

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	平田 修造
研究機関名	電気通信大学
所属部署名	大学院情報理工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	生体内の高解像蓄光イメージング技術の創生
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では自家蛍光に依存せずに高解像な発光イメージングを可能とする技術を構築するために、長寿命室温りん光の観点から蓄光の高輝度化および超解像化に挑戦している。

生体透過性に優れた長波長域で高効率且つ高輝度の長寿命室温りん光を得るためには、分子の最低三重励起状態(T_1)状態からのりん光速度定数(k_p)と T_1 からの室温での非放射遷移速度定数(k_{nr})の制御が必要である。この 2 点を良好に推定するために、室温の振動による分子構造の熱統計分布を加味して k_{nr} と k_p を良好に計算により推定する手法を提案した。この独自の計算推定法を活用し k_{nr} をできるだけ増加させず k_p が増加する要素を持つ分子を設計し合成した。その分子を用いることで、100 ミリ秒以上の室温りん光寿命と 51%の室温りん光量子収率を示す赤色長寿命室温りん光材料が得られた。

また、励起光強度増加時に緑色長寿命室温りん光の輝度飽和が生じにくい分子結晶を見出し、そのナノ結晶粒子を作製した。その個々のナノ粒子を用いて現在の報告では最高分解能となる光の回折限界域の空間分解能を持つアフターグロー発光を水環境下で確認し報告した。高効率の赤色長寿命室温りん光を示すナノ結晶からも光の回折限界域の解像度のアフターグロー発光を確認している。

さらに、励起光照射により発生した固体材料中の長寿命の T_1 を励起光とは別の光刺激で空間的に消去可能な原理を見出した。この原理を用いて、空間的に変調された光刺激を用いて長寿命室温りん光の高解像化を実証した。上記で開発したナノ結晶粒子と光誘起三重項消滅原理を協働させることで水環境下での超解像蓄光イメージングの実現が期待される。

以上蓄光素材で難しいとされた高解像域での蓄光イメージングを水中で可能とする固体ナノ材料の構築に成功した。次年度以降は得られたナノ材料を生体環境場でのイメージング応用へと展開させていく予定である。