

小型分散電源用原子炉システムの開発

4) : 小型原子炉の動特性解析システムの開発

Small nuclear reactor for dispersed power systems

4) : development of the kinetic analysis system for small reactor

*木村 礼¹, 和田 怜志¹, 合田 篤¹

¹東芝

月面・火星探査などで利用可能な小型原子炉をターゲットとした、新たな分散電源用システムのコンセプト開発を行っている。本原子炉システムは運転員による操作を想定しないため、原子炉自律起動と定常運転への移行の可否をシステム動特性解析で評価する必要がある。そこで CFD コードに一点炉動特性方程式及び 1D モデル化したシステム挙動モデルを組み込んだ動特性解析システムを構築した。本発表では解析システムの概要と試算結果について発表する。

キーワード：小型炉，宇宙炉，システム設計，熱電発電，自律制御，核熱連成，臨界安全，原子炉動特性

1. 緒言

International Space Exploration Coordination Group (ISECG) [1]では、月面や火星において国際宇宙探査を行うにあたって電源として小型原子炉が提案されている。本研究では ISECG の要求を満たす炉心技術としてヒートパイプ冷却炉心の炉心最高温度抑制手法や熱拡散と中性子増倍を同時に成立させる手法の開発などを行ってきた[2]。また、月面・火星用などの原子炉システムは無人で運転する事を想定しているため、自律的に原子炉の起動を行う事が求められる。この自律起動の評価は核的な挙動とシステム挙動を同時に解析する必要がある。そこで本研究では小型原子炉の動特性解析システムの構築を行った。

2. 小型原子炉の動特性解析システムの概要

本解析システムは、ANSYS 社の CFD コードである“ANSYS-FLUENT”の User Define Function(UDF)機能を用いて構築した。一点炉動特性方程式及びヒートパイプや熱電素子、放熱パネルを含めたシステム挙動の各モデルを FLUENT へ組み込み、炉心の動特性解析を可能にした。図 1 に本システムを用いた簡易的なヒートパイプ冷却炉心の解析結果例を示す。時間経過に伴い出力・温度・反応度が収束していくことがわかり、加えてヒートパイプ冷却特有と思われる温度上昇と下降の非対称性が表れている。本システムでは反応度フィードバックモデルやシステム挙動モデルを容易に変更可能であり、様々な体系に対応出来る。

3. 結論

“ANSYS-FLUENT”の UDF 機能を用いて小型原子炉の動特性解析システムを構築した。今後は各モデルに解析・実験等で得られた結果を反映させ、詳細炉心の動特性解析を進める。

参考文献

[1] “ISECG Global Exploration Roadmap”, <http://www.globalspaceexploration.org>, 20 August, 2013

[2] 木村ら “小型分散電源用原子炉システムの開発 1) ～ 3)” 日本原子力学会 2016 年秋の大会 3I08～3I10

*Rei Kimura¹, Satoshi Wada¹ and Atsushi Goda¹

¹Toshiba Corporation

本資料に掲載の商品の名称は、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

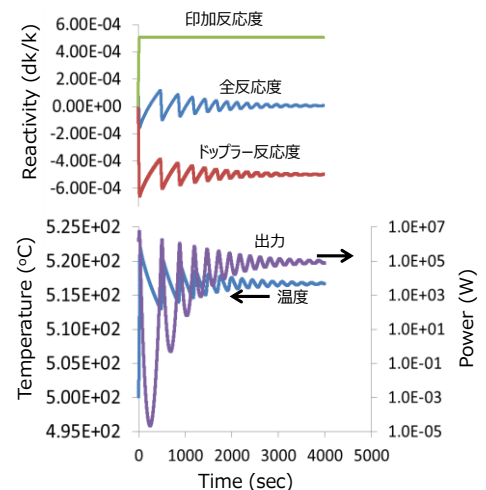


図 1：試算結果