

電子スピンを利用した 微小電子デバイスの理論的研究

Keywords: 電磁スピン、ナノデバイス

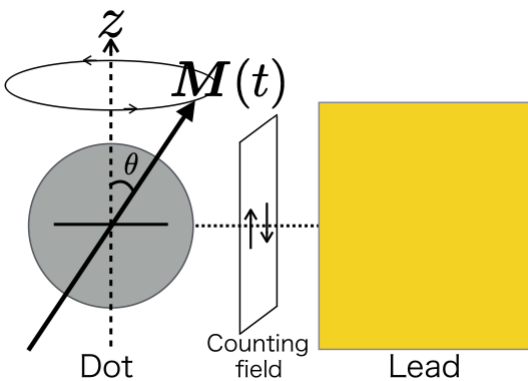
研究の背景

課題：現代の電子機器は電力消費が大きく、発熱やバッテリー寿命の短さなどの課題があります。さらに、情報処理や記憶装置の高性能化には、省エネルギーで動作する新技術が求められており、持続可能な情報社会の実現が急がれています。

解決策：量子ドットや磁性分子を用いた単電子デバイスは、電子の「スピン」を利用することで、電力消費を抑えつつ高性能な情報処理を可能にします。ナノスケールの構造を活用することで、省エネルギーかつ高密度なデバイスの実現を目指します。

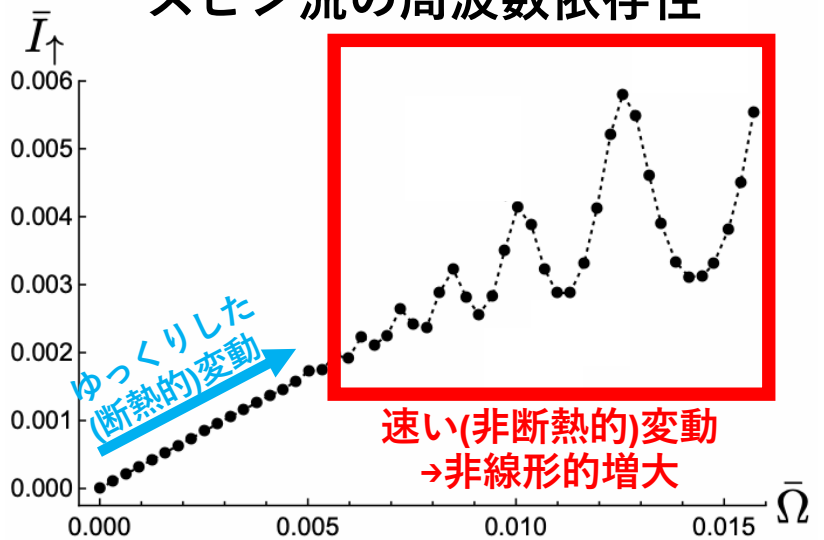
研究の成果

周期変動磁場を用いたスピン流生成法の理論研究



磁性量子ドットと電極からなるモデル。ドットの自発磁化を外部磁場によって時間周期的に変動させることで、ドット内の電子スピンを反転させ電極に戻すことで、電極の電子スピンを整列させる。

スピン流の周波数依存性



- ・ 非断熱領域を含むスピン流の周波数依存性を解明
- ・ 非断熱領域での非線形的増大を発見

K. Hashimoto, C. Uchiyama, Phys. Rev. B 96, 064439(2017)



量子コンピュータを用いた 量子シミュレーション

Keywords: 量子コンピュータ、量子シミュレーション

研究の背景

課題：量子多体系や開放量子系の理論は複雑で、対応する実験装置の構築には多大な時間やコストがかかります。そのため、理論の正しさを実験で確かめることが難しく、量子物理の理解や応用技術の進展が妨げられています。

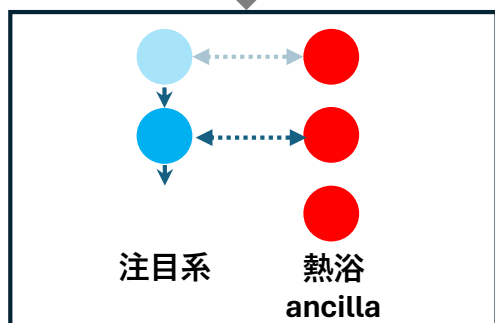
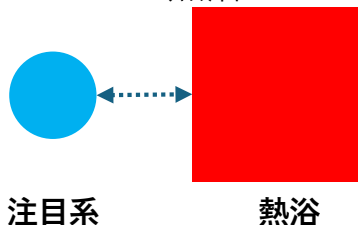
解決策：量子コンピュータを使った量子シミュレーションにより、実際の装置を作らずに複雑な量子系の振る舞いを再現できます。これにより、理論の実証が効率化され、量子科学や技術の発展が加速すると期待されています。

研究の成果

IBM Qを用いた開放量子系の緩和過程の量子シミュレーション

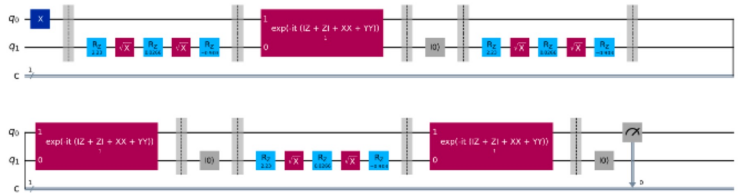
Collision model

システム-熱浴モデル

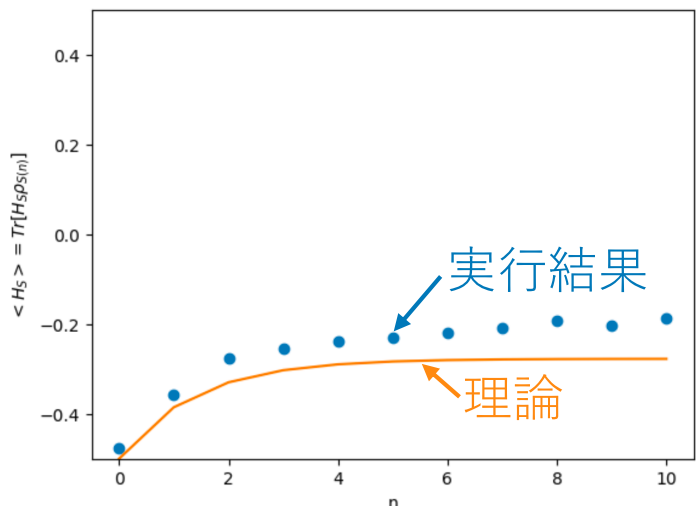


注目系と大自由度の熱浴との相互作用を、注目系と少数自由度の熱浴粒子との1対1相互作用で置き換え

量子回路への実装



IBM Qでの実行結果



- ・ 注目系の緩和過程の定性的振る舞いを再現
- ・ 今後は量子熱機関など最新理論検証に活用

