

# 国内の原子カインフラを活用した医用 RI の自給技術確立に向けた研究開発

## (5) 高速実験炉「常陽」を用いた Ac-225 製造

Medical RI production using domestic nuclear infrastructures for self-sustenance

### (5) Ac-225 production using the experimental fast reactor Joyo

\*佐野 亜々留<sup>1</sup>, 前田 茂貴<sup>1</sup>, 板垣 亘<sup>1</sup>, 佐々木 新治<sup>1</sup>, 佐々木 悠人<sup>2</sup>, 高木 直行<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>東京都市大

医用  $\alpha$  線放出核種として今後需要の増加が見込まれる Ac-225 について、高速炉を利用した国産化が検討されている。高速実験炉「常陽」を利用した場合の Ac-225 の製造量を評価した。

**キーワード：**医療用 RI、アクチニウム 225、ラジウム 226、高速炉、高速実験炉「常陽」

#### 1. 緒言

医用  $\alpha$  線放出核種として Ac-225 が注目されており、創薬研究の推進のみならず経済安全保障の観点からも国産化が急務である。そこで、高速実験炉「常陽」での高速中性子反応を用いた Ac-225 製造について、技術的基礎の確認のための生成量評価と既施設・設備による迅速な照射ターゲットの移送・化学処理の概念設計を通じて実現性を検討した。

#### 2. 「常陽」を用いた Ac-225 製造量の評価

##### 2-1. 評価手法

高速炉での Ac-225 は、図 1 に示すように Ra-226 及び Th-230 の (n,2n) 反応を利用する。本報告では、Ra-226 照射法について、燃焼計算コード ORIGEN2.2 を用いた解析を行い、Ac-225 の製造量を評価した。断面積ライブラリは、JENDL-4.0 から処理した多群断面積を「常陽」MK-IV 炉心の炉心中心の中性子スペクトルで 1 群に縮約したものを用い、ターゲット試料 1 g として計算した。「常陽」から取り出した照射試料は地下でつながる隣接 PIE 施設に払い出して解体・化学処理することを想定し、既存設備の最短工程として照射後から化学処理に係るまでの期間を 6 日間と評価した。

##### 2-2. 評価結果

生成するのは Ac-225 の親核種 Ra-225 (半減期 15.9 日) であり、1cy 運転の定格日数の 60 日照射で評価した。Ra-225 の製造量評価結果を図 2 に示す。Ac-225 が生成されているものの (n, $\gamma$ ) 反応により Ac-227 も含まれるため、PIE 施設へ移送後 (5 日後) に Ra/Ac の分離・精製 (約 1 日) を行う。分離された Ra-225 から新たに崩壊で生成する Ac-225 を複数回抽出することで、計算上は純粋な Ac-225 が約 0.64 Ci 得ることが可能である。2 g の Ra-226 を年間 3 回照射することで、現在の世界供給量 (約 2 Ci) 相当が製造できる。

本生成量について、簡易的に不確かさを検討した。Ra-226 周辺の反応率 ( $\sigma\phi$ ) と半減期 ( $\lambda$ ) から Ra-226(n,2n) 反応断面積と中性子束の不確かさが支配的である。「常陽」では炉中心部では全中性子束は約 8% 程度の不確かさで評価可能である。一方、Ra-226(n,2n) 反応断面積は JENDL-4 及び 5 には共分散データが格納されていない。JEFF-3.3 では格納されており、自己分散だけで 1 群縮約後で 54% の不確かさである。中性子束 8%、1 群断面積 54% の場合、誤差伝播による評価では Ra-225 の生成量の不確かさは約 55% であった。

#### 3. 結論

「常陽」でターゲットを十分に用意すれば十分な Ac-225 製造が可能であるという見通しを得た。しかし、(n,2n) 反応断面積は不確かさが十分評価がされていないため、今後は「常陽」運転再開時に実証試験により生成量の解析精度等を評価する必要がある。

#### 謝辞

本研究は原子力システム研究開発事業の下で文部科学省からの受託事業として東京都市大学が実施した令和 2 年度及び令和 3 年度「国内の原子力インフラを活用した医用 RI の自給技術確立に向けた研究開発」の成果である。

\*Aru Sano<sup>1</sup>, Shigetaka Maeda<sup>1</sup>, Wataru Itagaki<sup>1</sup>, Shinzi Sasaki<sup>1</sup>, Yuto Sasaki<sup>2</sup> and Naoyuki Takaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Tokyo City University.

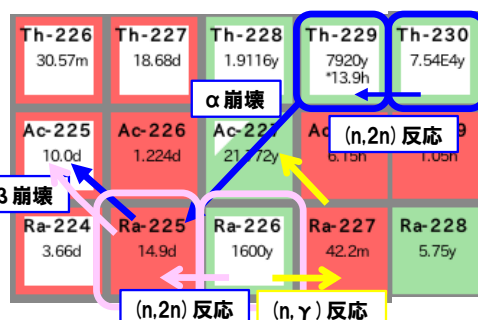


図 1 反応チェーン

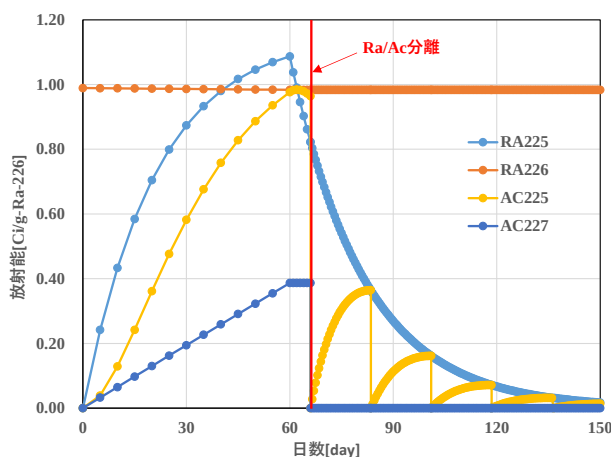


図 2 Ra-226 照射法による Ac-225 製造量