

燃料電池自動車と蓄電池の現状

燃料電池自動車と蓄電池の現状

(1) 燃料電池自動車と燃料電池の現状

燃料電池車(Fuel Cell Vehicle)は、燃料電池を搭載した自動車で、水素と酸素の化学反応で得られる電気エネルギーを利用し、モーターを駆動させる。ガソリン駆動車に比べてエネルギー効率がが高いのが特徴。排出されるのは水だけで、CO₂やNO_x、SO_xなどの温室効果ガス・大気汚染物質が排出されないため、「究極のエコカー」とも言われている。

現在、トヨタやホンダが燃料電池車のリース販売を行っている。トヨタは、2008年9月に「FCHV-adv」を環境省に、ホンダは同11月より、「FCXクラリティ」を官公庁や一部の民間企業に対して販売。また、トヨタは日野自動車と共同で燃料電池バスを開発。

中部国際空港のシャトルバスやランプバスとして貸し出された他、東京マラソンなどのイベントにも利用されている。他にも、日産が2008年11月に「X-TRAIL FCV」を日光市に納入、スズキもGMと共同で燃料電池車を開発するなど、市場投入に向け、開発が進められている。

各種発電方式の変換効率

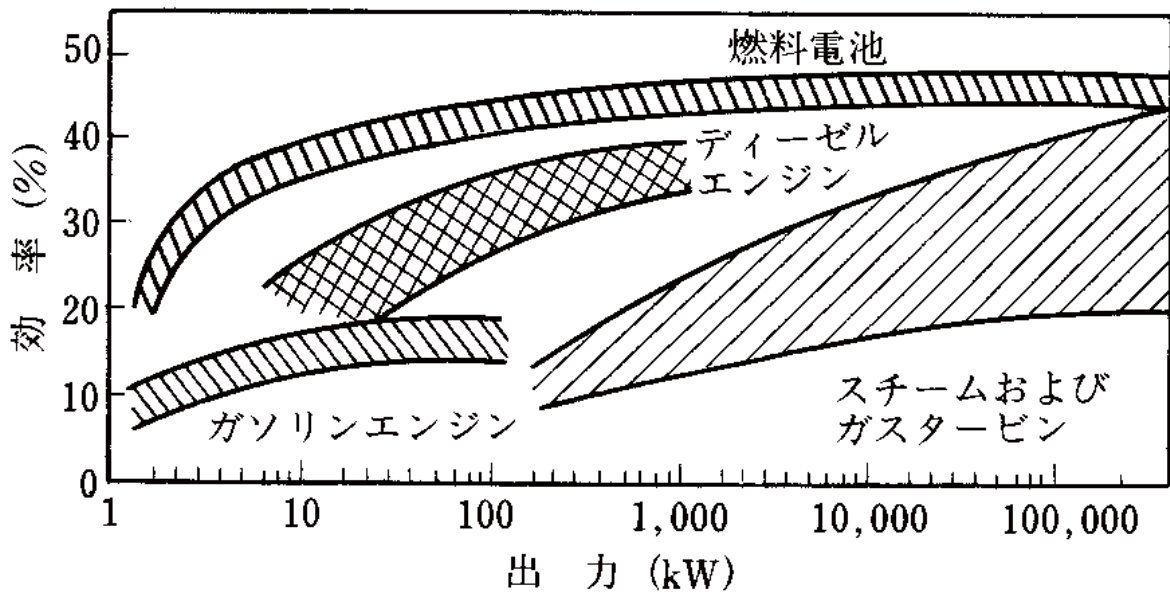
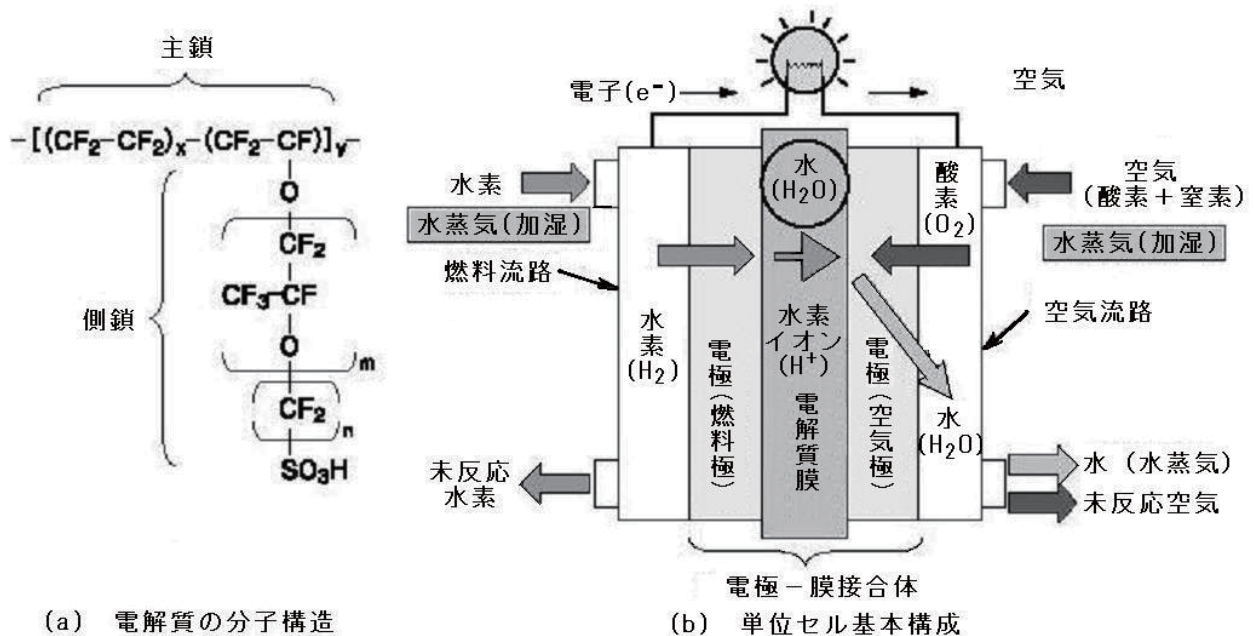


図 各種発電方式の変換効率

高橋武彦著「燃料電池」1984年4月 共立出版(株)より

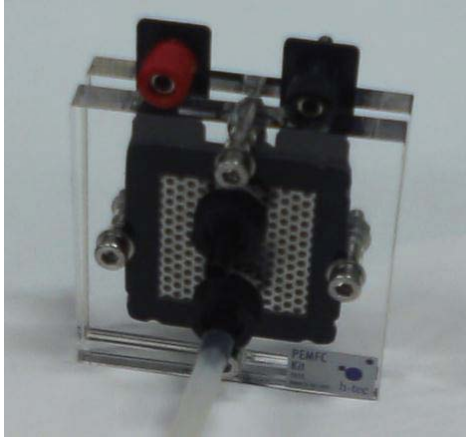


電解質の分子構造と固体高分子膜型燃料電池(PEFC)単位セルの基本構成

<http://www.sanyo.co.jp/giho/no75/pdf/7508.pdf> より改変

PEFCの電解質にはフッ素樹脂を母体にした陽イオン交換樹脂膜が使われている。水素イオン(H⁺)は水分子と結びついた形の(H₃O⁺)として移動するため、膜には水分の存在が不可欠となっており、また使用温度に上限がある。

固体高分子形燃料電池（教材用単セル、）



模型燃料電池自動車

電気分解セル(燃料電池と兼用)で水を電気分解して生成した水素と酸素で燃料電池を働かせてモーターを廻して走る



愛・地球博 FCHV シャトルバス



水素を燃料とする燃料電池バスの概要

<主要諸元>

製作者:トヨタ自動車株式会社 日野自動車株式会社

用途:乗合乗車 定員:62人

長さ:10.512 m 幅:2.490 m 高さ:3.360 m

燃料:高圧水素ガス 高圧水素タンク(35 MPa, 1,120 L) 燃料電池:PEFC 90 kW × 2個, 電動機:交流同期電動機最高出力;80 kW × 2個(109 PS × 2) 最高速度:80 km/h

(大臣認定日:平成15年7月23日)

<http://www2.toyota.co.jp/tech/environment/fchv/pdf/p02.pdf> 等より

PEFCとNi-MH二次電池を組み合わせている



燃料電池車の課題

(1) 触媒どうするか？

(2) 水素どうするか？

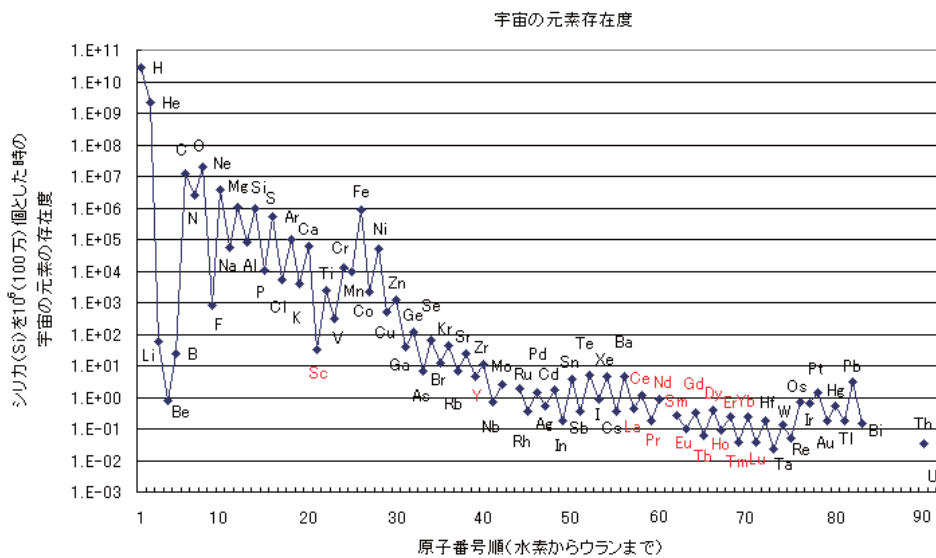
高圧ボンベ???



そもそもどうやって水素作る???

元素の宇宙存在度

太陽スペクトルの分析、未分化隕石の分析



地球の重力

地球型惑星は揮発性ガスを保持できるほどの重力を有しないので脱ガスしてしまう。

(例えば酸素はガスの形では残れず、SiやMgの酸化物でマントル中にとどまり、 H_2O や CO_2 の形で地表に残っただけ。つまり、初期地球の空気中に酸素はほぼなかった。)

空気中に水素は1ppmもない

燃料電池車の課題

(1) 触媒どうするか？

(2) 水素どうするか？

高压ポンベ???

そもそもどうやって水素作る???

現状:天然ガス(CH_4)の分解



化石燃料:全然クリーンじゃない!

燃料電池車の課題

(1) 触媒どうするか？

(2) 水素どうするか？

高压ポンベ???

そもそもどうやって水素作る???

水の電気分解だと

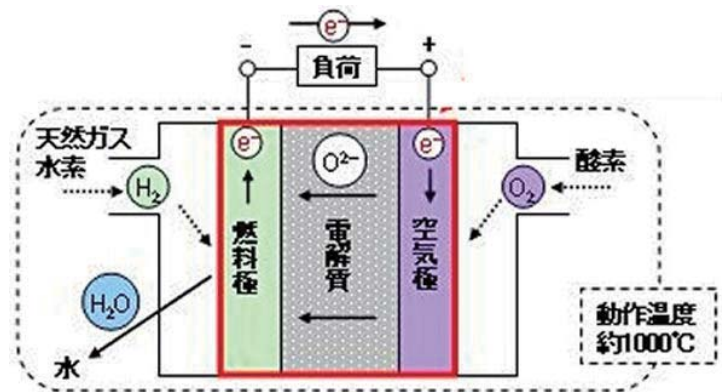
1モル(22.4 L, 2 g)の水素(H_2)を作るには $2F$ の電流量が必要

54 A・時間の通電が必要

有望なFC: SOFC(固体酸化物形燃料電池)のしくみ

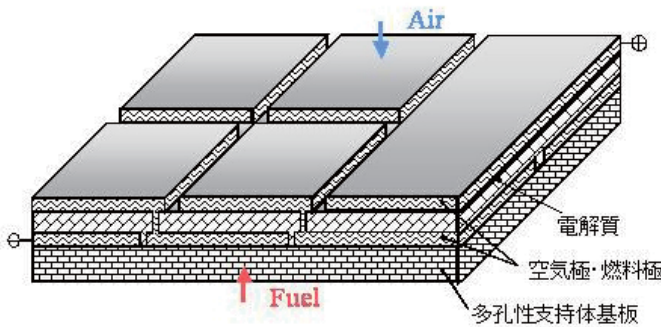
電池(固体電解質と電極)の構造には、大別して、円筒型、平板型の2種類がある。

近年では加工の容易さから平板型で研究開発が進んでいるが、後述のように円筒型も最近マイクロチューブ型として研究開発が進んでいる。

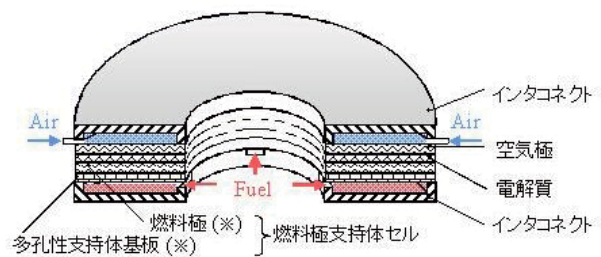


SOFCの発電のしくみ

平板型SOFCの代表的構造

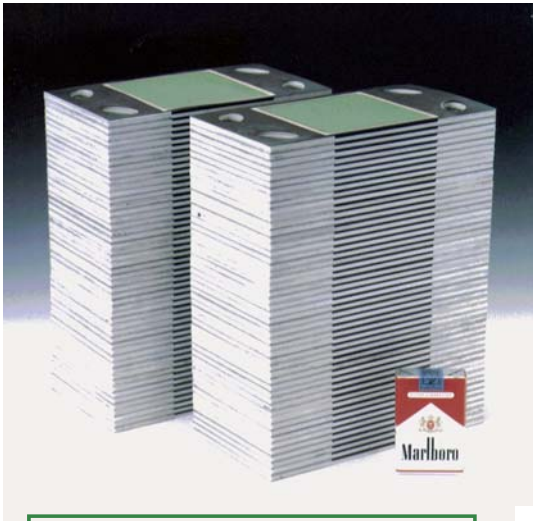


(1) マトリクス型SOFCスタック



(2) ディスク型SOFCスタック

<http://www.oit.ac.jp/www-ee/server/aplab/res/fcdev.html> より

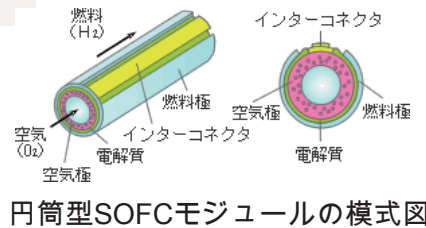


SOFCモジュール（平板型）

（48段積層 × 2基、メタン内部改質作動）

http://www.tokyo-gas.co.jp/techno/stp/j_txt/19j.htm

SOFCは現在の技術では600℃以上の高温での作動を必要とするが、PEFCと違い純水素だけでなく一酸化炭素(CO)も燃料とすることができ、液体燃料やメタンなどの気体燃料の改質ガスをそのまま使用することができる。



円筒型SOFCモジュールの模式図



http://www.kyuden.co.jp/company_tech_report_report27.html

新型燃料電池 マイクロSOFC

コンパクトかつ高性能&低温作動の
マイクロSOFC集積モジュール化技術は
今後、小型高効率発電や民生応用にて重要

電気自動車、モバイル機器、レジャー・
災害用等ポータブル電源、補助電源
(APU)、小型定置発電 等



http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2009/pr20090910_2/pr20090910_2.html

マイクロSOFCは熱容量が小さく、起動・停止が容易。小型・薄膜化で低温動作が可能に。

(2) 燃料電池用補助蓄電池

- 従来のPEFC等の燃料電池ではオンデマンドでの水素供給・発電をすることは困難であり、また制動時のエネルギー回収にはなじまないため、補助的な蓄電池または蓄電器が必要である。
- 愛知万博で活躍した燃料電池バスもFCHVと称しているようにNi-MH蓄電池とのハイブリッド仕様である。

蓄電池(二次電池)としては、Ni-MH蓄電池のほかに、Li-イオン蓄電池の使用が試みられている。(例:JR総研によるハイブリッド燃料電池電車)



図1 R291系 燃料電池・バッテリーハイブリッド試験電車

表2 ハイブリッド化による想定される効果

仕様	ハイブリッド化前	ハイブリッド化後
車両数	1両	2両
編成出力	最大120 kW	最大480 kW
回生電力有効利用	不可	最大360 kWまで可
エネルギー効率*	50%程度	65%程度
補機電力	架線より	燃料電池・バッテリーより
燃費	7 km/kg at1両編成	5 km/kg at2両編成

*エネルギー効率は(燃料電池出力エネルギー+回生エネルギー)/水素エネルギーとした

http://www.rtri.or.jp/infoce/rrr/2009/03/200903_01.pdf#search='ハイブリッド燃料電池 電車'

現在の電気自動車の問題点

フル充電で200km程度しか走れない！！



解決策1: バッテリー容量を大きくすれば良い？



解決策2: バッテリー価格を下げれば良い？



もうひとつの問題が実は存在

家庭での夜間充電を考える

現在の電気自動車は1km走るのに100 Wh のエネルギーを必要とする



航続距離200kmの電気自動車には20000Wh=20kWhの電池が必要

20 kWh の電池を夜間(8時間)で充電することを考える

$$20000\text{Wh} \div 8\text{h} \div 100\text{V} = 25\text{A}$$



航続距離を3倍にすると75Aもの大電流が必要

まとめ

次世代電気自動車に求められる蓄電デバイス、
と.....

(1) 既存デバイスの高性能化

EDLC, LIB 課題:レアメタル、低出力、コスト、安全性

(2) 革新デバイスの搭載

燃料電池 課題:Pt触媒、水素製造
空気電池 課題山積

(3) エネルギーの効率利用

車体の軽量化: CFRP
駆動系、エネルギー回生の見直し