

陽子ビームを用いた長寿命核分裂生成物の核変換の効率化

Improvement of efficiency of transmutation of long life fission products using proton beam

*仁井田 浩二¹

¹一般財団法人高度情報科学技術研究機構

核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化のために、陽子ビームを用いた長寿命核分裂生成物の核変換の効率向上の手法を PHITS のシミュレーションを用いて検討し提案する。

キーワード：核変換、高レベル放射性廃棄物、陽子ビーム、長寿命核分裂生成物、PHITS

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命核分裂生成物(LLFP)について、合理的な核変換を行うための技術確立し、長寿命核分裂生成物の短寿命化あるいは資源化を目指している。本発表では、数値シミュレーションを用いて高エネルギー陽子入射核変換の効率化を検討し、変換標的の複数の LLFP の組み合わせを変化させることによる核変換の効率向上を示す。

2. 計算手法、計算体系

シミュレーションコードとして、粒子・重イオン輸送コード PHITS[1]を用いた。LLFP としては、¹³⁷Cs, ¹⁰⁷Pd, ⁹³Zr, ⁷⁹Se の 4 核種を対象とし、まず 4 核種単体の円柱体系を想定し、陽子を円柱の底面中心に入射した時の 1 個の核変換に必要なエネルギー（変換エネルギー）を比較した。円柱の長さは、入射エネルギーで決まる陽子の飛程の 1.1 倍とし、半径は、各対象核種の条件を等しくするために、変換密度（1 モル当たりの変換数）が等しくなるように決定した。図の横軸は、入射陽子のエネルギー、縦軸は変換エネルギーである。陽子の飛程が平均自由行程より大きくなる 500MeV までは、変換エネルギーは一様に減少するが、それより高いエネルギーでは、核種ごとの振る舞いが大きく異なる。

3. 結論

シミュレーションの解析から、500MeV 以上の変換エネルギーの核種による大きな差は、陽子により生成される 2 次中性子の効果であり、中性子が最も多い 0.1MeV から 1MeV 領域で、各核種の中性子吸収断面積が最大で一桁違うことが原因であることが分かった。従って、変換効率を上げるには、円柱の中心部に Cs 等の吸収断面積の小さい核種を配し、陽子で効率よく核変換し、外側に Pd 等の吸収断面積の大きな核種を配し中性子で核変換することにより、複合系全体として変換効率の向上が図られる。実際、Cs-Pd 体系では、単体の体系より、使用済燃料組成で 2.8 倍、変換率が向上することが分かった。

謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。

参考文献

[1] T. Sato et al., J. Nucl. Sci. Technol. 50, 913(2013).

*Koji Niita¹

¹Research Organization for Information Science and Technology

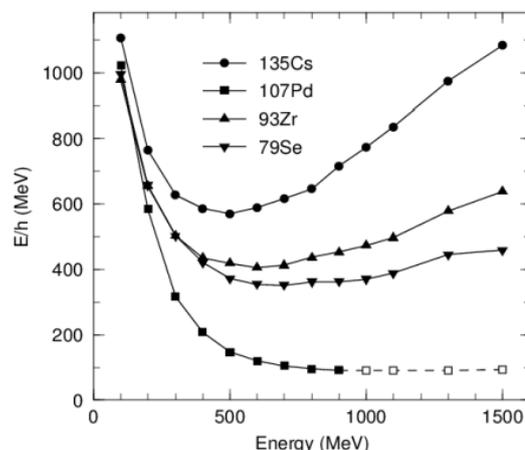


図. 変換エネルギーの入射エネルギー依存性