

生物学の基本法則を数理的に捉えて理解
多量のデータ解析から法則を見出す

巖佐 庸
大槻 久
佐竹 曉子
望月 敦史
編集幹事

理論生物学
事典

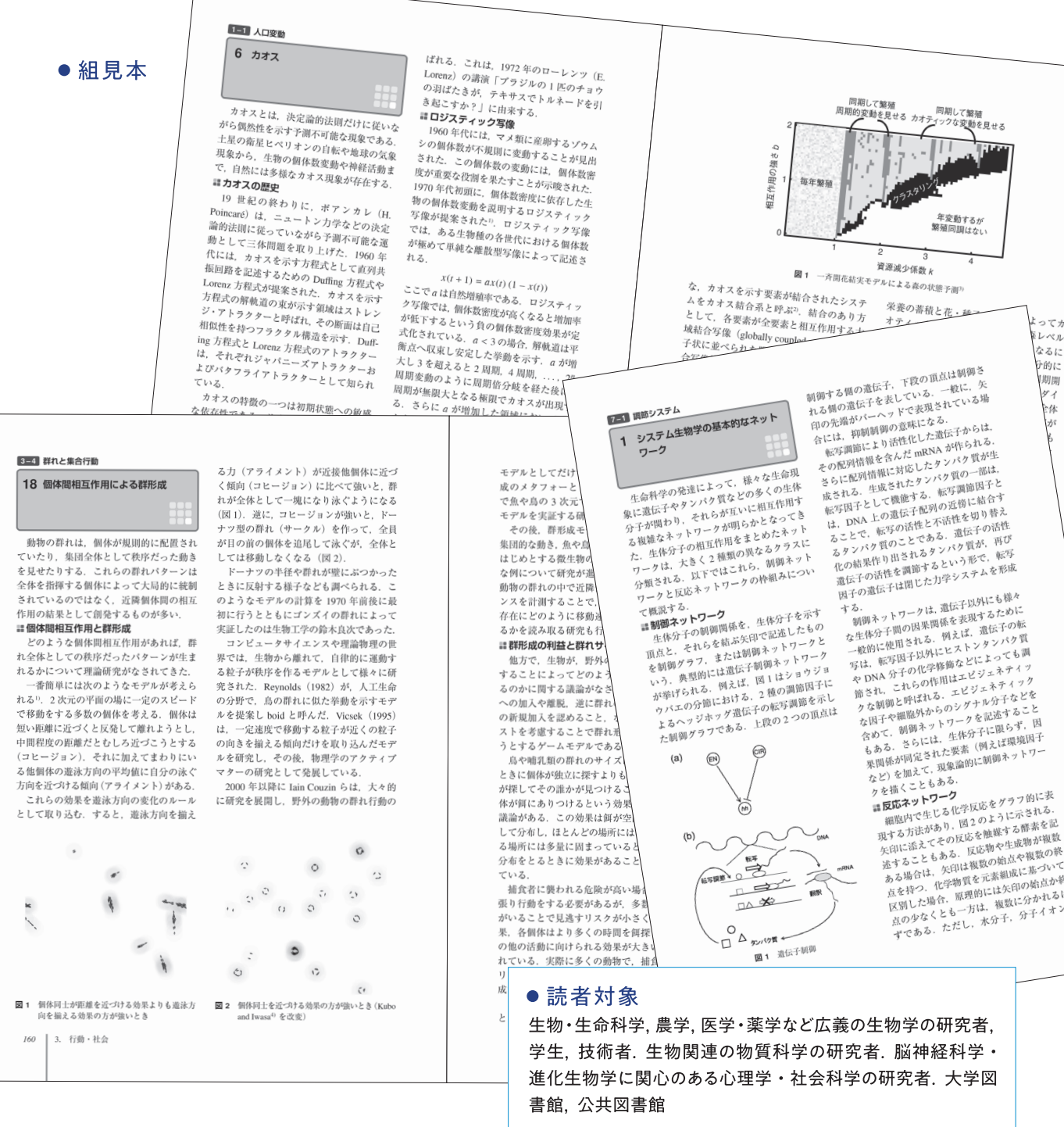
2025年
11月刊

- 各テーマを2-4頁の中項目形式で簡潔に解説
- 生物学全体を対象に、分野別に整理した8つの章と手法別の数理モデル・データ解析という全10章で構成
- 実験的研究者が研究対象とする具体的な現象と関連づけて平易に解説

- 序文より

・・・生物学は「暗記もの」という印象をもたれるかもしれませんが、物理学や経済学では、少数の基本的な法則が数理モデルによって組み立てられ、複雑な現実は、それらの単純な法則を組み合わせることによって、見通しよく理解するようになっています。実は生物学や生命科学でも、基本法則を数理的に捉えて理解を進めるアプローチが発展しています。加えて近年、多量のデータを解析することで法則を見出す手法も急速に進んでいます。生物学を理解する上で役立つ理論的な考えや数理的手法を俯瞰し、専門外の読者にも理解できるように説明する事典を編纂することは、時宜を得ています。・・・

- 組見本



● 読者対象

生物・生命科学，農学，医学・薬学など広義の生物学の研究者，
学生，技術者．生物関連の物質科学の研究者．脳神経科学・
進化生物学に関心のある心理学・社会科学の研究者．大学図
書館，公共図書館

ご希望のお客様は、下記よりご確認ください。 ※価格は本体価格です

理論生物学事典

同時アクセス数 1 : 46,200 円

同時アクセス数 2 : 69,300 円

同時アクセス数 3 : 92,400 円

ProductID : KP00127619

販売対象機関：すべての機関

紀伊國屋書店 デジタル情報営業部 Mail: ict_ebook@kinokuniya.co.jp

編集幹事

巖佐 庸	九州大学名誉教授
大槻 久	総合研究大学院大学統合進科学研究センター教授
佐竹 暁子	九州大学大学院理学研究院主幹教授
望月 敦史	京都大学医生物学研究所教授

編集委員（五十音順）

李 聖 林	京都大学	中原 裕 之	理化学研究所
岩 崎 渉	前東京大学	中丸麻由子	東京科学大学
岩 見 真 吾	名古屋大学	西 浦 博	京都大学
印 南 秀 樹	総合研究大学院大学	波江野 洋	東京理科大学
瀬 戸 繭 美	東京農工大学	本 田 直 樹	名古屋大学／広島大学

目次

第 1 章 生態・環境

概説 [巖佐 庸]

●1-1 人口変動

- 個体群増殖 [山内 淳]
- 齢構成・ステージ構成・サイズ構成 [高田壮則]
- 格子モデル・点過程モデル [佐藤一憲]
- コラム 1** 生態系の複雑性と安定性 [難波利幸]
- 時間遅れ [中田行彦]
- 差分モデル [瀬野裕美]
- カオス [佐竹暁子]

●1-2 群集と生態系

- 生物多様性（種の多様性） [難波利幸]
- 生物多様性のパターン [難波利幸]
- 種の存在量とランキング [大槻 久]
- 食物網と食物連鎖 [舞木昭彦]
- ニッチと多種共存機構 [山道真人]
- 間接効果 [三木 健]
- 生物間相互作用 [江副日出夫]
- Lotka-Volterra 系 [今 隆助]
- ランダム群集モデル [時田恵一郎]
- 光合成と化学合成 [瀬戸蘭美]
- 生態系とエネルギー [瀬戸蘭美]
- フェノタイピング [野下浩司]

●1-3 保全・環境リスク評価・生物資源管理

- 保全生物学 [横溝裕行]
- 人口学的確率性と環境確率性 [箱山 洋]
- 化学物質の生態リスク評価 [加茂将史]
- 社会生態系結合動態モデル [巖佐 庸]
- 順応的管理 [松田裕之]
- 生物資源管理 [岩田繁英]
- コラム 2** Ostrom の原則 [中丸麻由子]
- コラム 3** 資源管理と集団遺伝学 [秋田鉄也]
- 生物種分布モデル [石濱史子]
- 地球システムモデル [須藤健悟]

第 2 章 進化

概説 [大槻 久]

●2-1 進化遺伝学

- 集団遺伝学 [別所和博]
- Fisher の基本定理 [入谷亮介]
- 遺伝的浮動と固定確率 [小林 豊]
- 量的遺伝 [山道真人]
- 適応ダイナミクス [伊藤 洋]
- 地理的構造 [大槻 久]
- 老衰の進化 [巖佐 庸]
- 近交弱勢と遺伝的荷重 [山道真人]

●2-2 多様性を作る進化

- 共進化 [内海 邑]
- 生命の起源 [古澤 力]
- 移動分散の進化 [入谷亮介]
- ゲノム刷り込みの進化 [巖佐 庸]
- 種分化 [山口 諒]
- 有性生殖の進化 [佐々木顕]
- 毒性の進化 [佐々木顕]

●2-3 分子進化

- 中立説 [館田英典]
- コアレセント解析 [手島康介]
- 自然淘汰とゲノム [坂本貴洋]
- 配列進化 [田村浩一郎]
- 体細胞突然変異 [富本 創]
- トランスポゾン [Jeffrey Fawcett]
- エビジェネティクス [佐々木江理子]

第 3 章 行動・社会

概説 [大槻 久]

●3-1 行動の進化

- 最適捕食 [箱山 洋]
- リスク依存捕食 [箱山 洋]
- 配偶者選択 [関 元秀]
- 性配分（性比・性転換） [山口 幸・巖佐 庸]
- 配偶システム [沓掛展之]
- 生活史戦略 [立木佑弥]
- 生物季節 [佐竹暁子]
- 表現型可塑性と学習 [吉田丈人]

●3-2 協力の進化

- 協力の進化機構 [大槻 久]
- 罰 [中丸麻由子]
- 血縁淘汰 [大槻 久]
- 空間構造と群淘汰 [守田 智]
- 直接互惠 [一ノ瀬元喜]
- コラム 4** 社会性昆虫とハミルトン革命 [巖佐 庸・大槻 久]

●3-3 ヒトの社会の進化

- 人類の進化と移動分散 [中橋 渉]
- 文化進化 [若野友一郎]
- 間接互惠 [大槻 久]
- 現代社会における協力 [中丸麻由子]

●3-4 群れと集合行動

- 個体間相互作用による群形成 [大槻 久・巖佐 庸]
- 集合的意思決定 [関口卓也]
- 集団追跡と逃避 [大平 徹]
- コラム 5** 動物の移動とLévy walk [阿部真人]

第 4 章 神経脳科学

概説 [中原裕之]

コラム 6 カオスと脳 [合原一幸]

●4-1 神経細胞と神経回路のモデル

- 神経細胞のモデル [青柳富誌生]
- シナプスの可塑性とダイナミクス [豊泉太郎]
- スパイクングニューロンモデルの発展 [寺前順之介]

●4-2 脳の機能モデル

- 大脳皮質の神経回路モデル [我妻伸彦]
- 大脳基底核の神経回路モデル [森田賢治]
- 小脳の神経回路モデル [山崎 匡]
- 海馬の神経回路モデル [佐藤直行]
- 運動制御と運動知覚 [五味裕章]
- 物体認識のための視覚 [酒井 宏]
- 報酬予測と意思決定 [鮫島和行]
- 小脳のモデルと運動制御 [今水 寛]

●4-3 脳機能理解の土台と展開

- 自由エネルギー原理 [磯村拓哉]
- Hopfield モデルと神経科学の接点 [青西 亨]

- ロボットを用いた脳理解 [長井志江]
- 脳デコーディング [神谷之康]
- 脳デコーディングから言語機能 [西本伸志]
- 神経経済学 [鈴木真介]
- 計算論的精神医学 [山下祐一]

コラム 7 計算脳科学と人工知能の接点 [銅谷賢治]

- コラム 8** 二重過程理論 [森田賢治]
- コラム 9** 線虫の神経系 [飯野雄一]
- コラム 10** 昆虫の脳 [加沢知毅]

第 5 章 発生・形態形成

概説 [望月敦史]

●5-1 形態形成における規則や法則

- L- システムと樹木の形 [本多久夫]
- 貝の形 [野下浩司]
- 葉序 [米倉崇晃]
- シートの折れ畳まり [本多久夫]
- 位置情報 [森下喜弘]

●5-2 偏微分方程式と自己組織化

- 自己組織化 [石原秀至]
- Turing 不安定 [李 聖林]
- 体表パターン [宮澤清太]
- 細胞運動と走化性 [石原秀至]
- 細胞の極性形成 [柴田達夫]
- 界面不安定性による形態形成 [三浦 岳]

- 体節形成の進行波 [瓜生耕一郎]
- フェーズフィールドモデルを応用した形態形成 [秋山正和]

●5-3 細胞からの組織の秩序形成

- 細胞に基づく形態形成モデル [本多久夫]
- 細胞再配列と維体モザイク [望月敦史]
- 生物の左右性形成 [秋山正和]
- 幹細胞組織から発生する植物器官の形と数と空間的配置 [藤本仰一・津川 暁・藤原基洋]

●5-4 形態形成と適応

- 真正粘菌と血管系 [中垣俊之]
- 力推定 [杉村 薫]
- 組織変形 [森下喜弘]
- メカノバイオロジー [平島剛志]
- 骨のリモデリング [安達泰治]

第 6 章 医学

概説 [巖佐 庸]

●6-1 感染症動態

- Kermack-McKendrick モデル [稲葉 寿]
- 基本再生産数とその数理的特性 [稲葉 寿]
- 次世代行列 [國谷紀良]
- テンポラルネットワークが疫学動態に及ぼす影響 [増田直紀]
- 性感染症伝播の異質性と伝播の空間構造 [守田 智]
- 人の行動変容と感染症流行動態 [大森亮介]
- 環境中のウイルス動態 [三浦郁修]

●6-2 免疫系

- 免疫系の基礎 [熊谷雄太郎]
- 自己免疫疾患・分子擬態 [原 朱音]
- 造血幹細胞分化 [若波翔也]
- 皮膚疾患 [李 聖林]

●6-3 体内ウイルス動態

- 宿主体内のウイルス動態 [若見真吾]
- ウイルス動態と隔離戦略 [江島啓介]
- 多階層なウイルス感染動態の数理モデリング [北川耕咲]
- ワクチン誘導抗体の定量 [朴 炯基]
- ワクチン誘導抗体の層別化 [中村直俊]
- ウイルスによる免疫回避・薬剤耐性の進化 [佐々木顕]

- コラム 11** T 細胞活性化 [梶田真司]
- 再陽性化 [林 玲奈]

●6-4 がん

- がんの成り立ちと特性 [波江野洋]
- がん理論の古典的研究 [佐伯晃一]
- がんによる免疫逃避進化 [佐伯晃一]
- 大腸がんの進化過程 [新井田厚司]
- 腫瘍形成モデル [岩 寄 航]
- コラム 12** アレルギーと花粉症 [原 朱音]
- がん細胞内の分子間ネットワーク [間木重行]

- がんの情報解析 [新井田厚司]
- ゲノム不安定と発がん [巖佐 庸]
- コラム 13** ファイロダイナミクス [巖佐 庸]

第 7 章 システム生物学

概説 [望月敦史]

●7-1 調節システム

- システム生物学の基本的なネットワーク [望月敦史]
- ブーリアンネットワーク [阿久津達也]
- 常微分方程式モデル [望月敦史]
- 細胞分化 [望月敦史]
- 体内時計 [黒澤 元]
- 分節時計 [瓜生耕一郎]
- ネットワークモチーフ [柴田達夫]
- リンケージロジック [望月敦史]
- 線形システムの制御 [望月敦史]
- 遺伝子制御ネットワーク推定法 [石川雅人]

●7-2 化学反応システム

- 化学反応系の基礎 [岡田 崇]
- 反応速度関数 [岡田 崇]
- シグナル伝達系 [青木一洋]
- 代謝工学 [大野 聡]

●7-3 反応システムの構造と動態

- ネットワーク構造に基づく漸近安定平衡点の存在性 [山内悠平]
- 構造感度解析 [岡田 崇]
- 構造分岐解析 [岡田 崇]

●7-4 細胞の物理学

- 分子シミュレーション [高田彰二]
- 少数性と揺らぎ [小林徹也]
- 定量生物学 [青木一洋]
- 細胞運動の生物物理学 [前多裕介・別府航早・家永 竜]
- 膜系細胞小器官の形態 [立川正志]

第 8 章 生物情報

概説 [岩崎 渉]

コラム 14 単純なモデルと複雑なモデル

[大槻 久]

●8-1 DNA・RNA データ

- ゲノム解析の方法論 [荒川和晴]
- 原核生物のゲノム [森 宙史]
- 真核生物のゲノム [野口英樹]
- ウイルスのゲノム [緒方博之]
- エビゲノム [鄧 兆南]
- トランスクリプトーム [大林 武]
- シングルセル解析 [鈴木絢子]

●8-2 タンパク質・機能・マクロデータ

- タンパク質の立体構造 [西 羽美]
- タンパク質の機能 [奥田修二郎]
- プロテオーム [岩崎未央]
- 代謝パスウェイ・メタボローム [福島敦史]
- フェノーム [遠里由佳子]
- 系統分類データ [米澤隆弘]
- 生物多様性・分布データ [細矢 剛]
- 文献データ [藤原豊史]

●8-3 生物情報学の方法論

- アルゴリズム・データ構造 [松本拡高]
- プログラミング言語 [尾崎 遼]
- データベース・知識ベース [鎌田真由美]
- グラフ理論・ネットワーク [竹本和広]
- 自然言語処理 [山本泰智]

●8-4 各種データの解析

- 生物配列解析 [福永津嵩]
- ゲノム比較・ゲノム進化解析 [千葉啓和]
- 集団ゲノム解析 [木村亮介]
- 分子系統樹推定 [岸野洋久]

第 9 章 数理モデルの解析方法

概説 [巖佐 庸]

●9-1 力学系

- 常微分方程式 [國谷紀良]
- 大域安定性と局所安定性 [江夏洋一]
- 非線形力学系の様々な分岐 [小川知之]
- 結合振動子系と同期現象 [郡 宏]
- 偏微分方程式 [稲葉 寿]
- 差分方程式 [今 隆助]

●9-2 確率過程

- 分枝過程 [波江野洋]
- マルコフ連鎖 [大槻 久]
- 出生死亡過程 [大槻 久]
- 拡散過程 [山口 諒]

●9-3 最適化と動的最適化

- 最適化と制約つき最適化 [江夏洋一]
- Pontryagin の最大原理 [若野友一郎]
- ダイナミックプログラミング [瀬野裕美]

●9-4 ゲーム理論

- 非協力ゲームとナッシュ均衡 [関口卓也]
- ダイナミックゲーム [大槻 久]
- 限定合理性 [中丸麻由子]
- 進化的に安定な戦略 [大槻 久]
- 進化ゲーム理論 [大槻 久]
- コラム 15** マッチングモデル [小島武仁]
- コラム 16** 公平性と分配 [五十嵐歩美]

第 10 章 データの解析方法

概説 [大槻 久]

●10-1 統計基礎

- 確率分布 [大槻 久]
- 検定と推定 [阿部真人]
- リサンプリングによる統計 [粕谷英一]
- 一般化線形モデル [粕谷英一]
- ベイズ統計 [深谷肇一]
- 時系列解析と相互作用検出 [鈴木健大]

●10-2 機械学習

- 回帰 [近藤洋平]
- 判別 [中江 健]
- 深層学習 [斉藤 稔]
- リザバー計算 [中嶋浩平]
- 次元削減 [小島諒介]
- 深層生成モデル [島村徹平]

●10-3 その他の手法

- データ同化 [横山 寛]
- 最適輸送 [谷地村敏明]
- 遺伝的アルゴリズム [古澤 力]
- ベイジアンネットワーク [有田正規]
- 因果推論 [小島諒介]