

650°C級中温形SOFC の高性能化に成功 ～銀ナノ粒子分散技術を開発～

固体酸化物形燃料電池(SOFC)は、現在800°Cを超える運転温度を目指して開発が進められており、国内外の研究機関で数百kW 級システムの実証研究段階に入っています。しかしながら、運転温度が高温であるがために、実用化レベルまでのセルの長寿命化(10年以上)や急激な温度変化を伴う運転が難しい等の課題も未だ多く残されています。

このため近年、SOFC の用途拡大のために、(1)急速起動・停止、(2)長寿命化、(3)低コスト化等の実用的な視点から、500~650°Cで運転する中温形SOFC (=Intermediate temperature SOFC : 以下 IT-SOFC) が着目され、多くの機関で研究されるようになりました。

運転温度を650°C付近まで下げることができれば、SOFCの更なる長寿命化が期待できるとともに、既に量産されている安価な金属を用いてスタック構造の信頼性も高めることができます。運転温度を下げるためには、セル部材の中で最も高い電気抵抗をもつ電解質を薄膜化させるとともに、空気極を高性能化することが最重要課題となっています。

●本研究の目的

空気極としての性質の中でも電気抵抗と触媒活性^{注1)}が重要であり、その触媒活性は作動温度の低下とともに著しく性能が下がり、セルの高出力化を妨げる要因となっていました。また、そもそも空気極には導電性セラミックスを用いているため、Ni金属を材料として用いている燃料極に対し、1桁以上高い電気抵抗を示すという問題があり、セルを集積したモジュールでは、空気極の集電抵抗が燃料電池全体の内部抵抗の主要な成分となっていました。

そこで、本研究では、高い触媒活性と低い電気抵抗を有する銀のナノ粒子を空気極表面に均一分散させ、空気極部材の触媒活性を向上させるとともに、電気抵抗を低減させることを目指しました。

注1) : 酸素を酸素イオンに還元する能力

●主な研究成果

1. 銀のナノ粒子分散技術を開発^{注2)}

当研究所は、環境性に優れる水系溶剤を選択し、硝酸銀、クエン酸およびエチレングリコールの混合溶液を用いる銀のナノ粒子分散技術を開発しました。

硝酸銀の水溶液中にクエン酸を混ぜると銀は錯体(分子性化合物)化し、その中に空気極を浸水すると多孔質の内部まで濡れ、表面に錯体が付着します。溶液中のエチレングリコールは、加熱することにより銀の錯体をナノサイズの大きさを維持したまま分解・還元させ金属の銀粒子にします。

本技術は、従来白金などの蒸着の際に使われていたスパッタリング装置などの特別な装置が不要で、銀を分散付着する対象物にも制限がなく、非常に簡易にセラミックス部材に銀粒子を付着させることができることから、SOFC 部材以外の用途にも幅広い応用が可能です。

2. 650°C級IT-SOFC の開発

当研究所と産業技術総合研究所は、上記の技術を利用して、IT-SOFC 用空気極である $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_3$ の多孔質体中に銀ナノ粒子を均一分散することに成功しました。

図1では、銀のナノ粒子(約10 nm)が電極上に島状に存在していることが判ります。

従来作製した単セルは 0.25 W/cm^2 (0.5 V , 0.5 A/cm^2) の出力密度でしたが、空気極に銀ナノ粒子を分散させたIT-SOFC (図3) は、その1.8 倍の 0.45 W/cm^2 (0.9 V , 0.5 A/cm^2) の出力密度を達成し、大きく性能向上することを確認しました (最高出力密度 1.06 W/cm^2 (0.74 V , 1.43 A/cm^2))。

●今後の展開

当研究所と産業技術総合研究所は、平成17年度から21年度まで新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が実施している「セラミックリアクター開発」プロジェクトに参画しており、本研究もその中で、当研究所と産業技術総合研究所との共同で実施したものです。

今後は、上記プロジェクトの中で開発しているIT-SOFCのモジュールに、今回開発した銀ナノ粒子分散技術を電極や集電体に応用し、このモジュールの高性能化を進めていきます。

●関連特許等

注 2)：現在特許出願申請中

以上

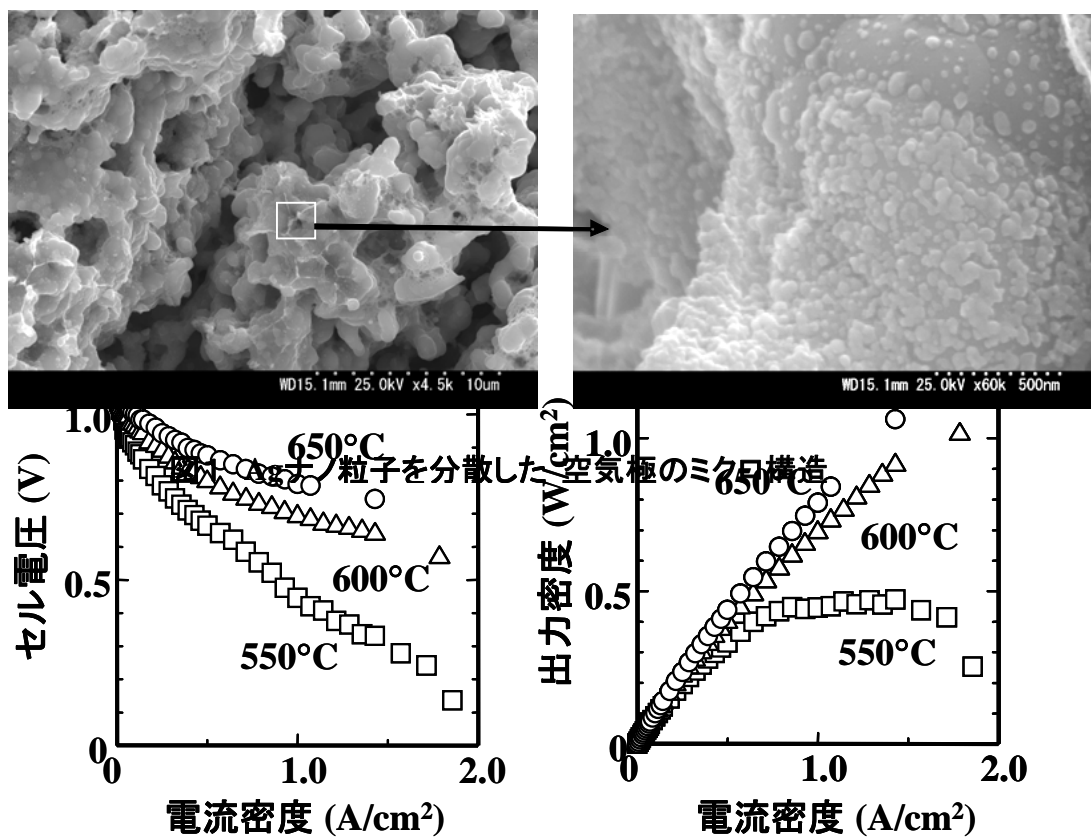


図2 AgコーティングしたIT-SOFCの発電特性

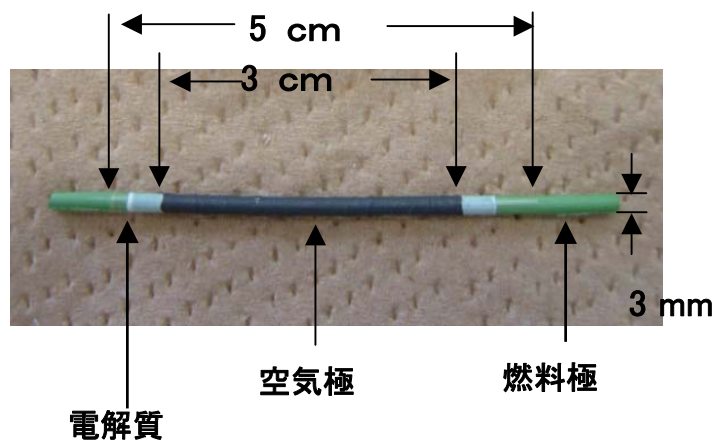


図3 開発中の単セルの外観