

超音波化学反応を利用したポリマー粒子の金属ナノ粒子コーティング

(信州大工) 酒井俊郎

【序】液体に超音波を照射すると液体中に微小な空洞(キャビティ)が形成され、その空洞が崩壊する際に生じる高温・高圧場(ホットスポット)がユニークな化学反応(超音波化学反応)を引き起こすことが知られている。我々は、水への超音波照射により生成される水素ラジカル($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}\cdot + \cdot\text{OH}$)を金属イオンの還元種として使用して、金属ナノ粒子の合成(例えば、 $[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{H}\cdot \rightarrow \text{Au}^0 + 4\text{Cl}^- + 3\text{H}^+$)を検討してきた[Sakai et al., *Colloids Surf. A*, 2009]。本研究では、超音波化学反応を利用してポリマー粒子上で金属イオンを還元、金属ナノ粒子を析出・担持させる金属ナノ粒子コーティング(Fig. 1)を検討した。

【実験】塩化金酸(HAuCl_4)水溶液、あるいは塩化パラジウム(II)ナトリウム($\text{Na}_2[\text{PdCl}_4]$)水溶液にポリマー粒子(核粒子)を分散させた後、高周波数(950 kHz)超音波を 20 °C で 8 分間照射することにより、ポリマー粒子上への Au ナノ粒子、Pd ナノ粒子のコーティングを検討した。核粒子として、ポリスチレン(PS)粒子(2, 5, 10 μm 径)、アクリル(Ac)粒子(6 μm 径)を使用した。

【結果・考察】0.1 mM 塩化金酸水溶液中に PS 粒子を分散させて、20 °C で 8 分間超音波照射を行ったところ、PS 粒子上には Au ナノ粒子はほとんど担持されないことが分かった。一方で、Ac 粒子を核粒子として使用した場合、10-20 nm 径の Au ナノ粒子が核粒子表面に均一に担持されることが分かった。0.1 mM 塩化パラジウム(II)ナトリウム水溶液で同様の処理を行ったところ、PS 粒子上には Pd ナノ粒子はほとんど担持されず、Ac 粒子上には Pd ナノ粒子が担持された。Ac 粒子上では約 20 nm 径の Pd ナノ粒子が 50~150 nm 径の凝集体を形成し、島状に担持されることが分かった。さらに、塩化金酸濃度を増加させた場合、Ac 粒子上の Au ナノ粒子はサイズが増大することが明らかとなった。塩化パラジウム(II)ナトリウム濃度を増加させた場合は、Ac 粒子上の Pd ナノ粒子の凝集体の被覆率が增大することが分かった。特に、塩化パラジウム(II)ナトリウム濃度が 2.0 mM のとき、Pd ナノ粒子の凝集体が Ac 粒子表面を完全に被覆して、平滑な Pd ナノ粒子被膜を形成することが明らかとなった。

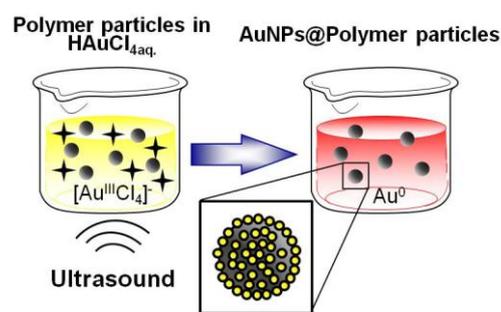


Fig. 1 Schematic illustration on gold nanoparticle (AuNP) coating on polymer particles in aqueous media by ultrasonication.

Sonochemical Coating of Metal Nanoparticles on Polymer Beads in Aqueous Media

T. SAKAI (Shinshu Univ., tsakai@shinshu-u.ac.jp)

Gold nanoparticles (AuNPs) with diameter of 10-20 nm were homogeneously deposited onto micron-sized acrylic (Ac) particles through the sonochemical reduction of tetrachloride gold(III) ($[\text{AuCl}_4]^-$) in an aqueous solution in the absence of any added reductants, stabilizers and binders such as alkylthiols. Also aggregates (with diameter in the range 50-150 nm) of palladium nanoparticles (PdNPs) (with diameter of ~20 nm) were deposited onto the micron-sized Ac particles through the sonochemical reduction of $[\text{PdCl}_4]^{2-}$ in an aqueous solution. The AuNPs deposited on the Ac particles became larger with increase in the initial concentration of $[\text{AuCl}_4]^-$ in aqueous solutions. In the case of PdNPs, the coverage of PdNP aggregates deposited on Ac particles increased with increase in the initial concentration of $[\text{PdCl}_4]^{2-}$ in aqueous solutions.