

# もくじ

## 1 カオスをつくる

### 不思議な動きをする点列たち

- 1.1 まずはカオスを描いてみよう .....1
- 1.2 線分上のカオス .....7
- 1.3 平面上に点列を生成する .....14
- 1.4 まとめと補足 .....29
- 参考文献 1 .....33

## 2 面積を変えない写像のカオス

- 2.1 ずらして回転させる：エノン写像のなかまたち .....35
- 2.2 使いやすいプログラムを作ろう .....42
- 2.3 面積保存型カオス ア・ラ・カルト .....50
- 2.4 まとめ：共振と絡み .....70
- 参考文献 2 .....72

## 3 カオスとなっているアトラクタ

- 3.1 固定点からカオスへ：2つのパラメータで考える .....75
- 3.2 神話の翼を描く：強制系の同期 .....92
- 3.3 カオスとなっているアトラクタ：幾つかの例 .....99
- 3.4 まとめ：カオスとなっているアトラクタの生と死 .....107
- 参考文献 3 .....110

## 4 アトラクタの棲み分け図

- 4.1 アトラクタの引力圏 .....114
- 4.2 圏境とカオス .....120
- 4.3 カオスの引力圏を求める .....123
- 4.4 逆写像を持たない繰返し公式の棲み分け図 .....128
- 4.5 まとめ .....134
- 参考文献 4 .....135

## 付 録

- A. ミニ用語解説 .....138
- B. 文献ガイド .....151
- C. 各種プログラムリスト .....158

## さく い ん .....168

## 例 題

- 例 1.1 網目模様のカオス 1
- 例 1.2 鳥の羽根の形をしたアトラクタ 5
- 例 1.3 点列の振舞い 9
- 例 1.4 初期値やパラメータを変えて点列を見る 18
- 例 1.5 不変曲線の絡みを見る 22
- 例 1.6 固定点、周期点のアトラクタとなる例 26
- 例 1.7 孤立した安定な閉曲線が見られる写像の例 27
- 例 2.1 回転のカオス 50
- 例 2.2 網目状のカオス 56
- 例 2.3 円環状カオスと閉曲線群 60
- 例 2.4 合成写像のカオス 63
- 例 2.5 強制系のカオス 65
- 例 2.6 Hop-a-Long 写像 68

例 3.1	エノン写像のカオス	76
例 3.2	面積縮小型写像によるカオスの例	80
例 3.3	円環状にカオスができる写像の例	86
例 3.4	翼状図形を描く写像の例	92
例 3.5	2枚翼の写像	94
例 3.6	グーモフスキーとミラの翼	97
例 3.7	池田のカオス	99
例 3.8	チョーサとゴルビツキーの対称性を持つカオス	101
例 3.9	ローレンツのカオス (離散系)	104
例 3.10	折り曲げ模様の見られるカオス	106
例 4.1	引力圏の計算	115
例 4.2	フラクタル的圏境の例	120
例 4.3	エノン写像に見られるカオスの引力圏図	123
図 4.4	チョーサとゴルビツキーの棲み分け図	128
例 4.5	簡単な2次関数の棲み分け図	131

#### 一口メモ・PS コーナー

✦	カオスからコスモスへ	4
✦	繰返し公式 $x_{n+1} = f(x_n)$ の解き方	8
✦	区間 $I$ の写像 $f$ による像 $f(I)$ の描き方	13
✦	ヤコビ行列式の幾何学的意味	15
✦	漸化式と差分方程式	28
✦	渾沌説話	34
✦	写像と逆写像	125
PS コーナー 1	平面図形の線形変換	40
PS コーナー 2	繰返しと再帰	74
PS コーナー 3	タートル・ロボットと繰返し	84
PS コーナー 4	タートル・ロボットと再帰	112
PS コーナー 5	カントル集合：入れ子構造とフラクタル	126
PS コーナー 6	カントル集合の積集合	136