

RESEARCH CO1

超伝導と接合した半導体二次元電子系における非平衡スピン輸送と超伝導近接効果

中村 壮智 / 東京大学 物性研究所 助教

半導体ヘテロ構造に生じる二次元電子系に超伝導体を接合して、その内部で起きる超伝導現象の研究を行っています。ヘテロ構造中の二次元電子は半導体のバンドと構造に起因する強いスピン軌道相互作用があるため、近接効果超伝導は非自明なトポロジーを持つことが期待できます [1]。一方で、二次元電子中を流れる電流はスピホール効果 [2] によってスピン流を引き起こすことが知られていますが、近接効果超伝導がこのような非平衡スピン流によってどのように影響されるのかは自明ではなくとても興味深い問題です。

本研究では InAs の量子井戸と Nb などの従来型超伝導体の接合においてスピン流と超伝導の関係を調べて研究を行っています。これまで、超伝導電流と電流、スピン流を独立に制御し伝導特性を調べることで、極めて小さなスピン流で超伝導電流が制御できることが分かりました (図)。これはスピン軌道相互作用によって電子が Zitterbewegung と呼ばれるジグザグ運動をし [3]、二次元電子系のスピン密度に連のような斑が生じることで超伝導破壊効果が生まれるためだと考えられます。このことは半導体二次元電子系で観測されているスピホール角が理論的に考えられるよりも小さいこととも整合しており、二次元電子系のスピホール効果を考える際に Zitterbewegung が無視できない要素であることを示唆しています。

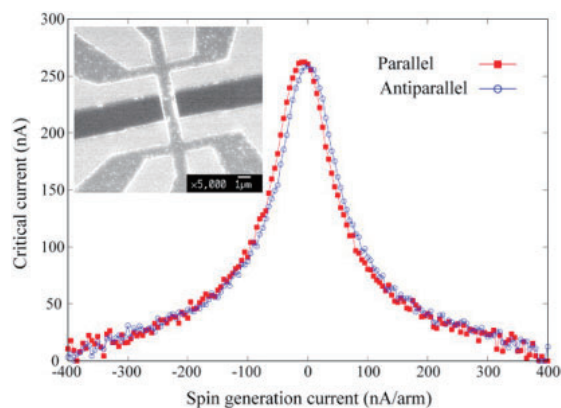
また本公募研究とは別に、半導体ヘテロ構造の二次元電子系だけでなく、磁性半導体 [4] や原子層トポロジカル絶縁体 [5] を用いて超伝導接合を作成し、トポロジカル超伝導を生み出す研究も進めています。今後、様々な物質を舞台にトポロジカルな非平衡伝導現象について新しい知見を得たいと考えています。



なかむら・たけとも

1983 年生まれ。大阪府出身。2012 年京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。2010 年日本学術振興会特別研究員。2012 年より現職。超伝導現象やスピン輸送現象に興味を持って研究を行っています。

- [1] S. R. Elliott et al., Rev. Mod. Phys. **87**, 137 (2015).
- [2] J. Sinova et al., Rev. Mod. Phys. **87**, 1213 (2015).
- [3] Y. Iwasaki, TN, et al., Sci. Rep. **7**, 7909 (2017).
- [4] T. Nakamura et al., Phys. Rev. Lett. **122**, 107001 (2019).
- [5] H. Mine, TN, et al., Phys. Rev. Lett. **123**, 146803 (2019).



図：ジョセフソン電流のスピン生成電流依存性。内挿図は試料の電子顕微鏡写真。