

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

辻 徹郎

京都大学 大学院情報学研究科
准教授

Optothermal fluidics の分子流体科学への展開

研究成果の概要

熱浸透流の可視化: 流体中の温度勾配によって、コロイド微粒子表面には熱浸透流が生じる。この流れは粒子表面近傍で顕著であり、流体のすべりとして捉えることができる。本年度は、流れを可視化するためのトレーサーを集光レーザーにより光捕捉することで、表面近傍の流れを評価するプローブとして用いる方法を提案し、本手法を熱浸透流の可視化に応用した。温度勾配によって粒子表面に生じる熱浸透流と粒子の熱泳動との関連性を実験的に評価し、提案手法の妥当性を確認するとともに、熱泳動のメカニズムについて、従来検証が不足していた観点であるすべり係数と熱泳動移動度の関係を調べた。本成果は現在論文執筆中である。また、提案手法を改善しより高い空間分解能を有する計測手法に発展させるため、基本的な流れであるマイクロ流路内の圧力駆動流を題材に、レーザーの照射条件などの実験プロトコルを精査している。

レーザー発熱にともなう流れの解析: マイクロ流路内におけるレーザー発熱およびその結果生じる熱流体現象を解析する方法の開発に取り組んだ。特に、レイノルズ数および熱ペクレ数が小さいことから問題を線形化し、半解析解を導出した。半解析解をもちいて熱流体場を調べ、先行の実験研究 (Tsuji, et al., *Electrophoresis* (2021)) で観察されていた、熱泳動と熱対流の拮抗の結果生じるナノ粒子群の分布を説明できる可能性があることが分かった。(本成果は 2023 年 4 月の国際会議 *Optical Manipulation and Structured Materials Conference 2023* で発表)

熱浸透流の分子流体モデル: 分子気体力学のボルツマン方程式のモデルを基に、壁面と流体分子の相互作用を新たに加えることで、流体の壁面に対する親和性が熱遷移流に与える影響を調べる研究に着手した。本年度はまず、問題の定式化および数値解析コードの開発を行った。いくつかの代表的なパラメータについて解析を進めたところ、先行研究の分子動力学計算を定性的に再現する予備的な結果を得ることができた。