

# ❖ 目次概略 ❖

## 序章 はじめに

◇科学・生物学の方法について

## 1章 生物学の基本

◇生物学の歴史・成り立ち（分類・進化・遺伝など）

## 2章 細胞のプロフィール

◇細胞と細胞小器官の構造・機能など

## 3章 何が細胞の形や機能を決めているか

◇DNAやタンパク質の構造やはたらきについて

## 4章 細胞が生きて活動していくために

◇代謝経路によるエネルギーや物質の産生など

## 5章 タンパク質が細胞のさまざまな活動を担う

◇タンパク質の種類や機能，動態など

## 6章 多細胞生物への道①（細胞間の情報交換）

◇細胞接着と，シグナル伝達のしくみなど

## 7章 多細胞生物への道②（細胞の数を増やす）

◇DNAの複製と修復，細胞周期と体細胞分裂など

## 8章 多細胞生物への道③（個体の数を増やす・発生と分化）

◇減数分裂と受精，個体の発生のしくみなど

## 9章 個体を守る免疫のシステム

◇免疫にかかわる，血球細胞や抗体の機構など

## 10章 生きること，死ぬこと（細胞の再生と死，個体の死）

◇幹細胞やアポトーシス，老化やがんなどの病気と遺伝子の関係など

## 11章 個体としてのまとめり（外部環境を認識し，内部環境を調節する）

◇ホメオスタシス，神経系と感覚の受容のしくみなど

## 12章 生物の進化と多様性

◇生態系と進化のしくみ，多様性の種類と保全など

基礎から学ぶ

# 生物学・細胞生物学

第3版



## ❖ 目 次 ❖

- ・ 第3版の序
- ・ 第2版の序
- ・ 初版の序
- ・ Webサービスのご案内 ..... 13
- ・ 生物史年表—本書に登場する人物 ..... 14
- ・ 用語の異同について ..... 16

### 序章 はじめに 18

- 1. 科学とは何か? ..... 18
  - ① 科学とは ② 法則と理論
- 2. 生物学とは、生物学の方法 ..... 21
  - ① 生物学とは ② 生物学は特殊だった?
  - ③ 仮説を立てるために ④ 観察のための道具

### 1章 生物学の基本 23

- 1. 地球上には多様な生物が生息している ..... 23
  - ① 人は区別する ② 名前をつける
- 2. 神の栄光のために生物を分類する ..... 25
  - ① リンネの自然の体系 ② リンネの考え方 ③ 分類学の基礎
- 3. 進化論の登場（神の退場） ..... 28
  - ① ダーウィン以前 ② ダーウィンが考えたこと ③ 進化論その後
- 4. 地球上の生物に共通すること①（細胞説） ..... 31
  - ① 細胞説の前夜 ② 細胞説

|   |    |
|---|----|
| 5. 地球上の生物に共通すること② (メンデルの遺伝の法則) .....  | 33 |
| ① メンデル以前 ② メンデルの行った実験 ③ メンデルの遺伝の法則<br>④ 見かけ上, メンデルの法則があてはまらない例 ⑤ メンデルの法則その後 |    |
| 6. 生物体のつくりと階層性 .....  | 38 |
| ① 細胞, 組織, 器官, 器官系 ② 生物界の階層性 ③ 細胞が基本   |    |
| <b>確認問題</b> .....   | 41 |
| <b>演習①</b> データを数量的に扱い, 統計処理をしてみよう (Supplemental Data) .....                 | 45 |

## 2章 細胞のプロフィール 48

|   |    |
|---|----|
| 1. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の発明 .....   | 48 |
| 2. 細胞には多様な横顔がある .....   | 50 |
| ① 多様な細胞の形 ② 細胞の概観   |    |
| 3. 細胞を構成している物質 .....  | 54 |
| ① 水の性質 ② モノマーとポリマー ③ タンパク質 ④ 核酸 ⑤ 糖質 ⑥ 脂質                           |    |
| 4. 細胞小器官の構造と機能 .....  | 63 |
| ① 核 ② 小胞体とリボソーム ③ ゴルジ装置 ④ ミトコンドリア<br>⑤ 葉緑体 ⑥ 細胞骨格 ⑦ リソソーム, ペルオキシソーム |    |
| 5. 細胞を取り巻く細胞膜の構造と機能 .....   | 69 |
| ① 細胞膜の構造 ② 細胞膜の機能   |    |
| <b>確認問題</b> .....   | 71 |
| <b>演習②</b> タンパク質をデータベースで調べ, パソコンで描いてみよう .....                       | 74 |

## 3章 何が細胞の形や機能を決めているか 76

|  |     |
|--|-----|
| 1. 形質を決めているものを求めて .....                            | 76  |
| ① DNAの発見 ② 染色体地図 ③ 遺伝子はタンパク質をコードしている ④ 遺伝子の本体はDNAだ |     |
| 2. 遺伝子としてのDNA .....                                | 82  |
| ① DNAの化学的性質の研究 ② ワトソン-クリックのモデル ③ 遺伝の暗号はどう解読されたか    |     |
| 3. DNAからタンパク質へ① (転写) .....                         | 86  |
| ① 転写の過程 ② リボソームとtRNA                               |     |
| 4. DNAからタンパク質へ② (翻訳) .....                         | 91  |
| ① リボソーム表面上にあるさまざまな結合部位 ② 翻訳の過程 ③ 合成されたタンパク質の行方     |     |
| 5. タンパク質の構造と機能 (形と機能の裏腹な関係) .....                  | 94  |
| ① ヘモグロビンの形 ② ヘモグロビンのはたらき ③ ヘモグロビンの変異               |     |
| <b>確認問題</b> .....                                  | 99  |
| <b>演習③</b> タンパク質の二次構造をつくってみよう .....                | 101 |

## 4章 細胞が生きて活動していくために 102

|   |     |
|---|-----|
| 1. 何をするにもエネルギー (ATPの産生) .....   | 102 |
| ① ATPって何? ② エネルギー獲得の概観 ③ 解糖はサイトソルで ④ 解糖の過程を動かし続けるために ⑤ ミトコンドリア内で営まれる効率的なエネルギー生産 |     |
| 2. 葉緑体による光エネルギーの固定 .....  | 113 |
| ① グルコース産生は燃焼の逆反応? ② 光電子伝達系 ③ 炭酸同化反応<br>④ 太陽の恵みと動物と植物の深い関係                       |     |
| 3. 代謝経路のネットワーク .....  | 118 |
| ① 代謝経路とは ② 酵素タンパク質 ③ 補酵素の必要な酵素<br>④ タンパク質以外の物質の合成 ⑤ 代謝の調節 ⑥ 代謝経路のネットワーク         |     |
| <b>確認問題</b> .....   | 123 |

## 5章 タンパク質が細胞のさまざまな活動を担う 126

|  |     |
|--|-----|
| 1. タンパク質のさまざまな機能 (酵素, 運搬, ホルモン, 受容体, 細胞骨格) ..... | 126 |
| ① 膜輸送タンパク質 ② ホルモンタンパク質 ③ 受容体タンパク質                |     |
| 2. 細胞は動く .....                                   | 131 |
| ① アクチンフィラメント ② 微小管 ③ 筋収縮                         |     |
| 3. タンパク質はDNAへはたらきかける .....                       | 139 |
| ① オペロン説 ② 真核生物の場合                                |     |
| 4. 細胞膜に埋め込まれた膜タンパク質の重要な機能 .....                  | 142 |
| ① 細胞膜の構造 ② グルコーストランスポーターとアクアポリン ③ 接着タンパク質        |     |
| <b>確認問題</b> .....                                | 145 |
| <b>演習</b> ④ ヒトとチンパンジーのタンパク質を比較してみよう .....        | 146 |

## 6章 多細胞生物への道① (細胞間の情報交換) 147

|  |     |
|--|-----|
| 1. 細胞は集まって .....   | 147 |
| ① 細胞同士の付き合い方—多細胞生物の場合は ② 細胞間の結合の役割   |     |
| 2. 細胞間の情報交換 .....  | 152 |
| ① 細胞同士の情報交換の方式   |     |
| 3. ホルモンと受容体で情報を伝える .....   | 153 |
| ① 信号分子としてのホルモン<br>② 水溶性ホルモン受容体の種類<br>③ Gタンパク質共役型受容体の場合—グルカゴンが作用するしくみ<br>④ 酵素共役型受容体の場合—インスリンが作用するしくみ<br>⑤ 骨格筋における代謝—受容体の有無による作用の違い<br>⑥ もう一つのGタンパク質共役型受容体 (IP <sub>3</sub> -Ca <sup>2+</sup> 系) |     |

|  |     |
|--|-----|
| 4. 信号分子による転写の調節（細胞外から遺伝子への情報伝達）                                    | 162 |
| ① ステロイドホルモンと受容体 ② ステロイドホルモン受容体複合体は遺伝子の転写を制御<br>③ ステロイドホルモンの作用のしかた  |     |
| 5. イオンチャネル連結型受容体を介した情報伝達   | 166 |
| ① 神経系による情報伝達 ② アセチルコリン受容体  |     |
| <b>確認問題</b>  | 167 |
| <b>演習⑤</b> インスリンと血糖値の変動をグラフ化してみよう <small>Supplemental Data</small> | 168 |

## 7章 多細胞生物への道②（細胞の数を増やす） 169

|  |     |
|--|-----|
| 1. DNAの複製                                | 169 |
| ① 細胞の数を増やす ② DNAはどのように複製されるのか ③ DNA複製の過程 |     |
| 2. 細胞周期と体細胞分裂                            | 175 |
| ① 細胞周期 ② 体細胞分裂の過程                        |     |
| 3. 細胞周期の調節                               | 177 |
| ① チェックポイント ② サイクリン依存性キナーゼとサイクリンの発見       |     |
| 4. 突然変異とDNA修復機構                          | 179 |
| ① 突然変異 ② 突然変異が起こる原因 ③ DNAの誤りを正す          |     |
| <b>確認問題</b>                              | 184 |

## 8章 多細胞生物への道③（個体の数を増やす・発生と分化） 185

|  |     |
|--|-----|
| 1. 減数分裂（次の世代をつくるために）   | 185 |
| ① 生殖と繁殖 ② 減数分裂とは ③ 減数分裂の過程 ④ 減数分裂による遺伝的多様性                       |     |
| 2. 生殖細胞の形成   | 189 |
| ① 性とは ② 精子形成 ③ 卵形成   |     |
| 3. 受精  | 193 |
| ① 先体反応 ② 多精拒否機構 ③ 卵の賦活（活性化）                                      |     |
| 4. 初期発生と器官形成   | 195 |
| ① ウニの初期発生 ② カエルの初期発生 ③ 鳥類の初期発生 ④ 哺乳類の初期発生 ⑤ 器官形成                 |     |
| 5. 始原生殖細胞と性分化  | 201 |
| ① 極細胞, 始原生殖細胞 ② 生殖腺へ   |     |
| 6. 細胞間のコミュニケーションによる分化のしくみ  | 202 |
| ① ごく簡単な発生学の歴史 ② 誘導・分化・拘束<br>③ 種によって異なる卵での指定の時期 ④ 体軸の決定 ⑤ ホメオボックス |     |
| <b>確認問題</b>  | 210 |
| <b>演習⑥</b> 体細胞分裂と減数分裂を体感してみよう                                    | 212 |

## 9章 個体を守る免疫のシステム 213

|   |     |
|---|-----|
| 1. 細胞間のコミュニケーション再び                                | 213 |
| ① 血球細胞の種類 ② 免疫にかかわる膜タンパク質                         |     |
| 2. 非特異的生体防御機構                                     | 217 |
| ① 体を守るフロントライン ② 第一防衛ラインが破られたら ③ ナチュラルキラー細胞の活躍     |     |
| 3. 特異的生体防御機構                                      | 220 |
| ① 第三の防衛ライン, 免疫の概要 ② 免疫にはリンパ球が関与する                 |     |
| ③ リンパ系器官 ④ 免疫応答                                   |     |
| 4. 抗体による攻撃 (体液性免疫)                                | 224 |
| ① 抗体分子の構造 ② 抗体には種類がある ③ 抗原とは ④ 抗体の多様性はどのようにして生ずるか |     |
| 5. T細胞による攻撃 (細胞性免疫)                               | 231 |
| ① MHC タンパク質 ② 細胞傷害性T細胞 (キラーT細胞) ③ T細胞受容体          |     |
| 6. 免疫機能の制御  | 235 |
| ① 第二防衛ラインと第三防衛ラインをつなぐ伝令 ② ヘルパーT細胞 ③ 記憶細胞          |     |
| ④ 胸腺での訓練 ⑤ 免疫グロブリンスーパーファミリー                       |     |
| 確認問題  | 242 |

## 10章 生きること, 死ぬこと (細胞の再生と死, 個体の死) 246

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 1. 細胞の再生                         | 246 |
| ① 細胞再生の違いによる細胞の分類 ② 幹細胞による細胞再生系  |     |
| ③ 分化した細胞 ④ 細胞分裂に限りはあるのか          |     |
| 2. 細胞が死ぬとき                       | 251 |
| ① ネクロシスとアポトーシスの違い ② アポトーシスの起こるとき |     |
| ③ アポトーシスの共通経路 ④ アポトーシスの引き金       |     |
| 3. 老化・寿命と遺伝子の関係                  | 255 |
| ① ヒトの老化は規格外? ② 早老症 ③ 再び老化とは      |     |
| 4. がんを含むさまざまな病気とその原因             | 257 |
| ① 病気の定義 ② 遺伝子の変異による病気 ③ 病原体による病気 |     |
| ④ がん ⑤ その他の病気                    |     |
| 確認問題                             | 264 |

## 11章 個体としてのまとめ (外部環境を認識し, 内部環境を調節する) 265

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 1. 内部環境を一定に                         | 265 |
| ① 外部環境と内部環境 ② ホメオスタシスの機構 ③ 制御中枢の必要性 |     |

|   |     |
|---|-----|
| 2. 制御中枢による情報の処理と調節                                    | 271 |
| ① ニューロン ② ニューロンのはたらき ③ グリア細胞 ④ 神経系の発達 ⑤ 内分泌系の中核       |     |
| 3. 動物の行動  | 279 |
| ① 生まれつき備わった行動 ② 学習や知能によって獲得される行動                      |     |
| 4. 感覚器官と感覚の受容   | 284 |
| ① 感覚の種類 ② 機械的刺激の変換 ③ 化学的刺激の変換                         |     |
| 確認問題  | 293 |
| 演習⑦ 静止電位と活動電位を描いてみよう <small>Supplemental Data</small> | 296 |

## 12章 生物の進化と多様性 299

|   |     |
|---|-----|
| 1. 個体の生きる場所（多様な環境に適応して生きる）                        | 299 |
| ① 多様な生物を支える多様な生態圏 ② 個体群密度                         |     |
| 2. 進化と多様性の創出                                      | 304 |
| ① 進化は個体群で起こる ② ハーディー-ワインベルグの法則                    |     |
| ③ 実際の個体群は遺伝子平衡ではない ④ ランダムな変異を方向づける                |     |
| ⑤ 中立的な突然変異と遺伝的浮動 ⑥ 漸進説, 種分化, 小進化 ⑦ 断続平衡説, 大進化     |     |
| 3. 地球上の生物多様性を守るために                                | 314 |
| ① なぜ生物の多様性が ② 生物の多様性とは ③ 生物多様性消失の要因と多様性の保全        |     |
| 確認問題  | 318 |
| 演習⑧ 成長曲線を描いてみよう <small>Supplemental Data</small>  | 319 |
| 演習⑨ 分子系統樹を描いてみよう <small>Supplemental Data</small> | 320 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 参考図書 & Further readings | 321 |
| 索引                      | 324 |

## Column

|                          |     |                            |     |
|--------------------------|-----|----------------------------|-----|
| ● メンデルの選んだ7つの形質          | 42  | ● ES細胞とiPS細胞               | 211 |
| ● 歴史にみる遺伝病               | 44  | ● タンパク質分解酵素によって抗体分子の構造を調べる | 226 |
| ● タンパク質分子モデルの見方          | 72  | ● ハイブリドームを用いたモノクローナル抗体の作製  | 231 |
| ● リボソームの構造解明             | 100 | ● GFPの発見とその応用              | 243 |
| ● ATP合成酵素は回転によってATPを生成する | 115 | ● バイオテクノロジー                | 244 |
| ● 鋏で切るように、酵素が切断するとは?     | 124 | ● 錯視, 脳が見ている               | 294 |
| ● 細胞骨格の形成を阻害する物質         | 134 |                            |     |
| ● 細胞が分子を取り込むさまざまな方法      | 145 |                            |     |