

# 演習で学ぶ 生命科学

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 .....	18
2 生物の多様性と一様性 .....	18
3 生物共通の性質 .....	19
4 生命を構成する物質 .....	20
5 細胞の意義 .....	21
6 自由エネルギーの獲得と散逸 .....	21
7 自己複製 .....	23
8 環境への応答と恒常性 .....	24
9 生物の進化と系統 .....	26
10 物質，駆動力，制御系からなる自己増殖系 .....	28

## 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 .....	30
2 タンパク質 .....	30
3 脂質 .....	34
4 糖 .....	37
5 核酸 .....	38

#### 演習

2-1 情報伝達物質と 受容体の結合定数 .....	39
-------------------------------	----

宿題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 .....	42
-----	-------------------------------------	----

宿題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 .....	44
-----	---	----

## 3章

# 細胞の構造と増殖

1 細胞の構造と細胞小器官	46
2 細胞の分裂と増殖	48
3 細胞内シグナル伝達	52
4 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

宿題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 「光のエネルギーの計算」基礎	76
-3 一定の基質供給がある 酵素反応	78

宿題4	酵素反応のシミュレーション	80
-----	---------------	----

## 5章

# 遺伝情報

1 情報分子としての核酸	82
2 遺伝子とDNA	84
3 DNAの複製	84
4 RNAへの転写	88
5 真核生物のmRNAプロセッシング	89
6 リボソームはタンパク質合成の場	91

## 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	100

宿題5	遺伝情報データベースの利用	102
-----	---------------	-----

宿題6	DNAの構造と転写因子の結合	105
-----	----------------	-----

宿題7	調べてみよう①：エピジェネティクス	106
-----	-------------------	-----

## 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 .....	109
3 ホメオスタシス .....	110
■ 各演習のねらい .....	111

## 演習

6-1 転写制御のモデル .....	112
-2 転写のフィードバック制御 .....	114
-3 ネットワークモチーフ .....	115
-4 転写制御のバイズ推定 .....	118
-5 合成オペロンの進化 .....	120

## 宿題8

調べてみよう②：負のフィードバック回路 .....	123
---------------------------	-----

## 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 .....	124
2 要素の空間内移動を伴うシステム .....	125
3 反応拡散系 .....	126
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 孔辺細胞と浸透圧 .....	129
-2 神経のシグナル伝達原理 .....	131
-3 オーキシンの極性輸送と形態形成 .....	134
-4 Notch-Delta系による側方抑制 .....	137
-5 胚のパターン形成 .....	140

## 宿題9

調べてみよう③：パターン形成がみられる生命現象 .....	143
-------------------------------	-----

## 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 .....	147
2 生態系の構造と動態 .....	155
3 進化と系統 .....	156

宿題 10	調べてみよう④：生態効率 10% の理由 .....	163
宿題 11	配列アラインメントと系統樹の作成 .....	163
宿題 12	最適成長スケジュール .....	165

## 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 .....	169
2	生命のシステム科学的理解 .....	171
3	生命システムと計算科学 .....	172
4	生物にヒントを得た計算手法 .....	174
5	物理・化学・数理に根ざした生命の動的な理解に向けて .....	176

宿題 13	誕生，絶滅のようなシミュレーション .....	177
宿題 14	ニューラルネットワークのシミュレーション .....	178

## 付 録

付録 A	発展問題 —多面的な生命理解につながる9題 .....	182
付録 B	微分方程式の数値計算 —ルンゲ-クッタ法 .....	191
付録 C	関連図書・参考文献 .....	193

◆ 索 引 .....	197
-------------	-----