

多体系に適用可能な量子状態推定と準周期構造に基づく量子誤り訂正の融合研究

竹森那由多

挑戦的個人研究部門 準結晶と量子計算の融合による物質科学の新展開
プロジェクト

■ 研究成果

準周期構造における電子相関および超伝導などの量子物性は、並進対称性の欠如により従来の理論・数値手法では扱いが困難である。本研究では、こうした系の解析に向けて、量子状態推定と物性理論を融合した新しいアプローチを構築した。具体的には、フェルミオン影像法に基づく k 体縮約密度行列 (k -RDM) 推定アルゴリズムを開発し、実機量子デバイスでの実行を見据えた形で実装した。これにより、準周期構造における物性情報を量子計算資源から直接取得するための基盤を確立した。さらに、準周期構造の空間構造が量子状態の表現や符号化に与える影響について検討を進め、量子誤り訂正への応用可能性を評価するための評価を行った（投稿準備中）。一方で、 k -RDM 推定の実用化においては測定コストおよび誤差制御が主要な課題であり、その解決に向けた拡張の可能性について検討を開始した。

■ 今後の発展

今後は、準周期構造が持つ非自明な対称性と長距離秩序を活かし、量子物性と量子情報を横断する新たな研究領域を開拓する。特に、準周期構造に特有のトポロジカル特性および波動関数の空間構造に基づき、周期構造に依存しない新しい量子誤り訂正符号の設計原理を構築する。また、 k -RDM 推定アルゴリズムの実用化に向けて、提案されている拡張手法を導入し、実際の数理モデルを通して評価を行うことで測定コストおよび誤差の低減を図り、大規模準周期系に対する物性計算および量子状態制御を現実的な計算資源で実現する基盤を整備する。これにより、準周期構造を活用した新しい量子情報技術の創出を目指す。

参考文献 : N. Takemori, Y. Teranishi, W. Mizukami and N. Yoshioka, arXiv:2312.17452

研究業績リスト

I 査読論文

該当なし

II 国際会議等における発表

Recent work on k-RDM estimation and quasiperiodic quantum error-correcting codes

Nayuta Takemori

Current and Future Computational Approaches to Quantum Many-Body Systems 2026 (CompQMB2026)

2026年3月5日 招待あり

Naha Kouseikai, Okinawa, Japan

III 国内会議等における発表

該当なし

IV 著書

該当なし

V 受賞と知的財産

該当なし

VI その他研究業績、発表文献

該当なし