

光共振器中の BSB-Cz 誘導体における励起子ポラリトン状態の観測

Observation of a polariton state in organic microcavities with BSB-Cz derivatives

○石井智大^{1,2}, 儘田正史^{1,2}, F. Bencheikh^{1,4}, 宮田潔志⁵, 恩田健⁵, 安達千波矢^{1,2,3}九大・OPERA¹, JST ERATO², WPI-I²CNER³, Koala Tech Inc⁴, 九大・理学部⁵Kyushu Univ.¹, JST ERATO², WPI-I²CNER³, Koala Tech Inc⁴,Department of Chemistry, Kyushu Univ.⁵ E-mail : ishii@opera.kyushu-u.ac.jp

光共振器中の共振モードと有機分子の励起状態が強結合した励起子ポラリトンは室温で Bose-Einstein 凝縮(BEC)相へ転移するため、ポラリトンレーザー等のデバイスへ応用することが可能となる。近年、アントラセン単結晶を含んだ共振器中における BEC の観測[1]を皮切りに、様々な発光性分子材料を含んだ共振器で BEC 状態が報告されたが、その凝縮閾値は $P_{th} \sim 20 - 500 \mu\text{Jcm}^{-2}$ と極めて高く、実用化には更なる低閾値化が課題とされている。

最近、この BEC の閾値はポラリトンの緩和ダイナミクスと密接に関係していると考えられている。有機分子の場合、光によって生成された励起子は輻射遷移に伴う分子振動によってポラリトン状態に緩和すると提案されている[2]。しかしながら、輻射過程のどの物理パラメータがポラリトン緩和効率に直接的に影響しているかは未解明であり、低閾値化への分子設計指針は明らかとされていない。そこで、我々はポラリトンの緩和ダイナミクスと励起子の輻射遷移の関係性の解明を目的として、放射速度とポラリトンの緩和効率の相関関係を系統的に評価することを試みた。

本研究では、有機層として図 1 に示す EH-BSBCz ($k_r = 7.2 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$)及び EH-BSBC-CN ($k_r = 1.1 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$)に着眼した[3]。EH-BSBC-CN は EH-BSBCz の分子骨格にアクセプター性の強いニトリル基を導入した構造を有しているため、分子内電荷移動(CT)性の増大に伴い、EH-BSBC-CN の放射速度定数は EH-BSBCz のものより減少している。そのため、放射速度とポラリトンの緩和効率の相関関係を系統的評価するうえでこれらは適当な分子である。

そこで今回我々は、2つの誘電体多層膜ミラー(DBR)で EH-BSBC-CN 及び EH-BSBCz を挟み込んだ2種類の有機マイクロ共振器を作製し(図 1: (c))、角度分解反射率測定により励起子ポラリトンの検出を試みた。その結果、ポラリトンのエネルギー分散に対応した共振モードが観測され、その Rabi 分裂は CT 性の増大に伴い系統的に抑制されるような振る舞いが観測された。更に、角度分解発光測定を行ったところ、その発光はポラリトンの分散に対応し、励起子がポラリトン状態へ緩和していることも明らかとなった。当日は、実験結果の詳細に関して議論する。

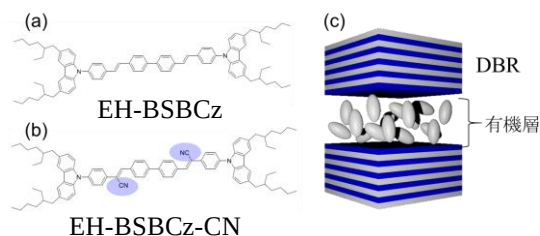


図 1. (a) EH-BSBCz の分子構造
(b) EH-BSBCz-CN の分子構造
(c) 有機マイクロ共振器の構造

[1] S. Kéna-Cohen *et al.*, *Nature Photonics.*, **4**, 371 (2010).

[2] L. Mazza *et al.*, *Phys. Rev. B* **88**, 075321 (2013).

[3] M. Mamada *et al.*, *Adv. Funct. Mater* **28**, 1802130 (2018).