

核融合中性子を用いた MA 核変換により生成された Pu の 軽水炉燃料利用可能性の検討

Evaluation of the LWR fuel applicability of Pu transmuted from MA by fusion neutrons

*清水 雅生¹, 宍戸 博紀¹, 橋爪 秀利¹

¹東北大学

本研究では、核融合中性子を用いた MA 核変換により生成された Pu について、軽水炉における有効利用の可能性を検討する。中性子輸送解析および燃焼解析を実施し、核変換生成 Pu を含有する MOX 燃料を装荷した軽水炉の炉心特性を評価した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物，分離変換，軽水炉，MOX 燃料，MVP，MVP-BURN

1. 背景

MA を含む高レベル放射性廃棄物の処理方法の一つとして、核融合中性子を用いた核変換処理が提案されている^[1]。先行研究において核融合炉ブランケット内に MA を装荷した燃焼解析を実施したところ、あえて減速材を用いた熱中性子場とすることで、多くの MA 核種が Pu 偶数核種、特に ²³⁸Pu へ核変換されることが明らかとなった^[2]。これを受け、核変換生成 Pu を MOX 燃料として軽水炉に部分的に装荷することで、運転初期においては中性子を吸収する可燃性毒物として機能し、運転に伴い ²³⁹Pu へ変換され出力が増加することで、Pu 燃料のみで実効増倍率を一定に維持できる炉心形成が期待される。以上から、本研究では核変換によって生成された Pu の軽水炉における有効利用の可能性について検討する。

2. 数値解析手法

図 1 に BWR-MOX 燃料集合体のベンチマーク問題に基づいた計算体系を示す^[3]。中性子輸送解析コード MVP2.0^[4]、および断面積ライブラリ JENDL-4.0 を用いて、従来 MOX 燃料および核変換生成 Pu 含有 MOX 燃料を装荷した際の実効増倍率を評価した。

3. 数値解析結果

図 2 に運転時間に伴う実効増倍率の変化を示す。核変換生成 Pu 燃料を全域に装荷した場合、実効増倍率は時間と共に増加し、次第に一定となる特性を示している。よって、従来 MOX 燃料と核変換生成 Pu 燃料を組み合わせることで、各々の実効増倍率が足しあわされ一定に近くなると予想された。核変換生成 Pu 燃料を図 1 の通り一部領域に装荷し 1 年間運転した場合の実効増倍率を図 2 に示すが、運転初期の値は従来 MOX より低くなるものの、時間経過とともに一定にはならず減少する結果が得られた。今後さらなる解析を行い、運転期間に伴う実効増倍率の変動を最小限に抑えられるような装荷条件を検討する。

参考文献

- [1] M. Schaffer et al., EPRI Report AP-1644, (1980). [2] Y. Furudate et al., Progress in Nuclear Energy, 103, 28-32, (2018).
[3] OECD/NEA, Plutonium Physics, Vol.7 (2003). [4] Y. Nagaya et al, JAERI 1348 (2005).

*Masaki Shimizu¹, Hiroki Shishido¹ and Hidetoshi Hashizume¹

¹Tohoku Univ.

1	2.7	3.9	5.2	5.2	6.7	5.2	5.2	3.9	2.7
2	3.9	6.7	6.7	7.6	6.7	10.6	10.6	6.7	3.9
3	5.2	6.7	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	6.7	5.2
4	5.2	7.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	5.2
5	5.2	6.7	10.6	10.6				7.6	6.7
6	6.7	10.6	10.6	10.6				10.6	5.2
7	5.2	10.6	10.6	10.6				10.6	7.6
8	5.2	6.7	10.6	10.6	7.6	10.6	10.6	6.7	5.2
9	3.9	6.7	6.7	10.6	6.7	6.7	7.6	6.7	3.9
10	2.7	3.9	5.2	5.2	6.7	5.2	5.2	3.9	2.7
	a	b	c	d	e	f	g	h	i

核変換生成Pu含有 MOX燃料 数値はPu/(Pu+U) %を示す

図 1 数値解析体系

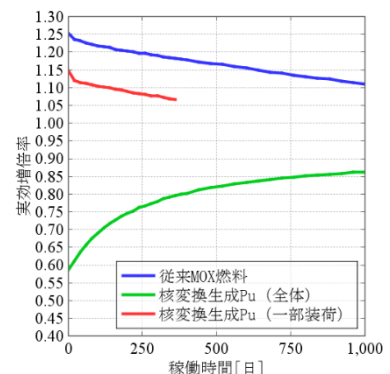


図 2 実効増倍率の変化