



二輪車のための燃料電池システム

Fuel Cell System for Motorcycles

安達 修平 Shuhei Adachi
● 研究開発センター

技術論文

Abstract

Expectations are mounting with regard to the use of fuel cells as a clean-running, efficient power source for automobiles, and now research has also begun into the use of fuel cells to power small motorcycles as personal-use vehicles. The biggest problem involved in the development of a fuel cell system for motorcycles is how to fit the entire system into the limited space available on a motorcycle. In order to avoid sacrificing running performance, it is also necessary to keep weight increase to a minimum. In this report we will describe the structure of our newly developed direct methanol fuel cell system for motorcycles and our concept model mounting this system.

要旨

クリーンで高効率なことから自動車への実用拡大が期待される燃料電池であるが、パーソナルビークルである小型二輪車への適用についても、検討が始まっている。一番の課題は、限られたスペースにどうやってシステム全体を収めるかということ。走りを犠牲にしないためには、重量増加も最小限に抑える必要がある。二輪車のために新しく開発された直接メタノール型燃料電池システムの構造について記述するとともに、このシステムを搭載したコンセプトモデルを紹介する。

1

はじめに

有害な排気ガスを出さない、変換効率が高い、などの点で、究極のエネルギー変換装置と位置付けられる燃料電池であるが、実用化に向けては、なお克服すべき多くの課題を抱えている。一般によく知られている自動車用燃料電池には、水素を燃料とするものが多い^{1,2)}。この方式が直面している最大の課題は、燃料の供給インフラの整備である。国内に関しては、経済産業省が目標に掲げる「2020年までに500万台の燃料電池車普及」を支えるため、少なくとも2,000設備、4,000億円の投資が必要とされている³⁾。米国の場合、120億ドルが必要というGeneral Motorsの試算結果もある⁴⁾。

また、自然界に存在しない水素を、いかに大量に効率よく製造・供給するかという技術的な問題もある。一般的な水素製造に用いられる原料は、天然ガスなどの化石資源であるので、製造過程で、温室効果ガスであるCO₂が発生する。このことは、水素を車両用燃料として使用する場合においても、燃料の製造過程と使用過程を含めた、トータルのエネルギー変換効率（総合効率）が、従来のガソリンエンジンを上回らなければ、温室効果ガスを削減することにならないことを意味している。圧縮水素ガスを使った現行の燃料電池自動車の総合効率は29%という高い値であると言われるが、ガソリンハイブリッド車での効率が約28%から33%と改善されてきていることを考慮すると、その優位性は決定的なものとは言えない^{5,6)}。

2 燃料電池の種類と用途

燃料電池には、電解質の材質により、図1に示すような種類があり、その特性に応じた使い分けがなされてきている。固体高分子膜型燃料電池（PEMFC: Proton Exchange Membrane Fuel Cell）は、用いる燃料系によって、さらに図2のように分類される。

3 二輪車用燃料電池の選択

燃料電池を小型電動二輪車に適用しようとなると、極めて限られたスペースや、快適な走りを実現するための重量の制約が大きな課題になる。航続距離を一定とした時、燃料系、発電系、補機類・制御系を含めたシステム全体の重量は、要求される出力性能とともに増加する。図3はこの関係を、圧縮水素型 PEMFC（CHFC: Compressed Hydrogen Fuel Cell）と直接メタノール型 PEMFC（DMFC: Direct Methanol Fuel Cell）の2つのタイプについて比較した例である。この例では、出力1kW以下の領域では、DMFCの方が、より軽量のシステムとなっている。圧縮ガス水素を用いる方式では、要求される航続距離が比較的大きい場合、システムに必要な出力が小さいほど、燃料系の重量の占める割合が大きくなる傾向がある。

圧縮水素の代わりに水素吸蔵合金タンクや水素化物カートリッジを用いる方法もあるが、重量面での優位性はさほど大きくはない⁷⁾。さらに、水素充填に要する時間、交換用カートリッジの保管や処理にかかる手間などを考えると、現時点では、従来の2次電池を使用する電動車に比べ、利便性の点で必ずしも優れているとは言えない。

DMFCは、携帯電話やモバイルPCの電源として、意欲的に開発が進められていることからわかるように、小型機器に適したシステムである。変換効率の点では、水素ガス型より劣るものの、液体燃料が使える、セルスタック内の冷却通路が不要、低温でも凍結しにくいなど、実用面での魅力が大きいのが特長である。特に液体燃料が使えることは、とりわけ小型二輪車の場合、スペース・重量だけでなく、安全性の点でも有利と考えられる。燃料とするメタノールは可燃性液体であるが、一定の濃度以下の水溶液は、安全な物質として流通させることが可能であり、その意味ではガソリンや灯油よりも扱いやすい

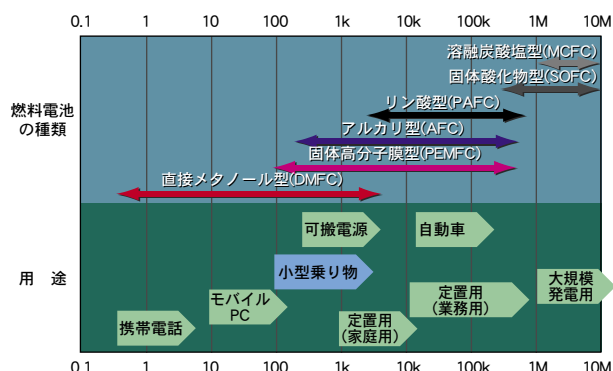


図1 燃料電池の種類と用途

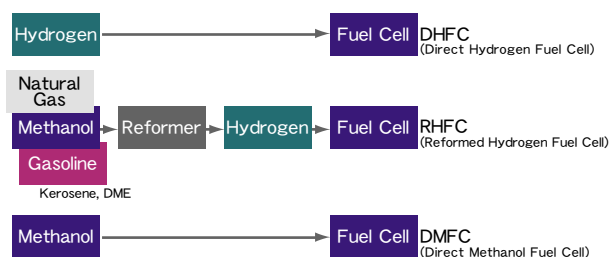


図2 PEMFCの燃料による分類例

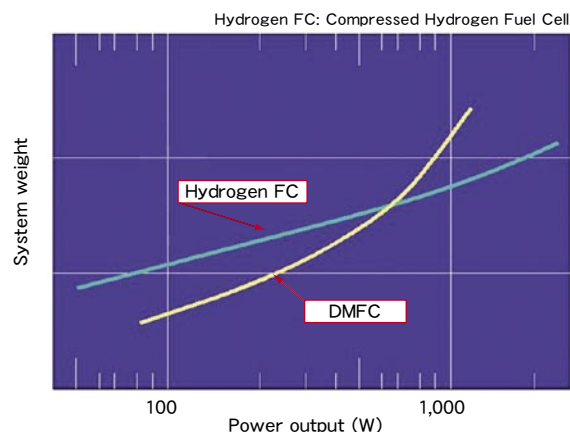


図3 燃料電池システムの重量比較
(貯蔵エネルギーを一定とした時の試算例)

と言える。燃料として定着するためには、市場流通経路の整備などが必要と思われるが、大規模な燃料インフラの整備を待たなくともよい点で、実用化に向けての「しきい」は、比較的低いのではないかと考えられる。

4 二輪車用燃料電池の構造例

図4に二輪車用に開発されたDMFCシステムのプロトタイプの外観写真を示した。また、図5①-④にそのシステムの構成と各要素の名称、発電原理、セルスタックの構造、をそれぞれ示した。システムの定格出力は約500W、定格電圧24V、重量は約20kg、外寸法は一辺がほぼ400mmの立方体である。燃料タンク（一次タンク）には50vol.%メタノール水溶液を貯蔵し、もうひとつの水溶液タンク（二次タンク）から、常時約1M/L（3.2質量%）に濃度調整されたメタノール水溶液をセルスタックに供給している。セルスタックからは、反応により生成したCO₂の気泡を含む水溶液が二次タンクに還流され、タンク内で気液分離される構造となっている。メタノール濃度の測定には、独自開発の濃度センサと制御アルゴリズムを使用しており、循環している水溶液が所定濃度を下回ると、コントローラからの指令により、一次タンクから、高い濃度の燃料を供給するようになっている。セルスタックのカソード側へのエア供給は、フィルタを通じて、独自開発の高効率エアポンプにより行い、水蒸気を含む排気は、熱交換器により水分を凝縮・回収した後、系外へ排出する構造となっている。凝縮器ロアータンクでは回収水の水位制御をおこない、余分の水はここから系外へ排出している。

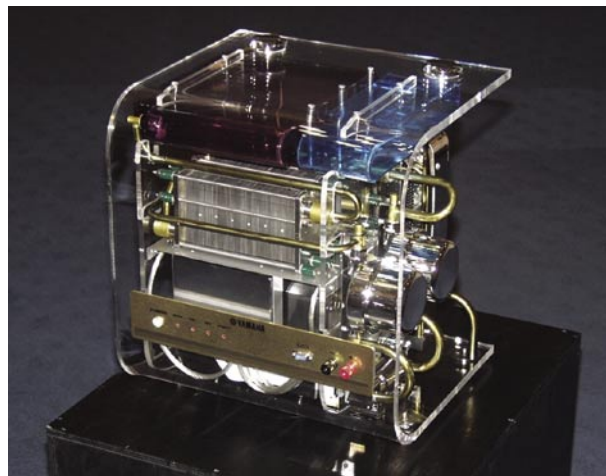


図4 二輪車用DMFCシステムのプロトタイプ

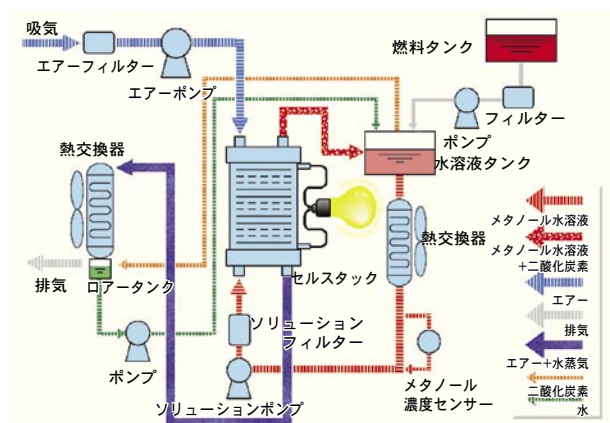


図5① 二輪車用DMFCのシステム模式図

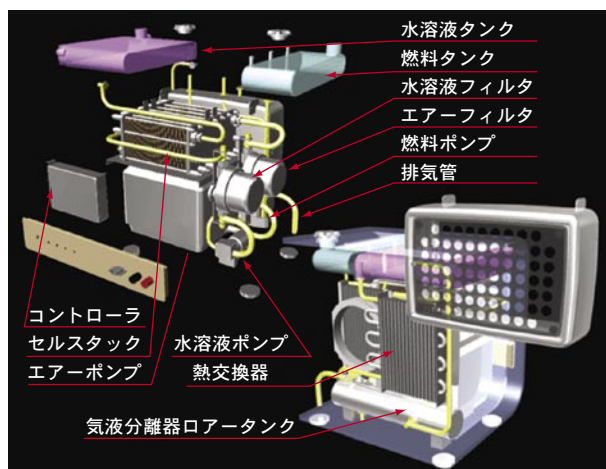


図5② 二輪車用DMFCの全体配置と各部の名称

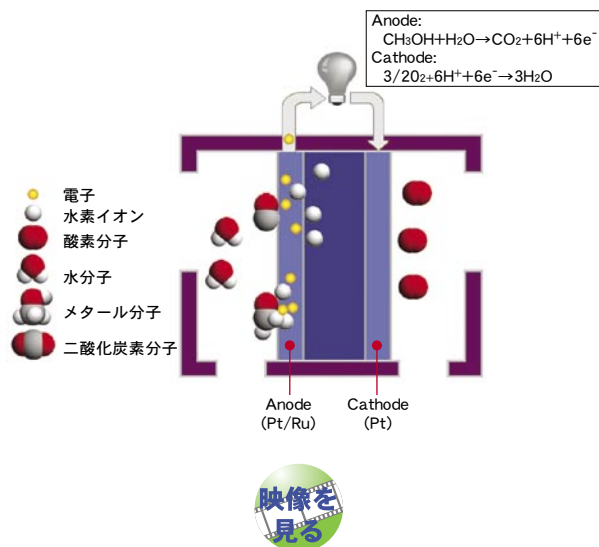


図 5 ③ 二輪車用 DMFC の発電原理

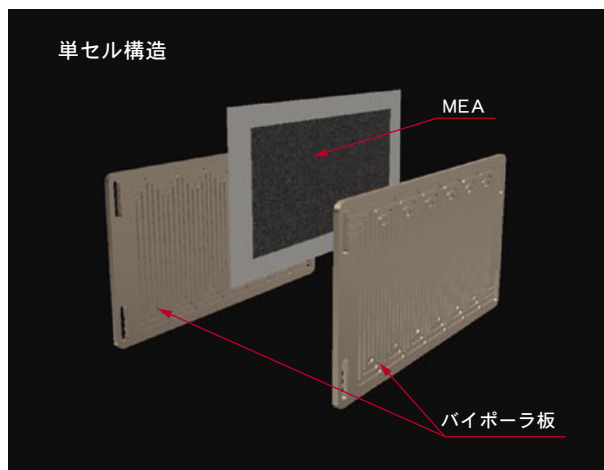


図 5 ④ 二輪車用 DMFC のスタック構造

5 燃料電池を搭載した車両の例

以上に述べたようなシステムを、小型電動二輪車に搭載する場合は、重量バランスを考慮し、車両の形状に合わせたレイアウトの変更が必要である。図 6 に DMFC を搭載したコンセプト車両の例を示した。近未来のライトビジネスユースを想定し、コンパクトな車体に必要十分な航続距離を持たせた提案モデルである。Li-Ion バッテリーを備えたシリーズハイブリッドシステムのため、始動してすぐに発進・走行が可能である。100V、3A の AC アウトレットもあり、アウトドアや災害時の電源供給にも対応できる、「走る発電機」としての機能を有している。



図 6 DMFC を搭載したコンセプトモデル "FC06"

6 おわりに

近い将来、上述したような燃料電池システムを搭載した乗り物が実用化すれば、従来の電動車両において必要だった充電時間が不要となり、一回の燃料充填における航続距離を、ガソリン内燃機関搭載車並みにできる可能性がある。有害な排気ガスも、不愉快な騒音も出さないパーソナルビークルが、どんな使われ方をしてお客様の役に立つのかを想像することは楽しい。一方、克服すべき課題として、セルスタックなどの主要コンポーネントをはじめとするシステムの一層の軽量化、あらゆる条件を想定した使用時の信頼性・耐久性の確保、量産技術の確立とコストの低減などがある。同時に、市場の開拓・燃料の流通網の整備などに対しても一層の努力が必要と考えられる。

■参考文献

- 1) 市川勝, 自動車技術 Vol. 57, No. 1, 2003, 58
- 2) 紙屋雄史, エンジンテクノロジー Vol. 5, No. 3, 2003, 23
- 3) LOOP November, No. 8, 2003, 56
- 4) 朝日新聞 2003 年 10 月 25 日朝刊 12
- 5) D&M 2003. 10. No. 589, 50
- 6) Nikkei Business Special Issue Energy Shift 2003. 11, 38
- 7) 秋葉悦男, エンジンテクノロジー Vol.5, No. 3, 2003, 36

■著者



安達 修平