

平成 30 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】資源、コスト、安全性を考慮した高性能有機レドックスフロー電池開発のための調査研究

【整理番号】TK18-048

【代表機関】産業技術総合研究所

【調査研究代表者(氏名)】佐藤 縁

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】物質材料研究機構：増田卓也、筑波大学：辻村清也

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】

佐藤 縁

【報告書作成年月日】

平成 31 年 3 月 29 日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

再生可能エネルギーを様々な場所や状況に応じて有効に利用するためには、エネルギー貯蔵技術は一つの有効な手段である。レドックスフロー電池はリチウムイオン電池やナトリウム-硫黄電池と比較するとエネルギー密度は低いが、大型化が容易であることから、今後の再エネ利用の展開において、地域を単位とした比較的中規模のエネルギー貯蔵設備としての利用も期待される場所である。容量は電解液の濃度(量)によって決まるために、電解液が電池のコストに占める割合は大きく、有機系も含めて、資源制約がなく安全な酸化還元物質を新たに探索することは重要である。このような中、今年度は、有機系活物質からなる水系、非水系電解系を対象にレドックスフロー電池としての適用可能性を調査した。本課題で研究を進めるとともに、海外の技術動向の調査などを行い、有機系レドックスフロー電池の実現に向けた課題を抽出することができた。以下、今年度に行った連携推進について示す。

1. 打合せ、周辺調査、研究の課題確認、共著での研究発表等：

・産総研と筑波大では、学生交えての研究交流を 2017 年度に引き続き今年度も実施した。共著による学会発表を複数件行った。三者間では今年度は各種議論に留まったが、さらに 2019 年度は共著の成果を積極的に発信する予定である。産総研では TIA 内外の大学と連携しており、学生・大学院生の技術指導を実施した。

2. ワークショップ・研究会等での発表やその他活動状況：

・2018 年 9 月 7 日 第 8 回 ASCOT セミナーにて、TIA かけはしでの取り組みも含めた有機レドックスフロー電池の最新の動向、電力貯蔵技術の動向等を紹介した。

・2018 年 11 月 19 日 電力貯蔵技術研究会講演会にて、TIA かけはしでの取り組みについて一部紹介した。

・2018 年 12 月 4 日 産総研エネルギー技術シンポジウム(低炭素社会実現に向けたエネルギー資源利用の将来像)にて、有機活物質によるエネルギー貯蔵技術の研究について TIA かけはしの成果について報告した。

・有機レドックスフロー電池を含めた、レドックスフロー電池周辺の主に国内における取り組みや状況等をまとめるべく、報告書の作成に着手した(2019 年 1 月)。

昨年度から継続して上記のような有機系レドックスフロー電池に関する研究や学生への技術指導、海外の技術動向調査やワークショップなどを通じた情報発信を積極的に行うことで、材料メーカーやシステムメーカーなど、産業界との連携に結びついてきている。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

今年度は、有機系レドックスフロー電池の実現可能性に向けた課題・研究の方向性を明確することを目的に、有機系活物質を中心とした水系、非水系電解液を用いたレドックスフロー電池の評価を行い、現在主流である、バナジウムレドックスフロー電池との性能を比較することで、優位点や問題点を抽出した。主に以下の課題に対して検討した。

・有機系を中心とした新規レドックス種の評価およびコンセプト提案

有機系活物質は金属イオン錯体も含めると、多くの有機分子がレドックスフロー電池に適用できる可能性を秘めている。本検討では、比較的安価でかつ中性溶液に溶解する有機系色素を中心として探索し、電気化学測定によって予め酸化還元挙動が確認できたものを正極および負極電解液として調製し、レドックスフロー電池評価試験を行った。中性水溶液に溶解し、一分子内に正極・負極としてそれぞれ機能する酸化還元部位を有する色素骨格を見出すことができた。国際特許出願ならびに国際誌への投稿、国際会議および国内学会で報告した。

(ECS Transactions, 85 (13) 163-173 (2018), ECS transaction, 2018年5月 ECS meeting, 2018年9月 高分子討論会、2019年3月 電気化学会)

・電極表面構造解析と反応機構解析手法開発

レドックスフロー電池の電極としてはカーボン材料が用いられる。カーボン材料はファイバー状のものが集まったフェルトやペーパーの形状をしており、カーボンファイバー表面の官能基の種類やその量、ファイバーの結晶性など、材料の構造によって活物質との反応が大きく異なり、結果、性能に影響することが知られているが、電極界面における活物質の反応機構については明らかになっていない。反応機構を明らかにすることで、活物質と電極双方の理想的な構造を追求することができるようになり、出力密度とエネルギー密度の両方を向上させることが可能となる。本検討では、活物質-電極界面での反応機構解明のための評価手法の構築を目指し、平滑なカーボン電極表面上における活物質との反応性の評価を電気化学 QCM で追跡することで、酸化還元反応に伴う電極表面の吸脱着挙動の解析を行った。これまでにカーボン電極を用いた電気化学 QCM の報告例はほとんどない。我々はまず、レドックスフローに用いられる電解液の測定が可能かどうか、金電極表面上で電気化学 QCM 測定を行った。その結果、本測定手法が、電解液中の活物質の電極表面への吸脱着と酸化還元電位の相関性を明らかにする有効な手法であることが分かった。カーボン電極による検討を鋭意進めている。(2019年3月 電気化学会)

【今後の活動予定】

2017、2018年度と培ってきた各機関との実質的な連携を元に、主に有機レドックス系を中心とした新規レドックスフロー電池作製のための、活物質、隔膜、電極について、安全安価で有望な材料の選定、評価手法を確立する。エネルギー貯蔵技術の一つの選択肢としての存在感を示すためには素材メーカーだけではなく、アセンブリメーカーそしてシステムメーカーなど、多くの企業に関心を持ってもらい、大学等も含めた研究を推進するプレーヤーを増やしていくことが必要であるので、引き続き、3者で筑波地区を発信源とできるような活動を進めていき、連携活動の輪を拡大していきたい。

以上