

AFTERNOON TEA

大阪大学大学院人間科学研究科

乾 賢

奥羽大学歯学部 of 古山昭先生からバトンを受けました。大阪大学大学院人間科学研究科の乾 賢と申します。私には変わった趣味や珍しい経歴がありませんし、折角の機会ですので、自己紹介に誌面を使わせて頂こうかと思ひます。

私は人間科学部という一風変わった文系学部に入學しながら、教養課程の授業で「脳」に強い関心を抱くようになりました。その頃、図書館で後に指導して頂くことになる山本隆先生（現畿央大学教授）の著書に出会いました。そこで初めて人間科学部で脳の研究をしている先生がおられることを知り、迷うことなく専門課程で山本先生の研究室を選びました。山本先生が味覚研究の大家であることを知るのはしばらく後で、最初は味覚の研究をするとは思っていませんでした。

山本先生は末梢から中枢に至るまで様々な側面から味覚について研究されていましたが、私はその中でも、味覚嫌悪学習に大きな興味を持ちました。飲食物の摂取後に下痢などの内臓不快感を経験すると、飲食物の味覚情報と内臓感覚情報が連合し、その飲食物の味に対する嫌悪が成立します。これが味覚嫌悪学習の現象です。この学習の獲得前後における動物の行動変化は劇的です。“摂取→忌避”、“好き→嫌い”と正反対の行動を示すようになります。単純な私は、こんな劇的な行動の変化が起こるのだから、脳の中でも大きな変化が生じているに違いないと、脳ってすごい！と驚きました。今でもその気持が根本にあるように思ひます。

大学院に進学した後、山本先生のお陰でそのまま助手のポジションを得ることができました。2007年から研究室の主宰は志村剛教授に変わりましたが、味覚嫌悪学習の中枢メカニズムに関す



食べ方は色々ですが、食べなければ生きていけません。

る研究を継続して行っています。志村教授のもとでは研究対象を拡大し、「味覚に基づく摂取行動の制御機構の解明」を目指しています。味覚嫌悪学習だけにとどまらず、味覚情報がどのように脳内で処理されて摂取行動が表出するのかを、様々な実験手法を用いて明らかにしようとしています。

食物摂取行動には栄養を補給するという重要な目的があります。重要な行動であるにも関わらず、摂食に関わる一連の動作はほとんど無意識に行われます。何を食べるかという判断には時として時間を要しますが、どのように食べるか（手の動かし方など）を悩んだり、考えたりすることはほとんどありません。幼少時には上手に食べることができないことを考えると、運動学習によって獲得

される技能だと考えられます。しかしヒトに限っていえば、上手に手を動かすだけでなく、会話などの他の高度な作業をしながらでも全く問題なく動作を完了させることができます。このことから、摂食行動に関わる精巧な制御システムの存在を意識せずにはいられません。外界のものを摂取する動物にとって、栄養物を飲み込み、毒物や腐敗物を吐き出すという判断を正確に行えなければ生命を維持できません。この摂取可否の判断に味覚が関わっているため、摂取行動の制御システムの中

で味覚が果たす役割は極めて大きいといえます。味覚情報が脳内でどのように処理されることで食べる、飲むという行動が表出するのかを明らかにすることで、摂取行動の制御システムの一端を解明することができるのではないかと考えています。

このような研究をしていると、日々の食事に対する意識が増しますが、体重は減らず、健康診断の結果も良くないというのはなぜなのでしょう。大きな謎です。



午後のお茶

防衛医科大学校生理学講座

太田 宏之

聖マリアンナ医科大学の藤原清悦先生からバトンを受け取りました。最近、電気生理友の会・武蔵野支部と称して、知り合いの電気生理研究者に声を掛けて呑み会を催しているのですが、藤原先生をはじめ様々な方とマニアックな話をさせて頂いております（いつでも呑み会を企画しますのでお声掛けください！）。そういった呑みの席で一番好きな話題は、やはり電子回路や工作関連の話です。私は、防衛医科大学校生理学講座着任以前は生物実験の経験が無く、着任後に同講座の佐藤義昭先生（現帝京平成大学）に電気生理実験の基礎を教えて頂きました。学んだことは「まず買うのではなく自力で装置を作って実験を始める」ことでした。アンプ類や灌流チャンバーなどを自分で作ってみると、メーカーの既製品の工夫点などが自然と見えてきて、実験系で外してはいけないポイントなどを実感できます。また、オペアンプをはじめとしたIC 選びは趣味と研究の混同とも言える楽しみです。最近のお気に入りにはUAF42というアナログフィルタICで、安定したノッチフィルタやバンドパスフィルタなどが簡単に設計できます。

さて、生理学に関係があるものの、酒の席でし

か殆どしない話をこの機会に書いてみたいと思います。それは、クリックらによるDNA螺旋構造の発見以前、生理学が元来その研究対象としていた生物の目的充足性についての話です。ここでいう目的充足性とは、ある特定の状態を実現・維持するために、何らかの解やメカニズムを探索・動員する性質のことです。こういった目的論的な話をすると、「生物の進化も個体の適応や高度な学習の結果も全て偶然の積み重ねだ」といって話を打ち切る人がいます。確かにクリック以前は生理学において生氣論的な話が多く、クリック以後は生氣論・目的論を完全に退けた生理学にしようという流れが出来たと文献にあります。しかし、個々の偶然の累乗の結果としては、あまりにもよく出来たシステムが体内には多々あり、生理学の講義を行う上では「～のために」という目的充足的な説明は避けたいものがあります。ここでも反論がよくあります。「～のために」という語用は初学者に向けた説明上のものに過ぎず、あくまでも前状態が一意に決まれば、自動的に状態遷移規則に則って次状態が一意に決まる（もしくは確率的に決まる）、という数理モデル的な見方をすべきだという反論です。

私は機械論者なので、状態遷移モデル自体に異議はありません。ただし、機械論的に目的充足的な挙動を表現する道があるのではないかと考えています。私が指摘したいのは、「前状態が一意に決まる」と言ったときの状態空間の全体が、対象となるシステムの全体に拡がっている場合、見落としてしまうプロセスが存在するのではないかと、いう事です。状態空間を設定できれば後は自動的に決まる、というのはいいのですが、状態空間という言い方によって、数学的な記法の過度な拡大適用が行われているのではないかと。そして、目的充足性を実現しうるかもしれない部分間の相互作用の記述が抜け落ちてしまうのではないかと。例えば、部分と部分のプロセス間の相互作用において、それぞれのプロセスの時間スケールが異なる場合、時間スケールの長い方の部分プロセスが他からの解決を待っている状態を持続的に維持していたとします。何か解決が必要だけど具体的な指示では無い（特定の器官への神経伝達のようなものではない）、ホルモンの放出のようなものをイメージしてみてください。そういった持続的な解決の要請を受けて、他の部分におけるマイクロで短期的なプロセス群からは、解決策が出てきて実行されたり、されなかったりします。このような場合、システム全体に対する状態遷移規則という単一の時間スケールの中における、時間的な一断面（スナップショット）にすぎない前状態というのは、もはやシステムの挙動を的確に表現したものとは言えなくなります。むしろ、解決策が出てくるのを持続的に待っている部分的な状態と、細かな解決策群との好運ながらも必然的な結合関係につい

て言及する必要があります。そういった意味で、目的充足性というのは、未だ生理学の研究対象足りえるのではないかと、思います。

ただ実際のところ、そのような目的充足性を進化論や一般生理学の中で捉えることは非常な苦難を伴うと思います。むしろ、例えば学習がなぜできるのか、という単純な問いから神経系の目的充足的なメカニズムを考えるのがひとつの早道ではないかと自分は考えています。他にも方法はあると思いますが、学習というのは明らかに結果や目的を充足させるような解決策を探すプロセスであるため、上述のようなややこしい話をしなくて済みます。特に、手掛かり感覚刺激の後、何らかの行動を採り、しばらく経ってから報酬が得られる、というような遅延報酬強化学習課題などを考えると話は簡単になります。例えばラットは刺激・行動の後、10秒遅延した報酬から学習が可能です。報酬の時点で何が手掛かりで自分のどの行動選択が報酬に結びついたかは、原理的に一意には決まりません。つまり、過去の方に対して任意性があるわけですが、ラットや人間は目的充足的に最低限10秒程度の間のその過去の情報の再編・総合的判断を行って学習を成立させています。学習の成立は偶然と呼ぶにはあまりにも高確率な事象であり、そのメカニズムの解明は目的充足性一般について考えるヒントになるのではないかと考えています。

ここまで居酒屋のノリで書いてしまっていて気がついたのですが、ここのタイトルはAfternoon Teaなのでした。失礼いたしました。



恩師，上司，同僚に感謝

愛知医科大学医学部生理学講座

佐藤 麻紀

こんにちは。愛知医科大学の佐藤麻紀と申します。

島根大学の松崎健太郎先生よりパトンを受け取りました。松崎先生とは国内外の学会でよくお会



登倉先生追悼シンポにて当時の研究室メンバーと。左から4番目著者

いし、ブラジルで行われた体温調節の生理薬理シンポジウムで一緒させていただきました。ブラジルではスケジュールどおりに物事が進むことが少なく、懇親会は会場の名前だけ示され各自集合という具合でした。それでも事は進み、どうにかなるものだと感心しました。またブラジル人のラブな性格からか、行き先の違うミニバスに乗せてもらい途中で降ろしてもらおうというやさしい面もありました。

私自身について簡単に自己紹介させていただきます。奈良女子大学で登倉尋實先生のもと、血中グルコース濃度の日内変動および衣服着用時における体温調節応答に関する研究を行いました。女子大ですが、女子っぽい人がおらず、皆淡々と勉強に打ち込んでいました。研究室には留学生が多く、国際色豊かな環境に身を置くことができました。その後、菅屋潤壹先生率いる愛知医科大学第二生理学講座で暑熱環境下での発汗機構、炭酸泉入浴時や微小重力環境下での体温調節応答、ホルモンや体温の季節性変動に関する研究を行い、最

近では肥満者を対象とした季節性変動、日内変動の検討を行っています。私を研究の道へと導いてくださったのは登倉先生であり、その後の研究生生活を支えてくださったのは菅屋先生で、その他多くの先生方にご指導いただき、ご薫陶を受けました。

みなさんは、「学生」から「先生」になったときのことを覚えていますか？私は着任して、1カ月後に生理学実習があったので、当時のことは鮮明に覚えています。わからないことも多かったです。必死で先生らしく振舞っていたように思います。学問は奥深いもので、理解したつもりでいても実際には何も分かっていなかったとあとになって気づくことが多々あります。いくら探求しても真実にたどりつくことが難しいのが学問というものだと思います。年齢を重ねても謙虚に学問を探求される先生方を間近に拝見するにつけ、そのお姿には感銘を受けます。

私の大学時代の恩師である登倉尋實先生は2013年5月にご逝去されました。先生にはいつまでもお元気で私たちを見守ってほしかったのに、誠に残念でなりません。当時のことを思い出しますと、先生は雑談中に、“What do you think?” “Why do you think?”と研究のことだけでなく、社会情勢についてもよく尋ねられていました。学生と対等に話をしてくださり、先生自身も学生の意見にはよく耳を傾けておられました。学問へのためまぬ探求心と自己の見識を持ちそれをいかに人に伝えるか、コミュニケーション能力の大切さを教えていただきました。私もささやかではありますが、学生が自ら考え、自ら発信できる力を伸ばすよう指導をしていきたいものです。これからもお世話になった先生方に少しでも恩返しができるよう日々精進したいと思います。