

銀(111)面におけるペリレンと臭素 Perylene and bromine on Ag(111)

遠藤 理^{1,2*}、田 旺帝²、中村 将志³、雨宮 健太⁴

1. 東京農工工、〒184-8588 小金井市中町 2-24-16

2. 国際基督教大学、〒181-8585 三鷹市大沢 3-10-2

3. 千葉大工、〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

4. KEK-PF、〒305-0801 つくば市大穂 1-1

O. Endo^{1*}, Wang-Jae Chun², M. Nakamura³, K. Amemiya⁴

1. Department of Organic and Polymer Materials Chemistry, Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan

2. International Christian University, Tokyo 181-8585, Japan

3. Department of Applied Chemistry and Biotechnology, Faculty of Engineering, Chiba University, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan

4. Photon Factory, IMSS, KEK, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

1 はじめに

ペリレンは p 型有機半導体として知られ、ドーパントや電極への電荷移動によってホールが導入できる。電極からのホール注入障壁は電極の仕事関数とペリレンの HOMO レベルの相対位置で決定されると考えられるが、ホールのエネルギーレベルはホール導入前の HOMO の位置とは異なるため、仕事関数とホールのエネルギーレベルの関係を明らかにすることは重要である。これまで金(111)面でペリレン単分子層に臭素を導入すると電荷移動の結果 HOMO から電子が失われて生じたホールに相当する single unoccupied molecular orbital (SUMO) が現れることを炭素の K 吸収端近傍 X 線吸収微細構造分光(C K-NEXAFS)によって示した。NEXAFS では SUMO への遷移が LUMO への遷移よりも 1.5 eV 低エネルギーに観測された。ペリレンの HOMO-LUMO ギャップは 2.84 eV と見積もられているので[1]、ホール導入前の HOMO の位置と比較すると 1.3 eV 程度上昇していることになる。これにより金のフェルミエネルギーよりも高い位置にくるため、空状態として観測可能となったと考えられる。本課題では仕事関数が金(111)面よりも低い銀(111)面におけるペリレン単分子層へのホール注入について測定を行った。

2 実験

C K-NEXAFS 測定は KEK-PF の BL-7A において部分電子収量法で行った。超高真空中で清浄化した銀(111)面に室温でペリレンを蒸着した。臭素は AgBr の電解によって発生させた。直線偏光した入射光を入射角 90°(直入射、NI)、55°(魔法角入射、MI)、15°(斜入射、GI)で入射した。入射光強度 I_0 は上流の金メッシュの光電流で測定した。入射光のエネルギーはグラファイトの $1s \rightarrow \pi^*_{cc}$ 遷移(π^*_{cc} 遷移)のピーク位置(285.5 eV)で校正した。測定は全て室温で行った。

3 結果および考察

図 1a に Ag(111)面に室温で蒸着したペリレンの偏

光依存 C K-NEXAFS スペクトルを示す。面直方向を主に観測する GI のスペクトルに顕著な 285 eV 付近の吸収バンドは π^*_{cc} 遷移に帰属され、面内方向を観測する NI でほとんど観測されていないことから炭素骨格面が基板に平行な配向で吸着していることを示している。この結果は Au(111)面と同様であり、STM 観察の結果とも一致する[2]。図 1b に GI スペクトルの π^*_{cc} 遷移領域の拡大図を示す。黒線と赤線の臭素ドース前後でスペクトルに変化は見られず、青線の金(111)面におけるペリレンに臭素ドース後に見られた SUMO への遷移(矢印)が観測されていない。金(111)面では臭素のドース量が少ない間は部分電荷移動に対応する吸収端の低エネルギーシフトが観測されたが、これも見られなかった。これは銀(111)面の仕事関数が小さいため、臭素への電荷移動が起こったとしても空状態が金属からの電子によって占められることを表していると考えられる。

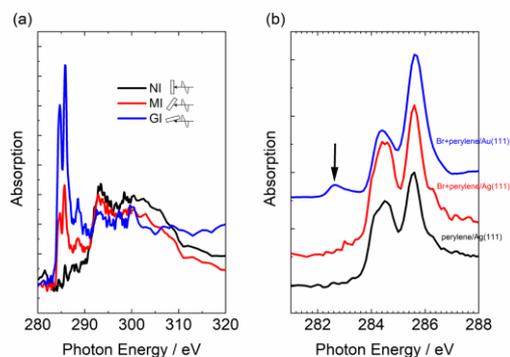


図1. (a)ペリレン/Ag(111)のC K-NEXAFS スペクトル。(b)GI スペクトルの π^* 領域。

参考文献

[1] K. Manandhar, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **107**, 063716 (2010).

[2] K. Manandhar, *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **114**, 15394 (2010).

* oendo@cc.tuat.ac.jp