

¹千葉大先進センター、²千葉大工、³理研、⁴東北大通研、⁵千葉大融合科学 ○中山泰生^{†1}、町田真一²、船越亮博²、三成剛生³、塚越一仁³、津波大介⁴、木村康男⁴、庭野道夫⁴、野口裕^{1,5}、石井久夫^{1,5}

ルブレン(5,6,11,12-tetraphenylnaphthacene)単結晶は室温で非常に高いホール移動度を示すことから有機電界効果トランジスタ(OFET)材料として期待されている[1]が、デバイス動作の更なる理解のためには素子の電子構造に関する知見が不可欠である。有機分子の電子構造は、これまでは主に光電子分光法(PES)を用いて研究されてきた。しかし、有機分子単結晶に対して PES 測定を行うことは、一般に有機分子のエネルギーギャップが大きく絶縁体的であり、光電子放出による試料帯電が起こるため困難である。一方、本研究で用いた光電子収量分光法(PYS)は、励起光の波長を長波長側から掃引し、光電子放出の立ち上がりが生じる光エネルギーをもって物質のイオン化エネルギーを決定する手法であるため、有機分子単結晶のような絶縁性物質のイオン化エネルギーを試料帯電の影響を排除して測定することが可能である。また、光電子の放出に伴う補償電流を検出する手法であるため、真空中・大気中を問わず測定を行うことができる。本研究では、真空中および大気中でルブレン単結晶および蒸着薄膜の PYS 測定を行い、イオン化エネルギーの決定を行った。

単結晶試料は、気相成長法によって生成した薄片状のルブレン単結晶をカーボンテープに貼付し、測定槽へ導入した。薄膜試料は ITO 基板上にルブレンを真空蒸着して作製し、大気に暴露することなく測定を行った。有機分子からの光電子放出量は、光電子放出の立ち上がり近傍においては励起光のエネルギーと試料のイオン化エネルギーとの差の3乗に比例するとされている[2]。これより、イオン化ポテンシャルの決定は、光電子放出の立ち上がりから 0.4 eV の範囲をエネルギーの3乗で最小自乗フィットして行った。

ルブレン単結晶および蒸着膜の PYS スペクトルを Fig.1 に示す。単結晶試料からの光電子放出が薄膜試料と比べて低エネルギーから生じていることがみてとれる。薄膜試料のイオン化ポテンシャルは 5.2 eV であり、これは金表面上ルブレン薄膜についての報告例(5.23 eV [3])と概ね一致する。一方、単結晶のイオン化エネルギーは 4.9 eV と薄膜試料より明確に低い値を示し、立ち上がり近傍に裾構造を示す点も薄膜と異なる。本講演では、このようなイオン化エネルギーやスペクトル形状の相違が生じる原因について議論する。また、ルブレン単結晶および蒸着薄膜の光酸化に伴うイオン化エネルギーの変化を大気中 PYS によって追跡した結果も発表する。

[†] nkym@restaff.chiba-u.jp

[1] e.g. V. Podzorov, et. al., Phys. Rev. Lett. **93**, 086602 (2004).

[2] M. Kochi, et al., Bull. Chem. Soc. Jpn. **43**, 2690 (1970).

[3] L. Wang, et al., Appl. Phys. Lett. **90**, 132121 (2007).

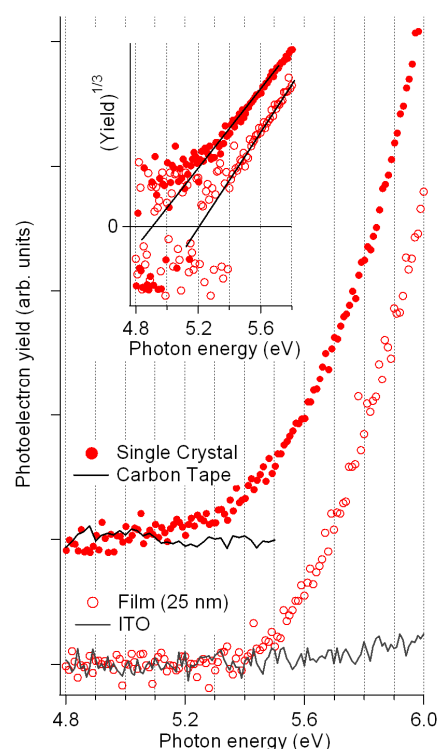


Fig.1: PYS spectra of a single crystal and a thin-film (25 nm) of rubrene plotted with those of the substrates. [Inset] Spectra of cubic-root of the photoelectron yield.