

2022 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	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、蓄光挙動の高輝度化が期待される長寿命室温りん光を用いて、水溶液中でも自家蛍光に依存せずに長波長域で高解像な発光イメージングを可能とする分子材料技術の創生に挑戦している。

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。 k_{nr} の推定技術は初年度にほぼ構築できたため、2022 年度は k_p を的確に推定可能な技術として振動を加味した k_p の計算手法をさぐりつつ、赤色りん光収率の改善が期待される分子の合成を行った。その結果共役分子の中には、振動による変位によって選択的に k_p が増強される分子群が存在するを見出した。その分子群中の分子を蓄光誘起光増感分子や赤色長寿命室温りん光分子として合成したところ、その蓄光誘起光増感分子を含む材料では、赤色発光域においてこれまで報告された中で最大の 17%の蓄光収率が確認され学術論文に報告した。さらに、赤色長寿命室温りん光分子を用いた固体材料では、20%の収率を超える赤色蓄光収率が確認されている。

また励起光強度を増加した場合の蓄光収率の大幅な低下も蓄光の高輝度化の大きな問題となっている。これまでに三重項-三重項吸収が著しく小さい色素を見出すことに成功し、強光励起時に定常的に1%以上の三重項励起子が蓄積される結晶材料を見出した。強励起光時に蓄光の飽和が生じにくいことで、その微結晶からは水溶液中においても回折限界に迫る $0.69 \mu\text{m}$ の分解能の蓄光挙動が確認されている。

さらに光の回折限界を超える蓄光イメージングに向け、2光子イオン化過程とその後の高速電子再結合過程により生じる新しい三重項デプレッションメカニズムを提案し、2つの異なる波長による蓄光の高解像化を実証し学術論文に報告した。