

CONTENTS

<健康科学研究所開所記念シンポジウム特集>

シンポジウムの概要..... 2

研究所開所にあたって 研究所長挨拶..... 6

健康科学研究所 所長 森 友彦

研究所の概要..... 7

●特別講演

「脳科学の目指すところ」..... 8

理化学研究所脳科学総合センター
ディレクター 伊藤 正男

●話題提供

「光と脳と健康」.....15

畿央大学健康科学部教授
国際生理科学連合会長 金子 章道

「食品のテクスチャーに期待される健康機能の課題」.....18

畿央大学健康科学部教授 健康科学研究所長
元京都大学食糧科学研究所長 森 友彦

「おいしく味わうことは健康の源」.....20

大阪大学大学院 特任教授
畿央大学健康科学研究所 客員教授 山本 隆

健康科学研究所開所記念シンポジウムを終えて.....23

畿央大学健康科学部教授 森岡 周

シリーズ研究活動 KIO元気塾.....14

研究室訪問.....24

健康科学部理学療法学科助教 高取 克彦



ニュースレター創刊に寄せて

畿央大学は「健康」をキーワードに、運動・栄養・環境・発達の各分野を統合した研究活動を進めていきます。それは、人間にとってもっとも大事な心と体、脳と感覚（機能）における健康

の統合でもあります。

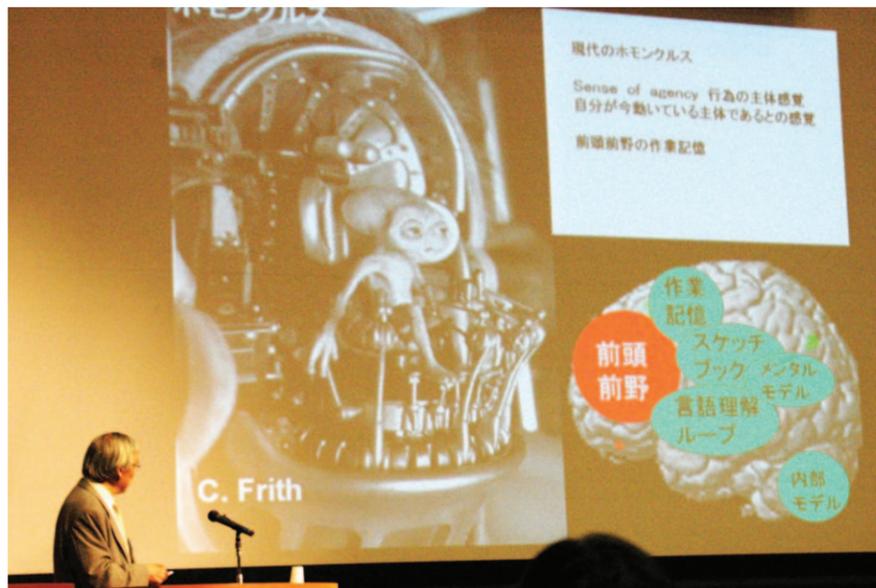
畿央大学健康科学研究所は本学が持つ知的財産を地域や産業界に開き、人間の健康のために尽くすべく2007年4月に開設されました。国際的な視野に立ち、本学ならではの総合的・独創的な研究の推進を図ると同時に、健康で心豊かな社会の実現をめざして地域連

携・産学連携に積極的に取り組みます。

この研究所の取り組みについて広く知って頂くために、研究所ニュースレターを創刊します。当面、年2回の発刊を予定していますが、健康科学についての最新情報、研究活動の現状報告、これからの取り組みなどをご紹介します。ご期待下さい。

畿央大学健康科学研究所開所 記念シンポジウムを開催

畿央大学は平成19年10月13日、
「畿央大学健康科学研究所開所記念シンポジウム 健やかに生きるために～脳とこころの科学からの新たな挑戦～」
を本学冬木記念ホールにて開催しました。
産官学の研究者・関係者および一般の方々から300名余のご参加をいただきました。
特別講演や話題提供については本誌別稿においてその詳細を掲載しましたので、
ここでは本シンポジウムの概要をご紹介します。



「健康」と「脳機能」の 関連性を追究

健康科学研究所は本学の森友彦教授を所長として19年4月に全学組織として開設され、「健康」をキーワードに「リハビリテーション・運動科学分野」「総合栄養科学分野」「人間環境科学分野」「発達科学分野」の研究を推進しています。

今回のシンポジウムのねらいは「脳やこころ、そして行動に関する様々な専門分野の最先端のご意見を頂戴し、それを健やかな暮らしとどのようにつなげていくかを考えてみたい」ということでした。世界的に著名な脳科学者、

伊藤正男・理化学研究所脳科学総合研究センターディレクターの特別講演「脳科学のめざすところ」を受けて、本研究所に関係する3名の研究者が先端的研究について話題を提供しました。また本学の森岡周教授の解説によって、本研究所が取り組む「健康」に関する研究と、さらに「脳機能」との関連性によって切り開かれる研究の大きな方向性を示すものとなりました。

シンポジウムは、本学学長冬木智子の開会挨拶により開会し、多数ご参加いただいた来賓を代表して、近畿経済産業局、奈良県経済同友会より祝辞を賜りました。また、森友彦・健康科学研究所所長が、ご挨拶と研究所のご紹介を行いました。

難しい内容がわかりやすく 解説された「特別講演」

特別講演は、難しい脳科学がテーマでしたが、伊藤先生はわかりやすい言葉で丁寧に話され、参加者も熱心に聞き入っておられました。講演の内容は本誌の8頁より掲載していますのでご覧ください。

参加者からのアンケート回答によれば、特別講演に対しては、年齢・男女にかかわらず共通して「難しい内容だったがわかりやすく説明され、興味深かった」という感想が多く寄せられました。また、「脳科学を今後も学び続けようと強く思った」「もっと難しい

ところも聞きたかった」(以上20代男性)、「脳への探究を行ってほしいと思う」「小脳の誤差学習についてもう少し聞きたかった」(以上、30代女性)と専門的な内容に関心を示す方もおられ、自閉症や統合失調症と脳の関係に関心を持つ質問もいくつかみられました。「小脳のチェック機能無意識内部モデルをどのように生活に生かすことができるのかも聞きたかった」という30代男性の意見は、今後本学健康科学研究所が取り組む課題のひとつとなるものと思われます。

もっと詳しく聞きたかった 「話題提供」

話題提供では、金子教授、森教授、山本教授のそれぞれの専門分野との関連が語られました。それぞれが濃い内容の割には講演時間が各15分と短い時間だったので参加者には少し消化不良になったかと思われましたが、「興味をひく話題が多く、楽しめた」(20代男性)などよい評価を多数寄せていただきました。「生体的リズムを整えるにも視覚や味覚テクスチャーが関連するという

ことを今後臨床に役立てたい」(20代男性)、「体内時計の講演を通して光と活動性の結びつきを再確認できた」(30代男性)、「昼夜逆転や睡眠障害のある人と接するので臨床で参考にしたい」(30代女性)など、仕事と直結して聴いて頂いた方も多かったようです。また、「体内時計のリセットには光が不可欠だが、視覚障害者の方はどのようにリセットするのか」(30代男性)という質問もあり、興味ある話だったのでもっと時間を取って詳しく聞きたかったというのがアンケートに示された参加者の思いであったと感じました。今後の本学によるセミナーなどに生かしていきたいところです。

本学の 研究設備・機器を見学

特別講演の後の休憩時間には、本学の設備の一つである「脳イメージング装置 (fNIRS)」をビデオで紹介しました。また、シンポジウム終了後、学内の設備見学会を行いました。予想以上の希望者が参加され、交流会の時間ぎりぎりまで熱心に質問をしている方も



開会の挨拶をする冬木智子学長

おられました。他大学や研究所の研究者を招いての交流会は、森所長による感謝と今後の研究所へのご協力をお願いする挨拶で開幕。歓談のなかでは、お互いの研究の内容を交流するなど積極的な情報交換が行われ、新たな研究のステージが開かれていくような楽しい時間となりました。

翌日には、読売新聞、毎日新聞、産経新聞、奈良新聞の各紙で本シンポジウムが紹介され、本学の研究拠点である「畿央大学健康科学研究所」を広く知っていただく点でも、充実したものとなりました。

健康科学研究所開所のお祝いによせて

松下電器産業株式会社 材料開発センター所長／工学博士 守屋 好文

健康科学研究所の開所を心よりお祝い申し上げます。医薬品や食品の安全性あるいは偽装表示に関する報道が日夜なされ、国民の健康に関する危機意識は高まっています。このような社会状況の中、健康で心豊かな社会の実現を目指されて健康科学研究所を開設されたことは、真に時宜を得ていると思います。

私は20数年にわたり、住宅設備商品の開発に携わることにより、健康に配慮した住まいや商品に強い興味と関心があります。WHO (World Health Organization : 世界保健機構) によりますと、健康とは“Health is a state of complete physical, mental, and social well-being and not only

merely the absence of disease or infirmity”と定義されています。健康は、単に病気や虚弱でないばかりでなく、肉体的・精神的にさらに社会的にも良好な状態にあることです。

住まいは生活の場であり、憩い・余暇・休息・眠りの場という側面から肉体的・精神的に影響を及ぼし、近隣との交流の場という側面から社会的な影響も与えます。このように住まいと健康には、強い因果関係があります。

これからの住まいに求められる要素の一つは、健康で快適で楽しく満足感をもって生活できることです。そのため、温熱環境・空気質および水質環境・音環境・光環境などの健康性因子の適正化を図るとともに、その適正化

のデザインが環境負荷を増加させないことが基本的な考え方として必要です。

健康関連の市場はイメージ先行型の商品から科学的根拠のある商品に移行しつつあり、消費者が賢明になり、情報を吟味する時代です。本当に効果のある健康商品を消費者に届けるためには、健康を科学的根拠に基づいた方法によって検証する必要があります。また、安全についても、その科学的根拠を正しく消費者に伝えることが求められます。

健康科学研究所のねらいであります“広く健康に関わる研究活動で社会に貢献”を実現され、さらに発展されることを祈念いたしております。

2007年11月23日

研究所開所にあたって 研究所長挨拶



健康科学研究所 所長
森 友彦

このたび、畿央大学健康科学研究所の開設にあたり記念シンポジウムを開催いたしましたところ、産・官・学・民から多数のご出席をいただきましたこと、心より厚く御礼申し上げます。本年四月から、健康科学研究所が開設されました。学内ならびに学外の産・官・学・民の諸機関との連携を図りつつ、健康に関する学術および技術開発の研究を進めるとともに学際的、総合的な教育研究を推進することを目的としています。そして、本学の学術研究および技術開発の水準を高め、地域における健康の向上に寄与することを目標として精一杯の活動に取り組む所存です。学内では、教官の研究活動の進展を支援する組織として役割を果たし、

その結果、学生の教育の質の向上（FD、ファカルティディベロップメント）に結び付けていくことを目指しています。また、学外については、健康に関連する研究や教育の諸活動について広く産官学民との交流と連携を深めることを通じて社・学協働への展開を進め、社会への貢献を図ることを目標にしています。さらに、国外にも広げた相互訪問による交流や連携に取り組むことによって、国際的に活動を展開していくことを期待しています。研究所では、以上のような目的・目標の達成に向けて、三つの事業に着手いたします。第一は、研究活動基盤の整備と充実です。第二には、研究ネットワークの形成と発達です。第三は、

高度・先端・大型プロジェクトの創出の推進です。具体的な内容については、これから提案させていただき、実行に移していきます。そして将来には、研究所が、在学生の“知をみがく”うえで役割を果たし、卒業生には仕事上のニーズに応え、さらに受験生には魅力や憧れを感じてもらえるような存在になることを、もう一つの大きな目標にしたいと考えています。さて、ここで、「健康科学」についてその内容と守備範囲・対象といった点について少し述べさせていただきます。まず、「健康」とはどのようなことなのかということです。最も有名なWHO（世界保健機関）の定義によれば、“健康とは、単に疾病がないとか虚弱でないというばかりでなく、physical（肉体的）、mental（心理的）、social（社会的）に完全に良好な状態である”ということです。この定義は1946年に出されたものですが、現在でも「健康の定義」として用いられています。さらに、1998年には、physical、mental、socialに並べて新たに“spiritual（精神的）”を加えるように提案されています。この定義からも明らかなように、健康とは日常生活において健勝・清らかな状態であり、これを維持するには自然・人間科学はもとより社会・人文科学からの知識や情報がその基盤として必要であります。健康科学は、健康を対象とする自然・人間科学であり、未だ確立された学問分野ではなく発展途上の専門分野と言えます。健康を科学的に捉えた内容の専門書も、ここ10年ほどの間に出版されるようになってきました。また、健康を未病として捉える考えかた、すなわち、予防医学の立



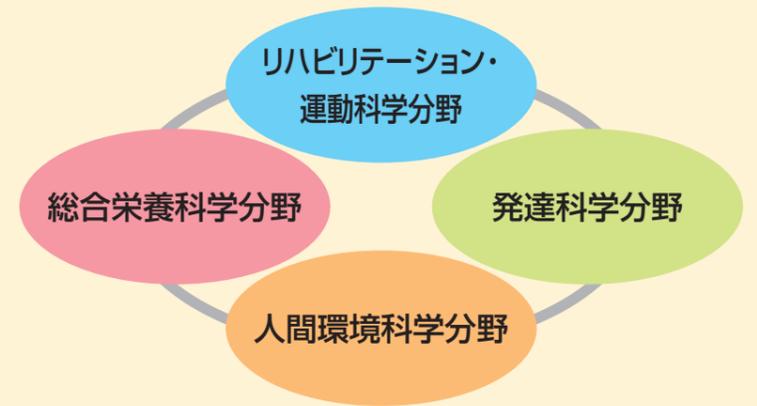
場から健康を追究する取り組みが始まっています。さらに、国民の健康の増進への我が国の取り組みとして、2000年に「健康日本21」が策定され、2002年に健康増進法の制定、本年の四月には新健康フロンティア戦略が提唱されています。目標とする健康への課題については、300年ほど前の貝原益軒の養生訓に発し、現代的な諸事情が加わった内容になっています。ご参考までに、概要を示す図を以下にあげます。本学の研究のアクティビティを総集し、また総動員することによって、介護予防力、メタボリックシンドローム克服力、スポーツ力、さらには女性の健康力、子どもの健康力、食の選択力といったテーマに取り組むことが可能であり、健康科学研究所の取り組むべき重点課題になるものと考えています。このような健康に関する重要テーマについて、学内外におけるニーズの把握を進めるとともに、本学の特色あるシーズを提示してまいりたいと思います。本研究所は、学内においても学外に向けても開かれた、開放型で共同・連携型の活動ならびに取り組むを行ってまいります。特に、産・学での提携とともに学生参加の形態を重視した観点からその具体化を進め、各種プロジェクトの実行を図りたいと考えております。

最後に、これからの研究所の運営・活動へのご支援・協力をたまりません。研究を大いに利用・活用していただき、それによって研究所のさらなる成長発展が図れますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。

研究所の概要

●研究活動の分野

本学は「健康」をテーマに運動・栄養・環境・発達のさまざまな分野において日々研究に取り組んでいます。人間の健康は研究分野ごとの断片の集まりとして成り立っているわけではありません。各器官・各機能の複雑な協調の中で人間の健康は維持されているのです。したがって、健康に関する研究も各分野の成果を統合した視点からのアプローチが必要です。本学の規模は決して大きいとは言えませんが、健康に関しては多彩な研究陣がそろっており、社会のニーズに合ったシーズが提供できます。研究所はそのためのコーディネーターであり、同時にプロジェクトの推進役として機能します。本学の主な研究分野は次の通りです。



●研究所の目的と課題

研究所は、学内外の諸機関との連携を図り、健康に関する学際的、総合的な研究を推進します。本学の学術研究水準の向上と地域における健康づくりから、国際的視野に立った健康で心豊かな社会の実現に貢献することを目的として、次の課題に取り組めます。

- (1) 研究活動基盤の整備と充実
- (2) 研究ネットワークの形成と促進
- (3) フロンティア研究・事業創生の推進と支援
- (4) その他研究所の目的を達成するために必要な課題

●研究所の事業

研究所は、次のような事業を行います。

- (1) プロジェクト研究等を中心とする研究・調査活動
- (2) 学内研究者・研究グループと地域・企業・団体との間の交流および共同事業に関するコーディネート
- (3) 学外機関からの受託研究、学外機関との共同研究、その他学外からの委託による研究・調査・翻訳等
- (4) 研究会、講演会、公開講座等の開催
- (5) 研究成果の公表および刊行
- (6) 図書・資料等の収集および管理
- (7) その他研究所の目的・課題を達成するために必要な業務



●特別講演

脳科学の目指すところ

理化学研究所脳科学総合研究センター ディレクター

伊藤 正男



只今、座長の金子先生からご懇篤な紹介を賜りありがとうございました。今日は畿央大学の健康科学研究所開設を記念する意義ある催しにお招き頂きました。学長の冬木先生、研究所長の森先生、その他関係各位に心からお祝いを申し上げ、お招きに感謝します。今日は、このような記念すべき機会ですので、どのようなお話しをすべきかいろいろ考えたのですが、脳科学の最近の目覚ましい進歩について、私自身の考えをいろいろと交えながらお話しすることにいたします。

脳科学とは

脳がどのようにしてその精妙な働きをあらわし、遂には人間の知性を生み出すのかということをお話する方法と技術を駆使して解明しようとする新しい研究分野が脳科学です。学問はみんな重要なのに、脳にだけ何か特別なことがあるのかとよく聞かれますが、こ

れには二つ理由があります。第一にまだ分からないことが大変多いのです。なんだ、分からないのかといわれるかもしれませんが、科学研究にとってはこれはすごいことなのです。分からないことがいっぱいあるということはこれから分かっていくことがたくさんあるということで、いわば土に埋もれている金鉱のようなものです。もう分かってしまったことを体系化して勉強するのが、科学とされている方が案外多いかもしれません。それも大事ですが、科学の本当の先端は分からないことに向かっているのです。そういう意味で非常に興味のある分野です。第二に、脳のことが少しでも分かると社会に大きな影響を与えます。今、少子高齢化とか高度情報化の時代といわれ、教育環境もどんどん変わり、従来の教育法のモデルではとてもまじまじと、新しいモデルが求められています。そういうときに脳科学は非常に大事な参考になるという意味をもっています。私どもは、この分野を大事にしてうんと支援をしてほしいと日頃主張しているのですが、幸いなことに、過去10年間にわたって行政をはじめ各方面から強力な支援を受けてきました。

最近、生きている人の脳を透かして視たり、脳波の活動が脳のどこで起きているかを目で見えるようにすることなどは簡単にできます(図1)。過去20年ぐらいの間にこういうことができるようになりました。そういう点ではすごい進歩だと実

プロフィール

伊藤 正男 Masao Ito

1928年愛知県生まれ。1953年東京大学医学部卒業。東京大医学部助手、助教授を経て1970年同教授。1989理化学研究所国際フロンティア研究システムに移り、1997年同研究所脳科学総合研究センター所長。現在は記憶学習機構研究チームのリーダーとして研究活動を行っている。東京大学名誉教授。藤原賞、日本学士院賞・恩賜賞、日本国際賞、文化勲章、ロバート・ダウ神経科学賞(米国)、レジョン・ドヌール勲章、IPSEN財団賞(ともにフランス)など数多くの栄誉を受賞。日本学士院会員、王立スウェーデン科学アカデミー-外国人会員、英国王立外国人会員、フランス科学アカデミー-外国人会員。小脳の研究では世界的に著名。

感されます。しかし、そのような目覚ましい進歩の一方で、脳科学は大変難しい大きな問題を抱えています。17世紀以来の難問とされる「脳と心」の関係がまだよく理解できません。そういうレベルの研究は仮説に先導されながら進められています。脳科学にはいくつかの仮説がありますが、ここでは最近小脳の研究から出てきた一つの仮説を紹介します。お聞きの皆様がなにか脳と心との関係をお考えになるときにたぶん参考になるのではないかと思います。

さて、脳科学の大きな問題とは、身体が60兆の細胞できているのと同じように、脳もたくさんの細胞からできているところから起こります。人の脳の神経細胞の数は普通100億といわれますが、それは大脳皮質だけでそれぐらいで、脳全部あわせると1,000億あるといわれます。それに神経細胞を支えている「グリア細胞」という、芝居という黒子のような細胞がたくさんあります。神経細胞の約9倍あるといわれるので、あわせると実に1兆個の細胞が我々の脳の中に詰まっています。

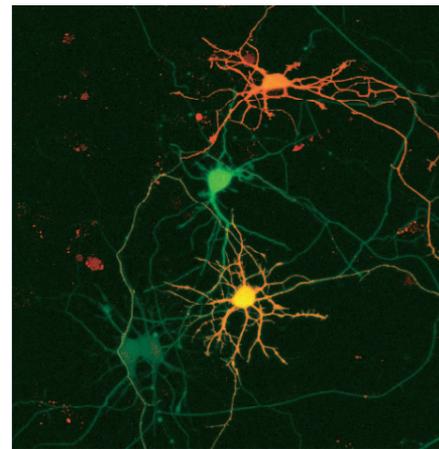


図2 生きた神経細胞の分子画像
カエデによる染め分け(宮脇研究室提供)

そういう細胞をひとつひとつ取り出せば、顕微鏡でみることもできるし、化学的な測定にもかかるし、電極をあてれば電気的な信号もとれるというわけで、分子・細胞レベルの研究はこの30年ほどの間に、長足の進歩を遂げました。たくさんの新しい技術が開発され、30年前には思いもよらなかったことができるようになってきました。ところが、そういうものが集まって我々のところを生み出すというところが大きな謎です。特に難しいのは自意識の問題です。自分というと1人称ですね。科学は3人称の世界です。そこに1人称が出てくると、どう扱っていいかわからないわけです。このように、脳科学には分子・細胞と人の心・知性という2つの焦点があって、その間がなかなか繋がらないのです。分子・細胞を手がかりに研究する人は、新しいタンパク質とか新しい遺伝子のような新しい要素を脳の中に見つけることを目指すのです

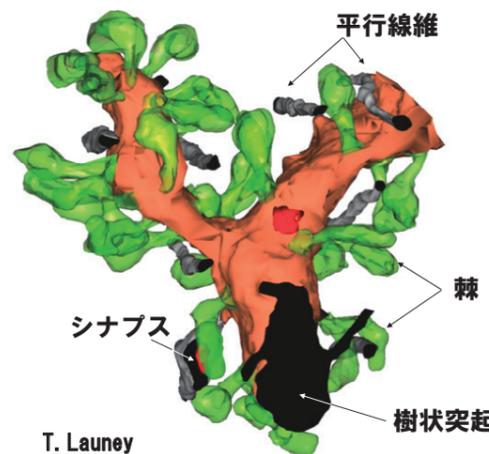


図4 小脳プルキンエ細胞の樹状突起の一部
(Thomas Launey提供)

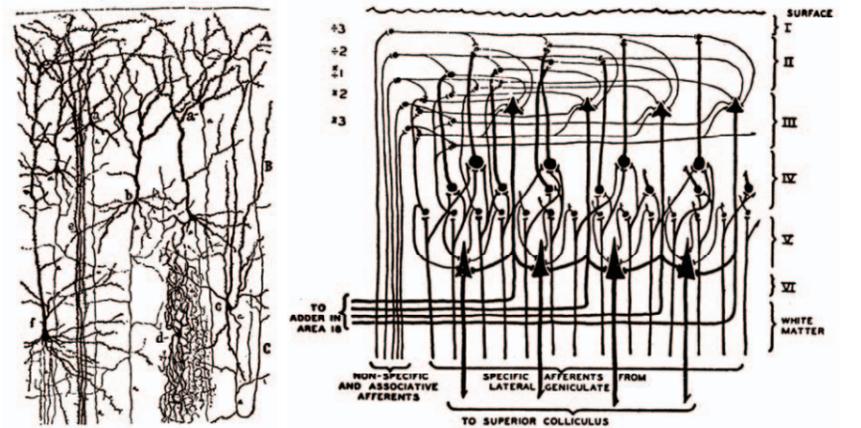


図3 大脳皮質の神経回路
左、カハール(1911)の描いた大脳皮質の顕微鏡像。鍍銀法によって神経細胞とその突起が黒く染め出されている。右、ピッツとマッカロー(1947)が想定した大脳皮質の回路網

が、心・知性の方はものよりは原理が目標です。どういう仕組みで悲しいのか、あるいは怒るのかといった仕組みの原理に一義的な興味があります。この二つの焦点の間がなかなか繋がりません。どちらの焦点でも、知識が蓄積して大きく進歩しているのですが、まだその間に大きな谷間があります。

分子・細胞過程の研究

では、分子・細胞の面で研究がどのように進んでいるかについてお話します。図2は培養した神経細胞の写真ですが、4つの神経細胞が写っています。理研脳科学センターの宮脇研究室がサンゴの細胞からとりだしたカエデといわれる特殊な色素を細胞に取り込ませておくと、最初は全部緑色をしています。どれかの細胞にある波長のレーザー光を短時間照射すると、その物質が色を変えて先端まで赤くなります。別の波

長のレーザー光を当てると黄色くずっと染まるということで、突起の細部まで染め分けることができます。こういう神経細胞が人では大脳皮質に100億個、脳全体では1,000億個あると申しましたが、下等動物ではずっと少数です。線虫で302個、ヒルで400個、ミツバチになると10,000個、ハエになると100万個、タコではなんと1億個もあります。タコはそういう意味で高等で、かなりの学習能力を持っています。

大脳皮質を顕微鏡で見ると、たくさんの細胞が並んで繋がって、いかにもコンピュータの蓋を開けて見たようです(図3左)。1947年にピッツとマッカローという人がそれを設計図みたいに見立てて描いた図があります(図3右)。どう動くかということまでは分からなかったのですが、とにかく脳の中にはたくさんの神経細胞が繋がって、それが一種の設計図に従って組み立てられていて、それで不思議な動きがでるのだという考えが、既に半世紀前にできあがっていたのです。

また、ひとつの細胞に話を戻しますと、神経細胞は木の枝のように樹状突起を伸ばしています。図4は小脳のプルキンエ細胞のほんの一部の枝を切り出し

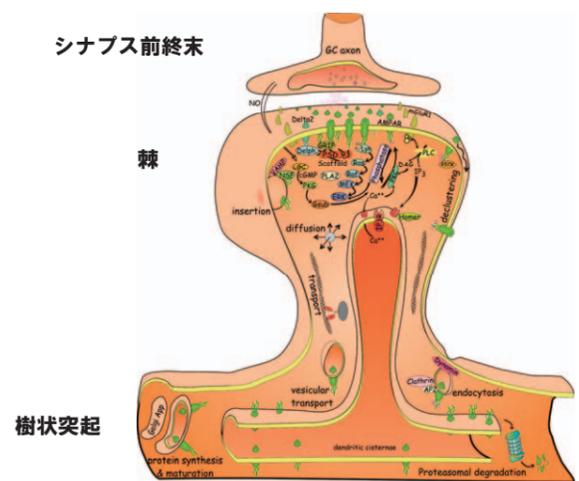


図5 小脳プルキンエ細胞の樹上突起棘(Thomas Launey提供)

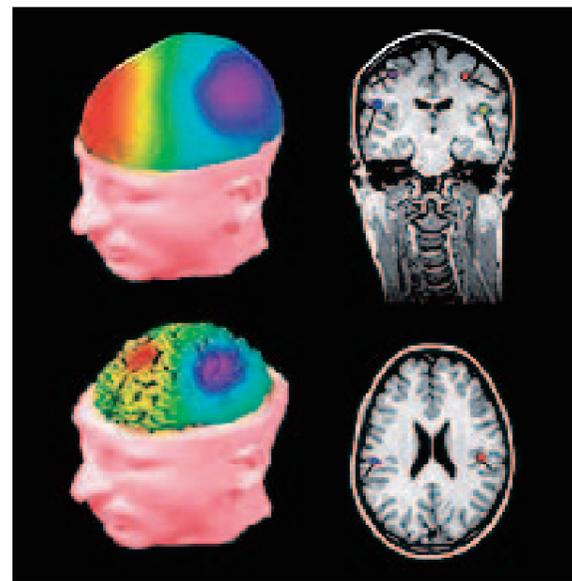


図1 脳活動の標示 RIKEN NEWS No.290より

て電子顕微鏡で見て再構成した絵です。枝が伸びていく途中から緑で描いた短い突起がいっぱい出ています。これは棘、英語でspine (スパイン) と呼びますが、頭の大きさが1マイクロン、長さが数マイクロンあります。そういう棍棒みたいなものがいっぱい突き出しています。これが神経細胞にとっては一番に重要な構造で、そこでいろんなことが起こります。図5に示すように、ひとつの棘には別の細胞の突起がきて接続し、それをシナプスと呼びます。シナプス前の線維終末でもシナプス後の棘の中でも複雑な化学反応ほか、いろいろなことが起こります。タンパク質だけでもひとつの棘の中に何百種類もあるといわれます。プルキンエ細胞の樹状突起には平行線維と登上線維の2種類の入力があって、それに信号が来ると何が起るかということが、過去20年かけて、世界中で分析されました。図6はその結果をまとめたものです。平行線維の信号が来ると、一酸化窒素とグルタミン酸が放出される。それで何種類もの受容体に働きます。そうするとセカンドメッセンジャーと呼ばれるいろんな分子が活性化される。登上線維に信号が来ると3種類の物質が放出されて、3種類の違った受容体と反応する。さらにそれがセカンドメッセンジャーを活性化する。重要なのは登上線維から来た信号は、グルタミン酸受容体を介してカルシウムチャンネル分子に大きな影響を与え、これが働くとドーッとカルシウムが棘のなかに入ってくる。同時に細胞の中にあるカルシウムの貯蔵庫からもカルシウムが放出されて、カルシウムの濃度が急峻に上昇する。それで、カルシウム濃度

に感受性の高い、いろいろな酵素が活性化される。そういう過程が進行すると、タンパク質のリン酸化酵素と脱リン酸化酵素の系が活性化される。最後に、平行線維からグルタミン酸を受けて信号を伝達する受容体がリン酸化されて、それを礎のように繋ぎとめている細胞骨格から切り離される。それがエンドサイトーシスという過程によって細胞の中へ引き込まれて、シナプスの膜からなくなってしまう。長期抑圧 (LTD) といわれる現象に内在している分子過程を簡単にまとめるとそういうことです。これはほんの氷山の一角で、こういったことがひとつの棘の中で沢山起こります。まだまだ調べなければならぬことがたくさんあります。タンパク質もほんとは動きが分かっているのは50あるかどうかです。まだまだたくさん未知のものがありうる領域です。そんなことでこの領域はまだまだ研究が必要ですが、過去半世紀をかけた研究で非常に知識がよくまとまってきました。

図7に示すように、神経細胞の細胞体や突起の膜にはイオンを通す特殊なタンパク質分子が浮いていて、それをイオンが通ることで電気が発生する。それで活動電位が出て、それが伝わる。それで活動電位が出て、それが伝わる。線維終末まで伝わると伝達物質が出る。

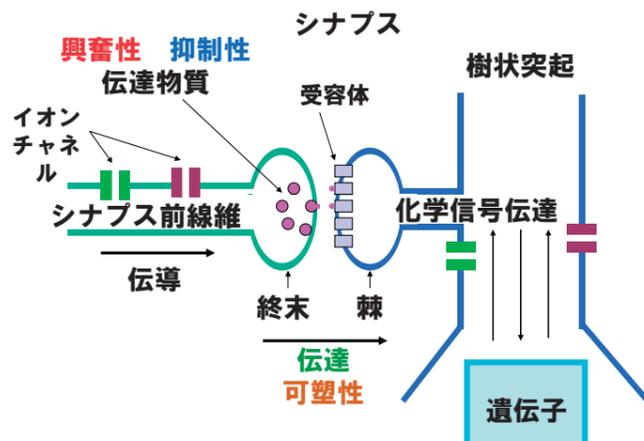


図7 シナプスを中心に起こる分子・細胞過程の模式図

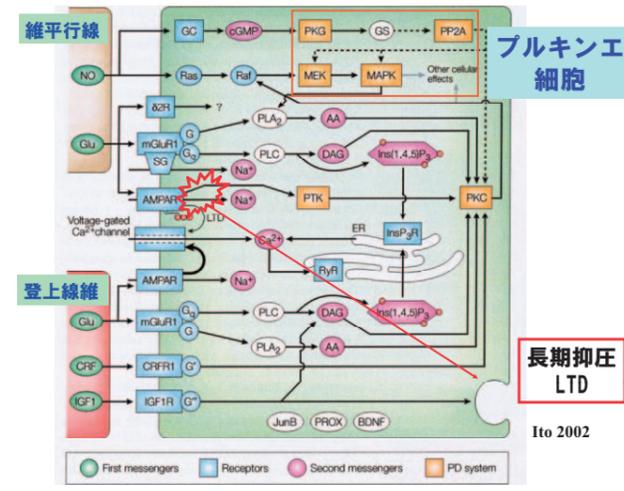


図6 長期抑圧LTDをおこす信号伝達過程 (Ito, M. Nature Reviews Neuroscience, 3, 896-902, 2002)

シナプスには興奮性と抑制性とがあって、それぞれの伝達物質が拡散して、受容体と反応する。その後、上記のような一連の化学信号伝達が起こる。最後は遺伝子を巻き込んでくる。シナプスはそのようなことの起こる、脳の一番のカギの構造です。信号を伝えるだけでなく、それをいろいろと修飾する機能 (可塑性) も備わっています。

先ほど金子先生から紹介いただいたのですが、半世紀前に外国留学から帰ってきた時は、若いものですから恐れを知らないで意気盛んにいろんなことをぶって歩いていたのだらうと思います。考えてみると半世紀前は今申したような知識が進歩し始めた頃で昂揚した空気がありました。その後どんどん知識が拡大して、今はこんな風にまとめることができるように洗練されてきました。

今の話は小脳のプルキンエ細胞を例にとったのですが、大脳ではピラミッ

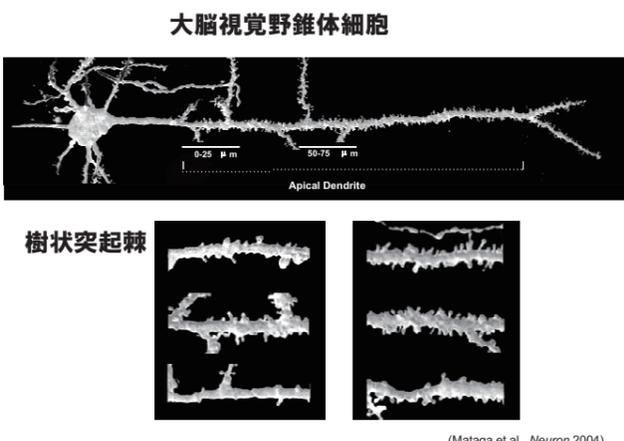


図8 大脳皮質の錐体細胞 (ヘンシ研究室提供)

ド状に樹状突起を伸ばしている錐体細胞といわれる神経細胞があります (図8)。これも棘がいっぱい出ています。この棘は減ったり増えたり、つまり他の細胞との接続が減ったり増えたりする仕組みを持っています。たとえば、グルグル回る輪があったり、遊ぶものがいっぱい置いてある空間でネズミを飼育すると棘が増える。何も刺激の少ない空間で飼うと棘が減る。人間もうんと勉強すると増えるといっている論文もあるのですが、にわかには信じ難いところがあります。しかし脳に高い柔軟性があることは確かです。学習、あるいは環境との相互作用によって、脳の中の実質的な構造にまで変化が出てくるということは、育児とか教育にも関わる非常に重要な所見です。人間でそういうことを確かめることは脳科学の大きな課題です。

脳の進化と発達および人工知能

脳の研究で有効な方法論の一つは進化を追うことです。人間の神経細胞も八工の神経細胞も違うといえは違いますが、本質的には同じです。図9に示すように、大昔、地球上に単細胞生物が生まれ、ついで多細胞生物が現れた。その多細胞生物がだんだん進化して脊椎動物が生まれた。その一番最初が魚類で、次に両生類、爬虫類、さらに鳥がでてきて、哺乳類が現れ、最後に霊長類が生まれて最後に人類が現れた。この間の過程に分子・細胞から人間が作られた秘密が全部隠されている筈です。魚の脳と爬虫類の脳は同じような基本構造をもっていますが、違いもちゃんとあります。そういう同じ点と違う点を見つけたら行けば、分子・細胞から人のところへの過程が繋がるはずで、繋がってなければ人間というのは存在しないので、現実には繋がっているのだが、われわれはまだその繋ぎ目をうまく見つけられないのです。進化論を信ずるかぎりそういうことになります。

現在、線虫とかアメフラシとかショウジョウバエといった動物が盛んに研究されています。魚ではゼブラフィッシュやメダカが大変よい研究材料になっています。鳥でも、ジュウシマツは歌を親から聞いて覚えて上手になるので、脳の言語機能の動物モデルとし

て研究されています。一番多く使われるのがマウスとラットで、脳科学の研究者の全体の6割ぐらいはマウスで研究しています。もっと高等な動きをもつ脳を調べようとするとサルになりますし、最後は人間そのものを調べます。そういうテクノロジーが十分できてきましたがもっと必要です。

受精後の発達期には、進化の過程が再現されると考えられています。ですから、その過程を追っていくのもひとつの手です (図9)。赤ん坊が大人になる成長の過程では、脳の動きは大きな変化をします。赤ちゃんでも運動をするし、感覚機能もすぐ出てきます。この辺までは生まれたての赤ちゃんでも示す基本的な脳の動きです。認知記憶の能力は3、4歳になると出てきます。言語も4歳ぐらいに沢山覚えます。しかし、知性を発揮するとなると、これはちゃんと社会的な訓練を受けた大人でないとできません。今の脳科学はまだネズミと同じレベルの脳の仕組みに取り組んでいると言われても仕方がないのですが、しかし、それを段々に知性レベルの問題に拡張して行く努力がされています。

進化や発達の過程で脳に新たな構造と機能が生まれるのを追いかけてそのメカニズムを突き止めるのが脳科学の本来の手法ですが、それを神経回路網の理論で再現する計算論も脳科学の新たな方法です (図9)。先ほど申したように、脳の内部の構造は電子回路によく似ています。同じような電子回路を作って動かしたら、その動きが本当に再現されるかどうかをチェックすることでそのモデル回路が的を射ているかどうかを判定出来ます。計算機もずいぶん進歩したので、大掛かりなシミュレーションをしたり、ロボットのようなハードウェアを作る可能性もあります。しかしなかなか我々が求める

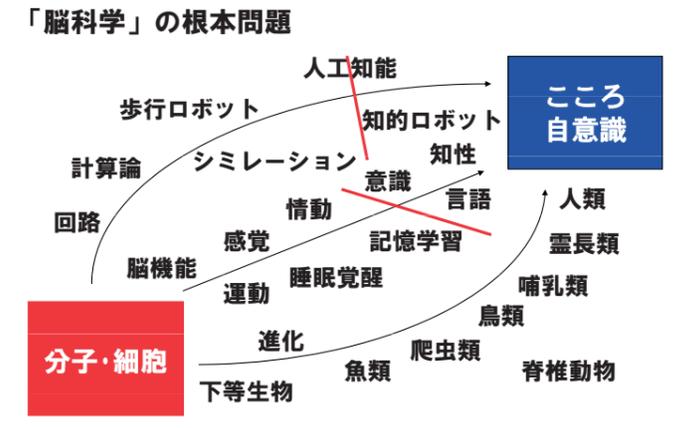


図9 脳の分子・細胞過程と知性をつなぐ道筋。赤色の線は現在の脳科学の前線を示す。

ような知的ロボット、病人の看護をしたり、学長先生の秘書をしてもらえるようなロボットはまだとてもできそうにありません。人工知能が喧嘩されてもう40年にもなりますが、ほとんど進んでいないといわれます。コンピュータが人の知能と大きく違うのは文脈が読めないことだといわれます。我々の言葉では、同じような表現でも前後の文脈で違った意味をとりますが、コンピュータにはできない。今の人工知能は本当の知能ではないとよく言われる所以です。われわれがこの断層を乗り越えるのは、われわれが脳のことをよく理解した時だろうと思います。

脳の働く仕組み

こころや知性の前の、もっと基礎的な脳の動きの仕組みを調べる研究も進んでいます。図10は理研の谷藤研究室の研究ですが、サルの頭の骨を削って透明になるまで薄くして、その窓を通して側頭葉の表面を観察したものです。何かをサルに見せると大脳皮質の一部が活動して、ほんのちょっとした色の違いが出てきます。それを今の技術でうまく検出します。そこで、サルに3つ違ったものを見せました。以前は、見たものによってそれぞれ違う大脳皮質の神経細胞が活動すると考えられました。お祖母さんをみるときにだけ活動するお祖母さん細胞があるといわれてきましたが、事実はまったく違いました。いくつもの「コラム」構造に相当する小さな領域が活動して、その組み合わせがみせたものによって違います。大脳のコラムは直径が0.3mm、高さが2.5mm、中には神経細胞が10万個詰

まっている。大脳皮質全体ではコラムが10万個あって、全部で100億個の神経細胞が納っている。大脳皮質を50幾つかのプロードマンの領域に分ける。各領域には、運動野だとか運動前野だとか、ある特殊な機能が備わっている。平均して1領域にコラムが2,000本あって、その組み合わせで何かの情報を表現すると思われる。人の脳の能力は無限ではなくて、そういうところに限界がある。全部で10万本のコラムをどう使うかということに勝負どころがあると私は考えます。全然素質がないところに無駄遣いしないで、素質をよく見極めて、コラムを投入するのが教育の基本ではないかと思えます。

大脳にコラムという構造があると同様に、小脳にも微小複合体とよぶユニットがあります。この中にきれいな神経回路が埋まっていて、いかにもコンピュータチップみたいに見える(図11)。人間の脳では5,000個から10,000個あるといわれます。その一つ一つが学習能力を持つユニットマシンです。その回路がどう動くかについて次のように考えられる(図12)。我々がゴルフのボールを打つとき、打つ運動をしるという司令信号が小脳の核を通る。同じ信号が苔状線維—平行線維の経路を通過して小脳皮質を迂回して通る。迂回路の信号を伝えるプルキンエ細胞は小脳核の細胞に抑制作用を及ぼし、小脳核の細胞における運動司令信号の通り方を調節する。アクセルとブレーキをちょうどうまく組み合わせて丁度よいスピードを出すような、そんな調節ができる。

そういう調節が固定してはだめ

なので、調節を修正する装置がついています。それが登り線維の回路で、システムに何かエラーが起こるとそのエラーを伝えてきます。それが平行線維の信号とぶつかると、前述の長期抑圧を起こしてその経路が通らないようにしてしまう。エラーを起こすとその信号を送り返してやって、「今働いたシナプスはどれだ、お前のおかげでエラーが起こったじゃないか」というのでそれを止めてしまう。それを繰り返し繰り返してやっていると、エラーのもとになる結合がみんな抑えられてしまっていて、いい結合だけが残る。こういう学習の仕方を誤差学習とよび、それが繰り返し練習して何かがうまくなる仕組みと考えられます。

小脳の内部モデル

シナプス、あるいは細胞レベルの知識を土台にして脳の全体の動き、こころとか行動までに理解の範囲を広げたいという願いでいろんなことが試みられています。小脳の内部モデルはそのひとつです。まだ仮設の性格が強い

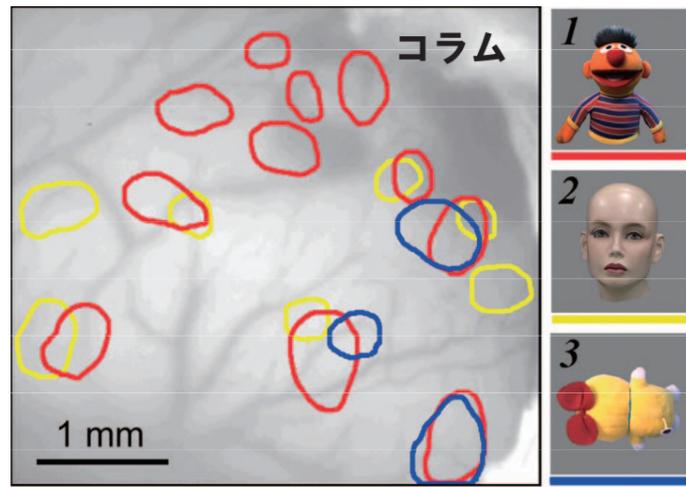


図10 大脳下側頭野における物体視のニューロン活動。右の示す図をサルに見せたととき活動するコラムを色分けして示す。(谷藤研究室提供)

のですが、支持する証拠がかなりの集まっています。結構いろいろと思いたる節が多いのです。

小脳ユニットが誤差学習でその入出力関係を変える能力を使って他の回路の動きをコピーするというのが、この内部モデルの基本な考えです。図13に示すように、小脳と他の回路の両方に同じ信号を与えたとき、出てきた信号が違くと、それを誤差として小脳にフィードバックしてその中の結合を変える。これを繰り返すと、だんだん差がなくなるはず。中身は違いますが、入出力関係は同じになってくる。つまり外から見ればコピーができたということになる。そういうふうなモデルを作って、大脳がそのモデルを参照しながら巧妙な制御をすると考え。例えば、大脳が司令信号を出して腕を動かすとき、普通は腕の動きをフィードバックしながら動かすが、小脳が腕

小脳回路の内部モデル

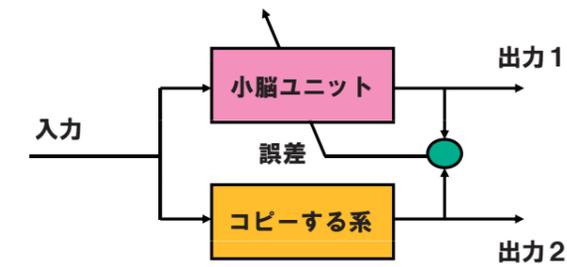


図13 小脳のコピー機能

のモデルを作ると、腕からではなくても、モデルからの内部フィードバックを頼りに正確な運動ができる。例えば、航空機を操縦するとき、航空機の状態を克明にフィードバックしながら操縦することは大変です。航空機の動特性を表現しているモデルがあれば、操縦者はこのモデルがちゃんと動くように操縦桿を操れば、実際の航空機の様子を見なくてもちゃんと翔んでくれるというのが「前向きモデル」の考え方で、1975年頃に出てきた現代制御理論の基本な考えです。小脳の一部が大脳運動野とループ結合をしているのは前向きモデルを意味しているという考えを1970年に私が始めて発表しました。その後、ATRの川人さんらが提唱した逆向きモデルは制御対象のモデルというよりは制御装置のモデルを提供するものです。たとえば、パイロットのダミーを小脳が提供します。小脳が操縦してしまうので本当の操縦者である大脳の方は寝ていてもいいという仕組みです。川人さんらはテニスを練習して上達するロボットをこれで作って成功しています。現在どちらのモデルが実際に働

くのかについて論争がありますが、両方の型が組みあって優れた動きをするという川人さんらの考えを私も支持しています。

今申したことを、前向きモデルについてもう一度漫画のように解説します(図14)。何かやろうとするときの司令信号は運動野から出てきます。

その信号が運動器つまり手足を動かします。動いた結果は目で見てうまくいったと運動野にフィードバックする。これで運動が終わります。しかし、いちいち目で見てチェックしていたらとてもたまりません。早い運動はできないし、見るのにくたびれてしまう。だから運動器のモデルを小脳に作る。内部モデルを見ていれば、実際の動きを見なくても、ちゃんとした運動ができる。正確な内部モデルを誤差学習で作っていくのが、練習の効果です。練習を繰り返し繰り返しやっていると誤差学習で小脳の内部モデルがだんだんと正確になってきて、上手くできるようになる。だから目をつぶってもボールが打てるということです。

私はこの理論を拡張して運動でなくて、ものを考えるメンタルな過程にも当てはめようと試みています(図15)。我々がものを考えるときに頭の中はどう動くかについてはいろいろな考察があります。パイロットにあたるのが前頭前野で執行皮質とも呼ばれます。ここから指令信号が出てきて、頭の中につくられているメンタルモデルに働

てそこからフィードバックしてくる。ここでメンタルモデルというのは心理学の言葉ですが、外界を反映した心的な表象です。大脳の後ろの方には感覚信号をもとにメンタルモデルがいっぱい作られてこころの内部世界を形成している。それを前頭前野が動かしているのが、ものを考えるということだと想定します。努力してメンタルモデルを繰り返しながらいろいろなことを考えているうちに、メンタルモデルの内部モデルが小脳にできると想定します。すると、今度は前頭前野は小脳の内部モデルを相手に働くようになって、大脳の方はお休みになる。我々が全然動きをしないで腕を組んで考えているときは、頭の中でたぶんこういうことが起こっているのだと思われます。これを心的活動の内部モデル制御と呼びます。この考えの一番の根拠は思考と運動の類似性です。運動のときには手足を動かすが、思考のときには観念や概念を頭の中で動かす。動かしているものは違うが、制御の原理は同じと考える。この考えを支持する証拠としては3通りのデータがあります。一つは13-15図に描いたような結合が実際に存在する。特に最近解剖学のいろんな標識技術の進歩でそういう結合の存在がよく確かめられてきました。第二に、運動するときだけではなく、いろいろなメンタルな活動をするときに小脳の一部に活動が起こることがfMRIやPET (positron emission tomography) などの脳の画像法を使って、見出されてきました。フルエンシー・テストとって、1分間の間にできるだけたくさん、それもaから始まってgで終わ

小脳のユニットマシン

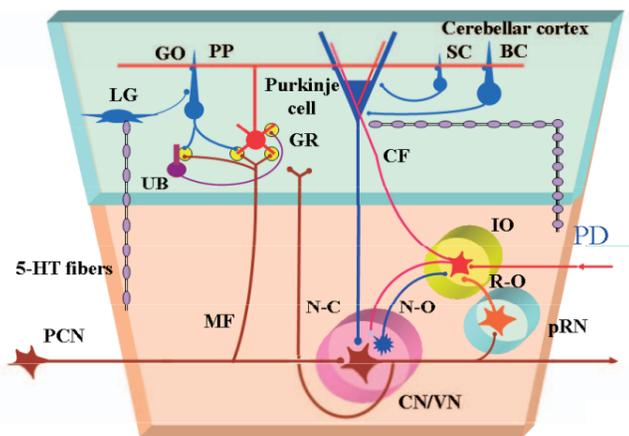


図11 小脳の神経回路

小脳の微小複合体

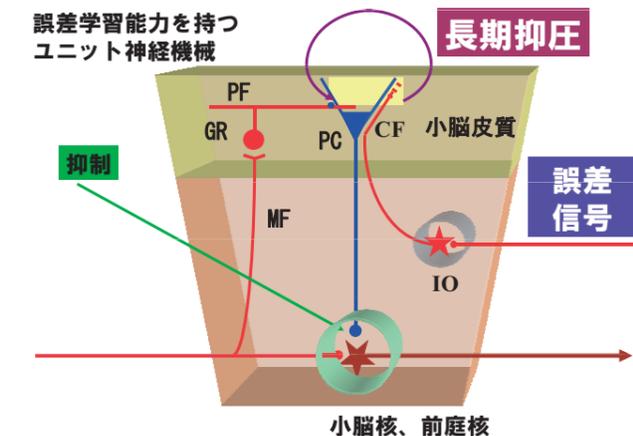


図12 小脳の誤差学習過程

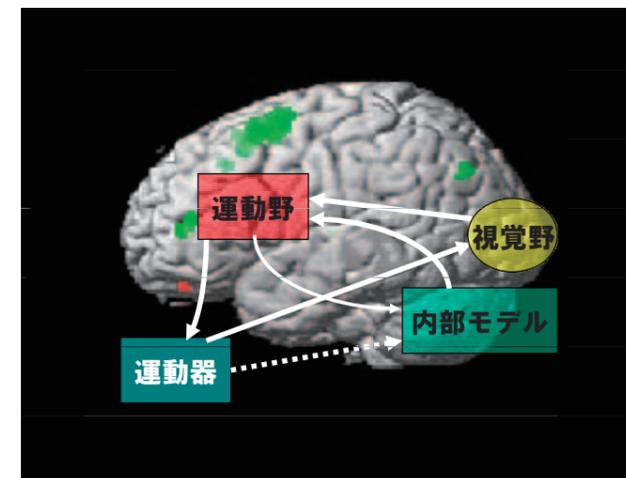


図14 随意運動における大脳・小脳の連携活動

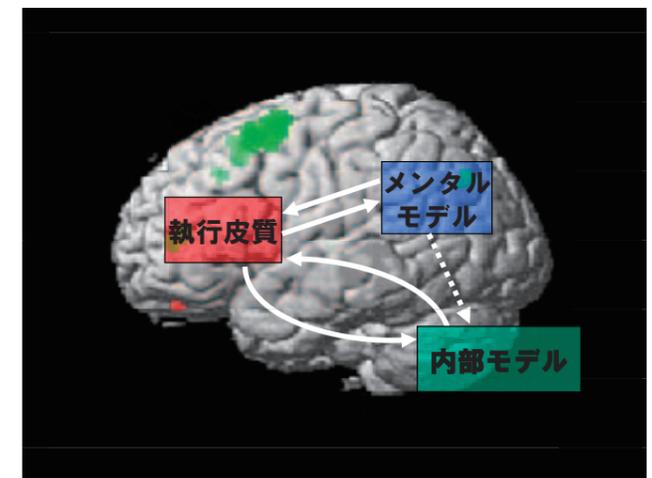


図15 思考における大脳・小脳の連携活動

るような単語をいいなさいというテストをすると、前頭前野、頭頂側頭葉、小脳の3カ所が組みになって活性化します。名詞を動詞にどんどんどんどん転換していく作業をやっているときのPET画像でも、前頭前野、頭頂側頭葉のベルニッケの言語野、反対側の小脳に大きな活動がでます(図16)。トランプゲームやチェスでも同じようなことが起こる。過去のことでなくて、未来のことをいろいろ考えさせると、小脳の活動が強くなります。第三に、小脳に障害がおこると、大脳の方には

何にもないのに精神症状がおこる例が幾つもあります。あるいは、自閉症、統合失調症、失読症のような精神症状がでる病気で小脳性の運動障害を示す例が幾つも見つかってきました。

内部モデル仮説を使うと、一見不思議なことが説明できます。例えば自閉症の子供は他の子供が思っていることが理解できない。他の子どもが悲しいか嬉しいのか、見ても全然分からない。他者の理解ができない。おそらく小脳の中で他者のモデルがうまく作れなくなっていると思われる。精神病患者がよく示す妄想や幻覚も、内部モデルの歪みによると考えられないでもない。統合失調症の中には自己の感覚がなくなる例があります。われわれは内部モデルからのフィードバックで自分というものをいつも確認しているのがなくなると、エコーがない防音室でしゃべっていると同時に自分が

分からなくなってしまうのではないかと。そのような説明もされるようになってきました。

脳の頂点は何処に？

どんどんところへと詰め寄って行くと、最後に残るのは前頭前野のようです。これは現代版のホモンクルスともいえます。ところを追い詰めていくと頭の中に人がいて、その人の中をまた追い詰めていくと、その中にまた人がいるというようにきりがないのでおかしいのですが、今の脳科学はまだホモンクルスを上手く捉まえることができません。最近、ホモンクルスで表現されるようなメカニズムがあるのだが、それをまだ我々はよく理解できていないのだと考えています。このころの問題はこのへんが最後の詰めになると思います。脳科学は精緻な物質科学を基盤としていないといけませんが、ただ物質だけでは駄目で、物質と情報の両方の観点が必要です。9図に示した両方の基盤に橋がかかって、脳科学がここへと向き合う時期がやがて来るのではないかと、そんな希望を申し上げて、話を終わらせていただきます。

ご清聴ありがとうございました。

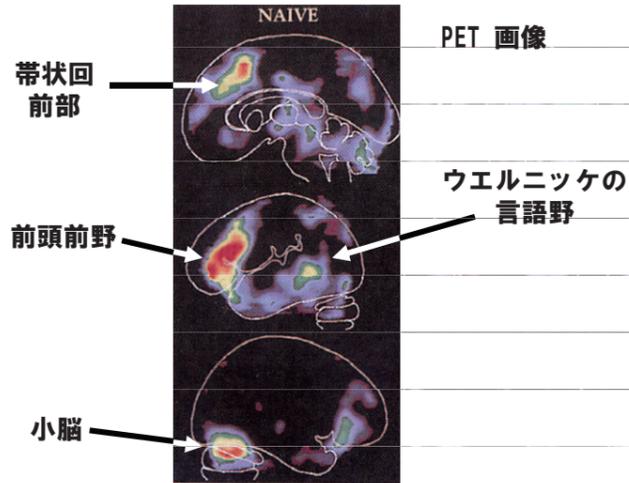


図16 言語活動における前頭前野、側頭頭頂野、小脳の組みあわせ活動 (Fiez, J. A. et al. Cerebral Cortex, 6, 1-10, 1996)

●話題提供

光と脳と健康

畿央大学健康科学部教授／国際生理科学連合会長

金子 章道

光は視覚情報を運ぶ重要な手段であるとともに、体内時計を調節するなどわれわれの健康にも関わるさまざまな役割を果たしている。網膜は視細胞で光をキャッチし視覚情報の抽出を行う。最近、網膜神経節細胞の中に、それ自身が光感受性を持ち、概日リズムの中核である視交叉上核へ投射するものがあることが発見された。この入力我每天に体内時計を調節し、われわれの健康維持に重要な貢献をしていることを話題としたい。

地球上に棲むあらゆる生物は地球の自転と無関係になることは出来ない。植物は光合成によって太陽の光エネルギーを取り込むが、それは夜間には出来ない。動物は昼間活動する昼行性のものと夜間に活動する夜行性のものがある。いずれも1日24時間の内、活動する時刻は一定である。

図1は昼行性の活動をするチョウセンシマリスの1日の活動状況を数ヶ月に亘って記録したものである。リスは

車回しが出来るケージに入れ、車が回るのを記録する(図2)。1本の横線が2日分の活動記録である。縦に黒い線が入っているところが車が回ったことの記録である。上段の線の黒い部分は夜間(暗闇状態)、黄色い部分は昼間(明るい状態)で午前6時から午後6時までは明るい状態、午後6時から翌日の午前6時までは暗闇状態である。図から分かるように、リスは明るい状態では活発に車回しをするが暗くなると休んでしまう。これが毎日忠実に繰り返される。

図3は図1の続きである。矢印①のところで照明条件をひっくり返し、昼夜を入れ替えた。昼夜反転後暫くの間、リスの活動は直ちに新しい明暗条件に従うのではなく、以前の昼夜条件に従って活動する。しかしやがて新しい照明条件に同期するようになり、明るい間活動し、暗くなると活動を停止するようになる。照明条件がひっくり返ってから、新条件に同期するまでの期間は「時差ぼけ」状態に相当する。



プロフィール

金子 章道 Akimichi Kaneko

1938年東京都生まれ。1962年慶應義塾大学医学部卒業。1968年から2年間Harvard大学に留学。帰国後、慶應義塾大学医学部助手、専任講師、助教授を経て、1979年国立生理学研究所教授。1991年慶應義塾大学に戻り生理学教授となる。2007年から畿央大学健康科学部長。同大学院健康科学研究科研究科長。専門は視覚生理学。研究対象は網膜の光受容と視覚情報処理。日本学術会議会員、日本生理学会会長などを歴任。現在、国際生理科学連合会長、(財)ノバルティス科学振興財団理事長。著書に「岩波講座現代医学の基礎6脳・神経の科学(共著)」など、また、国際学術雑誌に視覚生理学に関する論文多数。

次に矢印②の時点で継続して暗闇状態にする。この状態ではリスは何時朝が来て何時夜が来るのか分からなくなる。しかし、活動のリズムはほぼそれまでと同様に保たれている。このように昼夜の情報が無くなっても活動のリズムが保たれるのはリスの体内に「時計」が備わっているためである。この

シリーズ研究活動

KIO元気塾

畿央大学健康科学部では、理学療法学科、健康栄養学科、人間環境デザイン学科の3学科が主体となって、病院を退院された障害の残存している対象者に対して、週に2回の定期的運動と栄養指導を3~6ヶ月間実施している。本事業(KIO元気塾)は大学教育高度化推進特別経費で運営され、教員と学生の共同参加による教育目的はもちろん、運動と栄養をどのように組み合わせると効果的なのかについて明らかにし、さらに、これらで改善不可能な要素に対して環境調節でどのように補完するのかという研究目的を持っている。

平成19年5月から開始しているが、参加者の内訳は脳血管障害、パーキンソン病、下肢骨折術後、神経筋疾患などの方であった。

評価項目は、歩行能力、転倒既往、筋力やバランス、骨密度、動脈機能、体脂肪、心肺機能、血液検査等の



身体機能レベルと、動作能力レベル、生活の質(QOL)、栄養状態、食事調査、住環境評価等からなる。参加者の多くの身体機能、動作能力等の改善が認められているが、3ヶ月という短期間でも骨密度、動脈機能の大きな改善を呈する参加者も見られている。

今後も参加者を増やしていき、さらに運動や栄養の介入方法による影響なども含めて長期的に研究していく予定である。

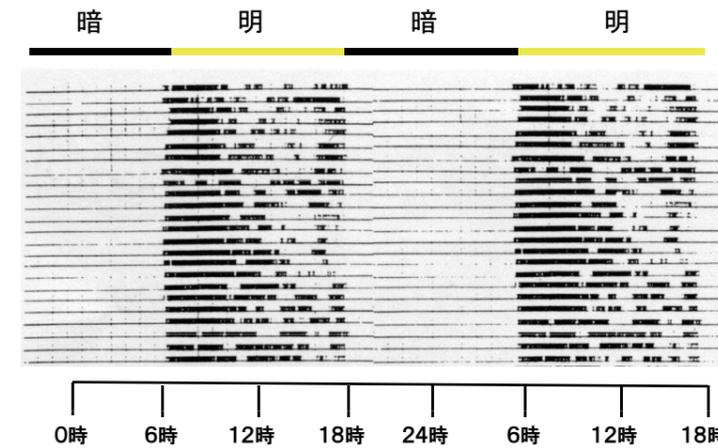


図1 1日のチョウセンシマリスの車回し運動の記録。1本の横線が18時から2日後の18時までの2日分の活動を示す。6時から18時までは照明をつけ、明るい環境、18時から翌日の6時までは照明を消し、暗い環境にする。縦の短い線が車が回ったことを示す。チョウセンシマリスは昼行性動物なので明るい環境下で盛んに活動し、暗くなると休む。この環境下では何日間続けても1日の行動パターンは変わらない。

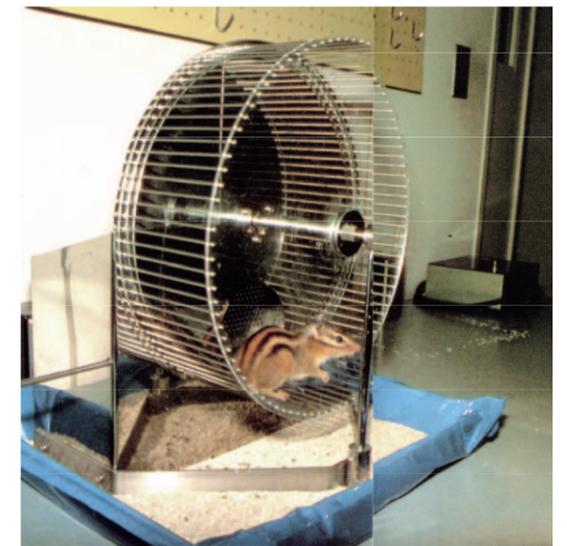


図2 車回しをするチョウセンシマリス

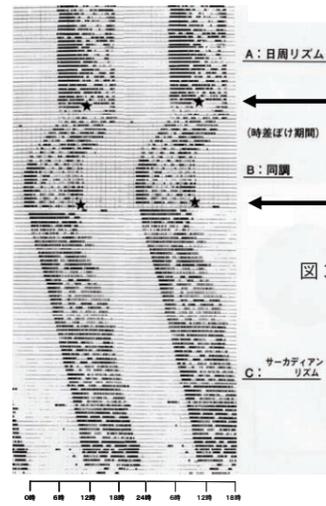


図3 図1の続き。Aの部分は図1. ①の時点で照明の点灯時間(昼夜)を逆転する。チョウセンシマリスの車回し行動は最初のうちは前からの行動リズムに従うが、やがて新しい照明条件に合うようになってくる。この時期は「時差ぼけ」の時期に相当する。②の時点からは照明を全く点灯しない連続暗黒の条件とする。それでもチョウセンシマリスの車回し行動は12時間周期で繰り返される。しかし、1日のリズムは少しずつ後へずれてくる。すなわち、体内時計を外界の光によって合わせないと、少しずつずれが生じる。本来の体内時計は24時間周期でなく、24時間よりも少し長い周期を持っているためである。

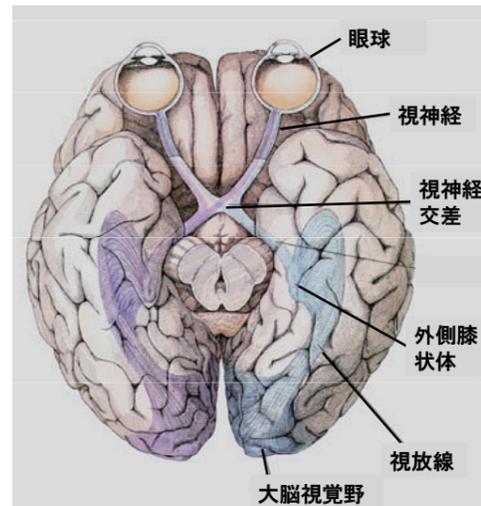


図4 脳底から見た視覚伝達路

時計を「体内時計」といい、リズムのことを「概日リズム」と呼ぶ。

しかし、ここで注目して欲しいのは、昼夜の情報なくなると体内時計は毎日少しずつ狂ってくることである。体内時計は一日が24時間ではなくそれよりも長い。したがって活動リズムは毎日に少しずつ遅れてくる。昼夜の情報が無くなると体内時計は24時間より長いリズムを刻むことになるのはリスだけではなく、われわれヒトでも同様である。

体内時計はどこにあるのだろうか。さまざまな研究によってそれは脳内にあることが知られている。図4にあるように、脳底部で左右の視神経は交差するが、この視交差の上の視床下部に「視交差上核」と呼ばれる神経核(神経細胞の集まった場所)があり、ここ

が体内時計の大元になっている(図5)。視交差上核には目から視神経が入力しているため、明るい昼間と暗い夜の情報は目から体内時計に入力され、毎日、時計の時間合わせが行われている。

目の中には桿体視細胞と錐体視細胞があり、これらが光をキャッチしている(図6)。桿体視細胞は感度が高く、暗い月夜でも目が見えるのは桿体視細胞の働きによる。しかし、桿体視細胞は明るいとこでは飽和してしまい働かなくなる。われわれの昼間の視覚には桿体視細胞は関与していない。それに対し、錐体視細胞は感度は低いもののどんな明るい場面でも働きを維持している。桿体視細胞、錐体視細胞が捕らえた光の信号は網膜の中で、双極細胞、神経節細胞と伝えられ、神経節細胞から出る視神経によって中枢へと伝

えられる。双極細胞や神経節細胞は直接の光感受性を持たないものと考えられてきた。

それでは体内時計を調節する光信号は錐体視細胞や桿体視細胞から視交差上核へ送られるのだろうか。最近、神経経路を調べるのに目的となる地点に標識物質を注入すると、そこへ投射している神経細胞が標識物質を軸索の中へ取り込み、その神経細胞体まで逆行性に輸送することが明らかになり、この性質を利用して神経経路を調べる技術が確立された。そこで、視交差上核へこのような標識物質を注入して、それがどこへ運ばれるかを検索したところ、網膜神経節細胞の一部にその標識物質が見つかった(図7)。この標識された神経節細胞に微小電極を刺入しておいて、網膜に光を当てるとこの神

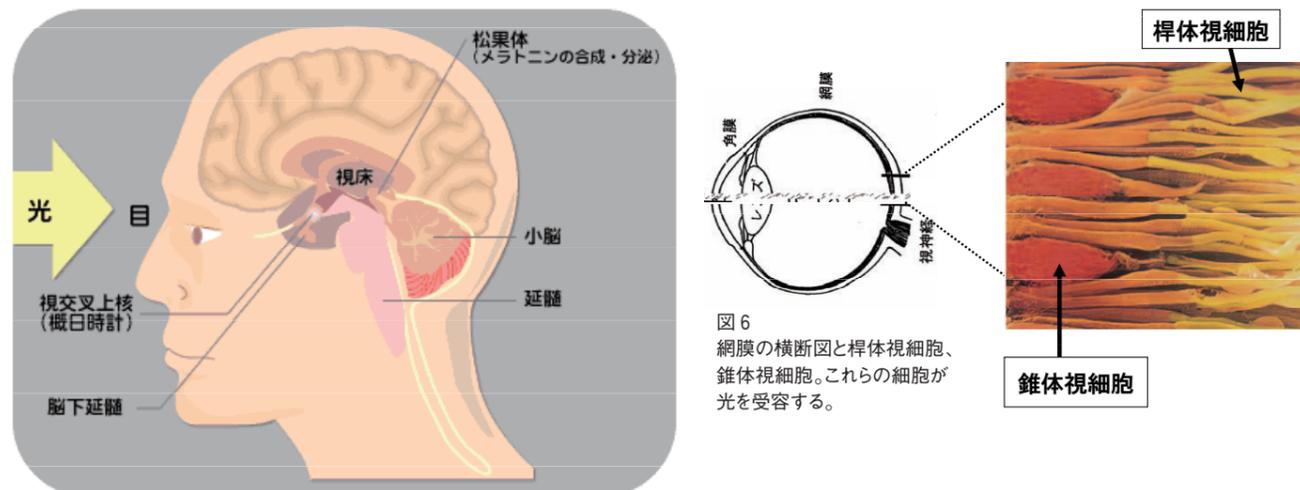


図5 体内時計の座である視交差上核。視床下部にあり、メラトニンを合成分泌する松果体とも近い位置にある。視神経の枝がここに投射し、明暗の情報を入力する。

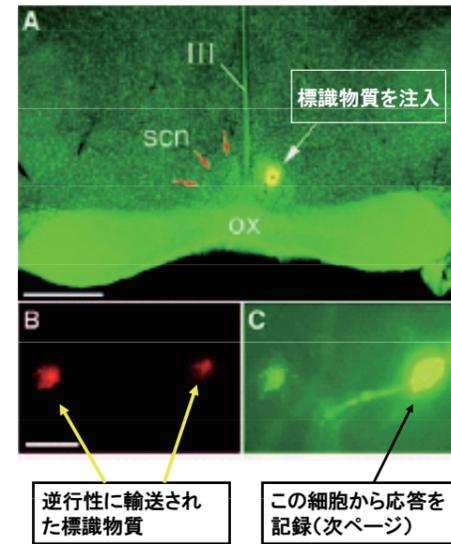
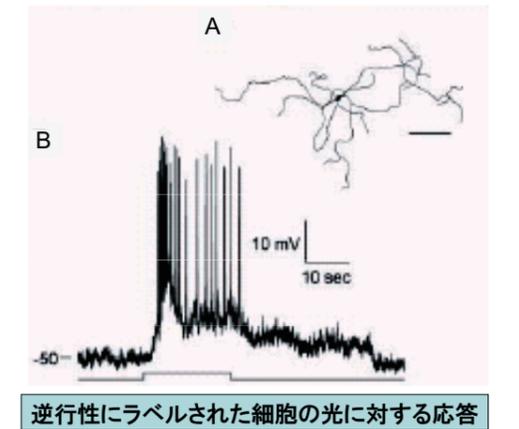


図7 視交差上核に投射しているラットの網膜神経節細胞とその光応答。A: 視交差上核に標識物質(rhodamine (赤) と緑色の微粒子を混ぜたもの、黄色く見えている) を打ち込んだところ(白矢印)。赤矢印は対側の視交差上核との境界を示す。Ox: 視交差、III: 第三脳室、スケールは500 μm。B: 視交差上核に入れた標識物質によって逆行性に標識された2つの神経節細胞。網膜のホルマウントを赤色を通すフィルターを用いて撮影した。右図の細胞からパッチクランプ法によって光応答を記録した。スケールは20 μm。C: 同じ細胞を青色光で励起した時の像。記録した細胞がLucifer yellowで満たされているのが観察される。

図8 A: 図7Cの細胞をLucifer yellow に対する抗体で処理したあとスケッチしたもの。スケールは100 μm。B: この細胞は、光を照射すると強く脱分極し、活動電位を発生した。



逆行性にラベルされた細胞の光に対する応答

節細胞が光応答を示すことが明らかになった(図8)。この神経節細胞はメラノプシンと呼ばれる視物質を持っており、これが光感受性の元になっていることが明らかになった。

この光応答は錐体視細胞や桿体視細胞の応答が双極細胞を経由してもたらされたものではない。その証拠に、図9Aにあるように、標本にCo²⁺を投与してシナプスをブロックしても光応答は消失しないし、さまざまなシナプス伝達物質の阻害薬を添加してシナプス伝達を阻害(図9B)しても光応答は残ったからである。この結果は、この神経節細胞自身が光感受性を持っていることを示している。

メラノプシン含有神経節細胞が光感受性を持つことの直接的な照明は次の実験でも示された。すなわち、網膜か

ら単離したメラノプシン含有神経節細胞の光応答を調べると、この細胞が網膜の中にあるときと同じように、光に反応することが認められた(図10)。

メラノプシン含有神経節細胞は桿体視細胞や錐体視細胞よりも光感受性が低い。すなわち強い光を照射しないと応答しない。このことは体内時計を調節するためには明るい光にさらされる必要があることをうなずかせる。また、時差ぼけを直すには明るい光の下で過ごすことが有効であることは、周知の事実であるが、この発見はこれを裏付けることになる。

健康を維持するのに「早寝、早起き」が必要といわれているが、われわれの体内時計は時間合わせをしてやらなければ、毎日30分くらいずつ遅れていく。規則的な時間に起床して、朝の明るい

光を浴びることが体内時計を正確に合わせるために必要である。

文献

1. S.Hattar, H. -W. Liao, M. Takao, D.M. Berson, & K. -W. Yau Melanopsin-containing retinal ganglion cells: architecture, projections, and intrinsic photosensitivity. Science 295 1065-1070, 2002
2. D.M. Berson, F. A. Dunn, M. Takao Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. Science 295 1070-1073, 2002

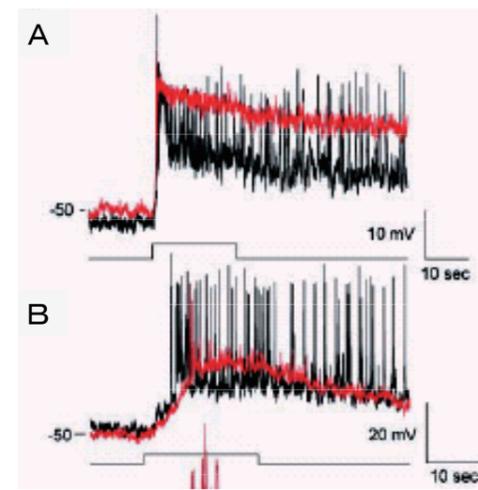
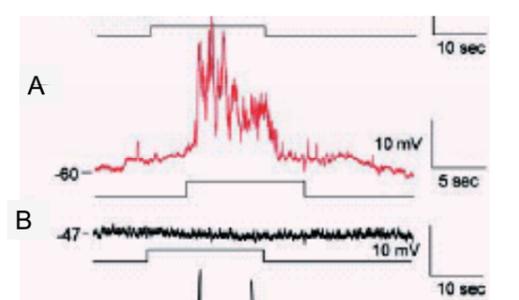


図9 視交差上核の標識で逆行性に標識された細胞が光に対し直接の感受性を持っている証拠。A: コントロールとしてAmes液の中で記録された光応答(黒い線)は2 mMのCoCl₂を添加してシナプスをブロックしても消失しなかった。B: また、神経節細胞へ入力するシナプスを阻害する目的で、各種のグルタミン酸受容体やGABAとグリシンの受容体をブロックしても消失しなかった(赤い線)。

この細胞の光応答はシナプスをブロックしても(赤線)消失しない

図10 A: 標識された神経節細胞を網膜から単離しても、光応答が記録された。B: しかし、標識されていない他の神経節細胞では光応答は記録されなかった。(図7-10は文献1,2より改変)



この光応答は網膜から単離したメラノプシン含有神経節細胞でも見られる(A)が、一般の神経節細胞(B)では見られない

●話題提供

食品のテクスチャーに期待される健康機能の課題

畿央大学健康科学部教授／健康科学研究所長／元京都大学食糧科学研究所長

森 友彦



食べる事は生きるために必要不可欠な行為ですが、人はさらに食べ物に対して美味しさを、食事に際しては心地好さや楽しさを求めるのが常です。また、咀嚼や嚥下の困難な人にとっては食べ易さが肝心であり、高齢社会に向かう中での食べ物の品質開発が重要な課題になっています。このような中で食べ物の側の課題として注目されるのがテクスチャー（いわゆる食感）であり、テクスチャーの計測・設計・制御・開発の進展とともに、美味しく食べ易い食品の創出が期待されています。また、テクスチャーによって咀嚼運動が促され、それが摂食に関わる諸機能やさらには脳の働きに影響することが明らかになり始めてきました。以下に、これらテクスチャーの重要な機能について食品の側とそれを食べる人の側の両側面からみたくつかの話題を述べていきます。

(1) 食品の側における課題：テクスチャーの測定・分析・評価の方法

テクスチャーに注目した食品開発は、食べ物への嗜好性が重視されるようになってきたことに伴う新たな高品質化と付加価値の向上への必要性から、現在着実に発展の方向に向かっています。テクスチャーの評価は主として官能検査により行われ、部分的に物性試験機を用いた機器測定の手法が適用されるというのが現状と思われる。官能検査は、美味しい不味いや良い悪いの評価には有用な方法であり、その内容・情報は感覚的には分かりやすいものであります。しかし、官能検査から得られる情報は、物差しや天秤で測る場合のようないわゆる数値による定量的な内容とは異なる

性格のものであり、新商品の開発に際し嗜好性に関して品質を設計するといった場面で直接役に立てるのは難しいようです。これに対して、機器測定手法では、テクスチャープロフィール法に代表されるようにテクスチャーの内容が数値的に表現されます。さらに、力学的物性の測定と得られたデータの変量解析を行うテクスチャーマッピング法が考案されています。この手法によればテクスチャーの特徴や違いを数値化して表示することが可能であり、テクスチャーの品質設計に役立つ情報が得られるのがこの手法の優れた点といえます。この二つの手法について、もう少し説明を加えます。

1. テクスチャープロフィール法

この手法は感覚により評価・判定・認知される多様なテクスチャーの内容をいくつかの要素に分類するとともに、それぞれの要素に対応する物性的性質を機器により測定するというものです。また、この手法の専用機として用いられるのがテクスチュロメータです。測定値は設定された要素ごとに得られ、この数値の大小により各要素に対応する

プロフィール

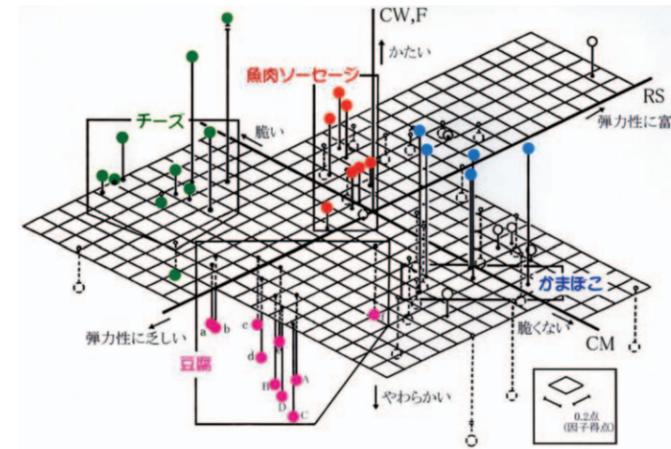
森 友彦 Tomohiko Mori

1941年岡山県生まれ。1968年京都大学大学院農学研究科博士課程修了。京都大学食糧科学研究所助手、助教授を経て1988年同教授、1997～2001年同所長（併任）、2001年京都大学大学院農学研究科教授。現在は畿央大学・畿央大学大学院教授、同健康科学研究所所長。京都大学名誉教授。(社)日本農芸化学会奨励賞、アメリカ油化学会優秀論文賞、(社)日本食品科学工学会賞を受賞。(社)日本食品科学工学会会長、国際食品科学工学連合日本支部 (IUFOST-Japan) 理事長、(財)安藤スポーツ・食文化振興財団食創会役員、日本食育学会理事。風味・食感に関する食品科学的研究では世界的に高い評価を得ている。

る官能評価の項目・内容の程度を表現することができますので、本手法は人による官能検査に代わる方法として汎用されています。機器測定と官能評価の対応についての内容を表1にまとめて示しました。

テクスチャープロフィール法は、このように物性の測定から得られる数値(力学的特性値)によりテクスチャーを表現するというので、食に関係する各方面において食感の評価に利用され

特 性	客観的測定値		官能的評価内容
	1 次	2 次	
物理的 特性	力学的 特性 粘 度 弾力性 付着性	かたさ 凝集性	やわらかい、かたい くだけやすい、バリバリ、もろい やわらかい、シコシコ、こわい 腰の弱い、粉っぽい、糊状の うすい、サラサラした、粘りのある、ネバネバ、 塑性的な、弾力のある ネバネバした、ネバつく
		もろさ 咀嚼しやく性 ガム性	
幾何 特性	幾何 特性	粒子の形状	砂っぽい、つぶつぶした、ザラつく
		粒子の形態	せんい質の、胞状の、結晶質の
そ の 他		水分含量	乾いた、湿った、水気のある、水っぽい
		脂肪含量	油っこい 脂っこい
		オイル状 グリース状	



3次元グラフによるテクスチャーの表示(テクスチャーマップ)

ています。たとえば、ハムやソーセージ、チーズ、パン、クッキーなどのかたさを、官能検査の代わりに、力学的特性のうちのかたさの測定値により示すということです。

2. テクスチャーマッピング法

この手法はテクスチャーの全体的な特徴とかタイプの違いを数値化して表示するものです。本手法は、物性測定機器を用いた圧縮回復試験による力学的特性値の測定、測定データの因子分析、3次元グラフ表示の手順で構成されます。また、本手法では、別途作成した標準テクスチャーマップを使って測定試料のテクスチャー表示を行います。図1に3次元グラフ表示による標準テクスチャーマップを示しました。この図から、テクスチャーに特徴のある代表的な食品サンプルがグラフ上で異なる位置取りをしていることがわかります。グラフの3軸はそれぞれ“かたい・やわらかい”、“弾力性に富む・弾力性に乏しい”、“脆くない・脆い、くずれ難い・くずれ易い”であり、これらを基準としてテクスチャーの違い、特徴が明確に表わされます。この標準マップの作成には110種の食品を収集・選定して測定に供しており、テクスチャーに特徴のある食品の主なものはほぼ取り揃えることが出来ているものと思われる。そして、調べたい試料について、測定データを因子分析の計算に供して標準テクスチャーマップの中に位置づけることにより、テクスチャーのタイプや特徴を知ることが出来ます。測定試料について官能検査による美味しさの評価を行い、その結

果と先のマップ中の位置づけの結果を重ね合わせることで、美味しさのマップを作成することが可能になります。さらに、商品開発に際して、諸条件で試作品を作製しそれらのテクスチャーを測定するこ

とにより、目指すテクスチャーを設計するのに必要なテクスチャー要素に関する情報を得ることが出来ます。このように、テクスチャーマッピング法は①テクスチャーの分析・解析などの基礎研究、②食品製造現場での品質管理、③商品開発やマーケティングへの応用などテクスチャーに関する基礎研究手法として有用であるとともに応用開発への利用が期待されます。

(2) 人の側における課題：テクスチャーと咀嚼・健康機能

テクスチャーは咀嚼運動を刺激する主要な要因であり、原動力ともいえます。したがって、テクスチャーの内容によって咀嚼運動の質は大いに変わってきます。図2に摂食運動（主に咀嚼運動）と食品物性（テクスチャー）の関係を示しました。食物の摂取からテクスチャーの感知にいたる摂食運動の過程で、具体的事象として口腔内部では唾液分泌、咀嚼の筋肉運動、歯根膜受容器の働き、顎・歯・舌の活動、嚥下などが起こり、食品物性は破壊からひと口・飲み込み食塊への変化が起こります。咀嚼のステップや嚥下のステップに注目した食品のテクスチャーの設計・制御・開発・創製は、高齢社会での食環境を考える上で大変重

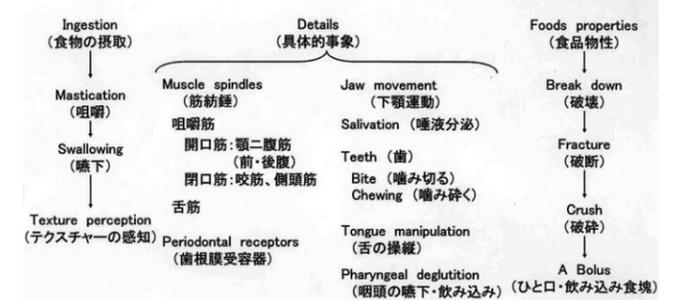
要な課題となっています。具体的な動きとして、咀嚼あるいは嚥下の困難な人へのテクスチャー（食品物性）の規格が提示されています。また、嚥下困難者への嚥下訓練食や嚥下食の工夫が提案されています。そして、咀嚼・嚥下困難へのこのような対応からさらに進んでQOLの維持・向上を目標とするテクスチャー品質の追求への取り組みが進められています。

咀嚼は、首から上の運動とみなされ、口腔と顔面における運動に相当するものであります。たとえば、軟らかい食べ物ばかり食べていると口腔・顔面は運動不足となりますし、適切な硬さや歯ごたえのあるテクスチャーであれば口腔・顔面運動を適切に行っているといえます。この咀嚼とテクスチャーの関係について科学的な研究が進んできたことから、歯や顎の発達、唾液の分泌、消化・吸収能、脳の発育・活動・活性化、感情の動き、心理状態・心や精神の動きなどに咀嚼が深く関わっていることが確かになりつつあります。最後に、咀嚼の健康機能に関する提言を記してまとめにしたいと思います。

〔咀嚼の十大効果〕

- 1 人類の「進化の原動力」は咀嚼だった
- 2 頭がよくなる 記憶力がアップする
- 3 がんや糖尿病などの生活習慣病を予防する
- 4 スポーツ能力がアップする
- 5 容貌・表情がよくなる
- 6 肩こり・腰痛が治る
- 7 肥満を防止する
- 8 姿勢がよくなる
- 9 認知症を予防する
- 10 寝たきりから立ち上がる

摂食運動と食品物性の関係



●話題提供

おいしく味わうことは健康の源

大阪大学大学院歯学研究科 特任教授／畿央大学健康科学研究所 客員教授

山本 隆



プロフィール

山本 隆 Takashi Yamamoto

1944年福井県生まれ。1972年大阪大学大学院歯学研究科博士課程修了。大阪大学歯学部助手、同助教授を経て、1991年大阪大学人間科学部教授、2000年大阪大学大学院人間科学研究科教授。現在は大阪大学大学院歯学研究科COE特任教授、畿央大学健康科学研究所客員教授。大阪大学名誉教授。中西研究奨励賞、安藤百福賞基礎部門優秀賞、安藤百福賞大賞、日本味と匂学会賞を受賞。日本味と匂学会会長、うま味研究会会長、嗅覚研究会副会長、化学感覚関連国際誌編集委員長、文部省学術審議会専門委員などを歴任。味覚・食行動の脳神経科学研究では世界的に著名。

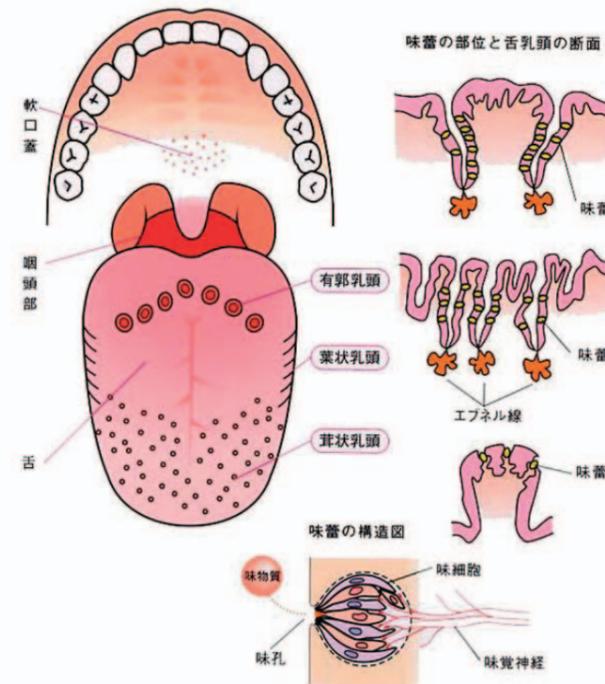
喉頭部の粘膜にも分布して、のど越しの味を感じるのに役立っている。

味細胞の表面の膜には少なくとも5種類の受容体があって、5基本味（甘味、塩から味、酸味、苦味、うま味）を生じさせる代表的な物質であるショ糖、食塩、クエン酸、キニーネ、グルタミン酸などが特異的に作用し、味細胞を活動させる。種々の物質の刺激を受けて生じた味細胞の活動は、接続している味覚神経にインパルスを発生させる。この信号が、味の情報として脳に送り込まれるのである。

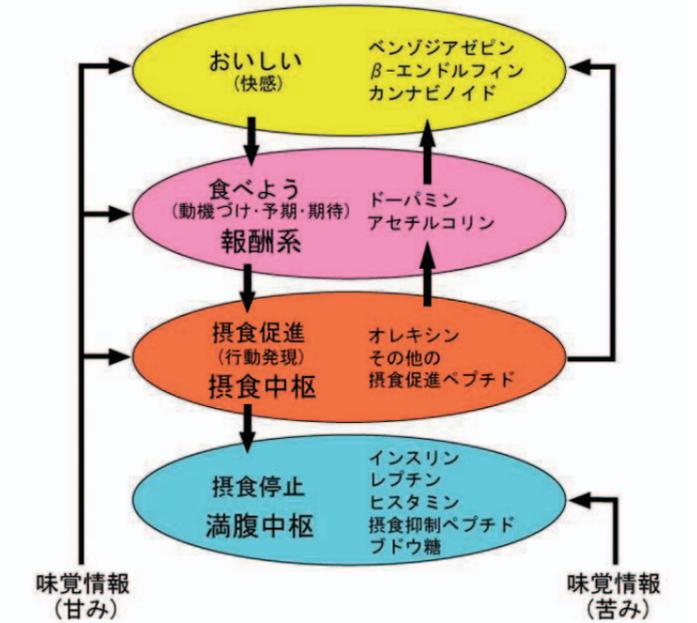
おいしさにかかわる主な要因は人の五感で捉えられる食物の物理的・化学的性質であるが、それ以外に、心身の健康状態、体内・体外の環境、食文化、食情報なども関与する。おいしさとは種々の要因の総合された結果として得られるものである。

3) 食後の感覚

飲み込んだあとの食後の感覚は、体の中で自然にわき上がる時間経過の長いものである。外部からの刺激に対応



おいしさと摂食にかかわる脳内物質の相互作用



する感覚に比べて、感覚としての明瞭さにも劣る。おいしく食べたあとは、満腹感とともに、カロリーや栄養補給に伴う快感、至福感、満足感を伴うのがふつうであるが、時には吐き気や胃腸の痛みなどの不快感を伴う場合がある。このときは、そのとき食べた物の味と不快感を連合して学習し、その食べ物の味やにおいを覚え、以後その食べ物の摂取を避けるようになる。これは「味覚嫌悪学習」とよばれるもので、嫌いな食べ物ができ上るもっとも大きな原因である。

3. おいしく味わう脳のしくみ

1) おいしさで脳内物質

おいしさの発現から食行動に至る過程で種々の脳内物質が働く。

アヘンやモルヒネなどの麻薬には、鎮痛作用や陶酔作用のほかに、摂食を促進する作用もある。このような薬物を全身性に投与すると、多くの動物種において摂食量が増加する。しかも、その効果は動物が本来好む味刺激に選択的に生じる。脳内に存在する内因性のモルヒネ類似物質はβ-エンドルフィンである。ラットに数種類の味溶液を摂取させ、脳内のβ-エンドルフィン量を測定すると、ラットのもっとも好む砂糖やサッカリンを摂取したときに最も大きな値を示す。β-エン

ドルフィンが脳内麻薬ともいわれ、いったん好きになったものを「やみつき」にさせる作用を有する。

ベンゾジアゼピン誘導体は、その抗不安作用や静穏作用のために臨床的に広く用いられている。一方で「おいしさ」そのものを特異的に増強する作用もある。ベンゾジアゼピン投与による摂取量の促進は、クッキーや甘味をつけた飼料、サッカリン溶液など、本来動物が好む飲食物に対して選択的に生じ、通常の飼料や水を与えた場合には、摂取量の促進は見られない。このようなベンゾジアゼピンによる鎮静効果とおいしさ増強効果は、「おいしさは静的な喜びである」という事実を説明するものであろう。

おいしさに関与する脳内物質としては、アナンダマイドなども候補としてあげられる。アナンダマイドはマリファナに代表されるカンナビノイド受容体作動薬の1つで、内因性に認められるものであり、いくつかの点で麻薬様物質と類似の働きをすることが知られている。

2) 食の調節

おいしさの情報は、報酬系として知られる腹側被蓋野や側坐核へ送られ、もっと欲しいという意欲を生む。このときドーパミンを中心としていくつかの神経伝達物質が働く。ドーパミンは中脳の腹側被蓋野の細胞で作られ、側

坐核を含む前脳部に送られる。ドーパミンは食べる意欲を引き起こす物質である。自分の好物を見ただけで、ドーパミンが出て、食欲がかきたえられるのであるが、ましてや一口食べて、味覚情報が脳に入ると、報酬系はさらに活性化される。次に情報は視床下部に送られ、オレキシンやニューロペプチドYなどの摂食促進物質が放出され、実際の食行動が生じる。

おいしい食べ物であっても、満腹感とともに摂食行動は停止する。胃の拡張による満腹情報もあるが、血糖値の上昇による視床下部の摂食中枢の抑制と満腹中枢の興奮の結果である。血糖値上昇によって分泌されるインスリンも同じ働きをし、白色脂肪組織から分泌されるレプチンも強力な摂食抑制物質である。また、脳内ヒスタミンも摂食抑制に働く。

3) おいしさで消化管活動

おいしいものなら食が進み、大好物ならたとえ満腹でも別腹と称して食べることができる。おいしさのしくみを考えるには連動する摂食促進作用を無視することはできない。視床下部外側野（摂食中枢）のニューロンが分泌するオレキシンという物質は、おいしい食べ物をより多く摂取させる脳内物質の有力な候補である。

オレキシンにより摂食、飲水が亢進するという事は、飲食物を受け入れ

1. おいしさとは

おいしく味わっている人を観察すると、表情、しぐさ、発言などに共通するものに気付く。最初の一口をゆっくり口に含み、咀嚼を始めれば数秒後には、まず目を輝かせ、うなずき、にっこりとほほえみ、さらには、目を細めたり、閉じたり、そして「おいしい」「幸せ」といったことばを発するといった具合である。覚醒したり、鎮静化したり、喜んだり、うっとりしたりと多様な生体反応が生じていることが推察できる。

おいしさとは、飲食物摂取に伴う快感である。体は主として副交感神経活動優位の状態になり、にこやかな表情とともに、活発な咀嚼運動や摂取のための行動が誘発される。このようなおいしさに基づく生体反応（快の情動）は、おいしさの実感を反映したものであり、同時に、積極的に取り込もうとする行為を反映したものである。

2. おいしさの要因

1) おいしいものとは

おいしいものはエネルギーのもとになる糖分（甘味）や蛋白質のもとにな

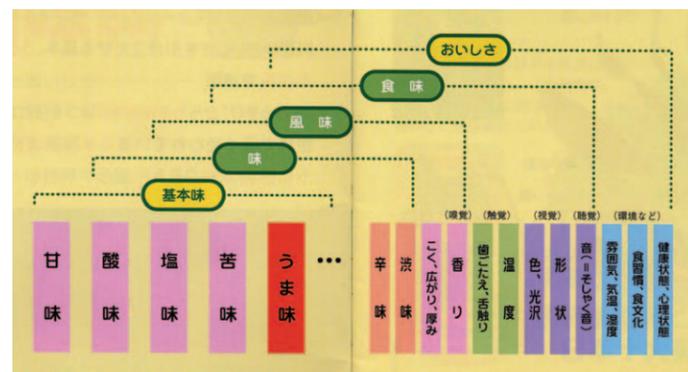
るアミノ酸（うま味）、あるいは、ミネラルの代表としての食塩（塩味）など、常に体が必要とするものである。体に必要なものを摂取したときのおいしさの発現は、長い進化の過程で獲得され遺伝子に組み込まれた生得的（本能的）なものである。体が必要とするものは、欠乏状態にあるときほどおいしいと感じ、そのおいしさが摂取をより促進させるのである。

2) おいさと感覚

食事に際しての感覚をおおまかに分類すれば、食べ物を口にする前の感覚として視覚と嗅覚があり、口に入れたときの感覚として味覚、触（圧）覚（歯ごたえ、舌ざわり、噛み心地などのテクスチャー）、温度（冷、温、熱）の感覚、痛覚、聴覚（咀嚼音）などがある。そして、飲み込んだ後の感覚に内臓感覚や満足感、至福感などがある。ここでは、私の専門とする味覚について詳しく述べよう。

口の中に取り込まれた化学物質の刺激を受け取る最小の構造物を味蕾という。味蕾は花のつぼみ状の小さな（長径80μm、短径50μm）構造物で、その中には、細長い味細胞が数十個集合している。味蕾は、舌の前の方では散らばって存在するが、大臼歯の横の舌

縁部や、舌根部では集合して存在し、食物をかみしめた時や、飲み込むときに味をよく感じるようになっている。味蕾は軟口蓋や咽頭、



る消化管の活動も亢進している可能性がある。事実、オレキシンをラットの脳室内に投与すると、胃の近心側での「受け入れ弛緩」、遠心側での律動的収縮が観察される。受け入れ弛緩とは食道から入ってくる食べ物を受け入れるために胃の筋肉の緊張が緩むことであり、律動的収縮とは胃内容物を十二指腸に送るための蠕動運動のことである。

4. おいしさによる生理作用

食べたときのおいしさ・まずさが体の生理機能に影響を及ぼすとしたら、おいしいときは体の機能は向上し、まずいときは逆に体調が悪くなる方向に向かうと推察される。おいしく食べることの効能として、まず免疫機能の向上がある。つまり、血液中の総たんぱく質量が増え、白血球が増え、唾液中のイムノグロブリンが増え、総合的に判断して体の免疫機能が向上しているのである。2番目には、食欲不振の改善、おいしく食べられる、食事が楽しくなる、昔の楽しかった思い出がよみがえる、といったQOL（生活の質）の向上が挙げられる。3番目には、体の機能が向上することで、心身ともに元気が出る、視力がよくなる、唾液分泌が促進されるといった報告もある。

下の図は、おいしいもの（実験的には甘い食べ物）とまずいもの（苦い食

べ物）を食べさせたときに生じる生体反応を調べた我々の実験結果である。結論的に言って、おいしく味わって食べることは、生理機能を健全に維持し、生き生きと生活するうえでとても大切である。栄養面ももちろん大切であるが、日々を元気に過ごすためには、多様な食べ物をおいしく食べること、しかし食べ過ぎないように心掛けることが肝要である。

5. おいしさ与健康長寿

ある自治体が百歳以上のお年寄りを対象に「長生きの秘訣」に関する調査を行った。一番多かった答えは「好き嫌がなく何でも食べる」ことで、第四位は「食事は腹八分目にする」であった。おいしくても食べ過ぎはだめで、もっとほしいなと思うところで止めることが長生きのためにはとても重要なことなのである。

「好き嫌がなく何でも食べる」という表現の中には、多様な食べ物を摂取することによりバランスよく栄養が補給できるという意味以外に、「何でもおいしく食べることができる」という意味も込められていると思う。

年をとれば好き嫌がなく何でも食べられるようになるわけではない。幼児期から小学校低学年までの学童期（10歳位まで）の食経験は、大人になって

も長く続く食べ物の好き嫌いを形成する大きな要因である。幼少期にいったんでき上った食べ物の好き嫌いはそう簡単に変えることはできない。年老いても好き嫌がなく食べることができるためには、母乳から離乳食に切り替わったとき、家庭の味から家庭以外の味を経験する給食のときなどに初めての味を数多く経験するのであるが、このとき不快感ではなく快感と結びつく学習をしておく、あるいは繰り返しの食経験で慣れておくことが重要である。子供のころからの食環境や食経験により数多くの食べ物を認知したあとは、自分の歯でよく噛み、十分に唾液分泌が生じればよりおいしく味わうことができる。それによって免疫力が上がり、ストレスも低下し、健康が維持され長寿に結びつくことになる。ただし、自制心を持って食べ過ぎないように心掛けることが大切である。

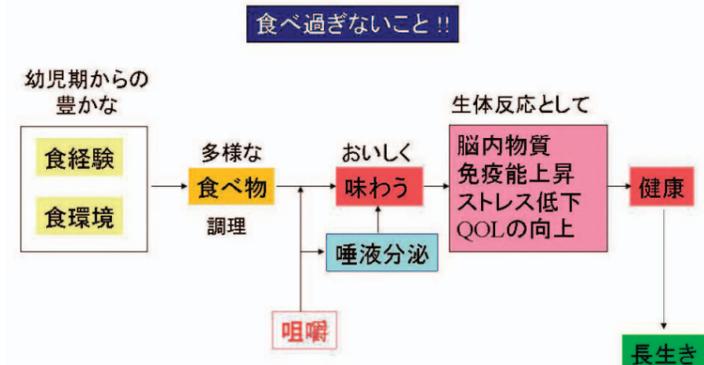
参考図書

- 1) 山本 隆. 脳と味覚. 東京: 共立出版. 1996.
- 2) 山本 隆. 味の構造. 東京: 講談社選書メチエ. 2001.
- 3) 山本 隆. 「おいしい」となぜ食べ過ぎるのか. 東京: PHP新書. 2004.
- 4) 日本味と匂学会編. 味のなんでも小辞典. 東京: 講談社ブルーバックス. 2004.

結論

甘味・好ましい	味覚	苦味・嫌い
活発	摂食行動	抑制
促進	胃の活動性	抑制
なし	ストレス応答	あり
向上	免疫機能	抑制
いきいき	精神活動	いやいや

おいしさ与健康



健康科学研究所開所記念シンポジウムを終えて

畿央大学健康科学部教授

森岡 周

畿央大学の建学の精神は周知の通り、「徳をのぼす」「知をみがく」「美をつくる」である。健やかに生きるためには、こうした精神を育むことが求められるが、この精神は、脳の機能である「知・情・意」を育むことになる。現在、世界中の脳・神経科学者が、この魅力的な「脳」の機能である「知・情・意」の本質を探ろうと「脳とこころの科学」から解明しようと挑戦している。

この世界的な流れを受けて、「健やかに生きるために～脳とこころの科学からの新たな挑戦～」と題して、本学健康科学研究所の開所記念シンポジウムを去る2007年10月13日に本学冬木記念ホールにて開催した。

理化学研究所特別顧問の伊藤正男先生の特別講演を受ける形で、本学教員による話題提供が行われた。伊藤先生の講演が、脳、特に小脳が持つ運動制御機構が中心であったのに対して、話題提供では感覚系に基づく神経機能に関する内容が主であった。

まず、本学大学院健康科学研究科長の金子章道教授より、「光と脳と健康」をテーマに話題提供が行われた。その内容は、体内時計の調節といった人間の健康に大きく関係する光の受容機能に関するもので、日光を生体に周期的に受けることが、人間の脳と身体を健康に保つために必要な事実である科学的根拠について、いくつかの学術論文を基に示された。体内時計は24時間の中で30分程度遅れることが明らかにされているが、毎日、日光を浴びることで、その30分の微調整が行われている。そのためには、光の量が同じであっても、照明といった人工光でなく、日光を感じることも、重要であるという事実が、本講演を通じて知り得た内容であった。

続いて、本学健康科学研究所長の森

友彦教授より、「食品のテクスチャーに期待される健康機能の課題」に関して、話題提供が行われた。この内容は、食品側のテクスチャーが脳の機能である情動にどのような影響を及ぼすかを調査したものであり、食品側からの解明されるべき問題について、主にその解析方法の特性について示された。今後は、食品側のテクスチャー（食感）のみならず、生体の口腔内におけるテクスチャー（触感）と、脳、特に情動を司る領域（大脳辺縁系；特に前帯状回）や、豊かな感情を生み出す領域（大脳新皮質；特に内側前頭前野）、そして、その情報処理が行われる領域（大脳新皮質；特に頭頂葉）の関係性を探る必要がある。一方、人間側における課題として、テクスチャーと咀嚼・健康機能との関係性についても話題提供が行われた。なかでも、テクスチャーが咀嚼運動の質に影響することを示された。今後は、テクスチャーのみならず、食品の大きさ知覚等の空間認知も加えて、大脳新皮質における情報処理機能と咀嚼運動との関係性を明らかにすることが、嚥下機能全体を含んだ解明となるであろう。

最後に、本学健康科学研究所の山本隆客員教授から、「おいしく味わうことは健康の源」をテーマに話題提供が行われた。その内容は、「おいしさ」を感じる受容器および脳機能に関することであり、味覚を中心とした話題提供であった。また、ホルモンの作用や神経伝達物質の役割についても言及され、おいしさという「快」情報は、脳の記憶系として貯蔵され、それが今後は、報酬系として作動し、さらに「食べたい」という欲求を生むことを示された。これは、大脳辺縁系（扁桃体、側坐核等）と大脳新皮質（前頭連合野、側頭連合野等）の神経連絡によって生まれ



プロフィール

森岡 周 Shu Morioka

1971年高知県生まれ。1992年近森リハビリテーション病院理学療法士。1995年高知医療学院講師。1997年フランス・パリ・サンタンヌ病院留学。2004年高知医科大学大学院医学研究科博士課程修了(医学博士)。2004年畿央大学講師。同大助教授を経て、現在同大教授、同大大学院健康科学研究科主任。日本理学療法学会大会奨励賞、理学療法ジャーナル賞、奈良県理学療法士会学術奨励会長賞を受賞。理学療法の医学的基礎研究会副会長、日本認知運動療法研究会理事。代表著書は「リハビリテーションのための脳・神経科学入門」「リハビリテーションのための認知神経科学入門」「脳を学ぶ～ひとがわかる生物学」いずれも協同医書出版社。

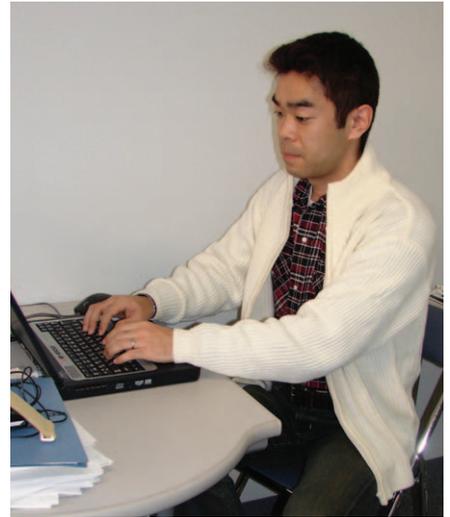
る欲求行動であることが考えられる。食経験は、感覚経験や認知経験のみならず、情動経験として、脳のなかに蓄えられる。そうした情動の健康への関与が、嗅覚等との統合機能を含みながら、今後解明されてくるであろう。

人間の感覚は、過去の経験から、その解釈が容易に修飾されてしまう。それが、豊かな感情となる場合がある。大脳新皮質のうち、連合野が約7割も占める人間の脳は、他の哺乳類に比べ、五感の統合や記憶との統合を行うのに優れている。このとき、自らの脳でクローズアップする注意は、生きてきた経験によって違う。それが個性となり、主体性となる。今後は、そうした自意識を持つ脳や感動する脳の解明が待たれるところである。

一方、脳教育の視点から、健やかに生きるための豊かな感情を生み出すために、人間が人間を教え育てる、その意味性についても研究していくことが必要である。そうしたソフトサイエンスが、本学健康科学研究所の仕事ではないかと思っている今日この頃である。

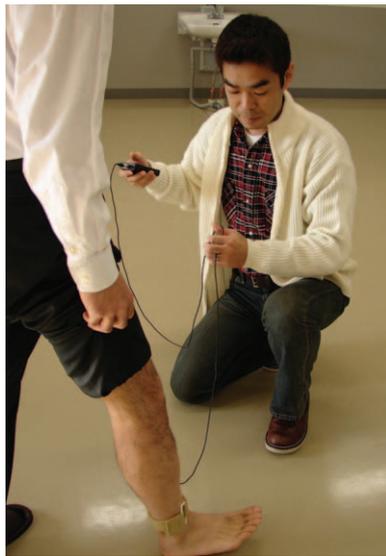
研究室訪問

健康科学部理学療法学科 助教
高取 克彦



●プロフィール

私の理学療法士としての臨床活動は大阪厚生年金病院という急性期病院からスタートしました。当時はまだ在院日数の制限が現在よりも徹底されておらず、急性期治療後の早期リハビリテーションから在宅復帰まで、一貫したリハビリテーションサービスに関わっていました。その後、在院日数短縮に伴い、急性期リハビリテーションから回復期、維持期リハビリテーションは切り離され始めたころ、リハビリテーション専門病院の立ち上げに関わるようにとのお話を頂き、奈良県に移って来ました。新しく開設された西大和リハビリテーション病院では回復期、維持期、介護保険サービス下でのリハビリテーションという一連の経験をする事ができました。そんなときに本学教員にならないかというお話を頂き、理学療法の研究・教育分野に関してはお話を頂き、興味を抱いていましたので、ありがたくお受けすることにしました。優秀な理学療法士を育成すること、ヘルスプロモーションに関する研究活動を通じて、間



接的ですが、多くの患者さんに貢献できるようにと考えています。

●研究内容と方向性

臨床場面で多くの患者さんに関わらせて頂いた中で、脳卒中または骨折により寝たきり状態となった多くの患者さんを見てきました。大腿骨頸部骨折に代表される高齢者の骨折はほとんどが転倒によ

り生じており、これは寝たきりとなる原因の第2位と言われています。また脳卒中は寝たきり原因の第1位ですが、この両者が共存することはめずらしくあ

りません。近年、脳科学の飛躍的な進歩により脳卒中リハビリテーションに対する考え方は大きく変わってきました。また本邦では超高齢化社会を迎えるにあたり、転倒リスクや予防に関する研究が注目されるようになってい

ます。これらのことを踏まえ、現在は理学療法士としての専門性を活かしながら、地域在住高齢者や病院・施設における転倒事故に関する研究と、脳卒中リハビリテーションにおける運動イメージ介入の効果に関する研究を行なっています。

転倒予防に関する研究では脳卒中患者における転倒の特性調査、脳卒中患者における危険回避動作の解析、新たなリスクアセスメントツールの開発を行っています。また理学療法士をはじめ看護師、介護士、医師などの多職種が、機能的に連携した包括的転倒予防アプローチの実践に向けての取組みも現在計画中です。

脳卒中リハビリテーションに関しては、近年注目されている運動イメージを用いたメンタル・プラクティスが、運動学習や疼痛軽減に及ぼす影響を、鏡・音声・動画など様々な手がかり刺激を用いながら臨床導入し、その効果を研究しています。運動イメージは評価指標としても応用が可能なため、患者さんがご自身の安定性限界をどれだけ正確に認識できているか等の新たな視点で、転倒発生頻度や運動学習効果との関係を調査していきたいと考えています。

専門図書・雑誌にシフトした 畿央大学図書館

健康科学研究所の研究対象とする理学療法、栄養、環境デザイン、発達、そして基礎医学の専門書や雑誌を中心に最新の図書や雑誌を集めているのが特色です。



	洋雑誌	和雑誌	電子ジャーナル
リハビリテーション・運動科学分野	54種類	33種類	49種類
総合栄養科学分野	9種類	23種類	
人間環境学分野	12種類	20種類	

一般の方のご利用も可能です。

開館時間 月～金 10:00～20:00 土 10:00～18:00

くわしくは <http://www.kio.ac.jp/toshokan/gakugai.html> をご覧ください。

寄付金の募集

健康科学研究所の研究活動についてのご寄付を受け付けています。

申込方法 畿央大学総務部までお問い合わせください。

0745-54-1603 houjin@kio.ac.jp

振込口座 三菱UFJ信託銀行 大阪法人営業部 普通預金 No.8661688

畿央大学健康科学研究所

Research Institute for Health Sciences, Kio University

〒635-0832 奈良県北葛城郡広陵町馬見中4-2-2

Tel 0745-54-1603 Fax 0745-54-1600

4-2-2 Umami-naka, Kitakatsuragi-gun, Nara-ken 635-0832 JAPAN

Tel +81-745-54-1601 Fax +81-745-54-1600

<http://www.kio.ac.jp>