

大洗研究開発センター燃料研究棟 における汚染について

平成29年7月21日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

【目次】

・概要及び時系列	・・・ 1
・燃料研究棟の概要、作業内容	・・・ 4
・燃料研究棟汚染事故対応工程表(7月21日現在)	・・・ 5
・作業場所における放射線及び汚染の状況、作業員の汚染・被ばく	・・・ 6
・法令報告に係る通報の状況	・・・ 7
・環境への影響	・・・ 8
・事象発生後の措置	・・・ 9
・作業員の被ばく評価	・・・10
・貯蔵容器内容物及び破裂時の状況調査結果	・・・12
・放射線管理情報等の調査状況	・・・15
・原因究明の概要(検討状況)	・・・16
・樹脂製の袋が破裂に至った推定原因及びその対策	・・・17
・放射性物質の摂取に至った推定原因とその対応	・・・18
・原因分析	・・・19
・再発防止対策及び水平展開	・・・24
・まとめ	・・・26

概要

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

背景

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

時系列

6/6(火)

- 11:15頃 事故発生
- 11:37頃 作業員5名全員の汚染を確認
- 11:54頃 施設管理統括者がグリーンハウス(以下、「GH」という。)設置を指示
- 12:43頃 GH資材の準備完了
- 13:15頃 GH組立要員入域、GH設置開始
- 13:45頃 GH組立追加要員入域
- 14:29頃 GH設置完了
- 14:30頃 作業員が108号室からの退室開始



GH

核燃料物質を入れたポリ容器を樹脂製の袋(2重)に入れ貯蔵容器に収納



フード内で収納状況を確認するため、貯蔵容器の蓋を開けた。

時系列

- 14:44頃 作業員の汚染検査を開始
 - ・作業員3名の鼻腔汚染を確認(最大24Bq(α 線))
 - 16:27頃 108号室を立入制限区域に設定
 - 18:52頃 作業員5名全員の除染が完了
 - 18:55頃 作業員5名全員の退域が完了
 - 19:05頃 作業員5名が核燃料サイクル工学研究所に向けて出発
 - 19:41頃 作業員が核燃料サイクル工学研究所に到着
 - 19:59頃 肺モニタの測定開始
 - 22:05頃 作業員にキレート剤(体内からの放射性物質の排泄を促進し、内部被ばく線量の低減を目的とした薬剤)の投与を開始
 - 23:33頃 作業員5名の肺モニタによる測定が終了
 - ・最大で Pu-239 22,000Bq、Am-241 220Bqを確認
- 6/7(水)
- 01:05頃 作業員全員のキレート剤投与を終了
 - 01:42頃 作業員5名が大洗研究開発センターに到着

時系列

- 6/7(水) 作業員5名が量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所(以下、「量研 放医研」という。)に入院
法令報告と判断
108号室の汚染検査を実施
・最大で55Bq/cm²(α 線)を確認
- 6/8(木)～12(月) 量研 放医研にて肺モニタ計測を実施、本人及び家族へのケアを適宜実施
- 6/13(火) 作業員5名が量研 放医研を退院
退院後、作業員の身体的・精神的負担に配慮しつつ作業員から聞き取りを実施
- 6/14(水) 作業状況を撮影したカメラからSDカードを回収
- 6/15(木) 産業医が作業員5名と面談
- 6/18(日) 作業員5名が量研 放医研に入院(2回目)
- 6/19(月) 原子炉等規制法第62条の3に基づき原子力規制委員会に報告書を提出
- 6/21(水)、23(金)、28(水)*1、30(金)*2
原子力規制庁による原子炉等規制法第68条第1項に基づく立入検査
*1: 補完的な面談として原子力規制庁で実施
*2: 作業員からの聞き取りを含む
- 6/23(金) 茨城県の要請に対する報告書を提出
- 6/26(月) 作業員5名が量研 放医研を退院
退院後、産業医が作業員5名と面談
- 6/28(水) 水戸労基署、茨城県警による作業員3名の聞き取り後、保健師がケアを実施

時系列

- 6/30(金) 量研 放医研の主治医が作業員5名を診察
原子力規制庁による作業員5名の聞き取り後、保健師がケアを実施
- 7/ 3(月) 作業員3名が量研 放医研に入院(3回目)
- 7/ 4(火) 現場復旧作業を開始
・フードへのアクセスルートを確保
水戸労基署、茨城県警による作業員2名(6/28未実施)の聞き取り後、保健師がケアを実施
- 7/ 5(水) 原子力規制委員会において原子力規制庁から立入検査の結果を報告
現場復旧作業を継続実施
・GH内の整理
保健師が量研 放医研に入院中の作業員3名と面談
- 7/ 6(木) 現場復旧作業を継続実施
・テープによる貯蔵容器の蓋固定及び転倒防止治具の取り付け
・回収した粒子や養生シートを収納した金属容器の移送
- 7/ 7(金) 作業員3名が量研 放医研を退院
退院後、保健師がケアを実施
燃料研究棟廊下において軽微な汚染を確認(作業を一時中断)

時系列

- 7/10(月) 量研 放医研が内部被ばく線量評価結果を公表
- 7/11(火) 水戸労基署による作業員3名の聞き取り後、保健師がケアを実施
現場復旧作業を継続実施
・燃料研究棟廊下の汚染のふき取りによる除染を実施
- 7/13(木) 水戸労基署による作業員2名(7/11未実施)の聞き取り後、保健師がケアを実施
産業医が作業員3名と面談
現場復旧作業を継続実施
・GH内の整理
スミヤろ紙等の運搬を実施(燃料研究棟⇒照射燃料集合体試験施設(FMF))
- 7/14(金) 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察
現場復旧作業を継続実施
・GHの更新作業(資材搬入、既設GH内の汚染検査)
- 7/18(火) 現場復旧作業を継続実施
・GHの更新作業(既設GH内の汚染検査、既設GHの解体)
- 7/19(水) 現場復旧作業を継続実施
・GHの更新作業(新GHの設置)
・貯蔵容器の移動準備

時系列

- 7/20(木) 現場復旧作業を継続実施
・GHの更新作業(新GHの設置)
・貯蔵容器の移動(108号室のフード⇒101号室のグローブボックス)
量研 放医研の主治医が作業員3名を診察
- 7/21(金) 原子炉等規制法第62条の3に基づき原子力規制委員会に報告書(第2報)を提出

燃料研究棟の概要

- 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。
- プルトニウムを使用した試験は昭和52年に開始。
- 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ニド核変換用燃料、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。
- 平成27年度に研究開発を終了。なお、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処理を実施中であり、廃止措置計画の検討を進めていた。

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1,518m²(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、アルゴン循環精製装置 4台、フード 4台



燃料研究棟

作業内容

- 平成29年2月に原子力規制庁から、以下の状況について改善を求められた。
 - 使用許可申請書上の使用施設で、貯蔵施設ではないにもかかわらず、過去の研究開発で使用した核燃料物質が長期にわたって使用中と称し保管されている
- これを受け、これらの保管されている核燃料物質等について、安定化処理した上で、貯蔵施設で貯蔵している貯蔵容器(80個)の中に追加で収納する作業を予定。
- 貯蔵容器の中には、核燃料物質等を容器に入れ、さらに樹脂製の袋で二重に封入したものを入れている。今回の作業では、108号室のフードにおいて、貯蔵容器を開封し、その中に空きスペースがあるかどうかを点検する作業を実施。
- 平成29年2月から作業を開始し、これまでに80個の貯蔵容器の内30個の貯蔵容器(化学形態、物理的性状が明らかなものを収納)について作業を実施し、31個目の貯蔵容器(複数の化合物が混在した試験済燃料を収納)の開封作業において今回の事象が発生。

作業場所における放射線及び汚染の状況

- モニタリングポスト及び燃料研究棟の排気ダストモニタの指示値は、本事象の発生の前後で変化はなかった。
- 発生場所における空気中の放射性物質の濃度については、事象発生時の室内Puダストモニタ No.2(108号室)の指示値は通常の変動範囲内であった。
- 平成29年6月6日13時55分、Puダストモニタ No.2の指示値が約 $5 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ (1週間平均濃度)まで上昇したが、それ以降は上昇しなかった。この値は、法令に定めるPu-239の空気中濃度限度($7 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$)を一桁下回るものである。その後、Puダストモニタの集塵用フィルタを交換した結果、指示値が通常の変動範囲内まで低下したことを確認した。これ以降、指示値は通常の変動範囲内である。
- 108号室の表面密度については、平成29年6月7日に床面を測定した結果、最大 55Bq/cm^2 (α 線)、 3.1Bq/cm^2 (β (γ)線)の汚染を18時55分に確認した。108号室の線量当量率は、最大で $2 \mu \text{Sv/h}$ であった。
- 108号室へ出入りする管理区域内の廊下及び108号室から建家外への非常口の外側については、汚染がないことを確認した。
- フード(H-1)前床に貯蔵容器から飛散したと思われる粒子を確認した。

作業員の汚染・被ばく(詳細は、p.10参照)

- 退室時のグリーンハウス内における身体汚染検査の結果、5名の特殊作業衣等に汚染(最大 322Bq/cm^2 以上(α 線))を確認し、うち4名に皮膚の汚染を、うち3名から鼻腔内の汚染(最大 24Bq (α 線))を確認した。
- 皮膚の汚染を伴う作業員はシャワー室で除染を行い、検出限界(0.013Bq/cm^2 (α 線))以下であることを確認して管理区域から退域した。1人目の除染開始後、1~2分経過してシャワーの流量が減少した。ホースにより燃料研究棟機械室から工業用水を引き、除染を再開した。
- 作業員5名のうち3名がポケット線量計を装着しており、その読み取り値は $2 \mu \text{Sv}$ 、 $3 \mu \text{Sv}$ 、 $60 \mu \text{Sv}$ であった。
- 作業員5名を核燃料サイクル工学研究所へ搬送し、肺モニタ測定を行った結果、Pu-239とAm-241について、最大でそれぞれ $22,000 \text{Bq}$ 、 220Bq と評価されたため、キレート剤(Ca-DTPA)を投与した。
- 平成29年6月7日に作業員5名を量研 放医研に搬送し、肺モニタ測定等を含む医療処置を行った。

- 平成 29年6月7日13時00分、本事象を核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第62条の3に基づく法令報告事象と判断した。

【判断根拠】

- 作業員5名の核燃料サイクル工学研究所において実施した肺モニタの測定結果から、Pu-239及びAm-241について、最大で22,000Bq及び220Bqと評価されたことから、管理区域に立ち入る放射線業務従事者について計画外の被ばくがあったときの報告基準である5mSvを超え、又は超えるおそれがあること。
 - 作業員5名の汚染状況から、108号室の床等の表面密度が保安規定に定める立入制限区域指定基準 (α 核種: 4Bq/cm²) を超えるおそれがあること。
- 以上のことを、13時27分、原子力規制庁に報告した。



法令報告(第1報)を6月19日に原子力規制委員会に提出

- 事象発生時、燃料研究棟の給排気系設備は運転を継続し、管理区域内の負圧を正常に維持しており、モニタリングポスト及び燃料研究棟の排気ダストモニタの指示値は通常の変動範囲内であった。よって、本事象発生時の環境への影響はない。
- 事象発生以降も継続して燃料研究棟の給排気系設備を運転しており、管理区域内の負圧を正常に維持し続けている。また、モニタリングポスト、燃料研究棟の排気ダストモニタ及び Pu ダストモニタの指示値は通常の変動範囲内で推移しており、施設外部への影響はない。

事象発生場所の復旧

(1) 安全確保のための処置

- 作業員の歩行による汚染拡大・飛散防止のために、化学雑巾を用いて床の拭き取りを行い、フードまでのアクセスルートを確保した。
- フード内の貯蔵容器の蓋をガムテープで固定し、貯蔵容器に転倒防止治具を取り付けた。
- フードからの貯蔵容器の搬出及び108号室から101号室への移動、101号室のグローブボックスへの搬入を行った。

(2) 本格的な現場復旧のための措置

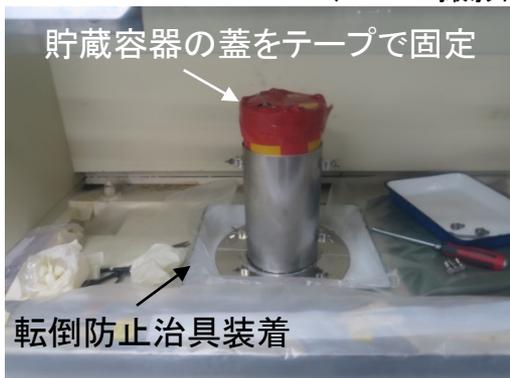
- 事象直後に緊急に設置したグリーンハウスから汚染管理の強化を図ったグリーンハウスへ更新した。
- 今後、フード及び108号室の汚染検査・除染を実施する。

(H29.7.20撮影)



更新したグリーンハウス

(H29.7.6撮影)



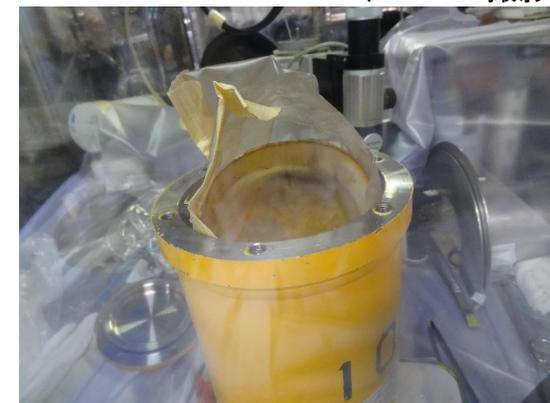
フード内での貯蔵容器の保管状況

(H29.7.20撮影)



グローブボックス搬入後の貯蔵容器の保管状況

(H29.7.20撮影)



貯蔵容器の状況
(グローブボックス搬入後に確認)

外部被ばくに関する評価結果

(1)外部被ばくによる実効線量の評価

- OSL(光刺激蛍光)線量計による測定
 - 作業員A,B,C,D: 検出下限値(0.1mSv)未満
 - 作業員E: 線量計表面に付着した汚染の影響で評価不能
- 電子式ポケット線量計(EPD)による測定(5名中3名が着用)
 - 作業員B: $2\mu\text{Sv}$ 、作業員D: $3\mu\text{Sv}$ 、作業員E: $60\mu\text{Sv}$
- 以上の結果から、作業員5名全員について、記録レベル(0.1mSv)未満と評価した。

(2)体表面汚染による皮膚被ばく線量の評価

- 作業員全員の特殊作業衣及び4名に皮膚汚染が確認されたため、これらの汚染による皮膚の被ばく線量を保守的な仮定により評価
- 事象発生から管理区域退域まで
 - 汚染密度 $1,000\text{Bq}/\text{cm}^2$ (最も汚染密度の高いOSL線量計ケース表面の値)が皮膚に直接付着し、事故発生から全員の除染が完了し管理区域を退域するまでの最大時間(7.67時間)、皮膚被ばくが継続と仮定
 - 評価結果: 最大 $83\mu\text{Sv}$
- 管理区域退域から量研 放医研での除染完了まで
 - 量研 放医研での受入時の皮膚汚染(最大140cpm, 換算値 $0.44\text{Bq}/\text{cm}^2$)が管理区域退域後、汚染情報の公表時刻まで継続(約22時間)と仮定
 - 評価結果: 最大 $0.11\mu\text{Sv}$
- 以上の結果から、作業員5名全員について、記録レベル(0.1mSv)未満と評価した。

内部被ばくに関する評価結果

(1)内部被ばく線量の測定・評価

- 作業員が内部被ばくに対する診察、処置を受けるため量研 放医研へ入院した。
- 原子力機構は、診察、処置の一部として量研 放医研が実施する内部被ばく線量の測定・評価に協力した。
- 量研 放医研は、バイオアッセイ検査等の結果を詳細に検討し、内部被ばくによる実効線量(預託実効線量)を以下のとおり公表した。

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

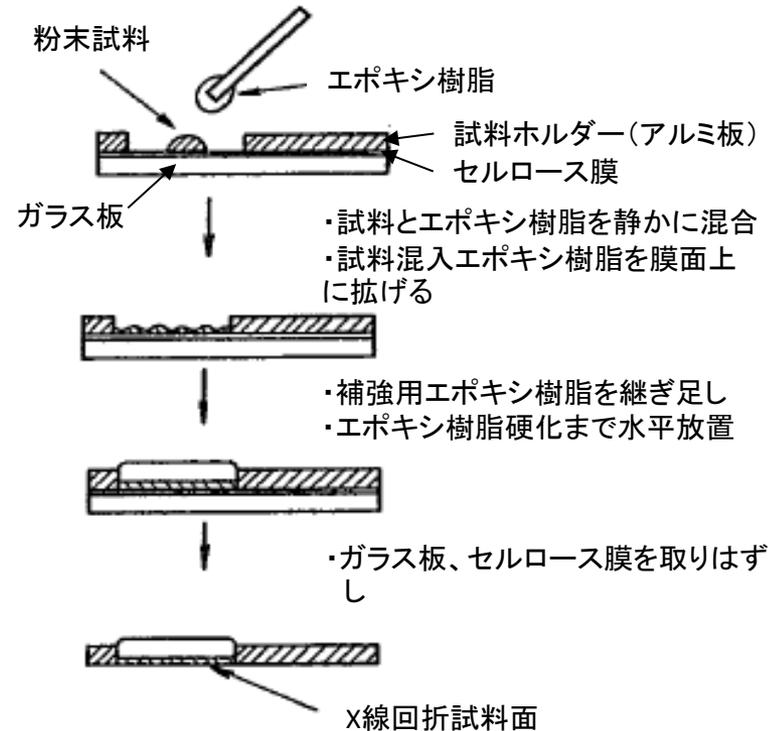
(2)今後の対応

- 原子力機構は、量研 放医研の医療情報の扱いに関し、適切な手続のもと必要な情報を入手し、法令に基づく被ばく線量の報告・記録を行う。
- なお、事象発生当日(6月6日)に行った肺モニタ測定では、Pu-239とAm-241が検出されたが、翌日 量研 放医研ではPu-239が検出されなかった。この相違は、原子力機構の測定では皮膚に付着していたPu-239等による影響があったためと考えられる。今後、肺モニタで測定された値と皮膚に付着した汚染との関係を明らかにしていく。

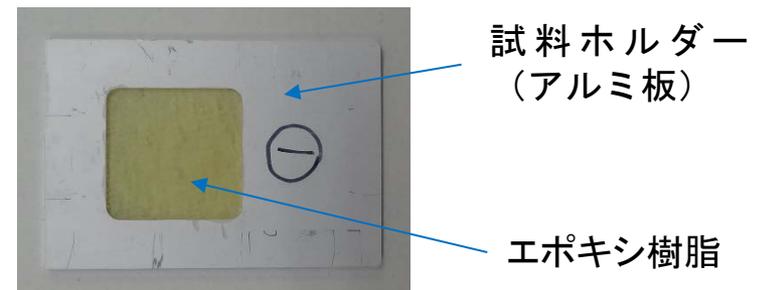
貯蔵容器内容物の調査結果

計量管理帳簿の調査、燃料研究棟の月報、技術レポート、点検記録等の資料の調査及び燃料研究棟に係る職員(退職者含む)への聞き取り調査により、明らかになったことは以下のとおりである。

- 当該貯蔵容器内の核燃料物質は、天然ウラン(U)とプルトニウム(Pu)であり、Puは同位体組成の異なる5種類が混在している。
- 当該貯蔵容器内の核燃料物質は、X線回折測定に使用した試料を集めたものである。
- 燃料研究棟におけるX線回折測定用試料の特徴として、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。試料ホルダー中の固化物部分の寸法は、約20×20mmの四角形で、厚さ1.5mm程度の平らな形状である。この固化物1個あたりに、核燃料物質の粉末が0.1～0.2g、エポキシ樹脂が0.7～1.0g含まれる。



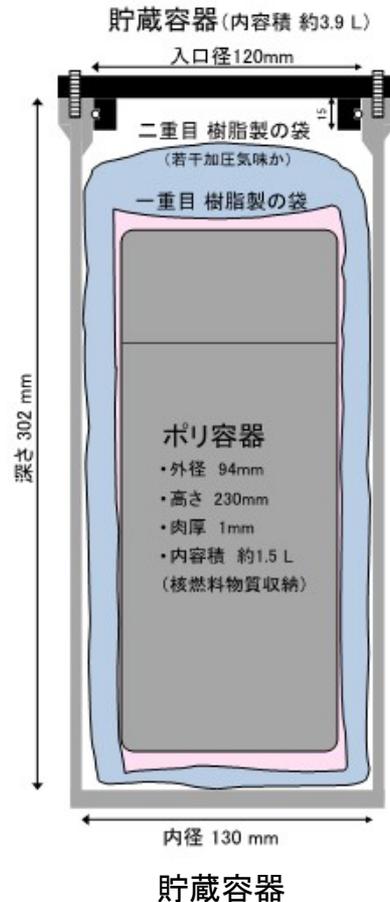
試料調製フロー



X線回折試料の例

貯蔵容器内容物の調査結果

- 貯蔵容器へ収納する際の内容器として、燃料研究棟にあった比較的容積の大きい筒状のポリ容器を用いた。
- 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7月に貯蔵容器の蓋を開封し、内部の状態を点検した際の記録の存在が平成29年7月14日に確認された。当該貯蔵容器の記録には、ポリ容器の底部が破損していること、樹脂製の袋が膨張していることとの記載がある他、梱包を更新した後に異常なしとの記載がある。



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・ ²³⁹ U 重量	g	Pu・ ²³⁹ 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	
梱包状態		梱包状態	
内容器: ポリエチレン容器		内容器: ポリエチレン容器	
内容器内の状態		内容器内の状態	
1. X線回折分析試料		1. X線回折分析試料	
梱包材劣化状況		梱包材劣化状況	
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		異常なし。	

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したと考えられる際の点検記録

破裂時の状況調査結果

(1)聞き取り調査内容

- 貯蔵容器の6本のボルトを順に緩めていく過程で蓋が浮き上がって来ていた。ボルトを4本外した後、残り2本を緩める際に「シュツ」と内圧の抜ける音を聞いており、その際に容器と蓋の隙間のスミヤを採取して汚染がないことを確認した。
- 片手で蓋の取手を持ちながら、残り2本のボルトを指で交互に緩めていき、2本のボルトのネジ山が容器から外れた時点で破裂音とともに蓋が浮き上がった。作業員が聞いた破裂音は「パン」と1回である。
- 破裂後に養生シート上の飛散物を見た際に「何かで固めてあるものと思った」。

(2)作業員が撮影した貯蔵容器の写真

- 貯蔵容器上端からは樹脂製の袋がはみ出ており、破裂の開口部は袋の側面に沿って縦に裂けるように破損している。破裂に伴う開口部は作業員側を向いており、作業員が左腹部に風圧を感じたとの証言と整合している。
- 袋の内側に見える大きな円形状のものは、ポリ容器の蓋であり、作業員の証言では上下が逆さまになった状態で、写真に見えているのは蓋の内面側である。
- 蓋の右側の袋内部に黒い物体が見えており、ポリ容器内の核燃料物質が破裂時に飛び出して来た可能性がある。



樹脂製の袋の破裂後に作業員が撮影した写真を拡大

(袋の側面の一部が縦に裂けるように破損)

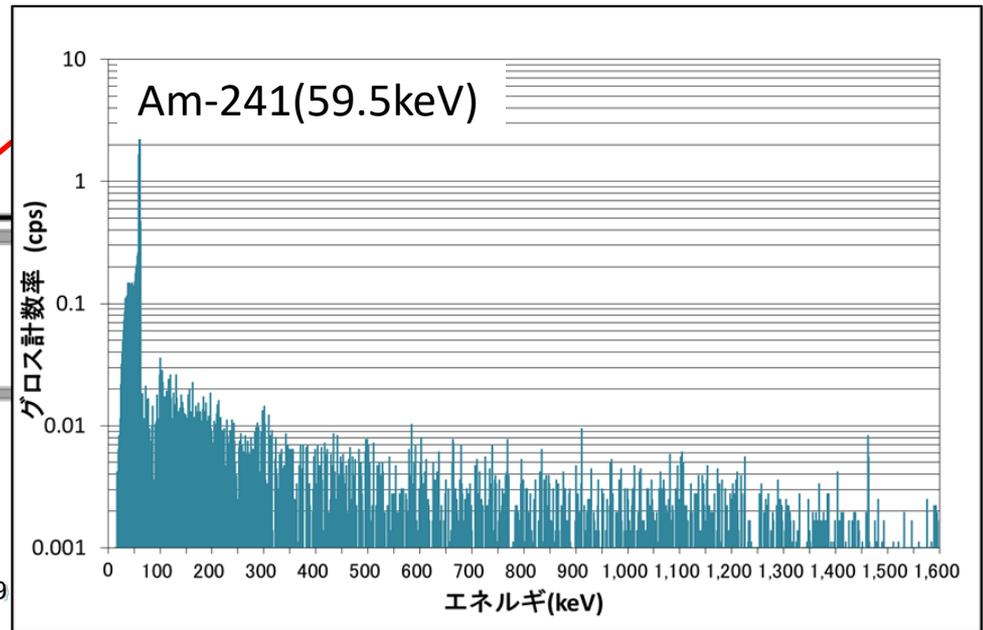
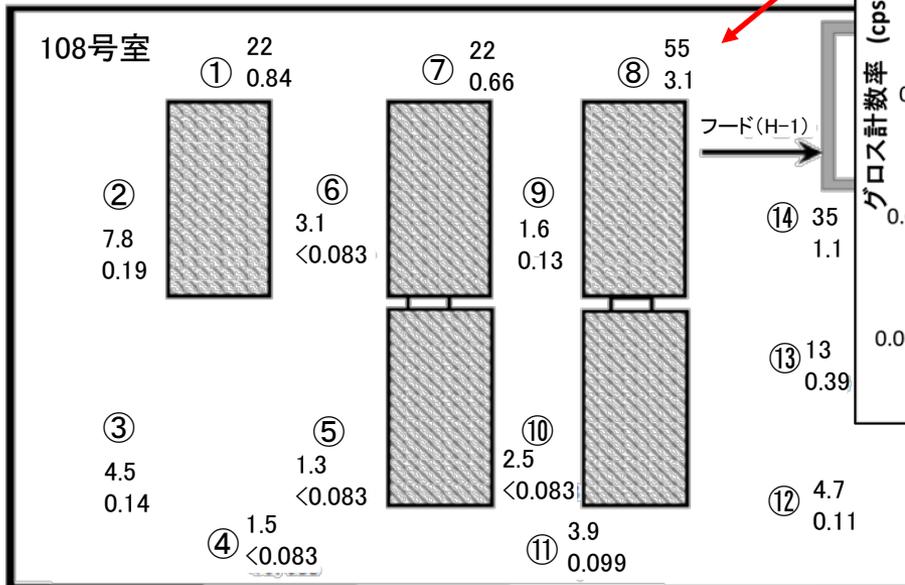
作業員が摂取した放射性微物質の性状把握

- 作業員が摂取した放射性微物質の核種組成や粒径分布等の性状を把握するため、6月6日に交換したPuダストモニタNo.2のフィルタ及び6月7日に実施した108号室内汚染検査のスミヤろ紙について、放射性核種分析を実施している。
- 今後もこれらフィルタ等の試料について、放射性核種分析を継続するとともに、放射線画像解析等の方法により粒径分布等を明らかにする予定である。また、108号室の放射線状況、作業員の半面マスクの汚染状況等について調査・分析を進める。

上段: α線 (Bq/cm²)
下段: β(γ)線 (Bq/cm²)

■ : グローブボックス

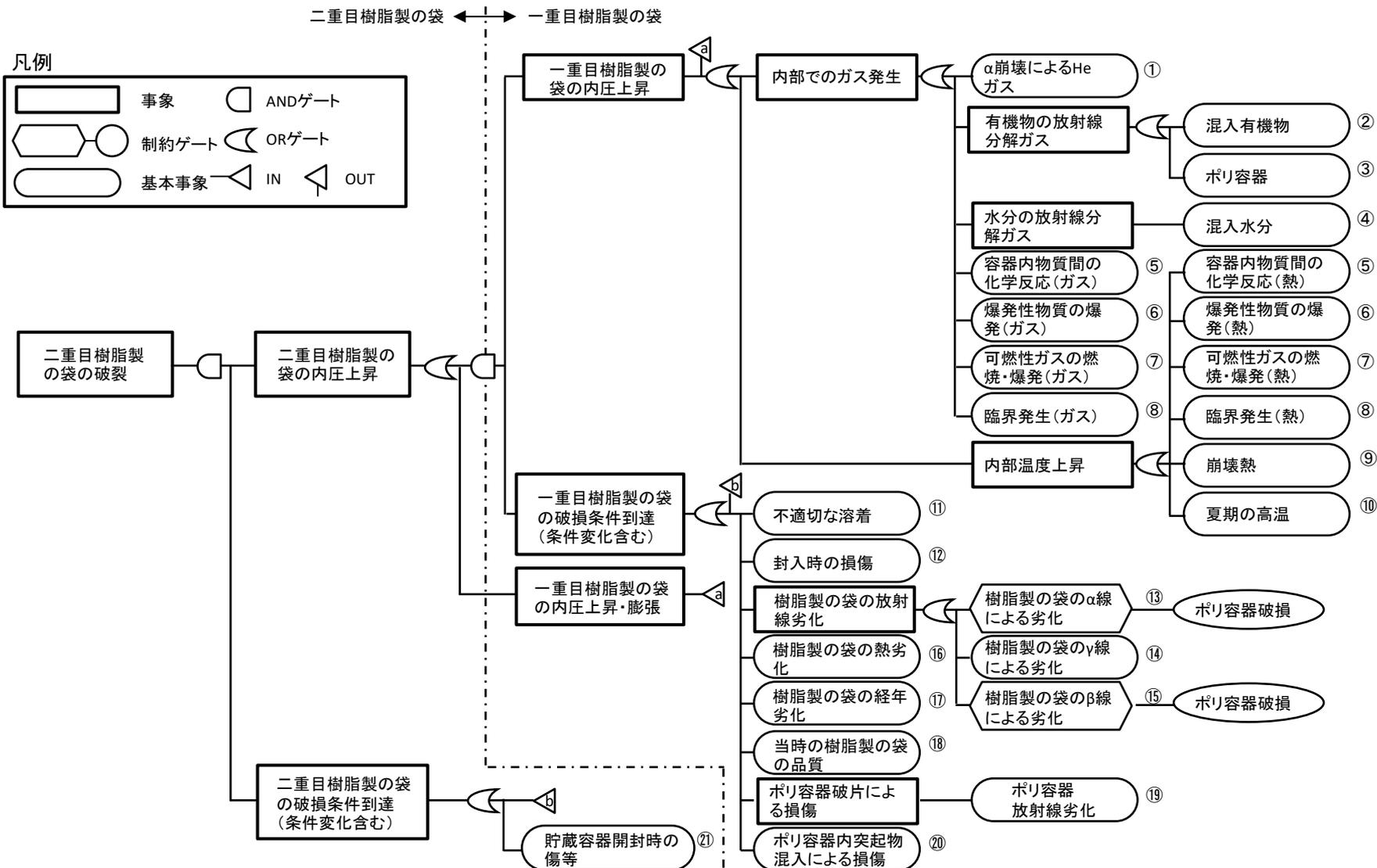
採取地点



Ge半導体検出器によるスミヤ試料の光子エネルギースペクトルの例

原因究明の概要(検討状況)

今後予定される内容物の分析等により変更の可能性がある。



①～⑧:「内部でのガス発生」に係る要因、⑤～⑩:「内部温度上昇」に係る要因

⑪～⑳:「一重目樹脂製の袋の破損条件到達(条件変化を含む)」に係る要因

推定原因

- フォルトツリー解析により、樹脂製の袋の破裂は、混入有機物、ポリ容器、混入水分の3つの基本事象が複合して発生したものと推測された。
- すなわち、主に上記3つの複合事象あるいはいずれかの単一事象によりガスが発生し、21年間の貯蔵期間中の内圧上昇が樹脂製の袋の破裂をもたらす内圧上昇割合を超過したが、貯蔵容器による拘束力で破裂せずに留まっていた。樹脂製の袋が、貯蔵容器蓋の開封により拘束力を失って樹脂製の袋内外の圧力均衡が崩れ、容器や蓋等で拘束されていない部分が、放射線照射によりもたらされた樹脂製の袋の強度や伸び低下の影響により、線状に裂ける形で破裂開口したと推測される。

現時点での対策案

- 収納前に試料の熱処理等を行って、多量のガスを発生させるエポキシ樹脂等を除去する。
- 粉末状の核燃料物質は金属容器に収納する。
- 核燃料物質をポリ容器に収納しているものについては、膨張や変色等が発生する時間を事前に見積もり、適切な周期でこれらの目視による点検と交換を行う等の対策を取る。

推定原因(要因事象)の調査と対応

- 事象発生状況などの情報から放射性物質の摂取に至った原因となる可能性のある要因事象を洗い出し、以下のとおり整理した。なお、現時点においては、被ばくのタイミングごとに可能性のある要因をできるだけ広く洗い出した。
- 今後は108号室及びグリーンハウス内の放射線状況、作業員の半面マスク等の調査分析結果及び関係者(作業員、放射線管理課員等)の聞き取り等の結果に基づき可能性の高い要因事象を明らかにしていく。

被ばくのタイミング	要因事象
樹脂製の袋の破裂時	<ul style="list-style-type: none"> ・袋の破裂に伴う核物質の飛散により作業環境の空气中放射性物質濃度が急激に上昇し、その一部が半面マスクのろ過材を通過したことにより、汚染した空気を吸入摂取した。 ・破裂音が聞こえたときの反射的な顔の動き等により、半面マスクの面体と顔面との密着性(以下、「半面マスクの密着性」という。)が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。
108号室での待機中	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員同士のコミュニケーションや室外との電話や口頭での連絡等で大声を出した際、半面マスクの密着性が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。 ・長時間の半面マスク装着による発汗及び呼気中水蒸気の半面マスク面体内での結露等により半面マスクの密着性が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。 ・破裂時の飛散物又は汚染した空気に触れたことによる頭部(頭髪及び半面マスク外側の顔面)の汚染が汗とともに滴って半面マスクの面体内に侵入し、経口摂取した。
グリーンハウスでの脱装及びシャワー室での除染時	<ul style="list-style-type: none"> ・半面マスクを汚染していないものに交換する際(短時間だが半面マスクを装着しない状態となる)に、グリーンハウス内の汚染した空気を吸入摂取した。 ・流水による除染の際、頭髪や顔面を除染した水が口元などにまわり経口摂取した。 ・鼻腔除染の際、誤って一部の汚染が口腔側にまわり経口摂取した。

原因分析チームの設置

- 樹脂製の袋の破裂要因分析及び被ばく評価の結果を踏まえ、事象の発生に至った安全管理を含む作業管理上の直接要因に係る原因分析を進めている。このため、大洗研究開発センター品質保証推進委員会の下部組織として、「品質保証推進委員会規則」第4条(分科会)により「燃料研究棟の汚染事故に係る原因分析チーム」を設置した。

分析対象事象の選定

- これまでに収集した情報のほか関連する文書(国内外の関連する文書を含む)、記録、聞き取り等を基に分析対象とする事項を抽出した。
 - (1) 当該容器への核燃料物質の封入及び貯蔵、並びに保管(改善作業開始まで)
 - (2) 本改善作業の計画・実施段階及び事故対応

(1) 当該容器への核燃料物質の封入及び貯蔵、並びに保管(1/2)

- 平成元年には放射線安全取扱手引の貯蔵の条件に「放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意する」と記載されていたこと

⇒平成元年に使用していた放射線安全取扱手引の貯蔵の条件に上記の記載があった。当該記載について認識の確認や貯蔵時の方法について当時の関係者に対して聞き取りを行う等、事実関係を調査し問題点を抽出する。
- 平成3年に当該貯蔵容器へ核燃料物質を貯蔵した際の貯蔵方法及びその記録の作成に関すること

⇒内容物を確認し、内容器(ポリ容器)の選択に問題がなかったか、平成元年に使用していた放射線安全取扱手引の貯蔵の条件が考慮されたか等、事実関係を調査し問題点を抽出する。
- 平成8年に今回事故が発生した貯蔵容器の点検が行われ、内容器(ポリ容器)底部の破損と樹脂製の袋の膨張が確認されていたこと

⇒平成8年に今回事故が発生した貯蔵容器の点検を実施した記録の存在が確認された。この中で破損したポリ容器や樹脂製の袋を交換したとの記述があった。約5年間で損傷が見られたことに関して、その事実の継承や改善がなされていたかどうかを含め、事実関係を調査し問題点を抽出する。

(1) 当該容器への核燃料物質の封入及び貯蔵、並びに保管(2/2)

- IAEA Safety Report(平成10年)やDOE-STD(平成6年及び平成24年)で記載されたプルトニウムの貯蔵の技術情報の取り入れに関すること

⇒IAEA及びDOEはプルトニウムの貯蔵に関するレポートを取りまとめており、これらの情報が燃料研究棟の管理に反映されていたかどうかについて、事実関係を調査し問題点を抽出する。

- 平成29年1月26日、2月9日に原子力規制庁に説明した核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料第一開発室における核燃料物質を封入した樹脂製の袋の膨れに関する情報の取り扱いに関すること

⇒平成29年1月26日、2月9日に核燃料サイクル工学研究所における核燃料物質の管理について原子力規制庁に説明しており、この中でプルトニウム燃料第一開発室における「樹脂製の袋の膨れ」について言及していた。この情報が燃料研究棟での貯蔵容器の確認に関する作業計画に活かされたかどうかについて、事実関係を調査し問題点を抽出する。

(2) 本改善作業の計画・実施段階及び事故対応(1/2)

- 収納状態が不明瞭な核燃料物質の点検等の作業計画作成に関すること(樹脂製の袋の破裂の予見性を含む。)
⇒改善作業の計画段階における作業の流れに従い、作業計画を策定するとともに、策定にあたっては、作業計画時に様々なチェックを行い作業の危険性を確認している。この作業計画の中で、「収納状態が不明瞭な核燃料物質」をどのように確認し作業計画に反映したかどうかを含め、作業計画立案時の事実関係を調査し問題点を抽出する。
- 貯蔵容器の蓋のボルトを緩め、蓋が浮き上がった際の作業の継続に関すること
⇒当該貯蔵容器を開ける際に蓋が浮き上がっていることが確認されている。この状態における作業の実施状況や作業員の認識について事実関係を調査し問題点を抽出する。

(2) 本改善作業の計画・実施段階及び事故対応(2/2)

- **事象発生から作業員の退出開始までの所要時間(約3時間)に関すること**
⇒事象発生から退出までに事故の状況確認や退出のためのグリーンハウスの設置等を実施している。当該対応について緊急時の手順と照らして、退出までの事実関係を再確認し問題点を抽出する。
- **燃料研究棟の事故対策資機材(除染用シャワー等)の管理に関すること**
⇒今回の事象発生において、グリーンハウスの設置や除染用シャワーを用いた身体除染を実施している。当該事故対策資機材が適切に維持管理されていたかどうかについて事実関係を再確認し問題点を抽出する。

核燃料物質の貯蔵及び取扱い作業等に関する総点検

(実施内容)

(1) 核燃料物質の貯蔵容器等の現場確認の実施

核燃料物質の貯蔵容器等の健全性を目視等により確認した。

(2) 核燃料物質の貯蔵及び取扱い作業等に関する総点検の実施

再発防止を目的とした水平展開に向けて、核燃料物質の貯蔵及び取扱い作業等に関して調査、点検を実施した。

(結果)

点検内容	結果
(1) 核燃料物質の貯蔵容器等の現場確認	貯蔵容器等について、目視によりき裂、変形、転倒、内容物の漏えい等の観点から健全性を確認した。 目視できないものについては、直近の点検結果や容器の構造等から、安全に貯蔵、保管されていることを確認した。
(2) ①類似作業の停止指示に対する対応状況	各拠点において現場まで指示が周知され、該当作業が行われていないことを確認した。
(2) ②取扱い作業及び緊急時対応に係る調査	貯蔵容器等の内容物点検、取扱い作業、緊急時対応に関する要領の有無を調査した。その結果、対象となる部署では要領等に定められていることを確認した。 今後、必要に応じて、原因分析等の結果を踏まえたより詳細な調査及び対策の実施に繋げる。

核燃料物質の貯蔵及び取扱い作業等に関する総点検

点検内容	結果
(2)③貯蔵容器等の管理状況	<p>核燃料物質の核種、有機物混在の有無、樹脂製の袋及び容器への封入等の貯蔵容器等内部の保管状況、貯蔵容器等内部の点検有無等について調査し、貯蔵・保管状況を把握した。</p> <p>特に燃料研究棟に類似するものとして、Puが封入され、有機物の混在または樹脂製の袋や容器に封入されているおそれがあり(不明なものを含む)、貯蔵容器等内の点検が実施されていないものは、349個で全体の約2.5%であった(下表参照)。</p>

調査内容	個数
① 調査した貯蔵容器等の数	13,878
② ①のうちプルトニウムが含まれるもの	3,539
③ ②のうち有機物の混在または樹脂製の袋や容器に封入されているおそれのあるもの	2,280
④ ③のうち容器内の点検が実施されていないもの	349

原因究明及び原因分析の進捗に伴い明らかとなった原因に基づいて再発防止対策を策定し、適宜水平展開を図っていく。

注)大洗研究開発センターの照射燃料試験施設及び燃料研究棟の貯蔵容器等については、現場復旧等の作業を優先するため、この総点検の結果から除外した。

- 樹脂製の袋の破裂に至った推定原因を絞り込んだこと、作業員の被ばく評価については、外部被ばく及び内部被ばくの実効線量の評価結果が得られたこと、現場復旧については、フード(H-1)内の当該貯蔵容器をグローブボックスへ搬入したことから、第2報として報告
- 今後の予定
 - 樹脂製の袋の破裂に至った原因を特定(8月末日途)
 - 今後適切な手続きのもと必要な情報を入手し、原子炉等規制法等の法令に基づく放射線業務従事者の被ばく線量の報告・記録
 - 事故が発生した主たる要因の明確化、対策の立案(9月末日途)
 - 現場復旧の完了(9月末日途)
 - 法令報告(最終報)の報告(9月末日途)