

トポロジカル絶縁体の高分解能角度分解光電子分光

High-resolution angle-resolved photoemission study of topological insulators

佐藤宇史・東北大学大学院理学研究科

ここ数年、トポロジカル絶縁体と呼ばれる従来の物質の状態とは全く異なる新しい状態が発見され、大きな話題になっている。トポロジカル絶縁体は、バルクは絶縁体であるのに対して、そのエッジに特殊な金属状態が現われ、電子は質量ゼロのディラック電子となってディラックコーン状態を形成する。トポロジカル絶縁体を利用した革新的なデバイスの多くは、ディラック電子に意図的に質量を持たせる事を必要とする。またこれが実現されると、半整数量子ホール効果や磁気単極子等の様々な特異量子現象が実現される可能性も指摘されている。その一方で、ディラック電子に質量を持たせる事は困難で、これまでは、結晶に磁性不純物を添加したり強磁場を印加したりして、時間反転対称性を破る事が唯一の方法と考えられてきた。

本講演では、トポロジカル絶縁体 TlBiSe_2 と、通常の絶縁体 TlBiS_2 の固溶系である $\text{TlBi}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_2$ の高分解能角度分解光電子分光 (ARPES) の結果について報告する。実験の結果、この系は、 $x=0.5$ においてトポロジカル量子相転移を示す事が明らかになった[1]。また、 TlBiSe_2 ($x=1.0$) においてディラックコーン的な X 字型を示す表面バンドが、S 置換によってエネルギーギャップが生じることが明らかになった。このことは、 TlBiSe_2 の Se を非磁性不純物である S で置換しただけで結晶表面におけるディラック電子が質量を獲得することを意味しており、これまでの常識を覆して時間反転対称性を明示的に破らずともディラック電子が質量を持つ事を初めて示したものである。また本講演では、トポロジカル絶縁体においてディラックコーンの自在制御が初めて可能になった $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ 系における最近の ARPES 結果[2]についても紹介する。

本研究は、相馬清吾、高坂研一郎、荒金俊行、小松 誠、中山耕輔、高橋 隆 (東北大)、および、江藤数馬、南 達哉、Zhi Ren、瀬川耕司、安藤陽一 (阪大) の各氏との共同研究です。

[1] T. Sato *et al.*, Nat. Phys. 7, 840 (2011). [2] T. Arakane *et al.*, Nat. Commun. 3:636 doi:10.1038/ncomms1639 (2012).