

ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面

大項目	2. 微粒子分散系
中項目	2-2. 微粒子・ナノ粒子
小項目	2-2-1. 金属ナノ粒子—調製と構造

概要（200字以内）	
<p>金属コロイドに始まる永い歴史を持ち、ナノテクノロジーを支える基礎素材として注目されている。現在、大きさ（サイズ）の制御がいくつかの金属ナノ粒子で可能になった段階で、これらについてはさらに形状、および構造の制御の実現が期待される。ナノ粒子自身でさえもまだ安定に調製されていない金属や合金もある。応用分野は広く、設計された構造の触媒の調製、検査薬やDDSへの展開、高密度磁気記録への応用などが期待されている。</p>	<p>(a) 球, ロッド, 正四面体, 正方体</p> <p>(b) コア・シェル, 半球合体, 層状, クラスター-複合体, 固溶体</p> <p>図 1. (a)いろいろな形状の金属ナノ粒子、および (b)いろいろな構造の二元金属ナノ粒子 (断面図)</p>
背景	
<p>金属ナノ粒子の歴史は古い。ガラスや陶磁器の着色に金ナノ粒子が使われており、学術的にも 1857 年に Faraday が金ナノ粒子の分散液の調製を報告している。近年ナノサイエンス・ナノテクノロジーの台頭と共に、最も簡単に確実に調製できる基礎素材としての金属ナノ粒子が注目されるようになった。</p>	
現状（研究最前線・課題）	
<p>金属ナノ粒子の調製法は物理的方法と化学的方法に分類できる。その目標は、均一な大きさ（単分散）、形状、および構造の物を、大量に簡単にかつ安価に調製することである。（単分散とは相対標準偏差が 10%以内をいう。）物理的方法には、機械的粉碎（遊星ボールミルなど）、蒸発（真空、気相）、レーザーアブレーション、噴霧（アトマイズ法）などがある。化学的方法には、化学還元と熱分解がある。還元には還元剤（アルコール類、ヒドラジン、水素、ヒドリド、クエン酸、アスコルビン酸など）を用いる方法と、電磁波（γ線、X線、紫外光、可視光、赤外線、マイクロ波、電波、超音波）を用いる方法がある。熱分解法は、金属塩または金属錯体を熱分解するものである。還元と分解が同時に起こっていると考えられるものに高温で高級アルコールを用いるポリオール法や電磁波を用いる合成がある。</p> <p>金属ナノ粒子調製の最近の目標は、形状の制御と多元金属系での構造の制御である。形状制御では、ナノロッドやナノワイヤーのアスペクト比を制御した合成は相当進んできたが、図</p>	

1(a)に示すような、さらに複雑な構造制御については、まだその要因の理解さえ十分でない。多元系では、二元金属ナノ粒子での構造制御が盛んに研究され、図1(b)に示すような構造のものが知られ、例えばコア・シェル構造については一段階（同時）法と二段階法を用いて、相当制御できるようになってきた。その他についても、目的機能にあわせた調製方法が開発されつつある。

形状および構造の制御には、金属の配位子として金属ナノ粒子を保護安定化させる保護安定化剤が重要である。例えば、触媒としては表面に空配位座が必要なので、強く結合する配位子は好まれず、弱く多点で配位する高分子がよい。大きさ、形状の制御にも金属の種類に応じて目的に合った配位子が用いられる。

引用文献

- ① 川口春馬 監修, 「微粒子の粉黛の作製と応用」, シー・エム・シー出版, 2000年.
- ② 米澤 徹 監修, 「金属ナノ粒子の合成・調製, コントロール技術と応用展開」, 技術情報協会, 2004年.
- ③ B. Corain, G. Schmid, N. Toshima, Eds, “Metal Nanoclusters in Catalysis and Materials Science: the Issue of Size-Control.” Elsevier, 2007年.

将来予測

近い将来、金属ナノ粒子の大きさ、構造、および形状の制御技術は、相当の進展を見、目的に合せた金属ナノ粒子を化学的手法で合成することも可能になろう。応用面では、触媒、バイオ関連（検査試薬、DDS、健康食品）、超高密度記録、磁気材料を中心に進展が見られるとともに、新たな応用展開も予想される。このとき金属ナノ粒子の周りを取り巻く配位子の機能が重要となると予想され、この視点からハイブリッド金属ナノ粒子が注目される。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
- ①サイズ、形状、あるいは構造の制御の実現
- ②触媒設計に合せた金属ナノ粒子の合成
- ③高密度磁気記録材料の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
- ①サイズ、形状、および構造を三者揃えて同時に制御することが可能になる
- ②自存な DDS (Drug Delivery System) の構築
- ③IT (Information Technology) 産業のための素材の提供

キーワード

二元金属ナノ粒子、単分散ナノ粒子、触媒、形状制御、ハイブリッド金属ナノ粒子

(執筆者：戸嶋直樹)