

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 年度採択研究者

2021 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
准教授

実験と数理の融合による細胞内流体構造連成の解明

§ 1. 研究成果の概要

本研究課題ではモータータンパク質の動態がどのように細胞収縮力を決定し、引いては細胞グローバルスケールの流動を生み出すのか、広い時空間の階層に跨る力学現象の一端の解明を目指している。初年度では「細胞骨格のリモデリングの流動場解析」および「数値計算・機械学習を組み合わせた分子拡散動態推定システムの開発」について初期の結果を得たため、以下に概要を述べる。リモデリングの流動場解析では、細胞(ラット平滑筋細胞)の細胞骨格を構成する分子である α -アクチニンをトランスフェクションにより蛍光で可視化し、その流動動態を PIV (particle image velocimetry) により分析した。流動場の発散から細胞骨格の生成(湧き出し)・解体(吸い込み)を可視化したところ、従来から知られている細胞縁での生成と細胞中心の解体を観測するとともに、生成・解体の空間的周期構造を示唆する結果を得た。また細胞骨格のトポロジーの特異点において生成が生じる現象を発見した。以上得た成果は初期の結果であるが、次年度は共焦点レーザー顕微鏡ユニットの購入を予定しており、これを用いたより詳細な観測・分析を計画している。分子拡散動態推定システムの開発では、細胞内の分子の拡散係数を測定する手法である FCS (fluorescence correlation spectroscopy) の機能を拡張し、純拡散・亜拡散・超拡散を含む分子の拡散動態を明らかにするシステムの構築を計画している。初年度では、ランジュバン方程式(純拡散)を解く数値計算により FCS 波形を擬似的に生成し、テストデータの FCS 波形から元の拡散係数を推定するシステムを構築することに成功した。次年度以降はこのシステムは他の拡散動態へと解析対象を広げ、実際に観察で得られた FCS 波形から細胞内の分子の拡散動態マップの構築を目指す。