

課題名 (タイトル) :

フラストレーションを持つ量子スピン系の数値計算

利用者氏名 : ○桃井 勉, Philippe Sindzingre

所属 : 和光研究所 基幹研究所 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

固体ヘリウム 3 薄膜が示す低温における磁性において、磁気秩序がない“スピン液体”と思われる振る舞いが実験により観測されている。この変わった磁性状態の特性を、多体交換模型を用いて理論的に説明することを目指している。

2. 具体的な利用内容、計算方法

有限サイズの格子上的量子スピン模型のハミルトニアンを厳密に対角化することにより、基底状態および低励起状態を求め、その性質を解析した。数値対角化には、Lanczos 法を用いている。この計算は、36 スピンの系までの対角化を行うために、多くのメモリーを必要とする。RICC の大規模メモリー用コンピューター上で、最大 200 GByte のメモリーを使い、計算を行った。

3. 結果

多体交換模型の交換相互作用のパラメーターをいくつか選び、計算を行った。状態空間を磁化の値で分類して調べ、磁化曲線を得た。昨年度までに、高磁化の領域で、量子ネマティック状態の存在を裏付ける結果が得た。今年度は、低磁化（特に、ゼロ磁化）のネマティック状態を調べ、その構造の同定を行った。最後に、相図を完成させるために、束縛エネルギーの計算を様々なパラメーター点で実施した。

4. まとめ

固体ヘリウム 3 薄膜の理論模型である 2 次元三角格子上的多体交換模型で、高磁化からゼロ磁化までスピ

ンの長距離秩序はないが、スピン対称性が部分的に破れたスピンネマティック状態が実現することが確かめられた。

5. 今後の計画・展望

今後は、有機絶縁体を実現するスピン液体の特性を明らかにするために、有機絶縁体の理論モデルに対応する多体スピン模型の異なるパラメーター領域を理論的に調べたい。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況（どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか）や、継続して利用する際に行う具体的な内容

7. 一般利用で演算時間を使い切れなかった理由

一般利用を 6 ヶ月間の使用予定で申請したが、ほとんど新たな計算を追加する必要なく、昨年度までの計算結果の解析から、目指していた成果が得られた。その結果を論文にまとめた。

8. 利用研究成果が無かった場合の理由

平成 23 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

T. Momoi, P. Sindzingre, K. Kubo, “*Spin nematic order in multiple-spin exchange models on the triangular lattice*”, Phys. Rev. Lett. **108**(5), 057206 (2012). (4pp.) (2012 年 2 月 2 日)

【国際会議、学会などでの口頭発表】

桃井 勉、Philippe Sindzingre、久保 健、「三角格子多体スピン交換モデルにおけるスピンネマティック状態の秩序変数」、日本物理学会 2011 年秋季大会、2011 年 9 月 22 日、富山大学