

資料第3号

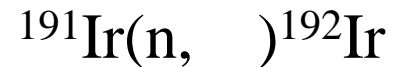
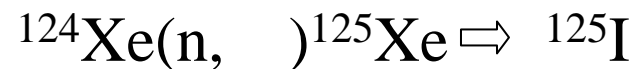
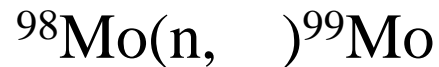
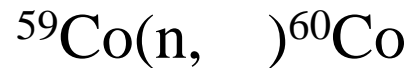
放射線源の利用と流通等について

(社)日本アイソトープ協会

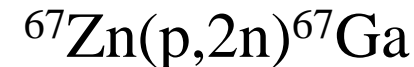
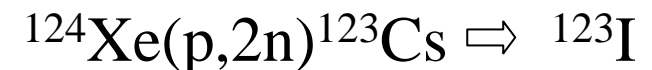
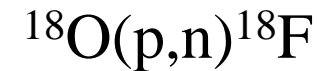
RIの製造

主な核種の製造方法

原子炉



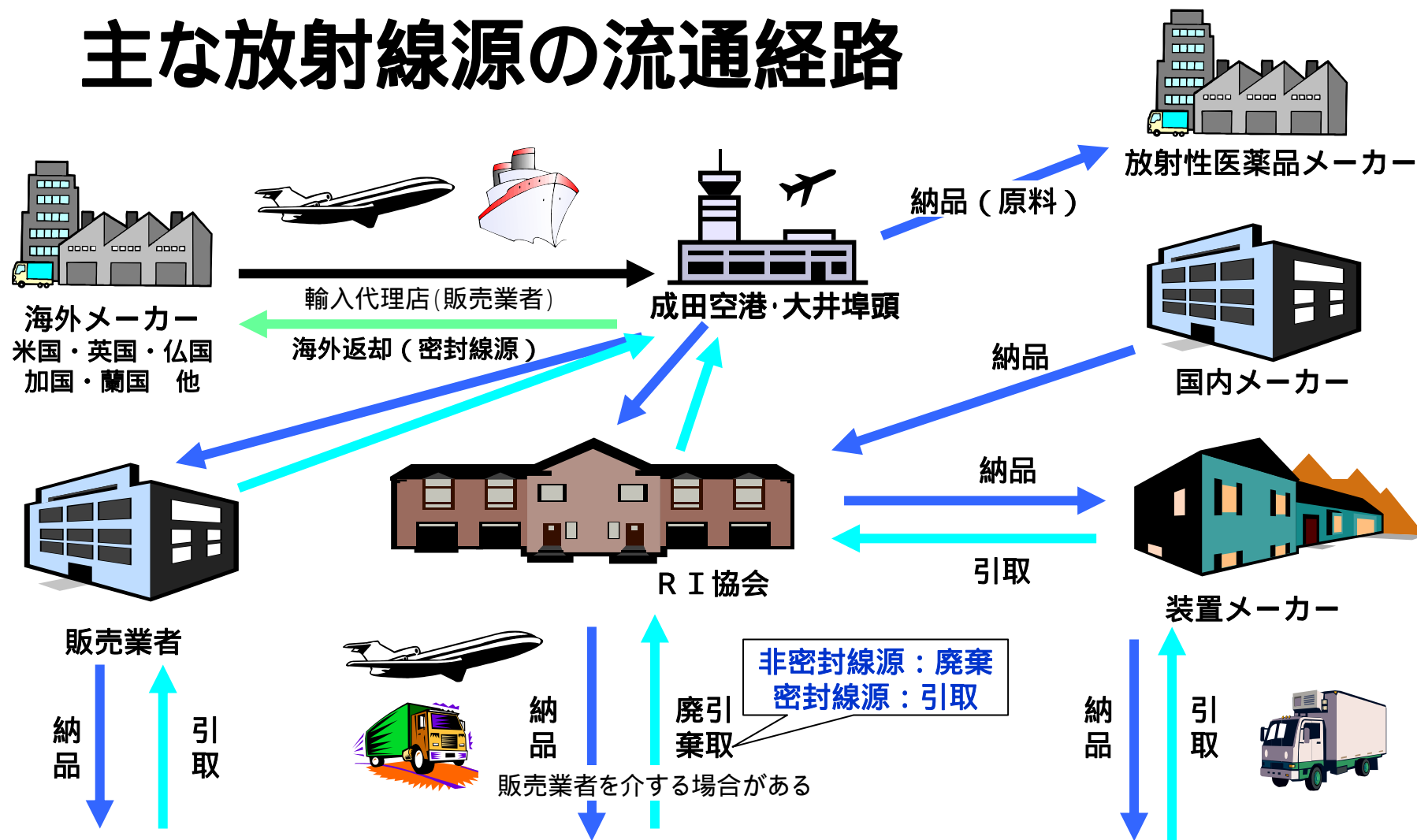
サイクロトロン



核分裂生成物

RI製品、密封線源の多くは海外から輸入されている

主な放射線源の流通経路

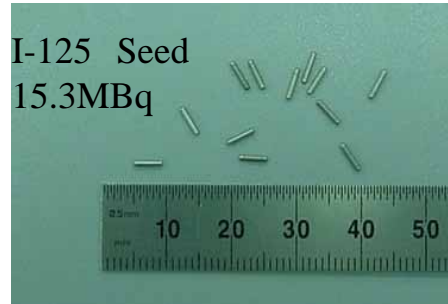


1個当たりの放射能には大きな幅がある

● 微弱・少量線源

- 放射能は少量であるため大きな遮へいを必要とせず、小型の遮へい設備、ピンセット等を用いて直接取扱うことができる。
- 液体状の非密封RIの取扱いがあり、RIが飛散しないよう適切な設備、放射線管理が必要である。

製品例：放射能標準溶液(右)
医療用I-125シード(左)



● 中量・大量線源

- 放射能が大きいため遮蔽のための施設が必要であり、マニピュレータ等を用いて間接的に取扱う必要がある。
- 密封線源として使用される。線源サイズは数cm程度。
- 作業者の放射線被ばく、管理区域境界等の場所の放射線量を低減するよう適切な遮へい、放射線管理が必要である。

製品例：放射線滅菌用コバルト線源



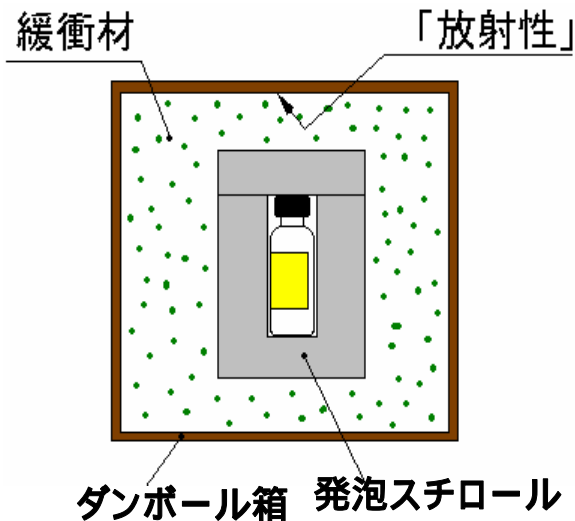
L型、A型輸送物の例



輸送物の
表面線量測定

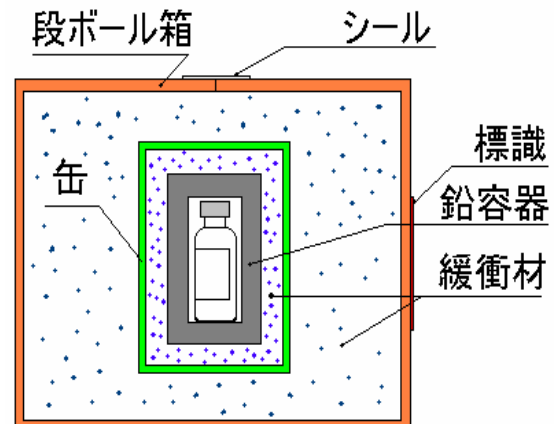


貯蔵室内の輸送物



L型輸送物の例

表面 $5 \mu\text{Sv/h}$
表面密度: 0.4Bq/cm^2 その他 4Bq/cm^2

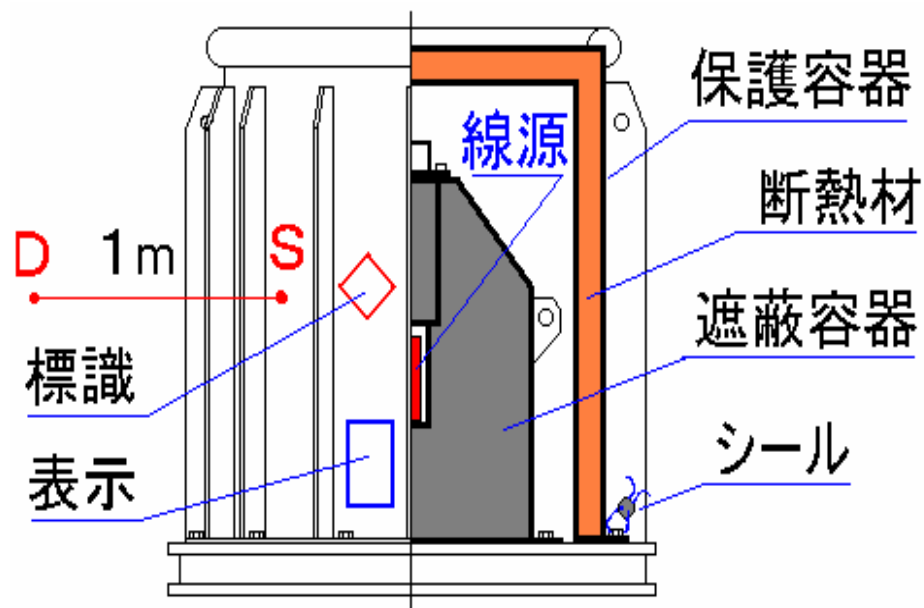


A型輸送物の例

表面 $2\text{mSv/h} \cdot 1\text{m}$ $100 \mu\text{Sv/h}$ 表示: 「A型」・重量
(50kg)
表面密度: 0.4Bq/cm^2 , その他 4Bq/cm^2



B 型輸送物の例



B 型輸送物の例

S : 2mSv/h ・ 0.4 Bq/ c m², その他 4 Bq/ c m²
D : 100 μ Sv/h
標識 : 白 1、黄 2、黄 3 ・ 耐水・耐火性三つ葉マーク
表示 : B U , B M、重量、 容器承認番号



B型輸送物
運搬方法
確認風景

代表的核種のD値と分類

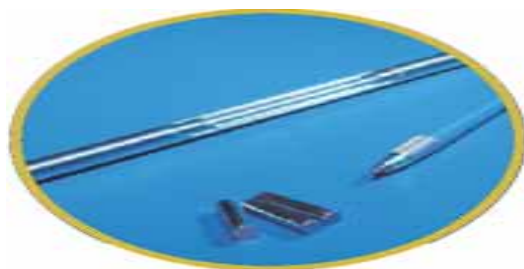
核種	D値(TBq)	核種	D値(TBq)
Co - 60	0.03	Am - 241	0.06
Cs - 137	0.1	Sr - 90	1
Ir - 192	0.08	Tb - 169	0.3

D値による分類

カテゴリー	放射能範囲	機器の具体例(国内使用例より)
1	D値の1,000倍を超える($> 1,000 * D$)	遠隔照射治療装置、ガンマナイフ
2	D値の10倍を超え、1000倍以下 ($10D \sim 1,000D$)	工業用非破壊検査装置 アフターローディング・照射装置(研究用等)
3	D値を超え、10倍以下 ($D \sim 10D$)	工業用ゲージ(レベル計等) 原子炉起動用中性子線源 照射装置(研究用等)
4	D値の1/100を超え、D値以下 ($0.01D \sim D$)	低線量近接照射治療装置・校正用線源、厚さ計、タバコ量目制御装置
5	D値の1/100以下、かつ免除レベルを超える ($< 0.01D$ 、免除レベル以上)	永久インプラント線源、眼科小線源 水分計・蛍光エックス線発生装置

密封線源の利用

(1) 放射線滅菌用線源 (C o-60)



線源

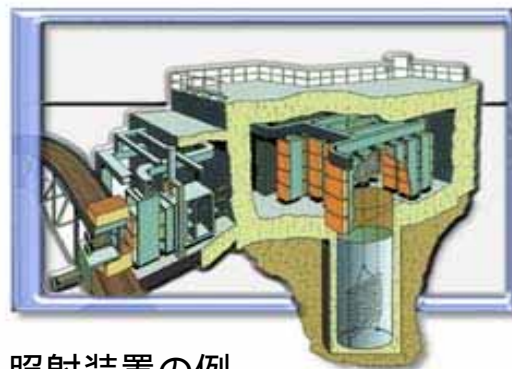


ラックに組み込まれた線源

注射針、手術用メス、カテーテルなどの
医療機器の滅菌に利用されている



輸送容器



照射装置の例

線源は加国製または英国製である。20年
程度使用され、その後海外メーカに返却
される。

核種: C o-60 (半減期: 5.271年)
形状: 棒状 寸法(mm): 11.1 × 451.6
放射能: 約370TBq (1本あたり)
線源の本数: 数百本 (装置1機あたり)
D値によるカテゴリ分け: 1
使用事業所数: 8
交換頻度: 半年 ~ 数年毎に線源の
増量 (追加) が行われている
年間販売数量: 約300本

密封線源の利用

(2) 血液照射装置 (Cs-137線源装備)

線源は、円柱状または棒状で、輸送容器を兼ねる照射装置の容器に装填され、制御装置部分と分けて加国または仏国から輸入される。

核種: Cs-137 (半減期: 30.04年)

形状: 棒状 寸法(mm): 12.6×270

放射能: $10\text{T Bq} \sim 100\text{T Bq}$

D値によるカテゴリ分け: 1、2

使用事業所数: 約100

輸血を受けた人の免疫能が低下している場合、輸血用血液にある移植Tリンパ球が輸血された人(宿主)を攻撃する移植片対宿主病が起こる。これを予防するために、輸血用血液製剤中のリンパ球を不活性化する。このために放射線を15～50kGy照射する方法が採用されている。

密封線源の利用

(3) 遠隔治療装置 (C⁶⁰-60線源装備)

線源は、ステンレス鋼製一重カプセル密封線源を加国より輸入し、日本アイソトープ協会でステンレス鋼製カプセルに溶接密封している。

核種：C⁶⁰-60 (半減期：5.271年)

形状：円柱状 寸法(mm)： 19.5 × 30

放射能：37TBq ~ 222TBq

D値によるカテゴリ分け：1

密封線源の利用

(4) 固定式マルチビーム遠隔治療装置(ガンマナイフ)



線源およびホルダー

線源は、加国または米国から輸入し、日本アイソトープ協会でホルダーに収納される。線源入りホルダーと装置は別々に搬送され、医療機関において装填作業が行われる。

核種: Co-60 (半減期: 5.271年)

形状: 円柱状寸法(mm): 8 × 27.2

放射能: 1.11TBq × 201

(1台の装置に201個の線源が装填される。)

D値によるカテゴリ分け: 1

使用事業所数: 約50



「聴神経しゅよう」「髄膜腫」「下垂体腫瘍」など3.5cm以下の良性腫瘍や他の臓器のガンが脳に転移した「転移性脳腫瘍」などの悪性腫瘍の治療に使用されている。また、血管障害でクモ膜下出血の原因にもなる「脳動静脈奇形」にも高い効果がある。

ガンマナイフ装置

密封線源の利用

(5) リモートアフターローディング装置



線源: 右側のワイヤの先端部に ^{192}Ir が封入されている

線源は、一部を除いて独国、米国、英国または蘭国から輸入している。使用済み線源は交換の都度、製造国に輸出している。

核種: Co-60 または Ir-192 (半減期: 73.83日)

(少数であるが Cs-137 も使用されている)

形状: ステンレス製ワイヤの先端に管状の線源が溶接されている寸法(mm): 1.1×5 (ワイヤの長さ: 2,585)

放射能: 74GBq ~ 370GBq

D値によるカテゴリ分け: 3

使用事業所数: 約200



輸送容器(左)、装置(右)



使用準備状況

腔内照射し、食道癌、子宮癌の治療に用いられる

密封線源の利用

(6) 非破壊検査装置 (Ir-192、Co-60、Yb-169)



Ir-192線源ホルダー

原子力発電所・プラント の非破壊検査を行う

Ir-192非破壊検査装置

線源は、国産のものと輸入のものがあり、専用のホルダーに収納され使用者に販売される。非破壊検査装置用線源等を扱う販売業者を通して販売されるものもある。

核種: Ir-192(半減期:73.83日)、Co-60、Yb-169

形状: 円柱状(ホルダーに収納されている)

寸法(mm): 5×8 (ホルダーの寸法: 7×165)

放射能: 100GBq ~ 数TBq

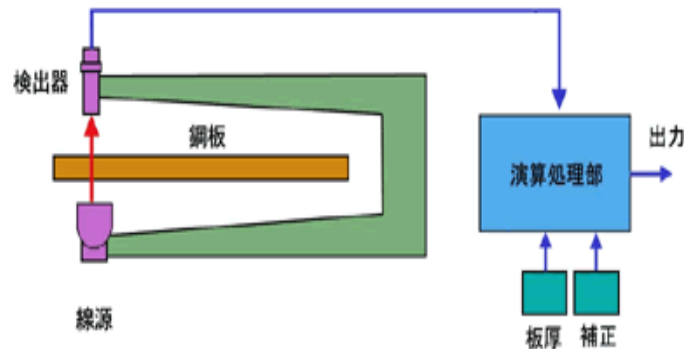
D値によるカテゴリ分け: 3

使用事業所数: 約100



密封線源の利用

(7) 工業用ゲージ(厚さ計、レベル計、密度計)



厚さ計の例

工業用ゲージとしては、厚さ計、レベル計、密度計などがある。目的および検査対象物の材質などに応じて、Co-60, Kr-85, Sr-90, Cs-137, Pm-147, Am-241/Be, Cf-252などの核種が使用されている。アイソトープ協会が販売した線源を装備機器メーカーが装置に組み込んで販売されるものが多い。

核種: Co-60, Kr-85 (半減期: 10.76年)、

Sr-90, Cs-137, Pm-147 (半減期: 2.623年)、

Am-241/Be, Cf-252など

形状: 円柱 ($5.2 \times 8.5\text{mm}$)、円盤 ($22 \times 6\text{mm}$) 等

放射能: 数十MBq ~ 数TBq

D値によるカテゴリ分け: 2, 3, 4, 5

使用事業所数: 約1000

密封線源の利用

(8) その他の密封線源

その他の密封線源として、医療用小線源、校正用線源、ガスクロマトグラフECD用線源、静電気除去用線源などがある。カテゴリー3,4,5のものが多いが、例えば校正用線源にはカテゴリー2の放射能に該当するものがある。

核種: Fe-55, Co-57, Co-60, Ni-63,

I-125 (半減期: 59.40日)

Cs-137, Ir-192, Au-198, Po-210 他

形状: 円盤状 (25×6 mm) (5.2×8.5 mm)

形状: シード (0.97×4.55 mm)

放射能: 数MBq ~ 数TBq

D値によるカテゴリ分け: 3, 4, 5 (2に該当するものもある)

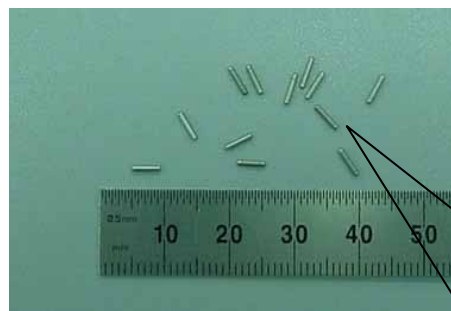
使用事業所数: 約2000



校正用線源 (放射能標準線源)



校正用線源 (照射線量率標準線源)



医療用小線源

前立腺がん治療

非密封線源の例



非密封線源として使用される代表的な核種は、H-3 (半減期: 12.33年)、C-14 (半減期: 5,730年)、P-32、S-35、I-125等である。

通常、プラスチック製またはガラス製のバイヤル容器

[写真上: (25 × 25 × 55 mm)、写真下: (30 × 30 × 80mm)]

に収納されている。

1製品あたりの放射能は数MBq ~ 数GBq程度である。

バイヤル容器には核種、放射能、ロット番号等が表示されている。

なお、非密封線源を使用した際に発生する空容器、紙、手袋等のRIが付着した放射性汚染物は、許可廃棄業者が集荷している。



使用事業所: 約1000

年間販売数量: 数TBq

年間販売個数: 30,000個

(バイヤル数)

放射性廃棄物

放射性医薬品の例(体外診断薬)

^{125}I 標識抗体溶液キット



外装例



放射性医薬品の例(体内診断薬)

テクネチウム製剤



外装例

