

[口頭 21]

$\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ における多軌道型超伝導と多成分秩序変数：
 Sr_2RuO_4 , UPt_3 との関連も含めて

柳瀬 陽一： 東京大学大学院理学系研究科

これまでの超伝導理論のほとんどは単一軌道模型に対するものであり、(高温超伝導体など)それが妥当な物質を対象としている。重い電子系をはじめとする多くの異方的超伝導体は軌道自由度を持つが、その役割りについての理論的解析はほとんど行なわれていない。それらは豊富な物性現象を含んでおり、新たな超伝導機構も期待できるため非常に興味深い問題である。そこで、我々は d -電子系超伝導に的を絞り、この問題に取り組んでいる。

本講演においては、コバルト系酸化物超伝導体 $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ に対する我々の理論解析の結果をお話する。そこで、我々はこの物質を記述する3軌道ハバードモデルを構成し、FLEX近似と摂動論を併用して解析を行なった。バンド計算の結果によれば、 A_{1g} フェルミ面 E_g フェルミ面と呼ばれる2種類のフェルミ面が存在するが、ARPESの測定結果により E_g フェルミ面の有無が議論の対象になっている。我々の計算結果によれば、 E_g フェルミ面が存在しない場合は異方的超伝導の可能性はほぼ期待できない。一方、それが存在する場合は広い範囲でスピン三重項超伝導が期待される。後者の可能性を示唆する実験結果を紹介し、その後の理論解析の結果を議論したい。

この系のスピン三重項超伝導メカニズムにおいては軌道自由度が本質的かつ積極的な役割りを果たしている。これまでに Sr_2RuO_4 や Ce115 系を対象とした多軌道模型の解析が存在するが、軌道自由度が積極的に働く機構を示した例としてはこれが初めてのものである。その意味で多軌道型超伝導の典型例となることを期待している。

また、スピン三重項超伝導の興味深い性質の一つは多成分秩序変数である。この内部自由度を議論するため、我々はスピン-軌道結合を含む多軌道模型の解析を行なった。その結果から解ったことは、スピン-軌道結合による多成分秩序変数の構造決定には電子相関の性質によらない一定の法則があるということである。強相関電子模型においてこのようなほぼ厳密な結果が得られることは稀である。我々はここで得られた結果に基づいて有効BCS模型およびGinzburg-Landau理論を導出し、予想される磁場中相図を決定したので、その結果についてもお話したい。

スピン三重項超伝導の多成分秩序変数に関する微視的理論としては、この計算の他に我々が行なった Sr_2RuO_4 に対する解析がある。両者の比較により、この2つが密接な関係にあり、 t_{2g} 電子系の典型例を構成することを紹介したい。また、 Sr_2RuO_4 の平行磁場中相図についても最近発展があったので紹介したい。

超伝導対称性を決定する強力な実験手段としてこれまでNMRが広く用いられてきたが、その妥当性に対する議論が行なわれているようである。その主な対象となっているのは Sr_2RuO_4 や UPt_3 であるが、これらを議論する際にはスピン-軌道結合の役割りが一つの焦点となる。そこには多少の誤解があるように思われるので、時間の一部を使い、微視的理論の立場からコメントしたい。