

小型加速器から得られる中性子による ^{99}Mo 等医療用RI生産に向けて

永井 泰樹 〈日本原子力研究開発機構原子力エネルギー基盤連携センター〉

橋本 和幸 〈日本原子力研究開発機構原子力エネルギー基盤連携センター〉

150種以上の放射性同位元素 (RI) が、医療、工業、農業、環境、研究、教育等に利用され、我々の日常活動に不可欠になっている。実際、RIの主な利用分野である医療では、特定の臓器や細胞に集積し易い薬をRIで標識した放射性医薬品を用い、核医学診断・治療が行われている。病巣細胞に集積したRIが放出するガンマ線が、体外に置かれた検出器で検出され病巣部の位置と大きさに加え臓器機能の異常を早期に高精度で診断するための情報を与える。そしてベータ線が、がん組織等を致死させ治療が行われる。

診断用RI医薬品としては、半減期6時間のテクネチウム $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 医薬品が最も多く用いられ、我が国では三大生活習慣病のがん、心臓疾患、脳疾患そして認知症等の診断が、年間90万件 (世界で2,800万件以上) 行われている。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は、親核のモリブデン99 (^{99}Mo : 半減期66時間) のベータ崩壊で得られ、 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレーターとして商品化されている。 ^{99}Mo は、主に海外の5台の研究用原子炉で、高濃縮ウランの核分裂反応生成物として得られ、我が国は、使用する ^{99}Mo を全て輸入 (毎週数回) している。そのため、 ^{99}Mo の安定確保は、核医学診断で最重要課題である。ところが、最近、世界の需要量の70%の ^{99}Mo を製造してきたカナダとオランダの原子炉が、高経年化により予期せぬ故障で長期間運転を停止し、 ^{99}Mo の不足が生じた。この事態を受け、また、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の世界の需要が今後も毎年数%の割合で増加すると予想されることから、中長期にわたる ^{99}Mo の安定供給を図る製造方法の検討が、世界中で始まった。一方、丁度この頃 (2010年4月)、アイスランドの火山灰により欧州の空港が閉鎖され、 ^{99}Mo を含むRIの輸入が停止し、

我が国では、短半減期RIの輸送に伴うリスクも浮彫になった。

この状況を受け、我が国でも内閣府が中心になり「 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ の安定供給に向けて官民検討会」が持たれ様々な案が検討された。日本原子力研究開発機構は、既存の原子炉で熱中性子を ^{98}Mo に吸収させて ^{99}Mo を製造する計画を提案し、開発中である。一方、筆者らは、近年の加速器技術の進歩で高強度の高速中性子が小型加速器で得られることを踏まえ、新しい ^{99}Mo 製造法を見つけた。この方法は、 ^{99}Mo を生成する核反応断面積が大きいこと、不要なRI廃棄物の生成量が少ないこと、小型の施設で ^{99}Mo の安定製造が可能であることを特徴とする。更に、この高速中性子は、 ^{99}Mo に加え、がん治療用のイットリウム90 (半減期64時間) や治療と診断が同時に行うことができ次代のRIと期待されている銅64 (半減期13時間) や銅67 (半減期62時間) について高品質のものを従来の製造法より多量に生成できる。そして、実際に、既存の加速器で得られる高速中性子で製造された ^{99}Mo から、放射性核種純度や放射化学的及び化学的純度の点で高品質の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ が分離精製され医薬品への標識化に成功した。これまで、原子炉や加速器を用い製造されてきた上記医療用RIが、全て同一性能の小型加速器からの高速中性子で製造できるという新しい方法の有効性が示された。患者への侵襲が少ない診断・治療用RIは、数日の半減期のため安定なRI供給体制を構築することが最重要の課題である。安定稼働に定評のある加速器を用いる本方式で製造されるRIは、今後核医学診断・治療に大きな貢献をすると期待される。

—Keywords—

放射性医薬品:

医薬品のうち放射性同位元素を使用し、その崩壊で放出される電子や γ 線などを利用して、診断や治療を行うものことです。例えば陽電子放射断層法 (PET) では、 ^{18}F の化合物フルオロデオキシグルコース (FDG) のようなものを指します。

核反応断面積:

面積の単位で表される反応の起こりやすさを示した量のこと。通常は、バーン (1 barn = 10^{-24} cm²) を単位として表されます。これに中性子ビームの強度と、単位面積あたりの標的原子核の数を乗することで、反応数を得ることができます。