



琉球大学学術リポジトリ

University of the Ryukyus Repository

Title	六体交換まで含めた三角格子多スピン交換模型における理論的研究(Abstract_論文要旨)
Author(s)	平良, 翔吾
Citation	
Issue Date	2019-03
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/44448
Rights	

論文要旨

論文題目

六体交換まで含めた三角格子多スピン交換模型における理論的研究

固体 ^3He 原子をグラファイト上に敷き詰めると、 ^3He 原子のある濃度において第二層目で整合固体相ができることが分かっており、この層の ^3He 原子は三角格子上のスピン $1/2$ の量子スピン系に従うと見なすことができる。また、 ^3He 原子の交換過程は二個の隣接原子が交換するだけでなく、三個以上の隣接原子がリング状に位置を交換することが分かっている。さらに、二体よりも三体や四体交換相互作用の交換積分が大きくなる。また、実験と理論の比較から、固体 ^3He において五体や六体交換の効果が無視できないと考えられている。このため、 ^3He 薄膜の研究に関連して、多体のスピン交換相互作用を持つ三角格子多スピン交換模型に興味を持たれている。また、最近では、電子が磁性を担う有機三角格子系において、長距離磁気秩序相や量子スピン液体相が観測されており、この有機三角格子系の有効模型としても三角格子多スピン交換模型に興味を持たれている。しかし、この模型には、格子が三角格子であることに起因するフラストレーションの効果と複数のスピン交換相互作用の競合があるため、その解析が極めて困難である。本研究では、広いパラメーター領域において定性的理解を得るために、六体交換まで含めた三角格子多スピン交換模型における磁場中の基底状態相図を、平均場近似の範囲内で作成した。磁場中には、三つの up スピンと一つの down スピンからなる四副格子構造をもつ uuud 構造相、スカラーカイラリティーをもつ mushroom 構造相、ベクトルカイラリティーとスタッガードスカラーカイラリティーの両方をもつ六副格子構造相などが現れる。相図から、固体 ^3He 薄膜で評価されている五体と六体交換のパラメーター領域において、uuud 構造状態のように副格子のスピンが同一平面上に存在するような構造をもつ相が、四体交換まで含めた相図と比べて狭まることが分かった。これは、先行研究で行われた実験結果と一致する。また、今まで現れていた十二副格子構造とは異なった対称性の低い十二副格子構造が高磁場領域に現れた。さらに、六体交換相互作用の値を大きくすると、副格子のスピンが立体的なスピン構造をもつ相が広がることが分かった。また、我々は零磁場において一様で有限なスカラーカイラリティーをもつ四面体構造状態に着目した。そして、五体と六体交換が含まれた系と、五体と六体交換の代わりに次近接と次々近接相互作用が含まれた系の二つの系において、四面体構造状態の古典的な基底状態の領域を決定した。さらに、線形スピン波理論を用いて量子揺らぎに対する四面体構造状態の安定性を調べた。その結果、四面体構造状態は線形スピン波近似の範囲内で量子揺らぎの下でも存在することが分かった。また、五体交換の交換積分が負に大きくなるほど、次近接相互作用が反強磁性的であるほど、次々近接相互作用が強磁性的であるほど、量子揺らぎの効果が小さくなることが分かった。さらに、六体交換相互作用は四面体構造状態に対して量子揺らぎの効果をほとんど与えないことが分かった。