

半導体二次元電子系と超伝導体の接合における 新奇輸送現象の探索と解明

中村 壮智 / 東京大学 物性研究所 助教

半導体ヘテロ構造における二次元電子系と超伝導体との接合の量子輸送現象の解明に取り組んでいます。半導体を1層ずつエピタキシャルに成長したヘテロ構造に生じる二次元電子系は、半導体そのものの性質に加え、構造に起因する強いスピン軌道相互作用や量子閉じ込め効果のために、スピンホール効果 [1] やスピン偏極電流 [2] といった興味深い非平衡伝導現象が期待できます。この二次元電子系と超伝導体の接合において、両者の性質が混ざり合うことで現れるトポロジカル超伝導のような新奇な超伝導現象 [3] や、超伝導相関の下での非平衡スピン伝導現象を探索、解明したいと考えています。

現在は、研究の舞台の1つとしてInAsの二次元電子系をベースとした超伝導接合に注目し、磁場や電流、スピン流の下でのジョセフソン効果やアンドレーエフ反射といった輸送現象を調べています。磁場を二次元電子系と平行に加えると、サイクロトロン運動やアハラノフ=ボーム位相の効果を抑え、ゼーマン効果のみを加えることができます。このときの二次元電子系はある種の強磁性状態と考えることができ、超伝導体と強磁性体の接合で見られる $0-\pi$ 転移 [4] やスピン三重項超伝導 [5] の舞台となりえます。これと同様の効果は、二次元電子系にスピン蓄積を生じさせることでも期待できます。これらを実験的に実現するには磁場方向や試料内の電位を正確に制御することが重要ですが、公募研究に採択していただいたことでそれが可能となりました。希釈冷凍機を改造し試料回転機構を加え、さらに電磁石を2軸化したことで、磁場を誤差 0.1° 以下の正確さで二次元面に平行にあわせられるようになりました。実験の結果、面平行磁場とスピン流ではいずれもジョセフソン効果が抑制されるものの、その起源が異なる



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。

ことがわかりました。抑制のメカニズムについては現在考察中ではっきりとした結論はでていませんが、本新学術領域を通して、理論家の方々とコラボレーションすることで解明に近づければと考えています。

現在は実験をさらに進め、量子構造や磁性体を組み合わせた接合を作成し、トポロジカル超伝導やスピン三重項超伝導といった新奇超伝導現象の探索を行っています。どうぞよろしく願いいたします。

- [1] J. Sinova et al., Rev. Mod. Phys. **87**, 1213 (2015).
- [2] S. Kim et al., Phys. Rev. B **94**, 125307 (2016).
- [3] S. R. Elliott et al., Rev. Mod. Phys. **87**, 137 (2015).
- [4] T. Kontos et al., Phys. Rev. Lett. **89**, 137007 (2002).
- [5] T. Nakamura et al., submitted.