

特 集 論 文

# 高効率で環境に貢献する固体高分子形燃料電池 (PEFC)

## Environment Friendly Power Generation Technology - PEFC



玄 後 義*1 Tadashi Gengo	小 林 由 則*2 Yoshinori Kobayashi	森 康*3 Yasushi Mori
平 山 裕*4 Hiroshi Hirayama	谷 俊 宏*5 Toshihiro Tani	大 本 節 男*6 Setsuo Ohmoto
弦 卷 茂*7 Shigeru Tsurumaki		

当社は、触媒や燃焼・伝熱などの要素技術の蓄積をもとに固体高分子形燃料電池 (PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell) の高性能膜・電極接合体 (MEA: Membrane Electrode Assembly) 等の基礎技術、及び、改質器、電池スタックなど主要コンポーネント開発を行うとともに、システム設計・制御技術をいかして、定置用分散電源及び特殊環境用動力源等向けの PEFC システムの開発を進めている。以下に当社での PEFC 開発状況の概要を紹介する。

### 1. はじめに

燃料電池は、次世代の低公害・高効率電源として早期実用化・普及促進が期待されている。中でも固体高分子形燃料電池 (PEFC) は、80 ~ 120℃レベルの低温作動の特徴をいかして、分散電源用や移動体用等への適用が進められている。本報では、当社にて実施している PEFC 基礎技術、及び、開発中の灯油を燃料とする定置用分散電源システムや、水素を燃料とする特殊用途向けシステム、さらに完全クローズド型超高効率発電システムについて紹介する。

### 2. 要素技術の開発状況

当社では、高分子膜を劣化させる主原因は、システ

ム起動停止に伴う OCV (Open Circuit Voltage) 保持や乾燥条件下の電極触媒層中で副生する過酸化水素に起因するヒドロキシラジカルと考え、この過酸化水素ラジカルを高分子膜に到達する前に捕捉又は安定化する、ラジカル捕捉層を形成した独自の長寿命膜・電極接合体 (MEA) を開発した (図1)。

この MEA を採用したショートスタック試験を実施中であり、電圧低下率 3 mV/1 000 H と十分な安定性を確認、継続している (図2)。

次に、ラジカル捕捉層の高分子劣化抑制効果を調査するため、発電中の排水に含まれるフッ素イオン量を測定した(劣化により高分子膜が分解されている場合、分子を構成するフッ素イオンの溶出が確認される)。

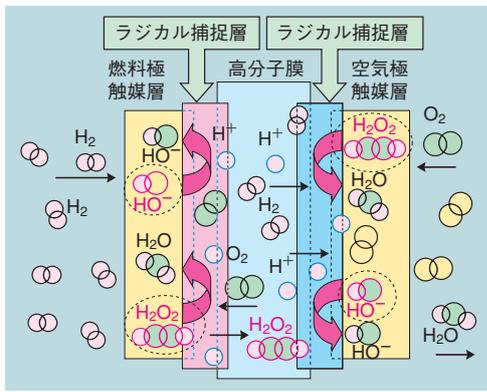


図1 ラジカル捕捉層  
高分子膜と触媒層の境界にラジカル捕捉層を形成し高分子膜の劣化を防止する。

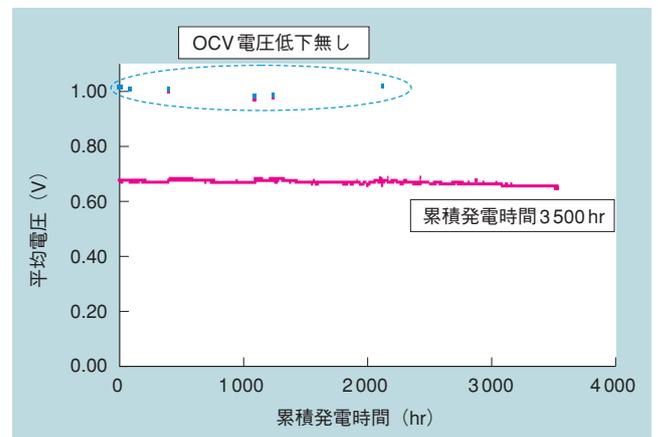


図2 ラジカル捕捉層 MEA の安定性  
発電初期の電圧安定性を確認した。

\*1 原動機事業本部新エネルギー事業推進部長  
\*2 原動機事業本部新エネルギー事業推進部技術グループ長  
\*3 原動機事業本部新エネルギー事業推進部技術グループ主席  
\*4 神戸造船所先端機械・宇宙部新エネルギー設計課長

\*5 神戸造船所先端機械・宇宙部新エネルギー設計課主席  
\*6 技術本部広島研究所主席  
\*7 技術本部長崎研究所化学研究室主席

ラジカル捕捉層を形成したMEAのフッ素イオン溶出量は、ラジカル捕捉層の無いMEAと比較して低下しており、高い劣化抑制効果が期待されることが明確になった(図3)。

### 3. 定置用途への適用実績

当社は、新日本石油(株)と共同で灯油燃料の10kW級PEFCシステムを開発中であり、(財)新エネルギー財団(NEF)の“平成15年度定置用燃料電池実証研究(国庫補助事業)”に提供して、2004年2月から1年間にわたりコンビニエンスストアにおいて実証運転試験を実施した。また2005年6月からは広島市内の商用ホテル(広島ダイヤモンドホテル)に同型機を設置して総合効率83%を達成すると共に、2007年6月には累積発電1万時間を達成した(図4)。

さらに2006年12月からは、同型の改良機を公共温水プール施設に設置、目標の発電効率36%以上(LHV: Lower Heating Value)を達成して連続運転試験を実施中である。

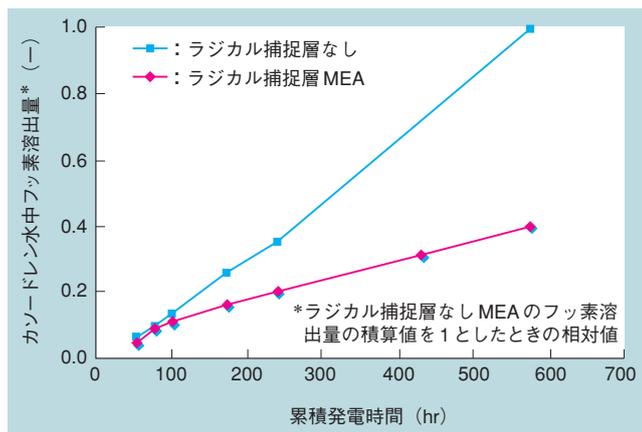


図3 ラジカル捕捉層 MEA の劣化抑制効果  
ラジカル捕捉層によりフッ素溶出量が抑制されており高分子膜の劣化抑制効果が確認された。



図4 灯油焼き 10kW 級 PEFC システム  
24時間の電力需要、及び給湯需要の多いホテルにて実証試験を実施し所期の目標を達成した。

一方、移動電源車への搭載を目的として純水素燃料の10kW級PEFCシステムも開発している。純水素型燃料電池は、起動が迅速でクリーンな発電が可能であり騒音・振動も少ない。これらの特徴から、移動式の純水素PEFCは、災害時での非常用電源、換気の悪い場所での工事電源や照明電源、屋外でのイベント用電源など広い用途に高い利便性を発揮するものと考えている(図5)。



図5 純水素焼き 10 kW 級 PEFC システム  
起動が迅速でクリーンな発電が可能であり騒音・振動も少ない特徴をいかした用途に適用。

### 4. 特殊用途への適用実績

PEFCは小型コンパクト・高効率・良好な運転操作性と、純水素純酸素燃料での運用による60%近い高い発電効率、及び発電後の排出物が水のみとなる特長をいかして、閉鎖空間での動力源としての利用も有望である。閉鎖空間への適用の一例として水中航走体が挙げられるが、この場合、燃料供給システムや排出物処理、運転温度保持、高气密性等、定置用/陸上移動体用にはない特有の技術課題が付加される。当社では、金属セパレータの採用等によりこれらの技術課題を克服し、(独)海洋研究開発機構(JAMSTEC)の自立型無人巡航探査機“うらしま”の動力源として4kW級の完全クローズドPEFCを製作した。これを搭載した“うらしま”は、2005年2月の駿河湾での航走試験にて56時間の連続運転を達成し、自立型無人巡航探査機としては世界最高記録となる317km連続航行を記録した(図6, 図7, 表1)。

この完全クローズドPEFCは、水中航走体用途のみならず宇宙ステーションや月面基地等での完全再生

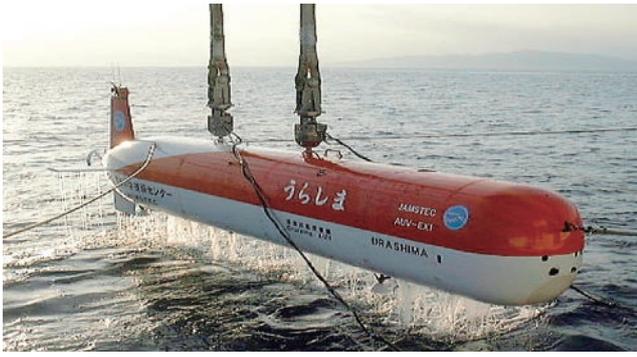


図6 無人巡航探査機「うらしま」  
無人巡航探査機として世界最高記録となる317kmの連続航行を達成（写真提供：(独)海洋研究開発機構）。

表1 PEFC 主要仕様

出力	4kW (2kW×2)
運用温度	60℃
発電効率	54%
仕様燃料	純水素／純酸素



図7 「うらしま」搭載PEFC  
水中閉鎖空間での使用のため4kW級の完全閉ループ式を採用。

型発電システムへの用途拡大も期待できる有望な技術であり、今後の発展が期待される。

## 5. ま と め

燃料電池の中でも、固体高分子形燃料電池（PEFC）は低温作動形高効率発電の特長をいかして、定置用のみならず、非常用・移動体用等の分野への適用も視野に入れ商品化を進めてゆく。

最後に、本技術は(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）委託研究や共同研究の中で培われたものであり、この場を借りて委託元、共同研究先に対し謝意を表す。



玄後義



小林由則



森康



平山裕



谷俊宏



大本節男



弦巻茂