

目 次

1. 新しい世界観—フラクタル科学

2. 結晶成長とフラクタル

2.1	はじめに	5
2.2	結晶成長の理論	7
a.	拡散律速による結晶成長	7
b.	局所的近似理論	11
2.3	DLA モデルのシミュレーション	12
a.	計算機シミュレーションの規則	12
b.	クラスターの自己相似性	13
c.	離散的な結晶成長	15
d.	空間次元と拡散粒子の軌跡の次元の効果	17
e.	線上・面上へ凝集するクラスター	19
2.4	実験で作られる DLA クラスター	21
a.	金属葉	22
b.	ヴィスカスフィンガリング	24
c.	誘電破壊	27
2.5	フラクタル次元の理論	30
a.	フラクタル次元の上限と下限	30
b.	高分子理論の援用	32
c.	クラスターの輪郭の成長	34
d.	次元解析の方法	37
2.6	樹枝状結晶へ	40
a.	DLA と結晶成長の比較	40

b.	表面張力による先端分岐	40
c.	「ゆらぎ」と異方性との競合 (I)	42
d.	「ゆらぎ」と異方性との競合 (II)	43
e.	大規模な計算機シミュレーション	46
2.7	フラクタル次元の一般化	48
a.	無限個のフラクタル次元	48
b.	異方的なフラクタル次元	50
2.8	おわりに	53
	参考文献	54

3. カオスの構造とフラクタル

3.1	カオスとは	58
a.	カオスとは何だろうか	58
b.	予測不可能な時系列	60
c.	力学系の予備知識	63
d.	カオスへの分岐	67
e.	様々なストレンジアトラクター	73
3.2	実験で見つかったカオス	75
3.3	カオスの特徴	81
a.	初期値に対する敏感性	81
b.	リアプノフ指数のスペクトラム	83
c.	リアプノフスペクトラムによるアトラクターの分類	85
d.	力学系のエントロピー	86
3.4	アトラクターのフラクタル次元	88
a.	様々なフラクタル次元	88
b.	無限個の次元	90
c.	ダイナミクスとフラクタル次元	91
d.	カオス領域とフラクタル	93
e.	フラクタル次元の測定方法	94

3.5	マルチフラクタルと大域的スペクトラム	99
a.	マルチフラクタルと $f(\alpha)$	99
b.	エントロピー関数: $h(\gamma)$	103
c.	カオスの熱統計力学へ向けて	107
3.6	多自由度カオスと複雑なシステム	109
	参考文献	114

4. 相転移, 臨界現象, フラクタル

—マイクロとマクロを結ぶ鍵—

4.1	統計物理学とフラクタル幾何学	117
4.2	相転移と臨界現象	120
a.	磁石	120
b.	イジング模型	122
c.	熱力学的極限	126
d.	高温領域	127
e.	低温領域	128
f.	臨界現象	130
4.3	ランダムウォークと臨界現象	134
a.	(自由な)ランダムウォーク	134
b.	ランダムウォークのフラクタル幾何学	137
c.	ランダムウォークによる上限	138
d.	臨界現象のフラクタル幾何学	139
e.	交差確率と臨界次元	142
4.4	パーコレーションと臨界現象	145
a.	独立なパーコレーション模型	146
b.	イジング模型のパーコレーション表示	149
c.	パーコレーションクラスターのフラクタル幾何学	151
d.	パーコレーション模型の臨界現象	155
e.	フラクタルタイリングとハイパースケールリング則	157

4.5 物理学とフラクタル幾何学	163
補遺と参考文献	163

5. アモルファスとフラクタル

5.1 はじめに	170
5.2 パーコレーション	171
5.3 フラクタル	178
a. 凝乳と乳漿	178
b. フラクタルパーコレーション	179
5.4 アモルファス物質の緩和の経験則	181
5.5 ガラス構造とフラクタル	184
a. ガラス転移	184
b. 多孔質ガラスのフラクタル次元	186
5.6 フラクタル空間ランダムウォーク	189
5.7 フラクタル時間ランダムウォーク	192
a. フラクタル時間ランダムウォーク	195
b. アモルファス半導体の分散型伝導	200
c. 誘電緩和	202
d. アモルファス半導体の光誘起吸収	204
5.8 おわりに	206
参考文献	206

6. 宇宙と地震のフラクタル構造

6.1 はじめに	208
6.2 宇宙の構造	211
a. 銀河の分布の2点相関	213
b. 3点および4点相関	217
c. なぜ宇宙はフラクタルか	220
6.3 地震の構造	226

a. 地震の空間分布	228
b. 岩石の破壊実験と地震予知	233
c. 地震の時間分布	237
d. 地震の大きさ分布	239
e. 破壊と地震のモデル	241
6.4 おわりに.....	250
参考文献	251
索引	253