

RESEARCH BO1

トポロジカル絶縁体と強磁性絶縁体の 近接効果による量子異常ホール効果

吉見 龍太郎 / 理化学研究所 創発物性科学研究センター 特別研究員



よしみ・りゅうたろう

1988年東京都生まれ。2016年東京大学大学院博士後期課程修了。2016年より理化学研究所創発物性科学研究センター 基礎科学特別研究員を経て現職。

トポロジカル絶縁体における新奇量子現象の開拓を目標に研究を行っています。近年は積層化という薄膜試料の優位性を活かし、近接相互作用由来の量子現象を電気輸送測定で捉えることをテーマにしています。特に注目しているのは量子異常ホール効果 [1] です。トポロジカル絶縁体では、磁気秩序によって自発的に時間反転対称性が破れることで表面ディラック状態に磁化ギャップが開き、量子異常ホール効果が発現します。

時間反転対称性を破る手法としてこれまで主流だったのはトポロジカル絶縁体に磁性元素をドーピングして強磁性化する方法です。この手法は物質探索が容易であるという点が長所ですが、磁性不純物が結晶内で散乱因子となるという短所もあります。そこで近年では強磁性絶縁体をトポロジカル絶縁体と貼り合わせ、磁気近接効果によってギャップを開く手法が模索されています。我々は半導体 ZnTe に磁性元素 Cr をドーピングした (Zn,Cr)Te に着目し、トポロジカル絶縁体 (Bi,Sb)₂Te₃ との積層構造を作りました [2]。 (Zn,Cr)Te を選んだ理由は、トポロジカル絶縁体 (Bi,Sb)₂Te₃ と同様にテルル化合物であり、また、磁性不純物 Cr が (Bi,Sb)₂Te₃ の表面準位と大きな相互作用を持つことがドーピング系における実験結果から推測されるためです。その結果、両者の積層構造では、先行研究で知られていた酸化物強磁性との磁気近接効果と比較して4桁以上大きな異常ホール抵抗を観測し、低温で磁気近接効果によって初めて量子異常ホール効果を観測しました。

トポロジカル絶縁体における研究は理論的な取り組みが先行しており、量子異常ホール効果も当初の提案では近接効果を用いたものでした。今回の結果は理論的な提案を実証する物質選択の指針を与えたという点で意義深いと考えています。今後、磁気相互作用のメカニズムを明らかにしていくだけでなく、超伝導など他の相互作用に対象を広げ、新奇量子現象の開拓を目指していくつもりです。

[1] C. Z. Chang, et al., Science **340**, 167 (2013).

[2] R. Watanabe et al., Appl. Phys. Lett. **115**,