



目 次

まえがき i

第1章 1階微分方程式 1

- 1.1 最も単純な例 1
- 1.2 ロジスティック方程式 4
- 1.3 分岐現象 7
- 1.4 周期点 9
- 1.5 ポアンカレ写像 12
- 1.6 探求：2パラメータ族 15

第2章 2次元線形系 19

- 2.1 2階微分方程式 20
- 2.2 2次元の系 21
- 2.3 線形代数からの準備 24
- 2.4 平面上の線形系 27
- 2.5 固有値と固有ベクトル 28
- 2.6 線形微分方程式系の解法 31
- 2.7 重ね合わせの原理 34

第3章 2次元線形微分方程式の相図 37

- 3.1 相異なる2つの実固有値の場合 37
- 3.2 複素固有値 42
- 3.3 重複した固有値 45
- 3.4 座標変換 47

第4章 2次元線形微分方程式の分類 59

- 4.1 跡と行列式 59
- 4.2 共役による分類 62
- 4.3 探求：3次元パラメータ空間 69

第5章 多次元の線形代数 73

- 5.1 線形代数からの準備 73
- 5.2 固有値と固有ベクトル 82
- 5.3 複素固有値 85
- 5.4 基底と部分空間 88
- 5.5 重複した固有値 94
- 5.6 通有性 101

第6章 高次元の線形系 109

- 6.1 相異なる固有値 109
- 6.2 調和振動 115
- 6.3 重複した固有値 122
- 6.4 行列の指数関数 125
- 6.5 非自励線形系 133

第7章 非線形系 143

- 7.1 力学系 144
- 7.2 存在と一意性定理 146
- 7.3 解の初期条件に関する連続性 151
- 7.4 変分方程式 153
- 7.5 探求：数値実験の方法 157

第8章 非線形系の平衡点 163

- 8.1 いくつかの具体例 163
- 8.2 非線形系の沈点と源点 170
- 8.3 鞍点 172
- 8.4 安定性 179
- 8.5 分岐 180
- 8.6 探求：複素ベクトル場 187

第9章 非線形系の大域的解析方法 193

- 9.1 ヌルクライン 193
- 9.2 平衡点の安定性 198
- 9.3 勾配系 208
- 9.4 ハミルトン系 212
- 9.5 探求：強制振り子 215

第10章 閉軌道と極限集合 219

- 10.1 極限集合 219
- 10.2 局所切断面と流れ箱 222
- 10.3 ポアンカレ写像 225
- 10.4 平面力学系の単調点列 227
- 10.5 ポアンカレ・ベンディクソンの定理 229
- 10.6 ポアンカレ・ベンディクソンの定理の応用 232
- 10.7 探求：振動する化学反応 235

第11章 生物学への応用 241

- 11.1 伝染病 241
- 11.2 捕食者・被食者系 245
- 11.3 競合種 252
- 11.4 探求：競合と移出入 259

第12章 回路理論への応用 263

- 12.1 RLC 回路 263

- 12.2 リエナール方程式 267
- 12.3 ファンデルポル方程式 268
- 12.4 ホップ分岐 276
- 12.5 探求：神経力学 277

第13章 力学への応用 283

- 13.1 ニュートンの第2法則 283
- 13.2 保存系 286
- 13.3 中心力の場 287
- 13.4 ニュートン中心力系 291
- 13.5 ケプラーの第1法則 296
- 13.6 2体問題 298
- 13.7 特異点の膨らまし 300
- 13.8 探求：他の中心力問題 303
- 13.9 探求：量子力学系の古典極限 304

第14章 ローレンツ系 309

- 14.1 ローレンツ系入門 310
- 14.2 ローレンツ系の基本的性質 312
- 14.3 ローレンツ・アトラクター 316
- 14.4 ローレンツ・アトラクターの1つのモデル 320
- 14.5 カオス的アトラクター 327
- 14.6 探求：レスラー・アトラクター 332

第15章 離散力学系 337

- 15.1 離散力学系入門 337
- 15.2 分岐 342
- 15.3 離散ロジスティック・モデル 346
- 15.4 カオス 349
- 15.5 記号力学系 353
- 15.6 シフト写像 359
- 15.7 カントールの中央1/3集合 361
- 15.8 探求：3次カオス 365

15.9 探求：軌道ダイアグラム 366

第 16 章 ホモクリニック現象 371

16.1 シルニコフ系 371

16.2 馬蹄写像 378

16.3 ダブルスクロール・アトラクター 385

16.4 ホモクリニック分岐 388

16.5 探求：チュア回路 392

第 17 章 存在と一意性 再訪 397

17.1 存在と一意性定理 397

17.2 存在と一意性の証明 399

17.3 初期条件に関する連続性 406

17.4 解の延長 409

17.5 非自励系 413

17.6 流れの微分可能性 416

参考文献 423

訳者あとがき 426

索引 429