

管理区域内（第2ウラン回収室）でのウランの飛散について（概要）

平成20年9月5日

株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

1. 概要

平成20年8月8日（金）午前9時31分頃、当社（株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン）第2加工棟第1種管理区域内の第2ウラン回収室において、空气中放射性物質濃度が上昇し、同室に設置してあるエアモニタ警報が発報した。当時は、同室2階にある過酸化水素水タンクを交換するために、タンク内の過酸化水素水を同室1階の床に設置されている受けタンクに抜く作業をしていた。発報の原因は、同室1階の床に設置されている受けタンクに投入した過酸化水素水から生じた泡により、ウランを含む飛沫が発生し、同室内に飛散したことによる。

飛散したウラン量は約 17.8×10^5 Bq であり、報告の目安値 3.7×10^5 Bq を超過した。また、作業員2名及び放射線管理課員2名に微量の内部被ばく（0.1～1.9 mSv）が確認された。

なお、周辺環境への放射性物質の放出はなかった。

2. 原因分析

7月の第2成型室でのウラン飛散事象に続き、今回の第2ウラン回収室でのウラン飛散事象が発生させたことを鑑みて、対策本部を設置し、原因対策検討、工程総点検に分けて、それぞれ検討、レビューを実施した。

2-1 今回の事象の原因分析

ウランを含む飛沫発生の直接原因は、受けタンクに入れられた過酸化水素水が希釈されることなく高濃度の状態であったこと、またその後の作業中にFRP（繊維強化プラスチック）製過酸化水素水タンクからの剥離繊維により閉塞していた配管内の残存過酸化水素水が受けタンクに一度に流入した可能性があったこと、これらの結果、過酸化水素の分解が急速に進行したためと考えられる。

事象の分析を行い、根本原因を以下のとおり抽出した。

(1) 設備面の不備

- ①受けタンクがほぼ空の状態でも過酸化水素水を投入できるようになっていた。
- ②開口部が大きく、飛沫が容易にタンク外へ放出される構造になっていた。
- ③過酸化水素水の投入バルブを開放したままでその場を離れ、別の作業ができるようになっていた。
- ④過酸化水素水タンクの交換時期を把握する方法が適切ではなかった。

(2) 現場の監督者の作業管理不備

- ①現場の監督者は、過酸化水素水タンクの交換工事について、今後作業指示する予定であることを、作業者に明確に伝えていなかった。
- ②配管の閉塞の可能性について、日常の注意事項として作業者と十分確認していなかった。
- ③事象発生当日にタンクを空にする作業を行うことを把握していなかった。

(3) 管理者の作業者に対する力量管理不備

管理者が作業者の力量を十分管理できていなかったため、作業者は過酸化水素水タンクを空にする作業を通常作業の一環だと誤った判断をし、かつバルブの基本的操作を誤ってしまった。

2-2 事象再発に関する原因分析

1ヶ月の間にウラン飛散事象を再発させたことについて、根本原因を以下のとおり抽出した。

(1) 安全意識に係わるもの

既存システムへの思い込み、客観的な視点の欠如、監督者と作業者のコミュニケーションの不足、疑問、懸念に思ふ風土の低下、社会的一般的な安全意識の不足

(2) 手順・仕組み・教育に係わるもの

日々の作業計画の指示確認、状況把握、力量管理、認定教育内容の不足

(3) 組織・体制に係わるもの

現場作業の統括・把握、設備改善の取り組み、コミュニケーション、長期的な人材育成の不足

3. 工程総点検

今回の事象に鑑み、同様の事象が二度と発生しないよう、ウランを取り扱うすべての工程のリスク評価を行い、必要な対策をまとめた。

3-1 点検方法とその結果

ウランを取り扱うすべての工程を評価対象とし、各工程の作業を分析してリスクがあると想定されるもの総数 414 件を抽出し、安全リスクアセスメントの手法を用い、重大性と可能性の観点からリスク評価を行い、以下の結果となった。

リスク分類A：重篤なリスク（直ちに対策が必要）	ゼロ件
リスク分類B：実質的リスク（リスク低減対策が望ましい）	32 件
リスク分類C：軽微なリスク（通常の作業上問題ないが無視できない）	99 件
リスク分類D：許容できるリスク（無視できる）	283 件

3-2 対策と周知

リスク分類がB及びCと判定された作業について、対策を実施する。これらを大きく分類すると、次の5項目となった（括弧内はリスク分類B／Cの内数）。

- | | |
|-------------------|------------|
| 1) ウラン収納容器の取扱強化 | (18件／20件) |
| 2) 飛散防止カバーの設置 | (7件／ 6件) |
| 3) インターロック機能の追加 | (4件／ 9件) |
| 4) 確認作業の高度化 | (2件／ 4件) |
| 5) 作業環境改善及び手順の明確化 | (1件／60件) |

以上の対策のうち、暫定対策は9月1日までに完了し、恒久対策は作業内容に応じて本年中に実施し、安全性を向上させる。また、今回の事象を発生させた湿式回収工程は、計画されていた過酸化水素水タンクの交換及び配管内のFRP剥離繊維の除去及び4-1項に示す再発防止策が完了するまでは再稼動しない。

これらの工程総点検の結果と対策は作業者はじめ関係者に周知する。

4. 再発防止策

4-1 今回の事象の再発防止策

今回の事象に対する再発防止策として、以下の項目を実施する。

(1) 液面監視装置の設置

受けタンク内が一定の液量以下では過酸化水素水を投入できないような監視装置を設置する。

(2) 飛沫防止カバー及び局所排気ダクトの設置

受けタンク開口部から飛沫が放出されるのを防ぐためのカバー及び局所排気ダクトを設置する。

(3) オートクローズバルブの設置

受けタンクへの過酸化水素水の投入バルブを、現在のノーマルタイプのバルブからオートクローズバルブにする。

(4) 過酸化水素水タンクの交換時期確認方法の適正化

過酸化水素水タンクの交換時期を的確に判断するため、定期的にタンク内部を直接確認することを手順化する。

なお、事象発生時に放射線管理課員が対応を要する場合には、放射線防護上、より効果のある全面マスクの着用を手順書に明記し、義務付ける。

また、作業管理の改善、認定制度の見直しなど、4-2項に掲げる全社的な再発防止策も併せて実施する。

4-2 全社的な再発防止策

今後同様な事象の再発を防止するために、以下に示す全社的な再発防止策を実施する。

(1) 作業管理の改善

現場の監督者と作業者の事前打合せで、作業内容、非定常作業、危険予知及び設備の異常やその兆候に関する確認を徹底するとともに、双方向のコミュニケーションを取り入れ、安全確保に対する作業者の認識を高める。

(2) 課題や危険因子を継続的に抽出し対応するしくみの強化

- 従来から実施している「安全リスクアセスメント」について、予め考えられる危険要因を洗い出して手順に反映するなどの改善を加える。
- 職場安全巡視において、職場毎の特徴や安全リスクアセスメントの結果を反映してチェック項目を追加するとともに、他の課題抽出のための作業者インタビューを実施する。
- 確認された設備の異常やその兆候については、直ちに処置が必要なものと点検・管理を強化すべきものとに区分し、管理者へ報告し設備保全の強化を図る。

(3) 組織体制、人材育成の強化

- 監督者及び班長の十分な現場把握、現場と設備技術者間のコミュニケーション改善、及び作業熟練者の不足への対処のために、現場組織の見直しを実施する。
- 作業者認定の範囲を難易度や重要度に応じて適切に区分するとともに、認定教育の内容を充実して力量を向上させる。

(4) 安全文化の醸成と定着

事象再発に関する根本原因のすべてに対応し、また上記の再発防止策を継続的に実施していくためにも、従業員の安全に対する意識を高めて維持していく。

- 現場及び全社にわたる安全教育の実施等により全従業員の意識改革を進める。
- 当面の間、「ウラン安全対策強化本部」を設置し、再発防止策の実効性を検証するとともに、安全文化啓蒙のための全社的な活動をリードする。
- 今回の事象を風化させないように 8 月 8 日を「安全の日」と定め、社長からのメッセージを従業員に伝えるとともに、全社的な安全点検を実施する。
- 今年中に日本原子力技術協会によるピアレビューを受け、第三者の視点から当社の改善状況について確認いただく。

以上

管理区域内（第2ウラン回収室）での
ウランの飛散について

平成20年9月5日

株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

目次

1. 今回の事象について
 - 1-1 事象の説明
 - 1-2 測定・評価
2. 検討体制及び原因分析
 - 2-1 検討体制
 - 2-2 今回の事象の原因分析
 - 2-3 事象再発に関する原因分析
3. 工程総点検
 - 3-1 検討方法
 - 3-2 検討結果
 - 3-3 対策と周知
4. 再発防止策
 - 4-1 今回の事象の再発防止策
 - 4-2 全社的な再発防止策
5. 今後のフォローアップ

添付資料 1 ウランが飛散した区域

添付資料 2 ウラン回収工程フロー図

添付資料 3 ウラン回収工程における「受けタンク」の役割

添付資料 4 過酸化水素水タンク及び受けタンク

添付資料 5 時系列

添付資料 6 飛散したウラン量の評価

添付資料 7 第2ウラン回収室負圧推移（2008/8/8 09時～8/8 12時）

添付資料 8 排気監視用ダストモニタ測定記録（2008/8/7 09時～8/8 11時）

添付資料 9 モニタリングポスト（No.1 及び No.2）の測定記録

添付資料 10 過酸化水素の分解反応について

添付資料 11 剥離繊維閉塞の推定根拠

添付資料 12 過酸化水素水タンクの空気抜き

添付資料 13 事象発生までの経緯

添付資料 14 今回の事象の原因分析ツリー

添付資料 15 事象再発に対する原因分析ツリー

添付資料 16 対象工程のフロー

添付資料 17 重大性と可能性の評価

添付資料 18 リスク優先度数とリスクの分類および対応

添付資料 19 総点検実施表（例）

添付資料 20 総点検結果のまとめ

添付資料 21 受けタンク液面監視装置（概念図）

添付資料 22 再発防止策のまとめ

1. 今回の事象について

1-1 事象の説明

1-1-1 概要

平成20年8月8日（金）午前9時31分頃、当社（株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン）第2加工棟第1種管理区域内の第2ウラン回収室において、空气中放射性物質濃度が上昇し、同室に設置してあるエアモニタ警報が発報した。原因は、同室1階の床に設置されている受けタンクに投入した過酸化水素水から生じた泡により、ウランを含む飛沫が発生し、同室内に飛散したことによる。

飛散したウラン量は約 17.8×10^5 Bq であり、報告の目安値 3.7×10^5 Bq を超過した。また、作業員2名及び放射線管理課員2名に微量の内部被ばく（0.1～1.9 mSv）が確認された。

なお、周辺環境への放射性物質の放出はなかった。

1-1-2 事象の発生状況

第2ウラン回収室は、加工の工程で発生したウランのスクラップを回収する場所である。この工程ではウランを硝酸に溶解し、アンモニア水および過酸化水素水を加えて沈殿させ、これを乾燥、還元して二酸化ウラン粉末としている。（添付資料1～4）

当時、第2ウラン回収室において作業員A及び作業員Bの2名は、同室2階の過酸化水素水タンクを9月に交換する準備のため、同タンク内に残った過酸化水素水を同室1階の受けタンクに抜く作業を実施していた。

作業員Aは、2階にある過酸化水素水タンクの排出バルブを開けて1階に移動し、受けタンクに供給する過酸化水素水配管の1階バルブを徐々に開放し、約20分をかけて受けタンクに過酸化水素水を投入した（推定量約32リットル）。その後、配管からの液の排出がほぼ無くなったため、作業員Aは過酸化水素水の投入が終了し、受けタンク内の過酸化水素の分解による泡が安定したと判断して、1階バルブを開放状態のまま、2階の過酸化水素水タンクの蓋を取り外す作業に取り掛かった。蓋を取り外すために蓋のボルトを緩める作業中に、受けタンクの液位上限レベルの警報が発報した。

作業員A及び作業員Bは1階へ状況確認に行ったが、受けタンクの上面から霧状の飛沫が発生していた。間もなく、同室に設置してあるエアモニタ警報が発報したため、同室から退避した。

飛沫の発生原因は、過酸化水素水がほぼ空の受けタンクに投入され、希釈されることなく高濃度の状態であったこと、また、1階バルブを開放したまま2階の過酸化水素水タンクの蓋ボルトを緩める作業中、配管内に残存していた過酸化水素水（推定量約7リットル）が受けタンクに一度に流入した可能性があったこと、これらの結果、過酸化水素の分解が急速に進行したためと考えられる。

また、液位上限レベル警報の発報は、受けタンクの液位上限レベルセンサがこの飛沫を検知したと推定される。

一方、受けタンク内には過酸化水素水を投入する前にウランを含んだ廃液が底に約 20 リットル残存していたことから、発生した飛沫にもウランが含まれていたと考えられ、エアモニタ警報が発報した。なお、エアモニタのエア取り入れ口は、受けタンクの斜め上方約 4m に位置している。

放射線管理課員 C 及び D は、監視室のエアモニタ警報発報により保護マスクを着用し、現場に急行し、直ちに同室の立ち入り禁止措置を施した。

その後、作業員 2 名及び放射線管理課員 2 名の鼻スミヤと尿中ウラン量の測定を実施した結果、作業員（2 名）及び放射線管理課員（2 名）に微量の内部被ばくが認められた。

なお、当事象により周辺環境への放射性物質の放出は認められなかった。

時系列について添付資料 5 に示す。

1-1-3 飛散したウランの処置

第 2 ウラン回収室の受けタンク周辺の床をウェス等で拭き取り、飛散したウランを回収した。なお第 2 ウラン回収室内の表面汚染濃度、空气中放射性物質濃度は、下記の通り通常の状態に復帰した。

- ・ 空气中放射性物質濃度：9 時 47 分頃に通常のレベル（ $2.0 \sim 3.0 \times 10^{-8}$ Bq/cm³）に戻った。
- ・ 表面汚染密度：19 時頃に通常のレベル（ < 0.4 Bq/cm²）に戻った。

1-2 測定・評価

1-2-1 飛散したウラン量の評価

飛散したウラン重量を直接測定することができないため、下記の 2 要素の和としてウラン量を評価した。

- ① スミヤ法により評価される、床や機器表面に飛散したウラン量
- ② 空气中放射性物質濃度測定値より評価される空气中に飛散したウラン濃度

飛散したウラン量は①②合わせて約 17.8×10^5 Bq であり、二酸化ウラン粉末重量換算で約 18g である。これは報告の目安値 3.7×10^5 Bq を超過する値である。

添付資料 6 に評価の根拠を示す。

1-2-2 身体表面の評価

ウラン飛散時、当該区域（第 2 ウラン回収室 1 階）にいた作業員 A・B 及び放射線管

理課員 C・D の身体表面の表面ウラン密度を測定した。その結果、作業員 A・B の保護衣表面で、最大 0.1 Bq/cm²、0.047 Bq/cm² (*) の表面ウラン密度が検出されたが、保護衣を脱いだ下着の状態では 2 名とも検出下限未満 (<0.028 Bq/cm²) であり、身体表面汚染はなかった。放射線管理課員 C・D は 2 名とも保護衣表面で検出下限未満であり、身体表面汚染はなかった。

(*) 物の表面のウラン密度に関して第 1 種管理区域とする必要のある密度は 0.4 Bq/cm² である。

1-2-3 被ばく線量の評価

作業員 A 及び作業員 B 並びに放射線管理課員 C 及び放射線管理課員 D の被ばくは、法令に定める線量限度 (50 mSv/年など) に比べて問題ないことが以下のとおり確認された。

(1) 外部被ばく線量

作業時に着用していた OSL (Optically Stimulated Luminescence : 光刺激ルミネセンス) 線量計の外部被ばく線量を評価した結果、全員 0.1 mSv 以下であることが確認された。

(2) 内部被ばく線量

鼻スミヤ測定及び尿中ウラン量 (バイオアッセイ) 測定により内部被ばく線量を評価した。鼻スミヤ測定は当日昼に、尿中ウラン量測定は当日深夜に結果が判明した。また、尿中ウラン量測定は事象翌日 (8 月 9 日) および 6 日目 (8 月 14 日) にも実施したが、ともに全員が検出下限未満であった。

	鼻スミヤ測定(*)による 内部被ばく線量 (mSv)	尿中ウラン量測定による 内部被ばく線量 (mSv)
作業員 A	1.87	0.15
作業員 B	検出下限 (0.2) 未満	0.11
放射線管理課員 C	0.32	0.08
放射線管理課員 D	検出下限 (0.2) 未満	0.14

(*) 鼻スミヤ測定は「簡便かつ短時間に吸入摂取の可能性を知る方法として有効であるが、摂取量と鼻孔内への沈着量の関係あるいは沈着量とふき取り量の関係にばらつきが大きい」とされている。((財)原子力安全技術センター発行「被ばく線量の測定・評価マニュアル (2000)」)

当該区域の通常作業での内部被ばく線量は、1 ヶ月で約 0.01 mSv である。作業員 A の鼻スミヤ測定結果をもとに 3 ヶ月間の内部被ばく線量を推定すると、

$0.01 \text{ mSv/月} \times 3 \text{ 月} + 1.87 \text{ mSv} = 1.90 \text{ mSv/3 月}$ となり、内部被ばくの記録レベル 2 mSv/3 月 (**) を超過しないと推定できる。他の 3 名についても同様である。

(**) 記録レベル：(財)原子力安全技術センター発行「被ばく線量の測定・評価マニュアル (2000)」に記載されている内部被ばくの記録に関する基準。記録レベル未満であれば、「有意な体内汚染なし」あるいは「有意な摂取量なし」として扱える」と記載されている。当社の放射線管理は、この基準を適用している。

なお、放射線管理課員 2 名は現場に入る際、半面マスクを着用していたが、空気中ウラン濃度の確認作業中にマスクが設備／身体と接触する等により顔面との密着性が損なわれた可能性があり、被ばくを受けたと考えられる。本件に関しても対策を講じる。

1-2-4 外部への放射性物質の放出について

ウラン飛散時、当該区域（第 2 ウラン回収室 1 階）の負圧は保たれており、室内の空気が外部に漏えいしていないことを確認した。（添付資料 7）

また、排気中放射性物質濃度を連続測定、監視を行っている排気監視用ダストモニタの測定記録（2008/8/7 09 時～8/8 11 時）を確認した。その結果、事象発生時また発生後における測定値は、事象発生前 24 時間の測定値の推移と比較しても上昇する傾向などは見られず、排気中放射性物質濃度に変化はなかった。（添付資料 8）

さらに、屋外の敷地境界付近で空間線量率を監視しているモニタリングポスト（2 ヶ所、No.1 及び No.2）の測定記録においても、ウラン粉末飛散時及びその後の測定値で上昇している傾向は見られなかった。（添付資料 9）

2. 検討体制及び原因分析

2-1 検討体制

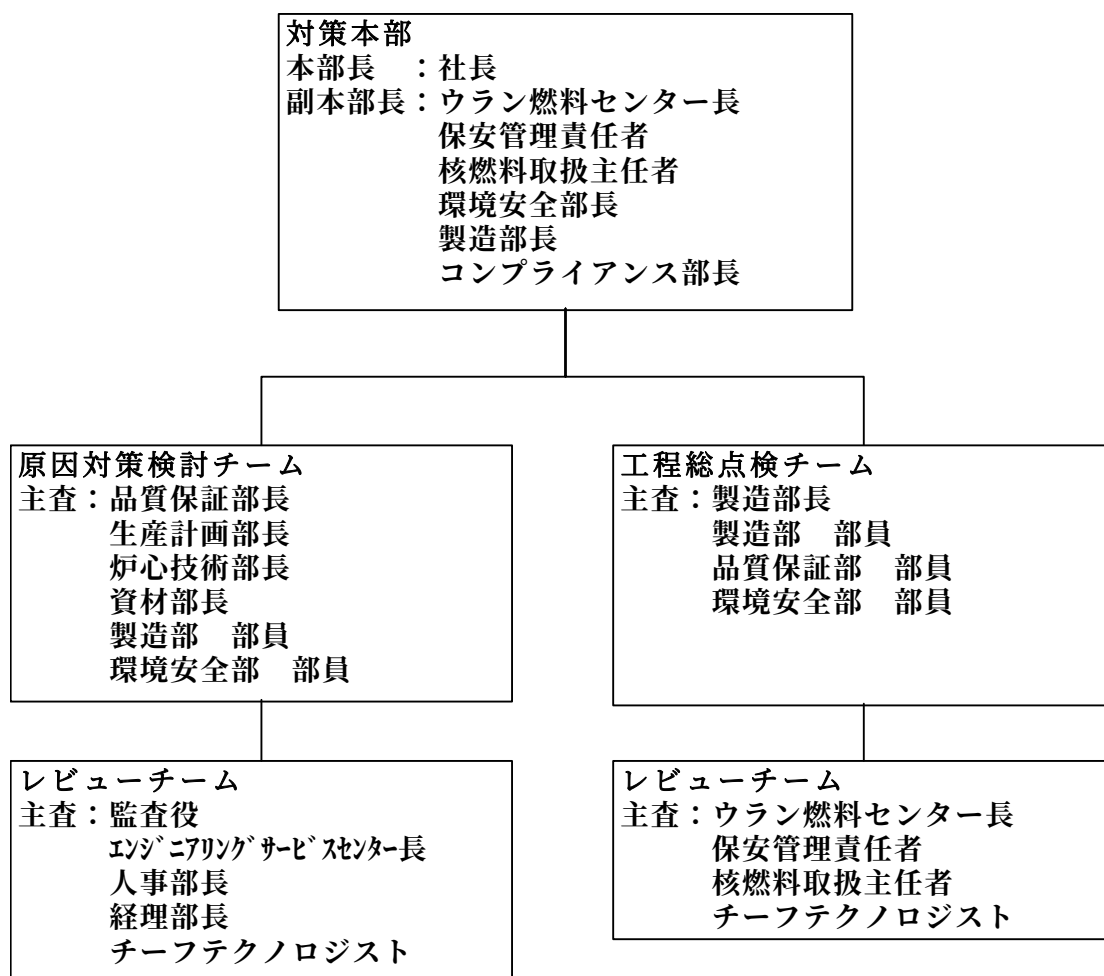
7月の第2成型室でのウラン飛散事象に続き、今回の第2ウラン回収室でのウラン飛散事象を発生させたことを鑑みて、8月11日に対策本部を設置した。対策本部は社長を本部長、ウラン燃料センター長を副本部長とし、保安全管理責任者、核燃料取扱主任者、環境安全部長、製造部長、コンプライアンス部長で構成する体制とした。

対策本部の下に2つの検討チームを設置した。

原因対策検討チームは品質保証部長を主査とし、今回の事象、及び事象を再発させたことについて、事実関係の調査、根本的な原因究明、及び再発防止策の検討を行った。また、これに対するレビューチーム（主査：監査役）を設置し、原因対策検討チームの結果を検討者とは別にレビューする体制とした。

工程総点検チームは製造部長を主査とし、管理区域内製造工程のリスク分析によって潜在的な事故発生要因を洗い出し、その対策を検討した。こちらもレビューチーム（主査：ウラン燃料センター長）を設置して、検討者とは別のレビューを行う体制とした。

検討体制を下図に示す。



2-2 今回の事象の原因分析

2-2-1 飛沫発生の直接原因

今回の事象ではウランを含む飛沫が第2 ウラン回収室内に飛散した。この原因は、過酸化水素水（濃度 35%）がほぼ空の受けタンクに投入され、希釈されることなく高濃度の状態であったこと、また、1 階バルブを開放したまま2 階の過酸化水素水タンクの蓋ボルトを緩める作業中、配管内に残存していた過酸化水素水が受けタンクに一度に流入した可能性があったこと、これらの結果、過酸化水素の分解が急速に進行したためと考えられる。

受けタンクに過酸化水素水を入れる際、通常は水（ウランなどを含む清掃水）を満たした状態であるが、今回は過酸化水素水がほぼ空の受けタンクに投入され、希釈されることなく高濃度の状態であった。過酸化水素は Mn、Fe などが分解を促進することが知られており、また温度の上昇によっても分解は加速する。受けタンク内の残渣には Fe などの金属成分が含まれており、最初はゆっくりした分解であっても温度上昇とともに急速な分解が生じる可能性があったと考えられる（添付資料 10 参照）。

また、交換予定であった過酸化水素水タンクは材質である FRP（繊維強化プラスチック）の繊維が一部剥離していたことが観察されており、この繊維が配管のバルブを閉塞していた可能性があった（添付資料 11 参照）。過酸化水素水タンクには空気抜きがあるため（添付資料 12 参照）タンク内部が負圧になることはなく、通常であればタンクの蓋を開けることにより残存していた過酸化水素水が一度に流入することはない。今回は1 階バルブを開放したまま2 階の過酸化水素水タンクの蓋ボルトを緩める作業中に、バルブの閉塞が開放されたことが考えられ、これにより配管中に残存した過酸化水素水が受けタンクに一度に流入した可能性がある。

この過酸化水素の急速な分解で発生した飛沫により、受けタンク内に存在したウラン成分がタンク外に放出された。

2-2-2 原因分析

(1) 作業に関する原因

今回の事象は、過酸化水素水タンクを9月に交換する準備のため、タンク内に残った過酸化水素水を1 階の受けタンクに抜く作業を行っていた際に発生したものである。この作業は通常は行わないものであるため、現場の監督者（主任）は別途作業手順書を作成する予定であったが、作業者と十分なコミュニケーションを取るという意識が不足していたため、これを明確に作業者に伝えていなかった。また、過酸化水素水タンク内面から剥離した繊維が配管のバルブを閉塞する可能性についても、日常の注意事項として監督者及び作業者間で確認されることが無かった。

一方、作業者の方は、過酸化水素水タンクを空にする作業はバルブを開けて受けタンクに投入する操作が通常の操作手順と同じなので、通常の受けタンクへの過酸化水素水投入作業手順書の範囲で行ってよいと考えていた。過酸化水素水タンクの交換作業が非定常作業にあたるという認識はあったが、過酸化水素水タンクを空にする作業は定常作業から非定常作業へ移行する部分で判断に迷うところがあり、またこの判断を適確に行う力量が十分でなかった。

さらに、当日朝の作業前ミーティングでは、コミュニケーション不足により現場の監督者は作業者が過酸化水素水タンクを空にする作業をその日行う予定であることを確認していなかった。

これらの結果として、非定常作業としての作業手順書が作成されていないまま、過酸化水素水タンクを空にする作業が行われた。

なお、作業者は過酸化水素が分解反応を起こすことは作業者教育により理解していたので、通常の作業手順通り受けタンクへは少しずつ投入し、急な分解が生じないよう液面を観察しながら行った。しかし液が出なくなって液面も安定した後は、受けタンクへの投入バルブを開放したままで2階に移動し、過酸化水素水タンクの内部を確認するために蓋のボルトを緩める作業に取り掛かってしまった。

(2) 設備に関する原因

過酸化水素水タンクは金属との反応を避けるため、その材料にFRPを使用しているが、これを長期間使用するとタンク内に繊維の剥離が発生してくる。

2007年8月には、過酸化水素水タンク内で剥離した繊維が配管を通じて流量計に入り込んでいたことが作業者により観察され、また、2008年1～2月には同流量計中の剥離繊維の量が増加していることが確認されていた。同年3月にはさらにこの量が増加していることから、作業者から監督者（主任）及び管理者（課長）へ報告がなされた。このような状況から、管理者は過酸化水素水タンクの交換を判断したが、交換を判断するための情報を得た時期としては、必ずしも適切なものではなかった。

本事象に至るまでの経緯を、上記の内容を含めて添付資料13に示す。

これらを踏まえ、根本原因を検討するためにツリー分析を行い（添付資料１４）、今回の事象発生原因を以下のとおり抽出した。

(1) 設備面の不備

設備面では下記の不備があった。

- ① 受けタンクがほぼ空の状態でも過酸化水素水を投入できるようになっていた。
- ② 開口部が大きく、飛沫が容易にタンク外へ放出される構造になっていた。
- ③ 過酸化水素水の投入バルブを開放したままでその場を離れ、別の作業ができるようになっていた。
- ④ 過酸化水素水タンクの交換時期を把握する方法が適切ではなかった。

(2) 現場の監督者（主任）の作業管理不備

現場の監督者は、９月に計画している過酸化水素水タンクの交換工事について規定の工事計画を作成し、作業手順を定め指示する予定であったが、これを作業者に明確に伝えていなかった。また、配管のバルブの閉塞可能性について、日常の注意事項として作業者と十分確認していなかった。さらに、事象発生当日に作業者が過酸化水素水タンクを空にする作業を行う予定であることを把握していなかった。

(3) 管理者（課長）の作業者に対する力量管理不備

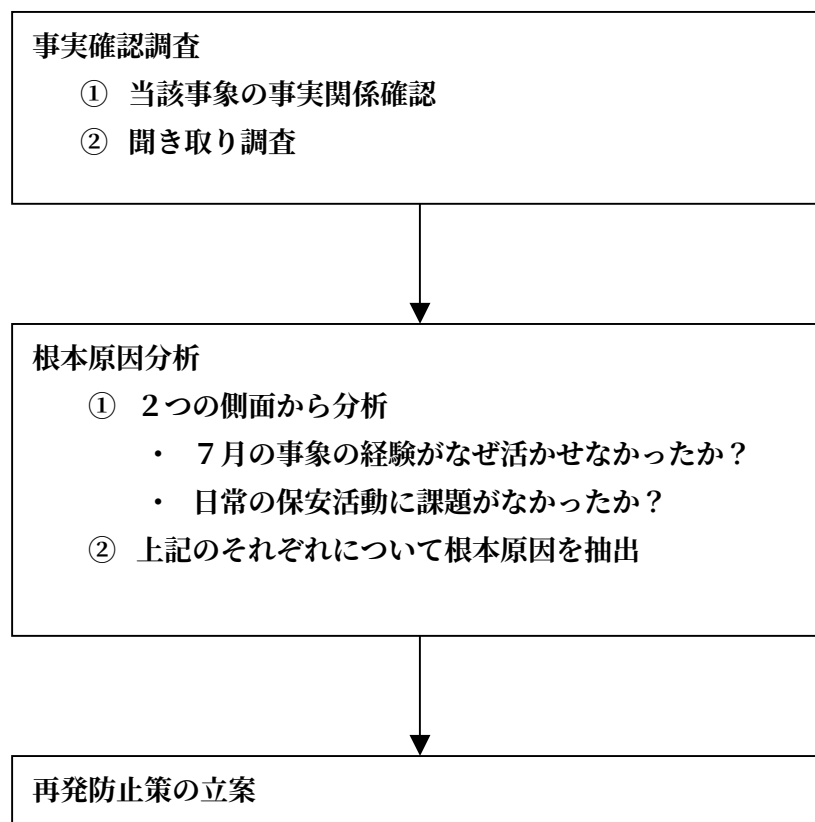
作業者は、過酸化水素水タンクの交換工事は別途作業手順が定められると認識していたが、同タンクを空にする作業は通常作業の一環であると誤った判断を行った。また、作業者は、当該作業においてバルブの基本的操作を誤ってしまった。これらのことは、管理者が作業者の力量を十分管理できていなかったためであった。

2-3 事象再発に関する原因分析

7月の第2成型室でのウラン飛散事象では、事実調査とともに当該工程の関連者に対する聞き取り調査を行い、これに基づいたツリー分析で原因を特定した。また、再発防止策は暫定対策を完了し、恒久対策および水平展開を実施中であった。

今回（8月）の第2ウラン回収室でのウラン飛散事象に関しても、同様に事実調査、関連者への聞き取り調査に基づいてツリー分析を行い、原因を調査した（2-2項）。

しかしながら、1ヶ月の間にウラン飛散事象を再発させたことに対して、より根本的な原因究明が必要と判断し、改めて工場内で現場作業を行っているすべての部門および経営層を対象とした聞き取り調査を実施した。この調査では、7月の事象の経験がなぜ活かせなかったのか、日常の保安活動に課題がなかったかという2つの観点から原因分析を行った。今回行った対応の流れを次に示す。



根本原因を検討するためにツリー分析を行い（添付資料１５）、原因を以下のとおり抽出した。

(1) 安全意識に係わるもの

- 7月の第2成型室でのウラン飛散事象の対策チームでは、ウラン飛散に対して溶液系は閉じ込め機能を持っていると判断したため、検討が遅れた。
- 当該工程では今まで自分の工程に大きなトラブルがなかったことで、客観的な視点から工程を眺める姿勢に欠けていた。
- 当該工程は監督者（主任）と作業者のコミュニケーション不足等により、現場から意見が上がりにくい風土だった。
- 製造現場ではウランを取り扱う作業に対して慣れがあり、疑問、懸念に思う風土の低下があった。
- 組織全体にウランの飛散に対して社会的一般的な安全意識が不足しており、トップマネジメントのフォローが十分でなかった。

(2) 手順・仕組み・教育に係わるもの

- 当該部門（課）では、日々の作業計画の指示・確認を十分に行っていなかった。
- 当該部門（課）では、定常・非常作業の境界が曖昧だった。
- 当該工程はホールドポイントが少なく、チェックの目が入りにくい工程だった。
- 当該工程は、認定対象範囲が広く、力量管理としての認定区分が粗かった。
- 当該工程の認定教育内容として、過酸化水素水取扱の勘所が教えられていなかった。

(3) 組織・体制に係わるもの

- 製造現場の班長（ショップリーダー）に対する現場管理意識の徹底が十分でなかったため、現場作業を統括しきれていなかった。
- 製造現場の主任の机上業務が多く、現場全てを把握しきれていなかった。
- 製造現場として、導入に時間がかかる設備改善の取り組みには消極的だった。
- 当該工程の設備に関して技術支援をする設備技術者が少なく、現場と設備技術者との間でのコミュニケーションが不足していた。
- 製造現場として長期的な人材育成計画が実現できていなかった。

これらの根本原因に対して、対策本部の原因対策検討チームで再発防止策を検討し、今回の事象の対策と合わせて全社的な展開を行うこととした。（4-2 項）

3. 工程総点検

今回の事象に鑑み、同様の事象が二度と発生しないよう、ウランを取り扱う工程において、作業者のミス等によりウランの飛散や被ばく等が発生するかの可能性を検討し、必要な場合にはその対策を講じるために工程総点検を実施した。本総点検では、各工程における定常作業及び頻度の多い（1回／年程度）非定常作業に関する作業を分析し、リスクがあると想定されるものを抽出し、重大性（発生による影響の度合い）と可能性（災害発生の可能性）によりリスクの評価分類を行い、必要な対策をまとめた。

3-1 点検方法

3-1-1 対象工程

ウランを取り扱うすべての工程を評価対象工程とした。対象工程のフローを添付資料16に示す。

3-1-2 点検方法・手順

二度の事象が作業者のヒューマンエラーに関連して発生したことから、作業内容の分析に力点を置いた分析を行うため、産業界で広く使用されている安全リスクアセスメント(以下、「SRA」：Safety Risk Assessment という)の手法を用いて実施することとした。実施にあたっては、現場作業員、現場の班長、主任、課長及び設備技術者が検討に加わった。

(1) 工程の分類と作業の細分化

ウランを取り扱う全工程を、粉末工程、成型工程、焼結工程、研削工程、回収工程、液体廃棄物処理工程、ペレット検査工程、装填・溶接工程、燃料棒検査・燃料棒収集工程、収集体組立工程、梱包工程、分析工程、放射性廃棄物処理工程に分類し、各工程で行われている作業を細分化した。

(2) 細分化した作業単位毎に潜在的危険要因の抽出とリスク評価

- ① 潜在する危険要因とその結果想定される不安全事態を抽出した。ここで、抽出すべき危険要因は、ウランの飛散、被ばくなどの不安全事態が想定される事項とし、過去の事故事象事例や『ヒヤリ、ハット』を参考にした。
- ② それぞれの危険要因に対して、添付資料17で設定した評価基準に基づき、重大性（発生による影響の度合い）と可能性（災害発生の可能性）について評価点をつけた。なお、安全リスクアセスメントでは通常、作業頻度を考慮するが、ウランの飛散、被ばくなどは、その頻度によらず重大事象であることから、評価上は作業頻度を除いた。
- ③ 上記②の結果からリスク優先度数（RPN= Risk Priority Number）を算出した。リスク優先度数は、重大度の評価点と可能性の評価点の積とした。

リスク優先度数：RPN＝（重大度）×（可能性）

リスク優先度数により、添付資料１８に示す分類を行った。

(3) 対策の立案

リスク分類A、B及びCの作業について、設備の改善、インターロック機能の追加、手順書の明確化や保護具の着用明確化など必要な対策とその実施時期を立案した。

(4) 妥当性の評価

潜在的危険要因の抽出、リスク評価及び防止対策の立案が適切であることを確認した。

3-1-3 実施体制

総点検実施にあたっては、工程総点検チームの中に、次の役割を担うチームを編成しこれにあたった。

- ・各工程の作業と関連するリスクを抽出する総点検チーム
- ・リスクを分析評価して必要な対策をまとめる分析・まとめチーム
- ・総点検全体を取りまとめ必要により各チームに参画・支援するコアチーム

さらに、抽出した作業内容に関する分析評価と対策については総点検レビューチームがその妥当性について評価した。

3-2 点検結果

3-2-1 総点検実施表

総点検の結果は、添付資料１９に示す総点検実施表に取りまとめた。各項目は次の内容とした。

- 1) 主工程
分類した対象工程
- 2) 詳細工程
主工程の中で実施される一連の作業のまとめ
- 3) 作業内容
詳細工程の中における作業内容（詳細工程によっては、複数の作業内容がある）
- 4) 危険要因
作業内容を実施した場合に考えられるトラブルや作業ミスなどの危険要因
- 5) 想定される不安全事故
危険要因から想定されるウランの飛散、漏洩、汚染、内部被ばく、外部被ばくなどの不安全事故。
- 6) 重大性、可能性、リスク優先度数、リスク分類
重大性、可能性、リスク優先度数及びリスクの分類についてはそれぞれ、添付

資料17及び添付資料18により実施

7) 対策立案

リスク分類A～Cに分類された作業について、対策を立案

3-2-2 総点検実施結果

各工程について点検した結果は、添付資料20のとおりであり、総件数 414 件に対し、リスク分類A（重篤なリスクであり、直ちに対策を実施する必要があるレベル）ゼロ件、リスク分類B（実質的リスクであり、現行管理に加え、リスク低減のために追加対策が望ましいレベル）32 件、リスク分類C（軽微なリスクであり通常の作業上問題ないが、リスクとしては無視できないレベル）99 件、リスク分類D（許容できるリスクでありリスクを無視できるレベル）283 件という結果となった。

3-3 対策と周知

3-3-1 対策について

想定される不安全事故に対してリスク分類がB及びCと判定された作業について、対策を実施する。これらを大きく分類すると次の5項目となり、それぞれの例を示す。

(1) ウラン収納容器の取扱強化

粉末工程等で酸化ウラン粉末の搬送に使用するウラン粉末容器（5 ガロン缶）を取り扱う場合、当該容器の転倒や落下による粉末飛散のリスクを伴うため、蓋のバンドを固定するピンによるロックを確実に実行するよう作業の改善を実施する。

リスク分類B：18件

リスク分類C：20件

(2) 飛散防止カバーの設置

ウランを移送するための配管類やウランを閉じ込める設備では、接続部や開口部等からの飛散のリスクがあるため、当該事象が発生しても飛散を防止できるカバーを設置する対策を実施する。

リスク分類B：7件

リスク分類C：6件

(3) インターロック機能の追加

設備の蓋閉め忘れ、容器の装着忘れ等、ミスをしてしまった場合にでも、これを物理的に防止する機能を追加する。

リスク分類B：4件

リスク分類C：9件

(4) 確認作業の高度化

作業者の確認不履行により次の作業へ移行した場合、ウラン飛散のリスクがあるも

のについては、次の作業工程に移行する前のホールドポイントを明確にし、確実に確認するための手順の改善を行う。

リスク分類B：2件

リスク分類C：4件

(5) 作業環境改善及び手順の明確化

上記(1)～(4)以外で、作業場及び治具の改善、保護具の着用及び作業手順の明確化を実施する。

リスク分類B：1件

リスク分類C：60件

以上の対策のうち、暫定対策は9月1日までに、恒久対策は作業内容に応じて本年中に実施し、対策後はリスク分類D（許容できるリスクでありリスクを無視できるレベル）相当にまで安全性を向上させる。なお、頻度の少ない非定常作業については、全社的な再発防止策における作業管理の改善で対応していく。

また、今回の事象を発生させた第2ウラン回収室での湿式回収工程は、再開にあたって取るべき措置（計画されていた過酸化水素水タンクの交換及び配管内のFRP剥離繊維の除去）及び4-1項に示す再発防止策が完了するまでは生産を再開しない。

なお、剥離した繊維の受けタンク以降の工程への影響は、受けタンクの送液ポンプの前にストレーナ（濾過器）が設置されており、ポンプや配管、その他設備に影響を及ぼすような大きさの繊維は捕集されるため、無視できる。また、工程再開前に配管内の確認を行う。

受けタンク以降の工程以外については、過酸化水素水タンクの流量計以降、作業等によって剥離した繊維の確認はされておらず、回収後のウラン粉末分析でも検出されていない。また、当該事象発生直前に各設備のクリーンアップを終了している。

3-3-2 総点検結果と対策の周知

リスクを抽出しレビューして対策をまとめた結果は、作業者はじめ関係者に周知する。

4. 再発防止策

4-1 今回の事象の再発防止策

2-2 項の原因分析を踏まえて、今回の事象に対する再発防止策を定めた。以下の4項目は当該工程の設備に対する再発防止策として実施する。

(1) 液面監視装置の設置

過酸化水素水が高濃度の状態で受けタンク内に投入されることの無いよう、一定の液量以下では過酸化水素水を投入できないような監視装置を設置する（概念図を添付資料2-1に示す）。液量レベルは、過酸化水素の分解によって大きな温度上昇が生じないように評価して定め、過酸化水素の急激な分解が起こり得ないようにする。

(2) 飛沫防止カバー及び局所排気ダクトの設置

受けタンクの約60%は鋼板で覆われているが、残り約40%は開口部となっている。この開口部から飛沫が放出されるのを防ぐためのカバー及び局所排気ダクトを設計し、設置する。

(3) オートクローズバルブの設置

受けタンクへの過酸化水素水の投入バルブを、現在のノーマルタイプのバルブからオートクローズバルブ（手を離すと自動的に閉鎖されるバルブ）にする。これにより、何らかの要因で過酸化水素水が一度に追加投入されることを防止する。

(4) 過酸化水素水タンクの交換時期確認方法の適正化

過酸化水素水タンクにおける繊維の剥離状況を定期的に確認し、同タンクの交換時期を的確に判断するため、定期的（2回／年）にタンク内部を直接確認することを手順化する。

なお、上記の対策とは別に、半面マスクを装着した放射線管理課員が軽微な被ばくを受けたことに対して、今後、事象が発生した場所に対応する放射線管理課員については、放射線防護上、より効果のある全面マスクの着用を手順書に明記し、その着用在義務付ける。

また、以下の2項目は次項の全社的な再発防止策に含めて実施する。

(5) 作業管理の改善

現場の監督者（主任）は、作業者と毎日作業前の打合せを実施しているが、確認内容については特に定めていなかった。今後はその日の作業内容を確認しあうことを徹底し、確認事項の中には、非定常作業の有無や危険予知及び設備の異常やその兆候に関することを必ず含めるものとする。こうした確認項目をあらかじめ列挙してあるボードを作成し、現場へ設置して運用する。

(6) 作業員認定制度の見直し（作業員の力量管理改善）

作業員の力量は、当該ウラン回収工程で一つの作業員認定を行うことで管理してい

るが、手動バルブ操作のような重要な作業は独立し、個別に認定することで力量の把握ができるようにする。なお手動バルブ操作だけでなく、作業の難易度や重要度に応じて作業者認定の種類を適切に区分し、併せて認定教育の内容をより充実することで、力量を向上させることとする。

4-2 全社的な再発防止策

2-3 項の事象再発に関する根本的な原因分析を踏まえて、今後同様な事象の再発を防止するために、以下に示す全社的な再発防止策を実施する。なお、4-1 項で実施する再発防止策については、3.工程総点検により必要であると判断された設備について同様の対策を実施する。

(1) 作業管理の改善

① 現場の監督者（主任）と作業者とのミーティング改善

今回の事象の原因として、現場の監督者による作業者への日々の作業計画の指示・確認が的確に行われていなかったことが挙げられた。また事象再発に関する根本原因分析では、現場において工程や作業に潜在的に存在する危険因子に気づく安全意識が十分でなかったことも挙げられている。これらに対する対策として、現場の監督者と作業者とのミーティングを以下のように改善する。こうした確認項目をあらかじめ列挙してあるボードを作成し、現場へ設置して運用する。

- 現場の監督者と作業者が毎日作業前に打合せを実施し、作業内容を確認しあうことを徹底する。確認事項の中には、非定常作業の有無、危険予知及び設備の異常やその兆候に関することを必ず含めるものとする。
- 現場の監督者は、報告・連絡・相談が安全確保の基本となることを作業者に認識させることを常に心がけ、毎日の打合せ等で必ず双方向のコミュニケーションを取り入れる。

(2) 課題や危険因子を継続的に抽出し対応するしくみの強化

① 危険要因に着目した工程確認の強化

工程や作業に潜在的に存在する危険因子を抽出する活動はこれまでも継続的に行われていたが、意識としては作業安全の観点に重点がおかれており、他の危険要因に対しては必ずしも十分な確認が行われていなかった。

そこで、対策として従来から実施している「安全リスクアセスメント」（SRA）を改善する。具体的には、危険要因の観点での漏れがないよう予め考えられる要因を洗い出して SRA の手順書等に追記する。また、定期見直し時には、変更のない工程や作業であっても毎回特定の危険要因を定めて確認を行う。

② 安全に関する社内チェック・レビューの強化

安全に関する社内のチェック・レビューの一環として、毎月職場の安全巡視を実施しているが、意識として作業安全に重点がおかれており、他の危険要因の観点からのチェックが十分ではなかった。

この対策として、職場毎の特徴を踏まえたチェック項目の追加や安全リスクアセスメントの結果を反映した重点項目の設定によりチェック項目を強化するとともに、予め用意されたチェック項目以外の課題も抽出できるように作業員へインタビューを行うこととする。

③ 設備管理のチェック機能強化

監督者（主任）と作業員間の作業前ミーティングで確認された設備の異常やその兆候については、その状況に応じて、直ちに処置が必要なものと設備の点検内容に反映させ管理を強化すべきものとに区分し、管理者（課長）へ報告するシステムとすることにより、設備保全の強化を図る。

(3) 組織体制、人材育成の強化

① 現場組織の見直し

事象再発に関する根本原因の中で、現場の班長（ショップリーダー）やその上司である現場の監督者（主任）が現場全てを把握しきれていない場合があること、また当該作業や工程の勘所まで把握している熟練者が不足していることといった組織や人材に係わる課題が挙げられた。また、設備の課題対応等の観点で現場と設備技術者（生産技術課所属）との間のコミュニケーションにも課題があることがわかった。

これらに対して、以下の対策を行う。

- 各工程における現場管理の意識を強化するために、班長（ショップリーダー）の役割の再定義を含め主任や班長の人数・配置を見直す。
- 今回の総点検結果を踏まえ、中長期の改善が必要と認識された工程の現場組織に設備技術者を配置する。
- 設備技術者と現場が一緒に工程改善することにより、現場にキーマン、専門家を育成する。

② 作業員認定制度の見直し

今回の事象の原因として作業員の力量管理の不備が挙げられた。当該の工程は工程全体を単位とした作業員認定になっていたが、工程の中に含まれる複数の作業のうち作業員はすべてに適格な力量を有していたとはいえない。

この問題を解決する対策として、全体として作業員の力量を適切に評価するために作業員認定の範囲の見直しを行う。必要と認められた工程では作業の難易度や重要度に応じて認定の種類を適切に区分する。また、認定教育の内容をより充実することで作業員の力量を向上させる。

(4) 安全文化の醸成と定着

当社では従来から社内での安全に関するレビューを実施し、また原子力技術協会のニュークリア・セーフティ・ネットワークをはじめとした第三者機関の安全活動にも参加するなど、安全に対する取り組みを継続的に行ってきた。

しかし、事象再発に関する根本原因のすべてに対応し、また上記の再発防止策を継続的に実施していくためにも、従業員の安全に対する意識を高めて維持していく、すなわち安全文化をさらに醸成・定着させ、風化させないことが重要である。このために以下の対策を行う。

① 全従業員に対する意識改革

- 資料だけでなく実際の現場で本件の事例教育を実施することにより、あらゆる職場の従業員の安全意識を高める。
- 放射線安全委員会で紹介されている事故・不適合の事例を全社で共有し、それぞれの職場と関連づけて安全意識の啓蒙を図る。
- 現場の作業員、班長、主任及び課長を対象として、安全をテーマとした特別教育を実施する。
- 従業員に自社の事業と社会との関わりを認識させ、社会的責任を果たしていくことについて継続的に動機付けを行っていく。(一般見学者との意見交換、他原子力施設見学、安全管理セミナー等)

② トップマネジメントによる再発防止策のフォローアップと安全文化の周知

- 今回の再発防止策を確実に実行し、安全文化を社内に定着させるために、社長直属の組織として「ウラン安全対策強化本部」を設立する。「ウラン安全対策強化本部」は、再発防止策全般の実施状況と実効性を検証するとともに、安全文化啓蒙のための全社的な活動をリードする。トップマネジメントはその報告を受けて、進捗状況をフォローアップする。
この組織は、当面1年間設置することを予定しているが、全ての対策の実効性を評価しそれが十分であることが確認された時点で、通常の保安品質保証組織にその役割を移行することとする。
- 今回の事象を風化させないように8月8日を「安全の日」と定め、社長からのメッセージを従業員に伝えるとともに、全社的な安全点検を実施する。

以上の再発防止策について、実施計画工程を含めて添付資料22にまとめた。

5. 今後のフォローアップ

今回策定した再発防止策（工程総点検で抽出された要対策事項含む）については、新たに設置するウラン安全対策強化本部が実施状況と実効性を検証し、トップマネジメントがその報告を受けて進捗状況をフォローアップしていく。

また、今年中に日本原子力技術協会によるピアレビューを受け、第三者の視点から当社の改善状況について確認いただくこととする。

以上

添付資料1 ウランが飛散した区域

-  第1種管理区域
-  第2種管理区域

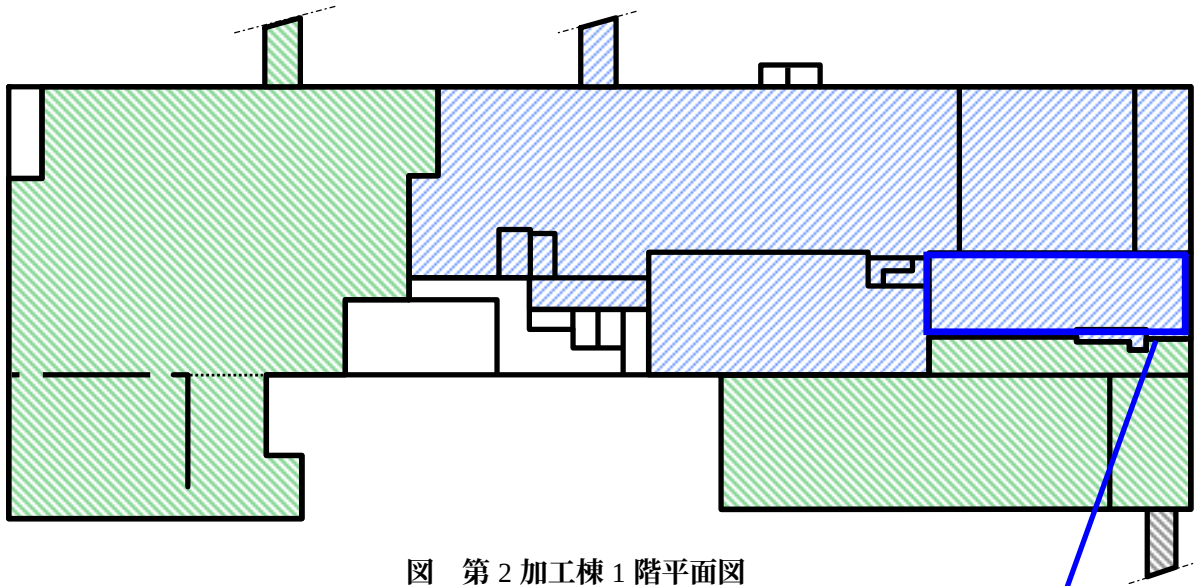
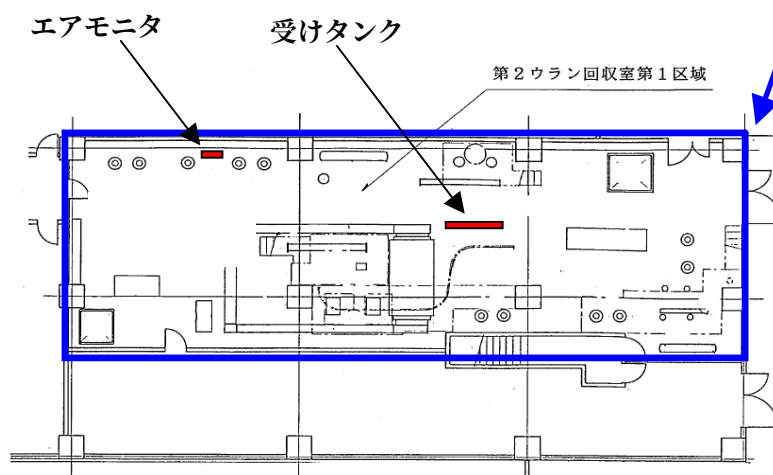
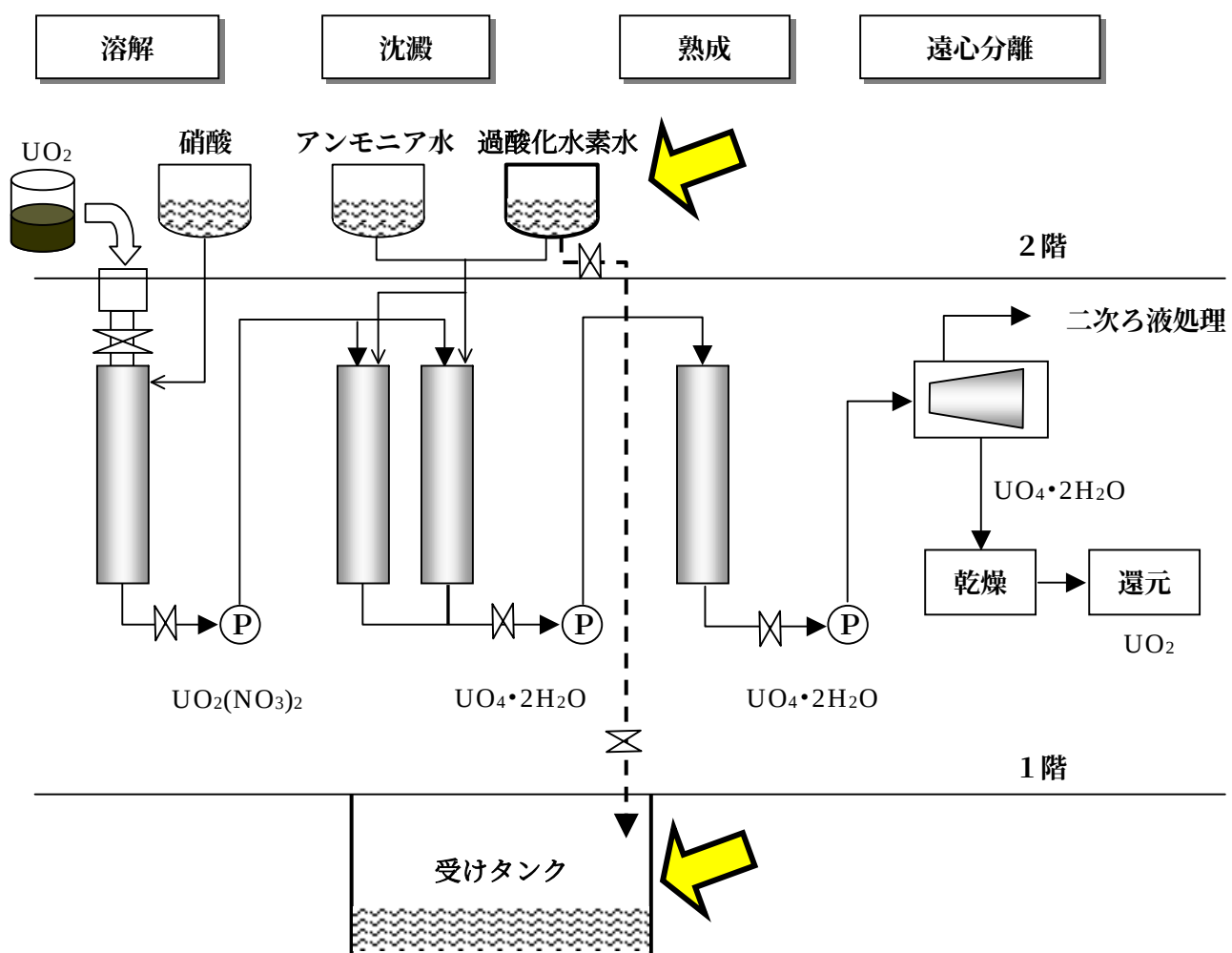


図 第2加工棟1階平面図

図 第2加工棟1階 第2ウラン回収室第1区域（上図の拡大図）



添付資料2 ウラン回収工程フロー図



添付資料3 ウラン回収工程における「受けタンク」の役割

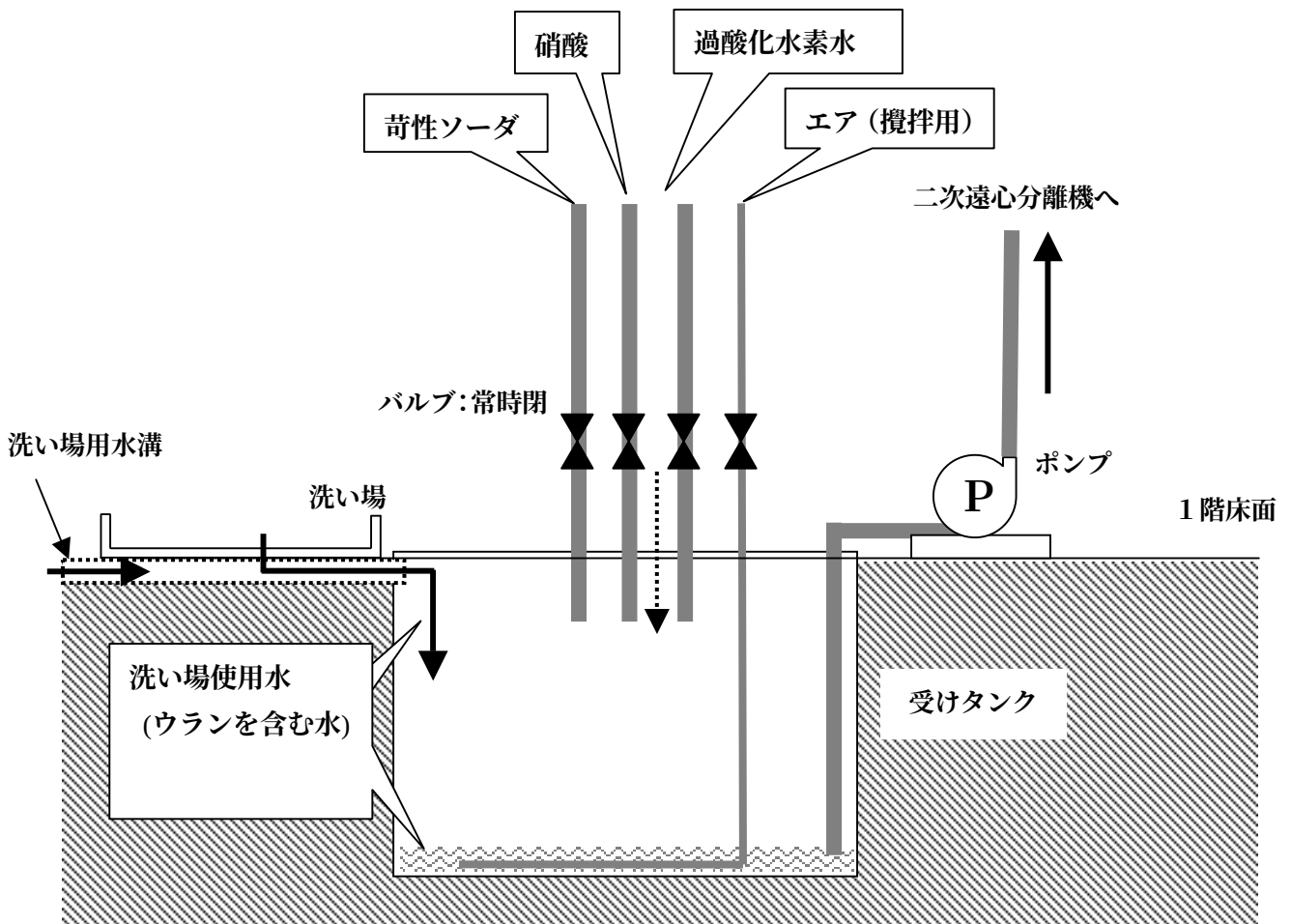


図 受けタンク概略

「受けタンク」の主な設置目的は、洗い場より発生する清掃水の一時貯留場所であり、これらの清掃水の「受けタンク」への流入は常時可能な状態になっている。

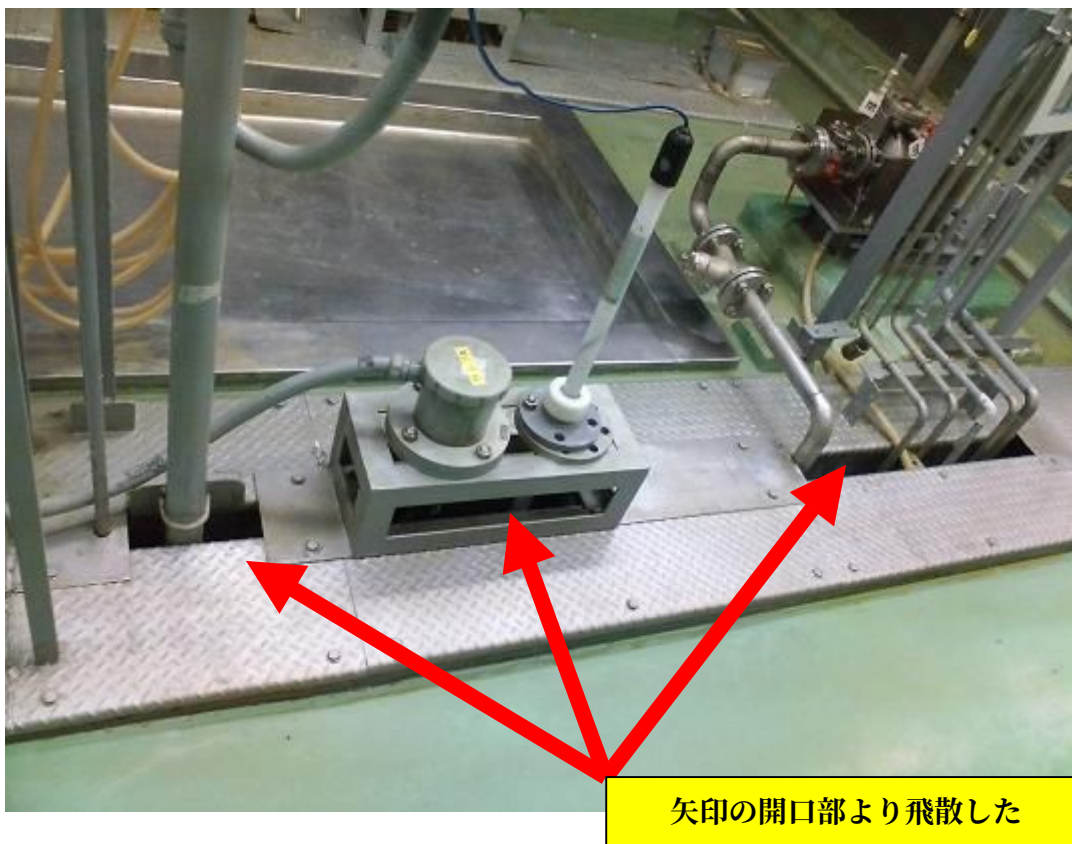
「受けタンク」に溜まった清掃水は殆どの場合ウランを含んでいるため、「受けタンク」内にて液調整（苛性ソーダ、硝酸、過酸化水素を必要に応じ供給しエアにて攪拌）した後ポンプを介して二次遠心分離機へ移送し、ウランを分離・採集する。

また、「受けタンク」は屋内タンク薬品（苛性ソーダ、硝酸、過酸化水素水）を廃棄処理する場合に使用することがある。

添付資料4 過酸化水素水タンク及び受けタンク



2階 過酸化水素水タンク



1階 受けタンク

添付資料 5 時系列

8月8日	8:45	夜勤務者と引継ぎ作業確認。
	8:56	当日の作業内容及び作業分担を確認、過酸化水素水タンクの残量および受けタンク内状態を確認。
	9:01	作業員Aは2階の過酸化水素水タンクの受けタンク用のバルブ開放、次いで1階の受けタンク用バルブ開放。受けタンクに過酸化水素水を投入。
	9:02	作業員Bは2階の過酸化水素水タンクの液面計の値を随時確認。
	9:20	作業員Aは過酸化水素水の投入が終了し、過酸化水素の分解による泡が安定したと判断して2階へ移動。
	9:22	作業員Aは過酸化水素水タンクの蓋固定ボルトを4本緩めた(28本中4本)。
	9:25	作業員A・Bは2階で1階の警報発報を確認し、1階へ移動。警報は受けタンク液位上限警報であることを確認。
	9:26	作業員Bは受けタンク液位上限警報の発報ブザーをリセット、受けタンクからの飛沫を確認し、飛沫のない方向に移動して待機。作業員Aは受けタンク周辺の飛沫を水で洗い流した。
	9:31	室内エアモニタ警報が発報。作業員A・Bは室外へ退避。
	9:33	放射線管理課監視盤でエアモニタ発報を確認。
	9:35	放射線管理課員C・Dが現場到着。当該エリアの立入り禁止措置を実施。
	9:37	放射線管理課長から環境安全部長へエアモニタ発報と状況を報告。
	9:45	環境安全部長から横須賀保安事務所の検査官3名へ第一報(詳細は別途と報告)。
	10:50	作業員A・Bの鼻スミヤ測定結果判明。
	11:00頃	室内負圧が正常及び排気設備が健全であることを確認。
	11:00	核燃料取扱主任者から保安検査官へ事象説明。
	11:32～11:43	METI原子力防災課、県、市へ事象の電話連絡。
	11:49～12:06	保安検査官が現場確認。
	15:00～17:15	横須賀市においてGNF-Jからプレス発表。
	17:49	当該区域の除染作業およびスミヤ測定作業開始。
	19:00	除染作業完了。
	19:10	立ち入り制限解除。
	19:15	保安検査官の現場立入調査。
	23:30	METI原子力防災課へ飛散ウラン量が報告の目安値を超えることを連絡。
8月9日	3:00頃	作業員A・B、放射線管理課員C・Dの尿中ウラン量の測定結果を確認。
	3:18	飛散ウラン量の評価値($17.8 \times 10^5 \text{Bq}$)、および尿中ウラン量測定結果により作業員2名、放射線管理課員2名に被ばくがあったことをMETI原子力防災課へ連絡。
	10:18	横須賀市においてGNF-Jから2回目のプレス発表。

添付資料6 飛散したウラン量の評価(1/2)

①スミヤ法により評価される、床や機器表面に飛散したウラン量

床表面汚染密度測定結果

測定月日		測定場所						
2008/8/8		第2ウラン回収室1階						
測定器		αサーベイメータWA-3		測定方法			スミヤ法	
限度値		4Bq/cm ²		検出下限値 (Bq/cm ²)			4×10 ⁻⁴ Bq/cm ²	
拭取効率		0.1		測定面積			1000cm ²	
測定番号	BG計数値 ①C/1min	計数値 ①C/1min	正味計数値 netcpm	密度 Bq/cm ²	密度 Bq/cm ² (通常時) (注1)	面積 cm ² (注2)	U放射エネルギー Bq	U放射エネルギー Bq (合計)
①	1	140	139	0.31	0.04	1017333	2.75E+05	1.02E+06 (A)
②	1	149	148	0.33	0.04	1017333	2.96E+05	
③	1	215	214	0.48	0.04	1017333	4.44E+05	

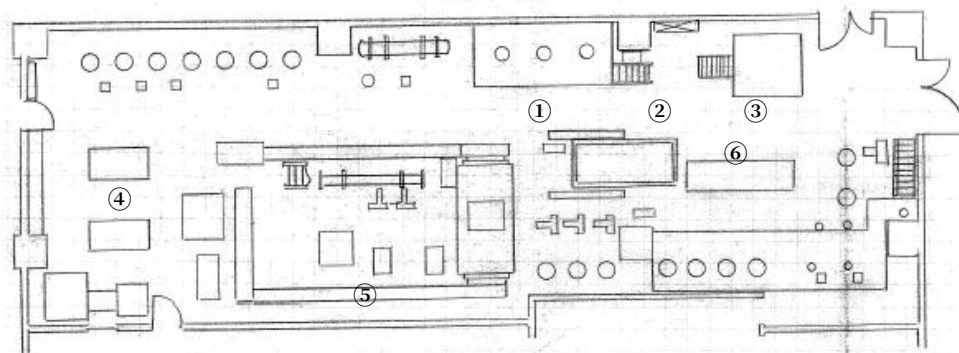
(注1) 第2ウラン回収室の床の表面汚染密度(2008年4月～6月からの平均値)

(注2) 第2ウラン回収室の床面積の1/3

機器表面汚染密度測定結果

測定月日		測定場所						
2008/8/8		第2ウラン回収室1階						
測定器		αカウンタNo6		測定方法			スミヤ法	
限度値		4Bq/cm ²		検出下限値 (Bq/cm ²)			4×10 ⁻³ Bq/cm ²	
拭取効率		0.1		測定面積			1000cm ²	
測定番号	BG計数値 ①C/1min	計数値 ①C/1min	正味計数値 netcpm	密度 Bq/cm ²	密度 Bq/cm ² (通常時) (注1)	面積 cm ²	U放射エネルギー Bq	U放射エネルギー Bq (合計)
④	1	29	28	0.05	0.053	2500	0	8.72E+02 (B)
⑤	1	1	0	0.00	0.027	146160	0	
⑥	1	28	27	0.04	0.033	79200	8.72E+02	

(注1) 第2ウラン回収室の機器の表面汚染密度(2008年4月～6月からの平均値)



(第2ウラン回収室内サンプリング位置)

添付資料6 飛散したウラン量の評価(2/2)

② 空气中放射性物質濃度測定値より評価される空气中に飛散したウラン濃度

空氣中放射性物質濃度測定結果(非定常)

月／日	集塵時刻	集 塵 場 所		集塵器	集塵量	測定器名	計数率 c/min	換気 係数 ^(注5)	空气中濃度 $\times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$
		室 名	機 器 名						
8/8 - 8/8	9:31 ~ 9:35 (注1)	第2U回収室	Q-3	室内エアサンプラ	20L/min X4min	7ル7アカウンNo.4	1187/2	1.4	900.363
8/8 - 8/8	9:35 ~ 9:47 (注2)	第2U回収室	Q-3	室内エアサンプラ	20L/min X12min	7ル7アカウンNo.4	394/2	2.2	156.544
8/8 - 8/8	9:31 ~ 9:53 (注3)	第2U回収室	Q-1	定置式 エアサンプラ	10L/min X22min	7ル7アカウンNo.4	1018/2	3.2	658.864
8/8 - 8/8	9:31 ~ 9:53 (注4)	第2U回収室	Q-2	定置式 エアサンプラ	10L/min X22min	7ル7アカウンNo.4	564/2	3.2	365.029
8/8 - 8/8	9:31 ~ 9:53 (注4)	第2U回収室	Q-4	定置式 エアサンプラ	10L/min X22min	7ル7アカウンNo.4	479/2	3.2	310.016

(注1) 2008/8/5 15:10~8/8 9:35 の期間 集塵したものを、事象発生時刻(9:31)から4分間で集塵したと保守側に想定。

(注2) 上記室内エアモニタの9:35にろ紙交換後、12分間集塵

(注3) 2008/8/7 14:00～8/8 9:53 の期間 集塵したものを、事象発生時刻(9:31)から22分間で集塵したと保守側に想定。

(注4) 2008/8/5 15:10~8/8 9:53 の期間 集塵したものを、事象発生時刻(9:31)から22分間で集塵したと保守側に想定。

(注5) 当該部屋の換気回数 $\times$ 6回/時であるため、10分に1回部屋の全空気が置換される。従って、例えば5分間測定の場合において関与する空気量は、

部屋の体積の $(1+0.5=1.5)$ 倍となることから、部屋の体積と置換される空気の体積分を加えた値 (この場合、 1.5 倍) を

空氣中濃度に乗じることにした。

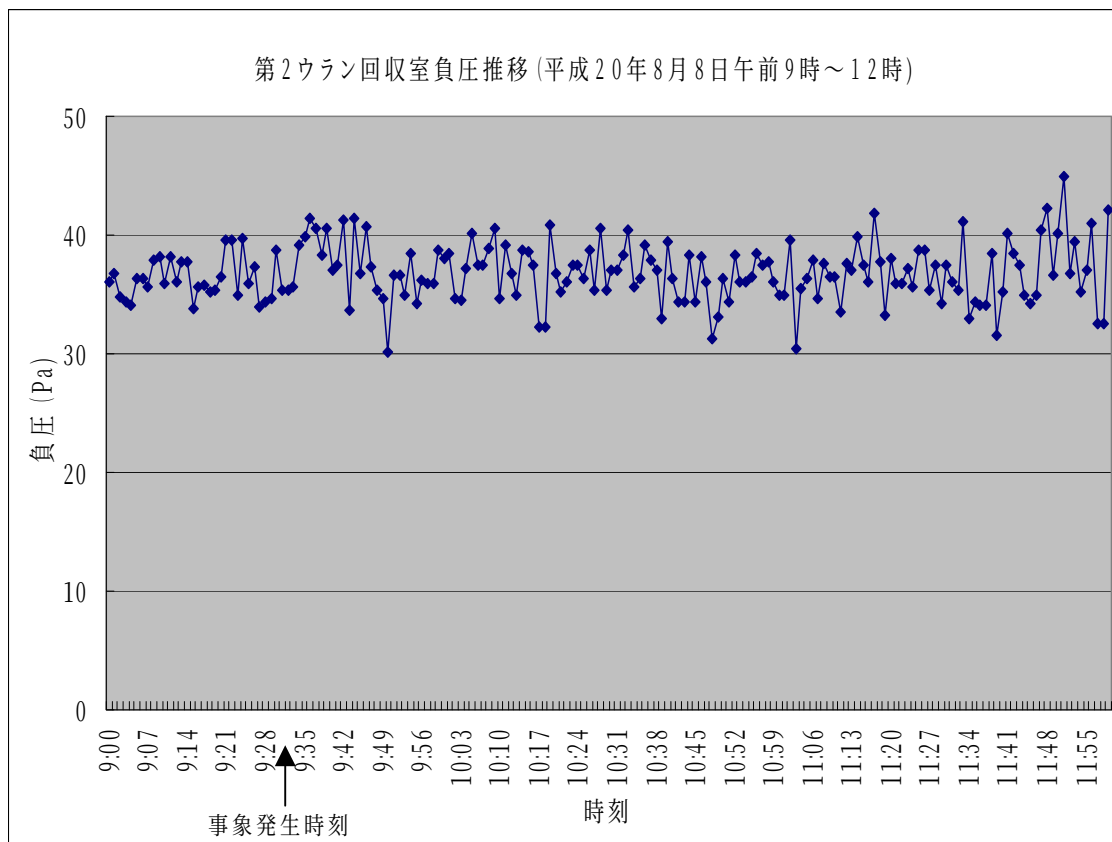
空気中U濃度からの寄与
第2ウラン回収室(1F)

体積(m3)	1877	(C)
空気中U濃度(Bq/cm3) -エアサンプラ幾何平均	4.02E-04	(D)
	7.55E+05	(Bq)

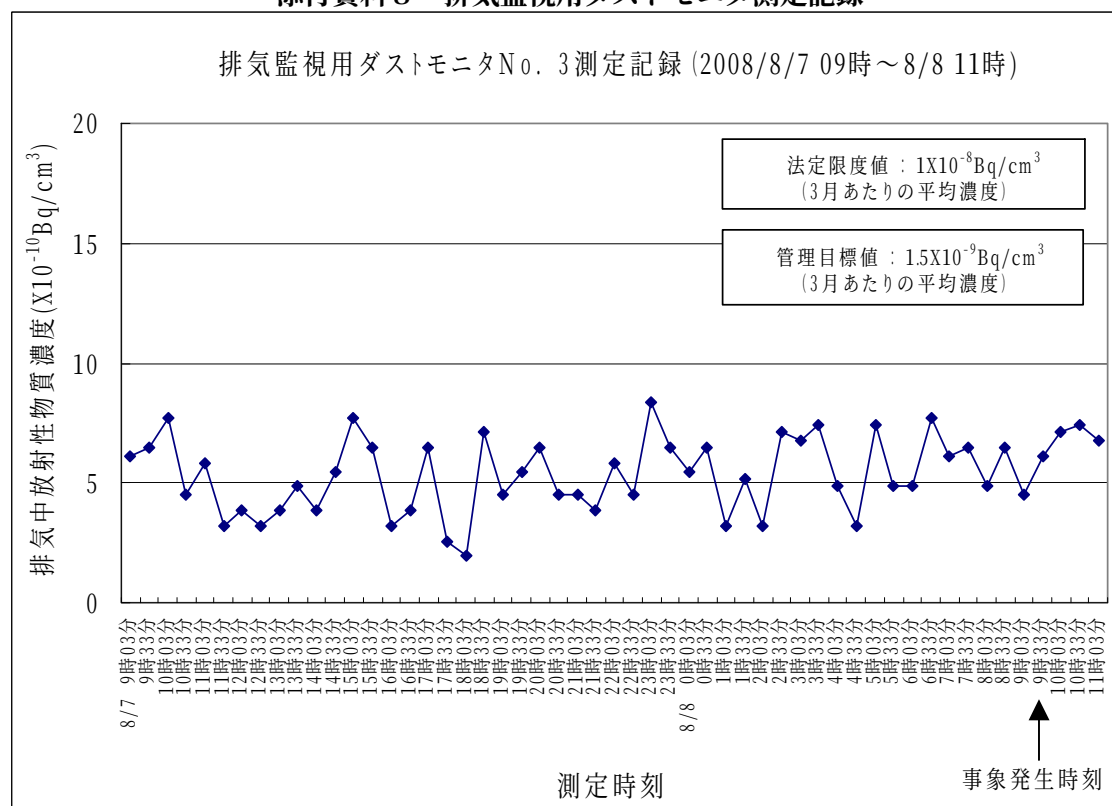
飛散ウラン量:

$$(A)+(B)+(E)=17.8\times10^5\text{ Bq}$$

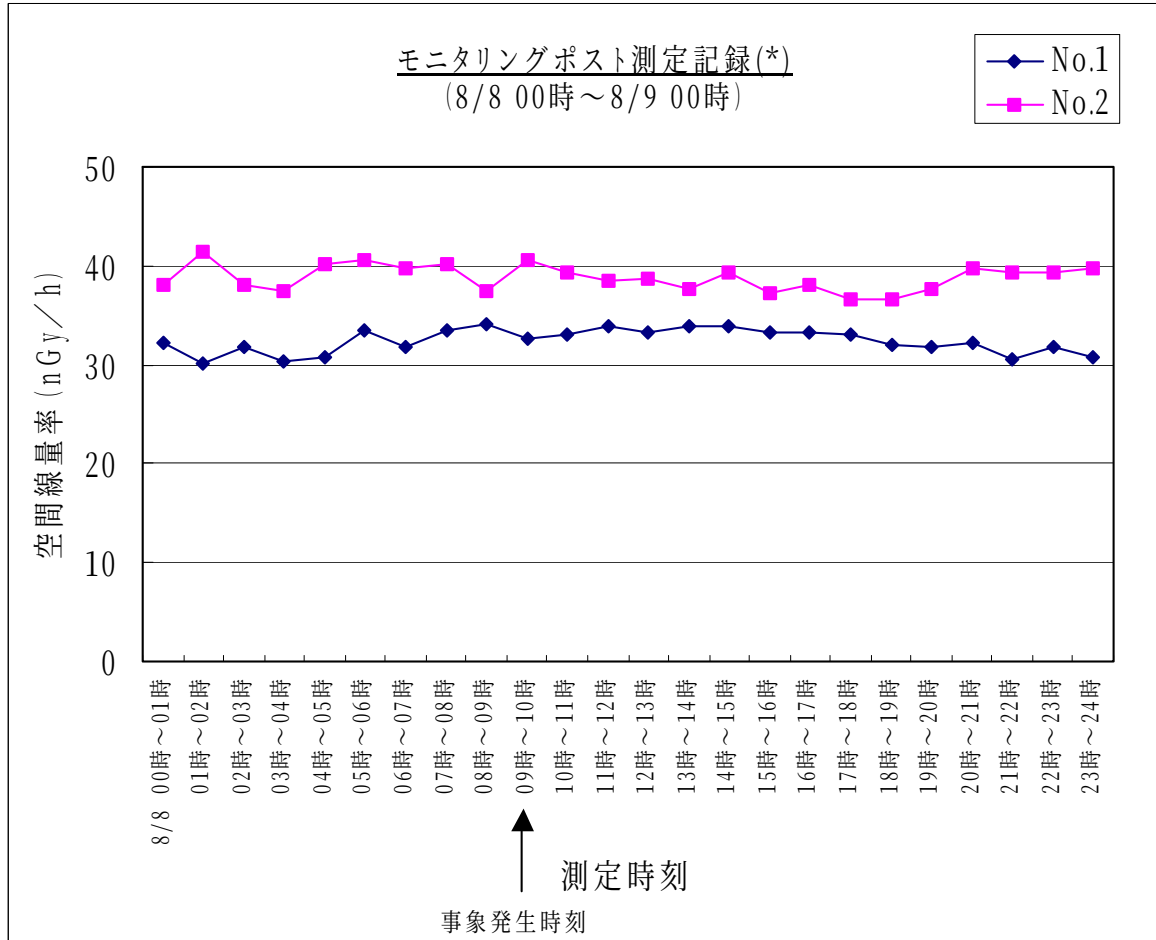
添付資料7 第2ウラン回収室負圧推移



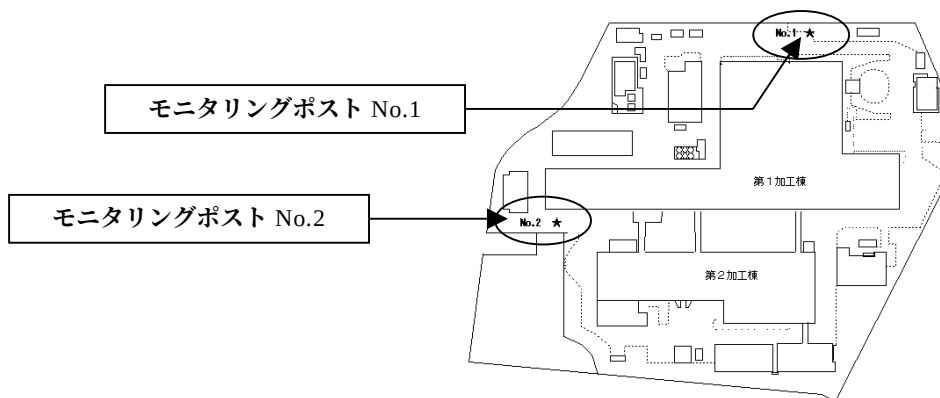
添付資料8 排気監視用ダストモニタ測定記録



添付資料9 モニタリングポスト (No.1 及び No.2) の測定記録 (*)



(*) モニタリングポストの測定値：各時間帯の中で記録された空間線量率 (1 分間値、nGy/h) の最大値



添付資料 10 過酸化水素の分解反応について

1. 過酸化水素の特性

白金、銀、銅、鉄、クロム、マンガン等と接触すると、急激に分解して酸素ガス及び熱を発生し、密閉容器では破裂することがある。

分解すると水と酸素になり、この時 98.05kJ/mol - H_2O_2 の熱を発生する。温度が 10°C 上昇すると、分解速度は 2.2 倍速くなる。(三菱ガス化学(株) MSDS：製品安全データシート)

2. 過酸化水素の分解による事故事例

1999 年 10 月 29 日、産業廃棄物収集運搬業者のタンクローリーが首都高速道路 2 号線を走行中、タンク部分が突然爆発したことにより車両数台を含む交通事故が発生し、積み荷の過酸化水素水溶液が飛散した。このタンクローリーは普段は塩化銅や塩化第 2 鉄を含む廃液の運搬に使用されており、残留していた金属成分により過酸化水素の分解が進み爆発したと考えられる。当日は、横浜市内の工場に設置されていた過酸化水素水タンクの解体作業を請け負い、濃度 35% の過酸化水素水約 500 リットルをタンクローリーに積み込み、16 時 30 分頃袖ヶ浦に向けて出発した。途中 18 時 30 分頃、首都高速道路 2 号線を走行中に事故が発生した。

3. 過酸化水素の分解反応に関する確認試験結果（当社）

3-1 概要

受けタンク中での過酸化水素分解反応の原因究明の一環として、鉄を溶解した硝酸溶液に過酸化水素水を投入し、分解反応の状況を観察した。

3-2 試験条件（溶液中の鉄濃度の推定）

事象発生後の受けタンク内の残渣および溶液を分析した結果は以下のとおりである。

		元素	分析結果
成分元素	%	U	46.6
		Fe	10.1
		Cr	1.5
		Ni	0.8
		Mn	0.1
	ppm	Cu	550
		S	320
		Mo	300
		Ti	270
		Co	240
		Ca	210
		Zn	160
		Mg	60
		Ba	60



残渣の分析結果

		元素	分析結果
成分元素	%	U	1.7
		Na	0.3
	ppm	S	100
		Mo	30
		Mn	20
		P	20

溶液の分析結果

事象発生後の溶液から鉄は検出されなかったが、これは床の除染作業を行った影響が考えられる。事象発生時には残渣に含まれる鉄が溶液中に溶解していたと思われ、鉄の典型的な沈殿物である水酸化鉄の溶解度^[1]から、事象発生時受けタンク内溶液中（pH2 から 3）の鉄濃度を $10^{-3} \sim 10^{-2} \text{mol/l}$ 程度と推定した。

3-3 試験手順

①硝酸溶液約 16ml^{*1}に、硝酸鉄を混ぜ溶解させる。

鉄濃度： a. 約 $1 \times 10^{-2} \text{mol/l}$
 b. 約 $9 \times 10^{-3} \text{mol/l}$
 c. 約 $4 \times 10^{-3} \text{mol/l}$
 (d. 0 mol/l （添加せず。））

②過酸化水素水約 30ml^{*1}を硝酸溶液に投入する。

③溶液の温度変化及び反応状況を観察する。

^{*1}：事象発生時の受けタンク内溶液量及び過酸化水素水投入量の比を模擬

3-3 試験結果

- ・ 硝酸溶液に鉄を添加しないケース(d)では、顕著な分解反応は生じなかった。
- ・ 硝酸溶液に鉄を添加したケース(a－c)では、反応と共に溶液温度が徐々に上昇し、最終的に発泡と共に激しく反応した。
- ・ 鉄濃度が高いと、激しい反応に至る時間が短くなった。

ケース a－c における、過酸化水素水投入後の経過時間と溶液温度の関係を下図に示す。

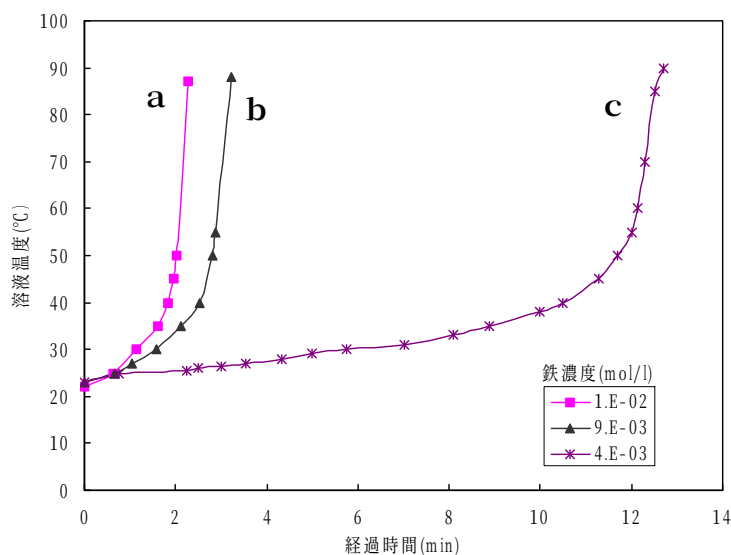


図 過酸化水素水投入後の経過時間と溶液温度の関係

3-4 分解反応熱評価

過酸化水素の分解反応における発熱量は、約 $98\text{kJ/mol-H}_2\text{O}_2$ である。今回の事象では、約 20ℓの溶液が入った受けタンクに過酸化水素水約 30ℓが投入されたと考えられるが、この過酸化水素が全て分解したとすると、発生する熱量は 34MJ^{*2} 程度となる。この熱量は、50ℓ（過酸化水素水+過酸化水素水投入前の受けタンク溶液量）程度の溶液の温度を大幅に上昇させる（発生した熱が全て溶液の温度上昇に費やされたと仮定すると沸点に達する）。

一方、通常の受けタンクへの過酸化水素水投入操作では、受けタンク溶液 200ℓ程度に対して過酸化水素水を 5ℓ程度投入する。この場合、過酸化水素が全て分解し、発生した熱が全て溶液の温度上昇に費やされたと仮定しても、溶液の温度上昇は 10°C 以下^{*3} と見積もられ、溶液の温度上昇に伴う急激な反応は生じないと考えられる。

4. 考察

今回の事象では過酸化水素が希釈されることなく高濃度の状態であり、かつ受けタンク内に鉄などの金属成分が含まれていたため、過酸化水素の分解によって温度が上昇し、急速な分解が生じうる状況であったと考えられる。しかしながら、この状態のみでその後の急速な分解が生じたかについては、投入速度やタンク内に存在する金属成分に依存すると思われるため、断定することは困難である。

一方、作業者は 20 分をかけて過酸化水素を投入しており、投入後は過酸化水素の分解による泡が安定したことを確認しているが、この時点で温度はある程度上昇していたと考えられ、ここで過酸化水素の追加投入があると急速な分解が生じた可能性がある。

*2：過酸化水素水 30ℓ中の過酸化水素モル数

[過酸化水素濃度 35%、比重 1.13、 H_2O_2 分子量 34]：

$$30 \times 1.13 \times 0.35 \times 1000 / 34 = 349 \text{ mol}$$

上記が全て分解した場合の発熱量：

$$349 \times 98 = 34200 \text{ kJ} \quad 34 \text{ MJ}$$

*3：過酸化水素水 5ℓが全て分解した場合の発熱量：

$$5 \times 1.13 \times 0.35 \times 1000 / 34 \times 98 = 5703 \text{ kJ}$$

上記熱量が 205ℓの溶液の温度上昇に費やされたとすると温度上昇[溶液の比重は 1、比熱は $4.2\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ とする]：

$$5703 / (205 \times 4.2) = 6.6 \text{ K}$$

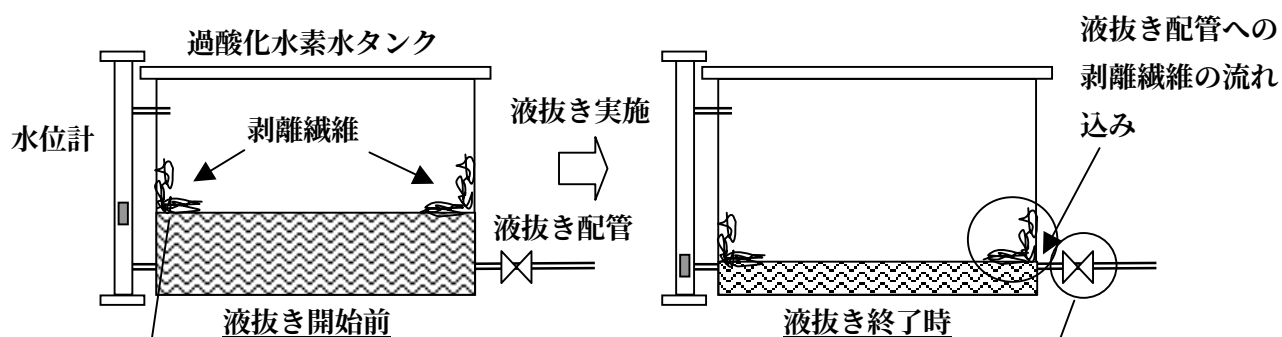
参考文献

[1] Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions, M. Pourbaix, Pergamon Press

添付資料 1 1 剥離繊維閉塞の推定根拠

過酸化水素水タンクで剥離した繊維は、添付 11-図 1 左側に示すとおり、過酸化水素水に浮遊するように存在していたことが観察されている（添付 11-写真 1）。今回の事象では、液抜き後の同タンクの水位計指示値から判断すると、添付 11-図 1 右側のとおり液抜き配管部分まで水位が低下していた。このことから、液抜きがほぼ完了する直前に、水面付近に浮遊していた剥離繊維が塊として液抜き配管へ流入した可能性が高い。

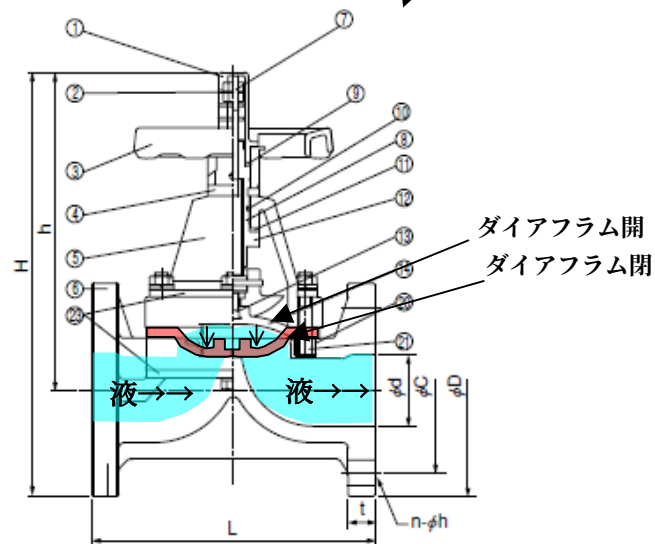
液抜き配管（直径 25mm）へ流入した剥離繊維は、配管の直後にあるバルブ（ダイヤフラム式）に流れ込んだ際、当該バルブの構造上（添付資料 11-図 2）、ストローク部（高さ約 15mm）が相対的に狭隘であるため、この部分を閉塞した可能性がある。



添付 11-図 1 過酸化水素水タンク液抜き前後の状態

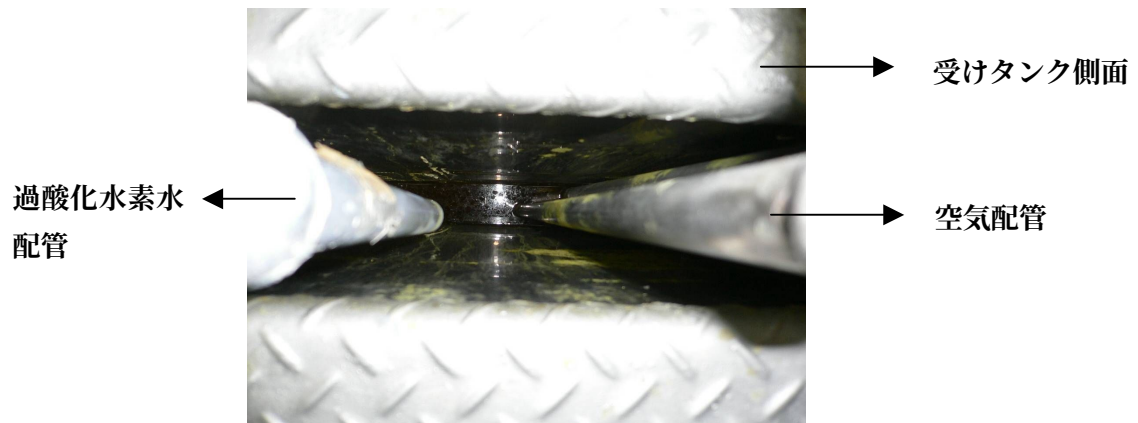


添付資料 11-写真 1（過酸化水素水タンク内部）



添付 11-図 2 ダイヤフラム式バルブの構造

なお、受けタンク内（添付 11-写真 2）の調査により採取した剥離繊維は、添付 11-写真 3 のとおりであり、バルブを閉塞する可能性を示すに足る量であった。



添付資料 11-写真 2 （受けタンクを上部から見たもの）



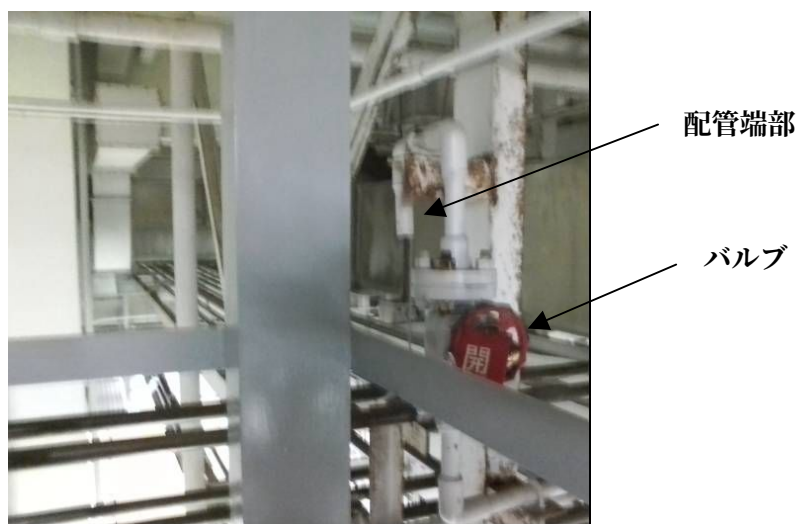
添付資料 11-写真 3 （受けタンク内から採取した剥離繊維）

添付資料 1 2 過酸化水素水タンクの空気抜き

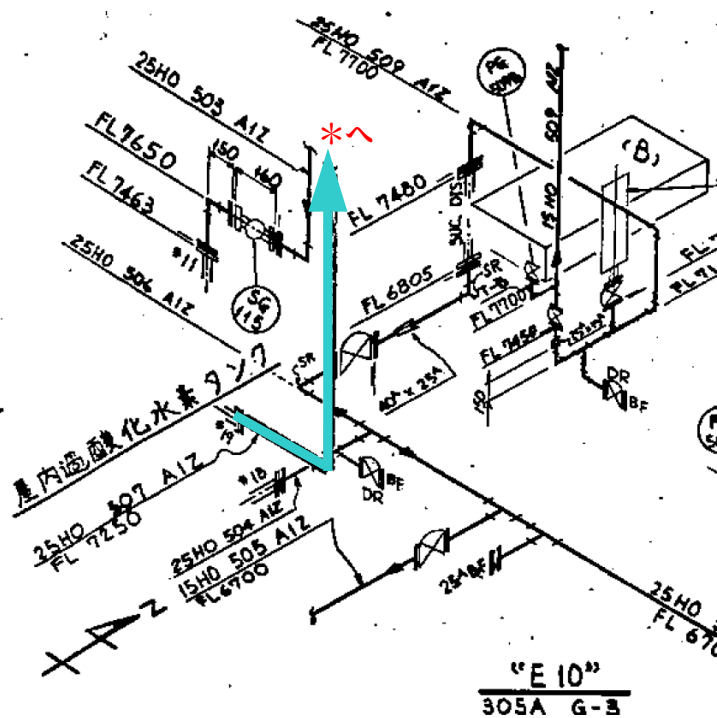
過酸化水素水タンクには、添付 12-写真 1 に示す空気抜きが備わっており（添付 12-図 1 ～ 2 に系統図を示す）、これには、バルブ（添付 12-写真 2）が付けられているが同タンクの空気抜きという機能上、常時開放されている。従って、今回の事象において過酸化水素水タンクの液抜きにより、タンク内が負圧になることはなかった。



添付 12-写真 1（過酸化水素水タンクの空気抜き）

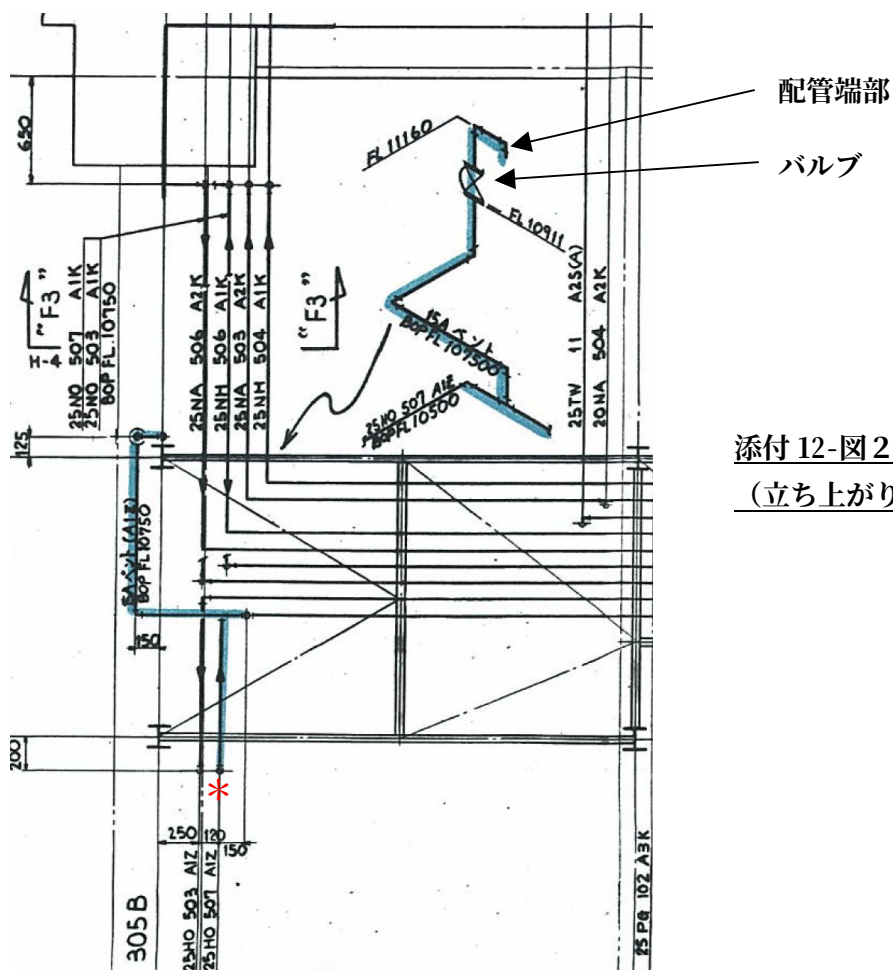


添付 12-写真 2（空気抜きのバルブと端部）



添付 12-図 1 配管系統図

(過酸化水素水タンク～立ち上がり)



添付 12-図 2 配管系統図

(立ち上がり～配管端部)

添付資料 1 3 事象発生までの経緯

時期	製造一課	生産技術課	社内関係部門	備考
2000年8月	過酸化水素水タンク老朽化のため交換			タンクの交換に関する工事計画書で実施
2007年8月	過酸化水素水の流量計で過酸化水素タンクのFRP樹脂繊維を作業者が発見			
2008年1月～2月	流量計での繊維の量が増加した			配管の閉塞の可能性について、日常の注意事項として監督者及び作業員間で十分確認されていなかった。
2008年3月上旬	繊維の量が増加したので、主任と課長へ報告。課長は過酸化水素水タンクの交換実施を判断。生産技術課に対応依頼			
2008年3月	過酸化水素水タンクが老朽化しているため生産技術課に対応を依頼	交換方法の検討開始		
2008年5月	9月に工事を行うことを決定、準備開始	過酸化水素水タンク交換計画を立案 タンク交換工事を製造一課に委託	放射線安全委員会：審議の結果合格付帯条件などは無し	現行タンクと同じ材質・形状のものと交換する計画を作成
2008年8月5日	主任：タンク交換工事を9月に実施する予定なので夏休み前に空にしておく旨連絡 8月11日の週に作業指示書を発行しようと思っていた	作業員（全員）：了解した		主任は作業指示書を別途発行することを作業員に明確に知らせなかった
2008年8月8日	作業前ミーティング：主任、作業員A・B：確認項目：本日の作業予定は乾燥機*など 作業員A・B：乾燥機からの移し替え作業は午後になるので、先に過酸化水素水タンクを空にしようと話し合った 作業員A・B：過酸化水素水タンクを空にする作業に取り掛かった			主任はその日の作業予定全てを明確に確認しなかった *：乾燥機に入ったウランの移し替え 作業員A・Bは過酸化水素水タンクを空にする作業は通常作業手順の一環だと考えて、主任に連絡しないで作業を開始した
(本来の予定) 2008年8月11日週	主任：過酸化水素水タンクを空にする作業手順書を作成 作業員：指示に従って作業実施			作業手順書にて、受けタンクに先に水を満たしてから過酸化水素水を投入するよう指示

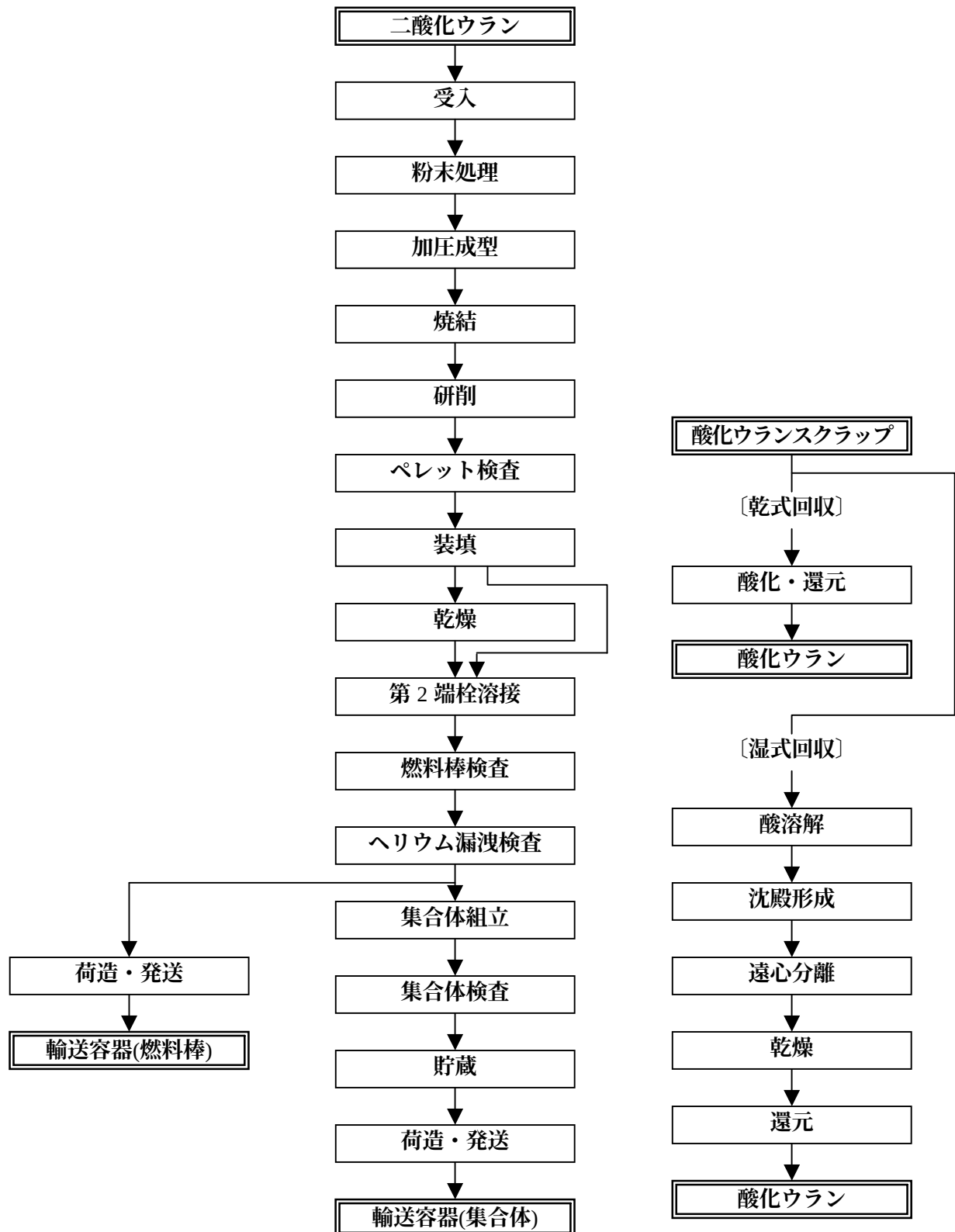
添付資料 1 4 今回の事象の原因分析ツリー

事象	なぜ-1	なぜ-2	なぜ-3	なぜ-4	なぜ-5	
過酸化水素の分解反応が急速に進み、受けタンク内から飛沫が発生しウランが飛散した	今回の作業についての手順および作業指示が明確でなかった	作業者は特に監督者からの作業指示がなくても作業できると考えた	過酸化水素水タンクを空にする作業は、通常の過酸化水素水タンクから受けタンクへの移送作業と同じ作業であり、通常の手順に準じて行えると考えた	作業前に、作業者間で作業の内容を確認し、通常の過酸化水素水タンクから受けタンクへの移送作業と同等の作業であると判断した	→作業者に対する力量管理不備	
				通常より投入量が多いが、様子を見ながら少量ずつ投入すれば問題ないと考えた	→作業者に対する力量管理不備	
			危険度は少なく、監督者への事前確認は不要と考えた	これまで通常の作業では問題なかった	→作業者に対する力量管理不備	
			作業者は過酸化水素水タンク交換工事について工事計画が発行されることは承知していたが、過酸化水素タンクを空にする作業は、その準備作業として既に連絡を受けた作業であり、追加の作業指示は出ないものと考えた。	監督者は過酸化水素水タンク交換の工事期間、内容について作業者に連絡をしており、その連絡の中で過酸化水素水タンクを空にする作業も含まれていた	→監督者の作業管理不備	
		監督者は、次週発行予定の工事計画に、当該作業を盛り込む予定で、その後作業指示を出すつもりであった	監督者は、当該作業は来週になると考えていた	当日の作業前ミーティングで、その日の作業内容を確認していなかった	→監督者の作業管理不備	
	過酸化水素水が後から追加投入された要因があった	過酸化水素水タンクの蓋を開ける前に受けタンク側バルブを開けなかった	過酸化水素水が大量に投入されるとは考えなかった	エアーが配管に入って、ボトボトと溶液が落ちるのを何回か確認できたので、配管からの投入が完了したと判断した	受けタンク側のバルブを閉じなくても危険は無いと考えた	→作業者に対する力量管理不備
			配管内に残存している量は少量であり、バルブを開けたまま、残りは投入しきった方がよいと考えた	少量だったら受けタンクに流してよいと思った	すでに約30リットル程度の過酸化水素水を投入し、注意深く観察していたが、異常反応は起こらず、危険性はないと考えた	→作業者に対する力量管理不備
		受け側バルブに、常時「閉」となるような安全機構がなかった	→設備面の不備③			
		配管の詰まりによる追加投入の可能性があった	過酸化水素水タンク内面より剥離した繊維が配管を閉塞させる可能性があった	剥離した繊維が配管を閉塞する可能性があるまで、過酸化水素水タンクの交換時期がずれ込んだ。	過酸化水素水タンクの交換時期を把握する方法が適切ではなかった。	→設備面の不備④
		蓋を開けるためにボルトを緩めた時に、エアーが入った可能性があった	エアー抜き配管が詰まっていたタンク内が大気圧になるのに時間がかかった	→エアー配管は詰まっていなかった		
	過酸化水素の反応を促進する要因があった	液温が高くなり、反応量が増加した	受けタンクがほぼ空の状態で過酸化水素水を投入できるようにしていた	→設備面の不備①		
		水が少なかったため過酸化水素水の濃度が高かった				
		受けタンク内に反応を促進する不純物が存在していた				
	受けタンクの開口部が大きかった	→設備面の不備②				

添付資料 1 5 事象再発に対する原因分析ツリー

事象	なぜ-1	なぜ-2	なぜ-3	なぜ-4	なぜ-5	なぜ-6
7月9日ウラン粉末ウラン飛散に続き、8月8日ウラン溶液の飛沫ウラン飛散が発生した	7月9日ウラン粉末飛散の水平展開が不十分だった	水平展開の対象先として当初、溶液系が選定されていなかった	ウラン飛散に対して溶液系は閉じ込め機能を持っていると判断したため、検討が遅れた	→安全意識		
		水平展開対象先として溶液系も含めたが、その後の対応も遅かった	水平展開が製造部中心の取り組みになっていた	臨界管理に関わる作業管理に焦点が当たっていたため、ウラン飛散につながる作業因子の抽出にまで考えが及んでいなかった	ウラン飛散事象に対して社会一般的な安全意識が不足していた	→安全意識
			報告書に記載した粉末系のみ水平展開を粛々と遂行することを重要視していた	ウラン飛散事象に対して社会一般的な安全意識が不足していた	→安全意識	
		設備中心のアプローチになっていた	ウラン粉末飛散の主たる原因は特殊な要因及び設備要因だと考えた	ウラン飛散事象に対して社会一般的な安全意識が不足していた	→安全意識	
	日常の保安活動が十分でなかった	当該部署は管理者の関与が不足している職場だった	当該部署は作業指示が不明確/作業内容確認が不十分だった	チェックの目が入りにくい工程だった	当該工程はホールドポイントが少ない	→手順・仕組み・教育
				当該部署はほぼ単一作業の繰り返し工程で作業指示が週単位であったり明確になっていなかった	日々の作業計画の指示・確認を十分に行っていない	→手順・仕組み・教育
				主任の机上業務が多く、現場全てを把握できていなかった		→組織・体制
				工事計画が発行されていないのに作業してしまった	日常実施している個別の作業（バルブ開閉作業）は定常作業になると誤判断した	→手順・仕組み・教育
		作業者の教育・訓練・力量管理が不十分だった	工程全般的な技量有無を見ているところがあり、細かい技量の把握ができていなかった	当該部署の現場から疑問、懸念が出なかった	ウランを取り扱う作業に対して慣れがあり、疑問、懸念に思ふ風土の低下があった	→安全意識
				当該工程は管理者と作業者のコミュニケーション不足等により、現場からの意見が上がりにくい風土だった		→安全意識
				当該工程は、認定対象範囲が広く、力量管理としての認定区分が粗かった		→手順・仕組み・教育
				認定教育内容が作業操作中心で勘所教育が不十分だった	ジョブリーダーに対する現場管理意識の徹底が十分でなく、現場作業を統括できていなかった	→組織・体制
				専門的な技能の継承が継続的には行われていなかった	長期的な人材育成計画が実現できていなかった	→組織・体制
		現場とエンジニアでコミュニケーションが不足していた	作業棲み分けが感覚的で現場とエンジニア双方で意思疎通が足りなかった	当該工程のエンジニアが少なかった		→組織・体制
				製造現場として、導入までに時間を要する設備改善の取り組みには消極的だった		→組織・体制
		技術継承・技能継承が不足していた	エンジニア専門家の異動が早い	長期的な人材育成計画が実現できていなかった		→組織・体制
		作業に必要とされる専門知識が不足していた	過酸化水素水を“よく知らないもの”との認識がなかった	認定教育内容として、過酸化水素水取扱いの勘所が教えられていなかった		→手順・仕組み・教育

添付資料 1 6 対象工程のフロー



添付資料 17 重大性と可能性の評価

重大性の評価		
評価点	重大性	事例（参考）
10	重 大	● 管理区域外への漏えい ● ヒューマンエラーによるウラン粉末の飛散・被ばく ● 機械の不具合によるウラン粉末の飛散・被ばく ● ウラン粉末の飛散によるエアモニタ警報発報 ● 吸入等による内部被ばく等
6	やや重大	ウランの取扱いで発生した場合の重大性は最高の 10 とした。
3	中程度	● クリーンアップ中のウラン粉末の飛散を考慮したマスク着用作業 ● 飛散や内部被ばくを伴わない汚染 ● 密封性の喪失がない燃料棒の損傷等
1	軽微	ウランの取扱いであることを考慮し、最低でも 3 とした。

可能性の評価		
評価点	可能性	管理状態(参考)
10	非常に高い	● 安全対策なし、作業手順なし。
6	高い	発生の可能性が「高い」ものは、評価上は「非常に高い」に含めた。
3	あまりない	● 作業手順はあるが、安全対策・作業管理が完全とは言えない。
1	ほとんどない	● フェールセーフ機能（ポカヨケ、ハード対策） ● 漏れのない作業管理（手順書、教育・訓練、一部ハード対策）

添付資料 18 リスク優先度数とリスクの分類および対応

(1) リスク優先度数 (RPN) の評価

(リスク優先度数) = (重大性) × (可能性)				
		可能性		
		10	3	1
重大性	10	100	30	10
	3	30	9	3

(2) リスク優先度数によるリスクの分類と対応

リスクの分類	リスク優先度数	内容	対応
A	100	重篤なリスク (直ちに対策を実施する必要があるレベル)	直ちに対策実施
B	10 を超える	実質的リスク (現行管理に加え、リスク低減のために追加対策が望ましいレベル)	9月1日までに実施する暫定対策、及びその後実施する恒久対策
C	3 を超え 10 以下 (10, 9)	軽微なリスク (通常の作業上問題ないが、リスクとしては無視できないレベル)	管理の強化
D	3	許容できるリスク (リスクを無視できるレベル)	現状管理の維持・継続

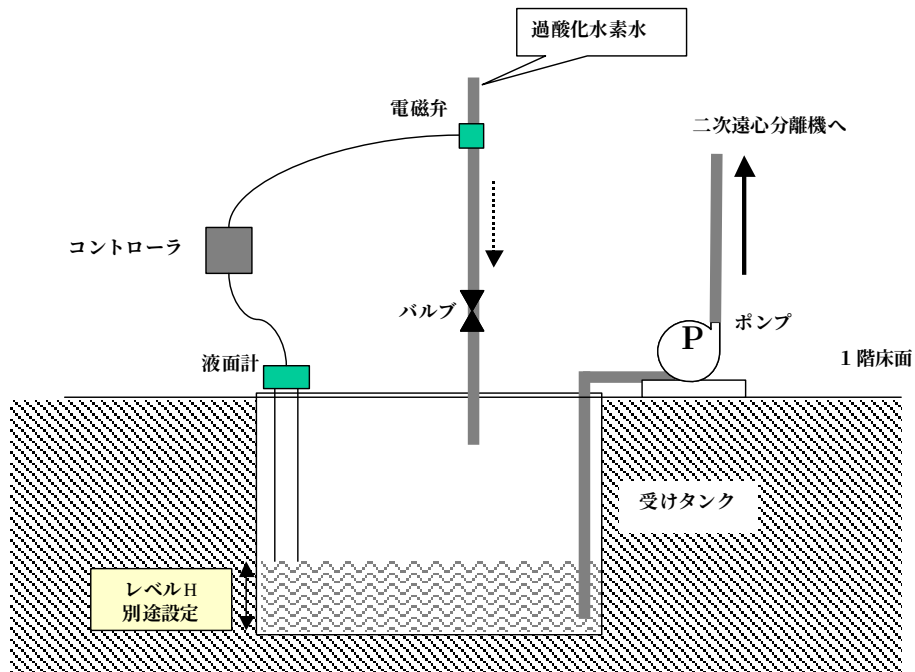
添付資料 1 9 総点検実施表 (例)

No.	主工程	詳細工程	作業内容	危険要因	想定される 不安全事故	重大性 S	可能性 P	評価点 S*P	レベル	対策	
										暫定対策	恒久対策
1	研削	研削工程	研削屑回収	5ガロン缶の装着	装着忘れでの運転(フード内)	10	3	30	B	ホールドポイント(カバー取り付け) 注意表示・特別教育実施 (2008/09/01)	手順・注意事項の明確化 (2008/09/30) フェールセーフ機能の導入(5 ガロン缶の検知) (2008/10/30)
2	ペレ検	外観検査 装置	装置のチョコ停対応	ペレット	稼働中のカ バー内作業	3	3	9	C	注意表示・特別教育実施 (2008/09/01)	手順・注意事項の明確化 (2008/09/30) カバー開で装置停止するイン ターロックの追加 (2009/01/31)
3	装填	ペレット装 填	自動装填装置	ペレット押込み	被覆管準備 未了による空 押し込み	3	1	3	D	-	-

添付資料 2 0 総点検結果のまとめ

主工程	抽出された リスク件数	リスク分類毎の件数			
		A	B	C	D
粉末工程	77	0	10	15	52
成型工程	36	0	1	8	27
焼結工程	15	0	1	7	7
研削工程	27	0	4	2	21
回収工程	76	0	16	40	20
液体廃棄物処理工程	10	0	0	0	10
ペレット検査工程	13	0	0	7	6
装填・上部溶接工程	41	0	0	12	29
燃料棒検査・燃料棒収集工程	9	0	0	2	7
燃料体組立工程	11	0	0	0	11
燃料体検査工程	9	0	0	0	9
梱包工程	32	0	0	2	30
分析工程	33	0	0	1	32
放射性廃棄物処理工程	25	0	0	3	22
合計	414	0	32	99	283

添付資料2 1 受けタンク液面監視装置（概念図）



液面H以上 : 電磁弁開 → 投入可
液面H未満 : 電磁弁閉 → 投入不可

H未満で投入したい場合は水を投入してH以上にする

添付資料 2 2 再発防止策のまとめ

	計画工程
今回の事象の再発防止策	
1. 当該工程設備の改善	
(1) 受けタンクの液面監視装置設置 (2) 受けタンクの飛沫防止カバー及び局所排気ダクトの設置 (3) オートクローズバルブの設置 (4) 過酸化水素水タンクの交換時期確認方法の適正化	当該工程 生産再開時まで
2. 被ばく保護具の徹底	
(1) 放射線管理課員に対する全面マスクの着用徹底	9月1日まで
工程終点検で抽出された対策事項	
1. 暫定対策	9月1日まで
2. 恒久対策	12月末まで
全社的な再発防止策	
1. 作業管理の改善	
(1) 現場の監督者(主任)と作業者のミーティング改善 ① 現場の監督者と作業者が毎日作業前に打合せを実施し、作業内容を確認しあうことを徹底する。確認事項の中には、非定常作業の有無、危険予知及び設備の異常やその兆候に関することを必ず含めるものとする。こうした確認項目をあらかじめ列挙してあるボードを作成し、現場へ設置して運用する。 ② 現場の監督者は、報告・連絡・相談が安全確保の基本となることを作業者に認識させることを常に心がけ、毎日の打合せ等で必ず双方向のコミュニケーションを取り入れる。	9月1日開始
2. 課題や危険因子を継続的に抽出し対応するしくみの強化	
(1) 危険要因に着目した工程確認の強化 ① 安全リスクアセスメント(SRA)において、危険要因の観点での漏れがないよう予め考えられる要因を洗い出してSRAの手順書等に追記する。また、定期見直し時には変更のない工程や作業であっても毎回特定の危険要因を定めて確認を行う。	9月中旬開始
(2) 安全に関する社内チェック・レビューの強化 ① 毎月実施している安全巡視について、職場毎の特徴を踏まえたチェック項目の追加や安全リスクアセスメントの結果を反映した重点項目の設定によりチェック項目を強化するとともに、予め用意されたチェック項目以外の課題も抽出できるように職場の作業員へインタビューを行う。	9月中旬開始
(3) 設備管理のチェック機能強化 ① 設備の異常やその兆候について、直ちに処置が必要なものと設備の点検内容に反映させ管理を強化すべきものに区分し、管理者へ報告するシステムとすることにより、設備保全の強化を図る。	9月中旬開始
3. 組織体制、人材育成の強化	
(1) 現場組織の見直し ① 各工程における現場管理の意識を強化するために、現場の班長(ショップリーダー)の役割の再定義を含め主任や班長の人数・配置を見直す。 ② 今回の総点検結果を踏まえ、中長期の改善が必要と認識された工程の現場組織に設備技術者を配置する。 ③ 設備技術者と現場が一緒に工程改善することにより、現場にキーマン、専門家を育成する。	9月中旬開始
(2) 作業員認定制度の見直し ① 作業員の力量を適切に評価するために作業員認定の範囲の見直しを行う。必要と認められた工程では作業の難易度や重要度に応じて認定の種類を適切に区分し、併せて認定教育の内容をより充実することで、力量を向上させる。	9月中旬開始
4. 安全文化の醸成と定着	
(1) 全従業員に対する意識改革 ① 資料だけでなく実際の現場で本件の事例教育を実施することにより、あらゆる職場の従業員の安全意識を高める。 ② 放射線安全委員会で紹介されている事故・不適合の事例を全社で共有し、それぞれの職場と関連づけて安全意識の啓蒙を図る。 ③ 現場の作業員、班長、主任及び課長を対象として、安全をテーマとした特別教育を実施する。 ④ 従業員に自社の事業と社会との関わりを認識させ、社会的責任を果たしていくことについて継続的に動機付けを行っていく。(一般見学者との意見交換、他原子力施設見学、安全管理セミナー等)	9月初旬開始
(2) トップマネジメントによる再発防止策のフォローアップと安全文化の周知 ① 社長直属の「ウラン安全対策強化本部」を設立し、今回の再発防止策全般の実施状況と実効性を検証するとともに安全文化啓蒙のための全社的な活動をリードする。トップマネジメントはその報告を受けて、進捗状況をフォローアップする。当面1年間の組織とし、対策実効性確認後は通常の保安品質保証組織で推進していく。 ② 今回の事象を風化させないように8月8日を「安全の日」と定め、社長からのメッセージを従業員に伝えるとともに、全社的な安全点検を実施する。	10月1日開始 (それまでは対策本部がフォローアップ)