

2023 年度年次報告書
物質と情報の量子協奏
2022 年度採択研究代表者

山田 昌彦

東京大学 大学院理学系研究科
特任講師

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をしていて、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グ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。