

目 次

1. 金属と非金属	1
1.1 電気伝導度を通してミクロな世界を探る	1
1.2 電気伝導度と比抵抗の大きさ	3
1.3 自由電子の存在	6
1.3.1 金属とは何か	6
1.3.2 どのような物質が金属か	8
1.3.3 金属の性質	11
2. 金属電子論とバンド理論	12
2.1 ドルーデの金属電子論	12
2.1.1 自由電子数の計算	12
2.1.2 直流伝導度	13
2.1.3 ホール定数	15
2.1.4 交流伝導度	18
2.2 フェルミ気体	20
2.2.1 フェルミ-ディラック分布	20
2.2.2 ボルツマン方程式	24
2.2.3 金属の条件	26
2.3 バンド理論	27
2.3.1 ブロツホ電子	27
2.3.2 エネルギー帯	31
2.3.3 有効質量	34

2.4	金属の電気抵抗の温度依存性	35
2.4.1	温度依存性の算定	35
2.4.2	金属と非金属の区別	38
2.4.3	融解点での電気抵抗のとび	38
2.5	金属-非金属転移	40
3.	パイエルス転移 (周期の変化による金属-非金属転移)	44
3.1	結晶の周期が変わったらどうなるか	44
3.1.1	周期が2倍になったらどうなるか	44
3.1.2	周期が3倍の場合とその他の周期の場合	48
3.2	密度応答関数	50
3.2.1	密度応答関数の導出	51
3.2.2	絶対零度における密度応答関数	53
3.2.3	有限温度の効果	55
3.3	秩序パラメーター	57
3.3.1	絶対零度における1次元系の全エネルギー	58
3.3.2	絶対零度におけるギャップの大きさ	60
3.3.3	ギャップ方程式	62
3.4	具体的な物質におけるパイエルス転移	67
3.4.1	パイエルス絶縁体	67
3.4.2	電荷密度波	71
3.4.3	整合性	74
3.4.4	TTF-TCNQにおける伝導	75
3.4.5	高圧下での有機物質の金属化	78
4.	ブロッホ-ウィルソン転移 — タイプ I (バンド交差による金属-非金属転移 — その1)	82
4.1	バンド交差の原理 — その1	82
4.1.1	孤立原子と有限個原子分子	82
4.1.2	強束縛近似 — 一般式の導出	87

4.1.3	1次元結晶と3次元結晶	89
4.1.4	バンドの広がりとの重なり (交差) — 準位差 ($\Delta\varepsilon_{\mu+1,\mu}$) とバンド幅 (W)	95
4.1.5	いくつかの元素金属のエネルギーバンド	99
4.1.6	ブロッホ-ウィルソン転移 — タイプ I とタイプ II	102
4.2	タイプ I のブロッホ-ウィルソン転移	106
4.2.1	黒 リ ン	107
4.2.2	ヨ ウ 素	115
4.2.3	臭 素	122
4.2.4	水 銀	127
5.	ブロッホ-ウィルソン転移 — タイプ II (バンド交差による金属-非金属転移 — その2)	134
5.1	バンド交差の原理 — その2	134
5.1.1	準位差: ほぼ一定の場合と変化する場合	134
5.1.2	エネルギー準位差の起源	135
5.1.3	準位差が原子間距離に依存する	137
5.2	タイプ II のブロッホ-ウィルソン転移	140
5.2.1	14族の物質	140
5.2.2	膨張したセレン	142
5.2.3	高温高圧下のセレン	151
6.	アンダーソン転移 (不規則なポテンシャルによる金属-非金属転移)	161
6.1	アンダーソン局在	162
6.1.1	不規則系における拡散の不在	162
6.1.2	強結合表示	164
6.1.3	アンダーソンの理論	166
6.2	スケーリング理論	173
6.2.1	サウレス数	173
6.2.2	繰り込み群の方法	175

6.3 移動度端	178
6.3.1 金属-非金属転移	178
6.3.2 臨界指数	181
6.4 アンダーソン局在の概念	183
7. モット転移 (電子相関による金属-非金属転移)	185
7.1 バンドが部分的にしか詰まっていない系	185
7.2 ハバード理論	189
7.3 強相関電子系	193
7.3.1 $(x_e, 2V/I)$ 面上および $(x_h, 2V/I)$ 面上の相図	193
7.3.2 (x_h, T) 面上の相図	195
7.3.3 モット絶縁体-金属転移を起こす条件	195
7.4 モット転移とアンダーソン局在	197
7.5 高温高圧における流体	201
おわりに	205
付 録	208
A. 逆格子空間	208
B. パーコレーション機構による金属-非金属転移	211
C. 絶対零度における密度応答関数の計算	217
D. パイエルズ転移の議論で使う積分	222
E. 1次元および3次元結晶の基本ベクトルなど	231
F. 強束縛近似における電子エネルギー	237
文 献	242
索 引	247