

安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用 窒化物燃料サイクルに関する研究開発：(1) 全体計画

R&D on Nitride Fuel Cycle Technologies for MA Transmutation in the Aspects of Safety and Economy

(1) Introduction of Overall Plan

*高野 公秀¹, 林 博和¹, 村上 毅², 有馬立身³

¹原子力機構, ²電力中央研究所, ³九州大学

放射性廃棄物の減容・有害度低減に資することを目的とした、文部科学省原子力システム研究開発事業「安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用窒化物燃料サイクルに関する研究開発」の全体計画を紹介する。

キーワード：マイナーアクチノイド, 核変換, 窒化物燃料, 乾式処理

1. 緒言 放射性廃棄物の減容・有害度低減は、原子力を持続的に利用していく上で重要な課題であり、マイナーアクチノイド (MA) の核変換はそのための有効な選択肢である。ここでは、MA を高濃度に添加するのに適した窒化物燃料と乾式処理による核変換専用の燃料サイクルに関する研究開発として、平成 28 年度から 4 カ年計画で開始した文部科学省原子力システム研究開発事業「安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用窒化物燃料サイクルに関する研究開発」の全体計画を紹介する。燃料の概念は、MA と Pu の窒化物を高温安定性に優れる不活性母材 (ZrN または TiN) で希釈したセラミックス燃料であり、組成自由度が高いことが特徴である。

2. 全体計画 MA 核変換専用の燃料サイクルに関して、これまでグラム未満の MA 試料を用いたごく小規模のホット試験により、基礎知見と技術を蓄積してきた。本事業の目的は、このような基礎研究の段階から、準工学研究の段階へと進むための技術的見通しを得ることであり、以下の三大項目に取り組む。

(1) 燃料製造技術開発 MA の硝酸塩溶液から窒化物に転換する工程では、セル内遠隔操作への対応と放射性ダスト発生抑制の観点から、ゾルゲル法を経由した MA 酸化物と炭素の混合煅焼粒子作製技術の開発を行う。MA の模擬として希土類を用いた粒子作製試験を行い、均質分散性と良好な球形が得られる条件を確立する。この粒子を炭素熱還元により窒化する際には、¹⁵N を濃縮した窒素ガスを用いる必要がある。経済性の観点から、加熱炉に流通する窒素ガスを排気せず、窒化反応に伴い生成する CO を触媒で除去して再利用する実験室規模の循環精製システム試作機を製作して性能を実証する。

(2) 燃料安全性挙動評価 核変換 (燃焼) 時の燃料の安全性に関する挙動評価として、レーザー局所加熱による液相生成温度測定技術の窒化物燃料への適用 (九州大学)、窒化物燃料と被覆管候補材 (T91 フェライト鋼) との高温化学両立性に関するデータ取得、燃料製造後の保管中に蓄積する He の高温放出挙動とそれに伴う燃料微細組織変化・スウェリングに関するデータ取得を実施する。

(3) 乾式処理技術開発 これまで主概念として検討してきた熔融塩電解法の対案として、工程が簡素な化学溶解法の試験・検討を行い物質収支や成立性を評価することで、熔融塩電解法と技術的・経済的に比較するために必要な情報を取得する。具体的には、模擬燃料ピンのせん断と熔融塩中への溶解、液体金属中への還元抽出 (電中研)、再窒化に関する試験データを取得する。また、経済性向上の観点から不活性母材廃棄物からの ¹⁵N 回収に関する技術開発も併せて行う。

3. 実施体制 原子力機構が代表機関として全体を取りまとめ、一部項目を九州大学と電力中央研究所に再委託する。また、特殊な技術あるいは設備を有するメーカー3社に外注先として参画してもらい、協力を得ている。

*Masahide Takano¹, Hirokazu Hayashi¹, Tsuyoshi Murakami², Tatsumi Arima³

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Central Research Institute of Electric Power Industry, ³Kyushu Univ.