

I-129 の FBR 炉内装荷による核変換の成立性

Feasibility of I-129 transmutation by in-core loading in Fast Breeder Reactor

*木村 優斗¹, 高木 直行¹

¹ 東京都市大学

高速炉を用いた長寿命核分裂生成物(LLFP)の核変換処理法として、径方向ブランケット領域に減速材を含む LLFP 集合体を装荷する方式^[1]が従来から検討されている。本研究では、中性子束の高い炉心領域に I-129 を装荷し、増殖性能を犠牲にすることなく効率的に I-129 を核変換する炉内装荷法について検討した。

キーワード : LLFP, 核変換, 高速炉, 炉内装荷

1. 緒言

LLFP 集合体をブランケット領域もしくは炉心内領域へ配置する場合の概念比較を図 1 に示す。炉内装荷法では、中性子束が高いため減速材導入(による LLFP の断面積増大)は行わない。これにより LLFP の装荷量増による変換量増大およびサーマルピーク発生回避の効果が期待される。径ブランケット集合体削除の必要もないため増殖性能への影響は小さい。本研究では、炉心部に I-129 を装荷した場合の炉特性・増殖性や核変換性能を評価した。

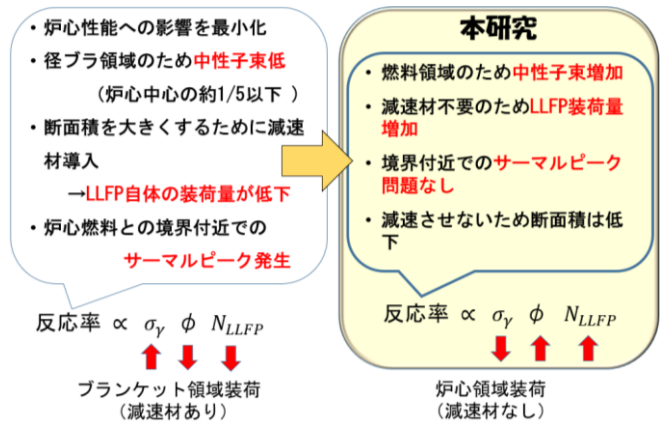


図1 LLFP 核変換方法の比較

2. 検討条件

対象炉心はNa冷却高速増殖炉「もんじゅ」とし、熱出力714MWt(集合体出力3.61MWt)、炉心高さ93cm、燃焼期間750日(1サイクル150日×5バッチ)である。装荷するヨウ素は単体で昇華性があり、融点が387Kと低いため、ヨウ化バリウム(BaI₂)とすることを想定した。六角集合体(169ピン)の各隅の燃料ピン6本をこのBaI₂ピンに置き換えた1集合体無限体系を対象とし、汎用中性子・光子輸送計算モンテカルロコードMVP2.0及びMVP-BURN、核データライブラリにはJENDL-4.0を用いて解析を行った。

3. 結果

解析結果を図2に整理した。750日の燃焼後、1集合体の全燃料ピン(163本)でI-129が約18g生成されているのに対し、全ヨウ素ピン(6本)で約26g変換されており、正味の変換率は8.36%となった。この場合のI-129の実効半減期「 $T_{1/2, \text{eff}} = \ln 2 / (\sigma \phi + \lambda)$ 」は15.9年であり、I-129の自然崩壊半減期(1570万年)に比べ約100万分の1に短縮された。燃料ピン6本をBaI₂ピンで置換したことにより k_{inf} は約0.8%減少し、炉内1燃料集合体の転換率は0.965から0.972へと微増した。

I-129を炉心内へ装荷する核変換法は、炉特性への影響を軽微に抑え、かつ効果的な核変換と燃料増殖を両立できる可能性がある。

参考文献

- [1] Toshio Wakabayashi, Makoto Takahashi, Satoshi Chiba, Naoyuki Takaki, Yoshiaki Tachi, "A fast reactor transmutation system for 6 LLFP nuclides." Nuclear Engineering and Design 363 (2020) 110667

*Yuto Kimura¹, Naoyuki Takaki¹

¹Tokyo City Univ.

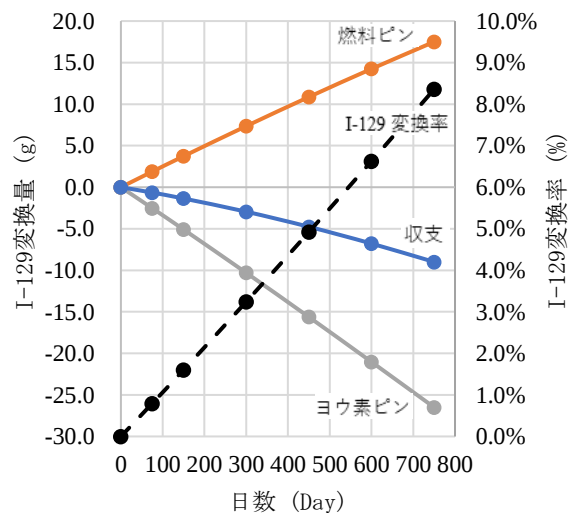


図2 I-129の核変換特性