

転換比向上を目指した遺伝的アルゴリズムを用いる軽水炉用トリウム燃料集合体の最適化

Optimization of LWR thorium fuel assembly to improve conversion ratio using Genetic Algorithms

*竹石 太一¹, 松田 拓朗¹, 竹田 敏¹, 北田 孝典¹

¹大阪大学

軽水炉用トリウム燃料集合体の転換比を向上させるため、遺伝的アルゴリズムを用いて燃料棒配置の最適化を行った。集合体計算には SCALE システムに含まれる Polaris を用いた。結果をふまえ、転換比が高くなる燃料棒の配置の傾向やその考察を行った。

キーワード: トリウム燃料, 転換比, 遺伝的アルゴリズム

1. 緒言

トリウムは熱中性子領域での中性子再生率が高いため高転換軽水炉の燃料として考えられるが、通常用いられる軽水炉体系でトリウム燃料を用いても転換比は低い。これを改善するため、集合体のピン配置に着目し、転換比の高いピン配置の傾向を考察する。ピン配置は非常に多様な組み合わせが考えられるので、遺伝的アルゴリズムを用いて最適化を行った。

2. 計算条件

集合体の中性子計算には SCALE システム中の Polaris を用いた。核データライブラリは ENDF/B-VII.1(56 群ライブラリ)を用いた。燃料棒が 17×17 本で構成される軽水炉集合体の 1/8 対称ピン配置に対し、U233 を 1~4%、それ以外は Th232 という 4 種の組成のピンを自由に配置する条件を設定した。燃焼度 50GWd/t まで燃焼計算を行い、集合体全体の燃焼初期に対する燃焼終期の U233 の原子数密度を転換比として設定した。

遺伝的アルゴリズム中の評価関数は、「転換比*n」(燃焼計算中、どこかのステップにおいて集合体の無限増倍率が 1 を下回った場合 n=0, それ以外の場合 n=1) を用いた。二点交叉の発生確率は 0.6、突然変異確率は 0.4、トーナメントサイズは 3 に設定し、1 世代 200 個体で 50 世代分の進化計算を実行した。

3. 結果と考察

最適化の結果、無限増倍率が低く、その推移が平坦なピン配置が得られた。転換比は 0.917 となった。

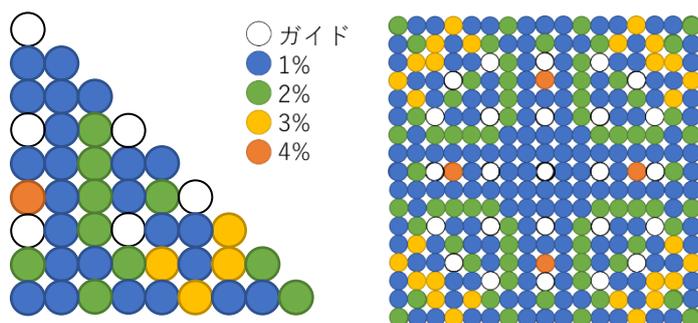


図 1,2 最適化されたピン配置 (1/8 図,全体図)

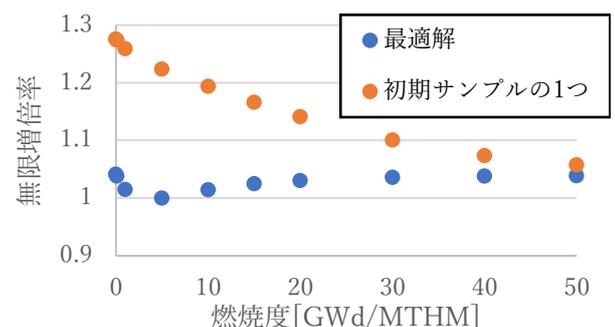


図 3 無限増倍率の推移

無限増倍率が低い方が Th232 の吸収が大きく、転換比は上がり U233 の数密度が増える。そのため今回の評価関数では、全体の無限増倍率が 1 を下回らないように濃縮度をできるだけ下げた配置が有利になる結果になった。

4. 今後の展望

燃焼期間平均の無限増倍率を考慮した評価関数を設定して最適化を行い、転換比を向上させる集合体設計について考察を深める。

*Taichi Takeishi¹, Takurou Matsuda¹, Satoshi Takeda¹ and Takanori Kitada¹

¹Osaka Univ.