

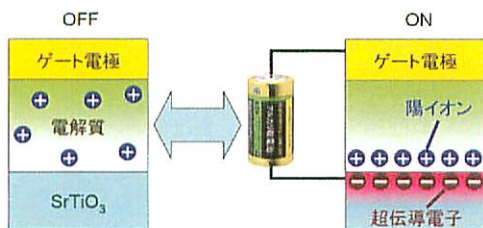
## 第三の超伝導体

超構造薄膜化学研究部門 川崎雅司

金研の看板は金属である。これは疑う余地がない。しかし、低温物理はもう一つの伝統的な看板である。さらに、英語名を Institute for Materials Research に変え、より広い意味での物質・材料科学を指向した先見性も立派であり、構成員は誇りに思っている。一方で、他大学機関に比べ研究室の職員構成が恵まれており、ややもすれば研究室に閉じこもっていると誤解されているようだ。金研では、金研講演会が毎年二回開催され、院生や若手による多数のポスター発表の場などで積極的な交流を行っている。今回の成果は、そういう研究室の枠を越えた若手たちのボトムアップから発展した研究内容であることを第一に強調したい。

第二に、三つのグループが、お互いの最も得意で世界的にトップレベルの技を組み合わせ、その苦労をともに楽しみ興奮したことを強調したい。ベースは酸化物であり、川崎研のアイデンティティともいえる酸化物単結晶の原子レベル平坦界面技術である。岩佐と下谷は、有機物を対象に、電界効果による絶縁体の金属化で世界の最先端を走っていた。電解質ポリマーに支持塩を加えたイオン導電体を有機固体に塗って電圧をかけると、固体表面にキャリアが蓄積でき、性質を大きく変えられることを見出した。当然の発想として「組み合わせよう!」と若手が思ったわけであるが、それを現実にしてしまうのがスゴイ。野島と中村は、この実験を極低温で行うためのあらゆる技術的ディテールを完璧に準備した。この「御興」に乗かって研究を主導したのは上野である。他大学の大学院生時代からしつこく酸化物の電界効果デバイスを研究しており、2003年に今回超伝導化した SrTiO<sub>3</sub> でトランジスタを初めて動作させた男である。数年ぶりに、世界中の物性研究者の頭に K. Ueno の名前が刻みこまれた。

超伝導は、オンネスがヘリウムの液化に成功し、1911年に水銀で初めて発見された。以後、単元素の金属から合金・金属間化合物へ、電気の流れる物質の混ぜモノで探索が進展したが、1970年代から進展がなかった。ここまでする第一の超伝導体としよう。この行き詰まりを突破したのが、銅酸化物で発見された、いわゆる高温超伝導体である。絶縁体に混ぜモノをして電気が流れるようにすると、その絶縁体と金属の境目で超伝導が出現する。この、化学的に絶縁体から変換させた物質を第二の超伝導と呼びたい。今回、電界を印加して絶縁体に伝導キャリアを蓄積して超伝導を実現したのは、第三の超伝導といえないだろうか。化学的手法から電気的手法への大きな転換である。そもそも、この電気的手法による絶縁体の導電化は、1948年にベル研究所で発明されたトランジスタの原理である。この原理を超伝導の誘起に使うアイデアは50年以上前から試されてきたが成功例はない。いずれも絶縁性酸化物のコンデンサを使って電荷蓄積が試みられ、超伝導を実現する十分な伝導キャリアに達する前に絶縁破壊したのである。行き詰まりを突破したのは、コンデンサの絶縁体に酸化物ではなく有機物を用い、しかも絶縁体ではなくイオン導電体を使った逆転の発想で、ゲート電圧により超伝導を on-off できるトランジスタの第一号が金研で生まれた。化学的に混ぜモノが作りにくい物質が超伝導になりうるか、別の角度からテストする新しい技術となりうるかも知れない。また、混ぜ物による乱れが悪さをし、本来よりも低い臨界温度にとどめられていた物質があるかも知れない。このデバイスが、The KINKEN-Transistor と呼ばれるようにこれからも頑張る所存です。



**図説**  
支持塩を溶かした液体ポリマー電解質を単結晶 SrTiO<sub>3</sub> に塗り電圧をかけると、10<sup>14</sup>cm<sup>-2</sup> という従来のトランジスタでは不可能な大量の電子が表面に誘起できる。この電子は 0.4K で超伝導を示した。詳しくは Nature Materials 7 855(2008) をご参照下さい。