

核融合溶融塩ブランケットにおける長寿命核分裂生成物の 核変換を目的とした溶融塩の検討

Proposal of molten salts specialized for transmutation of
long-lived fission products in a fusion blanket system

*北坂 卓¹, 宍戸 博紀¹, 橋爪 秀利¹

¹東北大学

本研究では、長寿命核分裂生成物(LLFP)の核融合炉による核変換に向けて、BeF₂とLLFPフッ化物のみを含む核変換に特化した新たな溶融塩を提案する。中性子輸送解析および燃焼解析を実施し、当該溶融塩のLLFP核変換量を評価し、軽水炉からの生成量に比して十分な核変換量が得られる溶融塩の組成について検討した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物，分離変換，LLFP，燃焼解析，モンテカルロ法

1. 背景

軽水炉からのLLFPを含む高レベル放射性廃棄物を核融合炉溶融塩ブランケットへ添加する、核変換処理システムが提案されている。しかし、ブランケット材候補であるFlibe (LiF-BeF₂) に対し、ブランケット全体におけるLLFP添加を想定すると、トリチウム増殖比(TBR)を維持するため非常に限られた添加量となり、十分な核変換量を得ることが困難である。本研究では、LLFPを大量に含有する核変換に特化した混合塩をブランケット全体の中、極めて限定された領域に配置することを提案し、その核変換システムの有効性について評価する。

2. 数値解析手法

図1に、ヘリカル炉FFHR-d1[1]のブランケットを模擬した解析体系（矩形体系）を示す。核変換用の混合塩は、低融点かつ中性子増倍機能をもつBeF₂と、長寿命核種を含むCsF、PdF₂、ZrF₄の二元系塩とし、組成はモル比で1:1とした。対象元素の同位体組成はPWRの燃焼度45 GWd/t、冷却期間30年の使用済核燃料中の組成に基づき決定した。核融合出力は3 GWとし、中性子強度は $6.65 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ とした。中性子輸送計算コードMVP2.0[2]、断面積ライブラリJENDL4.0を用いて、LLFP核種の個数密度の変化を評価した。

3. 数値解析結果

BeF₂と一種類のLLFPフッ化物の混合塩をブランケットに装荷した場合の長寿命核種の数密度変化を図2に示す。¹³⁵Cs、¹⁰⁷Pd、⁹³Zrの量について、核融合炉による減少量が国内の軽水炉36基からの年間生成量を上回る（サポートファクタ=36）ためには、各混合塩をブランケット全体の、体積割合でそれぞれ5%、2%、26%程度装荷する必要があることが分かった。混合塩はトリチウム増倍能を持たないため、BeF₂-ZrF₄の26%もの装荷により全体のTBRが不十分となることが懸念される。

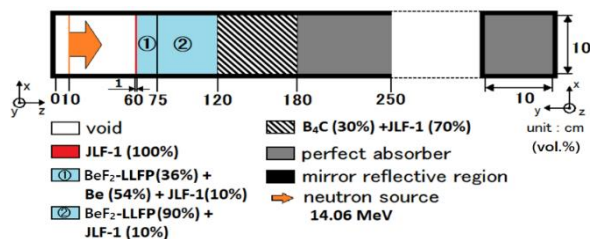


図1 解析体系

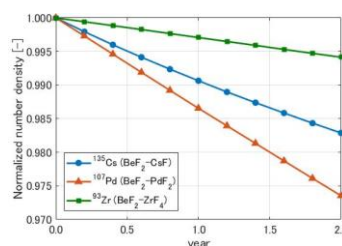


図2 LLFP核種の数密度変化

参考文献

[1] A. Sagara et al., Fusion Engineering and Design, Volume 87, Issue 5-6, 594-602 (2012) [2] Y. Nagaya et al., JAERI 1348 (2005)

*Taku Kitasaka¹, Hiroki Shishido¹ and Hidetoshi Hashizume¹

¹Tohoku Univ.