

21世紀後半に向けた廃棄物管理の選択肢: Pu 利用推進と環境負荷低減型地層処分に関する研究 (13) 軽水炉による Pu 利用における廃棄物処理処分の課題

Technical options of radioactive waste management for the second half of the 21st Century, in consideration of Pu utilization and less environmentally impacted geological disposal

(13) Waste management issues arising from Pu burning in LWR

*桜木智史¹, 朝野英一^{1,2}, 岡村知拓², 三成映理子², 中瀬正彦², 竹下健二², 稲垣八穂広³, 新堀雄一⁴, 佐藤正知⁵

¹原環センター, ²東工大, ³九大, ⁴東北大, ⁵北大名誉

プルトニウム利用の推進に当たっては、廃棄物対策も見据えた取り組みが求められる。使用済み MOX 燃料の発熱率は顕著であり、MA 核種の発熱特性に着目した地層処分への影響評価の先行例がある。効果的な廃棄物対策には燃料特性、再処理、地層処分の各条件を考慮することが重要である。MOX 燃料由来のガラス固化体の地層処分に対し、MA 分離を含めたサイクル条件の影響を検討するための課題を考察した。

キーワード: 地層処分, 核燃料サイクル, プルトニウム, MOX 燃料, ガラス固化体, 発熱量

1. 緒言 我が国ではプルサーマルによって発生した使用済み MOX 燃料の再処理について具体的な事業計画は存在しない。一方でプルサーマル燃料は 2016 年に施行された再処理等抛出金法[1]の対象であり、将来、再処理される方針と現時点では判断される。そのため、MOX 燃料の再処理に関わる多様なプロセス条件と再処理廃液のガラス固化体 (MOX ガラス固化体) の廃棄物特性等についてあらかじめ検討することが、余剰プルトニウム対策を含めた核燃料サイクル路線の継続や将来の地層処分の負荷低減にとって重要と考えられる。ここでは先行研究での予察的な評価結果を参考に、具体的な評価や研究を進めるうえでの着目点や課題について検討する。

2. 先行研究の知見 軽水炉利用の MOX 燃料由来の廃棄物の処理処分に関する評価として、これまでに使用済み MOX 燃料や MOX ガラス固化体の発熱率の評価、さらに処分場への熱影響評価が試みられている[2-4]。UO₂燃料と比較した使用済み MOX 燃料の特徴として、マイナーアクチナノイド (MA) の増加による発熱率の増加とその影響の長期化が挙げられる[2,3]。そのため、MOX ガラス固化体の地層処分を従来の概念[5]にそのまま適用すると、緩衝材の制限温度を上回るため、ガラス固化体の廃棄物含有率の低減や廃棄体専有面積の増加等の対策が必要となる[3,4]。また、使用済み燃料の再処理までの期間 (冷却期間) が長期化することで Am-241 含有量が増加し、発熱量が UO₂ ガラス固化体と同等まで低下するのに (例えば 0.35 kW/体) 数百年のガラス固化体貯蔵期間を要する試算結果となる[3]。冷却期間の長期化が進むなか、MA 核種の分離が有望な技術オプションとして挙げられ、その効果が報告されている[3,4]。

3. 軽水炉 Pu 利用における廃棄物処理処分の課題 MOX ガラス固化体の地層処分の負荷低減評価では、発熱対策として MA 分離が期待されるが、燃料サイクル条件は多様であると共に、地層処分は潜在的に種々の柔軟性を有するため (例えば緩衝材の制限温度や定置方式)、多角的な視点からの検討の継続が求められる。特に、MOX 燃料の燃焼条件、MA 分離割合、廃棄物含有率、冷却期間等の相関を現実性に留意して定量化、整理すると共に、低含有ガラス固化体や UO₂燃料再処理廃液との混合ガラス固化体等の技術オプションの効果の検討[4]も重要である。一方で、UO₂燃料由来の廃棄物との単純比較ではなく、独自の視点や評価指標を用いることで地層処分の負荷影響を合理的に評価できる可能性がある。より俯瞰的には、使用済み MOX 燃料の直接処分との比較検討もサイクル課題と位置づけられる。上記課題の一部に対してシリーズ発表(14)~(16)で定量的に評価、考察する。

参考文献

[1] 原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施に関する法律。 [2] Inagaki Y., et al., J. Nucl. Sci. Technol., 46 (7), 677-689, (2009). [3] Kawai K., et al., J. Nucl. Sci. Technol., 55 (10), 1130-1140, (2018). [4] 三成ら, 日本原子力学会 2019 春の大会 1C19 (茨城大学)。 [5] 核燃料サイクル開発機構, 地層処分研究開発第 2 次取りまとめ, 平成 11 年。

*Tomofumi Sakuragi¹, Hidekazu Asano^{1,2}, Tomohiro Okamura², Eriko Minari², Masahiko Nakase², Kenji Takeshita², Yaohiro Inagaki³, Yuichi Niibori⁴, and Seichi Sato⁵.¹RWMC, ²Tokyo Tech., ³Kyushu Univ., ⁴Tohoku Univ., ⁵Professor Emeritus, Hokkaido Univ.