

ナノ構造粒子のサイズ効果出現に関する実験的研究

鈴木 仁志

数十nmから数 μ mの大きさの粒子を超微粒子と呼び、バルク固体と原子の中間の大きさに対応する。ナノ領域では同じ物質でもサイズによってその性質、構造が異なってくる現象が見られ、この現象を利用したナノテクノロジーへの展開が注目を集めだしている。予想のできない現象が出現するため、データの蓄積が重要となってきた。目的の粒子をコントロールして作製する方法は粒子サイズ効果を研究する上でも重要な鍵となる技術である。

本論文は各種の粒子創製法を用いて発見した新たな粒子サイズ効果についてまとめたものである。AGEM法を用いて種々のサイズの非晶質Se粒子とTe粒子を作製してSb膜上にのせ、サイズによる拡散方向の変化を発見した。拡散方向がサイズによって変化することは理論的には予想されておらず、実験によって初めて確かめられた現象である。また、SiOと金属を同時に蒸発させることで、非晶質SiOで包埋したCr、Fe孤立粒子の創製に成功し、数nmから数十nm程度の粒子サイズでは、Cr、Feは通常のbcc構造ではなくA-15型構造が安定構造であることを明らかにした。この実験において、SiO粒子と金属粒子が煙中で自発的に反応しながら成長し、彗星状の形態をとる粒子を発見した。この新たな形態の粒子の成長機構と粒子の構造について明らかにした。

蒸発源近傍で対流を制御して粒子サイズをコントロールする方法を見出した。この方法で In_2O_3 粒子、Al粒子のサイズを通常の方法と比較して約1/2にできることを示した。

酸化物粒子煙が電界の影響を受けて曲がる現象を発見し、この現象を利用してさらに粒子サイズをコントロール方法を開発した。この方法で In_2O_3 粒子のサイズを20nmから400nmまでコントロールできた。これは酸化物粒子作製において非常に有効な方法である。また、この方法を用いて In_2O_3 粒子の形態、欠陥に関するサイズ効果を見出した。さらにこれらの解析結果から、粒子表面に現れている原子種によって、電界中で酸化物粒子の煙が曲がる現象の原因を見出した。この現象を適用して、煙中に混在する2種類の酸化物粒子の分離が電界中でできることを具体例で示し、構造との関係を明確にした。