

## 半導体微小共振器におけるポラリトン凝縮：励起子・光子クロスオーバー

上出 健仁（阪大理）

半導体を光励起することにより生じる電子正孔対は、その形成から寿命（数百ピコ秒）の間、励起子と呼ばれるボース粒子としての挙動を示すことが知られており、様々な系において光学スペクトルからその存在が確認されている。この励起子を低温・高密度にすることでボース凝縮を起こそうと長年研究がなされてきたが未だ実現に至っていない。一方、微小共振器内で半導体を光励起することにより閉じ込められた光子と励起子が強く結合した「励起子ポラリトン」と呼ばれる複合ボソンの系においてボースアインシュタイン凝縮（BEC）が報告され[1]、近年盛んに研究が進められている。励起子ポラリトンは光子的性格からその有効質量が励起子に比べ非常に軽く、BECの転移温度が高くなり量子凝縮が達成され易いことが背景にある。一方、光子の寿命が励起子の寿命よりもはるかに短いため励起子ポラリトンの寿命も短い。このため凝縮体は、光励起によるポラリトン注入や最低エネルギー準位へのボース誘導散乱が、短い寿命によるポラリトンロスと釣り合った非平衡定常な状況下にある。それにも関わらず、ゴールドストーンモード、量子化渦、集団運動といった熱平衡BECに特徴的な振る舞いが次々と報告された。光子と物質内準粒子の複合粒子の凝縮体とは何か、非平衡下の凝縮体は熱平衡下のものと何によって区別されるべきか、ポラリトン凝縮から共振器外に放出されるコヒーレント光は物質内での相関効果により自然光やレーザーと如何に異なるのか、これらを解明することが本研究の目標である。現在までに我々は、ポラリトンの寿命が熱平衡に達するまでの熱緩和時間に比べ長く系が準熱平衡にあるという仮定の下に、基底状態の波動関数を平均場近似と内挿法[2]を適用し、光子と励起子の準位変調、励起密度、短距離切断波数（～ボーア半径/格子定数）をパラメータとして決定した。これにより凝縮体が密度の増加に伴い励起子的なものから光子的なものへとクロスオーバー、もしくは転移するシナリオを導いた[3]。

### 参考文献

- [1] J. Kasprzak *et al.*, Nature **443**, 449 (2006).
- [2] C. Comte and P. Nozieres, J. Phys. (Paris) **43**, 1069 (1982).
- [3] K. Kamide and T. Ogawa, to be published in J. Phys. Conf. Ser.

