

電子線形加速器を利用した Ac-225 製造量の電子線エネルギー依存性

Electron beam energy dependence of Ac-225 production amount using an electron accelerator

*田所 孝広¹, 西田 賢人¹, 上野 雄一郎¹, 可児 祐子¹, 渡辺 敬仁², 佐々木 貴裕²,
島田 真生子², 菊永 英寿³, 柏木 茂³, 大槻 勤⁴, 関本 俊⁴, 稲垣 誠⁴

¹日立研開,²日立ライフ事業統括本部,³東北大電子光,⁴京大複合研

アルファ線内用療法(TAT:Targeted Alpha Therapy)用核種として有望な Ac-225 に関して、小型高製造効率化が期待される電子線形加速器を利用した製造試験を実施した。電子線エネルギーを変えた試験結果と、シミュレーションによる Ac-225 製造量の評価結果を比較したので、その結果を報告する。

キーワード: アルファ線内用療法, 医療用放射性核種, Ra-226, Ac-225, 電子線形加速器

1. 緒言

現在, TAT に関する研究開発が世界中で進められている。TAT 用核種として有望な Ac-225 は、現状, Th-229 からの崩壊により製造されているが、製造量の不足が予測されており、加速器による製造が望まれている。

2. 試験条件、及び、測定・評価方法

試験条件を表 1 に示す。電子線エネルギー 33.3MeV、38.9MeV 及び 44.4MeV の 3 ケースで、Ac-225 製造試験を実施した。原料には、石英容器内に封入した Ra-226 (Ra-226・Cl₂, 約 50kBq) を用いた。Ac-225 製造量を Ac-225 の子孫核種である Bi-213 からのガンマ線の測定結果から導出し、PHITS[1] を用いた制動放射線の計算結果と Ac-225 生成断面積の理論値[2] を用いて評価した製造量と比較した。

表 1 試験条件

電子線	エネルギー [MeV]	33.3	38.9	44.4
	平均電流 [μ A]	138.8	125.7	157.9
	垂直方向径 [FWHM-mm]	6.1	4.6	2.8
	水平方向径 [FWHM-mm]	7.1	5.8	3.1
	照射時間 [hr]	6.0	5.95	6.0
Ra-226・Cl ₂ [kBq]		48.6	49.9	49.1
試料-制動放射線発生位置間距離 [mm]		26.0	26.5	26.4

3. 結果・考察

表 2 に測定及び評価結果を示す。Ac-225 製造量は、電子線エネルギーの増加とともに増加するが、シミュレーションによる評価値に対する測定値は、電子線エネルギーが高いほど小さくなっていることがわかった。

表 2 測定及び評価結果

電子線エネルギー [MeV]	Ac-225製造量[Bq]		
	測定値(A)	評価値(B)	A/B
33.3	234.2	156.7	1.49
38.9	272.8	196.0	1.39
44.4	379.6	339.5	1.12

参考文献

- [1] T. Sato et al. Features of Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) version 3.02, J. Nucl. Sci. Technol. 55. 684-690 (2018).
[2] TENDLE-2017 Nuclear data library Gamma sub-library for Ra(Z=88) and A=226,
https://tendl.web.psi.ch/tendl_2017/gamma_html/Ra/GammaRa226xs.html

*Takahiro Tadokoro¹, Kento Nishida¹, Yuichiro Ueno¹, Yuko Kani¹, Takahiro Watanabe², Takahiro Sasaki², Makiko Shimada², Hidetoshi Kikunaga³, Shigeru Kashiwagi³, Tsutomu Ohtsuki⁴, Shun Sekimoto⁴, Makoto Inagaki⁴

¹Hitachi, Ltd. Research & Development Group., ²Hitachi, Ltd. Smart Life Business Management Division, ³Research Center for Electron Photon Science, Tohoku University, ⁴Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University.