

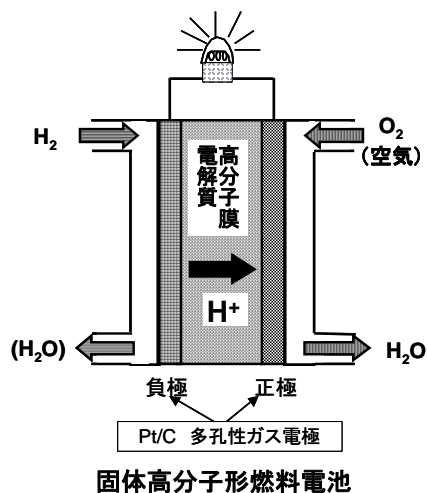
ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-1. 電池
小項目	3-1-6. 固体高分子型燃料電池

概要（200字以内）

カチオン交換膜を電解質として用いる固体高分子型燃料電池は常温起動ができて高出力となり、自動車用や小型コジェネレーションシステムとして開発が進められている。電極触媒に白金を用い、電解質膜には安定性からパーフロロスルホン酸膜が用いられる。自動車用では $>2 \text{ kW dm}^{-3}$ の出力、定置形では2万時間以上の寿命が達成されている。

自動車の電気駆動化の本命であり、また、コジェネレーションによるエネルギー有効利用に基づく豊かな生活への切り札技術と考えられる。



現状と最前線

水素と酸素の反応を電気化学的に進行させて電力を得る燃料電池は次式で示すように、反応の自由エネルギー変化を直接電力に変換できるので高効率のエネルギー変換デバイスとなる。



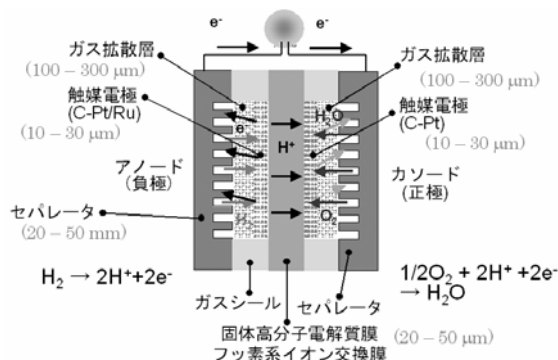
また、小型化できて静かであることから、小型コジェネレーションとしても適しており、総合エネルギー利用効率の飛躍的な向上が期待できる。

燃料電池の中でも、カチオン交換膜を電解質膜に用いる固体高分子型燃料電池 (PEFC) は高い出力が得られるので自動車の駆動に用いることができ、燃料自動車が大きな注目を集めている。

PEFC の電解質膜には化学的、熱的安定性の観点から Nafion に代表されるパーフロロスルホン酸タイプのカチオン交換膜が用いられている。電極には正極、負極ともに数 nm 程度の白金粒子を触媒として担持した炭素粉末を結着して作成した多孔性電極が用いられる。これに電解質膜材料を含浸させるなどの工夫によって $>2 \text{ A cm}^{-2}$   $>0.6 \text{ V}$  といった高性能も可能となっている。これを燃料電池スタックとして上手に組み上げることによって、 $>2 \text{ kW dm}^{-3}$  が達成されており、自動車のエンジンを代替する能力を有するようになった。燃料電池駆動の自動車は現在のガソリン車に比べると燃費が 1/2~1/3 に低減され、省資源、低環境負荷の次世代自動車として期待されている。一方、定置形のコジェネレーションタイプの PEFC は各家庭などに

設置することが目指されており、その大きさも1～数kW程度までと比較的小さい。定置形システムは都市ガス、プロパンガス、灯油などを改質して水素を製造する改質器を備えているものが多い。自動車用のような高出力は要求されないが、数万時間という稼働時間と寿命を求められる。現状では運転に注意をすれば2万時間を超す寿命が達成されている。

PEFCの本体は図に示すような、数十μmの厚さの電解質膜に10μm程度の厚さの貴金属触媒担持炭素ガス電極を接合させた膜-電極接合体(MEAと呼ばれる)にガス供給層を配置した単セルを何枚も重ねて構成されるスタックが用いられる。このスタックに加えて、燃料水素を製造する改質器、電解質膜のイオン導電性を維持するためのガス加湿器、熱の有効利用のための熱交換器、空気中の有害不純物を除く空気浄化器、さらには、電力を使用するためのインバータによって構成される。



改質ガスにはCOが含まれるが、これが電極触媒を著しく被毒するのでその含有量を数ppm程度以下にするとともに、Pt-Ru合金などの耐CO被毒性のアノード触媒が開発されている。カソード触媒であるPtは使用中に劣化するのでPt-Co触媒などが開発されている。酸性条件下で安定な触媒は現状では貴金属に限られている。とくに、酸素還元には多量のPt触媒が必要であり、0.2～数g kW<sup>-1</sup>の白金触媒を使用するスタックが多い現状である。資源量の限られる貴金属触媒の添加量の低減が大きな課題である。

電解質膜の特性から作動温度は80℃程度以下に限られるが、熱管理・熱利用の点から120℃程度以上の高温作動が望まれている。

触媒担体である炭素が起動・停止時などに酸化劣化するとともに、電極が濡れ易くなり、フラッシングが起こることも課題である。

PEFC技術は非常に高いレベルにあるが、低コスト化、運転条件変動も含めた高耐久化が今後の課題である。

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
  - 120℃で運転できる炭化水素系の安価な電解質膜の開発
  - 白金担持量を現状の1/10に低減する。
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
  - 空気極の開発：非貴金属酸素還元触媒と安定な触媒担体の開発
  - 水素貯蔵：自動車用途のために水素を重量当たり10%以上貯蔵する方法

キーワード

燃料電池・固体高分子型燃料電池・高分子電解質膜・酸素還元触媒

(執筆者：小久見 善八)