

*JSMB Newsletter No. 46*

# 日本数理生物学会 ニュースレター

第 46 号

2005 年 4 月

*The Japanese Society  
for  
Mathematical Biology*

<http://www.jsmb.jp/>

# 事務局からの報告

梶原 毅 (幹事長)

1月に事務局を引き受けてから、約2ヶ月がたちました。短い間ですが、事務局から見た学会の活動について、感想を交えながらのご報告をいたします。

大会運営、およびニュースレターの編集がすでに分離されていますので、事務局の仕事の最も大きな部分は、会員情報の管理、会計、ニュースレターの発送です。事務局員(幹事)が佐々木徹さんと梶原の2人のみという状況で出発したので、佐々木さんが会員情報担当、梶原が会計担当と分担いたしました。その他佐々木さんはネットワーク担当で学会サーバ運営委員長を兼ね、梶原は幹事長として、運営委員会とのやりとりを担当することになっています。最初のころはてんでこまいでしたが、少し慣れてきました。

最初の大仕事はニュースレター1月号の発送でした。前事務局から送られてきたデータをもとに、ニュースレター1月号を発送しました。ニュースレターの発送も大変でしたが、その後会費納入の事務も大変で、過去にシンポジウム、ニュースレターも全てこなされていた事務局の方々を、本当にすごいと思っています。本来は会員事務は何らかの外部委託をすることが望ましいとは思いますが、現在の会員数では無理のようです。なお、今回から新しい試みとして、2年以上滞納の会員にはニュースレターを送らず、督促状と振替用紙のみを送り、会費が納入されたらニュースレターを送ることになりました。会則にも2年以上の滞納者には郵便物を送らずとあります。もちろん、これはうっかり忘れていた会員に会費納入を促すための措置です。うっかり忘れを防ぐ策として、会費の自動引き落としについても検討していますが、事務局の移転の際の口座の引継ぎの問題があり、まだ実現のめどがたっていません。その他連絡先不明会員についての調査もすすめており、できるだけ会員データの名目と実質を近づける努力をしています。

運営委員会では、巖佐庸会長の挨拶にあるように、ニュースレターの問題を中心に学会の財政危機の問題、ニュースレターのホームページ上の公開の問題、研究奨励賞の問題などが活発に議論されています。運営委員会の議論は情報化特別委員会で提案されたようにweb上の掲示板システムで行われています。このシステムは時田恵一郎さんの尽力によって稼働しています。議論の結果は随時会長からのメッセージとして、ホームページに掲示したり、電子メールで会員に連絡されています。それに関連して到着しないメールアドレスが多くなっていますので、メールアドレスを変更された方は、できるだけ事務局まで御連絡ください。

今後の仕事としては、運営委員会ですでに方針が決まっている過去のニュースレターをPDF化してホームページにアップすることなどがあります。会長、運営委員会を支える縁の下の力持ちとして貢献していきたいと思っていますので、よろしくお願いします。

## 会長挨拶

今年の1月から、松田博嗣先生のあとを受けて会長をつとめる巖佐です。事務局は岡山大学に移り、梶原毅・佐々木徹両先生のもとで精力的に進められています。学会での情報交換活動が、ホームページやメーリングリストなどを中心になりつつあるため、サーバ運営委員会には精力的に体制を整備をしていただいています。

とりくんだ最初の問題は、学会の財政危機でした。昨年のニュースレター印刷費・郵送料のままだと、数年分をならせば年に約70万円の収入に対して100万円の支出となります。これでは続かないので、運営委員会では、さまざまな収入の道や経費の削減を集中的に議論し具体化しました。

これまでニュースレターに含めていた大会の講演要旨は別に切り離し、大会参加者に配布する形式にいたします。その一方で、ニュースレターおよび講演要旨は、学会ホームページからPDFファイルでいつでもダウンロードできるようにします。

一方で紙版のニュースレターは、会員の皆様に是非読んで頂きたい記事、情報を中心に掲載していくことになると思います。どのような記事を紙版のニュースレターに印刷・郵送し、どのような記事はメーリングリストやホームページ掲載が望ましいかについては、会員の方々のご意見を聞いてすすめるつもりです。

以上を含めたさまざまな対応策を講じることによって、年会費はできるかぎり低いレベルに今後とも抑えつづけることが、日本に数理生物学を定着と普及の上では重要だと私は考えています。

今年の9月には横浜国立大学にて松田裕之大会会長のもとに、第15回大会が開催されます。詳細はこれもホームページに掲載されます。東京地区であるため参加者も例年以上に多く、これまでとは違った特色ある数理生物学が展開されると期待しています。

来年は九州大学で、2年後の2007年には日本数理生物学会とSMBとの合同大会をSan Joseでの開催を予定しています。

また大会以外でも、京大の数理解析研での研究集会(代表竹内康博)など、さまざまな機会に数理生物学関連のシンポジウム、大学院生向けのサマーコースなどを積極的に企画できるように学会としての体制を整えました。

SMBと共同設立した大久保賞を継続するとともに、広島大会で提案した研究奨励賞を会員のニーズに合った形に実現できるように努力するつもりです。

以上のようなさまざまな活動について、運営委員会では掲示版を立ち上げて、毎日のようにメールで議論をしています。議論がある程度まとまるごとに、その結果を、私からメールで会員にお知らせし、同時に学会のホームページでその文章がいつでも見られるようにしました。これは学会の活動をご理解いただきたいだけでなく、皆様からのレスポンスを受け取りたいと思うからです。そのため会員の皆様は、メールアドレスを事務局に登録下さるよう、またBiomathというメーリングリストに入って下さるようお願いいたします。さらにはときどきは学会のホームページをご覧いただけると幸いです。

忙しい会員をさらに忙しくするだけに終われば学会の意義はありません。いそがしくてもこれだけは落とせない、大事なそして面白い学会というふうに評価されるように運営していきたいと思っています。

会員の一人一人から、進めるべき学会活動、学会運営のあり方への注文など、ご意見をお聞かせいただければ、運営委員会で議論をしてきちんと反映するようにするつもりです。お気づきになったことは何でも、メールでも遠慮なくお知らせください。

巖佐 庸  
日本数理生物学会会長

# 2005 年 日本数理生物学会 第 15 回大会

## 大会案内

(第1版 2005年2月10日)

開催日 2005年9月15日(木)~17日(土)(3日間)

場所 横浜国立大学(横浜市保土ヶ谷区)

### ◎ 大会参加を検討されている皆様へ

大会には非会員の方も参加できます。ただし、最終日午後に予定されている公開シンポジウムは無料、事前登録不要です。大会参加費・懇親会費・より詳しい日程は4月上旬に下記の大会ホームページにてお知らせする予定です。

一般講演(口頭,ポスターとも)における研究発表の講演者は,日本数理生物学会会員に限られます。新規会員で、申込みと同時に入会手続きを取られる方は、その旨お知らせください。

当日参加もできます。どなたでもお気軽にご参加ください。ただし、一般講演および懇親会参加については、事前登録が必要です。

日本数理生物学会への新規入会につきましては、下記の学会ホームページをご覧ください。[学会費は、年間、一般3,000円、学生2,000円です]

一般講演における研究発表につきましては、事前のお申し込みが必要です。4月以降に下記の大会ホームページをご覧ください。当日の発表申し込みはできません。

日本数理生物学会への新規入会は、大会当日の受付でも受け付けます。

懇親会参加につきましては、事前のお申し込みをお願い致します。4月以降に下記の大会ホームページをご覧ください。当日の懇親会参加申し込みの可否については、会場受付にてお問い合わせいただくことになります。人数の関係で当日の懇親会参加希望につきましては、お断りせざるを得ない場合もございますことご了解下さい。

### ◎ 一般講演・懇親会 申し込み期間

本シンポジウムにおける一般講演(口頭,ポスター)に関する締め切り日は以下のようにしております。詳しい申し込み方法等につきましては、4月以降に下記の大会ホームページをご覧ください。

企画セッション テーマ募集 2005年2月10日~4月30日(詳しくは下記の大会ホームページをご覧ください)

一般講演(口頭,ポスター)発表申込 2005年5月1日~7月31日

一般講演(口頭,ポスター)講演要旨申込 2005年8月1日~8月20日

懇親会 参加申込 2005年5月1日~8月20日 (懇親会を9月16日(木)夕方に予定しています。懇親会費、場所、申込み方法など詳細は4月以降に下記の大会ホームページをご覧ください)。

日本数理生物学会の問合せ先 岡山大学 環境理工学部 環境数理学科 日本数理生物学会事務局 梶原 毅 Tel 086-251-8828 Fax 086-251-8837 E-Mail <a href="mailto:kajiwara@ems.okayama-u.ac.jp">kajiwara@ems.okayama-u.ac.jp</a>	横浜大会の問合せ先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7 横浜国立大学 環境情報研究院 松田裕之 tel 045-339-4362, fax 045-339-4373, email: <a href="mailto:matsuda@ynu.ac.jp">matsuda@ynu.ac.jp</a>
学会 HP <a href="http://bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp/~jamb/">http://bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp/~jamb/</a>	大会 HP <a href="http://risk.kan.ynu.ac.jp/jsmb/">http://risk.kan.ynu.ac.jp/jsmb/</a>

健康現象の数理モデルを目ざして  
- 数理生物学者のための公衆衛生学入門 -

梯 正之 (かけはし・まさゆき) 広島大学大学院保健学研究科

今年(2005年)は大学に入学してちょうど30年の節目を迎えた。この間、最初の10年は理学部・大学院で数理生物学の勉強・研究をし、次の10年は医学部公衆衛生学、最近の10年は保健学科の健康科学でと、10年一区切りにさすらいながら(?) 過ごしてきた。その私が、なぜ「公衆衛生学入門」などというサブタイトルのついた文章を書いて皆さんに公衆衛生学を広めようとするのか? 大袈裟に言えば、そこにはたくさんの挑戦的な課題があるばかりでなく、人類が幸せに生きていくためのカギがあると思うからである。

### 感染症の数理モデル

数理生物学と公衆衛生学の関わりというと、多くの人が、まず感染症の数理モデルのことを思い浮かべられるに違いない。人間社会における感染症の流行データは、長期にわたり膨大なものがある。その法則性を明らかにし、予防接種等の効果を適切に予測し、効果的な予防対策を検討できるようになれば、大いに世の中の役に立つ。世界的にみれば、HIV・エイズは人類にとって大きな脅威であり続けている。子供達を中心に感染症でなくなる人も多い。日本では、『健康日本21』のもと、生活習慣病の予防に重点が置かれているが、感染症の問題がけっして重要でないわけではない。最近大きな問題となった、SARSや新型インフルエンザなどの問題もあるし、HIV感染者は確実に増えている。日本は麻疹の輸出国として外国に迷惑をかけている実態もある。このあたりの事情は、他でも述べたことがあるので今回は割愛させて頂きたい。しかし、数理生物学と公衆衛生学との関わりはそれだけにとどまらない。

### 公衆衛生学とは

そもそも公衆衛生学とは何なのだろうか? どんな学問も一言では説明できないものであるが、あえて、単純に説明すると、1) 人間集団の健康状態を判断する方法の研究、2) 人間集団の健康水準を向上させる手段についての研究、3) ある手段が本当に健康水準を向上させる上で有効だったかを判断する方法とその適用による研究、といえるかも知れない。2や3は健康への影響因子(有害因子や促進因子)の研究ともいえよう。対象となるシステムの重要な状態変数を定め、その変数を制御する方法を選び、その実施により結果として対象となっているシステムをより理想とする状態へ変化させることが出来たかどうかを評価するというプロセスは、応用科学の基本的な構図といつてよいだろう。それに加えて、4) それぞれ特色・特殊性のある人間集団についての上記1-3の研究、5) さまざまな健康阻害要因・健康問題ごとの上記1-3の研究、を追加した方が学問の実態がよくわかるかも知れない。実際、公衆衛生関連の学会でのセッション名の定番は、学校保健、産業保健、地域保健、母子保健、老人保健、国際保健など主として対象集団による分類、環境保健、精神保健など主として要因・問題別の分類によっているようである。なお、よく質問されることの一つに、衛生学と公衆衛生学の違いがある。個人衛生重視の衛生学(生理生態学的、実験室的)に比べて、公衆衛生学では、健康水準を向上させる手段として特に社会的・組織的な取り組みを重視する(個体群生態学的、フィールド的)という違いがある。とはいえ、厳密な違いではない。最近では、衛生学や公衆衛生学といったやや古めかしくなった名前を使わず、健康科学といったいい方が多くなったが、これには、病気の予防といった意味合いの「衛生」から、健康な者がさらに健康を増進することに重点がシフトしてきたためと説明されている。さらには、このような個別の領域によらない一般的(理論的)なものとしては、疫学・保健統計や健康管理論などがある。最近の老人療費の高騰問題とも絡んで、医療制度・医療経済なども重要な領域になっている。



## 数理生物学ともなじみの深い公衆衛生学の諸領域

公衆衛生学は集団レベルの科学であるので、数理生物学とりわけ集団生物学の理論と共有するものも多い。いくつか、具体的に見ていこう。まず、人口論。死亡率や出生率に基づく生命表などの手法は、もともと人間集団を対象に使われ始めたもので、それが個体群生態学のアプローチとして生物集団に適用されたものである。次に、疫学 (epidemiology) であるが、数理モデルによる感染症の研究は「理論疫学」と呼ばれ一定の場所を占めているものの、疫学の研究対象ははなはだ広い。感染症に限らず、生活習慣病 (がん、脳卒中、心臓病 etc) から環境有害物質・事故・自殺、さらには運動の効果を実証するなど健康増進因子にまで及んでおり、疫学は健康に影響を与える因子を明らかにする学問と定義されている。今日では、臨床医学の中に活用され「根拠に基づく医療」(evidence based medicine, EBM) という理念を支える方法論として医学全体に大きな役割を果たそうとしている。

疾病の予防では、検診が大きな役割を果たしているが、その有効性、特にがん検診の有効性をめぐって大きな論争が起こった。もう 10 年以上も前の話になってしまったが、有効性を否定する論点では、多くの検診の効果を研究した論文の問題点を指摘した上で、がん検診には不利益はたくさんあるが利益はないとし、そもそもがんには急速に進展しがん検診をすり抜けるものと、放っておいてもよいようなゆっくり型しかないので、がんは検診になじまないとしている。結局、がんの悪性度の分布のようなものが焦点になっているわけなので、数理モデルですっきりと分析できると思ったのだが、手がけずじまいとなっている。検診の効果評価では、マルコフ過程としてモデル化し分析する研究がよく行なわれる。

もう一つ、生態学者に聞き捨てならない(?) ものに、「生態学的研究」というのがある。別名、「地域相関研究」ともよばれ、地域ごとの社会・経済的指標と健康上の指標との関連から、疾病の予防上役立つ知見を得ようというものである。塩分の濃い食事をしているところは胃がんの罹患率も高いなどといった関連性を見いだして予防に役立てる。なぜ、「生態学的」なのかよくわからないが、人間の生活全体を視野に入れての研究という意味合いであろうか。もともと、ある大先生からは、「(生態学同様?) ちょつといかがわしいところがあるから」という意見も聞いたことがある。

公衆衛生学で悩ましいものの一つが、「健康の定義」である。よく世界保健機関 (WHO) の憲章を引用して「単に病気や病弱でないだけでなく、身体的・精神的・社会的に完全に良好な状態」とされるが、理想的抽象的すぎるとの意見もある。健康という言葉は、プラス価値のものを何でも包摂する概念として使われているところがあるので、定義するのがむずかしい。私は、健康というのは「人間の人間らしい欲求が満たされること」としてはどうかと考えている。食を満たし、安全で快適な生活環境の確保に始まり、社会的に認められ、自己実現へつながる、人間の欲求である。あるいは、人間が人間らしく生きることが健康であるといってもよい。生物 30 億年の進化の歴史を根拠に、人間の思いに耳を傾け、そのよしとするものが健康なのだと考えようというのである。健康を理解するには、人間を理解することが必須である。その人間像には、ダーウィン以来の考え方に基づく進化生物学の考え方が重要だと考えている。

## ひろく医学を見渡すと - 数理モデルの可能性

公衆衛生学に限らず、医学全般においても数理モデルの出番が待たれている。感染症と関わりの深いのは、体内の免疫システムであるが、免疫システムも細胞のポピュレーションとしてみると共通な枠組みでとらえることが出来る。しかし、細胞が主役の発生現象一般では、生態学で通常イメージされる個体の気体的な空間配置と違って、液体的あるいは固体的空間配置の方がふさわしく、それが必須の場合も多い。しかし、格子モデルのような近傍との関連が考察できるモデルを使えばこのような現象も取り扱うことが出来る。そのほか、生理学的なモデル、発がん性の研究、などもあるし、脳のモデル、神経回路網 (ニューラルネット) は大きな領域になっている。ポストゲノム時代といわれるようになり、今後は患者ごとの遺伝子の違いに対応したテーラーメイド医学の発展が期待されるまでになっている。遺伝子の機能を分析するためのデータ解析の問題に注目が集まっているようだが、理論的な新しいアイデアがブレークスルーとなるのかも知れない。どうも海外の研究動向と比較して、日本は医学領域の数理モデル研究が少ないように思う。もっと取り組まれてよい研究課題と思う。

## 大規模シミュレーションの可能性

現在では、コンピュータのすさまじいばかりの発達により、学問のあらゆる分野でシミュレーションの技法が活用されるようになった。システムの構成要素を、周りを見て行動する自律的な主体としてモデル化する個人ベースモデル(エージェントベースモデル)も発展してきた。もともと、私が数理生物学、とりわけ数理生態学に関心を持った契機には、ローマクラブの「ワールドモデル」がある。人間活動が肥大化する中、地球環境の有限性を指摘した「成長の限界」という名の本により、一時代を画したモデルである。今日の日から見るとさして大きなモデルではないが、人類の存在を丸ごとモデル化してしまうスケールの大きさに心を動かされた。最近では、もっと大規模なシミュレーションが手がけられるようになった。地球温暖化とも関連するが、数千台のコンピュータをつないで作られた「地球シミュレーター」では、地球全体の気候が再現される。模型の地球上で台風が発生し日本列島をかすめて行く。あるいは、細胞の全化学変化をシミュレーションしようという試みもある。私は、感染症の流行や人々の生活状況と健康水準の影響、さまざまな社会・経済要因、医療制度のあり方や、年金や福祉まで視野に入れて、人間社会の大規模シミュレーションモデルを構築し、健康な社会づくりに役立てられればと考えている。数理モデルをやる人はこういう大規模モデルは好まない人が多いかも知れない。現象の本質をすっきり取り出してこそ本当のモデルだという考えがあるからである。私は、大規模モデルの構築にこそ、そのようなセンスが要求されるのだと思う。

## 公衆衛生学は応用科学の中心？

最近、安全・安心が重視されなければならないような時代になり、感染症の数理モデルを使ってバイオテロへの対策なども検討されるまでになった。この安全・安心の問題を考えると、公衆衛生学は、あらゆる応用科学の中心的存在ではないかという気がしてくる。哲学が基礎科学の中心であるように、応用科学の中心に公衆衛生学がある！公衆衛生学は、いわば、人間が幸せに生きていくための総合科学で、個々の科学が細かい専門領域に分かれていく中、それらの知識を調整し全体を統合する力が要求され、それを果たすことが期待されている。

## 終わりに

モデルづくりは結構楽しいものだと思う。留学中に Oxford の市民図書館で、“Models: You can make it!” というタイトルの本を見つけて「えっ?!」と思ったが、それは子供向けの模型づくりの絵本であった。子供は模型が好きだし、大人が作る盆栽だってモデルづくりに違いはない。数理モデルづくりの営為の中には、それと共通する楽しみが潜んでいると思う。芸術家が、絵の具や粘土で表現している「感動的なもの」を、数理モデル家は数式やコンピュータプログラムで表現するといってもよい。素材こそ違い、人間の営みとしては共通である。そこに何らかの意味やメッセージが込められている。

ここで述べたのは、あくまでも数理生物学から出発した者からみた公衆衛生学の見方である。本当の公衆衛生学者からいわせれば、大いに偏っているかも知れないし、私の理解は十分でないかも知れない。その点、お断りしておきたい。いずれにせよ、人々が感染症やがんにならず、適正な医療サービスや福祉サービスを受けて健康で幸せに生きていけるかどうかは、数理モデル研究の発展如何に懸かっているといえる。そして、その研究にはまた楽しみもある。数理生物学者の皆さん、少し、「役に立つ」研究テーマもレパートリーの一つに加えられるかどうか？私は、そんな方々とともに歩んでゆければと考えている。

## 単純さを求めよ。ただし、それを信じるな

松田裕之（横浜国大・環境情報 matsuda@ynu.ac.jp）

“Seek simplicity, but distrust it”というのは、哲学者 Alfred N. Whitehead の言葉といわれ、生態学の最も著名な教科書の一つである Begon ら(2003)に引用されている。そして、これが私の目指す数理生物学を最も端的に言い表した言葉である。これと対極をなす姿勢は、“Seek complexity, and trust it”と言い表せるだろう。生命現象、特に生態学の対象は複雑である。いたずらに複雑なモデルによってそれを記述する姿勢からは、物事の本質は見えてはこない。そして、複雑に記述した数理モデルを、現実そのものを記述していると「信じる」ことは、なお悪い。

生態現象にはさまざまな誤差(不確実性)がある。誤差は大きく二つに分けて考えられる。一つは観測誤差であり、もう一つは過程誤差と呼ばれる。たとえば、時刻  $t$  における状態  $N$  の時間変化が以下のよう表せるとする。

$$(1) N(t+1) = f(N(t)) + \epsilon(t), \tilde{N}(t) = N(t) + \mu(t)$$

ただし、 $f(N)$  は状態変化を記述する数理モデル、 $\tilde{N}(t)$  は時刻  $t$  における状態  $N(t)$  の観測値、 $\epsilon(t)$  は確率変数で、状態変化の不確実性(過程誤差)を表し、 $\mu(t)$  も確率変数で、観測誤差を表す。

生態現象では、状態  $N$  は多変数であることが多い。ある生物種個体群の状態変化でも、単に個体数だけでなく、空間分布や年齢構造などの構造を持つことがある。また、その生物の餌生物や天敵、競争種など、種間相互作用が重要な場合には、多数種の状態変化を同時に考慮することになる。

複雑なモデルを作れば、過去のデータを再現しやすくなる。しかし、必ずしも定量的な種間関係が把握できていない変数を考慮し、モデルを複雑にすれば、過去のデータに定量的に併せたモデルの諸係数

の値が正しいとは限らない。そして、この複雑なモデルは決定論モデルであり、一つの未来を予測する。この場合には、諸係数の不確実性を考慮した感度分析を行い、将来予測の不確実性を十分に検討すべきである。けれども、感度分析を行っても、決定論モデルの結果であることに変わりない。また、結果を直感的に理解することが難しい。

たとえば、以下のような3種系の個体数変動モデルを考える。

$$N_1(t+1) = c_1 + N_1(t) \text{Exp}[r_1 - a_{11}N_1(t) - a_{12}N_2(t) - a_{13}N_3(t)]$$

$$(2) N_2(t+1) = c_2 + N_2(t) \text{Exp}[r_2 - a_{21}N_1(t) - a_{22}N_2(t) - a_{23}N_3(t)]$$

$$N_3(t+1) = c_3 + N_3(t) \text{Exp}[r_3 - a_{31}N_1(t) - a_{32}N_2(t) - a_{33}N_3(t)]$$

ただし、 $N_i(t)$  は種  $i$  の個体数、 $r_i$  は種  $i$  の内的自然増加率、 $a_{ij}$  は種  $i$  の1個体が種  $j$  の1個体から受ける種間競争の影響の強さ、 $c_i$  は種  $i$  の外部からの移入率を表す。 $(c_i, r_1, r_2, r_3, a_{ii}, a_{i,i+1}, a_{i,i-1}) = (0.01, 0.6, 0.7, 0.8, 0.2, 0.4, 0.1)$  のとき、個体数は図1のように変動する。

それに対して、単純なモデルは、過去の変動などの減少を記述できない。けれども、過程誤差を加えれば、過去のデータを記述することができる。たとえば、個体数  $N(t)$  について  $N(t+1) = rN(t)$  という指数増殖の式はおそらく非現実的である。しかし、自然増加率  $r$  が時間とともに変わる変数で、 $N(t+1) = r(t)N(t)$  と表現すれば、これは常に正しい。 $N(t+1)/N(t)$  を  $r(t)$  と定義すればよい。複雑系のさまざまな影響は、このような変動に盛り込むことができる。単純なモデルに誤差を考慮する。私はこれを“a simple model with errors”と呼んでいる。まさに、「単純さを求めよ。ただし、それを信じるな」に対応する数理モデルと言えるだろう。



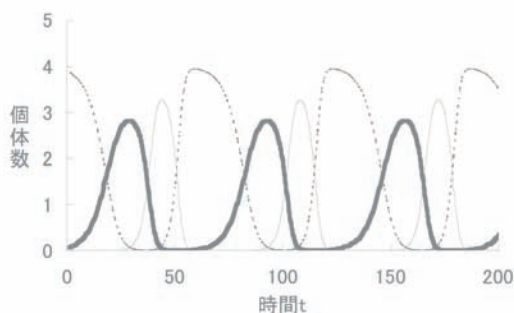


図1 (左) 式(1)の3種系における個体数変動の例。太線、細線、点線の順に種1, 2, 3を表す。係数の値が多少変わっても、3種が順番に一定周期で増える関係は維持される。本文参照

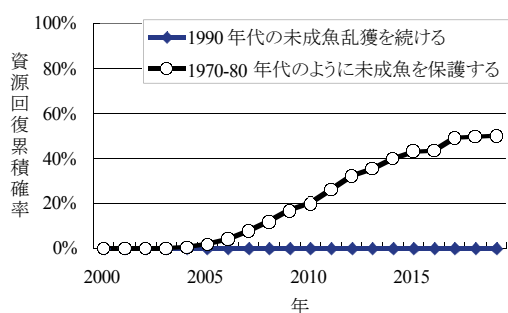


図2 (右) マサバ太平洋系群の資源回復確率。1990年代と同じ未成魚への乱獲を続けた場合には資源は100万トン以上に回復しないが、それ以前の状態に戻した場合には10年後までに回復する確率が4割程度ある。本文参照

$N(t+1) = r(t)N(t)$ で、 $r(t)$ の平均と分散などを求め、それに従う確率変数を用いて、将来予測を行うことがある。本当は $r(t)$ の変動に規則性があるとすれば、それを無視した確率変数では未来を正しく記述できないだろう。しかし、さまざまな乱数を用いた試行を膨大な数繰り返せば、その予想の中には現実に近い状態を含むと期待できる。そのためには、確実に盛り込むべき要因を盛り込み、不確かな要因は捨て、十分な過程誤差と観測誤差を盛り込んだ「単純で誤差を含むモデル」が有効だろう。このモデルで、十分多くの試行を繰り返せば、現実に近い予想を含むだろう。したがって、このモデルでリスク評価を行えば、将来に備えることができる。将来を確実に予測することはできないが、将来起きうる可能性を列

挙し、その対策を考慮することは可能である。

不確実性を伴う以上、あらゆる環境問題と同じく、資源管理は必ず成功するとはいえない。そのため、失敗するリスクを科学的に評価し、そのリスクを減らす方策をたてることが肝要である(中西ほか2003)。マサバ太平洋系群の資源は、大きく自然変動することで知られているが、その後減少し、現在なおも低迷が続いている。しかし、1992年と1996年に卓越年級群が発生したが、成熟前に乱獲したために資源回復を遅らせてしまった(Kawai et al. 2002)。今後三度卓越年級群が発生したときに未成魚の乱獲を抑えれば、資源は回復するだろうが、図2に示すように、長い時間が必要であり、今後も未成魚の乱獲を続けた場合には資源が回復する見込みがないことが示唆される(Kawai et al. 2003)。このような手法は、水産庁が1997年から許容漁獲量(TAC)制度を導入後、漁業者を説得する際にさまざまな魚種で使われるようになっている。

環境問題のような不確実な世界を扱うには、リスク評価が欠かせない。しかし、結局のところ、真に不測の事態は想定できない。いかにして直感的な不安をモデルに取り込み、対策を立てる際に明示的に意識するかが肝要である。それには、複雑なモデルよりも、単純で誤差を含むモデルのほうが有効であると考えている。

#### 引用文献

Begon M, Harper JL & Townsend CR (1996) *Ecology: Individuals, populations and communities*, 3<sup>rd</sup> edition. Blackwell, Oxford. pp.1-876.邦訳あり

IUCN/SSC (2001) *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.邦訳あり

環境庁自然保護局野生生物課編(2000)『改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物—レッドデータブック—8 植物I (維管束植物)』自然環境研究センター、東京、660頁

Kawai H, et al. (2002) *Fish. Sci.* 68:961-969.

松田裕之(2000)『環境生態学序説』共立出版

中西準子・益永茂樹・松田裕之編著(2003)『演習 環境リスクを計算する』岩波書店. pp. 159-183.

報告：京都大学数理解析研究所 共同利用研究集会

「生物数学の理論とその応用」

Theory of Bio-Mathematics and Its Applications

静岡大学 竹内康博

2004年11月29日ー12月3日と京都大学数理解析研究所で開催された共同利用研究集会「生物数学の理論と応用」の報告をする。本集会は日本数理生物学会の後援を頂き、参加者101名、53の講演が行われた。

現在日本数理生物学会が開催している数理生物学シンポジウムは、1980年代後半から90年半ばまで「Mathematical Topics in Biology」として数理解析研究所で三村昌泰教授中心に開催されてきた歴史を持っている。本研究集会は「Mathematical Topics in Biology」を継続するものと位置づけられ、勉強会と成果発表を半分ずつ含むよう計画した。また共同利用研究集会を開催すると数理解析研究所講究録を出せるので、学会の活動記録として役立つものと思われる。今年も11月に共同利用研究集会を開催するので、会員の皆様のご意見・アイデアを寄せていただくと助かります。

以下、数理解析研に提出した文章・4名の参加者(大阪府立大学の4回生の岩見さん、早稲田大学のM1の飯田さん、海洋研Dの中嶋さん、東大の稲葉さん)からの感想文を載せる。

研究集会の概要

カオスに代表されるように生物数学におけるダイナミクスは数学者だけにとどまらず幅広い関心を呼んでいる。例えば、生物数学から生まれた、生物のロバスタな共存を表すパーマネンスやパーシステンスといった新しい数学的概念は、力学系の安定性や振動といった従来の概念を超えたものであり、その研究は数学の新しい分野を切り開くだけでなく現実問題(種の多様性や絶滅リスク、伝染病や害虫の広がり、さまざまな最適化問題)の解決に有益な指標を与えている。本研究集会では、力学系にとどまらず幅広く生物数学に関連する数理について研究交流・討論した。同時に解析理論・手法、およびそれらの生物学における(非線形)現象解析に応用する研究の発展を目指した。生物学の問題に対して数理モデルからのアプローチを考えている研究者、数学的手法を生物学への応用可能性を考えている研究者の幅広い参加を得ることができた。具体的には1. 中国西南師範大学 Wendi Wang 教授講演: 2. テーマを絞った Mini-Sympo 開催: テーマとしては、感染症の数理(東大: 稲葉寿氏)・進化生物の数理(九大: 佐々木顕氏)・走性の数理(九大: 栄伸一郎氏)・個体群の数理(大阪女子大: 難波利幸氏): 3. 一般講演を行った。

研究集会: 「生物数学の理論とその応用」に参加した感想

大阪府立大学 工学部 数理工学科 4回生 岩見真吾

私は、平成16年11月29日~12月3日に京都大学数理解析研究所で行われた研究集会「生物数学の理論とその応用」に参加しました。自分自身生物数学の研究(伝染病 model)をしているので非常に楽しみにしておりました。

今回の研究集会は、勉強会半分と研究発表半分というプログラムで、勉強会の Mini-Sympo は非常に興味深いテーマ(特に「進化生物の数理」と「感染症の数理」)ばかりでした。複数の講演者の方々が同じテーマの内容を続けて発表してくれたので、初めて聞く研究内容でもおおよその概要はわかりました(英語での発表が多かったのだからわからない事もたくさんありましたが)。Wendi Wang 教授の講演もとても勉強になりました。また、一般講演では思いもよらないような生物の特徴や生命までもを数式で記述し解析した発表を聞いて「こんなことまで数学で記述できるのか!?!」と大きな衝撃を受けました。また、発表後たく

さんの先生・研究者の方々に意見や感想を頂いたり、議論しあっているのを見て羨ましく感じました。早く自分も研究集会で発表してみんなと同じ立場に立ちたいと強く思いました。同時に講演を聴いている途中には、自分の知識が少ないばかりに内容が理解できない箇所が多々あり「もっと理解できればさらに自分の勉強になったのに...」と、とても悔しい思いをしました。研究集会に来るといつも自分の中でモチベーションがあがります。特に、今回の研究集会は刺激的な毎日でした。

研究集会に参加して自分にとってもう一つ大きく Plus になることは、たくさんの研究者の方々とお話できるということです。懇親会では気になる発表をしていた人の話を聞いたり、休憩時間には自分の研究で疑問に思っていることを他大学の先生に質問したりできました。また、研究集会中は静岡大学の竹内先生や他大学の先生方、先輩達と毎晩毎夜、四条河原町にくり出してお酒を飲み遅くまで研究集会の感想を話し合ったり、自分の研究の話を聞いて頂いたりもしました。そのため 11 時という宿泊施設の門限には当然毎晩遅れてしまい入口に鍵をかけられ何度か管理人さんを怒らしてしまいました。宿泊施設に帰ってからは、入浴してまた先生や先輩方と夜遅くまで研究の話をするという 5 日間でした。(体力的には厳しかったけれど) 非常に充実した研究集会でした。今回の研究集会を通じてできる限り学会や研究集会には参加して勉強し、たくさんの人々と話していこうと思いました。

### 「生物数学の理論とその応用」に参加して

早大・理工・数理科学・室谷研・M1 飯田 一輝

自分の怠慢と、先生との都合が合わないことにより、人前で発表練習をしたのは、2 回。不安を抱えたまま、僕の「はじめての研究会」は幕を開けた。

初日。室谷先生は授業があるので 2 日目からの参加。僕は 1 人で京都に向かう。なんだかよくわからないうちに数理解析研へ到着。時間はまだ 1 時間以上前。全然人がいない。開始時間が近づくと次第に人が増えてくるも、当然だが知り合いがいるはずもなく、独り寂しく始まるのを待つ。初日なのでみんな大荷物を持っている。荷物を置く場所がなく、もっと広い部屋ならよかったのに、などと思っているうちに時間となった。

竹内先生の挨拶から始まり、1 人目の講演。「英語で話します」。え、英語なんだ ..... とちょっと腰が引ける。そして実際に始まってみて——エイゴ、ゼンゼンワカラナイ——。なんとか聞き取ろうとするも何を言っているのか全くわからず、スライドを見ても書いてあるのは英語。確かに「日本語のわからない参加者のための配慮を」とは言われていたけれども、英語のわからない参加者には何の配慮もないのか、と途方に暮れていると講演終了。そして 2 人目。また英語 ..... 結局、初日は質疑応答の一部を除いて英語で講演が進み、何が何だかわからないまま終わりを迎えた。

もしかして自分は場違いなのではないかとしょんぼりしながらも、ホテルに戻り、翌日に迫った発表の練習をひたすら繰り返す。

そして、2 日目の 3 番手に自分の発表。死ぬほど緊張していたものの、なんとか練習通りに発表を終える。しかし、振り返ると、全体的に自分の勉強不足 & 先生との打ち合わせ不足により、聞いている人には全然わかってもらえなかったと思う。次の機会があれば今回の反省をおおいに活かしたい。

2 日目以降は学生の発表も多く、日本語のものが少なくなかったので、ここぞと全身を傾けた。が、生物数学と言ってもその範囲は広く、自分の研究内容とは異なるものばかり。ケモスタットすら知らない自分には、初めて聞く話がほとんど。新鮮で興味深かったが、同時に難解であった。研究会自体は、もっとお堅いものだと思っていたが、意外とラフな雰囲気居心地はよかった。

今回の研究会では、自分がいかに無知であるかを思い知らされた。ただ、そのおかげで、今までいい加減にやっていた勉強も(室谷先生、すいません)、これからは少しまじめにやろうと思うようになった。来年



も同研究会を申請中ということなので、そこに向けてしっかり勉強していきたい。そのときはまたよろしくお願いします。

最後に、懇親会で知り合いのいない僕と話して下さったみなさん、本当にありがとうございました。この5日間で一番楽しい時間でした(笑)

### 京大数理研究集会「生物数学の理論とその応用」

中嶋美冬(東大海洋研)

この研究集会はミニシンポジウムが4本、中国西南師範大学 Wendi Wang 教授の講演が2回、一般講演が32題と、5日間丸ごとを費やす中身の詰まったものでした。各発表者が数理モデルの対象とした生物学的現象は多岐にわたり、生態学、生理学、発生学など様々な分野の最先端を垣間見ることができました。参加人数も多く、会場が常に満員で立ち見が出るほど盛況でした。学生を始め、若手が多いのも特徴的であったと思います。

ミニシンポジウムでは各題の時間がたっぷりとってあったため、過去の知見や歴史から最先端に至るまでをうかがうことができる貴重なレビューでした。講演に対しては、質疑応答と言うよりも議論と呼んだほうが相応しいような活発なやりとりが行われました。学生であっても臆せず自由に発言ができる雰囲気だったのも、「あとは個人的に議論していただいて...」とはせずその場でたっぷり議論できたのも、規定の発表時間にこだわりすぎず、質疑応答の充実を優先して下さった主催者とコンピーナーのおかげだと思います。しかし残念ながら一般講演は時間が短く、また講演要旨など詳しい資料が事前になかったために、自分と異なる分野の発表では研究背景が把握しづらいこともありました。発表者は数学が専門の研究者が多かったため、生物学が専門の私にとっては発表内容が難しかったということもあります。要旨や内容のわかるものを事前に読めるようにしていただけると、特にこのような研究分野が広範囲の集会では助かります。

専門のちがいを言えば、多くの数学の発表を聞いて、視点のちがいを強く感じました。同じ現象やモデルを見ても、興味を持つポイントや考察が異なります。予備知識が異なるために初めは理解が難しかったのですが、数学の学生と話すことによって、その異なる視点をおもしろく感じるようになりました。それもこの研究集会が5日間という長期にわたっており、ばたばたと過ぎていく学会よりもじっくりと話す機会が多かったからだと思います。このような、生物の学生にとっての数学の壁を薄くする機会を、これからも増やしていただきたいと思います。

### 研究集会「生物数学の理論とその応用」参加報告

稲葉 寿(東京大学大学院数理科学研究科)

2004年11月29日から12月3日の5日間にわたって、京都大学数理解析研究所の共同事業の一つとして、研究集会「生物数学の理論とその応用」が、竹内康博静岡大学工学部教授を研究代表者として、日本数理生物学会の後援で開催された。本研究集会は竹内教授を研究代表として進められてきた科学研究費基盤Aによる共同研究「数理生物学における力学系に関する総合的研究」の最終年度のまとめにも相当する集会であって、4つのミニシンポジウムに20の演題、5つの一般講演セッションに32の演題、さらに中国西南師範大学のウェンディ・ワン教授による二つの講演という盛りだくさんな内容であった。それだけに朝9時から夕方6時くらいまでの日程が連日続いて、くたびれ果てたというのも正直な感想である。もう少し間に「遊び」の部分があってもよかったかもしれない。

ミニシンポジウムは大阪女子大の難波利幸さんの企画による、「個体群・生物群集の数理」、九州大学の栄伸一郎さんの企画による「走性の数理」、同じく九州大学の佐々木顕さんの企画による「進化生物の数理」、



そして筆者の企画による「感染症の数理」の4テーマで行われた。いずれも今日の日本の数理生物学における重要なテーマであり、その前線で活躍する方々の報告をまとめて聞く機会を得たことは非常に有意義であった。企画運営にあたられた竹内先生をはじめとする静岡大学システム工学科の諸先生方に感謝する次第である。

数理生物学には生物学から入っていく人々と数学や工学の方面からはいる二つの流れがあると思うが、それは研究の方向性においても生命現象の理解という目標共有しつつも、数学的解析ないしモデルの固有の意義をどの程度重視するかで様々な態度がありうる。本集会はどちらかという与应用数学的色彩の濃い報告が多く見られたように思うが、こうした研究が増えることは、二つの意味で大変意味があると思える。

一つの理由は日本の応用数学がいまだに伝統的な数理物理学や数理工学の諸問題を偏重していて、21世紀の技術革新の主要な源泉となるであろう生命科学への取り組みが全く不十分であるということである。もう一つの理由は数理生物学がその創生期をすぎて成熟した段階へきているということである。数学的研究手段そのものはPCなどの計算環境ともども今日の若い理論生物学徒にとっては当たり前の手段になってきていて、ことさらに数理生物学という区別立ては必要なのか、という問いもでてこよう。同時に遺伝子技術と情報科学と融合したバイオインフォマティクスのような立場がでてくるに及んで、古典的な数理解析はむしろその限界の方が自覚されやすいかもしれない。

数学が単に道具的利用をこえて生命現象の理解に貢献するためには、数学の側から、単に設定された問題を解くという立場を超えて、生命科学の現場との対話を求めていく姿勢が必要とされるであろう。筆者の専門分野でいえば、過去20年間の構造化個体群動態学の発展はそうした連携の著しい成功例であった。伝統的に数学的解析になじんでいる生態学は別格としても、医学や生理学、神経科学などのエクザクトサイエンスとしてのしっかりした伝統をもつ分野においてすら日本では数学との連携は諸外国に比べて立ち後れが目立つように思える。これは筆者の見聞が限定されているせいかもしれないが、少なくともこうした分野での数理解析の蓄積を日本の数理生物学が糾合し得ていないのは事実であろう。その意味で、本研究集会のような試みを通じて、異分野間での数理解析の情報交換を密にしていくことが非常に重要であり、生命現象の数理科学の伝統をしっかりと作っていく契機にしていかなければならないであろう。

研究集会「環境と相互作用」報告記  
梶原 毅 (岡山大学環境理工学部)

2005年2月4日(金)から2月5日(土)にかけて、岡山大学環境理工学部で上記研究集会を開催しましたので、その報告記を投稿させていただきます。

この研究会は、環境理工学部環境数理学科の佐々木徹さんと私が世話人になってほぼ毎年のペースで行っている小研究集会です。最初は1999年に、三村昌泰教授の科研費の補助で行われ、2001年以降は竹内康博教授の科研費の補助によって行われています。両教授に心より感謝いたします。

昨年は「環境と健康の数理生物学」と題して、体内の免疫モデル、および感染症の流行などを対象に行いました。今年を対象は固定せず、さまざまな環境中における生物の相互作用を数理的に調べることをテーマとしました。

講演者と演題は、以下のとおりです。(敬称略)

- 竹内康博 (静岡大) 斎藤保久 (静岡大), J.Cui(Nanjing Normal University), Spreading Disease with Transport Infection
- 難波利幸 (大阪女子大), 食物網の構造と安定性：雑食を中心に
- 昌子浩登 (京都大), 魚類体表模様の観察から Turing Striped パターンの再考
- 梶原 毅 (岡山大), パーマネンス：やさしい証明
- 中岡慎二 (静岡大), 遅れを持つ種間相互作用を考慮した被食者捕食者系の大域挙動
- 斎藤保久 (静岡大), 生物の多様性と Chemostat
- 佐々木徹 (岡山大), ウイルス性肝炎の数理モデルについて

病気、生態系、パターン形成、パーマネンスについての考察など、「相互作用」を軸に多彩な発表が集まりました。なお、小人数を生かして発表には十分な時間をとり、質疑応答も十分に行うことができました。また、親密な空気のなかで研究交流の実を上げることができました。なお、研究室配属前の学生も多数聞きに来てくれ、数理生物学・生物数学におけるさまざまなテーマ・手法に興味を持ってくれたように思います。

最後になりますが、今回および過去に本研究会に参加していただいた方々に感謝いたします。

## 2004 年度 卒業論文・修士論文・博士論文要旨集

### 要旨タイトル一覧

#### 卒業論文

- 今井一大 (九州大学) 「B 型肝炎発症モデル」
- 猪原隆文 (九州大学) 「養分吸収と感染リスクを考慮した根系構造の解析」
- 黒田すゝ香 (静岡大学) 「Stabilizing Death Rates in Lotka-Volterra Predator-Prey Models」
- 松岡功 (広島大学) 「食物連鎖におけるエネルギー栄養段階の数に関する数理モデル解析」
- 宗田一男 (広島大学) 「搾取型競争下にある消費者 2 種系への新しい資源導入の影響に関する数理的研究」
- 中西美絵 (奈良女子大学) 「チゴガニのバリケード構築行動の生活史戦略モデル」
- 澤田玲子 (九州大学) 「鳥類のつがい関係の継続と解消について」
- 瀧浪美央 (奈良女子大学) 「Shorea laxa の葉柄移動の包括適応度を使った数理モデル - ランダム配置の影響 -」
- 山本卓也 (九州大学) 「格子モデルによるがん増殖 two-hit シミュレーション」

#### 修士論文

- 藤原寛太郎 (東京大学) 「発火の不規則性の神経機構」
- 木村美紀 (奈良女子大学) 「侵入生物の分布拡大速度に及ぼす増殖と分散の確率効果」
- 松本昌之 (静岡大学) 「ステージ構造を考慮した 2 種競争差分方程式系の解析」
- 松村祐介 (大阪大学) 「反対称レプリケータ方程式を用いた生態系ネットワークにおける群集アセンブリモデルの研究」
- 仲沢剛史 (京都大学) 「Effects of increasing predation pressure on a prey fish population: Ecological and evolutionary processes」
- 大場明美 (奈良女子大学) 「遺伝子組み換え作物から雑草類縁種への遺伝子伝達の数理モデル」
- 坂本啓法 (東京大学) 「ワクチン接種と免疫の減衰を考慮した SIRS 感染症の数理モデル」
- 鈴木良明 (静岡大学) 「Stabilizing uptake functions in plankton models」
- 山田聡美 (奈良女子大学) 「量的形質の進化と個体群動態の安定性に関する数理的研究」

#### 博士論文

- 小林徹也 (東京大学) 「細胞内化学反応ネットワークに関する数理的研究」
- 黒澤元 (九州大学) 「概日時計の遺伝子タンパク質ダイナミクス：リズムを創りだすデザインと温度補償性に関する数理的研究」
- 大槻亜紀子 (九州大学) 「生物間のコンフリクトと拮抗的共進化の理論的研究」
- 首藤絵美 (九州大学) 「生物の防御システムはどの戦略を選ぶべきか。最適制御の観点からの数理的研究」

\* 例年の 4 月号で恒例の卒論・修論・博論の要旨集は、本年はニュースレターから切り離して PDF ファイルとしてのみとりまとめ、本学会のホームページからダウンロードして頂くようにしました。学会ホームページ (<http://www.jsmb.jp/>) にアクセスの上、所定のリンクを辿ってダウンロードして頂くようお願いいたします。

# 数理生物学会 2004 年度会計報告

会計担当幹事 高橋智

## 一般会計

		2004 年度予算	2004 年度決算
収入			
前年度より繰り越し		530,000	842,718
会費		650,000	880,968
利子等		0	17
	計	1,180,000	1,723,703
支出			
ニュースレター	冬号印刷費	110,000	103,110
	冬号郵送費	50,000	61,210
	春号印刷費	110,000	127,050
	春号郵送費	50,000	65,710
	秋号印刷費	200,000	320,250
	秋号郵送費	80,000	128,350
名簿		80,000	139,650
選挙送料			48,800
通信費等		30,000	27,226
特別会計へ繰り入れ		100,000	100,000
	小計	810,000	1,121,356
予備費 (次年度繰越)		370,000	602,347
	計	1,180,000	1,723,703

## 特別会計

		2004 年度予算	2004 年度決算
収入			
前年度より繰り越し		250,000	264,749
一般会計より繰り入れ		100,000	100,000
その他		0	0
	計	350,000	364,749
支出			
大会費 (お茶等)		50,000	0
大久保賞受賞者旅費		0	0
その他		0	0
	小計	50,000	0
予備費 (次年度繰越)		300,000	364,749
	計	350,000	364,749

## 監査報告

日本数理生物学会の2004年度の収入および支出に関する証書類を調べ、すべて適正に執行され決算報告にも誤りのないことを確認しました。

監事 菅野 泰次  
2005年3月3日





## 編集後記

今年はスギ花粉の飛散ががひどいと聞いて、長年の花粉症に関わらず今まで対策をとってこなかった私も、シーズンが始まる前に病院に駆け込みました。病院でアレルギー検査をしてもらったら、「スギ花粉」「ヒノキ花粉」「イネ科花粉」「ハウスダスト」「ダニ」とあらゆるもののアレルギーを持っていました。予想されたことなので本人は特に驚きませんが…。というわけで、病院で処方してもらった薬を毎日飲んでいるのですが、それなりに症状もでていて効いているのかいないのかよくわかりません。だからといっていまさら薬を止めてひどい目に会うのも嫌なのでこのまま飲み続けるしかありません。スギが終わればヒノキのシーズンです。しばらく薬が切れる日はなさそうです。

山内 淳

JSMB ニュースレター編集局

山村則男（編集局長）	yamamura@ecology.kyoto-u.ac.jp
近藤倫生	kondoh@ecology.kyoto-u.ac.jp
森田善久	morita@rins.ryukoku.ac.jp
谷内茂雄	yachi@chikyu.ac.jp
山内淳	a-yama@ecology.kyoto-u.ac.jp

〒520-2113 滋賀県大津市平野2丁目509-3  
京都大学生態学研究センター 気付

# JSMB Newsletter No. 46

## 目次

会長挨拶	1
2005 年日本数理生物学会第 15 回大会案内	2
連載特別企画「数理生物学の現在と未来」	
健康現象の数理モデルを旨として	
- 数理生物学者のための公衆衛生学入門 -	
梯 正之 @ 広島大学	3 - 5
単純さを求めよ。ただし、それを信じるな	
松田裕之 @ 横浜国立大学	6 - 7
学会・研究会等報告	
研究集会「生物数学の理論とその応用」	8 - 11
竹内康博 @ 静岡大学	
岩見真吾 @ 大阪府立大学	
飯田一輝 @ 早稲田大学	
中嶋美冬 @ 東京大学	
稲葉 寿 @ 東京大学	
研究集会「環境と相互作用」	
梶原 毅 @ 岡山大学	12
2004 年度 卒業論文・修士論文・博士論文要旨集要旨タイトル一覧	13
数理生物学会 2004 年度会計報告 高橋智 @ 奈良女子大学	14