

# 燃料電池の展望

～環境にやさしい クリーンなエネルギー～

狩野 浩一, 米田 真純

Koichi KANO, Masumi YONEDA

## 1 はじめに

現代社会は、エネルギー資源の大量消費によって支えられている。そして現在、そのエネルギー資源は石油などの化石エネルギーが大半を占めている。しかしながら、化石エネルギーは将来の枯渇が懸念されており、また、地球温暖化といった地球環境問題の原因となっている。

近年、京都会議といった地球温暖化防止のための世界的な取り組みが行われており、世界共通の意識として  $CO_2$  や  $NO_x$  の排出量削減が目標とされている。その中で、水素という新たなエネルギー資源を用いて、効率よくエネルギーを発電する燃料電池は注目を浴びており、幅広い普及が期待されている。そこで本発表では、燃料電池の仕組み、現状、将来性について述べる。

## 2 燃料電池

燃料電池とは、燃焼や爆発を起こさずに電気を発生する発電装置で、その原理は水の電気分解の逆反応である。つまり、水素やメタンなどの還元性物質と酸化性物質である酸素を電気化学的に反応させて、電気エネルギーに変換する発電装置である。燃焼を伴わないため、 $NO_x$  などの有害物質を空气中に散乱することはない。また、純水素を用いずに燃料から水素を取り出す際には  $CO_2$  を発生するが、内燃機関と比較すると発生量は少ない。

従来の発電方式は化学エネルギーが数段階のプロセスを経て電気エネルギーに変換されるが、燃料電池は化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するため、エネルギー変換過程におけるエネルギーロスが少なく、高効率で電気エネルギーを得ることが可能である。

### 2.1 燃料電池の構造

燃料電池の構成単位をセルといい、Fig. 1 に示すように、セパレータ、空気極と呼ばれるプラスの電極版、電解質、燃料極と呼ばれるマイナスの電極版、セパレータの階層構造をしている。セパレータには溝がついており、ここから水素ガスや酸素が注入される。水素が燃料極で化学反応を起こし、発生した電子とプロトン<sup>1</sup>が空気極に移動して、酸素と反応することにより発電が起こる。単一セルでは得られる電圧が低いので、セルを何層も重ねてセルスタックを形成することにより、高い電圧を得る

<sup>1</sup>陽子すなわち  $H^+$  イオン

ことが可能である。

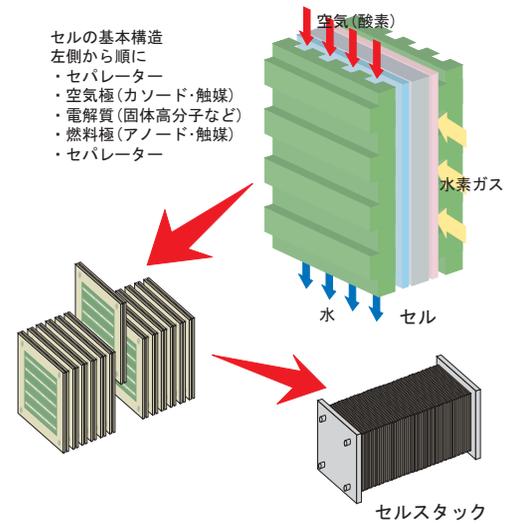


Fig. 1 セルの構造

### 2.2 燃料電池の特徴

燃料電池は、電解質の種類によって、数種類に分別されるが、共通する特徴は次の 2 点である。

- 高い発電効率
- 環境への適合度

### 2.3 注目を浴びている燃料電池

#### 高分子電解質型燃料電池

高分子電解質膜型燃料電池 (PEFC) は、電解質に高分子膜を使用することにより、コンパクトで軽量の電池を作ることが可能である。また、常温で起動するため、起動停止にかかる時間が短い。そのため身近な代替電源として、自動車やモバイル機器、家庭用コージェネレーションシステム等で研究、開発がなされている。

#### ダイレクトメタノール燃料電池

ダイレクトメタノール燃料電池 (DMFC) とは、水素の代わりにメタノールの水溶液を燃料極にそのまま供給する PEFC のことである。理論的には、PEFC よりもエネルギー効率が良いが、メタノールは水素よりも酸化されにくい物質であるため、過電圧が発生したり、濃度が高くなると、メタノールクロスオーバー<sup>2</sup>が発生する

<sup>2</sup>メタノールの一部が電解質膜を通り抜け、空気極側に達し空気極の電位を下げてしまう現象

ので、電圧が低くなってしまふ。これを解決するためには、酸化力の高い触媒や、透過しにくく高温で使える電解質膜の開発が必要となってくる。

東芝は、クロスオーバーを避けるために、高濃度メタノールを最適な濃度に自動調整する『希釈循環システム』を開発に成功した。それによって、希薄メタノールの場合と比べ、燃料タンクの体積を 1/10 にし、わずか 100ml の高濃度メタノールで約 10 時間の発電を可能としている。また、日立は透過しにくい電解質膜を開発した。これにより、従来のフッ素系素材から炭化水素系素材を用いて、メタノール透過性を 1/7~1/10 に減少させ、最適効率が見込めるメタノール濃度を 3~6% から 20~30% にまで高めることができる。将来的には 60% を目指し、研究が続けられている。

### 3 燃料電池の現状

#### 3.1 燃料電池自動車

2002 年 12 月にトヨタ自動車とホンダが世界に先駆けて燃料電池を搭載した乗用車を開発し、内閣府にリース販売を開始した。これに刺激され、国内外の各メーカーが続々と燃料自動車を開発している。また、トヨタ自動車と日野自動車が開発した燃料電池ハイブリッドバスの試乗会も行われ、2003 年にも FC バスを都内の路線バスとして実験走行することを検討している。

#### 3.2 モバイル機器

バッテリーの代替としては、DMFC の研究が進んでおり、3 月 5 日に東芝がノート PC 用燃料電池の開発に成功した。また、3 月 6 日にはカシオが改質器<sup>3</sup>を用いた小型高性能燃料電池の開発に成功し、同社の PC に搭載した場合、連続 20 時間の駆動が可能としている。どちらも 2004 年の実用化を目指しており、さらなる性能向上や実用性に対する研究開発が見込まれる。

### 4 燃料電池の課題

燃料電池が実用化されるためには以下のような課題を克服していかなければならない。

- コストの削減  
材料の見直しや大量生産を行うことによる生産コストの大幅な削減。
- 耐久性の向上  
様々な自然環境下でも安定した性能を維持し、劣化による性能低下の改善。
- 安全性  
取り扱う際の指針や基準の策定による安全性の確保。

<sup>3</sup>燃料電池の分野においては、天然ガスやメタノールなどの物質を分解して水素を取り出す機器のことを指す

- インフラの整備  
燃料を手軽に入手できるシステム、および供給源の確保。
- 燃料の貯蔵法  
単位体積当りの密度が高く、低重量かつコンパクトな貯蔵法。

### 5 将来への展望

現在燃料電池が脚光を浴びている要因は、ノート PC や PDA、携帯電話といったモバイル機器の機能強化や長時間駆動を実現する次世代バッテリーへの期待の高まりによるものである。これまでは、工場や家庭用の発電機、自動車や宇宙船といった比較的大きなシステム向けの開発が進められていたが、小型軽量化の研究が進み、モバイル機器への応用が注目されてきた。理論的には、そのポテンシャルはリチウム電池の 10 倍であるため、効率が上がれば、今以上の小型化、長時間駆動が見込まれる。現在はノート PC の開発が主であるが、それは他のモバイル機器よりも環境条件のハードルが低いという理由によるものであり、様々な環境条件にも耐え得る技術が開発されれば、すべてのモバイル機器の電源には燃料電池が用いられるに違いない。バッテリー切れの心配がなくなれば、様々なハードに機能を付加できるため、いつでもどこでも情報を送受信できるユビキタスな社会が実現されることだろう。

一般に対する発売は各メーカーが発表しているように、2003 年以降であろうが、来年には燃料効率が今の数倍となり、新たなコンテンツが考え出されるはずだ。

### 6 おわりに

現行のエネルギー資源と見比べると、まだまだ競える段階に達していない。それは、コストや安全性などの技術面や燃料の補給などのインフラに大きな差が原因であると考えられる。しかし、技術面は研究開発による新たな材料や技術の確立、インフラは需要の拡大と大量生産でその差を埋め、現行のエネルギー供給システムを追い抜く要素さえたくさん内在している。それに何より、 $NO_x$  や  $CO_2$  の排出が抑えられる。先の米国大統領の FreedomFuel 計画もその象徴だが、現在世界を悩ませている環境問題や、それに付随して増加する健康被害に歯止めをかけることができる。クリーンで省エネルギーの燃料電池は、名実ともに次世代のエネルギー資源の先頭に立っているのである。

### 参考文献

- 1) 燃料電池のすべて、池田宏之助、2001
- 2) <http://www.nanoelectronics.jp/kaitai/fuelcells/>