

東工大研第 4－5 号
平成30年5月31日

原子力規制委員会 殿

住所：東京都目黒区大岡山 2-12-1
名称：国立大学法人東京工業大学
代表者の氏名：学長 益 一哉

放射性同位元素等取扱事業所における
放射性同位元素の管理区域外への漏えいについて

放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則第39条第1項の規定に基づき平成29年10月23日付で報告した標記の件について、原因と再発防止対策をとりまとめましたので、別紙のとおりご報告いたします。

別紙

東京工業大学放射線総合センター大岡山放射線実験施設における
放射性同位元素の管理区域外への漏えいに関する報告書

1. 件名

東京工業大学放射線総合センター大岡山放射線実験施設における地中埋設排水管
からの放射性同位元素の管理区域外への漏えいに関する報告

2. 異常事故確認日時

平成 29 年 10 月 13 日（金）10 時 20 分

3. 発生場所

国立大学法人 東京工業大学 大岡山キャンパス内
放射線総合センター 大岡山放射線実験施設
地中埋設排水管周辺（管理区域外）

4. 発生の状況

4. 1 管理区域および使用の状況

大岡山放射線実験施設（以下「当該実験施設」という）は昭和 53 年に竣工し、非密封および密封された放射性同位元素を取り扱う教育研究施設として利用されてきた。当該実験施設の建屋は 2 階建てで、管理室や会議室等を除いた 1 階部分、2 階の全部、屋上に設置された専用排気設備、また、屋外の専用排水設備（地中埋設貯留槽）周辺が放射線管理区域となっている。

放射線管理区域内部の実験用流しや除染用シャワーからの排水は、建物床下をとおり、屋外においては地中埋設排水管（桝および沈殿槽を含む）となって、地中埋設貯留槽に接続されている。しかしながら、使用承認申請書において低濃度廃液のみを排水することと記載しているため、当該実験施設で生じた放射性廃液のうち、原液と器具洗浄で生じた二次洗浄水までは専用容器に回収して保管廃棄後、許可廃棄業者（日本アイソトープ協会）に廃棄を委託している。したがって、記録に残っている平成 5 年度以降の非密封放射性同位元素の使用数量は、 ^3H が約 34 MBq、 ^{14}C が約 1.4 GBq、 ^{22}Na が約 1.5 MBq、 ^{32}P が約 104 MBq であるが、これらは全て回収されており、専用排水設備は三次洗浄水以降の排水に利用されていた。

4. 2 発生時および通報の状況

平成 29 年度より当該実験施設の管理体制が変わり、また、今後の利用増加が見込まれることから臨時自主点検を実施したところ、貯留槽上部に詳細な点検を要すると考えられる小さな破損箇所が見つかった。これを受けて、非密封放射性同位元素の使用を直ちに停止し、専用排水設備全体について臨時点検をおこなうこととした。そして、目視とファイバースコープ検査により貯留槽と排水管（桝および沈殿槽を含む）の健全性を調査した結果、屋外の地中埋設排水管（塩化ビニル製）と桝（コンクリート製）の接続部分のうち 6 箇所（図 1 の桝①（流出側）、桝②（流出側）、桝③（流出側）、桝④（流入側と流出側）、桝⑧（流出側））に隙間が存在していることが確認された。このため、これらの隙間からの放射性同位元素の漏えいの有無を調査した結果、 ^{14}C 、 ^{22}Na 、 ^{32}P は検出されなかったが、 ^3H については桝⑧で最大 2 Bq/g の漏えいを確認したことから、平成 29 年 10 月 13 日に原子力規制委員会に法令報告事象として報告し、平成 29 年 10 月 23 日に法令に基づく事故報告書（中間報告）の提出をおこなった。

5. 管理区域外漏えいの程度と汚染土壤の除去

5. 1 土壤測定の範囲について

今回発見された地中埋設排水管の 6 箇所の隙間について、図 2 に示したように下方向、左右方向、流路方向に 10 箇所のサンプリングブロック（ $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ ）を設定し、各ブロックより土壤試料を採取して放射能測定をおこなった。

5. 2 ^{14}C 、 ^{22}Na 、 ^{32}P の測定結果

^{14}C ベータ線の測定に際しては、各試料から 3 g 程度を取り出し、 500°C で 1 時間熱して ^{14}C を CO_2 に酸化させた後、 CO_2 をアルカリトラップ（モノエタノールアミン $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$ 水溶液）で回収し ^{14}C の測定試料とした。ベータ線測定は、液体シンチレーションカウンタ（Perkin Elmer Tri-Carb 3180 TR/SL）と極低バックグラウンドシンチレーター（Perkin Elmer Ultima Gold LLT）を使用しておこない、測定時間は 10 分とした。 ^{22}Na ガンマ線の測定には、遮へい体付きゲルマニウム半導体検出器（ORTEC GMX15P4-70）を使用し、測定時間は 1 試料当り 7000 秒とした。 ^{32}P ベータ線の測定には、2 インチ径広窓 GM 計数管（日立アロカメディカル TGS-146B）を使用し、10 分間の積算測定を 5 回実施した。これらの結果より、 ^{14}C 、 ^{22}Na 、 ^{32}P の漏えいは認められなかった。

5. 3 ^3H の測定結果

文部科学省「トリチウム分析法（平成 14 年改訂）」を参考にして、各試料を 500°C に加熱して ^3H を H_2O （HTO）に酸化させた後、 H_2O （HTO）をコールドトラップ（ドライアイス＋メタノール）で凝縮させたものを ^3H の測定試料とし、ベータ線の測定を行っ

た。 ^{14}C の場合と同様、液体シンチレーションカウンターと極低バックグラウンドシンチレーターを用い、測定時間は 10 分とした。測定の結果、桧⑧の 2, 8, 9 ブロックにおいて有意値が認められた。しかしながら、検出された値は極めて低かったことから、正確を期すために、外部検査機関に依頼して類似の方法により測定を実施した。また、中間報告後も測定データの精査を続けた。これらの結果を表 1 にまとめて示す。測定装置等の相違のために絶対値で比較することは困難であるものの、桧⑧の 2 ブロックについては全ての測定機関において ^3H 濃度の有意値が認められており、その最大値は $2.20 \pm 0.40 \text{ Bq/g}$ であった。この結果については、桧⑧の内部に残っていた堆積物を回収して放射能を測定したところ 1.7 Bq/g の ^3H が検出されたこともあり、当該実験施設からの排水によるものと判断した。

5. 4 汚染土壌の除去と今後の取り扱い

図 3 および表 2 に示したように、土壌汚染が確認された桧⑧の配管の漏れ部分を中心として同心円状に半径 40 cm、深さ 30 cm 程度までの範囲の土壌を除去していったところ、 ^3H 濃度は統計誤差の範囲内で検出限界未満となったことから、汚染土壌の回収を完了したと判断した。回収した汚染土壌の総重量は 27 kg であり、そのなかの ^3H の放射能は最大 29 kBq (バックグラウンド含む) と推定された。現在、回収した汚染土壌は管理区域内で保管廃棄されており、最終的には許可廃棄業者に引き取りを依頼予定である。

6. 環境および人体への影響の評価

桧および沈殿槽のマンホール上部における空間線量率はバックグラウンドと同程度であった。また、土壌汚染範囲は限定的で、検出された ^3H 濃度も最大 2 Bq/g 程度であり、これは ^3H の下限濃度 $1 \times 10^6 \text{ Bq/g}$ (平成十二年科学技術庁告示第 5 号別表第 1 の第 3 欄) 以下である。したがって、今回の漏えいによる人体および環境への影響はないものと判断した。

7. 原因

7. 1 隙間が発生した原因

今回発見された地中埋設排水管と桧の接続部分の隙間は、当該実験施設が竣工してから約 40 年が経過していることもあり、経年劣化により生じたものと考えられる。隙間の発見が遅れた原因として、長年にわたって屋外の地中埋設排水管の定期点検を実施していなかったことがあげられる。

7. 2 桧⑧の隙間から ^3H が漏えいした原因

桧⑧の排水系統には、汚染検査室の手洗いや除染用シャワー室からの廃水が、桧⑨を経

由して流れ込んでくる。ただし、手洗い程度で ^3H が大量に流されることは考えにくく、汚染検査室で三次洗浄水以降を排水することも通常おこなわれない。しかしながら、汚染検査室には放射線管理区域内で着用される黄衣等を洗濯するための洗濯機が設置されており、その排水ホースが排水管に接続されていた。また、記録が残っている平成5年以降の ^3H の使用量は極めて少ないが、過去に当該実験施設にはトリチウム測定室や高レベル作業室を備えたトリチウム実験室が存在し、核融合炉の燃料やブランケットのためのトリチウム増殖に関する基礎研究、原子炉で中性子照射した材料からのトリチウム放出測定、中性子照射損傷材料によるトリチウム吸着・吸蔵特性測定など、多量の ^3H （気体・液体）を使用した実験がおこなわれていたことが判明した。

さらに、柵⑧だけで漏えいが発生した詳細な原因を調べるために、地中埋設排水管の水平レベルを調査したところ、図4に示したように、漏えいがあった柵⑧の出口は下流側に位置する柵⑫の入口よりも10 mm 低く、排水管が逆勾配となっていたことが判明した。また、その他の排水管部分では逆勾配が発生していなかった。

これらを総合すると、実験時に着用していた黄衣等を洗濯することにより、相応の ^3H を含んだ洗濯廃水が長年にわたって繰り返し流出し、柵⑧下流側の排水管が逆勾配になっていたことと相俟って、その一部が柵⑧の出口付近に停留してしまい、隙間より少しずつ周辺土壤に漏えいしたものと思料される。なお、図4に示した地中埋設排水管の水平レベル調査結果をもとに計算したところ、貯留槽の水位が排水水位（排水を貯留槽からポンプアップして一般排水管に流す目安となる水位）よりも43 cm 以上高くなった場合に柵⑧まで貯留水が遡上可能なことも明らかになったが、実際にはこまめに排水をおこなっていたことから可能性はないものと判断した。

8. 再発防止策

当該実験施設については放射性同位元素の取り扱いを廃止する。

なお、本学において他に地中埋設排水管を有するのは「すずかけ台放射線実験施設」であるが、定期的に点検を実施して問題ないことが確認されており（直近では平成29年度に実施）、さらに平成30年度中には露出配管化される予定である。「科学技術創成研究院先導原子力研究所」については、平成29年度に露出配管化が完了している。また、全学的な取り組みとして、定期点検の方法を含めた放射性廃水の管理に関するマニュアルを整備し、定期的に見直しをおこなっていく。

9. 今後の対応

今回の事故と放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の改正を契機として、理事・副学長を本部長とするキャンパスマネジメント本部に、平成30年度より「放射線安全部門」を新設した。今後は同部門が中心となって、法令改正の趣旨や放射線安全

に関する最新の知見を取り入れながら，放射線安全管理に関する全学ルールを整備し，PDCA サイクルを構築することにより，機動的かつ継続的な改善活動を実施していく。

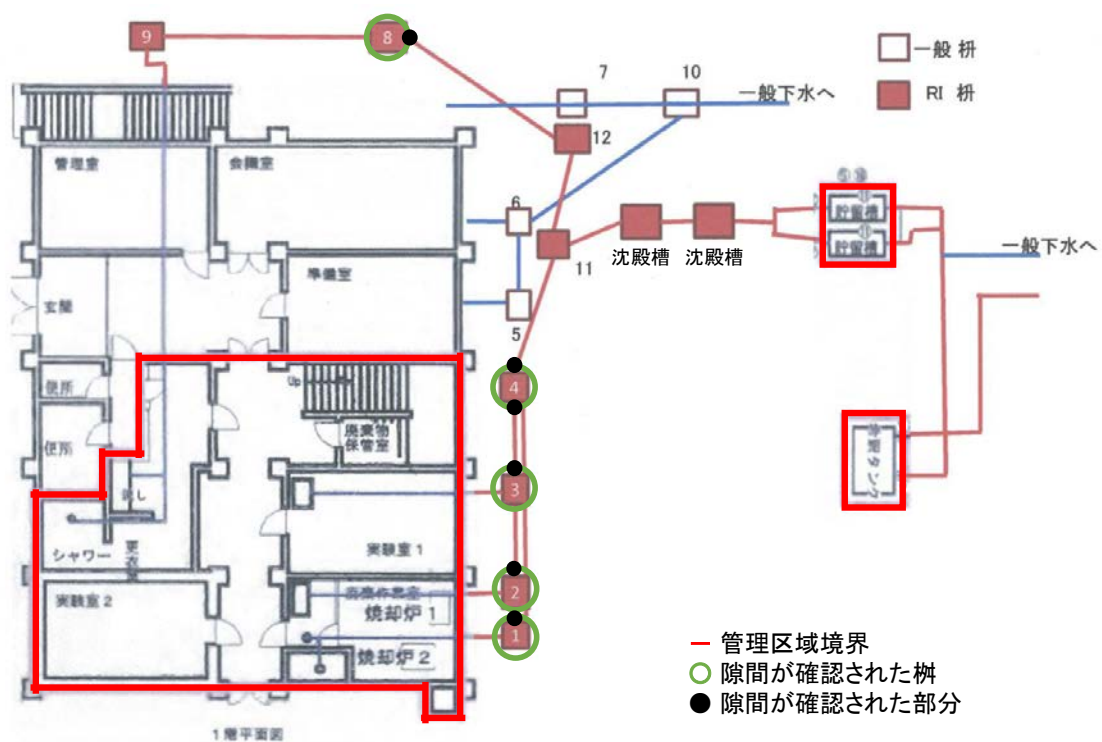


図 1 当該実験施設の排水系統と地中埋設排水管に隙間が確認された部分

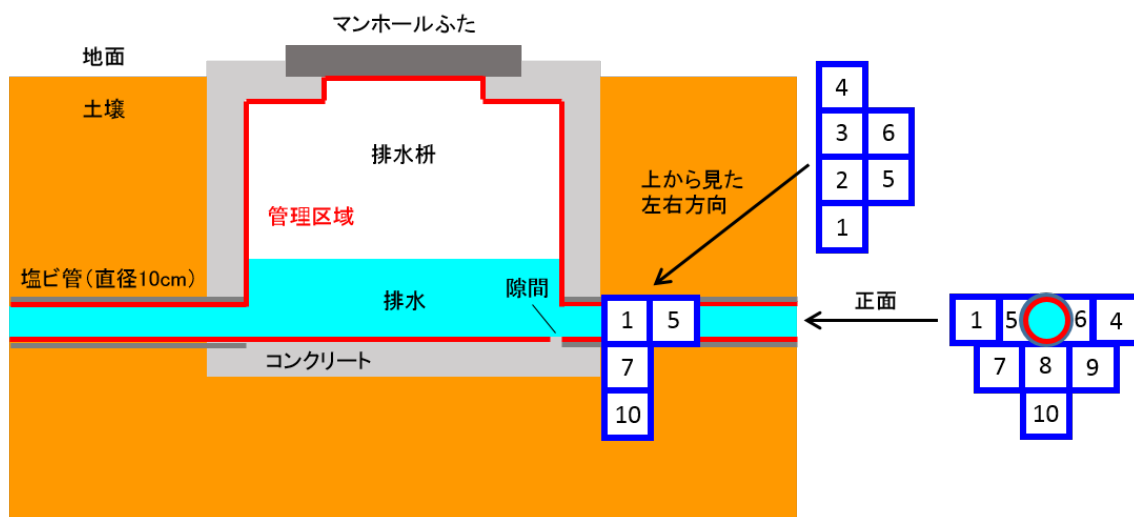


図 2 地中埋設排水管の隙間部分と土壌試料サンプリングブロックの位置関係

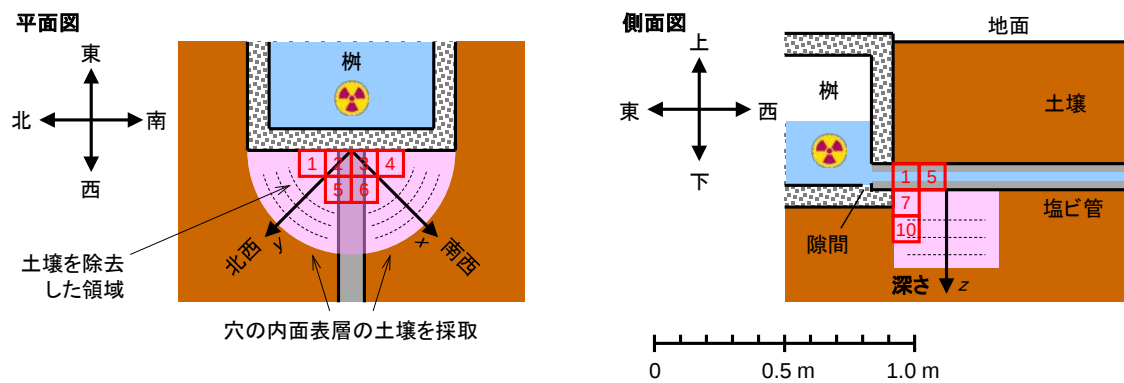


図 3 樹⑧出口部分において汚染土壌を除去した領域

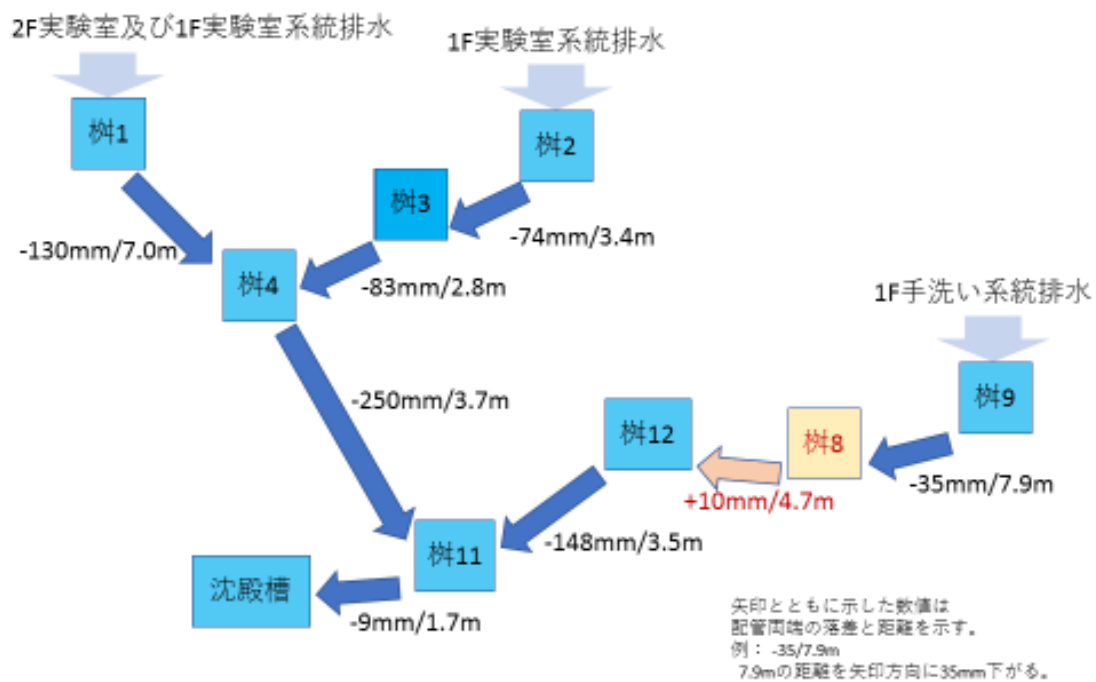


図 4 地中埋設排水管の水平レベル調査結果

表1 柵⑧周囲土壌の³H濃度測定結果

試料 番号	測定実施機関					
	東京工業大学		日本環境調査研究所		東京ニュークリア・サービス	
	³ H濃度 (Bq/g)	検出限界濃度 (Bq/g)	³ H濃度 (Bq/g)	検出限界濃度 (Bq/g)	³ H濃度 (Bq/g)	検出限界濃度 (Bq/g)
BG	検出限界未満	0.20	検出限界未満	0.90	0.12 ± 0.01	0.02
柵⑧-2	0.97 ± 0.68	0.20	2.20 ± 0.40	0.96	0.70 ± 0.02	0.02
柵⑧-8	1.09 ± 1.23	0.20	検出限界未満	0.85	0.12 ± 0.01	0.02
柵⑧-9	0.51 ± 0.35	0.20	0.94 ± 0.31	0.87	0.13 ± 0.01	0.02

BG：バックグラウンド

測定方法（東京工業大学）

- ・液体シンチレーションカウンター：Perkin Elmer Tri-Carb 3180 TR/SL
- ・液体シンチレーター：Ultima Gold LLT
- ・測定時間：10 分

測定方法（日本環境調査研究所）

- ・液体シンチレーションカウンター：Perkin Elmer Tri-Carb 3100TR
- ・液体シンチレーター：乳化シンチレーター
- ・測定時間：10 分

測定方法（東京ニュークリア・サービス）

- ・液体シンチレーションカウンター：アロカ LSC-6100
- ・液体シンチレーター：インスタゲルプラス
- ・測定時間：60 分

表2 柵⑧出口部分において除去した土壌の³H濃度測定結果

距離 (cm)	³ H濃度（測定機関：東京工業大学）		
	南西 x 方向 (Bq/g)	北西 y 方向 (Bq/g)	深さ z 方向 (Bq/g)
0	1.09 ± 1.23	1.09 ± 1.23	1.09 ± 1.23
20	0.51 ± 0.35	0.97 ± 0.68	検出限界未満
30	0.54 ± 0.29	検出限界未満	検出限界未満
40	検出限界未満	—	—