

2021 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	2021 年 4 月 1 日～2022 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蓄光の高輝度化および超解像化に挑戦している。初年度は、従来の蓄光と比較し蓄光の高輝度化が期待される長寿命の室温りん光技術に着目し、生体内活用を視野に、長波長域の長寿命室温りん光の収率改善および超解像化のための材料技術に関して以下の成果を得た。

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。これまで長い間任意の分子の k_{nr} を推定するのは困難であったため、 k_{nr} の実験値と相関を取ることができる計算法の探索を行った。実験的な k_{nr} の決定には、固体材料のりん光寿命の温度依存性の結果からフィッティングを行う手法を採用した。 k_{nr} の計算法としては、室温での振動スピン軌道相互作用とフランクコンドン因子の両者を加味した独自のモデルを適用した。14 種類の任意の分子構造に対して、上記実験値と計算値の良好な相関関係が確認され、提案した計算法が任意の T_1 エネルギーを有する分子の k_{nr} を推定する有効な手法となることが確認された。

上記新規 k_{nr} の計算推定法を活用し、 k_{nr} が小さく k_p が大きくなる三重項光増感分子を設計した。設計した三重項光増感分子と赤色蛍光分子を含む固体材料から 11%の収率と 0.23 秒の発光寿命を有する赤色蓄光を得た。600 nm 以上波長域の蓄光の収率は 8.5%であり、これまで報告された材料に対しての長波長域の蓄光輝度の優位性を示すデータが得られた。

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材料技術を見出した。高解像顕微鏡下において、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挙動を確認した。