

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界面の構造と電子状態
- b) 内殻励起による有機薄膜の光分解反応

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 有機EL素子に代表される有機分子素子は近年実用化がはじまっているが、その動作機構に関してまだ十分な知見が得られていない。このような素子の特性に大きな影響を与える膜表面および界面の電子構造は、分子配向等に大きく依存する。有機高分子薄膜は、大気中で安定なことから、スピンキャスト法を用いることで大量生産が可能であるという特徴をもつ。しかしながらその膜表面構造は複雑であり、分子配向等の定量的解析が困難であった。本研究では、側鎖に共役系を持つポリピニルナフタレンを試料とし、放射光を用いた角度分解紫外光電子分光法 (ARUPS) を中心として軟X線吸収スペクトル (NEXAFS) を測定した。NEXAFSからは分子の傾き角の平均値を、ARUPSからは光電子放出角度依存性の測定値と、1回散乱まで取り込んだ解析結果と比較することで、側鎖であるナフタレン環は膜表面で立ったものが多い3次元等方ランダム配向をしていることがわかった。この結果からポリピニルナフタレン薄膜表面は側鎖であるナフタレン環の端にあるC-Hが支配的であることを示した。
- b) テフロンに代表されるフッ素系高分子薄膜は耐酸、対アルカリ性が高いが、電子線や紫外光やX線の照射により容易に分解することが知られている。そのため医療用マイクロマシンの材料として期待されている。これを実用化するためには、光分解反応機構を明らかにし、より効率の良い光分解反応を見出す必要がある。本研究では、テフロンやポリビニリデンフロライド (PVDF) 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。その結果テフロンやPVDFにおいて共に F_{1s} (C-F)^{*}への励起により、 F^+ イオンが選択的に放出されていることがわかった。これはテフロンやPVDF分子中のC-F結合切断が F_{1s} (C-F)^{*}への励起にともない選択的に起こっていることを示している。

B-1) 学術論文

H. YASUFUKU, M. OKUMURA, T. IBE, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, "Surface Images of SiO₂/Si(100) Pattern using Electron Emission Microscopy with Metastable Atoms, Photons and Low-Energy Electrons," *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 2447 (2001).

H. YASUFUKU, T. IBE, M. OKUMURA, S. KERA, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, "Diffusion of Chloroaluminum Phthalocyanine on MoS₂ Surface Detected by Photoemission Electron Microscopy and Metastable Electron Emission Microscopy," *J. Appl. Phys.* **90**, 213 (2001).

S. KERA, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, "Molecular Orientation and Aggregation of Titanyl Phthalocyanine Molecules on Graphite Substrates: Effects of Surface Topography of the Substrate," *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 783 (2001).

H. YASUFUKU, M. OKUMURA, S. KERA, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, “PEEM and MEEM of Chloroaluminum Phthalocyanine Ultrathin Film on MoS₂,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **114-116**, 1025 (2001).

A. ABDUREYIM, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA, S. MASUDA, M. AOKI, K. SEKI, E. ITO and N. UENO, “Characterization of 4-mercaptohydrocinnamic Acid Self-assembled Film on Au(111) by Means of X-ray Photoelectron Spectroscopy,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **114-116**, 371 (2001).

S. KERA, H. SETOYAMA, K. KIMURA, A. IWASAKI, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, “Direct Observation of S-Au Bonding State of Self-assembled Monolayers by Outermost-surface Spectroscopy using Metastable Atom Beam,” *Surf. Sci.* **482-485**, 1192 (2001).

S. KERA, H. SETOYAMA, M. ONOUE, K. K. OKUDAIRA, Y. HARADA and N. UENO, “Origin of Indium-[perylene-3,4,9,10-tetracarboxylic dianhydride] Interface States Studied by Outermost Surface Spectroscopy Using Metastable Atom,” *Phys. Rev. B* **63**, 115204 (2001).

H. YAMANE, H. SETOYAMA, S. KERA, K. K. OKUDAIRA and N. UENO, “Low-energy Electron Transmission Experiments on Graphite,” *Phys. Rev. B* **64**, 113407 (2001).

K. K. OKUDAIRA, S. KERA, H. SETOYAMA, E. MORIKAWA and N. UENO, “Electronic Structure and Molecular Orientation at Thin Film Surfaces of Pendant Group Polymers Studied by Outermost Surface Spectroscopy Using Metastable Atoms,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **121**, 225 (2001).

K. K. OKUDAIRA, E. MORIKAWA, S. HASEGAWA, H. ISHIII, Y. AZUMA, M. IMAMURA, H. SHIMADA, K. SEKI and N. UENO, “Surface Electronic Structure and Molecular Orientation of Poly(9-vinylcarbazole) Thin Film: ARUPS and NEXAFS,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **467-467**, 1233 (2001).

B-4) 招待講演

K. K. OKUDAIRA, Y. AZUMA, E. MORIKAWA, S. HASEGAWA and N. UENO, “Electronic Structure and Molecular Orientation at Polymer Surface and Metal/Organic Interface,” First International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE1), Awaji Yemebutai (Japan), 6a-OB-4, 2001年3月.

C) 研究活動の課題と展望

有機薄膜の表面および金属との界面の電子状態の研究は、高機能な有機電子素子の開発という実用的な面だけでなく、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で興味深い。これまで、いくつかの有機分子からなる薄膜に関する研究を行ってきたが、実際に有機EL素子に使用されている有機分子(高分子も含む)に関しては十分の研究がなされていなかった。今後は、複雑な構造をもち、興味深い電子状態をもつと考えられる高分子をはじめ実用レベルの素子にもちいる有機分子に焦点を絞り、表面および界面でどのような電子状態が形成されているのかを、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(ペンニングイオン化電子分光法、低速電子線透過法等)を組み合わせることで、明らかにしていきたい。

* 2001年4月1日着任