

玉川大学におけるミツバチ研究の新たな発展に向けて

佐々木 正己

「ミツバチ科学」の月号は25巻2号、つまり本誌の刊行25周年目を迎えたといえる。ミツバチ科学研究施設（創立15年目にミツバチ科学研究所から改称、1994年15巻3号に、15年間の歩みが松香により総括されている）の発足は1年遡るので、26年目にあたる。最近、ミツバチを巡っていくつかの大きな動きもあるので、本年4月より、吉田忠晴教授の後をうけて、第5代主任を命ぜられたのを期に、抱負も兼ね、新たな発展への展望を述べてみたい。

学際的な研究体制

21世紀COEと学術フロンティアプロジェクト

GBI棟の完成と新たな研究スタッフ

玉川大学の「全人的人間科学研究プログラム」（代表：塚田稔工学部教授、末尾注参照）が、文部科学省から「世界的研究教育拠点形成のための重点支援」校に選ばれたのが2002年。これは脳の機能、とくに学習メカニズムなどの科学研究を基礎に、その成果を教育場面に応用しようという学際領域プロジェクトである。この採択は、これまで脳科学研究施設を中心に地道に進めてきた研究活動の実績が認められた形

である。そしてこのプロジェクトの玉川らしい特色が、基礎部門の研究材料にミツバチが据えられていることである。

さらに、2003年からは、COEプロジェクトに加えて、より内容を絞り込んだ「脳における情報の表現と保存の可塑性メカニズム—遺伝子から神経回路網まで—」というプロジェクトを組織し（代表：佐々木正己）、私立大学向けの高度化推進事業のひとつ、学術フロンティアプロジェクトに応募、これも採択となって、図1にみるような研究棟の建設に大きく役だったのである。

この研究棟（遺伝子解析・脳イメージング施設の頭文字をとってGBI棟と略称）は、2003年10月末に、工学部の東側に竣工した。1階部分がヒトの脳の機能状態を観察するfMRI専用のスペースとなっている。fMRIは磁気共鳴現象を利用し、非侵襲的（外科的な手術を加えず）に脳で起こっていることを読み取るもので、折しもこの原理を発明・発展させた三人の研究者は、2003年度のノーベル医学生理学賞に輝いている。2階が、分子生物学的な解析用の私たちのラボで、ミツバチの遺伝子発現解析用の



図1 新しくできた「遺伝子解析・脳活動イメージング実験室（GBI棟）」と2階の遺伝子解析実験室の全景

機器を集結させている。

この新分野での一段の研究の発展を期し、ミツバチ科学研究施設に、この4月から佐々木哲彦助教授を迎えることもできた。氏はこれまで東大理学部で、分子生物学を専門としてきただけに、たいへん心強い。

脳の基礎研究になぜミツバチなのか

ミツバチの脳は径約2 mmと小さく、脳神経細胞の数も約95万個しかない。これはヒトの140億個と比較するとおよそ1万分の1ということになる。もっとも体重ではどうかというと、ヒトが55 kg、ミツバチが80 mgとして、約70万分の1だから、体重あたりの脳細胞の数ではミツバチの方がずっと上といえる。それはともかく、これだけ小さい脳なのに、私たちに負けないほどのすばらしい記憶・学習能力を発揮し、秩序だった社会生活を営んでいる。私たちが脳の基礎研究にミツバチがよいとする理由は、ヒトと比べて、1) 遙かに小さく、脳の構造も比較的シンプル、2) それでいて記憶・学習能力が優れている、3) しっかりした社会構造をもち、諸種のコミュニケーションを発達させている、4) 脳を摘出しての解析や遺伝子

操作も可能、などの点である。

図2の系統樹と脳の機能を組み合わせたものを見ていただきたい。上記1)の点で、基本原理が同じだとするならば材料はシンプルな方がよい、との考えを徹底すると、神経細胞数わずか300の線虫(ネマトーダ)がベストとなるが、社会性やコミュニケーションのモデルとはならない。ショウジョウバエは昆虫では真っ先に全ゲノムが解読され、多くの突然変異系統が集積されているモデル生物の筆頭者といえるが、線虫と同様の点でものたらない。その点ミツバチは、単に記憶するだけでなく、例えば「同じ」とか「違う」などの概念を認識し、計画的な行動をとることもできるなどの点で、高等なサルにも匹敵する能力をもっている。これら高次の脳メカニズムを解析するには、ショウジョウバエでは不足なのである。

私たちが、遺伝子発現の面から解析しようとしているのは、たとえば、この学習能力の発達に及ぼす社会的刺激、経験の役割だ。ミツバチは、生まれたばかりの個体を仲間(社会)から隔離し、独房状態で育てると、学習能力の発達が遅れる(市川, 2003, 本誌24巻3号)。この学習能力の発達の調節にどのような遺伝子の

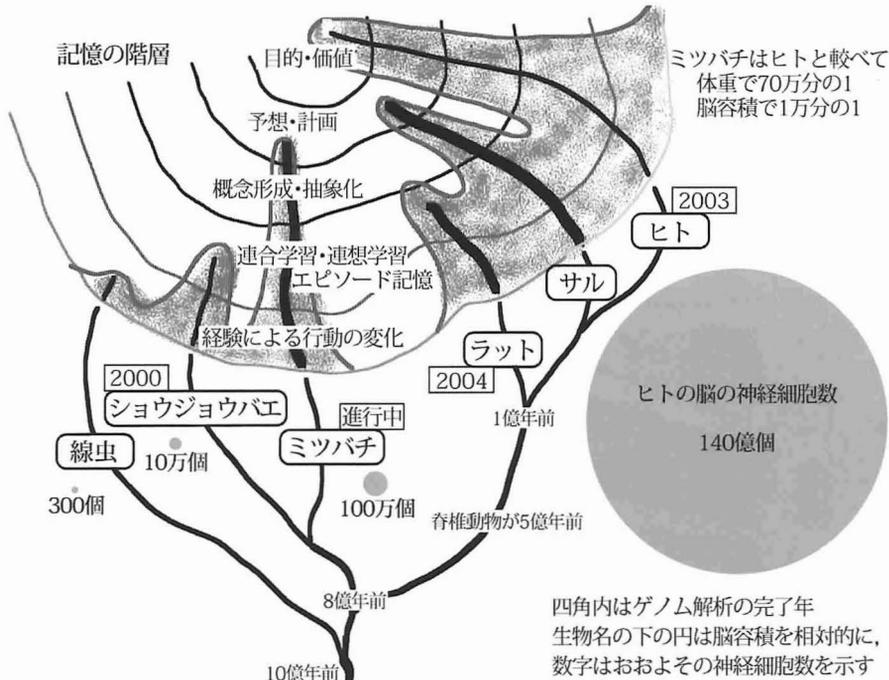


図2 モデル動物たちの系統樹と脳機能(記憶・学習能力など)の発達との比較

発現がかかわっているのかを明らかにしたいのである。これに関連したテーマで、私たちと共同で、または実際にポストドクなどの形で私たちの新しい実験室で、一緒にミツバチの研究をやってみてほしい方があれば、ぜひご連絡いただきたい。

急速に変貌をとげる世界のミツバチ研究 今年ミツバチの全ゲノム解読の記念すべき年に

ヒトのゲノム解読が終了したとの宣言が出されたのが、ちょうど1年前の2003年4月のこと。私たちのDNAは30億bp(塩基対)からなり、予想よりは少ない約3万の遺伝子からなっていることが明らかになった。このヒトゲノム解読の予行練習のような形で解読されたのがショウジョウバエ(2000年、1.8億bp)で、2002年秋には昆虫として2番目にハマダラカ(マラリアの媒介蚊、2.8億bp)が決まった。カイコは日本の研究陣が頑張り、かなりのところまで進みつつある(予想5億bp)。

そのような中、ミツバチの全ゲノム解読がおそらく今年中に終了する。予想2.7億bpで、昆虫では3番目の完全解読になるはずである。イリノイ大学のGene Robinson博士を中心とし、アメリカのNational Human Genome Research Institute(国立ヒトゲノム研究所)とDepartment of Agriculture(農務省)が750万ドルを拠出し、2003年から始め、本年1月に塩基配列のドラフトが公開された。

このような状況も背景となり、世界のミツバチ研究者の構図が大きく変わりつつある。例えばこれまでショウジョウバエで遺伝子操作の経験は積んでいる優秀な研究者たちが、「今度はもっと高度な機能をもったミツバチをやりたい」と参入して来ている。強力なライバルが大勢現れた形ではあるが、研究が進むことは望ましい。またミツバチの社会は複雑で、飼育もハエのようにはいかないので、私たち生物学の立場からの研究者や、優秀な養蜂家の協力がなければ、思うようにいかない場面も想定される。私たちの存在意義が問い直されているとの思いで、気持を新たにしているところでもある。

応用研究と産学共同研究

前記COE関係の課題はきわめて基礎的、あるいは純粋科学的なもので、おおいに展開を図りたいが、他方、玉川大学の研究施設としては、応用的な面も、今までにも増して大切にしなければならないと考えている。

国立大学の独立法人化も現実となり、どの大学でも、産学官共同や地域に密着した研究の重視が求められている。私たちの研究施設では、従来から企業や研究機関と共同的な研究を行っているが、これらの体制も、より充実させたい。

少々夢物語り的になってしまっている面もあるかもしれないが、以下の課題については、現在私たちの側から、出資の形で研究に協力していただける企業を求めている。これも考えていただけるとありがたい。

- 1) ミツバチのゲノム解読を受けての群や系統の特性診断法の開発。
- 2) 合同技術の理論化、巣仲間識別メカニズムと女王蜂導入技術の研究。
- 3) 蜂児フェロモンおよび女王フェロモンの応用研究。
- 4) IT技術の応用による社会行動の解析研究。

本年度から具体的に進めることになった課題に、群馬県との共同研究で、半促成栽培のナスの受粉にマルハナバチに代えてミツバチを利用する新しいシステムの開発計画がある。小野正人助教授を中心に行うもので、県側からの要請に応じる形で実現することとなった。

養蜂家との連携

年一回の私たち主催のミツバチ科学研究会(毎年1月)は、養蜂界にすっかり定着し、毎回大勢の養蜂家の方にも参加いただいているが、中でも生産養蜂家とのパイプを大切にしたい。企業は大きなところはすでに自前で立派な研究施設等を置かれているところが多いし、品質チェックのみでなく、新しい製品の開発や研究で成果を挙げているところもある。これらとの連携ももちろんあってよいが、普段ハチそのものを相手とし、いろいろなアイデアや疑問、問題意識をもっておられる現場の養蜂家との意

見交換は、個人的にもぜひお願いしたいと思っている。日本養蜂はちみつ協会（当施設の主任も務めた酒井哲夫氏が理事を務めている）とも、必要な事態には連携して対処できるような態勢でいたい。

当方の中村純助教授が中心となり、昆虫学研究室（農学部組織変更にもない、昨年度から応用動物昆虫学領域と改称）の卒研生とともにいった蜂病や糞公害についての研究は、これまで私たちが避けてきた問題に正面から取り組んだもので、道が開けた思いがしている。また前主任の吉田忠晴教授が中心となって実行した研究会での養蜂家による研究発表も画期的であった。国の研究機関によるこのような面でのカバーが十分とはいえない現状では、これらの路線は、基本的に踏襲していきたい。プロポリスの研究では、松香光夫教授がプロポリス研究者協会のまとめ役をするなどの形で多くの研究者、企業とのパイプができ、ありがたい状況である。世界中のサンプル提供の協力が得られたおかげで、世界のプロポリスの成分の多様な実態と起源植物がかなり判明し、そのタイプ分けができるようになったのは画期的成果であろう。

アジアの一員として

アジア養蜂研究協会（会長：松香光夫教授）の活動も13年目となり、隔年で開催してきたアジア各国での国際会議も、今年3月のフィリピン大会で7回を迎えた。世界のミツバチのうち、たった1種（セイヨウミツバチ）を除き、他のすべてがアジア産であることを、今一度認識したい。アジアのミツバチ研究と養蜂産業への参画は日本の使命といっておこがましいであろうか。いま「外来生物被害防止法案」でセイヨウオオマルハナバチ問題が揺れている。この波で、「セイヨウミツバチはよいのか」との声も改めて聞かれる。幸い、オオスズメバチやミツバチヘギイタダニのおかげで、セイヨウミツバチは小笠原を除けば帰化しているとはいえない。それが証拠にここ15年でニホンミツバチが着実に増えている。日本のこれからのミツ

バチ、蜜源環境を真剣に考えていかねばならないし、これらの経験をアジアの新興国で参考にしてもらうこともできるはずである。

以上、抱負に近いことを書かせていただいたが、多いとはいえ研究施設のスタッフだけでは実現は難しい。ぜひ読者の方々の様々な面からのお力添えをお願いしたい。

(〒194-8610 町田市玉川学園6-1-1

玉川大学ミツバチ科学研究施設)

MASAMI SASAKI. New approaches toward further progress in the studies of Honeybee Science Research Center (HSRC), Tamagawa University. *Honeybee Science* (2004) 25(2): 49-52. Honeybee Science Research Center, Tamagawa University, Machida, Tokyo, 194-8610 Japan.

On the occasion of its 25th anniversary, Prof. Masami Sasaki, the new director, gives the perspectives of HSRC.

Basic studies: To investigate "genetic and molecular basis of the learning and memory of honeybees", researchers from HSRC are involved in the 21st century COE (center of excellence) program, headed by Prof. M. Tsukada, Dept. of Engineering (<http://www.tamagawa.ac.jp/coe/>), as well as the Academic Frontier project, headed by Prof. M. Sasaki. For the projects, a new laboratory equipped with DNA sequencer, quantitative PCR, P2 room, etc., had been completed in the fall 2003, which could be a good timing since the whole *Apis mellifera* genome will be read out probably by the end of this year.

Applied studies and TLO: We welcome joint studies and possible funding from the enterprises, commercial or public, to the various topics related to bees.

In collaboration with beekeepers: HSRC will continue to approach the problems beekeepers are facing, like the fecal droppings, on which a small survey and assessment had been carried out. Studies on propolis have been developed to organize the association of research workers and companies. We would like to further extend such aspects.

International relations: Through Asian Apicultural Association we have been and will be actively promoting the research on bees and the development of apiculture in Asian regions.

注：全人的人間科学研究プログラムについては以下のURLを参照 <http://www.tamagawa.ac.jp/coe/> (パンフレットをご希望の方はご請求下さい)。