

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

(14) 使用済 MOX 燃料の発熱特性と地層処分場の温度特性への影響

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,

(14) Thermal property of spent MOX fuel and its effect on geological disposal

*岡村 知拓¹, 三成 映理子¹, 川合 康太¹, 中瀬 正彦¹, 朝野 英一^{1,2}, 竹下 健二¹

¹東京工業大学 先導原子力研究所, ²原子力環境整備推進・資金管理センター

使用済 MOX 燃料の処分方法の選択肢の 1 つとして、直接処分に着目し、燃焼度と使用済燃料 (SF) 冷却期間が変化した場合の使用済 MOX 燃料の発熱特性について考察した。また、直接処分第 1 次取りまとめ^[1]を参考に、使用済 MOX 燃料を直接処分した場合の地層処分場の熱解析を実施した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、MOX 燃料、高燃焼度化、直接処分

1. 緒言 我が国の第 5 次エネルギー基本計画において、プルサーマル発電の推進が求められている。プルサーマル発電から生じる使用済 MOX 燃料の取扱いのオプションとして、軽水炉でのマルチリサイクル、高速炉サイクルでの利用、直接処分等が想定される。故に、多様な使用済 MOX 燃料利用に対応しうる SF 対策を先行的に評価、研究しておくことが必要である。既往の研究では使用済 MOX 燃料の燃焼度と SF 冷却期間に着目し、使用済 MOX 燃料の発熱特性に関する報告がある^{[2][3]}。一方、多様な SF 対策のオプション研究の観点からは、SF 中の核種組成に留意した、長期の発熱特性を評価、把握しておくことが重要である。本研究では、様々な燃焼度の使用済 MOX 燃料を直接処分することを仮定し、使用済 MOX 燃料の長期 (炉取出し～10⁷年) にわたる発熱特性について考察した。さらに、使用済 MOX 燃料の直接処分を想定した場合の地層処分場の熱解析を実施した。

2. 計算条件 MOX 燃料を加圧水型軽水炉 (PWR) で燃焼度 28, 45, 55 GWd/tHM で燃焼することを仮定した。燃焼計算には ORIGEN2.2UPJ^[4]を使用し、実行断面積ライブラリには ORLIBJ40^[5]を用いた。使用済 MOX 燃料の地層処分は直接処分第 1 次取りまとめを参考に、COMSOL Multiphysics code^[6]を用いて熱計算モデルを構成し、人工バリアの 1 つである緩衝材の温度を評価した。

3. 結果および考察 各燃焼度における使用済 MOX 燃料の発熱量と燃焼度 45 GWd/tHM における主要発熱核種の発熱量推移を図 1 に示す。使用済 MOX 燃料の発熱量は低燃焼度であっても、直接処分第 1 次取りまとめで示された使用済 UO₂ 燃料の発熱量 (図 1 赤色実線) よりも高くなる。主要発熱核種としては、炉取出しから比較的初期では Cs や Sr、MOX 燃料特有の Pu-238 や Cm-244 が高い発熱への寄与を有している。また、炉取出し後 100 年前後から Am-241 が発熱量の支配核種となり、その後は Pu-239 や Pu-240 が支配核種となる。また、使用済 MOX 燃料の直接処分を想定し、処分場の熱解析を行った結果、MOX 燃料特有の高い発熱量が処分場面積に影響を与えることが示唆された。使用済 MOX 燃料特有の発熱特性評価においては、標準となる条件組合せを設定し、SF 対策のシナリオを比較評価することが望ましい。

参考文献

[1] JAEA-Research 2015-016 [2] Y. Inagaki, et al., J. Nucl. Sci. Technol, 2009 [3] K. Kawai, et al., J. Nucl. Sci. Technol, 2018 [4] Transmittal memo of CCC-371/17, 2002 [5] JAEA-Data/Code 2012-032 [6] COMSOL, COMSOL Multiphysics 5.5, 2019

* T. Okamura¹, E. Minari¹, K. Kawai¹, M. Nakase¹, H. Asano^{1,2}, K. Takeshita¹, ¹Tokyo Tech., ²RWMC.

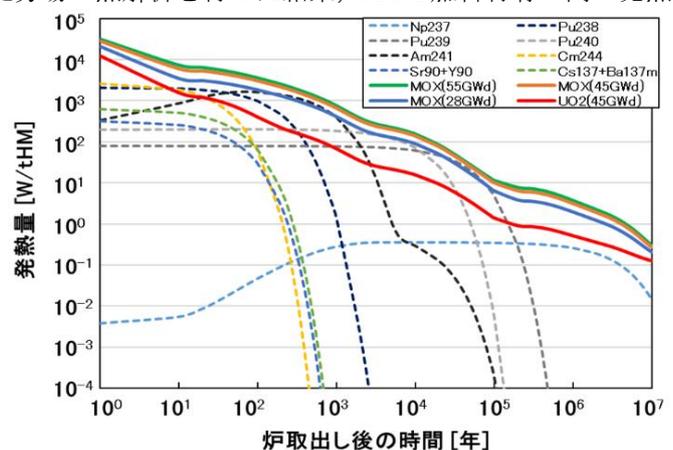


図 1 炉取出し後の使用済 MOX 燃料の発熱特性と発熱寄与核種