

ペンタセン単結晶表面上に  $C_{60}$  を積層した有機 pn ヘテロ接合の電子構造Electronic Structure of a  $C_{60}$  / Pentacene-Single-Crystal pn-Heterojunction千葉大院融合<sup>1</sup>, 千葉大先進<sup>2</sup>, 高エネ研物構研<sup>3</sup>○山本 真之<sup>1</sup>, 浦上 裕希<sup>1</sup>, 間瀬 一彦<sup>3</sup>, Kaveenga Rasika Koswattage<sup>2</sup>, 中山 泰生<sup>1</sup>, 石井 久夫<sup>1,2</sup>AIS, Chiba Univ.<sup>1</sup>, CFS, Chiba Univ.<sup>2</sup>, IMSS, KEK.<sup>3</sup>°Masayuki Yamamoto<sup>1</sup>, Yuki Urugami<sup>1</sup>, Kazuhiko Mase<sup>3</sup>,Kaveenga Rasika Koswattage<sup>2</sup>, Yasuo Nakayama<sup>1</sup>, and Hisao Ishii<sup>1,2</sup>

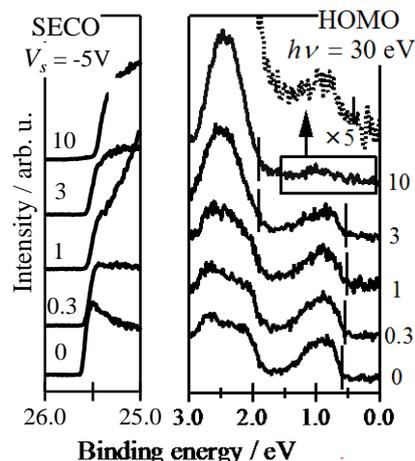
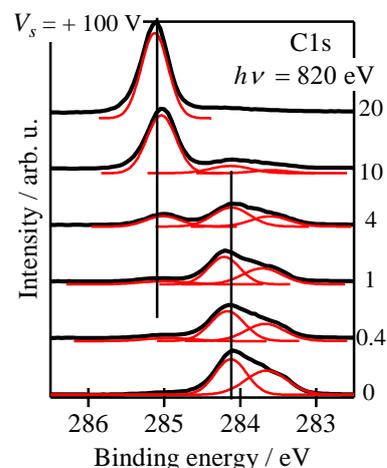
E-mail: masayuki105@chiba-u.jp

有機半導体デバイスは、低コスト、フレキシブル、軽量などの利点により多くの研究者の注目を集めている。高効率な有機デバイスを実現するために、素子内のヘテロ界面、特に pn ヘテロ接合における電子構造を理解することは重要である。ペンタセン( $C_{22}H_{14}$ )および  $C_{60}$  は、それぞれ典型的な p 型, n 型有機半導体材料として知られており、両者のヘテロ界面についてもこれまでに多くの研究例が報告されている[1-3]。しかし、過去の研究の多くは多様なファセット面が表面に露出したペンタセン多結晶膜上に  $C_{60}$  を成膜した界面に対して行われたもので、界面電子構造を接合部の分子配向まで含めて詳細に決定、制御した例はない。本研究では、ペンタセン単結晶(Pn-SC)の表面上に  $C_{60}$  を積層して構造的に高秩序な有機/有機 pn ヘテロ界面を作製し、その電子構造を紫外光電子分光(UPS)および X 線光電子分光 (XPS) により実測した。

UPS および XPS 測定は高エネルギー加速器研究機構フotonファクトリー(KEK, PF) BL-13B において行った[4]。Pn-SC は物理気相成長法により育成し[5]、金コート Si 基板上に銀ペーストで固定して試料を作製した。 $C_{60}$  の真空蒸着は、 $1.0 \times 10^{-5}$  Pa の高真空下において、0.2–0.4 nm/min の蒸着速度で行った。

Pn-SC および  $C_{60}$  / Pn-SC 界面の最高占有分子軌道 (HOMO) 領域、および試料電圧 -5 V を印加して計測した二次電子カットオフ (SECO) 領域の UPS スペクトルを Fig.1 に示す。 $C_{60}$  層蒸着前の Pn-SC の HOMO の立ち上がりは結合エネルギー(BE) = 0.58 ( $\pm$  0.03) eV と見積もられるが、 $C_{60}$  の積層に従って最大で 0.17 ( $\pm$  0.03) eV 低 BE 側にシフトする。SECO も同じ方向へ 0.13 ( $\pm$  0.03) eV シフトしており、 $C_{60}$  の堆積に伴って Pn-SC にバンドの曲がり誘起されていることが示唆される。Fig.2 に、試料電圧 +100 V を印加して計測した  $C_{60}$  / Pn-SC 界面の C1s 領域の XPS スペクトルを示す。 $C_{60}$  および Pn-SC の C1s ピークは明確に分離しており、 $C_{60}$  の積層に伴う両者の内殻準位シフトから、pn ヘテロ界面の形成に伴うそれぞれの材料層内部でのバンドの曲がりを見積もることが出来る。膜厚が増加するに従って  $C_{60}$  の C1s ピーク位置が高 BE 側にシフトしていることは、ペンタセンとの界面へ向けて下向きバンドの曲がりが生じていることを示している。本講演では界面でのエネルギー準位接続の詳細についても報告する。

本研究は、泉科学技術振興財団、科学研究費補助金、および最先端研究開発支援プログラムの資金助成のもとで行われた。

[1] I. Salzman *et al.*, *Appl. Phys.* **104**, 114518 (2008).[2] S. J. Kang *et al.*, *Synthetic Metals* **156**, 32 (2006).[3] S. Verlaak *et al.*, *Adv. Funct. Mater.* **19**, 3809 (2009).[4] A. Toyoshima *et al.*, *J. Phys: Conf. Series* **425**, 152019 (2013)[5] R. Laudise *et al.*, *J. Cryst. Growth* **187**, 449 (1998).Fig.1 UPS spectra of  $C_{60}$  (x nm) on pentacene SC substrateFig.2 XPS spectra of  $C_{60}$  (x nm) on pentacene SC substrate