

目 次

第 2 版のはじめに	iii
はじめに	v
第 1 章 量子力学の基礎	1
1.1 状態ベクトル	2
1.2 状態ベクトルの時間変化	4
1.3 交換関係と不確定性関係	8
1.4 スピン 1/2 の量子状態	10
1.5 量子ビット	16
1.6 角運動量, スピンと回転	17
1.7 演習問題	24
第 2 章 EPR 対と観測問題	27
2.1 EPR 対	27
2.2 量子状態の伝達	29
2.3 アインシュタインの量子力学の局所原理	31
2.4 相関した 2 粒子の測定と隠れた変数理論	36
2.4.1 CHSH 不等式	36
2.4.2 古典的相関と量子的相関—核分裂の場合—	41
2.5 光子対による EPR 実験	44
2.6 4 光子 GHZ 状態	49
2.7 演習問題	52
第 3 章 古典的コンピュータ	53
3.1 論理回路	53
3.2 順序回路とメモリ	59

3.3	ノイマン型コンピュータ	63
3.4	チューリング機械	64
3.5	計算可能性と計算の複雑さ	69
3.5.1	四則演算	71
3.5.2	因数分解と素数判定	72
3.5.3	組み合わせの問題	73
3.5.4	計算の複雑さと計算量	76
3.6	演習問題	77
第4章	量子ゲート	79
4.1	基本的量子ゲート	80
4.2	制御演算ゲート	86
4.3	量子チューリング機械	93
4.4	量子フーリエ変換 (3 ビットの場合)	93
4.5	演習問題	98
第5章	情報・通信の理論	99
5.1	エントロピー	99
5.1.1	情報量の定義	99
5.1.2	シャノンのエントロピー	100
5.1.3	情報の符号化	102
5.1.4	フォン・ノイマンのエントロピー	106
5.2	通信における情報量	106
5.2.1	雑音と通信路容量	106
5.2.2	ハミング距離	108
5.2.3	シャノンの定理	110
5.3	演習問題	113
第6章	量子計算	115
6.1	量子ビットと量子レジスタ	116
6.2	ドイチュージョザ (Deutsch-Josza) のアルゴリズム	119
6.3	ショアの因数分解のアルゴリズム	121
6.4	n ビットの量子フーリエ変換	125
6.5	量子位相計算と位数 (order) 計算アルゴリズム	127
6.6	合同式指数計算	136
6.7	演習問題	138
第7章	量子暗号	139
7.1	秘密鍵暗号	139
7.2	「ワンタイム・パッド」暗号	141
7.3	公開鍵暗号	142

7.4	量子鍵分配	148
7.4.1	非クローン定理	148
7.4.2	BB84 プロトコル	149
7.4.3	B92 プロトコル	155
7.4.4	E91 プロトコル	157
7.5	演習問題	162
第8章	量子検索アルゴリズム	165
8.1	オラクル関数	166
8.2	量子オラクル	166
8.3	演習問題	176
第9章	量子コンピュータの設計	177
9.1	核磁気共鳴コンピュータ	179
9.1.1	核磁気共鳴コンピュータ原理	179
9.1.2	核磁気共鳴とスピン回転	180
9.1.3	統計的扱い	185
9.1.4	実際の計算例—因数分解の量子計算実験	188
9.2	イオントラップコンピュータ	193
9.2.1	原理	193
9.2.2	イオントラップ	193
9.2.3	計算法	200
9.2.4	初期状態の達成	202
9.2.5	計算結果の読み出し	202
9.2.6	量子ゲートの例	203
9.3	量子ドットコンピュータ	205
9.3.1	原理	205
9.4	光子コンピュータ	212
9.5	演習問題	213
付 録		215
A	整数論の基礎知識	215
A.1	合同式	215
A.2	オイラーの定理 (フェルマーの小定理)	219
A.3	ユークリッドの互除法	222
A.4	ディオファントスの方程式 (不定方程式)	224
A.5	中国剰余定理	226
B	連分数展開	228
演習問題 解答		233
第1章		233

***x* 目 次**

第 2 章	236
第 3 章	238
第 4 章	239
第 5 章	242
第 6 章	244
第 7 章	246
第 8 章	247
第 9 章	248
 参考文献	 249
 索 引	 251