

課題番号 : F-19-NU-0005  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 超臨界流体中での Pt エアロゲルの合成と燃料電池電極触媒への応用  
Program Title (English) : Synthesis of Pt aerogel in super-critical fluid and its application to fuel cell electrocatalyst  
利用者名(日本語) : Y. Tan <sup>1)</sup>, 松井公佑 <sup>2)</sup>, 唯美津木 <sup>1, 2)</sup>  
Username (English) : Y. Tan <sup>1)</sup>, H. Matsui <sup>2)</sup>, M. Tada<sup>1, 2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 名古屋大学物質科学国際研究センター, 2) 名古屋大学大学院理学研究科  
Affiliation (English) : 1) Research Center for Materials Science, Nagoya Univ., 2) Graduate School of Science, Nagoya Univ.  
キーワード/Keyword : Pt エアロゲル、燃料電池、超臨界脱水、合成

### 1. 概要(Summary)

固体高分子形燃料電池 (PEFC) の電極には、カーボンに Pt ナノ粒子が担持された触媒が一般に用いられるが、PEFC の厳しい運転条件下ではカーボンの腐食が発生し、これにより Pt 触媒が脱離して触媒活性が低下してしまう。そこで本研究では、カーボンを含まない Pt ナノ粒子が珠々状に接続したエアロゲル骨格を合成し、この酸素還元反応 (ORR) 活性を評価することを目的とした。さらに、Pt 触媒の活性が向上することが知られているランタノイド元素を添加した新規 Pt エアロゲルを合成し、ORR 活性との関連を議論した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

3次元レーザ・リソグラフィシステム一式

#### 【実験方法】

H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> とランタノイド硝酸塩 M に対して水中で、NaBH<sub>4</sub> による還元を行い、数日静置することで、黒色の Pt-M ナノ粒子を得た。その後、アセトン中に分散させることで、Pt-M ナノ粒子の凝集体を得て、二酸化炭素中での超臨界脱水によって、Pt-M エアロゲルを得た。合成した材料は、回転ディスク電極による電気化学特性の評価、及び TEM や XAFS などによる構造解析を行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

合成した Pt-M エアロゲルを TEM により観察したところ、10 nm 以下に制御されたナノ粒子が 3 次元的に接続した構造体を得られており、さらにマイクロからナノに至る孔を多数有していることが確認された。調製した触媒は電極上に塗布し、回転ディスク電極により ORR 活性評価を実

施した。N<sub>2</sub>雰囲気下での CV 測定では、Pt 表面への水素、及び酸素の吸脱着に帰属されるピークが観察された。水素の吸脱着量から Pt 触媒の電気化学的有効表面積を算出したところ、導入するランタノイド種により値が異なり、ガドリニウムを頂点として原子番号に対して火山型の分布となることが明らかになった。O<sub>2</sub> 下の LSV 測定では、比質量活性において、ガドリニウムを頂点とする火山型分布が得られ、Pt と導入されたガドリニウム種との直接的な相互作用によって、ORR 活性が向上することが明らかになった。今後、各種キャラクタリゼーションを駆使し、触媒活性の向上に寄与する構造の同定を進めたい。

### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Y. Tan, H. Matsui, N. Ishiguro, T. Uruga, D. N. Nguyen, O. Sekizawa, T. Sakata, N. Maejima, K. Higashi, H. C. Dam, and M. Tada, *J. Phys. Chem. C*, 123, 18844-18853 (2019).

### 6. 関連特許(Patent)

なし。