

核熱ロケット炉心の制御ドラム回転による出力分布の変化及び
Xe による毒作用の影響と対策

Effects and countermeasures of power distribution change by control drum rotation and
Xenon override in nuclear thermal rocket core.

*森田 大¹, 浪園 真一¹,
¹福井大学

核熱ロケットは原子炉によって推進剤を高温に加熱し噴射することで推進力を得るロケットである。本研究では解析コード SCALE を用いてロケット稼働時に制御ドラムを回転させた際に生じる炉心内の出力分布の変化及び原子炉停止時に発生する ¹³⁵Xe による毒作用の影響を解析した。

キーワード：核熱ロケット，高温ガス炉，Xe 毒作用，制御ドラム，出力分布変化

1. 緒言

核熱ロケットは既存の化学ロケットより高い比推力を実現可能である。過去には、1970 年代に米国及び旧ソ連で研究開発が行われており、現在では火星の有人探査用のロケットとして研究されている^[1]。核熱ロケットにおける原子炉の制御は、炉心外周に配置された制御ドラムを回転させ炉心内に反射する中性子量を調整することで行う。この制御ドラム回転時における炉心内の出力分布変化及び ¹³⁵Xe による毒作用の影響が不明確であり、ロケット稼働時に燃料の性能を確保可能であるかが課題となっている。

2. 解析結果

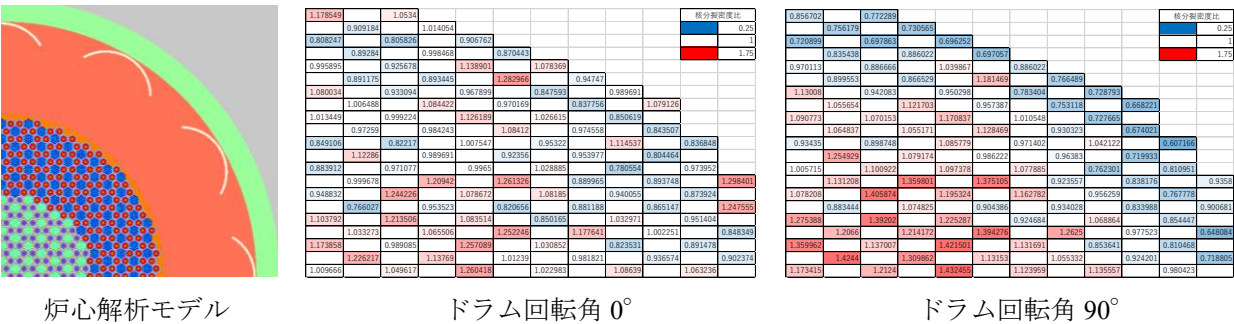


図 1 解析モデル及び燃料要素ごとの核分裂密度比

本研究では、モンテカルロ計算コード SCALE^[2]を用いた。まず、炉心断面の解析モデルを作成し制御ドラム回転時の各燃料要素における核分裂密度の計算を行った。解析の結果、ロケット稼働時に制御ドラムの回転によって平均値から約 0.6~1.8 倍の出力密度の変化が生じることが分かった。そのため、燃料要素について制限温度を超過することがないか検討を行う必要がある。また、全炉心の解析モデルを作成し、燃焼計算を実施した。解析条件は火星探査ミッションを想定して 1.5 時間原子炉を定格出力で運転したのち原子炉を停止するものとした。解析の結果、原子炉停止後に ¹³⁵Xe の蓄積によって原子炉に最大で約-0.25(Δk/k)の負の反応度が加わることが分かった。この原子炉の余剰反応度は 0.083(Δk/k)程度であり、原子炉停止後から約 50 時間程度原子炉を再起動することが不可能となることが分かった。

参考文献

[1] Paolo F. Venneri, Yonghee Kim .A feasibility study on low enriched uranium fuel for nuclear thermal rockets II: Rocket and reactor performance ,Progress in Nuclear Energy 87(2016),156-167p

[2] W. A. Wieselquist, R. A. Lefebvre and M. A. Jessee, Eds., SCALE Code System, ORNL/TM-2005/39,Version 6.2.4, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee (2020). Available from Radiation Safety Information Computational Center as CCC-834.

*Oki morita¹, Shinichi Namizono¹

¹Fukui Univ.,