

日本—欧州 国際共同研究「効果的なエネルギー貯蔵と配分」 2020 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	水素社会実現に向けたプロトン伝導性セラミックスを用いた先進・革新的金属サポートセルの開発
研究課題名（英文）	Development of Advanced and Innovative Metal supported Cells using proton conducting ceramics to foster Hydrogen society Implementation
日本側研究代表者氏名	松本 広重
所属・役職	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
研究期間	2018 年 4 月 1 日～ 2022 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
松本広重	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	空気極材料の開発
雨澤浩史	東北大学 多元物質科学研究所 教授	空気極材料の評価法の確立
井口史匡	東北大学 工学研究科 准教授	金属サポート機械物性評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本プロジェクトで開発するプロトン伝導性セラミックス金属サポートセル（PCC-MSC）は金属サポート、燃料極側電極、その上に緻密薄膜電解質を成膜するための中間層、電解質層、酸素・水蒸気電極を堆積したものとなる。日本側研究チームは、電極の開発と評価および金属サポートセルと要素の機械的特性評価を担当する。

電極の検討においてはこれまでに種々の電極材料の雰囲気および作動中の安定性の評

価を行うとともに、前年度に確立した X 線吸収微細構造分析（XAFS）その場 XAFS による作動中の電極状態の分析を行った。本年度は、金属サポートセルを含むセル試料のイオン輸率や電流効率などの電気化学的特性および耐久性を調べるとともに、相当するモデル電極での解析を進め、その相関を調べる。

機械的特性の検討については、PCC-MSC の基礎となる電解質材料や金属サポートの機械特性の評価を行うとともに、ヨーロッパ側で開発するハーフセルの機械特性評価を実施する。

3. 日本側研究チームの実施概要

九州大学は、メタルサポートセルの水蒸気電解試験によるファラデー効率およびプロトン・酸化物イオン輸率を調べる手法およびメタルサポートを評価する条件の選定について検討した。前者に関しては、ガスクロマトグラフィーと水蒸気分圧測定により定量的に評価できることを明らかにした。後者に関しては、セットアップ時に電極焼き付けやガラスシールのために温度を下げる必要があると判明し、そのためのシール材や電極の取り付け条件を選定した。

東北大学では、実用の多孔体電極の複雑な微構造を単純化しつつ、反応を再現するモデル電極であるパターン緻密膜電極を作製し、これらを用いて、PCC セルの空気・水蒸気電極における反応機構の評価を実施した。そのための評価手法としては、直流分極・交流インピーダンスなどの電気化学測定と、前年度までに開発した硬 X 線 XAFS その場測定を用いた。評価を行った電極材料について、電極/電解質/気相から成る三相界面を経由した反応が支配的であり電極/気相から成る二相界面を経由した反応による寄与が小さいこと、内在するプロトン伝導性は小さいことが示された。これまでの検討では、二相界面が効く材料も見いだされており、電極材料の選択に応じて、高性能化の方針も異なることが示された。

機械的特性の評価は東北大学で実施された。PCC-MSC を構成するプロトン導電体は、その水和量が温度と雰囲気により変わるという性質を持つ。弾性率を測定した結果、構成元素により弾性率が水和量に依存する場合と余り依存しない場合があることが分かった。

DLR より入手した試料についてハーフセルの残留応力評価を実施し、電解質に大きな圧縮応力が残存していることが判明した。プロトン導電体の熱膨張係数を考慮する必要はあるが、観察された残留応力の要因は熱応力であり、大きな化学応力は導入されていないと考えられる。また PCC-MSC 構成材料、ハーフセルの破壊特性評価を行い、メタルサポートの曲げ試験から、応力歪み曲線を得た。