

数理・情報のフロンティア
2019 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

松永 大樹

大阪大学 大学院基礎工学研究科
助教

機械学習による細胞力学環境の計測プラットフォーム構築

§ 1. 研究成果の概要

昨年度の研究成果「顕微鏡画像からのシワの自動抽出技術」をベースとし、本年度は顕微鏡画像から細胞収縮力を推定するシステムの構築を行った。本研究で用いているシワ基板による細胞収縮力の推定法では、シワの長さによって細胞の相対的な力の大きさを推定することができたが、細胞収縮力の定量評価が困難であった。一方、収縮力計測の最も有力の手法とされる牽引力顕微法は力の定量評価ができるものの、変位のマーカーとなるビーズを基板上に埋め込むなど手順が煩雑でスループットが低い。そこで本研究課題では入力画像を「抽出されたシワ画像」、出力画像を「細胞収縮力の分布」とする画像から画像へと変換する機械学習システムの構築を行った。なおトレーニングデータを取得するためシワが発生する特殊基板の中にビーズを埋め込むことにより、シワの可視化と牽引力顕微法による収縮力の測定が同時に行うことができる実験を実施している。機械学習には GAN (generative adversarial network) を用い、トレーニングデータとして 332 枚のデータセットを準備した。トレーニング後に学習のパフォーマンスを測定するためテストデータと予測データの誤差を定量化したところ力の大きさとしては 33-35%、力の向きは 19-20° と小さい誤差で力の予測ができることがわかった。このシステムはシワの抽出のみで、つまりビーズの埋め込みを必要とせず、高速に大量の細胞についての収縮力を評価できるため重要な技術開発である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Image based cellular contractile force evaluation with small-world network inspired CNN: SW-UNet”, Biochemical and Biophysical Research Communications, vol. 530, issue 3, pp. 527-532, 2020
- 2) “Diffusion and collective motion of rotlets in 2D space”, Chinese Physics B, vol. 29, No. 6, 064705, 2020
- 3) “Complex viscosity of dilute capsule suspensions: a numerical study”, Journal of Biomechanical Science and Engineering, 20-00102, 2020
- 4) “Rheology of a dilute ferrofluid droplet suspension in shear flow: viscosity and normal stress differences”, Physical Review Fluids, volume 5, 123603, 2020