

令和元(2019)年度特別研究費 実績報告書

令和2年3月13日

公立千歳科学技術大学

学長 川瀬 正明 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第4条に基づき、下記のとおり報告いたします。

採択区分	☐ 若手研究者支援研究費 ☒ 基盤的研究費			
報告者	所属	応用化学生物学科	職名	教授
	氏名	川辺 豊	ふりがな	かわべ ゆたか
研究課題名	エキシプレックス発光を利用した新奇な波長可変レーザー及び光増幅器の研究			
本研究費による発表論文、著書など	1. Takuru Yasuda, Hisaya Oda, and Yutaka Kawabe, "Optical properties of excited-state donor-acceptor complex formed in polymer films," P-16, 20 th Chitose International Forum on Science and Technology, Oct 14, 2019, Chitose.			

研究成果報告

エキシプレックスは、近接して存在するドナー性分子とアクセプター性分子が、励起されたのちの相互作用によって形成する励起会合体である。その状態は一方の分子に局在した励起状態と電荷移動状態の重ね合わせと言われ、通常よりも長波長側に広い発光バンドを有するという特徴がある。本研究はその広い発光を用いた光増幅およびレーザーの可能性を探索することである。

ドナー性を有する分子で誘導放出を示すものはいくつか知られている。本研究では、高分子薄膜中にその分子とアクセプター分子とを共ドーピングした薄膜を作製し、濃度や混合比がその発光スペクトルや緩和特性に与える影響を調べるとともに、誘導放出特性とレーザー応用の可能性を検討することにある。ただし、2020年に入って京都工繊大のグループにより特定の組合せによる増幅とレーザー発振が報告された。(Hara et al. Appl. Phys. Lett., 116, 063301, 2020) これは、ある意味で本研究の方向性の妥当性を示しているともいえる。今後は様々な組合せを広く検討するとともに、発振特性に影響すると考えられる励起状態の動的挙動の研究を併せて進めることが必要である。

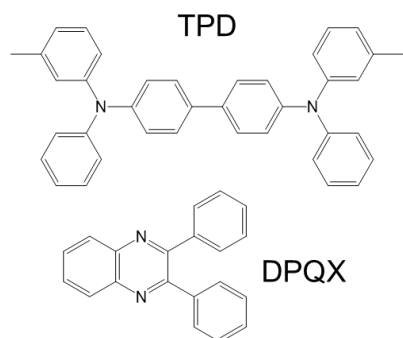


図1 色素試料の構造式

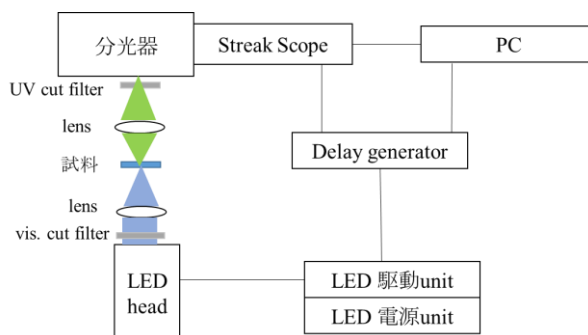


図2 紫外励起発光寿命測定用実験装置の概略図

本研究においては、ドナー性分子 TPD とアクセプター性の DPQX をポリスチレン中に混合した薄膜を試料として用いた(図1参照)。混合重量比は色素それぞれ2に対し、高分子6の割合である。この試料に対し、励起状態の動的特性を反映する蛍光寿命の測定を行った。本検討を行うに当たって、高繰返しパルス LED 光源(PicoQuant 社、PLS340)を用いた測定系を構築し、既設のストリークスコープと同期させることにより感度と時間分解能の向上を図った。実験系のダイアグラムを図2に示す。

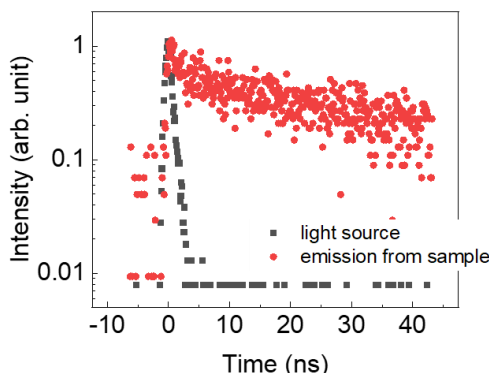


図3 TPD/DPQX により形成されたエキシプレックスの発光減衰

得られた発光減衰曲線(200s 積算)を、光源強度の時間依存性ととも図3に示す。光源信号の形状より時間分解能として1ns程度が得られたことが分かる。一方、エキシプレックスにはそれよりも明らかに長寿命の成分があることも示された。

従来の本学の装置(Q-switch YAG 高調波励起)の場合はレーザーのパルスジッターが大きく、時間分解能は50nsが限界であった。それに比べると、今回の装置導入によって大きく改善されたことがわかる。ただし、本LED光源はフルパワーで1μWであり、ストリークスコープと同期させる際の実効出力は10nWにすぎず、極めて微弱な信号しか得られていない。今後の検討を行うには、より高輝度の光源を導入する必要がある。

本研究において用いた試料は本学大学院生安田琢疏の作製になるものであり、装置の設置調整に当たっては小田久哉准教授の協力を得た。併せて感謝の意を表する。