



「脳と学習」大隅プロジェクト広報室\*

〒980-8575 仙台市青葉区星陵町2-1  
東北大学大学院医学系研究科  
附属創生応用医学研究センター  
形態形成解析分野

Phone:022-717-8203

FAX:022-717-8205

URL:<http://www.brain-mind.jp>

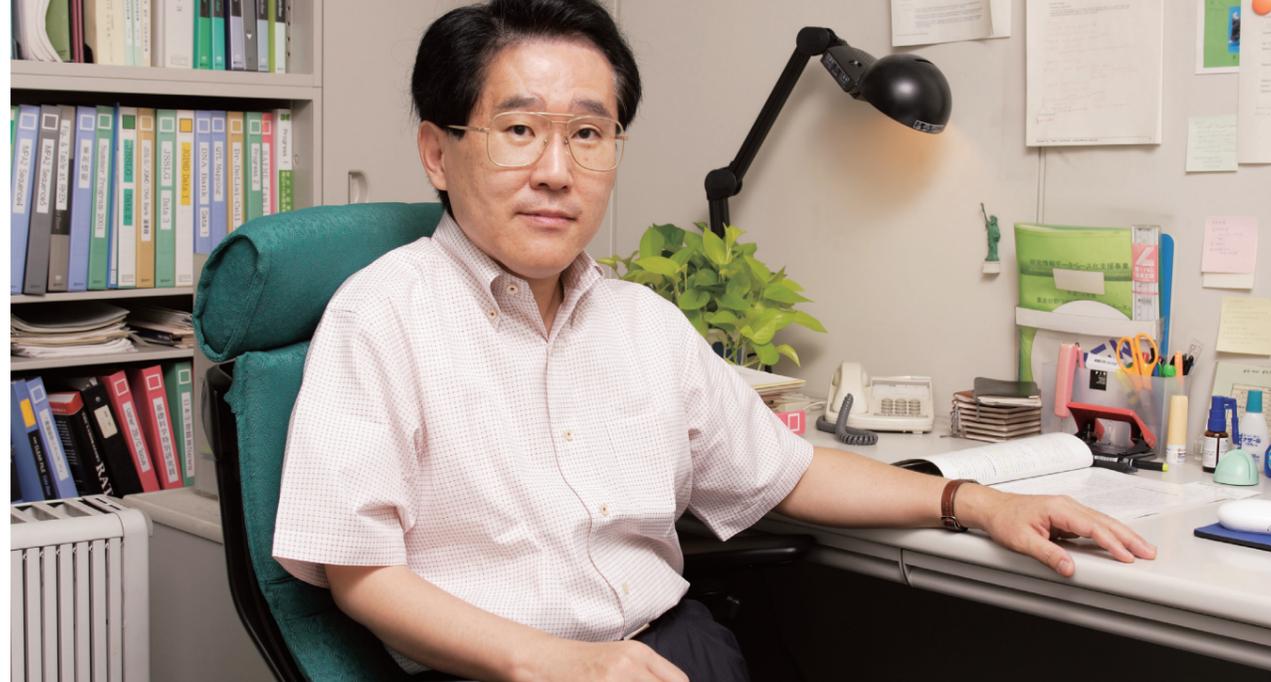
※ 独立行政法人科学技術振興機構 (JST)  
戦略的創造研究推進事業チーム型研究 (CRESTタイプ)  
「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」研究領域  
研究総括:津本忠治  
研究代表者:大隅典子

**Brain and Mind**  
●●●● volume.4 2006 08



- 特集 1** 対談 瀬川 茂子×吉川 武男  
ゲノムの個人差から心の病気を探る .....P2~5
- 特集 2** 脳と心のお話 (湯浅 茂樹)  
恐怖する脳、感動する脳 .....P6~7
- 特集 2** Brain! Exploring Wondrous Mysteries  
脳! 展見聞録 (齋藤 海仁) .....P8~9

**Brain and Mind**  
●●●● volume.4 2006 08



Profile

吉川 武男  
大阪大学医学部卒。医学博士。東京医科歯科大学医学部精神科研修医、岡崎国立共同研究機構生理学研究所助手、米国立精神保健研究所研究員、東京医科歯科大学医学部精神科助手および講師を経て、現在は理化学研究所脳科学総合研究センター分子精神科学研究チーム チームリーダー。専門は精神疾患の分子遺伝学。著書に「脳科学研究の現状と課題」(分担執筆、じほう、2003)などがある。

瀬川 科学に対する興味は小さい頃からおもちでしたか。

吉川 父が高校の物理の先生で、日常的に身の回りの自然現象を説明してくれましたので、自然と科学に親近感を持ちました。機械が好きで、中はどうなっているのかわりたくて、しょっちゅう電気製品などを分解してみました。分解してあけるところまではいいんですが、元に戻らなくなって、よく母に叱られていました。

瀬川 生物系より物理系にご興味があったんですね。

吉川 大学でも最初は、物理や化学を勉強するつもりでした。しかし、DNAを切ったりはったりする「制限酵素」が1968年に発見され使われるようになったという話を聞いて以来、それまであまり興味のなかった生物学に俄然と興味がわきました。DNAが操作可能で、生命現象が実験できる対象になったことは、非常に革新的だったのです。そこで生物の研究をしようと思いました。

瀬川 進路を変更されたのですか。

吉川 はい。そのとき、生物学の研究なら、医学部にいったほうが良いと考えました。研究のテーマが広くあるような気がしましたし、医学は、研究の成果が応用につながります。たとえば、がんの撲滅をめざすとかそういうことがいわれていて、研究が人の役に立つことになるなら、それはいいなと、漠然とですが、考えました。

瀬川 医学部にいる間に、方向が決まりましたか。

吉川 わけがわからなくて、将来的に面白いことになるかなと思ったのが、精神科です。大阪大を84年に卒業して、東京医科歯科大の精神科の医局に入り、臨床をしながら、神経伝達物質の研究を始めました。当時は、統合失調症や、躁うつ病の治療薬によって、神経伝達物質に

## 瀬川 茂子 × 吉川 武男

# ゲノムの個人差から心の病気を探る

インタビューを通じて 脳研究者の素顔に迫ります。

どういう作用があるのかが調べられていました。症状を変化させる薬が、神経伝達物質にどう働いているのか調べれば、病気の仕組みのヒントがあると思われていたからです。でも、なかなかすっきり割り切れるような答えは出てきませんでした。

瀬川 それで、方向転換ですか。

吉川 そのころ、ちょうど遺伝子解析が盛んになってきていて、遺伝子の研究なら、白黒はつきりつくのかなという期待を持ちました。病気の仕組みを定性的に研究できそうな気がしたのも魅力でした。それまでの研究では、定量的になりがちでしたので…。あとから考えるとそんなに簡単な話ではなかったのですが、凡人たるゆえんです。それで、93～97年に米精神保健研究所(NIMH)に留学しました。

瀬川 80～90年代は、遺伝子解析の手法が入ってきて、

医学研究が大きく変わりましたよね。遺伝子といえば、それまでは、一つの遺伝子に異常があって病気になる「メンデル型の遺伝病」の研究が細々となされていたのが、多くの病気は、遺伝子の働きの変化と環境の相互作用で発病するという考え方のもとに、遺伝子を調べる研究が一気に拡大しましたね。

吉川 はい。高血圧も糖尿病も遺伝子解析の対象になりました。一つの遺伝子の異常が、特定の病気を100%起こすという単純なものではありませんが、いくつかの遺伝子が影響力を及ぼして、病気になります。双子の研究などから、統合失調症や躁うつ病も遺伝要因が関係するといわれていました。こうした複雑な病気にも、遺伝子からのアプローチが期待できる状況になりました。

瀬川 病気の原因となる遺伝子探しの競争の時代ですね。

吉川 「ポジショナルクローニング法」と呼ばれる病気の

原因となる遺伝子の変異が、染色体上のどこにあるのかを突き止める方法が医学分野で広がりました。その前は、病気の原因となる異常なたんぱく質やその関連物質を見つけて、それから遺伝子にたどりつくという手間がかかる方法で、どこから手をつけていいのかわからない、偶然に頼るようなことも多かったのですが、ポジショナルクローニング法が出てきて、原因となる物質はわからなくても、まず遺伝子にアプローチすることができるようになったのです。

瀬川 変異がある遺伝子の染色体上の位置をつきとめ、それから遺伝子を見つけて、その遺伝子が何の働きをしているのか調べるのですね。

吉川 最初は、家族に特定の病気の患者が多数いる家系を調べて、原因となる遺伝子の異常を探そうとしていました。精神疾患でも、病気の原因になる大きな役割を



果たす遺伝子が見つかるという期待があったのです。ところが、精神疾患では、家系によって、候補となる遺伝子が異なるとか、同じ家系でも1つの遺伝子で決まるわけではなさそうだとか、複雑なことがだんだんはっきりしてきました。

瀬川 家系解析では限界がみえてきたと。

吉川 家系解析もそれなりに意味があるのですが、メンデル型の遺伝病のように、家系解析から出発して、直線的に遺伝子、原因変異にたどりつくのが困難であることがわかってきました。それで、関連解析(アソシエーション・スタディ)と呼ばれる、大勢の健康な人の集団と、大勢の患者集団で、DNAの塩基配列の個人差を比較するようになりました。

瀬川 塩基配列の個人差とは。

吉川 ゲノム全体の解析が進み、DNAの塩基配列は、人類すべてまったく同じというわけではなく、ところどころに、ある人はAなのに、別の人はTというような一塩基多型(SNP)と呼ばれる違いがあることがわかってきたのです。ある遺伝子のSNPが、病気の人には多くみられるのに、健康な人では少ないなら、そのSNPが病気の原因と関連しているだろうと考えられます。

瀬川 それで、見つかりましたか。

吉川 そう簡単ではありません。やればやるほど、複雑だということがわかる。すっきりしない。だいたい、どういう病気なのかという診断からしてすっきりしない。血糖値を調べるとか、血圧を測るとか、簡単に調べられない。典型的な症状の場合はいいですが、統合失調症か躁うつ病の中間もあるくらいで…。

瀬川 たくさんの遺伝子がかかって複雑になっているということは、たくさんの遺伝子を調べなければならないということですね。

吉川 そうです。5万~10万個のSNPを一気に系統的に調べることが技術的に可能になり、SNPと病気の関連を調べる研究が盛んになりました。

瀬川 たった一塩基の違いで、病気に結びつくとはどういうことですか。

吉川 DNAの配列には、たんぱく質を構成するアミノ酸を指定している部分と、そうではない部分があります。一つの配列の違いで、指定するアミノ酸が変わることもありますね。また、アミノ酸を指定していない場所は何もしていないわけではなく、遺伝子の働きを制御したりしているので、やはり一つの配列の違いでも、なんらかの作用をもたらすことはあるでしょう。私の研究室では、いま、統合失調症や躁うつ病とかかわるSNPをゲノム全体で調べています。

瀬川 大隅プロジェクトでもSNPの関係をなさるのですか。

吉川 神経新生にかかわるSNPを調べます。統合失調症では、胎児のときに、脳の発達に影響するような何かがあって、それが、思春期以降に発病する下地になるという説があります。子供のころに、親と別れるなど強いストレスがあると、大人になってからうつ病になりやすいという報告もあります。ストレスが神経新生を抑えるという研究や、抗うつ薬には、神経新生を促進する作用があるという結果も出ています。そこで、神経新生にかかわるSNPが、統合失調症や躁うつ病と関係がある可能性があるわけです。

瀬川 同じようなストレスを受けても病気になる人もない人もいます。その差を先天的なSNPで説明できる可能性がでてくるわけですね。

吉川 氏か育ちかといいますが、この仕事をしていると、どうも生得的なものが大きいような気がしてきます。環境も、その人の性格がつくりだす側面がありますし、性格は遺伝的なものによる部分が大きい気がします。環境に反応する枠組みは遺伝的に規定される部分が無視できないと思います。

瀬川 ストレスを感じなければ、ストレスのない環境ということになりますから、環境は感じ方次第で変わるということですか。あるいは、たとえば明るい性格で、周囲の人との関係がスムーズにいけば、いい環境になりやすいとか…。いずれにせよ、研究が進んで、すっきりと病気の本質が見えてくるといいですね。

吉川 そう簡単ではないと思っています。これまでの研究で、病気とかかわる遺伝子はいくつも見つかってきています。でも、これまでまったく知られていなかった仕組みが見えてきたところまでは行ってません。

薬にしても、50年以上前の原理がそのまま使われています。統合失調症の薬は、抗ヒスタミン剤に興奮を抑える作用があることから、抗ヒスタミン剤をいろいろ変形していった偶然、見つかったものです。あとで調べて、ドーパミンという神経伝達物質の遮断をする働きがあることがわかりました。うつ病の治療薬も偶然見つかって、その後、神経伝達物質のノルアドレナリンやセロトニンの働きを強めていることがわかりました。その後、副作用を減らした薬が開発され、使い勝手はよくなっていますが、薬がきく仕組みの原理は変わっていません。

瀬川 そうですか。



吉川 その薬の効果を調べる研究などから、30年以上前に、統合失調症の原因として、3つの仮説が提唱されました。ドーパミン神経系の機能亢進、グルタミン酸神経系の機能低下、神経発達異常の3つです。いま、遺伝子解析で見つかってきている病気の原因候補となる遺伝子は、だいたいこの3つの仮説のどれかにあてはまります。そう簡単に、画期的な概念が出てくるものではありません。

今後は、多数の遺伝子がつくるネットワークがどうなると、病気になるのか、それをどういう方法で調べていけばいいの、方法論も考えていかなければなりません。

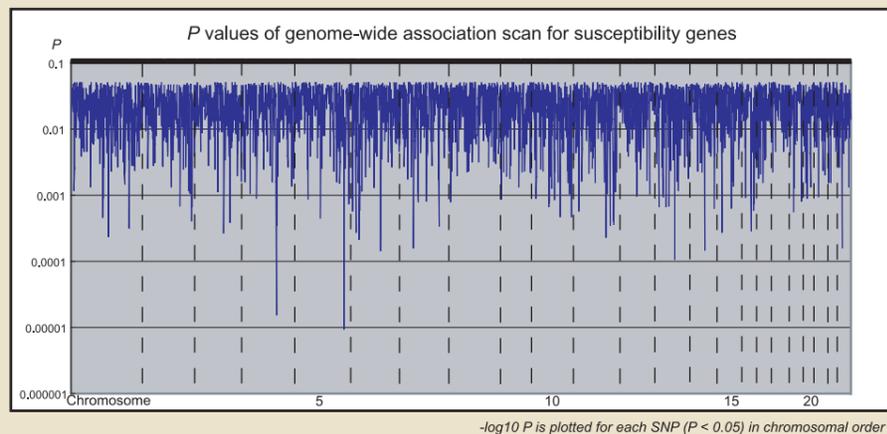
調べれば調べるほど、新たな壁がきて、複雑な病気ということがよくわかります。匍匐前進で、粘り強くやるしかありません。



Interviewer Profile

瀬川 茂子  
東京大学理学部卒、米マサチューセッツ工科大学科学ジャーナリズムフェローを経て、1991年朝日新聞社入社。科学部、科学朝日編集部、アエラ編集部などで、基礎科学、先端医療等を取材。現在同新聞科学医療部記者。著書に「不老不死は夢か 老化の謎を解く」(講談社 2004) 共著「脳はどこまでわかったか」(朝陽選書 2005)がある。趣味は旅行。

統合失調症のSNP(一塩基置換)によるゲノム上責任部位の探索



現在、ヒトゲノム全体を大まかにカバーするSNP (single nucleotide polymorphism:ゲノムDNA配列の個人差)の型を読みとるシステムが、複数の会社より利用可能となっている。左は、統合失調症家系を100,000個のSNPで解析したもので、横軸に染色体番号、縦軸に統合失調症に対する統計的関連の有意水準(P値)が対数スケールで示してある。右写真は、今回解析に使用したAffymetrix社の100K SNPチップである。

# 脳と心のお話 ( 第四話 )

国立精神・神経センター神経研究所  
微細構造研究部 湯浅 茂樹

# 「恐怖する脳、感動する脳」

## 情動と脳

大脳は精神の座の中心であり、それに連なる間脳、中脳、小脳、脳幹、脊髄は大脳からの命令を円滑に実行し、また一方では私たちの環境についての情報を適切に大脳へ伝えてどのように反応するかという判断を仰ぎます。前頭葉は霊長類で発達し、特にヒトの人たる由縁である思考、判断に基づいた社会行動、創造性、意志の源です。これに対して、食欲、性欲のような本能的行動とともに快・不快、喜怒哀楽のような情動として表出されるような心の働きには、主に大脳辺縁系 (limbic system) と呼ばれる、大脳の中でも系統発生的に古い領域が関与します。この辺縁系は解剖学的には側脳室周辺に位置して間脳を取り囲むように配置した海馬と扁桃体が主要な構成要素で、これに帯状回、梨状葉のような大脳皮質が加わります。

脳内で生じる創造性、意志決定から行動へ至る過程には主に大脳新皮質前頭葉が関わりますが、創造性、強い意志は豊かな感情をもとにして生まれることは誰もが認めることでしょう。また、現在社会的に大きな問題となっているPTSD (心的外傷後ストレス障害) やうつ病のような、自己の意志ではどうにもならない心の障害には、大脳辺縁系の機能異常が関わると考えられています。情動を生物学的に考えると、外界からの情報に対して無意識的な記憶に基づいて価値判断をおこない、これに伴って個体の防衛的反応を引き起こす脳の活動といえるでしょう。それでは、情動は脳内でどのようにして生じ、表現されるのでしょうか？

## 恐怖情動の神経回路

大脳辺縁系のうち海馬は主に記憶に関与し、扁桃体は情動に関わると大きく分けられますが、記憶のうちでも情動と強く関連した記憶には扁桃体が重要な役割を果たしています。たとえば両側の扁桃体に局限した変性が認められる稀な遺伝性疾患の患者さんでは短期記憶や認知機能には障害が認め

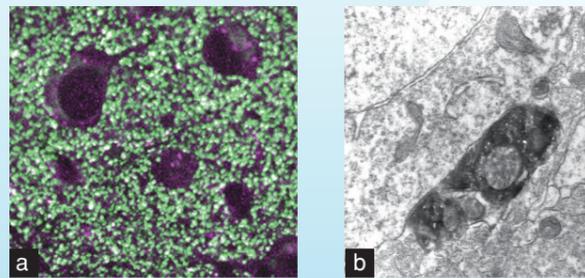


図2: マウス扁桃体のGABA作動性神経終末とシナプス  
a. GABA合成酵素であるGADを含む神経終末はマゼンタ (赤紫)、シナプスを形成したシナプトフィジン陽性の神経終末は緑で標識されている。両者が共存して白色になった部位がGABAシナプス形成部位を示す。スケール 20 μm。  
b. GABA合成酵素であるGADを含む神経終末が神経細胞体上に形成したシナプスの電顕像。スケール 0.5 μm。

られないのにもかかわらず、情動的な事象に関する記憶が選択的に障害されています。扁桃体は特に恐怖や嫌悪のような感情に関連性が強く、とりわけ恐怖情動に関わる扁桃体神経回路に関連した研究は、これまで自然科学的研究の対象となりにくかった情動について、生物学的観点から理解する道を開きました。更に、このような神経回路機能の研究は情動障害のメカニズムの解明にも役立っています。

これまで恐怖情動に関連した記憶は、恐怖条件付けという代表的な実験手法を用いて研究され、情動と記憶を結びつけるモデルとなってきました。実験は簡単で、まず実験動物に音、光のような単純明確な手がかりを条件刺激として与え、それに続いて嫌悪刺激である足への電気ショックを無条件刺激として与え、これを数回組み合わせることにより条件付けが成立します。数日後、条件刺激を提示するだけで、動物は電気ショックが来ることを恐れてすくみ上がる、フリージングという反応を示します。このとき、実験動物の体内では恐怖反応としての自律神経系や内分泌系の変化が起こることも分かっています。このような単純な音や光を条件刺激とするのに対し、場所のような状況 (文脈) を条件刺激として使う場合は、海馬も記憶貯蔵の場所となります。

このような条件付けにおいて、音や光のような条件刺激がやってくると、この情報は感覚刺激を大脳新皮質へ伝達する過程の関所ともいえる視床へ到達します。視床は大脳の腹側の奥深くに位置する神経細胞の大きな集団で、情動に関する情報はここで大きく2つに分かれます。一方の経路は大脳皮質に送られ、細かく分析された上で海馬に送られ、長期的に記憶されます。他方の経路では、情報は視床と隣り合った神経細胞の大きな集団である扁桃体へ直ちに送られます。扁桃体では感覚情報が広い意味でわれわれの生存にとって有利であるかどうかの評価、価値判断がおこなわれます。

この扁桃体での情動に関わる情報の処理結果は、まず自律神経機能とホルモン分泌の中核である視床下部へ伝えられ、自律神経反応を引き起こして心臓の拍動が早くなり胃腸の動きも変化します。恐怖を引き起こすような刺激を受けたときは、同時に扁桃体から中脳へ情報が伝達され、すくみ上がるといった行動が引き起こされます。更に、扁桃体からは、大脳の帯状回や海馬のような大脳辺縁系へ刺激が伝わり、長期的な記憶にも大きな影響を及ぼします。このように、扁桃体には原初的な情動に関連した記憶が蓄えられ、この記憶と関連した情動刺激がやってくると記憶が引き出され、感情的ならびに身体的な反応が強引き起こされます。この神経回路の概略が図1の左半分を示されています。

## 感動する脳

ここまでは情動の中でも恐怖や嫌悪感に関係した情報処理過程を見てきましたが、では心地よい情動はどのようにして生じ、またどのようにコントロールされているのでしょうか？脳内で快情動が生まれるには、報酬系と呼ばれるさらに別の脳内システムが関与していますが、このシステムは扁桃体を中心とするシステムと密接な関係を持っています。扁桃体、視床下部を経由した情動刺激や腹側被蓋野と呼ばれる中脳の特定の領域を経由した快感、満足感を引き起こす刺激が、大脳腹側の深部に位置する神経細胞集団である側坐核で神経伝達物質のひとつドーパミンの放出を促します。この側坐核内でのドーパミン放出がもとになって、脳内に心地良い感情が生ずると考えられています。このシステムは、正常な快感とともに、麻薬や覚せい剤のような薬物による快感や、そのような薬物への依存の形成にも関わることがよく知られています。この快情動の神経回路の概略は図1の右半分に対応します。

それでは、音楽を聴いて快い感動が生まれる、という場合、脳内の仕組みはどのようになっているのでしょうか？音楽によって感動することにはドーパミン放出を伴う報酬系が関わるとともに、強い感動は報酬系からひろがる興奮が、大脳皮質はもちろん、脳の広い領域で同調して強まることによって起こると考えられています。音楽を聴いて快い情動が引き起こされたときに活動の高まる部位についてPETを用いて調べた研究で興味深い結果が示されています。音楽を聴いて「震えるような感動」をおぼえた場合、心臓の拍動、筋肉の緊張や呼吸数が変化し、このような自律神経系の反応が強い場合、側坐核、扁桃体、前頭前野、前頭葉眼窩野、中脳といった報酬・情動系での大きな血流変化が認められることが明らかになっています。これらの領域は、摂食、性交、麻薬・覚せい剤のような快感を引き起こす刺激に反応して活性化されることはよく知られており、音楽と生存本能に関連した刺激が脳内の快感・報酬系回路を共有することは印象的です。

更に、失音楽症という、多くの場合脳血管障害によって音楽に対する認知能力が失われた症例から貴重な知見が得られています。失音楽症の患者さんのうちのある症例では、旋律を分析的に認識する能力を完全に失っても、旋律の感情的要素、すなわち悲しい旋律か、楽しい旋律か、という判断はできます。これに対し、音楽の諸要素についての分析的な能力は完全に保たれているにも関わらず、音楽の表現する感情的要素を全く理解できなくなった症例もあります。後者では、まさに左側の扁桃体を含む大脳辺縁系から大脳新皮質にかけての領域が脳梗塞により広く冒されていました。このような二つ

の 카테고리に属する症例から、音楽を分析的に聴くことと感情的に聴くことは別のものであることが明らかになっています。

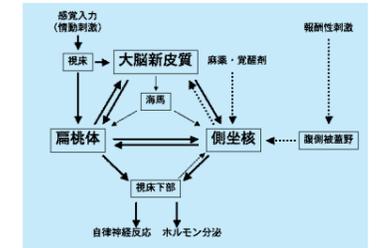


図1: 情動の脳内神経回路

## 情動を制御する分子メカニズム

これまで述べてきたように、脳内には感情が生み出される複数のシステムがあり、特に不快な感情に直接関わる扁桃体を中心とするシステムと、快い感情に関わる側坐核を中心とするシステムが主要な構成要素であると考えられます。このように、情動が生まれる脳内のシステムの理解は進んできていますが、それではこのようなシステムはどのような分子メカニズムでコントロールされているのでしょうか？システムの制御は神経細胞間の興奮伝達と神経細胞内の情報伝達のレベルでおこなわれると考えられます。扁桃体におけるコントロールの分子メカニズムは、特に情動にかかわる記憶の形成のメカニズムと関連して欧米では10年ほど前から活発に研究されるようになりました。我が国でも最近ではこの領域の研究が行われるようになりましたが、不明なことが非常に多いというのが現状です。

扁桃体内ではグルタミン酸作動性とGABA作動性の神経伝達が基盤となり、カテコールアミンによる神経伝達がこれらを修飾しています。図2では扁桃体における豊富なGABA作動性シナプス形成を示しています。扁桃体内におけるこのような神経伝達的重要性は、情動障害の治療薬の開発をおこなう上でも非常に重要になります。たとえばPTSDの病態には恐怖情動記憶の消去がうまくおこなえないことが関わっていると考えられていますが、グルタミン酸受容体のうちのNMDA受容体を刺激する薬物やドーパミン受容体を阻害する薬物の一部は恐怖記憶の消去を促進することが分かっています。今後は、このような薬物の作用機構を手がかりにして、情動記憶の形成や消去のメカニズムが明らかにされてゆく可能性があります。また、扁桃体における特異的な遺伝子発現や、情動反応にもなって発現が制御される分子の機能も重要な手がかりになります。さらに、恐怖反応が亢進しているようなモデル動物も情動制御の研究に有用です。特に恐怖情動反応の異常を示す遺伝子ノックアウトマウスが多数知られており、今後、このようなモデル動物を用いて情動の分子機構が明らかにされてゆくことが期待されます。

### 150もの標本が勢ぞろい

展示物をライトアップするため、明かりを落とした部屋に入るなりドキッとした。入口の脇に巨大な脳が置かれている。マッコウクジラの脳だ。その先にも標本がたくさん。入口でもらったパンフレットによれば、第一部にはなんと約150点もの脳や神経があるらしい。

テーマは「わたしの脳がたどってきた道」。となれば、右手の無脊椎動物から見るのが正解だろう。進化の道筋からい

えば脊椎動物より無脊椎動物のほうが先である。白い糸のような神経の入ったケースが円い台の上にたくさんあった。そのうちわけは、昆虫やエビ・カニなどの「節足動物門」、ウニ・ヒトデといった「棘皮動物門」、イカ・タコが属する「軟体動物門」、ユムシに代表される「ユムシ動物門」、そしてゴカイやミズなどの「環形動物門」である。

これら無脊椎動物のうち、最も原始的な動物がユムシだ。あまりなじみがないかもしれないが、見てくれはナマコとかゴカイに似ており、日本全域に生息する。ユムシの神経は実にシンプルだった。10センチくらいの白い糸の先に米粒より小さな輪があるだけ。本当に脳と関係あるのだろうか。いぶかりつつ眺めていると、

「この輪が大事なんですよ」

背後から女性が話しかけてきた。科学未来館の展示解説員だ。「すべての生物の脳は口の近くにあるんです。何をどれだけ食べるかを決めるのが最初の役目だったかもしれませんね」

厳密には脳と呼ぶ器官は脊椎動物の中樞神経だけで、この輪は「神経環」というらしい。なるほど、「脳の原点は食にあり」か。こういうことがわかるから生物は面白い。

ユムシよりわずかばかり進化した動物が環形動物である。アオゴカイとツツウミズスの標本をよく見ると、確かに神経環の先端が若干太い。脳のレベルがユムシより高いことは眼があることでも明らか。処理すべき情報がそれだけ多いわけだ。なんだこれ？ 目玉の大きな宇宙人みたいな神経が隣にあるぞ。手足が2本ずつあって、頭の上からアンテナが生えたような可笑しな形。この主は……「マダコ」とある。軟体動物であるイカとタコの神経は無脊椎動物のなかで最も複雑で、最も高度な知能を持っているらしい。

それに比べると、昆虫の神経は明らかに異なっている。ピーズを糸でつないだようで、ずっとシンプル。小さなユニットに分散しているように見える。

昆虫という生きものは、実は最も成功したグループのひとつである。進化の系統樹において、動物の幹は根元付近で2つの大きな枝に分かれている。その一方の先が哺乳類で、もうひとつの先端が昆虫だ。昆虫の種数は脊椎動物の20倍以上あり、すべての生物の半数をゆうに超える巨大勢力である。

まさに陸の王者たる昆虫。その成功の一因は小さくて動きが早いことにあり、昆虫の敏捷性を支えているのが他でもない分散型の神経システムだ。脊椎動物のように脳という中枢神経をおかず、個々の神経細胞が独立して機能することで、小さいながらも昆虫はさまざまな行動のバリエーションを手に入れた。加えて、処理速度の速いシンプルな構造は素早い動きを可能にした。飛行中のハエはわずか0.02～0.03秒のうちにハネの動きを変え、姿勢を立て直すという。ミツバチ、カブトムシ、オニヤンマ、オオカマキリ……いずれの標本も見事なパターンと感ぜられるのは、脊椎動物の脳とは違った方向での高い完成度ゆえだろう。

### ヒトの脳は「最先端」

無脊椎動物の先には、脊椎動物の祖先である「脊索動物」があり、さらに魚類、両棲類、は虫類、鳥、哺乳類と展示は続く。脊椎動物の基本的な脳の構造はみな同じで、脊髄から順に後脳、中脳（ここまでが脳幹）、間脳、終脳（大脳）となり、脊髄から遠いほど新しく、発達のレベルは進化の程度と一致しているという。つまり、進化が進むほど先端が大きいことになる。地球史上、最初の脊椎動物は魚で、脳のほとんどは脳幹である。両棲類の脳は魚類に近く、は虫類になると大脳が少し大きくなるものの、このくらいではまだヒトの脳とはほど遠い。鳥の脳は空を飛ぶために中脳が発達した独特の構

造をしている。哺乳類になると大脳がだいぶ大きくなり、やっとそれらしくなってきた。

哺乳類の標本は70近くあった。さまざまな違いは、ぜひ会場に足を運んで自分の眼で確かめてほしい。大きかったり小さかったり、シワがあったりなかったり、発達していたりいなかったり、いろんな見方があるだろう。だが、なんとといっても異彩を放っていたのはヒトの脳だ。人の脳では大脳が8割を占め、なかでも一番新しい前頭葉が際立って発達している。そんなヒトの脳がどんなものかは、第二部以降のお楽しみである。

### 脳がわかれば自分がわかる

標本の羅列から何らかの意味を引き出すには、よく観察し、考えなければならぬ。それに比べて第二部と第三部は、脳のしくみや働きを体感できる参加型の展示が中心で、理屈ぬきに楽しめた。おかげで子どもたちにも大人気だ。

第二部は「わたしの脳がつくる世界」。ここにはより詳しい脳の標本や、顕微鏡で見るニューロン、グリア細胞といった脳のハードウェアに加え、立体視、言語、運動などにまつわるソフトウェア関連の展示が10点ほどある。

脳が補うことにより、描かれていないはずの三

角形が浮かびあがる「カニツツアの三角形」。「2点弁別距離」は本当に意外だった。2本の棒で体をつついたらときに、手のひらでは間隔が1センチでも2本だとわかるのに、背中だと5センチ離しても1本としか感じない。原因はその場所に対応している脳細胞の数によるという。また、ブツ切りで何を言っているのかわからない声の合い間に一定の雑音が入ると、ちゃんと意味がわかるのも不思議。脳が聴覚を補正するおかげらしい。

いずれも意外だったり不思議だったりする仕掛けに丁寧な解説があり、脳についての理解が深まること必至。第二部の展示も興味深いものばかりである。

第三部の「変化するわたしの脳」は、脳の「変化」に注目したコーナーである。



見たり聞いたり運動したりするだけでなく、発達や学習も脳の働きである。コンピュータのプログラムを書き換えるように、学習した脳はそれ以前とどこかしら違うはず。また、病気と治療、老化だって脳の変化だ。

学習、翻訳、病気などについての展示もさることながら、近赤外光イメージング装置という最先端の機器を使った脳波の測定が注目の的だった。「読み・書き・そろばん」で前頭葉が活性化されるという話は今や常識。モデルを使ってそれを実際に確かめようという実験である。

SF映画ばりのコードだらけのヘッドセットをつけた男性が計算ドリルを解き始める。すると……モニターに前頭葉の活性化が映し出された！ 脳の活動って、こんなふうに見られるものなんだ。納得。

そして、この会場で最も印象深かったのが「ロボットが学ぶ創って初めてわかる学習のしくみ」という実演である。

やっていたことはとても単純で、梯子のような小型ロボットを寝た状態から自力で立つようにするだけ。問題はその命令だ。こと細かに指示を与えるのかと思いきや、頭がより高い位置にあることを検出すると、ご褒美がもらえるというプログラムのみ。これだけで試行錯誤を続けるうちにロボットは自ずと起き上がり方をマスターするという。こうした学習方法を「強化学習」というそうだ。この実演が印象深かったのは他でもない、そこに人間を見たからである。

「脳! 内なる不思議の世界へ」は第三部まで。これほど総合的に脳をとらえた催しは初めてだろう。脳研究のいまがよくわかるとても刺激的で新鮮な体験だった。

会場を出ようとしたり、出口の脇のモニターに「大人の脳でもニューロンは新しく作られる」という映像が流れていた。脳の発達は20歳くらいで終わるのかと思ったら、大人でも成長しているらしい。いい加減お古の脳を持つ自分にもまだ可能性があるようだ。それがわかっただけでも大収穫である。

著者◎齋藤海仁(さいとうかいじん)  
フリーランスライター。東京工業大学生命理工学研究所バイオサイエンス専攻修士課程終了後、新潮社「シンラ」編集部、専門誌編集長を経て独立。バックグラウンドを生かしたサイエンスとネイチャー関係のほか、さまざまな分野で活躍中。趣味は博物館めぐりと釣り。多岐にわたる活動はブログ「かいじんだもの」(<http://kaizin.blog46.fc2.com/>)にて。

「脳! 内なる不思議の世界へ」は下記の会場で開催される予定です。休館日、観覧時間等の詳細は下記会場に直接お問い合わせください。  
2006年7月15日～9月3日  
長崎県・長崎歴史文化博物館 TEL 095-818-8366  
2006年10月7日～12月3日  
愛知県・名古屋科学館 TEL 052-201-4486  
2007年3月3日～5月13日  
大阪府・大阪歴史博物館 TEL 06-6946-5728



## 私が脳神経研究をする理由 東京大学大学院医学系研究科

脳神経医学専攻 医科学研究所基礎医科学部門 神経ネットワーク分野 福島章紘 (ふくしま あきひろ)

私は現在、記憶・学習といった脳の高次機能に興味を持ち、医学博士課程で研究を行っています。

私が神経科学と出会ったのは約4年半前、当時在籍していた大学での卒業研究のための

研究室配属でした。当時の私は特に具体的に興味を持った分野や対象があったわけではなく、脳神経系についても実は、ニューロンやシナプスといった言葉は一応知ってはいるけど、それが何なのか詳しくは知らないし、自分の感覚や記憶、感情などについて、脳の働きという面から深く考えたことは一度もないという状態だったのですが、「神経ってなんか凄そう」、そんな直感だけで学部にとつかなかった神経系の研究室を選びました。

その研究室では修士課程を併せて3年間お世話になったのですが、その3年間で最も印象的だったのは、スライスパッチクランプ法との出会いでした。今まで教科書で見たことしかなかったような活動電位やシナプス伝達の様子(今思い返すと結構ひどい記録でしたが…)を初めて目の当たりにした時、私にはひとつひとつのニューロンがまるで生きてるように思えてドキドキしたのを覚えています。そして一個のニューロンの活動を見たことで、それらが何十億も組み合わせられて機能する脳の複雑さ、途方の無さに初めて気づいたと同時に、こうしたニューロンの活動が自分の中でも同じように起きていて、それが喜怒哀楽や考えの素なのかと思うと、ニューロンの発火とシナプス伝達という一見単純そうな法則の繰り返しがどのようにして日常で体験する感情や思考といった、複雑で捉えどころのないものになっていくのだろうか、とても不思議な気持ちになりました。

その後、修士課程を過ごしていくうちに、記憶に興味を持ち始めるようになりました。例えば友達と映画を見に

行ったりして、注目する部分、印象的だったシーン、見終わった後の感想が違ったということはないでしょうか?映画でなくても、同じ体験をしながらもまったく感想が違ったという経験は誰にでもあると思います。どうして思考を司る脳の構造や、脳の中にあるニューロン、シナプスの性質は基本的には同じなのに、人によって物の見方や考え方が違うのでしょうか。それは、生まれてから今まで見てきたことや聞いてきたこと、実際に経験してきたことが皆それぞれ異なるからでしょう。物事を考えるときは、自分がそれまで見聞きしてきたことや経験してきたことを土台にしているはずで、過去の経験が、その人の人となりや考え方となって表れてくるのではないのでしょうか。ここでいう「過去の経験」こそ、まさしく脳に蓄えられた記憶です。やや極端かもしれませんが、こうした理由から私は「記憶=個性」と言えるのではないかなと思っています。脳が他の臓器と大きく異なる点は、(この文を読んでいるこの瞬間にも!)絶えず変化し続けていて、それぞれ独自の脳を作り上げていることにあります。そう考えると今、自分の脳の中で何が起きているか不思議になってきませんか?こうして私は「脳はどのように動いているのだろうか」、特に「記憶はどのようにして脳の中に蓄えられていくのか」といった記憶・学習のメカニズムに興味を持つようになり、現在の研究室への進学を決意しました。

神経科学には、まだまだたくさんの未知の領域が残されています。きっと神経科学はこれからもたくさんの「ドキドキ」や「フシギ」を私に与えてくれることでしょう。経験が浅く、ほとんど神経科学のことしか知らない私ですが、4年半前、神経系の研究室を選んでよかったと思っています。この博士課程の間、そしてこれから10年、20年、そんな気持ちを忘れずに、研究を楽しんでいけたら。そしてその成果が少しでも誰かの役に立てたら…。そう思いながら実験に励む毎日を送っています。

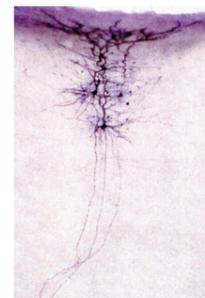


図1:初めて記録したニューロン発火の様子

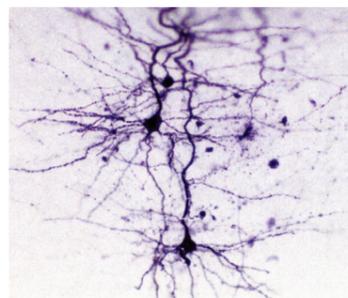
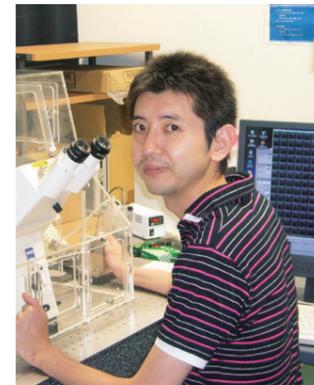


図2.3:初めて記録したニューロンの染色像



## 生命科学を志して

東北大学大学院医学系研究科付属

創生応用医学研究センター形態形成解析分野 高橋将文 (たかはし まさのり)

阿波踊りで有名な徳島は、今では明石海峡大橋を渡り、大阪から数時間で行けるようになったが、大学に入学した当時は、近くて遠い場所だった。高校生の頃、これからはバイオテクノロジーだと確信し、

生物学を専攻することになったのだが、一人暮らしを始めた喜びの中で、自分が脳を研究することになるとは全く想像していなかった。

生物学のことはほとんど知らなかったのが、生化学や分子生物学の授業はとても新鮮で、いつも楽しみだった。細胞の中で起きている目に見えない分子の化学反応を、様々な手法を開発して、解析してきた人の凄さに感動していたのかも知れない。探究心させれば、人は何でもできる。実際の研究の現場を体験したこともなく、楽観的ではあったのだが、研究することを仕事にできれば楽しいだろうと思うようになった。非常にユニークな経歴をもつ先生が多い中で、私は、工学部では珍しい、発生生物学の研究室で、卒業研究することに決めた。

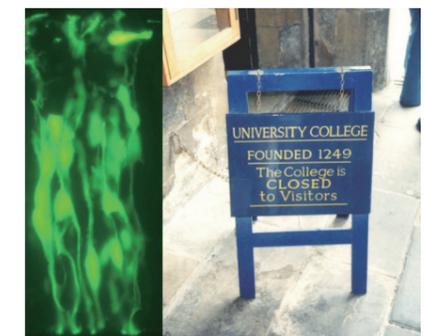
卒業研究では、まずは何か技を一つ身に付けなければならない。先輩の実験手法を学びながら、ニワトリ胚において、遺伝子発現を調べることを繰り返す毎日だった。個体の中で、遺伝子が働いている細胞にだけ色がつく仕組みだ。結果は三日後にしかわからない。だから、今でもそうであるが、顕微鏡を覗くこの瞬間はとてもドキドキし、予想が当たるかどうか、真剣になるものだ。研究のテーマは手足の発生についてであったが、遺伝子の発現様式や胚の美しかたちを見ているうちに、いつの間にか、特に脳という存在に興味を持つようになっていた。こうして、大学院生の頃から脳の研究を始めることになった。

脳が機能するためには、複雑に連結された神経細胞同士の結びつき、つまり、神経回路ができること重要である。神経細胞はいつどこで、どのようにして生まれるのか?神経発生生物学の大きな課題の一つである。そのメカニズムを明らかにするために、私は、神経細胞を作り出す親細胞である神経幹細胞を研究対象にしている。この細胞は見てのとおり、実にしなやかで、美しい。脳が形作られて過程で、それらは実際にはどのような振る舞いをし、ひとつの細胞の中でどのようなことが起きているのかを知りたいと思っている。現在は、細胞や細胞内の分子を光らせることができる蛍光

タンパク質の技術と最新鋭のレーザー顕微鏡を用いて、神経幹細胞の形態変化や細胞内の分子の動きを調べる実験をしている。まだ私達が知らない幹細胞の実像を探ることから、神経幹細胞の特性を理解し、脳の形成メカニズムに迫ろうとしているのだが、実験というのは、試行錯誤の連続である。

生命科学の道を歩み始めて10年経った。研究は一人ではできないものではない。人との出会いとか、偶然が重なり、人生の流れが変化していくのだろう。もし徳島に行かなかったら、今、脳を研究していることはなかっただろう。新しい環境を求めて飛び込んだ仙台の大隅研究室の一期生になることができたことで、先生から多くのことを学び、さらに周りには自分を磨く多くのチャンスが眠っていることに気づかされたことも、自分には大きな財産となった。博士課程の最終学年のとき、憧れだったヨーロッパでの学会に参加することができた。日本を離れ、いつもとは違う時の流れを感じるなかで、自分の研究成果を世界の人々に伝えることの楽しさを実感した。このときの小さな研究旅行の経験は自分を成長させてくれる糧となったと今でも思っている。

自分は未だ修行の身である。これからの10年、いったい何をしていくのか。最近よく考える。研究者の興味の対象や研究スタイルには幾通りもあるはずだ。短い生涯の中で多くの作品を残した音楽家もいれば、一曲を完成させるまで、何十年も費やした人もいる。重要なことは、いつの時代でも繰り返し演奏されるような作品を残すことができるかだと思う。果たして、自分がどこまでできるのかはわからないが、とにかくあきらめず、考えて、今やるべきことを貫く。自分はまだ、脳の中のほんの小さな一つの細胞を覗いているに過ぎないが、いつかきっと常識を覆すような、新しい発見や概念を打ち出すチャンスを掴むことを夢見て、今日も研究を続けている。



(左) 蛍光タンパク質で可視化したラット胚脳の神経幹細胞。長細い形をしている。(右) 学会の帰りに立ち寄ったオックスフォードUniversity Collegeの入口。顕微鏡によって初めて細胞が観察された場所である。



ブレインサイエンティストの書棚から

## 天才と分裂病の進化論

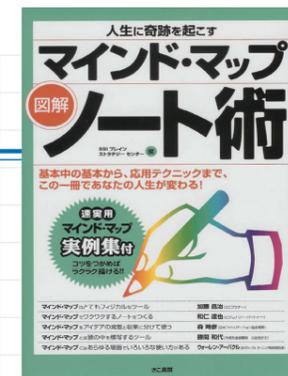
デイヴィド・ホロビン著 / 金沢泰子訳 / 新潮社 / 2002年刊行



このコーナーは脳研究者による書評を載せています。必ずしも本そのものはサイエンスに関係しない場合もあるかもしれませんが、興味を持たれた方は、是非読んでみてください。

## 人生に奇跡を起こす 図解 マインド・マップ ノート術

編者 SSIブレインストラテジーセンター / きこ書房 / 2005年刊行



はじめに、現在「分裂病」という病名は「統合失調症」に改められているが、本書が訳出された時期に呼称変更が行われたため、旧称を用いたと訳者あと書きで断っている。

本書が出た当初、本の宣伝が目に入ったが、得てして刺激的なタイトルの本は内容がかなり眉唾的なものが多いのでそのままにしていた。その後大隅先生からアカデミックな厳密さには欠けるが面白いと言うことをお聞きして読んでみた。結果はとても面白かった。

統合失調症の原因は今でもよく分からない。研究者はこのよく分からない疾患の重箱の隅をつついて研究しているので、閉塞感に襲われがちであり、このような状況を本で説明したら一般読者には全く退屈なものになってしまう。発想の大胆な飛躍が学問的にも必要である。それに応える本である。

著者のホロビン氏は、最初から精神医学を専攻したひとではないようで、途中から精神疾患の研究に係わるようになったらしい。不思議な統合失調症の世界を知れば知るほど興味が深まっていった矢先、ナイロビを訪れる機会があった。そこで目にした遺跡から触発され人類の進化について考え、サルと人間の進化上の違いは何なのか、ヒトに特異的と言われる統合失調症は進化と関係があるのかなどと思案を始めた。そして、キーワードとして脂肪の代謝に思いが至った。発想の出発点の1つとして、サルとヒトの体型で一番異なるのは脳(脂肪のかたまり)の容積、胸と尻の脂肪の蓄積がヒトで顕著になったことに気づいたことをあげている。そして、やや専門的などころまで踏み込んで脂肪の代謝についての解説まである。昨今話題となっているエイコサペンタエン酸(EPA)、ドコサヘキサエン酸(DHA)という必須脂肪酸のことが後半で頻繁に取り上げられている。

天才については、知的進化の代償というニュアンスになっているが、天才と統合失調症を取り巻く家系、社

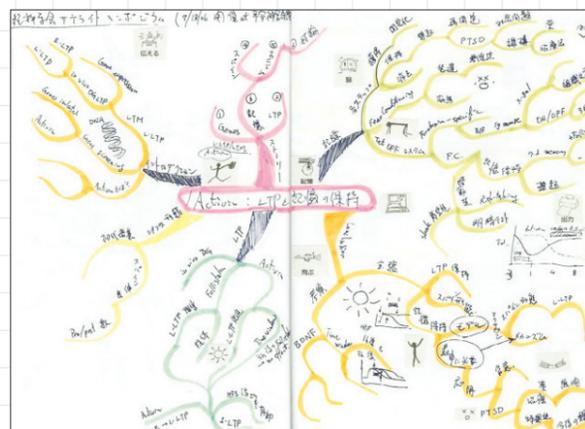
会的関連の歴史が織り交ぜてあり、読者の興味を惹きつける。

主眼はただ1点、人類が脂肪酸あるいは脂肪(脂肪酸がグリセロールに結合したもの)の代謝において何らかの飛躍的進化を遂げたために、知能の向上が図れた反面統合失調症を患うことになったということであるが、発想に至った経緯、著者の仮説を支持する状況証拠の提示、関連トピックスの挿入など、全体が推理小説のようにリズムカルにテンポ良く書かれており、一般読者も途中で飽きることなく最後まで一気に読める。

この書評を書くため、ぱらぱらめくり直してみたら、p.269に一箇所だけ自分が線を入れてあった。そこは、「(必須脂肪酸の投与が)多すぎても少なすぎても良い結果ではない。」という部分である。統合失調症の解明には革新的作業仮説が重要であるが、単純には研究が進まないという現状を自分が感情移入したものと思われる。

著者は、現在に至るまで脂肪酸代謝と統合失調症の関連について学術雑誌に何本も論文を書いており、真面目な科学者であることを付け加えておく。

◎紹介文 吉川 武男



マインドマップの実際例 ※詳しくは右頁参照

「もっと頭がよかったらなあ」と思ったことは誰でもあるでしょう。その夢を叶えてくれるんだったら、いくら払ってもいいという人も多いかも知れませんね。最近では脳力開発のhow toものが流行っていますが、試してみた人のほとんどが、役に立たなかったなあ、という感想を漏らします。

そこで、このニュースレターの愛読者の皆さんだけに、私がここ2-3年実践してみて効果があった方法をお教えしちゃいますね。たったの1,050円で頭がよくなる!?そうです、よくなるんです。この本は、頭の使い方を柔軟にするマインド・マップ法を豊富な図解入りで解説しています。この本で紹介されているマインド・マップ法は、「自分を天才だと思える本」などの著者であり数々の能力アップ法を考案してきたトニーザンが考案したノート法です。

なあんだ、ノート法ぐらいで頭がよくなるわけがないじゃない、と思ったそのの、あ・な・た!そうそう、あなたです、あ・な・た。いま読むのを止めると後悔しますよ。だって、マインド・マップ法は単なるノート法ではないのです。脳の動きに沿ったノート法、ダ・ヴィンチなどの天才達の発想法と同じ放射思考を用いたノート法、脳の中のでき事を書き表すノート法なんです。なんだかワクワクしますよね。裏表紙には、「決断すること、まとめること、プランニングすること、集中すること、記憶すること、計画を立てること、問題を解決すること、アイデアを出すこと、優先順位をつけること、時間を管理すること」などが苦手な人は、マインド・マップを使うことでそれらの問題が必ず解決できると謳っています。しかも、マインド・マップで考えることが楽しくなる!

私たちが物事を考えるとき、脳は放射状に考えていきます。一つの情報のタネから関連する情報が次々と頭の中に浮かんでいきますが、それはあたかも木の幹から枝が四方八方に伸びていくように、連想は自由に方向性を持たずに湧いてきます。発想がどんどん飛躍しあっちこっちに飛びます。マインド・マップは、脳の動きを抑制しないようにそして発想の流れを止めないように、頭に浮かんだアイデアをまるで地図を書くように紙の上に写していきます。脳の思考法に沿っ

て紙の上に書き表していきます。キーワードに加えて絵やイラストを多用すると、イメージーションの右脳とロジックの左脳が協調的に働いて脳のパワーを最大限に引き出すことができるようです。できあがったマップは、まるで神経細胞同士が複雑に連結して作り上げた脳内の神経回路網のように美しい。脳内のできごとをそのまま紙の上に写したようです。

この本は実践に即しています。下記のように様々なテーマについて、実際に書かれたマインド・マップを例に取り、作成のコツを解説していきます。記憶、独創性、目標設定、時間管理、年間目標、週間予定、1日の予定、情報の管理、マネジメント、収益改善、営業戦略、プレゼンテーション、インタビュー、議事録、企画、マーケティング、自己啓発、旅行計画、買い物、夢、などなど。掲載されているマップは、眺めるだけでも楽しいし、あなたが発想する上でのヒントにもなります。

工夫次第でいろいろなことに使えるのがマインド・マップです。私自身も研究構想を練ったり将来の目標を立てるといった大ごとから、学会でのプレゼンテーション準備や毎日の時間管理などといった小さなことにまで活用しています。ちなみにこの書評もマインド・マップで構想を練って、そのマップを眺めながら書き上げました。掲載したイラストは、学会のシンポジウム講演の構想を練ったときに作成したマインド・マップです。

みなさんもマインド・マップ法を実践して脳を活性化してみませんか?脳の活性化のためには、とにかくマップを書くことです。100本ノックを受けるような気持ちで、まずは100枚書くことを目指そうと、著者も勧めています。考案者のトニーザンが執筆したマインド・マップの本は、邦訳されたものも何冊か出版されています。マインド・マップについて興味を持たれた方は、それらも参考にされるといいでしょう。

◎紹介文 井ノ口 馨

## 第29回日本神経学会サテライトシンポジウム 「精神機能の解明を目指した遺伝子改変マウスの応用」 に出席して

東北大学大学院医学系研究科・創生応用医学研究センター・形態形成解析分野  
松股 美穂(まつまた みほ)

2006年7月18日京都平安神宮会館にて、日本神経学会サテライトシンポジウム「精神機能の解明を目指した遺伝子改変マウスの応用」が行われました。通常は結婚式などで使用される平安神宮会館ですが、当日は幸いにも(?) 仏滅で結婚式による使用がなかったため、日本有数の神社とその庭園を背にシンポジウムを行うことが出来ました。また、京都の7月は祇園祭の開催期間で町中にコンチキチン、とお囃子の音が流れていること、シンポジウムの前日17日が山鉾巡行であったことなど、演者の先生方の半分が外国からの招待客であったことを考えると、「日本らしい」シンポジウムになったように思います。

京都ではその祇園祭の山鉾巡行の前後がちょうど梅雨明けの時期になります。今年の京都はまだ梅雨明けしておらず当日もあいにくの雨模様でしたが、そんな中たくさんの方々が参加して下さり、「遺伝子改変マウスを利用して何とか精神機能を解明したい!!」という共通の命題に取り組む研究者にとって、大変良い情報交換あるいは交流の場になったように思います。

シンポジウムの内容ですが、これまで精神機能については関与している「遺伝子」についての情報が近年どんどん更新されてきているものの、「表現型」としてあらわれる様々な疾患がそれらの「遺伝子」のどのような異常によるものか、その異常によってなぜ疾患になるのか、あまりわかっていませんでした。今回のシンポジウムでは題名にもあるように、マウスの遺伝子を改変することでそのような表現型が何故起こるのかを解明しよう、という試みについての発表がなされました。「遺伝子」の異常と精神機能に関わる「表現型」との間を、遺伝子のコードしているタンパク質の機能的な意味を介することによって、その表現型が現れる理由が少しずつわかってきたわけです。精神機能を理解するために行わねばならない研究の、これからの方向性を示す有意義なシンポジウムであったと思います。

最後に私の個人的な感想を述べたいと思います。



中学、高校、大学と、技術大国日本を支えるような「技術者」を目指していた私が、あろうことか「生物系基礎研究」の道に足を踏み入れてもう9年になります。この9年間私にとって最も厄介でしかし必ず乗り越えねばならないにもかかわらず未だ乗り越えられない最大の難所が「言葉の壁」でした。勉強科目としての「英語」もコミュニケーションの道具としての「英語」もどちらも同じように苦手で、日本語は人の倍くらいのスピードで話することができるのに言語が英語に変わった途端まるで3歳児のような状態になる私にとって、外国人の先生方とコミュニケーションをとることは大変な苦痛でした。

シンポジウムが始まる前のひととき、平安神宮及び庭を招待講演者の方々と散策しました。研究に携わる方々はなんにせよ好奇心の旺盛な方が多いと感じていましたが、今回お連れした方々もそうで、矢継ぎ早に質問が飛んできます。神社の入り口になぜ酒樽が積まれているのか？なぜ龍から水が出ているのか、この水で手を洗う意味は？おみくじとは何か、なぜ木に結んでいるのか？御守りとは何か、御守りに書かれている龍や虎は何なのか？この花は何だ？なぜこの池に亀がいる？何でこの枝はこんなふうに切っているのか？ etc、

これらの問いに電子辞書を片手にしどろもどろに答えながら、私は痛感していました。英語はコミュニケーションの手段でありそれ以上でも以下でもない、コミュニケーションしたいと思う肝心の中身がなければ結局は何も伝えられない、私は日本の文化を紹介できるほど自分の国のことを知らない、と。また研究というのは「なぜだろう？」と純粋に「不思議」に思うところから始まるのではなかったか？

目の前のテーマを闇雲に乗り越えようとしていた私にとって、純粋に興味を持ち問いかけてくる招待客の方々の姿勢は、科学に対するもっとも基本的な態度を思い出させてくれる貴重な時間となりました。

シンポジウムが始まり感じたのは、同じ英語でも日常会話よりシンポジウムの方がはるかにわかりやすい、ということでした。研究をする上では日本語が英語かという問題ではなく、「科学」そのものが共通の言語である。私にとっては「言語の壁」というよりも研究をする上での「科学という言語」の普遍性を実感するシンポジウムでした。



# What's New?

"Pax6"は神経細胞の移動を交通整理する脳の管制官  
～大脳皮質の発生における神経細胞の移動メカニズムを解明～

Nomura, T., Holmberg, J., Frisen, J. and Osumi, N. Pax6-dependent boundary defines alignment of migrating olfactory cortex neurons via the repulsive activity of ephrin-A5. Development 133, 1335-1345, 2006

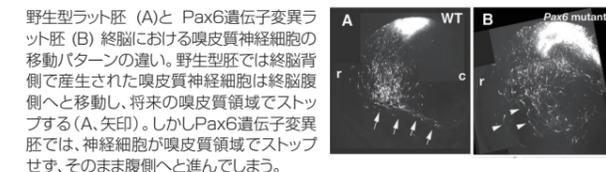
大隅研究室の助手野村真らは、脳の発生に重要な転写調節因子Pax6 (ボックス・シックス)が大脳皮質の神経細胞の移動を制御することを明らかにした。

脳の発生において、分化した神経細胞の多くは産生された場所から脳の特異的な場所へと移動することが知られている。このような神経細胞の移動過程は、脳の特異的な神経回路網形成に重要であると考えられているが、その移動の分子メカニズムについては不明な点が多い。特に移動中の神経細胞がどのようにして正しい移動経路を選択するのかについては解明が進んでいなかった。

本研究では哺乳類全胚培養系というシステムを用いて、特に発生初期の脳原基を移動する神経細胞に着目した。将来の嗅皮質(嗅覚の中樞)になる神経細胞の一部は、発生の早い時期に大脳の背側で産まれて、腹側へと移動し、嗅皮質の領域でストップすることが知られている。研究チームはこの神経細胞の移動過程を、野生型ラット胚とPax6遺伝子変異ラット胚とで比較した。その結果、発生の早い時期に産まれる神経細胞の移動パターンがPax6変

異ラット胚において異常であることが明らかになった。さらに、遺伝子の過剰発現実験や機能阻害実験などによって、Pax6は細胞膜タンパク質であるephrin-A5 (エフリン・エーファイブ)の機能を介して神経細胞の移動経路を制御していることが明らかとなった。

大脳皮質の発生研究はヒト脳の機能発達と様々な疾患との関連を考える上で極めて重要な意義を持っている。本研究成果により、脳を形成する神経細胞がどのような分子機構によって移動経路を選択しているかが明らかとなり、ヒトを含めた哺乳類の大脳皮質の発生のメカニズムの解明につながることを期待される。



野生型ラット胚 (A)と Pax6遺伝子変異ラット胚 (B) 終脳における嗅皮質神経細胞の移動パターンの違い。野生型胚では終脳背側で産生された嗅皮質神経細胞は終脳腹側へと移動し、将来の嗅皮質領域でストップする(A, 矢印)。しかしPax6遺伝子変異胚では、神経細胞が嗅皮質領域でストップせず、そのまま腹側へと進んでしまう。  
詳しくは下記プロジェクトホームページ「お知らせ」参照。  
URL: <http://www.brain-mind.jp/>

## Editor's Postscript

仙台の夏がもうすぐ終わります。こちらではミンミンゼミとヒグラシの声はするのですが、ツクツクホーシがないのが関東育ちとしてはちょっと寂しい気がします。でも、さすがに緯度が高く(サンフランシスコ、ワシントンDC、リスボン、アテネと同じ)、暑さが厳しくないのは有り難いことです。

この夏は久しぶりに「学生」になってきました。第29回日本神経学会サテライトシンポジウム(左ページ参照)と、大会シンポジウムをオーガナイズした後、そのまま米国ニューヨーク州のコールドスプリングハーバー研究所というところで開かれた、統合失調症に関するワークショップに参加したのです。Studentsと呼ばれる受講者は全部で26名。参加のためには推薦状が3通も必要という厳しさで、倍率は4倍くらいだっただけあり、皆さん意欲満々。ほとんどが博士課程の学生さん、postdocs (博士研究員)さんなどの若い方々ですが、私と同様のシニア(?)も5名。10日間、朝から晩まで講義が続き、100ページのノートがびっしり埋まりました。若い方々は講義の後に夜中までプールで泳いだりお酒を飲んでいたりして、体力の差を感じましたが、美しい自然に囲まれた研究所で充実した日々を過ごすことができました。

さて、今号でBrain & Mindは第4号となります。朝日新聞社の瀬川茂子氏による「対談シリーズ」の今回のお相手はプロジェクトチームの吉川武男先生(理化学研究所・脳科学総合研究センター・チームリーダー)で、心の病の遺伝子解析について伺いました。「脳と心のお話」は、今年度新たにチームに加わって頂いた湯浅茂樹先生(国立精神・神経センター・神経研究所)に、「情動」に関するお話を書いて頂きました。また、フリーライターの齋藤海仁氏に、日本科学未来館で行われた「脳」展見聞録をご寄稿頂きました。その他の記事を含め、どうぞお楽しみ下さい!

### Subscription Information

このニュースレターは独立行政法人・科学技術振興機構(JST)の支援による「ニューロン新生の分子機構と精神機能への影響の解明」のプロジェクトの一環として、市民への情報発信を目的として発行しています。以下のホームページからPDFファイルをダウンロードすることもできます。バックナンバーを含め冊子体の購読を希望される方は、送付先のご住所、お名前、必要部数を明記の上、下記問合せ先まで、必ず電子メールにてお申し込み下さい。無料で配布致します。CREST「脳と学習」大隅プロジェクトHPおよび合せ先  
URL: <http://www.brain-mind.jp/>  
E-mail: [info@brain-mind.jp](mailto:info@brain-mind.jp)