

三菱多用途モジュール式超安全マイクロ炉の開発

(5) MOOSE フレームワークに基づく予備的な炉心熱解析

Development of Mitsubishi multi-purpose modular ultra-safety micro reactor

(5) Preliminary core thermal analysis based on MOOSE framework

*淀 忠勝¹, 大槻 昇平¹, 小池 武史¹

¹三菱重工業 (株)

三菱重工で開発中のマイクロ炉 (以下、三菱マイクロ炉) に対して、マルチフィジックスの原子炉シミュレーション環境である MOOSE を使い、炉心材料に高配向性グラファイトブロックを適用した全固体原子炉の熱解析を実施した。

キーワード: マイクロ炉

1. 緒言

三菱マイクロ炉[1]は、原子炉の事故要因を極力低減するために、原子炉冷却材を用いず、炉心材料の熱伝導で発電系に熱輸送する全固体原子炉コンセプトを採用している (図 1)。本稿では、MOOSE (Multiphysics Object Oriented Simulation Environment)を用いた全固体原子炉の予備的な熱解析結果を報告する。

2. 炉心熱解析

2-1. コード開発環境

MOOSE は米国アイダホ国立研究所が開発した原子力分野向け解析コード開発環境である[2]。MOOSE には、伝熱や流動など複数の物理現象の解析機能が標準実装されており、コード開発者は解析目的に応じた機能を選択するのみで実行ファイルの生成が可能である。また、コード開発者は標準機能を基に容易に機能追加が可能である。

2-2. コード開発及び解析結果

三菱マイクロ炉の炉心材料は高熱伝導かつ異方性熱伝導の性質を持つ高配向性グラファイトブロックを採用する計画である。

全固体原子炉の炉心温度評価のために、MOOSE の Heat Conduction モジュールを基に異方性熱伝導の評価が可能な 3 次元場の熱伝導解析コードを開発した。予備的な炉心熱解析の結果、燃料から発電系伝熱管まで適切に熱伝導で熱輸送され、炉心温度は黒鉛の温度基準の目安である 1600℃以下の見込みを得た。

3. 結論

MOOSE をベースに炉心温度評価用の解析コードを開発し、全固体原子炉内の炉心温度分布を把握した。今後、三菱マイクロ炉のプラント評価に必要な物理現象を特定し、その評価機能を実装する計画である。

参考文献

[1] 淀 忠勝, 他, “三菱多用途モジュール式超安全マイクロ炉の開発 (1)原子炉概念”, 原子力学会, 2020 年秋の大会

[2] G. Giudicelli, et al, “3.0 - MOOSE: Enabling massively parallel Multiphysics simulations”, SoftwareX, Vol.26, 101690, 2024.

*Tadakatsu Yodo¹, Shohei Otsuki¹ and Takeshi Koike¹

¹MHI

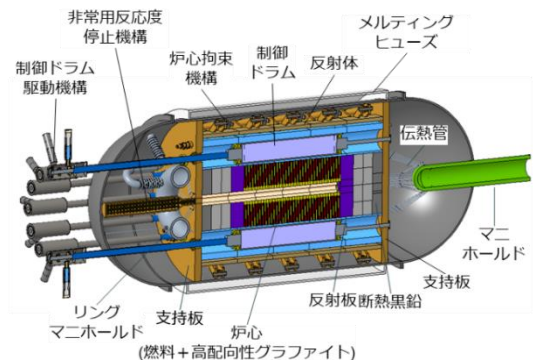


図 1. 三菱マイクロ炉の構成案
(2024 年 9 月時点)

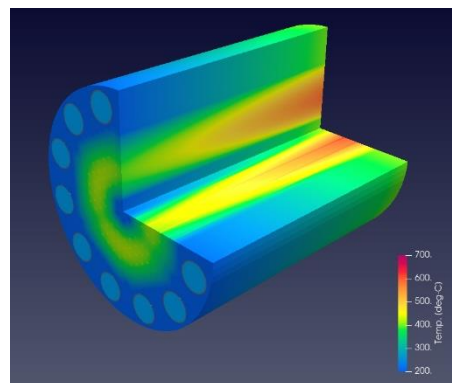


図 2. 炉心温度評価結果