

核燃料部会セッション

マイナーアクチノイド (MA) の分離変換のための燃料技術開発
Fuel Technology Development for Partitioning and Transmutation of Minor Actinide (MA)

(1) MA 含有酸化物燃料の開発の現状と課題

(1) Current Status and Issues in MA-Bearing Oxide Fuel Development

田中 康介¹¹ 日本原子力研究開発機構

1. MA 含有酸化物燃料の分離変換技術

酸化物燃料を用いた高速炉における分離変換技術としては、低濃度の MA を酸化物燃料に添加して燃焼させる高速炉均質型、比較的高濃度の MA を酸化物燃料に添加した小数の燃料体を非均質に装荷することにより集中的に燃焼させる高速炉非均質型の 2 種類が挙げられる。これらの変換形態を有する高速炉 MA リサイクルシステムの実用化には、燃料を安定的に製造する技術を確立するとともに、燃料の物性（熱的・機械的特性）や照射中のふるまいに及ぼす MA 添加の影響を把握することが求められる。

2. 我が国における MA 含有酸化物燃料の開発状況

高速炉均質型においては、最大 5% までの Am を含有する MOX 燃料の遠隔操作による製造が行われ、照射に必要な所定の仕様（密度、O/M 比等）に調整する技術の確立に成功している。また、この濃度範囲での各種物性に及ぼす Am 添加の影響が評価されている。さらに、高速実験炉「常陽」で MA 含有酸化物燃料の照射試験“Am-1”が行われ、照射初期の組織変化挙動、Pu 及び Am 再分布挙動等に関する知見を得ている。一方、高速炉非均質型は、20% までの Am を添加した MOX 燃料ペレットの製造に成功しているが、所定の仕様を得るためには製造手法の改善、最適化が必要な状況にある。また、酸化物燃料の物性に及ぼす高濃度領域までの MA 含有の影響に関する実験データも限られており、さらなる技術開発が必要である。

3. 海外における MA 含有酸化物燃料の開発状況

燃料製造技術開発としては、フランス CEA において、高濃度の Am を含有する UO₂ 燃料（ブランケット燃料）の研究が精力的に行われており、焼結特性に関する基礎的な知見が蓄積されつつある¹⁾。

一方、MA 含有酸化物燃料の照射挙動としては、フランスの Phénix 炉において、Am、Np 含有酸化物燃料の照射試験“SUPERFACT”が行われ、照射後試験の結果から、通常の MOX 燃料と類似の照射挙動を示すことが確認されている²⁾。また、米国においても、Am 及び Np 含有酸化物燃料の照射試験“AFC-2C/2D”が高速炉のスペクトルに近づけた条件の ATR 炉において行われ³⁾、現在、照射後試験が実施されている。

4. 今後の展望

これまでの MA 含有酸化物燃料の研究開発は、意図的に回収した MA（ストックパイル）を用いて行われてきた（技術成熟度：TRL4）。今後は、照射済燃料から分離した MA（フィードストック）を用いた工学的規模での実証が必要となる（TRL5）。このステップアップに先立ち、既存施設の能力を最大限に活用し、照射済燃料から分離・回収した少量のフィードストック MA を用いた燃料製造、照射試験、照射後試験からなる“SmART（Small Amount of Reused fuel Test）サイクル”の検討が進められている。

[参考文献] 1) F. Lebreton et al., J. Nucl. Mater. 438 (2013) 99. , 2) C. T. Walker et al., J. Nucl. Mater. 218 (1995) 129. , 3) K. J. McClellan et al., Int. Conf. on Fast Reactors and Related Fuel Cycles (FR13), 2013.

Kosuke Tanaka¹¹Japan Atomic Energy Agency