

## 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)

## (3) MA 含有窒化物燃料の開発の現状と課題

## (3) Current Status and Issues in MA-Bearing Nitride Fuel Development

高野 公秀<sup>1</sup><sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構**1. 核変換用窒化物燃料の概念**

加速器駆動システム (ADS) による核変換専用の燃料として、MA を高濃度に含有した不活性母材型窒化物燃料の研究開発を進めている。MA と Pu の窒化物を ZrN 又は TiN の母材で希釈し、(MA,Pu,Zr)N 単相固溶体ペレットもしくは(MA,Pu)N/TiN 系の粒子分散型ペレットとする概念であり、(MA,Pu)N の含有率は、炉心装荷位置により 20~45mol%程度の範囲である。Pu と MA の窒化物は相互に全率固溶するので燃料の組成自由度が高く、熱伝導率も良好なことから、窒化物は MA を高濃度に添加するための燃料として優れた特性を有していると言える。核変換後は、熔融塩中での電解あるいは化学溶解に基づく乾式再処理によって MA と Pu を回収し、再度窒化物燃料に加工される。

**2. 技術開発の現状と課題****2-1. 燃料製造技術**

階層型サイクルにおいて、MA と Pu を窒化物に転換する方法は2種類並立する。1つ目は、商用サイクルの高レベル放射性廃液から群分離によって回収された MA 硝酸溶液を、ゾルゲル法経路で MA 酸化物と炭素の混合粒子とし、これを窒素気流中で炭素熱還元により窒化物とする方法である。炭素熱還元による MA 酸化物からの窒化物調製は、これまで JAEA で数十~数百 mg の小規模な実験により実証されており、ZrN との固溶体焼結試料作製までは実施済みである。今後はゾルゲル・プロセスの最適化や、高発熱、遠隔操作、<sup>15</sup>N 同位体濃縮窒素ガスの経済的利用に対応した製造機器・設備等に関して、工学的観点からの技術開発が課題である。一方、2つ目の窒化方法は、乾式再処理で回収した Cd-MA-Pu 合金を窒素気流中加熱により Cd を蒸留しつつ、Pu と MA の窒化物を得る方法である。これまでに、ごく小規模の試験で Cd-Pu 系、Cd-Am 系の試験を行い、窒化物粉末が得られることを実証した他、希土類で MA を模擬した数十 g 規模の試験により、工学規模の蒸留窒化装置開発に向けた基礎データ取得を実施中である。

**2-2. 燃料の物性データ・ふるまい解析**

燃料の性能や核変換時のふるまいを理解するために、熱物性や機械特性データを取得してデータベース化することが重要である。MA 窒化物及び(MA,Pu,Zr)N に関して、比熱、熱伝導率、結晶格子熱膨張率に代表される基礎的な熱物性データは概ね取得済みで、組成・温度依存性に関する物理的解釈を進めるとともに、窒化物燃料物性データベースの WEB 版公開に向けて準備中である。一方、照射時の燃料ふるまいに関しては、軽水炉用の FEMAXI-7 をベースにした解析コードの開発・改良を行っている。窒化物燃料解析用のモジュールを開発し、既知の(U,Pu)N 及び MA 含有窒化物の諸物性データを反映しつつ、ギャップコンダクタンスや He 生成・放出等の現象記述モデル組込みを進めている。実用性の高い解析コードにするためには、照射試験による実データの反映が不可欠であるが、MOX 燃料や金属燃料と比較して窒化物燃料の照射実績は不足しているのが現状である。そのため、核変換用窒化物燃料の照射試験を目指して、短尺ピン規模の製造と検査が可能な遠隔操作機器の検討と整備が今後重点的に取り組むべき課題である。

Masahide Takano<sup>1</sup><sup>1</sup> Japan Atomic Energy Agency