



Title	相関電子系の有限温度における素励起に関する理論的研究
Author(s)	富山, 麻子
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41392
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、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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

氏 名	富 山 麻 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 6 0 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 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	相関電子系の有限温度における素励起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 河田 聡 教 授 笠井 秀明 講 師 菅 誠一郎 講 師 山本 吉孝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、物性物理において電子相関問題を扱うための基礎的なモデルである一次元ハバードモデル、アンダーソンモデル及び強相関軌道縮退アンダーソンモデルを対象に、厳密解を用いて有限温度における素励起スペクトルの計算を行ったものであり、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章は序論であり本研究の背景、目的及び意義を述べている。

第 2 章では、一次元量子多体系を厳密に対角化するベーク仮説法及びベーク仮説解に基づく素励起の取り扱いを紹介している。

第 3 章では、一次元ハバードモデルの有限温度における素励起をベーク仮説解に基づいて定式化し、これまでボゾン系などの一成分系に対して用いられてきた有限温度における素励起の定式化の方法が電子系にも適用可能であることを示している。さらに定式化の結果を用いて素励起スペクトルを数値計算し、電荷励起スペクトルが強相関領域と弱相関領域で異なる温度依存性を持つ事、及びスピン励起スペクトルは相互作用の強さや電子数によらず定性的に同様の温度変化を示す事を明らかにしている。また、スピン励起スペクトルの温度変化が電荷励起に比べてより低温で顕著である事と、比熱が電荷とスピンの寄与による二つのピークを持つ事との関連を指摘している。

第 4 章では、アンダーソンモデルの有限温度における素励起をベーク仮説解に基づいて調べており、近藤領域の電荷励起では温度の低下に伴って一粒子励起に対応するエネルギー付近の状態密度が増大し、一方近藤領域のスピン励起の状態密度には低温で低エネルギー領域に共鳴的ピークの成長が見られる事を明らかにしている。さらに、このスピン励起の状態密度の低エネルギー領域での増大と、近藤効果によって生じる低温比熱のピーク構造との対応を指摘している。

第 5 章では、強相関軌道縮退アンダーソンモデルの有限温度における素励起をベーク仮説解に基づいて調べ、局在軌道のエネルギー準位の変化によって系の性質が移り変わる様子を素励起の状態密度の温度依存性の変化から明らかにしている。また、結晶場分裂によって局在準位の基底二重項が支配的となる領域では、温度の低下に伴いスピン励起の状態密度が低エネルギー領域で顕著な増大を示す事を明らかにし、この振る舞いと重い電子系で見られる比熱の tail 構造との対応を指摘している。

第 6 章では本研究で得られた結果をまとめ、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

電子相関問題は物性物理において最も重要な研究課題の一つであり、様々な系の特徴的電子相関効果を明らかにするための活発な研究が精力的に続けられている。本論文は電子相関問題を扱うための基礎的モデルである一次元ハバードモデル、アンダーソンモデル及び強相関軌道縮退アンダーソンモデルを対象とし、ペーテ仮説法による厳密解に基づいて有限温度における素励起スペクトルを調べた結果をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 一次元ハバードモデル、アンダーソンモデル及び強相関軌道縮退アンダーソンモデルの有限温度における素励起をペーテ仮説法による厳密解に基づいて定式化し、従来ボゾン系などの一成分系に対して用いられてきた有限温度における素励起の定式化の方法が、電子系のような内部自由度を持つ系に対しても適用可能である事を明らかにしている。
- (2) 一次元ハバードモデルにおいて電荷励起スペクトルは弱相関の場合と強相関の場合とで異なる温度変化を示す事、及びスピン励起スペクトルは相互作用の強さや電子数によらず定性的に同様の温度変化を示す事を明らかにしている。また、スピン励起スペクトルの温度変化が電荷励起スペクトルに比べ低温で顕著である事と、比熱の温度変化がスピンと電荷の寄与による二つのピークを持つ事との関連を議論している。
- (3) アンダーソンモデルの有限温度における素励起スペクトルを調べ、近藤領域でのスピン励起の状態密度には近藤温度より低温で伝導電子と局在スピンの間の一重項形成に対応する共鳴的ピークの成長が低エネルギー領域に見られる事、及び電荷励起の状態密度は一粒子励起に対応するエネルギー位置付近の値が低温で増大する事を明らかにしている。
- (4) Ce化合物を念頭に置いて強相関軌道縮退アンダーソンモデルの有限温度における素励起スペクトルを調べ、不純物準位が深くなるにつれ、素励起の状態密度は近藤領域特有の振る舞いを示すようになる事を明らかにしている。さらに、結晶場分裂によって系が基底二重項での近藤効果により記述される領域へ移り変わると、スピン励起の状態密度は低温で低エネルギー領域に顕著な増大を示すようになる事を明らかにし、この事が結晶場が大きい場合に観測されている比熱の tail 構造を説明する事を指摘している。また、ここで得られた素励起スペクトルは中性子散乱により観測される可能性がある事を指摘している。

以上のように、本論文は電子相関問題に対する基礎的モデルである一次元ハバードモデル、アンダーソンモデル及び強相関軌道縮退アンダーソンモデルの有限温度における素励起スペクトルに対して有用な知見を得ており、応用物理学、特に電子及び磁気デバイス工学の基礎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。