

奥平 幸司 (助教授)*)

A-1) 専門領域：有機薄膜物性、電子分光、物理化学

A-2) 研究課題：

- a) 電子分光法による有機薄膜表面及び有機 / 金属界面の構造と電子状態の研究
- b) 内殻励起による有機薄膜の光分解反応の研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 有機無機界面の電子構造を明らかにすることは、高機能性有機デバイスの開発には大変重要である。さらに実用デバイスとしては、表面及び界面の微細構造を考慮しなければならず、電子状態の2次元分布を測定する必要がある。本研究では膜構造がすでに既知であるペリレンテトラカルボン酸2無水物(PTCDA)/MoS₂膜に、微細構造を持つように(メッシュを通して)インジウム(In)を蒸着し、その電子構造の2次元分布を電子放射顕微鏡を用いて観測した。その結果、メッシュの窓が四角形であるにもかかわらず、蒸着されたInは3方向に優先的に拡散し、特異な三角形形状を形成することを見出した。さらにこの拡散方向は、下地であるMoS₂の結晶軸の方向とほぼ一致していた。このような異方性拡散は、MoS₂基板に直接Inを蒸着した場合には見られなかった。これまでの研究でPTCDAとInは超高真空中で接触させるだけで反応し、In₄PTCDAという物質を形成することが知られている。これらの点から、PTCDA膜上にみられたInの異方性拡散は、PTCDAとInの相互作用に起因していることが明らかになった。
- b) 共役形を持つフッ素化合物は電子吸引性のフッ素が含まれることにより、電子伝導性を示すことが多く、有機EL素子の電子輸送層用の材料として興味深い物質である。このような電子伝導性を示す有機分子を用いて有機分子素子を作製した場合、その伝導機構は非占有状態をはじめとする励起状態に深く依存している。一方内殻電子励起は、励起状態の局在性を利用することで、特定の化学結合を選択的に結合切断することができる興味深い現象であるが、その選択的結合切断と励起状態は深く関連しており、これを利用することで励起状態の帰属が期待される。本研究では、フッ素化オリゴマーPF8P薄膜に軟X線を照射しtime-of-flight法によるイオンマススペクトルを測定した。放出されたイオンのイオン種およびイオン収量の励起波長依存性から、内殻励起による結合切断と励起状態の関係を調べた。その結果PF8PのC-F結合の選択的結合切断がF1s → $\sigma(C-F)^*$ への遷移でおこなわれていることが分かった。またこれを利用して軟X線吸収スペクトルの帰属を行うことが出来た。以上の結果は、内殻電子励起による選択的結合切断による放出イオンの励起波長依存性を測定することは、励起状態とくに非占有状態の帰属に有効であることを示している。

B-1) 学術論文

K. K. OKUDAIRA, K. OHARA, H. SETOYAMA, T. SUZUKI, Y. SAKAMOTO, M. IMAMURA, S. HASEGAWA, K. MASE and N. UENO, "Excited States of Perfluorinated Oligo(*p*-Phenylene) by Inner-Shell Excitation," *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B* **199**, 265–269 (2003).

H. SETOYAMA, S. KERA, K. K. OKUDAIRA, M. HARA, Y. HARADA and N. UENO, "Outermost Surface Reactions of Molecular Thin Films Induced by Metastable-Atom Impacts," *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, 597–601 (2003).

M. ONOUE, T. IBE, J. MIYAUCHI, M. SHIONOIRI, A. ABDUREYM, S. KERA, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, "Growth of CuPc Thin Films on Structured SiO₂/Si(100) Studied by MEEM and PEEM," *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, 3588–3592 (2003).

H. SETOYAMA, S. KERA, T. MURASE, M. IMAMURA, K. MASE, K. K. OKUDAIRA, M. HARA and N. UENO, "Partial Ion Yield and NEXAFS of 2-(perfluorooctyl)Ethanethiol Self-Assembled Monolayer: Comparison with PTFE Results," *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B* **199**, 275–279 (2003).

M. ONOUE, J. MIYAUCHI, M. SHIONOIRI, S. KERA, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, "Evidence of Anisotropic Diffusion of Indium Atoms on a Surface of Perylene-3,4,9,10-Tetracarboxylic Dianhydride/MoS₂ System Observed by Photoelectron Emission Microscopy (PEEM)," *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, L1465–L1468 (2003).

C) 研究活動の課題と展望

有機薄膜の表面および界面の電子状態の研究は、高機能な有機分子素子の開発という実的な面だけでなく、表面および界面特有の現象(基板後分子の相互作用に依存する表面分子配向、界面での反応とそれに伴う新しい電子状態の発現)という基礎科学の面からも重要な研究テーマである。今後は、2点に着目して界面および表面での電子構造を明らかにしていきたい。興味深い電子状態をもつと考えられる複雑な構造を持つ高分子、生体分子に着目する。表面および界面での電子状態の二次元分布:微細構造による電子状態の影響。放射光を用いた角度分解紫外光電子分光法を中心としたいくつかの表面敏感な測定法および電子放射顕微鏡を組み合わせることで、以上の点を明らかにしていきたい。

一方、内殻電子励起による結合切断は、分子内の特定の結合を選択的に切断する“分子メス”として新たな化学反応として興味深い現象である。結合切断のメカニズムは、内殻電子励起とそれにもなうオージェ過程が関与しているといわれているが、その詳細については不明な点が多い。今後は、高い配向性のある超薄膜(特にフッ素化フタロシアニン)に着目しているを用いて結合切断と深く関連する励起状態の正確な帰属を行い、励起状態とそれに関与するオージェ過程と結合切断の関係を明らかにしていきたい。

* 2003年4月1日千葉大学大学院自然科学研究科助教授