

高速炉 MOX 燃料の機構論的統合モデルを用いた燃料挙動の評価 (2) Pu, Am 再分布の評価

Evaluation of fuel behaviors by using science-based integrated models for MOX properties

(2) Evaluation of Pu and Am redistribution

*亀井 美帆¹, 永沼 正行¹, 生澤 佳久¹, 前田 宏治¹, 佐々木 新治¹, 小澤 隆之¹, 廣岡 瞬¹
¹ 日本原子力研究開発機構

MOX 燃料の機構論的統合モデルのうち蒸気圧モデルを用いて、照射初期の Pu 及び Am 再分布を評価した。照射初期の Pu 及び Am 再分布について、照射中の蒸気圧による寄与を明らかにした。

キーワード: MOX 燃料, O/M 比, プルトニウム, アメリシウム, 再分布

1. 緒言

高速炉 MOX 燃料において、照射による Pu、Am のペレット径方向濃度変化 (Pu・Am 再分布) は、燃料の融点等に影響を与えるため、重要な挙動である。Pu、Am の照射初期の再分布挙動等を把握するため、高速実験炉「常陽」で Am-MOX 燃料の短期照射試験 (B14 試験) を実施した。本研究では、この試験燃料を対象に O/M 比による Pu・Am 再分布挙動への影響について、蒸気圧を評価し検討した。

2. 照射試験・結果[1]

B14 試験では、Pu 含有率 31 wt.%、Am 含有率 2.4 wt.%、O/M 比 3 レベル (1.96、1.98、2.00) の燃料ピンについて、48 時間のプレコンディショニングの後、最大線出力 470 W/cm で 10 分間の短期照射を行った。照射後試験 (PIE) で EPMA 測定の結果、いずれの試料においても燃料中心側で Pu・Am 濃度は最大となる分布となり、中心側での Pu・Am・U 再分布量と O/M 比の関係を図 1 に示した。ここで、O/M 比の増大に伴い Pu、Am の再分布量は増加する傾向にあり、特に O/M 比が 2.00 で再分布量が大きく、Am 再分布量は Pu 再分布量よりも大きく増加していることがわかる。

3. 考察

Pu・Am 再分布挙動は固相拡散と気相輸送によるものと知られているが、上記のような照射初期では、燃料組織変化を伴う燃料の径方向温度勾配による製造時気孔の蒸発・凝縮移動過程での気相輸送が支配的であり、再分布量は U・Pu・Am 系の蒸気圧差に起因するものと考えられる。そこで、MOX 燃料の機構論的統合モデル[2]にある蒸気圧モデル[3]を用いて、最大線出力時の蒸気圧を計算した結果を図 2 に示す。この結果から、O/M 比の増大に伴い Pu・Am 再分布量が増大したのは、Pu・Am 分圧に対する U 分圧比 (U 分圧/Pu 分圧、U 分圧/Am 分圧) が増大したことが起因したと考えられる。O/M 比が 2.00 のとき、Pu、Am とも再分布量が大きく、特に Am で大きくなったことは、これらの分圧比の傾向により説明できることが分かった。本検討の結果得られた知見を燃料挙動解析コードに取り入れることで、照射初期における Pu・Am 再分布評価の精度の向上が期待でき、次期高速炉の燃料設計裕度の適正化に資するものと考えられる。

参考文献

[1] K. Maeda et al, J. Nucl. Mater., 416 (2011) 158-165.

[2] 2018 年日本原子力学会春の年会, 予稿(2018) 3D01-3D03. [3] Y. Ikusawa et al, Proc., ICONE22 (2014) 30005.

*Miho Kamei¹, Masayuki Naganuma¹, Yoshihisa Ikusawa¹, Koji Maeda¹, Shinji Sasaki¹, Takayuki Ozawa¹, and Shun Hirooka¹

¹Japan Atomic Energy Agency

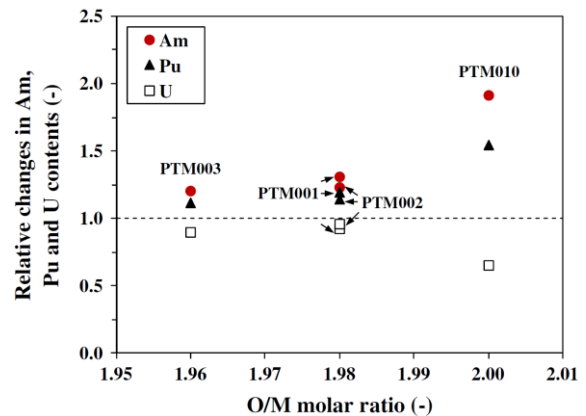


図 1 O/M 比と燃料中心側の Pu, Am 再分布量の関係[1]

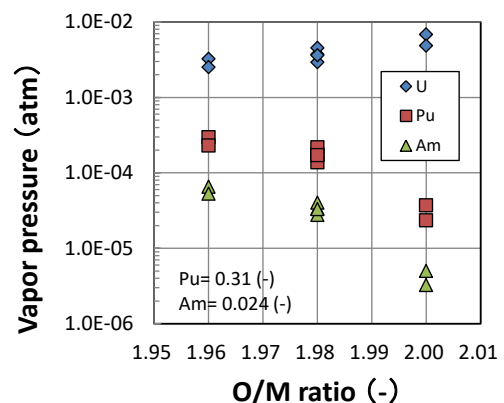


図 2 O/M 比と最大線出力時の蒸気圧の関係