

革新的小型ナトリウム冷却高速炉の開発 (6) 高速炉平衡サイクルまでの移行シナリオの検討

Development of an innovative small sodium-cooled fast reactor

(6) Transition scenario to fast reactor equilibrium cycle

*渡邊大輔¹, 遠藤慶太¹, 中原宏尊¹, 松村和彦¹, 飯塚政利²

¹日立 GE, ²電中研

ナトリウム冷却金属燃料高速炉の国内導入について、高速炉平衡サイクルまでの移行シナリオを検討した。燃料の Pu 中の核分裂性 Pu の比率に応じて検討した 3 種の炉心について、それぞれの導入ペースをサイクル諸量評価に基づいて設定した。再処理により使用済燃料の蓄積量を低減しつつ高速炉平衡サイクルまでに必要な Pu 量が得られる見通しであることから、国内導入の成立性および有効性が示された。

キーワード: ナトリウム冷却高速炉, 金属燃料, 燃料サイクル, シナリオ

1. 緒言

将来の国内における高速炉サイクルの実現を目指し、金属燃料を用いる小型のナトリウム冷却高速炉（以下、「高速炉」と略す。）に着目し、国内導入シナリオの検討を進めている[1]。また、国内で発生する使用済燃料（SF）の Pu 中の核分裂性 Pu（Puf）の比率に応じた高速炉炉心を複数検討している[2]。本研究では、高速炉平衡サイクルに到達するまでの移行シナリオを構築するため、複数の高速炉炉心の導入ペースと国内導入の成立性および有効性を検討した。

2. 検討方法

高速炉の導入ペースは戦略ロードマップ等を参考とし、早期導入を考慮して設定した。高速炉の炉心仕様は新燃料製造用の原料に応じて設定し、炉心 A は軽水炉-SF（Puf/Pu：約 0.62）、炉心 B はプルサーマル MOX-SF（Puf/Pu：約 0.49）、炉心 C は高速炉-SF（Puf/Pu：約 0.66-0.74）を新燃料製造用の原料として想定した。軽水炉やプルサーマルの仕様については文献値[3]等を、原子力発電の設備容量についてはエネルギーに関する年次報告[4]を参考に設定した。各原子炉の設備容量の推移に基づいて、Pu 量のマスマランス、SF の蓄積量、再処理量、燃料製造量等のサイクル諸量を評価した。

3. 結果及び結論

高速炉の導入ペースの評価結果を図 1(a)に示す。また、本導入ペースに基づいて評価した SF の蓄積量の推移を図 1(b)に示す。高速炉の導入ペースとしては、2040 年に初号機を導入し、2090 年以降は寿命を迎えた軽水炉を高速炉にリプレースする想定とした。高速炉の本格導入時には新燃料用 Pu の確保の観点からプルサーマル発電は停止する想定とした。高速炉の各炉心の導入ペースとしては、初号機は軽水炉-SF の再処理で回収される Pu を燃料とする炉心 A とし、2080 年頃には蓄積する MOX-SF を新燃料の原料とする炉心 B を導入する想定とした。2090 年以降は、新燃料の原料となる各 SF が不足しないように炉心 A と炉心 B の導入ペースを設定した。2100 年代には軽水炉-SF と MOX-SF がかなり減少するため、高速炉-SF をマルチリサイクルする炉心 C の導入を開始する想定とした。図 1(b)に示されるように、高速炉の各炉心の導入ペースを適切に設定することで SF の蓄積量が低減され、かつ SF の蓄積量の値が負にならないことから高速炉平衡サイクルまでの新燃料製造に必要な Pu を各 SF の再処理により得られる見通しが得られた。以上のように、Pu バランスと SF の蓄積量低減の観点から、高速炉の国内導入の成立性および有効性が示された。

参考文献

- [1] 渡邊ら, 原子力学会 2020 年秋の大会, 2I09 (2020).
- [2] 藤村ら, 原子力学会 2020 年秋の大会, 2I11 (2020).
- [3] JAERI-Research 99-004 (1999).
- [4] 経済産業省, 平成 29 年度エネルギーに関する年次報告 (2018).

*Daisuke Watanabe¹, Keita Endo¹, Hirotaka Nakahara¹, Kazuhiko Matsumura¹ and Masatoshi Iizuka²

¹Hitachi-GE, ²CRIEPI.

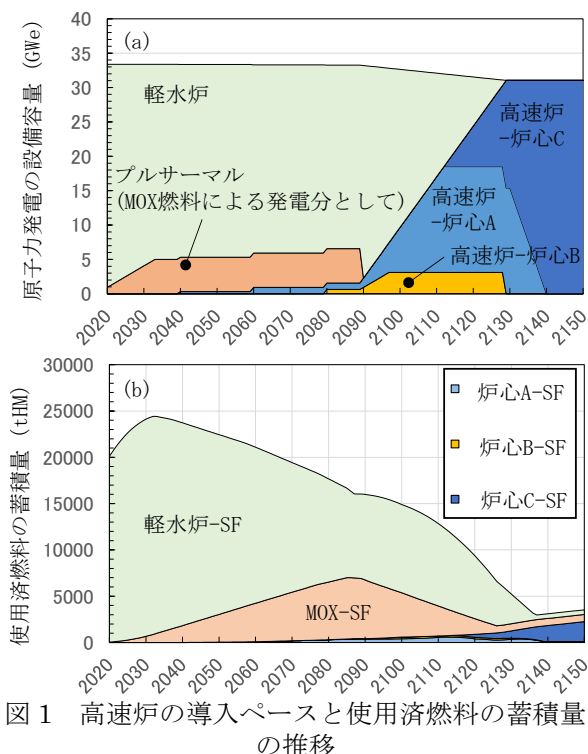


図 1 高速炉の導入ペースと使用済燃料の蓄積量の推移