

## ● もくじ ●

序章 生物学と進化学	1
現代科学の枠組み	1
「なぜ」と進化	2
生物の共通祖先から続く「遺伝子の川」	4
進化研究における理論の役割と本書の目的	6
第1章 進化に関する基礎知識	9
1.1 遺伝情報の実体	9
1.1.1 遺伝子と染色体	9
1.1.2 遺伝子の構造と機能	11
1.1.3 遺伝子からタンパク質へ	12
1.1.4 遺伝機構とタンパク質合成機構の進化	14
1.1.5 遺伝子の受け渡しと減数分裂	15
1.1.6 メンデル遺伝とメンデルの法則	17
1.1.7 連鎖と組換え	19
1.1.8 主働遺伝子と量的遺伝子	21
1.2 遺伝情報と進化	22
1.2.1 遺伝情報と突然変異	23
1.2.2 進化と種の定義	24
1.2.3 突然変異の集団への固定	26
1.2.4 目に見える変異：自然淘汰	27
1.2.5 目に見えない変異：遺伝的浮動	28
1.2.6 自然淘汰と遺伝的浮動	30
1.2.7 中立変異と分子系統学	31
1.2.8 適応度と理論生態学	35

<b>第 2 章 自然淘汰に基づく適応戦略の進化</b>	<b>41</b>
2.1 自然淘汰と適応度	41
2.1.1 適応度を決める要因	41
2.1.2 様々な自然淘汰	42
2.1.3 進化上の制約とトレードオフ	44
2.2 数理モデルの前提とその役割	47
2.2.1 適応度の最大化と漸進進化説, 断続平衡説	47
2.2.2 漸進進化と適応度の谷	49
2.2.3 数理モデルとその役割	51
2.3 基本となる 2 つの定式	52
2.3.1 最適化モデル: 進化の最終状態の解析	52
2.3.2 量的遺伝モデル: 進化過程の解析	54
<b>第 3 章 適応度の最大化に基づく進化モデル</b>	<b>61</b>
3.1 単純な最適化	61
3.1.1 卵数と養育への投資のトレードオフ	61
3.1.2 卵数と卵サイズのトレードオフ	63
3.2 最適化モデルの拡張 1: 変動環境への適応	65
3.2.1 変動環境とトレードオフ	65
3.2.2 空間的変動	66
3.2.3 時間的変動	69
3.2.4 環境変動と複数の戦略の共存	70
3.3 最適化モデルの拡張 2: 動的最適化	71
3.3.1 時間の中での最適化	71
3.3.2 ポントリャーギンの最大原理	72
3.3.3 境界条件	74
3.3.4 植物の最適成長	75
3.4 最適化モデルの拡張 3: 表現型可塑性	78
3.4.1 適応的な表現型可塑性	78
3.4.2 リアクションノルム	79

3.4.3	表現型可塑性の理論モデル	80
<b>第4章</b>	<b>ゲーム理論とその展開</b>	<b>83</b>
4.1	ゲーム理論の基礎	83
4.1.1	進化ゲーム	83
4.1.2	タカ-ハト・ゲーム	84
4.1.3	純粋戦略	85
4.1.4	ESS とナッシュ均衡	87
4.1.5	ゲーム理論の含蓄と個体淘汰・群淘汰	89
4.1.6	混合戦略	92
4.1.7	進化的に安定な混合戦略 (混合 ESS)	93
4.1.8	混合 ESS と多型	97
4.2	ゲーム理論の発展	98
4.2.1	漸進進化とゲーム理論	98
4.2.2	適応度の定式化と進化の到達点の条件	98
4.2.3	進化的安定性と ESS	100
4.2.4	収束安定性と CSS	102
4.2.5	進化ゲームの具体例：性比の進化	103
4.2.6	異常性比理論	105
4.2.7	局所配偶者競争 (LMC)	109
4.3	適応ダイナミクス	110
4.3.1	PIP と適応ダイナミクス	110
4.3.2	適応ダイナミクスの様々なパターン	112
4.3.3	進化的分岐とその例	114
4.3.4	植物の防衛戦略と進化的分岐	116
4.3.5	進化的分岐と同所的種分化	118
4.3.6	進化的分岐と混合 ESS	120
<b>第5章</b>	<b>血縁関係と利他行動の進化</b>	<b>123</b>
5.1	血縁淘汰理論	123

5.1.1	血縁度と包括適応度	123
5.1.2	血縁淘汰に基づく利他行動の進化条件	125
5.1.3	ハチ・アリでの真社会性	127
5.1.4	ハミルトンの洞察	128
5.1.5	3/4 仮説と性比：トリバースとヘアーの仮説	129
5.1.6	血縁度に関する注意点	132
5.1.7	個体淘汰と群淘汰，血縁淘汰	132
5.1.8	血縁淘汰理論の意義	133
5.2	プライス方程式	134
5.2.1	もう1つの進化方程式，プライス方程式	134
5.2.2	プライス方程式の導出	135
5.2.3	プライス方程式に基づく血縁度の再定義	137
5.2.4	淘汰の階層性と群淘汰	138
	Box：分散と共分散	140
<b>第6章 性淘汰と配偶者選択の理論</b>		<b>145</b>
6.1	ダーウィンからフィッシャーへ	145
6.2	ランナウェイ・メカニズム	146
6.2.1	ランナウェイ・メカニズムの基本原理	146
6.2.2	主働遺伝子モデル	148
6.2.3	量的遺伝モデル	149
6.3	インジケーター・メカニズム	151
6.3.1	インジケーター・メカニズムの基本原理	151
6.3.2	主働遺伝子モデル	153
6.3.3	量的遺伝モデル	154
6.4	ランナウェイと同所的種分化	157
<b>第7章 有性生殖の進化</b>		<b>161</b>
7.1	有性生殖の特性	161
7.1.1	生物界における普遍性	161

7.1.2	対立遺伝子の組合せの変更と組換え	162
7.1.3	有性生殖の進化の捉え方	164
7.2	有性生殖の有利さ	165
7.2.1	長期的有利さ 1: 進化の促進	165
7.2.2	長期的有利さ 2: マラーのラチェット	166
7.2.3	長期的有利さと有性生殖の 2 倍のコスト	168
7.2.4	短期的有利さ 1: 環境の空間的変動と時間的変動	168
7.2.5	短期的有利さ 2: 病気と赤の女王	169
7.2.6	短期的有利さ 3: 決定論的突然変異仮説	171
7.2.7	短期的有利さ 4: 減数分裂に伴う染色体修復	173
7.3	有望な仮説はどれか?	175
付録 A: 一年生植物の最適成長スケジュール		177
付録 B: 血縁淘汰と群淘汰の相同性		178
おわりに		185
参考文献		187
索引		193

**コラム**

コラム 1: 集団遺伝学の 3 賢人とその弟子たち	38
コラム 2: ジョン・メイナード・スミス	57
コラム 3: ウィリアム・ハミルトン	121
コラム 4: ジョージ・プライス	143