

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 李 尚

論 文 題 目 励起子絶縁体 Ta_2NiSe_5 および擬ギャップ系
 $Ru_{1-x}Rh_xP$ における新奇電子物性の研究

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	伊 藤 正 行
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	工学博士	和 田 信 雄
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	紺 谷 浩
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	小 林 義 明
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	槇 互 介

論文審査の結果の要旨

固体中では、 d 電子が持つ電荷、スピン、軌道および格子の自由度の秩序や揺らぎによって電子が示す新奇な相（電子相）が現れる。高温超伝導銅酸化物、鉄系超伝導体などで現れる擬ギャップや電子ネマティックと言われる特異な現象は、その代表例である。現在、新奇な電子状態を求めて様々な物質群の探索が行われている。そのような物質群の一つとして、最近、励起子絶縁体 Ta_2NiSe_5 やルテニウム化合物 $\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x\text{P}$ が見出され、その物性に興味を持たれている。 Ta_2NiSe_5 の発見は、これまで有力な候補物質がなかったためにあまり進んでいなかった励起子絶縁体の実験的研究に新たな展開をもたらした。また、 $\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x\text{P}$ では、金属相、擬ギャップ相、非磁性絶縁体相および超伝導相が現れるなど多彩な電子相を持つ。しかし、これらの物質で出現する新奇電子相の物性とその発現機構は、十分には理解されていない。申請者は、それらの電子状態と物性発現機構の解明を目指した研究を行った。

申請者は、まず、励起子絶縁体候補物質である Ta_2NiSe_5 の核磁気共鳴（NMR）測定を行った。単結晶試料を用いた角度分解 NMR 実験から、ナイトシフトテンソルを決定し、サイト対称性にもとづくナイトシフトの解析から、局所帯磁率を導出した。この局所帯磁率は、スピン帯磁率のみでは説明できないことを示し、軌道反磁性帯磁率が寄与する可能性があることを指摘した。また、超微細相互作用定数から Se の軌道分極率の評価を行った結果、Ni $3d$ -Se $4p$ の混成が大きく、バンド計算の結果と整合する結果を得た。さらに、核スピン格子緩和率が、励起子絶縁体転移直下でコヒーレンスピークを示さないことを見出し、この測定が、電子ホール対の励起子凝縮が存在するか否かを検証するうえで有効な手段になり得ることを示した。

次に、申請者は、 $\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x\text{P}$ の NMR 測定を行い、多彩な電子相の物性を調べた。母物質の RuP は、高温金属相、擬ギャップ相、低温非磁性絶縁体相へ逐次相転移を起こすことを明確に示した。この系においては、Ru を Rh で置換することによって、擬ギャップ相が抑制され、その近傍で超伝導相が出現する。この擬ギャップ相では、核スピン格子緩和率が、弱い電子間相互作用を持つ遍歴電子系に対して適用できる修正コリンハ式に従うことを見出した。この解析にもとづいて、擬ギャップ相では、Rh 組成を増やすと反強磁性相関が抑制され、金属相との相境界でほとんど消失することを明らかにした。このことは、超伝導は磁気揺らぎによらないことを示している。また、超伝導を示す Rh 組成の核スピン格子緩和率が、超伝導転移温度の直下でコヒーレンスピークを示すことから、この超伝導は Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) 超伝導であることを結論づけた。

これらの結果は、励起子絶縁体と擬ギャップ相を持つ超伝導体で現れる新奇な電子相の物性を局所的な側面から明らかにしたもので、 d 電子系の電子物性の研究に寄与するものと高く評価できる。また、参考論文は、鉄系超伝導体の正方晶で、結晶構造の対称性が低下していることを見出したものであり、価値あるものである。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。