

燃料電池

化学工学会未来人材育成委員会



燃料電池システムのエネルギーの流れに注目してその仕組みを解説します。

ここで紹介する燃料電池システムは、太陽電池、水の電気分解、そして燃料電池の三つでできています。

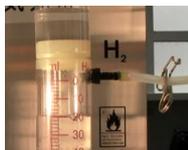
①太陽電池による発電

300 W 照明ランプでこの装置の太陽電池面に約 7.5 W 分の光エネルギーをあてます。このときの太陽電池の発電量は電流 1.3A と電圧 1.9V より 2.5 W です。



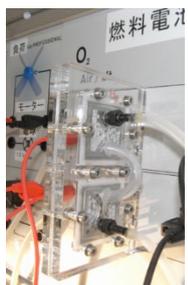
②電気分解による水素生成

太陽電池からの電気量 2.5 W で水を電気分解します。水素発生速度は 142 秒で 20 cm³、すなわち 0.14 cm³/s、 5.8×10^{-6} mol の水素発生量です。水素 1 mol の持つエネルギー 256 kJ より、この電気分解で発生したエネルギー（化学エネルギー）は、1.7 W でした。



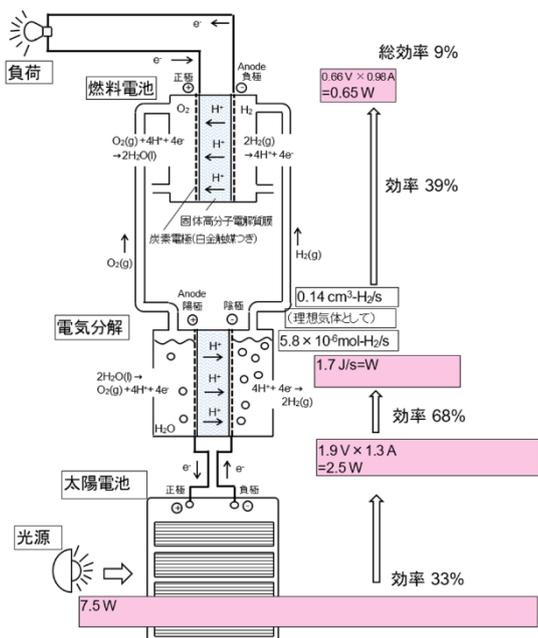
③燃料電池による発電

電気分解で発生した水素を燃料電池セルに流し、膜の反対側の酸素と反応させることで発電します。発電量は 0.65 W でした。



◆燃料電池システムのエネルギーの流れと効率

このシステムのエネルギーの流れを整理します。太陽電池では光エネルギー 7.5 W を電気エネルギー 2.5 W に

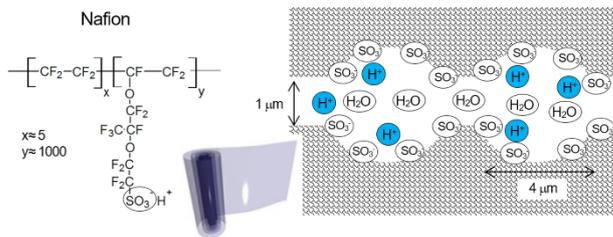


変換しました。効率は 33% です。電気分解では水からエネルギーの高い水素を発生しています。これは電気エネルギー 2.5 W から 0.14 cm³/s の水素を発生し、化学エネルギー 1.7 W に変換しました。効率は 68% です。

燃料電池では水素と酸素の反応をおこない、化学エネルギー 1.7 W を電気エネルギー 0.65 W に変換しました。効率は 39% です。

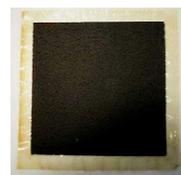
◆水素イオンを通す固体高分子電解質膜

燃料電池の最も重要な部品は固体高分子電解質膜です（下図）。膜は主鎖が疎水性のテフロン骨格であり、側鎖にイオン性のスルホン酸基を有する構造です。電解質とはイオンのことで、普通は溶液中にありますが、固体電解質ではイオンが高分子固体内に固定されています。この化学構造からナフィオン膜は水分子のチャンネルがあり、その壁に陰イオンが固定されています。そのため陽イオンである水素イオンのみがこのチャンネル内を自由に動くことができます。そこに膜の両側に電位差をかけることで水素イオンが陰極方向に流れます。



◆電極膜の構造

高分子電解質膜の両面に、白金の微粒子をつけた炭素の繊維を重ね、熱融着して電極膜とします。膜両面の導電性の炭素層が電極となり、膜が電解質であり、白金粒子が化学反応の触媒となります。



◆燃料電池セルのはたらき

電極膜は水素に接触した側で、白金の触媒作用により水素を分解して水素イオンと電子を生成します。電子は炭素層を通り外部回路に流れます。水素イオンは膜中を移動し、膜の酸素に接した側で水素イオン、酸素ガス、電極からの電子から水が生成します。これで全体としては水の電気分解の逆のプロセスが生じて、電極間に電流が発生しています。

