

課題名(タイトル):

## 量子ユニタリ回路ダイナミクスの古典計算機シミュレーション

利用者氏名:

○新城一矢(1)

理研における所属研究室名:

(1) 創発物性科学研究センター 計算量子物性研究チーム

## 1. 本課題の研究の背景、目的、関係する課題との関係

本課題では、量子コンピュータ上で実行できる量子ユニタリ回路ダイナミクスによって生じる新奇非平衡量子相の解明を目指す。量子ゲートを逐次作用した離散的なユニタリダイナミクスからは、離散時間結晶のような新奇非平衡状態が発現することが期待されているが、その性質や発現条件にはいまだに不明な点が多い。特に、量子ゲートを作用させて駆動させ続けると熱化が通常は起こるため、量子状態に局在的な性質を付与して、熱化をできるだけ避けるメカニズムを考えなければならないという問題がある。さらに、量子コンピュータに存在する量子ノイズが、量子状態に及ぼす非自明な影響の問題もある。そこで、本研究では時間依存密度行列繰り込み群法という非摂動的な計算手法を駆使して、これらの問題の解決を目指す。量子コンピュータ実機で観測された結果と、大規模超高速古典コンピュータで得られたノイズなしおよびノイズありシミュレーションを比較することで、量子ユニタリ回路ダイナミクスの物理学を開拓する。

## 2. 具体的な利用内容、計算方法

数値対角化法と行列積状態に基づくテンソルネットワーク法のそれぞれで、周期外場で駆動したイジング模型の時間発展を計算した。その際、depolarizing ノイズ模型に基づいたノイズあり古典シミュレーションを行った。

## 3. 結果

IBM 超伝導量子コンピュータで得られたノイズのある観測結果とノイズあり古典シミュレーションで得られた結果を比較し、量子コンピュータに存在するノイズの性質の評価を行った。

## 4. まとめ

depolarizing ノイズ模型に基づく量子ノイズの定式化が正当化される条件などが明らかになった。

## 5. 今後の計画・展望

得られた結果を論文の補足データとして活用することを検討している。

2024 年度 利用研究成果リスト

【口頭発表】

新城一矢, 関和弘, 白川知功, 孫榕陽, 柚木清司, 「超伝導量子コンピュータで実現する二次元離散時間準結晶の研究」,  
日本物理学会第 79 回年次大会, 北海道大学.