

燃料電池の将来に期待する

燃料電池開発情報センター 常任理事 本間 琢也

Prof. Dr. TAKUYA HOMMA
Executive Director
Fuel Cell Development Information Center



現在開発あるいは市場展開が積極的に進められている燃料電池には、リン酸形（PAFC）、熔融炭酸塩形（MCFC）、固体酸化物形（SOFC）、固体高分子形（PEFC）、メタノール直接変換形（DMFC）など、多種類に及んでいるが、その中で熱い眼差しが注がれているのは、PEFCと云えよう。これは広大なマーケットが期待される自動車の動力源、並びに家庭向けのコジェネレーション用などに適していると考えられているからである。しかし、このPEFCは、常温で動作可能である点に大きな魅力が認められるものの、それ故に燃料改質過程で生じるCOによる白金系触媒の被毒問題があって、耐久性を考えれば改質ガス中のCO濃度を20ppm以下にまで抑えなければならぬといわれている。これは改質器に対して大きな負担を強いることになる。更に電解質膜のイオン伝導性を保つためには、水分の供給が常時必要であり、これらの性質を勘案するとPEFCは本質的に非常にデリケートな性質を持っていると言わざるを得ない。

これに比べて電解質にセラミックスを用いるSOFCは、それが1,000の高温で動作する点においてその難しさが指摘されてきたが、逆に高温での動作故に幾つかの大きな長所を見出すことができる。まずその第1は、高温の排熱をガスタービン等ボトムリングサイクルに導入してコンバインドサイクルを形成することにより、60%以上（HHV）の超高効率を実現できることである。アメリカやヨーロッパではSOFC/ガスタービンコンバインドサイクルの実証運転が行われており、モデル実験では既に50%（LHV）以上の発電効率が得られている。ヨーロッパではドイツ、フランス、オーストリアのエネルギー供給事業4社で構成されるコンソーシアムおよびSWH社によって、Siemens-Westinghouse製の円筒型SOFCを用いた1MW級コンバインドプラントの建設が始められようとしている。総出力の20%はマイ

クロガスタービンが受け持つことになっており、総合発電効率の目標は60%、2003年10月にはドイツで運転を開始する予定である。

第2の特徴として、白金系のような高価な触媒を必要としないのでCO問題がなく、逆にCO自身を燃料として利用できる点が挙げられる。これによって改質器の負担は大幅に軽減されることになり、ガソリンのような比較的改質が困難なプロセスを実現し易くする可能性があると共に、改質器の構造が簡単化されるので、燃料電池システムのコストダウンを実現することができる。又SOFCや後に述べるMCFCとともに、COを忌避しない点から石炭ガス化発電にも向いており、現在国の政策を背景に電源開発等電気事業者によって開発が進められている。

このようなSOFCの持つ長所を捉えて、幾つかの研究機関や企業は、電力事業用の高効率発電プラントとしての利用にとどまらず、家庭用コジェネレーションや自動車用への利用も視野に入れて開発研究を進めている。わが国では例えば東京、大阪、東邦ガスの中央ガス3社は分散型電源やコジェネレーションへの利用を目的に、円筒型および平板型SOFCの開発活動を精力的に進めているし、NTTは通信用電源への利用を目的に中空平板構造のSOFCを提案し、その特性の評価を行った。カナダのGlobal Thermoelectric社は、SOFCを自動車の補機動力用電源として適用することを目的の一つに加えて、600~750の低温で動作する平板型SOFCモジュールのコンパクト化を進めており、年間10MWの生産能力を持つ工場を建設する予定であると伝えられている。

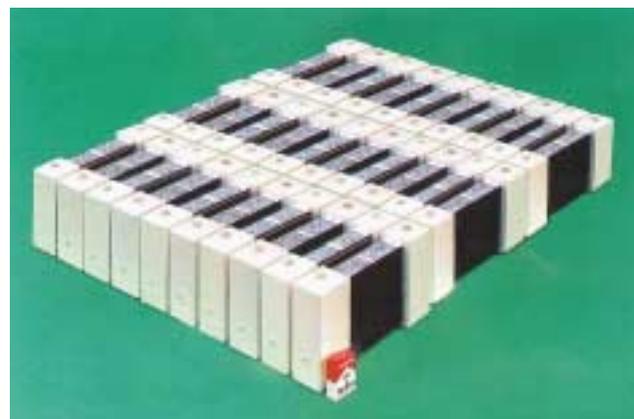
電力会社はMCFCおよびSOFCの研究開発を積極的に推し進めているが、特に中部電力はそれらの中で中核的な役割を果たしているように思われる。その代表例の1つとして挙げられるのは、出力1,000kWの外部改質型MCFC実証プラントが中部電力川越発電所に建設され、1999年11月には定格出力を達

成、累積で約5,000時間の発電運転を成功させたことである。この研究開発事業は、直接には国家プロジェクトの基でNEDO/MCFC研究組合によって実施されたが、これに対する中部電力が果たした役割は非常に大きなものであったと評価されている。プロジェクトのこのフェーズは99年度で終了したが、2000年度から04年までの計画で、新たな研究開発のフェーズが始まっている。それは数MW級中規模電源を2010年頃に実用化することを目指して、高性能な高圧スタックの技術開発を目的としたものであり、計画では300kW級の加圧型発電システムの開発と、これらの技術を適用して高性能モジュール(750kW級)を製作することがうたわれている。又本計画には内部改質方式や石炭ガス化技術の開発、更にリサイクル技術や経済性の検討が含まれている。なお上に述べたNEDO/MCFC研究組合によるプロジェクトでは、関西電力尼崎燃料電池発電所に、内部改質型200kWMCFCプラントが建設され、これも5,000時間以上の発電運転実験に成功したことを付け加えておこう。

他方SOFCに関しては1990年以来、中部電力は三菱重工業と共同でMOLB形と称される一体積層形スタックの開発研究を独自に進めてきた。このMOLB形は出力密度が高く、かつ低コスト化が可能になる点に特徴がある。1996年にはこのMOLB形スタックで電気出力5.1kWを達成したが、その後スタックの積層構造を水平方向へ改良したいわゆるT-MOLB形を開発し、2000年8月には200mm角のセルを10段積層して構成されたスタックを30ユニット(10スタック/トレイン・3トレイン)を束ねて組み立てられた発電デバイスでは、15kWの発電出力を実現させることに成功した。T-MOLB形への改良においては、セルからスタックを構成するための一体焼成技術や、セルの品質管理技術も確立されたと報告されている。更に500~1000の温度範囲、温度変化速度100/h、電流密度500mA/cm²の条件でサーマルサイクル試験が実施されたが、性能に関して良好な結果が得られたようである。

アメリカにおいてもエネルギー省は、2003年までにはMCFCおよびSOFCを、分散型エネルギー市場において商業化することを目指しており、その時のコスト目標として\$1,000~1,500/kWの値が示されている。特にSOFCについては、交通部門における補助電源としての利用も含めて、広くマーケットを展開する積りであり、2010年ビジョンではスタック

をモジュール化することによって、\$400/kWまでのコストダウンを実現するという意欲的な将来像を描いている。既に述べたようにSOFCは原理的にもPEFCにも勝るポテンシャルを持っており、将来の市場展開が大いに期待されている。



数10kW級固体酸化物形燃料電池発電試験装置(下)と電池スタック(上)

住所 東京都千代田区神田小川町2 1 7
日本地所 第7ビル5階

ホームページ
<http://eclab.kz.tsukuba.ac.jp/fcdc/ja/publish.html>