

平成 30 年 9 月 20 日

原子力規制委員会 殿

東京都千代田区九段南 4 丁目 7 番 3 号

能美防災株式会社

代表取締役社長 伊藤 龍典

放射性同位元素(RI)を装備したイオン化式探知器の所在不明について

標記の件につきまして、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第 31 条の 2 の規定に基づき、別紙の通りご報告致します。

I. 件名

放射性同位元素(以下、RI という)を装備したイオン化式探知器の所在不明について

II. 事象の内容

1. 報告者

能美防災株式会社
東京都千代田区九段南 4 丁目 7 番 3 号
代表取締役社長 伊藤 龍典

2. 所在不明となった場所

能美防災株式会社 妻沼東事業所 メヌマ工場
埼玉県熊谷市妻沼 5058 番地

3. 事象

当社では、火災を感知する火災感知器の製造・販売を行っており、その感知器の一種に RI を装備したイオン化式探知器（以下、イオン感知器という）がある。

平成 29 年度下期決算棚卸（平成 30 年 3 月実施）にて、イオン感知器を含む廃棄対象品目の廃棄を実施した。通常イオン感知器を廃棄する際は、装備された RI を取り外し、指定業者※1 へ引き渡している。しかし、今回は RI 取り外し業務へ引き渡されず、RI を装備したまま誤って産業廃棄物処理業者（以下、A 社という）へ引き渡された。

※1：法令上、イオン感知器を廃棄する際は、許可使用者又は許可廃棄業者へ引き渡すことが義務付けられている。当社が廃棄する際は、許可廃棄業者である日本アイソトープ協会へ引き渡している。

4. 所在不明となった RI を装備したイオン感知器の情報

製品名 : FDS511 34 台 (中間処理前に回収)
FDS523-I 107 台
合計台数 : 141 台
装備している RI : ^{241}Am 85.1kBq 密封線源×2 個/台
状態 : イオン感知器及び線源の外観を以下に示す。



写真 1. イオン感知器の外観 (直径約 10cm、高さ約 7cm)

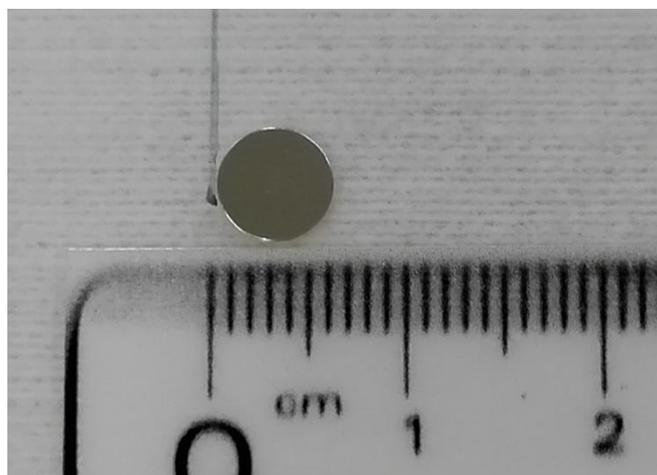


写真 2. ^{241}Am 密封線源の外観 (直径 6mm、厚さ 0.2mm)

Ⅲ. 事象への対応

1. 調査内容及び結果

(1) イオン感知器の搜索

平成 30 年 4 月 9 日、A 社へ現場確認を実施したい旨の連絡を実施。翌 10 日に受け入れ可能との回答を受けたため、以下の搜索を実施した。

①中間処理※₂施設の現場確認

→平成 30 年 4 月 10 日、A 社中間処理施設の現場確認を実施した。その結果、中間処理前の状態で「FDS511」34 台が発見されたため、即時回収を行った。残りの「FDS523-I」107 台は、既に中間処理済みであり、最終処理施設へ引き渡されたとの報告を受けた。

翌 11 日、最終処理施設の現場確認を実施したい旨の連絡を実施。16 日に受け入れ可能との回答を受けた。

※₂：本件については、破砕処理を示す。

②最終処理※₃施設の現場確認

→平成 30 年 4 月 16 日、A 社最終処理施設の現場確認を実施した。その結果、107 台の発見には至らなかった。107 台があると思われるエリアは、既に埋め立てされ土砂による覆土が実施されていた。

※₃：本件については、埋め立て処理を示す。

③A 社への聞き取り

→平成 30 年 4 月 12 日、A 社へ聞き取りを実施した。その結果、当該 107 台を含む廃棄物の時系列が判明したため、以下に示す。

日 時	状 況
平成 30 年 3 月 30 日	A 社中間処理施設受け入れ →荷下ろし
同 4 月 2 日	中間処理を実施 →運搬車両へ積み込み
同 4 月 3 日	A 社中間処理施設から持ち出し →A 社最終処理施設受け入れ →最終処理を実施

以上より、当該 107 台は、4 月 3 日時点で最終処理まで実施済みであったことが判明した。

(2) 時系列調査

イオン感知器誤廃棄の認識に至るまでの、詳細な時系列調査を実施した。

- ・調査対象期間

平成 30 年 3 月 2 日～平成 30 年 4 月 6 日

- ・調査対象

当社及び業務委託会社の関係者

- ・調査方法

聞き取りによる

- ・調査結果

イオン感知器誤廃棄の認識に至るまでの詳細な時系列調査結果を以下に示す。

日 時	状 況
平成 30 年 3 月 2 日	平成 29 年度下期決算棚卸において、耐用年数を過ぎた製品や部品を廃棄する対象品明細書を生産管理課長 B の検証、工場長 C の承認を経て、決裁申請のため本社へ提出。
同 3 月 12 日	分別業務の前任者である生産管理課倉庫係 D は今回初めて当該業務を行う倉庫係 E に対し、対象品明細書にイオン感知器 141 台があるので分別を行い適切に処理するよう、メールで連絡した。写しを B、倉庫係長 F、倉庫係リーダー G へ送付した。
同 3 月 16 日	決裁承認の連絡を受け、当該品の廃棄が確定。
同 3 月 19 日	F が当該品を含む廃棄のための出庫伝票を発行し G へ渡す。G が伝票を業務委託会社担当 H へ渡し、当該品の出庫指示を行う。
同 3 月 23 日	H が倉庫より当該品を出庫し、廃棄対象品仮置場へ移動。
同 3 月 26 日	E と F は、廃棄対象品仮置場にある廃棄物の分別を行う日であったが、実施しなかった。
同 3 月 30 日	総務課 I 立会のもと、当該品を含む廃棄物を A 社へ引き渡す。
同 4 月 4 日	B が、C に対して実際に廃棄処理をした明細書の説明を実施。その際、当該品が分別されずに廃棄されている可能性があることが判明。そのため、A 社へ状況確認を実施。
同 4 月 5 日	A 社より、当該品は最終処理済みとの報告を受けた。
同 4 月 6 日	上記回答を受けて、原子力規制委員会へ報告を実施。

2. 原因

これまでの調査結果より、イオン感知器誤廃棄の原因は以下と考える。

(1) 分別業務担当者の認識不足

分別業務担当者は、イオン感知器の分別に対して法令に基づく作業であるという認識を持っていなかった。そのため、業務多忙により分別作業を実施しなかった。

(2) 管理体制の不備

分別業務は、一般機器類と RI が装備されているイオン感知器を同時に出庫し、後で分別する方法を取っていた。そのため、分別確認は担当者のみとなり、管理体制が十分では無かった。

3. 再発防止策

上記原因に対する再発防止策として、以下を実施する。

(1) 特別教育の新設

生産管理課、総務課、業務委託会社の関係者を対象とする「イオン感知器取扱部所向け RI 教育」を新設し、これを毎年実施する。これにより、分別廃棄業務の関係者を継続的に教育する。

(2) 管理体制の見直し

業務手順を見直し、出庫前に対象品明細書上で分別を実施する。併せて、倉庫係長が確認することとする。

また、出庫後は直接 RI 取り外し業務へ移行する手順とする。

さらに、イオン感知器に関する部品・製品の在庫管理は、注意表示（写真3参照）を設けた専用エリア（写真4参照）で行う。また、上記部品・製品の出入庫は、(1)の教育を受けた者が行うこととする。

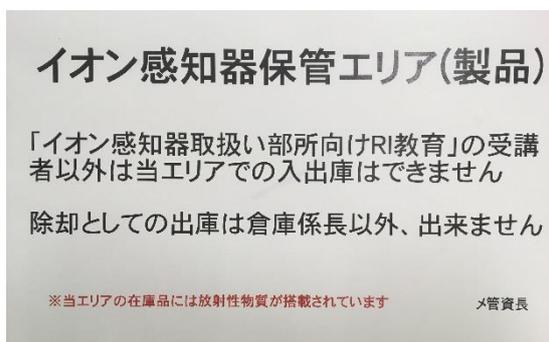


写真3. 注意表示



写真4. 専用エリア

4. 人体及び環境への影響評価

作業や周囲環境への影響について、以下のように評価を行った。

(1) A 社中間処理施設（詳細は別添資料 1 を参照）

①外部被ばくについて

イオン感知器を素手で持った場合の線量は $1.7[\mu\text{Sv/h}]$ 程度となる。なお、この値はイオン感知器筐体や手袋、梱包箱等による遮蔽を無視したものであり、実際はさらに小さくなる。以上より、放射線障害のおそれはない。

②内部被ばくについて

破砕機内部等の汚染が考えられる 4 か所についてスミア法にて測定した。

測定箇所	サンプル No	カウント数 [count/min]	カウント数 [count/10min]	表面密度 [Bq/cm ²]
BG	①	0	1	
ビット前 コンベア	①	1	1	BG
	②	0		BG
プッシャー	①	0		BG
	②	0		BG
ローター	①	0		BG
	②	1	0	BG
集塵機	①	0		BG
	②	0		BG

結果、表面密度は BG（バックグラウンド）程度であることを確認している。そのため、飛散した可能性は極めて小さい。

③環境について

当該廃棄物は、シートで飛散防止措置を取られた運搬車で輸送されたため、輸送時の飛散の可能性は極めて小さい。

(2) A 社最終処理施設（詳細は別添資料 2 を参照）

①外部被ばくについて

当該施設では空間線量測定を定点観測しており、当該品埋め立てエリア周辺 4 点の埋め立て前後の線量に有意な差異は確認されていない。

[単位： $\mu\text{Sv/h}$]

測定日	測定地点			
	1	2	4	6
平成 30 年 1~3 月の平均	0.106	0.116	0.107	0.121
平成 30 年 4 月 4 日	0.108	0.112	0.100	0.106

また、当社測定でも BG 程度であることを確認している。そのため、放射線障害のおそれはない。

②内部被ばくについて

土砂による覆土が 0.5m 行われていると報告を受けている。そのため、埋め立て状態での飛散の可能性は極めて小さい。

③環境について

当該 RI を含む廃棄物は、他の廃棄物と覆土の層の中間に位置していると報告を受けている。そのため、大気中への飛散及び地下水への流出の可能性は極めて小さい。

5. 今後の対応

今後は、再発防止対策の着実な実行とその有効性評価を適宜行い、継続的な改善に取り組んでいく。

また、現状の埋め立て状況を踏まえ、人や環境への影響が見込まれる事態が生じた場合には必要な措置等を図ることとする。

以上

A 社中間処理施設の放射線影響
調査結果報告書詳細

I. 事象の内容

1. 事象

当社が廃棄した放射性同位元素（以下、RI という）を搭載しているイオン化式探知器（以下、イオン感知器という）が、A 社中間処理施設に 141 台持ち込まれ、107 台が中間処理されたと考えられる。

2. RI の詳細

製品名 : FDS511 34 台（中間処理前に回収）
 FDS523-I 107 台
合計台数 : 141 台
装備している RI : ^{241}Am 85.1kBq（密封線源）×2 個/台
線源寸法 : ϕ 6mm×厚さ 0.2mm



写真 1. イオン感知器の外観（直径約 10cm、高さ約 7cm）

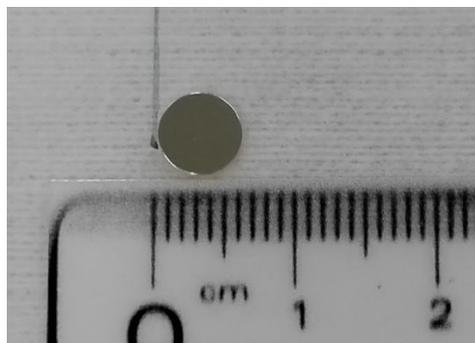


写真 2. ^{241}Am 密封線源の外観（直径 6mm、厚さ 0.2mm）

II. 人体及び環境への影響

1. 人への影響

①外部被ばく

●評価計算

・評価に用いる数値

(1) ^{241}Am の実効線量率定数 $\tau = 0.00396 [\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$

(2) イオン感知器の放射能 $Q = 0.1702 [\text{MBq}] \times 141 [\text{台}] = 23.9982 [\text{MBq}]$

(3) 線源からの距離 $r = 0.02 [\text{m}]$ (線源からイオン感知器表面までの距離: 2cm)

・評価に用いる条件

(1) 作業者は素手でイオン感知器 141 台を同時に触る状態を想定。

・評価計算

141 台当たりの実効線量 X は次式で示される。

$$\begin{aligned} X &= (\tau \times Q) / r^2 \\ &= 237.58 [\mu\text{Sv/h}] \\ &\doteq 0.24 [\text{mSv/h}] \end{aligned}$$

また、1 台当たりの実効線量 X' は次式で示される。

$$\begin{aligned} X' &= X / 141 \\ &\doteq 1.7 [\mu\text{Sv/h}] \end{aligned}$$

なお、上記の計算はイオン感知器筐体や手袋、梱包箱等による遮蔽を無視したものであり、実際はさらに小さくなる。

●実測

当社イオン感知器表面を電離箱式サーベイメータで線量を実測し、BG (バックグラウンド) 程度であることを確認している。

②内部被ばく

●評価計算

・評価に用いる数値

(1) ^{241}Am の実効線量係数 $e = 2.7 \times 10^{-2} [\text{mSv/Bq}]$

(2) 作業者の呼吸率 $B R = 1.2 [\text{m}^3/\text{h}]$

(3) 作業時間 $C = 7 [\text{h}]$

(4) マスクの捕集効率 $F = 0.935$

当該施設の作業員が着用していたマスクの仕様。

(5) イオン感知器の放射能 $Q = 0.1702 [\text{MBq}] \times 107 [\text{台}] = 1.82 \times 10^7 [\text{Bq}]$

(6) 施設の体積 $V = 18500 [\text{m}^3]$

幅 34.14m × 奥行 50.54m × 高さ 9.5m(最低部)、高さ 12m(最高部))

$$(34.14 \times 9.5 \times 50.54) + (34.14 \times 2.5 \div 2 \times 50.54) = 18548 \text{m}^3 \doteq 18500 \text{m}^3$$

(7) 施設の換気量 $A=259000$ [m³]

重機出入り口からの換気回数を 2 回/h、7h 当たりで算出。

・評価に用いる条件

- (1) 破砕機の破砕サイズ (数 cm) に対し線源が小さい ($\phi 6\text{mm} \times t0.2\text{mm}$) ため、破砕の恐れは低い、全ての線源が破砕されたと想定。
- (2) 本破砕機は集塵機を備えているため破砕機外への飛散の恐れは低い、全ての RI が飛散したと想定。
- (3) 飛散した RI を、単一の作業員が全て摂取した場合を想定。

・評価計算

内部被ばくの実効線量 X は次式で示される。

$$X = e \times I$$

I : 摂取量[Bq]

ここで、摂取量 I は、次式で示される。

$$I = D \times B \times R \times C \times (1 - F)$$

D : 空気中濃度[Bq/m³]

ここで、空気中濃度 D は、次式で示される。

$$D = Q / (V + A)$$

以上より、 X は以下の通りとなる。

$$X \doteq 0.97[\text{mSv}]$$

●実測

次項にて破砕設備等の汚染を実測し、BG 程度であることを確認している。以上より、環境中へ RI が飛散した恐れは低いため、内部被ばくの可能性は極めて小さい。

2. 設備への影響

放射性物質の付着が考えられる各箇所について、スミア式にて評価を行った。

測定器：α線シンチレーション装置 JDC-1813

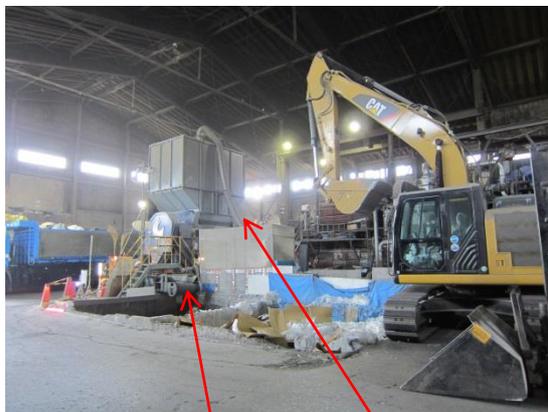
機器効率=60%以上/2π (メーカー仕様)

シンチレーター面積=φ50mm

ろ紙：東洋ろ紙 GB100R

測定結果

測定箇所	サンプル No	カウント数 [count/min]	カウント数 [count/10min]	表面密度 [Bq/cm ²]
BG	①	0	1	
ビット前 コンベア	①	1	1	BG
	②	0		BG
プッシャー	①	0		BG
	②	0		BG
ローター	①	0		BG
	②	1	0	BG
集塵機	①	0		BG
	②	0		BG



ビット前コンベア 集塵機



プッシャー ローター

間接測定法の計算式より、表面汚染密度Aは

$$A = (n - n_s) / (\epsilon_i \times F \times S \times \epsilon_s)$$

n : 総計数率 = 1count/600s = 0.0017[s⁻¹]

n_s : BG計数率 = 0[s⁻¹]

ε_i : 機器効率 = 60[%]

F : ふき取り効率 = 0.1

S : ふき取り面積 = φ 4.7[cm] ≒ 17.35[cm²]

ε_s : ふき取り試料の線源効率 = 0.25

$$A = 0.0065[\text{Bq}/\text{cm}^2]$$

⇒当社測定環境のBG程度である。

以上の結果より、放射性物質の付着は確認されない。

以上

A 社最終処理施設の放射線影響
調査結果報告書詳細

I. 事象の内容

1. 事象

当社が廃棄した放射性同位元素（以下、RI という）を搭載しているイオン化式探知器（以下、イオン感知器という）が、A 社最終処理施設に 107 台持ち込まれ、最終処理されたと考えられる。

2. RI の詳細

製品名 : FDS523-I
合計台数 : 107 台
装備している RI : ^{241}Am 85.1kBq（密封線源）×2 個/台
線源寸法 : ϕ 6mm×厚さ 0.2mm



写真 1. イオン感知器の外観（直径約 10cm、高さ約 7cm）

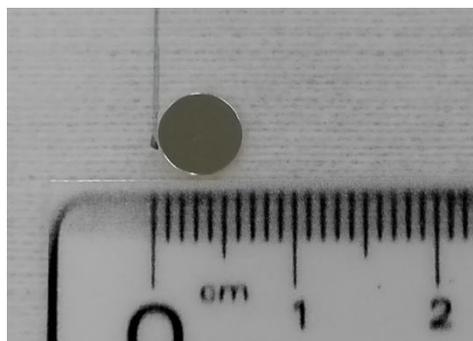


写真 2. ^{241}Am 密封線源の外観（直径 6mm、厚さ 0.2mm）

II. 人体及び環境への影響

1. 人への影響

①外部被ばく

●評価計算

・評価に用いる数値

(1) ^{241}Am の実効線量率定数 $\tau = 0.00396 [\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$

(2) イオン感知器の放射能 $Q = 0.1702 [\text{MBq}] \times 107[\text{台}] = 18.2114 [\text{MBq}]$

(3) 線源からの距離 $r = 0.5[\text{m}]$ (埋め立て時の覆土の高さ)

当該施設は、廃棄物 2m と覆土 0.5m を交互に重ねて埋め立てる方式 (サンドイッチ・セル方式) を採用している。

・評価に用いる条件

(1) イオン感知器 107 台が、地表に最も近い位置 (覆土に接する位置) に埋め立てられた状態を想定。

・評価計算

107 台当たりの実効線量 X は次式で示される。

$$X = (\tau \times Q) / r^2$$

$$X \approx 0.29 [\mu\text{Sv/h}]$$

●実測

現地にて電離箱式サーベイメータを用いて線量を実測し、BG (バックグラウンド) 程度であることを確認している。

また、当該施設では空間線量測定を定点観測しており、その測定データは以下の通りである。

[単位 : $\mu\text{Sv/h}$]

	測定地点							
	1	2	3	4	5	6	7	8
平成 30 年 1~3 月の平均	0.106	0.116	0.114	0.107	0.122	0.121	0.122	0.131
平成 30 年 4 月 4 日	0.108	0.112	0.123	0.100	0.123	0.106	0.123	0.127

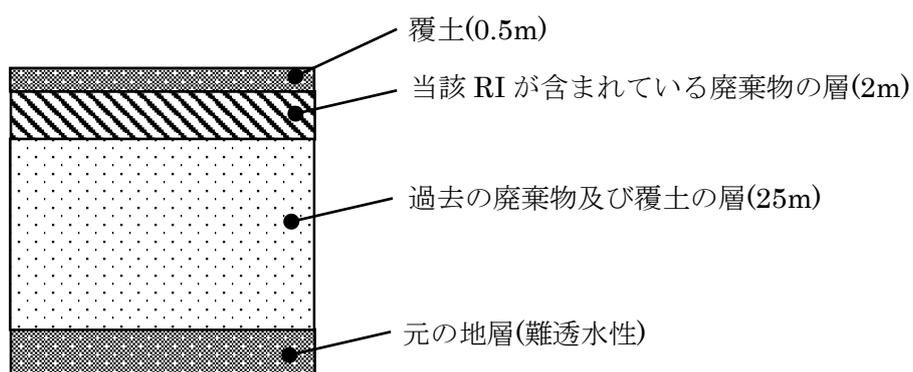
当該品埋め立てエリア周辺 4 点 (上表網掛け部、測定地点 1,2,4,6) の、埋め立て前後の線量に有意な差異は確認されない。

②内部被ばく

埋め立て作業は屋外で行われており、かつ作業者は防塵マスクを着用している。また、埋め立て後の廃棄物は、覆土されるため飛散の可能性は極めて小さい。以上より、内部被ばくの可能性は極めて小さい。

2. 環境への影響

聞き取りの結果回答された埋め立て状態を下に示す。



上図のように、当該 RI が含まれている廃棄物の層は、廃棄物 25m の層と覆土 0.5m の層の中間に位置しているとのこと。そのため、大気中への飛散及び地下水への流出の可能性は極めて小さい。

以上