

目 次

第 1 章 準備	1
1.1 論理	1
1.2 集合	2
1.3 グラフ・木	4
1.4 写像	5
1.5 言語	6
1.6 関数の漸近的性状	8
第 2 章 チューリング機械の基礎	10
2.1 チューリング機械による言語の受理	10
2.1.1 チューリング機械の基本的動作	10
2.1.1.1 チューリング機械モデル	10
2.1.1.2 チャーチ-チューリングの提唱	14
2.1.2 チューリング機械のプログラムの例	15
2.1.2.1 回文を受理するチューリング機械	15
2.1.2.2 2 のべき乗の長さを認識するチューリング機械	17
2.1.3 チューリング機械の記述と万能チューリング機械	20
2.1.3.1 チューリング機械の記述	20
2.1.3.2 チューリング機械の時点表示	24
2.1.3.3 万能チューリング機械	27
2.2 チューリング機械による計算量クラス	30
2.2.1 時間計算量クラスと領域計算量クラス	30
2.2.2 線形加速定理とテープ圧縮定理	33

2.2.3	構成可能関数	42
2.3	非決定性チューリング機械による言語の受理	52
2.3.1	非決定性チューリング機械	52
2.3.2	非決定性チューリング機械による言語クラス	57
2.3.3	非決定性チューリング機械の正規化	59
2.4	演習問題およびノート	61
第 3 章	基本的包含関係と階層構造	64
3.1	模倣による包含関係	64
3.1.1	時間から領域, 領域から時間へ	64
3.2	時間階層定理と領域階層定理	71
3.2.1	階層定理の証明のアイデア	71
3.2.2	作業用テープを 1 つにまとめた模倣	74
3.2.3	領域階層定理	80
3.2.4	時間階層定理	83
3.2.4.1	第 1 時間階層定理	83
3.2.4.2	移行補題 (パディング法)	84
3.2.4.3	第 2 時間階層定理	87
3.3	非決定性領域クラスの階層構造	93
3.3.1	サヴィッチの定理	93
3.3.2	非決定性領域補集合の定理	96
3.4	基本的計算量クラス	100
3.5	演習問題およびノート	104
第 4 章	NP 完全問題	109
4.1	還元可能性と完全問題	109
4.1.1	還元可能性	109
4.1.2	多対一還元可能性の性質	115
4.2	SAT と NP 完全問題	117
4.2.1	SAT の定義	118

4.2.2	SAT の NP アルゴリズム	120
4.2.3	SAT の NP 困難性	123
4.3	SAT の変形とその NP 完全性	128
4.3.1	CNFSAT 問題	128
4.3.2	k CNFSAT 問題	130
4.3.3	NAESAT 問題	132
4.4	グラフ理論に関する NP 完全問題	134
4.4.1	頂点被覆問題	135
4.4.2	クリーク問題および独立頂点集合問題	139
4.4.3	彩色可能性問題	143
4.4.4	ハミルトン小路, ハミルトン閉路問題	146
4.5	組合せ論に関する NP 完全問題	153
4.6	NP 完全と P のあいだの溝	157
4.7	演習問題およびノート	166

第 5 章 NL, PSPACE, EXPTIME, および NEXPTIME の

	完全問題	171
5.1	NL の完全問題	171
5.1.1	到達可能性問題	171
5.1.2	2CNFSAT 問題	173
5.2	P 完全問題	178
5.2.1	多項式時間限定決定性チューリング機械の論理式による 表現	178
5.2.2	論理回路問題	181
5.3	PSPACE 完全問題	185
5.3.1	限定論理式	185
5.3.2	しりとり問題	189
5.4	EXPTIME および NEXPTIME の完全問題	195
5.4.1	標準的完全問題	195
5.4.2	簡素な表現と完全問題	197

5.5	演習問題およびノート	199
第 6 章	NP を基にした階層	204
6.1	多項式時間階層 PH	204
6.1.1	オラクルチューリング機械	204
6.1.2	PH の構造と特徴づけ	210
6.2	Σ_k^p の完全問題	221
6.3	Δ_2^p の完全問題	226
6.3.1	OddMaxSat	226
6.3.2	一般的な Δ_2^p の完全問題	231
6.4	クラス DP	236
6.4.1	DP とその特徴	236
6.4.2	DP と coDP との関係	241
6.5	確率的チューリング機械と確率的計算量クラス	245
6.5.1	確率的チューリング機械と BPP および RP	245
6.5.2	BPP と多項式時間階層の関係	247
6.5.3	素数判定問題と BPP	252
6.5.3.1	代数的構造	252
6.5.3.2	ユークリッドの互除法	254
6.5.3.3	フェルマーの小定理	256
6.5.3.4	ミラー-レイビン法	259
6.6	演習問題およびノート	263
	参考文献	267
	索 引	271