

4P084

金属を担持したグラフェン壁を持つ多孔質炭素ナノ樹状体の電気化学的特性

(総研大・分子研^{*})

○沼尾 茂悟^{*}, 十代 健^{*}, 西條 純一^{*}, 西 信之^{*}

【序】

我々は、銀イオンの自己組織化反応を利用して合成する樹状体銀アセチリドの爆発的連鎖反応から多孔質炭素ナノ樹状体 (Mesoporous Carbon Nano Dendrite : MCND)の合成を行なっている[1]。このMCNDは樹状構造を持つため非常に低密度な構造を有する。また、MCNDは多孔質構造を持ち市販の活性炭と同程度以上の非常に大きな表面積を実現している[Fig.1(a)(b)]。更に、MCNDは微視的には1層から数層のグラフェンシートで構成されているため化学的に安定であると共に、良好な電気伝導性を示す。このような特徴的な構造をもつMCNDには、化学薬品の製造、二次電池や燃料電池の電極等に幅広く利用されているナノ粒子やクラスター等の触媒金属担持母材としての優れた性能が期待出来る。MCNDの樹状構造に由来する大きな外部表面と多数存在するメソ細孔(2-50 nmの直径をもつ細孔)にはナノ粒子を担持する事ができ、低密度な構造であるため気液の流動性が良く、担持されたナノ粒子を効率よく機能させる反応の場として最適だと考えている[Fig.1(c)]。本研究では、MCND上に触媒金属として最も一般的な白金ナノ粒子の担持を行い、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いた分析、X線回折(XRD)、熱重量分析(TGA)を利用して白金担持MCNDの構造評価を行ない、サイクリックボルタンメトリー(CV)測定から担持母材としての性能評価を行った。

[1]S.Numao, K.Judai, J.Nishijo, K.Mizuuchi, N.Nishi, *Carbon*, **47**, 306-312 (2009)

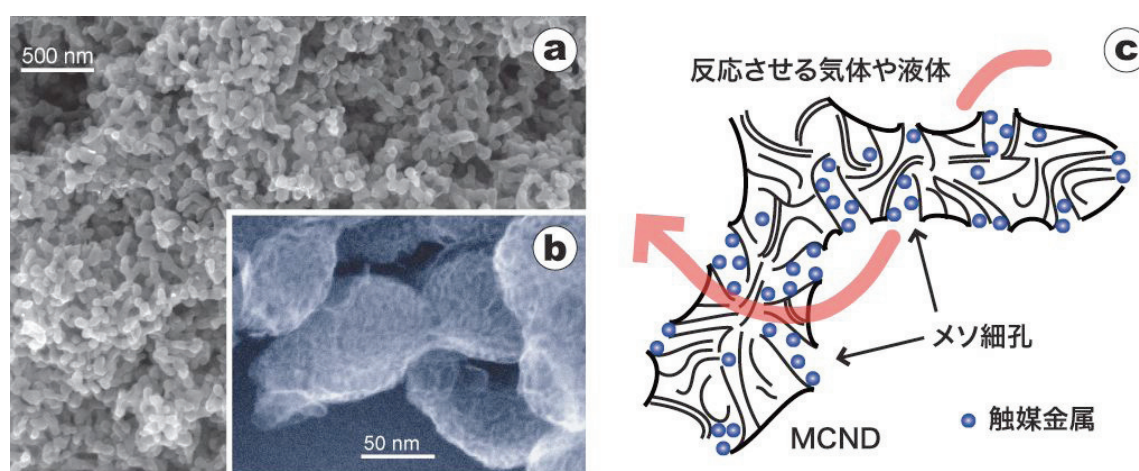


Fig.1 (a)低倍のSEM像からは均一な樹状構造で構成されている事がわかる。(b)高倍率SEM像はMCND表面の多孔質構造を示している。(c)MCND表面のメソ細孔を触媒金属等の担持サイトとして使用し、非常に低密度な樹状構造の隙間に反応させたい気体や液体を流す事でMCNDを非常に効率の良い反応の場として利用する。

【白金担持MCND】

燃料電池用電極材料には白金を担持した炭素材料が利用されている。炭素材料は非常に軽く、化学的に安定であり、Graphiticな構造であれば良好な電気電導性を示す為、電極への使用を目的とした金属担持母材として最適である。そのため母材となる炭素材料には金属粒子の担持サイトとして働く細孔を多く持つ活性炭や、良好な電気電導性を示すカーボンナノチューブなど多くの種類の炭素材料が検討されている。我々はMCNDの樹状構造と多孔質構造、良好な電気電導性がこの様な利用に最適であると考えている。

MCND上への白金担持には塩化白金酸の水素ガス還元を利用した。最初に塩化白金酸をイオン交換水に溶解し、この溶液の中にMCNDを投入する。続いて、超音波分散器で攪拌しながら3時間加熱する事で、塩化白金酸水溶液をMCNDの細孔内に均一に浸透させた。余剰な溶液を濾過により取り除いた後、水素ガスを流した(50 sccm)石英管中500 °Cで熱処理する事で白金が担持されたMCNDを用意した。TEM像はMCND上に2-5 nm程度の白金ナノ粒子が均一に分散されている事を示している[Fig.2(a)]。また、XRDを使用して求めた平均粒子径もTEM観察の結果と一致している。白金担持MCNDの電極としての性能評価は、CVを利用して行ない、担持した白金上への水素吸着電荷量から白金活性表面積を見積もり検討した[Fig.2(b)]。また、MCNDに近い比表面積を持つ活性炭(Kuraray YP-17)上に同様の方法で白金を担持して比較の対象とした。結果、YP-17上に担持した白金の活性表面積が50.3 m²/gであったのに対し、MCND上の白金活性表面積は62.1 m²/gであり、MCNDを担持母材として使用して同量の白金を担持した場合、有効に使用出来る白金の割合が増加する事がわかった。現在、白金の粒子径や担持量を調整し更なる性能の向上を検討している。

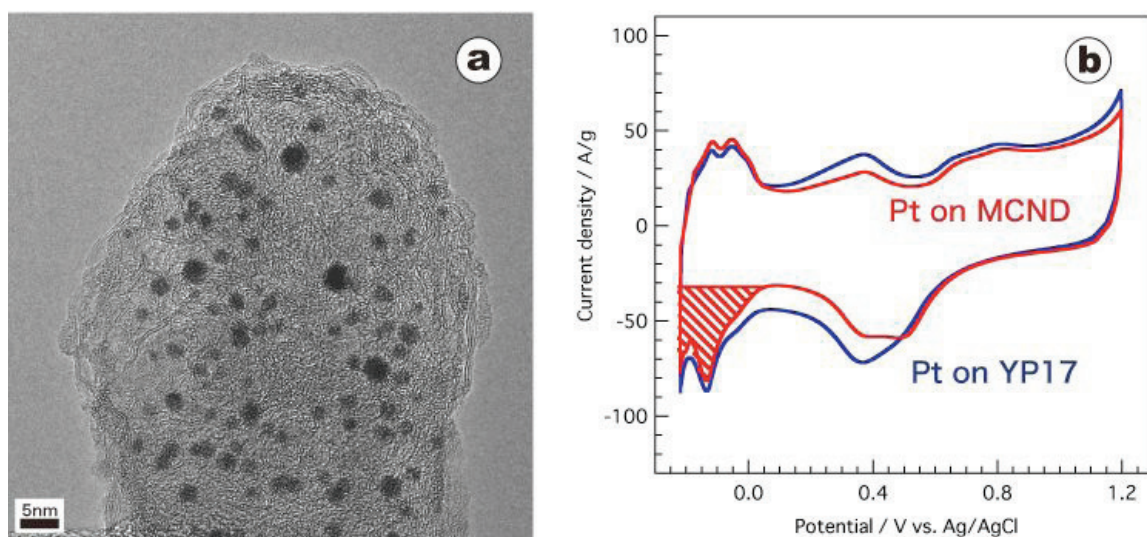


Fig.2 (a)白金を担持した MCND の TEM 像からは 2-5nm 程度の白金ナノ粒子の担持が観察出来る。(b)白金を担持した MCND(赤線)と YP-17(青線)の CV カーブ。赤色の斜線部分の面積が MCND 上の白金への水素吸着電荷量に対応し、白金活性表面積を求める事ができる。YP-17 上の白金活性表面積も同様に求めた。