

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19740218

研究課題名（和文） 強相関有機系における異常応答の理論的研究

研究課題名（英文） Theoretical studies on the anomalous response to external fields in strongly correlated organic crystals

研究代表者

堀田 知佐 (HOTTA CHISA)

京都産業大学・理学部・講師

研究者番号：50372909

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・物性Ⅱ

キーワード：強相関、有機導体、異常応答、磁性、誘電性

## 1. 研究計画の概要

強相関系としての有機導体に着目し、外場に対して特異な応答を示す電子状態、およびスピン状態を理論的に探索することを研究目的とする。近年、(a)～(c)に挙げられるように1次元・2次元有機導体の中にこれまでにない異常応答現象が次々と報告されている。(a) サイリスタ型の非線形電流電圧特性を示す不安定有機金属  $\theta$ - $\text{ET}_2\text{CsZn}(\text{SCN})_4$ 、(b) 絶縁相へのレーザー光照射によって高伝導性を示すディラック電子系  $\alpha$ - $\text{ET}_2\text{I}_3$ 、(c) 巨大負磁気抵抗を示す1次元フタロシアニンTTP $[\text{FePc}(\text{CN})_2]_{20}$ 。

研究計画を項目別にまとめる。

- (1) 異方的三角格子状のスピンレスフェルミオン模型の基底状態と、動的応答を明らかにする。
- (2) 1次元拡張近藤格子系における電子相関効果と磁場効果を調べる。

## 2. 研究の進捗状況

- (1) 異方的三角格子上の  $t$ - $V$  模型の基底状態の性質を、異方性  $(V, V')$  を取り入れて調べた。  
方法論として、強結合極限からの摂動計算と、厳密対角化、2次元DMRG、などの数値的手法を組み合わせ、

多角的な解析を行い、系の異方性パラメタ  $(V/V')$  および相互作用の強さ  $(t/V)$  の変化に伴う基底状態の変化を明らかにした。

- (2) 1次元拡張近藤格子模型の基底状態を、DMRGを用いて明らかにした。  
相互作用パラメタ  $J, U, V$  依存性を調べ、等に  $U, V$  が強い領域で、磁性がフラストレートし、外場に対して強い応答を示す可能性について理論的に検証した。磁場下での相図も求め、フタロシアニン鉄塩の実験結果と比較、議論を行った。

## 3. 現在までの達成度

達成度②おおむね順調に進展している。

3年間の間に、二つの系の基本的な性質を概ね明らかにすることができた。また、各モデルにおいて、特定のパラメタ領域で新しい電子状態や磁性が得られることを、理論的に明らかにできた。

## 4. 今後の研究の推進方策

(1)(2)ともに基底状態に関してはある程度の理解を得ることができた。今後、動的応答関数を直接計算することにより、研究の最終目的である異常応答に関してより明確な結論を得ることを目指す。  
具体的には(1)ですでに着手しているCPTを用いたスペクトル関数の計算や、量子モンテカルロ法を用いた有限温度における電荷の揺らぎのエネルギースケールの見積もりなどを、今年度遂行したい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

Y. Maeda, C. Hotta, M. Oshikawa, Universal temperature dependence of the magnetization of gapped spin chains, *Physical Review Letters* 99 (2007) 057205(1-4).

C. Hotta, F. Pollmann, Dimensional tuning of electronic states under strong and frustrated interactions, *Physical Review Letters* 100 (2008) 186404(1-4)

M. Miyazaki, C. Hotta, S. Miyahara, K. Matsuda, N. Furukawa, "Variational Monte Carlo Study of a Spinless Fermion t-V Model on a Triangular Lattice: Formation of a Pinball Liquid", *J. Phys. Soc. Jpn.* 78 014707(1-7)

C. Hotta, F. Pollmann, "Strongly interacting particles on an anisotropic kagome lattice", *J. Phys. Conf. Ser.* 145 (2009) 012007(1-4)

N. Furukawa, S. Miyahara, C. Hotta, Frustrated Metals on a Triangular Lattice, *Int. J. Mod. Phys. C* 20 (2009) 1477

[学会発表] (計28件)

①堀田 知佐, 古川 信夫, 異方的三角格子イジングスピン系における次元クロスオーバー, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 2009 年 9 月 26 日, 熊本大学

②堀田 知佐,  $\pi$ d系再考, 日本物理学会第64回年次大会, 2009年3月27日, 立教大学

③C. Hotta, F. Pollmann, N. Furukawa, "In between one and two dimension", International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2008, 2008 年 9 月 10 日, Braunschweig, Germany

④C. Hotta, "Exotic states in organic triangular lattice system", The 7th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and ferromagnets, 2007 年 9 月 26 日, Peñíscola (Spain)

⑤堀田 知佐, Frank Pollmann, "異方的三角格子における fractional charge", 日本物理学会 第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 21 日, 北海道大学