

単層 WSe₂ におけるバレー流の観測とトップゲート制御

Observation and local gate control of valley current in monolayer WSe₂

千葉大物質¹, 物材機構² °福田 和紀¹, 横井 和史¹,

渡邊 賢治², 谷口 尚², 柯夢南¹, 青木 伸之¹

Chiba Univ.¹, NIMS.², °Kazuki Fukuda¹, Kazushi Yokoi¹, Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi²,

Mengnan Ke¹, and Nobuyuki Aoki¹,

E-mail: n-aoki@faculty.chiba-u.jp

一つの遷移金属元素 (Mo, W) と二つのカルコゲン元素 (S, Se, Te) からなる VI 族遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) はグラフェンと同様なハニカム格子を持つ二次元物質である。結晶構造の空間反転対称性が破れていることから、外部場がなくても TMDC を流れるキャリアはベリー曲率を持ち、TMDC の K 点と K' 点のキャリアは互いに逆方向に軌道が曲がる。この有限の大きさのベリー曲率によってキャリアの軌道が曲げられることをバレーホール効果 (Valley Hall Effect) という。バレーホール効果が発生する素子ではキャリアの正味の流れを伴わない逆向きのスピンを伴ったバレーの流れ (バレー流) が生じ、エネルギー散逸なく情報伝達が可能になるため、低消費電力デバイスへの応用に期待されている[1]。バレーホール効果の観測には、実電流に対するオーミックな寄与がほとんどないほど離れた非局所電極において電圧が現れる逆バレーホール効果が用いられ、非局所電圧の大きさは一般的にチャネルの電気抵抗率の 3 乗に比例することが知られている。しかし、バレー流を使ったエレクトロニクスであるバレートロンクスへの応用を考えると、バレー流の電氣的な制御技術の確立が必要であるものの、散逸が無いといわれるバレー流の制御がどのような形で行われるべきかについては明確な答えがない。我々はその一歩として、局所電極と非局所電極との間にゲート構造を入れることで、非局所電圧がどのように変化するかについての興味を持っている。とくにスプリットゲート型のトップゲート構造の導入も含めて研究を進めている。

バレーホール効果の観測には、単層 TMDC を用いた良質な電界効果トランジスタ (FET) 素子を作製することが必要であり、そのためには低接触抵抗な金属接触と六方晶窒化ホウ素 (hBN) でカプセル化された素子構造を採用している。電子線描画とリアクティブイオンエッチングを用いて穴を開けた hBN で持ち上げた単層 WSe₂ をカプセル化し、オーミックコンタクトを施した電極を取り付けたのち、ホールバー形状の FET 素子を作製している。本研究ではチャネル材料に単層 WSe₂ を用いることによって、スピン軌道相互作用が大きいホール伝導系でバレー流の生成を行い、非局所測定によってバレー流を検出することを試みた。また、ローカルなトップゲート電極によるバレー流の制御についても議論を行う予定である。

[1] Zefei Wu *et al.*, Nature Comm., **10**, 611, 2019.