

RESEARCH AO1

非磁性キラル物質の非線形ホール効果

下澤 雅明 / 大阪大学 大学院基礎工学研究科 准教授

通常のホール効果は、磁場が存在する下で電流を印加した時に、電場・磁場の双方に垂直な方向に電位差が生じる有名な現象です [1]。一方で異常ホール効果は、外部磁場が存在しなくても、内部磁化を持つ磁性体において起こりうるということが知られています [2]。このように、いずれの電気ホール効果も線形応答理論の枠組みでは時間反転対称性が破れた状態でなければ生じないと考えられてきました。

そのような状況の中で近年、非磁性物質において外部磁場を印加しない状態でも電気ホール効果が現れる可能性が提案されました [3]。この理論の最も重要な点は、非線形応答領域まで拡張してホール効果（非線形ホール効果）を考慮していることです。この非線形ホール効果の研究は、空間反転対称性が破れた非磁性物質におけるベリー曲率を検出できる可能性があり、ベリー曲率に起因する輸送特性に関する新たな知見を得ることが期待できます。しかしながら現在までのところ、非線形ホール効果の研究は、 WTe_2 薄膜試料を用いた低温測定に限られており [4]、応用を見据えるとバルク試料を用いて室温付近まで非線形ホール効果が現れる物質探索が必要不可欠です。

そこで私たちは、バルク試料で非線形ホール効果が理論的に計算されている物質として、らせん構造を有する非磁性半導体テルル [5] に注目し、非線形ホール効果測定を行いました。テルルの非線形ホール効果は、室温を含む幅広い温度領域で観測されました。4.2 K から 140 K の温度範囲では、温度上昇につれて非線形応答の値は減少し、さら



しもざわ・まさあき

1985年長野県生まれ。2014年に京都大学大学院博士後期課程修了。2014年東京大学物性研究所助教を経て、2019年より現職。

に温度を上昇させていくと、200 K 付近より高温で符号が反転することが分かりました。また、4.2 K での非線形ホール効果の符号はキラリティー（らせんの巻き方）を変えると反転することが分かりました。以上の実験結果は、第一原理計算によって予想された振る舞いと合致しており、非磁性キラル物質のテルルにおいてもベリー曲率双極子が伝導特性に影響を与えていることを示しています。バルク試料でベリー曲率双極子由来の非線形ホール効果が観測された例は、本研究が初めてです。

- [1] E. H. Hall, Am. J. Math. **2**, 287 (1879).
- [2] G. Bergmann, Physics Today **32**, 25–30 (1979).
- [3] I. Sodemann and L. Fu, Phys. Rev. Lett. **115**, 216806 (2015).
- [4] Q. Ma et al., Nature **565**, 337–342 (2019).
- [5] S. S. Tsirkin et al., Phys. Rev. B **97**, 035158 (2018).