

## 加速器からの高速中性子を用いた医学診断用 $^{99}\text{Mo}$ の生成

脳や骨等特定の臓器に集り易い医薬品を放射性同位体(RI)で標識したものは、RI が放出するガンマ線を検出して画像処理を行うことで核医学診断や治療等に不可欠なものとなっている。特に  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  医薬品は世界で最も多用され核医学診断全体の 80%以上を占め、我が国でも年間約 100 万回の診断が行われている。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  は半減期が 6 時間と短く  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  ジェネレーターとして半減期 66 時間の  $^{99}\text{Mo}$  のベータ崩壊生成物として利用される。しかしその利用期間は  $^{99}\text{Mo}$  の寿命から 1 週間程度であり  $^{99}\text{Mo}$  の安定確保が最重要である。ところが、我が国は世界の約半分の  $^{99}\text{Mo}$  を利用する米国同様全ての  $^{99}\text{Mo}$  を輸入に頼っている。世界で使う  $^{99}\text{Mo}$  の 95%以上はカナダ、オランダ、ベルギー、南アフリカ、フランスの原子炉で生成されているが、これら 5 基に共通の、世界の関係者が危惧している以下の問題がある。5 基全てが稼働後 43~51 年と老朽化していること (カナダの原子炉は運転認可が 2011 年まで)、そして容易に原爆製造に結びつくと考えられる高濃縮ウラン 235 を用いその核分裂反応で  $^{99}\text{Mo}$  が生成されていることである。そんな中 2007 年 11 月世界市場に約 40%の  $^{99}\text{Mo}$  を供給しているカナダの原子炉が緊急停止し約 1 月間  $^{99}\text{Mo}$  の供給が止まり 2008 年 8 月には世界に 26%の  $^{99}\text{Mo}$  を供給しているオランダの原子炉で問題が発生 2009 年 2 月中旬まで運転を停止している。一方高濃縮ウラン 235 の使用は核不拡散の観点から欧米では特に深刻に受止められている。国際原子力機関等が 20%以下の低濃縮ウラン 235 を使用する働きかけを 30 年来続けているが、未だ低濃縮化は実現していない。核医学診断に不可欠な  $^{99}\text{Mo}$  が安定供給と核不拡散の観点で将来展望が抱けない状態にある。

最近、日本原子力研究開発機構の永井泰樹氏と初川雄一氏は、これらの問題を解決する新たな  $^{99}\text{Mo}$  生成方法として、加速器からの高速中性子  $n$  の  $^{100}\text{Mo}$  への照射による核反応を調べ、比較的小型の加速器で容易に得られるエネルギーをもつ照射中性子に対して反応断面積が際立って大きい、 $^{100}\text{Mo} (n,2n) ^{99}\text{Mo}$  反応による生成法を提起した。この研究成果は、日本物理学会発行の英文学術誌 Journal of Physical Society of Japan (JPSJ)の 2009 年 3 月号に掲載される。

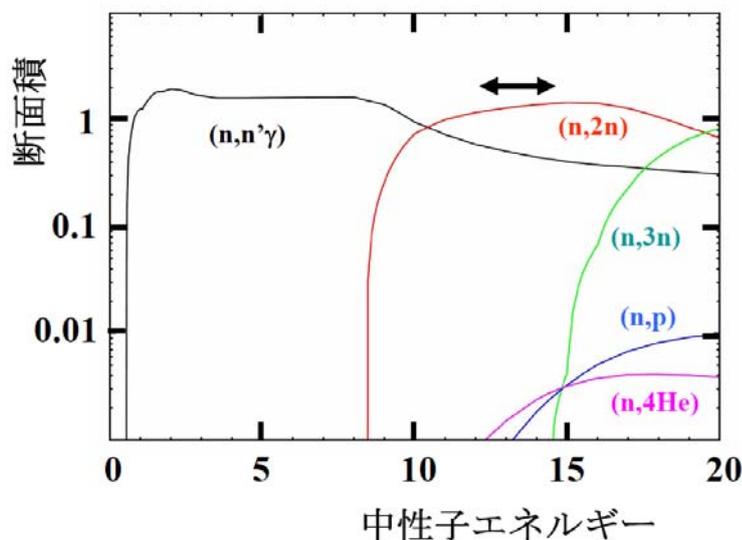


図1 高速中性子 (エネルギーはメガ電子ボルトの単位) と  $^{100}\text{Mo}$  の衝突で起こる様々な反応とその反応断面積 (単位: バーン) の関係。矢印で示される 14 MeV 付近では  $(n,2n)$  反応が他の反応に比べ 500 倍以上大きい。 $(n,n'\gamma)$ 、 $(n,3n)$ 、 $(n,p)$  及び  $(n,4\text{He})$  は中性子非弾性散乱、3 個の中性子放出、中性子と陽子の入替え、及び中性子とヘリウムの入替え反応を示す。

本研究で提起された  $^{100}\text{Mo} (n,2n) ^{99}\text{Mo}$  反応の断面積は図 1 に見る様に 14 MeV 付近で  $1.5$  バーン( $10^{-24}\text{cm}^2$ )と大きく、 $^{98}\text{Mo}$  と熱中性子捕獲反応で  $^{99}\text{Mo}$  を生成する断面積の 10 倍ある。また、 $(n,2n)$ 反応は中性子衝突による他の反応に比べて断面積が 500 倍以上大きく、不必要な RI 生成は少ないため、照射後 RI の化学処理等を小規模施設で行える。一方 14 MeV 近傍の中性子は小型加速器で重陽子と三重水素の反応でヘリウムと共に高強度で生成できることは以前から知られている。例えば日本原子力研究開発機構の核融合中性子工学用中性子源施設では毎秒約  $5 \times 10^{12}$  個の 14 MeV 中性子が生成され核融合関係の研究が長年行われている。(米国では  $2 \times 10^{13}$  個を生成)。現在、 $^{99}\text{Mo}$  を、原子炉を用いた  $^{98}\text{Mo}$  の熱中性子捕獲反応 (毎秒  $10^{12} \sim 10^{14}$  個の熱中性子) で生成する計画が世界で進行している。

本研究で提起された  $^{100}\text{Mo} (n,2n) ^{99}\text{Mo}$  反応は、その反応断面積が大きい点、小型加速器で高強度の (将来的には  $10^{13} \sim 10^{14}$  個) 高速中性子が安定に得られる点、高濃縮 235 ウランを用いない点等から今後  $^{99}\text{Mo}$  の安定供給に向け、さらに、Ru 標的で長寿命の  $^{95}\text{Tc}$ ,  $^{96}\text{Tc}$  を生成でき、安定同位体の無い Tc の基礎・応用研究を拓く可能性を持つ点から広く利用されるものと大いに期待される。

論文掲載誌： J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) No.3, p.033201

電子版：<http://jpsi.ipap.jp/link?JPSJ/78/033201/> (3月10日公開予定)

<情報提供：永井泰樹、初川雄一 (日本原子力研究開発機構) >