

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

(11) 多様な核燃料サイクル条件に対する MA 諸量評価プログラムの開発

Study on Advanced Nuclear Energy System Based on the Environmental Impact of Radioactive Waste Disposal

(11) Development of an Assessment Program of the MA Material Balance for Various Nuclear Fuel Cycle Options

*韓 治暎¹, 相楽 洋¹, 朝野 英一²

¹東工大, ²原環セ

IAEA NFCSS (Nuclear Fuel Cycle Simulation System) コードの諸量評価機能拡張を進めている。使用済燃料の再処理、核種分離、地層処分等の多様な処理処分条件において放射性廃棄物の環境負荷評価が可能な簡便な Excel プログラムの開発状況と MA 諸量評価機能について報告する。

キーワード：核燃料サイクル、放射性廃棄物管理、NFCSS、諸量評価

1. 緒言

核燃料サイクルの諸量評価と放射性廃棄物処分の環境負荷を分野横断的に評価[1]するために開発した Excel プログラムに新型炉導入による MA 諸量評価の機能を付加することによって、IAEA NFCSS [2][3]コードにバックエンド領域の諸量評価機能を追加・拡張することを目指している。多様な核燃料サイクル条件に基づく MA リサイクルシナリオを検討し、高速炉導入等による MA 諸量評価手法を開発した。

2. MA 諸量評価手法

NFCSS コードでは、アクチノイド (U, Pu, MA) の 100% 再処理 (再処理損失以外全回収・分離) 及び回収 U と Pu のリサイクルによる核燃料サイクルの諸量計算が可能である。本研究の Excel プログラムでは、炉型、使用済燃料冷却期間、アクチノイド回収率 (分離割合)、MA リサイクル (核変換) シナリオ等多様な核燃料サイクル条件に対する MA リサイクルの諸量を評価する。MA リサイクルシナリオの例を図 1 に示す。使用済燃料の冷却期間に応じて Pu-241 (半減期 14.3 年) の崩壊による Am-241 (半減期 432.6 年) が蓄積することから、使用済燃料の冷却期間による MA の増加を反映する。再処理した MA は分離割合に応じた「MA ストック」と残りの「MA 処分」として計算する。回収 MA の核変換は対象にする新型炉 (高速炉等) において各 MA 装荷率に対する燃焼計算を事前に行う。新型炉の使用済燃料は軽水炉と同条件で再処理し、MA は多重リサイクルする。

3. MA 諸量評価

開発している Excel プログラムを用いた MA 諸量評価の例を図 2 に示す。原子炉による総発電量の 25% を高速炉 (大型 MOX 燃料高内部転換型代表炉心; 導入期炉心) が分担するものとし、炉心に回収 MA を 1~3wt% 装荷、約 150 GWd/tHM の燃焼度で核変換することを想定した。使用済燃料の冷却期間が 15 年、MA 分離割合が 90%、MA 装荷率が 3wt% の場合、MA 総量 (MA ストック+MA 処分) は軽水炉のみの核燃料サイクルに比べて 60% 以上の削減が予想される。

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] 朝野英一他, 日本原子力学会 2023 年春の年会。 [2] 韓治暎他, 日本原子力学会 2021 年春の年会, 3J03。
[3] IAEA, “Nuclear Fuel Cycle Simulation System: Improvements and Applications,” IAEA-TECDOC-1864, 2019。

*Chi Young HAN¹, Hiroshi SAGARA¹, Hidekazu ASANO²

¹Tokyo Tech, ²RWMC

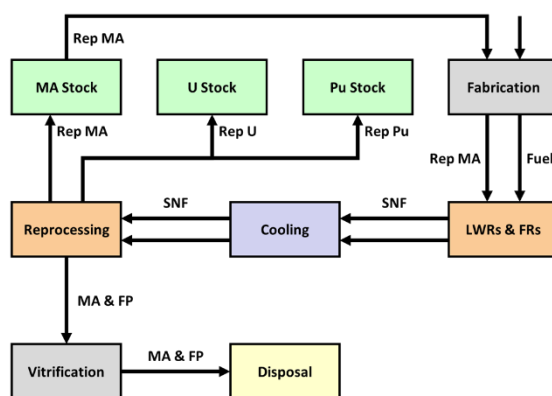


図 1 MA リサイクルシナリオ例;
PWR (UO₂ / MOX), 高速炉 (MA 1~3wt% 装荷),
U&Pu 99.5% 回収, MA 0 ~ 100% 分離

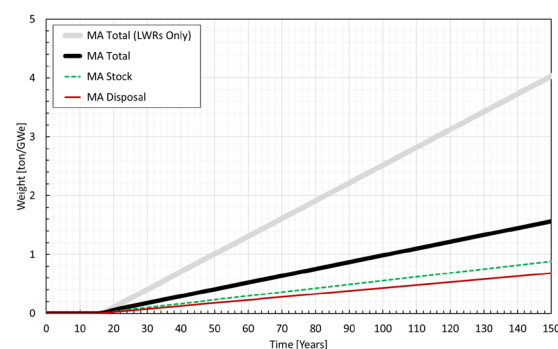


図 2 MA 諸量評価例;
PWR (UO₂ 4.5wt%, 45 GWd/tHM),
高速炉 (JSFR-1500, MA 3wt%, 出力分担 25%),
15 年冷却, MA 90% 分離