ADS サイクルを用いた MA 低減と Pu-238 生成に関する研究

Study on MA reduction and Pu-238 generation using the ADS cycle

*小川 健斗，千葉 豪，奈良林 直
北海道大学

加速器駆動システム（ADS）について、Pu-238 抽出機能を加え、それに伴い LWR から受け入れるマイナーアクチニド（MA）量を増やすことが出来る ADS サイクルを提案した。

キーワード：ADS，原子力バッテリ， MA，Pu-238

1. 背景・目的

使用済み燃料中で長期間大きな放射能を持つ MA を消滅させるため、ADS の研究開発が進められている。このシステムに心臓ペースメーカーや宇宙船用原子力バッテリに用いられる Pu-238 を抽出するという新たな機能を追加し、より高性能な ADS サイクルを提案することとした。

2. 炉心解析

本研究では JAEA で考案された 800MWth・Pb-Bi 冷却 ADS を元に解析を進めた。JAEA で設計されている ADS サイクルでは、MA 燃料は一度炉心から取り出され、再処理・再成型された後、次のサイクルへと送られる。本研究で新たな ADS サイクルの機能として考案した Pu-238 抽出機能は、サイクル間の再処理・燃料再成型の時に付け加えた。その概要を **Fig. 1** に示す。燃料は炉心から取り出され、y1 の期間冷却される。その後 Cm とそれ以外に分離され、y2 の期間冷却される。最後に y3 の期間で、Cm 中から Pu が分離され、残った Cm は次のサイクルで使用される燃料へと戻される。この方法を適用することで、LWR から受け入れ可能な MA 量の増加も期待できる。本研究では、抽出できる Pu-238 純度・受け入れ可能な MA 量や炉心特性を評価し、その実現性を検証する。

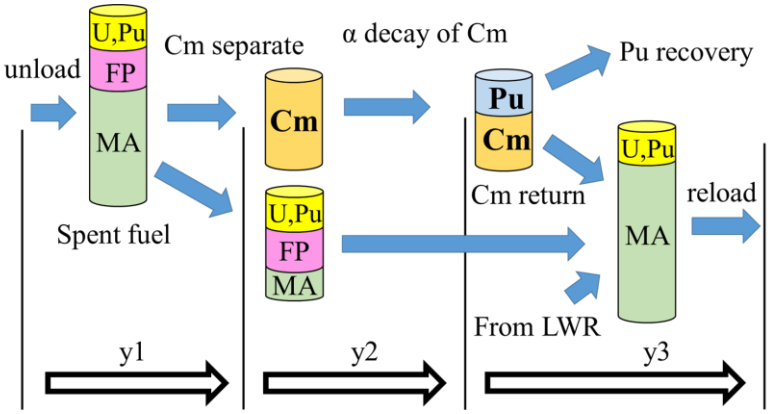

Fig. 1 Pu-238 抽出方法概要

3. 結果

y1 の冷却期間を想定されている 1.75 年から 0.65 年と変更することで、ペースメーカーや原子力バッテリに適用できる Pu-238 の純度約 80%以上の Pu が第一サイクルで約 5kg 抽出可能となった。従って、LWR から受け入れ可能な MA 量も約 5kg となり、従来のサイクルから約 1%増加した。また、炉心特性の変化を評価したところ、最大線出力・ボイド反応度の変化量は最大でも約 1%以下、実効増倍率の変化量は約 0.4%以下で大きな変化は確認されなかった。理論上、Pu-238 抽出と MA 低減機能を持った ADS サイクルは実現することが分かったが、Pu 中の Pu-238 の純度を高めるため、冷却期間 y1 を 0.65 年と極端に短くした。そのため、従来のサイクルよりも約 3 倍高い崩壊熱環境下で燃料再成型が出来るか等が課題に挙げられる。

参考文献

[1] K. Tsujimoto, et al., J. Nucl. Sci. Technol., Vol. 41, No. 1, p. 22 (2004).

*Kento Ogawa, Go Chiba and Tadashi Narabayashi.
Hokkaido Univ.