

燃料電池

～地球の運命を握る夢の発電装置～

後藤 和宏, 吉井 健吾

Kazuhiro GOTO, Kengo YOSHII

1 はじめに

地球に住む我々は、産業革命以降、化石燃料である石炭、石油および天然ガスを使うようになり、豊かな生活を営んできた。しかし、近年大きな環境エネルギー問題に直面している。それらは二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化や、化石燃料を燃やすことで生じる窒素酸化物、硫黄酸化物による環境汚染、石油や天然ガスなどの化石燃料の枯渇などの問題である。そのため、多くの人々は地球環境の保全とエネルギー資源問題に非常に関心を寄せている。このような中で、燃料電池が問題を解決する一つの手段として期待されている。

「燃料電池」は、水素と酸素から電気を作り出すためクリーンである上に、非常に発電の効率が高い。そのため、さまざまな分野での幅広い普及が期待されている。本報告では、燃料電池の仕組み・特徴から、なぜ近年注目を集めているのかを探り、燃料電池の行方について述べる。

2 燃料電池

2.1 燃料電池とは

燃料電池とは、燃焼や爆発をおこさずに電気を発生する装置のことである。その仕組みは、水の電気分解の逆の反応である。現在実用化されている燃料電池は、水素分子を多く含む燃料から、触媒や水蒸気などを使って水素分子を取り出し、空気中の酸素と反応させて電気を起こしている。燃料電池による発電は化学反応によるため燃焼を伴わない。よって、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x)、ダイオキシンなどの有害物質を空气中に散乱することはない。また、電気化学反応によって燃料の化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するため、発電効率が非常に高い。

2.2 燃料電池の原理

燃料電池は、水素と酸素を電気化学反応させて電気を作る。燃料電池の原理は Fig.1 に示す様に、空気極と燃料極は気体を通す構造をしており、反応に必要な酸素と水素がその中を通る。水素が電子を切り離し水素イオンになる。電解質の性質により、電子は外に出て行く。この電子が電線を移動するため電気が発生する。さらに、電線を通じ空気極に戻った電子と水素イオン、酸素分子

が反応し水が生成される。

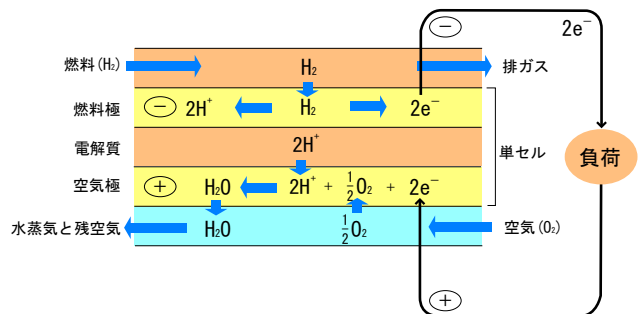


Fig. 1 燃料電池の原理

2.3 燃料電池の利点

燃料電池には以下に示すような優れた点がある。

- 発電の効率が高い
燃料電池は、電気化学反応によって燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。従来の発電で行われていた、エネルギーの形を何度も変えることによる損失が少なく、発電効率が低い。
- コージェネレーションシステム
燃料電池の据え置きタイプでは、高温の冷却水を冷暖房や給湯などの熱源として活用することで総合エネルギー効率が向上する。
- コンバインドサイクル
燃料電池から排出される高温ガスを使ってガスタービン进行をまわすことで複合的な発電が可能で、総合的に高い発電効率を得ることができる。
- 環境にやさしい
水素と酸素が反応して発電した結果、生まれる物質は水だけである。大気汚染の原因になる硫黄酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x) がほとんど出ない。これらだけではなく、燃料電池のカートリッジを無害なものにすれば、物流業界などで見られる乾電池の廃棄問題も解決することができる。

3 普及する燃料電池

燃料電池の中でも注目を集めており、普及して行くであろう燃料電池の種類について述べる。

3.1 固体高分子形燃料電池 (PEFC)

PEFC(固体高分子形燃料電池)は電解質の性質上、電気抵抗が小さく、発生した電気のロスが少ない。そのため、セルスタックを小さく軽くすることができる。また、発電しても本体の温度が90℃以下におさえられるので、プラスチックなどの安い材料が利用でき、コストダウンが図れる可能性が大きい。よって、PEFCは家庭用、携帯用、自動車用として適しており、世界中で広がると考えられている。

3.2 ダイレクトメタノール燃料電池

ダイレクトメタノール方式(DMFC; Direct Methanol Fuel Cells)はPEFCの一種でメタノール水溶液を燃料とした高分子電解質膜を利用した燃料電池である。メタノール水溶液と空気を直接電極に供給することで発電する。ダイレクトメタノール方式では改質器も水素貯蔵タンクも必要ないため大幅な小型化が可能となる。

今後の情報家電などの普及も相まって、「ユビキタス情報社会」の到来が現実味を帯びてきている現在、メタノール燃料電池はユビキタス情報社会を実現する電池電源として期待されている。

4 実用化への課題

実用化のための課題はコスト、燃料インフラ、安全性と様々あるが、最重要課題の一つは信頼性と耐久性の向上である。燃料電池の性能は様々な要因によって影響を受けやすく、特に長期にわたる運転ではこれらが深刻な性能の低下をもたらす。PEFCを例として考える。

PEFCの構成材料には高分子電解質膜および白金を主体とした電極触媒が使われているが、これらは次のような要因により劣化を受けやすい。まず、燃料電池を長時間あるいは高温で運転すると白金触媒の粒子サイズが大きくなり、反応表面積が減少して反応効率が悪化する。同時に、電極の腐食による触媒の脱落も起こり、これによる性能の低下も無視できない。燃料や空気に含まれる不純物も触媒や電解質膜に悪影響を及ぼす。例えば、燃料中に一酸化炭素が微量でも含まれると触媒表面に強く吸着し、触媒活性の低下を引き起こす。また、硫黄化合物による低下の影響も大きい。さらに、外部から金属イオンなどが混入した場合、電解質膜に吸着して著しくイオン伝導性を低下させる。モデル図をFig.2に示す。

燃料電池のタイプによって性能を低下させる要因は様々である。これらを低減する技術の開発は燃料電池の実用化を早めるだろう。

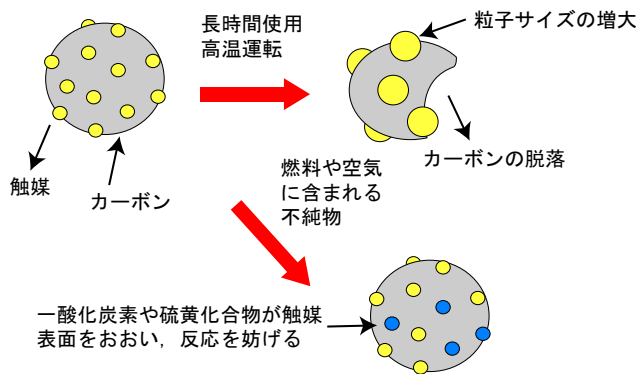


Fig. 2 触媒の劣化

5 一年後の燃料電池

2005年1月21日に開催された国際燃料電池展のセミナーにおいて「2007年は携帯用燃料電池の元年」、「2007年には標準化され、市場に投入される」といった意見が相次いだ。2007年がターゲットとなる理由は3つある。

1つは、携帯電話の消費電力が飛躍的に大きくなること。国内では2006年にもモバイル向け地上デジタル放送がスタートし、世界的には第4世代携帯電話(4G)が視野に入ってくる。2007年に4Gが導入されると、現在のバッテリーでは30分程度しか通話できない。

2つ目は、消費電力アップにリチウムイオンバッテリーの性能向上が追いつかないことだ。リチウムイオンは限界に近づいている。燃料電池しかない。

そして3つ目は、航空機内へのメタノール燃料の持込が2007年を目処に解禁される見込みであることである。

6 まとめ

現在燃料電池はコスト、インフラ、安全性などの問題から、まだまだ普及には時間がかかるだろう。しかし、世界中で積極的に燃料電池の研究開発、実用化へ向けた動きがなされている。燃料電池は我々の生活をより豊かなものにし、そして、現在世界規模の問題となっている、CO₂やNO_xを削減することができる。近い将来、燃料電池が現在のエネルギー資源に取って代わり、次世代エネルギーの主役となる日がやってくるだろう。

参考文献

- 1) 日本ガス協会/燃料電池
<http://www.gas.or.jp/fuelcell/index.html>
- 2) HITACHI:日立評論
<http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/0501/22/news004.html>
- 3) 燃料電池, 小林光一, 高橋政志, 2004年