

# 密封されていない放射性同位元素使用施設における半減期が非常に長い放射線を放出する同位元素の法解釈の検討

Consideration of legal interpretation for extremely long-lived radiation-emitting isotopes in permission usage facilities pertaining unsealed radioisotopes

鈴木智和<sup>1)</sup>、高橋賢臣<sup>2)</sup>、青井考<sup>3)</sup>

大阪大学放射線科学基盤機構<sup>1)</sup>

大阪大学安全衛生管理部<sup>2)</sup>

大阪大学核物理研究センター<sup>3)</sup>

# はじめに



- 第17回（昨年）学術大会の発表「法令報告に至らなかった事故トラブル事例 阪大 RCNP 2017-2018」において「半減期が非常に長い核種をRI と気づかずに発注した例」を紹介した。
- その学術大会の直前に規制庁と議論を行い、その内容を簡単に報告した。
- 本講演では、規制庁との議論の詳細とその後の経過を発表する。

# 第17回（昨年） 学術大会のスライド



## 発生日

平成30年 6月頃

## 発生内容

ネオジウム144 ( $T_{1/2} = 2.3E+15y$ 、下限数量1 kBq) 40mg(0.002Bq)が、核物理学実験の標的に使うため、安定核種として海外業者に発注されていることが判明した。RCNPではこの核種の使用・貯蔵承認（許可量はMBqオーダー）を得ている。いわゆる湧きだし案件に発展する可能性。

## 対応

すでに発注済だったので、安定核として購入してRIとして管理を行うことにした。

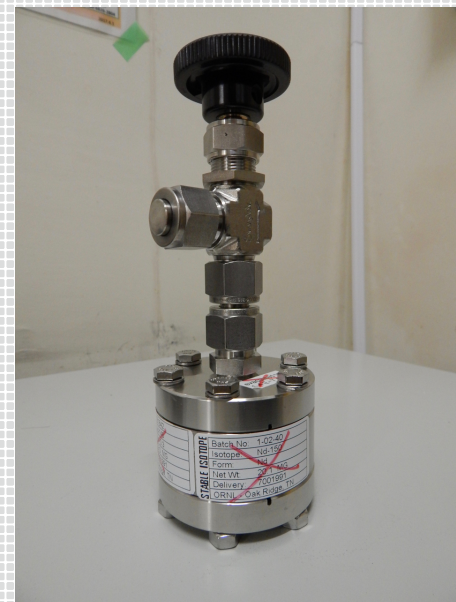
（受入れ記録なし、保管記録あり）

## 問題点

法令上のRIの定義が現状にあわない。たとえばCa-48 ( $T_{1/2} = 1.9E+19y$ )は誰もRIだと思っていない（と思う）。

（Ca-48の $\beta$ 線を測定したらCa-48はRIであると言うのは同意する）。

Nd-144の使用承認を得ていたことが仇になったのかもしれない。



# $^{144}\text{Nd}$ を放射性同位元素として取り扱う不合理さ



- ほとんど放射線を放出しない
  - 数量0.002 Bq、濃度0.04 Bq/g。人体中の $^{40}\text{K}$ より小さい。
- 一度RIとして管理すると、他施設で使用するときに相手方にも許可が必要。加速器施設において標的の貸し借りは日常的に行われる。
- 貯蔵施設で保管しなければならない。
- 廃棄時にRI廃棄物になる。特に $^{144}\text{Nd}$ の場合はアルファ核種なのでRI協会に引き渡せない。
- 使用や保管の記帳が必要
- 壊れると汚染事故と扱われるおそれがある
- 紛失すると事故になる

など

# 非密封RI施設における管理対象



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)

第1条第2項 放射線を放出する同位元素で密封されていないもの

工場又は事業所に存する放射線を放出する同位元素の数量及び容器1個に入っている放射線を放出する同位元素の濃度について、次に掲げる場合の区分に応じ、それぞれ次に定める数量及び濃度

イ 放射線を放出する同位元素の種類が1種類の場合 (省略)

ロ 放射線を放出する同位元素の種類が2種類以上の場合 (省略)

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の一部を改正する法律及び関連法令の施行について (平成17年6月文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室事務連絡) 別添1 放射線障害防止法及び関係政省令等の改正の内容

1. 下限数量の改正

(中略)

【補足】

③密封されていない放射性同位元素 (以下「非密封線源」という。) について (一部抜粋)

- 非密封線源については、無限に小分けを行うことが可能であり、容器1個の数量で判断することは不適切なため、数量については事業所を単位として判断することとしています。
- 事業所において使用をするいくつかの核種の数量が規制対象に該当する場合、その他の核種の事業所における数量が規制対象下限値 (同前) 以下であっても規制対象となります。

(以下、略)

## 令第1条（放射性同位元素）

放射性同位元素等の規制に関する法律（・・・）第2条第2項の放射性同位元素は、放射線を放出する同位元素及びその化合物並びにこれらの含有物（機器に装備されているこれらのものを含む。）で、放射線を放出する同位元素の数量及び濃度がその種類ごとに原子力規制委員会が定める数量（以下「下限数量」という。）及び濃度を超えるものとする。ただし、次に掲げるものを除く。

1. 原子力基本法（・・・）第3条第2号に規定する核燃料物質及び同条第3号に規定する核原料物質
2. 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（・・・）第2条第1項に規定する医薬品及びその原料又は材料であつて同法第13条第1項の許可を受けた製造所に存するもの
3. 医療法（・・・）第1条の5第1項に規定する病院又は同条第2項に規定する診療所（・・・）において行われる医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律第2条第17項に規定する治験の対象とされる薬物

- 放射線を放出する同位元素であるかどうかが第一のポイントとされている。
- 長半減期の同位体を放射性同位元素の定義から取り除く直接的な理由は掲げられていない。
- 事務連絡に数量が規制対象下限値以下であっても規制対象と書かれているので、数量が小さいことで放射性同位元素としての管理対象外にはできない。

## 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)

### 第1条第2項 放射線を放出する同位元素で密封されていないもの

工場又は事業所に存する放射線を放出する同位元素の数量及び容器1個に入っている放射線を放出する同位元素の濃度について、次に掲げる場合の区分に応じ、それぞれ次に定める数量及び濃度

イ 放射線を放出する同位元素の種類が1種類の場合 別表第1の第1欄に掲げる種類に応じて、同表の第2欄に掲げる数量及び同表の第3欄に掲げる濃度

ロ 放射線を放出する同位元素の種類が2種類以上の場合 別表第1の第1欄に掲げる種類ごとの放射線を放出する同位元素の数量のそれぞれ同表の第2欄に掲げる数量に対する割合の和が1となるようなそれらの数量及び同表の第1欄に掲げる種類ごとの放射線を放出する同位元素の濃度のそれぞれ同表の第3欄に掲げる濃度に対する割合の和が1となるようなそれらの濃度

- **濃度は容器1個当たりで評価される。**
- 長半減期の同位元素が容器1個に入れているとして、濃度を評価することにした。

# 放射能濃度の計算



最も放射能濃度が厳しくなる場合として、その同位元素が100%同位体濃縮された単体を仮定する。

$$C_A = \frac{\lambda N_A}{A}$$

$C_A$  : 放射能濃度、 $\lambda$  : 崩壊定数  
 $N_A$  : アボガドロ数、 $A$  : 原子質量

NNDC(National Nuclear Data Center)のデータベースNudat2に半減期が記載されている同位元素（下限値として記載されているものも含む）のうち半減期が $5 \times 10^9$ 年以上のものを抽出し、その濃度を計算した。

<b>40K</b>	<b>48Ca</b>	<b>50V</b>	<b>50Cr</b>	<b>70Zn</b>	<b>82Se</b>	<b>87Rb</b>	<b>96Zr</b>
<b>100Mo</b>	<b>113Cd</b>	<b>116Cd</b>	<b>115In</b>	<b>123Te</b>	<b>128Te</b>	<b>130Te</b>	<b>124Xe</b>
<b>134Xe</b>	<b>136Xe</b>	<b>132Ba</b>	<b>138La</b>	<b>138Ce</b>	<b>142Ce</b>	<b>144Nd</b>	<b>150Nd</b>
<b>147Sm</b>	<b>148Sm</b>	<b>151Eu</b>	<b>152Gd</b>	<b>176Lu</b>	<b>174Hf</b>	<b>180mTa</b>	<b>180W</b>
<b>183W</b>	<b>187Re</b>	<b>184Os</b>	<b>186Os</b>	<b>190Pt</b>	<b>204Pb</b>	<b>209Bi</b>	

数量告示に記載されていない同位元素の濃度に対する規制対象下限値は「その他の同位元素」に対する値 $1 \times 10^{-1}$  [Bq/g]を適用した。

詳細は2019年10月31日受理として日本放射線安全管理学会誌19-1号に掲載予定



- 「放射能濃度が規制対象下限値を超えることがなく、放射性同位元素になり得ない長半減期同位元素は、非密封RIに係わる許可使用者においても放射性同位元素としての許可と管理は不要である」ことを主張することにした。

→ 懸念事項：「放射性汚染物は濃度が規制対象下限値以下のRIである」と主張される

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の一部を改正する法律及び関連法令の施行について（平成17年6月文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室事務連絡）別添1 放射線障害防止法及び関係政省令等の改正の内容

## 1. 下限数量の改正

（中略）

【補足】

③密封されていない放射性同位元素（以下「非密封線源」という。）について（一部抜粋）  
一度規制対象になった核種については、容器1個の数量が規制対象下限値（同前）以下の数量になるよう小分けしたのも規制対象となります。**規制対象となったものの一部又は全部が付着・混入した物は、「放射性同位元素によって汚染された物」に該当します。**

→ 「一度規制対象になった核種については、容器1個の**濃度**が規制対象下限値以下の濃度になるよう薄めたものも規制対象」となっても法令解釈に矛盾がなく妥当。

2018.11に規制庁を訪問して説明 → . . .  
2019.2に規制庁から電話連絡 → OK.

- 濃度が規制対象下限値以下の同位元素は非密封RI施設においてもRIとしての許可と管理は不要である。工場又は事業所に存する放射線を放出する同位元素の数量として加算する必要はない。
- $^{48}\text{Ca}$ 、 $^{50}\text{V}$ 、 $^{50}\text{Cr}$ 、 $^{70}\text{Zn}$ 、 $^{82}\text{Se}$ 、 $^{87}\text{Rb}$ 、 $^{96}\text{Zr}$ 、 $^{100}\text{Mo}$ 、 $^{113}\text{Cd}$ 、 $^{116}\text{Cd}$ 、 $^{115}\text{In}$ 、 $^{123}\text{Te}$ 、 $^{128}\text{Te}$ 、 $^{130}\text{Te}$ 、 $^{134}\text{Xe}$ 、 $^{136}\text{Xe}$ 、 $^{132}\text{Ba}$ 、 $^{138}\text{Ce}$ 、 $^{142}\text{Ce}$ 、 $^{144}\text{Nd}$ 、 $^{150}\text{Nd}$ 、 $^{148}\text{Sm}$ 、 $^{151}\text{Eu}$ 、 $^{152}\text{Gd}$ 、 $^{174}\text{Hf}$ 、 $^{180\text{m}}\text{Ta}$ 、 $^{180}\text{W}$ 、 $^{183}\text{W}$ 、 $^{187}\text{Re}$ 、 $^{186}\text{Os}$ 、 $^{204}\text{Pb}$ 、 $^{209}\text{Bi}$ はNNDCのデータベースNudat2に半減期の測定値または下限値が記載されているが、100%同位体濃縮した単体においても濃度が規制対象下限値をないので法令上の放射性同位元素に該当しない。
- その他の同位元素においても化合物等にして容器1個当たりの濃度が規制対象下限値以下であれば法令上の放射性同位元素に該当しない。
  - 一度規制対象になったものは、容器1個の濃度が規制対象下限値以下の濃度になるよう薄めたものも規制対象になる。
  - 一度規制対象となったものの一部又は全部が付着・混入した物は、「放射性同位元素によって汚染された物（放射性汚染物）」に該当する。
  - 下限数量以下のRIの管理区域外使用は制度として整っているが、濃度が規制対象下限値以下のRIの管理区域外使用の制度は存在しない。