

フィールド生態学と統計数理に関する研究集会

誌名	日本生態學會誌
ISSN	00215007
著者	島谷, 健一郎
巻/号	60巻3号
掲載ページ	p. 377-384
発行年月	2010年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



学術情報

フィールド生態学と統計数理に関する研究集会

島谷 健一郎

統計数理研究所

The reports on the symposiums about field ecology and statistical mathematics

Kenichiro Shimatani

The Institute of Statistical Mathematics

はじめに

2009年10月に統計数理研究所（以下統数研と略記）重点型共同利用研究「フィールド生態学と統計数理」の研究集会、2010年3月に統数研シンポジウム「観察・データ・モデルの狭間を漂う統計数理：生態学におけるその役割と展望」が統数研にて開催された。本稿ではこれらの簡単な報告をしながら、そこで得た、生態学的知見や統計手法以外の教訓について述べたい。

ここでは「統計数理」という語を、「統計」と「数理」の意に近い意味で用いる。前者では、現場と実データから始め、データに内在する傾向を浮かび上がらせ、それらを説明できる統計モデルを構築する。後者では、概して生き物のメカニズムに基づくモデル式から始め、モデルが生成する数値を直接実データと比べるのでなく、平衡解の有無、周期性などの定性的性質を実データと比較し検証する。当然のことながら両者は融合されるべきものであるが、現実には分離されがちである。本稿では別個のアプローチとみなす意で用い、数学を用いるという点で両者を一括りにしたいときに統計数理という語を用いる。なお、本原稿は投稿前に全演者に送付し内容の確認をお願いしたが、記述はあくまで筆者個人の印象であり主張である。

フィールド生態学と統計数理 2009年10月

10月は、図1に示したプログラムのよう、午前統計研究者によるチュートリアルの講演、初日午後はいわゆる研究発表、2日目午後は途上にある「できかけ研究」、最後は生態学会で馴染みの薄い経営学の紹介で締めてもらう構成とした。

初日午前：統計学解説講演1

清水氏の話が始まるや、司会進行として最前列にいた私に戦慄が走った。聴衆の演者へ向ける真剣な眼差しの一斉掃射を背中に浴びたからである。これほどの緊張感を醸し出す聴衆は、私にとって10余年前にその教壇に立っていた予備校の講義以来だった。そしてこの緊張は、夕方になっても、翌日になっても途切れることがなかった。数学系教員による統計学の講義なのだから、「わからない」と投げ出す人がどれだけ多いか不安だった。それが逆に、こんな緊張感のもとで清水氏は講義できるのだろうかという奇妙な不安に捕われたほど、緊張した教室だった。

風向き、動物の移動方向、斜面方位など、生態学ではしばしば角度を測る。角度は0と360の間に入り、かつ0度と360度は同一である。このため、正規分布など実数上の関数を前提とする統計手法は不適切な場合が多い。但し、そのまま使える場合もあれば近似として十分な場合もあり、私もしばしば混乱する。また、同じ様な周期性は時刻データなどでも見られ、広範な応用が見込まれる。清水氏が概論（Batschelet 1981, Mardia and Jupp 1999, Jammalamadaka and SenGupta 2001）などの代表的教科書も

図1. 2009年度統計数理研究所重点型共同利用研究「フィールド生態学と統計数理」研究集会プログラム。

2009年10月29日

- 10:00-10:10 序一本研究集会について 島谷健一郎 (統数研)
 10:10-11:10 角度データの統計的モデリング 清水邦夫 (慶應大)
 11:10-12:10 角度データの解析例 阿部俊弘 (慶應大)
 13:15-14:00 山火事後に更新したブラックスプルス個体群のパッチ構造の形成過程 久保田康裕 (琉球大)
 14:00-14:45 ニッチの差異に基づいた林木種遷移の解析 藤井新次郎 (九州大)
 コメンテーター 楠本開太郎 (九州大)
 14:45-15:30 人工林下層木本植物の個体数密度予測 前田勇平 (熊本県林業研究指導所)
 15:45-16:30 アカエゾマツ孤立個体群は遺伝的多様性を維持できるか：繁殖・更新過程の統合的な解析と将来予測
 富田基史 (東北大)
 16:30-17:15 状態空間モデルによるイワフジツボ個体群動態の解析 深谷肇一 (北海道大)
 17:15-18:00 階層ベイズモデルを用いた個体数指数の推定：シギ・チドリ類への応用 天野達也 (農業環境技術研究所)

10月30日 (金)

- 9:30-10:30 Neyman-Scott クラスタ点過程モデルの最大尤度解析—Palm 強度関数と最近接距離関数による解析—
 田中潮 (統数研)
 10:30-11:30 シミュレーションと実データをつなぐ統計科学—データ同化 上野玄太 (統数研)
 11:30-12:15 植物の生産量のアロケーションを全球規模でモデル化する 伊勢武史 (JAMSTEC)
 13:20-14:00 ウトウの帰巢時のマイクロスケールでの着地行動はカモメ類による餌略奪リスクによって変わらない
 平田和彦 (北海道大)
 14:00-14:40 機能遺伝子の空間分布パターンから適応進化プロセスを探る 森長真一 (東京大)
 14:40-15:20 アオウミガメに付着するフジツボ類の分布パターン～付着生物からウミガメの生態に迫る～
 林亮太 (千葉大)
 15:20-16:00 別の意味での絶滅危惧“種”～森林経理学～ 吉本敦 (統数研)

紹介された)、阿部氏が実データが与えられた時の実践論を解説したが、2000年代に公表された論文の結果が頻繁に登場する。(1) 角度を伴うデータには最新の統計理論が要求されること、(2) 生態学はそのような斬新なデータを当たり前のように扱っている分野であること、(3) 数学専攻でない学生や教員だけでそうした統計学最先端を理解し自分のデータに適用し解釈を与えるところまで完結させるには無理があつて当然、という認識は、参加者も抱いたと思う。

初日午後：成果発表

久保田氏は、カナダの山火事後の再生林に関する点過程モデルの話 (Shimatani and Kubota 2004 の応用) を、その場で数式を板書しながら説明した。大半の人がパワーポイントを用い、数式は論文やプログラムをコピーして貼り付けてスライドを作る。しかし、数式は自分の手で何度も書かないとわかってこない。モデル式を本やノートを参照しなくてもスラスラと書けるようになって、よ

うやくそのモデルを使いこなせるようになれる。この訓練法のひとつに、人前で板書による説明を行うというものがある。数学科では、ゼミ形式で連日、この訓練を行う。久保田氏は、フィールド生態研究者でこの訓練に挑んだ最初の人かもしれない。「研究集会は人に話しを聞いていただく場であつて、自分の訓練に利用するなど許し難い」という意見もあろう。しかし、モデルの話では、スライドによる流れるような解説より、たびたび間違えたりつまずいたりしながらの板書による解説の方が、聞く側にとっても実はわかりやすいのである。両者両得、他の会員もぜひ挑戦してみたい。

藤井氏の話は、沖縄ヤンバルの森林をベースとするシミュレーションモデルに関するもので、学位論文の1部と重なる (Fujii et al. 2009, 2010)。特筆すべきは、数理やプログラミングに強いからこうしたテーマを選択するのが主流なのに対し、藤井氏はそうした素養のない段階で大学院に入り (修士課程は鹿児島大教育)、苦手な学習に四苦八苦ししながら学位取得に至った点である。得意分野

で進学し優秀な学生として卒業するか。苦手分野で進学し苦手分野の克服に学生の身分を利用するか。案外と見過ごされている重要な進学先選択基準である。

せっかく亜熱帯林の話題が出たので、続く楠本氏に、つる植物に関する「これぞフィールドデータ。」と呼ぶにふさわしい空間データを披露してもらった。

その後に続いた前田氏、富田氏、深谷氏、天野氏の話は、いずれも統計手法的に生態学の先端に位置する。それぞれ、林学、分子生態、海洋生態、鳥類学関係の学会で講演をしても、統計手法を踏まえた議論をできる聴衆はほとんどいない。今後は統計関連研究集会へ出て行く必要がある。当初はフィールドデータに馴染みのない統計研究者の間違った意見も多いだろうが、3年も繰り返し話しをしていけば、次第に議論が噛み合うようになる。

深谷（このときの話しは後に Fukaya et al. in press で公表）、天野両氏（及び後述する3月のシンポで講演した坂本氏、片山氏）は時系列データを扱っている。個体群動態や動物の行動は、以前の個体数や行動が次の個体数や行動に影響を与える。データ自体が、一般化線形モデル (GLM) などと違って互いに独立ではなく、過去は未来に影響を与える。従って統計手法は根本的に異なった発想で始める必要があり、一般には、どのくらい以前までの状態がどのように次の時点に影響を及ぼすかを、時系列モデリングによって検証する（但しモデルの仮定の置き方によっては、通常の独立なサンプルと同じような尤度式も導かれる）。この分野では、経済学や気象学がはるかに先行し、時系列解析の入門書の中でも多数、取り上げられている。生態学でも個体数変動など古くから時間変動は扱われてきているのだが、昨今は安易な GLM ソフトの濫用が目立ち、立ち遅れていると言わざるを得ない。当日も、時系列系の人から「もっと基本的なモデルから順に試すべきではないか」といった感じの意見が出ていたが、統計関連学会で発表することで、統計手法について「生態学会会員の常識 = 世間の非常識」が認識できると思う。

前田氏のように、実際の森林施業計画現場の人がベイズモデルを用いていることには驚きを禁じえなかった。単なる検定や分散分析ですら縁遠い現場が多い中、先端統計学と森林現場をむすぶパイプとして、今後とも活用する所存である。

富田氏の中立遺伝マーカーデータも用いた個体ベース森林動態モデリングは、膨大な数式を伴う。これを久保田氏と同じスタイルで板書するには時間が不足するし、すべて書き並べたスライドを映しても聴衆は消化できな

い。富田氏は、主要な生態的プロセスを描いた図をホワイトボードに映写し、そこにモデルの説明をしながら数式を加えていった。これは新しいスタイルの発表で、画期的である。会員諸氏も模倣すると思う。

懇親会前には、大学院生有志による5分間自己紹介的プレゼンを試みた。これは、例えば、学会でポスターを貼っても、今日のように数が多いと、聞きに来て欲しい人が来てくれなかったり、自分と関心の重なるポスターがどこにあるか探しにくい。一方、学会中のシンポでは、そこでの内容に関心を有する人が集まる。その会場で、有志院生による自己紹介プレゼンを入れられないかと思っており、その試行という目的もあった。別所和博（九州大）、皆藤千穂（奈良女大）、篠原輝（琉球大）、橋本操（筑波大）と、本来なら15分講演の内容を圧縮しようとして無理が派生し、時間超過となる発表が続いた（それでも聴衆の多数派が真剣に聞く姿勢を崩さなかった。また、片山直樹（東大）のプレゼンは中止にし、3月の演者に招待した）。そんな中、最後の渡邊謙二（横浜国大）は、「ウグイスに関するこんなデータがあるんですけど、面白いと思いませんか?」と、実質1枚のスライドで終える紹介をした。この英断のおかげで、自己紹介的プレゼンのひとつの範が示された。この型なら、限られた時間のシンポにおいても、5～10名の紹介を混ぜられる。

2日目午前：統計学解説講演2

翌日は、田中氏による空間点分布データに対する点過程モデリングの話から始めた。樹木、草本、巣など、空間点分布データを有する生態研究者は多いにもかかわらず、点過程の考え方は遅々として普及しない。時系列データと同じく、点分布データは、一般化線形モデルのように n 個のデータを独立とみなして尤度式を導くのではなく、独立でない点の相互作用のモデリングを目標におく。つまり n 個の点分布で1個のデータなのである。そのため、尤度式の導出が著しく難しい。種子が親の近くに散布されてきたために集中分布する個体群では、ネイマン・スコット過程が基本モデルである。この場合、パラメータ推定の目的なら、近似を混ぜる事で尤度式に近いものを作りそれを最大にするパラメータを数値計算できる (Tanaka et al. 2008)。一般化線形モデルのような枠組みとは異なる発想を用いないとモデリングできないデータも、生態研究者は日常的に扱っている。この現実も早く認識して欲しい。

上野氏には、データ同化論の概略を話してもらった（中村ほか 2005, 上野 2007 などの解説がある）。シミュレー

シミュレーションモデルでは、パラメータを先に与えて計算する。死亡率や成長速度などでは、実データから最適なパラメータを決めてシミュレーションする研究は多いが、可能ならシミュレーションで作られる個体群や群集が実データと近くなるよう、パラメータ値を、最尤法やベイズ事後分布のような明示性を伴う形で求めてみたい。これは世界中の研究者が狙っている革新的モデリング法だが、データ同化論は統数研をはじめとする日本の研究者が世界の最前線で発展させている手法である。そこで用いる基礎道具が状態空間モデル(10月に深谷氏も用いた)だが、残念ながら本会会員の大半はこれに馴染みがない。それをベースに議論を展開するデータ同化に付いていけないのは仕方ないことである。それでも、何を目標としていたかを把握し、現状のシミュレーションモデルに満足しない姿勢は要求されよう。

以上の2件の講演も時間超過し、伊勢氏は思い切って短縮した講演を行った。気候変動と生態系を扱うモデリングもゆっくり聞いて学習しておきたかっただけに残念だったが、こうした英断も演者には必要であることを知り、後述する3月のシンポでの時間配分へとつながる。

2日目午後：進行途上研究発表

午後からは、できかけ途上研究の話をするよう企画者側から重ねてお願いしておいた。最初の平田氏はそれに真っ向から答えてくれた。今回の演者の中では最も若い修士1年だったが、卒業論文をベースに、自分が行った解析法で疑問に思っている点を説明し、会場の人へ意見を求めた。いわゆる成果発表のための学会ではご法度だが、研究を進展させるための研究集会では当然のことで、会場からも多数の意見が返ってきた。できかけ研究発表の場では、臆することなく疑問点を会場に発すればよい。本来の研究集会のありかたを思い起こさせてくれる発表だった。

続く森長氏の、野外の植物集団に対する遺伝データも用いた研究で、会場は沸きかえり質疑がいつまでも終わらない。分子生態学が、熱い議論をよぶ分野である現状を改めて知らされた。

この盛り上がりの中、直後の林氏の発表は、分子とは裏腹に、ひたすら自分で動いてカメに付着しているフジツボを数えてきた男の物語で、どうなることかと心配したが、杞憂であった。カメに特異的に付着するフジツボなど、そのような種の存在自体、ほとんど知られていない。しかし、林氏の話で聴衆はその生態の面白さに魅入られ、1日にしてカメフジツボ学最先端の知識を有する人が50

名も生誕する事態となった。はなはだナチュラルヒストリー的な発表がどうして統計数理の研究集会に混ざっているのか疑問に思う人もいるかもしれないが、これには理由がある。地道にデータを収集する研究者には、「このデータは自分の宝で安易に人に使わせられない」と抱え込む人が多い。林氏は逆に、自身の手足で集めた膨大なデータを自分だけで抱えていても仕方ないと、数理系の人にデータを渡して共同研究を既に始めている。新しい価値観の元で新しいスタイルの共同研究が若手から萌芽している。

最後は、統数研の吉本氏に、大学の講座から絶滅寸前にある森林経理学の概論で締めてもらった。森林施業に限らず、昨今では生物多様性保全などで、人間の経済的利益を抜きにした計画は考えられない。ところが、そこで不可欠な経理学の講座が、全国の林学科で消えてしまった。コストと利益(収穫等による金銭的利益だけでなく、環境保全や稀少種保全なども考慮に入れた利益である)から効用を算出し、それが最適になる計画を求める。計画案は複雑であるため、ソフトに組み込まれているような最適化ツールで解は求められない。専門的アルゴリズムが要求される(Yoshimoto et al. 1990; Yoshimoto and Marušák 2007; Yoshimoto 2009)。応用保全生態学を志すなら、生態学の基礎研究と並行して経済的効用やその最適化についても素養を備えておかないと、いかなる保全計画案も絵に描いた餅でしかない。吉本氏の講義を聞いた人の中からこうした危機感が生まれ、波状的に普及して欲しいと切に願う。

観察・データ・モデルの狭間を漂う統計数理： 生態学におけるその役割と展望

3月の統数研シンポは、諸事情により1日のきついスケジュールとなった(図2)。

フィールド、統計、数理、3者をそれぞれ主戦場や出身とする方を交え、異なる視点から生態系研究に取り組む現場を互いに見聞する中から、統合的研究姿勢を見出してみたかった。

最初、統数研所長の北川氏から、赤池統計学について10分で話せる範囲で話してもらった。情報量規準AICの提唱で知られる赤池弘次氏は、昨年8月、天国へ旅立たれた。我々はもう赤池氏から統計科学について教わる事はできない。しかし、赤池氏の言葉を日常的に聞きながら研究を進めてきた人が多数いる。そんな人から話を聞いて、赤池氏の発想や科学論を語り継いでいきたい。

図2. 統計数理研究所シンポジウム

「観察・データ・モデルの狭間を漂う統計数理：生態学におけるその役割と展望」プログラム。

2010年3月3日

- 9:50-55 シンポジウム趣旨説明 島谷健一郎 (統数研)
- 9:55-10:05 所長あいさつ：赤池統計学の世界 北川源四郎 (統数研)
- 10:05-10:40 グループの性質の間の関係を探る：生態学的推論と生態学 粕谷英一 (九州大)
- 10:40-11:15 潜水動物の行動と数理モデルの相性：最適採餌・生物力学・バウト 森貴久 (帝京科学大)
- 11:15-11:50 サンゴの個体群動態：局所的な個体間相互作用と全体のふるまい 向草世香 (長崎大)
- 12:50-13:25 河川性サケ科魚類の局所適応：自然選択、ジーンフロー、ドリフトの役割 小泉逸郎 (北海道大)
- 13:25-13:40 動物の加速度データから何がわかるのか ～量的に解析できなかったデータへの対応～
坂本健太郎 (北海道大)
- 13:40-13:55 トドマツにおけるホームサイト・アドバンテージ仮説の検証
一標高間相互移植試験 37年間の生存と成長の経緯— 石塚航・後藤晋 (東京大)
- 13:55-14:10 大型藻類の最適生活環戦略と分布パターン 別所和博 (九州大)
- 14:10-14:25 Individual-based modeling of host-parasite dynamics in continuous space 皆藤千穂 (奈良女大)
- 14:40-14:55 田んぼのイネの気持ちを知りたい～野外環境における遺伝子発現のモデリング～
永野惇 (農業生物資源研究所)
- 14:55-15:10 水田地帯の高次捕食者であるサギ類の空間分布はどのように決まるのか 片山直樹 (東京大)
- 15:10-15:25 今さらながら森林のギャップ・ダイナミクスを探る 真鍋徹 (北九州博物館)
- オーガナイザー：島谷健一郎・金藤浩司・吉本敦 (統計数理研究所)
- 主催：大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所
- 協賛：特定非営利活動法人 環境統計統合機構

粕谷氏は、個体ベースデータを集団ごとに集約し、複数集団に関してその集約統計量を用いた解析の抱える問題について論じた。言われて見れば統計解析の全くの基本問題であるが、生態学会でこうした問題点に気づき議論を展開できる人は、粕谷氏だけではなからうか。こうした議論のできる若手が2人3人と育って欲しい。

森氏は、データロガーによるペンギンの潜水行動データなどを説明する数理モデルを概説した。数理モデルという微分方程式などの数式から入るといったイメージを抱く会員も多いだろうが、ここで紹介されたモデルは実データから始まる。結論も、数理モデルから実データに近い数値が得られたことを示して終わる。森氏の業績 (Mori and Boyd 2004 など) は、フィールド系の会員にとって、最もとっかかりやすい数理モデルを扱っていると思う。

小泉氏、永野氏、向氏は、統計関係者が会場にいることも考慮して、フィールドデータを取る現場の話も混ぜてくれた。会場が広いせいもあって10月のときより悪い意味での緊張感が漂い、今ひとつ聴衆の乗りの悪い感じがあった (この固い雰囲気はこの会場で行われたシンポに共通している) が、小泉氏の熱演と雪中サンプリング

写真などにより和らぎ始め、向氏のノリのよい講演でようやくシンポジウムらしいシンポが進行し始めた。

向氏、別所氏は、森氏と同じく数理モデルをどうやってフィールドデータで検証していくか、逆にデータを説明する数理モデルをどうやって構築するか、現時点までの不十分な試みと漠然とした展望を話した。あくまで私的印象でしかないが、別所氏の数理モデル (Bessho and Iwasa 2009) 解説は異常なほどわかりやすく、こんな“究極の数理講演”を修士のときにやってしまうと、彼が今後どんな名講演をしても、聴衆も当人も満足しないのではないかと、余計な心配をした。その次に話す皆藤氏は、実データとの関連も別所氏より薄いだけに、さぞプレッシャーを受けて当惑しているに違いないと心配していたら、host と parasite が子供の散布を繰り返す数理モデルが不思議な螺旋状の空間パターンを作り出す話を自分のベースで展開し、私の心配はやはり余計だった。会場からは、画像解析やパターン認識などを専門とする浅野晃氏 (広島大工) が敏感に反応し、角度を伴う統計処理では10月の演者である阿部氏も批判を込めて注視していた。さらに、それが10月に久保田氏と田中氏が話したネ

イマン・スコット過程の拡張モデルの一種であることにも気づいた。集中分布を作るだけと思っていた点過程モデルが奇妙な空間パターンも創るとしたら、思いもがけない新発見である。

片山氏はサギの行動データ、石塚氏は異なる標高域から持ってきたトドマツの移植実験データの解析（主に一般化線形混合モデル）である。兩人について特筆すべきは、単にランダム効果をいれて有意になった因子に星を付けて p 値を示すのではなく、一歩踏み込んだ議論を展開した点である。

片山氏の話の後半では、全観察ブロックをプールすると餌資源量とサギ個体数について相関が見えないが、ブロックごとのランダム効果を入れると相関を検出できた。結果を得てから元データを振り返ると、個々のブロック内では弱い正の比例関係しか見られず、サンプルも少ない。一方、全データをプールすると無相関になる。ところが、実はブロックごとの比例関係の切片が異なっていた。なので、ランダム効果を切片の形で入れると全データが同じ勾配の直線上に乗り、正の相関が検出される。当たり前かもしれないが、こうやってランダム効果の意味を元データに戻って考え直している院生はどれだけいるだろう。

石塚氏は、最適化されたモデルの予測グラフを用いて、移植実験に伴うホームサイトアドヴァンテージについて視覚的に説明を加えた。37年昔の試験地を復元したデータに適切なモデルを適用した結果、林齢と共に効果は強くなる傾向があり、標高の上方向への移動は生残率、下方向へは樹高に効果が顕著に表れる。こうした様子がよくわかる解説だった。

ランダム効果のもたらす意義に関する優れた講演を院生から聞き、パソコンが出力する p 値と星で満足する院生ばかりではない現状を目の当たりにできた。

10月は上野氏、3月は松田氏（東北大経）という、時系列解析を専門とする研究者が参加してくれた。前述のとおり日本生態学会では著しく遅れている解析法である中、坂本氏は突出した存在で、日本の研究者の発案による動物行動の中に見られる周期性に注目した諸研究（Sato et al. 2009；佐藤 2007）を円滑に普及させるべく、フーリエ変換やウェーブレット変換も適用できる簡便なソフトを開発して公開し（Ethographer）、さらに行動モードの分類や識別も手がけている（Sakamoto et al. 2009）。もっとも現状では時系列解析的に未成熟なのは仕方なく、多変量解析的な段階に留まっている。こうした場でそのアンバランスな側面も指摘された感を抱いたが、生態学関連

学会に閉じこもっている限り受けることのできない前進のきっかけとしたい。

永野氏も、10月の森長氏とも富田氏と同様、野外の生き物の遺伝子データを扱っている。最近の遺伝子分析機器の発展で、フィールドからも詳細なゲノムデータが収集できる。ところが、その解析法が追いつかない。野外で生きる生き物に関する遺伝子データに関して世界をリードして行きたい、こんな野心を喚起させる話だった。

若手の人のいい話にいい質疑が飛び交っているとき、私はベルを鳴らして次の講演に移ることを嫌う。前回は伊勢氏が自発的に思い切った短縮をしてくれたが、最後の真鍋氏には、あらかじめ持ち時間は5分程度になるかもしれないと言っておいた。そしたら、本当にそうってしまった。森林のギャップ動態は90年代にはほぼ解明されたと思われている。しかし実際のギャップ動態を見ると、教科書のようにギャップができて下の木が育ってギャップが埋まるとは信じられない（Manabe et al. 2008）。新たなギャップ研究を切り開きたい。話す予定の3分の1しか話せずに終わって申し訳ない限りであったが、若手の発表で会場が盛り上がったなら、後に控える年長者が我慢する。ひとつの慣習として根付かせていいのではないかと思う。

研究集会後記

2度の研究集会を経て、以下のような教訓を提示したい。

1. 先端の統計手法に挑んでいる若手会員は少なからずいる。そうした会員は、本会に閉じこもって“トップ研究者”の座に居座るのでなく、統計数理関係の学会に赴き、自らの素養の不十分さを実感してくる。
2. フィールド主体の会員も、年に1度は粕谷氏や森氏のレベルの統計学や数理モデルの話聞くべきである。全部わかる必要はない。むしろ、「1点でもいいから新しく統計や数理の素養を増やしたい」「1点でもいいから行き詰まっている自分の研究を打破するヒントをみつきたい」くらいの目標意識でいい。1点でわからなくなると全部わからなくなって話を聞くのを止めてしまう人は、視野が広がらない。1点でも広げようという意識でいれば、1点ずつでも広げられる。
3. 年に1度でも3年に1度でもいいから、たまには統計や数理研究者の専門的講義を聴講する。生態学会大会で聞ける統計数理の話は、学会内で統計に強いと思われる人によるものが多い。当然のことであるが、有する素養の広さにおいて、統計の研究者とは雲泥の

違いがある。専門講師による専門的講義をたまには拝聴しておかないと、基礎的理解が備わらない。

4. 2回の研究集会は、動物植物にまたがる生態学全般と統計数理全般だったため、データ解析手法について具体的教示を受けられた参加者は皆無だったろう。「統計解析で自分以上に努力している人が、(自分の研究室の外には)たくさんいる」「自分が知っている統計数理はほんのごく一部でしかなかった」といった現実を知ることができたのが、ほとんど唯一の収穫だったのではなからうか。つまり、自分のフィールドデータに応じた統計数理を構築する段階以前に、教科書や先行研究を学ぶ段階があるが、そのさらに前にある「自身の知識の狭さを痛烈に自覚する」段階に大半の会員は位置しているのである。こんな意識が芽生えたら、具体的な手法については、個別のデータやモデリングに特化した学習会が有効である。その際、統計や数理の講師やチューターは必要だが、必ずしも教員を混ぜる必要はない。数理系や統計系の院生でもチューター役は務まるし、逆に務められるよう、統計数理系の院生は自分の専門でなくても新たに必要な数学を学習して、チューター役に挑んで欲しい。

無駄を削って視野を広げる

今でも生態学の学習で忙しいので、統計数理の学習まで無理と思う会員も多いだろう。しかし無駄を削除すれば、時間とエネルギーは作り出せる。個人差はあるが、以下に筆者の思うところの無駄な学習事例や努力の例を挙げる。

1. 人に頼まれて断りずらかったから仕方なしにするような、主体的動機を伴わない発表は止める。その準備に消費するエネルギーと時間は、思っている以上に大きい無駄である。
2. いい結果が出ているわけでもないのに、いい発表(プレゼン)の練習をやり過ぎるのも無駄である。(教員世代と違って)今の院生諸氏はプレゼンに関して既に高いレベルにある。さらなるエネルギーを割いて(悪い結果でもよく見せられる)プレゼンの達人になるか、いいプレゼンをするに値する結果を出せるよう統計数理などの学習にエネルギーを注ぐか、考えて欲しい。
3. 生物系研究室の論文ゼミでは、統計数理を指導できる人が同席していない限り、統計数理レベルの高い論文を扱っても無駄が多い。数式の細部を詰めずに流し読み、生態学的考察の部分だけ議論しようとしても、肝心な結論や知見については統計数理と生態的背景の両

者がわからないと理解できないし、推論の妥当性も議論できない。一方では、生態学専攻であるにもかかわらず、自分が扱っている生き物にこそ精通しているものの、生態学の基本概念について理解の怪しい人は少なくないように思える。niche、competition、territory、home range、food web、Janzen-Connell 仮説、こうした事項について自力で review paper を書けるレベルの素養を有している若手はどれだけいよう。概念に関する科学的総説論文、その定量化の意義、検証するための実験デザイン、フィールドデータの取り方、生物系内ゼミでこそ取り上げたい論文はたくさんある。ちなみに、データ解析の厄介な論文ゼミは、レポーター志願者がいれば、随時、いくつかの大学や機関にまたがる人が統数研に集まって行っている。

4. 一人でモデリングを用いる論文を読み、一人で論文で使われたモデリングのプログラムを書いても、それで満足したのではせっかくの努力も無駄となる。確かに数学の学習では一人で考え込まなければならない時間は多い。しかし、同時に人と議論する場が絶対不可欠で、実際、数学系の教室ではゼミの場で議論を繰り返して、それぞれ一人で考えたときの間違いを知り理解を深めていく。当たり前のことではあるが、生態系研究室内では統計数理の議論をできる相手が不十分である。外に出て適切な人と議論する機会を自分で作り、自分の理解の程度を確かめる。研究室内の裸の王様にならない。蛇足ながら、数理系の人には議論好きが多いし、より良い議論をできる人の到来を待ち焦がれている雰囲気がある。

シンポでも無駄が多い

日本経済新聞の「私の履歴書」でしばしば見られる記述であるが、新しいことを始める際、最初に無駄の削除(会社経営では会議を減らすこと)をしている。研究現場に限らず、時間の限られたシンポ現場でも同じことが言える。マイク係は質問に手を挙げた人に気付いたら司会者の指名より先に走りより、司会はマイクに最も近い人を指名する。複数の手が上がった場合、次の質問者を別なマイク係に目で示し、質疑が終わる前にマイクを渡しておく。これだけで、質問1人分の時間を捻出できる。また、質問する側は、「聞き逃したかもしれないのですが」「素人なので教えていただきたいのですが」といった“言い訳枕詞”で始めない。これでまた1人分の質問時間の余裕が生まれる。

無駄を省けば新しいことを始める余裕が生まれる。

謝 辞

2つの研究集会の演者ならびに集会準備に協力してくださったスタッフの方に感謝の意を表す。繰り返しになるが、研究集会は、企画側や演者の熱意に加え、一般聴衆一人一人の真剣な眼差しが作り出す会場の雰囲気があっただけで実り多き場になることを知らされた。聴講に来てくださったすべての方にこの場を借りて厚く感謝の意を表したい。

引 用 文 献

- Batschelet E (1981) Circular Statistics in Biology. Academic Press, London
- Bessho K, Iwasa Y (2009) Heteromorphic and isomorphic alternations of generations in macroalgae as adaptations to a seasonal environment. *Evol Ecol Res* 11:691-711
- Fujii S, Kubota Y, Enoki T (2009) Resilience of stand structure and tree species diversity in subtropical forest degraded by clear logging. *J For Res* 14:373-387
- Fujii S, Kubota Y, Enoki T (2010) Long-term ecological impacts of clear-fell logging on tree species diversity in a subtropical forest, southern Japan. *J For Res* (in press)
- Fukaya K, Okuda T, Nakaoka M, Hori M, Noda T (in press) Seasonality in the strength and spatial scale of processes determining intertidal barnacle population growth. *J Ani Ecol*
- Jammalamadaka SR, SenGupta A (2001) Topics in Circular Statistics. World Scientific, Singapore
- Manabe T, Shimatani K, Kawarasaki S, Aikawa S, Yamamoto S (2008) The patch mosaic of an old-growth warm-temperate forest: patch-level descriptions of 40-year gap-forming processes and community structures. *Ecol Res* 24:575-586
- Mardia KV, Jupp PE (1999) Directional Statistics. Wiley, Chichester
- Mori Y, Boyd IL (2004) Segregation of foraging between two sympatric penguin species: does rate maximization make the difference? *Mar Ecol Prog Ser* 275:241-249
- Sakamoto KQ, Sato K, Ishizuka M, Watanuki Y, Takahashi A, Daunt F, Wanless S (2009) Can ethograms be automatically generated using body acceleration data from free-ranging birds? *PLoS One* 4(4):e5379
- 佐藤克文 (2007) ペンギンもクジラも秒速2メートルで泳ぐ. 光文社, 東京
- Sato K, Sakamoto KQ, Watanuki Y, Takahashi A, Katsumata N, Bost CA, Weimerskirch H (2009) Scaling of soaring seabirds and implications for flight abilities of giant pterosaurs. *PLoS One* 4(4):e5400
- Shimatani K, Kubota Y (2004) Spatial analysis for continuously changing point patterns along a gradient and its application to an *Abies sachalinensis* population. *Ecol Model* 180:359-369
- Tanaka U, Ogata Y, Stoyan D (2008) Parameter estimation and model selection for Neyman-Scott point processes. *Bio J* 50:43-57
- 上野玄太 (2007) データ同化の基礎：シミュレーション、モデリング、アルゴリズム. 第2回横幹連合コンファレンス, 京都大学 http://www.jstage.jst.go.jp/article/oukan/2007/0/56/_pdf-char/ja/
- 中村和幸・上野玄太・樋口知之 (2005) データ同化：その概念と計算アルゴリズム. *統計数理* 53:211-229
- Yoshimoto A, Haight RG, Brodie JD (1990) A comparison of the patten search algorithm and the modified PATH algorithm for optimizing an individual tree model. *For Sci* 36:394-412
- Yoshimoto A, Marušák R (2007) Evaluation of carbon sequestration and thinning regimes within the optimization framework for forest stand management. *Eur J For Res* 126:315-329
- Yoshimoto A (2009) Threshold price as an economic indicator for sustainable forest management under stochastic log price. *J For Res* 14:193-202