

革新的な量子情報処理技術基盤の創出
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

池田 達彦

東京大学 物性研究所
助教

多体波動関数物性の量子シミュレーション

§ 1. 研究成果の概要

本研究の目的は、商用量子コンピュータ実機および GPU シミュレータを使って量子多体系（特にその非平衡状態）の波動関数を解析するための技術的基盤を構築することである。量子多体系の数値解析は（系の自由度の）指数関数的に困難になるため少数自由度の解析に限られてしまうが、量子技術によってこの困難を乗り越えることを目標としている。ひいてはこの技術を用いて、物性物理学や量子統計物理学の未解決問題を解決することを目指している。

初年度にあたる 2021 年度では、周期駆動の下にある孤立量子多体系 (Floquet 系) における加熱問題の研究基盤の構築を行った。斜め磁場イジングモデルのトロッター分解で定義される周期駆動系を、ある初期状態の下で長時間発展させる問題において、様々な方法のベンチマークを行い比較した。Floquet 系の研究で広く用いられる Krylov 時間発展法に比べ、量子回路シミュレータの優位性を確認し、特に Qulacs が有用であることを確認した。先行研究で発表された最大 20 スピンサイトでの計算を、24 サイト（量子状態としては $2^4=16$ 倍）まで延長することに成功した。これらのベンチマークは全て CPU で行ったものであり、量子回路シミュレータは GPU で実行することでさらなる高速化が期待できる。次年度は GPU での計算基盤を構築し、量子回路シミュレータによる量子多体系の解析の有用性を示し、加熱問題の性質を明らかにする。