

## 目次

はじめに .....	i
------------	---

## 第I部 量子コンピュータの初歩

第1章 新たな計算モデルの出現 .....	3
-----------------------	---

1.1 量子コンピュータの定義 .....	4
1.2 半導体技術の限界 .....	5
1.3 量子力学 .....	6
1.4 Feynman の指摘 .....	7
1.5 量子コンピュータの数学的モデルの誕生 .....	9
1.6 量子コンピュータ研究の活発化 .....	11
1.7 量子コンピュータへの期待 .....	13

第2章 量子コンピュータとは? .....	15
-----------------------	----

2.1 Turing 機械 .....	16
2.2 簡単な確率的 Turing 機械 .....	18
2.2.1 記憶容量1ビットの確率的 Turing 機械 .....	18
2.2.2 状態ベクトルと遷移行列 .....	20
2.2.3 状態の重ね合わせ .....	22
2.2.4 遷移行列が満たすべき条件 .....	22
2.2.5 計算木 .....	23

2.2.6 計算木が満たすべき条件 .....	26
2.3 簡単な量子 Turing 機械 .....	27
2.3.1 記憶容量1ビットの量子 Turing 機械 .....	27
2.3.2 1QTM の計算木 .....	28
2.3.3 状態の干渉 .....	31
2.3.4 計算木が満たすべき条件 .....	32
2.3.5 1QTM の遷移行列 .....	33
2.4 Shor の因数分解アルゴリズムの動作原理 .....	36
2.4.1 因数分解の難しさ .....	36
2.4.2 量子 Turing 機械とは .....	37
2.4.3 離散 Fourier 変換 .....	41
2.4.4 量子並列計算 .....	44
2.4.5 2段 Fourier 変換 .....	46
2.4.6 量子 $k$ 面サイコロ投げ .....	50

第3章 量子コンピュータの実現に向けて .....	53
---------------------------	----

3.1 量子情報 .....	54
3.2 量子回路 .....	56
3.3 量子系のシミュレーション .....	58
3.4 量子コンピュータの実現における問題点 .....	60
3.5 研究のための情報源 .....	61

## 第II部 量子コンピュータの理論

第4章 計算論概説 .....	67
-----------------	----

4.1 計算時間の測り方 .....	68
4.2 計算機の物理的実現方法と計算時間 .....	73
4.3 多項式時間アルゴリズム .....	75

4.4	確率的アルゴリズム	77
4.5	$P = NP$ ? 問題	80
4.6	形式言語	83
4.7	Turing 機械	85
4.8	計算量の概念	88
4.9	計算量のクラスと完全問題	90
<b>第 5 章</b>	<b>量子コンピュータの数学的モデル</b>	<b>95</b>
5.1	Turing 機械の拡張	96
5.2	量子 Turing 機械	97
5.2.1	テンソル積	97
5.2.2	量子 Turing 機械の物理的表現	99
5.2.3	量子 Turing 機械の定義	100
5.2.4	計算過程と結果の観測	102
5.2.5	万能量子 Turing 機械	104
5.3	量子計算量のクラス	105
<b>第 6 章</b>	<b>量子アルゴリズムの設計法</b>	<b>109</b>
6.1	Deutsch と Jozsa のアルゴリズム	110
6.2	因数分解アルゴリズムの現状	113
6.3	因数分解の整数論的基礎	115
6.4	離散 Fourier 変換	120
6.5	Shor のアルゴリズム (簡単な場合)	122
6.6	Shor のアルゴリズム (一般の場合)	125
あとがき		129
参考文献		136
索引		142