

スピンプンプによるトポロジカル絶縁体への スピン流注入と逆スピホール効果

塩見 雄毅 / 東北大学 金属材料研究所 助教

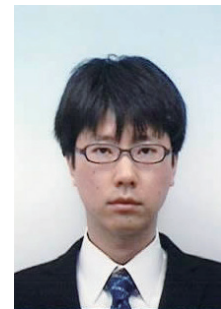
近年高い注目を集めているトポロジカル絶縁体は、バルクはエネルギーギャップをもつ絶縁体である一方、表面にギャップレスの金属状態が生じているような特殊な物質です。表面状態で伝導を担う電子も通常の金属とは異なり、ヘリカルなスピン偏極をもったディラック電子と呼ばれるもので、平衡状態で無散逸なスピン流が表面状態を流れていることから、そのスピントロニクス応用が強く期待されていました。

本研究では、強磁性体を接合したトポロジカル絶縁体において、スピントロニクスの観点からトポロジカル絶縁体表面状態のスピン流物理の研究を行っています。スピンプンプと呼ばれるマイクロ波を用いた手法を用いると、強磁性体から表面状態にスピンを注入することができます。表面状態では平衡状態で逆向きスピンの互いに反対方向に流れているため電流は生じませんが、スピンを外から注入しそのバランスを崩してやると、[図1](#)に示すように電流が生じます。このとき、電流は、注入したスピンの向きと注入方向の両方に垂直な方向（ホール方向）に生じます。

今年度は、まずバルク結晶のトポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}\text{Te}_{1.7}\text{Se}_{1.3}$ | Ni-Fe 合金接合系を用いて、スピン注入実験を行いました。上記で説明した通り、スピン注入誘起電圧信号は、注入するスピンの向きに依存するため、磁場に対して奇の対称性をもつことが期待されます。我々は、 $\text{Bi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}\text{Te}_{1.7}\text{Se}_{1.3}$ 試料において、磁場に対して偶のゼーベック信号に加え、磁場に対して奇の信号が低温で見られることを確認しました。 Bi_2Se_3 などにおける対照実験の結果との比較により、この信号が、世界で初めてとなる、トポロジカル絶縁体表面状態におけるスピン注入誘起電圧信号であることを実証しました [1]。これまでのスピントロニクスの研究は、スピン流が非保存量であるため、ナノメートルスケールの薄膜構造を用いて行われてきましたが、トポロジカル絶縁体は天然の疑似薄膜構造をもつため、バルク結晶でもスピントロニクス実験が可能であることがわかりました。

今後は、今回の研究結果を発展させ、表面状態の非自明なトポロジ的性質がより顕著に現れるような新奇現象の開拓、またそのスピントロニクス・デバイス応用を目指し、研究を進めていくつもりです。

[1] Y. Shiomi, K. Nomura, Y. Kajiwara, K. Eto, M. Novak, Kouji Segawa, Yoichi Ando, and E. Saitoh, "Bulk topological insulators as inborn spintronics detectors", arXiv:1312.7091 (2013).



しおみ・ゆうき

三重県出身。2012年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。その後、東北大学原子分子材料科学高等研究機構助教を経て、現職。仙台は寒いと感じる今日この頃です。

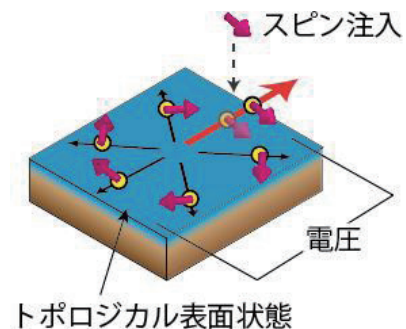


図1：トポロジカル絶縁体へのスピン注入と誘起される電圧信号