

XA119

燃料電池コジェネ(エネファーム)の開発状況と今後の課題

(パナソニック) ○辻 庸一郎*

【はじめに】

家庭用燃料電池コジェネレーションシステム(エネファーム)は、燃料電池で発電の際に生じる熱エネルギーをお湯に変換することで高い総合効率を得ることができ、高い省エネ性とCO₂排出量削減効果を得ることができる。このシステムは、政府が発表した、世界の温室効果ガス排出量削減を目指すための「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」における、21の重点技術の一つに選定されるなど、新しいエネルギーを創出する環境商品として、また、今後の市場成長が見込める新規事業として期待されている。

【エネファームの概要】

当社は2008年4月に、発電効率と耐久性を高めた新しい家庭用燃料電池コジェネレーションシステムを開発した。6月から量産を開始し、大規模実証事業向けに235台を納入した。

2009年度からは、補助金制度を受けて一般販売が開始され、今年度の設置台数は、約2000台を見込んでいる。

当社のエネファーム(図1)の特徴を以下に示す。



図1 エネファームの外観写真

まず、お客様のメリットにつながる発電効率については、大規模実証事業での使用状況の分析結果から、一般的家庭での発電出力は500W~1kWの間で使われることが多いことが判明したため、この発電出力範囲での実使用効率向上を目指した。

その結果、定格(1kW)発電において世界最高レベルとなる38%(LHV)以上の発電効率を実現、さらに750W時の発電効率は39%(LHV)を達成した。

1kW時の排熱回収効率55%と合わせると、原料ガスの持つエネルギーの90%以上を有効に利用できることになる。

また、耐久性については、劣化メカニズムから導き出した加速試験法を用いて、40000時間の運転と起動停止4000回が可能であることを予測、あるいは確認し、耐用年数10年以上を想定した住宅設備機器としての耐久性を確保した。

最後に、安全性・品質についても、これまでの大規模実証で得られた情報をもとに、安全性の確保、故障率の低減が実現できるように設計に落とし込んでおり、信頼性は着実に向上している。また、大規模実証期間中において重大な事故は発生せず、安全性も実証されつつある。

今回開発した新システムを一般的な家庭に導入して運転した場合、導入前に比べて一次エネルギーを22%(一年間運転した場合、3262kWh)削減できると予想され、当社従来システム比で約1.4倍に向上した。CO₂排出量は新エネルギー財団試算式(火力発電所のCO₂排出原単位)の場合で、37%(年間1175kg-CO₂)削減という結果が得られた。

【燃料電池スタックの開発状況】

燃料電池スタックはシステムの発電部となる重要デバイスであるが、新規商品であることから長期運転の実績が少なく、耐久面での信頼性を確立することが重要であった。

スタックに対しては発電時間40000時間、起動停止4000回の耐久性能が求められる。このようなスタックの開発を短い期間で達成するために、劣化メカニズムに基づいた寿命予測法を開発し、耐久性能の向上を図ってきた。

スタックを構成する部品の中でも最重要部品であるMEAについては、これまでの劣化メカニズムの検討により、次の3つの機能が損なわれることで、電圧が低下することがわかっている。

- ①電解質膜の劣化による、アノードとカソードのガス分離機能の低下
- ②触媒の劣化による、電気化学的活性の低下
- ③GDLの劣化による、排水性の低下(フラッディング)

劣化加速試験条件を定める際には、これら電圧の低下に影響する機能に関係する“劣化因子”の中から、機能ごとに影響度の紐付けを行い、着目

する機能のみを劣化させる因子の選択を行った。こうして開発した劣化予測法を用いた取り組みの結果を設計にフィードバックし、10年相当の耐久性を持つ見通すことができた。

このスタックの耐久試験を行った結果の一例を図2に示す¹⁾。寿命予測の結果を構成要素に取り入れた結果、24000時間の耐久時間において、初期の約3.5%の電圧低下にとどまっております、予想範囲内の劣化に収まっている。

また、起動停止においても、4000回を超える耐久性を確認しており、連続発電試験の結果とあわせて、10年耐久機に要求されるレベルの性能の見通しを立てることができた。

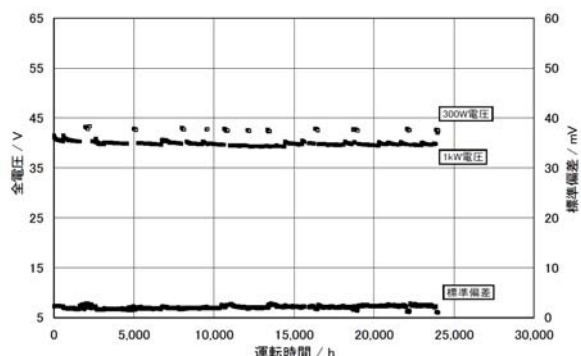


図2 フルスタックの耐久試験状況

【今後の課題と開発の方向性】

エネファームの今後の最大の課題は、やはり低コスト化である。事業として自立できるようになるためには、現時点よりもさらに1/3以下まで価格を下げる必要がある。これに向けては、量産効果だけではなく、技術のブレークスルーによる不連続なコストダウンが必須となる。

スタック自体に対しても、部材やプロセス技術のコストダウンが多方面から進められているが、これと平行して、システムの簡素化や低価格部品の採用につながる、スタックのロバスト性向上も大きなコストダウン効果を得ることができる。

現状のシステムでは、スタックを保護するために、加湿器や水浄化装置、不純物の少ない高価な材料等が必要であり、システムのコストアップの要因となっているからである。

具体的には、スタック作動条件の高温化、低加湿化や不純物耐性の向上などが挙げられる。

スタックの高温低加湿作動に対する課題は、大きく二つである。

ひとつは発電電圧の低下であり、これは電解質高分子の含水率低下によるプロトン伝導性低下が主要因である。従って、高分子電解質には低加湿での高い導電性が、また、MEA、セルに対しては、

発電分布の均一化や生成水を保水する保湿効果の機能が求められる。

もうひとつは耐久性であり、高温低加湿下による高分子の化学的な分解劣化加速によって膜やせ、穴あきが早期に進行し、致命的な劣化となる。電解質高分子に対しては、高温での機械的、化学的安定性が要求される。

当社が旭硝子(株)と共同で開発したMEAは、電解質として低加湿での導電性、および高温での耐久性に優れたフッ素系ポリマーを、膜及び触媒層のアイノマーに採用し、さらに触媒材料、GDL等も改善したもので、図3に示すように改良前の標準MEAと比較して、高温低加湿でもほとんど電圧の低下が見られないものとなっている²⁾。

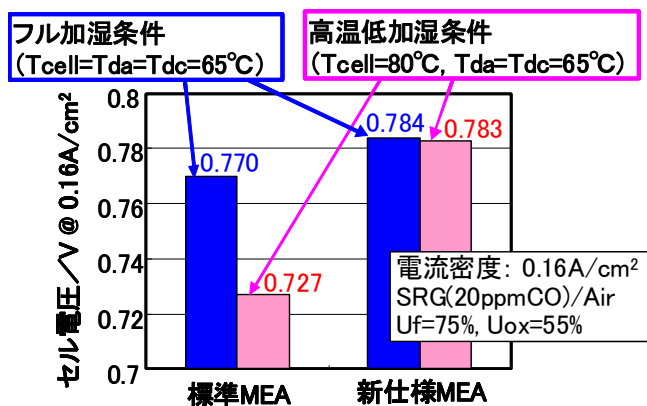


図3 新旧MEAの運転条件による電圧比較

しかしながら、このMEAの連続運転試験を検討した結果、電圧低下がフル加湿運転と比較して大きいことが確認されており、現在、そのメカニズム解明を進めている。

また、不純物の混入による電圧低下も高温低加湿条件ではフル加湿条件よりも大きいことがわかっており、今後は初期電圧を維持しながら、耐久性や不純物耐性の向上を図ることが必要である。

【参考文献】

- 1) NEDO 成果報告書, 固体高分子形燃料電池スタックの劣化・解析基盤研究(スタック劣化メカニズム解明)に関する基礎的支援研究, P.287(2008)
- 2) NEDO 燃料電池・水素技術開発、平成 20 年度成果報告シンポジウム要旨集(1 日目), P.68(2009)

【謝辞】

本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託を受けて実施したものである。関係各位に深く感謝致します。

*連絡先 E-mail : tsuji.yoichiro@jp.panasonic.com