

高速炉を活用した LLFP 核変換システムの研究開発

(4) LLFP 核変換ターゲットの候補材とその諸特性

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

(4) Candidates of transmutation target and their properties

*館 義昭¹, 千葉 敏², 高木 直行³, 田原 義壽³, 若林 利男⁴

¹原子力機構, ²東京工業大学, ³東京都市大学, ⁴東北大学

原子力発電に伴って生成される長寿命核分裂生成物について、高速炉システムを活用して効果的に安定核種又は短寿命核種に変換する技術について研究開発を進めている。高速炉の炉心環境に適合する核変換ターゲットの候補材を選定し、その製造性やリサイクル性について調査した。

キーワード：長寿命核分裂生成物、LLFP、核変換、高速炉、核変換ターゲット

1. 緒言

使用済燃料に含まれる ^{79}Se 、 ^{93}Zr 、 ^{99}Tc 、 ^{107}Pd 、 ^{129}I 及び ^{135}Cs はいずれも半減期が 10 万年を超える長半減期の核分裂生成物（以下、LLFP と記す。）であり、これらを短寿命核種又は安定核種に変換することにより、地層処分の信頼性向上に寄与することが可能である。これらの LLFP を高速炉で効率的に核変換させるための装荷形態を選定し、その製造性やリサイクル性について調査した。

2. 核変換ターゲットの候補材とその諸特性

2-1. 核変換ターゲットの候補材の選定

6 種の LLFP の核変換は、高速炉のブランケット領域においてそれぞれの中性子捕獲断面積を有効に利用するため、図 1 に示すような中性子減速材と複合化したペレット状のターゲットを装荷することで実施する。中性子減速材には、中性子減速能の高い水素を高密度に含む金属水素化物の中で高温まで水素保持が可能な水素化イットリウム (YH_2) 又は水素よりも中性子吸収が小さい重水素を含む重水素化イットリウム (YD_2) を用いる。LLFP としては、炉内装荷時の健全性が重要であり、融点を調査した結果、Zr、Tc 及び Pd は融点が炉内温度より高く、単体形態で装荷できる。一方、Se、I 及び Cs は融点や沸点が炉内温度よりも低いため、単体形態での装荷はできない。そのため、これらについては炉内温度よりも高い融点を持つ化合物形態を選定することとし、文献情報や熱力学データベース、先行研究実績を踏まえて、Se は ZnSe 、I は BaI_2 、Cs は Cs_2CO_3 を候補材とした。

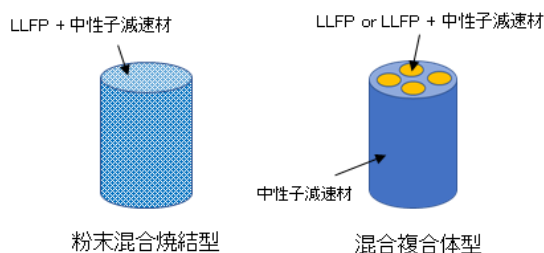


図1 LLFPと中性子減速材の複合体

2-2. 核変換ターゲット候補材の諸特性

6 種の LLFP の核変換ターゲット候補材について、製造性とリサイクル性について調査を行った結果、化合物形態として選定した ZnSe 、 BaI_2 及び Cs_2CO_3 にはすでに確立されている製造手法が適用でき、製造性が見通しが得られた。また、リサイクル性について、核変換により生成される核種と未変換 LLFP 核種の分離手法について調査、検討を行った結果、Zr、Tc、Pd、I 及び Cs については溶液分離などによる分離手法が見出せたのに対して Se については中性子捕獲により高次化生成する Br との分離が困難であることが判明した。このため、核変換ターゲット候補材である Zr、Tc、Pd、 BaI_2 及び Cs_2CO_3 についてはリサイクル性を有しているが、 ZnSe については課題が残った。

3. 結論

上記のように 6 種の LLFP の核変換ターゲットの候補材として ZnSe 、Zr、Tc、Pd、 BaI_2 及び Cs_2CO_3 を選定した。これらの製造には既存技術の適用が可能であり、リサイクルについても ZnSe 以外は見通しが得られたが、 ZnSe については核変換生成元素である Br との分離に課題があることが明らかになった。

謝辞

本研究は原子力システム研究開発事業の下で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平成 28 年度から平成 30 年度までの「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。

*Tachi Yoshiaki¹, Chiba Satoshi², Takaki Naoyuki³, Tahara Yoshihisa³ and Wakabayashi Toshio⁴

¹JAEA, ²Tokyo Institute of Technology, ³Tokyo City Univ., ⁴Tohoku Univ.