

Brain and Mind

●●●● volume.6 2007 09



「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.6 2007 09

特集 1

対談 ヘンシュ 貴雄×大隅 典子
脳のやわらかさ

.....P2~5

特集 2

脳と心のお話 (和田 圭司)
幼き日の記憶から考えたこと:グリアへの期待

.....P6~8

特集 3

伊藤正男
脳科学研究のメッカを訪ねて

.....P9

ヘンシュ 貴雄 × 大隅 典子

脳のやわらかさ

vol.1

ヘンシュ氏との対談を2号に分けてお届けします。

大隅 ヘンシュ先生のお母様は日本人で、お父様はドイツ人…。

ヘンシュ そしてアメリカ育ちです。東京生まれなんです。が、2歳のときに渡米して、大学卒業後に日本に留学しました。私は、小さいころからずっと並行して3カ国語を話していました。母と話す時は日本語、父とはドイツ語、外では英語と分けて身につけましたので、混乱することはありませんでした。兄弟がいるとそのルールが崩れてしまったかもしれませんが、私は一人っ子なので、自然にできました。

大隅 私が1歳のときに、母が私を置いてアメリカに1年ほど留学しました。そのとき、アメリカの子ども向けの歌のレコードや、絵本をたくさん送ってくれましたので、すごく小

さいころから英語の歌を聴いていました。英語自体は小学校3年生ぐらいから習いました。

ヘンシュ お母様からのおみやげということで、集中してお聴きになったことがよかったのではないのでしょうか。アメリカの発達心理学者の面白い実験結果があります。6か月から9か月の赤ちゃんに、週3回、30分ずつ中国人の先生と遊んでもらいました。1か月間で、合計5時間ぐらい中国語を聞いたこととなりますが、赤ちゃんたちは、中国語を母国語とする人たちと同じように、中国語に特異的な発音を認識できたそうです。別のグループに、その先生のビデオかテープだけを聞かせたところ、その子たちはいっさい学習していなかったという結果が出ました。人とかかわることが、赤ちゃんたちにとって何らかのよい意味を

もっていて、集中力が高まり、中国語が重要と認識され身についたけれど、テープではその効果がなかったと解釈されます。この例からいうと、お子さん向けの教育ビデオなどをどんなにたくさん見せても、子どもにとって重要と認識されなければ身につかない。あるいは、へんなふうになつくという心配もありますので、まだまだ環境と脳の発達について、研究する必要があります。



Profile

ヘンシュ 貴雄（へんしゅ・たかお）

1988年Harvard大学卒業後、東京大学医学部にて、修士号。1991年ドイツMax-Planck研究所のFulbright研究員を経て、カリフォルニア大学サンフランシスコ校(UCSF)にてHHMI大学院生、博士(医学)取得。1996年より理化学研究所・脳科学総合研究センター神経回路発達研究チーム・リーダー。2000年から臨界期機構研究グループ・ディレクターを兼務、理研長期在職権付研究員。2006年よりHarvard大学教授(Center for Brain Scienceとボストン小児病院)。2001年にブレインサイエンス振興財団「塚原伸見記念賞」、2005年に北米神経科学会Young Investigator賞、平成18年度文部科学大臣賞等受賞。著書には「頭のいい子ってなぜなの?」(海竜社)。

大隅 6か月から9か月というと、「臨界期」の初期の頃でしょうか。

ヘンシュ はい。「臨界期」は、脳神経回路が形成される過程のなかで、環境からの刺激に応じて神経回路網の再編、組み換えがいちばん強く見られる時期です。経験が遺伝子プログラムに強く影響する時期ですね。臨界期は、私の研究テーマです。十数年前、ちょうど、遺伝子操作で、マウスの特定の遺伝子の働きをなくしたり、変えたりする技術が脳科学に応用された初期の頃なんです。臨界期についてマウスで研究できないかと思って始めました。

大隅 先生は発達段階を研究していらっしゃいますが、私は、その前の初期の脳ができあがるような時期と、大人になってから脳の神経細胞が生まれるところを見えています。昔は、3歳ぐらいのときに脳細胞の数がいちばん多くて、あとはどんどん死んでいだけと言われていましたが、15年くらい前から、大人の脳でも神経細胞が生まれていることが

わかりました。できあがった脳というのは、コンピュータの素子がピシッリ入っていて、入力によってつながりが変わるだけではなく、素子が新たに加わっていくという見方になりました。大人の脳でも神経細胞が新たに生まれることができるのは、神経幹細胞がずっと残りつづけているからです。そして、最近、わかってきたことは、生まれる前の赤ちゃんの状態で使われている分子メカニズムが、大人の脳のなかでも働いているということです。ヘンシュ先生のところでいちばんホットな研究というところでは何でしょうか。

ヘンシュ 臨界期の脳の柔軟性を「可塑性」とよびます。私たちは、遺伝子进行操作して、生後の脳の臨界期を操作することに成功しましたが、その臨界期の可塑性を今度は大人によみがえらせる手法を調べています。

大隅 CRESTのプロジェクトに含まれていますか。

ヘンシュ はい。二つほどおもしろい結果が出つつあります。一つは、発生段階で使われた分子が、発達期に別





ヘンシュ 限られた環境に生まれ育ったマウスやネコは、臨界期に脳回路をある程度固めておくと、先生がおっしゃるように、節約になります。ところが、人の環境は変化し続けます。たとえば、飛行機に乗って、急に環境が変わって、その環境に適応できないということが起こります。また、大人になってからも第二外国語を獲得したいとか、新しいスキルを身につけたいかと思うと、プレーキ的存在が困ります。臨界期はどちらかというと邪魔な存在になっています。

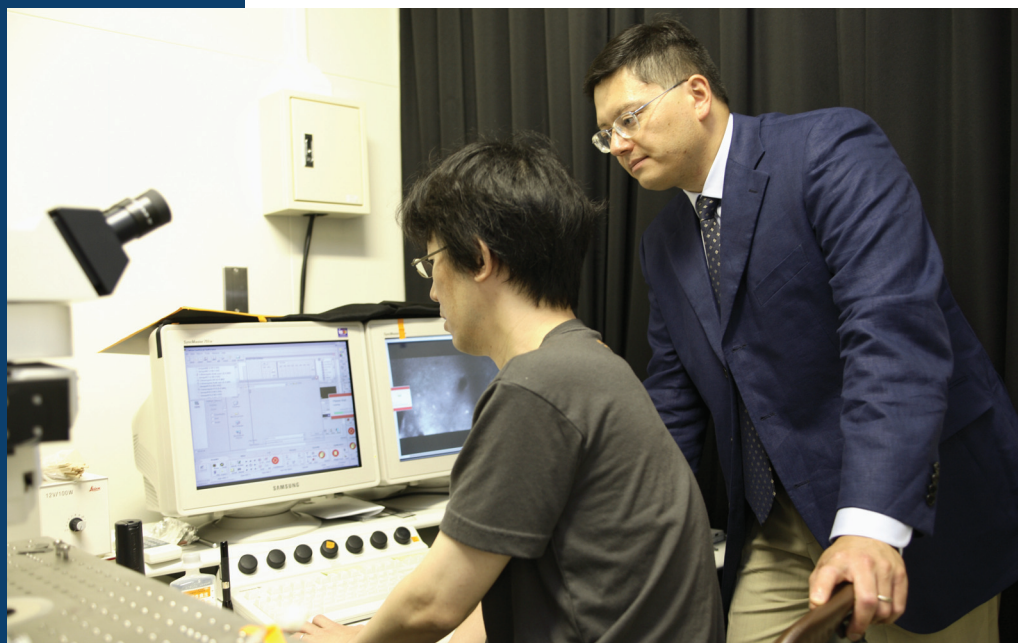
大隅 でも、新しいこと

を記憶するようなことに関しては、あきらめなくてもいいのではありませんか。海馬では、新しく神経細胞が生まれています。海馬は、記憶の入口と位置づけられ、短期記憶などがそこにまず定着するのではないかとされています。そこに新たな神経細胞が生まれてくるということは、可塑性そのものを見ている可能性が強いのではないかと考えています。残念ながら脳のすべてで神経が生まれているわけではありません。

ヘンシュ そうですね。機能別に臨界期は強く現れたり、

の役割で現れることです。生後の脳では、できあがった神経回路の活動に応じて可塑性が起こりますが、そのとき発生段階の分子がおもしろい役割を果たしているそうです。もう一つは、可塑性が起こっていけない時期に起こらないようにさせるプレーキ的な分子がわかってきました。可塑性が起こらない、つまり柔軟に脳が組み換えられないようにする分子が、いくつか存在しています。もしかしたら、可塑性を引き起こすメカニズムは常にあり、それをうまく抑えることで、臨界期らしき現象が現れているのではないかと考えています。

大隅 プレーキのほうが大事かもしれないということですね。刺激はこの程度しかないということがわかれば、必要以上にいろいろな可能性を残しておく必要がない。だから、そこはもうシャットオフしてしまう。フレキシブルにしておくと、生物は大きなエネルギーを必要とするので、閉じてしまったほうがエネルギー的に得をするのではないか。生物の上手なストラテジーのような気がしますね。



ゆるく現れたりします。

大隅 大人の脳の神経新生がうまくいかないことと、うつ病などが関係しているらしい証拠が多数出てきています。新たな神経細胞の産生をうまく維持できることが、心の営みに重要ではないかということです。そういう観点から、研究の応用の出口の方向として、私たちは特に栄養という観点を考えています。栄養で、神経新生をよくすることができれば、しかも副作用が非常に少ないようなかたちで行うことができれば、とてもベネフィットがあるのではないかと考えています。

ヘンシュ そうですね。私は、最近、自閉症などは、臨界期の異常ではないかと考えています。自閉症はいまアメリカで増加していて、160人に1人が自閉症という高い率になっています。この原因はよくわかりません。病気が認識される率が高くなっただけなのか、実際に増えているのかはわかりません。

私たちの研究で、大脳皮質にある2種類の神経細胞、興奮性細胞と抑制性細胞では、抑制性細胞のほうが臨界期の開始の時期設定をしていることがわかっています。興奮と抑制のバランスがうまく取れない場合に、統合失調症や自閉症につながる可能性があります。遺伝子の研究からも、興奮と抑制を調整する遺伝子がかかわる可能性が見えてきています。特に自閉症は、3歳以降に正常な発達過程からずれますので、臨界期の神経回路網を組み換える大事な時期に、環境からの影響を受けて症状が出ていると考えられます。

大隅 自閉症の場合には、臨界期が早く閉じてしまうのですか。

ヘンシュ 仮説としてはそうです。早く閉じたり、後ろにずれたりするのではないかと。いま、ボストン小児病院で研究をしていますが、興奮と抑制のバランスを操作すると、少なくともマウスでは、臨界期を後ろにずらす、あるいは早めることができます。もしかしたら、自閉症では、ある脳機能は、臨界期をまだ迎えていない。別の脳機能は臨界期を早く閉じてし

まい、天才的な面もあるし、機能が発達しない面もあるということになるのではないかと思います。

大隅 いまお話を聞いていて、興奮性と抑制性のバランスのところが非常に重要だと思いましたが、そこにもう一つ、私としては「役者」を加えたいと思うんです。それは、グリア細胞といわれるものです。グリアは、日本語では、神経膠細胞といいます。グリア細胞の一つ、アストロサイトは、血管と神経細胞の間の橋渡しの役割をしています。例えば血管のなかに入ってくるいろいろなホルモンやサイトカインなどの分子や栄養を神経細胞に届ける。その微調整が悪いと、いろいろなアンバランスが起きてくる可能性があります。

ヘンシュ グリア細胞は、神経細胞のつなぎめである「シナプス」の形成にかかわっていることが最近わかってきています。先ほど言っていた、大人になってからのプレーキ的存在にかかわる可能性があります。

大隅 私たちがモデル動物として使っている中でも、神経細胞の異常とともにグリア細胞の異常が見られるものがあります。もしかすると、両方大事なのではないかと思い、二つの方向からアプローチしはじめたところです。

.....この対談の続きは、次号vol.7へ掲載されます。



脳と心のお話 ((第六話))

国立精神・神経センター神経研究所
疾病研究第四部 部長 和田圭司



遠〜く、昔、自分がまだ子どもだった頃、一番古い記憶は何だったんだろう、と皆さんもよく考えたことはありませんか？ 断片断片に情景が思い浮かびます。私の場合は、本当にそれが一番古い記憶として正しいのかどうか分かりませんが、家族、親類と花見に行った景色が思い出されます。桜だったか、花がいっぱい咲いていて、石段を下りた先の少し広くなったところでお重を広げて…。そのあとは思い出せないのです。

ですが、そういうシーンでした。その日だったかどうか分かりませんが、窓の日上げが下ろされた、たぶん阪急電車でしょうか、電車に乗っている場面も思い出されます。普段使っていた近鉄電車の日上げとは異なっていたように思いますので、阪急電車の記憶が残っているのは、自分にとってとても嬉しい体験だったからだろうかと思ったりもします。このように、幼少時の、あるいは長じてからもそうだと思いますが、記憶というものは断片、断片として誰しも残っていると思います。でも、あるところからであって、それより以前の幼少時の記憶はどうしても思い出すことは出来ないようです。

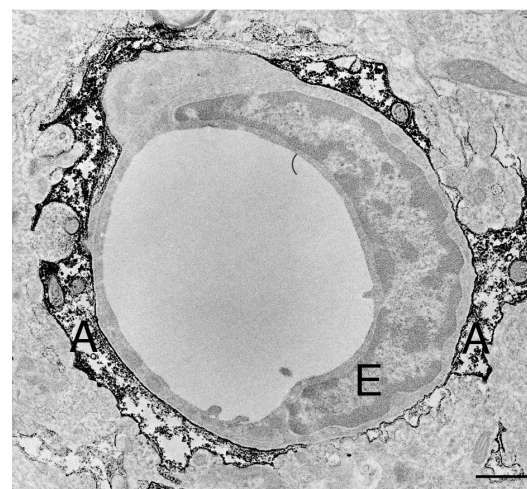
なぜある時からしか思い出せないのでしょうか？ いろんな説があるようです。記憶過程そのものが未熟なのだという考え方があるようですが、小学生の時も中学の時もそれぞれの記憶は断片断片としてしか残っていないわけですから、長期記憶に関しては、記録、保持、あるいは想起という部分はそれ自体がひょっとしたら比較的未熟なままなのかもしれません（逆に言えば忘却の力がそれだけ強いとも考えられます）。重大なことに対しては意識の下に置く力が大人より強く働くのだというようなことも言われていますが、悪いことだけでなく良いことも、ある時を境にしてそこから昔はさっぱり思い出せないようです。私自身は知識があまりありませんので詳しいことはよく分かりませんし、大それたことはいえませんが、なぜある時からしか思い出せないのかと言うことを考えた場合に、ひょっとしたら幼少時の記憶は覚えていないということがその後の自分自身の発達のためには必要なのではないかと、突拍子もないことを考え

たりもします。脳を育むためには時として（完璧な）忘却も必要なかもしれません。生体は、その生命活動の仕組みにおいて基本的には合目的なシステムを作り上げていると思いますので、ある時から昔を全く思い出せないのも理由があるのだらうと思い、そんな突拍子もないことを考えた次第ですが実証するにはなかなか難解な課題かもしれません。

大人と比べた場合、幼少時の不思議な面はその他にもいろいろあるように思います。胎児もそうです。学生時代に不思議に思ったことはどうして胎児はお母さんの子宮の中で逆さまの位置なのか、どうして体の部分に比べて頭は大きいのかということでした。頭が下にあるのは産道を通る加減でその方が望ましいからというのは理屈が通っているように思いましたが、頭が体部に比べて大きいのは今もなにやら謎めいています。最近では子供の体型もよくなって、今では八頭身近いという子供も出てきているかと思いますが、それでもさすがに生まれた時から八頭身の赤ちゃんはいないでしょう。頭が下向いているわけですから、重力の影響を指摘する人がいるかもしれません。でも、いわゆる逆子でも頭部の成長は同じです。ではなぜ大きいのでしょうか？ 私には、胎児期には体幹に比して頭部が大きくなければならない理由があるように思えます。胎児期だけでなく幼少時は体幹にくらべて頭部は大きいですが、長さの比率から言えば胎児期の頭部の大きさは特徴的です。まず、体幹よりも脳という部分を構築することが必要だからかもしれません。ではその頭部を先に大きくする機序ですが、胎児の自律的な元々持って生まれた仕組みが働いているからとしか今のところは言いようがないように思います。頭部を大きくすると言うことは、脳や頭蓋骨の構成細胞が活発に増殖して組織としての容積を増しつつ分化を果たすと言うことであると思われるが、代謝・栄養学的にみれば十分な物質が供給されねばなりません。例えば、胎児が自分で作れない必須アミノ酸や必須脂肪酸などは母体からもたらされるはずですが、それらは胎児の全身にくまなく分布すると考えた方が自然と思われる。とすれば、頭部が大きくなるには胎児期に頭部でこれら必須の栄養素を積極的に取り込む自律的な仕組みが働かないといけないと考えられます。脳の構成にはもちろん必須アミノ酸や必須脂肪酸以外にも必要なわけですから、胎児期には頭部で栄養素全般を積極的に取り込む仕組みが働いているようです。私たちは、この仕組みを明らかにしたいと考えてCRESTにおいて研究を進めているところです。

さて、代謝・栄養面に話が及びますと、脳におけるグリアの重要性について触れないといけないでしょう。なぜなら、グリアは脳内代謝を考える上で大変に重要な細胞だからです。グリア

細胞は日本語で書けば、神経膠細胞と表されるようにこれまで神経細胞に対して糊のような役割をする細胞、つまり支持細胞としての位置づけがなされてきました。しかし最近の研究から、グリア細胞も積極的に神経伝達を制御していることが明らかになってきています。このあたりの事情は例えばMillerによるThe dark side of glia.Science.308:778-781, 2005あたりが詳しいですが、Neuron-Glia Interactionというセッションが神経科学関連の多くの学会で設けられている昨今の状況を見ましても、その重要性に着目が集まっていることが分かります。（少し余談になりますがこの言葉のネーミングには日本人の先達が居られることを学びました。1971年に新潟医学会雑誌に中田瑞穂先生がNeuro-Gliologyと題した小論文を寄稿されています。詳しくは特定領域研究「グリアーニューロン回路網による情報処理機構の解明」のホームページをご覧ください）。さて、グリアに本題を戻しますと、私たちは神経細胞とグリアという脳の中だけのことでなく、広く末梢からの情報も含めた「生体情報とグリア」という観点からグリアを捉えるようにしています。その理由は、血液脳関門の構成成分を考えたら分かりますように例えばアストロサイトは血管と接している事実があったりするからです（図1）。代謝栄養面を考えれば脳への入り口はアストロサイトに代表される非神経細胞と考えても良いと思います（非神経細胞には脈絡膜細胞など重要な細胞がありますが、今回は紙面の都合で主にグリアを述べます）。胎児期には血液脳関門は未熟とされているので特にグリアが発生した妊娠後期以降における脳内代謝におけるグリアの重要性は大変高いのではないかと考えています。ですので、胎児期に頭部で積極的に働いていると予想される栄養素取り込み機構にはグリアが主要な役割を果たしているのではないかと期待しています。また、胎児に限らず成人で



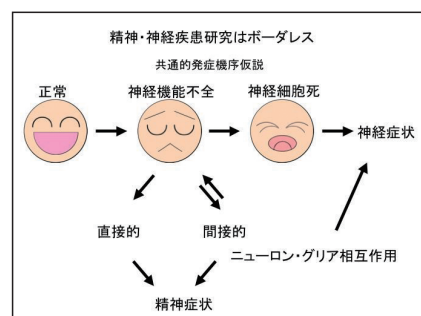
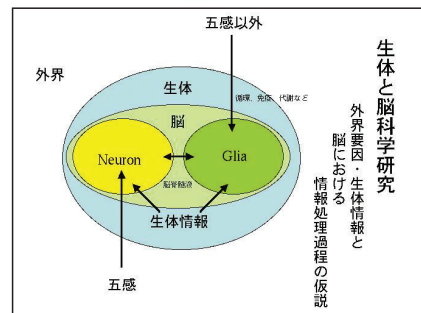
(図1)
ラット大脳皮質のグルタミン酸トランスポーターGLT-1の免疫電顕像。GLT-1陽性アストロサイト突起(A)が血管を取り囲んでいる。E: 血管内皮細胞。Bar=1um
(疾病研究第4部 古田晶子博士提供)

も、例えば、神経変性疾患、アルツハイマー病などは以前から脳血流との問題が論議されていますし、さらに最近の研究では、アルツハイマー病は生活習慣病のカテゴリーに入るという仮説が各方面から提出されています。精神疾患でも、同様に例えばうつ病と生活習慣の関連などが取りざたされています。これらの仮説の生物学的検証にはまだまだ実証の実験が必要ですが、脳の生理と病態を解析するには脳の中だけを見ていたのではことが足りないということの現れと考えられます。グリアは脳疾患の発症の原因にもなり、病態の形成にも多大に関係すると考えますが、このようにグリア一つを論じて脳の中だけを観察するのが脳科学でなく、広く生体を観察するのが脳科学の真髄といえるのではないかと思います。

思えば、脳活動の評価にこれまで多大に寄与してきた脳波学は、その初期、肝性脳症など生体代謝との関連で研究が進んできました。脳波に限らずPETにしてもfMRIにしても今脳画像解析装置で捉えられている現象の多くは脳の代謝が多大に関係します。ですので、これらの脳機能画像解析装置で測定される多くのデータにはニューロンだけでなくグリアの活動性が大いに寄与しているだろうと予想します。さて、そのように考えますと、先にグリア一つを論じてもと書きましたが、少し修正をした方が良いだろうと思います。グリアはもちろん教科書的にはアストロサイト、オリゴデンドロサイト、ミクログリアに大別されますが、ニューロンが例えばグルタミン酸作動性ニューロンやGABA作動性ニューロンなどに細分されるように、3種のグリア細胞もそれぞれもっと細分されることが分かってきています。グリアの多様性とでも言いましょうか、細分されたグリアはそれぞれの脳部位で選択的な機能を持っていると考えて良いだろうと思います。将来は、グリアはアストロサイト、オリゴデンドロサイト、ミクログリアの3種にしか分類されていなかった時代があった、という様に振り返られる未来が来ると思います。脳活動・ところといった問題を捉える場合に神経情報伝達の解析に加えて、それぞれの脳部位でのグリアがもたらす脳内の代謝・栄養学的事象も重要な解析課題と考えます。更に話を広げれば、代謝・栄養と切っても切れない関係にある内分泌、免疫など生体反応に関わる極めて重要なシステムと脳機能、ところとの関連性をグリアの面から、さらにはグリアーニューロン相互作用の面から捉えた研究はとっても重要と考えています。このような研究を発展させたいなと思いますし、発展させねばと思います。さらにもっともっと話を広げれば、生体情報だけでなく、いわゆる末梢神経が主役の五感以外の外界との関連において、グリアというものを捉えていくことが要求されるでしょう。話は尽きませんが、例を一つあげれば、うつ病と季節、気圧

脳と心のお話 (第六話) 「幼き日の記憶から考えたこと:グリアへの期待」

など気象事象との関連は疫学的にも言われていますし、患者さんの生の声としても良く聞く事柄です。脳の病気、こころの病気を考える場合、脳における外界センサーとしてのグリアという位置づけをしてみるのはいかがでしょうか。また少し「外界」から話はそれますが、神経変性疾患におけるうつ病などの問題



(図2) 生体、グリアを意識した脳科学研究の重要性や精神・神経疾患研究はボーダレスな観点から取り組む必要があるのではないかという自説をそれぞれ図示したもの。

はこれまで患者様の心理的な側面で説明されてきたことが多くありました。しかし最近の研究からうつ病の発症も神経変性疾患自体が持つ固有の生物学的機序に基づく場合が多いと考えられるようになってきています。神経変性疾患はこれまで神経細胞死を特徴とする疾患と捉えられていましたが、神経細胞死に至る前の神経細胞機能不全の状態が、発症機序解明の点からも根本的治療法開発の点からも重要視されています。この神経細胞機能不全ですが、精神科領域の症状を引き起こす元にもなっているのではないかと想像します。さらに神経細胞機能不全や神経細胞死がグリアの変調を誘導し、ニューロン・グリア相互作用のバランスを崩し、同様に精神科領域の症状を引き起こす局面もあるだろうと考えています(図2)。

生物の進化を見た場合、下等動物であればニューロン対グリアの数の比は分母であるグリアの数が少なく比としては大きくなりますが、高等動物になればなるほどその比が小さくなり逆転していきます。精緻な脳活動を絶妙にコントロールするためにグリアというものが生み出されてきたのでしょう。外界、生体情報などを巧みに捉えたグリアがもたらす神経伝達の制御が実は知能、記憶など高次脳機能を生み出す支えとなっているようにも思えます。しかし、グリアを増やすことは脳機能の制御という面ではよい効果をもたらしましたが、反面、外的要因により多く触れるようになったわけですから、高等動物は

ストレスに対して脆弱だと言われるように、グリアを増やしたために脳とこころの病気を時として発症するという負の面も併せ持ったのだと想像します。

さて、冒頭に、幼い頃の記憶を書きました。幼いとき未熟なりにも言葉を獲得し親とも対話していたと思われる自分ですが、ある時点より昔の幼い自分の記憶を全くさかのぼれないこの現象は、先に大胆にも「(完璧に)忘却することが必要なのかも」と書きましたが、グリアによりもたらされるものもある、と考えるのはいかがでしょうか?少し大胆すぎるかもしれませんね…。グリア・ニューロン相互作用がいつ完成するのかは諸説あると思いますが、グリア・ニューロン相互作用が成熟しきるまでは情報処理容量に関して負荷をかけない様に、またグリア・ニューロン相互作用が成熟するまでにさらされた外界・生体情報は、免疫系に例えればあたかも免疫寛容状態であるように、ある程度の刺激に対して許容範囲を有し、他方重大な事象への再暴露に際して脳が過大に反応しすぎないように、記憶を多く留めない機序がはたらいっているのかなと想像します。幼い頃の「忘却」はその後の成長にとって望ましい、ということ自体が反論を浴びる仮説と思いますが日頃考えていることの一端を文字にしてみました。

最後に、振り返れば、神経疾患、精神疾患、と学生の時から分けて教育も受け、そのように考えてきましたが、遺伝子・蛋白質についていえばそれぞれの疾患でキープレーヤーといわれるものはかなり重複があることが分かります。精神・神経疾患研究、脳とこころの研究は分子という面から見ればボーダレスな時代に入っていると言えるのではないのでしょうか(図2)。です、先にも神経細胞機能不全の所などで記しましたが、ボーダレスであるが故に、今まで以上に生体という観点を重視した展開が重要と考えております。本シリーズをこれまで書いてこられた先生方の博学かつ啓蒙的な文書と違い、今回ははなはだ私的な文章で恐縮であります、何かのお役に立てれば誠に幸甚であります。



プロフィール

大阪大学医学部卒。ソーク研究所ポストドクトラルフェロー、米国国立衛生研究所客員研究員を経て、1992年9月より国立精神・神経センター神経研究所疾病研究第4部長。現在の専門は病態の分子神経科学。神経変性疾患からこころの分子基盤に渡る分野を解析中。夢のある研究が推進できる華のある研究者を育てるため日々努力中。研究(運営)方針は「青山元不動、白雲自去来」「明歴露堂」。

H.P

<http://www.ncnp.go.jp/nin/guide/r4/index.html>

脳科学研究のメッカを訪ねて 理化学研究所脳科学総合研究センター

RIKEN Brain Science Institute (BSI) <http://www.brain.riken.go.jp/>

東京の地下鉄有楽町線「銀座一丁目駅」から約40分で、埼玉県和光市にある「和光市駅」に着きます。そこから徒歩20分の距離にある理化学研究所(理研)の和光キャンパスの一角にひときわ高く聳えるのが脳科学総合研究センター(BSI)です。1997年10月の開所時には、3階建ての西研究棟と5階建て(地下1階)の東研究棟だけでしたが、今は9階建て(地下1階)の中央研究棟、2階建ての池の端研究棟を加え、57研究室、研究員及びテクニカルスタッフ等を含め500人を擁する大センターです。

BSIでは、21世紀の科学といわれる脳科学に新機軸をつくろうと種々の工夫がなされています。外国人研究者の割合は約20%、研究室を主宰する外国人の研究代表者は20%を超えます。また、研究者は30歳代の前半を主体とする若い年齢構成です。研究者の訓練領域は、生物学、医学、工学、認知科学、その他に広くまたがっており、過去10年間、その融合に力を注いできました。リサーチリソースセンターと呼ばれる共通の研究技術センターを置き、誰でも好きな技術を何時でも使えることがモットーです。世界中から広く講師と聴講生を招く「サマーコース」、全研究者を3日間、缶詰にする「リトリート」も毎年行われています。

開所以来10年間の成果ですが、「脳を守る」領域では、アルツハイマー病、神経変性疾患、躁うつ病、総合失調症などの病因解明が目覚ましく進みました。最近、自閉症の原因遺伝子と思われるものも見つかりました。「脳

を育む」領域では、大脳皮質神経回路の発達の臨界期の仕組みが見出され、また、生後まもない時期の養育の条件により、成長後の脳活動に大きな影響が出ることがわかってきました。

「脳を知る」領域では、記憶学習に関わる分子過程の解明が進み、また、目で見たものの形を認識する大脳連合野の仕組みが明らかになっています。「脳を創る」領域では、脳独特の情報処理の様式の解明に取り組んでいます。さらに、こ

れら4領域を支える「先端技術開発」では、細胞内部の分子活動を、蛍光タンパク質を用いて可視化するバイオイメージングを始めとする研究技術の開発が進んでいます。

開所から10年が経ち、BSIには、これからの10年間で本当の勝負どころだという空気が漲っています。

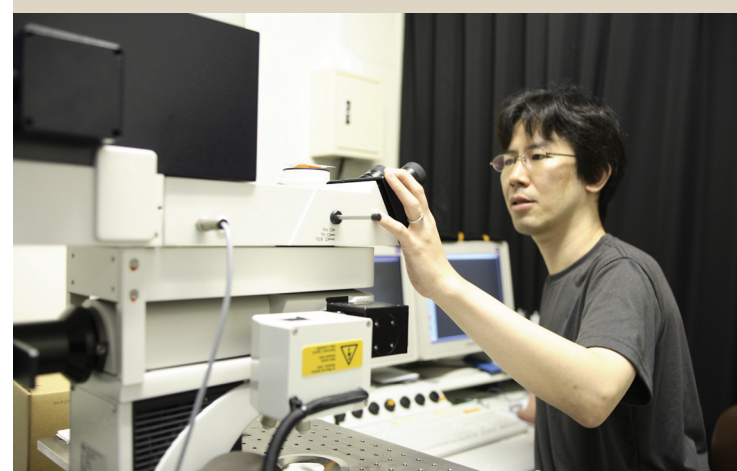
(BSI特別顧問 伊藤正男)



BSIにおける外国人研究者の出身国

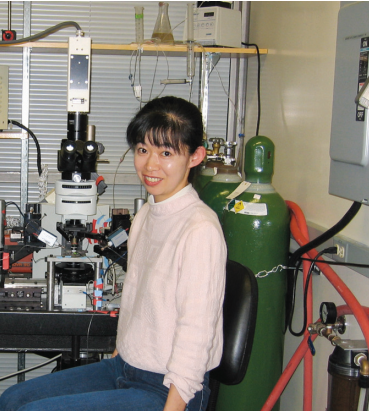
アジア	中国	12人	(13%)
	イラン	5人	(5%)
	インド	4人	(4%)
	韓国	4人	(4%)
	その他	9人	(9%)
北中米	アメリカ	12人	(13%)
	その他	2人	(2%)
欧州	フランス	11人	(12%)
	イギリス	6人	(6%)
	ロシア	6人	(6%)
	ドイツ	5人	(5%)
	ポーランド	3人	(2%)
	その他	16人	(17%)
合計		95人	(100%)

(2006年10月1日現在)



研究室の窓から南アルプスを臨む

名古屋大学・環境医学研究所 吉村由美子



私は大学に籍を置く神経生理学者です。脳の神経回路がどのように情報を処理しているのか、あるいは経験に依存してどのように神経回路が形成されるのか、ということを生理学的に調べています。実験をして、データを解析し、論文を書き、他の人の論文を読んで考えるということに多くの時間を費やし、その仕事を持って国内外の学会に出かけて、他の研究者と意見交換をするというのが、私の研究者としての仕事です。

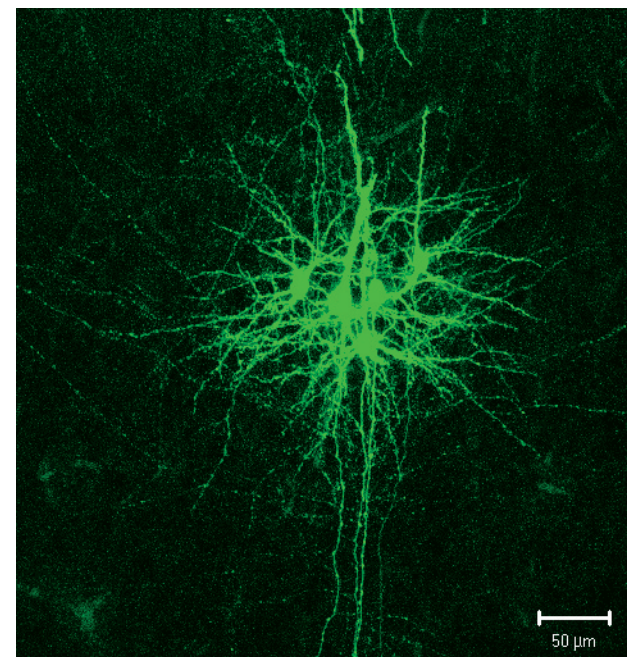
私は実験が好きです。人を相手に話をするのは嫌いではないけれど、あまり得意ではなく、それよりも神経細胞（ニューロン）を相手にして、情報処理を実現している脳のハードウェアとソフトウェアを明らかにするために工夫を凝らすというのが性に合っています。実験装置の中心には、ニューロンを観察する顕微鏡を据え、その周囲をマニピュレータで堅め、レーザー、アンプ、オシロスコープ、パルスジェネレーター、コンピューターなどを天井近くまで積み上げて、バリケードのようなエレキの塊の中にこもって、直径約10マイクロメートルのニューロンから微弱な信号をそっと記録します。大脳には数百億のニューロンがあり、それらのニューロンは別のニューロンと神経結合（シナプス）を作り、信号のやり取りをします。一個のニューロンは数千から数万のシナプス入力を受けており、それが数百億あるのですから、その神経回路が複雑なのは言うまでもありません。でも、それらはだたらしめにつながっているのではなく、ある特徴や特定のルールを持っていて、そのような発見にめぐり合うことは、非常に嬉しいことです。

人間が勝手な思いこみで「脳の働き方はこのようなものだろう」と想像しても、脳ははるかに複雑な振る舞いをします。その想像と結果の乖離の部分に、取り組むべき問題が沢山含まれています。誰もが自分や他人の心や気持ちに興味を持ちます。それを生み出しているのが脳であるからには、どれほど複雑だとしても私は脳の仕組みや成り立ちを明らかにすることに一石を投じたいと思います。この素晴らしい、そして時には自分でもてあますような脳の機能が、細胞体に突起をはやしたニューロンが集まってできているとは思議です。脂質、た

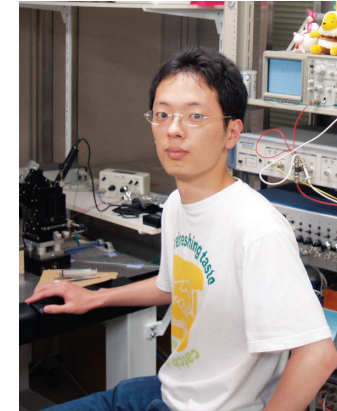
んぱく質、水、糖、無機質を材料に、生物が実現した見事な機能に感心し続けています。

私の研究室は名古屋にあり、私の家庭は大阪の枚方にあります。毎日、JR新幹線での通勤です。研究者として仕事をしながら、家庭生活をもつという、いたって当たり前のことを望んだらこのようなことになってしまいました。天気がよければ、研究室の窓から南アルプスの峰々や御嶽山が見えます。毎朝、出勤するために、京都を通り、近江の田園風景を眺め、関が原を越え、木曽川を越えます。仕事や家庭の心配事がない時は、そのような景色を楽しんでもいられますが、うまく回らない時は、同じ景色も重くなります。どうして同じものを見ても、その時々で脳は違って感じるのだろうか？ニューロンがいくつ集まったら、心らしきものが出てくるのだろうか？神経回路研究の延長上に脳の理解はあるのかしら？心ってなんだろう？長い車中、持ち帰った論文を読むのにも疲れると、実際の研究や学会発表とは少し離れた次元で脳について哲学します。

では、そろそろ記録されるのを待っているニューロンの元へ戻ります。



写真説明:記録したニューロン



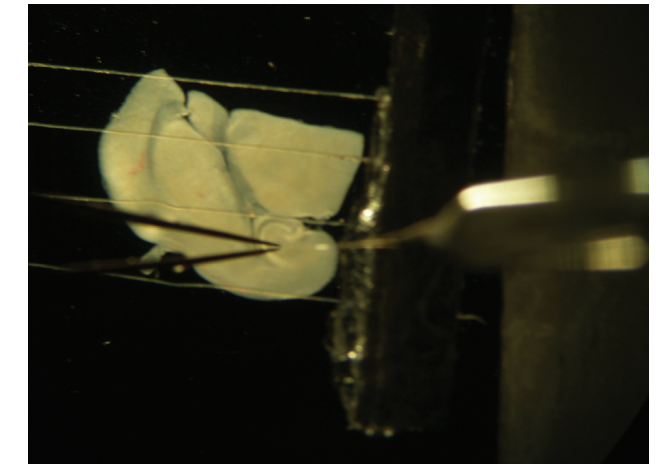
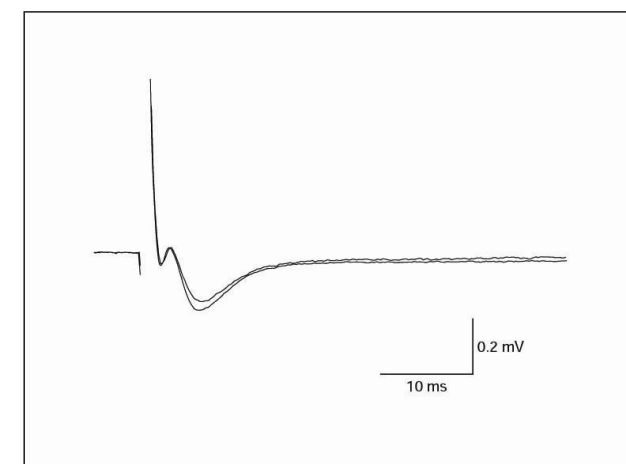
私が神経科学を選んだきっかけ

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 浜田駿(はまだ しゅん)

私は現在、博士課程の学生として、神経科学を研究していますが、はじめから神経科学に興味があったわけではありませんでした。私が生物学に興味をもつようになり、この道に進むことに決めた最初のきっかけは、高校生の夏

休みに、高校生などに最先端の研究施設で、実験などを体験させるサイエンススクールというイベントに参加したことです。そのとき行った内容は、自分の血液からDNAを抽出するという、今思えば研究ではなく日常作業ぐらいのささいなことでした。しかし、自分の赤い血液に、色々試薬を加えたり、遠心分離して行って、最後にエタノールに漬けた瞬間に白いもやもやしたDNAが出てくるのをこの目で見たことで、DNAについてもっと知ってみたいという気持ちが起こりました。

そのころの私は将来やりたいことというのも特に無かったのですが、研究している人々が、会社勤めのような堅苦しさも無く、マイペースで自分の好きなことをしているのを見て(そのときはそのように感じてしまいました)、研究者になってみるのもいいかなと思いました。そこで、せっかくDNAに興味を持ったわけだからDNAを研究する人になろうと思い、地元の大学の理学部生物学科へと進路を決めました。しかし、大学に入ってから、生物学についてより深く学んでいくにつれて、DNAというのは研究の対象というより、もうすでに研究の道具として使われているということを知りました。そして、ポストゲノムの時代というように言われるようになった今、自分は何をやろう



と考えるようになりました。そうして考えている中で、自分たちの体を構成している様々なものについては、もうすでに分子レベルで大体のことは分かっているけれど、物体として存在しない自分たちの意識とか、記憶といったものは、結局のところなんなんだろうと思うようになり、神経科学が新たな興味の対象となってきました。

そこで、卒業研究では神経に関係した研究の出来る研究室を選びました。そして、研究室に入って、実験のときはもちろんのこと遊ぶときですら妥協しない先輩の姿を見て、マイペースで仕事をするというのは、好きなだけ楽するのではなく、研究するときは目一杯仕事をして、遊ぶときは思いっきり遊ぶということなのかなと思いました。そこでは神経の分化制御、機能維持に関わる神経特異的転写因子の転写活性化制御についての研究を修士修了までやりました。そのころは、培養細胞やタンパク質を用いた実験が中心でした。

そのため、神経の研究をしているのに、脳やニューロンを生で観た事が無いという有様でした。そのようなことから、もっと脳や神経を解析する様な研究に携わりたいという気持ちが自分のなかに沸いてきて、博士課程では今の研究室を選びました。

今は中枢神経系におけるシナプス伝達機構の解析を通して、記憶、学習といった高次脳機能や、神経新生の制御機構の研究を行っています。最近はお動物を用いる実験が変わったので、日々の生活がマウス中心になってきました。研究というのはなかなか簡単には結果が出て来ないし、なかなか思い通りには行かないことが多いですが、地道にやり続けて行きたいと思います。



ブレインサイエンティストの書棚から

冬の鷹

吉村 昭 著／新潮文庫／1976年発行



現在の日本の研究者がおかれた環境は、いわゆる競争的環境で論文の数やインパクトファクター、獲得した研究費の額などを競わせておけば怠けないで働くにちがいないという国の政策に縛られており、私のような解剖学を基盤においた研究を続けて来て、そろそろ定年も遠くないと言う人間にとっては悲しみを感じる状況です。医学生のごろに味わった大らかで情熱にあふれた学問がとても懐かしく思われます。科学者にとっては、得られた研究成果を公表し人類の共有物として社会に還元することが最も具体的な義務と言えると思います。publish or perish（論文を出版できない科学者は消え去るのみ）ということばがあって、競争的環境を象徴するものですが、私自身は研究成果を公表することの大切さとともに、成果を出版するという仕事の困難さをも象徴する言葉ととらえたいと思っています。

前置きが長くなりましたが、私が今回取り上げたい本は、吉村昭氏の作品「冬の鷹」です。吉村氏（1927-2006）は幅広い領域の歴史ドキュメンタリー、特に医学を含めた前人未踏の領域の開拓物語を残しておられます。その中で、「冬の鷹」は江戸時代後半の1774年にオランダ語の解剖学書「ターヘル・アナトミア」（原書はドイツ人Kulmus J. A.があらわした解剖図譜）を日本語に翻訳し、漢文全訳の「解体新書」として出版する過程に関わった人々の苦闘を生き生きと描いています。1771年、ターヘル・アナトミアの原書を携えて小塚原の死刑囚の腑分けに立ち会った前野良沢、杉田玄白らが西洋医学の進歩に驚き、我が国の医学のあまりの遅れを恥じて、ついに原書の翻訳を完成する過程は杉田玄白の「蘭学事始」によってよく知られています。「冬の鷹」は初歩的な蘭和对訳辞書しか無い状況で、幕府の情報統制のなか、仏蘭辞書を手がかりにして殆ど不可能な状況で翻訳が成し遂げられた、我が国の科学史上画期的な偉業をテーマとし、前野良沢の生涯に光をあてたものです。この作品のモチーフは、ターヘル・アナトミアを解体新書として翻訳・出版する過程で最も貢献した二人の人物、杉田玄白と前野良沢の心理的葛藤と人物像の対比が焦点となっています。

この翻訳事業は、中年になってから志をたてて蘭学を学び当時の水準をはるかに凌駕していた良沢が指導者となり数名の協力者とともに完成されました。そして、翻訳に十分関与できるだけのオランダ語の力のない玄白はこれらの翻訳に関わった一同を激励、支持し、特に学究肌で協調性に欠けた良沢の研究環境を整えることに心がけて訳業に積極的、能率的に協力し、出版にかかわるすべての実務を担当します。ところが出版された解体新書は玄白が訳著者となっており、他の3名の協力者も著者に名を

連ねているのですが、本来筆頭著者となるべき良沢の名前はどこにも見あたらないのです。これは、まだ翻訳が不完全で公表するレベルに達していないのにも関わらず、時流を察してそれに先んじようとする心の逸りがあからさまな玄白に反発して、良沢が著者として名を連ねることを拒否したからです。その後、この出版により玄白は西洋医学の第1人者として栄達を極めるのに対し、良沢は世間との関係を絶ち、一人蘭学に専心し貧窮のうちに亡くなります。「冬の鷹」は翻訳にあたって中心的役割を果たしたこの孤高の医学者、前野良沢を象徴しています。

この作品は最初、昭和49年に毎日新聞社から刊行され、当時まだ医学生であった私はむさぼるように読んだものです。その時は玄白の抜け目のない功名性を不潔だと感じ、世の中に認められなくても妥協を許さない凜とした姿勢をつらぬいて、自分が本当にやりたい事をやってゆく前野良沢のように生きなければならなかったものだと思います。しかし、研究者となり、さらに教授になって研究室を運営するようになって、徐々に見方が変わって来ました。この二人の関係は、研究成果をまとめて発表する上で科学者が常に直面する問題、すなわち研究がどこまで完成した時点でどのようなかたちで発表するかという判断と、共同研究をおこなう上での協調性と貢献度の評価ということを見事に象徴しています。解体新書の内容が科学的根拠に基づいた医療を行う上での西欧医学の重要性をアピールするという点で社会的インパクトが極めて大きいことを考えると、翻訳が完全とは言えない状態で、多少の科学的信頼性は犠牲にしても時宜をえて出版することを重視した玄白の判断は、特に現今の価値観からすれば支持されるものでしょう。それに対して、頑に正確さにこだわり出版に慎重な良沢の態度は、現今の状況では社会的利益に反するとして批難されてもおかしくないかも知れません。

良沢はその実力にもかかわらず、現在のような競争的研究環境にあっては完全に落ちこぼれていたと思われます。わたしは玄白をすべて正当化したくはないのですが、過去の日本で、各個人の様々な価値観をまとめて挑戦的テーマに取り組み、我が国の医学を革新しようとしたモチベーションは高く評価されると思います。一方で、たとえ競争的環境をうまく泳ぎわたれないような偏狭な性格であっても、独創性を追求しブレイクスルーを達成できるような柔軟性のある研究環境が失われてしまった我が国の将来に不安を感じます。人材を見出し活躍できる場を与えるという点で、「ドイツ近代科学を支えた官僚―影の文部大臣アルトホーフ」（潮木守一著、中公新書）も興味深いと思います。紹介文◎湯浅 茂樹

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。

心を生み出す遺伝子

ゲアリー・マーカス (Gary Marcus) 著、大隅典子訳/岩波書店/2005年刊行

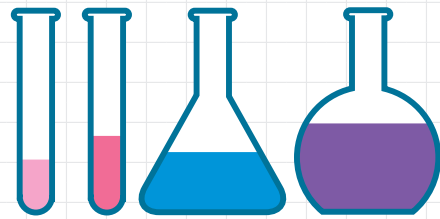
心の発達には遺伝子と経験のどちらが大切なのであるうか？ 今や心の発達を考える上で、2つの要因は分け隔てられるものではなく、両者が相互作用してその発達に影響するということは多くの人が認識するところであろう。本書では、生まれと育ちは心を生み出すのにどのように働くのか、そして、遺伝子と環境はどのように心の発達を促すのかについて、最近の神経科学（分子神経生物学や神経発生学の分野も含めて）の研究から得られた豊富な知見をまじえ、一般読者にも理解できるように配慮して解説されている。

筆者の専門は言語獲得と計算神経科学であるが、遺伝学、分子生物学、発生学にも造詣が深く、さまざまな分野を包含する深い洞察力に引き込まれる。分子生物学を学んだ者にはなじみ深いジャコブとモノーのオペロン説は、培地中の炭素源の種類によって細菌の糖代謝に関する酵素をコードする遺伝子群の発現が制御される仕組みを提唱した。これは、特定の遺伝子の発現は外界からのシグナルにもとづいて調節されることを示した古典的な例である。本書の中で、「遺伝子発現を調節する因子（あるいは条件）」と「その調節を受けて発現する構造遺伝子」をそれぞれ「IF」と「THEN」とよび、ある必要条件の時にプログラムを実行することを指令するコンピューターの「IF-THEN」規則にたとえる場面が多く登場する。なるほど、計算神経科学者には、オペロン説はコンピュータープログラムにみえるのだと印象深く思った。

本書では、遺伝子の作用は脳の発生ばかりでなく、多くの行動の制御に本質的な役割を持つことが、さまざまなモデル動物を用いた研究の成果から示される。たとえば、線虫、ショウジョウバエ、マウスの行動異常を持つ変異体の例が示され、ヒトの精神機能に関して、神経伝達物質（モノアミン）の分解酵素の遺伝子変異によって家族性の精神遅滞を発症するブルナー症候群や神経栄養因子（BDNF）の一塩基多型による高次脳機能の変化が紹介される。また、環境によって脳の機能が可塑的に変化するいくつかの例が示される。有名な眼優位カラムの形成に加えて、細胞移植による大脳皮質領野の形質転換や網膜からの神経線維が聴覚野に再結合する神経配線のつなぎかえなどである。さらに、Pax6を代表とする神経発生に携わる遺伝子の役割にたとえながら、類似の遺伝子発現調節は記憶形成や

長期増強に重要であり、遺伝子の作用は経験に依存する学習にも大切な役割を持つことが強調される。

さらに興味深いのは、遺伝子と脳の進化に関する洞察で、ヒトとチンパンジーの脳の差は何かについて話題が及ぶ。両者は、ゲノムDNA配列において1-2%しか相違はないが、このように小さな遺伝子構造の相違からどのように脳機能の差は生じるのであろうか？特に、ヒトに特徴的な言語を与えた遺伝的要因は何かについて推察する。ここでも筆者お得意の「IF-THEN」規則を用い、さまざまな知見を整理して、示唆に富んだ論理が展開される。この問題は神経科学の大きなテーマのひとつであり、解答が与えられているわけではないが、将来のためのよい問題提起になっていると感ずる。本書は、一般向けに書かれているが、最近の研究成果が数多く盛り込まれている。神経科学の専門家にとっても読み応えがあり、さまざまな分野の研究成果が統合されて解説されているため、全体の中で個々の研究を位置づけるためにも役立つのではないかなと思われる。また、筆者独特の比喻によるユーモアが随所に盛り込まれ、楽しくリラックスさせてくれる（中にはアメリカ人にしかわからないのではないかなと思われるようなジョークもあるようだが・・・）。訳者は、CREST研究プロジェクト代表の大隅典子先生で、専門の立場からの確な表現で訳され、各所に訳註の補助もあって、全体にわかりやすい内容になっている。神経科学に興味のある方、全般に楽しめる一冊と思われる。 紹介文◎小林 和人



Neurogenesis 2007 に参加して

東北大学医学部6年 相羽 智生 (あいば ともいき)

2007年5月15日から二日間にわたり、お台場・日本科学未来館にて Neurogenesis 2007 が開催されました。お台場という花火大会やフジテレビの印象しかありませんでしたが、このような国際カンファレンスを催せるような場所があることを今回初めて知ることになりました。神経の再生と分化に関するカンファレンスということ

で、神経発生分野に不慣れな一学生である自分にとっては研究する上での関心の対象や研究手法の差異を体感させていただくことができ、また新鮮な話を拝聴させていただく機会にもなり、個人的にもとても素晴らしいカンファレンスだったと思います。

カンファレンスにおける講演の流れとしては、神経発生、神経幹細胞・再生医療、成人での神経新生という三つの大きな柱がありました。いくつかの視点から神経発生を論じることで、素人の自分にもこの分野の多様性が垣間見られたように思いました。

個人的には、講演の中でも特に印象的だったものが三つありました。一つは、影山龍一郎博士のお話です。マウスの遺伝子工学を駆使し、bHLH遺伝子と神経幹細胞からのニューロン・グリアへの分化を推察して行く手法は学ぶべきところが多かったと思います。マウス遺伝子工学を巧みに扱うことができれば、神経発生に限らずかなり高度な実験系が組めると改めて感じました。

二つ目は影山博士の一つ前の演者、Francois Guillemot博士のお話です。マイクロアレイで標的遺伝子(注目する遺伝子によって発現のスイッチが制御される遺伝子)候補をスクリーニングし、その機能解析をするという内容でしたが、そのお話の中で機能解析を先行している点に注目しました。自分のように分子生物学から入った人間は、スクリーニングで得られた候補遺伝子が直接の標的かど



うかの解析を先行し、それを確認してから機能解析を行う傾向があるように思います。一方、Francois Guillemot博士のお話では、そうしたことよりも標的遺伝子候補を「候補」のまま、細胞運動などの機能解析を先行していました。無論、後でそのあたりは追加実験で詰めるのですが、そこに関して質問があったわけでもなく、神経発生分野ではよくある話なのかなと、新鮮に感じました。

最後に、Short Talk でしたが高雄啓三博士のお話は最も印象的でした。新しいものを発見したいという目標は研究者であれば誰もが持っているものだと思いますが、そのための方法論は様々です。行動実験で異常が見られたマウスから海馬を採取してマイクロアレイで新しい標的遺伝子をスクリーニングするという試みは、新しいものを拾って来ようという野心を感じるととても興味深いものでした。講演の後、ポスターにも直行していくつか質問させていただきましたが、丁寧に御教授いただいて感謝しております。特定の遺伝子から研究を始めるやり方もありますが、現象から網羅的スクリーニングを行う方法は文献学に過度に引きずられることなく、新しいものを追求する一つの方法として自分の関心も尽きることがありません。

国際カンファレンスだけあり、外国からもたくさんの参加者がいらっしゃいました。またそれだけに参加者の興味や関心も広がり、結果として質疑応答も活発なものになったように思います。医学部のカリキュラムの一貫として大隅先生の研究室にお世話になり、さらにこのような有意義なカンファレンスに参加させていただくことができ、誠に感謝しております。



What's New?

東北大学グローバルCOE
「脳神経科学を社会に還流する教育研究拠点」

このたび東北大学では、大学院生命科学研究科および医学系研究科の連携により、生命科学分野のグローバルCOEとして「脳神経科学を社会に還流する教育研究拠点」を立ち上げました。

少子高齢化が本格化した現代日本社会において、新たなイノベーションの創出に向けて、国際的な人材交流などのグローバルな知の還流が求められています。中でも、脳神経科学分野は21世紀の生命科学研究におけるフロンティアとして位置づけられるだけでなく、教育、福祉、介護、神経工学、数理経済などの分野において、脳科学の活用による分野の新展開と、それを推進する人材の育成が世界的規模で今、強く求められているところです。

そこで東北大学では、生命科学研究科および医学系研究科が中心となり、グローバル・ブレイン・サイエンス (GBS) 拠点を立ち上げることにしました。生命科学を基盤に据えた最先端の脳神経科学研究を展開し、脳神経科学リテラシーを備えた人材を社会へ還元することを目指します。

本GBS拠点では、遺伝子から個体の行動までを扱う「ゲノム行動神経科学」、認知機能を脳と身体との相互作用によって理解する「身体性認知脳科学」、人間を取り巻く環境や人間同士の関連性までを包括する「社会脳科学」と

いう新規の脳神経科学分野を推し進める研究を展開し、若手人材を育成します。

それぞれの拠点メンバーは以下の通りです。

◎ゲノム行動神経科学

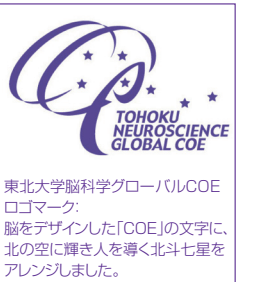
山元大輔(行動遺伝学)
仲村春和(神経発生学)
福田光則(細胞生物学)
小椋利彦(分子生物学)
大隅典子(神経発達学)(拠点リーダー)

◎身体性認知脳科学

飯島敏夫(脳神経科学)(拠点サブリーダー)
八尾 寛(ニューロンネットワーク)
筒井健一郎(認知神経科学)
虫明 元(神経生理学)
石黒章夫(システム工学)

◎社会脳科学

森 悦朗(医学・教授)
曾良一郎(精神生物学)
福土 審(心身医学)
糸山泰人(神経内科学)



詳しくは拠点HPをどうぞで参照下さい。

URL: <http://sendaibrain.org>

Editor's Postscript

今年は全国的に猛暑のようですが、仙台も思いのほか暑い日が続いています。例年、8月は涼しい仙台からなるべく出ないように出張を控えているのですが、この夏はいろいろなところでの講演が重なりました。中でも、理化学研究所・脳科学総合研究センター (BSI) で開催された「高校生のための脳科学入門」と、認定NPO数理の翼第28回夏期セミナーでは、多数の高校生の前で脳神経科学の話をしました。熱心に聴いてくれた生徒さんに脳科学研究の面白さが伝わってくれたらと思っています。なお、BSIについては、今号から新しく始めたシリーズ「脳科学研究のメッカを訪ねて」の伊藤正男先生(前センター長)による記事をご参照下さい。

さて、今号でBrain & Mindは第6号となり、ちょうどプロジェクトの折り返し地点になりました。「対談シリーズ」では今回は同じCREST「脳学習」領域の研究代表者であるヘンシュ・貴雄先生 (BSI) に、脳の可塑性についてのお話を伺いました。「脳と心のお話」は、やはりCREST「脳学習」領域の研究代表者である和田圭司先生 (国立精神・神経セ

ンター・神経研究所) に、「グリア細胞」に関するお話をご寄稿頂きました。日頃、神経細胞 (ニューロン) の影に隠れて目立たない存在のように思われているグリア細胞は、実は神経細胞の10倍の数が脳の中に存在して、大活躍しています。また、この5月に久恒辰博先生 (東大・新領域) とともに主催したNeurogenesis2007の見聞録を、東北大学医学部6年生の相羽智生さんに書いて頂きました。その他の記事を含め、どうぞホットな脳科学をお楽しみ下さい!

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刊行しています。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