

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  
2021 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

田川 義之

東京農工大学 大学院工学研究院  
教授

“力”を既知とする新しい流体科学

## 研究成果の概要

本年度は、全体計画に基づきテンソル・トモグラフィーを行うための機械学習モデル構築と3D応力場ベクトル計測を行った。まず、円管流路と矩形管流路を対象に、ニュートン流体および非ニュートン流体の軸対称応力場から教師データを作成し、平面へ投影した場を作成した。これらの教師データを元に Physics Informed Neural Network (PINN)をベースとした 3D-PICED モデルの訓練を行い、相対誤差 4.12%で成功した。さらに、位相差ベクトル場の計測を自動化するためのシステムを構築し、流量・データ取り込み・データ解析までを自動化した。特に三次元流路を対象にした自動計測システムの構築に着手し、シリンジポンプとマイコンボード Arduino を用いて計測システム的设计・試作を進めた。最後に、構築した機械学習モデルと自動計測システムを用いて、ニュートン流体と非ニュートン流体の軸対称流れのベクトル場を実験的に取得し、3D 屈折率テンソル場を取得した。その他、研究の展開と協力関係を強化した。発表した偏光応力場計測に関する論文 1) は 2023 年 5 月の SSRN Top Ten download paper に選出されており、業績が国際的に認識された。また、JST/SciFoS 活動に参加し、企業のニーズ発掘を行った。その結果、本プロジェクトの方針に対する需要が幅広く存在することを確認し、より高度な課題に取り組むための基盤を築くことができた。さらに、研究者は他のさきがけ研究者との協力を強化し、定期ミーティングや予備的実験を行い、成果の一部を学会で発表した。また、講演会を開催し、意見交換を行った。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Yokoyama, Y., Mitchell, B. R., Nassiri, A., Kinsey, B. L., Korkolis, Y. P., Tagawa, Y., Integrated photoelasticity in a soft material: phase retardation, azimuthal angle, and stress-optic coefficient, *Optics and Lasers in Engineering*, 161, 107335 (2023). SSRN Top Ten download paper May 2023
- 2) Nakamine, K., Yokoyama, Y., Worby, W., Muto, M., and Tagawa, Y., Integrated photoelasticity measurements of a three-dimensional laminar flow: second-order stress terms in the stress-optic law *Optica Open*, (2023).
- 3) Yee J., Igarashi, D., Yamanaka, A., Tagawa, Y., Features of a Splashing Drop on a Solid Surface and the Temporal Evolution extracted through Image-Sequence Classification using an Interpretable Feedforward Neural Network *AIAA AVIATION 2022 Forum*, (2022).