

課題名(タイトル): Numerical simulation of quantum many-body systems

利用者氏名: 関 和弘(1)

理研における所属研究室名:

(1) 量子コンピュータ研究センター 量子計算科学研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係する課題との関係

本プロジェクトでは、近年の量子コンピュータの発展とそれに伴う量子多体系計算手法の深化を背景として、計算物理的手法の応用による多体電子系をはじめとする量子多体系の基底状態の性質やダイナミクスの解明を取り掛かりとした物性物理の研究、および、量子コンピュータを用いて量子多体系の計算を行うことを目指した量子アルゴリズムの研究開発を行う。

2. 具体的な利用内容、計算方法

Heavy hexagonal 格子上や一次元格子上で定義された kicked Ising 模型のダイナミクスの計算を行った。特に模型のパラメタを変えながら、時間ステップと共に緩和する過程を調べた。また、1量子ビットゲート操作と2量子ビットゲート操作にパウリエラーを組み込んだシミュレーションを行った。

3. 結果

シミュレーションにより緩和の過程のパラメータ依存性がわかったことで、量子コンピュータ実機で実行すべきパラメータの選定に役立てることができた。また、ノイズなしシミュレーションの結果や、パウリエラーを組み込んだノイズありシミュレーションの結果を量子コンピュータ実機の結果と比較することで結果の解釈に役立てることができた。

4. まとめ

Kicked Ising 模型のダイナミクス計算を行い、量子コンピュータによる結果と比較を行った。

5. 今後の計画・展望

量子コンピュータ実機からの出力はノイズに影響されているので、その結果がリーズナブルなものかどうかを判断するには今回のようなシミュレーションが不可欠である。今回は、数値的に厳密な結果が得られる状態ベクトルシミュレーションを行ったが、扱える量子ビット系には制限がある。近似的な計算手法を発展させて、量子コンピュータを用いたより大規模な実験との比較を可能にしたい。

2024 年度 利用研究成果リスト

【雑誌に受理された論文】

Kazuhiro Seki, Yuta Kikuchi, Tomoya Hayata, Seiji Yunoki, Simulating Floquet scrambling circuits on trapped-ion quantum computers, Phys. Rev. Research (出版受理)

【口頭発表】

関和弘、「イオントラップ型量子コンピュータを用いたフロケスクランブリング量子回路のシミュレーション」、SQAI 開発課題2「量子シミュレーション研究会」、東京大学小柴ホール、2025 年 1 月 21 日