

JAMB Newsletter No. 27

数理生物学懇談会
ニュースレター

第27号

1999年1月

*Japanese Association
for
Mathematical Biology*

事務局移転に当たって

1990年に本会発足以来、本会の事務局は京都大、広島大、九州大、大阪女子大が担当してきました。1998年10月からは静岡大学工学部システム工学研究室に担当していただくことになりました。お蔭様で第4期事務局が担当している間にも会員は着実に増え、1998年10月に京都大学数理解析研究所で開催された第8回数理解生物学シンポジウムは、多くの若手の講演と多数の熱心な聴衆を得て、熱気に包まれる中で終わることができました。Society for Mathematical Biology (アメリカ数理解生物学会)と共同で設立した大久保賞も、第1回授賞者の選考を終え、まもなく正式発表の段取りになっています。そして、受賞者は、1999年6月29日から7月3日まで、アムステルダムで、ヨーロッパ数理解・理論生物学会(the European Society for Mathematical and Theoretical Biology, ESMTB)とSociety for Mathematical Biology (SMB)の共催で開催される国際会議、Theory and Mathematics in Biology and Medicine 1999を締めくくる講演(closing lecture)をすることになっています。また、1998年10月16日に開催された総会で、数理解生物学懇談会会則をお認めいただき、これに基づいて事務局長、運営委員などの新しい役員を選出することができました。今後は、明文化されたルールに則った運営をし、また事務局の責任と支援体制を明確にすることにより、より一層開かれた団体としますます多くの皆様にご参加いただき、会の運営にも関わっていただけるものと期待しております。

総会では、ニュースレター編集局を移転して1年後に事務局を移転し、事実上の移行期間を設けるということも制度として認めていただきました。この決定に基づいて、1年前からニュースレターの編集を担当していただいている静岡大学に事務局を移転することになりました。この1年間、新たな企画も登場し、ニュースレターの内容の充実ぶりには感心させられています。新編集局のご努力に心から敬意を表するものであります。

私たちが事務局をお引き受けしたときの課題は、国際化と情報化でした。大久保賞を設立し、メーリングリストbiomathの運営も九州大学のご協力で軌道に乗っていますが、今後はさらなる発展が必要だと思います。時に外国人の方から入会の打診がありますが、ニュースレターの内容や会員情報が日本語でしか提供されていないと聞いて二の足を踏まれる場合があります。日英二ヶ国語での会のホームページを実現できれば、会員の交流に役立つとともに、より広い世界に会のメッセージを発信することができるようになるでしょう。新事務局のもと、新たな着想で数理解生物学懇談会が大いに発展することを願っています。

数理解生物学懇談会 第四期事務局(旧) 難波 利幸
江副 日出夫

このたび、数理解生物学懇談会の事務局を、静岡大学工学部システム工学科に所属する懇談会メンバー4名でお引き受けすることになりました。これまで事務局を担当されてこられた大阪女子大学基礎理学科数理解環境科学研究室の難波さん江副さんを初めとする研究室の方々に心からお礼を申し上げます。

昨年秋に認められた新しい数理解生物学懇談会会則に基づき、特に運営委員会制度をどのようにしていくか考えております。一年前に受け継いだニュースレターの編集局の活動(特に、新企画の入門以前シリーズの連載)をとおして数生懇が幅広い活動分野から成り立っていることを実感しています。私たち第五期事務局は、この夏にサマースクールと銘打って何かできないかと考えています。数理解生物学のエッセンス(それが何であるかは大いに議論が必要ですが)を徹底的に勉強する機会を提供し、特に若手に数理解生物学を広げていきたいと思っています。

ふと気がつくと「すうせいこん」と入力すると数生懇と間違いなく出力するパソコンに気がつきました。この2年間十分な事務局活動ができるかどうか不安ですが、気がついた点は是非事務局に一報ください。

数理解生物学懇談会 第五期事務局 竹内康博
吉村仁
佐藤一憲
宮崎倫子

数理生物学懇談会総会報告

大阪女子大学 難波利幸

おかげさまで、第8回数理生物学シンポジウムは、150名を超える出席者、そして70名を超える懇親会への参加者を得て、ハードなスケジュールにもかかわらず、熱気にあふれる議論の内に終了することができました。参加者の皆様、ご協力いただいた方々に心からお礼を申し上げます。

遅くなりましたが、10月16日に行われた数理生物学懇談会の総会の報告をいたします。

議題1. 会則の制定

第13条の最後に、「運営委員の任期は2年とする。」という規定を加える修正を行った上で、原案を承認しました。なお、多くの地区で会員数が限られているため、事務局員と編集委員の兼務や、運営委員の再任を認めることを確認しました。

議題2. 編集局・事務局交代のルール

引き継ぎを円滑にするために、これまで慣例となっていた、一年間編集局を担当してきた研究室に事務局をお願いするというルールを当面継続することを決議しました。したがって、編集局・事務局の役割は、最初の1年間は編集局、次の1年間は事務局と編集局の兼務、最後の1年は事務局ということになります。

議題3. 役員選出

上記の決議にしたがって新事務局を静岡大学におくことを決めた後、次の方々を新役員に選出しました。なお、現在会員名簿の編集を旧事務局で行っているため、入会申し込み、会員情報の変更通知等は11月30日までは旧事務局にお送りください。

事務局長	竹内康博(y-takeuchi@ipch.shizuoka.ac.jp)
財務担当幹事	吉村仁(jin@sys.eng.shizuoka.ac.jp)
事務局員	佐藤一憲(sato@sys.eng.shizuoka.ac.jp)
	宮崎倫子(rinko@sys.eng.shizuoka.ac.jp)
監事	難波利幸(tnamba@center.osaka-wu.ac.jp)
編集委員長	佐藤一憲
編集委員	吉村仁
	宮崎倫子
	竹内康博

運営委員

北海道・東北地区	高田壮則(takada@dc.htokai.ac.jp)
関東地区	稲葉 寿(inaba@ms.u-tokyo.ac.jp)
中部地区	関村利朗(sekimura@isc.chubu.ac.jp)
近畿地区	梅田民樹(umeda@kumm.cc.kshosen.ac.jp)
中国・四国地区	入江治行(haru@eirene.ipc.hiroshima-u.ac.jp)
九州地区	望月敦史(amochscb@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp)
地区を特定しない委員	

江副日出夫(hezoe@center.osaka-wu.ac.jp)
梯 正之(mkake@ipc.hiroshima-u.ac.jp)
高須夫悟(takasu@ics.nara-wu.ac.jp)
松田裕之(matsuda@ori.u-tokyo.ac.jp)

大久保賞選考委員

重定南奈子(sigesada@ics.nara-wu.ac.jp)
三村昌泰(mimura@math.sci.hiroshima-u.ac.jp)
巖佐 庸(yiwasscb@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp)

数理生物学懇談会会則(1998年10月16日制定)

第1章 総則

第1条「名称」本会を数理生物学懇談会 (The Japanese Association for Mathematical Biology) という。

第2条「目的」本会は数理生物学の研究の発展と普及をはかることを目的とする。

第3条「事業」本会は、研究発表会の開催、会誌の発行、大久保賞の運営、内外の関連学会・諸機関との連絡、メーリングリストbiomathの運営、その他前条の目的を達成するために必要な事業を行う。

第2章 会員

第4条「会員」本会の会員は正会員および名誉会員とする。

1)正会員は、本会の趣旨に賛同し、所定の手続きを経て入会し、会費を納める個人。

2)名誉会員は、数理生物学および本会の発展に特に功績のあった個人の中から、総会の議決をもって推薦されたもの。名誉会員は会費を納めることを要しない。

第5条「入会」本会に入会を希望するものは、氏名(フリガナおよびローマ字表記つき)、所属・所属住所・所属電話およびファックス番号、研究テーマ、所属学会、電子メールアドレス、ホームページURL、身分(学生/一般)、ニュースレター配送先(勤務先/自宅/その他)を記入した入会申込書を事務局宛てに提出し、一年分の会費を納入しなければならない。

第6条「退会」退会を希望するものは、事務局宛てに退会届を提出しなければならない。ただし、既に納めた会費は払い戻さない。

第7条「会員の権利」会員は本会の行う事業に参加し、本会の会誌に投稿し、本会の発行する印刷物の配布を受けることができる。また、本会の事業・運営に関して、運営委員会に対し、または総会において、意見を述べるができる。

第8条「除名」会員が、本会の活動を妨げ、あるいは本会の名誉を著しく棄損したと認められるときは、総会の議決を経て、除名することができる。

第3章 役員

第9条「地区」全国を、北海道・東北、関東、中部、近畿、中国・四国、および九州の6地区に分ける。

第10条「役員」本会に次の役員をおく。

- 1)事務局長 1名, 2)財務担当幹事 1名, 3)事務局員 若干名, 4)運営委員 10名, 5)監事 1名, 6)編集委員長 1名, 7)編集委員 若干名, 8)大久保賞選考委員 3名.
- 第11条「事務局長」事務局長は, 正会員によって推薦されたものの中から, 総会において決める. 事務局長の任期は2年とし, 再任を妨げる.
- 第12条「事務局員」財務担当幹事および事務局員は, 事務局長と同じ地区に所属する会員の中から, 事務局長によって指名されたものとする. 財務担当幹事および事務局員の任期は2年とする.
- 第13条「運営委員会」各地区から各1名選出された委員を含む計10名の委員, および事務局長と財務担当幹事とで運営委員会を構成する. 運営委員の任期は2年とする.
- 第14条「編集委員会」総会において選出された編集委員長および編集委員若干名で会誌編集委員会を構成する. 委員長および委員の任期は2年とする.
- 第15条「監事」監事は事業および会計を監査する. 監事の任期は2年とし, 総会において選出する.
- 第16条「大久保賞選考委員」本会に大久保賞選考委員3名をおく. 委員は, Society for Mathematical Biology と共同で設立され, 2年に1回授与される大久保賞の受賞者の選考にあたる. 委員の任期は3年とし, 毎年1名を改選する. 委員は総会において決めるが, 本会会員であることを要しない. 任期の最後の年にあたる委員が日本側を代表する委員となる. 3年の任期を終えた委員は, その後の6年間, 委員に選出されることができない.

第4章 会議

- 第17条「総会」総会は, 事務局長が毎年1回これを召集し, 議長となる. 事務局長は, 予算・決算, その他重要議題を, 事前に会員に通知しなければならない.
- 第18条「運営委員会」運営委員会は事務局長がこれを召集し議長となる. ただし, 2名以上の運営委員からの申し出があったときは, これを召集しなければならない. 運営委員会は, 電子メールを利用した持ち回り方式で開催することができる.

第5章 会計

- 第19条「会費」本会の経費は会費そのほかの収入をもってあてる. 会費の額は総会において決める. 会費の納付は前納を原則とする. 会費を2年分滞納した会員には印刷物の送付を停止し, 3年分滞納したときは自動的に退会したものとみなす.
- 第20条「会計年度」本会の会計年度は毎年1月1日に始まり, 12月末日に終わる.
- 第21条「決算」事務局長は, あらかじめ監事の監査を受け, 決算を総会に報告し, その承認を受けなければならない.
- 第22条「特別会計」本会の会計は, 一般会計および特別会計からなるものとする. 特別会計は, シンポジウムの運営および招待講演者(大久保賞受賞者を含む)の旅費補助を目的とし, 一般会計から毎年相当額を繰り入れるものとする.

第6章 雑則

- 第23条「会則の変更」本会の会則を変更するには, あらかじめ会員に原案を送付した上, 総会において出席者の3分の2の賛成を得て議決しなければならない.
- 第24条「会員への連絡」緊急の場合, 事務局から会員への連絡は, メールリストbiomathへの投稿によって代えることができるものとする.

#####

系統樹のグラフ理論

歴史は数理に通じること

— 系統学入門以前 —

三中信宏

農林水産省・農業環境技術研究所・計測情報科

■はじめに

系統推定 (phylogeny estimation) とは、形態的特徴や核酸塩基配列など生物のさまざまな形質をデータとして、そのデータをもっともうまく説明できる系統仮説 (phylogenetic hypothesis) を選ぶことである。生物進化の歴史としての系統が未知であり続けたとしても、われわれは形質データのある関数値として推定系統樹を導ける。特定の形質データのもとで得られた推定系統樹は、形質データが将来的に変われば、同じままである必然性はない。それはそれでまったくかまわない。選ばれた系統仮説は必ずしも絶対的な「歴史的眞実」とはかぎらない。むしろ、ある仮説選択規準のもとで、仮説 H_1 が、他の対立仮説 H_2 と比較して、現時点でのデータをよりうまく説明できたから、 H_1 を選ぶわけである。

何が「もっともうまい」説明と言えるのか—すなわち系統仮説の選択規準については、今もなお論争が続いている。本稿では、最節約法 (parsimony method) に基づく系統推定規準がどんな性質をもつ推定量を与えるのか、そして形質データのもとでどのようにすれば特定の系統仮説が推定値として求まるのかについて論じる。とくに、最適グラフ (分岐樹形図) の特徴づけならびに推定されるべきパラメーターの設定 (樹形・祖先形質状態など) を行なう。その上で、系統推定問題が、最適グラフを探索するという意味で、組合せ論的最適化問題としての性格をもつことを示す。

本稿において私が論じた生物系統学に関するもっと広範な話題については、1997年の暮れに出版した拙著（『生物系統学』：東京大学出版会）を参照していただきたい。

■最節約樹形図の探索－系統シュタイナー問題の出現

まずはじめに、系統推定論で必要となる、グラフに関する用語を導入す

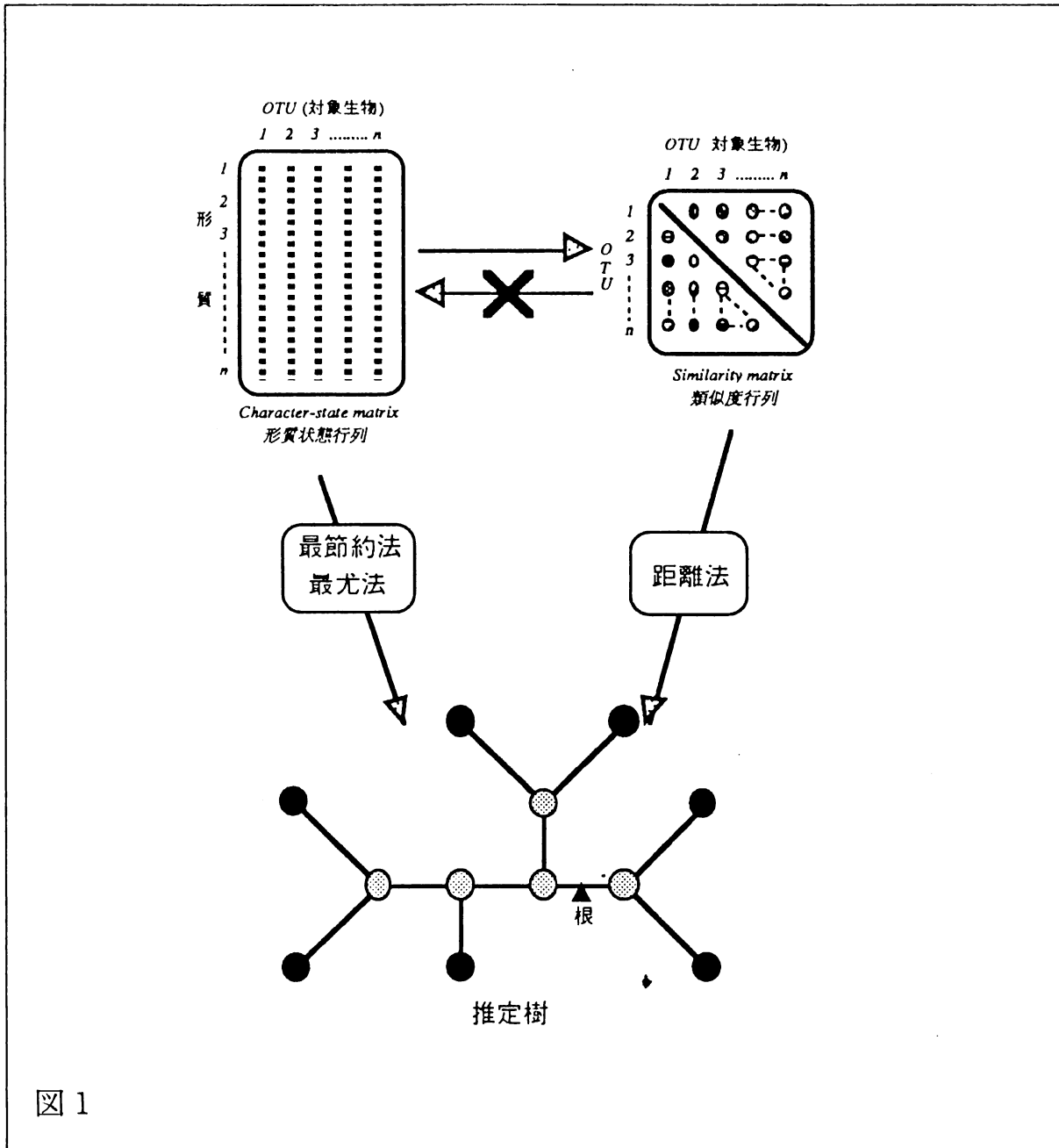


図 1

る。樹形図 (tree) とは、すべての点 (node) を結ぶ、ループを持たないグラフである。樹形図の隣接する2点を結ぶ線分を辺 (edge) と呼び、端点 (pendent node) と内点 (internal node) に分ける。端点とは樹形図の末端に位置し、ただ1本の辺とのみ接続する。一方、内点とは樹形図の内部の分岐点であり、2本以上の辺と接続する。系統学では、端点はOTU (操作的分類単位)、内点はHTU (仮想的分類単位) とそれぞれ呼ばれている。本稿でもこの呼称を用いる。

ある樹形図に含まれるすべての内点がいずれも2本の辺のみとつながるような樹形図を二分岐的 (dichotomous)、そうでない樹形図を多分岐的 (polytomous) と呼ぶ。樹形図に含まれる各点に対して、ある状態 (あるいは値) を対応させるとき、この写像を形質 (character)、そしてこの写像によりある点に対応する状態 (値) を形質状態 (character state) と呼ぶ。形質とは関数であり、形質状態とは関数によって写像された値である。

このような形質データを出発点として系統樹構築にいたる道のりを鳥瞰的に見渡したのが、図1である。近隣結合法 (neighbor-joining method) のような距離法では、距離データから系統樹を推定する。一方、形質状態データを直接用いて系統推定する方法は形質状態法と呼ばれ、最節約規準に基づく最節約法 (parsimony method) や最尤規準を目的関数とする最尤法 (maximum likelihood method) がこのカテゴリーに属する。これらの形質状態法は、ある目的関数 (objective function) を設定し、その値を最適化する系統仮説を探索する。

以下で論じる最節約法とは、与えられた形質データに対して、形質状態の変化数を目的関数として、その値を最小化する系統仮説を求める。一方、最尤法では、ある分子進化モデルのもとで、観察された配列データの尤度 (すなわち生起確率の総積) を目的関数とし、その値が最大となる系統仮説を探索する。すなわち、形質状態法による系統推定とは、簡単にいえば、系統推定をある目的関数の最適化問題に帰着させるということである (Swofford *et al.* 1996)。

系統樹はグラフという「離散的」な構造である。したがって、系統推定問題は本質的に「離散最適化問題」のひとつとみなされる。秋山仁がまとめた、日本における離散数学の通史 (秋山 1996) の中にも、系統推定問題が研究分野の一つとして挙げられている。生物学の問題が数理科学と直結

する一つの接点がここで論じようとする系統推定問題なのである。

以下では、系統推定の部分問題として、まずはじめに「祖先復元問題」(ancestral reconstruction problem) に遭遇する。祖先復元問題とは、系統樹の樹形を既知としたとき、観察された端点形質状態から内点形質状態を推定するという問題である。この祖先復元問題は、樹形を既知とするという点で、最節約規準のもとでの樹形探索問題に進むための出発点となる。

図2をみられたい。端点Xを根として端点A、B、Cの間の系統関係に関する対立仮説は、上端に図示した3仮説—A (BC), B (CA), およびC (AB)—だけである。いま、X、Aには状態0が、そしてB、Cには状態1があるような二値的形質が観察されたと仮定する。このとき、各樹形図の2内点に対して、0または1のいずれの形質状態を配置するかによって、それぞれ4通りの祖先復元が可能である。これらの中には最節約的な復元も非最節約的な復元も含まれる。各樹形の下に図示したのは、4通りの可能な祖先復元およびそれぞれの復元のもとでの樹長(要求される形質状態の変化総数)である。内点形質状態の最節約復元とは、要するに、これらの復元の中から、樹長が最も小さくなるものを探索することである。最節約樹形の推定は、さらに一歩進んで、最節約復元のもとでの最短樹長を、樹形を変化させることで、最小化するという問題を解く。図2の例では、各樹形のもとでの最短樹長が左から順に1, 2, 2となるので、最節約樹形はA (BC) と判定される。

系統推定問題のサイズ(端点数)が n であるとき、最節約復元問題の計算量のオーダーは悪くても n の2次式、よければ1次式である(Hanazawa *et al.* 1995; Narushima and Hanazawa 1997)。したがって、最節約的な祖先復元問題それ自体は、計算量的にはたいした問題ではない。一方、最節約的な樹形の探索ははるかに困難である。樹形それぞれに対して求められた最節約復元の最小全長が、その樹形のスコアである。最節約樹形の探索とは、要するに、樹形図の全体集合の中から、最小の全長スコアを持つものを探索することである。図2の例では、相異なる樹形(対立仮説としての)が3つしかないから、問題の深刻さが伝えられないが、端点数(問題のサイズ)が増大していくにつれて、異なる樹形図の総数は爆発的に増大する。実際、端点が n 個ある完全2分岐樹形図の総数は、 $1 \times 3 \times 5 \times \dots \times$

最節約樹形の探索

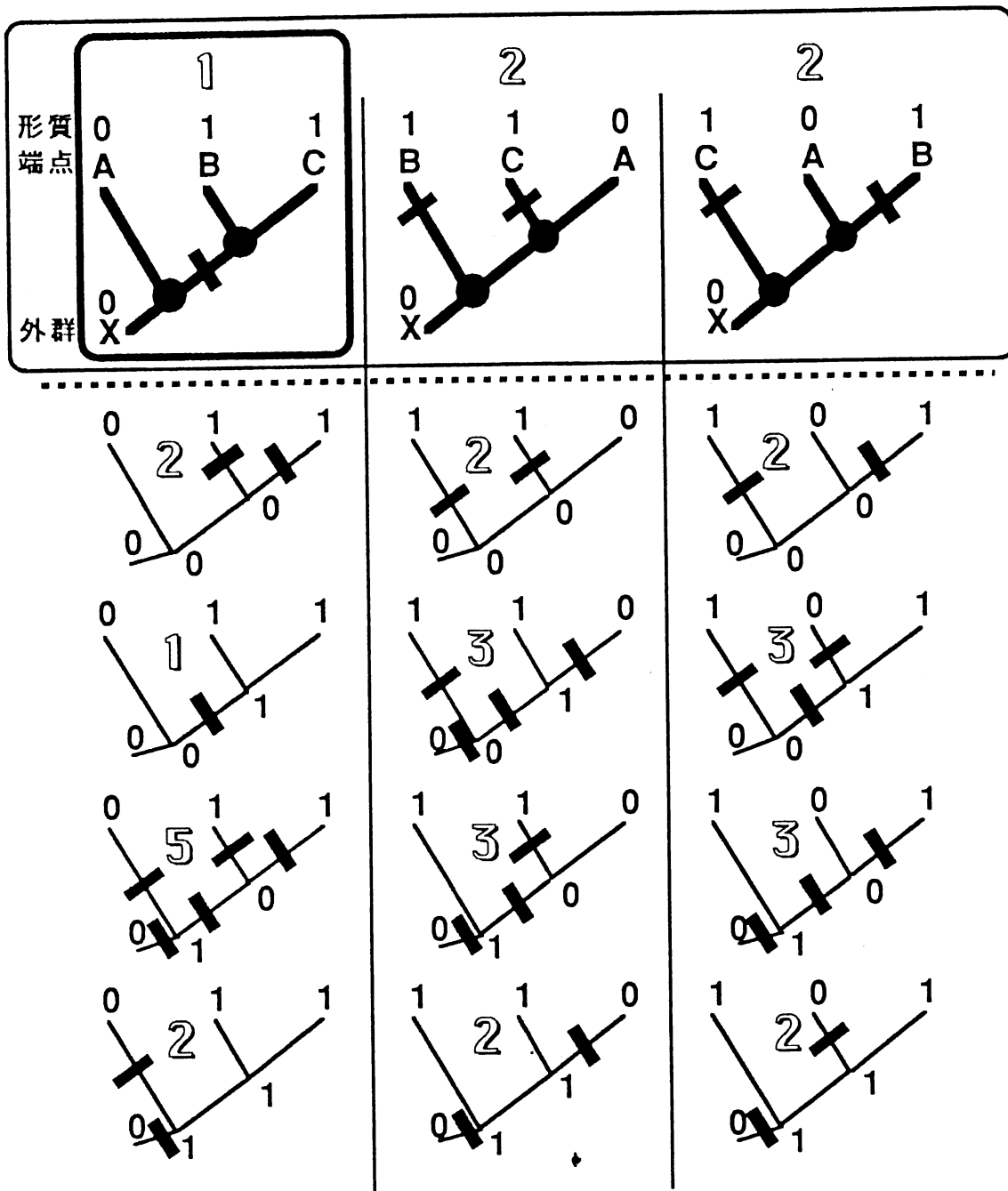


図 2

($2n - 5$)として計算でき、これは探索空間(系統樹空間)が組合せ論的に爆発することを意味している。このことから、系統学者が現実に扱う、中程度のサイズの形質データであったとしても、最節約樹形の探索には非現実的なオーダーの計算時間が必要であることが決してまればない。最節約原理のもとでの系統推定(最尤法でも同じことだが)がNP完全というとてもない地雷を踏むこと、すなわち系統学における最節約樹探索(系統シュタイナー問題)はNP完全であること(Foulds and Graham, 1982 ; Hwang et al. 1992; 成嶋 1997)を系統学者は日々かみしめている。

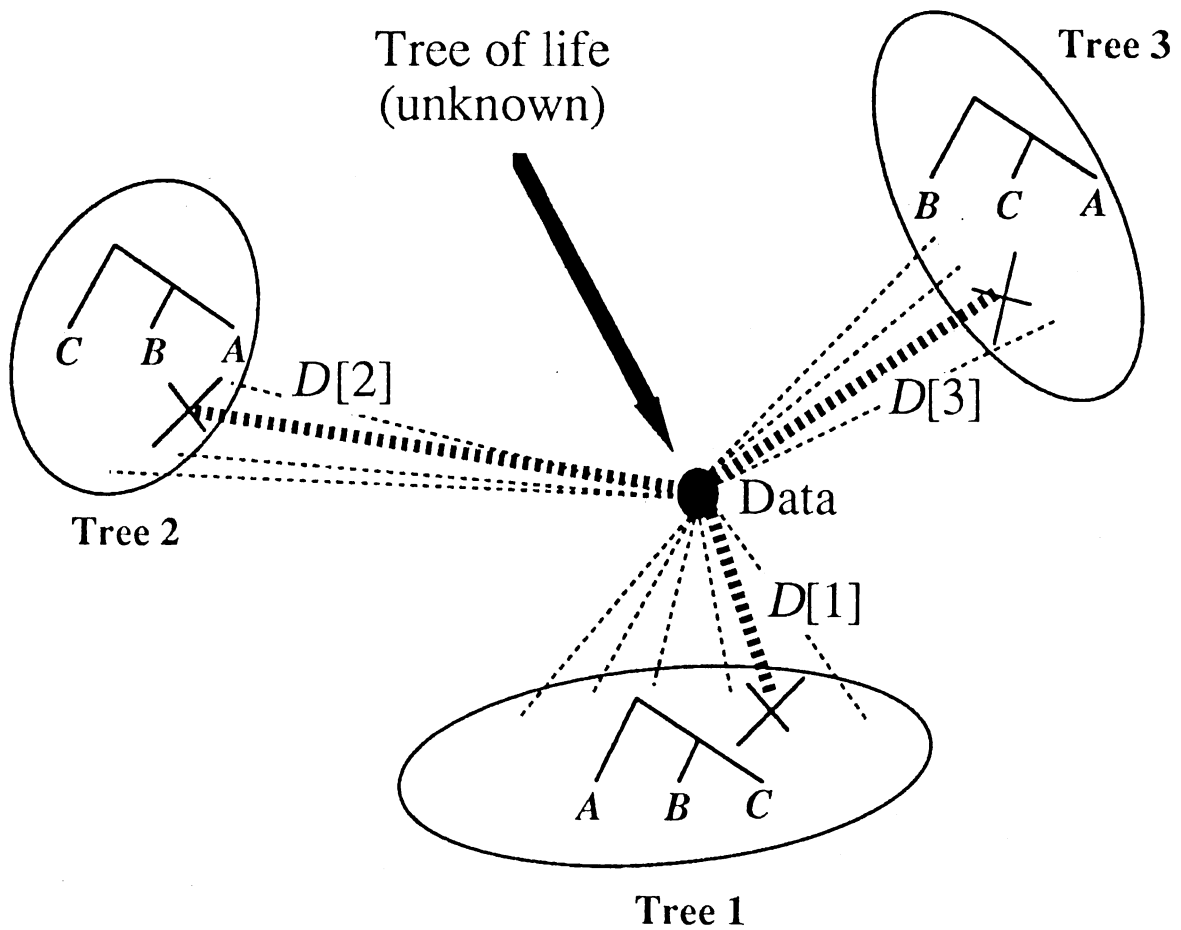
■モデルとパラメーター

祖先復元問題とは、系統樹の樹形を与えたときに、その系統樹に含まれるパラメーターである内点形質状態(祖先形質状態)を決定するという問題である。一方、系統シュタイナー問題とは、内点形質状態だけではなく、樹形そのものをも離散的に変化するパラメーターとみなし、最適解を発見することである。モデルとしての系統樹は性格の異なる2種類のパラメーターを含んでいるといえる。われわれ系統学者は、形質データからこれらの未知パラメーターをできるだけ高精度に推定しようとする。もちろん、系統樹は構造的にもっと複雑にすることができる。形質進化速度(たとえば塩基置換頻度)や分岐時間を未知パラメーターとして推定を行なうこともできる。

図3は、上述の祖先復元問題と系統シュタイナー問題との関係を、モデルとパラメーターの観点から、模式的に示したものである。未知の系統発生過程—それをかりに「生命の樹」(the tree of life)と呼ぼう—が生成した形質をわれわれはデータとして利用する。このとき、観察されたデータを説明しようとする樹形モデル(上の例では3つある系統樹)の最節約規準のもとでの最適性は、データとモデルとの「距離」として直感的に表現できる。

あるモデルを固定したとき、たとえばA (B C) (図中の「Tree 1」)という系統関係を前提とするとき、そのモデルが含意する共通祖先形質状態というパラメーターについて祖先復元を行なう。図3の中で、このモデルが指定するパラメーター空間へ下した点線の集合が祖先復元の可能性の

集合である。最節約規準のもとで得られる祖先復元解は、観察データからの距離（ここでは全長）が最小となる形質状態の組である。たとえば、観察データからこのモデルが指定するパラメーター空間に垂線を下ろすことに相当する。こうして得られた最小全長が、このモデルのもつスコアとなる。同様の操作を他のモデル（図中の「Tree 2」と「Tree 3」）に対しても実行すると、各モデルごとにスコアが得られる。これらのスコアが最小となる樹形を探索することが系統シュタイナー問題である。



第1 最節約原理 = M P R 問題 (min(j) $D[i;j]$)
 第2 最節約原理 = Steiner問題 (min(i) $D[i]$)

「距離和 $D \rightarrow \text{Min}$ 」

図 3

■系統樹探索アルゴリズム

系統樹の探索にあたっては、1) 網羅的枚挙法；2) 分枝限定法；3) 発見的探索法が現在用いられている。完全探索法は可能なすべての樹形を枚挙し、各樹形ごとに与えられたデータのもとの全長を計算し、最節約樹形を探索する。この方法を用いて得られた樹形は、大域的な意味での真の最節約樹形であることが保証される。その一方で、この方法の最も深刻な問題点は、端点数（問題のサイズ）が増えたときに、評価しなければならない樹形の数が爆発的に多くなるという点である。

1) 網羅的枚挙法

大域的最節約樹を速く発見するという目的から言えば、分枝限定法が最適である。したがって、分枝限定法がすでに広く普及した現在、この網羅的枚挙法の唯一の存在意義は、全樹に関する特性の頻度分布をつくることにのみある。たとえば、全系統樹のスコアの頻度分布である樹長分布は形質データの情報量評価に利用することができる。

2) 分枝限定法

分枝限定法の原理は、解くべき問題を部分問題に分割し、ある限定条件のもとでいくつかの部分問題だけを解くことによって、もとの問題全体を効率的に解決するという方針である。探索樹に沿った深さ優先探索の途中で、全長が初期値を越えたならば、それより先の領域で最節約樹形を発見できる可能性はないので探索を中止し後戻りする。一方、先端まで探索したときに初期値よりも小さな値が得られたならば、その値を新たな初期値として設定し直し、さらに探索を続ける。こうして、すべての樹形を逐一枚挙しなくても真の最節約樹形に到達できる。

3) 発見的探索法

発見的構築法では、まずはじめに逐次的に端点を部分無根系統樹に付加して初期系統樹を作る。次いで、その初期樹の枝を位置交換することによっ

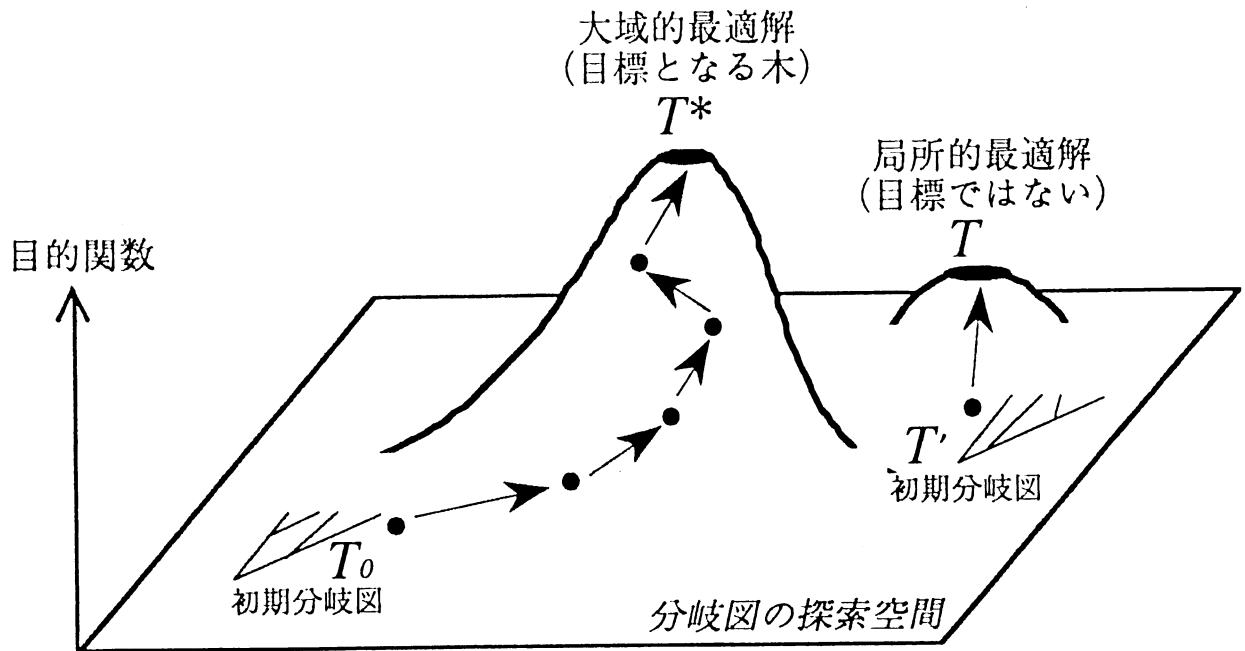


図 4

て全長がより短くなるような樹形を発見的に構築する。ただし、発見的構築法を用いて得られた樹形が真の最大節約解（大域的な最大節約解）であるという保証はどこにもない。得られた解が、発見的構築の過程でたまたま陥った局所的な解（大域的には最大節約的ではない）にすぎないかもしれないからである（図 4 参照）。

したがって、発見的構築の過程で局所解を頂点とする島に入りこんでしまった場合、いかにしてその島から脱出して、大域的な最大節約解を頂点とする島にたどり着くかが重大な問題になる。発見的構築法が局所解にしばしば陥るという欠点を補うために、以下に示すさまざまな方策が考案されている。

・ 逐次端点付加

初期無根樹を作るための逐次端点付加には、単純にデータ行列に入力されている端点の順番に部分樹に付加する方法、疑似乱数によって端点付加順を決める方法、あるいは 3 つの端点の可能なすべての組み合わせを考え、

それぞれの組が作る部分無根系統樹を出発点として全長が短くなるように他の端点を付加する方法などいくつかのやり方が提案されている。さらに、最後の方法のように最節約的に端点付加をする場合、各段階での最節約部分樹だけでなく、それよりも少しだけ長い準最節約部分樹をも保持させるようにすれば、大域的な最大節約解を導くはずの初期樹を端点付加過程で棄却してしまう危険性が減るだろう。

・分枝交換

分枝交換の規模が大きいほど、局所解に陥る危険性は小さくなるが、計算時間は確実に増大します。分枝交換の過程では、その時点での中間解として生じうるいくつかの最大節約的な樹形だけでなく、複数個の準最大節約的な樹形も同時に保持する必要がある。これもまた、最終的に大域的な最大節約解となるかもしれない樹形を構築途中で捨ててしまわないための予防策である。

ボロノイ法や遺伝的アルゴリズムなどさらに進んだ探索法も開発されつつある。これらの方法の発展には、生物学者の知識だけでは太刀打ちできない。数理科学者とのさらなる交流と協力が必要であると私は感じる。

■探索空間の地形

与えられた形質データ集合のもとでの最適系統樹の選択という問題は、与えられた環境（形質データ集合）に対する系統樹の適応度（全長）すなわち系統樹探索空間の適応地形と深く関わっている。与えられたデータのもとでの探索空間の地形を考えることにより、大域的最適解がどこにいくつあるのか、局所解がどの程度散らばっているのか、という問題へのアプローチが可能である。系統樹の探索空間の適応地形を詳細に考察したのは、Stuart A. Kauffman だった。

Kauffman (1993, Chap.2) は、カオスと秩序との関連性を分析するための道具として「NKモデル」を用いた。Nとはその系の構成要素数（たとえば配列の長さ）であり、Kとは要素間の相互作用の数である。NKモデルそれ自体は、高次元配列空間(たとえばある長さのアミノ酸配列または塩基配列の全体集合)における個々の配列の適応度を配列間の相互作用を込みに

してモデル化したものである。このモデルを用いて、Kauffman は適応地形の滑面性(smoothness)と凹凸性(ruggedness)を論じた。

系統樹空間における樹形の適応度(全長)を考えれば、このNKモデルはそのまま適用できる。ホモプラシーのない完全に整合的な形質データのもとでは、単峰突出型の適応地形が予想されるのに対し、系統学的情報を持たないランダムデータでは、顕著な峰を持たない凹凸の激しい平坦地形が得られるだろう。部分的にホモプラシーが含まれる形質データだと、凹凸的な多峰林立型の適応地形になるだろう。

■祖先復元の数理—平方ユークリッド距離最節約法を例として

端点(OTU)の形質状態が観察され、それらの分類対象の系統樹が与えられているとする。このとき、その系統樹の内部分岐点(HTU)の形質状態を推定するという「祖先復元問題」(「HTU復元問題」)を考えよう。ここでいう形質状態が離散的(discrete)である場合には、順序的(ordered)あるいは非順序的(unordered)それぞれのタイプの形質に対して、"Wagner parsimony"または"Fitch parsimony"に基づくHTU復元方法が提案されている。しかし、これら離散的形質の復元アルゴリズムは、HTUに配置し得るすべての形質状態を網羅するという、けっして単純ではない「組合せ論的枚挙」である。一方、形質状態が連続的実数値をとる場合には、Maddison(1991)が提唱する"Squared-change Parsimony Method"(以後「SP法」と略す)を用いたHTU復元法が適用できる。このSP法は、アルゴリズムが単純である(iterationが不要)だけでなく、観察されたOTU形質状態からHTU形質状態を一意的に復元することが可能である。以下では、SP法に関連するいくつかの定理の証明を与え、この方法のもとで得られたHTUの最節約復元値がOTU形質状態の線形結合であることを示す。

■平方ユークリッド距離最節約法 (SP法) の諸定理

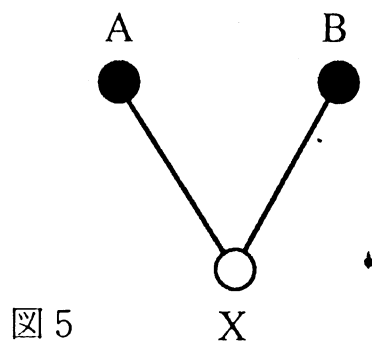
SP法とは、形質状態の間の平方ユークリッド距離を尺度として、その距離の合計を最小化するという最節約規準のもとで解(系統樹トポロジーあるいはHTU形質状態)を得る手法である(本稿における「最節約的」という言

葉はこの意味で用いる)。SP法は、工学における最適配置理論 (岡部・鈴木 1992) を系統推定に応用したものである。その後、主として進化生態学の種間比較法に関連する研究において、系統樹上の連続的形質の復元法として用いられるようになってきた。本節では、Maddison(1991)の定式化したSP法に関連するいくつかの定理を証明する。

一般に、HTU形質状態の復元は、ある指定されたHTU("pivot"と呼ぶ)に関してrerootされた系統樹の上で"pivot"に向かって末端のOTU形質状態から逐次的に実行される「求心的最適化」と、復元された"pivot"の形質状態から末端OTUに向かって逆方向に"pivot"以外のHTUの形質状態を枚挙していく「遠心的再配置」の二つのプロセスから成り立っている。以下の説明でも、この順にしたがう。なお、ここでは完全二分岐的な系統樹だけを議論する。多分岐的系統樹のうち、多重種分化に対応する"hard polytomy"への拡張は比較的容易だろうが、二分岐的系統樹の集合である"soft polytomy"についてはまだ考察されていない。

■求心的最適化プロセス

図5において、A,BはOTUであり、XはHTUである。それぞれの形質状態を対応する小文字 a,b,x によって表す。任意の形質状態 p,q の間の距離は平方ユークリッド距離 $(p-q)^2$ によって定義されるから、図5の系統樹構造のもとでは形質間距離の合計は



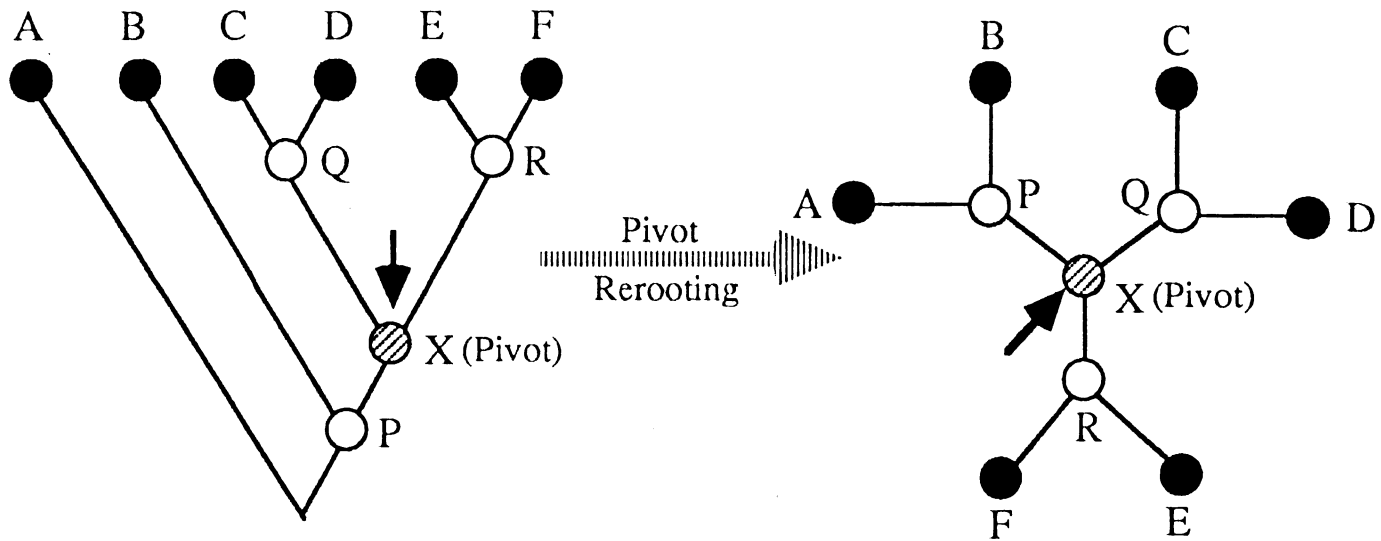


図 6

(i)
$$Q_x(x) = (x - a)^2 + (x - b)^2$$

で定義される変数 x の2次関数 $Q_x(x)$ となる(Maddison 1991:305)。

ここで、特定のHTUを"pivot"と指定したときにそれ以外のHTUがもつ"depth"("深度")というグラフ理論的概念を導入する。"Pivot"指定されたHTUを中心として系統樹を放射的に再配置する(この操作を"pivot-rerooting"と呼ぶ)。たとえば、図6の系統樹に対してXというHTUを"pivot"と指定して、"pivot-rerooting"を行なうと、X以外の3個のHTUおよびそれぞれに付随する部分木("pivot-HTU"はこの部分木の一端点になっている)が放射状に配置されたunrooted treeができる。ここで、系統樹全体の「根」(最も深い位置にある分岐点)は考察対象外の外群の情報がないと復元できない(Maddison *et al.* 1984)ので、HTUとはならない。このrerootされた結果の"pivot-tree"の部分木におけるHTUの「深度」を次のように定義する。

定義1: 深度

任意の"pivot-tree"におけるある部分木に属するHTUの「深度」

("depth")とは、その部分木の末端OTUからそのHTUにいたる最大鎖の長さである。

たとえば、図6のP,Q,Rはそれぞれ深度1のHTUである。末端OTUは深度

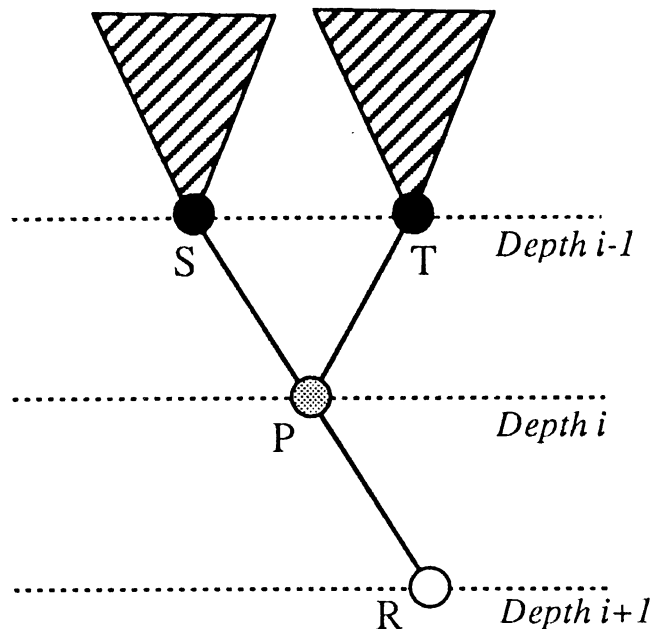


図7

0の特別な場合であると解釈できる。深度は、ある"pivot-tree"の"pivot-HTU"を一端点とする部分木に条件づけられた概念である(図7)。このことは、複数の部分木に共有されている"pivot-HTU"それ自体の深度は一意的には定まらないことを意味している。

上で導いたように、深度1のHTUを根とする部分木(図6)の全長は $Q_x(x)$ という2次関数("Maddison関数"と呼ぶ)で表現された。これを一般化した次の定理を証明する。この定理はMaddison(1991:305-307)が提示した命題の一般的証明である。

定理1: 求心的最適化定理

ある"pivot-tree"における任意のHTU P (深度 i) の仮想的形質状態を実

数 z とするとき、 P を根とする部分木 T_P の全長 $Q_P(z)$ は

$$(ii) \quad Q_P(z) = \min_s \{Q_S(s) + (s-z)^2\} + \min_t \{Q_T(t) + (t-z)^2\}$$

という z の2次関数である。上式において S, T は P に連結する深度 $i-1$ のHTU(またはOTU)である。

証明) 深度に関する数学的帰納法を用いる。 P が深度1であるならば $Q_x(x)$ が2次関数となることはすでに示した。 P が深度 $i(i=1,2,\dots)$ であるとし、深度 $i-1$ であるHTU S, T に付随するMaddison関数がそれぞれ $Q_S(s) = a_1s^2 + a_2s + a_3$, $Q_T(t) = b_1t^2 + b_2t + b_3$ という2次関数によって表現されたと仮定する。 S, T がOTUであるときには、それぞれの形質状態を s_0, t_0 (定数) と表す。 S がHTUである場合、 s の2次関数

$$(iii) \quad Q_S(s) + (s-z)^2 = (a_1s^2 + a_2s + a_3) + (s-z)^2$$

は $s = (2z - a_2)/2(a_1 + 1)$ において最小値

$$(iv) \quad \frac{a_1}{a_1+1}z^2 + \frac{a_2}{a_1+1}z - \frac{a_2^2}{4(a_1+1)} + a_3$$

をとる。同様に、HTUである T に対しては、 t の2次関数

$$(v) \quad Q_T(t) + (t-z)^2 = (b_1t^2 + b_2t + b_3) + (t-z)^2$$

は $t = (2z - b_2)/2(b_1 + 1)$ において最小値

$$(vi) \quad \frac{b_1}{b_1+1}z^2 + \frac{b_2}{b_1+1}z - \frac{b_2^2}{4(b_1+1)} + b_3$$

をとる。 S, T がOTUである場合は、 s, t が定数 s_0, t_0 となるから、それぞれ

$$(vii) \quad Q_S(s) + (s-z)^2 = (s_0 - z)^2$$

$$(viii) \quad Q_T(t) + (t-z)^2 = (t_0 - z)^2$$

という式になる。

HTUPに対して S, T がHTU, OTUのいずれであるかによって4通りの組み合わせが生じるが、(iv),(vi),(vii),(viii)式の適当な2式の足し算により、すべての場合について(ii)式の $Q_p(z)$ は z の2次関数になる。よって、深度 i における命題の成立が示された。したがって、深度 i の数学的帰納法によりすべての深度のHTUに付随する $Q(\cdot)$ はそのHTUの形質状態値に関する2次関数であることが証明された。□

上の定理から、いくつかの系が導かれる。

系1-1:

任意のHTU P (深度 i) の仮想的形質状態を実数 z とするとき、Maddison関数 $Q_p(z) = p_1 z^2 + p_2 z + p_3$ の係数について、

- 1) 係数 p_1 はOTU形質状態値とは独立な定数である;
- 2) 係数 p_2 はOTU形質状態値の一次関数(線形結合)である。

証明) 深度1のHTUに関しては、(i)式からこの系1-1の成立は明らかである。いま、定理1の証明において、深度 $i-1$ の S, T に対してこの系1-1の成立を仮定する。このとき、(iv)と(vi)式の和として得られた $Q_p(z)$ の係数に関しては

$$(ix) \quad p_1 = \frac{a_1}{a_1 + 1} + \frac{b_1}{b_1 + 1}$$

$$(x) \quad p_2 = \frac{a_2}{a_1 + 1} + \frac{b_2}{b_1 + 1}$$

という関係式が成立する。仮定により、 a_1, b_1 はOTU形質状態値を含まない定数であるから、 a_1, b_1 の分数関数である(ix)式の p_1 もOTU形質状態値を含まない定数である。また a_2, b_2 は仮定によりそれぞれOTU形質状態値の線形結合であるから、OTU形質状態値を含まない定数である a_1, b_1 を含む因数を分母にもつ p_2 もまたOTU形質状態値の線形結合である。 S, T の一方または両

方がOTUであるときも、これは成立する。したがって深度*i*に関する数学的帰納法により、すべてのHTUに対して系1-1は成立する。□

系1-2:

任意のHTU P (深度 i) の仮想的形質状態を実数 z とし、 P に連結する深度 $i+1$ のHTUを R (形質状態 r) とするとき、 $Q_p(z) + (z-r)^2$ の最小値を与える z はOTU形質状態値とHTU形質状態値 r の線形結合である。

証明) $Q_p(z) = p_1 z^2 + p_2 z + p_3$ とおくと、

$$Q_p(z) + (z-r)^2 = p_1 z^2 + p_2 z + p_3 + (z-r)^2$$

の最小値は $z = (2r - p_2) / 2(p_1 + 1)$ で得られる。ここで、系1-1により p_1 はOTU形質状態値を含まない定数であり、 p_2 はOTU形質状態値の線形結合である。 S, T の一方または両方がOTUであるときも、これは成立する。したがって、 $z = (2r - p_2) / 2(p_1 + 1)$ は明らかにOTU形質状態値とHTU形質状態値の線形結合である。□

定理1により、求心的最適化のプロセスにおいては、各HTUに対してある2次関数(Maddison関数)が対応し、その2次と1次の項の係数は系1-1によりそれぞれ定数およびOTU形質状態値の関数である。また、系1-2により、そのHTUを含む部分木の全長の最小値を与えるHTU形質状態値は、OTU形質状態値とそのHTUよりも1だけ深度の大きいHTU形質状態値の線形結合として求められる。

以上の諸命題に基づいて、"pivot" と指定したHTUの仮想的形質状態を復元する次の定理を与える。

定理2: 線形結合定理

ある"pivot-tree"において"pivot"と指定されたHTU X の仮想的形質状態を実数 x とするとき、

1) この"pivot-tree"の全長 $Q_X(x)$ は

(xi)

$$Q_X(x) = \min_{r_1} \{Q_{R_1}(r_1) + (r_1 - x)^2\} + \min_{r_2} \{Q_{R_2}(r_2) + (r_2 - x)^2\} + \min_{r_3} \{Q_{R_3}(r_3) + (r_3 - x)^2\}$$

という x の2次関数である。ただし R_1, R_2, R_3 (その形質状態値をそれぞれ r_1, r_2, r_3 とする) は X に連結するHTUである;

2) $Q_X(x)$ を最小化する X の仮想的形質状態 x は、OTU形質状態値の線形結合である。

証明) 定理1により、 $Q_{R_1}(r_1), Q_{R_2}(r_2), Q_{R_3}(r_3)$ はすべて2次関数である。また、系1-1により、それらの2次関数の2次項の係数はOTU形質状態値とは独立な定数であり、1次項の係数はOTU形質状態値の線形結合である。定理1の証明と同様の計算により、"pivot-tree"の全長 $Q_X(x)$ が x の2次関数であることが示される。いま $Q_{R_i}(r_i) = a_{i1}r_i^2 + a_{i2}r_i + a_{i3}$ [$i=1,2,3$] とする。このとき、定理1と同様の計算により、

$$(xii) \quad Q_X(x) = \sum_{i=1}^3 \frac{a_{i1}}{a_{i1} + 1} x^2 + \sum_{i=1}^3 \frac{a_{i2}}{a_{i1} + 1} x + \sum_{i=1}^3 \left\{ a_{i3} - \frac{a_{i2}^2}{4(a_{i1} + 1)} \right\}$$

となる。 $Q_X(x)$ は

$$(xiii) \quad x = \frac{-\sum_{i=1}^3 \frac{a_{i2}}{a_{i1} + 1}}{2 \sum_{i=1}^3 \frac{a_{i1}}{a_{i1} + 1}}$$

において最小値をとるが、係数に関する仮定から、この x は明らかにOTU形質状態値の線形結合である。 S, T の一方または両方がOTUであるときも、

これは成立する。□

x 以外のHTU値に関してはすでに最小化してあるから、(xii)式を最小にする x は大域的最適解である。したがって、この定理2は、全長を最小化する大域的最適解(xiii)が観察されたOTU形質状態値の線形結合であることを示している。

2) 遠心的再配置プロセス

上の定理2は、任意に設定された"pivot-HTU"の仮想的形質状態に関するSP法のもとの最節約的復元値が、観察可能なOTUの形質状態値の単純な関数として表現できることを意味している。さらに、いったん"pivot-HTU"の復元ができたならば、次の段階である遠心的再配置プロセスにおいて、"pivot-HTU"以外のすべてのHTUの仮想的形質状態値をOTUの形質状態値のある関数として復元することができる。そのための定理を次に示す。

定理3: 荷重平均定理

ある"pivot-tree"において"pivot"と指定されたHTU X の仮想的形質状態 x が最節約的に復元されたとする。このとき、"pivot"以外のすべてのHTUの最節約的復元形質状態値はOTU形質状態値の線形結合である。

証明) 深度に関する数学的帰納法を用いる。"pivot-HTU"の最節約的復元値 x は、定理2により、OTUの線形結合である。いま"pivot-HTU"である X を端点とするある部分木を考え、その部分木において X よりも深度が1だけ小さいHTU P の最節約復元値は、系1-2により、OTU形質状態値と x の線形結合である。したがって、 P の復元値がOTU形質状態値のみのある線形結合であることは明らかである。次に、この部分木において、深度 i のHTUの最節約的形質状態値がOTU形質状態値のみのある線形結合であると仮定すると、再び系1-2により、深度 $i-1$ のHTUの最節約的形質状態値もOTU形質状態値のみのある線形結合であることになる。したがって、深度 i に関する数学的帰納法により、その部分木のすべてのHTUの最節約的な形質状態復元値は

OTU形質状態値のみの線形結合である。Xを端点とする別の部分木についてもまったく同様のことが成立するから、この"pivot-tree"のすべてのHTU形質状態はOTU形質状態値のみの線形結合として最節約的に復元される。
□

この定理3は、任意に指定された"pivot-HTU"の最節約的復元値がOTU形質状態値のみの線形結合として求められたならば、遠心的再配置のプロセスでそれ以外のすべてのHTU形質状態の最節約的復元値はOTU形質状態値

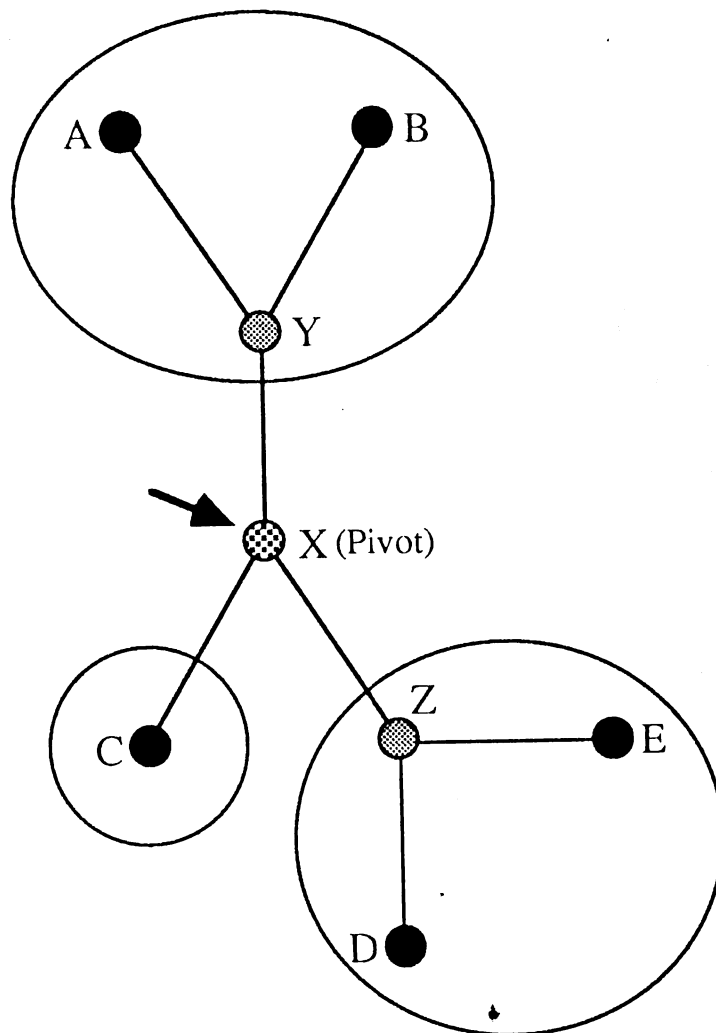


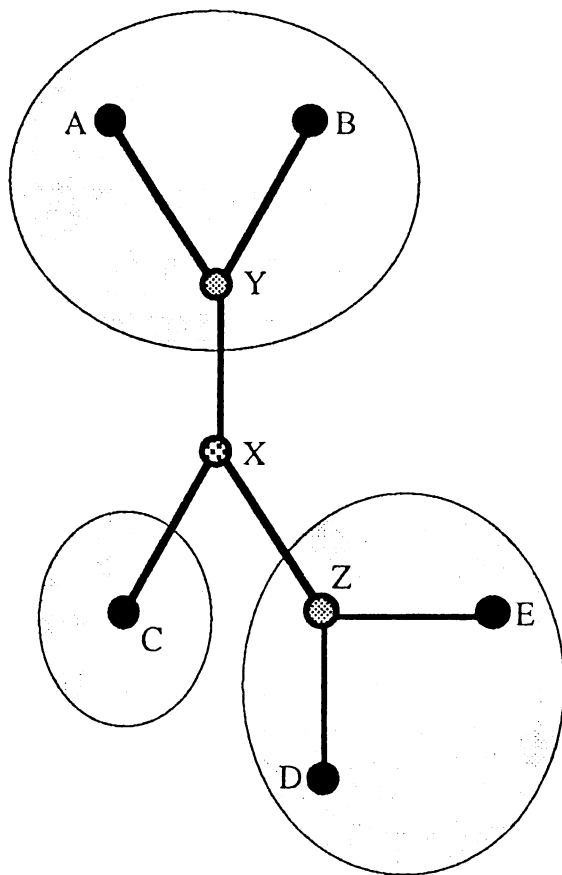
図8

のみの線形結合であることを意味している。

仮想例

図8はHTUXを"pivot"とする"pivot-tree"である。いま、A～Eの5端点がX～Zの3内点を介して樹形グラフを形成しているとき、平方ユークリッド距離で定義されたこのグラフの全長を最小化するようにX～Zの数値を決めるという祖先復元問題を考える。各点の値は対応する小文字で表記する。まずはじめに、ある内点Xに着目して、その周囲に放射状に部分木（A+B+X+Y, C+X, D+E+X+Z）を配置する。

このとき、与えられた系統樹の全長の最小化問題は、次の2ステップにしたがって解決できる：



$$\min_y L_1(x) = (y-a)^2 + (y-b)^2 + (y-x)^2$$

$$\downarrow$$

$$y^* = \frac{x+a+b}{3}$$

$$\min_z L_2(z) = (z-d)^2 + (z-e)^2 + (z-x)^2$$

$$\downarrow$$

$$z^* = \frac{x+d+e}{3}$$

図9

ステップ1) 図9参照。

部分木 $A+B+X+Y$ と $D+E+X+Z$ については、それぞれ Y と Z の最適値 y, z を未知数 x の関数 (1次関数) として表わせる。次いで、部分木 $X+Y+Z+C$ について全長は未知数 y と z を含む2次関数については、 y と z 自身が x の1次関数であるから、代入すれば x のみを未知数として含む2次関数になる。これを最小化する x の最適値は既知の a, b, c, d, e のある1次結合 (重み付き平均値) で表わせる。

まずはじめに、"Pivot-HTU"である X の Maddison関数 $Q_x(x)$ は、次式のようになる。

(xiv)

$$\begin{aligned} Q_x(x) &= \min_y \{Q_Y(y) + (y-x)^2\} + \min_z \{Q_Z(z) + (z-x)^2\} + (c-x)^2 \\ &= \min_y \{(y-a)^2 + (y-b)^2 + (y-x)^2\} + \min_z \{(z-d)^2 + (z-e)^2 + (z-x)^2\} + (c-x)^2 \end{aligned}$$

(xiv)式において

$$(xv) \quad F = (y-a)^2 + (y-b)^2 + (y-x)^2, \quad G = (z-d)^2 + (z-e)^2 + (z-x)^2$$

とおくと、

$$(xvi) \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 2(y-a) + 2(y-b) + 2(y-x) = 0$$

より、

$$(xvii) \quad y = \frac{x+a+b}{3}$$

で F は最小値

$$(xviii) \quad \min_y F = F|_{y=\frac{x+a+b}{3}} = \frac{2}{3}(x+a+b)^2 - 2\{(a+b)x+ab\}$$

をとる。

同様にして、 $\frac{\partial G}{\partial z} = 0$ より、 G は

$$(xix) \quad z = \frac{x+d+e}{3}$$

で最小値

$$(xx) \quad \min_z G = G|_{z=\frac{x+d+e}{3}} = \frac{2}{3}(x+d+e)^2 - 2\{(d+e)x+de\}$$

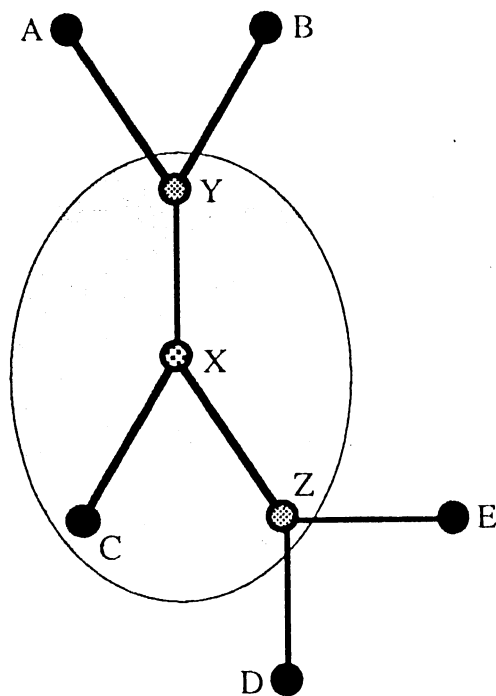
をとる。

(xviii)式と(xx)式の最小値をそれぞれ(xiv)式に代入すると、

(xxi)

$$Q_x(x) = \frac{2}{3}\{(x+a+b)^2 + (x+d+e)^2\} - 2\{(a+b+d+e)x+ab+de\} + (x-c)^2$$

という x の2次関数になる。 x に関して微分すれば、



$$\min_x L(x) = L_1(y^*) + L_2(z^*) + (c-x)^2$$

$$\downarrow$$

$$x^* = \frac{a+b+3c+d+e}{7}$$

$$y^* = \frac{x^*+a+b}{3} = \frac{8a+8b+3c+d+e}{21}$$

$$z^* = \frac{x^*+d+e}{3} = \frac{a+b+3c+8d+8e}{21}$$

図 10

$$(xxii) \quad \frac{dQ_x(x)}{dx} = \frac{4}{3}(2x+a+b+d+e) - 2(a+b+d+e) + 2(x-c) = 0$$

より、

$$(xxiii) \quad x = \frac{a+b+3c+d+e}{7}$$

において $Q_x(x)$ は大域的最小値をとる。(xxiii)式は、SP法のもとでの"pivot-HTU" Xの最節約復元値である。

ステップ2) 図10参照。

x の最適値が確定した後、再び周辺の部分木にもどり、 x をまだ含んでいる y と z の最適値に x を代入することにより、最終的な y と z の最適値は既知の a, b, c, d, e のある1次結合(重み付き平均値)として求められる。

上のステップ1で求められた(xxiii)式の復元値を(xvii)式に代入すると、HTUである Y の復元値は

$$(xxix) \quad y = \frac{x+a+b}{3} = \frac{8a+8b+3c+d+e}{21}$$

また、(xix)式に代入すると、 Z の復元値は

$$(xxx) \quad z = \frac{x+d+e}{3} = \frac{a+b+3c+8d+8e}{21}$$

となる。

SP法のもとで復元されたHTU形質状態値はすべてOTU形質状態値の線形結合であることを確認されたい。

このように、周辺部分木から開始して逐次的に内点の最適値を決定し、今度は再び周辺部分木にもどりながら残された内点の最適値を確定するという、この問題解決アルゴリズムは典型的な動的計画法(dynamic programming)の適用である。グラフの内点すなわち仮想的共通祖先は、生物学的に言えば、共通祖先(common ancestor)である。したがって、上記のDPアルゴリズムは、観察されない仮想共通祖先の形質状態を既知の端点形質状態から復元しており、祖先復元問題を解決する有効な方法である。

Swofford and Maddison(1987)の"Wagner parsimony"法は、離散的形質だけでなく、連続的形質にも適用できる。しかし、Manhattan距離を用いるかぎり、HTU復元解の多重性の問題がついてまわる。Maddison(1991)のSP法で

は平方ユークリッド距離を用いているために、多重解問題は生じない。したがって、平方ユークリッド距離を用いるとしたら、離散的形質の復元問題も多重性に悩むことなく解決できるかもしれない(整数解問題を解くのは面倒だが)。しかし、平方ユークリッド距離は三角不等式を満たさない「非計量」(nonmetric)であるから、物理的解釈の上で問題が生じるおそれがある。

Maddison(1991:308)が指摘するように、根の有無によってHTU復元値が異なってしまうのは、SP法のひとつの問題点である。求心的最適化によって根を"pivot"として復元すると(定理2)、その影響は平均値を通して希釈されながらも(定理3)すべてのHTU復元値に影響するからである。もちろん"Wagner parsimony"でも系統樹全体の根をHTUとみなすとそれ以外のHTU形質状態の復元値に影響が出る。しかし、その影響はそれ以外の任意のHTUに対する復元値の集合(MPR-set: Swofford and Maddison 1987)の縮小として発現する。言い換えれば、根をHTUとみなすと、それ以外のHTU形質状態は根の形質状態の復元値によって程度の差はあるが制約を受けるということである。したがって、最も包括的なMPR-setを構築するためには、そしてその仮想的形質状態の信頼できる推定が現時点での考察対象ではないより大きな外群を要求することを考えれば、系統樹全体の根はHTUではないと解釈すべきである。HTU復元値が一意的に定まるだけに状況はさらに悪いSP法の場合、系統樹全体の根は復元対象から除外すべきであると私は考える。

■終わりに

生物系統学は、数理生態学や発生生物学などにみられる従来の数理生物学とは異なるタイプの数学を要求していると私は考える。その理由は、推定されるべき対象が離散的な構造をもつグラフであること、そしてそのグラフのさまざまな属性をパラメーターとしてデータに基づいて推定することが系統推定の本質であることを考えるとき、グラフの諸性質を議論してきた離散数学は、現時点では生物系統学にとってもっとも有用である。さらに、分子配列データに対しては、形質状態の変化に関わる確率過程モデルの組込みと改良が、いまの分子系統学では中心的問題の一つとなってい

る。もう一つ、得られた系統樹の信頼性を評価するためのさまざまな数理統計学的手法の発展も無視できない。

多くの分類学者は数学が嫌いだから、彼らは数理系統学の世界の情勢には疎いかもしれない。しかし、視野を広げてみると、前衛で系統学と数学は融合している。もしも系統学者が『数理生物学入門』というタイトルの本を書くとしたら、きっとその内容はずいぶん異なったものになるだろう。それは、数理生物学の領域がまた一段と広がったことを意味すると私は考える。

■引用文献

秋山仁 1996. 日本の離散数学の歩み. 日本数学会応用数学分科会特別講演予稿. 1996年9月. 134pp. [離散数学が日本に着地する経緯を研究史の観点からたどる。系統学の数理的側面もここに関わる。]

Foulds, L.R. and R.L. Graham 1982. The Steiner problem in phylogeny is NP-complete. *Advances in Applied Mathematics*, 3 : 43-49. [系統学の最短木問題 (Steiner問題) が最難度の NP 完全であることを証明した論文。最適化問題としての系統推定法はすべてこの宣告を受ける。]

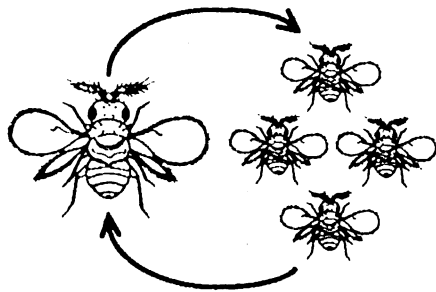
Hanazawa, M., H. Narushima and N. Minaka. 1995. Generating most parsimonious reconstructions on a tree: a generalization of the Farris-Swofford-Maddison method. *Discrete Applied Mathematics*, 56 : 245-265. [最節約法のもとでの祖先復元問題を定式化し、一般的性質を証明した。]

Hwang, F.K., D.S. Richards and P. Winter 1992. *The Steiner tree problem*. Annals of Discrete Mathematics 53. North-Holland, Amsterdam, xii+339pp. [Steiner問題の総説。系統樹推定に関してわざわざ1章を設けた点で画期的である。]

Kauffman, S.A. 1993. *The origins of order: self-organization and selection in evolution*. Oxford University Press, New York, xviii+709pp. [系統樹空間の適応地形を探索する上でたいへん参考になる。Kauffmanが系統学の雑誌に論文を投稿していることを知っている人はそう多くない。]

Maddison, W.P. 1991. Squared-change parsimony reconstructions of ancestral states

- for continuous-valued characters on a phylogenetic tree. *Systematic Zoology*, 40: 304-314. [平方ユークリッド距離最節約法の元論文。]
- Maddison, W.P., M.J. Donoghue and D.R. Maddison 1984. Outgroup analysis and parsimony. *Systematic Zoology*, 33: 83-103. [伝統的なHennig系統学が最節約原理に基づく系統推定を行なっていることを証明した論文。]
- 三中信宏 1997. 生物系統学. 東京大学出版会, 東京, xiv+458pp. [現代系統学の全貌をご覧になりたい方は、ぜひ本書を手にとってください。]
- 成嶋弘 1997. 系統樹最節約復元問題の大域的最適解について. 京都大学数理解析研究所講究録 (「計算理論とその応用」), (992): 5-11. [系統学のSteiner問題への新しいアプローチを示唆する。]
- Narushima, H. and M. Hanazawa 1997. A more efficient algorithm for MPR problems in phylogeny. *Discrete Applied Mathematics*, 80: 213-238. [最節約的祖先復元のための改良されたアルゴリズムを与えた。]
- 岡部篤行・鈴木敦夫 1992. 最適配置の数理. 朝倉書店, 東京, viii+172pp. [Voronoi法を中心に置いた離散最適化の解説書。系統学への応用が見込まれる。]
- Swofford, D.L. and W.M. Maddison 1987. Reconstructing ancestral character states under Wagner parsimony. *Mathematical Biosciences*, 87 : 199-229. [最節約法のもとの祖先復元問題の数理を初めて体系的に論じた論文。読みやすくはないが、この分野では必読。]
- Swofford, D.L., G.J. Olsen, P.J. Waddell and D.M. Hillis 1996. Phylogenetic inference. Pp.407-514 in : D.M. Hillis , C. Moritz and B.K. Mable (eds.), *Molecular systematics, second edition*. Sinauer Associates, Sunderland. [現代系統学で用いられている推定方法の総合的概説。系統推定のためにはいかなる数学的背景が求められているかがわかる。テクニカルでありふつうの生物学者には読めないだろう。しかし、時間をかけても必ず読破すべき総説。]



FITOP '98

"FROM INDIVIDUALS TO POPULATIONS"

International Workshop and Young Scientists School

August 10-14, 1998, Ceske Budejovice, Czech Republic

参加記

奈良女子大学大学院・人間文化研究科 瀬野裕美

参加者30名程度でのんびりと(?)4日間で開かれた上記の国際ワークショップに参加したので、その報告を記してみたい。このワークショップは、主に、チェコの科学アカデミーのthe Institute of Entomologyによって開催されたものである。参加者の国別の内訳は、(明らかに欠席を除いて参加者名簿からカウントしてみると)U.K.3名、イスラエル3名、オランダ3名、カナダ1名、スウェーデン2名、チェコ6名、デンマーク7名、ドイツ2名、ノルウェー1名、U.S.A.2名、そして、日本からは僕一人である。実際にはさらに数人のロシアからの参加者が予定されていたのだが、結局全員欠席であった¹⁾。プログラムは以下の通りである：

----- 8月10日(月) -----

- | | |
|-------------|--|
| 9:30- 9:45 | Opening and welcome address |
| 9:45-10:30 | William W. Murdoch (U.S.A.): From Individuals to Populations in Parasitoid-Host and Predator-Prey Models |
| 10:30-10:45 | Coffee break |
| 10:45-11:30 | Ilan Eshel (Israel): Generalized Inclusive Fitness and Partnership |
| 11:30-12:15 | Hiromi Seno (Japan): The Optimal Strategy for Brood-parasitism: How Many Eggs Should be Parasitized? |
| 12:15-13:00 | Lunch |
| 13:00-13:45 | Jan Lindström (U.K.): Does Sex Stabilize Population Dynamics? |
| 13:45-14:30 | Hanna Kokko (U.K.): Evolutionary Stable Strategies of Floating |
| 15:30 | Walk through Ceske Budejovice |
| 19:00 | Welcome party |

----- 8月11日(火) -----

- | | |
|------------|---|
| 9:00- 9:45 | André M. de Roos (The Netherlands): Size-structured Interactions, Population Dynamics and Community Structure Among Freshwater Fish Species |
| 9:45-10:30 | Lennart Persson (Sweden): The Effects of Ontogenetic Scaling of Foraging on Size-Structured Consumer-Resource Interactions |

¹⁾ 第3回の欧州の国際数理生物学会(Heidelberg)の事務に携わったde Roosの話では、特にロシアからの参加者の欠席というのはよくある例で、前記の会議では、実に80 (!)もの登録発表がキャンセルになったということです。

- 10:30-10:45 Coffee break
 10:45-11:30 David Claessen (The Netherlands): Dwarfs and Giants: Coexisting Cannibals
 11:30-12:15 Kjell Leonardsson (Sweden): Flexible Behaviour and Population Dynamics in Size-Structured Populations: Persistence and Stability
 12:15-13:00 Lunch
 13:00-13:45 Sido D. Mylius (The Netherlands): Population Dynamical Effects of Size-Dependent Feeding and Predation in a Freshwater Fish Community
 13:45-14:30 Eric P.M. Grist (U.K.): Insect Clocks: Autonomous or Not? Topp's Beetles Revisited
 15:00 Departure for the Hluboká castle
 18:00 Reception at the Town Hall with Lord Mayor
 ----- 8月12日(水) -----
- 9:00- 9:45 Dan Cohen (Israel): The Effects of Learning Behaviour and The Demographic Turnover in a Population of Foraging Bees on The Steady State Nectar Levels in Flowers, and The Age Dependent Levels of Learning in The Population
 9:45-10:30 Gösta Nackman (Denmark): The Effect of Road Construction on The Dynamics and Persistence of a Population of Spadefoot Toads (*Pelobates Fuscus*) Analyzed by a Spatially Explicit Metapopulation Model
 10:30-10:45 Coffee break
 10:45-11:30 Vlastimil Krivan (Czech): Some Consequences of Instantaneous Switching on Predator-Prey and Host-Parasitoid Population Dynamics
 11:30-12:15 David Boukal (Czech): The Influence of Switching on The Neutral Stability of The Lotka-Volterra Dynamics
 12:15-13:00 Lunch
 13:30 Departure for Cesky Krumlov
 ----- 8月13日(木) -----
- 9:00- 9:45 Chris J. Topping (Denmark): Biola: A New Biological Programming Language for Developing Individual Based Models
 9:45-10:30 David C. Margolies (U.S.A.): Evolutionary and Ecological Consequences of Dispersal Strategies of Phytoseiid Predators in Patchy Habitats Analysed by a Stochastic Simulation Model and The Gladiator Technique
 10:30-10:45 Coffee break
 10:45-11:30 Rostislav Zemek (Czech): The Effect of Alternative Food on The Functional Response of *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae): Verification of Optimal Foraging Theory
 11:30-12:15 Lorenz Fahse (Germany): Individual Behaviour and Population Dynamics: A Protocol for Extracting Population Growth Rates From Individual-Based Models
 12:15-13:00 Lunch
 13:00-13:45 Sandra J. Walde (Canada): Dynamics of Spider Mite Metapopulations
 13:45-14:30 Andreas Deutsch (Germany): Swarming and Aggregation in Cellular Automaton Models: From Individual Rules to Collective Behaviour
 14:30-15:15 Ludek Berec (Czech): On Individual-Based Models for Single-Species Population Growth, Predator-Prey Interaction and Optimal Foraging
 18:00 Dinner at Jihoceska restaurace
 ----- 8月14日(金) -----
- 9:30- 9:45 David C. Margolies (U.S.A.): An Individual-Based Model of Mite Predator-Prey Populations: Local Dynamics
 9:45-10:30 Jon Olav Vik (Norway): The Transition Between Stable Stationary Size Distributions in Allopatric and Sympatric Populations of Brown Trout and Arctic Charr
 10:30-10:45 Coffee break
 10:45-11:15 Sido D. Mylius (The Netherlands): Toward a More Realistic Model of The Battle of The Sexes: What Pair Formation Can Do?
 11:15-13:00 Lunch

1セッションのみで、講演あたり45分(大体40分講演+5分質疑応答)という割り振りは稀有のものであろう。講演者もじっくりと話ができるし、聞く方もそれなりに満足のいくところまで聴ける可能性が大きくなる^り。講演者の顔ぶれはMurdochやCohenといった超有名どころから、ついこの間博士課程の

^り ただし、聴いている側としては、ちょっと長すぎる気もする。30分程度の講演でプラス質疑応答くらいがよかったかも。大学の講義は大体90分/講義だと思うが。

研究を始めた者まで様々である。話し方の上手下手があっても、40分あまりもあれば、それなりに内容が伝わりうる。

一方、上記のプログラムでわかるように、ワークショップ全体のスケジュールは決してタイトでないとは言いきれない。二日目の午後にもなるとさすがに疲れを感じる参加者が少なくなかった。しかし、いわゆる(?)お年寄りから若年まで実に皆「若々しく」「澁刺と」発表も質疑応答も、そして、交流も行われていた。斜に構えたような参加者もなく、それぞれの自分の研究へのやる気が顕に感じられるようなワークショップの雰囲気だった。そこがきっと「Young Scientists School」のあたるところ(?)なのだろうと思っている。講演と講演の間にshort breakをつけるとか、午前や午後のセッションのあとに総合討論の時間をつけるとか、というアイデアが最後に組織委員にコメントとして参加者から述べられていたが、正にしっかりとあったところである。

毎日30度を超える気温で天気も良かったが、地中海性気候のため、湿度は非常に低く、日陰に入りさえすれば非常に涼しく快適であった。MurdockやCohen, Eshel, Nackman, Krivanといった人たちは、非常に気さくに、そして、気軽に参加者の誰とでも話し、講演に対しても熱っぽい質問やコメントをどんと出していた。残念ながら、Murdockは、3日目から体調が思わしくなく、欠席となったが、他の参加者のほとんどが、最終日の最後まで皆勤賞だった¹⁾。なお、Murdockは元気を回復し、無事に帰国されたと聞いている。

組織委員長のVlastimil Krivanとは既知の仲であり、1年前にこのワークショップの内容を聞いて、僕も個体の振る舞いを導入した個体「群」動態の数値モデリングに関心があり、参加したのであるが、参加者の多くは、いわゆるIndividual Based Modelling (IBM)²⁾について議論しようとした。ただし、IBMという概念はかなりの広がりを持っており、Krivanのグループでは、採餌理論を取り込んだ個体群動態微分方程式系の解析を主体として研究しているようだったし、他の参加者の言うところのIBMでは、主に、個体の振る舞いをプログラムした、複数個体による相互作用のコンピュータ・シミュレーションによる研究が紹介された。また、コンピュータに個体の行動に関するフィールド観測によるデータを取り込んで、フィールドの個体群の動態をシミュレートするためのソフトウェア開発に関する発表もあった。ToppingらによるそのようなプログラムはC++によるもので、生物学者と計算機科学者による協同研究である。そのようなソフトウェアがどの程度、今後、生物学的な研究で有効なものとして機能するかを考えると、Toppingらの研究のように生物学者との協同研究が要になると思える。決して、昨今のバーチャル・リアリティ的なコンピュータ・シミュレーション様のものに安易に流れることのない、自然科学的な発展が期待される研究課題だろう。参加者の多くが、IBMの考え方(おそらく、その定義まで含む)について議論するべきであるという意識を持っており、もっと明確にIBMそのものに話題を絞った集会を開きたいと言っている参加者もあった。

デンマークからの参加者が異例に多いのは、Nackmanらによるダニの個体群動態の研究グループが数人まとめて参加していたからである。Nackmanらは、Margoliesらと協同で、屋外でのダニの(特にパッチ状環境におけるハダニspider miteの)個体群動態をデータに基づいたコンピュータによる数値計算モデルも採り入れた研究を進めている。講演では、数値計算モデルによる計算結果のみが発表され、そこで用いられている個体群動態モデリングについてはブラックボックスのままで終わったので僕にはいささか物足りなかったが、積極的にコンピュータによる数値計算モデルを採り入れたフィー

¹⁾ 海外の国際会議でその地の観光をするなどは言えないが、観光が顕に出てくるような参加者が見られるとがっかりします。ある国際会議では、特に日本からの参加者にそのような雰囲気が強く、非常に憤りを感じたのを覚えています。

²⁾ Individual Oriented Modelという表現も聞いたことがあるような気がするが、僕の知っている範囲では、このIBMの方が有名だと思います。

ルド研究といった感じであった。ただし、昨今言われるような計算生態学 (Computing Ecology)¹⁾ というよりも、生態学研究における数値計算利用 (Ecological Computing) という感じを受けた。

個体の行動様式に着目した個体「群」動態の数理解モデルであるIBMは、特に、生物学研究者²⁾の視点から捉えられる場合、どうも、未だ、物理学での多体問題をコンピュータを用いた数値計算によって解析するような感じでの個体群動態の研究のように思われている感じが強いと思う。コンピュータによる数値計算モデルに限らず、数理生物学的な数理解モデルに対して、しばしば、生物学研究者は、現象にできるだけ近いところ、あるいは、現象にできるだけ矛盾しないところを期待する。数理生物学的な数理解モデルがそのような期待に沿うものばかりではないことも、その類の数理解モデルばかりではつまらない (?!) ことも明白であるが、少なくとも、IBMに対する上記のような捉え方は、コンピュータのパワーの向上に伴って、より大規模な計算が可能 (身近) になってきたことにより、生物学者の中の前記のような期待がコンピュータによる数値計算モデルという形で実現するようになってきたというところの現れのような気がする。

ヨーロッパでの数理生物学関連の集会³⁾で、しばしば感じることなのだが、数学をバックグラウンドに持った研究者が少なくない。今回は、博士課程の学生も講演をなし、参加者に占める割合も高かったが、彼らのほとんどが数学をバックグラウンドにしている。ただし、彼らがこれから、あるいは、目下、携わる研究⁴⁾は大抵が数学的な問題よりも、フィールド研究と密接に関わるものであり、大概是、複数の研究者からなる研究プロジェクトの一員として (研究指導者のアドバイスを受けながら) 研究を進めている、という感じである。彼らは、決して、研究指導者の研究の補助といった感じでプロジェクトに参加しているという感じではなく、(もちろん、研究指導者のアドバイスは受けるだろうが) 独立した研究プロジェクト参加者として、自らプロジェクトの構成員である他の研究者らと独自にコミュニケーションをとり、自らの研究を進めようとしている⁵⁾。もちろん、一方で、数理的な関心をもって数理解モデルの数理的な解析を進めている学生もいた。どの学生にしても、遜色ないやる気と広い関心を持っていて、誰と話しをしても非常に面白く感じられた。

日本では、比較的大きな数理生物学関係の国際会議なら過去に数回は開かれた。しかし、今回僕が参加したこのワークショップや、他の (今年比較的多く開かれた、あるいは、開かれる) 国際集会のように、研究集会のテーマを絞って規模を小さくしたものや、若手対象と名うったもののように、じっくりゆったりと研究集会なり学術集会として交流をできる規模・構成のものが、将来、日本国内でも、国内集会としてはもちろん、国際集会として、企画・組織・開催されると面白いだろうなという気持ちを持って持った。

Ceske Budejoviceでワークショップの会場となったのは、ワークショップを組織したthe Institute of Entomologyの建物であった。84年建築の建物からなるキャンパスには、農学系の他の施設なども並んでいる。もらった資料によれば、the Institute of Entomologyは、8つのdepartmentsからなる⁶⁾ : Morphology [8], Physiology [6], Genetics [3], Ecophysiology [8], Ecology [10], Theoretical Biology [5], Biological Control [8], Analytical Biochemistry [4]。Instituteは、チェコ科学アカデミーの機関ではあるが、大学・大学院としての機能も負っており、これらの8つのdepartmentsは、それぞれが大学院生を受け入れている。ところで、これらのdepartmentsの別れ方はちょっと独特なのではないだろうか。

¹⁾ 僕個人は、このような分野表現は害こそあれ無用の長物と考えています。

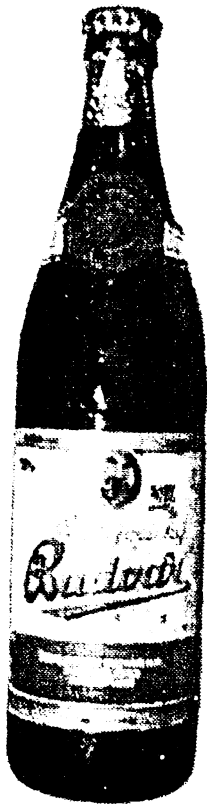
²⁾ この表現は、単に、実際の生物現象の観測・実験によって研究をしている研究者を指します。

³⁾ 残念ながら、僕は、海外では、ヨーロッパ以外で開かれた国際会議には出たことがありません。

⁴⁾ projectと彼らは呼びます。

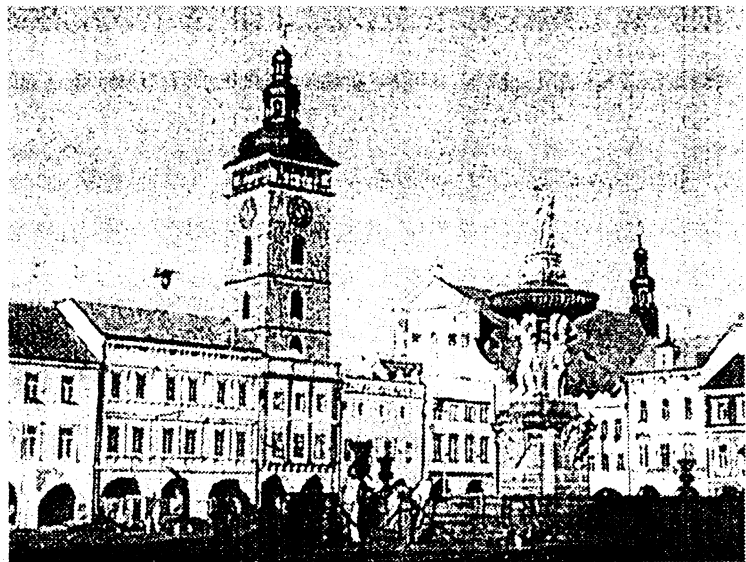
⁵⁾ それぐらいのレベルの学生だから国際的な集会で会えるのかも知れませんが。

⁶⁾ 各department名につけた数字はスタッフの数 (客員を含)。



さて、チェコ科学アカデミー—the Institute of EntomologyのあるCeske Budejovice (チェスケー・ブディジョヴィツェ) はチェコとオーストリアの国境に近い、チェコの南、首都プラハから電車で約3時間のところにある¹⁾。南ボヘミア地方のかつての13世紀の王立都市である。人口十万人ほどのこの地方都市は特に醸造業で名高い。あのアメリカのバドワイザービールは、この都市の名のBudejoviceのドイツ語読み綴りをさらに英語読みしたものであり、いわば、元祖の「バドワイザー」ビールはここにある。なんでも、元祖の味に感動(?)したアメリカ人がそれにあやかろうとバドワイザーの名を使ったそうである。僕は通常アルコール類、特にビールはすすんでは飲まないが、そういうわけなので、試しに飲んでみたが、(ビールはビールだが)コクがあるように感じられた²⁾。町の中でも、特に旧市街のサイズは、非常にコンパクトである。先月7月にイタリアのフィレンツェで開かれたINTECOLに参加された方も少なからずあろうが、あのフィレンツェの旧市街のサイズを思い浮かべていただければ大体相当する。一日かけてゆっくり回ってもそれで見物は尽きそうなサイズである。しかし、旅するなら、「ヨーロッパの魔法の都」「黄金の町」「北のローマ」「ヨーロッパの音楽学院」「百塔の町」「建築博物館の町」プラハ³⁾よりも、確実にこちらの方をお勧めしたい。

十分な(?)数のチェコの人々と接したとは言えないが、町中、そして、ワークショップで出会ったチェコの人々は、穏和で物腰柔らかく、日本人にはとっつきやすいかも知れないと感じた。つい先日、米国の学生と話をしたときに、冬のプラハに出かけてすっかり暗くなったという話が出てきた。夏のプラハとは大違である。おそらく、欧州の北方の国々の秋冬は長く、暗く、重苦しいものであろうから、それも国民性とやりに影響を与えてもしかりと思うのは浅薄であろうか⁴⁾。



□

¹⁾ 北緯49度くらいに位置する。これは、日本あたりで言うと、ハバロフスク、あるいは、サハリン(樺太)の南から3分の1くらいのところにあたります。

²⁾ あてにならないので、これが本当かどうかはチェコでおためし下さい。

³⁾ プラハは、数日滞在したくらいでは、見物は到底終えられないほど見るべき物が多い。ただし、観光シーズン、特に、夏には、観光客でごったがえしているの、観光客と観光客相手のチェコ人で溢れかえった街の雰囲気は、あまり趣のあるものではありません。

⁴⁾ 少なくとも南イタリアとは大違いです!

第1回数理生態学国際会議 参加記

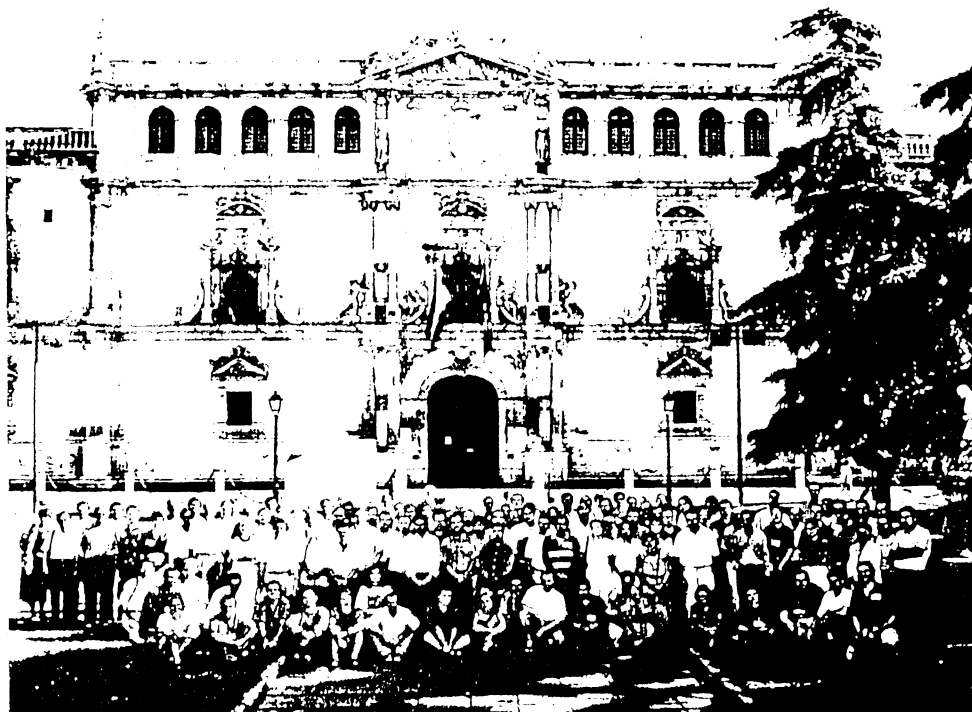
Alcala 1st International Conference on Mathematical Ecology
September 4-8, 1998, Alcala de Henares, Madrid, Spain

大阪府立大学・数理工学科 原 惟行

E-mail: hara@ms.osakafu-u.ac.jp

第1回数理生態学国際会議が1998年9月4日～9月8日まで開催されました。数生懇会員のなかには何度も国際会議に参加されたベテランの方も多いと思いますが、これから国際会議に参加してみようという若手の方も多いと考えられますので、そういう方の参考になるように会議参加の感想を述べてみます。

今回の会場はスペインの首都マドリードから東北東に25Kmほど離れた郊外の町 Alcala de Henares (アルカラ デ ナーレス) にあるアルカラ大学。この町は日本ではあまり知られていませんが、スペインを代表する文学作品『ドンキホーテ』の作者セルバンテス(1547-1616)の生まれた町といえば、みなさん、「へえ～ そうなの」と思われることでしょう。当時からアルカラデナーレスには医学部がありました。それくらいアルカラ大学は古い伝統のある大学です。会場になった大学の建物もクラシックな造りでロの字の3階建てでした。廊下は回廊になっていて中庭が見下ろせます。



さて、第1回数理解生態学国際会議の参加者は院生も含め全体で222名で、割合こじんまりとした感じの良い国際会議でした。日本からの参加者は大阪府立大学の原 惟行と馬万彪、静岡大学の竹内康博の3名。原と馬は9月3日の午後9時30分にマドリード国際空港に到着し、空港と国際会議会場を結ぶシャトルバスに乗り、30分ぐらいで宿舎のキャンパスレジデンスに着きました。竹内氏は成田から出発した関係で1日前に到着していました。普通、外国の知らない都市に夜になって到着するのは感心できないのですが、原がマドリードに以前行ったことがあったのとシャトルバスがあることが判明したことで午後9時30分到着の飛行機を使いました。(シャトルバスの運行状況に関しては、日本出発前にあらかじめ会議主催者とE-mailでやり取りをして夜12時ごろまで1時間おきにバスが出ることを確認していました。)

国際会議に参加する際、主催者とE-mailで何度かやり取りをして事前に充分情報を得ておくことは大事だと思います。疑問点があれば遠慮しないでE-mailを打つと主催者は丁寧に答えてくれるはずですよ。

今回の国際会議の宿泊施設としては、ホテルか大学のキャンパスレジデンスのいずれかを選択することが出来たのですが、我々はキャンパスレジデンスを選びました。ここは学期の最中は学生の寮なのですが、夏休み中は空っぽになっていてコンGRESの参加者などを泊めます。我々が泊ったのは1階がキッチン、リビングルーム、バスルームになっていて、2階に勉強部屋兼寝室が3部屋あるものでした。なかなか清潔で過ごし良い宿泊施設で、1人当たり1日3000円ぐらいの宿泊料なので3人で一緒に泊まるには好都合です。このキャンパスレジデンスなら変なホテルに泊まるより遥かに気が利いているという感じでした。朝は管理棟にある喫茶でコーヒーとパンを食べます。今回の会議参加者もある程度キャンパスレジデンスに泊まっていたようです。

9月4日の午前に会場で受付を済ませ、午前11時半からオープニングセレモニーが始まりました。この会場がなかなか立派で大学の中の部屋というより、王宮の中のデコラティブな式場という感じ。こういう設備を持っているアルカラ大学が羨ましい。筆者はバルセロナやフィレンツェやアテネの大学でのコンGRESに参加したこともありますが、たいがい近代的な建物になっていて面白味がありません。

オープニングレクチャーの後、午後1時から中庭でレセプション。サンドウィッチやコーヒー、紅茶を飲みながら歓談。天気もよく、日向は暑いが木陰に入るとひんやり涼しく快適です。

午後3時からプリナリーレクチャー、それが終わってコーヒーブレイク。オープニングレクチャー、プリナリーレクチャーは生物の話と数理生物の話が半々位でした。午後5時から21のセッションに分かれていよいよ個々の発表の始まりです。

我々のセッションは Stability and Bifurcation in Population Dynamics というセッションで、座長の Faina Berezovskaya はオードリー・ヘップバーンを思い起こさせるロシアの女性でした。馬万彪君がこのセッションの1番バッターで Effects

of Feedback Delays on Global Stability of a Neural Networks with Two Neurons
というタイトルでOHPを使い30分の講演を行いました。馬万彪君は初めての国際会議
発表だったのですが、日本出発前の発表練習特訓の甲斐あってうまく講演できました。

◎若手の人へのアドバイス：OHP原稿をきちんと英語で作って発表練習をしっかり

やっておけば、英語の発表も日本語の発表もおなじです。英語の発音はJapanese
English で大きな声でやればよい。質問を受けて聞き取れない場合は、「自分は
初めて国際会議で発表するのであがっていてうまく聞き取れない。申し訳ないが、
講演が終わってからゆっくり質問して下さい。」というメモをあらかじめ作って
おいてそれを読めばよい。黙って立ち往生するのは最悪です。

この日のセッションは午後8時までであり、午後8時半から昼間と同じ中庭で歓迎のカ
クテルパーティー。9月のはじめのマドリードの日の暮れは午後9時ぐらいなのですが、
今度はアルコールも出て、昼間とは違った夜の雰囲気でなかなかいい感じ。筆者
にとってProf. Hal Smith や Prof. Thomas Hallam と話ができたことが嬉しかった。
とくに Prof. Thomas Hallam は1970年代初めから数学の論文の上で名前を知っていた
ので、こんな人だったのか、と感慨深かった。逆算すると当時 Prof. Thomas Hallam
は30代前半のはず。つくづく、論文は若いうちから書きまくらないといけないと思
いました。

9月6日は日曜日でコンファレンスは休み。原、馬、竹内の3人はアランフェスの
王宮とエル・エスコリアルにあるサンロレンソ修道院を見学。歩き回って足が棒にな
った。プラド美術館ももちろん見ました。

9月7日の午後8時30分からコンファレンス会場そばの大学の大食堂でバンケッ
トがありました。日本の我々の大学の食堂とは違って、なかなか立派な造りの食堂で
フルコースのディナーパーティーでした。もちろんみんな昼間と同じ服装でノーネク
タイです。200人以上の人にちゃんとしたフルコースのディナーを提供できる食堂
を持っているというのも感心しました。

尚、今回のコンファレンスにはポスターセッションもあり、会場1階の回廊部分に
展示してありました。会議最終日のクロージングセッションで議長より21世紀に入
ってから第2回数理解生態学国際会議を開催しようという提案がなされました。

今回のコンファレンスは3人で参加したので、町なかで食事をするにしても観光を
するにしても非常に好都合でした。もちろん1人で参加することも出来るわけですが
やはり数人で参加する方が楽しい。若手の人でも出来るだけ早い時期に先輩や先生と一
緒に国際会議に参加し講演されることをお勧めします。

付記 今回のコンファレンスに関するデータは以下の通りでした：

アブストラクトの締め切りは 1998年5月1日

宿泊申し込み期限は 1998年5月31日

付録

発表の際の質問に対応する土壇場の切り札を公開します。

2～3度聞き直しても、どうしても質問が聞き取れないときは、以下のようなOHPシートを2枚あらかじめ準備しておいて、それを見せます：

I am sorry, this is my first chance to present the talk.

So, I am not so good at hearing questions.

Please repeat your questions more slowly.

これでもだめなら、奥の手で

I am sorry, I can not still follow you.

I am glad if you can ask your questions again later.

これを見せると会場は爆笑の渦になるでしょう。このくらいのユーモアも必要。このOHPシートを持っていると安心して発表できます。ただし、これが通用するのは若手だけです。

馬万彪君もこのOHPシートを準備していたので安心して発表できたのですが、幸いこのシートは使わずに済みました。

数理生物懇談会に参加して

松永 秀章 (大阪府立大・工・D1)

齋藤 保久 (大阪府立大・工・M2)

数生懇は昨年に引き続いての参加になりました。最終日は欠席しましたが、2日間を感じたことを対話形式でまとめてみました。

松永 数生懇は、数学系の研究集会とはかなり雰囲気が違うね。

齋藤 講演タイトルもユニークなものが多いし。

松永 全体として、先生方が比較的若いと参加している学生が多いのにびっくりしました。華やかな研究集会だなあというのが第一印象です。

齋藤 それは女性の方がたくさん参加しているってことですか？

松永 ……。齋藤くんはどうでした？

齋藤 生物は高校のときから苦手だったので生物学的な専門用語が出てくると、胃がもたれているときに脂っこい料理を目の前にだされたような気分でしたが、OHPのスクリーンに微分方程式が写るとホッとしました。

松永 数学を専攻している学生特有の感想だね。今回、数生懇に参加してみて特に感じたことは？

齋藤 まず、発表に関する質問の内容に、数理生物学と数学の違いを感じました。本会で、発表者に対し「そのような見方は、ちょっと違うんじゃないですか？」という質問がたくさんあって驚きました。数学の

研究集会ではこのような質問はありませんよね。

松永 そうそう、数学では少なくとも証明さえちゃんとできていればそんなキツイ(?)ことは言われない。

齋藤 「見方」というような言葉も出てきませんし。数理生物学というのは、人の見方、考え方が大きな割合を占めている学問なんでしょうか？ それに対して数学は、得られた結果には、個人の目、考えが全く反映しないですね。実際、結果を得るまでには「見方」を工夫したり、アイデアを煮詰めたりするんですが。

松永 まあ研究者の立場が違うからね。同じ生物モデルとして与えられている微分方程式でも、数学者はその方程式の解の構造をパラメータ等によって完全に分類したいと考えるのに対して、数理生物学者は、より最適なモデルを提案することに重点を置いているように。

齋藤 それに学問ってというのは客観性の上に成り立っていますよね。例えば数学は証明が「客観性」そのものであり、物理学は実験や現象がそれで、それらを通して自然界の公理を追求しているわけですよ。去

年からこの数生懇に参加していますが、数理生物学は何を「客観性」にしているのかが、生物学を知らないせいかよくわかりないままなのです。何をもってその研究をよしとしているのか、とでも言うのでしょうか、その辺を発表の時もう少しわかりやすくしてほしかったなあ。

松永 確かにそうだね。これからは、僕たちの方から積極的に数理生物学の人たちとコミュニケーションをとることが大切になるね。

齋藤 生物学の勉強か…。

松永 さて、2日目に『生物現象に対する数学的手法』と題したセッションが行われましたが、自分の研究に生かせる部分はありましたか？

齋藤 自分が勉強しなければならないことがいっぱいあるなと思いました。俣野先生の話からなんですが、力学系理論やカタストロフィー理論がそうです。僕は今、時間遅れを含む、あるロトカ・ボルテラ型微分方程式系の「大域的安定性」について研究しています。力学系理論は解の「大域的視野」からの解析だし、またパラメータを変化させて、系の安定状態を分類することにはカタストロフィーの話が関連するそうなので。松永さんは？

松永 拡散効果を考慮した数理生物モデルがいろいろな角度から研究されていることに興味をもちました。

齋藤 二宮先生の発表のことですね。いま数理生物学では「拡散」が話題になっているみたいですね。

松永 あと、個人的には三村先生の講演で触れられていた「計算機シミュレーション

とその信頼性」について、つっこんだ話が聞きたかったです。

齋藤 具体的に言うと？

松永 僕たちも（自分たちの研究室で開発した時間遅れをもつ微分方程式の）コンピュータシミュレーションを併用しながら研究を進めているけど、ときどき予想に反した解軌道図が現れることがあるんです。大半は方程式やパラメータの入力ミスによるものなんですけど、実はソフトのプログラム自体が間違ってたということも何回かありました。そのときは理論的に得られた必要十分条件をシミュレーションで確かめていたので、結果的にそのようなバグが発見できたのですが…。他の研究者のみなさんは、普段どのように計算機とつき合っているのか、またシミュレーション結果をどの程度信頼しているのかが特に知りたかったです。

齋藤 僕らの研究でのコンピュータの役割は、こんな定理が成立するのではという予想や、得られた結果に対する確認という「補助的」なものだけど、数理生物学ではそれを研究の「一手段」に置いているだけにその信頼性が気になりますね。

松永 そう、そうなんです。

松永 ところで齋藤くんは俣野先生に、ご自身が書かれた微分方程式の本にサインを頂いたそうなんですが。

齋藤 あっ、はい、サインをもらうときはドキドキしました。

松永 30年後にはテレビに出て鑑定してもらっているかもね（笑）。

Q.E.D.

数理生物学シンポジウム感想

九州大学／理学部／生物学科／佐竹暁子

E-mail:satake@bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp

数理生物学とは私にとって全くとらえどころのない分野です。これは、研究を進めていくにつれて実感します。

数理生物学と呼ばれる同一の枠組みの中でさえも、今回のシンポジウムの内容は多様性に富んでおり、この分野の現在における活発さ、かつ方向性のなさを感じ取ることが出来ます。私はこのような状態こそ、なにか本質的な新しさが生まれてくる可能性を含んでいるのだと思いますが、もっと積極的に取り組まなければ、ただの数学的遊技(コンピューター遊び)に終わってしまう危険性も同時に持っていると思います。この分野に足を踏み入れて間もない者にとって、自分の方向付けを行うのに戸惑いをかくせません。

講演の中で最も感動を与えたものは、オーガナイズドセッション 2「生物現象に対する数学的手法」です。私の数学に対する姿勢はこれまでかなりプラグマティックなものでしたが、このオーガナイズドセッションは数学をより魅力的なものにしてくれ、数学的システムのふるまいそのものへの興味を抱かせてくれました。生物学と数学。これらは一見対極にあるように思えますが、実は生物学の中に数学を見出すことができるし、その逆も可能だということに気付かされました。

生物現象はよく言われているように、「複雑」です。このような現象に対して、数理的手法はどのような貢献ができるのでしょうか？会員の皆様はそれぞれ独自のアイデアをもっていらっしゃると思います。もし、この記事を読まれましたら、この疑問に対する意見を是非お聞かせ下さい(E-mail アドレス上記)。

数理生物学シンポジウム第8回が幕を閉じるとともに、台風は京都からさっぴていきましたが、私のなかの嵐はいっこうにおさまってくれません。

数理生物シンポジウムに参加して

九大・理・生物・数理生物・川口 勇生

今回、初めて数理生物シンポジウムに参加したわけですが、いろいろな意味でいい経験をさせてもらいました。初めて人前で発表するということで、期待と不安を抱きながら京都へ行きました。

さて京都についてからはずっと雨でしかも数理生物懇談会の看板もなく京都大学の中で迷子になるということもありました。せめて数理解析研究所の前に看板を立てていただけていたらと思います。

自分の発表がうまくいかなかったということのをぞいては、この3日間を自分なりに楽しめたと思います。自分の発表については、準備不足を感じざるを得ない内容になってしまいました。途中の質問に舞い上がってしまい、最後の質疑応答もよくわからない答えをしてしまったのが恥ずかしく思っています。発表の位置が懇親会の前にあったことが自分にとって救いだったと思います。そこで自分の話題に興味を持っていただいた方とゆっくりお話することができて良かったと思っています。自分が言えなかったこと、知らなかったことを再認識できました。つたない説明でしたから、きちんと伝わったかが心配です。

また講演内容も自分の勉強になることが多くたいへん意義深い物となりました。特に二日目の三村先生のオーガナイズドセッションは自分の研究でも使った拡散方程式についてのセッションだったので、自分の研究に摂動法など応用できるような話題が聞けておもしろかったです。

今回の経験を生かし、次の発表に活かしていけるようにしたいと思います。ありがとうございました。



数理生物学シンポジウムの感想

静岡大・工・システム 小林 貴紘

初日、午前9時から始まるということで、朝5時半の起床となりました。それでも京大に着いたときには、最初の講演が始まっていました。最初はかなり意気込んで、たくさん学んでいこう、とはりきっていましたが、2つ、3つと講演が進むにつれ、朝が早かったこともあり眠気が襲ってきました。正直なことをいうと、理解できるものはほとんど皆無に等しく、大変なところにきてしまったと思いました。せっかく連れてきていただいたのにここで眠気に負けては申し分けないと思いつつも、うつらうつらしてしまいました。

しかし、発表者は皆堂々としており、自分たちが夏にやった中間発表とは雲泥の差だなどと思いました。卒研の発表を控える自分たちとしては、内容もちろん大切ですが、その発表態度に非常に感心しました。発表後の質疑応答でも質問されれば、その質問に対する最も適切な答えを分かりやすく、そして速やかにかえしていました。それも質問者だけでなく、全員が理解できるように。

二日目、三日目と進むにつれ、自分も学んだことのある分野に関する研究もあり、何となくではあるが理解できることもありました。しかし、やはりそれ以外の分野となるとこういう研究もあるんだなという客観的な見方にならざるを得なくなってしまいました。

三日目の最後には我が静岡大学からの発表者が続々と登場し、皆他校の学生に引けをとらない堂々とした発表をしてくれ、自分も何だか晴れ晴れとした気持ちになれました。

今回のシンポジウムでは、研究に関するだけでなく、京大という日本を代表する優秀な大学の雰囲気も満喫できたし、また、京都の街というものも直接みることができ、素直に面白かったということが出来ます。また、社会人となってしまっは経験できない非常に価値のある経験ができてうれしく思います。

10/15～10/17に京都で数理生物学懇談会が開かれた。

僕が数理生物学懇談会への参加を希望した理由は、「(プロの?)研究者達が集まり、それぞれの研究を発表しあう会とはどのようなものか興味があったから」である。「京大のキャンパスを見てみたい」という気も少しあり、自分が発表するわけでもないので気楽に参加してみることにした。

数理生物学懇談会に参加して、まず想像していたよりも人数が少なかったことに軽い驚きを覚えた。「数理生物学という分野の研究に携わっている人はこれしかいないのか。」というのが率直な感想であった。もちろん、数理生物学に関する研究をおこなっている人々全員があの方に集まったわけではないだろうが、それでも想像していたよりはずっと少なかった。

もう1つ驚いたことは、「これは本当に数理生物学という1つの分野なのだろうか?」と思うほど、個人個人の研究内容があまりにも異なっていることであった。ひとくちに数理生物学といっても、その内容はさらに細分化されているのだろう。「こんなことを研究している人もいるのか」と驚いたり感心したりすることが多かった。しかし、研究者の方々も、自分の専門分野とあまりにも異なる研究内容を理解することはできないのではないだろうか。これほど異なった研究をしている人達が一堂に会して、研究発表をしあう意味があるのだろうか、という疑問も感じた。

研究発表の内容に関しては、いくつかの研究を除けば、恥ずかしい話だが全くといっていいほど理解できなかった。しかし、研究発表会に参加しその雰囲気を楽しむことができ、それぞれの分野で活躍している研究者達の空気に触れることができた。特に、まだ若い研究者達が堂々と発表している姿を見て多少なりとも触発されるものがあった。そのような点から見れば、今回の数理生物学懇談会に参加したことは有意義なことだったと思う。

今回の「数理生物学シンポジウム」への参加は、時期的に私にとってこれからの卒業研究の励みになるのではないかということ強く感じていました。実際に参加してみると、数理生物学といってもその領域は非常に広く、普段見慣れた、生物の競争方程式や拡散方程式以外に普段あまり見ない情報理論、遺伝学、人口論を取り入れたモデルをみることができました。中には自分の専門分野に近く、何となくではありますが理解できた話もありました。特に2日目のオーガナイズドセッション2の生物現象に対する数学的手法のコーナーは唯一の数学的な話で高度な内容ではありましたが興味をひくものがありました。

個々の講演を通してその背景となる知識や数学的な手法も様々でみなさんの専門の特徴がよく現れていました。数理生物学というだけあって、やはり生物を専攻している方が多いのですが、数学的な部分もしっかりしていて驚きました。生物の人はあまり高度な数学はやらないと思っていました。大学院以上のレベルになると、自然科学を研究する者にとって数学は常識なのでしょうか。私たちシステム工学科の学生が数理生物学に取り組む場合、生物学は全く知らず、数学も教養レベル+ α 程度のレベルです。非常に難しい立場にいると思いますが、あえていうなら数学的なアプローチを重視ということになるのでしょうか。今回の集会での質疑応答はほぼ生物関連の質問でした。それだけに今後数理生物を研究するには、生物の中でもせめて自分が専門とする分野だけでも知識を増やさなければと実感しました。一方、発表中に数学的な考察も少しはあってもいいのではないかと思いました。

3日間を通して私にとってはまだ勉強不足でわからないことがほとんどでしたが、専門家レベルの講演の雰囲気は十分に味わえたと思います。卒業研究に専念する日々が続いていますが、研究の未知な部分に苦しみながらも来年の発表に向けてがんばっていこうと思います。

僕は、初めて学会というものに参加した。最初、僕は、ホールみたいなところで、発表とかあるのかと思っていたら、普通の教室でやっていたので、予想外だった。

まあ、そんなことはどうでもいいので感想を書くと、発表されている方の話を聞いていても、どれも難しく、聞いていてもなかなか理解できなかったというのが本音ではあるが、生物と言っても実にさまざまなことを、研究しているのだなということがよく分かった。また、発表された後の質問のとき、質問されていた方々に共通していたことは、その発表した論文がどれだけ現実を再現できているかということだった。確かに、これが一番大切だと思う。いくら、難しそうな式を羅列し、難しい数学を使って解いたとしても、現実を再現できないのであれば、まったく意味がない研究だからである。

また、思ったことに、発表する方は当然であるが、質問する方も、それなりの知識を持たなければ、質問できないなということが、当たり前ではあるが聞いていてよく分かった。

僕は、来年、院に行くので、こういう場所で発表する機会があるかもしれないので、是非、その時は、自分の研究結果と、現実の現象の関係を大切にしてみたいと思う。

MEセミナー

九州大学理学部生物学科数理生物学講座 講演記録
(1998年4月28日～11月5日)

4月28日 (火) 午後1時30分より
巖佐 庸(九大・理・生物・数理生物)
ことなる集団(種)の絶滅リスクを束ねる

5月12日 (火) 午後1時30分より
Dr. Daniel Falush(Dept. Biology, Facul. Science, Kyushu Univ.)
The evolution of synergism

5月19日 (火) 午後1時30分より
武田裕彦(九大・理・数理生物)
ゲノムインプリンティングの数理モデル -対立遺伝子多型の実現-

5月26日 (火) 午後1時30分より
加茂 将史(九大・理・生物・数理生物)
協和音・不協和音の区別は如何にして与えられるか?

6月2日 (火) 午後1時30分より
遠矢 周作(九大・理・生物・数理生物)
ゼブラフィッシュ網膜上の錐体モザイク形成

6月16日 (火) 午後1時30分より
向 草世香(九大・理・生物・数理生物)
造礁サンゴにおける種内変異 群体形&卵サイズ

6月25日 (木) 午後3時30分より
巖佐 庸 (九大・理・生物・数理生物)
ゲノム刷込みの進化:遺伝子コンフリクトの結末

6月30日 (火) 午後1時30分より
川畑俊一郎(九大・理・生物)
無脊椎動物の先天性免疫機構
-カブトガニ顆粒細胞の生化学的解析から分かったこと-

7月2日 (木) 午後3時00分より
酒井 一彦 (琉球大・熱生研・瀬底実験所)
イシサンゴにおける種内接触:成熟サイズ・齢の可塑性

7月6日(月) 午後1時30分より

野坂 通子(佐世保高専・物質工学)

筋肉横紋筋におけるアクチンフィラメントとミオシンフィラメント間の周期の一致と相互作用モデルおよびそれを基にした幾つかの予測

7月27日(月) 午後3:30-5:30

鈴木秀明(本田技術研究所基礎研究部門)

遺伝的アルゴリズムにおいて組み換えが新しい機能の進化を加速する効果

7月30日(木) 午後1時30分より

川口 勇生(九州大学・理・生物・数理生物)

ミューラー型擬態における羽パターンの境界線の移動スピードの計測

10月1日(木) 午後3時30分より

難波 利幸(大阪女子大学・学芸・基礎理)

パッチ状環境で餌をめぐる競争する2種の捕食者の共存可能性

10月6日(火) 午後3時00分より

中垣俊之, 山田裕康(理化学研究所, バイオ・ミメティックコントロール研究センター)

真性粘菌変形体における収縮リズムのパターン形成

10月9日(金) 午後3時00分より

富樫 辰也(北海道大学 理学部)

海産緑藻における配偶子の行動と異形配偶子接合の進化

10月27日(火) 午後1時30分より

江副日出夫(大阪女子大学基礎理学科)

空間構造がもたらす性配分の偏り

11月5日(木) 午後2:30より

佐竹暁子(九州大学・理・生・数理生物)

攪乱環境下での植物の繁殖タイミング／わたしはいつ繁殖すれば良いの？

連絡先: 中丸麻由子

九州大学理学部生物学科数理生物学講座

〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1

tel. 092-642-2642 fax. 092-642-2645

nakamaru@bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp

大域情報(GI)セミナー記録

第28回 1998年1月28日(水) 3:00pm ~ 5:00pm

講演者: 武田裕彦 (九州大学理学部生物学教室)

タイトル: Whole mount な状況を想定して局所を調べること

第29回 1998年2月26日(木) 3:00pm ~ 5:00pm

講演者: 吉村 仁 (静岡大学工学部システム工学科)

タイトル: 不確定な環境における動的意志決定の原理

—フォン・ノイマンのゲームの理論は間違っている?—

第30回 1998年6月18日(木) 3:00pm ~ 5:00pm

講演者: 吉岡英二 (神戸山手女子短期大学)

タイトル: 日本沿岸産ヒザラガイ類5種の地理的分布と繁殖時刻設定

問い合わせ先: 瀬野裕美 (奈良女子大・院・人間文化)

seno@ics.nara-wu.ac.jp/0742-20-3442[phone & fax]

進化生態学酒話会講演録(1997年11月～1998年11月)

1997年

11/22 第68回

「シカー捕食者生態系復元に向けての評価方法」

高橋紀夫(東京農工大・連合農学研究科)

12/20 第69回

「岩礁性潮間帯の捕食者の採餌戦略と被食者の防御戦略」

山本智子(海洋科学技術センター)

1998年

1/24 第70回

「フナ類の有性・無性(雌性発生)集団の共存」

箱山 洋(九大・理)

2/21 第71回

「A evidence for selection on correlogenes, genes controlling character correlations」

工藤 洋(東京都立大)

5/16 第72回

「タケツノアブラムシのカスト生産スケジュール:最適な表現型可塑性の進化」

柴尾晴信(工業技術院・生命研)

6/20 第73回

「はらわたの左右が進化する・・巻貝における鏡像進化のパターンとプロセス」

浅見崇比呂(東京都立短大)・大林夏湖(東大・広域システム)

7/18 第74回

「植物の季節消長に適応した昆虫の生活史の進化」

黒田啓行(東大・広域システム)

9/5 第75回

「遺伝情報を組み込んだ森林の個体ベースモデルー森林生態学と集団遺伝学の統合ツールとなり得るか？」

竹中明夫(国立環境研)

9/26 第76回

「The Process of Speciation: Examples from a Coastal Marine Worm」

J. Weinberg (National Marine Fisheries Service, USA) &

V. Starczak (Woods Hole Oceanographic Institution, USA)

10/24 第77回

「虫の生殖を操る細菌 Wolbachia:特にアワノメイガ類の性比異常現象について」

星崎杉彦・陰山大輔(東大・農)

11/14 第78回

「河川における底生性ハゼ科魚類クロヨシノボリ *Rhinogobius* sp.DA の採餌ニッチシフト」

大杉奉功(ダム水源地環境整備センター)

「両側回遊性ハゼ科魚類クロヨシノボリ *Rhinogobius* sp.DA のオス間競争とメスの配偶者選択性」

高橋大輔(大阪市大・理)

世話人:仲岡雅裕(東大海洋研・海洋生物生態)

TEL. 03-5351-6473, FAX. 03-5351-6471

E-mail: nakaoka@ori.u-tokyo.ac.jp

松田裕之(東大海洋研・資源解析)

TEL. 03-5351-6494, FAX. 03-5351-6492

E-mail: matsuda@ori.u-tokyo.ac.jp

・E-mailによるセミナー案内を行っております。ご希望の方は

moriyama@ori.u-tokyo.ac.jp(森山彰久, 東大海洋研)まで E-mailでご一報下さい。

・ホームページ:<http://www2.ori.u-tokyo.ac.jp/~ayu/syuwakai/> も開設しております。

東大海洋研・資源解析部門セミナー

1997年度

- 11/25 「The experiments on Turtle Excluder Devices (TEDs) for shrimp trawl nets in Thailand」
Lertchai Podapol (Champorn Mar. Fish. Deverlop. Center, Thailand)
- 12/ 9 「相模湾で漁獲されるソウダガツオの来遊資源量の算定について」
北沢菜穂子・三谷 勇 (神奈川水総研)
- 1/13 「保全生物資源学における『生物の価値』問題 —カブトガニを例として—」
清野聡子 (東大教養・宇宙地球科学)
- 1/27 「データ記録型標識から得られたクロマグロの鉛直遊泳行動について」
北川貴士 (東大海洋研・資源環境)
- 2/ 6 「Long-Term Changes of the Ecosystem in Lake Donghu ? Top-Down Effects of Fish on Microcystis "Water Bloom"」
謝平 (中国科学院 東湖湖沼生態系試験場, 中国)
- 2/16 「日本周辺域における海草の多様性—三陸の海草を中心に—」
相生啓子 (東大海洋研・海洋生物生態部門)
- 2/17 「加入管理と再生産関係」
松宮義晴 (東大海洋研・資源解析)
- 3/03 「三重県和具におけるイセエビの資源管理に関する研究」
對木英幹 (東大農・水産資源学)
- 3/19 「海棲哺乳類を指標とした海洋汚染研究」
宮崎信之 (東大海洋研・大槌臨海研究センター)

1998年度

- 4/10 「資源解析分野の課題と展望」
松宮義晴 (資源解析部門)・ほか
- 4/28 「産卵ポテンシャルの生物学的意味」
勝川俊雄 (東大海洋研・資源解析)

- 5/14 「帰化生物の侵入から大発生までの間の時間遅れについて」
Jeff Crooks (Scripps Institution of Oceanography, USA)
- 6/23 「太平洋メバチ資源を巡る最近の情勢」
宮部直純(遠洋水研)
- 6/30 「ベイズ統計学と赤池情報量基準」
松宮義晴(東大海洋研・資源解析)
- 9/8 「資源管理の意志決定における時間スケールの問題」
勝川俊雄(東大海洋研・資源解析)
- 9/16 "The U.S. Atlantic Surfclam Fishery: History, Management, and Science."
James R. Weinberg (National Marine Fisheries Service, Woods Hole, USA)
"Patchiness of invertebrate larvae along the eastcoast of the US in relation to
physical factors."
Vicke R. Starczak (Woods Hole Oceanographic Institution, USA)

ホームページ <http://www2.ori.u-tokyo.ac.jp/~ayu/seminar/index.html>

E-mailによるセミナー案内を行っています。配信ご希望の方はご連絡ください。

世話人 勝川 俊雄

〒164-8639 東京都中野区南台1-15-1 東京大学海洋研究所 資源解析部門

Tel. 03-5351-6495 fax (部門共通). 03-5351-6492

E-mail katukawa@ori.u-tokyo.ac.jp

1998年度 広島大学 INSAM 応用数学・非線形科学セミナー

Institute for Numerical Simulations and Applied Mathematics

<http://insam.sci.hiroshima-u.ac.jp/>

【事務局】

非線形科学グループ: 三村昌泰、草野完也、花崎一郎、本多 了

応用数学グループ: 三村昌泰、坂元国望、木村正人、中木達幸

題目:レーザーとプラズマによる粒子加速

講師:小方 厚 (広島大学大学院先端物質科学研究科)

時間:11月13日(金)15:00-16:15

場所:広島大学理学部 D207

題目:破壊のパターン形成 ---柱状節理と小惑星の物理---

講師:早川 美德 氏(東北大学 電気通信研究所)

時間:10月23日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:破壊現象の数理と, FreeFEM による数値シミュレーション

講師:大塚 厚二 氏(広島電機大学工学部 情報工学科)

時間:10月23日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:ブリッグス・ラウシャー反応の光応答

～分岐・多重安定性・カオス～

講師:岡崎 紀明 氏(広島大学 理学部化学科)

時間:10月9日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:太陽フレアの機構を探る

～高温プラズマにおけるカタストロフィ～

講師:草野 完也 氏(広島大学 大学院先端物質科学研究科)

時間:10月9日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:場の量子論の数値シミュレーション

講師:中村 純 氏(広島大学 情報教育研究センター)

時間:7月24日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:3次元球殻内熱対流問題の安定化有限要素解析

講師:田端 正久 氏(九州大学 大学院数理学研究科)

時間:7月24日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:毛細血管ネットワークからの血管分岐系形成

講師:本多 久夫 氏(兵庫大学 経済情報学部)

時間:7月10日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:チューリングパターンとは何か?

講師:三村 昌泰 氏(広島大学 理学部 数学科)

時間:7月10日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:コレステリック液晶におけるフィンガーパターンの成長

講師:長屋 智之 氏(岡山大学 教育学部 理科教室)

時間:6月19日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:ファセットを伴う界面ダイナミクス

講師:儀我 美一 氏(北海道大学 大学院理学研究科)

時間:6月19日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:自然と生命は何故カオスの縁にいるか?

講師:伊東 敬祐 氏(神戸大学 理学部 地球惑星科学教室)

時間:6月12日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:「乱流 vs.カオス」

講師:山田 道夫 氏(東京大学 大学院数理科学研究科)

時間:6月12日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:画像処理と非線形化学反応

講師:三池秀敏(山口大学 工学部 感性デザイン工学科)

時間:5月22日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:生物系に現われるパターンの多様性

--- 数理モデルからの接近 ---

講師:三村 昌泰 氏(広島大学 理学部 数学科)

時間:5月22日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

講師:余田成男(京都大学大学院理学研究科)

題目:回転球面上の2次元乱流に関する数値実験

時間:5月8日(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:自由表面の乱れと波崩れについて

講師:土井 康明 氏(広島大学工学部 第四類運動システム)

時間:5月8日(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

講師: Dr.Hugues Chate (CEA:Service de Physique de l'Etat
Condense, Centre d'Etudes de Saclay, France)

題目: Structure and Dynamics of Dpiral Waves in Complex,
Chaotic, and Noisy Oscillatory Media

時間:4/17(金)15:00-16:30

場所:広島大学理学部 D207

題目:反応拡散方程式に現れる進行パルス波の衝突非消滅性について

講師:長山 雅晴 氏(広島大学理学部)

時間:4/17(金)16:30-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:Bifurcations in one model of Bray-Liebhabfsky
oscillating chemical reaction

講師:Leonid Kalachev 氏(東洋大学)

時間:4/10(金)17:00-18:00

場所:広島大学理学部 D207

題目:チューリング化学反応系に現われる自己複製スポット形成
—その数理モデルによる考察—

講師:三村 昌泰 氏(広島大学理学部)

時間:4/10(金)16:00-17:00

場所:広島大学理学部 D207

横浜数理科学セミナー記録

世話人:今野紀雄 (横浜国大 工学部 生産工学科 応用数学)

tel 045-339-4205 (直通)

e-mail: norio@mathlab.sci.ynu.ac.jp

<http://welldef.osu.seg.ynu.ac.jp>

宇佐見義之 (神奈川大 工学部 物理学教室)

e-mail: usami@phsu1.phsc.kanagawa-u.ac.jp

<http://www.phsc.kanagawa-u.ac.jp>

大月 俊也 (横浜市大 理学部 機能科学科)

e-mail: ohtsuki@yokohama-cu.ac.jp

日時:3月10日(火) 17:00-18:00

講師:鈴木幸司 氏 (室蘭工業大学情報工学科)

タイトル:ファジー連想記憶

日時:4月4日(土) 17:00-18:00

講師:Alex Tretyakov 氏 (東北大学情報科学研究科)

タイトル:Dynamical phase transition in a computer network model including essential features of TCP/IP protocol suit.

日時:4月24日(金) 16:00-17:30

講師:河野俊丈 氏 (東大院数理科学)

タイトル:結び目とFeynmanダイアグラム

日時:5月12日(火) 17:30-18:30

講師:木崎 伸也 氏 (中央大学大学院理工学研究科)

タイトル:ワタリバッタの大量発生モデル化

日時:5月19日(火) 17:30-18:30

講師:望月敦史(九州大学理学部生物学教室)

タイトル:接着力に依存した細胞のパターン形成
-接着力変化の推定と Cone Mosaic

横浜数理科学セミナー(人工生命研究会合同)

日時 11月7日(土) 10:00-

プログラム

10:00-11:00 「映画、CGへ応用される人工生命理論~CGの作り方->古生物学への
応用」

宇佐見 義之, 神奈川大工 (学部生向けレクチャー)

11:00-11:50 「セルラオートマタ上に実装された自己増殖ループの自発的進化」

○佐山 弘樹, 東京大学大学院 理学系研究科 情報科学専攻

11:50- 「ファジイセルオートマタによる細胞社会のモデル化」

○ジョバンニ・ニューディ, 理研 計算科学

Giovanni Gnudi and Petros Lenas, Computational Science Laboratory

14:00- 「言語システムに内在する多様性への人工生命アプローチ」

○有田 隆也, 名古屋大院 人間情報学研究科

15:10- 「抽象化学反応系の諸相」

○鈴木 泰博, 田中 博, 東京医科歯科大, 難治疾患研

16:30-17:10 Guest Talk

「超並列計算機による月形成シミュレーションとCGによる可視化」

○三浦 均, 理研 計算科学

17:10-17:30 「デジタルロストワールド計画」

○宇佐見 義之, 平野 砂峰旅, 神奈川大工, 科技団さきがけ 21

世話人

宇佐見 義之(神奈川大), 鈴木 泰博(東京医科歯科大), 佐山 弘樹(東大)

今野 紀雄(横国大), 大月 俊也(横市大)

生物システムセミナー

<http://www.sys.eng.shizuoka.ac.jp/biosys/>

静岡大学工学部システム工学科では、生物システムに対する理解を深めるために、国内および海外から浜松に来ていただいた研究者によるセミナーを開催しています。

第4回 1998年 2月27日(金) 17:00～

題 目: Phylogenetic approaches to revealing the factors that promote species richness

講演者: Tim Barraclough 氏 (Imperial College, UK)

第5回 1998年 3月10日(火) 17:00～

題 目: デジタル・ロストワールド計画

講演者: 宇佐見義之 氏 (神奈川大工、科技団さきがけ 21)

第6回 1998年 4月16日(木) 16:00～

題 目: 体系化の精神:戦う系統学, 内なる分類学, そして体系学の野望

講演者: 三中信宏 氏 (農水省農業環境技術研究所)

第7回 1998年 6月18日(木) 15:00～

題 目: 血縁淘汰説 アシナガバチの多女王制をどう理解するか?

この説と個体群生態学との関係

講演者: 伊藤嘉昭 氏 (名古屋大学名誉教授・元沖縄大学教授)

場 所: 光電機械工学科棟2階 会議室 (静岡大学浜松地区)

*セミナーに関するお問い合わせは下記までお願いします。

E-mail: aoki@sys.eng.shizuoka.ac.jp (青木一郎)

y-takeuchi@ipch.shizuoka.ac.jp (竹内康博)

jin@sys.eng.shizuoka.ac.jp (吉村 仁)

rinko@sys.eng.shizuoka.ac.jp (宮崎倫子)

sato@sys.eng.shizuoka.ac.jp (佐藤一憲)

編集後記

☆1999年ということで、まず頭に浮かんだのはノストラダムス(1503-1566年)の大有言です。発想があまりに軽薄でしょうか？私が高校生の頃にかなりブームとなり、雑誌などで読んだ覚えもあるのですが、もうちょっと詳しい情報を手に入れようと思いYahoo!で検索してみました。ブームのもととなったのは彼の4行詩(『百詩篇』の第10章72番)が五島勉氏によって人類滅亡を詠ったものと解釈されたことによるらしい。一方で、『百詩篇』の序文には、“私のこの予言は〔天文学にのっとった百ずつの詩〕にまとめた。それらの予言は今から3779年まで長々と続く予言で構成されている。”と記されているとのこと。つまり、人間は3779年まで滅亡しない!

1999年7の月

天から恐怖の大王が来るだろう

アングーモワの大王を復活させるため

前後火星が幸運に統治するため

しかし、この言葉から新たな疑問が生じてきます。人間は3779年まで本当に滅亡しないのか？数理生物を研究されているみなさんはいかに考えるのでしょうか？ちなみに、私自身ノストラダムスの予言に興味があるわけでも何でもないので、天動説の時代を生きたノストラダムスが2千年以上も先までのことを予測しようとしていたことには興味を覚えます。

今号の記事の一つである数理生物シンポジウム感想記を読んで一言：数理生物における数学的手法の応用という面に興味を持つ学生さんが結構いることに個人的にはうれしく感じます。(ちなみに、私自身は数学で仕事をしてきているのですが、扱っている方程式の数理生物での応用が多いと言うことで、昨年数生懇に参加したばかりのまだまごまめなのです。)また、入門以前シリーズ三中先生の記事も、求心的最適化定理以降の数式が並んでいるところを見るとほっとします。しかし、このような意見は数生懇全体ではマイナーなのでしょうかね？瀬野先生からの寄稿を読むと、「数学をバックグラウンドに・・・」という記述はあるものの、どうも、コンピュータシミュレーションが主流という感を受けてしまいます。

◎最後になりましたが、第1回数理生態学国際会議参加記を投稿していただいた原先生から、「アルカラ大学がユネスコの世界文化遺産に付け加えられました」との連絡を頂きました。(宮崎)

1999年度会費振り込みのお願い

郵便局の振込用紙を同封しておりますので、会費の振り込みをお願いいたします。なお、金額は以下となっております。

一般会員 3000円

学生会員 2000円

ニュースレター編集局：☎432-8561 浜松市城北3-5-1

静岡大学工学部システム工学科内

JAMB Newsletter 編集局

FAX 053-478-1212

編集委員長 佐藤一憲 ☎ 053-478-1212

e-mail : sato@sys.eng.shizuoka.ac.jp

青木一郎 ☎ 053-478-1211

e-mail : taiaoki@eng.shizuoka.ac.jp

竹内康博 ☎ 053-478-1200

e-mail : y-takeuchi@ipch.shizuoka.ac.jp

吉村仁 ☎ 053-478-1215

e-mail : jin@sys.eng.shizuoka.ac.jp

宮崎倫子 ☎ 053-478-1224

e-mail : rinko@sys.eng.shizuoka.ac.jp

目次

事務局移転に当たって	表紙見返し
数理生物学懇談会総会報告	難波 利幸 1
研究紹介 (入門以前シリーズ第4弾) 系統樹のグラフ理論 歴史は数理に通じること —系統学入門以前—	三中 信宏 4
寄稿	
FITOP'98 参加記	瀬野 裕美 31
第1回数理生態学国際会議参加記	原 惟行 36
第8回数理生物学シンポジウム感想記 (シンポジウム講演内容は数理解析研究所講究録に Mathematical Topics in Biology 特集号 として発行される予定です)	
数理生物懇談会に参加して	松永 秀章・齋藤 保久 40
数理生物学シンポジウム感想	佐竹 暁子 42
数理生物シンポジウムに参加して	川口 勇生 43
数理生物学シンポジウムの感想	小林貴紘・水嶋孝久・海野智哉・三宅健夫 44
セミナー記録	
MEセミナー (九州大), GIセミナー (奈良女大), 進化生態学酒話会 (東大海洋研), 資源解析部門セミナー (東大海洋研), INSAMセミナー (広島大), 横浜数理科学セミナー (横浜国大), 生物システムセミナー (静岡大)	48
会員情報の更新 ('98.3~'98.12)	62
編集後記	裏表紙見返し
目次	裏表紙