

## 解 良 聡 ( 助手 ) \*

A-1) 専門領域：有機薄膜物性、電子分光

A-2) 研究課題：

- a) 有機・無機界面の膜構造と電子状態
- b) 軟X線 ,メタステーブル原子をプローブとした表面選択反応

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 光電子分光法を用いた電子構造の評価は一般的に広く行われているが、有機・無機界面においてはその複雑さから、いまだ体系的に捉える段階には至っていない。本研究では、共役系巨大有機分子薄膜の価電子帯電子構造およびその膜構造との関連を種々の手法 ( ARUPS ,MAES ,HREELS ,LEED ,MEEM ,PEEM )により多角的に評価を行い、有機界面における諸問題を理解すべく実験を進めている。一例として典型的な有機半導体PTCDAの高配向積層膜を作成し、放射光励起ARUPSによる精密測定を行うことで、弱い - 分子間相互作用に基づく非常に小さなエネルギーバンド分散の存在を見出した。これによりホール有効質量、移動度等、種々の物性値を見積もった。また有機薄膜におけるキャリアドープの効果を調べるため、PTCDA薄膜とインジウム原子の接触界面を作成した。両者の反応による新規分子の生成とインジウムからの電荷移動による励起子エネルギーの変化、および配向薄膜の構造変化をHREELS、LEEDにより観測した。また構造障害物の存在する基板表面における分子薄膜の成長過程について、CuPc分子の成長を光電子放射顕微鏡 ( MEEM, PEEM )によってダイレクトに追跡した。シリコン酸化膜構造パターン上のエッジ部における分子配向の異方性を検知することに成功した。
- b) デバイスにおけるキャリア伝導機構を理解するうえで、物質の励起状態に関する知見は重要な意味を持つ。軟X線を用いた内殻電子励起による吸収端微細構造 ( NEXAFS )は非占有準位に関する多くの情報を含んでいる。さらに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切断することができるという興味深い現象を示す。このような選択的結合切断と分子の励起状態は深く関連しており、新たな分子加工技術 ( 分子メス )と共に励起状態の帰属評価法としての効果も期待される。一方、メタステーブル原子を試料表面へ照射すると、膜表面最上層のみから選択的に電子が放出され、最表面電子分光法 ( MAES )として機能する。このとき照射原子線密度の増加によって、有機薄膜最表面における局所的な結合切断が観測される。本研究ではフッ素化アルカンチオール自己組織化膜を作成し、軟X線照射時のtime-of-flight法によるイオン質量スペクトルを測定した。軟X線照射と共に放出されたイオン種および収量の励起波長依存性から、分子の結合切断と励起状態の関係を調べた。これにより表面近傍からの選択的なフッ素イオン放出が生じていることが明らかとなった。またメタステーブル原子による最表面選択結合切断をいくつかの有機薄膜において検知した。このように通常、物性の評価手法として用いられている各手法であるが、新たな薄膜表面加工技術としての応用化の側面も期待できる。

B-1) 学術論文

H. YAMANE, S. KERA, K. K. OKUDAIRA, D. YOSHIMURA, K. SEKI and N. UENO, "Intemolecular Energy-Band Dispersion in PTCDA Multilayers," *Phys. Rev. B* **68**, 033102 (4 pages) (2003).

T. NAKAMURA, K. IWASAWA, S. KERA, Y. AZUMA, K. K. OKUDAIRA and N. UENO, "Low-Energy Molecular Exciton in Indium/Perylene-3,4,9,10-Tetracarboxylic Dianhydride System Observed by Electronic Energy Loss Spectroscopy," *Appl. Surf. Sci.* **212-213**, 515–519 (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 SiO<sub>2</sub>/Si(100) Studied by Metastable Electron Emission Microscopy and Photoelectron Emission Microscopy," *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, 3588–3592 (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).

H. SETOYAMA, S. KERA, T. MURASE, M. IMAMURA, K. MASE, K. K. OKUDAIRA M. HARA and N. UENO, "Low-Energy Electron Transmission through Organic Monolayers: An Estimation of the Effective Monolayer Potential by an Excess Electron Interference," *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B* **199**, 275–279 (2003).

### B-3) 総説、著書

解良 聡、上野信雄,「有機薄膜界面の電子状態:現状と課題」, *応用物理* **72**, 1260–1267 (2003).

### C) 研究活動の課題と展望

有機薄膜の膜構造および電子状態の研究は、高機能有機デバイスの開発という応用化の側面のみならず、有機系における表面・界面特有の現象を調べるという基礎学術的な面からも多くの興味深いテーマが残されており、まだまだあらゆる観点での実験データの蓄積が不可欠である。特に当面は、有機系における光電子スペクトルの価電子帯微細構造の起源に関して明らかにすることが課題となる。これによりこの分野における分子間相互作用や界面での分子・基板間相互作用といった曖昧な用語を物理的に解釈できる日が訪れることと期待している。本研究において以後具体的には、高度に配向した巨大有機分子系の薄膜を作成し、電子状態の高エネルギー分解能、高角度分解能測定を行い、エネルギーバンド分散や吸着状態の違いによる電子状態の微細変化を観測する。また基底状態・励起状態における励起子、振動子カップリング等の由来を明らかにし相互作用に関する知見を得ることを目的として実験を行う。

\* 2003年4月1日着任