

# 大洗研究開発センター燃料研究棟に おける汚染及び作業員の被ばくについて

— 樹脂製の袋が破裂した原因の調査 —

平成29年7月24日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

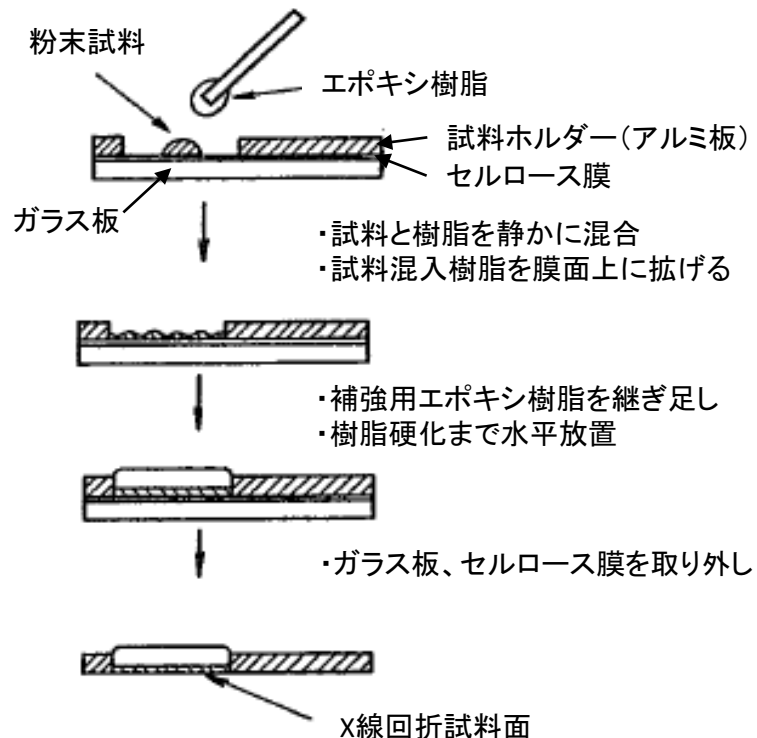
## 目次

1. 貯蔵容器内容物及び破裂時の状況調査結果
2. 原因究明の概要(検討状況)
3. 樹脂製の袋が破裂に至った推定原因及びその対策

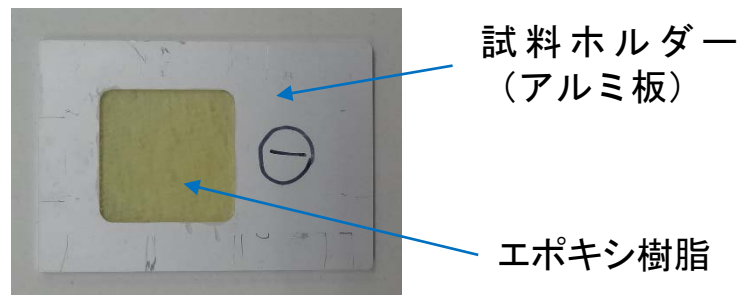
## 貯蔵容器内容物の調査結果

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。



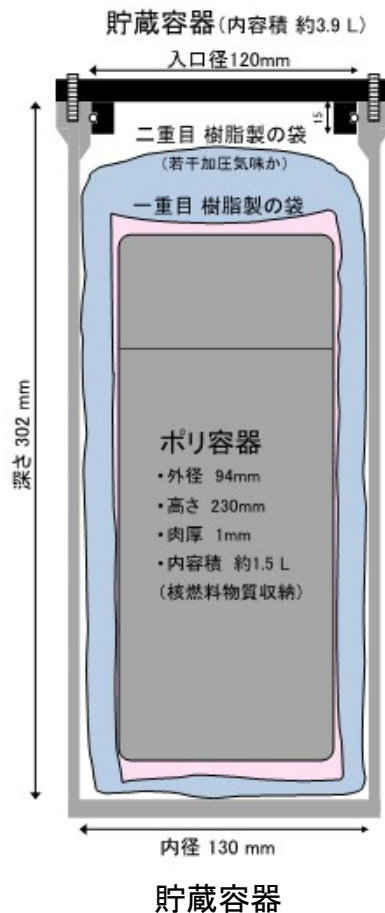
試料調製フロー



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線回折計核燃料		1. X線回折計核燃料	
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本外して、残り2本を緩めようとした際に「シュ」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。
- 片手で蓋の取っ手を持ちながら、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

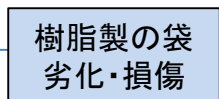
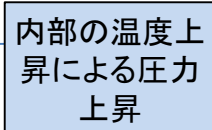
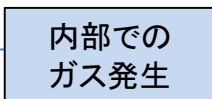
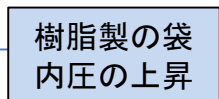
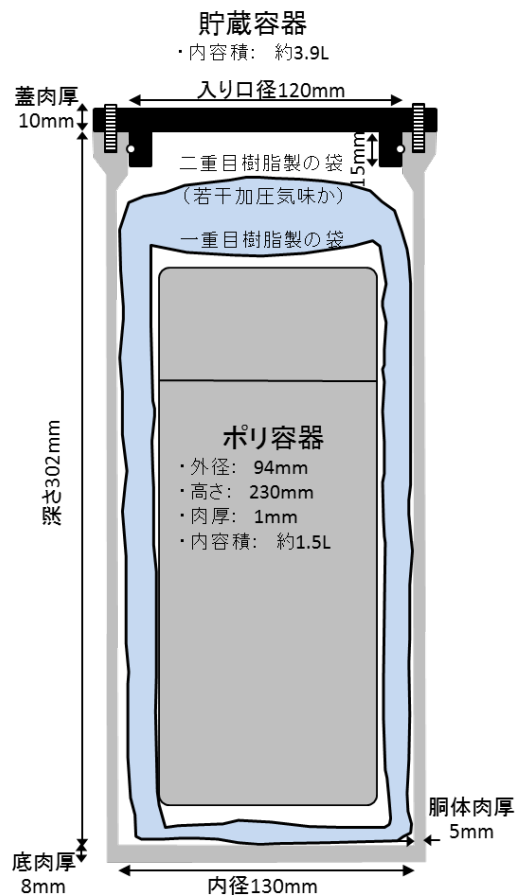
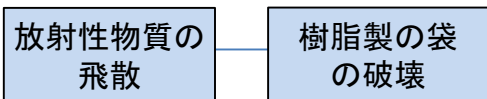
- 貯蔵容器上端からは樹脂製の袋がはみ出ており、破裂の開口部は袋の側面に沿って縦に裂けるように破損している。破裂に伴う開口部は作業員側を向いており、左腹部に風圧を感じたとの証言と整合している。
- 袋の内側に見える大きな円形状のものは、ポリ容器の蓋であり、作業員の証言では上下が逆さまになった状態で、写真に見えているのは、蓋の内面側である。
- 蓋の右側の袋内部に黒い物体が見えており、ポリ容器内の核燃料物質が破裂時に飛び出して来た可能性がある。



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)

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。

\*2



(現在の検討状況)\*1

α崩壊によるHeガス発生	×	圧力上昇への寄与は小さい
エポキシ、ポリ容器、袋等の放射線分解ガス発生	○	エポキシ樹脂・ポリ容器の寄与あり(要現物確認)
内蔵水分の放射線分解ガス発生	○	内蔵水分の寄与あり(要現物確認)
容器内での化学反応発生	×	化学反応の寄与は低い
瞬時にガスを放出する化学変化	×	爆発性物質の生成及び爆発の可能性低い
内部での核反応による発熱	×	核熱発生の可能性は低い
崩壊熱による温度上昇	×	崩壊熱による寄与は低い
封入時の不具合等	△	現物の状況を確認したうえで評価予定
放射線劣化(α線、γ線)	△	現物確認し放射線劣化度合いを評価予定
熱による劣化 紫外線他による劣化	×	熱・紫外線による劣化の可能性低い

注\*1) ○: 寄与あり △: 寄与について詳細検討中 ×: 可能性が低いもの

注\*2) 要因再整理を実施(例:「瞬時にガスを放出する化学変化」を「内部でのガス発生」に再区分、など)

### (1) エポキシ樹脂の放射線分解ガス発生

- エポキシ樹脂の  $\alpha$  線分解によるガス発生。
- Cm-244の  $\alpha$  線照射による圧力上昇試験の結果から、Pu 1gあたりの21年間のガス発生量は3.96L(標準状態換算)である。今後、現物確認によるエポキシ樹脂量の見積もり結果などを基に、内圧上昇割合を再評価予定。

### (2) ポリ容器の放射線分解ガス発生

- ポリエチレンの  $\alpha$  線分解によるガス発生。
- 貯蔵容器内のPuがすべて粉体であり、それらがポリ容器に接するとした評価を行った結果、ガス発生量は1.03L(標準状態換算)である。

### (3) 内蔵水分の放射線分解ガス発生

- 核物質全量が粉末とした場合に、吸着水分量が最大となる。文献調査結果を基に吸着水分量を仮定して評価した放射線分解によるガス発生量は、2.75 L(標準状態換算)である。

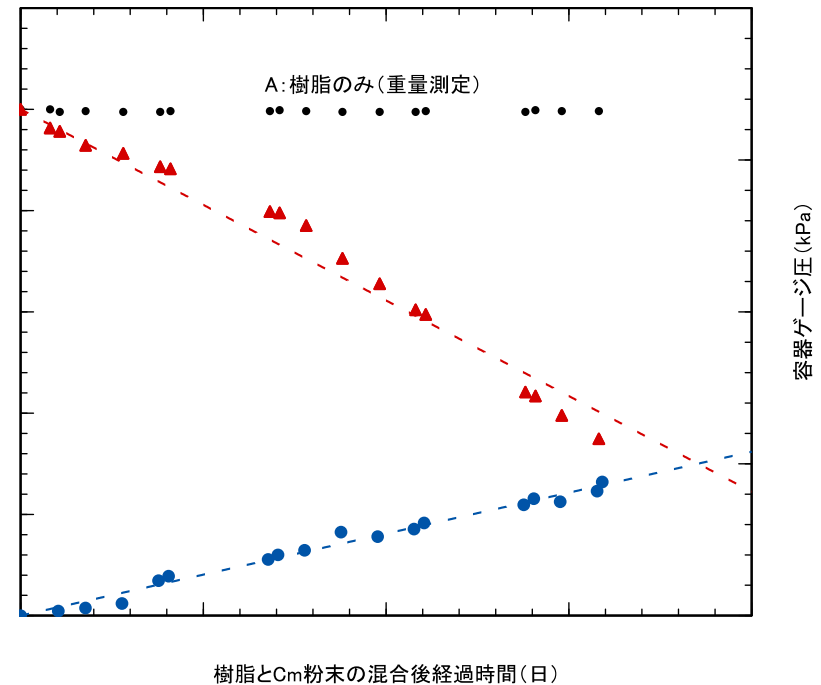


図 Cm粉末と混合したエポキシ樹脂の重量変化率と密閉状態の内圧変化

#### 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ていたが、貯蔵容器による拘束力で破裂せずに留まっていた。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。