

審査の結果の要旨

氏名 岡田 純平

1984年に準結晶が発見されて以来、多くの研究手法を用いて準結晶の研究が行われてきた。その大きな研究目標は「準結晶の特質は何か」を明らかにすることである。しかしながら、準周期性で特徴付けられる準結晶の電子構造の特質は何か、すなわち準周期性は電子構造にどのように反映されるのかという問題は極めて重要であるにもかかわらず、未だに本質的な答えは得られていない。本研究の目的は、この問題の解決に対して有効な実験結果を得てそれを解析することである。本論文は、Break Junction Spectroscopy (BJS) 測定、高分解能コンプトン散乱測定を用いて準結晶の電子構造を解析し、重要な知見を得ることに成功した本研究の経緯と結果を纏めたものである。

論文は4章からなる。第1章は緒言であり、これまでの準結晶研究の成果と問題点、準結晶の原子構造、電子構造の特徴について説明し、本研究の目的について述べている。

第2章では、トンネル分光測定手法の一つであるBJSを用いた準結晶の電子構造研究について述べている。これまでにBJSを準結晶研究に用いた例が無いため、本研究では初めに数多くの予備測定を行い準結晶のスペクトルの特徴を把握した。次に、非常に良質な単準結晶を用いた精密な測定を行った。その結果以下に述べる2つの主な成果が得られた。第1の成果は、BJS測定によって*i*-AlCuFe準結晶のフェルミ準位 (E_F) 付近における電子状態密度に幅3.3~6.5meVの微細なスパイク状のディップが存在することを明確に観測したことである。この微細な電子構造は、準周期性を反映して現れると理論的に予想されている電子構造に対応しており、学術的に意義深い。なお、この微細な電子構造は*d*-AlCuCo準結晶、*i*-AlPdMn準結晶の測定においても観測されており、微細な電子構造が準結晶に共通する電子構造である可能性が高いことを明らかにした。第2の成果は、 E_F 近傍に幅140~145meVの擬ギャップを明瞭に観測したことである。この擬ギャップはフェルミ面と擬ブリルアンゾーンの相互作用あるいはd状態と伝導電子状態の混成により形成されると考えられており、すでに光電子分光測定や比熱測定によって間接的にその存在が確認されていたが、直接に観測されたのは本研究が初めてである。

第3章では、放射光(SPring-8)を用いた高分解能コンプトン散乱測定による準結晶の電子構造研究について述べている。第3章で得られた主な成果は次の2点である。第1は電子の運動量分布について定量的な情報を得ることができるというコンプトン散乱の特徴を活かし、準結晶の自由電子的な電子数を初めて定量的に求めたことである。これに基づい

て準結晶の安定性と Hume-Rothery 機構の関係についての解析を試みた。このような視点での実験研究は全く新しいものであり、準結晶以外の合金研究へも適用が可能である。第2の成果は、*i*-CdYb 準結晶のコンプトン散乱測定で *sp-d* 混成を反映する可能性の高いコンプトンプロファイルを観測したことである。もしこれが混成を捉えているのであれば、このプロファイルから混成状態にある電子数を定量的に決定することができる。混成状態は固体内の電子状態として広く存在するので、混成状態を定量的に解析できることは学術的に意義深い。

第4章は総括である。第2章、第3章で得られた実験結果、知見を総括し、本論文の学術的意義を明らかにしている。また、本研究の今後の展開の可能性について述べている。

以上のように、本論文は準結晶合金の電子構造について新しい実験手法による測定と解析を行い、学術的に意義深い結果を得たことを内容としており、これらの新しい測定手法が準結晶の電子状態の研究に極めて有用であることを示すことに成功している。本研究で用いた手法は準結晶以外の金属物性研究への適用が可能であり、本研究の成果は金属物性工学への寄与が大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。