

## 高移動度有機単結晶トランジスタにおけるフリッカーノイズ

## Flicker noise in high-mobility organic single crystal transistors

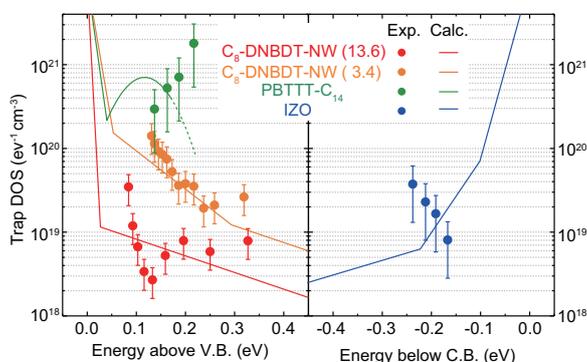
東大新領域<sup>1</sup>, 東大-産総研 *Operando-OIL*<sup>2</sup>, JST さきがけ<sup>3</sup>, 物材機構<sup>4</sup>○ 渡邊 峻一郎<sup>1,2,3</sup>, 山村祥史<sup>1,2</sup>, 岡本 敏宏<sup>1,2,3</sup>, 竹谷 純一<sup>1,2,4</sup>Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, *Operando-OIL*<sup>2</sup>, PRESTO JST<sup>3</sup>, NIMS<sup>4</sup>)○ Shun Watanabe<sup>1,2,3</sup>, Akifumi Yamamura<sup>1,2</sup>, Toshihiro Okamoto<sup>1,2,3</sup>, and Jun Takeya<sup>1,2,4</sup>

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

電子デバイスには定常状態においても電流のわずかな揺らぎ=ノイズが必ず存在し、このジッターによる観測の品質低下は電子デバイスを高密度に集積化することでより顕在化する。10 cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> を超える高移動度の有機電界効果トランジスタが開発が進み、これらを集積化した論理演算回路や有機半導体をプラットフォームとしたセンシングデバイスの実証研究も加速する中で [1]、どのようなメカニズムでノイズが発生するか、従来の半導体デバイスと比較してどの程度までノイズレベルを低減できるか、未解明の部分が多く存在した。

本研究では、当研究グループで合成した有機半導体 3,11-dioctyldinaphtho[2,3-*d*:2',3'-*d'*]benzo[1,2-*b*:4,5-*b'*]dithiophene (C<sub>8</sub>-DNBDT-NW) の単結晶薄膜用いた高移動度トランジスタにおいて、ノイズの精密測定 (ノイズスペクトロスコピー) を実施し、ノイズの原因説明・制御手法の開発に成功した。特にノイズの大きさが周波数  $f$  に対して反比例するフリッカーノイズ ( $1/f$  ノイズ) に着目し、測定温度・印加ゲート電圧をパラメータとし、多角的にノイズの解析を行った結果、有機半導体ノイズの起源が電気伝導界面におけるキャリアトラップであることを実証した。また、単結晶薄膜と、多結晶・アモルファス材料と系統的に比較することで、トラップ状態密度と移動度、そしてノイズレベルの相関が明らかとなり (Fig. 1)、構造欠陥や不純物の少ない単結晶薄膜では、従来の有機半導体では到達できなかった圧倒的に低いノイズレベルが実現できることがわかった [2]。今回開発したノイズの精密評価手法は、ノイズそのものの起源を明らかにするだけでなく、ノイズと関連する電気伝導メカニズムの解明にも一助となるだけでなく、将来さらに研究開発が進む有機論理演算回路の動作安定性や IoT センシングデバイスのセンシング感度の向上に寄与すると期待される。

[1] A. Yamamura, S. Watanabe, J. Takeya, *et.al.*, *Sci. Adv.* **4** eaao5758 (2018). [2] S. Watanabe, J. Takeya *et.al.*, *Commun. Phys.* *in press* (2018).



**Figure 1: Consistent results from two different trap DOS calculations using the noise or the transfer curves.** Trap DOS for the best C<sub>8</sub>-DNBDT-NW (red), the C<sub>8</sub>-DNBDT-NW with intermediate mobility (orange), polymeric semiconductor PBTTT (green), and oxide semiconductor IZO (blue).