

6-10 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) 表面界面におけるエネルギー変換の機構解明
- c) 環境浄化反応の材料物性と反応機構解明

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 不活性雰囲気での電気化学反応下において，原子／ナノレベルで物性を解析する走査プローブ顕微鏡システムを構築し，液体中で固体試料の電位を制御し，固体と液体の間に生成する特殊な界面層をフォースカーブ測定にて検出した。また，走査プローブ顕微鏡の測定系の湿度を定量的に制御することで生成させたナノサイズ機械特性を凝着力測定から発見した。さらに，走査プローブ顕微鏡像から新しい情報を取り出す方法として，走査プローブ顕微鏡像の画像的特徴を認識し，物性を抽出する方法を構築している。この技術を用いて，これまで不明であった固体表面での電子的相互作用を初めて明らかにすることに成功した。
- b) 電極と電解質の界面の状態を解析し制御することで，エネルギー変換反応を促進させる方法を見出すことを目的としている。電極と電解液の界面には，空間電荷層や電気二重層など界面特有の状態が生成し，エネルギー変換反応に対して大きな影響を与えている。これらの界面の状態を解析し，界面設計することで反応を促進させることを目的としている。本年度は，リチウムイオン電池の電解液の構成成分が作る界面層の粘性や弾性率を，走査プローブ顕微鏡のプローブの振動振幅や減衰信号などから解析した。また，電極電位を制御する時に起きる，界面層の物性変化を解析し，分光学的な測定結果と合わせて考察する事で，界面で起きる化学反応を明らかにした。
- c) 東日本大震災によって 2011 年に被災した福島第一原子力発電所からは，大量の放射性汚染水が発生している。これまで吸着材を用いた除染作業が行われているが，より高性能かつ安価な材料の開発が強く望まれている。本研究では，開発を進める新しい吸着材について，材料表面や反応液との界面における構造，電子状態などの物性や反応機構を解析する。本研究は，信州大学，東北大学，Diamond Light Source（英国），The University of Sheffield（英国）との国際共同研究であり，日本原子力研究開発機構英知事業の国際協力型廃炉研究プログラム（日英）として進めている。本年度は，吸着材となる金属酸化物のナノ構造や電子状態が，調製条件やイオン交換反応によって変化する様子を測定し，さらにデータの特徴解析などを用いて解明した。また，金属酸化物の単粒子の機械特性，電子状態などを走査プローブ顕微鏡で解析し，粒子内分布を検出することに成功している。

B-1) 学術論文

K. SHIMODA, T. MINATO, H. KONISHI, G. KANO, T. NAKATANI, S. FUJINAMI, A. CELIK KUCUK, S. KAWAGUCHI, Z. OGUMI and T. ABE, “Defluorination/Fluorination Mechanism of $\text{Bi}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{F}_{2.8}$ as a Fluoride Shuttle Battery Positive Electrode,” *J. Electroanal. Chem.* **895**(15), 115508 (7 pages) (2021). DOI: 10.1016/j.jelechem.2021.115508

H. KONISHI, T. MINATO, T. ABE and Z. OGUMI, “Reversible Electrochemical Reaction of a Fluoride Shuttle Battery with a Bismuth(III) Fluoride Electrode and Electrolyte Containing Triphenylboroxine as an Anion Acceptor,” *ChemistrySelect* **5**(21), 6237–6241 (2020). DOI: 10.1002/slct.202001163

B-3) 総説, 著書

T. MINATO, K. UMEDA, K. KOBAYASHI, Y. ARAKI, H. KONISHI, Z. OGUMI, T. ABE, H. ONISHI and H. YAMADA, “Atomic-Level Nature of Solid/Liquid Interface for Energy Conversion Revealed by Frequency Modulation Atomic Force Microscopy,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **60**, SE0806 (8 pages) (2021). DOI: 10.35848/1347-4065/abffa2

B-4) 招待講演

湊 丈俊, 「蓄電池の電極／電解液界面の解析」, 2021 年日本表面真空学会学術講演会実用新技術セミナー, オンライン開催, 2021 年 11 月.

T. MINATO, “Electrode/Electrolyte Interface Analyzed by Scanning Probe Microscopy,” 1st IMS-FHI Symposium, online, July 2021.

B-6) 受賞, 表彰

湊 丈俊, RIEC Award 本賞 (東北大学電気通信研究所) (2022).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

29th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Program Committee (2021).

International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices, Program Committee (2021–2022).

その他

大阪府立富田林高校の分子研訪問 (オンライン) 対応 (2021).

青森県三戸町ふるさと応援大使 (2021).

B-10) 競争的資金

日本原子力研究開発機構「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」, 「国際協力型廃炉研究プログラム」, 「革新的水質浄化剤の開発による環境問題低減化技術の開拓」 (代表: 浅尾直樹 (教授) 信大／日本, Joseph Hriljac (Science Group Leader) Diamond Light Source／英), 湊 丈俊 (分担) (2020 年–2023 年).

自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト, 「局所キラリティ顕微技術の確立とそれによるアミロイド β 単一分子構造解析」 (代表: 山西絢介), 湊 丈俊 (連携研究者) (2021 年–2022 年).