

## 光応答性電気二重層を利用した有機超伝導トランジスタ

## Organic superconducting transistor utilizing a photo-active electric-double-layer

分子研<sup>1</sup>, 理研<sup>2</sup> ○須田 理行<sup>1,2</sup>, 加藤 礼三<sup>2</sup>, 山本 浩史<sup>1,2</sup>Institute for Molecular Science<sup>1</sup>, RIKEN<sup>2</sup>, ○Masayuki Suda<sup>1,2</sup>, Reizo Kato<sup>2</sup>, Hiroshi M. Yamamoto<sup>1,2</sup>

E-mail: msuda@ims.ac.jp

分子性導体  $\kappa$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]Br ( $\kappa$ -Br)は強相関電子系に属し、低温で超伝導相とモット絶縁相の境界付近に位置する。我々は電界効果トランジスタ構造を用いた $\kappa$ -Br へのキャリア注入により、有機系物質としては初の電界誘起超伝導を見出している[1]。一方で、有機伝導体よりも状態密度の高い無機化合物において電界誘起超伝導を実現するためには、注入キャリア数の多い電気二重層トランジスタが必要とされている。しかしながら、電気二重層トランジスタにおけるイオン液体は一般に 200 K 付近にガラス転移点を持つため、極低温における連続的な電荷蓄積および電子系相転移の観測は実現されていない。

本研究ではイオン液体に代わる分子性キャパシタとして有機単分子膜を持つ表面双極子に着目し、スピロピラン単分子膜のフォトクロミズムに伴う表面双極子変化を利用した $\kappa$ -Br への光キャリア注入を実現し、絶縁体から超伝導体への電子系相転移を連続的に観測することに成功した。

実際のデバイスは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(または HfO<sub>2</sub>)絶縁膜をコーティングした Nb:SrTiO<sub>3</sub> 基板にスピロピラン誘導体の単分子膜を製膜した後、 $\kappa$ -Br の薄片単結晶を液相中で貼り付けることで作製した(Fig. 1a)。5 K における紫外光照射により、デバイスの抵抗値は次第に減少し最終的に超伝導体へと転移した。続く可視光照射によりデバイスはほぼ初期状態(絶縁体)へと回復し、絶縁体/超伝導体間の可逆的光スイッチが可能であることが示された。また、光ゲート操作および外部電源によるボトムゲート電圧操作の同時スキャンにより得られた電子相図(Fig. 1b)から、光照射に伴う $\kappa$ -Br へのホールキャリア注入が相転移の起源であることが明らかとなった。スピロピランは通常中性の閉環体として存在するが、紫外光励起により巨大な双極子を持つ双性イオン開環体へと異性化する。本デバイスでは、規則的に並んだ単分子膜上の光誘起双性イオンが作る並行双極子が分子性ナノキャパシタとして働くことで、 $\kappa$ -Br 表面におけるキャリア注入効果を生み出したものと考えられる。

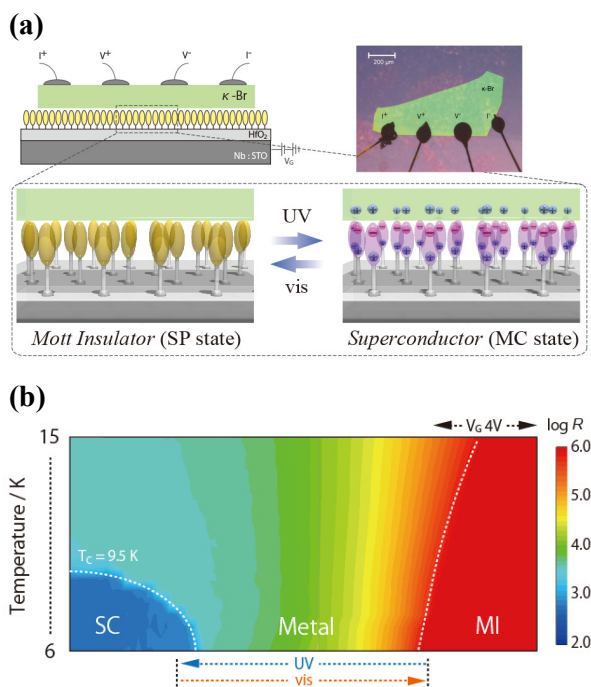


Fig.1 デバイス構造の模式図(a)と光照射およびゲート電圧走査により得られた電子相図(b)

[1] Yamamoto et al., *Nature Comm.* **4**, 2379-2385 (2013).