

学位申請者 秦徳郎

論文題目 : Non-equilibrium many-body states in carbon nanotube quantum dots

(カーボンナノチューブ量子ドットにおける非平衡量子多体状態)

日時 : 2018年 2月7日 (水) 13:00-14:30

場所 : 理学研究科H棟7階セミナー室A (H701号室)

主査 : 小林 研介

副査 : 新見康洋、大岩顕、越野幹人、黒木和彦

概要 :

メゾスコピック系は、制御性が高いため、多体系の非平衡での振る舞い(非平衡量子多体状態)を解明する理想的な舞台を提供してくれる。そのため、これまで多彩な舞台で非平衡輸送の研究がなされてきた。本研究では、典型的な多体効果である近藤効果と超伝導を対象とし、非平衡輸送を定量的に明らかにすることを目的とした。実験で用いた系は、カーボンナノチューブを用いて作製された量子ドットである。主要な測定手法は、非平衡輸送を定量的に評価することのできる微分伝導度測定とショット雑音測定である。

本研究では、近藤状態にある量子ドット、近藤状態の対称性の制御、近藤効果と超伝導の競合、の3つの研究を行った。

具体的には、第一に、近藤状態にある量子ドットを対象にショット雑音測定を行った。その結果、後方散乱過程で有効電荷(伝導を担う電荷)が増大することがわかった。さらに、その値がフェルミ液体論を非平衡に拡張した理論予想と定量的に一致することを示した。第二に、近藤状態の対称性がSU(4)からSU(2)へとクロスオーバーする領域を研究し、この領域での非平衡輸送を有効電荷として定量的に評価することに成功した。第三に、近藤状態にある量子ドットに超伝導体を接合することで、近藤効果-超伝導競合系を実現した。測定および解析の結果、近藤効果が超伝導現象を抑制するのではなく、増大させることを見出した。さらに、その効果をショット雑音測定で定量的に評価した。

このように、量子多体効果に起因した非平衡量子輸送を定量化した本研究は、他の多体系や競合系などの研究に大きく貢献するものと期待される。