

2004年9月28日

## 世界で初めて、燃料電池用フッ素系MEAの高温運転 2000時間を突破！

--- 120 連続運転で超耐久性を実証 ---

旭硝子株式会社

旭硝子株式会社(本社:東京、社長:門松正宏)は、固体高分子形燃料電池(PEFC)の核となる部材であるMEA(膜・電極接合体)の高温耐久性を大幅に高めることに成功しました。新開発のMEAは、新しい化学構造を有するフッ素系プロトン導電性ポリマーコンポジットからなり、120℃の高温環境下における劣化率を従来の1/100~1/1000に抑制し、フッ素系MEAでは世界で初めて、2000時間以上の連続運転を可能としました。

またこれにより、高温そして低加湿という過酷な操作条件が求められる、自動車用の固体高分子形燃料電池にも対応可能な超耐久性MEAに対して、安定性に優れたフッ素系プロトン導電性ポリマーが適用できる目処が得られたと確信しています。

固体高分子形燃料電池システムは、二酸化炭素や煤を排出しない次世代の高効率クリーンエネルギーシステムとして注目を集めており、2010年の市場規模は、家庭用定置型で数百億円、さらに自動車用においては、一千億円超とされています。既に複数のメーカーが2005年度より定置型家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの販売を予定していますが、自動車用はより過酷な条件下での耐久性が要求されるため、本格的な実用化までにはなお大きな課題を抱えています。中でも、現在70~80℃が標準とされる固体高分子形燃料電池の運転温度に対し、100℃以上の高温、かつ低加湿の条件下で安定した運転ができることが最も大きな課題の一つとされていました。

MEAは、燃料電池において発電を司る最も重要な部材のひとつであり、フッ素系あるいは炭化水素系のプロトン導電性ポリマーが用いられています。旭硝子は、食塩電解用イオン交換膜(フレミオン<sup>®</sup>)で培った、フッ素系プロトン導電性ポリマー製造の基盤技術をベースに、1992年から燃料電池用のポリマー及びこれを用いたMEAの研究開発に取り組んできました。

フッ素系のプロトン導電性ポリマーは、炭化水素系のプロトン導電性ポリマーに比べ、劣化が起こり難い反面、高温での運転に弱いという特性があります。また、劣化が起こり難いといわれるフッ素系のプロトン導電性ポリマーでも、高温・低加湿などの厳しい操作条件の下では、僅かながらポリマーの分解劣化が起き、比較的短時間で発電特性の急速な低下が起きることが問題となっていました。

このような問題点に対し、旭硝子は中央研究所において、耐熱性に優れたフッ素系プロトン導電性ポリマーの開発、耐久性に優れたポリマーコンポジットの開発そしてポリマー分解を抑制するMEA構造の最適化という三つの観点にフォーカスした研究開発を行い、ソリューション提供を目指してきました。

新開発のMEAは、新しい化学構造のプロトン導電性ポリマーコンポジットを利用し、120℃の高温で2000時間以上の連続運転が可能です。フッ素系のプロトン導電性ポリマーは、分解劣化が起きるとそれに伴ってフッ素イオンが溶け出しますが、新開発のMEAではその量が従来の1/100~1/1000であり、劣化が起こりにくい特性を有していることを確認しています。このことから、新開発のMEAは、高温・低加湿の環境下での耐久性が要求される自動車用を中心に、一般に70~80℃が標準とされていた

固体高分子形燃料電池の運転温度を大幅に引き上げることが期待できます。

旭硝子は、今後、複数の自動車メーカーにMEAサンプルを提供し、評価を依頼する予定です。またさらに実用面の問題点を確認、解決する一方、コスト低減に繋がるモノマー合成技術、ポリマー重合技術などの量産技術の検討、確立を行い、本開発品を含めたMEA製造技術をベースに今後数年以内に燃料電池用MEAの事業化を目指します。

以上

本件に関するお問い合わせ先：旭硝子(株)広報室長 川上 真一  
(担当：波多野 TEL:03-3218-5915、Email:info-pr@agc.co.jp)

## ご参考

### (1) 燃料電池の発電原理

燃料電池は、電極でイオンになりやすい燃料(水素、アルコール、炭化水素など)と酸素を燃料極および空気(酸素)極に送り込むことにより、酸化還元反応を起こして電気エネルギーを取り出すもので、燃料電池の種類によって水素イオンや炭酸イオン、酸素イオン、水酸イオンなど発生するイオンが異なります。

### (2) 固体高分子形燃料電池 (PEFC)

燃料電池には、電気を持ったイオンが通る「電解質」が必要です。燃料電池はこの電解質の種類によって大きく5種類に分類され、電解質が高分子でできているものを固体高分子形燃料電池(PEFC)と呼びます。作動温度が数百～1000 とされる他の燃料電池と比較して、70～100 の低い温度で作動するため、始動時間が短く、家庭用や自動車用に最も有望視されています。

### (3) 固体高分子形燃料電池 (PEFC) の発電原理

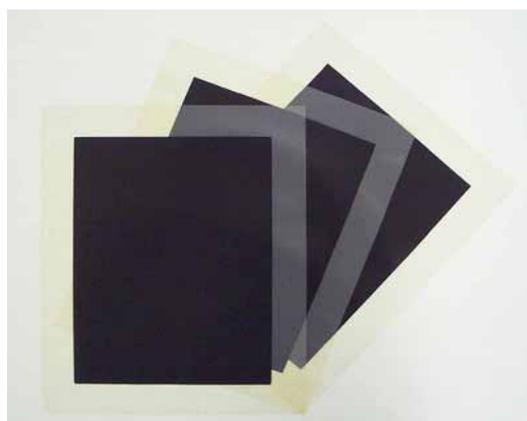
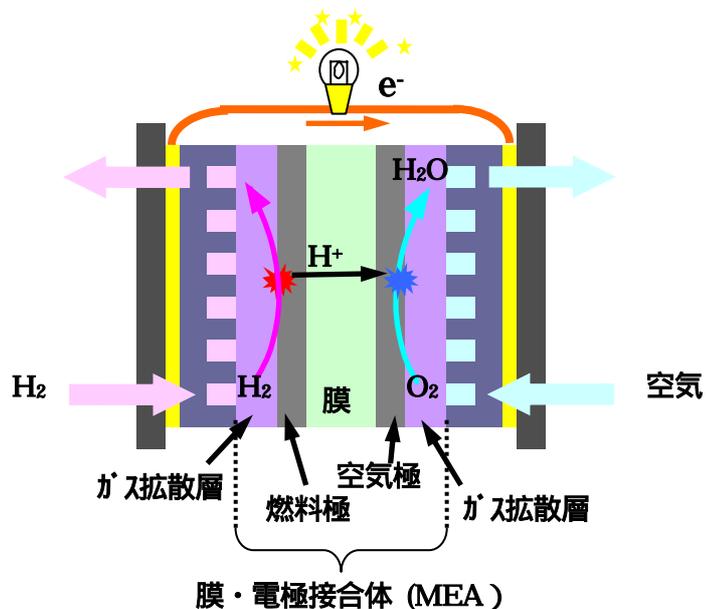
固体高分子形燃料電池は、燃料の水素を高分子電解質膜上に形成させた燃料極の触媒層で触媒反応によって水素イオン( $H^+$ )と電子( $e^-$ )に分離し、その電子を電力として利用します。残った水素イオンは電解質膜を通り、反対側の空気極触媒層で空気中の酸素と、使用後に戻ってきた電子と結びつき水( $H_2O$ )に変わります。

### (4) MEA (膜・電極接合体)

燃料電池において発電を司る最も重要な部材です。一般的には高分子電解質膜を中心にして、片側に燃料極触媒層、反対側に空気極触媒層が積層され、さらにそれらの両電極層の外側にカーボンペーパーやカーボンクロスなどのガス拡散層(GDL)と呼ばれる層が配置された構造になっています。

両触媒層は、白金などの金属を担持したカーボン触媒と、電解質から構成されており、触媒層の中にも膜と同じような構造を持つ樹脂材料が使用されています。

高分子電解質膜の材質としては、フッ素系樹脂や炭化水素系樹脂材料が用いられますが、耐久性の観点からフッ素系樹脂が一般的には使用されています。しかし、劣化が起り難いといわれるフッ素系のイオン交換膜においても、僅かながら樹脂の分解劣化が起き、高温・低加湿などの厳しい運転条件の場合には、比較的短時間で急速な電圧低下が起きることが問題となっていました。



膜・電極接合体の写真

#### (5) フッ素系プロトン導電性ポリマー

固体高分子形燃料電池(PEFC)の発電原理で記載しましたように、固体高分子形燃料電池では、燃料極で作られた水素イオン( $H^+$ )、すなわちプロトンを通すプロトン導電性ポリマーからなる膜が必要です。このプロトン導電性ポリマーの材質としましては、大別して炭化水素系とフッ素系があり、耐久性の観点から一般的にはフッ素系のもものが広く用いられています。しかしながら、この一般的に用いられているフッ素系プロトン導電性ポリマーでも耐久性と耐熱性が不十分であり、より高耐久性、高耐熱性の化学構造を有するポリマーが求められていました。

#### (6) ポリマーコンポジット

ポリマー(高分子材料)を用いて実際に用いる膜とするためには、強度および化学的安定性などを向上させる観点から複合化(コンポジット化)することが必要です。主要ポリマー材料と異なる物質(例えば、他の高分子材料や補強体など)を複合化したものをポリマーコンポジットと呼びます。

#### (7) 食塩電解用イオン交換膜

カセイソーダの製造方法は、フッ素系イオン交換膜を用い食塩水を電気分解して作る食塩電解法と呼ばれるプロセスが現在主流であり、燃料電池用として一般的に用いられているフッ素系プロトン導電性ポリマー膜もこの食塩電解用イオン交換膜と類似の構造のものを使用しています。

#### (8) 劣化率

MEAの耐久性を評価する指標として、劣化して性能が低下していく割合をいいます。一般的には発電電圧の低下率を言いますが、ここでは樹脂分解がおこり、それに伴って発生してくるフッ素イオンの溶出速度を示しています。

#### (9) 家庭用燃料電池コージェネレーションシステム

都市ガスやプロパンガスなどのガスを燃料として、燃料電池を用いて電気とお湯を取り出すことができるシステムで、熱電併給システムとも呼ばれます。このシステムでは、まず燃料ガスを燃料改質器と呼ばれる装置に入れて反応処理を行い、水素を作り、その水素を用いて燃料電池本体を動かします。燃料電池からは電気が得られる他、本体および改質器で回収された排熱は、いったん貯湯タンクに蓄えられた後、給湯や暖房に利用されます。