

三重項励起子を利用した光増幅

Optical amplification utilizing triplet excitons

九大応化¹, 九大 OPERA², JST・ERATO³ ○古川 太郎¹, 中野谷 一^{1,2,3}, 安達 千波矢^{1,2,3}

Kyushu Univ.¹, OPERA², JST・ERATO³, ○Taro Furukawa¹, Hajime Nakanotani^{1,2,3}, Chihaya Adachi^{1,2,3}

E-mail: t-furukawa@opera.kyushu-u.ac.jp

【研究背景】電流励起による有機半導体レーザーの実現は、低コストレーザー光源のみならず波長可変レーザー光源として非常に大きな可能性が期待されるが、未だ電流励起による有機半導体レーザーは実現されていない。実現を阻む課題の一つとして、電荷再結合により75%の割合で生成する三重項励起子の存在がある。すなわち三重項励起子の存在により、一重項-三重項励起子相互作用による発光効率の低下や三重項励起状態吸収による光損失が生じる。そのため、従来は酸素等の三重項失活剤を用い、三重項励起子を「無輻射失活」させることにより、三重項励起子密度の抑制が図られてきた^[1]。しかしながら電流励起を指向した場合、この戦略では励起子生成効率は高々25%に留まる。そこで、我々は三重項(T₁)から一重項(S₁)への逆項間交差(RISC)過程により、生成された三重項励起子を100%の割合で一重項へと遷移させ、そのTADF分子上で生成した励起子エネルギーを、レーザー色素へとエネルギー移動させる新たな発光機構を提案する^[2]。本機構により、電流励起下においてレーザー色素上で励起子生成効率100%が達成可能となるため、原理的にレーザー発振に必要な電流密度は、従来の手法と比較して1/4となることが期待される。

【実験】レーザー色素としてCoumarin誘導体 (C545T)、TADF材料としてACRXTN分子^[2]を用い、mCBP ホスト媒体中に分散させた有機固体薄膜を真空蒸着法により作製した。この共蒸着薄膜を窒素ガスレーザーにて励起し、ストリークカメラを用いて過渡PLの測定を行った。また、励起強度による発光強度、半値幅の依存性を評価した。

【結果と考察】ACRXTN を含有する共蒸着薄膜の過渡PL測定において、C545T分子からの発光を得つつ、明確な遅延成分を観測した。この事実は、TADF分子の三重項準位を経由し、RISCを介してC545T分子の一重項準位へとエネルギー移動していることを示す。また、図1に共蒸着薄膜の発光強度の励起強度依存性を示す。励起強度の増加に伴い、急激な発光強度の増加が観測され、ASE発振閾値は0.8 μJ/cm²と算出された。さらにこの共蒸着薄膜を発光層として有機EL素

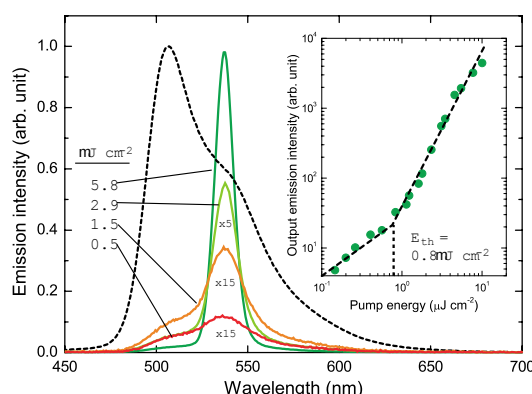


図1. mCBP:ACRXTN:C545T 共蒸着薄膜からの光励起によるASE発振

子を作製した結果、最大外部量子効率(EQE)11.8%を得た。TADF分子を含有しない素子では3.7%であったことから、ASE発振に必要な電流密度は、EQE最大値において451 A/cm²から83 A/cm²に減少するものと算出できる。このように三重項励起子の利用は、電流励起による有機半導体レーザーの実現に向けた一つの打開策となり得る。【参考文献】[1] Marling, J. B., et Al., *Appl. Phys. Lett.* **17**, 527-530 (1970). [2] H. Nakanotani, et.al., *Nat. Commun.*, **5**, 4016-4023 (2014).