

氏名	かとうまさる 加藤 勝
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第1124号
学位授与の日付	昭和63年5月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学第一専攻
学位論文題目	異方的超伝導とスピン密度波との共存競合

論文調査委員 (主査) 教授 恒藤敏彦 教授 福留秀雄 教授 遠藤裕久

### 論文内容の要旨

近年活発に研究されている  $CeCu_2Si_2$ ,  $UBe_{13}$ ,  $UPt_3$  などの“重い電子系”とよばれる物質では、低温で f 電子と s 電子との混成が強い相互作用をするフェルミ液体を形成している。このような系は興味ある磁性を示すが、また 1 K 程度の転移温度で超伝導状態になる。この超伝導状態は通常の金属で見られる s 波スピン単一項の対形成によるものではなく、p 波、d 波等の対形成による異方的超伝導である可能性が大きいところから、注目されている。申請論文は、重い電子系におけるこの異方的超伝導と反強磁性とが本質的に関連した現象であるという考えに立ち、その関係を理論的に論じたものである。

申請者はこの問題の詳細な理論的解析が行えるように、2次元格子上のバンド状態をとる電子系を対象として、反強磁性状態と種々の超伝導とが出現するようなモデルを設定した。申請者はこのモデルに対し、反強磁性状態を表わすスピン密度波と超伝導との秩序パラメタに関する平均場近似を適用し、バンド巾、相互作用の強さ、温度などのパラメタを変化させたとき、両者の共存・競合関係がどうなるかを詳しく調べている。

申請文はまず、強い斥力相互作用をするフェルミ液体で生じる異方的超伝導は必然的にスピン密度波不安定性を持つことを2次元バンドモデルの枠内であるが一般的に示した。

次に  $UPt_3$ ,  $URu_2Si_2$  などのように高温側でスピン密度波転移を示す系で低温側で生じる超伝導状態の分類を行っている。すなわちスピン密度波のある状態で、種々の超伝導状態の不安定性をたんねんに調べ、対状態がスピン密度波と共存する型のもの、競合する型のものにわかれることを見出した。しかもこの分類が、対の波動関数の空間反転に関する対称性と、スピン密度波の持つ併進対称性のみによって定まり、モデルの詳細によらないことを示している。この結果にもとづき申請者は  $UPt_3$ ,  $URu_2Si_2$  で可能な超伝導状態の型をかなりのていどまで限定することに成功した。特に通常の s 波による等方的超伝導の可能性はないことを明確にしている。

## 論文審査の結果の要旨

ウラン化合物などの重い電子系とよばれる物質は、伝導電子の有効質量が電子の質量の千倍にもなり、通常の金属とは著しく異なる物性を示すことから最近注目を集めている。とりわけその超伝導状態は、普通の金属にみられるs波の対による等方的なものではなく、フェルミ面上でエネルギーギャップがゼロになる線を持つような異方的超伝導状態であることが実験的にほぼ確かめられている。しかしそれがs波の対によるものかd波の対によるものかなど詳細はまだ不明である。また重い電子系は多くの場合反強磁性を示し、それと超伝導との関係は重要な問題である。

申請論文は、強い斥力相互作用を持つ重い電子系では反強磁性と異方的超伝導とが密接な関連を持つという見地に立った理論的研究である。この研究の特色は、電子のバンド、相互作用の強さなどを特徴づけるパラメータを変化させたとき、反強磁性を与えるスピン密度波状態と種々の超伝導状態とがどのように共存・競合するかを詳細に調べた所にある。そのために申請者は電子のバンドとして2次元格子上のバンドモデルを採用しているが、えられた結果は3次元系にも適用されるものと期待される。主要な結果は、スピン密度波と共存する、あるいは逆に競合する超伝導の型の分類およびいろいろな場合の相図の計算などである。申請者はこれらの結果を(U, Th)Be<sub>13</sub>の第2の転移の解釈、UPt<sub>3</sub>, URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>の反強磁性下の超伝導状態の可能な型の解明に適用し、実験とある程度対応することを示している。特に前者の予測は後にミュオン共鳴の実験で裏づけられた。

以上のように申請論文は重い電子系の示す特異な超伝導の解明に向けて重要な寄与をし、この分野の研究の発展をうながしたものである。参考論文はいずれも本論文とは密接に関連しており、申請者の研究能力を示している。なお申請論文は共著であるが、申請者の寄与が大きいことを確認した。よって理学博士の学位論文として価値があると考えられる。

なお主論文および参考論文に報告されている業績を中心に関連した分野について試問した結果、合格と認めた。