

日本—ドイツ 国際共同研究「水素技術」 2023 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	固体高分子形水分解を利用した水素製造のための高耐久性・高効率な複合電極の研究開発
研究課題名（英文）	Durable and Efficient Compound Electrodes for Hydrogen Generation in PEM Electrolysis
日本側研究代表者氏名	宮崎 晃平
所属・役職	京都大学・准教授
研究期間	2022 年 4 月 1 日 ～ 2025 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
宮崎 晃平	京都大学・大学院工学研究科・准教授	新たなアノード触媒の探索
結城 典夫	東邦チタニウム株式会社・新素材事業部 管掌・取締役副社長	セパレータ用チタン粉およびポーラルチタンシートの開発

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

プロトン交換膜を利用した PEM 水電解セルのエネルギー効率と耐久性を向上させるために、日本とドイツのそれぞれの産学が協力して、国際共同研究を実施する。京都大学は、酸素発生触媒活性向上を目指し、引き続きパイロクロア構造を有するイリジウム酸化物を探索し、加えてルテニウム酸化物の高活性なアノード触媒を検討する。東邦チタニウムはバイポーラプレート作製に必要なチタン粉末の特性最適化を行い、チタン製多孔質シートの作製条件最適化を進める。

3. 日本側研究チームの実施概要

水電解において酸素発生反応を担うアノード触媒は、高い過電圧（エネルギーロス）を伴うことが知られており、高活性なアノード触媒の探索は世界的に見ても重要な研究開発項目

とされている。そこで、本国際共同研究では、京都大学が新規なアノード触媒を探索することを目指して研究を行っている。本年度（2023年度）は、前年度実施したイリジウム系パイロクロア酸化物触媒 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ の A サイト置換化合物について、置換量および置換元素の拡大を目指して、合成条件をさらに検討を行った。その結果、置換量のコントロールに成功し、目的とするアノード触媒の合成に成功した。得られた触媒を用いて、活性評価を行ったところ、高い活性と耐久性を両立する組成があることが明らかになり、イリジウム系触媒の可能性を大きく広げることができた。また、イリジウム系酸化物以外に、コストの面で優位性があるルテニウム系酸化物にも検討対象を広げており、同様の触媒探索を行ったところ、ルテニウム触媒の最大の課題であった耐久性が向上することが分かった。詳細な検討を今後引き続き進める予定である。

これまでは A サイト置換 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ の合成スケールをスケールアップし、再現性良く膜電極接合体を作製することができた。得られた膜電極接合体はブラウンシュバイク工科大学（TUB）と共有し、実際の水電解セルの評価に供試した。

バイポーラプレート（BP）製造用チタン粉末の開発では、東邦チタニウムが前年度、アイゼンフートに提供した、粒度違いのチタン粉末サンプル(10-45 μm 、10-75 μm 、45-150 μm) の評価フィードバックを受け、チタン粉末サンプルの改良を行った。

多孔質輸送層（PTL）に適した多孔質チタンシートの開発では、前年度、東邦チタニウム所有の標準ミニセルでの電解性能の簡易評価結果(電解電圧の評価)が良好であることが示唆された、WEBTi-K を中心に、諸特性を変化させた WEBTi-K サンプルを作り、標準ミニセルでの簡易評価を行った。また、各種 WEBTi の 3D スキャンデータを採取し、TUB に提供することで、酸素の拡散シミュレーションによる評価を受けた。シミュレーションによれば、WEBTi-K は酸素の拡散性が高く、比較的高い電解性能が得られることが示唆された。