

中央大学特定課題研究費 ー研究報告書ー

所属	理工 学部	身分	准教授
氏名	土屋 俊二		
NAME	TSUCHIYA SHUNJI		

1. 研究課題

（和文）ヒッグスモードの観測を通じた超伝導体 Sr₂RuO₄ の対称性の決定

（英文）Study of Higgs modes in unconventional superconductors Sr₂RuO₄

2. 研究期間

2年間（2018, 2019年度）

3. 研究の概要（背景・目的・研究計画・内容および成果 和文 600字程度、英文 50word程度）

（和文）超伝導は、低温において電気抵抗が消失する現象で、固体中の電子がクーパー対と呼ばれるペアを組み、最低のエネルギー状態に凝縮することにより発現する。超伝導体 Sr₂RuO₄ ではクーパー対がトリプレットの対を組むスピン三重項の超伝導状態が実現していると考えられ、通常のBCS理論では記述できない非従来型超伝導体の代表例として発見以来注目を集めている。他方、ヒッグスモードは秩序パラメタの振幅の振動に伴う超伝導体特有の集団モードであり、最近のテラヘルツ光を用いた観測により初めて詳細な研究が可能となった。超伝導体中のヒッグスモードの性質を調べることにより、秩序パラメタの対称性など超伝導体の様々な性質を解明するヒントが得られると期待される。本研究では、超伝導体 Sr₂RuO₄ のヒッグスモードの検出を通じ、Sr₂RuO₄ の超伝導秩序パラメタを特定することを提案した。2018年度は、等方的な超伝導体のヒッグスモードについて調べた。弱結合状態から強結合状態への移行に伴うヒッグスモードの減衰率の変化について、ダイナミクスを数値シミュレーションすることにより調べたところ、先行研究では時間の-1/2乗から-3/2乗へ不連続的に変化することが予想されていたが、実際は連続的に変化することを明らかにした。また、超伝導体中の不純物の周りに局在したヒッグスモードが存在することや、ヒッグスモードがポテンシャルを完全透過する可能性などについて理論的に明らかにした。2019年度は、スピン三重項の超伝導体の集団モードがネマティック秩序の不安定性を示すことを明らかにした。

（英文）Superconductivity is a dramatic phenomenon that involves disappearance of electric resistivity at low temperatures. In the standard BCS theory, electrons form singlet pairs and they are Bose condensed in the lowest energy state in the superconducting state. Sr₂RuO₄ is a candidate of unconventional superconductors in which spin-triplet pairing is realized. Meanwhile, Higgs mode is a collective mode peculiar to superconductors: It involves oscillations of amplitude of order parameters. It is expected that detailed study of Higgs modes reveals various aspects of superconductors. We theoretically studied Higgs modes in Sr₂RuO₄. In 2018, we calculated damping rate of Higgs modes over the BCS-BEC crossover and investigated localized Higgs modes in the vicinity of impurity potentials. In 2019, we studied Higgs modes in triplet pairing superconductors.