

結晶性ルブレン薄膜の LUMO バンド構造の実測

Measurement of LUMO Band Structure of Crystalline Rubrene Thin Film

千葉大院融合¹, 千葉大院工², 千葉大 MCRC³, 筑波大数物⁴, プリンストン大⁵ ○(M1)鈴木 哲成¹, (D2)佐藤 晴輝¹, (D3)Syed A. Abd Rahman¹, 石井宏幸⁴, J. Dull⁵, B. P. Rand⁵, 吉田弘幸^{2, 3}Chiba Univ.^{1,2,3}, University Tsukuba.⁴, Princeton Univ.⁵, [○]Tessei Suzuki¹, Haruki Sato¹, Syed A. AbdRahman¹, Hiroyuki Ishii⁴, Jordan Dull⁵, Barry P. Rand⁵, Hiroyuki Yoshida^{2,3}

E-mail: tesssei.06-20@chiba-u.jp

LUMO バンド構造は、有機半導体の電子伝導に関わる重要な情報である。我々は、LUMO の電子構造を直接観測する低エネルギー逆光電子分光法 (LEIPS) を開発し [1]、この技術を発展させた角度分解 LEIPS (ARLEIPS) を用いて LUMO バンド構造の測定を試みている。

ルブレン単結晶は有機半導体で最も高い移動度を示す物質である [2]。しかし、気相成長した単結晶は 1 μm 以下に薄くできないため、試料帯電によって ARLEIPS 測定ができなかった。試料帯電を防ぐために蒸着膜を用いるとアモルファス化してしまい、バンド測定ができない。最近、基板とルブレンの間にアモルファス性の tris[4-(5-phenylthiophen-2-yl)-phenyl]amine (TPTPA) を挿入して加熱処理することで結晶性ルブレン薄膜が作製する方法が提案された [3]。そこで本研究では、この方法で作製した結晶性ルブレン薄膜の ARLEIPS 測定を試みた。

試料作製は Princeton 大学で行った。ITO 基板の上に TPTPA を 5 nm、その上にルブレンを 23 nm を室温で真空蒸着し、窒素雰囲気下 151 $^{\circ}\text{C}$ で 5 分間加熱して結晶化させた。その試料を不活性ガスで封入して千葉大学に送り、電子線の入射角を 5 $^{\circ}$ ごとに変えながら検出波長 387 nm で ARLEIPS 測定を行った。

Fig. 1 に ARLEIPS スペクトルを示す。観測したピークは LUMO に帰属し、スペクトルの 2 次微分の極小から決めたピーク位置を赤線で示した。測定したスペクトルから得られた LUMO バンド構造を Fig. 2 に示す。結晶性ルブレン薄膜は方位角方向にランダムに一軸配向した多結晶であるので、様々な方位のバンド構造の重ね合わせが観測されたと考えら

れる。そこで、バンド計算の結果を Γ -X (緑)、合わせると、実験結果をよく再現することがわか

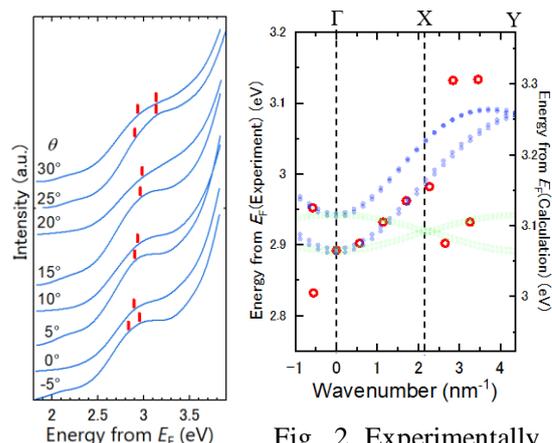
[1] H. Yoshida, Chem. Phys. Lett. **539-540**, 180 (2012).[2] J. Takeya et al., Appl. Phys. Lett. **90**, 102120 (2007).[3] Michael A. Fusella et al., Chem. Mater. **29**, 6666 (2017).

Fig. 1 ARLEIPS spectra of crystalline rubrene thin film.

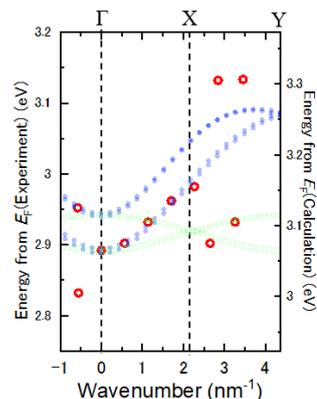


Fig. 2 Experimentally observed LUMO band structure (open circles) together with the band calculation of Γ -Y direction and Γ -X direction.