

生命と化学  
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

山岸 洋

筑波大学 数理物質系  
助教

細胞トラッキングのための生体適合性レーザー発振子の開発

## § 1. 研究成果の概要

細胞の蛍光標識は細胞内部の情報を取得する強力な手法として広く普及している。しかし、そこで用いられる有機色素の発光(蛍光・りん光)の線幅は数十から数百 nm と広いため、同時に使用できる色素はせいぜい 2-3 種類程度であった。また、生体組織の発光がバックグラウンドノイズとなり、シグナルの観測が妨げられるという問題があった。そこで、レーザー発光を利用したラベリング技術が注目を集めている。レーザー光は極めて鋭いスペクトル幅(1 nm 以下)を持ち、かつ高輝度であることから、低分子色素が抱えていた問題を根本的に解決しうる。

一方で、これらのレーザー発振子が共通して抱える問題点の一つに、生体適合性の低さが挙げられる。光特性が最重要項目とされてきた従来のレーザー光学において生体適合性に着目した発振子素材の探求はほとんど例がなかった。現在はレーザー物理で長らく用いられてきたポリスチレンや金属粒子などがそのまま使用されているが、細胞に大きな負荷がかかるため長期に渡る測定は困難である。

以上の経緯を踏まえ、本研究では生体適合性材料を用いたマイクロレーザー発振子の実現に挑む。我々が培ってきた $\pi$ 共役系高分子を利用したレーザー発振子作成の知見を利用し、溶液中で生体高分子の微細整形を行ったところ、レーザー発振子として理想的な数  $\mu\text{m}$  ほどの球状粉体を作成することに成功し、論文として発表した。得られた粒子を利用し、生体高分子の分解反応を測定する新たな手法を提唱・実証した。さらに種々の材料で作成した微小粒子の計測を行い、新たな円偏光発光素子、揮発性有機物質センサー、曲げられる結晶光共振器の作成に成功、それぞれ論文として成果を発表した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) W. Y. Heah *et al.*, Silk fibroin microspheres as optical resonators for wide-range humidity sensing and biodegradable lasers. *Materials Chemistry Frontiers* 5, 5653-5657 (2021).
- 2) O. Oki *et al.*, Robust Angular Anisotropy of Circularly Polarized Luminescence from a Single Twisted-Bipolar Polymeric Microsphere. *J. Am. Chem. Soc.* 143, 8772-8779 (2021).
- 3) A. Qiagedeer, H. Yamagishi, S. Hayashi, Y. Yamamoto, Polymer Optical Microcavity Sensor for Volatile Organic Compounds with Distinct Selectivity toward Aromatic Hydrocarbons. *ACS Omega* 6, 21066-21070 (2021).
- 4) N. Tanji, H. Yamagishi, K. Fujita, Y. Yamamoto, Nanoporous Fluorescent Microresonators for Non-wired Sensing of Volatile Organic Compounds down to the ppb Level. *ACS Applied Polymer Materials* 4, 1065-1070 (2022).
- 5) S. Zhao *et al.*, Mechanically Flexible and Optically Tunable Organic Crystal Resonator. *Adv. Opt. Mater.* 10, 2101808 (2021).