

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	石本健太
研究機関名	京都大学
所属部署名	数理解析研究所
役職名	准教授
研究課題名	流れを介した細胞間コミュニケーション力学
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、環境中の細胞が知覚する力学場を、流体数値シミュレーションと理論解析により炙り出し、細胞間コミュニケーションを記述する環境の力学の構築と、その基礎的な概念となりうる「形」と「動き」を明らかにすることを目指している。

初年度である今年度は、細胞の自発的な「動き」を記述するための理論的枠組みとして注目されている物体の奇弾性記述に関して、形状空間の非線形領域への拡張に取り組んだ。これまで得られていた線形領域での遊泳理論を、内的揺らぎを含んだ形で非線形領域まで拡張することに成功し、実際の生物データから奇弾性を定量化するための理論的枠組みを構築した。実際に、精子や微細緑藻の鞭毛波形から、細胞のもつ奇弾性を定量化することにも成功した。

また、細胞の「形」として、流体方程式の対称性に基づく物体の形の概念である流体運動的対称性の研究に取り組んだ。特に、流体中を 3 次元的に自己推進する遊泳体に対して拡張することを試みた。自己推進による遊泳軌跡と周囲の流れによる受動的な輸送の、2 つの時間スケールが分離できる状況を考えることで、周囲の流れによる効果が自己遊泳体に備わる「形」のパラメータに繰り込まれることがわかった。さらに、流体運動的対称性における軸対称の概念である螺旋対称性をもつ自己推進体に対して、その集団的な挙動の定量化を行なった。一般化テイラー分散理論を用いた低次モーメントの統計量を数値的に調べ、実験結果を再現する結果を得た。