

核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化

(7-1) ミューオン原子核反応による核変換

Reduction and resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation

(7-1) Nuclear transmutation by muon capture reaction

*新倉 潤¹, 齋藤 岳志¹, 松崎 禎市郎², 櫻井 博儀^{1,2}

¹ 東京大学理学部, ² 理化学研究所仁科センター

ImPACT 藤田プログラムでは、核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化を進めている。本講演では、負ミューオンビームによるミューオン捕獲反応を用いた核変換の実現可能性評価のため、イギリス RAL、J-PARC MLF、大阪大学 RCNP で行なった反応生成物の生成確率分布測定実験の結果を発表する。

キーワード: 核変換

1. 研究の背景

我々はミューオン捕獲反応を用いた長寿命核廃棄物の低減化・資源化を目指し、その反応特性の基礎研究を進めている。ミューオンは物質中で停止すると一定の確率で原子核に捕獲される。このミューオン捕獲によって生成する原子核は数から数十 MeV の励起エネルギーを持つ複合核状態にあり、陽子や中性子、アルファ線、ガンマ線等を放出して脱励起するため、反応残留核の多くは元の原子核とは異なる質量数を持つ。ミューオン捕獲反応は長寿命核廃棄物のような重い原子核に対してはおよそ 96%程度と非常に高い反応確率を持つため、この核変換による核廃棄物の低減化を実現する反応の一つとして期待されている。しかし、ミューオン捕獲反応によって生成する原子核がどのような同位体分布を持つかについては、これまでほとんど研究がされていない。そこで、我々は長寿命核廃棄物の一つである ¹⁰⁷Pd のミューオン捕獲反応による反応生成物の生成確率分布をミューオン生成施設である理化学研究所の RAL、大阪大学 RCNP、J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) において測定した。

2. 実験手法

我々は、反応生成物の生成確率分布測定として、生成核のガンマ線測定、中性子多重度測定、生成する放射性同位体のベータ崩壊測定の方法を考案した。これらの方法はそれぞれ測定できる生成率に制限があるため、全ての測定を相互補完することで、最終的にミューオン捕獲による生成核の生成確率分布を絶対値で得ることができる。ガンマ線および中性子多重度測定はミューオンビーム入射直後に生成する放射線測定であり、ビームは連続的な時間構造を持つ DC ミューオンビームによる測定が可能な大阪大学 RCNP の MuSIC ビームラインで行なった。また、ベータ崩壊測定は崩壊半減期が数秒から数時間と長い時間かかるため、パルスミューオンビームを持つ理化学研究所 RAL および J-PARC MLF においてミューオン放射化法により行なった。

3. 結果

全ての実験で、Pd 同位体のミューオン捕獲反応によって生成する放射線の測定に成功した。講演では、これらの実験で得られた生成核率を元に、ミューオン捕獲反応による核変換の反応特性について議論する。

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一環として実施したものである。

*Megumi Niikura¹, Takeshi Saito¹, Teiichiro Matsuzaki², Hiroyoshi Sakurai^{1,2}

¹Department of Physics, the University of Tokyo, ²RIKEN Nishina Center