

課題名 (タイトル) :

テンソルネットワーク状態による量子スピン系の解析

利用者氏名 : ○上田 宏

所属 : 古崎物性理論研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

低次元量子系の基底状態磁気秩序相図を探索するための数値計算手法の開発は、実験的に捕らえられる物質の磁気秩序を理解するうえで重要である。本研究では行列積状態とその拡張となるテンソルネットワーク状態の最適化手法を開発し、それらの低次元量子系への適用と未知の相図の決定を目的とする。

2. 具体的な利用内容、計算方法

本年度は、(擬) 1次元量子多体系に現れる自発的対称性の破れを記述する秩序変数で特徴づけ困難な対称性に守られたトポロジカル相 (SPT 相) を議論するために有用な MPS 法 (iDMRG 法) を作成し、これを擬 1次元銅酸化物の有効模型となる最近接が強磁性的、次近接が反強磁性的な相互作用を持つフラストレートしたスピン $S=1/2$ XXZ ジグザグ交替鎖及び双 1 次・双 2 次交換相互作用を持つ $SU(3)$ 1次元鎖の基底状態解析に適用した

3. 結果

フラストレートスピン鎖に存在する 2 つの実空間反転を破ったダイマー相間に現れる連続相転移が時間反転対称性によって守られた SPT 相転移であることを明らかにし、エンタングルメントエントロピー (EE) の示すスケーリング則から共形場理論のセントラル・チャージ $c=1$ で特徴づけられる臨界性を持つ相転移であることを明らかにした。また、 $SU(3)$ 鎖に現れる $Z_3 \times Z_3$ 対称性によって守られた Z_3 SPT 相とダイマー相の間に連続相転移が存在し、EE の示すスケーリング則から $c=16/5$ で特徴づけられる臨界性が現れることを数値計算により明らかにした。

4. 利用がなかった場合の理由

以上の結果は所属研究室で所有するクラスターマシンを利用して得たものである。年度当初に RICC に障害が発生することがしばしばあったことに加え、次年度から RICC が新しいシステムに移行することを鑑みて、今年度の利用は控えることにした。