

Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

1. 金属ナノ粒子触媒を多孔性配位高分子に固定化 —— 二溶媒法で実現 ——

産業技術総合研究所は、親水性溶媒と疎水性溶媒を併用する二溶媒法という新しい手法を用いることで、超微細な金属ナノ粒子の触媒を多孔性配位高分子の外表面に凝集することなく細孔内に均一に固定化することに成功した。

これまでも多孔性配位高分子へ金属ナノ粒子を固定化するため、様々な方法が試みられてきたが、触媒になる金属粒子が配位高分子の外表面に凝集して大きくなり、触媒反応に活性を示す有効な金属の表面積が小さくなることから、触媒活性を上げることができない等の問題が生じ、高活性で高耐久性のある触媒を実現するため、多孔性配位高分子の外表面に凝集することなく、ナノ細孔内への金属ナノ粒子を固定化する新しい方法の開発が望まれていた。

この研究では、代表的な多孔性配位高分子の一つであり、内径 2.9nm と 3.4nm の親水性の空洞を持ち、空洞間の直径 1.2nm と 1.6nm の窓によってつながっているクロムの配位高分子 $\text{Cr}_3\text{F}(\text{H}_2\text{O})_2\text{O}[\text{O}_2\text{C}]\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO}_2)_3$ を金属ナノ粒子の固定化材料として用いた。多孔性配位高分子を疎水性溶媒(ヘキサン)に分散させ、さらに触媒の前駆体である塩化白金酸(H_2PtCl_6)水溶液(親水性溶媒)を多孔性配位高分子におけるナノ細孔容積全体よりも少ない量で加えることにより、白金をナノ細孔内に完全に取り込んでいる。こうして合成した試料は、透過型電子顕微鏡観察によって、白金ナノ粒子が多孔性配位高分子の外表面に凝集することなく完全に細孔内に固定化することを確認し、またこの白金ナノ粒子が幅の狭い粒径分布(平均粒径は 1.9nm)を有することがわかった。

(NH_3BH_3)からの水素発生反応において、今回開発した技術を用いて作製した金属ナノ粒子触媒の活性・耐久性は大幅に向上し、水素エネルギー社会実現への寄与が期待されると共に、金属ナノ粒子の新しい合成法としても、太陽光エネルギー変換など広範な分野への応

用が期待される。

(化学工業時報 2012.12.05 より)

2. 高活性の金ナノ粒子触媒を開発 —— MINS 酵素の機能を模倣 ——

物質・材料研究機構(NIMS)は、酵素の物質取り込み機能を模倣した高活性の金ナノ粒子触媒を開発した。

研究グループでは、直径 10nm の金ナノ粒子を有機分子(アルカンチオール分子)で表面修飾した構造を用いることで金属酵素を模倣したモデル触媒構造を作製した。金ナノ粒子を使った人工金属酵素触媒は、 1cm^2 の基板上に金ナノ粒子 1 兆個を 2 次元的に固定(不均一触媒構造)した。粒子を並べる手法として有機分子(アルカンチオール分子)で表面修飾した金ナノ粒子同士が自己組織化する現象を基盤技術として利用し、有機分子の分子間力によりナノ粒子間の距離は一定になる。また、基板表面を粒子と結合できる有機分子(アルカンジチオール分子)で修飾すると基板表面とナノ粒子との間を化学結合で固定化できる。

具体的には、シラン分子とアルコール分子からシラノール分子を生成する反応が新型触媒により加速することを実証した。新型触媒はタンパク質と同様に反応物質の長さやサイズを認識する機能を持ち、触媒表面のアルカンチオールとほぼ同じ長さの反応物質が最も高い活性を示す。一般的に酵素と同様の触媒活性の温度依存性が観測されたことから、アルカンチオール自己組織化単層膜がタンパク質と同様のソフトな分子界面として機能していることを確認した。

今回の成果は、金属ナノ粒子を使って金属酵素触媒の基質取り込み機能を模倣することに初めて成功したもので、取り扱い容易な基板上に固定して用いる不均一触媒であるため、貴金属を浪費しないものとなっている。

(化学工業時報 2012.11.15 より)