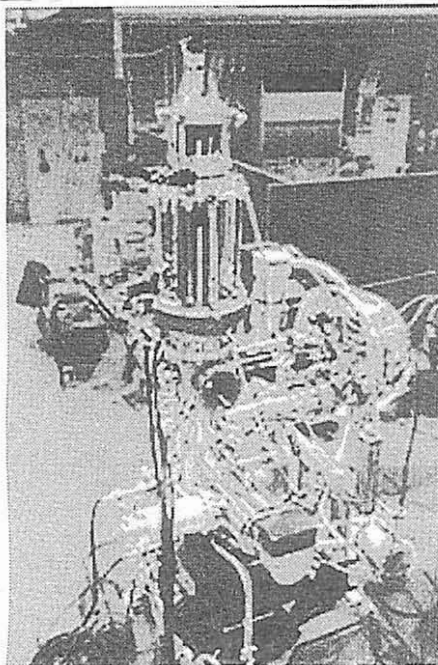


新しい鉄系高温超伝導物質

分子研のシンクロトロン光源使って

意外な電子構造解明

分子科学研究所(分子研) 光物性測定器開発研究部門 の木村真一准教授および中



分子科学研究所極端紫外光研究施設のシンクロトロン光源UVSOR-IIに設置されている3次元角度分解光電子分光装置

国復旦大学のD・L・Feingold教授らの研究グループは、分子研極端紫外光研究施設(UVSOR施設)のシンクロトロン光源を用いて、超伝導を微視的に示

したBCS理論の予想よりも高温で、超伝導状態となる新規な鉄系超伝導物質(A_{0.8}Fe₂Se₂)について、その仕組みを解明することに成功した。

現在、広く実用化されている超伝導材料は、電子同士を弱く引きつけるために格子振動を媒介としており、空間的に一様なクーパー対が形成される。これをs波状態とする。BCS理論によれば、超伝導になる

温度は最高でも40ケルビン程度と考えられているが、鉄系超伝導物質では、55ケルビンに達するものもあり、従来のBCS理論では説明できない。そこで、s波的な格子振動を媒介としたペアを形成しているのではなく、特定方向に動く伝導電子とほとんど動かない正孔との間で磁気ゆらぎ(磁石になったりならなかったりする状態)を媒介としてs±波状態と呼ばれるクーパー対が形成されているものと考えられてきた。

研究グループは、UVSORからのシンクロトロン光を使い、光電効果によって飛び出してきた電子のエネルギーと運動量を観測する高分解能3次元角度分解光電子分光法を用いて、A_{0.8}Fe₂Se₂(A₁₁K, Cs)の電子構造を詳細に調べた。

その結果、これまで鉄系超伝導物質で共通に観測された特定の運動量を持つ伝導電子(動く伝導電子)と運動量がゼロに近い正孔(ほとんど動かない正孔)のうち、正孔が存在せず、その位置に電子が存在することがわかった。木村准教授によると、鉄系超伝導体では伝導電子と正孔間の磁気ゆらぎが媒介となるs±波(電子のフェルミ面とホールのフェルミ面の間で超伝導ギャップ関数の符号が反転するもの)がクーパー対を作る元になっていると考えられていたが、A_xF_{e₂}Se₂では正孔の位置に電子がいることがわかった。s±波の存在が否定され、その代わりに従来のBCS理論で使われてきたs波(超伝導ギャップ関数の符号が反転しない)ということがわかったという。このことは、鉄系超伝導体の超伝導発現機構が従来のBCS理論の枠組みで考えられることを表している。

木村准教授の話「超伝導体をはじめとする多くの機能性物質の電子構造を正確に決定し、物性が発現するメカニズムを解明していきたい。そのためには、分光法をはじめとする新しい方法論の開発が重要であると考えている。これまでの歴史を鑑みると、新しい方法論の構築が科学の発展に大いに寄与していることは明らかである。そのため、新しい方法論を開発することで、より詳細な新しい物理の構築に努めていきたい」