

燃料電池の白金に替わる新触媒: ハロゲン置換 C12A7 エレクトライド

東洋大学理工学部機械工学科

和田 昇 教授 Noboru Wada



研究概要

マイエナイト(C12A7; $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$)に内包されている酸素イオンをハロゲンイオンや電子で置き換えた結晶が、固体高分子形燃料電池の白金代替触媒として利用できることを見いだしました。低廉な携帯性のある小型の燃料電池の開発に応用可能です。

研究シーズの内容

マイエナイトはセメント鉱物で安価に容易に生成できます。多孔質結晶で、ケージの中には酸素イオンが含まれていますが、これを図1にあるようにハロゲンイオンや電子と簡単に交換できます。(電子と交換した場合エレクトライドと呼びます。)

このハロゲン置換C12A7エレクトライドは固体高分子形燃料電池の触媒として活用できます。我々の研究室では様々なC12A7組成物をMEA膜の触媒層に用い発電特性の測定を行っています。

図2は酸化カルシウムとアルミナを 1350°C で焼成してC12A7を生成し、それをエレクトライド化したサンプルと、まずC12A7をフッ素置換してからエレクトライド化したサンプルの電流・電圧特性を示します。発電量は白金のみの燃料電池と比較すると今のところ $1/4$ ほどですが、結晶性、結晶粒子のサイズ、ハロゲン元素の含有量(例えば3価のAlを4価のSiに置換してハロゲン元素の量を調整)、触媒層の構成成分比などをより緻密にコントロールすることにより、さらなる触媒活性を引き出すことができる可能性があります。

フッ素ではなく塩素を置換したC12A7もほぼ同様の触媒性能を示します。また、触媒はアノード(水素極)でのみ活性を示すのではなく、カソード(酸素極)に置いても触媒としての活性が認められます。

今後のハロゲン置換C12A7組成物の研究課題としては、(1)燃料電池作成にあたり、様々な条件を最適化し、C12A7組成物の触媒特性を最大限生かす、(2)アルコールや NaBH_4 等の水溶液を燃料電池に利用する、(3)リン酸塩形燃料電池で白金代替触媒として利用することなどが考えられます。

研究シーズの応用例・産業界へのアピールポイント

ハロゲン元素置換C12A7組成物について最も注目すべき点は、その原料費の廉価さと生成コストの低さです。MEA膜を安価に大量生産することができれば、手軽に燃料電池を利用することに繋がります。ポータブルな燃料電池を実用化すれば、様々な用途が生まれ、クリーンな電力源として持続可能な社会づくりに貢献できると思います。

特記事項(関連する発表論文・特許名称・出願番号等)

[発明の名称: 燃料電池触媒用組成物およびそれを含む燃料電池 出願番号: 特願 2019-130040
出願人: 学校法人東洋大学 発明者: 和田 昇

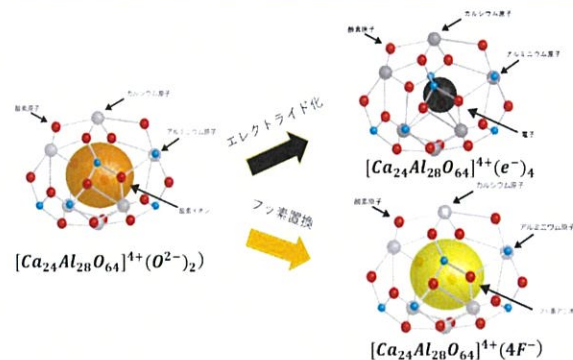


図1 C12A7のケージ構造を示す。酸素イオンがフッ素イオンと電子にそれぞれ置き換えられる。

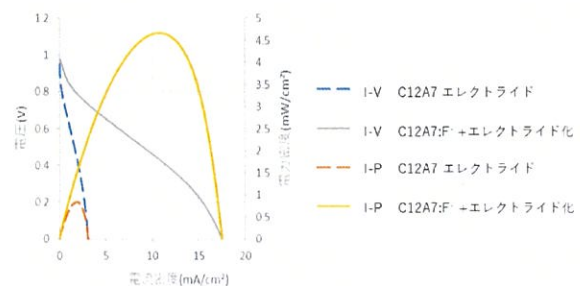


図2 電流密度vs.電圧もしくは電力密度を表す。サンプルはC12A7エレクトライド、またはフッ素置換C12A7エレクトライドを用いた触媒層をアノードに、白金触媒をカソードに用いたMEA膜で燃料電池を作成した。水素を流量7.0ml/minで供給しソースメータを用いて測定した。