

まえがき

「20世紀は生物学の時代，21世紀は生命科学の時代」とよくいわれる。これは，20世紀の生物学（特に，20世紀後半の分子生物学）の発展に伴って，生物のつくりや働きの基本原理が明らかになり，21世紀には，その理解がさらに深まるとともに応用・実用の道が拓けることへの期待のあらわれである。“生命科学（life science）”は，1970年代はじめ頃から使われ始めた言葉であり，時代とともに“生物学”から“生物科学”へ，さらに“生物科学”から“生命科学”へと変遷してきている。

20世紀における生物に関する知識の飛躍的な増加のきっかけになったのは，19世紀半ば過ぎの“メンデルによる遺伝の法則の発見”である。発見当初はほとんど注目されなかったが，1900年の“メンデルの再発見”以後，幅広く認知されるようになり，遺伝学の時代が到来した。この遺伝学の流れに化学から派生した生化学が合流して生まれたのが分子遺伝学であり，さらにそれが分子生物学に発展した。なお，分子生物学の誕生には物理学の影響が大きいことが見逃せない。

分子生物学は，“生物が物質の集合体であること”ならびに“その集合体がプログラムによって作動していること”を明らかにした。つまり，生物現象ならびに生命現象を物質の言葉で語るができる（むしろ，語らなければならない）ことが明確になった。これは，原子力エネルギーの開発を可能にしたことと並ぶ20世紀の科学の成果といえる。

生命科学は，“生物の世界の体系”および“生物に対する知識の体系”について考える学問であり，分子生物学が提示した“生物のつくりと働きの基本原理”が生命科学の出発点である。ただし，人間が生物であるがゆえに，生命科学は人間も対象に含むことになる。“人間が自分自身を知る”という意味では，哲学・倫理学に通じる。また，近年の脳科学の進展に伴い，“心の動き”が脳の活動として理解されるようになってきており，心理学や言語学・文学までもがその基盤に生命科学を置く（置かざるを得ない）状況になっている。さらに，別の面からみると，人間の社会活動や経済活動も，その影響が及ぶ範囲（環境）を考慮すると，生命科学を避けては通れない時代になっている。加えて，医療はまさに人間そのものを対象に行われる行為であり，人体の理解と生命倫理の実践の場であるとともに生命科学の最先端でもある。

このように，生命科学は多岐に広がる学問分野であり，文社系からのアプローチも可能な分野である。また，文社系学生のみならず一般人も通常の生活において，さまざまな局面で

生命科学の知識やそれを利用した技術に接することが多く、生命科学の基礎知識が求められる時代になっている。

本書は、「生物のつくりを基本にしたうえで、生物の働きを理解する」という立場（生物学の延長線上の生命科学）、また、「生物の世界全体を把握（生物世界におけるヒトの位置をきちんと認識）したうえで、人間が抱える諸課題について考える」という立場をとる。

なお、本書では、生物の世界を理解するためには二つの視点が必要であると考えている。一つ目は“個々の生物の生命”という視点である。つまり、生物が、“物質（分子）の組織化 [細胞の形成]” から始まり、“細胞の組織化 [個体の形成]”、“個体の組織化 [個体群ならびに種の形成、地球生態系の形成]”、さらには宇宙全体につながる階層性を有していること、またそれぞれの階層において、“個別識別”が重要な役割を担っていることの認識である。二つ目は“時間軸”という視点である。別ないい方をすると、個々の生物が現在生きていることと、過去から現在まで連続と生物が生き続けていることの認識である。

本書は、文社系学部の学生（特に、1～2回生）に提供する生物系科目の教科書として使われることを第一の目的にしている。教科書としてできるだけ幅広い話題と視点を入れるように心がけたが、決してすべてを網羅しているわけではない。また、暗記を前提にしているわけでもない。理工系教員が提供する話題が理工系でない学生にどこまで受け入れられるかは興味のあるところであるが、「このような背景がある」ということを示すためにかなり細かいところまで書き込んである。とっつき難いところもあるであろうが、少し我慢して取り組んでもらいたい（意欲のある読者はどんどんチャレンジして欲しいが、そうでない読者はどんどん読み飛ばしてもかまわない）。理工系の思考方式に慣れれば、「なるほど」と思える点が出てくるものと確信している。

本書『生命科学』は2巻構成になっている。第1巻（生命科学1——生物個体から分子へ——）は、科学論から始まり、生物体の内部構造と機能について考える。一方、第2巻（生命科学2——生物個体から生態系へ——）は、生物個体から出発して、生物集団へと展開する。第1巻と第2巻とを合わせて生物の世界の全体像を描くものであり、両方の併読を強く要望する。

2012年3月

著者

目 次

4. 生物集団のなりたち

4.1 生物の多様性	1
4.1.1 生物の分類と系統	1
4.1.2 生物集団：個体群の構造と維持	7
4.1.3 生物群集と生態系	7
4.1.4 生態系とその平衡	14
4.2 生物の進化	19
4.2.1 いろいろな進化論	19
4.2.2 生命の起源	43
4.2.3 地球外生命体の探査	63

5. 環境と人間

5.1 地球上での物質循環	83
5.1.1 地球生態系における物質循環；微生物の重要な役割	83
5.1.2 物質循環に関わる生物	93
5.2 地球環境と人間社会	98
5.2.1 人間社会が及ぼす地球環境変化	98
5.2.2 地球環境の現状と浄化・改善へ向けての取組み	105
5.2.3 持続型社会構築に向けての人類の役割	111
5.2.4 生命倫理と環境倫理	115

引用・参考文献	119
---------	-----

あとがき	122
------	-----

編集後記	123
------	-----

索引	124
----	-----

『生命科学 1 —— 生物個体から分子へ ——』 目 次

1. 生命科学とは

- | | |
|------------|-------------|
| 1.1 科学とは | 1.5 生命科学の歴史 |
| 1.2 科学と哲学 | 1.6 生命・生物とは |
| 1.3 理学と工学 | 1.7 意識の中の生物 |
| 1.4 生命科学とは | |

2. 生物体のなりたち

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 2.1 生物のからだ：細胞 | 2.7 生物の働き：遺伝子発現制御 |
| 2.2 生物のからだ：化学物質 | 2.8 タンパク質の構造と機能 |
| 2.3 生物体の働き：代謝 | 2.9 遺伝子工学 |
| 2.4 生物体の働き：増殖 | 2.10 ゲノムプロジェクト |
| 2.5 生物体の働き：遺伝 | 2.11 発生・細胞分化 |
| 2.6 セントラルドグマ | |

3. 人間と医療

- | | |
|---------------|-------------|
| 3.1 人間のからだ | 3.6 不妊治療 |
| 3.2 感染症 | 3.7 こころと脳 |
| 3.3 生活習慣病 | 3.8 医療・福祉制度 |
| 3.4 がん | 3.9 医療倫理 |
| 3.5 臓器移植・再生医療 | 3.10 生命倫理 |

4



生物集団のなりたち

4.1 生物の多様性

はじめに 地球上にはさまざまな生物が存在し、それぞれの環境に適応した多様な生命体が生活している。また、多様な生物の中でも、共通性や連続性がある。本節では、まず生物の多様性がどのように整理・分類されているのかについて、その基本事項を解説する。その後、生物の群集と生態系に関する基本事項を概説する。

4.1.1 生物の分類と系統

〔1〕 分類の単位、学名

地球上には、一体どのくらいの種類の生物が存在するのだろうか。

文献にはさまざまな数値が並んでおり、知られているものだけで100万種とも200万種とも記されている。また、未知のものを入れると数千万種になるという。ただ、正確なところは定かではないというのが現状であろう。

これまでの研究経過から、これらさまざまな生物に名前を付けて分類しようという動きが始まり、分類は生物学の基礎になった。

それでは、まず生物の分類について歴史をたどりながら述べてみたい。

生物の分類は、人間の役に立つ生物、また役に立たない生物といった、人の価値基準に基づいた「分類（人為分類）」が行われるようになったのが始まりである。

一方、自然の類縁関係に基づいた自然分類の概念が芽生えていき、さらに進化に基づき「系統」を考えていくことも重要であると認識されるようになった。その後は、「進化に基づいた自然分類」を基本とした方向で分類が進んでいる。

最初に分類を提案したのは、スウェーデンのリンネ（Carl von Linné）である（1753年）。リンネは、動物と植物の二つの世界に分けて理解しようとし、「動物界」と「植物界」という二界説を発表した。言い換えると、生物の分類において、最上位を「界」と位置付けたのである。リンネはまた、生物に名前を付ける方法として、二名法を提案した。このような業

績から、「分類学の父」といわれている。

〔2〕 原核生物と真核生物

当時、カビや細菌のような微小な生き物（微生物）は、外面的な特徴から植物界に含まれていた。しかしながら、微生物の特徴が明らかになるにつれ、生物全体を正しく理解することが難しくなった。

細菌類やラン藻類は、植物と同様に細胞壁があることなどから、当初は植物とみなされていたのである。その後、細胞生物学が進歩していき、細胞の内部まで観察が可能となったことから、細菌類やラン藻類の細胞には核がなく、またミトコンドリアや葉緑体などの細胞小器官がないことが明らかとなった（図4.1.1）。つまり、細菌類やラン藻類は、細胞壁は持つものの、その他の構造は植物と大きく異なっていたのである。

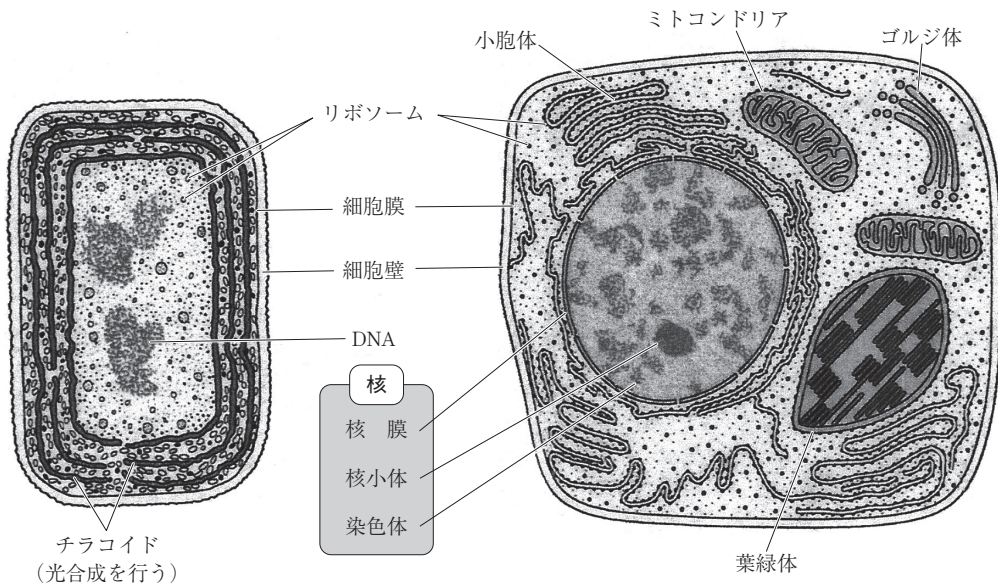


図4.1.1 原核生物と真核生物

これらの結果が判明した以降、核を持たないラン藻類や細菌類を原核細胞として区別することになり、原核細胞からなる生物を「原核生物」とした。

一方、核を持つ細胞を真核細胞ということとし、真核細胞からなる生物を「真核生物」と定義した。現在では、この両者の違いは、動物と植物の違いよりも、根本的な差異であると考えられており、非常に重要な概念である。

〔3〕 単細胞生物と多細胞生物

ミドリムシは単細胞であるが、細胞内に核があるため、真核生物に分類される（図4.1.2）。また、葉緑体を持ち光合成を行うことから、多くの植物研究者は、ミドリムシを

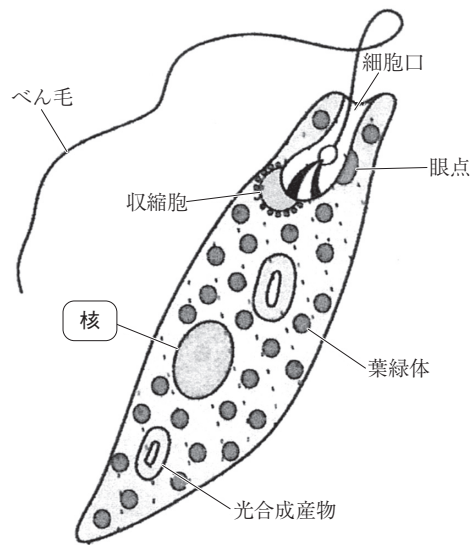


図 4.1.2 ミドリムシ

植物に分類していた。

一方、ミドリムシには細胞壁がなく、べん毛によって運動したり、細胞口から可溶性の有機物を栄養物として摂取することなどの特徴から、多くの動物研究者は動物に分類していた。ミドリムシやゾウリムシなどの単細胞の真核生物は、一つの細胞ですべての機能を担っている。そのため、多細胞生物よりも細胞小器官が発達している。

このような状況を受け、1866年、ドイツのヘッケル (E. H. P. A. Haeckel) は、生物進化の過程で、多細胞生物は単細胞生物から進化したと考えた。つまり、細菌類やミドリムシなどの単細胞生物を「原生生物界」として独立させるべきであるとの考えから、「三界説」(動物界, 植物界, 原生生物界) を提唱したのである。

〔4〕 五 界 説

カビやキノコは菌類と呼ばれ、細胞壁を持つなどの特徴から、植物に分類されていた。しかし、光合性能がなく、糸状の菌糸からできている点など、植物とは構造がまったく違っていた。また、カビやキノコは、ほかの生物や死体の中に菌糸を挿入し、そこに自身が産生する分解酵素を分泌して、有機物を徐々に分解していく。そして、それを栄養源として生きているのである。このエネルギー獲得方法は、植物や動物とはまったく異なる独特のものであり、別の界に分類すべきであると考えられるようになった。

この間約100年が経過し、1969年に、アメリカのホイッタカー (R. H. Wittaker) は、体の造りとエネルギー獲得の方法の違いにより、五つの界に分けるのが適切であると考え、五界説を提唱したのである。この五界説は、現在、生物全体を理解するための考え方の基本と

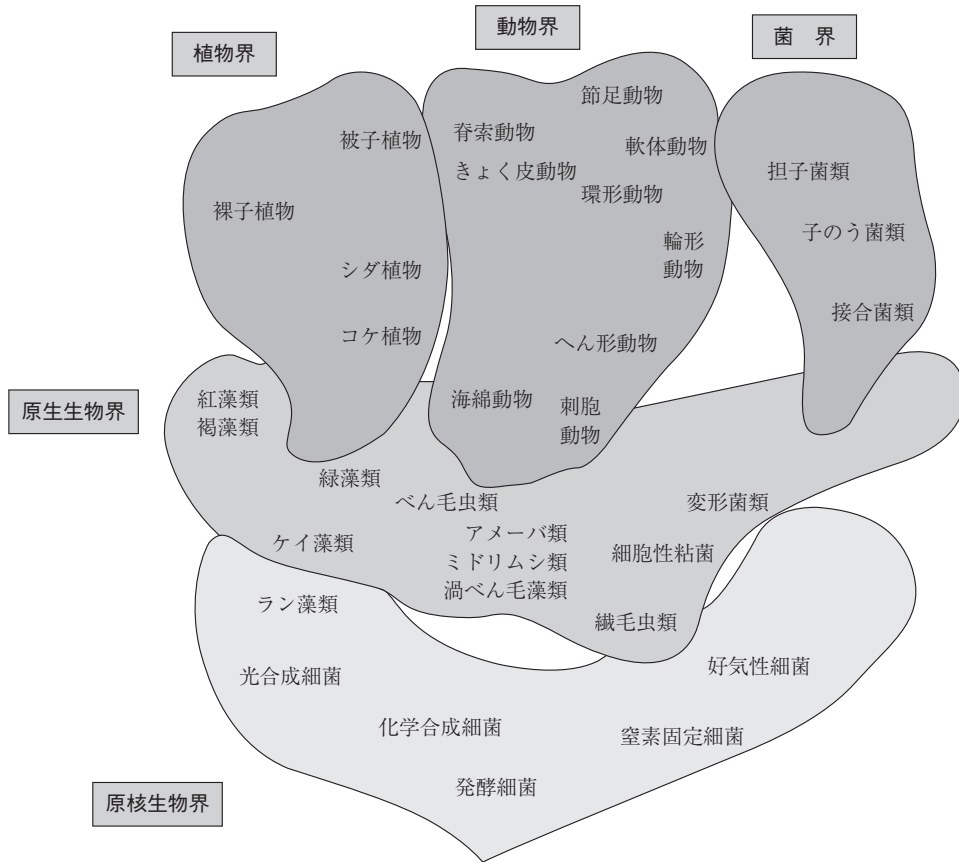


図 4.1.3 五界説による生物分類の系統樹

して支持されている (図 4.1.3)。

五界説による界の分類を以下に示す。

- ① **原核生物界** 原核細胞と真核細胞の違いを重視し、原核生物を独立した界とした。
- ② **原生生物界** 原核生物を独立した界としたため、真核細胞からなる単細胞や、多細胞でも単純な構造をしている藻類などに絞り込んだ。
- ③ **菌界** 複雑な構造を有する多細胞の真核生物で、体外で分解した有機物を体表から吸収するカビやキノコを菌界として独立させた。
- ④ **植物界** 光合成を行って、独立栄養で生育するものに限定した。
- ⑤ **動物界** ほかの生物やその生産物を食べて (捕食)、体内の消化管内で有機物を消化・吸収するものに限定した。

〔5〕 分類の単位と段階 (界, 門, 綱, 目, 科, 属, 種)

生物をよく観察すると、共通する形態や生理的な特徴を持つ個体の集団がある。例えば、イヌとネコは違うが、イヌとオオカミは似ているという具合である。

このように似ている集団を「種」とし、分類の基本的な単位と考えるようになった。生物の種はたくさんあるため、よく似ているものからほとんど似ていないものまで存在する。その共通性によって整理すると、ある秩序が出てきた。よく似ている種を集めて「属」という概念を入れていくと、さらにわかりやすくなり、整理が進んでいったのである。つまり、「種」の上位に「属」を考えようということになった。

この考え方により「種」から「属」、そして最終の「界」まで整理して分類した結果、現在では、**図 4.1.4**のように段階的な分類がなされるようになった。

「種」 → 「属」 → 「科」 → 「目」 → 「綱」 → 「門」 → 「界」

図 4.1.4 分類の単位

イヌを例にとって考えてみると**図 4.1.5**に示すようになる。イヌの段階的な分類は、「イヌ」 → 「イヌ属」 → 「イヌ科」 → 「ネコ目」 → 「ほ乳綱」 → 「脊ついで動物門」 → 「動物界」となる。



図 4.1.5 イヌの段階的な分類

〔6〕 学名 (命名法)

学名は、先に述べたリンネによって提案された命名法 (二名法) が基盤となっている。現在では、国際的な取り決めに基づいて、生物は世界共通の「学名」によって表記されている。通常、学名は、ラテン語か他の言語をラテン語化したものを用い、「属名」のあとに「種名」を付けて表す。属名と種名との間は1スペース設け、斜体文字 (イタリック) で示す。属名の頭文字は大文字とし、それ以外は小文字で記載する。

植物の場合、ウメ、モモ、ヤマザクラ、リンゴといった和名があるが、学名では**表 4.1.1**のように表す。

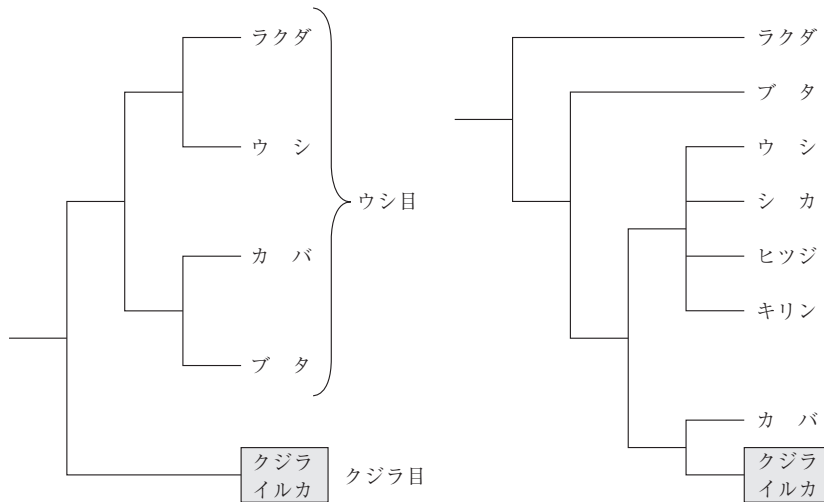
和名から類縁関係は判断できないが、学名からはウメ、モモ、そしてヤマザクラは同じ属で近縁であるが、リンゴとは別の属であり、前記の3種と比べると近縁でないことが容易に判断できる。

表 4.1.1 植物の和名, 学名

和名	学名	
	属名	種名
ウメ	<i>Prunus</i>	<i>mume</i>
モモ	<i>Prunus</i>	<i>persica</i>
ヤマザクラ	<i>Prunus</i>	<i>jamasakura</i>
リンゴ	<i>Malus</i>	<i>pumila</i>

〔7〕 系 統

生物の進化に基づく類縁関係を「系統」という。生物の系統は、特徴を選んで比較・整理し、形態に基づいて図で示されていた（系統樹）。例えば、「共通の祖先があるのか?」、また「類縁関係にあるのか?」などの疑問に対し、この系統樹から視覚的に判断することができるのである（図 4.1.6 (a)）。



(a) 形態に基づく従来の系統仮説 (b) DNA の一部の比較による系統関係

図 4.1.6 形態と DNA の塩基配列による系統樹の比較

一方、最近の分子生物学の進展により、形態での判断ではなく、「タンパク質のアミノ酸配列」や「DNA の塩基配列」を比較して系統が作成されるようになり、新しい考えに基づいた系統樹が誕生した（図 (b)）。

「クジラは、どのほ乳類に近縁か?」という疑問に対して、DNA 塩基配列を用いた系統樹からは、ウシやブタなどのひづめを持つウシ目に近く、その中でもカバに最も近いと考えることができるのである。見た目の判断とは、大きく異なることに気付くと思う。

索引

用語

【あ行】

アナモックス	87
アミノ酸	49
アミノ酸配列	6
アメーバ類	4
アンチコドン	55
安定型	13
異化	93
イタイイタイ病	99
一様分布	7
遺伝暗号表	53
遺伝子組換え植物	104
遺伝子選択説	37
遺伝子の垂直移動	42
遺伝子の水平移動	42
遺伝子浮動	30
遺伝の法則	29
イネ科型	17
医の倫理	116
今西進化論	41
医療倫理	116
ウイルス進化論	42
渦べん毛藻類	4
栄養型	95
エウロパ	73
エキセントリックプラネット	80
エネルギー	111
——の流れ	84, 90, 92
塩基配列	6
エンケラドス	75
エントロピー	92
オーバーリン・ホールデン仮説	45, 46, 57, 60
温室効果	102

【か行】

科	4
界	1, 4, 5
海王星	73
界面	86

海綿動物	4
化学エネルギー	92
化学合成	95
化学合成細菌	4
化学進化説	45
化学的酸素要求量	105
化学農法	100, 110, 111
化学農薬	114
化学肥料	99, 111, 114
核	2, 3
核酸	45, 48, 58
核酸ワールド	56
核小体	2
獲得形質の遺伝	22
核膜	2
学名	5
カースト	35
火星	64
——からの隕石	67
——のガス	70
——の誕生	71
——の地理	68
化石の発見	21
活性汚泥法	105
褐藻類	4
カビ	3
カーボンニュートラル	108
カリウム	101
環境	114
環境収容力	26
環境倫理学	116
環形動物	4
還元	87
眼点	3
偽遺伝子	32
寄生	15
キノコ	3
逆転写	60
共生	15
共存	15
きよく皮動物	4
極冠	69
菌界	4
金星	73
菌類	3

群生相	11
群選択説	36
ケイ藻類	4
ケイ素生命体	79
系統	1, 6
下水処理プロセス	105
血縁選択説	36
血縁度	36
原核生物	2
原核生物界	4
嫌気環境	86
嫌気呼吸	87
原始スープの形成	45
原生物界	3, 4
懸濁性物質	106
コアセルベート	45
綱	4
公害	99
好気環境	86
好気性	97
好気性細菌	4
光合成	2, 84, 95
光合成細菌	4
光合成産物	3
抗生物質	99
酵素	53
紅藻類	4
広葉型	17
肥だめシステム	113
五界説	3
呼吸	83
コケ植物	4
個体群	7
——の増殖	8
個体群密度	8, 10
孤独相	11
コドン	53
ゴルジ体	2
根粒菌	15

【さ行】

細菌	85
細菌類	2
最古の化石	44

最終収量一定の法則 10
 最終沈殿池 105
 最初沈殿池 105, 106
 細胞口 3
 細胞性粘菌 4
 細胞壁 2
 細胞膜 2
 酸化 87
 三界説 3
 産業革命 99
 残留農薬 111

自己増殖 48
 自己複製 48
 自然選択説 22, 27, 31
 自然選択の理論 26
 自然の生存権 117
 自然の発展 24
 自然発生 22
 自然発生説 43, 46
 自然分類 1
 持続型社会 114
 持続可能な農業 111
 シダ植物 4
 子のう菌類 4
 刺胞動物 4
 下肥 113
 社会生物学 38, 39
 種 4, 5
 —の起源 26
 収縮胞 3
 従属栄養 95
 集中分布 7
 種間競争 14, 19
 種分化 34
 順位 14
 循環型社会 114
 循環型農法 110
 小胞体 2
 植物界 1, 4
 植物生産 19
 植物の栄養分 113
 植物連鎖 15
 食物連鎖 106
 食糧 110, 112
 食料 110
 食糧自給率 110
 食料生産 19
 食糧生産 99, 100
 人為分類 1
 新エネルギー 107
 進化 48
 —の総合説 30
 真核生物 2

進化的安定戦略 38
 進化的に安定な状態 39
 進化論 20, 21, 22, 24
 薪炭 107

水質汚染 99
 ストレプトマイシン 99
 棲み分け理論 41
 スモッグ 99

生化学的酸素要求量 105
 生産構造因 17
 生殖質連続説 41
 生存曲線 11, 12
 生態系 7, 8
 生態的地位 16
 生物学的廃水処理方法 105
 生物共生 114
 生物群集 7
 生物資源 107
 生物集団 1, 7
 生物量 107
 生命の起源 43
 生命表 11, 12
 生命倫理学 115
 世界の人口 115
 脊索動物 4
 石油化学 99
 世代間倫理 117
 接合菌類 4
 節足動物 4
 絶滅危惧種 103, 104
 絶滅種 103, 104
 競り合い型 18
 染色体 2
 前進的発達 22
 セントラルドグマ 30
 絨毛虫類 4

早死型 12
 増殖曲線 9
 増殖速度 9
 創造説 43
 相変異 11
 相利共生 15
 属 4, 5

【た行】

ダイオキシン 99
 大気汚染 99
 ダイズ 15
 代替エネルギー 107
 タイタン 73
 多細胞生物 2

脱窒 87
 単細胞生物 2
 担子菌類 4
 断続平衡説 33
 タンパク質 45, 48, 49, 50
 タンパク質ワールド 56, 62

地球温暖化 102
 地球型惑星 46
 地球環境 98
 地球環境変化 98
 地球有限主義 117
 地磁気縞異常 69
 地質学 21
 窒素固定細菌 4
 地動説 20
 潮汐摩擦 73
 チラコイド 2

通性嫌気性 97

定向進化説 29, 41
 デオキシリボ核酸 30
 デオキシリボース 60
 適応放散 24
 テリトリー 14
 天動説 19, 20
 天王星 73
 天変地異 23

同化 93
 動的平衡 93
 動物界 1, 4
 独立栄養 89, 95
 土壌汚染 99
 土壌微生物 101
 土星 73
 突然変異 30
 共倒れ型 18
 貪食 89

【な行】

縄張り 13
 軟体動物 4

二界説 1
 二名法 1, 5
 人間社会 98
 人間のふん尿 113

スクレオチド 58, 61

ネオダーウィニズム 30
 ネオラマルキズム 41

熱水噴出孔 71
 年齢ピラミッド 13

農 業 19

【は行】

バイオエタノール 102
 バイオエネルギー 107
 バイオオーグメンテーション

..... 107
 バイオステミュレーション
 107

バイオテクノロジー 114

バイオマス 100, 107

バイオマスエネルギー 108

バイオレメディエーション
 106

曝気槽 105, 106

発 酵 86

発酵細菌 4

晩死型 12

光エネルギー 84

被子植物 4

被食者 14

被食者-捕食者相互関係 14

微生物 2

比表面積 86

肥 料 101

ファイトレメディエーション
 107

腐 植 89

物質循環 83, 92, 93

物質循環型食糧生産 110

物質生産 16

部分相関の法則 22

普遍的環境倫理 117

フラックス 85

プロテノイド 58

プロテノイド・ミクロスフェア
 59

プロトピオント 59

フロン 102

分子進化の中立説 31

分子時計 32

分 類 1

平均型 12

ペニシリン 99

変形菌類 4

へん形動物 4

偏性嫌気性 97

返送汚泥 105

べん毛 3

べん毛虫類 4

片利共生 15

捕食者 14

ホットジュピター 80

ほ乳類 103

翻 訳 55

【ま行】

マグマオーシャン 47

間引き型 18

マメ科植物 15

マリグラヌール 59

水処理 105

密度効果 9

ミトコンドリア 2

ミドリムシ 3

ミドリムシ類 4

水俣病 99

無機態窒素 101

群 れ 13

命名法 5

メタン生産菌 71

メッセンジャー RNA 30

目 4

木 星 73

門 4

【や行】

野生絶滅種 103

有機農法 100, 110

有機物 113

優劣の法則 29

幼若型 13

用不用 22

葉緑体 2, 3

余剰汚泥 105

四日市ぜんそく 99

【ら行】

裸子植物 4

ラン藻類 2, 4

ランダム分布 7

リボザイム 61

リボース 60

リボソーム 2

緑藻類 4

リ ン 101

輪形動物 4

リン鉱石 102

齢構成 13

老化型 13

ロンドンスモッグ 99

【A】～【Z】

BOD 105, 106

CHON 生命体 78

COD 105

DNA 2, 30, 49

DNA ウイルス 77

DNA ワールド 62

ESS 38

iPS 細胞 117

mRNA 30, 53

night soil 113

RNA ウイルス 60

RNA ワールド 60, 62

RNP ワールド 62

SS 106

tRNA 55, 56

—— 人名 ——

- | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|----------------------------|---------|----------------|
| アイマー | 27, 41 | コベルニクス | 20 | ベリー | 112 |
| アダム | 19 | 佐川 峻 | 42 | ホイッタカー | 3 |
| アッシャー | 19 | サリッチ | 32 | ポーリング | 32 |
| アーデン | 105 | シヨップ | 44 | ホールデン | 30, 45, 46, 57 |
| アリストテレス | 43 | スキャパレリ | 64 | マルサス | 26 |
| 磯崎行雄 | 44 | ズッカーカンドル | 32 | 丸山茂徳 | 71 |
| 今西錦司 | 41 | スミス | 38 | マンマ | 70 |
| ヴァイスマン | 41 | ダーウィン | 22, 24, 26, 27, 29, 35, 42 | 宮田 隆 | 32 |
| ウイルソン | 32, 39, 40 | ドーキンス | 37 | ミラー | 46, 56, 57 |
| ウィルバーフォース | 26 | ド・フリース | 30 | メンデル | 29 |
| ウォード | 77, 79 | 中原英臣 | 42 | モーガン | 30 |
| ウォーレス | 26 | ハクスリー | 27 | モーン | 113 |
| エルドリッジ | 33 | パスツール | 44 | 柳川弘志 | 59, 62 |
| オーゲル | 56 | ハミルトン | 36, 37, 40 | 山中伸弥 | 117 |
| オズボーン | 29, 41 | 原田 馨 | 58, 59 | ライエル | 24 |
| オバーリン | 45, 46, 57, 58 | フィッシャー | 30 | ライト | 30 |
| ガリレオ | 20 | フォックス | 58, 59 | ラマルク | 22, 23, 27, 41 |
| 木村資生 | 31 | フォルミサーノ | 70 | リービッヒ | 101 |
| キュビエ | 21, 22, 24 | フッカー | 27 | リンネ | 1, 5 |
| クラスノボルスキー | 70 | プトレマイオス | 19 | ルウオンティン | 41 |
| グールド | 33, 41 | ブルーノ | 20 | レデイ | 43 |
| ケアンズ-スミス | 52, 79 | ヘッケル | 3 | ローウェル | 64 |
| コープ | 29, 41 | | | ロケット | 105 |

生 命 科 学 2 — 生物個体から生態系へ —

Life Science 2 — From Individual To Ecosystem —

©生命科学編集委員会 2013

2013年4月25日 初版第1刷発行



検印省略

編 者 生命科学編集委員会
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛来真也
印 刷 所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 **コロナ社**

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131 (代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-06743-9

(柏原)

(製本：グリーン)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします