

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

2021 年度 年次報告書

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

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・ナノ蛍光体のさらなる高輝度化を試みた。特に、水熱合成法で作製した NaYF_4 を母材としたマイクロ蛍光体に関しては、高濃度のナトリウム・フッ素の存在する溶液中で 96 時間の追加水熱処理を行うことで、赤色発光 $\text{NaYF}_4:\text{Ho}$ 蛍光体において 142 倍の輝度向上を確認した。また、元素発光分析、X 線回折分析、ラマン散乱分析の結果から、 NaYF_4 母材の結晶性向上による発光効率の向上が示唆された。シンプルに蛍光体の結晶性の改善を行えるこの方法は、 NaYF_4 を母材とする蛍光体の後処理として、様々な合成法で作製した蛍光体に対しても適用であると考えられ、有用であると考えられる。また、波長可変レーザーを用いて、合成した 2 波長励起蛍光体の最適な励起波長についても確認した。しかしながら、開発した $\text{NaYF}_4:\text{Ho}$ 蛍光体は 2 波長が重なった部分で発光輝度が高くなるものの、1120 nm～1180 nm 付近の 1 波長のみでも光ってしまうことが確認され、2 波長励起による 3 次元光刺激が難しいという課題が明らかになった。そこで、本研究で開発した蛍光体の応用についても検討し、生体透過性の高い 1120 nm～1180 nm 帯が使用できるため 1 波長励起による深部光操作、生体深部のバイオイメーjing、電子線励起による高空間分解能なカソードルミネッセンスバイオイメーjingにも応用できることを見出した。

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、昨年度提案した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については、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ため、in vivo での実験を試みた。SSFO を発現したマウス脳を用いて in vivo で深部細胞光操作を試みたものの、光操作の確認には至らなかった。この原因として、非線形光学結晶である BBO が脳内環境で潮解してしまい、SHG 光発生に必要なパルスレーザーの光強度が大きくなりすぎ、細胞にダメージを与えてしまったということが挙げられる。