



第87回トポロジカル物質科学セミナー Topological Materials Science Seminar (87)

Observation of multiple topological states in iron-based superconductors

Dr. Takeshi Kondo

ISSP, University of Tokyo, Japan

Place: 名大東山キャンパス工学部 3号館 273号室

Date: January 21 (Monday), 2019

Time: 10時半から 12時

Abstract:

物質が持つ個性そのものを利用できかつ超伝導転移温度(T_c)の高いトポロジカル超伝導体の物質開拓が今盛んに行われており、現存する物質群からの発掘も進められている。非従来型鉄系超伝導体はこれまで活発に研究されてきた物質であるが、トポロジカル物性との関連は見過ごされて来たと言ってよい。本講演では、レーザー光源を用いて実現する高分解能なスピン分解および角度分解光電子分光を用いることで、一連の鉄系超伝導物質におけるトポロジカル電子状態を明らかにした最近の研究を紹介する[1,2]。

FeSe を例にとると、Se サイトを Te で置換することでスピン-軌道相互作用が増し、さらには $3p$ から $4p$ へと軌道が広がることで k_z 分散が増大し、 $3d$ 軌道とのバンド反転を伴ってトポロジカル状態が発現する。鉄系超伝導体では $3d$ 軌道に由来する複数のバンドがフェルミ準位近傍に形成されるが、この複雑さが電子対形成機構の解明を困難にする一方で、トポロジカルに非自明となる多様な電子状態を可能とし、マヨラナ粒子を創発するトポロジカル超伝導体として鉄系超伝導体を有望な候補物質にしている。

我々は、上記する $p-d$ 軌道間のバンド反転によって2種類のトポロジカル状態（絶縁体と半金属）が同物質内で共存することを見出した。一つはトポロジカル絶縁体状態(TI)で、スピン-軌道相互作用で開くバンドギャップ内にスピン偏極表面状態が形成される。これと共存する2つ目のトポロジカル状態がトポロジカルディラック半金属状態(TDS)であり、結晶の対称性によってバンド交差が保護されることで生じる。この TDS でもスピン偏極表面状態が生成されるが、波数空間においてディラック点から遠ざかると共にスピン偏極度が増す特徴を持つ。TI と TDS が同一物質で共存することから、フェルミ準位をキャリアドーピングで調整することで異なるトポロジカル超伝導状態へアクセスすることが可能となり、TI のエッジ状態から派生する表面トポロジカル超伝導だけでなく、TDS が発現するバルクトポロジカル超伝導の可能性も期待される。

References

[1] P. Zhang et al., *Science* (2018), 10.1126/science.aan4596.

[2] P. Zhang et al., *Nature physics* (2018), <https://doi.org/10.1038/s41567-018-0280-z>