

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	竹内一将
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院理学系研究科 物理学専攻
役職名	准教授
研究課題名	高密度バクテリア集団によるアクティブマター物質相開拓
研究実施期間	2024 年 10 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本年度は以下の課題を実施した。

- ・大腸菌の変異株を用いてバクテリアのガラス化過程を撮影し、画像解析によって細胞充填率や、バクテリアの運動・配向変化に関する特徴量を計測した。また、一細胞トラッキングに向け、機械学習を用いた画像解析の共同研究を開始した。
- ・バクテリア乱流状態の時空カオス性計測に向け、リザーバー計算という機械学習手法を適用した。コスト関数を工夫し、バクテリア乱流の時空間動力学の特徴を正しく反映する学習モデルを作製することに成功した。
- ・二種の大腸菌集団が競合する現象について、実験機材の導入や整備、必要な生物試料の調達を行い、実験実施環境を整えた。棒状の細胞に生じる異方的摩擦の計測に適した実験条件を模索し、解析可能な顕微鏡タイムラプス画像の取得に成功した。
- ・国際共同研究により、二種のバクテリア集団が示す競合パターン形成を模倣するフェーズフィールドモデルを書き下し、モデルが示すパターン動力学を直接数値計算で調査した。また、粒子モデルの開発も国際共同研究により行い、パターン動力学のほか、異方的摩擦についても調査を開始した。
- ・バクテリア乱流の時空カオス出現機構の理解を目的とし、閉じ込め状態を変化させた場合のカオス化過程を解明する国際共同研究を実施し、論文を出版した (PNAS 122, e2414446122)。
- ・バクテリア乱流を念頭に、支配方程式に生じうる項を対称性から制限する一般的なアルゴリズムを開発した。
- ・大腸菌集団が飢餓過程でスメクチック液晶的な秩序を伴う束形成を示すことを我々の実験で見出し、本機構の理解に向け、枯渇引力の程度を定量的に調べる実験を実施し、束形成に必要な枯渇分子濃度の決定に成功した。本成果の論文を出版した (Soft Matter 21, 2868)。