

論文審査の結果の要旨

氏名 山瀬 博之

高温超伝導発現のメカニズムを理解するために、典型的な物質である $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ (LSCO) が精力的に調べられ、近年そのフェルミ面や磁気励起が実験によって詳しくわかるようになってきた。その結果、波数空間におけるフェルミ面の位置と、磁気励起の波数との間に興味深い関係があることが明らかになり、いくつかの理論が提唱されている。キャリアの存在しない絶縁体状態では、磁気励起の波数は反強磁性を表す (π, π) というものであるが、キャリアを導入していくとその波数が (π, π) からずれてきて、いわゆる非整合反強磁性ゆらぎとなることがわかっている。

この状態についての1つの有力な説明は、ストライプモデルによるものである。このモデルでは、2次元平面内のキャリアがストライプ状に局在し、それ以外の部分は反強磁性的な状態になっていると考えられている。一般には、この考え方によって、いろいろな現象を説明できると思われるが、本研究では全く別の観点から同じ現象を説明することのできるモデルを提唱した。それはLSCO系に特有の2次元平面内の異方性が相互作用のために低温で増強され、その結果としてフェルミ面が擬1次元的なものになったとするモデルである。このアイデアに基づき、微視的なモデルを用いて平均場近似をおこない、さらに得られた状態での磁気励起の様子を調べ実験との比較を行なった。

本論文の第一章は序、第二・三章では本研究で議論される問題に関する今までの理論と実験の研究を紹介し、第四章で本研究で得られた結果について簡単にまとめている。第五章からが実際の理論計算であり、高温超伝導体のモデルとして適していると考えられている t - J モデルに対する平均場近似を実行している。具体的には、 t - J モデルに異方性、つまり x 方向と y 方向のパラメータの違いを導入し、スレーヴボソンを用いる近似により平均場解を求めた。モデルの異方性のためにフェルミ面も異方的になるわけであるが、その異方性の度合が相互作用の結果低温になるにつれて増強するというところを見出した。この点が本論文で新たに見つかった現象である。この結果に基づき第六章では磁気励起を計算し、次の第七章で実験との比較を行なっている。第八章はまとめと将来の課題に当てられている。

以上のように本研究では、 t - J モデルの平均場近似という範囲内においても、モデルの異方性という観点からは新たな異常が見出され、実験を説明できる可能性があるとい

うことを示した。強相関電子系において、平均場近似という手法が正当化されるかどうかということについては議論の多いところであり、本研究で見出された新しい平均場解が本当の基底状態であるかどうかは今後の研究を待たなければならないが、1つの新しい可能性を示したという点が評価できる。また本研究で得られた結果が、高温超伝導という現象についてどの程度本質的なものなのか、またはLSCOという試料特有のものであるのかについても、未だ結論が得られていないが、今後の理論発展の上で興味深い研究であると思われる。

本論文の内容の一部は、英文雑誌に掲載済である。また本研究は福山秀敏教授、河野浩助教授との共同研究であるが、論文提出者は本質的な寄与をしていると認められる。以上をもって審査員一同は、本論文が博士(理学)の学位を授与するにふさわしいものであると認定した。