

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 中村 康晴
 学位 博士 (理学)
 学位記番号 新大院博 (理) 第 427 号
 学位授与の日付 平成 30 年 3 月 23 日
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
 博士論文名 遷移金属ダイカルコゲナイドにおける空間反転対称性の破れと超伝導の理論研究

論文審査委員 主査 教授・大野 義章
 副査 教授・吉森 明
 副査 教授・摂待 力生
 副査 准教授・奥西 巧一
 副査 准教授・柳瀬 陽一 (京都大学)

博士論文の要旨

中村康晴氏はその博士論文において遷移金属ダイカルコゲナイドの超伝導に関する理論研究を行った。近年のテクノロジーの発展により、人工的に作成された 2 次元電子系の研究が活発に行われている。その代表的例の一つが酸化物界面であり、もう一つが遷移金属ダイカルコゲナイドなどのファンデルワールスヘテロ接合である。中村康晴氏は修士課程において酸化物界面における超伝導の研究を行い、それに引き続き博士課程において遷移金属ダイカルコゲナイドの研究を行った。

中村氏の研究のキーワードは「空間反転対称性の破れ」と「スピン軌道相互作用」である。一般に人工 2 次元電子系では基盤の影響あるいは結晶そのものの特徴により空間反転対称性が破れている。そのとき、相対論効果により反対称スピン軌道相互作用と呼ばれる特異なスピン軌道相互作用が発現することが知られている。このスピン軌道相互作用はバルク物質にも現れることがあるが、その影響が超伝導特性に現れることは極めて珍しい。その理由は、バルク超伝導体の磁気特性が軌道効果に支配されているためである。一方、3 次元的な軌道運動が妨げられる人工 2 次元電子系では、軌道効果が存在しない。そのため、人工 2 次元電子系の超伝導は、空間反転対称性の破れ、相対論的なスピン軌道相互作用、超伝導、の協奏効果を見る格好の舞台である。

このような背景のもと、中村氏は大きく分けて 2 つの研究を行った。以下においてそれらを項目別に記述する。

(1) MoS₂におけるスピンバレーロッキングに守られた超伝導

単層 MoS₂における電界誘起超伝導は、2012年に東京大学岩佐グループによって発見された。中村氏は岩佐グループと共同研究を行い、面内磁場中で60テスラを超える巨大臨界磁場が実現することを発見した。この磁場はパウリ極限として知られる臨界磁場の上限を5倍程度超えるものである。中村氏は第一原理計算に基づいて強束縛モデルを構成した。その超伝導を平均場理論によって解析し、60テスラ程度の臨界磁場を定量的に説明することに成功した。この解析により、巨大臨界磁場はスピン軌道相互作用由来のスピンバレーロッキングに由来することが判明した。この研究成果は *Nature Physics* 誌に掲載された。

(2) 2層遷移金属ダイカルコゲナイドにおける奇パリティ超伝導

近年の実験研究により、単層のみならず多層系遷移金属ダイカルコゲナイドにおいても超伝導が発見されている。中村氏は特に2層系超伝導体に着目し、スピン軌道相互作用と面内磁場の協力効果により奇パリティ超伝導が実現することを理論的に予言した。奇パリティ超伝導は自然界において大変珍しく、中村氏の研究はその人工的な実現を可能にする方法を示している。この研究成果は *Phys. Rev. B* 誌に掲載された。

審査結果の要旨

中村康晴氏が行った研究は、人工2次元電子系における空間反転対称性が破れた超伝導の実在を証明し、それによるエキゾチックな超伝導状態を明らかにするものである。近年のテクノロジーの発展により可能となった人工的2次元電子系の物性研究は国際的に活発な研究分野である。その代表的例の一つである遷移金属ダイカルコゲナイドにおいて発現する超伝導が空間反転対称性の破れによる相対論的なスピン軌道相互作用に守られており、60テスラを超える巨大臨界磁場が実現することを示した研究は、基礎研究から応用研究にわたる広範な分野にインパクトを与えている。また、遷移金属ダイカルコゲナイドを多層化することでバルク超伝導体では滅多に実現されない奇パリティ超伝導が実現することを提案した理論研究は、現在行われている実験研究を触発している。これらの研究成果は申請者の主体的な研究により可能となったことが認められる。

よって、本論文は博士（理学）の博士論文として十分であると認定した。