

課題番号 P-3

光増感化合物を用いたアップコンバージョン発光素子の開発

[1] 組織

代表者： 宮地 秀和
 (岐阜大学工学部生命工学科)
 対応者： 川井 秀記
 (静岡大学電子工学研究所)

[2] 研究経過

近年、ディスプレイの分野において、CRT からフラットパネル・ディスプレイへの移行の速さは著しく、エレクトロニクス全体においても、最も顕著な変化といえる。このフラットパネル・ディスプレイの代表として、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイが挙げられる。これらの中心材料は、いずれも有機材料から成り立っているが、ガラス基板、電極、ガスバリア膜などの部材を必要としていることから「ハード」なディスプレイといえる。それに対して、高分子基板や高分子分散媒体を用いた系であれば、有機材料の特性を生かしたフレキシブルで、透明なディスプレイが可能であるといえる。

この有機フレキシブル・ディスプレイにおいて、赤、緑、青の発光中心を励起するには、それぞれの励起源が必要であるが、光増感剤を用い、そこからのエネルギー移動を生じさせることにより、すべての発光中心を励起することが可能である。このような有機物の特有な性質を引き出すことにより、新しいディスプレイへの応用が期待できる。

本申請研究では、この有機フレキシブル・ディスプレイにおける新規な光増感剤を合成し、その光物性について詳しい検討を行うことを主な目的とする。

本プロジェクトは、昨年度から着手されたものであり、具体的には、三重項 - 三重項消滅(TTA : Triplet-triplet annihilation)を利用したアップコンバージョンを利用した低エネルギー励起による発光素子を目指すものである。この機構では、まず長波長の入射光で増感剤を励起させ、項間交差(ISC : Intersystem Crossing)により三重項を生成し、発光剤にエネルギー移動(TTET : Triplet-Triplet Energy Transfer)させる。三重項の発光剤は衝突により三重項 - 三重項消滅(TTA)が引き起こされ、励起一重項状態を生じる(Fig. 1)。これは、入射光よりも波長が短い光を放出することを示しており、光機能材料において低エネルギーを有効に利用するという点で、

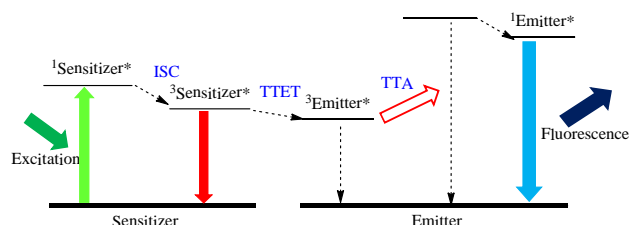


Fig. 1 Diagram of the upconversion via triplet-triplet annihilation.

非常に有効な手段といえる。

本年度は、増感剤に金属ポルフィリンを用いて、三重項 - 三重項消滅を経由したアップコンバージョン発光について、機能素子への応用をふまえ、薄膜系での検討を行った。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本研究では、テトラフェニルポルフィリン(TPP)及びオクタエチルポルフィリン(OEP)のパラジウム(Pd)錯体を増感剤とし、発光剤には9,10-ジフェニルアントラセン(DPA)、アントラセン、ペリレンを使

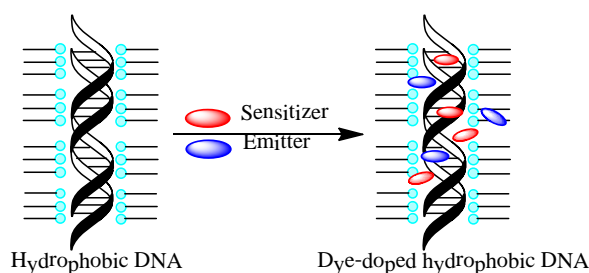


Fig. 2 Schematic diagram of dye-doped hydrophobic DNA

用した。また、マトリックスに用いるDNA(サケ精巢由来、ナトリウム塩)は、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムブロマイドをNa⁺と置換することで疎水化した。PMMA及び作製した疎水化DNAに、前述の増感剤及び発光剤を分散させ、基板上に成膜した(Fig. 2)。Nd:YAGレーザー(第二高調波 532 nm、CW)により光励起を行い、発光特性を評価した。

Fig.3に、窒素バブリングを行ったPdOEP : DPA = 0.1 : 10 mM のアニソール溶液の発光スペクトルを示す。680 nm 付近のPdOEP由来のりん光は完全に消光され、励起光より短波長の発光が生じた(Fig.

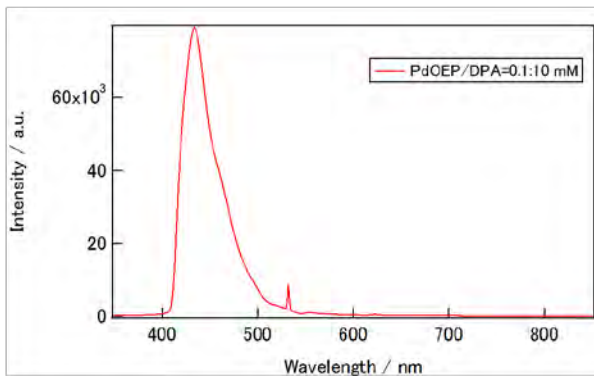


Fig. 3 Emission spectrum of PdOEP : DPA (0.1 : 10 mM) anisole solution.

3). この発光ピークは DPA の発光波長に一致し、溶在酸素除去後に発光が現れていることから、三重項 - 三重項消滅を経由したアップコンバージョン発光の実現が示唆された。

Fig. 4 に、PdOEP と DPA を分散させた薄膜での発光スペクトルを示す。PMMA 薄膜、疎水化 DNA 薄膜ともに、溶液中と同様なアップコンバージョン発光が生じていることがわかる。しかしながら、疎水化 DNA 薄膜の発光は、PMMA 薄膜のものに比べて著しく増加していることがわかる。PMMA の場合、増感剤・発光剤が会合するため、エネルギー移動が生じにくくなるので発光強度が小さい。それに対して、疎水化 DNA 中では、インターカレーションやグループへの侵入により、色素分子の会合を抑制し、局所的に集まることで起きやすくなると思われる。従って、上記の過程が効率良く生じているため、アップコンバージョン発光が増大するものと考えられる。

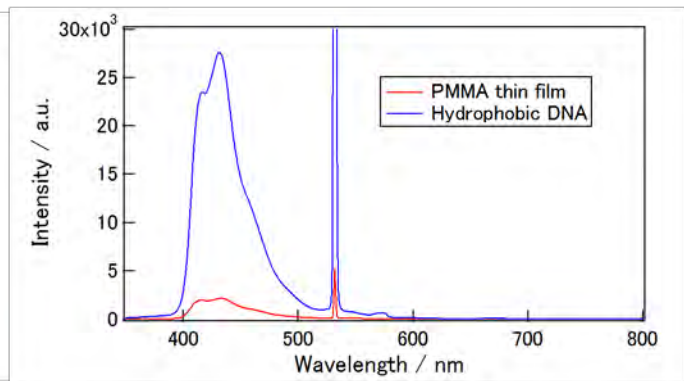


Fig. 4 Emission spectra of dye-doped PMMA thin film and hydrophobic DNA thin film.

(3-2) 波及効果と発展性など

昨年度より取り組んだプロジェクトにおいて、増感剤と発光剤を用いた系で、三重項 - 三重項消滅を経由したアップコンバージョン発光を達成することができた。この手法により、低エネルギーの光を用いても、波長の短い発光を生じることが可能であり、発光剤を変えることにより多色の発光を生じることができる。また、DNA という特異な構造を有するマトリックスを用いることにより、薄膜系においても効率よくアップコンバージョン発光を生じることが可能であることが示された。

今後は、広い波長域において、増感剤と発光剤の組み合わせを変えることにより、フレキシブルな発光素子や太陽電池の高効率化など、幅広い分野に応用可能であると期待される。