# BSB-Cz 誘導体を含んだ光共振器中におけるポラリトン Bose-Einstein 凝縮状態の観測

## Observation of a polariton Bose-Einstein condensate in organic microcavities with BSB-Cz derivatives

九大・OPERA[1], 九大・理学部 [2], Sorbonne Univ.[3], Polytechnique Montréal[4], 九大・WPI-I[2]CNER[5]

○(DC)石井智大 [1], 宮田潔志 [2], 儘田正史 [1], F. Bencheikh[1], F. Mathevet[3], 恩田健 [2]

S. Kéna-Cohen[4], 安達千波矢 [1, 5]

OPERA, Kyushu Univ.[1], Department of Chemistry, Kyushu Univ.[2], Sorbonne Univ.[3], Polytechnique Montréal[4], WPI-I[2]CNER, Kyushu Univ.[5], ○(DC)T. Ishii[1], K. Miyata[2], M. Mamada[1], F. Bencheikh[1], F. Mathevet[3], K. Onda[2], S. Kéna-Cohen[4], C. Adachi[1,5]

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 $P_{th}$ ~ 11 – 500 μJ cm$^{-2}$ 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速度($W_{ep}$)と密接に関係していると考えられている。無機材料の場合、ポラリトンの緩和の速度定数は $10^{10}$ - $10^{13}$ s$^{-1}$ 程度であり、超低閾値 $P_{th}$ ~ 0.1 –1 μJ cm$^{-2}$ での BEC 転移が報告されている。一方で、有機物の場合、報告されているポラリトン緩和の速度定数は $10^5$ s$^{-1}$ 程度と遅く、凝縮閾値も $P_{th}$ = 300 μJ cm$^{-2}$ と格段と高い[2]。

近年、我々のグループは BSB-Cz 誘導体である BSBCz-EH を含んだマイクロ共振器中において、励起子ポラリトン状態を実証し、更にその緩和速度は $W_{ep}$ ~ $10^7$ s$^{-1}$ 程度であることを明らかにした[3]。この緩和速度は先行研究で報告されているアントラセン単結晶中の緩和速度と比較して 100 倍近く高速で緩和しているため、劇的な閾値の低減が期待できる。

そこで本研究では、2 つの誘電体多層膜ミラー(DBR)で BSBCz-EH (図 1 a)を挟み込んだ有機マイクロ共振器を作製し、角度分解フォトルミネッセンス測定を通して、励起子ポラリトンの検出を試みた。その結果、吸収エネルギー$P_{th}$ = 9.7 μJcm$^{-2}$ 以上で$\theta$ = 0° 近傍における発光強度の増大と LP スペクトルのブルーシフトの挙動が観測され、BEC 状態の観測に成功した(図 1 b)。本研究を通して、BSBCz-EH のポラリトン BEC が世界最高水準で低閾値($P_{th}$ = 9.7 μJ cm$^{-2}$)を有することを実証した。

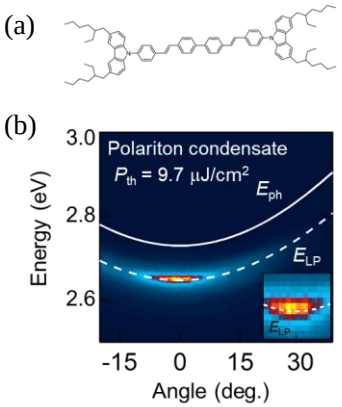


図 1. (a) BSBCz-EH の分子構造。(b) 角度分解 PL の測定結果。$P_{th}$ = 9.7 μJ cm$^{-2}$ 以上で BEC 転移に特有な挙動を確認した。Inset は $\theta$ = 0° 近傍の拡大図を示す。

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

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

[3] T. Ishii *et al.*, 応用物理学会秋季学術講演会 第 81 回年次大会 8p-Z13-10（口頭発表）