

励起子ポラリトンのポーズ・アインシュタインにおける電子正孔対-フォトン共鳴の効果

花井亮¹, 大橋洋士^{1,2}

¹ 慶應義塾大学理工学部物理学科; ² CREST(JST)

E-mail address: o-gonta@a8.keio.jp

[キーワード] BEC, 励起子ポラリトン, Feshbach 共鳴

励起子ポラリトン系で実現する凝縮に関して、特にフォトンの効果に着目して議論する。励起子の BEC は、固体素子中で起こる BEC の有力な候補と考えられているが、凝縮体を安定に作り出すには至っていないのが現状である。これは、BEC を起こすには粒子密度を十分大きくすることが必要であるが、励起子の粒子密度が大きすぎると、Auger 過程とよばれる非弾性散乱により励起子を安定に冷却できないことが原因である。そこで考えられたのが励起子ポラリトン凝縮である。量子井戸を共振器に閉じ込めたマイクロキャビティーに、外からレーザー光を注入することで、励起子ポラリトン凝縮が実現する [1]。共振器によって増幅されたフォトン場によって、フォトンと励起子の結合が強くなり、フォトンをもった励起子である励起子ポラリトンが生成するのである。励起子ポラリトンは質量が4ケタほど励起子より軽く、BEC を起こすのに必要な粒子密度が小さいため Auger 過程の問題を避けることができる。この系は電子とホールとのクーロン引力の他に、フォトン共鳴を利用した引力過程が存在するため、Narrow Feshbach 共鳴に対応するものが実現すると考えられる。フォトンがない場合に相当する、励起子の BEC の場合、粒子密度を上げることで BEC から BCS にクロスオーバーすることが理論的に提案されている [2]。これは、電子・ホールがフェルミ粒子であるため、高密度になるにつれて運動エネルギーの大きいものしか励起できなくなり、実効的なクーロン引力は小さくなるためである。しかしながら、励起子ポラリトンのような励起子-フォトン共鳴が強い場合、どのような密度依存性を示すかは非自明である。そこで、我々は励起子ポラリトンの凝縮現象の密度依存性を、Hartree-Fock-Bogoliubov 理論を用いて絶対零度の解析を行った。この解析は、参考文献 [3] と同じ解析法だが、化学ポテンシャルのとり方が異なる。本発表では、この解析結果を示し、電子・ホール密度を低密度から高密度に変化させていったときの励起子-フォトン共鳴の効果について議論する。

[1] J. Kasprzak, *et al.*, Nature, **443**, 409 (2006).

[2] C. Comte and P. Nozières, J. Physique, **43**, 1069 (1982).

[3] T. Byrnes, *et al.*, Phys. Rev. Lett., **105**, 186402 (2010).