

目 次

はじめに	iii
プロローグ	1
第1章 MATLABの基本	5
1.1 基本的なコマンドと演算機能	5
1.1.1 コマンドウィンドウ	6
1.1.2 Script M-File について	19
1.1.3 Function M-Files	24
1.1.4 行列の固有値と固有ベクトル	27
1.2 MATLAB Graphics の概要	30
1.2.1 2次元グラフィックス	30
1.2.2 多重プロット	35
1.2.3 特殊な2次元プロット関数	36
1.2.4 関数のプロット	36
1.2.5 3次元プロット	37
1.3 MATLAB におけるプログラミングの要点	42
1.3.1 関係演算子と論理演算子	42
1.3.2 条 件 文	44
1.3.3 Loops	45
1.3.4 SWITCH	47

目 次

1.3.5	入出力用コマンドについて	48
1.3.6	subplots について	49
1.4	MATLAB 5.2 における Symbolic Manipulation 機能	49
1.4.1	Symbolic Math Toolbox について	50
1.4.2	基本的な例題	52
第 2 章 常微分方程式の数値解（基本的な手法）		65
2.1	1 階の線形常微分方程式	66
2.2.1	dsolve コマンドによる解法	66
2.1.2	微分方程式の幾何学的な表示	66
2.1.3	等角さい線	73
2.2	高階の微分方程式と 1 階の微分方程式	77
2.2.1	線形な 1 階微分方程式の系	78
2.2.2	定係数の線形微分方程式の解	80
2.2.3	非同次線形微分方程式の系	85
2.3	SMT (Symbolic Math Toolbox) による振動論	87
2.3.1	dsolve の使い方	87
2.3.2	単 振 動	89
2.3.3	減 衰 振 動	90
2.3.4	強 制 振 動	92
2.4	振り子と楕円積分	97
2.5	結合された振動子および微小振動の一般論	100
第 3 章 MATLAB における微分方程式の数値解		109
3.1	ODE23 と ODE45	109
3.1.1	Runge-Kutta 法	109
3.1.2	van del Pol 方程式	111
3.2	ODE113	120
3.2.1	Adams-Bashforth-Molton 法	121
3.3	Stiff な微分方程式と ODE23s, ODE15s	125

3.4	MATLAB における微分方程式用のオプション	132
3.4.1	ODE ファイルオプション	133
3.4.2	Solver options の使用法	137
第4章	非線形微分方程式と動力学系	141
4.1	いくつかの非線形系の例	142
4.1.1	Bénard 不安定性	142
4.1.2	競合する現象	144
4.1.3	非線形な電子回路	146
4.1.4	化学振動子	146
4.2	位相面あるいは位相空間における非線形方程式の解析	149
4.2.1	微分方程式の幾何学的なパターンを描く	149
4.2.2	簡単な特異点のタイプ	153
4.2.3	高次の特異点の例	156
4.3	非線形微分方程式の解析的な手法による近似解	157
4.3.1	摂動論	157
4.3.2	Lindstedt の摂動法	159
4.3.3	Krylov-Bogoliubov (KB) の近似法	162
4.4	1次元マップ	166
4.4.1	ロジスティックマップ	167
4.4.2	ロジスティックマップに対する cobweb ダイアグラムと 分岐ダイアグラム	170
4.4.3	Feigenbaum 定数	175
4.4.4	Lyapunov 指数	176
4.5	カオス系の具体例	178
4.5.1	Lorenz モデル	178
4.5.2	Rössler モデル	182
4.5.3	Duffing 振動子—非線形強制振動子の例	187
4.5.4	Poincare 断面	192
4.5.5	p-n 接合を含む非線形電子回路のカオス状態のシミュレーション	195

4.5.6	intermittency と準周期的振動子	199
4.5.7	サークルマップと準周期的な軌跡	200
第 5 章	偏微分方程式の数値解法	205
5.1	はじめに	205
5.2	有限差分法	206
5.2.1	放物型偏微分方程式に対する有限差分法	206
5.2.2	双曲型偏微分方程式に対する有限差分法	212
5.2.3	三重対角行列の取り扱い	214
5.2.4	楕円型偏微分方程式の有限差分法による数値解	220
5.3	Partial Differential Equation Toolbox, PDEase2D (Macsyma) を 利用した偏微分方程式の数値解析	223
5.3.1	有限要素法の概要	223
A.	重みつき残差法と Galerkin 法	224
B.	変文法	227
C.	有限要素法-Galerkin 法による定式化	231
5.3.2	PDE Toolbox の使用方法	235
A.	簡単な楕円型偏微分方程式の数値解	237
B.	放物型偏微分方程式の例	241
C.	双曲型偏微分方程式の例	243
D.	固有値問題の例	245
5.3.3	PDE Toolbox におけるコマンドラインプログラム	249
A.	コマンドラインによる解析の例	252
B.	PDE Toolbox における非線形微分方程式の取り扱いについて	274
5.3.4	PDEase2D の使用方法	278
A.	PDEase2D の特徴	279
B.	PDEase2D の入力構造	287
第 6 章	半導体デバイスのシミュレーション	291
6.1	半導体デバイスの物理モデル	291

6.1.1 Boltzmann 輸送方程式とマクロな流体力学的な運動方程式	292
6.1.2 半導体におけるキャリアの数	296
A. Fermi 分布関数	296
B. Fermi 準位の決定の手順	299
C. 多バレー構造をもつ半導体の帯構造	300
6.1.3 6H-SiC の計算例	302
A. キャリア密度	302
B. n-SiC の Fermi 準位の決定	304
C. p-SiC の Fermi 準位の決定	305
6.1.4 p-n 接合と接合型トランジスタの理論	308
A. p-n 接合の理論	308
B. step 接合の電流-電圧特性	313
C. p-n 接合のより一般的な理論	315
D. 理想的なダイオード特性からのずれ	319
E. graded 接合の理論	322
F. 簡単な構造の p-n-p トランジスタの理論	324
G. トランジスタの高周波特性	328
6.1.5 MOS デバイス	329
A. ショットキー障壁	330
B. ショットキー障壁に対する熱電子放出理論	330
C. MOS 構造における表面ポテンシャルと表面電荷	332
D. MOS FET の基本動作特性	336
6.1.6 ヘテロ構造	338
6.2 半導体デバイスの数値シミュレーションの概要	342
6.2.1 p-n 接合の一般的な 1 次元モデルと定常状態の数値解	342
6.2.2 時間を陽に含む 1 次元の p-n 接合の数値解	350
6.3 2 次元数値解析	357
6.3.1 2 次元解析の基本的な過程	358
6.3.2 基本的方程式の差分化	359
A. 差分格子のとり方	359

目 次

B. 2次元 Poisson 方程式の差分法	360
6.3.3 有限要素法によるシミュレーションの概要	365
6.3.4 不純物の熱拡散と接合の作製	369
6.4 トンネリングデバイス	373
6.4.1 1次元のポテンシャル障壁とトンネル効果	374
6.4.2 共鳴トンネル効果と共鳴トンネルダイオード	378
和文索引	389
欧文索引	392

