

ディビジョン番号	17
ディビジョン名	資源・エネルギー・地球化学・核化学・放射化学

大項目	2. エネルギー
中項目	2-7. 電池
小項目	2-7-1. 燃料電池

概要（200字以内）
<p>燃料電池 (Fuel Cell) には、燐酸型、アルカリ型、熔融炭酸塩型、固体電解質型、固体高分子型がある。このうち燐酸型は既に定置用発電装置として商業レベルになっているが、大量に生産されてはいない。アルカリ型は宇宙開発用に利用され一般にも知られるようになった。これに対して 80 年代末から集中的な研究開発が進み、自動車用に実用化されつつあるのが、PEM (Proton Exchange Membrane) 燃料電池 (日本語では固体高分子型燃料電池) である。</p>
現状と最前線
<p>燃料電池にはコンプレッサ以外には動く部品がない。動いているのは燃料の水素と酸素 (または空気) だけである。動く部分がないので余分の動力をロスしない。内燃機関の場合は、ピストンの往復運動や摩擦抵抗があり、ガソリンなどの燃料の持つエネルギーのうち 13%程度が最終的に走行するのに必要なエネルギーに転換されるだけである。燃料電池はこれに比べて可動部分がないから損失が少なく効率が高い。実際、固体高分子型燃料電池は、発電効率が 40-50%ある。電力をモーターに供給すればモーターの効率は 85-95%あるので、燃料電池車は、油井から車輪までの効率が内燃機関の場合の 2.5 倍から 3 倍になると計算されている。燃料電池は騒音が小さい。内燃機関がガソリンなどの燃料の爆発的な燃焼を利用するため、その騒音は減らしようがないが、燃料電池ではコンプレッサの音だけである。さらにこの燃料電池の動作温度は 80°C程度であるので、使用する材料の選択が自由になる。プラスチックや低コストの金属が利用できる。</p> <p>一方、発電によって生成するのは水だけであり、大気汚染を引き起こさない。水素を太陽光発電や風力発電により水の電気分解から供給すれば、二酸化炭素も排出しない。しかし、当面は、化学産業からの副生水素を利用したり、天然ガスを改質して水素を作るのが現実的であると考えられている。(この場合には水素生産の過程で二酸化炭素が排出する)</p> <p>固体高分子型燃料電池は、多数のセルからなっている。ひとつのセルはイオン交換膜、電極、セパレータからなっている。セルには、イオン交換膜を挟んで両側にそれぞれ水素と酸素 (または空気) を供給する構造になっている。イオン交換膜はプロトンを通過させる膜で厚さ 0.1mm 以下の透明なプラスチック・フィルムである。イオン交換膜の両側には、カーボン電極と触媒をつけてあり、この部分をMEA (メンブレン・エレクトロード・アセンブリ: 膜電極接合体) と呼んでいる。イオン交換膜は薄ければ抵抗が小さく陽子が移動しやすく、出力密度が向</p>

上する。イオン交換膜は水素と酸素（または空気）のふたつのガスを遮断するガス・バリア（ガス遮断）の役割をもっている。水素と酸素が直接接触すれば危険である。膜が薄いとガス・バリア性能が低下し、耐久性が減少し寿命が短くなる。膜の強度を高めるために膜のなかに芯材を入れる工夫が行われている。イオン交換膜は適度な水分を含んでいる必要がある、水分がないと陽子の移動能力が低下する。図1に示すように、水素極で水素が白金などの触媒に触れると、水素から電子（ e^- ）が飛び出てプロトン（ H^+ ）が残る状態になる。水素が電離するわけである。電子は外部回路へと流れる。陽子はイオン交換膜を通過して酸素極へ移動する。酸素極では酸素と陽子が結合して、このとき外部につないだ回路からもどってきた電子が結合して結局、水ができる。外部の回路に出ていった電子は外部負荷に電力として仕事をしてくる。

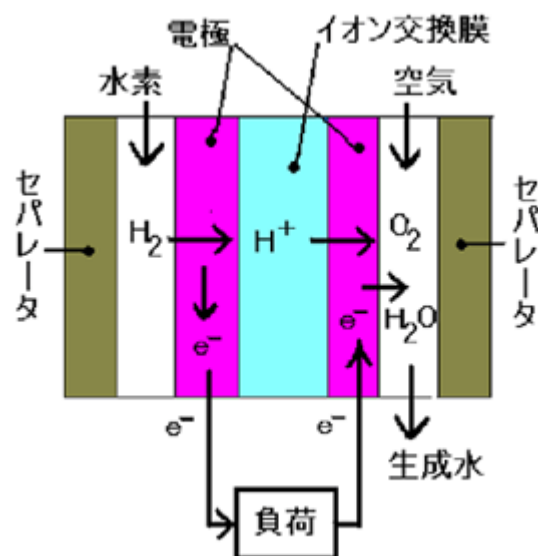


図1 固体高分子型燃料電池のセル

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
燃料電池の低コスト化。
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
燃料電池の軽量化。

キーワード

燃料電池、燐酸型、アルカリ型、熔融炭酸塩型、固体電解質型、固体高分子型

(執筆者：瀬川浩司)