

先進的核熱連成シミュレーションシステムの開発

(4) MVP/NASCA による核熱連成

Development of Advanced Neutronics/Thermal-Hydraulics Coupling Simulation System

(4) Neutronics/Thermal-Hydraulics Coupling Simulation Using MVP and NASCA

*秋江 拓志¹, 多田 健一¹, 神谷 朋宏¹, 小野 綾子¹, 長家 康展¹, 吉田 啓之¹, 川西 智弘¹

¹JAEA

JAEA では、軽水炉の設計高度化、安全性の向上を目的として、先進的核熱連成シミュレーションシステムの開発を進めている。本報告では、連続エネルギーモンテカルロ計算コード MVP¹⁾とサブチャンネル解析コード NASCA²⁾を用いた核熱連成シミュレーションシステムについて報告する。

キーワード：核熱連成シミュレーション, MVP, NASCA, 数値解析

1. 目的

先進的核熱連成シミュレーションシステムでは、様々な核計算コード、熱流動計算コードを自由に組み合わせた核熱連成シミュレーションの実現を目指している。これにより、単一集合体体系においては JUPITER や TPFIT などの機構論的熱流動解析コードを、全炉心体系においては NASCA や ACE-3D などのサブチャンネルコードを用いるなど、計算体系によって最適な計算コードを選択することが可能となる。

炉心体系での詳細な核熱連成を現実的な計算時間で実現するためには、NASCA のようなサブチャンネル解析コードとの連成が望ましい。そこで、MVP/NASCA を用いた核熱連成における課題を洗い出すため、プロトタイプシミュレーションシステム³⁾に MVP/NASCA の核熱連成機能を実装した。

2. MVP/NASCA を用いた核熱連成シミュレーションシステムの概要

開発したシステムは、BWR の 8×8 STEP-II、9×9 STEP-IIIA、STEP-IIIB の単一集合体体系の解析を対象としている。幾何形状や濃縮度分布については、OECD/NEA の燃焼クレジットベンチマーク Phase III-B⁴⁾や Phase III-C⁵⁾など、公開文献を参考に作成した。図 1 に 8×8 STEP-II 燃料の計算体系の例を示す。なお、燃料棒内やサブチャンネル内の詳細分割については、MVP/JUPITER や MVP/TPFIT の結果により検討する。

本システムでは、MVP の出力として与えられる燃料棒毎の核分裂率から燃料棒出力分布を NASCA に、NASCA の出力として与えられるサブチャンネル毎の水密度から ¹H や ¹⁶O の原子数密度を計算し MVP に入力することで核熱連成解析を行う。本システムを用いて、核熱結合計算の反復回数や、定常とみなせるまでの熱流動計算の時間などの最適化などに取り組む予定である。発表では、開発したシステムの概要に加え、連成解析結果についても紹介する。

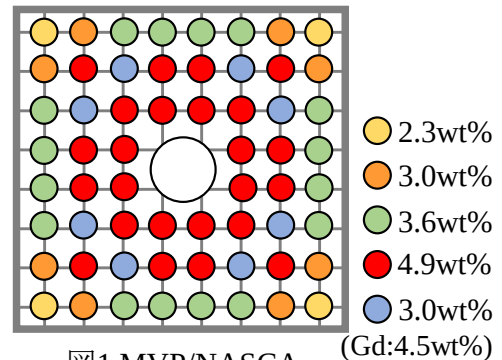


図1 MVP/NASCA
連成計算体系の例⁴⁾
(8×8 STEP-II)

参考文献

- 1) 長家 康展ら、「MVP/GMVP Version 3」、JAEA/Data-Code 2016-018 (2017).
- 2) 堀田 亮年ら、「サブチャンネルコード NASCA による BWR 燃料熱的性能評価の現状」、日本機械学会論文集(B 編)、76 巻 763 号 (2010).
- 3) 多田 健一ら、「先進的核熱連成シミュレーションシステムの開発 (3)プロトタイプシミュレーションシステムの開発」、日本原子力学会 2021 年秋の大会 3G05 (2021).
- 4) H. Okuno, et al., “OECD/NEA burnup credit criticality benchmarks phase III-B,” JAERI-Research 2022-001 (2002).
- 5) K. Suyama, et al., “Burn-up credit criticality safety benchmark phase III-C,” NEA/NSC/R(2015)6 (2016).

* Hiroshi Akie¹, Kenichi Tada¹, Tomohiro Kamiya¹, Ayako Ono¹, Yasunobu Nagaya¹, Hiroyuki Yoshida¹ and Tomohiro Kawanishi¹ ¹JAEA