

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

|        |                                |
|--------|--------------------------------|
| 研究担当者  | 小森祥央                           |
| 研究機関名  | 名古屋大学                          |
| 所属部署名  | 理学研究科                          |
| 役職名    | 助教                             |
| 研究課題名  | 超伝導マルチフェロイクスによる超省電力メモリの創製      |
| 研究実施期間 | 2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日 |

研究成果の概要

本期間では、強誘電体/強磁性体界面で生じるマルチフェロイク秩序を用いることで、超伝導と磁性の相互作用の電圧制御の実証を行った。具体的には、超伝導エレクトロニクスにおける低消費電力のメモリデバイスとして期待される超伝導スピンバルブ（強磁性体/超伝導体/強磁性体の 3 層構造）を強誘電体の上にエピタキシャル成長させた構造を作製し研究を行った。強誘電体を電圧で変形させることで、超伝導特性および磁気特性の制御が可能であることが見い出され、結果として、磁化反転を用いずに、超伝導スピンバルブの超伝導状態と抵抗状態のスイッチングが可能であることが実証された。この知見は超伝導スピンバルブのみならず、超伝導-磁性相関に基づくあらゆる素子への応用が可能であり、例えば、超伝導体/強磁性体/超伝導体の 3 層構造からなる磁性ジョセフソン接合における基底状態の位相差(0 か  $\pi$  か)の電圧制御にもつながると考えられる。このような、磁場印加が不要な電圧による超伝導-磁性相関を制御は、超伝導エレクトロニクスが抱える集積化の課題の解決にもつながると考えられる。

また、酸化物の超伝導体/強磁性体界面において、スピン三重項超伝導状態をはじめとした非従来型超伝導状態の誘起に重要な、クーパー対のスピンと磁化のスピンの特異な交換相互作用に関する知見を得ることができた。超伝導ギャップの異方性と強磁性体の導電性が交換相互作用に強く影響することが見い出され、界面でのスピン三重項超伝導電子対によるスピン輸送の評価に向けて、40GHz 以上の高周波測定を低ノイズで行うための研究環境の構築も行った。

さらに国際・国内の共同研究によって、金属超伝導体から生成したスピン三重項超伝導電子対によるスピン輸送の実証、新規ハニカム酸化物の特異な低温磁気特性、超伝導-半導体接合における量子化コンダクタンスの電圧制御に関する成果をあげ、それぞれ論文で発表した。

