

軽水炉 MOX 燃料再処理シナリオで発生するガラス固化体の地層処分：
処分後長期安全性に関する検討

Evaluation of long-term safety of geological disposal of high-level waste generated during reprocessing
spent MOX-LWR fuels

*三成映理子¹ 樺沢さつき² 三原守弘² 牧野仁史² 中瀬正彦¹ 朝野英一¹ 竹下健二¹
¹東工大, ²原子力機構

使用済 MOX 燃料のガラス固化オプションの処分後長期安全性に関する検討として、MOX 燃料単独再処理で発生するガラス固化体、ならびに使用済 MOX 燃料と使用済 UO₂ 燃料を混合再処理する場合における MOX-UO₂ 混合ガラス固化体に着目した核種移行解析を実施した。解析の結果から、線量の最大値は 2 つの再処理シナリオ間で大きな差がないことが明らかとなった。このことから、使用済 MOX 燃料の処理・処分において、使用済 UO₂ 燃料を混合させる技術オプションが、線量評価の観点からも成立することが示された。

キーワード：プルサーマル燃料、放射性廃棄物管理、核燃料サイクル、ガラス固化、地層処分

1. 緒言 今後のプルサーマル利用拡大に伴って発生する軽水炉使用済 MOX 燃料は、発生量を鑑みれば放射性廃棄物量全体に与える影響は大きくないと考えられるが、燃料中に含まれるアクチノイド核種等の影響を評価・検討し、合理的な処理・処分方法を踏まえた持続的なバックエンドシステムとなり得ることを示す必要がある。使用済 MOX 燃料と使用済 UO₂ 燃料を混合再処理する技術の実用化に向けて、今後研究開発が促進されることを踏まえ^[1]、本報告では、UO₂ 燃料と MOX 燃料のそれぞれの再処理で発生する単独ガラス固化体、ならびに混合再処理で発生する MOX-UO₂ 混合ガラス固化体についての核種移行評価を実施した。

2. 計算条件 使用済 UO₂ 燃料、使用済 MOX 燃料中のインベントリ計算には ORIGEN2.2-UPJ^[2]を用い、実効断面積ライブラリには ORLIBJ40^[3]を用いた。いずれの燃料も、燃焼度は 45 GWd/THM、再処理前の使用済燃料冷却期間は UO₂ 燃料が 15 年、MOX 燃料は 4 年とした。ガラス固化体の廃棄物含有率は、UO₂ ガラス固化体が 21wt% (1.25 本/tHM)、MOX ガラス固化体が 14wt% (3.8 本/tHM)、混合ガラス固化体 20wt%、ガラス固化体初期発熱量 2.3 kW/本以下となるよう設定、混合ガラス固化体の混合割合は UO₂:MOX=4:1 とし、いずれもガラス固化後 50 年貯蔵し処分するものとした。核種移行評価は、第 2 次取りまとめ^[5]のモデル、核種移行パラメータには NUMO 包括的技術報告書^[6]の深成岩類、低 Cl 濃度地下水データを主に用い、解析コード GoldSim^[4]で行った。なお、使用済燃料 32,000tHM の内、80%が UO₂ 燃料、20%が MOX 燃料と仮定した。

3. 結果および考察 単独再処理シナリオ (UO₂ ガラス固化体と MOX ガラス固化体の両方が発生) と混合再処理シナリオ (MOX-UO₂ 混合ガラス固化体のみが発生) についての線量の時間変化を図 1 に、最大線量等のまとめを表 1 に示す。これらから、シナリオ間において、最大線量がもたらされる時期と大きさはほぼ同様であることがわかる。なお、本検討ではインベントリに関して I-129 や Cl-36 を含む全 56 核種 (安定同位体も含む) を評価対象核種として考慮しているが、処分後 10 万年程度の間はいずれのシナリオにおいても I-129 が支配核種となっている。また、処分後 10 万年以降では、線量を支配する核種は、I-129 から Se-79 へと遷移しており、評価期間を通じて最大の線量を与えている。

以上の結果より、最大線量については、両シナリオ間でインベントリが異なることによる線量評価への影響は顕在化しないことが明らかになった。一方で、両シナリオでは発熱量が異なり、それによるガラス固化体の発生本数や廃棄体の占有面積には差が生じることも分かっており^[7]、今後も体系的な評価・分析が必要である。

参考文献

[1] 資源エネルギー庁; 核燃料サイクルの確立に向けた取組(2021 年 3 月 22 日), [2] Transmittal memo of CCC-371/17, 2002, [3] JAEA-Data/Code 2012-032, [4] GoldSim Technology Group, 2018, [5] JNC, TN1400 99-022 [6] NUMO-SC, NUMO-TR-20-03, [7] 三成他, AESJ2021 春の年会 3J05 (オンライン)

*Eriko Minari¹, Satsuki Kabasawa², Morihiro Mihara², Hitoshi Makino², Masahiko Nakase¹, Hidekazu Asano¹, Kenji Takeshita¹ ¹Tokyo Tech, ²JAEA

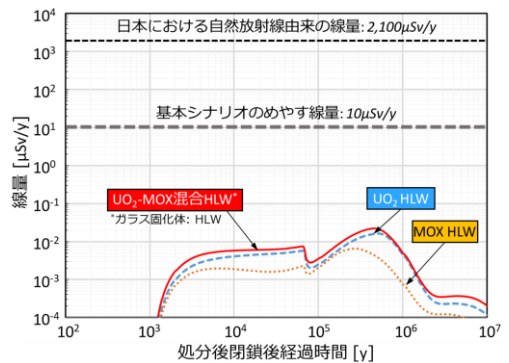


図 1 単独再処理シナリオと混合再処理シナリオにおける線量評価の結果

表 1 線量評価の結果まとめ

評価ケース		最大線量 [μSv/年]	線量が最大となる時間[年]	支配核種
単独再処理	UO ₂ HLW	1.62×10 ⁻²	5.0×10 ⁵	Se-79
	MOX HLW	6.47×10 ⁻³	2.7×10 ⁵	Se-79
	合計	2.03×10 ⁻²	5.0×10 ⁵	Se-79
混合再処理	混合HLW	2.23×10 ⁻²	4.6×10 ⁵	Se-79