

物質と情報の量子協奏
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

山田 昌彦

学習院大学 大学院自然科学研究科／科学技術振興機構
客員研究員／さきがけ研究者

量子と古典の境界に挑戦する行列積くりこみ群法

研究成果の概要

行列積くりこみ群 (Matrix Product Renormalization Group / MPRG) の土台となるベーシックなアルゴリズム、および、コードを完成させ、論文のプレプリントを arXiv 上で公開した。公開した内容は 1 次元系に関するもののみであるが、自然にアルゴリズムを拡張し 2 次元系へと応用することができる。

まず、1 次元系においては通常のエルミート系の有限温度状態の他、非エルミート系の臨界現象の正しい解析に成功し、特に非エルミートの非平衡の領域において MPRG が有望であることが明らかにされた。また、それにより Yang-Lee Ising 模型の臨界現象の精密な解析に成功し、非ユニタリーな共形場理論との関係を明らかにした。

未発表の 2 次元系の場合においても、すでに MPRG によるエルミート系の計算にしている、基底状態のエネルギーについては同じボンド次元において、先行する手法である PEPS (Projected entangled pair state) よりも一桁程度精度の良い結果を得ている。2 次元の量子ハイゼンベルク模型においては良い結果がすでに得られており、今後の展開が期待できる。

現時点では MPRG に直接関係する原著論文は査読中で掲載されていないが、関連する論文として Yang-Lee Ising 模型の実現を散逸のあるトポロジカル超伝導ワイヤーにおいて提案する論文を発表済みである。

【代表的な原著論文情報】

1) “Engineering Yang-Lee anyons via Majorana bound states”, Physical Review B, vol. 106, 174517, 2022.