

# ハンディ固体酸化物形燃料電池 (SOFC) システムの実証

## 1. はじめに

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は燃料電池の中で最も高い発電効率が期待されており、家庭用コージェネレーション (熱電併給) システムなど、主に定置用電源としての実用化が進められている。さらに、次世代自動車などの移動体用電源やポータブル電源への応用も期待されているが、現状では燃料電池で一般的に用いられる水素燃料を容易に入手することが困難であるため、LPG などの汎用的な炭化水素燃料で発電できる SOFC の開発が求められている。また、通常の SOFC の作動温度は 700~1 000℃ と高く、急速起動性に乏しいことから、ポータブル電源などへの適用が難しいとされてきた。今回は、災害・非常時やアウトドアなどでの使用を想定し、市販の LPG カセットボンベで作動、かつ持ち運び可能な「ハンディ SOFC システム」を試作し、実現可能性について検証した。

## 2. LPG 燃料向けナノ構造制御電極の開発

LPG の主成分の一つであるブタンは、都市ガスの主成分のメタンよりも熱分解による炭素析出が起こりやすく、燃料電池へ直接供給すると燃料極 (負極) の劣化が急速に進行することが知られている。そのため、これまでの燃料電池システムでは、高価な貴金属触媒を用いた外部改質器を用いて、あらかじめブタン燃料を改質した後に燃料電池へ供給する必要があった。今回、従来のニッケル-ジルコニア (ZrO<sub>2</sub>) 系に代わる燃料極として、改質触媒性能が高いナノ~マイクロメートルサイズのセリア (CeO<sub>2</sub>) を用いたナノ構造制御電極を開発した<sup>(1)(2)</sup>。従来のニッケル-ジルコニア系燃料極を用いてブタンを直接供給すると、数時間以内に発電が不可能になった。発電後の燃料極を走査型電子顕微鏡 (SEM) にて観察したところ、析出炭素に覆われたニッケル触媒や、ナノファイバ状に成長した炭素が確認された (図 1 (a))。一方、今回開発したニッケル-セリア系燃料極にブタンを直接供給すると、24 時間以上にわたって連続的に発電することが可能であり、

発電後の燃料極から析出炭素は観察されなかった (図 1 (b))。ナノ構造制御されたニッケル-セリア系燃料極は、ブタン燃料に対して高い耐久性を有することを明らかにした。

## 3. SOFC モジュールの試作およびハンディ SOFC システムの実証

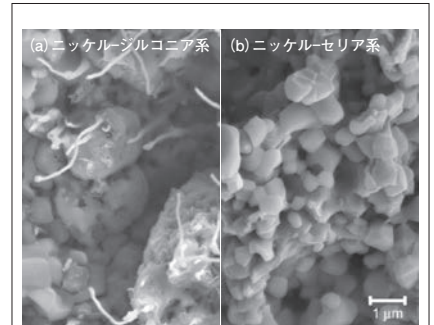
今回開発したニッケル-セリア系燃料極を支持体としたマイクロチューブを用いて SOFC モジュールを試作した (図 2)。直径 2mm、長さ 70mm の電池を 6 列×6 段に配列し、配線方法を変えることによって直流 5~36V までの幅広い電圧に対応できるように設計した。これを LPG バーナで加熱できる小型炉に組み込んだ「ハンディ SOFC システム」を試作し (図 3)、急速起動試験を行ったところ、2 分以内に 400℃ まで到達し、直流 5V 駆動の USB 機器へ十分な電力を供給することに成功した (図 4)。試作したシステムの一辺は LPG カセットボンベの高さ (約 20cm) よりも小さく、女性でも手軽に持ち運ぶことができる。SOFC の起動に必要な加熱は LPG バーナのみで行うため、外部電源の入手が困難な災害・非常時でも使用することが可能である。今後は、SOFC モジュールの発電性能や耐久性のさらなる向上に取り組むとともに、燃料改質や供給制御システムも含めた実用的なハンディ SOFC システムを開発し、災害・非常時やアウトドア用、次世代自動車などの移動体用電源への応用を目指す。

(原稿受付 2013 年 8 月 13 日)

[鷲見裕史 (独)産業技術総合研究所]

### ●文 献

- (1) Sumi, H., Yamaguchi, T., Hamamoto, K., Suzuki, T. and Fujishiro, Y., Impact of Direct Butane Microtubular Solid Oxide Fuel Cells, *J. Power Sources*, **220** (2012), 74-78.
- (2) Sumi, H., Yamaguchi, T., Hamamoto, K., Suzuki, T. and Fujishiro, Y., Effect of Operating Temperature on Durability for Direct Butane Utilization of Microtubular Solid Oxide Fuel Cells, *Electrochemistry*, **81** (2013), 86-91.



(a) ニッケル-ジルコニア系燃料極 (b) ニッケル-セリア系燃料極

図 1 ブタン直接供給発電後の SEM 写真



図 2 マイクロチューブ SOFC モジュール (直流 5~36V 仕様)

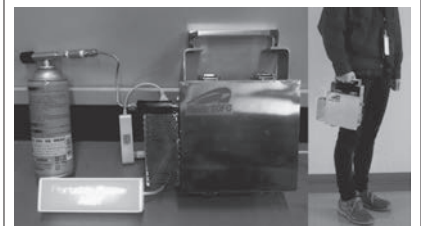


図 3 ハンディ SOFC システム外観

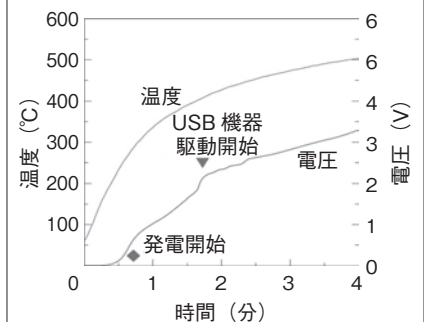


図 4 ハンディ SOFC システムの急速起動試験における温度、電圧変化 (USB 機器接続時)