

2020年4月30日

原子力規制委員会 殿

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
古河機械金属株式会社
代表取締役社長 宮川 尚久

密封線源（表示付認証機器）の所在不明について（最終報告）

2019年12月26日付貴委員会へ経過報告した表題の件につきまして、「放射性同位元素等の規制に関する法律」第31条の2および同施行規則第28条の3の規定に基づき、下記のとおりご報告いたします。

記

I. 件名

密封線源（表示付認証機器㊟041、セシウム137、10MBq）の所在不明について（最終報告）

II. 事象の内容

1. 報告者

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
古河機械金属株式会社
代表取締役社長 宮川 尚久

2. 所在不明となった場所

古河機械金属株式会社 技術統括本部新材料開発部本館2階第4研究室
茨城県つくば市観音台一丁目25番13号

3. 事象

弊社では、2019年8月まで、研究および製造販売のため、サーベイメータ（簡易的な放射線測定器）の開発を行っており、その校正およびその他の業務のために11個の表示付認証機器を使用していた。11個のうち3個が設計認証番号㊟041、核種セシウム137、公称放射能10MBqの密封線源（表示付認証機器）であり、それら3個のうち1個が所在不明となったことから、2019年12月16日13時29分に原子力規制委員会に通報した。

(1) 所在不明となった密封線源の諸元

名称	照射線量率標準ガンマ線源 456CE
設計認証番号	㊟041
核種	^{137}Cs
線源コード	CS456CE
線源番号	8573
公称放射能	10MBq
個数	1 個
外観・形状・寸法・原材料	図 1、図 2、表 1 および表 2 参照

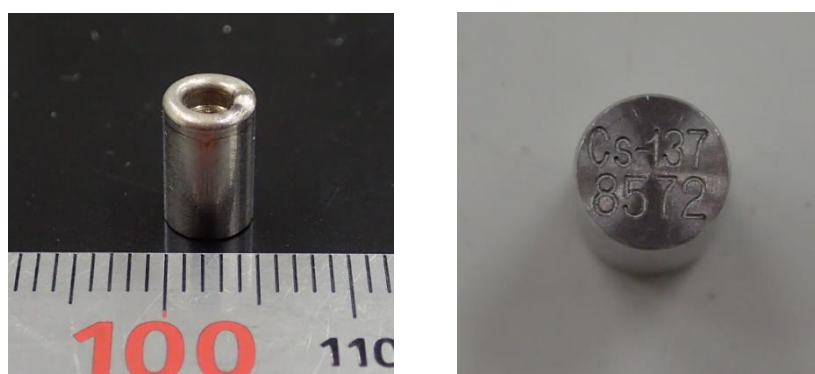


図 1 同型の線源 (左：外観 右：底の彫刻面)

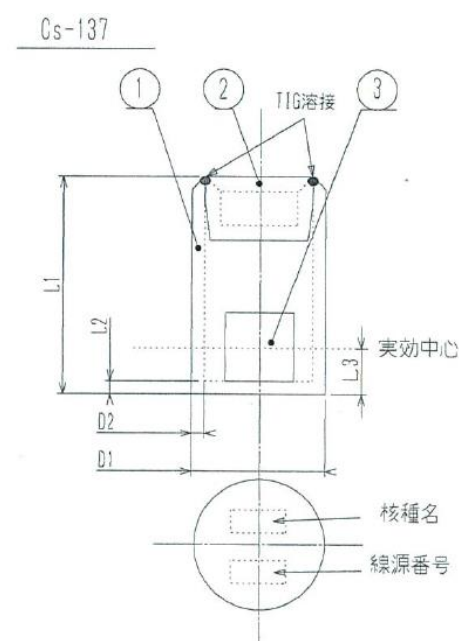


図 2 形状*

表1 寸法※

	寸法[mm]	公差[mm]
D1	5.2	±0.5
D2	0.5	±0.2
L1	8.5	±0.5
L2	0.5	±0.2
L3	2.0	±0.5

表2 原材料※

	品名	材質
①	カプセル	ステンレス鋼
②	カプセル	ステンレス鋼
③	放射性同位元素	多孔質セラミックスに吸着

※：公益社団法人日本アイソトープ協会の安全取扱説明書から引用

(2) 所在不明となった密封線源の保管および使用の場所

弊社では、表示付認証機器は、鉛容器や専用ケースに収納した状態で、デジタルテンキーにより入室管理されている弊社技術統括本部新材料開発部（以下、単に「新材料開発部」という。）本館2階第4研究室（図4）に設置した所定の金庫内に施錠して保管することになっていた。

今回所在不明となった密封線源を購入した際に付属していた専用の鉛容器は図3に、保管場所である金庫の所在は図5に示すとおりである。

また、所在不明となった密封線源を使用していた場所は、図4に示す新材料開発部本館2階第4研究室、および別棟1階第6研究室である。

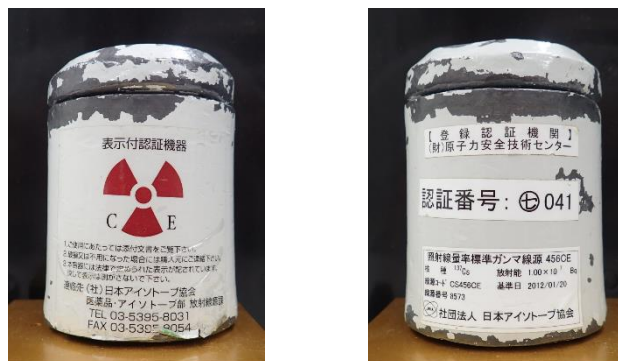


図3 所在不明となった密封線源専用の鉛容器（左：正面 右：背面）

新材料開発部建物配置図

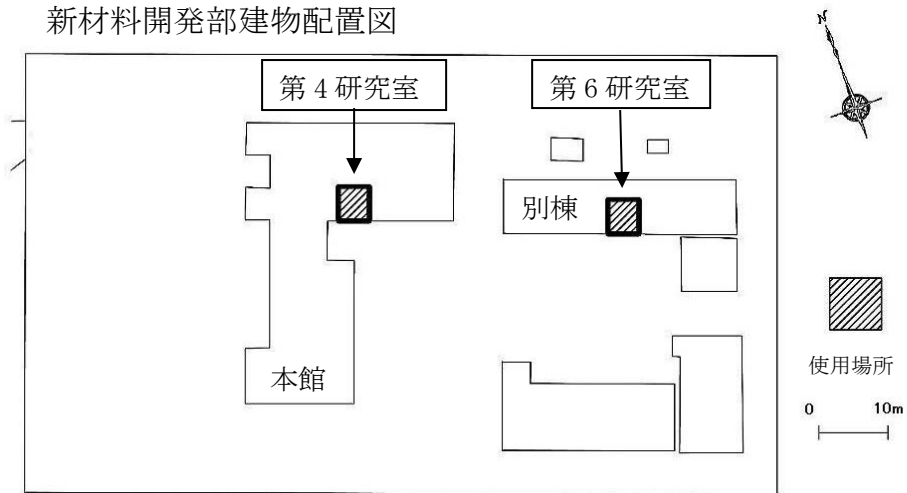


図4 所在不明となった密封線源の使用場所
(本館2階第4研究室、別棟1階第6研究室)

新材料開発部本館2階平面図

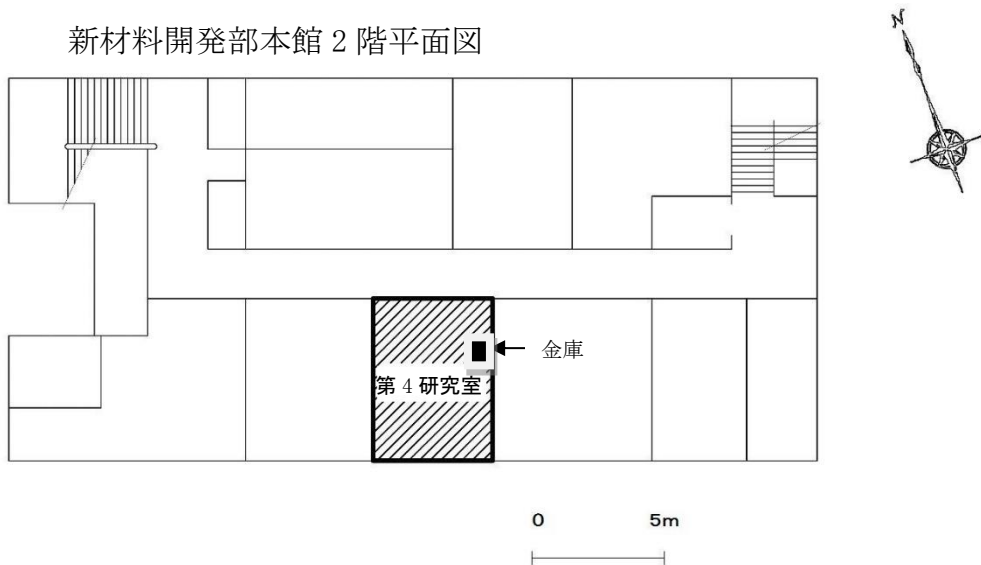


図5 所在不明となった密封線源の保管場所 (本館2階第4研究室の金庫内)

(3) 用語の定義

以下、この報告において使用する各用語の定義は、次のとおりである。

用語	定義
密封線源	放射性物質が漏れないように容器に密封された放射線源を指す。この報告で「密封線源」とを使用する場合、次に定義される表示付認証機器であるものとそうでないものの両方を含む。
表示付認証機器	「放射性同位元素等の規制に関する法律」第12条の5第2項に定義される。ただし、この報告で「表示付認証機器」を使用する場合、弊社が購入した、密封線源であるものを指す。
本件線源	本事象において所在不明となっている、上記(1)に記載の表示付認証機器である密封線源を指す。
10MBq セシウム線源	表示付認証機器で、設計認証番号④041、核種セシウム 137、公称放射能 10MBq の密封線源を指す。なお、本件線源は、この 10MBq セシウム線源である。
3.7MBq セシウム線源	表示付認証機器でない、核種セシウム 137、公称放射能 3.7MBq の密閉線源を指す。
セシウム線源	10MBq セシウム線源と 3.7MBq セシウム線源を併せたものを指す。

(4) 経緯

以下に、本件線源の所在不明を判断した経緯を示す。

日時	状況と処置
2019/12/9 9:00	サーベイメータ開発に関する事業の終了に伴い、弊社で所有する密封線源の使用廃止手続きを行うため、保管状況の確認を行ったところ、11個の表示付認証機器のうち 10MBq セシウム線源 1個の所在が確認できないことが弊社職員から管理責任者に報告された。
12/9 13:00頃	管理責任者を含む弊社職員 4名で報告内容の確認を行ったところ、保管場所である新材料開発部の金庫内に本件線源がないことが確認された。
12/9 ～ 12/12	管理責任者が退職者を含む本件線源の使用者に連絡したところ、所定の場所以外で使用した可能性は低いと判断した。管理責任者を含む弊社職員 4名で、本件線源の使用場所を中心にサーベイメータを用いて捜索したが、発見できなかった。
12/12 10:14	本件線源の所在の確認を行っている旨を原子力規制委員会 原子力規制庁 事故対処室に連絡した。

日時	状況と処置
12/12 ～ 12/16	管理責任者を含む弊社職員 4 名で、本件線源の使用場所を再度検索し、更にその周辺、更衣室等も検索したが、発見には至らなかった。
12/16 9 : 00	本館、別棟内の使用場所、物置等の考えられる場所を搜索したが、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。以下「本事象」という。）に該当すると判断した。
12/16 9 : 55	本件線源の所在不明を茨城県つくば中央警察署に届け出た。
12/16 10 : 40 ～12 : 30	つくば中央警察署による事情聴取および現場検証が行われた。
12/16 13 : 29	本件線源の所在不明を原子力規制委員会 原子力規制庁 事故対処室に通報した。

Ⅲ. 事象への対応

1. 調査等の実施およびその結果

1-1. 調査等の実施

2019 年 12 月 16 日に本件線源の所在不明について原子力規制委員会へ通報した後、本件線源の発見および本事象の原因追究を目的として、以下の搜索および調査（以下「本件調査等」という。）を実施した。

(1) 搜索

2019 年 12 月 19 日に新材料開発部の職員 5 名および管理部門の職員 2 名の計 7 名で、新材料開発部の敷地全域を搜索した。搜索時は、目視に加えてサーベイメータも使用した。

また、2020 年 2 月 10 日に新材料開発部の職員 3 名で、保管場所の金庫周辺、およびサーベイメータ開発に係る物品を収納している倉庫を再度徹底的に搜索した。

(2) 聞き取り調査等

ア. 業務の関係者

2019 年 12 月 17 日から 2020 年 2 月 13 日にかけて、本件線源を扱っていた職員（退職者を含み、以下「担当職員」という。）、担当職員が所属している（していた）部署の長、直属の上長、同僚および部下等の全員（以下「聞き取り対象者」と総称する。）を

対象に、対面、電話またはメールによる聞き取り調査（以下「本件聞き取り調査」という。）を実施した。また、聞き取り対象者から、表示付認証機器に関する業務の報告書や各種記録等の提出を受けた。

イ. 産業廃棄物処理業者

本件聞き取り調査の結果を踏まえ、2020年1月27日から2020年2月14日にかけて、新材料開発部が排出する事業系一般廃棄物および産業廃棄物を扱う収集運搬・処分業者を対象に、対面、電話または電子メールによる聞き取り調査を実施した。また、本事象の発生から本件調査等の実施に至る期間の放射性核種濃度測定記録の提供を要請し、当該記録を入手、確認した。

1-2. 本件調査等の結果

本件調査等から判明した事項および推察される事項は、以下のとおりである。

(1) 本件線源の行方および紛失の経緯について

本件聞き取り調査の結果、本件線源の行方や紛失の経緯について心当たりのある聞き取り対象者は、いなかった。

(2) 表示付認証機器の保管および取扱いについて

ア. 10MBq セシウム線源の使用用途

弊社における10MBqセシウム線源の使用用途は、主にサーベイメータの測定および校正（発光量およびエネルギー分解能の測定）であったが、そのほかにシンチレータ結晶の物性評価および乳房用PETの分解能マッピング評価（以下、サーベイメータの測定および校正と併せて「本件作業」と総称する。）にも10MBqセシウム線源を使用していた。

本件聞き取り調査から、本件作業はいずれも、新材料開発部の敷地内でしか行うことがなかったことが判明した。

なお、弊社は、表示付認証機器でない密封線源も所有しており、10MBqセシウム線源とは別に、3.7MBqセシウム線源1個を所有している。本件聞き取り調査から、担当職員は、本件作業において、10MBqセシウム線源だけでなく3.7MBqセシウム線源も使用していたことが判明している。

イ. 手順書およびルール整備不足

新材料開発部では、公益社団法人日本アイソトープ協会から表示付認証機器を購入する際に受領した『安全取扱説明書』（以下、単に「取扱説明書」という。）および新材料開発部が定めた測定作業標準手順書（以下「マニュアル」という。）に従って表示付認証機器の保管および取扱いを行うこととなっていた。

このマニュアルの内容は、測定手順に関するものが中心で、表示付認証機器の適正管理に関して具体的な事項を定めた手順書等は存在していなかった。

表示付認証機器の使用状況および保管場所からの出入庫については、簡易的にホワイトボード等で使用者を記載する程度で、紙面または電磁的記録での使用・出入庫記録等は作成しておらず、その義務づけもしていなかった。

ウ. 保管の実態

表示付認証機器は、取扱説明書に従い、購入時に付属している専用の容器に1つずつ収納し、施錠した金庫（RI 貯蔵箱）で保管する必要があった。しかし、担当職員は、円柱形の表示付認証機器について、複数を同じ鉛容器に収納したり、弊社が独自に用意した鉛容器に収納したりしていた。また、保管場所である金庫は、鍵が常時差し込まれて未施錠の状態となっており、担当職員が取扱説明書に従った保管をしていなかったことが判明した。

エ. 本件作業時の 10MBq セシウム線源の取扱い方法

担当職員は、本件作業で 10MBq セシウム線源を使用する場合、10MBq セシウム線源を鉛容器に入った状態で金庫から取り出し、そのまま計測装置まで運んだ後、鉛容器から取り出して使用していた。

10MBq セシウム線源は、円柱形で小さいため、計測装置から転落しやすい。そのため、マニュアルにおいて、転落防止のため、10MBq セシウム線源をガムテープで計測装置に貼り付けて使用することを定めていた。また、本件聞き取り調査の結果から、担当職員は、マニュアルの当該定めを遵守し、ガムテープでの貼り付けを徹底していたことが伺われた。

次に、本件作業後の片づけについて、本来であれば、使用した 10MBq セシウム線源を計測装置と貼り付けに使用したガムテープから外し、鉛容器に入れて保管場所である金庫に戻すことになる。しかし、本件聞き取り調査の結果から、担当職員が、

- ・貼り付けに使用したガムテープを廃棄せず、計測装置の付近に放置する
- ・10MBq セシウム線源を計測装置から外した後、ガムテープから外すのを怠る
- ・10MBq セシウム線源をガムテープに付着した状態で鉛容器に入れる
- ・10MBq セシウム線源を収納した鉛容器を保管場所である金庫に戻さず、計測装置の付近に放置している

といった、きちんと片づけができていないケースがあったことが判明している。

オ. 密封線源を紛失したときの対応

第 1 種放射線取扱主任者の資格を取得している担当職員 A から、本件線源その他の密封線源を落としたり、紛失したりしたことに気付いたときは、サーベイメータ等を用いて必ず探し出していたとの証言が得られた。

複数の担当職員からも、同様の趣旨の証言が得られており、また、担当職員 A からは、他の担当職員がサーベイメータ等を使用して紛失した密封線源を捜しているのを見たことがあるとの証言も得られた。

カ. 担当職員および管理責任者の意識不足

第 1 種放射線取扱主任者の資格を取得している担当職員 A のほか、大学・教育機関などで開催される放射線関係の講習・研修を受講している担当職員が多く、「放射性同位元素等の規制に関する法律」についてある程度の知識を有していた。一方で、表示付認証機器の取扱いが法律上規制の対象となることについて、意識が十分でなかったことが伺われた。

なお、弊社は、担当職員や管理責任者に対し、表示付認証機器について OJT 以外の教育の場・機会を設けていなかった。

キ. 管理責任者による管理の不全

放射線安全管理について、管理責任者を設置していたが、本件聞き取り調査の結果、以下の事項が判明した。

- ・放射性同位元素等の規制に関する法律や表示付認証機器の取扱いに関する知識・意識が十分でなかったこと。
- ・管理責任者は、2015 年 1 月 29 日付で原子力規制委員会に「表示付認証機器使用変更届」を提出する際、本件線源の現物確認を怠った可能性が高いこと。
- ・表示付認証機器の取扱いや管理を、担当職員に任せきりにしていたこと。

ク. セシウム線源に関する担当職員および管理責任者の把握状況

前述のとおり、弊社は、10MBq セシウム線源 3 個および 3.7MBq セシウム線源 1 個を所有している。

しかし、本件聞き取り調査の結果から、管理責任者および多くの担当職員は、セシウム線源の個数と放射能強度について正しく把握していなかったことが判明した。また、新材料開発部において、セシウム線源の個数と放射能強度に関する正しい情報や、それが容易に分かる資料が共有されていなかったことも判明した。

ケ. セシウム線源についての担当職員の証言

担当職員 B から、2012 年 4 月に、10MBq セシウム線源と専用の鉛容器が 1 対 1 で保管されていること、および 10MBq セシウム線源が 3 個あることを確認した、という趣旨の証言を得た。

また、担当職員 A から、2013 年 9 月時点で、10MBq セシウム線源は 2 個であった旨の証言があり、他の担当職員からも同趣旨の証言が得られた。

(3) 誤廃棄の可能性について

ア. 搜索の結果、本件線源は、新材料開発部の敷地からは発見されなかった。

イ. 10MBq セシウム線源を用いての本件作業は、新材料開発部の敷地内でしか行うことがなかったことから、本件線源が新材料開発部の敷地外で紛失した可能性は、極めて低いと考えられる。

ウ. 聞き取り対象者の誰も、本件線源の行方や紛失の経緯に心当たりがなく、また、担当職員 A を含め複数の担当職員が、密封線源を紛失した場合は必ず捜し出していたと証言していることから、担当職員が本件線源の紛失時に、その事実に気付かなかった可能性が高いと考えられる。

エ. 上記(2)エ. 記載のとおり、本件作業後の片づけがきちんとできていないケースがあったことが判明しているが、10MBq セシウム線源がガムテープに付着した状態で、保管場所に戻されず放置されていれば、他の者が 10MBq セシウム線源が付着していることに気づかず、誤ってガムテープごと 10MBq セシウム線源を廃棄してしまう可能性が高い。

また、単純に、担当職員がガムテープから外すのを失念し、誤ってガムテープごと廃棄してしまった可能性も考えられる。

オ. 以上を踏まえると、本件線源は、本件作業後、保管場所に戻されることなく、ガムテープに付着した状態で誤って廃棄され、担当職員が誤廃棄に気付かないまま、他の事業系一般廃棄物または産業廃棄物と一緒に産業廃棄物処理業者に引き渡された可能性が極めて高いと考えられる。

カ. 上記(2)ケ. 記載の担当職員 B および A の証言から、10MBq セシウム線源は、2012 年 4 月時点では 3 個存在したが、2013 年 9 月時点では 2 個しか存在しなかった可能性が極めて高い。よって、本件線源が誤廃棄された時期は、2012 年 4 月～2013 年 9 月と推察される。

キ. 本件線源が誤廃棄された場合、その使用形態を踏まえると、事業系一般廃棄物（ごみ、紙くず、木くずなど）または産業廃棄物（汚泥、廃プラ）として産業廃棄物処理業者（以下「A 社」という。）に引き渡されることになる。

事業系一般廃棄物として A 社に引き渡された場合、廃棄物関係記録から、当該廃棄物は A 社から中間処理業者（以下「B 社」という。）に直接運び込まれ、B 社による処理後、最終処分場において埋立て処分されることが判明している。

産業廃棄物として A 社に引き渡された場合、廃棄物関係記録から、A 社の処理施設で

焼却処理された後、最終処分場において埋立て処分されることが判明している。

ク. よって、本件線源は、2012年4月から2013年9月までに誤廃棄され、以降長期間にわたり、所在不明となっていた可能性が極めて高いと考えられる。また、誤廃棄されたとすれば、A社またはB社での中間処理後、最終処分場に埋立て処分された可能性が極めて高い。

1-3. 本件調査等により判明または推察した本事象の時系列

本件調査等により判明または推察した、本事象の時系列を以下に示す。

2010/ 4/27	(本件線源でない) 10MBq セシウム線源を1個購入。
2012/ 2/27	(本件線源を含め) 10MBq セシウム線源を2個購入。
2012/4 ~2013/9	この時期に、本件線源を誤廃棄した可能性が極めて高い。
2015/ 1/29	管理責任者が本件線源の現物確認を行わずに、原子力規制委員会に「表示付認証機器使用変更届」を提出した可能性が高い。
2019/ 12/16	本件線源の所在不明を原子力規制委員会 原子力規制庁 事故対処室に通報。

2. 人体影響および環境影響

(1) 本件線源(セシウム137、10MBq)の人体への影響について、実効線量率を以下の計算式で評価した。

$$\text{実効線量率} = \text{実効線量率定数} \times \text{放射能} / (\text{線源からの距離の2乗})$$

$$\text{セシウム137の実効線量率定数は} 0.0779 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{MBq} / \text{h}$$

上記の式から、本件線源から1mの距離の位置における実効線量率は、 $0.779 \mu\text{Sv/h}$ と計算される。なお、本件線源から約2.6mの距離の位置において1年間(24時間365日)に受ける実効線量は、一般公衆の線量限度の 1mSv/年 と同程度であるが、本件線源から約2.6m以内の場所に長時間いることは考えにくい。したがって、本件線源による人体への影響は、限定的であり、人体に直ちに重篤な影響を与えることはないと考えられる。

同様に環境への影響について、1cm線量当量率を以下の式で評価した。

$$1\text{cm線量当量率} = 1\text{cm線量当量率定数} \times \text{放射能} / (\text{線源からの距離の2乗})$$

$$\text{セシウム137の1cm線量当量率定数} 0.0927 \text{ [} \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq/h} \text{]}$$

上記の式から、本件線源から1mの距離における1cm線量当量率は、 $0.927 \mu\text{Sv/h}$ と計算される。なお、本件線源から3mの距離の位置における1cm線量当量率は、約 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ であり、新材料開発部敷地内のバックグラウンドと同程度となる。したがって、本件線源が環境に与える影響は、局所的であり、小さいと考えられる。

※：出典は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」

(2) 次に、本件線源が誤廃棄された場合の処分経路の評価を行った。

ア．事業系一般廃棄物は、A社の運輸部に引き取られた後、B社に直接運ばれ、焼却される。焼却後の焼却灰は、B社の管轄の下、最終処分場に運ばれて埋立て処分される。

図6に、弊社が入手した、B社で測定された『焼却灰（主灰、飛灰）の放射性核種濃度測定（2011年7月～2016年12月）』のデータをまとめたものを示す。B社が処理した焼却灰のセシウム137放射線濃度について、誤廃棄した可能性が高い時期の始期である2012年4月から2016年12月まで（以下「本件期間1」という。）で最も高い数値は、飛灰の $1,730\text{Bq/kg}$ であった。

本件期間1の焼却灰は、全て埋立て可能な放射線濃度であるとして最終処分場で埋立て処分されており、そこに本件線源が含まれていたとしても、人体・環境に及ぼす影響は小さいと考えられる。

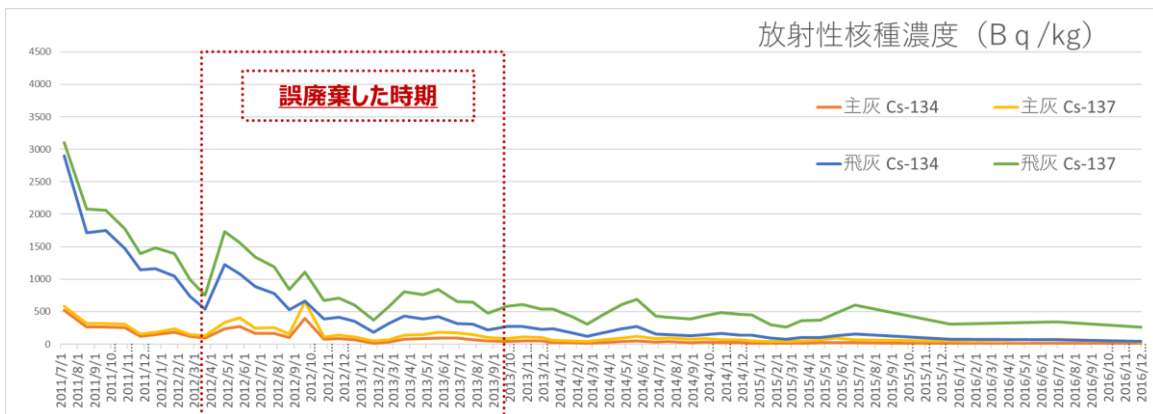


図6 B社で測定された焼却灰（主灰、飛灰）の放射性核種濃度測定結果

イ．産業廃棄物は、A社の運輸部に引き取られ、その後A社にて焼却処分される。焼却後の焼却灰等は、A社の管轄の下、最終処分場に運ばれて埋立て処分される。

図7に、弊社が入手した、A社で測定された『焼却灰（主灰、飛灰）の放射性核種濃度測定（2011年7月～2018年9月）』のデータをまとめたものを示す。A社が処理した焼却灰のセシウム137放射線濃度について、誤廃棄した可能性が高い時期の始期である2012

年 4 月から 2018 年 9 月まで（以下「本件期間 2」という。）で最も高い数値は、飛灰の 4,160Bq/kg であった。

本件期間 2 の焼却灰は、全て埋立て可能な放射線濃度であるとして最終処分場で埋立て処分されており、そこに本件線源が含まれていたとしても、人体・環境に及ぼす影響は小さいと考えられる。

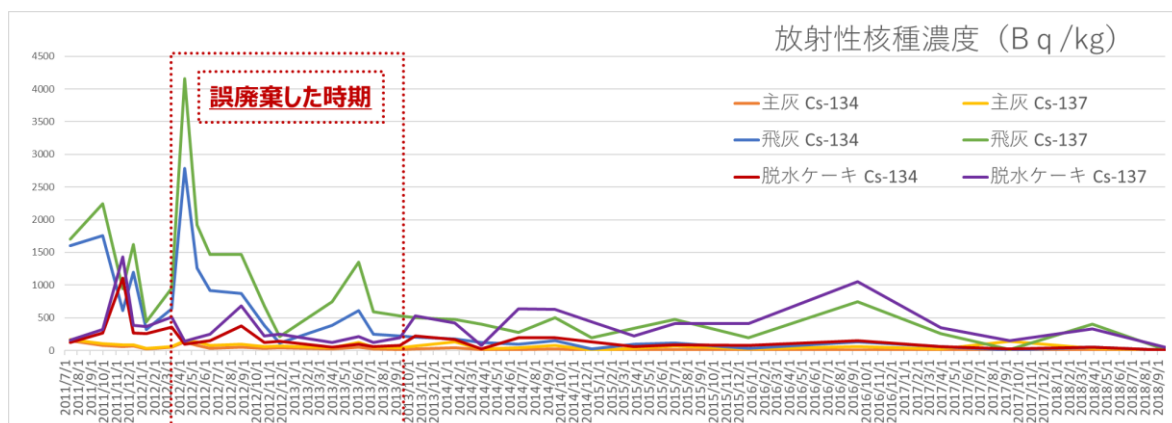


図 7 A 社で測定された焼却灰（主灰、飛灰）の放射性核種濃度測定結果

（注）図 7 において、2012 年 4 月から 5 月にかけて、飛灰のセシウム 137 放射線濃度が高くなっているが、飛灰のセシウム 134 も同じく高濃度になっていることから、この高濃度が本件線源由来のものと断定することはできない。

3. 原因と対策

3-1. 原因

本事象については、本件線源が所在不明となったにもかかわらず、管理責任者および担当職員がその事実をすぐに認識できなかったことが、長期間所在不明となった直接の原因であるが、根本的および具体的な要因は、以下のとおりと考えられる。

(1) 表示付認証機器について、新材料開発部において管理責任者が厳格に管理すべきものであるにもかかわらず、その重要性に対する認識の欠如から、しっかりとした管理体制の構築・運用をしていなかったこと。

ア. 紛失防止や紛失事実の早期発見のための仕組みといった、適正管理の観点からのルール・手順を設定しておらず、表示付認証機器の保管場所からの出入庫およびその数について記録・確認する仕組みもなかった。

イ. セシウム線源の個数や放射能強度について、新材料開発部において正しい情報を共有していなかった。

ウ. 表示付認証機器の取扱いおよび管理を担当職員に任せきりにしていたため、紛失防止や紛失事実の発見については、使用した担当職員の注意にのみ依存する状態とな

っており、当該担当職員が紛失の事実に気付かなければ、誰も紛失の事実を認識できない体制となっていた。

エ. 上記ア. からウ. の要因が重なり、本件線源の紛失が長期間発覚しなかった。

(2) 担当職員や管理責任者に対し、表示付認証機器の適正管理に必要な知識・意識を身につけさせる仕組みがなかったこと。

ア. 担当職員が利便性を優先し、取扱説明書に反して表示付認証機器を複数まとめて鉛容器に収納するようになるなど、慢性的にルール・手順違反の運用が行われており、正しい知識に基づいて厳格な取扱いを行うという意識が不足していた。

イ. OJT 以外に教育・研修の場を設けておらず、担当職員および管理責任者が表示付認証機器に関する知識・意識不足を是正する機会を担保できていなかった。

3-2. 対策

(1) 表示付認証機器の速やかな使用廃止

弊社は、2019年8月にサーベイメータの製造販売事業を弊社グループ外の企業に譲渡し、サーベイメータの開発その他の表示付認証機器を使用する事業を終了している。そのため、今後は表示付認証機器を使用する予定はなく、本件線源以外の表示付認証機器については、取扱説明書および関係法令の定めに従い、速やかに使用廃止の手続きを行うこととする。

(2) 使用廃止の完了までの適正管理

上記(1)の使用廃止の完了まで、以下の方法により、本件線源以外の表示付認証機器について適正な管理を行う。

- ・ 取扱説明書に従い、専用の容器に収納すること。
- ・ 表示付認証機器の管理簿を作成し、取扱いおよび保管場所からの出入庫について記録すること。
- ・ 表示付認証機器の管理状況について、定期的に複数人でチェックすること。
- ・ 表示付認証機器の管理状況について、新材料開発部および関係部署において周知・共有すること。

3-3. 今後の対応

本件線源は、最終処分場で埋立て処分されたと考えられるが、その所在について新たな情報が得られた場合は、検索を実施するなどして、本件線源の発見に努める。

また、廃棄処分ルートについて新たな情報が得られた場合は、速やかに内容を確認し、いずれの場合についても、原子力規制委員会、警察署および管轄自治体に報告する。

以上