高速炉を活用したLLFP核変換システムの研究開発
(1)全体計画

Research and development of an innovative transmutation system of LLFP by fast reactors

(1) Research Plan of the Project

*千葉 敏[1], 若林 利男[2]、高木 直行[3]、舘 義昭[4]、高橋 信[2]

[1]東工大、[2]東北大、[3]東京都市大、[4]JAEA

「もんじゅ」クラスの小型高速炉を活用する6種類の長寿命核分裂生成物（LLFP、^{79}Se, ^{93}Zr, ^{99}Tc, ^{107}Pd, ^{129}I, ^{135}Cs)を新規減速材(YH_2, YD_2)と混合しブランケット領域に配置することにより、高いサポートファクター(SF)及び高核変換率を実現する核変換システムの研究を行った。

キーワード：高速炉、長寿命核分裂生成物、核変換、減速材、サポートファクター

1. 緒言

使用済み燃料中には長寿命のマイナーアクチニド(MA)と核分裂生成物（LLFP）が含まれる。MAは放射性廃棄物の潜在的毒性の主要元素群であり、また処分場面積の節約にはMAなどの発熱性核種を除去することが有効であるとされている一方、LLFPは、遠い将来の公衆への被ばく線量の観点から問題とされている。将来の原子力エネルギーシステムには、安全性に優れ、放射性廃棄物による環境負荷を効果的に低減し環境と調和する高い性能が求められる。MAの核変換は核分裂によるため最終的にはLLFPの問題に帰着する。このためLLFPの核変換は、不確実性を伴う超長期の放射性廃棄物処分リスクを低減し、地層処分の安全性を一般社会にわかり易い形で提示すること、そして原子力の信頼性を取り戻し一層高めるため必要である。

2. 研究の全体計画

本研究開発では、高速増殖炉「もんじゅ」で得られたデータを活用し計算精度の検証を行いつつ、将来の高速炉平衡サイクル社会の実現を念頭に、LLFPとして上記6核種を対象として同位体分離及び偶奇分離を仮定せずに高速炉を用いて減量するための核変換システムを検討することを目的とした。基本的アイデアは、これらを減速材と混合して含むターゲット集合体を高速炉のブランケット領域に装荷し、従来より飛躍的に高い核変換効率を達成し、かつ炉心で生成される以上の量を変換することである(SF>1)。その実現性や効率を評価・最適化するため、LLFP核データ評価、核変換特性、核変換ターゲット集合体の交換法、炉心特性評価、熱特性評価、安全性評価、ターゲットの物性測定評価、製造技術開発、LLFP回収技術開発、核変換ターゲット集合体の構造検討、照射試験計画策定、並びに社会科学的意義の検討を実施した。最終的に放射性廃棄物減容・有害度低減に寄与し社会受容性の観点からも実現性の高い高速炉LLFP核変換システム概念を複数確立した。これらの成果を基に参考文献に示す論文発表[1-4]及びプレスリリース[5-7]を行って来た。

謝辞

本研究は特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として東京工業大学が実施した"高速炉を活用したLLFP核変換システムの研究開発"の成果である。

参考文献

[1] S.Chiba et al, Scientific Reports 7, 13961(2017).
[2] M.D.Usang et al., Scientific Reports 9, 1525(2019).
[3] T.Wakabayashi et al., Nucl. Eng. Design 352, 110208(2019).
[4] T.Wakabayashi et al, Scientific Reports 9, 19156(2019).
[5] 東工大プレスリリース『長寿命核分裂生成物を飛躍的に短寿命化する高速炉技術を利用した核変換システムを提案』、https://www.titech.ac.jp/news/2017/039840.html
[6] 東工大プレスリリース『核分裂生成物の二つの転移機構を同時に説明可能な理論構築』、https://www.titech.ac.jp/news/2019/043509.html
[7] 東工大プレスリリース『長寿命核分裂生成物の半減時間を9年以下に短縮』、2020年1月（予定）

*Satoshi Chiba[1], Toshio Wakabayashi[2], Naoyuki Takaki3, Yoshiaki Tachi4 and Makoto Takahashi[2]
[1]Tokyo Institute of Technology., [2]Tohoku University, [3]Tokyo City University, [4]JAEA