

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
における核燃料物質の管理区域内での
漏えいについて
(ご説明資料)

令和元年12月2日

日本原子力研究開発機構

- 平成31年1月30日(水)、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(Pu2)の管理区域内にて汚染が発生しました。
- 本汚染事象について、2月1日の茨城県からの要請文書に対し、8月9日に報告書を提出しました。
- 本日は、本報告書の内容について、現在の再発防止対策の実施状況を含め、ご報告させていただきます。

【茨城県からの要請】

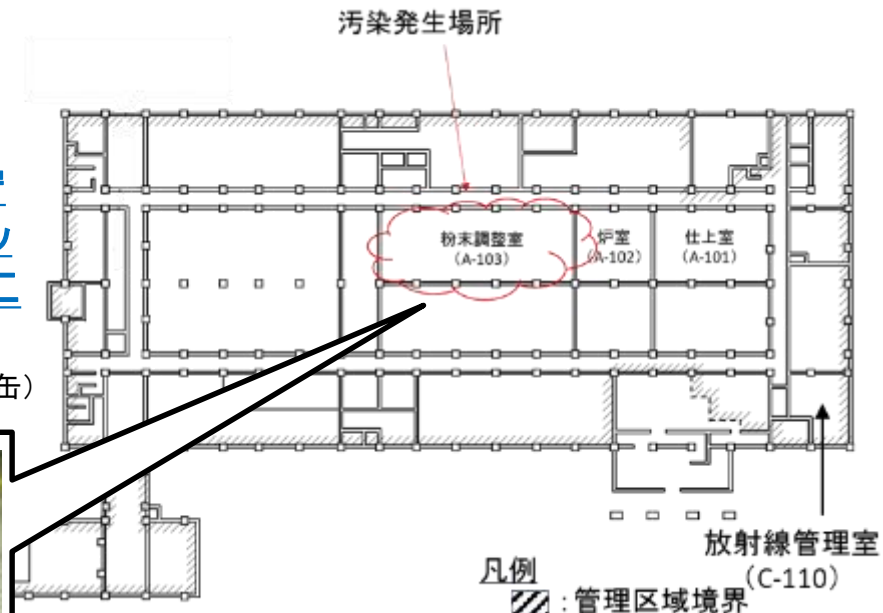
1. 安全確保を最優先とした上で、本件に関係した管理区域内の汚染等の状況を適切に把握し、必要な拡大防止措置を講ずること。
2. 本件に係る原因究明を徹底して行うとともに、平成29年6月に発生した燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故を踏まえた再発防止対策等の検証を行った上で、確実な再発防止対策を確立すること。
3. 日本原子力研究開発機構の他の施設へ速やかに水平展開し、再発防止の取組を徹底すること。

概要

発生日時：平成31年1月30日（水）14：24
 発生場所：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（Pu-2）
 粉末調整室（A-103）（管理区域）

事象概要：粉末調整室（A-103）のグローブボックス
 No.D-8からプルトニウムとウランの入った貯蔵容器（2本）（注1）をグローブボックスからバッグアウトする作業（P.7参照）を行っていたところ、汚染事象が発生した。

注1：ステンレス製とアルミニウム製の缶、各1本（以下、ステンレス缶とアルミ缶）



プルトニウム燃料第二開発室 1階

貯蔵容器梱包物（アルミ缶）
 （MOX粉末）

汚染発生原因となった貯蔵容器梱包物（ステンレス缶）
 （MOX粉末）



背景

- ・プルトニウム燃料第二開発室では、核燃料物質を収納した貯蔵容器を二重の樹脂製の袋で包蔵し、貯蔵室で貯蔵管理している。この樹脂製の袋の健全性については、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保持している。
- ・事象発生時は、上記の管理基準に基づき貯蔵容器2本について、貯蔵室から粉末調整室（A-103）に運搬し、樹脂製の袋（二重）の交換作業を実施していた。

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(Pu-2)の貯蔵室から樹脂製の袋の交換のため、貯蔵容器2本(アルミ缶、ステンレス缶)の取出作業を開始。
14:00頃	・核物質管理課員が、貯蔵容器2本を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、 <u>廃止措置技術開発課員3名で貯蔵容器のバッグイン作業を開始。</u> ・また、同室で6名が他作業を実施。
14:20頃	・貯蔵容器のうちステンレス缶をバッグアウト作業中に、樹脂製の袋の二重梱包を実施したところ、 <u>二重目の樹脂製の袋表面より汚染を検出。</u>
14:24	・ <u>α線用空気モニタ(α-8)警報吹鳴。</u> ・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)に退出し、相互汚染検査、汚染部位の簡易固定を開始。
14:27	・ <u>α線用空気モニタ(α-10)警報吹鳴。</u>
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、 <u>同室を立入制限区域に設定。</u>

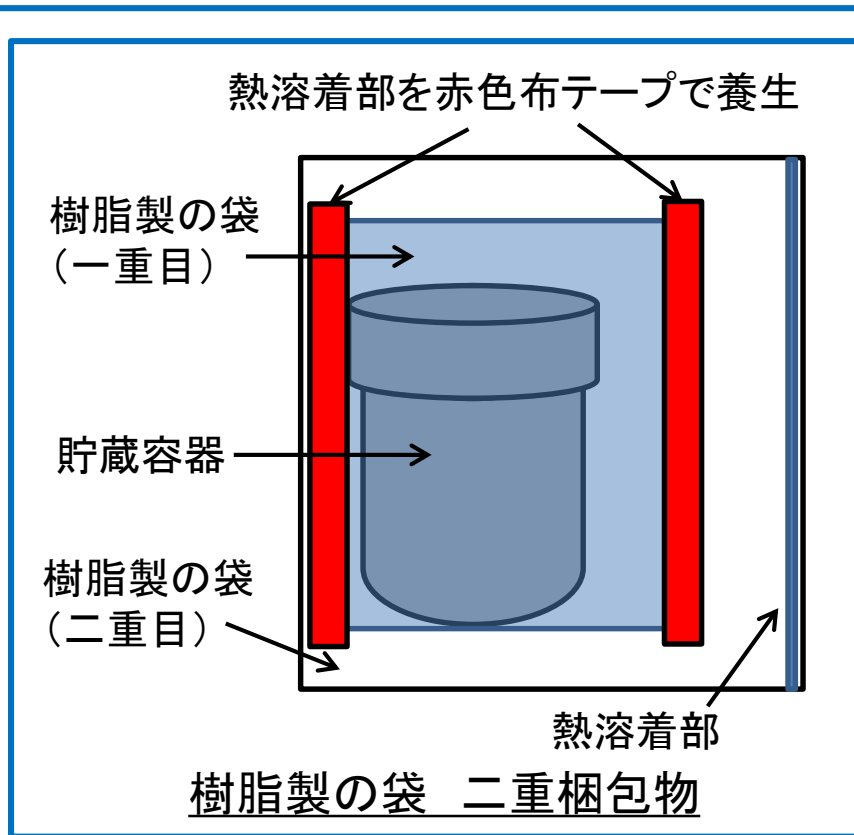
時間	内容
平成31年1月30日 15:00頃	・作業員9名を隣室の炉室(A-102)へ退出させるため、炉室(A-102)の養生を開始。
15:05	・茨城県、東海村へ通報。
15:20頃	・炉室(A-102)の養生が終了し、 <u>作業員9名の炉室(A-102)への退出を開始(15時22分頃、9名全員の退出を完了)</u> 。
15:22	・立入制限区域を設定することとなったことから、 <u>本事象が法令報告に該当するものと判断</u> 。
15:36	・本事象が法令報告に該当するものと判断したことを原子力規制庁へ報告。
16:22頃	・炉室(A-102)での汚染処置を終了次第、順次、仕上室(A-101)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。
19:08頃	・2名の身体汚染検査に異常のないことを確認。 ・ <u>作業員全員が仕上室(A-101)から退出終了</u> 。
19:18	・2名の鼻スミヤに異常のないことを確認(<u>9名全員の身体汚染検査及び鼻スミヤに異常のないことを確認</u>)。
19:50	・作業員9名が管理区域から退出完了。

貯蔵容器と樹脂製の袋の概要



アルミ缶 貯蔵容器 ステンレス缶

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

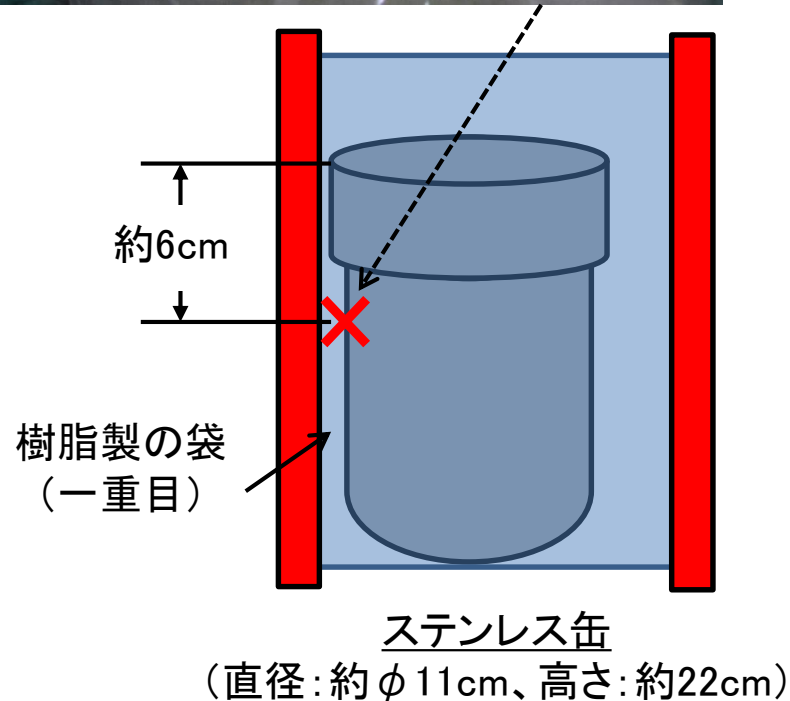
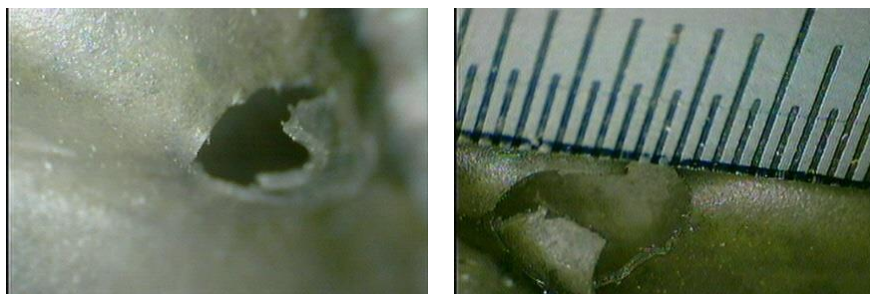
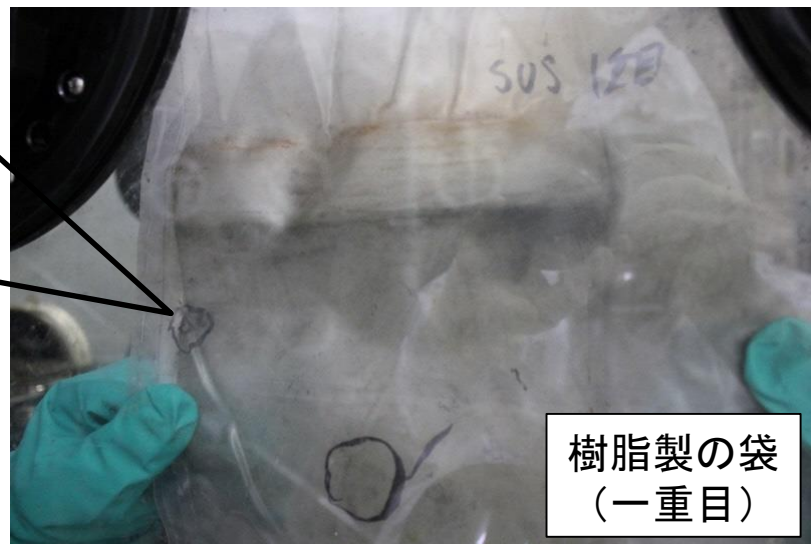
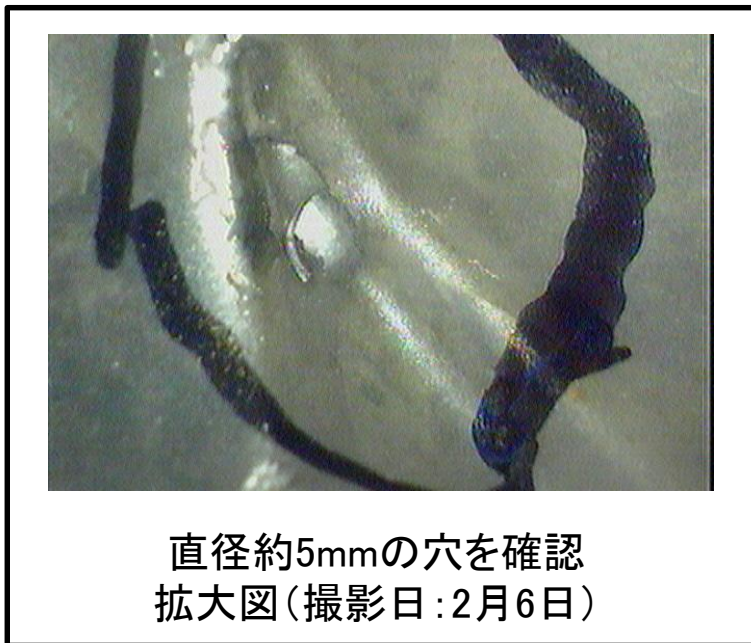


樹脂製の袋

強度物性
(カタログ値)

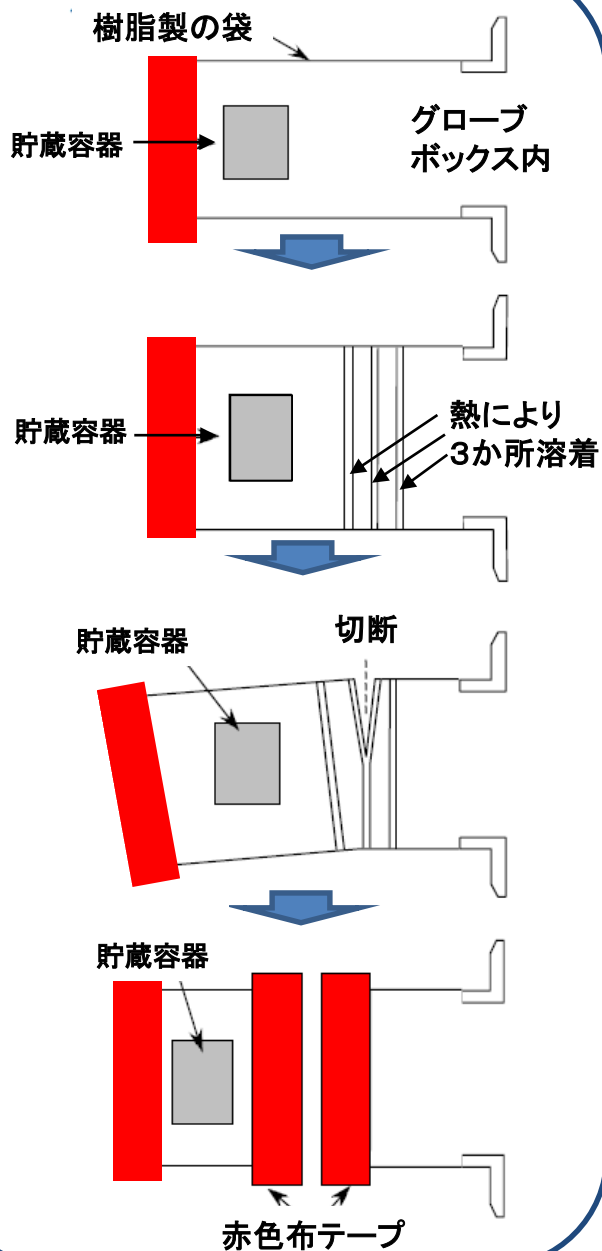
引張り強度	1470 N/cm ² 以上
伸び	200 % 以上

貯蔵容器を梱包した樹脂製の袋の観察結果



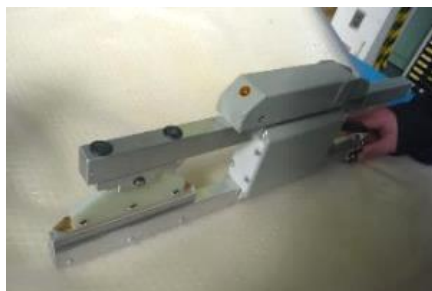
貯蔵容器のバッグアウト作業イメージ

グローブボックスからの搬出



グローブボックスでの作業

「グローブボックス」とは、核燃料物質をボックス内に閉じ込めて作業する設備のこと。グローブボックス内の作業を、左図のように手袋を介して行う。



熱溶着装置のヘッド部

物品等の搬出入口

樹脂製の袋

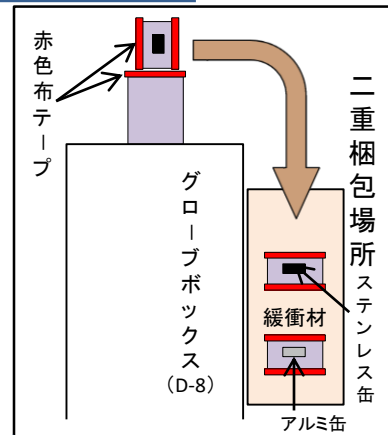
貯蔵容器

作業台

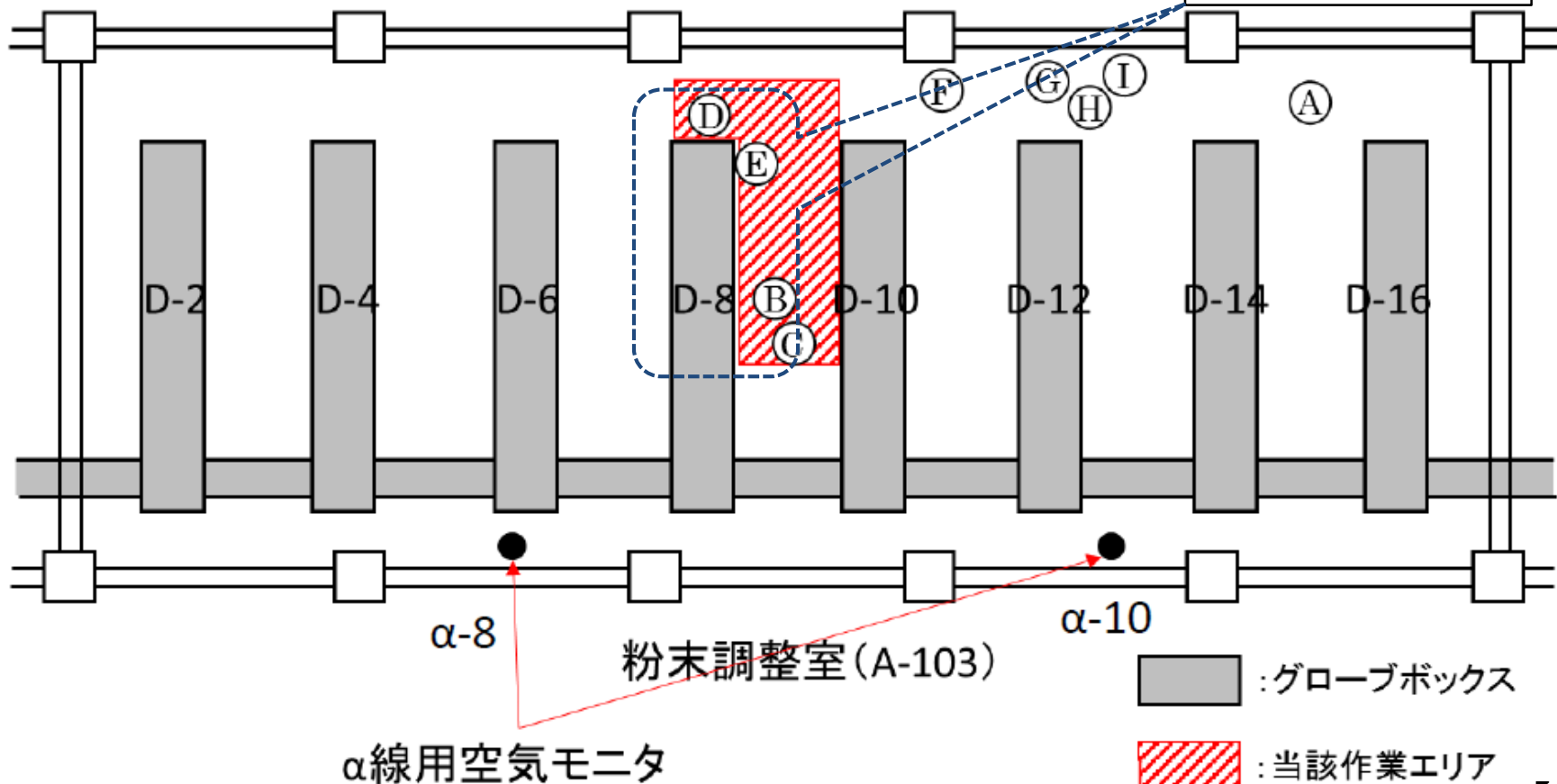
グローブボックス

α線用空気モニタ(α-8)警報吹鳴時の人員配置

- (A): D-16からD-8へ移動中
- (B): 二重目溶着主作業
- (C): 二重目溶着補助作業
- (D): 搬出作業後の後片付け
- (E): グローブボックス内整理作業
(樹脂製の袋の交換作業の現場責任者)
- (F): D-16からD-8へ移動中
- (G): 運搬作業の待機中
- (H): 運搬作業の待機中
- (I): 運搬作業の待機中



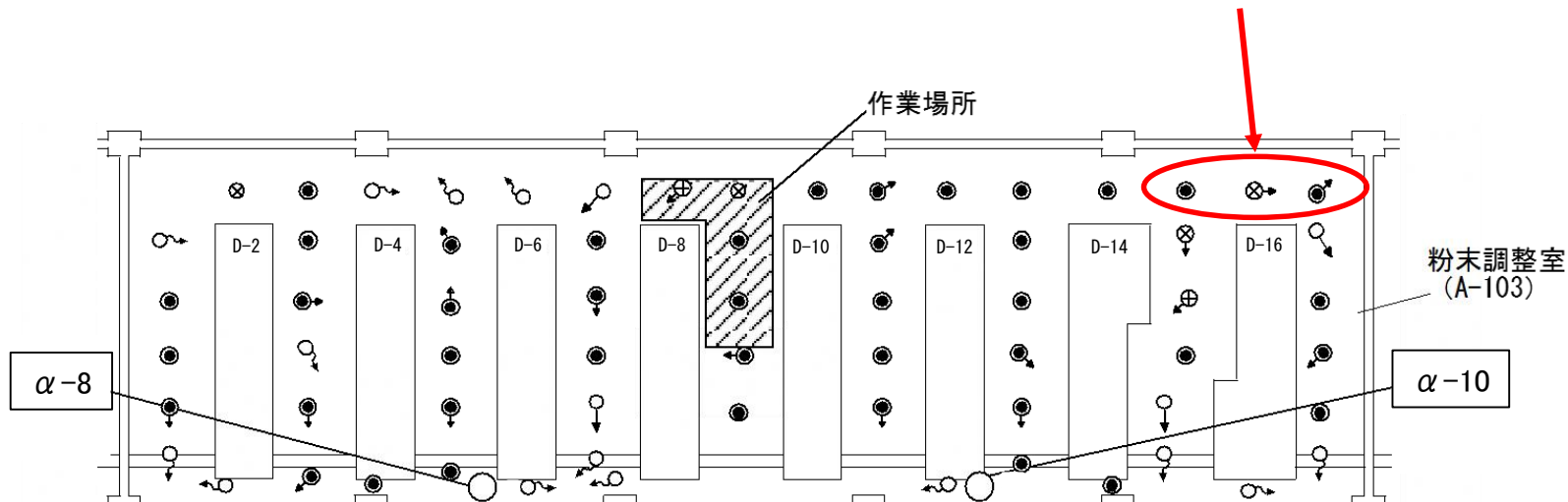
作業エリア
拡大図



α線用空気モニタ

粉末調整室(A-103)内の空気流線

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)に退避した。



凡例

○ : α線用空気モニタ

【空気流線に係る凡例】

- : 真上方向へ
- ⊗ : 真下方向へ
- ➡ : 矢印方向へ (風量弱)
- ➡ : 矢印方向へ (風量中)
- ➡ : 矢印方向へ (風量強)
- ➡ : 斜め上 (矢印) 方向へ
- ⊗➡ : 斜め下 (矢印) 方向へ

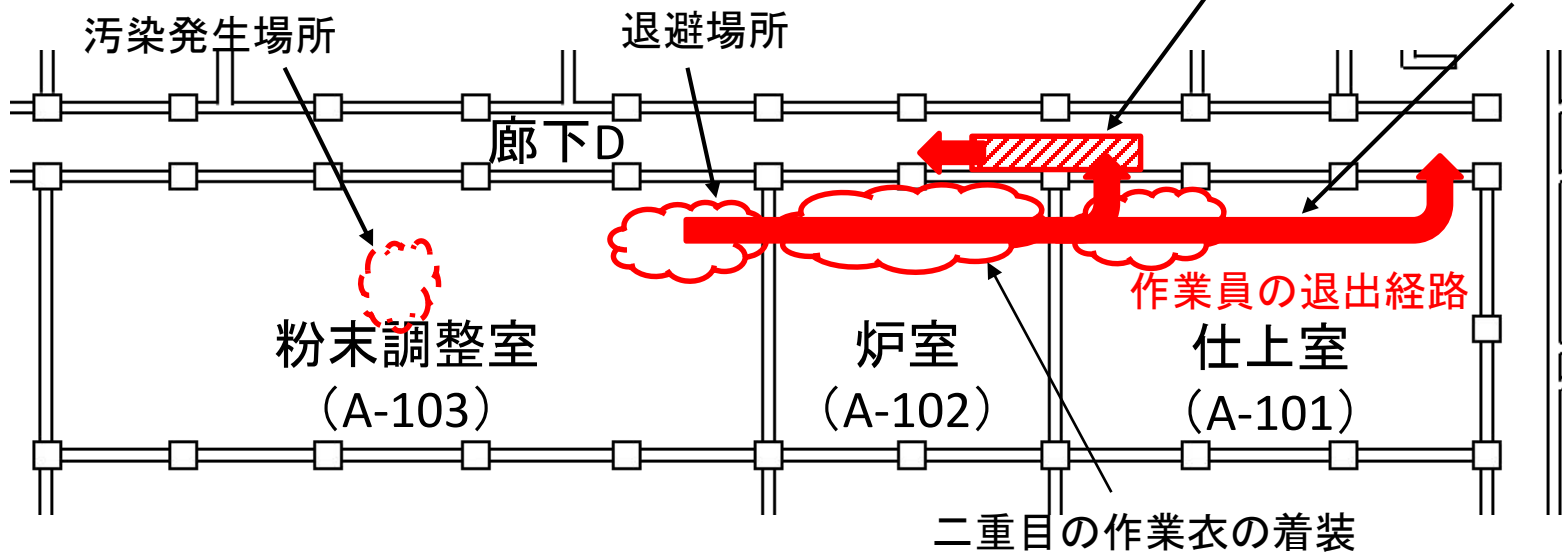
空気流線測定日 : 平成21年6月2日

注) 測定日以降設備の変更はないため空気流線に変更はない

作業員の退出経路



作業衣の脱装及び
半面マスクから
全面マスクへの交換



プルトニウム燃料第二開発室1階平面図

(1) 身体汚染の状況

- 炉室(A-102)又は仕上室(A-101)への退出後、汚染範囲やそのレベルを把握するため身体汚染検査を実施した。この結果、全員の手部(RI用ゴム手袋又はビニー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。これらの汚染は最大で $1.2\text{Bq}/\text{cm}^2$ (α 線)*¹であった。また、作業員9名のうち5名の半面マスクのプレフィルタに最大で $0.13\text{Bq}/\text{cm}^2$ (α 線)値を検出した。

*¹この値はテープ固定の下及びビニール袋養生の内部(両手部)の汚染は含まれていない。このため今回の事象にかかる身体汚染の最大値ではない。

(2) 内部被ばくの状況

- 鼻腔汚染検査(鼻スミヤ)の結果、全員検出下限値*²未満であった。また、全員の半面マスクの面体内側も検出下限値(α : $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$)未満であった。以上のことから、内部被ばくはないと判断した。

*²核燃料サイクル工学研究所で、鼻腔汚染検査(鼻スミヤ)における検出下限値として、 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)の管理上の検出下限値 0.07Bq を統一的に用いている。

- 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。

- 1月25日～2月22日の期間に同施設排気モニタのろ紙に捕集された排気中放射性物質濃度を測定した結果、検出下限値(α : 1.5×10^{-10} Bq/cm³)未満であった。

- 1月29日～2月26日の期間に構内3か所に設置されたダストサンプリングのろ紙に捕集された空気中放射性物質(全 α 放射能)を測定した結果、空気中濃度は通常の変動範囲内であった。

以上のことから、本事象による環境への影響はないと判断した。

要請事項【1】

1. 安全確保を最優先とした上で、本件に関係した管理区域内の汚染等の状況を適切に把握し、必要な拡大防止措置を講ずること。

1. 汚染検査・除染作業の概要

作業員の安全確保を最優先に汚染検査・除染作業を実施

- 粉末調整室(A-103)及び炉室(A-102)の扉の目張りを実施(事象発生当日)。
- 天井、壁、床及びグローブボックスの汚染検査は、区画毎にネルスミヤ(約10cm角の布)による拭き取り後の布のダイレクトサーベイによって、表面密度を測定。
- 除染は、水で湿らせた紙タオルを用いて、管理目標値(0.04Bq/cm²)以下となることを目標に繰り返し実施(法令値:4Bq/cm²)。
- 備品・機器類の一部、機器の操作盤など拭き残しが生じる可能性がある箇所及び容易に除染できない床面等については、汚染検査及び除染作業を行った後、ビニルシートで養生。
- 工程室の隙間を通じ汚染の移行を防止するため、ダクト・配管貫通部の養生を実施。
- 本作業での作業員の汚染はなし。

2. 汚染検査・除染作業の装備

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

*天井の汚染検査及び除染作業を行う場合に装着

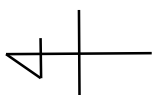


汚染検査・除染作業の装備

3. 床面、天井及び壁の汚染検査・除染作業

- 天井、壁及び床を基本的に約2m×2mに区画化。
- 除染しきれなかった一部の床面及び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ビニルシートで養生。
- これらの結果、全ての区画において表面密度が管理目標値(0.04Bq/cm²)以下であることを確認。

(単位: Bq/cm²)



除染前の床、天井及び壁面における表面密度の最大値であった区画

東壁

E9-1 ↓ <0.04	E8-1 ↓ <0.04	E7-1 ↓ <0.04	E6-1 ↓ <0.04	E5-1 ↓ <0.04	E4-1 ↓ <0.04	E3-1 ↓ <0.04	E2-1 ↓ <0.04	E1-1 ↓ <0.04
E9-2 ↓ <0.04	E8-2 ↓ <0.04	E7-2 ↓ <0.04	E6-2 ↓ <0.04	E5-2 ↓ <0.04	E4-2 ↓ <0.04	E3-2 ↓ <0.04	E2-2 ↓ <0.04	E1-2 ↓ <0.04

上
下

南壁

D-16 D-14 D-12 D-10 D-8 D-6 D-4 D-2

上 下

天井 D-16 D-14 D-12 D-10 D-8 D-6 D-4 D-2

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

N4-1 ↓ <0.04	N4-2 ↓ <0.04
N3-1 ↓ <0.04	N3-2 ↓ <0.04
N2-1 ↓ <0.04	N2-2 ↓ <0.04
N1-1 ↓ <0.04	N1-2 ↓ <0.04

北壁

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

S4-1 ↓ <0.04	S4-2 ↓ <0.04
S3-1 ↓ <0.04	S3-2 ↓ <0.04
S2-1 ↓ <0.04	S2-2 ↓ <0.04
S1-1 ↓ <0.04	S1-2 ↓ <0.04

下 上

西壁

(凡例)

床面

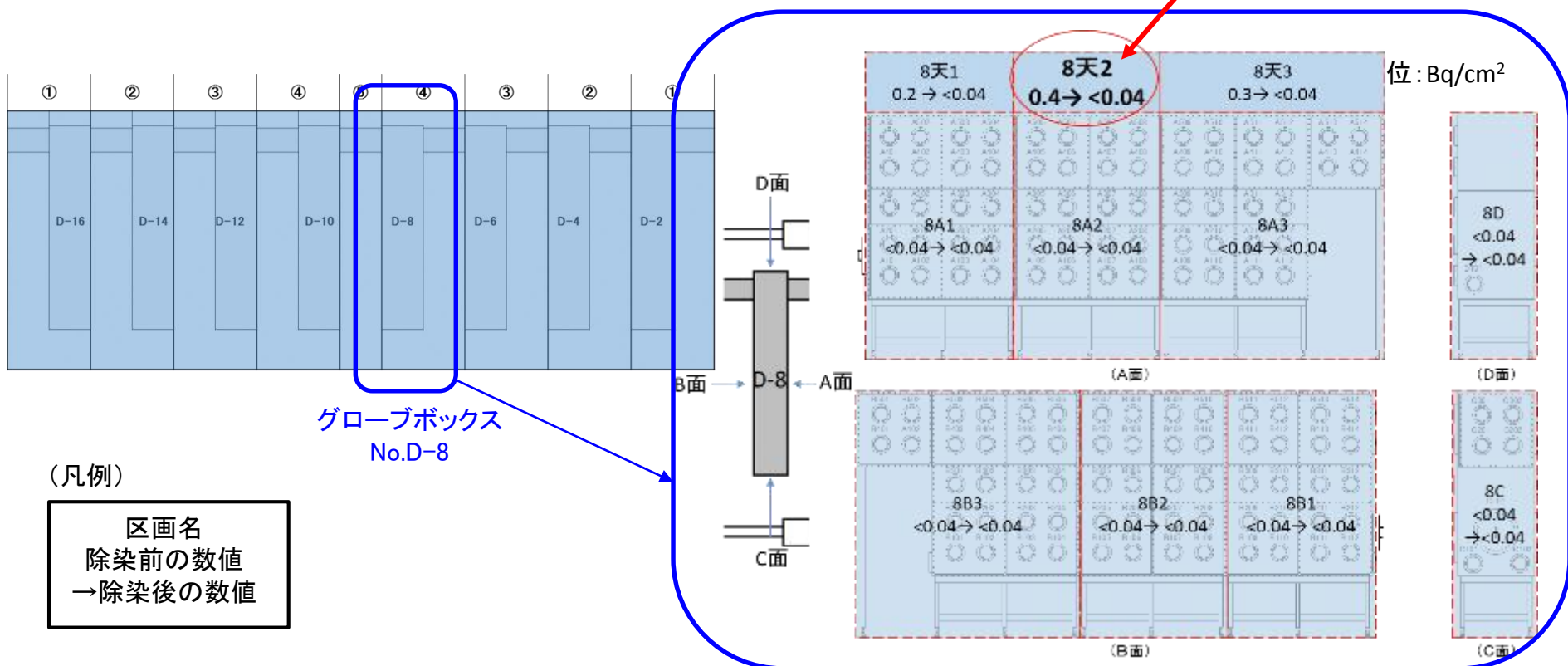
区画名
除染前又は簡易除染後の数値*
→除染後の数値

* 床面の数値は簡易除染後の数値を示す

4. グローブボックス外表面の汚染検査・除染作業

- 全てのグローブボックス外表面を3区画、側面を1区画に区画化。
- 機器類の一部において拭き残しが生じる可能性がある箇所については、ビニルシートで養生。
- これらの結果、全ての区画において管理目標値(0.04Bq/cm²)以下であることを確認。

除染前のグローブボックス外表面における表面密度の最大値であった区画



1. 粉末調整室(A-103)の立入制限区域解除

管理区域内の汚染の表面密度及び空气中放射性物質濃度が立入制限区域の設定基準*³に該当しなくなったため、平成31年2月21日に粉末調整室(A-103)の立入制限区域を解除。

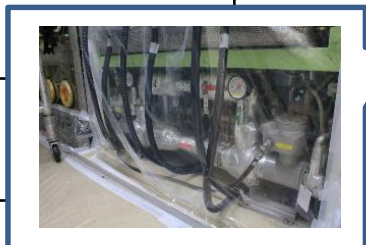
*³ 立入制限区域の設定基準: 表面密度(α 核種)が 4 Bq/cm^2 を超え、又は超えるおそれがある場合、1週間平均濃度が空气中放射性物質濃度が $7 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$ を超え、又は超えるおそれがある場合

2. 立入制限区域解除後の管理

- 粉末調整室の床面や機器・制御盤などの一部ビニルシートで養生をしていた箇所について、除染作業を実施。
- 除染作業については、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。十分な除染ができない箇所については、塗料等で固定化。
- 最終確認として、放射線管理第1課による表面密度の測定を行い、管理目標値(0.04 Bq/cm^2)未満であることを確認し、令和元年6月28日に除染作業を終了。
- 汚染を固定した箇所は、今後、プルトニウム燃料技術開発センター安全作業基準に基づき、定期的に点検を実施。

粉末調整室(A-103)の立入制限区域の解除後の除染作業スケジュール

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				



除染前の状況



除染後の状況

6月28日に除染作業終了

要請事項【2】



2. 本件に係る原因究明を徹底して行うとともに、平成29年6月に発生した燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故を踏まえた再発防止対策等の検証を行った上で、確実な再発防止対策を確立すること。

- 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、原因の絞り込みを進めた。
- その結果、以下の原因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する。


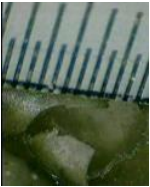
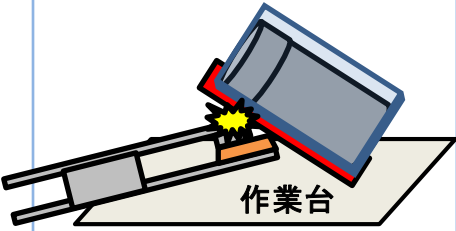
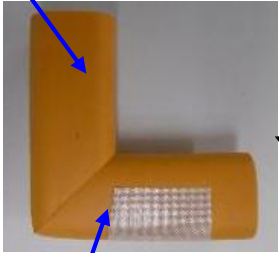

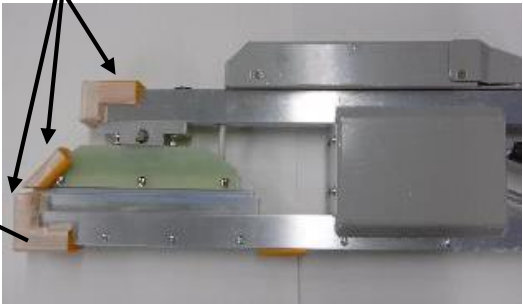


【原因】

- ① 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。
- ② 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、その穴は目視で確認できるほどの穴(直径約5mm)であったにもかかわらず、それに気付かずにバッグアウト作業を継続した。
- ③ 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、早く二重梱包した方が安全だと判断し、手順書で定められたバッグアウト作業後の梱包物表面の汚染検査を行わずに二重梱包作業に移行したことにより、汚染を拡大させた。

直接的な原因及び対策(2/4)

項目	原因	主な対策
<p>① バッグアウトしたステンレス缶表面が汚れていた</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・<u>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</u>バッグアウト作業を行った。  <p>ステンレス缶表面の状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・貯蔵容器のバッグアウトは、<u>汚れが少ないグローブボックスで実施</u>。また、作業前までに当該グローブボックス内の清掃等を行い、その状態を維持。 ・バッグアウト時の貯蔵容器<u>表面の拭き取りを必ず実施</u>。  <p>グローブボックスでの作業(イメージ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設の経年劣化に伴い、汚染リスクが大きくなることを踏まえて、点検方法の見直しなど、施設・設備の安全管理に関する継続的な改善を実施。


直接的な原因及び対策(3/4)

項目	原因	主な対策
<p>②一重目の樹脂製の袋に穴が開いた</p>   <p>汚染事象が発生した樹脂製の袋の穴(約5mm)</p>  <p>作業台 熱溶着装置先端部との接触イメージ</p>	<p>・樹脂製の袋の梱包物に熱溶着装置の先端部が接触して穴が開いた(模擬試験による推定)。</p>	<p>・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、<u>熱溶着装置の先端部及び作業台の養生</u>を実施。さらに人間工学を考慮した装置の改善を検討。</p> <p>クッション機能(ニトリルゴム)</p>  <p>PVCバッグとの摩擦低減(テフロン)</p>  <p>養生箇所</p>  <p><u>熱溶着装置ヘッド部の養生</u></p>   <p>粉末調整室(A-103)で使用していた作業台 <u>作業台の養生</u></p> <p>養生後の作業台</p>

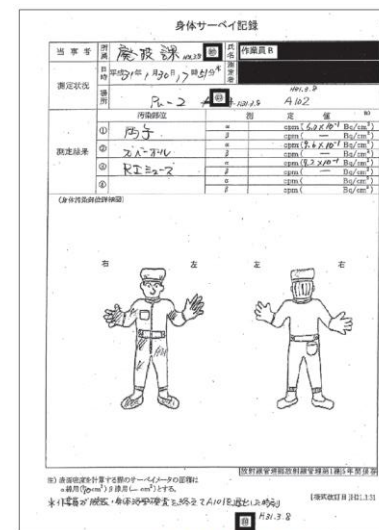
直接的な原因及び対策(4/4)

項目	原因	主な対策
<p>②樹脂製の袋の穴に気づかずバグアウト作業を継続した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 一重梱包物表面の十分な外観確認を実施しなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> バグアウト梱包物の外観確認のタイミングを手順書で明記。
<p>③梱包物表面の汚染検査を行わずに二重梱包作業に移行した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 作業手順書では、通常とは異なる場合には核燃料管理者に連絡することになっていたが、連絡しなかった。 ステンレス缶が熱いと感じ、早く二重梱包した方が安全だと判断し、結果的に汚染検査を省略し、手順書を遵守しなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 作業中に通常と異なる場合には、ルールに基づき作業を一旦停止し、作業員間で共有するとともに、核燃料管理者に連絡することを徹底。 作業時に留意すべき事項(発熱量・温度等)を、作業前ミーティング(TBM)で確認。 汚染リスクがある作業時は、局所的に汚染をとどめるための措置を検討(局所排気装置の使用)。 <div data-bbox="801 892 1883 1378"> </div>

汚染発生前から汚染発生後の管理区域退出までの作業員の行動について検証し、更なる改善事項を抽出し改善策を策定。

	項 目	主 な 改 善 策
汚染発生までの作業員の行動	バッグイン・バッグアウト作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の事項を<u>基本動作マニュアル</u>に記載。 <ul style="list-style-type: none"> □ <u>作業台が十分な緩衝材で覆われていることを確認。</u> <div data-bbox="1006 472 1338 751" data-label="Image">  </div> <p data-bbox="1039 765 1329 805" style="text-align: center;">養生された作業台</p> <ul style="list-style-type: none"> □ <u>貯蔵容器の温度、放射線量等の安全管理情報の確認。</u> □ <u>汚染検査の担当者は、樹脂製の袋の熱溶着など他の作業に従事せず、汚染検査に専念する。</u>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の事項を<u>基本動作マニュアル</u>に記載。 <ul style="list-style-type: none"> □ <u>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。</u> □ <u>貯蔵容器表面の外観(錆の度合い)の確認。</u>

項目		主な改善策
汚染発生から管理区域退出までの行動	警報発生時の退出指示の状況及び作業員の行動	<ul style="list-style-type: none"> ① 以下の事項を<u>基本動作マニュアル</u>に記載。 <ul style="list-style-type: none"> □ <u>ページングや館内放送等、有効な情報伝達方法。</u> ② 作業員の速やかな退避のための<u>実践的な訓練の実施。</u> ③ 訓練を繰り返すことにより、訓練の検証及び手順書の見直しを図り、<u>汚染発生時の適切な行動の定着</u>を図る。
	警報発生後の放管員の初動対応	<ul style="list-style-type: none"> ● 放射線管理第1課手順書「<u>定置式モニタ警報吹鳴時の対応手順書</u>」に退出の指示を記載。
	身体汚染検査	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の事項を<u>要領書や手順書</u>に記載。 <ul style="list-style-type: none"> □ 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<u>身体汚染検査方法とその記録の方法。</u> □ 汚染の状況に応じた<u>作業衣・マスクの脱装手順。</u>



汚染測定記録
(イメージ)

抽出された多くの改善事項は、品質マネジメントシステムによるこれまでの改善活動に問題があったものと考えられる。改善活動が不十分だった点とその対応方針を検討した。

問題点	主な対応方針
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。	<ul style="list-style-type: none">● <u>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し、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。</u>● 関連する上位文書及び下位文書を含めて見直す。
教育・訓練が実践的なものとなっていなかった。	<ul style="list-style-type: none">● <u>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を立案し実施する。</u>● 訓練は、計画段階から<u>放射線管理部門と作業担当課室が共同で実施する。</u>● <u>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。</u>
汚染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。	<ul style="list-style-type: none">● 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、教育する。● <u>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。</u>

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り、より実効的な改善策とする。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により、継続的な改善を行う。

ハード(恒久的)の改善

- (5) リスク低減
- ・樹脂製の袋で包蔵している貯蔵容器の削減

ソフト(作業手順・訓練)の改善

- (1) 作業手順の改善
- ・汚染リスクの高い作業に関する作業管理の見直し
 - ・各作業要領書・手順書の見直し
 - ・汚染時対応要領書の制定改訂

- (2) 教育方法の改善
- ・管理職層に対する教育・力量評価の実施
 - ・作業員に対するOJT等による教育の充実

- (3) 訓練方法の改善
- ・センター全体訓練
 - ・各部屋毎の訓練

- (4) 安全意識向上の改善
- ・気づき事項を積極的に問いかける運動
 - ・原子力機構と年間請負間の安全意識や相互コミュニケーションの向上

ハード(直接的原因)の改善

- (6) ハード対策
- ・局所排気装置の導入
 - ・熱溶着装置のヘッド部先端・作業台の養生

改善活動の実施状況(1/5)

本事象の直接的な原因とその対策及び更なる改善策を踏まえ、以下の改善活動を実施中。

項 目	改善活動の実施状況
(1) 作業手順の改善	<ul style="list-style-type: none">● <u>年間請負作業で実施しているリスクの高い作業</u>について、<u>請負側現場責任者に係る作業管理の改善のため、センター安全作業基準の制定・改訂。</u><ul style="list-style-type: none">□ <u>各課長・作業責任者・現場責任者等の作業管理方法を規定</u>□ <u>適切な作業管理のため現場責任者の作業員の兼任を禁止</u>□ <u>作業責任者による日々の巡視によって、ホールドポイントの遵守状況を確認</u>● その他、以下の作業手順の制定・改訂を実施。<ul style="list-style-type: none">① 樹脂製の袋で梱包された貯蔵容器の袋の交換作業の制定② 事故対策手順の改訂③ 汚染事象発生時の放管員の対応要領(身体汚染が発生した場合の措置等要領書)、手順書の改訂④ 汚染発生の高い作業に関する各手順書の改訂

改善活動の例(作業手順の改善)

センター安全作業基準「汚染リスクの高い作業における年間請負作業の安全管理」の制定・改訂

汚染リスクの高い作業	<ul style="list-style-type: none"> ・ グローブ交換作業 (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
------------	---

原子力機構

年間請負企業

計画報告

作業担当課長

作業責任者

総括責任者

現場責任者

現場責任者の
作業員の兼任
を禁止

作業員

作業確認報告書

作業責任者又は作業担当者の確認事項

		課室長	作業責任者*	作業担当者*
作業日時	令和 元年 8 月 7 日 9:00 ~ 11:20			
作業名	<input checked="" type="checkbox"/> グローブ交換 (排気カート式) 作業 <input type="checkbox"/> バッグイン作業 <input type="checkbox"/> バッグアウト作業 <input type="checkbox"/> ピニルバッグ交換作業 <input type="checkbox"/> フィルタ交換作業			
作業場所	施設名: プルトニウム燃料第二開発室 室名: 湿式室(1) (A-104) ボックス等名: W-8-1			
安全管理に必要な情報	手順書及びホールドポイントを確認し、作業を実施すること。 遮へい材を移動する際は、指を挟めないよう注意し、作業を実施すること。 現場責任者への情報提供: <input checked="" type="checkbox"/> 実施済 / <input type="checkbox"/> 未実施			
現場責任者から作業員への周知状況の確認	<input checked="" type="checkbox"/> KY, TBM の実施 <input checked="" type="checkbox"/> 作業手順を周知 <input checked="" type="checkbox"/> ホールドポイントを周知した。 <input checked="" type="checkbox"/> 安全作業に必要な情報を周知した。 <input checked="" type="checkbox"/> 以上の項目について現場責任者から周知した旨報告があった。			
作業開始前	現場責任者からの報告: (有) / 無 準備状況: 異常あり / <u>異常なし</u> 異常の内容:			
作業終了後	現場責任者からの報告: (有) / 無 作業実施状況: 手順書及びホールドポイントを確認しながら作業を実施した。遮へい材を移動する際、保護手袋を着用し、指を挟めないよう注意しながら作業を実施した。 気がかり事項: 有 / <u>無</u> 気がかりの内容: ホールドポイントの遵守: (良) / 不良			
巡視状況	巡視時間: 10:00 ~ 11:20 確認内容: 1. KY 実施状況 ②. 作業状況 ③. ホールドポイント確認 4. その他 確認結果: 良好 巡視者名: ① 作業責任者 ② 作業担当者			

改善活動の例(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)

【貯蔵容器の交換作業のうちのバッグアウト作業の主な手順】

従来の手順		改善案の従来の手順との比較	
作業台の上に緩衝材を準備する。		作業台の上に 十分な弾力性を有する緩衝材 を使用する。	
樹脂製の袋の汚染検査・外観確認を行う。		同左	
—	—	ステンレス缶の蓋が閉まっていることを確認する。	
必要に応じてステンレス缶表面のふき取りを行う。		ステンレス缶表面のふき取りを 必ず 行う。	
樹脂製の袋を介してステンレス缶をつかみ、引き出し、傷の有無を確認する。		シワを伸ばす前は外観を十分確認できないため削除	—
樹脂製の袋の中でステンレス缶の向きを90度変え、シワを伸ばす。		同左	—
—	—	樹脂製の袋の中が負圧状態でなくなる前に 袋全体の外観確認 及び 汚染検査 を行う。	
—	—	熱溶着装置ヘッドに養生がされていることを確認する。	
熱溶着装置により3列熱溶着(半分)する。		同左	
ステンレス缶を反転させて、熱溶着装置により3列熱溶着(残り半分)する。		熱溶着装置を移動させ、反対側の熱溶着を行う。	
ステンレス缶を反転させる。		反転操作不要	—
熱溶着部の汚染検査を行う。		同左	
3列熱溶着したうち、真ん中の熱溶着部の中央をハサミで切断する。		同左	
切り口に赤色布テープを貼り、赤色布テープ部及びバッグアウト物品の汚染検査を行う。		同左及び 外観確認 を行う。	

【手順書の範囲】

- 貯蔵容器の点検
 - ・容器の点検
 - ・樹脂製袋の点検
- 貯蔵容器の交換
 - ・バッグイン作業
 - ・バッグアウト作業
 - ・二重梱包作業

□ : ホールドポイント

赤字 : 重要な手順書
改定箇所

項目	改善活動の実施状況
(2)教育方法の改善	<p>● <u>各階層が自らの役割を認識し、力量の向上のための改善を実施。</u></p> <p>① <u>管理者層に対する教育及び力量評価の実施</u></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 汚染事象発生時等の適切な指揮や作業管理等に対する十分なスキル発揮のため、新たに管理職層の教育プログラムを作成。 <p>② <u>現場責任者教育の内容の充実</u></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 安全作業基準「作業責任者認定制度の運用要領」を改訂し、現場責任者の認定の有効期間を5年間から3年間に短縮 □ 作業管理の重要性、ホールドポイントの確認方法、汚染発生時の役割等について1回以上/年の教育を実施 <p>③ <u>作業員教育の内容の充実</u></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 作業員の力量の向上のため、OJTや実務教育等の充実 <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>管理職 力量評価表</p> <p>作業員の OJT計画</p> <p>現場責任者認定 5年⇒3年</p> <p>管理者層及び作業員の教育方法の改善</p> </div>

項目

改善活動の実施状況

(3) 訓練
方法の
改善

● 立入制限区域設定に至る汚染発生を想定した訓練を実施。

① センター全体訓練を4/19、6/26及び9/25に実施。

- 隣室への速やかな退避、適切な場所での汚染検査等の重要項目について、適切に対応できたことを確認。
- 汚染レベルの低い作業員を効率的・優先的に退避させることによる退避手順の改善、PHSのグループ通話機能活用による通信手段の改善等について実効性を確認



退避エリアでの簡易サーベイ、汚染固定



グリーンハウスでのサーベイ



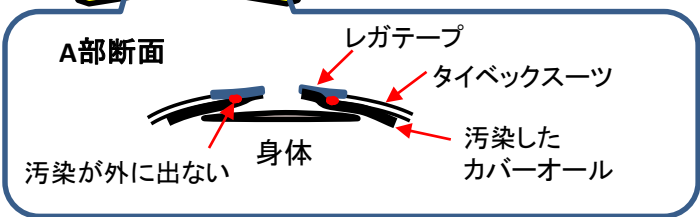
緊急除染室での皮膚除染

② 各部屋の訓練を4月及び6月～7月に実施。

- 訓練結果に基づき、事故対策手順等の見直しを実施。訓練にて抽出された課題を次の訓練にフィードバック。
- 退避行動の検討、机上訓練を実施した後、実訓練で実効性を確認し(4月)、部屋毎に退避手順書を制定(5月)。

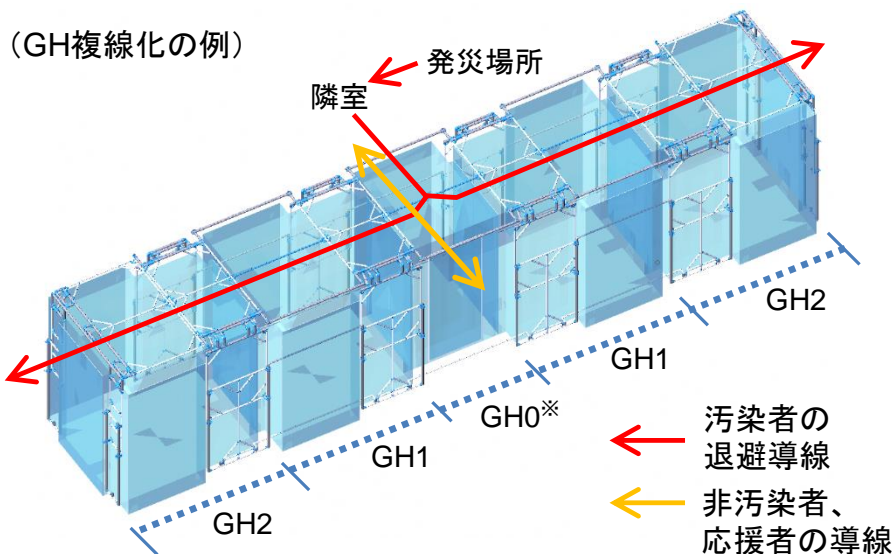
○脱装方法の改善 (迅速な汚染固定及び装備脱装の改善)

- カバーオールを広範囲が汚染した作業者に対し、タイベックスーツを用いた脱装方法を考案
- あらかじめ切断されたタイベックスーツを汚染したカバーオールの上から重ね着
- タイベックスーツ切断部の上から、テープを貼り付け
- テープ中央をハサミで切断することにより、汚染部をテープ固定、汚染部を開放することなく切断・脱装が可能



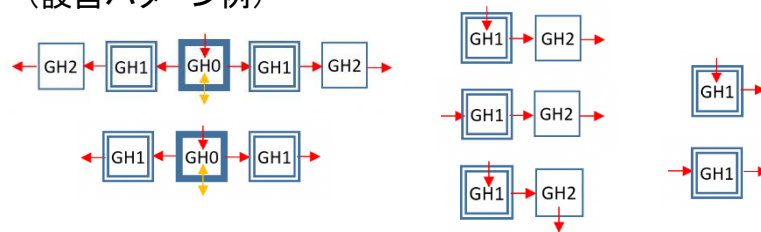
○グリーンハウス(GH)の改善 (規格化・組合せによるGH形状の多様化)

- 組合せ可能な規格化GHを開発中
- 退避経路の複線化(多数の効率的な退避に対応)や設置場所の形状に合わせた設営が可能



※GH0は退避導線の重複化、除染等処置を要さない作業者の退出、応援者の入室を目的とした区画 (除染等処置は考慮しない)

(設営パターン例)



項目	改善活動の実施状況
<p>(4) 安全意識の向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>本事象及び平成29年4月以降の2年間にプルトニウム燃料技術開発センター所掌施設で発生した汚染事象(6件)の事例研究を実施。</u> <p style="text-align: center;">安全意識向上推進委員会の立ち上げ</p> <p>センター内「<u>安全意識向上推進委員会</u>」にて、以下の活動を実施中。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 気づき事項を作業員に積極的に問いかける運動、危険予知(KY)・作業前訓練(TBM)を強化する運動を実施中 <ul style="list-style-type: none"> □ 作業員へ「<u>気配り、目配り、思いやり</u>」の心を持った声掛け運動 □ <u>日常業務や3H(初めて、変更、久しぶり)業務に対し、ホールドポイントを4ラウンドKY*)により確認する運動</u> □ 外部講師によるKY教育、危険体感教育を実施し、各課室へ展開 □ 原子力機構内部講師によるリスクアセスメント教育の実施 ● <u>ヒューマンエラー防止</u>をテーマに講演会等を実施 <ul style="list-style-type: none"> □ 労働安全衛生コンサルタント会の講師、元日製専任安全指導員など、指導実績のある外部講師に依頼。 <p>*)4ラウンドKYとは、当該作業に関して「どんな危険が潜んでいるか(危険要因の洗い出し)」、「これが危険のポイントだ(重要項目の絞り込み)」、「あなたならどうする(対策立案)」及び「私たちはこうする(目標設定)」をチームで実施する危険予知活動のこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 年間請負作業員と安全意識の共有などのコミュニケーションを図る場として、センター幹部と年間請負作業員との意見交換会を実施。

改善活動の例(安全意識の向上)

安全意識向上改善に向けての実施スケジュール

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
安全意識向上推進委員会	△安全意識向上推進委員会立上げ		安全意識向上推進委員会活動(継続)				
講習会等		△外部講師によるKY教育 △外部専門家による現場巡視 △外部講師による「気配り、目配り、声かけ」教育		△外部講師による「ヒューマンエラー防止」教育	センター幹部と年間請負作業員との意見交換会△	外部講師によるKY教育△	△外部講師による「ヒューマンエラー防止」教育



外部専門家による現場巡視の状況



外部講師によるKY教育の状況



外部講師によるKY教育の状況

○KY教育受講後の受講者の気づきの一例

- ・危険に対する感受性を高め、先頭を切って作業に潜む危険を事前に予知して対策を取る姿勢を課員に見せたい。
- ・危険予知は抽象的な表現を用いず、具体的な表現を用いることで、何が危険なのかを明確に認識することが大切であることに気付いた。
- ・常に感受性を高められるように日々の作業に対して何が危険であるのかを想定しながら仕事に従事したい。

項目

改善活動の実施状況

(5) 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の実施。 (6月に計画を策定、7月から作業を開始。)

- ・貯蔵容器の核燃料物質を密封貯蔵容器(キャニスタ)へ収納。
- ・集約化の観点からプルトニウム燃料第一(Pu-1)・第二開発室(Pu-2)からプルトニウム燃料第三開発室(Pu-3)へ運搬・貯蔵。

MOX粉末	場所	対策	保管方式	期限
常陽燃料残材等、Puの含有割合が高いもの	Pu-1 Pu-2	密封貯蔵容器(キャニスタ)に封入し、Pu-3のPu貯蔵設備にて保管する。	<p>樹脂製の袋に包蔵している貯蔵容器 → 金属製密封貯蔵容器(キャニスタ) → 作業工程が自動化されたPu-3に集約化</p>	令和7年度末まで
樹脂製の袋の交換頻度が2年以下の高発熱のもの	Pu-1 Pu-2			令和元年度末まで
ふげん燃料残材等、Puの含有割合が低いもの	Pu-2	保管体にして、Pu-2の集合体貯蔵設備にて一時保管し、将来的にPu-3にて保管	<p>保管体にしてPu-2で一時保管 → 将来的にPu-3で保管</p>	令和6年度末まで(保管体化)

(6) ハード対策

- ① 局所排気装置の導入 (令和2年1月から順次導入)
- ② 熱溶着装置先端部及び作業台の養生 (3月末までに完了)

改善活動のスケジュールと進捗状況(1/2)

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						
(1) 作業手順の改善									
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 ○ 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 ○ 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	済	対策案作成	済	試運用				
			済	安全作業基準案作成	▲制定	運用			
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	済	▲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	済	▲改訂	▲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	放管部			▲要領及び手順書改訂	▲制定				
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	Puセンター		▲各課室グループの手順検証及び改訂	▲改訂	▲手順の検証及び改訂案の検討				

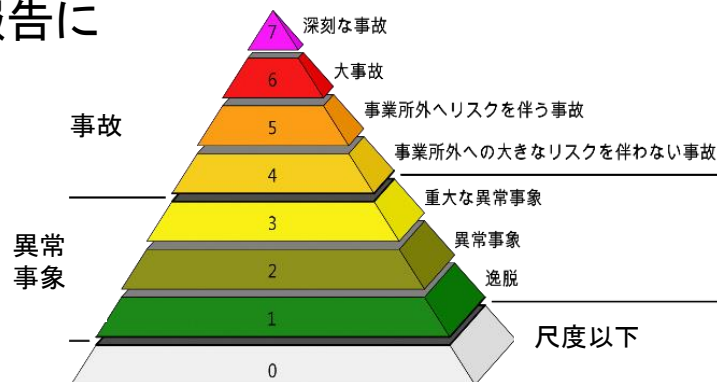
ガイドラインの改訂を踏まえて再改訂を実施した(5/27)

改善活動のスケジュールと進捗状況(2/2)

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管理者層に対する教育の実施 ②現場責任者への教育の充実 ③作業員教育の充実	Puセンター	事例研究	済			要領書改訂 (管理者層以外)	教育		要領書制定 (管理者層)
(3) 訓練方法の改善									
○センター全体訓練	Puセンター 放管部		済	訓練計画作成 ▲実訓練		済	▲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		済	上訓練					
			済	実訓練					
			済	教材必要数確認					
(4) 安全意識の向上									
○今回の事象に関する事例研究 ○気づき事項を問いかける運動を行う ○4ラウンドKYをによる危険源に対する対策の検討 ○安全に関する外部講習会 ○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	済	活動計画作成		運用	活動		
(5) 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		済	活動		
(6) ハード対策									
○局所排気装置の導入	Puセンター			装置設計		済	装置製作		
○熱溶着装置のヘッド先端部等の養生	Puセンター	済	済	養生方法検討					
				養生					

法令報告(平成31年4月4日提出)に対する原子力規制委員会の評価

- 原子力規制委員会(令和元年6月26日)にて法令報告に対する評価及び今後の対応が附議され了承。
- 本事象に係るINES(国際原子力・放射線事象評価尺度)レベルは、「0」と評価。



(1) 直接的な原因に対する対策についての評価:

直接的な原因の抽出とその対策は妥当と評価。

(2) 作業員及び放射線管理要員等の行動検証と対策についての評価:

- ① 作業員: 概ね妥当と評価。作業員の内部被ばくの防止を管理区域内における汚染拡大防止よりも優先し、躊躇なく退避できるような教育・訓練を行うことが重要。
- ② 放射線管理要員等: 概ね妥当と評価。一方、厳しい条件の汚染等の想定下で迅速な対応をとれるよう教育・訓練を行い、状況に応じた適切な判断ができる力量の涵養に努めることが重要。

(3) 再発防止に向けた原子力機構における水平展開と安全・核セキュリティ統括部の対応についての評価:

改善計画(作業手順書の見直し、実践的な教育・訓練等)は概ね妥当なものと評価。
一方、必要に応じて各拠点に改善を指導することで、機構全体の安全確保の底上げを主導していく活動を行うべき。

原子力規制委員会の今後の対応等

- 安全・核セキュリティ統括部の各拠点との対話促進も含め上記の対策を確実に履行すること。
- 改善指摘事項への対応等については、今後の保安検査等において重点的に確認を行う。

燃料研究棟事故を踏まえた再発防止対策の検証 (大洗研究開発センター燃料研究棟事故の概要(1/2))

概要

平成29年6月6日(火)11:15頃、燃料研究棟の108号室(管理区域)で、作業員5名がプルトニウムとウランの入った貯蔵容器をフード(H-1)内で点検していたところ、樹脂製の袋が破裂して汚染が発生した。

背景

- ・燃料研究棟は、高速炉用新型燃料等の研究を行う目的で昭和49年度に建設され、平成25年度に施設の廃止の方針を決定した。
- ・平成29年2月から、核燃料物質の管理状態を改善するための作業の一環として、既存貯蔵容器(80個)の空き容量等の確認作業を開始した。
- ・31個目の確認作業中に発生した。

作業員の被ばく

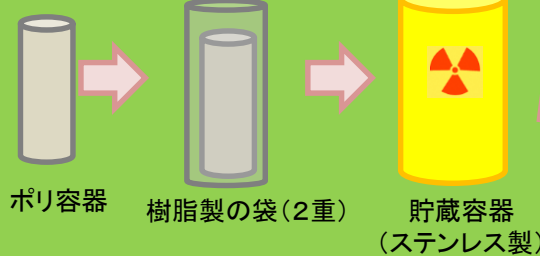
内部被ばくの預託実効線量は、作業員のうち1名が法令の放射線業務従事者に対する線量限度を超過した。

預託実効線量	人数
100mSv以上 200mSv未満	1名
10mSv以上 50mSv未満	2名
10mSv未満	2名

環境への影響

放射線モニタ等の指示値に変動はなく、環境への影響はない。

核燃料物質を入れたポリ容器を樹脂製の袋(2重)に入れ貯蔵容器に収納



フード(H-1)内で収納状況を確認するため、貯蔵容器の蓋を開けた。

原因究明の結果(結論)

- ・Puからの放射線によりエポキシ樹脂が分解されガスが発生、21年間の貯蔵期間中に樹脂製の袋の内圧が上昇。
- ・貯蔵容器の蓋の開封により、貯蔵容器の蓋によって樹脂製の袋を押さえつけていた力が失われ、放射線で劣化した樹脂製の袋が急激に膨張し、破裂した。



ポリ容器外観と内部の収納状態



破裂後の一重目と二重目の袋の状態

燃料研究棟事故を踏まえた再発防止対策の検証 (大洗研究開発センター燃料研究棟事故の概要(2/2))

事故に至った問題事象と直接的原因を抽出し、対策を立案した。

(1) 核燃料物質の取扱いが不適切であったこと

① 平成3年封入時に、
X線回折測定済試料(有機物)を酸化加熱処理
せず貯蔵容器に貯蔵した。
「放射線安全取扱手引」に記載の「放射線分解によるガス圧の上昇に十分
注意」という記載を考慮せず。

② 平成8年梱包更新時に、
金属容器への変更等を行わず、
かつこれらの情報が継承されなかった。
平成8年にはポリ容器の破損や樹脂製の袋の膨張を確認していた。

③ 今回作業の計画段階で、
汚染防止に関する詳細な作業計画書を作成せず。
『安定化した状態で保管されている』という思い込みによる。

④ 今回作業時(貯蔵容器開放中)に、
異常と認識できず、作業を中断できなかった。
蓋の異常な浮き上がり・内圧が抜ける音等、異常の兆候を見逃した。

【対策】

核燃料物質の安全・安定貯蔵のため、貯蔵・管理に関する基準の改善

核燃料物質の貯蔵に関する必要な
情報(使用履歴等)の整理・明確化と
長期間の記録保存の管理を改善

教育の徹底

今回の事故の原因と対策に関する教育

作業計画の作成方法見直し

取り扱う物質が不明瞭や、安全が確認できない場合
等の、リスク管理を考慮した基本的考え方を策定

ホールドポイントの明確化

手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を
確認した場合の作業停止を作業計画に含む

(2) 緊急時の資機材及び身体汚染検査が不適切であったこと

⑤ 今回の事故発生後の作業において、
使用した管理区域の洗浄設備の管理に問題あり。

⑥ 今回の事故発生後の作業において、
身体汚染が残存していたことに問題あり。

除染用洗浄設備の点検、管理要領
の見直し

身体除染の方法や測定方法に関する
手順の明確化

核燃料物質の管理

教育

作業計画・作業管理

汚染発生への対応

燃料研究棟事故を踏まえた再発防止対策の検証

(プルトニウム燃料技術開発センターにおける予防処置の検証及び対策(1/2))

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について、ルール化又は教育・訓練等を行っていることを確認。一部の対策は、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

燃料研究棟事故を受けた対策

プルトニウム燃料第二開発室の汚染事象の主な検証の結果
(自主的改善活動を含む良好事例)

汚染発生への対応

- 防護具の適切な装着
- グリーンハウス等資機材管理・訓練



- 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
- 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
- 汚染の拡大防止のために実施した**二重作業衣脱装方式**



事象発生時の作業員と同等の防護具を装着した状態
(電動ファン付き半面マスクを着用)



簡易組立式グリーンハウス

伸縮式軽量フレームの採用等により
少人数・短時間で設営可能



二重作業衣脱装方式※の訓練

※ 皮膚へのクロスコンタミネーションや吸入被ばくを防止しつつ、汚染した作業衣を脱ぐ手段として、もう一枚作業衣を重ね着し、汚染を二枚の作業衣の間に閉じ込め、二重の作業衣を同時に脱ぐ方法

燃料研究棟事故を踏まえた再発防止対策の検証

(プルトニウム燃料技術開発センターにおける予防処置の検証及び対策(2/2))

燃研棟事故の予防処置は記録等で確認できたものの、さらなる対策を講じる必要があると評価

燃料研究棟事故を受けた主な対策

プルトニウム燃料第二開発室の汚染事象の主な検証の結果 (さらなる対策を講じる必要がある事項)

核燃料物質の管理

- 貯蔵・管理の基準の改善
- 情報の整理、記録保存の管理改善

教育の徹底

作業計画・作業管理

- 作業計画の作成方法見直し
- ホールドポイント明確化

汚染発生への対応

- 除染用設備の管理の見直し
- 身体除染の方法や測定方法に関する手順の明確化

✓ 作業上留意すべき事項(発熱量・温度等)を作業員が理解できるよう、作業前の確認方法を改善する必要がある。

✓ プルトニウム燃料第二開発室の問題点・対策を踏まえた事例研究の実施と改善の必要がある。

✓ 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間で共有するとともに、ルールに基づき関係者に連絡することを再徹底する。

✓ 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。

✓ 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。

✓ 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」※をマニュアル等でより明確に記載する。

※ 退出にあたっての基本原則は、人命の尊重、内部被ばくの防止、汚染拡大の防止であり、これらの順に処置を行う。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。

✓ 作業員の退出過程での測定方法の明確化を行う。

✓ 空気汚染発生を想定し、現場指揮所の機能、指揮者の能力向上を目的とした実践的訓練を計画し実施する。

要請事項【3】

3. 日本原子力開発機構の他の施設へ速やかに水平展開し、再発防止の取組を徹底すること。

原子力機構の安全管理に係る業務を統括する安全・核セキュリティ統括部の実施した水平展開が、実効性の確認まで踏み込んで徹底できなかったことを反省し、拠点と連携し安全管理の強化を図る。

【水平展開事項】

教育・訓練、 作業管理等

- (1) 本事象を自らの職場に置き換えた事例研究
- (2) 作業手順等の見直し・改善
- (3) 緊急時対応の機能向上のための訓練の実施
- (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
- (5) 作業責任者等認定制度の制定又は見直し
- (6) 原子力機構職員による現場巡視のルール化
- (7) 現場責任者等の専任のルール化

施設・設備、 点検等

- (8) プルトニウムを貯蔵する容器の保管状況確認
- (9) 汚染拡大防止措置に係る検討と改善
- (10) プルトニウムを取扱うグローブボックス作業の改善

【今後の対応】 茨城県原子力安全対策委員会での意見を踏まえ、各拠点において現場作業に用いている装置・治具等の工夫・改良例を調査・周知するとともに、Puセンターが検討した装置の改良に係る情報を参考に装置・治具等の改良の検討を展開する。

水平展開のスケジュールと進捗状況

水平展開	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	～年度末	
(1) 本事象を自らの職場に置き換えた事例研究			水平展開内容を含め、各拠点に説明会を実施	各職場での事例研究		済					
(2) 作業手順等の見直し・改善				手順の見直し、教育や訓練による確認							
(3) 緊急時対応の機能向上のための訓練の実施				訓練計画への反映	済						
				各施設の年間訓練計画に基づく訓練実施（～年度末）							
(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				ガイドライン見直し	済	各拠点の手順等への反映	済				
(5) 作業責任者等認定制度の制定又は見直し		制度の見直し		済							
(6) 原子力機構職員による現場巡視のルール化					要領等での明確化		済				
(7) 現場責任者等の専任のルール化					要領等での明確化		済				
(8) プルトニウムを貯蔵する容器の保管状況確認		調査		済							
(9) 汚染拡大防止措置に係る検討と改善					改善計画作成		済				
(10) プルトニウムを取扱うグローブボックス作業の改善 <ul style="list-style-type: none"> ・ 汚れが少ない条件で搬出作業を行うための清掃・養生等の措置 ・ 貯蔵容器の搬出作業時の貯蔵容器表面の拭き取り ・ 熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台の養生等 ・ 搬出時にむやみに梱包物を動かさない旨の手順の見直し ・ 搬出作業における外観確認のタイミングの明確化 ・ 作業前のミーティングでの留意事項に関する確認項目の改善 			手順等への反映	済							

項目	対策	進捗状況
(1)本事業を自らの職場に置き換えた事例研究	各職場において、 <u>事例研究(現場責任者による作業管理、汚染発生後の対応及び指揮者の役割等)を実施する。</u> (～7月末)	・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・各拠点での事例研究の実施 (～7/E)
(2)作業手順等の見直し・改善	内部被ばくや汚染拡大の防止につながる手順等を再確認し、改訂案又は制定案を作成する。管理者は、 <u>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する。</u> (～9月末)	・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・各拠点での見直し・改善を実施・確認(実施中)
(3)緊急時対応の機能向上のための訓練の実施	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、 <u>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。</u> (<u>通年の訓練計画に基づき実施</u>)	・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・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、検討し実施(実施中)
(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	・安全・核セキュリティ統括部は、 <u>今回の事象を踏まえてガイドラインを見直す</u> *。(～5月末) ・各拠点は、 <u>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。</u> (～7月末)	・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・ガイドラインを改訂*し施行(5/E) ・各拠点の手順への反映(～7/E)

※ 今回の事象を踏まえたガイドラインの改訂内容

- 退避にあたって、基本原則に従い行動できるよう、内部被ばくの可能性がある場合の速やかな退避方法及びその際に許容しうる簡易的な汚染拡大防止措置の実施条件を明確にした。
- その他、主に以下の事項について追記又は詳述化した。
 - ・ 身体汚染検査で汚染レベルを迅速に把握するための簡易検査
 - ・ 身体汚染検査結果の記録方法及び測定結果の情報提供方法
 - ・ 身体汚染者が多人数の場合の対応の考慮
 - ・ 緊急用資機材の維持管理

項目	対策	進捗状況
(5)作業責任者等認定制度	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 <u>作業責任者等認定制度の制定又は見直しを行う。</u> (～4月末)	<ul style="list-style-type: none"> ・作業責任者等認定制度は4/1から運用開始 ・本件改善を反映し制定・改訂(～4/E)
(6)機構職員による現場巡視	年間請負作業員のみで作業を行う場合、機構職員が抜き打ちで現場巡視を行い、遵守状況を確認することをルール化する。(～7月末)	<ul style="list-style-type: none"> ・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・各拠点でのルール化(～7/E)
(7)現場責任者等の専任	リスクが高い作業においては、その管理を適切に実施するため、 <u>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ことをルール化する。</u> (～7月末)	<ul style="list-style-type: none"> ・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・各拠点でのルール化(～7/E)
(8)Puを貯蔵する容器の保管状況確認	Pu貯蔵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。(～3月末)	<ul style="list-style-type: none"> ・水平展開指示(3/7) ・確認済み(～3/E)
(9)汚染拡大防止措置に係る検討と改善	汚染発生リスクが高い作業において、 <u>局所的に汚染を留めるための措置を検討し、改善計画を作成する。</u> (～7月末)	<ul style="list-style-type: none"> ・水平展開指示(4/11) ・各拠点への説明会(4/11～5/29) ・改善計画を作成(～7/E)
(10)Puを取扱うグローブボックス作業の改善	<p>プルトニウムを取り扱うグローブボックスを利用して<u>樹脂製の袋を交換する作業においては、次の対策を実施(ルール化)する。</u>(～4月末)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚れが少ない条件でバッグアウトを行うための清掃・養生等の措置 ・貯蔵容器のバッグアウト作業時の貯蔵容器表面の拭き取り ・熱溶着装置のヘッド部先端及び作業台の養生等 ・搬出時にむやみに梱包物を動かさない旨の手順の見直し ・バッグアウト作業における外観確認のタイミングの明確化 ・作業前のミーティングでの留意事項に関する確認項目の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・水平展開指示(3/14) ・対策の実施(ルール化)(～4/E) <p>※一部の要領等で反映が十分でないものが確認されたため、必要な改訂を依頼し、上記(2)「作業手順等の見直し・改善」において、引き続き確認中</p>

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等に対する文部科学大臣指示(平成31年4月付)を受け、過去の事故等の教訓を活かしていないことに対する根本的な要因の洗い出し及び対策について検討を行った。

文部科学大臣指示の概要

- 理事長を中心とした経営層が責任を持ち、過去の事故等の教訓を活かしていないことに対する根本的な要因の洗い出し及び対策について検討し、7月末までに報告すること。
- 上記対応に際しては、現場職員とのコミュニケーションを密にし、ボトムアップでの改善策の検討を進めること。
- 品質保証・リスク管理の実務に係る専門家及び監事による経営直結の委員会を設置するなど、第三者の視点も活用し検証を進めること。

検討内容

以下の項目について定着状況等を調査し、問題点を検討した。

- 過去の機構改革・安全改善の取組み及び定着状況
- 組織横断的な品質保証体制、現場作業のリスク管理及び教育訓練の状況
- 機構から請負企業に対するガバナンスの状況
- 現場の自主的なリスク低減、安全性向上及びモチベーション向上に係る取組み状況

大臣指示を受けた検討
項目4項目の状況調査



ヒアリング



ボトムアップによる
取組み



分析・対策の検討



代表職場による対策案
の先行実施

- 過去改革等の報告書に基づく調査を実施した。
- 原子力機構の安全活動が体系的に展開されているかを確認した。
- 主要拠点の拠点長等と意見交換を実施した。
- 年間請負企業幹部から意見交換を実施した。
- 過去改革等に基づく調査にあたり、各拠点の職員から意見を聴取した。
- 主要拠点の現場職員(管理職及び一般職)、請負作業員を対象に意見交換会を開催し、意見・提案等を収集した。
- 安全上の問題を体系的に整理し顕在化している問題点を抽出した。
- なぜなぜ分析の手法により問題点の背後にある要因を分析しその原因を抽出した。
- 抽出した原因に対する対策を検討、策定した。
- 対策について実行可能性等を確認するため、先行して実施する職場(代表職場)を選択し実施状況を確認(モニタリング)した。



第三者の視点による検証、提言

原子力機構における事故・トラブル防止に向けた対応について (過去の機構改革・安全改善の取組み及び定着状況に関する問題点と対策)

【調査内容】

過去の業務改革、外部コンサルタントの報告書等(6件)を調査対象として、過去の取組み及び定着状況を調査した。

調査対象

- (1) 「動燃の体質及び組織・体制の改革に関する調査報告書」(平成9年7月):アーサーアンダーセン
- (2) 「動燃改革の基本的方向」(平成9年8月):動燃改革検討委員会
- (3) 「新法人作業部会報告—新法人の基本構想—」(平成9年12月):科学技術庁新法人作業部会
- (4) 「プルトニウム燃料技術開発センターピアレビュー報告書」(平成26年7月):原子力安全推進協会
- (5) 「機構改革報告書・もんじゅ改革報告書」(平成26年9月):原子力機構
- (6) 「燃料研究棟における汚染について」(平成30年2月):原子力機構

現状の事実関係や別途実施した各拠点の職員との意見交換で出された意見等を踏まえ分析した結果、安全確保及び安全文化醸成強化のための対策等の取組みについて、直接原因への対応はなされてきたが、安全に係る体制・制度等に係る課題への対策・取組みが定着しているとは言えない状況であることを確認した。

【問題点】

- ① 安全・核セキュリティ統括部(以下「安核部」と各拠点の保安管理部門における監視・評価が十分に行われていない。
- ② 安全対策等の有効性及び実行性の評価が不十分であり、改善が徹底されていない。
- ③ 請負企業への依存度が増しているにもかかわらず、請負企業へのガバナンスに問題が生じている。

抽出した問題点に対して、対策の方向性を検討した。

【対策の方向性】

- ①に対して a) 安核部と拠点の保安管理部門との関係強化を含む組織横断的な品質保証体制を再構築する。
b) 不適合管理(水平展開含む)を始めとする品質保証活動の見直しを行う。
- ②に対して a) 拠点の各部・センターにおける安全確保対策や取組みの有効性、実行性の評価を徹底する。
b) 現場での作業に関する自主的なリスク低減や安全確保のためのモチベーションの向上を図る。
c) 現場作業者の力量を向上させる取組みを強化する。
- ③に対して a) 現場作業の監視体制を強化する。
b) 請負企業へのガバナンスの改善を行う。

原子力機構における事故・トラブル防止に向けた対応について (問題の構造及び要因とその主な対策①)

大臣指示の視点	問題の構造(全体で16項目) 及び要因(全体で18項目)	主な対策(全体で13項目)
(1)組織横断的な品質保証体制、現場作業のリスク管理及び教育訓練の状況	<ul style="list-style-type: none"> ○水平展開等について、各現場との情報共有が不十分であり、各現場の自律的な改善につながっていない。 ○安全対策等が現場に浸透し、機能しているかの監視・評価が不十分である。 	<ul style="list-style-type: none"> ○重要な指示内容を分野別会議体等や現地にて直接伝えるとともに対応状況の評価・改善を確実に実施する。＜拡充＞ ○現場の管理者等による安全巡視において、現場密着型の手法による作業監視を導入する。また、他部署、更には第三者も含めた体制による現場密着型の手法を活用した相互確認も導入する。＜新規＞

(凡例: 拡充、新規、本格実施とは、機構が実施している取組み状況を示す。)

現場密着型の作業監視・評価の実施方法の概要

観察者(管理者または、管理者に指名された者(管理職位))が作業や現場の状況を一定時間じっくりと観察することにより、あるべき姿(適切な作業の実施)との差を確認し、改善の手助けとなるような気づきを指導し現場の改善につなげる。

作業の観察

- ・「あるべき姿」とのギャップはあるか
- ・基本動作は徹底されているか
- ・要領書に従って作業が実施されているか
- ・不安全行為はないか

改善活動

- ・不適合管理
- ・教育・訓練、手順書の見直し
- ・期待事項の見直し

コーチング

- ・作業担当者又は現場責任者とパフォーマンス向上のための対話を行う

グループ討議

- ・観察の結果を基にチーム内で改善に向けたグループ討議を実施

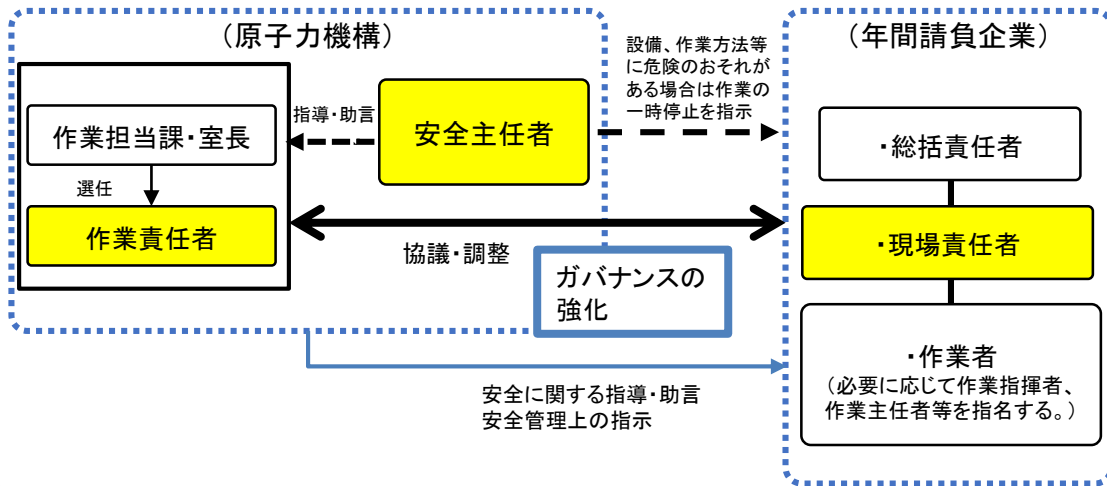


作業の観察の様子

原子力機構における事故・トラブル防止に向けた対応について (問題の構造及び要因とその主な対策②)

大臣指示の視点	問題の構造(全体で16項目) 及び要因(全体で18項目)	主な対策(全体で13項目)
<p>(2) 原子力機構から年間請負企業に対するガバナンスの状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○現場作業の多くを年間請負企業に任せきりにしており、機構職員の現場把握が不十分になっている。 ○年間請負企業においても、人材不足や競争入札による短期間契約などのため、計画的な人材の育成・確保や技術向上が困難になっている。 ○年間請負企業の技術的能力や品質保証に関する確認が、契約上可能であるが、必ずしも実施されていない。 ○原子力機構の課長を含む職員や請負企業の作業員に対し、教育・訓練が実践的なものとなっていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ○作業の安全管理に係る権限を有する安全主任者に関する制度の導入、作業者の役割、責任、資格要件を定めた作業責任者及び現場責任者を認定する制度を構築する。＜本格実施＞ ○管理区域内の年間請負作業のうち、プルトニウム等を扱う、高度な専門性・習熟性が必要な安全上重要な作業については、契約監視委員会の監視の下、長期(3年以上)の特命随契に移行する。＜新規＞ ○技術的能力や品質保証体制等に係る要求を明確にし、確実に業務を遂行できるよう契約仕様書を具体的、定量的なものにする。また、受注者に対しての監査を徹底する。＜拡充＞ ○実務教育・訓練について、内容の妥当性の確認や実施結果の有効性の評価、改善を行い、実効性の向上を図る。＜拡充＞

安全主任者に関する制度/作業責任者認定制度



安全主任者(原子力機構):

- * 部長や課長の承認前に作業計画、要領、リスクアセスメントの審査を行う。
- * 作業場を適宜巡視し、危険のおそれがある場合は、作業の一時停止を指示し、必要な処置について指導・助言を行う。

作業責任者(原子力機構):

- * 作業担当課・室長の選任を受け、作業計画を確認するとともに、現場に赴き、作業の実施状況を確認して工程上、安全上の問題をチェックし、必要に応じて協議・調整その他の措置を講ずる。

現場責任者(年間請負企業):

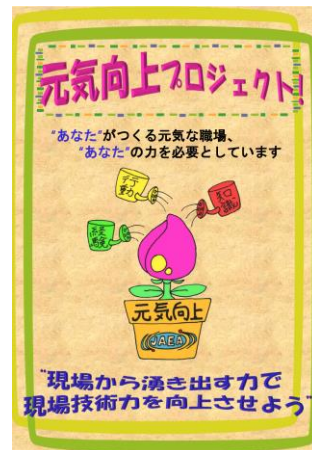
- * 作業現場に常駐し、作業の計画、準備、実施の進行に合わせて、作業管理を行う。

原子力機構における事故・トラブル防止に向けた対応について (問題の構造及び要因とその主な対策③)

大臣指示の視点	問題の構造(全体で16項目) 及び要因(全体で18項目)	主な対策(全体で13項目)
(3)現場の自主的なリスク低減、安全性向上及びモチベーション向上に係る取組み状況	○事故トラブルの未然防止を目的とした水平展開の監視・評価が十分されていないため、現場のやらされ感が強く、形だけの対応で済ませている。	<ul style="list-style-type: none"> ○事故・トラブルを未然防止するため、気づきやヒヤリハットなど安全に関する情報を、広く吸い上げ、共有・改善活動を展開する。＜本格実施＞ ○現場力の高い組織を目指して、「元気向上プロジェクト」(小集団活動)により、自ら職場の諸課題を見つけ出し、解決を図る風土を醸成する(平成29年度30チーム、30年度85チーム、令和元年度131チーム)。＜拡充＞



情報共有・改善活動(CAP活動)における会議の様子



ポスター



「元気向上プロジェクト」チーム活動の様子



ファシリテーション研修の様子

【検討委員会による検証結果】

【主な検証結果】

- 原子力機構で検討した問題の把握、対策の立案及びその後の確認について、検証を受けた。
- ・問題の構造として経営の問題から請負企業までの全般にわたって体系的な分析ができている。
- ・大臣指示にて特に検討を求められた視点で問題点の洗い出し及び分析並びに6項目の対策の方針及び13項目の個別対策が検討され、それらは個別の対策として有効である。

【主な提言】

- 安全の対策の実施にあたって、さらにその活動の有効性や実行性を向上するために提言を受けた。
- ・職場毎に対策の評価を行い、優先順位を付ける。
- ・第三者を含めた経営による評価体制等の仕組みを取り入れる。
- ・安全体制確立には、人材、予算の確保が必須である。
- ・安全活動の適切な実施という視点での人材育成及び人事交流が重要である。

【今後の対応】

経営レベルで対策が実効的な対応となるよう実施状況を確認するとともに、今後の検討課題についても継続的に改善を進め、原子力機構の保安活動について不断の改善と一層の向上を図っていく。

- ①検討委員会の提言を踏まえ、8月に各拠点へ対策の水平展開を行っており、安全活動の改善とその定着に向けて、対策の有効性を確認する。
- ②対策への取組みと実施状況については、安核部及び拠点の管理責任者(担当理事)から経営層に定期的に報告するとともに、11月予定の理事長マネジメントレビュー(今年度第1回)のインプット情報とし、必要な改善指示等を含め評価する。
- ③外部の視点で対策の有効性を評価するため、今年度第3四半期から第三者による経営レベルのモニタリング(当面四半期に1回程度)を実施する。

- 原子力機構は、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作業員の汚染・被ばく事故に係る再発防止対策を講じている中で、法令報告対象の汚染事象を発生させてしまったことを重く受け止め、職員一人ひとりが、本事象の原因、背景などを理解した上で、再発防止に万全を期し、今後の業務において安全最優先を徹底してまいります。
- 再発防止対策の取り組みについて、引き続き実効的なものになるように徹底し、今後、同様な事象を起こさないように努めていきます。

参考資料-1

プルトニウム燃料技術開発センター(Puセンター)
における予防処置の検証及び対策(詳細版)

【燃料研究棟事故(平成29年6月6日発生)

【Puセンターの取り組み】

【今回のPu-2の汚染事象の分析】

核燃料物質の管理

教育

作業計画・管理

汚染発生への対応

を受けた主な対策

核燃料物質の安全・安定貯蔵のため、貯蔵・管理に関する基準の改善

核燃料物質の貯蔵に関する必要な情報の整理・明確化と記録保存の管理を改善

教育の徹底

今回の事故の原因と対策に関する教育

作業計画の作成方法見直し

取り扱う物質が不明瞭、安全が確認できない場合等の、リスク管理を考慮した基本的考え方を策定

ホールドポイントの明確化

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の作業停止を作業計画に含む

燃研棟事故の予防処置は実施されていたもののその徹底が足りなかったことを踏まえ、対策を抽出

除染用洗浄設備の点検、管理要領の見直し

身体除染の方法や測定方法に関する手順の明確化

燃研棟事故の予防処置は実施されていたものより一層の改善を進めていく事項を抽出

- 核燃料物質貯蔵の際の有機物除去のための熱処理、貯蔵容器及びその外側の樹脂製の袋の定期点検をルール化し実施していた。
- 樹脂製の袋は、点検での異常の他、貯蔵物の熱発生量に応じた交換期限を定めて管理していた。
- 元々貯蔵容器は金属製であるが、金属製容器の使用等を現場の基準に記載済(H30.2)

- 従前より組成や性状情報を詳しく管理していた。
- 使用履歴等も管理するよう現場の基準を改訂済(H30.2)

- 燃料研究棟の事故原因について、業務請負作業者も含めて教育を実施していた。(H30.3)

- 樹脂製の袋の交換は、従来よりグローブボックス内で実施していた。
- グローブボックスの物品の出し入れ(バッグイン/バッグアウト、物品搬出入)の方法は要領に記載済

- 樹脂製の袋の交換は、グローブボックスを用いてバッグイン/バッグアウトによって行うが、その方法・ホールドポイントは要領に記載済

【Pu-2の事象を踏まえ、下記の対策を講じる】

- 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者間で共有するとともに、ルールに基づき関係者に連絡することを再徹底する。
- 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。
- 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。

- 従来よりグリーンハウス(GH)資機材を準備していた。
- 従来より半面マスクのマスクマンテスト、着用時確認、呼吸保護具の点検もルール化して実施していた。
- 短時間で設営できるGHを開発・準備した。(H29.11)
- 大規模汚染を想定した訓練を実施していた。(H30.6)
- 温水シャワー整備、点検をルール化済(H30.3)
- 頭部除染用廃液タンク付の流し等を配備済(H30.3)
- 身体除染方法をマニュアルに追記済(H30.3)
- 電動ファン付き半面マスクを導入した。(H30.7)
- バッグイン/バッグアウト作業等の同室作業者の半面マスク着用をルール化済(H29.12)

【Pu-2の事象を踏まえ、下記の対策を講じる】

- 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」※をマニュアル等でより明確に記載する。
- 作業者の退出過程での測定方法の明確化を行う。
- 空気汚染発生を想定し、現場指揮所の機能、指揮者の能力向上を目的とした実践的訓練を計画し実施する。

核燃料物質の管理は適切に行われていることを確認した。今回事象が発生したステンレス缶について、バッグイン時に樹脂製の袋の膨れは観察されていない。*

※ Pu-2の事象は、交換した新しい一重目の樹脂製の袋に貫通孔が生じたものであり、長期保存のガス発生により樹脂製の袋が破裂したものではない。

核燃料物質の組成・崩壊熱等の記録は管理され、貯蔵容器の点検記録も保存されていることを確認した。

○ 作業上留意すべき事項(発熱量・温度等)を作業員が理解するよう、作業前の確認方法を改善する必要がある。

作業者への燃研棟事故の教育は実施されていることを確認済

○ Pu-2の問題点・対策を踏まえ事例研究実施と改善の必要がある。

定常作業で共通要領も整備されており、事前のリスクも検討されていることを確認済

ホールドポイントとしてバッグアウト時の汚染検査を定めていることを確認した。しかし、以下の事項について徹底が足りなかったと評価した。

- 通常と異なる状態を認知した際に作業を一旦停止し、ルールに基づく核燃料管理者への連絡
- 汚染検査(ホールドポイント)実施、現場責任者の作業管理

新たなルール、防護具や資機材を整備済みであり、訓練も定期的に実施していることを確認済

- 汚染管理GH設置は適切であった。
- 適切な呼吸保護具の装着、身体への汚染拡大防止の措置により内部被ばく、皮膚汚染等を防止できた。

なお、今回の事象において除染作業、シャワー設備の使用はなかった。

部屋からの退出はマニュアルに従っていることを確認したものの、内部被ばくの可能性がある場合の行動の原則について、より明確化することや、作業者の退出過程での記録方法の明確化など、さらなる改善が可能であると評価した。

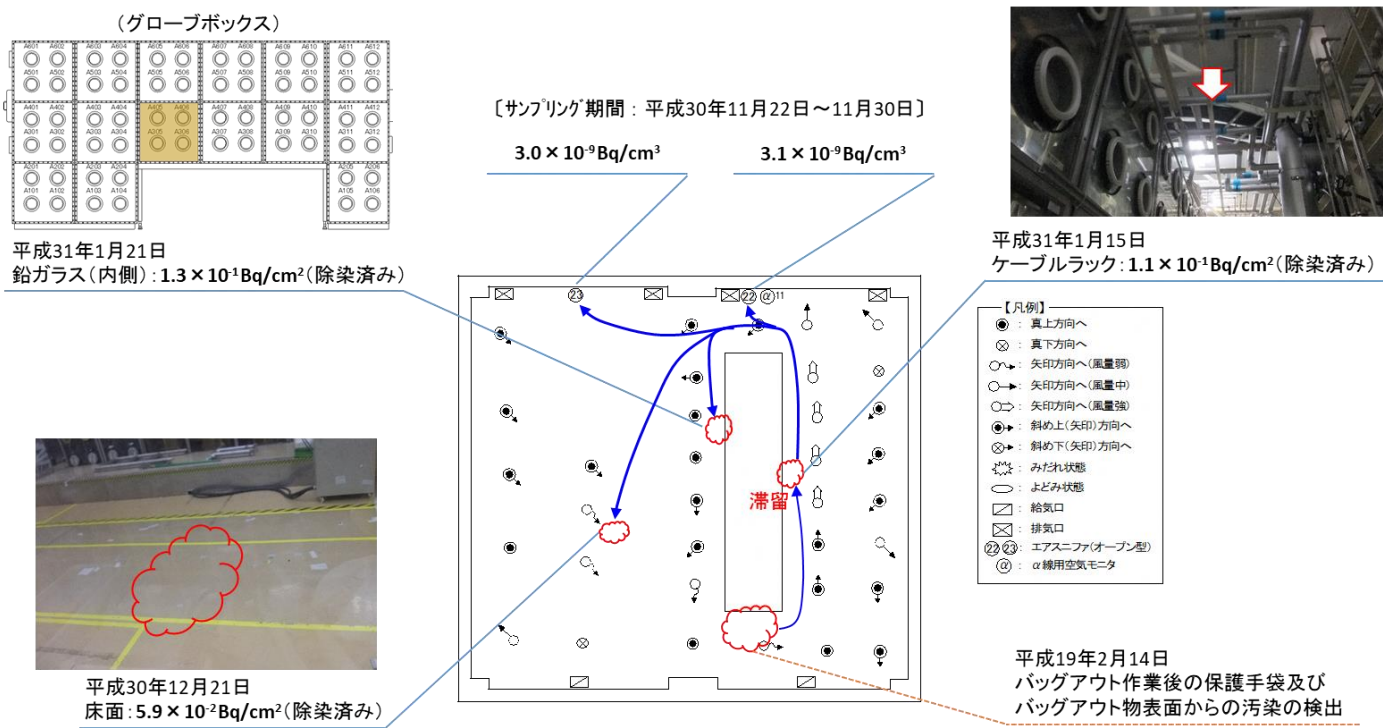
検証の結果、燃研棟事故の予防処置は記録等で確認できたものの、作業手順の見直し等、さらなる対策を講じる必要があると評価

※退出における基本原則：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。

参考資料-2

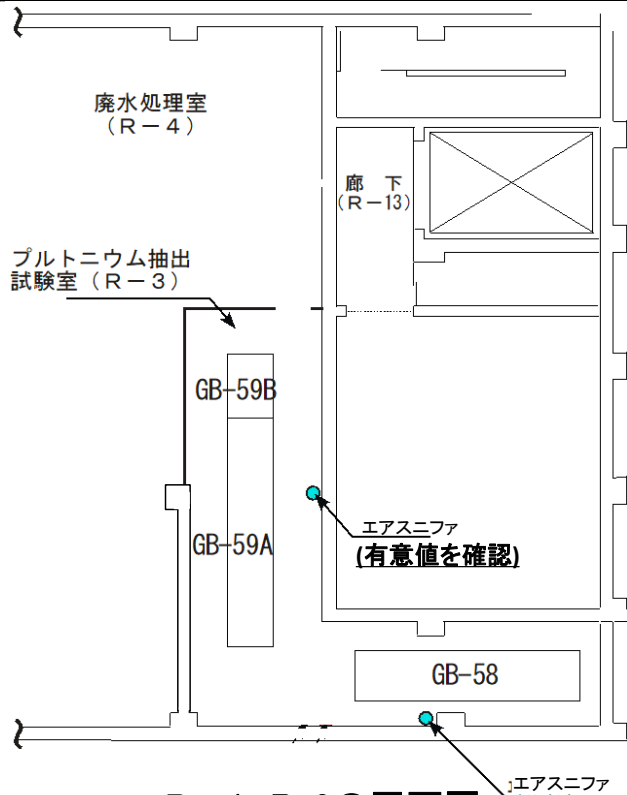
プルトニウム燃料技術開発センター所掌施設における
近年の汚染事象の原因と再発防止対策

No.	件名	概要	原因	再発防止対策
1	平成30年12月4日 Pu-2における週間空气中放射性物質濃度の有意値検出	Pu-2灰化試験室のエアスニファのろ紙を11/30に回収、12/4に測定したところ検出下限値を超える値(管理目標値以下)を検出。	過去のバッグアウト作業で発生した汚染が上部のケーブルラックに付着。その後の汚染検査が不十分であったため、そのまま滞留し、何らかのきっかけで遊離しエアスニファで検出されたと推定。	①空気流線に基づき広がりを見込んだ汚染検査範囲を設定し汚染検査を行う。 ②ケーブルのように形状が複雑な箇所はネル布等を用いて丁寧に行う。 ③上記対策について、作業マニュアルに追記し、教育を実施した。



灰化試験室(F-102)の空気流線及び汚染の推定移行経路

No.	件名	概要	原因	再発防止対策
2	平成30年11月27日 Pu-1における 空气中放射性 物質濃度の有 意値検出	<ul style="list-style-type: none"> ・Pu-1プルトニウム抽出試験室において、使用済RIゴム手袋等の整理作業後の汚染検査で作業員のカバーオールから汚染を検出。 ・当該室のエアスニファろ紙を回収・測定した結果、検出下限値を超える値(管理目標値以下)を検出。 	原因調査中 (使用済RIゴム手袋等の汚染検査は8/6に完了(汚染した手袋を確認)。引き続き、室内の汚染検査を数か月程度で行い原因を特定予定。)	<ol style="list-style-type: none"> ①使用後の器材のサーベイを徹底し、汚染しているものを確実に分別する。 ②常に汚染していることを前提に作業前、中、後のサーベイの実施を徹底する。 ③整理作業の対象とする器材を明らかにすることにより、リスクを考慮した準備ができるように作業計画書を見直した。

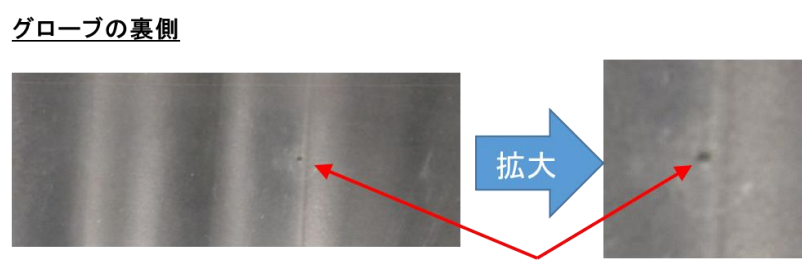
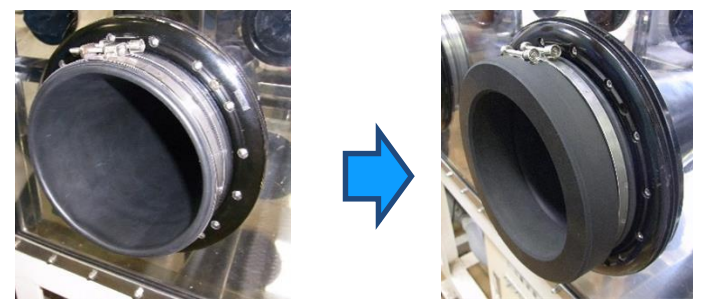
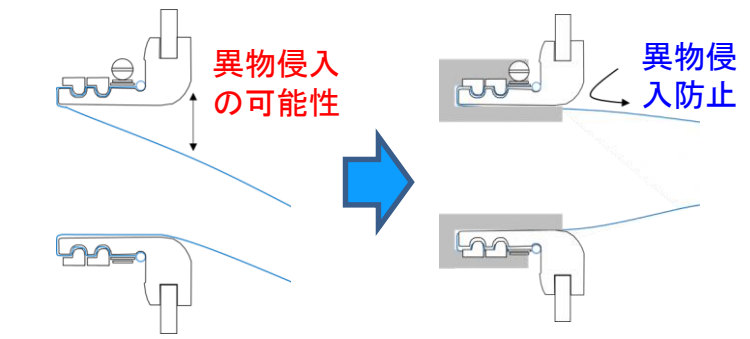
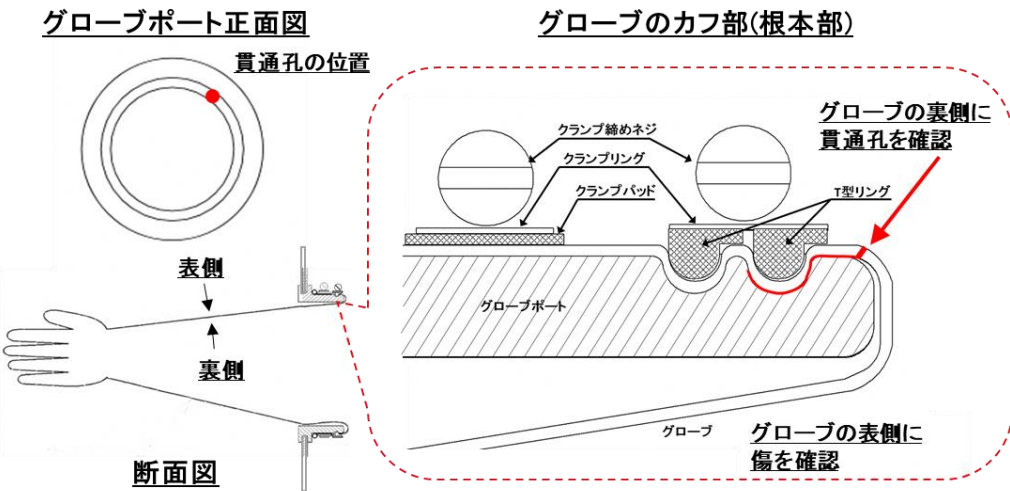


Pu-1 R-3の平面図



汚染が検出されたRI用ゴム手袋の断片

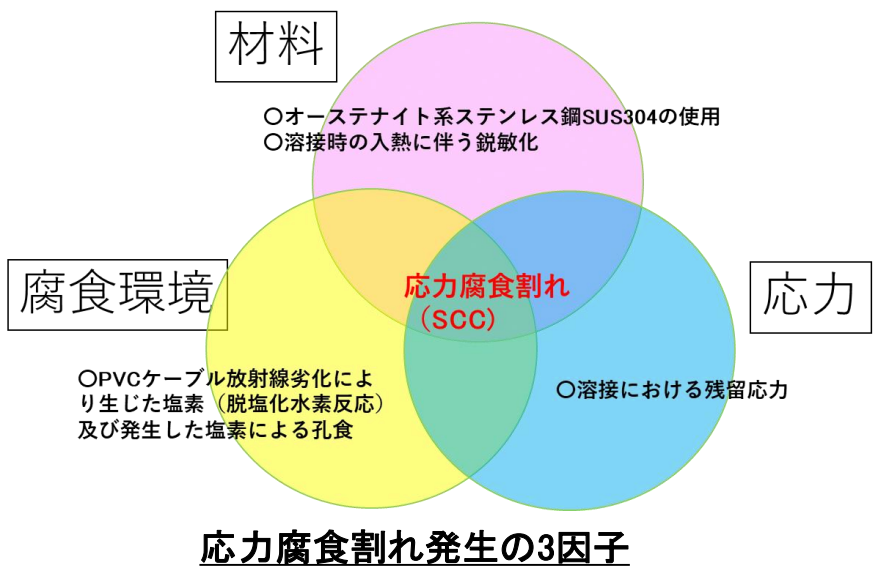
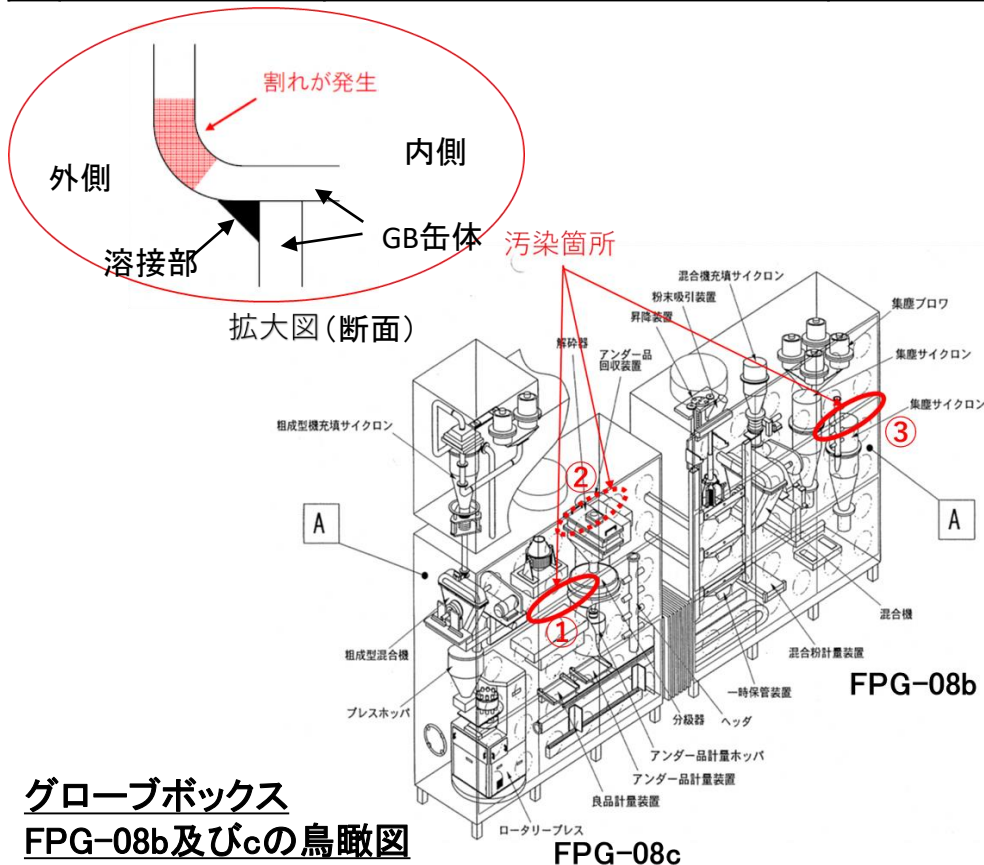
No.	件名	概要	原因	再発防止対策
3	平成30年8月6日 Pu-2における作業員の皮膚及びカバーオール等からの汚染検出	Pu-2仕上室のグローブボックス(GB)において、グローブ作業後の汚染検査で作業員の左側の顎下、カバーオール等に汚染を検出。	グローブのカフ部(根本部)にペレットの欠片等の異物が侵入し、そのまま作業したことにより貫通孔が発生したと推定。	○作業により異物が発生する可能性のあるGBを対象に以下の対策を実施。 ①グローブのカフ部からの汚染付着防止対策、皮膚汚染防止対策及び内部被ばく防止対策を実施する。 ②異物侵入防止対策を実施した。 ③上記対策について作業マニュアルの見直し、教育を実施した。



グローブの貫通孔 貫通孔

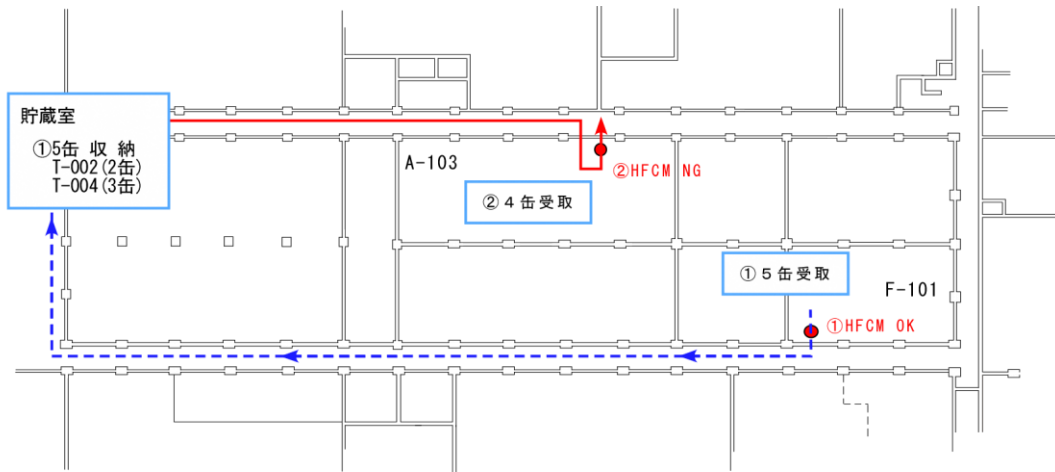
専用ポートカバー・インナーリングによる異物侵入防止対策

No.	件名	概要	原因	再発防止対策
4	平成30年2月2日 Pu-3における GB缶体からの 汚染検出	<ul style="list-style-type: none"> ・Pu-3粉末調製室(2)のGBの定期汚染検査において、11か所からスポット状汚染を確認。GB缶体13か所に割れを確認。 ・全ての割れについてリークテストを実施し、問題ないことを確認 	GB内に敷設されたPVCケーブルの放射線劣化に伴い生じた塩素に起因する孔食、ステンレス鋼溶接部の鋭敏化及び溶接における残留応力等に起因する応力腐食割れが生じたものと推定	<ol style="list-style-type: none"> ①缶体の錆は除去、洗浄後、錆止め塗装。割れが生じた部位の周囲は、GBの外側からステンステープで養生。PVCケーブルは離線、切断、梱包し、GB内で保管。 ②養生箇所は、四半期毎に外観を点検し、半年毎に汚染検査を実施することで健全性を確認。



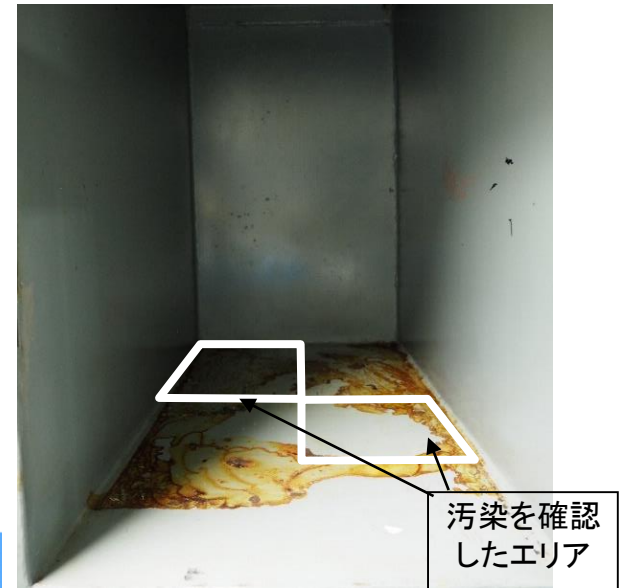
グローブボックス
FPG-08b及びcの鳥瞰図

No.	件名	概要	原因	再発防止対策
5	平成29年8月29日 Pu-2におけるRI用ゴム手袋及び貯蔵棚からの汚染検出	Pu-2粉末調整室において、ビニルバッグ交換を終えた貯蔵物を貯蔵室まで戻す作業において、作業員の右手のRI用ゴム手袋から最大10Bqの汚染を検出。	貯蔵棚底部2か所から最大5Bqの汚染を検出。この汚染が作業員のRI用ゴム手袋に付着。その後の汚染検査が不十分であったため、粉末調整室退出時まで確認できなかったと推定。	①貯蔵棚内の汚染、錆を除去後、塗装他の棚についても、同様の錆等がないことを確認。 ②貯蔵棚内及び手部の汚染検査方法を見直し、作業マニュアルを改定し教育。 ③汚染検査方法について再教育を実施。 ④貯蔵室出口近傍に身体汚染検査装置(ハンドフットクロスモニター)を設置。



プルトニウム燃料第二開発室1階平面図(抜粋)

- [凡例]
- ① 仕上室(F-101)からPVCバッグ交換が終了した貯蔵物(5缶)を受取り運搬車に収納、貯蔵室に移動して、貯蔵棚(T-002, T-004)に貯蔵
 - ② 粉末調整室(A-103)に移動し、PVCバッグ交換が終了した貯蔵物(4缶)を受取り運搬車に収納、A-103退出の際のHFCMで汚染確認



汚染を検出した貯蔵棚

No.	件名	概要	原因	再発防止対策
6	平成29年8月9日 Pu-2工程室におけるRI用ゴム手袋からの汚染検出	Pu-2仕上室において、ビニルバッグ交換を終えた貯蔵物を貯蔵室まで戻す作業において、作業員の両手のRI用ゴム手袋から最大4Bqの汚染を検出。	隣に貯蔵されていた別の貯蔵物に小さな貫通孔と汚染を検出(貯蔵棚内突起によるものと推定)。 この汚染が作業員のRI用ゴム手袋に付着。その後の汚染検査が不十分であったため、仕上室退出時まで確認できなかったと推定。	<ul style="list-style-type: none"> ①同様構造の貯蔵棚(12棚)について、貯蔵物の健全性確認及び突起部の養生を実施。 ②貯蔵室内に自主管理エリア設定、エリア退域時に汚染検査を実施(マニュアル変更、教育) ③汚染検査方法について再教育を実施 ④貯蔵室出口近傍に身体汚染検査装置(ハンドフットクロスモニター)を設置。(No.5と同様) ⑤本事例の教育を実施し、意識高揚を図った。

この足の部分に貯蔵物の底部付近が接触(位置関係が一致)



養生前



養生後

Pu-2におけるRI用ゴム手袋からの汚染検出(No.6)への再発防止対策例

参考資料-3

事象発生時の作業員の防護装備
及び汚染検査・除染作業の防護装備

事象発生時の作業員と同等の防護具を装着した状態【参考-3】 (樹脂製の袋の交換作業)



前面



背面

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

