

生命機能メカニズム解明のための光操作技術  
2018 年度採択研究者

2020 年度 実績報告書
------------------

古川 太一

横浜国立大学大学院工学研究院  
助教

希土類添加蛍光体を用いた生体深部細胞の 3 次元マルチカラー光操作法

## § 1. 研究成果の概要

生体深部における 3 次元細胞光操作法の確立を目指し、本年度は、昨年度合成に成功した 2 つの異なる波長のレーザーが重なった部分のみが発光するマイクロ蛍光体・ナノ蛍光体の合成プロセスの最適化、多色化、親水化を試みた。蛍光体の材料としては、熱緩和によるエネルギーロスが少ない NaYF<sub>4</sub> を母材とし、赤色発光は Ho、緑色発光は Er、青色発光は Tm を添加した蛍光体を作製した。Ho を添加したものに関しては励起波長 975 nm、1177 nm が重なった部分で強い赤色発光(650 nm)を得た。しかしながら、Er、Tm を添加した粒子に関しては、十分な発光強度を得られなかった。今後、粒子合成条件の探索とともに励起レーザーの波長についても再検討し、高輝度な 2 波長励起発光を目指す。また、昨年度までは熱分解法によるナノ蛍光体の合成において温度調整を手動で行っていたが、凝集した粒子が度々できたため、PID 制御によって温度調整可能な合成系を構築した。これにより、単分散したコア粒子を安定して得ることに成功した。また、発光輝度向上のためのコアシェル粒子作製においても同様の実験系で合成を行うことで、安定して単分散性の高い粒子を得ることができた。また、開発した蛍光体は脳や生体内での使用を行うため、生体環境で分散性が高くなるように、NaYF<sub>4</sub>:Ho ナノ蛍光体に親水化のための分子を修飾し、水中で分散可能にした。さらに、2 波長励起による 3 次元光刺激が可能かをイメージングするための光学系を構築した。

希土類ナノ粒子を用いた 3 次元細胞光操作法のバックアッププランとして、非線形光学結晶マイクロ粒子の第二高調波発生(SHG)光を用いた細胞光操作法を提案した。この方法では、非線形光学結晶マイクロ粒子を超短パルスレーザーで励起した際の SHG 光を利用する。励起波長の半分の波長の光を得ることが可能なため、レーザーの波長を変えることで非線形光学結晶マイクロ粒子を青、緑、赤の様々な色で発光させることが可能である。また、2 次の非線形光学効果による発光のため、3 次元刺激の可能性を持つ。今年度は、非線形光学結晶ナノ粒子を 2 mm の生体模擬試料(1%イントラリピッド)越しに発光させることに成功した。また、2 mm にスライスした固定脳越しにも蛍光体を発光させることに成功した。