目　　次

1.　力学系とカオス，フラクタルの概略

1.1　力学系とは 1
1.1.1　時間遅延系と微差分方程式 3
1.1.2　線形と非線形 3
1.1.3　散逸と非線形性 4
1.2　カオスとは 5
1.2.1　決定論と予測可能性 5
1.2.2　決定論的カオスと予測不可能性 7
1.3　フラクタルとは 9
1.3.1　非整数次元 9
1.3.2　確率論的フラクタル 10
1.3.3　決定論的フラクタル 11
1.3.4　フラクタルの工学的応用 14

2.　差分力学系の基礎

2.1　準　　備 17
2.1.1　距離空間 17
2.1.2　連続写像 18
2.1.3　線形写像 21
2.1.4　差分力学系 24
2.1.5　安　定　性 25
2.1.6　位相共役と線形共役 26
2.2　線形差分力学系 26
2.2.1　1 次元線形差分力学系 28
2.2.2　2 次元線形差分力学系 29
2.2.3　n 次元線形差分力学系 32

2.2.4 円周上の差分力学系 33
2.2.5 線形差分力学系の漸近安定性 34
2.3 縮小写像による差分力学系 34
章 末 問 題 38

3. 差分力学系と不変集合

3.1 準 備 39
3.1.1 不 変 集 合 39
3.1.2 周期点と準周期点 40
3.2 記号力学系とカオス的不変集合 43
3.2.1 カオス的不変集合 43
3.2.2 記 号 力 学 系 44
3.3 実差分力学系とカオス的不変集合 46
3.3.1 1次元差分力学系におけるカオス的不変集合 46
3.3.2 2次元写像におけるカオス的不変集合 52
3.4 アトラクタとベイシン 56
3.4.1 ア ト ラ ク タ 56
3.4.2 ベ イ シ ン 58
3.5 非線形差分力学系の実例 58
3.5.1 エ ノ ン 力 学 系 59
3.5.2 ロッツィ力学系 61

4. 反 復 関 数 系

4.1 準 備 63
4.1.1 抽象空間とハウスドルフ距離 63
4.2 反 復 関 数 系 66
4.2.1 弱 縮 小 写 像 66
4.2.2 反 復 関 数 系 68
4.3 自 己 相 似 集 合 70
4.3.1 自己相似集合と容量次元 70
4.3.2 部分自己相似集合と局所反復関数系 73
章 末 問 題 74

5. 差分力学系と逆問題

5.1 準 備 75
5.1.1 逆問題と関数近似 75
5.1.2 最小2乗解と疑似逆行列 76
5.2 時 系 列 予 測 78
5.2.1 線 形 予 測 80
5.2.2 非 線 形 予 測 81
5.3 画 像 符 号 化 83
章 末 問 題 86

6. 画像符号化の基礎

6.1 準 備 87
6.1.1 離散画像と符号 87
6.1.2 画 品 質 と 評 価 88
6.1.3 固定長符号と可変長符号 89
6.1.4 ラ ン レ ン グ ス 92
6.1.5 スカラ量子化 92
6.1.6 ブロック符号化 93
6.2 予 測 符 号 化 93
6.2.1 直流成分予測 93
6.2.2 交流成分予測 97
6.3 ベクトル量子化 99
6.3.1 ベクトル量子化の原理 99
6.3.2 ベクトル量子化の実装 101
6.4 直交変換符号化 103
6.4.1 直交変換符号化の原理 103
6.4.2 K-L 変 換 104
6.4.3 JPEG 108
章 末 問 題 110

7. フラクタル符号化による画像情報圧縮

7.1 準 備 111

7.1.1 画 像 空 間 111
7.1.2 フラクタル変換 112
7.2 LIFS 符 号 化 117
7.2.1 エンコーダの実装 117
7.2.2 デコーダの実装 119
7.3 **LIFS** 符号化の改良 122
7.3.1 直流成分分離型 **LIFS** 符号化 122
7.3.2 コンデンセーションの拡張と複合 125
章 末 問 題 131

8. フラクタル符号化による画像領域分割

8.1 準 備 132
8.2 LIFS 領域分割 135
8.3 LIFS 領域分割の改良 136

付録 線形代数における基礎知識

付 1. 直交行列と対称行列 141
付 2. 慣 性 法 則 142
付 3. ジョルダン分解と特異値分解 142

参 考 文 献

索 引