

# 軽水炉及び高速炉を用いた TRU 閉サイクルに関する検討

Study on Full Recycling of TRU utilizing LWR and FR

\*嶋田 廉<sup>1</sup>, 竹田 敏<sup>1</sup>, 北田孝典<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪大学

本研究では、TRU 閉サイクル達成時の高速炉の Pu 及び MA の変換効率の変化による核燃料サイクルへの影響を評価した。燃焼計算により軽水炉及び高速炉の性能評価を行い、TRU 閉サイクル達成時の軽水炉及び高速炉の基数、TRU 再処理量に関して検討を行った。

**キーワード**：TRU、Pu、MA、閉サイクル、軽水炉、高速炉

## 1. 緒言

高速炉を用いた効率的な TRU 利用が数多く検討されてきたが、TRU 閉サイクルを達成する際に必要な原子炉の基数、Pu 及び MA の再処理量に関しての検討は十分でない。本研究では、軽水炉及び高速炉による TRU 閉サイクル達成時の各原子炉の基数、Pu 及び MA の再処理量を求めた。また、高速炉の Pu 及び MA 変換効率の変化が及ぼす TRU 閉サイクルへの影響を調査した。

## 2. 解析手法

燃焼計算コード SWAT を用いてピンセル体系の燃焼計算を行い、PWR-UO<sub>2</sub>、PWR-MOX、FR-1,2,3 の 5 つの平衡時の Pu 及び MA の発生量または消滅量を算出した。PWR-UO<sub>2</sub>、MOX はそれぞれ UO<sub>2</sub>、MOX 燃料を装荷した PWR であり、FR-1 は現在検討されている発電用商用高速炉、FR-2 は Pu の燃焼に特化した高速炉、FR-3 は MA 非均質装荷と減速材の利用により MA の燃焼に特化する高速炉を想定した。高速炉の燃焼計算では、核計算コード SRAC-CITATION を用いた 2 次元炉心体系の中性子スペクトル及び出力分布を適用した。また、MA 添加率は炉心平均で 5-10wt%、運転期間は 5 [年]、発電容量は 1 [GWe] で統一し 50 [GWe] の電力需要を前提とした。この時、50 基の原子炉で発生、消滅する TRU が等しい場合を閉サイクルとし、FR-1,2,3 をそれぞれ用いた場合の各原子炉の基数及び TRU 再処理量を算出した。

## 3. 結果、考察

TRU 閉サイクル達成時に必要な PWR-MOX 及び各 FR-1,2,3 の基数を図 1 に示す。FR-1、FR-3 サイクルではいずれの MA 添加率でも TRU 閉サイクルが達成された。FR-3 サイクルでは FR-1 と比較して高速炉の基数が減少傾向にあり、これは減速材装荷により MA 変換効率が 25%程度から 30%程度に向上したことに起因する。FR-2 サイクルでは高速炉の基数が FR-1 から増加傾向にあり、MA 添加率 5wt% では閉サイクルが成立しなかった。しかし、添加率 6.7wt% で PWR-MOX を必要としない TRU 閉サイクルが達成された。これらは Pu 装荷量及び変換効率が 1.5 倍程度に向上したこと、MA 変換効率が 25%程度から 15%程度に悪化したことに起因する。また、全てのサイクルで MA 添加率の向上により高速炉の基数が低減され、このことから MA 変換効率が基数に及ぼす影響は大きいといえる。

TRU 閉サイクル達成時の TRU 再処理量を図 2 に示す。FR-1 サイクルと比較して FR-2 サイクルの場合 TRU 処理量は増加することが確認できる。これは、FR-2 サイクルでは TRU を最も多く生成する PWR-UO<sub>2</sub> の基数が 5 基程度増加したことに起因する。また、FR-3 サイクルではウラン母材の MA ターゲット燃料の導入により、Pu 富化度が高い炉心部の燃焼度が上昇し変換効率が 10%程度から 13%程度に上昇したことや、減速材の導入により MA 変換効率が 25%程度から 30%程度に上昇したことで、TRU 再処理量が低減されている。また、全てのサイクルで MA 添加率の向上により TRU 再処理量が増加しているが、これは TRU を生成する PWR-UO<sub>2</sub> の基数の増加に起因する。

これらの結果から、高速炉の基数は FR-1,2,3 のいずれを用いた場合でも MA 添加率の上昇により単純に減少し最大 1 基程度の差異となった。一方、TRU 再処理量に関しては MA 添加率の上昇により単純に増加し、最大 10t 程度の差異が生じることが確認された。よって、TRU 変換効率の変化によるサイクルへの影響は高速炉の基数よりも TRU 再処理量への影響が大きいことが確認された。

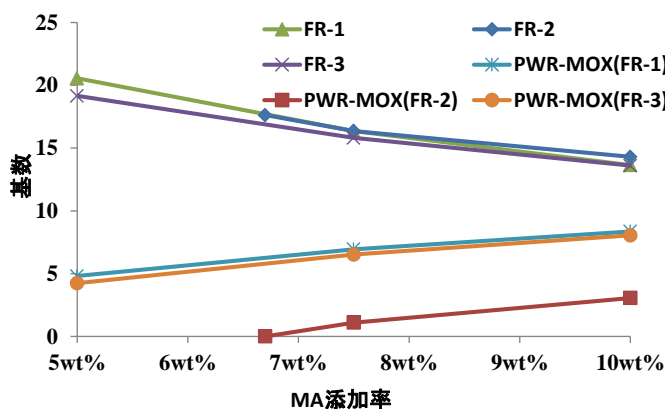


図 1 閉サイクル達成時の各原子炉の基数

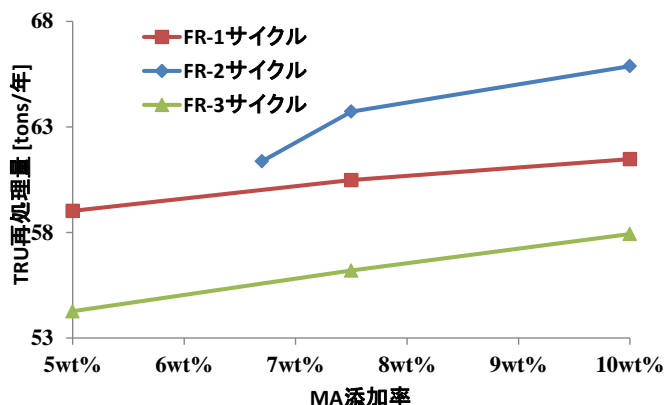


図 2 閉サイクル達成時の TRU 再処理量

\*Ren Shimada<sup>1</sup>, Satoshi Takeda<sup>1</sup> and Takanori Kitada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Osaka Univ.