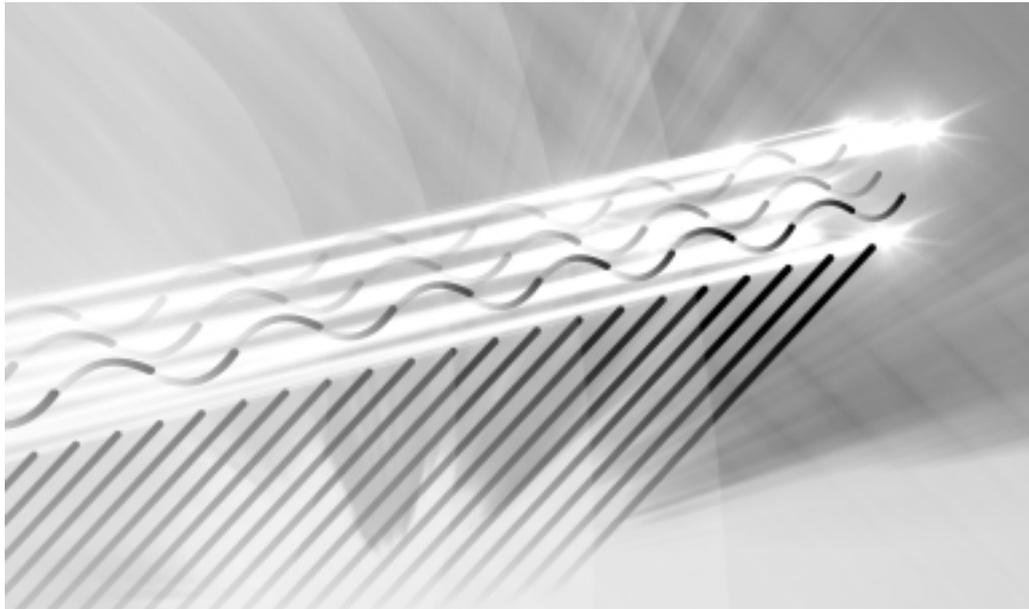


## 燃料電池のビジネスチャンスと課題

風間智英



多くの企業が燃料電池の開発を急いでいる。しかし、事業化を急ぐあまり、技術が追いついていない部分もある。市場は立ち上げ直前の状況にあるが、普及のスピードは期待ほど速くなく、2010年に数千億円の規模となりそうだ。

日本には、燃料電池を製造するだけでなく、その搭載機器までを事業領域としている企業（統合メーカー）が多い。その成功要件は、「高性能な燃料電池のいち早い実用化」「燃料電池を搭載した機器の販売力確保」である。またモバイル用では、「燃料販売までの事業領域拡大」も要件となる。

家庭用の統合メーカーでは、特に が重要であり、ガス会社との共同開発企業が決定した今、LPG（液化石油ガス）・灯油会社、住宅メーカーなどの国内販売チャネルの確保と、海外への展開が成功のカギとなっている。モバイル用の統合メーカーは、 を手中に収めるために、既存の機器に燃料電池を搭載することを考えるだけでなく、燃料電池を活用する新たな機器を創造していくことが重要である。

# 次世代パワー源として 注目される燃料電池

開発市場」が形成されている。この資金をもとに、世界中で多くの企業が燃料電池の研究開発に着手している（図1）。

## 1 巨大な市場への期待

燃料電池は今のところ年間数百台しか販売されていない。しかし、政府の研究開発資金と主に自動車メーカーの研究開発費によって、年間数千億円（人件費を含む）の「研究

日本では、自動車メーカー、大手家電メーカー、重工メーカー、環境装置メーカーなどが燃料電池の開発に邁進している。海外では、燃料電池の開発を専門とするベンチャー企業が多数存在する。

図1 国内外の燃料電池関連企業

材料		燃料電池およびシステム		販売およびサービス	
フッ素系膜材料メーカー		燃料電池メーカー		燃料電池システム販売会社	
【国内】 ●旭硝子 ●旭化成	【海外】 ●デュポン ●W.L.ゴア ●3M	【国内】 [PEFC] ●トヨタ自動車 ●ホンダ ●三洋電機 ●松下電器産業 ●東芝 IFC ●富士電機ホールディングス ●日立製作所 ●石川島芝浦機械 ●三菱重工業 ●三菱電機 [DMFC] ●東芝 ●NEC ●日立製作所 ●富士通 ●ユアサMTI [SOFC] ●三菱重工業 ●三菱マテリアル ●京セラ ●日本ガイシ ●TOTO ●住友精密工業 [MCFC] ●石川島播磨重工業	【海外】 [PEFC] ●バラード ●GM ●UTCフューエル・セルズ ●プラグ・パワー ●リライオン ●アイダテック ●ハイドロジェニクス ●スベラ ●シーメンス [DMFC] ●MTIマイクロ・フューエル・セルズ ●サムスン・グループ ●ガイナー ●スマート・フューエル・セルズ [SOFC] ●シーメンス・ウエスティングハウス ●アキュメントリックス ●GE ●グローバル・サーモエレクトリック [MCFC] ●フューエル・セル・エナジー	【国内】 ●東京ガス ●大阪ガス ●東邦ガス ●新日本石油 ●三井物産 ●住友商事 ●丸紅 ●JFEホールディングス ●燃料電池メーカー ●分散電源メーカー ●住宅メーカー	【海外】 ●GE ●燃料電池メーカー
新規膜材料メーカー		改質器メーカー		燃料会社	
【国内】 ●日立化成工業 ●東レ ●東洋紡	【海外】 ●フマテック ●ポリフューエル ●セラニーズ	【国内】 ●東京ガス ●大阪ガス ●出光興産 ●新日本石油 ●カシオ計算機	【海外】 ●アイダテック	【国内】 ●東京ガス ●大阪ガス ●東邦ガス ●新日本石油 ●出光興産 ●JFEホールディングス ●岩谷産業 ●三菱ガス化学 ●トーカイ	【海外】 ●各ユーティリティ企業 ●メタネックス
電極触媒メーカー		排熱システム、燃料電池システムア셈ブラー		サービス会社	
【国内】 ●田中貴金属工業 ●N.E.ケムキャット ●NEC（カーボンナノホーン）	【海外】 ●ジョンソンマッセイ ●ユミコア ●Eテック ●SGLカーボン ●キャボット	【国内】 ●リンナイ ●荏原バラード ●JFEホールディングス ●新日本製鐵	【海外】 ●フューエル・セル・テクノロジー ●アルストム ●ヴァイラント	【国内】 ●東京ガス ●大阪ガス ●東邦ガス ●新日本石油 ●出光興産 ●JFEホールディングス ●岩谷産業 ●東京電力 ●関西電力 ●中部電力 ●九州電力 ●NTT	【海外】 ●LIPA ●ECO ●EWE ●RWE ●その他各ユーティリティ企業
セパレーターメーカー					
【国内】 ●日清紡 ●日立化成工業 ●東レ ●ユニチカ ●住友金属工業 ●日立金属	【海外】 ●SGLカーボン ●グラフテック				
ガス拡散層メーカー					
【国内】 ●東レ ●三菱レイヨン	【海外】 ●SGLカーボン 等				

注) DMFC：直接メタノール型燃料電池、ECO：エナジー・コーオポチュニティ、GE：ゼネラル・エレクトリック、GM：ゼネラル・モーターズ、LIPA：ロングアイランド・パワー・オーソリティ、MCFC：熔融炭酸塩型燃料電池、PEFC：固体高分子型燃料電池、SOFC：固体酸化物型燃料電池

また、これを取り巻くように、材料メーカー（炭素材、化学製品、金属製品、セラミックスなど）、燃料メーカー（石油、都市ガス、ジメチルエーテル、メタノールなど）、システムメーカー（給湯器、水処理関連装置、環境関連装置など）が燃料電池の技術開発に参加している。

さらに、燃料電池を活用した事業主体として、ユーティリティ企業（電力、ガス、通信）、住宅メーカーなどが燃料電池の運用に関する研究開発を行っている。

このように多くの企業が燃料電池技術の研究開発を進めているのは、巨大市場を形成している自動車、住宅、モバイル機器などに応用され、大きな市場に成長するといった期待感があるためだ。

たとえば、自動車の販売数は世界で年間5000万台以上であり、そこでエンジンの代替として燃料電池システムが採用されれば、17.5兆円/年以上の市場規模となる（燃料電池システムの価格を5000円/kW、70kW/

台として計算）。同様に、携帯電話の販売数は世界で年間4億台以上であり、2000億円/年以上の市場規模となる。

## 2 燃料電池とは

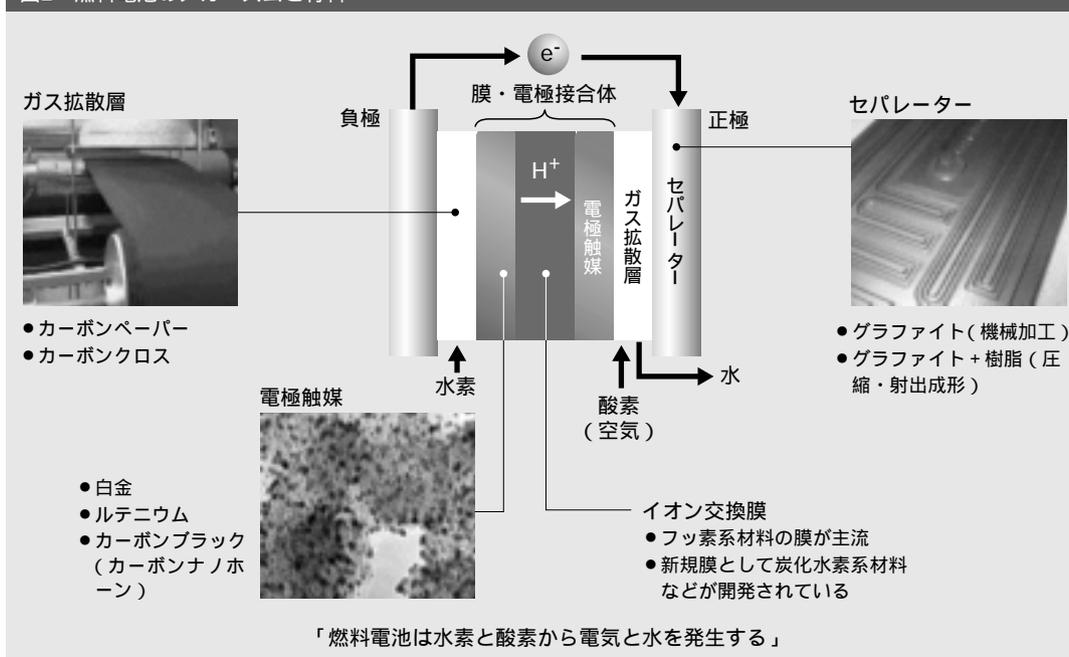
燃料電池は、「電池」と名づけられているが、電池と違って単体では発電できない。燃料電池はエンジンなどの内燃機関に近い発電機であり、燃料を供給する必要がある。その燃料には水素を利用し、空気中の酸素も取り入れて、化学反応によって電気と水と熱を生成する。簡単にいえば水の電気分解の逆反応を起こす装置である（図2）。

燃料電池には電解質と呼ばれる中核材料があり、その違いによって以下の4種類に大別される。

- PEFC（固体高分子型燃料電池）
- SOFC（固体酸化物型燃料電池）
- PAFC（リン酸型燃料電池）
- MCFC（熔融炭酸塩型燃料電池）

現在、これらのうちPEFC（DMFC 直接

図2 燃料電池のメカニズムと材料



メタノール型燃料電池を含む)とSOFCが注目されている(図3)。運転温度が低く、起動時間の短いPEFCは、モバイル用、家庭用、自動車用として開発が進んでいる。また発電効率の高いSOFCは、中・大型の定置用として開発が進んでいる。本稿では、このPEFCとSOFCについて議論を行う。

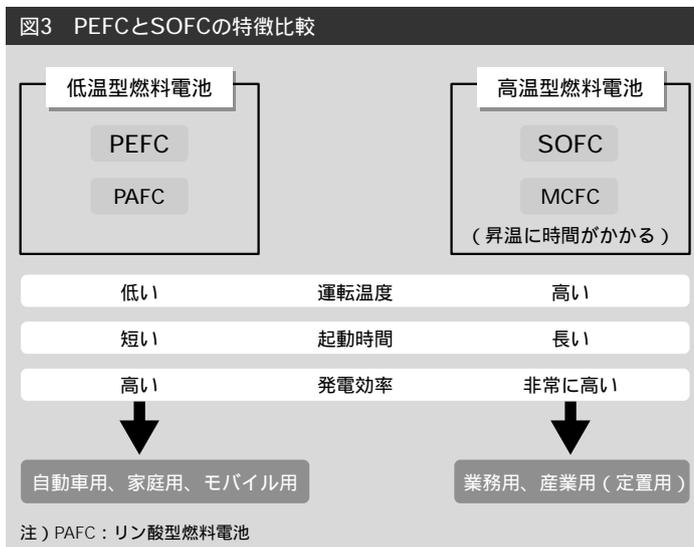
### 3 なぜ燃料電池なのか

前述したように、燃料電池は自動車用駆動源、家庭用・業務用パワー源、モバイル機器用電源などとして活用することが考えられている。自動車用駆動源、家庭用パワー源には現在エンジンが利用されており、モバイル機器用電源としては電池が利用されている。したがって、燃料電池の競合技術はエンジンや電池である。

内燃機関と比べた燃料電池の利点は、「高いエネルギー効率」「低公害性」「静粛性」にあるといわれている。二次電池と比べた燃料電池の利点は、「高いエネルギー密度」「迅速な充電(充填)」「廃棄時の環境への優しさ」などである。以下、用途別に、燃料電池の具体的な活用方法を紹介する。

燃料電池を自動車用駆動源に活用すると、燃費の良い、静かでクリーンな自動車を実現する。燃費の良さだけなら、ハイブリッド自動車でもよい。また、静かでクリーンな自動車ならば、電気自動車を導入すればよい。燃料電池自動車は、同時に両者を実現している点が新しく、将来の理想的な自動車として認識されているのである。

燃料電池は本来発電機だが、発電と同時に熱も発生する。この熱を給湯器などへ利用しつつ、発電した電気を利用すれば、家庭に省



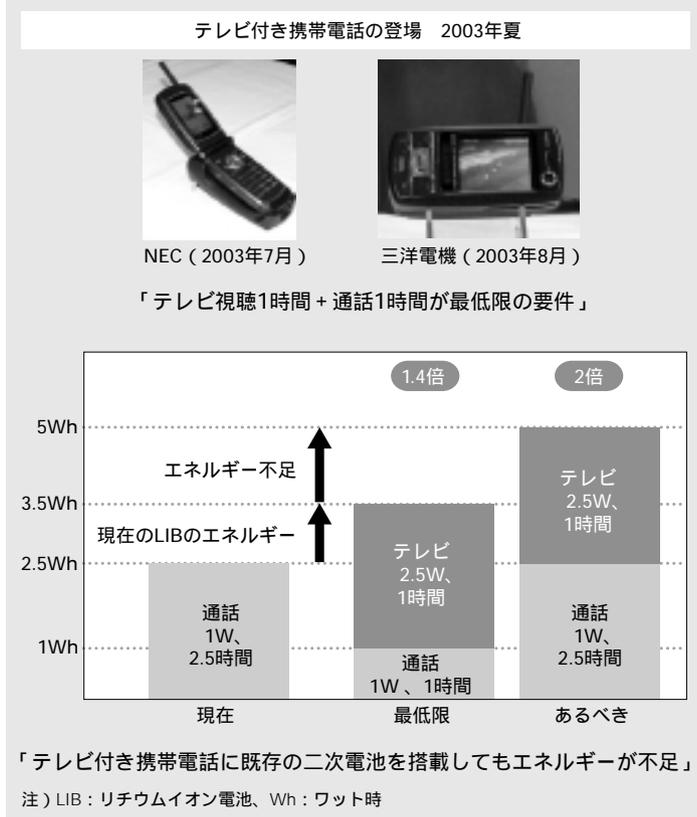
エネメリットをもたらすことができる(ガスを利用する燃料電池コージェネレーションを導入した場合、ガス使用量は導入前より多くなるが、電気・ガス使用料金の合計は安くなる)。

発電機としてエンジンを活用すると、家庭向けには発電量に比べて発熱量が多くなってしまう。しかし燃料電池は、エンジンに比べて発電効率が高いため、発電量と回収熱量のバランスが家庭のエネルギー需要にマッチする。これは業務用(事務所ビルやスーパー銭湯など)でも同様である。

モバイル機器を長時間安心して使いたいという要望は、ノートパソコンやカメラ一体型VTR(ビデオテープレコーダー)などで依然として根強い。また、携帯電話にテレビ機能が追加されるように、モバイル機器では機能追加・統合の動きが見られる。このようなニーズを満たそうとすると消費電力が増加し、使用時間が長くなり、二次電池では容量が不足する(次ページの図4)。

ここで燃料電池を使えば、現在のリチウム

図4 テレビ付き携帯電話における必要エネルギー量



イオン電池と同体積で約3倍のエネルギーが利用可能になるため、これらの問題を解決することができる。また、単時間で燃料を充填できるため、何度も燃料を継ぎ足すことで、モバイル機器を長時間連続して利用することが可能になる。

ほかにも、物流業界などで見られる乾電池の廃棄問題に解決策を提供できる。燃料電池のカートリッジを無害なものにすればよいからである。

一方、燃料電池は水素を燃料とするが、この水素は改質技術によって都市ガス、LPG（液化石油ガス）、ガソリンなど多様な燃料から取り出すことができる。したがって、燃料電池は、石油探掘量が減少して石油価格が高

騰したり、政府がエネルギー安全保障上の問題で脱石油政策を進めたりする場合に威力を発揮する。

## 市場の萌芽期を迎えた燃料電池

### 1 家庭用燃料電池は上市直前の追い込み時期

家庭用燃料電池では、ガス会社が開発の主導権を握っている。東京ガスは2005年3月までに、大阪ガスは2006年3月までには商品化する計画を持っている。ガス会社は、共同開発企業としてのPEFCメーカーの絞り込みを2003年春に実施した。開発競争を促進させると同時に、量産規模を確保させることが目的であった。

選定された荏原バロード、三洋電機、松下電器産業、東芝インターナショナルフュエルセルズは、日本の家庭用燃料電池市場で一歩抜け出した形となった。

### 2 モバイル用燃料電池も2005年に商用化

燃料電池メーカーは、2004年、2005年を実用化の目標としている（図5）。

日本では、NEC、日立製作所、東芝、富士通などが、DMFCをノートパソコンに搭載すべく開発を進めている。一方、マイクロ改質器の開発に成功したカシオ計算機は、PEFCシステムを開発しており、後述する航空機内持ち込み規制の緩和を待って、2007年に実用化すると発表した。

海外では、サムスン・グループ（韓国）、MTIマイクロ・フューエル・セルズ、スマート・フューエル・セルズ、モトローラ（以

図5 モバイル用燃料電池の市販計画

		2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	二次電池代替	充電器、補助電源
日本	東芝			↔				ノートPC	
					↔			携帯電話	
	日立製作所			↔				ノートPC	
	カシオ計算機						↔	ノートPC	
	NEC			↔		↔		ノートPC	
海外	スマート・フューエル・セルズ	↔							可搬型、ノートPC
	メディス・テクノロジー		↔						充電器
	MTIマイクロ・フューエル・セルズ			↔				業務用端末	
	サムスン・グループ			↔	↔			2-40W	
	ニー・パワー			↔	↔				0.5-40W
	モトローラ			↔	↔	↔			携帯電話
	ポリフューエル				↔				携帯電話

注) PC: パソコン

上米国)などがDMFCの開発を進めている。海外で開発されているモバイル用燃料電池は、機器に組み込むタイプよりも、充電器タイプが中心である。

### 3 自動車用などはすでに市販

自動車では、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車の納入を開始した。これに引き続き、日産自動車など競合他社も燃料電池自動車を納入した。政府関係機関への納入が多いが、法人にも少数納入されている。リース契約での納入形態がとられている。

燃料電池が販売されているのは自動車用だけに限らない。ポータブル用として、カナダのバラードが1.2kWの燃料電池「ネクサ」を販売している。主にレジャー用途が考えられる。日本では荏原バラードがポータブル用を販売しており、発電に必要な補機をセットにしたシステムも販売している。

業務用では、通信基地局のバックアップ用

電源として米国を中心に燃料電池が販売されている。プラグパワーは2002年に、水素を燃料とする5kW級の「ジェンコア」を発売した。リライオン(旧アピスタラボ)も同じく数kWの燃料電池システムを販売している。カナダのハイドロジェニックスも、10kWの燃料電池を販売している。ただし、どの企業も年間数台ないし数十台の販売にとどまっている。

どの企業も量産体制を構築しておらず、実験販売に近い状態ではあるが、燃料電池市場はすでに立ち上がり始めている。

### 4 定置用ではSOFCが2005年にも市販

数kWから10kWまでの業務用では、PEFCメーカーだけでなく、SOFCメーカーも市場参入計画を打ち出している(次ページの図6)。

日本では、京セラや三菱重工業が2005年を上市目標としている。

図6 SOFCの市販計画



海外では、スイスのズルツァー・ヘクシスが、家庭用のものを2004ないし2005年に上市する予定である。また、米国のアキュメントリックスは5kWのシステムで2005年に、シーメンス・ウエスティングハウスは2006年に上市予定である。

SOFCもいよいよ市場の立ち上がり時期が近づいてきている。数kW～数十kWの領域では、燃料電池間で技術競合が繰り広げられることになる。

## 燃料電池の課題は山積

### 1 既存技術へのキャッチアップ

これまでは燃料電池に対する期待感、および開発の進捗状況を述べてきた。ここからはバラ色の燃料電池市場が見えてくる。しかし、燃料電池の開発者は全く楽観視していない。燃料電池開発の進捗状況を現場で把握する限り、第 4章で述べたような競合技術に対する優位を短期的に実現することは難しいし、既存技術にキャッチアップしなければならない点も多いと考えているためだ。

自動車の場合は、エネルギー効率がハイブリッド車と変わらないという状況に直面している。また、ガソリン車などに比べて寒冷地対応(水の凍結防止など)が実現できていない、航続距離が短い(現在の燃料電池車は300km、既存のガソリン車は500km)など、キャッチアップすべき課題を有している。

家庭用の場合は、「本当に想定したような経済的メリットをユーザーに提供できるのか」という意見が聞かれる。地域による天候の違いや、各家庭での電気・熱の使い方の違いを、量産する単一モデルでカバーしきれないのではないかという懸念によっているようだ。また、地域による燃料成分の違いを、単一モデルですべてカバーできるのかという意見もある。

業務用では、ボイラーなどを使うケースも少なくないので、熱を有効利用するには高い排熱温度が必要である。このため、運転温度の低いPEFCシステムの商品化に疑問を持つ意見をよく耳にする。

モバイル機器の場合は、出力密度、エネルギー密度が電池に比べて低い状況にあるのが

現実である。現時点では、燃料電池を既存の電池のスペースに搭載しても、出力が足りないため機器が動かない。このため、電池やキャパシターなどとのハイブリッド電源が検討されている。また、2005年の市販時期では、機器の運転時間は電池と同等レベルになるものと考えられるため、継ぎ足し充電（充填）による運転時間の延長に価値を見出すことになる。

さらに、モバイル機器によっては寒冷地で燃料電池を利用するものもある。雪山で携帯電話を使うことなどもあろう。その際に起こる出力の大幅な低下、水の凍結の問題がまだ解決されていない。

## 2 商用化に向けた3つの課題

以上のような性能面の課題もさることながら、商用化に向けた課題も残っている。「コスト」「燃料およびその供給インフラ」「規制」の3つである。コストに関しては、燃料電池システムのコストだけでなく、その寿命をも考える必要がある。

はじめに「コスト（および寿命）」だが、どの用途でも問題を抱えている。

自動車の場合、たとえばトヨタ自動車の燃料電池車のリース価格は、30カ月で3600万円だが、ベース車両（ガソリン車）は数百万円である。少なくとも10分の1にコストダウンする必要がある。寿命は実証実験中であり、今の自動車のような走行距離10万km以上の寿命を安定的に確保してはいない。

家庭用燃料電池システムの場合、ユーザーに十分な経済的メリットを与えるためには、燃料電池価格（ユーザー負担分）50万円、寿命10年以上を実現する必要があるといわれて

いる。しかし現在は、燃料電池システム価格が500万円、寿命は数年という状況である。

モバイル用燃料電池では、コストと寿命のハードルが自動車用、家庭用に比べて低い。モバイル機器は概して、買い替え時期が2、3年程度と早く、そこで使われている電池の出力当たり価格は、エンジンに比べると相当割高であるためだ。ただし、ハードルが低いといっても、二次電池に比べるとコストはまだ割高であり、寿命は実証中の状況にある。

2つ目の「燃料およびその供給インフラ」の問題は、燃料と燃料インフラに分けることができる。

燃料では、燃料品質のバラつきに燃料電池が対応できるか否かが問われる。国によって燃料品質の違いは当然生じるし、同じ国でも地域により燃料品質にバラつきが存在する。モバイル用燃料電池の場合には、燃料のメタノールが有害物質であるため、安全性の確保が必要である。また、カートリッジ式で燃料が供給される場合、燃料品質がバラつかないように、純正品でない燃料カートリッジを排除する対策が必要となろう。燃料品質が異なると、燃料電池が想定どおりに機能しないだけでなく、寿命が短くなるなどの弊害も現れると推測される。

燃料インフラでは、「燃料電池の普及が先か、燃料インフラの整備が先か」という、いわゆる「卵と鶏の議論」に陥りやすいといえる。自動車の場合には「燃料電池自動車の普及と燃料を供給する水素インフラの整備」、モバイル機器の場合には「燃料電池搭載機器の普及と燃料販売チャネルの整備」がこれに相当する。家庭用の場合は、既存の都市ガス供給インフラやLPG・灯油の配送網をその

図7 各用途における燃料電池の提供価値と課題

	自動車用	家庭用	モバイル用
提供価値（理想）	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃費の良い、静かでクリーンな車の実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>家庭のエネルギーコストの削減（家庭の電気・熱需要の割合にマッチする）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器の長時間駆動（エネルギー密度の向上、継ぎ足し充電）</li> <li>乾電池廃棄問題の解決</li> </ul>
性能面の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー効率の観点でハイブリッド車と変わらない</li> <li>寒冷地対応（水の凍結防止など）が実現できていない</li> <li>航続距離が短い（現在300km、既存自動車500km）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料電池（PEFC）からの排熱温度が低すぎる</li> <li>各家庭での電気・熱の使用量や需要カーブの違いを、単一システムですべてカバーできない</li> <li>地域による燃料成分の違いを、単一システムですべてカバーできない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力密度、エネルギー密度が電池に比べて低い</li> <li>寒冷地対応（出力低下への対応、水の凍結防止など）が実現できていない</li> </ul>
事業化に向けた課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト（価格）の低減</li> <li>信頼性の確保</li> <li>水素インフラの整備（卵と鶏の議論の収束）</li> <li>白金使用量の低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト（価格）の低減</li> <li>長寿命化（目標10年、現在数年）</li> <li>燃料品質のバラつきへの対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト（価格）の低減</li> <li>燃料（メタノール）の安全性確保</li> <li>燃料の類似品対策</li> <li>規制緩和（航空機内への燃料の持ち込み）</li> </ul>
● 燃料価格設定の変化に対するリスクヘッジ			

まま活用できるため、この問題のハードルは低い。

3つ目の「規制」については、モバイル用燃料電池のハードルが高い。燃料として利用するメタノールが可燃性のため、航空機のキャビンへの持ち込みが禁止されている。この規制緩和は早くとも2007年初頭となるので、ノートパソコン向け燃料電池などの商用化の足かせとなる可能性がある。

一方、自動車用、家庭用に関しては、日本国内で規制緩和に向けた検討が進められている。国際商品である自動車用は、海外における規制緩和の進行状況が問題となる。

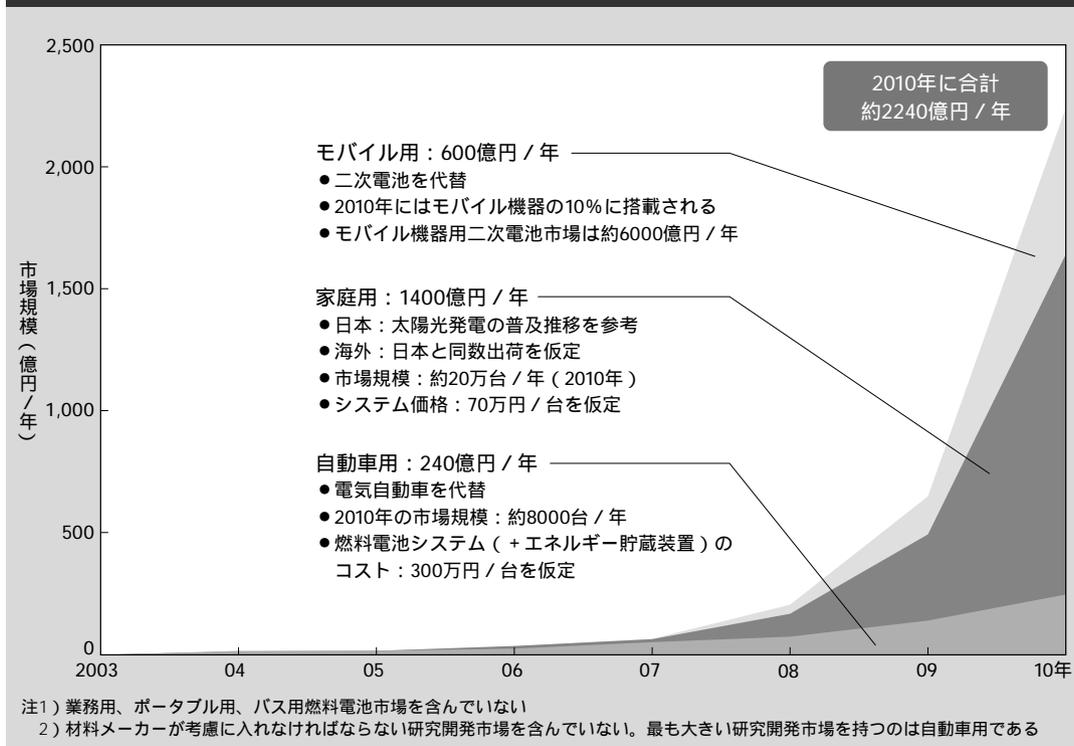
### 3 事業を見通しにくくする 燃料価格

商用化に際してコストが問題であることを

指摘した。ユーザーは燃料電池システムの価格と寿命だけでなく、それを運転するための燃料の価格を含めてトータルで判断することになるので、燃料価格は重要である。一方、燃料電池メーカーにとっては、燃料電池の普及にかかわるため、最重要事項として位置づけられる。しかし、特に家庭用では、燃料価格の決定権はガス会社をはじめとする燃料会社にあるので、燃料電池メーカーにとって、ほぼコントロールできないリスク要因となっている。

家庭用燃料電池システムは初期価格が高い。これを吸収する1つの手段として、燃料価格で特別な割引設定を行うことが考えられる。ガスを例にとると、燃料電池が普及すれば、都市ガスの拡販が期待できるため、ガス会社は特別料金メニューを設定することにイ

図8 燃料電池の市場規模の試算



ンセンティブが働く。

ここで問題なのは、電力会社の料金メニューである。電力料金が下がると燃料電池の経済的メリットが小さくなり、普及が阻まれてしまう。そうなれば、電力会社とガス会社の体力勝負になりかねない。電力会社はまだ料金引き下げの余力を残していると見られているだけに、燃料電池メーカーは事業の見通しを立てにくい。これは材料メーカーにも連動してしまっている。

家庭用燃料電池を例にあげたが、燃料価格をいくらに設定するかによって事業の行く末が良いようにも悪いようにも左右されることは、他の用途でも同様である。

燃料電池の提供価値と課題についてまとめると、図7のようになる。

## 燃料電池の市場規模

燃料電池の潜在市場は確かに大きそうに見えるが、商品として価値が出てくるまでに、多くの課題を克服する必要がある。家庭用やモバイル用の市場投入は2005年ごろと計画されているが、当初の製品は燃料電池の性能を完全には出しきれないものになりそうである。したがって、市場の本格的な立ち上がりは2007年ごろからと予想される。

このことを考慮しつつ、2010年における燃料電池の市場（自動車用、家庭用、モバイル用の合計）を試算してみると、思ったほど大きくない。試算結果は2240億円となった（図8）。その内訳は、家庭向けが1400億円/年と最も大きく、続いてモバイル機器向けが600億円/年、自動車向けが240億円/年

となっている。

## 1 燃料電池自動車は 電気自動車を代替

自動車では、2010年においても既存のガソリン車、ディーゼル車が主流である。燃料電池車にとっては、電気自動車が当面の代替市場と考えられる。

現在、電気自動車の市場規模は年間数千台であり、2010年には多く見積もっても年間1万台と予想される。燃料電池自動車の価格が電気自動車よりも安くなることを前提として、年間8000台程度が燃料電池自動車の市場となろう。すべてを代替できないのは、電気自動車のユーザの一部は電力会社であり、燃料電池車を利用するインセンティブがないためである。

トヨタ自動車の電気自動車「RAV4 EV」は約500万円で販売されており、車体価格は約200万円である。このことから、車に搭載する燃料電池システムの価格を300万円とした。台数と単価を掛け合わせると、2010年における自動車用燃料電池市場の規模は240億円となる。

## 2 家庭用燃料電池は 日本市場が最も有望

家庭用の燃料電池は、世界の中で日本市場を有望視する声が多くなっている。政府の購入補助策が手厚いこと、エネルギー料金が相対的に高いことが理由である。欧米では、この両者ともそろっていない状況にあり、一般家庭が燃料電池を導入して経済的メリットを享受するためには、大幅なコスト低減が求められる。このため、電力網が未整備な戸建て

住宅など、ニッチ市場での展開にとどまるだろう。

日本市場の規模を試算するに当たり、家庭用太陽光発電システムの市場推移を参考事例とした。家庭用燃料電池は価格が高く、普及には購入補助が必要である。家庭用太陽光発電システムは、購入補助を受けて普及した機器であり、今後の燃料電池市場を占うケースとして適していると判断できる。

この場合、2010年では年間10万台程度の市場になる。海外市場を含めれば、年間20万台程度の市場と見られる。燃料電池の価格は、1台当たり70万円と仮定した。台数と単価を掛け合わせると、2010年における燃料電池市場の規模は1400億円となる。

## 3 モバイル用のターゲットは 業務用高級機種

モバイル機器向けの燃料電池は、技術開発の途上にあるため市場規模の試算が難しい。ただ、業務用として活用されるモバイル機器の方が、民生用のそれよりもニーズが高いようである。

たとえばノートパソコンの場合、民生用ではデスクトップ代替として、業務用ではモバイル情報機器として購入されているケースが多く、後者において燃料電池ニーズが高くなっている。

ビデオカメラの例では、プロのカメラマンは「電池切れ」を深刻な問題と受け止めており、複数個の二次電池を持ち歩いているケースが多い。スベア電池は非常に高価であるため、初期ターゲットを業務用（高級機種）に定めることは、コスト面からもセオリーどおりといえる。

このような業務用（高級機種）は、おおよそそのケースで市場の10%前後を占めている。現在のモバイル用二次電池市場6000億円のうち、10%を燃料電池が代替すると仮定すれば、約600億円の市場と推計される。

なお、ここで計算していない業務用燃料電池などの市場を含んだとしても、2010年では自動車用、家庭用、モバイル用の合計で、燃料電池市場の規模は年間数千億円が上限と推測される。

## 燃料電池メーカーの成功要件

前章まで、燃料電池市場の現状と見通しについて述べてきた。市場の立ち上がりは緩やかになりそうだが、すでに燃料電池メーカー間では競争が始まっている。

燃料電池メーカーには2つのタイプが存在する。燃料電池だけを製造する燃料電池単独メーカーと、搭載する機器まで製造する燃料電池・機器の統合メーカー（以下、統合メーカー）である。日本では後者が多いため、ここでは統合メーカーの成功のカギを検討していく。なお、「高性能な燃料電池のいち早い実用化」が重要であることは自明であり、本稿でも述べてきたので、ここでは特に項を設けない。

### 1 燃料電池を搭載した機器の 販売力確保

従来は、市場黎明期の技術のデファクトスタンダード（事実上の標準）化を狙うために、「技術コンソーシアム」の形成が重要なポイントとなっていた。技術コンソーシアムを形成することで、高い技術力を確保し、ス

ピーディーに開発を進められる。

しかし今後は、市場の成長期における市場シェアの確保を狙った「販売チャネルの確保策」が重要なポイントとなる。この場合、燃料電池を搭載した機器の販売力の高い企業と、どれだけ良好な関係を築けるかという点が競争の焦点となる。

たとえば、家庭用統合メーカーの顔ぶれを見ると、家電メーカーや重工メーカーが多い。これらの企業は、自社で燃料電池を搭載する完成品まで生産しているが、家庭用燃料電池システムは売り切り商品ではないため、既存の代理店、量販店などのチャネルを活用することが難しい。

現実には、機器の販売はガス会社などの企業に依存している。第 4章で述べたように、統合メーカーがガス会社との共同開発枠を争ったのは、機器販売力の確保を狙ったことである。このように考えると、今後の統合メーカーの成功のカギは、LPGや灯油会社、住宅メーカーと良好な関係を構築することにあることがわかる。

一方、海外展開を行って生産量を拡大することも考えられる。この場合は、現地の有力企業との販売提携や、燃料電池システムの現地適用のための共同開発などが重要となる。たとえばヌベラ（米国、イタリア）は、日本で燃料電池を販売するに当たり、三井物産と販売提携を結んでいる。また、SOFCシステムメーカーのアキュメントリックスは、住友商事と販売提携している。シーメンス・ウエスティングハウスも、JFEホールディングスと販売提携を結んでいる。

モバイル用統合メーカーの顔ぶれを見ると、東芝、日立製作所、NEC、富士通、カ

シオ計算機などモバイル機器メーカーが並んでいる。モバイル用燃料電池を機器に適用するに当たっては、既存の二次電池との形状の違い、設計上の制約要因の違い、出力制御の違いなどがあるため、機器メーカーが燃料電池を開発するメリットは大きい。

しかし、ここで改めて驚かされるのは、ノートパソコンで東芝が高い世界市場シェアを持っているほかは、世界市場で高シェアを獲得している機器がないということである。燃料電池で量産効果を得るためには、必然的に高いシェアを持つ海外メーカーとの関係構築が重要となる。実際に、水面下では、共同開発関係を構築するための準備を進めている企業もあるようだ。

また、統合メーカーは、燃料電池を活かした新たな機器を開発していくことも、成功要件となることを付け加えておきたい。二次電池は完成度の高い製品であり、その代替を狙っているだけでは、事業機会が広がらない。燃料電池のキラーアプリケーションが登場して初めて、モバイル用燃料電池は本格普及を迎えるのではないだろうか。

自動車用でも基本的には、市場揺籃期から成長期にかけて技術競争が行われた後は、燃料電池システムを自社だけでなく他社へも供給し、コスト競争力を高めていくことが必要になるものと考えられる。

## 2 燃料販売までの事業領域拡大

統合メーカーは、もちろん燃料電池を製造していくことで収益を上げることは可能だが、燃料販売（燃料製造の必要はない）まで事業領域を拡大することが理想である。すなわち、燃料電池を機器に組み込み、そこで消

費される燃料で利益を生み出すビジネスモデルを構築することができれば、より利益率の高い事業になると思われる。自動車用、家庭用の統合メーカーにはこの事業スキームを構築できるチャンスはあまり望めないが、モバイル用ではチャンスがある。

モバイル用燃料電池を搭載した機器では、1つの方式として、メタノールを燃料とする燃料カートリッジを使うことが検討されている。その場合、統合メーカーは、燃料カートリッジを委託生産し、自社ブランドでユーザーに販売することが考えられる。メタノール燃料は、現在1リットル約40円で販売されているが、これは燃料カートリッジ数十本分に相当する量である。カートリッジの価格設定いかんによっては、非常に利益率の高い事業に仕立てることも狙える。カートリッジ需要は燃料電池搭載機器の年間の販売台数ではなく、数年間の累積販売台数に比例して増えることも見逃せない。

類似したビジネスモデルは、プリンター事業で行われている。プリンターメーカーは、プリンターを販売して収益を得るとともに、インクメーカーから納入されたカートリッジを自社ブランドで販売して利益を生み出している。プリンターメーカーは、機種ごとにインクカートリッジを変えて、他社やサードパーティーのインクを利用しにくい状況をつくり、純正インクカートリッジを着実に販売できる体制を構築している。

統合メーカーが燃料販売にまで事業領域を広げた場合、成功要件は燃料電池を搭載した自社の機器を大量に販売することとなる。「自社の」としているのは、他社に燃料電池を供給し、他社が機器に組み込んで販売した

場合、他社ブランドで燃料が供給されてしまうことになり、燃料販売まで事業領域を拡大できないからだ。その意味でも、統合メーカーは、燃料電池を搭載した新しい機器を自ら生み出すことが肝要である。

以上、統合メーカーの成功要件を述べてきた。この成功要件を達成すべく、各メーカーは技術提携や販売提携を積極的に進めてきている。今後、商用化が近づくとつれて、その動きはさらに活発化すると思われる。

本稿では燃料電池メーカーを中心として、燃料電池市場の現状と見通し、および成功要件について述べてきた。誌面の都合上、燃料

電池用材料についての記述は割愛したが、燃料電池業界を捉えるには、燃料電池メーカーに視線を向けるだけでは不十分であり、燃料電池の開発で重要な役割を担っている材料メーカー、とりわけその研究開発の動向をも把握している必要がある。筆者は燃料電池用材料に関しても動向を見守っているが、これに関する論稿は別の機会に譲りたい。

著者

風間智英（かざまともひで）

技術・産業コンサルティング部主任コンサルタント  
専門は二次電池・燃料電池業界の事業戦略、新規事業戦略