# 燃料デブリの処分に向けた予察的な検討
# (1) バリア機能に着目した感度解析

Preliminary study for disposal of fuel debris
(1) Sensitivity analysis on safety functions of engineered and natural barriers

*島田 太郎[1], 西村 優基[1]、武田 聖司[1]
[1] 日本原子力研究開発機構 安全研究センター

東京電力福島第一原子力発電所で発生した燃料デブリの処分に向け、燃料デブリ特性の不確実性とそれによるバリア性能への影響の不確実性に着目した感度解析を行った。
**キーワード**：燃料デブリ処分、福島第一原子力発電所、地層処分、人工バリア

**1. 緒言**：東京電力福島第一発電所の事故で発生した燃料デブリの処分概念が検討されているが、その物理的化学的特性についてはまだ把握されていない。本研究では、燃料デブリ処分に求められるバリア機能を予察的に把握するため、現状の燃料デブリ特性を踏まえつつ不確実性を想定した核種移行の感度解析を実施し、バリア機能の相対的な重要性を検討するとともに、ガラス固化体の地層処分（HLW）と比較した。

**2. 解析**：HLW と同様の地層処分概念を前提にしつつ、燃料デブリはガラス固化せず直接金属容器に収納して処分することを仮定した。金属容器のサイズは、TMI-2 での貯蔵容器やガラス固化体のキャニスタの仕様を参考に決定し、廃棄体数は合計 4193 本とした。人工バリア及び天然バリアの初期設定条件は第 2 次取りまとめと同じとした。また、廃棄体からの核種放出は、燃料デブリが不均質な存在状態であることを想定して、浸出率で支配される割合と瞬時放出割合（IRF）の 2 成分とした。浸出率は NAGRA が使用済燃料直接処分に対する設定（$10^{-4}$～$10^{-7}$ $y^{-1}$ の時間変化）を標準ケースとし、模擬燃料デブリに係る最新の研究事例などを参考に $10^{-7}$ 及び $10^{-4}$ $y^{-1}$ の一定値と設定した。IRF は燃料成分に対しては 0～4%、構造材金属の $^{14}C$ は金属表面の酸化被膜の溶出速度が金属層よりも速いことなどを考慮して 30%とした。その他、人工バリアについてはオーバーパック閉じ込め期間、緩衝材中の移行パラメータ（溶解度、拡散係数、分配係数の重ね合わせ）、緩衝材厚さを変動パラメータとして設定した。それぞれのパラメータを変化させて人工バリア及び天然バリア各出口における核種移行フラックスを GSRW-PSA[1]を用いて算出した。

**3. 結果**：図 1 に浸出率を変化させた場合の人工バリア及び天然バリア出口における $^{238}U$, $^{79}Se$, $^{135}Cs$, $^{14}C$, $^{129}I$ の核種移行フラックスの最大値を示す。主要インベントリの $^{238}U$ の人工バリア出口でのフラックス最大値は標準ケースに対し 1 桁程度の感度があったが、天然バリア出口ではほぼ同一の値となり、他の人工バリアの各パラメータを変化させても天然バリア出口での値に変化は生じなかった。一方、他の核種に対しては、人工バリア出口のフラックス最大値が IRF に支配されるため標準ケースとの差は 2 倍以内となったが、天然バリア出口においては $^{79}Se$, $^{129}I$ で浸出率が最大値の場合、標準ケースに対して 1 桁程度高くなった。このほか、燃料デブリ特有の $^{14}C$, $^{129}I$ については、IRF の感度が高く、また、半減期 5730 年の $^{14}C$ については 4 万年のオーバーパック閉じ込め期間では天然バリア出口でも感度があった。これらの結果から、不確実性の大きい燃料デブリ中の $^{14}C$ 及び $^{129}I$ のインベントリを精度良く評価するとともに、これら核種の放出時の物理化学的特性の把握が重要であることを示した。また、HLW 処分と比較すると、$^{238}U$ のフラックス最大値はインベントリを反映して 2 倍となり、HLW で代表的な評価対象核種である $^{79}Se$ と $^{135}Cs$ は大きく下回る結果となった。

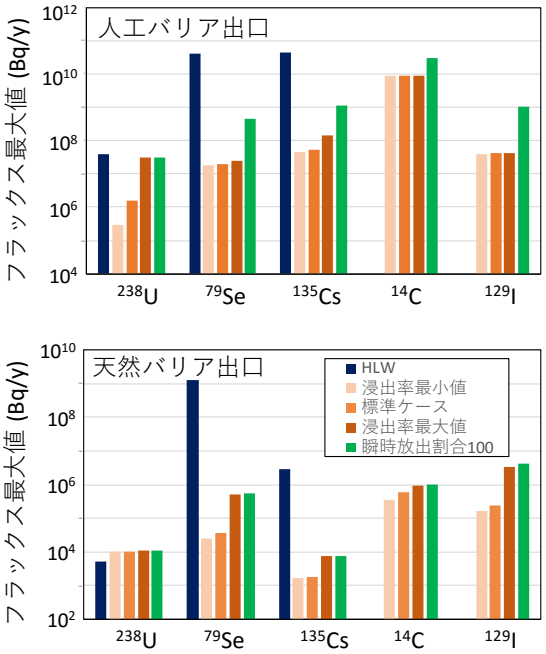

図 1 移行フラックス最大値の比較

**参考文献**：[1] Kimura et. al., J. Nucl. Sci. Technol., 32 [3], 1995

*Taro Shimada[1], Yuki Nishimura[1] and Seiji Takada[1],
[1] Nuclear Safety Research Center, Japan Atomic Energy Agency,
本研究は原子力規制委員会原子力規制庁「平成 27 年度燃料デブリの処理・処分に関する予察的検討」として実施したものである。