



若者

ネットワークについて

田村 弘*

networks

Key Words : multi-neuron, neural-circuit, neuroscience, brain, vision

はじめに

大学院の修士課程に在籍し脳研究に従事するようになり、今年で14年が経過しました。この間、大学、理化学研究所、国立研究所、そして再び大学の、異なる環境、異なる立場で研究する機会に恵まれました。本稿では、若い時代に過ごした(過ごしている)、これら異なる環境での経験と研究について、さらに、様々な職場に在籍することで得られた、研究者間の連携(ネットワーク)の重要性について述べたいと思います。

大学院生の時の研究

広島大学理学部に在籍中に、動物の行動とその基礎となる脳の仕組みに、興味を持ち、脳研究を志すようになりました。しかし当時、理学部で哺乳類の脳研究をおこなっている大学は、ほとんどありませんでした。そこで、修士課程を設けている、大阪大学大学院医学研究科に進学し、神経生理学講座(津本忠治教授)で脳研究に参加する機会を得ることができました。

大学院では、大脳皮質視覚野における可塑性及び視覚情報処理の研究を行いました。大脳皮質視覚野の神経細胞は、個体(ヒトや動物)が視野上のある場所(受容野)の特定の物体(視覚刺激)を見たときに活動します。このような視覚野神経細胞の性質が、生まれる前から脳に備わっているのか、それとも成長の過程で獲得するのか、この点を明らかにしようと

したのが最初に行った研究でした。その結果、神経細胞のごく短期間の活動でも成長期の視覚野神経細胞の反応特性に影響を与えることを見出しました。

また、大脳皮質の細胞がどのような神経回路を基礎にして、視覚刺激に反応するようになるのか、視覚情報処理の神経回路ネットワークを明らかにする研究にも取り組みました。二つの神経細胞から同時に記録をとり、二つの神経細胞の活動の時間的相関から神経細胞間の機能的結合を推定し、どのような性質の細胞が結合してネットワークを作っているのかを調べました。具体的には、実験動物の脳の中に直径250 μ mで先端を鉛筆のように尖らせた金属の針を刺入します。動物は痛みを感じないように麻酔しておきます。電極は先端の数 μ m以外は絶縁されており、その結果、電極先端に偶然近づいた細胞のスパイク活動を記録することができます。スパイク活動は神経細胞の出力情報です。電気信号として観察できるスパイク活動そのものの振幅や波形には重要な情報は存在せず(スパイク活動の振幅や波形は、電極と細胞との位置関係により決まる。また細胞の種類によって、波形は異なる場合がある。)、その発生タイミングやスパイク活動の数が重要であると考えられています。実際、視覚野の細胞から記録しながら、目の前に図形を見せると、神経細胞はあるタイミングでスパイク活動の数を増加させます。スパイク活動の発火の時間(いつスパイク活動が発生したか)をサブミリ秒単位で記録して、二つの神経細胞の発火の相互相関を計算し、機能的な結合の種類と方向を推定しました。

大学院時代は、神経生理学の基礎的な技術の習得が私にとって重要であり、またそのような環境が当時の神経生理学教室には十分に整っていました。教官の先生方(現大阪大学健康体育部佐藤宏道教授)や大学院の諸先輩方(現大阪大学大学院医学研究科神経生理学講座木村文隆助教授、畠義郎助教授)の実験の様子をそばで見て、実験動物の扱い方から、オ



* Hiroshi TAMURA
1965年1月21日生
大阪大学・医学研究科・生理系専攻
修了
現在、大阪大学大学院・基礎工学研究科・生物工学・脳科学講座、助手、
博士(医学)、神経科学
TEL 06-6850-6538
FAX 06-6850-6519
E-Mail tamura@bpe.es.osaka-u.
ac.jp

シロスコープ、増幅器の使い方など、様々な、神経生理学に必須の技術を学ぶことができました。研究室に入ってすぐのころ、津本教授が視神経を電気刺激するための電極の設置方法をご自身でご指導くださったのは、今でも良く覚えています。

また、多くの学会やシンポジウムに参加する機会も作っていただきました。特に大学院博士課程の2年のときに参加した、北米神経科学会は、非常に印象深いものでした。最新の研究成果が、毎日発表され、その熱気には圧倒されました。同時に研究のための基礎的なスキルとして、英語を使えることの重要性を痛感しました。

ポスドクとしての理化学研究所での研究

大学院終了後は、埼玉県和光市の理化学研究所(理研)フロンティア研究システム思考電流研究チーム(チームリーダー田中啓治氏)に二年間、基礎科学特別研究員として在籍しました。

理研では視覚認識に関わる大脳皮質のいくつかの領域において、各領域の視覚応答の特徴を明らかにする研究に取り組みました。目の前にあるものが何か、視覚的に判断することを、視覚認識と呼びます。このとき、脳の多くの視覚関連領域が活動しています。これらの視覚関連領域の中でも、物の形の視覚的認識には、大脳皮質下側頭葉と呼ばれる領域が重要であると考えられています。なぜなら、この大脳皮質下側頭葉が壊れると、目の前の物体の絵を描くことができても、その物体の名前を答えることができなくなるからです。このような臨床的な症状と対応して、下側頭葉皮質には、複雑な形、例えば、顔や手、星の形、色を組み合わせた図形などに反応する神経細胞が存在します。個々の細胞はさまざまな図形の一つが、目の前にあるときにだけ選択的にスパイク活動の発生頻度を増加させます。理研では、下側頭葉皮質のなかの特定の場所ごとに、細胞の視覚刺激に対する反応の性質に差があるのかどうか、調べました。

理化学研究所の研究環境は素晴らしいものでした。実験設備も最新の機器が揃えられていました。また、特に印象的だったのは、セミナーでした。セミナーは、当時、週3回行われていました。主に英文雑誌の論文を理研に在籍している研究者が紹介して下さるものでした。初心者の中には、さまざまな分野の知識を学ぶ機会を得ることができ、貴重な経験で

した。また、海外の研究者が毎週のようにやってきては、最新の成果を講演して下さったのも、非常に刺激的でためになりました。

理研でのもうひとつの良い経験は、研究室に外国からのポスドクがたくさん滞在していたことでした。中国、台湾、インド、アメリカ、イギリス、マレーシアなど、多いときには研究室の半分以上が外国人であることもありました。このため、研究室での共通語として、英語が用いられるようになりました。毎日、英語に接することができたのは、良い経験でした。さらに、サイエンスの話をするときに、日本語だとあいまいになりがちな点が、英語だと明確な言葉使いをするようになり、議論が正確にできるようになりました(特に関西弁はサイエンスに不向き??)。

研究員としての国立研究所での研究

理研でのポスドクを終えて、つくば市の通産省工業技術院生命工学工業技術研究所(生命研)に入所しました。生命研は微生物関係や、人間工学の分野が主体の研究所でしたが、脳研究を新たな重点課題として取り組もうとしているところでした。

これまで私が在籍していた研究室とはことなり、さまざまな分野の人が一つの研究室に集まっています。神経科学の研究は、医学系の人たちが多く、他の分野の人と接する機会は限られたものでした。しかし生命研では、工学系や、心理学系の研究者が在籍しておられ、いろいろと教えていただくことがたくさんありました。

また、それぞれの研究者は個別のテーマを持ち、独立して研究を行っていました。若い人でも多くの場合、独立して研究する機会がありました。大学院時代や、ポスドクの時から計画していた研究を実現できる絶好の機会でした。

生命研では、下側頭葉皮質の局所神経回路網を明らかにする研究に取り組みました。大脳皮質のある神経細胞に対して入力を与える細胞の50%は半径100 μm の中に存在しています。よって、ごく近傍の複数の神経細胞から同時に活動を記録することが大脳皮質神経回路網の解析には必須です。そこで、100 μm の半径に存在する数十個の神経細胞から活動を同時に記録して神経回路を明らかにする研究を開始しました。

複数の神経細胞から活動を同時に記録する方法には大きく分けて二つあります。神経細胞のスパイク

活動をオンラインで単離し、活動の有無を1ビットの情報に変換してから記録する方法。他の一つは神経活動を波形ごと記録して、オフラインで単一神経細胞活動に分離しようとするものです。後者の方法の欠点はデータの量が膨大になる点です。一日の記録で、10ギガバイトのハードディスクは一杯になります。また、このデータのワークステーション上での解析には数週間を要します。しかしながら、オンラインでの分離に比べて高精度で単一神経細胞活動を分離でき、神経細胞活動の正確な解析には必須の技術です。よって後者のオフラインでの神経活動単離法を用いて研究をしていました。この技術は、生命研の主任研究官である、金子秀和氏と鈴木慎也氏が開発されたものです。

教官としての大学での研究

1998年に大阪大学大学院基礎工学研究科生物工学分野に着任しました。生物工学分野は、生体分子システム学、情報生物学、脳科学、の3つの分野で研究を行っています。脳科学講座は2つの研究室からなっており、一つが、村上富士夫教授の研究室、もう一つが、私の在籍する、藤田一郎教授の研究室です。藤田教授とは、理研で1年間一緒に仕事をする機会があり、ほぼ4年ぶりに再び一緒に仕事ができるようになりました。

現在は生命工学工業技術研究所での研究を進展させながら継続して行っています。すなわち、大脳皮質下側頭葉の神経回路網をあきらかにするために、どのような性質の細胞同士が機能的に連絡しているのか、どのような視覚図形に反応する細胞が互いに連絡しているのか、に着目して研究をおこなっています。また複数神経細胞同時記録の利点をいかして、視覚情報が同時記録した複数の神経細胞に、どのように表現されているのか、解明したいと考えています。

大学で研究を行う利点は、たくさんの学生と一緒に仕事ができる点です。議論の機会も増え、一つのテーマについてより深く追求することができます。また、基礎工学研究科という工学系の教育を受けた学生がたくさんいる環境は、私のような、理学部出身者には非常に心強い限りです。

ま と め

現在の研究テーマに取り組むことができたのは、研究者間のネットワークのおかげです。このテーマ

にいたる過程を振り返ると、反応選択性形成機構に関しては大学院の研究が基礎となり、対象としている下側頭葉皮質は、理研でのポストドク時代の研究が基礎となり、さらに、生命工学工業技術研究所で習得した複数神経細胞同時記録法を用いて研究を行っています。もちろん、現在もそれぞれの時点でお世話になった先生方と密に連絡をとりながら研究を行っており、研究者間のネットワークの大切さを痛感しています。

このような研究協力体制は容易に構築できることが重要だと思います。特に研究者間だけでなく、研究者とエンジニア、そして理論家が密接な協力体制で研究を推進することが重要です。なぜなら、一人の研究者がモデルを作り、実験機器を開発して、そして実験を行うのでは、効率も悪く、限界があります。逆に、各分野のエキスパートが密接に連絡して研究を推進することで、より精密な研究を、効率良く行え、さらに新規産業分野の開拓につながるのではと思います。

研究者とエンジニアのネットワークの構築には以下の3点が重要であると思います。研究者はどのような汎用性をもった技術が必要なのかをエンジニアに向かって示す。エンジニアは、どのような技術が実現可能かを研究者に示す。そして、産官学連携に容易に取り組める環境を事務官が整備する。近年のコンピュータネットワークの発展を考えると、このような技術のニーズとシーズを結びつけるシステムの構築は不可能ではないと思います。事実、「生産と技術」52巻1号で大阪大学の村井教授が述べておられるように、ホームページによる、研究者データベースの公開など産官学連携の動きは急速に進んでいます。研究者間、または研究者とエンジニア間のネットワークを構築することで、研究の質や効率が改善され、より良い研究を世界に向けて発信できるのではと考えています。

1900年代はじめにCajal(カハール)が神経細胞間の複雑なネットワークの存在を示して以来、その動作原理を解明することは、神経科学者の夢でした。コンピュータネットワークで結ばれた、研究者間のネットワークにより、世界でもっとも複雑な脳の中のネットワークを解明したいと思います。

最後に本コラムに執筆する機会を与えてくださった、大阪大学大学院基礎工学研究科、駒沢勲教授、村上富士夫教授に感謝いたします。