

家庭用固体酸化物形燃料電池 (SOFC) コージェネレーションシステムの開発

1. はじめに

固体酸化物形燃料電池 (以下 SOFC) は、セラミックスの集合体をセルスタックとし、高温 (600~1000℃ 程度) で発電することを特徴としており、天然ガス等を燃料とした場合に燃料電池システムとして最も高い発電効率を得ることができる。2005 年、大阪ガス (株) と京セラ (株) は 1kW システム (補機・制御・インバータを含む) での定格性能として発電効率 49% (AC 送電端, LHV) の高発電効率が得られること、負荷変動の大きい家庭電力負荷に追従する条件で高発電効率の運用ができることを示した。本稿では、家庭用 SOFC コージェネレーションシステムの構造、開発状況⁽¹⁾を紹介する。

2. 家庭用 SOFC システムの構造と特徴

SOFC システムの発電ユニットは、断熱材の中にセルスタック等を取めた発電モジュール部とその下部の補機・制御部からなる。発電モジュール部の構成概念を図 1 に示す⁽²⁾。燃料 (天然ガス等) は、気化器で発生させた水蒸気とともに改質器に送られ、その後、セルスタックの燃料側に供給される。一方、補機側に設置したブロワにより、空気がモジュールに供給され、セルスタックでの発電後の高温排気との熱交換により予熱されてから、セルスタックの空気側に供給される。SOFC セルでの発電反応後の燃料ガス、空気はセルスタックの下流で燃焼する。発熱反応 (スタックでの発電に伴うジュール発熱、残余燃料の燃焼)、吸熱反応 (水蒸気発生、天然ガスの水蒸気改質反応)、熱交換をすべてモジュールの高温部で組み合わせ、小容量機で問題となる放熱による損失を抑制している。こうした構造が実現しているのは、SOFC スタックが水素だけでなく、一酸化炭素やメタン (メタンは電極上で改質反応した上で発電する) でも発電できるため、モジュール内各部のガス組成や温度が比較的広い範囲で許容

できることが大きいと考えている。

3. 住宅における性能実証結果

2005 年度下期に、1kW の家庭用 SOFC コージェネレーションシステムを大阪ガスの実験集合住宅「NEXT21」に設置し、SOFC としては国内初となる居住住宅での運用試験を行った。図 2 はある一日の実測データである。この日の電力消費量は、今回設置した住居と同程度の床面積、家族構成 (4 人家族) では、同時期における平均的な値である。負荷追従運用の結果、燃料電池出力は平均 618W であり、24 時間トータルでの平均発電効率 44.1% (AC 送電端, LHV)、排熱回収効率 34% (LHV) の運用結果が得られた。

4. 市場導入に向けたコンパクト機の開発

家庭用 SOFC コージェネレーションシステムは総合効率に占める発電効率の割合が高いことから、熱需要が比較的少ない住宅 (都市部の小規模な戸建住宅や集合住宅) でも環境性・経済性のメリットを十分に発揮できる。この特性を活かすため、設置性を重視したシステムの小型化を図った。2006 年末の新型機 (定格出力 700W) では 2005 年度の 1kW 機に比べ、容積で約 50% の小型化を果たし、家庭用コージェネレーションシステムとして、世界で最小クラスの設置面積・容積となった。小型化のポイントは、発電ユニットではセルの薄型化、発電モジュール構造の簡素化である。発電モジュールでは、空気導入部を発電モジュールの金属筐体と一体構造とすることなどにより、構成を簡素化した。2006 年度末からは、4 台を実験集合住宅「NEXT21」や戸建住宅に設置し運用試験を開始した (図 3)。

5. おわりに

家庭に設置したコージェネレーションシステムで、火力発電所 (平均、需要端) よりも高い発電効率で発電し、排熱も有効に利用できることを 2005 年度に初めて技術実証し、2006 年度

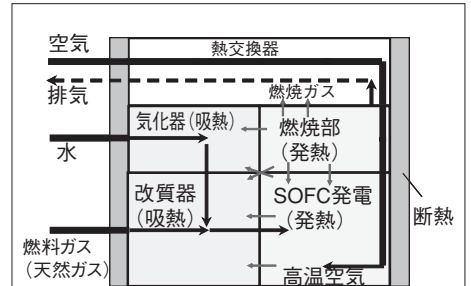


図 1 SOFC 発電ユニットの構成 (概念図)

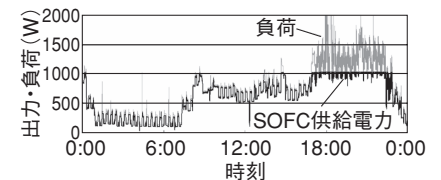


図 2 電力負荷・燃料電池出力の 24 時間トレンド



図 3 戸建住宅での設置運用試験

からは商品開発段階に踏み出した。コストダウン、信頼性・耐久性の確立を進め、早期の実用化を目指す。

(原稿受付 2007 年 5 月 30 日)

[鈴木 稔 大阪ガス (株)]

●文献

- (1) Suzuki, M., Sogi, T., Higaki, K., Ono, T., Takahashi, N., Shimazu, K. and Shigehisa, T., Development of SOFC Residential Co-generation System at Osaka Gas and Kyocera, *Proceedings of the 10th International Symposium on SOFC*, (2007), 27, Electrochemical Society Proceedings Series, Pennington, NJ.
- (2) 鈴木・重久, 燃料電池, 6-1 (2006), 109.