

● 第12回集中連携研究会

「 Sr_2RuO_4 の超伝導対称性とトポロジカル超伝導」

2013年6月8日（京都大学）

第12回集中連携研究会は第11回の翌日に開催した。トポロジカル超伝導体の典型としてのクーパー対の軌道状態が時間反転対称性を破る「カイラル超伝導体」の最有力候補である Sr_2RuO_4 の超伝導対称性を真に確定するために必要な実験や理論について、関係の本新学術領域メンバーに加えて領域外からも研究者を招へいして参加者約30名で集中的な討論を行った。

まず前野悦輝（京大、領域代表・A01）が新学術領域全体の趣旨説明を行った後、「 Sr_2RuO_4 の超伝導対称性」について現状と問題点をまとめた。NMRから得られたスピン三重項性の証拠の信頼性が高いことを含め一次証拠とみなせるものと、重要な二次証拠とに分けて整理し、一次証拠のさらなる強化と、位相敏感な実験や半整数フラクソイド実験の重要性などをまとめた。また1次相転移や上部臨界磁場の抑制メカニズム解明などの未解決問題について現状を解説した。続いて髭本亘（原子力機構、新学術「USM」のメンバー）は「 μSR から見た Sr_2RuO_4 の超伝導対称性」の題目で、時間反転対称性の破れた超伝導の証拠であるミュオンスピン回転のこれまでの結果をまとめ、 μ -やミュオン・ナイトシフト測定の可能性などの展望も行った。米澤進吾（京大、A01）は「バルク測定から見た Sr_2RuO_4 の超伝導対称性」をテーマに上部臨界磁場や諸物性の磁場応答の面内異方性に着目した講演を行った。柏谷聡（産総研、A01）は「接合系の実験から見た Sr_2RuO_4 の超伝導対称性」についてこれまでの知見をまとめ、ジョゼフソン電流の超伝導位相差依存性から超伝導対称性を決定する概念や、コーナー接合や磁場・電流方向の同時反転での対称性の破れについて議論した。

午後のセッションでは、まず野村拓司（SPRING8）は「微視的理論から見た Sr_2RuO_4 の超伝導対称性」について、これまでの様々な理論提案のレビューを行うとともに、実際とは少し異なるフェルミ面を仮定し、特にファンホープ特異点付近の状態密度を増大させるとp波超伝導が不安定になることなどを議論した。町田一成（岡山大、D03）は「 Sr_2RuO_4 の理論：スピン三重項の立場から」、上部臨界磁場の異方性をパウリ対破壊効果で説

明した。柳瀬陽一（新潟大、D04）は「 Sr_2RuO_4 の理論：スピン三重項の立場から」、クーパー対に対するスピン軌道相互作用の効果の小さい理由や、面に垂直磁場でのヘリカル超伝導状態の可能性などを提唱した。

休憩後のセッションでは、井澤公一（東工大、A01）が「 UPt_3 の超伝導対称性理解の現状 Review」として、奇パリティ（スピン三重項）超伝導対称性の枠内で、長年の「定説」を覆す新たな超伝導対称性の有力証拠となる熱伝導率の実験結果を含めてレビューを行い、従来の定説を支持する実験と新たな解釈との関係についても議論した。橘高俊一郎（東大物性研）は「 UPt_3 の磁場中比熱」について最近のデータを基に、熱伝導率の結果から期待される磁場方向に対する2回対称性がまだ観測されていないこと、またナイトシフトからは理解できない上部臨界磁場の抑制効果について Sr_2RuO_4 との類似性を議論した。また UPt_3 がヘリウムB相と類似のトポロジカル超伝導と認識できる点も議論した。最後に藤本聡（京大、D04）は「カイラル超伝導の熱ホール効果と Sr_2RuO_4 との関連」として、カイラルエッジ状態のマヨラナモードの担う、熱流に対して垂直方向の温度差がトポロジカルに保護された物理量であることと、3つのバンドからなる Sr_2RuO_4 での観測可能性について議論した。

これらの集中的な討論を通して、カイラル超伝導体の最有力候補である Sr_2RuO_4 の超伝導対称性を真に確定するために必要な実験や理論についての指針が確認できた。カイラル・スピン三重項超伝導状態の根拠となる実験的証拠を精査する共に、これまでのシナリオで説明が困難な実験事実を明確にし、それらも含めて説明できる総合的な「対案」があるのかについて認識が深まった。プロジェクトの残り2年間で、どこに焦点を当てて目的達成を目指すのかの指針が確認できた。また、従来の超伝導対称性シナリオの見直しを迫る実験的証拠が挙げられた UPt_3 について、これまで蓄積されてきた実験事実が新たなスピン三重項超伝導対称性でどのように説明できるのかも吟味でき、新しい解釈が世界的なコンセンサスを得るための方向性も明らかになった。

（文責、前野悦輝）

第12回集中連携研究会

