

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) A	規則性メソポーラスシリカを駆使した燃料電池用高効率触媒の開発				
研究テーマ (欧文) A	Development of Highly Efficient Catalyst for Fuel Cells utilizing Ordered Mesoporous Silica				
研究氏 代表者	カナ CC	姓) イズミ	名) ヤスオ	研究期間 B	2007 ~ 2009 年
	漢字 CB	泉	康雄	報告年度 YR	2009 年
	ローマ字 C Z	Izumi	Yasuo	研究機関名	千葉大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	千葉大学 大学院理学研究科 准教授				
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)	<p>炭素に分散させた平均径 1.5~7 nm の白金粒子が報告されている。Pt ナノ粒子と C との電気的接触をナノレベルで制御した研究は無い。本研究では、均一径 Pt ナノ粒子を C マトリックス中に安定化形成させた。規則細孔 AI-MCM-41 中に生成した Pt ナノ粒子表面でアセチレンを触媒的分解して C マトリックスを形成し、Pt と C との接触を制御した。フッ酸処理により AI-MCM-41 を除去してレプリカ Pt-C を得た。Pt の含有率は 0.84 wt% だった。</p> <p>高分解能 TEM より、Pt ナノ粒子径は 1.2 nm だった。Pt の電子状態および炭素との電気的接触を調べるために、高エネルギー分解能 Pt L<sub>2</sub> 端 XANES を測定した。固体高分子電解質膜 Nafion にプレスしたレプリカ Pt-C についての、Pt Lβ<sub>1</sub> 発光ピークより 5 eV 低エネルギー側にチューンした XANES スペクトルでは、吸収端直後 13272.3 ~ 13273.3 eV のピーク強度が減少した。このスペクトルは、cubo-octahedral Pt<sub>38</sub> クラスタモデルとグラファイト層界面の Pt サイトについて <i>ab initio</i> 多重散乱計算により得た理論スペクトルによく類似した。その他、空気および水素ガス雰囲気下の試料いずれについても金属的 Pt サイトが観察された。</p> <p>レプリカ Pt-C 複合体を市販の 20 wt% Pt/Vulcan XC-72 と比較して PEFC のカソードとして用いた。Pt 重量当りの酸素還元反応活性は平均 Pt 粒径 1.2 nm の前者が平均 Pt 粒径 4.8 nm の後者の 12 倍だった。Pt 分散度を考慮すると、ターンオーバー数はそれぞれ 2.8 および 0.9 s<sup>-1</sup> となった。本手法によれば C マトリックス中に超高分散 Pt を安定化でき、両者の電気的接触は最大で、さらに通常ミクロンレベルの C も数 nm サイズであるため燃料 O<sub>2</sub> の拡散が速く、触媒性能が向上したと考えられる。</p>				
キーワード FA	燃料電池	白金	炭素	レプリカ	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 G B	Synthesis, Site Structure, and Catalysis in Fuel Cell of Replica Platinum-Carbon Composite formed inside the Ordered Mesoporous Aluminum-MCM-41							
	著者名 GA	Y. Izumi, T. Itoi, Y. Shibata, K. Oka	雑誌名 GC	Journal of the American Chemical Society に近日中に投稿（原稿を添付いたします）					
	ページ GF	～	発行年 GE					巻号 GD	
雑誌	論文標題 G B	MCM-41 からのレプリカ白金-炭素複合体の合成と Nafion/ガスとの界面の XAFS 評価							
	著者名 GA	岡 和輝, 柴田慶之, 糸井貴臣, 泉 康雄	雑誌名 GC	第 104 回触媒討論会 A 予稿集					
	ページ GF	印刷中～	発行年 GE	2	0	0	9	巻号 GD	
雑誌	論文標題 G B	State-selective monitoring of heterogeneity of gold and platinum nanoparticle catalytic sites related to fuel cells							
	著者名 GA	Y. Izumi, K. Oka, Y. Shibata, Y. Terada, H. Tanida, T. Uruga	雑誌名 GC	Program and Abstracts of 14th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure					
	ページ GF	288～288	発行年 GE	2	0	0	9	巻号 GD	
図書	著者名 HA								
	書名 HC								
	出版者 HB		発行年 HD					総ページ H	
図書	著者名 HA								
	書名 HC								
	出版者 HB		発行年 HD					総ページ H	

欧文概要 EZ

Platinum nanoparticles have been reported with mean size of between 1.5 and 7 nm supported on carbon. The contact between Pt nanoparticles and C has never been controlled nanoscopically. In this work, stable Pt nanoparticles with mean size of 1.2 nm were synthesized embedded on/in C matrix catalytically produced from acetylene over the Pt nanoparticles. The replica-Pt-C composite was synthesized inside the regular mesopores (2.7 nm) of Al-MCM-41 followed by removal of template. The contact between Pt nanoparticle and C was experimentally observed by Pt  $L\beta_1$ -selecting high energy-resolution Pt  $L_2$ -edge XANES spectra tuned to 11065.7 eV, at lower energy by 5 eV than the  $L\beta_1$  peak top for the replica-Pt-C pressed to electrolyte polymer (Nafion). The spectra were nicely reproduced in theoretical spectrum using *ab initio* multiple scattering calculations for the interface Pt site between cubo-octahedral  $Pt_{38}$  and graphite layers. Other Pt sites detected in state-selective Pt  $L_2$ -edge XANES were exclusively metallic for replica-Pt-C/Nafion either in air or in  $H_2$ . Thus-characterized replica-Pt-C composite was tested as cathode of  $H_2$ -air polymer electrolyte fuel cell in comparison to commercial 20 wt% Pt/Vulcan XC-72 as cathode. The mass specific activity for replica-Pt-C composite (mean Pt size 1.2 nm) was 12 times greater than that for commercial 20 wt% Pt/Vulcan XC-72 (mean Pt size 4.8 nm). Taking the dispersion of Pt atoms into account, the turnover numbers were 2.8 and 0.9  $s^{-1}$ , respectively. Major reasons of this improvement were higher Pt dispersion stabilized on/in C matrix, effective contact of Pt with C, and quicker diffusion of fuel  $O_2$  in exclusively a few nm size of replica-Pt-C cathode.