpm (Bq/cm ²)			
	靴底	α cpm (Bq/cm ²)		
⑫	β cpm (Bq/cm ²)			
	頭部 (顔面、頭髮含む) ^{※2}	α cpm (Bq/cm ²)		
⑬	β cpm (Bq/cm ²)			
	足うら	α cpm (Bq/cm ²)		
<p>*1 全面マスク着用のため締めひもなし</p> <p>*2 片面マスク脱装後</p> <p>⑤~⑩、⑫、⑬ 全て検出下限値未満</p>				

注) 表面密度を計算する際のサーベイメータの面積は
α線用(70cm²) β線用(1cm²)とする。
* 作業員が脱装、身体汚染検査を終えてA/01と退出した時刻
H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

- (注)
- 仕上室(A-101)において、作業衣及び片面マスクの脱装後に放管員が実施した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)

身体サーベイ記録

H31.3.8

当事者 所属 **核管課** 氏名 **作業員H**

日時 平成31年1月30日18時41分* 測定者 **〇**

測定状況 場所 **Pu-2 A101 (脱装後)**

汚染部位	測定値
①	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)
②	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)
③	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)
④	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)

(身体汚染部位詳細図)

全て検出下限値未満 (別紙参照)

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

放射線管理部放射線管理第1課15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

H31.3.8

当事者 所属 **核管課** 氏名 **作業員H**

日時 平成31年1月30日18時41分* 測定者 **〇**

測定状況 場所 **Pu-2 A101 (脱装後)**

測定部位	測定値
① 呼吸保護具フィルタ	α cpm (Bq/cm ²)
	β 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・頭髪等)*2	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)
⑬ 足うら	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)
	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)
	α cpm (Bq/cm ²)
	β cpm (Bq/cm ²)

*1 全面マスク着用のため検出されず
 *2 全面マスク脱装後
 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 **〇** の箇所は非開示とする。
 〇は記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

- (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
測定状況	日時	平成31年1月30日18時07分*	測定者	
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)		

測定結果	汚染部位	測定値	
		α	β
①	呼吸保護具 フィルタ	cpm (Bq/cm ²)	
		cpm (Bq/cm ²)	
	呼吸保護具 面体	cpm (Bq/cm ²)	
		cpm (Bq/cm ²)	
	呼吸保護具 排気弁	cpm (Bq/cm ²)	
		cpm (Bq/cm ²)	
	④ 頭部全体 (呼吸保護具ヘッドバンド含む)	cpm (Bq/cm ²)	
		cpm (Bq/cm ²)	
⑤ 首回り全体 *1 (呼吸保護具締めひも含む)	cpm (Bq/cm ²)		
	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
d = 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(1cm²)とする。
* 作業員が脱装-身体汚染検査と終えて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 I
測定状況	日時	平成31年1月30日18時07分**	測定者	
	場所	Pu-2 A101 (脱装後)		

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

*1 全面マスク着用のため検出されず
*2 片面マスク脱装後
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(1cm²)とする。
* 作業員が脱装-身体汚染検査と終えてA101を退出した時刻

Ⓜ H31.3.8

個人情報保護の観点から [] の箇所は非開示とする。
Ⓜは記録の修正に係る修正印を、H31.3.8は修正した日を示す。

(注)

- ・ 仕上室(A-101)において、作業衣及び片面マスクの脱装後に放管員が実施した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)

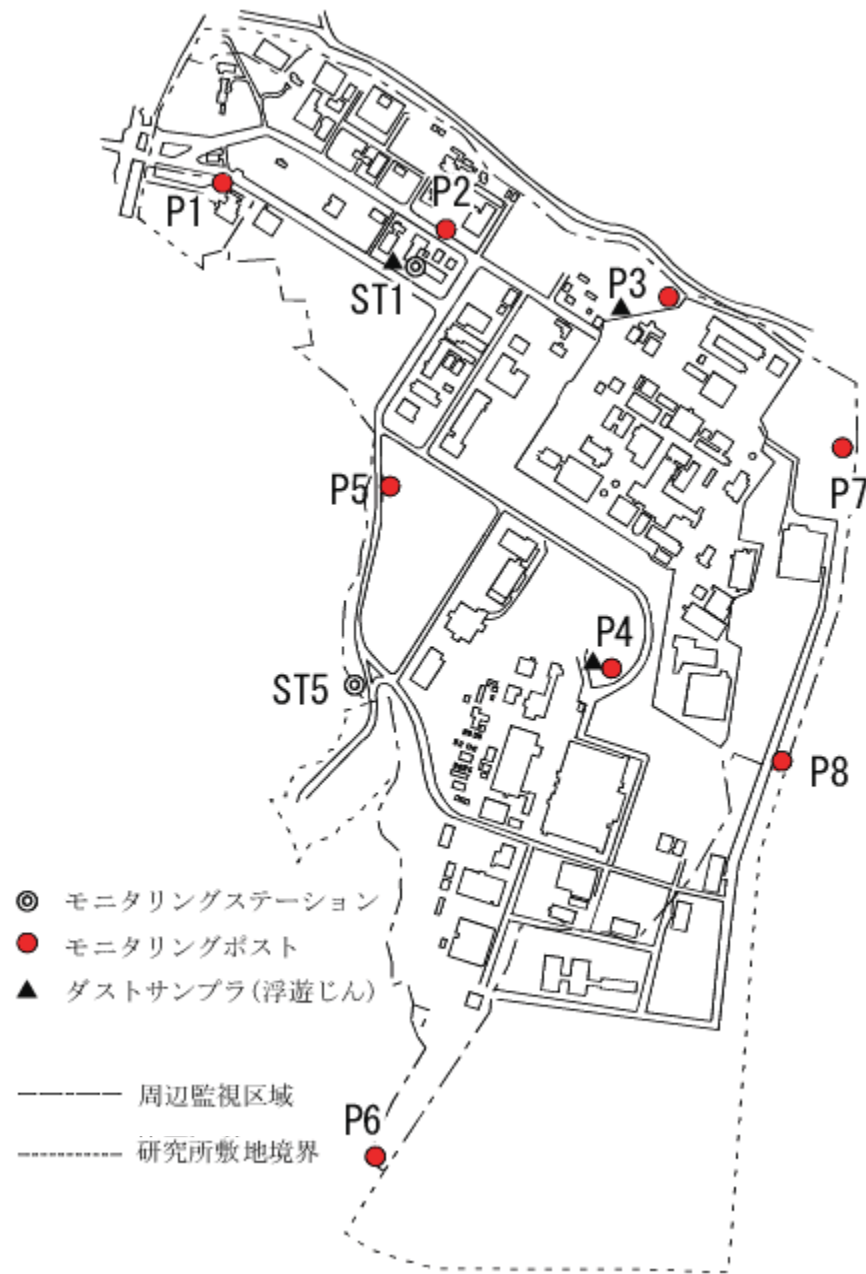
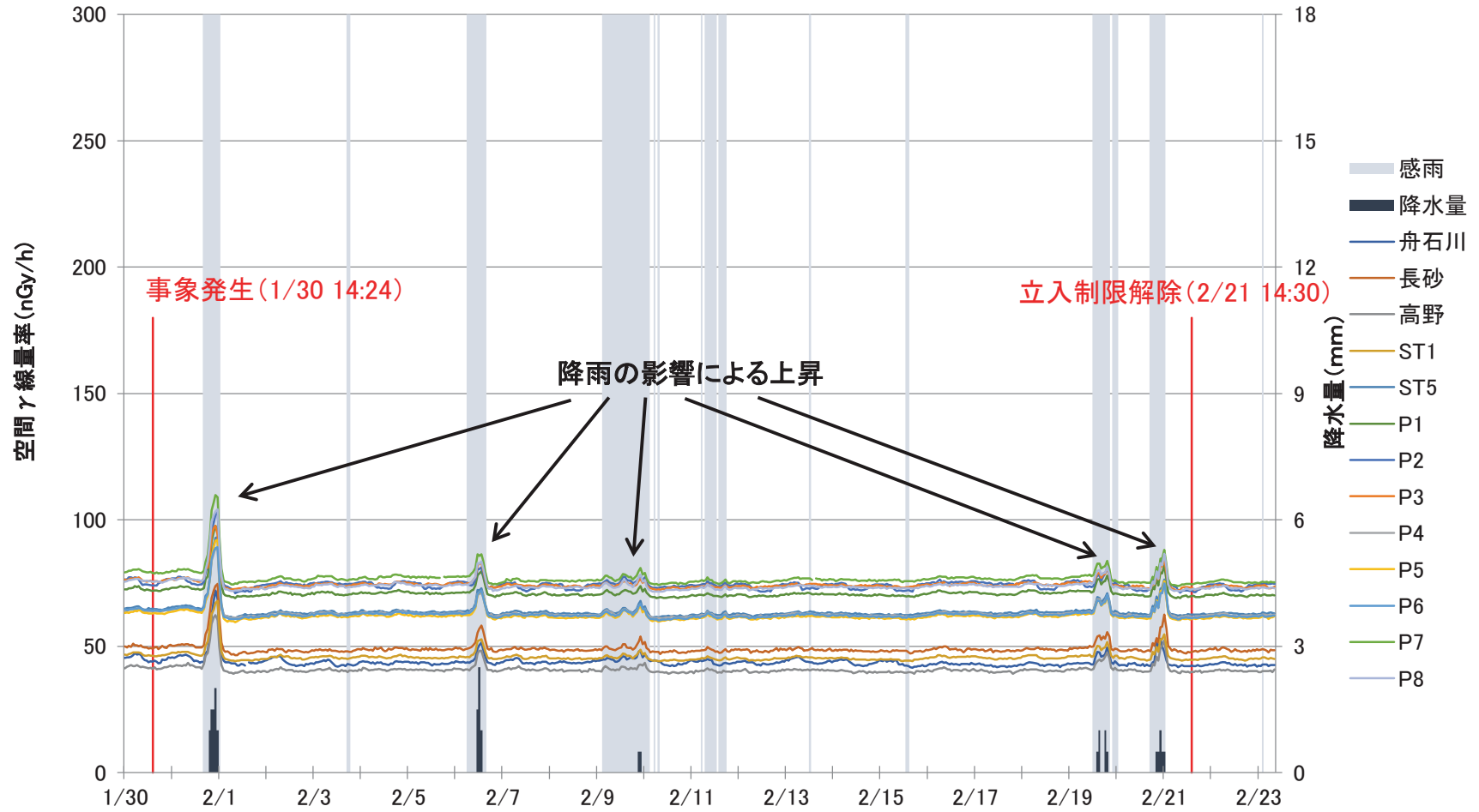


図5.1 周辺監視区域内固定放射線観測局配置



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

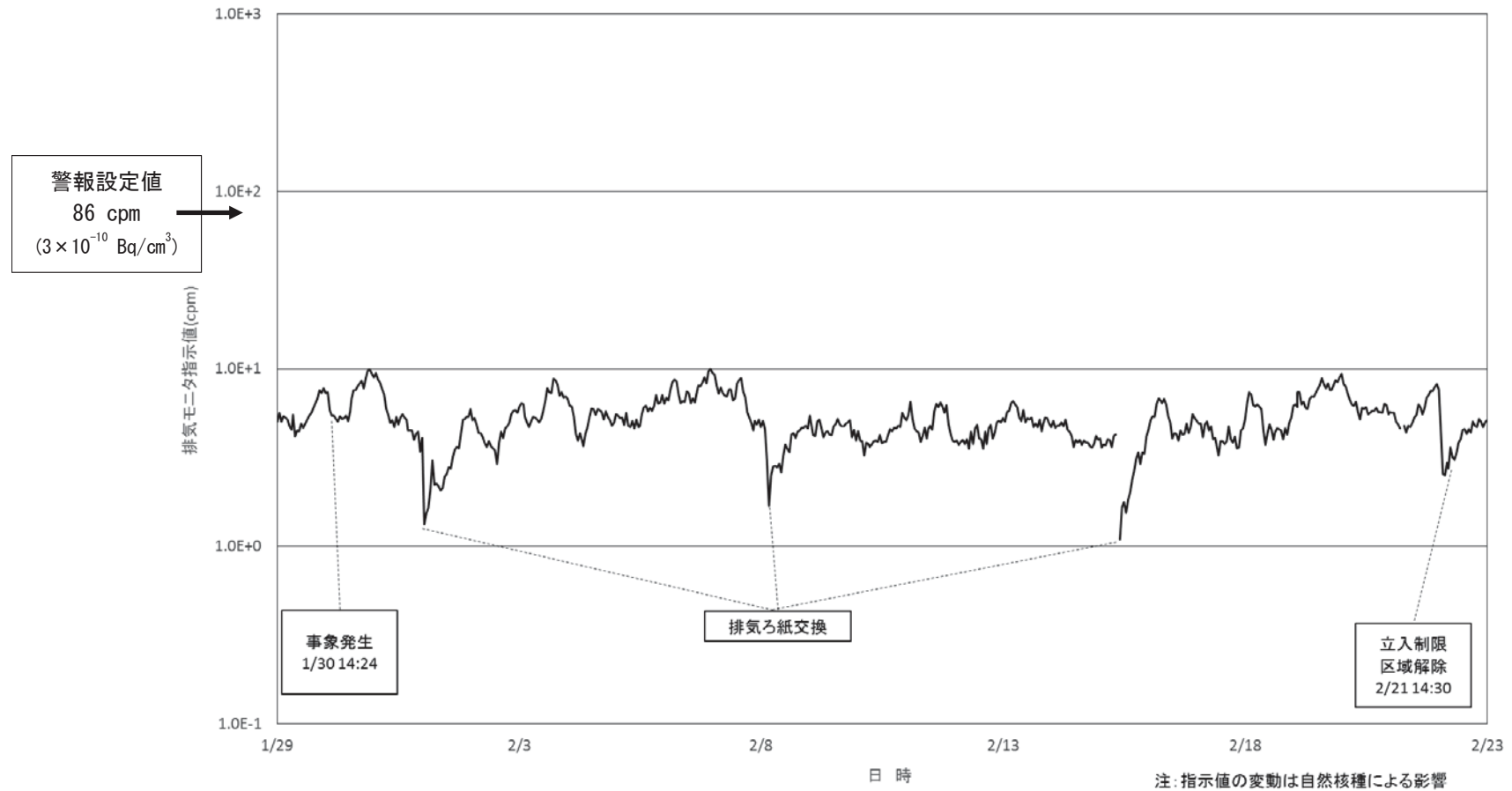


図5.3 プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタ指示値のトレンド(全 α 放射能)



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

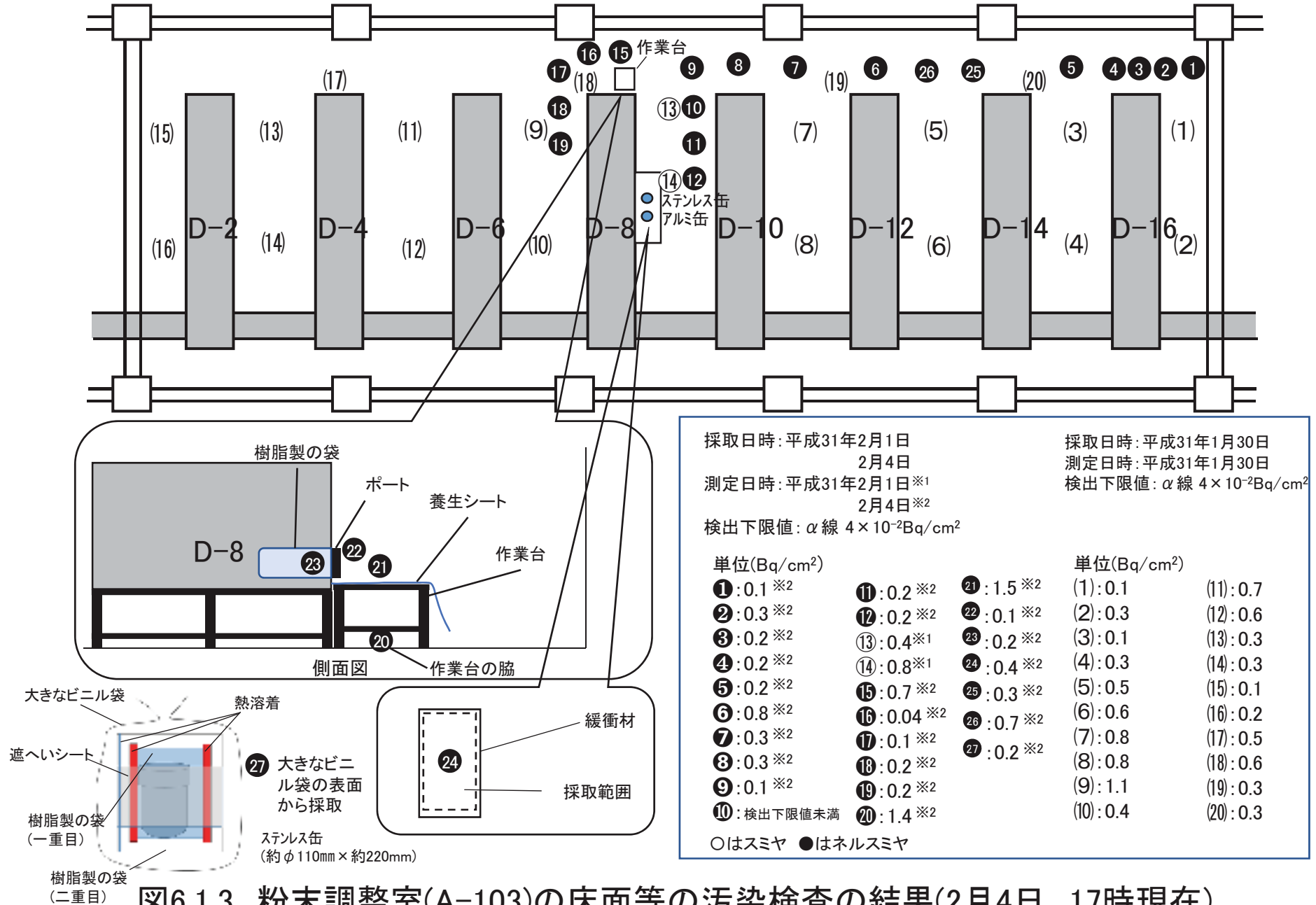


図6.1.3 粉末調整室(A-103)の床面等の汚染検査の結果(2月4日 17時現在)

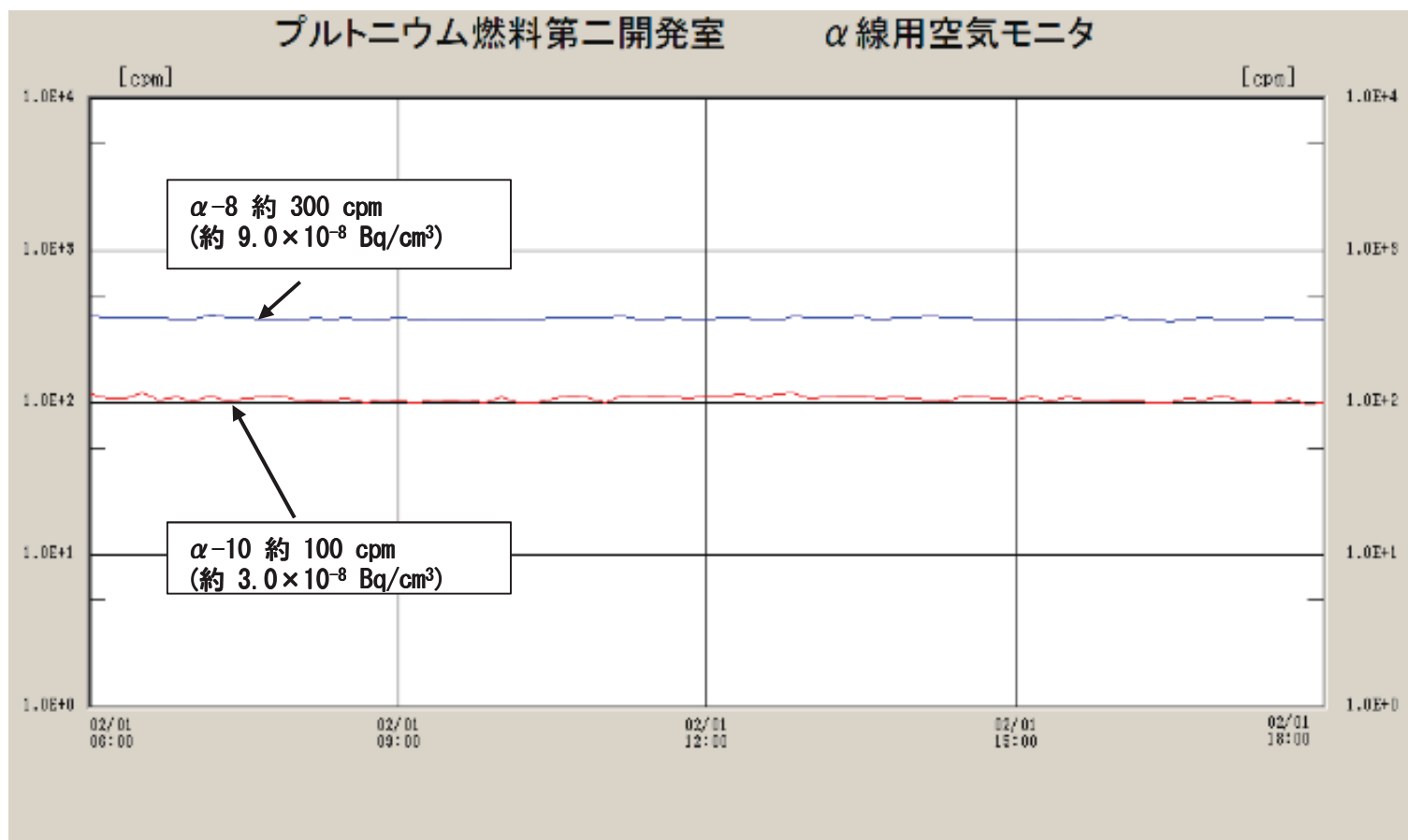
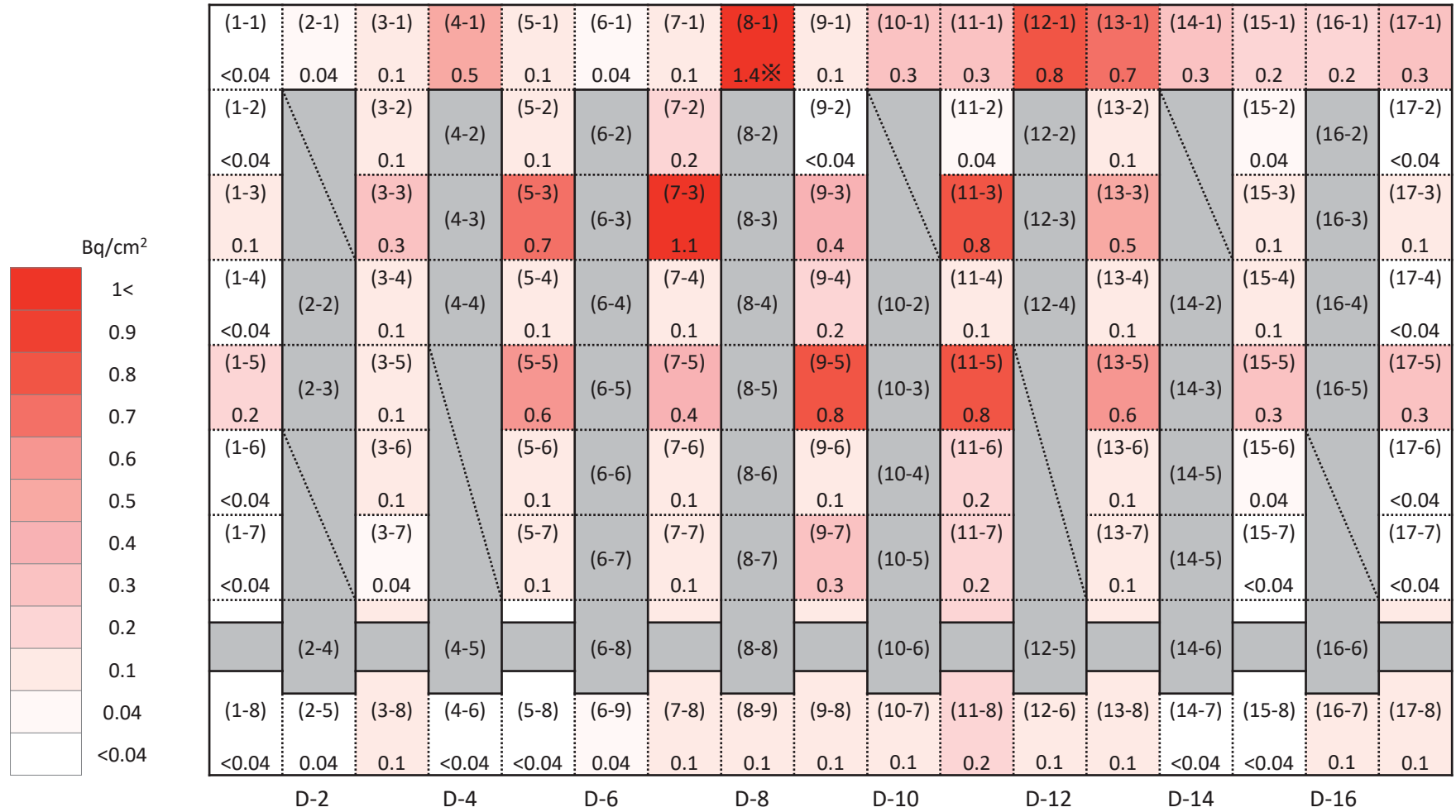
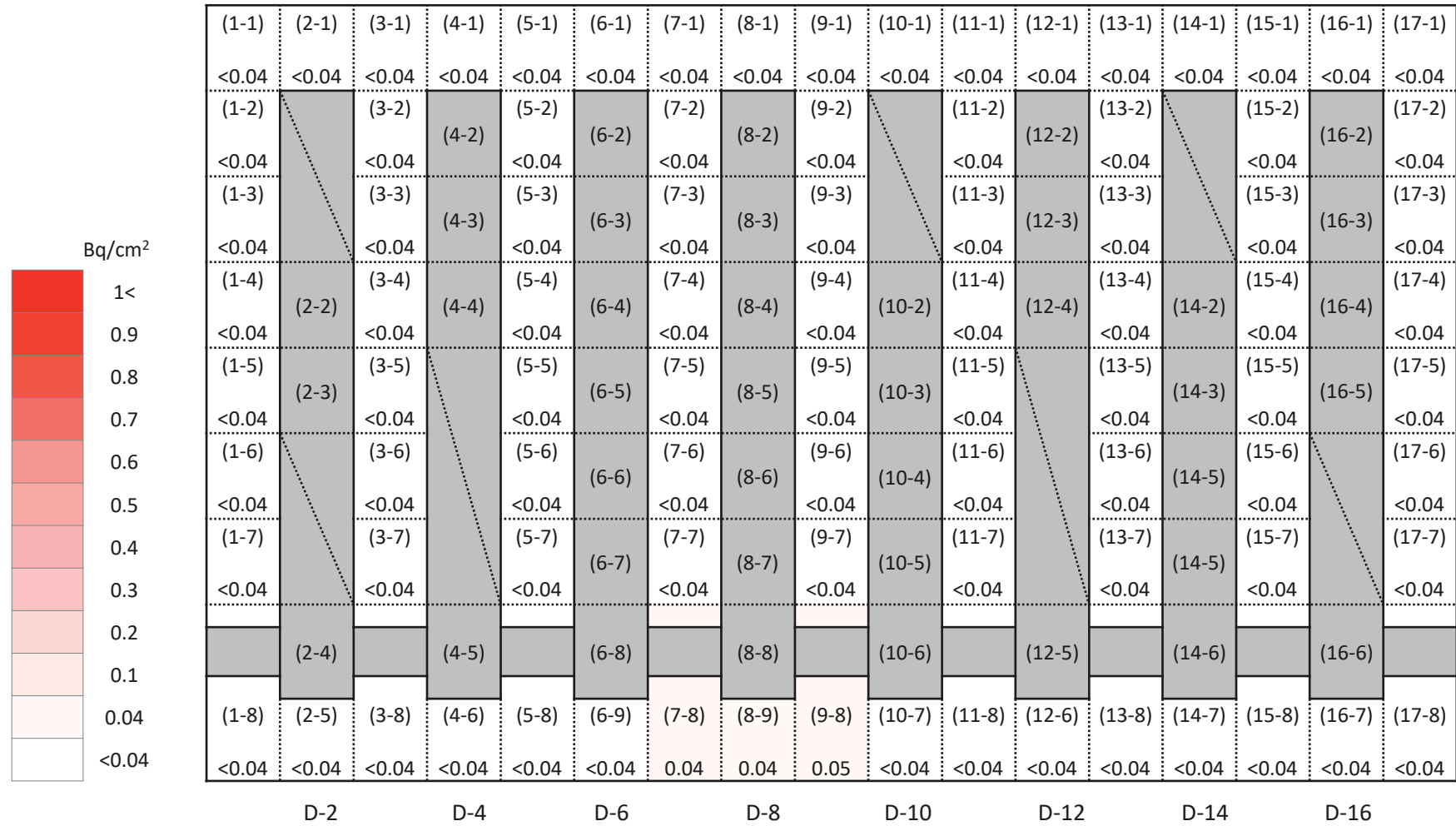


図6.1.4 α 線用空気モニタ($\alpha-8$ 、 $\alpha-10$)指示値のトレンド(2月1日の作業時)



()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

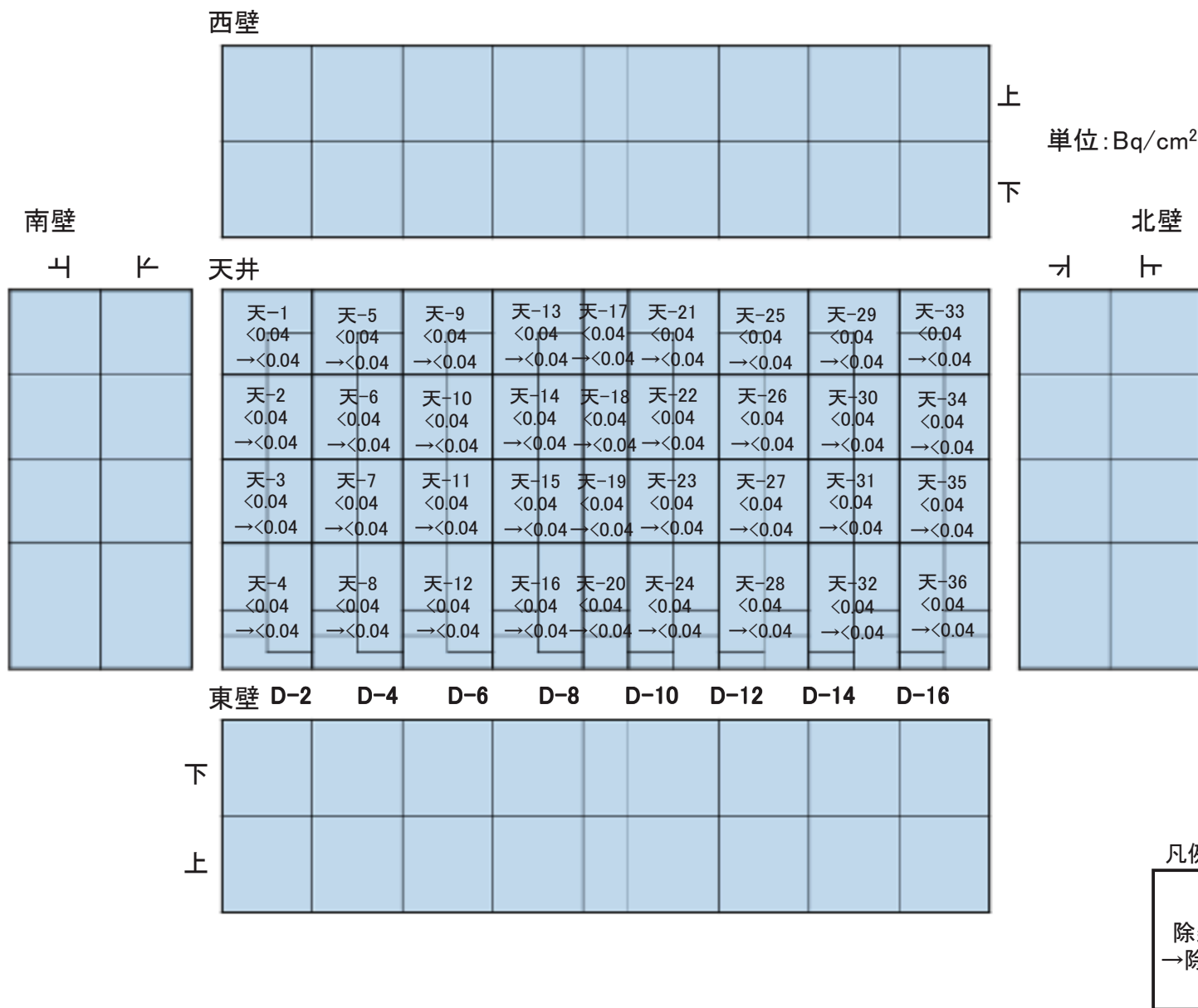


図6.3.2 除染前後の天井面の表面密度測定結果

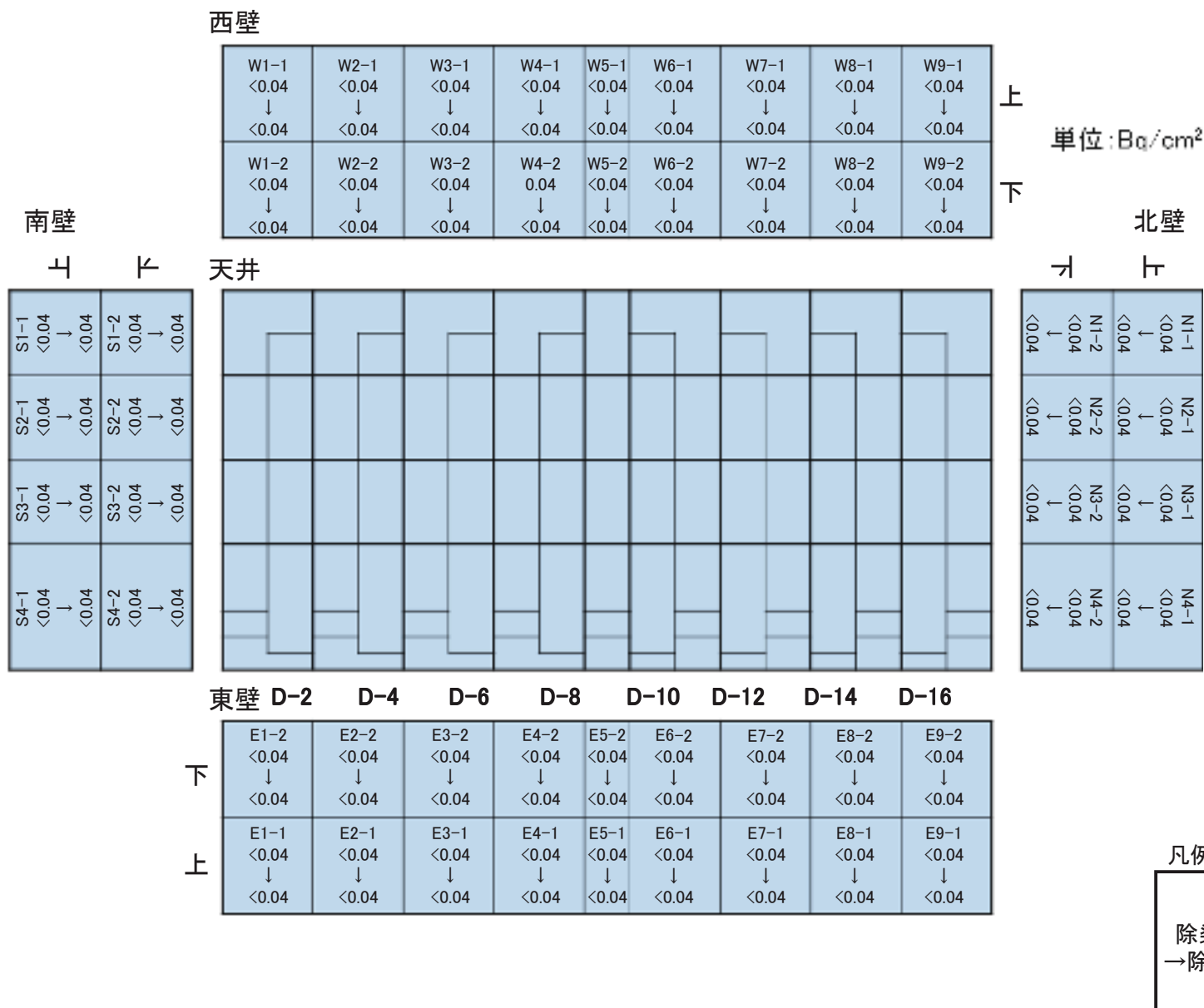


図6.3.3 除染前後の壁面の表面密度測定結果

平成31年2月13日現在

単位: Bq/cm²

66

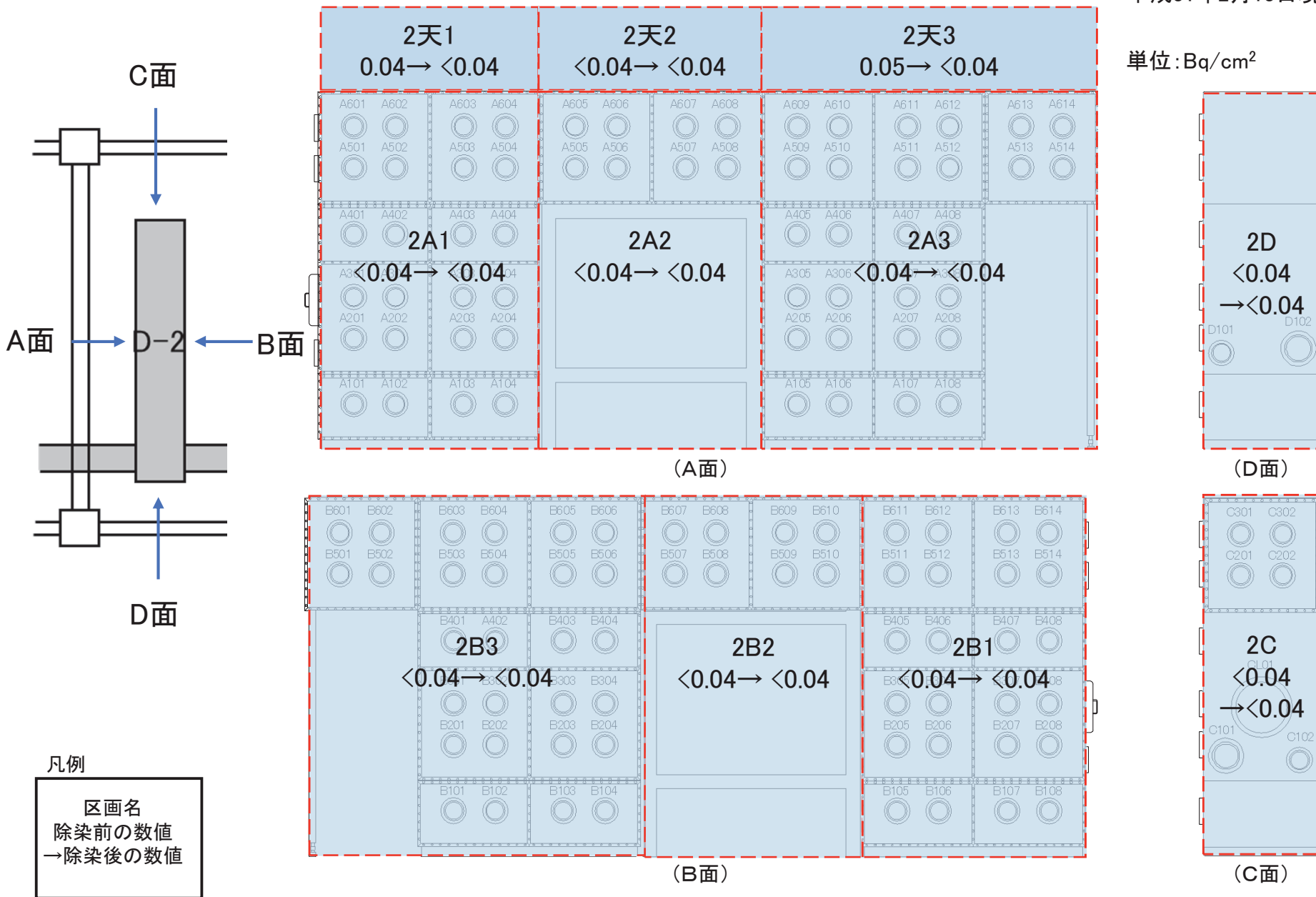


図6.3.4 除染前後のグローブボックスNo.D-2の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位: Bq/cm²

100

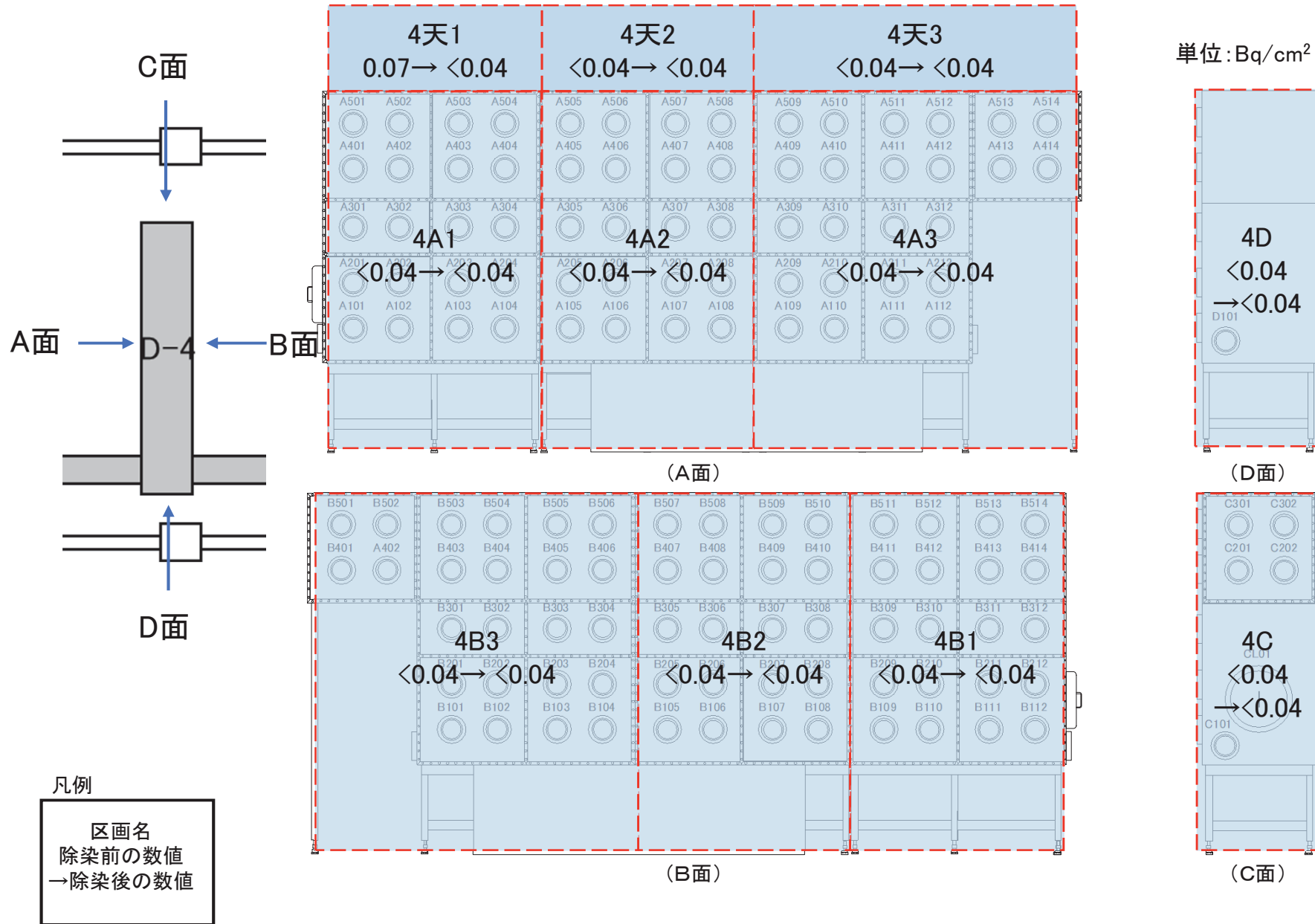


図6.3.5 除染前後のグローブボックスNo.D-4の表面密度測定結果

単位: Bq/cm²

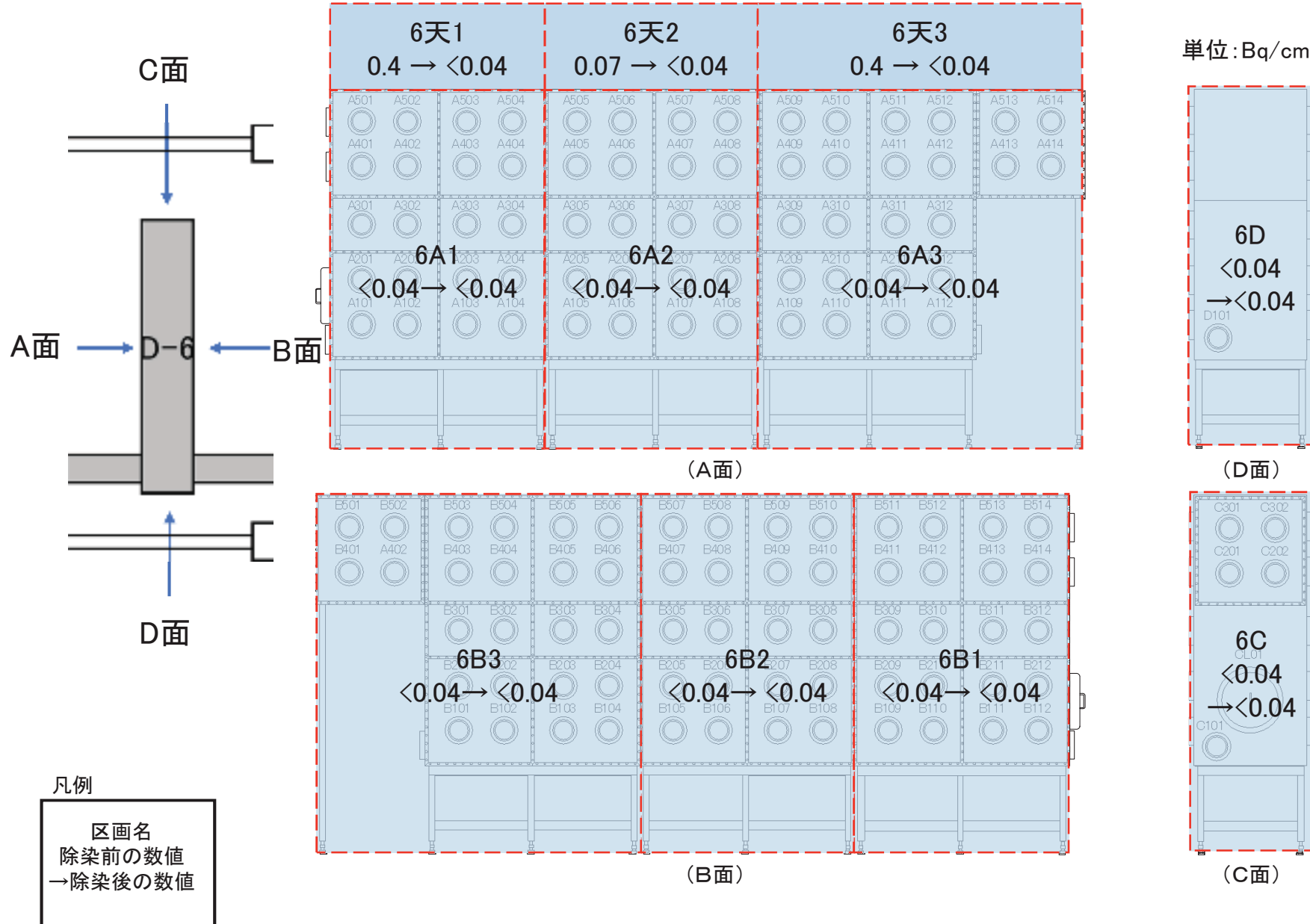


図6.3.6 除染前後のグローブボックスNo.D-6の表面密度測定結果

単位: Bq/cm²

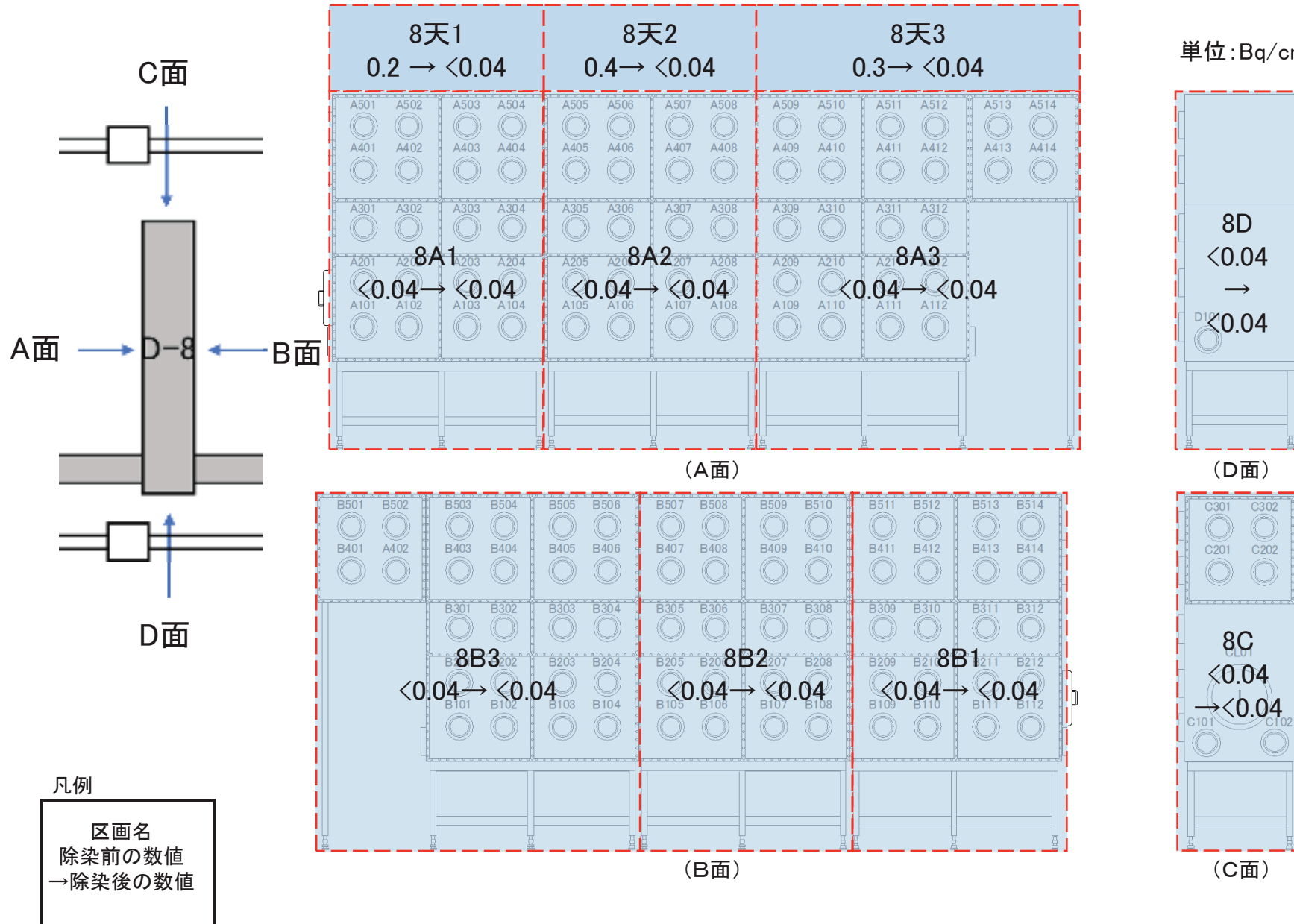


図6.3.7 除染前後のグローブボックスNo.D-8の表面密度測定結果

単位: Bq/cm²

103

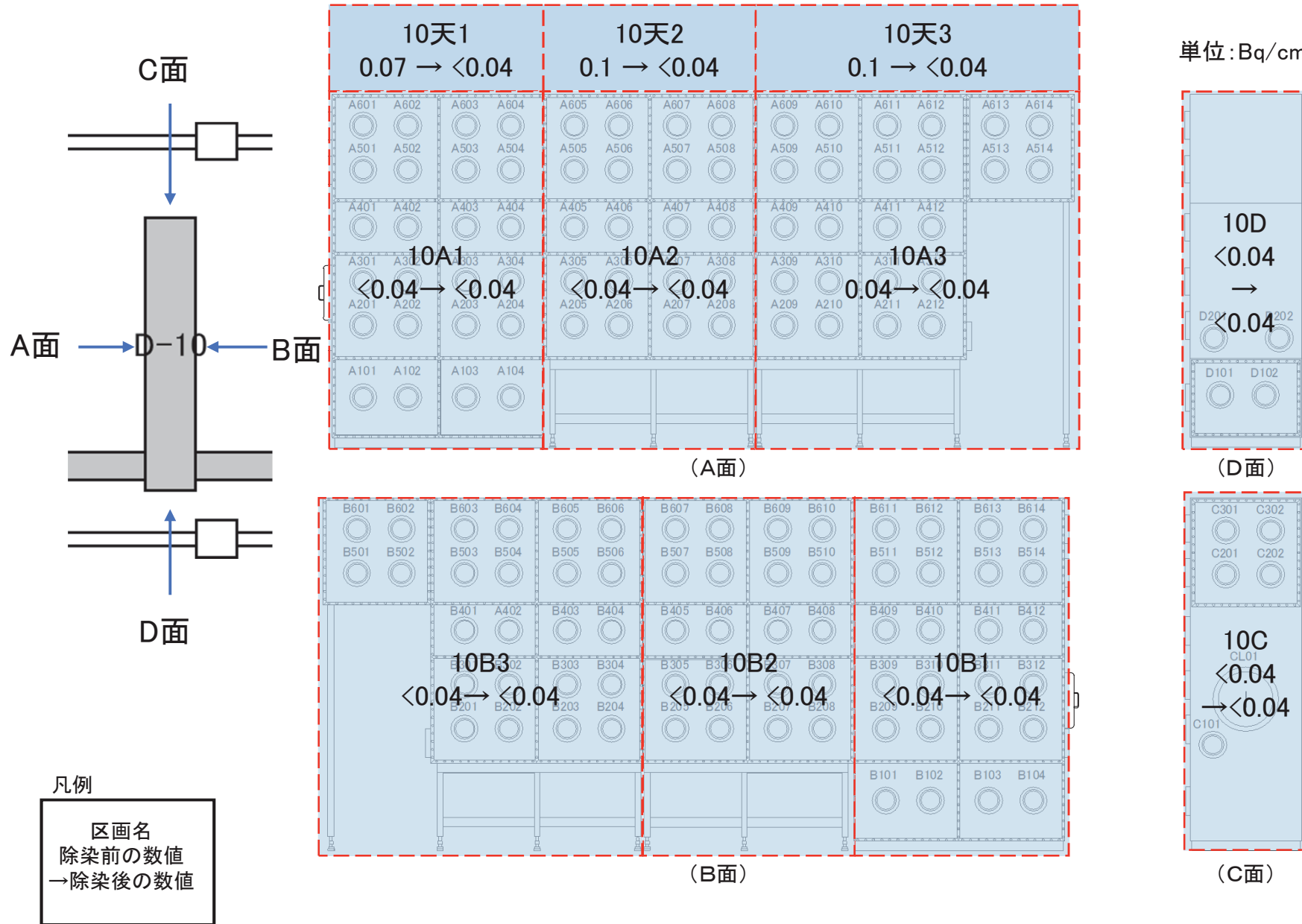


図6.3.8 除染前後のグローブボックスNo.D-10の表面密度測定結果

単位: Bq/cm²

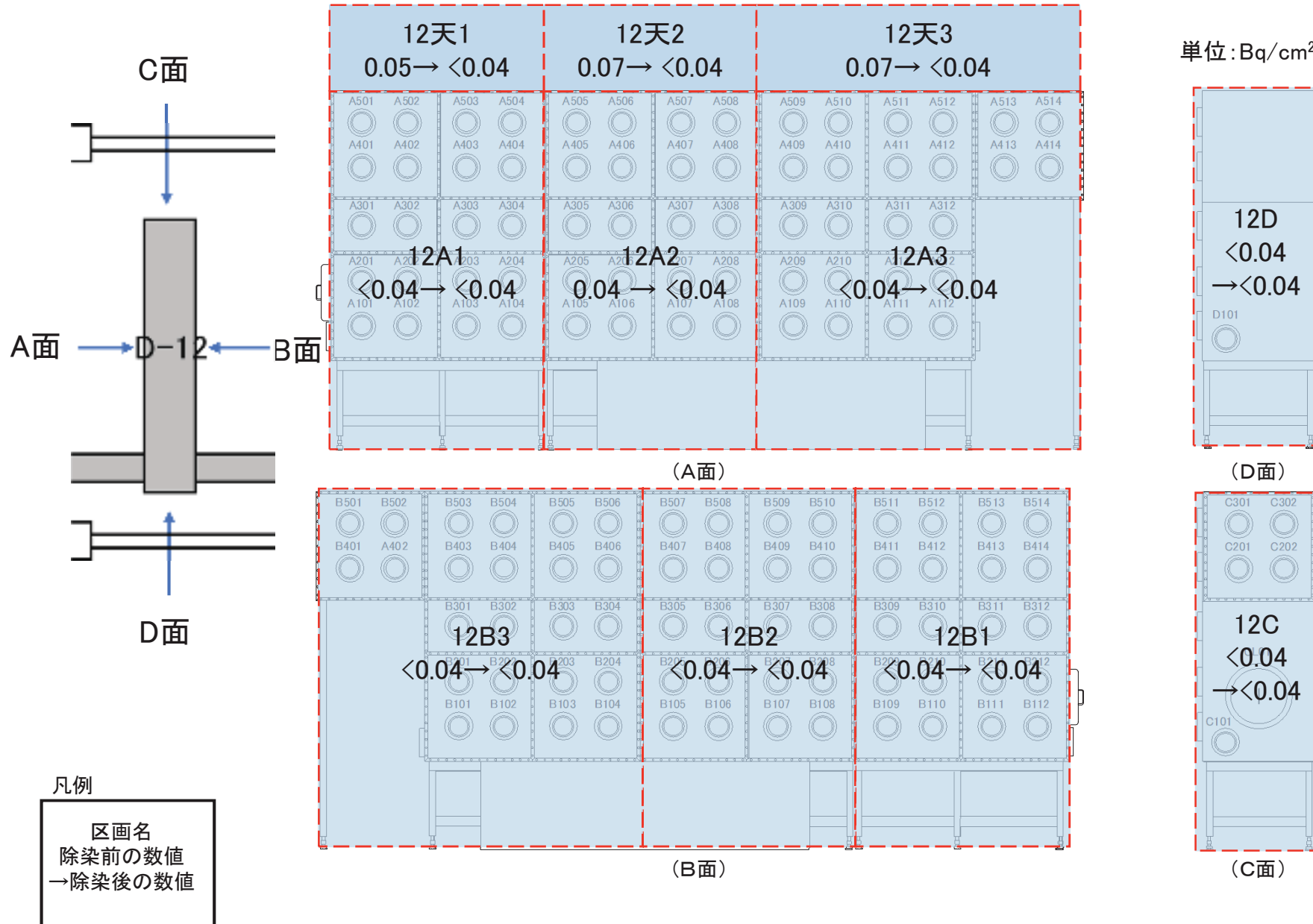


図6.3.9 除染前後のグローブボックスNo.D-12の表面密度測定結果

平成31年2月14日現在

単位: Bq/cm²

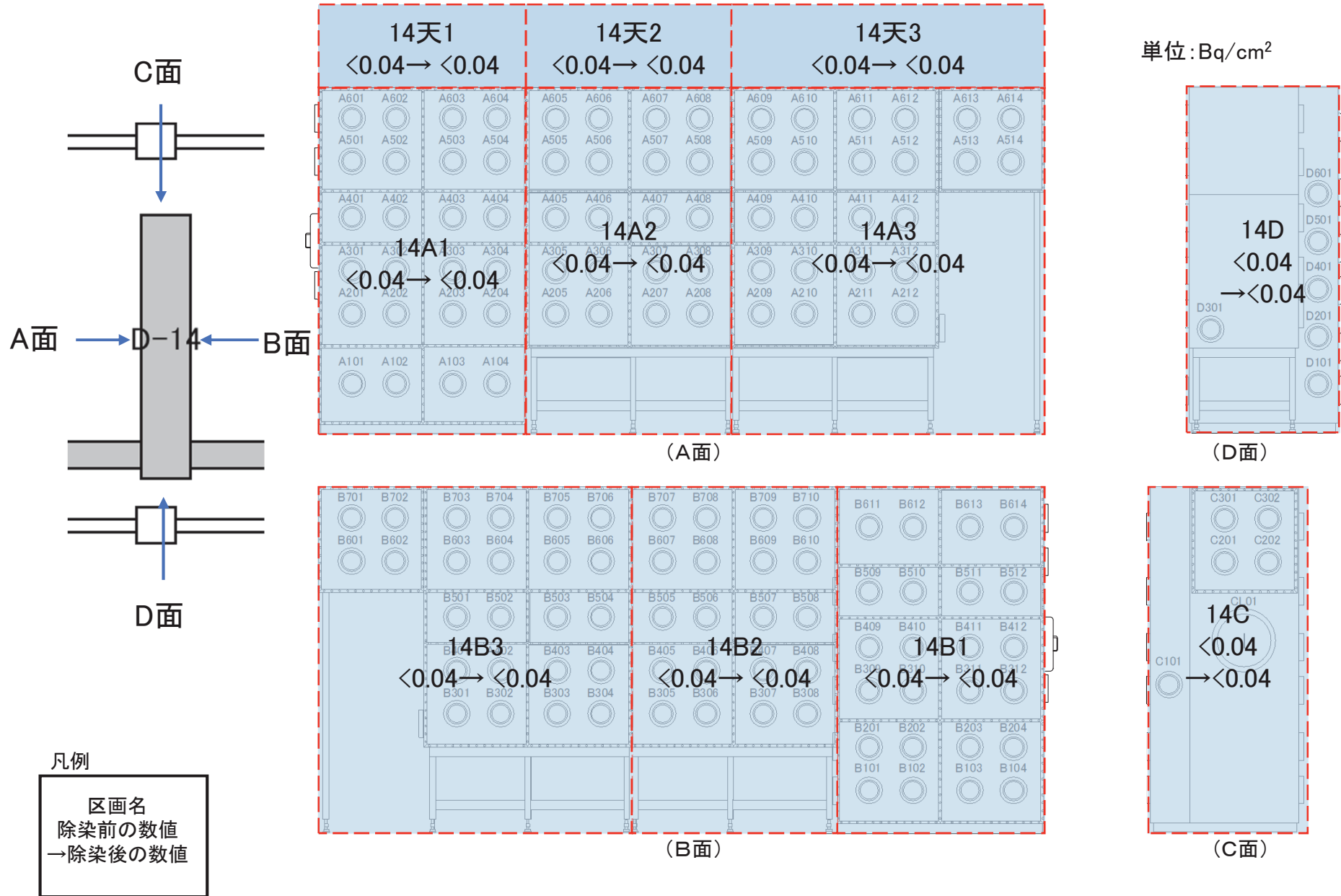


図6.3.10 除染前後のグローブボックスNo.D-14の表面密度測定結果

平成31年2月13日現在

単位: Bq/cm²

106

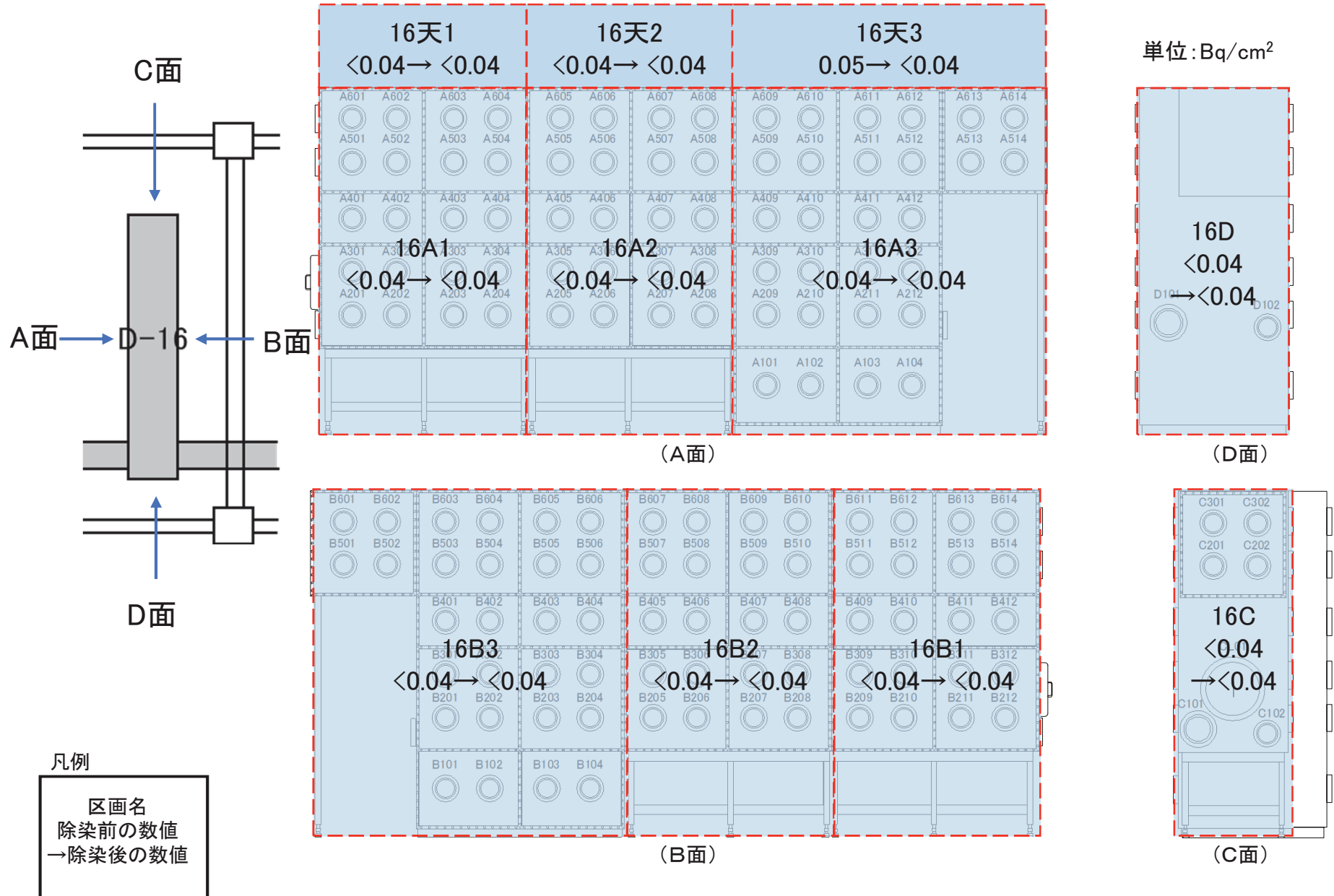


図6.3.11 除染前後のグローブボックスNo.D-16の表面密度測定結果

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

D-2

D-4

D-6

D-8

D-10

D-12

D-14

D-16

単位: Bq/cm²

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

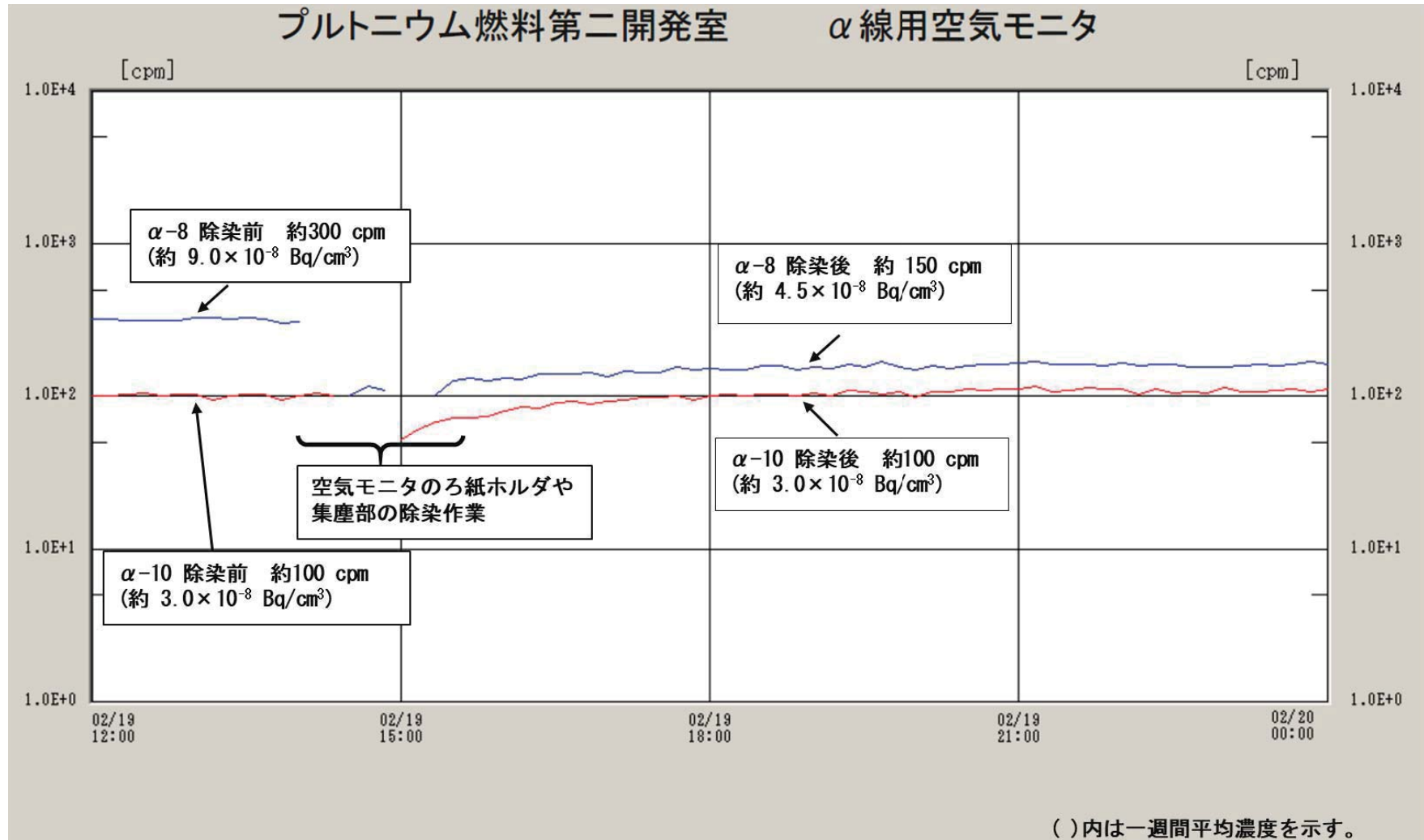
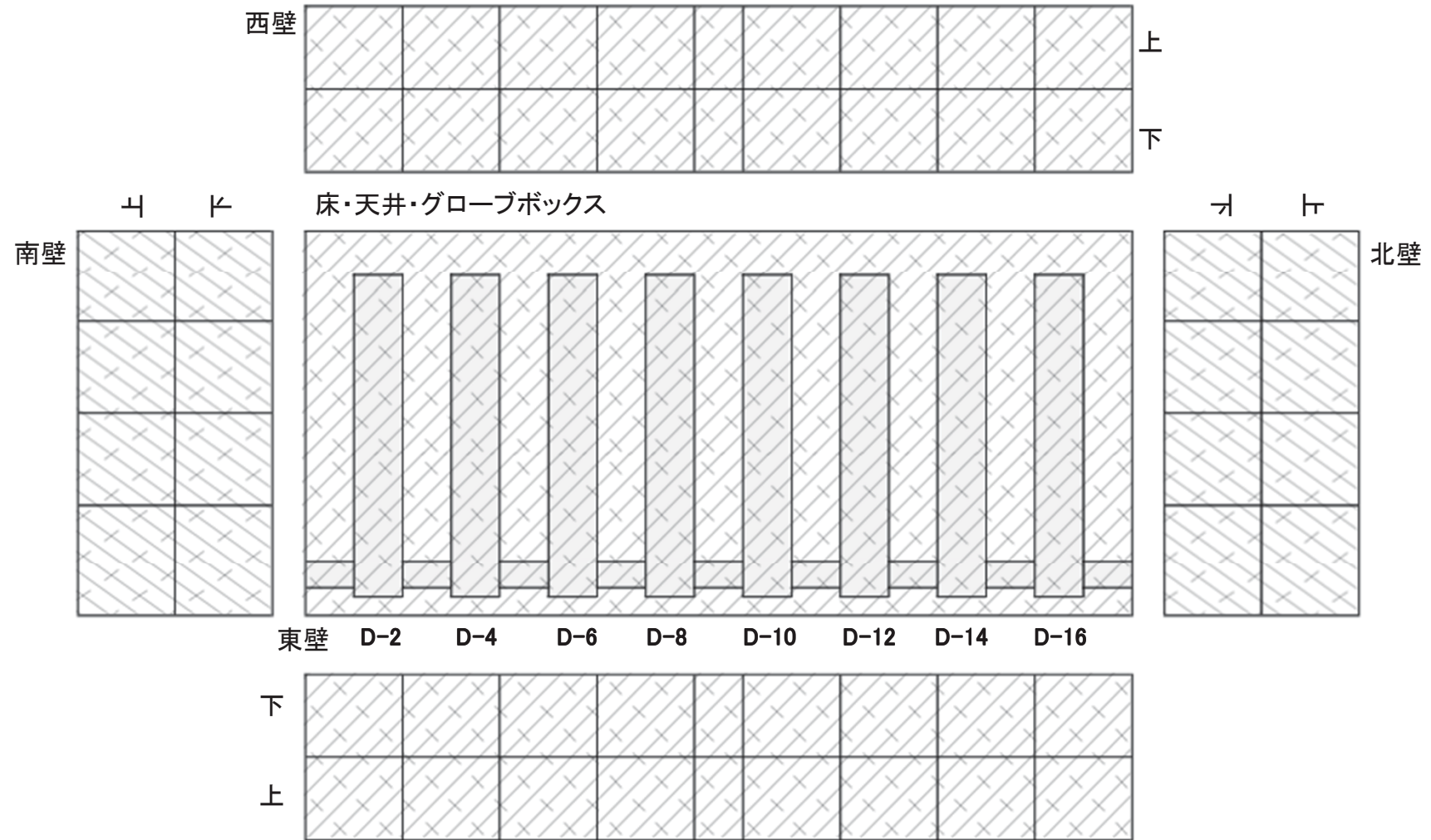


図6.4.1 α線用空気モニタ(α-8、α-10)指示値のトレンド(除染前後)



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

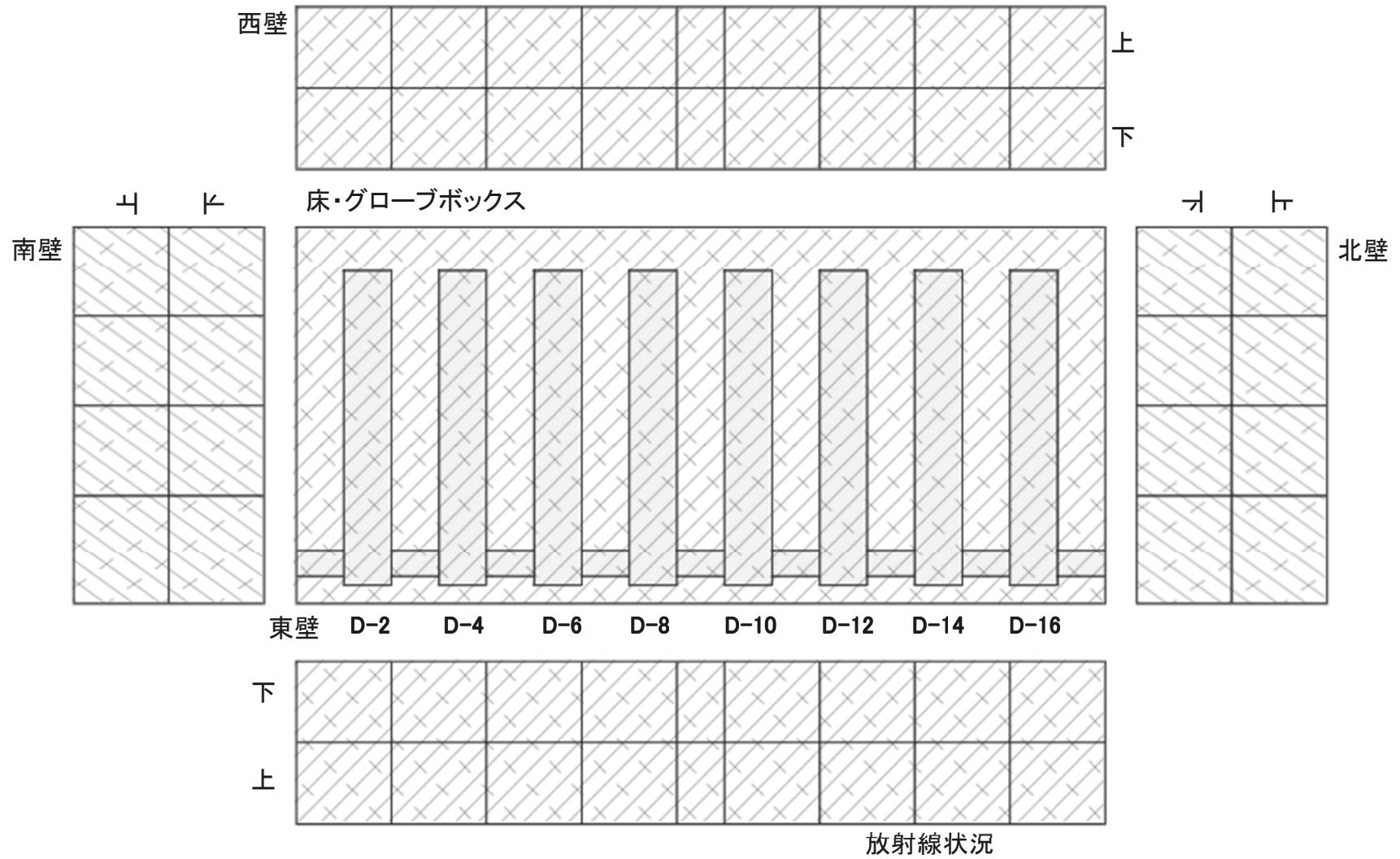
採取場所:上記図面(網掛部)に示す(424点)

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: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²検出下限値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²

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



放射線状況
 測定日時:平成31年2月20日9時30分～
 平成31年2月20日15時39分
 採取場所:上記図面(網掛部)に示す
 測定結果:全て管理目標値以下
 管理目標値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²
 検出下限値: α 線 4×10^{-2} Bq/cm²

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

作業項目	3月	4月	5月	6月
除染計画の立案及び作業計画の作成	■			
グローブボックス天板除染	■			
グローブボックス遮蔽体除染		■		
グローブボックス下部除染		■		
装置・盤類調査及び除染			■	
工程室天井・壁・床・グローブボックス除染				■

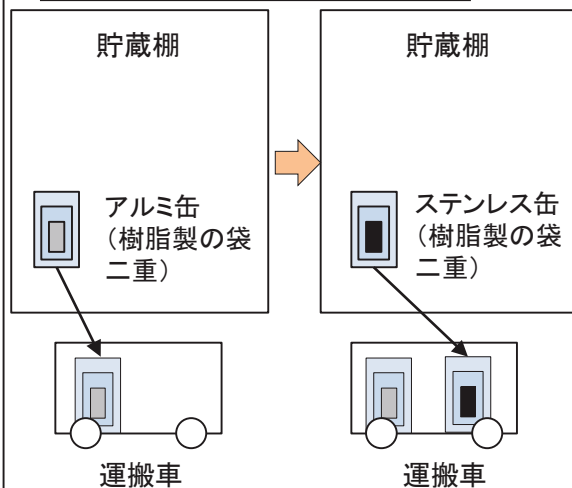
図6.6.1 粉末調整室(A-103)の除染作業スケジュール



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

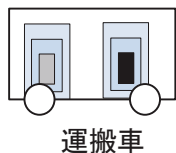


作業員G、H、Iは、樹脂製の袋二重で包蔵された貯蔵容器(アルミ缶二重梱包物、ステンレス缶二重梱包物:各1本)を粉末調整室(A-103)に運搬するために、以下の作業を実施した。

- 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

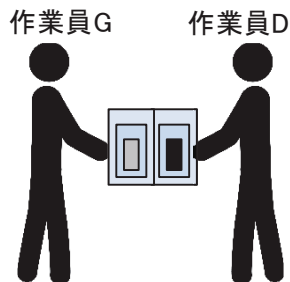
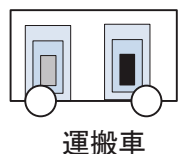
廊下 → 粉末調整室(A-103)



- 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)

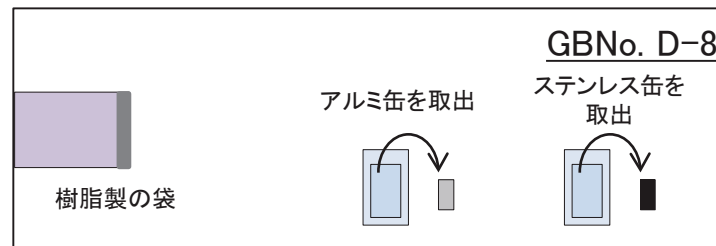
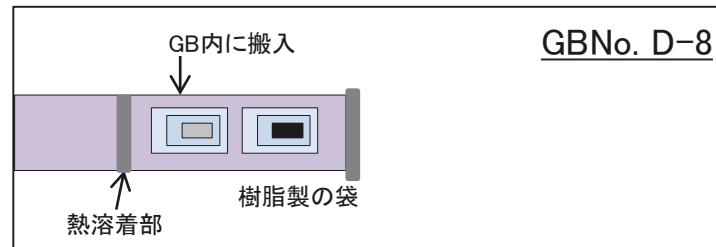
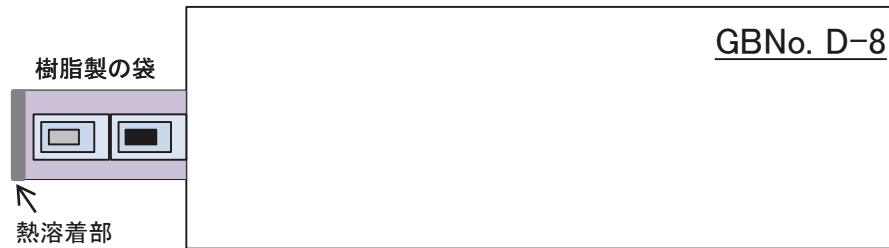


- ①作業員Gは、運搬車からアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物を1本ずつ取出し、ID番号を確認の上、作業員Dに受け渡した。
- ②作業員Gは、手の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ③作業員Gは、運搬車内の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ④作業員G、H、Iは、樹脂製の袋交換作業後に、再びアルミ缶二重梱包物及びステンレス缶二重梱包物をプルトニウム・ウラン貯蔵室に運搬するために、粉末調整室(A-103)室内で待機した。

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)

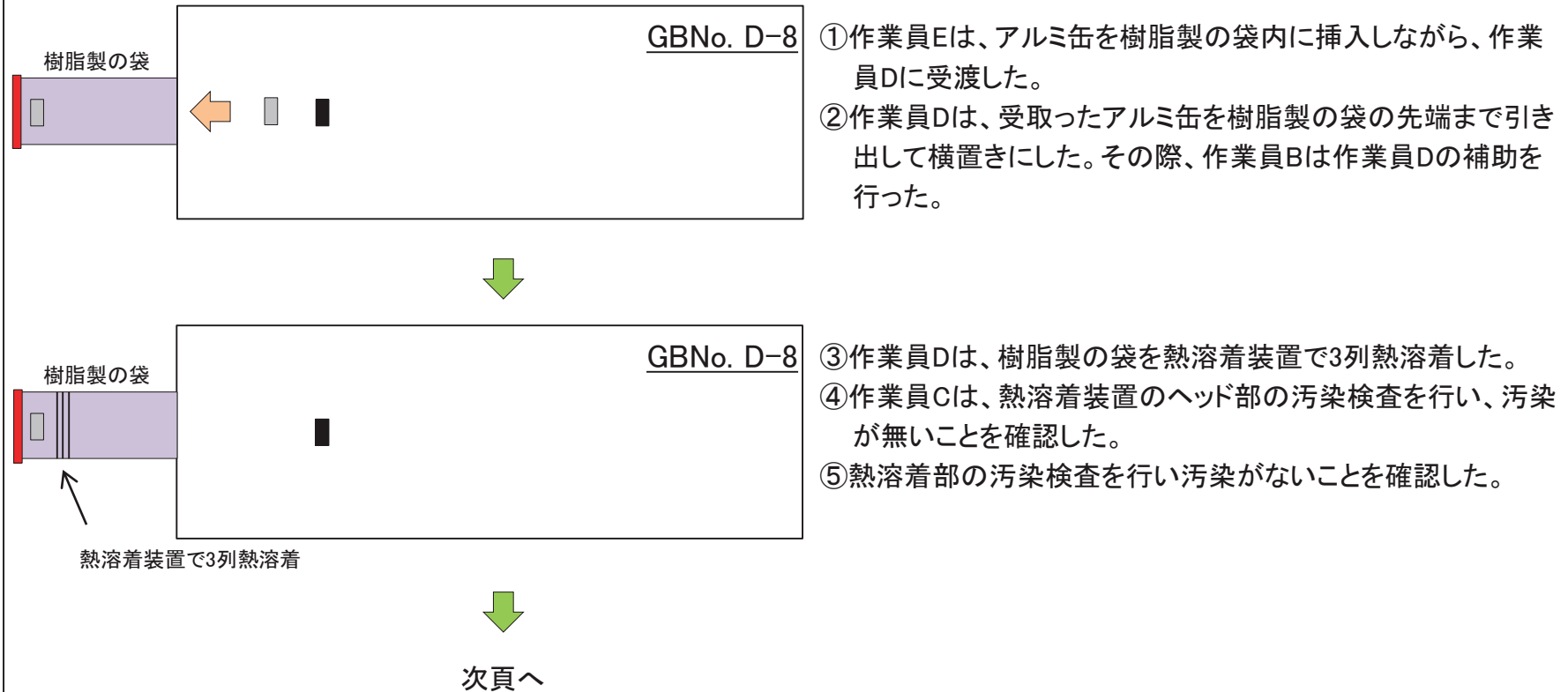
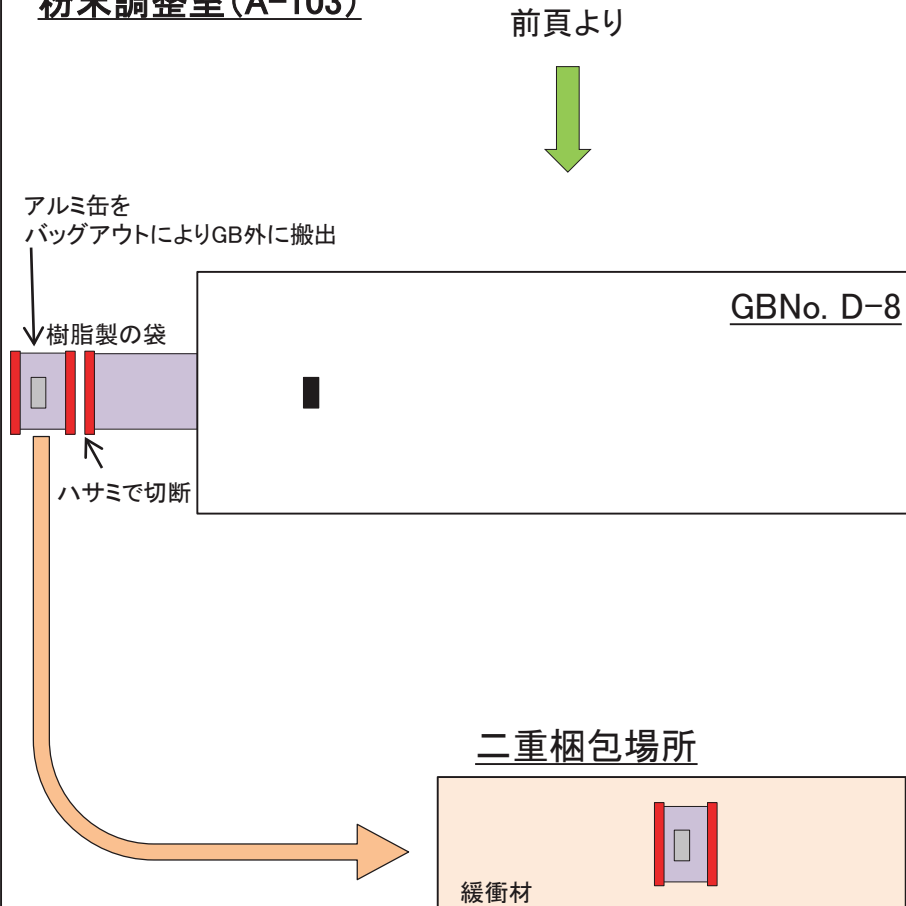


図7.1.2(3) 作業の流れ

5. アルミ缶のバッグアウト作業(2)

粉末調整室(A-103)

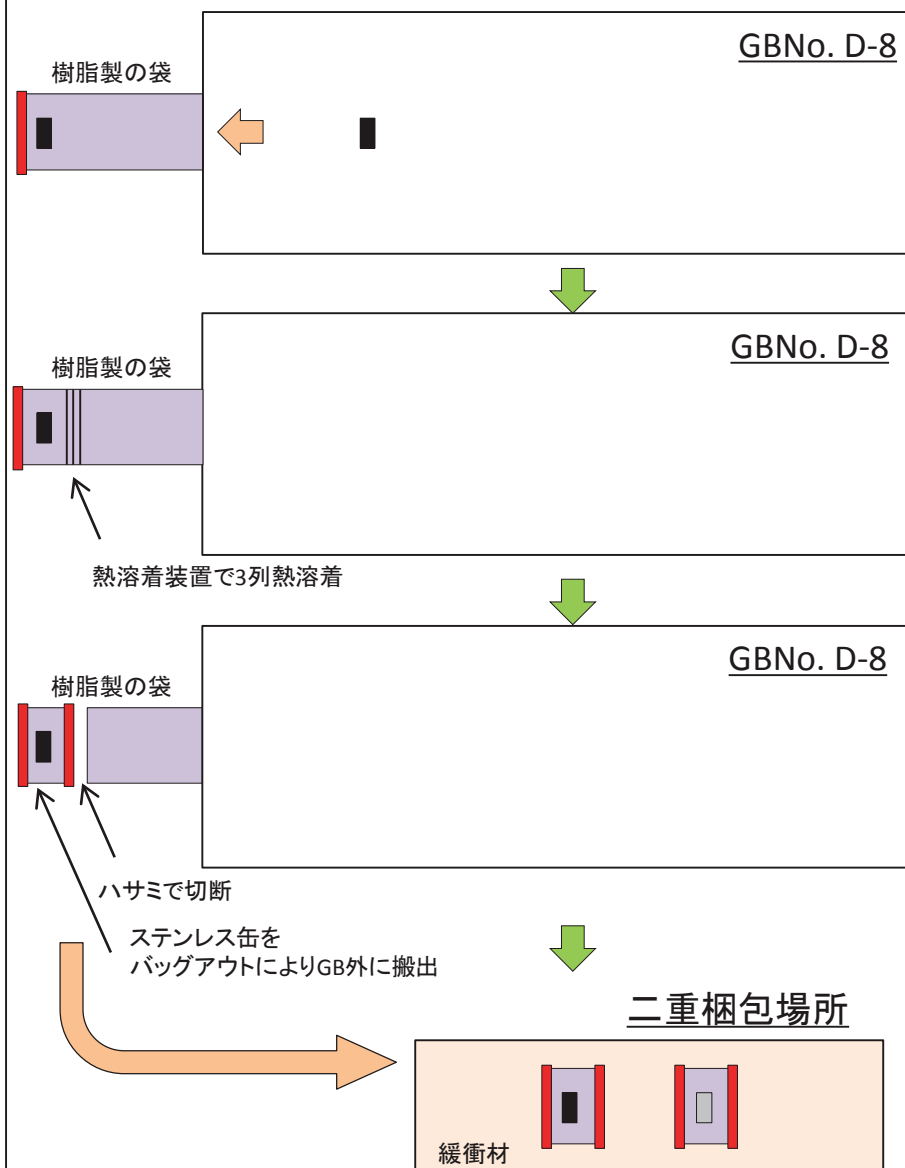


- ⑤作業員Bは、樹脂製の袋の3列熱溶着の中央の熱溶着部をハサミで切断した。
- ⑥作業員Cは、ハサミの汚染検査を行い汚染が無いことを確認した後、作業員Bは、水で湿らせた紙タオルに包み、作業台の中段に置いた。
- ⑦作業員Cは、樹脂製の袋の切断面を赤色布テープで養生した。その際、作業員Dは、樹脂製の袋を保持し、補助を行った。
- ⑧作業員B、C、Dは、手部の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑨作業員Cは、養生した切断面(樹脂製の袋の両側)の汚染検査を行い汚染が無いことを確認した。
- ⑩作業員Cは、アルミ缶一重梱包物表面のスミヤ試料を採取し、汚染の無いことを確認した。
- ⑪作業員B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

図7.1.2(4) 作業の流れ

6. ステンレス缶のバッグアウト作業

粉末調整室(A-103)

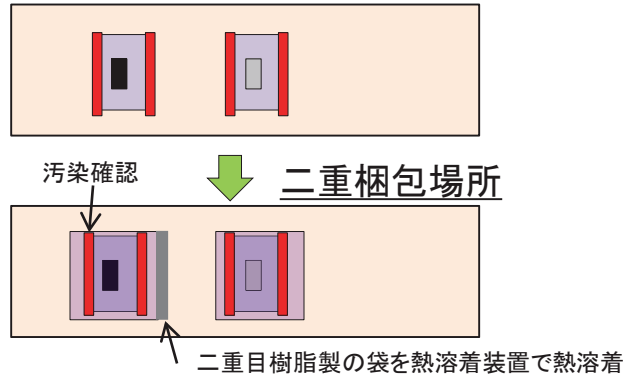


- ①作業員Eは、ステンレス缶を樹脂製の袋内に挿入しながら、作業員Dに受渡した。
- ②作業員Dは、受取ったステンレス缶を樹脂製の袋の先端まで引入れた。その際、作業員Bは作業員Dの補助を行った。
- ③作業員Cは、被ばく低減のため、ステンレス缶に遮へいシートを掛けた。
- ④作業員Dは、樹脂製の袋を熱溶着装置で3列熱溶着した。また、熱溶着部の汚染検査を行い汚染がないことを確認した。
- ⑤作業員Cは、熱溶着装置のヘッド部の汚染検査を行い、汚染が無いことを確認した。
- ⑥作業員Bは、樹脂製の袋の3列熱溶着の中央の熱溶着部をハサミで切断した。
- ⑦作業員Bは水で湿らせた紙タオルに包み、作業台の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

図7.1.2(5) 作業の流れ

7. ステンレス缶の二重梱包作業

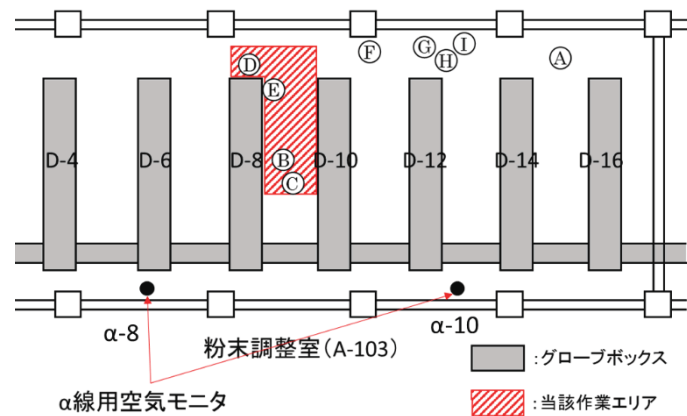
粉末調整室(A-103) 二重梱包場所



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

8. 汚染確認後の対応

粉末調整室(A-103)



作業員B,C,D,E



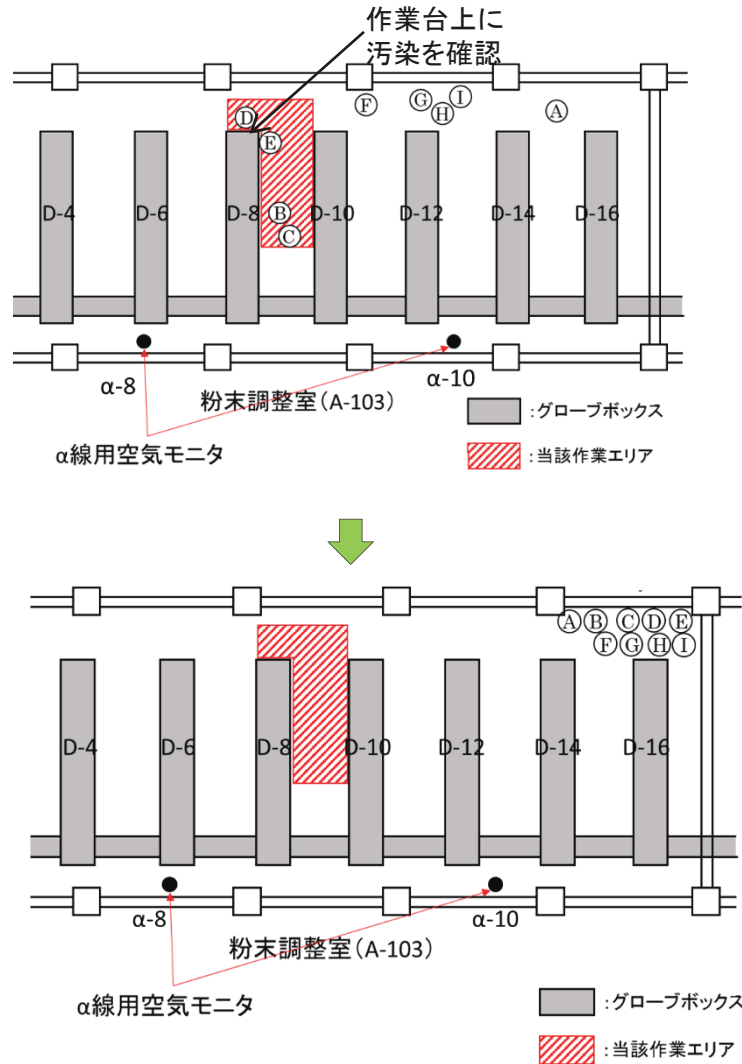
ビニル袋で養生

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

図7.1.2(6) 作業の流れ

9. α線用空気モニタ吹鳴前後の対応

粉末調整室(A-103)

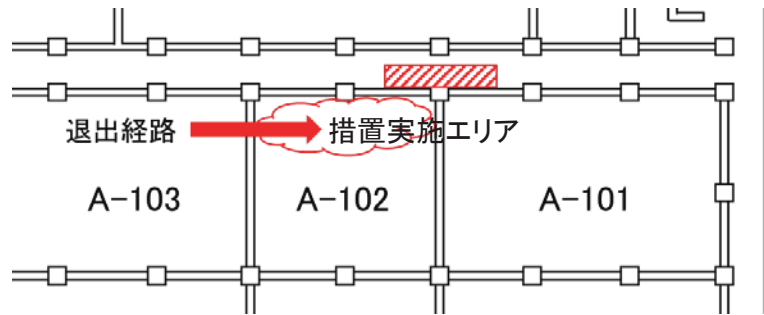


- ①作業員Fは、作業員Bの身体汚染検査及び汚染固定を開始したが、汚染が広範囲のため、応援要請を行った。
- ②作業員Fは、作業員Bの身体汚染検査中に自分の手の汚染を確認し、二重目のRI用ゴム手袋を外した。
- ③作業員Aは、自分の手の汚染を確認し、二重目のRI用ゴム手袋を交換した。
- ④作業員Aは、作業台上を汚染検査しレベルの高い汚染(使用したサーベイメータの初期設定レンジでは測定できないレベル)を確認し、汚染部位を赤色布テープで固定した。
- ⑤作業員A～Fは、風上のD-10脇通路に退避した。
- ⑥作業員A～Fは、A-103からA-102に通じる扉前に退避した。

図7.1.2(7) 作業の流れ

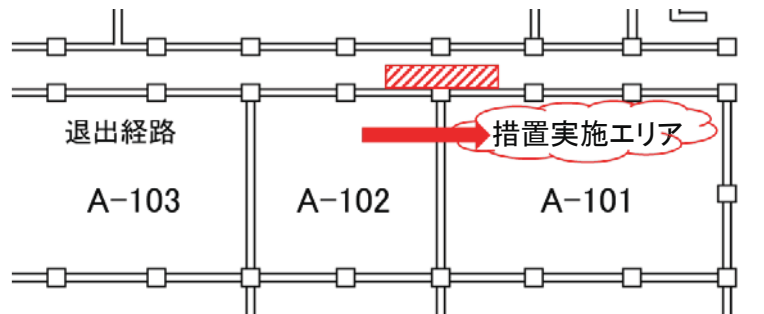
10. 退出

粉末調整室(A-103)⇒炉室(A-102)



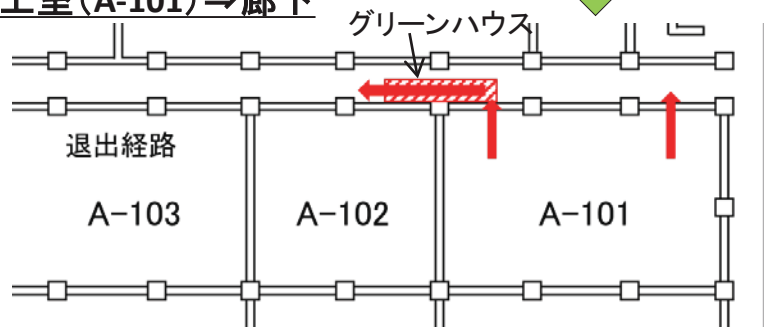
- ①作業員Fから報告を受けた放射線管理第1課員(以下「放管員」という。)は退出経路のA-102の汚染拡大防止が必要と判断し床等の養生を実施した。
- ②床等の養生終了後、作業員A～Iは、A-103からA-102に順次退出した。

炉室(A-102)⇒仕上室(A-101)



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

仕上室(A-101)⇒廊下



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

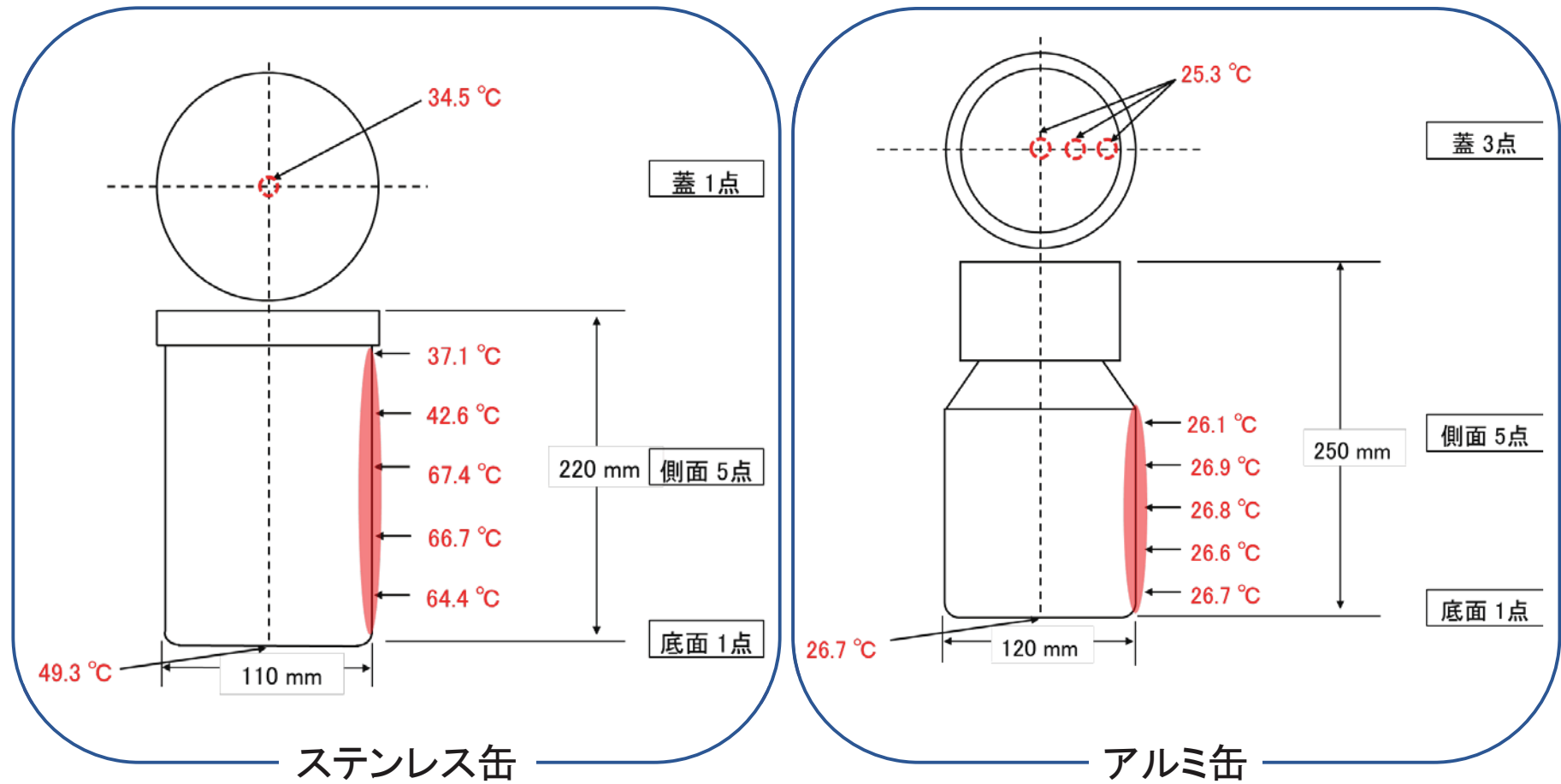


図7.1.3 貯蔵容器の表面温度測定結果

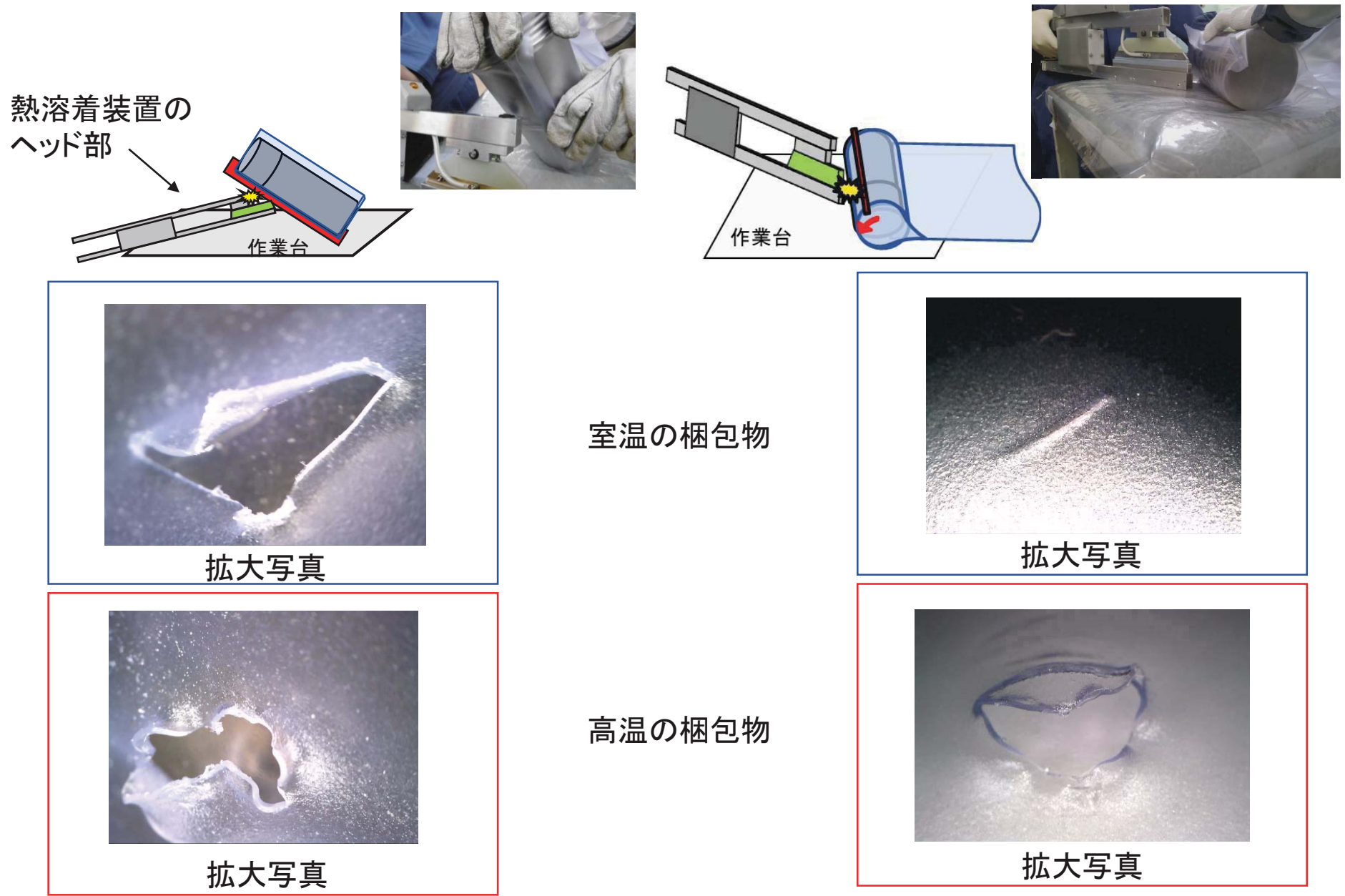
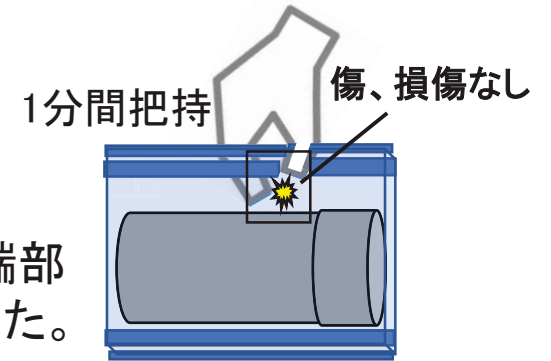


図7.1.4 一重目の樹脂製の袋の再現模擬試験結果(熱溶着装置のヘッド部先端との接触)

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。

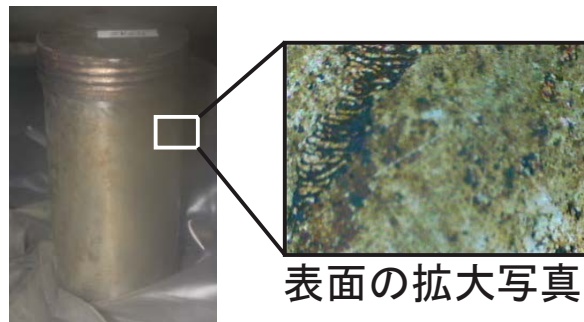
熱の影響

- ステンレス缶の表面温度(最大67°C)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°Cにしたステンレス缶を入れた樹脂製の袋の端部を把持し、1分間荷重をかけたが、傷及び穴は発生しなかった。



錆の影響

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



ステンレス缶の錆の状況



模擬錆缶



試験後の樹脂製の袋

図7.1.5 熱と錆による一重目の樹脂製の袋の破損への影響

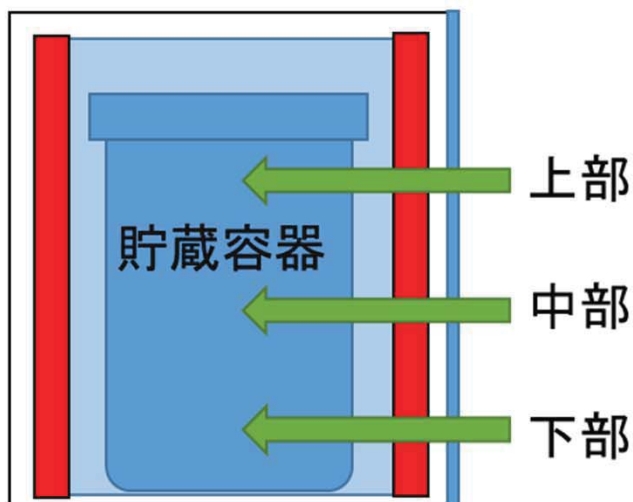
プルトニウム燃料第二開発室及びプルトニウム燃料第一開発室において、貯蔵室に貯蔵している貯蔵容器二重梱包物について、発熱量の高い容器4本※1を選定し、貯蔵容器二重梱包物の表面の温度測定を実施した結果、最大で57℃であった。

※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箇所に対して、接触式温度計で測定

125



温度測定結果

No.	測定結果(°C)			発熱量※2 (W)	酸化物重量 (g)	Pu量 (g)
	上部	中部	下部			
2	45	<u>57</u>	56	21.9	■■■■	■■■■
3	44	56	53	20.7	■■■■	■■■■
4	48	55	50	19.1	■■■■	■■■■
5	42	47	56	18.4	■■■■	■■■■

※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■■■■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。

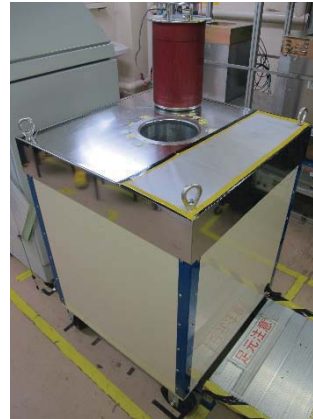
粉末調整室(A-103)における汚染物質の飛散量の評価結果

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	
	グローブボックス外表面	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1m 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

対 策	担当部署	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
第1ステップ		今回と同様な事象を発生させないための措置							
第2ステップ			汚染発生時の退避行動に関する改善						
第3ステップ			リスクが高い作業や事故時対応の手順の改善						
第4ステップ			改善状況の確認及び教育等の仕組みの改善						
(3) 訓練方法の改善									
○センター全体訓練	Puセンター 放管部		訓練計画作成 ▲実訓練				訓練計画作成 ▲実訓練 (スキル向上)		
○部屋ごとの訓練	Puセンター		机上訓練 実訓練		資材必要数確認				
(1) 作業手順の改善									
①樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の管理及び樹脂製の袋の交換作業に関する手順の制定	Puセンター	手順案作成 ▲制定							
②事故対策手順の改訂	Puセンター		手順案作成			改訂			
関連手順 1)汚染発生時の対応手順の改訂	Puセンター	汚染発生時の対応手順案作成 ▲改訂							
2)現場指揮所対応手順書の制定	Puセンター		手順案作成			制定			
3)各部屋の汚染事象対応手順の制定	Puセンター		退避行動確認	手順案作成 ▲制定					
③汚染事象発生時の放管員の対応要領、手順書の改訂 ○身体汚染が発生した場合の措置等要領書 ○放射線管理業務の基本的事項手順書 ○異常時対応要領書 ○身体汚染時の対応手順書 ○定置式モニタ警報吹鳴時の対応手順書 ○上記改訂に併せてガイドラインを見直す	放管部 (安核部)		要領及び手順書改訂 ▲改訂	ガイドラインの見直し		改訂			
④基本動作マニュアル中の汚染発生リスクが高い作業に関する改訂 グローブ交換作業、バッグイン・バッグアウト作業、グローブボックスへの樹脂製の袋の取付作業、フィルタ交換作業	Puセンター		各課室グループの手順検証及び改訂			手順の検証及び改訂案の検討 ▲改訂			

図11.2.1 改善活動スケジュール(1)

対 策	担当部署	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
第1ステップ		今回と同様な事象を発生させないための措置							
第2ステップ			汚染発生時の退避行動に関する改善						
第3ステップ			リスクが高い作業や事故時対応の改善						
第4ステップ			改善状況の確認及び教育等の仕組みの改善						
(2) 教育方法の改善									
○教育・訓練要領書の改訂及び制定 ①管理者層等に対する教育及び力量評価の実施 ②現場責任者教育の内容の充実 ③作業員教育の内容の充実	Puセンター		事例研究				要領書改訂 (管理者層以外) 教育		要領書制定 (管理者層)
(4) 作業管理の改善									
○請負作業(グローブ交換(排気カート式)、バッグイン・バッグアウト作業、樹脂製の袋の取付作業、フィルタ交換作業)の作業管理に係る安全作業基準制定 ① 作業担当課室長、作業責任者及び作業担当者に係る作業管理の改善 ② 請負側総括責任者及び現場責任者に係る作業管理の改善	Puセンター		対策案作成	試運用					
				安全作業基準案作成	▲制定	運用			
(5) 安全意識の向上									
○本事象に関する事例研究 ○気づき事項の問いかけ運動、KY・TBMの強化運動 ○安全に関する内外講習会への積極的な参加 ○ヒューマンエラー防止に関する教育	Puセンター		事例研究	活動計画作成			活動		
(6) リスク低減									
○樹脂製の袋で包蔵し貯蔵している貯蔵容器の削減	Puセンター			計画作成			活動		
(7) ハード対策									
○局所排気装置の導入	Puセンター			装置設計			装置製作		
○熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台の養生	Puセンター		養生方法検討	養生					

図11.2.1 改善活動スケジュール(2)

表4.1.1 樹脂製の袋の交換アイテム(H31.1.30)の情報

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

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

日付	時間	内容
平成31年 1月30日	19:18	2名の鼻スマ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マ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、工程室床面のスマヤ採取、現場の写真撮影を実施する応急措置対応の作業指示。 入域経路 廊下→仕上室(A-101)→炉室(A-102)→粉末調整室(A-103)
	21:38	応急措置対応のために粉末調整室(A-103)入域(作業員6名)
	22:30	応急措置対応作業を終了し、粉末調整室(A-103)からの作業員の退出を開始。
	23:04	作業員全員がグリーンハウスから退出を完了。身体汚染検査に異常ないことを確認。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(採取期間：平成 31 年 1 月 29 日～2 月 26 日)

採取期間 試料採取地点	全 α 放射能濃度 (mBq/m ³)			
	1/29～2/5	2/5～2/12	2/12～2/19	2/19～2/26
再処理警備所前	0.047	0.028	0.026	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/m³未満) ～ 0.080 mBq/m³

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

表 5.2 プルトニウム燃料第二開発室の排気中放射性物質濃度測定結果

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

管理目標値 (α) : 3×10⁻¹⁰ Bq/cm³

検出下限値 (α) : 1.5×10⁻¹⁰ Bq/cm³

測定結果は1週間の平均濃度として評価したもの

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

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

管理目標値 (α): 7×10^{-8} Bq/cm³

検出下限値 (α): 3.7×10^{-10} Bq/cm³

測定結果は1週間平均濃度として評価したもの

表 9.3. 1 燃料研究棟事故の改善対応検証チームの行動検証において抽出された問題点と対策

範囲	着眼点	経緯等	問題点	対策
<p>(1) α線空気モニタ吹鳴までの作業</p>	<p>汚染の発生・拡大</p>	<p>・プルトニウム燃料第二開発室 (Pu-2) では、核燃料物質を金属製の貯蔵容器に収納し、貯蔵容器を二重の樹脂製の袋で包蔵し、プルトニウム・ウラン貯蔵室内で貯蔵管理している。プルトニウム燃料技術開発センターでは、作業マニュアルに基づき、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。</p> <p>・平成 31 年 1 月 30 日、樹脂製の袋の交換が必要となった貯蔵容器 2 本を、Pu-2 のプルトニウム・ウラン貯蔵室から粉末調整室 (A-103) に運搬し、A-103 のグローブボックス (GB) No. D-8 にまとめてバッグインし、GB 内で古い樹脂製の袋 (二重目及び一重目) を取り外し、貯蔵容器の外観の目視点検を実施し、GBNo.D-8 から 1 本ずつ個別にバッグアウトし、さらに二重目の樹脂製の袋で封をする作業を実施していた。</p> <p>・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。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) を収納したアルミ缶及びステンレス缶、各 1 本であった。作業員は、半面マスク等の防護具を装備し、マニュアルに基づき作業を行っていた。</p> <p>・平成 31 年 1 月 30 日の事象発生当時 (14 時 24 分)、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。</p> <p>・13 時 40 分頃から作業員 G、H、I が、プルトニウム・ウラン貯蔵室内の棚から樹脂製の袋を交換する貯蔵容器 2 本 (アルミ缶、ステンレス缶各 1 本) の取り出し作業を開始した。プルトニウム・ウラン貯蔵室から樹脂製の袋 (二重) に収納された貯蔵容器を取り出した段階で、貯蔵容器を収納している樹脂製の袋表面の汚染検査を行い、樹脂製の袋に異常のないことを確認し、運搬車に収納した。</p> <p>・14 時 00 分頃、作業員 G が、A-103 で運搬車から貯蔵容器 2 本を取り出し、作業員 D に引き渡した。作業員 D、E は、GB No. D-8 に貯蔵容器 2 本をまとめてバッグインし、作業員 E が GB 内で古い樹脂製の袋を取り外し、アルミ缶及びステンレス缶の外観の目視点検を行った。</p> <p>・14 時 10 分頃から作業員 B、C、D が A-103 の GB No. D-8 から貯蔵容器のバッグアウトを開始した。アルミ缶、ステンレス缶の順にバッグアウトを行った。</p> <p>・作業員 C はバッグアウトしたアルミ缶を二重目の樹脂製の袋に収納する作業場所に移動させ、作業場所に敷いた緩衝材の上に置いた。</p> <p>・作業員 D は GB からステンレス缶を作業台の上に引き出した。ステンレス缶の線量が高く、作業員 C が、遮へい用のシート (バリウムシート) をかけ、作業員 D が、溶着装置による溶着を行った。溶着のため、作業員 B が作業台の上で樹脂製の袋を反転させた。このとき、作業員 B は、通常と異なる状態 (「熱」「重さ」「錆」) を認知したが、作業を一旦停止せず、現場責任者等に報告・相談することなく、バッグアウト物の表面のサーベイを行わずに 2 重目の袋に梱包する作業を急いだ。(ステンレス缶の崩壊熱等の情報は、廃技課員から、現場責任者に伝えたものの、作業員には周知されていない。))</p> <p>・作業員 B は、樹脂製の袋の溶着部分 (布テープ) 、手の汚染検査の結果で異常がないことから、ステンレス缶を二重目の樹脂製の袋に収納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、先にステンレス缶の二重目の樹脂製の袋の封をする作業を行った。</p> <p>・14 時 20 分頃、作業員 E が、作業員 B の採取した二重目の樹脂製の袋表面のネルスミヤによる汚染検査を行ったところ、2000dpm 以上の汚染を確認した。引き続き作業員 B の手の汚染検査を実施したところ、2000dpm 以上の汚染を確認した。</p> <p>・作業員 E は、同室作業員に汚染発生を周知し、応援を要請した。その後、作業員 E は作業台上のバリウムシートの汚染を疑い、作業台上のバリウムシートを汚染が検出されたステンレス缶の入った樹脂製の袋に被せ、大きなビニル袋に入れ、口の部分をたたみ込んだ。</p> <p>・汚染発生確認後、作業員 B、C、D、E は、相互にサーベイ、養生を開始した。作業員 A、F は RI 手袋を着用し GBNo. D-8 に向かった。</p> <p>・作業員 G、H、I は、炉室 (A-102) 側扉側に退避し、相互サーベイを行った結果、作業衣から汚染は確認されなかった。(後に作業員 G のみ、片足に 500dpm の汚染がありテープで固定を行った。作業員 H、I には A-103 で汚染が確認されたとの情報は無い。)</p> <p>・作業員 F は、廃技課長に汚染発生を連絡した。連絡中に、A-103 内の α線用空気モニタ (α-8) 警報が吹鳴した (14 時 24 分)。このため作業員 F は「汚染事象発生、空気モニタ吹鳴、以後の連絡不可になりそうだ」との旨を廃技課長に伝えた。廃技課長は、場所、マスク装着を確認し、「(現場に来る) 放管員の指示に従うこと」などを指示した。</p> <p>・この時、A-103 内の作業員 9 名は、全員が半面マスクを着用していた。</p> <p>・作業員 H は、核管課長に「汚染発生、空気モニタ吹鳴、核管課員 3 名から汚染検出なし」を連絡した。核管課長は、場所、マスク装着を確認し、「廃技課員と行動を共にすること、放管員の指示に従うこと」などを指示した。</p> <p>・作業員 A、B、C、D、E、F は、作業員相互で身体部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) を継続した。</p> <p>・14 時 27 分、同室内の別の α線用空気モニタ (α-10) 警報が吹鳴した。</p> <p>・放管 1 課 TL、廃技課 TL は A-103 前の廊下に到着し、隣の A-102 への退避を窓から声と身振りで指示した。また、廃技課 TL は作業員 F に PHS で連絡し、汚染源から離れること、A-102 に退避することを指示したが、作業員 F は、</p>	<p>【ホールドポイントなどの遵守、現場責任者の作業管理】</p> <p>・作業員 B は樹脂製の袋を反転させたとき、通常と異なる状態を認知したものの作業員の間で共有をせず、樹脂製の袋の溶着部分 (布テープ) 、手の汚染検査の結果で異常がないことから核燃料管理者に連絡しないまま、樹脂製の袋の表面の汚染検査をせずに次の作業に移行した。</p> <p>・現場責任者は GB 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。</p> <p>・ステンレス缶の線量が高かったことから、バリウムシートを被せていたため、傷を発見するための樹脂製の袋外観の確認が十分になされていない。</p> <p>【通常と異なる状態での対応】</p> <p>・作業中にステンレス缶が熱いと感じた作業員は、その通常と異なる状態について、異常と思わず、核燃料管理者に連絡しなかった。</p>	<p>・現場責任者は、ホールドポイントでの確認が確実に実施されるよう作業管理を行う。</p> <p>・Pu の臨界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・条件によって高温になることも考えられることから、核燃料物質や保管状況に関する記録を作業員全員に周知し理解させるとともに、作業における温度管理、作業員への注意喚起等について検討する。</p> <p>・現場責任者は、定めた手順が確実に実施されるよう作業管理を行う。(外観確認がホールドポイントか否かを確認)</p> <p>・現場の作業管理の責任者や担当等の力量及び役割を明確にし、作業管理を強化することを目的として作業責任者等認定制度の制定又は見直しを行う。</p> <p>・通常と異なる状態を認知した際、作業を一旦停止しその内容について作業員の間で共有するとともに、ルールに基づき核燃料管理者に連絡す</p>

範囲	着眼点	経緯等	問題点	対策
		<p>汚染拡大防止措置を実施中のため直ちに退避できない旨の返答をした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業員 E (現場責任者) らは、汚染拡大防止を中断し、汚染源から距離を置き、A-103 内の空気流線で風上 (廊下側) に一時退避した。しかし、作業員 E らは、作業員の身体汚染の状況から、A-102 への汚染が拡大することを懸念し、A-102 への退避を躊躇した。 		<p>ることを再徹底する。</p>
(2) α線空気 モニタ 吹鳴後の 退出	<p>A-103退出遅れ ※14:24 α-8吹鳴 14:27 α-10吹鳴 ～ 15:20頃A-102へ退出</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・現場指揮所 (設置) では、「現場から早く退避させるように」との指示は出されていたが、現場の情報は十分に把握できていない状況であった。 ・廃技課長は、グリーンハウスの用意をしておくようにと、廃技課員に伝えた。指示を受けた廃技課員は、グリーンハウスの準備を始め、A-102 側に組み立てを始めた。(時間不明) ・放管 1 課 TL は、グリーンハウスの組み立てに時間がかかりそうであると認識し、どこから退室してもいいように簡易的な養生をしようと考え、廃技課 TL とも相談の上、15:00 頃 (時系列より、現場指揮所より指示の記載、エビは未確認)、隣室である A-102 の汚染拡大防止のために A-102 床などにビニルシートでの養生の開始を指示した。放管 1 課員 4 名が養生を開始した。 ・廃技課TLはA-102に退避させる旨、現場指揮所の廃技課長に確認した。廃技課長はセンター長に確認した。15:15 頃、センター長から廃技課長へ「まだ出ていないのか、早く退避させるように」という趣旨の指示があった。 ・廃技課長から廃技課TLを通じて作業員Fに退避の指示を伝えた。しかし、放管1課員4名が半面マスクで養生を行っていたため、養生作業待ち (放管1課員の退出待ち) となった。 ・15:20頃養生が完成し、核管課員3名、廃技課員6名の順にA-103からA-102に退避した。 ・15:29にグリーンハウス設置指示があり、この際にA-102廊下前からA-101廊下前に再組み立てとなった。 ・作業員の身体の汚染検査作業と並行して、A-101 前の廊下へのグリーンハウス設置、A-103 及び A-102 の扉の目張りなどを実施した。グリーンハウスの受入準備完了は 16:31 であり、警報吹鳴 (14:24、14:27) 後、約 2 時間を要した。 	<p>【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)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業員相互のサーベいの結果、廃技課員 4 名の手には、高い汚染が確認され、その養生等を継続したため、現場指揮所や近くの職員との連絡は十分に取れなかった。また、管理者・現場指揮所には、現場の状況が十分伝わらなかった。 ・結果として、現場指揮所からの明確な指示は15:15頃 (モニタ吹鳴の約50分後、現場指揮所設置から約30分後)、またグリーンハウス設置完了は16:31となった。 ・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Puセンターの基本動作マニュアルには、明示されていない。 ・廃技課TLは、PHS (作業員Fに対して)、また廊下の窓から声と身振りで速やかな退出を指示したが、作業員全員には危機意識が伝わらなかった。 ・作業員らは、作業衣等の汚染が高いことから養生等を行わずにそのまま出ることについて躊躇した。 ・汚染拡大よりも退避を優先してよいとの強い指示が伝わらなかった。 ・退避指示のためページング・館内放送を使用しなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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、機構のガイドラインで示している退出にあたっての基本原則を再徹底する。 ・事故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。)
	<p>A-102での1時間待機 (クロスコンタミネーション助長の可能性) 15:20頃A-102へ退出 16:22頃汚染検査開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・15:20頃、作業員9名はA-103からA-102に退避し、養生エリア (約1.5m×4m) で応援者の到着を待った。 ・15:30頃、放管1課長から放管1課TLに装備 (全面マスク、タイベックスーツ2重、RIゴム手袋3重、シューズカバー2重) と作業員の身体サーベいを指示した。 ・放管員は指示を受けて準備を開始したが、Pu-2の2階の居室等からの資材運搬、大人数のための着装に1時間程度かかった。(当初は全面マスクが4個、タイベックスーツ10組が準備されていたが、不足のため資材を準備するのに時間を要した。) ・退避から約1時間後の16:22頃にサーベイが開始された。 	<p>【放管員の準備 (全面・タイベックスーツ) 開始の遅れ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・警報吹鳴後、放管 1 課長から約1時間過ぎに装備の指示が出された。 ・資機材が不足し、その準備に若干時間を要した。 ・退出先での養生範囲が狭く、特に作業員G、H、Iの作業衣にはA-103の自主サーベイでは汚染がなかったことから、退出・待機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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・退避を伴う場合には、その時点で必要な装備の準備を進めるよう改善する。 ・退出先でのクロスコンタミネーションを防止するための措置 (養生方法) を検討する。
(3) 退出時の汚染サーベイ	<p>汚染検査の判断と法令報告10日報「身体サーベイ記録」の作成プロセス (記録の不確かさ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・1 人目の作業員 E 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、A-101 に移動させ、作業衣を脱いだ上で半面マスクを全面マスクに交換した。 ・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ることとした。2 人目以降は、A-101 で半面マスクを全面マスクに交換し、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せた。 	<p>【脱装順序、汚染検査の方法、詳細な汚染検査の場所の設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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重目のカバーオール着用による汚染飛散防止措置を講じた上で、最初に半面マスクから全面マスクへの交換を行った。(放管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。) 	<ul style="list-style-type: none"> ・装備の脱装場所や防護装備を外す順番等、内部被ばくの可能性がある場合の処置について再検討する。

範囲	着眼点	経緯等	問題点	対策
		<p>・顔などの露出部分については、できるだけ近づけたものの、密着はさせていなかった。凹凸のある部分は、間接法による測定を実施しなかった。</p> <p>・マスク交換の際、ほうれい線のあたりを濡れた紙タオルで拭き取り、濡れ紙タオルはダイレクトサーベイした結果、汚染はなかった。また、半面マスクの内部もダイレクトサーベイの結果汚染はなかった（Pu燃の聞き取り）。</p> <p>・測定者、記録者等に聞き取りの結果、作業員9名の顔面（露出部）では有意値は確認されなかった。作業員9名もサーベイメータから音はなかったと確認した。</p> <p>なお、A-102の2つの汚染検査エリアのうちA-101側の測定者1人が顔付近で有意値があったが、検出器が大きいため、帽子・半面マスクの汚染の可能性があり、顔の汚染かどうかはわからないとの情報有り。</p> <p>・汚染検査では、放管1課 TL より、A-102、A-101 でそれぞれ記録員1名が指名された。A-102 記録員、A-101 記録員は、それぞれブランクの記録用紙を持参し、測定値を記録した（メモ）。</p> <p>・作業員9名の測定時間は、A-101で脱衣後に汚染検査を行い、退出する時刻を、A-101の記録者が1人目の身体サーベイ記録のメモの裏面に記載したものである。</p> <p>・下着姿となった作業員の身体サーベイを実施した。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。</p> <p>・可能な限り速やかに作業員全員を廊下へ退避させるため、汚染レベルの低い作業員や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、A-101から直接廊下へ退出し、新しい作業衣に着替えた。</p> <p>・グリーンハウス1で2名に有意な値が確認されているが、放管1課長はA-101で身体汚染がなかったことを確認していることから、偽計数と判断した。</p> <p>→1名に、A101で新しく交換した帽子（証言で500dpm程度）、帽子は固定の上、回収し、新しいものに交換 →1名に、個人のTシャツの胸、背中※、左腕のTシャツの袖、腕の皮膚（証言で200～300dpm程度） ※背中※は、グリーンハウス1測定者のみの記憶。外で聞いていた廃技課MGは、背中の計数は聞いていない。 上記作業員のTシャツは汚染部位を固定し、切り取って脱衣した。腕は拭き取り、拭き取り後汚染なし。Tシャツは袋詰めして現場にて保管中。</p> <p>・グリーンハウスの外にいた廃技課MGは、帽子の有意値の際には、放管1課長には連絡せず、Tシャツ・皮膚の際に合わせて伝えた。また、廃技課MGは、作業終了後にグリーンハウス1測定者に「あれは偽計数だった」旨伝えた。</p> <p>・A-102記録員（8名分）、A-101記録員（1名分）は、汚染検査が終了後、現場で放管1課長にメモを渡した。放管1課長は、記録者が現場での作業を継続していたことから、現場作業終了後（21:00頃）、現場指揮所に移動し、メモに記載のある最大値を「身体サーベイ記録」に鉛筆書きで転記した。</p> <p>・放管1課長は、転記後の記録について、当日に廃技課員・核管課員を通じて被検者9名に確認してもらった。しかし、A-101記録者及びA-102記録者との確認はしていない。</p> <p>・放管1課長は、「身体サーベイ記録」を放管1課員に渡し、dpm→Bq/cm²に換算した値を記入するよう指示した。放管1課員は、dpm→Bq/cm²に換算した値を用紙に記入して課長に提出した（dpmの鉛筆書きは消した）。なお、当該放管1課員は、転記前のメモは見えていない。</p> <p>・現場指揮所で清書された当該記録が10日報に添付されている。</p> <p>・放管1課長は、「身体サーベイ記録」を作成後、元となったメモは記録を作成したため不要と考え廃棄した（シュレッダー）。</p>	<p>・顔等の測定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。）</p> <p>・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。</p> <p>・グリーンハウスで実施した汚染検査において有意値が検知されたものの、拭き取りのみでα線スペクトルによる確認をせず、偽計数と判断した。</p> <p>【記録作成プロセスの改善（記録者の役割の明確化を含む）】</p> <p>・放管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あと、記録者に記載内容を確認せず、メモを廃棄した。</p>	<p>・呼吸保護具面体の接顔部や内側の狭隙部等の汚染の有無を確認する場合の間接測定法の適用による測定を徹底する。</p> <p>・最終の汚染検査を行う場所は、装備の脱装場所ではなく、汚染の可能性のない場所で実施することを徹底する。</p> <p>・万一、有意な検出を認めた場合の措置について、αスペクトルによる定性分析など客観的な判断を行うための手順を明確にする。</p> <p>なお、上記対策については、ガイドラインの記述の見直しも含めて検討する。</p> <p>・データを記録した者（記録者）が原則として要領書などに基づく記録を作成することを徹底する。また、別の者が作成した場合は、記録者にその内容を確認することを徹底する。</p> <p>・記録を作成するにあたって用いたメモや試料は、事故・トラブル等の対応が完了するまで保管することを明確化する。</p>
		<p>・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、廊下にて全面マスクを取り外した。</p> <p>・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。</p> <p>・9人分の鼻スミヤ試料は、有意な検出がなかったことから、当日夜、カートンボックスに廃棄した。（現在回収済み、クロスコンタミもなし）なお、従来から有意な検出がない鼻スミヤの試料については、廃棄するよう運用していた。</p>	<p>【鼻スミヤ試料の保管】</p> <p>・鼻スミヤの試料の扱いについて、手順書においては指示があった場合に廃棄することになっているが、従来から有意な検出がない鼻スミヤの試料は、廃棄するよう運用していた。今回の試料も保管の指示がなかったことから、従来の運用に従い廃棄した。（事故処理が完結していない中で、データのトレーサビリティがとれない状況と</p>	<p>（既出）</p> <p>・記録を作成するにあたって用いたメモや試料は、事故・トラブル等の対応が完了するまで保管することを明確化する。</p>

範囲	着眼点	経緯等	問題点	対策
		<p>・作業員9名の鼻スミヤの記録は、測定当日のメモが見当たらなかったため、記憶に基づき事象発生から一週間から二週間後に作成した。後日、測定当日のメモは、Pu-2の放管1課居室で保管していたものが見付かった。</p>	<p>なっていた。) ・鼻スミヤを測定した際のメモは残っていた。 ・保管していたメモを確認せず、曖昧な記憶で記録を作成した。</p>	<p>・測定データが正確に記録に反映されるよう、教育等により再徹底する。</p>

評価：

現場責任者や作業員は現場作業の経験は十分であったが、作業員は作業上重要な汚染検査、通常と異なる状態を認知した際の作業の一旦停止、核燃料管理者への連絡等ができなかった。現場責任者はマニュアルに基づく現場の作業管理・監督ができていなかった。作業管理において、作業員（現場責任者への報告・相談）と現場責任者（作業員の監督・管理）の双方の役割認識が不足していることが明らかになった。このことは、管理者が、現場責任者に対して、作業上の役割を認識させる取り組みが不十分だったと評価した。

作業管理上は、マニュアルに汚染検査を定め、KYでも汚染を見逃さないよう入念なサーベイを行うことを確認するなど、汚染のリスクは認識できていたものの、TBMやKY等において、実際の汚染発生と汚染拡大が発生した場合に備えた確認・注意喚起等の取り組みは十分ではなかったと評価した。

また、これまで定期的に緊急時対応訓練を実施してきたが、汚染発生後の対応について、内部被ばくのおそれのある場合の基本原則の徹底不足（速やかな退避）、汚染検査の準備の遅れ、汚染検査の方法、記録の作成方法等、多くの問題点が抽出されており、現場指揮所と、その下で活動する各班の責任者（班長）は、上記の観点で、それぞれの役割を十分に果たせていなかった。このことから、今回のような多数の作業員の広範囲の汚染について具体的に想定した訓練や、現場指揮所の機能、指揮者の能力向上を意識した訓練が十分できてい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 (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
	①	<p>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管理する必要があったが、計量管理の核燃料物質室内移動票(燃料研究室内移動票を含む。)で核燃料物質の管理ができなかったため、貯蔵容器に貯蔵した核燃料物質及びその状態の記録を関するルール化してなかった。</p>	<p>●対策1 記録保存のルール化 燃料試験課は、保安規定の下部要項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・化学性情報、臨界管理情報、同種物の性状、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。</p>	<p>・水平展開を受けて、貯蔵している核燃料物質への有機物の混入の有無や使用履歴も管理するよう、安全作業基準を改訂して記録の保存をルール化していることを確認した(H30.2)。新しく定めたルールに基づく記録の作成については現在取り組み中である。 なお、燃研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。 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。</p>	<p>・事故が発生したステンレス缶については、核燃料物質の組成及び崩壊熱等の他、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。 なお、現場責任者に対し、貯蔵物の核燃料物質の種類、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。しかし、現場責任者は、ステンレス缶の表面温度が高いことを作業員に周知していなかった。 以上より、核燃料物質の組成・崩壊熱等の記録、貯蔵容器の点検記録も保存するなどの対策を講じてきたが、対策の検証の結果、当該記録の情報が作業員への周知が不十分であった。</p>
	②	<p>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戻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るが、酸化加熱処理による安定化処理のための酸化加熱処理を徹底できなかったことから、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案ルール化してなかった。</p>	<p>●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 燃料試験課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため以下の事項を明確にする。 (a) Pu、Am等α線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物等を加熱により分解・除去する。 (b) Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、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。 (c) 容器材質については、内容物と物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。 (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化処理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。 以上の内容については、原因①の対策として燃料研究棟本体施設作業要領に追加する核燃料物質の管理に関する文書に記載する。</p>	<p>・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。 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も明記した(H30.2)。以上より、核燃料物質を安定化処理・適切な容器材質の選定等のルール化は実施されている。</p>	<p>・今回の事故が発生したステンレス缶には、安定化処理されたMOX燃料粉が収納されており、ルールに基づく貯蔵がなされていることを確認した。 ・燃研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・解析とおり、混入有機物による放射線分解ガスの発生である。 プルトニウム燃料第二開発室の事故の直接的な原因は、バッグアウト作業における、樹脂製の袋の外からの外力作用(熱源装置への接触)によるものと推定されていた。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核種発生や、それに起因する樹脂製の袋の内圧上昇・破裂が起ったものではない。また、実際に今回の事故が発生したステンレス缶について、貯蔵中に樹脂製の袋の膨れは認められていない。 以上より、ステンレス缶の核燃料物質は安定化貯蔵されていたものと評価した。</p>
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。	③	<p>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を安定化しているを判断し、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。</p>	<p>●対策1、対策2 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・化学性情報、臨界管理情報、同種物の性状、使用履歴等)を明確にし、それらの記録の管理について手順化し確実なものとする【原因①の対策と同一】。 また、燃料試験課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため以下の事項を明確にする【原因②の対策と同一】。 (a) Pu、Am等α線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物等を加熱により分解・除去する。 (b) Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、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。 (c) 容器材質については、内容物と物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。 (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化処理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。</p>	<p>同上</p>	<p>同上</p>
	④	<p>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 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。と定めていることと反し、十分な確認を行わずに、X線回折測定済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小さいと考え、酸化加熱処理をしないまま貯蔵していた。</p>	<p>●対策3 燃研棟事故の原因と対策の教育の徹底 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。こととの意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。</p>	<p>・燃研棟汚染事故を踏まえた教育を業務諸員作業者にも理解してあり、作業員9名は、当該教育を受講し、本人たちの理解は十分であった。 以上より、作業員への教育は実施されている。</p>	<p>・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。 ・作業員は樹脂製の袋の膨れの有無について意識を払っていた。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、赤テープ部の着面のサーベイで問題なく、貯蔵容器の蓋等から不安を感じて、とるべき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。 以上より、作業員への燃研棟汚染事故の教育を実施し、ホールドポイントを遵守する必要があることを作業員に理解させてきたが、通常と異なる状態を認知した場合は対応やホールドポイントである汚染検査等を遵守できなかった。この点は今回の事象を題材として、教育を徹底していく必要がある。</p>
	⑤	<p>平成8年、プルトニウム技術開発室長は、樹脂製の袋の膨れやポリ容器の破損までを確認したにもかかわらず、放射線安全取扱手引の貯蔵条件に反し、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て上で金属容器だけの異常状況の回避、マニュアル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、貯蔵状態の改善や定期的な点検は実施されていなかった。</p>	<p>●対策2、対策4 点検とその方法の明確化 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①の対策と同一】。 (a) Pu、Am等α線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物等を加熱により分解・除去する。 (b) Pu、Am等α線を放出する核種を含む粉末状の試料は、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。 (c) 容器材質については、内容物と物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。 (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化処理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。 また、燃料試験課は、燃料研究棟使用手引を改正し、貯蔵している核燃料物質の定期点検を行うことを記載するとともに、燃料研究棟本体施設作業要領に当該定期点検に関する文書を追加し、その中で、核燃料物質を貯蔵するに当たって、内容物の点検項目、点検方法及び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)。</p>	<p>・燃研棟汚染事故以前より、貯蔵物を取り出した金属容器及びその外側に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。 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、貯蔵物の集積発熱で交換基準(75mW)を定め交換を行っていることを確認した。なお、今回のステンレス缶に確認された錆は、外観限度見本と比較して問題ないと判断できる程度であった。 以上より、点検方法は明確であり、実施されている。</p>	<p>・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。 実際に今回の事故が発生したステンレス缶について、バッグアウト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。 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。</p>
核燃料物質の保管に関して、Puの取扱いは、貯蔵(保管)について、Puを扱う取り部として情報を入力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、金属容器の保管や有機物を含めなどの改善が行われてこなかった。	⑥	<p>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。)や米国のエネルギー省(以下「DOE」という。)で示されたPuの取扱いは、貯蔵(保管)に関する技術情報について、Puを扱う取り部として情報を入力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、金属容器の保管や有機物を含めなどの改善が行われてこなかった。</p>	<p>●対策5 最新知見の反映 福島燃料材料試験課は、燃料研究棟使用手引を改正し、核燃料物質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重要事項を公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に反映するための仕組みを構築する。</p>	<p>・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UPLAND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。</p>	<p>・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。</p>
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	<p>燃料試験課長、マネージャー及び担当者は、グループボックス等から核燃料物質を貯蔵施設に移動する作業計画を作成する際、付随して貯蔵容器の点検と汚染検査を行う作業であっても貯蔵容器の蓋を開け、核燃料物質の入った内容物等を確認する場合は、フード以外のセル、グループボックスの他の気密設備の高い設備及び適切な放射線防護具を適正した上で具体的な手順を含む非常時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済みであり、核燃料物質の貯蔵された室内が汚染しても作業員は被ばくするようないリスクを防止する詳細な作業計画書(非常時作業計画書)を作成していなかった。</p>	<p>●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 福島燃料材料試験課は、燃料研究棟の使用許可書及び保安規定の見直しを行うとともに、燃料研究棟使用手引を改正し、貯蔵容器の蓋を開ける作業はグループボックス等の気密設備内において行うことを定める。さらに、燃料研究棟本体施設・特定施設共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。 ・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(作業場所及び防護設備の選定を含む。)等の基本事項を明確にする。 ・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認識した場合に作業を停止するホールドポイント(作業員の方量)を作業員の方量・グループボックス作業は、プルトニウム燃料技術開発センターの「グループボックス作業認定マニュアル」に基づき、認定されたものを行うこととしている。 ③作業の体制 ・共通安全作業基準「I(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と確認した。 以上より、作業計画に必要な検討は実施されている。</p>	<p>①使用の際のリスク評価 ・今回のグループボックスへのバッグイン・バッグアウト作業は非常時作業であり、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。 ・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備わったリスクについて議論され、要領に反映されていることを確認した。 ②使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイント バッグイン・バッグアウト作業においては、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。 ③作業員の方量 ・グループボックス作業は、プルトニウム燃料技術開発センターの「グループボックス作業認定マニュアル」に基づき、認定されたものを行うこととしている。 ④作業の体制 ・共通安全作業基準「I(請負作業の安全確保に係る基準)」に従い、現場責任者はTBM・KYI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、現場責任者はグループボックス作業をしており、汚染検査の危険を認識し、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。</p>	<p>①使用の際のリスク評価 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載されている。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。 ②使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイント 今回の作業については、使用する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たことを確認した。しかしながら、今回の事象では、作業員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せず、樹脂製の袋の着着部分(赤色テープ)及び手の汚染がないことから、核燃料管理者に連絡しなくても樹脂製の袋の表面の汚染検査をせずに次の作業に移行した。 ・現場責任者はグループボックス作業をしており、汚染検査の省略を確認し、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はなっていなかった。)。次に、作業員への移行を止められる状況が高い。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。 ③作業員の方量評価 ・グループボックス作業は、プルトニウム燃料技術開発センターの「グループボックス作業認定マニュアル」に基づき、認定されたものを行うこととしている。 ④作業の体制 ・当日の作業開始前には、共通安全作業基準「I(請負作業の安全確保に係る基準)」に従い、現場責任者はTBM・KYI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、現場責任者はグループボックス作業をしており、汚染検査の危険を認識し、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。</p>

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汚染を確認する際、樹脂製の袋が破裂し、室内が汚染する可能性があることを想定していたなかった。	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「サイクリング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取扱いに関する情報」に気が付かなかった。	●対策5 福島燃料材料試験部は、DOE-STDレポートやIAEA Safety Reportの核燃料物質の貯蔵に関する最新の安全情報や国内の核燃料物質の管理に関する情報等の知見を適宜入手し、レビューした上で関係規定へ反映する【原因⑧の対策と同じ】。	・Pu安全取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FLNLとの専門家会合に出席し情報交換するなど、国内外の最新の知見をレビューした上で、センター要領への反映に向けた検討を行っている、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、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、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策を検討する必要があるが、ホールドポイントを定めていなかったため、異音と認識できず残りのボルトを外して蓋を開け、異音も認識できず作業を継続した。	●対策6 福島燃料材料試験部は、取り扱う核燃料物質が不明瞭で安全が確認できない場合について、リスクを回避するため手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイントを作業計画で明確化する【原因⑨の対策と同じ】。	②使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイント ・バックサイン・バックアウト作業において使用する設備・機器、使用の方法及び手順並びにホールドポイントについては、上記基本動作マニュアル【1-7 バックサイン・バックアウト作業】に記載されていることを確認した。	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る汚染検査がホールドポイントであることについて認識していることを確認した。しかしながら、今回の事象では、 ・作業員Bは樹脂製の袋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感知したものの作業員間で共有せず、樹脂製の袋の溶着部分(赤色テープ)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り次の作業に移した。 ・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)。これにより、汚染の拡大につながった可能性が高い。以上より、本対策に関する予防処置活動について、その徹底が足りなかったと評価した。
作業員は、貯蔵容器内の確認作業において作業計画に従い半面マスクを着用していたが、樹脂製の袋が破裂することを想定していたことから飛散した核燃料物質を吸入摂取した。	⑩	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、特殊作業衣を脱着するに当たって、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ったが、大洗研究開発センターには応急的な処置の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。	●対策7 防護員の適切な装着 福島燃料材料試験部は、燃研棟本棟施設・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、安全性の高い上での装着を選定するよう記載する。 安全管理部は、以下の被ばく防止のための応急的な措置に関する対策を講ずるとともに、事故時の対応(関与)を明確にするため、大洗研究開発センター(北地区)放射線安全取扱手引を改正し、呼吸保護具の点検項目・基準・頻度、半面マスクの使用前点検、顔面近傍に汚染が付着している場合の対応について記載する。 ・呼吸保護具の適切な使用のために、「しめひも」の伸縮性など防護性能に影響を及ぼす項目に対する点検の徹底・強化及び適切な装着を確実にするための教育訓練の充実を図る。 ・Puなどα線放射線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」をきつく締める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マスク装着時の汚染の拭き取りや固定方法を検討して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と必要な資材の準備と作業手順を明確にする。 ・半面マスクの密着性に係る事項について、使用前点検、フィッティングテストなどの半面マスクの適切な装着を確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る他、着用時の装着性確認を行っている。また、呼吸保護具の点検項目や基準をマニュアルに定め、年1回の点検を実施していることを確認した。 ・身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドラインの制定を受けて、身体除染の方法を基本動作マニュアルに追記する改定とともに、その内容を別冊として制定を行っていることを確認した。(H30.3) ・燃研棟汚染事故以前から、グローブ作業、バックサイン・バックアウト作業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、バックサイン・バックアウト作業を行っている場合、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) ・燃研棟汚染事故後、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)が電動ファン付き半面マスクを着用していた。 今回9名全員の作業員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。
福島燃料材料試験部長は、緊急時にグリーンハウスの設置して作業員を退避させる場合はグリーンハウスをなるべく短時間で設置する必要があるが、燃料研究棟にグリーンハウスを設置するうえで汚染現場に及び汚染事故を想定していたことから、資材調達や設営作業に手間取った。	⑫	福島燃料材料試験部長は、緊急時にグリーンハウスの設置して作業員を退避させる場合はグリーンハウスをなるべく短時間で設置する必要があるが、燃料研究棟にグリーンハウスを設置するうえで汚染現場に及び汚染事故を想定していたことから、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 【水平展開1、水平展開2、水平展開3 緊急対応設備及び資機材の調査並びに訓練の実施】 大洗研究開発センターは、以下の対策を講ずるため、大洗研究開発センター(北地区)放射線安全取扱手引を改正し、身体汚染時の退出基準、汚染拡大防止策及び資機材の維持管理方法について記載する。 ・管理区域内のある程度の汚染拡大は許容し、身体汚染の飛散を抑える措置(養生シートで身体を覆う等)を講じた上で作業員を発生場所から退出させることを含め、判断や対応に遅い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の影響が大きいと予想される場合又は発生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と勘案する。 ・事故を想定し必要な設備、資機材と要員等を再度確認し、それら資機材等が常備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な単管パイプ等を用意していた。 ・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。(H29.11) ・グリーンハウスの設置を伴う大規模汚染の発生を想定した訓練を実施されていることを確認した(H30.6)。グリーンハウスの設置や汚染時の対応について業務評価委員会に訓練に参加していた。	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【1-1汚染発生時の対応手順】に従い、空気流路の向上に配慮し、その後降臨に退避した。その後作業員を廊下まで退避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。 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は効果的であったと評価した。 ・資機材を整備し、定期的な訓練を実施することの対策を講じたが、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とはなっていない。
燃料試験課担当者、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、出方が多少悪くなくても利用できるため問題ないと考え、除染用シャワーが長時間利用できなくなること気が付かず、適切に補修していなかった。	⑬	燃料試験課担当者は、手洗い水の出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、出方が多少悪くなくても利用できるため問題ないと考え、除染用シャワーが長時間利用できなくなること気が付かず、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 【水平展開1、水平展開2、水平展開3 緊急対応設備及び資機材の調査並びに訓練の実施】 燃料試験課は、除染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、燃料研究棟本棟施設・特定施設共通作業要領に除染設備の点検内容等を追加して改正を行う。	・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) ・頭部の除染が行い易い(汚染を広げずに頭部除染ができる)ように、除染用の帽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作業のルーチン化、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ものの汚染検査の際、時間をかけてα線のダイクテス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 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。	・燃研棟汚染事故以前から、グリーンハウスの設置に必要な単管パイプ等を用意していた。 ・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。(H29.11) ・グリーンハウスの設置を伴う大規模汚染の発生を想定した訓練を実施されていることを確認した(H30.6)。グリーンハウスの設置や汚染時の対応について業務評価委員会に訓練に参加していた。 ・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「手順書」にも内容が反映した。(H30.3) ・皮膚へのクロソチンモニタリングや吸入吸ばくを防止しつつ、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)について訓練を通して確認していた。 ・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して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受けられた。 ・廃止措置技術開発室員1名の手は、養生シートで覆われ、現場指揮所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、人命及び身体へ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し、内部被ばくのおそれが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1名は、PHS(作業員に対して)、また廊下の窓から身と声振りで退出を指示した。 ・退出指示のためベランダ等は簡易放送を使用しなかった。 ・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。 ・今回多くの対応要員が必要とされたため、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103の自主的な汚染検査で汚染がなく、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、汚染・待機の間にもクロソチンモニタリングが起った可能性が高い。 ・顔等の汚染検査の方法が不十分であった(凹凸のある部分の間接法による測定等より詳細な測定が不十分)。 ・脱装場所と同一の場所での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人以降は、2重目の作業衣等による汚染検査を実施した上で、最初半面マスクから全面マスクへの交換を行った。 ・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。 ・放射線管理第1課長は、記録者から受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。 ・鼻マスク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とはなっていないが、従来から検出下限値を超える値の検出がない鼻マスクの試料は、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、従来の運用に依り廃棄した。

プルトニウム燃料第二開発室の概要

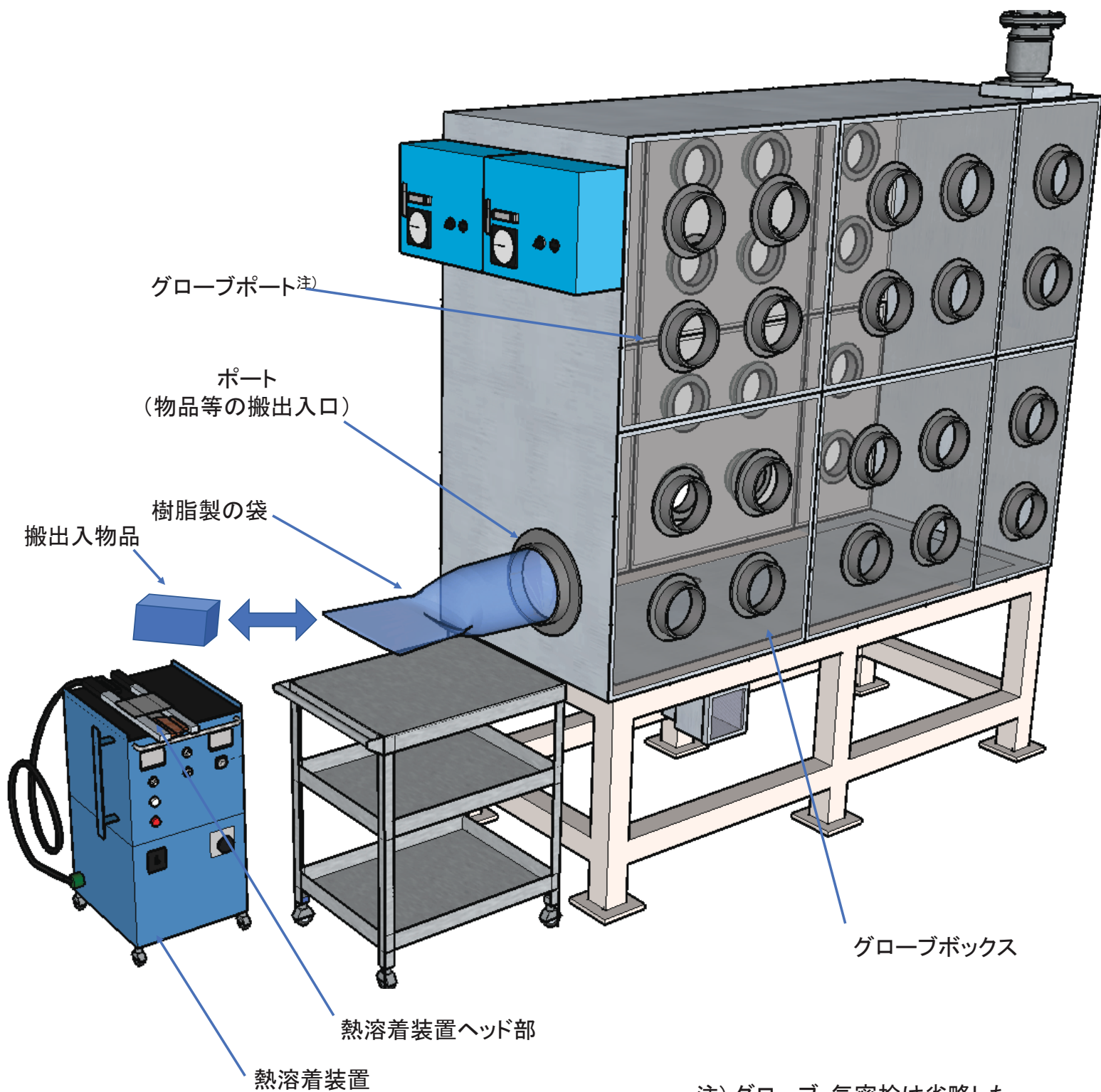
プルトニウム燃料第二開発室は昭和 47 年に建設された施設で、当初の目的であった MOX 燃料製造業務を終え、現在は、燃料製造等に伴い発生した残存核燃料物質の有効利用に向けた整理処理、不稼働設備の解体撤去等を行っている。建屋は海岸から約 400m 離れた海拔約 25～27m の小丘上の平坦部に位置し、鉄筋コンクリート耐火構造で、地上 2 階で構成されている。管理区域内には、核燃料物質を非密封で取り扱うためのグローブボックス又はフードが設置されており、核燃料物質を非密封で取扱う装置等はこのグローブボックス又はフードの中に設置されている。管理区域及びグローブボックスは、換気設備により外気に対し内部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

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



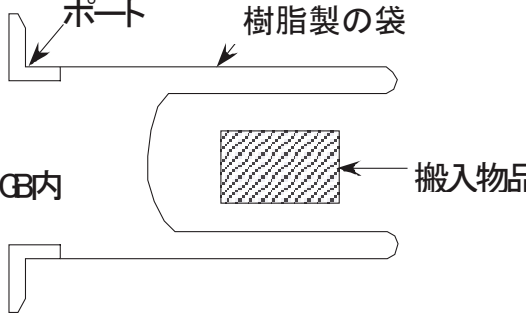
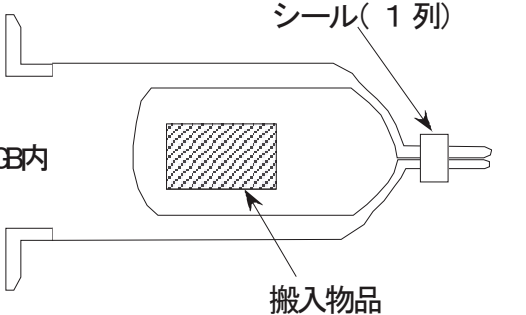
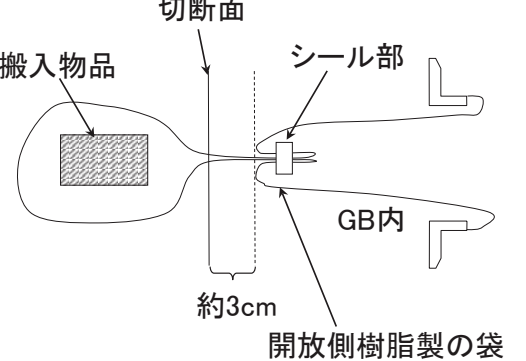
プルトニウム燃料第二開発室

バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(1/5) グローブボックスの概念図

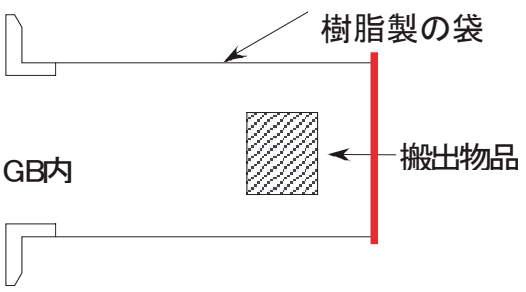
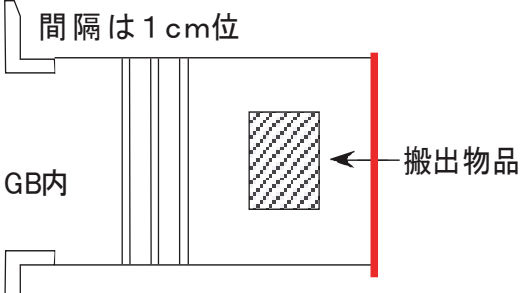
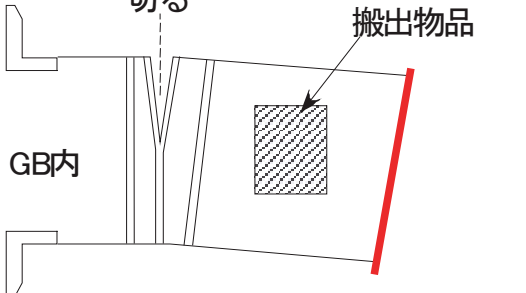
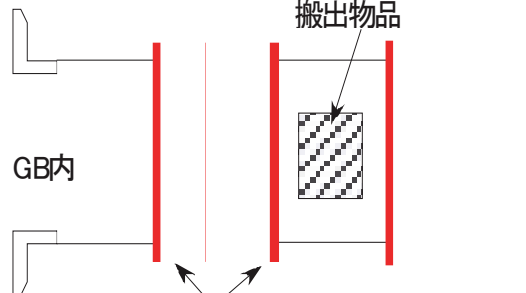


注) グローブ・気密栓は省略した

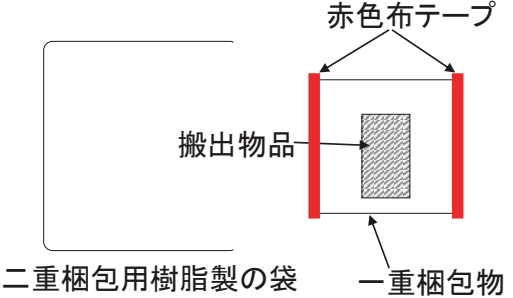
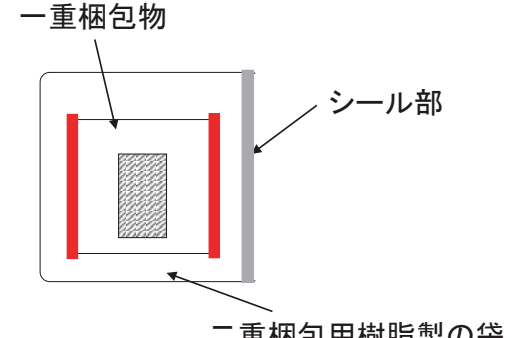
バッグイン・バッグアウト、樹脂製の袋の交換、二重梱包作業のイメージ(2/5) バッグイン作業の手順

	<p>樹脂製の袋を折り返し、物品を挿入する。</p>
	<p>折り返しの端から1～2cmのところを熱溶着装置により1列熱溶着(以下「シール」という。)する。</p>
	<p>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。</p>

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

	<p>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。</p>
	<p>左図のように、熱溶着装置により3列シールする。</p>
	<p>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。</p>
	<p>切り口に赤色布テープを貼る。</p>

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

 <p>赤色布テープ</p> <p>搬出物品</p> <p>二重梱包用樹脂製の袋</p> <p>一重梱包物</p>	<p>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。</p>
 <p>一重梱包物</p> <p>シール部</p> <p>二重梱包用樹脂製の袋</p>	<p>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。</p>

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

<p> Oリング クランプリング クランプパッド バッグ 古い樹脂製の袋 新しい樹脂製の袋 </p>	<p>新しい樹脂製の袋を装着したバッグを、シール線が上になるように搬出入用ポートに装着する。</p>
<p> ビード部 A部 折り返す A部詳細 </p>	<p>古い樹脂製の袋のビード部全体を、Oリング折り返す。</p>
<p> B部 かぶせる B部詳細 クランプリング B部詳細 </p>	<p>新しい樹脂製の袋のビード部をポートの根元までかぶせる。クランプパッド及びクランプリングを取り付ける。</p>
<p> 十分たるませる ビード部を掴む 新しい樹脂製の袋を外す </p>	<p>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。</p>

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)

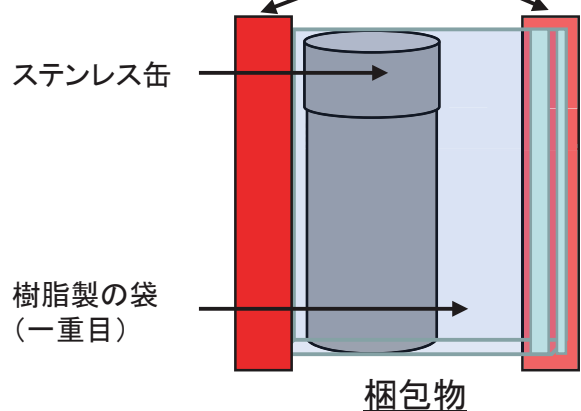
一重目の樹脂製の袋に収納されたステンレス缶(以下「梱包物」という。)を模擬した試験体を作製して、梱包物と接触対象物(熱溶着装置ヘッド部、ハサミ、サーベイメータヘッド部及び作業台(端部、角部))とを接触させ、穴の発生の有無、形状等を確認する

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°C)を模擬

熱溶着部を赤色布テープで養生



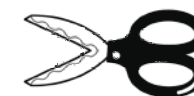
接触対象物



熱溶着装置ヘッド部



サーベイメータヘッド部



ハサミ

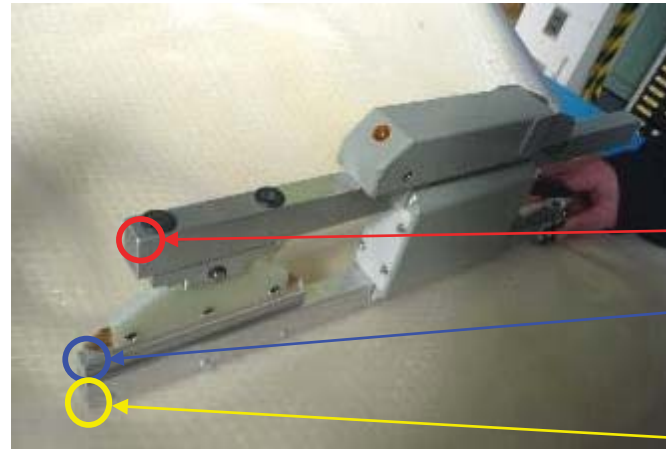


作業台

一重目の樹脂製の袋の外力の作用による再現模擬試験(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)
先端部(下)

梱包物を熱溶着装置ヘッド部にあてた場所
熱溶着装置ヘッド部を梱包物にあてた場所

試験に使用した熱溶着装置ヘッド部*
*:当時使用していたものと同じタイプ



先端部(上)



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)

152



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。

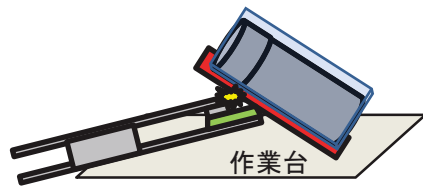


試験に使用した作業台*

*: 当時使用していた作業台を模擬

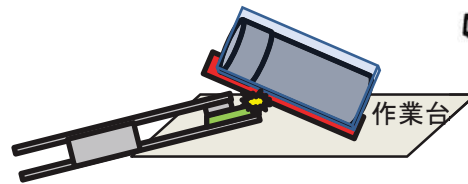
作業台

一重目の樹脂製の袋の外力による再現模擬試験(4/7)

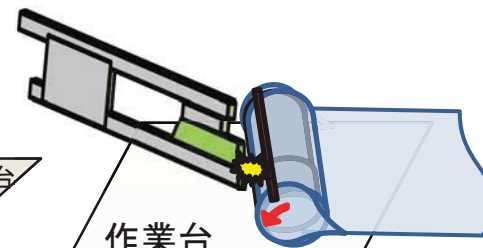


写真参照

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

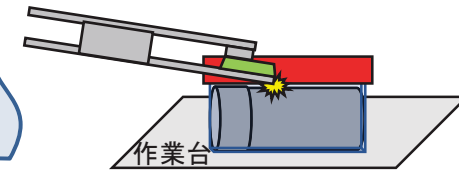


パターン1-2
梱包物を熱溶着装置
ヘッド先端部(中)に接触



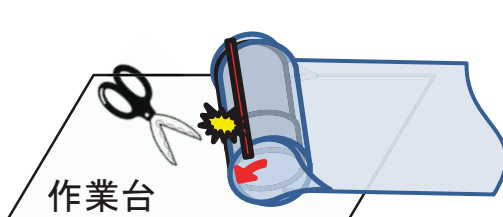
写真参照

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



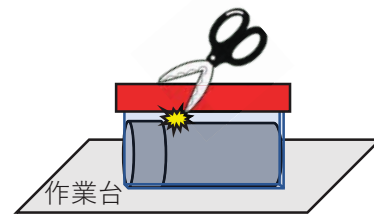
写真参照

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

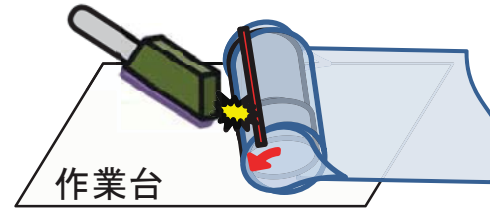


写真参照

パターン2-1
梱包物をハサミに接触

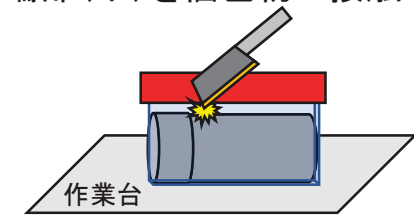


パターン2-2
ハサミを梱包物に接触



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



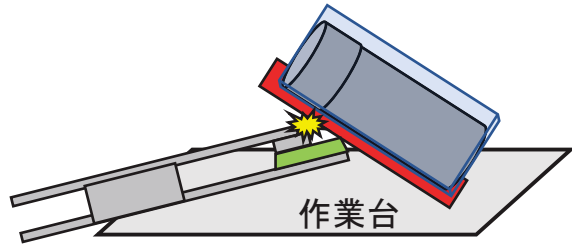
パターン4-2
梱包物を作業台角部
に接触

・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

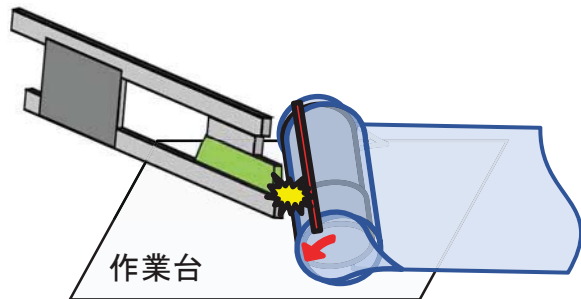


試験による穴(約6.65mm)

(参考) 樹脂製の袋の穴 (約5mm)



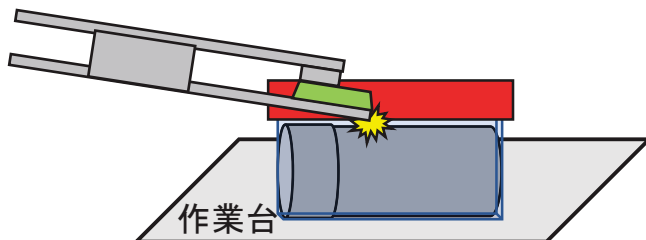
パターン1-3 梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部(中)に接触



試験による穴(約4.90mm)

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。

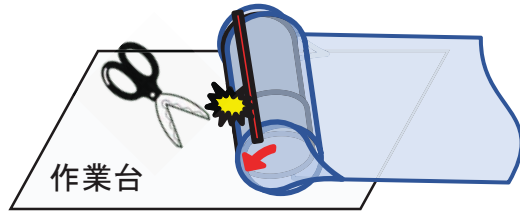
パターン1-4 梱包物を熱溶着装置ヘッド部の先端部(下)に接触



試験による穴(約4.93mm)

一重目の樹脂製の袋の外力による再現模擬試験(6/7)

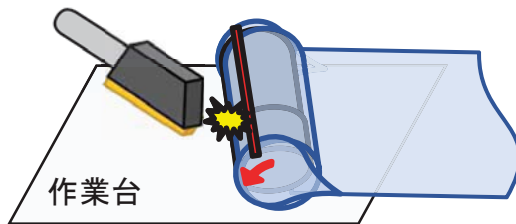
パターン2-1 梱包物をハサミに接触



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。

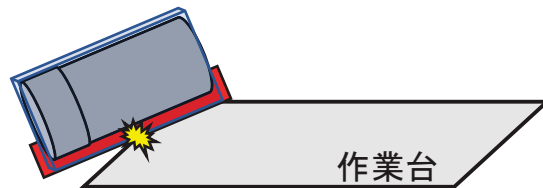
パターン3-1 梱包物をサーベイメータヘッド部に接触



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。

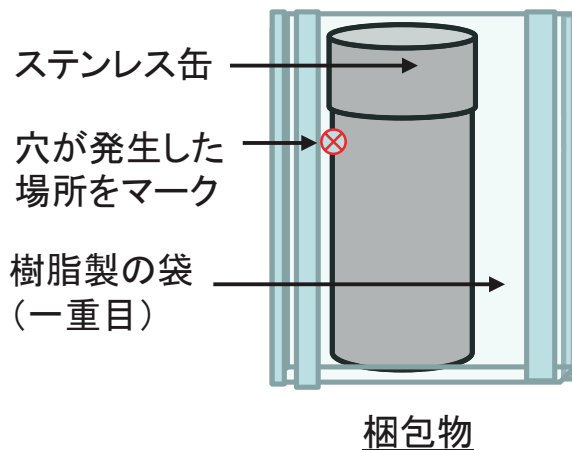
一重目の樹脂製の袋の引張りによる損傷検証試験

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。

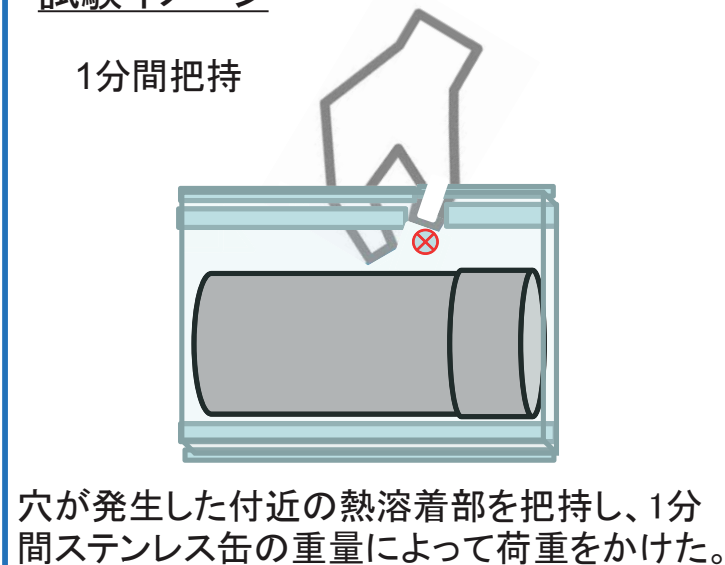
試験体イメージ

ステンレス缶の重量、温度（約70℃、約80℃、約90℃）を模擬



試験イメージ

1分間把持



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°C)よりも高い90°C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。

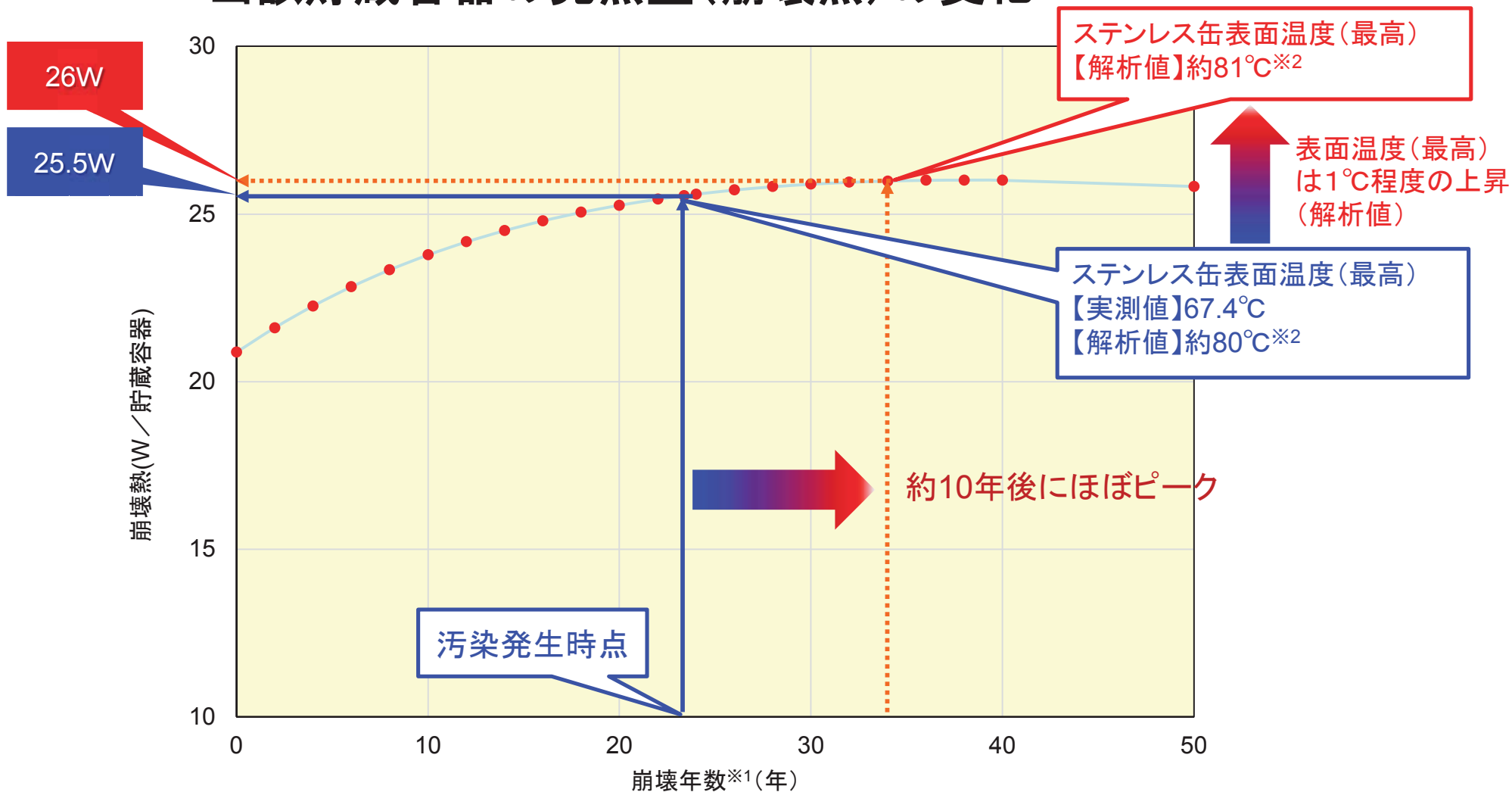
当該ステンレス缶の発熱の原因は、核燃料物質の放射性崩壊に伴って発生する崩壊熱であるため、時間の経過とともに変化する。当該ステンレス缶に充填された核燃料物質の発熱量の経時変化について計算コードORIGEN2を使用して計算した結果、汚染発生時における発熱量は約25.5Wであり、今後緩やかに上昇し、10年程度でピークの約26Wになる。この発熱量は、プルトニウム燃料第二開発室及びプルトニウム燃料第一開発室において同様の貯蔵容器(ステンレス缶、アルミ缶)で保管している在庫中で最大であり、今後10年先まで考慮してもこれを超えるものはない。また、発熱量の変化による、当該ステンレス缶の表面温度の影響を汎用熱流体解析コード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°C、発熱量26Wの場合で約81°C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°C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

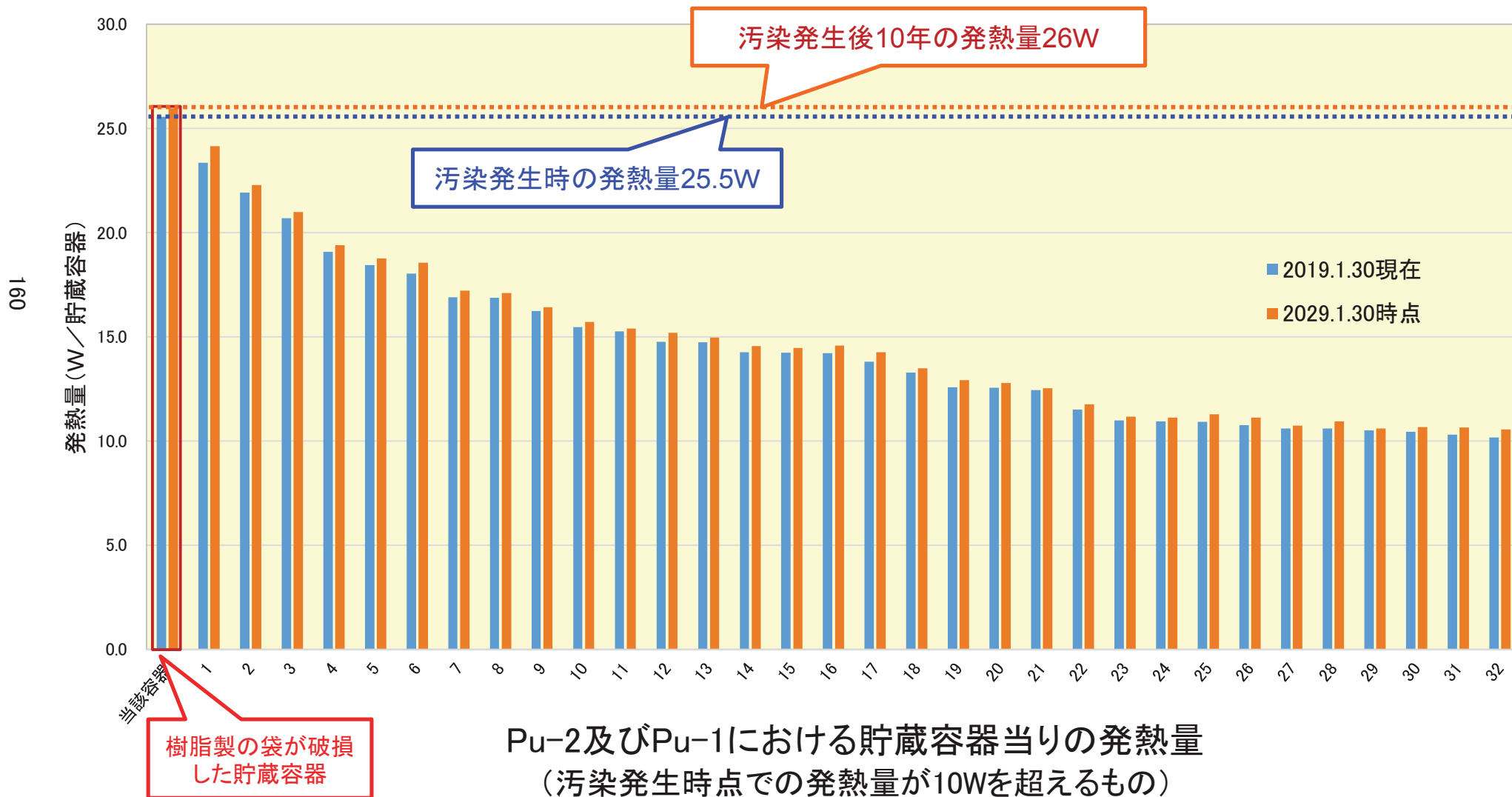
※1) 計算コードORIGEN2を使用して計算した核燃料物質の分析日からの経過年数

※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

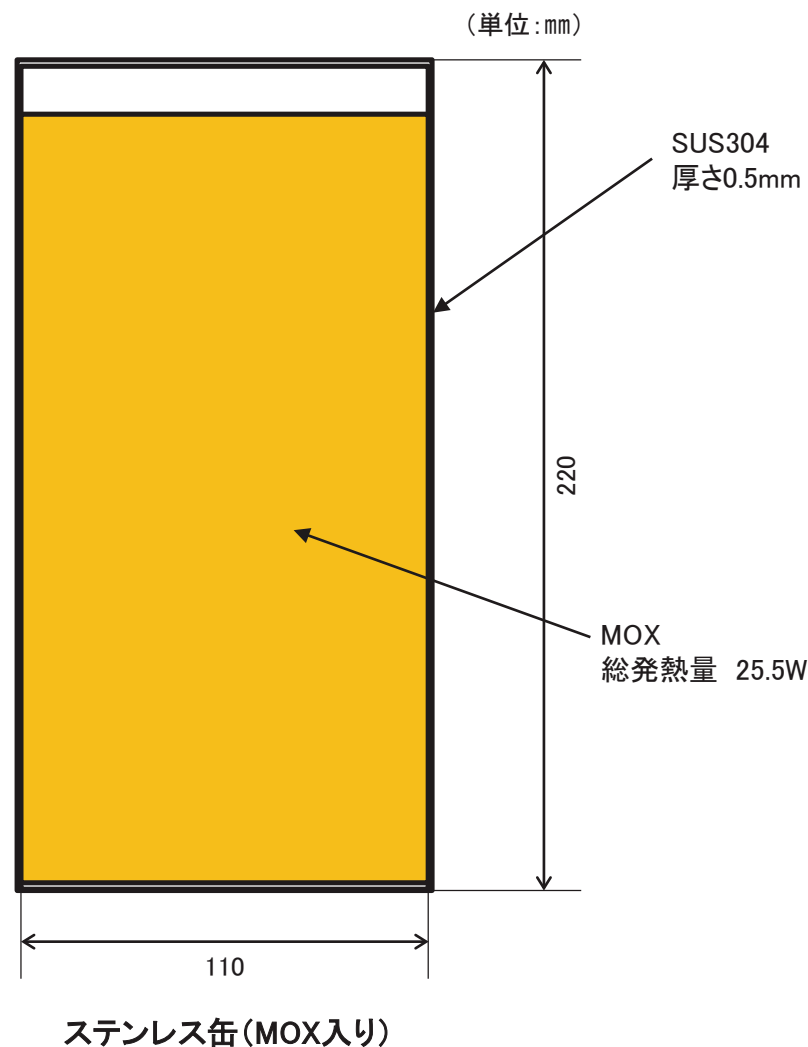
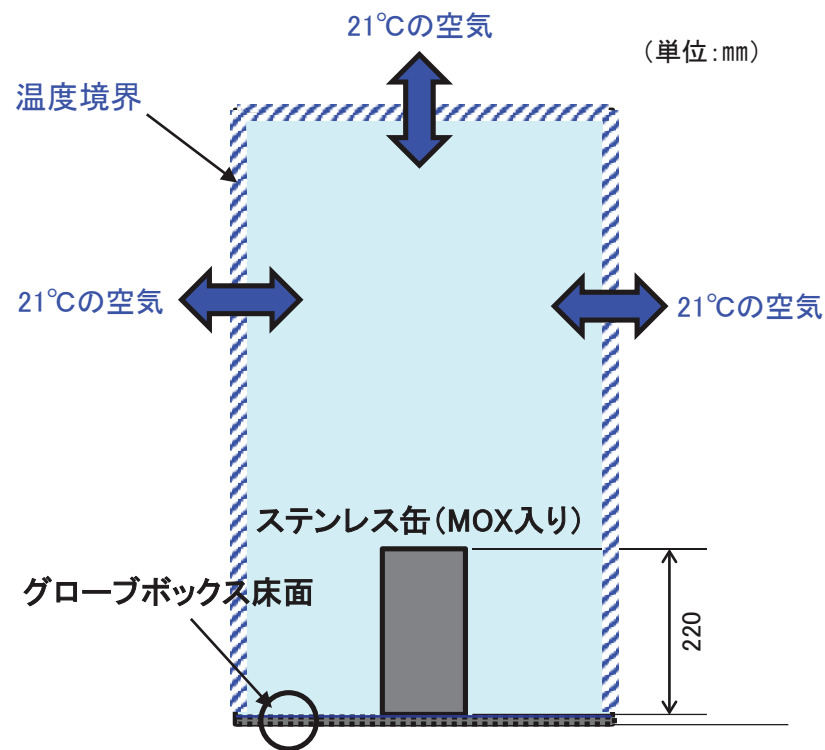
当該貯蔵容器の発熱量は、Pu-2及びPu-1において貯蔵容器(ステンレス缶、アルミ缶)で保管している在庫中で最大。今後10年先まで考慮してもこれを超えるものはない。



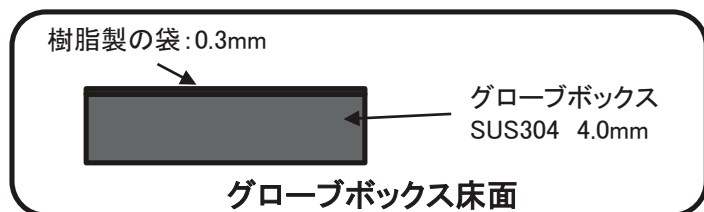
貯蔵容器の熱解析(4/4)

貯蔵容器の熱解析の概要

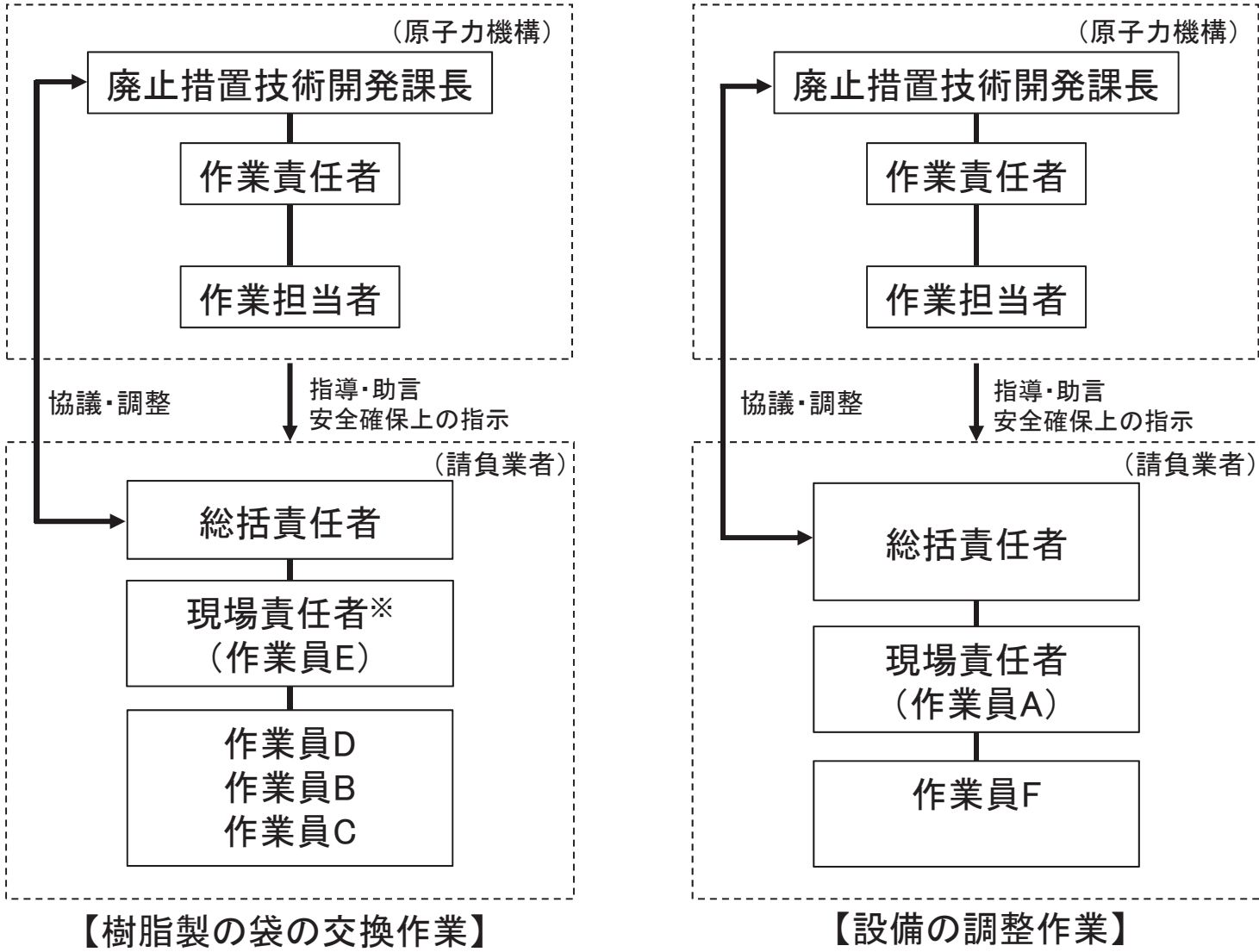
汎用熱流体解析コードANSYS Fluentを用いて、自然対流(グローブボックス内の空気の流れは未考慮)を想定した定常状態における当該貯蔵容器(ステンレス缶)の熱解析を実施する。



解析モデル(グローブボックス床面を考慮したモデル)



各職務の役割に対する実施状況の検証



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、保安立会を実施していないが、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に同席し、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に同席し、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、保安立会を実施していないが、作業開始前のKYに同席し、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。
	総括責任者	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。
	総括責任者	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。
	総括責任者	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。
	総括責任者	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	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、労働災害防止に当たる。	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。
	現場責任者	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。
	現場責任者	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。 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。

監査報告書
(平成30年度 原子力安全監査)

平成 31 年 3 月 15 日

確認 (統括監査の職)	作成 (監査の職)
	

監査の区分: 定期 特別

監査実施日	平成31年3月11日(月)～13日(水)、15(金)	監査員 	対応者	添付書類1参照
監査対象	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)			
監査目的	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に係る核燃料物質の使用等の管理及び放射線管理に関連する品質マネジメントシステムの要求事項に対する適合性と有効性について監査し、原子力施設の安全の維持・達成・向上のための継続的改善に資する。	監査事項	① 記録の管理(4.2.4)に関すること ② 力量、教育・訓練及び認識(6.2.2)に関すること ③ 業務の実施(7.5)に関することを考慮し実施。	
監査基準	核燃料サイクル工学研究所 核燃料物質使用施設品質保証計画書及び関連要領類	監査手順	原子力安全監査実施要領及び原子力安全監査実施手順	
監査所見	1. 「核燃料サイクル工学研究所核燃料物質使用施設品質保証計画書」(QS-P11)(以下「品質保証計画書」という。)の「4.2 文書化に関する要求事項」の「4.2.1 一般」の「文書体系図」において、三次文書を、「二次文書の規定内容を運用するための文書(作業マニュアル、各業務の作業手順書、標準)」としている。 しかし、品質保証計画書の三次文書の位置付けに該当する「プルトニウム燃料技術開発センター教育・訓練の運用について(実務教育基本要領を含む)」及び「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」は、「プルトニウム燃料施設品質保証文書管理要領書」(Pu-FQ-02)の「2.適用範囲」の「(2) 外部文書:品質システム文書外で適用を受ける文書」として扱われており、文書管理の要求事項の適用を受けない文書となっていた。 保安活動で使用する文書は、法令等の外部で作成される文書(外部文書)以外は、品質保証計画書の「4.2.3 文書管理」で要求される事項を満たし適切な管理を行う必要があるため、品質マネジメントシステム文書として位置づけるとよい。 【意見】 [監査事項 該当なし]			

個人情報保護の観点から■の箇所は非開示とする。

2. 放射線管理部放射線管理第1課における身体サーベイ記録様式の測定値の欄には、測定器の読取値(cpm)及びその換算値(Bq/cm²)を記載するようになっていたが、換算された値のみが記載され、測定器の読取値は記載されておらず、様式が求める身体サーベイ記録として完成されたものではなかった。身体サーベイ記録は、様式に従い空欄等が生じないように人体の部位を示した図の活用などを考慮し、抜けが無いよう作成するとよい。

また、当該記録を作成後、測定器の読取値を記載したメモ類は廃棄する運用としていたが、記録の信頼性を実証するため必要なメモ類は、後に確認できるように、その取扱いについて検討するとよい。

【意見】

[監査事項 ①]

3. 「プルトニウム燃料技術開発センター 品質保証課実務教育実施要領」では、「6.2 力量評価の実施」の(1)に、「新規配属者、期中の異動者等の力量評価は…力量評価を円滑に進めるため、配属時から以下の項目について実施する。」と定められているが、実際には、年度末に1度だけ力量評価を行っているとの説明があった。

品質保証課に平成29年1月に着任したチームリーダーの力量評価を配属時には行わず、他の職員と合わせて、平成29年6月に実施していたが、力量評価前(平成29年3月16日)に「プルトニウム燃料技術開発センター安全専門委員会審議申請(承認)書」の作成業務に携わり、力量評価を受けずに業務を行う期間が生じていた。

力量評価を行うまでの間に実施した業務について影響評価をするとともに、チームリーダー等、役職での承認行為が必要な職員の力量については、着任後速やかに必要な力量を付与し確実に評価を実施できる仕組みを検討するとよい。

【意見】

[監査事項 ②]

4. プルトニウム燃料技術開発センターでは、「放射性廃棄物等の処理、管理及び残材処理・廃止措置に係る業務請負 請負契約仕様書」の「10.提出書類」として、「品質保証計画書」の記載があり、受注者の「品質保証計画書」が提出されていた。

同計画書の「9.3不適合管理」の「9.3.2 不適合の原因究明と対策処置」では、「不適合発生部署の総括責任者は、不適合の内容確認を行うとともに原因を明らかにし、顧客担当者と協議の上、再発防止の対策を講ずるものとする。また、決定した再発防止策は、記録(様式:再発防止対策の記録)を作成し、直ちに顧客へ報告する。」となっているが、廃止措置技術開発課と受注者側で協議が開始されていなかった。

受注者と不適合管理について、速やかに協議を開始するとよい。

【意見】

[監査事項 該当なし]

監査所見
【続き】

<p>監査所見 【続き】</p>	<p>5. 「基本動作マニュアル(I-7 バッグイン・バッグアウト作業)」では、「7.異常時の処置」に「3) 通常と異なる状態が見られた場合は、核燃料管理者に連絡する。」と記載されていたが、廃止措置技術開発課長からは、廃止措置技術開発課の請負作業員は、「通常と異なる状態(温度が高い)と感じたにも関わらず、核燃料管理者への連絡を行わなかった。」との説明があった。</p> <p>当該貯蔵容器の温度について、機構作業担当チームリーダーの説明では、核物質管理課から依頼された「PVCバッグ交換依頼書」を見て、「これまでに取り扱った貯蔵容器と大きな差がなく、従来の対応で何ら問題ないとの認識を有していた。」とあり、請負作業員との間に認識の差があったことが確認された。</p> <p>貯蔵容器の温度等に関して、作業前に情報を関係者間で共有できる仕組みが構築できるように検討するとよい。</p> <p>また、例えば、内容物(重さ、熱さなど)による識別方法も検討するとよい。</p> <p>【意見】 [監査事項 ③]</p>
	<p>6. 今般の汚染トラブル対応においてグリーンハウスが設営されたが、放射線管理第1課が作成した時系列に、当該グリーンハウス内における放射線測定等の活動の記載はなかった。放射線管理第1課では、管理区域における放射線管理に係る全体(グリーンハウス内を含め)の情報把握、適切な判断が行えるような実施体制を構築し、トラブル時の対応が行えるようにするとよい。</p> <p>また、放射線管理第1課長からは、放射線管理第1課と廃止措置技術開発課(作業担当課)においてグリーンハウスの設営に係る役割、目的についての共有が十分でなかったこと、グリーンハウス設営後の作業担当課との情報共有、連携が十分でなかったこと、グリーンハウス内の測定値は放射線管理第1課が確認したものでなかったことなどの説明があり、コミュニケーションが取れた活動となっていなかった。グリーンハウスの設営などは、放射線管理対応手順に多大な影響を与えるものであるため、放射線管理第1課と作業担当課との役割分担の共有、グリーンハウスの設置の目的の理解、連携しての活動においてコミュニケーションの充実がはかれるよう改善するとよい。</p> <p>【意見】 [監査事項 ③]</p>
	<p>7. 「プルトニウム燃料施設品質保証教育・訓練要領書」(Pu-FQ-01)の「3.教育・訓練」では、「各課長は、・・・力量(知識・技能)を「実務教育基本要領」に準じて明確にし、・・・」と規定されており、燃料技術開発課及び品質管理課では、それぞれ「実務教育基本要領」に従い、「燃料技術開発課実務教育実施要領」、「品質管理課実務教育実施要領」を作成し、力量が明確にされていたが、「実務教育基本要領」は「外部文書」と定義されており、両課作成の実務教育実施要領は、品質保証計画書の「4.2.3 文書管理」の要求事項の適用を受けない文書となっていた。</p> <p>保安活動で使用する文書は、法令等の外部で作成される文書(外部文書)以外は、文書管理で要求される事項を満たし適切な管理を行う必要があるため、力量を定めている両課の実務教育実施要領及び「実務教育基本要領」は、品質マネジメントシステム文書に位置づけるとよい。</p> <p>【意見】 [監査事項 ②]</p>

<p>監査結論</p>	<p>監査計画に従って、特別監査を平成31年3月11日から13日及び15日に実施した結果、不適合はなく、意見として①文書管理に関すること、②記録の管理に関すること、③力量、教育・訓練及び認識に関すること、④調達要求事項に関すること、⑤業務の実施に関することなど7件の監査所見が検出された。</p> <p>なお、今回の特別監査に先立ち実施された保安検査及び行動検証において検出された不適合等については、別途不適合処理が行われるものとして、所見には含めていない。</p>
<p>特記事項</p>	<p>今回の特別監査は、定期監査とは違い緊急性が求められるものとして、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同研究所放射線管理部を対象に実施した結果、以下に示す不十分さが検出された。</p> <p>所見No.1及びNo.7にも示したとおり、プルトニウム燃料技術開発センターでは、現場作業に使用するマニュアル類を品質マネジメントシステム(QMS)外文書としている状態が見られた。必要な文書類をQMSの管理下に位置付けPDCAを回すことを最優先としてもらいたい。PDCAを回すに当たっては、業務の計画をPDCAのP(計画)とし、年間計画のみではなく、業務で使用するマニュアル類も含めて運用するとともに業務実施後のC(チェック)を確実にを行うことが肝要である。このことにより、業務の継続的改善がはかられ、個々の業務の品質向上が期待される。</p> <p>力量評価について、着任時期と無関係に、年度末に評価を行う運用が行われていた。しかし、マネージャーやチームリーダー等の責任や権限をもつ職員は、着任後すぐに力量の必要な業務を実施する必要があるため、早めの力量評価が求められる。さらに、課長は力量評価の対象外となっていたので、機構大の扱いを踏まえつつ課長の職務に応じた力量を検討するとよい。</p> <p>警報吹鳴や再三にわたり同室からの退避を促したものの退避に時間を要しており、退避に係る改善の余地があると考え。例えば、室内ページングの利用や警報吹鳴中の騒音状態での伝達手法の工夫などを行い、訓練を通して実効性の向上をはかるとよい。</p> <p>放射線管理部とプルトニウム燃料技術開発センターが連携して実施した事故対応訓練では、2～3名の汚染者発生を想定した比較的少人数な訓練となっており、今回の事象のように汚染者数が9名という多人数を想定した訓練は行われていなかった。今回の事象を踏まえ、多人数の作業者を想定した訓練を放射線管理部及びプルトニウム燃料技術開発センターの連携の下で実施し、事故対応力の向上をはかるとよい。</p> <p>貯蔵容器の温度に関する現場作業者と担当チームリーダーでのコミュニケーション、事象発生後のグリーンハウス設営や運営に関する放射線管理担当課と作業担当課のコミュニケーションに不十分さが見られた。</p> <p>これらの点に留意し、保安活動の充実、改善、品質マネジメントシステムの有効性の向上につなげることに期待したい。</p> <p>なお、本報告後も核燃料サイクル工学研究所では、調査確認作業が継続され更なる改善点等が検出されるとともに、より一層の再発防止に向けた活動につながることを期待する。</p>
<p>添付書類</p>	<p>1. 平成30年度 原子力安全監査(特別) 監査員及び対応者(プルトニウム燃料技術開発センター及び放射線管理部)</p>

添付1

平成30年度 原子力安全監査(特別) 監査員及び対応者(プルトニウム燃料技術開発センター及び放射線管理部)

監査の職	[Redacted]					
監査員	A班		B班		C班	
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
技術専門家	[Redacted]					
日付	被監査部門	対応者				監査場所
3月11日(月)	開始会議 (面談を含む) 16:00~17:00	[Redacted]				事務管理棟 第4会議室
日付	被監査部門	対応者	監査場所	被監査部門	対応者	監査場所
3月12日(火)	現場確認 (バッグイン・バッグアウト 作業の模擬) 9:00~9:30	廃止措置技術開発課(Pu) [Redacted] 他5名	Puセンター 第二器材保管庫			
	核種移行研 究グループ (Pu) 【核燃料物質 の使用等に おけるバッグ イン・バッグア ウト作業の管 理】 9:30~12:00	プルトニウム 燃料 第三開発室 3C会議室	燃料技術開 発課(Pu) 【核燃料物質 の使用等に おけるバッグ イン・バッグア ウト作業の管 理】 9:30~12:00	プルトニウム 燃料 第一開発室 1階会議室	放射線管理 第1課(放) 【汚染発生時 の放射線管 理対応】 9:00~12:00 13:00~14:00	F棟 2階会議室
	廃止措置技 術開発課 (Pu) 【核燃料物質 の使用等に おけるバッグ イン・バッグア ウト作業の管 理】 13:00~17:00	プルトニウム 燃料 第二PWSF 4階会議室	品質管理課 (Pu) 【核燃料物質 の使用等に おけるバッグ イン・バッグア ウト作業の管 理】 13:00~16:00	プルトニウム 燃料 第三開発室 3C会議室	線量計測課 (放) 【放射線管理 部における品 質マネジメント システムの総 括】 14:00~17:00	F棟 2階会議室
			監査員まとめ 16:00~17:00	本部		
日付	被監査部門	対応者	監査場所	被監査部門	対応者	監査場所
3月13日(水)	品質保証課(Pu) 【プルトニウム燃料技術開発 センターにおける品質マネジ メントシステムの総括】 9:00~12:00	[Redacted]	保安管理付属棟 大会議室	監査員まとめ 9:00~12:00		本部
日付	被監査部門	対応者				監査場所
3月13日(水)		監査員まとめ 13:00~16:00				保安管理 付属棟 大会議室
3月15日(金)	終了会議 10:00~11:00	[Redacted]				事務管理棟 第2,3会議室

保安規定上の組織として、(放)は「放射線管理部」、(Pu)は「プルトニウム燃料技術開発センター」を示す。

個人情報保護の観点から■の箇所は非開示とする。