2024 年度

創発的研究支援事業　年次報告書【公開版】

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	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

フェーズ 1 の研究では、分子の振動までを加味して、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})を推定する手法を開拓してきた。本年はさらに固体膜中での分子の配座分布まで含めて k_p と k_{nr} を推定する方式を提案した。この手法により室温でさまざまな配座が予想されるπ分子の固体中でのコンフォメーション分布の推定が可能となった。

この分子の固体中の配座分布までを考慮した k_p と k_{nr} の計算推定方式を活用して、長波長の高性能りん光分子としてフレキシブルな第 16 族元素を置換基として有するπ分子を提案して合成した。その分子を分散した結晶材料から 46%の赤色有機りん光収率が得られた。この収率は 600 nm 以上のりん光ピーク波長且つ 100 ms 以上のりん光寿命を有する素材の中での世界最高の値となっている。また、第 16 元素とπ発色団の間のスルーボンドやスルースペース相互作用が、最高占有軌道(HOMO)-X (X≥1)で選択的に起こることが、k_p を選択的に増強させりん光収率の向上につながる効果があることを見出した。さらにこの分子を用いたナノ結晶を用いて、細胞培養下での自家蛍光に依存しないマルチカラーの高解像イメージングを実証した。

また、長波長高効率長寿命りん光分子の応用として、バルクでは酸素応答性を示さない長寿命りん光を示す結晶でも、光の回折限界のサイズ域のみの粒子を集めると良好な酸素応答性を示すことを見出した。水に分散した単一のナノ結晶粒子の長寿命室温りん光の減衰時間を用いて、0～160 mmHg の広い範囲の酸素濃度の計測が 2 次元に可能となった。従来の 2 次元酸素濃度イメージングでは 1 枚の高精細な 2 次元画像を得るのに時間がかかっていたが、本技術を用いると数秒で 2 次元的且つ高解像で酸素濃度を精度よく決定することができる。