

大久保 毅

東京大学大学院理学系研究科  
特任講師

テンソルネットワーク状態を活用した量子多体系基底状態計算手法の開発

## § 1. 研究成果の概要

近未来に実用化が期待される量子計算機は、誤り訂正が十分でなく、その“計算結果”にノイズが存在するものになると考えられている。本研究ではそのような Noisy intermediate scale quantum computer (NISQ) を念頭に、量子回路を量子多体系の波動関数とみなすことで、物理系の基底状態を計算する手法の高精度化を目指している。特に、量子状態の量子的な相関を特徴付ける“量子エンタングルメント”が、物理系の低エネルギー状態においては、一般の量子状態よりも小さい点に着目し、テンソルネットワークと呼ばれる量子状態のコンパクトな表現の量子回路への応用を進めている。

2019年度は、テンソルネットワーク状態の一つである行列積状態を主な対象として、その量子回路での表現について検討した。量子回路はユニタリ演算のみで構成されているため、一般には、ユニタリ性を課さないテンソルネットワーク状態よりも表現能力が低下する可能性がある。しかし、近年提案された行列積状態の量子回路表現を詳細に検討した結果、ユニタリ演算のみを用いても任意の行列積状態を厳密に表現できることを確認した。一方で、量子回路を用いて任意のユニタリ行列を厳密に表現するためには、行列の次元に対して指数関数的に大きな数の演算が必要になるため、テンソルネットワーク表現を用いた基底状態の実用的な計算には、対象とする物理系に合わせて適切に量子回路をデザインする必要があることがより鮮明となった。