

目次概略

第Ⅰ部

- 1章 生物の基本概念と基本構造14
- 2章 生物の増殖25
- 3章 遺伝と生物情報34
- 4章 エネルギーと代謝酵素43
- 5章 環境応答と恒常性52

生物学の
基本概念

第Ⅱ部

- 6章 生命の物質的基盤62
- 7章 複製80
- 8章 転写90
- 9章 翻訳100
- 10章 遺伝子発現の調節110
- 11章 細胞の構造123
- 12章 細胞内輸送143

分子

第Ⅲ部

- 13章 細胞周期158
- 14章 シグナル伝達の基本169
- 15章 シグナル伝達の制御179
- 16章 エネルギー生産と代謝経路189
- 17章 細胞運動と神経・筋収縮202

細胞

第Ⅳ部

- 18章 生殖216
- 19章 動物個体の形成, 分化229
- 20章 動物個体の環境応答と情報処理239
- 21章 動物個体の維持252
- 22章 植物個体の形成と成長269

個体

第Ⅴ部

- 23章 生物圏と環境284
- 24章 生物進化とゲノム299

種・生物圏

理系総合のための 生命科学

Contents

序	3
---	---

第Ⅰ部 生物学の基本概念

1章 生物の基本概念と基本構造 14

1 さまざまな生物と1つの生物学	14	5 単細胞生物と多細胞生物	21
2 生命体の基本的属性	16	6 生物の大分類	21
3 細胞と細胞膜	16	7 種の概念	23
4 原核生物と真核生物	18	8 このあと展開	24

Column ●生物の名前の付け方…16 ●細胞説をめぐって…17 ●顕微鏡の進歩(光学系の改良)…19
●顕微鏡の進歩(分解能の向上)…20 ●微生物とは何か?…23

2章 生物の増殖 25

1 細胞は分裂により増える	25	3 生物の生活環	29
■細胞の分裂と細胞周期	■原核細胞の分裂	■世代交代の概念および二倍体が優勢な生物	
■真核細胞の分裂		■一倍体が優勢な生物	
2 有性生殖と無性生殖	27	4 胚発生による多細胞体の形成	33
■ゲノムと倍数性	■無性生殖	5 第Ⅱ部以降での展開	33

Column ●有性生殖の意義…28 ●イチョウの精子の発見…31 ●桜はなぜいっせいに咲くのだろう…32

3章 遺伝と生物情報 34

1 形質	34	7 伴性遺伝	38
2 メンデル遺伝	34	8 連鎖	39
3 機能獲得と機能喪失	35	9 集団としてみた遺伝子プール	39
4 メンデルの独立の法則	36	10 遺伝子の本体はDNAである	40
5 遺伝因子と染色体	37	11 第Ⅱ部以降での展開	41
6 染色体とゲノム	38		

Column ●フェニルチオカルバミドと苦味…36 ●メンデルの法則に合わない母性遺伝…37
●遺伝性疾患と確率…39 ●遺伝子はDNAであること…40 ●アルカプトン尿症の発見…41

4章 エネルギーと代謝酵素 43

1 細胞の生きざまと酵素の種類	43	4 酵素の基本的性質	45
2 生体エネルギーの基本的な流れ	43	酵素の特異性と反応機構	酵素反応速度論
3 エネルギー通貨としてのATPの役割	44	5 細胞内の代謝	48
		6 第Ⅱ部以降での展開	51

Column ●熱力学の法則：自由エネルギー変化と平衡定数…44 ●酵素の結晶化…46 ●無細胞系における発酵…47 ●Michaelis-Mentenの式の導き方…48 ●ATPはうまいのもと…50

5章 環境応答と恒常性 52

1 恒常性、環境応答、分子ネットワーク	52	動的平衡による恒常性維持	情報伝達系による恒常性維持
2 物理的な環境への応答	53	4 外来病原体への応答	58
光		細菌に感染するウイルス	レトロウイルス
3 多細胞体における内部的な恒常性と環境応答	56	ウイルス抵抗性	病原生物に対する抵抗性
		5 第Ⅱ部以降での展開	60

Column ●明暗順応を調節する遺伝子…55 ●恒常性と内部環境の維持…56

第Ⅱ部 生命現象の基本的なしくみ—物質を中心に

6章 生命の物質的基盤 62

1 生命を構成するもの	62	3 脂質	67
生命をつくる元素		脂肪酸	グリセロ脂質
生命をつくる分子		スフィンゴ脂質	
生物を構成する有機化合物		ステロイド	
2 アミノ酸とタンパク質	63	4 糖	71
タンパク質の単位としてのアミノ酸		五炭糖と六炭糖	糖の結合
ペプチド結合		多糖類	
タンパク質の構造		糖タンパク質	
タンパク質の機能と高次構造の形成		5 核酸	74
タンパク質の修飾		単位としての核酸	高分子核酸
タンパク質の変性		DNAは二本鎖である	RNAは一本鎖である

Column ●鏡像タンパク質…63 ●トランス型不飽和脂肪酸…69 ●直鎖状の糖分子と環状の糖分子…71 ●血液型…73 ●グリコバイオロジー…74 ●DNAの変性・再生…76 ●ワトソン、クリックによるDNA分子構造の提唱…77 ●DNAは細くて長い糸である…78 ●多くの原核生物は環状、真核生物は直鎖状の二本鎖DNAをもつ…79

7章 複製 80

1 遺伝情報の伝達と遺伝情報の発現	80	3 遺伝子とDNA	81
2 細胞増殖とDNA複製	80	遺伝子の定義	ゲノム
細胞増殖は細胞の最も基本的な機能		生物のDNA量	
DNA複製の特殊性		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
		エキソン	イントロン
		転写調節領域	

4 DNAの複製 84

- DNA複製のアウトライン ■ DNAポリメラーゼ ■ 複製には鋳型を必要とする ■ 複製は不連続である ■ 複製のプライマー ■ 複製開始点と複製終了点がある ■ 複製開始の調節 ■ DNAの損傷と修復

Column ● 反復配列とインtron...83 ● 半保存的複製を示したメセルソンとスタールの実験...85
● 複製の正確さ...86 ● 複製にかかる酵素はたくさんある...87 ● 末端複製問題...88

8章 転写

90

1 遺伝子の転写と翻訳 90
■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

2 遺伝子の転写 92
■RNAの種類 ■転写の特徴 ■転写の基本

3 転写後の修飾 96
■RNAの切断 ■塩基の修飾 ■真核生物のmRNAプロセシング

Column ●真核生物にはもっと多くの非翻訳RNAがあるのかもしない…93
●RNA合成阻害剤…94 ●RNA複製と逆転写…95 ●逆転写酵素とcDNA…96
●シャープとロバーツによる分断遺伝子の発見…99

9章 翻訳

100

1 アミノアシルtRNAの合成	100	4 タンパク質合成	102
■ tRNAというもの ■ アミノアシルtRNA合成酵素 ■ ホルミルメチオニルtRNA		■ 翻訳の開始 ■ ペプチド鎖の延長 ■ 翻訳の終了 ■ ポリリボソーム	
2 リボソーム	101	5 転写と翻訳の協調	105
■ リボソームとは ■ 大腸菌リボソームの構造			
3 mRNAの構造	102	6 高次構造形成と翻訳後修飾	106
		7 変異と多型	108

10章 遺伝子発現の調節

110

1 発現からみた遺伝子の種類 110
■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

2 原核生物の遺伝子発現調節 111
■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

3 真核生物の遺伝子発現調節 114
■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

4 再び遺伝子とは 118
■遺伝子は形質を支配する何ものかである
■遺伝子はDNAである ■アミノ酸をコードするDNA部分が遺伝子である ■イントロンも遺伝子に含める ■構造遺伝子と調節遺伝子
■1遺伝子1タンパク質ではない場合の遺伝子
■タンパク質の情報をもたない遺伝子 ■調節領域を含めて遺伝子とする場合もくはないが
■遺伝子の数 ■ゲノムとは ■染色体ゲノムと染色体外ゲノム

11章 細胞の構造

123

1 生体膜	123
2 原核細胞の構造	125
3 真核細胞の構造	127
■細胞膜 ■核 ■小胞体 ■ゴルジ体 ■リソソーム ■ペルオキシソーム ■独自のDNAを含む細胞内小器官—ミトコンドリアと色素体 ■液胞	
Column	●細胞膜の透過性を利用した攻撃…127 ●イオンチャネルの分子構造解明の歴史…129 ●ミトコンドリア病…132 ●自己複製するミトコンドリアと色素体…133 ●細胞内小器官のゲノムと複製…134 ●コラーゲン繊維とビタミンC不足…139

12章 細胞内輸送

143

1 タンパク質の合成と輸送	143
■膜結合ポリリポソームにおけるタンパク質の合成	
2 膜結合ポリリポソームで合成されたタンパク質の輸送	145
■ゴルジ体	
3 遊離ポリリポソームで合成されたタンパク質の輸送	150
Column	●粗面小胞体で合成されるタンパク質の品質管理…146 ●ゴルジ体の発見とゴルジ体におけるタンパク質の輸送モデル…149 ●ゴルジ体における酸性加水分解酵素の選別と輸送…150 ●輸送小胞や細胞内小器官の運搬…152
4 細胞骨格	135
■アクチン繊維 ■微小管 ■中間径繊維	
5 細胞外基質	137
6 細胞接着と組織構築	141
■上皮細胞の細胞接着 ■細胞と細胞外基質との接着 ■細胞同士の接着 ■細胞の極性	

第Ⅲ部 生命現象の基本的なしくみ—細胞を中心に

13章 細胞周期

158

1 細胞周期の概要	158
■M期 ■G1期 ■S期 ■G2期	
2 細胞周期制御因子 サイクリン/CDK複合体	162
■細胞周期エンジン ■サイクリン/CDKの活性調節	
Column	●細胞周期は進んだり止まったりする…159 ●細胞質分裂…161 ●細胞周期研究黎明期…163 ●さまざまな時期で働く細胞周期チェックポイント…165 ●DNA複製フォークの構築…166 ●細胞周期とがん…168
3 細胞周期のチェックポイント機構	164
■DNA損傷チェックポイント	
4 細胞増殖開始の制御	166
■正と負の制御 ■正と負の制御を可能にする分子装置 ■細胞増殖開始までのシグナル伝達	

14章 シグナル伝達の基本

169

1 シグナル伝達	169
2 細胞内シグナル伝達の基本	170
■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 ■タン	
Column	●低分子量Gタンパク質…173 ●イノシトールリン脂質…175 ●アポトーシス…176
3 細胞間のシグナル伝達	177
■ホルモン ■細胞増殖因子	

15章 シグナル伝達の制御

179

1 受容体を介した	
細胞内シグナル伝達経路	179
■酵素型受容体	■Gタンパク質共役型受容体
2 がん	185
■チャネル型受容体	■転写因子型受容体, 核内受容体
■Column	●ドメインの話…180 ●二次メッセンジャーとしてのカルシウムイオンの発見…182 ●がん遺伝子…186 ●チロシンリン酸化阻害によるがん治療…187

16章 エネルギー生産と代謝経路

189

1 ATP合成のしくみ	189		
2 発酵と呼吸	190		
■解糖系	■クエン酸回路	■酸化的リン酸化と化学浸透説	■酸化還元反応と酸化還元電位
■呼吸鎖	■細胞内代謝経路と呼吸鎖の関係	■呼吸鎖とH ⁺ 輸送の共役	■ATP合成酵素
3 光合成	196		
■概要	■明反応		
4 暗反応	198		
■カルビン回路	■C3植物とC4植物		
5 ミトコンドリアと葉緑体のトポロジー	200		
■Column	●H ⁺ の電気化学的勾配という高エネルギー状態…190 ●ATP合成酵素の回転の実証…195 ●光合成が可視光を効率よく利用するしくみ…196 ●光合成の炭酸固定経路図（カルビン回路）…198 ●光合成の電気回路的考え方…199 ●共役と光による調節…200 ●地球大気の二酸化炭素濃度の変遷と光合成…200		

17章 細胞運動と神経・筋収縮

202

1 細胞運動	202
■ミオシン	■ダイニンとキネシン
2 神経細胞の興奮とその伝達	206
■細胞の興奮と膜電位の変化	■活動電位の伝導
■シナプスによる興奮の伝達	
3 筋収縮の制御	212
■Column	●細菌の鞭毛運動…203 ●筋収縮のしくみの解明…204 ●細胞の移動運動と細胞骨格の再構築…207 ●ミオシン分子の立体構造の変化と筋収縮…208 ●膜電位依存性Na ⁺ チャネル…209 ●アセチルコリン受容体とその働き…212

第IV部 生命現象の基本的なしくみ—個体の形成と機能を中心に

18章 生殖

216

1 有性生殖と無性生殖	216
2 体細胞分裂と減数分裂	217
3 減数分裂の意義	218
4 遺伝的組換え	219
5 配偶子の形成	221
6 配偶子の特殊化	224
7 受精	225
■植物での受精の過程	■動物での受精の過程
8 世代交代	227
9 種と性	227
■Column	●性の決定と性転換…218 ●連鎖と組換え, DNA多型…220 ●アグロバクテリウムと遺伝子組換え植物…221 ●クローン動物…228

19章 動物個体の形成、分化 229

1 動物の形態と分類	229	3 形態形成運動	237
2 初期発生	229	4 細胞分化と幹細胞	237
■卵割 ■細胞の特殊化 ■胚の方向性の決定			
Column ●線虫の細胞系譜…232 ●ホメオティック遺伝子…234 ●逆転している背腹軸…235			
●オーガナイザーの発見…236			

20章 動物個体の環境応答と情報処理 239

1 感覚	239	3 効果器への出力制御	249
■感覚受容の一般的な性質 ■空間的情報の処理			
2 中枢神経とその制御	243	■骨格筋の運動制御 ■概日周期の制御	
■中枢神経系の構造 ■大脳新皮質の機能			
■大脳新皮質の階層構造 ■記憶			
Column ●視細胞の光受容機構…244			

21章 動物個体の維持 252

1 ホメオスタシス	252	6 免疫系の細胞と組織	260
■外部環境と内部環境 ■体液とホメオスタシス			
2 自律神経系	254	■免疫細胞は骨髄から生じる ■免疫細胞の系譜と分化 ■一次免疫器官と二次免疫器官	
■交感神経系 ■副交感神経系			
3 内分泌系	255	7 免疫応答の開始	263
■ホルモンとは ■ホルモンの種類			
4 神経系と内分泌系の協調	256	■免疫系に発せられる危険信号 ■サイトカインとケモカイン ■自然免疫応答から獲得免疫応答への橋渡しとMHC分子 ■T細胞の活性化 ■細胞性免疫応答と体液性免疫応答	
5 免疫と生体防御	260	8 免疫応答におけるエフェクター機構	264
■免疫現象と免疫系 ■自然免疫と獲得免疫			
Column ●血漿タンパク質の役割…257 ●食欲の調節…259			
●モノクローナル抗体の作製とその利用…262 ●アレルギー…265			

22章 植物個体の形成と成長 269

1 植物の基本体制	269	5 茎の成長と分枝	276
2 細胞の分裂と成長	270	6 葉の形成	278
3 種子形成と休眠・発芽	271	7 花成	278
4 根の成長と分枝	274	8 花器官の形成	280
Column ●植物ホルモン…273 ●オーキシンの極性輸送…274 ●光受容体…275 ●屈性…277			
●ついにフロリゲンが見つかった?…281			

第V部 種としての生命のあり方

23章 生物圏と環境

284

1 生物圏と環境への適応 284

■ さまざまな環境要因 ■ 環境への適応—自然選択の作用 ■ 環境変動に応じた生活史の適応

2 群れの社会生物学 286

■ 繩張りとその機能 ■ 親による子の保護 ■ 昆虫やクモ、ダニの社会性 ■ 脊椎動物の社会性

3 生物間相互作用と個体群動態 288

■ 種内競争と密度効果 ■ 種間競争とニッチ分化 ■ 食うー食われるの関係

Column ●ヒマラヤ山脈を越えて渡りをするインドガン…285 ●ニッチ分化と形質置換…290
●自然界における個体数の大変動…291 ●中規模搅乱説…292 ●微生物の多様性…297
●手に入らない微生物…298

4 生物群集と多様な種の共存 291

■ 栄養段階と食物連鎖 ■ 群集を構成する多様な種の共存 ■ 非平衡共存説と捕食説 ■ 生物群集の遷移

5 生態系の構造と動態 294

■ 食物網 ■ 生態系のエネルギー流 ■ 生態系の物質循環

24章 生物進化とゲノム

299

1 ゲノムとは 299

■ ゲノム解読 ■ ゲノムからみた生物種 ■ 細胞内小器官とゲノム

2 分子系統生物学 303

■ 形態学的特徴でみる比較生物学、分類学
■ 核酸の配列でみる比較生物学、分類学

3 ゲノムの変化 307

■ ゲノムの垂直伝播 ■ ゲノムの水平伝播

Column ●フレデリック・サンガーに三度目のノーベル賞はあるか…300
●RNAの品質を保つための機構：NMD…304 ●系統樹の作り方あれこれ ①最節約法…306
●系統樹の作り方あれこれ ②近隣結合法…307 ●生命情報へのアクセス方法…312

4 生命の起源の学説 309

■ 地球の歴史と生命 ■ 地球環境の変化と化学進化

5 ゲノム研究の今後の流れ 311

■ 遺伝的変異：SNPとハプロタイプ ■ ブラックリスト ■ プロテオーム ■ エピゲノム

付録

生命科学研究で使われる実験手法

315

1 核酸や分子生物学研究に関する実験手法 315

■ 抽出、分離方法 ■ 制限酵素 ■ DNAの検出
■ DNAの增幅

2 タンパク質や生化学研究に関する実験手法 321

■ タンパク質の分離・精製 ■ 抗体 ■ ウエスタン解析 ■ 質量分析 ■ 組換え技術

3 細胞生物学研究の実験手法 325

■ 細胞培養 ■ 細胞の可視化—顕微鏡 ■ 蛍光タンパク質 ■ *in situ*ハイブリダイゼーション
■ 抗体染色 ■ 遺伝子の導入 ■ 遺伝子操作マウス ■ 遺伝子組換え生物

索引

329

執筆者一覧

335