

# 固体高分子形燃料電池システム

PEFC Systems

宮原 秀夫

MIYAHARA Hideo

松沢 和幸

MATSUZAWA Kazuyuki

檜垣 成敏

HIGAKI Shigetoshi

固体高分子形燃料電池(PEFC)は、高効率で環境安全性に優れており、家庭や業務用そして車載用と幅広い用途への適用が期待されている。現在、東芝インターナショナルフュエルセルズ(株)が開発を行っている家庭用1kW級システムは、国内ニーズへの対応として高効率を重視し、商用化への目途となっている発電効率35%を達成した。また、業務用5kW級システムは、世界市場への展開のため燃料多様化に対応して部分酸化改質方式を採用した結果、起動から発電開始まで9分間という大幅な起動時間の短縮を実現した。

Polymer electrolyte fuel cells (PEFCs) are expected to be widely used in residential, commercial, automotive, and other applications due to their high efficiency and environmental friendliness. Toshiba International Fuel Cells Corp. (TIFC) has developed a 1 kW-class residential system with a power generation efficiency exceeding 35%, which is one of the criteria for commercialization. TIFC has also developed a 5 kW-class light commercial system in collaboration with UTC Fuel Cells, LLC. (UTCFC) incorporating a partial oxidation reforming system, which is advantageous for fuel versatility and quick startup within nine minutes.

## 1 まえがき

東芝インターナショナルフュエルセルズ(株)では、既に商用化したりん酸形燃料電池の技術をベースとしながら、作動温度が低く、かつ高い出力密度でコンパクト化が期待されている固体高分子形燃料電池システムの開発に注力している。

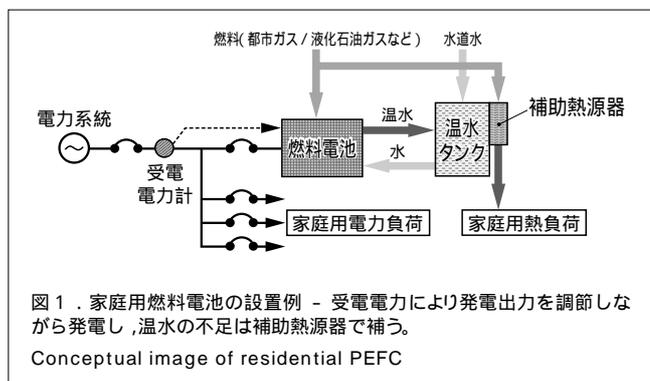
ここでは家庭用1kW級システムと業務用5kW級システムの特長と開発状況について述べる。

## 2 家庭用1kW級システム

### 2.1 システムの特長

家庭用燃料電池システムの設置構成例を図1に示す。

燃料電池は、電力系統に連系し受電電力を監視しながら



逆潮流しない範囲で最大の出力で発電を行う。回収される排熱は、60℃の温水として貯湯タンクに蓄えられ、家庭でのふろや台所への給湯として利用される。家庭での熱需要が大きく、タンク内の温水が不足した際には補助熱源器によって温水を供給する。補助熱源器としては、ガスを利用した温水器や深夜電力を使用した電気温水器が考えられる。

今後、経済的な運転を実現するにあたり、燃料電池システムに求められるのは、広い発電出力域での安定して高効率なシステムであり、これがシステム開発課題の一つとなっている。

### 2.2 システム構成と仕様

2002年度開発システム(2002年度機)は、(財)新エネルギー財団の“定置用燃料電池実証研究”の一環で、札幌市と土浦市の一般住宅において、日々の生活のなかで燃料電池からの電力と温水を利用した実証試験を行っている。

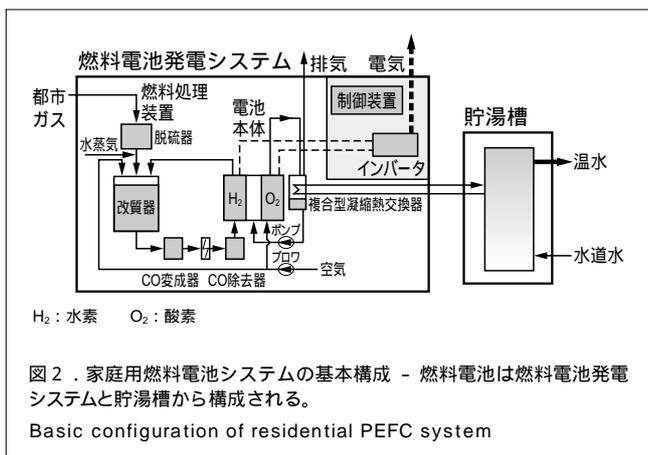
最新型の2003年度機は、商用化のための目安とされている発電効率35% LHV(低位発熱量基準効率)を達成し、屋外での試験運転でも安定な運転特性を得ている。

家庭用燃料電池システムの基本構成を図2に示す。

燃料電池パッケージは、燃料処理装置、電池本体、インバータ、熱交換器やポンプ、ブロワなどの補機類、及び制御装置などから構成され、これらを210Lのパッケージ内に収納している。

次に主要機器の構成や特長について述べる。

2.2.1 燃料電池本体 当社の燃料電池本体には、ガス流路に液体の水を直接注入し、固体高分子膜の加湿を行うとともに、その蒸発潜熱によりスタックを冷却する内部加湿



・潜熱冷却方式を採用している。

2.2.2 燃料処理装置 燃料処理装置は、主に複合型改質器とCO(一酸化炭素)変成・除去器から構成される。

2003年度機では、更なる効率向上と低コスト化を目指し、昇温用原燃料バーナと発電用水素バーナの共通一体化と、改質器内の水蒸気発生器の性能向上を行うことで、燃料処理系効率率は75% LHVを得た。

2.2.3 インバータ・制御装置 インバータ、プラント制御装置及び補機駆動電源を作る回路をすべて一体化し、小型化を実現している。

インバータは次の特長を持つ。

- (1) 低損失・高速スイッチング素子の採用
- (2) 高周波成分除去用ローパスフィルタ回路における交流リアクトルの低損失化
- (3) 直流母線電圧の最適化
- (4) 低損失ファンの採用
- (5) 低損失・高速ダイオードの採用
- (6) I/O(Input/Output)駆動回路の省電力化

これらの施策により、補機電源回路、制御回路も含めた電



気効率として、91%達成のめどを得た。

2.2.4 補機・パッケージ 2003年度機は、低消費電力のポンプとブロワの開発及び低消費電力弁の採用で、2002年度機に比べ2ポイントの補機効率の向上を達成した。

また、屋外での運転にも十分に耐えられるパッケージ構造とし、運転検証で確認した(図3)。

メンテナンスは、作業が前面パネルからのアクセスで行えるような機器レイアウトになっており、フィルタ洗浄や水処理機器の交換が容易に行えるように設計されている。

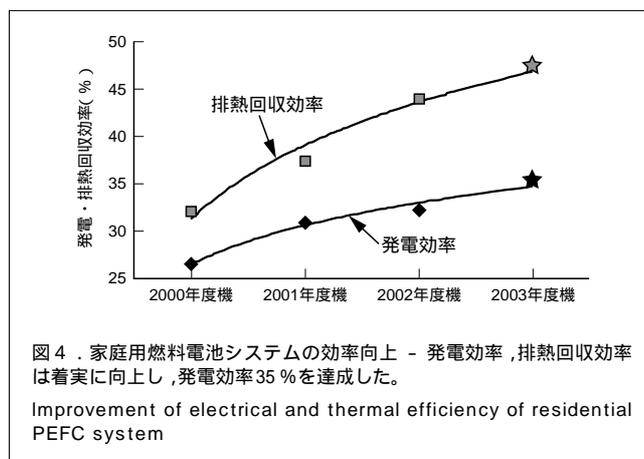
### 3 2003年度開発機の実績

4人世帯の平均的な家庭を対象に設定した定格出力700W級機は、他社と比較し小容量でありながら、商用化のための必達目標であった発電効率35% LHVを達成することができた。

また、出力も250Wから定格までの幅広い範囲で運転が行え、部分負荷の300W出力でも30% LHVの発電効率を得られることを確認している。

2000年度から開発を行ってきた家庭用1kW級システムの効率は、着実に向上している(図4)。

今後はプラント運転性能に関し、定格発電効率38% LHVと最低負荷効率30% LHVに向けた開発を進めていく。



### 4 業務用5kW級システム

#### 4.1 概要

業務用5kW級システムは、当社とUTCFC社並びにハイドロジェンソース社(UTCFC社とシェルハイドロジェン社の合併会社)の3社が米国、欧州、日本の市場を視野に入れて共同で開発を行っている。欧州では、電気と給湯・暖房を目的にボイラなどを併設した排熱利用重視の小型コージェネレーション、米国では非電化地域住宅用独立電源、そして日本においては給湯熱需要の大きいファミリーレストランなど都市部の業務用分散型電源として位置づけ、2000年度から

開発を進めている。

2001年度機は、(社)日本ガス協会に納入し、1年間の試験運転を行った。2002年度機は、当社京浜事業所内で運転試験中である。現在、2002年度機をベースとして、前述の欧州における小型コージェネレーション市場に照準を合わせた2003年度機の開発を行っている。業務用5kW級機のパッケージ外観を図5に示す。

#### 4.2 システム仕様,システム構成

業務用5kW級システムの仕様を表1に、システムフローを図6に示すとともに、以下に主要機器の特長について述べる。

4.2.1 燃料電池本体 UTCFC社の標準電池を採用している。この電池は低圧損仕様ながら、動作流体の均一分散性及び固体高分子燃料電池の運転上必要な均一加湿性にも優れている。

4.2.2 燃料系統 世界市場に対応するには燃料の多様性が必要とされることから、部分酸化改質方式を採用している。部分酸化改質反応は発熱反応であることから、起動昇温性に優れるというメリットがある。2002年度機では、起動から発電開始まで9分間の実績があり(図7)、水蒸気改質方式システムと比較して大幅な起動時間の短縮を実現した。燃料系はハイドロジェンソース社が開発中の水素生成装置を採用している。これは、各種の反応器、複数の熱交換器などを一体化しており、コンパクト性に優れている。

4.2.3 電気系統 日米欧の異なる配電方式に対応でき、かつ高効率、コンパクト及び低騒音を実現したインバータを採用した。また、補機の駆動電圧は将来を見据えて直流42Vとした。



図5. 業務用5kW級機のパッケージ外観 - 運転に必要な機器を1パッケージに内蔵した。  
5 kW-class commercial PEFC

表1. 業務用5kW級機のシステム仕様  
Specifications of 5 kW-class commercial PEFC system

項目	仕様
交流出力(交流送電端, LHV)	5 kW
発電効率(交流送電端, LHV)	35 %
総合効率(LHV)	70 % (温水65 取出し)
発電形態	系統連系 / 自立運転 (オプション)
使用燃料	窒素含有都市ガス, 都市ガス

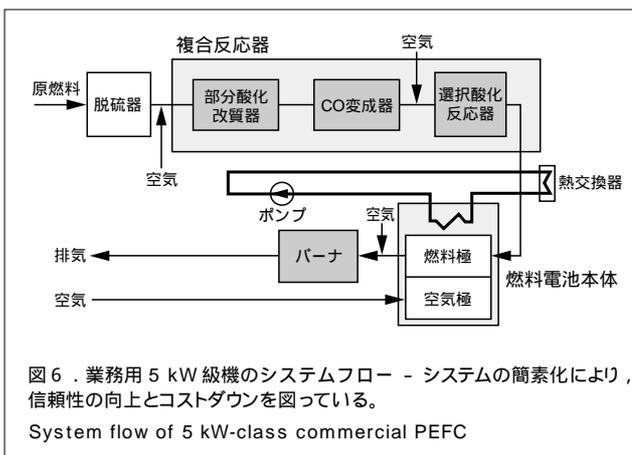


図6. 業務用5kW級機のシステムフロー - システムの簡素化により、信頼性の向上とコストダウンを図っている。  
System flow of 5 kW-class commercial PEFC

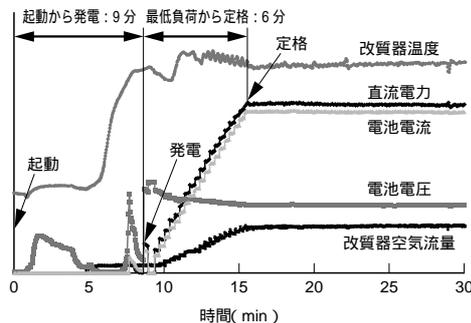


図7. 業務用5kW級機のシステム起動特性 - 業務用5kW級システムの2002年度機において、起動から発電開始まで9分間を達成し、水蒸気改質器を採用するシステムに比べて大幅な起動時間の短縮を実現した。  
Startup characteristics of 5 kW-class commercial PEFC system

## 5 あとがき

1kW級の家庭用システムと、5kW級の業務用システムの開発状況を述べてきた。今後、2005年の市場導入開始、2010年の普及促進に向け、性能面だけでなく低コスト化、耐久・信頼性の向上も推進していく。



宮原 秀夫 MIYAHARA Hideo  
東芝インターナショナルフュエルセルズ(株) 機器開発部主務。  
燃料電池システムの機器開発業務に従事。  
Toshiba International Fuel Cells Corp.



松沢 和幸 MATSUZAWA Kazuyuki  
東芝インターナショナルフュエルセルズ(株) プラント技術部  
参事。燃料電池システムのシステム設計に従事。  
Toshiba International Fuel Cells Corp.



檜垣 成敏 HIGAKI Shigetoshi  
東芝家電製造(株) 家電機器開発部主査。  
家電機器のインバータ開発業務に従事。電気学会会員。  
Toshiba HA Products Co., Ltd.