

# 目 次

## 第 1 章 ナノ粒子とは? ..... 1

1.1 ナノ粒子の定義 .....	1
1.2 ナノ粒子の歴史と意義 .....	3
1.3 ナノ粒子の応用例 .....	4
1.4 本書の範囲 .....	5
参考文献 .....	6

## 第 2 章 物質の寸法を小さくすると何が変わるか? ..... 9

2.1 表面原子の割合の増加 .....	9
2.2 熱的性質 .....	12
2.2.1 融点 .....	12
2.2.2 デバイ温度 .....	13
2.3 光吸収特性 .....	17
2.4 電磁気特性 .....	18
2.5 化学反応性 .....	22
参考文献 .....	23

## 第 3 章 ナノ粒子はどのようにしてつくるか? ..... 25

3.1 ナノ粒子の寸法・形態制御の一般則 .....	25
3.1.1 単分散化の条件 .....	25
3.1.2 寸法制御 .....	27

3.1.3 形態制御 .....	28
3.2 金属ナノ粒子の調製 .....	29
3.2.1 球状貴金属コロイド粒子の調製 .....	30
3.2.2 磁性金属ナノ粒子の調製 .....	33
3.3 半導体ナノ粒子の調製 .....	37
3.3.1 2–6族 .....	37
3.3.2 3–5族 .....	38
3.3.3 11–6族 .....	39
3.4 金属酸化物ナノ粒子の調製 .....	39
3.5 形態制御の実例：ディスク，ロッド，ワイヤーの形成 .....	40
3.6 多元系への展開：コア・シェル構造の形成 .....	42
3.7 貴金属ナノ粒子の分散・固定化 .....	46
参考文献 .....	51
 第4章 ナノ粒子の構造 .....	 53
4.1 ナノ粒子のサイズと構造の解析方法 .....	53
4.1.1 X線回折法 (X-ray diffraction ; XRD) .....	54
4.1.2 走査型電子顕微鏡法 (scanning electron microscopy ; SEM) .....	54
4.1.3 透過型電子顕微鏡法 (transmission electron microscopy ; TEM) .....	55
4.1.4 走査型プローブ顕微鏡法 (scanning probe microscopy ; SPM) .....	56
4.2 金属ナノ粒子の多面体構造 .....	57
4.3 貴金属ナノ粒子と卑金属酸化物との接合構造 .....	62
4.3.1 Au/TiO <sub>2</sub> .....	62

4.3.2 Au/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	64
4.3.3 Au/CeO <sub>2</sub>	65
参考文献	67

## 第5章 ナノ粒子はどのように利用されているか? ..... 69

5.1 热的材料: 低融点材料	69
5.2 力学材料	70
5.2.1 構造材料	70
5.2.2 常温超塑性の可能性	71
5.3 光学材料	72
5.3.1 プラズモニクス	73
5.3.2 フォトニクス	74
5.3.3 化粧品	75
5.3.4 塗料用色材	76
5.3.5 金属ナノ粒子漆	77
5.4 電磁気材料	77
5.4.1 磁気記録再生ヘッドへの応用	78
5.4.2 单電子トランジスタ	78
5.5 化学材料	80
5.5.1 ガスセンサー	80
5.5.2 固体触媒	82
5.6 バイオテクノロジー	95
5.6.1 バイオセンシングと健康診断	96
5.6.2 ナノ粒子を用いるがんの温热療法	100
参考文献	102

<b>第6章 将来展望 .....</b>	<b>105</b>
6.1 ナノ粒子のリスク管理 .....	105
6.2 ナノ粒子が拓く新しい技術分野 .....	106
6.2.1 マイクロ電気機械システムからナノ電気機械システムへ .....	106
6.2.2 マイクロエレクトロニクスからナノエレクトロニクスへ .....	108
6.2.3 オプトエレクトロニクス .....	108
6.2.4 ナノバイオテクノロジー .....	109
6.2.5 地球規模の環境保全 .....	110
6.2.6 素材革命：薄膜化，高機能化，長寿命化，自己修復化 .....	111
6.3 ナノ粒子の先はクラスター .....	112
参考文献 .....	116
<b>索 引 .....</b>	<b>119</b>