The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	相関の強い遍歴電子系の準粒子形成に関する理論的研究
Author(s)	今井, 剛樹
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44242
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【22】

氏　　名	今　井　剛　樹（いま い よし き）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17809　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 工学研究科応用物理学専攻
学　位　論　文　名	**相関の強い遍歴電子系の準粒子形成に関する理論的研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　川上　則雄 （副査） 教　授　笠井　秀明　　教　授　萩行　正憲　　助教授　大中幸三郎 助教授　菅　誠一郎

論文内容の要旨

本論文は、強い電子相関をもつ遍歴電子系における重い準粒子形成の条件および機構について解明することを目的として、この系の低エネルギー領域での物性に関する理論的研究を行ったものであり、得られた結果を以下の5章にまとめたものである。

第1章では、序章として強相関電子系に関する多彩な物性について概観し、本研究の目的及び意義を述べた。

第2章では、遷移金属化合物における軌道縮退の影響に注目し、複数の軌道をもつ Hubbard 模型を調べた。その結果、複数の軌道の存在に伴って出現する Hund 結合と結晶場分裂の効果が共存することによって、重い準粒子バンドが出現可能であることを示した。

第3章では、幾何学的フラストレーションが系に及ぼす影響を微視的な模型から考えた。幾何学的フラストレーションが無い場合には強い反強磁性揺らぎにより Fermi 液体的振る舞いから大きな逸脱が見られたが、その導入により反強磁性揺らぎが抑制され、通常の Fermi 液体的振る舞いを回復することを示した。

第4章では、量子スピン系において非自明なスピン励起を持つことが知られているカゴメ格子にたいし、ホールをドープがどのような影響をもたらすかを議論した。そしてフラストレーションとホールのダイナミクスの関わり合いを明らかにした。

第5章では本研究で得られた成果を総括し、今後の展望と研究課題を述べた。

論文審査の結果の要旨

銅酸化物高温超伝導体の発見以来、典型的な強相関電子系である遷移金属化合物に対して理論・実験の両面から活発な研究がなされてきた。このような中、幾何学的なフラストレーションを伴うスピネル構造をもつ遷移金属化合物で大きな準粒子の有効質量をもつ物質が発見された。このような背景に基づき、本研究では軌道縮退及び幾何学的フラストレーションが系の準粒子の形成に及ぼす影響を議論している。本研究における主な成果を要約すると以下のとおりである。

(1)遷移金属化合物は一般的に軌道縮退をもち、系に大きな影響を与えることが知られている。動的平均場近似を用いた解析により、軌道縮退によって生じる Hund 結合や結晶場分裂が助け合い、各種の揺らぎを増強することによって Fermi 液体的バンドが出現可能であることを示している。
(2)パイロクロア化合物に代表される幾何学的フラストレーションをもつ遷移金属化合物において、重い準粒子バンドが形成されている物質が報告され、大きな注目を集めている。これを受けてこの幾何学的フラストレーションが系に及ぼす影響を微視的な模型から考えている。短距離の空間的揺らぎを取り込むために動的クラスター近似を用いている。その結果幾何学的フラストレーションが無い場合には強い反強磁性揺らぎにより通常の Fermi 液体的振る舞いから大きな逸脱を示すが、フラストレーションの導入により反強磁性揺らぎが抑制され、Fermi 液体的振る舞いを回復することを明らかにしている。そしてこの結果が一部の実験結果と矛盾しないことを示している。
(3)量子スピン系において非自明なスピン励起を持つ系として知られている典型的フラストレート系のカゴメ格子に対して、ホールをドープがどのような影響をもたらすか関心を集めている。揺らぎ交換近似を用いてスピン及び電荷秩序の不安定性や一粒子特性を調べることにより、カゴメ格子系におけるフラストレーションとホールのダイナミクスの関わり合いを明らかにしている。

以上のように、本論文は、相関の強い遍歴電子系における準粒子バンドの安定性について理論的に解析したものであり、基礎物性のみならず応用に関しても有益な知見を得ており、応用物理学、特に物性物理学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。