

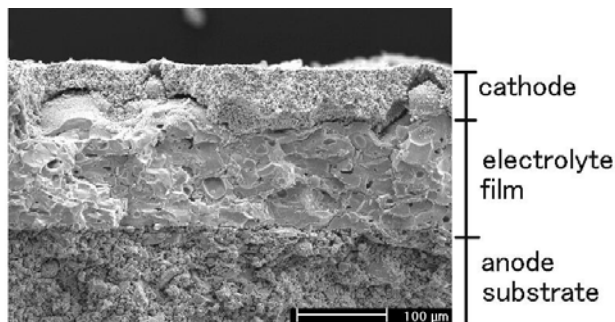
## No. 5 アパタイト型ランタンシリケートの溶射膜を用いた 新しい固体酸化物形燃料電池

### 背景

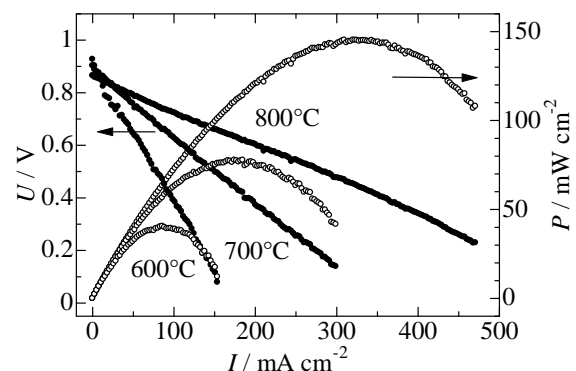
固体酸化物形燃料電池 (SOFC) はクリーンで高効率な分散電源として研究が進められています。当センターでは新規イオン伝導体 (アパタイト型ランタンシリケート) を用いた SOFC を開発しています。このたび、ランタンシリケートの溶射膜を電解質とした電極支持型 SOFC の作製に成功しましたので報告します。

### 成果

- 1) 新たに開発した酸化ニッケル-ランタンシリケート複合負極を基板としてプラズマ溶射法で約 100  $\mu\text{m}$  のランタンシリケート膜を形成し、さらに正極材をスクリーン印刷して SOFC を作製しました。
- 2) 溶射膜は 1000 $^{\circ}\text{C}$  での熱処理により完全に結晶化し、電解質 (酸化物イオン伝導体) として機能することがわかりました。
- 3) 発電出力は運転温度 800 $^{\circ}\text{C}$  で 150  $\text{mW cm}^{-2}$  と実用化可能なレベルです。また 600 $^{\circ}\text{C}$  付近の中温域での出力が比較的高いことも特徴です。



ランタンシリケート溶射膜を用いた SOFC の断面 SEM 像



ランタンシリケート溶射膜を用いた SOFC の発電特性

### 研究者からのコメント

焼成温度が高く焼結体の作製が困難なランタンシリケートを緻密な溶射膜として利用する点がポイントです。薄膜のため出力が向上します。また溶射法なので大面積化も可能です。製品化を目指した共同研究を企業と進めています。

応用分野：クリーンで高効率な固体酸化物形燃料電池

研究体制：H20-H22 文部科学省 科学研究費補助金事業 基盤研究 C

担当部所：環境・バイオ部

担当者：吉岡秀樹

特許取得・成果発表：特許出願中、H.Yoshioka et al., Solid State Ionics, **181**, 1707 (2010)

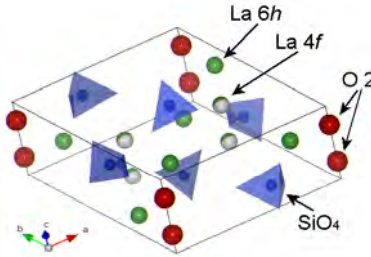
キーワード：固体酸化物形燃料電池、アパタイト型イオン伝導体、プラズマ溶射

# アパタイト型ランタンシリケートの溶射膜を用いた新しい固体酸化物形燃料電池

環境・バイオ部 吉岡秀樹

## アパタイト型イオン伝導体 Apatite-type ionic conductors

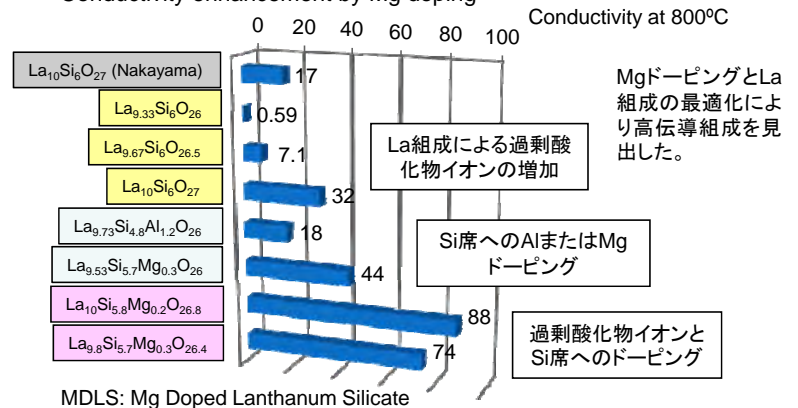
1995年に新居浜高専の中山らによって発見された新しいタイプのイオン伝導体。アパタイト構造のランタンシリケート。



アパタイト型イオン伝導体は希少金属を含まず、500~800°Cで高い伝導性を示すため、中温型燃料電池(SOFC)用電解質の有力候補と考えられている。

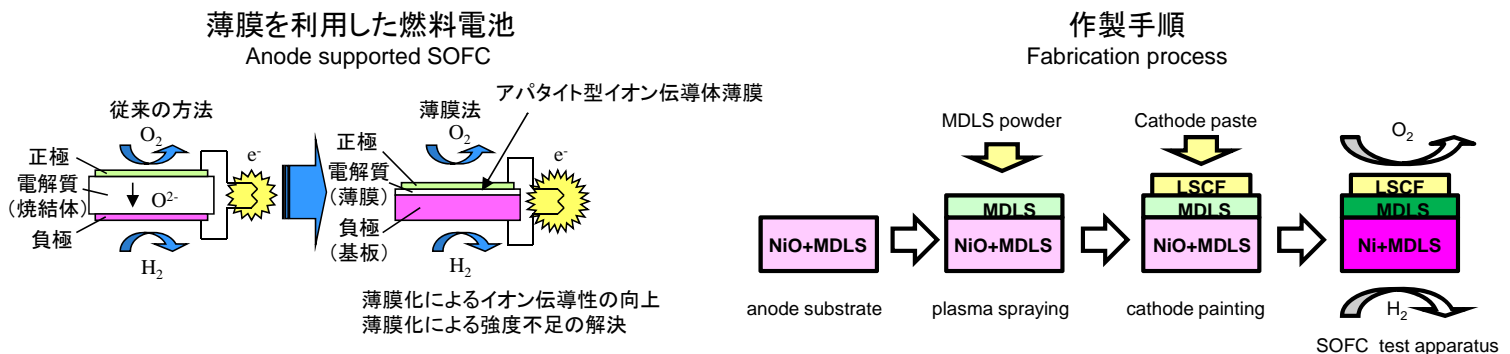
ユニークな格子間伝導機構もアパタイト型イオン伝導体の大きな特徴である。

## ドーピングによるイオン伝導性の向上 Conductivity enhancement by Mg doping



MgドーピングとLa組成の最適化により高伝導組成を見出した。

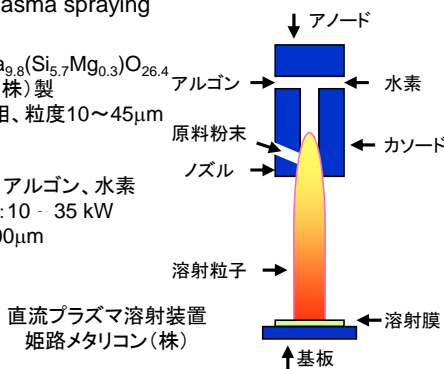
## 作製手順 Fabrication process



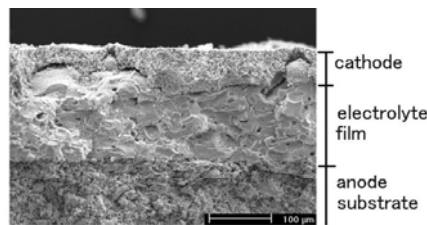
## プラズマ溶射 Plasma spraying

原料粉末: La<sub>9.8</sub>(Si<sub>5.7</sub>Mg<sub>0.3</sub>)O<sub>26.4</sub>  
パウレックス(株)製  
アパタイト単相、粒度10~45μm

成膜条件  
プラズマガス: アルゴン、水素  
プラズマ出力: 10 - 35 kW  
膜厚: 50 ~ 100μm

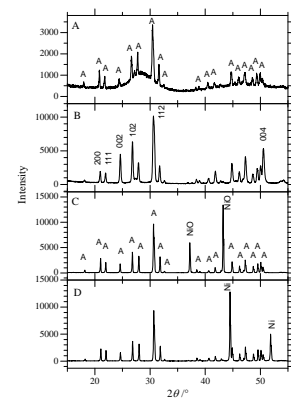


## 電子顕微鏡観察 SEM observation



緻密な電解質膜を多孔質の電極で挟んだ構造

## X線回折 X-ray diffraction



電解質膜  
アモルファス+アパタイト **絶縁体**

↓

アパタイト単相 **イオン伝導体**

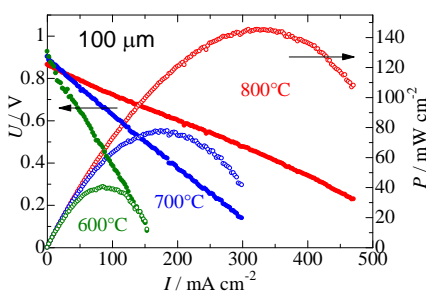
↓

負極支持基板  
NiO+アパタイト **緻密**

↓

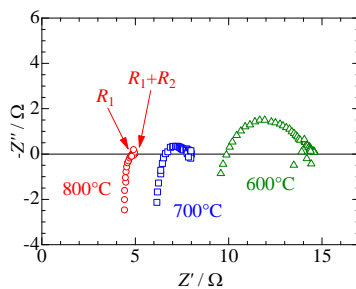
Ni+アパタイト **多孔質**

## 発電特性 Fuel cell properties



■ 開回路電圧: 0.87 V  
■ 最高出力電圧: 146, 78, 41 mW cm<sup>-2</sup> (800, 700, 600°C)

## 交流インピーダンス測定 AC impedance measurements



■ オーム抵抗: 4.8, 6.6, 9.9 Ω  
■ 分極抵抗: 0.1, 1.2, 4.5 Ω (800, 700, 600°C)

## まとめ Conclusions

- 1) 新たに開発した酸化ニッケル-ランタンシリケート複合負極を基板としてプラズマ溶射法で約100 μmのランタンシリケート膜を形成し、さらに正極材をスクリーン印刷してSOFCを作製した。
- 2) 溶射膜は1000°Cでの熱処理により完全に結晶化し、電解質(酸化物イオン伝導体)として機能した。
- 3) 発電出力は運転温度800°Cで146 mW cm<sup>-2</sup>と実用化可能なレベルであった。また600°C付近の中温域での出力が高いことも示された。

## 謝辞

溶射膜の作製に関して姫路メタリコン株式会社清水達郎社長、橋田宗明氏、池田誠氏にご協力をいただきました。また、発電特性の評価については、兵庫県立大学嶺重温准教授、三井隆義氏、三枝弘幸氏にご協力をいただきました。深く感謝をいたします。本研究は文部科学省科研費基盤研究C(20560638)により実施しました。