

「トポロジカル絶縁体に付与した光情報の持続時間を飛躍的に長くすることに成功」

物性研究所 石田 行章、辛 埴

トポロジカル相の分類と機能化： エッシャーの描いた階段が続く回廊は、騙し絵として広く知られている。この回廊は、全体的に見るとひねくれている。回廊を一周して元に戻ってくると、なぜか高低差が生じるように錯覚される。一般に、描かれた回廊がエッシャーの絵のようにひねくれているか否かは、回廊を一周したときの違和感(非自明な高低感)の有無で判定できよう。

このような「全体的に見たときのひねくれ具合」を用いて、物質を分類できることが知られるようになって久しい[1,2,3]。物質の電子構造にひねくれ具合を定義できて、その具合で物質を分類する方法がきちんと存在するのである。非磁性絶縁体を例にとれば、そのバンド構造のひねくれ具合を表す Z_2 の値(0 ないし 1)に従って 2 種類(自明な絶縁体と非自明なトポロジカル絶縁体)に分別できる[3]。

非自明なトポロジーをもつ物質相の面白みは、その相が空間的に途切れたところに表れる[4]。中がひねくれてい

ると、そのしわ寄せが端に出る、とも理解できる。トポロジカル絶縁体の場合、その端すなわち表面は、必ず金属になる。表面を覆う金属層はスピン偏極した質量ゼロのディラック電子状態から成り、薄くしすぎたり磁性を持たせたりしない限り、削っても汚してもとり除くことはできない。この特異な金属層が、トポロジカル絶縁体に出する「しわ寄せ」に相当する。

以上より、トポロジカル物質の研究では「端を見て物質のトポロジカル相を知る」というアプローチや、「特異な端を利用した新しい機能を探索する」という展開が出てくる。標題は昨年広島大学と共同で行ったプレス発表のタイトルであり、その内容は後者すなわち機能創出に資する研究に分類される[5]。以下にこれを概説する。要は光パルスで瞬間的にトポロジカル絶縁体を叩いたら、その影響が思いのほか長続きすることがある、という結果に基づいた議論である。

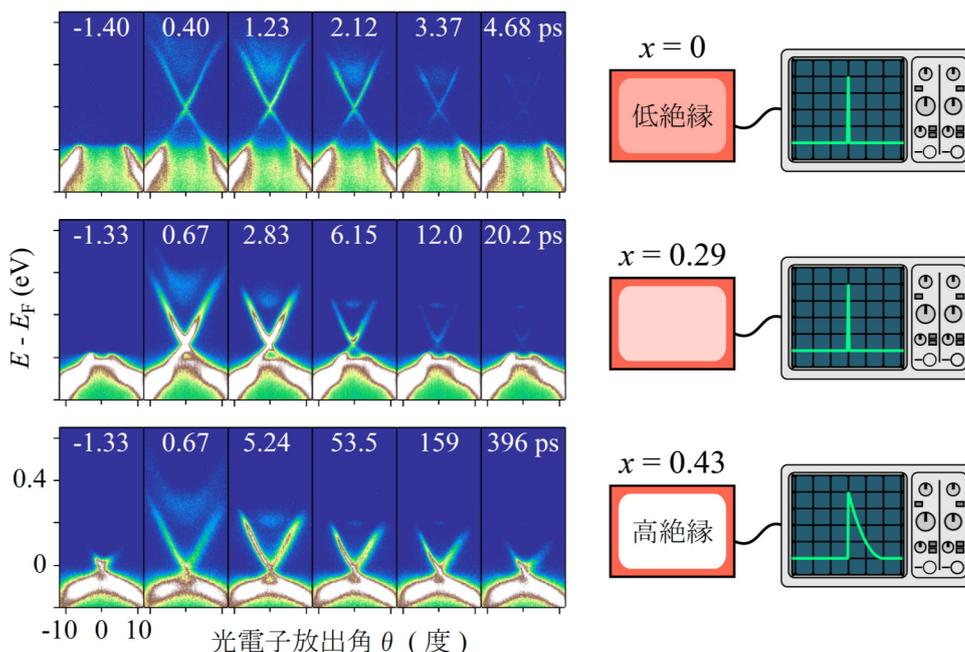


図1：ナノ秒に迫る表面ディラック電子励起の持続。トポロジカル絶縁体 $(\text{Sb}_{1-x}\text{Bi}_x)_2\text{Te}_3$ において Bi の含有量を $x = 0$ から 0.43 まで増やすと、励起の持続時間は 400 ps を越えた。応答を電気的に検出することも、いよいよ視野に入ってきた。

- [1] D. J. Thouless, M. Kohmoto, M. P. Nightingale, M. den Nijs: Phys. Rev. Lett. **49**, 405 (1982).
- [2] M. Kohmoto: Ann. Phys. **160**, 343 (1985).
- [3] C. L. Kane and E. J. Mele: Phys. Rev. Lett. **95**, 146802 (2005).
- [4] Y. Hatsugai: Phys. Rev. Lett. **71**, 3697 (1993).
- [5] K. Sumida, Y. Ishida, S. Zhu, M. Ye, A. Pertsova, C. Triola, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, A. V. Balatsky, Shin, A. Kimura: Sci. Rep. **7**, 14080 (2017).
- [6] 石田行章, 辛埴: 固体物理 **53**, 233 (2018).

