

リアルタイム可視化技術を用いた 各種電気化学デバイス開発

Operando Analysis-driven Development of Electrochemical Devices

研究分野

Department

エネルギー・環境材料
Energy and Environmental Materials

研究者

Researcher

片山 祐 山田裕貴 近藤靖幸
Y. Katayama Y. Yamada Y. Kondo

キーワード

Keyword

オペランド分光法、カーボンニュートラル、電気化学界面、反応場
Operando spectroscopy, Carbon neutral, Electrochemical interface, Reaction field

応用分野

Application

Power-to-Xデバイス、燃料電池、次世代二次電池、反応モニタリング技術
Power-to-X, Fuel Cell, Battery, Reaction monitoring

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

電気化学反応は、エネルギー貯蔵・エネルギー変換・材料合成など幅広い分野で我々の豊かな生活を支えています。これらの反応はいくつもの複雑な反応過程から成り立ちますが、その全てが固体の電極材料と液体の電解液材料の境界「電極/電解液界面」にて進行しています。この「電極/電解液界面」の理解は不十分であり、その解明と最適化の方策を確立することで、電気化学反応特性のさらなる向上が期待されます。

概要・特徴

- 電気化学反応をリアルタイムかつ原子レベルで可視化する技術を開発しました。
- メカニズム理解に立脚した材料開発による、各種電気化学デバイスの効率向上・機能拡張に成功しました。

技術内容

●独自の金属薄膜製造技術により、シグナル増強効果を付与した金属薄膜の合成に成功しました。●開発した金属薄膜を集電体として用いることで、高時間分解能かつ高感度なリアルタイム可視化用電気化学セルを開発しました。●開発したリアルタイム測定セルを用いることで、これまで謎だった水分解反応（水から水素と酸素を製造する反応）、二酸化炭素資源化反応、燃料電池反応、二次電池反応のメカニズムを解明しました。●解明したメカニズムに基づくボトムアップ的なアプローチによって、各種電気化学デバイスの特性向上に取り組んでいます。

社会への影響・期待される効果

独自のオペランド測定による電極/電解液界面反応解析を「電極/電解液界面」材料設計に応用することで、エネルギー・環境問題の解決に資する電気化学反応（以下代表例）の飛躍的な特性向上が期待できます。

- CO₂資源化デバイス（電気化学的なCO₂→燃料への変換反応）
- グリーン水素製造デバイス（電気化学的な水（海水）→水素への変換反応）
- クリーンアンモニア製造デバイス（電気化学的な窒素→アンモニアへの変換反応）

【論文 Paper】

- [1] Energy & Environmental Science 18, 8414-8429 (2025).
- [2] J. Am. Chem. Soc. 147, 4667-4674 (2025).
- [3] ACS Energy Lett. 8, 1230-1235 (2023).
- [4] Nature Catalysis 3, 516-525 (2020).
- [5] Energy & Environmental Science 13, 183-199 (2020).
- [6] Science 358, 751-756 (2017).

【特許 Patent】

- [1] 特願2024-174744、
- [2] 特許第7545150、
- [3] 特許7522416、
- [4] 特願2022-032910、
- [5] PCT/JP2022/11337

