

現代 生命科学

第 3 版

contents



序 一改訂にあたって一 3

第 I 部 現代生命科学の基礎

第 1 章 生命科学とは何か 11

- 1 生物とは何か 12
 - ❖① 細胞と呼ばれる構造体からできている
 - ❖② 遺伝物質 DNA をもち、情報を記録・複製する
 - ❖③ 環境からの刺激に応答する
 - ❖④ ATP を合成し、そのエネルギーを用いて生活・成長する
- 2 地質時代と生物の変遷 13
- 3 生物の系統と系統樹 14
- 4 ヒトの起源と進化 15
- 5 細胞を構成する分子 16
 - ❖水
 - ❖タンパク質
 - ❖脂質
 - ❖糖
 - ❖核酸
- 6 生命科学の誕生 20
- 7 自然科学とは何か 20
- 8 21 世紀の生命科学 22

Column 化石人類と現生人類 / 16 デニソワ人の謎 / 16 進化と苦味受容 / 18
ツタンカーメンの母親は誰だったか / 21 ウイルスは生物か? / 23

第 2 章 生命はどのように設計されているか 25

- 1 細胞の発見 26
- 2 細胞の大きさと同様性 26
- 3 細胞の成り立ちと細胞小器官 27
 - ❖真核細胞と原核細胞
 - ❖細胞小器官の概要
 - ❖核
 - ❖小胞 (膜) 輸送系
 - ❖酸化的代謝系
 - ❖独自の DNA を含む細胞小器官
 - ❖細胞骨格

4	遺伝情報の伝達	34
	❖ 遺伝子と染色体 ❖ DNAの発見と二重らせん構造 ❖ 正確な遺伝子複製のしくみ	
5	現代遺伝学	37
	❖ 転写, 翻訳—DNA, RNA, タンパク質 ❖ 遺伝子という言葉, ゲノムという概念 ❖ ヒトゲノムとは ❖ 真核生物の遺伝子構造の特徴 ❖ スプライシングによる遺伝子の多様性 ❖ 細胞構造と遺伝子発現	
Column	細胞内輸送の異常 / 29 🍷 オートファジーのしくみの発見 / 30 ミトコンドリアDNA / 31 植物になり損ねたマラリア原虫 / 32 メンデルの法則と単一遺伝子疾患 / 36 人工生命の作製は可能? / 40	

第3章 ゲノム情報はどのように発現するのか 43

1	ゲノム 生物種を規定する配列情報	44
2	個人差と種差	44
	❖ 個人差とゲノム ❖ 遺伝子多型 ❖ 種差とゲノム	
3	ゲノムからみた生殖 性はなぜ存在するか	46
	❖ 父と母—さまざまな性の形態 ❖ 性の起源 ❖ 生殖細胞と減数分裂	
4	遺伝と環境のかかわり	47
	❖ 体質と遺伝子の関係 ❖ 生活環境が及ぼす影響	
5	遺伝子の発現を調節するもの	48
	❖ 生体高分子の相互作用を介した遺伝子転写調節のしくみ ❖ DNAやタンパク質に対する化学修飾	
6	エピゲノム ゲノムに対する後天的修飾	50
	❖ 染色体DNAの構造が遺伝子発現調節に関与する ❖ エピゲノムに寄与する化学修飾 ❖ 細胞は記憶する: エピゲノム情報の維持 ❖ エピゲノム情報が初期化される時	
Column	ヒトの遺伝子はいくつあるのか? / 45 知る権利, 知らないでいる権利 / 46 化学修飾あれこれ / 50 三毛猫のまだら模様を決めるX染色体の不活性化 / 52 ヒストンコード / 54 ゲノムの化学修飾が病気につながる例 / 55	

第II部 生命科学研究で明らかになった生命のしくみ

第4章 複雑な体はどのようにしてつくられるか 57

1	発生の初期過程 卵割と三胚葉形成	58
2	体の基本形の構築 体軸形成と神経誘導	58
3	細胞分化と器官形成	59
4	動物の発生と進化	61
5	生殖細胞の形成と哺乳類の発生	63
	❖ ヒトの生殖細胞と発生	
6	成長と老化	64

7	細胞分化の全能性・多能性・多分化能と幹細胞	65
8	再生医療	68

Column ホメオティック遺伝子の役割／60 植物の発生—花器官形成のしくみ／62 線虫の細胞系譜／63
細胞の寿命を決めるテロメアとエピゲノム修飾／66 成熟細胞の初期化に成功：iPS細胞の誕生／67

第5章 脳はどこまでわかったか 71

1	ヒトの脳の構造	72
2	大脳皮質	72
3	神経細胞	75
4	神経伝達	76
	❖受容体とリガンド	
5	記憶と長期増強	79
6	脳機能の計測	79
	❖fMRI ❖PET ❖X線CT ❖その他の方法	
7	認知症	81

Column 植物状態からの脳機能の回復／72 ガルの骨相学／74 言語と遺伝子／76 「臨界期」にご注意／77
運動が脳に及ぼす影響／78 NMDA受容体と記憶力の関係／80 うつ病はなぜ起こるのか？／80
頭よくなる薬？／82 脳のGPSシステム／83

第6章 がんとはどのような現象か 85

1	がんとは	86
2	細胞増殖および細胞死	86
	❖細胞増殖の抑制の異常 ❖細胞増殖因子の機能とその異常 ❖細胞増殖因子からのシグナル伝達とその異常 ❖細胞間の対話と細胞増殖 ❖アポトーシスとその異常	
3	発がんとはがん遺伝子、がん抑制遺伝子	89
	❖遺伝子の傷 ❖がん遺伝子、がん抑制遺伝子 ❖多段階発がんモデル	
4	がんの診断と病理学	93
	❖がん細胞であることの判断 ❖腫瘍組織内の微小環境 ❖がん細胞の個性	
5	がんの治療	93
	❖手術 ❖放射線治療 ❖化学療法 ❖ホルモン療法 ❖分子標的治療薬療法 ❖免疫療法	
6	がんの進行と転移	97
	❖がんの進行 ❖がん転移	

Column 細胞のシグナル伝達／90 タバコによる発がん／91 がんの遺伝子診断／92 がん幹細胞／93
Bench to bedside (B2B)／95 たねと土の仮説／99

1 食べるとは	102
2 消化と吸収	102
3 消化管の共生微生物	104
4 酵素	106
5 生物エネルギーとATP	107
6 ヒトの代謝の基本経路	107
7 エネルギーのバランス	108
8 エネルギーバランスのしくみ	109
9 食と健康をめぐる最近の話題	110

❖肥満：エネルギーバランスの乱れ ❖メタボリックシンドローム ❖食の安全

Column なぜ消化器は消化されないか？／102 蓄積するのはなぜ脂肪か？／103 食品中のDNAの行方／104
 いろいろな発酵と食品／105 食欲と睡眠の関係／107 脂肪細胞／110
 肥満の指標BMIと太りすぎ、やせすぎ／111 食の安全と食の安心／112 BSE問題／113
 農業の必要性と危険性の度合い／114

1 人類と感染症の戦い	116
2 微生物と感染	116
3 免疫とは何か	122
4 免疫応答のしくみ	125

❖感染とは ❖細菌の感染 ❖真菌の感染 ❖ウイルスの感染 ❖感染から症状発生へ至るしくみ

❖免疫系の成り立ち ❖免疫を担う細胞と組織

❖免疫系が感染を感知して応答するしくみ ❖体液性免疫と細胞性免疫 ❖免疫記憶 ❖アレルギー

❖免疫応答の制御と自己免疫

Column 抗菌薬と耐性菌／117 🍷抗寄生虫剤イベルメクチンの開発／118 結核／119
 新型インフルエンザ／120 うがい・手洗い・咳エチケット／121
 ヒト白血球抗原（HLA）と拒絶反応／124 抗体／126
 🍷多様な抗体を生成する遺伝的原理の解明／126 花粉症とアレルギー／129
 自己免疫疾患と感染症の間にあるもの／130
 🍷免疫チェックポイント分子の発見とそのがん治療への応用／131

1	環境と適応	134
	❖ 極限環境 ❖ 進化と適応放散 ❖ 人間がつくる環境への適応 ❖ 適応進化と中立進化	
2	恒常性と環境応答	136
	❖ 恒常性の維持 ❖ 環境応答の原理 ❖ 恒常性を打破する環境応答	
3	有性生殖と環境適応	138
	❖ 有性生殖と無性生殖 ❖ 多様性を生み出すしくみ	
4	生物と環境の相互作用：光合成	140
	❖ 地球環境と光合成 ❖ 土壌の形成 ❖ 個体群とヒトの特殊性 ❖ 生物群集と食物連鎖	
5	生態系の構造と動態	144
	❖ 生態系のエネルギー流 ❖ 生態系の物質循環	
6	生物多様性と地球環境の保全	146
	❖ 生態系のバランス ❖ 日本の里山	

Column ダーウィンと適応放散／135 植物のダイナミックな環境応答—気孔の開閉／138
 有性生殖は本当に環境適応に有効か？／139 光は植物にとって有害、O₂は生物にとって有害？／142
 大気中のCO₂濃度の上昇と地球温暖化／143 なぜ陸上植物は緑色か？／144
 ヒトが自然とうまく付き合うために／145
 地球温暖化—「不都合な真実」とIPCCによるノーベル平和賞受賞後の騒動／148
 特異な生態系とその構築原理—サンゴ礁と腸内／149

第Ⅲ部 生命科学技術の進歩と社会との関係

1	古い歴史をもつバイオ技術	152
	❖ 発酵という伝統の食文化 ❖ 酵素を取り出すという発想	
2	バイオ技術としての新しい医薬品生産	152
3	品種改良の歴史	153
	❖ 古い歴史をもつ農作用や家畜の選抜 ❖ 新しいバイオ技術で生まれた遺伝子組換え生物 ❖ ゲノム編集技術を用いた新しい育種の可能性	
4	微量のDNAを増幅させるPCR技術	159
5	研究手法の進展	161
6	生命活動の計測と補助	162

Column 分子標的治療薬—イマチニブを例に／153 ゲノム時代における遺伝子資源の重要性／154
 アグロバクテリウムによる遺伝子組換え植物作製／155 最初の遺伝子組換え食品／156
 狙った遺伝子配列を切断するゲノム編集技術の例／158 日本の食糧事情と遺伝子組換え食品／159
 PCRを用いた病原体検出、個人特定／161 農業工学—バイオエタノール／162
 ● 緑色蛍光タンパク質（GFP）の発見と応用／163
 ● 生体高分子の同定および構造解析のための手法の開発／164 放射線とDNA損傷／165

第11章 生命科学に関する倫理的・法的規制はどのようになっているか 167

- ① 倫理規範の生成と展開 168
- ② 日本における医療・生命科学研究の規制 168
 - ❖ 医療に関する規制
 - ❖ 医学・生命科学研究に関する規制
- ③ 臨床研究の規制 171
 - ❖ 臨床研究とは何か
 - ❖ 医学系研究指針の規制
 - ❖ 臨床研究法の規制
- ④ その他の研究の規制 174
 - ❖ ゲノム研究規制
 - ❖ クローン・胚細胞研究規制
 - ❖ ES細胞研究・再生医療研究規制

Column 生命倫理学と生命倫理4原則 / 169 脳死・臓器移植の規制 / 170 倫理委員会と研究審査のあり方 / 172
生殖補助医療と倫理 / 173 生命科学研究と知的財産権 / 174 動物実験の意義と倫理原則 / 175

第12章 生命科学の新たな展開 177

- ① 人間側の生命の捉え方の発展 178
 - ❖ 目的論と機械論
 - ❖ 還元論と全体論
 - ❖ 自然発生説論争
 - ❖ 負のエントロピー概念
 - ❖ 分子レベルのサイバネティクス
 - ❖ 複雑系科学からのアプローチ：散逸構造と自己組織化
- ② 物質科学に根ざした生命の理解の変遷 181
 - ❖ 生命の起源と化学進化・生物進化・人工生命
 - ❖ 生物と生命：動的な考え方
 - ❖ 生命の駆動力としての自由エネルギー
 - ❖ オミックスとシステム生物学
 - ❖ 合成生物学と制御システム
 - ❖ 物質科学に根ざした生命の動的な理解に向けて

Column パスツールの白鳥の首型フラスコ / 179 ヘナール対流 / 181
カウフマンが考えた自己触媒ネットワーク / 182 異なる動物の遺伝子制御ネットワークの比較 / 187

索引 189