

革新的小型ナトリウム冷却高速炉の開発
(20) 金属燃料サイクルによる MA リサイクルの早期実証シナリオの検討

Development of an innovative small sodium-cooled fast reactor

(20) Early demonstration scenario of MA recycling by metal fuel cycle

*渡邊大輔¹, 湊田翔¹, 三島大輝¹, 藤村幸治¹, 中原宏尊¹, 村上毅²

¹日立 GE, ²電中研

金属燃料高速炉を用いてマイナーアクチノイド(MA)のリサイクルを早期に実証するシナリオを検討した。使用済金属燃料を早期に乾式再処理して MA を含有した新燃料を製造する想定において、燃料組成に対応した炉心を構築するとともに、必要となるサイクル施設の規模を検討した。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉，金属燃料，核燃料サイクル，シナリオ，炉心解析

1. 緒言

将来の国内における高速炉サイクルの実現を目指し、米国で検討された PRISM 型炉[1]を参考として、金属燃料を用いる小型のナトリウム冷却高速炉（以下、「高速炉」と略す。）を国内に導入するシナリオの検討を進めている[2]。本研究では高レベル放射性廃棄物の減容・潜在的有害度の低減に向けて、MA のリサイクルを早期に実証するシナリオ及び炉心を検討した。

2. 検討方法

本研究では、軽水炉の使用済燃料の湿式再処理により回収された U と Pu から金属燃料を製造して高速炉に装荷し、運転により発生する使用済金属燃料を乾式再処理して U、Pu、MA を回収し、MA 含有金属燃料として 1 基の高速炉でマルチリサイクルするシナリオを想定した。炉心解析ではリサイクルにより変化していく燃料組成を考慮し、本シナリオ向けの炉心を検討した。また、炉心の仕様に基づいてサイクル施設の規模を評価した。

3. 結果及び結論

高速炉の炉心として、U-Pu-MA-Zr 合金を採用する炉心燃料（120 体）、U-Zr 合金を採用するブランケット燃料（内部ブランケット 30 体、径方向ブランケット 45 体）で構成される炉心（電気出力 311 MWe）を構築した。使用済金属燃料のリサイクルにおいて変化していく新燃料中の MA 含有率と燃料装荷・取出時の MA 重量の差分を評価した結果を図 1 に示す。初装荷燃料は MA を含まないが、燃焼に伴い MA が徐々に生成して MA 含有率は増加していき、1.2 wt%程度で飽和する傾向が見られた。また、初期は MA 含有率が低いためリサイクルしても MA 重量としては増加するが、その後の MA 含有率の上昇に伴い燃焼量が増加して MA 重量は減少に転じてバランスした。以上の検討により、MA リサイクルの早期実証と将来的な MA 燃焼が可能な見通しが得られた。また、炉心インベントリと燃料の炉内滞在期間から、必要となる燃料製造と乾式再処理の施設規模はおよそ 5 tHM/y と評価され、小型のサイクル施設とできる見通しが得られた。

参考文献

[1] B. S. Triplett et. al., Nucl. Tech., 178 (2000) 186-200.
[2] 渡邊, 他, 原子力学会 2023 年秋の大会, 1H08 (2023).

*Daisuke Watanabe¹, Sho Fuchita¹, Tomoki Mishima¹, Koji Fujimura¹, Hirotaka Nakahara¹ and Tsuyoshi Murakami²
¹Hitachi-GE, ²CRIEPI

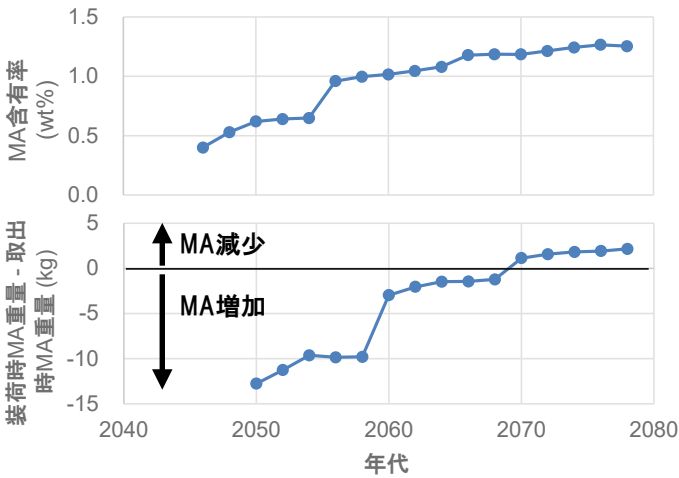


図 1 新燃料中の MA 含有率の推移及び燃料装荷・取出時の MA 重量の差分の推移