

電子-正孔系における励起子モット転移・量子凝縮転移

上田 倫也 (阪大理)

半導体に光を照射すると、価電子帯の一部の電子が伝導帯へと励起され、準熱平衡電子-正孔系が実現する。この系では、粒子数密度や有効温度を制御することにより、電子-正孔プラズマ相、励起子ガス相、電子-正孔対凝縮相などの間に相転移が実現すると期待される。これらの相転移は、半導体レーザーへの応用などの観点から非常に重要であるが、未だ未解明な点も多い。また、相転移近傍では、電荷やスピンのゆらぎの増幅に起因した非自明な物性が発現する可能性もあり、電子相関の問題としても興味深い。しかし、従来の摂動論を中心とした研究では相転移およびその近傍の物性を記述することは原理的に不可能である。従って、本研究では、動的平均場理論をはじめとする最新の多体量子論の手法を用いて、電子-正孔系の相図を解明することを目的とする。

動的平均場理論は近年強相関電子系の分野で開発された手法であり、弱相関領域から強相関領域までを統一的に扱うことが可能である。動的平均場理論はこれまでに格子模型が持つ様々な興味深い物理現象を解明するのに用いられてきた。しかし一方で、電子-正孔系は有効質量近似を用いた連続空間での記述が適した系であって、この手法をそのまま直接に適用することはできない。そこで本研究では、まず連続模型によって記述された電子-正孔系を、空間の離散化によって一旦格子模型の問題に置き換え、それに動的平均場理論を適用する。次に、この格子模型の格子定数を零へ外挿して、連続模型の電子-正孔系の物性に関する知見を引き出す。この手法を用いて、電子-正孔系の相図を明らかにし、相転移点近傍における臨界現象の解明を目指していく。

