

高効率な多光子励起発光材料を用いた生体イメージング

(津山高専) ○守友 博紀

Development of probes exhibiting efficient multiphoton excitation luminescence and biological imaging (*National Institute of Technology, Tsuyama College*) ○ Hiroki Moritomo

Multiphoton excitation fluorescence imaging has garnered attention as a technique for visualizing the dynamic and three-dimensional activities of biological tissues. The application of this technique is rapidly expanding in the fields of biological research and medicine. In this imaging technique, the development of luminescent probes with high-efficiency multiphoton excitation emission is essential for achieving high-sensitivity observations. In this talk, an overview of the unique properties of the highly efficient multiphoton-excited luminescence probes developed by our group and the results of biological imaging using these probes will be presented.

Keywords : *Multi-photon absorption, luminescence material, fluorescence microscopy*

多光子励起の蛍光イメージングは、原理的には生体組織の営みを動的かつ三次元的に可視化できる技術として、現在じわじわと普及が進んでいる。このイメージング法において、高感度に観察を行う(すなわち、低励起光強度で高輝度な画像を取得する)には、高効率に多光子励起発光を示す発光プローブの開発が必要不可欠である。我々のグループはこれまでに、生きた細胞の中で優れた多光子励起発光特性を示すだけでなく、市販の蛍光プローブにはなかなかみることのない独特な機能を示すプローブの開発に成功してきた。

例えば、我々は細胞のエネルギー代謝、アポトーシス、ストレス応答など多岐にわたる生命現象に関わる重要な指標であるミトコンドリアの膜電位のモニタリングに着目した。このために開発したプローブが図 1 に構造を示すビフェニル系化合物の BP である¹。この BP はミトコンドリアの膜電位が正常な細胞中のミトコンドリアに局在する一方で、膜電位が低下するとその染色箇所を核へと移す。その様子を示した蛍光顕微鏡画像を図 2 に示す。このようなユニークな染色挙動と、GFP の数十倍にも及ぶ高い二光子励起発光特性を併せ持つ BP は、多光子励起イメージングによる高感度なミトコンドリア膜電位の観察を可能とした。

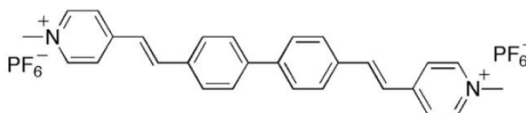


図 1 BP の構造式

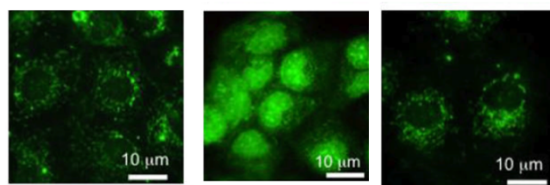


図 2 BP で染色された HEK293 細胞の二光子励起蛍光顕微鏡画像。(左)膜電位が正常時、(中央)膜電位が低下したとき、(右)膜電位が回復したとき

他にもこれまでに、生体組織における吸収・散乱を避けることができ、生体深奥部で発生した蛍光を外部で検出が可能な近赤外領域で高効率に二光子励起発光を示すもの²、生体内の酸素濃度の高低をモニターできるもの³、高効率に三光子励起を示すもの⁴など、さまざまなプローブを開発してきた。これら、我々が独自に開発してきたプローブによる生体イメージングについて概要を紹介したい。

また、最近演者は、これまで蛍光プローブの開発で培ってきた発光性物質の設計・合成に関するノウハウをもとに、有機物/無機ナノシートハイブリットからなる発光材料の開発にも着手しつつある。特に、発光現象の中でも円偏光発光 (CPL) に注目し、高効率に CPL を示す有機物/無機ナノシートハイブリッド薄膜が作成できないか、取り組みを続けてきた。これまでの研究により、図3に構造を示すカチオン性有機化合物 CBNC の CPL 効率は、CBNC が無機ナノシートの一種である合成サポナイトの層間に取り込まれるとおよそ1桁向上するという興味深い結果が得られている⁵。ナノシート研究者が多く参加される本セッションにおいて、時間の許す限りこの研究についても紹介させていただき、種々意見交換ができればと考える。

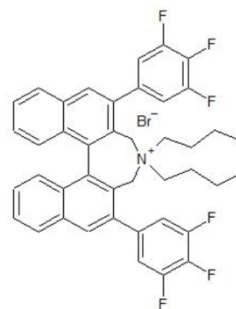


図 3 CBNC の構造式

Reference

1. H. Moritomo, *et al.*, *Cell Structure and Function*, 39, 125 – 133 (2014).
2. Y. Niko, H. Moritomo, *et al.*, *Journal of Materials Chemistry B*, 3, 185 (2015).
3. H. Moritomo, *et al.*, *Japanese Journal of Applied Physics*, 55, 092401 (2016).
4. H. Moritomo, *et al.*, *AIP Advances*, 10, 095219 (2020).
5. H. Moritomo, *et al.*, *The 31st International Conference on Photochemistry* (Japanese Photochemistry Association)