

ナノ構造体における過渡電流への電子間相互作用の影響：

非平衡グリーン関数アプローチ

Influence of electron-electron interaction on transient currents in a nanostructure:
non-equilibrium Green's function approach

笹岡健二^{1,*}、山本貴博²、渡邊聡¹

K. Sasaoka^{1,*}, T. Yamamoto², and S. Watanabe¹

1 東京大学工学部マテリアル工学科、2 東京理科大学工学部教養

1. Department of Material Engineering, The University of Tokyo, Hongo Tokyo
2. Department of Liberal Arts (Physics), Tokyo University of Science, Niiyuku Tokyo

ナノ構造体における非定常電子輸送は、量子輸送素子の動作速度や安定性の観点から非常に重要な研究分野であるものの、学術的にはその基礎理解が十分に得られていない。特に、電子間相互作用の過渡電流への影響についての理解は極めて乏しく、その研究数も僅かである。このような状況の中で、最近、時間密度汎関数法に基づいた先行研究結果は、ナノ構造体の定常状態がゲート電圧の時間的制御によって別の定常状態へ遷移する可能性を示した[1]。しかし、この現象に対する定性的な解釈やメカニズムの解明は、まだ明らかになっていない。

本研究は、その定性的な解釈を与えるための第一歩として、up スピンと down スピン状態から成るシンプルな量子ドットを計算モデルとした。電子間相互作用は時間依存平均場として取り扱い、過渡電流の計算手法には非平衡グリーン関数法[2]を用いた。主なパラメータは、バイアス電圧印加前の平衡状態でドット内の二つの準位ともほぼ非占有、定常状態で up スピン、down スピンのいずれかの準位を電子がほぼ占有するように選んだ。また up スピンの準位は down スピンの準位に比べて弱く電極と接触するとした。右図は、バイアス電圧の印加速度が(a)速い場合と(b)遅い場合の伝導電流の時間依存性を示す。図から、印加速度の違いによって異なるスピンの偏極電流が定常電流になることがわかる。この違いはドット内の電圧印加直後の状態密度から定性的に説明されることが明らかとなった。

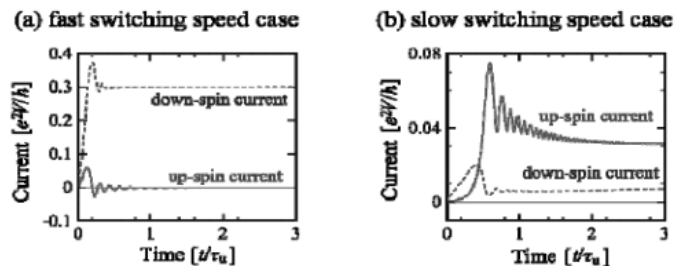


図:バイアス電圧の印加速度が速い場合(a)と遅い場合(b)の過渡電流。横軸の時間は up スピン状態の電子の緩和時間でスケールされている。

[1] E. Khosravi, *et al.*, Phys. Rev. B **85**, 075103 (2012).

[2] A.-P. Jauho, *et al.*, Phys. Rev. B **50**, 5528 (1994).

*現所属：神戸大学自然科学系先端融合研究環重点研究部

Core Research team, Organization of Advanced Science and Technology, Rokkodai, Kobe