

7-10 加速器中性子を利用して医療用のRIを作る —革新的な医療用RI生成法の開発—

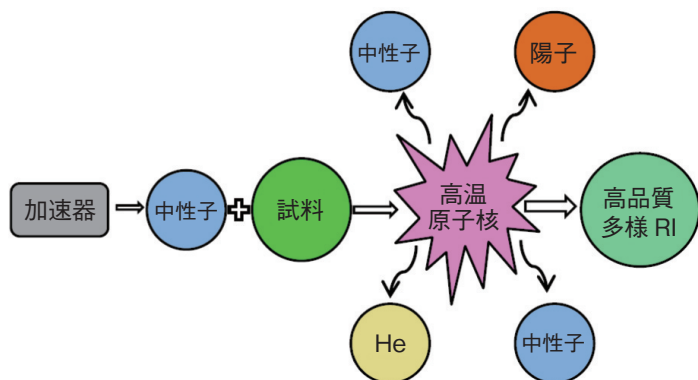


図7-25 加速器中性子によるRI生成法の概念図

加速器ビームを用い生成した高速中性子を試料に照射すると、原子核は高温になり、中性子や陽子やHeを放出して多様なRIを生成します。試料と原子番号が異なるRIは、化学分離で医療に適した高品質化ができます。

^{99}Mo (半減期66時間) の娘核 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (半減期6時間) のように半減期が数日程度の放射性同位元素 (RI) は、核医学の診断・治療に重用されています。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は、がん等の診断に、我が国で年間90万件利用されています。現在、多くの医療用RIは輸入されていますが、海外のRI製造用原子炉が、高経年化への対応で長期に運転停止し、短半減期RIの輸入が困難を来しつつあります。そのため、医療用RIを将来にわたり安定に確保する方法の確立が、我が国のみならず世界的に喫緊の課題になっています。

私たちは、「加速器中性子を利用して医療用RIを作る」という新しい医療用RI生成法を提案しました。その概念を図7-25に示します。

医療用RIを生成する核反応を選ぶ際に考量すべきは、RIの放射性核純度、放射性化学純度、放射能濃度等に厳しい規制値がある点です。私たちの方法が、上記課題に対しどのように有効なのかを、 ^{100}Mo 試料と中性子との反応断面積を例に見てみます。この反応断面積は、中性子エネルギーが、 ~ 10 MeVから20 MeV近傍までは、 ^{99}Mo を生成する (n, 2n) 反応が主であり、不要RIはほとんど生成されません。ところで、一般には原子番号が50程度

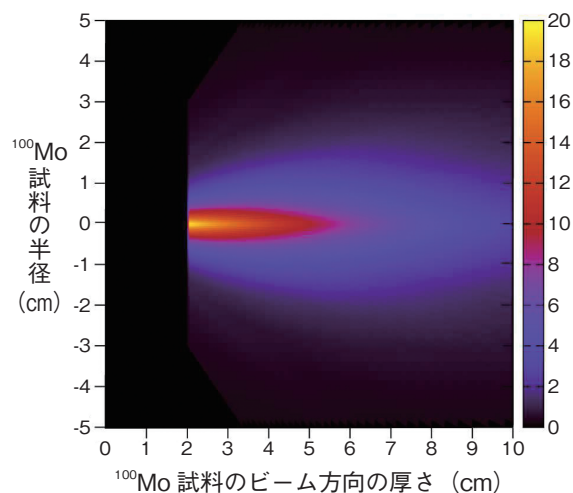


図7-26 RI生成に有効な加速器中性子

加速器中性子は重陽子ビーム方向に放出されるため、RI生成に有効に利用できます。図は、生成される ^{99}Mo がビーム方向に沿って多く作られていることを示しています(^{99}Mo の量は、紫から赤、黄となるにしたがい多くなることを示しています)。

以下の試料では、陽子やHeを放出する反応断面積も大きく、化学分離等で上記規制値を満たすRIが生成できます。そこで、10~15 MeVの準単色エネルギーの高強度中性子があれば、医療用に重要な多様なRIの生成が可能です。

その中性子ですが、原子力機構の核融合中性子源施設 (FNS) では、毎秒 3×10^{12} 個の世界最高強度の14 MeV中性子を得ることができます。一方、重陽子ビームを炭素と反応させ、更に高強度の毎秒 10^{15} 個の14 MeV中性子を生成する加速器が、原子核物理実験用にフランスで建設中です。この反応による中性子は、重陽子ビーム方向に強く放出されます。実際、 ^{99}Mo を例に、その相対生成量分布を計算したところ、 ^{99}Mo は重陽子ビーム方向に沿って多く生成され、中性子が有効利用できることが確認されました。(図7-26)。この中性子を、例えば二層に置いた異なる種類の試料に照射すれば多様なRIの同時生成も可能です。

加速器中性子を利用したRI生成法は、革新的方法であり、核医学・薬学分野に新たなフロンティアを形成するとともに、海外への展開が期待されます。

●参考文献

Minato, F., Nagai, Y., Estimation of Production Yield of ^{99}Mo for Medical Use Using Neutrons from $^{13}\text{C}(d,n)$ at $E_d=40$ MeV, Journal of the Physical Society of Japan, vol.79, no.9, 2010, p.093201-1-093201-3.