

遷移金属二硫化物による グラフェンへの強いスピン軌道相互作用の誘起

パリ南大、インペリアルカレッジ・ロンドン^A、G2N^B

若村太郎、Sophie Guéron、Cecilia Mattevi^A、Aldelkarim Ouerghi^B、
Hélène Bouchiat

内因的なスピン軌道相互作用が極めて小さいグラフェンへの強いスピン軌道相互作用の誘起は、スピントロニクスへの応用や、量子スピンホール状態など新奇な物性の発現への期待から、近年盛んに研究が行われている。

本研究では、グラフェンと、グラフェンと同様の2次元層状物質で強い内因的なスピン軌道相互作用を持つ遷移金属二硫化物(TMD)のヘテロ構造(図1挿入図)を作製し、グラフェンへの強いスピン軌道相互作用の誘起を試みた。TMDとしてはMoS₂、WS₂、WSe₂を使用し、またTMDはバンド構造や機械的特性が膜厚により変わることから、それぞれのTMDにおいて単層のものとバルクのものを用いて比較を行った。

グラフェンに誘起されたスピン軌道相互作用の大きさを評価するため、低温にて磁気抵抗効果の測定を行ったところ、グラフェンが強いスピン軌道相互作用を持つ場合に観測される弱反局在効果(図1)が、異なるTMDを用いた全ての素子で観測された。

TMD上のグラフェンでは、グラフェンの面に対して対称と非対称の2種類のスピン軌道相互作用が誘起されることが期待される。前者は特に量子スピンホール状態を誘起可能な内因的なスピン軌道相互作用に関連し、後者は主にラシュバ型スピン軌道相互作用に由来する。弱反局在効果の解析において、対称成分と非対称成分に関連する2つのパラメーターを任意に変調し解析を行ったところ、非対称成分に比べ対称成分が非常に大きい場合のみ実験結果が説明可能なことが確認された。さらに、TMDとして単層のものを用いた方が、バルクを用いた場合よりも一桁以上大きいスピン軌道相互作用が誘起されることが判明した。

本素子において支配的なグラフェンの面に対して対称なスピン軌道相互作用としては、内因的なスピン軌道相互作用に加え近年ヴァレー・ゼーマン(VZ)型スピン軌道相互作用という新たな型のスピン軌道相互作用が提案されている。本研究では、これら2つのスピン軌道相互作用が異なるスピン緩和機構を引き起こす点に着目し、支配的なスピン緩和機構について調べたところ、特にディラック点近傍において、内因的なスピン軌道相互作用に関連する強いElliot-Yafet(EY)型のスピン緩和の存在を確認した。

本発表では、主にTMDとしてWS₂を用いた場合について発表し[1]、また他のTMDの場合との類似点、相違点について議論する[2]。

[1] T. Wakamura *et al.*, Phys. Rev. Lett **120**, 106802 (2018).

[2] T. Wakamura *et al.*, to be submitted.

