

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ナノハイブリッド材料創製に基づくクリーンアルコール合成システムのデザインと構築

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

山内 美穂（九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 教授）

主たる共同研究者

中嶋 直敏（九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 特任教授）

Gergely Juhász（東京工業大学理工学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A 優れている

○総合評価コメント

本研究では、液体のアルコールを電力貯蔵媒体として利用するために、高効率にカルボン酸を電気化学的に還元する固体高分子型アルコール合成電気化学セル（PEAEC; Polymer Electrolyte Alcohol Electrosynthesis Cell）を作製することを目的とした。

カソードとしてチタニアで覆われたチタンメッシュを使用することにより、高い活性と 100% のファラデー効率でシュウ酸からグリコール酸への合成（電力貯蔵）が可能であることを明らかにした。さらに、計算科学的手法なども併用して活性の要因や性能向上を図かった。一方、アノードにおける水からの酸素生成反応については、新規性の高いイリジウムナノ粒子をチタニアナノロッド材料に固定化することに成功し、従来にない高い酸素発生能を得た。このような電極から構成される PEAEC においてファラデー効率 100%、エネルギー効率 78% を達成した。構造を最適化した PEAEC では変換効率 50% が達成でき、ケト酸還元によるアルコール合成による電力貯蔵系が実現性のあることを初めて示した。

中間評価以降には、電力を取り出すための逆反応の検証を開始し、直接アルコール形燃料電池（DAFC）を構成、アルコールから可逆的、選択的に元のカルボン酸を生成できることを証明し、電力貯蔵—発電が可能である系を示した。さらに、ピルビン酸についても同様の PEAFC によって乳酸の電解合成、乳酸からの発電にも成功した。

いずれの電気化学セルにおいても、未だ実際の使用において重要となる電気化学的特性要因についての情報は十分とは言えないが、戦略目標を達成し、さらに新規の電力貯蔵系の可能性があることを初めて提示した。

（2021年9月追記）

本課題は新型コロナウイルスの影響を受け、6 ヶ月間期間を延長し、実用的な燃料電池の想定を含む、性能向上に関する研究に集中して取り組んだ。

その結果、PEAEC/DAFC として高濃度ピルビン酸の電解による還元及び乳酸を燃料とする直接形燃料電池発電の可逆反応系についてさらに検討し、高エネルギー密度で蓄放電を繰り返しできる有効性を確認することができた。延長により、フローバッテリーと同様に液体キャリアを使った蓄電装置としてのイノベーションに向けた、今後の展開をより一層後押しする成果が得られた。