



Title	FLEX Study on Two-Dimensional t-t'-Hubbard Model : Enhanced Charge Susceptibility near Antiferromagnetic Mott Transition
Author(s)	Morita, Kunihisa
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27628
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	もり 森 た 田 邦 久
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 17952 号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	FLEX Study on Two-Dimensional $t-t'$ -Hubbard Model : Enhanced Charge Susceptibility near Antiferromagnetic Mott Transition (2次元 $t-t'$ -ハバード模型のFLEX近似を用いた研究: 反強磁性モット転移近傍の電荷感受率の増大について)
論文審査委員	(主査) 教授 三宅 和正 (副査) 教授 鈴木 直 教授 北岡 良雄

論文内容の要旨

酸化物高温超伝導物質は、その高い超伝導転移温度だけでなく、常伝導状態においても興味深い物性を示すが、そのひとつが電荷感受率の異常な増大である。そこで、高温超伝導物質の特徴を備えたもっともシンプルな模型と考えられる2次元 $t-t'$ -ハバード模型を用いて、この電荷感受率の異常の起源を解明することを試みた。この電荷感受率の異常な増大は、反強磁性転移点近傍において見られるのだが、Miyake-Narikiyo が、反強磁性転移点近傍においてフェルミ面がほとんどネストしているならば、このような異常が見られることをすでに示しているので、これを受け、われわれは、反強磁性転移点近傍においてフェルミ面がネストする傾向があることと、そのときに電荷感受率が増大することをFLEX (Fluctuation Exchange: 揺らぎ交換) 近似によって示した。しかし、このようなハバード模型における電荷感受率増大の傾向は、すでに、Furukawa-Imada が量子モンテカルロ法によって示している。だがこの計算方法は、すべての効果を取り入れているため、厳密ではあるが、電荷感受率の増大においてどの効果が重要なのかを判定することが難しい。それに対し、FLEX 近似では、電荷感受率の増大において重要であると考えられる効果を独立に計算できるところにその利点がある。電荷感受率の増大において、われわれが重要であると考える効果は、AL (Aslamasov-Larkin) 頂とよばれる効果である。そして、実際にわれわれの計算で、反強磁性転移点に近づくにつれ、この項の電荷感受率に対する寄与は増大し、それゆえ、この項が電荷感受率の増大に対し、重要であることが示された。このようにして通常のフェルミ液体論では説明できないと考えられていた、酸化物高温超伝導物質の常伝導相における異常な物性のひとつ、電荷感受率の異常な増大は、ネストしたフェルミ液体論を適用することにより、理解できることが本研究により明らかにされた。

論文審査の結果の要旨

酸化物高温超伝導物質は、その高い超伝導転移温度だけでなく、常伝導状態においても興味深い物性を示すが、そのひとつが電荷感受率の異常な増大である。この論文では、高温超伝導物質の特徴を備えたもっともシンプルな模型

と考えられる2次元 $t-t'$ -ハーバード模型を用いて、この電荷感受率の異常の起源を解明することが試みられた。この電荷感受率の異常な増大は反強磁性転移点近傍において見られる。Miyake-Narikiyo により反強磁性点近傍におけるフェルミ面のネスティングの効果によって「電荷感受率の異常な増大」が生じることが現象論的なモデルにもとづいて示されていたことを受けて、本論文では、多体問題の微視的な近似法として現在認知され広汎に用いられている FLEX (Fluctuation Exchange : 揺らぎ交換) 近似にもとづいて論じた。まず、反強磁性転移点近傍においてフェルミ面がネストすることを示した。

さらに、化学ポテンシャル μ を電子数 n の関数として計算することができることに注目し、電荷感受率 $\chi = dn/d\mu$ を求め、それがモット・ハーバード反強磁性臨界点に近づくと発散的に増大することを示した。このようなハーバード模型における電荷感受率増大の傾向は、粒子数が有限である系に対して精度のよい計算方法である「量子モンテカルロ法」によっても示されている。しかし、この「量子モンテカルロ計算」ではすべての効果を取り入れたいわば数値実験ともいいうものであるため、厳密ではあるが、どのような物理的効果が電荷感受率の増大において重要なのかを判定することが難しい。本論文では、それが AL (Aslamasov-Larkin) 項とよばれる効果であることが明らかにされた。実際、上記のようにして電荷感受率を求めるとき AL 項の効果を取り入れることができることは、厳密に示すことができる。この点が明確になる方法で理論計算を進めたことが新しい知見に結びついている。実際の計算結果では、反強磁性量子臨界点近傍に近づくにつれ、AL 項が電荷感受率の増大のほとんどすべてを担うことが示された。このようにして、通常のフェルミ液体論では説明できないと考えられていた、酸化物高温超伝導物質の常伝導相における異常な物性のひとつ、電荷感受率の異常な増大という現象は「ネストしたフェルミ液体論」の枠内で理解できることが本研究により示されたことの意義は大きい。

博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。