

金ナノ粒子と湿潤ゲルの自発複合化

当研究部門では、表面保護した金ナノ粒子（直径約 2.5nm）とメソポーラス（細孔径 2-50nm）シリカウエットゲル（溶媒分子が細孔を満たしている湿潤ゲル）が、有機溶媒中で自発的に複合化することを見出した。さらに、得られた複合体は超臨界状態（気体と液体の両方の性質を併せ持つ状態）の溶媒から乾燥することにより、エアロゲル（メソ細孔を有する乾燥多孔体）化することも分った。

具体的には、ドデカンチオールで保護した金ナノ粒子のトルエン溶液に、シリカウエットゲルを浸漬すると、金ナノ粒子がシリカ骨格に吸着し複合体が生成する。写真(a)は浸漬直後、写真(b)は5時間後、写真(c)は57時間後の様子である。最初、透明なゲルに金ナノ粒子が吸着されることにより、溶液の色（金ナノ粒子の色）が薄くなり最終的には溶液の方が透明になる。用いる溶媒や手順を変えることにより、粒子を均一に分散させることも、周辺部分に偏在させることも可能である。このようにして生成した複合体を、超臨界状態の二酸化炭素を使って乾燥することによりエアロゲル化できることも分った（写真(d)）。また、複合化および乾燥の過程でナノ粒子のサイズが変化しないことも確かめられた。ナノ粒子ではサイズにより物性が変化することが知られているが、本方式ではあらかじめ作製したナノ粒子のサイズが複合化および乾燥の過程で

変化しないことは、粒子サイズの制御に有利である。

シリカは透明な材料であり、金ナノ粒子の持つ非線形光学特性（吸収係数や屈折率が光の強度に依存して変化する性質）を損なうことがないので、超高速光スイッチなどの素子への応用に適している。また、金属ナノ粒子は高い化学反応性を有することが期待できる。エアロゲルは非常に大きな細孔を持ち、ガス分子は複合体の内部まで侵入できる。それゆえ、担体表面にのみ分散させる従来の担持触媒材料に比べて、効率の良い担持触媒材料となりうると期待される。

従来、乾燥ゲルの中で金属ナノ粒子を作製したり、ゲル化の直前でナノ粒子を添加する方法が提案されていたが、それぞれ粒径が制御しにくい、あるいは、粒子添加によりゲルの構造が影響を受けるなどの問題があった。本方法では、ナノ粒子の作製と複合体の作製、乾燥過程が別個に行われるので、粒子のサイズやゲルの構造を制御しやすいという利点がある。触媒材料として用いるためには、保護材の除去が必要になるが、加熱などにより除去できることが分かっている。

現在、セラミックス研究部門、生活環境系特別研究体、名古屋大学工学部と共同で作製した複合材料の化学反応性や、非線形光学特性の評価を進めている。

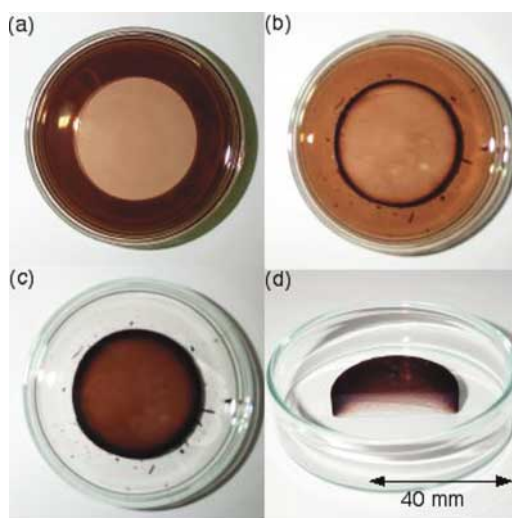


写真 (a)-(c) 金ナノ粒子のシリカウエットゲルへの吸着状態の経時変化
 (a): 浸漬直後、(b): 浸漬5時間後、(c): 浸漬57時間後
 (d) 金ナノ粒子/シリカエアロゲル複合体

関連情報

● Y. Tai et al., Adv. Mater. 13, 1611-1613 (2001).



たい ゆたか
 多井 豊
 tai.y@aist.go.jp
 基礎素材研究部門