

光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用
2018 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

倉永 英里奈

東北大学大学院生命科学研究科
教授

オールオプティカルメカノバイオロジーの創出に向けた技術開発と
発生生物学への応用

§ 1. 研究成果の概要

研究開発項目1)「オプティカルな手法による力学操作」では、細胞の力学過程を光で活性化・不活性化する技術の開発を目的としている。CRY2/CIB など、光刺激により会合状態が変化する光応答ドメインを利用して、上皮細胞の力学発生装置であるアクチオシンの制御に関連する分子を光刺激により局在変化させるプローブを作製した。本研究の中間達成目標である「ショウジョウバエ上皮組織の人工的変形」を成し遂げる為に、光力学操作プローブを発現する遺伝子組換えショウジョウバエ系統を用いて光操作を行った結果、発生中のショウジョウバエ翅成虫原基に折れ曲がり誘導することに成功した。上皮細胞の Z 軸方向の力学操作をより効果的に実施するために、細胞の頂端部、側部、基底部にそれぞれ局在するタンパク質に CIB を結合させて、アクチオシンの活性化因子を細胞の各部位に局在させる系統を樹立した。今後この系統を使って、さらに効果的に狙ったところで組織の変形を誘導していく手法を確立していく。

研究開発項目2)「オプティカルな手法による力学計測」では、渡邊 G によって既に確立している VIPA(Virtually Imaged Phase Arrays)を用いたブリルアン散乱光計測システムを生命現象の観察に利用し、細胞内の粘弾性を推定する計測原理の開発と検証を目的としている。2020 年度は、①ファントムを用いて高分子のゲル化過程におけるブリルアン散乱スペクトル計測、および、②SHG 偏光計測を応用したアクチオシン活性の生細胞計測技術のさらなる検証を行った。また、昨年度に筋肉組織の張力負荷によるSHG信号の変化が確認されたことから、③SHG 顕微鏡およびブリルアン散乱顕微鏡上で観察試料に定量的な張力を与えるシステムの導入を行った。本年度にて、本研究課題に必要な基盤システムの構築が全て終了した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 倉永グループ

- ① 研究代表者: 倉永 英里奈(東北大学 大学院生命科学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・光力学操作プローブの開発
 - ・光力学操作プローブの細胞・組織での検証

(2) 岡田グループ

- ① 主たる共同研究者: 岡田 康志(東京大学 大学院理学系研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・生体組織内での光操作技術および超解像解析技術の開発

(3) 渡邊グループ

- ① 主たる共同研究者: 渡邊 朋信(理化学研究所生命機能科学研究センター、チームリーダー)
- ② 研究項目

・顕微鏡システムの総合開発および光力学計測手法の開発

(4) 柴田グループ

① 主たる共同研究者: 柴田 達夫 (理化学研究所生命機能科学研究センター、チームリーダー)

② 研究項目

・力場を計算する数学手法の開発および力学シミュレーション

【代表的な原著論文情報】

1) “Differential cell adhesion implemented by *Drosophila* Toll corrects local distortions of the anterior-posterior compartment boundary”, *Nat Commun*, 11, 6320, 2020

2) “Collective cell migration of epithelial cells driven by chiral torque generation”, *Phys Rev Res* 2, 043326 (2020).