

# 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25日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 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( $\alpha$ 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/cm<sup>2</sup>( $\alpha$ 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  
……………(以上、既報)……………
- 7/ 5(水) 原子力規制委員会において原子力規制庁が立入検査の結果を報告  
【指摘事項】  
・長期間経過しているものを開封する作業は非定常と認識する必要があったが、非定常作業計画書を策定していなかったこと  
・放射線分解によるガス発生に対する十分な知識がないために予見できず、爆発、破裂、飛散のおそれがないと評価していたこと  
・使用する場所の事前のサーベイ結果のみに基づいて被ばく線量を評価しており、取り扱う予定の核燃料物質に係る検討が欠けていたこと  
保健師が量研 放医研に入院中の作業員3名と面談

## 時系列

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)

7/10(月) 量研 放医研が内部被ばく線量評価結果を公表

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

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

### 【聞き取り内容】

- ・発災時の状況
- ・放射線作業連絡票の作成プロセス
- ・内部被ばくを認識した時期

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

### 【聞き取り内容】

- ・当日の作業内容、作業状況
  - ・グリーンハウスの退域手順
  - ・使用実施計画書の作成プロセス
- 産業医が作業員3名と面談

7/14(金) 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察

## 時系列

7/14(金) 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察

7/20(木) 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

7/24(月) 茨城県原子力安全対策委員会において、これまでの対応状況について報告

作業員3名が量研 放医研に入院(4回目)

- ・まだキレート剤の効果が認められることによる

- ・なお、作業員3名とも、容態に特段の変化はなく、普段通りの生活を送っている

## 環境への影響

引き続き、放射線モニタ等の指示値に変動はなく、環境への影響はない。

|          | 6月               |    |    | 7月                                   |    |    | 8月                  |    |    | 9月             |    |    | 10月以降              |
|----------|------------------|----|----|--------------------------------------|----|----|---------------------|----|----|----------------|----|----|--------------------|
|          | 上旬               | 中旬 | 下旬 | 上旬                                   | 中旬 | 下旬 | 上旬                  | 中旬 | 下旬 | 上旬             | 中旬 | 下旬 |                    |
| 報告書等     | ▼事故発生            |    |    | ▼法令報告(10日報)<br>▼茨城県からの要請に対する報告書      |    |    | ▼法令報告(第2報)          |    |    |                |    |    | ▼法令報告(最終報)<br>(目標) |
| 現場復旧     | 貯蔵容器の移動          |    |    | 汚染状況把握・粒子の回収                         |    |    | 専用グリーンハウスへの更新       |    |    | フード内除染、108号室除染 |    |    |                    |
| 原因究明     | 情報収集・整理、要因リストアップ |    |    | (追加調査)                               |    |    | フォルトツリー図構築等         |    |    | 事故進展シナリオ検討     |    |    | 分析を踏まえた事故進展シナリオ検討  |
|          |                  |    |    | 貯蔵容器内部観察、容器内試料及び飛散試料の分析              |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    | 検証試験(樹脂製の袋の破裂事象・エポキシ樹脂の放射線分解)        |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    | 総合評価                                 |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    | 事実関係調査・要因分析・問題点摘出・再発防止策取りまとめ         |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
| 総点検・水平展開 | 総点検の実施(各拠点)      |    |    |                                      |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    |                                      |    |    | 原因究明を踏まえた追加調査の検討・実施 |    |    |                |    |    |                    |
| 作業者ケア    | ▼入院(5名) ▼退院      |    |    | ▼入院(5名) ▼退院                          |    |    | ▼入院(3名) ▼退院         |    |    | ▼入院(3名)        |    |    |                    |
|          |                  |    |    |                                      |    |    |                     |    |    |                |    |    | 継続して作業者のケアを実施      |
| 被ばく評価    | ▼肺モニタ            |    |    | バイオアッセイ試料の分析                         |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    | 線量評価協力(便測定結果及び核種情報提供等)               |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    | 半面マスク等の汚染分布の調査・分析、108号室内の放管情報等の調査・分析 |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |
|          |                  |    |    | 核燃料物質の摂取に関するシナリオ検討                   |    |    |                     |    |    |                |    |    |                    |

- 6月 7日 作業員5名が量研 放医研に入院(1回目)
- 6月12日～ バイオアッセイ分析実施
- 6月13日 作業員5名が量研 放医研を退院(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月15日 産業医が作業員5名と面談
- 6月18日 作業員5名が量研 放医研に入院(2回目)
- 6月26日 量研 放医研から退院、退院後、産業医が作業員5名と面談
- 6月28日 水戸労基署、茨城県警による作業員3名から聞き取り後、保健師がケアを実施
- 6月30日 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名から聞き取り後、保健師がケアを実施
- 7月 3日 作業員3名が量研 放医研に入院(3回目) (以上、既報)
- 7月 4日 水戸労基署、茨城県警による作業員2名(6/28未実施)から聞き取り後、保健師がケアを実施
- 7月 5日 保健師が量研 放医研に入院中の作業員3名と面談  
バイオアッセイ試料(便)の分析結果を量研 放医研に報告
- 7月 7日 作業員3名が量研 放医研から退院、退院後、保健師がケアを実施
- 7月10日 量研 放医研が内部被ばく線量評価結果を公表
- 7月11日 水戸労基署による作業員3名から聞き取り後、保健師がケアを実施
- 7月13日 水戸労基署による作業員2名(7/11未実施)から聞き取り後、保健師がケアを実施  
産業医が作業員3名と面談
- 7月14日 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察
- 7月20日 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察
- 7月24日 作業員3名が量研 放医研に入院(4回目)
- ⇒ 引き続き、量研 放医研に協力しながら適切にケアしていく。

## 事故現場の復旧作業

### (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(7月4日)。
- 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(7月6日)。
- 108号室のフード内の貯蔵容器を搬出し、101号室のグローブボックスへの搬入を行った(7月20日)。

### (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(7月20日)。
- 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)



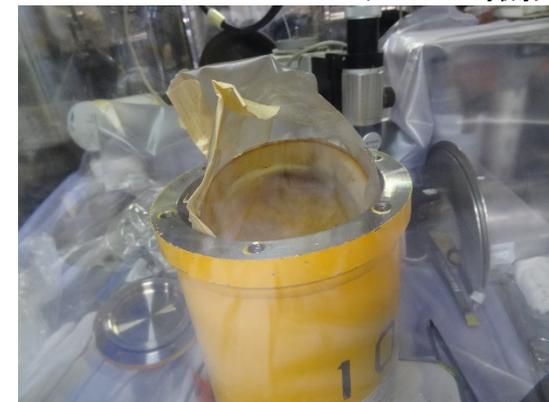
フード内での貯蔵容器の  
保管状況

(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。

(1)は、今回の点検作業及び作業場所における待機中に核燃料物質からの放射線によって受けた全身の外部被ばく、(2)は、汚染発生後に作業員の体表面に付着した核燃料物質からの放射線により皮膚が受けた外部被ばくを評価したもの

### (2)体表面汚染による皮膚への線量の評価

- 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

#### 【評価結果】

- 事象発生から管理区域退域まで  
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  
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。

⇒ 今回の汚染事象による作業員の被ばくについて、外部被ばく線量は低く、内部被ばくが支配的である。

## 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。

## 推定原因(要因事象)の調査

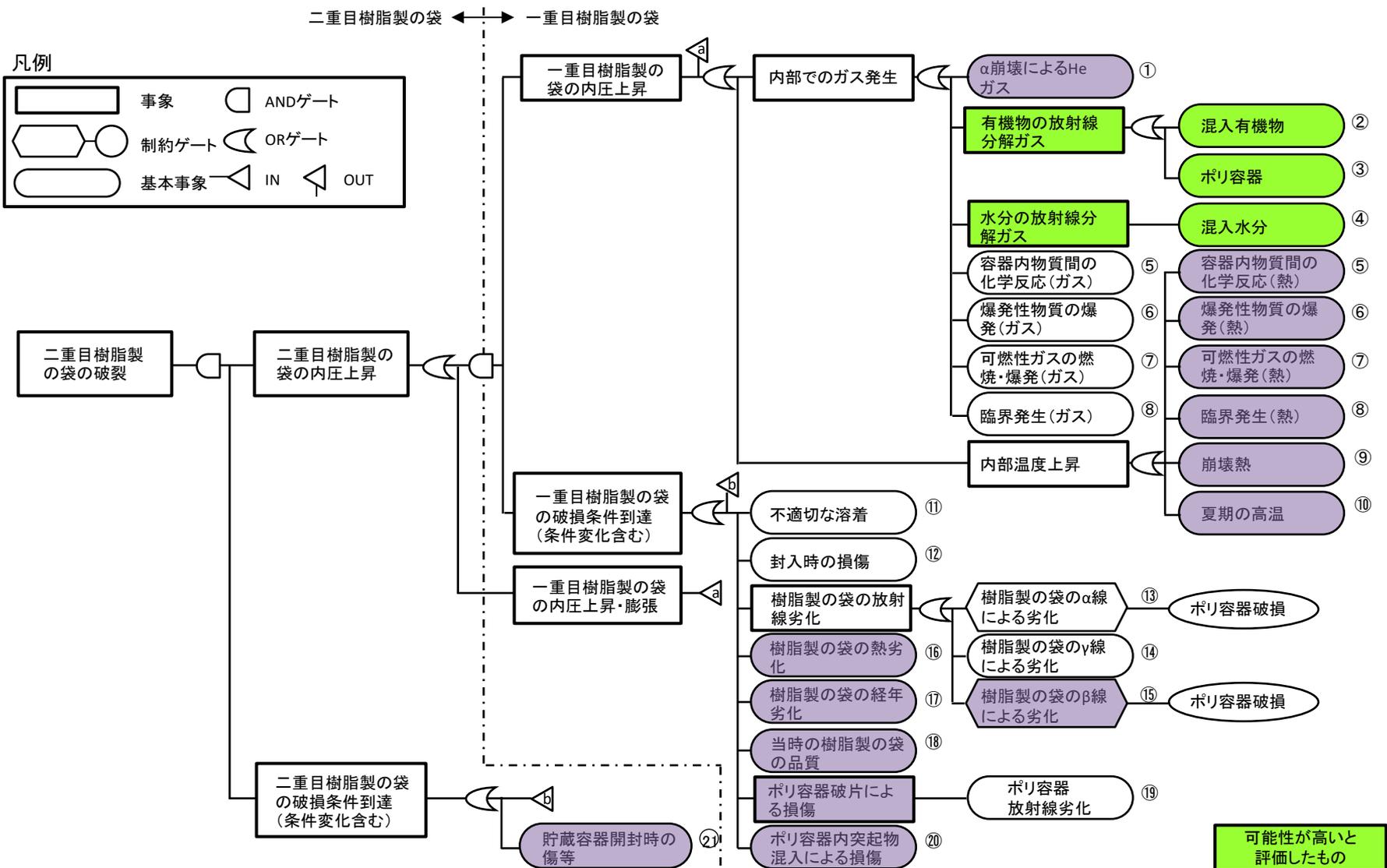
| 被ばくのタイミング               | 要因事象   |
|-------------------------|--|
| 樹脂製の袋の破裂時               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・袋の破裂に伴う核物質の飛散により作業環境の空气中放射性物質濃度が急激に上昇し、その一部が半面マスクのろ過材を通過したことにより、汚染した空気を吸入摂取した。</li> <li>・破裂音が聞こえたときの反射的な顔の動き等により、半面マスクの面体と顔面との密着性(以下、「半面マスクの密着性」という。)が低下し、汚染した空気を吸入摂取した。</li> </ul>  |
| 108号室での待機中              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> |
| 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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>  |

⇒ 今後は、聞き取り、半面マスクの分析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。

| 分類           | 事実関係   | 情報源 |
|--------------|--|-----|
| メカニズムに関連するもの | ・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  | ①   |
|              | ・内容物はX線回折測定に使用した試料(核燃料物質とエポキシ樹脂とを混合)   | ①   |
|              | ・内容物としてポリ容器を使用(このポリ容器は、核燃料物質の保管を目的としたものではなく、グローブボックス内で生じる紙等の可燃性廃棄物や、金属・ガラス等の不燃性廃棄物を一時的に収納しておくために用いられているもの) | ①②  |
|              | ・エポキシ樹脂、ポリ容器の放射線分解により、水素等のガスが発生  | ①③  |
|              | ・樹脂製の袋は、主にγ線により、劣化が発生(強度・伸びが最大30%程度低下を確認)  | ③   |
|              | ・γ線照射で劣化させた樹脂製の袋は、外容器の拘束力が失われた時は、1.9~2.1気圧で破損する  | ③   |
| 作業に関連するもの    | ・封入当時(平成3年)の手引きには「放射線分解によるガス圧上昇に注意」と記載されていた  | ①   |
|              | ・開放点検時点(平成8年)でポリ容器の劣化(損傷)と袋の膨張を確認した  | ①   |
|              | ・開放点検時点(平成8年)で海外基準では有機物の同梱禁止等の注意喚起があった   | ①   |
|              | ・過去に原子力機構では有機系物質や水分とPu同梱によるトラブルを経験していた(平成29年1月/2月のプルトニウム燃料第一開発室での事象を含む)                                    | ①   |
|              | ・今回開封作業の計画時には、当該貯蔵容器の内容物の状況を十分把握していなかった  | ①②  |
|              | ・開封作業時、及び事象発生後の対応は所定のルールに従って実施された  | ①②  |
| 作業員に関連するもの   | ・封入当時(平成3年)、作業員はガス発生に関する認識はあったが、大量のガスが発生するとの認識はなかった  | ②   |
|              | ・開封作業開始時の危険予知活動はルールに従って実施したが、ガス発生に関する認識が無く、危険を予知できていなかった   | ②   |

# 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:「一重目樹脂の袋の破損条件到達(条件変化を含む)」に係る要因

可能性が高いと評価したもの

可能性が低いと評価したもの

## フォルトツリー (FT)

- 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。

## 原因の推定

- 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た。
- 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。

## 検証試験 (実施中)

- 上記推定原因を試験により検証する。
  - ① 樹脂製の袋の破損現象の検証試験 (破損に至る圧力、破損しやすい場所、放射線劣化に係る影響)
  - ② エポキシ樹脂の放射線分解に係る検証試験 (重量変化、密封状態の内圧変化)
  - ③ ポリ容器の放射線分解に係る検証試験 (ガス発生量、劣化度合い)

## 検証試験の概要

### ① 樹脂製の袋の破損現象の検証試験

(破裂に至る圧力・破損しやすい場所)

- ガスで樹脂製の袋の内圧を上昇させ、貯蔵容器の蓋を開けた時の模擬体系にて、 $\gamma$ 線照射により劣化させた袋を用いた試験を行い、破裂・破損の様子を観察
- 試験の結果、 $\gamma$ 線照射で劣化させた樹脂製の袋は、内圧が1.9~2.1気圧に達すると破損する

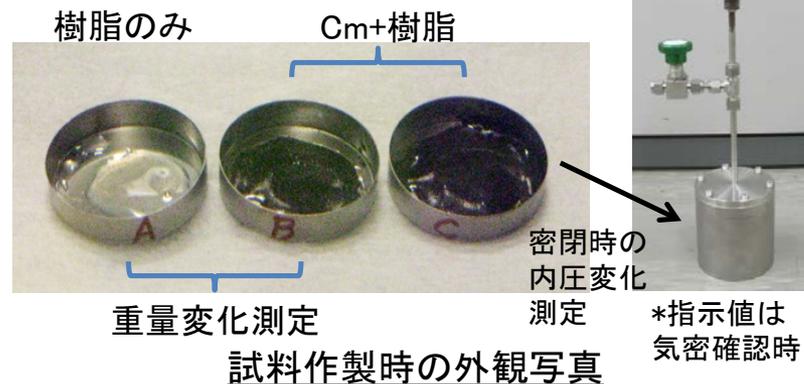


樹脂製の袋の破裂試験時の様子

### ② エポキシ樹脂の放射線分解に係る検証試験

(重量変化、密封状態の内圧変化)

- 貯蔵期間中の $\alpha$ 線によるエポキシ樹脂の分解を短期間で模擬するため、 $\alpha$ 線放出率の高いCmとエポキシ樹脂を混合した試料を作製し、重量変化およびガス発生による容器内圧変化を測定
- 試験の結果をPu 1gあたりのガス発生量に換算したところ、21年間の貯蔵期間中に、主に水素が最大4 L発生し、内圧は2.7気圧となる



試料作製時の外観写真

### ③ ポリ容器の放射線分解に係る検証試験

(ガス発生量、劣化度合い)

- ポリ容器をHeイオン( $\alpha$ 線を模擬)及び $\gamma$ 線で照射し、それぞれガス発生量及び劣化度合いを評価
- ガス発生量分析結果から、21年間の $\alpha$ 線分解による内蔵ポリ容器(ポリ容器内面95cm<sup>2</sup>が充填されたPu粉末と接触すると仮定)からのガス発生量は最大1 Lで、内圧は1.4気圧となる。 $\gamma$ 線照射では、目立った強度劣化は認められなかった。



$\gamma$ 線照射前後のポリ容器の外観

## —機構全体の貯蔵容器等の管理状況—

| 点検内容                                    | 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。   |  |      |    |               |        |                     |       |   |       |                         |     |
|---|--|--|------|----|---------------|--------|---------------------|-------|---|-------|-------------------------|-----|
| 結果                                      | <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。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4F81BD; color: white;"> <th style="text-align: center;">調査内容</th> <th style="text-align: center;">個数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 調査した貯蔵容器等の数</td> <td style="text-align: center;">13,878</td> </tr> <tr> <td>② ①のうちプルトニウムが含まれるもの</td> <td style="text-align: center;">3,539</td> </tr> <tr> <td>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</td> <td style="text-align: center;">2,280</td> </tr> <tr> <td>④ ③のうち容器内の点検が実施されていないもの</td> <td style="text-align: center;">349</td> </tr> </tbody> </table> |  | 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 |
| 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  |  |      |    |               |        |                     |       |   |       |                         |     |
| 今後の方針                                   | 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。

## (1) 被ばくした作業員の状況の把握及び処置に必要な取り組みを最優先として、真摯な対応を図ること。

### 【原子力機構の対応】

- 6月12日～ バイオアッセイ分析実施
  - 6月15日 産業医が作業員5名と面談
  - 6月18日 量研 放医研に入院(2回目)
  - 6月26日 量研 放医研から退院、退院後、産業医が作業員5名と面談
  - 6月28日 水戸労基署、茨城県警が作業員3名から聞き取り(聞き取り後、保健師が面談)
  - 6月30日 量研 放医研の主治医による診察  
立入検査において原子力規制庁が作業員5名から聞き取り(聞き取り後、保健師が面談)
  - 7月 3日 作業員3名が量研 放医研に入院(3回目) (以上、既報)
  - 7月 7日 作業員3名が量研 放医研から退院、保健師が面談。
  - 7月10日 量研 放医研が内部被ばく線量評価結果を公表
  - 7月11日 水戸労基署が作業員3名から聞き取り(聞き取り後、保健師が面談)
  - 7月13日 水戸労基署が作業員2名から聞き取り(聞き取り後、保健師が面談)  
産業医が作業員3名と面談
  - 7月14日 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察
  - 7月20日 量研 放医研の主治医が作業員3名を診察
  - 7月24日 作業員3名が量研 放医研に入院(4回目)
- ⇒ 引き続き、量研 放医研に協力しながら適切にケアしていく。

(2) 現状把握を踏まえた本件に関する原因究明及びそれに基づく対策の検討に十分な体制を整えた上で、当該施設以外の施設も含めた再発防止策の検討、対応策の実施に取り組むこと。

### 【原子力機構の対応】

- 引き続き、副理事長をヘッドに、原子力機構の総力をあげて、安全確保を最優先に、現場復旧に向けた原子力規制庁との調整、フォルトツリー図に基づき、推定原因等を取りまとめ、法令報告(第2報)を原子力規制委員会に提出した。(7月21日)
- 再発防止、対応策を盛り込んだ法令報告(最終報)を9月末日途に提出する。

(3) 当該施設以外の施設も含め、安全確保に関する取り組みを再度徹底し、今後このような事態を生じないよう、安全確保を最優先として取り組むこと。

### 【原子力機構の対応】

- 理事長からの指示文書、要請文、理事長ステートメントを発信するとともに、法令報告提出の旨を茨城県知事、大洗町長へ報告した。全国安全週間の理事長メッセージを発信した。
- 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、確実に水平展開を図り、安全確保を徹底する

- 作業員については、特段の変化はない。引き続き、量研 放医研に協力しながら適切にケアを実施する。
- 事故現場の現場復旧については、当該室内の除染及び今後の原因究明のため、まずは、フード(H-1)内の貯蔵容器を別室のグローブボックス内へ移動した。今後、以下に示す現物調査を行う。
  - 貯蔵容器の内容物・飛散物の観察：エポキシ樹脂・粉末の量や配置等
  - 樹脂製の袋の破損状況の詳細観察
  - 電子顕微鏡観察・元素分析：エポキシ樹脂や粉末のPu含有有無、組成 他
- 作業員の外部被ばく及び内部被ばくの実効線量の評価結果を得た。
- 樹脂製の袋の破裂に至った推定原因の絞り込みを、フォルトツリー解析、資料調査、聞き取り、検証試験により行った。
- 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)
  - 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)

- 参考1 燃料研究棟の概要、作業内容
- 参考2 貯蔵容器内容物及び破裂時の状況調査結果

## 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1,518m<sup>2</sup>(管理区域は約570m<sup>2</sup>)

### 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

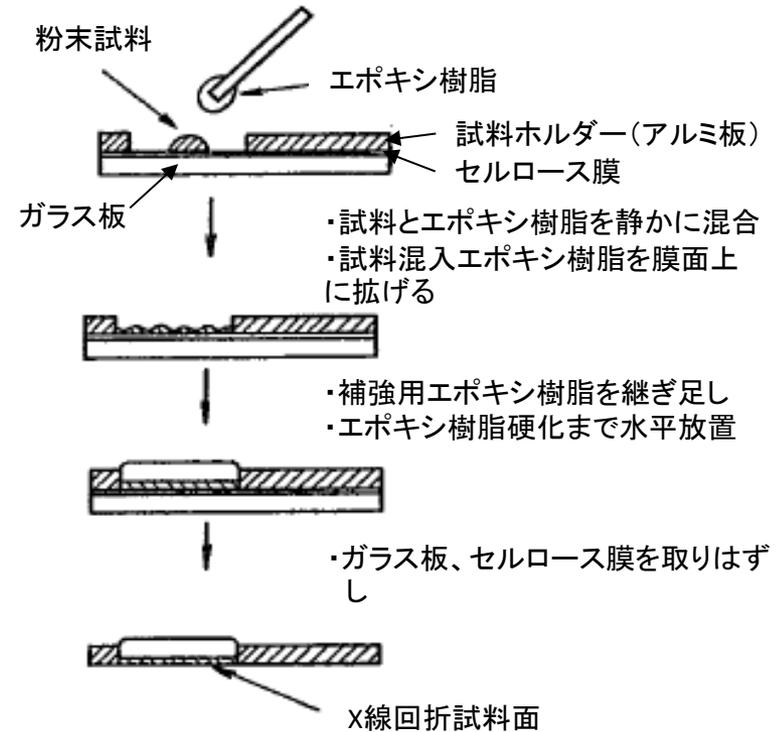
## 作業内容

- 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。

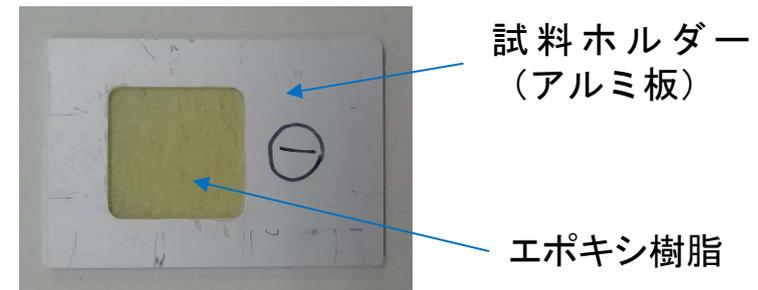
## 貯蔵容器内容物の調査結果

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。
- 窒化物、炭化物等の活性な試料は、加熱による酸化処理した後、ポリ容器に収納。その際、エポキシ樹脂は分解される。
- 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。



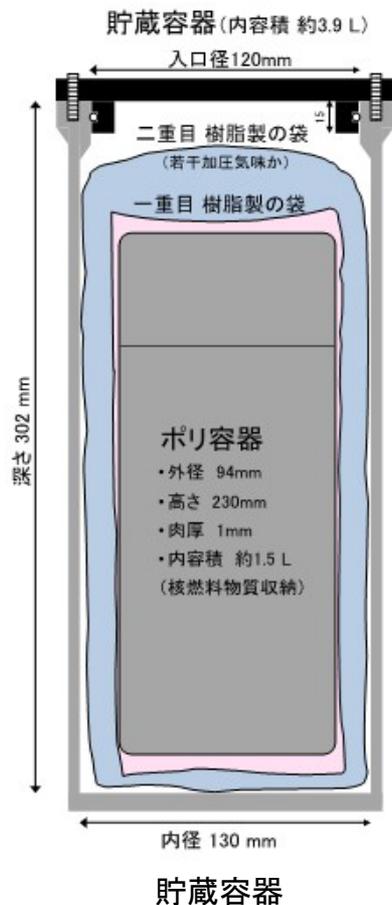
## 試料調製フロー



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・ <sup>239</sup> U 重量          | g                 | Pu・ <sup>239</sup> 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線回折測定試料                      |                   | 1. X線回折測定試料             |                   |
| 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<br>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

(袋の側面の一部分が縦に裂けるように破損)