

令和2年6月26日

原子力規制委員会 殿

北海道札幌市中央区南1条西17丁目
北海道公立大学法人札幌医科大学
理事長 塚本 泰司

密封線源（シード線源、ヨウ素 125）の所在不明について

標記の件について、放射性同位元素等の規制に関する法律第31条の2の規定に基づき、下記のとおりご報告いたします。

記

1. 報告者

北海道札幌市中央区南1条西17丁目
北海道公立大学法人札幌医科大学
理事長 塚本 泰司

2. 所在不明となった場所

北海道公立大学法人札幌医科大学附属病院
RI 病棟準備室貯蔵箱
北海道札幌市中央区南1条西16丁目291

3. 事象

本学附属病院では、密封線源（シード線源^{※1}）を用いた治療を行っており、同治療に使用する線源は患者毎に納品されている。1患者当たり約50～100個の同線源を人体内へ埋め込むことで治療を行っており、年間約30例の治療に同線源を使用している。同線源は、治療日の数日前の午前中に核医学検査室へ納品され、同日午後に線源をRI病棟準備室貯蔵箱へ搬入し、治療日まで同貯蔵箱で保管することになっている。

令和2年6月10日の治療に使用する予定であった密封線源（ヨウ素125、13.1MBq/個、95個）が所定の貯蔵箱に保管されておらず、所在不明となった。

※1：腫瘍の治療として人体内に埋め込み使用する放射線源

(1) 所在不明となった密封線源の外観・諸元

所在不明となったシード線源の納品時と同様の段ボール箱及び内容物を図 1～5 に示す。同線源は、内部が二段構造の段ボール箱に梱包され、上段に付属品一式、下段に金属製の遮蔽容器に入った線源が収納された状態で納品される。



図 1-1. 段ボール箱外観
寸法：約 260mm×490mm×140mm



図 1-2. 内容物上段
(付属品一式)



図 1-3. 内容物下段
(線源が入った紙パッケージ)



図 2. 線源が入った紙パッケージを開封した状態 (紙とプラスチックに梱包された金属製の遮蔽容器)



図 3. 遮蔽容器外観
材質：スズ・アンチモン合金
寸法：約 225mm×145mm×10mm
厚さ：1.27mm

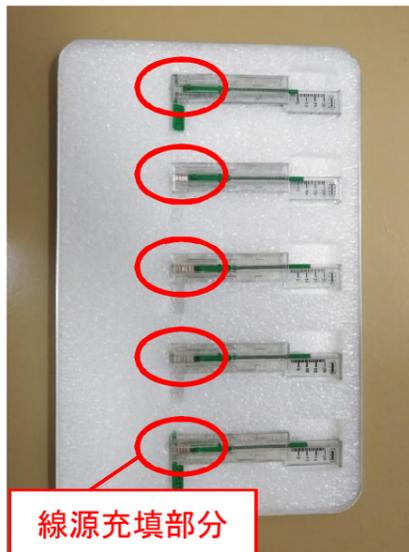


図 4. 遮蔽容器内部
(線源収納の様子)
5本のプラスチック製の各カートリッジに線源が15～20個充填されている状態
(合計95個)

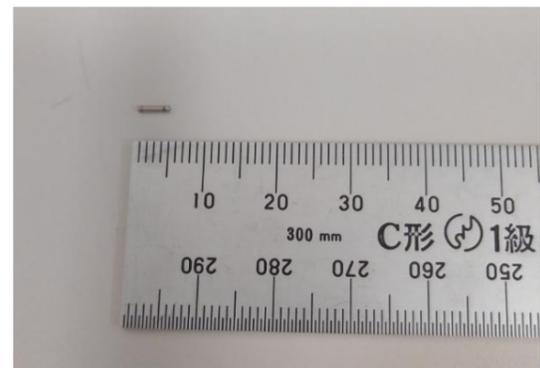


図 5. 線源 (1個あたり)
材質：純チタン製カプセルにヨウ素 125 を吸着させたアルミニウムワイヤを密封
寸法：直径 0.8mm、長さ 4.5mm
ヨウ素 125、13.1MBq/個

(2)線源の保管及び関連物品の大学・病院内の流れ

本学附属病院内の平面図を図6、図7に示す。通常、シード線源は核医学検査室の操作室(図6-①)へ納品され、診療放射線技師(以下「技師」という)がRI病棟準備室貯蔵箱(図7-①)に保管を行う。空となった段ボール箱は廊下(図6-⑤)へ搬出され、廃棄物集積場(図6-⑥)へ回収される。

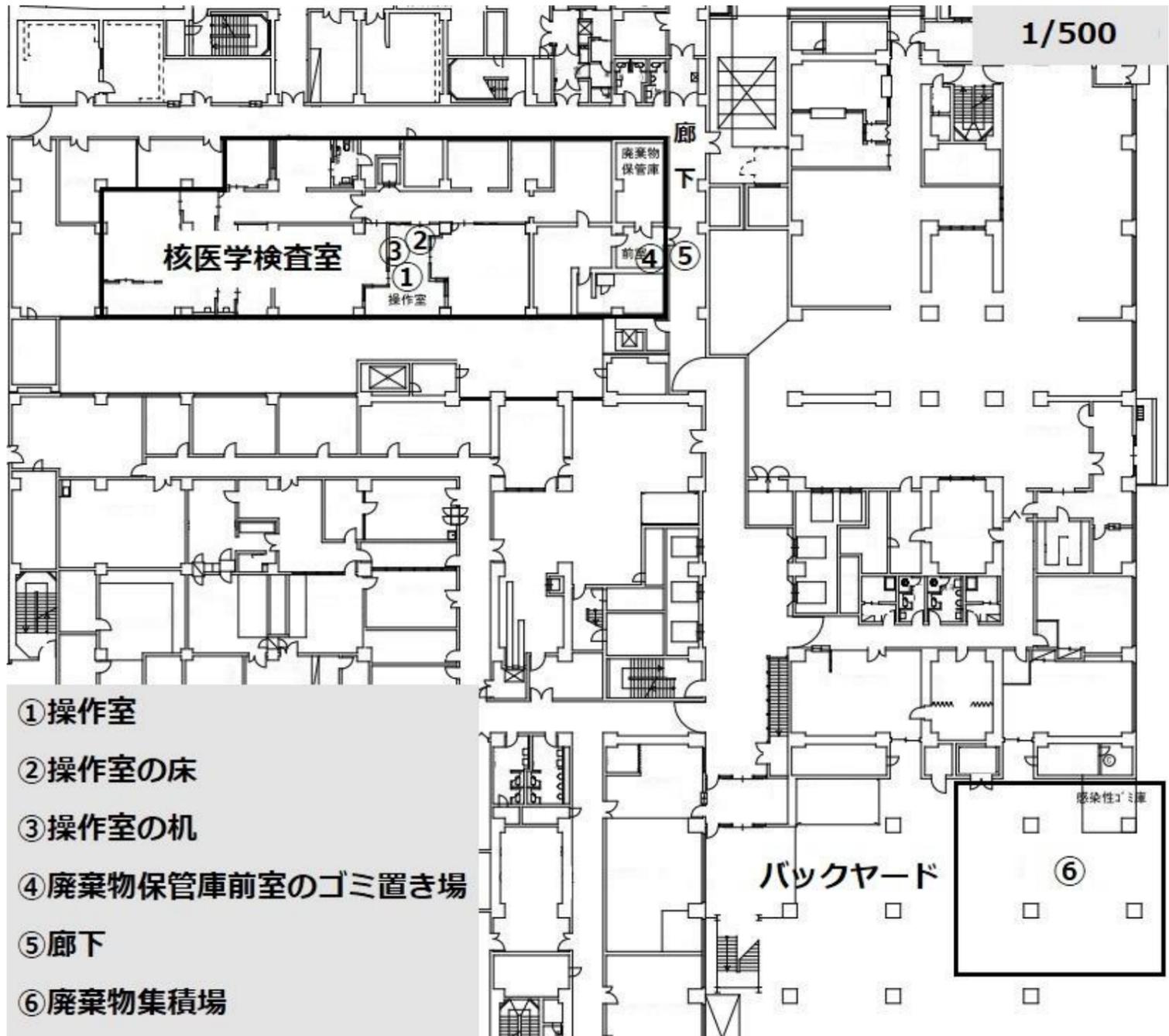


図6. 核医学検査室及び廃棄物集積場(地下1階)

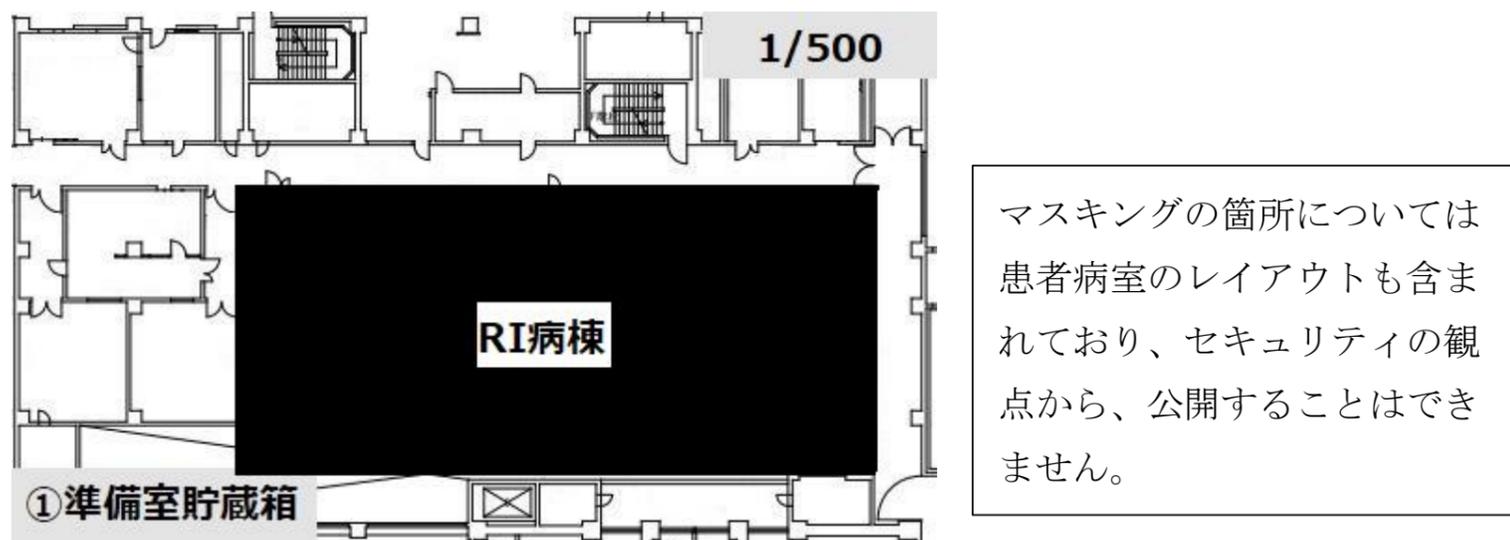


図7. RI病棟準備室貯蔵箱(1階)

(3) 廃棄物の回収・分別・廃棄フロー

本大学・本病院内からの廃棄物の回収・分別・廃棄フローを図8に示す。通常、廃棄物は清掃委託事業者職員（以下「清掃員」という）が回収し、廃棄物集積場で分別を行う。その後、各事業者によって種類に応じた処理が行われる。なお、図中左上の数字は「(4) 経緯」及び「5. 今後の対応」において、搜索場所又は聞き取り調査の対象の説明に使用している。



図8. 廃棄物の回収・分別・廃棄フロー

(4) 経緯

以下に、密封線源の所在不明を判断した経緯を記す。

・令和2年6月4日

10:00 頃

当該線源は、段ボール箱に梱包された状態で納品され、附属病院地下1階の核医学検査室内の操作室にて技師A（当該業務経験8年間）が受領し、同操作室内の床（図6-②）へ置いた。技師Aは、技師B（当該業務経験2か月間）に、受領した段ボール箱を開封し、中に入っている物品を取り出しておくように指示した。技師B・技師C（当該業務経験2か月間）は、段ボール箱の上段に入っていた付属品一式を取り出し、同操作室の机の上（図6-③）に置いたが、下段に線源が入っていることを知らなかったため、線源を取り出さずに段ボール箱は同操作室の床へ置いたままにした。

14:00 頃

技師A及び技師Bは、同操作室の机の上に置いてあった付属品一式を附属病院1階のRI病棟準備室貯蔵箱へ搬入し、放射性同位元素の保管使用帳簿へ線源情報を記録した。

14:10 頃

技師Cは、同操作室の床に置いてあった当該段ボール箱を核医学検査室内にある廃棄物保管庫前室のゴミ置き場（図6-④）へつぶさない状態で置いた。

・令和2年6月5日

7:45 頃

清掃員Dは、同ゴミ置き場にあった当該段ボール箱を回収しようとした際、段ボール箱の上面に注意書きとして『この箱を発見された方へ』と記載された紙が添付されていたため、核医学検査室内の操作室にいた技師Cへ回収して問題ないか確認した。技師Cは、令和2年6月4日に自ら同ゴミ置き場へ置いた段ボール箱であったことから、中身を確認せずに回収してよいと返答した。清掃員Dは、『この箱を発見された方へ』と記載された紙を剥がして、当該段ボール箱をつぶさない状態で一般ゴミ及び飲料ペットボトル並びにその他のつぶされた段ボール箱とともに廃棄物保管庫前室から廊下へ搬出した。

8:17 頃

清掃員Eは、同廊下に搬出されていた一般ゴミ及び飲料ペットボトル並びに段ボール箱を回収ワゴンに積み込み、附属病院地下1階のバックヤードの廃棄物集積場へ回収した。（令和2年6月11日の聞き取り調査によると、当該段ボール箱が含まれていたか否か、正確な記憶はなかった）

・令和2年6月10日

9:00 頃

患者の治療に使用するため、当該線源を技師FがRI病棟準備室貯蔵箱から取り出そうとしたところ、線源が保管されていなかった。放射性同位元素の保管使用帳簿には線源情報の

記録があったため、技師 F が線源の保管を行った技師 A へ聞き取り調査を行ったところ、納品された線源を貯蔵箱へ搬入せず、段ボール箱とともに廃棄した可能性があることが判明した。技師 F が放射線取扱主任者へ報告し、放射線取扱主任者から病院長及び病院内の関係部署へ連絡した。

10:00 頃

放射線取扱主任者より当該線源の搜索及び当該線源以外の線源の所在の確認を指示した。

10:00～13:00

大学職員 3 名及び技師 4 名が廃棄物集積場において、目視及び放射線測定器による搜索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった^{*3}。令和 2 年 6 月 10 日に勤務していた清掃員全員の 15 名への聞き取り調査を行った^{*3}。通常、8 名の清掃員が廃棄物集積場で分別作業を行っているが、当該段ボール箱の分別作業を行ったと記憶している者はいなかった^{*3}。令和 2 年 6 月 10 日に聞き取り調査を行っていない清掃員 2 名については、令和 2 年 6 月 11 日に聞き取り調査を行うこととなった。当該線源以外の密封線源は、所定の貯蔵箱及び保管庫において保管されていることを放射線取扱主任者が確認した。

16:04

当該線源の所在の確認を行っている旨を原子力規制庁事故対処室へ連絡した。

・令和 2 年 6 月 11 日

10:00 頃

令和 2 年 6 月 10 日に聞き取り調査を行うことができなかった清掃員 2 名の聞き取り調査を行ったが、廃棄物集積場で当該段ボール箱の分別作業を行ったと記憶している者はいなかった^{*3}。

10:30 頃

当該線源の所在の確認を行っている旨を北海道警察札幌中央署へ連絡した。

11:00 頃

古紙回収事業者へ、廃棄物集積場から病院外へ搬出した段ボール箱等の古紙の処理方法について聞き取り調査を行ったところ、令和 2 年 6 月 5 日に病院から搬出された古紙は、令和 2 年 6 月 5 日に中間処理事業者へ搬入し、処理を依頼しているとの情報を得た^{*7}。

12:30 頃

令和 2 年 6 月 11 日に勤務していた清掃員全員へ、当該線源が入っていたものと同型の段ボール箱及び金属製の遮蔽容器を提示し、分別作業を行ったと記憶している者がいないか、再度、聞き取り調査を行ったが、心当たりのある者はいなかった^{*3}。

14:00 頃

古紙回収事業者のゴミ収集車のドライバーへの聞き取り調査を行ったが、当該段ボール箱を見たという情報は得られなかった^{*7}。また、古紙の中間処理事業者から、同事業者へ搬入された古紙は、既に圧縮処理され、加工メーカーへ引き渡されたが、中間処理過程で当該線源が収納された金属製の遮蔽容器は検出されなかったという情報を得た^{*8}。

14:30 頃

令和2年6月10日に引き続き、再度、清掃員Eへ、当該段ボール箱の回収について、聞き取り調査を行ったが、当該段ボール箱を回収したという記憶はないとのことであった*^{1,2}。

17:30～18:30

古紙の中間処理事業者の営業所へ訪問し、大学職員1名及び技師2名で、同営業所内の古紙の一時保管場所及び金属除去場所並びに圧縮場所に対して、目視及び放射線測定器による検索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*⁸。

・令和2年6月12日

10:40 頃

古紙回収事業者が古紙を病院から搬出した際に使用したゴミ収集車の車内を、技師3名で、目視及び放射線測定器による検索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*⁷。

13:00 頃

古紙の中間処理事業者より、古紙回収事業者から搬入された古紙は、既に加工メーカーの処理作業で溶解されたが、当該線源が収納された金属製の遮蔽容器は検出されなかったという情報を得た*⁹。

15:00～17:00

病院内の監視カメラの録画画像及び古紙回収事業者が古紙を搬出した際に使用したゴミ収集車の車載カメラの録画画像の確認を行ったが、当該線源の映り込みはなく、第三者に拾得された状況も確認できなかった*^{1,2,7}。

17:30～18:30

産業廃棄物収集運搬事業者の事業所へ訪問し、病院から搬出した金属ゴミ及び廃プラスチックは、同事業所内の中間処理施設に保管されていることを確認した*^{4,5}。金属ゴミ及び廃プラスチック並びに搬出した際に使用したゴミ収集車の車内を、大学職員2名及び技師3名で、目視及び放射線測定器による検索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*^{4,5}。

・令和2年6月13日

9:00～17:00

大学職員6名及び技師5名で、病院内の放射線管理区域において、目視及び放射線測定器による検索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*^{1,2}。令和2年6月12日に引き続き、前日確認できなかった病院内の監視カメラの残りの録画画像の確認を行ったが、当該線源の映り込みはなく、第三者に拾得された状況も確認できなかった*^{1,2}。一方、令和2年6月12日に引き続き、古紙回収事業者が古紙を搬出した際に使用したゴミ収集車の車載カメラの残りの録画画像を確認したところ、当該段ボール箱らしきものが映り込んでいたが、画像がはっきりしないため確証には至らなかった*⁷。

・令和2年6月14日

14:00～15:00

技師2名で、廃棄物集積場について、目視及び放射線測定器による捜索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*³。

・令和2年6月15日

10:00頃

飲料ペットボトル・缶回収事業者へ分別処理について聞き取り調査を行ったところ、飲料ペットボトル・缶の回収後に機械及び手作業で分別処理を行ったが、当該線源が収納された金属製の遮蔽容器は確認できなかったことから、当該線源がリサイクル業者及び加工メーカーへ引き渡される可能性はないとの情報を得た*^{19, 20, 21}。

12:30～15:30

一般廃棄物収集運搬事業者が一般ゴミ及びシュレッダーくず並びに飲料びんを搬出した際に使用したゴミ収集車を、技師5名で、目視及び放射線測定器による捜索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*^{13, 16}。同ゴミ収集車のドライバーへの聞き取り調査を行ったが、当該段ボール箱もしくは当該線源が収納された金属製の遮蔽容器は確認できなかったとの情報を得た*^{13, 16}。

16:00頃

医療廃棄物収集運搬事業者へ医療廃棄物の搬出先について聞き取り調査を行ったところ、病院から搬出された医療廃棄物は、既に焼却施設へ引き渡され、焼却処理がなされて焼却灰埋立地へ運搬されたとの情報を得た*¹⁰。

・令和2年6月16日

14:00～16:00

6月12日に引き続き、産業廃棄物の中間処理施設において、再度、詳細な捜索を行うため、大学職員4名及び技師4名で、目視及び放射線測定器による捜索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった*⁵。

・令和2年6月17日

11:00頃

産業廃棄物収集運搬事業者より、同事業所の施設内に保管されていた金属ゴミが金属回収事業者へ搬入された際の放射線ゲートモニタ測定において、バックグラウンドレベル以上の放射線は検出されなかったとの情報を得た*⁶。

14:00

令和2年6月10日より捜索を継続してきたが、当該線源の発見には至らなかったため、放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則第28条の3の規定に基づく法令報告事象(放射性同位元素の所在不明)に該当すると、本学放射線障害予防委員会にて判断した。

14:20

当該線源の所在不明を北海道警察札幌中央署へ届け出た。

14:35

当該線源の所在不明を原子力規制庁事故対処室へ報告した。

17:00

当該線源の所在不明を学外へ広報するためのプレスリリース及び記者会見を行った。

・令和2年6月18日～22日

大学職員3名及び技師3名で、廃棄物集積場について、目視及び放射線測定器による捜索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった^{*3}。

・令和2年6月23日

9:30～10:30

一般廃棄物の焼却施設へ、大学職員1名及び技師3名で訪問し、一般廃棄物の搬出先について聞き取り調査を行ったところ、病院から搬出された一般廃棄物は、既に同焼却施設において、焼却処理がなされて焼却灰埋立地へ運搬されたとの情報を得た^{*14}。なお、同焼却施設が稼働中であったため、目視及び放射線測定器による捜索は行うことができなかった。

・令和2年6月24日

15:00頃

医療廃棄物収集運搬事業者より、病院から搬出された医療廃棄物の焼却処理を行った焼却施設及び焼却灰埋立地において、同事業者職員が放射線測定器による測定を行ったところ、バックグラウンドレベル以上の放射線は検出されなかったとの情報を得た^{*11,12}。

・令和2年6月25日

10:00～11:00

資源物の資源物処理施設において、大学職員1名及び技師3名で、目視及び放射線測定器による捜索を行ったが、当該線源の所在は確認できなかった^{*17}。資源物の搬出先について聞き取り調査を行ったところ、病院から搬出された資源物は、既に固形燃料化されているが、金属類を目視で取り除く処理過程においては、当該線源が収納された金属製の遮蔽容器は検出されなかったという情報を得た^{*18}。

・令和2年6月25日～26日

引き続き、病院内での情報収集をはじめ、職員や清掃員へのヒアリング、各事業者へのその後の状況確認や捜索など、病院内外の可能性のある場所での捜索を順次行っているが、現在までに発見には至っていない。

4. 人体・環境への影響

今回所在不明となった線源（ヨウ素 125、13.1MBq/個、95 個）の人体・環境への影響を評価するために、当該線源から 1m の場所において、核種（ヨウ素 125）が全て崩壊するまでに受ける実効線量を以下の計算式^{※2}を用いて算出した。なお、当該線源が所在不明となったのは、材質がスズ・アンチモン合金である厚さ 1.27mm の容器（図 3）に収納された状態であり、同容器による遮蔽については材質の密度と厚さを考慮し、データとして利用可能な鉄 1mm 厚の実効線量透過率の値を代用した。

$$E = A \times \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} dt \times \Gamma \times Fa \div 1,000 = A \times \Gamma \times T \div \ln 2 \times Fa \div 1,000$$

E：ヨウ素 125 が全て崩壊するまでに受ける実効線量 [mSv]

A：今回所在不明となったヨウ素 125 の放射能 1,244.5 [MBq]

Γ ：ヨウ素 125 の実効線量率定数 0.0126^{※3} [$\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq}/\text{h}$]

T：ヨウ素 125 の物理的半減期 1,425.6 [h]

Fa：ヨウ素 125 の鉄 1mm 厚に対する実効線量透過率 0.0021^{※4} [-]

計算の結果、遮蔽容器内にある当該線源（95 個）から 1m の場所において、ヨウ素 125 が全て崩壊するまでに受ける実効線量は 0.068mSv であり、一般公衆の線量限度 1mSv/年を十分に下回っている。この状態では人体・環境への影響はないと考えられる。

また、金属製の遮蔽容器に何らかの外力が加えられて、遮蔽容器外へ線源が飛び出した場合についても、A=13.1 [MBq]、Fa=1 [-] として評価した。計算の結果、遮蔽容器外にある当該線源（1 個）から 1m の場所において、ヨウ素 125 が全て崩壊するまでに受ける実効線量は 0.34mSv となる。

詳細については、引き続き評価する。

参考文献

※2：「診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者の退出について（厚生労働省の事務連絡、平成 15 年 3 月 13 日）」

※3：公益社団法人日本アイソトープ協会「アイソトープ手帳 11 版」

※4：公益財団法人原子力安全技術センター「放射線施設の遮蔽計算実務（放射線）データ集 2015」

5. 今後の対応

現有する密封線源の管理を厳重に行いつつ、当該線源が所在不明となった原因を究明し、再発防止策を講じる。

また、当該線源の捜索については、捜索できていない一般廃棄物の焼却灰埋立地（図 8-※15）の場所を重点的に行うとともに、病院内外も引き続き行い、鋭意、早期発見に努める。