

## 機能性電解液材料

Multifunctional liquid electrolyte materials

研究分野  
Departmentエネルギー・環境材料  
Energy and Environmental materials研究者  
Researcher山田裕貴 片山 祐 近藤靖幸  
Y. Yamada Y. Katayama Y. Kondoキーワード  
Keywordエネルギー貯蔵・変換、電気化学反応、電解液、電気自動車 (EV)  
Energy storage & conversion, electrochemical reactions, electrolytes, electric vehicles (EV)応用分野  
Application電気化学デバイス、二次電池、電解反応  
Electrochemical devices, rechargeable batteries, electrolysis

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

## 背景

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、二次電池や電解反応など、電気化学的なエネルギー貯蔵・変換デバイスの重要性が高まっています。その中で、電解液は、イオン輸送を担うだけでなく、反応場となる電極/電解液界面の形成という役割を有し、上記デバイスの性能や安全性を決める重要な液体材料となっています。

## 概要・特徴

- さまざまな機能性電解液材料 (非水系・水系) を開発しました。
- 各種電気化学デバイスに応用することで、既存材料では不可能な性能・特性を実現しました。

## 技術内容

● 液体中における (1) イオンと溶媒分子の配位状態、(2) 化学ポテンシャル、(3) 表面被膜形成反応を統合的に制御する独自の電解液設計を確立しました。● 高い耐電圧性、電極反応の高速化、金属の酸化腐食の抑制、難燃性など、多様な機能を持った非水系電解液材料を開発しました。● リチウムイオン電池電解液に必要な不動態被膜形成溶媒とリン系難燃剤の分子構造を融合し、不動態被膜形成能と難燃性を兼ね備えた新有機溶媒を設計・合成しました。● 水の電気分解を高度に抑制することができる、3V以上の耐電圧性を有する水系電解液を開発しました。

## 社会への影響・期待される効果

- リチウムイオン電池の高電圧化・難燃化・超長寿命化 (全固体電池の長所を液系で実現) → EVの航続距離延長、火災事故防止、廃バッテリーの低減
- 超高エネルギー密度のポストリチウムイオン電池 (リチウム金属電池、フッ化物イオン電池など) → 長距離ドローンなどEV以外の用途開拓
- 製造時にドライルームを必要としない水系リチウムイオン電池 → 低CO<sub>2</sub>排出・低コストの電池生産プロセスの実現
- 水をプロトン源とした強還元電解デバイス (CO<sub>2</sub> → 有用化学物質、N<sub>2</sub> → アンモニアなどの変換) → 副反応となる水の還元を抑制し、既存電解液では不可能な高効率・反応選択性の実現

## 【論文 Paper】

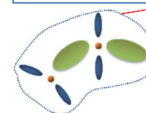
- [1] J. Am. Chem. Soc., 136 (2014) 5039 [6] Angew. Chem. Int. Ed., 58 (2019) 8024  
 [2] Nature Commun., 7 (2016) 12032 [7] Nature Energy 5 (2020) 291  
 [3] Nature Energy 1 (2016) 16129 [8] Nature Energy 7 (2022) 1217  
 [4] Nature Energy 3 (2018) 22 [9] Nature Sustainability, 6 (2023) 1705.  
 [5] Nature Energy 4 (2019) 269 [10] Advanced Materials, e14060 (2025)

## 【特許 Patent】

- [1] 特許第 5816997 号  
 [2] 特許第 5816998 号など  
 登録特許 (電解液関係) 計34件

独自の電解液設計

- (1) 配位状態
- (2) 化学ポテンシャル
- (3) 被膜形成



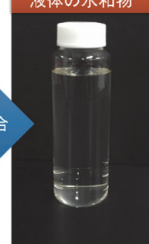
機能性電解液材料



機能性電解液材料の一例(水系)



液体の水和物



3V以上でも電気分解しない