

α 粒子入射反応による医療用放射性同位体生成断面積測定

Cross section measurements of α -induced reactions for medical radioisotope production

北海道大学大学院理学研究院
合川 正幸

北海道大学大学院医理工学院
齋藤 萌美

北海道大学理学部
村田 朋大

AIKAWA Masayuki
Faculty of Science, Hokkaido University

SAITO Moemi
Graduate School of Biomedical Science and Engineering, Hokkaido University

MURATA Tomohiro
School of Science, Hokkaido University

Abstract

We perform experiments to obtain production cross sections of medical radioisotopes by α -induced reactions. The experiments in Japanese fiscal year 2017 were conducted at the RIKEN AVF cyclotron under the international collaboration with RIKEN and ATOMKI researchers. Our experimental activity is presented in this report.

1 はじめに

原子核反応実験で得られる断面積などの各種情報（核データ）は、原子力分野のみならず、理学、工学、医学などの多くの分野で利用されている。医学分野においてはがんの診断や治療などに放射性同位体（RI）が応用されており、そのような RI の生成断面積は重要な核データの一つである。しかし、いまだ誤差が大きいデータや欠落しているデータも多く存在している。そこで、より誤差の小さい、信頼性の高いデータが必要不可欠となっている。荷電粒子入射反応に関しては、陽子及び重陽子を入射粒子とした断面積のデータは比較的充実しているものの、 α 粒子入射反応についてはデータが少ないのが現状である。

このような状況のもと、ハンガリー原子核研究所及び理化学研究所の研究者との共同研究として、理化学研究所の加速器を利用し、 α 粒子入射反応を用いた医療用放射性同位体の生成断面積を系統的に取得している。ここでは、2017 年度に実施した実験について報告する。

2 実験の概要

実験は、理化学研究所の AVF サイクロトロンを用いて実施した。測定手法として、放射化断面積測定で実績のある積層箔法及び放射化法、 γ 線分光法を用いた。

まず、標的として、それぞれの元素を含んだ金属箔と、ビーム強度やエネルギー減衰を確認するためのチタン箔を購入した。それぞれの箔の面積及び重さを計測することで、断面積導出に必要な単位面積当たりの重量を導出した。その後、標的ホルダーのサイズに合わせて $8 \times 8 \text{ mm}^2$ あるいは $10 \times 10 \text{ mm}^2$ に切断した。切断した金属箔を重ねて標的とし、ホルダーに固定した。

作成した標的に対し、AVF サイクロトロンで 29 MeV あるいは 50 MeV に加速した α 粒子を照射した。 α 粒子の粒子数はファラデーカップと呼ばれる電流測定装置で計測した。 α 粒子照射後、 γ 線分光法を適用するため、ゲルマニウム検出器を用いて γ 線を測定した。特定のエネルギーを持つ γ 線を分離することで、標的中の個々の RI 生成量を見積もることが可能である。このような手順を経て、最終的に生成断面積を導出した。

2017 年度には、表 1 のように、10 種の標的に対する 11 件の実験を実施した。重複している Zr 標的については、最初の実験で先行研究との乖離が大きかったため、確認するための再実験を行った。

表 1: 2017 年度に実施した実験一覧

実施年月	標的	生成可能な医療用 RI	
2017 年 7 月	natIn	$^{117\text{m}}\text{Sn}$	[1]
	^{169}Tm	^{169}Yb	
2017 年 10 月	natHf	$^{182\text{g}}\text{Ta}$	[2]
	natW	$^{186,188}\text{Re}$	
	natYb	^{177}Lu	
2017 年 12 月	natZr	^{99}Mo	[4]
	natZr	^{99}Mo	[4]
2018 年 3 月	natAg	^{111}In	
	natNi	^{67}Cu	
	natCr	$^{52\text{g}}\text{Fe}$	
	^{89}Y	^{89}Zr	

これらの実験の暫定的な結果については、国内の研究会等で適宜発表を行った。また、いくつかの暫定結果については、RIKEN Accelerator Progress Report に報告を投稿中である [1-4]。引き続き測定結果の解析を行い、論文としてまとめた後、学術雑誌に投稿する予定である。

3 まとめ

放射性同位体の生成断面積は重要な医療用核データの一つである。我々のグループでは、荷電粒子入射反応に着目した研究を行っている。特に、陽子や重陽子入射反応に比べ実験データが少ない α 粒子入射反応の生成断面積を系統的に測定している。2017 年度は、10 種の元素を標的として、様々な医療用放射性同位体の生成断面積を測定した。ここで測定したデータを陽子及び重陽子入射反応等と

比較することにより、効率的かつ不要な同位体の少ない生成過程を調べることが可能になる。今後も引き続き系統的な測定を行うことで、医療分野に貢献する。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 17K07004 による助成及び北大フロンティア基金による 2017 年度新渡戸スクール上級プログラム研究助成を受けています。

参考文献

- [1] M. Aikawa, M. Saito, Y. Komori, H. Haba, “Activation cross sections of α -induced reactions on $^{\text{nat}}\text{In}$ for $^{117\text{m}}\text{Sn}$ production”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **51**, (2018) in press.
- [2] N. Ukon, M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, Y. Komori, H. Haba, S. Takacs, “Activation cross sections of alpha-induced reactions on natural tungsten for ^{186}Re and ^{188}Re production”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **51**, (2018) in press.
- [3] M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, S. Takacs, “Production cross sections of $^{177\text{g}}\text{Lu}$ in alpha induced reactions on $^{\text{nat}}\text{Yb}$ ”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **51**, (2018) in press.
- [4] T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, S. Takacs, “Cross section measurement to produce ^{99}Mo by alpha-induced reactions on natural Zr”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **51**, (2018) in press.