

## 年次大会ポスター発表から (6)

# 大学教育における $^{137}\text{Cs}$ - $^{137\text{m}}\text{Ba}$ ジェネレータを用いた非密封 RI の安全取扱実習の紹介と測定データの経年変化の評価

門前 暁<sup>\*1</sup>, 吉野 浩教<sup>\*1</sup>, 齋藤 美希<sup>\*2</sup>, 柏倉 幾郎<sup>\*1</sup>

## 1. 本学の概要

弘前大学は青森県西部、津軽地方に位置し、四季がはっきりした気候が特徴の城下町である。本学の汚染管理区域を有するアイソトープ総合実験室は、保健学研究科、医学研究科及び被ばく総合研究所の部局とともに本町キャンパスに設置され、研究者が生化学実験などに利用するほか、医師養成の医学部医学科（約 80 名/学年）及び診療放射線技師養成の医学部保健学科・放射線技術科学専攻（約 40 名/学年）の学生がラジオアイソトープ（RI）の安全取扱実習を行っている。

## 2. 実習に用いる RI 核種

非密封 RI の取扱が初めてとなる参加学生にとって、その内容は分かりやすく、比較的簡便かつ安全に利用できる実習サンプルが望ましい。そこで筆者らの科目担当グループでは、比較的短半減期の娘核種をミルキングできる  $^{137}\text{Cs}$ - $^{137\text{m}}\text{Ba}$  ジェネレータに注目した。これは、物理的半減期が 30.17 年である  $^{137}\text{Cs}$  から、 $\beta^-$  壊変に伴い産生される  $^{137\text{m}}\text{Ba}$  をミルキングすることが可能である。 $^{137\text{m}}\text{Ba}$  は、物理的半減期 2.55 分で核異性体転移による  $\gamma$  線を放出して安定核種となる短半減期核種で広く知られており、非密封 RI の取扱実習への利用は、比較的簡便に利用できかつ安全面でも有効と考える。

筆者らは 2003 年度から同一のジェネレータを本実習に使用している。本ポスター発表では、本学で実施している放射線安全取扱実習の内容を紹介するとともに、平成 26 年度での 12 年度間のジェネレータの経年変化によるミルキング機能について評価したことを発表した。

## 3. 実習内容

(1) 対象：本学医学部保健学科・放射線技術科学専攻 3 年次生を対象とした。

(2) 場所：本学アイソトープ総合実験室の汚染管理区域（RI 実習室及び測定実習室）

(3) 使用核種： $^{137}\text{Cs}$ - $^{137\text{m}}\text{Ba}$  ジェネレータ（AEA Technology, Braunschweig, Germany）を 370 kBq にて 2003 年 9 月に購入した（図 1）。

(4) 放射線測定機器：放射線測定にはウェル型 GM 計数管（Hitachi-Aloka, GI-101）、スケー

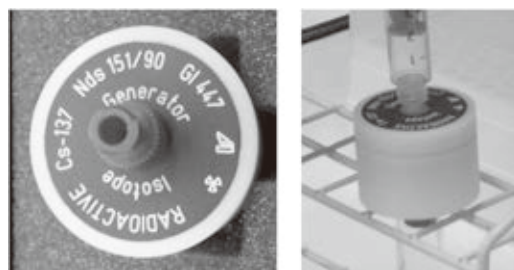


図 1  $^{137}\text{Cs}$ - $^{137\text{m}}\text{Ba}$  ジェネレータキットの外観

## 主任者 コーナー

ラー (Hitachi-Aloka, JDC-123) を使用した。GM 計数管の印加電圧は GM 領域である 1,150～1,200 V の間で使用した。

### (5) 実習手順：

①  $^{137}\text{mBa}$  のミルキングは、2 mL の抽出用専用バッファーをジェネレータに通過させた溶液とし、抽出時間をタイマーで把握する。

② 試料皿にシングルピペットを用いて分注操作する。この時、統計学的な学習のため、同様の試料を複数準備する (図 2)。

③ 周囲を汚染させないように気を配りながら測定室へ運搬する。

④ ウェル型 GM 計数装置にて、30 秒間隔で 30 秒測定を 10 回繰り返し、計数率を算出する。

⑤ 時間-計数率減衰曲線を作成し、ミルキング核種の物理的半減期を算出する。

⑥ 使用エリアの汚染検査及び廃棄物処理等の後片付けを行い、管理区域を退出する。

### (6) 取得データの解析及び検証：

本実習では、“実験操作についての反省”と“取得データの解析”の 2 点に学習の重要性をおく。前者は、本実習は 6～8 名の班で進めるため相互に管理区域の立入り及び作業について話し合いを持ちながら確認することが可能であ

る。後者は、取得データを用いて時間-放射能計数率特性を作図後、半減期を推定して文献値との比較検証することが可能である。

## 4. 測定データの経年変化の評価

本実習で用いられたジェネレータキットは、購入後約 11 年が経過していることから、親核種である  $^{137}\text{Cs}$  の放射能は購入時に比べ約 78% となっていることが計算上考えられる。放射平衡 (永続) の際、親核種と娘核種の放射能は同一となることから、娘核種のミルキングにも影響することが考えられる。そこで、購入後一月以内 (平成 15 年 9 月) 及び 2014 年度の実測値 (平成 26 年 6 月) より放射能の減衰を評価した。学生実習にて得られた時間-娘核計数値特性から (図 3)、一般に用いられる放射能減衰式モデル ( $A = A_0 \times 0.5^{t/T}$ ;  $A$  は時間  $t_0$  における  $^{137m}\text{Ba}$  の放射能,  $A_0$  は抽出直後の  $^{137m}\text{Ba}$  の放射能,  $T$  は物理的半減期) を用いた最小二乗法によるフィッティング曲線より、娘核抽出直後の放射能減衰率を計算した (表 1)。その結果、2014 年度における計算値 (24.9 kcpm) は、2003 年度 (31.4 kcpm) に比べ 79.3% に低下していた。これは、文献値の半減期を用いた減衰 (78.1%) と比較して誤差は 1.5% と概ね一致



図 2 放射線安全取扱実習の様子

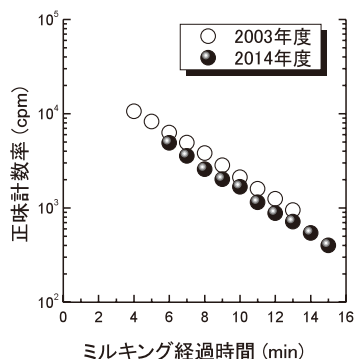


図 3 実測データから作成された時間-計数率関係

表 1 娘核種の計算データを用いた比較

| 実習<br>年度 | 購入経過<br>時間<br>(日) | 一般減衰式での評価         |              |                 |
|----------|-------------------|-------------------|--------------|-----------------|
|          |                   | 相関係数<br>( $R^2$ ) | $t_0$<br>(分) | $A_0$<br>(kcpm) |
| 2003     | 36                | 0.999             | 2.59         | 31.4            |
| 2014     | 3,920             | 0.996             | 2.51         | 24.9            |

※一定条件で GM 計数管にて読み取られた計数率 (kcpm) は、放射能 (Bq) と概ね相関することを確認したため、 $A_0$  の単位を [kcpm] とした

した。

## 5. おわりに

比較的小型な  $^{137}\text{Cs}$ - $^{137\text{m}}\text{Ba}$  ジェネレータキットは、その核種の特性から、汚染管理が容易なほか購入後長期間利用が可能である。また、本キットを用いた安全取扱実習は、学生への学習効果が十分確認され、特に統計学を含めた半減

期の測定実習には有用であることが示された。今後も引き続き、経年変化による有用性を検証しつつ分かりやすい非密封 RI の安全取扱教育について議論していきたい。

また、将来数十年にわたって続く可能性のある東京電力(株)の原子力災害による広域な土壤汚染では、 $^{137}\text{Cs}$  比が大きいことが報告されている<sup>1,2)</sup>。これら大量の土壤を教材として有効利用することができれば、教材のコストを抑える可能性があるが、この点についてはより精製技術など具体的な検証が求められる。

## 参考文献

- 1) Hosoda, M., *et al.*, *Sci Rep.*, **3**, 2283 (2013)
- 2) 原子力規制委員会ホームページ, 放射線モニタリング情報参照 (2014)

(\*<sup>1</sup> 弘前大学大学院保健学研究科,

\*<sup>2</sup> 弘前大学アイソトープ総合実験室)