

群馬大学大学院理工学府

機能的無機材料研究室

http://sato-laboratory.ees.st.gunma-u.ac.jp/member.html

■研究テーマ

- 機能的酸化物ナノ結晶およびセラミックスの開発研究
- 炭素材料の表面機能化による新規触媒の開発研究

■キーワード

酸化物、炭素、ナノ結晶、燃料電池、触媒、センサー

■産業界の相談に対応できる技術分野

ナノ粒子合成技術、炭素材料の表面機能化技術、触媒機能評価

■主な設備

粉末X線回折装置(室温~900℃)、熱重量-質量分析装置、比表面積測定装置、触媒特性評価装置、ガスクロマトグラフィー、固体酸化物燃料電池評価装置、電気炉(大気)、雰囲気焼成炉、テープ成型機、スピンコーター、スクリーン印刷機

連絡先 環境創生部門 佐藤 和好 TEL 0277-30-1452 e-mail kazuyoshi-sato@gunma-u.ac.jp
環境創生部門 神成 尚克 TEL 0277-30-1699 e-mail nkannari@gunma-u.ac.jp



佐藤 和好 准教授 神成 尚克 助教

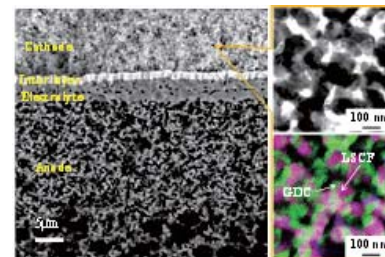


図2 ナノコンポジットカソードを有するSOFC単セルの断面構造

炭素材料の表面機能化による新規触媒開発

炭素材料は、活性炭や黒鉛等の古くから知られる材料に加え、近年注目を集めているグラフェンやカーボンナノチューブに代表されるナノカーボンまで、多様な特徴・性質を示す材料群を有しています。このような多様性は、結晶性、ナノ構造、表面官能基等の炭素構造に起因しています。すなわち、炭素構造を能動的に制御することで、機能性を付与した炭素材料を調製することが出来ます。

我々は、炭素材料を有機合成反応等の新規不均一触媒として利用することを検討しています。ここでは、炭素材料調製時の原料、熱処理温度、ガス雰囲気などを系統的に制御することで、表面官能基の付与や異種元素ドーピング等による表面機能化技術を開発しています。表面構造と触媒活性と因果関係を詳細に検討することで、炭素材料の触媒としての新たな可能性を探求しています。

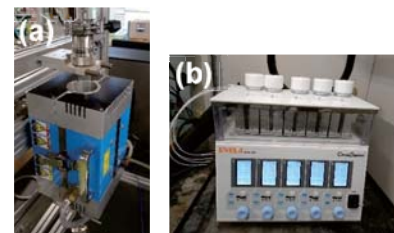


図3 (a)炭素材料調製のための電気炉と (b)触媒活性評価装置

特徴と強み

酸化物粒子の液相合成およびセラミックスのプロセッシングならびに炭素材料の調製やその表面構造・触媒活性評価に関して、豊富な経験、知識ならびに実績を有しています。

また、合成、基礎物性評価、デバイス作製および特性評価を一貫して行うことが可能な技術と設備を備えています。



図4 SOFC単セル特性評価装置(2台)

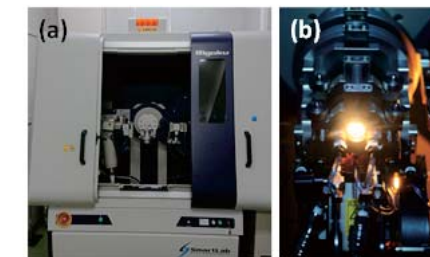


図5 (a)粉末X線回折装置外観および(b)高温XRDオプション(~900℃)

今後の展開

材料の持つ機能を引き出すことにより、脱温暖化や資源保護などの点で、持続可能な社会の実現に貢献したいと思っております。また、引き続き、無機材料における未踏領域の開拓に、独自の材料技術で迫ってまいります。

研究概要

酸化物ナノ結晶の精密構造制御

酸化物ナノ結晶の性質は、そのサイズ、形態、欠陥構造等に強く依存し、これらの精密な制御により、特性のチューニングが可能です。我々は、酸化物ナノ結晶が持つ高いポテンシャルを最大限に引き出すべく、ナノ結晶の精密な微細構造制御を可能とする、独自の合成技術を開発しています。図1には、SnO₂ナノ結晶のサイズ制御、形状制御ならびに自己組織化による集合構造制御の例を示します。SnO₂は代表的なガスセンサー材料ですが、得られたナノ結晶は極微細であるだけでなく、高活性な結晶面で終端されているため、従来の球状粒子に比べて、高いガス検出感度を有することが明らかになっています。

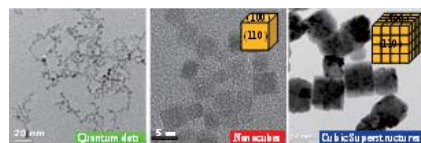


図1 SnO₂ナノ結晶のサイズ、形状ならびに集合構造の制御

ナノ結晶の精密コンポジット化技術による機能界面設計

固体酸化物燃料電池(SOFC)では、近年、モバイル機器や移動体への応用を視野に入れた低温作動型セルの研究開発が活発に行われていますが、カソードにおける酸素還元反応がセル性能のボトルネックとなっており、解決すべき喫緊の課題となっています。酸素還元反応では、酸素イオン伝導体、電子伝導性触媒、気孔からなる三相界面近傍が反応場として最も効率が高いため、このような場を、限られた電極面積に高密度に集積化することにより、セル全体の高性能化が期待できます。しかしながら、ナノサイズの粒子を精密に配置することは極めて困難です。

我々は、酸素イオン伝導体ナノ結晶を足場として、電子伝導性酸化物を精密に複合化する技術を構築し、図2に示す均一なナノコンポジットカソードの開発に成功し、これにより世界トップレベルの出力密度を有するSOFC単セルを実証しました。また、このアプローチは、様々な組成の材料に適用可能であり、触媒や高強度構造部材などへの幅広い応用が期待されています。