

4-10 研究施設等

機器センター

湊 丈俊（主任研究員）（2020 年 6 月 1 日着任）

兵藤 由美子（事務支援員）

A-1) 専門領域：表面界面科学，エネルギー変換，物理化学

A-2) 研究課題：

- a) 走査プローブ顕微鏡の高度化と物性・反応機構の解明
- b) 電極／電解液界面におけるエネルギー変換の機構解明
- c) 環境触媒の反応機構解析

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 温度は化学反応に大きな影響を与える要因の一つであり，液中での走査プローブ顕微鏡（SPM）測定においても精密な温度制御が求められる。しかし，氷点下環境での高分解能測定はこれまで報告されていなかった。本研究では，試料周辺の温度を制御する機構を構築し測定を試みたが，探針との温度差が原因で安定した測定が困難だった。そこで，測定システム全体を均一に温度制御する新たなシステムを開発し，世界で初めて液中における氷表面の高分解能測定に成功した。本成果は，大西洋教授（神戸大学・分子科学研究所）との共同研究によるものである。さらに，湿度を制御しながら測定可能な SPM システムを開発し，ナノ水滴の特異な凝着力を検出することにも成功した。湿度変化がナノスケールの液体挙動に及ぼす影響を詳細に解析し，ナノ水滴の凝着メカニズムに関する新たな知見を得た。本研究は，荒木優希助教（金沢大学）との共同研究として実施された。これらの成果は，低温環境下や湿度制御下でのナノスケール測定技術の発展に寄与し，エネルギー材料研究や界面科学分野への応用が期待される。
- b) リチウムイオン電池は，小型電子機器や電気自動車など幅広い分野で利用されているが，さらなる高性能化と環境負荷の低減が求められている。本研究では，アニオンの移動を利用した新型蓄電池の開発と，その反応メカニズムの解明に取り組んでいる。今年度は，環境循環型の電解液と電極を発見し，X線回折（XRD），X線光電子分光（XPS），電子顕微鏡などを用いて詳細に分析した。また，走査型プローブ顕微鏡（SPM）を活用し，ナノスケールでの反応メカニズムを調査した。これらの成果は，新たな蓄電池技術の発展に貢献し，持続可能なエネルギー貯蔵システムの実現に寄与するものである。
- c) 大気中の二酸化炭素濃度の増加という環境問題に対処するため，低温でのメタン化反応において高いメタン収率を得ることを目指し，La と Zr を添加した Ni/CeO₂ 触媒の研究を行った。触媒を合成し，その触媒活性と物性を詳細に解析した。その結果，La を添加した触媒が，より大きな表面積と十分な酸素空孔，そして高い Ni 分散性を示し，低温でのメタン化において優れた性能を発揮することが明らかになった。本研究は，タイの Khon Kaen 大学との共同研究である。

B-1) 学術論文

M. KOBAYASHI, J. TAKAHASHI, H. OTA, K. MATSUO, M. I. A. IBRAHIM, T. MINATO, G. FUJIMORI, M. KATOH, K. KOBAYASHI, Y. KEBUKAWA and H. NAKAMURA, “Emergence of Optical Activity and Surface Morphology Changes in Racemic Amino Acid Films Under Circularly Polarized Lyman- α Light Irradiation,” *Chirality* **36(11)**, e70004 (2024). DOI: 10.1002/chir.70004

J. P. ITHIKKAL, K. FUKUTANI, F. NISHINO, T. MINATO, H. ISHII, S. IZAWA, K. TANAKA, M. HIRAMOTO and S. KERA, “Direct Observation of the Electronic Structure and Many-Body Interactions of Low-Mobility Carriers in Perylene Diimide Derivative,” *Appl. Phys. Lett.* **125(5)**, 052102 (2024). DOI: 10.1063/5.0221293

R. YANAGISAWA, T. UEDA, K. NAKAMOTO, Z. LU, H. ONISHI and T. MINATO, “The Interface between Ice and Alcohols Analyzed by Atomic Force Microscopy,” *J. Chem. Phys.* **161(2)**, 024702 (2024). DOI: 10.1063/5.0211501

Y. ARAKI, T. MINATO and T. ARAI, “Microscopic Behavior of Nano-Water Droplets on a Silica Glass Surface,” *Sci. Rep.* **14(1)**, 10693 (2024). DOI: 10.1038/s41598-024-61212-1

S. TSUBOKURA, S. KAWANO, Y. IMAI, T. UEDA, K. NAKAMOTO, H. NOMA, H. HIOKI and T. MINATO, “Development of a Method for Analyzing the Positional Correlation of Local Structures in Scanning Probe Microscopy Images Using Template-Matching Image-Processing Method,” *Appl. Phys. Express* **17(3)**, 035003 (2024). DOI: 10.35848/1882-0786/ad2784

B-4) 招待講演

湊 丈俊, 「原子間力顕微鏡を用いた蓄電池の電極と電解液の界面における物性と反応機構の in-situ 解析」, ブルカージャパンナノ表面計測事業部 AFM ミーティング【関西】AFM を用いた電池特性評価技術, 大阪, 2024 年 10 月.

荒木優希, 湊 丈俊, 新井豊子, 「FM-AFM によるナノスケピックなぬれのその場観察」, 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会シンポジウム: 異分野に広がる界面ナノ電子化学～最先端半導体からバイオサイエンスまで～, 新潟, 2024 年 9 月.

T. MINATO, “Reaction Mechanism at Interface between Electrode and Electrolyte Analyzed by Scanning Probe Microscopy,” The 12th Vacuum and Surface Sciences Conference of Asia and Australia, Taipei (Taiwan), October 2024.

T. MINATO, “Breaking Boundaries,” Special Lecture, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Kohn Kaen University, Kohn Kaen (Thailand), September 2024.

T. MINATO, “Surface & Interface Sciences in Energy Conversion Materials,” International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) MONGOLIA 2024, Ulaanbaatar (Mongolia), September 2024.

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本物理学会 代議員 (2023–2025).

International Union for Vacuum Science, Technique and Applications (IUVSTA)-Japan 国際連携委員会委員 (2023–).

Applied Surface Science Division, International Union for Vacuum Science, Technique and Applications (IUVSTA)-Japan, Vice Chair (2023–).

日本表面真空学会 国際連携委員会委員 (2024–2025).

次世代ナノプローブ技術委員会 運営委員 (2024–2025).

日本表面真空学会マイクロビームアナリシス技術部会 幹事 (2024–2025).

学会の組織委員等

日本表面真空学会 ISSS-10 プログラム委員会委員 (2022–2025).

The 34th Thai Institution of Chemical Engineering and Applied Chemistry International Conference International Scientific Committee (2024–2025).

ALC'24組織委員会 ALC'24 プログラム委員 (2023–2025).

学会誌編集委員

e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, Associate Editor (2024–2025).

その他

青森県三戸町ふるさと応援大使 (2021–2025).

B-8) 大学等での講義, 客員

Kohn Kaen University, Department of Chemical Engineering, Inbound Visiting Scholar, “Instrumental Analysis,” 2024年9月–12月.

Khon Kaen University, Inbound Visiting Scholar, 2024年9月–12月.

B-10) 競争的資金

自然科学研究機構 Open Mix Lab (OML) 公募研究プログラム (テーマ設定型), 「アニオン移動型革新型蓄電池反応の研究」, 湊 丈俊 (2023年度–2024年度).

科研費基盤研究(C), 「ガラス上のナノ水滴の構造観察による微視的ぬれの解明」 (代表者: 荒木優希), 湊 丈俊 (研究分担者) (2023年度–2025年度).