

補助事業番号 2017M-115

補助事業名 平成29年度 燃料電池内部モニタリングを可能にする光ファイバプローブ式マイクロガスセンサの開発 補助事業

補助事業者名 京都工芸繊維大学 西田 耕介

1 研究の概要

燃料電池(PEFC、SOFC)の更なる高性能化に向けて、電池内部の物質輸送や反応メカニズムを解明することは極めて重要であり、そのための計測診断技術の確立は不可欠である。そこで本研究では、高感度なレーザ吸収分光法(TDLAS法)を応用することにより、発電状態の燃料電池内部における反応ガス(水分・酸素)の濃度を高速・高精度かつin-situで測定可能な「光ファイバプローブ式マイクロガスセンサ」の開発を行った。模擬流路セルを用いて基礎的な実験・計測を行ったところ、ミリスケールの狭小流路内でも水分・酸素ガスが高感度で検出できており、本計測システムは実際の燃料電池内のガス濃度測定にも十分適用可能であることが示された。

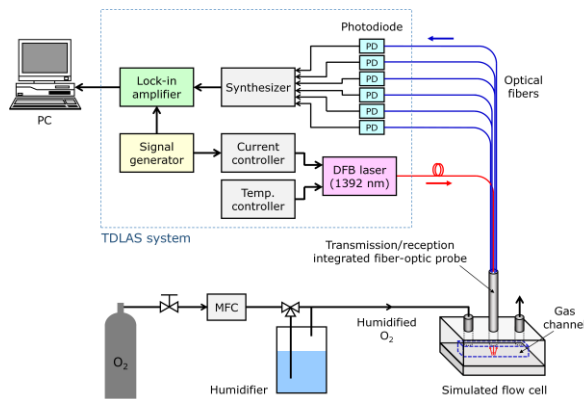
2 研究の目的と背景

固体高分子形燃料電池(PEFC)や固体酸化物形燃料電池(SOFC)は、自動車用動力源や定置型分散電源等として実用化が進められているが、更なる高性能化に向けて解決すべき課題は未だ多い。課題解決のためには、電池内部で生じている物質移動現象(水分・酸素等)や反応メカニズムの詳細な理解が必要不可欠であり、そのための計測・診断技術の確立は、産業界からも強く求められている。そこで本研究では、光ファイバを用いた波長可変半導体レーザ吸収分光法(Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy, TDLAS法)を応用することにより、発電状態の燃料電池内部における反応ガス(水分・酸素)の濃度を高速・高精度かつin-situ(その場)でモニタリング可能な「光ファイバプローブ式マイクロガスセンサ」を開発することを目的とした。

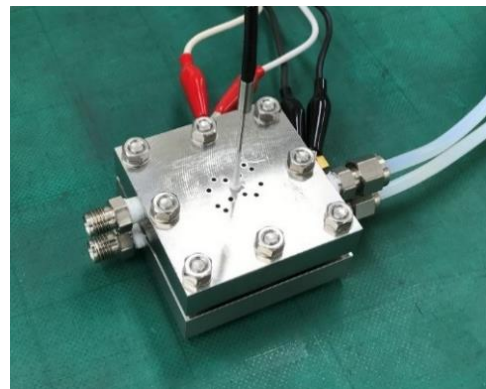
3 研究内容 (<http://www.tee.kit.ac.jp/index.html>)

(1) 燃料電池内水分測定のための「光ファイバプローブ式マイクロガスセンサ」の開発

燃料電池内の反応ガス中の水分濃度を高速・高感度かつ*in-situ*で分析する手法として、高感度なレーザ吸収分光法であるTDLAS法を応用した「光ファイバプローブ式マイクロガスセンサ」の開発を行った。



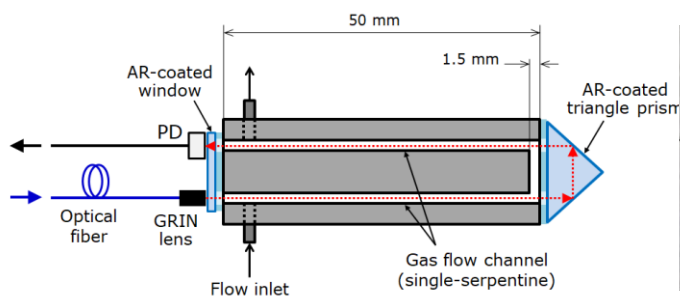
光ファイバプローブ式マイクロガスセンサ



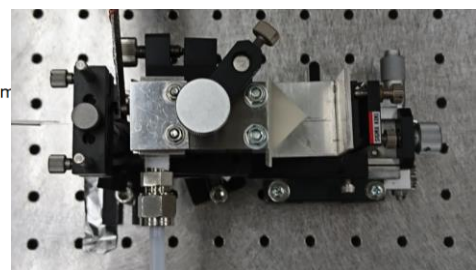
実験装置の外観

(2) 酸素濃度測定のためのファイバ光学系の構築

TDLAS法に基づいて燃料電池内の酸素濃度を定量的に測定できるようにするため、模擬流路セルの狭小流路内部において長光路のファイバ光学系の設計・製作を進めた。



模擬流路セル内のレーザ光学系



実験装置の外観

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

持続可能な低炭素社会の実現を図るには、燃料電池をはじめとする革新的エネルギー技術の開発、導入が必要不可欠とされている。しかしながら、燃料電池の本格的普及のためには、現在商品化が進められているレベルよりも格段の性能向上、長寿命化及び低コスト化が求められており、そのための基礎・基盤的な研究開発を積極的に推進する必要がある。

本研究で開発したレーザ吸収分光法に基づくガス分析技術は、発電状態の燃料電池内における物質移動(水分・酸素)や反応メカニズムを物理現象に即して解明することを可能とし、水分管理の問題や電解質膜劣化の解決・改善が不可避な燃料電池の研究開発現場において、電池の飛躍的な高効率化、長寿命化のためのブレークスルーになり得ると期待できる。従って、本研究開発終了後の事業化、すなわち計測機器メーカーへの技術移転と、燃料電池関連企業(自動車メーカー等)や研究機関への導入・普及は、迅速に行われる可能性が高い。それにより、燃料電池自動車や家庭用燃料電池システムの量産化が進み、国民生活の中に広く浸透、普及されるようになれば、産業、経済、社会への波及効果は極めて大きいと考えられる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本事業の研究担当者は、これまでに燃料電池の研究開発に関わる様々なプロジェクトに参画した経験を有し、中でも、光学的手法、X線ラジオグラフィ法、レーザ利用診断法(PIV・TDLAS)、赤外線画像診断法に基づいて燃料電池内のガス流速、濃度、温度分布を明らかにする計測評価技術の開発を精力的に推進してきた。本研究事業は、これまでの研究開発実績をベースとして立ち上げたプロジェクトである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(1)特許

- ・西田耕介, 梅川豊文, 川崎昌博, 本田真一, 吸収分光測定用の光吸収測定装置およびこれを用いた吸収分光測定システム, PCT/JP2017/16670. (国際特許出願)

(2)発表論文

- ・K. Nishida, R. Nakauchi, Y. Maeda, T. Umekawa, and M. Kawasaki, Measurement of Water Vapor Concentration in Narrow Channel of PEFC Using Fiber-Optic Sensor Based on Laser Absorption Spectroscopy, ECS Transactions, Vol.80, No.8 (2017), pp.527-534.
- ・R. Nakauchi, Y. Maeda, K. Nishida, T. Umekawa, and M. Kawasaki, Measurement of Water Vapor Concentration in Narrow Channel of PEFC Based on Laser Absorption Spectroscopy with Fiber-Optic Probe, The Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids

Engineering Conference (TFEC9), (2017), Paper No.TFEC9-1330.

- K. Nishida, R. Nakauchi, Y. Maeda, T. Umekawa, and M. Kawasaki, Measurement of Water Vapor Concentration in Narrow Channel of PEFC Using Fiber-Optic Sensor Based on Laser Absorption Spectroscopy, 232th ECS Meeting, (2017), Abstract No.1461.
- K. Nishida, R. Nakauchi, Y. Maeda, T. Umekawa, and M. Kawasaki, Fiber-Optic Laser Absorption Spectroscopy Techniques for Measuring Water and Oxygen Transports in PEM Fuel Cells, 68th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, (2017), No.ise172349.

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

<解説記事>

- 本田真一, 西田耕介, 次世代型水分量測定装置とその展望, 計測技術 (2018年1月増刊号) 最新の計測制御機器2018, (2018), Vol.46, No.2, pp.134-139.

(URL : http://www.nikko-pb.co.jp/products/detail.php?product_id=4246)



(2) (1)以外で当事業において作成したもの

特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 京都工芸繊維大学(キョウトコウゲイセンイダイガク)

住 所： 〒606-8585

京都市左京区松ヶ崎御所海道町

担 当 者： 准教授 西田 耕介(ニシダ コウスケ)

担 当 部 署： 機械工学系(キカイコウガクケイ)

E - m a i l: knishida@kit.ac.jp

U R L: <http://www.tee.kit.ac.jp>