

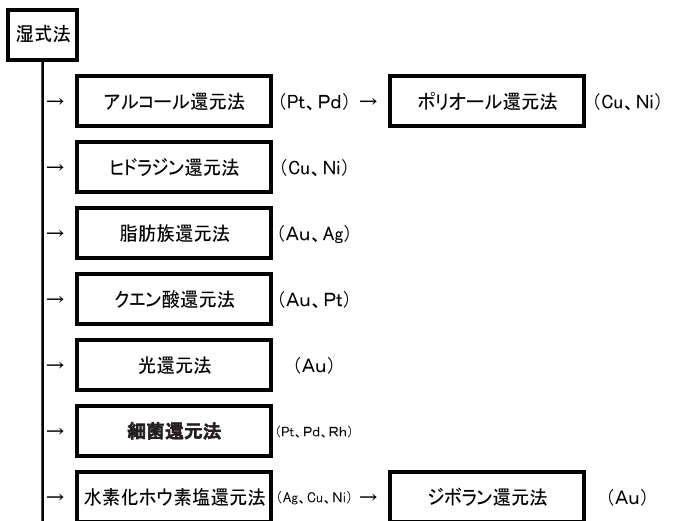
金属ナノ粒子とは何なの？ ～その作製と利用～

金属ナノ粒子とは？

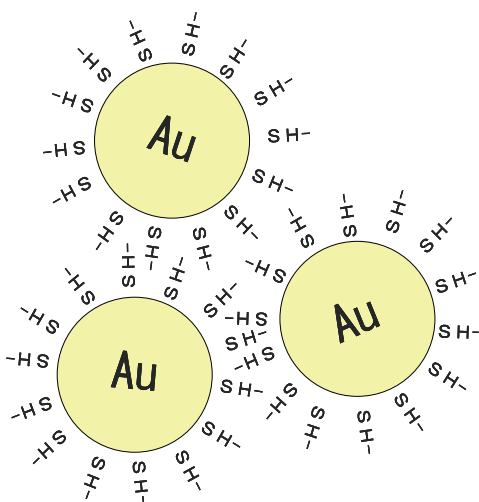
金属ナノ粒子とは、言葉のとおり粒径数十nm以下の金属の粒です。この金属の粒が、近年注目を集めています。何故か？金属はナノ粒子になると、バルク体でない特異な性質を示します。その典型例が、表面プラズモン共鳴です。プラズモンとは、自由電子が集団振動している状態を言います。金属がナノ粒子になると、この集団振動が金属粒子表面に顕著に見えてきます。そしてこの振動波が光の波と共鳴すると鮮やかな色調が現れます。金ナノ粒子は赤色。銀ナノ粒子は黄色。この現象は昔から知られていました。ステンドグラスや高級ガラス食器に用いられた「金赤ガラス」や「銀黄ガラス」がそれです。しかしその現象が金属ナノ粒子によるものと分かったのは、近年のナノテクノロジーの発展以降です。そこから「金属ナノ粒子とは何なの？」、という注目を集めるようになりました。

金属ナノ粒子をつくる

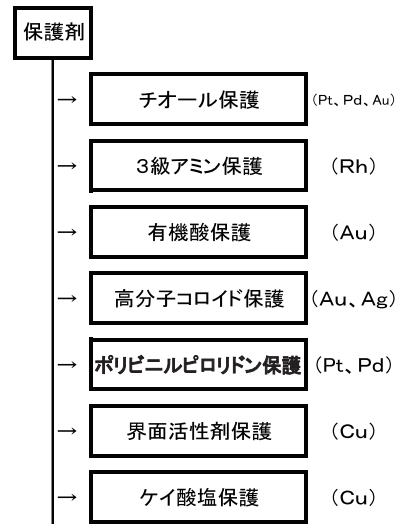
金属ナノ粒子は、金属バルク体を粉砕するか、化学反応で粒子を生成するか、いずれかの方法で作られます。ナノ粒子の製造で重要ファクターは、粒径制御です。バルク体の粉砕は、この制御が難しいことから、制御が容易な化学反応が利用されます。またその化学反応には、乾式法と湿式法があります。乾式法は、不活性ガスまたは真空中で金属を加熱気化させるか、スパッタするかして、金属原子の凝集体を得る方法です。湿式法は、液中で金属塩を還元するか、金属錯体を熱分解して粒子を得る方法です。製法の手軽さから、研究室でよく検討されるのは、液中で金属塩を還元する湿式法です。



金属ナノ粒子を制御する



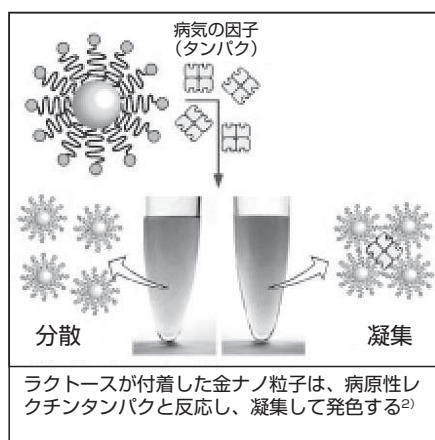
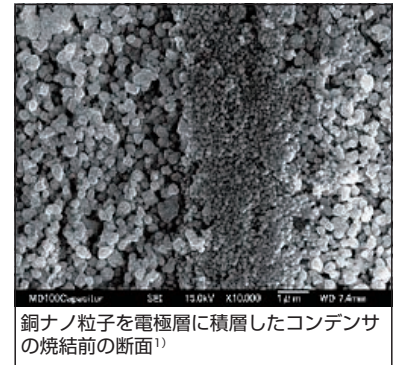
金属ナノ粒子は、金属塩の還元で簡単につくられます。しかしこのままではすぐにバルク体に戻ります。ナノ粒子が凝集することなく、安定に分散状態を保つための環境を整える必要があります。この環境を作り出すために加えるのが保護剤です。保護剤はナノ粒子またはその小さな集合体の表面に吸着・配位し、粒子が大きな集合体に凝集するのを防ぐ働きをします。またこの保護剤を調整することで、粒子の大きさや形、結晶面を制御することができます。



金属ナノ粒子を何に利用する

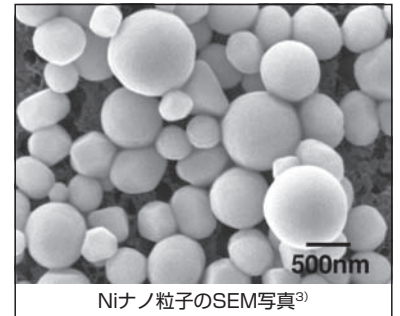
金属ナノ粒子は、希少金属の使用量減量や代替えを目的として利用されます。**白金ナノ粒子**の利用は、触媒として使用する白金の減量が目的です。現状は、白金を炭素粒子に担持しています。炭素粒子を使用せずに直接高分子電解質にナノ粒子を塗布すると、使用量も減り、触媒活性は逆に著しく向上します。また白金ナノ粒子と芳香族系導電性高分子のハイブリッ

ド化で、低温排熱を利用した熱電変換材料の効率が著しく向上します。**銀ナノ粒子**は融点が低いため、低温で分解する保護剤を使用して、低温焼結性を高めることで、インクジェット法による微細配線描画が可能になります。ナノ化して使用量を減らすことでコストが下がり、配線材料としての応用の可能性がでてきます。しかし銀の場合は、マイグレーションの問題が残ります。また銀ナノ粒子は、抗菌性があります。銀ナノ粒子をアルミナシリカ粒子に付着させ、カチオン性高分子と共に雑菌増殖部位に塗ると、効果的な抗菌作用を示します。近年は、銀ナノ粒子をマスクや高分子ナノファイバーに付着させ、その抗菌性を検討する研究が進められており、既に製品として販売されているものもあります。**銅ナノ粒子**は、積層コンデンサの内部電極材料としての利用が期待されています。現在の内部電極材料の主流は、ニッケルです。しかしニッケルは発ガン性が懸念されており、代替えが注目されています。銅ナノ粒子は、低毒性、非磁性、低融点で更に安価であることから、代替元素として最有力候補です。



また金属ナノ粒子は、バルク体でない特異な性質が利用されます。**金ナノ粒子**は可視光領域の光にプラズモン共鳴します。化学的にも安定で褪色しないことから、光デバイスへの利用が検討されています。分子認識部位を金ナノ粒子表面に付着させることで、分子凝集反応を色の变化で捉えることができます。インフルエンザウイルスのチェックや特定タンパク質を検出するセンサーとして利用できます。**酸化鉄等の磁性ナノ粒子**は、分離回収・精製の面から非常に魅力的な物質です。しかし一般に、ナノ粒子は溶媒分散中に磁性が低下します。そこで磁性ナノ粒子に熱で凝集性を変える高分子を付着させ、加熱(または冷却)により粒子を若干凝集させ、磁性を強めた粒子集合体をつくります。この集合体を磁気で回収することで、分離精製が実現されます。応用としては、夾雑物の多い水溶液から目的タンパク質を選択的に回収する場合に最

適です。**ニッケルナノ粒子**は、積層コンデンサの内部電極材料として利用されています。粒径は数百nmが主流です。しかし今後は製品の小型・薄膜化に伴い、更に微小な粒径が要求されています。また高分子にニッケルナノ粒子を分散させた複合材料は、トンネル磁気抵抗効果などの様々な磁性特性を示すことから、新しい磁気デバイスへの応用が注目されています。



最後に

今回は、金属ナノ粒子の製法として湿式法を概説しました。しかしニッケルナノ粒子のように、既に気相法での工業生産が行われている粒子もあります。金属ナノ粒子の利用は、触媒として使用する希少金属の減量を目的に始まりましたが、ナノサイズにすることで発現する新たな機能が、従来製品の高機能化に繋がることが分かり、飛躍的に発展しました。今回はその一部を紹介しました。地球環境に優しい技術開発が叫ばれる中で、金属ナノ粒子の応用技術は有効な資源エネルギー節約技術のひとつであると同時に、近年の傾向である「コンパクトで高機能化」にマッチした先端技術でもあります。その発展は、地球の未来を変えます。「金属ナノ粒子とは何なの?」から、「金属ナノ粒子が地球を救うかも?」と言われるようになると思います。

参考資料

- 1) 東京大学大学院理学系研究科理学部, プレスリリース, 2007年, (2007 /6 /8)
- 2) コンサルタンツ北海道, p6-9, 第111号, (January 2007)
- 3) フジクラ技報, p64-67, 第107号, (2004年10月)

【お問い合わせ先】

京都府中小企業技術センター
 応用技術課 表面・微細加工担当

TEL:075-315-8634 FAX:075-315-9497
 E-mail:ouyou@mtc.pref.kyoto.lg.jp