

BP2T ナノ粒子の発光特性に対するサイズ効果の検証

Verification of Size Effect on Photoluminescence Properties of BP2T Nanoparticles

島根大院自然¹, 奈良先端大物質², 静岡大理³, 九工大院工⁴, 産総研電子光技術⁵

○ 基上 知美^{1,2}, 水野 斎², 阪東 一毅³, 小田 勝⁴, 佐々木 史雄⁵, 柳 久雄²

Shimane Univ.¹, NAIST², Shizuoka Univ.³, Kyushu Inst. Technol.⁴, ESPRITAIST⁵,

✉ T. Jinjyo^{1,2}, H. Mizuno², K. Bando³, M. Oda⁴, F. Sasaki⁵, H. Yanagi²

E-mail: n19m210@matsu.shimane-u.ac.jp

(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー (TPCO)は、溶液成長法で得られた単結晶、マイクロディスプレイやニードル結晶等において、室温下で安定な増幅自然放出光 (ASE)やレーザー発振が観測されるだけでなく、分布帰還型 (DFB)構造を導入した有機電界効果型トランジスタにおいても発光増幅が得られているため、有機レーザーの利得媒質として注目されている [1, 2]。これまで TPCO は、主に μm ～サブ mm スケールの低次元結晶について研究されており、ナノサイズ領域の光学特性に関する研究は未解明である。ペリレンナノ粒子においては、格子の軟化によって分子間のクーロン相互作用が弱くなった結果、エキシマーのエネルギー準位の不安定化、弾性特性の変化、分子構造や分子パッキングの変化により、サイズ効果が発現すると報告されている [3, 4]。

今回我々は、TPCO の一種である 5,5'-di(4-biphenyl)-2,2'- bithiophene (BP2T)[1]をミニエマルジョン法によりナノ粒子化し、その光学特性に対するサイズ効果の検証を行ったので報告する。

BP2T ナノ粒子の透過型電子顕微鏡観察及び制限視野電子回折の結果より、約 5 nm から 200 nm までの粒径を持つナノ結晶であることがわかった。図 1 は、BP2T ナノ粒子の発光減衰曲線を示しており、0.3 ns と 1.3 ns の 2 つの時定数で表される。その短寿命成分はナノ粒子表面からの発光であり、長寿命成分は粒子内部からの発光であると考えられる。図 2 は、BP2T ナノ粒子の時間分解発光スペクトルを示している。黒色は全時間領域を積分したスペクトル、青色は 0 ns-0.696 ns までの時間域を積分したスペクトル、赤色は 0.696 ns-17.695 ns までの時間域を積分したスペクトルである。長寿命成分の発光は、全時間領域を積分したスペクトルとほぼ同じであるのに対し、短寿命成分の発光は、発光帯域が短波長側にシフトしている。ナノ粒子の顕微分光測定では、バルク結晶と比べて最大で 100 nm 程度発光帯がブルーシフトする結果が得られた。これらのことは、ナノ結晶中で分子間相互作用によって非局在化した励起子状態に基づくサイズ効果が発現していることを示唆している。本研究では、大きな比表面積を持つナノ粒子を作製したことで、発光特性に対するサイズ効果・表面効果を得ることが可能になった。

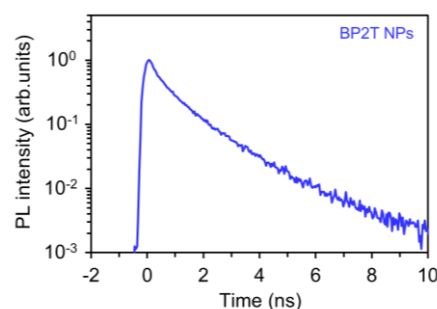


Fig. 1. Time decay profile of BP2T nanoparticles.

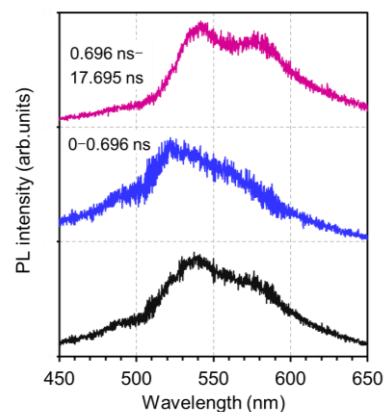


Fig. 2. Time-resolved photoluminescence (PL) spectra of BP2T nanoparticles.

[1] H. Mizuno, I. Ohnishi, H. Yanagi, F. Sasaki, and S. Hotta, *Adv. Mater.* **24** (2012) 2404.

[2] T. Kanagasekaran, H. Shimotani, K. Kasai, S. Onuki, R. D. Kavthe, R. Kumashiro, N. Hiroshiba, T. Jin, N. Asao, and K. Tanigaki, arXiv:1903.08869.

[3] T. Asahi, T. Sugiyama, and H. Masuhara, *Acc. Chem. Res.* **41** (2008) 1790.

[4] Y. Yagita and K. Matsui, *J. Lumin.* **161** (2015) 437.