

核変換機能を有する核融合炉を導入した 核燃料サイクルにおける重元素フローの評価 Evaluation of Mass Flow in a Nuclear Fuel Cycle Introduced a Fusion Reactor with Transmutation System

宍戸博紀, 清水雅生, 西原遥, 橋爪秀利
Hiroki Shishido, Masaki Shimizu, Haruka Saibara, Hidetoshi Hashizume

東北大
Tohoku Univ.

1. 背景

原子力発電所より生じるマイナーアクチノイド (MA) の処分方法の一つとして, 核融合炉を用いた核変換処理システムが提案されている[1]. 先行研究において, あえて熱中性子場を用いた核変換システムを提案し, 多くのMA核種をPu偶数核種 (主に ^{238}Pu) へ核変換できることが明らかとなった[2]. この核融合炉由来のPuを高速炉に装荷することで, ^{238}Pu が ^{239}Pu へ変換されていくことにより, 実効増倍率を一定に維持する炉心形成の可能性が示されている[3].

以上の通り, 各システムの燃焼特性評価は進めてきたものの, これらを組み合わせたサイクル全体での挙動は検討しておらず, 個々のシステムの妥当性や有効性の評価が不十分である. よって本研究では, これら核融合炉と高速炉, そして軽水炉から成る核燃料サイクルの重元素フローを評価し, 新たな核燃料サイクルの可能性を検討する.

2. 計算条件

日本国内を対象とし, 軽水炉, 高速炉, 核融合炉の稼働数をパラメータとし, 各システムの燃焼特性[2-4]に基づき, 重元素の入力量, 出力量を算出する. 軽水炉と高速炉の稼働数は総発電設備容量が33 GWeを満たすように決定する.

3. 結果および考察

核融合炉, 高速炉, そして軽水炉で構成された核燃料サイクルの重元素フローをFig. 1に示す. また, このときの各システムの稼働数をTable 1にまとめる. 前述した通り高速炉の一部を核融合由来Puとすることで, 実効増倍率を一定に維持できるような炉心が形成できる. すべての高速炉で当該条件を満たすには9トンの核融合炉由来Puが必要となる. 以上のPuを生成するためには, 核融合炉は15トンのMAを核変換する必要がある. 燃焼評価[2]より, これは十分可能な処理量である. さらに, 軽水炉および高速炉からのMA生成量6トンに

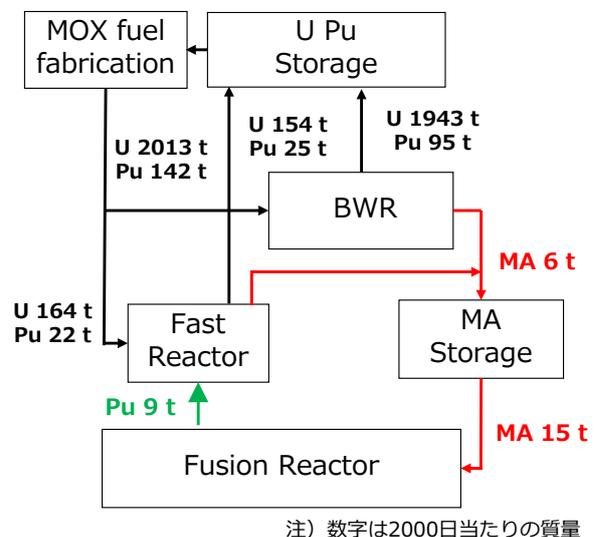


Fig. 1 MA核変換機能を有する核融合炉を導入した核燃料サイクルにおける重元素フロー

Table 1 シナリオにおける各システム稼働数

軽水炉 稼働数	高速炉 稼働数	核融合炉 稼働数	合計出力 [GWth]

対し, 核融合炉で15トンのMAを核変換することから, MAの累積量は減少していくこととなる. 以上から, MAを核変換処理しつつ, それに伴い生成されるPuを有効利用できるような核燃料サイクル形成の可能性が見出された.

参考文献

- [1] W. Wolkenhauer, et al., BNWL-1772, (1973).
- [2] Y. Furudate et al., Prog. Nucl. Energy 103 (2018) 28-32.
- [3] 宍戸博紀他, 日本原子力学会2021年秋の大会, 3I12, 2021年9月8-10日.
- [4] 安藤良平他, JAERI-Research 99-004 (1999).