



# 金属および酸化物超微粒子の 特性とその応用

石原産業株式会社 開発企画研究本部  
商品開発部 機能材料開発グループ  
友成雅則, 井田清信, 永森 智

## 1. はじめに

金属や金属酸化物などの無機系微粒子は、その粒子サイズをナノメートルのオーダーにまで微細化すると、バルクの物性とは大きく異なった性質を示すようになる。例えば、粒子径が数十 nm 程度乃至それ以下のサイズになると、金属酸化物、カルコゲナイドなどの化合物半導体では、バンドギャップの拡大に伴う吸収光の短波長化（ブルーシフト）が生じ、さらに微細になると、これらが持つバンド構造が連続的なものから離散的な構造へと変化する（量子サイズ効果<sup>1)</sup>）。また金属では、プラズモン吸収<sup>2)</sup>や、触媒活性作用の増大や選択性の向上<sup>3)</sup>、融点の降下<sup>4)</sup>などの特異な性質が現れる。このような特性から、粉体や粒子などを扱う分野では 100nm を粒子サイズの変曲点と位置付け、これ以下のものを超微粒子、若しくは、ほぼ同義でナノ粒子と呼んでいる。

筆者らは、白色顔料として古くから工業的に製造・利用されている酸化チタンの合成技術を礎に、種々の超微粒子の製造開発を行い、商品化している。本稿では、金属および酸化物超微粒子の分散・凝集の制御技術や合成法について概観するとともに、液相法で合成した超微粒子の例として、酸化チタンや酸化錫などの金属酸化物系超微粒子や、銀、銅などの金属ナノ粒子について、その特性と応用について紹介させて頂くこととする。

## 2. 超微粒子酸化チタンの製法と特性およびその応用

酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) は、屈折率が高い、化学的に安定である、安全性が高いなど、多くの特徴を有している為、白色顔料として幅広く使用されている。この白色顔料用酸化チタンは可視光の散乱が最大になるように、その一次粒子径は一般的に  $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$  に設計されている<sup>5)</sup>。一方、一次粒子径を  $0.01\mu\text{m}$  以下と非常に小さくした超微粒子酸化チタンは、顔料用酸化チタンには見られない特徴のある物性を示すようになり、日焼け止め化粧料、紫外線カットの塗料・インキ・プラスチック・繊維、自動車メタリック塗料、シリコンゴム、トナー外添剤などの分野で広く用いられている。

### 2-1 製造方法

超微粒子酸化チタンは、気相法又は液相法によって製造される。図 1 に主な製造方法を示す。超微粒子を形成・維持するには、反応温度・濃度などの製造条件が極めて重要な要素となっている。

図 2(a)は、チタン塩の中和加水分解によって製造された粒子の透過型電子顕微鏡 (TEM) 写真である。本製造方法では焼成条件を調整することで、粒子サイズをコントロールすることができ、用途に応じた設計が可能である。一方、図 2(b)は、チタン酸ナトリウムの中和によって製造された粒子の TEM 写真である。この製法では特殊な加水分解を行うことによって、粒子形状を球状から紡錘状に変化させることができる。これは焼成工程を経ることがないことから粒子同士の焼結がなく、分散性が良いという特徴がある。