

蛍石型超格子構造を有する ムラタイトセラミックスの作製と評価

SATテクノロジー・ショーケース2015

■ はじめに

環境・エネルギー問題が重要視される昨今、固体酸化物型燃料電池(SOFC)の家庭用・民生用定置型燃料電池への利用が期待されている。SOFCは構成部材にセラミックスを用いており、優れたエネルギー変換効率や高価な白金触媒が不要といった魅力的な特徴をもつ。しかし問題点として、電解質に依存した非常に高い作動温度(～1000℃)が普及に向けての障害となっている。近年では、既存の電解質材料である安定化ジルコニア(蛍石型構造)に代わり、「中温」作動型SOFCの実用化に向けてパイロクロア構造(2×2×2の蛍石型超格子)に関する研究が進められている。しかし、650℃以下の「低温」作動が実現すれば周辺部材に金属が適用可能となり、製品としてのさらなる低コスト・長寿命化が可能になると言われている。

本研究では、さらに高次の蛍石型超格子構造を示すムラタイトに着目した。ムラタイトは3×3×3、5×5×5、8×8×8の幅広い蛍石型超格子を示し、従来の安定化ジルコニアやパイロクロア構造を超える性能を示す可能性を秘めている。また、多様な陽イオンサイトによる、酸素欠損量や秩序性の制御も期待される(Fig. 1)。本発表では、従来の特殊溶解法や硝酸塩による液相法を用いない、簡易で安全なムラタイトセラミックスの作製および評価に関して報告する。

■ 活動内容

1. ムラタイトセラミックスの作製

従来の特殊溶解法や硝酸塩による液相法を用いずに、圧粉体の固相反応によるムラタイトの合成を行った。固相反応では特殊溶解法のような特別な設備を必要とせず、作製プロセスの際に有害物質を発生させる心配もない。実験手法として、各原料の混合粉末に遊星ボールミルによる攪拌・粉碎を行い、その後、冷間等方圧成形(CIP)により高密度な圧粉体を得た。得られた圧粉体を、周囲との反応を防ぐためPtコートしたアルミナるつぼに入れ、電気炉中で焼結を行った。公称組成および具体的な作製条件については発表会場にて報告する。

2. XRDによる構成相評価

本研究により得られたムラタイト焼結体の構成相評価にはXRDを用いた。乳鉢中で焼結体を粉碎し、室温で作製条件の異なる各試料の構成相の評価を行った。

3. 電子顕微鏡による微構造観察

ムラタイトは、微構造中に異なる陽イオン組成による様々な超周期構造を有する(3×3×3、5×5×5等)。本研究ではSEMおよびSTEM-EELSを用いて、微構造観察・組成分析を行った。

●SEMによる微構造観察

ムラタイト焼結体を鏡面研磨し、試料表面をコートせずにSEM観察を行うことで、陽イオンの組成比による多結晶体全体での不均一性を確認した。

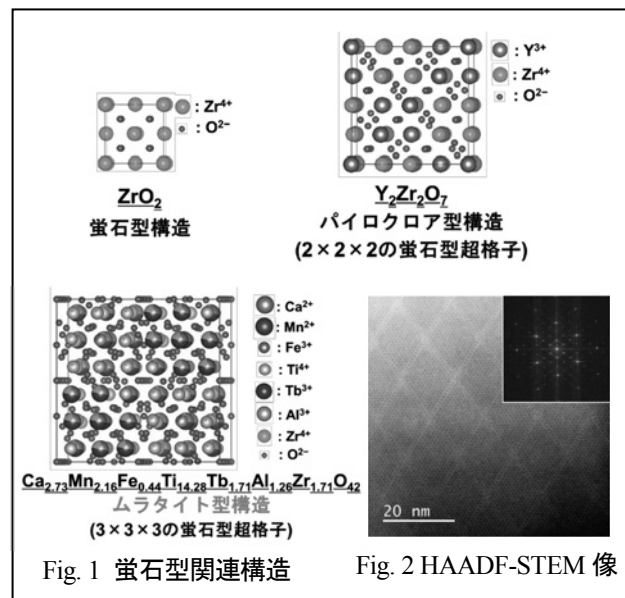
●STEM-EELSによる元素マッピング定量分析

イオン伝導性と結晶構造には強い相関性があることから、STEMによる構造観察およびEELSによる元素マッピング・定量分析を行った(Fig. 2)。

(ナノテクノロジープラットフォーム事業の一環として実施)

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本発表内容の一部は、平成26年度ナノテクノロジープラットフォーム事業の一環として実施されました。京都大学倉田博基教授、治田充貴助教の御協力に感謝致します。



代表発表者 牧 涼介 (まき りょうすけ)
所 属 筑波大学大学院 数理物質科学研究科
物性・分子工学専攻
問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
TEL:029-853-6027 FAX:029-853-4490
筑波大学 大学院数理物質科学研究科
物性・分子工学専攻
鈴木義和研究室

■キーワード: (1) ムラタイト (Murataite)
(2) 分析電子顕微鏡法 (STEM-EELS)
(3) 固体酸化物型燃料電池 (SOFC)