

JAEA プルトニウム事故について

(1) 事故の概要とその原因

吉澤道夫

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所 放射線管理部

1. はじめに

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）燃料研究棟の分析室において、プルトニウム・濃縮ウラン貯蔵容器の点検等作業中、貯蔵容器内にある核燃料物質が入った容器を封入したビニルバックが破裂し、作業員 5 名に内部被ばくを発生させた。本報告では、9 月 27 日に提出した法令報告（第 3 報）に基づき、事象の概要、原因、復旧状況及び再発防止対策について述べる。

2. 事象の状況

平成 29 年 6 月 6 日 11 時 15 分頃、燃料研究棟分析室（以下「108 号室」という。）フード（H-1）において、核燃料物質を収納したプルトニウム・濃縮ウラン貯蔵容器（以下「貯蔵容器」という。）の点検等作業中、貯蔵容器内にある核燃料物質が入った容器を封入したビニルバック（以下「樹脂製の袋」という。）が破裂した。108 号室内において作業員が α 線用表面汚染検査計を用いて汚染検査を行った結果、作業員 5 名（作業員 A～E）全員に汚染があることを確認した。

作業員からの聞き取り情報に基づくと、事故発生時の状況は以下のとおり。

作業員 E（フード（H-1）での作業員）が貯蔵容器の 6 本のボルトのうち 4 本を対角線上に外した後、残り 2 本のボルトを緩めた際に蓋が浮き上がり、「シュ」という貯蔵容器内圧の抜ける音をした。このため、作業員 E は蓋と貯蔵容器本体のすき間について全周のスミヤをとり、汚染がないことを確認した。全周のスミヤで汚染がないことが確認できたことから、作業員 E は引き続き作業を進めることを判断し、片手で蓋を持ちながら残り 2 本のボルトを外したところ、樹脂製の袋が破裂した。作業員 E はその後蓋をフード内に置いた。破裂の際、作業員 E は腹部に風圧を感じた。また、ほかの作業員 4 名も含め全員が破裂音を聞いた。半面マスク越しではあるが、作業員 E は異臭がないことを確認した。また、作業員 E がゴム手袋越しに貯蔵容器に触れたところ、温度上昇は認められなかった。

事故発生後は、汚染の拡大を防止するため、108 号室入口廊下側にグリーンハウスを設置するとともに、108 号室から建家外への非常口扉に外側から目張りを実施した。

平成 29 年 6 月 6 日 14 時 30 分に作業員は 108 号室からグリーンハウスへの退室を開始した。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 322 Bq/cm² 以上（ α 線））を確認し、慎重に半面マスクを交換後、特殊作業衣等

の脱装を実施した。作業員 5 名のうち 4 名に皮膚の汚染を、うち 3 名から鼻腔内の汚染(最大 24 Bq (α 線))を確認した。作業員の 108 号室からグリーンハウスへの退室時における身体汚染検査結果から、平成 29 年 6 月 6 日 16 時 27 分に 108 号室を立入制限区域に設定した。

皮膚の汚染を伴う作業員は管理区域内にある除染用のシャワー室で除染を行った。除染は、中性洗剤、固形石鹼、液体石鹼、シャンプー、鼻洗浄キット等を用いて実施し、除染補助者による汚染検査の結果、汚染が検出された場合は除染補助者の協力を得て除染を繰り返し、汚染が検出されなくなった時点で、放管員の身体サーベイによる最終確認検査を受け、検出限界 (0.013 Bq/cm²(α 線)) 以下であることを確認して管理区域から退却した。

シャワー室における除染に先立ち、シャワーが使用できることを確認した後に除染を開始したが、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。このため、ホースにより燃料研究棟機械室から工業用水(ろ過水)をシャワー室に引き、水を用いた除染を再開した。2 人目は、シャワーの流量が回復したため、シャワーを用いて除染を行った。3 人目以降は、再びシャワーの流量が低下したため、ホースを用いて除染を行った。

作業員 5 名のうち 3 名が補助線量計であるポケット線量計を装着しており、その読み取り値は 2 μSv (作業員 B)、3 μSv (作業員 D)、60 μSv (作業員 E)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、緊急に実施すべき医療処置(キレート剤: Ca-DTPA の投与等)の判断に資するため肺モニタ測定を行った。その結果、Pu-239 と Am-241 について、最大でそれぞれ 2.2×10⁴ Bq、2.2×10² Bq と評価されたため、国立研究開発法人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。)の支援を受け、体内に取り込まれた Pu 等の体外排泄を促進させる目的でキレート剤を投与した。平成 29 年 6 月 7 日、作業員 5 名を量研 放医研に搬送し、体表面の再除染、肺モニタ測定等を含む医療処置を受けさせた。

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、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 5 mSv を超え、又は超えるおそれがあること、また、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: 4 Bq/cm²)を超えるおそれがあることから、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、13 時 27 分、原子力規制庁に報告した。

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 55 Bq/cm² (α 線)、3.1 Bq/cm² (β(γ)線)の汚染を 18 時 55 分に確認した。また、108 号室の線量当量率は、最大で 2 μSv/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。

3. 事故の原因

3.1. 汚染の発生原因

樹脂製の袋の破裂に関して、破裂時の状況調査結果、作業員への聞き取り調査の結果、有機物の放射線分解に関する検証試験結果等を基にフォルトツリー解析を行った。その結果、樹脂製の袋の破裂に至った原因は「内部でのガス発生」であり、Pu からの α 線により「混入有機物（エポキシ樹脂）」、「ポリ容器」及び「混入水分」が分解して水素やメタン等のガスが発生し、樹脂製の袋が膨張したことが要因であることを推定した。さらに、貯蔵容器内容物及び飛散物の詳細な調査を行った結果、樹脂製の袋が破裂に至った主な原因は「混入有機物（エポキシ樹脂）」によるものであることを特定した。樹脂製の袋の破裂に至る推定シナリオに基づいて 21 年間の貯蔵期間における樹脂製の袋の内圧を計算した結果、当該貯蔵容器開封時と同様な樹脂製の袋の破裂又は破損状況となる内圧以上であることを確認した。

3.2. 被ばく線量の評価及び内部被ばくの発生原因

被ばく評価に係る対応では、外部被ばく線量の評価を行うとともに、作業員のバイオアッセイ試料を分析し、量研 放医研が医療処置として実施する内部被ばく線量評価に協力した。外部被ばくによる実効線量は、作業員 5 名全員が記録レベル (0.1 mSv) 未満であった。また、内部被ばくについては、量研 放医研が実施した線量評価の結果を入手・確認し法令に基づく線量の記録を行った。その実効線量 (預託実効線量) は、1 名が 100 mSv 以上 200 mSv 未満、2 名が 10 mSv 以上 50 mSv 未満、2 名が 10 mSv 未満であった。

また、室内汚染検査のスミヤろ紙及び Pu ダストモニタフィルタの測定・評価、作業員が装着していた半面マスクの調査及び半面マスクの防護性能の調査を実施し、放射性物質の摂取に至った原因を以下のとおり推定した。

- 半面マスクは、顔面等に付着した放射性物質の接顔部からマスク内部への侵入を防ぐ性能は有していない。このため、破裂時の密着性低下、会話／発汗等による密着性の低下により、顔面等に付着した Pu 等の放射性物質が接顔部からマスク内へ入り込み、放射性物質を吸入摂取した可能性が高い。
- 脱装時の半面マスクの交換等において、拭き取り等の処置をせずに顔面等が汚染した状態のまま半面マスクを取り換えるなど、放射性物質の摂取を防止するための対応が十分ではなかったため、頭部及び顔面に付着していた Pu 等の放射性物質を吸入摂取した可能性がある。

4. 事故の発生原因分析

本事故が発生した原因については、当時の状況を調査するとともに、汚染と被ばくに至った原因分析を行った。具体的には、「樹脂製の袋の破裂の主な原因は、Pu からの α 線と

「混入有機物（エポキシ樹脂）」によるものであること」及び放射性物質の摂取に至った推定原因は、「顔面等に付着した Pu 等の放射性物質が接顔部から入り込み、放射性物質を吸入摂取した可能性が高い」ことのほか、関係者への聞き取り調査の結果を踏まえ、5 項目の問題となる事象を抽出した。その上で、抽出した問題の背後にある要因を分析し、12 項目の直接的な原因を明らかにした。

以下に、抽出した 5 項目の問題となる事象（(1)～(5)）及び 12 項目の直接的な原因（①～⑫）を示す。

(1) X 線回折測定済試料からエポキシ樹脂を除去せず封入していた、またその情報が引き継がれていなかった。

- ① 初代施設管理担当室長は、貯蔵容器に貯蔵した核燃料物質の状態の記録についてルール化し引き継ぎすべきであったが、計量管理の核燃料物質移動票（燃料研究棟内移動票を含む。）で核燃料物質の管理ができることから貯蔵容器に貯蔵した核燃料物質及びその状態の記録を残すことをルール化していなかった。
- ② 初代施設管理担当室長は、X 線回折測定済試料を酸化加熱処理してから回収した核燃料物質を貯蔵容器に保管するまでの作業方法をルール化し引き継ぎすべきであったが、炭窒化物燃料等は安定化処理のための酸化加熱処理を徹底してきたことから、X 線回折測定済試料も同様に酸化加熱処理するものと考えルール化していなかった。
- ③ 平成 2 年頃、施設管理担当室長は、施設管理担当者及び実験担当の関係者と協議を行わずに、試料中の核燃料物質は安定していると判断し、初代施設管理担当室長から引き継いだ有機物と混在した核燃料物質の酸化加熱処理の中止を決定した。これ以降、X 線回折測定済試料の酸化加熱処理は行われてこなかった。
- ④ 平成 3 年 10 月、施設管理担当室長は、放射線安全取扱手引の貯蔵の条件を考慮し X 線回折測定済試料を酸化加熱処理して貯蔵容器に貯蔵すべきであったが、当時の放射線安全取扱手引で「貯蔵の条件 放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意する。」と定めていることに反し、十分な確認を行わずに、X 線回折測定済試料のエポキシ樹脂は Pu の放射線による放射線損傷に対する影響が少ないと考え、酸化加熱処理をしないまま貯蔵していた。
- ⑤ 平成 8 年、施設管理担当室長は、樹脂製の袋の膨張とポリ容器の破損までも確認したにもかかわらず、放射線安全取扱手引の要件（貯蔵の条件）に反し、新しい樹脂製の袋やポリ容器に交換しただけで、酸化加熱処理を行った上で金属容器への変更等の異常状況の回避、その記録を残し定期的な点検を指示する等の改善をしていなかった。そのため、これ以降、貯蔵状況の改善や定期的な点検は実施されてこなかった。

核燃料物質の安定化及び貯蔵並びにその情報の引き継ぎに関する事項がルール化されていなかった点について、当時の保安規定に「手引の作成」に関する明確な要求はなかったが、作業を実施する上でそれらの対応に係る手引を定めておくべきであった。

また、X線回折測定済試料からガスの発生が知られていたエポキシ樹脂を除去せず封入していた点については、貯蔵を開始した当時から現在に至るまで、保安規定の下部要領「放射線安全取扱手引」に定める貯蔵時の条件「放射線分解によるガス圧の上昇に注意する」が考慮されていなかった。

(2) 核燃料物質の保管に関して、Puの取扱い、貯蔵（保管）に関する技術情報の考え方が活かされていなかった。

- ⑥ 歴代の施設管理担当の室長及び課長は、IAEAやDOEで示されたPuの取扱い、貯蔵（保管）に関する技術情報について、Puを取り扱う部署として情報を入手し業務に反映すべきだったが、当該情報を確認していなかった。このため、燃料研究棟における核燃料物質の貯蔵において、金属容器への保管や有機物を含めない等の改善が行われてこなかった。

核燃料物質の保管に関して、過去においてPuの取扱い、貯蔵（保管）に関する技術情報の考え方が活かされていなかった点については、当時の保安規定には予防処置に関する明確な要求はなかったが、不適合の発生を予防する上で、核燃料物質の取扱いに関する技術情報を収集し、手引に反映しておくべきであった。現在は、不適合管理並びに是正処置及び予防処置要領に「予防処置の計画及び実施に関する事項」を規定しているが、結果として技術情報が反映されなかったことから、予防処置の手順を改善する必要がある。

(3) 燃料研究棟では、貯蔵容器をフードで蓋を開け内容物を確認する際に、樹脂製の袋が破裂し、室内が汚染する可能性があることを想定していなかった。

- ⑦ 施設管理担当課長、マネージャー及び担当者は、クローブボックスから核燃料物質を移動する作業計画書を作成する際、付随作業であっても貯蔵容器内の不明瞭な核燃料物質を確認する場合には、フード以外の適切な場所及び放射線防護具を選定した上で具体的な手順を含む作業計画を作成すべきであったが、事前の調査で貯蔵された核燃料物質は安定化处理等、安全な状態で保管されていると考えてしまい、不明瞭な核燃料物質により室内が汚染するようなリスクを防止する詳細な作業計画書を作成していなかった。

- ⑧ 施設管理担当部長、課長、マネージャー及び担当者は、安全・核セキュリティ統括部から平成29年1月26日に「サイクル研プルトニウム燃料技術開発センターの原子力規制庁面談情報」（樹脂製の袋の膨れによるものの取扱いに関する情報を

含む。)が配信されたが、面談結果の周知であったため、添付資料中の「樹脂製の袋の膨れによるものの取扱いに関する情報」に気が付かなかった。

貯蔵容器をフードで蓋を開け内容物を確認する作業計画作成の際に、樹脂製の袋が破裂し、室内が汚染する可能性があることを想定していなかった点については、保安規定の下部要領（作業要領）及び計画立案時点での情報に基づいて作業計画を立てたが、貯蔵容器内容物の安定化に係る情報が正確ではなく、結果として事故の発生を想定できなかったことから、保安規定の「放射線作業計画」における「作業場所、作業内容及び放射線防護具の検討」の手順を改善する必要がある。

また、原子力規制庁面談情報中の「樹脂製の袋の膨れによるものの取扱いに関する情報」に燃料研究棟関係者が気付かなかった点については、前項(2)の予防処置に関する事項と同様に技術情報が反映されておらず、予防処置の手順を改善するべきであった。

(4) 貯蔵容器の蓋のボルトを緩めた際に蓋が浮き上がり「シュ」という内圧が抜ける音となり汚染検査を実施したが、蓋の浮き上がり等通常とは異なる状態を異常と認識できず作業を継続した。

⑨ 作業員 E は、貯蔵容器の蓋のボルトを緩めた際に蓋が浮き上がり「シュ」という内圧が抜ける音がした際に、作業を一旦停止して、ガスが発生している可能性を想定し対応策を検討すべきであったが、ホールドポイント（作業中断点）を定めていなかったため、異常と認識できず残りのボルトを外して蓋を開けても問題ないと考えてしまった。

貯蔵容器の蓋のボルトを緩めた際に蓋が浮き上がり「シュ」という内圧が抜ける音になったことを放射線分解ガスに起因する異常と認識できずに作業を継続した点については、ホールドポイントが定められていなかったため作業員の判断で貯蔵容器の汚染検査をするにとどまり、結果として作業を中断できず作業計画を見直せなかったことから、(3)と同様、放射線作業計画立案に当たり、作業の内容の検討手順を改善する必要がある。

(5) 作業員は、貯蔵容器内の確認作業において作業計画に従い半面マスクを装着していたが、樹脂製の袋が破裂することを想定していなかったことから飛散した核燃料物質を吸入摂取した（作業計画に関する原因は(3)⑦に関連する。）。

⑩ 作業員 E は、樹脂製の袋が破裂し、作業服や顔面等、全身汚染をした際、皮膚に付着した核燃料物質が汗等で半面マスク内に入り込むことを抑制するための応急的な処置を行うことが被ばく防止につながるが、大洗研究開発センターには明確な手順がなかったことから、室内への汚染拡大をさせないため、退室するまで発災時の立ち位置に待機し、汚染部位の拭き取りや固定（封じ込め）及びしめひもの締め付けの調整の措置を行わなかった。

- ⑪ 放射線管理員は、汚染検査のほか、半面マスクを交換し、特殊作業衣を脱装するに当たって、汚染した作業員の退出を補助する際、顔面等の汚染部位の拭き取りや固定（封じ込め）を助言することが被ばく防止につながるが、大洗研究開発センターには明確な手順がなかったことから、半面マスクの交換を優先し、顔面等の汚染部位の拭き取りや固定（封じ込め）の助言を行わなかった。
- ⑫ 施設管理担当部長は、緊急時にグリーンハウスを設営して作業員を退室させる場合はグリーンハウスをなるべく短時間で設置すべきであったが、燃料研究棟でグリーンハウスを設置するような事故を想定していなかったことから、資材調達や設営作業に手間取った。

作業員が事故で飛散した核燃料物質を吸入摂取した点については、(3)⑦のとおり計画段階において今後改善していく必要があるが、事故直後に顔面近傍の汚染が除去されず皮膚に付着した核燃料物質が半面マスクの内側に侵入したことについては、保安規定に定める「身体に汚染を認めた場合の措置」の「汚染の除去」に対して改善の余地がある。

また、グリーンハウスの設営に時間を要したことについては、保安規定の下部要領（対策要領）に事故対応を迅速かつ適切に遂行できるよう、あらかじめ防護機材の点検・整備及び保守を行うことが定められているが、グリーンハウスの資材は対象になっていなかった。しかし、今回の事故対応において結果的にグリーンハウスを設営し作業員を退出させたことから、保安規定に定める「非常事態における活動」に関する事項について改善の余地がある。

5. 現場復旧の状況

現場復旧については、まず、フード(H-1)までのアクセスルートを確保し、フード(H-1)内の貯蔵容器の蓋を固定し、フード(H-1)から貯蔵容器を搬出して108号室から101号室内のグローブボックス群(123-D、124-D)内へ移動した。その後、グリーンハウスの更新等により汚染管理の強化を図った後、フード(H-1)及び108号室の汚染検査・除染作業を行った。フード(H-1)の汚染検査と除染については、フード(H-1)内外表面の汚染検査を行いながら、除染作業及び固着汚染の固定を行った。108号室の汚染検査と除染については、床面に対して実施した後、壁面、天井とグローブボックス等の機器に対して実施する。108号室の除染作業、汚染検査を完了し、立入制限区域を平成29年10月中旬に解除する予定である。

6. 再発防止対策

汚染及び被ばくに至った12項目の直接的な原因に対し、汚染の発生防止及び被ばくの発生防止の2つの側面から、以下に掲げる事項の再発防止対策を講ずる。また、今回の事故で顕在化した除染用設備及び身体汚染検査の管理の問題についても対策を講ずる。

6.1. 汚染の発生防止について（問題となる事象(1)～(4)）

(1) 原因①の対策

施設管理担当課は、関係者と協議し核燃料物質の貯蔵に関する情報として必要な事項（放射能・放射線情報、物理・化学性状情報、臨界管理情報等、同梱物の性状、使用履歴等）を明確にし、それらの記録の管理について手順化し確実なものとする。

(2) 原因②の対策

施設管理担当課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため以下の事項を明確にする。

- (a) Pu、Am 等 α 線を放出する核種を含む試料は、放射線分解ガスの発生起源となる有機物等を加熱により分解・除去する。
- (b) Pu、Am 等 α 線を放出する核種を含む粉末状の試料は、ポリ容器等の有機物との密着を避けるために金属容器に収納する。
- (c) 容器材質については、内容物との物理・化学的反応や腐食が発生しない適切なものを選択する。
- (d) 炭化物等の空気中や貯蔵環境下で化学的に活性な物質は、安定化处理するか又は不活性環境下で安定に貯蔵する。

(3) 原因③の対策

施設管理担当課は、(1) 原因①の対策に加え、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため、(2)原因②の対策(a)～(d)の事項を明確にする。

(4) 原因④の対策

施設管理担当課は、現在の放射線安全取扱手引の「貯蔵の条件」にある「放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意する。」ことの趣旨を理解させるために今回発生した事故に関する原因（エポキシ樹脂と Pu の放射線による影響でガスが発生すること）と対策を教育する。

(5) 原因⑤の対策

施設管理担当課は、燃料研究棟で自ら取り扱う核燃料物質の性状及び貯蔵状態を明確にするとともに、核燃料物質を安全・安定に貯蔵する。核燃料物質の安全・安定貯蔵のため、(2)原因②の対策の(a)～(d)の事項を明確にする。

また、施設管理担当課は、核燃料物質を貯蔵するに当たって、内容物の点検項目、点検方法及び点検頻度を明確にする（通常状態と異常状態の判断基準及び交換基準の明確化を含む。）。

(6) 原因⑥の対策

施設管理担当部は、DOE-STD レポートや IAEA Safety Report の核燃料物質の貯蔵に関する最新の安全情報や国内の核燃料物質の管理に関する情報等の知見を適宜入手し、レビューした上で関係規定類へ反映する。

(7) 原因⑦の対策

施設管理担当部は、取り扱う核燃料物質が不明瞭で安全が確認できない場合について、以下の対策を講ずる。

- ▶ リスクを考慮した安全な作業計画を作成するため、核燃料物質の安全取扱い、作業方法（作業場所及び防護装備の選定を含む。）等の基本的事項を手順で明確にする。
- ▶ リスクを回避するため手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイント（作業中断点）を作業計画で明確化する。

(8) 原因⑧の対策

原因⑥の対策と同じ。

(9) 原因⑨の対策

施設管理担当部は、取り扱う核燃料物質が不明瞭で安全が確認できない場合について、リスクを回避するため手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイント（作業中断点）を作業計画で明確化する。【原因⑦の対策と同じ。】

6.2. 被ばくの防止について（問題となる事象(5)）

(1) 原因⑩及び⑪の対策

施設管理担当部は、性状不明で安全性に疑義がある放射性物質等を取り扱う場合には、汚染事故の発生も想定して、安全性の高い上位の装備を選定するよう規定類を改定する。

安全管理部は、以下の被ばく防止のための応急的な措置に関する対策を講ずるとともに、事故時の対応（関与）を明確にする。

- 呼吸保護具の適切な使用のために、「しめひも」の伸縮性など防護性能に影響を及ぼす項目に対する点検の徹底・強化及び適切な装着を確実にするための教育訓練の充実を図る。
- Pu など α 線放出核種によって頭部や顔面が汚染された状況において、身体除染の応急処置として、顔面近傍に付着した放射性物質の拭き取りや固定の実施、汗等による半面マスクの密着性の低下に備えて半面マスクの「しめひも」をきつく締め直すなどの応急的な密着性の強化の方法を手順として明確にする。また、頭部及び顔面に汚染のある状態での退出後の脱装方法、半面マスクの交換時や鼻スミヤ採取時の汚染の拭き取りや固定方法を検討し、内部被ばくの可能性を低減する手順を具体化する。その際、身体除染の応急処置に必要な資材の準備と作業手順を明確にする。

- 半面マスクの密着性に係る事項について、使用前点検、フィッティングテストなどの半面マスクの適切な装着を確実にする措置の充実を図る。

(2) 原因⑫の対策

大洗研究開発センターは、以下の対策を講ずる。

- 管理区域内のある程度の汚染拡大は許容し、身体汚染の飛散を抑制する措置（養生シートで身体を覆う等）を講じた上で作業員を発災場所から退出させることを含め、判断や対応に迷いや遅れが生じないように、退出基準（例えば、室内の広範囲に汚染が拡大していること、顔面近傍に身体汚染があること等）や汚染拡大の影響を最小限にとどめる方策（例えば、身体を覆う養生シート、簡易テント等の事前準備）を定める。この方策には、作業の特殊性や取扱対象物の危険性から事故時の影響が大きいと予想される場合、又は、発災現場から退出すると汚染が管理区域外に拡大するおそれがある場合には、あらかじめ事故時退出用のグリーンハウスを作業場所の外側に設置しておくことも勘案する。
- 事故を想定し必要となる設備、資機材や要員等を再度確認し、それら資機材等が常に利用できるよう維持管理することや、実効的な訓練により、速やかな対応が取れる仕組みを構築する。

6.3. 事故発生後に顕在化した問題の改善について

(1) 除染用設備の管理

除染用シャワーについて、保安規定の下部要領「福島燃料材料試験部事故対策要領」及び「放射線安全取扱手引」に基づき定期的に点検を行っていた。しかし、今回の事故対応において身体除染の際に除染用シャワーに不具合があり、別建家からホースで洗浄水を引き込むなど、除染用シャワーが必要なときに使えなかったことから、管理区域の放射線管理における洗浄設備の管理に問題があった。

これに対する原因と対策は次のとおりである。

- 原因：燃料試験課担当者は、手洗いの出方が悪くなっていることに気が付いた際に、原因である減圧弁を補修（交換）し正常な状態にすべきだったが、出方が多少悪くなくても利用できるため、問題ないと考えたものの、除染用シャワーが長時間利用できなくなることに気が付かず、適切に補修していなかった
- 対策：燃料試験課は、除染用設備の点検方法及び系統の保守管理に関して、確実な点検及び適切な保守管理が行えるよう、管理要領を改定する。

(2) 身体汚染検査の管理

作業員の身体除染後、燃料研究棟の管理区域から退出する際には、保安規定の下部要領「放射線安全取扱手引」に基づき身体汚染検査を行い検出下限値未満であると判断されて

いるが、結果として身体汚染が残留していたことが問題であった。

これに対する原因と対策は次のとおりである。

- 原因：放射線管理課員は、除染用シャワーにより身体汚染の除染を行ったのちの汚染検査の際に、時間をかけて α 線のダイレクトサーベイを実施したが、汚染が残っていることに気が付かなかった
- 対策：安全管理部は、身体除染の確認の方法に関して、身体除染の方法や除染後の測定方法に関する手順等を明確にする。

6.4. 同様の事故発生防止のために重要な対策

上記のうち、次の対策が同様の事故発生を防止する上で重要な事項と位置付け、早急に対策を講ずる。

- 核燃料物質を安定して保管するために、核燃料物質の貯蔵及び管理に関する基本的な基準を策定する。
- リスクを回避するため手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイント（作業中断点）を作業計画で明確化する。
- 取り扱う核燃料物質が不明瞭で安全が確認できない場合は、リスクを考慮した安全な作業計画を作成するため、核燃料物質の安全取扱い、作業方法（作業場所及び防護装備の選定を含む。）等の基本的事項を手順に明確する。
- 核燃料物質の貯蔵に関する情報として必要な事項（放射能・放射線情報、同梱物の性状、使用履歴等）を手順に明確にし、それらの記録の長期にわたる管理を確実なものとする。
- 今回発生した事故に関する原因（エポキシ樹脂と Pu の放射線による影響でガスが発生すること）と対策を教育する。

7. まとめ

原子力機構は、本事象発生後、事故の発生原因の究明や作業員の被ばく評価等に取り組み、樹脂製の袋の破裂に至った原因の特定、放射性物質の摂取に至った原因の推定及び事故発生原因の分析に基づく再発防止対策の策定を行った。また、現場復旧については、108号室のフード内外表面の汚染検査、除染作業、汚染固定までを行い、108号室の汚染検査と除染作業を実施中であり、立入制限区域は平成29年10月中旬に解除する予定である。

原子力機構は、今回の事故を深く反省し、核燃料物質を取り扱う研究開発機関として、これまでの実績に驕ることなく、リスクを考慮したより慎重な保安活動を徹底し、安全確保に努める。

以上