

【理工系（数物系科学）】

電子正孔系における量子秩序形成の研究

このかみ まこと
五神 真

(東京大学・大学院工学系研究科・教授)

【研究の概要等】

半導体の電子正孔系は強いクーロン相互作用が働く量子多体系であり、多彩な物質相を示す。本研究は、半導体を対象に、精緻なレーザー分光手法を駆使した実験と、電子相関を取り入れた理論研究を密接に連携させ、量子多体系としての電子正孔系および励起子系の物質相とその集団励起および量子秩序形成ダイナミクスを調べることを目的とする。具体的には次の3項目について研究を進める。(1) 準熱平衡電子正孔系の相図解明、(2) 量子縮退した電子正孔系の集団励起とそのコヒーレンスの観測、(3) 電子正孔系の量子秩序形成の動的理論。東京大学の実験グループと大阪大学の理論グループが密接に交流連携する体制を整え、励起子ボース・アインシュタイン凝縮相の実証という懸案解決をはかり、半導体電子正孔系における電子相関の学理を追求し、量子物理学の深化を目指す。さらに、半導体光機能の新しい制御法とその応用の道筋を探る。

【当該研究から期待される成果】

半導体レーザー等の光エレクトロニクス素子の動作解析において、電子正孔系の相互作用を平均場近似で扱う手法が成功を収めてきた。近年、素子の微細化や低次元構造の利用が進む中で、平均場近似を超えた多体相関効果が顕在化し、その理解と活用がもとめられている。また、励起子系のボース・アインシュタイン凝縮(BEC)の問題は長年議論されてきた課題であるが、非平衡開放系であるという難しさに加え、電子正孔間の多体相関として現れる、励起子間相互作用についての知見が欠如しており、実験結果を系統的に理解することが出来ていなかった。本研究によって多体相関効果について、理論と実験の両面から系統的に調べその理解が深まることにより、これらの研究が格段に進むことが期待される。これは、量子物理学の深化に寄与するとともに、ナノ構造を利用した少数キャリア系で電子相関が重要な光素子の応用にも重要な知見を与えると期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・M. Kuwata-Gonokami, M. Kubouchi, R. Shimano, A. Mysyrowicz, "Time-resolved Excitonic Lyman Spectroscopy of Cu_2O ", J. Phys. Soc. Jpn. **73** (4), 1065-1069 (2004).
- ・M. Kuwata-Gonokami, "Dynamics of cold excitons and electron-hole ensembles in direct-gap semiconductors studied by mid-infrared pump and probe spectroscopy", in "Problems of Condensed Matter Physics" Edited by Alexei L. Ivanov and Sergei G. Tikhodeev, Oxford Univ Press, P135-162.

【研究期間】 平成20年度－24年度

【研究期間の配分（予定）額】

115,300,000 円 (直接経費)

【ホームページアドレス】

<http://www.gono.t.u-tokyo.ac.jp>