

## 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による固液界面の構造解析法
- b) 電極／電解液界面設計による革新型エネルギー変換反応の研究
- c) 電気化学走査プローブ顕微鏡データの解析によるハイスループット解析

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 固体と液体の界面で起きる特異な現象を解析できる走査プローブ顕微鏡を構築し，潤滑油と金属の界面およびアルコールとグラファイトの界面について物性解明を進めた。まず，潤滑油中で，ステアリン酸が酸化銅表面に形成する金属石けん膜を直接観察し，その特性を解析した。金属石けん膜は速やかに厚く形成され，しかも機械的に除去されにくいことが分かった。また，自己組織化によって形成された金属石けん膜は，ステアリン酸単分子膜よりも低い摩擦を示し，純粋な銅ステアレート膜と同程度の優れた境界潤滑性能を示した。つまり，水分が脂肪酸の脱プロトン化と銅との配位を助け，厚くて滑る膜の形成を促進するということを明らかにした。また，大西 洋教授との共同研究において，氷点下の固液界面で計測可能な走査プローブ顕微鏡システムを用いて，グラファイト表面に吸着したオクタノール分子が形成する構造をナノメートル分解能で観察し，さらに，表面上にオクタノール層が形成されていることを示した。低温では液体の粘度上昇によって探針カンチレバーの共振特性が変化するものの，氷点下の液中においても安定した測定が可能であることを実証した。
- b) 次世代の革新型蓄電池であるフッ化物イオンシャトル電池二次電池では，キャリアイオンであるフッ化物イオンが電解液に溶けず，有機物のアニオンアクセプターを加えることで，フッ化物イオンの濃度を高めていた。本研究では，アニオンアクセプターを用いることなく，安定で安価な無機物であるテトラフルオロほう酸カリウムを加えることで，フッ化物イオンの濃度を高め，さらにフッ化物が反応しやすい電解液を調製できる事を初めて示した。これらの結果を基に，フッ化物イオンの活性を調整するという新しいコンセプトの電解液を設計する方針を提案した。
- c) 電気化学走査プローブ顕微鏡の測定は，計測速度や反応速度が遅く測定に長時間を要する場合がある。このような系において，効率的に研究を進めるために，実験条件，得られた画像データ，電気化学データの相関を解析することで，これまでよりも高速に解析を進めることが出来る技術を構築した。さらに，画像解析によって人間の目だけでは気付くことが出来ない特徴の抽出，電気化学データの低次元化解析によるハイスループット解析を可能とする技術を構築し，蓄電池の反応解析に応用した。

B-1) 学術論文

**N. TABTIMTONG, P. KAISOOK, Y. IMAI, T. UEDA, K.-I. NAKAMOTO, Y. SEGAWA, A. NERAMITTAPONG, S. NERAMITTAPONG and T. MINATO**, “Facilitated Fluorination by Potassium Tetrafluoroborate in Tetraglyme Electrolytes for Fluoride Shuttle Batteries,” *ACS Appl. Energy Mater.* **9(7)**, 3690–3696 (2026). DOI: 10.1021/acsaem.5c04132

**N. YAMASHITA, H. EGAWA, T. HIRAYAMA and T. MINATO**, “In-Lubricant AFM Visualization of Fatty Acid Metal Soap Films: Evaluation of Tribological Properties,” *Tribol. Int.* **215(B)**, 111471 (2026). DOI: 10.1016/j.triboint.2025.111471

**J. NISHIDA, K. OTSUKA, T. MINATO, Y. K. KATO and T. KUMAGAI**, “Ultrafast Infrared Nano-Imaging of Local Electron–Hole Dynamics in CVD-Grown Single-Walled Carbon Nanotubes,” *Sci. Adv.* **11(25)**, eadv9584 (2025). DOI: 10.1126/sciadv.adv9584

**Z. LU, R. YANAGISAWA, S. MORIGUCHI, T. UEDA, K. NAKAMOTO, T. MINATO and H. ONISHI**, “Frequency-Modulation AFM in Sub-Zero Antifreeze Liquid,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **64(5)**, 05SP05 (2025). DOI: 10.35848/1347-4065/adcccc

**N. TABTIMTONG, A. PADUNGWAT, N. LERTNA, P. ATHIKAPHAN, A. NERAMITTAPONG, T. MINATO and S. NERAMITTAPONG**, “Sucrose Conversion to 5-Hydroxymethylfurfural over Commercial Ion-Exchange Resin,” *Biomass Bioenergy* **199**, 107940 (2025). DOI: 10.1016/j.biombioe.2025.107940

B-4) 招待講演 (\* 基調講演)

**T. MINATO**, “Energy Conversion at Electrode–Electrolyte Interfaces: Insights from Scanning Probe Microscopy,” Annual Meeting of the Japan Society of Vacuum and Surface Science 2025, Tsukuba, October 2025.

佐藤宏祐, 斎藤 晃, 湊 丈俊, 杉本敏樹, 「担持金属助触媒の役割解明に向けた光触媒表面の in-situ/operando 分光・顕微観測」, 日本表面真空学会 第 8 回若手部会研究会 & 関東支部 10 周年記念シンポジウム, 新潟, 2025 年 4 月.

湊 丈俊, 「原子間力顕微鏡を用いた固液界面のナノ力学計測」, 分子研研究会「トライボロジーの分子科学」, 岡崎, 2025 年 4 月.

**T. MINATO**, “Exploring the Hidden World at Battery Interfaces: Toward the Energy Technology of Tomorrow,” Cambodian Chemical Society International Symposium, Phnom Penh (Cambodia), December 2025.\*

**T. MINATO**, “Reaction Mechanism in Rechargeable Batteries for Next-Generation Energy Technology,” The 34<sup>th</sup> Thai Institution of Chemical Engineering and Applied Chemistry International Conference, Pattaya (Thailand), May 2025.

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–).

Applied Surface Science Division, International Union for Vacuum Science, Technique and Applications (IUVSTA)-Japan, Chair (2025–).

日本表面真空学会 国際連携委員会委員 (2023–).

次世代ナノプローブ技術委員会運営委員 (2024–).

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–).

#### 学会の組織委員等

International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '26, Program Committee (2021–).

ICSPM 国際会議プログラム委員 (2021–).

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

The 26<sup>th</sup> International Conference on Non-Contact Atomic Force Microscopy, Program Committee (2025–2026).

ACSIN16 国際会議実行委員会プログラム委員 (2025–).

#### 理科教育活動

愛知県サイエンス実践塾体験研究室「未来の物理化学研究者集まれ！ 2050年のモビリティエネルギーのナゾに迫る！」愛知県×分子研×トヨタ自動車 (2025).

令和7年度文部科学省マテリアルリサーチインフラ事業学生研修プログラム「走査プローブ顕微鏡を用いたナノレベル物性解析」(2025).

#### その他

青森県三戸町ふるさと応援大使 (2021–2025).

#### B-10) 競争的資金

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).