

TABLE OF CONTENTS

Newsletter of the Japanese Society for Mathematical Biology No. 74		Sept 2014
【特集】 2013 年度卒業論文・修士論文・博士論文		1
【連載記事:海外ラボへ行こう】 台湾でポストドクから就職へ	仲澤 剛史	4
【連載:数理生物学のアルバム】 数学、数理生物学そして現象数学への遍歴	三村 昌泰	9
【特集記事:研究と育児の両立】 育児支援について	中丸 麻由子	13
【特集記事:プロジェクトへの道】 総合地球環境学プロジェクト「生態系ネットワークの崩壊と再生」 価格を通して牧畜を見る	山村 則男	14
生態資源利用のネットワーク構造のパターンから持続性を考える	草野 栄一	16
実データとシミュレーションから牧畜の将来を予測する	石井 励一郎	18
統計情報からみる家畜分布の変化	加藤 聡史	20
	西前 出	22
【ニュース】 学会事務局からのお知らせ		24
JSMB/SMB合同大会報告	秋田 大・伊藤 真利子・池川 雄亮・庄司 江梨花	29
編集後記		32

日本数理生物学会 ニュースレター

Sept
2014

74



【特集】

2013年度卒業論文・修士論文・博士論文

卒業論文

里居 伸祐 九州大学理学部生物学科

計算機シミュレーションによる Leuckart's Law の研究

移動速度の速い生物は大きな眼を持っていると考えられており、この法則は Leuckart's Law と呼ばれている。本研究では、生物を取り巻く障害物量や餌の量に着目し、どのような状況で Leuckart's Law が成立するのかを調べるため、計算機シミュレーションを行った。その結果、餌や障害物が多ければ多いほど、移動速度と視覚能力の正の相関が強くなることがわかった。Leuckart's Law は傾向としては正しいが、生物間でこの法則を適用する際は周囲の環境を考慮する必要がある。

柿添 友輔 九州大学数理生物学研究室

「ウイルスタンパク質産生時間を考慮した数理モデルの構築」

本研究では、サル/ヒト免疫不全ウイルス (SHIV) 感染実験におけるウイルスタンパク質産生 (Nef-positive) 時間の分布を実験により測定した。さらに、本分布を精度良く記述できる確率分布を最小二乗法により求め、ガンマ分布が最適な分布であることを確認した。また、時間遅れを持つ微分方程式を用いて本分布を詳細に記述できる数理モデルを開発し、SHIV 感染実験データを解析した。

市村 拓充 大阪電気通信大学工学部応用化学科

都市火災シミュレーションにおけるパーコレーション理論解析 -危険因子導入効果-

セルオートマトン法を用いて都市火災のシミュレーションを行った。危険因子であるガソリンスタンドの延焼・爆発による焼失率を調べた結果、不燃率が40%を上回るとガソリンスタンドがあっても焼失率が増大しないことがわかった。都市火災減災には不燃率を40%以上にすることが重要である。

岩田 賢人、尾上 直秀 大阪電気通信大学工学部応用化学科

地震動の違いによる津波の波形変化-セルオートマトン法による津波シミュレーション-

セルオートマトン法を用いて津波のシミュレーションを行った。日本地図の精度を上げ、海の深度地図の精度も上げた。実際の地震動を入力するとうまく津波を再現できなかった。周波数のより低い振動を入力した結果、津波を再現できた。瀬戸内海や大阪湾には津波が侵入しにくいことがわかった。

善積 優 大阪電気通信大学工学部応用化学科

セルオートマトン法によるVB2010を用いた迷路抜けプログラム開発

避難しやすい建築物の構造を知るため、セルオートマトン法により迷路抜けシミュレーションを行った。実際の建物の方が迷路より避難し難いことがわかった。

寺尾 希銃、若泰 涼太 大阪電気通信大学工学部応用化学科

プレート型地震における地震発生パターンに対するアスペリティ効果 -Spring-block 模型によるシミュレーション解析-

アスペリティ効果として spring による固着説と block の摩擦による固着説があるが、Spring-block 模型に基づくシミュレーションにより block の摩擦による固着が大型地震化につながっていることがわかった。

西 弘太、西浦 悠起 大阪電気通信大学工学部応用化学科

VB2012による2次元ビットイメージのフーリエ変換プログラム開発

ビットイメージの2次元画像を読み込み、離散フーリエ変換後の画像を表示するプログラムをVisualBasic2012により作成した。FFTではないため適当なビットイメージ画像でも信頼できる離散フーリエ変換後の画像が得られる。

† 掲載されている論文のより詳しい要旨は、JSMB Newsletter No.74 Supplement (pdf版のみ発行)として日本数理生物学会ホームページにアップロードされ、公開される予定です。

修士論文

曾 弘博 東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻

双安定進化ゲームの確率的ダイナミクスに対する空間自由度の影響

準安定状態を2つ持つ進化ゲームにおける準安定状態間の遷移現象に着目し、空間自由度が与える影響を調べた。空間自由度がない場合は各準安定状態の寿命は集団サイズに対して指数的に増えるのに対し、空間自由度がある場合はこの指数的依存性が抑制され、空間自由度の有無が準安定状態の寿命の集団サイズ依存性を質的に変えることが分かった。また空間自由度の影響が現れる特徴的な長さスケールについても考察を行った。

内田 さちえ 奈良女子大学大学院 人間文化研究科 情報科学専攻

個体ベースモデルを用いた感染症の空間的拡大と進化動態の研究

本研究では、連続空間上の個体ベース SIR モデルに注目する。個体の視点に基づき、感染症の空間個体群動態ならびに感染パラメータの進化動態に迫ることが目的である。特に、空間個体群動態が感染症の拡大に及ぼす効果に注目する。また、個体の空間分布は感染症拡大に大きな影響を及ぼすと考えられることから、本研究では、各状態の個体数とペア密度に注目した数理的解析を試みる。本研究では、簡単のため個体ベース SIS モデルについて考える。

鈴木 彩香 奈良女子大学大学院 人間文化研究科 情報科学専攻

ライチョウの個体群持続可能性分析

本研究では乗鞍岳の個体群データを用いて、ライチョウの絶滅リスクを決定論的モデルと確率論的モデルの2通りのアプローチで評価を行った。確率論的モデルでは個体ベースモデルにより各個体に属性を割り当てることで、雌雄のつがいの形成やなわばりの上限を考慮することを可能にした。その結果、乗鞍岳の個体群の絶滅リスクは現状の生存率や繁殖価が維持される限り低いといえる結果を得た。

濱田 実樹 奈良女子大学大学院 人間文化研究科 情報科学専攻

時間遅れを伴う造血幹細胞の動態モデル

造血幹細胞は、血液の主要な細胞成分である赤血球や白血球の起源となる幹細胞である。多分化能と自己複製能をもちあわせていて、生涯にわたり自身の恒常性を保つことで、全身の血液成分や免疫系の構成を支える。造血幹細胞一つから血液を構成することができる

ため、造血幹細胞移植は重篤な血液疾患に対する有効な治療法である。一方でどのように恒常性が維持されているのか、分化先が決定されているのかなどは未解明である。本研究では、分裂期間による時間遅れが造血幹細胞の動態にどのような影響を与えているかについての解明を試みる。

山口 諒 九州大学大学院システム生命科学府 数理生物学研究室

異所的種分化と種形成速度

低頻度の移出入がある同種2集団間の遺伝的距離のダイナミクスを確率微分方程式で記述し、種分化までの平均待ち時間を定式化した。種分化後の移出入はさらなる異所的種分化の機会を生み出し、移住率が中間の大きさの場合に種の形成率が最大となることが明らかになった。また、3集団以上の遺伝的距離のダイナミクスを正確に記述するため、アリの集団間配置に着目した計算コンセプト“geographic configuratio”を開発した。

尾藤 友里 九州大学大学院数理学府数理学専攻

質量保存を伴う反応拡散系におけるパルス状局在解の挙動について

哺乳類の細胞には走化性という性質がある。そのメカニズムとして極性が関わっていることが知られており、極性は外部刺激に反応して現れる。極性について、これまで多くの数理モデルが研究されているが、その一つとして質量保存を伴う反応拡散型モデルによって極性の性質を記述できることが知られている。本研究では、極性が現れている細胞に対して、極性が外部刺激の位置にどのように依存するのかを、質量保存を伴う反応拡散型モデルを用いて理論的に解析した。

博士論文

水本 憲治 長崎大学医歯薬学総合研究科

Effectiveness of antiviral prophylaxis coupled with contact tracing in reducing the transmission of the influenza A (H1N1-2009): A systematic review

The purposes of the present study were to systematically review the retrospective studies that investigated the effectiveness of antiviral prophylaxis during the 2009 pandemic, and to explicitly estimate the effectiveness by mathematical model. Based on the systematic review, median secondary infection risks

among exposed individuals with and without prophylaxis were estimated at 2.1% and 16.6%, respectively. The effectiveness of mass chemoprophylaxis in reducing secondary transmissions was estimated to be about 90%, according to different model assumptions and likelihood functions. Only based on the meta-analysis of retrospective studies with different study designs and exposure settings, it was not feasible to estimate the effectiveness of antiviral prophylaxis in reducing transmission. However, modeling analysis of a single outbreak successfully yielded an estimate of the effectiveness that appeared to be robust to model assumptions.

江島 啓介 東京大学大学院情報理工学系研究科数理情報学専攻

Mathematical Modeling of Disease Transmission Dynamics with Data Generating Processes (データ生成過程を伴う疾病伝播ダイナミクスの数理モデリング)

人類はこれまで感染症による多大な被害を被っており、未だその脅威はなくなっていない。我々は予防・治療介入効果を定量・定性的に評価する必要に直面しており、そこで数理モデルが重要になる。SIRモデルが考案されて以降、モデル研究は大きく進展してきた一方で、公衆衛生上の定量的問題は未だ山積みである。本論文ではデータ生成過程に注目し、限られたデータを説明するモデルを構築することでそのような課題の解決を試みた。

翁 武林 九州大学大学院数理学府数理学専攻

Understanding for mechanisms of flexible-phase locking in bipedal locomotion (二足歩行における柔軟な位相ロックのメカニズム解明に関する研究)

Based on neurophysiological evidence, theoretical studies on modeling human locomotion system have shown that a bipedal walking is generated by mutual entrain-

ments between the oscillatory activities of a central pattern generator (CPG) and a Body. The walking model could well reproduce human walking. However, it has been also shown that time delay in the sensorimotor loop destabilizes mutual entrainments, which leads a failure to walk. Recently, theoretical studies have found a phenomenon in which a CPG can induce the phase of its oscillatory activity to shift forward according to time delay. This self-organized phenomenon overcoming time delay is called “flexible-phase locking”. Then, theoretical studies have also hypothesized that one of the essential mechanisms to yield of flexible-phase locking is a stable limit cycle of CPG activity. This study demonstrates the hypothesis in walking models through computer simulation by replacing the oscillator of CPG model with different oscillation properties. On the other hand, because the walking model is too complex to theoretically analyze, in this paper, I introduce two simplified models that can structurally correspond with the walking model in terms of oscillation properties. By analyzing the simplified models, I give a theoretically understanding of the mechanisms for causing flexible-phase locking.

大泉 嶺 北海道大学 環境科学院 環境起学専攻

Age-size structured models with stochastic growth and optimal life history

生物は様々な不確実性に晒されている。それらは二種類に大別できる。成長率の差異など個体レベルへの作用を内的不確実性、気候変動などの集団レベルへの作用を外的不確実性と呼ぶ。本研究は内的不確実性に着目し、サイズ成長率にそれを持つ成長戦略を拡散項を持つ年齢-サイズ構造モデルを用いて解析を行った。その結果、経路積分法により Euler-Lotka 方程式、HJB 方程式など不確実性下での成長戦略と個体群動態を同時に扱う解析手法を開発した。

【連載記事：海外ラボへ行こう】

台湾でポストドクから就職へ

仲澤剛史（国立成功大学生命科学系）

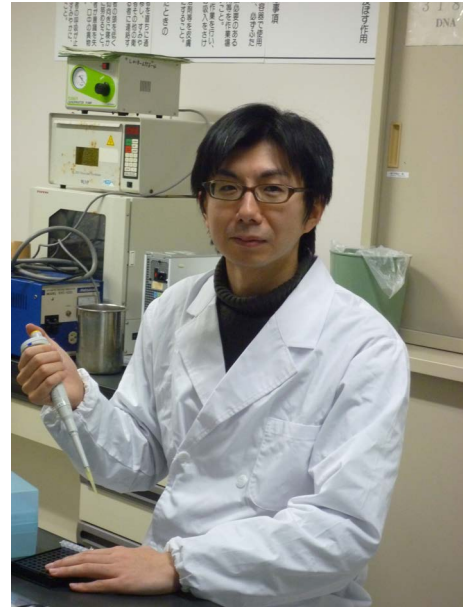
1. はじめに

私は今、台湾南部の地方都市にある国立大学で理論生態学の研究室を立ち上げようとしている。台湾と日本でポストドクを5年4ヶ月した後、やっと助教（テニユアトラック）の職を得ることができて、半年が過ぎた頃である。ちょうど良い機会なので、台湾でポストドクを始め、こちらで就職するにまで至った経緯などについて、簡単に紹介させていただこうと思う。今後、アジアで就職する日本人研究者は増えるだろう。参考になれば幸いである。

2. 台湾について

毎年100万人以上の日本人が訪れている。飛行機で約3時間。日本各地から直行便が就航・増便され、ますます身近な外国になりつつある。九州ほどの面積に、人口は約2300万人。その1/4は北部の首都台北周辺に集中し、高雄や台中、台南など地方都市でも人口は200万人を超える。都市部の人口密度は比較的に高い。その代わり、街を少し離れば、自然溢れる田舎の風情が広がる。本物の生態学者に言わせれば「生物地理学的にも特殊で豊かな生物相」と、地質学者に言わせれば「ユーラシアプレートとフィリピン海プレートが衝突して形成される壮大な景観地形」を見ることができる。日本人の野外調査に同行させてもらおうと「台湾で数理なんて勿体ない」みたいなことを言われるが、そのくらい台湾の自然は素晴らしい。

公用語は中国語（いわゆる北京語）だが、地方では台湾語を日常的に使用する人が増える。台湾語は、17世紀の福建移民が使っていた閩南語の派生由来だが、他の言語とも交雑している。興味深いことに、日本統治時代（1895-1945）の名残りもあって、簡単な日本語は今でも台湾語の中に残っている。例えば、「オジサン、ビール、サシミ」はそのまま伝わり、非常に嬉しい。その他にも、原住民と呼ばれる人々が17世紀以前から居住しており、独自の言語と文化を守っている。漢字は繁体字で、大陸で使用されている簡体字とは全く異なる場合が多い。繁体字はむしろ日本の旧字体に近い。例えば、「生態学」は大陸では「生¹学」だが、台湾では「生態學」と表記される（編集部注：¹



¹という文字は¹と書くそうです。)。看板を見れば、何のお店かすぐにわかるし、レストランのメニューも理解できる。こういった言語環境は日本人にとって非常に生活しやすいものである。

台湾には日本文化が驚くほど浸透している。このことも日本人が台湾で生活しやすい理由の一つである。年輩の人であれば、日本統治時代の教育を受けて、今でも流暢に日本語を話せる人がいるし、高校や大学では日本語が一番人気の第二外国語である。日本のドラマやバラエティ、アニメなどの専門チャンネルがあり、字幕付きで普通に見ることができる（同様に英語チャンネルもある）。台湾に進出している日本企業も多い。コンビニエンスストア密度が世界一の台湾では、セブンイレブンやファミリーマートはほぼ日本のスタイルだし、ユニクロや無印もある。SOGOや三越には日本食材もあり（ちょっと高いが）、吉野家、モスバーガー、COCO壺番屋、大戸屋などのレストランにはお世話になっている。最近では丸亀製麺も出店して、1時間も並んで食べた。和食は台湾では人気である。今は天下第一品の出店が待ち遠しい。

台湾の良い所は他にもたくさんある。もちろん、台湾本場のグルメは大きな魅力である。小籠包を目当てに来る人も多いだろう（しかし、台湾の本当の美食は、



台北 101 ビル。現在、高さは世界第 3 位。



東海岸では山脈が海岸線まで迫る。

地元の人が通う路地裏のちょっと小汚いお店にある)。気候はほぼ一年中温暖で、良質の温泉も多く、街の治安も良い。お伝えしたい情報には限りがないが、紙面の都合もあるので割愛させていただく。是非、台湾に遊びに来ていただきたい。

3. 台湾でポストドク

さて、私が台湾に来た経緯を説明する。D3の秋に学振PDに落ち、ちょうどその時、台湾のとある研究者に「こっちでポストドクする？ 給料は（日本と比べると）安いけど、自由にやっていいよ」と声をかけてもらった。上述のように、台湾の良い所はたくさんあるが、それらは結果論で、ただ行き場所が無かっただけである。私を受け入れてくれたその研究者は、国立台湾大学海洋研究所で当時、助教をしていた謝志豪さん（Zac）である。彼はアメリカで学位を取った後、私が博士課程で在籍していた京都大学生態学研究センターの数理グループにポストドクとして1年間滞在していた。お互いに面識もあり、彼の明るくて誠実な人柄も知っていた。それに、Zacは30代前半にして既にNatureを3本も出していて、非常に優秀な研究者であった。

台湾の研究環境がどんなものかは知らなかったが、数理ならパソコンがあればどこでも研究できるし、あまり深く考えず、台湾に行くことを即答した。

2008年3月に学位を取り、4月1日に初めて台湾を訪れた。Zacの専門は漁業管理と気候変動、生物統計である。海外でポストドクをする場合、研究室の場所は欧米で、ボスは専門分野の有名人で、その人から指導を受けるといった形が一般的かもしれない。しかし、私の場合は違った。Zacは確かに優秀な研究者ではあるが、私がやっているような数理生物学はやっておらず、今でも共著論文はほとんどない。実は、当時、台湾には数理生態学者がいなかった（応用数学者はいた）。Zacが私を誘ってくれた理由は、台湾に数理生態学を広めようという意図があったのではないかと勝手に推測している。実際、私が台湾を訪れた数か月後、出身研究室の先輩である三木健さんが助教（現在、准教授）として、同じく国立台湾大学海洋研究所に赴任されてきた。

Zacの研究室では、約束通り、自由に伸び伸びとさせてもらった。その間、私の身分は、台湾大学ポストドク（1年）⇒国内学振PD（1年半を海外出張）⇒海外学振（1年半で中断）と変わった。台湾国内のファンドでポストドクをする場合、論文業績だけを比較すれば、日本人は採用されやすいだろう。ボスの持つ科研費のプロジェクト要員や大学にあるポストドク雇用予算に申請することができる。ポストドクの給料は手取りで5万元（約15万円）ほどだが、物価が1/3~1/2の台湾では十分である。個人の研究費はつかないが、必要なものはZacに購入してもらった。また、移民局や税務署、大学での諸手続きも比較的スムーズで、これは学振の身分だった時とは大違いである。

皮肉なことに、台湾に来て最初にした用務は、5月上旬の締め切りまでに学振PDの申請書を書くことだった。正直、台湾で数年もポストドクをしたり、まさかこっちで就職するなんて考えてもいなかった。しかし、研究環境も全く問題なく、居心地も良かったため（上述）、学振PDに採用されて正式な身分が日本に移った後も、一年半は海外出張できるという規程を使って台湾に滞在を続けた。これが功を奏したかどうかは不明だが、この期間に始めた研究から「個体成長と群集生態学」というテーマで数理生物学会の研究奨励賞を頂くことができた。この奨励賞は、海外でもそれなりに研究していけるという自信に繋がった。

一年半後、学振の規定に従って日本に強制送還。この時も、台湾に戻って来るとは考えていなかった。日本で就職しようと何通も公募書類を書いた。それが普通だと思っていた。しかし、職は見つからず、次の行き場所を求めて海外学振の申請書を準備する時期になった。実は、興味のある研究室がヨーロッパにあって、その時でも台湾に戻ることを決め兼ねていた。他の人に相談したら、新しい環境を求めて欧米の研究室に行

くことを勧める意見が多かった。それに、台湾で生態学をやることを審査員が納得するかも不安だった。しかし、ギリギリまで悩んだ挙句、最終的に台湾を選択した。当たり前だが、申請書をちゃんと書けば、派遣先の国は審査に関係ない。

台湾に行くことを決めた理由は2つある。1つは、欧米と台湾での生活環境の違いである。大学院生の時、ヨーロッパに2ヶ月間滞在して各地の研究室を幾つか訪問した。どこも短期滞在には素晴らしい場所だったが、1ヶ月経つ頃から孤独を感じるようになった（和食も恋しくなった）。後半1ヶ月は、研究も手に付かず、帰国日を待つだけの地獄だった。寝て起きたら日本の自分のアパートのベッドの上において、でもそれは夢で、本当に目が覚めた時はドイツにいて、どっちが夢か分からず、かなり精神的に参っていた。アメリカにも国際学会で何回か行ったが、どこの都市でも、なぜか1, 2日でストレスを感じて早く帰国したいと思ってしまう。ホテルで寝込んでしまい、研究室の先輩に食事を配達してもらったこともある。台湾では、そんな精神的ストレスは無かった。

もう一つの理由は、台湾では数理生態学がほとんど認知・普及していないことである。日本ではもう飽和状態で職を見つけるのも難しいが、台湾にはまだ空きニッチがある。欧米で海外学振を終えて帰国しても、もし日本で就職に苦労するなら、台湾で就職することも良いだろうと考えた。そして、それなら自分が台湾で数理生態学を普及させようという野望も抱き始めた。学部では野外調査を行う研究室を卒業したが、一般教養の授業で山村則男さん（現：同志社大学）の講義を受けて、数理生態学に一目惚れをした。その大好きな数理生態学を通じて、日本と台湾の学術交流に貢献するという目標が私の今の研究と教育の原動力になっている。うまく海外学振に採用された私は再び台湾に戻り、一年半後、幸運にもこちらで職を得ることができた。

4. 台湾で公募に出す

個人的な意見だが、日本人研究者にとって、アジア諸国での就職は今後大きなチャンスになるだろう。業績だけを見れば日本人は競争優位にあるし、数理生物学は大きな研究費を必要としないのだから、学術的な発展と国際性の向上を望む国・大学にとっても、日本人は歓迎されるかもしれない。第一線の研究がしたいと思う人にとっては後ろ向き姿勢に映るかもしれないが、欧米や日本でなければ研究ができないのであれば、そのほうが後ろ向きではないだろうか。それに、忙しく見える日本の大学教員と比べて研究に専念できるかもしれない。台湾の場合、事務方や技官によるサポートが手厚いし、今のところ外国人という理由で色々な雑務が免除されている。それに、どの国に

も優秀な学生は一定の割合でいる。私が勤めている学科には、経済的な理由で欧米の大学院に留学できない東南アジア諸国（タイ・ベトナム・マレーシア・インド）の学生がいるが、とても優秀で勤勉で英語も流暢に話す。そして何より、研究に対する熱意がある。日本での就職難から海外逃亡を余儀なくされる若手研究者はますます増えるだろうが、それは必ずしも「逃げ」ではなく、「攻め」にすることができると信じている。付け加えると、日本の大学を退官されて、アジアでヘッドハンティングされる日本人教授を何人も見かける。私の研究室の隣りは、シーラカンズやシクリッドの研究で有名な分子進化学者の岡田典弘さんである。こういう傾向は中東などでも見られるようである。

私の経験を元に、台湾での公募情報の探し方や応募する際の注意点などを述べる。興味のある方は参考にしてほしい。日本で公募情報を探する場合、JREC-INや関係学会のメーリングリストが主な情報源である。台湾の場合、行政院国家科学委員会（National Science Council）と呼ばれる学振のような組織が公募情報を一挙に公開している。最近改組されて、科技部（Ministry of Science and Technology）に移管されたが、仕組みは変わっていない。国立大学や政府系研究機関の公募情報はかなり網羅されている。業績を重視して外国人を採用したい場合には、Naturejobsなどの国際求人サイトに募集案内を流す場合もあるが、そのようなケースは稀で、求人数ではMSTの掲示板が圧倒的に多い。

MSTのウェブサイト

<http://www.most.gov.tw/>

の上サイドバーの「就業資訊（就職情報）」をクリックし、「大專院校及研究機構求才資訊（大学及び研究機関の求人情報）」を選択すると、公募情報の掲示板に辿り着く。中国語だが、それほど難しくない。ただ使い勝手が悪い。事務職から研究機関長までカバーしているが、役職や分野の絞り込み機能がなく、キーワードによる検索機能のみである。私は、見落としリスクを避けるために、頻繁に更新をチェックしていた。最初は、頑張っって意味を想像しながら一行ずつ理解しなければいけない。募集件数も多くて大変だが、ちょっとしたコツと中国語が分かれば大丈夫である。それを少し伝授しよう。

まず、公募情報は以下のような順番で提示されている。【大学名】+【部局名】+「募集しています」という意味の中国語+【役職名】+【人数】。まず、大学名は「○○大學」と書かれている。部局名は様々である。「○○研究所」や「○○研究室」は分かりやすいが、いくつか見慣れない言葉もある。「學系」は「学科」、「學院」は「学部」、「研究中心」は「研究センター」という意味である。「募集しています」という言葉は、「徵徼」、「徵聘」や「急徵」、「徵才」など「徵」の字が付

いている。役職名は、研究職の場合、「助理教授」は「助教」、「副教授」は「准教授」、「教授」はそのままである。役職を特定せずに、「教師」や「師資」と書いてある場合もある。その他の職名も、推測すれば理解できる。「博士後研究員」は「ポストドク」、「研究助理」は「リサーチアシスタント」、「研究生」は「大学院生」、「博士班」は「博士課程」、「碩士班」は「修士課程」である。後は、自分の専門分野のキーワードを知っておく必要がある。

「關鍵字查詢（キーワード検索）」のボックスにキーワードを入力して、「查詢（検索）」をクリックすると、該当する公募情報が出てくる。試しに、「生態」で検索してみると、7件ヒットした（2014年4月現在）。

- (1) 中央研究院生物多様性研究中心○○研究員研究室 誠徵碩士級研究助理 1名
- (2) 中央研究院生物多様性研究中心○○研究員研究室 誠徵博士後研究 1名
- (3) 國立臺灣大學生物環境系統工程學系誠徵專任教師 1名
- (4) 慈濟大學通識教育中心助理教授以上教師(自然領域) 生態專長為佳
- (5) 國立中興大學水土保持學系徵聘專任助理教授 二位
- (6) 國立中興大學 國際農企業學士學位學程誠徵專任助理教授(含) 以上一名
- (7) 國立中興大學國際農企業學士學位學程誠徵專任教師

中央研究院（英語名は Academia Sinica）は、総統府に直属し、人文・社会・科学などあらゆる分野の研究で国をリードする、最高の学術研究機関とされている。生物系では動物学研究所・植物学研究所・生物医学研究所など、数理系では数学研究所・統計科学研究所・情報科学研究所などを備えている。待遇はとても良いらしい。「生物多様性研究中心」は、それらうちの一つである。上の検索結果では、とある研究室で、修士を持つリサーチアシスタントとポストドクを1名ずつ募集しているようである。その他は教員職の募集である。「系統工程學系」は「システムエンジニアリング学科」、「通識教育中心」は「一般教養センター」という意味である。「生態專長為佳」と書いてあり、生態学を専門にしていると良いらしい。「國立(国立)」と付いてない大学は私立大学である。各検索結果をクリックすると、応募方法などの詳細な情報を見ることができる。

次に、外国人が採用される見込みがあるか見極めなければいけない。上で「アジアでの就職は大きなチャンス」と書いたが、全ての大学が外国人を採用できるわけではない。英語で学生を指導できる大学は、一部の上位校に限られる。先の検索結果だと、2つの国立大学に可能性がある（国立大学全てに可能性があるのではなく、2つの大学がそれなりに良い大学とされて



台南はマンゴーの名産地。
市場では一斤（600g）約70円の安さ。



台南を代表するB級グルメ棺板材。
シチュー in 揚げトースト。

いる)。MSTの公募掲示板は台湾人が見る前提のため、中国語で書いてある。外国人が採用される可能性は、その大学・学科のウェブサイトでは英語の募集案内の有無を確認する必要がある（「徵」の字から公募情報を探す）。実際に、生物環境系統工程学科のウェブサイトでは、中国語での募集案内しか見つからなかった。台湾大学は台湾で一番の大学とされているが、今回の公募では外国人の採用は期待できないかもしれない。一方、「國際農企業學」の募集では、学科のウェブサイトでは英語での募集案内が見つかり、この場合は外国人を採用したい意思が読み取れる。もう一つの水土保持学科の募集では英語案内は見つからなかった。

2012年の冬、MSTの掲示板で成功大学生命科学系の生態学分野の公募情報を見つけた。英語の募集案内もあって、研究重視の大学であることも知っていたので、すぐに応募の準備を始めた。提出書類は日本と大体同じである。それまでの研究内容と今後の研究・教育の抱負を書く。提出書類で特に重要なのは、研究業績に加えて、推薦状である。通常、3通の推薦状を要求されるが、1通は学位の指導教官を指定される。海外の有名な研究者の推薦状があると評価が上がるだろう。私は「個体成長と群集生態学」の理論研究で著名



台湾のヒーロー鄭成功。

なオランダの André de Roos 教授に推薦状を依頼した。彼には一度しか会ったことがなかったが、その時に感じた彼の人柄の良さと研究上の繋がりを信じたところ、快諾を頂いた。もう一通は、台湾国内からの推薦者として、Zac に依頼した。これらの推薦状が抜群の威力を発揮したように思う。

外国人を採用する際、採用する側の懸念材料の一つは候補者を知らないことである。その国の研究者コミュニティの中で知られていなければ、いくら論文業績が少し優位でも、現地の候補者より不利になる可能性がある（逆に言えば、その懸念を払拭すれば、研究業績で採用されやすくなる）。国内（台湾）の研究者とどのような繋がりがあるか、どんな共同研究をしているか、台湾（外国）で生きていけるか、どれくらい台湾を好きか、これらの点を書類や面接で幾度もアピールした。また、台湾では数理生物学に対する認知度が低いので、数理生態学は生態学の重要な一分野と

して国際的に確立していること、台湾における数理生態学の拠点研究室を作る目標があることも強調した。面接では、まず学生もいる場で30分発表し、その後に生態学の教員と歓談。面接の前後には発表に来なかった他分野の研究室に連れて行かれ、自己紹介。簡単な中国語で挨拶すると受けが良く、日本の学位に対する評価も良かった。

5. 新しい場所で

2013年8月、台湾南部の台南市にある国立成功大学生命科学系（Department of Life Sciences, National Cheng Kung University）に生態学の助教として着任した。台南には旧跡や台湾を代表するグルメも数多く、台湾の京都と言われている。そして、成功大学は南部では一番大きな総合大学で、まるで台湾の京都大学のように感じる。大学の名前は、17世紀に台湾を占拠していたオランダ人を追放した民族的英雄である鄭成功に由来する。ちなみに、タイムズ・ハイアー・エデュケーション（THE）によるアジア大学ランキングによれば、成功大学は47位で、日本の大学と比較すると、北海道大学（44位）と九州大学（48位）の間である。国際的にも悪くない。私の勤めている生命科学科は、生物医学（教員5人）・ゲノムバイオテクノロジー（10人）・生態学（6人）で構成されている。こちらでの教育システムや研究環境なども紹介したいが、まだ着任したばかりで分からない部分も多く、別の機会を期待して今回は割愛させていただきたい。

困ったことに、NSCのスタートアップ科研費に落ちてしまった。査読者のコメントには「このような理論研究は台湾の生物多様性保全には貢献しない」というようなことが書いてあった。Zacも同様のコメントを受けてリジェクトされたことがあり、「理論に対する差別（認識不足）がある」と嘆いていた。数理生態学の認知・普及が今後の目標である。

【連載：数理生物学のアルバム】
数学、数理生物学そして現象数理学への遍歴

三村 昌泰*

1. はじめに

私が学部、大学院生時代に学んだのは数理工学、学位は工学博士である。平たく言えば応用数学である。従って、代数や幾何のような純粋数学や遺伝や発生のような生物学の教育等は何ら受けてこなかった。だが、今では「専門分野は何ですか」と聞かれたとき、「現象を解明する数理科学ですが、生物、生命現象も重要な研究対象ですので、数理生物学もやっています」と答えられるようになった。そのようになったのも国内外で生物学、数理生物学分野で活躍してきた研究者の方々によって育てられた結果である。今回、JSMB News Letter 編集部からの原稿依頼があったので、これを機会に応用数学分野にいた私が数理生物学とどのような出会いがあつてここまでやってこれたのかを紹介したい。

2. 山口昌哉先生との出会い

高校時代から数学が好きだったので、兄貴のいる京都大学理学部数学科に行きたかったが、何となく兄貴の後を追うような進路を決めることにためらいがあつた。そこで、工学部の中で唯一数の字が付いている数理工学科があることを見つけた。更に、学科の一つの講座にいる先生方は全員数学出身であり、工学部でありながら、数学を学ぶことが出来るということを知つたので、その学科に入学した。4年生になると、迷うことなくその講座に入った。その教授が以後私を育てて下さった山口昌哉先生あつた。しかしながら私が山口研究室に所属すると同時に、先生はそれまでやってきた線形偏微分方程式論という純粋数学から、新しい応用数学分野のテーマを探すために、1年間アメリカのクーラン数理科学研究所に渡つたのであつた。その間、もっぱら、手紙（当時はもちろんメールはない）での遠距離指導であつたが、頂いた手紙の最後には必ず「今は線形の数学が全盛であるが、これからの時代は非線形性の数学が重要になってくる」と書かれていた。この言葉が私の将来を決める大きな岐路になつたのである。1965年大学院数理工学専攻修士課程に進学した。修士1年の後半であつたと思うが、当時東京大学

工学部におられた南雲仁一先生から、山口先生に一つの非線形偏微分方程式が送られてきた。それは、神経生理学でよく知られている FitzHugh-Nagumo(FHN) 方程式であり、それが私の研究対象となつた反応拡散方程式との最初の出合いであつた。余談だが、当時、数学分野では、反応拡散方程式という言葉は認知されておらず、先生からも「数学の人に話すときには半線形放物型方程式と言いなさい」と注意されたことを憶えている。一見非常に単純な2変数方程式系である FHN 方程式を計算機でシミュレーションしてみると、軸索を伝播する興奮波がもつ性質を見事に再現しているのには驚いた。その解析はそれほど難しくないと考えて、ほぼ1年間この方程式に取り組んだが、何ら満足すべき解析結果を得ることができなかった。修士論文は何とか他のテーマで書くことが出来たが、修士時代に学んだことは、反応拡散方程式は非線形偏微分方程式の中で最も単純な方程式であるが、我々の予想を遥かに超えた複雑な挙動を示すこと、その解析はかなり難しいこと、しかも多くの生物現象が反応拡散系で記述されているということであつた。こうして1967年、反応拡散方程式の数学解析を行うと決めて博士後期課程に進学したのである。

3. 寺本英先生、岡田節人先生との出会い

1967年は私の研究方向を決める重要な年となつた。それは京都大学理学部に生物物理学が設置され、物理学から寺本英先生が、翌年には動物学から岡田節人先生が移って来られたからである。両先生は山口先生を良くご存知であるだけでなく、非常に仲が良い友人であつたことから、しばしばお会いする機会があり生物物理学や発生生物学に関する貴重な話が聞けた。こうして山口先生と私は寺本研セミナーに参加させて頂くことになり、セミナーを通して数理生態学に関して多くのことを学んだ。この辺りのことは重定さんが前号において紹介しているので省略したい。一方、岡田先生に対して印象に残っていることは、私が数学から生物現象を理解したいと言つたとき、「モデルから私ら実験屋が予想したことが正しいというような仕事はおもろない。何故なら私らも科学者だから、論理的思考から予想しているからな。生物現象を数学から

*明治大学

やりたいならば、(モデルが正しいかどうかは別として) 私らが予想できないような結果をモデルから予想して欲しいんや」といことだった。今でも、この言葉を忘れずに研究を続けているつもりである。

1968年、寺本、岡田両先生から当時京都大学医学部小児科にいた三河春樹先生を紹介して頂いた。その結果、「喘息患者血清中の特異抗体の多様性」に関する共同研究を始めることになった。医学関係の研究者と一緒に仕事をするのはこれが初めての経験であり、私の仕事は小児喘息に表れる抗原抗体反応を記述するモデルを作って、その解析をすることであった。そこで得られた結果は1969年三河先生によってアレギー学会で発表されたが、モデルや解析等の理論部分は何故かまったく触れられなかった。その理由を尋ねると、当時の医学界では、医学の問題を数学との共同研究から考察した結果は面白くないだろうという雰囲気があったからだそうだ。そのようなわけで、解析結果の部分は京都大学数理解析研究所紀要に発表することにした。内容は小児喘息の抗原抗体反応の反応拡散系モデルの解析であったが、論文名を山口先生と相談した所、やはり数学の雑誌に投稿するのだから、On the Cauchy problem for a simple degenerate diffusion system が良いのではと言われた。今では考えられない話であろう。

1970年、私の今後の研究方向を決めるような忘れられない研究会に出会った。「生物物理にどんな数学が使えるかではなくて、生物物理が主体的にどのような数学を生み出すのか」という主旨の「生物物理における数学的方法」研究会であった。講演者は、生物物理関係から大沢文夫、寺本英、斉藤信彦、脳、神経科学関係から、伊藤正男、斉藤信彦、南雲仁一、吉沢修二、数学関係から長沢正雄、渡辺信三、飛田武幸、野口宏、山口昌哉等錚々たる先生方であった(詳細は生物物理、日本生物物理学会誌 49 May, vol. 10 (1970) に掲載されている)。もちろんすべての講演を理解することはできなかったが、これまで数学分野にいた私にとってこの研究会は刺激的であり、これからの研究方向に対して大きな勇気と自信を与えてくれたものであった。

4. 反応拡散方程式との出会い

このような経緯から、医学や生物系に現れる現象解明に数学からの接近が可能ではないかという期待が徐々に確信に変わっていった。問題は、学位論文を工学研究科か理学研究科のどちらに申請するかであったが、これまで工学部にいたことから工学研究科に出すことにした。そこで、テーマは医学、生物系に限らずもっと広く、非変形非平衡系を記述する反応拡散方程式の理論研究をテーマに選ぶことにした。内容は、(反

応拡散方程式のような) 無限次元力学系に対して解の不変集合を構成することであった。(正の) 不変集合とは、力学系の相空間内のある集合 Ω に対して Ω 内にある任意の初期値 X_0 をもつ解 $X(t, X_0)$ は任意の $t > 0$ に対してつねに Ω 内にあるような集合である。学位論文では、FHN モデルなどを含む反応拡散方程式に対してどのような不変集合が構成されるのかを論じ、その結果を計算時間や計算に必要なメモリーを少なくできる数値スキームの提案に応用するというかなり工学的色彩の強いものであったが、その研究の副産物としてあるクラスの反応拡散系に関して面白い性質があることを見つけたのである。FHN 方程式のような反応拡散方程式を考えると、内部にはただ一つ空間一様平衡解が存在するようなコンパクトな不変集合 Ω が存在する。その上で、拡散係数をうまく選ぶと、この平衡解が不安定にすることができる。こうすると、 Ω 内にある解 $X(t, X_0)$ は任意の $t > 0$ に対して Ω 内に留まるが、空間一様平衡解は不安定だから、解はそこには近づかず、空間非一様な平衡解(空間パターン)や振動解(時空間パターン)に近づくことが予想される。そこで数値シミュレーションを行うと、予想通り、複雑な空間パターンが出現したのであった。この結果は今では、チューリングによって分岐理論から示された拡散誘導不安定化から解釈されるのだが、当時の私はまったくそれを知らなかったのであった。

5. オックスフォード滞在

こうして1973年京都大学から工学博士の学位を頂いたが、学位論文を作成しながらも、学位を貰ったら、新しい分野に変更しようと考えていた。1975年、当時国立台湾清華大学に客員教授として滞在していた J. D. Murray (当時オックスフォード大) さんが1週間程日本に訪問することになり、京都大学で講演会があった。彼は、非線形化学で良く知られている Belousov-Zhabotinsky 反応を紹介し、そこに現れる振動現象の存在をモデルから説明したのであった。更に、シマウマやヒョウ等動物の表皮パターンもモデルから説明来るのではないかなど数理生物学の話にも触れた。興味深かったのは、彼の研究の出発点は流体现象を扱った応用数学であり、それで学位を取った後に数理生物学に移ったということであった。私がやりたいと思っていることをすでに彼はやっていたわけである。そこで、生物学の知識もなく、英語も話せないという不安はあったが、彼のことをもっと知りたくて、そちらに行きたい旨の手紙を書いた。幸運にも、彼から「1年くらいならば来ても良い」という返事をもらい、1976年彼のいるオックスフォード数学研究所に滞在することになった。最初にぶつかった問題は英会話がうまく出来ないということだった。なんと Murray さんか

ら英会話上達のために家庭教師をつけられたのであった。私の英語が如何に悲惨であったかわかりだろう。更に、イギリスでの社会生活を身につける必要があると言われ、彼の所属する Corpus Christy College の客員研究員となり、カレッジに訪問するビジター達との dinner party や college party に出席させられ、ホストとしての振る舞いを厳しく教えられた。硬い牛肉を食べながらしゃべるためにどうすれば良いか等も会得した。そのような経験を通じて、何とか通常の生活には順応できたが、次の深刻な問題は研究に現れた。彼のセミナーで、学位論文において不変集合の副産物として得られた反応拡散系に現れるパターン形成をかなり自信を持って話したのであった。しかしながら、話が終わった後、彼は「なかなか面白いね。しかし、その話はすでに 20 年以上前にチューリングという数学者が発見しているよ」と言われたのであった。そしてそれはセミナーに参加している人達全員が知っている常識であったのだ。Murray さんは私の落胆ぶりに同情したのか「でも一人でこの考えを見つけたのは素晴らしい。必ず今後の研究に役に立つよ」と言ってくれた。

このようにオックスフォード滞在の出だしは悲惨なものであったが、滞在中に多くの数理生物学者と知り合うことが出来たのは幸運であった。研究所では、Karl Hadler (ドイツ) と Vincenzo Cappaso (イタリア) の二人が同室であった。彼等も私と同じように、数学分野で学位をとり、そこから数理生物学に関心を持ってオックスフォードに来たのであった。しばしば激論を交わしたが、今では同志のような気持ちでつき合っている。この他にも、Murray さんの元には多くの著名な数理生物学者が集まった。その中で、Lee Segel (イスラエル)、Frank Hoppensteadt (アメリカ)、Simon Levin (アメリカ) 諸氏はしばしば訪問することから、個人的にも話をする機会が多かった。オックスフォード滞在はわずか 1 年間であったが、数理生物学分野の多くの友人を持つことが出来、彼らから様々なことを学ぶことが出来た充実した期間であった。

1977年に帰国したが、帰国前から、Murray さんとはプランクトンパッチネスの共同研究をしていたことから、1978年、電力中央研究所と京都産業大学計算機科学研究所による「海洋微生物生態の基本モデルの数値計算とその動画化」プロジェクトが企画され、山口先生をリーダーとする理論班に参加することになった。海洋学、数学、数値解析分野の人達と一緒に現象の理解、モデリング、シミュレーション等の共同研究はまったくの初体験であり、貴重な経験であった。研究終了後もこの研究は引き継がれ、山口先生をリーダーとして Modeling, Simulation & Visualization という名前で続けられた。現在の研究方法は、現象解明に向けてモデリング、解析、シミュレーションそし

てその視覚化を結びつけた現象数学であるが、その原点はそこから培われたものである。

この頃から、我が国で数理生物学分野で活躍している人達とも共同研究が出来るようになった。その中で今では JSMB の主要なメンバーとなっている川崎廣吉、難波利幸、関村利朗諸氏との共同研究は懐かしい思い出である。

6. 広島スクールの誕生

1980年広島大学理学部数学科に移ることになった。当時の数学科は10の小講座制(教授1、助教授1、助手2)があり、その中で唯一「応用」という名前を掲げているのが応用解析学講座であり、そこを担当することになった。1992年までいたが、その間、侯野博(現東京大)、西浦廉政(現東北大)、小林亮(現広島大)等優秀なメンバーが集まり、数学だけに拘らず、かなり自由な雰囲気好きな研究を行うことが出来た。そして研究室から多くの人が出ていった。特に、数理生物に関連した分野では辻川亨(現宮崎大)、栄伸一郎(現北海道大)、観音幸雄(現愛媛大)、長山雅晴(現北海道大)等が全国で活躍していることは嬉しい限りである。こうして、現象解明に向けて、モデリング、解析、シミュレーションを駆使する研究グループを築くことが出来た。そこでの成果が認められ、オリンピックのように4年に一度開催される国際数学会議(ICM)、応用数理国際会議(ICIAM)において招待講演の機会が与えられた。特に1991年のICIAMではオックスフォードでお世話になったMurrayさんも招待講演者のお一人であった。このとき彼から、「やっと広島スクールができたね、おめでとう」と言われたことは今でも忘れられない。

1991年グルノーブルで第1回European Conference on Mathematics Applied to Biology and Medicineが開催された。この会議の大きな目的は、ヨーロッパで数理生物学会を作ろうというものであった。そこで関連学会としてSimon LevinがSMB、私は1989年にできたJSMBの近況について報告した。学会設立の方向で進んだが、問題は学会名であった。執行部からは、European Society for Mathematical Biologyが提案されたが、若い人達から猛烈な反対意見が出て、European Society for Theoretical Biologyが提案された。なかなか決着がつかず、議論は深夜に及んだが、最終的にEuropean Society for Mathematical and Theoretical Biology (ESMTB)が誕生したわけである。初代会長はMurrayさんが選ばれたのであった。この辺りの経緯はEuropean Communications MTB (no. 13, 28-33, 2011)に詳しく載っている。

7. 数理科学研究科の誕生

1992年東京大学に大学院理学研究科数学専攻が大学院重点化に伴う改組として、大学院数理科学研究科に組織替えになった。数学に替わって数理科学という名称を持つ教育組織が誕生したのである。ほぼ同じ頃、名古屋大学では「多元数理」研究科、九州大学では「数理学」研究院が発足し、我が国の数学界に新しい風が吹き込んだのであった。このような状況の中で、東京大学から誘いが来た。広島大学で作り上げた研究環境を失うことになるが、数理科学のこれからの発展を信じて、1993年東京大学に移った。結果としてわずかしかなかったのだが、その間、生物、生命現象の数理科学を行うグループを作るために努力したつもりである。長年の友人である Odo Diekmann さん（ユトレヒト大）に推薦してもらって当時厚生省人口問題研究所にいた稲葉寿氏（現東京大）に来てもらったのはその結果である。しかしながら、数理科学研究科のコアは数学であることから、研究は個人でやるというスタイルが主流であったため、数理生物学のような学際的な研究をグループとして進める体制を作るとはなかなか難しかった。

8. 生命科学と数理科学の融合を目指して

東京大学で6年目を迎えたとき、長年いた広島大学理学研究科において遺伝子科学、生化学、応用数学分野の研究者が集まり、全国に先駆けて、生命科学と数理科学の融合を目指した数理分子生命理学専攻 (Department of Mathematical and Life Sciences) の設置計画があることを知った。専攻は2つの大講座から成り立ち、一つは実験を行う生命理学講座 (6研究室)、もう一つは理論を行う数理計算理学講座 (4研究室) であった。私は耳を疑った。何故なら、生命科学と数理科学はまったく反対の極にいますようにかけ離れており、それらの研究分野が一緒になるという大胆な試みであり、成功すれば大いなる評価が得られるが、失敗するというリスクも大きい計画だからである。しかしながら、生命科学と数理科学を融合する大学院組織が誕生するというのである。生命科学に数理科学から貢献する組織の確立という私の夢が現実になると思いつから、1998年再び広島大学に戻ったのである。先ず、坂元国望 (当時理学部)、太田隆夫 (当時お茶の水女子大)、瀬野裕美 (当時日本医科大)、上山大信 (当時北海道大) 諸氏に来て頂き、数理計算講座を立ち上げることから始めた。予想していたのだが、実験と理論グループは異なる文化を持っているということもあり、教育運営はかなり難しかったが、1999年度から4年間特定領域研究「非線形非平衡現象を支配する特異性の解明」が採択された。この研究は、生命現象の現

れる自己組織化機構解明に焦点を当て生物、化学、物理、数学そして数理科学分野から実験・理論両グループが集まった融合研究の経験は生命科学と数理科学の融合研究に多いに役立った。

9. 現象数理学の誕生

数理分子生命理学専攻と一緒に立ち上げた同僚の太田隆夫さんが2003年京都大学に移ったが、その後任として、小林亮さん (当時北海道大学) がやってきた。こうして生命科学と数理科学の融合を推進する教育は少しずつだが着実に進められた。しかしながら我が国ではそれを支えるような研究機関はまだなかった。ちょうどその頃、明治大学理工学部数学科に集中講義に行く機会があり、数理科学関連の研究所を立ち上げることを聞いた。数理分子生命理学専攻はまだ誕生して5年程しか経っていなかったが、更なる発展を若い人達に託すことにして2004年、明治大学に移る決心をした (広島大学では、私の後任として、大阪府立大学にいた西森拓氏がやって来て、数理計算理学講座は立ち上げた第1世代に続く第2世代の人材を迎えて大きく羽ばたくことになった)。明治大学に移って4年目の2007年予算、先端数理科学インスティテュート (MIMS) が附置研究機関として設立された。設置目的は現象と数学の掛け橋であるモデリングをミッションとする「現象数理学」の展開である。こうして MIMS 所属の最初の研究者として採用したのが若野友一郎 (当時東京大学ポスドク) 氏である。2008年、MIMS は我が国における現象数理学の拠点となるべく、文科省公募のグローバル COE プログラム「現象数理学の形成と発展」を申請し、採択された。このプログラムのコアは数理科学と生命科学の融合であり、そのために、連携大学として私がいた広島大学の数理分子生命理学専攻に参加してもらった。こうしてグローバル COE プログラムは MIMS を母体として推進されたが、それに続いて明治大学では、教育組織として大学院先端数理科学研究科現象数理学専攻そして総合数理学部現象数理学科が設置された。こうして私の研究・教育は数理生物学からもっと広く現象数理学に進むことになったが、これについて省略させて頂く。

10. 終りに

これまでほぼ数学・応用数学分野から出発し、40年以上に渡る私の研究生活において数理生物学にどのように関わってきたかおわかり頂ければ幸いです。これまでの道のりにおいて上で名前を挙げた方々だけではなく、それ以外にも国内外の多くの方々のお陰であることは明らかである。ここでその方々全員に感謝の気持ちを伝えると共に、これまで私を育ててくれた JSMB の更なる発展を願って筆を置きたい。

【特集記事：研究と育児の両立】**育児支援について**中丸 麻由子^{1*}

大きな学会では資金規模が大きく、ニーズも多いこともあり、学会会期中の育児支援は非常に整っています。一方、小規模学会の場合は、資金規模が大きいとは言えず学会員が少ないことからのニーズも多くないもあり、育児支援は容易いとは言いがたいです。そのような中、数理生物学会では学会会期中の育児支援を前向きに検討し、実施して下さったことは非常にありがたく、他の小・中規模学会の育児支援においても何らかの指針になることを祈ります。

仕方ないと思いますが、小・中規模学会での費用負担には限度があるため、利用者の負担が高くなります。昨年度の浜松大会で育児支援を利用しましたが、良心的なシッター会社だったとはいえ利用者負担はそこそこありました。子供が1歳でしたので鉄道乗車賃や宿泊費がかからなかったのが幸いでした。しかし、常にそうとは限りません。飛行機利用は低年齢でも運賃がかかります。子供の同伴は、特に身分の不安定な若手研究者には負担額の観点から多少きつものがあると思われれます。負担額を下げるいい方法がないのでしょうか？今のところ研究費では同伴する子供の交通費や宿泊費のサポートは出来ないようです。男女共同参画の観点よりこれを可能にせらるる必要があると思いました。大学によっては子供の同伴による出張費用増をある程度は補助してくれるそうです。そういう大学が増える事を期待します。

研究会やゼミ参加となると、学会参加のように託児所設備があるわけではないため、もっと参加しづらくなります。小規模の研究会・ゼミは研究の議論が活発という事もあり研究を進めるにあたり非常に良い機会なのです。育児中の研究者はそのような機会を逃してしまうことになります。これも研究費や大学によるサポートが認められればありがたいです。

育児中は学会参加もなかなか難しいのですが、日常の大学の業務にも影響が出ます。出産前後の講義については、男女共同参画推進センターで非常勤講師費用をサポートするシステムがある大学もあります。しかし大学によっては、出産前後の講義についても非常勤講師が代講することも許可されず、かといって休講も許可されないと聞いています。

産休や育休中の学生指導も大きな問題です。私は大講座制の部署にいるため、教員一人一人が独立した研究室を持ち、院生もその教員を志望して入学します。同じ部署の教員の専門分野もまちまちです。そのため他の教員に指導をお願いす

る事が出来ません。産休（産後8週間は産休取得が義務）終了後、12月末まで有給休暇をとりました。育休を取得する制度はあるとはいえ、学生の修士論文提出や博士論文審査のために1月に復帰する必要があるため、育休を取得しませんでした。実質、0歳児が認可保育園に入園できるのは4月以降です。また、大学によっては教職員向けの保育園がありますが、残念ながら私の勤務する大学にはありません。1-3月までの預け先を探すのに一苦労でした。幸運にも、保育ママ（市町村の保育制度）に預ける事が出来たので1月から復職することが出来ました。ベビーシッターを雇うという選択肢もありますが、私の勤務する大学と提携しているシッター会社を利用する場合、利用者は1時間1,400円を負担します。トータルの負担額は容易に想像がつくと思います。

職種や職場によっては産休・育休中の代わりの非常勤職員を雇う事もできるのですが、大学教員ではなかなかそうはいきません。このような問題も明るみにして、今後、指導教員が産休・育休中であつたり、子供の預け場所が見つからなかった場合での学生の研究指導をどのようにサポートをしていくのかを議論していく必要があります。

私の勤務する大学では男女共同参画推進センターより「育児をしやすくするために勤務時間以降の会議をしないように」というお達しを出しているのですが、なかなかそうはなりません。そのため、子供のお迎えや保育のために大学が提供するベビーシッターサービスを利用している人の多くは男性教員と聞きました。つまり男女関わらず、「育児があるので、勤務時間以外に会議を開かないでほしい」という声を上げられないのです。

『夫は仕事に専念し、妻は家を守り子育てに専念する』事をロールモデルとして現在の日本における仕事のあり方が決まっているせいなのか、育児への配慮をお願いするにあたり、なぜか悪いことをお願いしている印象があり、社会的に叩かれることをいつもびくびくしなければなりません。夫の職場は共働きが多いにもかかわらず、夫が職場で子育てのためにスケジュールを調整しようとする、「奥さんに仕事を辞めてもらえないのか」と言う上司もいるようです。このようなことは様々な職場で起こっている事でしょう。時代は変わっています。戦後の日本で培われてきた価値観から抜け出すことで、男女共同参画の新たなステージへと移行するでしょう。それだけではなく、親の介護のような他の社会問題への解決にもつながり住み良い社会になるとと思います。

*東京工業大学 大学院社会理工学研究科

【特集記事:プロジェクトへの道】


総合地球環境学プロジェクト「生態系ネットワークの崩壊と再生」—2007年から2011年度—

プロジェクトリーダー：山村 則男*

1. プロジェクトの構想

当該プロジェクトが実施された総合地球環境学研究所（地球研）は、2001年にプロジェクト形式による地球環境学の総合的研究を行なう大学共同利用機関として京都に創設されました。初代の所長は日高敏隆氏であり、当初の京都大学内、旧小学校内の仮住まいを経て、2006年に現在の上賀茂の研究所に移りました。地球研のミッションは、地球環境問題の根源としての人間と自然系の相互作用のあり方を解明することです。国立環境学研究所とは違って、文理融合の研究方法を実践することが特徴でした。そのため研究室のしきりがなく、15件のプロジェクトが1つのフロアーにあり、すべての人の顔が見える構造になっていました。研究所の創設にあたって京都大学と名古屋大学が多くの教員ポストを供出した経緯から、京大大学生態学研究センター（生態研）から移籍した教員によって、生物多様性に関連したプロジェクトが順次実施されました。私たちのプロジェクトは、私と酒井章子さんが移籍し、生態研としては5つ目のプロジェクトとなりました。

生態研のそれまでの生態学研究の海外サイトの主なものは、モンゴルの草原とマレーシア・サラワク州の熱帯林でした。この調査地を十分に利用することを考え、地球研のミッションである「人間と自然系の相互作用」をテーマに、陸上生態系である森林系と草原系での比較を試みました（図1）。モンゴルやサラワクでは、多くの地域住民がいまだ自然の生物資源に依存して暮らしていますが、近年の経済のグローバル化を原因として、生態系の過剰利用による生態系の劣化や人々の暮らしの変化が急速に起こっています。人間が利用する生態系は土地利用の形態によってサブシステムに分かれ、それらのサブシステムが人間の利用を介してネットワーク構造をとっています。人間社会も、地域住民や企業、NGOなどがネットワークとして存在しています。生態系サブシステムと人間社会の2重のネットワークを「生態系ネットワーク」と定義し、それが崩壊しつつある原因は何か、持続的に生態系を利用





	モンゴル草原	ボルネオ島 サラワク熱帯林
共通点	陸上生態系 自然生態系が残っている 急速なネットワークの変化がみられる 研究の蓄積と成果がある	
相違点	食物網構造 ヒトの栄養段階 更新時間	トップダウン構造 高い 短い（数年）
		ボトムアップ構造 低い 長い（数十～数百年）
主なサブシステム	森林、草原、農地 	原生林、二次林、プランテーション、焼き畑 

図1：モンゴル草原とサラワク熱帯林の共通点と相違点、および、主なサブシステム

していくにはどうすればいいのかを追求することを目的として、プロジェクトのタイトルは「生態系ネットワークの崩壊と再生」としました（地球研ホームページ <http://www.chikyu.ac.jp/rihn/project/D-04.html> を参照）。

熱帯林の研究チームは、酒井章子さんを班長として、2007年度に終了した地球研プロジェクト「持続的森林利用オプションの評価と将来像（リーダーは中静透さん、のちに市川昌広さん）」のメンバーをほぼ受け継ぎました。モンゴル草原の研究チームは生態研の藤田昇さんが班長になり生態学研究者を人選し、人文社会系の人選はこれまでモンゴル研究を行ってきた国立民俗学博物館の小長谷有紀さんに協力してもらいました。理論モデル班では、数理モデルの他に衛星データの解析、地理情報システムによる分析を担当することにしました。各研究サイトでの個別の理論的研究や比較理論の構築のために生態研出身の石井勲一郎さんに理論モデル班の班長になってもらい、研究チーム全体が有機的に結びつくように、図2のような構造を考えました。縦軸がモンゴルとサラワクの地域区分で、横軸が生態系と社会系のアプローチ区分であり、理論モデル班がすべてにからむという構造で、5つの各ノードの研究者は10名弱であり、形式上は理想的な体制を作ることができました。

*同志社大学文化情報研究科，新潟大学朱鷺・自然再生研究センター，2001年度のリーダーは酒井章子（京大大学生態学研究センター）

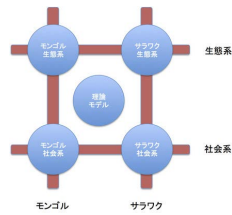


図2：プロジェクトの研究チームの構造

2. 数理的手法の期待された役割と実現した成果

プロジェクトの研究段階として、(1) モンゴルとサラワクでの環境問題の把握、(2) モンゴルとサラワクでの実態と原因の解明、(3) モンゴルとサラワクでのシナリオ分析、(4) 両地域の比較に基づく保全理論の構築を設定し、(1)～(3)においては、なるべく共通の方法で研究を行うことを目指しました。モンゴルでは、2000年以上にわたって遊牧が行なわれてきました。遊牧は、降水量の変動によって植物の生産量が大きく変動するモンゴル草原の環境に適した牧畜システムです。本プロジェクトでは、近年問題となっている草原の劣化（主に、家畜が食べたあとの植物の回復が遅くなること）の原因について調査を行ないました。これまでは、カシミア生産のため、ヤギが増えたことが原因だとされることが多かったのですが、それに加え、畜産物の価格が高い首都周辺に家畜が集中しすぎていること、さらには、家畜の密度が高すぎることや土地の私有化の傾向により、より良い草地への移動が妨げられていることが、草原の劣化を引き起こしていることを明らかにしました。ボルネオ島のマレーシア・サラワク州では、企業による森林伐採やオイルパームプランテーションの拡大により、熱帯雨林（写真）が急速に減少しています。本プロジェクトでは、森林の減少が、これまで焼畑や狩猟、林産物の採集といった形で森林を利用してきた先住民の人々の暮らしを大きく変えていること、生物多様性にも直接的、間接的に大きな影響を与えていることを示しました。

これらを調査するにあたって、生態学者は有意な結論を得るためにサンプル数が十分となるように研究計画を立てましたが、モンゴルにおいてもサラワクにおいてもプロジェクトに参加した文化人類学者は、統計的に得られる結論はつまらないものが多いとして、個別の興味ある現象に深く入っていくような研究を行いました。それぞれの個々の研究では成果が上がりましたが、文理融合という面ではお互いの興味がすれ違いうことが多く、文理の共同研究は難しいなと感じました。しかし、経済学は生態学と比較的相性がよく、経済学者と生態学者の議論はある程度かみ合わせることができました。

数理的手法は、以下の西前氏や草野氏の紹介にある

ように、個々の問題にも適宜応用されました（私自身の仕事に就いては[1]参照）が、プロジェクトの大筋である(3)のシナリオ分析において、共通の枠組みでの数理モデルの構築が大きな課題でした。つまり、30年後の自然環境と地域住民の経済状態を異なるシナリオのもとで比較するために、その基本を植物バイオマスの動態に置き、人間の関わり方の違いに対して、生態系がどのように反応するかのシミュレーションをすることでした。しかし、草原生態系はそのようなシミュレーションに適したレベルの反応の速さを示しますが、森林生態系では30年間ではあまり大きく変化することはありません。むしろ、伐採などの人間の土地利用の変化によって急激に生態系は変わります。そこで、生態系の変化は土地利用の変化率を要素とする行列モデルとなりました。モンゴルのシナリオについては、家畜密度と移動性の違いによって、草原バイオマスと家畜バイオマスがどのような変化をするのかの詳細な数理モデルが加藤氏によって作られました（以下の解説参照）。基本的数理モデルは異なりますが、シナリオ分析の結果の表は、数理モデルによらない分析も含めて、モンゴルとサラワクで類似のものを作ることができました[2]。

プロジェクトをまとめる段階になって、モンゴルとサラワクの環境問題がどのような原因で起こっているのか比較してみると、生態系利用における住民と企業の関係に、生態資源（自然の生態系から得られる資源）の性質に起因する重要な違いがあることに気づきました。そして、このような生態系ネットワークの相違に対応して環境問題の解決の道筋も異なることを中心に(4)保全理論の構築をまとめました（詳しくは以下の石井氏の解説を参照）。

3. おわりに

プロジェクト開始のころは、数理モデルがプロジェクトの中心になり、数理モデルの解析によって全体のまとめが可能であるかもしれないと思っていましたが、進行するに従って数理モデルでやれる部分、やれない部分がはっきりとしてきました。大きなプロジェクトでは、数理モデルは個々の問題には有効であるが全体のまとめには必ずしも適していなくて、全体の考察にはより広い意味での理論的分析が重要であると感じました。

参考文献

- [1] Yamamura, N., Fujita, N. and Maekawa, A. (eds.) (2012) *The Mongolian Ecosystem Network: Environmental Issues under Climate and Social Changes*, Springer-Verlag, Tokyo.
- [2] Sakai, S., R. Ishii, and N. Yamamura (eds.) (2013) *Degradation and Restoration of Ecosystem Networks under Human Activity*, Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto.

【特集記事:プロジェクトへの道】

価格を通して牧畜を見る

草野 栄一^{1*}

1. はじめに

モンゴルにおける生態環境の変化は、1991年の市場経済化に伴う家畜頭数の急増が1つの大きな要因になっていると見られている。では、「市場経済」は畜産品の取引や家畜頭数にどのような影響を与えてきたか。ここでは、このような影響を計測するために行った2つの農業経済学的な実証分析、1. 地域別の畜産品価格の時系列分析による、畜産品取引の空間的な広がりやの計測と、2. 古典的な計量経済モデルの枠組みに基づく、価格をシグナルとする簡便なモデルによる家畜頭数の将来推計について紹介する。

2. 価格から取引の活発さを測る

モンゴルでは市場経済化後、ヤギ頭数が急速に増えた。社会学や文化人類学を通じた調査・考察により、カシミヤの軽量で流通させやすいという性質がヤギ増加の一因となったと指摘される。そこで、モンゴル全体で主要な畜産品がどの程度流通しているか、また、取引は道路状態のような空間的な条件にどの程度影響を受けるかを、マクロデータを用いて検証した。

地域間取引の活発さは取引量や取引額で測られるのが理想的だが、このようなデータは入手できない。そこで、畜産品価格の動きを利用して、取引の活発さを推測した。完全競争下にある2市場間で取引される財の価格が同一であれば、その2市場は同一の市場と見なすことができる(一物一価の法則)。この法則は、定常性(平均・分散が一定、自己共分散が時間に依存しない)を満たさず、相関係数が意味をなさない[1]ことが多い経済時系列データ間に、長期的に安定的な関係(共和分)が確認されれば、成立していると思なされる[2]。ここでは、羊肉・牛肉・牛乳・カシミヤそれぞれの2005年5月~2009年11月の月別市場価格データを用いて、全22県の組合せのうちどの程度の範囲で共和分が確認されるかを、Engle-Granger検定を用いて調べた(図1)。

検定の結果、カシミヤ>羊肉>牛肉>牛乳の順で多くの他県と共和分の関係にある、すなわち、広域的に長期的に安定した取引が存在する可能性があると判

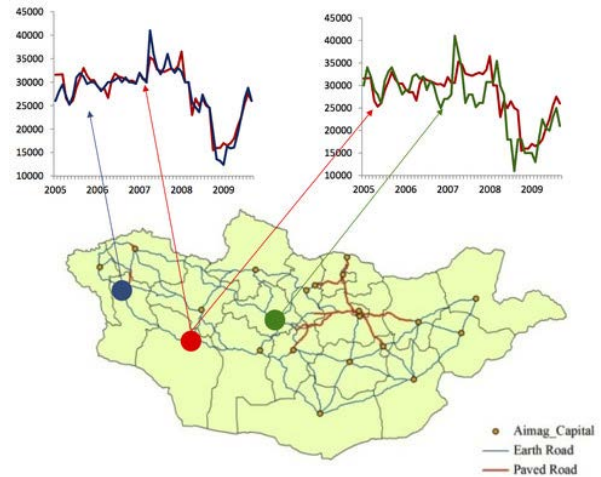


図1 各県の畜産品価格の比較

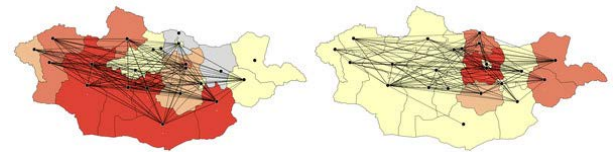


図2 カシミヤ(左)と牛乳(右)の市場統合度。線は、1%有意水準で長期的安定的な関係が無いという帰無仮説を棄却できるペアを示す。赤いほど、多くの他県と安定的な関係にある。灰色は欠損値。

断された(図2)。価格間に長期的な安定的な関係が存在しても、短期的に有意な関係があるとは限らない。そこで、共和分の関係にある2地域の価格の1階差の価格同士に有意な関係があるかを、誤差修正モデル(ECM)の係数の検定統計量から判断した。この結果、短期的な取引の広さはカシミヤ>羊肉≒牛乳>牛肉ということが示唆された。共和分検定とECMの係数の検定で用いた統計量の大きさを左右する要因は、各県の中心都市を結ぶ主要道路の距離や舗装率などを説明変数とするad hocな回帰モデルによって調べられ、例えば、中心都市間の距離が遠いほど、道路舗装率が低いほど牛乳の共和分関係は薄れるといった関係が示唆された。

*国際農林水産業研究センター研究戦略室

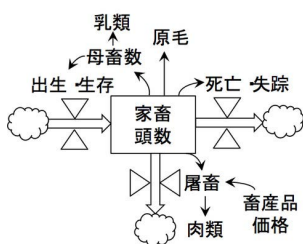


図3 家畜モデルの供給反応部分の概略

3. 価格の家畜頭数への影響を計る

畜産品を含む農産物の将来動向は、例えば、生産者の利潤最大化問題から導かれる生産関数を、利用可能なデータに合わせて特定化した供給反応モデルなどを用いて予測される。牧畜分野の予測の場合、投資の理論における異時点間の利潤最大化問題と類似性を持たせた、畜産品価格と家畜数の式として、屠畜数が特定化されることが多い[3]。モンゴルの家畜頭数の予測に際しては、投資の理論を意識して、屠畜数を畜産品価格と家畜数の式として特定化しつつ、食料需給予測研究ではあまり一般的ではないメカニスティックな構造[4]のモデルを構築した(図3)。パラメーターは主に1993~2009年の年次データから求め、ヤギ、ヒツジ、ウシ、ウマ、ラクダ関連畜産品の価格を外生的に与えることで、2020年までの家畜頭数、畜産品生産量、生産物の金額換算値、食用需要量などを逐次的に計算した。死亡率は、2010年までは外生的に与え、予測期間は過去の死亡率の指数トレンドからの誤差に正規分布を仮定して外れ値を検出・除去した上で発生させた乱数を利用して求めた。

2020年までの予測値は、2003~2009年前後のトレンドと類似しており、価格や死亡率の違いはそれほど大きく影響しなかった(図4、5)。これは、屠畜数の家畜数弾力性(家畜数が1%変化するときの屠畜数の変化率)が正で大きな値だったためにネガティブ・フィードバックが強く働き、家畜数が長期的に安定的な水準に向かうためである。肉類やカンミヤ価格の屠畜弾力性は小さく、変数間の関係の薄さを示唆するという解釈も可能ではあるが、サンプル数の少なさを考えると、より注意深い検証が必要だろう。また、予測は、過去十数年の変数間の関係が、2020年まで維持されるという仮定に基づいて行われたが、このような仮定の妥当性も十分に検討されなければならない。

4. おわりに

実証的な性格が強い農業経済学では、計量経済学は重要な分析手法の1つである。数理モデルによって表現される経済理論は、計量経済学において実証される

べき目標であるとともに、政策提言につながる具体性が高い分析に枠組みを与えるための手段でもある。モ

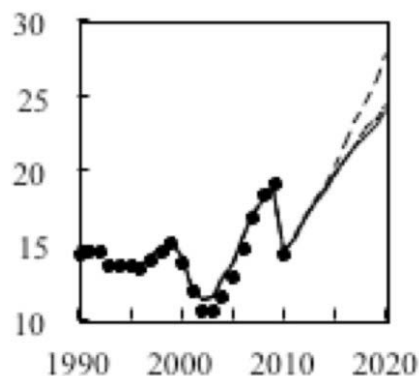


図4 羊頭数の推移(百万頭)。価格シナリオを変えて、反応を比較した。点は実績値、線は推計値。

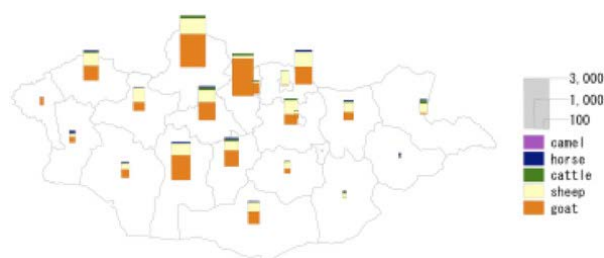


図5 2009~2020年の家畜頭数の変化(1000頭)。増加する家畜のみを表示。ラクダ、ウマ、ウシは減少する県が比較的多いが、減少数が少なく、地図には大きな影響は無い。

ンゴル研究では、統計データの入手が困難なため理論の精緻さや統計学的検定の厳密さが少なからず犠牲にされたが、このような基礎的な分析は次の段階の研究の礎になるものと考えている。

参考文献

[1] Granger, C. W. J. and Newbold, P. Spurious regressions in econometrics. *J. Econometrics* 2 (2), 111-120, 1974.

[2] Fafchamps, M. & Gavian, S. The spatial integration of livestock markets in Niger. *J. Afr. Econ* 5 (3), 366-405, 1996.

[3] Jarvis, L., S. Supply response in the cattle industry: The Argentine case, 1937/38-1966/67, Ph.D. dissertation, MIT, pp.110, 1969.

[4] Fabiosa, J. F. A general conceptual approach to modeling the livestock sector: Application to the Japanese swine-pork sector model with analysis of the “no gate price policy scenario”, Technical report 99-TR43, CARD, ISU, pp.32, 1999.

【特集記事:プロジェクトへの道】

生態資源利用のネットワーク構造のパターンから持続性を考える

石井 励一郎^{1*}

このプロジェクトでは、モンゴルの草原とマレーシア・サラワクの熱帯林のそれぞれについて生態系の状態と、それに依存し利用する人々の生活の変化の間の相互作用について考えてきた。性質が異なる生態系では、当然生物資源利用のあり方も、劣化の起こり方も、したがって回復と持続のために必要な条件も異なるが、筆者はそのパターンを説明できる一般的なモデルを作れないかと考えてきた。ここでは、現地のフィールドワークとの協働によってわかってきたことについて、紙幅の制限から数理モデルは省略し、概要のみを紹介する。

生態系の生産性と伝統的利用形態のパターン

まず2つの地域で地域住民によって伝統的に行われてきた生態系の資源の利用法についておさらいする。モンゴルのような降水量の少ない乾燥域に広がる草原では一般に、植物バイオマスの生産速度が小さく、その分布も不確実性が大きい。草の成長は降雨後に限られ、降雨自体も希で局所的なため、いつでもどの程度の草を利用できるかを予測することは困難である。したがって人々は一所に定住してしまうより、広い範囲で草のバイオマスの動態に合わせて移動する方が、バイオマスを安定して効率的に利用できる（加藤氏の章参照）。しかし、たとえ移動によって最大限に利用できたとしても、生産速度もバイオマスも絶対的な密度が小さい草原では、草本バイオマスの直接利用では人間の生活はまかなえないので、これを探し、刈り取り、タンパクと脂肪という“使いやすい形”に変えて濃縮し、体に蓄えてくれ、しかも歩いてくれる家畜を用いるのである。“遊牧”は、このようにモンゴルでの主な生物資源利用法であるだけでなく、中央アジアからアフリカにかけての半乾燥域の草原や、極域に近いツンドラでも広く見られるように、低い一次生産が広い範囲で変動する生態系に適した生活様式であるといえる。

マレーシア・サラワクでも、もちろん生活に欠かせない多くの資源を周囲の生態系から得てきたが、熱帯林域では、その高い気温と豊富な降水量がもたらす潜

在的な高い生産性と、多くの生物のハビタットとなる森林構造をうまくくみわけて、小規模な森林伐採後の焼き畑や、陸稲耕作と、周囲の森林からも狩猟や採集などから持続的に得てきていた。この2地域に限らず、日本のような湿潤温帯では水田・里山というモザイク構造が発達したように、地域ごとに異なる気候とそこに成立する生態系の特性に応じて、それぞれ特有の、したがって多様な生物資源の利用形態を発達させてきた。これらの伝統的な生態系利用法をしらべて持続的であった理由を考えると、そこには他の動物個体群による資源利用と共通するメカニズムと条件から考えることがわかるであろう。

生態系特性と利用者の関係が決める生態系劣化プロセス

近年2地域の生態系で急速に生態系の劣化により持続性が失われていることは、人間による利用のあり方の変化、とくに探索と収穫の機械を用いた高速化、流通経済のグローバル化の急速な発達と切り離せないことが、さらに両地域での調査からわかってきた。いずれの生態系でも、生物資源の需要が、主に地域住民に限られていた状況から、世界市場へと拡大したことは、生物資源の売買から経済的利得（通貨獲得）を得るべく地域外（国内外）の企業体の地域への参入を加速させているのである。

では地域住民と企業体とでは、その生態系資源利用において、どこが共通してどこが異なっているのだろうか。また、人間による利用の増大に対して脆弱な生態系と、そうでない生態系があるとすれば、どのような特性によってそれは決まっているのだろうか。これらの点を整理して理解することは、より一般的な問題として生態系の持続的利用のあり方を考える上で重要なヒントとなるはずであるだろう。そこで我々は、モンゴルとサラワクの地域の生態系利用形態とその破壊の現状とを比較することで、何らかの一般的なメカニズムが見えてくると考え、各地域の社会-生態システムを、生物資源の流れを見る上で不可欠な「生態系」、「地域住民」、「企業体」の3つ要素と、その間の「生態資源とその対価の流れ」のみからなる単純化したネッ

*独立行政法人海洋研究開発機構

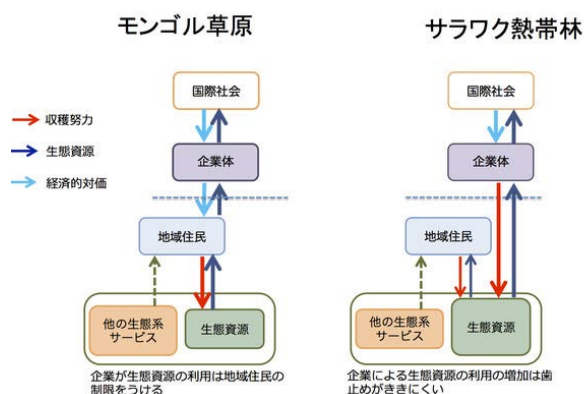


図1

ネットワーク構造を抽出した。図1は我々のプロジェクトで対象としたモンゴル草原とマレーシア・サラワクの熱帯林を比較した模式図である。

生態系からの資源の流れに着目してみると、モンゴル草原では、企業体は生態資源である草本バイオマスに直接アクセスすることはなく、地域住民（遊牧民）が収穫したカシミアを買うため、3つの要素には“直列的”な関係が成り立っていることがわかる。一方、サラワク熱帯林では焼き畑をおこなう地域住民と、伐採・プランテーションをおこなう企業体がどちらも熱帯林（あるいはその伐採跡地）から直接資源を利用するためこれらの間に“並列的”な関係が成り立っている。前者は、企業体の資源利用が地域住民の持続性に依存していることを意味し、後者は地域住民と資源を巡って競争的な関係になりうることを意味している。生態系とその資源の持続性は、一義的には、一次生産の速度と利用のための収穫によるバランスで決まる。草原のように利用者間に直列的な関係がある場合は、企業体が収穫を増大させようとしても、地域住民の収穫能力や草原の持続性がこれを抑制しうる「負のフィードバック」がはたらく仕組みが備わっていて、歯止めがかかりやすい。さらに草原の生物資源の利用に関して、家畜を使った遊牧より効率的な機械の開発はまだ開発されていない。これに対して、サラワクの熱帯林では企業体が生態系から過剰に取奪したときに、これを破壊しだしたときにもそれに歯止めをかけるメカニズムがはたらきにくい。木材の伐採と輸送やプランテーション開発などの機械化による加速され、また海外市場への輸送能力の増大で需要はなかなか飽和しないため、十分な負のフィードバックによる開発抑制がかからないのである。草原の生態系の劣化に比べ、熱帯林の伐採が急速に進んでいる理由はこのあたりに潜んでいる可能性がある。そうであるならば、今後起こりうるさらなる生態系の保全には、モンゴル草原では地

域住民の、サラワク熱帯林では企業体による生物資源の利用実態を適性にチェックがまず重要となり、必要な場合には外部から抑制できる経済的、法的メカニズムの導入の検討を行う必要がある。実際、すでに地域住民による生態系の利用形態にも当然変化は起こっていることもわかった。モンゴルの事例については、西前氏、草野氏の章に詳しいが、サラワクでも低地や道路沿いでは地域住民が森林伐採企業、プランテーション企業に雇用され、自家消費できないアブラヤシなど企業への販売目的の商品作物の栽培する事例が増加している。

このように、資源利用のネットワーク構造に着目することは、生態系の保全や資源の持続的利用の仕組みを考える上で一つのヒントになるであろう。そして、生態系ごとに異なる資源の生産性や利用する際の収穫効率の違いが、資源利用ネットワーク構造の形の違いを決定づけているのではないとも考えられる。我々は、湖沼、海洋の沿岸と沖帯といった他の多様な生態系とこれを利用する人間の関係についてさらに比較を広め、生態系と人間活動の持続的な関係に必要な一般的なメカニズムの探求を続けていきたいと考えている。

最後に

このプロジェクトに入らないか、と山村さんから声をかけていただいたのは2006年に準備が始まった頃でした。「おもしろそう」というだけで仲間に入れていただきましたが、実際にプロジェクトが始まって、モンゴルとサラワクでの調査に加わってみると、そこにある生態系のネットワーク構造は机上で空想していたものよりはるかにダイナミックで複雑で、どこをモデル化できるのか途方に暮れかけたこともありました。しかし、多彩な分野の能力をもつ仲間と現場を共にしながら、フィールド調査、リモセン、統計など様々なデータをつきあわせながら新しい生態系の見方を数理モデルに当てはめながら作り出していく、という作業から、本稿で紹介したものも含めて、いくつかの現象を切り取ってモデルを作る事ができましたし、筆者にとっては、数理モデルの適用範囲だけでなく、生態系の見方が大いに広がりました。あしかけ7年間のプロジェクトでしたが、終わってみればあっという間で、もっとできたはずと反省することも多いのですが、「ああ、おもしろかった。また次のを考えよう。」というのが率直な印象です。機会を与えてくださった山村さん、多くを教え、議論してくださった酒井章子さん、藤田昇さんほかメンバーの皆さん、どうもありがとうございました。

【特集記事:プロジェクトへの道】

実データとシミュレーションから牧畜の将来を予測する

加藤 聡史^{1*}

1. はじめに

モンゴル牧畜における土地利用の固定化(定住化)は、生態環境に大きなインパクトを与えるのではないかと考えられている。個別の遊牧民の意思決定が牧畜システム全体にどのように影響するか予測したい場合には、個々の振る舞いのある程度簡略化されたルールとして記述するエージェントベースモデルとの親和性が高い。モンゴル牧畜における移動様式の変化が、環境的・経済的にどのようなインパクトを与えるかシナリオ分析を行った研究を紹介する。

2. モンゴルの牧畜の持続性評価シミュレーション

モンゴルでは、1990年以降の市場経済化後に、ウランバートルなど市場にちかい都市周辺部で家畜頭数の短期間で急激な増加と集中化傾向が報告されている(Batjargal 1997)。また、現在のモンゴル議会では牧草地の私有化を認めるような新しい牧地法が議論されている。このような急激な放牧圧の増加や牧畜業の定住の様式への移行は、過放牧による牧草地環境の劣化が危惧され、重要な関心事となりつつある。そこで、1. 牧畜業の移動性、2. 降雨パターンの違い、3. 牧民世帯数、が牧草地の環境と生産性にどのような影響を与えるか将来予測を行った。

モデルは植生プロセスと放牧プロセスの2つの要素から構成されている。牧草地における地上部の植生現存量と環境状態は、2層の2次元格子モデルとして記述されている。これにより、毎年の放牧期間を対象として2つの空間分布と時間変化を計算する。乾燥草原における植生の生産力の主たる決定要因は降雨量である。本研究では、プロジェクトメンバーが測定した降雨量と植生成長量から、地上部植生の降雨への応答をモデル化するとともに、生産量に応じて牧草地の環境状態を計算した。

地上部の植生現存量は牧畜による摂食によって減少し、また、牧民が保有する牧畜はそれを摂食した量に応じて増加する。植生現存量とその土地への放牧圧によって摂食量が決まる。牧民による放牧期の牧畜は、

エージェントベースモデルによって行動ルールや属性情報が記述されており、各牧民の土地の利用状況と彼らの保有している牧畜頭数から放牧圧が計算される。本研究では、GPSロガーで遊牧民の移動を1時間ごとに記録し、3年分のデータを用いて放牧期間中の空間的なパターンを再現した。

このモデルを用いて、人文系の研究者も交えて策定した各シナリオに基づいて、面積当たりの家畜生産力や各牧民の保有家畜数を指標として経済的な持続性を評価した。同時に、牧草地の劣化がどの程度進行するかを指標として牧畜業の環境的な持続性を評価した。

3. シナリオ分析による30年後の予測

土地の所有制度に関するシナリオの違いによって、牧民世帯の土地利用は異なる。牧民が伝統的な遊牧を続けるシナリオでは、それぞれの牧民が放牧期間中、牧草が豊富な場所を探索しながら一定期間ごとに拠点を移動し、その周囲で日々の放牧を行う。これに対して、牧地法が成立し、牧畜が定住の様式に移行するシナリオでは、牧民は世帯ごとに一定の面積の土地を割り当てられ独占的に利用できる。このシナリオでは、牧民は放牧期には毎年同じ土地を利用し、遊牧シナリオと同様の移動と放牧を割り当てられた土地の中だけで行う。

また、モンゴルでは、降雨量は時間的・空間的に非常に大きく変動し、北部の湿潤な森林ステップ地域から中央部の草原地帯、南部の砂漠ステップ地帯まで、年間降雨量に依存した南北の環境勾配が大きい。本研究では、15-30年分の毎日の降水記録をモンゴル気象局から入手し、これら3種類の代表的な時間的な降雨変動パターンを再現した。さらに、雨量計を設置して測定した3年分の放牧期の降雨量分布データから空間変動のパターンを再現した。

図1は、モンゴル牧畜の30年後の牧畜生産力について、県ごとの現在の規模から増減を予測したものである。定住的シナリオでは生産力が減少するか、もしくは変化しない地域が多かった。特に草原地帯では、減少傾向が顕著に見られた。図2は、草原地帯の降雨パターン下において、世帯密度の増加に対する土地全体の牧畜生産力がどのように応答するかをシミュレー

*富士レビオ株式会社研究推進部

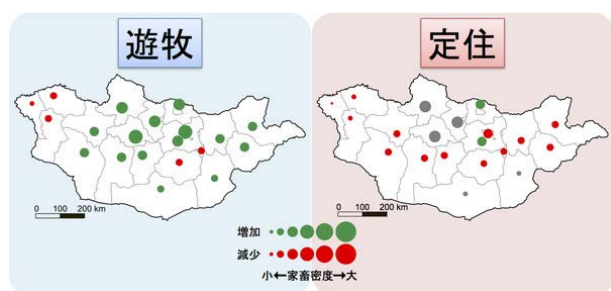


図1 モンゴル牧畜の30年後の牧畜生産力についての県ごとの増減予測。左図が遊牧、右図が定住的シナリオ。緑色が現在の生産力よりも増加、赤色が現在よりも減少、灰色は現在とほぼ差がないことを表している。

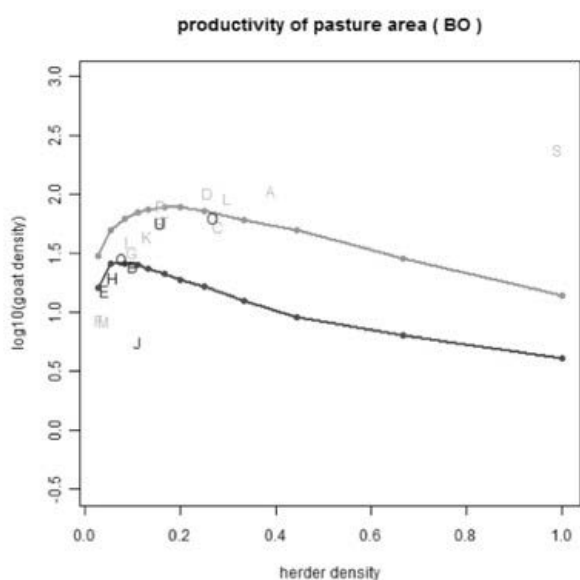


図2 草原地帯での、世帯密度に対する家畜生産量。遊牧シナリオ（灰色線）及び、定住的シナリオ（黒線）

シジョンしたものである。遊牧・定住的のどちらのシナリオにおいても、牧民が増えるにつれて生産性はいったんは増加するものの、やがて減少する傾向となっている。世帯密度の増加に対する1世帯当たりの家畜頭数の応答はより顕著である（図3）。土地全体での生産力はほとんど変わらない条件でも、世帯数の増加に伴い1世帯当たりの家畜保有数は激減している。また、定住的なシナリオでは遊牧シナリオと比較して土地全体での生産力が低下するだけでなく、世帯当たりの家畜保有数に大きなばらつきが生じる点も重要である。牧畜業に必要な最低保有数に関して調査は行っていないが、定住的なシナリオでは、比較的世界帯密度が低い

条件でも生業としては牧畜業を維持できないレベルまで低下する世帯が生じる可能性がある。また、今回は示さなかったが、牧地の環境は定住的牧畜によっておおきく劣化した一方で、降雨量が多ければそうした劣化が補償される場合もあった。

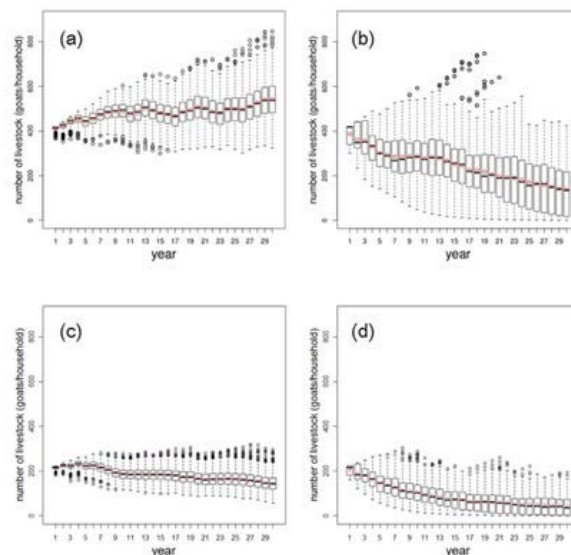


図3 草原地帯での、各世帯の家畜保有量の30年間の推移の例。(a) 遊牧シナリオ、0.2世帯/km²、(b) 定住的シナリオ、0.2世帯/km²、(c) 遊牧シナリオ、0.4世帯/km²、(d) 定住的シナリオ、0.4世帯/km²

4. おわりに

モンゴルのように降雨量の少なさと時空間的な変動の大きさによって生産性の予測が難しい場所では農耕は生業には適さず、広い草地を利用して、降雨に応じて生育した植生を家畜に利用させるほうが適応的であるといわれている [1]。本研究は、遊牧という様式が、モンゴルでは個々の牧民の利得を最大化するだけでなく、牧草地への負荷を分散する仕組みを兼ね備えたシステムであることを示し、このシステムを維持するためには牧民の世帯密度の調整が重要であることを示した。モンゴルの牧畜が持続的であるためには、牧民世帯の特定の地域への集中を緩和する方策を整えて、環境への負荷を分散させることが重要であるといえるだろう。

参考文献

- [1] Fernandez-Gimenez ME (2006) Land use and land tenure in Mongolia: a brief history and current issues. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-39, p 30-36

【特集記事:プロジェクトへの道】

統計情報からみる家畜分布の変化

西前出^{1*}

1. はじめに

市場経済化によりモンゴルの家畜は急増した。適切な草原管理のためには家畜による食害の影響を定量的に捉えなければならない。広大な国土を有するモンゴルでは家畜数を管理するための統計情報は時系列で整備されている。空間的な集計単位はソムと呼ばれる行政単位で比較的大きいが空間統計モデルを上手に援用すれば家畜数の推移を客観的に地図上で捉えることができる。モンゴルの家畜数に関する統計情報に触れ、その推移に関し、広域的な視点から空間モデルを適用した事例について紹介する。

2. 家畜数の統計情報と精度

モンゴル国家統計局は、毎年12月に集計したソム別の家畜数を家畜の種類ごとに公開している。所得税法では、牧民の所得額を直接算定せずに、単に牧民の保有する家畜頭数に対して課税の方法を定めている。牧民は、家畜を売却することでも利益を得るが、課税方法はそういった牧民の主要な付加価値生産や、あるいは新たに生まれた家畜を対象とするのではなく、保有家畜全頭数に対して課税方法を定めている（吉野・ジャミアン、2006）。したがって、保有する家畜の数自体が課税の対象になることから、全国の家畜数は国家によって統計的に把握されている。一方で、既存家畜から得られる羊毛やカシミヤなどの原料、及び乳製品の販売、家畜の肉や毛皮の販売によって得られる付加価値については、支出の記録が実施されていないために牧民の正確な所得は政府によって把握されていない。一般的に、牧民は畜産物売却による経済活動以外にも自家消費や移動手段としての用途もあり、5畜のうち数種類を所有して個人の裁量で増やすことも出来るが、牧民にとっては、家畜数を必要以上に所有すると多く納税せねばならず、かつ遊牧の手間も大きくなることから、得られる付加価値がより高くなる家畜、あるいはそれぞれの牧民が高い付加価値があるであろうと個々に判断した家畜を増やそうとするインセンティブが働きやすい構造になっている。これがカシミヤの取れるヤギが増加した一因となっている。



写真1：遊牧の様子（羊は平地、ヤギは斜面に集まる光景がよく見られる）（2008年）

牧民は遊牧を行う際に行政範囲など気にしていないのではないと思われるかもしれないが、納税の利便性や子どもの教育の場を確保する必要があり、恒常的にどこか別のソムへと移り住む場合には、移動先のソムにて新たな住民登録を行う。したがって、遊牧を営む上で頻りに移動したとしても、ソム別の家畜数統計は信頼性の高いものとなっており、かつ正確な実態把握を努めた調査を実施するために国家統計局により必要な実施予算も確保されている（小宮山、2005）。図1に家畜数および遊牧を行っている世帯数の民主化後の変遷を示す。民主化した1992年には、5畜のうち羊の頭数が圧倒的に多く、約1,466万頭に至り、家畜数全体の約57%を占めている。自由主義経済への移行後は、1999年まで羊の頭数は、ほぼ横ばいである一方で、ヤギの頭数が急激に増加している。ヤギからは畜産物としてヤギ肉や乳も得られるが、中でも重要な生産物としてカシミヤが得られ、市場での需要の高まりとともにヤギの付加価値が著しく上昇した。したがって、牧民は先述の課税方法の制度も鑑み、高い付加価値が得られるヤギを意図的に増やしてきた訳である。特に、家畜から得られる羊毛やカシミヤは、他の乳製品や家畜の肉に比べて製品の劣化が少なく、重量も軽いので輸送のための管理コストもかからない。つまり市場を選ばずに国土の至る所で家畜を生産しても輸送できる。このことが、この傾向に拍車をかけた要因と

*京都大学大学院地球環境学堂

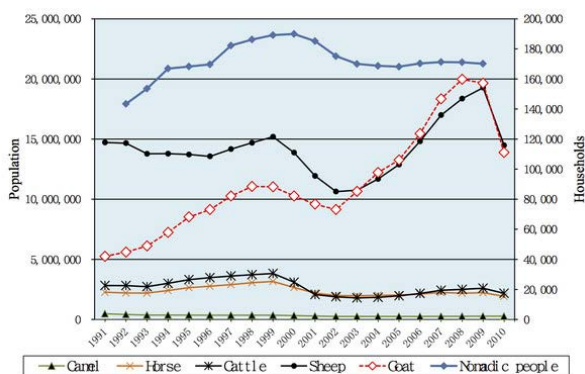


図1 家畜数と遊牧を行っている世帯数の変遷

考えられる。遊牧を行っている世帯数も1999年までは継続的に増加しており多くの職を失った国民が新たに草原へ回帰したことが統計上にも示されている。

3. ヤギ分布の変化

民主化直後の時期にあたる1992年のヤギの分布を見ると、アルタイ山脈がある山岳地帯に沿ってやや高い分布がみられる(図2)。モンゴルのヤギは元来、南部のゴビや山岳地帯などの傾斜地を起源とし分布していた(Barch et al., 2003)。そのため、その本来の生息地の名残がこの時期に残っていた事がわかる。実際に遊牧の光景をみるとその起源を証明するかのよう、羊は平らな場所で草を食べ、ヤギは斜面で草を食べるのを目にすることが多い(写真1)。また、ハンガイ山脈より北東のオルホン川流域にも狭い範囲でやや高い分布がみられる。草原の牧養力と関連して植生の豊かな地域にも多く分布していたわけである。

図2に示すように客観的に家畜分布の特徴を捉えるためにLISA (Local Indicator of Spatial Association) モデルを適用したところ、ヤギの分布の特徴は徐々に変化していることがわかった(Saizen et al., 2010)。LISAは、空間的に分布する事象について空間的(非)連続性を調べる統計量で、周辺地域より統計的に有意な高い(あるいは低い)クラスターを自動的に検出することができる(Anselin, 1995)。一方で、ヤギを除く家畜である羊、馬、牛、ラクダは、空間分布の特徴の変化は民主化後もみられなかった。元々の分布と比較すると、ヤギの空間分布は大きく変化しており、家畜私有化や移動の自由化の影響が端的に表れている唯一の家畜であるといつてよい。

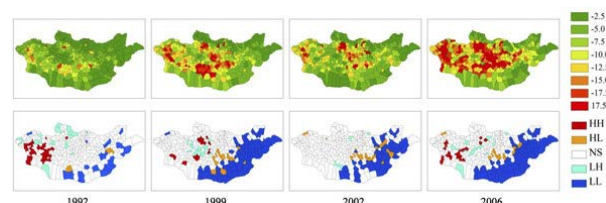


図2 ヤギの分布の変化(上段)とLISAの適用結果(下段) LISAの結果から、赤色で示されるHH(高密度の連続)と橙色で示されるHL(周辺に比べて高い密度)が空間的に移動している様子がわかる。

4. おわりに

カシミアは日持ちが良いことと運搬が容易であることから、その飼養場所は都市近郊などの地理的条件に縛られることはない。したがって、元来ヤギが多く生息し、順応していた山間部に遊牧の場所は限定されることもなく、都市から離れていたとしても、全国的に増加することとなったと考えられる。家畜が大幅に増加した場合に、その土地の牧養力を超えているのかどうかは、その地域の雨量にも左右されるため、安易に判断できないが、ヤギ分布の高クラスターが空間的に変化し続けていることが明らかになり、こうした地域の草原管理が重要になる可能性がある。

本稿は、Saizen et al. (2010)の一部を使用している。地域計画学・GISを専門とする筆者と、文化人類学者、生態学者が著者に連なる文理融合型研究の成果となった。異分野との融合により思いも付かぬ発想を得た部分もあり、今回の大型プロジェクトで大いに研鑽を積むことができたと考えている。

引用文献

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, 27, 93-115.
- Badarch, D., Zilinskas, R. A., & Balint, P. J. (2003). *Mongolia today*. London: Routledge-Curzon.
- Saizen, I., Maekawa, A., Yamamura, N. (2010) Spatial analysis of time-series changes in livestock distribution by detection of local spatial associations in Mongolia. *Applied Geography*, 30: 639-649.
- 小宮山博(2005) 市場経済下におけるモンゴル国の農牧業統計—生産統計の信頼性について—. *国際開発学研究*, 5(1): 55-71.
- 吉野悦雄・ジャミアンガンバト(2006) モンゴルにおける税制度とGDP計算方法. *経済学研究*, 55(4): 31-41.

学会事務局からのお知らせ

1. 第9回（2015年度）大久保賞候補者の推薦募集のお知らせ

2015年の大久保賞候補者の推薦をお願いします。今回の大久保賞は原則として40歳以下の存命中の若手研究者に対して授与されます（年齢制限は、被推薦者の研究キャリアにギャップがあるときには緩められる可能性があります）。本賞は、非常に優れた新規性のある理論研究、優れた概念の提案、困難な理論的課題の解決、理論とデータを統合して生物学を進めた研究などに対して授与されます。対象となる研究分野は、数理生物学、生物数学、理論生物学および生物学的海洋学です。

大久保賞は、日本数理生物学会と Society for Mathematical Biology(SMB) とが共同で設立するものです。2015年の本賞の受賞者は、2015年の6月30日から7月3日まで Atlanta にて開催される SMB の年次大会において、8月25日-29日に京都の同志社大学において開催される日本数理生物学会の大会において、それぞれ受賞講演を行います。

賞については次のウェブサイト詳しい記述があります。

<http://www.smb.org/prizes/index.html>

また日本数理生物学会 WEB ページもご覧ください。

大久保賞は1999年に設立され、若手研究者に与えられた過去の受賞者は、Martin Nowak, Jonathan Sherratt, Fugo Takasu, Michio Kondoh の4名です。

大久保賞を推薦される方は、以下の情報を(英語で)書いて、

Amina Eladdadi <eladdadi@gmail.com>

宛にお送りください。

- Name, address, phone number, affiliation and email address of the nominator
- Name, address, phone number, affiliation and email address of the nominee
- A detailed statement describing why the originality of the nominee's research and its impact on mathematical biology merits consideration for the prize.

公募の締め切りは、2014年10月31日です。

2. 研究奨励賞 第9回受賞報告

この度、第9回研究奨励賞の受賞者が以下のように決まりましたのでお知らせいたします。

受賞者

山口幸氏（神奈川大学工学部）

三木健氏（Institute of Oceanography, National Taiwan University）

受賞講演は、第10回の受賞講演と合わせて、2015年度の日本数理生物学会大会において行われる予定です。

選考報告

今年度は6名の候補者がありました。まず、審査委員6名のうち、候補者の学位論文の主任指導あるいはPD受け入れ指導を行った審査員（以下、「利害関係のある審査員」と略）を除く審査員が第1段審査を行いました。第1段審査では、各候補者への推薦書と主要論文3編を各選考委員が個々に吟味し、5段階の絶対評価と所見を委員長に報告しました。その評価結果を委員長がまとめたものを各委員に配布し、授賞者の推薦を行う第2段審査に進みました。第2段審査では、若手グループから1名、中堅もしくは全体から1名を推薦することが合意され、各審査委員から2名の推薦がありました。各グループで推薦が多数を占めた山口氏と三木氏を委員会として推薦することが合意されました。

山口氏は2009年に博士後期課程を修了した若手研究者です。主に海洋生物を対象に、性表現や生活史の進化の問題に最適化の視点から取り組んできました（論文数15）。提出された3つの論文では、フジツボという具体的な生物に見られる性システムを念頭に、性システムの進化を考える上で、生活史の進化も同時に考えることの重要性を示唆する研究を行っています。山口氏の研究は、生物学的な動機がしっかりしており、新しい着眼点を持って研究がなされています。多くの研究がフィールドの生物学者との共同で成果を挙げていることや、動的最適化やゲーム理論を応用するにあたって、煩雑な数理モデルを単純化するなど、数理モデルの数学的な取り扱いに対しても高い評価がなされ

ました。加えて女性研究者としての活躍は、今後、女性大学院生や女性研究者の励みになり、多くの女性が研究者をめざすようになることが期待されます。

三木氏は、2006年に博士後期課程を修了した中堅研究者です。台湾大学の海洋学科において教員として教育研究につとめながら、着実に数理生態学の研究をすすめてきました。研究のテーマとしては水界の生態学に関連するものを主として、さまざまなテーマに幅広く取り組み、多くの研究成果をあげてきました（論文数35）。共同研究者には、フィールドや実験の陸水生生態学者がいて、理論の生態学への貢献という意味でも高い評価がなされました。また、多くの若手研究者を指導し、台湾での数理生態学の普及の役割も担っています。特に外国で教員生活をおくる日本人研究者が、韓国人や中国人に比べてきわめて少ないことを考えると、三木氏は貴重な存在です。三木氏が研究奨励賞を受賞されることで、多くの日本の若手研究者が、海外で活発に研究活動を展開していくことをめざすようになることが期待されます。

上記に従いまして、山口幸氏と三木健氏の両氏は「数理生物学に貢献をしている本学会の中堅または若手会員の優れた研究を表彰することにより、研究の発展を奨励しわが国の数理生物学の一層の活性化をはかる」という授賞基準に十二分に値する資質を有する研究者であることを選考結果とし、ここに、両氏を日本数理生物学会研究奨励賞の受賞者として推薦する次第です。

日本数理生物学会研究奨励賞選考委員会：巖佐庸、佐々木徹、今隆助、三浦岳、近藤倫生、山村則男（長）

3. 総会報告

2014年度日本数理生物学会総会の報告について、以下の通り報告いたします。

日 時：2014年7月31日 17:20～18:30

場 所：大阪国際会議場

総会に先立ち、佐々木顕氏が議長として事務局から推薦され、承認された。

議題

(1) 会則の変更について

大槻会計幹事から会則変更に関する趣旨説明が行われ、主にゆうちょ銀行に日本数理生物学会名で口座を開くために会則の不備を直すことが目的であることが説明された。原案を元にした修正案が提案され、議場

封鎖後、挙手による採決が行われ、出席者数25名、賛成25名、保留0名、反対0名で、会則の変更は承認された。

(2) 2013年度決算・2015年予算について

大槻会計幹事より2013年度決算報告があり承認された。また別紙に基づき2014年度予算執行状況および2015年度予算案が説明され、承認された。

(3) 2016年大会

2016年の年会は、九州大学伊都キャンパスにて巖佐庸大会委員長のもとで開催されることが承認された。

(4) 大久保賞選考委員（任期：2014.10－2017.9）の改選について

佐々木徹氏の任期満了に伴い、竹内康博氏が次期委員として運営委員会から推薦され、承認された。

報告事項

(1) 次期会長・運営委員（2015-6）の選挙結果について

若野幹事長から選挙結果について説明があり、難波利幸氏が次期会長に選出されたことが報告された。

(2) 2015年大会について

大会会長山村則男氏より、8月26日から29日の日程で、同志社大今出川キャンパスで開催予定であることが報告された。

(3) 2014年研究奨励賞受賞者の選考について

山村則男選考委員長より受賞理由等の説明があり、若手、中堅からそれぞれ山口幸氏（神奈川大学）、三木健氏（National Taiwan University）が選出されたことが報告された。また、運営委員会から、次回以降の研究奨励賞応募要綱から、「中堅」の文言を削除し提出書類に研究業績リストの添付を求めることが報告された。

(4) 託児支援について

重定南奈子氏から女性研究者支援を目的とした寄付の申し出があり、学会としては託児支援等に活用することを目的に、特別会計に編入する形で受け取ることが検討中である旨が、若野幹事長から報告された。また、大阪大会の託児支援の現状について、難波大会実行委員長から報告があった。

(5) その他

三村会長から、今後の日中韓数理生物学国際会議はJSMBが支援する形で開催したいと表明があった。

4. 事務的事項のお問い合わせ先

会員情報の変更、会費の納入状況の確認などの事務的問い合わせにつきましては、業務委託先の土倉事務所（bwa36248@nifty.com）までお問い合わせください。

日本数理生物学会会則 新旧対照表

(下線部は旧会則からの変更事項)

(旧)

第1章 総則

第1条 「名称」本会を日本数理生物学会 (The Japanese Society for Mathematical Biology) という。

第2条、第3条 [略]

第3章 役員及び組織

第9条 [略]

第10条 1) 会長 1名, 2) 副会長 1名, 3) 運営委員 15名, 4) 幹事長 1名, 5) 幹事 若干名, 6) 編集委員長 1名, 7) 編集委員 若干名, 8) 会計監事 1名, 9) 大久保賞選考委員 3名。

第11条から第13条 [略]

第14条 「幹事長及び幹事」幹事長および幹事は、運営委員会の議に基づいて正会員の中から会長が委嘱し、会長を助け本会の運営にあたる。任期は2年とする。

第15条から第20条 [略]

[付則]

1から4 [略]

(新)

第1章 総則

第1条 「名称」本会を日本数理生物学会 (The Japanese Society for Mathematical Biology) という。

第1条の2 「設立年月日」本会の設立年月日を2003年9月20日とする。

第1条の3 「所在地」本会の所在地を会長の自宅に置く。

第2条、第3条 [略]

第3章 役員及び組織

第9条 [略]

第10条 1) 会長 1名, 2) 副会長 1名, 3) 運営委員 15名, 4) 幹事長 1名, 5) 幹事 若干名, 6) 編集委員長 1名, 7) 編集委員 若干名, 8) 会計監事 1名, 9) 大久保賞選考委員 3名, 10) 会計 1名。

第11条から第13条 [略]

第14条 「幹事長及び幹事及び会計」幹事長および幹事および会計は、運営委員会の議に基づいて正会員の中から会長が委嘱し、会長を助け本会の運営にあたる。任期は2年とする。

第15条から第20条 [略]

[付則]

1から4 [略]

(施行)

5 本会則は2003年9月20日から施行する。

6 本会則は2005年9月15日から一部改正施行する。

7 本会則は2006年9月17日から一部改正施行する。

8 本会則は2014年7月31日から一部改正施行する。

日本数理生物学会 2013年度決算


会計幹事 大槻 久

一般会計	2013年度予算	2013年度決算
収入		
繰越	4,336,743	5,063,527
会費	1,177,380	1,053,800
大会還元金	0	0
利子等	0	86
計	5,514,123	6,117,413
支出		
ニュースレター 過年度	0	36,818
ニュースレター 冬印刷	55,000	58,170
ニュースレター 冬郵便	45,000	33,428
ニュースレター 春印刷	55,000	58,170
ニュースレター 春郵便	35,000	35,122
ニュースレター 秋印刷	50,000	47,670
ニュースレター 秋郵便	35,000	0
会費請求	40,000	26,900
名簿	0	114,870
選挙	70,000	0
通信費等		
通信費	10,000	582
ドメイン名経費	4,500	3,045
奨励賞経費	15,000	5,430
web作成費	0	0
サーバ維持費	0	0
事務局経費		
外部委託	380,000	332,900
事務諸経費	25,000	420
特別会計へ	100,000	100,000
小計	919,500	853,525
予備費(次年度繰越)	4,594,623	5,263,888
計	5,514,123	6,117,413
特別会計		
収入		
繰越	1,427,523	1,771,484
繰り入れ(一般)	100,000	100,000
計	1,527,523	1,871,484
支出		
大会費	50,000	59,605
旅費	250,000	0
小計	300,000	59,605
予備費(次年度繰越)	1,227,523	1,811,879
計	1,527,523	1,871,484

監査報告

日本数理生物学会の2013年度の収入及び収支に関する証書類を調べ、全て適正に執行され、決算報告にも誤りのないことを確認しました。

会計監事

山内 淳 

2014年8月26日

日本数理生物学会
2013年度決算報告・2014年度予算執行状況・2015年度予算

会計幹事 大槻 久
(執行状況は2014年7月23日現在)

一般会計	2013年度決算	2014年度予算	2014年度執行状況	2015年度予算
収入				
繰越	5,063,527	5,271,832	5,263,888	(*1) 5,417,437
会費	1,053,800	1,334,200	989,000	(*1) 1,159,920
大会還元金	0	0	365,059	0
利子等	86	0	43	0
計	6,117,413	6,606,032	6,617,990	6,577,357
支出				
ニュースレター 過年度	36,818	0	(*2) 35,242	0
ニュースレター 冬印刷	58,170	60,000	52,932	53,000
ニュースレター 冬郵便	33,428	40,000	29,646	30,000
ニュースレター 春印刷	58,170	60,000	66,528	66,000
ニュースレター 春郵便	35,122	40,000	32,219	33,000
ニュースレター 秋印刷	47,670	50,000	0	53,000
ニュースレター 秋郵便	0	40,000	0	30,000
会費請求	26,900	40,000	34,408	40,000
名簿	114,870	150,000	0	0
選挙	(*3) 0	0	(*3) 91,385	95,000
通信費等				
通信費	582	10,000	1,492	5,000
ドメイン名経費	3,045	4,000	0	4,000
奨励賞経費	5,430	7,000	0	7,000
web作成費	0	400,000	327,840	0
サーバ維持費	0	120,000	0	77,000
事務局経費	332,900	380,000	(*4) 340,900	(*5) 350,000
外部委託	420	25,000	210	5,000
特別会計へ	100,000	100,000	100,000	100,000
小計	853,525	1,526,000	1,112,802	948,000
予備費(次年度繰越)	5,263,888	5,080,032	5,505,188	5,629,357
計	6,117,413	6,606,032	6,617,990	6,577,357
特別会計				
収入				
繰越	1,771,484	1,731,484	1,811,879	1,862,829
繰り入れ(一般)	100,000	100,000	100,000	100,000
計	1,871,484	1,831,484	1,911,879	1,962,829
支出				
大会費	59,605	1,000,000	3,546	100,000
旅費	0	80,000	0	0
小計	59,605	1,080,000	3,546	100,000
予備費(次年度繰越)	1,811,879	751,484	1,908,333	1,862,829
計	1,871,484	1,831,484	1,911,879	1,962,829

備考

(*1) 2014年7月の会員数より [正会員352名 × ¥3,000 + 学生会員114名 × ¥2,000 + 外国(割引)2名 × ¥2,400] × 0.9 として算出

(*2) ニュースレター第71号(2013年秋)発送費

(*3) 2013年度選挙費用を2013年度末までに計上できなかったため

(*4) 2013年度事務委託費として

(*5) 2014年度事務委託費として

JSMB/SMB 合同大会報告

秋田 大 (北海道大学生命科学院)

私は今回の JSMB/SMB 合同大会においてポスター発表を行った。実は私は4月から分野も住処も変えて粘菌の行動実験とその数理モデルの研究に従事しており、楽しみとともに成果をちゃんと出せるかという不安もあった。なので当初は7月末に発表までたどりつくと正直考えていなかった。

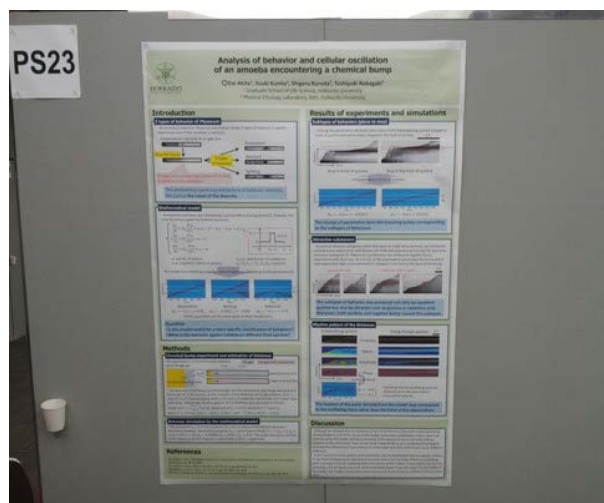
私が研究することとなったのは粘菌が見せる行動の多様性についてである。その実験の内容は修士で行っていた脳スライス実験に比べれば手順はずっと簡単であり、手厚いご指導の結果4月の末頃には粘菌の飼育から実験まで一人でできるほどになった。そんな中入ってきた JSMB/SMB 合同大会の締切延長の知らせは私にとってのチャンスであり、なんとか概要を作成し発表申し込みまでこぎつけた。そして大阪に出発するギリギリまで先生と議論を重ねてポスターを完成させた。

大阪は札幌に比べるととても暑苦しく、少し歩くだけで汗だらけになるような気候であった。国際学会に参加するのは今回が初めてであり、ましてや私は4月からこの数理生物学の世界に踏み入れた身であったのだが、数理生物学がいかなる分野であるかを知るには恰好の場となった。膜のエネルギーに関する方程式に、膜の融合、接着ルールを取り入れてゴルジ装置を再現する発表や、シロアリの行動を左右の触角の角度で表現し、分岐点でどの道に進むかを説明する発表、男女のペアリングにおける進化的に安定な状態についての発表など、分子から人の集団まで広い対象が数理という言葉で説明されていることに感銘を受けたのである。中には私と同じ分野である粘菌の数理モデルについての発表もあり、英語での質問にも初めて挑戦した。適当な語彙が浮かばずに質問を伝えるのに少し苦労したが、大変良い経験となった。

肝心のポスター発表では様々な人に発表を聞いていただくことができた。一般的な口頭発表では一方的な説明になりがちであるが、ポスター発表では説明の途中でも疑問点で一旦停止して丁寧に説明しなおすことができる。この点で、どのように説明すれば異分野の方にも理解してもらえるかを探りながら発表することができたので、これから粘菌の研究を発表する上で非



会場より見える梅田方面の景色



発表したポスター

常に勉強になった。数理モデルと実験結果の解釈や、実験手法などについての質問をいただくこともでき、未だ勉強不足で答えられなかったものもあったが、有意義な議論をすることができた。発表を聞いていた方の中には、同じく粘菌の研究でポスター発表をしている方もおり、後でこちらから研究内容を聞きに行った場合もあった。また走化性に関する発表をしていた方に自分のポスターを見ていただく機会もあり、意見交換の場としての学会の重要性も改めて感じた。

このような非常に実りある国際学会に参加できたのは言うまでもなく研究室の皆様のご指導、ご協力のお

かげであり、この場を借りて感謝を申し上げたい。また、JSMB/SMB 合同大会の実行に向けて努力された方々、そして大会にて私と議論してくださった方々にも感謝の気持ちを述べて参加記を締めくくる。

伊藤 真利子 (総合研究大学院大学 先導科学研究科)

今回の合同大会 (JSMB/SMB OSAKA) は、私にとって初めての国際学会でした。また数理生物学会で発表をするのも今回が初めてであり、大会を通し色々と学ばせて頂きました。今回このように大会参加記を書く機会を頂きましたので、自分のポスター発表の反省や他の方の研究発表を聴いて感じたこと等を書かせて頂きたいと思います。

まず自分のポスター発表についてですが、私はヒトの意思決定についてネットワークモデルを用いて研究しており、今回そのシミュレーション結果についてポスター発表をさせて頂きました (右図)。

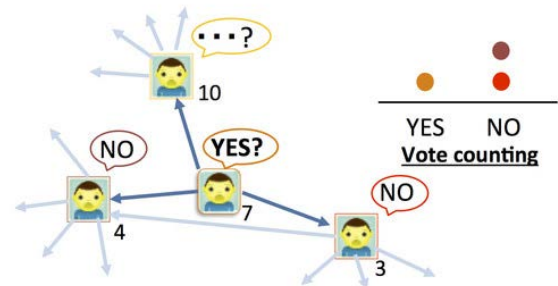
学会前に指導教員の先生が「自分の研究の大切な所を選んで手短かに説明するように」と教えて頂いたので、特にその点に気をつけて説明しました。手短かに話したため詳細なことについて多くの質問を頂いたのですが、そこからディスカッションに繋がりが様々なアドバイスを頂くことができました。

また、ディスカッションを通して、自分はやはり不勉強であるということを感じました。ディスカッションの中で私の研究と関連するモデルや概念についての話が出てくるのですが、それらについて「言葉しか知らない」ということが多々あったからです。言葉ではなく内容をしっかり理解していればより深い議論ができたはずだったと思うと悔しく感じます。逆に私の拙い説明に対して的確に理解して下さる方が多く、私も少しでもそういった方達に追いつけるようがんばろうと思いました。

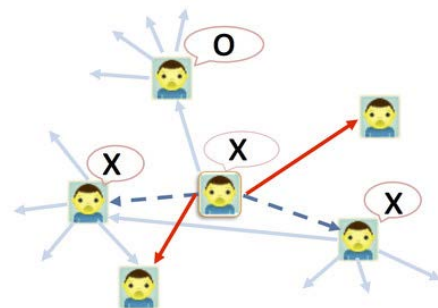
上述以外に、英語力の向上も課題として残りました。今回は国際学会でしたので、英語で説明する機会が多くありました。その度に「私の英語は伝わっているだろうか」と心配になりました。また頂いた質問に対して的確な回答をできているのかも気がかりでした。そういった心配なく議論できるようにならなければと感じました。

このように、改善しなければいけない点に改めて気づくことができ、今回ポスター発表をさせて頂けてとても良かったと思います。また、自分が思っていた以上に多くの方と自分の研究についてお話しすることができ大変嬉しかったです。

次に自分の発表以外についてですが、私は特に集団的知性やネットワークについて興味があり、今回それらについて国内外の研究者による様々な研究発表を聴くことができました。学会参加は自分の知見を広げ



モデル概念図1



モデル概念図2

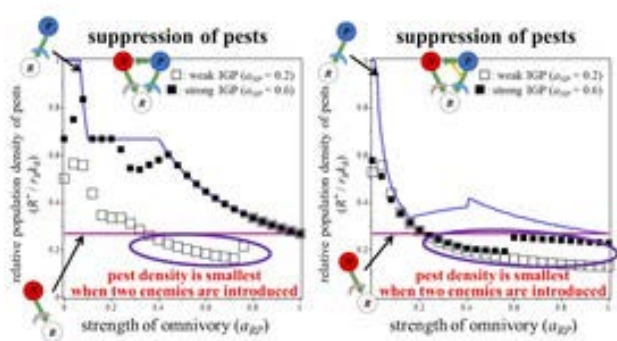
ることができる良い機会だと改めて感じました。特に Couzin 氏による Plenary Talk では、集団的知性に関する様々な現象についてのモデルや情報の抽出方法について聴くことができ大変勉強になりました。

最後に、普段から大変お世話になっている指導教員の先生が、研究室の先輩や同期の皆様、また今大会の事務局の皆様や私のポスター発表を聴いてコメントを下さった皆様へ感謝を述べて参加記を締めくくりたいと思います。

池川 雄亮 (大阪府立大学 理学系研究科 生物科学専攻)

今回の SMB/JSMB の合同大会は、自分が初めて発表者として参加する国際学会 (日本開催ですが) であると同時に、大会スタッフとして携わる学会でもありました。そのため、この参加記は国際学会初参加の発表者としての視点と一大会スタッフとしての視点から書いていこうと思います。

今回の学会で私は、害虫と天敵の行動形質の変化が生物的防除の効率に与える影響について口頭セッションで発表しました。内容は捕食-被食の個体群動態に行動形質を組み込んだ一般モデルを用いて、行動形質



Q: Which is more efficient, single or multiple enemies?

		defense by pests	
		no defense	defense
predation mode of omnivores	no switching	single	multiple when IGP is weak
	switching	single	multiple

図1: 研究の成果

が被食者の密度に与える影響を調べるというものです(上図)。他の学会で何度か発表したこともある研究であるため、研究内容自体は問題ないだろうと思っていたのですが、これまで以上に反省することが多い発表でした。一番の要因は、当たり前のことですが、言語が違うと発表するときの感覚がまるで別物であるということでした。日本語ならば緊張で少々言葉に詰まってもごまかしが利くところが、普段使い慣れていない英語だとそうはいかず、どもったり逆に早口になったりしてしまい、聴いてくださっている人にとっても伝わりづらい発表になっていたのではないかと危惧しています。数理生物学会は生態学、疫学、分子生物学、発生学など普段は別のフィールドで活動している人たちが『数理』という手法の元、一堂に会する場でもあります。英語でも日本語でも、前知識のない人が聴いてもその研究の面白さや意義が伝わるような発表ができるよう今後も努めていきたいと思えます。

今回、私は大会スタッフの一人として各セッションのタイムキーパーや照明係の担当が決まっていたため、いつものように自分の興味のあるセッションを優先的に聴きに行くということは当然ながらできませんでした。しかし、普段であれば聴きに行くことがないようなセッションを担当することで得るものもありました。学会では、普段接することの少ない他大学や他研究機

関の方々の発表から自分の研究にフィードバックできるようなインスピレーションを得たり、そうでなくとも自分の研究と異なるジャンルに触れたりすることが重要なことであると言われてますが、今回の学会では特にそれを強く思い知らされました。特に外国の方の発表は、名前は知っていても、初めて発表を聴くものが多く、とても良い刺激になりました。それでセッション終了後に発表者の方とディスカッションや世間話ができばなお良いのですが、前述の私の英語力ではそこまでは及ばなかったことが悔やまれます。

最後になりましたが、大会準備、運営で忙しい中、私の研究の助言、監督をしてくださいました教授、講師、同研究室の皆様と、私の拙い発表を聴いてくださった皆様に御礼を申し上げて、参加記の締めとさせていただきます。

庄司 江梨花 (広島大学大学院 理学研究科 数理分子生命科学専攻)

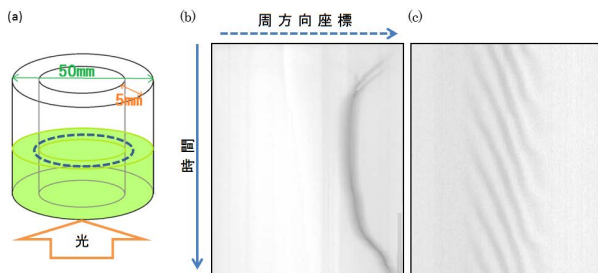
私は JSMB/SMB 2014 に参加し、ポスター発表を行いました。そこではミドリムシ集団(次頁図参照)が形成する生物対流がもつ数理構造等に関する実験結果を報告しました(次頁図参照)。私は今修士2年で今回のような大規模な国際学会に参加した経験はあまりなかったので、自分の分野に近い研究をしている方や、あるいは全く知らない方からどのような意見を伺えるか少しドキドキした気持ちで発表に挑みました。

研究内容について前もって英語原稿をつくっていたので、ポスター発表の当日は聞きにきてくれた方に対し、しどろもどろではありますが英語で説明しました。その方が首をかしげたりしたときは私の知る限りの英語を使ってなんとか伝えようと試みましたが、これまでジャパニーズイングリッシュばかりに接してきた私はネイティブイングリッシュをうまく聞きとることができませんでした。特に質問されると何を聞かれているのかあまりわからず、絵を書いて説明しようしたり、まるでミドリムシになりきったようなジェスチャーをし、対話しようと努めました。時には意図が伝わらず、来てくれた方にペンを渡して説明してもらうといった研究者として恥ずかしい対応をしたこともありました。後で自分の語彙力やコミュニケーション能力の低さを痛感し、あの時ああ言えば伝わったかもしれない!という反省点ばかりがこみあげ、私の人生において最も英語を使うこの機会に英語を十分活用できなかったことが心残りです。

一方で、今回の学会全体を通して様々な見方、考え方に触れる事ができました。私は数理構造を調べることをメインにこの研究をしていますが、生物を専門に扱われておられる方も多数いらっしゃったので、生物に関する質問や意見を多く頂きました。中には想定



ミドリムシの遊泳の様子



(a) 周期境界を設定した容器。

(b) と (c) ミドリムシ生物対流が形成する時空間パターン例

外の質問も多く、今まであたり前だと思っていた微生物の走性や泳ぎ方について議論になったり、言われてみれば確かになぜだろうと疑問に思う事が多かったです。その一方、理論を専門にされている人からこういう実験を試してみたらいいんじゃないかという考えもつかないような提案をされた (例えば**ミドリムシ溶液を凍らせたり蒸発させたり...**) のも凄く印象的でした。様々な角度から自分の研究をみる事ができたのは、生物と数学にまたがる学会ならではの経験でした。

今回の発表を通して、英語や研究に関する知識の未熟さに気づくことができました。その一方で様々な切口に接し新しい考えや疑問が生まれたので得られたものは凄く多かったです。また、自分に凄く近い研究をしている Martin Bees 先生の講演を聞いた事も大きな刺激になりました。今後の研究や生活に反映できるよう努めていきたいです。

編集後記

北大でニューズレターの編集委員会をお引き受けしてから、あっという間に一年間が過ぎました。この一年の間に、「過去、現在、未来」をテーマに二つの企画をスタートさせました。「過去」としては、連載「数理生物学のアルバム」、「現在」としては、特集「プロジェクトへの道」です。回を重ねるごとに過去の姿が浮き彫りになり、現在の姿と相まって未来の姿が見えてくるものなのではないでしょうか？編集者サイドとしてもとても楽しみな企画です。双方共に楽しみいただければと思います。この企画を実現させるために、ベテラン研究者として、プロジェクト遂行者としてとても多忙な日々を送られている方々の寄稿を依頼してきました。寄稿のためにご尽力いただいた皆様方には、この場を借りて心より感謝を申し上げます。

また、今回の号では、24ページ目の事務局報告の中でとても重要なアナウンスが行われています。「第9回(2015年度)大久保賞候補者の推薦募集」がそれです。今回は若手研究者が対象で、締め切りが10月末日になっております。数理生物学会ウェブサイト

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

にも詳細が掲載されていますので、あわせてご一読ください。積極的に候補者をご推薦いただければと思います。

文責：高田

日本数理生物学会ニューズレター第74号

2014年9月発行

編集委員会 委員長 高田 壮則

jsmb.newsletter@gmail.com

北海道大学地球環境科学研究院

〒060-0810 札幌市北区北10条西5丁目

発行者 日本数理生物学会

The Japanese Society for Mathematical Biology

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

印刷・製本 (株) ニシキプリント