

界面分子科学研究部門（流動研究部門）

小宮山 政 晴（教授）*）

A-1) 専門領域：触媒表面科学、光表面化学

A-2) 研究課題：

- a) 走査型トンネル顕微鏡 (STM) による光触媒励起状態の空間分解分光
- b) アップコンバージョン現象を利用した光触媒励起波長の広領域化
- c) ゼオライト表面における分子吸着配列構造形成の原子間力顕微鏡 (AFM) 観察とその理論的検討
- d) アパチャレス近接場光学顕微鏡 (SNOM) の試作

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) STMを用いて、紫外光による光触媒励起状態の空間分布測定を試みた。光励起により、STMで観察される光触媒表面形状が変化する領域のあることが見出された。この領域の大きさはナノメートルオーダーであり、島構造の狭隘部など特殊な表面構造の部分に局在した。この現象を励起電子または空孔が特殊な表面構造部分に蓄積した結果であるとして解釈した。今後は空間分解仕事関数測定、空間分解状態密度測定などの方法を用いて、この解釈の妥当性を検討し、かつ光触媒励起状態の空間分布と光触媒の活性点分布との関連に研究を展開する。
- b) 現在用いられている光触媒は紫外光領域で動作するものが多く、励起波長の広領域化は重要な課題である。そこで多光子過程であるアップコンバージョン現象を利用した光触媒励起波長の可視・赤外光化を試みた。種々のアップコンバージョン材料を合成し、そのアップコンバージョン特性を検討すると共に、光触媒との組み合わせ方法を検討した。多光子過程であるがゆえの量子効率の低さが解決すべき問題点である。
- c) ゼオライト表面における液相（主に水溶液中）での分子吸着をAFMにより観察し、その吸着分子配列構造ならびにレジストリを決定した。このような非導電性試料表面への液相吸着のその場観察は、AFM出現以前には考えられなかったことである。このようにして得られた吸着分子配列構造ならびにレジストリを、分子動力学法ならびに分子力場法により検討した。またゼオライトへき解(010)面の原子配列をはじめローカルに決定した。
- d) アパチャレスSNOMは、通常のSNOMの分解能が光ファイバプローブの開口径で制限されるのに対して分解能の制限がなく、原子分解能を実現する可能性の高い手法である。その試作のために、装置、制御回路、検出系などの設計・準備を開始した。

B-1) 学術論文

M. KOMIYAMA, M. GU and H. -M. WU, "Determination of Extra-framework Cation Positions and Their Occupancies in Heulandite(010) by Atomic Force Microscopy," *J. Phys. Chem. B* **105**, 4680 (2001).

M. KOMIYAMA, T. UCHIHASHI, Y. SUGAWARA and S. MORITA, "Molecular Orbital Interpretation of Thymine/graphite NC-AFM Images," *Surf. Interface Anal.* **29**, 53 (2001).

M. KOMIYAMA and T. SHIMAGUCHI, "Formation of Charge-Reduced Si⁴⁺ Species in Silica Thin Film due to the Contact with Ultrafine Metal Particles," *Surf. Interface Anal.* **29**, 189 (2001).

D. YIN and M. KOMIYAMA, "TiO₂(110) Surface Preparation by UV Light Irradiation for STM Observations," *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 4281 (2001).

N. GU and M. KOMIYAMA, "Various Phases on Natural Stilbite (010) Surface Observed by Atomic Force Microscopy under Aqueous Conditions," *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 4285 (2001).

Y. J. LI, K. MIYAKE, O. TAKEUCHI, D. N. FUTABA, M. MATSUMOTO, T. OKANO and H. SHIGEKAWA, "Adsorption and wetting Structures of Kr on Pt(111) at 8 K and 45 K studied by scanning tunneling microscopy," *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 4399 (2001).

B-3) 総説、著書

小宮山政晴,「界面ハンドブック」,岩澤 梅沢 澤田 辻井監修(分担執筆),エヌ・ティー・エス(2001).

B-4) 招待講演

小宮山政晴,「走査プローブ顕微鏡概論」,分子科学研究所技術課セミナー「走査プローブ顕微鏡 ナノメーターの世界を創る、視る」,岡崎,2001年11月.

B-6) 学会および社会的活動

科学研究費の研究代表者等

基盤研究(B)「STMを用いた空間分解分光法による光触媒の活性点構造と局所電子状態」代表(1999年-).

B-7) 他大学での講義、客員

山梨大学工学部,「物理化学大要」「基礎物理化学」「資源物理化学」,2001年度.

新潟大学工学部,「機器分析化学」,2001年度.

湖南師範大学客員教授.

C) 研究活動の課題と展望

固体表面と光との相互作用は、ことに光触媒反応との関連で興味深い研究課題である。固体表面の光励起は一般的には無限の三次元配列を想定する固体のバンドモデルで解釈されるが、光触媒反応はナノレベルの局所原子配列によって左右され、この両者を統合的に理解するためには固体表面の光励起を原子分子のレベルで把握することが必要不可欠である。このために原子レベルのローカルプローブであるSTMを使用して、光触媒の励起過程とその触媒反応過程の解明を進めている。さらに通常の分光法にプローブ顕微鏡の手法を生かした空間分解能を組み合わせる手段として、アパチャレスSNOMの試作と応用を行う。

* 2001年4月1日着任