

## 先進的核熱連成シミュレーションシステムの開発 (8) 温度回復法を用いた相変化を含む気液二相流解析

Development of Advanced Neutronics/Thermal-Hydraulics Coupling Simulation System

(8) Numerical simulation of two-phase flow including phase change using temperature recovering method

\*神谷 朋宏<sup>1</sup>, 小野 綾子<sup>1</sup>, 多田 健一<sup>1</sup>, 山下 晋<sup>1</sup>, 長家 康展<sup>1</sup>, 吉田 啓之<sup>1</sup>

<sup>1</sup> JAEA

軽水炉の核熱連成シミュレーションのため、JUPITER に温度回復法を用いて相変化を考慮する機能を実装した。本発表では、JAEA で開発中の JAMPAN の予備解析として、BWR を想定した高温・高圧下の相変化を含む気液二相流解析と、MVP を用いた核計算を組み合わせた核熱連成シミュレーションを実施した。

**キーワード**：相変化，気液二相流，核熱連成，温度回復法，JUPITER，JAMPAN，マルチフィジックス

### 1. 緒言

JAEA では、軽水炉設計の高度化と安全性の向上を目的として、現在開発中のマルチフィジックスシミュレーション用プラットフォーム JAMPAN 上でモンテカルロコード MVP と機構論的多相流解析コード JUPITER を結合することにより詳細かつ高忠実な核熱連成シミュレーションの実現を目指している。前回の報告<sup>[1]</sup>では、JAMPAN の開発の第一歩として JUPITER による断熱気液二相流解析の結果を反映させた核解析を行った。今回は、核解析で得られる出力を熱流動解析にフィードバックしたときに生じる相変化を考慮するため、JUPITER に温度回復法<sup>[2]</sup>を用いて相変化を考慮する機能を実装した。本発表では、本機能を用いて、BWR を想定した高温・高圧下（549 K、7.07 MPa）で相変化を含む気液二相流解析を実施した。

### 2. 2×2 バンドルにおける気液二相流解析

BWR 条件を想定した相変化を含む気液二相流解析を行った。図 1 に示されるように、計算体系は水で満たされた領域に燃料棒を 2×2 に配置した体系である。計算領域の大きさは  $x, y, z$  方向にそれぞれ 32.6、32.6、3,710 mm(セル数：32×32×3,700)とした。 $x, y$  方向の境界はすべて断熱壁とし、下側境界からは速度 2.15 m/s で温度 549 K の水が流入し、上側境界は流出境界とした。図 2 に燃料棒に与えた軸方向線出力密度分布を示す。なお、径方向と周方向の発熱量は一様分布とした。図 3 に、解析開始時とそれから 1 秒後の高さ 1,855 mm での燃料棒と水の体積分率を示す。図 3 で発熱する燃料棒の表面で水が相変化することで水蒸気が発生していることが確認できる。

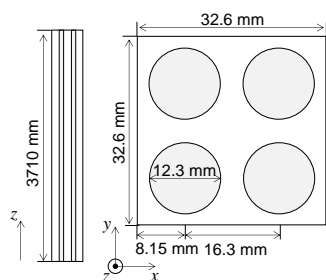


図 1 解析体系

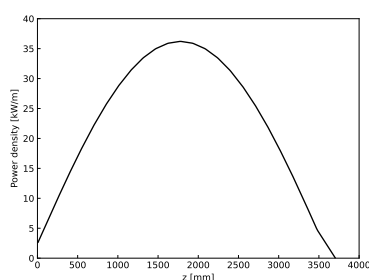


図 2 線出力密度

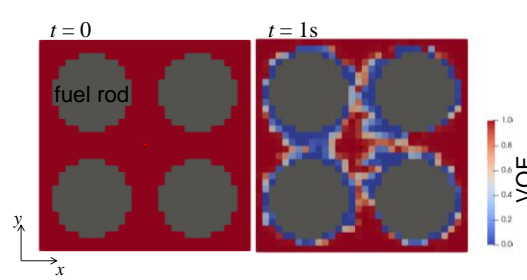


図 3 解析結果

### 3. 結言

JAMPAN を用いた 2×2 バンドルにおける気液二相流解析を行った。発表では、この熱流動解析結果を用いた核解析など、核熱連成シミュレーションの結果についても報告する。

[1] 神谷朋宏ら、日本原子力学会 2022 年秋の大会、1F04、[2] Ohnaka, I., 1985. Heat transmission and solidification analysis using computer. In: Solidification Analysis, pp. 167–224 (Maruzen, Japan, Chapter 5).

\*Tomohiro Kamiya<sup>1</sup>, Ayako Ono<sup>1</sup>, Kenichi Tada<sup>1</sup>, Susumu Yamashita<sup>1</sup>, Yasunobu Nagaya<sup>1</sup> and Hiroyuki Yoshida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency