

~~ 数理生物学テキストの決定版 ~~

Mathematical Biology I: An Introduction

# マレー数理生物学入門

原書3版

著

James D. Murray

●

総監修

三村 昌泰 (明治大学先端数理科学インスティテュート, 日本数理生物学会会長)

監修

瀬野 裕美 (東北大学大学院情報科学研究科) / 河内 一樹 (灘中学・高等学校数学科)

中口 悦史 (東京医科歯科大学教養部) / 三浦 岳 (九州大学大学院医学研究院)

訳

勝瀬 一登 (東京大学医学部) / 吉田 雄紀 (東京大学医学部) / 青木 修一郎 (東京大学医学部)

宮嶋 望 (東京大学医学部) / 半田 剛久 (東京医科歯科大学医学部) / 山下 博司 (東京大学医学部)

B5判 / 468頁 / 7,800円 (税別) / 来年1月発売予定

## 日本語版への序文 (抜粋)

数学の生物学への応用は、いまやほとんどあらゆる分野にわたっており、特に、医科学においてその進展の速さは著しい。そして、社会科学においても数理モデルからの研究は、学際的成長を遂げた新しい学問になりつつあることは明らかであろう。ここ5年間ほどで、数理生物学者と実験研究者との協働がますます増えている。私は、それこそがこの領域で本当になされるべきことであると常に確信していた。この営みはまた、実際の生物学とのつながりが限られているとはいえ、新たな挑戦的な解析学の領域を拓くことで、数学に重要な影響を与えてきた。

James D. Murray

## 監修者あとがき (抜粋)

本書は James D. Murray. *Mathematical Biology I: An Introduction*, 2002 の全訳である。原著は複雑な生物システムに向けて数学モデルから解明するという数理生物学を多くの例を交えて書かれた書物である。既にポーランドやロシア等で翻訳されていることから、今や世界的に良く知られた数理生物学のバイブルである。著者である J. D. Murray 氏は医学、心理学、生態学、疫学、発生生物学等、数理生物学の様々な分野において、実験家との共同研究を通して、モデルを構築し、その解析から、機構の解明、予測を行ってきた現在の数理生物学の確立に貢献する偉大な研究者の1人であろう。

我が国においてこの訳書が出版されたことは誠にタイムリーであると言って良い、なぜなら、我が国の数理生物学会の会員数は今や200名を超えた、国際的にも大きな学会になっており、会員には数理生物学を学ぶ若い人たちも多く、この分野に興味をもつ大学院、学部学生たちが着実に増えてきているからである。このことから、本書が我が国における数理生物学のさらなる発展の一助になればと願っている。

三村 昌泰

# 《目次》

## 第1章 連続型単一種個体群モデル

連続型増殖モデル／ トウヒノシントメハマキに見る昆虫の大発生モデル／ 遅延モデル／ 遅延個体群モデルの線形解析：周期解／ 生理学における遅延モデル：周期性を呈する動的疾患／ 収穫の効果を含む単一種個体群モデル／ 年齢分布を考慮した個体群モデル

## 第2章 離散型単一種個体群モデル

導入：シンプルなモデル／ 蜘蛛の巣図法：解に関するグラフを用いた手順／ 離散ロジスティック型モデル：カオス／ 安定性，周期解，分岐／ 離散型遅延モデル／ 漁業管理モデル／ 生態的な示唆と警告／ 腫瘍細胞の増殖

## 第3章 相互作用する個体群のモデル

捕食者－被食者モデル：ロトカーヴォルテラ系／ 複雑性と安定性／ 現実的な捕食者－被食者モデル／ リミットサイクル解をもつ捕食者－被食者モデルの解析：安定性に関するパラメータ領域／ 競争モデル：競争排除則／ 相利共生モデル／ 一般化モデルと一般的な注意／ 閾値現象／ 離散型モデル／ 離散型捕食者－被食者モデルの詳細な解析

## 第4章 温度に依存する性決定：ワニの生存戦略

ワニについての生物学的導入と歴史的経緯／ 巣の場所の選択に関する仮定とシンプルな個体群モデル／ ワニの年齢分布を考慮した個体群モデル／ 密度依存性を伴う年齢構造モデル方程式／ 湿沼地 I におけるメス個体群の安定性／ 性比と生存率／ 温度に依存する性決定 (TSD) vs. 遺伝的な性決定 (GSD) ／ 性決定に関連する事項

## 第5章 夫婦間相互作用の動態のモデリング：離婚予測と夫婦仲修復

心理学的な背景とデータ：Gottman と Levenson の方法論／ 夫婦類型論とモデリングの動機／ モデリング戦略とモデル式／ 定常状態と安定性／ モデルから得られる実用的な結果／ モデルの利益および示唆，夫婦仲修復の筋書き

## 第6章 反応速度論

酵素速度論：基本酵素反応／ 過渡期時間の評価と無次元化／ ミカエリスメンテンの準定常状態解析／ 自殺誘導基質系の反応速度論／ 協同現象／ 自己触媒，活性化，阻害／ 複数の定常状態，マッシュルーム，島

## 第7章 生物学的振動子とスイッチ

動機，略史，背景／ フィードバック制御機構／ 2種もしくは多種が関わる振動子とスイッチ：一般的な定性的結果／ シンプルな2種振動子：振動が起こるパラメータ領域の決定／ 神経膜に関するホジキン－ハクスリー理論：フィッツヒュー－南雲モデル／ テストステロン分泌の制御モデルと化学的去勢

## 第8章 ペロウソフ－ジャポチンスキーの振動反応

ペロウソフ反応とフィールド－ケレシュ－ノイズ (FKN) モデル／ FKN モデルの線形安定性解析とリミットサイクル解の存在／ FKN モデルの非局所的安定性／ 緩和振動子：BZ 反応の近似／ BZ 反応のリミットサイクル振動の緩和モデルの解析

## 第9章 振動子の摂動，結合とブラックホール

振動子の位相リセット／ 位相リセット曲線／ ブラックホール／ 現実の生物学的振動子におけるブラックホール／ 結合振動子：動機とモデル系／ 振動の位相同期：ホタルの同期現象／ 特異摂動解析：解析の前の変数変換／ 特異摂動解析：変換された系／ 特異摂動解析：2タイムスケール展開／ 位相シフト方程式の解析，および BZ 反応の結合系への応用

## 第10章 感染症のダイナミクス：流行モデルと AIDS

流行病の歴史／ シンプルな流行モデルとその実際への応用／ 性感染症のモデリング／ 淋病とその制御に関する多集団モデル／ AIDS：HIV の伝染動態のモデリング／ 薬物療法と組み合わせた HIV のモデリング／ 薬物療法を含む HIV 感染の遅延モデル／ 寄生虫感染に対する獲得免疫の個体群ダイナミクスのモデリング／ 年齢依存的な流行モデルと閾値基準／ 薬物使用流行モデルと閾値解析／ アナグマとウシの牛結核感染／ アナグマとウシの牛結核の制御戦略のモデリング

## 第11章 反応拡散，走化性，非局所メカニズム

シンプルなランダムウォークと拡散方程式の導出／ 反応拡散方程式／ 動物の分散モデル／ 走化性／ 非局所的効果と長距離の拡散／ 拡散や長距離効果に対する細胞のポテンシャルやエネルギーからのアプローチ

## 第12章 振動子が生み出す波動現象と中枢パターン発生器

BZ 反応におけるキネマティックウエーブ／ 中枢パターン発生器：魚の遊泳に関する実験的事実／ 中枢パターン発生器の数理モデル／ 位相結合モデル系の解析

## 第13章 生物学的波動：単一種モデル

進行波／ フィッシャー－コルモゴロフ方程式と進行波／ フィッシャー－コルモゴロフ方程式の漸近解とフロント進行波解の安定性／ 密度依存性を伴う反応拡散モデルとその厳密解／ 多定常状態をなす機構を有するモデルに現れる波：昆虫個体群の分散とその制御／ 両生類卵細胞のカルシウム波：メダカ卵の賦活化波／ 空間分散能がばらつきを有する場合の侵入速度／ 種の侵入と領域の拡大

## 第14章 フラクタルの利用と濫用

フラクタル：基本的概念と生物学的関連性／ フラクタルの単純な例とその作り方／ フラクタル次元：概念と計算の手法／ フラクタルか，空間充填か

## 付録A 相平面解析

## 付録B ラウス－フルビッツの条件，ジュリーの条件，デカルトの符号法，3次方程式の厳密解

特性多項式，ラウス－フルビッツの条件，ジュリーの条件／ デカルトの符号法／ 一般の3次多項式の根

※ 本書に興味がある方は，三村昌泰までご連絡ください (mimura@math.meiji.ac.jp)