

TADF 材料の三重項励起状態緩和速度の温度依存性

Temperature dependence of relaxation rate of triplet excited states in TADF thin films

大阪府大工¹, 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研², 九大 OPERA³, 九大 WPI-I²CNER⁴
 ○丹羽 顕嗣¹, 高木 絢生¹, 小林 隆史^{1,2}, 永瀬 隆^{1,2}, 合志 憲一^{3,4}, 安達 千波矢^{3,4}, 内藤 裕義^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, RIMED², OPERA, Kyushu Univ.³, WPI-I²CNER, Kyushu Univ.⁴

○A. Niwa¹, K. Takaki¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, K. Goushi^{3,4}, C. Adachi^{3,4}, H. Naito^{1,2}

E-mail: niwa@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 安価で高効率な有機 EL 素子の実現できる発光材料として、ST ギャップが狭い TADF 材料が注目されている[1]。これまで我々はこの TADF 材料の緩和過程を解明しようと試みてきたが[2]、三重項-三重項対消滅 (TTA) や一重項-三重項対消滅 (STA) などの励起状態間の相互作用が比較的大きく、解析が困難であった。そこで、今回はそのような効果が比較的小さいと考えられる PL 減衰の最も遅い成分に着目し、その温度依存性について調べた。

実験 TADF 材料として 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene (4CzIPN) を用い[2]、ホスト材料 1,3-bis(9-carbazolyl) benzene (m-CP) に 5wt% ドープしたスピコート薄膜を作製した。発光寿命測定には Nd:YAG レーザー ($\lambda=355$ nm)、マルチチャンネルスケーラ (ORTEC, EASY-MCS) を用いて測定を行った。

結果および考察 図 1 に PL 減衰曲線の温度依存性を示す。極低温では三重項励起状態からの燐光による数秒にわたる緩やかな減衰が現れ、温度上昇とともに寿命が短くなる様子が見られた。これは、逆項間交差により、一重項励起状態を経由した緩和が起こるためである。次に、PL 減衰曲線から見積もられた緩和速度 k^T の温度依存性を図 2 に示す。励起状態間の相互作用がなければ TADF 材料の PL 減衰曲線は解析的に導くことができ、速い成分と遅い成分の二種類から成る[3]。その遅い成分が図 2 の k^T に対応すると考え、Fitting を行った。その結果、逆項間交差の緩和速度にボルツマン分布型の温度依存性を考慮しただけでは説明できなかった。そこで、三重項励起状態から基底状態に直接緩和する緩和速度にもボルツマン分布型の温度依存性を考慮したところ図 2 のように実験結果を再現することができた。これは、三

重項励起状態の非輻射緩和速度の温度依存性が大きいか、または、二種類以上の三重項励起状態が関与している可能性も示唆される[4]。

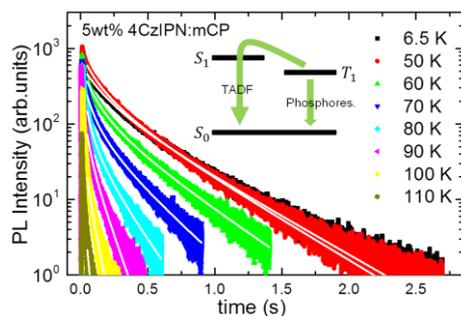


Fig. 1 Temperature dependence of PL decay curves of 5wt% 4CzIPN:m-CP thin films and fitted results considering triplet-triplet annihilation process (under 110 K); (inset) energy diagram of a TADF emitter.

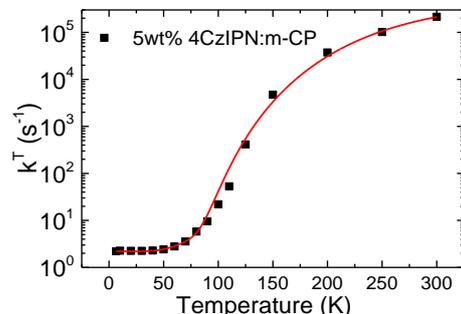


Fig. 2 Temperature dependence of k^T and fitted results

謝辞 本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成された。また本研究の一部は、科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」の助成を受けた。

参考文献 [1] H. Uoyama *et al.*, Nature **492**, 234 (2012). [2] 丹羽 他: 第 74 回秋応物 17p-P4-2 (2013). [3] M. Baldo *et al.*, Phys. Rev. B, **62**, 10958 (2000). [4] F. Dias *et al.*, Adv. Mater., **25**, 3707 (2013).