

トポロジカル絶縁体 Bi_2Te_3 における表面光起電力効果 およびディラック電子ダイナミクス

A photovoltaic shift and Dirac fermion dynamics of topological surface state in Bi_2Te_3

○吉川智己¹、角田一樹²、石田行章³、陳家華²、M. Nurmamat²、K. A. Kokh⁴、O. E. Tereshchenko⁴、
辛埴³、木村昭夫^{1,2} (1. 広島大理、2. 広島大院理、3. 東大物性研、4. ノヴォシビルスク大)

○T. Yoshikawa¹, K. Sumida², Y. Ishida³, J. Chen², M. Nurmamat², K. A. Kokh⁴, O. E. Tereshchenko⁴,
S. Shin³, and A. Kimura^{1,2} (1.Fac. Sci., Hiroshima Univ., 2. Grad. Sch. Sci., Hiroshima Univ., 3.

ISSP, Univ. of Tokyo., 4. Novosibirsk State Univ.)

E-mail: tomoki-ysk@hiroshima-u.ac.jp

【背景】 トポロジカル絶縁体はバルク内部が絶縁体で、その表面に質量ゼロの金属的なディラック表面状態が存在する。またその表面電子は強いスピン軌道相互作用によりスピンと運動量が垂直に固定されるスピントクスチャーをフェルミ面で形成するため、非磁性不純物に対して後方散乱が大幅に抑制される。このような特徴から、トポロジカル絶縁体の表面や界面を用いた高移動度スピン輸送デバイスの開発が期待されている。これまで角度分解光電子分光 (ARPES) を用いて Bi_2Se_3 や Bi_2Te_3 がディラック表面状態を持つトポロジカル絶縁体として認識されている。一方、これらを用いたスピントロニクスデバイスを開発する上で、表面ディラック電子のダイナミクスを理解することは大変重要である。

【実験】 そこで我々は時間角度分解光電子分光 (TrARPES) を用いて Bi_2Te_3 の表面光起電力のポンプ光強度依存性および表面ディラック電子ダイナミクスについて詳細に調べた。実験には直線偏光したポンプ光 ($h\nu=1.48$ eV) とプローブ光 (5.92 eV) を用いて繰り返し数が 250kHz であるチタン-サファイアレーザースystemを用いた[1]。

【結果・考察】 図 1(a) はポンプ-プローブ遅延時間 (Δt) が -1.33ps のときの ARPES スペクトルを示しており、左から右にポンプ光強度 (P) が 0-30 mW と強くなっている。ポンプ光強度が 5 mW 以上では 0 mW のときに比べ、エネルギー ($E-E_F$) が大きい方へシフトしているのがわかる。またポンプ光強度を大きくするにつれてシフト量も大きくなっている。図 1(b) には、表面光起電力シフト量とポンプ光強度依存性の関係を示しており、 $1 - \exp(-P/P_0)$ の関数 ($P_0=3.7$ mW) でよく表されることがわかる。この結果はトポロジカル絶縁体を用いた光デバイス開発に指針を与えることが期待される。講演では表面ディラック電子ダイナミクスについても議論する。

【参考文献】

1. Y. Ishida et al., Rev. Sci. Instrum. **85**, 123904 (2014).

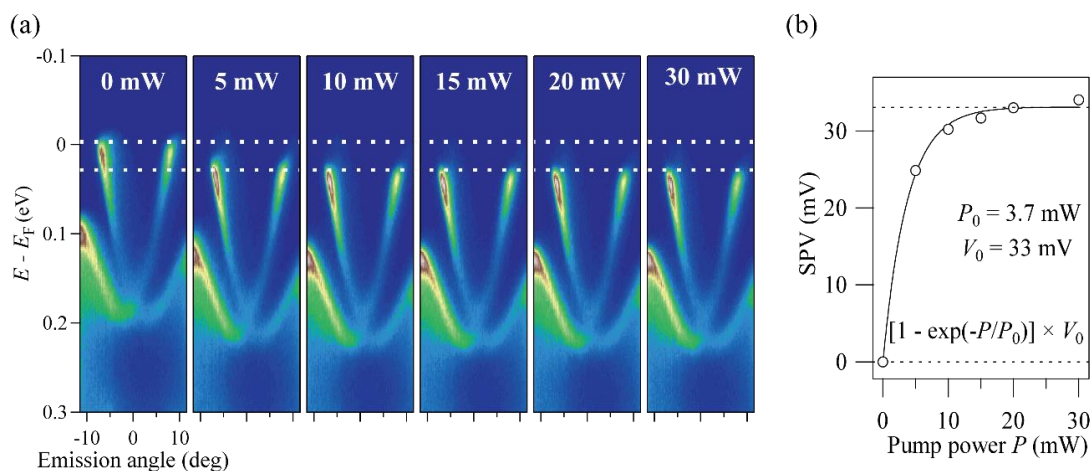


図 1: (a) Bi_2Te_3 の TrARPES の結果 ($\Delta t=-1.33$ ps)。 (b) 表面光起電力シフト量のポンプ光強度依存性。