

燃料研究棟（PFRF）の概要

燃料研究棟は、高速炉用新型燃料等の研究開発を行う目的で昭和49年に竣工しました。プルトニウムを使用した試験は昭和52年に開始しています。

本施設ではウラン・プルトニウム混合炭化物や窒化物燃料、長寿命マイナーアクチノイド核変換用燃料、高速炉用金属燃料といった新型燃料の製造及び物性研究、燃料健全性実証を目的とした照射試験用燃料ピンの製作の他、熔融塩電解による乾式分離技術に係る研究を実施してきました。

平成25年度に廃止の方針が出され、実験済核燃料物質の安定化处理や廃止措置計画の検討を進めています。

施設概要

建家 2階建、鉄筋コンクリート耐火構造
延べ床面積 約1518m²（管理区域は約570m²）

主要な設備機器

本体施設

グローブボックス 36台（空気雰囲気25台、高純度アルゴン雰囲気11台）
アルゴン循環精製装置 4台
フード 4台

主用実験機器

粉末成形プレス、焼結炉、X線回折装置、電子線分析装置、酸素・窒素分析装置、炭素分析装置、燃料ピン製作装置等

特定施設

気体廃棄設備、液体廃棄設備、電源設備、空気圧縮設備等



今回のフードでの点検作業の位置付けについて

日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター

1. 概要

今回の事象は、燃料研究棟のグローブボックス内等に保管している核燃料物質を適切に管理（核燃料物質の貯蔵庫への移動）するための作業の中で発生した。本作業は、大きく以下のステップに分類される。

- ① 個々の貯蔵容器の収納状態を確認
- ② グローブボックス内等から核燃料物質を容器に封入
- ③ 回収した容器を貯蔵容器に収納

今回の事象は、①の貯蔵容器の収納状態確認作業で発生したものである。

2. 作業計画

前項で示した作業は管理区域内作業に該当し、実施に当たっては、「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（北地区）核燃料物質使用施設等保安規定」第2編第16条（添付資料①）に基づき、放射線作業計画として放射線作業連絡票（添付資料②）を作成することとなっている。

放射線作業連絡票を作成する際には、保安規定の下部要領である「燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領」（添付資料③）に基づき、安全作業手順書（当該点検作業「核燃料物質の貯蔵作業」、添付資料④）、一般安全チェックリスト（添付資料⑤）、簡易リスクアセスメント（添付資料⑥）、保安規定チェックリスト（添付資料⑦）、使用許可チェックリスト（添付資料⑧）、放射線安全チェックリスト（添付資料⑨）を添付することが定められている。

今回の事象は、当該点検作業の安全作業手順書（添付資料④）の「2. 作業方法（1）核燃料物質の確認及び貯蔵作業」の3行目「また、核燃料貯蔵室への核燃料物質の移動に付随して貯蔵容器の点検と汚染検査をフード（H-1）で行う。」に該当する作業中に発生したものである。ここで、フード（H-1）での点検作業は、「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（北地区）核燃料物質使用変更許可申請書」（添付資料⑩）において、使用目的「汚染検査」、使用の概要「貯蔵容器点検等の作業を行う。」として許可を受けている作業である。

3. 作業手順

フード（H-1）での作業については、「燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領」（添付資料③）の付属マニュアル「フードの安全作業」（添付資料⑪）として規定している。今回の作業はこれに従って実施された。

4. フードでの貯蔵容器点検作業の使用許可・保安規定上の位置付けについて

燃料研究棟におけるフード(H-1)での貯蔵容器の点検作業は、使用変更許可申請書において「貯蔵容器点検等の作業を行う。」として許可を受けている作業である。

また、保安規定には、「核燃料物質の取扱いとは、核燃料物質等の使用、貯蔵等又はこれに付随する作業」と規定されている。その「付随する作業」には、グローブボックスでの核燃料物質の取扱いに係る一般的(自明・必須)な事項として、グローブボックス内の核燃料物質等を取り出す場合に、バッグアウト(樹脂製の袋に密封し、汚染を内部に閉じ込める行為)し他のグローブボックス等へ移動すること、バッグアウトした核燃料物質等(樹脂製の袋)をフードにて貯蔵容器に収納し、貯蔵庫に運搬することが含まれている(添付資料⑫)。燃料研究棟では、使用変更許可申請書の記載に基づいて、これまで貯蔵容器への内容物の出し入れや内容物の点検をフード(H-1)で実施している。

なお、核燃料物質を容器に収納した上で樹脂製の袋に収納し、その樹脂を溶着・密閉して汚染を閉じ込める保管・貯蔵方法においては、二重の樹脂製の袋によって密封性を確保している。こうした保管・貯蔵方法は、原子力機構内のプルトニウム取扱施設を始め、他の原子力事業者の施設においても広く採用され、長年にわたって安全な管理実績を蓄積している一般的な保管・貯蔵方法である。

また、燃料研究棟の臨界安全については、使用変更許可申請書の安全対策書の中で、単一ユニットを次の(1)(2)(3)のとおり定めており、それぞれ臨界安全管理上想定される最も厳しい条件を設定したとしても、核的に安全であるよう核分裂性物質($\text{Pu} + {}^{235}\text{U}$)の質量制限を行っている。

- (1) グローブボックス： 220 g
- (2) 廃液保管設備：廃液保管室： 220 g
- (3) プルトニウム・濃縮ウラン貯蔵設備： 1,500 g

このうち、(3)は貯蔵容器を最大5個貯蔵できる貯蔵箱を単一ユニットとしているものであり、同貯蔵箱を5個以上の貯蔵容器収納が物理的に不可能な構造にするとともに、貯蔵に付随する作業について、単一ユニットを構成する貯蔵容器1本当たりの貯蔵制限量を300 gと定め、その制限内で取り扱うことで臨界を防止している。

なお、使用変更許可申請書及び保安規定には、フード(H-1)での「 $\text{Pu} + {}^{235}\text{U}$ 」の最大取扱量として0.0016 gとの規定がある。これは使用目的のうち「化学試薬等の調製」のための、非密封の核燃料物質の取扱いに関するものである。

以上

添付資料：

- ① 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（北地区）核燃料物質使用施設等保安規定（抜粋：第1編 総則、第2編 放射線管理、第7編 燃料研究棟の管理）
- ② 放射線作業連絡票
- ③ 燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領
- ④ 安全作業手順書（核燃料物質の貯蔵作業）
- ⑤ 一般安全チェックリスト
- ⑥ 簡易リスクアセスメント（SRAシート）
- ⑦ 保安規定チェックリスト
- ⑧ 使用許可チェックリスト
- ⑨ 放射線安全チェックリスト
- ⑩ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（北地区）核燃料物質使用変更許可申請書（抜粋：表2-1、表8-1）
- ⑪ 燃料研究棟本体施設作業要領（フードの安全作業）
- ⑫ グローブボックス及びフードにおける核燃料物質取扱方法の概要

[平成17年10月 1日17 (規程) 第13号]

改正 平成18年 4月 1日18 (規程) 第 2号
 平成18年 6月 30日18 (規程) 第43号
 平成19年 5月 1日19 (規程) 第 8号
 平成19年 8月 1日19 (規程) 第31号
 平成22年 3月 31日21 (規程) 第63号
 平成22年 4月 1日22 (規程) 第 6号
 平成22年10月 20日22 (規程) 第32号
 平成23年 4月 1日23 (規程) 第 3号
 平成24年 4月 17日24 (規程) 第 7号
 平成24年 8月 13日24 (規程) 第19号
 平成26年 3月 31日25 (規程) 第42号
 平成27年 4月 27日27 (規程) 第 5号
 平成27年10月 26日27 (規程) 第44号
 平成28年 2月 4日27 (規程) 第100号
 平成28年 3月 1日27 (規程) 第111号
 平成28年 3月 15日27 (規程) 第123号
 平成29年 1月 13日28 (規程) 第59号

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

大洗研究開発センター（北地区）

核燃料物質使用施設等保安規定

目次

第1編 総則
 第1章 通則 (第1条-第4条)
 第2章 管理体制
 第1節 組織及び職掌 (第5条・第5条の2)
 第2節 核燃料取扱主務者 (第6条-第6条の3)
 第3節 委員会 (第7条-第12条)
 第3章 品質保証 (第13条-第21条)
 第4章 保安教育訓練 (第22条・第23条)
 第5章 非常の場合に採るべき措置
 第1節 事前の措置 (第24条)
 第2節 非常事態における活動 (第25条-第30条)
 第6章 職員等以外の者に対する保安権限及び放射線管理 (第31条・第32条)
 第7章 記録及び報告 (第33条-第35条)
 (別表)
 (別図)
 第2編 放射線管理
 第1章 管理区域等の管理
 第1節 管理区域等の管理 (第1条-第7条)
 第2節 管理区域等の出入管理 (第8条-第15条)
 第3節 管理区域内の作業及び作業管理等 (第16条-第20条)
 第2章 被ばく管理
 第1節 被ばくの防止 (第21条・第22条)
 第2節 線量の評価 (第23条-第26条)
 第3節 被ばくに対する措置 (第27条・第28条)

平成29年4月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

- 第3章 廃棄物管理 (第29条-第31条)
- 第4章 放射線管理設備等の管理 (第32条-第35条)
- (別表)
- (別図)
- (別記様式)
- 第3編 核燃料物質等の運搬及び放射性廃棄物の管理
- 第1章 核燃料物質等の運搬 (第1条-第2条)
- 第2章 放射性廃棄物の管理 (第3条-第10条)
- 第3章 廃棄物管理施設へ引き渡す放射性廃棄物の管理 (第11条-第15条の2)
- (別表)
- 第4編 廃棄物移送設備の管理
- 第1章 通則 (第1条-第4条)
- 第2章 管理
- 第1節 運転 (第5条-第6条)
- 第3章 保守管理 (第7条-第10条)
- 第4章 異常時の措置
- 第1節 警報装置が作動した場合の措置 (第11条)
- 第2節 点検等において異常を認められた場合の措置 (第12条)
- 第5章 大洗研究開発センター-常地区等大洗研究開発センター外の放射性廃棄物の移送に係る措置 (第13条)
- 第1節 大洗研究開発センター-常地区の放射性廃棄物の移送に係る措置 (第14条)
- 第2節 東北大学の放射性廃棄物の移送に係る措置 (第15条)
- (別表)

- 第7編 燃料研究棟の管理
- 第1章 通則 (第1条-第5条)
- 第2章 使用の管理
- 第1節 使用上の制限 (第6条)
- 第2節 使用上の条件 (第7条-第8条)
- 第3節 作業上の制限 (第9条-第12条)
- 第3章 保守管理 (第13条-第17条)
- 第4章 核燃料物質の管理 (第18条-第20条)
- 第5章 異常時の措置
- 第1節 警報装置が作動した場合の措置 (第21条)
- 第2節 点検等において異常を認められた場合の措置 (第22条)
- 第6章 放射線管理 (第23条-第25条)
- (別表)

- 第8編 HTTRの管理
- 第1章 通則 (第1条-第6条)
- 第2章 使用の管理
- 第1節 使用上の制限 (第7条-第8条)
- 第2節 作業上の制限 (第9条-第12条)
- 第3章 保守管理 (第13条-第16条)
- 第4章 核燃料物質の管理 (第17条-第19条)
- 第5章 異常時の措置
- 第1節 警報装置が作動した場合の措置 (第20条-第21条)
- 第2節 点検等において異常を認められた場合の措置 (第22条)
- 第6章 放射線管理 (第23条-第25条)
- (別表)
- (別図)

- 第6編 ホットラボの管理
- 第1章 通則 (第1条-第5条)
- 第2章 使用の管理
- 第1節 使用上の制限 (第6条)
- 第2節 使用上の条件 (第7条-第8条)

第1編 総則

第1編 総則 第1章 通則

(目的)

第1条 この規定は、核燃料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号、以下「法」という。）第56条の3第1項の規定に基づき定める。

2 この規定は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「機構」という。）の大洗研究開発センター（北地区）（以下「大洗研究開発センター」という。）において、使用施設、貯蔵施設、廃棄施設（以下「使用施設等」という。）の保安に関する基本的事項を定め、大洗研究開発センターにおける核燃料物質、核燃料物質によって汚染された物又は使用施設等による災害の防止を図ることを目的とする。

(基本方針)

第1条の2 前条の目的を達成するため、安全文化を基礎とし、国際放射線防護委員会による放射線防護の精神にのっとり、核燃料物質の使用等による災害防止のために適切な品質保証活動のもと保安活動を実施する。

(適用範囲)

第2条 この規定は、別表第1に掲げる使用施設等の保安及び核燃料物質等の取扱いに関して適用する。

(定義)

第3条 この規定において、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。
(1) 「職員等」とは、役員、顧問（非常勤を除く。）、常勤職員、常用職員及び臨時雇用員等の構構と雇用関係にある者、並びに外来研究員、協力研究員及び客員研究員をいう。

(2) 「部長」とは、大洗研究開発センターに属する部長をいう。

(3) 「施設管理担当者」とは、使用施設等を統括する部長をいう。

(4) 「施設管理者」とは、使用施設等を管理する部長をいい、別表第2に掲げる者とする。

(5) 「管理区域管理者」とは、使用施設等の管理区域を管理する部長をいい、別表第3に掲げる者とする。ただし、管理区域管理者と施設管理者が同じ場合は、施設管理者と認み替えることができる。

(6) 「放射線業務従事者」とは、核燃料物質等の使用、貯蔵、運搬、保管又はこれに付随する業務に従事する者であって、管理区域に立ち入る者をいう。

(7) 「一時立入者」とは、見学、視察等の目的で放射線作業以外の業務のため、一時的に管理区域に立ち入る者をいう。

(8) 「放射線管理」とは、使用施設等に関する放射線による障害を防止するため行う対策をいう。
(9) 「放射線作業」とは、管理区域等内において核燃料物質等の取扱い、管理又はこれに付随する作業をいう。

(10) 「核燃料物質等」とは、核燃料物質又は核燃料物質の残渣、核燃料物質の中間生成物、核燃料物質の再処理生成物、核燃料物質の再処理生成物の残渣、核燃料物質の再処理生成物の残渣の残渣、核燃料物質の再処理生成物の残渣の残渣をいう。

(11) 「核燃料物質等の取扱い」とは、核燃料物質等の使用、運搬、貯蔵、廃棄又はこれに付随する作業をいう。

(12) 「放射性廃棄物」とは、核燃料物質等、核燃料物質の残渣、核燃料物質の中間生成物、核燃料物質の再処理生成物、核燃料物質の再処理生成物の残渣、核燃料物質の再処理生成物の残渣の残渣、核燃料物質の再処理生成物の残渣の残渣をいう。

(13) 「廃棄物の仕掛品」とは、使用施設等で発生した固体状の核燃料物質等、核燃料物質等、核燃料物質等の残渣、核燃料物質等の残渣の残渣、核燃料物質等の残渣の残渣をいう。

(14) 「放射性廃棄物」とは、放射性廃棄物又は核燃料物質等、核燃料物質等の残渣、核燃料物質等の残渣の残渣、核燃料物質等の残渣の残渣をいう。

(15) 「使用施設等の定期的な自主検査」とは、「施設定期自主検査」という。）とは、使用施設等の保安上特に管理を必要とする設備の性能が維持されているかどうかについての検査並びに使用施設等の保安のために直接関連を有する計器及び放射線測定機器の校正をいう。

(16) 「非常事態」とは、地震、火災及びその他の原因により、使用施設等において事故が発生した場合又は発生するおそれがある場合であって、事業所の通常組織では、事故の原因除去、拡大防止等のための活動を迅速に行う事が困難な事態であり、別表第4に掲げる事態をいう。

(17) 「緊急作業」とは、使用施設等の非常事態において行う、事故の原因除去、拡大防止等のための活動のうち、核燃料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等に基づき積量限度等を定める告示（以下「積量告示」という。）第7条に定める積量限度が適用されるものをいう。

(18) 「品質保証」とは、保安のために必要な措置を体系的に実施することにより、原子力の安全を確

第2編 放射線管理

(周辺監視区域への立入り制限)

第1.3条 核物質管理課長は、周辺監視区域内において人の居住を禁止する。

(飲食または喫煙の禁止)

第1.4条 管理区域管理者は、管理区域における喫煙及び飲食を禁止する。ただし、当該区域がこの規定の管理区域を示す図中に「喫煙、飲水場所」と明記されている場所においては、この限りでない。

2 管理区域管理者は、前項ただし書きの当該場所の目に付きやすい箇所に、喫煙又は飲水ができる場所である旨の表示をするともに、次の各号に掲げる注意事項を掲示する。

- (1) 結核菌が停止した場合は、喫煙及び飲水を直ちに中止すること。
- (2) 喫煙及び飲水は、手及び衣服等の汚染検査を行ったのち行うこと。

(管理区域外への物品の持ち出し)

第1.5条 管理区域管理者は、第1種管理区域から持ち出そうとする物品（核燃料物質等を除く。以下「一般物品」という。）について、当該物品の表面密度が別表第4に掲げる値を超えているときは、持ち出さない。

2 課長は、その課に所属する職員等（以下この条において「持出者」という。）が、第1種管理区域から一般物品を持ち出そうとするときは、当該物品の表面密度が別表第5に掲げる値を超えないようにする。ただし、汚染を除去することが困難な場合であって、別表第4に掲げる値を超えていないことが確認され、かつ、放射線管理上必要な措置が講じられていることが課長により確認されているときは、この限りでない。

3 課長は、持出者が第1種管理区域から一般物品を持ち出そうとするときは、その者に管理区域管理者の許可を受けさせる。ただし、当該物品の表面密度が別表第5に掲げる値を超えていないことを放射線管理第2課員によって確認されたときは、この限りでない。

4 管理区域管理者は、前項の許可をしようとするときは、放射線管理第2課長の同意を得る。

5 放射線管理第2課長は、前項の同意をしようとするときは、その表面密度が別表第4に掲げる値を超えていないことを確認する。

第3節 管理区域内の作業及び作業管理等

(放射線作業計画)

第1.6条 放射線作業従事者の作業に係る放射線管理は、その者の所属する課長が行う。

2 課長は、放射線作業を行うときは、当該作業に係る次の各号に掲げる事項を検討し、保安の措置を講ずる。

- (1) 作業場所及び作業期間
 - (2) 作業の内容
 - (3) 必要とする個人線量計及び防護具の着用
 - (4) 線量を低くするための措置
 - (5) 作業に伴う線量
- 3 課長は、前項の放射線作業を行うときは、あらかじめ、作業場所及び作業期間について、管理区域管理者の同意を得る。

(放射線作業の実施)

第1.7条 課長は、放射線作業が別表第6に掲げる基準を超えるおそれがあるときは、次の各号に掲げる事項を記載した放射線作業届を作成し、管理区域管理者の同意を得る。

- (1) 作業場所及び作業期間
- (2) 作業責任者及び放射線作業従事者の氏名
- (3) 作業の内容
- (4) 作業に係る計画線量

第7編 燃料研究棟の管理

- 2 管理区域管理者は、前項の同意をしようとするときは、放射線管理第2課長の同意を得る。
- 3 放射線管理第2課長は、放射線作業場に係る作業中において、放射線管理上の監視を必要とするときは、当該作業に立ち会う。
- 4 課長は、第1項の放射線作業場に係る放射線作業が終了したときは、次の各号に掲げる事項について管理区域管理者及び放射線管理第2課長に通知する。
 - (1) ポケット測定計等の個人線量計により測定した放射線業務従事者の線量
 - (2) 放射線業務従事者の身体汚染の有無
 - (3) 計画面線量を超えた場合は、その内容及び講じた措置
 - (4) 作業前後において線量当量率等に変化があった場合は、作業場所の線量当量率及び被曝密度

(線量当量率等の測定)

- 第18条 放射線管理第2課長は、管理区域における線量当量率、表面密度及び空気中の放射性物質の濃度を別段第7に掲げるところにより測定する。
- 2 放射線管理第2課長は、前項の測定を行ったときは、線量当量率及び表面密度を管理区域の出入口又は管理区域に立ち入る者の目につきやすい箇所に掲示する。

(測定に異常を認められた場合の措置)

- 第19条 放射線管理第2課長は、前条の管理区域の測定又は第19条の2第3項の汚染状況の調査において、新たに立入制限区域又は第4条第1項第4号に定める異常を、若しくは別段第8に掲げる値を超える異常を認めるときは、管理区域管理者に通知する。
- 2 課長は、第17条の放射線作業後の測定において、線量当量率、表面密度、空気中の放射性物質の濃度等に係る異常を認めるときは、汚染拡大防止の措置、放射線被ばく防止の措置を講ずるとともに、管理区域管理者及び放射線管理第2課長に通知する。
- 3 管理区域管理者は、前2項の通知を受けたときは、放射線管理第2課長の協力を得て、関係のある課長に原因を調査させ、その異常が第1編第3条に規定する非常事態に該当するとき又は発展するおそれのある場合は、施設管理統括者及び放射線防護責任者に通知する。
- 4 放射線管理第2課長は、施設管理統括者及び放射線防護責任者に通知するときは、安全管理部長に通知する。
- 5 施設管理統括者は、第3項の通知を受けたときは、所長に通知する。

(放射線業務従事者等の測定に異常を認められた場合の措置)

- 第19条の2 課長は、その課に所属する放射線業務従事者等が、体内汚染若しくは皮膚汚染を受けたとき、又はそれのおそれがあるとき又は認められたときは、管理区域管理者及び放射線管理第2課長に通知する。
 - 2 管理区域管理者は、前項の通知を受けたときは、その原因を調査させるとともに、作業場所の汚染にあっては、その汚染の除去を行わせる。
 - 3 放射線管理第2課長は、第1項の通知を受けたときは、汚染の状況を調査する。
 - 4 課長は、皮膚汚染の場合にあっては、その汚染の除去を行わせ、放射線管理第2課長と協議し、その体内汚染検査の必要があると認めるときは、体内汚染の検査及び内臓被ばくに係る線量の評価を環境監視線量計測課長に依頼する。
 - 5 環境監視線量計測課長は、前項の依頼を受けたときは、体内汚染の検査及び内臓被ばくに係る線量の評価を行う。
- (機服、保護衣等の汚染の除去)
- 第20条 運搬することが容易な機織及び保護衣の放射性汚染（以下「汚染」という。）の除去は、廃棄物管理課長が行う。
 - 2 運搬することが困難な機器、床等の汚染の除去は、管理区域管理者が行う。この場合、廃棄物管理課長の協力を得ることができる。

第7編 燃料研究棟の管理
第1章 通則

(要員の配置)

第1条 燃料試験課長は、本体施設及び特定施設に係る保安に必要な要員を配置する。

(手引の作成)

第2条 福島燃料材料試験部長は、本体施設及び特定施設について、次の各号に掲げる事項に関して定め
た手引を作成する。

- (1) 体用又は運搬の管理に関する事項
 - (2) 保守に関する事項
 - (3) 燃料材料物の管理に関する事項 (本体施設のみ)
 - (4) 異常時の措置に関する事項
- 2 福島燃料材料試験部長は、前項に掲げる手引を作成する場合は、核燃料取扱主務者の同意を得る。こ
れを変更する場合も同様とする。
- 3 福島燃料材料試験部長は、第1項に掲げる手引を作成した場合又は変更した場合は、所長に報告する。

(年間使用計画)

第3条 福島燃料材料試験部長は、毎年度、当該年度に先立ち、次の各号に掲げる事項を明らかにした年
間使用計画を作成し、所長の承認を受ける。これを変更しようとするときも、同様とする。ただし、予
定期間等の軽微な変更についてはこの限りではない。

- (1) 使用の目的
 - (2) 使用の予定期間
 - (3) 使用する核燃料物質の種類及び量
 - (4) 取扱い方法の概略
 - (5) 施設定期自主検査の予定期間
 - (6) 主要な修理及び改造の項目並びに予定期間
- 2 所長は、前項の承認を行おうとするときは、核燃料取扱主務者の同意を得る。
- 3 福島燃料材料試験部長は、第1項の承認を受けたときは、燃料試験課長及び放射線管理第2課長に通
知する。

(使用実施計画)

第4条 燃料試験課長は、核燃料物質を使用しようとするときは、前条の年間使用計画に基づき、次の各
号に掲げる事項を明らかにした使用実施計画を作成し、福島燃料材料試験部長の承認を受ける。これを
変更しようとするときも、同様とする。ただし、予定期間等の軽微な変更についてはこの限りでない。

- (1) 使用の開始及び終了の予定期日
 - (2) 使用する核燃料物質の種類及び量
 - (3) 取扱いの方法
- 2 福島燃料材料試験部長は、前項の承認を行おうとするときは、核燃料取扱主務者の同意を得る。
- 3 燃料試験課長は、第1項の承認を受けたときは、放射線管理第2課長に通知する。

(罐の管理)

第5条 燃料試験課長は、本体施設及び特定施設の出入口の罐及び使用に関する罐を管理する。

第2章 使用の管理

第1節 使用上の制限

(使用施設の使用上の制限)

第6条 燃料試験課長は、別表第1の1、別表第1の2及び別表第1の3に掲げるところにより、使用場
所ごとに定められた核燃料物質の最大取扱量を超えて使用してはならない。

2 燃料試験課長は、グローブボックス又はグローブボックス群ごとに前項の核燃料物質の種類及び使用
制限量を表示する。

3 燃料試験課長は、漏えいするおそれのある粉末の核燃料物質の量を抑制するために、容器に取納され
ていない粉末の核燃料物質を扱う際には、プルトリウム及びビウムの合計量が施設全体で100g以下
となるように管理する。

第2節 使用上の条件

(警報装置の作動条件)

第7条 燃料試験課長は、別表第2に掲げるところにより警報装置が作動するよう設定する。ただし、検
査、補修又は改造等を行う場合において、福島燃料材料試験部長の承認及び核燃料取扱主務者の同意を
得たときは解除することができる。

(負圧の維持)

第8条 燃料試験課長は、別表第3に掲げるところにより負圧を維持する。ただし、検査、補修又は改造
等を行う場合において、福島燃料材料試験部長の承認を受けたときは、この限りでない。

2 燃料試験課長は、グローブボックスの内部の負圧を室内に対し90Pa以上490Pa以下に維持し
なければならぬ。ただし、検査、補修又は改造等を行う場合において、福島燃料材料試験部長の承認
を受けたときは、この限りでない。

3 福島燃料材料試験課長は、第1項及び前項のただし書きの承認を行おうとするときは、核燃料取扱主
務者の同意を得る。

4 燃料試験課長は、第1項及び第2項のただし書きの規定により、負圧の維持が行われなるときは、非
気設備、グローブボックス等の汚染が外部へ拡大しないための措置を講じる。

第3節 作業上の制限

(重要な設備等の操作)

第9条 燃料試験課長は、別表第4に掲げる保安上重要な設備等の操作については、第2条に定める手引
により、これを行う。

(表示)

第10条 燃料試験課長は、プルトリウムの取扱い作業中、管理区域入口に設置したプルトリウム使用表
示盤により、その旨を表示する。

(作業開始前及び終了後の措置)

第11条 燃料試験課長は、核燃料物質の取扱い作業開始前及び作業終了後において、別表第5に掲げ
るところにより、その取扱い作業に係る設備等を点検し、異常のないことを確認する。

(作業中の設備等の監視)

第12条 燃料試験課長は、核燃料物質の取扱い作業中、別表第4に掲げる保安上重要な設備等が正常に
作動していることを監視する。

第3章 保守管理

(計画停電時の措置)

第13条 燃料試験課長は、計画停電のつど、燃料研究所施設の保安措置を検討し、福島燃料材料試験部員の承認及び放射線防護管理者の同意を得て、これを行う。

(施設定期自主検査)

第14条 燃料試験課長は、別表第6に掲げるところにより毎年1回以上、施設定期自主検査を行う。

(修理及び改造計画)

第15条 燃料試験課長は、修理及び改造を行うとする場合において、その修理及び改造が使用施設に係る施設検査に該当する場合は、次の各号に掲げる事項を明らかにした修理及び改造計画を作成し、福島燃料材料試験部長の承認を受ける。

- (1) 修理及び改造をする施設、装置、機器等の名称
- (2) 修理及び改造の内容
- (3) 担当者の氏名
- (4) 予定期間

2 福島燃料材料試験部長は、前項の承認をしようとする場合には、所長の承認を受ける。

3 所長は、前項の承認を行うときは、核燃料取扱管理者の同意を得る。

4 燃料試験課長は、第1項の承認を受けたときは、放射線管理第2課長に通知する。

(保守結果の通知等)

第16条 燃料試験課長は、第14条の施設定期自主検査を終了したとき、及び前条第1項の修理及び改造計画に基づく作業を終了したときは、その結果を福島燃料材料試験部長に報告するとともに、放射線管理第2課長に通知する。燃料試験課長は、第2編第33条第2項の規定により放射線管理施設に係る施設定期自主検査の結果の通知を受けたときは、福島燃料材料試験部長に報告する。

2 福島燃料材料試験部長は、前項の報告を受けたときは、核燃料取扱管理者及び所長に報告する。

(巡視及び点検)

第17条 燃料試験課長は、別表第7に掲げるところにより巡視し、点検する。ただし、本体施設の使用が停止されている場合には、これを省略することができる。

第4章 核燃料物質の管理

(使用等の制限)

第18条 燃料試験課長は、核燃料物質を受け入れるときは、次の各号に掲げるところにより、法第52条の規定により許可を受けた年間予定使用量（以下「年間予定使用量」という。）を超えないように行う。

(1) いかなる時点においても、受け入れようとする核燃料物質の量と在庫量との和が年間予定使用量（最大存在量）を超えないこと。

(2) 1年間に受け入れられる核燃料物質の量が年間予定使用量（延べ取扱量）を超えないこと。

2 前項の年間予定使用量は、別表第8に掲げるところとする。

(貯蔵)

第19条 燃料試験課長は、核燃料物質を貯蔵するときは、別表第9に掲げる貯蔵施設で行い、かつ、同表に掲げる種類の核燃料物質以外の核燃料物質を貯蔵し、又は同表に掲げる制限量を超えて貯蔵してはならない。

2 燃料試験課長は、核燃料物質を貯蔵するときは、別表第9に掲げる設備ごとに貯蔵制限量を表示する。

(境界管理)

第20条 燃料試験課長は、別表第1の1、別表第1の2、別表第1の3及び別表第9に掲げる単一ユニットに係るアルミニウム及び鍍鍍ウランの移動を行うときは、移動する量、形状等について福島燃料材料試験部長が指名した者及び放射線取扱管理者の承認を受ける。

2 燃料試験課長は、別表第1の1、別表第1の2、別表第1の3及び別表第9に掲げる単一ユニットごとの統制制限以下にアルミニウム及び鍍鍍ウランを管理する。

3 燃料試験課長は、湿式シールドボックス又は湿式貯蔵管でアルミニウム又は鍍鍍ウランの管理を行うときは、前項の制限値による管理に加えて、安全体積（3リットル以下）による管理を合わせて行う。

4 管理区域内外において核燃料物質を運搬するときは、所定の運搬車により行う。

第5章 異常時の措置

第1節 警報装置が作動した場合の措置

(警報装置が作動した場合の措置)

第21条 燃料試験課長は、警報装置が作動したときは、その原因及び状況を調査し、原因の除去及び異常の拡大防止等の措置を講じる。

第2節 点検等において異常を認められた場合の措置

(巡視、点検等において異常を認められた場合の措置)

第22条 燃料試験課長は、第11条の作業開始前及び終了後の措置並びに第17条の巡視及び点検の結果、異常を認められたときは、その原因及び状況を調査し、原因の除去及び異常の拡大防止等の措置を講じる。

2 燃料試験課長は、第2編第35条の規定により放射線管理第2課長から点検の結果、異常を認められた旨の通報を受けたときは、その原因及び状況を調査し、原因の除去及び異常の拡大防止等の措置を講じる。

3 燃料試験課長は、第1項及び前項の調査の結果、その異常が燃料研究棟の使用に支障を及ぼすと認められたときは、福島燃料材料試験部長及び核燃料取扱管理者に通報する。

4 福島燃料材料試験部長は、前項の通報を受けたときは、その状況を確認し、所長に通報する。

第6章 放射線管理

(管理区域の区分)

第23条 燃料研究棟に係る管理区域の区分は、別図に示すとおりとする。

(放射線測定機器)

第24条 第2編第32条第1項に規定する燃料研究棟に係る放射線測定機器は、別表第10及び別表第11に掲げるところとする。

(放射線測定機器の警報装置の作動条件)

第25条 放射線管理第2課長は、別表第12に掲げるところにより警報装置が作動するよう設定する。

別添第3 常用角圧維持装置 (第8条関係)

設備等	角圧維持装置
揚気第1系ダクト	室内に対し780Pa以上
建築全体	非管理区域から管理区域へ空気が漏れること。

別添第4 保安上重要な設備等 (第9条、第12条関係)

区分	施設	設備等
本体施設	使用施設	(1) グローブボックス
特定施設	燃焼施設	(1) 燃焼装置 (2) 液体廃棄設備
	上記以外の施設	(1) 電源設備 (2) 空気圧縮設備

別添第5 作業開始前及び終了後の点検 (第11条関係)

区分	設備等	検査項目
本体施設	グローブボックス	(1) 角圧が正常に維持されていること。 (2) グローブ及びビニルバルバックに損傷がないこと。 (3) 外観汚染のないこと。
特定施設	燃焼設備 気体廃棄設備 液体廃棄設備	電圧、電流、集力率が正常であること。 電圧、電流、集力率が正常であること。 (1) 警報水位以下であること。 (2) バルブ等が正常であること。
	空気圧縮設備	電圧、空気圧力が正常であること。

別添第6 施設定期自主検査項目 (第14条関係)

区分	系統又は設備	検査又は設備	検査項目
本体施設	燃焼	燃焼又は設備	外観検査
	グローブボックス	角圧計 ボックス本体 シャット体	作動検査 (校正を含む) 外観検査 外観検査 風速検査
	フード	警報装置	警報作動試験
	警報設備	アルトニウム・蒸溜ウラン	未確認性確認検査
	貯蔵設備	貯蔵槽	
	専用運搬車		
特定施設	電源設備	非常用発電機	未確認性確認検査
	気体廃棄設備	排気機	運転検査 風量・風向検査
	液体廃棄設備	フィルタ装置	捕集効率検査
	警報設備	警報設備	警報作動試験
	空気圧縮設備	空気圧縮機	作動検査

別添第7 点検及び点検 (第17条関係)

区分	設備等	検査事項	回/日
本体施設	グローブボックス	角圧が正常に維持されていること。	1回/日
特定施設	燃焼設備	表示灯、計器、機器温度等が正常であること。	1回/日
	気体廃棄設備	表示灯、計器、機器温度、バルブ、油量等が正常であること。	1回/日
	液体廃棄設備	水運計の指示針、表示灯、貯槽及び各種計が正常であること。	1回/日
	空気圧縮設備	表示灯、計器、機器温度、バルブ、油量等が正常であること。	1回/日

別添第1の1 最大取引量 (グローブボックス) (第6条、第20条関係)

グローブボックス	U+Th (g)	U+Th (g)	U+Th (g)	U+Th (g)	ユニットにおけるPu+Th (g)
101-D	220	880	202-D	220	880
102-D	220	880	211-W	50	200
103-D	220	880	212-D	220	880
104-D	220	880	301-D	220	880
105-D	220	880	302-D	20	80
106-D	220	880	303-D	20	80
107-D	220	880	701-D	220	880
108-D	220	880	702-D	20	80
113-D	220	880	711-D	220	880
114-D	220	880	801-W	220	880
115-D	220	880	802-W	110	440
123-D	220	880	811-D	220	880
124-D	220	880	812-D	220	880
131-D	220	880	821-D	220	880
132-D	220	880	901-D	110	440
142-D	100	400	902-D	110	440
143-W	100	400	911-D	110	440
201-U	220	880	912-D	110	440

(注) ・表中のUは天然ウラン及び劣化ウランとする。
・表中のユニットは臨界安全管理上の単一ユニットであり、そのPu+Thは換算的制限値とする。

別添第1の2 最大取引量 (フード) (第6条、第20条関係)

フード	Pu+Th (g)	U+Th (g)	U+Th (g)	U+Th (g)
H-10	0.016	3.000	H-3	3.000
H-2		3.000	H-4	1.0

(注) ・表中のUは天然ウラン及び劣化ウランとする。

別添第1の3 最大取引量 (実験室等) (第6条、第20条関係)

使用場所	Pu+Th (g)	U+Th (g)	備考
105号室	3.0	12.0	放射一時保管 (密封)
112号室	3.0	12.0	放射物非確認計量 (密封)

(注) ・表中のUは天然ウラン及び劣化ウランとする。
・105号室は単一ユニットであり、Pu+Thは換算的制限値とする。

別添第2 警報装置の作動条件 (第7条関係)

区分	警報装置	作動条件
本体施設	グローブボックス内角圧	室内に対し50Pa以下及び540Pa以上
	グローブボックス内風速	60cm/s以上
	実験室内水蒸気濃度	1%超過
特定施設	非常用電源	非常用電源異常停止
	排気第1系ダクト内角圧	室内に対し780Pa以下
	排気貯槽 (No.1、No.2)	貯槽の90%以上
	圧縮空気圧力	0.49MPa以下

別添第 12 放射線測定機器の警報装置の作動条件 (第 2.5 条関係)

測定機器	測定対象	測定装置	警報装置の作動条件 (注)
排気ダストモニタ	排気口の放射線量の測定	アルファ線	1日平均して $3 \times 10^{-3} \text{Bg/cm}^2$ 以上

注) 警報装置の作動条件の値は、バックグラウンドを除く値とする。
なお、この値より低い値で作動させることができるものとする。

別添第 8 放射性物質の年間予定使用量 (第 1.8 条関係)

放射性物質の種類	年間予定使用量	延べ総量
炭化ウラン	1kg	1kg
天然ウラン	40kg	40kg
濃縮ウラン (濃縮度 20%未満)	2kg	2kg
プルトニウム (純度別)	5.5kg	5.5kg
トリウム	1kg	1kg

別添第 9 放射性物質の貯蔵制限量 (第 1.9 条、第 2.0 条関係)

場所	種類	形態	貯蔵容器 I 類に格納する貯蔵容器の数	貯蔵容器 I 類に格納する貯蔵容器の総量	貯蔵容器 I 類に格納する ^{235}U の貯蔵制限量	
燃料貯蔵庫	燃料	Na.1 ~ プルトニウム・ウラン・濃縮ウラン及びその化合物	各最大 5 個	固体 (粉末、ペレット、高温等)	各 300g	各 1.500g
		Na.1.5 濃縮ウラン及びその化合物				
		Na.1.6 濃縮ウラン及びその化合物				
		Na.1.6 トリウム及びその化合物				
燃料貯蔵庫	燃料	ウラン又はトリウム貯蔵制限量				
燃料貯蔵庫	燃料	Na.1 ~ 天然ウラン・劣化ウラン及びその化合物				
		Na.1.5 天然ウラン及びその化合物				
		Na.1.6 トリウム及びその化合物				

[^{235}U に係る貯蔵制限量は技術的制限値である。また、 ^{235}U の貯蔵量は単一ユニットである。]

別添第 10 放射線測定機器の測定箇所 (第 2.4 条関係)

機器種別	測定箇所	指示範囲	数量	測定目的	測定装置
排気ダストモニタ	排気口	$1 \sim 10^4 \text{ min}^{-1}$ (注)	1	排気中の放射線濃度の連続監視	アルファ線
室内ダストモニタ	施設内	$1 \sim 10^4 \text{ min}^{-1}$ (注)	1	管理区域内空気中の放射線濃度の監視	アルファ線
ガンマ線エリアモニタ	施設内	$0 \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}$	5	管理区域内の線量当量率の連続監視	ガンマ線

(注) 計数率を示す。

別添第 11 放射線測定機器及び設置場所 (第 2.4 条関係)

機器種別	設置箇所	数量	測定目的	測定装置
ハンドフットクロスモニタ	管理区域出入口	1	手、足、衣服等の表面汚染の検出	アルファ線
表面汚染検出用サーベイメータ	施設内	—	床及び機器等の表面汚染の測定	アルファ線
ガンマ線サーベイメータ	—	—	線量当量率の測定	ガンマ線

核物質防護の観点からマスキングを施しています。

放射線作業連絡票①

受付番号	放管HL(F)29-016		平成 29年 5月 24日				
件名	核燃料物質の貯蔵作業		作業担当課	[Redacted]			
			作業担当者	[Redacted]			
場所	燃料研究棟 101 号室、他	予定期間	H29・6・1 ~ H29・6・30				
作業従事者	職員等 7名、(年間請負業者 6名)、外来作業者等 0名 (事業所名)						
作業の種類	<input type="checkbox"/> 経験のない作業 <input checked="" type="checkbox"/> 定常的な作業 <input type="checkbox"/> その他 ()						
作業概要	核燃料物質の不適切な管理に係る改善作業として、グローブボックス等から核燃量貯蔵庫へ収納を行う。(詳細は別添 1 参照)						
防護具及び測定器	頭部 <input checked="" type="checkbox"/> 特殊作業帽子 <input type="checkbox"/> ポリエチレン帽子 <input type="checkbox"/> 防塵眼鏡 <input type="checkbox"/> 放射線防護眼鏡 <input type="checkbox"/>	呼吸保護具 <input checked="" type="checkbox"/> 半面マスク <input type="checkbox"/> 全面マスク <input type="checkbox"/> エアラインマスク <input type="checkbox"/>	身体 <input type="checkbox"/> 黄色実験衣 <input checked="" type="checkbox"/> 特殊作業衣 <input type="checkbox"/> タイベックスーツ <input type="checkbox"/> ビニールアノラック <input type="checkbox"/> 浄気式加圧服 <input type="checkbox"/> エアラインスーツ	手 <input checked="" type="checkbox"/> 布手袋 <input checked="" type="checkbox"/> ゴム手袋 <input type="checkbox"/> 腕カバー <input type="checkbox"/> 含鉛ゴム手袋 <input type="checkbox"/>	足 <input checked="" type="checkbox"/> RI 作業靴 <input type="checkbox"/> RI 長靴 <input type="checkbox"/> オーパーシューズ <input type="checkbox"/> 靴カバー <input type="checkbox"/>	測定器 <input type="checkbox"/> ガラスバッジ <input checked="" type="checkbox"/> OSL バッジ <input type="checkbox"/> リングバッジ <input type="checkbox"/> 不均等ガラスバッジ <input type="checkbox"/> 不均等 OSL バッジ <input checked="" type="checkbox"/> ポケット線量計 <input type="checkbox"/> アラームメータ <input type="checkbox"/> TLD	
	作業場の予想レベル 線量当量率(μ Sv/h) <input type="checkbox"/> <1 <input checked="" type="checkbox"/> 1~25 <input type="checkbox"/> >25 線量 (mSv) <input checked="" type="checkbox"/> <0.1 <input type="checkbox"/> 0.1~1 <input type="checkbox"/> >1 空気中濃度 <input checked="" type="checkbox"/> <検出下限 <input type="checkbox"/> 検出下限~(DAC) 表面密度 (Bq/cm ²) $\beta(\gamma)$ <input checked="" type="checkbox"/> <0.4 <input type="checkbox"/> 0.4~40 <input type="checkbox"/> >40 α <input checked="" type="checkbox"/> <0.04 <input type="checkbox"/> 0.04~4 <input type="checkbox"/> >4 (平成 29年 5月 11日現在)	被ばく低減措置 <input type="checkbox"/> 線源・廃棄物等の移動 <input checked="" type="checkbox"/> 作業時間管理 <input type="checkbox"/> 遠隔操作・遮へい <input type="checkbox"/> 局所排気・グリーンハウス <input checked="" type="checkbox"/> 汚染拡大防止措置 <input type="checkbox"/> その他 ()					
放射線管理 <input checked="" type="checkbox"/> 立会 (<input type="checkbox"/> 作業開始前 <input checked="" type="checkbox"/> 随時 <input type="checkbox"/> 連続 <input type="checkbox"/> 作業終了後) <input type="checkbox"/> モニタリング							
放管との打合せ事項		打合せ日：平成 29年 5月 30日					
・随時、線量当量率及び表面密度を確認すること ・核燃料物質をグローブボックスから搬出する際は、放管に連絡すること。							
同意印	管理区域管理者	放射線管理チーム		作業担当課		注 1 太線内は作業担当課担当者が記入すること。 2 当連絡票は、作業前に放管へ提出すること。	
	[Redacted]	確認印	チームリーダー	担当	課長		係長
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	

提出経路 (作業前) 作業担当課 → 放射線管理チームリーダー → 管理区域管理者 → 作業担当課長 (保存責任者) → 配布 ↓ 放射線管理チーム 管理区域管理者

燃料研究棟 本体施設・特定施設共通作業要領				
No.3	燃料研究棟における作業計画区分			
平成29年10月11日改定	承認	同意	審査	作成

1. 適用範囲

本要領は、大洗研究開発センターの規程類、(北地区) 放射線物質等使用施設等保安規定(以下、保安規定という。)、燃料研究棟使用手引及び燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領に基づき、燃料研究棟で行われる作業の作業区分と計画書等の関連を整理したものである。

2. 定義

- (1) 計画書
計画書とは、放射線作業票、放射線作業連絡票、一般作業計画書、非常作業計画書をいう。
- (2) 計画書等
計画書等とは、計画書及び計画書に添付される放射線安全チェックリスト、一般安全チェックリスト、使用許可チェックリスト、保安規定チェックリスト、安全作業手順書、リスクアセスメント(S.R.A又はDRA)をいう。

3. 計画書の起草について

燃料研究棟における作業の安全管理のため、作業の区分に応じて4項に示す計画書を起草し、燃料研究棟の承認を得た後に作業を実施する。

計画書の起草(作成)に当たっては、燃料研究棟 本体施設・特定施設共通作業要領「No.4 安全作業手順書の作成要領」に基づくとともに、作業関係者が、何が重要か判るように、作業範囲、ホールディングポイント等を明確に記載すること。

また、計画書において作業体制を明確にし、TEM 等により作業関係者が計画書等を必ず確認すること。

起草に当たっては、事前の現場確認、作業手順の分析等により、安全確保のための注意点、手順等を確認し、確認結果を安全作業手順書等(計画書等)に反映すること。また、作業責任者は、安全作業手順書等(計画書等)への反映について確認すること。

3-1 計画書の起草の原則

① 非常作業、非常作業、放射線作業、非放射線作業、職員、非職員にかかわらず、作業を計画する都度を原則とする。
計画書の起草にあたっては、5項に示す作業区分と計画書等の関連に照り、必要なチェックリスト等を添付する。

ただし、研究に伴う実施行為(実施装置の修理やスボットの作業等)による作業は除く。(以下同じ。)

② 以下により安全作業手順書の添付は不要とする。

① 燃料研究棟使用実施計画の項目(研究の目的)ごとに放射線作業連絡票などの計画書を細分化して起草する。

② 研究に伴う実施手順の中で想定されるリスクをその安全対策について、一般安全チェックリストと放射線安全チェックリストでリスクを抽出して、その安全対策を定め、計画書に添付する。

3-2 計画書の作業期間

計画書で想定する作業期間は、原則3か月とする。

平成29年3月

3-3 計画書の内容に変更が必要が生じる場合

承認を得た計画書の内容に変更が生じる場合は、変更の内容を反映した計画書を起草して燃料試験係長の承認を得る。ただし、予備燃料試験係長と協働の上、その変更の内容が大洗研究開発センター品質保証計画書「燃料材料試験施設に係る要領書」燃料-QAS-施-大-01-02 の 3. 軽微な変更の基準に該当する軽微なものである場合は、施設管理者(燃料試験係長)に口頭での了解を得、作業を行い、作業終了後に同要領書に従って様式-1 作業要領(承認文書)の軽微な変更記録を作成する。

3-4 計画した作業において他部署が関係する場合

計画した作業において他部署が関係する場合は、関係者間で異常時の速やかな連絡・設備の不具合に対する措置が行えるよう、作業計画時に体制及び手順を明確にすること。

3-5 計画外作業について

計画外の作業は禁止する。また、本要領に基づき作成する計画書に計画外の作業を禁止することを記載する。

4. 計画書等の定義先と運用の概要

以下に計画書等の定義先と運用の概要を示す。詳細については、それぞれ定義先を参照のこと。

4-1 放射線作業

(1) 放射線作業

① 定義先

・保安規定第1編第1章第3条(6)

② 運用の概要

- ・保安規定 第2編第1章第2節第16条、同第17条に基づく
- ・(北地区)放射線安全取扱手順第6章6.3項に基づく
- ・燃料研究開発使用手引 第IV編第1章1.2項に基づく

(2) 放射線作業連絡票

① 定義先

・保安規定第1編第1章第3条(6)

② 運用の概要

- ・保安規定 第2編第1章第2節第16条、同第17条に基づく
- ・(北地区)放射線安全取扱手順第6章6.3項に基づく
- ・燃料研究開発使用手引 第IV編第1章1.2項に基づく

4-2 一般作業(非放射線作業)

(1) 一般作業計画書

① 定義先

・燃料研究開発施設・特定施設共通作業要領 No.5 「一般作業の安全管理」

② 運用の概要

- ・燃料研究開発における作業安全管理の自主的な保安活動として運用する。
- ・一般作業(非管理区域での作業及び管理区域での非放射線作業)で、特に安全確保上必要とする場合に作成する。

(2) 非定常作業計画書

① 定義先・運用の概要

大洗研究開発センター 非定常作業の安全管理要領

② 運用の概要

非定常作業に運用する。ただし、作業計画書が、(北地区)放射線安全取扱手順、安全管理仕様書等の他の要領等に従って作成・承認され、その内容が非定常作業の安全管理要領 4.(1)で要求している非定常作業計画書と同等である場合は、この限りでない。

4-3 安全チェックリスト等

(1) 放射線安全チェックリスト

① 定義先

・燃料研究開発施設・特定施設共通作業要領 No.6 「燃料研究開発における放射線安全チェックリストの運用」

② 運用の概要

- ・燃料研究開発における作業安全管理の自主的な保安活動として運用する。
- ・放射線作業品又は放射線作業連絡票を起草する際に作成し、添付する。

(2) 一般安全チェックリスト

① 定義先

・大洗研究開発センター 安全管理仕様書

・燃料研究開発施設・特定施設共通作業要領 No.5 「一般作業の安全管理」

② 運用の概要

- ・燃料研究開発における作業安全管理の自主的な保安活動として運用する。
- ・一般作業計画書、非定常作業計画書、放射線作業品又は放射線作業連絡票を起草する際に作成し、添付する。

(3) 使用許可チェックリスト及び保安規定チェックリスト

① 定義先

・燃料研究開発施設・特定施設共通作業要領 No.7 「燃料研究開発における使用許可チェックリスト、保安規定チェックリストの運用」

② 運用の概要

- ・燃料研究開発における作業安全管理の自主的な保安活動として運用する。
- ・計画書を起草する際に保安規定チェックリストを作成し、放射線作業品又は放射線作業連絡票については加えて使用許可チェックリストを作成し、添付する。

(4) 安全作業手順書

① 定義先

・燃料研究開発施設・特定施設共通作業要領 No.4 「安全作業手順書の作成要領」

② 運用の概要

- ・燃料研究開発における作業安全管理の自主的な保安活動として運用する。
- ・計画書を起草するにあたって、以下の場合に作成する。
 - a) 作業要領に定めのない作業を計画する場合であって、計画書の様式に手順等が書ききれない場合に作成し、添付する。
 - b) 複数の作業要領の組み合わせにより作業を計画する場合であって、計画書の様式にその関連が書ききれない場合を作成し、添付する。
 - c) 放射性廃液設備等の機器を分解・再組立てする場合には作成し、添付する。(手順書通りに行われていたことが確認できる場合にチェックシート方式とすること)

5. 作業区分と計画書等の関連
作業区分に対する計画書の適用とチェックリスト等の添付の関係を以下に示す。

作業区分 計画書	管理区域内での作業 (請負/非請負)				非管理区域での作業 (請負/非請負)		チェックリスト等の添付					
	放射線作業		非放射線作業 (一般作業)		一般作業		保安規定 チェック リスト	使用許可 チェック リスト	一般安全 チェック リスト	放射線安 全チェッ クリスト	リスク アセス メント	安全作業 手順書 (非請負)
	定常	非常 (騒音のない作業)	定常	非常	定常	非常						
放射線作業届	○	○	-	-	-	-	○	○	○	○	○	▲
放射線作業連絡票	○	○	-	-	-	-	○	○	○	○	○	▲
一般作業計画書	-	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-	▲
非常作業計画書	-	○*	-	○*	-	○*	○	-	-	○	-	▲

凡例 ○: 適用、添付必要

- ▲: 安全作業手順書は、非請負かつ作業要領に定められていない作業であって、計画書の様式に手順や安全対策を書ききれない場合に添付する。ただし、研究に伴う実験手順などには適用しない。
請負作業の場合は、請負契約の提出書類に基づく作業要領や作業手順書で代替する。
- : 非適用、添付不要
- ※: 放射線作業届、放射線作業連絡票、一般作業計画書が、(北地区)放射線安全取扱手引、安全管理仕様書等の他の要領等に従って作成・承認され、その内容が非常作業の安全管理要領4(1)で要求している非常作業計画書と同等である場合は、当該作業計画書に代えることができる。

(6) リスクアセスメント

① 定稿先

- ・ 大浜研究開発センター リスクアセスメント管理運営規則
- ・ 大浜研究開発センター リスクアセスメント実施要領

② 適用の概要

- ・ 計画書を起案する際に作成し、添付する。
- ・ リスクアセスメントの発案があり、且つ、過去に事故・災害の発生がなかった作業であって、作業単位メンバーの半数以上に変更がない時などについては、省略することもできる。詳細は、リスクアセスメント実施要領に使うこと。
- ・ 前項に基づき、計画書の起案にあたってリスクアセスメントを省略する場合は、当該計画書又は添付する安全作業計画書に過去のリスクアセスメントのナンバーを記載すること。
- ・ 一般安全チェックリスト及び放射線安全チェックリストの該当した項目については、原則としてリスクアセスメントの評価項目に反映する。

添付資料 ④

別添 1

平成 29 年 5 月 24 日
燃料試験隊

燃料 試験隊長	燃料高温科学 研究グループ (確認)	作業 責任者	現場 責任者
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

核燃料物質の貯蔵作業

1. 目的

AGS メモ燃料研究棟における核燃料物質の不適切な管理の改善計画【2016 (AGS) 011102】に基づき、燃料研究棟グローブボックス内およびワード内に存在している核燃料物質を核燃料貯蔵庫に収納する。

2. 作業方法

(1) 核燃料物質の確認及び貯蔵作業
グローブボックスおよびワード内に存在している核燃料物質について、現状を再確認して整理・集約を行い、核燃料貯蔵室へ移動する。
また、核燃料貯蔵室への核燃料物質の移動に付随して貯蔵容器の点検と汚染検査をワードH-1で行う。

【原研対象燃料】

- 101 号室：1 試料
- 102 号室：1 試料
- 103 号室：2 試料
- 108 号室：1 試料

(2) 資材のバッグイン

燃料研究棟本体施設作業要領№1「グローブボックス物品搬入（バックイン）」及び№8「アルゴン系グローブボックス物品搬出入」に基づく。

(3) 資材及び核燃料物質のバッグアウト

燃料研究棟本体施設作業要領№2「グローブボックス物品搬出（バックアウト）」及び№8「アルゴン系グローブボックス物品搬出入」に基づく。

(4) 核燃料物質の取扱い

核燃料物質の取扱いに関しては、燃料研究棟本体施設作業要領№39「空气中で化学的に活性な核燃料物質の取扱い」及び燃料研究棟本体施設作業要領№44「漏えいするおそれのある粉末の核燃料物質の制限管理」に基づき取扱いを行う。

(5) その他

必要に応じて燃料研究棟本体施設作業要領№4「グローブボックスピニルバック交換」に

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

基づき、グローブボックスのピニルバックを交換する。

3. 作業場所

燃料研究棟 101、102、103、108、[Redacted] 室及びワード(H-1)

4. 作業体制、指揮命令

(1) 作業責任者 [Redacted]

(2) 現場責任者 [Redacted]

(3) 作業従事者 [Redacted]

※1：年間購買の作業者

※2：安全管理については [Redacted] の指示に従い、作業を行うものとする。

5. 作業予定日

平成 29 年 6 月 1 日～平成 29 年 6 月 30 日

6. 安全対策

- (1) 燃料研究棟本体施設作業要領№32「グローブボックスの安全作業」に基づく。
- (2) 燃料研究棟本体施設作業要領№33「ワードの安全作業」に基づく。
- (3) 本計画書で計画していない計画外の作業を禁止する。

7. 異常が認められた場合の処置

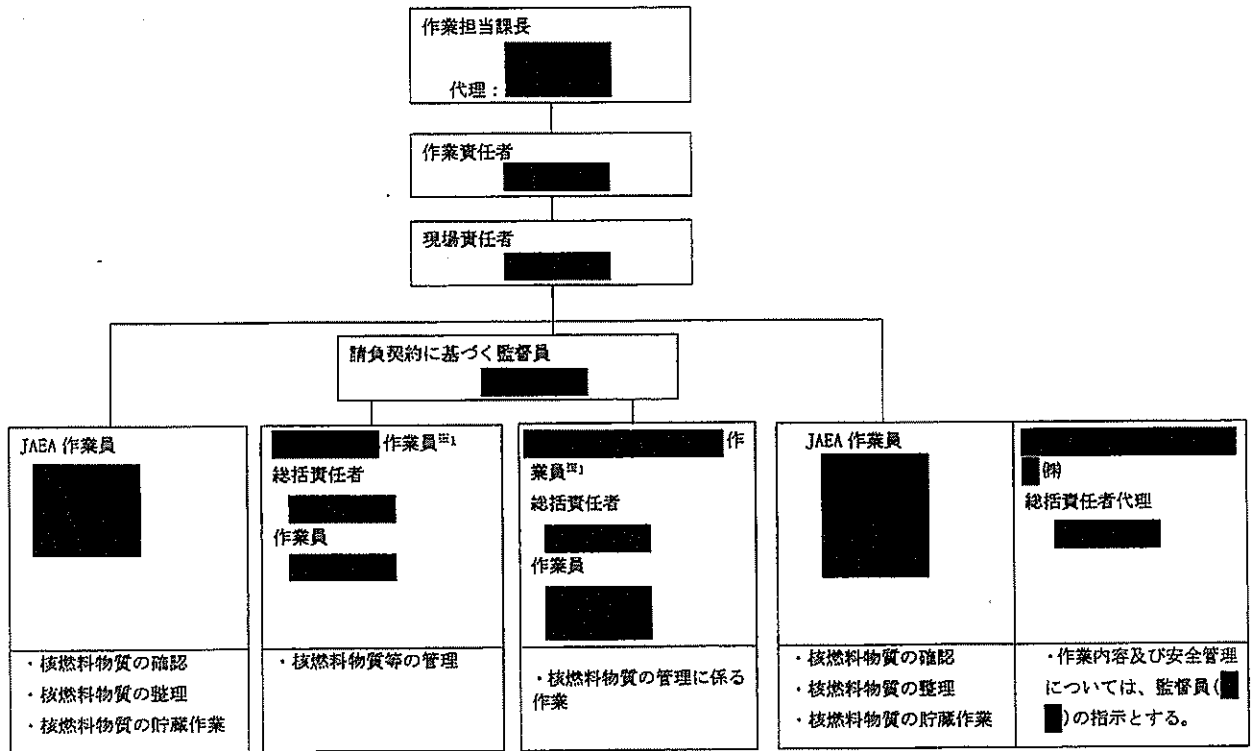
燃料研究棟使用手順 5 異常時及び非常事態の措置に基づく。

8. リスクアセスメント

平成 29 年 5 月 24 日作成「核燃料物質の貯蔵作業」（参照）

個人情報保護及び核物質防護の観点からマスキングを施しています。

作業実施体制



個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

※1：年間請負の作業者について

(株) 総括責任者() 代理：() の指示に従い作業を行う。

(株) 総括責任者() 代理：() の指示に従い作業を行う。

添付資料 ⑤

一般安全チェックリスト

(1/3)

担当部長	5月29日	5月29日	5月29日
作業責任者	5月29日	5月29日	5月29日
現場責任者	5月29日	5月29日	5月29日

作業件名 結晶性物質の貯蔵作業

点検項目	危険予知のポイント	該当	
		する	しない
(人)の対応等に関するもの			
① マニユール、手順書等は整備されているか、内容は適切か 最新の事故トラファル情報を反映しているか。*	(関連マニユール名称を記載すること。) 1. 燃料研究本部選取作業要領No.1「ドラープボックス物品搬入(バックイン)」 2. 燃料研究本部選取作業要領No.2「ドラープボックス物品搬出(バックアウト)」 3. 燃料研究本部選取作業要領No.4「ドラープボックスヒールバック交換」 4. 燃料研究本部選取作業要領No.8「アルゴン系ドラープボックス物品搬入」 5. 燃料研究本部選取作業要領No.20「ドラープボックスの安全作業」 6. 燃料研究本部選取作業要領No.23「フォートの安全作業」 7. 燃料研究本部選取作業要領No.29「空気で化学的に活性化された結晶性物質の取扱い」 8. 燃料研究本部選取作業要領No.41「開えいすのおそれのある粉体の吸塵器稼働時の取扱い」	○	
② 危険物等を取り扱うか。	引込設備、有機溶剤、酸化剤、酸化性ガス、その他可燃性ガス類(スプレード、LPG等)、SDSの配置、取扱可能場所、消火器の準備、同一作業時の同時火災使用禁止、トレインの必要性、使用した可燃性粉剤等の蒸気滞留、向高始業者の有無、換気は十分か	○	
3 高圧ガスを取り扱うか。	水素、酸素、アセチレン、窒素、圧縮空気、酸化石油ガス、ボンベの転倒防止係、接続部の漏れ、表示の有無		
4 圧入空気を取り扱うか。	圧入ライン、コンプレッサー、ベビコン、ニューティライザー運転者への監視、タグ表示		
5 真空を取り扱うか。	真空ライン、真空ポンプ、吸込まれ、排気は適切か。		
6 高圧蒸気、高圧水を扱うか。	ジェネレーター、ホース等のはね返り、取組むの必要性(使用済蒸気通水の積貯)、接続部の漏れ、ホース等のはね返り		
⑦ 重傷物を取り扱うか・情報は表示するか。	位置、形状、吊具位置、運搬設備、取組方法、防護具(革手袋)、固ばく方法、道路の状況、足場の確保、荷役者(玉掛け、クレーン等)	○	
8 停止する機器はあるか。	断電、電機機器、回転機械、コンプレッサー、停止タグ(操作禁止タグ)		
9 明るすぎる箇所はあるか。	照度、照明、目、まぶしき、保護眼鏡が必要か。		
⑩ 保護具は適切か。	ヘルメット、安全帯、安全帯、保護眼鏡が必要か。	○	
11 有資格者を遣任、指名する必要があるか。	危険物取組主任者、圧力容器取扱主任者、ガス取組主任者、特化協等作業主任者、クレーン運転士、フォークリフト運転者資格者、危険物保安監督員、高圧ガス保安員		
12 使用用途のない工具類や方法を併用しているか。	取扱要領書の参照、モックアップ試験の必要性		
(物、装置及び作業場に関するもの)			
13 転倒、坠落のおそれはあるか。	足場、はしご、脚立、ローリングクワ、荷り止め、高所、車上荷留、仮設足場の確保、脚立の固定、手すりの有無、開口部の有無、補助者の必要性		
14 転倒のおそれはあるか。	床の凹凸、段差、油、水、凍結、床材、転送、仮設係留当の転倒防止措置、荷役防止措置、取組の養生、注意事項		
15 崩壊のおそれはあるか。	荷物の高さ、転がり止め、索通り、支持件、足場強度、荷役防止措置、作業場の確保、作業立合者		
16 落下物のおそれはあるか。	不安定物、固ばく、頭上作業、足下作業、荷留、保護ネットの有無、立入禁止表示(簡易)		
⑪ 薬剤のおそれはあるか。	引物、保護物、ガラス器具、ワイヤー、保護用の坂倉材等、取組の養生、保護	○	
18 洗浄のおそれはあるか。	タンク内、配管間、寸き間、マンホール、足場、車輪跡、タグ表示、補助作業、仮設照明、保護具(ヘルメット等)		

(2/3)

点検項目	危険予知のポイント	該当	
		する	しない
19 巻き込み、挟み込みのおそれはあるか。	ベルトコンベアー、回転機器等安全カバー、ドア開閉、作業教頭(袖口、紐)、長尺工具類、作業場所の確保		
20 火災発生のおそれはあるか。 (聖火類を使用するか)	ガスバーナー、ドラインダー、サンダー、溶接・溶接機、高圧体(高圧蒸気等が流れる配管、蒸気ヒーター等)、貯蔵気火化、電気機器(電機、スパータ)、消火器の配置、取組の養生、スベークシート等の使用、水花の飛散落下対策、火災使用の表示、同一区域の作業等への周知、火と可燃性粉等(危険物、有機溶剤、スプレー等)の同時使用禁止、可燃性粉留ガスの漏れ(感知、臭い、検知器-その他)、火災使用時の取組確認、監視人、火災使用許可、火災使用禁止タグシート		
21 粉塵発生のおそれはあるか。	混合、ヒューム、粉塵、はつり、高圧排気、フィルターの目詰まり、結露への影響(電気設備等)		
22 煙霧・塵埃・飛散のおそれはあるか。	異常反応、乾燥、ガス、混合保管、乾留、系内乾燥、現圧、蒸餾の昇圧、燃焼性ガス、加熱時の水蒸気発生		
23 電気災害発生のおそれはあるか。	感電、停電、漏電、絶縁不良、ショート、接触不良、アース、仮設線、延長、通電中タグ、操作禁止タグ、線電、接地、接地、ジャンパーリフト管理、電気保護具		
24 高温・低温接触のおそれはあるか。	ヒーター、加熱機、サンドライヤー、乾燥機、ドラライアイス、紙体要素、液化ガス類、燃焼禁止タグ		
25 噴出、漏れのおそれはあるか。	弁、フランジ、パッキン、閉止蓋、安全弁(蒸餾機)、ガス抜き、残圧、取捨、オーバーフロー		
26 振動・騒音のおそれはあるか。	回転機械、エアハンマー、チェーンソー、コンプレッサー、往復運動機械、保護具(耳栓等)、運送機の走行、落下の機器、ボルトの緩み		
27 飲食のおそれはあるか。	燃焼、酸化性酸液(酸、アルカリ)、材質劣化、補修等、換気の確保		
28 融火・重傷のおそれはあるか。	燃焼温度 10%以上、酸化水素 10ppm 以下、一酸化炭素 50ppm 以下、黄色性ガス、ドライアイ		
⑫ ホールドリットポイントが明確か。	取組要領書、被ばく線量、空間等他への影響、立会い確認、取組、指示、 重要事項	○	
30 適正な作業方法や方法を併用しているか。	指針、執事、巻き込み、碎破力、感電等電気災害、火災、火傷、高温、低温接触、粉塵、噴出、漏れ、燃焼、液漏、振動、騒音、腐食性ガス・蒸気、強度		

(注) 該当欄が「しない」場合は、「する」欄は○で印し、その対策を本様式の(3/3)に記載する。また、当該すると判断した点検項目番号、危険予知のポイント(必要に応じて追記)にも○で印す。

* 類似作業等による作業手順の反映、事故トラファル事例の安全対策等の関連項目の反映等

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

簡易リスクアセスメントシート(SRAシート)

No.

様式 1. 4

責任者	担当

作業内容: 可燃物貯蔵作業
 作成: 平成29年5月24日
 参加者: _____

作業名	担当者	日	場所

1. 発生源に接近した時発生する可能性: P

極めて発生 (ほとんどない)	5
発生しやすい (発生すれば回避可能)	4
可能性がある (通常の環境で回避可能)	2
ほとんどない (すっかりなければ回避可能)	1

3. 対策要否に接近する程度: F

接近程度	作業期間中に接近する距離	作業範囲中に接近する距離(目安)	危険
極大	毎日1回程度	4回程度以上	4
多い	毎日1回程度	2~3回程度	3
やや	2~3日に1回程度	1回程度	2
ほとんどなし	1回程度	平日程度	1

4. リスクレベル: R

Rレベル	Rレベル	対応
V	71~	許容可能
IV	36~70	重大な懸念あり
III	11~35	問題あり
II	6~10	多少の問題あり
I	0~5	許容可能

2. 被害の重大さ: I

被害の重大さ	被害の種類	点数	Rレベル	避はく	点数
致命的	死亡・永久労働不能・高体障害(労働災害等級14級以上)	10	致命	個人被ばく 50mSv以上	10
重大	入院 (労働災害等級1~4級)	6	重大	個人被ばく 50mSv未満 20mSv以上	6
中級	医師による手当て・診断 休業損害(入院なし) 発症可能障害	3	中級	個人被ばく 20mSv未満 13mSv以上	3
軽度	軽度(医師による手当て休業なし)	2	軽度	個人被ばく 13mSv未満 1mSv以上	2
軽度未満	軽度未満(職場手当て不要)	1	軽度未満	個人被ばく 1mSv未満	1

5. 対策要否に接近する程度: F

接近程度	作業期間中に接近する距離	作業範囲中に接近する距離(目安)	危険
極大	毎日1回程度	4回程度以上	4
多い	毎日1回程度	2~3回程度	3
やや	2~3日に1回程度	1回程度	2
ほとんどなし	1回程度	平日程度	1

リスクレベルⅢの場合のDLY対応の有無
 あり なし

危険な工程、ポイントを抽出し評価する。(詳細経路は必要に応じて表へ)

No.	検討対象工程(作業の状況)	作業分類	事故の頻度	事故の程度	評価期間	P	I	F	D	E	AR	R1	BR	R2	対策(改善)事項
1	作業の状況 【ビニルバッグ交換作業】 （ビニルバッグに着火したロリングを支点に旧ビニルバッグの取り回しを繰り返す。） 1. 旧ビニルバッグを折り返す時に、脚でビニルバッグが外れてしまい汚染する。 2. 換気扇にアルバスを使用する際に、火花を同時に発生して火災となる。	1: 被ばく・汚染の恐れのある作業(同等の取扱いを含む) 2: 火災(切断工具等の火花を発生するものを含む)を取扱作業	12	515	改善前 改善後	1	1	2	1	2	2	I	8	II	改善内容分類:()
2	具体的な対策等 1. 作業中にビニルバッグが動かないようにサポート用具が補助する。 2. 汚染中の汚染状態を2人以上で確認する。				改善前 改善後										改善内容分類:()
3					改善前 改善後										改善内容分類:()
4					改善前 改善後										改善内容分類:()

(注) リスクレベルがⅢであって作業長がⅢによる事前確認を認めた場合は、その旨を改善事項に記載する。

個人情報保護の観点からマスキングを施しています。

添付資料 ⑥

様式 1. 4

No.	検討対象工程(作業の状況)	作業分類	事故の頻度	事故の程度	評価期間	P	I	F	D	E	AR	R1	BR	R2	対策(改善)事項
1	作業の状況 【ビニルバッグ交換作業】 （ビニルバッグに着火したロリングを支点に旧ビニルバッグの取り回しを繰り返す。） 1. 旧ビニルバッグを折り返す時に、脚でビニルバッグが外れてしまい汚染する。 2. 換気扇にアルバスを使用する際に、火花を同時に発生して火災となる。	1: 被ばく・汚染の恐れのある作業(同等の取扱いを含む) 2: 火災(切断工具等の火花を発生するものを含む)を取扱作業	12	515	改善前 改善後	1	1	2	1	2	2	I	8	II	改善内容分類:()
2	具体的な対策等 1. 旧ビニルバッグを折り返す時は、ロリングを外れないように注意する。 2. アルバスを使用する際は、火花を使用しない。また、周囲に火花が舞い散ることを確認する。		16	512	改善前 改善後	1	1	2	2	2	2	I	8	II	改善内容分類:()
3					改善前 改善後										改善内容分類:()
4					改善前 改善後										改善内容分類:()
1	作業の状況 【可燃物貯蔵の監視作業】 1. グローブ操作、ビニルバッグの操作を正確に行い、グローブボックスの負圧が正常な範囲を越える。 2. グローブボックス内の換気扇や工具等でグローブを損傷し、汚染する。	1: 被ばく・汚染の恐れのある作業(同等の取扱いを含む) 2: 工作作業(養生、加工、配管取付作業を含む)	12	515	改善前 改善後	2	1	2	1	1	4	I	8	II	改善内容分類:()
2	具体的な対策等 1. グローブ操作、ビニルバッグの操作は、急激な負圧の変動による警報発生を避けるために、ゆっくりと行う。 2. 原料の恐れがある作業は、工具の使用や換気の操作に備わらず必ずグローブに素手袋を着用する。		8	384	改善前 改善後	1	2	2	1	2	4	I	6	II	改善内容分類:()
3					改善前 改善後										改善内容分類:()
4					改善前 改善後										改善内容分類:()

(注) リスクレベルがⅢであって作業長がⅢによる事前確認を認めた場合は、その旨を改善事項に記載する。

保安規定チェックリスト

件名：核燃料物質の貯蔵作業

確認項目 (保安規定第2編・第3編関係)	適用有無	措置等	保安規定				放射線安全取扱手引		
			編	章	節	条	章	項	様式
第1種又は第2種の一時管理区域の設定の必要はあるか	無		2	1	1	4	2	2.2	2-1-1
→解除したか	無						2	2.2	2-1-2
立入制限区域の設定の必要はあるか	無		2	1	1	5	2	2.2	6-1-1
→設定した場合、立入の許可は与えたか	無		2	1	1	11			
→解除したか	無						2	2.2	6-1-2
放射線業務従事者の指定及び解除の必要はあるか	無		2	1	2	8	4	4.1	4-1
管理区域外への物品の持ち出しはあるか	無		2	1	2	15	6	6.4	6-8-1
放射線作業か	有	放射線作業に該当する。	2	1	3	16			
→放射線作業届に該当するか	無		2	1	3	17	6	6.3	6-3
→放射線作業連絡票か	有	放射線作業連絡票を起票する。					6	6.3	6-5
液体廃棄物は発生するか (放射性廃液は廃液貯槽に流さないこと)	無		3	2	-	4			
廃棄物の仕掛品は発生するか (材質分類困難なものについては事前協議)	有	グローブボックスからのバックアウト作業及び作業時に着用したゴム手袋等が、廃棄物の仕掛品として発生する。	3	3	-		8	8.3	

確認項目 (保安規定第7編関係)	適用	措置等	保安規定				使用手引き		
			編	章	節	条	編	章	項
手引き			7	1	-	2			
→作業要領はあるか ¹⁾	有								
→燃料研究棟本体施設作業要領 I. 本体施設作業要領	有		該当No.1、2、4、8、32、33、39、44						
→燃料研究棟本体施設作業要領 II. 主要試験装置の機器取扱要領	-		該当No.						
→燃料研究棟特定施設作業要領	-		該当No.						
年間使用計画に基づいているか	無		7	1	-	3	I	1・1.4	I-1-2
使用実施計画に基づいているか	有	燃料研究棟使用実施計画 (H29年6月) に記載する。	7	1	-	4	I	1・1.5	I-1-3
核燃料物質の最大取扱量を超えないか	無		7	2	-	6	I	2・2.1	
警報装置の解除の必要はあるか (検査、補修及び改造等の場合のみ)	無		7	2	-	7		2・2.2	I-2-2
負圧維持の解除の必要はあるか (検査、補修及び改造等の場合のみ)	無		7	2	-	8		2・2.2	I-2-3
プルトニウム使用表示盤に表示の必要はあるか	有	核燃料物質を使用するグローブボックスで作業を行うため、表示する。	7	2	-	10		2・2.3	
計画停電の必要はあるか	無		7	3	-	13		3・3.1	I-3-1
修理及び改造計画に該当するか	無		7	3	-	15		3・3.4	I-3-3

1) 当該作業の作業要領が無い場合、非慣習作業の場合は、計画書の様式の他に作業の内容、手順、安全対策を明記するか計画書に安全作業手順書を添付のこと。慣習作業の場合は、契約に基づく作業手順書等を計画書に添付すること。

放射線安全

件名： 核燃料物質の貯蔵作業

使用場所	グローブボックス	使用目的	使用の概要	通用装置	備考
101号室	101-D (空気雰囲気)	物品搬出入	アルゴンガス雰囲気 (102-D~108-D) グローブボックスへ核燃料物質、物品等を搬入するときのアルゴンガス雰囲気確保のための中継作業を行う。	有	使用目的の通り
	102-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	高温合成反応	反応炉あるいは小型炉外構加熱炉を使用し、真空、不活性ガス (Ar, He等)、還元性ガス (Ar-8%H ₂)等の雰囲気下で燃料の熱処理を行う。	無	
	103-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	粉砕・混合の準備	塊状ペレット等の粉砕、粉末燃料の混合の準備等を行う。	無	
	104-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	粉砕・混合	塊状ペレット等の粉砕、粉末燃料の混合等を行う。	無	
	105-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	押出	原料、燃料等の押出を行う。	無	
	106-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	燃料の一時保管	燃料等の一時保管を行う。	無	
	107-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	焼結	1) 真空、不活性ガス (Ar, He等)、還元性ガス (Ar-8%H ₂)等の雰囲気下で圧粉体の焼結を行う。 2) 真空、不活性ガス、還元性ガス等の雰囲気下で燃料の熱処理を行う。	無	
	108-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	粉末成形	圧粉体の操作を行う。	無	
	113-D (空気雰囲気)	物品搬出入	アルゴンガス雰囲気 (114-D及び115-D) グローブボックスへ核燃料物質、物品等を搬入するときのアルゴンガス雰囲気確保のための中継作業を行う。	有	使用目的の通り
	114-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	電解	1) 溶融塩電解で金属燃料を調製する。 2) 熱処理により燃料の回収等を行う。 3) 溶融塩電解についての各種条件を試験する。	無	
101号室	115-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	合金調製	1) アーク溶融炉を使用し、合金調製を行う。 2) 燃料の焼結を行う。 3) 燃料の比熱、変態熱等の測定を行う。	無	
	123-D (空気雰囲気)	金相試験	燃料の顕微鏡組織観察等の金相試験を行う。	無	
	124-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	合金燃料製造	射出成形装置等を用い、合金燃料の製造を行う。	無	
	131-D (空気雰囲気)	燃料加工	1) ダイアモンドカドグ等を削いで燃料ペレットの切断、穴明け等の加工を行う。 2) 真空、Ar-8%H ₂ ガス等の雰囲気での酸化物の仮焼、酸化物中の塵埃/金属比の調節のための熱処理等を行う。 3) 有機性廃棄物の焼却処理を行う。	無	
	132-D (空気雰囲気)	外周研削	照射試験用ペレットの外周研削を行う。	無	
	142-D (空気雰囲気)	燃料成型	真空炉を用いた燃料の成型加工処理を行う。	無	

グローブボックス	使用目的	使用の概要	通用装置	備考
143-W (空気雰囲気)	溶液処理	1) アルミニウム含有燃料の化学的処理を行う。 2) グローブボックス内溶液の固化処理等を行う。 3) 酸化アルミニウムの溶解試験及び溶解試験後のアルミニウムの秤量を行う。	無	
201-D (空気雰囲気)	高圧熱処理	1) 真空、不活性ガス (Ar, He等)、還元性ガス (Ar-8%H ₂)等の雰囲気下で粉末あるいはペレット燃料の熱処理を行う。 2) 燃料重量測定、平衡減圧力測定等の試験を行う。 3) レーザーフラッシュ法により、熱伝導率、比熱等の熱定数の測定を行う。 4) 粉末燃料を真空アーク加熱、溶液燃料を高周波プラズマ炉等で焼結させ、その光スペクトルを分光分析して不純物元素の同定及び定量を行う。 5) 真空中で燃料を加熱し、クマセンセル質量分析計等により蒸気種の分析及び蒸気圧等の測定を行う。	無	
202-D (空気雰囲気)	熱定数測定	レーザフラッシュ法による、熱伝導率、比熱等の熱定数の測定を行う。	無	
211-W (空気雰囲気)	金属不純物定量	粉末燃料を真空アーク加熱、溶液燃料を高周波プラズマ炉等で焼結させ、その光スペクトルを分光分析して不純物元素の同定及び定量を行う。	無	
212-D (空気雰囲気)	蒸気圧測定	真空中で燃料を加熱し、クマセンセル質量分析計等により蒸気種の分析及び蒸気圧等の測定を行う。	無	
301-D (空気雰囲気)	燃料搬出入	X 燃料の搬入	無	
302-D (空気雰囲気)	X 燃料の搬出	X 燃料の搬出	無	
303-D (空気雰囲気)	高温X線回折	各種燃料のX線回折を行う。	無	
701-D (空気雰囲気)	燃料表面処理	1) 電子線分析装置で燃料の表面処理を行う。 2) 燃料中の酸素の定量を行う。	無	
702-D (空気雰囲気)	電子線分析	燃料中の酸素の定量及び種々小領域の元素分析を行う。	無	
711-D (空気雰囲気)	高温音速測定	音速測定により、アルミニウム化合物の弾性率測定を行う。	無	
801-W (空気雰囲気)	秤量	ウラン・アルミニウム分析燃料の秤量を行う。	無	
802-W (空気雰囲気)	ウラン・アルミニウム分析	電位差測定法により、ウラン・アルミニウムの定量を行う。	無	
811-D (空気雰囲気)	燃料中の酸素及び酸素の定量	燃料中の酸素及び酸素の定量を行う。	無	
812-D (7Pa ⁺ 雰囲気)	燃料中の酸素及び酸素の定量	1) 酸素・窒素分析及び酸素分析用燃料の秤量を行う。 2) 白金及び白金・シリコンまたはステンレス鋼管への封入を行う。	無	
821-D (空気雰囲気)	燃料中の酸素の定量	燃料中の酸素の定量を行う。	無	
901-D (空気雰囲気)	溶液処理	燃料ペレットの溶解装置等の燃料溶解作業の準備を行う。	無	
902-D (空気雰囲気)	燃料ペレット溶解	燃料ペレットを溶解した溶解液の廃液部の溶解等を行う。	無	
911-D (空気雰囲気)	除染	燃料ビン、実験器具等の低汚染物の除染を行う。	無	
912-D (空気雰囲気)	燃料ビン溶解後部の熱処理	燃料ビン溶解後部の熱処理を行う。	無	

使用許可テエツウリスト

3/3 別添1

使用場所	ブード	使用目的	使用の概要	適用基準	様式
108号室 (分析室)	H-1	消滅検査	1) 貯蔵容器点検等の作業を行う。 2) 化学試験の調製等を行う。	有	使用目的の通り
111号室 (工作室)	H-2 H-3	化学試験 ウラン燃 料の取扱 い	金属ウラン、酸化ウラン等の原料の秤 量、切断、研削等の作業を行う。	無	
33号室 (放射線管 理測定室)	H-4	蒸気凝固	蒸気室で採取した放射線管理用試料の 蒸発乾固等の作業を行う。	無	
使用場所	使用目的	使用の概要	適用基準	様式	
105号室 (廃液保管 室)	廃液一時保管	固液処理を行うまでの間、アルミニウ ムを含む廃液を3リットル以下の容器に 入れ、廃液保管棚に一時保管する。	無		
106号室 (ラジオメ ータ室)	大型機器の取出入 β ・ γ 固体廃棄物一時保管	大型機器の取出入及び β ・ γ 固体廃棄 物を廃棄物管理施設へ移送するまでの 間、一時保管する。	無		
112号室 (非破壊 計数室)	廃棄物中の放射性物質の定量	固体廃棄物中に含まれる放射性物質を 非破壊計数装置を使用して計測する。	有	使用目的の通り	
113号室 (計数制御 室)	α 固体廃棄物一時保管	α 固体廃棄物を廃棄物管理施設へ移送 するまでの間、一時保管する。	有	使用目的の通り	

添付資料 ⑨
(1/4)

放射線安全チェックリスト

- 1) 「放射線安全チェックリスト」及び「放射線安全チェックリスト検閲結果」は、放射線作業届及び放射線作業運送届票に添付する資料である。
- 2) 放射線作業の立案に先立ち、各項目について検閲を行い、該当の有無を確認する。
- 3) 該当する項目に対して、検閲結果に相当する内容が放射線作業届、放射線作業運送届票、作業要領、安全作業手順書に記載されている場合は、チェックリスト備考欄にその名称、頁等を記載する。
- 4) また、該当する項目のうち、上記3)以外のものについては、検閲結果を「放射線安全チェックリスト検閲結果」に具体的に記載する。

作業名称		放射性物質の貯蔵作業		
作業担当課室		燃料試験課		
№	項目	具体的検閲内容	該当 は	備考
1	被ばく線量は適切か (計画値)	① 事前のサーベイ結果に基づいたか ② 以前実施した同種、類似作業の結果に基づいたか ③ その他	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2	被ばく低減の措置	① 放射線レベルの低減(線源の除去、アラックの除去、除染、遮蔽、汚染拡大防止、周壁の遮蔽) ② 被ばく時間の短縮(教育、モックアップ、遠隔操作、作業環境改善、設備改善、線量率表示) その他	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3	作業中、作業後のサーベイ計画について	① 事前の作業エリア、作業対象物のサーベイ(線量率、空気中放射線物質濃度、表面放射線)結果を基に作業中、後のサーベイ計画について検閲したか (a) サーベイ対象物(身体、作業対象物、放射線の仕掛品) (b) サーベイ時期 (c) 線量率(α, β, γ, 中性子) ② 必要な放射線測定器について過去の作業実績を基に検閲したか (a) 使用する測定器(αβγ計、βγ計、αβγ計、電離箱等) (b) 放射線測定器の設置場所及び必要台数	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
4	作業中の状況変化について	① 関連設備への(からの)影響について検閲したか ② 関連機器、配管のバルブの開閉状態を確認し放射線物質の漏出、貯えの恐れについて検閲したか	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
5	作業の中断、作業の見直し判断基準について	① 以下のポイントにおける作業の中断、作業の見直しの判断基準について検閲したか (a) 線量率の上昇 (b) 空気中の放射線物質濃度の上昇 (c) 作業エリア外への表面汚染の拡大 (d) 被ばく線量の増勢、変動等	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

№	項目	具体的検閲内容	該当		備考
			は	しか	
6	廃棄物、物品の取扱について	① 発生する廃棄物の仕掛品の処理方法について検閲したか ② 放射性物質、汚染された物品の処理方法について検閲したか ③ 廃棄物の仕掛品の搬出について検閲したか	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
7	作業区域の区分について	① 作業内容を基に作業区域を定め、区画したか (a) 主作業区域 (b) サーベイ区域 (c) 廃棄物の仕掛品置場 (d) 機材置場 (e) 通路 (f) 防護具着脱場	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8	汚染の拡大防止対策について	① ミスト・ダスト・ガスの閉じ込め(グリッチ・ハワース設置)対策、発生方法について検閲したか ② 作業区域、作業機材、周辺機器及び測定器の養生について検閲したか ③ 放射性物質の発生、降着の発生、重金属を取り扱う場合の密閉材料(グローブ)の保護について検閲したか	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
9	個人被ばく管理用機器の使用について	① 作業環境(線量率)、作業内容、作業区分を基に使用する個人被ばく管理用機器(ガラスベネジ又はOSLベネジ、リングベネジ、警報付ポケット線量計(APD)、ポケット線量計他)の使用について検閲したか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	呼吸保護具の使用について	② 作業環境(空気中放射線物質濃度、表面放射線)、作業内容、作業区分を基に使用する呼吸保護具(半面マスク、全面マスク、エアラインマスク)の使用(選定・評価)について検閲したか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	身体防護具の使用について	③ 作業環境(空気中放射線物質濃度、表面放射線)、線量率、作業内容、作業区域を基に使用する身体防護具(ゴム手袋、シユースカパ、タイベイスーツ、鉛ビス、鉛エプロン、鉛手袋)の使用(選定・評価)について検閲したか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	放射線分担保及び配管について	① 人員配置、作業の放射線分担保について検閲したか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	連絡通報体制・指命令系統について	② 保安規定、使用手引、事故対策要領を基に連絡通報体制・指命令系統について検閲したか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	その他 (1) ホールドポイント(燃焼施設)明確か(燃焼施設)	④ その他検閲する内容は、 ① 放射線汚染、放射線線量率、被ばく線量、空間線量他への影響、立会い確認、試験・検査、重要手順	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

放射線安全モニタリングシステム検討結果

番号	項目	具体的検討結果
1	被ばく線量は適切か(計画値)	①事前のサーベイ結果に基づいたか 5月11日の測定結果より、本作業で使用する行う各グローブボックス及びフードは、表面線量率が20µSv/h以下である。 ②以前実施した同様、類似作業の結果に基づいたか 作業場の手摺レベルは、放射線作業連絡票に示す線量率と同等である。これまでに実施してきたグローブボックス及びフード作業と同様である。よって、放射線作業連絡票に示す線量率(＜0.1mSv)は適切である。
2	被ばく低減の措置	①放射線レベルの低減 作業中及び作業終了時に汚染が見られた場合は、直ちに施設管理者へ連絡するとともに、その指示に従い汚染拡大防止措置を行う。 ②被ばく時間の短縮 作業前TBMにて作業内容を確認し、作業時間の短縮を図る。
3	作業中、作業後のサーベイ計画について	①事前の作業エリア、作業対象物のサーベイ結果を基に作業中、後のサーベイ計画について検討したか (a)サーベイ対象物(身体、作業対象物、核燃料物質、廃棄物の仕掛品) ・身体及び作業区域内の汚染検査を行う。 ・グローブ及びビニルバッグ交換時のポート表面、ビニルバッグ切り口、グローブ表面の汚染検査を行う。 ・核燃料物質の汚染検査及び線量率計測定を行う。 ・廃棄物の仕掛品及び線量率計測定を行う。 (b)サーベイ時期 ・身体については作業終了時、作業区域内については作業開始前及び終了時。 ・グローブボックスのグローブから手を抜いた時。 ・フードから手を抜いた時。 ・グローブ及びビニルバッグ交換時。 ・グローブボックスからのバッグアウト時及び所定の容器への収納時。 (c)線量 (α、β、γ、中性子) α、β、γ線について測定を行う。 ②必要な放射線測定器について過去の作業実績を基に検討したか (a)使用する測定機器 本作業は、これまでに実施してきたグローブボックス及びフード作業と同様であり、α線用サーベイメータ(汚染検査用)及びβ、γ線用サーベイメータ(線量率計用)を使用する。 (b)放射線測定器の配置場所及び必要台数 本作業を行う時は、α線用及びβ、γ線用サーベイメータを各1台配置する。
5	作業の中断、作業の見直し判断基準について	①以下のポイントにおける作業の中断、作業の見直しの判断基準について検討したか (b)空気中の放射性核種濃度の上昇 作業中に放射性核種濃度が異常に上昇し警報が吹鳴したら、作業を中断し作業の見直しを行う。 (c)作業エリア外への表面汚染の拡大 作業中及び作業終了時の汚染検査により汚染が確認された場合は、作業を中断し、直ちに呼吸保護具の着用、身体保護具の交換を行う。その後作業責任者へ連絡するとともに、その指示に従い汚染拡大防止策、原因究明、除染作業、作業方法の見直しを行う。 ②廃棄する廃棄物の仕掛品の処理方法について検討したか 放射線廃棄物管理要領に基づき、施設内の紙バケツ等に収納する。 ③作業内容を基に作業区域を定め、区画したか (a)主作業区域 101、102、103、108号室 (c)廃棄物の仕掛品区域 β、γ固体廃棄物の仕掛品：106号室 α固体廃棄物の仕掛品：113号室

核物質防護の観点からマスキングを施しています。

9	個人被ばく管理用機器の使用について	①作業領域(線量率)、作業内容、作業区分を基に使用する個人線量計の使用について検討したか 本作業は、GBの表面が20µSv/h以下であるため、OSレバレッジを着用して作業を行う。 ただし、[]での作業時にはポケット線量計を携帯する。
10	呼吸保護具の使用について	①作業領域、作業内容、作業区分を基に使用する呼吸保護具について検討したか グローブボックス作業時、グローブ交換作業時、ビニルバッグ交換作業時、バッグインバッグアウト作業時、フード作業時、汚染検査の実施時は、半面マスクを着用する。
11	身体防護具の使用について	①作業領域、作業内容、作業区分を基に使用する身体防護具について検討したか ・特殊作業衣、特殊作業帽子、軍足、安全靴(RI作業靴)、ゴム手袋2重、半面マスク携帯を基本装備とする。
12	役割分担及び配置について	①人員配置、作業の役割分担について検討したか ・2名以上で作業を行う。
13	連絡通報体制・指揮命令系統について	①保安規定、作業手引、事故対策要領を基に通報連絡体制・指揮命令系統について検討したか ・連絡体制 作業中に緊急が生じた場合は、作業責任者に連絡して指示に従って作業指示を行う。 作業責任者は、必要に応じて施設管理者に連絡し、適切な事故時の連絡通報体制は燃料物事故対策要領に基づく。 ・指揮命令系統 作業責任者：[] 現場責任者：[]
14	その他 (1)ポールドポイント(燃料施設)は別途(燃料施設)について	①その他検討する内容は、(イ)燃料施設汚染、放射線線量率、ばく線量、空間時差への影響、立会い履歴、試験・検査、軍用手袋、検閲履歴の有する工具等を取扱う時は、軍用手袋を装着する。 ・グローブボックス作業中は、常時負圧を監視する。 ・燃料のバッグアウト時には2名以上でIDを開設する。

個人情報保護及び核物質防護の観点からマスキングを施しています。

第2-1表 使用の方法（グローブボックス）（続4）

使用場所	グローブボックス	使用目的	使用の概要
109号室 (照射準備室)	901-D (空気雰囲気)	溶接準備	燃料ペレットの被覆管装填等の燃料ピン溶接作業の準備を行う。
	902-D (空気雰囲気)	燃料ピン溶接	燃料ペレットを装填した被覆管の端部の溶接等を行う。
	911-D (空気雰囲気)	除染	燃料ピン、実験器具等の低汚染物の除染を行う。
	912-D (空気雰囲気)	燃料ピン溶接部の熱処理	溶接による熱影響を除去するための熱処理を行う。

第2-1表 使用の方法（フード）（続5）

使用場所	フード	使用目的	使用の概要
108号室 (分析室)	H-1	汚染検査	1) 貯蔵容器点検等の作業を行う。
		化学試験等 ¹⁾ の調製	2) 化学試験の調製等を行う。
111号室 (工作室)	H-2 H-3	ウラン燃料の取扱い	金属ウラン、酸化ウラン等の原料の秤量、切断、研鑽等の作業を行う。
33号室 (放射線管理測定室)	H-4	蒸発乾固	実験室で採取した放射線管理用試料の蒸発乾固等の作業を行う。

核燃料物質使用変更許可申請書

大洗研究開発センター（北地区）施設編

燃料研究棟（施設番号3）

第8-1表 使用方法

場所	設備		種類	形態	貯蔵箱1個に格納する貯蔵容器の数	貯蔵容器1個に対する (Pu+ ²³⁵ U) 貯蔵制限量	貯蔵箱1個に格納する (Pu+ ²³⁵ U) 貯蔵制限量
	名称	貯蔵箱 No.					
	アルミニウム・燃料棒貯蔵箱	No. 1 ～ No. 14	プルトニウム・濃縮ウラン及びその化合物	固体 (粉末、ベレット、結晶等)	各最大5個	各 300 g	各 1,500 g
		No. 15 ～ No. 16	濃縮ウラン及びその化合物				
	燃料棒貯蔵箱	—	プルトニウム・濃縮ウラン及びその化合物	燃料棒	貯蔵箱に1個	濃縮ウランで各 1,000 g	—
場所	天然ウラン・劣化ウラン貯蔵箱	No. 1 ～ No. 15	天然ウラン・劣化ウラン及びその化合物	固体		各 10,000 g	ウラン又はトリウム貯蔵制限量
		No. 16	トリウム及びその化合物	固体		1,000 g	

核物質防護の観点からマスキングを施しています。

(H19.3)

(3)-31

燃料研究棟 本体施設 作業要領

平成 29 年 3 月 27 日

No.33	<p style="text-align: center;">フードの安全作業</p>	平成 19 年 8 月 20 日
		制 定
		作成担当者
<p>1. 必要人員： 核燃料物質を使用する場合は 2 人以上</p> <p>2. 区域放射線管理チームの立会い： 放射線作業の内容に応じて協議</p> <p>3. 服装： ワンピース、布帽子、布手袋、ゴム手袋及び半面マスクを着用する。</p> <p>4. 必要器材等： 革手袋、ゴム手袋、腕カバー、綿手等</p> <p>5. 作業手順</p> <p style="padding-left: 20px;">放射線安全手引に定められている以下の注意事項</p> <p style="padding-left: 40px;">第 6 章放射線作業に関する注意事項</p> <p>に加え、フードの安全作業のため以下の事項を遵守すること。</p> <p>(1) フード作業</p> <p>①作業員は、半面マスクを着用する。また、綿手袋の上にゴム手袋を二重に着用し、内側のゴム手袋の袖口をテープによりシールする。必要に応じて、三重目のゴム手袋と腕カバーを着用する。</p> <p>②作業前にフードの吸引状態が正常であることを確認する。(面速計は用いなくても良い)</p> <p>③以下のような危険の恐れがある作業の場合は、工具の使用や装置の操作に係わらず必ず革手袋を着用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鋭利な刃を有する工具を扱う作業 ・ 突起物を扱う作業 ・ 重量物の取扱い作業 ・ 摩擦力の発生が想定される作業 ・ その他擦刺の恐れがある作業 <p>④カッターを使用する場合は、柄付きのものを使用し、刃の飛び出しや角部でゴム手袋が損傷しないように、十分な固定養生を施すこと。</p> <p>⑤フード内の工具等の鋭利な突起物は先端を丸めるかテープで巻くなどの処置を施し、ゴム手袋の損傷を防止する。</p> <p>⑥フード内へは必要以上に腕を差し入れない。</p> <p>⑦フードから手を抜き出すときは、腕カバー及び一番外側のゴム手袋を脱着し、手、腕及び作業衣の汚染検査を入念に行う。</p> <p>⑧適直、フード内の取り扱った試料、工具、機器類を整理整頓する。</p>		

- ⑨物品をフードへ搬入する場合は、スライド式ガラス窓面のフード内直近で補助者が作業者に手渡す。その際、補助者は作業者の手に触れないように注意する。搬入後は、補助者の手の汚染検査を行う。
- ⑩薬品の管理、硝酸等の取扱は慎重に行う。
- ⑪ガス、危険物、水の使用にあたっては、燃料研究棟使用手引第Ⅱ編本体施設第1章1.3ガス、危険物、水の使用上の注意事項に準ずる。

グローブボックス及びフードにおける核燃料物質取扱方法の概要

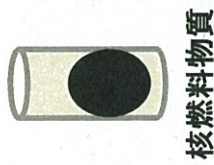
□ 使用変更許可申請書で明示されている範囲

グローブボックス(GB)36台

2. 使用の目的及び方法

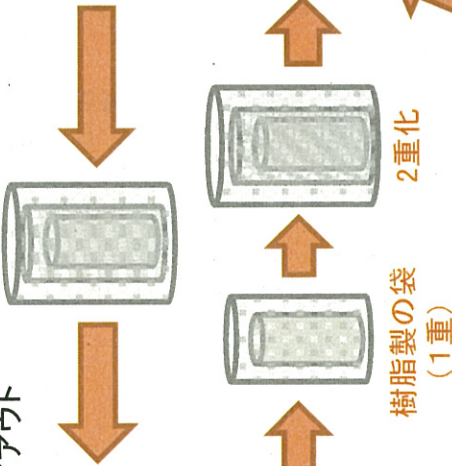
【記述】

- ・核種、化学形・物理形等
- ・第2-1表 各GBの使用目的
- ・第2-2表 各GBでの最大取扱量



核燃料物質
収納容器

バッグイン/アウト



フード(H-1)

2. 使用の目的及び方法

【記述】

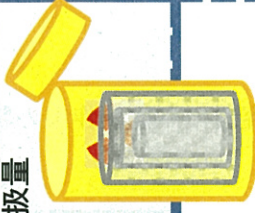
- ・本文に特に記載はなし
- ・第2-1表 フードの使用目的、使用の概要

フード 使用目的

使用の概要

- H-1 汚染検査
- 化学試薬等の調製
- 1) 貯蔵容器点検等の作業を行う。
- 2) 化学試薬の調製等を行う。

- ・第2-2表 フード(H-1)の非密封の最大取扱量



7-3 使用施設の設定

【記述】

- ・フードの材質、性能

① バックポートの内蓋

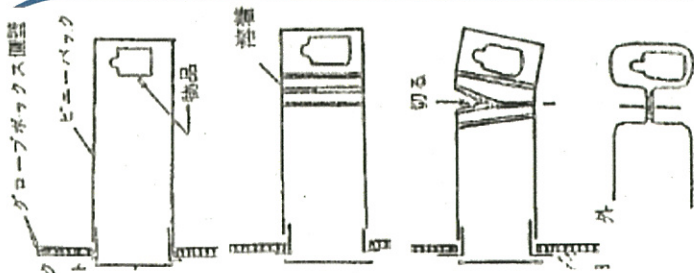
を開け、ビニルバックを損傷させないように搬出物をビニルバックに納め、グローブボックス外に引き出し内蓋閉め

② 搬出物をビニル

バックの先端まで移動し、ビニル溶着装置でビニルバックを3か所溶着

③ 中央の溶着部を注

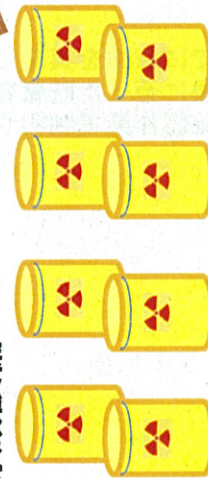
意しながらハサミで切離



グローブボックス物品搬出
(バッグアウト)の手順

燃料研究棟本体施設安全作業要領No2 から

貯蔵設備



8. 貯蔵施設的位置、構造及び設備

8-3 貯蔵施設の設定

【記述】

- ・貯蔵棚・貯蔵箱・貯蔵容器等の個数、仕様等
- ・第8-1表 貯蔵設備の使用方式
- ・第20図a,b 貯蔵容器の構造図※

- ・第20図a,b 貯蔵容器の収納状態(容器をビニルで包み、貯蔵容器に収納した状態図

108号室フード-燃料
貯蔵場所間の移動

作業

- GBの使用前後における作業
- ・GB使用前における樹脂製の袋の貯蔵容器からの取り出し
- ・GB使用後ににおける樹脂製の袋の貯蔵容器への収納
- 核燃料物質の不適切な管理に関する作業
- ・貯蔵設備から移動した貯蔵容器を開け、内部の空きスペースを確認 (今回事故が起こった作業)
- ・空きスペースが確認できた場合、核燃料物質の入れ替え(整理・集番)を実施し、貯蔵容器内のスペースの効率化を図る計画 (4月にも別容器で実施)

許可に詳細な作業内容は記載していない。しかし、許可の内容どおり使用することで、核燃料物質を汚染が拡大しないようにGBから搬出して貯蔵容器に収納するなどの作業は、必須・自明の行為 (GB設備を有する施設では一般的な作業)

プルトニウム・濃縮ウラン貯蔵容器の点検等作業の状況

点検等作業 実施済貯蔵容器 (H29年2月～6月)	本事象に至った貯蔵容器 (H29年6月6日)	点検等作業 未実施貯蔵容器	
内容物： 「M化合物/スクラップ」 以外	内容物： 「M化合物/スクラップ」	内容物： 「M化合物/スクラップ」 以外	内容物： 「M化合物/スクラップ」 以外
30個 (異常なし)	1個	20個	29個
合計 80個 (全保有貯蔵容器)			

「M化合物(化学形)/スクラップ(物理形)」：UとPu等の化合物を含む実験済みのスクラップ試料

注：6月9日に機構から、これまでに点検を実施し異常がなかった貯蔵容器の個数を31個と報告してきたが、これは点検中の本事象に至った貯蔵容器も誤ってカウントしていたものであり、正しくは30個であることがその後の確認作業で判明した。

退院後の作業員聞き取り概要

作業員 5 人を 3 班に分け、所長、副所長をヘッドに、約 1 時間聞き取りを行った。主作業員が、運搬された貯蔵容器を開け、内部の状況を点検する作業を実施した。5 人の役割は以下のとおり。

【役割】

作業員 A（補助作業員）：作業員 E の左後にて作業のサポート及び貯蔵容器の運搬を実施

作業員 B*（補助作業員）：作業員 E の右横にてスミヤ測定及び貯蔵容器の運搬を実施

作業員 C*（記録者）：作業員 E の右横にて貯蔵容器内容物の写真撮影及びスケッチを貯蔵容器ごとに実施

作業員 D（補助作業員）：作業員 E の右横にて作業のサポート及び貯蔵容器の運搬を実施

作業員 E（主作業員）：貯蔵容器を開け、内部を点検する作業を実施

【聞き取り内容】

作業員 E が、貯蔵容器のボルト 6 か所をゆっくり対角線上に 4 本を外した後、残り 2 本のボルトを緩めた際に貯蔵容器内圧が抜ける音が「シュ」としたため、蓋と貯蔵容器本体のすき間について全周スミヤをとり、汚染なしを確認した。中からエアが抜けるのは室温が比較的高い場合に経験があり、全周のスミヤで汚染がないことを確認できたため、作業員 E は引き続き作業を進めることを判断した。

作業員 E が片手で蓋を持ちながら、残り 2 本のボルトを外したと同時に樹脂製の袋が破裂した。蓋はその後、フード内に置いた。

破裂の際、作業員 E は腹部に風圧を感じるとともに、ほかの作業員全員が破裂音を聞いた。貯蔵容器からモヤモヤとした内部からの漏えいが認められた。マスク越しではあるが作業員 E は異臭はないことを確認した。また、作業員 E がゴム手袋越しではあるが、貯蔵容器に触れたところ、温度上昇はなかった。

作業員 E は、貯蔵容器内の状況を注意しながら、進展などの兆候がないことを 1 時間以上にわたり確認するとともに、汚染している外側ゴム手袋を新しい物に交換した。その後、貯蔵容器の蓋をのせて、フードの扉を閉めるほうが良いと考え、それぞれ行った。

破裂直後、重大な事象であることを判断し、作業員全員、プルトニウムによる汚染を室内に留めることが最重要と考え、108 号室の入り口扉を内側から施錠するとともに、同室の非常口外側の目張りをするよう要請した。

室外との連絡は、室内に設置された電話を通じて作業員 D が継続的に行った。

各人とも汚染確認を行い、フード近傍にいる者が高い値である傾向を全員で確認し

た。入り口扉や非常口への汚染拡大防止を図るため、各人とも基本的に事故時の位置にとどまるとともに、汗を介した身体汚染を防ぐため、立ったまま静止していた。

作業の状況記録のために、デジタルカメラを室内に持ち込んでいたため、事故後の貯蔵容器内の写真など記録し、グリーンハウス内に置いてきた。

作業前の半面マスクやゴム手袋などの装備の点検、装着状態を確認するのは当然の手順として全員行っている。作業中はもとより、汚染が発生したことが明らかになったことから、内部被ばく防止の観点から、待機中においても、全員、途中で半面マスクを外すことはなかった。

退室の際、グリーンハウス内の汚染を抑制するため、5人の汚染の状況を踏まえて、低い汚染の者から順番に室外に出ることを作業員Eが提案し、皆もそれが適当であると同意した。

作業員Eは、重大なことを起こしてしまったことに対して、責任を感じるとともに、多くの方に迷惑をかけることを申し訳なく思った。

待機している間は、不安よりも室外で多くの人がグリーンハウスの設置など頑張っていることがわかっており、5人全員、冷静であった。

＊) 6月13日のプレスリリースにおいて、作業員Bと作業員Cの役割の記述が逆になっておりました。本添付資料において訂正しております。

以上

現場から回収したデジタルカメラ画像について

平成 29 年 2 月から貯蔵容器の点検等作業を開始し、今回の事象が発生するまでに 30 個の点検等作業を実施し、汚染等の異常はなかった。作業状況記録のために室内に持込んだデジタルカメラに貯蔵容器の点検等作業結果が記録されており、回収データを確認した結果、6 月 6 日に撮影した全画像は 5 枚であった。

6 月 6 日は貯蔵容器の点検等作業を実施しており、樹脂製の袋が破裂した貯蔵容器 No. 1010 は 5 本目に該当し、撮影時間は作業員からの聞き取り内容に合致することを確認した。

<回収までの時系列>

6 月 14 日 (水)

14 : 01 現場に入域

14 : 37 SD カードを管理区域から搬出

14 : 46 SD カードを現地対策本部へ搬送

14 : 50 SD カードが現地対策本部に到着

15 : 25 SD カード内の画像チェック開始

15 : 29 画像確認終了

SD カード抜き取りから画像確認までの工程は原子力保安検査官立ち合いの下実施
グリーンハウス内のデジタルカメラは除染未実施のため、SD カードを抜き取り

<回収データ>

SD カードには 2011 年 5 月 2 日～2017 年 6 月 6 日までの撮影画像が保存

なお、6 月 6 日に撮影した全画像は 5 枚

<画像の詳細 (5 枚) >

写真 1 (作業前 TBM ボード) 撮影時刻 8 : 54 (本作業とは無関係の作業)

写真 2 (貯蔵容器 No. 1007) 撮影時刻 10 : 59

写真 3 (貯蔵容器 No. 1007) 撮影時刻 11 : 00

写真 4 (貯蔵容器 No. 1008) 撮影時刻 11 : 13

写真 5 (貯蔵容器 No. 1010) 撮影時刻 12 : 55 (事象発生後の貯蔵容器)

撮影時刻はデジタルカメラの設定時刻による (6 月 19 日に設定時刻が 10 分進んでいることを確認済。
したがって写真 1～写真 5 の実際の撮影時刻は、上に記載した時刻から 10 分前の時間となる。)

<添付資料>

写真 1～5

以上

写真1

TBM-KY ボード		
本日(6月6日)の作業	件名	日常点検等
機械室の点検		作業者(作業リーダーは○印)・作業場所・作業分組 4件 施設 1件 施設 特設施設 準備する資機材 ヘルメット、安全靴
確認事項【作業内容】、【作業方法】、【工程(時間)】、【危険対策(名称)】		
危険予知のポイント	対策	
点検通路にはみ出てるバルブ、ダクトに頭をぶつける。	・頭上に注意し点検を行う。	
確認事項【一般安全チェックリストによる確認は、取り急ぎはあるか、急ぎすぎでないか、保護具は適切か、作業環境、手順の変化はないか】	ワンポイント	頭上注意 35!
火気の使用: 有 ☑ 可燃性溶剤使用: 有 ☑ 監視者: 有 ☑ 危険物取扱・火気使用制限場所: 有 ☑ 高圧作業: 有 () 第一号用における火気及び可燃性溶剤の使用禁止(場所別、安全主任者の事前確認)		

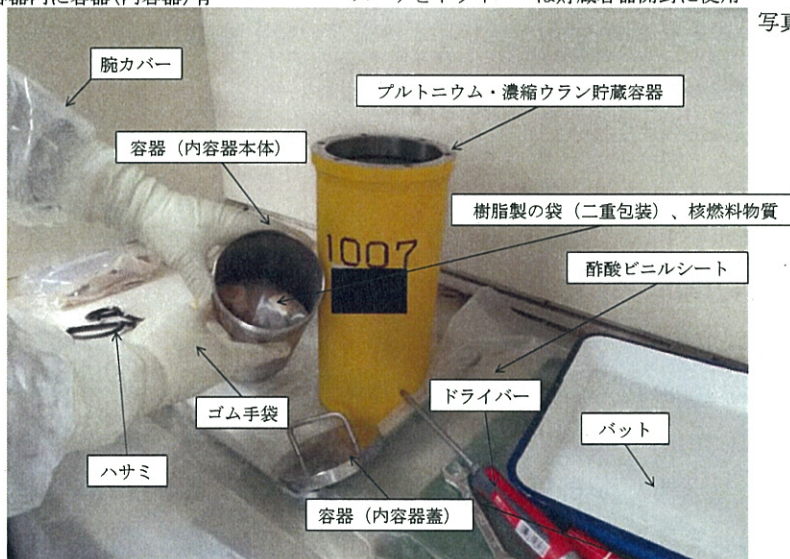
機械室（コールド環境）で実施していたTBMボード

当該放射線作業とは無関係の作業

貯蔵容器内に容器(内容器)有

スパナとドライバーは貯蔵容器開封に使用

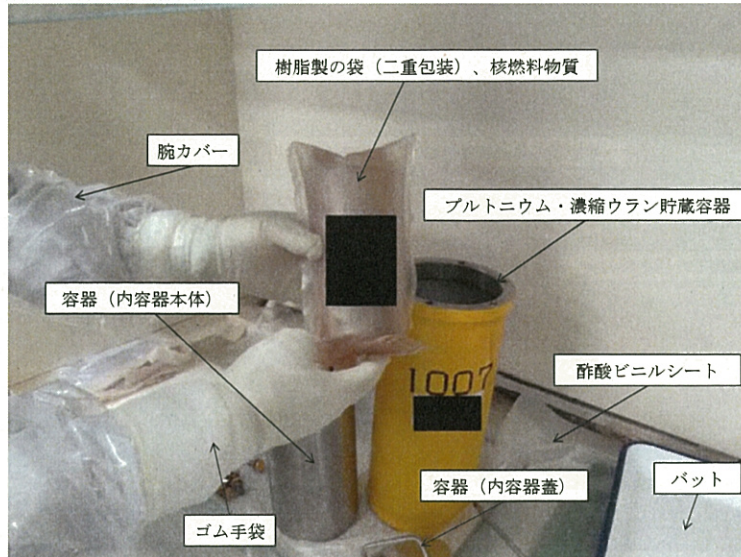
写真2



バットとハサミは、当該作業に使用していない。スパナ
バットを使用しない代わりに、フード内床面を酢酸ビニルシートで養生している。

貯蔵容器内に容器(内容器)有

写真 3

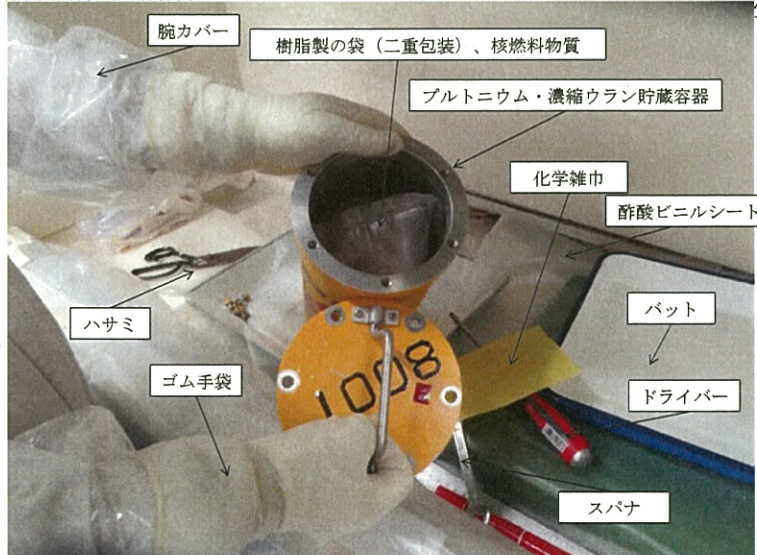


バットは、当該作業に使用していない。
バットを使用しない代わりに、フード内床面を酢酸ビニルシートで養生している。

貯蔵容器内に容器(内容器)無

スパナとドライバーは貯蔵容器開封に使用

写真 4



バットとハサミは、当該作業に使用していない。樹脂製の袋を折りたたんで貯蔵容器に収納した。
バットを使用しない代わりに、フード内床面を酢酸ビニルシートで養生している。

貯蔵容器内に容器(内容器)無

写真 5



バットとハサミは、当該作業に使用していない。
バットを使用しない代わりに、フード内床面を酢酸ビニルシートで養生している。

鼻腔内汚染検査に用いた測定器及び測定結果について

1. 採取及び測定

綿棒により作業員の左右の鼻孔をスミヤし、鼻腔内汚染検査用試料（以下「鼻孔スミヤ試料」という。）を採取した。2つの鼻孔スミヤ試料をまとめ（図 4. 2. 3-1）、 α β シンチレーション測定装置で α 放射能及び β 放射能を測定した。

2. 測定器及び測定結果

測定器 : α β シンチレーション測定装置 (ES-7284) (図 4. 2. 3-2)

検出器 : ZnS (Ag) 塗布プラスチックシンチレーション検出器

測定時間 : 1分間

検出下限 : α ; 0.57 Bq 、 β ; 1.7 Bq

作業員	α 放射能 (Bq)	β 放射能 (Bq)
A	不検出	不検出
B	不検出	不検出
C	13	不検出
D	3	不検出
E	24	不検出

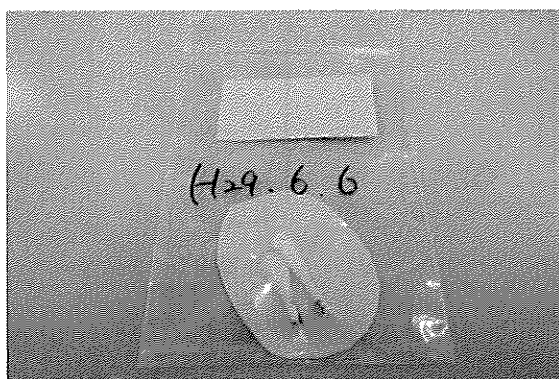


図 4. 2. 3-1 鼻孔スミヤ試料

(汚染防止のためにポリエチレン袋に入れた状態。

測定時には試料を取り出す。)

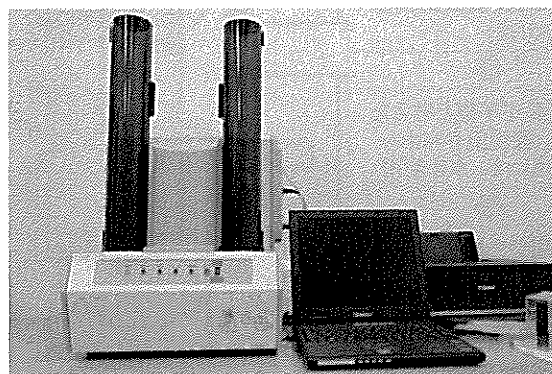
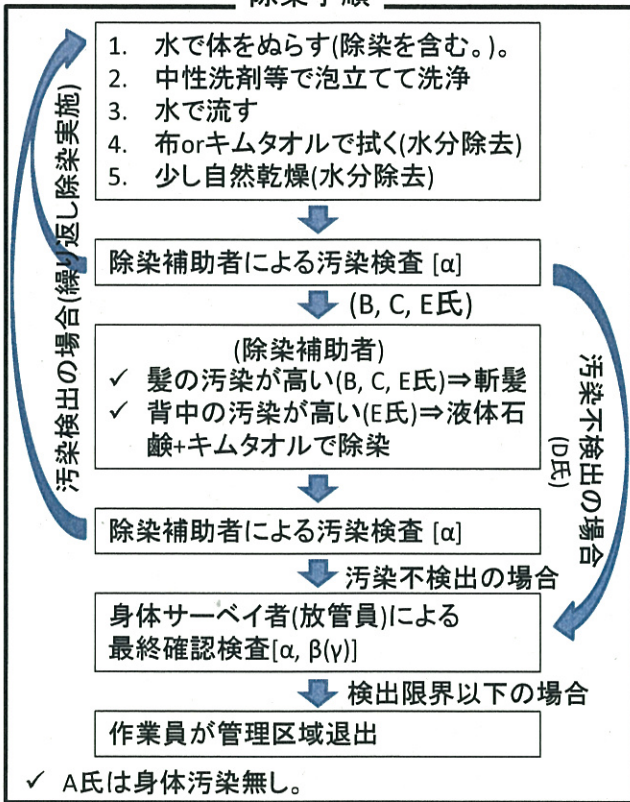


図 4. 2. 3-2 α β シンチレーション測定装置

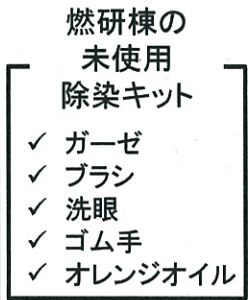
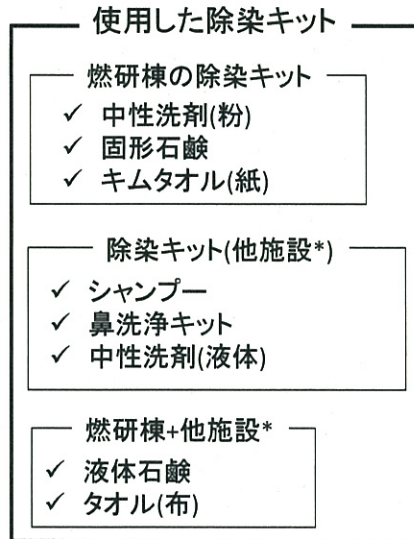
(ES-7284)

以上

除染手順



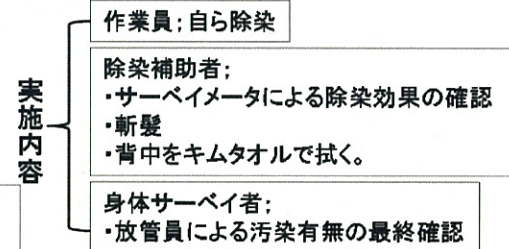
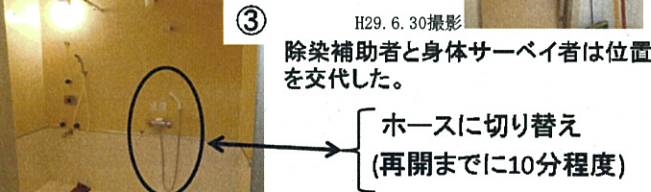
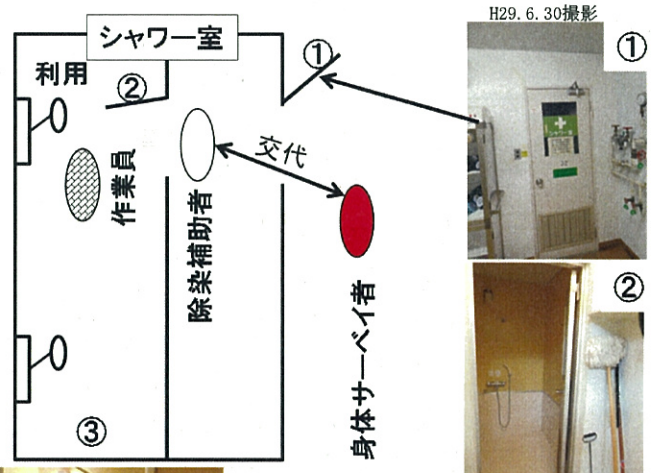
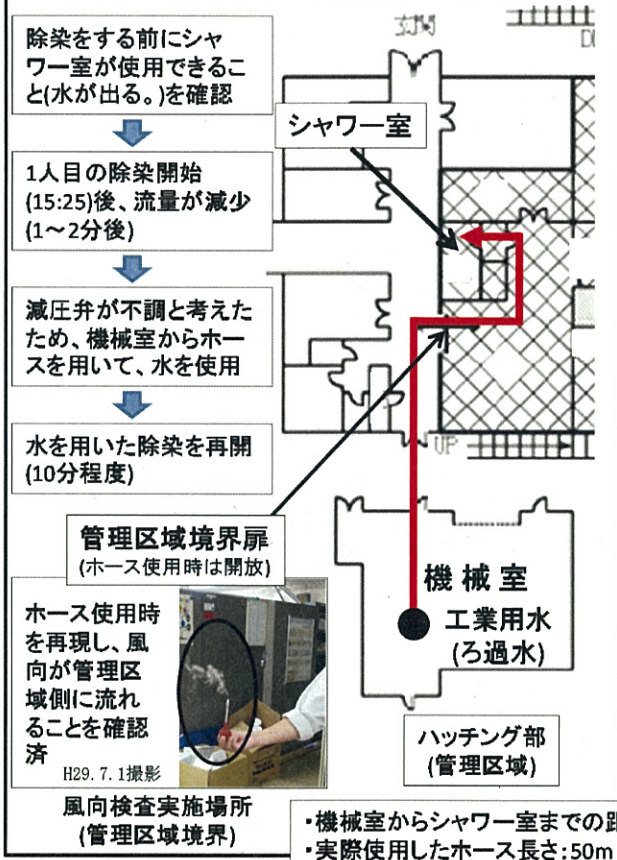
● 除染は作業員自ら実施



*) 除染が必要と判断したことから、除染作業前に他施設(MMF, FMF, AGF)から除染キットは集めておいた。

除染キットの各施設からの搬出時間
(AGF:14:30, FMF: 14:41, MMF: 14:45)
⇒1人目の汚染検査開始(14:44~)

シャワー室でのホース利用について



燃料研究棟における汚染に伴う環境モニタリング結果

平成 29 年 6 月 6 日に発生した燃料研究棟における汚染に伴う環境モニタリング（大気塵埃中放射能濃度測定）の結果は、平成 29 年 6 月 5 日～同年 9 月 4 日において異常はなかった（表 5.1-1 参照）。また、6 月採取分の大気塵埃について化学分析を行い、有意な濃度の $^{239,240}\text{Pu}$ （注 1）は検出されなかったことを確認した（表 5.1-2 参照）。試料採取場所を図 5.1-1 に示す。

今後も、モニタリングポスト（P-2）内ダストモニタにおいて、試料採取と放射能分析を継続する。

表 5.1-1 モニタリングポスト（P-2）内ダストモニタフィルタ放射能分析結果

試料採取場所	試料採取期間	^{241}Am 放射能濃度 ^{注 2)} (測定終了日時)	全 α 放射能濃度 ^{注 3)} (測定終了日時)
燃料研究棟西	6/6 14:57-6/6 17:10	$< 1.8 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$ (6/7 8:18)	$< 2.3 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$ (6/13 11:17)
燃料研究棟北	6/6 18:00-6/6 20:07	$< 3.0 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$ (6/7 21:56)	$< 2.4 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$ (6/13 12:08)
モニタリングポ スト(P-2)内 ダストモニタ	6/5 9:00-6/12 9:00	$< 1.9 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (6/13 7:42)	$< 2.5 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (6/16 12:13)
	6/12 9:00-6/19 9:00	$< 1.2 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (6/21 6:53)	$< 2.5 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (6/23 11:36)
	6/19 9:00-6/26 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (6/27 14:35)	$< 2.4 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (6/30 10:06)
	6/26 9:00-7/3 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (7/4 13:46)	$< 2.4 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (7/7 10:09)
	7/3 9:00-7/10 9:00	$< 1.4 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (7/11 14:25)	$< 2.5 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (7/14 13:50)
	7/10 9:00-7/17 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (7/19 16:07)	$< 2.8 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (7/21 11:10)
	7/17 9:00-7/24 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (7/26 11:28)	$< 2.5 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (7/28 10:10)
	7/24 9:00-7/31 9:00	$< 1.4 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (8/3 7:25)	$< 2.7 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (8/4 10:08)
	7/31 9:00-8/7 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (8/13 6:20)	$< 2.7 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (8/9 15:34)
	8/7 9:00-8/14 9:00	$< 1.5 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (8/18 14:01)	$< 3.0 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (8/18 17:26)
	8/14 9:00-8/21 9:00	$< 1.4 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (8/22 15:08)	$< 3.0 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (8/24 11:10)
	8/21 9:00-8/28 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (8/29 13:51)	$< 2.4 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (9/1 11:06)
	8/28 9:00-9/4 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (9/7 11:39)	$< 2.6 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (9/8 18:30)
9/4 9:00-9/11 9:00	$< 1.3 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (9/12 15:57)	$< 2.3 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (9/15 12:17)	
9/11 9:00-9/19 9:00	$< 1.2 \times 10^{-10} \text{ Bq/cm}^3$ (9/20 15:13)	$< 2.5 \times 10^{-11} \text{ Bq/cm}^3$ (9/22 10:59)	

表 5.1-2 モニタリングポスト（P-2）内ダストモニタフィルタ化学分析結果

分析試料	試料採取期間	$^{239,240}\text{Pu}$ 濃度 ^{注 1)}
モニタリングポスト(P-2)内 ダストモニタ装着フィルタ	6/1 10:33-7/3 9:00	$< 2 \times 10^{-13} \text{ Bq/cm}^3$

注 1) ^{239}Pu と ^{240}Pu の合計濃度を示す。 $^{239,240}\text{Pu}$ 濃度の測定は、「放射能測定法シリーズ 12 プルトニウム分析法」の分析目標レベル ($2 \times 10^{-4} \text{ mBq/m}^3$) を担保するように、分析試料を化学処理した後に α 線測定装置により実施した。環境モニタリングレベルの通常の放射能測定では ^{239}Pu と ^{240}Pu の弁別はできない。

注 2) ^{241}Am 放射能濃度の測定は、法令に基づく排気中濃度限度 ($3.0 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$) を担保する検出限界値が得られる計測時間で、Ge 半導体検出器を用いた γ 線核種分析により実施した。

注 3) 全 α 放射能の測定は、天然放射性核種の減衰を待ち、法令に基づく排気中濃度限度 (^{241}Am 及び ^{239}Pu について $3.0 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$) を担保する検出限界値が得られる計測時間で、低バックグラウンド α/β 線自動測定装置により実施した。

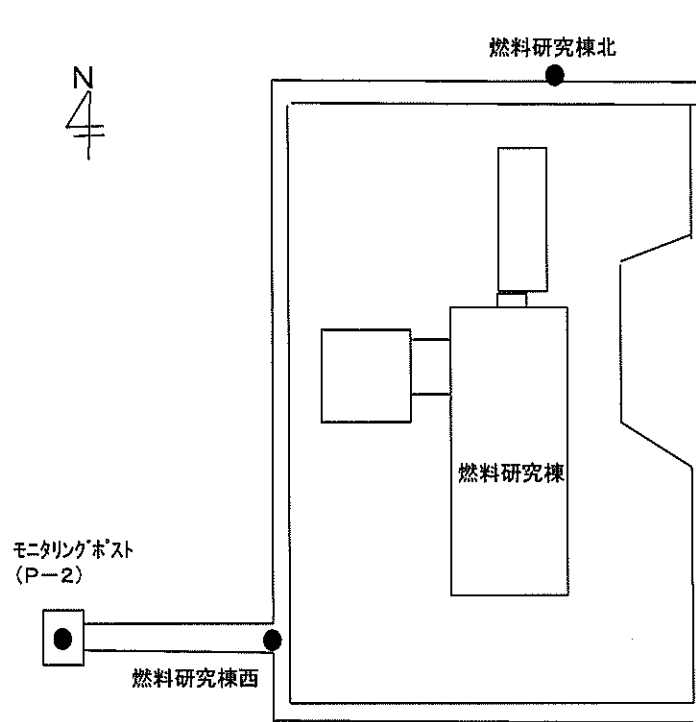


図 5.1-1 試料採取場所

燃料研究棟における排気系統の運転について

燃料研究棟 108 号室の排気系統としては、図 4.2.13 に示すように排気第 1 系統（グローブボックス内排気系統）、排気第 2 系統（フード内排気系統）、排気第 3 系統（管理区域内排気系統）が設置されている。

グローブボックス内排気系統は、グローブボックスに装着した高性能フィルタ 1 段によりろ過し、グローブボックス用排気ダクトを経て、さらに排風機室に設備されたプレフィルタ 1 段及び高性能フィルタ 2 段によりろ過した後、排気筒出口から環境に放出する。また、フード内排気系統はフードに装着した高性能フィルタ 1 段によりろ過し、フード用排気ダクトを経て、さらに排風機室に設備されたプレフィルタ 1 段及び高性能フィルタ 2 段によりろ過した後、排気筒出口から環境に放出する。管理区域内排気は管理区域用排気ダクトを経て、排風機室に設備されたプレフィルタ 1 段及び高性能フィルタ 2 段によつてろ過した後、排気筒出口から環境に放出する。いずれの排気系統にも高性能フィルタ（捕集効率：99.97%以上（ $0.15\mu\text{m}$ 粒子））を複数段設置しており、各排気系統は同等のろ過性能を有している。

6 月 6 日の当該事故発生前後のフィルタ差圧に変動はなく、現在、日常点検により監視を強化しているが、排気ダストモニタでは有意な放出は確認されておらず排気系統が正常に機能している。

また、商用電源停電時には、非常用電源設備が自動的に起動し、排風機等の保安上重要設備に給電され安全性は確保される（6 月 16 日 16 時 35 分頃に発生した落雷による停電時においても正常に運転され、Pu ダストモニタ No. 2 (108 号室) の指示値も通常の変動範囲内であった。）。

なお、排気第 2 系統、排気第 3 系統を停止する場合、108 号室のみを停止することはできないため、施設全体を排気第 1 系統（グローブボックス内排気系統）のみで運転することになるが、この場合、108 号室を含む全工程室の負圧が外部に対して極めて浅くなることが懸念される。

フード内の核燃料物質のグローブボックスへの移動、飛散した核燃料物質の回収、108 号室内の除染作業時において汚染の拡大を防止しつつ進めるには排気系統の安定した運転による負圧、気流の維持が必須であり、排気系統の運転を継続している。

燃料研究棟における作業員の特殊作業衣等の汚染について

1. 概要

9月8日、燃料研究棟101号室（調製室）において、グローブボックス（123-D）内の整理作業としてバッグアウト作業を実施していた。グローブボックス内の使用済み樹脂製の袋を廃棄物（廃棄物の仕掛品。以下「梱包物」という。）として払い出すため、樹脂製の袋内に入れた。梱包物を先端まで押し込んだとき、樹脂製の袋の先端が開いていたため、梱包物が床に落ちた。この事象により作業員3名の特殊作業衣及び装備から最大で2500 cpmの汚染が確認された。本事象による環境への影響はない。また、室内の汚染状況は、スポット的な汚染であり、汚染拡大の可能性がないことから、法令報告には該当しないと判断した。

その後、101号室の復旧のための応急措置を実施した上で不適合管理を行い、原因を特定し対策を立案した。

2. 作業状況

(1) 作業計画

当該グローブボックスでは、6月6日に発生した燃料研究棟における汚染事故の原因究明として貯蔵容器の観察及び収納物の分析作業を実施してきた。101号室の汚染発生時は、本分析作業の一環として使用済み樹脂製の袋を梱包、搬出するための整理作業を以下の作業計画及び作業体制で実施した。

作業計画：貯蔵容器内収納物及び前面飛散物の分析作業（非正常作業計画）

期間：H29年8月17日～9月15日

作業体制：合計4名；主作業員F（職員）、作業員G（年間役務）、作業員H（職員）、放管員（職員）

装備：全面マスク、特殊作業衣（カバーオール）、ゴム手袋（2重）、靴カバー（2重）

(2) 発生状況

9月8日、燃料研究棟101号室（調製室）において、グローブボックス（123-D）内の整理作業として以下の作業を実施した。

- ・TBM-KYを実施し、管理区域へ入域し、作業準備をした。
- ・作業員Gは、作業準備として101号室内のテーブルから予備の樹脂製の袋をグローブボックス近傍の作業台上へ準備した。
- ・作業員Hは、作業台上の樹脂製の袋の外観点検を行い、グローブ作業により、使用済み樹脂製の袋の梱包作業を開始した。
- ・主作業員Fは、作業員Gへ二重梱包を考えて、樹脂製の袋をもう1本準備するよう指示した。
- ・作業員Gは、112号室の樹脂製の袋の置き場から筒状に丸められた樹脂製の袋をとり、Oリングなどの樹脂製の袋の交換用備品と一緒に主作業員Fへ渡した。
- ・作業員Gは、グローブ作業によりグローブボックス内の使用済み樹脂製の袋の梱包作業を実施した。
- ・主作業員F及び作業員Gは、樹脂製の袋の交換作業を実施した。112号室内から準備した樹脂製の袋を用いた。

- ・放管員は、作業終了後、周辺の汚染確認を実施した。
- ・主作業員F及び作業員Gは、バッグアウト作業を開始した。作業員Gは、グローブ作業により樹脂製の袋に梱包物を入れ、主作業員Fは、樹脂製の袋越しに梱包物を受け取った。梱包物を樹脂製の袋の先端部まで移動させたところ樹脂製の袋の先端が開いており（溶着されておらず）、梱包物は養生した作業台の下の床に落ちた。その際、梱包物は主作業員Fの左足首付近に接触した。
- ・主作業員Fは、作業員Hに連絡・通報を依頼するとともに、汚染拡大防止を考えて梱包物を拾い、樹脂製の袋内へ戻した。
- ・作業員Hは、管理者への通報後、溶着機を準備し、主作業員Fと共に樹脂製の袋の端部の溶着を実施した（図6.2.2-1の上の写真参照）。

(3) 汚染処置

汚染発生後、別の作業員4名が101号室に入域し、作業員の身体サーベイを実施した。身体サーベイの結果、作業員2名から、腹部、足首など特殊作業衣に汚染が検出され、他の1名から全面マスクの一部に汚染が検出された。汚染が検出された箇所は粘着テープで固定した。各作業員は、本事象発生後に養生した廊下を通過して、108号室の復旧作業のために設置していたグリーンハウス内へ移動した。グリーンハウス内で特殊作業衣等を脱装し、全身サーベイを実施し、身体汚染がないことを確認して管理区域から退出した。また、鼻腔内汚染検査を実施し、作業員全員に汚染がないことを確認した。

3. 室内汚染状況と現場復旧のための措置

作業員が退出後、101号室の出入口の廊下側にグリーンハウスを設置し、当日の応急措置として以下に示す作業を実施した。

- ・当該梱包物及び樹脂製の袋は、作業台上の養生シートで包んだ。
- ・室内の汚染状況を把握するために、汚染発生箇所周辺のダイレクトサーベイを実施した結果、8か所で0.36～30 Bq/cm²のスポット状の汚染(図6.2.2-2参照)を確認し、粘着テープで固定した。

上記の状況を踏まえた上で、非正常作業計画書を作成し、施設管理統括者の承認に加え、所長及び担当理事の確認を経て、9月11日から13日までに以下に示す手順でその後の応急措置を実施した（図6.2.2-1の下の写真参照）。

- ①作業員の聞き取りから溶着機に汚染の可能性が考えられたため、溶着機の汚染検査を行った。圧着部で汚染が検出されたが、拭き取りにより除染した。
- ②樹脂製の袋及び梱包物の汚染状況を確認し、養生シートでの梱包をより確実に実施した後、樹脂製の袋に収納し、落下防止のために粘着テープにより作業台へ固定した。
- ③汚染発生箇所周辺の床面について再度汚染検査を行った結果、汚染は検出されなかった。
- ④作業員の聞き取りから汚染の可能性のあるグローブ（1双）の交換作業を実施し、グローブポート周辺の汚染検査の結果、汚染がないことを確認した。
- ⑤樹脂製の袋及び梱包物をグローブボックスへ収納した後、樹脂製の袋の交換作業を実施した。
- ⑥9月8日に汚染発生箇所の周辺で検出され粘着テープで固定してあった8か所の床汚染について、拭き取りによる除染を終了した。

⑦101号室内の床全面について拭き取り、汚染検査の結果、汚染がないことを確認した。

⑧101号室出入口に設置したグリーンハウスの撤去及び梱包物の整理を実施した。

4. 汚染発生原因について

汚染発生の原因分析を実施し、以下の4つを抽出した。

① 樹脂製の袋の保管管理

樹脂製の袋は緩衝材に包まれ、防災シートで覆われた状態で112号室に保管されている。当該保管場所は、新品の置き場として使用していたが、燃料研究棟の作業員全員には周知されておらず、表示もなかった。この場所から準備した樹脂製の袋は、折りたたんだ新品の樹脂製の袋を包んだ緩衝材の上に置かれ、筒状に丸められていた。この樹脂製の袋の先端部が切り取られていた。作業員Gは、この先端部が切り取られていた樹脂製の袋を交換用として準備した。

② 樹脂製の袋の交換作業

樹脂製の袋の交換に関する作業要領には、使用前点検に関する記載はなかった。当該作業員F、Gは、樹脂製の袋は点検済みのものが支給されており点検の必要はないとして、使用前の点検を実施せずに樹脂製の袋を交換し、先端が開いたままの樹脂製の袋を装着した。

③ バッグアウト作業

- ・バッグアウトに関する作業要領には、樹脂製の袋に損傷がないことを確認する旨が記載されているが、樹脂製の袋の交換後の連続した作業であったため、樹脂製の袋の点検を省いた。
- ・梱包物を手で保持せずに樹脂製の袋内で移動したため、樹脂製の袋の開口部から落下させた。

④ 現場の作業監視

樹脂製の袋の交換作業及びバッグアウト作業は、作業責任者が主作業員として作業に従事したため、バッグアウト作業時の点検漏れなど作業手順の確認ができなかった。

5. 対策について

(1) 101号室汚染発生に係る是正処置

是正処置の計画を策定し、以下の対策を実施することとした。

① 樹脂製の袋の管理に係る改善

新品の樹脂製の袋の置き場を定め、表示をする。また、作業員への周知教育を実施する。

② 樹脂製の袋の交換に係る作業要領の改正

樹脂製の袋の交換作業の作業要領に、使用前点検として外観、ピンホールの有無を確認することを記載する。また、ホールドポイントとして管理し、作業員へ教育を実施する。

③ バッグアウトに係る作業要領の改正

- ・バッグアウト作業の点検として、具体的な点検項目（目視による溶着部の点検、傷の有無及び汚染検査）を記載する。また、ホールドポイントとして管理し、作業員へ教育する。
- ・バッグアウト作業要領に、バッグアウト物は樹脂製の袋を内側に折り返して掴み取ることを追加する。

④ 非定常作業における作業監視の強化

ホールドポイントが確実に実施され、作業手順書どおりに作業が進むことを確認するために、作業を監視する担当者を配置する。

なお、①～③までの改正した作業要領について教育を行うとともに、習熟訓練を行い確認した上で、実際の作業に従事する。

(2) 108号室の汚染検査・除染作業への反映

108号室の汚染検査・除染作業を再開するに当たって、101号室の汚染事象を受けて実施する対策の中から以下に示す対策を108号室の汚染検査・除染作業の非定常作業計画書に反映した上で、108号室の汚染検査・除染作業を再開する。

- ・ホールドポイントが確実に実施され、作業手順書どおりに作業が進むことを確認するために、従来は108号室内の作業担当者のみが108号室における除染等の作業を監視していたが、108号室内に監視TVカメラを設置することで108号室外の工事担当者も監視できる状態とし、複数人による監視強化を図る。
- ・樹脂製の袋を指定された保管場所から持ち出す際には、外観や溶着の状態について健全性を点検した上で使用することを作業計画書へ反映する。

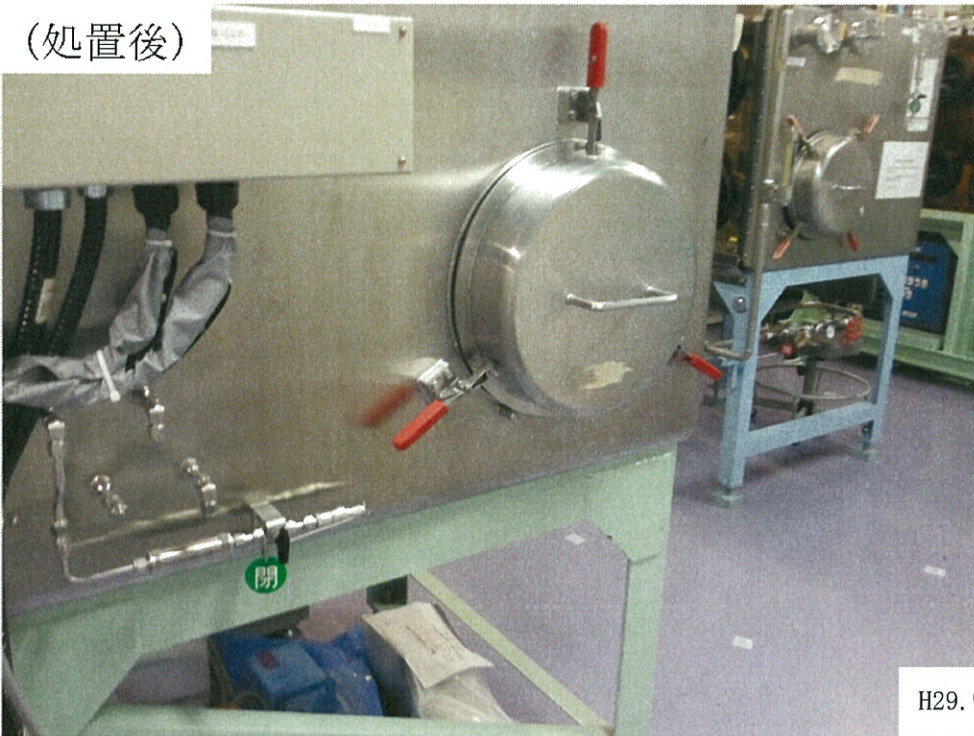
以上

(処置前)



H29. 9. 8 撮影

(処置後)



H29. 9. 13 撮影

図6.2.2-1 101号室 処置前後のグローブボックス (123-D)

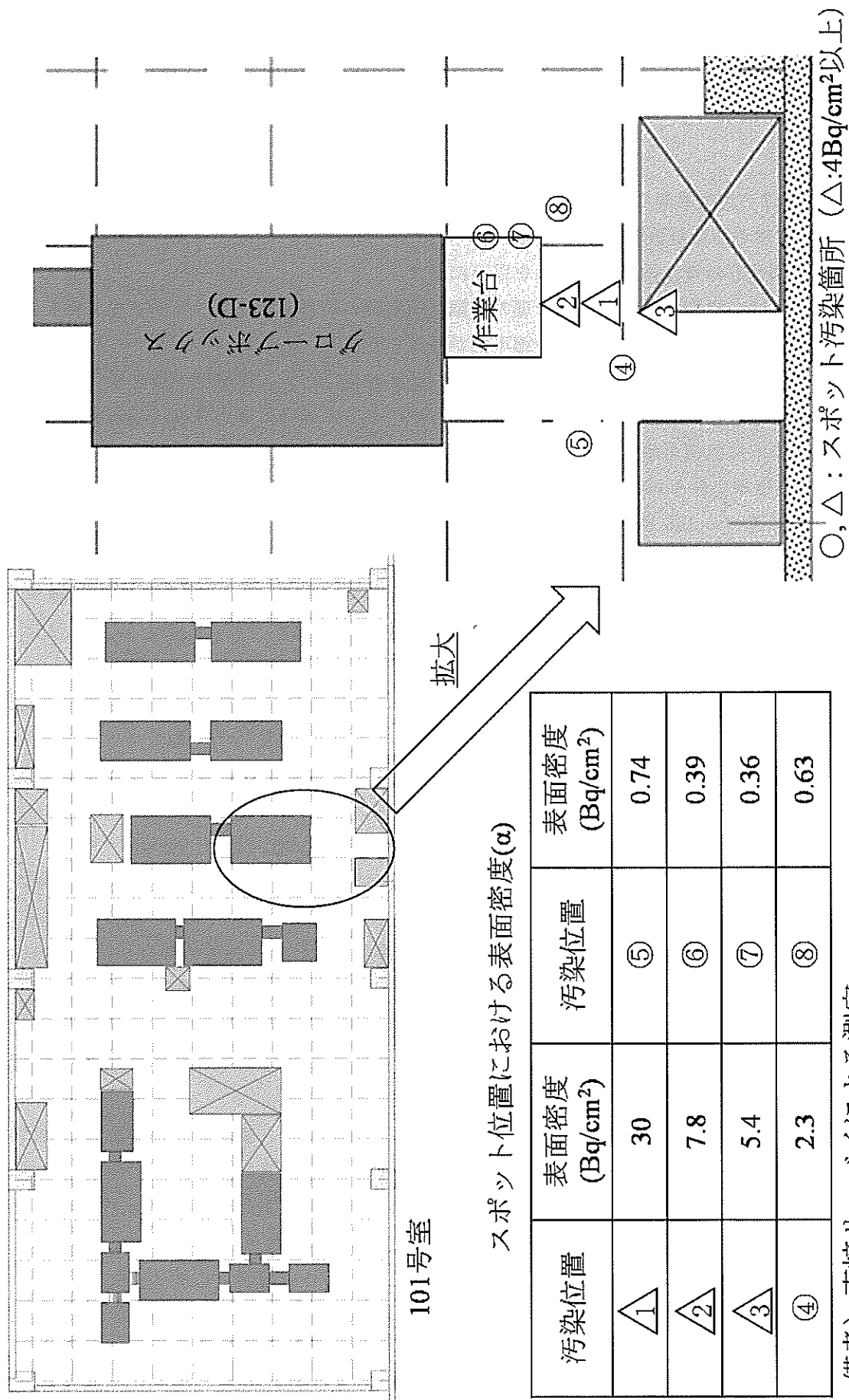


図6.2.2-2 101号室のスポット汚染位置と表面密度

108号室の汚染検査・除染作業に係る安全対策の強化について

燃料研究棟 108号室で進めてきた汚染検査・除染作業計画書について安全対策強化のための見直しを行った。

1. 101号室における汚染事象に係る原因と対策の反映

(1) 101号室における汚染事象の原因と対策

汚染事象の原因及び対策を検討した結果を以下に示す。

主な原因としては、樹脂製の袋の保管管理の不備、樹脂製の袋の交換及びバッグアウト作業に係る作業要領書の不備、現場の作業手順の確認不備が挙げられた。

その対策としては、樹脂製の袋の保管管理を強化（是正処置①）し、樹脂製の袋を用いる作業の要領を改正（是正処置②、③）する。また、ホールドポイントが確実に実施され、作業手順書どおりに作業が進むように監視を強化（是正処置④）する。

(2) 101号室汚染事象に係る対策の108号室における作業への反映

(1)に示す対策に基づく108号室における作業への反映点を以下に示す。

- ・ホールドポイントが確実に実施され、作業手順書どおりに作業が進むことを確認するために、従来は108号室内の作業担当者のみが108号室における除染等の作業を監視していたが、108号室内に監視TVカメラを設置することで108号室外の工事担当者も監視できる状態とし、複数人による監視強化を図る。
- ・樹脂製の袋を指定された保管場所から持ち出す際には、外観や溶着の状態について健全性を点検した上で使用することを作業計画書へ反映した。

2. 緊急点検に基づく改善事項の反映

当該作業計画書の緊急点検を行い、抽出された改善内容を反映した。

- ・計画どおりに作業が進まない場合は立ち止まる計画となっていることを確認した。併せて、作業を中断した後の対応について明確化を図った（緊急点検①③）。
- ・曖昧さを無くすために、108号室の燃料研究棟共通作業要領と本作業計画書の突合せ確認を行い、作業計画書で補足すべき変更点を抽出し、作業計画書に反映した（緊急点検①）。
- ・ホールドポイントを明確化するために所要の見直しを行った。一例として、従来作業計画書における作業手順の要領としていた確認事項を安全に関わるホールドポイントとして明確化した（緊急点検②）。
- ・思い込みを防ぐために、作業前の装備品等の確認を確実に実施する。装備品等の作業前点検については、これまでも作業計画書の下部のチェックシートに基づき実施していたが、作業装備の健全性、装着状況、健康状態の確認の手順等について作業計画書にも明記し、ホールドポイントの一環として確認が確実にされるように作業計画書を改訂した（緊急点検②）。
- ・作業責任者認定制度における保安立会者の資格を有するものが作業担当者に指名されていることを確認した。また、作業員については、作業実績に基づき力量を有することを確認した（緊急点検④）。

- ・汚染の拡大防止を図るために、汚染発生時における作業員の行動を明確化して作業計画書に反映するとともに、作業員が確実に行動できるよう基本動作に係る周知教育を実施した（緊急点検②）。

3. 108号室の作業における自発的な改善活動

(1) 作業員全員の意見交換による改善点の抽出

9月14日、108号室作業に従事する原子力機構の職員及び請負業者の全員で、101号室での汚染トラブルの状況と原因を共有するとともに、108号室の今後の作業を改善するための意見交換を実施した。ここで得られた以下に示す改善点に関する主な内容を作業計画書に反映した。

- ・108号室内の汚染レベルが下がり、 α サーベイメータが有意値を検出する機会が減少したことに伴い、 α サーベイメータの健全性確認を確実に実施するために、簡易線源を用いた動作確認を毎日の作業開始前に実施することとして作業計画書に反映した。
- ・天井付近に塗装された塩ビ配管があり、誤って安全帯のフックを掛けるおそれがあったため、108号室内作業開始時に塩ビ配管へ表示を行った。
- ・移動型ダストモニタの起動について、ホースを接続する前に誤って起動させないために、ダストモニタ本体の起動ボタン付近に、ホース接続有無に関する表示を行った。

(2) 継続的な改善活動

毎日の終礼時に当日作業の実施状況の確認とともに改善点の確認を行い、翌日のTBMに反映することで、PDCAを回していく。

4. 作業員、関係管理者の意識改善

(1) 教育

改善点を反映した作業計画書を用いて、作業員全員で読み合わせを行い、作業に際しての注意点を確認し合うとともに、安全に関する意識向上を図った。作業手順の遵守、ホールドポイントの確実な遂行、並びに、汚染拡大防止のための基本動作の再確認のため、作業員全員で意識の共有を図るための教育を実施した。

(2) 安全大会

作業再開に際しては、所長及び福島燃料材料試験部長から安全訓示を行い、作業員全員（請負会社員を含む。）で安全大会を開催し、安全意識の浸透を図った。

5. これまで講じてきた各種対策の確実な実施

(1) 作業に係る詳細 TBM-KY

本作業における作業前のTBM-KYは、朝、昼の2回、ホワイトボードにその日ごとの作業項目、メンバー配置を記載するとともに、注意点については具体的な図、マップ、現場を再現した3D図面、現場写真等を配布して全員で確認している。また、作業終了後も全員で終礼を行い、実施の状況と翌日作業への反映点を確認している。

(2) 健康維持管理

多重の装備を装着しているため、熱中症の対策として、熱中症計の設置及び監視、並びにクールベスト（保冷剤内蔵）の着用を実施している。また、作業員の健康状態は30分ごとに確認している。さらに、管理区域出口に冷えた飲み物を常設し、容易に水分補給できる環境を整備している。

外部被ばく線量（実効線量及び皮膚の等価線量）の評価について

本文 6.3 項「(1) 外部被ばくによる実効線量の評価」及び「(2) 体表面汚染による皮膚被ばく線量の評価」において記載した被ばく線量評価の詳細を以下に示す。

1. 外部被ばく線量の評価

(1) OSL（光刺激蛍光）線量計による測定

大洗研究開発センターでは放射線業務従事者の日常モニタリング用の基本線量計として OSL 線量計を使用している。この OSL 線量計では、4 個の OSL 素子の上に、それぞれ材質及び厚さの異なるフィルタ（フィルタなし、プラスチック、アルミニウム及び銅）を配置することにより γ 線と β 線の弁別及び入射放射線エネルギーの推定を行い、被ばく線量の評価に必要な精度を担保できるよう設計されており、外部からの放射線が線量計に一樣に入射することが正しい測定の前提条件となる。 γ 線のエネルギーの推定にはアルミニウム (Al) フィルタと銅 (Cu) フィルタに対する透過率の違いを利用しており、本被ばく事故における主要な外部被ばく源と考えられる Am-241 の γ 線 (59.5 keV) やそれより低いエネルギーにおいては、両フィルタ下の OSL 素子の読取値の比が約 1.5 以上となる。

作業員の着用していた OSL 線量計は、表面汚染が認められたためグリーンハウス内で保管され、平成 29 年 6 月 13 日に回収された。回収時に行われた表面汚染検査の結果、線量計ケース外側には最大で 1.0×10^3 Bq/cm² の汚染（後述の 2.2(2) 参照）が確認されたが、ケースに収納された線量計本体には汚染はなかった。

平成 29 年 6 月 15 日に OSL 線量計の測定を実施した結果、作業員 A、B、C 及び D の 1cm 線量当量は検出下限値 (0.1 mSv) 未満であった。しかし、作業員 E の OSL 線量計では、Al フィルタ下と Cu フィルタ下の OSL 素子の読取値の比が約 0.5 となっており、前述した、今回の被ばく状況で想定される約 1.5 以上という値とは大きく異なっていた。これは、表面に付着していた汚染からの放射線が長時間にわたって線量計に局所的に入射したためと考えられる。したがって作業員 E の OSL 線量計については、評価不能と判定した（表 6.3.1-1）。

また、OSL 線量計に同梱された中性子用の固体飛跡中性子線量計の測定も実施した結果、中性子による有意な被ばくは認められなかった。

(2) 電子式ポケット線量計 (EPD) による測定

平成 29 年 6 月 19 日付け報告で既報のとおり、作業員 5 名のうち 3 名が補助線量計として EPD を着用しており、その読取値は 2 μ Sv（作業員 B）、3 μ Sv（作業員 D）、60 μ Sv（作業員 E）であった（表 6.3.1-1）。

この EPD の読取値についても EPD 表面の汚染による寄与が含まれていると考えられるが、各作業員の退域時に読み取られた値であることから、回収までの約 7 日間汚染下にあった OSL 線量計に比べて読取値に対する汚染の寄与は小さいと考えられる。ただし、EPD は 40 keV 以下のエネルギーの光子に感度を持たないため、108 号室の光子エネルギースペクトル（波高分布）を測定した。

(3) 108号室の線量率及び光子エネルギーの測定

平成29年7月4日に108号室の光子エネルギースペクトル（波高分布）を測定した。その結果を図6.3.1-1に示す。この結果から108号室についてはAm-241からの γ 線（59.5 keV）が支配的であり、EPDの測定値が過小評価である可能性は低いことが確認された。

(4) 実効線量の評価

以上の結果から、5名の作業員の外部被ばくによる実効線量は、作業員A、B、C、DについてはOSL線量計、作業員EについてはEPDを基に評価を行い、全員記録レベル（0.1 mSv）未満であると評価した（表6.3.1-1）。

なお、平成29年6月7日に測定した108号室内の線量当量率は最大で2 μ Sv/hであったことから、同室内に8時間滞在したとして外部被ばくを評価しても最大で16 μ Svであり、上記の評価と矛盾しない。

表 6.3.1-1 OSL 線量計及びEPD による外部被ばく線量の測定・評価結果

作業員	A	B	C	D	E
測定値 (OSL 線量計)	<0.1mSv	<0.1mSv	<0.1mSv	<0.1mSv	評価不能 ^{*1}
測定値 (EPD)	着用なし	2 μ Sv	着用なし	3 μ Sv	60 μ Sv
実効線量評価結果	X ^{*2}	X ^{*2}	X ^{*2}	X ^{*2}	X ^{*2}

*1 線量計表面汚染の影響があり評価不能

*2 X;記録レベル（0.1mSv）未満

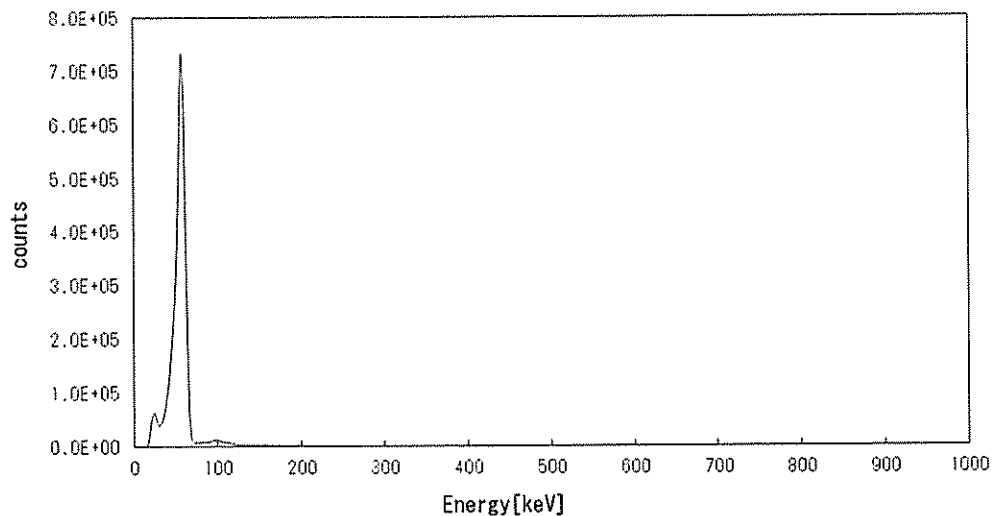


図 6.3.1-1 LaBr₃ スペクトロメータによる 108 号室内の光子エネルギースペクトル測定結果
（平成 29 年 7 月 4 日 約 3 時間測定）

2. 皮膚の等価線量の評価方法

2.1 計算方法

皮膚の等価線量の評価は、表面汚染の測定結果から以下の計算方法を用いて評価した。

(1) 表面汚染の測定結果に基づく表面密度の算出 (出典: JIS Z 4504:2008¹)

①直接法で単位面積当たりの放射能 A_s (Bq/cm²) を求める場合

$$A_s = \frac{n - n_B}{\varepsilon_i \times W \times \varepsilon_S} \dots\dots\dots (1)$$

- ここに、
- n : 総計数率 (cps)
 - n_B : バックグラウンド計数率 (cps)
 - ε_i : β 線又は α 線に対する機器効率
 - W : 放射線測定器の有効窓(入射窓)面積 (cm²)
 - ε_S : 放射性表面汚染の線源効率

②間接法で遊離性表面汚染の単位面積当たりの放射能 A_{sr} (Bq/cm²) を求める場合

$$A_{sr} = \frac{n - n_B}{\varepsilon_i \times F \times S \times \varepsilon_S} \dots\dots\dots (2)$$

- ここに、
- n : 全計数率 (cps)
 - n_B : バックグラウンド計数率 (cps)
 - ε_i : β 線又は α 線に対する機器効率
 - F : 拭き取り効率
 - S : 拭き取り面積 (cm²)
 - ε_S : 拭き取り試料の線源効率

(2) 核種別の放射能の算出

対象となる混合物中の各核種の重量から放射能を求める。

質量数 M 、半減期 $T_{1/2}$ (sec)の核種 M_N が W (g)ある場合、その核種の放射能 A_{N-M} (Bq)は

$$A_{N-M} = W \cdot \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot \frac{A_0}{M} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 A_0 : アボガドロ数 (6.02×10^{23})
となる。前項で求めた表面密度の値は、全ての α 線放出核種の放射能の密度であることから、この値から皮膚の線量を評価する場合は、核種組成 (放射能比) を用いて核種別の表面密度を算出する。

(3) 皮膚の等価線量の算出

表面汚染による皮膚の被ばく線量は、表面密度に単位時間当たりの線量換算係数

([mSv/h]/[kBq/cm²])及び被ばく時間を乗じて算出した核種ごとの被ばく線量を合計することにより評価する。今回の評価で対象とした核種の情報を表 6.3.1-2 に示す。

¹ JIS Z4504:2008 放射性表面汚染の測定方法— β 線放出核種 (最大エネルギー0.15MeV 以上) 及び α 線放出核種 から。

表 6.3.1-2 評価で対象とした核種の情報

核種	半減期 ² (year)	線量換算係数 ³ ([mSv/h]/[kBq/cm ²])	α線放出率 (%)
Pu-238	8.770E+01	3.70E-03	99.9
Pu-239	2.41E+04	1.43E-03	99.7
Pu-240	6.564E+03	3.70E-03	99.9
Pu-241	1.435E+01	0.00E+00	0.0023
Pu-242	3.75E+05	3.70E-03	100
Am-241	4.322E+02	1.95E-02	99.3

2.2 今回の評価

(1) 汚染の核種組成 (放射能比)

現時点では実際の表面汚染の同位体比等に係る情報は得られていないことから、これまでに調査された、破裂した容器に収納されたことが確認されている試料の情報 (本文 表 6.4.1 の 5 種類の同位体組成) を開封時 (平成 29 年 6 月) までの崩壊を考慮した放射能組成に換算し、皮膚被ばく線量が最大となる同位体比を評価し使用した。

(2) OSL 線量計ケースの表面密度

OSL 線量計ケースの表面 (身体に密着した背面部分を除く 5 面) を拭き取ったスミヤロ紙の測定結果は、バックグラウンド計数を減じた正味値で 27,756 cpm であった。

また、ケースの外形は 3.5 cm(W) × 7 cm(H) × 1 cm(L) であることから、拭き取った表面積は 45.5 cm² とした。この場合、表面密度 (Bq/cm²) は、式(2)から以下の値となる。

なお、機器効率及び線源効率、このときの測定に使用した α β シンチレーション測定装置 : JREC ES-7284A について、大洗研究開発センターの通常の放射線管理で使用している値を適用した。

$$A_{sr} = \frac{n - n_B}{\varepsilon_i \times F \times S \times \varepsilon_S} = \frac{27756 / 60}{0.416 \times 0.1 \times 45.5 \times 0.25} = 1.0 \times 10^3$$

(3) 量研 放医研で測定された身体汚染の表面密度

量研 放医研の受け入れ時のサーベイメータによる体表面汚染検査では、最大 140 cpm の汚染が身体の一部に検出されたと発表されている。この場合、表面密度 (Bq/cm²) は、式(1)から以下の値となる。

なお、機器効率及び線源効率は、量研 放医研が当該測定で使用した測定器 (α 汚染サーベイメータ : Aloka TCS-232) と同型の測定器について、大洗研究開発センターの通常の放射線管理で使用している換算係数 (Bq/cpm)、すなわち機器効率 × 線源効率に 60 を乗じた値の逆数を適用した。

² 日本アイソトープ協会、アイソトープ手帳 11 版 (2011) から。

³ D. Delacroix et. al.、"Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002"、Radiation Protection Dosimetry, Vol.98, No.1, 2002 から。ただし、ここでは Pu-240 に対する係数が 0、Pu-242 については記載なしのため、Pu-238 での値を代用し保守的評価となるようにした。

$$A_s = \frac{n - n_B}{\varepsilon_i \times W \times \varepsilon_S} = \frac{140}{71.5} \times 0.225 = 0.44$$

(4) OSL 線量計ケースの表面密度を用いた事故発生から管理区域退域までの線量

OSL 線量計ケースの表面密度の最大値 (1.0×10^3 Bq/cm²) と同じレベルの汚染が身体表面に直接付着したと仮定し、事故発生（平成 29 年 6 月 6 日 11 時 15 分）から 5 名全員の除染が完了し管理区域を退域した時刻（同日 18 時 55 分）までの 7.67 時間を最大の被ばく時間として皮膚の線量を評価した。その結果、各核種の合計で約 83 μSv となった。

(5) 量研 放医研の測定結果（公表値）を用いた管理区域退域から量研 放医研での除染完了までの線量

量研 放医研での受入時に検出された汚染 (0.44 Bq/cm²) が、管理区域退域時から残存していたと仮定し、燃料研究棟の管理区域退域時（平成 29 年 6 月 6 日 18 時 55 分）から本情報が公表されたプレス発表の開始時刻（平成 29 年 6 月 7 日 17 時）までの約 22 時間を最大の被ばく時間として皮膚の線量を評価した。その結果、各核種の合計で約 0.11 μSv となった。

肺モニタ測定値と体表面汚染との関係の評価

1. 確認・調査事項

量研 放医研に受け入れ後実施された体表面汚染の測定にて数箇所から最大 140 cpm の汚染が検出されていることから、核燃料サイクル工学研究所の肺モニタ（以下「肺モニタ」という。）の測定結果には皮膚に付着していた ^{239}Pu 等による影響があったと考えられるため、肺モニタで測定された値と体表面汚染との関係の評価する。

2. 肺モニタの仕様及び測定・評価方法

(1) 仕様

- ・肺モニタ本体：CANBERRA 製 BE5020（図 6.3.2-1）

検出器	Ge 半導体検出器 × 2 本
検出器サイズ	5000 mm ² × 20 mm (L)
測定エネルギー範囲	10 keV ~ 400 keV

※肺モニタ本体は鉄遮蔽室内に収容

- ・解析ソフト： CANBERRA 製ホールボディカウンタ・肺モニタ用ソフト Apex-InVivo™ Version 1.2
（本ソフトのバックグラウンドプロセスとして同社製ガンマ分析ソフト Genie™
2000 Version 1.3.1 が動作する。）

- ・鉄遮蔽室（図 6.3.2-2）

内寸	2.0 m(W) × 2.5 m(D) × 2.0 m(H)
総重量	52.3 t
遮蔽材	鉄 200 mm、鉛 3 mm、銅 0.5 mm、塩化ビニル 3 mm



図 6.3.2-1 肺モニタ



図 6.3.2-2 鉄遮蔽室

(2) 測定方法

被検者は検査衣のみを着用した状態でベッドに仰臥位となる。その後、肺モニタの検出器位置を調整し、30 分間測定する。

(3) 評価方法

肺モニタは ^{241}Am 及び ^{239}Pu を評価対象としている。これらの核種が放出する主な光子のエネルギーを表 6.3.2-1 に示す。

表 6.3.2-1 ^{241}Am 及び ^{239}Pu が放出する主な光子のエネルギーと放出割合

ライン	^{241}Am		^{239}Pu	
	エネルギー	放出割合	エネルギー	放出割合
$L_{\alpha 1}$	13.95 keV	0.119	13.62 keV	0.015
$L_{\beta 2}$	16.84 keV	0.026	16.43 keV	0.003
$L_{\beta 1}$	17.75 keV	0.116	17.22 keV*	0.017
$L_{\gamma 1}$	20.78 keV	0.028	20.17 keV	0.004
γ	26.35 keV	0.024	—	—
	59.54 keV*	0.360	—	—

* 肺モニタにて核種の同定及び定量に使用するエネルギーとして設定しているものを示す。

肺モニタは ^{239}Pu の核種同定及び定量に 17.22 keV の特性 X 線による光電ピークを使用しており、その全計数が肺中に均一分布した ^{239}Pu によるものとし、被検者の肺、胸郭及び胸部軟組織（以下「胸部組織」という。）による遮蔽を考慮して放射能を算出するよう校正されている。胸部組織による遮蔽の度合いは被検者により異なるため、被検者の身長・体重から胸部組織の厚みを経験式¹に基づいて算出し、補正を行う。

肺モニタは被検者の体表面に汚染がない状態で測定するのが理想であるが、胸部表面に汚染がある場合、胸部組織による遮蔽がないことから検出器の計数効率が肺中の汚染に比べ非常に高く、肺中の汚染よりかなり少ない放射能の表面汚染で同じ解析結果が算出されることになる。

^{241}Am は核種同定等に使用する 59.54 keV の γ 線のほかに 17.75 keV の特性 X 線を放出するが、 ^{239}Pu に起因する 17.22 keV のピークとは分離可能であり、 ^{241}Am の存在によって ^{239}Pu を過大評価することはない。一例として、作業員 E のスペクトル及び解析結果を図 6.3.2-3 及び図 6.3.2-4 に示す。

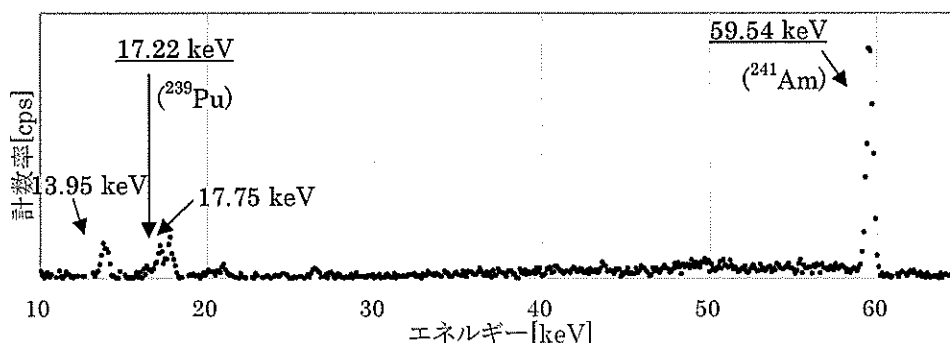


図 6.3.2-3 作業員 E の低エネルギー領域のスペクトル
 ピークと解析されたエネルギーを図中に記す。
 このうち下線は核種同定及び定量に使用するエネルギーである。

¹ F. A. Fry. *Health Physics*, Vol. 39, (1980). 89-92.

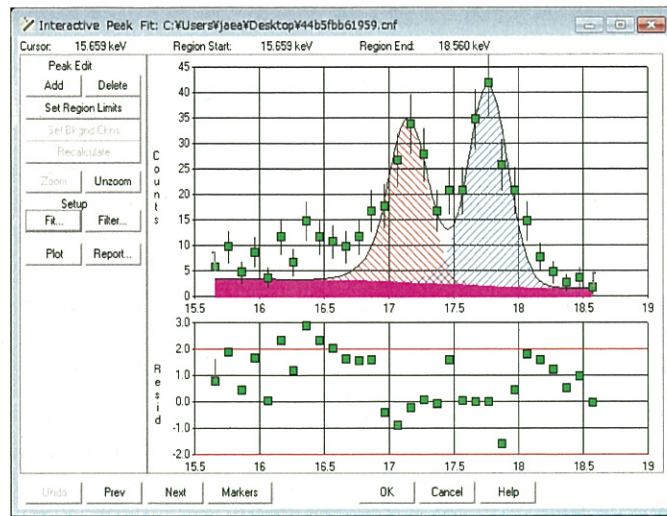


図 6.3.2-4 作業員 E のスペクトル解析結果

〔 解析ソフト Genie™ 2000 によるピークフィットの結果 (17.22 keV 付近の拡大)
17.22 keV (左) と 17.75 keV (右) は別のピークとして解析できている。 〕

3. 確認・調査方法

本調査では、まず、校正用の人体形状ファントム（線源なし）の胸部表面に ^{241}Am 線源（図 6.3.2-5）を設置して肺モニタにて測定し（図 6.3.2-6）、 ^{241}Am 線源の 59.54 keV の γ 線放出率²と測定にて得たスペクトルの 59.54 keV のピークの計数との比によって、体表面の線源からの 59.54 keV の γ 線に対する計数効率を求めた。この計数効率を用い、作業員 E の体表面汚染による 59.54 keV の計数から体表面汚染の ^{241}Am の放射能を算出した。ここで、体表面汚染による計数は、摂取量³から求めた測定時の肺中残留量に相当する計数を測定時の計数から差し引いた値とした。

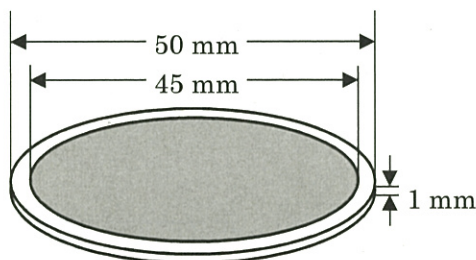


図 6.3.2-5 使用した ^{241}Am 線源の形状
(網掛け部分が放射性)



図 6.3.2-6 ^{241}Am 線源の測定風景

次に、 ^{241}Am 線源の 17.75 keV の特性 X 線放出率と測定にて得たスペクトル⁴（図 6.3.2-7）の 17.75 keV のピークの計数との比によって、体表面の線源からの 17.75 keV の特性 X 線に対する計数効率を求めた。この計数効率は、体表面の線源からの 17.22 keV の特性 X 線に対する計数効率と同様である

² 放出率の計算には、 ^{241}Am 及び ^{239}Pu から放出される特性 X 線放出割合として M. C. Lépy et al. *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A* 353 (1994) 10-15. の値を、 ^{241}Am の γ 線放出割合として IAEA. X-ray and gamma-ray standards for detector calibration, *IAEA-TECDOC-619* (1991). の値（表 6.3.2-1）を使用した。

³ 量研 放医研から入手した内部被ばく線量の評価結果に基づき推定される ^{241}Am 及び ^{239}Pu の摂取量

⁴ 核種の同定・定量は、左右の検出器のスペクトルを合成したデータを用いて行う。

とみなし、作業員 E の体表面汚染による 17.22 keV の計数から体表面汚染の ^{239}Pu の放射能を算出した。

なお、 ^{241}Am 線源の測定結果の解析は作業員 E の体格を反映させて実施したため、本調査にて求める肺モニタ解析結果と体表面汚染の関係は作業員 E にのみ適用できる。

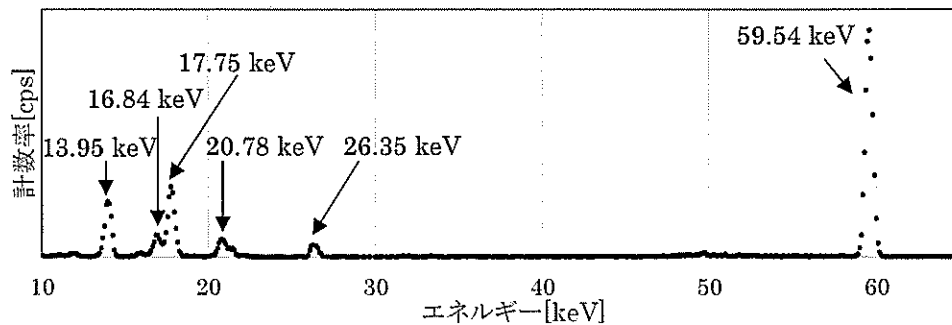


図 6.3.2-7 ファントム表面の ^{241}Am 線源のスペクトル
(ピークと解析されたエネルギーを図中に記す。)

4. 確認・調査結果及び考察

作業員 E の測定において計数した体表面汚染が全て検出器近傍に存在した場合、 ^{239}Pu の体表面汚染が約 45 Bq であれば、肺モニタ解析結果は 2.2×10^4 Bq となる。同様に、 ^{241}Am の体表面汚染が約 5 Bq であれば、肺モニタ解析結果は 2.2×10^2 Bq となる。

また、作業員 E 測定時の左右の検出器での計数率の比 (右 : 左) は 45 : 55 とほぼ等しいことから、汚染は片方の検出器に偏って検出されるような位置・形状ではなかったことが推測される。このことから、肺モニタの左右の検出器近傍に、 α 線サーベイメータの検出器の有効面積以下の面積の体表面汚染が 50 Bq の等分、すなわち左右各 25 Bq 存在すると仮定した場合、 α 線サーベイメータの計測値は約 100 cpm となる⁵。この結果から、検出器近傍の胸部表面に α 線サーベイメータの計測値にして 100 cpm 程度の汚染がある場合には、肺モニタにて ^{239}Pu と ^{241}Am がそれぞれ 2.2×10^4 Bq、 2.2×10^2 Bq と解析されることを確認した。この結果のイメージを図 6.3.2-8 に示す。

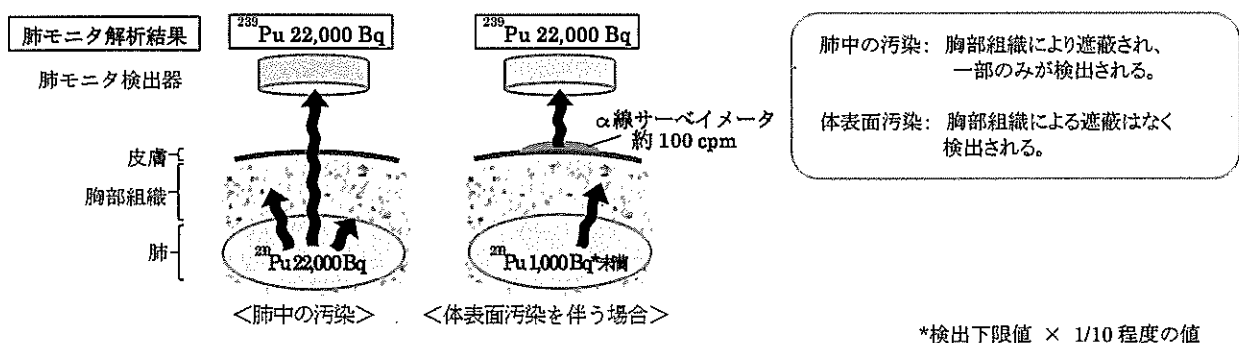


図 6.3.2-8 肺モニタ測定における肺中汚染と体表面汚染のイメージ

以上

⁵ α 線サーベイメータの換算係数は、添付 6.3.1 の 2.2 (3) に示した大洗研究開発センターにて通常の放射線管理で使用している 0.225 Bq/cpm であるとして計算した。また、有効窓面積は 71.5 cm^2 であるとした。

体表面汚染の原因について

1. はじめに

作業員は、身体除染を行いサーベイメータを用いた測定による確認を経て、管理区域から退域した（平成 29 年 6 月 6 日 18 時 55 分）。しかし、翌 6 月 7 日、量研 放医研において、作業員受入時の体表面の測定により、作業員 4 名について、頭部、頸部、体幹部、上肢等、上半身を中心に複数の部位で汚染が検出された。

この体表面汚染の可能性となる事象を抽出し、これらについて専門家からの情報収集、関係者からの聞き取り、体内動態に基づく評価等による分析を行い、汚染の原因を推定した。

2. 体表面汚染の可能性となる経路

体表面汚染が生じたタイミングと原因として、次のケースが考えられる。これらについて分析を進めた。

(1) 管理区域退域時に汚染が残っていた。

原因：皮膚に残留していた汚染が測定で検出できなかった。頭部に付着していた汚染が乾燥により剥離し、体表面に付着した。

(2) 管理区域退域時に体表面は除染されていたが、退域後に再汚染が発生した。

原因：鼻腔内に沈着した汚染が体外へ排出された。体内に摂取された放射性核種が汗等により体表面に移行した。

3. 専門家等からの情報収集

Pu の身体汚染や体内動態の研究に多くの経験を有する海外の専門家 4 名（米国 3 名、フランス 1 名）から、事故発生から量研 放医研における体表面検査に至る経過を説明した上で、汚染経路の可能性について見解を求めた。得られた意見のポイントとしては、管理区域退域前の除染により、汚染は完全に除去できずに残っており、かつ、退域時の測定条件により汚染が検出できなかった可能性が挙げられた。また、鼻腔や汗を介した Pu の体内からの排出は、可能性としては考えられるが、ヒトにおいてそれを裏付ける事例や研究報告は把握していないとの回答であった。さらに、マウス実験から、Pu が体毛へ移行することが確認されていることなど、原因分析で参考となる情報も提供された。

一方、文献では、動物実験で Pu が毛包、皮脂腺、汗に移行することが報告されている。毛包や皮脂腺など体表面近傍に移行した Pu は、体表面に付着した汚染にみなされる可能性が考えられる。

4. 抽出された経路の評価

2. で抽出した体表面汚染の可能性となる経路について、現場における除染や汚染検査の状況、専門家や文献調査から得た情報、関係者からの聞き取り、呼吸気道モデルや体内動態による検討等に基づき分析を行い、個々の経路について可能性を検討した。

(1) 管理区域退域時に汚染が残っていたケース

① 皮膚に汚染が残留していた可能性

量研 放医研が公表した作業員受入時の体表面測定の結果によると、除染により水の流れた方向に沿って汚染が分布している傾向が見られ、シャワーによる除染が汚染を拡大させた可能性が指摘されている¹。これより、最初に頭部を中心に付着した汚染が、水で流されて頸部、体幹部、上肢等に付着し、残留していた可能性がある。

一般的に身体に付着した汚染は、時間の経過とともに毛穴、皮膚のしわなどに入り込んで除染しにくくなるとされている²。このような状況では、飛程の短い α 線の検出は困難になる。今回の事故では、約3時間以上、汚染が皮膚に付着した状況にあったため、Pu等が検出しにくい状態になり皮膚に残留していた可能性が考えられる。

また、作業員からの聞き取り調査によれば、シャワー室での除染後、水分による α 線の吸収の影響を防ぐため、タオル等で水分を拭き取ってから測定が行われた。一方で、作業員は、体表面は完全に乾いた状態であったとは言えないとも述べている。そのため、体表面の毛穴等に残留していた湿分も、皮膚に付着した汚染からの α 線を吸収し、サーベイメータによる測定の検出感度を悪くしていた可能性がある。

② 汚染の髪や頭皮からの剥離、体表面への付着

今回の汚染事故では、特殊作業帽子、特殊作業衣に覆われていない頭髪等の頭部に汚染が付着し、3時間以上汚染した状態にあった。そのため、液体洗剤を用いた洗浄や一部の毛髪の切除により除染を行ったものの、(1)の皮膚の場合と同様に、除去しにくい状態になっていた可能性がある。頭部に残留した汚染は、毛髪や残留した水分により α 線の検出が困難になり、検知しにくいと考えられる。この残留した汚染が、管理区域退域後、頭部が次第に乾燥することにより剥離し、身体に移行した可能性がある。

この経路では、汚染は体表面以外にも広範囲広がるため、作業員が移動に用いた車両等にも汚染が検出されると考えられる。しかし、車両をサーベイした結果、汚染は検出されなかった。したがって、この経路による汚染は考えられるが、体表面汚染の主たるものであった可能性は低いと考えられる。

(2) 管理区域退域後に体表面汚染が発生したケース

① 鼻腔内に沈着した汚染の体外への排出

呼吸により吸入された放射性エアロゾルは、呼吸気道の各部位に沈着する。図 6.3.3-1 にヒトの呼吸気道を示す。鼻呼吸により吸入されたエアロゾルの一部は、鼻の先端部の前鼻道にあたる ET1 領域（胸郭外領域 1）に沈着する。事故発生現場の 108 号室で採取されたスミヤ試料の分析から、放射性エアロゾルの粒径分布（空気力学的放射能中央径）は、1 μm ～10 μm と評価されている。この粒径範囲のエアロゾルの場合、吸入した 30～40% が ET1 に沈着する（図 6.3.3-2）。このエアロゾルは、体内に吸収されるほか、鼻をかむ、拭う等により体外へ取り除かれる。体外への排出は、鼻水、くしゃみ等により更に加速される。これらの事象により、汚染が鼻腔から体外へ排出され、体表面に付着する可能性が考えられる。

¹ 富永隆子, ほか. 第5回日本放射線事故・災害医学会学術集会ポスター発表, P-6 (2017)

² 田代晋吾. 日本原子力学会誌, Vol. 13, pp.2-7 (1971); 高崎浩司, ほか. 保健物理, Vol. 38, pp.140-147 (2003).

しかし、作業員は除染時に鼻腔洗浄を行っていることから、ET1 領域に沈着したエアロゾルは、かなりの割合が除かれたと推定される。また、汚染が鼻腔から排出されたとしても、上半身に広範囲に付着するとは考えにくい。したがって、これが体表面汚染の経路であった可能性は低いと考えられる。

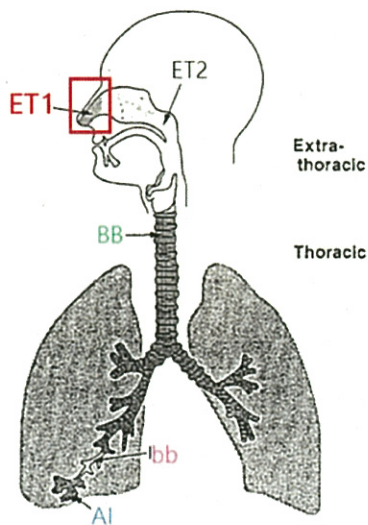


図 6.3.3-1 ヒトの呼吸気道モデル³。赤枠が前鼻道にあたる ET1 領域（胸郭外領域 1）。
ET2：胸郭外領域 2、BB：気管支領域、bb：細気管支領域、AI：肺胞・間質領域。

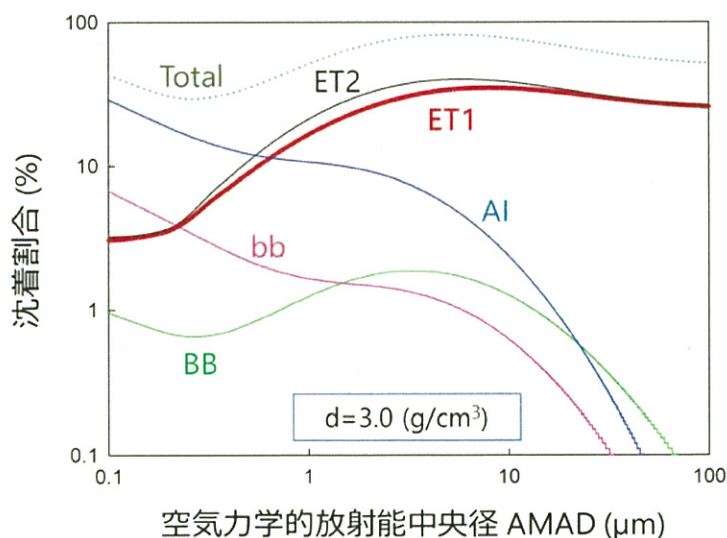


図 6.3.3-2 エアロゾルのサイズに対する領域ごとの沈着割合

³ ICRP. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. ICRP Publication 66. Ann. ICRP 24 (1-3) (1994).

② 汗による Pu 等の体表面への移行

Pb、H 等のいくつかの元素は、人体への摂取後、汗により体外へ排泄されることが確認されている。Pu については、動物実験から、毛包、体毛、皮脂腺、汗に移行することが観察されている。この経路による Pu の移行は、ヒトにおいては確認されていないが、毛包や皮脂腺、汗を経由し体表面近傍に移行した場合、体表面汚染のように測定される可能性がある。

これらの経路により Pu が体表面に移行したとすると、汚染は全身に分布し、特に発汗しやすい部位（腋窩部等）に相対的に高い汚染が見られるはずである。しかし、量研 放医研における汚染分布の測定結果に、その傾向は見られない。したがって、これらが体表面汚染の経路であった可能性は低いと考えられる。

5. 検討結果のまとめ

作業員の体表面汚染の原因について、考えられる経路を抽出した。それらについて、現場における除染や体表面汚染検査の状況、専門家や文献調査からの情報収集、関係者の聞き取り、呼吸気道モデルや体内動態による検討等に基づき分析を行い、個々の経路の可能性を検討した。その結果、管理区域退域時に皮膚に付着していた汚染が汚染検査で検出できなかった可能性が高いと考えられる。

計量管理帳簿による貯蔵容器内容物の調査結果概要

大洗研究開発センター燃料研究棟及び安全管理棟に保管されている計量管理帳簿を収集し、当該貯蔵容器内の核燃料物質の性状を調査した。調査に際しては、バッチ名の付与方法等、文献[1]に示す貯蔵当時の燃料研究棟の計量管理システムに関する報告書を参考とした。

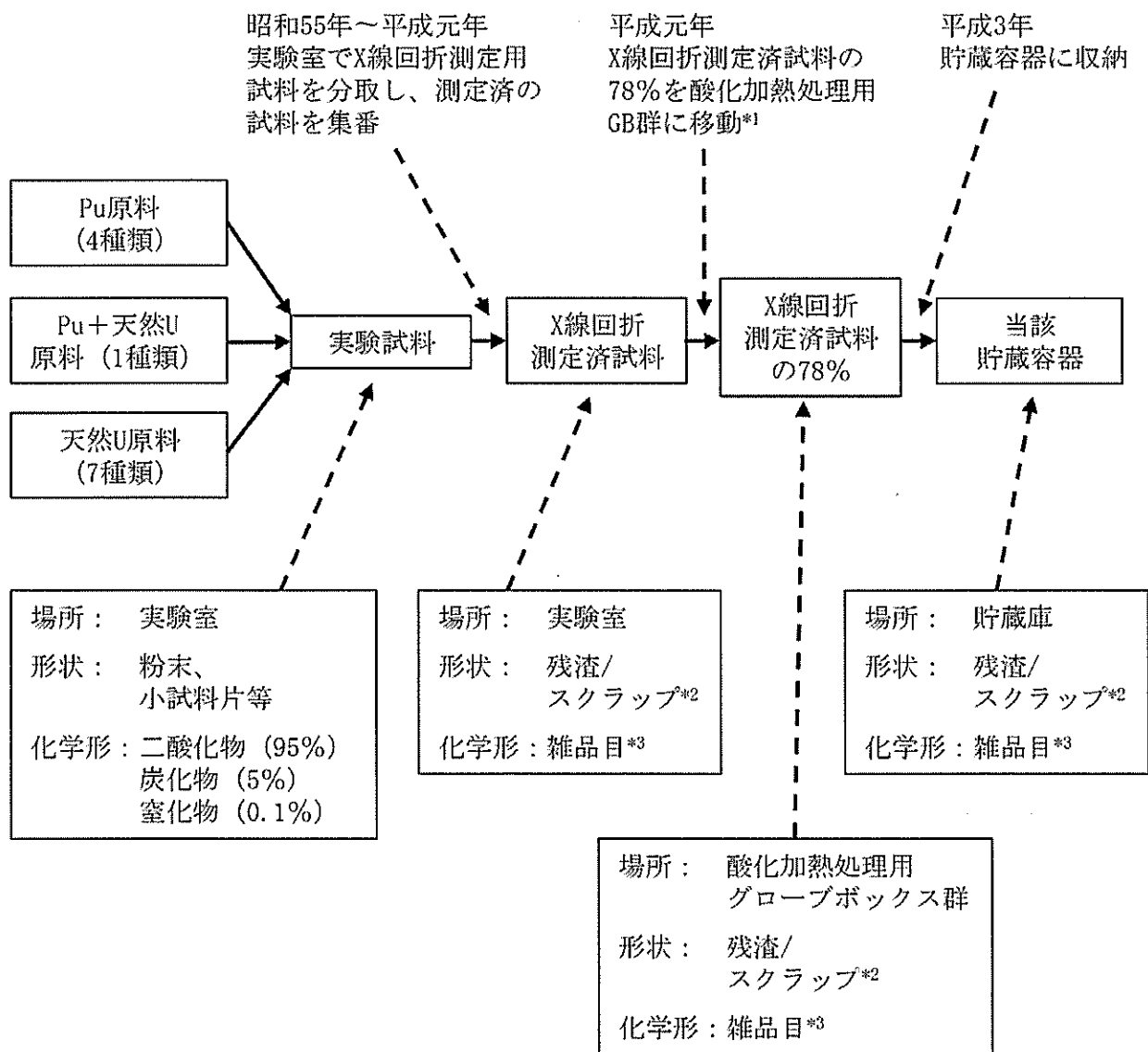
調査結果

当該貯蔵容器内の核燃料物質に関する移動履歴の概要を次項の図 6.4.1-1 に示す。主な移動履歴は以下のとおりである。

- ① 実験試料の原料として、他施設（旧原研東海、旧動燃東海）から貯蔵庫に核燃料物質を受け入れた。当該貯蔵容器内試料の移動元となった原料は、Pu が 4 種類、Pu と天然 U の混合物が 1 種類、天然 U が 7 種類である。Pu の同位体組成として、5 種類が混在していることになる。
- ② ①の原料を、燃料研究棟内の実験室に移動し、各種化合物の作製等の実験で使用した。
- ③ ②の実験試料から一部を分取して X 線回折測定した後、測定済の試料はグローブボックス（以下「GB」という。）内に集約して置かれていた。計量管理帳簿を基に集計した結果、移動元となった実験試料の化学形の内訳は、二酸化物約 95 %、炭化物約 5 %、窒化物約 0.1 % の割合であった（平成元年当時）。
- ④ 平成元年に、③の全ての X 線回折測定済試料のうちの約 78 % の量に相当する Pu と U を、実験済試料の酸化加熱処理用の GB 群に移動した。その後、酸化加熱処理を行なったかどうかについては、計量管理帳簿上は「残渣/スクラップ」で変化がないため、明らかでない。
- ⑤ 平成 3 年に、④の X 線回折測定済試料を、当該貯蔵容器に収納して貯蔵庫に貯蔵した。

したがって、当該貯蔵容器内の核燃料物質は、天然 U と Pu（同位体組成 5 種類混在）からなる X 線回折測定済試料であり、平成元年に酸化加熱処理用 GB 群に移動され、その 2 年後の平成 3 年 10 月に貯蔵された。

[1] 阿部、石川、栗原、福島、「燃料研究棟における核燃料物質の管理システム」、JAERI-memo02-284、1990 年 9 月。



- *1 移動元の内訳に関する正確な比率は不明。残りの22%は別のバッチに移動
- *2 生産の過程で生じた残渣及びスクラップで、リサイクル又は回収され得るもの
- *3 1つのバッチとしてまとめられた、いろいろな化学的形態の物質

図 6.4.1-1 当該貯蔵容器内の核燃料物質の移動履歴概要

燃料研究棟の月報、技術レポート、点検記録に基づく貯蔵容器内容物の調査結果概要

燃料研究棟に所蔵されている過去の月報、技術レポート、貯蔵容器の点検記録等の資料から、当該貯蔵容器に関連する情報を収集し、内容物の性状と貯蔵後の点検履歴に関して調査した。

調査結果

(1) 燃料研究棟月報

過去の燃料研究棟月報を調査した結果、実験済核燃料物質の酸化加熱処理は、昭和 55 年頃から実施され、特に平成 2 年から平成 3 年にかけて集中的に実施されていた。X 線回折測定済試料（樹脂固化物）については、昭和 60 年 9 月から 10 月にかけて U と Pu の混合炭化物約 100 個をホルダーから打ち抜いて酸化加熱処理し、混合酸化物にしたとの記載がある。月報には、その月ごとに処理した炭化物や窒化物の重量が記載されているが、具体的なバッチ名の記載はない。平成元年から貯蔵までの平成 3 年にかけて、当該貯蔵容器内の核燃料物質を酸化加熱処理していたことを直接確認できるデータは月報からは得られていない。

平成 3 年に当該貯蔵容器が貯蔵庫に保管された後、平成 8 年 5 月から 7 月に貯蔵庫に保管されている貯蔵容器の蓋を開けて内部の梱包状態の点検作業が実施され、必要に応じて再梱包が行われていた。平成 8 年 6 月の月報には、「核燃料貯蔵容器内に収納された内容物の梱包（ビニルバック、ポリ瓶等）状態の確認検査は、原料プルトニウム入り内容物 4 本及び非破壊計量用検量線作成試料入り内容物 13 本について、前月に引き続き行った。その結果、一部の梱包材に経年劣化による薄い変色が見られたので、今回検査した内容物 17 本の再梱包を行った。」との記載がある。また、7 月の月報には、「核燃料貯蔵容器内に収納された内容物の梱包（ビニルバック、ポリ瓶等）状態の確認検査は、実験済プルトニウム試料入り内容物 24 本について、前月に引き続き行い、貯蔵室内核燃料物質の確認検査を終了した。」との記載がある。しかし、月報には具体的なバッチ名あるいは貯蔵容器番号の記載はない。

(2) 技術レポート等

文献[1]の貯蔵当時の燃料研究棟の計量管理システムに関する報告書から、計量管理帳簿のバッチ名の付与方法及び記号の意味等が判明し、これを基にして添付 6.4.1 の調査結果を得た。

文献[2]及び[3]から、燃料研究棟では、X 線回折測定用試料の作製方法として核燃料物質の粉末をエポキシ樹脂系の接着剤（主剤と硬化剤の 2 液混合型）と混合し、アルミニウム製の試料ホルダーに固定する方法を用いていた（図 6.4.2-1 参照）。文献[2]には、試料 1 個当たり核燃料物質の粉末を約 0.2 g 使用するとされている。エポキシ樹脂の具体的な使用量は記載されていないが、同様の方法で作製した場合に 1 g 前後となる。

文献[3]、[4]及び[5]から、貯蔵容器に収納するに当たって、化学的に活性な炭化物と窒化物については、試料ホルダーからエポキシ樹脂固化物を取り外し、グローブボックス内の加熱炉を用いて酸化加熱処理が行われていた時期があったと推測される。この過程でエポキシ樹脂も分解し、炭酸ガスや水、タール等の気体として除去される。

文献[6]では、Pu 中に生成する Am-241 を分離・除去して Pu の精製を行っていた記述があるが、文献[7]では、精製作業時の外部被ばくが問題になることから精製を行うのをやめたとの記述がある。文献の発行年から、精製しなくなった時期は 1980 年（昭和 55 年）代半ばから後半と推測される。したがって、当該貯蔵容器内に収納されていた Pu は、Am-241 を分離・除去していたものと、していないものが混在し

ている可能性が高く、実際の Am-241 含有率は、Pu 入手時の同位体組成分析データから計算で得られる値よりも低いと考えられる。

(3) 貯蔵容器の点検記録

平成 3 年 10 月に当該貯蔵容器の貯蔵を開始した後、平成 8 年 5 月から 7 月（一部は平成 9 年 2 月）に燃料研究棟の空容器を除く貯蔵容器 64 個について点検が実施された。点検の結果、当該貯蔵容器の「貯蔵容器梱包更新の記録」（図 6.4.2-2 参照）には、当該貯蔵容器 No. 1010 に関する記述（平成 8 年 7 月 19 日付け）として、梱包材劣化状況欄には「ポリエチレン容器底部が変色、破損」、「内容器ビニルバックが膨張」と、更新後の欄には「異常なし」と記載されている。これに関する具体的な処置作業内容の記録は見つかっていないが、ポリ容器底部にひび割れ等が見られたものの、樹脂製の袋は破損していなかった状況が推測される。そのため、貯蔵容器内の収納物を一度グローブボックスに搬入し、核燃料物質を新しいポリ容器へ移し替え、再度バッグアウトして貯蔵容器へ収納したと考えられる。この平成 8 年 7 月の点検・詰替作業以降は、当該貯蔵容器の内部に関する点検記録類は見つかっていない。

文献

- [1] 阿部、石川、栗原、福島、「燃料研究棟における核燃料物質の管理システム」、JAERI-memo 02-284、1990 年 9 月。
- [2] 福島、「U-プルトニウム混合炭化物の X 線回折用試料の作成法」、JAERI-M8718、1980 年 3 月。
- [3] 「高速炉用ウラン・プルトニウム混合炭化物及び窒化物燃料の研究開発のあゆみ」、日本原子力研究所、1988 年 3 月。
- [4] T. Yahata, J. Abe, M. Kato and M. Kurihara, "Incineration Method for Plutonium Recovery from Alpha Contaminated Organic Compounds, " *J. Nucl. Sci. Chem.*, 22[8] (1985) p 669-677.
- [5] T. Yahata, "Incineration Method for Plutonium Recovery from Alpha Contaminated Organic Compounds, " *Inorganica Chimica Acta*, 140 (1987) p 279-282.
- [6] 荒井、岩井、前多他、「高出力照射試験用ウラン・プルトニウム混合炭化物燃料ピンの製作」、JAERI-M 86-094 (1986 年 7 月)。
- [7] 荒井、岩井、前多他、「JMTR 照射キャプセル (84F-10A, 84F-12A, 87F-2A) 用混合炭化物燃料ピンの製作」、JAERI-M 89-060 (1989 年 5 月)。

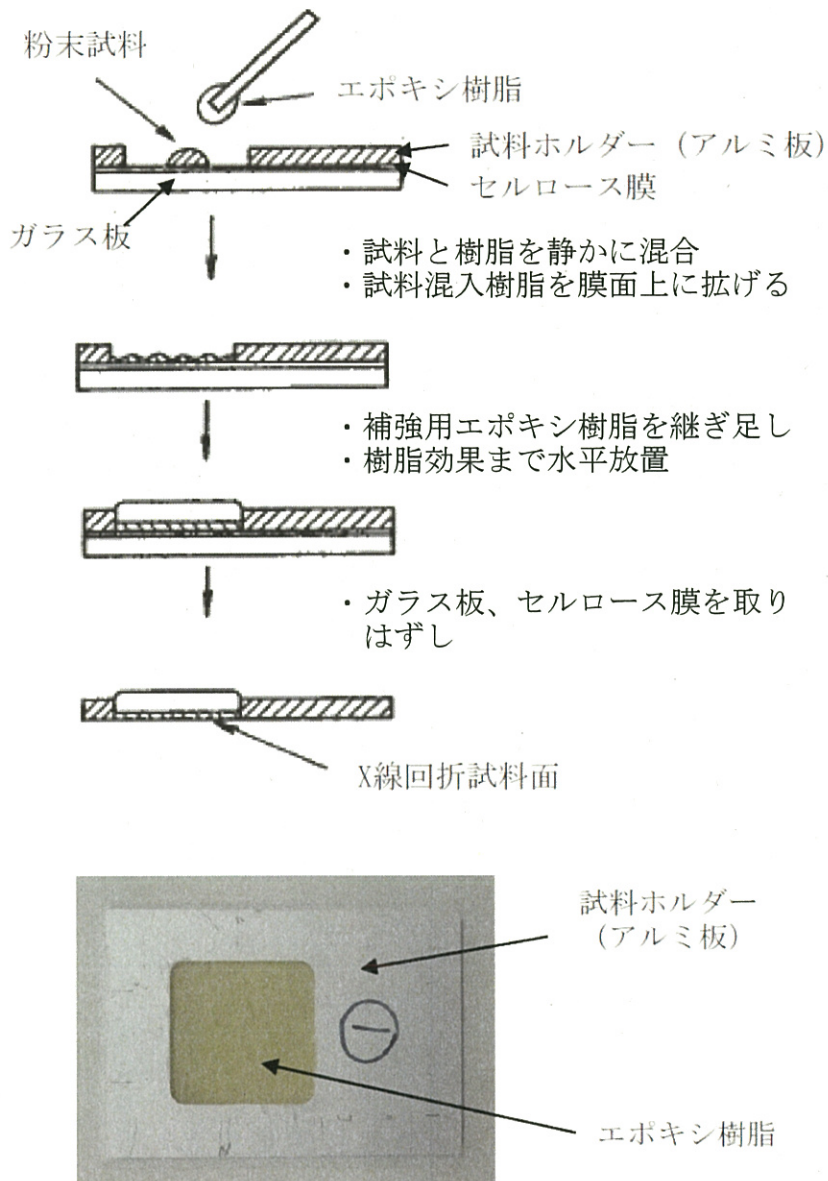


図 6. 4. 2-1 X線回折測定用試料の作製手順と外観例
(写真は樹脂のみ)

貯蔵容器梱包更新の記録

核燃料物質貯蔵容器No. 1010

平成 8年 7月19日

現 状		更 新 後	
バ ッ チ 番 号	W410	バ ッ チ 番 号	W410
化 学 形	M化合物	化 学 形	M化合物
物 理 形	スクラップ	物 理 形	スクラップ
総 重 量	■ g	総 重 量	■ g
Pu・ ²³⁵ U 重量	■ g	Pu・ ²³⁵ U 重量	■ g
核分裂性物質質量	■ g	核分裂性物質質量	■ g
NU・Th 重量	■ g	NU・Th 重量	■ g
国 籍	F、Q C、Q、U (U)	国 籍	F、Q C、Q、U (U)
備 考		備 考	
<p><u>梱包状態</u></p> <p>内容器：ポリエチレン容器</p> <p><u>内容器内の状態</u></p> <p>1. X線回折済打抜試料</p> <p><u>梱包材劣化状況</u></p> <p>ポリエチレン容器底部が変色、破損 内容器ビニルバックが膨張</p>		<p><u>梱包状態</u></p> <p>内容器：ポリエチレン容器</p> <p><u>内容器内の状態</u></p> <p>1. X線回折済打抜試料</p> <p><u>梱包材劣化状況</u></p> <p>異常なし。</p>	

図 6. 4. 2-2 平成 8年 7月に当該貯蔵容器内の点検を行い、
内容器と樹脂製の袋を交換（梱包更新）したと考えられる際の記録

核物質防護上の観点から■の箇所は非開示としています。

燃料研究棟の関係者（退職者含む。）への聞き取りによる貯蔵容器内容物の調査結果概要

昭和 52 年から平成 10 年の期間に燃料研究棟において業務に従事した職員 52 名の中で、管理区域においてグローブボックス又はフードを用いた作業に従事した者は 16 名であった。そこで、この 16 名に対して、面談、メール、電話問合せを実施し、12 名から回答を得た。以下に、聞き取った結果を示す。

調査結果

(1) 炭化物、窒化物から酸化物への安定化処理について

炭化物、窒化物が化学的に活性であることを燃料研究棟従事者はよく認識しており、1 名は実施しているところを見たことはないとの回答があったが、残りの調査対象者は、酸化加熱処理を行って安定化させていたとの回答があった。

(2) X 線回折測定用試料作製におけるエポキシ樹脂の使用とそれを混合した核燃料物質の処理について

X 線回折用試料の作製に関する質問に対して、「従事したことがない」と 1 名が回答し、残りの 11 名の調査対象者の中で、「試料作製にエポキシ樹脂を使用していた」との回答が 10 名からあり、1 名は「使用した樹脂がエポキシ樹脂であることを知らなかった」との回答であった。測定終了後の処理については、X 線回折用試料の作製に関する質問に対して「従事したことがない」と回答した 1 名を除く 11 名中 7 名から「炭化物、窒化物に対しては酸化加熱処理をしていたが、酸化物に対するエポキシ樹脂の除去については不明」、1 名からは「回折用ホルダーから試料を外し、酸化処理を行なった。(PuO₂+UO₂) の混合物についても、UO₂ が U₃O₈ になるように酸化処理を行なった」との回答であった。また、残りの 3 名の中で 1 名は「加熱処理をすることは聞いていたが実際に当該作業を見たことがない」との回答であり、1 名は「憶えている限りでは、エポキシ樹脂の除去や酸化処理は行われていなかった」との回答、残りの 1 名からは無回答であった。

以上から、X 線回折測定後、化学的に活性な炭化物、窒化物については、酸化加熱処理が行われていた時期があり、その処理時にエポキシ樹脂が除去された。一方、安定な酸化物に関してはエポキシ樹脂の除去が行われなかった可能性がある。

(3) 有機物の放射線分解の危険性に対する認識について

樹脂製の袋やエポキシ樹脂などの有機物は放射線によって分解され、ガスが発生することを認識していたのは 6 名であり、4 名は「分からない」、「それほど意識していなかった」又は「ない」との回答であった。残りは無回答であった。また、ガス発生を認識していたと回答した 6 名の中に、「大量のガスが発生するとは思わなかった」との回答や、「あとになって考えれば、Pu 粉末をエポキシ樹脂に混ぜ込めばガスが発生するのは納得できる」との回答が各 1 件ずつあった。

以上から、有機物の放射線分解の危険性については、化学的に活性な炭化物、窒化物の取扱いと比較して、その危険性の認識が低かった可能性がある。

(4) 作業マニュアルの存在について

作業マニュアルについては、「あった」との回答が 2 名であり、「なかったと思う」との回答が 6 名、「分からない」又は「不詳」が 2 名、無回答が 2 名だった。ただし、作業マニュアルがなかったとの回答者の

中に、「グローブボックス建設時をまとめた報告書（JAERI-M レポートあるいは JAERI-memo）を利用した教育は行われ、それがマニュアルに相当する役割を果たしていた」との回答が2名からあった。また、樹脂製の袋を溶着する方法では、4名が同一の回答であったことから、教育又は作業要領等の説明は行われていたと思われる。

(5) 樹脂製の袋やポリエチレン容器が変質することの経験について

樹脂製の袋が劣化する可能性については、3名の調査対象者から「認識している」との回答があった。

(6) 貯蔵容器内容物の内容物について

貯蔵容器に保管する核燃料物質の内容物としては、「金属製容器を使用する」との回答が5名からあり、残りは無回答であった。また、内容物としてポリ容器を使用したことがあるか否かについては、3名が「ない」と回答し、1名は「金属容器（内容物）に入らない異形の物については、一時あったかもしれない。しかし、その後、金属容器に入れ替えるための作業を行い、対策を講じたように思う。」との回答であった。残りは無回答であった。

(7) X線回折測定済試料の一時保管について

6名からX線回折測定済試料については、空気雰囲気グローブボックス内に一時的に容器に保管していたとの回答があり、その内容を総合すると、空気雰囲気グローブボックス内の容器（バットの中に置いた樹脂製容器（タッパー容器）又はガラス容器）に一時保管（置くだけに近い状態）し、一定数たまると、バッグアウトして別の場所（グローブボックス）で保管していたようである。

(8) 貯蔵容器への樹脂製の袋の収納について

調査対象者の中で4名から、樹脂製の袋を貯蔵容器へ収納する様子を聞き取ることができた。その内容を総合すると、貯蔵容器（金属容器）に入れるに当たり、内容物バッグアウト時にできる限り空気を抜き、バッグが容器に密着する状態で貯蔵容器に収めた。余ったバッグ部分はそのままか折りたたんで収納したとのことであった。

(9) 貯蔵容器の一斉点検について

平成8年に燃料研究棟の核燃料物質貯蔵容器内の一斉点検を実施した。その時の状況について、2名から回答があった。1名は、「当時は知らなかった。事象発生後、当時の月報、月間作業計画を見て、行われていることを知った。貯蔵容器の内部まで確認したかどうかは知らない。」との回答であり、他の1名は「全数か否か定かでないが、貯蔵容器内のビニルバッグの健全性（劣化、破損していないか）を確認したことは記憶にある。ただし、内容物の内部までは確認していない。」とのことであった。

当該貯蔵容器内の 5 種類のプルトニウムの混在比と平均同位体組成の推定

当該貯蔵容器内の 5 種類の同位体組成の Pu について、計量管理帳簿（在庫リスト）に記載の情報から混在比（重量比）を推定し、それを元に平均の同位体組成を算出した。また、Pu 中に生成する Am-241 を除去して Pu を精製していた時期があることから、当該貯蔵容器内の Pu について精製時期を仮定し、Am-241 除去による α 崩壊量への影響を計算により評価した。

(1) 5 種類の Pu の混在比の推定

表 6. 4. 1 に示した同位体組成 A～E の 5 種類の Pu に関して、計量管理上の供給当事国は組成 C のみがフランスで、残りの 4 種類はイギリスである。在庫リストには、同一バッチ内であっても供給当事国ごとに Pu 元素重量とそのうちの核分裂性 Pu (Pu-239 と Pu-241 の和) の元素重量が記載されている (表 6. 4. 4-1 参照)。したがって、当該貯蔵容器内の Pu のうち、組成 C の Pu 重量は一義的に定まる。一方、残りの 4 種類 (A, B, D, E) について表 6. 4. 1 の同位体組成を比べると、A と D、B と E はそれぞれ完全一致ではないものの、ほぼ同様と見なすことができる。そこで、4 種類を A と B の 2 種類で代表し、それぞれの [核分裂性 Pu]/[全 Pu] 比を用い、A と B を混合した際に表 6. 4. 4-1 中の比 (■) となるように重量比を算出した。その結果、貯蔵容器内の 5 種類の Pu の近似的な混在比として、全 Pu 量に占める組成 A、B、C の内訳を以下のとおり推定した。

$$A/B/C = \text{■} / \text{■} / \text{■} \quad (\text{g})$$

(2) 平均同位体組成

上記 (1) で算出した同位体組成 A～C の Pu 混在状態に対して、ORIGEN 2 コードを用いた崩壊計算により、貯蔵容器内の Pu 全体の平均同位体組成を求めた。貯蔵開始時（平成 3 年 10 月）、梱包更新時（平成 8 年 7 月）、蓋開封時（平成 29 年 6 月）における平均同位体組成と実効崩壊定数の計算値を表 6. 4. 4-2 に示す。時間の経過とともに Pu-241 は減少し、それに伴い Am-241 は増加する。表 6. 4. 1 に示した組成 A の実効崩壊定数に対して、平均同位体組成の実効崩壊定数は平成 29 年時点で約 77% に相当する。また、He 生成量 (= α 崩壊数) の比は、平成 3 年～平成 8 年で組成 A の 80.5%、平成 8 年～平成 29 年で 78.2% である。

(3) Am-241 除去による α 崩壊数への影響

添付 6. 4. 2 (2) により、Pu 中に生成する Am の分離・除去を行っていたことが技術レポートに記載されているが、当該貯蔵容器内の Pu に対して、具体的にどの時点でどのくらいの割合で除去されていたかは記録類が見つからないため明らかでない。当該貯蔵容器内の核燃料物質は平成元年に親バッチから分割 (リバッチング) され、以後貯蔵容器に収納される平成 3 年までに試料の出入りはない。昭和 58 年 (1983 年) から平成元年 (1989 年) の間に親バッチへ加えられた核燃料物質の履歴を調べた結果、Pu 全体の 76% に相当する量は昭和 58 年に加えられていることが分かった。このことと、1980 年代後半以降は Am の除去をやめたとの記載が技術レポートにあることから、当該貯蔵容器内の Pu は昭和 58 年に Am 全量が除去されたとの仮定の下で ORIGEN 2 コードによる崩壊計算を行い、Am 除去の有無による全 α 崩壊数の違いを評価した。貯蔵開始時から梱包更新時までと、梱包更新時から蓋開封時までについて、貯蔵容器内の核燃料物質の全 α 崩壊数の計算結果を表 6. 4. 4-3 に示す。Am を除去した場合の全 α 崩壊数は、除去しない場合に対してそれぞれ 83.5%、85.4% であり、昭和 58 年に Am を除去したとしてもその後再び Am が生成し

核物質防護上の観点から ■ を非開示としています。

続けるので顕著な違いは認められなかった。

表 6. 4. 4-1 計量管理帳簿（在庫リスト）に記載の供給当事国別 Pu 元素重量

供給当事国 (組成名称)	全 Pu 元素重量 (g)	そのうち核分裂性 Pu 元素重量 (g)	核分裂性 Pu/全 Pu
イギリス (A, B, D, E)	■	■	■
フランス (C)	■	■	■
計	■	■	■

表 6. 4. 4-2 混在状態の平均の Pu 同位体組成計算値*1 (重量%)

同位体	平成 3 年 10 月 (貯蔵開始時)	平成 8 年 7 月 (梱包更新時)	平成 29 年 6 月 (開封時)
Pu-238	■	■	■
Pu-239	■	■	■
Pu-240	■	■	■
Pu-241	■	■	■
Pu-242	■	■	■
Am-241	■	■	■
実効崩壊定数 (s ⁻¹)	2.00 × 10 ⁻¹²	2.11 × 10 ⁻¹²	2.35 × 10 ⁻¹²

*1 Pu と Am の合計で 100% に規格化

表 6. 4. 4-3 Am 除去の有無による貯蔵容器内核燃料物質全量の α 崩壊数の比較

	平成 3 年 10 月～平成 8 年 7 月 (貯蔵開始から梱包更新まで)	平成 8 年 7 月～平成 29 年 6 月 (梱包更新から開封まで)
Am 除去なし	■ 個	■ 個
Am 除去あり*1	■ 個	■ 個
除去あり/除去なしの比	0.835	0.854

*1 Pu 全量に対して昭和 58 年 6 月に Am 除去を行ったと仮定

核物質防護上の観点から ■ を非開示としています。

当該貯蔵容器内容物及び飛散物の観察結果

当該貯蔵容器の蓋を固定した後に別室のグローブボックス内に搬入し、内容物（貯蔵容器内面、樹脂製の袋、ポリ容器、ポリ容器内の核燃料物質）の状態を観察した。また、樹脂製の袋の破裂時に貯蔵容器内から飛散したと思われるかけら状の粒子（飛散物）をフード手前の養生シート上から3個回収した。回収した飛散物と、フード手前及びフード内の養生シートを同じグローブボックス内に搬入して外観を観察した。作業の履歴と観察項目及び結果を以下に示す。

1. 作業履歴

- 7月 4日：108号室フード（H-1）前の養生シートの上から、かけら状の飛散物3個を容器に回収
- 7月 6日：回収した飛散物とフード手前養生シートを別室のグローブボックス（123-D）に搬入。フード（H-1）内の当該貯蔵容器の蓋を固定
- 7月20日：フード（H-1）から当該貯蔵容器を別室のグローブボックス（123-D）内に搬入し、蓋を開けて内部の外観を撮影。搬入済のかけら状の飛散物3個の外観を撮影
- 7月27日：フード（H-1）内の養生シートをグローブボックス（123-D）に搬入
- 8月 1日：容器に回収したかけら状の飛散物3個の観察。養生シート上に残っていた飛散物の回収・集約と観察
- 8月 2日：貯蔵容器内容物の取り出し、分別、観察
- 8月 3日：分別した内容物の観察を継続。フード内養生シート上から飛散物回収、外観観察
- 8月 4日：分別した内容物の観察を継続、片付け（整理して金属容器に収納）
- 8月 9日：分別した内容物の追加観察、片付け

2. 観察項目・作業内容

(1) 貯蔵容器内容物の分別手順

- 貯蔵容器の蓋開封、ポリ容器（内容器）の蓋回収
- 貯蔵容器から内容物を樹脂製の袋ごと取り出し
- 二重目（外側）の袋の取り外し（ハサミで裁断）
- 一重目（内側）の袋内からポリ容器取り出し
- ポリ容器内の樹脂固化物を別の容器に移し替え
- ポリ容器底部付近の粉末と樹脂固化物破片のふるい分け

(2) 観察内容

- 各部外観撮影
- 樹脂製の袋の寸法、厚さ、溶着箇所、破損箇所の観察
- ポリ容器の状態
- 樹脂固化物（飛散物含む。）の寸法、重量、線量当量率
- 分別した粉末の重量、表面線量当量率

3. 観察結果

(1) 貯蔵容器内面の状態（図 6. 4. 5-1 参照）

貯蔵容器の蓋内面及び本体内面ともに、樹脂製の袋を損傷するような鋭利な突起物はなかった。また、貯蔵容器内に異物（ボルト、工具等）の混入はなかった。蓋の O-リングには周方向に沿って長い亀裂が生じていることを確認した。

(2) 樹脂製の袋の状態（図 6.4.5-2 参照）

貯蔵容器から取り出した内容物の全体像から、二重目の袋の頂部が開口し、そこから一重目の袋が上方に長くはみ出ている状態であった。

一重目（内側）の袋の観察結果は以下のとおり。

- ・ 袋の大きさは、平らにした状態で上下約 45 cm、横幅約 18 cm
- ・ 溶着部は両側面のみで、溶着部に沿って紙テープが貼付してある。
- ・ 片側の側面の溶着部に沿って約 40 cm 開口している。
- ・ 開口部付近の袋の厚さは 0.3 mm で、他の部分と差がない。
- ・ ポリ容器の上端に相当する付近で変色が見られる（破裂時の微粉末付着によると考えられる。）。

二重目（外側）の袋の観察結果は以下のとおり。

- ・ 袋の大きさは、平らにした状態で上下約 37 cm、横幅約 22 cm
- ・ 溶着部は両側面と底部
- ・ 頂部で裂けたように開口しており、開口部の幅は約 10 cm
- ・ 開口部付近の袋の厚さは 0.22 mm～0.28 mm であり、他の部分より薄くなっている。
- ・ 頂部及び底部付近で若干の変色が認められる。

(3) ポリ容器（図 6.4.5-3 参照）

- ・ 外観上は、特に底部付近の変色が著しい。
- ・ 破損は認められなかったが、胴体部分を掴んだ際の感触から脆化が認められる。
- ・ 蓋の上面にはマジックペンで「X線打抜」と記載がある。
- ・ 蓋と容器本体は紙テープで固定してあったが、境目でテープが破断している。
- ・ 蓋、本体ともに内面には細かい粉末が付着している。

(4) ポリ容器内容物（図 6.4.5-4 参照）

外観上の観察結果は以下のとおり。

- ・ ポリ容器高さの 2/3 程度まで X 線回折測定済試料（樹脂固化物）が収納されており、それ以外の異物や内容物、アルミニウム製試料ホルダーはなかった。
- ・ 樹脂固化物はほぼ完全な形状のものと割れたかけら状のものが混在している。
- ・ 樹脂固化物の形状は比較的平坦なものと同り返ったものがある。
- ・ 外観上の色は褐色から黒色まで様々なものがある。
- ・ ポリ容器底部付近には、細かいかけらと粉末が混在しており、これを目開き 300 μm のふるいを用いて粉末成分を分別した。

重量と線量当量率に関する観察結果は以下のとおり。

- ・ ポリ容器内の樹脂固化物（かけらを含む。）は ■ g、粉末成分は ■ g である。
- ・ ほぼ完全な形状の樹脂固化物 10 個について、それぞれグローブ越しに電離箱式サーベイメータで線量当量率を測定した結果、約 5 μSv/h～120 μSv/h まで幅広く分布している。

核物質防護上の観点から ■ の箇所は非開示としています。

- ・欠けのあるものも含めた樹脂固化物 51 個について、同様に線量当量率を測定（距離約 10 cm）した結果、最大で 160 $\mu\text{Sv/h}$ 、平均で 30 $\mu\text{Sv/h}$ である。
- ・上記 51 個の樹脂固化物の重量は、1 個当たり最小で ■■■ g、最大で ■■■ g、合計 ■■■ g である。
- ・上記 51 個の樹脂固化物をそれぞれ撮影した写真から寸法を読み取り、51 個分の体積を評価した結果は合計で ■■■ cm^3 であり、上記の合計重量から平均の密度を ■■■ g/cm^3 と算出した。
- ・粉末成分の線量当量率をグローブ越しに測定した結果、約 180 $\mu\text{Sv/h}$ である。
- ・粉末成分をふるい分けした際にふるい上に残ったかけら成分の重量は ■■■ g で、線量当量率は 0.55 mSv/h である。

(5) 飛散物（図 6.4.5-5 参照）

飛散物の外観から、X 線回折測定済試料（樹脂固化物）の割れたかけらと推測される。養生シート上から集約したものの中には、貯蔵容器の塗装片等の細かい混入物も見られた。フード前の養生シート上から回収した飛散物の総重量は ■■■ g、フード内の養生シート上から回収した飛散物の総重量は ■■■ g である。

4. 観察結果から分かったこと

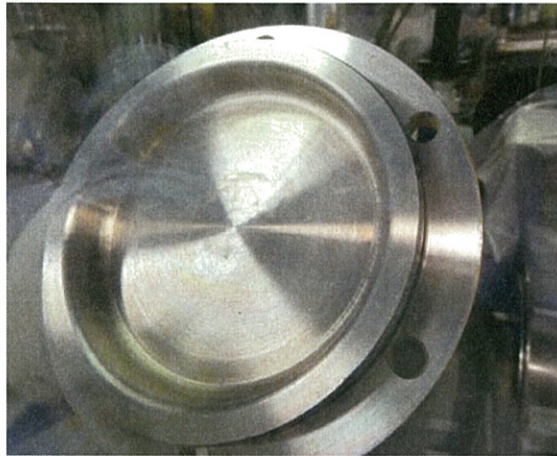
ポリ容器内の収納物の大部分はエポキシ樹脂で固化された X 線回折測定済試料であり、粉末成分は少量であった。観察を行う以前には、Pu を含有した樹脂固化物を加熱処理により酸化物粉末にして貯蔵容器に収納した可能性も想定されたが、観察結果からは加熱処理した粉末は収納されていなかった可能性が高い。

エポキシ樹脂の密度は約 1.2 g/cm^3 であり、これに密度 11 g/cm^3 程度の核燃料物質の粉末を混合した際には樹脂固化物の密度は 1.2 g/cm^3 よりも大きくなる。これに対し、貯蔵容器内から取り出した樹脂固化物の平均密度は ■■■ g/cm^3 と低いことから、 α 線照射により樹脂が分解・ガス化して重量が減少したことを示している。

一重目の樹脂製の袋の寸法は、内部のポリ容器に対して高さ方向に余裕があるのに対し、二重目の袋の寸法は、内部の収納物に対して高さ方向にほとんど余裕のない状態であった。

貯蔵容器蓋の O-リングには長い亀裂が発生していたが、貯蔵期間中に貯蔵容器内圧が高くなったことで変形の影響により生じたものか、経年劣化の影響で蓋開封作業時に生じたものかは断定できない。

核物質防護上の観点から ■■■ の箇所は非開示としています。



蓋の内面 (H29. 7. 20撮影)



蓋のO-リングの状態 (H29. 7. 20撮影)

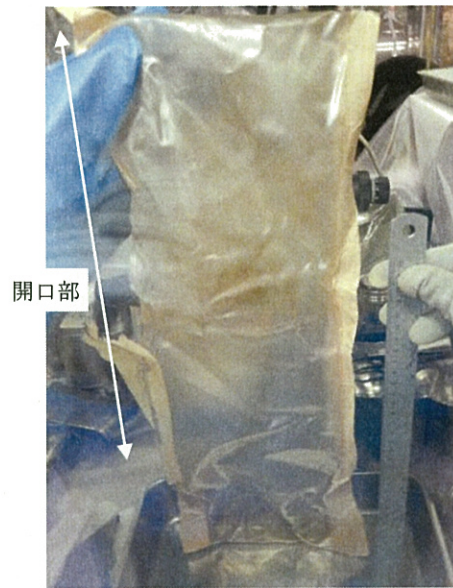


貯蔵容器本体の内面 (H29. 7. 20撮影)

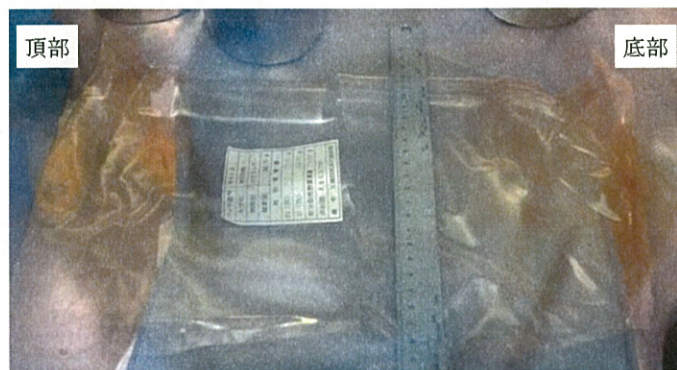
図6. 4. 5-1 貯蔵容器内面の外観写真



貯蔵容器から取り出した収納物の全体像 (H29. 8. 2撮影)



一重目 (内側) の樹脂製の袋の全体像 (H29. 8. 3撮影)



二重目 (外側) の樹脂製の袋の全体像 (H29. 8. 2撮影)

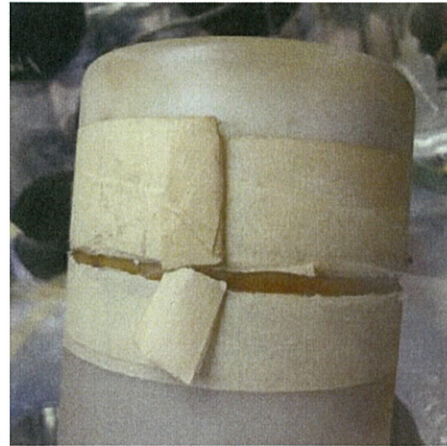


二重目 (外側) の樹脂製の袋頂部の開口部分 (H29. 8. 2撮影)

図6. 4. 5-2 破損した樹脂製の袋の外観写真



底面側外観 (H29. 8. 3撮影)



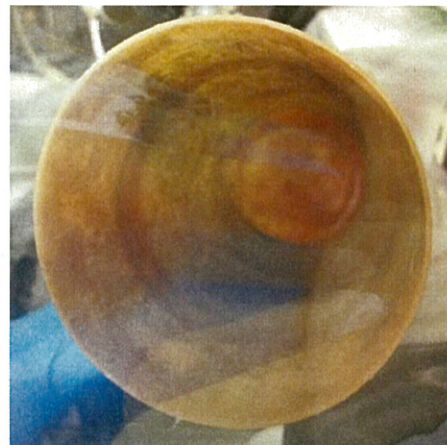
蓋を被せた状態 (H29. 8. 3撮影)



蓋の内面の状態 (H29. 8. 3撮影)



蓋を外した状態 (H29. 8. 3撮影)

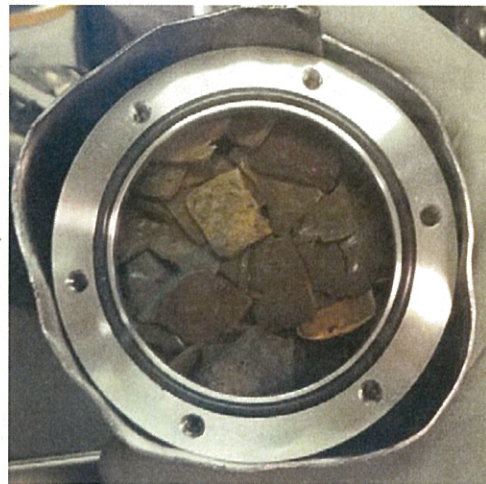


内容物回収後の容器内面の状態
(H29. 8. 3撮影)

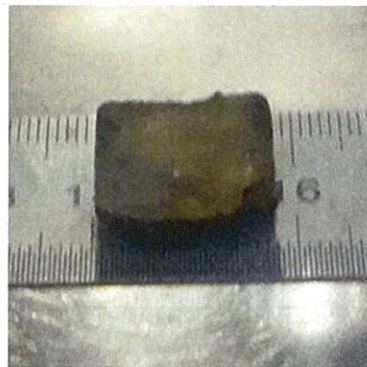
図6. 4. 5-3 ポリ容器 (内容器) の外観写真



ポリ容器から回収する前の収納状態
(H29. 8. 2撮影)



別の金属容器へ収納した状態
(H29. 8. 3撮影)



樹脂固化物の外観観察時の写真 (H29. 8. 3撮影)



ポリ容器底部の細かい
かけらと粉末 (H29. 8. 2撮影)



ふるい分けした後の
かけら成分 (H29. 8. 4撮影)



ふるい分けした後の
粉末成分 (H29. 8. 2撮影)

図6. 4. 5-4 ポリ容器内容物の外観写真



↓ フード前養生シート上の飛散物 (H29. 7. 4撮影)



フード前養生シート上から回収した
飛散物の外観 (H29. 7. 20撮影)



フード前養生シート上から
回収・集約した飛散物
(H29. 8. 2撮影)



フード内養生シート上から回収・集約した飛散物
(H29. 8. 3撮影)

図6. 4. 5-5 フード前及びフード内養生シート上から回収した
飛散物の外観写真

当該貯蔵容器内容物及び飛散物の分析結果

当該貯蔵容器内から回収した核燃料物質（樹脂固化物及び粉末成分）とフード前の養生シート上から回収した飛散物の分析を行い、エポキシ樹脂の α 線分解によるガス発生量評価に必要な情報を整理した。

1. 作業履歴

- 8月18日：SEM/EDS 観察用試料の選別、分取
- 8月21日：SEM/EDS 観察用試料を装置が設置された別室のグローブボックスへ搬入し、観察用に加工、粉末成分試料を観察・分析
- 8月22日：SEM/EDS による粉末成分試料の観察・分析
- 8月23日：SEM/EDS による樹脂固化物試料の予備観察
- 8月24日：SEM/EDS による樹脂固化物試料の観察・分析
- 8月25日：SEM/EDS による樹脂固化物試料及び飛散物試料の観察・分析
- 8月28日：SEM/EDS による樹脂固化物試料の高倍率観察
- 8月29日：SEM/EDS による樹脂固化物試料の観察・分析
- 8月30日：SEM/EDS 用の観察試料を元のグローブボックスへ搬入、容器に収納
- 9月 4日：X線回折測定用の粉末試料を装置の設置された別室のグローブボックスへ搬入し、X線回折測定
- 9月 5日：X線回折測定、測定後の試料を元のグローブボックスへ搬入し容器に収納、貯蔵容器から回収した全試料をアルゴン雰囲気グローブボックスで保管

2. 分析対象試料

- ・ 貯蔵容器内から回収・分別した粉末成分（目開き 300 μm のふるいを通過したもの）
- ・ 貯蔵容器内から回収した樹脂固化物（X線回折測定済試料、線量当量率別に 4 個）
- ・ フード手前の養生シート上から回収した飛散物（樹脂固化物のかけらと推測されるもの 2 個）

3. 分析方法・項目

(1) SEM/EDS による表面観察・元素分析

走査電子顕微鏡と付属のエネルギー分散型 X 線元素分析装置（SEM/EDS）による観察と元素分析（主に U と Pu の比率）を行なった。金属製の試料台の上にカーボン製の両面テープを貼り付け、その上に粉末、樹脂固化物、飛散物をそれぞれ固定して観察試料とした。粉末成分については、全量をよく攪拌した上で少量を採取し、両面テープ上に付着させた。樹脂固化物については、線量当量率が高いもの、中くらいのもの、低いものをそれぞれ選択した上でニッパーによりかけら状に切断し、両面テープ上に固定して断面の観察を行なった。かけら状の飛散物についても同様に観察した。観察・分析上の着眼点は以下のとおりとした。

- ・ 分別した粉末成分の粒子径、形状、U と Pu の比率、U と Pu 以外の金属元素の有無
- ・ 樹脂固化物中の粉末粒子径、U と Pu の比率、線量当量率による相違、U と Pu 以外の金属元素の有無
- ・ 飛散物が貯蔵容器内の樹脂固化物由来であることの確認

(2) X線回折測定による化学形の同定

ふるい分けした粉末成分から少量を採取し、乳鉢中で粉碎した後に Cu 管球を X 線源とした X 線回折測定を行い、得られた回折ピークをデータベースと照合して含有する化合物の化学形を同定した。

4. 分析結果

(1) 粉末成分

粉末成分の観察像を図 6.4.6-1 に示す。観察像 (a) と (b) の背景の黒色部分はカーボンテープである。粉末粒子の大きさは、1 μm 程度の微細なものからふるいの目開きである 300 μm に近いものまで幅広く存在しているが、微細な成分は相対的に少なく、体積的には数十 μm 以上の成分が大部分を占めている。また、粗大な成分は角張った形状のものが多く見られる。写真 (c) は粗大な粒子の表面を拡大観察したものであり、背景の暗部はエポキシ樹脂で、明るい部分が粉末粒子である。

EDS による元素分析の X 線スペクトルの例を図 6.4.6-2 に示す。(a) は平均的な組成を評価するために視野全体の面分析を行った例であり、金属元素を U と Pu で規格化して簡易定量分析 ($L\alpha$ 線のピーク高さの比で評価) した結果、U/(U+Pu) 比 (U 含有率) は 0.74 であった。個々の粒子表面で約 60 点の点分析を行った結果でも、大部分は U 含有率が 0.8 ± 0.1 の範囲内であった。一方、(b) は、局所的に見られた Pu 含有率の高い粒子の例で、Pu/(U+Pu) 比 (Pu 含有率) は 0.87 であった。U と Pu 以外の金属元素では、(c) に示すとおり点分析で局所的に Ni が検出された。Ni の由来として、炭化物燃料への焼結助剤利用を目的とした Pu-Ni-C 系化合物の研究が行われていた経緯がある [1]。Pu-241 の娘核種である Am-241 に関しては、定量評価できるほどの有意な強度の Am のピークは検出されなかった。軽元素に関しては、酸素とともにいずれの X 線スペクトルにおいても比較的強度の高い炭素のピークが検出された。

粉末成分の X 線回折プロファイルを図 6.4.6-3 に示す。蛍石型構造の二산화物 (UO_2 、 PuO_2 、 $(\text{U}, \text{Pu})\text{O}_2$ 等) に由来する 2 相の回折ピークのほかに、岩塩型構造の炭化物 (UC 、 PuC 、 $(\text{U}, \text{Pu})\text{C}$ 等) と角度がよく一致する鋭い回折ピークが確認された。元素分析で検出された Ni については、可能性のある化学形は PuNiC_2 であるが、これに由来する回折ピークはなかった。ほかには、粉末試料を充填した白金製ホルダーに由来する回折ピークと、同定できなかった回折ピークがある。

なお、X 線回折測定により炭化物が含まれていることが判明したため、貯蔵容器から回収した全試料と飛散物は、分析作業の終了後にアルゴン雰囲気グローブボックス (124-D) へ移動して保管している。

以上の観察像と元素分析結果から、分別した粉末は樹脂固化物の表面やかかけらの断面から脱離した粉末粒子と樹脂の微細なかけらであると考えられ、貯蔵期間中に徐々に発生したか、あるいは X 線回折用ホルダーから樹脂固化物を打ち抜く作業の際に発生した細かい成分を回収し、樹脂固化物とともにポリ容器に収納したと推測される。また、粉末成分中に炭化物と考えられる化合物が含まれることから、樹脂固化物を酸化加熱処理した酸化物粉末は当該貯蔵容器に収納されていなかった可能性が高い。

(2) エポキシ樹脂固化物

線量当量率の高、中、低で選別した 3 個の樹脂固化物の断面の観察像を図 6.4.6-4 に示す。左側の全体像では、固化時の方法に起因して、粉末とエポキシ樹脂を混合した層と後から樹脂のみを充填した層が明確に分かれている。右側の拡大像からは、数 μm の微細な成分から最大 50 μm 以上までの大きさの粉末粒子が樹脂中に分散していることが分かる。また、試料によって樹脂と粉末の混合比に個体差が見られ、粒子間の近接度合いが異なる。いずれの試料にも 50 μm 前後の気泡痕が見られ、樹脂の α 線分解で発生したガスが放出されずに蓄積されていた可能性が考えられるが、線量当量率の高低にかかわらず気泡痕があることと、樹脂のみの層にもあることから、試料作製時に巻き込んだ空気 (又はアルゴン) が気泡として残ったまま固化された可能性もある。

図 6.4.6-4 に示した 3 個の試料と、後述の 1 個 (図 6.4.6-5) について、それぞれ 20 点前後の点分析

によって Pu/(U+Pu) 比 (Pu 含有率) を評価し、線量当量率と比較した結果は以下のとおりである。

- ・ 線量当量率：高 (約 220 $\mu\text{Sv/h}$)、Pu 含有率： 0.17 ± 0.06
- ・ 線量当量率：高 (約 153 $\mu\text{Sv/h}$)、Pu 含有率： 0.77 ± 0.17
- ・ 線量当量率：中 (約 56 $\mu\text{Sv/h}$)、Pu 含有率： 0.15 ± 0.04
- ・ 線量当量率：低 (約 14 $\mu\text{Sv/h}$)、Pu 含有率： ~ 0

線量当量率が低いものは U のみの化合物と考えて良いが、中くらいのもので高いものとは、線量当量率と Pu 含有率の間に明確な比例関係は見られなかった。このことから、個々の樹脂固化物中の粉末量が大きく異なることや、Pu の同位体組成 (Am 含有率) が異なる可能性が考えられる。

U と Pu 以外の金属元素では、線量当量率約 153 $\mu\text{Sv/h}$ の試料で希土類の Sm (サマリウム) が検出された。EDS による X 線スペクトルを図 6.4.6-5 に示す。Sm の由来として、酸化燃料に種々の希土類元素を添加した際の熱伝導率への影響を研究していた経緯がある[2]。

(3) 飛散物

かけら状の飛散物 2 個について観察と元素分析を行った。観察像を図 6.4.6-6 に示すとおり、ポリ容器内の樹脂固化物と同様に粉末粒子が樹脂に分散した断面組織であり、飛散物は樹脂固化物が割れたかけらであることを確認した。

なお、元素分析の結果、飛散物中の粉末粒子は一方はほぼ Pu からなる化合物、他方はほぼ U からなる化合物であった。

5. 樹脂固化物中の粉末粒子径の評価

エポキシ樹脂の α 線分解によるガス発生量の評価において、粉末粒子内部で発生した α 粒子のエネルギーは、粉末粒子の外へ到達するまでに結晶内で減衰するため、粉末粒子径が重要な情報である。線量当量率の高い試料と中くらいの試料それぞれ 1 個について、観察画像上で個々の粒子径を読み取り整理した結果を図 6.4.6-7 に示す。粉末粒子内で発生する α 粒子の数は粒子重量 (=体積) に比例することから、粒子径の単純な算術平均ではなく、粉末粒子の全体積に対する個々の粒子体積の累積分布を求め、累積度数が 50% となる粒子径 (D_{50}) を平均の粒子径とした。 D_{50} 値として図の (a) のグラフからは約 22 μm 、(b) のグラフからは約 36 μm を得た。

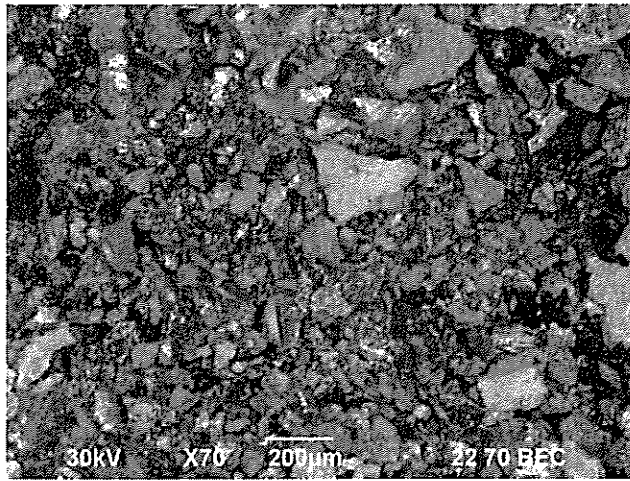
6. まとめ

SEM/EDS による観察・元素分析と X 線回折測定の結果から明らかになった点は以下のとおりである。

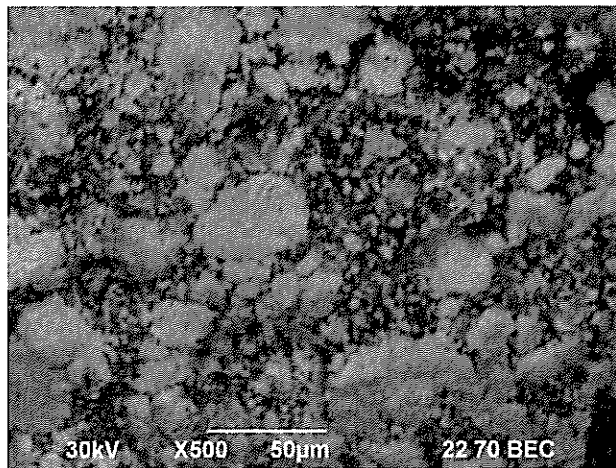
- ・ 粉末成分の分析結果から、平均的な U と Pu の比率は計量管理帳簿に記載の重量比と概ね整合する。
- ・ ポリ容器内の粉末成分は、粗大な成分が多いこと、樹脂も含まれていること、炭化物が検出されたことから、樹脂固化物を加熱処理して得た粉末ではなく、樹脂固化物断面から生じた微細な成分である可能性が高い。
- ・ 核燃料物質の化学形として、少なくとも二酸化物と炭化物が含まれる。化合物は U のみからなるもの、Pu のみからなるもの、U と Pu の混合化合物がある。
- ・ 個々の樹脂固化物中の粉末重量には大きな幅があることが示唆される。
- ・ 樹脂固化物中の粉末の平均粒子径として、2 個の試料から約 22 μm と約 36 μm を得た。
- ・ 飛散物は、樹脂固化物が割れたかけらである。

(参考文献)

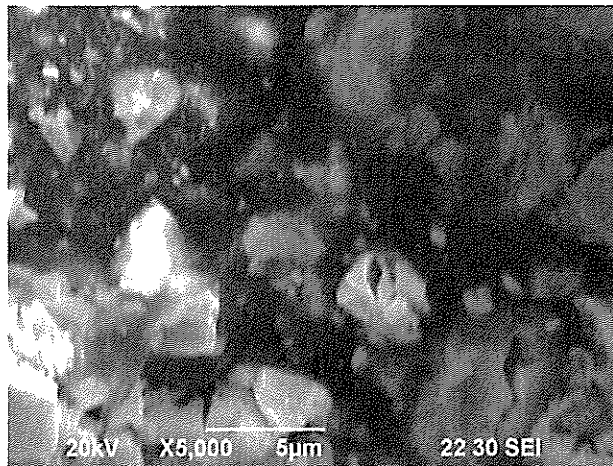
- [1] Y. Arai, Y. Suzuki, T. Sasayama, H. Watanabe, Ternary compounds PuNiC_2 and PuCoC_2 , Journal of Nuclear Science and Technology, 19 (1982) 257-260.
- [2] 福島奨, 希土類元素を含む酸化物燃料の熱伝導度, JAERI-memo 61-174 (1986年6月).



(a) 低倍像 (反射電子像)

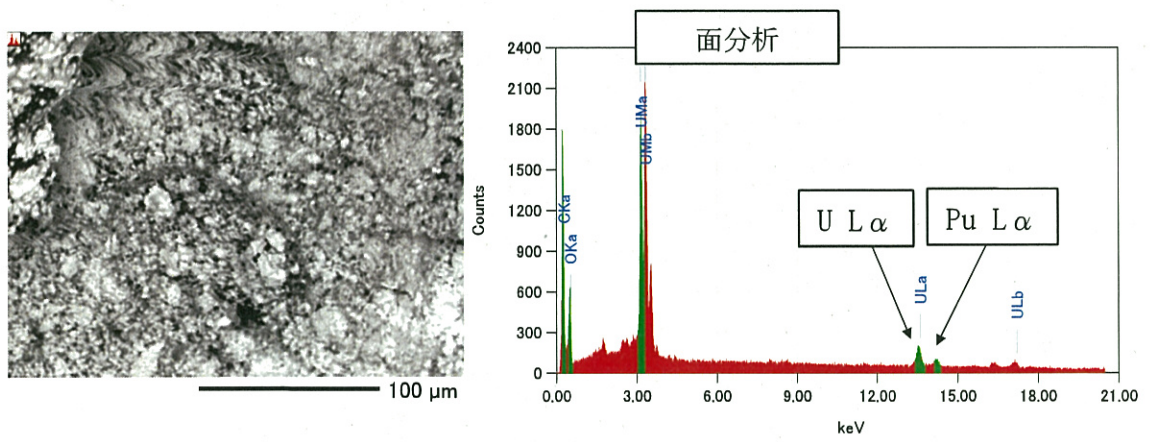


(b) 中倍像 (反射電子像)

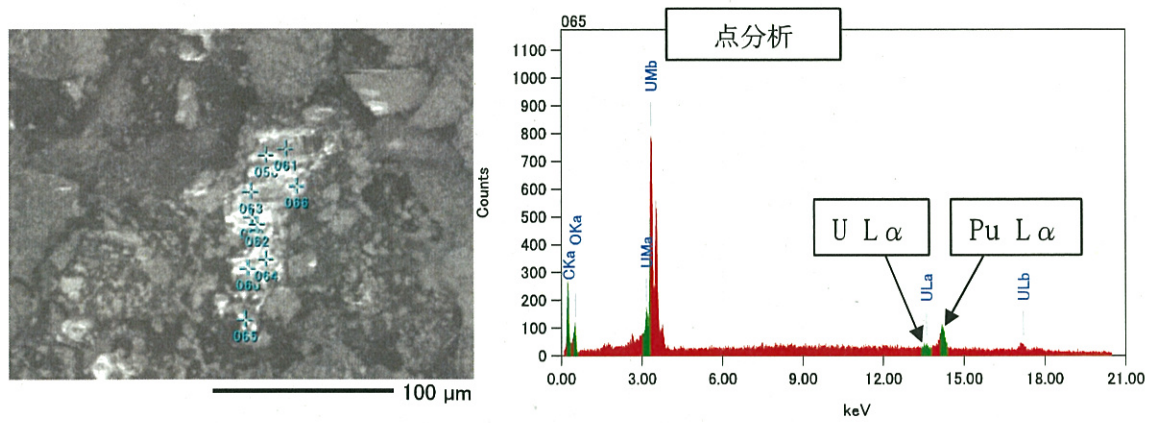


(c) 高倍像 (反射電子像)

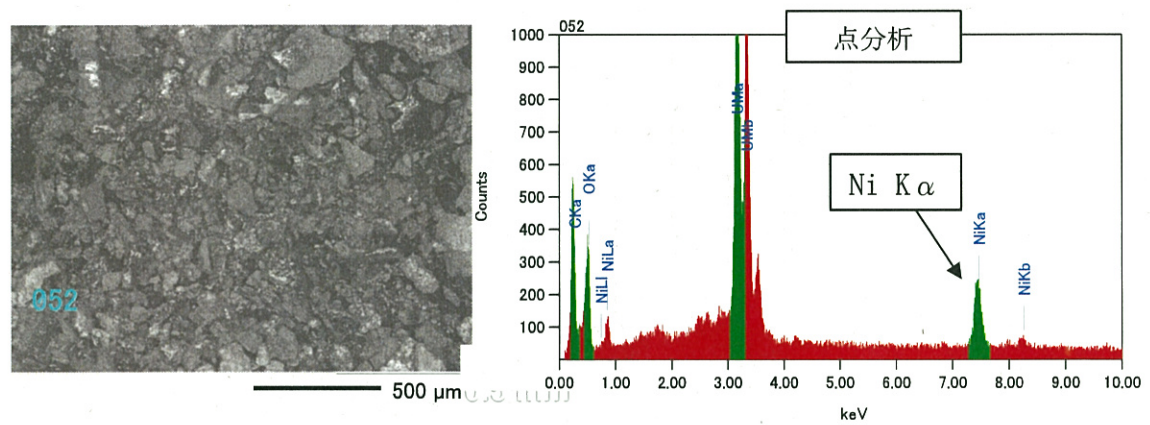
図6.4.6-1 粉末成分の観察像



(a) 面分析 (平均的なU含有率の評価の例、 $U/(U+Pu) \sim 0.74$)



(b) 点分析 (局所的にPu含有率が高い粒子の例、 $Pu/(U+Pu) \sim 0.87$)



(c) 点分析 (局所的にNiが検出された例)

図6.4.6-2 粉末成分のEDSによるX線スペクトルの例

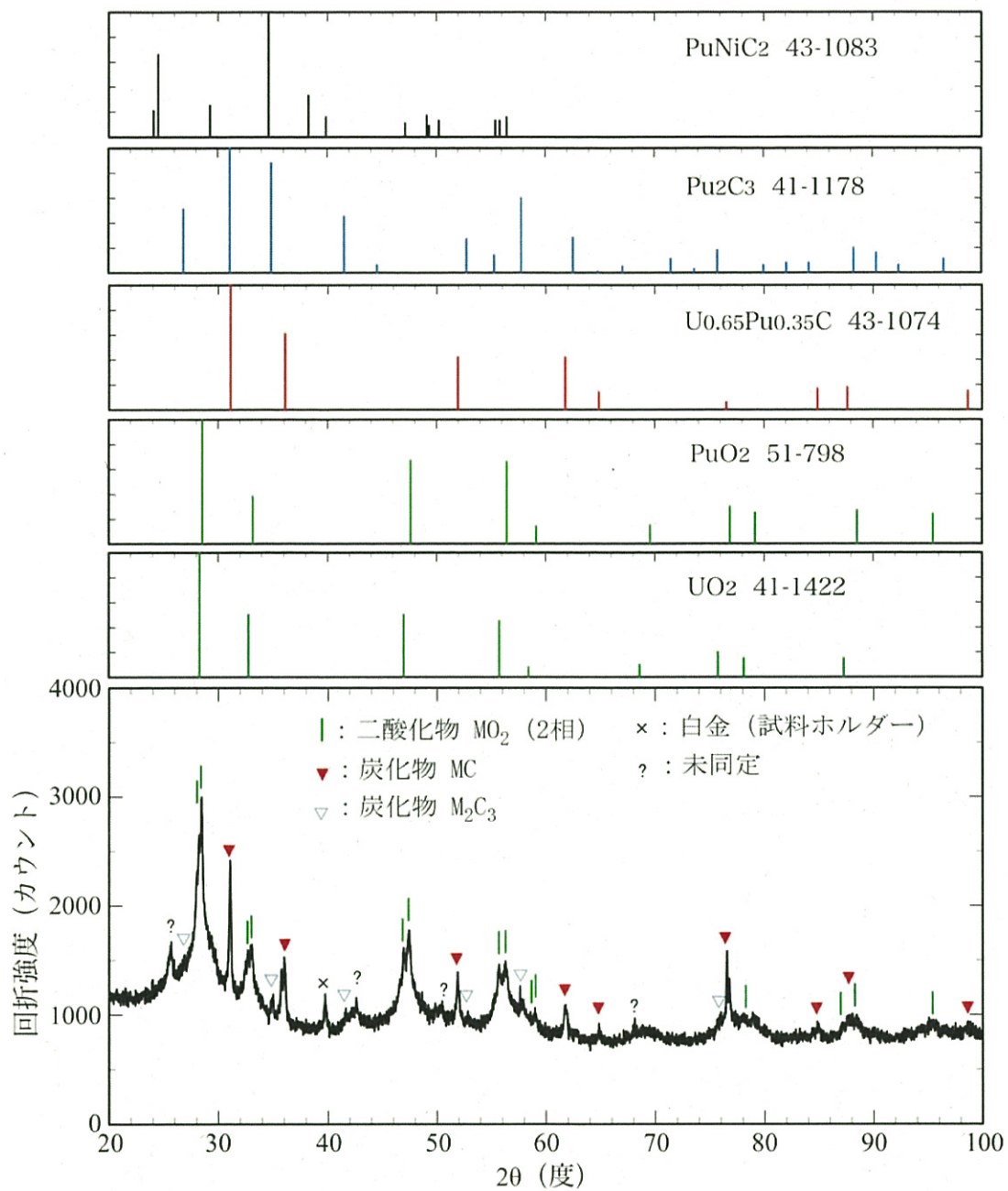
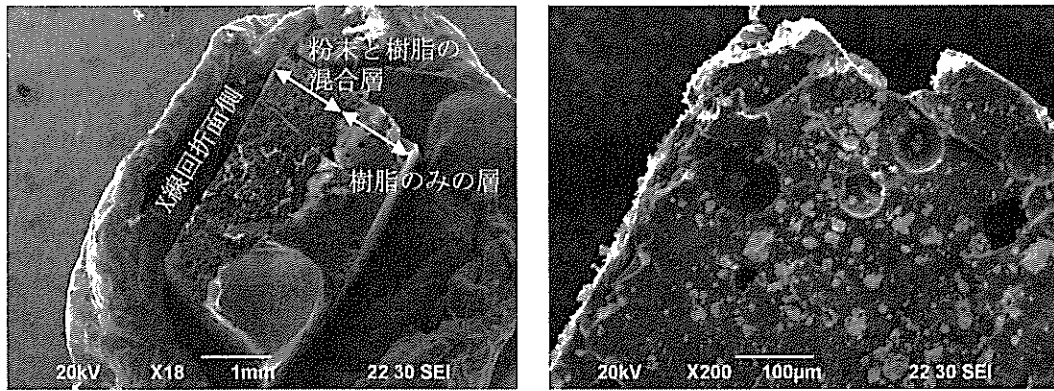
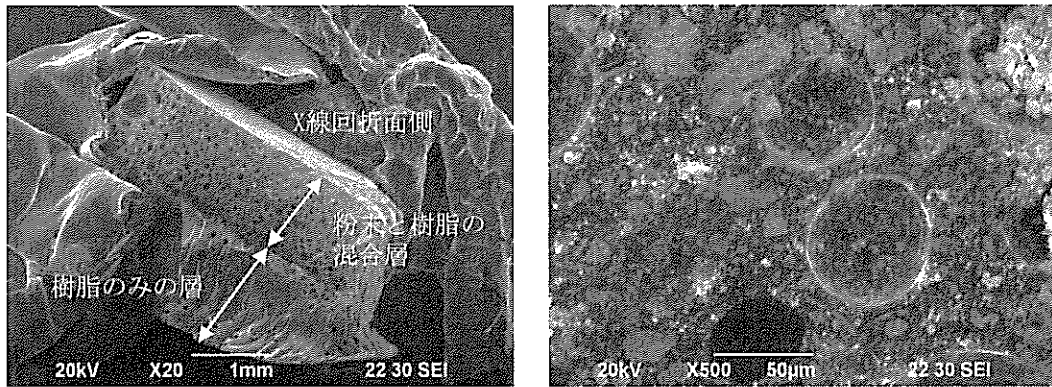


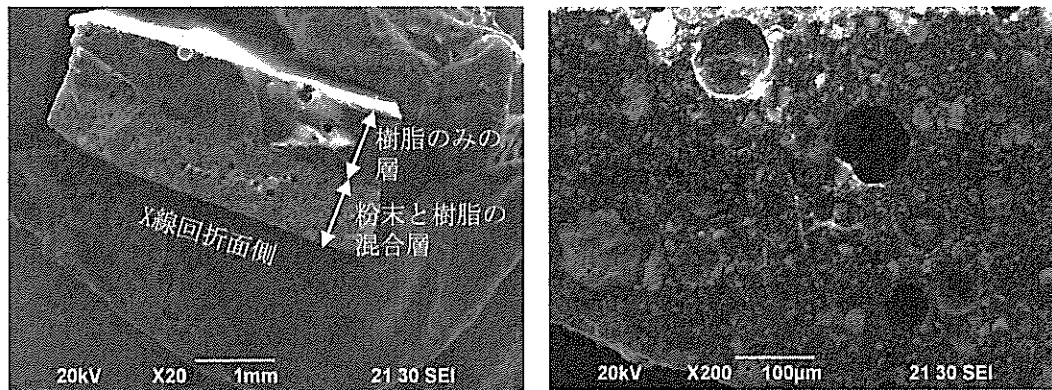
図6.4.6-3 粉末成分のX線回折プロファイルとデータベース*との比較
 (*ICDD: The International Center for Diffraction Data)



(a) 線量当量率：高 (約220 $\mu\text{Sv/h}$ 、二次電子像)



(b) 線量当量率：中 (約56 $\mu\text{Sv/h}$ 、二次電子像)



(c) 線量当量率：低 (約14 $\mu\text{Sv/h}$ 、二次電子像)

図6.4.6-4 線量当量率で選別したエポキシ樹脂固化物3個の断面観察像
(左：全体像、右：拡大像)

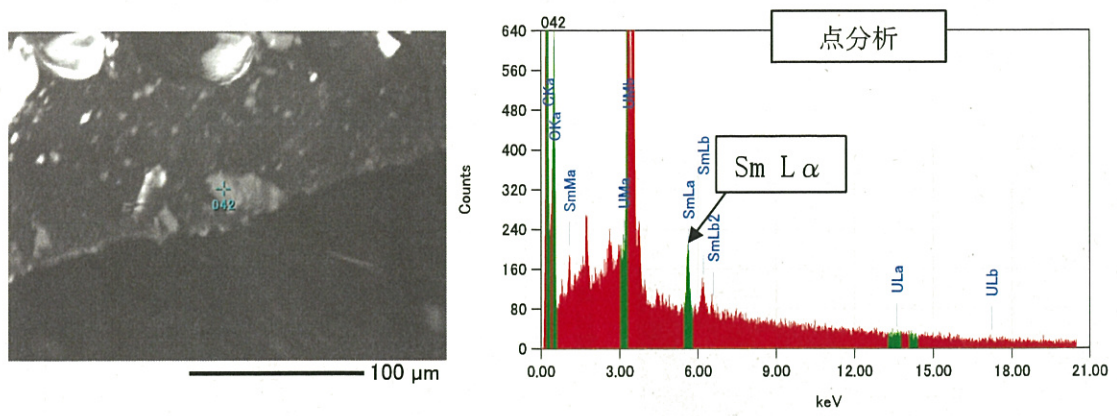
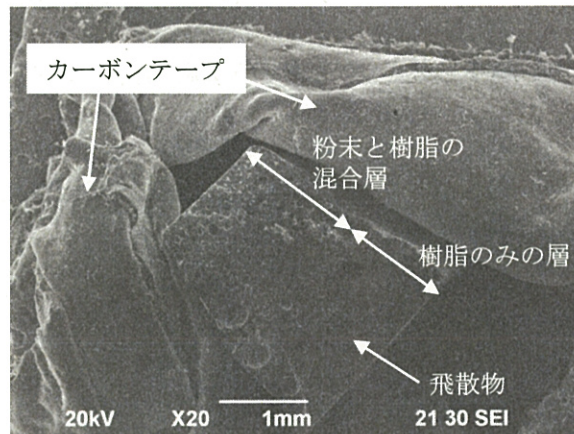
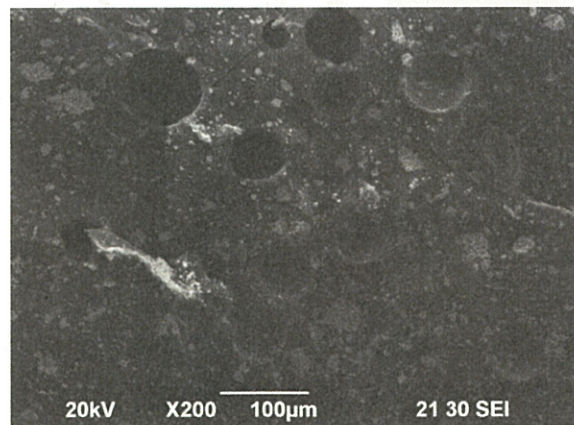


図6. 4. 6-5 樹脂固化物のEDSによるX線スペクトルの例
(線量当量率：高 (約153 $\mu\text{Sv/h}$)、希土類のSmを検出)

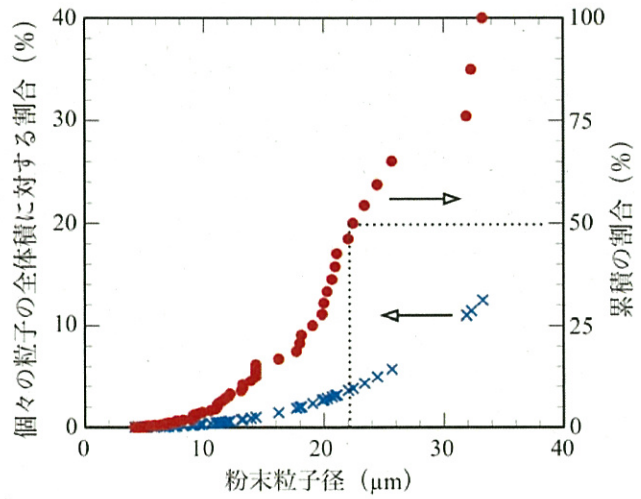
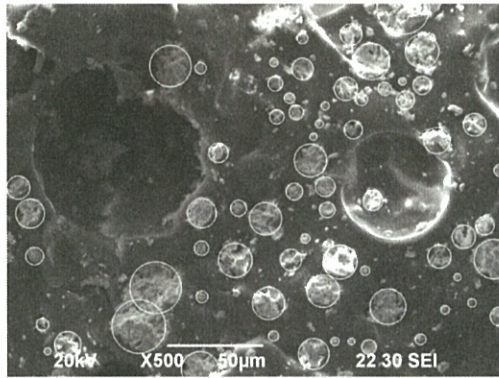


(a) 全体像 (二次電子像)

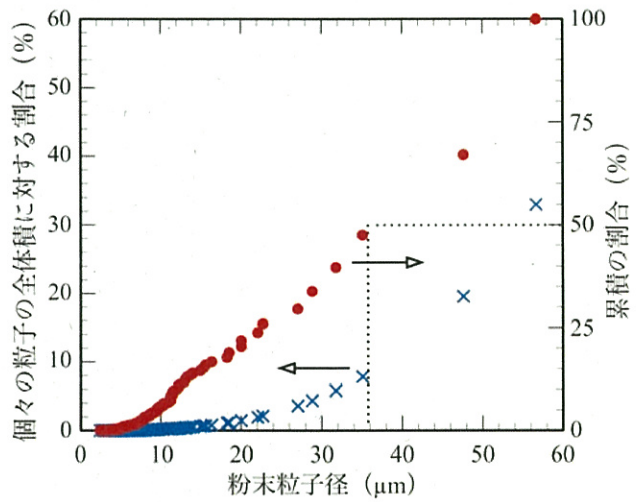
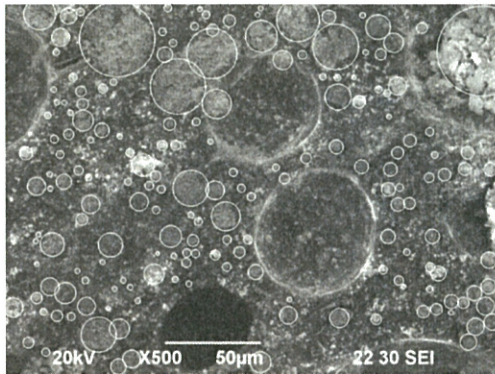


(b) 拡大像 (二次電子像)

図6. 4. 6-6 かけら状の飛散物の観察像



(a) 線量当量率：高 (約220 $\mu\text{Sv/h}$)



(b) 線量当量率：中 (約56 $\mu\text{Sv/h}$)

図6.4.6-7 観察像からの平均粒子径の評価
(左：観察像上で粒子径の読み取り、右：体積基準による粒度分布グラフ)

貯蔵容器の蓋開封時の状況に関する作業員への聞き取り調査概要

実施日：平成 29 年 6 月 28 日

場 所：大洗研究開発センター 健康管理棟

回答者：作業員 3 名

(1) 貯蔵容器のボルトを緩め、外していく過程について

- ・ 6 本のボルトを、抜けない程度のところまで順に均等に緩めていった。
- ・ 6 本のボルトを緩めた段階で、貯蔵容器の蓋が浮き上がってきており、容器本体との間に（感覚的には）数 mm くらいの隙間ができていた。
- ・ 緩めたボルトを 1 本ずつ抜いて行く過程で、抜いた箇所からだんだんと蓋が上がってきていた。
- ・ 4 本のボルトを抜き、残り 2 本のボルトを緩める際に「シュ」と内圧が抜ける音が生じ、目視では分からないが、その時 O-リングの一部分が容器本体の上端よりも上にきていたと思った。
- ・ 対角線上に 2 本のボルトが残っている状態で、蓋を手で押さえつけていなくてもボルトで支えられていた。蓋と容器の間に隙間ができていたので、隙間の全周スミヤを採取し、汚染のないことを確認した。

(2) 残り 2 本のボルトを外す過程から破裂まで

- ・ 残り 2 本のボルトを交互に少しずつ指で緩めていった。その際、蓋を下に押さえつけていたわけではなく、片手で取手を持っていた。その過程で、完全にボルトを蓋から抜き去る前に破裂してしまい、蓋が外れた。
- ・ 結果的には、ボルトのネジ山が容器に掛かっていない状態まで緩めた瞬間に破裂したことになる。
- ・ 破裂時の圧力から考えて、蓋が浮き上がってくるのを蓋の自重で押さえつけられる状況ではないと思った。

(3) 破裂した瞬間の状況について

- ・ 破裂時に O-リングが容器本体の上端よりは上がったと思うが、数 cm も上がっていないと思った。蓋が容器本体から大きく離れてから「パン」と鳴ったわけではない。蓋が飛んだり、ボルトが飛んだりしていない。
- ・ この時すでに写真（図 6.4.3）のように、容器から樹脂製の袋の一部がはみ出していた。
- ・ 破裂音は「パン」と 1 回だった。（主作業員は）キーンと耳鳴りがして聞こえなくなるほどの音ではなかった。（別の作業員は）耳が痛くなるほど大きな音だった。
- ・ （主作業員は）左腹部に風圧は感じたが、飛散物がぶつかった感覚はなかった。視覚でも飛散物を捉えていなかった。フードのガラスがあったからだと思うが、顔には風を感じていない。
- ・ （主作業員の右後方にいた他の作業員は）両太腿の上方辺りに風を感じたが、ものが当たった感覚はなかった。

(4) 破裂後の状況や処置について

- ・ 破裂した時に「モヤモヤした煙のようなもの」が見えたことに関して、煙草の煙のような白っぽい感

じがした。ごく短い間だけパツと飛んで、すぐに拡散して見えなくなった。粉末という感じではなかった。

- ・ 破裂から写真（図 6.4.3）を撮影するまでに、状況保存を優先して貯蔵容器には触れていない。
- ・ 樹脂製の袋の開口部は、主作業員が上から見て 7 時方向（真正面よりも幾分左寄り）を向いており、左腹部に風圧を感じたのと整合する。
- ・ 写真（図 6.4.3）で見えているのは、貯蔵容器内容物の観察結果から一重目の袋で、主作業員の位置からは容器内部の二重目の袋は見えなかった。
- ・ ポリ容器の蓋は上下逆転して内面が上側を向いていた。
- ・ 写真右側の袋内に見えている、黒い核燃料物質らしきものは、主作業員の位置からは見えなかった。
- ・ 主作業員の位置からは貯蔵容器内の状況は見えなかったが、フード前の床の養生シート上に散らばった飛散物を見て、何かで固めてあるものと思った。
- ・ 実験室外の職員と措置に関して相談し、状況保存の観点からとりあえずできる措置として、貯蔵容器の蓋を閉めることとした。
- ・ その際、貯蔵容器上端からはみ出ている部分は、容器上端と同じくらいの高さまで手のひらで慎重に押し込んだ。
- ・ その後、蓋を載せてボルトを締めることを試みたが、ボルトの先端が容器本体に届かない距離まで蓋が浮いており、上手く出来なかった。
- ・ O-リングが容器上端に掛かっており、半気密状態にはなっていると思った。内圧が上がっていて破裂したので、気密状態にするリスクも考えられた。

以上