

原子力機構 大洗研究開発センター 燃料研究棟における汚染・被ばく事故  
 県原子力安全対策委員会（7/24） 委員コメント 対応状況

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
1-1	ガスの発生要因として、Pu と有機化合物、吸着水分の反応について、因果関係を明確にすべき。	寺井 委員	詳細に調査し、推定原因を確定していく。	ガス発生の変因は、Pu からの $\alpha$ 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変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」の $\alpha$ 線分解によるガス発生が主要因と特定した。
1-2	吸着水分の放射線分解による水素ガスの発生は、水素爆発の可能性に関係するため、検討が必要。	寺井 委員	—	水分及び有機物の放射線分解では水素を主としたガスが発生する。今回の事故では、着火源がなかったことから爆発には至らなかったが、小さな火花でも着火源になりうることから、その危険性は認識している。今後作成する貯蔵の管理基準において、放射線分解ガスの発生を防止する対策を盛り込む。
2	ボルトを緩めていた作業時に蓋が浮き上がった際、作業を中断することはできなかったのか。	寺井 委員 飯本 委員	作業の計画段階や実施段階において、何らかの歯止めを効かすことができなかったのか、原因究明の中で明らかにしていく。	蓋が浮き上がったことを異常と認識できず、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ことから、作業を中断することは出来なかった。 対策として、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。
3	核燃料物質の貯蔵にポリ容器を使用していたことの妥当性は。	寺井 委員 飯本 委員	なぜ、ポリ容器を核燃料物質の貯蔵に使用したのかを明らかにしていく。	貯蔵容器へ収納する際の内容器として用いたポリ容器は、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するために用いられているものであることから妥当とは言えない。

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
				また、平成8年に樹脂製の袋の膨張とポリ容器の破損を確認したにもかかわらず、放射線安全取扱手引の規定（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ことを直接原因の一つとして抽出し、対策を立案した。
4	平成8年の点検等記録の情報共有の在り方については、重要な検証課題である。	寺井 委員	—	平成8年に樹脂製の袋の膨張とポリ容器の破損を確認したにもかかわらず、放射線安全取扱手引の規定（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ことを直接原因の一つとして抽出し、対策を立案した。 対策として、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・安定に貯蔵するための事項を明確にする。また、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。）。
5	放射線分解のガス発生量の評価に関して、ガスクロとQ-Massによる測定方法や評価方法について確認したい。	寺井 委員	—	真空中でエポキシ樹脂に5.5MeVのHeイオンを照射し、発生するガス種と生成比率をQ-MSで調べた。一方、大気照射セル中のエポキシ樹脂に5.5MeVのHeイオンを照射し、セル内に蓄積したガスを水上置換により全量回収し、この中の水素ガス量をガスクロマトグラフで定量して照射量と水素発生量の関係を得た。
6	核燃料物質の貯蔵に伴うガスの発生は頻繁な事例か、特殊な事例か。特殊な事例であれば、なぜこの容器だけガスが発	古田 委員	過去に、ポリ容器に硝酸塩を入れていたもの、有機物とプルトニウムを混在して保管していたもの	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として、「放射線分解によるガス圧の上昇に注意する」とされていることから、特殊な事例とは言えない。貯蔵時の条件が考慮されていなかった

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
	生じたのか。		でガスが発生した事例がある。	たことに関しては直接原因の一つとして抽出し、対策を立案した。
7	貯蔵容器の内容物はどのような形態か。 他のものと違いはあるのか。	松本 委員	事故が起きた容器にはエックス線回折試料の残材を封入していたもの。化学物質の存在状態を具体的に調べ、原因究明していく。	内容物の形態は、SEMによる観察、EDXによる元素分析、及び粉末成分のX線回折測定を行なった結果、Uのみの化合物、Puのみの化合物、UとPuの混合化合物とエポキシ樹脂を混ぜて固化したものが大部分、粉末状のまま存在している量はわずかであった。粉末成分は、加熱により酸化処理したのではなく、固化物表面から崩れ落ちた微細成分であった。また、化合物は、二酸化物に加えて炭化物が安定した状態で残存していることを確認した。計量管理帳簿の履歴調査からは、エポキシ樹脂で固化したX線回折測定済試料の入った貯蔵容器が他にも複数あることが分かっている。
8	内容物とポリ容器の因果関係について、ポリ容器の密閉性をどのような考え方で選定したのか。	松本 委員	核燃料物質の閉じ込め性能や保管管理上の面から、なぜ貯蔵容器がこういう設計になっていたのかも含めて調査していく。	当時から現在においても、核燃料物質を貯蔵容器に保管する際の内容器の材質に関しては明確なルールがなく、作業員への聞き取りにおいてもポリ容器を選定した明確な理由は判明していない。また、密閉性に関しては貯蔵容器とビニルバックにより担保しているため、ポリ容器選択と核燃料物質の密閉には直接の因果関係はないと考えられる。
9	作業員の被ばく防止が第一であり、事故後3時間も作業員が室内にとどまっていたことは疑問。	内山 委員	待機状態の中で今回のような内部被ばくに至るといった判断ができなかった。内部被ばくの経路については、徹底的に調べていく。空気モニタの監視だけでは十分ではなかったことを結論として考えていきたい。	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ことを直接原因の一つとして抽出した。 作業員の被ばく防止の観点から、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、退出基準や汚染拡大の影響を最小限にとどめる方策を定めるとともに、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

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
				訓練により、速やかな対応が取れる仕組みを構築する。
10	作業中に想定していない事象が起きたときの対応を予め定め、徹底しておくことが大事。	小川 委員	作業手順の中でホールドポイントをどう置くか、その時の判断の仕方をどう組み立てるかが重要な改善ポイントである認識している。	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対策を講じることとした。
11	過去に容器内の袋が膨張したときの原因とそれを踏まえた対応内容は。	小川 委員	調査中である。原因究明において、情報の伝承や管理の問題について明らかにしていく。	平成8年の点検作業において樹脂製の袋の膨張とポリ容器の破損を確認した際には、その点検作業の目的がポリ容器及び樹脂製の袋の交換（梱包更新）であったとの理由から、貯蔵方法は変更されず、異常発生の原因検討や容器の材質変更等の見直しは行われなかったと推測される。さらに、点検結果は貯蔵容器ごとに表にまとめられたが、正式な保安記録として保管されず、情報継承がなされなかった。 平成8年に確認された袋の膨張は、今回と同様にエポキシ樹脂の $\alpha$ 線分解によるものと推定され、開封までの期間が短かったため破裂に至らなかったと考えられる。
12	作業着や帽子を着用していたにも関わらず、毛髪や背中に汚染があった理由は。	明石 委員	今後調査する。（除染の時に洗い流した汚染が広がった可能性ことに言及）	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。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ることから、シャワーによる除染が汚染を拡大させた可能性があり、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。
13	除染（身体）はどのような手順で行ったのか。	明石 委員	今後調査する。	以下の手順で除染を実施し、その後汚染検査を実施した。 1. 水で体をぬらす（除染を含む。） 2. 中性洗剤等で泡立てて洗浄 3. 水で流す

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
				<p>4. 布又はキムタオルで拭く（水分除去）</p> <p>5. 少し自然乾燥（水分除去）-</p> <p>除染後、汚染が検出されたため、髪の毛の汚染が高い3名は斬髪、背中の汚染が高い1名は液体石鹼及びキムタオルで除染し汚染検査を実施した。その後は1. から5. の手順を再度実施し、汚染不検出となるまで除染を実施した。</p>
14	過去の事例などの教訓を新しい作業にいかに関係していくかが大事。	古田 委員	重要な情報の伝達がしっかりなされなかったことが問題と認識しており、原因究明の中で問題点を明らかにしていく。	<p>平成3年封入時に、「放射線安全取扱手引」に記載の「放射線分解によるガス圧の上昇に十分注意」という記載を考慮せず、X線回折測定済試料（有機物）を酸化加熱処理せず貯蔵容器に貯蔵したことや、平成8年梱包更新時に、ポリ容器の破損や樹脂製の袋の膨張を確認していたにも関わらず金属容器への変更等を行わず、かつこれらの情報が継承されなかったことを問題事象として抽出し対策を講ずることとした。</p> <p>対策として、核燃料物質の安定保管のための貯蔵・管理に関する基準の改善、核燃料物質の貯蔵に関する必要な情報の整理・明確化と長期間の記録の管理手法の改善、教育の徹底等を実施する。</p> <p>また、今後、原因究明及び原因分析の結果に基づきまとめた再発防止対策を基に、各拠点に水平展開する（グリーンハウス設置訓練等、一部実施）。</p>
15	事後対応について、望ましい対応が何かを明らかにしたうえで、今回の対応状況と比較する形でチェックするのがよい。	古田 委員	参考にさせていただく。	直接要因や背後要因を分析し、対策を立案する過程で望ましい対応を明らかにした。今後はその対策に基づき正措置を実施する。

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
16	時代とともに安全管理の視点は変わるとの認識のもとで新しい視点で物事を見る必要がある。	松本 委員	何十年も昔の状態でも管理されているものについて常に今の状態がどうなっているのかを把握できるように仕組みをルールとして取り入れていきたい。	予防処置の観点から他の施設から得られた知見を保安活動に反映するため、国内外の施設の安全管理に関する関連情報を入手し、適宜施設の管理の改善に努める。また、IAEA等に派遣した専門家が入手した情報の活用を含め、原子力施設に関連する海外での安全管理に有用な情報等を入手し、関連拠点に情報共有する仕組みを充実させる。
17	新規事業のみならず、保全、廃止措置等にも十分な資源を充てるべき。	寺井 委員	—	これまで理事長裁量経費などの枠組みを用いて、安全対策に必要な経費等を優先的に確保する取組を行っている。平成29年3月には、施設の集約化・重点化、安全確保、バックエンド対策を同時に進めるために「施設中長期計画」を策定した。今後はこれに従い、効果的な資源配分を実施していく。
18	世代をまたがる長期の情報共有と技術情報伝承について真剣に取り組むべき。	寺井 委員	—	本事故の原因究明及び原因分析の結果、長期の情報共有と技術情報伝承に関して、以下の対策を講ずる。 ・核燃料物質の安定貯蔵に関する必要事項（放射能・放射線情報、同梱物の性状、使用履歴等）を明確にするとともに、それらの記録の長期にわたる管理を確実なものとするため、作業要領や使用手引を改正し、記録の管理方法等を明確にする。
19	事故情報の発信について報道での表現の仕方や迅速性と確実性をいかに両立させるかについての十分な検討が必要。	寺井 委員 飯本 委員	—	事故発生日の記者発表については立入制限区域を設定し、異常事故等状況通報書の第1報を発信した17:05から約2時間後に実施している。また、平成29年6月9日に「被ばく作業員の状況」「事故発生からの時系列」「鼻スミア・肺モニタ測定値とその考え方」「現場の写真」等を整理し公表したが、必要な情報を整理するために要した時間については迅速性と確実性の観点から改善の余地がある。その後は記

No	意見	委員	原子力機構回答（委員会当日）	対応状況（再発防止策の検討状況を含む）
				<p>者発表のみならず、日報・週報・規制庁面談資料等の機構HP掲載などを通じて、対外的な情報発信の強化を図った。</p> <p>一方、平成29年6月7日に肺モニタの数値を公表した際には、緊急医療措置として行われる事故直後の肺モニタ測定結果が過大評価の傾向を含むことを公表資料に明記しておらず十分な情報提供を行ったとは言えない。この点に関しては、平成29年6月12日に「肺モニタによる測定状況について」を別添資料として公表し、事実関係を整理した。今後実施する事故対応訓練や教育を通じて改善を図っていく。</p>
20	今回の作業計画立案段階で貯蔵容器内の核燃料物質の性状や危険性について、どの程度関係者間で共有され議論されていたのか、詳細に確認しておくべき。	飯本 委員	—	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、事前の調査で貯蔵された核燃料物質は安定化処理等がなされ、安全な状態で保管されていると考えてしまい、室内が汚染するよう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。
21	少量の核燃料物質が保管されている例は全国的に多数ある。今回の発生要因次第では核燃料物質の保管管理に対する新たな知見を与えるものになる。	飯本 委員	—	今回の事故ではエポキシ樹脂の $\alpha$ 線分解によるガス発生が主要因であったが、貯蔵の仕方や内容物の性状によっては、核燃料の粉末に接触している樹脂製容器や吸着水分の放射線分解がガス発生の主要因になることもありうる。原因究明の過程で行った種々の検証試験結果やガス発生量の評価手法に関して、JAEA-Review（公開文献）に取りまとめ、今年度内に刊行予定である。