

電気化学反応のリアルタイム可視化技術開発

Development of Operando Analysis Tool for 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
ApplicationPower-to-Xデバイス、燃料電池、次世代二次電池
power-to-x, fuel cell, battery, carbon neutral

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特性向上に成功しました。

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、これまで迷った水分解反応（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。

- 二酸化炭素資源化デバイス（電気化学的な二酸化炭素→燃料への変換反応）
- クリーン水素製造デバイス（電気化学的な水→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] Nature Catalysis 3, 516–525 (2020). [3] Science 358, 751–756 (2017).
[2] Energy & Environmental Science 13, 183–199 (2020). [4] ACS Catalysis 6, 2026–2034 (2016).

【特許 Patent】

- [1] 特願2022-032910
[2] PCT/JP2022/11337

