

事業名：燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/共通課題解決型基盤技術開発/固体酸化物形燃料電池強靱化技術の開発

発表者名：国立大学法人京都大学，国立大学法人東北大学，国立大学法人九州大学，国立研究開発法人産業技術研究所，イムラ・ジャパン株式会社

○事業概要

・研究開発の概要

（１）研究開発の目的

本プロジェクトは、第5次エネルギー基本計画や水素・燃料電池戦略ロードマップ等で定めるシナリオに基づき2030年以降の自立的普及拡大に資する高効率、高耐久、低コストの燃料電池システム（水素貯蔵タンク等を含む）を実現するためのユーザーニーズに基づく協調領域の基盤技術を開発することにより、世界に先駆けて市場導入を開始した我が国の燃料電池技術の競争力を強化し、世界市場において確固たる地位を確立することを目的とする。

（２）研究開発の概要

固体酸化物形燃料電池(SOFC)の起動時間の短縮化を実現するため、急速起動停止を含めた出力変動が容易な強靱性セルを開発する。具体的には、「開回路電圧改善」、「出力密度向上」、「低温作動化」、「急速起動停止特性向上」の各課題に取り組む。

連絡先
国立大学法人京都大学
E-mail: eguchi@scl.kyoto-u.ac.jp
TEL:075-383-2519

京都大学

湿式法をベースとしたセル作製手法の検討

✓ 単セルの安定作製に向けた手法を継続して開発中

電極および各部材接合界面の微構造のデータ

ベース構築および最適化の検討

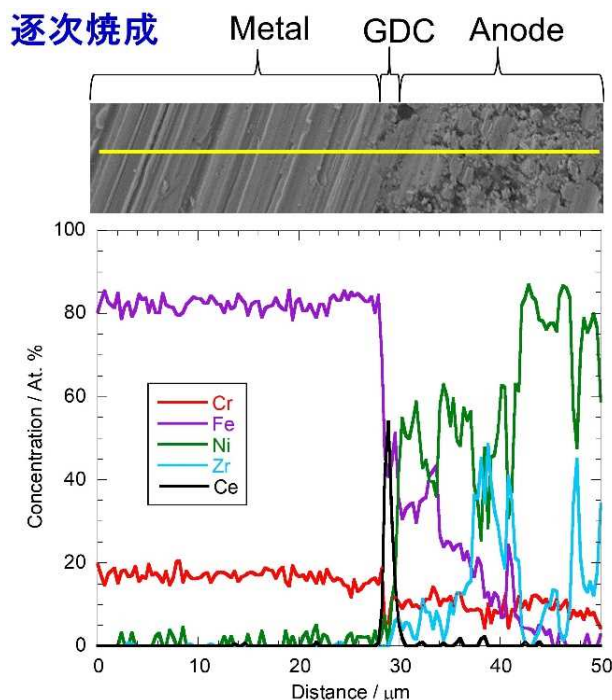


図 逐次焼成により成膜した金属支持体/GDC中間層/Ni-YSZアノードにおける微構造画像と構成元素のラインプロファイル。

✓ GDC中間層の挿入によるNiの金属支持体への拡散は抑制されたが、CrおよびFeの拡散は依然として進行した。また、逐次焼成と共焼成の影響を比較したところ、同様の元素拡散傾向が確認された。

九州大学 選択還元法によるNiFeアノード 金属基板支持燃料電池の作製

金属基板上への湿式法による成膜手法を検討する。基板からのFe、Niなどの拡散を明確にするとともに、緻密なYSZ膜を作製する。薄膜の光学写真及びSEM観察から、膜厚約30μmのYSZ膜を作製できた。また、クラックが一部あるものの、セラミックプロセスでYSZ薄膜を作製できた。



YSZグリーンシートを転写後 1250°C焼結後 1250°C焼結後SEM観察結果

金属基板と電解質の反応抑制と電極性能を向上させる機能界面層の開発

$Y_2Ti_2O_7$ が比較的、良好な反応抑止効果があることを見出した。今後、実際に金属基板セルへ用いる。

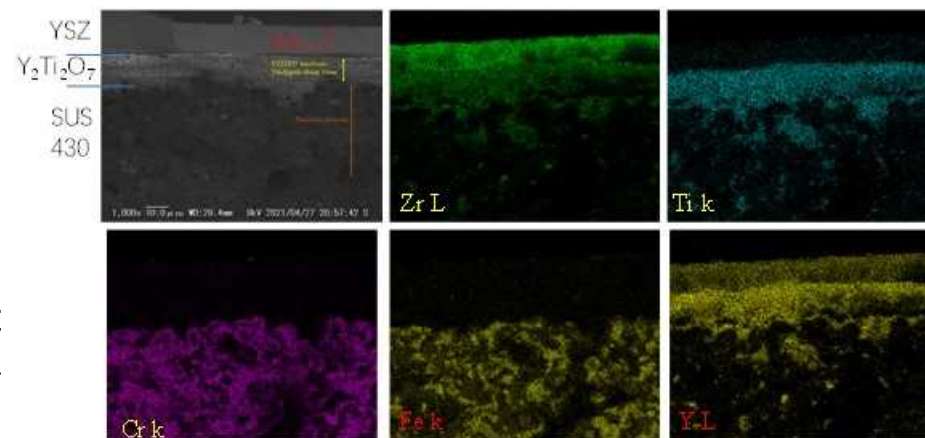


図 YSZ/ $Y_2Ti_2O_7$ /SUS430の1250°C熱処理後のEDX分析結果

イムラ・ジャパン(株) 金属支持体の開発

- ✓ 金属支持体としての利用を念頭に置いてCrofer22Hの熱特性評価を継続検討中

低温焼結法の検討

- ✓ 金属支持体の耐熱性を考慮して、1000 °Cで2時間程度の熱処理条件でCrofer22H上へのGDC電解質層の緻密形成を検討。

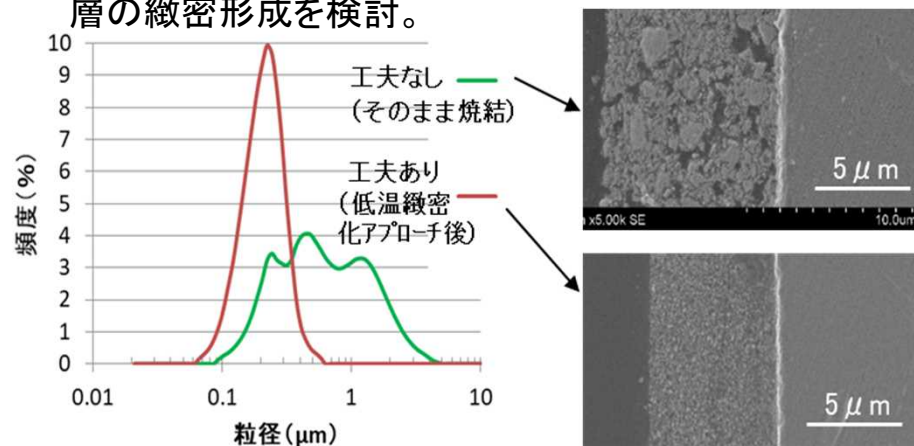


図. 使用したGDCの粒径分布と焼成後のSEM像

- ◇ GDC粒子径、粒径分布、ペースト調製、さらには焼結助剤の適用により、GDC形成層のパッキング密度が向上可能なことをSEM観察で確認(図参照)。
- ◆ 粒子間ネック構造の十分な形成までには至っておらず、粒界接合は不十分な状態と判断。粒子間ネック構造の形成促進に向けた条件出しを継続検討中

最適セル構造の検討(湿式法セル作製技術確立)

- ✓ 金属支持体上にアノード/GDC/カソードを形成させたMSFCの試作および発電評価に継続して対応中

(国研) 産業技術総合研究所 湿式法による高性能化開発

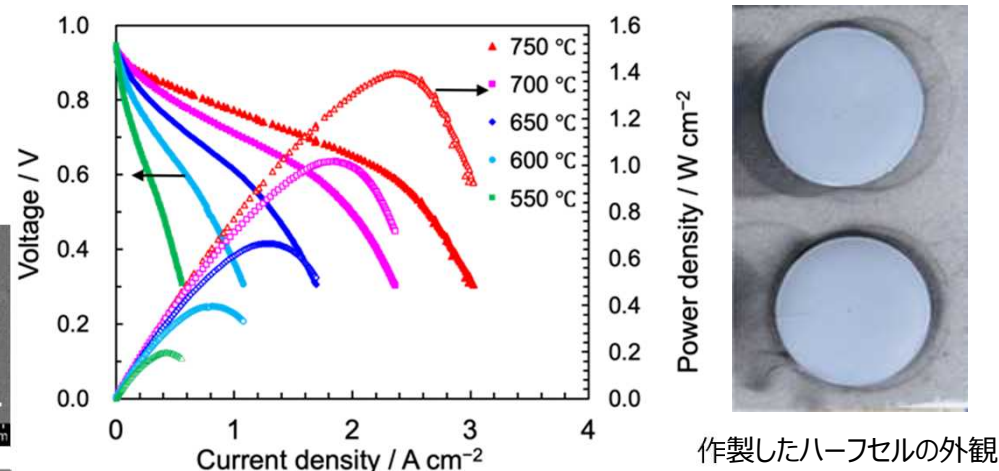


図 湿式手法によって作製した金属支持型セルの発電特性(燃料極側, H₂ with 2% H₂O, 空気極側 Air)

- ✓ 湿式法にて1270°C還元雰囲気焼成にてセルを作製し、発電性能試験を行った。作製したセルの750°Cにおける最大出力密度はおよそ1.4 W cm⁻²であった。今後は、反応防止層の導入によるアノード性能の向上を目指す。

焼結温度の低温化検討

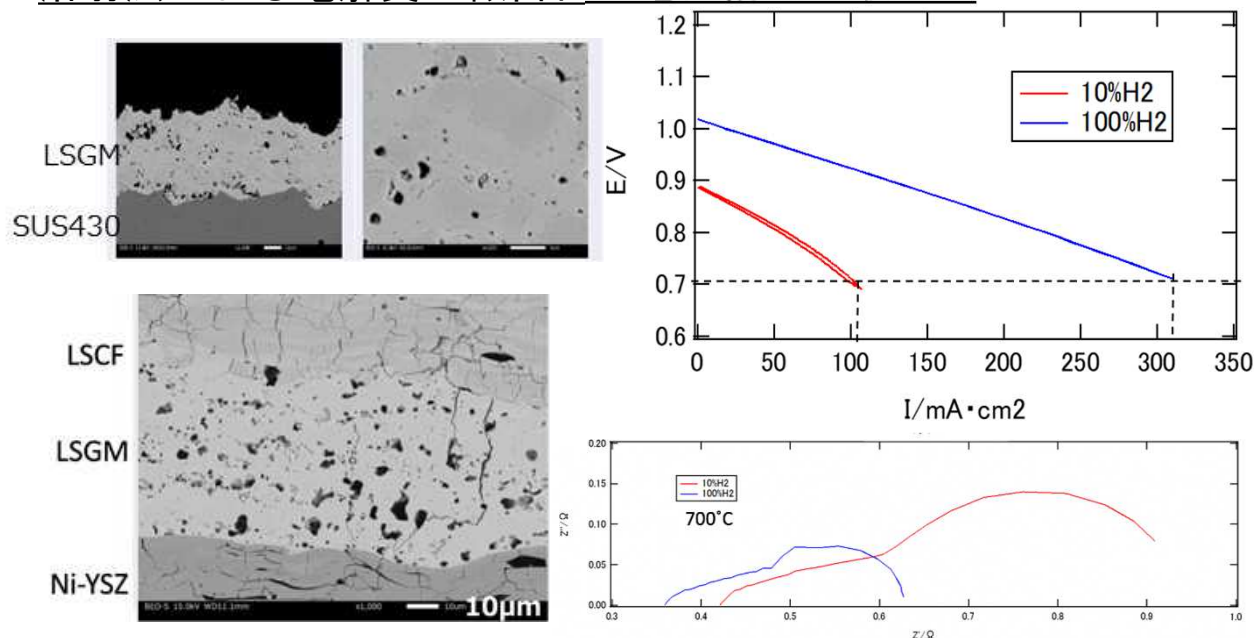
- ✓ Fe₂O₃等の焼結助剤の添加によって従来と比較して50°C程度焼結温度の低温化に成功した。しかしながら、燃料極の気孔率制御が難しいため、今後は原料粒子の微細化等も併用し、低温焼結を目指す。

作動温度の低温化検討

- ✓ 低温での導電性に優れた電解質を用いて、上記のセルと同様の湿式作製プロセスの検討を開始した。

東北大学

溶射法による電解質の緻密化・電極構造の最適化



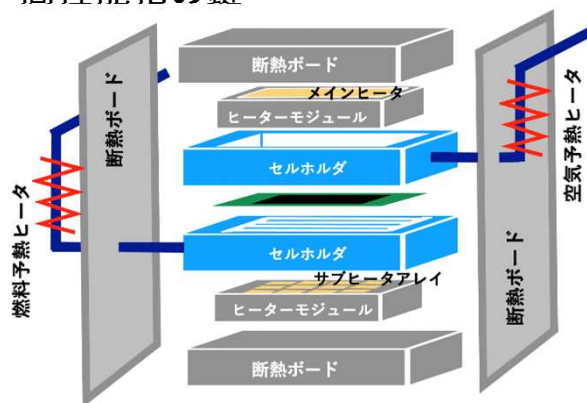
プラズマ溶射法によって、多孔質SUS板上に (La, Sr) (Ga, Mg) O₃ を電解質とする単セルを作製することに成功。

700°Cにおいて 0.3 Acm⁻² @0.7V を達成。

希釈燃料では性能が低下することから、高性能化の鍵は、電解質の緻密化とクラックの防止。

急速起動停止の検討

急速起動・停止時のセル内温度勾配を再現する過酷試験装置を設計
 (「固体酸化燃料電池スタックの高度評価・解析技術の開発」にて開発)



まとめ

多孔質金属基板上への湿式法などによるSOFC作製、問題点及び単セル性能などについて評価した。

SUS金属基板から燃料極への元素拡散について評価し、拡散を抑制する中間層について検討した。

支持基板材料、セル部材の焼結条件・温度、セル運転の低温化について検討して最適化を行った。

湿式法やプラズマ溶射法によって多孔質SUS基板上に単セルを作製し発電に成功した。

今後さらに作製プロセスや条件の最適化を行い、開回路電圧・出力密度向上、低温作動化、急速起動停止特性向上を図る。