

未来社会創造事業（探索加速型）
「顕在化する社会課題の解決」領域
年次報告書（探索研究）

令和4年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名: 藪 浩]

[東北大学材料科学高等研究所・主任研究者／教授]

[研究開発課題名: バイオマスを基にした物質・エネルギー循環技術の実現]

実施期間： 令和5年4月1日～令和6年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「バイオマスを基にした物質・エネルギー循環技術の実現」グループ(東北大学)

① 研究開発代表者:藪 浩 (東北大学材料科学高等研究所、主任研究者(教授))

② 研究項目

- ・電極触媒としての性能評価による最適組成の決定
- ・エネルギーデバイスへの実装

(2)「バイオマス由来電極触媒の生産技術開発およびエネルギーデバイス開発」グループ(AZUL Energy(株))

① 主たる共同研究者:伊藤 晃寿 (AZUL Energy(株)、代表取締役社長)

② 研究項目

- ・量産と触媒電極化
- ・エネルギーデバイスへの実装
- ・協業企業・体制の構築

§2. 研究開発成果の概要

本年度は①ホヤ殻由来セルロースナノファイバー(CNF)の生産性向上、②ナノ血炭触媒の金属空気二次電池および水電解触媒への適用、紙電池などの新型電池の実証、および③本格研究に向けた触媒の開発を行った。①については、ホヤ殻由来 CNF の生産性向上およびハンドリング性向上に向け、CNF 分散液をドライパウダー化する試みと、マイクロ波炉の導入によるグラムスケールの焼成プロセスを開発した。②については、正極触媒としてナノ血炭触媒を使用した亜鉛空気二次電池において、充放電を確認した結果、ナノ血炭がエネルギーデバイスへ実装できることが証明された。また、水電解触媒として適用したところ、電解過電圧の低下が確認され、水電解触媒としての機能を有するを見いだした。さらに、濾紙などの紙媒体に触媒とバインダー、導電助剤を混合・塗布することで正極を作製し、濾紙が水を吸うことで発電を開始する新しいマグネシウム空気紙電池が高い出力を示すことを論文として報告した。さらに、酸素飽和度(SpO₂)計や GPS センサーを組み込んだスマートライフジャケットなどのウェアラブルデバイスをマグネシウム空気紙電池が駆動できることを証明した。本電池は重金属やレアメタルを使わず、自然に還る材料からできており、塩水など身近な媒体をトリガーに発電できることから、安全で資源循環に資する新型の電池である。③については、理論計算と実験から、酸素還元反応触媒として有効なレアメタルフリー触媒のデザインを提案した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) T. Liu, H. Yabu, "Biomass-Derived Electrocatalysts: Low-Cost, and Robust Materials for Sustainable Electrochemical Energy Conversion", *Advanced Energy and Sustainability Research*, 5(1), 2300168 (2024). Front Cover
- 2) D. Zhang, Y. Hirai, K. Nakamura, K. Ito, Y. Matsuo, K. Ishibashi, Y. Hashimoto, H. Yabu, and H. Li, "Benchmarking pH-Field Coupled Microkinetic Modeling Against Oxygen Reduction in Large-Scale Fe-Azaphthalocyanine Catalysts", *Chemical Science*, 15(14), 5123-5132 (2024). Front Cover
- 3) K. Ishibashi, S. Ono, J. Kamei, K. Ito, H. Yabu, "Rare-Metal-Free High-Performance Water-Activated Paper Battery: A Disposable Energy Source for Wearable Sensing Devices", *RSC Applied Interfaces*, 1(3), 435-442 (2024). Front Cover