

受付 ID	17a46
分野	数値解析

## 二相系格子ボルツマン法による液体噴流微粒化過程の詳細数値解析

Numerical analysis of liquid jet fragmentation with a two-phase lattice Boltzmann method

阿部豊

筑波大学システム情報系

- 研究目的:** 本研究は、原子炉過酷事故時において生じうる炉心溶融物の冷却過程を構成する素過程である「液液二相噴流の微粒化」を対象とし、その動的挙動を実験的・数値的に明らかにするものである。実験・数値解析により得られた知見を統合し、溶融物冷却性予測手法の構築までを一貫して行う。本研究の目的は、原子炉過酷事故における炉心溶融物の分散および微粒化メカニズムの解明であり、現象素過程に着目した実験と数値解析を実施するものである。本申請は、研究全体の構成において、数値解析に関連するものである。
- 研究成果の内容:** 本研究の解析対象に対して、従来の格子ボルツマン法は数値的に不安定であるため、申請者らは衝突項を改良した独自の数値アルゴリズムを提案した。本手法を用いて、過去に実施した実験結果に基づき整備した液液二相噴流の流動様相を数値シミュレーションにより再現した (図 1)。さらに、実機条件に相当する大規模体系において数値シミュレーションを行うことが可能となり、計算格子解像度の影響を評価することができた。
- 学際共同利用として実施した意義:** 学際共同利用として実施することにより、単一ノードでは実行できない大規模計算を実行することができ、本研究で相当する実機相当の体系におけるシミュレーションが可能となった。
- 今後の展望:** 本研究で開発した計算コードを用いて、実機相当条件の大規模噴流解析を進める。また、開発した数値モデルを相変化の系へと拡張し、沸騰凝縮二相流の直数値計算を進め、溶融物冷却性予測手法の構築に資する数値的知見を蓄積してゆく。

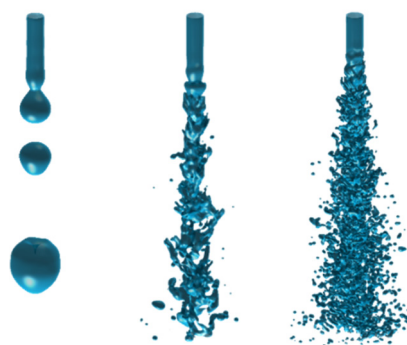


図 1 数値解析で再現した特徴的な噴流の流動様相 [S. Saito et al., Phys. Rev. E **96**, 013317 (2017)]

### 5. 成果発表

#### (1) 学術論文

- S. Saito, Y. Abe and K. Koyama, Lattice Boltzmann modeling and simulation of liquid

jet breakup, Physical Review E, Vol. 96, Iss. 1, p. 013317, 2017. doi: 10.1103/PhysRevE.96.013317

(2) 学会発表

- ・ S. Saito, Y. Abe, A. Kaneko, Y. Iwasawa and K. Koyama, Lattice Boltzmann simulation of jet breakup and droplet formation in immiscible liquid-liquid system, Proceedings of the 25th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE25), ICONE25-66718, July 2-6, 2017.
- ・ 齋藤慎平, 阿部豊, 金子暁子, 小山和也, 成合英樹, 「高速増殖炉の炉心溶融事故後冷却挙動の研究: (34)溶融ジェットブレイクアップ挙動の流動解析」, 日本原子力学会 2018 年春の年会予稿集, 1C04, 2018 年 3 月.
- ・ 齋藤慎平, 阿部豊, 金子暁子, 成合英樹, 「高速増殖炉の炉心溶融事故後冷却挙動の研究: (33) 格子ボルツマン法によるジェットブレイクアップ挙動の数値シミュレーション」, 日本原子力学会 2017 年秋の大会予稿集, 1G13, 2017 年 9 月.
- ・ 齋藤慎平, 阿部豊, 海老原健一, 金子暁子, 「格子ボルツマン-有限差分ハイブリッド法による沸騰遷移過程の数値シミュレーション」, 混相流シンポジウム 2017, C311, 2017 年 8 月.

(3) その他

- ・ A. De Rosis, S. Saito, A. Kaneko and Y. Abe, Central-moments-based lattice Boltzmann scheme for coupled Cahn–Hilliard–Navier–Stokes equations, arXiv:1803.11345.
- ・ 齋藤慎平, 「格子ボルツマン法に基づく液体噴流およびプール沸騰の数値解析」, 第 28 回 LBM 研究会, 2017 年 12 月. (依頼講演)
- ・ 阿部豊, 齋藤慎平, 「格子ボルツマン法による液液二相噴流の微粒化シミュレーション」, 計算科学センター25 周年記念シンポジウムおよび第 9 回「学際計算科学による新たな知の発見・統合・創出」シンポジウム -計算科学の発展と将来-, 2017 年 10 月. (ポスター発表)

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*	
		当初配分	追加配分
HA-PACS/TCA			
COMA	○	25,600	
Oakforest-PACS			
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			