

究極のナノスクイッドの開発とデバイス展開

たかやなぎ ひであき
高柳 英明

(東京理科大学・総合研究機構・教授)

【研究の概要等】

スクイッド（超伝導磁束量子干渉計：SQUID）は、現存する最も高感度の磁場検出器である。このスクイッドを究極まで追及し、古典デバイス展開と量子デバイス展開の2点を目指とする。即ち、

- ① μm 以下のサイズのナノスクイッドを開発し、単一の電子スピンの検出と少数スピン系の時間緩和過程の解明を行う。
- ② スクイッドとスピン系がそれぞれ量子ビットとして振舞う系を開発し、両量子ビット間の量子力学的結合を完成する。

これらの目標を達成するために、①では、収束イオンビーム(FIB)により機械的に、あるいは従来のトンネル接合法を用いて、ナノスクイッドの作成法を開発した後、2次元電子系や半導体量子ドットと、このナノスクイッドの結合した構造を作製し、スクイッドを流れる最大超伝導電流の変化から、単一スピンや、複数スピンの緩和過程の解明を図る。②のテーマでは、量子ドットをそのループ上に含むナノスクイッドを量子ビットとして動作させた後、直接あるいは、外部共振回路を介して、超伝導磁束量子ビットとの量子もつれ状態を実現する。

【当該研究から期待される成果】

1スピン検出や複数スピンの緩和現象の測定は、まだ実験はほとんど無い。それが実現できれば正に驚異的で、様々な状況におけるスピンの緩和過程が解明され、物性物理やスピン量子ビット研究に大きな前進をもたらす。また、異なる量子ビット間の結合の研究は、将来の量子情報ネットワークが成功するかどうかのキーテクノロジーの一つである、量子インターフェースの研究の基礎となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ J. Johansson, S. Saito, T. Meno, H. Nakano, M. Ueda, K. Semba and H. Takayanagi, “Vacuum Rabi Oscillations in a Macroscopic Superconducting Qubit LC Oscillator System” Phys. Rev. Lett. **96**, 127006 (March, 2006).
- ・ S. Sasaki, S. Kang, K. Kitagawa, M. Yamaguchi, S. Miyashita, T. Maruyama, H. Tamura, T. Akazaki, Y. Hirayama, and H. Takayanagi, “Non-local Control of the Kondo Effect in a Double Quantum Dot - Quantum Wire Coupled System”, Phys. Rev. B Rapid Commun. **73** (2006) 161303-1 - 161303-1 (R).

【研究期間】 平成20年度－24年度

【研究期間の配分（予定）額】

160,100,000 円（直接経費）

【ホームページアドレス】

<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/~takalab/>