

電子ライナックによる Ac-225 国内製造の検討

(1) 電子ライナックの基礎設計

Study of domestic production of Ac-225 by electron linac

(1) Fundamental design of electron linac

*尾関 政文¹, 山本 昌志³, 三好 邦博¹, 愛知 昭人², 上坂 充¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻, ² 東京大学工学部システム創成学科

³ 株式会社アキュセラ

We have focused on an electron linac γ -ray source to produce Ac-225 by the $^{226}\text{Ra}(\gamma, n)^{225}\text{Ra}$ photonuclear reaction and Ra-225 nuclear decay to Ac-225. We will report a fundamental design of the electron linac to optimize the reaction efficiency and safety.

キーワード : 線形加速器, 標的 α 線治療, アクチニウム 225, ラジウム 226, ラジウム 225

1. 緒言

次世代のがん治療法である標的 α 線治療において、去勢抵抗性前立腺がんを治療する ^{225}Ac -PSMA-617 が注目されているが、国内で臨床研究を促進させるためには、Ac-225 を一定の収量を確保できる生産システムが求められる。その際、経済面の現実性、雑核種の低含有率、作業時の安全設計などを考慮する必要がある。本発表では、設計中の Ac-225 製造用電子ライナックの基礎検討の結果を報告する。

2. 照射エネルギー分析

光核反応による標的核種 A の収量は、核反応断面積 Σ と光子フルエンス Φ を用いて、以下のように表せる。

$$A(t) = [1 - \exp(-\lambda_A t)] \cdot v_{\text{tar}} I_b \int_{E_{\text{min}}}^{E_{\text{max}}} \Phi_{\text{MC}}(E_\gamma) \Sigma(E_\gamma) dE_\gamma$$

収量は、PHITS の MC シミュレーションで得られた γ 線フラックス (図 1 : 破線) を TENDL-2017 の光核反応サブライブラリデータにある $^{226}\text{Ra}(\gamma, n)^{225}\text{Ra}$ 、 $^{226}\text{Ra}(\gamma, n)^{224}\text{Ra}$ 反応の断面積 (図 1 : 実線) で畳み込むことによって計算を行った。

図 2 に、Ra-225 と Ra-224 (雑核種) の収量、評価関数として Ra-225 / Ra-224 の生成比の計算結果を示す。Ra-225 はエネルギーに対して単調増加であるが、Ra-225 / Ra-224 は単調減少であるため、20MeV 近辺が最適なエネルギー帯である可能性がある。

3. まとめと展望

Ra-225 の収量の最大化だけでなく不要な Ra-224 の生成を考慮して、最適エネルギーを決定するための数値計算を行った。今後は電流量や照射体系など、加速器設計を詳細に進め、Ac-225 生産システム全体の最適化を行う予定である。

参考文献

[1] G. Melville et al., Applied Radiation and Isotopes 64 (2006) 979-988

[2] T. Sato et al., Journal of Nuclear Science and Technology. 55,684-690 (2018)

*Masafumi Ozeki¹, Masashi Yamamoto² Kunihiro Miyoshi¹ Akito Aichi¹ Mitsuru Uesaka¹

¹Univ. of Tokyo, ²Accutera Inc.

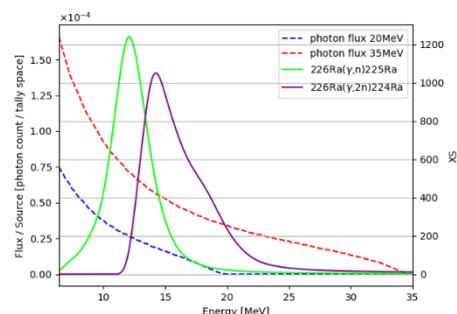


図 1 核反応断面積と γ 線フラックス

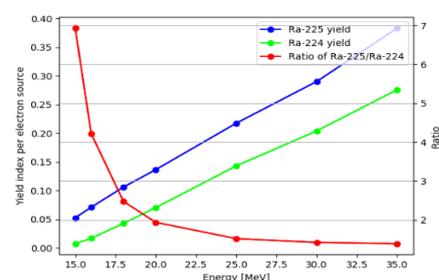


図 2 Ra-225, Ra-224 の収量と Ra-225 / Ra-224 生成比