

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	橘高 俊一郎		
NAME	KITAKA Shunichiro		

中央大学特定課題研究費による研究期間終了に伴い、中央大学学内研究費助成規程第15条に基づき、下記のとおりご報告いたします。

1. 研究課題

磁場方位制御可能なサブピコメートル膨張計の開発と新奇超伝導相の研究

2. 研究期間

2021・2022年度

3. 費目別収支決算表

掲載省略

4. 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）

磁性体が磁場中で別の秩序状態へ相転移するように、超伝導体もクーパー対の内部自由度を利用して異なる超伝導状態へ相転移することが起こり得る。例えば、パウリ常磁性効果の強い第二種超伝導体では、強磁場下でクーパー対が有限の重心運動量を持つ特殊な超伝導状態（FFLO 状態）に相転移すると予言されている。こうした超伝導の標準理論の枠組みを超えた新奇現象は新たな学理を切り拓く鍵となるが、実験的に確立された例はほとんど無い。その要因として、相転移に伴う物理量の異常が微弱であること、発現条件に厳しい制約が課されることなどが考えられる。そこで本研究では、サブピコメートルにまで分解能を向上させた膨張計を開発し、「磁場方位」も制御要素に加えた極低温磁歪測定を実施して超伝導内部相転移の観測・解明に挑んだ。その結果、Sr₂RuO₄ と CeCoIn₅ において FFLO 相転移を示唆する超伝導内部相転移を自作のサブピコメートル膨張計で検出した。特に CeCoIn₅ においては、c 軸方向の磁場下で、c 軸磁歪では超伝導 2 段転移が検出される一方、a 軸磁歪では超伝導相転移が 1 つしか観測されないことを明らかにした。以上のように、異なる方位の磁歪測定から FFLO 相の秩序変数に密接に関係しうる実験事実が得られた。

（英文）

When the Pauli paramagnetic effect is enough strong, type-II superconductors can show a phase transition to a superconducting state (FFLO state) with finite center-of-mass momentum of Cooper pairs from the BCS state under a strong magnetic field. Such novel phenomena beyond the framework of the standard theory of superconductivity are key to understand mechanism of unconventional superconductivity. However, few examples have been established on experimental grounds. This is because the anomalies of physical quantities associated with the phase transitions are very weak and several strict conditions are required to realize the FFLO state. In this study, we developed homemade dilatometers with a high resolution of better than 1 pm and performed magnetostriction measurements with a precise control of the magnetic field orientation. We detected superconducting internal phase transitions in Sr₂RuO₄ and CeCoIn₅, which suggest the FFLO phase transition. In particular, in CeCoIn₅, a double superconducting transition was detected in c-axis magnetostriction while only one transition was observed in a-axis magnetostriction under c-axis magnetic field. This anisotropy may provide crucial information on the spatial modulation vector q of the FFLO phase.