

JAMB Newsletter No. 21

数理生物学懇談会
ニュースレター

第21号

1997年1月

*Japanese Association
for
Mathematical Biology*

3rd European Conference on Mathematics Applied to Biology and Medicine

Heidelberg

October 6.-10. '96

参加報告

奈良女子大学理学部情報科学科
瀬野裕美

フランクフルトから小一時間のハイデルベルグでのこの国際会議は、European Society for Mathematical and Theoretical Biology (ESMTB)による2年おき開催のものだった。僕は、その第一回会議(1991, Grenoble, France)に参加し、そのSociety設立の場を目の当たりにしたこともあって、この第三回会議はどんなだろうと楽しみにしていた。(ちなみに、第二回開催は、1994年でLyon, France)

研究発表は、申込者の自己申告による13のカテゴリーに分類される: Modelling in Molecular Biology (21); Molecular Biomechanics (7); Evolution and Genetic Modelling (12); Metabolic Modelling (9); Cell Modelling and Cell Signalling (20); Morphogenesis and Pattern Formation (21); Epidemiology and Immunology (14); Neuromodelling (10); Physiology (11); Pathological Tissue Growth and Cancer (9); Modelling in Medicine and Applications (14); Population Dynamics (26); Ecology (13); Mathematical Methods (28)。()内の数字は(初めに配布されたプログラムによる)それぞれのカテゴリーの一般講演の数である。一般講演(20分/講演)用の会場としては、Heidelberg大の7つの部屋が使われた。その7つの会場を朝9時から夕方6時前までつかった大きな会議だった。実際、この会議への講演申し込みが募集されてからあまりの申し込みの多さに運営委員会は申し込み締め切りを延ばした、というほどであった。招待講演は、初日午後2時20分~3時5分に一人、2~4日目の朝9時~10時45分の間に3会場それぞれ二人ずつ、5日目の朝9時~9時45分に2会場それぞれ一人が行われた。その顔ぶれは、P. Schuster, A. Panfilov, K. Schultern, J. Sheratt, Z. Agur, H. Westerhoff, F. Hoppensteadt, G. Oster, A. Perelson, M. Chaplain, G. Dupont, M. Lewis, E. Krause, D. Bray, M. Nowak, J.-F. Vibert, F. Varela, P. Jagers, H. Othmer, H. Heesterbeek, D. Cohenである。ポスターセッションもあるにはあり、発表予定者(アブストラクト集より)80名であった。メイン会場の建物のロビーにパネルが用意され、発表者

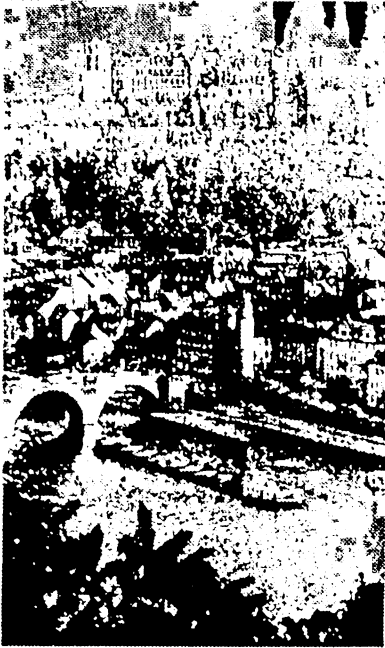
は適宜ポスターを張るわけであったが、実は、この会議には、ポスターセッション「用」の時間帯は全くもうけられていなかった。結局、ポスターはその発表研究者と参加者の間を結ぶコミュニケーションボードのようなものでしかなかったとすら言える。そのせいかな否かわからないが、とうとうポスターの張られることのなかったパネルもそれなりにはあった。しかし、ポスターの内容に（建て前や辞礼でなく）「本当に」関心のある参加者はやはりきちんと議論をやっており、それでいいんだなあと感じた。このようにそれなりに大きな会議であった。しかし、会場の広さもあったのか、あまりその「大きさ」を感じなかったし、参加者の間にも参加者の多さからくるような「距離」を感じることなく訥々（とつとつ）と会期を過ごすことができた。

ともかくも「感想」としては、本当に「多様な」数理モデル解析があるんだな、に尽きる。それは、まさにモザイク状の多様な国民性をも反映しているように思えるほどで、別の言い方をすれば、「寄せ集め」的にすら感じるものであった。四日目の夕方に行われた総会では、ESMTBの今後の活動方針についてと組織委員会の組成について会費徴収の方法についてが三大議題であったが、組織委員会の組成については、委員の数と選出方法が問題になり、フランスのグループがOHPまで用意して提案した案もそこそこに幾人かの出席者が立ち上がって演説するなど紛糾し、会費徴収についても（特に）東ヨーロッパの出席者から支払いの不利さに関する疑問や批判がでるなどして、僕の感想としては、ともかくほとんど何も決まらなかった。決まったことのはっきりしていることの一つは、次回の会議を1999年6月か7月にAmsterdamで開催することである。果たして、この総会のおわりは、ESMTBのヘッドK.P. Haderlerが、「...私はこんな風な状況になったらさっさとベットに行くのが一番だと思う...」などと言いながら、結局、私を信頼してくれ、みたいな感じだった。（僕にとっては、非常におもしろかったし、ある点、期待通りだった）

特記しておきたいことは、この会期中の夕べに設けられたさまざまなhospitality eventsのオシャレである。同行した学生中山木綿さんの記事（別掲）からもその雰囲気は多少感じられるように、ひとつひとつのeventには予めにはわからないようなspiceが絡めてあり、参加してその場で、あれれ、とか、へえーと参加者を喜ばせてくれた。これらは、どうやら、K.P. Haderlerというより、W. Jägerがオシャレしたようで、僕はほとほと感心してしまった。それらのeventsはおざなりに会議にくっつけられたものではなく、また、会議と乖離したものでもなく、本当に会議の一部として会議をむしろ「ひきしめて」いるような感じを持った。数日にわたる結構tightな会議だからダレがちなものだが、そのようなhospitality eventsはそのダレを解消するのにうまく働いてもいたような気がするのである。

会議そのものの「肥大さ」や「とりとめのなさ」^{*}に納得することができるなら、このEuropean Conference on Mathematics Applied to Biology and Medicineは是非味わってみたい逸品としての価値を持っていると思う。

□



ハイデルベルグ学会記

奈良女子大学理学部情報科学科四回生
中山木綿（なかやまゆう）

ハイデルベルグで行われた学会は5日間。

初日の晩、"Alta Aura"という旧大学の一室での講義がありました。

この部屋は縦に長い落ち着いた木の教室で、両側には重そうな金属の明かり、二段の燵壇というその時代がしのばれる雰囲気のある教室でした。この雰囲気に酔っていると、移動の疲れと部屋の暖かさも手伝って、眠気がおそってきました。

正面のフレスコ画のような大きな絵、赤いペロアの椅子に座っている外国の参加者達そして同じ部屋にいる自分。いよいよ現実なのか夢なのか判らなくなってきた頃、司会者の声でざわついた部屋は静かになりました。プログラムにはなかった、ピアノとバイオリンのDUOでとうとうこの学会が始まったのでした。

翌日、会場のある大学まで朝の散歩。車道を走るオペルやベンツ、BMWを横目で見ながら黄葉した木の並木道を歩くこと30分。9時から始まる講義では、OHPと話者の英語に集中しなければならず、午前中の講義が終わった後にはちょっとした疲れがありました。お昼は、瀬野先生と大学の食堂"メンザ"で取りました。ボリュームたっぷりて安い！！（200円ぐらい、でも生協の方がおいしいと思った。）午前中の話についていけなかった私は、残り3日の学会を思っで内心気が重くなっていました。でもたった20分の話で4月から勉強を始めた私に理解出来るわけではない、と開き直ってあらずじがわかればよしとしました。

話が終わった後で辞書をひく私を見て周りの人はどう思ったか知りませんが、おそらくこんな英語力のない参加者は私ぐらいでしょう。

毎晩様々な催しがありました。中でもハイデルベルグ城から見た夜景は本当に素敵でした。城は山の中腹にあって、城のバルコニーにたつと街の中を流れるネッカー川にうつる明かりと街が一望できます。ビルなど一つもない中世のような街並みでした。他にはレセプション、コンサートなどがあり1日が終わるとぐったりとしていました。これは体力消耗からの疲れではありません。英語の世界にいることから来る疲れのようでした。ただ座って聞いているだけなのに何とも言えない疲労がありました。部屋に戻りシャワーを浴びて、ベットに横になり目が覚めると朝でした。

こうしてあっという間に最終日の前夜を迎えました。この晩は、市長さん主催のパーティがあり、このとき改めて参加者を見てみると若い人ばかり。このときやっとまわりを見る余裕が出来たのでした。

今回ハイデルベルグで学会に参加するという貴重な経験をしたわけですが、思い出されることは学会の講義ではありません。（せんせいごめんなさい）でも、話も分野も多岐にわたり研究に対して様々なアプローチがあることを知りました。海外の研究者に触れ、肌で感じた5日間でした。

□



Program

第6回国際行動生態学会に参加して

高須夫悟 奈良女子大学・理学部・情報科学科

1996年9月29日から10月4日にかけて、第6回行動生態学会 (International Behavioral Ecology Congress, IBEC) がオーストラリアの首都キャンベラで開催されました。私のIBECへの参加は、2年前のイギリスの第5回会議に続いて2回目であり、個人的にもいろいろと思い出の深い会議であります。今回は紙面を借りてIBECキャンベラ会議の報告をしたいと思います。

オーストラリアで唯一の国立大学であり、広大なキャンパスを有するオーストラリア国立大学で行われた学会は約数百人の参加者を集め、Plenary Lectures, Oral Session, Poster Session, Social Activities の4つの柱を中心に運営されました。

Plenary Talk

Plenary Talk は4つあって、1) Recent Developments in Australian Behavioral Ecology、2) Decoration of Spider Web、3) Sexual Selection and the Evolution of Stalk-eyed Flies、4) New Horizons in Sperm Competition のそれぞれが午前中、その後に様々なテーマについての Oral Session が4つの会場で同時進行しました。Poster Session は午後の Oral Session を挟んだ約2時間のポスター発表専用の時間が割り当てられ、全体的に Oral と Poster の時間配分は非常によく割り当てられていたと思います。

約1時間の Plenary Talk は、会議主催者がこの会議の方向付けをするために呼んだ研究者の話でしたが、行動生態学の有名な研究者に疎い私にとっては、特に印象に残った話はありませんでした。発表内容もつまらなくはないけれど、それほど新鮮味のあるものではなかったようです。

Oral Session

Plenary Talk の後は Oral Session で、次のような題名のセッションがありました。

Behavioral endocrinology Brood parasitism Communication Communication and sensory bias Cooperative breeding in birds Cooperative breeding in mammals Conservation Dispersal Extra-pair mating Fish mating systems Foraging Genetics: challenging the phenotypic gambit Humans and slime molds Hybrid zones Insect sociality Intraspecific competition Life history evolution Mammalian mating systems Mammalian territoriality Mate choice Mating systems Parasitism in arthropods Parental care Parental investment Predators and prey Sex allocation Sexual selection Sexual selection and sperm competition in insects Sperm competition in birds

私が聴いたセッションの範囲では、特別印象に残った発表はなかった、というのが正直な感想です。新鮮な考え方や説を提示するという研究はなく、結果だけを聴けば辛口に点を付ければおもしろくない、とも言えるかもしれません。私はむしろ、行動生態学者がある説を検証するためにどのような実験をしているか、という「実験のデザイン」の方に興味を覚えて、たとえば、魚の雄の行動の性選択についての研究で水槽中の鏡の設置の仕方とか、いろいろな操作実験の実験装置の実装の仕方など、行動生態学者が苦心して考えた出した実験方法の方に惹かれました。彼ら(彼女ら)もデータを採って解析するよりも実験のデザインを考えるのが楽しいようで、実際に発表中、実験装置や方法について述べる段に達すると、発表者の表情がもいかにも楽しそうに(自慢げに)見えることが多かったのです。

Poster Session

ポスター発表は約百数十ありました。ポスター会場は広く、ポスター専用の時間も十分に割り当てられていたため、多くの研究者とゆっくり話をすることができました。Oral Session の4会場とは少し離れた大ホールがポスター発表の会場だったのですが、ポスター会場が Coffee Break の場となったため、ほとんどの参加者は Oral Session 終了後に、コーヒーとお菓子を求めてポスター会場に移動し、茶菓子を片手にポスターを見て回って議論討論をするという具合で、ポスター発表にとって非常によかったと思います。実際、茶菓子があると気楽に話せる雰囲気にもなり、会議運営側のポスター発表に対する深い配慮がうかがわれました。

会議全体を通じてみると、発表内容は圧倒的に鳥に関するものが多く、ほ乳類、魚、無脊椎動物についての発表は2割あるかないか、といったところでした。鳥については、やはり Mating system、Sexual selection に関するものが多く、私の研究の托卵については3つ程度でした。発表のほとんどが実験による研究で、数理モデルの研究は少なかったです（4例ほど）。

個人的な印象としては、こんなに鳥の研究が多くて大丈夫なのだろうかと思いました。行動生態学会は伝統的に鳥の研究が多い、と聞いていましたし、2年前のイギリスでの会議も鳥の研究が多かったのですが、動物行動学会（IECの方、今回の会議とは別系統）に比べると、研究対象が偏ってるなと感じました。研究テーマの方は前回同様、Mating system や Sexual Selection が多かったのですが、際だって目新しく感じられる研究発表はなかったものの、数理生物学者の目から見ると実験のデザインなど違う観点で楽しめた会議でした。会議の運営面について言えば、動物行動系の学会はたいがいそうですが、とてもざっくりと肩肘のあったところが感じられません。会議の進行も広々としたホールで行われ、余裕たっぷりといったところです。細かい点ではいい加減だなと感じることもあったのですが、これもお国柄が出ているのではないのでしょうか。

あと、個人的なことを少し書くと、元々私がこの会議に参加しようと決めたのは、托卵鳥のシンポジウムが催される予定である、という情報があったからです。残念ながら、このシンポジウムは諸々の事情により事前に取りやめになってしまって、托卵のモデルのポスター発表をした私は少々がっかりしていたのですが、私のようにこのシンポジウムを当てにして参加したけど少しがっかりしている托卵研究者が多くいて、彼らと再会できたのが大きな喜びでした。彼らとじっくり話ができ、その中から新しいモデリングの方向も見えて、私自身これがこの会議の一番の収穫であったと思います。彼らと議論できたことは、他のプログラムに参加したことよりもずっと良かった、というのは言い過ぎでしょうか。

Social Activities

学会に付随して、キャンベラ近郊の国立公園への半日ツアー、Parliament（国会議事堂）大ホールでの夕食会、さよならパーティーの Bush Dance がありました。国立公園ツアーではおきまりのコアラ、ワラビー、カンガルー、エミュー（野生の）をみれば皆歓声を上げ、国会議事堂大ホールでの夕食会では食事後、生バンド付きのディスコに代わって驚き（日本では考えられない）、さよならパーティーの Bush Dance では、オーストラリア先住民アボリジニの伝統的な踊りが見られると思いきや、ただのオーストラリア版のカントリーソング&フォークダンスだったりして、楽しめました。研究以外のことでも、いろいろと外国の人と話をする機会があって面白かったです。参加者の半分以上は若手の研究者或いは学生だったりして、外国（英語圏）ではこういう機会がたくさんあって、情報交換も進んでいるのだなと痛感しました。高い研究の質を保つためには、日本の若い人も積極的に国際会議に参加して、彼らの中に入っていく必要があると考えます。

数学と人口問題の間

稲葉 寿 (東京大学)

0.1 スロースタート

私事で恐縮ですが、昨年の春に14年間勤めた厚生省人口問題研究所を離れて、東京大学数理科学研究科に勤務することになりました。編集局の難波先生からの寄稿のお勧めもあり、この機会にこれまで関係してきた人口論の世界の紹介に紙面をお借りしたいと思います。実は前任の松田先生からも同様なお誘いを受けたまま、日がたってしまったことをお詫びしておきたいと思います。いろいろ論ずればきりのないことも多いので、個別の話題を深く追求はせず(従って文献的確認などは省いて)私的な感想だけをいくつか書いてみたいと思いますので、歴史的に正しくかつ公平な記述などでは全くないものであることをお断りしておきます。

数理生物学に関心をもたれている方であれば、人口学(Demography)という学問分野があることはご存じのことと思いますが、しかし何をやっているのか、ということについては、あまり明瞭なイメージはお持ちでない方が多いことでしょう。わが国での大学における人口教育は、少数の特殊講義などがせいぜいでほとんど組織的には存在しないといっても過言ではありません。人間人口のPopulation Dynamicsといってしまうとそれまでですが、人口統計という情報ソースの特殊性や、実験ができず、変転きわまりない歴史的人間社会が相手ですから、動物や昆虫の個体群動態学とは非常に異なった立脚点にたつことは言うまでもありません。例えば人口問題と呼ばれる問題群はとりわけ有名な18世紀末のマルサスの警鐘以来¹人類にとって片時も念頭を去らない問題であり続けていますし、そもそも社会の行政・経済機構は人口動向の把握に強く依存してきたわけですから、人口学の発達がこうした実践的な問題関心によって導かれてきたことは否定できない大きな特色です。従って純粋な学術的な学問関心²にたつ生物学におけるPopulation Dynamicsとはあまり対話が成り立ってきていないように思えます。日本の人口学会は会員数400あまりの小さな団体ですが、多くの会員は社会科学の出身者で占められ、学術会議における分類では経済政策に入れられているしだいです。しかし考えてみれば、人間も比較的長命な動物の一種であるわけで、その再生産・増殖行動は生物学的基盤のうえで展開されていることはまちがいないわけですから。最近では年齢構造などの内部構造をもつ人口モデル(structured population dynamics)を扱う数学的手段などの発達や、エイズなどの新たな感染症の登場によって、人口動態への関心も高まりつつあるようで、生物学と人口学は数理モデルを介して対話できる地点にきているようにみえます。古代の格言にも言う「汝自身を知れ」とは、人口・環境・資源をめぐる21世紀問題群を前にした人類にこそさしむけられた言葉ではないでしょうか。そう思うと「人類はいかにし

¹私見によれば、マルサスの出現よりはるか昔、原始社会から、人口問題は人類にとって根元的な恐怖だったのではないのでしょうか。「弁証法的理性批判」をみると、J. P. サルトルは人口問題こそが歴史社会を可能にする・生み出す根拠ではないかと考えていたようです。これはレヴィ・ストロースの「冷たい社会」、「熱い社会」の区別にも対応していて、要するに定常性を破ってpositive feedbackが始まってしまったのが「熱い社会」で、そうなると人口問題から逃れられなくなるわけでしょう。

²とはいえ例えば生態学は、環境問題や政治的ないし文化的エコロジズムという社会問題群の文脈と無縁でないでしょうが。

て自己自身を再生産してきたのか」という中心的な問いをめぐって、人口学と生物学、さらには社会諸科学の対話が必要とされているのではないかと、思っています。

0.2 人口問題研究所

私が1982年4月から1996年3月まで勤務した人口問題研究所は、1939年に設立された人口問題研究のための厚生省所管の国立試験研究機関です。人文・社会科学系の機関として分類されていますが、たまたま82年に限って、数学出身者を募集していたので、数学よりは社会問題へ関心の向いていた京大6回生の私は、まったく何のご縁もなかったのですが（人口研の名前すらきいたことがなかった！）面接にでかけていきまして運よく採用となりました。当時の所長は東大人類学科の第一期卒業生という篠崎信男博士でした。きくところによると篠崎博士は初めは数学科へ在籍したそうですが、同期の数学科にかの小平邦彦氏のごとき秀才がたくさんいて、「こりゃいかん」と思われて、人類学科へ再入学したとか³。旧制高校気質というのか、所長面接でできたのは「君、田辺元は読んだかね」、西田哲学は？等々、数学どころか人口とも全く無縁の御下問でありました。篠崎博士は戦後すぐ結成された厚生省の労働組合「全厚生」の初代委員長でもあり、ときの吉田首相とも直談判したという武勇伝の持ち主です。「新人の教育はワシがやる」といって同期の金子隆一氏、大谷憲司氏とともに博士独自の人口哲学の個人教授をうけたしだいです。

どうも数学科卒を買いかぶっていたのか、私の働きが足りなかったのか、私以降はどうとう数学出身者は採用にならず、他に数学科出身は人類遺伝学をやっておられた今泉洋子博士のみというわけで、社会学者と行政官に囲まれて、ひとりわびしく人口の数理モデルをいじることとなったわけです。しかし社会学や経済学、心理学、地理学など様々な分野の研究者と机をならべて勉強したことは、色々なものの見方を教わったという点で大変な幸運でありました。最初の仕事は河辺宏部長（当時：現在は専修大学教授）のもとで日本の県別の将来人口推計をやりましたが、コンピュータについてはまるきり無知であったのでフォートランから勉強するはめになりました（当時はパソコンは出現したばかりの貴重品で、計算は中型ないし大型計算機を使っていました）。大学闘争の余燼燼る70年代後半の京都大学出身者として、アタマ左翼であった私は、業務以外ではしばらくは数学そっちのけでマルクス主義的な人口論などを讀んだりして数年を過ごしてしまいました。思うに、マルクス・エンゲルスの強烈なマルサス批判の影響は遠く日本における人口研究にも陰をさしていたように思えます。日本の講壇における社会科学は周知のようにその主流において戦前から戦後にかけてマルクス主義の強い影響下にあり、かつ数量的分析よりも歴史的、解釈学的研究が支配的でした。また戦後は戦前期の国家的人口政策の記憶から、こうした研究に関わることを忌避する風潮もなかったとは言えないと思います。従って人口論や人口統計学を非イデオロギー的に研究することは難しかったし、関心も乏しかったのではないのでしょうか。むろんそうしたなかでも、南亮三郎、高田保馬、森田優三、館稔などの優れた研究がありましたし、戦後の経済復興が軌道にのる以前は過剰人口問題として時局的に人々に強く意識された時期もあったのですが、日本の学界の主流にはならなかったようです。隣の中国でも毛沢東思想が支配的であった文革期に人口論学者が弾圧されたことは有名です。しかし人口問題に目をふさいだ結果は80年代における「一人っ子政策」のような人口政策における強いリアクションになってもどってきたわけです。

³昭和13年の東大数学科卒業生のなかに、小平氏とともに伊藤清、河田敬義、古屋茂という錚々たる名前があります。

0.3 80年代：数理人口学の隆起

しかしふりかえってみると80年代というのは人口数理モデルの一大飛躍の時期であり、幸運なことに私はそこにちょうどぶつかることになったのです。80年代初めから関数解析的な手法を年齢構造のある人口の方程式 (Von Foerster-McKendrick 方程式) に適用する研究が進み、1985年にGlen Webbのテキスト"Theory of Nonlinear Age-Dependent Population Dynamics"とSong Jian (宋健) 等の"Population Control in China: Theory and Applications"が出現したことは、それまでの人口学者によって書かれた文献による勉強に行き詰まりを覚えていた私にとっては全く画期的なことでした。そこにはおぼろげに自分なりに考えていた方向性が、作用素半群の言葉で明瞭に定式化されていたのです。おそらく欧米の数学者の関心を年齢構造化人口モデルの研究に引き寄せたのは、Gurtin and MacCamyによる1976年の論文"Nonlinear age-dependent population dynamics"⁴でしょう。⁵ ご存じのように年齢を持つ人口のモデルは専らロトカによって戦前にいわゆる「ロトカの安定人口理論」として研究され、人口学者のお気に入りの共有財産になっていました。しかしこれは線形の単性モデルで、色々人口学者によって改良されてきていましたが、数学的にはW. Fellerが1941年にロトカの基本命題を厳密に証明して「終わった」問題だとみなされていました。しかしその非線形への拡張は70年代になってようやくおこなわれたわけです。参考のためにGurtin-MacCamyのモデルを掲げておきます：

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial a}\right)p(t, a) = -\mu(a, N(t))p(t, a), \quad p(0, t) = \int_0^{\infty} \beta(a, N(t))p(t, a)da, \quad (1)$$

ここで $N(t) := \int_0^{\infty} p(t, a)da$ は t 時刻の総人口で、 $p(t, a)$ は時刻 t 、年齢 a の人口密度、 $\mu(a, N)$ は年齢別死亡率、 $\beta(a, N)$ は年齢別出生率です。ここで μ, β が N に無関係であればロトカの安定人口モデルになります。上記のモデルの古典的な解法は微分方程式を特性線に沿って積分して境界条件に代入して、積分方程式に問題を変換して解くというものです。微分方程式としてみると境界条件がnon-local、nonlinearということで数理物理などで馴染みの境界値問題とひと味違います。むしろ積分方程式に近いものです。

さて古典解法とは別に、(1)はレスリー行列のアナロジーから言えば、年齢密度関数のなす空間 (状態空間：普通は L^1) での時間発展問題としてみたいところです。つまりある状態空間上の発展作用素 $U(t)$ があって、 $p(t, a) = U(t)p(0, a)$ という形に初期値問題が解けるような $U(t)$ を構成しなさい、という問題がでできます。有限次元ならば U はレスリー行列に相当するものです。ロトカモデルのような線形の場合は、これは有名なHille-Yosidaの半群の生成定理によって $U(t) = e^{tA}$ という形で構成できることが示されます⁶。ここで A は以下のような L^1 上の線形微分作用素 (population operator) です。

$$(A\phi)(a) := \left(-\frac{d}{da} - \mu(a)\right)\phi(a), \quad \phi(0) = \int_0^{\infty} \beta(a)\phi(a)da \quad (2)$$

自然成長率はこの作用素の唯一の実固有値で、安定年齢分布はそれに対応する固有ベクトルになりますし、Fisherの繁殖値は A の共役作用素の固有ベクトルとして得られます。こうした関数解

⁴Arch. Rat. Mech. Anal. 54 (1974), 281-300

⁵一方、中国の宋健らの研究は国の人口政策の基礎を与えるという目的で独自に開始されたようです。宋健は中国のロケット工学、制御工学の専門家でしたが、80年代には中国人口学会の副会長や科学技術大臣になり中国の科学政策の重鎮になるとともに、制御理論を人口問題に適用する仕事をおこなってきています。制御理論の出自のなせるわざか、彼らの採用する状態空間はたいてい L^1 ではなく、ヒルベルト空間です。ノルムが L^1 のように物理的な意味に対応していないので、欧米の研究者が常に首をかしげる点です。その政策的な含意についても人口学者は批判的です。集団の期間的マクロパラメータの制御という観点では、個体の再生産行動を統制するには無理があることは明らかです。ただし人口問題のようなグローバルな問題に果敢に数学的分析を行って見せた意義はおおきいものがあると思います。

⁶G. F. Webb, A semigroup proof of the Sharpe-Lotka theorem, Lect. Notes in Math. 1076 (1984), 254-268.

析的な見方は単に数学的に「かつこよい」からやっているわけではなく、そうすることによって初めて安定分布の存在の必要十分条件が得られたり、より広範な非線形問題を見通しよく解くことが可能になったという点で本質的なものです。また逆にこうした人口問題をきっかけに関数解析の新しい発展も促されました。

既存の数学理論の適用にとどまらず、新しい数学理論の開発という観点からみると、当時、こうした関数解析的な人口モデルの研究を共同で組織的に進めていたオランダのOdo DiekmannとHans Metz等のグループの成果がきわだっていました。彼らの80年代前半の成果は1986年に、“The Dynamics of Physiologically Structured Populations” (Lecture Notes in Biomathematics 68)として現れました。この「ノート」は本文511頁という歴大なもので、LNBの最大記録になっています。それでも実は中身がはいりきらないので、活字を小さくしてつめこんであるという、読みにくいしるものです。このノートではまだ既存の理論の可能な限りの利用という段階にあったといつてよいと思いますが、その後80年代後半には、sun-reflexive spaceでの共役半群の摂動理論⁷を皮切りに、人口方程式への応用を意識した発展方程式に関する一連の業績が続々とあらわれることとなりました。

Diekmannは昨年のKCMBでも講演しましたが、10年前のISMBで初来日し、私の京大時代の恩師山口昌哉先生と知り合っていたことが縁となり、留学先を探していた私にオランダ行きの話しが持ち上がったのが1986年です。全く独学で関数解析を勉強して見よう見まねで数理人口学の論文を書き始めていた私は1988年7月に2年間のオランダ留学へ旅立つことになったのでした。

0.4 オランダーITBとCWIー

オランダではDiekmann教授がライデン大学理論生物学研究所(ITB)とアムステルダムの数学・コンピュータ科学センター(CWI)に両属していたおかげで、私も両方の研究所の研究員になり、ライデンとアムステルダムを往復しながら研究することになりました。当時のITBはDiekmannと理論生物学者のHans Metz教授が理論生物学部門のリーダーで、他にコンピュータによる分析を専らとするグループと、環境問題や生物学の社会的影響などを考察する哲学的グループの三つがありました。部外者には窺い知れない内部の葛藤もあったようですが、私にとってはアットホームな、小さいながら色々な成果をあげているよい研究所だなあという感想をもちました。しかしこの研究所はいまは「進化的および生態学的科学研究所」と名前を変えています。一方のCWIは戦後すぐにオランダにおける数理科学振興のために設立された非営利の研究機関です(国立というといささかニュアンスが違うようで、日本的に言えば特殊法人のようなものようです)。ここは最近ではコンピュータ科学で有名であり、そのせいか金づるのコンピュータ系研究へ重点化しようとする首脳部と理論数理研究派の確執があったときいています。

オランダでの研究の一つは、ある日Diekmannから渡された一つの論文から始まりました。Greenhalghのage-dependent epidemic modelに関する論文です。人口集団における伝染病の数理モデルはロスやマッケンドリック、ロトカによる戦前の研究や戦後ではベイリーの研究などが知られていますが、1970年代頃から数学者によって研究されるようになってきていました。有名なロバート・メイなども英国のアンダーソンとともに数理疫学で歴大な研究をおこなっています⁸。

伝染病の拡散過程においても、接触頻度が人の年齢によって大きく異なることが多いので、年

⁷Clément, PH., Diekmann, O., Gyllenberg, M., Heijmans, H. J. A. M. and Thieme, H.: Perturbation theory for dual semigroups I. The sun-reflexive case., *Mathematische Annalen* 277, 709-725 (1987).

⁸R. M. Anderson and R. M. May, *Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control*, Oxford (1991).

年齢構造の効果は無視できない要因ですから、80年代になって年齢構造のある伝染病モデルが検討されるようになっていました。Greenhalghの論文は「はしか」や水疱瘡のモデル(SIRモデル)を年齢構造化して閾値定理の成立を予測したものでした。これは私の趣味にあった問題であったようで、閾値定理の十分条件を見いだすことができました。しかし非自明な定常解の大域安定性の問題は難しく、いまもって証明されていません。不安定な場合もあることが示唆されていますが、現実的な条件のもとでどうなるかが問題でしょう。

滞蘭時代のもう一つの課題はロトカの安定人口モデルを時間的に非定常な場合に拡張する話でした。ロトカモデルでパラメータが時間的に変動する場合にも、安定分布は存在しなくとも年齢分布の「漸近的比例性」(弱エルゴード性)が成り立つことが1950年代に人口学者によって予測されていました。これはレスリー行列モデルではCoale-Lopezの定理として示されていますし、Joel Cohenによる確率モデルへの拡張もなされていました。ロトカモデルでの証明は人口研にいたときに私自身がやったものがありましたが、パラメータが時間とともに一定の値に収束する場合にどうなるかという問題(M. Artzrouniの言う一般化安定人口モデル)が残っていました。これに対してはDiekmannらの共役半群の摂動理論による定式が有効で、パラメータの収束速度が早ければロトカの安定人口モデルと同様に安定年齢分布が存在することがわかりました。

オランダにいた最後の半年ばかりに話題となったのはエイズ拡散の数理モデルです。エイズの疫学的要因であるHIVは極端に潜伏期間が長く(当時は8年から10年といわれていました)、その間に感染力が大きく変動するうえ、死亡率がきわめて高いためにホスト人口の人口動態との相互作用は無視できない要因です。リアリティをますためには構造化人口モデルにならざるを得ない所以です。80年代にエイズ流行が深刻化した欧米では多くの数学者や物理学者がエイズの流行予測のためのモデルを検討しだしていました。エイズの重要な感染ルートは性的接触ですから、両性の相互作用を考える必要があります。しかし人口学でもその側面は非常に未発達で、むしろエイズの問題がおきてから再び研究されるようになってきた、というのが実情です。私も色々考えてみましたがエイズのモデルは難しく、結局あまりよい成果にはなっていません。しかし帰国してから、日本でもこの問題が大きくなるとともに、厚生省エイズ疫学研究班に関わって私も感染者数の予測などをやったりすることになり、いまだ縁がきれずに問題をひきずっています。

0.5 一言いわせてもらえれば...

薬害エイズ問題や病原性大腸菌の流行問題はわが国の疫学的ないし公衆衛生学的な危機管理および研究体制が必ずしも十分なものではないことを露呈させました。こうした事態の背景には「伝染病や公衆衛生の問題は過去のもの⁹で、バイオテクノロジーによる先端的研究(遺伝子組み替えや分子生物学的な研究)こそ重点化すべき」というハヤリの思想に「感染」した結果、流行過程を社会的に制御するための疫学的・公衆衛生学的なオペレーションズリサーチや基礎研究を地道にやっておくという基本が忘れ去られているということがあったのではないのでしょうか。ORの欠如というのは戦前から日本社会に一番足りない点だと思えます。人口の増加と稠密な居住環境の拡大、自然破壊の深化は新たな感染症流行の素地を作り出しているのです。そうした状況に対処するためには「魔法の新薬(ワクチン)」の発明にただ期待をかけるのでは、第一線兵器だけを重視してロジスティクスと情報のもつ重要性を無視した旧帝国陸海軍と同じ体質といわねばなりません。どうもいまだにわが国では「基礎研究重視」などと言っている、相変わらず「創薬」→「製品化」→「利益」という「モノ作り」路線にのらない研究は冷遇されている気がす

⁹ある時期から厚生省では「公衆衛生」という言葉を使わなくなったということです。公衆衛生院も近々再編されて名前が消える予定です。

るのは私だけでしょうか。抗生物質耐性菌などが続々登場している現在、感染症との新たな戦いを前にしてお寒い限りです。

もう一つ。この原稿が印刷される頃には、人口問題研究所は特殊法人社会保障研究所と合併のうえ国立社会保障・人口問題研究所として再編されていることでしょうか。これは1994年から1995年にかけての村山内閣時代の決定による特殊法人の整理という「行革」の結果です。オランダから帰国して人口研に復帰していた私は、当時人口研の労働組合支部長をしていた経緯もあり、このふってわいた統合再編案に反対し、せめて改善するためにいろいろと努力をしてみたのですが、まったく無駄におわってしまいました。この「再編」については厚生省独自の研究機関見直しの結果と「特殊法人整理」が「たまたまいっしょになった」という不可思議な理由が挙げられていますが、実際にはこの案は利権もなく政治力もない弱小の研究機関を行革のスケープゴートにしたにすぎず、研究の中身についての議論はまるでなされていなかったのです。社会保障研究との連携は重要ではありますが、人口研究そのものの充実発展を図る意図はそこに見いだされませんでした。研究にも重点の移動というのは当然あることですから、再編一般に頭から反対するものではないのですが、まともな議論や正当な研究評価もないまま「数合わせ」の論理だけが横行するやり方には失望させられました。

人口問題研究所は戦時中の昭和16年には83名の職員を擁していましたが、度重なる定員削減で最後には定員35名たらずにまで縮小してしまいました¹⁰。およそ先進諸国はみな人口研究機関を国立研ないしは大学の付置研究所として持っていますが、対人口比でいってかくも人口研究機関が乏しく冷遇されているのは日本において他にありません。付置研究所どころか日本の国公立大学には人口学の講座すらなく、研究者の養成もまともになされていないのが現状です。旧人口研職員が常に慨嘆していた所以です。例えば人口が日本の半分くらいのフランスの国立人口研究所は150名ほどのスタッフを擁していますし、人口が東京都よりも少ないオランダの国立人口研究所でさえ、30名程度のスタッフは確保しておりました。旧大陸諸国は国立の人口研究所を持つ場合が多いのですが、英米では大学が主に人口研究を担い、主要な大学院には人口学のコースが準備されていますし、付置研究所や研究センターも数多くあります。

人口・環境問題で国際貢献を問われた日本政府は多額の資金をこの分野に投入することになっていますが、対処療法的なモノの援助や海外の諸機関へ金をながすだけで自国での基礎研究をないがしろにしては真の国際貢献にはなりません。例えば国連は世界の人口問題の解決を一つの任務としていて、人口部の専門スタッフが研究・分析にあたっていますが、ここへの日本の人的貢献はこれまで高々数名を数えるだけです。国連主催の人口・開発会議などがあると大きな代表団が出かけていって立派な演説と資金協力を約束してくるのですが、自国での専門家の養成にはまるで配慮なしです。国としてきちんと人口研究を位置づけ、独立した専門人口研究機関（大学の共同利用施設など）と大学院における人口研究プログラムの整備が早急になされることを切にのぞむものです。

¹⁰他の省庁はどうか知りませんが、厚生省の直轄研究機関は定員削減の草刈り場になっています。

0.6 アルフレッド・ロトカ小伝

JAMB ニュースレター No.20 に瀬野さんがジョセフ・ペレスによるボルテラ (Vito Volterra) の略歴の翻訳を載せておられますので、ロトカ・ボルテラと並び称されるもう一人の数理生物学の創始者アルフレッド・ロトカ (Alfred James Lotka) の略歴の紹介をして拙文を終えたいと思います。ロトカは日本では数理生物・物理学者として記憶されていることが多いと思いますが、実際には人口学者としての活動が顕著であり、戦前から戦後にかけて最も高名な人口学者でした。また以下にみるようにボルテラとは異なり、ロトカは決してアカデミズムにのみ生きた人ではありませんでした。以下はロトカが没した1949年の翌年1950年のPopulation Index 16 (pp.22-29) に掲載された Frank W. Notestein の追悼文の翻訳です。拙訳ですがご容赦ください。

ALFRED JAMES LOTKA

1880-1949

アルフレッド J. ロトカは1949年12月5日にニュージャージー州レッドバンクの自宅で亡くなった。人口学はその最も重要な分析者を失い、あらゆる場所の人口学者は魅力的な友人を喪ったのである。

ロトカ博士は1880年3月2日、アメリカ人の両親ジャックとマリーデブリー・ロトカの息子として、オーストリアのレムベルグに生まれた。少年時代をフランスで過ごした後教育を受けるためにイングランドにおもむき、1901年にバーミンガム大学から学士号を取得した。彼は1901年から1902年まで、ライプツヒヒ大学に学び、そこで見いだした進化の数学的理論への関心は終生変わらぬものとなった。1902年に合衆国にきたロトカは、1908年までジェネラルケミカルカンパニーのアシスタント化学者として勤務した。この期間、彼は進化の数学的理論と人口に関する最初の論文を出版している。1908年から1909年までコーネル大学の大学院生兼物理学アシスタントとなり、1909年に修士号を取得した。この年、彼は合衆国特許庁にいき、また同時に1911年まで合衆国標準局のアシスタント物理学者であった。1911年から1914年まで、彼はサイエンティフィックアメリカンサプリメントの編集者として働き、この間、1912年にバーミンガム大学から博士号を取得した。1914年から1919年まで5年間、ジェネラルケミカルカンパニーに戻った後、1922年にジョンズホプキンス大学で研究生生活を再開した。そこに1924年までとどまり、専ら Elements of Physical Biology を書くために働き、この本は1925年に出版された。

1924年にロトカ博士はメトロポリタン生命保険会社にいき、初めは統計部の数理研究 Supervisor、1933年には統計部の General Supervisor、そして最後に1934年から1947年に退職するまで Assistant Statistician として勤務した。ここで彼は1907年と1911年に開始した人口学的分析を組織的に発達させたのである。

ロトカ博士は数多くの学会で活動的であった。1928年から1939年までアメリカ人口学会の会長を勤め、1942年にはアメリカ統計学会の会長となった。1948年から1949年まで国際人口学会 (IUSSP) の副会長でありかつ同会の合衆国支部の議長であった。彼が最後に技術的な論文を発表したのが、昨夏のジュネーブにおける国際人口学会においてであった。彼はアメリカ公衆衛生学会、アメリカ統計学会、科学の進歩のためのアメリカ協会、数理統計学会、スイス保険数理学会その他数多くの学問的諸団体の会員であった。

いまはまだロトカ博士の知識への貢献になんらかの決定的な評価をくたすべきときではない。以下に掲げた彼の出版目録以上に彼の関心の広さと深さを示すものは他にない。化学者、物理学

者、生物学者、数学者、保険数理士、人口学者として、自己更新と発展過程の数学を中心に、高い学問的立場からの恒久的な貢献を残したのである。ロトカ博士にとっては人口学の分野はその分析の発達における事実上の中核という意義を負っていたのである。1907年に彼は一定の年齢分布と死亡率をもつ封鎖人口は時間とともに幾何学的に成長することを示した。1911年、シャープ(F. R. Sharpe)とともに、一定の出生率と死亡率のスケジュールに従う封鎖人口は特性成長率をもつ安定人口分布へ発展するであろうことを主張した。1925年、ダブリン(Louis I. Doblin)との共著「真の自然成長率について」において、ロトカは初めて安定年齢分布と真の自然成長率を計算する方法を示した。(このとき初めて示された安定年齢分布はIndexの本号の表紙に再現されている。)彼はさらにロジスティック法則に従って成長する人口の年齢分布や、自己更新集団に関する数多くの研究へとおもむいた。これらの仕事の多くは、彼の著書「生物集団の解析的理論」(Théorie analytique des associations biologiques)にまとめられている。最後の月日、彼は人口学的仕事の組織的な英語版の準備に忙しく従事していたが、不幸にも彼の最終的な病によってこれらは未完成のままとなった。

ロトカ博士は第一級の科学者であったが、彼はそれ以上だった。彼の一般向けの文章は、たいてい軽い調子で、繊細なユーモアの感覚と諸芸術への深い理解をあらわすものであった。静かで学究的、ひかえめでやさしくユーモラスな人間、賢い相談相手であり、彼の妻ロモラ・ビーティー・ロトカ(Romola Beattie Lotka)とともに愛想の良い主人であったロトカ博士は、その名がなかでももっとも偉大である人口学界の同僚たちからは常に最大の評価を受け続けるであろうし、かれの友人諸子にとっては彼はかれの知識以上に値する人間なのである。 Frank W. Notestein

本文では以下にロトカの95の科学論文、13の雑誌記事、6冊の単行書のリストがついていて、ロトカの関心領域の広がりを示す興味深い資料であります。長くなりすぎますので割愛させていただきます。それにしても彼の人口学に関する主著がフランス語で1939年という戦中に出版されたため、あまり世に知られなかったことは残念です。どこかで(英語版にして)復刊してくれないでしょうか。

分岐解析プログラム AUTO94

広島電機大学 共通基礎講座 高石 武史
(E-mail : ttk@hiroshima-dit.ac.jp)

1 はじめに

AUTO94 は Doedel によって開発された微分方程式の解の枝の追跡プログラムである。

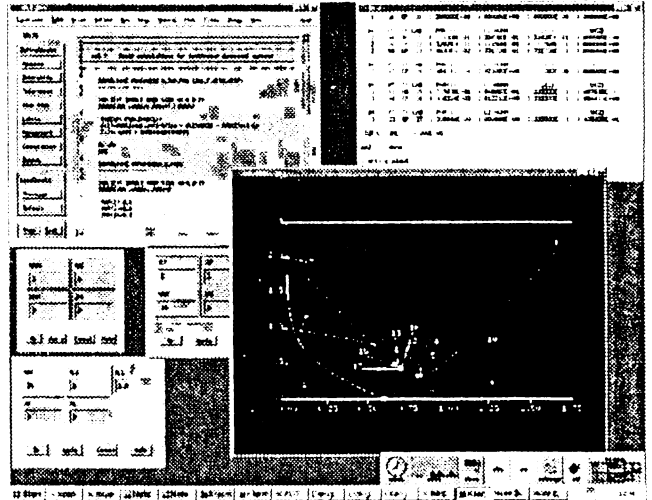
分岐解の追跡には研究者の独自プログラムが使われることが多いが、ここで紹介する AUTO94 はその汎用性から多方面に渡って研究に利用されている。

ここでは、その機能の概要と設定方法を説明し、デモサンプルを実行しながら使い方を見ていこう。

2 AUTO94 の機能

AUTO94 では次のような解析ができる。

- 代数方程式 $f(u, p) = 0$ の解の追跡
- 離散力学系 $u^{(k+1)} = f(u^{(k)}, p)$ の固定点の追跡
- 常微分方程式 $u' = f(u(t), p)$ の解の追跡、安定性の判定
- 拡散型方程式 $u_t = Du_{xx} + f(u, p)$ の周期進行波解の追跡、安定性の判定
- 分岐点の 2-parameter での追跡



詳しい内容は他 [1] [2] へ譲ることとして、ここでは AUTO94 における平衡解の追跡の概念にだけ触れておく。

4 章で扱うデモ pp2 と同じ 2 変数、1 パラメータの自励系の問題

$$u = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix}, \quad u'(t) = f(u(t), \lambda)$$

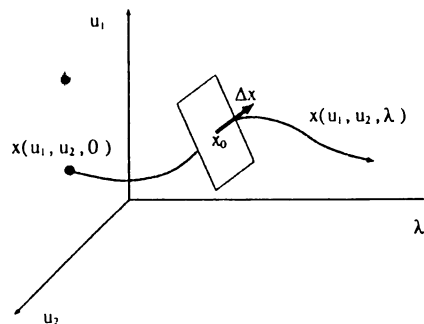
で平衡解の追跡を考えよう。平衡解は $f(u(t), \lambda) = 0$ を満たすので、 $x = (u_1, u_2, \lambda)$ という 3 次元空間で $f(x) = 0$ を満たす解を求める。

今、平衡解 x_0 からスタートし Δx だけ枝を追跡するには、

$$\begin{cases} f(x_0 + \Delta x) = 0 \\ \|\Delta x\| = L (\text{const.}) \end{cases}$$

から Δx について解いてやればよい。

AUTO94 では、1 本目の式を 1 次近似し、 Δx のノルムに重み θ をかけて pseudo-arclength とし次の式を解いている。



$$\begin{cases} \frac{\partial f(x_0)}{\partial u_i} \cdot \Delta u_i + \frac{\partial f(x_0)}{\partial \lambda} \cdot \Delta \lambda = 0 \\ \theta_u \|\Delta u\| + \theta_\lambda |\lambda| = L \end{cases}$$

3 インストール

`ftp://ftp.cs.concordia.ca/pub/doedel/auto` から `auto.tar.Z` (ソース) と `auto.ps.Z` (ドキュメント) [3] を取ってきて、適当なディレクトリで展開し、コンパイルを行なう。

```
% zcat auto.tar.Z | tar xvf -
% cd auto/94
% make cmds
```

Motif ライブラリが存在する場合は、`make` ¹ で `AUTO94` という GUI ベースのツールも作れる。

この後、`cmds/auto.env` を `~/.cshrc` の最後に付け加え、各自の環境に合わせて `AUTO_DIR` を修正しておく。

`AUTO94` は (GUI 以外は) Fortran で書かれているため可搬性が良く、こちらで確認した限りでも、Sun OS 4.x & 5.x, DEC Digital Unix, SGI IRIX, IBM AIX, Linux, FreeBSD とほとんどの Unix 環境で動作している。また、少し工夫すれば OS/2 でも動作するそうなので、Fortran コンパイラがあれば大抵のマシンで使えると思われる。特に、コストパフォーマンスの良い PC-UNIX 上に 1 万円程度の Motif ライブラリを購入すれば快適に使うことができ、お奨めである。

4 使用例

4.1 デモ pp2 の実行

predator-prey 系のデモを動かしてみよう。ここで扱っている方程式は

$$\begin{cases} u_1' = p_2 u_1 (1 - u_1) - u_1 u_2 - p_1 (1 - e^{-p_3 u_1}) \\ u_2' = -u_2 + p_4 u_1 u_2 \end{cases},$$

分岐パラメータとして p_1 を選ぶ。

適当なディレクトリを作り、デモファイルをコピーしてくる。

```
% mkdir pp2
% cd pp2
% @dm pp2
```

`pp2.f` に方程式が、`r.pp2` にパラメータが記述されている。

最初に自明解 $(u_1, u_2) = (0, 0)$ から出発し、 $p_1 \in [0, 1.2]$ の範囲 (`RL0 = 0.0`, `RL1 = 1.2`) で追跡してみる。Hopf 分岐点もチェックするために `IPS = 1` としておく²。

¹CDE 入りの Sun のマシンを想定しているのだが DEC のマシンでもそのまま OK だった。SGI のマシンの場合は `make sgi` を実行する。

²ここでは計算機の都合で全て `TOTAL TIME = 0` となっている。これは `g77` を使用しているためで、`etime()` 関数がいつも 0 を返すようにしている。こちらへの事情は私のサイト [4] を参照。


```
% @r pp2
f77 -c -o pp2.f -o pp2.o
f77 -o pp2.o -o pp2.exe /home/take/ttks/src/f/auto/94/lib/*.o
Starting pp2 ...
```

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	U(1)	U(2)
1	1	EP	1	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
1	14	BP	2	6.000000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
1	26	EP	3	1.200000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	U(1)	U(2)
2	16	BP	4	8.219306E-01	3.334283E-01	3.334283E-01	0.000000E+00
2	19	LP	5	8.329293E-01	4.111598E-01	4.111598E-01	0.000000E+00
2	50	EP	6	7.893081E-02	9.731728E-01	9.731728E-01	0.000000E+00

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	U(1)	U(2)
2	47	EP	7	7.484181E-04	2.021092E+00	-2.021092E+00	0.000000E+00

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	U(1)	U(2)
3	11	HB	8	6.715938E-01	4.948663E-01	3.333333E-01	3.657615E-01
3	46	EP	9	6.406324E-03	2.012212E+00	3.333333E-01	1.984411E+00

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	U(1)	U(2)
3	23	EP	10	1.209644E+00	1.000666E+00	3.333333E-01	-9.435153E-01

```
TOTAL TIME 0.000E+00
pp2 ... done
% @sv pp2
```

次に、 p_1 (PAR(1)) の上限 1.2 で止まってしまったラベル 10 から先を延長してみる。スタートを 10 (IRS = 10)、 p_1 の上限を 2 (RL1 = 2.0) として再実行する。

```
% @r pp2
Starting pp2 ...
```

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	U(1)	U(2)
3	24	EP	11	1.639165E+00	2.016442E+00	3.333333E-01	-1.988700E+00

```
TOTAL TIME 0.000E+00
pp2 ... done
% @ap pp2
```

最後に、Hopf 分岐点 8 からのびる周期解の枝を追跡しよう。周期解の追跡なので IPS = 2 とし、スタートを 8 (IRS = 8)、フリーパラメータとして p_1 の他に周期も指定する (NICP = 2, ICP(2) = 11)³。周期

³パラメータ 11、PAR(11)、は周期。

解の場合は、NUZRにより周期 (PAR(11)) が 11, 14, 20, 30, 150 のところで解を書き出すようにしておく。なお、周期解の追跡は計算負荷が大きいので、fold の検出ははずしておく (ILP = 1)。

```
% @r pp2
Starting pp2 ...
```

BR	PT	TY	LAB	PAR(1)	L2-NORM	MAX U(1)	MAX U(2)	PERIOD
8	6	UZ	12	6.765268E-01	4.904278E-01	4.309069E-01	5.107974E-01	1.099960E+01
8	10	UZ	13	6.921100E-01	4.714672E-01	5.516681E-01	5.963087E-01	1.399856E+01
8	13	UZ	14	7.037223E-01	4.504964E-01	6.223997E-01	5.936625E-01	2.000027E+01
8	15	UZ	15	7.075787E-01	4.381726E-01	6.474829E-01	5.821533E-01	3.000016E+01
8	19	MX	16	7.080680E-01	4.299532E-01	6.517692E-01	5.800182E-01	5.446178E+01

TOTAL TIME 0.000E+00

pp2 ... done

```
% @ap pp2
```

4.2 データファイル

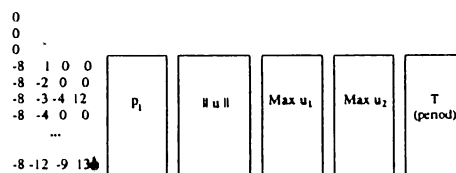
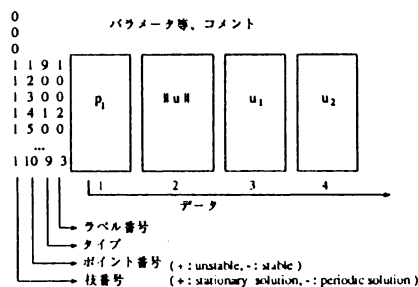
デモ pp2 を実行すると次の 3 つのデータファイルが作られる。

1. p.pp2

fort.7 の出力で画面表示 +α といった内容。plaut では fort.17 としてこのファイルを利用し、分岐図を描く。

左から、枝番号、ポイント番号、タイプ、ラベル番号、データ列となっており、始めの 3 つは主として次の意味を持っている。⁴

- 枝番号
 - +: 平衡解
 - : 周期解
- ポイント番号
 - +: 不安定
 - : 安定
- タイプ
 - 1: 定常分岐点 (BP)
 - 2: fold (LP)
 - 3: Hopf 分岐点 (HB)
 - 7: 倍周期分岐点 (PD)
 - 9: 枝の端点 (EP)
 - 4: 周期解のサンプル点 (UZ)
 - 9: 非収束 (MX)



2. q.pp2

fort.8 の出力で、各ラベルのデータが入っている。plaut では、fort.18 として、周期解の曲線を描く場合に使う。

3. d.pp2

fort.9 の出力で、解の収束状況が入っている。データのチェックの際に用いる。

⁴詳しくはマニュアル [3] の 3.4 節を参照。

4.3 plaut の使い方

% @p pp2

で plaut を起動⁵ し、データからグラフを描く。

1. 分岐図の把握

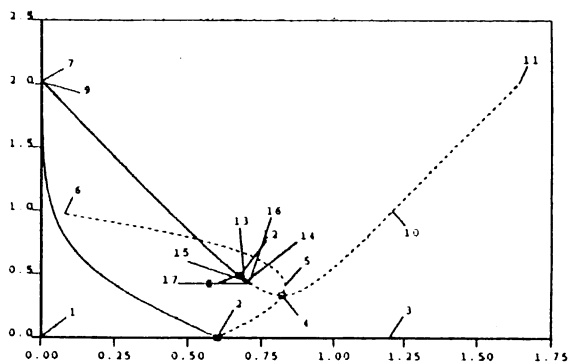
d3 ← デフォルト設定 3

bd0 ← 分岐図の全体像

通常はデフォルト設定 3 が便利である。周期解が重なって見づらい場合は設定 1 (d1) にすると消える。

分岐図に描かれているマークは、各々次のものを表している。

- 実線 : 安定平衡解
- 破線 : 不安定平衡解
- : 安定周期解
- : 不安定周期解
- : 定常分岐点
- : Hopf 分岐点



2. 軸の変更

ax ←

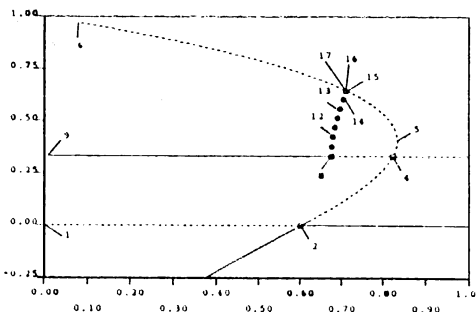
1, 3 ← データ番号の指定
(p_1 v.s. u_1)

bd0 ← 全体像

bd ← 部分拡大

0, 1, -0.25, 1 ← 領域の指定
($x_{min}, x_{max}, y_{min}, y_{max}$)

データファイル p.pp2 のデータ列の番号がデータ番号となる。



3. 周期解の表示

2d ←

12, 13, 14 ← 周期解の選択 (ラベル番号)

1, 2 ← time v.s. u_1

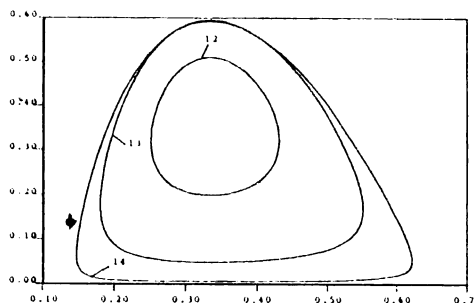
d ← 表示

1, 3 ← time v.s. u_2

d ← 表示

2, 3 ← u_1 v.s. u_2

d ← 表示



その他、

⁵@p スクリプトは xterm を Tektronix モードで起動しているが、ここをコメントアウトしておくと kermit, NCSA telnet 等の Tektronix モードを持ったパソコン用端末エミュレータでも描画できる。

sv ← ファイルへ保存
cl ← 画面の消去
end ← plaut の終了

というコマンドがある。

いろいろ調整しながら適当な絵のできたところでファイルへ保存し、plaut 終了後

% @ps Saved_File_Name

で Postscript データへ変換しプリンタ出力などができるようになる。⁶

5 終わりに

AUTO94 を実際に自分の問題で使ってみると、平衡解の枝の追跡は非常に迅速に行ってくれるが、周期解に関してはなかなかデモのようにうまくいかなかったりする。その場合には周期解のサンプリング (NUZR) や、pseudo-arclength の重みの調節が必要になってくる。しかし、AUTO94 を数値実験のツールとしてまじめに使えば問題としているシステムについて多くの知見を得ることができるであろう。

ここでは常微分方程式の枝の追跡しか見てこなかったが、その他にも偏微分方程式の進行波解の分岐、差分方程式等への応用など、興味深いデモがたくさん添付されている。例えば、Brusselator を Chebyshev 多項式で展開して解くデモ (brc) と、差分化して解くもの (brf) を比較してみたい⁷。自分の問題に近いデモを探して使い、新しいアイデアを見つけ出してみたい。

また、AUTO94 の枝追跡の方法について興味を持った方は、この春 Doedel が Bristol 大学で行なった Spring School の講義録がインターネット上で入手可能である [2]。80 ページを超えるしっかりしたもので、ここで扱った predator-prey モデル等を例にあげながら書かれている。

その他、インストールの際の注意等を私のサイト [4] で公開しているので、興味のある方は参照していただきたい。

参考文献

- [1] E.Doedel, H.B.Keller, J.P.Kernevez, "Numerical analysis and control of bifurcation problems (I) Bifurcation in finite dimensions, (II) Bifurcation in infinite dimensions", International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol.1, No.3(1991) 493-520, 745-772
- [2] E.Doedel, Lecture Notes on "Numerical Analysis of Bifurcation Problems", 5th Annual Postgraduate Spring School, University of Bristol, Apr. 1996.
URL : <http://www.fen.bris.ac.uk/engmaths/research/reports/Spring/doedel.ps.gz>
- [3] E.Doedel, X.Wang and T.Fairgrieve, "AUTO94 - Software for continuation and bifurcation problems in ordinary differential equations", CRPC-95-2, California Inst. of Tech.
- [4] URL: <http://take.math.g.hiroshima-dit.ac.jp/~tks/AUTO94/AUTO94-J.html>

⁶ Postscript 出力ができない場合は xwd 等で表示画面のグンプを取って出力することもできる。

⁷ 以前私が偏微分方程式を差分化して解こうとした時には 100 次元くらいまでしか解けなかった。空間的に急激な変化をする解はなかなか難しいようであるが、多項式展開というアイデアは有効な手段かもしれない。

病気の数理モデルの「故郷（ふるさと）」を訪ねて三千里

梯 正之（かけはし まさゆき）／広島大学医学部保健学科（健康科学）

この5月に広島を出発し、しばらく Tübingen（ドイツ）で過ごしてから、今、Oxford（イギリス）に滞在している。今世紀の初め、Ross や Kermack & Mackendric が始めた疫学の数理的研究は Anderson と May のグループの一連の仕事もあって、大発展を遂げた。病気の数理モデルは、このあたりで生まれ育ったといつてよいだろう。私は、今回、エイズなど感染症の流行と予防について数理的なアプローチにより研究するため派遣される機会を得たのだった。

ドイツでは短期間であったが、Tübingen 大学の Klaus Dietz 教授のところに滞在させていただいた。Dietz 教授は感染症の数理モデルでは草分けの一人で、最近では HIV の流行モデルも手がけている。教授には滞在中とても親切にさせていただいてありがたかった。私の用いた HIV 流行モデルは、男女がカップルを形成する形のものだが、実は彼のグループのペア形成モデルとほとんど同じだったので一度是非お話がしたいと思っていた。私は、彼らのモデルの自分のと違う部分に疑問を持っていたのだが、今回直接お話ができてようやく腑に落ちた。セミナーで話題提供する機会を得た際には、Haderer 教授にもお会いできた。ヨーロッパ大陸ではオランダにも感染症の数理モデルの研究グループがあるが、両者は密接な関係にあった。Tübingen は歴史のある大学町で、歴史を感じさせる昔ながらの建物、教会の鐘の音、プラタナスの巨木の並木などの緑がネッカー川とともにとても印象的だった。ネッカー川のほとりの Dietz 教授の自宅に家族で招いていただいた時には、手作りのファミリー映画を見せてもらえてとても楽しかった。ここでは時間がゆっくり豊かに流れているように感じたのは、私が日頃の雑用から解放されているせいばかりではないだろう。町中では英語がほとんど通じなくて困ったこともあったが、筆者のドイツ語力はないに等しく、ともすると '*Egocentric*' な考え方をしがちなのを反省した。とはいえ、ここでの滞在期間をもっと長くしておけばよかったと思った。

オックスフォード大学の動物学教室はコンクリートのグレイの建物で広大な University Parks のすぐ南側の地区に位置している。このあたりは、病理学や微生物学、生化学、統計学などの建物や Science Library、University Museum が建ち並びサイエンスエリアと呼ばれている。うす茶色の石作りやこげ茶色の煉瓦作りの伝統的な建物群の中にあつては、コンクリートのモダンな建物はちよつと違和感があり、あまり評判がよくない。ここでは、Department Head で Linacre Professor の Roy Anderson 教授のところにご厄介になっている。動物学教室の中に Wellcome Centre for the Epidemiology of Infectious Disease (CEID) があり、Roy はその director を兼ねている。Roy のグループは 60 人の大所帯で、

それをきりもりしながら他の重要な仕事をこなしているため大変忙しい。会おうと思ってもなかなかアポイントメントが取れないことが多い。しかし、会えばきばきと適切なコメントをくれるのでいつも感心する。ここには、Robert May、William Hamilton、Richard Southwood、John Krebs、Richard Dawkins (University Museum) といった有名教授のほか、James Nokes、Geoff Garnett、Angela McLean、Martin Nowak など活躍中の若手研究者たちが所属している。ちなみに筆者と同室のメンバーは Chris Rhodes、Neil Ferguson、Daren Austin である。Neil Ferguson は Roy とともに先日テレビのニュースに出てきて、BSE (狂牛病) の流行分析と対応策の比較評価についてコメントしていた。ここでは、「象牙の塔」という言葉はあたらぬ。Chris は Mathematical Institute の Maini 博士が主催するセミナー (Mathematical Biology and Ecology) で6月に *Nature* に掲載された離島での麻疹の流行分析と Lattice Model の話をした。彼には英語を直してもらったりしてお世話になっている。彼は元々は固体物理で学位を取ったが、カオスなどに興味を持ったことから May さんに紹介されて Anderson のところでポスドクをすることになったという。この部屋は他の分野から流れてきた者が集まっているのだそうだ。

この9月には、Modern Approaches to the Epidemiology and Control of Infectious Disease というタイトルの生涯教育のコースが3週間にわたって泊まり込みで行われた。University of Oxford Department of Continuing Education と CEID の主催である。話題は、疫学領域での数理モデルの使用からエイズ、BSE の解析まで多岐におよんでいて、隣室でのコンピュータ実習も含まれていた。講師陣は Roy のグループを中心にその領域の最適任者が入れ替わり立ち替わりつとめた。比例ハザードモデルで有名な Sir David Cox もふくまれていた。すでに今年で6回目という。参加費は£2,795 (約50万円!) と聞いてびっくりした (ただし、教材費のほか平日の昼食・コーヒー代と1回分のコースディナー代などを含む)。参加者はヨーロッパ・アメリカを中心にアフリカなど世界各国から十数人。たしかに、講義の内容、数百ページのテキストと希望する参考文献のコピーが講義後にすべて配られていたのを考えると、この費用は決して高くないといえるだろう。このようなコースがあるのには、いろいろな面から感心させられた。

現在、Wellcome Trust という財団から資金提供を受け、CEID の建物が動物学教室のすぐ脇に建設中である。「人間集団中の病原体の伝播・進化・コントロールに関する要因の学際的研究」を行なう、分子遺伝学、分子疫学、数理疫学、それに応用&野外疫学の4つの研究グループが入居することになっている。120人までの研究スタッフが収容可能で、来年(1997年)末頃には完成の予定という。Roy のグループはここをベースにして、ますます研究を発展させてゆくに違いない。

Bob May 教授は今や Sir になり、Chief Scientific Adviser to the UK Government および Head of Office of Science and Technology として活躍している。先日は病理学教室で「National Science Policy」という講演を行なった。なぜ科学研究に公的資金を投入するのか、どのように投入されているか（イギリスでも上位 10 大学程度で全研究費の半分以上が消費されるという、生態学でいう幾何級数則のようなもの）、投入された資金は他の G 7 諸国と比較して成果を上げているかどうか、といった話題について、データをあげながら熱のこもった分析してくれた。生態学で切れ味のよいアプローチをして見せた May は、今度はそのすぐれた力を政府高官として科学技術行政に発揮していたのだ。学問を中から育てるだけでなく、外から育てるところまで進出していったのには、さすがとしかいいようがない。

Oxford について間もない頃、May さんにご挨拶に行った折、新しく出現してきた病原体の問題について質問してみた。すると、「きっと君はこれに興味があるだろう」と、できたばかりの WHO の報告書『Climate Change and Human Health』を貸してくれた。ついでに、『Emerging Viruses (Morse SS 編、1993)』もお借りした。歴史をふりかえれば、人類が農耕・牧畜を始めて都市に高密度に定住するようになってから、家畜由来の伝染病などが人類を宿主として定着したと考えられている。たしかに、人口が爆発的に増え、ジャングルの奥地まで開発の手が伸びて未知の病原体との接触の可能性が高まり、一方、航空機などにより人々が世界規模で激しく移動するようになった現在、人類史は新しい伝染病の定着に道を開く段階に入ったと考えるべきだろう。また、医療における抗生物質の大量使用は従来からのヒトと病原体との関係を不安定化させている。さらには、地球温暖化により、伝染病を媒介する動物の棲息領域が広まり、伝染病がいつそう拡大することも懸念されている。実験ができないこれらの研究にはモデルによるシミュレーションが必須である。『成長の限界』が数理モデルの解析結果をもとに一大議論を引き起こしてからすでに四半世紀になるが、最近の状況をみると、公衆衛生学領域で数理モデルを仕事にする者として、使命感のようなものを感じてしまう。国際社会の中での日本の役割についても考えさせられる。

日本でも大学教育の改革の動きがさかんとなり、新しい試みがいろいろ実施されている。こちらで、大学の open day、入試の面接、チューター制度、大学での生涯教育などにふれると、ここがルーツだったのかと思ったりする。高齢化社会の到来をにらんだ看護の大学教育化も Project 2000 の名の下に推進されているなど、日本と共通する動きもある。あれこれ比較すると理解が深まる。

インターネットの普及もあり世界はとても身近になった。わざわざ現地まで行かなくてもと思うこともある。しかし、実際に来てみれば、新しい発見も多い。3月の帰国まで、やりたいことがたくさん残っている。有意義な在外研究の機会をいただくことができ、保健学科の諸先生方に心から感謝して結びとしたい。

生物学における非線形数学モデル

名古屋大学情報文化学部 森本 宏

1. はじめに

今年（1996年）の夏に、数理生物懇談会に入会させていただきました。今回自己紹介をかねて最近の私の研究を紹介させていただきます。もともとは、名大の理学部数学科に長くおりました純粋数学者です。実は数学科にいるころから数理生物に興味を持っていたのですが、数年前に新設された情報文化学部の文科系の社会数理情報学科に移ることになり、ようやく堂々と生物社会及び人間社会について口にできるようになりました。年の割りにはまったくの初心者ですので、以下においてとんでもない間違いを述べてしまうかも知れません。御指摘いただければ幸いです。

2. 光合成

さて、最初に紹介させていただきたいのが、光合成バクテリアの起源の数学モデルについてです。およそ46億年前に地球が誕生したと言われていています。そして、光合成機構をもつ植物の起源をたどって行くと、すでに35億年前と推定される岩石に、らん藻類の痕跡をとどめたものが、オーストラリアで発見されています。らん藻類は、ほぼ現在の植物の光合成機構をもっていて、二酸化炭素を固定し、酸素を発生させています。従って、35億年前にはすでに、地球は酸素で覆われていたと推定されます。

地球が酸素で覆われるようになったのは、このらん藻類の誕生によってでありまして、それ以前の原始地球は、酸素で覆われていず、従って、現在のようにオゾン層のようなバリアーも無く、地球上には強烈な紫外線が降り注いでいたと思われれます。このような原始地球を、還元状態にあるといいます。このような環境の中で、どのようにして光合成起源の生物が誕生したのかが当然疑問になります。

らん藻類は、すでに現在の植物と同じような高度な二段階の光合成機構を持っており、このような生物が突然誕生したとは、考えにくいと思われれます。従って35億年より少し古い時代に、地球がまだ還元状態のときに、らん藻類よりも単純な一段階の光合成機構を持つ生物、すなはち光合成細菌あるいは光合成バクテリアが誕生したと推定されます。このような光合成細菌の光合成機構を支えているクロロフィルをさらに単純化したポルフィリン環を考え、その分子としての起源と進化を考えてみたのが、論文[1]です。この論文でのモデルは、純粋に数学的モデルで、拡散方程式を扱っています。不思議なことに、木村氏の遺伝子中立進化論と同じ方程式に遭遇しました。ほとんど全ての確からしさで、ポルフィリン環が死滅せずに進化していくという結果を得ました。

3. プランクトン

次に紹介させていただきたいのが、プランクトンと窒素循環についてです。栄養湖におけるプランクトンの異常発生に見られるように、プランクトンの増殖と窒素循環は非常に密接に関係しています。窒素循環そのものは地球規模において、様々なサイクルで構成されていますが、ここではプランクトンに限った部分サイクルについて考えます。

プランクトンや食物連鎖の途上にある魚貝類からは、排泄物として、あるいはそれらの死骸の分解物から、アンモニアが出ます。これらのアンモニアは、まず亜硝酸細菌によって酸化されて亜硝酸になります。この亜硝酸はさらに硝酸細菌によって酸化されて、硝酸になります。このように硝酸になってしまえば、再びプランクトンの栄養源として吸収可能になります。これで一つの窒素循環が完成したことになります。プランクトンの増殖はこのような物質循環の中に埋め込まれて考えられなければなりません。

一方においてプランクトンの異常増殖の起こる地形的特徴を考えて見ましょう。赤潮等のプランクトン異常発生メカニズムの考察は、たとえば[3]にあります。湖や海の底が平坦なところでは赤潮等は起こらず、底が湾曲したところに、有機物質が堆積し、温度の上昇と共にガスが発生し、この有機堆積がランダムにかき回されプランクトンに栄養分としていきわたることによって、赤潮等が発生しやすくなると言われていました。以上のプランクトンの異常増殖の状況要素は、次の二つに要約されます。

- 1) 閉じたシステムではなく、窒素循環等のように外界と物質及びエネルギーをやり取りしている開いたシステムである。
- 2) ランダムな攪拌が存在する。

これら二つの要素は、化学系の人々が最近盛んに研究している非線型モデル、流通攪拌モデル（いわゆるCSTR）を連想させます。すなわち、プランクトンの異常増殖は非線型流通攪拌モデルとして、純粋数学的に定式化できるということになります。そこで、わたしは、二種類のプランクトンが増殖する非線型攪拌モデルを考えて見ました。これが、論文[2]です。そこにおいて、所謂 Kolmogorovの Backward Equationを解くことにより、二種類の内、一種類が異常増殖するためには一種のいき値が存在すること、さらに、環境からみて劣っているプランクトンですら、優位なプランクトンを押さえて、異常増殖する確率がかなりあることを発見したわけです。これらは、すべて、非線型解放系に特有の現象です。

さて、近年は生態学と経済現象を統合する動きが活発になって来ました。私としては、生態学にとどまらず、社会現象まで上記の理論を拡張したいと思っているのですが、この点は数理生物懇談会の枠を超えそうですので、この辺でわたしのお話を終えさせていただきます。

文献：

- [1] H.Morimoto, A diffusion model for the evolution of metalloporphyrin, J of Math. Bio. vol.34, 689-706 (1996)
- [2] H.Morimoto, Non-Linear Systems in Plankton Population Dynamics and Nitrogen Cycles, Preprint Series in Math. Science, School of Informatics and Sciences, Nagoya Univ. No.23 (1996)
- [3] 小林達治, 光合成細菌で環境保全, 農山漁村文化協会 (1994)

「生命現象のシナリオを考えるフォーラム」

「生命現象のシナリオを考えるフォーラム」は96年3月に作られた出来立ての会です。

もともとは東大医学部にて栗原裕基が、高血圧をはじめ様々な病態を分子生物学的な手法により精力的に研究していました。しかし分子生物学の最先端の場所にいながらこれまで医学研究では当然とされていた、要素主義、還元主義的な考えに漠然とした疑問を持ち、生物の全体像を考える方策はないかと模索していたのです。

そこへかつて日本医科大学時代、松田裕之先生（東大海洋研）、瀬野裕美先生（奈良女子大）、また稲葉寿先生（東大数理科学）と面識のあった横山聡が迷い込み、そんならこういうことを研究している人達がいますよ、とかつての恩師達の話をしたのがこのフォーラムのそもそものきっかけです。

さてご存知のように現在の医学研究の主流は分子生物学の手法を採り入れ、各種の生理現象や疾患の病態を分子レベルで解明する事にあります。事実この研究により極めて多くの病態がミクロレベルで解明されつつあり多くの成果をあげてきました。しかしながら分子生物学的手法によって明らかにされるのは、ミクロ的レベルでの各々の要素の機能と相互関連にとどまり、生体全体のマクロとしての挙動を考える方向性自体が現在の医学研究にはありません。

たとえば様々な血圧調節因子が解明されたにも関わらず、血圧の値がなぜある範囲内で変化しホメオスターシスが保たれているかは全く手つかずの状態です。日常の診療の元になっている、いわゆる正常値、基準値なるものの実体は経験から出てきたもので、その生理学的な妥当性は研究されてきませんでした。

また医学研究の分野では未だに要素と機能を一対一対応で考える傾向が根強くあります。ところが生理活性物質は時にプラスとマイナスの両面を持つことがありこういった単純な考えでは済まないことが多々あります。例えばある物質が増えたり減少したりすることによりシステムの挙動が変化し、その結果を観察している、という視点が欠けているのです。

私たちは生命という様々な要素が絡み合った現象を解明する、多数の複雑な要素を取り扱い、統合してゆく考え方はないものかと模索しています。そのため「非線形」「非平衡」といった言葉をキーワードとして、医学の領域にこだわらず、様々な分野の方々のお話をうかがったり、自由な討論を通して、将来に向かった新しい医学研究の発想が生まれることを目的としています。

数理系は右も左も良く分からないことだらけなので、数理生物学懇談会の方々には今後とも様々なご助力をお願いすることとします。

よろしくお願い申し上げます。

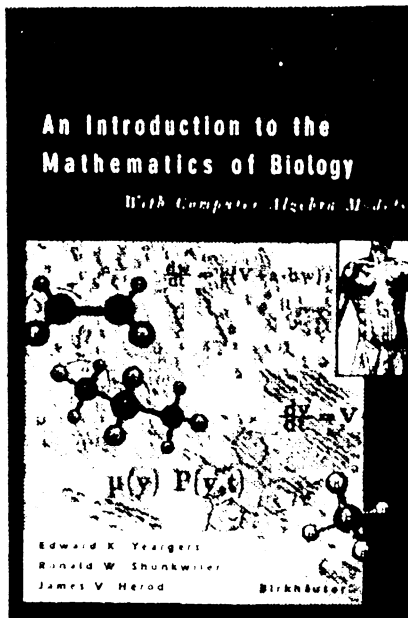
「生命現象のシナリオを考えるフォーラム」 WWW Home Page url

<http://www.u-tokyo.ac.jp/chaos>

(文責、横山)



書評



Edward K. Yeagers, Ronald W. Shonkwiler and James V. Herod, 1996. "An Introduction to the Mathematics of Biology: With Computer Algebra Models" Birkhäuser, Boston, 417pp.

Maple programsが実習用に適宜掲載された数理生物学の入門書である。しかし、この本の一番の特色はそこではなく、この本の目指すscopeである。それはこの本のPrefaceと第1章「Biology, Mathematics, and a Mathematical Biology Laboratory」ではっきりと語られている。Prefaceでも述べられているように、この本は、mathematics studentsとbiology studentsの双方に向けられたものであるが、それぞれのstudentsの机の上にドカンッと置かれるのは、数理モデルやその数理的解析の山ではない。いわば、「数学」でもなく「生物学」でもない、数理生物学における「数理モデリング」の塊なのである。

第1章では、*mathematical modeling*の概念を整理しつつその意義や位置づけについて体系的に述べようとしており、まさに評者が昨今特に気になっているところと相通ずる内容がまとめられている。これほどまでにあからさまに*mathematical modeling*への「こだわり」を記した入門書は希有のものであろう。また、その中でも秀逸のものであると思う。

この本の副題にある*Computer Algebra Models*が意味するところは、実は、この本の中で扱っている数理モデルの解析の実習用にMaple programsを適宜配している、ということに過ぎないと考えの方がよさそうに思う。この本の扱う数理モデルが、(数理モデルの数値計算によってよりよい洞察を得るという方針をのぞいて)例えば、数値計算モデルであるというわけではないのである。取り上げられる数理モデルらは、いわゆる数理生物学の入門書には大抵登場するようなものばかりである。第2章は数学の基礎を並べた「Some Mathematical Tools」(46/68)であるが、第3章～第11章では、「Reproduction and the Drive for Survival」(5/21); 「Interactions Between Organisms and Their Environment」(18/34); 「Age-Dependent Population Structures」(12/22); 「Random Movements in Space and Time」(24/40); 「The Biological Disposition of Drugs and Inorganic Toxins」(8/40); 「Neurophysiology」(12/30); 「The Biochemistry of Cells」(14/55); 「A Biomathematical Approach to HIV and AIDS」(19/50); 「Genetics」(17/41) [(*/*)の数字は各章のページ総数と、その内、数式のあるページ数である]と、各章トピックをもうけてその数理モデリングの基礎を紹介しようとしている。この本の「こだわり」は数理モデルの数理的解析にではなく、「数理モデリング」にあるために、対象として取り上げている生命現象をときほぐしながら数理モデリングにおいてどのような着眼をしていくのかを紹介しようとする。果たして、数式のないページ(特に各章の前半)の割合が高くなっている。数理モデルの数理的解析の勉強を目的とする読者にはがっかり感を生むかもしれないが、生命現象に関する数理的解析の着眼点に触れ、数理モデリングの考え方や手順についての錬成をするにはいい本である。ただし、輪読用の本としては使いにくさという感じを評者は持つ。章を個別のものとしてとりあげれば、数人で数理モデリングに関する議論をするようなセミナーをする種本としては面白い本かもしれない。各章末尾には演習問題と参考文献が載っている。三人の著者は、Georgia Institute of TechnologyのSchool of Biology (Yeagers), School of Mathematics (Shonkwiler & Herod) 所属である。

(評者：奈良女子大・理・情報科学 瀬野裕美)

INTERNATIONAL CONFERENCE ON DETERMINISTIC AND STOCHASTIC MODELLING OF BIOINTERACTION

August 28th - August 31st

Sofia, BULGARIA

We announce the International Conference on "Deterministic and stochastic modelling of biointeraction" organised by the Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Sciences from August 28th to August 31st 1997. The meeting will be held in Sofia, Bulgaria's capital.

The aim of the meeting is to bring together people from the deterministic and stochastic modelling worlds with the expectation that something useful may come out. Very often researchers from one of these two disciplines have no idea about the results and developments in the other. Ideas and results often overlap. A meeting like the one we are proposing may turn out to be very exciting.

ATTENTION: This meeting is age-structured! We strongly encourage the participation of students and young researchers. Please, indicate in your registration form whether you are a student or a researcher under 30 years of age. We have applied for funding for young researchers. Besides, some special lodging rates could be offered. Students are offered to pay a lower conference fee which does not include Proceedings publications costs.

Topics of the conference.

1. Deterministic and stochastic approaches to mathematical modelling in :

- * population dynamics;
- * epidemiology;
- * immunology;
- * genetics;
- * neurophysiology;
- * molecular biology;
- * cell biology;
- * pattern formation;
- * bioecology;

2. Computational biomathematics.

PROGRAMME COMMITTEE, in alphabetical order (the list is still incomplete).

Jim Cushing (USA), Odo Diekmann (The Netherlands), Mats Gyllenberg (Finland), Mimmo Iannelli (Italy), Peter Jagers (Sweden), Marek Kimmel (USA), Jia Li (USA), Fabio Milner (USA), Hal Smith (USA), Anton Wakolbinger (Germany), Nikolay Yanev (Bulgaria)

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE (in alphabetical order): M. Bojkova, N.Chipev, V.Covachev, L.Dragnev, M.Kandev, T.Kostova (chair), I.Lirkov, D.Vassileva, P. Vassilevski

INVITED SPEAKERS WHO HAVE CONFIRMED THEIR PARTICIPATION (list not yet complete):

J.Cushing, "Nonlinear Dynamics and Chaos in Insect Populations: Deterministic/ Stochastic Models and Laboratory Experiments"; O.Diekmann, "Epidemic Models" or "Physiologically Structured Population Models";

M.Iannelli, TBA;

P.Jagers, "Population Size Dependence in Branching Populations"; M.Kimmel, "Branching -within - branching and Intracellular Genetics of Mitochondria";

J.Li, TBA;

F.Milner, "Host-Parasite Systems".

COMMUNICATION

E-mail is preferred, unless the prospective participant requests for ordinary mail or fax, all following information will be sent electronically. Send

- e-mail to DESTOBIO@ISCBG.ACAD.BG.

- ordinary mail to

Dr. Tanya Kostova,
Institute of Mathematics,
Bulgarian Academy of Sciences,
Acad. G. Bonchev str., block 8,
1113 Sofia, Bulgaria

- fax:

fax number (+3592) 971 36 49

SESSIONS

Special sessions are planned. Please, if you would like to organise a special session, point this out in the Registration form which should be sent back at your earliest convenience. The following topics for special sessions have been proposed up to now (by alphabetical order of last names).

"Dynamics of Metapopulations", proposed by M. Gyllenberg; "Numerical Methods for Age-structured population models",

proposed by M.Iannelli;

"Stochastic Models in Cell and Molecular Biology",

proposed by M.Kimmel;

"Mathematical Epidemiology", proposed by Jia Li.

ABSTRACTS

Should be sent to one of the above pointed addresses BEFORE MARCH 1st. E-mail is STRONGLY preferred. Please, create your document with LaTeX. The abstract should contain the title, author's names, affiliation, e-mail address in the header and should be no longer than one page.

DEADLINES

- abstracts and early registration :

sent not later than March 1st 1997.

- letters of acceptance of abstracts will be sent back by April 15th 1997

(by e-mail where possible).

- second announcement sent out May 15th 1997. - early payment - before June 15th 1997.

CONFERENCE FEES

Non-students: If paid after June 15 1997.....\$ 165

If paid before June 15 1997.....\$ 150

Students: If paid after June 15 1997.....\$ 95

If paid before June 15 1997.....\$ 85

Accompanying fellows:\$ 55

The fee includes Proceedings publication, welcome party, banquet, coffee/tea during breaks, excursion and mailing costs.

WWW SITE:

<http://WWW.MATH.ACAD.BG/special/destobio.html>

数理生物学メーリングリスト[biomath] 開設のお知らせ

江副日出夫 (数生懇事務局)

hezoe@center.osaka-wu.ac.jp

数理生物学に関する情報交換、研究交流の場として「数理生物学メーリングリスト」(biomath) を開設しました。運営主体は数理生物学懇談会(数生懇)ですが、数生懇会員に限らず、数理生物学に興味をもつ参加者を広く募集します。

参加を希望される方は、Subject欄にAPPENDと書いたメールを

biomath-control@bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp

宛てに送ってください。MLから登録完了のメッセージと簡単なコマンド操作マニュアルが送られてきて、MLメンバに自動的に登録されます。その際、メールの本文に書かれた内容はプロフィール(自己紹介文)として登録されます。

(上記アドレスは制御コマンド用のアドレスです。入会後の一般投稿のためのアドレスは biomath@bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp ですので、ご注意ください。)

☆メーリングリストについて

メーリングリスト(以下、ML)とは、簡単に言うと、「あるアドレスに電子メールを送る(投稿する)と、参加者全員にそのメールが配送されるようなシステム」のことです。このシステムにより、ML参加者間での公開討論や情報交換ができます。

MLに投稿される記事は、参加者全員に配布されるものなので、ある程度の公共性をもつ内容でなくてはなりません。biomathにおいて、どの程度の公共性のある記事を「投稿の価値あり」と判断するかは、投稿する参加者の判断に委ねたいと思います。

明らかに公共性を欠く記事の投稿があった場合—私的なメールを誤ってMLに投稿してしまう事故は後を絶ちません—ML管理者から投稿者に注意を促すメールを送るなどの措置をとります。もちろん、数理生物学およびその関連分野と関係のない投稿についても同様です。

☆その他の注意事項

- ・投稿メールのSubjectは半角英数字を用いてください。
- ・自動返信は投稿者個人宛になるように設定してあります。投稿に対する返事をMLに送りたい場合は、面倒ですが送付先アドレスを付け換えて投稿してください。(公共性が高い返事は必ずMLに送ってもらうよう、よろしくお願ひします。)
- ・制御コマンドの使い方を知るには、

biomath-control@bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp 宛てに、Subject欄にHELPまたはMANUALと書いて送ってください。

附記：biomathの開設にあたっては九州大学の数理生物学研究室にサーバの提供及び管理をお願いしています。この場を借りてお礼を申し上げます。

編集後記

年末を迎え、ようやく今年も終わるかという想いともう終わってしまうのかという想いが交錯しています。今回も、11月になってからおお慌てで、多くの方々に原稿をお願いしました。いつもよりは若干ページ数が少ないものの会員の皆さんの自主的なご協力もあり、何とかニュースレター第21号をお届けできることになりました。私自身の個人的興味から、京都産業大学の細野さんにAUTOについての紹介記事をお願いしたのですが、日本におけるAUTOの第一人者ということで、広島電機大学の高石さんを紹介していただきました。会員ではないにも関わらず、無償の原稿依頼に快く応じて素晴らしい原稿をお送りいただいた高石さんに心から感謝いたします。

11月には、数理生物学メーリングリスト (biomath) がスタートしました。会員の方々の積極的なご加入をお待ちしています。今後は、メーリングリストと相互に補い合って効率的に情報伝達を行なうため、印刷媒体で発行するニュースレターの紙面づくりにも一層の工夫が必要になるでしょう。次号は、お約束したように若い院生の皆さんに研究発表の場を提供するため、修士論文特集を組みたいと思います。お一人2ページ程度で自由に書いていただくことを計画しています。広義の数理生物学に関するものなら何でもかまいません。ご本人及び指導教員の方からのご応募をお待ちしています。原稿締め切りは3月8日(土)ですが、編集の都合がありますので、修士論文の要旨をお書きいただける方は、1月31日(金)までにご連絡下さい。第22号は4月発行予定です。原稿締め切りは、3月8日(土)としますが、掲載できなかったものは次号に引き継ぎますので、随時原稿をお送りください。会員の皆様の投稿をお待ちしております。(難波)

JAMB Newsletter No.21

目次

研究会報告

3rd European Conference on Mathematics Applied to Biology and Medicine	瀬野 裕美	1
ハイデルベルグ学会記	中山 木綿	3
第6回国際行動生態学会に参加して	高須 夫悟	4

寄稿

数学と人口問題の間	稲葉 寿	6
分岐解析プログラムAUTO94	高石 武史	14
病気の数理モデルの「故郷」を訪ねて三千里	梯 正之	20

研究紹介

生物学における非線形数学モデル	森本 宏	23
-----------------	------	----

生命現象のシナリオを考えるフォーラム	横山 聡	25
--------------------	------	----

書評

An Introduction to the Mathematics of Biology	瀬野 裕美	26
---	-------	----

国際会議案内

International Conference on Deterministic and Stochastic Modelling of Biointeraction		27
---	--	----

数理生物学メーリングリスト (biomath) 開設のお知らせ		29
---------------------------------	--	----

会員情報の更新 ('96.10~'96.12)		30
-------------------------	--	----

編集後記

目次

裏表紙見返し
裏表紙

数理生物学懇談会ニュースレター第21号
1997年1月発行
〒590 堺市大仙町 2-1
大阪女子大学学芸学部基礎理学科
数理環境科学研究室内
数理生物学懇談会ニュースレター編集局
印刷・製本 うめだ印刷(株)