

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 凝縮転移のダイナミクスの解明

Understanding of the dynamics of Bose-Einstein condensate transition in organic microcavities with BSB-Cz derivatives

九大・OPERA¹, 九大・理学部², Sorbonne Univ.³, Polytechnique Montréal⁴, 九大・WPI-I²CNER⁵



^{○(DC)}石井智大¹, 宮田潔志², 儘田正史¹, F. Bencheikh¹, F. Mathevet³, 恩田健²

S. Kéna-Cohen⁴, 安達千波矢^{1,5}

OPERA, Kyushu Univ.¹, Department of Chemistry, Kyushu Univ.², Sorbonne Univ.³, Polytechnique Montréal⁴, WPI-I²CNER, Kyushu Univ.⁵, ^{○(DC)}T. Ishii¹, K. Miyata², M. Mamada¹,

F. Bencheikh¹, F. Mathevet³, K. Onda², S. Kéna-Cohen⁴, 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)相へ転移することが観測されたが、その凝縮閾値は $P_{th} \sim 11 - 500 \mu\text{J cm}^{-2}$ と高く、実用化には更なる低閾値化が課題とされている[1]。

近年、その凝縮状態の閾値には lower polariton の寿命と励起子リザーバーからポラリトン状態への緩和速度が密接に関係していると考えられている (図 1) [2]。しかしながら、先行研究において、ポラリトンの緩和速度が凝縮閾値に与える影響については系統的にこれまで議論されておらず、凝縮閾値と緩和速度の相互関係は未解明のままである。

前講演で発表した通り、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において、励起子ポラリトンの Bose-Einstein 凝縮状態を観測し、その凝縮閾値が世界最高水準で低閾値 ($P_{th} = 9.7 \mu\text{J cm}^{-2}$) を有することを明らかにした。

そこで本研究では、BSBCz-EH を含んだマイクロ共振器の膜厚を制御し、異なる detuning parameter ($\Delta = E_{ph} - E_{ex}$) での BEC 特性を精密に評価し、ポラリトン BEC 転移のダイナミクスを解明することを目的として研究を行った。その結果、detuning parameter を $\Delta = -470 \text{ meV}$ から $\Delta = -430 \text{ meV}$ へ増大させることにより、その凝縮閾値が $P_{th} = 9.7 \mu\text{J cm}^{-2}$ から $62 \mu\text{J cm}^{-2}$ へ増大することを明らかにした。更にポラリトン BEC 状態の動力学的な時間発展方程式を用いて、LP のフォトルミネッセンスのエネルギー依存性を解析することによって、この凝縮閾値の増大がポラリトン緩和速度の増大によって引き起こされていることを明らかとした。本研究結果により、更なる閾値の低減に向けてポラリトンの緩和速度の増大が重要なパラメータの一つであることを実証した。

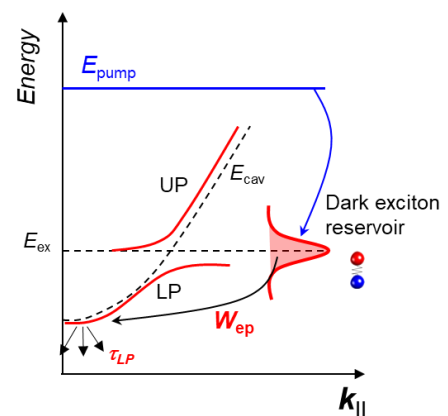


図 1. ポラリトンの形成プロセスを表わす概略図。Dark exciton reservoir のエネルギーが LP 状態に W_{ep} の速度で緩和し、 τ_{LP} で放射する。

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

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