



エネルギー・環境問題の解決に資する蓄電デバイス材料の研究

研究院工学系・工学領域

山本 健太郎

准教授

YAMAMOTO Kentaro

博士(人間・環境学)(京都大学)

■研究キーワード 無機材料 / 電気化学 / 固体イオニクス / 二次電池

■主な所属学会 電気化学会 / 電池技術委員会 / 固体イオニクス学会 / The Electrochemical Society

■研究者総覧 <https://koto10.nara-wu.ac.jp/profile/ja.6ec009debdfe559c520e17560c007669.html>

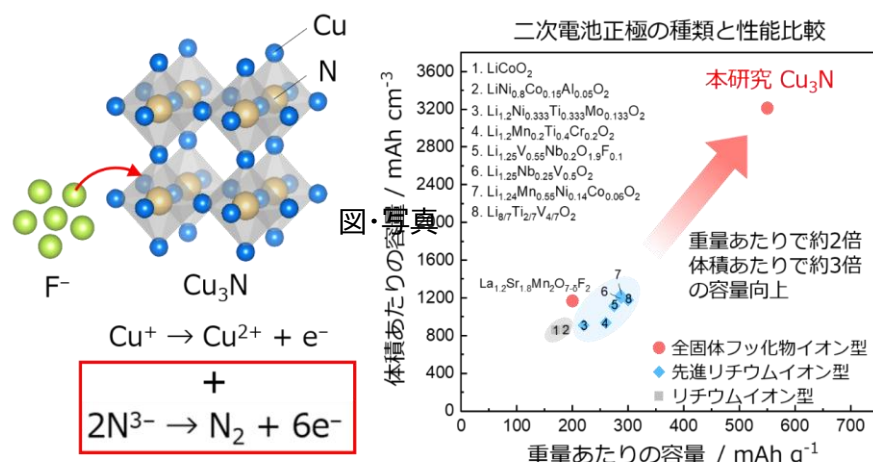


研究者総覧

研究概要

人と自然が共存できる持続可能な未来社会の実現のためには、自然エネルギーや電気自動車の本格的な普及が重要であり、その中で鍵となるデバイスがリチウムイオン二次電池に代表される蓄電デバイスです。これらの本格的な普及に向けて、既存のリチウムイオン二次電池を超える蓄電デバイスの開発が求められています。蓄電デバイスの性能向上には、充放電反応中に蓄電デバイス内で起こる現象の理解に基づいた材料設計が必要となります。山本研究室では、無機固体化学・電気化学・放射光X線計測科学を駆使して、主として以下の蓄電デバイスに関する研究に取り組んでいます。

1. 先進リチウムイオン二次電池、全固体リチウムイオン二次電池の高寿命化に関する研究
2. 全固体フッ化物イオン二次電池の材料開発および反応機構解明に関する研究



アピールポイント

1. 先進リチウムイオン二次電池の研究として、革新的GX技術創出事業（Gtex）プロジェクトに参画し、日本全国の様々な研究機関と協力しながら、高エネルギー密度を有する高温作動長寿命リチウム系電池の開発を行っています。具体的には高温での電池作動条件下における放射光X線計測技術の開発とそれを用いた電池材料の劣化機構解析を行っています。全固体リチウムイオン二次電池の研究として、次世代全固体蓄電池材料の評価・基盤技術開発（SOLiD-Next）プロジェクトに参画し、日本全国の様々な研究機関や民間企業と協力しながら、蓄電池材料の評価技術の開発を行っています。具体的には放射光X線を用いた高電位下での正極コート材料の電子・局所構造変化の解析技術、水蒸気雰囲気下における硫化物固体電解質の電子構造変化の解析技術の開発を行っています。

2. 全固体フッ化物イオン二次電池の研究として、京都大学、トヨタ自動車、東京大学などと共同で、新規のインターカレーション型の正極材料の開発に取り組んでいます。具体的には、La_{1.2}Sr_{1.8}Mn₂O_{7-δ}F₂正極を開発しました。共鳴非弾性X線散乱法などの放射光X線分析技術を用いることで、La_{1.2}Sr_{1.8}Mn₂O_{7-δ}F₂正極は充電時に構造内で酸素分子結合を形成することで、結晶構造から予想されるよりも過剰のフッ化物イオンを可逆的に挿入可能にしていることを明らかにしました（*J. Am. Chem. Soc.*, 2024, 146, 3844-3853）。得られた知見を活かし、材料の探索を行ったところ、Cu₃N正極が現在のリチウムイオン二次電池正極の2倍を優に超える550 mAh/gの高い容量を示すことを見出しました（図）。解析の結果、Cu₃N正極は充電時に構造内で分子状窒素を形成することで、結晶構造から予想されるよりも遥かに多くのフッ化物イオンを可逆的に挿入可能にしていることを明らかにしました。（*J. Am. Chem. Soc.*, 2025, in press）