

# 固体燃料電池及び水電解装置用 2次元ナノシート材料



SATテクノロジー・ショーケース2018

## ■ はじめに

クリーンエネルギー社会の実現へ向けて、化石燃料に依存しない高効率なエネルギー貯蔵・変換装置の研究開発が活発に進められている。燃料電池または水の燃料化(電気分解)に関する技術はその重要な一端を担うと期待される。高効率な燃料電池または水電解装置を実現するためには、イオンを高速で伝導させる電解質と高活性な電極触媒が必要不可欠である。全固体型アルカリ燃料電池及び水電解装置は、白金だけでなく安価な非貴金属電極触媒を用いることができるため、低コスト化が可能である。本研究は古くから知られている粘土鉱物系層状複水酸化物LDHの剥離による究極な2次元材料であるナノシートを対象の中心とし、高いOH<sup>-</sup>伝導率を持つ新型イオン伝導膜及びユビキタス元素による安価なナノ電極触媒を創製し、全固体型アルカリ型燃料電池や水電解装置などのエネルギー変換のための基盤技術の創出を目指している。

## ■ 活動内容

### 1. 2次元ナノシートの創製

層状複水酸化物LDHを層1枚にまでバラバラに剥離して単層ナノシートの合成に成功した。新規溶液合成法を開発し、ユビキタス元素(Mg, Al, Fe, Co, Ni, Mn等)の配位構造や原子価を高度に制御したLDH層状結晶を単層剥離し、高品質・新組成のナノシートを誘導した。ナノシートは厚さが分子レベル(1ナノメートル前後)である一方、横方向にはその数百倍以上広がりを有する究極的な2次元物質であり、極めて大きな表面積を有する。

### 2. ナノシートを用いた機能発現

層状構造の基本最小単位であるナノシートは、バルク材料の固有特性を保存するだけでなく、その究極的な2次元異方性は化学的および物理的な反応性を増強させ、閉じ込めなどの量子サイズ効果に起因する新規機能の発現が可能である。

#### ● 新規イオン伝導体

単層ナノシートが $10^{-1}$  S/cmに達する極めて高い水酸化物イオン伝導性を示すことを初めて発見しました。この伝導率は従来の水酸化物イオン伝導体と比べて10~100倍

高い値であり、無機アニオン伝導体の中でも世界最高である(*Sci. Adv.* 2017)。

#### ● ユビキタス元素電極触媒

ナノシート中の3d遷移金属(Fe, Co, Ni, Mn)のレドックス反応性に着目し、効率よく水を分解できる電極触媒として非常に有望な結果を得ている(*ACS Nano* 2015, *Nanoscale* 2016等)。例えば、単三乾電池(1.5 V)一本だけで水を酸素と水素ガスに電気化学的に分解することに成功した。

### 3. 全固体型アルカリ型燃料電池の開発

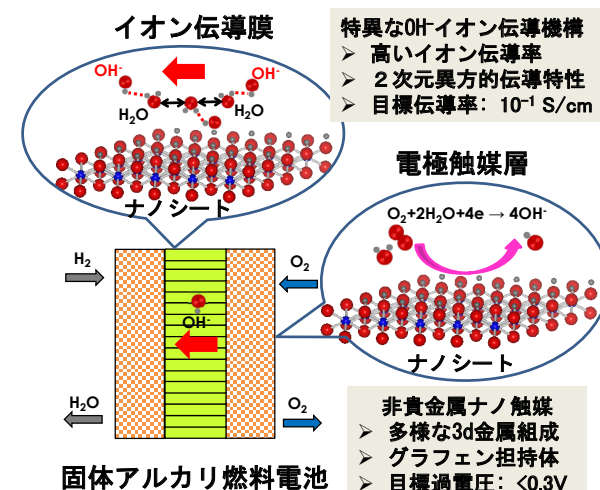
LDHナノシートをベースとしたイオン伝導膜及び電極触媒を用いた膜・電極集合体を作製し、効率的に電気を発生する全固体アルカリ燃料電池、及び水を効率的に電気分解する水電解装置の基盤技術の創出を推進している。

## ■ 関連情報等(特許関係、施設)

特願2016-25111 燃料電池および水電解装置

Single-layer nanosheets with exceptionally high and anisotropic hydroxyl ion conductivity, *Sci. Adv.* 2017, 3, e1602629.

A superlattice of alternately stacked Ni-Fe hydroxide nanosheets and graphene for efficient splitting of water, *ACS Nano* 2015, 9, 1977-1984.



代表発表者 馬 仁志(マ ルンジ)  
 所 属 国立研究開発法人物質・材料研究機構  
 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点  
 問合せ先 〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1  
 TEL: 029-860-4124 FAX: 029-860-4950  
 MA.Renzhi@nims.go.jp

■ キーワード: (1) 2次元ナノ材料  
 (2) 燃料電池  
 (3) 触媒

■ 共同研究者: 佐々木高義(ササキ タカヨシ)  
 国立研究開発法人物質・材料研究機構  
 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点