

理学的研究室

小山時隆

京都大学大学院理学研究科植物学教室

このコラムは研究室の紹介、とくに新たに立ち上げた研究室の紹介を趣旨としていると聞いている。私の場合はラボを立ち上げて既に5年以上が経っているが、ゼロからスタートしたということもあり、私自身が未だに新鮮さを感じ続けているということで、お許しいただきたい。また、格調のある時間生物学会誌の中で、このコラムだけは、比較的自由的な文面が許されていると理解（誤解？）しており、本音で語ってみたい。

現所属部局の概略

私の研究室の所属名称は、『京都大学大学院理学研究科生物科学専攻分子植物学講座形態統御学分科』でおそらく正しいと思われる。いろいろな経緯を経て、寿限無のような名称になったと想像される。大学では一つの研究室に対して複数の呼称がある場合が多く、私の研究室もご多分にもれずいくつかある。その中で絶滅せずに生き残っているものとして『植物学第二講座』があり、その派生型として、『第二講座』や『B (otany) 2』がある。現在は『生物科学』と広い範囲の専攻名となっているが、歴史的に植物学教室というまとまりがある。植物学教室は5個の講座からなる小さな組織であるが、この教室は1920年（大正九年）に創設され、そろそろ百年目を迎えようとしている。教室からは、集団遺伝学の木村資生博士をはじめ多くの生物学者を輩出している。歴史的な経緯もあり、学内活動は教室単位で行うことが多い。私の研究室は別称のとおり、教室で二番目にできた研究室で、ほぼ教室の創設時にできている。それから3度ほど建物の建て替えがあったが、歴史的なモノがいくつか研究室の中にも眠っており、創設後間もない1926年アメリカ製の電流計や<植物学>など旧字体で表記された物品などが見つかる。

京都大学には同じ理学研究科の動物学教室に沼田英治先生や薬学研究科の岡村均先生、さらに生命科

学研究科や農学研究科などにも時間生物学が関わる分野の研究が進められている先生方・研究者がおられる。また、京都大とは鴨川をはさんだ向かいにある京都府立医科大学には八木田和弘先生もおられ、時々お世話になっている。分野や材料がほどよく異なっている人々が、物理的に近いところに集まっているこの状況は、アカデミック環境としては理想的なものに感じられる。

私の簡単な紹介

私は京都大赴任の前に名古屋大理学研究科の近藤孝男先生（現特任教授）の研究室で助教をさせていただいていた。そこは通称『植1』だったので、呼称的には植1から植2に移ったことになる。私が京都大学理学部の学部学生時に所属した研究室は、岡山県生物科学総合研究所の所長を一昨年退任された岩淵雅樹先生がやっておられ、当時そこは植物学教室の第四講座だった。修士課程の所属は生物物理学教室の志村令郎先生（当時）の研究室だったが、博士課程では京都大の植物学教室の第五講座に所属した。当時の第五講座は岡田清孝先生（基礎生物学研究所前所長）がちょうど当講座に着任した時期にあたる。こじつけになるが、現在までに教室の第三講座以外は1から5までを渡り歩いたことになる。私自身の学生時代は植物の環境応答や形態形成を対象に時間生物学とは直接関係のない分野の研究をしていた。学生時代は自分の好きなことを好きなようにやって楽しく過ごしていた（過ごさせていただいた）のだが、いざ学位をとる段階になって、次にいくところがないことが判明した。学位審査が一段落した1月下旬に慌てて探し始め、当時、志村先生が所長をされていた（株）生体分子生物学研究所に泣きついてポストドクとして入れていただけたことになった。そこには一年間しかいなかったが、構造生物学やバイオインフォマティクスの先生・研究者の方々、また企業から出向されているの方々など私が

それまで経験したことのない分野・社会と接することができた。今でもコンタクトを持っている方も多くおり、私にとって非常に収穫の多い一年であった。当時の研究所の皆様には大きな恩義を感じているのだが、その恩義とは裏腹に、研究所に入ったその4月には、次の行き先を探し始めた。進路に関する準備は早くに始めるにこしたことはないことを学んだからだ。1998年のことだ。その当時、私自身は概日リズムについて何も知らなかったが、ポツポツと植物の時計関連遺伝子の実体が見えつつあった時期にあたる。植物を対象とした時間生物学の分野では当時からSteve Kay博士 [The Scripps Research Institute (当時); South California University (現)] は有名で、1999年にはHonma Prize (現Aschoff and Honma Prize) を受賞している。私は概日時計というよりは生物発光測定技術や光応答機構の面から彼の研究に興味を持った。そこで、ここは一つ概日時計の分野に首を突っ込んでみるかと思いつき、Steve Kay博士への突然メールで売り込んだ。翌年、首尾よくポストドクとして受け入れてもらえた。概日時計のことを研究し始めたが、すべて英語の上、概念的に理解できないところが多々有り、かなり苦しんだ。ただし、理解していなくても進められる仕事は結構あるもので、シロイヌナズナを材料に植物の時計遺伝子のクローニングなどを行った。クローニングや遺伝子の解析は学生のころからやっていたので得意な作業であったが、何となく物足りない気がしていた。実験の本当の意味を理解せずに進めているので当然といえば当然である。そのような時期に、名古屋大の近藤孝男先生のところで助手を公募しているというので、応募したところ採用していただいた。近藤先生とは縁もゆかりも何もなくあったのだが、なぜかあっていただき、感謝している。アメリカに留学して一年あまりの出来事であった。近藤研に移ってからは、シアノバクテリアの時計とともに、ウキクサを材料に植物の時計や光周性についての研究を始めることにした。近藤先生がシアノバクテリアの時計研究の第一人者であることは、この雑誌の読者ならご存知の方も多と思うが、シアノバクテリアを扱う以前は、ウキクサを使って概日リズムの研究を行っていたことを知っている人は少ないかもしれない。ウキクサは池や水田で浮かんでいるのを見かけることがあると思うが、現在の植物科学分野のなかではかなりマイナーな部類に入り、私自身もこのような植物が基礎研究に使われていることを当時は知らなかった。採用後に近藤先生は自

由に植物の時計研究をやっていたと私におっしゃってくれた。一方で、『小山君、僕は土(つち)が嫌いなんだ』という言葉も付け加えられた。使用可能植物材料として、ウキクサ類しか残らないのは植物学を学んだ私でなくても理解できるだろう。そんなこんなで私はウキクサを使って基礎的な生物学をやっている世界で数少ない研究者となってしまった。また、当時の近藤研究室はシアノバクテリアを扱う環境しかなく、シアノバクテリアを出発材料とする概日時計の研究もこの時代からスタートさせた。近藤研究室では時間生物学の基礎を身につけただけでなく、“超”先端研究にも身をおくことができ、この分野でやっていく自信をつけさせてくれた。近藤研究室での研究生活は充実していたが、6年ほど前に現在のポジションが公募にでいたので、応募したところ採用していただいた。今回は出身教室であり、縁もゆかりもあるのだが、採用された理由は不明である。研究内容、材料がほかの研究室と全くかぶらなかつたことは有利に働いたかもしれない。当たり前だが、既存の研究室と研究内容がかぶる研究者を講座担当教員として採用するメリットは教室としてほとんどない。また、京都大の植物教室所属メンバー構成の特徴として、同教室出身者が少ない点が上げられる。私が採用されたときは、教室出身どころか京都大出身のラボヘッドは私一人であった。しづらみが何もないという点で、きわめて理学的な植物学教室である。

研究室運営や大学教員としての仕事について

2013年度の私の研究室には、学部4回生(関西風の学年の呼び方)から博士課程の2年まで、それぞれ一人ずつ所属している。ほかに、技術補佐と学生バイトの人がおり、植物やシアノバクテリアの維持などを行っている。また、2014年からは助教の人が加わり、一緒に研究を進めていく予定である。バランスという意味では悪くないようにも見えるが、もう少しメンバーを増やさなければと感じている。大学の研究室に限らず、人材集めは組織運営の要となる。正直に書くと生命科学の分野を志望する学生が減ってきている印象がある。全国的な推移についてはわからないが、私の周辺の『理学』のくくりの中だとそのような感想をもってしまふ。京都大学理学部の入試では、生物系も数学や物理学などほかの系とあわせて学生を選抜し、3回生進学時に学部生はそれぞれの系へと分かれる。ここ数年、生物系志望者が減る傾向がみられる。他人事ではないのだが、

学生の研究室配属の点で、分子生物学や生化学的手法を含むミクロ系は全体的に盛り上がり欠けているような印象をもっている。概日時計研究分野でもいえることだが、現実の生体システムは数多くのコンポーネントが複雑に相互作用しており、生命科学研究にとって『何が（本当に）重要なのか』がよくわからない混沌とした雰囲気が漂っているようにも感じられる。出口の見えない複雑さに何となく尻込みをしている学生が多いのではないかと、勝手に想像している。ただし、そのような状況に対して明るく立ち向かう学生もいるし、何も考えずに生物系に明るく入ってくる学生も多いので研究分野の未来はそれほど暗くはないようにも思える。さて、京都大学理学部の研究室配属は先生が認めれば自由に入ることができ、配属人数などは特に固定していない。学生からすると希望する研究室にいける可能性が非常に高いということになる。研究室の立場からすると、何人の学生がくるかは全く想像がつかず、毎年落ち着かない感じを受け続けることになる。『何人』というのはもちろん0人も含んでおり、研究室を運営する上では結構なストレスになる。そのような状況であるが、今のところ、なんとか学生を中心とした研究室を運営することができている。

学生集めには自分の担当講義（植物分子遺伝学 I）が重要なアピールの場であるので、力を入れている。遺伝子・タンパク質の固有名詞を多用せず、光合成生物のもつ時計や計時機構についての動作原理をシステム制御理論なども紹介しながら解説している。学生の中には、教養時代の数学や物理についていけなくて生物学系に流れてくるものが結構いる。私自身もそのようなタイプだった。理学部学生向けの数学・物理の授業内容は、『何の役に立つの?』への回答が『次の証明（発展的内容）のため』と対象分野内で自己完結している場合が多く、当時の私には応用分野への利用価値などの意義を感じることができなかった。理学的アプローチとってしまえばそれまでだが、やはり学生のもっている広い興味と結びつける努力は必要であり、自分の講義ではその点を心がけている。また、大学教養レベルの数学・物理が生命システムの理解にも活用できることを丁寧に紹介し、生物系の数学アレルギーの解消につとめている。一方で、私の講義には物理系や数学系など生物系以外の受講者もかなりおり、これらの数字に強い学生が将来的に生命科学の分野に興味をもってくれればと期待している。時間生物学は、『時間』という普遍的な軸を持っている

ので、様々な学生や人々の広い興味に答えることのできる分野であることを、自分の講義を持つことで気づくことができた。

人材確保に加えて研究費確保も研究室運営の要となる。私の場合、研究室を立ち上げる年がちょうど科研費の区切りになったうえ、その年に申請していた科研費が不採用になったため、貧困のなかでの研究室スタートとなった。ただし、気楽だったのは、研究室に学生が一人もおらず私だけだったこと、一般財団からの寄付金がある程度得られたこと、哀れに感じていただいた近藤先生からご好意を受けられたこと、私の所属する植物学教室内の周囲の研究室が非常に裕福で教室内の様々な研究資材を活用（借用?）できたこと、などがあつた。自分の研究室にお金が必要なのは確かだが、所属教室や前任地など自分の関係している研究室が裕福なことも円滑な研究遂行には非常に重要である点に気づかされた年であり、『一人で生きている訳ではない』ことを再認識することができた。ただし、研究資財の工面はついても、お金はどこからも降ってこないのが、研究費申請書などをいろいろ出した。所属学生もお金もなかった着任当時の状況は、研究そのものと純粋に向き合う時間を十分に与えてくれた。その課程で、植物では未開発であった細胞の概日リズムを安定的に測定する手法の開発と、個体内での細胞リズムの観測・操作による細胞時計特性や細胞間相互作用の解明を目指す研究スキームを作成した。研究はまだ道半ばだが、この提案は日本科学研究機構（JST）の『さきがけ』に採用された。これは、研究費的にも研究キャリア的にも非常に大きな飛躍の機会であった。『生命システムの動作原理と基盤技術（領域代表、中西重忠先生）』の関係者には非常に感謝している。植物個体を対象に細胞リズムをみるプロジェクトであり、高精度の生物発光イメージング系を用いた観測が最近ようやく安定的にできるようになってきた。研究室の最初の学生の村中、久保田両名が学部生時代から研究手法開発を強力に推進してくれたおかげであり、学生との巡り合わせの重要性を感じている。一方で、学生が少ない上に研究資財ゼロからのスタートだったので、研究スペースにかなりの余裕があつた。そのため、研究費のほぼすべてを測定系の開発・設置につぎ込むことができた。また、名古屋大の近藤研究室で学んだことだが、時間生物学研究の推進は測定機器の自動化と並列化にかかっている。この点については、生物発光自動測定装置の超高感度カメラシステムを4セッ

ト、光電子倍增管を用いた多検体自動発光測定装置各種あわせて6セットを構築しており、大学の研究室としてはかなり充実したものになってきたと思う。カメラシステムは完全オリジナルで、様々なオプションを設定できるようになっており、研究室独自の手法を開発していきたいと思っている。

教員採用に関して、近年はテニユアトラックなどが増えているが、植物学教室にはまだその制度はなく、パーマネントポジションとして研究科に所属することになる。当然ながら大学の職員として、研究室運営や担当講義に関わる用務以外にも、教室、研究科、大学まで、様々なレベルの雑用が採用後すぐにまわってくる。このような雑用は教室単位で人数を割り当てられる場合が多く、教室内では当番制で割り振る。新任の教員はかなり高率でヘビーな用務の担当になる。割り振りの際に発せられる台詞として、『この役をまだ一度もやったことのない人は?』とミエミエだがロジカルな質問がある。使う側にまわるか、使われる側にまわるかで、印象がかなり異なるが、このフレーズが効果的な場面は多々あるので、新たなポジションを得たときには頭の片隅に置いておくといいかも知れない。

おわりに

生命科学の分野で最先端の科学を目指すにはある程度の研究費が必要であり、お金をいただくからには、研究費に見合った社会や産業への貢献が求められる。最初から匙を投げたくはないが、基礎研究から産業的な意味で本当に役に立つ成果をあげることは困難な場合が多い。一方で、『人に夢を与える』ことは、直接的な利益には結びつかないが、脳や心を刺激することで人々に貢献することにつながる。理学の研究者はこちらを目指す場合が多い。どのような研究成果が人に夢を与えられるかについては、これもまた難しい問題であり、個々人で思い浮かべるものが異なると思う。個人的には、身近な現象や興味に新たなストーリー性を与えることができる科学的成果は悪くないと思っている。研究者が完璧なストーリーを語り尽くすのではなく、人々が自然と語りたくなるような成果だ。体内時計は既に市民権を得ており、この分野の研究成果は、人々が規則正しい生活・食事などを心がけるモチベーションになっているだろう。自身の体内時計の時間に興味をもっている人は多いが、食卓に上がったトマトサラダやオレンジジュースの時計?が何時をさした状態

で胃袋に飲み込まれていくのかに興味を持っている人は残念ながら皆無だ。このような小さな気付きや疑問を人々に感じてもらうような研究成果を出していきたいと思っている。少なくとも、私自身に夢を感じさせる研究を行い、学生たちと夢を共有していきたいと思っている。

最後に研究室便りの趣旨から離れてしまうが、ウキクサの宣伝をさせていただきたい。ウキクサは研究の分野ではマイナーな植物と述べてきたが、近年、この植物種を材料に、新たな研究の機運が高まりつつある。1970年代までは、場所もとらず実験室内での栽培も容易なため、有用な生理学の材料であった。時間生物学の関係する分野では、特に光周性(花成)研究の発展に貢献しており、海外ではWilliam S. Hillman博士、国内では太田行人先生、尾田義治先生、瀧本敦先生のグループなどで様々な解析がなされた。厳密な骨格周期実験などで大きな進展がみられている。しかし、80年代以降、分子生物学や遺伝学を用いた現代風生物学の材料からは脱落してしまった。植物科学の分野に限らないことだが、2000年代に入り、社会的な要請としても生物学の対象が基礎から応用に変化しつつある。この点で近年ウキクサの価値が見直されつつある。ウキクサは実験室内での生理学的な実験材料として適しているのに加えて、排水・汚染水処理などに対するバイオレメディエーション材料として、また、無菌大量培養可能な有用タンパク質生産の場として、さらに高栄養価食料・飼料や高収率のバイオ燃料材料としての可能性が取り上げられるようになってきた。私自身もJSTの先端的低炭素化技術開発(ALCA)から研究費をいただき、ウキクサの応用可能性について研究をスタートさせている。また、既に複数種のウキクサのゲノム配列が決定されており、現代的なバイオテクノロジーが適用できる素地が整いつつある。国際的なコミュニティもできており、2009年からほぼ二年おきにウキクサの国際会議をやっている。2013年の会議においては、私のような基礎研究から応用研究、社会実験、市場開拓、工学的アプローチなど様々な視点に基づく成果や問題点が紹介され、研究者の枠を超えた生産性の高い会議となっている。次回は日本(候補地は京都)で2015年に行う予定であり、オーガナイザーとして時間生物学的成果も含めて、日本から新たな研究展開を発信していきたい。