

令和3年10月22日

原子力規制委員会 殿

住所：神奈川県横浜市磯子区新杉田町8
株式会社東芝横浜事業所内
名称：東芝マテリアル株式会社
代表者の氏名：代表取締役社長 青木 克明

核燃料物質使用施設における核燃料物質の管理区域外への漏洩について

標記の件について、核燃料物質の使用等に関する規則：第6条の10の第7項「管理区域外での漏洩」に基づき、別紙の通りご報告いたします。

なお、本事象の原因と対策につきましては、その結果がまとまり次第、追ってご報告いたします。

別紙

東芝マテリアル株式会社における核燃料物質の管理区域外への漏洩に関する報告書

令和3年10月22日

東芝マテリアル株式会社

1. 件名

東芝マテリアル株式会社における核燃料物質の管理区域外への漏洩に関する報告

2. 異常事故確認日時（法令報告事象と判断し報告を行った日時）

令和3年10月12日（火）12時22分

3. 発生場所

株式会社東芝 横浜事業所（以下東芝横浜事業所）内
動力棟（管理区域外）

4. 発生の状況

4. 1 管理区域および核燃料物質等の使用の状況

東芝マテリアル株式会社（以下東芝マテリアル）では、1971年5月21日（当時は東京芝浦電気株式会社、現在の株式会社東芝）に核燃料物質であるトリウムの使用許可を取得し（許可番号：46原第3677号）、トリウム含有タングステンであるトリタン_{TM}製品の製造を開始した。その後2003年10月の東芝マテリアル発足にあわせ、改めて使用の許可を取得し（許可番号：15諸文科科第2687号）、今日までトリタン_{TM}製品の製造を実施している。

トリタン_{TM}製品は、原料であるタングステン酸化物粉末と硝酸トリウム水溶液を攪拌・乾燥し、焙焼炉で分解後、水素還元炉で還元処理することで得られた混合粉末を成形、焼結することで製造される。この還元工程において使用する水素は、管理区域内の還元炉からバブラーを介し管理区域外のアンモニア（NH₃）洗浄塔に送られ、NH₃分を除去した後リザーバータンクを経て水素回収・循環装置に到達し、精製後再び還元炉に供給される仕組みとなっている。還元時には極微量の粉末が水素ガスにより炉外に流出するが、バブラーにて除去され、管理区域外へは漏洩しない仕組みとなっている。また、管理区域内のバブラーには還元時に一定量の水が供給され続けており、放射性物質を含むオーバーフロー分は貯留槽に送られ、廃水の管理基準値以下で管理した後、周辺監視区域外の水中の濃度限度を下回ることを確認し、管理区域外に排水している。図1に水素回収経路を、図2に還元工程概念図を示す。

4. 2 調査開始の経緯と原子力規制委員会への通報を含む現在までの状況

東芝マテリアルが、管理区域外への漏洩を判断するに至るまでの経緯を以下に記す。

年月日	対応内容
平成 26 年 3 月	東芝横浜事業所が水素回収・循環装置の設備更新を実施した際に発生した廃材の一部から放射線が検出され、産廃業者から東芝横浜事業所に返却。以降、放射線が検知された廃棄物は処分できないとの認識で同事業所の建屋内に保管。
令和 3 年 8 月 11 日	東芝横浜事業所において建屋の利用計画作成の際に、処分できない廃材の存在を再認識し、建屋の使用を中止（立入禁止の措置）
8 月 16 日	東芝横浜事業所から東芝マテリアルに、上記状況の連絡あり。
8 月 19 日	東芝横浜事業所、東芝マテリアルで今後の対応につき協議し、専門業者の支援を受け対応を進めることとした。同日、専門業者に廃材の測定を依頼。 また、専門業者が更新後の水素回収・循環装置の外部表面、トリタン製造建屋のアンモニア洗浄塔の線量当量率測定を実施し、有意な線量当量率は検出されないことを確認。 以降、今後の対応につき協議を継続。
8 月 26 日	専門業者が、廃材の測定、核種分析を実施。
9 月 2 日	専門業者から廃材の測定、核種分析の結果の報告あり。 ・ 廃材の保管建屋／保管部屋については、被ばく管理上問題のないレベル。 ・ トリウムの放射性壊変系列である核種を検出。 ・ 追加で更新後の水素回収・循環装置の内部測定を行うこととし、専門業者に測定を依頼。
9 月 3 日	更新後の水素回収・循環装置の内部測定を実施し、以下の測定結果となる。 ・ 有意な線量当量率の計測なし ・ 有意な汚染は検出なし ・ 装置回りの表面汚染密度も検出限界値以下
9 月 6 日	原子力規制委員会に電話にて上記の概要を説明し、対応について相談を開始。

9月8日	過去の設備の点検記録、修理記録、空間線量測定記録、排水中放射性物質濃度記録および空气中放射性濃度測定記録の調査を行い、設備の更新、修理、運転時の異常事態の発生はないことを確認。
9月13日～ 10月11日	原子力規制委員会に説明資料を送付の上、放射性物質検出の経緯、廃材の放射性物質測定、更新後の水素回収・循環装置の汚染調査、想定される放射性物質流失原因、今後の対応等について資料をもとに説明し、以降、原子力規制委員会からの質問に対し、都度、回答した。
10月12日	各種調査、測定結果等を受け、総合的な検討を行った結果、東芝マテリアルからの流出の可能性が否定できないため、管理区域外への漏洩があったと判定し、原子力規制委員会に法令報告を提出。

なお、廃材は建屋内の1室に、立入禁止区域を設定し、シートで覆われた状態で保管（図3）されており、建屋については関係者以外の入室を禁じている。

5. 廃材の放射性物質測定

5. 1 線量当量率測定

廃材からの分析試料サンプリング前の保管場所周り、廃材表面、分析試料サンプリング後の保管場所周り、および建屋内外の線量当量率を測定した。

測定は、専門業者に委託し、NaIシンチレーション式サーベイメーター（TCS-171）を用い、直接測定法により図4に示すサンプリング箇所にて表面、または表面から1mの距離にて実施した。

測定結果についても図4に示す。測定の結果、廃材の表面線量は最大 $1.8\mu\text{Sv/h}$ 、保管場所内の空間線量は最大 $0.14\mu\text{Sv/h}$ 、保管場所の区域境界は最大 $0.09\mu\text{Sv/h}$ 、その他の建屋内外はバックグラウンド（B.G） $0.05\mu\text{Sv/h}$ と同等であった。

本測定結果から、現保管場所の区域境界の線量は、一般公衆の被ばく限度から計算される線量当量率 $0.11\mu\text{Sv/h}$ を下回っており、被ばく管理上問題ないと判断した。

5. 2 汚染測定

1) 廃材保管場所の表面汚染密度測定および評価

廃材からの分析試料サンプリング前の保管場所周りの床面、廃材の外表面、分析試料サンプリング後の保管場所周りの床面、保管場所の養生シート表面、及び、その他の建屋内床面について表面汚染密度をアルファ線、ベータ（ガンマ）線を対象として測定した。なお、廃材の内面については、核種分析試料サンプリング実績から明らかに高汚染物質が付着しているため省略した。

測定は、線量当量率測定同様に専門業者に委託し、スミア法により図5に示すサンプリング位置にて採取後、アルファ線、ベータ線を対象として実施した。測定器は α 線自動測定

装置（JDC-5100 アロカ製）、β線自動測定装置（JDC-3101 アロカ製）を用い、それぞれ採取面積 100cm²、計数時間 3 分で行った。

測定結果についても図 5 に示す。測定の結果、廃材の外表面は最大 6.7×10^{-1} Bq/cm²、保管場所の養生シート表面は最大 4.8×10^{-1} Bq/cm²、立入禁止エリア内の床面は作業前に 1 ポイントで 2.6×10^{-1} Bq/cm² を検出したが作業後は全て検出限界以下であり、それ以外の床面については全て検出限界以下であった。なお、以上の測定結果は、電離放射線障害防止規則第 32 条に基づく持ち出し基準（アルファ線 0.4Bq/cm²、ベータ（ガンマ）（アルファ線以外）線 4Bq/cm²）を下回っており汚染管理上は問題ないと判断した。

本測定結果から、保管場所の立入禁止区域の外側の床面については上述法令基準のさらに 1/10 以下であることを確認しており、汚染管理上の問題はないと判断した。一方、保管場所については、シート養生されている廃材の内面に明らかな高汚染物質の付着があるため、不用意な立ち入りを未然に防止するとともに、養生シートを取り外して作業する場合は十分な管理を必要とし、適宜対応をする。

2) 分析試料サンプリング時の空气中放射性物質濃度測定

廃材からの分析試料サンプリング時に保管場所近傍にて空气中放射性物質濃度をアルファ線、ベータ（ガンマ）線を対象として測定を行った。

測定は、線量当量率同様に専門業者に委託し、ろ過捕集法により図 6 に示すサンプリング位置にて採取後、アルファ線、ベータ線とも表面汚染密度測定で用いたものと同じ自動測定器を用いて実施した。ろ紙は HE-40T、CP-20 を用い、採取流量率は 30L/min、採取流量は 1.8×10^6 cm³、測定時間 10min の条件で実施した。

測定結果についても図 6 に示す。測定の結果、アルファ線、ベータ（ガンマ）線ともに有意な値は検出しなかった。

5. 3 核種分析

廃材から検出された放射性物質の由来を特定するため、廃材付着物の核種分析を行った。測定は専門業者に委託し（サンプル採取は別の専門業者に委託）、ゲルマニウム半導体測定装置（CANBERRA 社製 GC4018 型）を用いて行った。

サンプルは廃材の中で最も線量当量率が高い部材の中心部に近い鏝（試料 A：約 5g）と、その上流部材の内側の鏝（試料 B：約 3g）を採取し、測定時間は 60sec とした。

サンプル採取状況についても図 7 に、分析結果についても表 1 に示す。分析の結果、Pb-212、Tl-208、Bi-212、Ac-228 が B.G の値に対して有意に検出されており、それ以外の核種は検出されなかった。Pb-212、Tl-208、Bi-212、Ac-228 はトリウムの放射性壊変系列に属する核種であり、その半減期と対象品の保管期間を考慮すると、廃材に付着した放射性物質がトリウムであることは否定できない。

核種分析評価は以下のとおり。

- ・ 試料 A、試料 B 共にトリウムに起因する放射性核種を確認した。
- ・ それ以外の放射性物質は確認できず。

なお、当該核種分析結果に基づき、各核種のガンマ線放出割合、検出効率を加味すると、各核種の放射能は相対的に同レベルと評価でき、トリウムの永続平衡状態に近いものと考えられる。

表 1 分析結果

試料名	核種 (エネルギー)	分析結果 (有意ピークの検出)	ネットカウント (counts)	検出限界カウント (counts)
試料 A	Pb-212(238keV)	検出	11447.4±109.3	85.7
	Tl-208(583Kev)	検出	3583.4±61.8	62.1
	Bi-212(727keV)	検出	720.5±30.3	59.8
	Ac-228(911KeV)	検出	1925.8±45.2	33.9
試料 B	Pb-212(238keV)	検出	1138.6±35.8	30.9
	Tl-208(583Kev)	検出	340.4±19.7	27.0
	Bi-212(727keV)	検出	56.4±8.3	21.5
	Ac-228(911KeV)	検出	178.4±13.7	15.8

6 更新後の水素回収・循環装置の放射性物質測定

6. 1 線量当量率測定

更新後の水素回収・循環装置の安全性を確認するため、ストレーナ配管 2 系統の内部、フィルター格納容器内部の線量当量率を測定した。当該系統内の他の部位についても測定を予定しているが、同系統は水素ガスを用いており引火・爆発等のリスクがあることから、まずは雰囲気置換がしやすく、放射性物質が検出された廃材に近い部材を測定した。

測定は、廃材と同様の方法で行った。測定位置を図 8 に、測定結果を図 9 に示す。測定の結果、線量当量率は共に $0.04 \mu\text{Sv/h}$ と B.G $0.05 \mu\text{Sv/h}$ と同等であり、有意な線量当量率は計測されなかった。

また、設備周りの線量当量率は、 $0.04 \sim 0.05 \mu\text{Sv/h}$ であり、B.G $0.05 \mu\text{Sv/h}$ と同等であった。

6. 2 表面汚染密度測定

水素供給設備のうち、ストレーナ配管 2 系統の配管内部およびストレーナ、フィルター格納容器内部の表面汚染密度をアルファ線、ベータ（ガンマ）線を対象として測定した。

測定は、廃材と同様の方法で行った。測定位置を図 10 に、測定結果を図 11 に示す。測定の結果、共に検出限界値以下（アルファ線： $<3.6 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ 、ベータ（ガンマ）： $<8.6 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ ）であり有意な汚染は検出されなかった。

また、装置周りの表面汚染密度も全て検出限界以下であった。

7. 環境および人体への影響の評価

廃材は、東芝横浜事業所内建屋の一室にて立入禁止区域を設定して保管されており、区域境界における正味空間線量当量率は最大 $0.04 \mu \text{Sv/h}$ であった。

当該区域に人が常時立ち入ることはないが、事業所内での就業時間を 8 時間・月 20 日とし最大線量当量率で常時被ばくしたと仮定した場合の被ばく線量は、

$$0.04 \mu \text{Sv/h} \times 8 \text{ h/日} \times 20 \text{ 日/月} \times 12 \text{ 月/年} = 76.8 \mu \text{Sv/年}$$

となる。したがって、 0.08 mSv/年 となり一般公衆に係る被ばく限度である 1 mSv/年 を下回る。

B.G 線量当量率は $0.05 \mu \text{Sv/h}$ であり、これら値を含めても、年間の被ばく線量が 1 mSv を超えることはなく、本事象による人体および環境への影響はないものと判断される。

8. 今後の対応

今回発見された放射性物質により汚染された廃材については、東芝マテリアル管理区域内で適切に保管・管理していく。

一方、放射性物質の漏洩原因は特定に至っていないことから、東芝マテリアル社長をトップとする事故対策本部により、漏洩原因特定、汚染範囲の確定、是正処置および未然防止に向けた対応を継続していく。

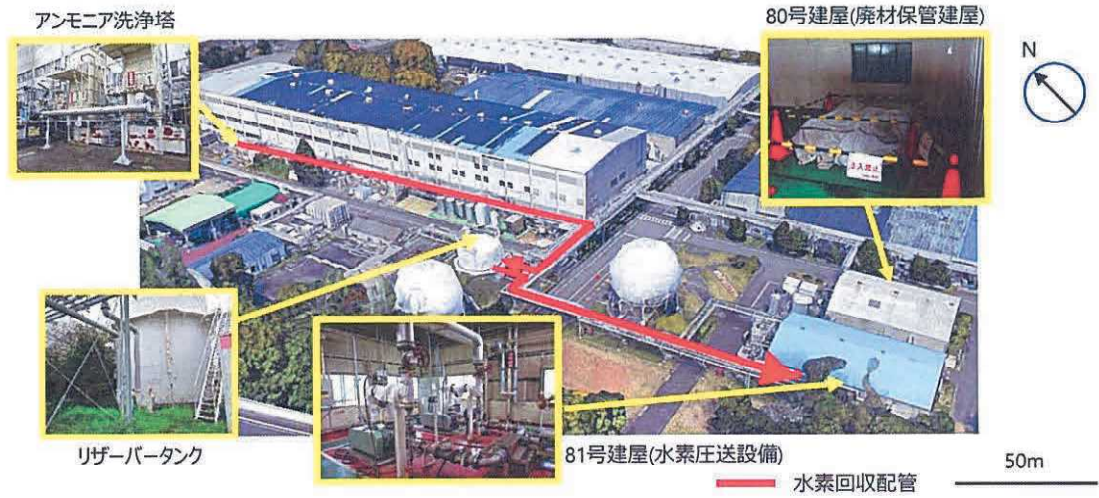


図1 水素回収経路全体図

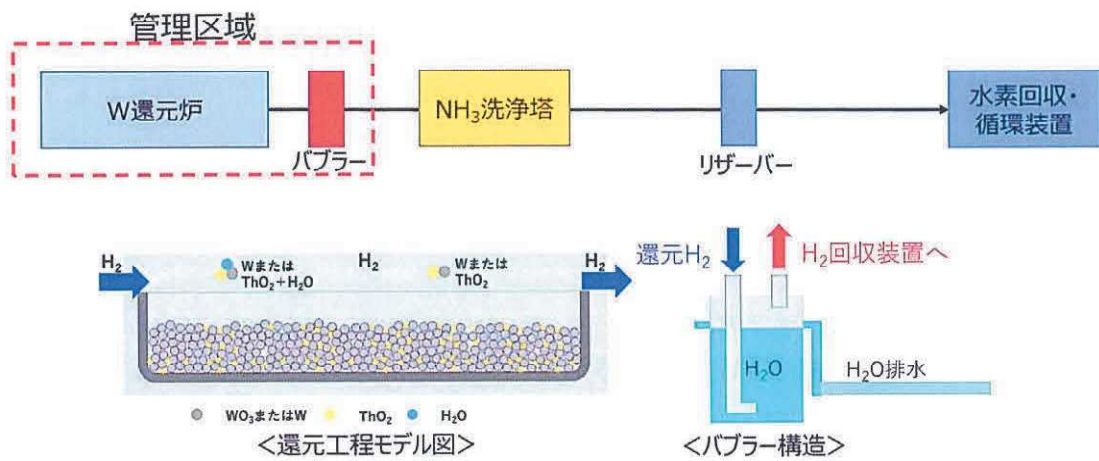


図2 水素回収経路およびバブラー概念図



図3 廃材保管状況

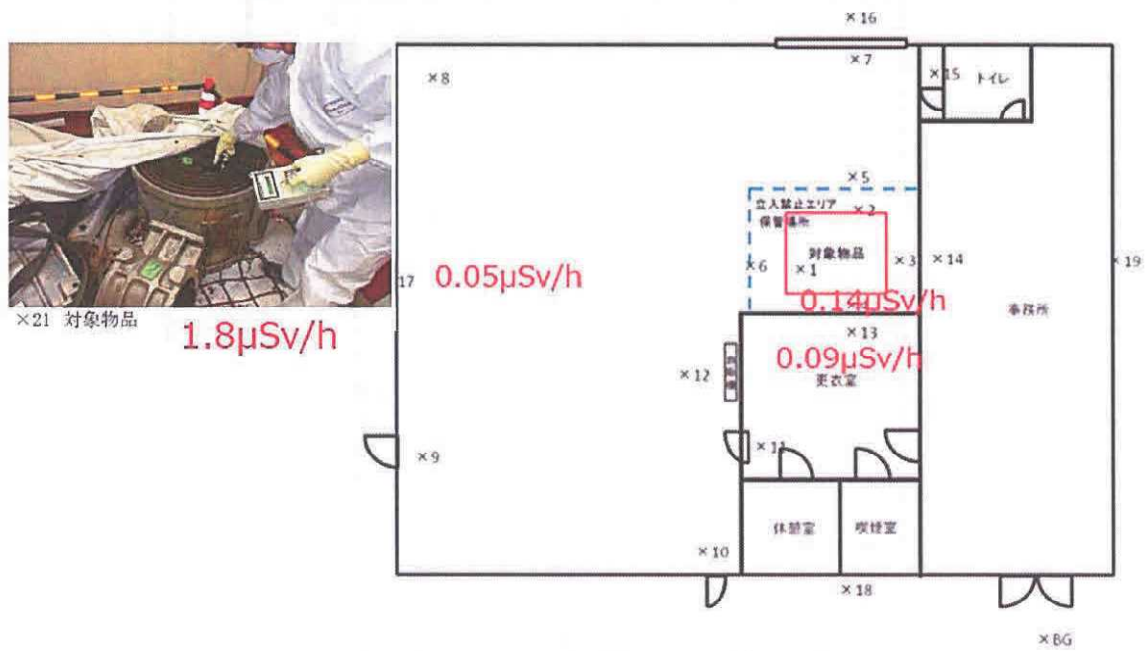


図4 廃材表面および保管場所周辺の線量測定

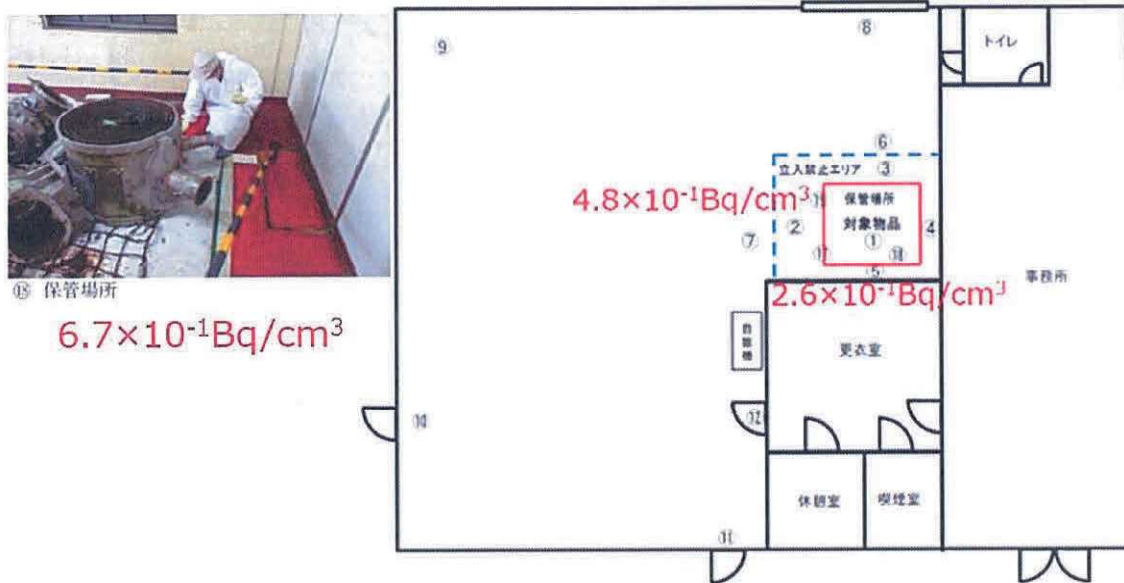


図5 廃材表面および保管建屋内の汚染密度測定



図6 廃材保管場所周辺の空气中放射能濃度測定



① 試料A(採取状況) ② 試料B(採取状況)

図7 廃材付着物の核種分析サンプル採取状況



水素供給設備(ストレーナ)

水素供給設備(フィルタ)

×③ フィルタ格納容器内部

×① ストレーナ内部

×② ストレーナ内部

図8 更新設備の線量測定位置

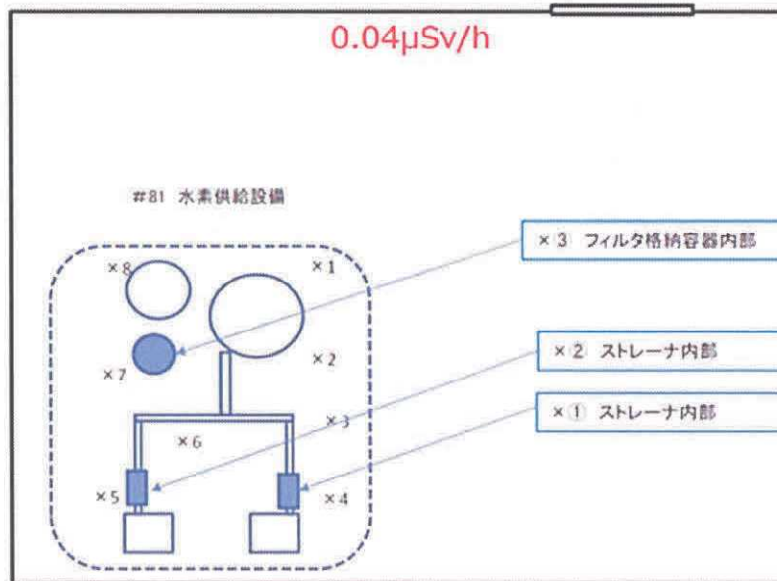


図9 更新設備の線量測定



図 10 更新設備の汚染密度測定位置

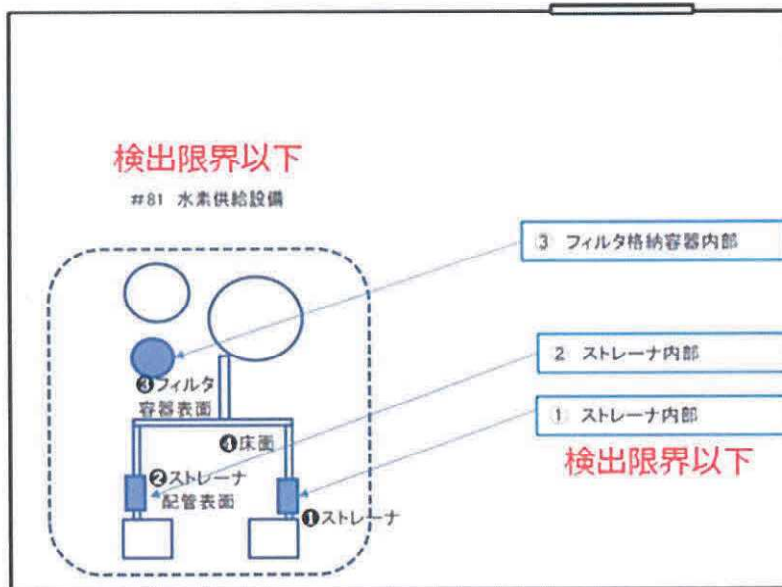


図 11 更新設備の汚染密度測定