

フェムト秒時間分解電子線回折法の開発： トポロジカル絶縁体の光誘起構造ダイナミクスの観測

Development of femtosecond time-resolved electron diffraction:

Structural dynamics of photoexcitation on a topological insulator

○羽田 真毅^{1,2}、則松 桂^{1,3}、田中誠一⁴、Sercan Keskin⁵、鶴田哲也^{1,3}、五十嵐九四朗¹、
石川忠彦⁴、萱沼洋輔^{1,3}、R. J. Dwayne Miller^{5,6}、笹川崇男¹、恩田健^{2,4}、腰原伸也^{3,4}、
中村一隆^{1,3}

(1. 東工大応セラ研、2. JST-さきがけ、3. JST-CREST、4. 東工大理工、
5. マックス・プランク研、6. トロント大)

○Masaki Hada^{1,2}, Katsura Norimatsu^{1,3}, Seichi Tanaka⁴, Sercan Keskin⁵, Tetsuya Tsuruta^{1,3},
Kyushiro Igarashi¹, Tadahiko Ishikawa⁴, Yosuke Kayanuma^{1,3}, R. J. Dwayne Miller^{5,6}, Ken Onda^{2,4},
Takao Sasagawa¹, Shin-ya Koshihara^{3,4}, Kazutaka G. Nakamura^{1,3} (1.Tokyo Ints. Tech. MSL,
2.JST-PRESTO, 3.JST-CREST, 4.Tokyo Inst. Tech. GSE, 5. Max Planck Inst. 6. Univ. Toronto)

E-mail: hada.m.aa@m.titech.ac.jp

トポロジカル絶縁体とは、バルクは小さなバンドギャップを持つ絶縁体であるが、表面にはスピン変極したディラックコーン状の電子バンドを持つ物質である。トポロジカル絶縁体に光を照射することや、圧力や磁場を印加することにより、新奇の電子的振る舞いが生じることが知られている。しかし、結晶中の原子配置は電子構造に深く関与しているにもかかわらず、トポロジカル絶縁体の原子運動に関する研究はほとんどなされていないのが現状である。これは、光励起直後の原子運動を観測する手立ては、現在のところ時間分解の X 線回折法もしくは電子線回折法に限られるからである[1,2]。我々は、フェムト秒の時間分解能を持つ電子線回折装置の開発を行い、トポロジカル絶縁体 Bi_2Te_3 の光励起直後に起こる原子のダイナミクス観測を行った。光照射後 Bi_2Te_3 は、5–10 ps 程度で Bi 原子が中心対称に動き、それに追隨して 20–100 ps の時間スケールで Te 原子が Bi と同じ方向に動くような挙動が観測された。この運動はトポロジカル絶縁体のバルクの電子バンドギャップを狭くするように作用することが、密度汎関数理論計算の結果からわかった。さらに、時間分解赤外光学実験も同様の結果を示しており、これはトポロジカル絶縁体に光照射を行ったときに生じる原子変位と電子構造の変化の関係をはじめて示した例である。

本講演では、はじめにフェムト秒時間分解電子線回折法の開発・利用に関する詳細を述べ、次に Bi_2Te_3 の光照射直後に生じる原子のダイナミクス観測について紹介する。

[1] M. Hada et al., Euro. Phys. J. Special Topics **222**, 1093 (2013).

[2] M. Hada & D. Zhang et al., Nat. Commun. **5**, 3863 (2014).