

新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする  
次世代フォトニクスの中盤技術  
平成 29 年度採択研究代表者

2018 年度 実績報告書
------------------

藤 貴夫

自然科学研究機構分子科学研究所  
准教授

超短赤外パルス光源を用いた顕微イメージング装置の開発と生命科学への応用

## § 1. 研究成果の概要

2018年度においては、前年度に引き続き、赤外イメージング装置、多光子顕微鏡の開発を進めた。

赤外イメージング装置の開発においては、Si(シリコン)薄膜を非線形媒質とした上方変換を使った赤外イメージング装置開発を進めた。200nm程度の薄膜を非線形媒質とすることで、イメージ面の精度を高くすることができる。赤外光のイメージを可視光に変換し、それをイメージングインテンシファイアとハイスピードカメラとの組み合わせによって測定した。赤外光カメラでの測定と比較し、3000倍程度高速に測定できることを確認した。

また、赤外イメージング装置のための新しい光源の開発を進めた。2 $\mu\text{m}$ 付近で発振するトリウムフッ化物ファイバーレーザーの出力を、トリウム固体結晶を増幅媒質とした再生増幅器で増幅した。そして、1.35mJ、360fsのパルスを発生させることができた<sup>1</sup>。開発された増幅器の一部の写真を図に示す。この光源から、中赤外光パルスを発生する光パラメトリック増幅器を作る予定である。

多光子顕微鏡の開発においては、研究代表者の研究室で開発された1.8 $\mu\text{m}$ 付近で発振するファイバーレーザーを光源とした3光子顕微鏡を構築した。蛍光ビーズを試料として測定した結果、3光子蛍光を計測することができ、直径0.5 $\mu\text{m}$ のビーズを空間分解して測定することができた。31年度には、細胞など、生体試料を対象とした測定を行う予定である。



図: 開発された再生増幅器の一部。中央の光っている部分が増幅媒質のトリウム固体結晶である。

### 【代表的な原著論文】

1. Seyed Ali Rezvani, Makoto Suzuki, Pavel Malevich, Clement Livache, Jean Vincent de Montgolfier, Yutaka Nomura, Noriaki Tsurumachi, Andrius Baltuška, and Takao Fuji, “Millijoule femtosecond pulses at 1937 nm from a diode-pumped ring cavity Tm:YAP regenerative amplifier”, Optics Express, vol. 26, No. 22, pp.29460-29470, 2018.

## 2. § 2. 研究実施体制

### (1) 藤グループ

① 研究代表者: 藤 貴夫

(自然科学研究機構分子科学研究所 准教授)

② 研究項目

- ・ハイスピードカメラによるチャープパルス上方変換信号の検出
- ・光パラメトリック増幅器用ファイバーレーザーの開発
- ・3光子顕微鏡用ファイバーレーザーの開発

### (2) 古谷グループ

① 主たる共同研究者: 古谷 祐詞

(名古屋工業大学大学院工学研究科 准教授 2018年10月着任)

※2019年3月まで自然科学研究機構・分子科学研究所 准教授を兼任

② 研究項目

- ・アデノシン A<sub>2A</sub> 受容体の赤外分光実験
- ・光受容タンパク質 **Opn3** の光誘起構造変化解析

### (3) 村越グループ

① 主たる共同研究者: 村越 秀治

(自然科学研究機構生理学研究所 准教授)

② 研究項目

- ・3光子顕微鏡の開発
- ・3光子顕微鏡下における個体動物観察のための試料措置の開発
- ・3光子顕微鏡に最適化した蛍光タンパク質のスクリーニングおよび開発

### (4) ファイバーラボグループ

① 主たる共同研究者: 三村 榮紀 (ファイバーラボ(株) 代表取締役)

② 研究項目

- ・超短赤外パルスファイバーレーザーの製品化
- ・フッ化物(ZBLAN)ファイバーの試作製造