

最近の研究成果から①

独立行政法人理化学研究所(理研)の研究成果から興味深い話題をピックアップしてご紹介します

ディラック状態を固体と固体との「界面」でも検出 —トポロジカル絶縁体を用いた低消費電力素子への応用に期待—

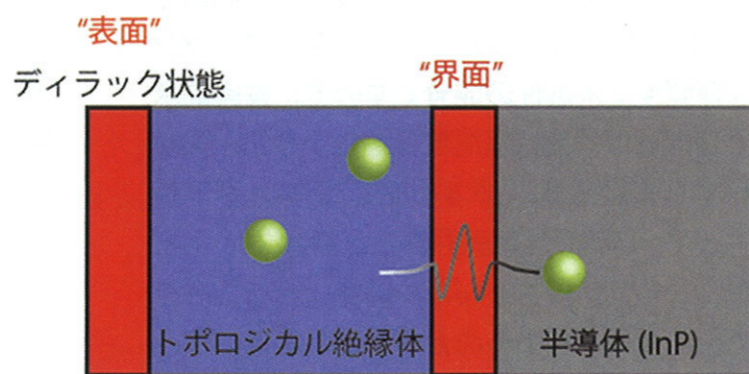
「表面」と「界面」。似ているようで全く違います。この違いを表した有名な言葉に、「表面は悪魔の仕業」(ヴォルフガング・パウリ)と「界面こそがデバイス」(ヘルベルト・クローマー)というのがあるそうです。パウリは1945年に、クローマーは2000年に、それぞれノーベル物理学賞を受賞しています。2人の言葉は「表面」の安定的な制御は大変難しいことと、大多数の半導体デバイスにおいて「界面」が機能を果たしていることを指摘しています。“表面の悪魔”を“界面”でどう活かすか…。永年の課題のようですね。

さて、次世代の電子材料として近年、注目されている物質に「トポロジカル絶縁体」があります。この物質は、内部は電流を通さない絶縁体状態であるのに対し、表面は特殊な金属状態で電流を通すという不思議な性質を持ちます。特に表面の金属状態は、エネルギーをほとんど使わないで電子伝導が可能な「ディラック状態」であるため、その状態を低消費電力素子の開発に応用する研究が活発化しています。このディラック状態をつくっているのがディラック電子なのですが、これまで、真空と固体との境界である「表面」では検出されていましたが、電子材料に応用するのに必要不可欠な固体と固体との「界面」では検出された報告はありませんでした。

理研の研究者らを中心とした共同研究グループは、トポロジカル絶縁

体の1つ[(Bi_{1-x}Sb_x)₂Te₃]の薄膜を半導体材料のインジウムリン(InP)基板上に単結晶成長させ、両者を接合した素子を作製しました。この素子の界面の電気的特性を調べるため、「トンネル伝導測定法」を行いました。磁場中でのトンネル電流の変化量が電圧に対して振動する様子を調べ、さらにこの振動のピーク電圧の磁場による変化を観察したところ、磁場の平方根に比例してピーク電圧が変化していました。この振る舞いはディラック電子に特徴的なものであり、検出された界面の電子状態がディラック状態であることが分かりました。また、トポロジカル絶縁体の試料組成比を制御することで、界面のディラック状態を自在に制御できることも示しました。

今回の研究で、実際に固体素子に適用する上で必要となる固体と固体との界面で、ディラック状態が保持されていることを実証しました。これは、既存の半導体技術とトポロジカル絶縁体のディラック状態を融合した新しい素子の開発の可能性を示しています。低消費電力素子の実現に向けて大きく前進しました。



試料の断面図とトンネル電流測定実験のイメージ

本研究は2014年2月20日に報道発表した、理化学研究所創発物性科学研究センター強相関物理部門強相関界面研究グループの川崎雅司グループディレクターほかと国立大学

法人東京大学との共同研究グループによる成果です。理研では大学や研究機関、企業などと連携しての共同研究も行っております。

▶お問い合わせ 独立行政法人理化学研究所 広報室
電話 048-467-9954

理研和光地区見学ツアー

理研和光地区では、毎月1回、第2金曜日に、一般の方を対象とした見学ツアーを開催しています。理研の歴史や最新の研究成果などの概要をご紹介した後、毎回2カ所以上の施設を見学いただけます。要事前申込みとなっています。詳しくはウェブサイトをご覧ください。

<http://www.riken.jp/pr/events/events/>



理研DAY：研究者と話そう

理研では、毎月第3日曜日に科学技術館(東京都千代田区)にて、研究者と直接話しができるイベント「理研DAY：研究者と話そう」を開催しています。理研の研究者がみなさんからの質問を受け、対話をするイベントです。研究者ってどうやって研究をしているのか、普段はどんな生活をしているのか、そんな疑問、質問を研究者に聞いてみませんか。当日先着順。参加無料(但し科学技術館入館料は必要です)。詳しくはウェブサイトをご覧ください。

http://www.riken.jp/pr/visiting/riken_day/

