

# 目 次

## 1. 動物学の歴史 (編集担当：八杉貞雄・西川輝昭)

動物学の歴史——2000年の動物学史のエッセンス	2
アリストテレスの動物学——その多彩な業績と影響	6
中世までの西洋動物学——医学+哲学+博物学=動物学?	8
ルネサンスと動物学——観察と経験が科学をつくる	10
博物学の興隆——情熱と欲望の生物調査	12
顕微鏡と動物学——レンズをとおして生命現象を観る	14
医学と動物学——相互に補完し合う共生関係	16
ラマルクの進化論と動物学——生物は時間とともに進歩する	18
ダーウィンの進化論と動物学——ロンドンで生まれた生物進化論	20
遺伝学と動物学——遺伝子と染色体のふるまい	22
反復説の歴史——個体発生は進化を繰り返すのか?	24
進化の総合学説とその展開——ダーウィン進化論で生物学を統合	26
分子生物学と動物学——大腸菌であてはまることはゾウにも	28
江戸時代の動物学——中国本草学からの脱却と独自性	30
明治以降の日本の動物学——お雇い外国人教師と大学制度	34
日本の動物学の主要な成果——世界に貢献した日本の動物学	38
21世紀の動物学の展望と課題——新しい波に乗って	40

## 2. 動物の多様性と分類・系統 (編集担当：柘原 宏・本川雅治)

種と学名, 高次分類群——動物の名称と名称に関するルール	46
種概念——「種」とは何か」を考える	48
博物館と標本——動物生息の証拠, そしてその活用	52
動物界の分類群・系統——いまだに解けない古い関係	54
刺胞動物・有櫛動物・平板動物・海綿動物——左右相称でない動物たち	58
二胚動物・直泳動物——単純な体と独特な生態をもつ動物	60

腹毛動物・扁形動物・顎口動物・微顎動物・輪形動物・紐形動物——人目に触れないマイナー分類群	62
内肛動物・有輪動物——近縁かもしれない2つの小さな動物群	64
腕足動物・筈虫動物・苔虫動物——貝やサンゴに似て非なる動物	66
軟体動物——900 kg のイカ, 0.01 g の巻貝	68
環形動物（有鬚動物・ユムシ・星口動物を含む）——誤解されていた系統関係	70
線形動物・類線形動物——昆虫に匹敵する多様性の持ち主？	72
鰓曳動物・胴甲動物・動物動物——棘に覆われた頭部をもつ動物たち	74
有爪動物・緩歩動物——節足動物に似た動物たち	76
節足動物（多足類・鋏角類）——いまだ系統が解明されていない2つの大きな分類群	78
節足動物（甲殻類）——形も生き方も多様な動物群	80
節足動物（六脚類）——地球上で最も繁栄した生物群	82
毛顎動物——謎に包まれた系統的位置	84
珍無腸形動物——左右相称動物の祖先に迫る？	86
棘皮動物——星形の体をもつ海のスター	88
頭索動物・尾索動物・半索動物——脊椎動物のルーツを探る	90
脊椎動物（魚類）——水中で多様に進化した分類群	92
脊椎動物（両生類）——水と陸の間を生きる	96
脊椎動物（爬虫類）——陸に卵を産みはじめた脊椎動物	98
脊椎動物（鳥類）——飛ぶ・歩く・泳ぐ、高度な運動性能	100
脊椎動物（哺乳類）——恐竜絶滅後の地球を制した覇者	102
家畜・家禽にみられる多様性——遺伝情報からその歴史を紐解く	104
動物地理——分布と多様性の進化を探る	106
生物多様性の重要性——人とのかわりと種多様性の解明	108
DNA バーコーディング——DNA による簡便な種同定法	110
生物多様性情報学——マクロな生物データの共有活用法	112

### 3. 動物の進化（編集担当：片倉晴雄・和田 洋）

エディアカラ生物——初めて大繁栄した多細胞生物	116
カンブリア大爆発——動物が地球の主役に躍り出る	118
大量絶滅——生物多様性激減と生命進化	120
断続平衡説——かたちの変化は不連続	122
スノーボールアースと動物の出現——酸素濃度上昇との密接な関係	124
種分化——そういえばもとはすべて同種だった	126
共進化——関わりあう生き物同士の適応	130
適応放散——種分化と適応を繰り返す過程	134

性選択——動物界の複雑さと美しさの源	136
分子進化と中立理論——自然選択を検証する理論的基盤	140
ミトコンドリア DNA の進化——細胞の中で生きている	144
遺伝子の進化と形態の進化——かたちの進化と DNA	146
多細胞体制の成立——襟鞭毛虫のような生物から進化か	148
無脊椎動物の幼生形態と進化——大人にも負けない、子供時代の多様性	150
脊椎動物の起源	152
脊椎動物のゲノム重複——ヒトの基本遺伝子セットは約5億年前に成立	156
脊椎動物の進化——化石記録が示す歴史	158
脊椎動物の上陸——水面の下でつくり込まれた陸生装備	162
節足動物の上陸——いつなのか？ 何回なのか？	164
ファイロティピック段階——体の基本構造ができる時期？	166
相同性——かたちに現れる共通性と多様性	168
ヘテロクローニー——形態進化の原動力	170
系統樹を読む(コラム) ——直観が裏切る系統樹	172

### 4. 動物の遺伝（編集担当：山本博章・酒泉 満）

遺伝と遺伝子の関係——形質にかかわる遺伝子と変異	174
エピジェネティクス——遺伝子のオン・オフを決める仕組み	176
エピスタシス——遺伝子間の相互作用	178
性染色体——性別を決定する染色体	180
突然変異——生物進化の素材	182
ゲノム——あなたを決める遺伝情報のすべて	184
体色の遺伝システム——色と模様は何のため？	186
行動の遺伝システム——遺伝は行動に影響するのか？	188
集団遺伝学——遺伝的多様性の謎を究める	190
人類遺伝——ヒトゲノム研究が推進する分野	192
解析手法としての遺伝学——分子レベルで変化の実体を捉える	194
X染色体不活性化——雌雄の遺伝子数の差を補正する仕組み	196
トランスポゾン——動く遺伝因子	198
巻貝の右巻と左巻——らせん卵割の鏡像進化	200
網羅的表現型解析法	202
ゲノム編集——遺伝情報に切り込むテクノロジー	204
分子系統解析——生物進化の年表に相当する系統樹	206
QTL 解析——身近な形質の遺伝学	208
動物遺伝資源——動物学研究での材料共有システム	210

## 5. 動物の細胞 (編集担当: 松田良一・上村慎治)

原核生物と真核生物——ゲノム科学にもとづく新しい理解——	214
細胞膜——細胞らしさを形どる機能的な膜——	216
核膜と核マトリクス——機能的なタンパク質を多く含む核膜——	218
小胞体とゴルジ体——タンパク質の貯蔵と輸送の拠点——	220
エンドサイトーシスとエキソサイトーシス——飲込みと分泌の仕組み——	222
ミトコンドリア——	224
細胞骨格——	226
細胞内の物質運搬 (メンブランチラフィック) ——正確無比の宅配便——	228
細胞接着——細胞を組織化する——	230
細胞周期と細胞分裂——	232
細胞質分裂——細胞が2つに分裂する仕組み——	236
細胞成長因子——細胞のコミュニケーションデバイス——	238
染色体——	240
細胞老化とテロメア——テロメア長は細胞老化を制御する——	242
アポトーシス——プログラムされた細胞の「死」——	244
がん細胞——生態の秩序に従わず増殖する細胞——	246
カルシウムと細胞機能——Ca <sup>2+</sup> の多才で器用な働き——	248
ヒートショックと温度センサー——細胞が感じる暑さ・寒さ——	250
メカノトランスダクション——フォース (チカラ) とともに——	252
HIF (低酸素誘導因子) ——苦しい時こそ大活躍——	254
細胞の生存に必要な微量元素——金属のもたらす環境適応と進化——	256
DNA 修復——遺伝情報の維持と多様性を司る——	258
細胞機能とエピジェネティクス——個性を決める遺伝子の「使い方」——	260
幹細胞——どんな組織にもなれる万能細胞——	262
細胞運動——すべての細胞は運動する——	264

## 6. 動物の発生 (編集担当: 田中幹子・高宗和史)

発生現象における基本問題——発生では何が問題なのか——	268
さまざまな動物の発生——卵から形づくりの始まり——	270
有性生殖と無性生殖——生殖戦略の多様性——	274
生殖細胞と体細胞——種の維持と進化を担う細胞系列——	276
性の決定——動物の多様な性の決まり方——	278
生殖幹細胞——卵や精子をつくり続けるための細胞——	280

配偶子形成——卵と精子: 生命の連続性と多様性の源——	282
減数分裂——受精と対で有性生殖の根幹をなす——	284
輸卵管の発生と役割——受精成立に必須の器官——	286
受精——	288
単精受精と多精受精——1つの精子のみ受け入れる仕組み——	292
卵割——大きな卵はなぜ速く分裂するのか——	294
胚葉形成——動物の体をつくる基本作業——	296
細胞の接着と組織形成——体をつくるための細胞基盤——	300
分節化——反復構造をつくる多様な発生戦略——	302
頭尾軸・背腹軸形成——動物界に共通する普遍的な体制——	304
左右軸形成——なぜ心臓や胃は左に?——	308
神経系の発生——ひとりでに出来上がるコンピュータ——	310
眼の形成——誘導による器官形成のモデル——	312
皮膚と毛の形成——細胞と組織たちのアンサンブル——	314
体節由来の組織の発生——脊椎動物の中の繰り返し構造——	316
神経堤細胞——脊椎動物に独自の多分化能をもつ細胞系譜——	320
筋肉形成——「動く組織」の成り立ちと多様化——	322
骨形成——一生続く骨代謝, 一生可能な骨折修復——	324
泌尿生殖器官の発生——オスとメスがでる仕組み——	326
心臓と循環器系の発生——精密なポンプのつくられ方——	328
内胚葉由来の組織・器官の発生——多くの内臓が消化管からつくられる——	330
肢芽の発生——手足のかたちのできかた——	332
両生類の変態——甲状腺ホルモンによる体の大改造——	334
成虫原基——幼虫で密かに育つ形づくりの基盤——	336
再生——失った構造を元通りにつくり直す——	338
エイジング——老化: 加齢に伴う機能低下——	340
iPS 細胞と ES 細胞——夢の再生医療を実現する——	342
生物の形態形成と反応拡散系——	344

## 7. 動物の生理と神経系 (編集担当: 小泉 修・寺北明久)

浸透圧調節——体液の水とイオンを一定に保つ働き——	348
動物の温度調節——体温調節と温度受容機構——	350
心循環系の多様性——心臓形態と生活環境——	352
排出機能——その進化は環境適応の鍵である——	354
水チャネル——水輸送を中心とした多様な機能——	356
動物の呼吸の多様性——鰓の働き肺の働き——	358

神経系とその多様性——驚異の行動の源——	360
昆虫の微小脳——小さな脳の凄い働き——	362
頭足類の巨大脳——	364
脊椎動物の脳——進化が生んだ究極の生体構造物——	366
ニューロン（神経細胞）の形態・構造・機能——ニューロンのかたちと電気信号——	368
神経伝達物質とイオンチャネル・受容体——神経機能をもたらす基本物質——	372
グリア細胞と脳の機能——脳の新しい役者「グリア細胞」——	374
神経回路網における情報処理と統合——ダイナミックな反射制御——	376
感覚系の構造と機能——動物の感覚世界を探る——	378
視覚（光受容）——光をキャッチするさまざまな仕組み——	382
味覚（化学受容）——味わいあれこれ味知識——	384
嗅覚（化学受容）——匂いのセンシングメカニズム：匂いを感じる仕組み——	386
聴覚・触覚・痛覚（機械受容）——	388
G タンパク質——細胞を巧みに操るマイクロスイッチ——	390
中枢神経系の構造と機能——地球に生まれたさまざまな脳——	392
中枢神経系における感覚情報の処理、統合——脳の中の地図と並列情報処理——	396
中枢神経系による運動制御——脳は物理法則を知っている——	398
神経系の可塑性——記憶と学習（アメフラシとげっ歯類を例に）——	400
効果器系の構造と機能——動物が環境に働きかける仕組み——	402
筋収縮の制御——運動を支える仕組み——	404
繊毛・鞭毛運動の制御——細胞を動かす微小な装置——	406
概日リズム——1日の環境変化を予測するリズム——	408
動物の光周期性——日の長さから季節を読む——	410
nonREM 睡眠と REM 睡眠——睡眠の進化（種類と特徴）——	412
神経回路網形成と神経投射——神経突起の標的へのたどり着き方——	414
神経系の起源についての驚くべき議論（コラム）——	416

## 8. 動物の内分泌（編集担当：窪川 かつお・永田晋治）

ホルモンの定義——恒常性を維持する生理活性物質——	418
動物の内分泌学の歴史（年表）——生命を支えるホルモンの歴史——	420
日本人が決めたホルモン——ペプチドホルモン発見数は世界一——	424
分泌の仕組み——いろいろあるホルモン分泌！——	426
内分泌かく乱化学物質——ホルモン作用物質の環境影響——	430
ホルモン受容体——ホルモン情報の細胞内への入り口——	432
内分泌機構のフィードバック——ホルモンによる対話の仕組み——	434
ホルモンの作用濃度——微量でいのちを支える情報分子——	436

プロセッシングと生合成——ペプチドホルモンができるまで——	438
化学コミュニケーションの始まり——昆虫の生態情報処理は意外と古い——	440
ステロイド化合物——生命活動を制御する低分子化合物——	442
脊椎動物の内分泌器官——ホルモンの生産工場——	444
下垂体の発生と機能——	446
神経系と内分泌系の相関——脳とホルモン——	450
ストレスとホルモン——生命の危機に神経とホルモンが応える——	454
血球とホルモン——血球は造血幹細胞から造られる——	456
水・電解質代謝——体の水と電解質のバランスを保つ——	458
体色とホルモン——色彩世界に調和し生き抜く妙技——	460
リズムとホルモン——体内時計に駆動されるさまざまなホルモン——	462
行動とホルモン——本能行動の動機づけ——	466
昆虫の社会性行動とホルモン——社会性を司る生理機構——	468
変態とホルモン——ホルモンの正しく成長と形態変化——	470
性とホルモン——性ホルモンが動物の性を決める——	472
摂食行動とホルモン——食べるモチベーションの調節機構——	474
昆虫の内分泌——一寸の虫にも精密な仕組みが——	476
サンゴ・ウニ・タコなどの内分泌——海に住む動物達の内分泌ホルモン——	480
内分泌機構の進化——神経分泌系と内分泌腺の出会い——	482
元素とホルモン——なぜヨウ素は甲状腺に集まるか——	484

## 9. 生体防御（編集担当：柄内 新・藤井 保・永田三郎）

動物の生体防御——寄生物からからだを守る仕組み——	488
自己、非自己認識と認識分子の進化——非自己を認識する仕組みの進化——	492
適応免疫の進化——共通性と多様性——	496
創傷治癒——細胞が傷をふさいで命を守る——	500
マクロファージの起源——初めにマクロファージありき——	502
抗菌ペプチド——多様な機能をもつ第一次防御機構の主役——	504
レクチン——糖鎖を認識して自己と非自己を識別する——	506
補体系の進化——病原体感染と戦う太古の仕組み——	508
シロウジウバエの腸管免疫と恒常性維持の分子機構——宿主と腸内細菌の共存の仕組み——	510
カプトガニの感染防御機構——古生代から引き継ぐ免疫システム——	512
無類類における適応免疫の進化——無類類の一風変わった適応免疫系——	514
貪食作用を示す B 細胞——リンパ球も貪食する——	516
変態にかかわる免疫の自己・非自己認識——おたまじゃくしの尾はなぜ縮む？——	518
受精と生体防御（コラム）——受精卵にとって精子は病原体？——	520



原核生物における防御機構（コラム）——制限酵素と CRISPR——	521
新型インフルエンザウイルスの脅威（コラム）——	522

## 10. 動物の行動（編集担当：酒井正樹・狩野賢司）

動物行動研究の歴史と視点——行動は、仕組み・発達・意味・進化——	524
行動の分類と進化——時間と空間に拡がる行動の諸課題——	528
運動能力——多様な動物の運動とその能力——	532
感覚能力——情報処理のすご技の数々——	534
鍵刺激——動物の行動を引き起こすパターン——	538
行動発現機構——反射的行動と自発的行動——	540
定型的行動——誰もが示すもって生まれた行動——	544
獲得的行動——連合で能力アップどこまでも——	546
定位——動物の“右向け右”には訳がある——	548
建築——動物の建築家がみせる巣作りの技——	550
情動——心と身体インタラクション——	552
知性——心的表象を能動的に変換する力——	554
群れと社会性——	556
行動の発達——相互作用する遺伝と環境——	558
さえずりの発達——小鳥の思春期——	560
血縁淘汰——	562
真社会性——不妊カーストをもつ生物——	564
協利行動の進化——「種の存続のため」ではない！——	566
信号・コミュニケーション——生物同士のコミュニケーション——	568
配偶システム——動物たちの結婚のかたち——	570
ディスプレイ——見た目が勝負！——	572
配偶者選択——誰と配偶するべきか——	574
同性間競争——雌をめぐる雄の争い——	576
性的対立——雄の適応進化が雌に害を及ぼす——	578
代替繁殖戦術——同種にみられる異なる繁殖方法——	580
子の世話——家族の協調と対立の要——	582
多回交尾——雌はなぜ浮気するのか？——	584
性転換——魚類にみられる「性を変える」戦略——	586
なわばり——動物社会を支える基本現象の1つ——	588
捨て身の行動（コラム）——敵前での大芝居——	590

## 11. 動物の生態（編集担当：浅見崇比呂・長谷川雅美）

生態系——生物と生物が棲む舞台——	592
群集生態——多様な種の集まりを探る——	594
食物網——食べる者と食べられる者のネットワーク——	596
安定同位体——体に刻まれるエサの履歴——	598
化学合成生物群集——地球上で唯一太陽に頼らず生きる——	600
寄生共生——生物多様性を生み出す生物間のつながり——	602
托卵——他人に卵を預ける生き方——	604
ボルバキア——昆虫の生殖を自在に操る共生細菌——	606
擬態——なりすましの生存戦略——	608
個体群——生態学の基本単位——	610
競争——資源の奪い合い——	612
マイクロコズム——小さな実験生態系——	614
進化生態——生き物の「なぜ」を問う——	616
最適採餌——効率のよい餌の選び方と餌場を離れるタイミング——	618
進化ゲーム理論——他者のふるまいが影響するとき——	620
生活史戦略——一生をかけて自分の遺伝子のコピーをより多く残す——	622
性比——雄と雌の数を進化から考える——	624
表現型可塑性——環境により柔軟に変化する形質——	626
季節適応——成育や繁殖に不都合な季節の克服——	628
フェロモン——昆虫の巧みな化学コミュニケーション——	630
繁殖干渉——求愛のエラーが分布とニッチへもたらす影響——	632
生物地理——分布域の類型化（パターン化）から進化史を紐解く——	634
左右性——形態・行動の左右非対称性——	636
スケーリング——サイズを変えて生物を見る——	638
バイオロギング——動物のありのままの姿を調べる——	640
ゲノム生態学の最前線——野外の多様性にゲノム科学で迫る——	642
保全生態——生物多様性と生態系を守るために——	644
外来生物——人による生物の移送がもたらす問題——	646
働かないアリ（コラム）——	648

## 12. バイオミメティクス（編集担当：針山孝彦・高梨琢磨）

動物学と工学の融合となるバイオミメティクス——	650
バイオミメティクスの歴史と概念——	654

海洋生物学とバイオミメティクス	656
海綿の水路ネットワークとその応用	658
ホヤのオタマジャクシ幼生に学ぶ遊泳機構	660
付着生物フジツボに対するゲルの抗付着効果	662
クモ糸シルクを紡ぐカイコ	664
動物の結合タンパク質による無毒化とその応用	666
不凍タンパク質とその応用	668
哺乳類の聴覚振動伝導の解明と応用	670
エコーロケーションとソナー技術への応用	672
振動により害虫の行動を操作する	674
昆虫・植物間に働く情報と植物保護	676
昆虫の嗅覚系を利用した匂いセンサー	678
飛んで火に入る夏の虫の行動メカニズム	680
動物の構造色——色素を用いない鮮やかな色	682
昆虫の構造色とその応用	684
動物の接着機構——滑り落ちない脚裏の仕組み	686
砂漠に生息するトカゲの鱗のマイクロ荷重での低摩擦・摩耗性	688
甲殻類の表面構造に学ぶ水路形成	690
昆虫の体表構造に学ぶ低摩擦バイオミメティクス	692
ナノスーツ法による昆虫超微細構造の機能解明	694
ナノスーツ法を用いたウイルスカウンティング	696
移植細胞を用いた脳組織の再生	698
動物の特殊な機能を規範としたロボット	700
飛翔のメカニズムとロボットへの応用	702
博物館とバイオミメティクス	704
昆虫の微細構造のデータベース化と機能の検索	706
バイオミメティクスの産業応用	708
カタツムリに学んだ汚れないタイル (コラム)	710

## 見出し語五十音索引 xxi

事項索引 711

動物索引 750

人名索引 767