

「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」  
平成 29 年度採択研究代表者

H29 年度  
実績報告書

渡邊 大

京都大学大学院医学研究科  
教授

自由行動下での神経情報操作・解読技術の開発と  
意思決定の神経基盤解明への応用

## § 1. 研究実施体制

### (1)「渡邊」グループ

- ① 研究代表者: 渡邊 大 (京都大学大学院医学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・(項目 1) 内視顕微鏡による高速・高感度イメージング技術の確立
  - ・(項目 2) 光操作技術の内視顕微鏡イメージングへの応用
  - ・(項目 3) 自由行動下の意思決定の神経基盤

### (2)「石川」グループ

- ① 主たる共同研究者: 石川 正俊 (東京大学大学院情報理工学系研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・(項目 1) 内視顕微鏡による高速・高感度イメージング技術の確立
  - ・(項目 3) 自由行動下の意思決定の神経基盤

### (2)「大羽」グループ

- ① 主たる共同研究者: 大羽 成征 (京都大学大学院情報学研究科 講師)
- ② 研究項目
  - ・(項目 1) 内視顕微鏡による高速・高感度イメージング技術の確立
  - ・(項目 3) 自由行動下の意思決定の神経基盤

## § 2. 研究実施の概要

多様な神経細胞集団により実現される脳機能を理解するために、単一細胞の精度をもつ多機能イメージングと高精度の光操作を可能とする内視顕微鏡技術を開発し、さらに本技術を駆使して自由行動下での意思決定の神経基盤の解明を目指している。渡邊、石川、大羽の3グループは密接に連携して、以下の研究項目1~3を実施した。

研究項目1. 内視顕微鏡による高速・高感度イメージング技術の確立:

本研究項目では、神経細胞の神経活動計測に対応可能な高速な内視顕微鏡技術の開発を目標としている。渡邊グループと石川グループは、本技術に求められる撮像ユニットのイメージセンサーについて、感度・解像度・高速性の観点から検討した。内視顕微鏡による細胞イメージング実施における各種イメージングセンサーの基本的な特性に関する情報を取得した結果、各イメージングに想定される課題解決に向けて具体的な連携研究をスタートさせた。さらに石川グループは、動物の動きや脳の拍動に起因するイメージングデータにおける神経細胞の動きを補償する技術開発を行った。個々の神経細胞の蛍光信号の空間的な情報を特徴量として用いることで、各細胞の動きを補正する画像処理技術の開発に成功した。大羽グループは、内視顕微鏡によって得られる多チャンネル画像データストリームの解析パイプラインの開発をおこなった。その結果、6000コアの光ファイバーの各コアの輝度値データから画像を再構成する内挿処理を高速(約10秒/フレーム)で計算可能なアルゴリズムを開発した。

研究項目2. 光操作技術の内視顕微鏡イメージングへの応用:

H29年度はイメージング中に光遺伝学的神経回路操作を行う目的で、光路系が容易に増設できる内視顕微鏡本体の開発をおこなった。今後は渡邊グループと石川グループが連携して、内視顕微鏡光路系に高機能な光操作の実装に取り組む予定である。

研究項目3. 自由行動下の意思決定の神経基盤:

研究項目1・2で開発する内視顕微鏡技術を駆使して、認知行動課題実施中の神経活動と細胞内シグナル動態を計測し、意思決定の神経回路機構の解明を目的としている。渡邊グループは、自由行動下の計測で問題となる光ファイバーのねじれを解消するコミュニケーターを開発し、石川グループは、コミュニケーターの制御にも資する動物個体の動きや回転を検出するプログラムを開発した。大羽グループは、渡邊グループと共同で神経活動計測データと自由行動データの関連付けによるモデル検証を進めている。

