

メゾスコピック系におけるスピン依存伝導と非平衡電流ゆらぎ

Spin-dependent Transport and Nonequilibrium Current Fluctuations

in Mesoscopic Systems

小林研介 (阪大理)

Kensuke Kobayashi (Osaka Univ.)

E-mail: kensuke@phys.sci.osaka-u.ac.jp

半導体や金属を微細加工して作製される微小な固体素子をメゾスコピック系と呼ぶ。その最大の特長は、量子効果が本質的であるようなスケールにおいて、磁場や電場などの外場を利用することで、制御性の高い実験が可能となる点にある。たとえば、電子干渉計や量子ドット等で発現するコヒーレンス・スピン・多体効果に依存する伝導の研究は、1980年代以降の物性物理学の発展に大きな貢献を果たしてきた。

ところで、これまでにメゾスコピック系に対して行われてきた実験的研究の多くは、系の電流測定（あるいは電気伝導度測定）を主体とするものである。このような測定によって検出される情報は、時間平均された性質である。その一方で、近年、非平衡状態の動的な情報を得る手段として、電流ゆらぎ（電流雑音）測定が大きな関心を集めている[1]。

我々は、電流ゆらぎが非平衡輸送現象に対するユニークなプローブであることに注目し、この数年来、測定手法を開発しながら研究を行ってきた[1]。メゾスコピック系においては、素子に印加する電圧によって、平衡状態から極端な非平衡状態までを連続的かつ精密に制御することができることが大きな利点となる。

本講演では、まず、電流ゆらぎがどのようなものであるかを紹介し、そこから得られる情報について議論する。さらに、メゾスコピック系における電流ゆらぎ測定をスピントロニクス研究に応用した例として、最近、我々が見いだしたスピン蓄積によって生じるショット雑音についてご紹介する[2]。

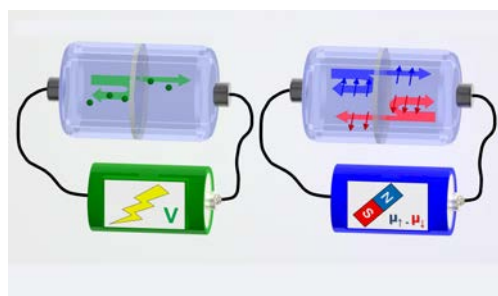


図: 電荷ショット雑音と“スピン”ショット雑音

(左図) トンネル接合において電子が散乱されショット雑音が発生している様子。この図はショットキーの理論に基づく古典的なショット雑音の発生を示す。(右図) 正味の電流がなく、スピン流だけが存在する場合にもショット雑音は発生する。

References

1. 小林研介「メゾスコピック系における電流雑音とゆらぎの定理」、固体物理 **46**, 519-533 (2011).
2. T. Arakawa, J. Shiogai, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, M. Kohda, J. Nitta, D. Bougeard, D. Weiss, T. Ono, K. Kobayashi, “Shot Noise Induced by Nonequilibrium Spin Accumulation”, *Physical Review Letters* **114**, 016601 (2015) [Editors' Suggestion].