

生命科学

改訂第3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 12
 - 系統樹での分類 ■細胞内小器官
 - 生体物質の大きさ
- IV** 生体を構成する物質 14
 - アミノ酸とタンパク質 ■脂質 ■糖
 - 無機塩類
- V** タンパク質の構造と機能 18
- 問題 20

Column ●種概念…11 ●ウイルスとプリオン…12 ●アミノ酸の話…18
●DNAの塩基の変異はなぜ起こるか…19

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 23
 - 単位としてのヌクレオチド ■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 35

Column ●DNAの変性・再会合…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
●DNA複製後の塩基修飾と遺伝情報複製…32 ●PCR (polymerase chain reaction) …33

3章 遺伝子の発現 36

- I** 遺伝子の転写と翻訳 36
 - 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 37
 - RNAの種類 ■転写の特徴 ■転写の基本

III 転写後の修飾 …………… 41	IV 遺伝子の翻訳 …………… 43
<ul style="list-style-type: none"> ■ RNAの切断 ■ 塩基の修飾 ■ 真核生物のmRNAプロセッシング 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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 ■ タンパク質の行方と翻訳後修飾
	問題 …………… 51

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…40
 ●RNA複製と逆転写…41 ●大腸菌リボソームの構造…44 ●翻訳の開始…45
 ●ペプチド鎖の延長…46 ●翻訳の終了…47 ●21番目のアミノ酸…48

4章 遺伝子発現の調節 52

I 発現からみた遺伝子の種類 …… 52	IV エピジェネティックな遺伝子発現制御 …………… 58
<ul style="list-style-type: none"> ■ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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
II 原核生物の遺伝子発現調節 …… 53	<ul style="list-style-type: none"> ■ ヘテロクロマチンとユークロマチン ■ クロマチン構造と遺伝子発現調節 ■ エピジェネティックな制御とは ■ ヒストンコード ■ 遺伝情報を担うもの
III 真核生物の遺伝子発現調節 …… 55	問題 …………… 63
<ul style="list-style-type: none"> ■ 転写調節と転写後調節 	

Column ●リンパ球だけは遺伝子が異なる…53 ●複数の遺伝子を同時に発現調節するオペロン…54
 ●オペロンとレギュロン…55 ●非翻訳RNAの発現…56 ●miRNAによる遺伝子発現調節…57
 ●ゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム…59 ●ハエの目の色からわかる遺伝子サイレンシングのしくみ…61 ●エピジェネティックなX染色体の不活性化…62

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 66

I 細胞が基本 …………… 66	IV 細胞内の膜構造 …………… 71
II 生体膜 …………… 66	<ul style="list-style-type: none"> ■ 細胞内小器官 ■ 膜で囲まれた小胞による輸送 ■ 分泌経路 ■ エンドサイトーシス
III 膜輸送 …………… 68	問題 …………… 77
<ul style="list-style-type: none"> ■ チャンネル ■ トランスポーター ■ ATP駆動ポンプ—濃度勾配に逆らって輸送する能動輸送 	
Column ●細胞膜電位を計算するネルンストの式…70 ●神経細胞の活動電位…71 ●細胞内小器官の起源に関する推論…73 ●タンパク質の細胞内小器官への輸送…75 ●分泌経路の順序…76	

6章 細胞骨格 78

I 細胞骨格とは …………… 78	III 微小管に基づく機構 …………… 83
II アクチン繊維に基づく機構 …… 79	<ul style="list-style-type: none"> ■ チューブリン分子 ■ 細胞分裂時の紡錘体 ■ チューブリン-キネシン相互作用による輸送 ■ 細胞内の物質輸送と細胞内小器官の配置
<ul style="list-style-type: none"> ■ アクチン分子 ■ アクチン繊維の重合機構 ■ アクチン重合に基づく細胞の運動 ■ ミオシンによる運動—筋細胞の収縮 	問題 …………… 87
Column ●中間径繊維…79 ●トレッドミル現象…80 ●細胞骨格に作用する薬剤…83 ●Ca ²⁺ による筋収縮の調節…83 ●ミオシンとキネシンの活性中心の構造は酷似…86	

I 細胞活動と熱力学： 代謝の意義 …………… 88	■C-C結合の生成・切断反応 ■脱水素反応
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 …………… 88	VI エネルギー産生系 …………… 96
III 酵素 …………… 89	■解糖系
■酵素の特異性と反応機構 ■酵素反応速度論	■クエン酸回路（トリカルボン酸サイクル）
■酵素の分類	VII 酵素活性の調節 …………… 97
IV 基本的な代謝の流れ …………… 91	■アロステリック制御
V 代謝の基本反応 …………… 95	■リン酸化による酵素活性の調節
■リン酸化反応（キナーゼ）	■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
■脱リン酸化反応（ホスファターゼ）	問題 …………… 101

Column ●熱力学の法則：自由エネルギー変化と平衡定数…89 ●ミカエリス・メンテン (Michaelis-Menten) の式の導き方…91 ●炭素と窒素の固定回路…94
●代謝経路のバイオインフォマティクス (生物情報学) …94 ●メタボロミクス…97
●代謝経路はなぜ丸い?…99

I 生体エネルギーの2つの規格… 102	V 光合成 …………… 106
■生体エネルギーの役割	■光エネルギーの吸収
■ATPとH ⁺ の電気化学ポテンシャル	■光化学反応と電子伝達
II 酸化的リン酸化と光リン酸化 …………… 103	VI 光合成の炭酸固定反応 …………… 109
III 酸化還元反応と呼吸鎖 …………… 103	VII C4光合成 …………… 110
■呼吸鎖 ■電子伝達とエネルギー放出	VIII ミトコンドリアと葉緑体のトポロジー …………… 111
■H ⁺ 輸送のしくみ	問題 …………… 112
IV ATP合成酵素 …………… 105	
Column ●ATP合成酵素の回転の実証…107 ●光合成の炭酸固定経路図 (カルビン回路) …109	
●共役と光による調節…110 ●地球大気の大気中の二酸化炭素濃度の変遷と光合成…110	

I 細胞の分裂 …………… 113	V チェックポイント …………… 119
■細胞分裂と細胞の形態変化：対称分裂と非対称分裂	■DNA損傷チェックポイント
II 細胞周期という概念 …………… 114	■紡錘体チェックポイント
III 細胞周期の各段階 …………… 114	■細胞周期におけるチェックポイントの意味
■細胞周期におけるDNA量の変化	VI アポトーシス …………… 121
■栄養不足とGO期 ■正と負の制御	VII 細胞周期と増殖制御の破綻 …… 122
IV 細胞周期エンジン …………… 117	■がんの自律的増殖
■細胞周期を制御するタンパク質	問題 …………… 124
■サイクリン-CDK複合体 ■細胞周期を逆方向に進ませないしくみ ■サイクリンの周期的な分解とユビキチン-プロテアソーム	
Column ●細胞質分裂…116 ●酵母の話…120 ●アポトーシスの活性化にかかわる経路…122	
●がん遺伝子…123 ●がん抑制遺伝子…123	

第Ⅲ部 細胞集団の組織化

10章 シグナル伝達 126

I 刺激と応答 126	IV 細胞内シグナル伝達の具体例 133
II シグナルとは 127	キナーゼ型受容体を介したシグナル伝達
シグナル伝達という概念	Gタンパク質共役型受容体を介したシグナル伝達
細胞間シグナル伝達の様式	チャンネル型受容体を介したシグナル伝達
細胞内で起こる連鎖反応	転写因子型受容体を介したシグナル伝達
III 細胞外での刺激受容から，細胞内でシグナルが伝わるまで 129	V 細胞の接触による相互作用 135
受容体	細胞同士の結合に関与するタンパク質：カドヘリン
受容体が刺激を受けた後：膜から細胞質へ	細胞外基質との接着に関与するタンパク質：インテグリン
膜から核へ	■ 問題 138
Column ●受容体とシグナル分子の関係... 129 ●オーファン受容体と医薬品開発... 134	
●タンパク質の分解による細胞内シグナル伝達... 135 ●細胞外基質の役割... 137	

11章 発生と分化 139

I 卵形成 139	V 誘導作用と形態形成運動 147
II 受精と卵割 140	形態形成運動 神経誘導
III 胚の方向性の決定 140	VI 器官形成 150
胚の領域化 胚の誘導	■ 問題 153
IV 細胞分化と幹細胞 146	
Column ●線虫の細胞系譜... 142 ●ホメオティック遺伝子... 144	
●カエルの背側決定における母性因子の役割... 145 ●iPS細胞（人工多能性幹細胞）... 147	
●植物の花器官形成のしくみ... 151 ●女王蜂か働き蜂かを決めるエピゲノム... 152	

12章 生殖と減数分裂 154

I 有性生殖と無性生殖 154	VII 受精 164
II 体細胞分裂と減数分裂 155	受精の準備 受精の過程
III 減数分裂の意義 157	VIII エピジェネティックな遺伝情報の伝達 167
IV 遺伝的組換え 157	IX 種と性 167
一般的組換え 部位特異的組換え	■ 問題 168
V 配偶子の形成 160	
VI 配偶子の特殊化 163	
Column ●クローン動物... 155 ●性の決定と性転換... 157 ●ノックアウトマウス... 158	
●アグロバクテリウムと遺伝子組換え植物... 163	
●DNAのメチル化，発生，体細胞クローン動物... 166 ●ゲノムインプリンティング... 167	

問題の解答 169
索引 179
執筆者一覧 183