

## 二次元有機半導体単結晶への高密度キャリア誘起と絶縁体金属転移 High-density carrier doping and insulator—metal transition in two-dimensional organic semiconductor single crystals

東大院新領域<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>, 物材機構<sup>3</sup>

○山中 大輔<sup>1</sup>, 糟谷 直孝<sup>1</sup>, 岡本 敏宏<sup>1,2</sup>, 渡邊 峻一郎<sup>1</sup>, 竹谷 純一<sup>1,3</sup>

Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>

○Daisuke Yamanaka<sup>1</sup>, Naotaka Kasuya<sup>1</sup>, Toshihiro Okamoto<sup>1,2</sup>, Shun Watanabe<sup>1</sup>,

Jun Takeya<sup>1,3</sup>

E-mail: 9577818411@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機半導体は電子の平均自由行程が格子定数程度と比較的短い一方で、Boltzmann 輸送方程式に則ったバンド伝導性が観測されており、有機半導体においてもバンド理論が成り立つことが明らかとなりつつある。従って、無機半導体と同様に有機半導体もキャリアドーピングによって電子相転移が期待される。

高キャリア密度状態の物性を研究する手法としてイオン液体を用いた電気二重層トランジスタ(EDLT)を利用する方法が検討されており、イオン液体が形成する電気二重層における高いキャパシタンスにより高濃度のキャリア誘起が実現可能となる[1]。当研究室では低分子半導体 C<sub>8</sub>-DNBDT-NW の単結晶を用いた電気二重層トランジスタにおいて 10<sup>14</sup>cm<sup>-2</sup> (1分子あたり 0.25 電荷) 程度の高密度キャリア誘起により二次元絶縁体-金属転移を実現している[2]。この分子ではπ共役系骨格の両端に絶縁性の直鎖オクチル基が結合しているため、共役骨格に二次元的に電子が閉じ込められ、直鎖オクチル層によりキャリア伝導層とイオン液体が空間的に隔離されるため、イオン液体由来のポテンシャル乱れが抑制され、高移動度を維持しつつ高キャリア状態を達成している。

本研究では、有機半導体における二次元絶縁体金属相転移の一般性を検証するためにヘテロアセン骨格を有する C<sub>10</sub>-DNNT の単結晶を対象とし、EDLT を用いてバンドフィリング制御を行った。高密度キャリア誘起後、室温から低温までの磁気輸送特性の評価を行い、金属化が実現する可能性のある量子化抵抗  $h/e^2$  よりも小さい抵抗値、および正の抵抗温度係数を観測することに成功した。講演では、材料に依存するバンド分散や移動度などの材料に依存するパラメータと絶縁体金属転移について議論する。

### Reference

[1] H. Huan *et al.*, *Adv. Mater.* **19**, 1605619 (2009).

[2] N. Kasuya, S. Watanabe, J. Takeya *et al.*, *Nat. Mater.* **20**, 1401-1406 (2021)

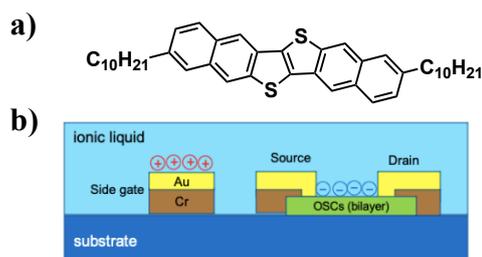


Figure 1. a) The chemical structure of C<sub>10</sub>-DNNT. b) The general scheme of EDLT.

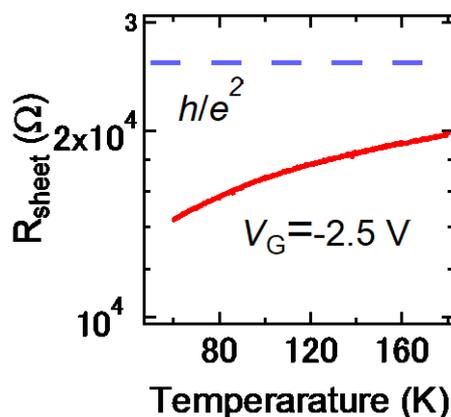


Figure 2. The temperature dependence of sheet resistance  $R_{\text{sheet}}$ .