

廃棄物処分の環境影響を基点とした原子力システム研究
(14) 原子力システムの環境負荷低減に関する分野横断型評価

Study on advanced nuclear energy system based on the environmental impact of radioactive waste disposal
(14) Cross-sectoral evaluation of environmental load reduction of nuclear power system

*朝野 英一¹, 桜木 智史¹, 浜田 涼¹, 韓 治暎², 中瀬 正彦², 松村 達郎³, 千葉 豪⁴,
相楽 洋², 竹下 健二²

¹原環セ, ²東工大, ³JAEA, ⁴北大

廃棄物処分における負荷低減を核燃料から地層処分までの多様な条件を念頭に、地層処分、MA 分離、高速炉炉心特性に着目して比較評価を行い分野横断的な核燃料サイクル条件組合せについて考察する。

キーワード：原子力システム、核燃料サイクル、放射性廃棄物管理、廃棄物処分、環境負荷

1. 緒言

多様な核燃料サイクル条件に基づくガラス固化体の地層処分の環境影響を、MA 分離割合に留意して検討した。処分システム負荷として廃棄物量(処分場面積:CR1)と動的(CR2)、静的(CR3)の2つの放射線影響、MA 分離負荷として分離回収に必要な溶媒抽出段数(CR4)及び回収 MA の高速炉装荷を考慮した MA ストック(CR5)、高速炉炉心負荷として RE を随伴する回収 MA を燃料とする高速炉炉心特性(CR6)、以上3領域、6クライテリアで多基準分析の手法により評価値を算出した。そしてクライテリアの重み配分をパラメータとして条件組合せの優位性を比較した。評価対象廃棄物は UO₂ 及び MOX 燃料由来のガラス固化体とした[1][2]。

2. 分野横断型の負荷評価とオプション選択

核燃料サイクル条件は UO₂ 燃料と MOX 燃料について燃焼度:45GWd/tHM、使用済燃料冷却期間:15, 50 年、MA 分離(回収):0, 70, 90, 99.5, 99.9%の5条件とした。CR1~CR3は標準条件とした MA 分離0%での計算値との増減程度の比較、CR4は所定の MA 回収率と RE を随伴する MA 純度に留意して分離に要するミキサセクターの段数を計算し[3]、回収率100%での40段と比較、CR5は高速炉での消費後の MA 残量の MA0%分離の場合との比較[4]、CR6は RE を随伴する MA 装荷燃料による高速炉(大型 MOX 燃料高内部転換型代表炉心(JSFR-1500))の燃焼反応度、ナトリウムボイド反応度、ドップラー反応度を標準的な許容範囲と比較[5]、以上によりスコア化した。重みの合計値を1.0とし、重み配分をパラメータとして多基準分析の代表的手法である加重総和法とコンコルダンス分析により評価値を算出した。UO₂ 燃料由来ガラス固化体について12ケースの重み配分での加重総和と評価値を図1に示す。右下がりの傾向は MA 分離を大きくすると評価値が下がることを示している。重み配分が処分システム負荷:(MA 分離負荷+高速炉炉心負荷)=0.5:0.5のケースを抜き出したものを図2に示す。MA70%分離の条件2の評価値が高いことが分かる。これは発熱量低減による処分場面積削減、分離段数削減、RE 随伴での高速炉炉心特性の維持、及び回収 MA 消費による同ストックの抑制の組合せによる優位性と考えられる。MOX 燃料では MA90%分離に同様の傾向が見られた。これより分野横断型の環境負荷低減と簡素化 MA 分離の効果、影響を考察した。

謝辞 本報告は、文部科学省原子力システム研究開発事業 JPMXD02 19209423 の助成を受けたものです。

参考文献 [1]浜田他 日本原子力学会 2021 春 3J02, [2]浜田他, 日本原子力学会 2022 春 1H06, [3]松村他 日本原子力学会 2023 春 本シリーズ発表(12), [4] 韓他 同シリーズ発表(11), [5]千葉他 同シリーズ発表(13)

*Hidekazu Asano¹, Tomofumi Sakuragi¹, Ryo Hamada¹, Chi Young Han², Masahiko Nakase², Tatsuro Matsumura³, Go Chiba⁴, Hiroshi Sagara² and Kenji Takeshita² ¹RWMC, ²Tokyo Tech, ³JAEA, ⁴Hokkaido Univ

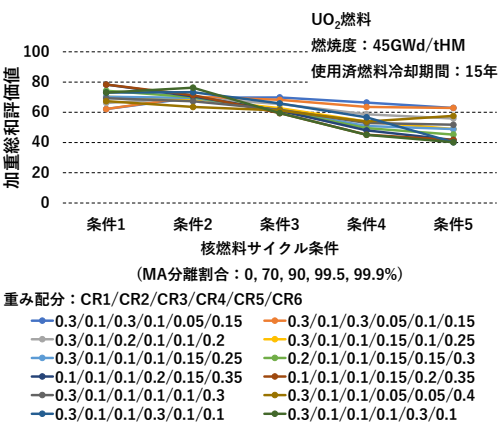


図1 加重総和評価値, 全重み配分

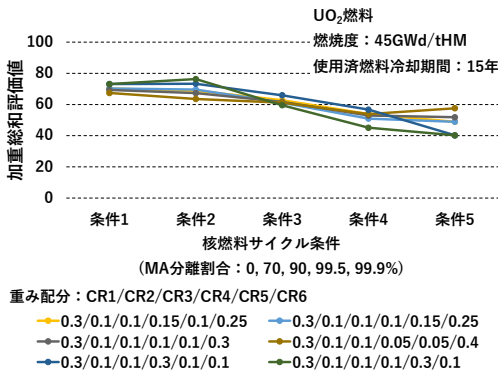


図2 加重総和評価値, 重み配分 0.5:0.5