

演習で学ぶ 生命科学

第2版
物理・化学・数理からみる生命科学入門

目次

◆ 序

◆ 本書の使い方 11

1章

物理・化学・数理的な生命のみかた

1 生命理解へのアプローチ.....	20
2 生物の多様性と一様性.....	20
3 生物共通の性質.....	21
4 生命を構成する物質	22
5 細胞の意義	23
6 自由エネルギーの獲得と散逸	24
7 自己複製.....	25
8 環境への応答と恒常性	26
9 生物の進化と系統	28
10 物質, 駆動力, 制御系からなる自己増殖系	30

2章

生体分子 —細胞をつくりあげる物質群

1 細胞を構成する有機化合物	32
2 タンパク質	32
3 脂質	36
4 糖.....	39
5 核酸	40

演習

2-1 情報伝達物質と 受容体の結合定数.....	41
------------------------------	----

課題1	タンパク質の構造表示①：プリオンの構造をウェブ上で観察する	44
-----	-------------------------------------	----

課題2	タンパク質の構造表示②：プリオンの構造を立体構造ビューアで観察する	46
-----	---	----

3章

細胞の構造と増殖

1 細胞の構造と細胞小器官	48
2 細胞の分裂と増殖	50
3 細胞内輸送	54

演習

3-1 生命の階層性	55
-2 細胞内の混み合い	57
-3 細胞内における生体分子の 拡散と輸送	59

課題3	細胞周期のシミュレーション	61
-----	---------------	----

4章

生命活動の駆動力 —代謝と自由エネルギー

1 生命活動と自由エネルギー	63
2 自由エネルギーの保持物質としてのATPとNAD(P)H	68
3 基本的な代謝系	70
4 酵素	71
5 酵素活性の調節	71

演習

4-1 酵素反応のキネティクス	73
-2 一定の基質供給がある 酵素反応	76

課題4	酵素反応のシミュレーション	78
-----	---------------	----

5章

遺伝情報

1 情報分子としての核酸	80
2 遺伝子とDNA	82
3 DNAの複製	82
4 RNAへの転写	86
5 真核生物のmRNAプロセッシング	87
6 リボソームはタンパク質合成の場	89

演習

5-1 細胞分裂とテロメア	92
-2 遺伝子発現量の測定	94
-3 塩基配列の情報量	97
-4 遺伝子頻度	99

課題5	遺伝情報データベースの利用	101
-----	---------------	-----

課題6	DNAの構造と転写因子の結合	104
-----	----------------	-----

課題7	調べてみよう①: エピジェネティクス	105
-----	--------------------	-----

6章

システムとしての生命の特性

1	フィードバック回路の重要性	107
2	代謝経路と遺伝子発現制御におけるネットワーク	108
3	ホメオスタシス	110
■	各演習のねらい	110

演習

6-1	ネットワークモチーフ	112
-2	正と負のフィードバック回路	114
-3	転写制御のモデル	116
-4	転写のフィードバック制御	118
-5	転写制御のベイズ推定	120

課題8

調べてみよう②：負のフィードバック回路	122
---------------------	-----

7章

生命のダイナミクスとパターン形成

1	正のフィードバック回路	123
2	要素の空間内移動を伴うシステム	124
3	反応拡散系	125
4	高次の形態パターンの形成	126
■	各演習のねらい	127

演習

7-1	正のフィードバック回路が つくる定常状態	128
-2	Notch-Delta系による 側方抑制	130
-3	2細胞のチェーリングモデル	134
-4	胚のパターン形成	137
-5	オーキシンの極性輸送と 形態形成	139

課題9

調べてみよう③：パターン形成がみられる生命現象	142
-------------------------	-----

8章

マクロスケールのダイナミクス

1	生物と環境：生物間相互作用と生物群集	146
2	生態系の構造と動態	154
3	進化と系統	155

課題10	調べてみよう④:生態効率10%の理由	162
------	--------------------	-----

課題11	配列アラインメントと系統樹の作成	162
------	------------------	-----

課題12	最適成長スケジュール	164
------	------------	-----

9章

生命科学の新しい潮流 —大規模計測・システム・計算科学

1	生命科学と大規模計測	167
2	生命のシステム科学的理解	169
3	生命システムと計算科学	170
4	生物にヒントを得た計算手法	173
5	物理・化学・数理に根ざした生命の動的な理解に向けて	174

課題13	誕生, 絶滅のようなシミュレーション	175
------	--------------------	-----

課題14	ニューラルネットワークのシミュレーション	176
------	----------------------	-----

付 録

付録A	発展問題 —多面的な生命理解につながる5題	180
付録B	微分方程式の数値計算 —ルンゲ-クッタ法	186
付録C	関連図書・参考文献	188

◆ 索引		192
------	--	-----

問題一覧

章		問題タイトル	ページ数
2	生体分子	例題 2-1 タンパク質の分子量と等電点	34
		-2 タンパク質の電気泳動パターンと分子量	35
		-3 生体膜を構成する脂質分子の個数	37
		演習 2-1 情報伝達物質と受容体の結合定数	41
		課題 1 タンパク質の構造表示① プリオンの構造をウェブ上で観察する	44
		課題 2 タンパク質の構造表示② プリオンの構造を立体構造ビューアで観察する	46
3	細胞の構造と増殖	例題 3-1 細胞小器官の形態と物理的性質	49
		-2 細胞の増殖と競合	52
		演習 3-1 生命の階層性	55
		-2 細胞内の混み合い	57
		-3 細胞内における生体分子の拡散と輸送	59
		課題 3 細胞周期のシミュレーション	61
4	生命活動の駆動力	例題 4-1 ATPの自由エネルギー	65
		-2 代謝反応の自由エネルギーと平衡定数	66
		-3 酸化還元電位	69
		演習 4-1 酵素反応のキネティクス	73
		-2 一定の基質供給がある酵素反応	76
		課題 4 酵素反応のシミュレーション	78
5	遺伝情報	例題 5-1 複製のしくみ—PCRを例に	83
		-2 DNAの情報量と複製のエラー率	85
		-3 選択的スプライシングの推定	88
		-4 遺伝子とタンパク質の関係	89
		演習 5-1 細胞分裂とテロメア	92
		-2 遺伝子発現量の測定	94
		-3 塩基配列の情報量	97
		-4 遺伝子頻度	99
		課題 5 遺伝情報データベースの利用	101
		課題 6 DNAの構造と転写因子の結合	104
		課題 7 調べてみよう① エピジェネティクス	105

章		問題タイトル	ページ数
6	システムとしての生命の特性	演習 6-1 ネットワークモチーフ	112
		-2 正と負のフィードバック回路	114
		-3 転写制御のモデル	116
		-4 転写のフィードバック制御	118
		-5 転写制御のベイズ推定	120
		課題 8 調べてみよう② 負のフィードバック回路	122
7	生命のダイナミクスとパターン形成	演習 7-1 正のフィードバック回路がつくる定常状態	128
		-2 Notch-Delta 系による側方抑制	130
		-3 2細胞のチューリングモデル	134
		-4 胚のパターン形成	137
		-5 オークシンの極性輸送と形態形成	139
		課題 9 調べてみよう③ パターン形成がみられる生命現象	142
8	マクロスケールのダイナミクス	例題 8-1 ロジスティック方程式	147
		-2 ロトカ-ボルテラの種間競争式	150
		-3 ロトカ-ボルテラの被食-捕食式	152
		-4 最適成長スケジュール	155
		-5 遺伝的浮動のシミュレーション	158
		課題 10 調べてみよう④ 生態効率 10% の理由	162
		課題 11 配列アラインメントと系統樹の作成	162
		課題 12 最適成長スケジュール	164
		課題 13 誕生, 絶滅のようなシミュレーション	175
		課題 14 ニューラルネットワークのシミュレーション	176
付録 A	発展問題	発展 1 遺伝様式といとこ婚	180
		2 植物の葉序	181
		3 光合成エネルギーの量子変換効率	182
		4 合成オペロンの進化	183
		5 神経のシグナル伝達原理	184