

目次

第 1 章 個体群動態の数理解モデリング序論	1
1.1 個体群動態の基本要素	1
1.1.1 個体群	1
1.1.2 増殖率	3
1.1.3 密度効果	3
1.1.4 内的自然増殖率, 環境許容量	5
1.1.5 増殖曲線	6
1.1.6 個体群内の構造	7
1.2 種内・種間相互作用	9
1.2.1 Mass-action 仮定	9
1.2.2 準定常状態近似	10
1.3 競争ダイナミクス	14
1.3.1 競争関係	14
1.3.2 競争系モデル	16
1.3.3 Royama モデル	19
1.3.4 Site-based モデル	22
1.4 捕食・寄生ダイナミクス	24
1.4.1 捕食・寄生関係	24
1.4.2 機能的応答	26
1.4.3 被食者-捕食者系モデル	27
1.4.4 円盤方程式	30
1.4.5 どの餌種を利用するか: 餌選択理論	32
1.4.6 Switching 捕食	35
1.4.7 Nicholson-Bailey モデル	39
1.4.8 離散世代 Lotka-Volterra 型餌-捕食者系	41
第 2 章 群集構造の安定性	45
2.1 群集における共存状態の安定性	45

2.1.1	群集の挙動を表す時間連続な数理モデルの一般型	45
2.1.2	線形安定性	47
2.1.3	大域的漸近安定性	49
2.1.4	動的安定性	51
2.2	食物網の種多様性と安定性	55
2.2.1	Random network 食物網の安定性に関する再考	55
2.2.2	食物網の構造	56
2.2.3	捕食の強さに柔軟性がある食物網	58
第 3 章	時間遅れのモデリング	61
3.1	Logistic 方程式	61
3.1.1	Logistic 方程式の性質	61
3.1.2	資源ダイナミクスによる logistic 方程式の導出	63
3.2	時間遅れをもつ logistic 方程式	65
3.2.1	Hutchinson 方程式の導出	65
3.2.2	Hutchinson 方程式の解析	67
3.3	二つの時間遅れをもつ Lotka–Volterra 被食者–捕食者系	71
3.3.1	導入	71
3.3.2	局所安定性解析	73
3.3.3	解の挙動の数値計算	75
3.3.4	免疫細胞と感染細胞のダイナミクス	78
第 4 章	免疫ダイナミクス	81
4.1	免疫数理モデルの安定性	81
4.1.1	基本的な免疫数理モデル	82
4.1.2	内部平衡点の線形安定解析	84
4.1.3	Lyapunov 関数	86
4.2	抗原多様性と免疫多様性	87
4.2.1	数理モデル	88
4.2.2	免疫多様性閾値	89
4.2.3	HIV 感染症の進行と AIDS 発症	90
4.3	自己免疫反応におけるさまざまなダイナミクス	92
4.3.1	自己免疫における悪循環のモデル	92
4.3.2	自己免疫と抗イディオタイプのモデル	96

第 5 章 構造化個体群ダイナミクス	101
5.1 年齢・構造変数依存モデルの一般的定式化	102
5.2 線形構造化モデルの漸近的マルサス法則	104
5.2.1 ヒト集団の成長：安定人口モデル	104
5.2.2 細胞成長の年齢・サイズ依存モデル	106
5.2.3 漸近的マルサス成長の抽象的定式化	107
5.3 非線形構造化個体群モデルにおける分岐現象と閾値定理	109
5.3.1 Easterlin モデル：周期解の分岐	109
5.3.2 Kermack–McKendrick モデル：閾値定理	110
5.3.3 HIV/AIDS 流行モデル：定常解の分岐	112
第 6 章 理論疫学：数理モデルによる感染症流行の分析	117
6.1 感染症の数理モデルの基本形	118
6.2 年齢構造のある個体群での感染症の数理モデル：麻疹と予防接種	120
6.2.1 年齢が連続変数である感染症の数理モデル	120
6.2.2 予防接種の効果	122
6.2.3 年齢階級別モデル	123
6.3 潜伏期間の長い感染症の数理モデル：BSE と vCJD	125
6.3.1 BSE 問題の発生と vCJD について	125
6.3.2 イギリスにおける BSE 流行と vCJD のリスク評価	126
6.4 薬剤耐性菌の出現モデル	130
第 7 章 植物個体群のダイナミクスと進化	135
7.1 定数要素推移行列モデル	136
7.1.1 最大固有値と右固有ベクトル	137
7.1.2 左固有ベクトル	138
7.1.3 感度	139
7.2 密度依存的推移行列への拡張	140
7.3 密度依存的推移行列モデルの応用：生活史進化の解析	143
7.4 栄養繁殖様式の進化条件	147
付録 トレードオフ曲線の単調減少性，凸性	152
第 8 章 個体数変動の非線形時系列解析	153
8.1 隔年結果の非線形ダイナミクス	153
8.1.1 Isagi の Resource Budget Model	154
8.1.2 Return Plot による非線形ダイナミクス同定	154

8.2	応答局面法による大域的ダイナミクスの同定	157
8.2.1	応答局面法 (RSM)	157
8.2.2	温州ミカンアンサンブル時系列の大域的ダイナミクスの同定と検証	158
8.3	アンサンブル再構成による局所線形ダイナミクスの同定と予測	161
8.3.1	埋め込みによる局所ダイナミクスの再構成	161
8.3.2	予測による検証	164
8.4	アンサンブル時系列に対する非線形時系列解析ツールの適用	166
8.4.1	相関次元	166
8.4.2	局所 Lyapunov スペクトル	168
8.4.3	決定論的非線形予測	169
8.5	カオス制御の応用	172
8.5.1	カオス制御の基礎	172
8.5.2	隔年結果の制御への応用	173
8.5.3	OGY によるサドル安定化	174
8.6	隔年結果ダイナミクスのオブザーバ推定	175
8.6.1	スペクトルイメージングの原理	176
8.6.2	温州ミカンのスペクトルイメージング	177
第 9 章	生物個体群の絶滅リスク	181
9.1	絶滅の数理モデル	181
9.1.1	生物多様性の喪失	181
9.1.2	絶滅の決定論的モデル	182
9.2	出生死亡過程	183
9.2.1	絶滅の確率論的モデル	183
9.2.2	絶滅に至る数値実験	183
9.3	個体群存続可能性解析	184
9.3.1	絶滅の基礎方程式	184
9.3.2	絶滅をもたらす諸要因	185
9.3.3	生物学的潜在駆除数 (PBR)	186
9.4	生態系相互作用と絶滅リスク	188
9.4.1	持続可能な漁業の理論	188
9.4.2	種間相互作用を考慮した MSY 理論	188
	参考文献	195
	索 引	219