

スピンプンピングに対する非マルコフダイナミクスの影響

Effect of non-Markovian dynamics on spin pumping

山梨大院総合¹, 理研 CEMS², 国立情報学研究所³ ◯橋本一成¹, 多々良源², 内山智香子^{1,3}

Univ. of Yamanashi¹, RIKEN², NII³ ◯Kazunari Hashimoto¹, Gen Tatara², Chikako Uchiyama^{1,3}

E-mail: hashimotok@yamanashi.ac.jp

単電子で駆動するスピントロニクス素子の実現のため、微小系におけるスピン偏極電流（スピン流）の生成手法が研究されている。スピンプンピングは、強磁性体/非磁性金属接合系において強磁性体層の磁化を時間周期的に歳差運動させることで、非磁性金属層にスピン流が生成する効果であり、バルク系におけるスピン流生成手法として広く利用されている[1]。微小系におけるスピンプンピングでは、動的な磁化をもつ量子ドットと電子溜が結合した系（ミニマムモデル:図1）を用いたプロトコルが提案されている[2]。

従来の研究では、磁化の歳差運動の周期に比べて、電子のドット/電子溜間トンネリングによる緩和時間が十分に短い状況で、緩和の効果を無視する断熱近似が用いられてきた。しかし、量子ドットなどの微小系においては、緩和時間（ $\sim 10^{-8}$ sec）は磁化の回転周期（ $\sim 10^{-9}$ sec）と同程度以上になり、緩和の効果を無視することはできない。講演者らはこれまでに、微小系のスピンプンピングに対する緩和の効果を、ミニマムモデルに対して完全係数統計と量子マスター方程式を用いた電子ダイナミクスの詳細な分析を行うことで議論し、スピンプンピングに緩和が本質的な役割を果たすことを明らかにした[3]。その議論では、電子溜のノイズの相関時間を無視するマルコフ近似を施した量子マスター方程式を用いたが、量子ドット系の磁化回転周期のような短いタイムスケールに注目する際には、相関時間も有限のものとして取り扱う必要がある。

そこで本研究では、電子溜の相関時間が有限の状況で、電子ダイナミクスの非マルコフ効果がスピン流生成に及ぼす影響を完全係数統計と非マルコフ量子マスター方程式を用いて議論した。非マルコフ効果を考慮すると、相関時間と同程度のタイムスケールの緩和初期過程で、電子ダイナミクスは時間可逆的な振る舞いを見せる。講演では特に、この緩和初期過程における可逆性がスピンプンピングに及ぼす効果について報告する。

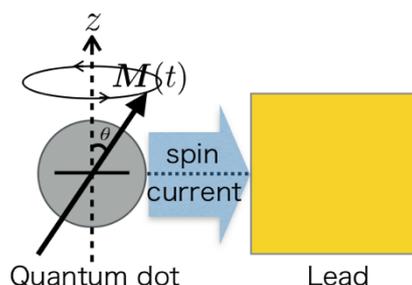


図1 量子ドットとリード(電子溜)からなるミニマムモデル。量子ドットは時間的に変動する磁化 $M(t)$ をもち、 $M(t)$ の変動によりドットからリードにスピン流が流れる。

[1] S. Maekawa, H. Adachi, K. Uchida, J. Ieda, and E. Saitoh, J. Soc. Phys. Jpn. **82**, 102002 (2013).

[2] G. Tatara, Phys. Rev. B **94**, 224412 (2016).

[3] K. Hashimoto, G. Tatara, and C. Uchiyama, Phys. Rev. B **96**, 064439 (2017).