

量子ドット・細線の量子コヒーレンスの検出と制御

樽茶 清悟

(東京大学・大学院工学系研究科・教授)

【研究の概要等】

「重ね合わせと量子相関」は量子力学の基本概念で、固体系では各種相互作用に強く依存した現象として観測される。近藤効果や超伝導はその代表例で、常に固体物理の重要課題になっている。一方、同概念に基づいて個々の量子を操作する「量子情報処理」の研究が、最近の注目を集めている。本研究では、半導体微細構造を用いて、単一の量子（電荷、スピン）の状態を正確に制御し、そこで発現する現象を観測・解明すること、その延長として量子情報の物理と技術に貢献することを目指す。具体的な研究項目は、「単一スピンの量子コヒーレンス」、「近藤状態と超伝導・強磁性の競合」、「観測による量子コヒーレンスの破れ」である。

第一の項目では、傾斜磁場を利用した単一電子スピン共鳴（新型量子ビット）を実現し、量子コヒーレンスと相関の物理を探究する。とくにコヒーレンスの制限要因を解明し、抑制法を開発する。第二の項目では、クーパ対（あるいは、スピン偏極状態）と近藤状態という代表的な相関現象の競合の物理を探究する。第三の項目は量子力学の命題に関するもので、量子ドットの近藤コヒーレンスや結合量子細線の電荷コヒーレンスを対象に観測との関係を解き明かす。

【当該研究から期待される成果】

新型量子ビット（情報単位）は、操作性や多ビット化において既提案のスピン量子ビット中最優秀と考えられる。その動作原理を早期に実証し、多ビット化を図ることにより演算やエラー補正といった、高度な固体系量子操作の道を開く。近藤効果とクーパ対やスピン偏極状態との競合現象の研究では、学術的な寄与に加えて、超伝導電流やスピン電流の新しい制御原理を提供する。観測問題の研究では、量子情報のエラー補正や信頼性向上に有用な指針を与える。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ W.G. van der Wiel, S. Tarucha,...: Semiconductor quantum dots for electron spin qubits, *New Journal of Physics*, **8**, No2, 28 (2006).
- ・ S. Tarucha, M. Stopa...: Probing and manipulating spin effects in quantum dots, in *Concept of Spin Electronics*, ed. S. Maekawa, Oxford University Press Ins., New York, ISBN 0-19-856821-5 978-0-19-856821-6 (2006).
- ・ M. Yamamoto, S. Tarucha...: Negative drag in a One-dimensional Wire, *Science* **313**, 204 (2006).

【研究期間】 平成19年度－23年度

【研究経費】 20,500,000 円

(19年度直接経費)

【ホームページアドレス】

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