

熊原第17-047号
平成29年8月21日

原子力規制委員会 殿

東京都品川区東品川二丁目2番4号
原子燃料工業株式会社
代表取締役社長 北川 健一

熊取事業所第2加工棟における酸化ウラン粉末の漏えいについて

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、別紙のとおり報告いたします。

今後調査を実施し、原因及び対策について報告いたします。

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 29 年 8 月 21 日
原子燃料工業株式会社

件名	熊取事業所第 2 加工棟における酸化ウラン粉末の漏えいについて
事象発生の日時	発生日時 平成 29 年 8 月 10 日 (木) 11 時 50 分頃 判断日時 平成 29 年 8 月 10 日 (木) 16 時 55 分
事象発生の場所	第 2 加工棟 第 2-2 混合室 (第 1 種管理区域)
事象発生の原子力施設名称	原子燃料工業株式会社 熊取事業所 第 2 加工棟 成形施設
事象の状況	<p>平成 29 年 8 月 10 日 (木) 午前 11 時 50 分頃、第 2 加工棟第 1 種管理区域内の第 2-2 混合室において、粉末混合機のロードセル交換作業を実施するため、放射線管理に用いる作業環境の空气中放射性物質濃度測定用の器具 (以下「エアースニッフア」とする。) を仮設する作業を実施していた (以下「準備作業」とする。)。その際、粉末混合機本体フランジ操作台側に酸化ウラン粉末が漏えいしていることを、同準備作業を実施していた放管員 1 名が確認した。</p> <p>放射線管理面の初期対応として、空气中放射性物質濃度について、エアースニッフア、α線連続監視モニタ、換気用モニタで異常のないことを確認した上で、汚染拡大防止措置として粉末混合機と粉末投入機付近を自主的に立入制限するとともに、粉末混合機と粉末投入機周囲を粉末飛散防止用カーテンにより区画した。また、事象発生時に、第 2 加工棟第 1 種管理区域は負圧に維持されており、モニタリングポスト及び排気用モニタの値から周辺環境への放射性物質の放出はないことを確認した。</p> <p>その後、作業員 2 名と汚染拡大防止の指導・助言のための放管員 1 名が適切な保護具を着用して粉末の回収を行った。回収した粉末の重量は 0.2 g であった。また、他に粉末漏えいがないかを確認するため、当該設備の点検を行った。その結果、粉末混合機回転主軸フランジ操作台側においても酸化ウラン粉末が漏えいしていることを確認したため、粉末を回収したところ、その重量は、18.9 g であった。</p> <p>粉末回収後、当該設備及びその周辺の除染と汚染検査を実施し、異常のないことを確認するとともに、放管員 1 名及び作業員 2 名については、作業後に実施した鼻スミヤ、体表面の汚染検査の結果から、内部被ばく、身体汚染がないことを 15 時 10 分に確認した。なお、後日バイオアッセイ (尿検査) も実施し、内部被ばくのないことを確認した。</p> <p>回収した粉末の総重量とかさ密度から、放射性物質以外の物質が含ま</p>

	<p>れるものの、当該粉末はウランを含有する粉末であることから、保守的に総重量 19.1 g に相当する α 線を放出する放射エネルギーは、3.7×10^5 Bq (ウラン重量で 2.57 gU) を超えると判断した (放射エネルギーについては、2.77×10^6 Bq と評価した。)</p> <p>よって、本事象は核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 62 条の 3 に基づく報告事象と 16 時 55 分に判断し、その旨を原子力規制庁に報告した。</p> <p>また、過去の内部被ばくの記録から、全放射線業務従事者に内部被ばくがなかったことを確認した。</p> <p>今後、回収した粉末の分析、漏えい経路、漏えい発生時期等、本事象に係る原因を究明するとともに、原因調査の結果に基づき再発防止、水平展開などの必要な対策を講じる予定である。</p> <p>(別添参照)</p>
事象の原因	調査中
安全装置の種類及び動作状況	該当せず
放射能の影響	なし
被害者	なし
他に及ぼした障害	なし
復旧の日時	未定
再発防止対策	原因を調査し、その結果を踏まえて、再発防止、水平展開、必要な対策を講じる。

別添

熊取事業所第2加工棟における酸化ウラン粉末の漏えいについて

平成29年8月21日

原子燃料工業株式会社 熊取事業所

目 次

1. 件名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生場所	1
4. 発生状況	1
5. 加工施設の概要	3
6. 原因調査の状況及び処置（今後の対応）	5

図表

図 1：熊取事業所の加工施設配置図	7
図 2：第 2 加工棟 1 階平面図	7
図 3：粉末の漏えい確認状況（平面図）	8
図 4：粉末混合機フランジ上のウランを含む粉末（粉末混合機本体フランジ操作台側）	9
図 5：粉末混合機本体フランジ操作台側で発見した粉末（粉末 A）	9
図 6：粉末混合機フランジ上のウランを含む粉末（粉末混合機回転主軸フランジ操作台側）	10
図 7：粉末混合機回転主軸フランジ操作台側で発見した粉末（粉末 B）	10
図 8：事象発生後の汚染拡大防止のためのカーテン養生区画	11
図 9：事象発生日におけるモニタリングポストのトレンドと設置場所	12
図 10：事象発生日における第 2 加工棟の排気用モニタ及び換気用モニタのトレンド ...	13
図 11：事象発生日における α 線連続監視モニタのトレンド	14
図 12：第 2-2 混合室の粉末混合機周辺のエアースニッフアの設置位置	15
図 13：第 2 加工棟における排気用モニタの系統図	16
図 14：粉末回収後（現状）のグリーンハウス	17
図 15：平成 19 年 4 月以降の空气中放射性物質濃度測定結果	18
図 16：平成 19 年 4 月以降の表面密度測定結果	19
図 17：燃料集合体加工工程の概要	20
図 18：粉末調整工程（第 2-2 混合室）の概略図	21
図 19：粉末混合機及び粉末投入機、周辺機器の概略図	22
図 20：粉末混合機と粉末投入機の接続部の主要構造	23
図 21：粉末投入機の詳細構造	24
図 22：投入ガイド及び周辺の構造図	25
図 23：背面カバーの接合部及びシール部	26
図 24：背面カバー（片方）の詳細図	26
図 25：粉末投入機及び粉末混合機の構造（側面図）	27
図 26：事象発生以降から現在に至るモニタリングポストトレンド	28
図 27：事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド	29
表 1：熊取事業所の緊急対策組織	37
表 2：事象の時系列表	38

添付

添付 1 : 放管員、作業員の内部被ばくの確認状況.....	39
添付 2 : 漏えいしたウランの放射エネルギーの評価について.....	41
添付 3 : 粉末混合機及び粉末投入機について.....	42
添付 4 : 熊取事業所の調査体制	43

1. 件名

熊取事業所第 2 加工棟における酸化ウラン粉末の漏えいについて

2. 事象発生の日時

事象発生の日時：平成 29 年 8 月 10 日 11 時 50 分頃

法令に基づく判断日時：平成 29 年 8 月 10 日 16 時 55 分

〔 ・回収した粉末の総重量とかさ密度から α 線を放出する放射エネルギーが、 3.7×10^5 Bq を超えると判断したこと。〕

3. 事象発生場所

原子燃料工業株式会社 熊取事業所

第 2 加工棟 第 2-2 混合室（第 1 種管理区域）

（図 1 及び図 2 参照）

4. 発生状況

4.1 発生事象

平成 29 年 8 月 10 日 11 時 50 分頃、第 2-2 混合室（図 2 参照）において、保守、点検作業の一環として質量管理インターロック機構の構成部品であるロードセル[※]の交換作業を実施するために、事前に、粉末混合機に放射線管理に用いる作業環境の空气中放射性物質濃度測定用の器具（以下「エアースニッフャ」という。）を仮設する作業（以下「準備作業」という。）を実施していた時、粉末混合機本体フランジ操作台側にウランを含む粉末（以下「粉末 A」という。）が漏えいしていることを同準備作業を実施していた環境安全部の放射線管理作業員（以下「放管員 A」という。）が確認した（図 3 と図 4 参照）。直ちに上長（主任）に連絡し、連絡を受けた上長から、担当部長、核燃料取扱主任者、所長へと連絡され、酸化ウラン重量等の詳細が不明な状況ではあったが、まずは、社外通報先（原子力規制庁事故対処室、現地規制事務所）に電話による通報連絡を実施した。さらに 12 時 14 分に緊急対策本部に準じた体制とするため、情報 1 係、2 係及び総務広報係を招集するとともに、関係先への通報活動を開始した。熊取事業所の緊急対策組織を表 1 に示す。その後、緊急対策本部の指示に従い、粉末 A の回収作業及び当該設備の点検を行った。

上記の指示に従い、燃料製造部の作業員 2 名（作業員 B 及び作業員 C）が全面マスク等の保護具を着用し、粉末 A を回収したところ、重量は 0.2g であった（図 5 参照）。

また、当該設備の点検を行ったところ、同日 13 時 20 分頃、粉末混合機回転主軸フランジ操作台側においても酸化ウランを含む粉末（以下「粉末 B」という。）が漏えいしていることを確認した（図 6 参照）。同様に緊急対策本部の指示を受け、同様の保護具着用の上、粉末 B を回収したところ、重量は 18.9g であった（図 7 参照）。

上記 2 箇所で見つかった粉末の位置関係を図 3 に示す。したがって、粉末混合機上で回収された漏えいした酸化ウランを含む粉末の総重量は、19.1 g であった。

※荷重を電気信号に変換し、質量を検出するセンサー

4.2 発生場所における放射線及び汚染の状況

事象発生後は、汚染の拡大を防止するため、粉末投入機及び粉末混合機周辺部を自主的に立入制限するとともに、粉末投入機及び粉末混合機周囲に常設し、メンテナンス時に用いる粉末飛散防止用カーテン（以下「カーテン」という。）による区画を行った。（図 8 参照。）さらに、汚染拡大防止及びウランの吸入防止のため、立入制限の区域への入域時には半面マスクと靴カバー、カーテン養生の区域への入域時には全面マスク、タイベック、ゴム手袋及び靴カバーを着用することとした。

モニタリングポスト及び第 2 加工棟の排気用モニタの指示値は、本事象の発生の前後で変化はなかった。図 9 及び図 10 にモニタリングポスト及び第 2 加工棟の排気用モニタにおける指示値のトレンドを示す。発生場所における空気中の放射性物質の濃度については、事象発生時の換気用モニタ及び α 線連続監視モニタ（エアースニッフア No.78）の指示値は通常の変動範囲内であった。図 10 に換気用モニタ、図 11 に α 線連続監視モニタにおける指示値のトレンドを示す。

事象発生直後に粉末混合機周辺に設置しているエアースニッフアのろ紙を α 線サーベイメータで測定した結果、通常の変動範囲内であったことから空気中へのウラン飛散がないことを確認した。また当該のエアースニッフアのろ紙を天然核種の減衰後に放射能測定装置で測定した結果、最大 $3.19 \times 10^{-8} \text{ Bq/cm}^3$ であり、空气中濃度限度の $3 \times 10^{-6} \text{ Bq/cm}^3$ 未満であることを確認した。粉末混合機の除染作業を完了した後に、粉末混合機周辺の床面の表面密度を測定した結果、最大 81 mBq/cm^2 であり表面密度限度の $4,000 \text{ mBq/cm}^2$ 未満であることを確認した。第 2-2 混合室におけるエアースニッフアの配置図を図 12 に、排気用モニタの系統図を図 13 にそれぞれ示す。

なお、今後の調査作業のため当初のカーテンによる区画範囲から拡大してグリーンハウスを設置した。（図 14 参照）

4.3 作業員の汚染・被ばくの状況

前述のとおり作業環境の空気中へのウランの飛散はなかった。また、酸化ウラン粉末の漏えいを発見した放管員 A は発見前から半面マスクを着用していた。漏えいしたウランの回収及び設備の除染を放管員 A、作業員 B、C が全面マスクを着用して実施した。作業後に鼻スマイヤによる測定を実施し、検出下限未満であった。また、バイオアッセイ法（尿中ウラン分析）も実施し、検出下限未満であった。なお、詳細測定結果を添付 1 に示す。

酸化ウラン粉末の漏えいの発生時期が現時点では不明であることから、平成 29 年 8 月 10 日以前の空気中の放射性物質の濃度及び表面密度について保安規定に基づき保管している放射線管理記録を調査した。その結果、記録が保存されている平成 19 年 4 月以降の放射線管理記録に内部被ばくに影響する法令限度値を超えるような測定値はなかった。（図 15 及び図 16 参照）また、平成 5 年 4 月から平成 29 年 6 月までの放射線業務従事者全員の内部被ばく線量評価記録を調査し、記録レベルである 2 mSv/3 ヶ月 を超える記録がないことを確認した。以上のことから、粉末混合機が設置されて以降、放射線業務従事者の内部被ばくはなかった。

4.4 本事象発生の時系列

本事象発生から法令報告事象として報告するまでの時系列を表 2 に示す。

4.5 法令報告に係る通報の状況

回収した粉末に対して α 線サーベイメータによって放射線を測定したところ有意な α 線を検出した。また、この粉末を円柱状の容器に入れ、かさ密度を測定した結果、 1.8 g/cm^3 であった。ペレット加工に用いる酸化ウラン粉末のかさ密度は、 $1.9\sim 3.0\text{ g/cm}^3$ であって、回収した粉末は、これをやや下回るものの、大部分はウランを含有する粉末であると判断した。本来不純物分析を行い、回収した粉末中のウラン量を特定すべきであるが、第 2 分析室ではウラン粉末を取り扱えない状態^(※1)であるため、回収した総重量 19.1 g 全てが酸化ウラン粉末であると保守的に仮定することとした。その仮定に基づき算出した α 線を放出する放射エネルギーは、 $2.77\times 10^6\text{ Bq}$ となり、法令報告事象となる $3.7\times 10^5\text{ Bq}$ を超える結果となった。(算出根拠は添付 2 参照) このことから、平成 29 年 8 月 10 日 16 時 55 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 の規定に基づく報告事象^(※2)と判断した。

以上のことを 16 時 58 分原子力規制庁に電話により連絡し、17 時 30 分その旨を記載した FAX を送信した。

- ※1 給排気設備の局所排気ダクトの更新工事を実施し、7 月 28 日に使用前検査を受検した。合格証の交付後にウランの取扱いが可能になる。
- ※2 核燃料物質の加工の事業に関する規則第 9 条の 16 第 1 項第 8 号に規定する核燃料物質等の管理区域内で漏えいした α 線を放出する放射性物質が $3.7\times 10^5\text{ Bq}$ を超えるもの。

4.6 環境への影響

酸化ウラン粉末発見時、第 2 加工棟の給排気設備を通常通り運転し、第 1 種管理区域内の負圧を正常に維持しており、モニタリングポスト及び排気用モニタの指示値は通常の変動範囲内であった。よって、本事象発生時の環境への影響はない。(図 9 及び図 10 参照)

5. 加工施設の概要

5.1 熊取事業所における加工工程の概要 (図 17 参照)

本加工施設では、燃料集合体の製造を行っており、取り扱う酸化ウランは濃縮度 5% 以下である。原料として入荷した酸化ウラン粉末を限定した区域に閉じ込め、粉末調整のため混合、圧縮成形を経て圧粉ペレットとする。成形した圧粉ペレットは、可燃性ガスを使用した還元雰囲気内で高温焼結し、研磨、洗浄後、寸法、外観検査等を行い焼結ペレットとする。

次に焼結ペレットを必要数量並べて、あらかじめ下部側の端栓を溶接した被覆管に挿入し、必要に応じ乾燥させた後、上部側の端栓を溶接して密封し燃料棒とする。この燃料棒について、寸法検査、X線検査、ヘリウムリーク検査、外観検査等を行う。

次に燃料棒を、支持格子等の燃料集合体部品を用いて組み立てて燃料集合体とする。この燃料集合体について、寸法検査、外観検査等を行い、輸送容器に梱包し出荷する。

なお、これら一連の工程において、酸化ウラン粉末、二酸化ウランペレット等は、飛散及び汚染のおそれがあるため、第1種管理区域において、密封した燃料棒、燃料集合体は第2種管理区域において取り扱う。

注：第2種管理区域：放射性物質を密封して取り扱い又は貯蔵し、汚染の発生のおそれのない区域（以下「汚染のおそれのない区域」という。）

第1種管理区域：汚染のおそれのない区域以外の区域

5.2 本事象が発生した工程の概要

本加工施設では、成形工程は第2-1混合室及び第2-1ペレット室の第1ラインと第2-2混合室及び第2-2ペレット室の第2ラインの2ラインある。本事象は、第2ラインの第2-2混合室の粉末調整工程の粉末投入機及び粉末混合機で発生した。当該設備・機器を含むこの工程での酸化ウランの取り扱いを以下に示す。また、粉末調整工程の概略を添付3及び図18に示す。

粉末調整、成形を行うため、原料貯蔵設備に貯蔵している酸化ウラン粉末を収納した粉末保管容器を、粉末保管パレットに4缶積載した状態で原料搬送設備により第2-2混合室に搬送する。第2-2混合室に搬送された粉末保管パレットを、粉末缶昇降リフトによって周回コンベア部まで搬送し、粉末缶移載機により粉末保管容器1缶ごとに粉末投入機の囲い式フード内に搬送する。

その後、作業者が粉末投入機において粉末保管容器からプラスチック袋に密封した酸化ウラン粉末を取り出し、プラスチック袋を開封して粉末投入口を通して粉末混合機に酸化ウラン粉末を投入する。本作業を数十回繰り返して所定の酸化ウラン粉末を充填し、また工程から発生した再利用する酸化ウラン粉末、さらに成形性及び成形密度を調整する添加剤も合わせて粉末混合機に投入し、混合して粉末調整を行う。

次に、粉末調整を終えた粉末混合機内の酸化ウラン粉末を、粉末搬送機によって繰り返し供給瓶まで搬送し、その後、供給瓶に貯留した酸化ウラン粉末を粉末取出配管部を通して圧縮成形工程へ供給する。

粉末混合機、粉末投入機、周辺機器の概要及び作業者の位置を図19に示す。

5.3 本事象が発生した設備・機器の構造

(1) 粉末混合機

鋼製の円錐形状の密閉容器であり、上下部には閉じ込め弁を設置し、上部には粉末混合機に酸化ウラン粉末を投入するための粉末投入機が接続し、下部は酸化ウラン粉末を取り出すための粉末搬送機が接続できる構造となっている。

また、粉末投入機との接続部には、粉末投入機から投入される酸化ウラン粉末を設備内に取り込むために、上部にステンレス製のホッパーが設置されている。粉末混合機と粉末投入機の接続部分の主要構造を図20に示す。

(2) 粉末投入機

構造部材として鋼製チャンネルを骨格として、側面及び天井部は透明な樹脂板、床面のステンレス板で構成され、粉末混合機への投入口にはステンレス製の投入ガイドを設置している。粉末投入機の詳細構造を図 21 に示す。

(3) 閉じ込め機能に係わる設計の考え方

粉末投入機は、内部を負圧とするため側面に設置している局所排気により、最大開口部での面速が 0.5 m/秒以上に維持できる設計としている。また、粉末混合機についても、投入作業時においては浮遊した酸化ウラン粉末が設備外へ流出することがないように、上部から局所排気している。

図 20、図 22 に示すように粉末投入機と粉末混合機は構造上独立しており、粉末投入機と粉末混合機の接合部である投入ガイドとホッパーには僅かな隙間がある。そのため、背面側の隙間には背面カバー（粉末投入機の一部）を設置し、それ以外の前面及び側面の隙間については保護シールを取り付けている。なお、背面カバーは図 23 に示すように透明樹脂製の台形の断面形状を有しており、図 24 に示す同構造の 2 個を接合しシリコン樹脂によってシールしている。

5.4 事象発生時の作業状況

第 2-2 混合室（図 2 参照）では、本設備を用いた粉末調整作業を本年 7 月 10 日から 8 月 7 日までの 29 日間において 33 シフト勤務（16.5 日）で合計約 20 トンについて実施し、次工程への酸化ウラン粉末移送を 8 月 8 日に終了した。このため、ウランを含む粉末が粉末混合機本体フランジ操作台側上に発見された当日は、粉末混合機内には酸化ウラン粉末は無かった。保守、点検作業の一環として質量管理インターロック機構の構成部品であるロードセル^{*}の交換作業を実施するために、事前に粉末混合機に放射線管理に用いる作業環境の空气中放射性物質濃度測定用の器具を仮設する作業を実施していた。

粉末混合機のロードセルの位置及びエアースニッフアの仮設位置を図 19 に示す。準備作業に当たっては、作業標準及び作業計画書に基づく必要な保護具（綿手袋、ゴム手袋、半面マスク）を着用していた。

給排気設備を通常どおり運転しており、第 2 加工棟第 1 種管理区域の負圧を維持していた。

6. 原因調査の状況及び処置（今後の対応）

本事象の調査に当たっては、事象発生同日の社長の指示に基づき、熊取事業所内に事業所対策本部を設置した。添付 4 に事業所対策本部の体制を示す。

現時点での原因調査で判明しているところでは、8 月 11 日～12 日に実施した当該設備及び当該設備に接続している粉末投入機の調査において、18.9 g の粉末が発見された場所の上部に位置する背面カバー内にウランを含む粉末（以下「粉末 C」という。）が堆積していることを確認した。8 月 13 日にこの粉末を回収したところ、重量は約 90 g であった。

堆積箇所を図 25 に示す。

今後の対応のための処置としては、粉末混合機及び粉末投入機について、4.2 で示したとおり、調査作業のための汚染拡大防止処置としてグリーンハウスを設置した。(図 14 参照)

また、事象発生以降も第 2 加工棟は給排気設備を運転しており、第 1 種管理区域内の負圧を正常に維持し続けている。モニタリングポスト、排気用モニタの指示値は通常の変動範囲内で推移している(図 26 及び図 27 参照)ことから、事象発生から現在に至るまで、環境への影響はない。

今後、原因調査のため、回収した酸化ウラン粉末の性状(濃縮度、ウラン含有率、不純物含有量等)の調査、酸化ウラン粉末が漏えいしたとみられる設備の詳細調査、点検作業及び酸化ウラン粉末回収作業、酸化ウラン粉末調整作業に関わっていた作業員の聞き取り調査を行う。

それらの情報から酸化ウラン粉末の漏えい経路、漏えい発生時期、本事象に係る原因を究明し、再発防止、水平展開などの必要な対策を講じる。

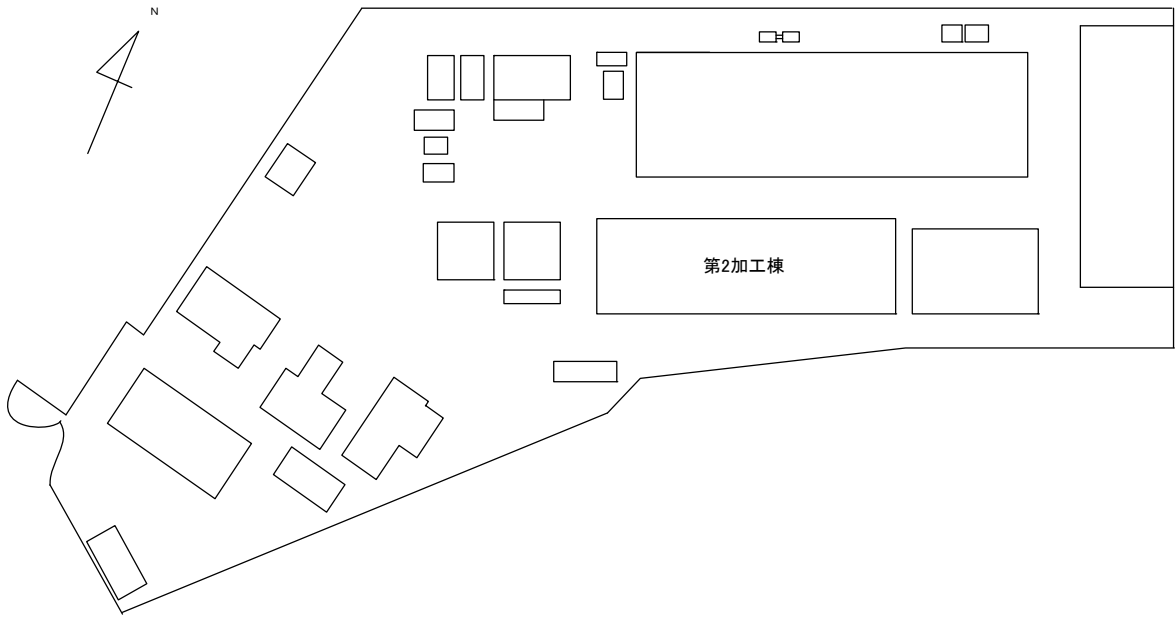


図 1 : 熊取事業所の加工施設配置図

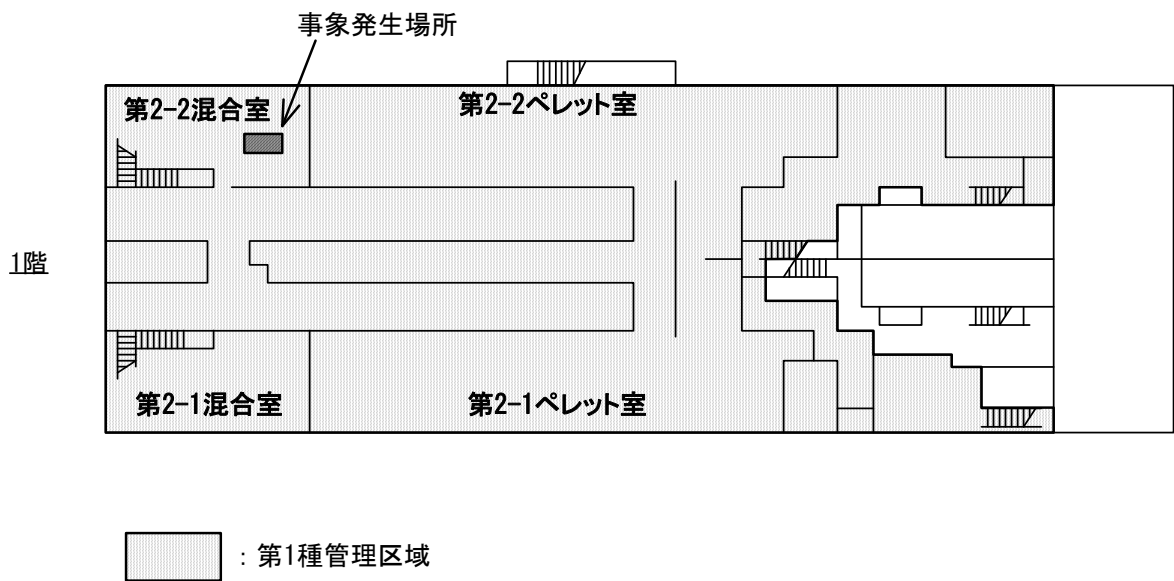


図 2 : 第 2 加工棟 1 階平面図

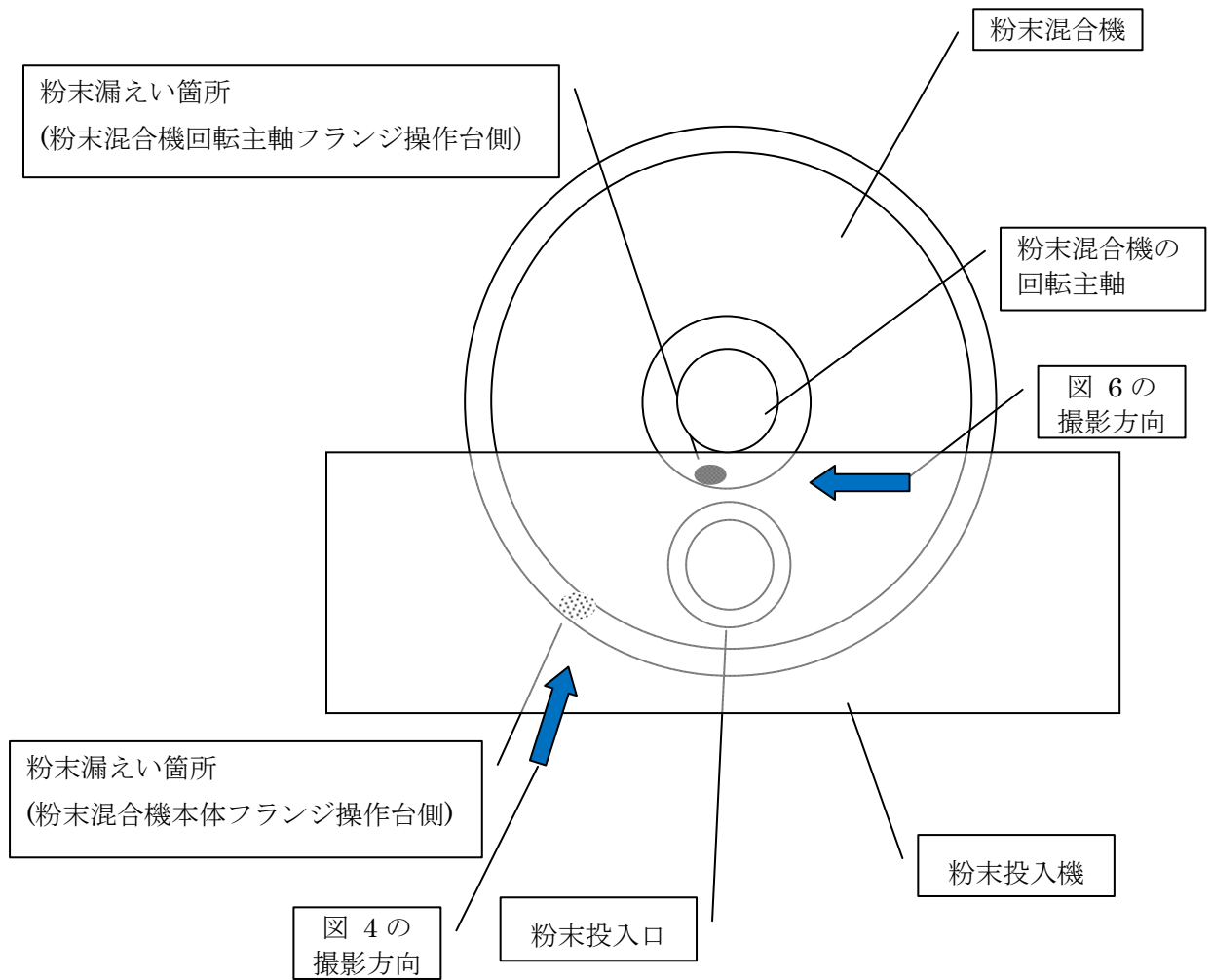


図 3 : 粉末の漏えい確認状況 (平面図)



図 4：粉末混合機フランジ上のウランを含む粉末（粉末混合機本体フランジ操作台側）

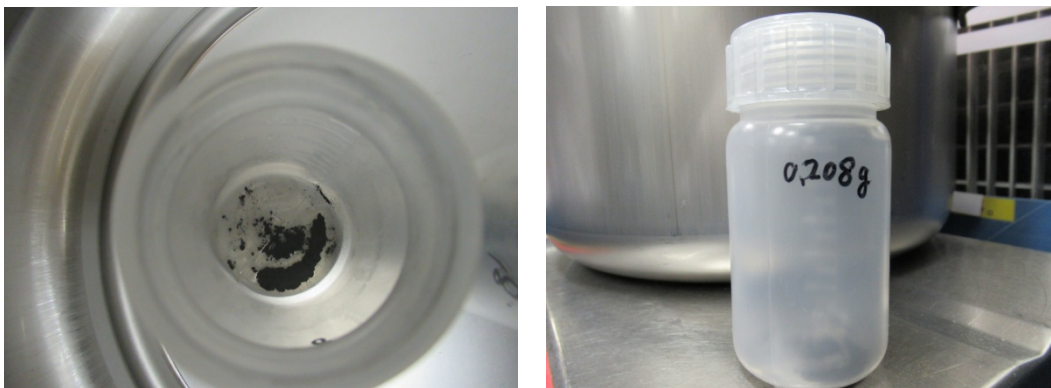


図 5：粉末混合機本体フランジ操作台側で発見した粉末（粉末 A）



図 6：粉末混合機フランジ上のウランを含む粉末（粉末混合機回転主軸フランジ操作台側）

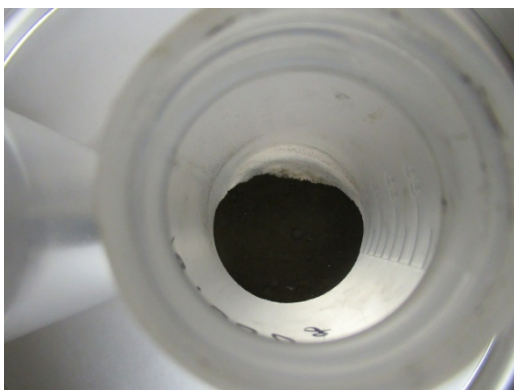


図 7：粉末混合機回転主軸フランジ操作台側で発見した粉末（粉末 B）

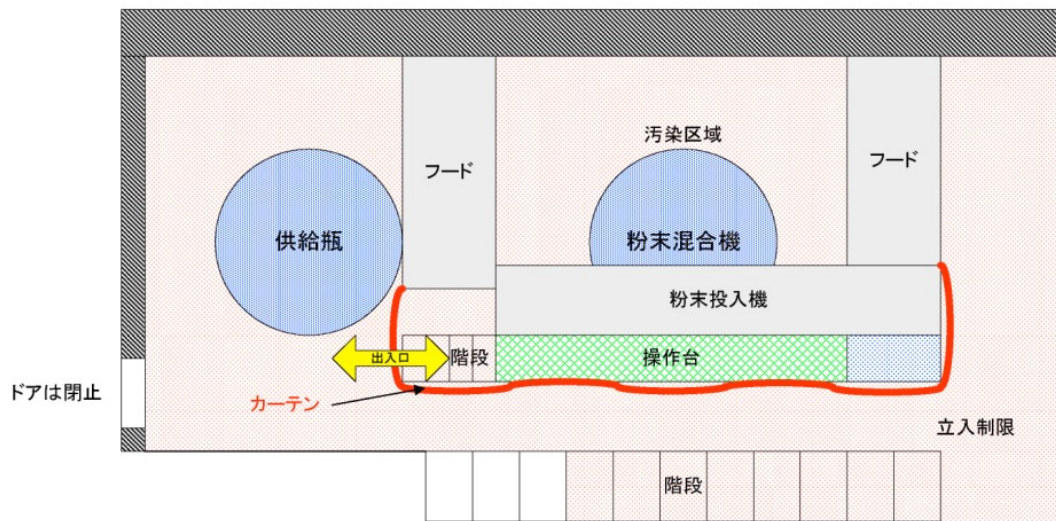


図 8：事象発生後の汚染拡大防止のためのカーテン養生区画

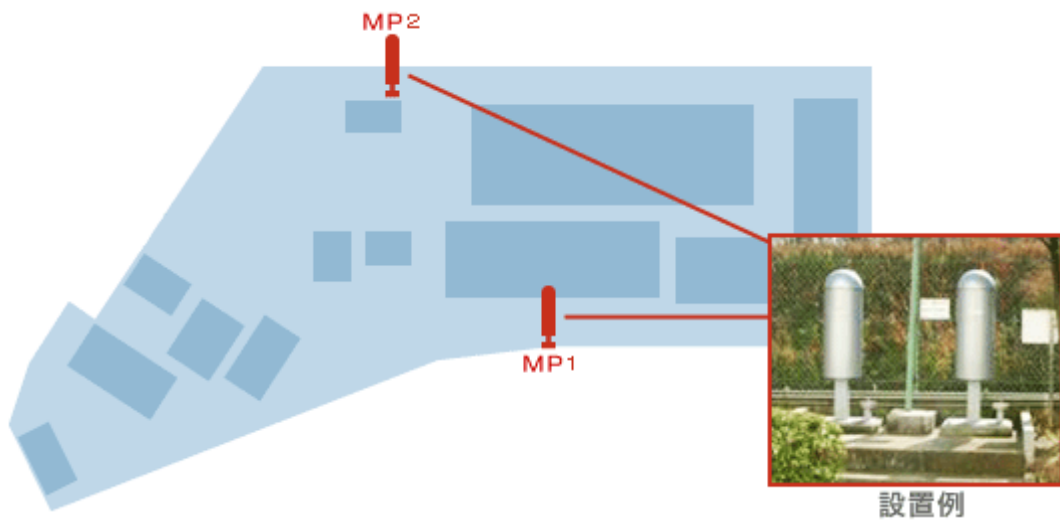
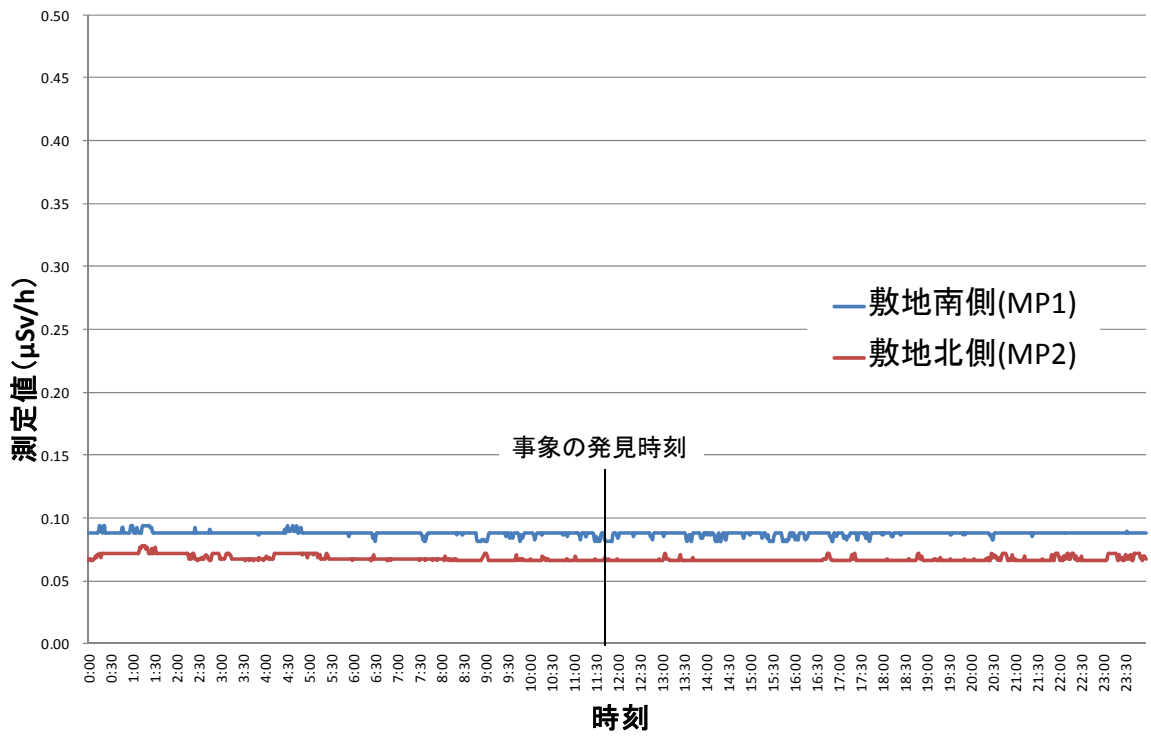


図 9 : 事象発生日におけるモニタリングポストのトレンドと設置場所

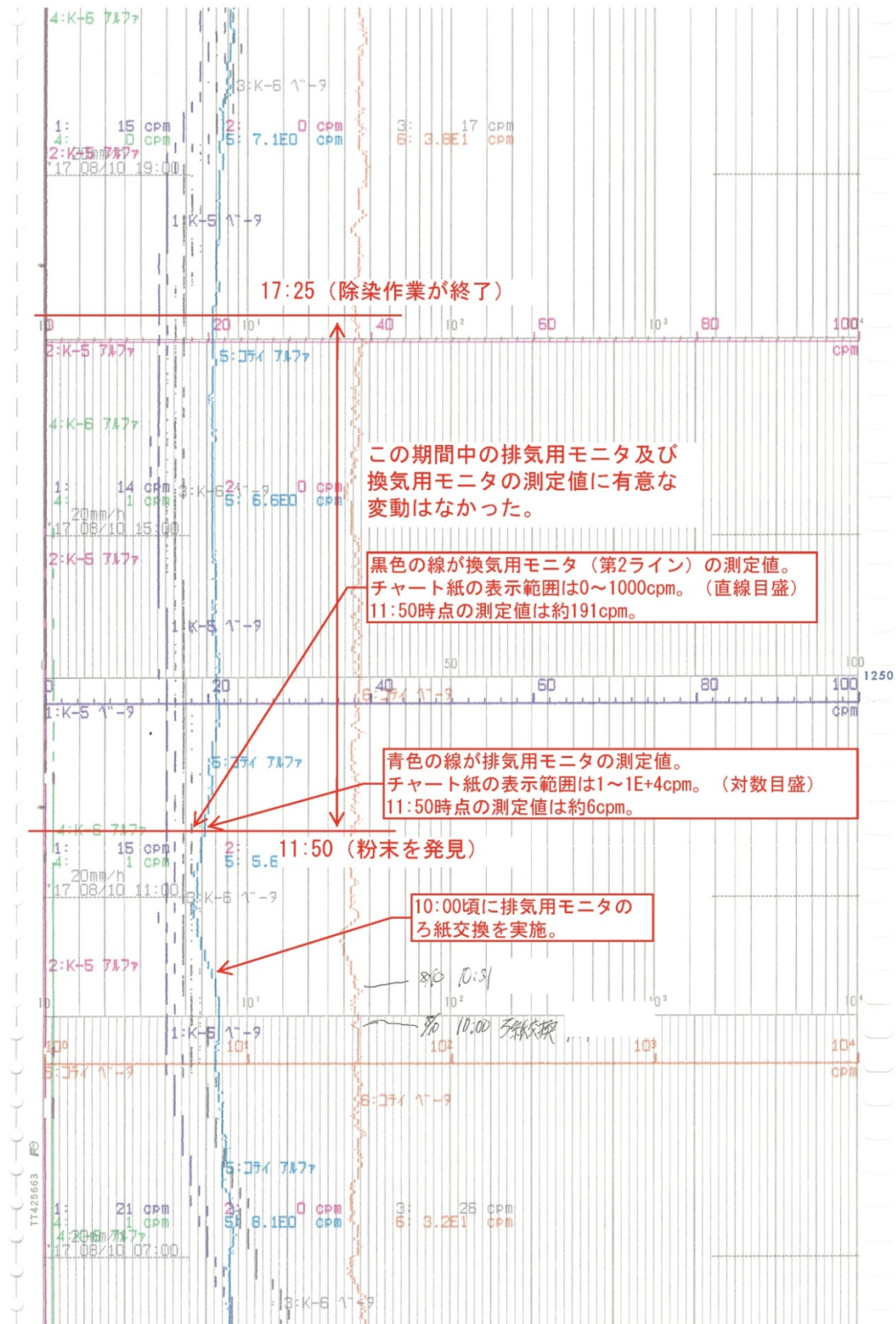


図 10：事象発生日における第2加工棟の排気用モニタ及び換気用モニタのトレンド

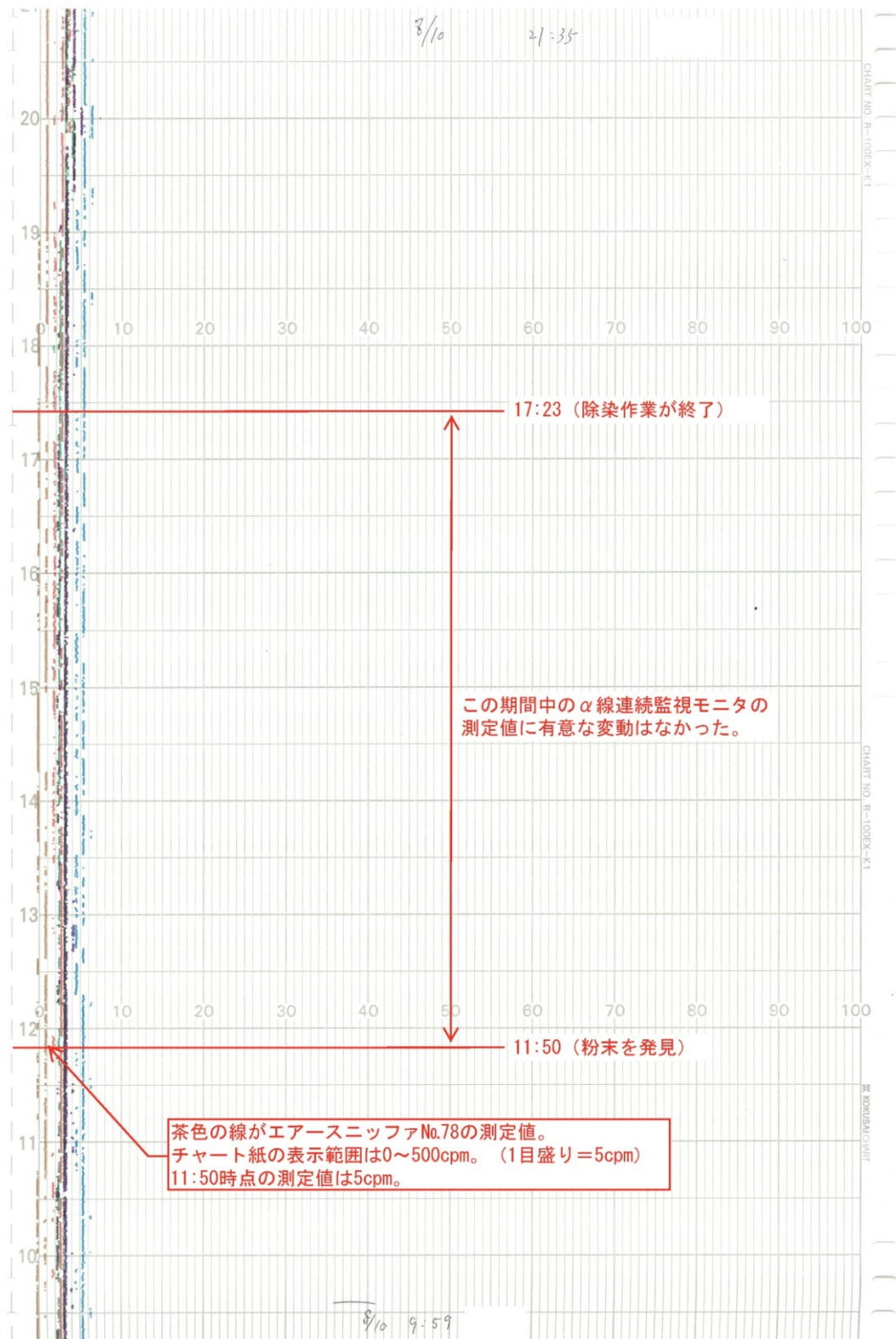


図 11：事象発生日におけるα線連続監視モニタのトレンド

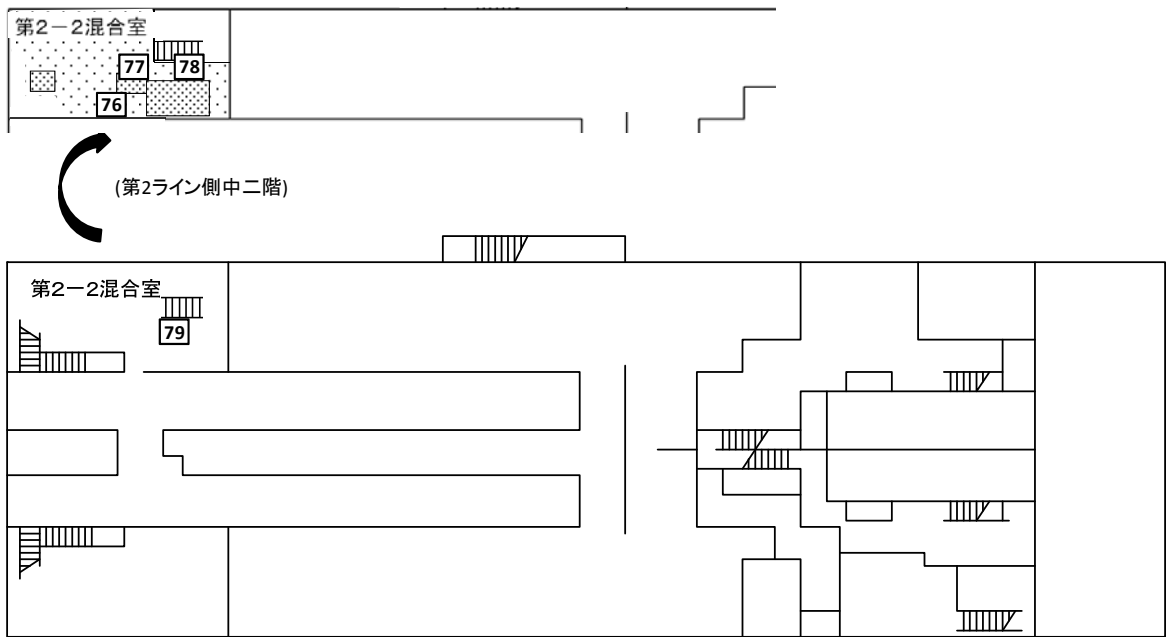


図 12 : 第 2-2 混合室の粉末混合機周辺のエアースニッフアの設置位置

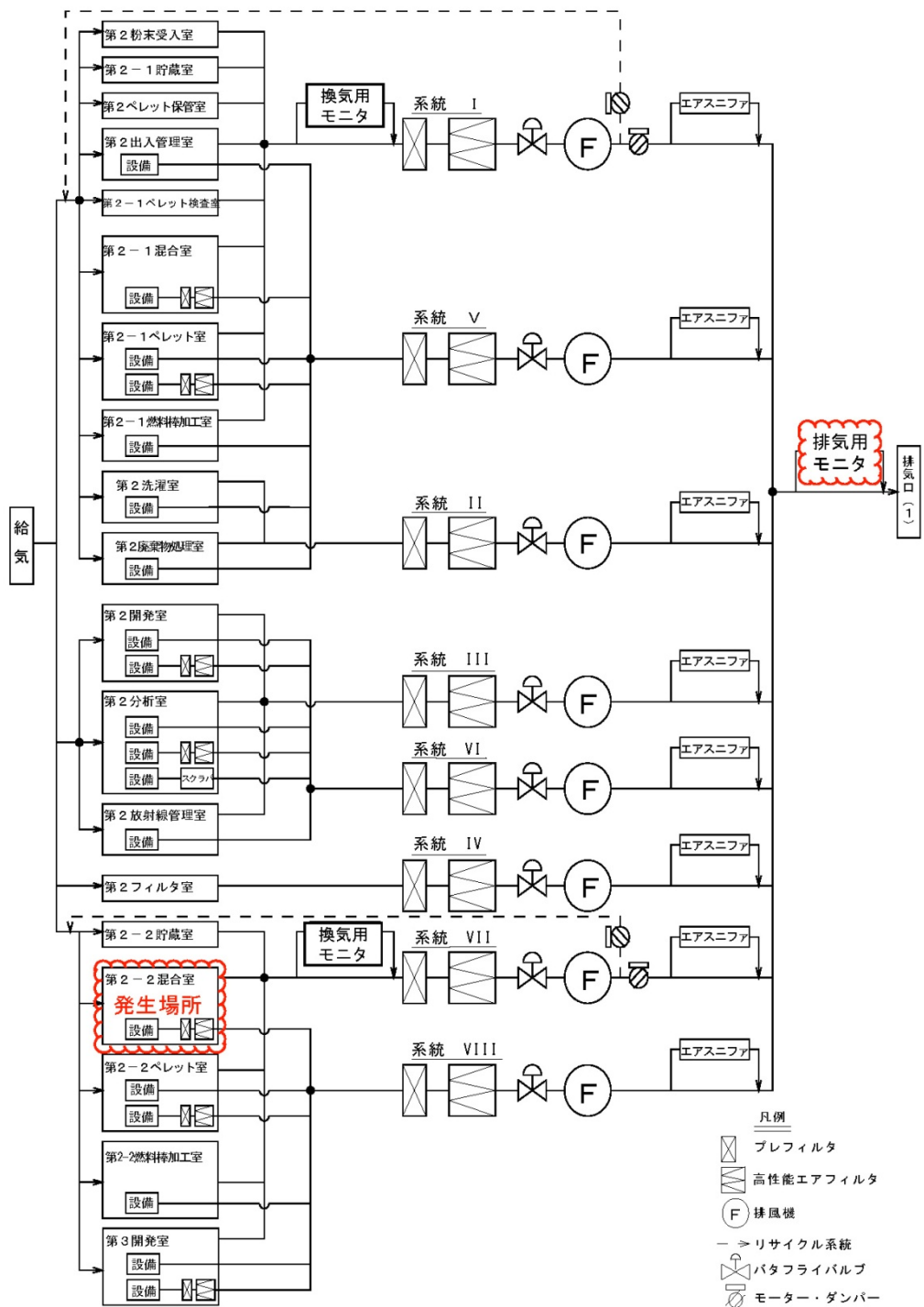


図 第2加工棟における排気用モニタの設置位置

図 13：第2加工棟における排気用モニタの系統図

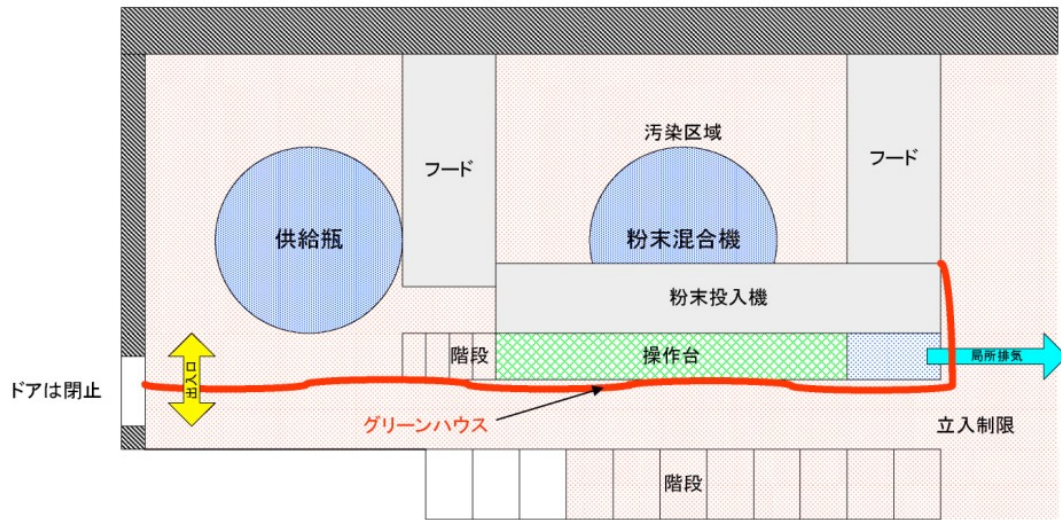


図 14 : 粉末回収後（現状）のグリーンハウス

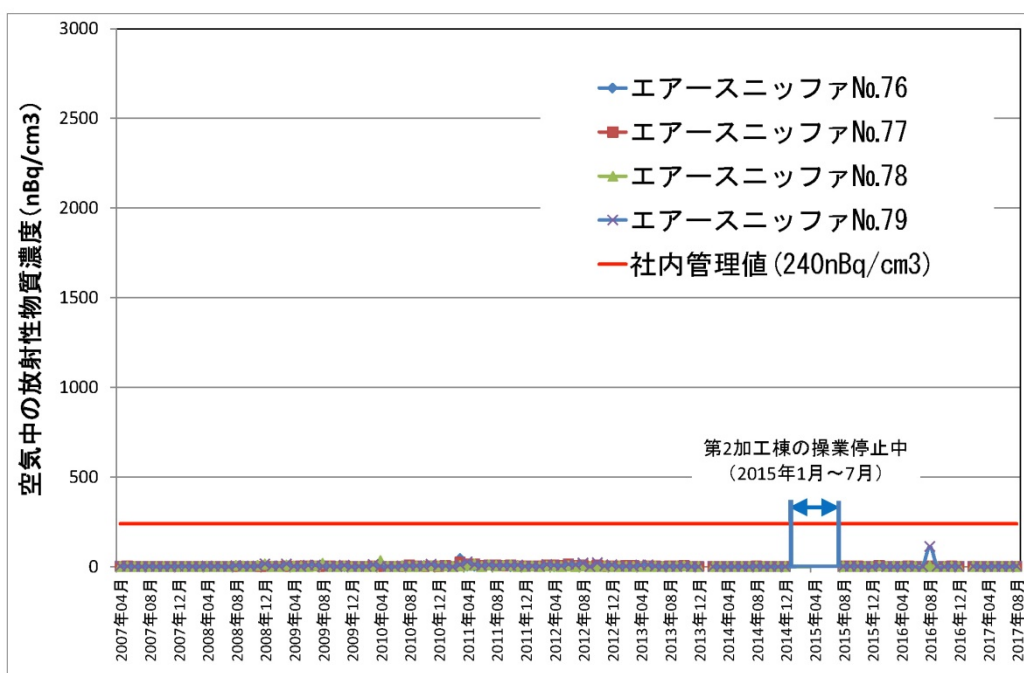
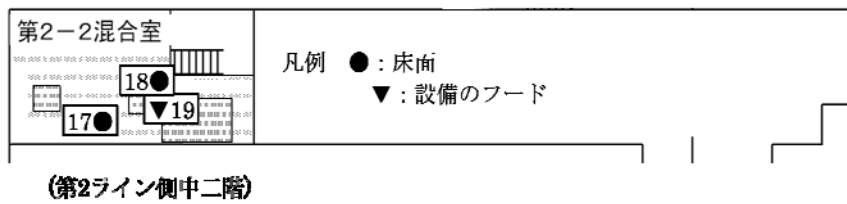
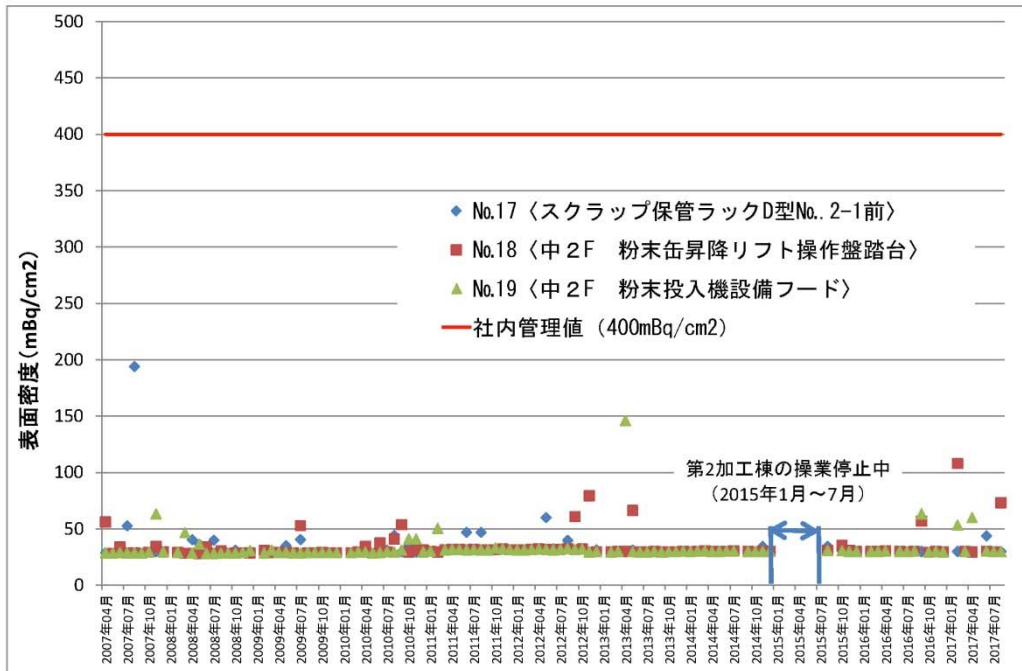


図 15 : 平成 19 年 4 月以降の空气中放射性物質濃度測定結果



粉末混合機周辺の表面密度測定位置

図 16 : 平成 19 年 4 月以降の表面密度測定結果

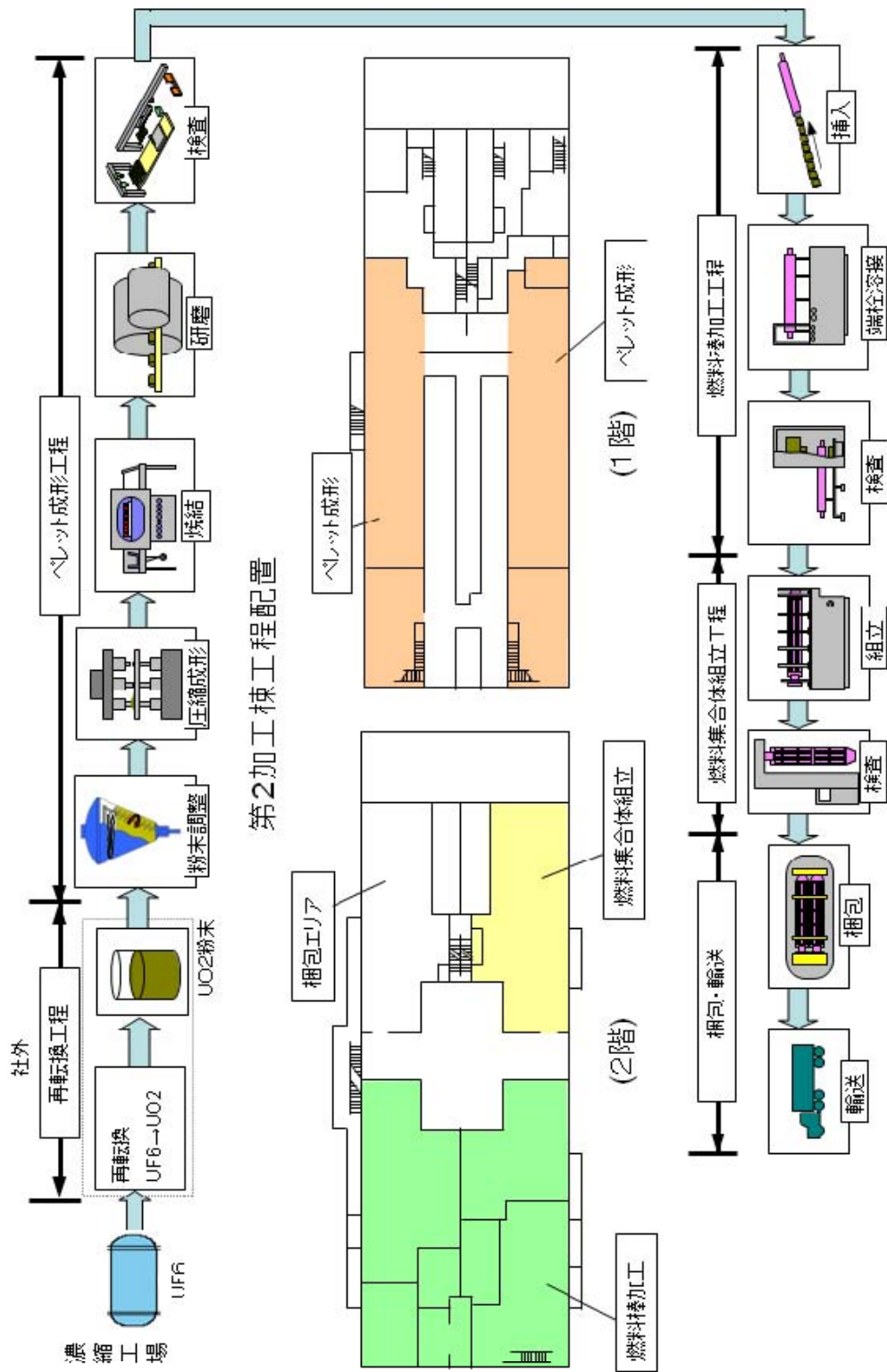


図 17：燃料集合体加工工程の概要

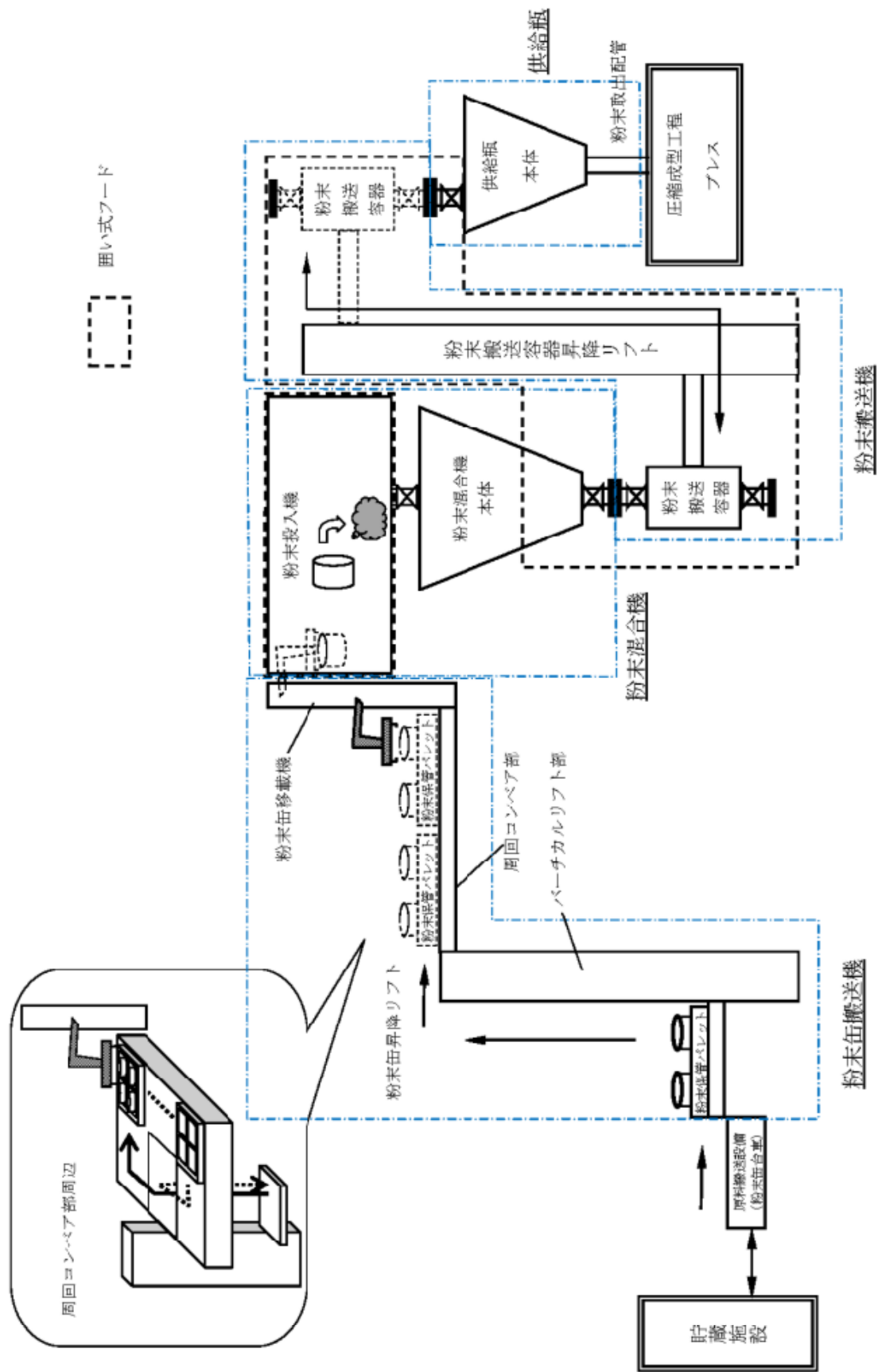


図 18：粉末調整工程（第 2-2 混合室）の概略図

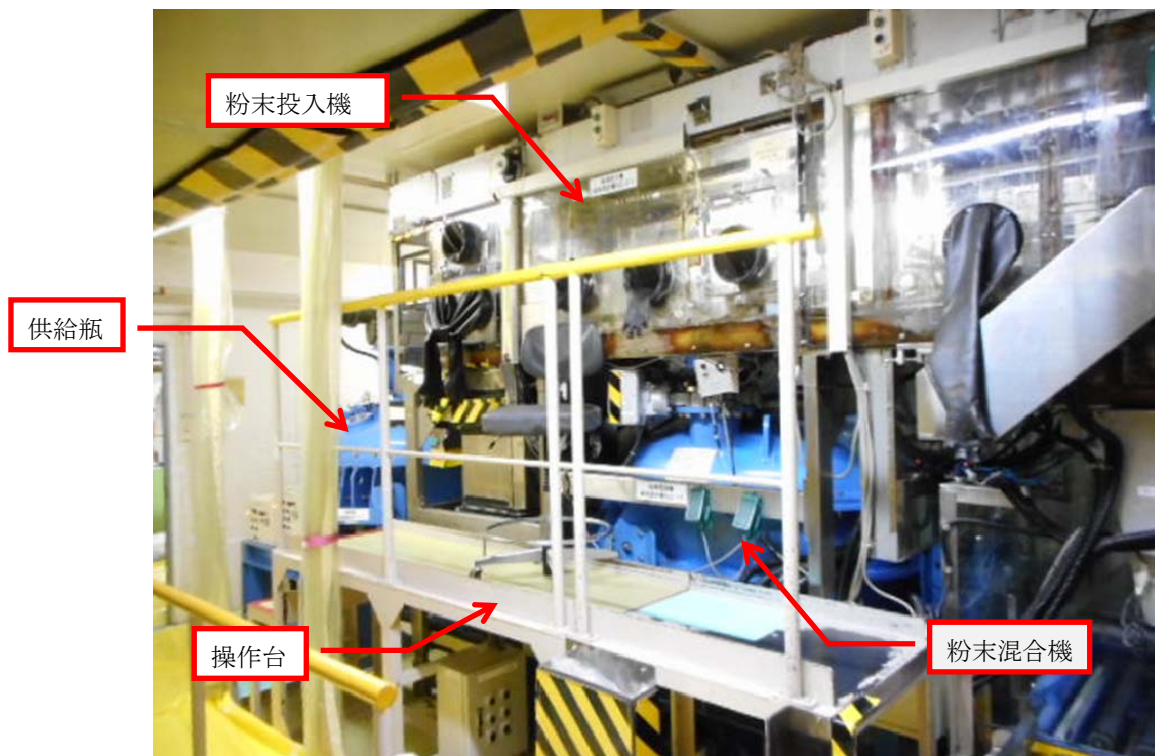
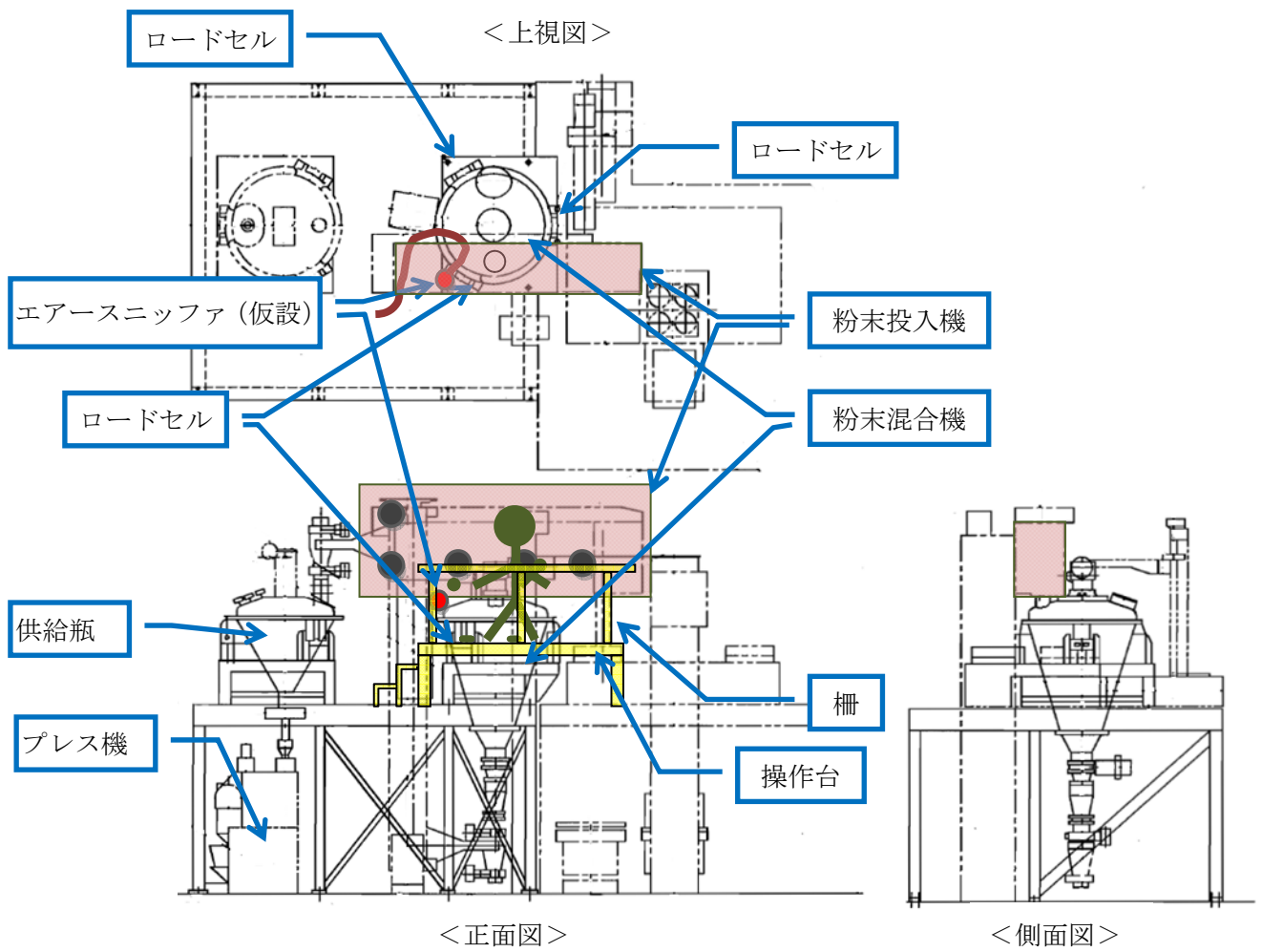


図 19：粉末混合機及び粉末投入機、周辺機器の概略図

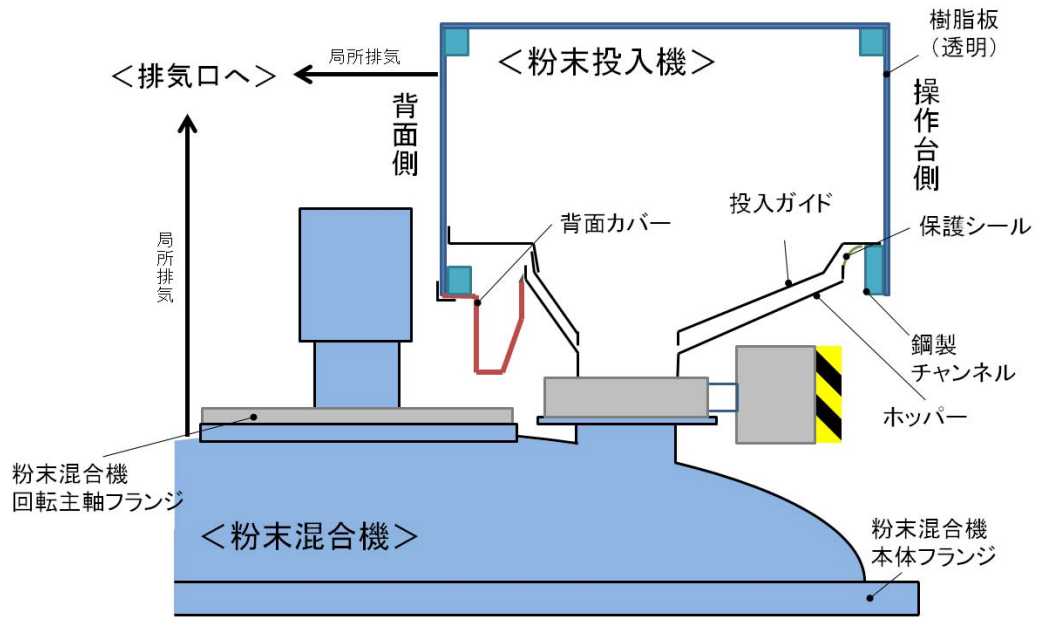
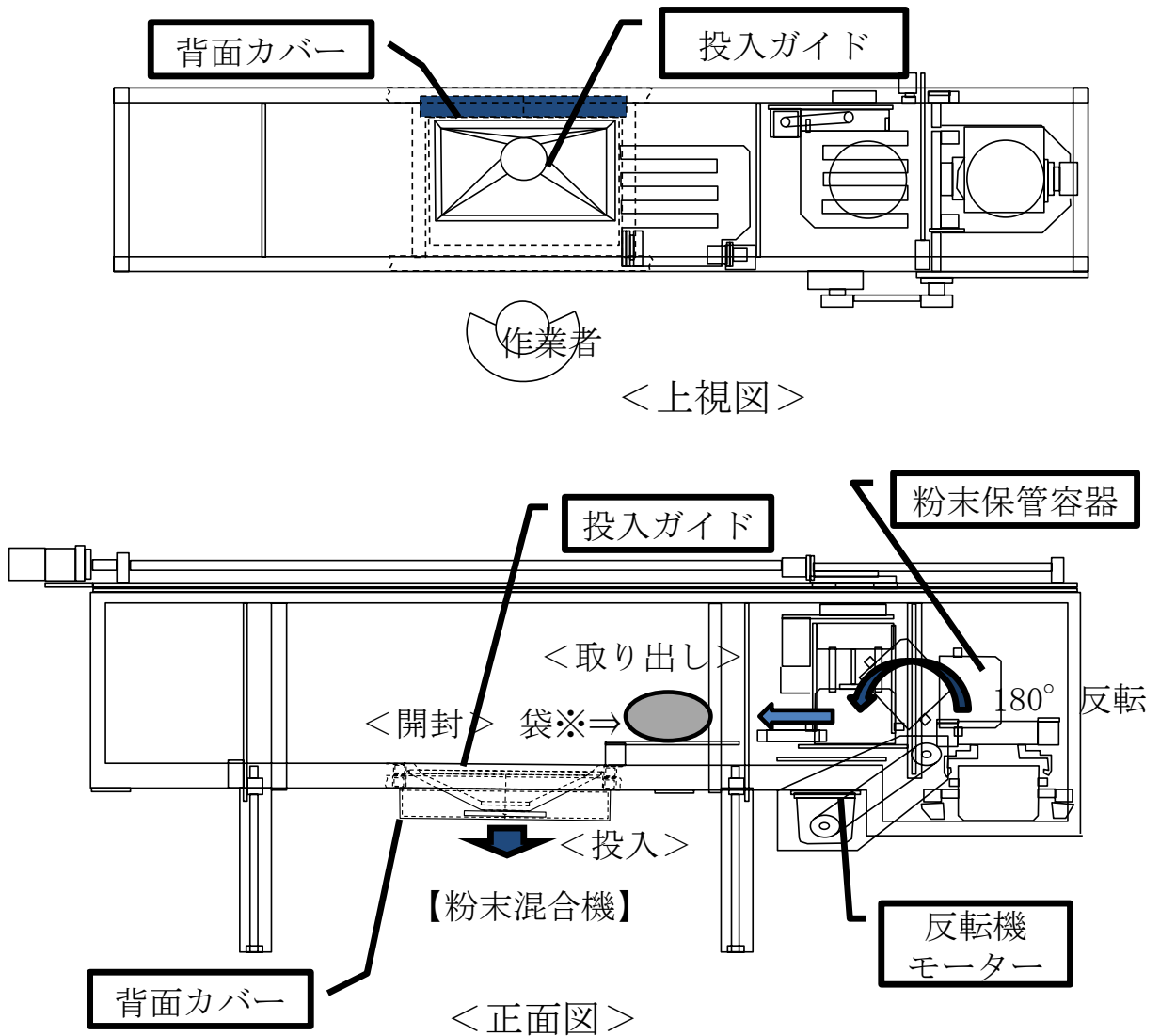
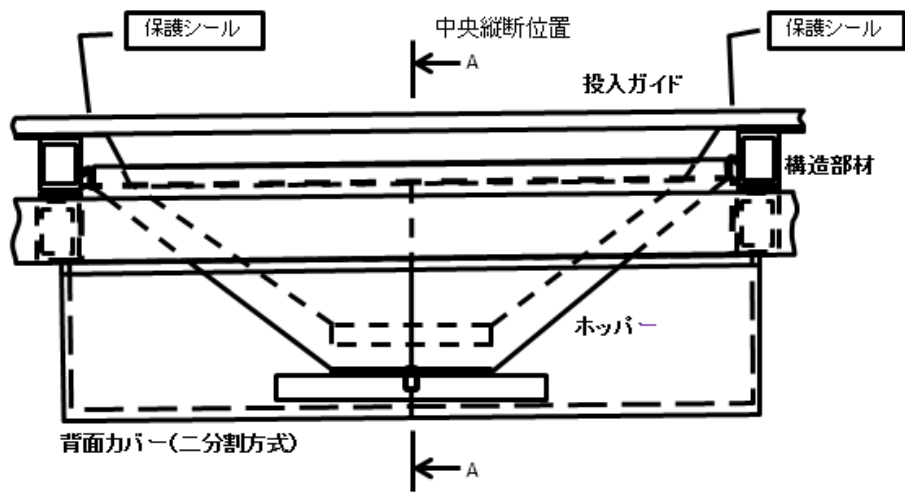


図 20：粉末混合機と粉末投入機の接続部の主要構造



※プラスチック袋に密封した酸化ウラン粉末または添加剤

図 21：粉末投入機の詳細構造



<正面図>

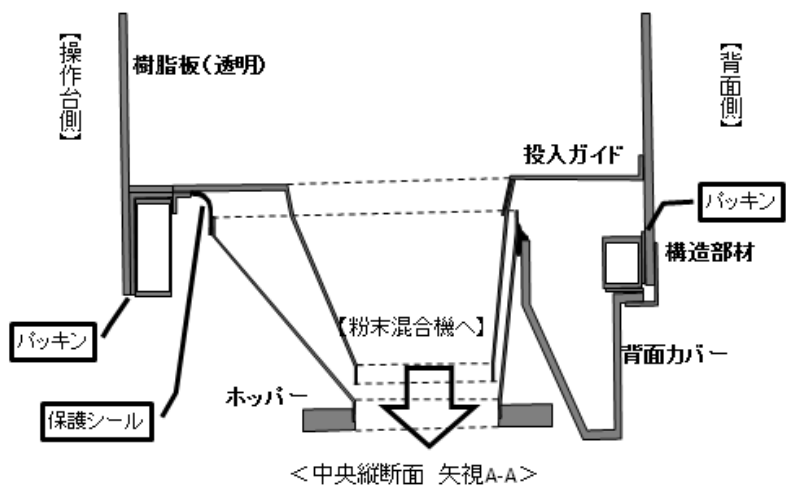


図 22 : 投入ガイド及び周辺の構造図

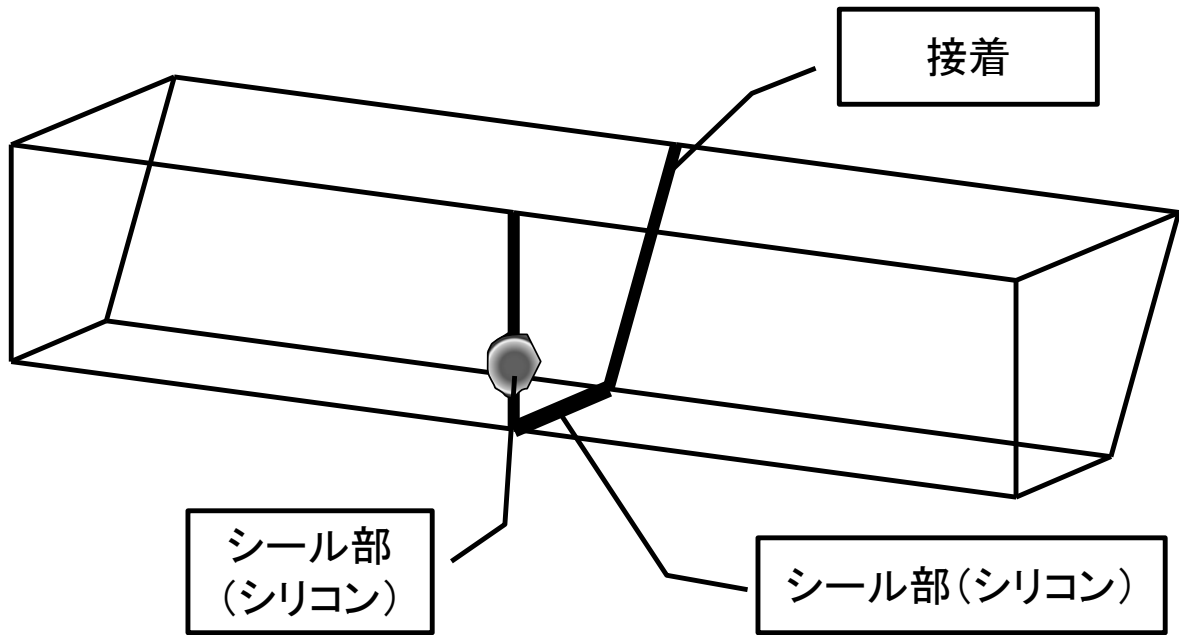


図 23 : 背面カバーの接合部及びシール部

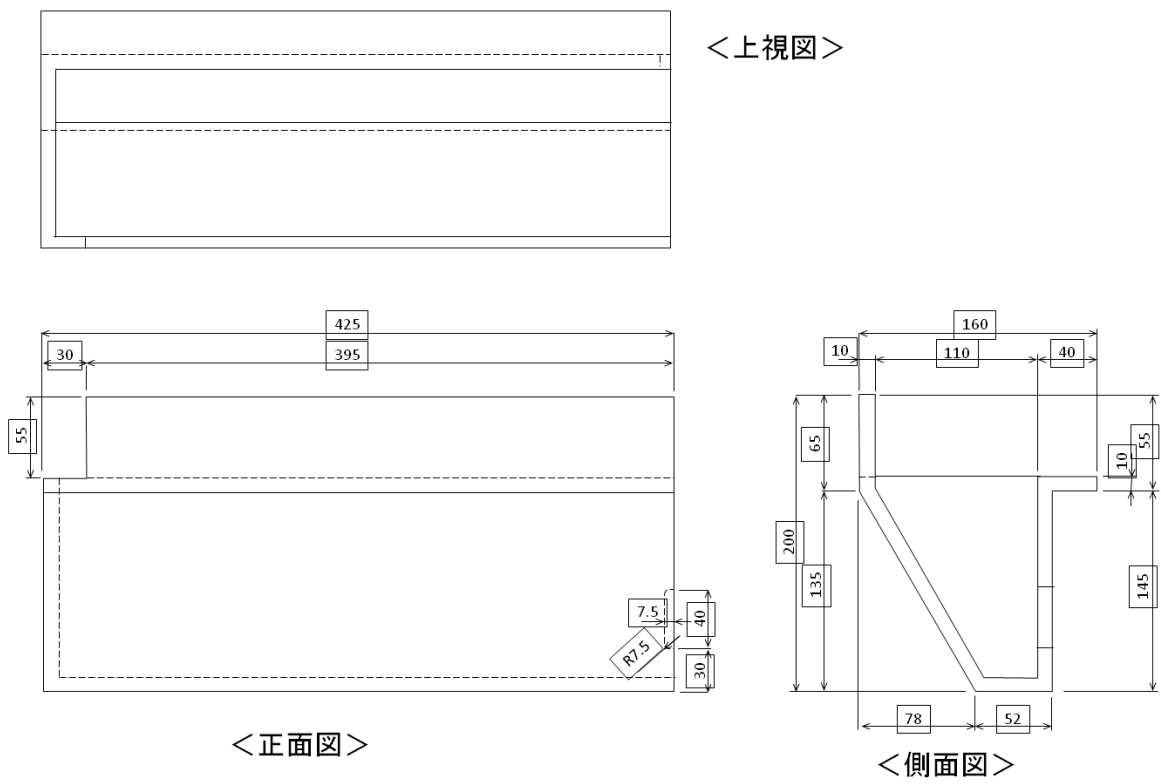


図 24 : 背面カバー (片方) の詳細図

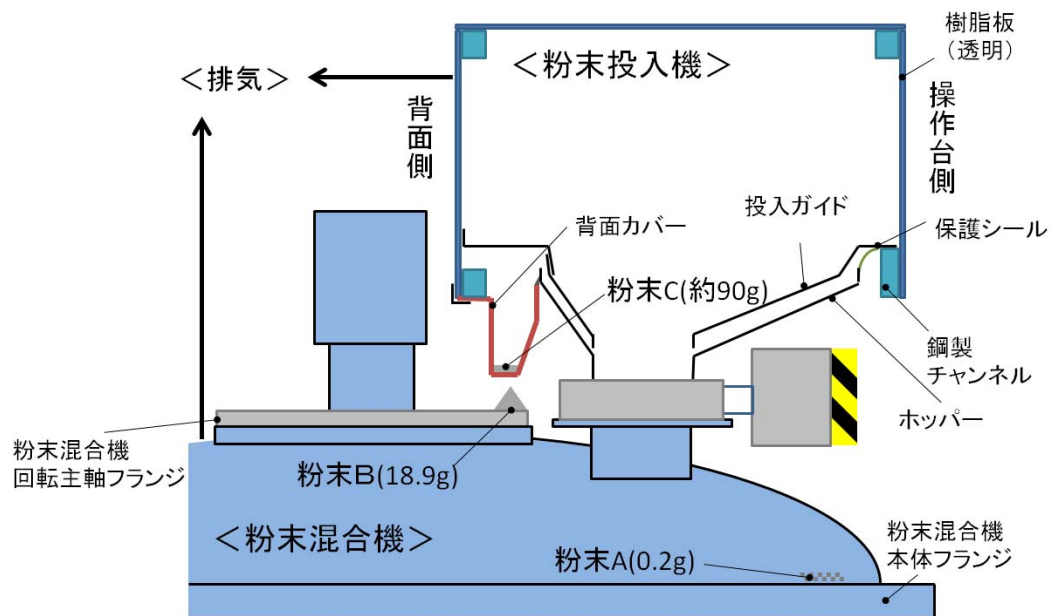


図 25 : 粉末投入機及び粉末混合機の構造 (側面図)

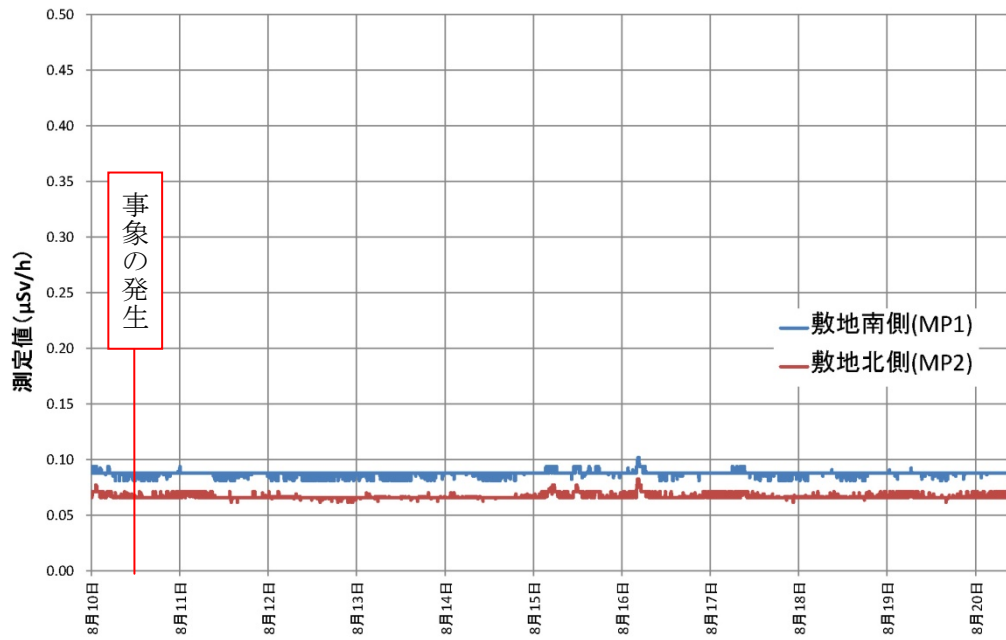
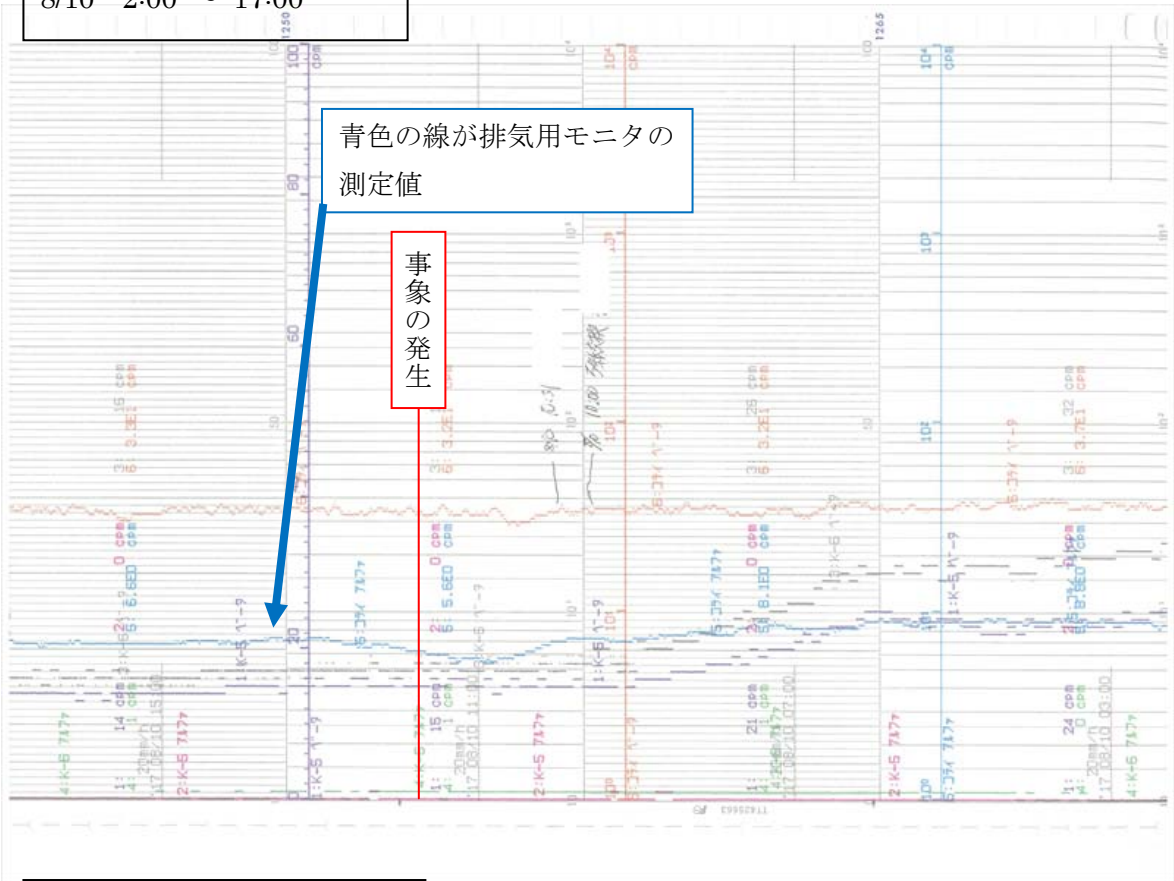


図 26：事象発生以降から現在に至るモニタリングポストトレンド

8/10 2:00 ~ 17:00



8/10 17:00 ~ 8/11 8:00

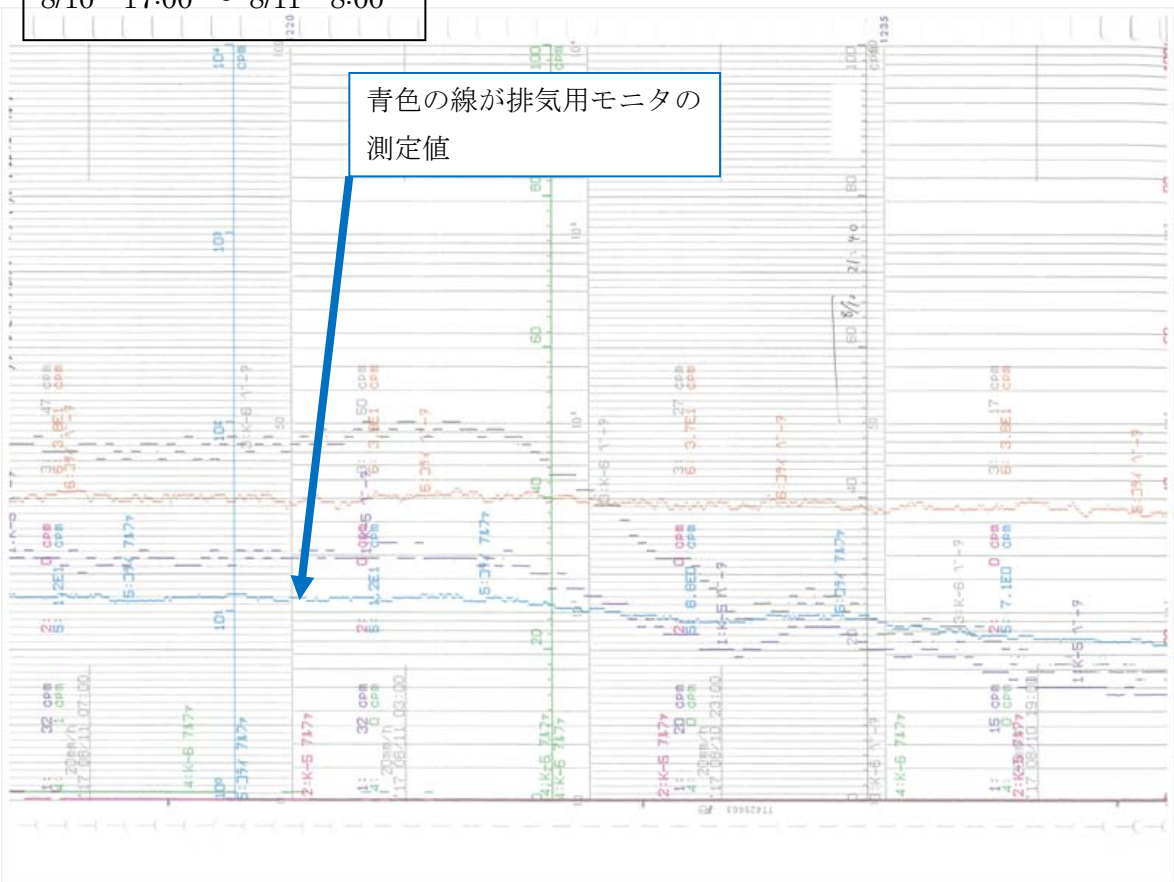


図 27：事象発生以降から現在に至る第2加工棟排気用モニタトレンド (1/8)

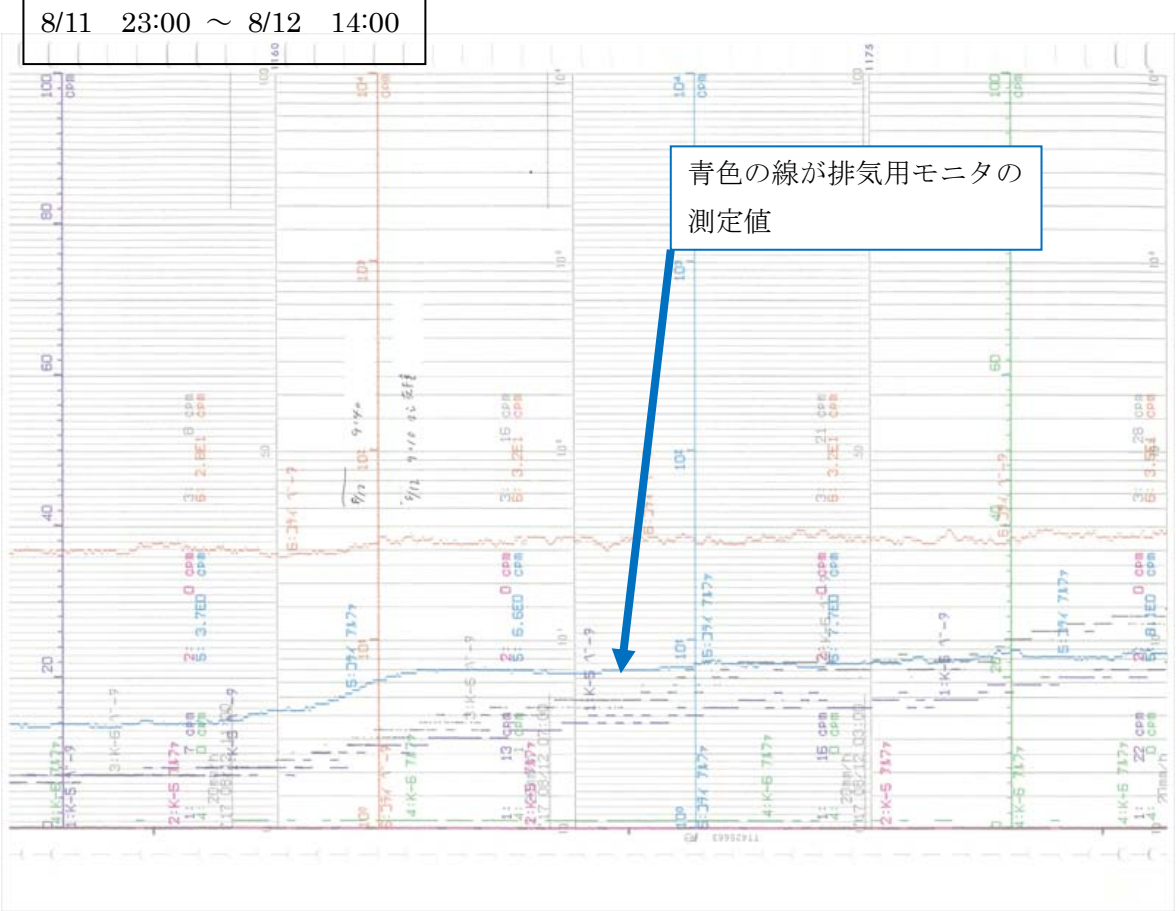
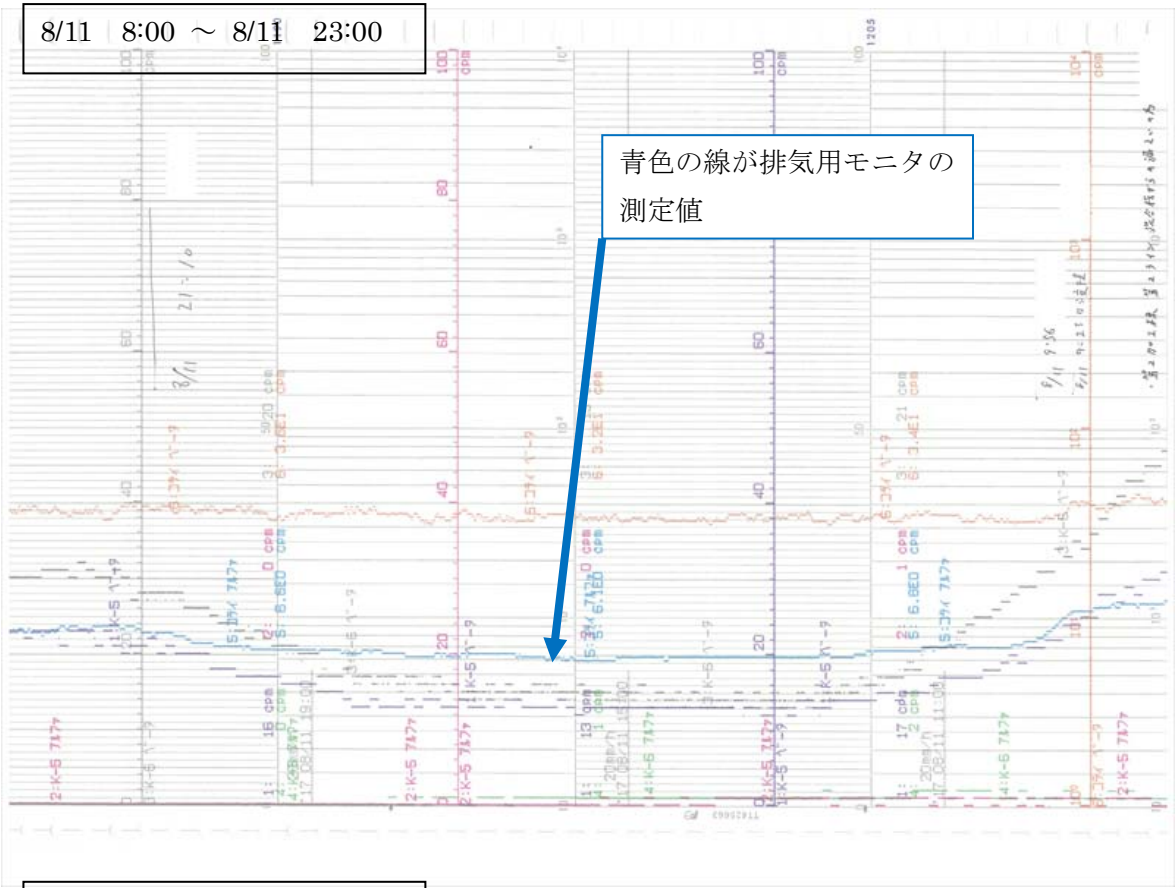
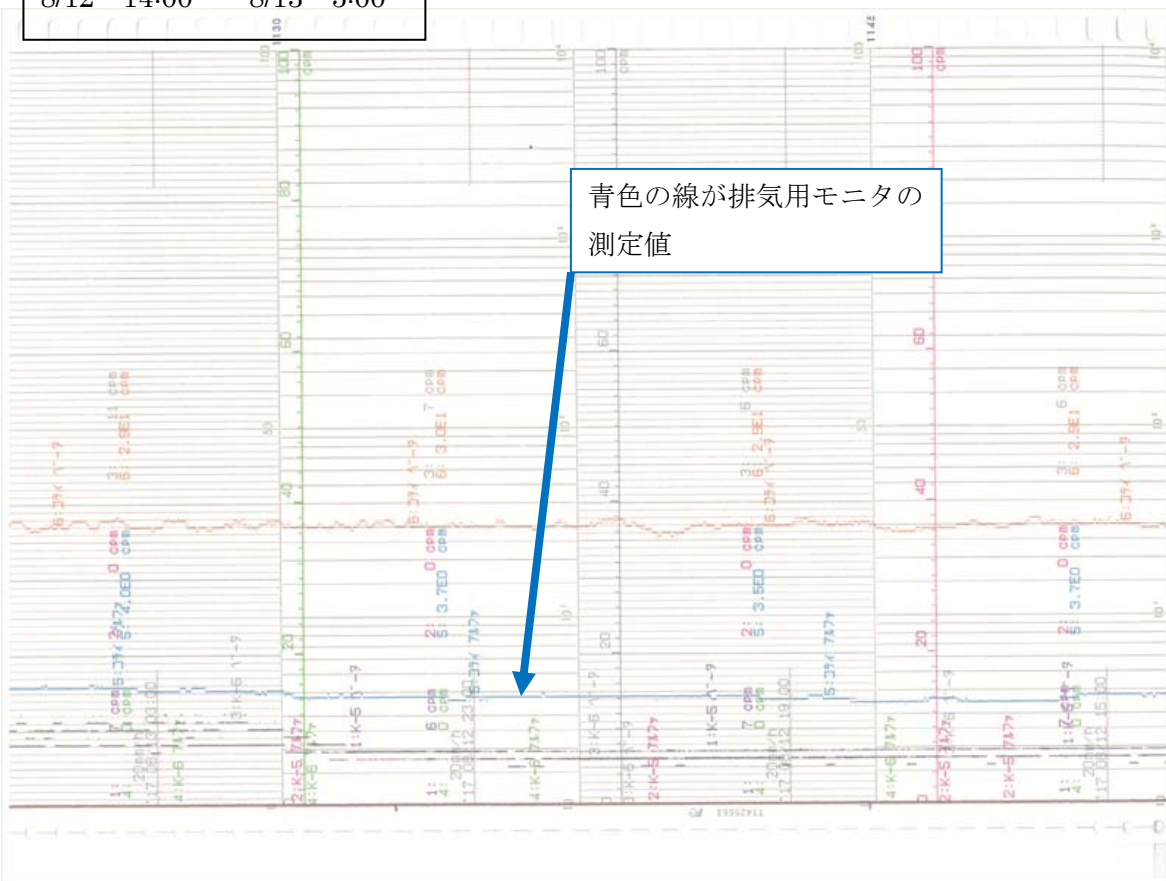


図 27：事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド (2/8)

8/12 14:00 ~ 8/13 5:00



青色の線が排気用モニタの測定値

8/13 5:00 ~ 8/13 20:00



青色の線が排気用モニタの測定値

図 27 : 事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド (3/8)

8/13 20:00 ~ 8/14 11:00



8/14 11:00 ~ 8/15 2:00

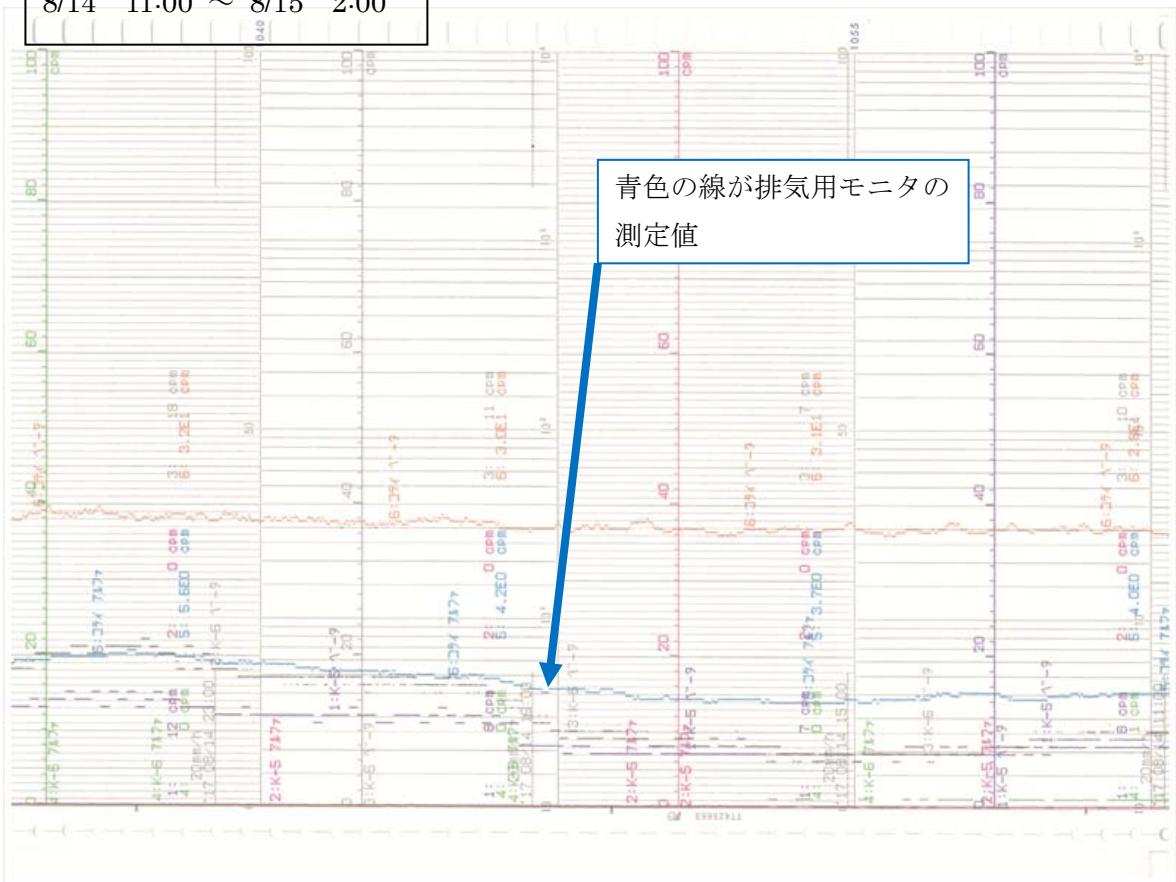
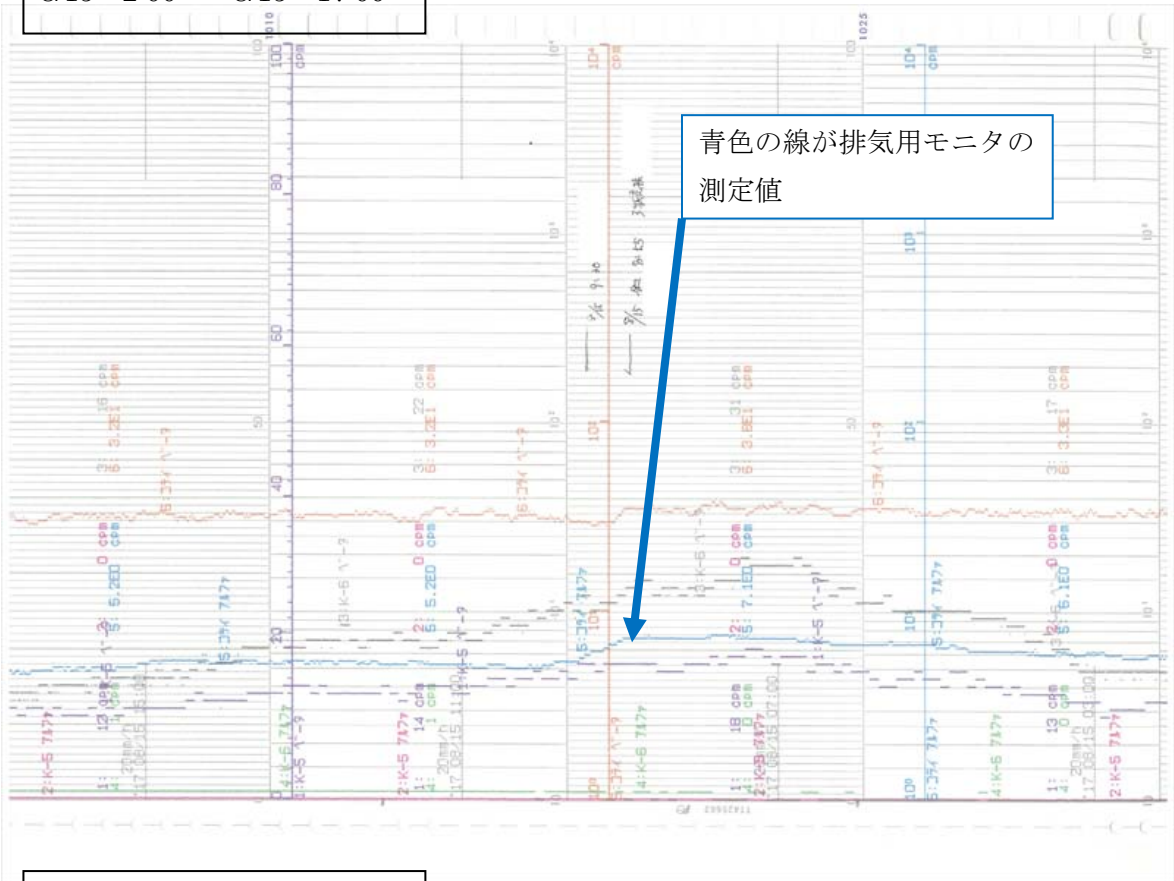


図 27：事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド (4/8)

8/15 2:00 ~ 8/15 17:00



8/15 17:00 ~ 8/16 8:00

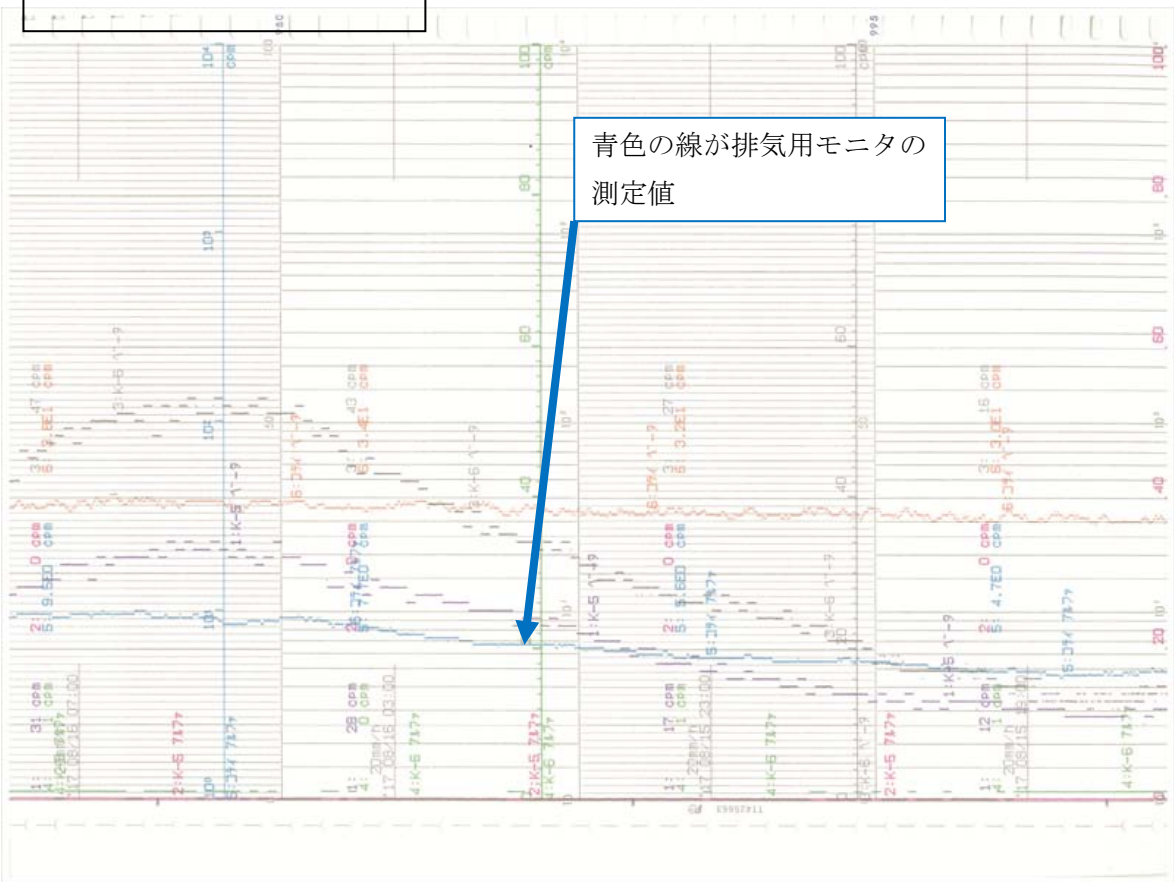
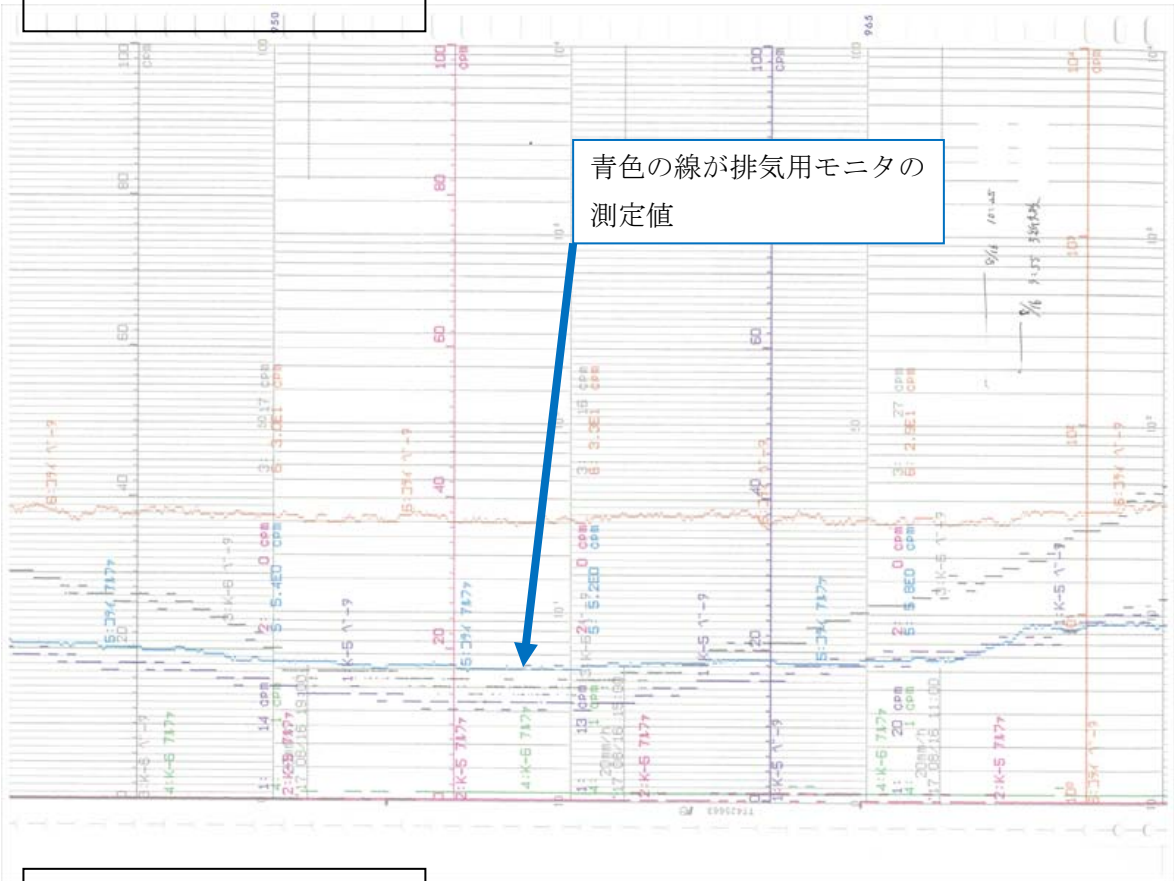


図 27 : 事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド (5/8)

8/16 8:00 ~ 8/16 23:00



8/16 23:00 ~ 8/17 14:00

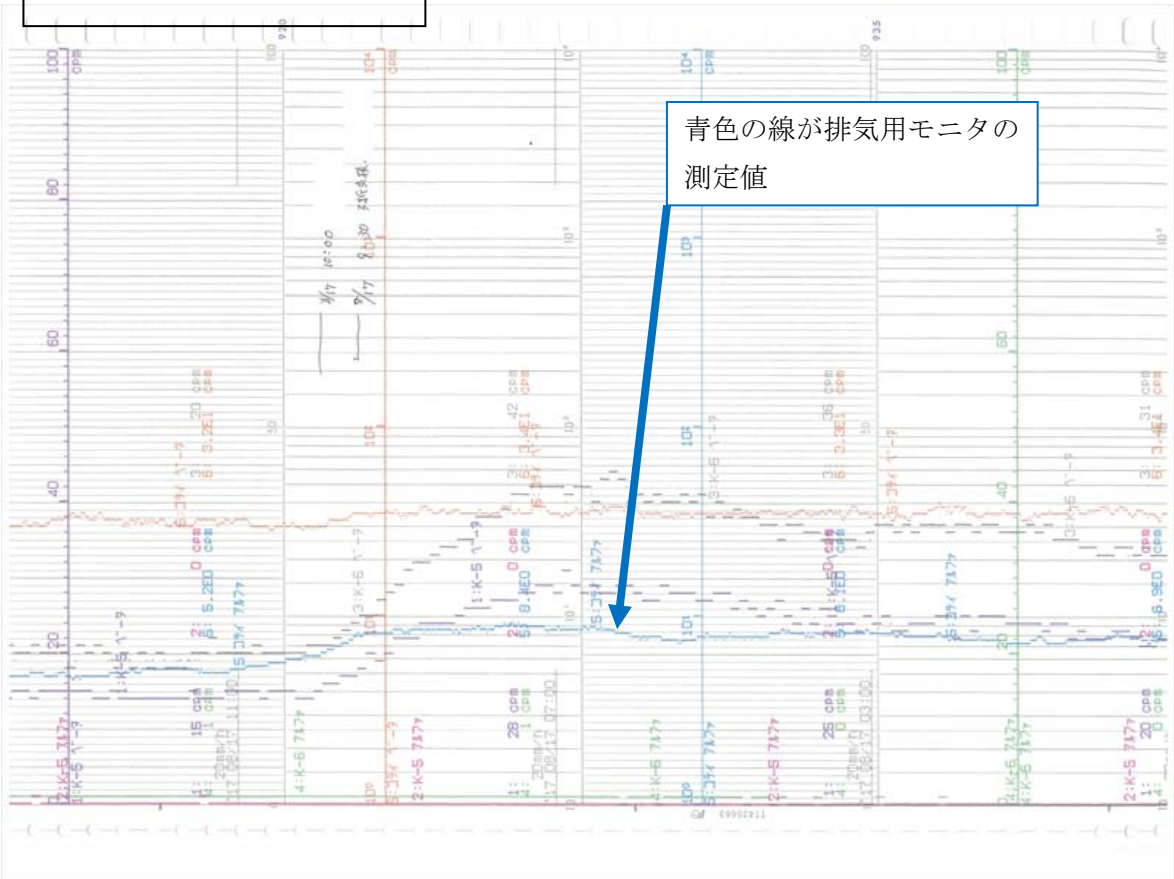
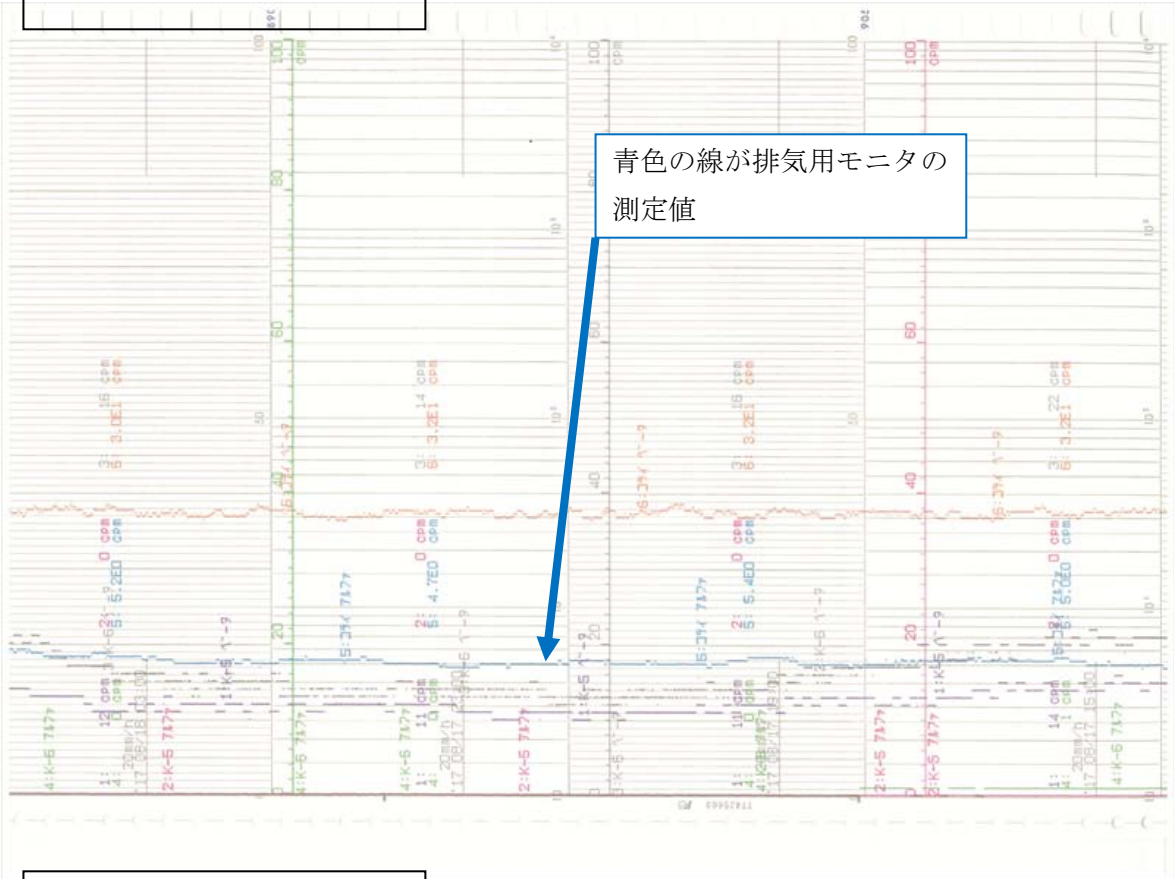


図 27：事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド (6/8)

8/17 14:00 ~ 8/18 5:00



8/18 5:00 ~ 8/18 20:00

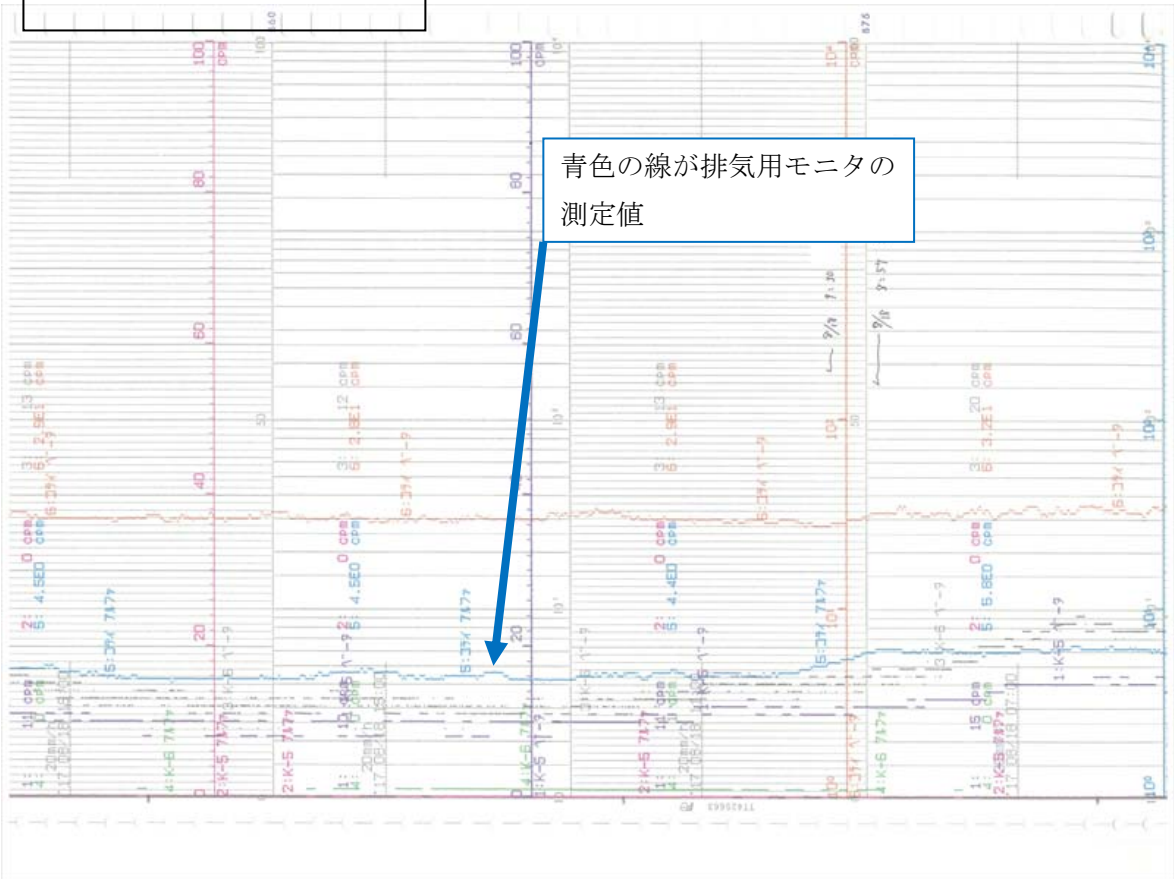
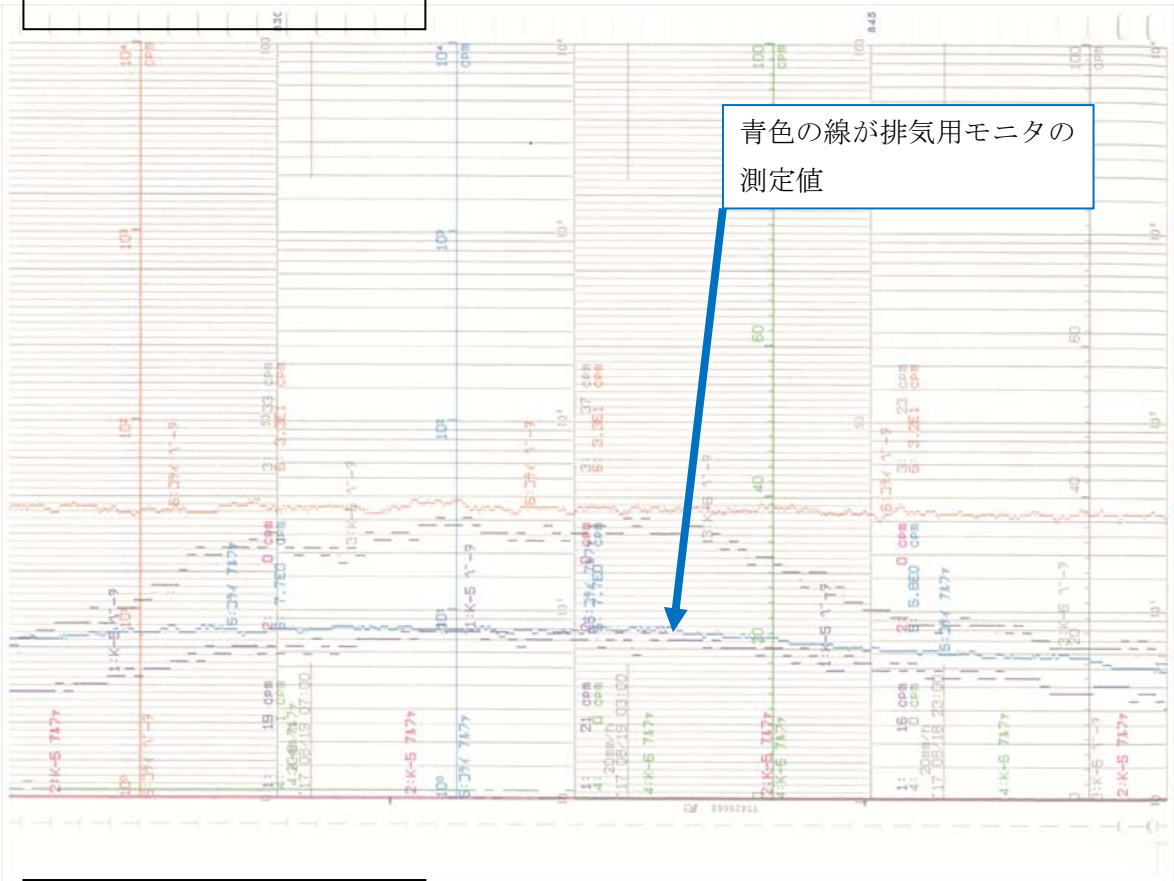


図 27：事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド（7/8）

8/18 20:00 ~ 8/19 11:00



8/19 11:00 ~ 8/20 2:00

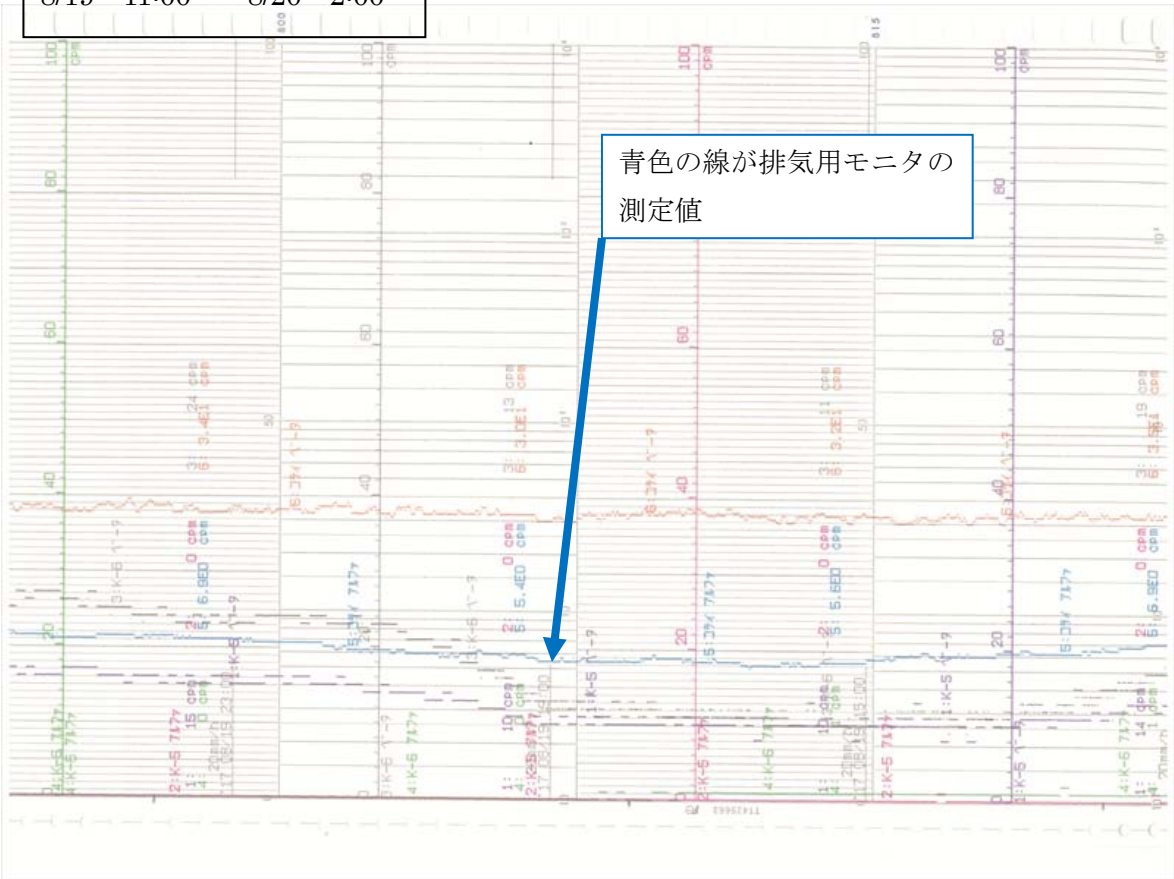


図 27：事象発生以降から現在に至る第 2 加工棟排気用モニタトレンド (8/8)

表 1：熊取事業所の緊急対策組織

緊急対策本部		
緊急対策本部長 緊急対策副本部長 本部長付 核燃料取扱主任者 核物質防護責任者	情報 1 係	1. 本社指令の伝達 2. 本社への情報伝達 3. 国等社外関係機関への通報・連絡 4. 各種情報の収集
	情報 2 係	1. 原子力災害合同対策協議会での情報交換・相互協力
	総務広報係	1. 所内への周知及び要員の呼集 2. マスコミ対策 3. 異常事態が発生した場合における当該異常事象に関する広報 4. 他の係に属さない事項
	放管係	1. 事業所内外の放射線・放射能及びその他異常事象の状況把握 2. 被ばく管理・汚染管理
	技術係	1. 事故状況の把握 2. 事故影響範囲の推定 3. 事故拡大防止対策の検討
	工務係	1. 施設設備の整備・点検・応急復旧
	救護消火係	1. 被災者の救助・医療措置 2. 消防機関と協力しての消火活動
	警備誘導係	1. 事業所内の警備 2. 非要員の避難誘導
	調達係	1. 復旧資機材の調達
	除染係	1. 放射性物質の汚染除去

表 2：事象の時系列表

時刻	内容
11:50	第 2-2 混合室粉末混合機本体フランジ操作台側において、放管員 A が粉末状の物質を発見、その後、担当部長に連絡し、核燃料取扱主任者、所長に連絡
12:04	原子力規制庁事故対処室、現地規制事務所へ電話による通報連絡
12:14	情報 1,2 係及び総務広報係招集
12:19	粉末混合機周辺カーテン区画実施。エアースニッフアのろ紙の測定結果及び α 連続モニタ値が異常ないことを確認
12:20	モニタリングポストに異常ないことを確認 (No.1 : 0.085 μ Sv/h, No.2 : 0.068 μ Sv/h)
12:22	FAX 第 1 報発信 → 12:32 FAX 着信確認
12:25	第 2 加工棟排気用モニタが通常値であることを確認 (α 線 : 6.5cpm)
12:30	汚染の範囲を同定、200mm×65mm
12:39	発見された粉末重量を測定 0.2 グラム
12:44	FAX 第 2 報発信 → 12:58 FAX 着信確認
13:20	粉末混合機回転主軸フランジ操作台側にも粉末発見
13:25	粉末回収作業員 3 名の鼻スミヤを指示
13:45	FAX 第 3 報発信 → 14:10 FAX 着信確認
14:10	粉末混合機回転主軸フランジ操作台側で発見された粉末重量 18.9 グラム
14:19	FAX 第 4 報発信 → 14:43 FAX 着信確認
15:10	作業員 3 名の鼻スミヤの結果検出限界以下、内部被ばくなし
16:02	FAX 第 5 報発信 → 16:30 FAX 着信確認
16:55	法令報告事象と判断
17:23	粉末混合機の除染完了
17:30	FAX 第 6 報発信 → 17:41 FAX 着信確認及び法令報告事象と判断した旨の報告を受領したとの連絡を受ける。

添付 1：放管員、作業員の内部被ばくの確認状況

①鼻スミヤによる評価結果

1. 評価結果

	放管員 A	作業員 B	作業員 C
α線計数値[Count/10min]	1	0	5
正味計数率：N(cpm)	検出下限未満	検出下限未満	検出下限未満
放射能：A(Bq)	1.6 Bq 未満		
摂取量：I(Bq)	62 Bq 未満		
実効線量(mSv)	0.42 mSv 未満		
備考	記録レベル未満		

参考 内部被ばくの記録レベル： 0.5 mSv/回

2. 測定・評価条件

・測定機器名：低バックグラウンド放射能測定装置

試料計測時間： T_s (min)	10
BG 計数値： N_b (cpm)	0.0
BG 計数時間： T_b (min)	80
計数効率： ϵ_i	0.196
線源効率： ϵ_s	0.5
拭き取り効率：F	0.1

検出下限計数率： N_d (cpm)	0.9
検出下限放射能： A_d (Bq)	1.6

3. 算出式

・検出下限計数率の算出式

$$N_d = \frac{K}{2} \left[\frac{K}{T_s} + \sqrt{\left(\frac{K}{T_s}\right)^2 + 4 \times N_b \left(\frac{1}{T_s} + \frac{1}{T_b}\right)} \right]$$

・放射能（検出下限放射能）の算出式

$$A \text{ or } A_d = \frac{N \text{ or } N_d}{60 \times \epsilon_i \times F \times \epsilon_s}$$

E：内部被ばくによる実効線量当量(mSv)

A：鼻スミヤの放射能

40：摂取量推定の補正定数

e：実効線量係数(6.8×10^{-3} U-234)

・内部被ばくの算出式

$$E = I \times e$$

$$I = A \times 40$$

I：摂取量(Bq)

② バイオアッセイ法（尿中ウラン分析）

1名の放管員、2名の作業員について、漏えいしたウラン粉末の回収及び設備の除染作業終了後24時間以内の尿を採取し、尿中に含まれるウランの濃度を蛍光分析法により測定した。

表に示すとおり、いずれの作業員についても尿中からは有意なウランの検出はなかった。

	放管員 A	作業員 B	作業員 C
尿中ウラン量 ($\mu\text{g/L}$)	検出下限未満	検出下限未満	検出下限未満

検出下限：10 $\mu\text{g/L}$

添付 2：漏えいしたウランの放射エネルギーの評価について

1. 粉末混合機上で回収したウラン粉末の放射エネルギー

粉末混合機上にあるウラン粉末を手作業で回収し秤量したウラン粉末量にウランの比放射エネルギーをかけて放射エネルギーを評価した。

なお、保守的な評価とするため、回収したウラン粉末は全てウランとして評価した。

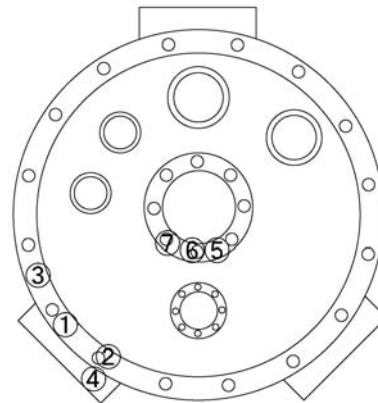
回収場所	本体フランジ操作台側	回転主軸フランジ操作台側
回収量(g)	0.2	18.9
比放射エネルギー(Bq/gU)	1.44×10 ⁵	
放射エネルギー(Bq)	2.88×10 ⁴	2.73×10 ⁶
総放射エネルギー(Bq)	2.75×10 ⁶ Bq	

2. 粉末混合機上で回収できなかったウラン粉末の放射エネルギー

ウラン粉末を回収した後に粉末混合機上をスミヤ法により表面密度を測定し、有意な表面密度が検出された箇所の表面密度に面積をかけてウラン量を算定し、粉末混合機上で回収できなかったウラン粉末の放射エネルギーを評価した。

測定場所*	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
表面密度(mBq/cm ²)	7.84E+3	1.77E+4	6.02E+1	8.60E+2	7.28E+3	5.16E+4	4.57E+4
面積(cm ²)	100	100	624	624	100	100	100
放射エネルギー(Bq)	784	1770	38	537	728	5160	4570
総放射エネルギー(Bq)	1.36×10 ⁴ Bq						

*測定場所は下図に示すとおり。



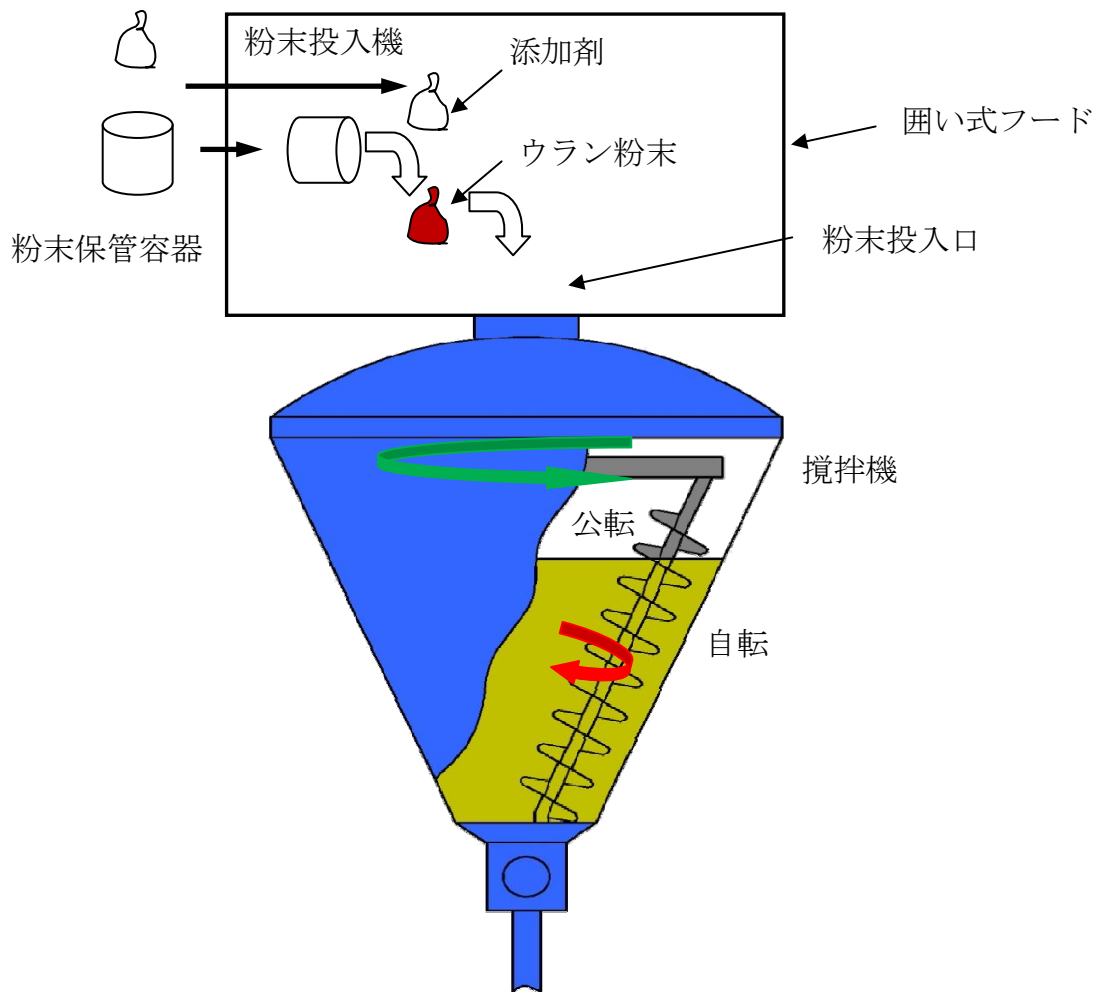
1. 及び 2. で評価した放射エネルギーを合計すると 2.77×10⁶ Bq となる。

添付 3：粉末混合機及び粉末投入機について

粉末混合機はナウターミキサー式（概略を添付図 1 に示す）であり、粉末混合機内の攪拌機を自転と公転することによりウラン粉末と添加剤を均一に混合する装置である。

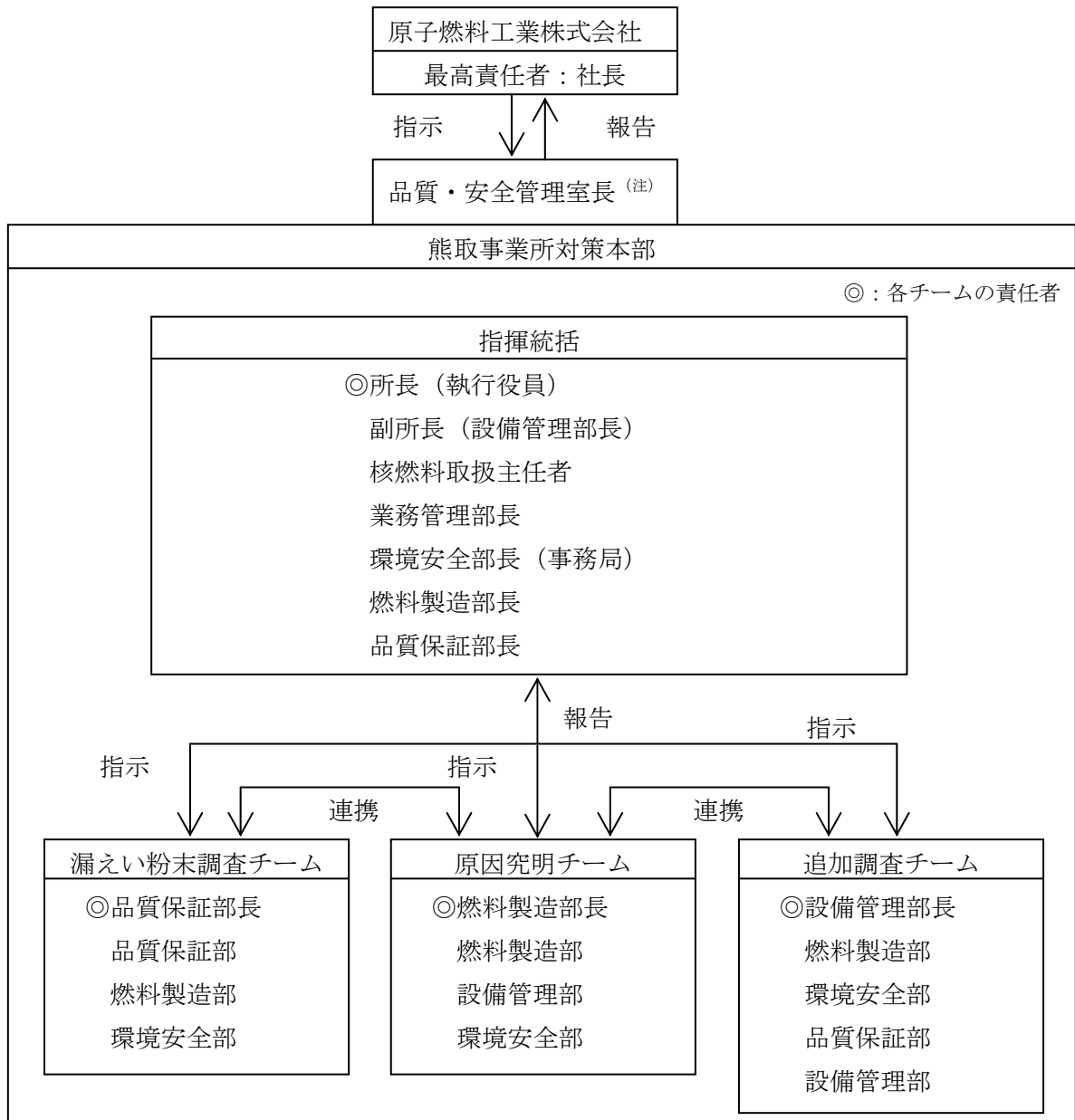
ウラン粉末と添加剤は粉末混合機上部の粉末投入機から粉末混合機に供給する構造であり、最大取扱量は 1,130kg 酸化ウランである。

ウラン粉末及び添加剤の供給に当たっては、囲い式フード内の粉末投入機に粉末保管容器及び添加剤を移送し、粉末保管容器からプラスチック袋に密封したウラン粉末を取り出す。粉末投入機内でプラスチック袋を開封して粉末投入口を通して粉末混合機にウラン粉末及び添加剤を供給する。



添付図 1 粉末混合機の構造

添付 4：熊取事業所の調査体制



原因究明チーム：事象の発生原因を究明し、処置及び原因分析と是正処置（再発防止策）を検討する。

追加調査チーム：加工施設内において同様の不具合の有無を確認する。

漏えい粉末調査チーム：本事象のウランを含む粉末について定性的・定量的に調査する。

注：品質安全管理室長は、熊取事業所の検討調査状況を確認し、社長に報告を行う。