

生命科学

改訂第2版

Contents

序	3
---------	---

序 説

1章 生物の多様性と一様性	10
---------------------	----

- I** 生物の多様性と一様性 10
- II** 生物とは 10
生物と細胞／自己の複製／刺激への応答／エネルギー通貨ATP
- III** 生物の系統 11
系統樹での分類／細胞内小器官での分類／生体物質の大きさ
- IV** 生体を構成する物質 14
タンパク質／脂質／糖／無機塩類
- 問題 18
- Column** ウイルスとプリオン／12 アミノ酸の話／17

第 I 部 細胞と遺伝情報の関係

2章 遺伝情報の複製	22
------------------	----

- I** 細胞増殖とDNA複製 22
細胞増殖は細胞の最も基本的な機能／DNA複製の特殊性
- II** DNAとはどのような分子か 22
単位としての核酸／高分子核酸／DNAは二本鎖である／RNAは一本鎖である／原核生物は環状、真核生物は直鎖状の二本鎖DNAをもつ
- III** 遺伝子とDNA 27
遺伝子の定義／ゲノム／生物のDNA量／生物の遺伝子数／真核生物は遺伝子でないDNA領域をたくさんもっている
- IV** DNAの複製 29
DNA複製のアウトライン／複製には鋳型を必要とする／複製は不連続である／複製開始点と複製終了点がある
- 問題 34
- Column** DNAの変性・再生／26 DNAは細くて長い糸である／26 DNAの損傷と修復／29 複製の正確さ／30 複製にかかわる酵素はたくさんある／31 PCR (polymerase chain reaction)／32

3章 遺伝子の発現	35
-----------------	----

- I** 遺伝子の転写と翻訳 35
セントラルドグマ／遺伝子の暗号／DNAのセンス鎖／遺伝子の発現
- II** 遺伝子の転写 36
RNAの種類／転写の特徴／転写の基本

III 転写後の修飾 40

RNAの切断／塩基の修飾／真核生物のmRNAプロセッシング

IV 遺伝子の翻訳 42

アミノアシルtRNAの合成／リボソーム／mRNAの構造／タンパク質合成／転写と翻訳の協調

問題 49

Column 真核生物にはもっと多くの非翻訳RNAがあるのかもしれない／39 RNA複製と逆転写／40 大腸菌リボソームの構造／43 翻訳の開始／44 ペプチド鎖の延長／45 翻訳の終了／46 21番目のアミノ酸／47

4章 遺伝子発現の調節 50

I 発現からみた遺伝子の種類 50

すべての生物でハウスキーピング遺伝子が働く／多細胞生物ではさらに多くの遺伝子が働く／一人のヒトの体細胞は同じ遺伝子をもっている／発現が調節される遺伝子と調節されない遺伝子

II 原核生物の遺伝子発現調節 51

大腸菌の β ガラクトシダーゼ遺伝子は正と負に調節される

III 真核生物細胞の遺伝子発現調節 53

転写調節と転写後調節／真核生物はより複雑な転写調節機構をもつ／クロマチンリモデリングによる調節／クロマチン構造と遺伝子発現調節

問題 59

Column リンパ球だけは遺伝子が異なる／51 複数の遺伝子を同時に発現調節するしくみ／52 オペロンとレギュロン／53 miRNAによる遺伝子発現調節／54 非翻訳RNAの多くはmiRNAかもしれない／55 遺伝学と逆遺伝学／56 ヘテロクロマチンとユークロマチン／57 DNAのメチル化、発生、体細胞クローン動物／57 ゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム／58

第II部 個々の細胞を機能させる原理

5章 細胞の膜構造と細胞内小器官 62

I 細胞の膜構造 62

原核細胞と真核細胞／真核細胞の細胞内小器官

II 生体膜の脂質と膜タンパク質 64

脂質二重層の性質／膜タンパク質

III 生体膜の機能 65

バリアー機能と物質の選択的な輸送／膜電位／受容体による情報の伝達／細胞膜を介しての細胞骨格と細胞外基質との結合

IV 細胞内小器官の形成と物質輸送 69

細胞内小器官へのタンパク質の選別輸送／核への物質輸送と核からの物質輸送／ミトコンドリアや葉緑体へのタンパク質輸送／小胞体へのタンパク質輸送／小胞輸送／細胞外の物質の取り込み経路

問題 75

Column 細胞膜のコレステロール／66 膜を貫通する構造をもたなくても膜に結合するタンパク質／68 細胞膜電位を計算するネルンストの式／69 神経の興奮と伝達／70 核膜孔輸送にはGタンパク質が働く／71 細胞内小器官の起源に関する推論／73

6章 細胞骨格 76

I 細胞骨格の種類とその分子構造 76

アクチン繊維／微小管／中間径繊維

II 細胞骨格の動的な変化 79 III モータータンパク質 80

キネシン／ダイニン／ミオシン

IV 筋細胞の収縮 83

V 細胞内の物質輸送 85

問題 86

Column トレッドミリング／77 鞭毛の構造と運動のしくみ／82

7章 代謝 87

I 細胞活動と熱力学：代謝の意義 87

II 自由エネルギー変化と生体エネルギー通貨としてのATP 87

III 酵素 88

酵素の特異性と反応機構／酵素反応速度論／酵素の分類

IV 基本的な代謝の流れ 90

V 代謝の基本反応 93

リン酸化反応（キナーゼ）／脱リン酸化反応（ホスファターゼ）／C-C結合の生成・切断反応／脱水素反応

VI エネルギー産生系 94

解糖系／クエン酸回路（トリカルボン酸サイクル）

VII 酵素活性の調節 95

アロステリック制御／リン酸化による酵素活性の調節／代謝調節のパラダイム：フィードバック制御とカスケード

問題 99

Column 熱力学の法則：自由エネルギー変化と平衡定数／88 Michaelis-Mentenの式の導き方／90 炭素と窒素の固定回路／92 代謝経路のバイオインフォマティクス（生物情報学）／92 メタボロミクス／95 代謝経路はなぜ丸い？／97

8章 エネルギー 100

I 生体エネルギー 100

II 呼吸鎖と酸化的リン酸化の概略 101

III 酸化還元反応と呼吸鎖 101

IV ATP合成酵素 103

V 光合成の概要 104

VI 光エネルギーの吸収 104

VII 光化学反応と電子伝達 105

VIII 暗反応：炭酸固定反応 107

IX C4光合成 108

X ミトコンドリアと葉緑体のトポロジー 109

問題 110

Column ATP合成酵素の回転の実証／105 光合成の炭酸固定経路図（カルビン回路）／106 共役と光による調節／107 地球大気の大気二酸化炭素濃度の変遷と光合成／108

9章 シグナル伝達と細胞の増殖 111

I シグナル伝達 111

II 細胞内シグナル伝達 112

タンパク質のリン酸化と脱リン酸化／Gタンパク質／低分子の二次メッセンジャー

III 受容体を介した細胞内シグナル伝達経路 115

酵素型受容体／Gタンパク質共役型受容体／チャンネル型受容体／転写因子型受容体

IV 細胞周期 117

細胞周期とは／対称分裂と非対称分裂

V 細胞増殖の制御 118

正と負の制御

VI 細胞増殖開始のシグナル伝達 119

細胞増殖開始までのシグナル伝達／正と負の制御／サイクリンとCDKは細胞周期の各ステップで働く

VII 細胞周期のチェックポイント機構 120

VIII がんとがん遺伝子 121

がん遺伝子／がん抑制遺伝子／がんの自立的増殖

IX 細胞死のシグナル 123

問題 124

Column 受容体とシグナル分子の関係／114 タンパク質の分解による細胞内シグナル伝達／115 オーフアン受容体と医薬品開発／117

第Ⅲ部 細胞集団の組織化

10章 発生と分化 126

I 卵形成 126

II 受精と卵割 126

III 胚の方向性の決定 127

ショウジョウバエの発生／カエルの発生

IV 細胞分化と幹細胞 132

V 誘導作用と形態形成運動 133

形態形成運動／神経誘導

VI 器官形成 136

■ 問題 138

Column 線虫の細胞系譜／128 ホメオボックス遺伝子／130 カエルの背側決定における母性因子の役割／131 植物の花器官形成のしくみ／136

11章 細胞間のコミュニケーションと組織構築 139

I 細胞同士の接着 139

カドヘリンの発見とその性質／カドヘリンの役割／その他の細胞同士の接着

II 細胞外基質 141

繊維性の成分／グリコサミノグリカンとプロテオグリカン／糖タンパク質

III 細胞と細胞外基質との接着 143

インテグリン

IV 細胞間のコミュニケーション 144

細胞接着と細胞内情報伝達／細胞認識／細胞接着と移動運動／植物細胞の原形質連絡

V 組織構築 148

上皮組織／細胞極性

■ 問題 151

Column 基底板／142 植物の細胞外基質／144 神経とシナプス／147 結合部複合体／148

12章 生殖と減数分裂 152

I 有性生殖と無性生殖 152

II 体細胞分裂と減数分裂 153

III 減数分裂の意義 154

IV 遺伝的組換え 155

一般的組換え／部位特異的組換え

V 配偶子の形成 156

VI 配偶子の特殊化 158

VII 受精 160

VIII 種と性 162

受精の準備／受精の過程

■ 問題 165

Column 性の決定と性転換／154 アグロバクテリアと遺伝子組換え植物／157 クローン動物／163 ノックアウトマウス／164

問題の解答 166

索引 176

執筆者一覧 180