

安定な金属ナノ粒子のコロイド化学・分散とその調製

Stable Metal Nanoparticles-Preparation and Dispersion from the Point of View of Colloid Chemistry

米澤 徹

キーワード：ナノ粒子、分散、コロイド化学、保護剤

Keywords : Nanoparticles, Dispersion, Colloid Chemistry, Stabilizer

1. はじめに

本総説では、最近研究が盛んな金属ナノ粒子の合成法のうち、安定な金属ナノ粒子分散液の調製法に着目してその化学について触れたい。ページ数の関係もあり、参考文献をできるだけ入れたので、科学的な詳しい議論やノウハウはそれぞれの参考文献を参照いただき、ここではそのエッセンスにのみ触れることにしたい。

金属ナノ粒子、特に液体中に分散している金属ナノ粒子のシステムは、決して新しい分野ではなく古くからのコロイド化学の大きなテーマの一つである^{1,2)}。Faradayの安定な金ゾル³⁾からはじまり、コロイド均一系触媒⁴⁻⁶⁾、プラズモン吸収を示すナノ粒子⁷⁻¹⁰⁾、導電インク・ペースト¹¹⁻¹³⁾の製造などへと展開されている。導電インク・ペーストは、濃厚コロイド分散系という非常に興味深いテーマに強くリンクしている。

こうしたナノ粒子を分散させるために、いわゆる保護コロイドが用いられる。保護コロイドとは疎水コロイドに加える親水コロイドのことで、後者が前者を包み込んで、全体として親水コロイドの性質をもつようになり、水中などで

安定に存在することが可能となる。金属の場合は油とも直接的に親和性がない場合が多いので、油の中でも保護コロイドを用いて分散させることになる。一般的な保護コロイドは、墨汁に加えるにかわ（膠）、インクに加えるアラビアゴムなどがそれにあたる。墨汁でいう炭素粉を金属ナノ粒子に置き換え、にかわを保護剤に置き換えると金属ナノ粒子分散液となるわけである。つまり、安定な金属ナノ粒子の合成には、有機保護剤を合成時に共存させていることが重要である。この点についてやや詳細に述べることにしよう。

2. 金属ナノ粒子の合成

金属ナノ粒子の合成法には2つあり、化学法（凝集法）と物理法（粉碎法）である（図1）¹⁴⁾。化学法は、還元や分解、蒸発によって原子もしくはその集合体であるクラスターを生成させ、それらの凝集を制御してナノ粒子を作る方法である。一方、物理法は、バルク金属を粉碎してナノ化する方法である。一般的に、金属ナノ粒子の合成には化学法が用いられている。よく使われる化学還元法、熱分解法、ガス中蒸発法、スパッタリング法などは化学法に分類される。この化学法は、液相法と気相法（真空法）の2つに大分される。液相法は、液体中で原子を発生させる。これには、化学還元法と熱分解法、