

消保第 171-41号
平成30年11月7日

原子力規制委員会 殿

群馬県前橋市大手町一丁目1番1号
群馬県知事 大澤 正明

非常口表示板に内蔵された密封線源（トリチウム）の所在不明について

標記の件について、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則第28条の3の規定に基づき、平成30年10月1日付けで報告した標記の件について原因と対策をとりまとめましたので、下記のとおり報告いたします。

記

1 件名

非常口表示板内の密封線源の所在不明について

2 事象の内容

(1) 報告者

群馬県前橋市大手町一丁目1番1号
群馬県知事
大澤 正明

(2) 所在不明となった場所

横手山付近（群馬県吾妻郡中之条町）

(3) 事象

群馬県防災ヘリコプター（ベル式412型ヘリコプター）の左右搭乗口には密封線源（トリチウム）を内蔵した非常口表示板が8個装備されていた。

平成30年8月10日、当該ヘリコプターが吾妻郡中之条町の山中に墜落した。

その後、平成30年9月11日までに墜落現場周辺で5個を発見・回収、同月12日に原子力規制庁事故対処室へ3個が所在不明の疑いがある旨を連絡し、同月20日に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）に該当すると判断し、原子力規制委員会に発生報告を行い、同年10月1日に経過報告を行った。

経過報告後、墜落機体の回収作業と並行して所在不明の線源の捜索を行ったところ、平成30年10月3日に1個、同月15日に1個、計2個を新たに墜落現場において発見・回収した。同月15日に機体を墜落現場から回収し、回収した機体付近においても捜索を行ったが発見には至らず、現在1個が所在不明である。

なお、回収した密封線源は群馬県防災航空隊内の貯蔵箱内で保管していたが、平成30年11月1日にベルヘリコプター株式会社に譲渡した。

(4) 所在不明となった物品、装備場所



(非常口表示板の寸法：縦 5 cm、横 12.5 cm、厚さ 1.3 cm)

核種：トリチウム (^3H) 1 個あたり 136.9GBq

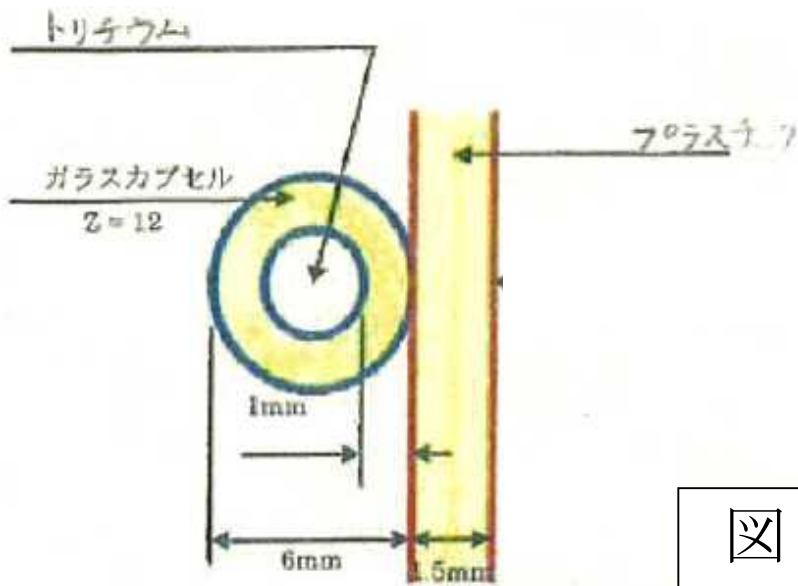


図 1

< 装備場所 > (反対側にも装備)

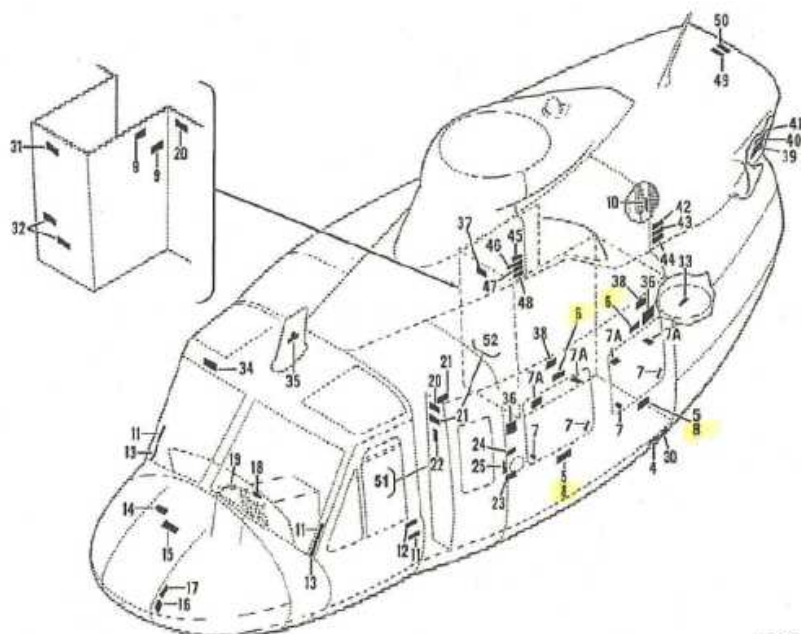


Figure 11-1. Markings Installation, Forward

3 原因

墜落の衝撃によりドアが外れ、非常口表示板も装備されていた位置から脱落・散乱してしまったものと考えられる。

4 再発防止策

定期的に非常口表示板の装備状態を確認し、しっかりと装着されているかの確認を徹底する。また、へり搭乗中に非常口表示板の欠落を確認した際には、機内及び脱落したと考えられる機外周辺を可能な限り速やかに捜索し、紛失防止に努める。

5 人体及び環境への影響

(1) 外部被ばくについて

非常口表示板の構造は、直径6mm、厚さ1mmのガラスカプセル内に最大136.9GBqのトリチウムガス (^3H) が封入されており、表面は厚さ1.5mmのプラスチックが表示部として配置されている。断面のモデルは、上記図1のとおりである。

① β 線

トリチウムから放出される β 線の最大エネルギーは、0.0186MeVである。

アルミニウムに対する0.1MeVの β 線の最大飛程は0.1mm未満である。

非常口表示板のカプセルであるガラスの密度(2.67)はアルミニウムの密度(2.7)とほぼ同等であると考え、0.1MeVの β 線のガラスカプセル内における最大飛程も0.1mm未満と考えられる。

上記のように、トリチウムから放出される β 線の最大エネルギーは0.0186MeVであり、この場合の最大飛程は0.1mmより更に小さくなることから、トリチウムから放出される β 線はカプセルのガラス内で完全に遮蔽される。

② 制動X線

線源の放射能をA (MBq)、線源と評価点までの距離をd (m)、しゃへい体の透過率をFa とすると、原子番号Zのターゲットで生成される制動X線の評価点における実効線量率Eは

$$E = \Gamma_{20}(Z) \times A \times (1/d^2) \times Fa$$

と表される。[出典：放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル2015 1.3.2式]

136.9GBqの密封線源を内蔵する非常口表示板から1mの位置における値は、

$$A \text{ (放射能)} = 136.9 \times 10^3 \text{ MBq}$$

$$d \text{ (線源からの距離)} = 1 \text{ m}$$

$$\Gamma_{20}(12) = 3.42 \times 10^{-11} \text{ (}\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}\text{)}$$

(ガラスの実効原子番号 ≈ 12)

[出典：放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル2015 1.3.1式、表1.3.1、表1.3.2]

$$Fa \text{ (実効線量透過率)} = 1.0 \text{ (プラスチックの透過率)}$$

※プラスチックの透過率は安全側に1.0とした。

以上から評価点における実効線量率Eは

$$\begin{aligned} E &= 3.42 \times 10^{-11} \times 136.9 \times 10^3 \times (1/1^2) \times 1.0 \\ &= 4.68 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/h} \end{aligned}$$

となる。

以上により、トリチウムから放出されるβ線はカプセルのガラス内で完全に遮蔽されること、制動X線の線量率の評価値はバックグラウンドに比べ非常に低いことから、外部被ばくによる放射線障害のおそれはない。

(2) 内部被ばくについて

①内部被ばくによる線量の算出

内部被ばくによる実効線量の算出は、次の式により行う。

$$E = e \times I$$

この式において

E：内部被ばくによる実効線量 (mSv)

e：実効線量係数 (mSv/Bq)

I：吸入摂取した放射性同位元素の放射エネルギー (Bq)

を表すものとする。

②算出に用いる数値

密封線源の放射エネルギー (I)

$$136.9 \text{ GBq} \times 1 \text{ 個} = 136.9 \times 10^9 \text{ Bq}$$

放射性同位元素の種類

^3H (元素状水素 (トリチウム))

実効線量係数 (e)

$$1.8 \times 10^{-12}$$

実効線量に対する評価計算

$$\begin{aligned} E &= (1.8 \times 10^{-12}) \times (136.9 \times 10^9) \\ &= 246.42 \times 10^{-3} \text{ [mSv]} \\ &= 0.24642 \text{ [mSv]} \end{aligned}$$

[出典：放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（平成12年科学技術庁告示第5号）、別表第2の第二欄]

もし密封容器が破損した場合でも、ガラスカプセル内の気体状のトリチウムは直ちに大気中に拡散することになる。仮に、密封されていた気体状のトリチウムを全量吸入摂取したとしても、上記のとおり実効線量の評価値は約0.25mSvであり、内部被ばくによる人体への影響はほとんどない。

(3) 環境への影響について

上記(1)のとおり、評価値がバックグラウンドに比べ非常に低いことを考慮すると、環境への影響はない。

なお、トリチウムの半減期は約12年であり、群馬県防災ヘリは導入から約20年が経過しているため、トリチウムの放射エネルギーは約3分の1程度に減少しており、人体及び環境への影響は評価値よりさらに小さくなっていると考えられる。

6 今後の捜索

今後は、回収した機体が警察の管理から解除された段階で、詳細な機体内部の捜索を実施し、発見・回収できた際には報告を行うものとする。