

学位申請論文公聴会

日時: 2018年1月22日(月) 16:00~

申請者: 松野 元樹 (物性理論研究室S研)

場所: 理学館506講義室

題目: Effects of Coulomb interaction in the spin susceptibility
of an organic Dirac electron system α -(BEDT-TTF)₂I₃
(有機ディラック電子系のスピン感受率におけるクーロン相互作用の効果)

主論文の要旨

多数の粒子が相互作用することによって発現する、物質に固有の物理現象を解明することは、物性物理学における重要な課題のひとつである。近年、固体物質中の電子が質量ゼロの超相対論的粒子と同様の振る舞いを示す例が、グラフェンや有機導体など多様な物質において見出され、ディラック電子系と呼ばれている。ディラック電子系は典型的な金属や半導体とは異なる物性を示すことが知られているが、ディラック電子同士が相互作用することにより発現する物性のメカニズムについては十分な理解が得られていない。

申請者は、有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃ におけるディラック電子系において、核磁気共鳴測定により見出されたフェリ磁性揺らぎと群速度の異常な増大のメカニズムを解明するため、クーロン相互作用の効果に着目した理論研究を行った。

申請者はまず、 α -(BEDT-TTF)₂I₃ のディラック電子系を表す多サイトハバード模型に基づき、乱雑位相近似を用いて磁化率を計算した。 α -(BEDT-TTF)₂I₃ におけるフェリ磁性揺らぎでは、単位胞中に含まれる4つのBEDT-TTF分子サイト上のスピンのうち1つだけが外部磁場と逆方向を向くが、そのメカニズムは十分に解明されていなかった。申請者は、各分子サイトにおける状態密度の違い、およびオンサイトクーロン相互作用が媒介するバンド内散乱とバンド間散乱の性質の違いに着目し、磁化率の解析を行った。その結果、ディラック点近傍ではなく周囲の広い運動量空間におけるバンド間散乱によって、特定の分子サイトの磁化率が負となることを示した。

次に申請者は、 α -(BEDT-TTF)₂I₃ の多サイトハバード模型に長距離クーロン相互作用を加えた拡張ハバード模型を提案し、自己エネルギーを含むグリーン関数を用いた乱雑位相近似によって、電子状態と磁化率を計算した。 α -(BEDT-TTF)₂I₃ では、フェリ磁性揺らぎと群速度の増大が同時に観測され、前者はオンサイト、後者は長距離のクーロン相互作用に起因することが、各々異なる理論模型により示されていた。しかし両者は競合関係にあるため、共存して発達するメカニズムは未解明であった。申請者は、両者を統合した理論模型で取り扱い、フェリ磁性揺らぎを生じるバンド間散乱は比較的大きなエネルギースケールに分布する一方で、群速度の増大は低エネルギー極限であるフェルミエネルギー近傍に集中することを見出した。

申請者は以上の結果から、有機導体のディラック電子系において、フェリ磁性揺らぎがオンサイトクーロン相互作用によって生じるメカニズムを示し、さらにフェリ磁性揺らぎが群速度の繰り込みと共存して発達するメカニズムを示した。本研究により、固体中のディラック電子系におけるクーロン相互作用効果についての普遍的な知見が得られた。