

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

平成31年3月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

概要

概要

平成31年1月30日(水)14:20頃、茨城県東海村 核燃料サイクル工学研究所の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(Pu-2) 粉末調整室(A-103)(管理区域)で、グローブボックス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)を搬出する作業を行っていたところ、プルトニウム汚染が発生した。

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)

汚染発生原因となった貯蔵容器梱包物(ステンレス缶)

熱溶着装置(先端部)



背景

- ・当該施設では、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、貯蔵庫で貯蔵管理している。
- ・事象発生時は、樹脂製の袋の管理基準に基づき貯蔵容器2本について、樹脂製の袋(二重)の交換作業を実施していた。(定期点検と樹脂製の袋の交換作業)

被ばくの有無・環境への影響

- ・作業員9名全員の防護具(靴、衣類等)に汚染が確認されたものの、皮膚汚染、内部被ばくがないことを確認した。
- ・モニタリングポスト、第二開発室の排気モニター指示値は通常の変動範囲内であり、汚染は管理区域内に留められていた。
- ・本事象発生時及びそれ以降の環境への影響はない。

現場の現在の状況

- ・粉末調整室(A-103)の除染作業の結果、室内の表面密度が検出下限($0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$)未満まで低下したこと、空气中放射性物質濃度が管理目標値($7 \times 10^{-8} \text{Bq}/\text{cm}^3$)以下であることを確認した。
- ・平成31年2月21日、粉末調整室(A-103)の立入制限区域を解除した。

原因調査の結果

- ・現場状況の詳細調査を実施し、汚染発生原因となったステンレス缶を包蔵した樹脂製の袋を顕微鏡により検査した結果、一重目の樹脂製の袋に約5mmの穴を確認した。
- ・この原因調査として、要因分析や作業員からの聞き取りによる確認を実施した結果、「搬出作業中に熱溶着装置の先端部(非加熱部)に袋を接触させた可能性が高い」ことが判明した。
- ・また、当該グローブボックスは従来から粉末系の核燃料物質を取り扱って汚れていたことから、貯蔵容器表面に粉末状の核燃料物質が付着(汚染)していたことが判明した。

今後の対応

- ①他の核燃料物質の貯蔵容器の保管状況の確認を1か月以内に完了(3月25日に完了)。
 - ②貯蔵容器搬出時には、容器表面の汚染のふき取りをルール上義務付ける。
 - ③これら、①②等により、貯蔵容器の取扱いにおける空気汚染の発生リスクへの対処を4月末までに完了。
- ・現場の除染作業は6月末日までに終了させる。
 - ・抽出した更なる改善事項を徹底して実施する。
(作業手順の改善、教育・訓練の充実、局所排気装置の適用、熱溶着装置先端部の養生等)
 - ・作業員の早期退出を基本原則として明確化する。
 - ・再発防止に向けた水平展開を機構大で実施する。

現況

(立入制限区域解除及びその後の除染作業スケジュール)

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*1を下回ったため、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した。



*1保安規定に定める立入制限区域の設定基準: 表面密度が4 Bq/cm²を超え、又は超えるおそれがある場合、空气中放射性物質濃度が7 × 10⁻⁷Bq/cm³を超え、又は超える恐れがある場合

立入制限区域解除後の管理

- 粉末調整室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には、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。
- 除染作業については、特殊放射線作業*2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)で実施する。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。
- 現時点で、除染作業(汚染事象発生前の状態に戻す)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。

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				■

除染完了



*2特殊放射線作業: 汚染拡大防止策、被ばく防止策など放射線管理上の配慮が必要である作業。

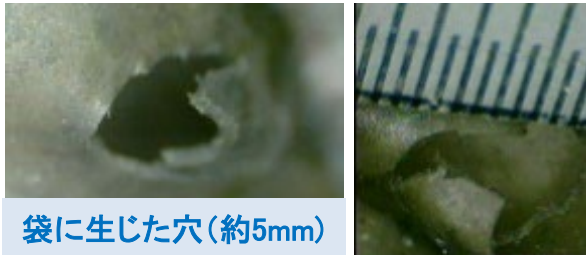
先にアルミ缶を、次にステンレス缶を搬出した

調査結果(1): アルミ缶の搬出終了までの作業*の行動検証を実施し、汚染を発生させる要因が無かった。

*対象となる作業

- ・樹脂製の袋の保管中の点検、樹脂製の袋の交換
- ・貯蔵容器の運搬・受渡
- ・貯蔵容器のグローブボックスNo.D-8への搬入
- ・貯蔵容器(アルミ缶)の搬出

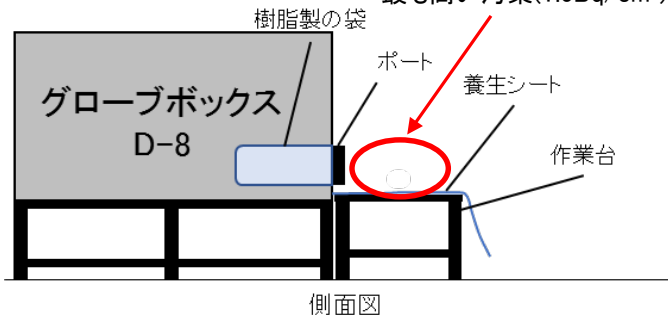
調査結果(2): ステンレス缶を包蔵した樹脂製の袋に穴が確認された。



袋に生じた穴(約5mm)

調査結果(3): 搬出用作業台上で他の場所より高い汚染が確認された。

最も高い汚染(1.5Bq/cm²)を確認



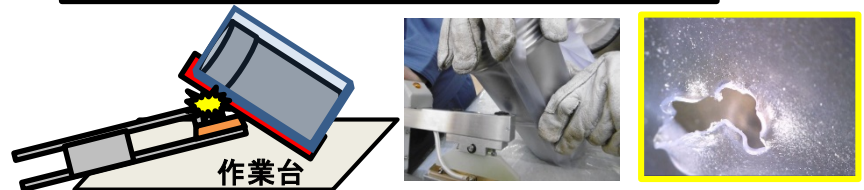
ステンレス缶の搬出作業中に樹脂製の袋に穴をあけてしまったことが汚染発生の原因



なぜ、立入制限区域を設定するような空気汚染に至ってしまったのかの**要因分析**を実施

- ・梱包物を損傷させて汚染を拡大させた原因について、作業員の聞き取りによる確認を実施するとともに、要因分析図を用いて考察した。
- ・分析評価(損傷部位(穴)の形状等)の結果、搬出作業中に樹脂製の袋を180度反転させる等を実施し、**熱溶着装置の先端部に梱包物を接触させたことにより、一重目の樹脂製の袋を損傷させた(穴をあけた)可能性が高いことが判明した。**
- ・検証試験(下図)でも同様な穴が開くことを確認した。
- ・**汚染を拡大させた原因**は、①グローブボックスが汚れていたこと、②作業員がステンレス缶一重梱包物の十分な外観確認を実施しなかったこと、③通常と異なる状態(温度が高い)と感じたにも拘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、④汚染検査を省略したことであると考えられる。




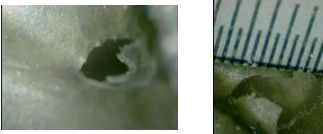

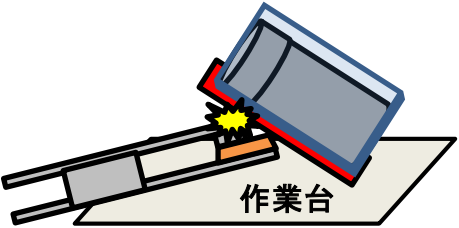
熱溶着装置先端部との接触検証試験




熱溶着装置先端部(非加熱部)との接触イメージ

試験の結果、熱溶着装置先端部との接触で、当該樹脂製の袋の穴と類似した穴が確認された。

(表中の原因に記載した①から④は、原因調査の結果(p.3)に対応する)

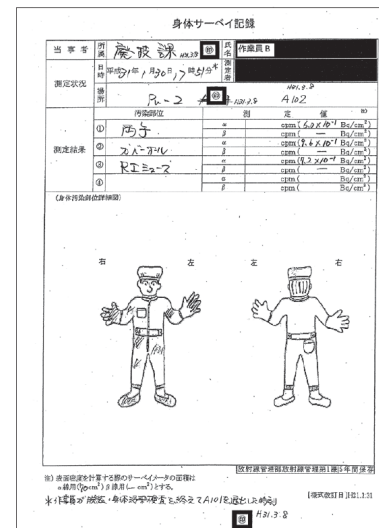
項目	原因	対策
<p>汚染原因</p>  <p>ステンレス缶の状況</p> 	<p>①貯蔵容器表面が汚れていた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵容器の搬出は、汚れが少ないグローブボックスで実施する。また、当該グローブボックス内の清掃又は養生を行いこの状態を維持する。 やむを得ず、汚れたグローブボックスで搬出を行う場合は、グローブボックス内の搬出作業場所の養生又は汚れを落とした上で作業を行う。 搬出時の貯蔵容器表面の拭き取りを必ず実施する。  <p>グローブボックスでの作業</p>
<p>樹脂製の袋に穴が開いたことにより汚染が発生した。</p>  <p>汚染事象が発生した樹脂製の袋の穴(約5mm)</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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 搬出作業において、梱包物が突起物等と接触しないように、熱溶着装置の先端部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。 搬出作業では、むやみに梱包物を動かさないように手順書を見直す。  <p>作業台</p> <p>熱溶着装置先端部との接触イメージ</p>

項目	原因	対策
<p>汚染原因</p> <p>○樹脂製の袋の穴に気づかずに搬出作業を継続し、</p> <p>↓</p> <p>○ステンレス缶が熱いと感じたが報告せず、一重梱包物表面の汚染検査を省略し、</p> <p>↓</p> <p>○二重梱包作業を実施したことで汚染が拡大した。</p>  <p>二重梱包作業場所の写真 (汚染発生時)</p>	<p>②梱包物の外観確認を怠り、樹脂製の袋の穴に気づかなかった。</p> <p>③核燃料管理者への報告を怠った。</p> <p>④汚染検査を省略した。</p> <p>汚染がある状態で作業を継続し、汚染を拡大させた。</p>	<p>○梱包物の穴に気づかなかったことへの対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・搬出対象物の<u>外観確認のタイミングを手順書で明確にする</u>。 <p>○汚染検査を省略したことへの対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業中に通常と異なる状態が認められた場合には、<u>ルールに基づき核燃料管理者に連絡することを徹底</u>する。 ・作業手順の<u>ホールドポイント遵守を徹底</u>することを教育する。(汚染検査を徹底する。) <p>○汚染を拡大させたことへの対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業時に留意すべき事項(発熱量・温度等)を、現場作業員が確実に理解するように、作業前<u>ミーティングの確認項目を改善</u>する。 ・樹脂製の袋に対する<u>熱の影響に関する教育</u>を行う。 ・汚染が発生しうるリスクがある作業時には、<u>局部的に汚染をとどめるための措置を検討</u>する。(例えば、局所排気装置の使用)
<p>退出時の課題</p> <p>↓</p> <p>退出開始 (作業員の退出に時間(約1時間)がかかった)</p> <p>↓</p>	<p>現場指揮所と作業員の連絡が迅速に行われなかった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>汚染発生時の状況把握や退避指示の伝達</u>について検討し、<u>必要な改善</u>を行う。 ・ガイドラインで示している退出にあたっての基本的な考え方を再徹底する。

	項目	原因	対策
退出時の課題 ↓	作業員の退出時に放管員の準備に時間を要した。	資機材(全面マスク等)が不足しており、追加資材の調達に時間がかかった。	<ul style="list-style-type: none"> 汚染事象対応に必要な防護装備(全面マスク、タイベックスーツ、シューズカバー等)を確保する。 退出時の適切な養生方法の検討を行い、教育・訓練を充実させる。 現場指揮者の役割を再認識させ、実践的な訓練を実施する。
↓ 汚染検査の記録作成に当たり、管理が不十分であった可能性有	退出時に適切な汚染検査が行われてなかった可能性有 ↓ 汚染検査の記録作成に当たり、管理が不十分であった可能性有	汚染検査のガイドライン、手順書が徹底されなかった。	<ul style="list-style-type: none"> 汚染のある作業員の狭隘部等は間接測定法を徹底する。 最終の汚染検査は、汚染の可能性のない場所で実施する。 検出下限値を超える測定値が検出された際には、αスペクトルによる定性分析等により核種確認することを徹底する。 記録作成に使用したメモ及び試料は、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。



グリーンハウス内での退出作業の状況



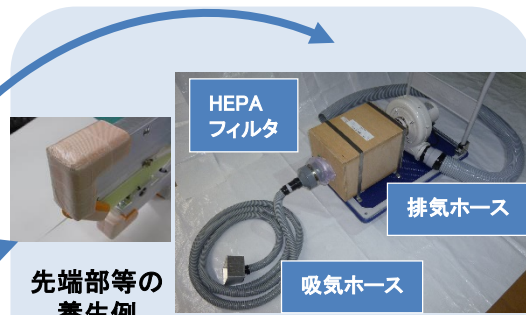
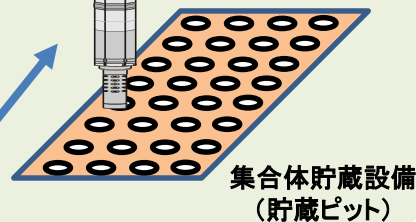
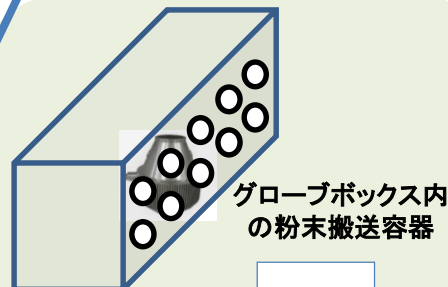
汚染測定記録のイメージ

これら汚染事象発生課題を各項目に分類して対策を整理した。

項目	対策
(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の手順書を制定する。(3月末まで) ② 汚染事象発生時の放管員の対応要領、手順書を改訂する。(4月末までに手順書改訂と教育実施) ③ 基本動作マニュアルを再評価する。(6月末まで) ④ 事故対策手順を見直す。(6月末まで) ⑤ 各部屋の事故対応手順書を作成する。(6月末まで)
(2) 教育方法の改善	① <u>自覚と認識に関する教育を実施する。</u> ② <u>階層別教育を充実させる。</u> ③ 現場責任者への教育(作業管理の重要性等)を充実させる。 ④ 作業員教育(作業安全の基本的な知識等)を充実させる。 ⑤ 管理者層に対する教育(汚染事象発生時等の指揮)を実施する。
(3) 訓練方法の改善	① <u>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する。</u>
(4) 作業管理の改善	① 作業責任者及び作業担当者に係る作業管理(抜き打ちの巡視等)。 ② 請負側総括責任者に係る作業管理。 ③ 請負側現場責任者に係る作業管理(例えば、作業員兼務を認めない等)。
(5) 安全意識の向上	作業員の安全意識を向上させるために、以下の対応を図る。 ・事例研究(チームもしくは班ごとに実施)を行う。 ・気づき事項を作業員に積極的に問いかける運動を行う。 ・担当する業務の危険源に対する対策の検討を行う。 ・安全に関する外部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。
(6) リスク低減	① <u>樹脂製の袋で包蔵し貯蔵している貯蔵容器を削減する。</u> (6月末までに計画作成)
(7) ハード対策	① <u>局所排気装置</u> を設計する。(6月末まで) ② 熱溶着装置 <u>先端部等を養生</u> する。(3月末まで)



教育・訓練の充実



局所排気装置の一例(試作品)

【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。
- 短時間で設置できる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)を作業員が理解できるよう、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。

- 過去の教訓が反映されていなかったという点で、マネジメントの問題であると認識している。
- 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。**
- 具体的な再発防止に向けた**機構大の水平展開方針**を以下に示す。

(手順、マニュアル、教育・訓練、作業管理等)

- ・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。**実践的か否かを教育、訓練等を通じて確認**する。
- ・**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。
- ・グリーンハウス設置・身体除染訓練について、**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。
- ・**今回の事象を踏まえて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。**
- ・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。**
- ・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。
- ・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、**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。

(施設、設備・整備、点検等)

- ・プルトニウム貯蔵容器の外側を**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。(平成31年3月25日までに確認済み)
- ・汚染発生のリスクが高い作業において、**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。
- ・プルトニウムを取り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、次の対策を実施(ルール化)**する。

- 搬出作業は、**汚れが少ないグローブボックスで実施**する。また、これを維持するために、**グローブボックス内の清掃又は養生を実施**する。
- 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搬出作業を行う場合は、作業エリアの養生又は汚れを落とした上で実施する。
- 貯蔵容器の搬出作業時には、**貯蔵容器表面の拭き取りを必ず実施**する。
- 梱包物が突起物等と接触しないように、熱溶着装置の**先端部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。
- 搬出作業では、**むやみに梱包物を動かさない**ように手順を見直す。
- 搬出作業における**外観確認のタイミングを手順書で明確にする。**
- 当日の作業において留意すべき事項を、現場作業員が確実に理解するように、**作業前のミーティングでの確認項目を改善**する。

文科省研究開発局長指示への対応状況

(1)安全確保に万全を期しつつ、管理区域内の漏えいの状況把握及び原因究明の取組を最優先として対応を図ること。

【原子力機構の対応】

- 理事長指示(2月4日)により、グローブボックスにおける核燃料物質等の取扱い作業及びセル・グローブボックスにおける核燃料物質等の取入、取出作業を機構大で原則として停止した。
- 現場状況の詳細調査を実施し、汚染発生原因となったステンレス缶を包蔵した樹脂製の袋をマイクロスコープにより検査した結果、一重目の樹脂製の袋に約5mmの穴を確認した。この原因調査を実施した結果、「搬出作業中に熱溶着装置の先端部(非加熱部)に袋を接触させた可能性が高い」ことが判明した。
- 管理区域内の除染を進め、平成31年2月21日に立入制限区域を解除した。
- 粉末調整室(A-103)は、一部ビニルシートで養生している部分も存在しており、特殊放射線作業計画を立案し、2019年6月末までに除染作業を終了させる。

(2)原子力機構大洗研究開発センターにおける事故を受けた原子力機構における安全確保に関する対応の実施状況を検証・分析の上、さらなる再発防止策の検討、対応策及び他の施設への水平展開の実施に取り組むこと。

【原子力機構の対応】

- 本事象発生の要因分析を踏まえ、プルトニウム燃料技術開発センターにおける大洗研究所燃料研究棟事故を受けて講じた対策の実施状況及びその実効性について検証を行った。燃研棟事故の予防処置は実施されていたものの、作業手順の見直し等、さらなる対策を講じる。
- 本事象発生の要因分析及び燃料研究棟事故を受けた検証結果に基づき、類似の事象を防止するための再発防止策の検討を実施した。
- 本事象の発生原因、現在までに抽出された更なる改善事項及び燃料研究棟における汚染事故を踏まえた**本事象における検証において、人的要因が多く抽出**されている。
- 職員等の役割や責任を明確化し、作業の手順書をより具体的、実践的な内容に見直し、職員等の教育・訓練による検証を通じた改善活動を継続する。
- 今回の汚染事象発生時の作業における請負業者について、再発防止策の提出を求めるとともに、現場の責任者の役割の明確化など作業管理を改善する。
- 検討した再発防止策は、機構全体に水平展開を行い、再発防止に努める。

アクション事項	これまでの対応状況
<p>(1)万一の偶発的なミスによる事態の悪化を未然に防ぐため、作業手順の見直しや保安教育の徹底にとどまらず、<u>樹脂製の袋が損傷した場合でも、空気汚染が発生しない作業環境を実現</u>。原子力機構の他の施設にも水平展開。</p>	<p>(1)貯蔵容器の搬出作業時には、以下の対策を決定した。<u>(汚れが少ないグローブボックスで実施する。貯蔵容器の搬出作業時には、貯蔵容器表面の拭き取りを必ず実施する。例えば、局所排気装置等を設置する。)</u>今後、これらの対策を機構大で水平展開する。</p>
<p>(2)原子力機構全体で以下の対策を実施： ①核燃料物質の貯蔵容器(約2,500件)の梱包状態等、保管状況の確認を1か月以内に完了。 ②貯蔵容器を梱包している袋の取換えの際、容器表面の汚染のふき取りをルール上義務付け。 ③、①②等により、貯蔵容器の取扱いにおける空気汚染の発生リスクへの対処を2か月以内に完了。</p>	<p>(2)点検等の対応状況 ①核燃料物質の貯蔵容器(約2,500件)の梱包状態等、保管状況の確認を1か月以内に完了する<u>(3月25日完了した)</u>。 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>点検数:2346個(原科研36個、Puセンター2031個、再処理センター163個、環境センター116個)、<u>このうち17個の袋の交換が必要と判断</u>した。(変色8個、膨らみ6個、その他3個(二重目の溶着不良2個、容器と一重目の袋にゴミらしきもの確認1個))。 これらの容器は、適切に対処し安全に保管されている。</p> </div> ②グローブボックス内を汚染の少ない状況に保つとともに、4月末までに<u>容器表面の汚染のふき取りをルール上義務付けることを決定した</u>。 ③、①②等により貯蔵容器の取扱いにおける<u>空気汚染の発生リスクへの対処を4月末までに完了させる方針を決定した</u>。</p>
<p>(3)<u>上記対策の実施状況を、文部科学省職員により現地にて確認して頂く</u>。</p>	<p>(3)<u>上記対策の実施状況を、文部科学省職員により現地にて確認いただいている</u>。</p>
<p>(4)最終的には、作業が自動化された施設への核燃料物質の貯蔵の一元化を目指す。</p>	<p>(4)作業が自動化された施設(プルトニウム第三開発室)への核燃料物質集約化を目指す方針を決定した。</p>

まとめ

- 平成31年1月30日の事象発生後、事象発生に至る原因調査及び現場復旧等に取り組んできた。
- 本汚染事象の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。
- 粉末調整室(A-103)は、平成31年2月21日に立入り制限区域を解除した。しかし、一部ビニルシートで養生している部分も存在しており、特殊放射線作業計画を立案し、2019年6月末までに終了させることを目標に除染作業を実施している。
- 更なる安全性の向上を図るために行動評価を実施し、改善事項の抽出、対策の検討を行った。
- 燃研棟汚染事故を踏まえた本事象における再発防止策の検証を行い改善事項の抽出を行うとともに、その対策の検討を行った。

今後の対応

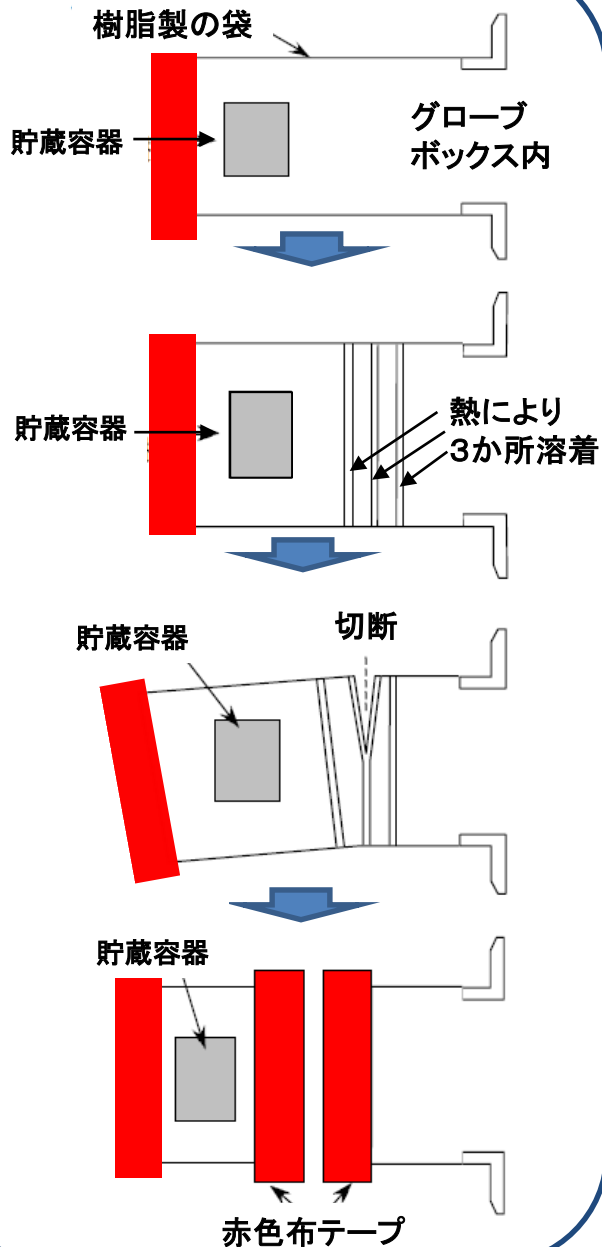
- 検討した対策は、着実に実施していく。
- 管理者が、現状の作業手順や事故対策手順を「良し」とせず、常に継続的な改善意識をもってそれらの見直しを推進していくことが、今回のような汚染事象の発生防止や適切な汚染対応を行うために重要であり、管理者の意識の改善や管理者に対する教育・訓練の充実についても、あわせて対策を進めていく。
- 原子力機構は、今回の汚染事象の発生を深く反省し、原因分析及び対策で得られた結果に基づき、原子力機構全体の問題として捉え、未然防止の観点から水平展開を実施する。
- 安全・核セキュリティ統括部は、各拠点の保安管理部門と連携して水平展開の実施状況を監視し、水平展開が実効的なものになるよう、フォローしていく。

参 考 资 料

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)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)に退出し、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。

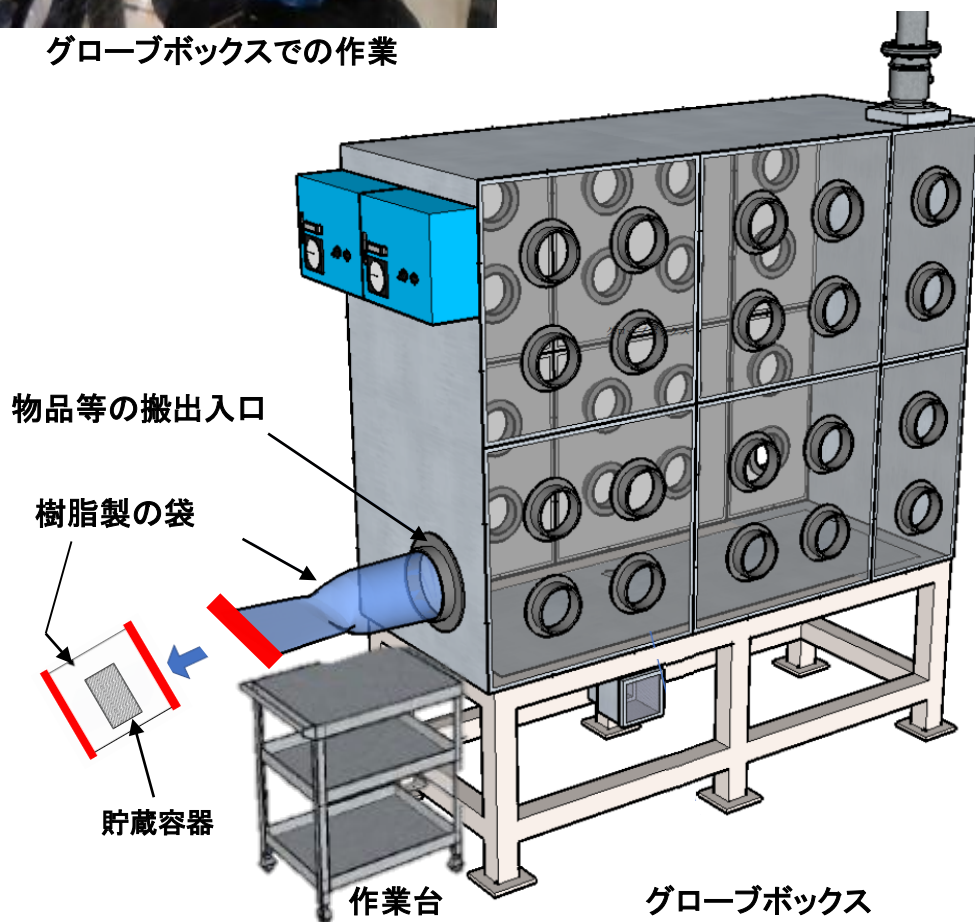
日付	時間	内容
平成31年 1月30日	15:12	プルトニウム燃料第二開発室の排気モニタに異常のないことを確認。
	15:20頃	炉室(A-102)の養生が終了したことから、作業員9名の炉室(A-102)への退出を開始。(15時22分頃、9名全員の退出を完了)
	15:22	立入制限区域を設定することとなったことから、本事象が法令報告に該当するものと判断。
	15:29	廊下に退出するためのグリーンハウス設置を指示。
	15:36	本事象が法令報告に該当するものと判断したことを原子力規制庁へ報告。
	16:00頃	汚染拡大防止のための粉末調整室(A-103)、炉室(A-102)の扉の目張りを終了。
	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。
	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。
	19:18	2名の鼻スミヤに異常のないことを確認。(9名全員の身体汚染検査及び鼻スミヤに異常のないことを確認)
	19:50	作業員9名が管理区域から退出完了。

グローブボックスからの搬出

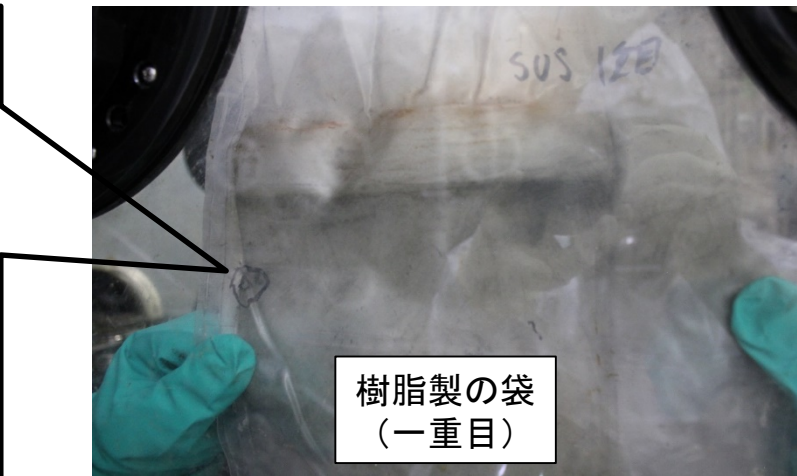


グローブボックスでの作業

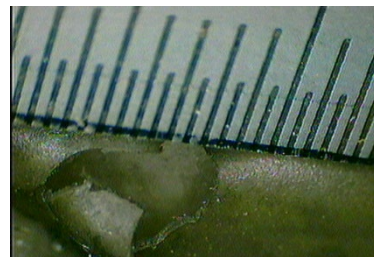
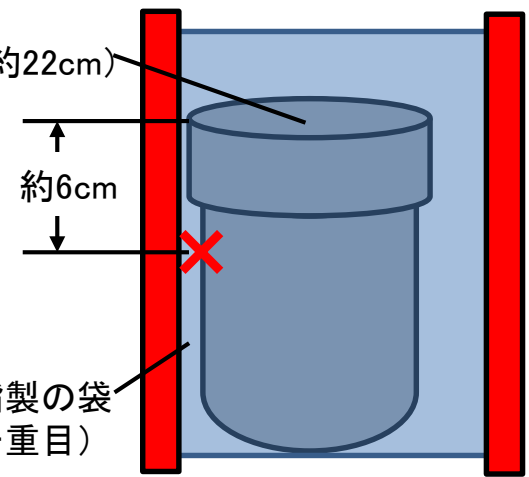
「グローブボックス」とは、核燃料物質をボックス内に閉じ込めて作業する設備。ボックス内の作業を左図のように手袋を介して行う。



ステンレス缶の一重目の樹脂製の袋の観察結果

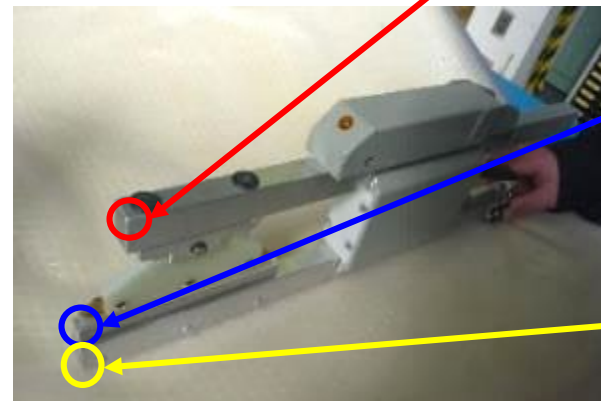
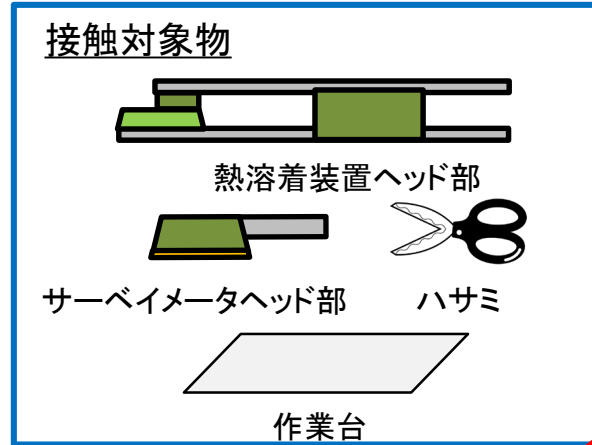
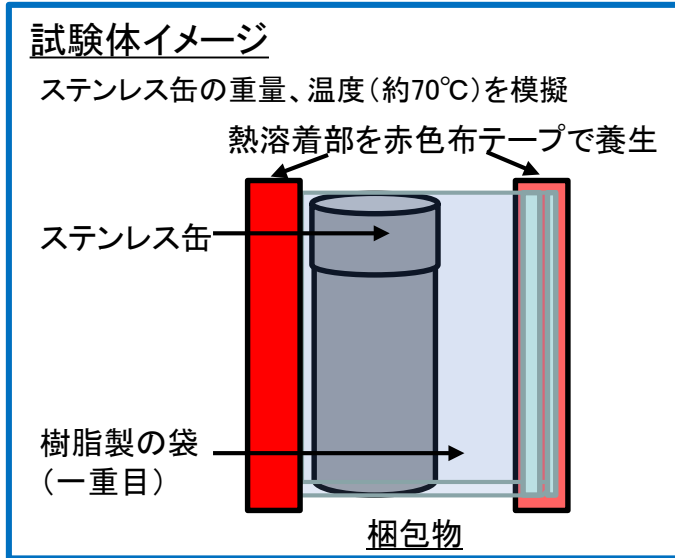


ステンレス缶
(直径:約φ11cm、高さ:約22cm)



別角度から撮影した穴

当日の状況を再現して、樹脂製の袋に熱溶着装置ヘッド部を接触させる試験を行い、汚染事象が発生した樹脂製の袋の穴と比較した。



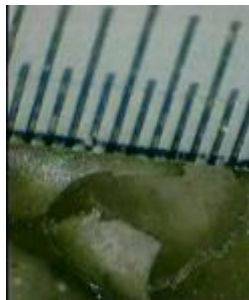
試験に使用した熱溶着装置ヘッド部
(当時使用していたものと同じタイプ)

先端部(下)

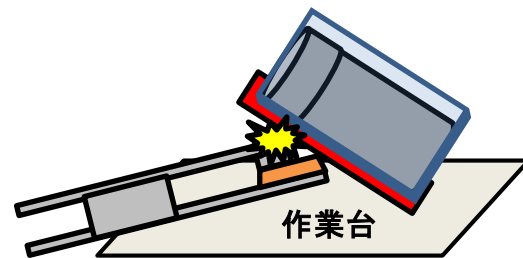
先端部(中)

先端部(上)

汚染事象が発生した樹脂製の袋の穴(約5mm)



熱溶着装置先端部との接触試験結果(1)



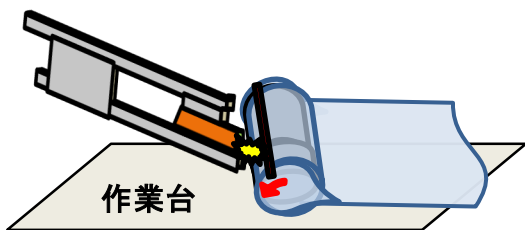
パターン1-1



熱溶着装置ヘッド部との接触イメージ

試験による穴
(約6.65mm)

熱溶着装置先端部との接触試験結果(2)



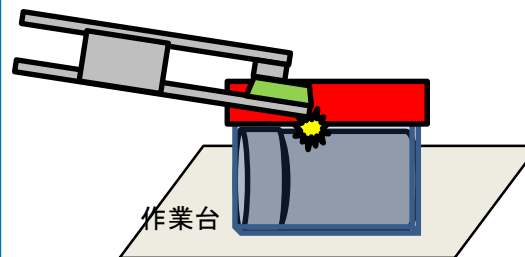
パターン1-3



熱溶着装置ヘッド部との接触イメージ

試験による穴
(約4.90mm)

熱溶着装置先端部との接触試験結果(3)



パターン1-4



熱溶着装置ヘッド部との接触イメージ

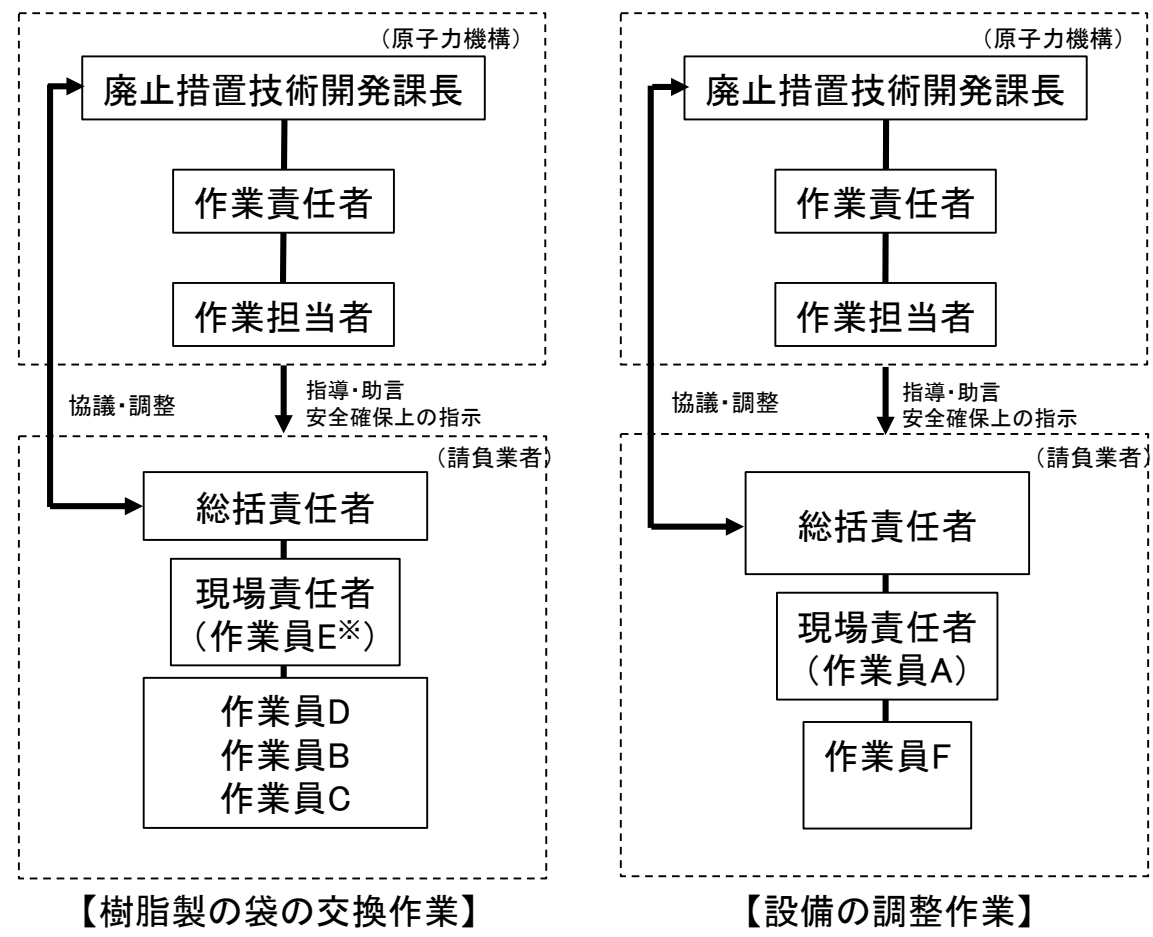
試験による穴
(約4.93mm)

【試験結果】

熱溶着装置のヘッド部先端に接触した際に、汚染事象が発生した樹脂製の袋の穴と類似した穴を確認した。

各職務の役割に対する実施状況の検証(1/3)

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(2/3)

機構側の各職務に対する実施状況

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。
	作業担当課長	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、保安立会いは実施していないが、定期的に現場を巡視し、保安上の助言を行っている。
	作業責任者	作業責任者は、作業担当課長の職務を補佐し作業担当者を指揮・監督する。	作業責任者は、作業開始前のKYに同席し、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。
	作業担当者	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。
	作業担当者	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、保安立会いは実施していないが、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。

請負側の各職務に対する実施状況

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	現場責任者は、作業現場に常駐し、作業管理に責任を持ち、規律の維持、労働災害防止にあたる。	当日、作業現場に常駐していたが、作業管理を十分果たせず、結果として汚染が拡大する事象が生じた。	
	作業開始前のTBM等において、作業者の健康状態、作業内容、役割分担、注意事項等を確認する。	作業開始前のTBMにおいてステンレス缶が高線量であることについて周知した。	
	作業開始前のKY等において危険ポイントを認識させ、作業中にも適宜、安全を確認する。	作業開始前に行ったKYにおいて、危険要因を抽出し、危険ポイントを認識させた。 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。	