原子炉を利用した全核分裂生成物の元素変換特性
(3) UCI-TRIGA®炉での中性子放射化分析による MVP-BURN コードの妥当性確認

Basic Research on the Element Transmutation of All Fission Products Using Nuclear Reactors

(3) Validation of MVP-BURN Code by Neutron Activation Analysis in UCI-TRIGA® Reactor

*寺島 敦仁 [1,2,3]，Leila Safavi-Tehrani [3]，Mikael Nilsson [3]，小澤 正基 [1]

[1] 東京工業大学，[2] 日本学術振興会特別研究員 DC，[3]University of California, Irvine

本研究では、MVP-BURN コードの Chain ファイルに短寿命核種の取り扱いを追加することで、短時間照射の中性子放射化分析の予測計算をおこなった。さらに、University of California, Irvine 所有の TRIGA®炉において中性子放射化分析を実施し、両者の結果を比較することで、予測計算の妥当性確認をおこなった。

キーワード：核変換，MVP-BURN コード，UCI-TRIGA 炉，放射化分析，妥当性確認

1. 緒言：東京工業大学が研究を進めている新規先進核燃料サイクル“Aprés ORIENT”[1,2]では、核分裂生成物を元素分離・核変換することによって、資源利用可能な有用元素を創生することを目指している。原子炉を利用した核変換の計算解析には、MVP-BURN[3]などの燃焼計算コードを用いているが、核データの誤差や自らの手で作成した原子炉モデル・核反応チェーンなど、不確かな要素を含んでいる。本研究では、中性子捕獲反応による放射性核種の生成量に関して、計算機シミュレーションと原子炉実験解析の両方を実施し、両者の結果を比較することによって、シミュレーション結果の妥当性確認をおこなった。

2. 研究手法

2-1. UCI-TRIGA 炉を用いた中性子照射実験：核変換対象元素 （軽白金族元素、希土類元素等）について硝酸溶液試料を調製し、University of California, Irvine 所有の TRIGA® Mark I 型原子炉の炉心外周の回転照射領域に装荷した上で、出力 250kW で 1 時間の中性子照射を実施した。高純度ゲルマニウム半導体検出器を用いて、照射後の各試料に対してガンマ線計測を実施した。ガンマ線計測の結果から、各試料内で生成された放射性核種の放射能を計算することで、照射終了時刻における各核種の生成量を算出した。

2-2. MVP-BURN コードを用いた計算機シミュレーション：放射性核種の生成消滅に係る数値計算をおこなうために、燃焼計算コード MVP-BURN、核データライブラリ JENDL-4.0 を使用した。MVP-BURN の燃焼チェーンファイル ChainJ40 (u4cm6fp119bp14T_J40) を改造し、短寿命の放射性核種を追加した。上記の中性子照射実験を模擬して、臨界計算及び燃焼計算解析を実行し、放射性核種の生成量を予測した。

3. 結果：放射性核種の生成量に関して、シミュレーション(Sim)と照射実験(Exp)の差異を(Sim-Exp)/Exp で評価したところ、対象核種全体の傾向としては、シミュレーションが+5%程度の過大評価となった。一方、核種ごとでは、^{171}Er (+17%)、^{169}Yb (-6%)など、いくつかの核種で大きな差異が生じることが見出せた。

謝辞：本研究は、東京工業大学環境エネルギー協創教育院、及び JSPS 科研費 15J12066 の助成を受けたものである。

参考文献：

[1] M. Ozawa, C. Y. Han, T. Kaneshiki, and M. Nilsson, Proceedings of International Nuclear Fuel Cycle Conference (GLOBAL2013), Salt Lake City, Utah, USA, September 29 - October 3, 2013, pp.1499-1503 (2013).

[2] A. Terashima and M. Ozawa, *Nucl. Sci. Tech.* **26**(1), S010311 (2015).

[3] K. Okumura, T. Mori, M. Nakagawa, and K. Kaneko, *J. Nucl. Sci. Technol.* **37**(2), pp.128-138 (2000).

*Atsunori Terashima[1,2,3], Leila Safavi-Tehrani[3], Mikael Nilsson[3], and Masaki Ozawa[1]

[1]Tokyo Institute of Technology, [2]JSPS Research Fellow DC, [3]University of California, Irvine