

スカイブルー発光 TADF 分子の発光特性における 高次の三重項励起状態の影響

Analysis of photoluminescence properties considering a higher triplet excited state
for thermally activated delayed fluorescence emitter with sky-blue emission

○高木 絢生¹, 丹羽 顕嗣¹, 長谷山 翔太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}

(1. 大阪府大工, 2. 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研, 3. 九大 OPERA, 4. 九大 WPI-I²CNER)

○K. Takaki¹, A. Niwa¹, S. Haseyama¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, K. Goushi^{3,4}, C. Adachi^{3,4}, H. Naito^{1,2}

(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED, 3. OPERA, Kyushu Univ., 4. WPI- I²CNER, Kyushu Univ.)

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

はじめに

熱活性化遅延蛍光(TADF)材料は、三重項励起状態(T_1)と一重項励起状態(S_1)とのエネルギーギャップが狭くなるように材料設計されており、安価で高効率な有機 EL を実現できる発光材料として注目されている[1]。前回、我々は、緑色発光を示す TADF 材料である 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene (4CzIPN)において、発光特性の温度依存性から、 S_1 と T_1 以外の高次の三重項励起状態($T_n, n > 1$)が寄与している可能性を指摘した[2]。この同じモデルをスカイブルー発光を示す TADF 材料である 4,5-di(9H-carbazol-9-yl)phthalonitrile (2CzPN)に適用したところ、その発光特性の温度依存性も全て説明することが分かった。そこで今回は 2CzPN での結果を示すとともに、このモデルに基づく 4CzIPN との差異について報告する。

実験

TADF 材料として 2CzPN を使い、1,3-bis(9-carbazol)benzene (m-CP)をホスト材料として 5 wt%添加した薄膜をスピコート法により作製した。発光減衰測定にはマルチチャンネルスケーラ(ORTEC, EASY-MCS)を用い、励起光源には Nd:YAG レーザーの三倍波を用いた。

結果及び考察

4CzIPN や 2CzPN の発光は非指数関数的に減衰し、それらは、複数の指数関数的に減衰する成分の和で記述できる。そのうち最も遅い減衰速度成分の温度依存性を Fig. 1 に示す。この温度依存性は S_1 と T_1 のみを考慮したモデルでは説明することが難しい。そこで Fig. 2 のようなエネルギーダイアグラムを仮定し、各準位の励起状態密度に関する速度方程式を立てると、それは解析的に解くことができる[2]。ここでは解析的に求まる最も遅い緩和速度で実験結果を再現したところ、 T_1 と T_n のエネルギーギャップを約 140 meV、 T_1 と S_1 のエネルギーギャップを約 230 meV とすることで、良く再現できることが分かった (Fig. 1 の実線)。またこの他にも、速い発光減衰速度成分の温度依存性

や、発光スペクトルの温度依存性などもこのモデルで矛盾なく説明することができた。以上の結果から、2CzPN においても 4CzIPN と同様に T_n 準位がその発光特性に大きく関与しており、また 4CzIPN と 2CzPN の発光特性の違いは主にエネルギーギャップの差によるものであることが分かった。

謝辞 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] 高木 他, 第 62 回春応物 12p-P12-2 (2015).

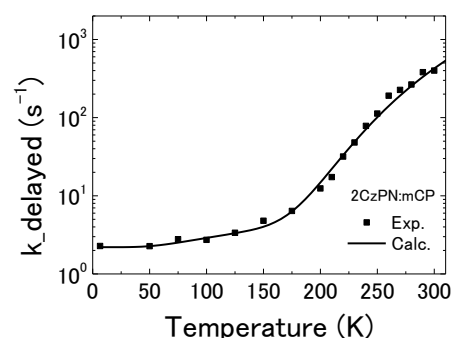


Fig. 1 Temperature dependence of delayed component of PL decay rate of a 2CzPN doped film.

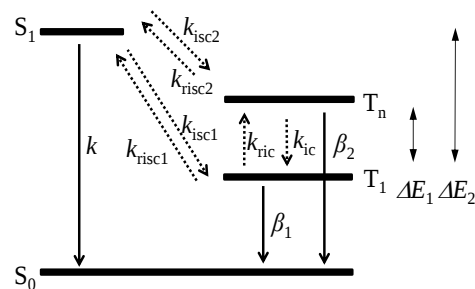


Fig. 2 Expected energy diagram. Solid and dotted arrows indicate radiative and nonradiative transitions, respectively.