

高速炉サイクルシナリオによる TRU 物質収支と核不拡散性への影響に関する研究

(1) 分離 Pu の照射 Pu への迅速な転換シナリオ

Effect of fast reactor fuel cycle strategies on TRU material balance and non-proliferation features

(1) Strategies for rapid conversion of separated Pu to spent fuel form

*藤岡 里英, 相楽 洋, 韓 治暎

東京工業大学

本発表では Pu 管理の視点から、分離 Pu の地上保管や高速炉及び軽水炉での照射を行う 3 つの燃料管理シナリオについて、物質収支と核不拡散性の評価結果を報告する。

キーワード：高速炉、分離 Pu、TRU 物質収支、核不拡散性

1. 緒言 日本においては Pu バランスと高レベル放射性廃棄物の処理・処分について現状に即した選択肢の提示が社会的に求められている。本研究では日本保有の分離 Pu47.8t (2014 年末)の管理の視点から日本が取り得る Pu 燃料管理シナリオを策定し、炉心燃焼特性および物質収支解析から高速炉の取りうる役割を明らかにする。さらに迅速な照射 Pu への転換の目標に最適な炉心仕様を示し、シナリオについて物質収支と核不拡散性上の特性を定量的に明らかにする。

2. 研究手法 Pu 燃料管理シナリオとして(1)高速炉での分離 Pu の照射 Pu への転換、(2)軽水炉での分離 Pu の照射 Pu への転換、(3) 分離 Pu の地上保管を抽出した(図 1)。(1)において実証炉クラス的高速炉(ナトリウム冷却大型 MOX 燃料炉心)[1]を基本炉心とし、システム・計算コードは SLAROM-UF-2010, JOINT-FR, CITATION を、断面積ライブラリには JENDL4.0 に基づいた UFLIB4.0 を使用した[2,3]。まず分離 Pu を迅速な照射 Pu へ転換が可能な Pu 装荷量が最大となる高速炉炉心仕様を考えるため、炉心燃料やブランケット燃料の仕様による炉心燃焼特性及び物質収支の感度解析を行った。さらにボイド係数や余剰反応度などの安全性及び制御性を担保しつつ、Pu 富化度分布の調整により Pu 装荷量を最大化するように炉心仕様の最適化を行った。シナリオ間の物質収支及び核不拡散性評価では新燃料及び使用済燃料を比較対象とした。

3. 結果・考察 Pu 装荷量を増大させるために出力密度が低い炉心外周部の Pu 富化度をピーキング係数が基本炉心程度の範囲内で平均 Pu 富化度を 19.6wt.% から 23.8wt.% まで上げた。これに従い余剰反応度は上昇したが、今回想定した長期保管され ^{241}Am の多い分離 Pu を用いた MOX 燃料を使用することで初期余剰反応度が基本炉心程度に抑えられることが分かった。ただし ^{241}Am が増加した燃料を使用することにより、ボイド係数等の安全性を悪化させたが、ブランケット燃料を SS 反射体等に置換することにより、基本炉心よりもボイド係数を 17% 程度低下させることができた。これらにより Pu 装荷量を 14.1t から 17.2t に最大化できる最適な炉心仕様を示した。

物質収支評価においては分離 Pu47.8t の照射 Pu への変換処理能力を比較すると、実効的なサイクル期間を考慮し高速炉 1 基では 19.5 年で処理できるのに対して、軽水炉 5 基で同程度の能力であった(図 2)。またシナリオ(1)(2)においては、保障措置上の直接利用物質であり物理的防護上のカテゴリー I に分類される最重要管理対象の分離 Pu を、既に多く存在する使用済燃料と同程度の照射済直接利用物質でありカテゴリー II に転換することで、分離 Pu をゼロにする可能性を示した。

参考文献 [1]永沼他, JNC-TN9400 2005-051 (2005) [2]Hazama, et al., JAEA Review 2009-003 (2009) [3]中川他, JAERI-M 83-066 (1983)

*Rie Fujioka, Hiroshi Sagara and Chi Young Han
Tokyo Institute of Technology

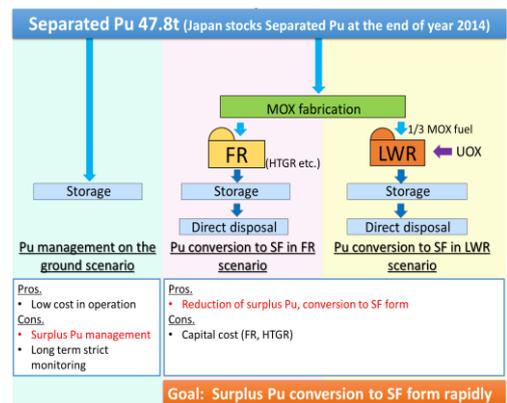


図 1 余剰 Pu に着目した燃料管理シナリオ

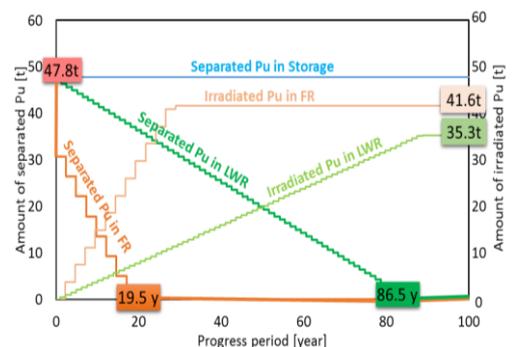


図 2 分離 Pu 残量と照射 Pu 生成量推移のシナリオ間比較(原子炉 1 基当り)