

# 論文審査の結果の要旨

氏名小泉健二

本論文は、「光電子分光による低次元有機導体の電子状態の研究」と題し、全 6 章から成り立っており、真空紫外線レーザーを用いたバルク敏感光電子分光を用いて、擬 1 次元有機導体の電子状態の研究を行っている。

第 1 章の序論では、有機導体の興味深い電子物性を研究する意義について述べている。有機導体は、電荷密度波(CDW)やスピン密度波(SDW)、エキゾチック超伝導など多彩な基底状態を取りうるとともに、金属相においても Fermi 液体から Tomonaga-Luttinger 液体への次元のクロスオーバーなど、多様な物性を含み、独特で魅力的な物質群であることを述べている。

第 2 章では、光電子分光の原理について述べた。また、有機導体は試料の取り扱いが難しく、測定が困難なことから、特に角度分解光電子分光の報告は世界的にもほとんどないことを述べている。真空紫外線レーザー(7eV)を用いた角度分解光電子分光は、レーザーの単色性により高分解能であるだけでなく、低エネルギーのため光照射による損傷を抑えることができ、また有機導体中で伝導を担う s,p 電子に対するクロスセクションが大きいといった特徴を持つ。さらにはバルク敏感性も併せ持つため、有機導体の測定に有利な手法である事を述べている。

第 3 章では、典型的な擬 1 次元有機導体である TTF-TCNQ のレーザー光電子と、ヘリウムランプを用いた光電子分光を比較した。レーザー光電子が、クロスセクションの関係から TTF バンドを観測していること、及び、そのバルク敏感性から、ヘリウムランプで観測した実験結果と異なり、バンド計算でよく説明できることを示している。表面とバルクで電子状態が異なるのは、表面分子の傾きが異なるためにバンド幅が異なるためであると思われる。

第 4 章では、TSF-TCNQ の角度分解光電子分光の結果を示している。TSF-TCNQ は典型的な擬一次元導体であり、低温で電荷密度波 (CDW) を形成する。さらに電子構造が単純で、CDW 転移点は 29K と低く、擬一次元導体の電子状態を明らかにするのに最適な物質である。ブリルアンゾーンの  $E_F$  の強度マッピング ( $T_c$  以上ではフェルミ面となる) の温度依存性では一次元的な形状であることを示している。高温では、Tomonaga-Luttinger 液体的な振る舞いを示しているが、バンド分散は低温になるに従い、バンド分散のバンド幅は鋭くなり、光電子ピークが、フェルミ準位に急速に近づく現象を発見した。これは、有機物の擬一次元導体特有の興味深い現象であると思われるが、その詳細は今後の研究課題である。運動量分布関数 (MDC) の幅は、電気抵抗を比例し、光電子スペクトルは、電気抵抗値をよく説明できることが分かった。一方、 $T_c$  以下で、CDW ギャップを観測することが出来、他の実験方法で観測された CDW ギャップと大体一致した。また、低温においては TSF バンドの分裂を観測した。これはスピノンとホロンのバンド分裂と考えられ、1 次元ハバード模型の計算から  $U/t=1.0$ ,  $t=0.28eV$  程度であると見積もられ、TTF-TCNQ の場合より、弱相関係であることが判明した。

第 5 章では、 $(TMTSF)_2PF_6$  の角度分解光電子分光について述べている。 $(TMTSF)_2PF_6$  は多彩な物性を有し、大変興味深い物質であることが分かっているが、今まで ARPES の測定が困難で

あり、成功報告はなかった。そこでレーザーARPESを用いて測定を行った。その結果、 $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ のバンド分散を世界で初めて観測した。また $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ のフェルミエッジも観測され、 $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ が2次元か3次元のフェルミ液体に従う金属であることを示唆している。また、SDW転移点上下の $\Gamma$ -X方向の $k_F$ のEDCの温度変化からリーディングエッジのシフトを観測し、そのシフト量からSDWギャップが3meV程度であることがわかった。これは、STM測定や平均場の理論から求められた値と、コンシステントである。

第6章では、研究の総括がなされている。

以上、論文提出者は、本研究で、これまで不可能であった、有機物の光電子分光に成功し、多様で、魅力的な物質群である擬一次元有機伝導体の研究に大きく寄与することが出来た。電荷密度波(CDW)やスピン密度波(SDW)、エキゾチック超伝導など多彩な電子状態の研究とともに、Fermi液体からTomonaga-Luttinger液体への次元のクロスオーバーなどの研究において、大きな成果を上げることが出来た。

なお、本論文の一部は石坂香子、加藤礼三、木須孝幸、大川万里夫、辛埴各氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験、解析を行ったものであり、また共同研究者全員の同意承諾書が提出されていることに鑑み、論文提出者の寄与は十分であると判断できる。

従って、本委員会は論文提出者に対し博士(科学)の学位を授与できると認める。

以上 2045 字