

補助事業番号 2021M-140

補助事業名 2021年度 中温作動固体酸化物型燃料電池に利用可能な新規固体電解質の開発と低コスト長寿命燃料電池システムへの展開 補助事業

補助事業者名 岡山大学 大学院環境生命科学研究科 亀島 欣一

1 研究の概要

本補助事業では、材料の耐久性を飛躍的に高める500°C程度の中温域で性能を発揮する燃料電池に利用可能な新規固体電解質を開発する。ジルコニアをベースとして種々の金属イオンをドーピングし、酸化物イオン伝導体とすることで燃料の多様性を確保し、かつイオン伝導度を2桁高めることで実用的な電解質を目指す。

2 研究の目的と背景

現状の固体酸化物型燃料電池は800～1000°Cで運用されておりステンレス部材の劣化とクロムの析出が大きな課題である。そこで、500°C程度の中温域で作動する燃料電池システムが望まれている。本補助事業では、500°Cで現状と同程度の発電性能を示す新規酸化物電解質を開発することを目的とし、最終的には安価で高性能な中温動作燃料電池システムへの展開を目指す。

3 研究内容

(1) 中温作動固体酸化物型燃料電池に利用可能な新規固体電解質の開発

(<http://www.ecm.okayama-u.ac.jp/inorgmat/JKA2021.html>)

Siドーピングジルコニアの作製は、ジルコニウムイソプロポキシドを主原料にしたゾルゲル法により作製された。以下、作製法の一例を示す。

1. Si源としてTEOS, Zr源としてジルコニウムプロポキシドを所定量秤量し、2プロパノールでメスアップした希釈溶液を調整し、密閉条件で室温下にて1時間攪拌した。
2. 反応抑制剤としてTEA, アセチルアセトン, あるいは酢酸を用い、それぞれ所定濃度の水溶液を調整して、アルコキシドに対して各比率となるように滴下し、同じくアルコキシドに対して各比率となる量のイオン交換水を加え、密閉条件で室温下にて1時間攪拌し、ゾル溶液を得た。
3. 得られたゾル溶液を25°Cの恒温槽中で7日間熟成し、ゲル溶液を得た。
4. 得られたゲル溶液を70°Cの恒温槽で熟成し、35日後に乾燥が進んだキセロゲルが得られた。
5. 得られたキセロゲルは電気炉を用い、700～1000°Cで3時間熱処理された。
6. 熱処理後の各試料はXRD, 走査型電子顕微鏡 (SEM)を用いて、分析・観察された。

反応抑制剤にアセチルアセトンを用いた試料 ($Zr_{0.95}Si_{0.05}O_2$) の熱処理前後の形状を図1に示す。熱処理前はバルク形状を保持したが、熱処理時に形状が崩れ、一部が黒色となった。これはアルコキシドの一部が炭化して残存したためと考えられる。700°Cの熱処理後のXRDパターンを図2に示す。得られた試料の結晶相は斜方晶ではなく正方晶であった。この結果は、ゾルゲル法で作製し

された既報の ZrO_2 や $Zr_{0.95}Si_{0.05}O_2$ の結果と一致した。この試料の微構造観察の結果を図3に示す。微構造観察の結果から、熱処理後の試料は数 μm の粒子からなる凝集構造をもち、かつ比較的粗な構造であることが分かった。

次に、反応抑制剤に酢酸を用いた試料($Zr_{0.95}Si_{0.05}O_2$)の熱処理前後の熱処理前後の形状を図4に示す。熱処理前キセロゲル状態で透明なバルク形状が得られた。熱処理後は熱処理前の形状を保持したまま収縮した。700~1000°Cで3時間熱処理された試料のXRDパターンを図5に示す。アセチルアセトンの結果と同様に正方晶ジルコニアと類似の回折パターンを示すが、熱処理温度が950°Cの試料では単斜晶ジルコニアと類似のピークが観察され、1000°Cの試料では単斜晶のみが観察された。従って、電解質として利用するためには900°Cまでの熱処理とする必要があることが分かった。

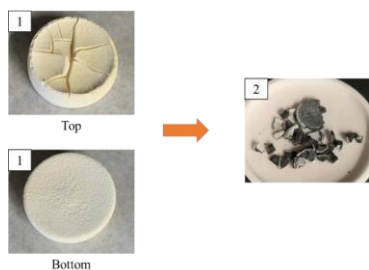


図 1 アセチルアセトンを用いた試料($Zr_{0.95}Si_{0.05}O_2$)の熱処理前後の形状

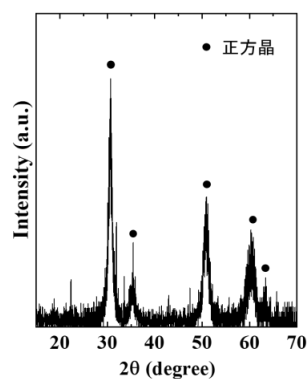


図 2 700°C熱処理後の XRD

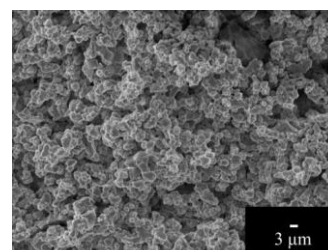


図 3 700°C熱処理後の SEM

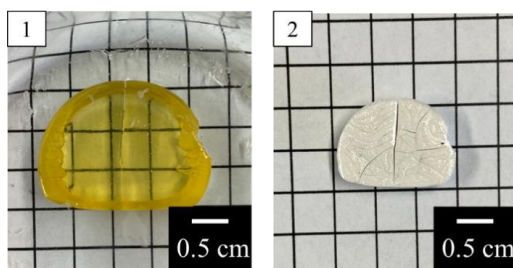


図 4 酢酸を用いた試料($Zr_{0.95}Si_{0.05}O_2$)の熱処理前後の形状

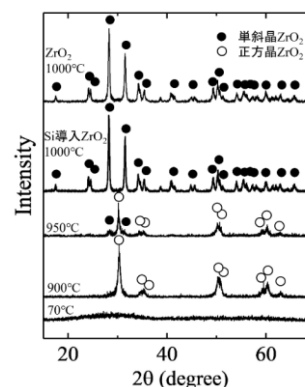


図 5 熱処理試料の XRD

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本補助事業で、500°C程度の中温域で性能を発揮する燃料電池に利用可能な固体電解質を開発し、この新規電解質をエネファームなどの実機に用いることで、低コストで長寿命なオンデマンドの燃料電池システムを構築できる。このような燃料電池を普及させることで、温室効果ガスの排出抑制に大きく貢献することが見込まれる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

当研究グループでは、これまでも固体酸化物型燃料電池に関する研究開発を行ってきた。最近ではアノード材料に関する研究が中心であったが、これは固体酸化物型燃料電池の実機がジルコニア系電解質でほぼ固まっているためであり、研究開発としてはセリア系電解質を使った研究を進めている。中温動作時の候補となる電解質はセリア系が中心であるが、ジルコニア系でも構造制御することで現状よりも低い温度で性能が発現するとの着想を得て、当該事業の実施に至った。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特になし

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

特になし

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 岡山大学大学院環境生命学研究科(オカヤマダイガク)

住 所： 〒700-8530

岡山県岡山市北区津島中3-1-1

担 当 者： 教授 亀島 欣一

担 当 部 署： 無機機能材化学研究室(ムキキノウザイリョウカガクケンキュウシツ)

E - m a i l: ykameshi@cc.okayama-u.ac.jp

U R L: <http://www.ecm.okayama-u.ac.jp/inorgmat/>