

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

(4-1) LLFP の断面積測定とエネルギー依存性

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

(4-1) Cross section measurement of LLFPs and their energy dependence

*大津 秀暁¹, H. Wang¹, X. Sun¹, 千賀 信幸¹, 櫻井 博儀¹

¹理化学研究所仁科センター

理研 RIBF 施設を用いて LLFP の陽子重陽子に対する断面積測定を行なった。200 MeV/u の測定から始め、100,50,25 MeV/u での測定が完了した。結果について特にエネルギー依存性を含めて議論する。

キーワード: ImPACT プログラム, 長寿命核分裂生成物, 核データ

1. 緒言

軽水炉から排出される放射性核種のうち長寿命核分裂生成物(LLFP)は、将来高速炉が稼働したとしても長期間に渡り残留する。処理方法の一つの解として、加速器を用いた核変換処理が提案されている。この処理プロセスの具体的な提案においては、LLFP とその周辺核の核反応データ取得が不可欠である。

2. 実験

理研 RIBF 施設では、²³⁸U 一次ビームの大強度化に伴い、飛行核分裂反応で LLFP 核種を直接生成分離し、2 次ビームとして反応断面積測定が可能となった。この特性を活かし、LLFP 核種のうち、¹⁰⁷Pd, ⁹³Zr については、200 MeV/u, 100 MeV/u^[1,2], 50 MeV/u および 20-30 MeV/u の広いエネルギー範囲に渡って残留核の同位体毎断面積の測定を行なった。2 次標的として陽子と重陽子を標的として用いた。現状では、中性子を 2 次標的とすることが現実的に困難であるためである。将来的には直接測定された、重陽子と陽子の断面積から理論の助けを借りて中性子入射反応の断面積を評価することを目論む。

3. 解析とまとめ

入射エネルギーが 200, 100 MeV/u では、入射陽子もしくは重陽子が直接反応過程を経て、時には少数の核子がロックアウトされた後、残留核から蒸発過程により最終的に実験室で観測される核種に変換される、PHITS コードに内包された、INCL-GEM モデルにより比較的良好に説明されることがわかってきた。一方、20-30 MeV/u では、断面積の大半が ¹⁰⁷Pd の場合は、Ag 同位体になることから、陽子を一旦吸収し、その後蒸発がおきる、いわゆる fusion evaporation 過程が支配的になることがわかってきた。問題は、中間の 50 MeV/u 領域で、それらの両方を考慮して反応モデルを構築する必要があると考えられる。現在は DEURACS コード^[3]を用いて解析を行っており、特に重陽子の分解が伴う過程がうまく取り扱えると期待している。また、陽子入射と重陽子入射を同じフレームワークで取り扱えることも、最終的に中性子入射の断面積を評価する上で有利であると考えられる。これらについて報告し、議論する。

謝辞: 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す。

参考文献

- [1] H. Wang et al., Prog. Theor. Exp. Phys. 2017, 021D01 (2017).
- [2] S. Kawase et al., Prog. Theor. Exp. Phys. 2017, 093D03 (2017).
- [3] S. Nakayama et al., Phys. Rev. C 98 (2018) 044606.

*Hideaki Otsu¹, He Wang¹, Xiaohui Sun¹, Nobuyuki Chiga¹, Hiroyoshi Sakurai¹ and ImPACT-RIBF collaboration.

¹RIKEN Nishina Center