

可視光全域に共振ピークを持つ共役高分子マイクロ共振器

筑波大院数理物質¹, 大阪大院工², 物材機構³, JST-CREST⁴

○櫛田創¹・岡部真之介¹・佐伯昭紀²・ダオデュイタン^{3,4}・石井智^{3,4}

長尾忠昭^{3,4}・木島正志¹・山本洋平¹

【緒言】 レーザーは単色性を上げることに優位性をもち、医療や光学、通信などに広く応用されている。一方で最近、単一半導体材料で複数の波長からレーザー発振する白色レーザーの実現が報告され、話題になっている^[1]。白色レーザーはLEDよりエネルギー効率が良く、明るいため照明や通信への応用に向けて期待されている技術である。今後はより簡便な作製プロセスでの作製や電界発光による白色レーザーの実現が求められる。本研究において、我々は青色発光を示すポリカルバゾールがレーザーで強励起することにより白色発光を示すことを見出した。さらにそのポリカルバゾールを集合化することでマイクロ球体共振器を作製した。その結果、420 nm-800 nm までの可視光全域に渡って共振ピークをもつ Whispering Gallery Mode (WGM) 発光を観測した。本発表では、球体形成と発光メカニズムについて報告する。

【結果・考察】 図 1a, b に示す構造のポリカルバゾール **P1**, **P2** を蒸気拡散法で自己集合化することで球状構造体の作製を行った^[2]。いずれのポリマーからも非常に形状の整った球体の作製に成功した。**P2** から作製された球体で薄膜を作製し、蛍光分光光度計で発光スペクトルを測定すると図 1c のような青色発光が観測された。一方、**P2** 球体 1 粒子に選択的にレーザーを照射し、発光スペクトルを測定すると、図 1e のような可視光全域に渡って共振ピークをもつ WGM 発光スペクトルを得た。このようにレーザーで強励起することで本来ほとんど無い 600 nm 付近の発光が増強された。

これらのメカニズムを探るために本来の発光波長である 450 nm の蛍光と強励起することで観測される 650 nm の蛍光の寿命を測定した。その結果、450 nm の蛍光寿命は 0.14 ns であるのに対して 650 nm の蛍光寿命は 1.5 ns と 10 倍長い。このことから強励起することによって新たな発光準位が生成されていると考えられる。

得られた発光スペクトルの CIE 色度を計算し、xy 色度図上にプロットした結果を図 2 に示す。このように **P1**, **P2** いずれの球体も本来の青色発光ではなく白色に近い色を示していることが色度図からも確認できる。

このように共役高分子を自己集合化させるという簡便な手法で可視光全領域からの共振を確認した。現在、白色レーザーとしての特性を示すかどうか検討中である。また、球体の電界発光についても検討している。

【参考文献】 [1] F. Fan, *et al.*, *Nat. Nanotech.* **2015**, *10*, 796-803. [2] S. Kushida, *et al.*, *Macromolecules*, **2015**, *48*, 3928-3933.

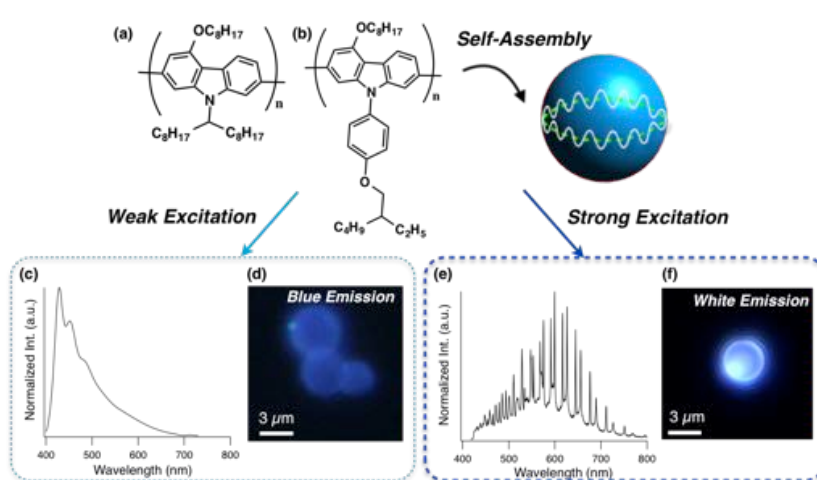


図 1. (a, b) 使用したポリカルバゾール P1, P2 の分子構造. (c, d) 自然光で弱励起した時の薄膜の発光スペクトル(c)と蛍光像(d). (e, f) 405 nm レーザーで強励起した時の 1 粒子の発光スペクトル(e)と蛍光像(f).

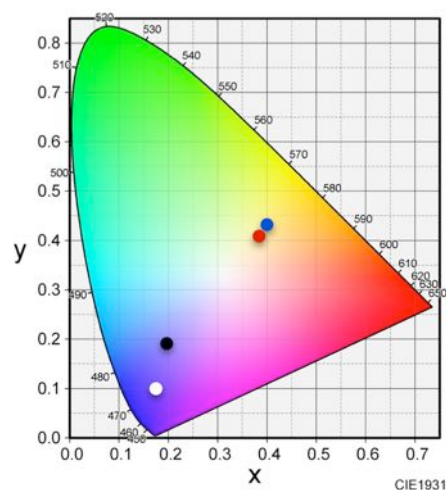


図 2. CIE xy 色度図. **P1** の弱励起(白点)と強励起(赤点), **P2** の弱励起(黒点)と強励起(青点)