

脳研究の立場から精神疾病論を試みる（第一草稿、2013年9月）

Order of the MS (File 名)

[I]

Conditioned Reflexes 条件反射 Primary (1st, sensory) Signalling system
Secondary (2nd, linguistic, language) signalling system

Unconditioned Reflexes 無条件反射

.....

Conditioned Reflexes CR:

The first (sensory) signal system

Concrete, direct stimuli, being considered as conditioned stimuli.

The second (linguistic) signal system

Cortical functional system, language being considered as conditioned stimuli. The language is a signal of direct conditioned stimuli.

条件反射 conditioned reflex

人間および高等動物において、生得の反射が改変されて、本来は無関係であった刺激と反応とが結合して形成された反射。パーブロフが犬の実験で発見した現象で、犬に一定の音を聞かせてから直ちに食物をあたえることをくり返すと、犬はその音だけで唾液を分泌するようになる。各個体が一定の条件下で形成する反射という意味で<条件反射>または<個体反射>といい、これにたいして生得の反射を<無条件反射>または<種属反射>という。パーブロフによれば、条件反射が形成されると新しい神経路が成立する。そして条件刺激(上例では音)による興奮は大脳皮質のある部位に到達し、新しい神経路を介して下位にある無条件反射の中枢に伝えられ、無条件刺激(上例では食物)がなくても反射反応がおこるのである。条件反射は無条件反射を土台として形成され、それを調節する高次の反射である。自然界において動物にとって、環境の作因が多様であり、また絶えず変動しているので、作因と反応とが不変的に結合している無条件反射だけでは環境への適応が不十分である。他の作因を条件刺激とする条件反射を形成することによって、多くの作因集合が分析・総合され、同じ環境の中でより大きく適応することが可能になる。動

物は高等になるにしたがって条件反射が複雑化、高度化し、また無条件反射よりも大きな役割をもつようになる。中枢神経系の発達には反射の進化に照応しており、中枢神経系をもつ動物はすべて条件反射を形成する可能性をもっているが、その最高部である大脳の発達は、条件反射の進化に照応している。パーブロフ学派の研究によれば、ある条件反射が成立すると、同種の他の刺激によっても同じ反射が生起する(汎化)。条件刺激だけを繰り返して無条件刺激をあたえないと、ついには条件反射は消失する(消去)。消去は大脳皮質内に<制止>という過程が生じることによる。睡眠は、制止が大脳全体にひろがることによっておこる。その他多くの法則と仮説の体系が、パーブロフとその学派の広範な研究によって樹立された。条件反射学の確立によって、人間および高等動物の心理現象を実験生理学的に研究する道がひらかれた。また意識現象は、言語が条件刺激となって参与する条件反射を基礎として形成されると考えられている(→信号系)。条件反射学は神経症の研究に適用され、臨床方面にも応用されている。→反射、信号系

無条件反射と条件反射

無条件反射は生物の種に属し、条件反射は個体によって形成される。条件反射は生物と環境との一時的結合であるから、個体の生活過程で獲得され、反復されることによって強化されるが、長時間もちいられないで放置されると消えてしまう。だが、同じ種類の条件反射をくり返して形成させるような環境が存在する場合には、長時間にわたって結合が持続し、生命物質のなかにその痕跡を残すにいたる。すなわち獲得された環境への適応の仕方が遺伝し、その種に定着される。条件反射が無条件反射に転化し、それ以前の無条件反射を変化させるのである。

複雑な条件反射の形成にとって必要なもう一つのことは刺激の小さな差異を区別することである。実験の結果によれば犬にはかなり高度にこの能力があることがわかる。はじめには刺激が一般的な形で新しい条件反射の成分になるが、あとになると刺激は分化する。たとえば音を条件刺激として条件反射を形成すると、はじめいろいろな異なった振動数をもつ音がみな一様に条件刺激になるが、一定の振動数の音だけを使って条件反射の形成をつづけると、ついにはその特定の振動数をもつ音だけが条件刺激となり、その他の振動数をもつ音は無関心刺激になる。このようになることを刺激が分化するというのである。この分化の過程を促進するために、実験としてつぎのことがおこなわれた。たとえば振動数 500 の音を条件刺激として、この音を聞かせて餌を与えるということを反復し、この音を聞けば唾液が分泌するという条件反射を形成する。そのあとでこんどは、振動数のちがう音を聞かせて、そのときには餌をやらないということを反復する。はじめのうちは犬はごまか

しの信号を聞いても唾液を分泌するが、同じことを反復すると、振動数 500 の音を聞くと唾液を分泌するが、ごまかしの音を聞いても反射がおこらなくなる。そこでさらに、ごまかしの音の振動数をだんだんと条件刺激に近づけてゆくと、最後には振動数 500 の音に対しては反射がおこるが振動数 498 の音に対しては反射がおこらないというところまで犬が刺激を分化するにいたった、と実験報告は述べている。作用を失った刺激は制止されたとい、このようにして近似した刺激の一方を制止することを「分化制止」という。

条件反射が研究される以前には、人間は心臓や肺や胃腸の機能について知ることはできても、大脳の機能についてはほとんど何も具体的には知ることができなかつた。わずかに、動物の大脳のある部分を切除するとある機能に障害がおこるということ調べることによって、大脳の一定の部分が一定の機能と関係があることを推定しうるにとどまった。条件反射の研究によって、生きて働いている大脳の中でおこなわれている眼にみえない機能をたとえば唾液の分泌というような測定できるものを通して推定することが可能になった。眼にみえるものを通じて眼にみえないものを研究できるようにすることは科学的研究方法の偉大な進歩である。

Sechenov described in his book “Reflexes of the Brain” that all actions or behaviors in our lives, whether conscious or unconscious, can be called as reflexes in a broad sense, and that psychic processes will cease when sense organs stop to receiving stimuli. Pavlov (Fig.25) regarded the year 1863 as the starting point of his research when the book of Sechenov was published. As the fundamental principle of the conditioned reflex theory, Pavlov believed that “no actions exist without causes, motives nor stimuli”. He considered that every neural action and every psychic phenomenon has actual reality of the objective existence, it can therefore be explained materialistically through objective physiologic studies. He defined conditioned reflexes as reflexes of living bodies acquired in their individual lives, and the unconditioned reflexes as innate activities of definite reflexes, non-dependent upon the cerebral cortex, genetically/hereditary unconditionally fixed, and most importantly these are bases of a variety of behavioral reactions which are formed as conditioned reflexes.

Conditioned reflexes are classified into two parts; the first or primary and the second or secondary signaling systems. The former signals are perceived stimuli directly coming from sensory organs, whilst the latter signals have unique characteristics, bearing indirect nature of signaled signals. The first and second signaling systems are also called the sensory and language signaling systems.

The fundamental principle of the nervous processes occurring in the cerebral cortex is apparently common in ape and man, although the cerebral cortex in man is far more developed and highly organized than that in ape. The enormous development of the human cerebral cortex, characterized by immense growth of cortico-cortical fibers connecting sensory, motor and association areas, including linguistic areas, has been caused by using tools for hunting and farming, labor for production, and communication in the society.

The relationship between the association cortex and the second signaling system (language signal system) of the conditioned reflex will be considered below. Animals receive sensory stimuli first in the epithelium of the sensory organs and perceive and recognize the information in the brain, the highest analyzer being in the cerebral cortex. Generally activities in the brain become more complex and refined as impulses travel through crossing over synapses (by means of synaptic transmission), thus shaping the brain in evolution.

In monkeys, inputs of somatosensory, visual and auditory systems have been shown to converge on a certain area in the posterior association area, i.e., the cortex surrounding the superior temporal sulcus (STS region) (Jones and Powell, 1970). The same is the case in cats, showing that the same kinds of inputs converging on the cortex surrounding the middle suprasylvian sulcus (MSS region) (Kawamura, 1973a, b, c).

The organization of association fibers that converge upon a certain region in the posterior association cortex is shown to be surrounded by these sensory areas of different modalities. This leads to the development of highly advanced areas of recognition, assuming that corresponding parts are present in man which can be conjectured as a highly developed cortical area from the phylogenetic point of view, i.e., the primitive linguistic area in the posterior association area (Wernicke area). Anatomically, the STS region in monkeys may correspond to area 39 (angular gyrus) and area 40 (supramarginal gyrus) of Brodmann (1909) in man as it takes similar or analogous location in the human brain (Kawamura, 1977). The developmental stage of this process can be considered as the transitional stage from the first signaling system to the second in Pavlovian terms, animals communicating each other by using socially defined signals.

As a means of communication, we have languages by showing gestures, and by talks and letters different from the levels of simple emotional expressions, in which reactions or a kind of reflex movements are expressed unconditionally. We can hardly think it the same in essence when information is conveyed by crying sounds in emergency such as "dangerous" or "be careful". As the development of the language shows for example in higher primates, repetition of emotional expression and gestures in life generate common rules of understanding with particular signs in the society.

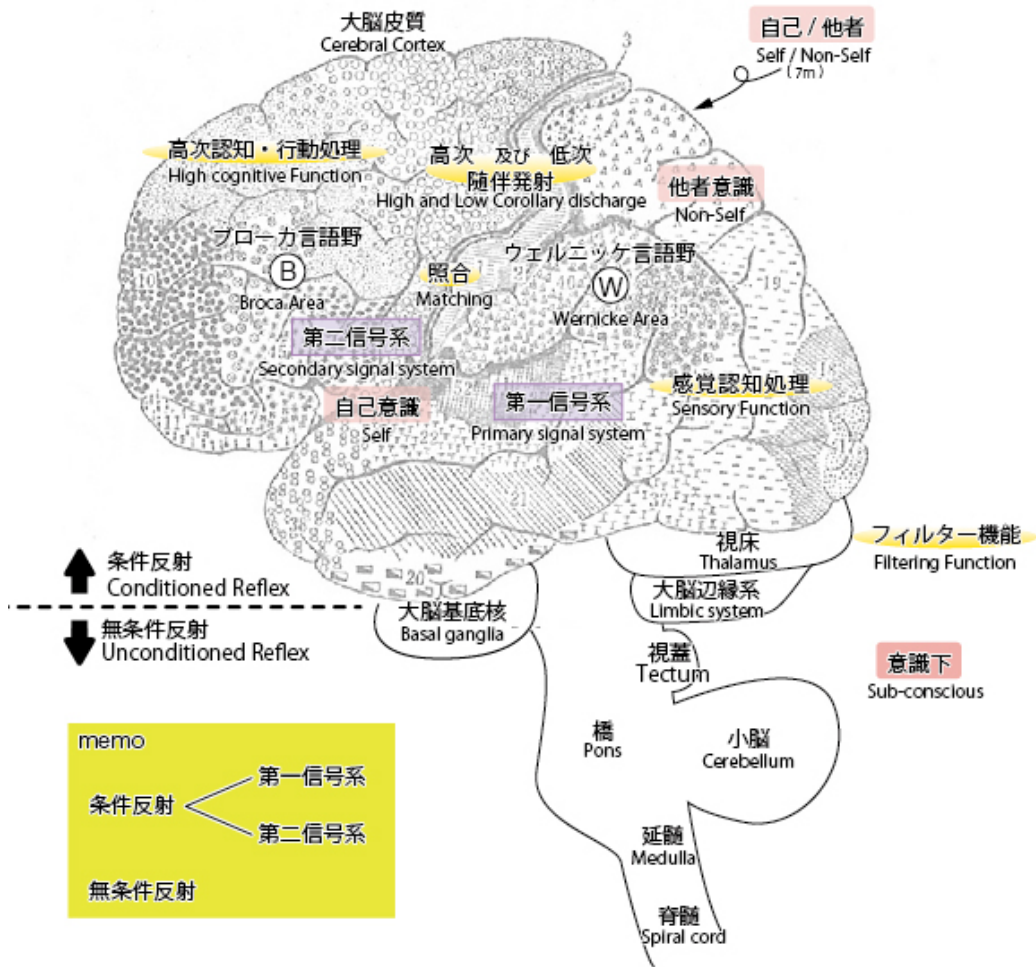
Namely, communication or transmission of thought and ideas always accompanied by recognition and emotion, the latter being supporting underneath. In the human brain, there are close relationships between the cerebral neocortex and limbic structures, which has been demonstrated scientifically from the standpoint of phylogenic development.

Gesture languages can be seen in the communities of monkeys and chimpanzees, and also seen at the initial stage of communication by using novel languages, or in the conversation among deaf and mute persons. Although each has its own condition, signals by gestures have common significance, transmitting ideas or concepts by means of body language. It indicates a likely possibility that general idea/representation can be transmitted among individuals by using gesture.

The brain of ape can discriminate sounds of different frequencies, but can hardly understand the meaning of spoken words lacking emotional tint. There are indeed qualitative changes in the understanding of communication between gesture and phonetic signs. This has been materialized in the process of evolution from ape to man, being able to form an idea from phonetic signs, and elevating further from the concrete idea to the abstract idea. As the history of languages shows, the letter language followed the spoken (phonetic) language. Then the language system has created a new era of a deliberate thinking. The brain thus has reached the stage in which various language centers in the posterior and anterior association cortices are in active together as a whole.

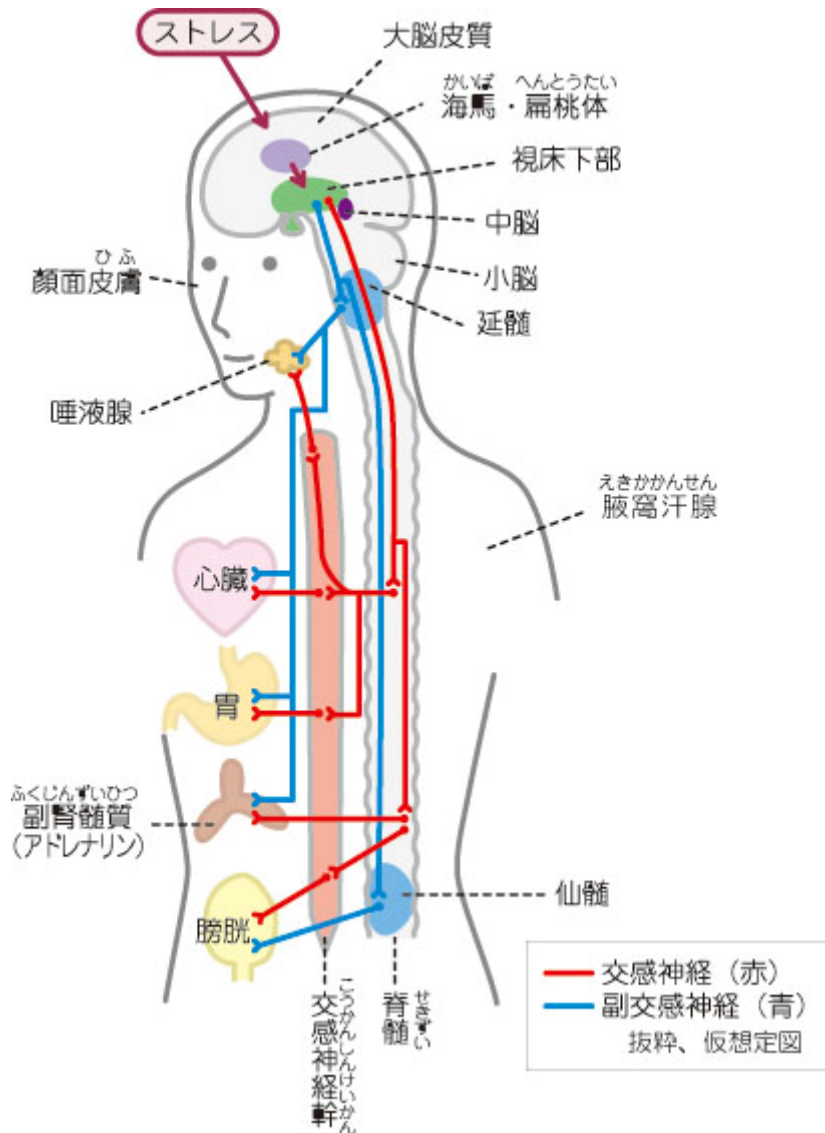
Propagation of impulses directing towards the prefrontal cortex (= the anterior association area), as mentioned repeatedly above, is absolutely necessary for the brain to develop into the stage of abstractive way of thinking. Through these processes, the

active center of Broca (so-called the motor language area) has been formed, creating or adding new functions of special characteristics; abstraction and generalization. The second signaling system of conditioned reflexes (of Pavlov), qualitatively highly developed, can be accomplished through these developmental processes.



ブロードマンの脳地図 より

ANS Autonomic Nervous System 自律神経系



自律神経(交感神経と副交感神経)のはたらき

自律神経には、交感神経と副交感神経がある。交感神経は身体を活動的な状態にする働きがある。心拍数を増やし、血圧を高め、消化管の運動を抑制する。これに対して、副交感神経は身体活動を準備するように働く。心拍数は減り、血圧は下がり、消化管の運動は盛んになる。交感性反応は身体の広い範囲に影響を及ぼすタイプであり、他方、副交感性反応はローカルに作用してエネルギーを貯めるタイプである。視床下部から脊髄への線維は胸・腰髄のニューロンに接続する。脊髄を出た線維は

交感神経幹で次のニューロンに乗り換え、その神経線維は心臓、胃腸、皮膚などに分布する。アドレナリンを分泌する副腎髄質には、脊髄から出る線維が直接分布している。このように、自律神経の最高中枢である視床下部は脳幹や脊髄の自律神経諸核と深く結びついている。

Hypothalamus

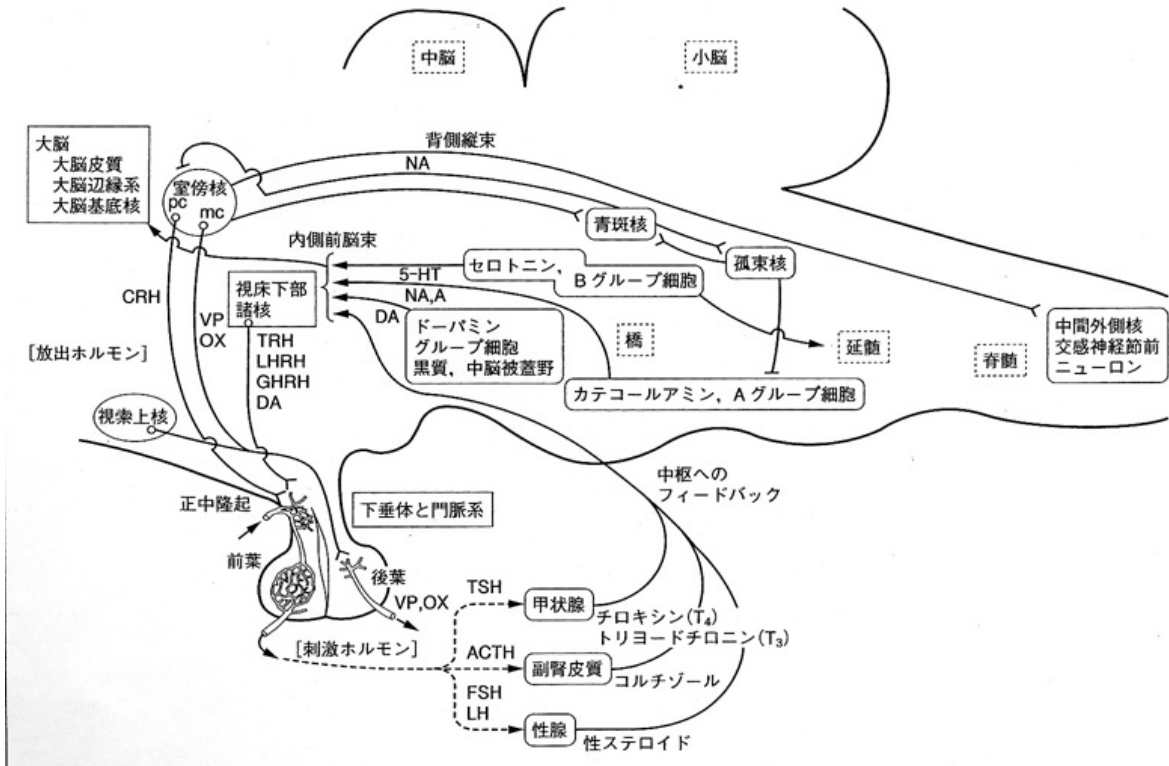
視床下部は、内分泌系・自律神経系の最高中枢とみなされ、摂食、睡眠・覚醒、生殖、情動などの機能発現に大いに関係しております。

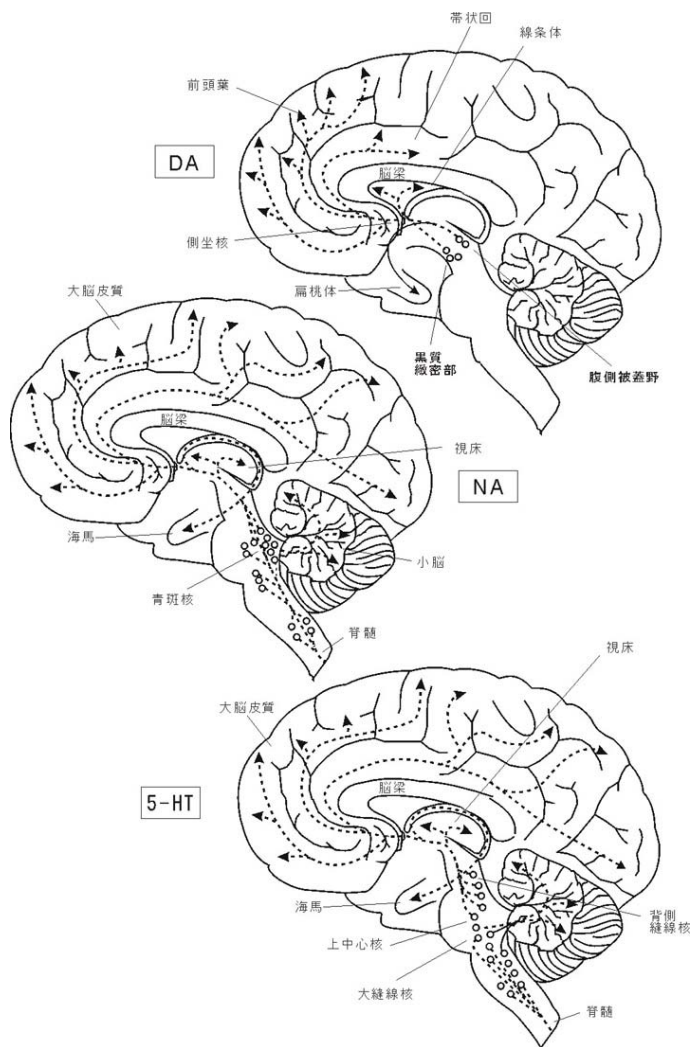
視床下部に存在するホルモンが脳下垂体の機能を制御することがハリス[Harris, 1948]によってはじめて指摘されました。爾来、視床下部は内分泌系の最高中枢であり、自律神経系や情動反応の表出のための中心的な場であるとされてきました。視床下部は、睡眠、生体リズム、性機能、エネルギー代謝、水分代謝、体温調節など、広範囲な生体の自律調節をつかさどる他に、補食、闘争、性などに関係する本能行動や感情の表出などに関わる、小さい（脳の総重量の約 0.5%）けれども、重要な領域であります。解剖学的には視床下部は多くの異なる種類の神経細胞の集団（神経核）から構成され、それらはしばしば機能的単位としても働くことが知られています。大脳皮質や小脳とは違って、視床下部では幾多のペプチド作動性ニューロンがその機能に重要な役割を演じています。たとえば、下垂体機能を調節する神経内分泌ニューロンは視索前野、室傍核、弓状核などの神経核内に存在し、その軸索を正中隆起の外層に終止させて、種々の神経ペプチド（= 2つ以上のアミノ酸がペプチド結合によって連なった化合物で、別名、視床下部ホルモン）を下垂体門脈系毛細血管叢に放出しています。すなわち下垂体門脈系を介して、前葉細胞に働きかけてホルモンを分泌させます。

液性伝達について別掲の図にまとめた。脳を硬い複雑な神経回路網から構成される単なる集合体としてみるのではなく、自律神経系、内分泌系をふくめた液性調節系も含めてみるべきことを示す模式図です（川村、2006）。

Endocrine system 内分泌系

ホルモン、(活性)アミンなど脳内液性伝達系





Dopamin DA, Serotonin 5-HT, Noradrenalin NA

Rhythms in life

日周リズム

Circadian-rhythm, Bio-rhythm,

環境シグナルによる昼夜リズムの修正

生物、とくに動物にはその基本的な特性として、周期的活動、すなわち決まった間隔をもって繰り返されるリズムが存在することが知られている。これらは腺分泌の変動や、細胞内各種分子の分解、合成といった細胞機能の変動に基づく活動の周期性が基盤となって生じるものである。地球上に生存する生物は、地球の自転による1日の周期性という物理環境にさらされ、その結果、約24時間周期の明暗シグナルを内在化し、体内にその時間発

振機構を開発した。

実際、生体内に存在する時間プログラムには、地球の自転による1日の周期性（サーカディアン, *circadian*）、潮の干満による半月の周期性（サーカタイダル, *circatidal*）、月の満ち欠けによる1ヵ月の周期性（サーカルナール, *circalunar*）、太陽の公転による約1年の周期性（サーカアニュアル, *circannual*）がある。生物の生命はこれらの宇宙環境にさらされて今日に至っている。昼夜リズムがその一つで、この生体リズム(*biorhythm*)が明暗などの変化による手がかりもなく、抑制/調整されずにそのままフリーラン(*free-running*、自由継続)すると、長い時間の方にずれて、1日のリズムが24時間+ α （アルファ=4-5）となることが知られている。サーカディアンリズム(*circadian rhythm*、概日リズム、日内変動)とは、ほぼ(*circa*)1日(*dies*)のリズムという意味である。われわれは、光や温度などの環境のシグナルを用いて、毎日そのズレを修正しているのである。

体内時計の乱れと回復

このリズムの発振器（ジェネレーター）は体内時計といわれ、哺乳類では間脳の前視床下部、視交叉の背側に第三脳室を挟んで存在する一対の神経核、視交叉上核 (*supra-chiasmatic nucleus*, *SCN*)がそれである。とくにラットで詳しく調べられているが、*SCN* はペプチド神経細胞に富み、腹外側部には *VIP*(*vasoactive intestinal polypeptide*、血管作動性腸管ペプチド)細胞が、背内側部には *AVP*(*バゾプレッシン*)細胞が局在している。分散培養細胞の実験結果から、これら2種類の細胞は異なる時計機構により駆動されており、振動細胞から成る2つのペースメーカーが *SCN* 内に部位特異的に存在すると考えられている。そして、細胞相互間のカップリングによって、リズムが増幅されるので強大な発振能を *SCN* は持っている。しかし、リズム発振は個々の細胞レベルで完結 (*cell autonomous*)している。入力系としては、網膜や外側膝状体（ただし後者は *NPY* 含有軸索）から *SCN* の腹外側部に光と明暗の情報が伝達され、出力系としては、*VIP* を含んだリズム信号が *SCN* から室傍下核 (*subparaventricular zone*, *SPV/SPZ*)に伝わり、そこから室傍核 (*PVN*) や背内側核 (*DMN*) に伝達され、さらに自律神経系や内分泌系を含む液性調節系に関わる脳内部位を活性化して、行動リズムや生体リズムに影響を与えている (24,25 節、参照)。

また、*SCN* を両側性に破壊するとこのリズムが消失し、そこに新たに *SCN* 胎生組織を移植すると、不完全ながらリズムは回復する (Sawaki et al., 1984; 川村と二本松, 1985)。ラットを用いたこれらの実験結果から *SCN* がサーカディアンリズムの主時計、あるいはオシレーターと解釈されている。地球上の生物（ゴキブリ、ショウジョウバエ、アブリジア、ラットなどで研究されている）は、約24時間の周期リズムで活動している。サーカディアンリズムの体内時計は、固有の周期が多少ずれていても、地球の自転周期（24時間）に同調 (*entrainment*) することができる。

リズム遺伝子

サーカディアンリズムの発現に関与する遺伝子もショウジョウバエで発見され period(Per)と名づけられ [Bargiello et al., 1984]、その後ニワトリ、マウスなどにおいても Per と共通の部分配列の遺伝子の存在が明らかにされた [Young et al., 1985]。マウスホモログ(mPer1)、ヒトホモログ(hPer1)も単離された (Tei et al., 1997)。現在ではサーカディアンリズムの発現に必須な時計タンパク質として PER のほかに TIM(Timeless), dCLK (dClock), CYC(Cycle), DBT(Doubletime)などが同定されている [Dunlap, 1999]。現在、時計発振遺伝子 (Per1, Per2) のうち、mPer1 の転写については解明が進んでおり、それによれば、CLOCK/BMAL1 のヘテロダイマーが、この遺伝子のプロモーターの E-Box(CACGTG)に結合し、転写が促進され、これが PER、TIM、CRY などの蛋白質を介するネガティブ・フィードバックにより転写抑制が起こる。このように、哺乳類における生物時計の発振遺伝子と分子機構については最近研究が進んでいる。詳しくは他書 (岡村、2001) を参照されたい。地球の自転や公転による太陽の照明リズム、すなわち光周期の影響を受けている、地球上の生物は単細胞生物でも細胞内に循環する物質代謝が組み合わさって同期 (サイクル) を形成し、リズムを発現することができる。

「もつと光を」

神経系を持たない動物や植物にも、たとえばネムの木の葉の開閉にみられるように、外界に昼夜のリズムがなくなった条件下でもサーカディアンリズムを示す。哺乳類では網膜に入った光の興奮は網膜視床下部神経路(retino-hypothalamic tract)を通して脳内体内時計としてリズムのジェネレーターである SCN に送られ、これら生物時計の情報は光周期の情報と統合されて上頸交感神経節経由で松果体に伝えられる。鳥類では松果体が光の直接照射を受け、ここがリズムに関係する。明らかに SCN や松果体/松果腺 (pineal gland) は体内時計としてのリズム機能を担っている。松果腺はインドールアミンの一つであるセロトニンの代謝産物であるメラトニン・ホルモンを分泌する内分泌腺として重要で、SCN には VIP、AVP の他、ソマトスタチン、エンケファリンなど多数の神経ペプチドが存在している。このように光に関する網膜からの情報はメラトニンという液性情報に変換され、メラトニンは血液を通り脳に働きかけ、前述された (25 節) 性ホルモン (LHRH など) の活動を制御している。

睡眠と覚醒のリズム Sleep-awake rhythm,

「原始睡眠」から「睡眠」への発展・進化—大脳皮質の発達

概日リズム（サーカディアンリズム、生物リズム）の他に性周期、体温、呼吸、循環など直接的にしる間接的にしる自律神経系が関与する、そしてそのコントロール下にある生体内のリズムも多く存在する。ここでは、意識状態と関連のあるリズムである睡眠・覚醒リズムを取り上げてみる。1個の細胞が生体リズムをもち、その集合である組織が同様にリズムを有し、組織が運動系と感覚系に分化し、進化の道筋を上りつつ、中枢神経系の器官である脳と脊髄に生体全体を調節する生体内リズムのセンターが局在するようになると、その活動のエネルギー量は大きなものとなる。しかし、多くの無脊椎動物や恒温性を確立していない変温動物、すなわち大脳新皮質の発達していない魚類、両生類のレベルの眠りは未だ「原始睡眠」に留まっており、脳波上睡眠と定義できるような段階に達してはいない。明らかに概日リズムは系統発生的に見て、睡眠覚醒リズムよりもはるかに古い。

個体発生的に見ても、ヒトの睡眠のパターンも加齢的に変化し、幼児期には未分化な多相性睡眠（いつも眠っている新生児の状態）から、単相性睡眠（1歳を過ぎて夜間睡眠が持続的になり、4歳頃には日中睡眠は午後だけになり、6-10歳にかけて夜間のみの睡眠となる）として、成年期に成るにしたがって統合される。そして老年期にはこの統合が緩んで多相性睡眠の傾向が強まる。

睡眠は神経活動の停止ではなく、脳のために必須の、能動的な、生体防御的な生理機能を持っている。生物の進化につれて発達した、精神神経活動（認知、判断、決定などの情報処理）を行なうべく大脳皮質に新しく備わった、規則的に効率よく休息するという機能である。このように、進化史的に見て、睡眠は前節（32節）でみたように、①脳内の生物時計によって支配される「サーカディアン・リズム」と ②大脳皮質の疲労回復のために必要とされる睡眠の量と質によって支配される「ホメオスタシス」とから成っている。そして、これらは時刻依存性および時刻非依存性という、二重の機能によって各々調節されている。

脳波(脳内ニューロンの電気活動)

われわれは頭皮上から脳の電氣的活動波、詳しくは、脳内の無数のニューロンの電気活動により生じた細胞外電位の集合である脳波を記録することによって脳の活動状態を知る

ことができる。なぜなら、意識の各レベルに対応して脳の活動のパターンが図49にみるように変動するからである。通常の臨床脳波では、頭の皮膚の上から約0.5–30Hzの範囲の周期数で、5–300 μ V(マイクロボルト)程度の電圧の変動をみる。脳波上の波はその周波数によって、 β 波(13Hz<)、 α 波(8–13Hz)、 θ 波(4–8Hz)、 δ 波(4Hz>)と呼ばれ、 β 波を速波、 θ 波・ δ 波を徐波という。

(図49)

ヒト睡眠中の種々の段階における脳波を示す表。

覚醒、徐波睡眠(ノンレム睡眠)、逆説睡眠(レム睡眠)

意識状態の変化、すなわち覚醒/睡眠の変化を① 覚醒(段階0)、② 徐波睡眠(ノンレム睡眠、NREM or Non-REM、段階I–IV)、③ 逆説睡眠(レム睡眠、REM)の3期のリズムに分けて、それをポリグラフ上に、電圧の変化を時間の関数曲線として見ることが出来る(図49)。健康な成人では、ノンレム睡眠とレム睡眠が交互に現われ、両者合わせて90–100分間のサイクル(周期)をもって繰り返す、一夜の睡眠を構成している。この持続的夜間睡眠を構成する単相性リズムは一見サーカディアンリズムに同調しているように見えるが、複数の睡眠単位が連結したものである。別の言い方をすれば、全生物が共有する、普遍的な性質を持った概日リズムと、より短い周期(超日リズム)を生得的に持った睡眠覚醒リズムとは別物である。レム睡眠時に、急速眼球運動やPGOスパイク(注:参照)が観察されることから考えて、脳幹網様体内の感覚・運動回路網が賦活化され、その興奮(情報)が大腦皮質の感覚野に到達した後に、視覚野や聴覚野内で個人体験に依存した記憶が想起されて、夢の内容が構成されるとされている[Hobson and McCarley, 1977]。ノンレム睡眠とレム睡眠と分化した睡眠形態を備えている高等脊椎動物では、それぞれが異なる役割を分担している。両者の性質は相互補完的で、ノンレム睡眠は大腦皮質を鎮静化してその機能を回復させ、レム睡眠はその機能を活性化させる。なお、睡眠覚醒調節のメカニズムに関しては、液性および神経の相補的關係にある二つの機構がある。前者は睡眠物質に基づくとき、後者については、ノンレム睡眠の中樞は中脳、橋、延髄に、レム睡眠の中樞は間脳とくに視床下部と前脳基底部に首座があり、しかもその各々の中樞が覚醒中枢と並列的に神経回路を構成していると考えられている。

注]：急速眼球運動(rapid eye movement, REM)が睡眠中の或る時に短時間に断続的・群発的に起こる。これがレム睡眠であり、身体の筋肉は弛緩し、脈拍・呼吸・血圧などの自律神経機能が不規則に変化する。すなわち、行動的には睡眠であるのに、脳波の眠りは浅

く θ 波もみられ、「まどろみ」から覚醒に近い状態にある。レム睡眠中に特徴的に現われる事象として、脳波が低振幅速波化（脱同期化, desynchronization）し、抗重力筋や姿勢筋は緊張が著しく低下し(tonia)、かつ性器の勃起がみられる。この時、ヒトで局所脳血流量を調べてみると、脚橋被蓋核(PPN, コリン作動性ニューロンを含む、後出、38 節)、両側扁桃体および前部帯状回などで神経活動が亢進し[Maquet et al., 1996]、さらに深部脳波の変化としては、橋(Pons)–外側膝状体(Geniculate body)–後頭葉皮質(Occipital cortex)で著明に見られる棘波 (PGO スパイク) が出現する。このようなことから、レム睡眠中における記憶活動の賦活や夢の出現の示唆がなされている。

注]： 睡眠と記憶 (*zif-268* 遺伝子)

睡眠の機能についても、自律神経系や内分泌系などの身体機能との関連の他に、睡眠は日中の不必要な記憶や結合を一掃し記憶を固定させると言われてきた[Jackson, 1931-32]。どのようにして、睡眠中に陳述記憶が固定化され、手続き記憶が強化されるのだろうか。そしてその時、覚醒時に入力された情報を選択して整理し、思考の再構成を行なう。最近、リベイロらは、ラットを用いて、覚醒時に海馬で長期増強(LTP)を起こさせた後、続いて起こるレム睡眠までの間に *zif-268* 遺伝子の発現が嗅内野/海馬旁回や扁桃体に認められること、さらに次のレム睡眠エピソードへと進行するにつれて、その活性化される領域が皮質聴覚野、次いで体性感覚野、運動野へと移動することを示した[Ribeiro et al., 2002]。神経興奮伝達の際のカルシウム・シグナル伝達によるシナプス活動に反応して急速にかつ一過性に *zif-268* 遺伝子発現が誘導されることを考えると、彼らのこの知見は海馬から新皮質へと記憶が記銘され、固定化されるという長期記憶化の過程の分子メカニズムについての有益な示唆を与えるものである。また、睡眠と記憶との関連について、経験依存的な視覚情報の処理（機構）と徐波睡眠の発達との結びつきを拠り所とする研究も進んでいることを付記しておく[Miyamoto et al., 2003]。

パブロフの睡眠学説

睡眠のリズムはどこでどのように生まれるのであろうか？動物は活動時には「覚醒」しており、非活動時には「睡眠」と呼ぶ状態になる。このような覚醒と睡眠の状態をつくり出す神経生物学的機構は脳のどこにあるのだろうか？昔から「睡眠中枢」についての学説が知られている。しかしパブロフによれば大脳皮質を持つ動物の脳には特別な、局在的な意味での睡眠中枢は存在しない。睡眠は単調で繰り返される刺激あるいは逆に緊張をとまなう過剰の刺激によって引き起こされる。そして彼は、感覚刺激と唾液分泌を伴うその効

果の強弱を観察した結果、睡眠は神経細胞の活動抑制 —これを内抑制（または内制止）という— が大脳皮質全体にひろく拡散し脳幹におよんだ状態で、疲労した大脳皮質に対して「興奮—抑制の連続体を保護する働き」があると考えた。そしてこの抑制は皮質のどこにでも発生し放散する。こう考えるとこの睡眠の問題はリズムの形成や変動に結びつけて考えるよりは、意識レベル（清明度）の変動の問題との関連が重要なものとなってくるように思われる。

覚醒から自己意識まで

意識の問題を正面きって取り上げることは容易なことではない。ここで扱っている睡眠に対応する意味での意識は、脳幹レベルの活動に関わる「覚醒」レベルの話であるが、さらに高次の「自己意識」のようなレベルになると、概念を把握できる動物（＝ヒト）が特徴的に所有している「他」に対する「自」「我」の意識および思考という最も抽象的な概念を含み、前頭葉皮質、とくに前頭前野が大きく関与する範疇の問題となる。この2つのレベルの間に位置する意識の範囲は広く、大脳辺縁系から大脳新皮質に至る脳機能活動の産物としての精神活動を支えている。すなわち注意、認知、情動などを成立させているもの、言い換えれば外界からの感覚刺激を神経細胞が受け取り、脳内のニューロン・ネットワークが活性化され、その働きの結果として現れた意識の状態がこれに当たる。

荻坂^{おさか}(1996) は意識について、低い水準から高い水準の順に、① 基礎となる生物的意識(覚醒、arousal or vigilance)、② 中間レベルの知覚・運動的意識(アウェアネス、awareness)、③ 高次の自己意識 (self consciousness、自己に向かう再帰的な意識、リカーシブな意識、recursive consciousness) の3つの段階に分けている。これまで主として視覚系、聴覚系を対象に本書で考察を加えてきた意識のレベルは、通常の生活において知覚と行動(運動)が結びついた状態の、荻坂^{おさか}の言う②の段階に相当し、これは「後部大脳皮質」(ルリア、1973、の第二機能ブロック、後述、47節、参照)および一次運動野まで発達を遂げた動物が共通して所有しているものに対応する。さらに、③の自己意識となると、思考レベルの情報処理・認識機能に深く関与し、これは社会との接触を通じて形成される人間に特有な性質のものである。人間は自然の産物をそのまま食べている他の動物とは違って、種をまき「意識的に」自然界にはたらきかけて穀物を収穫する。前頭葉を働かせて合目的的に耕作を行ない、耕地を整備する。発達した前頭前野を活動させて、自らの意思を発揮することのできる、他の動物とは決定的に違う、人間の本質がここにある。このような人間の能動的・意識的活動は、自然に対してのみならず、共に生活する他の人間にも向けられる。この自然や人間に対する「働きかけ」がコミュニケーションと言われるものであり、この概念は人間意識との関係で理解されるべきものである。意識の問題は物質を支配する法則性に基づく生物学的研究に加えて、精神医学の治療上の態度としても重要なテーマであり、それに対する見解は、如何なる世界観を持っているかによって規定される社会科学的、哲

学的概念をも含んでいる。

エコノモやブレーマーの中枢説

パブロフ以外の睡眠学説として、1916-17年に南ヨーロッパに流行した嗜眠性脳炎患者の脳や極度の不眠状態後に死亡した患者の脳などの病理解剖所見をもとにしたオーストリアの内科医、フォン・エコノモの仮説をあげることができる。すなわち、エコノモは、「睡眠と覚醒の中枢はそれぞれ視床下部の前部と後部にある」と考えた [Economo, 1928]。両中枢の（活動の）バランスが変化するために、（徐波）睡眠と覚醒が交互に出現するという説で、いわゆる「睡眠の中枢説」の端緒である。また、ベルギーのブレーマーはネコの脳幹の切断実験—中脳レベルで切断した上位離断脳（*cerveau isolé*）と延髄下部を切断した下位離断脳（*encéphale isolé*）—を行ない、外界の刺激入力が断絶した前者の状態では、睡眠に近い徐波優位の脳波を認めたが、これに対して、外界からの刺激がまだ受け入れられる後者の状態では、睡眠と覚醒の脳波変化を認めたとして、脳幹が睡眠と覚醒の変化にとって重要であると結論づけた [Bremer, 1935]。

モルツィーとマグーンの脳幹網様体賦活系

その後、モルツィーとマグーンは、脳幹の種々のレベルの網様体、とくに中脳網様体を刺激（覚醒反応を引き起こす）し、あるいは破壊（睡眠/昏睡を引き起こす）する実験を積み重ねた結果、この問題を上行性または脳幹網様体賦活系（*ascending or brainstem reticular activating system*）の説として包括した [Moruzzi and Magoun, 1949]。そこで、脳幹を上行する感覚伝導路の側副路を通して、外界からの種々の感覚情報が網様体に伝わり、さらに視床の髄板内核および正中核群を含む非特殊核を介して、大脳皮質を広汎に賦活するという、感覚刺激による覚醒効果を説明した。

ジュヴェのモノアミン睡眠説

しかし、その後この説では説明することのできない REM 睡眠が発見されるに及んで、モノアミン作動性汎性投射系ニューロンの分布と推測されるその作用をもとに、フランスのジュヴェによって「徐波睡眠はセロトニン（5HT）作動性ニューロンの働きで、覚醒および逆説睡眠はノルアドレナリン（NA）作動性ニューロンの働きによる」という睡眠モノアミン説が提唱された [Jouvet, 1967, 1969, 1972]。強い支持を得てきている説ではあるが、

中脳網様体を上行し、大脳を覚醒させるシステムとしては、これら2者（5HTとNA）に加えて、1990年頃から注目されたコリン(Ach)作動性やヒスタミン(HA)作動性投射系も視野に入れなければならなくなった[小山と香川、1999；香川ら、2004の総説を参照]。

ジュヴェのモノアミン説は中枢説と化学説の両方をうまくとりこんだ魅力的なものではあるが、ラットを用いてこれらの各ニューロンが含まれる縫線核や青斑核を電気刺激してもNREM睡眠やREM睡眠は必ずしも起こらず、これだけで単純に説明することはできない。昼夜リズムや睡眠・覚醒リズムの活動が、このような脳幹網様体を上行する系を介して脳全体に広範に作用し、視床下部一下垂体系に中枢機構をもつ内分泌活動にもリズムを生ぜしめると考えられる。

このように視床下部は、生体情報を統合しつつ睡眠・覚醒の状態のスイッチングを行なう場として注目されている。すなわち、視床下部前部にある「睡眠中枢」としての腹外側視索前野(VLPO)神経核群と視床下部後部より脳幹にいたる「覚醒中枢」としてのモノアミン系（ノルアドレナリン性の橋被蓋青斑核、セロトニン性の背側縫線核、ヒスタミン性の結節乳頭核）、さらには視床や前脳基底部を介して大脳全体の機能状態をコントロールしている、コリン系[橋被蓋核(pedunculo pontine tegmental nucleus, PPT or PPN)および外背側被蓋核(laterodorsal tegmental nucleus, LDT or LDN)]も加えた、睡眠/覚醒の両中枢の間には互いに抑制性の軸索投射がみられることが明らかにされ[Saper et al.,2001]で睡眠説は多様化している。

睡眠研究と睡眠障害に対する光療法

ジュヴェのレム睡眠の発現に関する神経機構の存在の解明[Jouvet, 1967]より38年後の現在、睡眠と覚醒に関する神経機構の研究は大きく発展しているが、今なおプロスタグランジン、アデノシン、神経ペプチドを含む睡眠物質やオレキシン神経系、ヒスタミン神経系のような覚醒中枢の活性化について、さらには種々の睡眠・覚醒のモデルや仮説の提唱など研究が進んでいる。ともかくも視交叉上核から覚醒と睡眠の発現をもたらす神経機構へ伝えられる神経活動によって、ヒトでは夜間に眠って日中は覚醒するという概日リズムが生み出される。この睡眠覚醒のリズムが損なわれると、概日リズム睡眠障害、老人性睡眠障害、季節性感情障害(うつ状態)などの症状が現れる。これに対して、照度2500-3000ルクスの光を約2時間照射して、望ましい時間帯まで障害者の睡眠相をシフトさせて治療するという「高照度光療法」が施行されている(渡辺、2001)。

現在の科学が教えるところでは、NREM睡眠、REM睡眠、覚醒のそれぞれの状態を発現させるのに中心的役割を果たしている神経組織があり、これらの組織部位の活動のバランスによって、睡眠⇔覚醒、REM睡眠⇔NREM睡眠が交互に生じるとされている。覚醒時には脳幹のアミンニューロンは最大の活動を示し、反対にREM睡眠時にはアミン系は活動

を停止し、コリン系は上昇するなど、アセチルコリン、ノルアドレナリン、セロトニン、ヒスタミンなどの神経伝達物質が重要な役割を演じるというのである。

なお、往々にして看過されがちであるが、この脳幹網様体の全領域に対して大脳皮質、とくに知覚運動野[Kuypers, 1958 ; Kuypers and Lawrence, 1967]、小脳核とくに室頂核 [Walberg et al., 1962]、および上丘[Kawamura et al., 1974]から広汎な投射がなされている。従って、脳幹にある覚醒・睡眠の機構を維持する働きは、末梢感覚器官から大脳皮質までの脳全体の活動に依存しており、これらの複雑な神経回路から成るシステムが関与していると考えておかねばならない。そして、以上考察したこれらの総体的働きなるものが外界とのズレに対して統一的に適応する生体活動に他ならない。

Ia): Diencephalon : Thalamus Various kinds of sensory inputs

NB: (五感の融合は後連合野！)

Carlsson filtering function 視床のフィルター機能

Thalamus のフィルター機能 (入力を選択しフィルターにかける) を調節する feed-back loop として $Cx \rightarrow Bg(Str) \rightarrow Th \rightarrow Cx$ の回路を想定した。

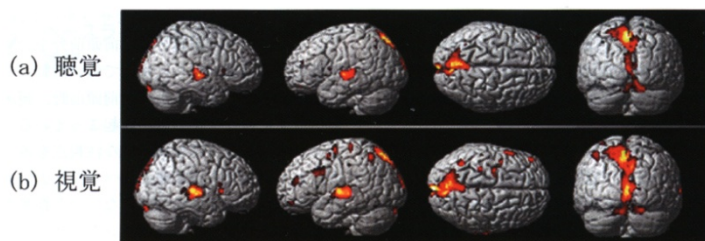


図3 健常者の課題に対する構えに関連する脳活動
(a) 注意を聴覚に向けているとき (b) 注意を視覚に向けているとき

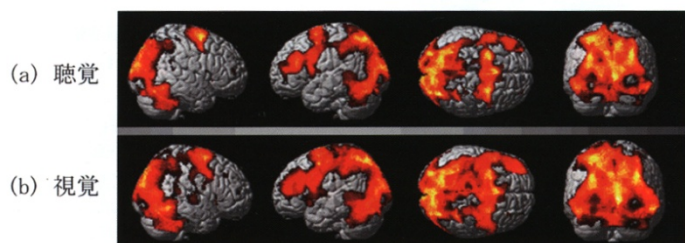


図4 統合失調症患者の課題に対する構えに関連する脳活動
(a) 注意を聴覚に向けているとき (b) 注意を視覚に向けているとき

SCZ では Striatum の thalamus に対する抑制機能が脱抑制される。→視床のフィルターが開く→皮質の過覚醒をおこす

ゲシュタルト認識と脳波の gamma oscillation との関係。幻覚・妄想の体験はこの 50msec 以内に成立？

視覚系

Colour fusion test (Utena, Saito) 色彩融合テスト

色彩融合には V4 area の機能が関与するらしい。

赤 (R) と緑 (G) の閃光 (flash light) を続けて照射する。閃光の持続時間を数 10msec という瞬間の閾値以下に短縮していくと色彩融合(color fusion)の遷移帯* (transtional zone) が生じ、やがて赤と緑の光は完全に fusion し、黄の光が現れる(Efron, 1973)。これがヒント！Crick and Koch, 1992 が紹介。

* SCZ には control にくらべて融合の転移時間窓(30-50msec)内に限って遅れ(統計的偏り)が認められた。

正常人が黄緑と見始める時に、Scz はまだ緑と見続ける傾向がある。

SCZ で 視覚逆向マスクング visual backward masking が低下している？

(gamma oscillation が認められない？)

Cf. Sch Frontier of Saito, 2008, p/32or 52. ? で説明できるか？

・ Munsell Hue 80 ? Ring, ・ LED 蛍光発光ダイオード

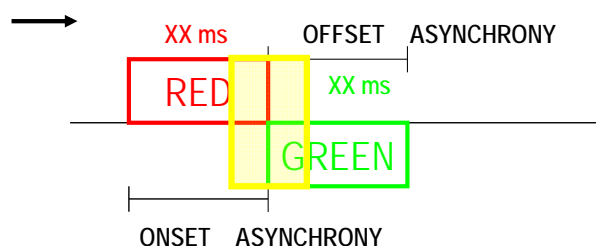


Diagram of Stimulus Micropattern : Saito and Utena used a set of nine micropatterns composed of brief red and green lights, in this order, with their duration equal to that of stimulus onset/offset asynchronies (SOAs) (5-100 msec) and as a reference one micropattern of simultaneous flashes of two lights with 10 msec duration.

colour fusion test , healthy vs schizophrenic subjects

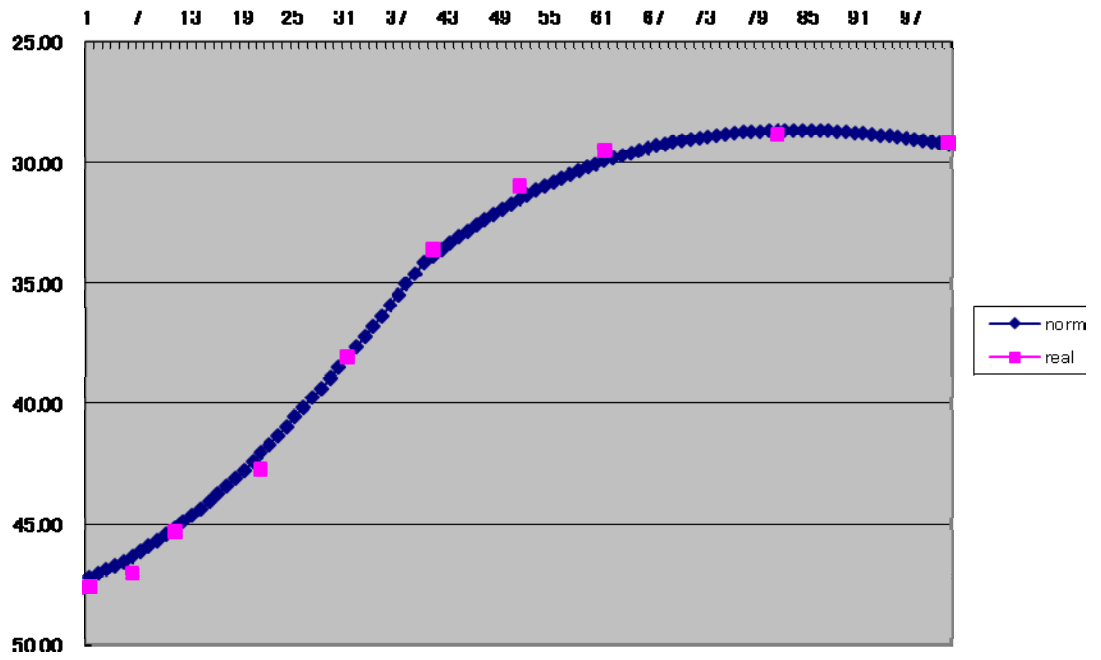


Figure-1 continuous colour fusion function

$$C.F.(D) = 47.6 - \{9.975 - (9.975)e^{-0.0998(D/10+0.7)}\}^2 \times e^{-0.01390(D-39)H(D-39)}$$

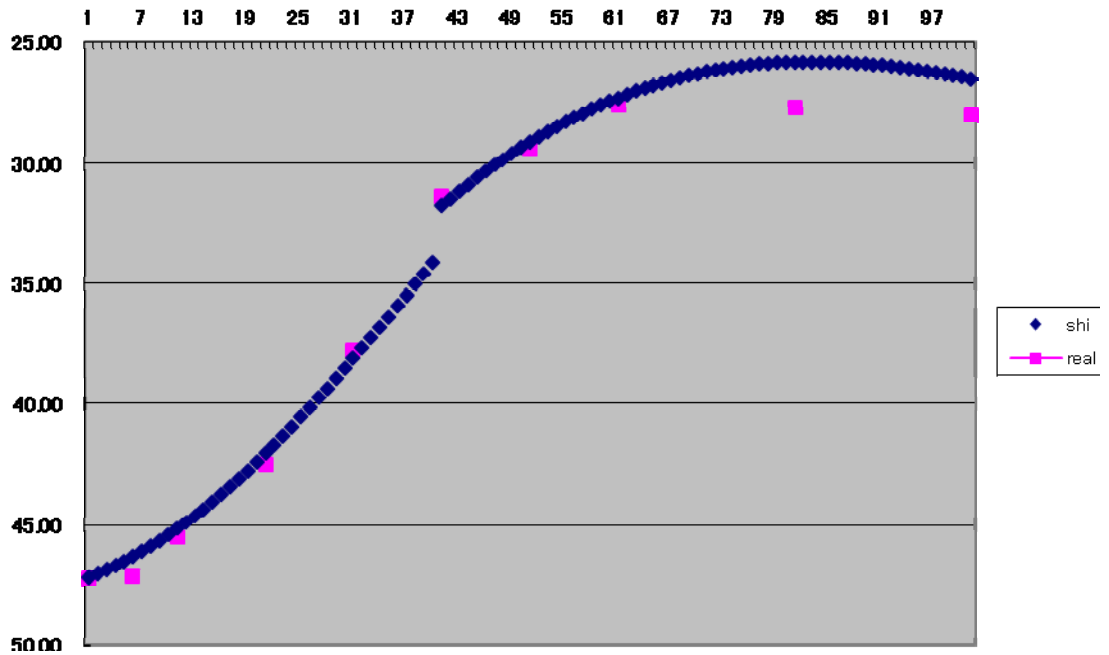
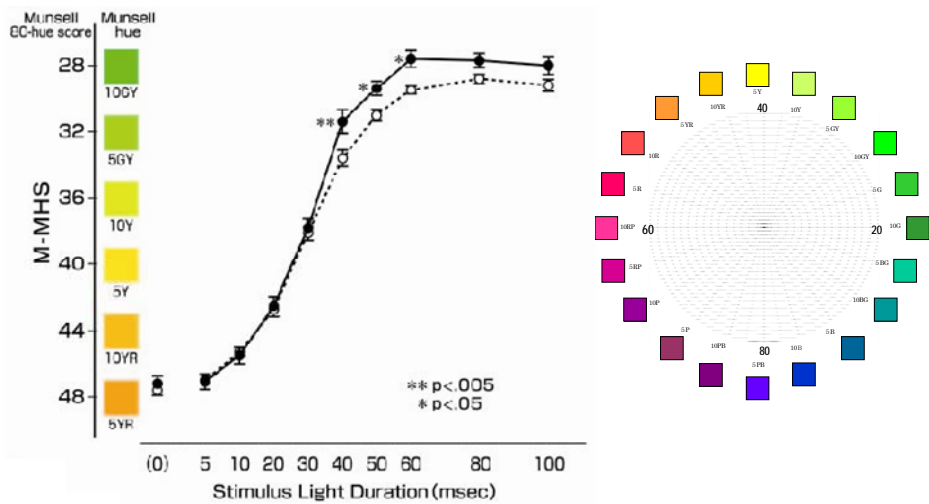


Figure-2 discontinuous colour fusion function

$$C.F.(D) = 47.6 - \{9.975 - (9.975)e^{-0.0998(D/10+0.7)}\} 2 \times e^{-0.01390(D-49)H(D-39)}$$

Munsell 80-Hue Score (MHS) of Schizophrenic Patients and Normal Controls in MCFT



Inter-individual Variations of Momentary Color Vision: M-MHS for Two Groups (Mean±SD)

	(M-0)	M-5	M-10	M-20	M-30	M-40	M-50	M-60	M-80	M-100
Schizophrenia (N=48)	47.2±3.8	47.1±3.0	45.5±3.4	42.5±3.1	37.8±4.9	31.4±3.8**	29.4±3.5*	27.6±3.6*	27.7±3.2	28.0±3.2
Normal (N=55)	47.6±2.7	47.0±2.1	45.3±1.9	42.7±2.6	38.1±3.7	33.6±3.3	31.0±2.3	29.5±2.5	28.8±2.3	29.2±2.3

** p < .005; * p < .05 (Kruskal-Wallis test)

Through clinical approach, Utena (2000) observed a momentary delay of 5–10cm (25–50 msec) in the action or speech of schizophrenic patients compared with the healthy person, when they were asked to perform a simple test, e.g. examining the simple reaction time test in seizing a dropping small-stick, which he discovered and named as “simple psychiatric functional test”.

Utena considered as below :

① Apparent motion of Gestalt psychology (Wertheimer) tells us that time of one frame in TV or movies represents $1/25-30$ sec (33–40 msec) .

② Threshold value of flicker fusion is about 50 msec.

③ Color fusion test (successive red and green lights with certain interval of time) of Efron (1973) to be perceived as yellow is at intervals of below 20-25 msec.

④ experiments of “perception of causality” of Michotte (1963), i.e., randomly unrelated movement of two points can be perceived as having causal relationship with each other occurs within the event of 50msec.

Taking all these in consideration, Utena hypothesized that time conception of cognitive consciousness has a quantal unit with 25-50 msec duration and named it the "moment consciousness" hypothesis, and gave it an important psychopathological significance.

He thought that the phenomena in which experience of the illusion consciousness seen in the schizophrenia patients, and that auditory hallucination, e. g., could take place during the "moment consciousness". Furthermore, Gestalt collapse in the “Baum test” observed in schizophrenic patients, and functional disturbance of the gating filter of sensory inputs in psychophysiological experiments are noted to occur within 50 msec of the moment consciousness, analysis of which being indispensable in the study of “brain and mind” problem. For example, ① lack or decrease of the prepulse (forerunner) inhibition toward the p50 element (50 msec positive wave) of the event-related potential (ERP) of the following impulse, and ② excessive increase of backward masking (Breitmeyer, 1984) by the following stimulus against the prepulse impulse. It should be further investigated whether the "inversion of pattern recognition" (Yasunaga) is accomplished within the time of "moment consciousness" (Utena). If it turns out to be quite likely, the prospect of unifying neuroscience and psychiatry will be promising.

Through clinical approach, Utena (2000) observed a momentary delay of 25–50 msec in the action or speech of schizophrenic patients compared with the healthy person, when they were asked to perform a simple test, e.g. examining the simple reaction time test in seizing a dropping small-stick, which he discovered and named as “simple psychiatric functional test”. Utena considered as below :

① Apparent motion of Gestalt psychology (Wertheimer) tells us that time of one frame in TV or movies represents $1/25-30\text{sec}$ (33–40 msec) . ② Color fusion test (successive red and green lights with certain interval of time) of Efron (1973) to be perceived as yellow is at intervals of below 20-25 msec. Taking these in consideration, Utena hypothesized that time conception of cognitive consciousness has a quantal unit with 25-50 msec duration and named it the “moment consciousness” hypothesis, and gave it an important psychopathological significance.

Auditory hallucination could take place during the “moment consciousness”. Also, the sensory gating deficit and excessive degree of the backward masking have been explained as the cognition disturbance of the schizophrenic patients, and these are phenomena/events occurring within 50 msec. Recently, Saitoh and Utena (2002) conducted “memory color vision test, MCVT”, following Efron’s fusion experiments (1963) in which the perception of yellow by the fusion of brief flashes of red and green lights (varying 5-100 msec intervals) enabled us to infer the minimum time required for visual awareness. Only in a limited interval of 40-60 msec flashes of red and green, they found the difference of perceptions between the healthy and schizophrenic subjects, namely the former recognized as a result of color fusion phenomenon as yellow, while the latter recognized as green due to the failure of color fusion and also because of the retrograde masking (backward inhibition), indicating possibly that different patterns of visual cognition exist between the normal and patient groups in this particular time window of moment consciousness ; 40-60 msec. He considered that illusion consciousness in the schizophrenia patients could take place during the “moment consciousness”.

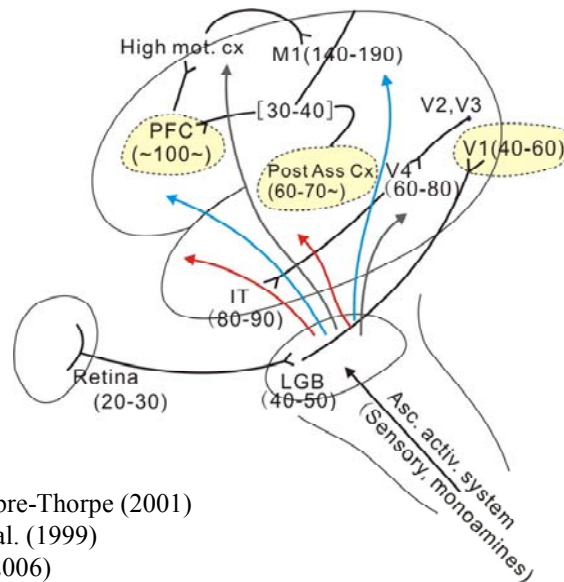
When the brain is damaged, mental disorder appear as a consequence. How cognitive abnormalities such as illusion and hallucination are formed in psychotic patients ? Even to the layman’s eyes, it is evident that loci of the mental disease, for instance in the schizophrenia, do not lie in the primary sensory areas nor in the primary motor cortex, not in the least in the brainstem/spinal cord, but do lie in the association

cerebral cortex. Considering the symptomatology of cognitive disturbance, whether visual or auditory, it is the malfunction of seizing objects as a whole in a gestalt way, judging the value and meaning of surrounding events or objects referring to the previous memory.

.

The visual transmission time from the visual object to the following structures being estimated : to the retina (20-40 msec), the V1 (40-60 msec), the V4 (60-80 msec), the inferotemporal cortex (80-100 msec), the prefrontal cortex (100-130 msec) and finally to the primary motor cortex (140-190 msec) (Thorpe and Fabre-Thorpe, 2001). Thus, the transmission time from the retina to the association cortex, where cognition process is elaborate, is briefly 60-80 msec. This may well be the time required for the human brain to recognize figures/forms after **detecting** signals in the environments. Assuming that the time of perception / conception has a quantal unit with an approximate duration of 25-50 msec, it can be said that it requires about 1.0-1.5 units of “moment consciousness”. This can be supported by the study of Sakagami et al. (1999a, b) who discovered that firing activities of the prefrontal neurons vary when monkeys observed visual objects, and that the changes are dependent upon the situations of receiving connotational meanings of the stimuli. Disturbance of cognitive control in schizophrenic patients may well be caused by abnormalities of the context processing of incoming information.

Visual impulses travel in the Brain (unit: msec),
To explain visual perception and "moment consciousness"



Thorpe & Fabre-Thorpe (2001)
Sakagami et al. (1999)
Kawamura (2006)

As stated above, the sensory gating deficit and excessive degree of the backward masking have been explained as the cognition disturbance of the schizophrenic patients, and these are phenomena/events occurring within 50 msec. Recently, Saitoh et al. (2002) conducted “memory color vision test, MCVT”, following Efron’s fusion experiments (1963) in which the perception of yellow by the fusion of brief flashes of red and green lights (varying 5-100 msec intervals) enabled us to infer the minimum time required for visual awareness. Only in a limited interval of 40-60 msec flashes of red and green, they found the difference of perceptions between the healthy and schizophrenic subjects, namely the former recognized as a result of color fusion phenomenon as yellow, while the latter recognized as green due to the failure of color fusion and also because of the retrograde masking (backward inhibition), indicating possibly that different patterns of visual cognition exist between the normal and patient groups in this particular time window of moment consciousness ; 40-60 msec. Furthermore, there may have the possibility that “Phantom space” that generates “Inversion of recognition pattern (Yasunaga, 1987)” in the schizophrenic experience is present in a restricted time window of “moment consciousness (Utena, 2000)”.

In clinical observation, some patients have evident hallucination and delusion/illusion (Wahnwahrnehmung), while others have ambiguous abnormal feeling. In the structure of mind of schizoid or normal person, it may be possible

that the recognition pattern of A→B and B→A (Yasunaga, 1987) is present in the moment consciousness (Utena, 2000). Ambivalent feelings develops in the adolescence and pathological ambivalent symptoms appearing in the schizophrenic patients may be caused by subjectively deviated feeling, akin to the conversion, of perception in a limited moment of consciousness not inconsistent with each other.

瞬間色覚テスト "moment consciousness"

Crick, F. が注目した Efron R の色覚実験 以下のごとし。すなわち、被験者に赤と緑のフラッシュを 20msec ずつ連続してみせると黄色と知覚される。

後頭葉視覚野への入力で赤と緑と認識されるはずの刺激反応が、脳内の情報処理の時間的重複によって高次の統合を受け黄色の表象が生じたと考えられる。

後述される、簡易客観指標 Utena's Brief Objective Measures: UBOM-4

RCT (意 尺度捕捉) Ruler catching test (物差し落とし) による 単純反応時間検査によれば、正常平均よりも *10cm (45msec) 遅い人の行動には一瞬の遅れが認められる。

時間単位としての「瞬間意識」の仮説を提唱した (Utena)。

物理学において実体的意味を持っているところの、時間認識の量子説が、生物学的にも意味をもつものとするれば、それは精神異常の理解につながりはしないだろうか？

*テレビや映画のこま送り現象 (ゲッシュタルト心理学の仮現運動視/見かけの運動視)

知覚閉門 (フィルター) 障害 *sensory gating deficit 後発刺激の事象関連電位 (ERP) の P50 成分 (50msec 陽性波) の抑制が (正常者ではみられるのに) SCZ では起こりにくい。

MMN mis-match negativity

ミスマッチ陰性電位: SCZ で MMN の振幅が低下している。

事象関連電位の一つで標準刺激 (聴覚刺激) から偏差 (odd) した刺激に対して現れる自動的・前認知的な感覚過程 (注意機能) を反映する。

また、*Backward masking 逆向き抑制/逆向きマスキング (連発刺激のときの) SCZ で起こり易い。これも 50msec 以内に現れる。？

連発刺激のときの後発刺激による先発反応の抑制。

PPI : Prepulse inhibition 前パルス抑制

SCZ で prepulse による驚愕反応の抑制の程度が減弱している。これは意志が関係していない純粋な生理学的レベルの所見であることは重要である。50msec 以内？

SCZ における 解離と照合障害

解離とは、一連の機能系が他から隔離して支配的となり、他の機能系への「転換可能性」が制限される状態を言う。SCZ で照合機能が障害された結果、過去と現在、表象と知覚とが融合して、ときに恐怖の感情に支配されて思考の混乱状態が現れる。

メモ： 陰性症状—要素機能の積み上げ計量的指標
陽性症状—全体総合的な表象系の機能

Ib): Limbic system 大脳辺縁系:

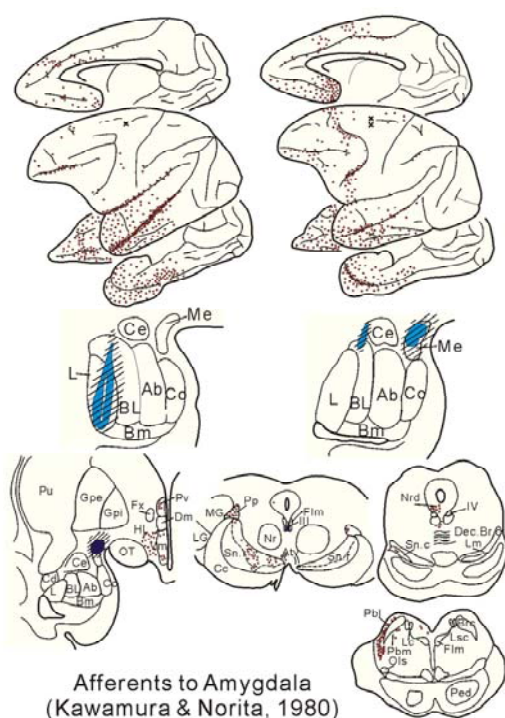
Amygdala Emotion 情動

Hippocampus Memory 記憶

The amygdala participates in the evaluation of biological values of pleasant or unpleasant feelings in the consolidation of memory by means of emotional conditioning. Furthermore, it is well known that there are Yakovlev's and Papez's circuits [put references] which are concerned with emotion and memory, respectively, involving the amygdala, temporal and frontal lobes, cingulate gyrus and hippocampus. In the cingulate gyrus, the amount of regional cerebral blood flow (rCBF) increases in the volitional action of monkeys in the experiment where they found a new maneuver in order to obtain rewards (Shima and Tanji, 1998) are involved in the autonomic nervous system, the highest center of which is the hypothalamus. Autonomic nervous activities comprise breathing, blood circulation, perspiration, digestion, appetite and sexual desires. These have close correlation with emotion, activated by the limbic system. Hormonal regulation system covering the hypothalamus, hypophysis and endocrine organs is under the influence of the hippocampus and amygdala. Impulses of smell and taste are known to pass

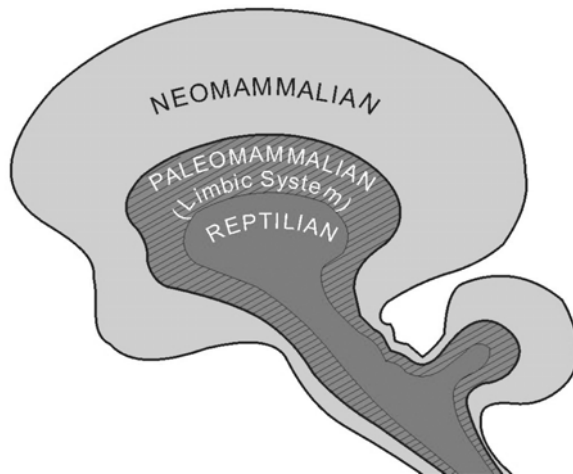
into the cortical and medial nuclei (phylogenetically old parts) of the amygdala (Norita & Kawamura, 1980), which are also associated with emotion.

All sensory inputs, including the visceral, are involved in the autonomic nervous system, the highest center of which is the hypothalamus. As for autonomic regulation, there are neural projections from the paraventricular nucleus (PVN) to the dorsal nucleus of the vagus and solitary nucleus in the brainstem, as well as humoral influence controlled by the endocrine system. Autonomic nervous activities comprise breathing, circulation, perspiration, digestion, appetite and sexual desires. These have close correlation with emotion, activated by the limbic system. Hormonal regulation system covering the hypothalamus, hypophysis and endocrine organs is under the influence of the hippocampus and amygdala. Impulses of smell and taste are known to pass into the cortical and medial nuclei (phylogenetically old parts) of the amygdala (Norita & Kawamura, 1980), which are also associated with emotion. Information from the amygdala can be transmitted to the hypothalamus via the stria terminalis and ventral pathways.



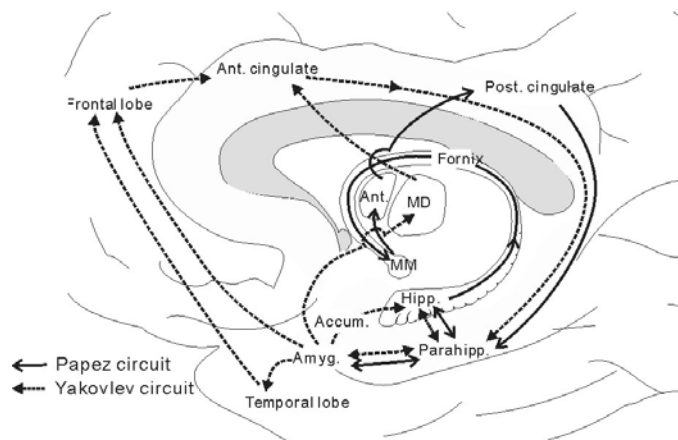
As a classic theory of emotional concept viewed from the phylogenetic points, “a triune brain theory” has been proposed by MacLean (1973). He considered the

hierarchy of the animal brain as constructed by a three-layered system, consisting of the primitive reptilian brain, the paleo-mammalian brain and the neo-mammalian brain.



The animal with the primitive reptilian brain expresses the stereotypical behavior based on primitive learning and memory. In reptiles and birds, the main structure of the motor system is the basal ganglia, and the cerebral cortex is underdeveloped. The behavioral reaction of these animals is largely determined at the level of the limbic system.

The animal with the paleo-mammalian brain, first developed in the primitive mammals, has the seat of emotion, by which the stereotypic reactive actions are regulated and controlled somewhat with flexibility. Under these conditions, the limbic system plays important roles in the expression of behavior directly related to the "emotional process" (Bruce and Neary, 1995).

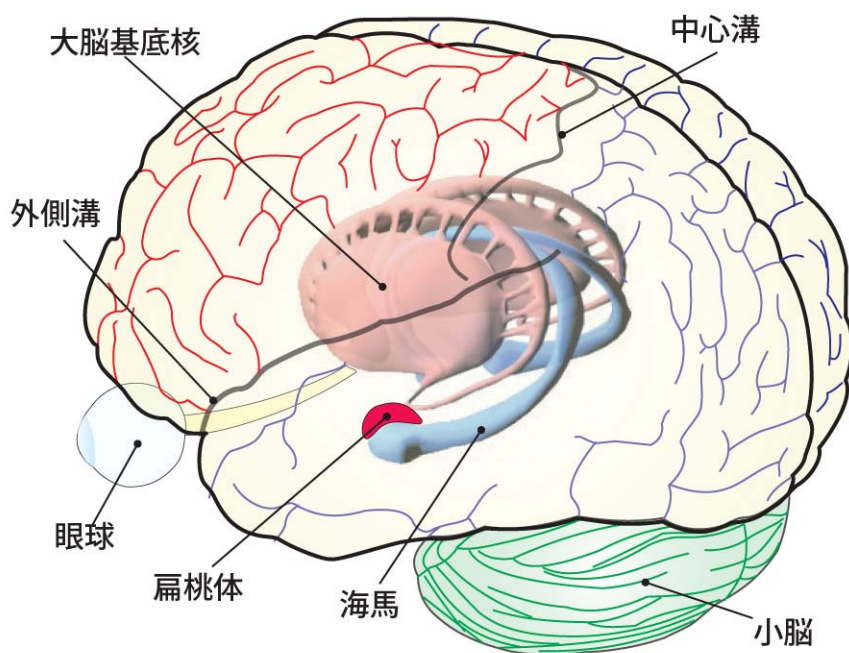


Functions of the frontal lobe are the active expression of bodily and mental movements as well as planning and performing a series of actions. Cognitive information reaches the prefrontal cortex from the parietal and temporal lobes. There are no direct projections from the posterior association area to the primary motor cortex. **Extend discussion !** **having interfaces where the conversion of the sensory cognition to the active motor action occurs.**

Recognition and emotion are closely related to each other in the expression of “logos” and “pathos”. Sensory information reached the cerebral cortex is transmitted from the posterior association area to the anterior association cortex, or the prefrontal cortex, in which information of the stimuli can be converted and be bestowed the connotational significance reflecting the situations occurring in the external world before being sent to the higher cortical motor system.

The **amygdala** participates in the evaluation of biological values of pleasant or unpleasant feelings in the consolidation of memory by means of emotional conditioning. **Furthermore, it is well known that there are Yakovlev’s and Papez’s circuits,** which are concerned with emotion and memory, respectively, involving the amygdala, temporal and frontal lobes, cingulate gyrus and hippocampus. In the **cingulate gyrus,** the amount of regional cerebral blood flow (rCBF) increases in the volitional action of monkeys in the experiment where they found a new maneuver in order to obtain rewards (Shima and Tanji, **1998**) are involved in the autonomic nervous system, the

highest center of which is the hypothalamus. Autonomic nervous activities comprise breathing, blood circulation, perspiration, digestion, appetite and sexual desires. These have close correlation with emotion, activated by the limbic system. **Hormonal regulation system** covering the hypothalamus, hypophysis and endocrine organs is under the influence of the hippocampus and amygdala. Impulses of smell and taste are known to pass into the cortical and medial nuclei (phylogenetically old parts) of the amygdala (Norita & Kawamura, 1980), which are also associated with emotion.



扁桃体からの出力 :

大別して3つを挙げ得る。すなわち、①扁桃体の中心核（および一部、内側皮質核）から起こり中隔核、視床下部（前核、腹内側核、弓状核）、内側視索前核などへ終止する分界条という繊維束、および②主として基底外側核を出て内側に走り、側坐核や外側視床下部から内側部にかけて分散状に分布する腹側投射系と呼ばれる繊維群、さらに③広範囲の大脳領域、とくに側頭葉、梨状葉皮質、前帯状回、眼窩面皮質へ終わる投射がある。

また、眼窩面皮質および嗅内野を含む側頭葉皮質と扁桃体との間には直接の相互結合がみられる (Kawamura と Norita, 1980)。種々の感覚性刺激の海馬への入力には嗅内野など

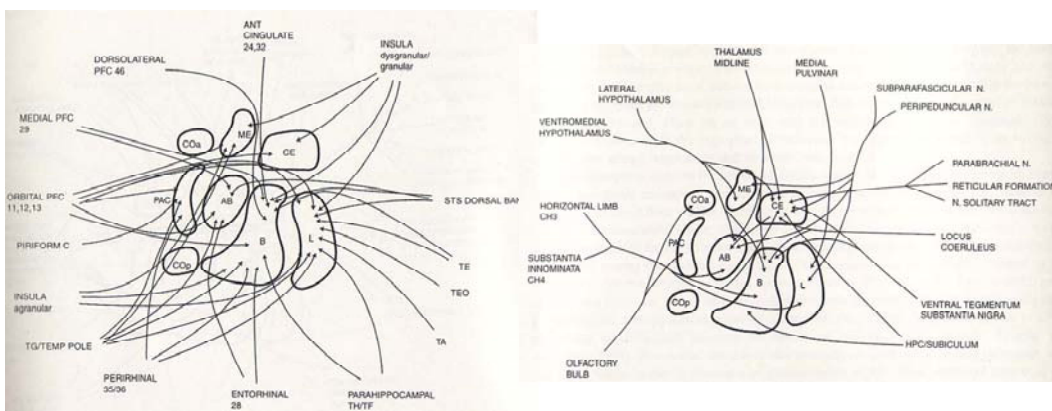
海馬周辺皮質を介してみられるが、扁桃体への入力の間脳、中脳のいくつかの神経核（視床諸亜核、視床下部の腹内側核、黒質、縫線核など）や脳幹内の結合腕傍核、青斑核などからの直接の投射が存在する。海馬と扁桃体は発生学的にも機能的にも異なる構造物であるが、この両構造物間の繊維連絡は、少なくともサルで明らかに存在する（Aggleton, 1986）。大略、扁桃体の外側核・副基底核からは嗅内野へ、基底核・副基底核からは CA1/CA3 へ投射がみられ、逆に海馬台・CA1 からは扁桃体の基底核・皮質核に、嗅内野からは扁桃体の基底核・外側核への投射が存在する（Amaral ら, 1992）。現在、連合野を含む大脳皮質や海馬・扁桃体の特定領域および視床下部諸亜核との間の連絡を究明すべく多くの研究がなされている（LeDoux, 1998; Aggleton, 2000; 松本と小野, 2002）。

扁桃体への入力（系）：

扁桃体には、味覚、嗅覚、内臓感覚、聴覚、視覚、体性感覚などあらゆる種類の刺激が、嗅球や脳幹から直接的に、そして視床核（視覚、聴覚などの特殊核近傍ニューロン群）を介して間接的に入力される。その他に、大脳皮質内で処理された情報および海馬からの情報が扁桃体に入ってくる（ちなみに、これらの領域間の情報の流れは両方向性である）。この後者の入力は梨状前皮質、嗅内野（28 野）、海馬台（ヒトの海馬旁回近傍）、帯状回（とくに 24 野）、側頭葉、前頭前野から扁桃体の基底外側核に至るもので（Kawamura & Norita, 1980; Aggleton ら, 1980）、前者の皮質下からの入力に比べて時間的に遅れて、より適正かつ精緻な情報が入力される。これら 2 種類の粗と精、「低位」と「高位」の経路を通過した情報が扁桃体で出会う。そこでは、環境に対して瞬間的、反射的に反応した生得的な生体反応は、皮質レベルで認知された「高次」の情報に基づいて、益（報酬性）か害（嫌悪性）であるかが環境適応的に判断され修正される。同時に、海馬は新皮質からの認知情報を受ける前に情動的情報を含んだ扁桃体からの入力を受ける。この海馬・扁桃体間の関係は相補的である。なお、モノアミン系の入力として、1)ドーパミン系：黒質緻密部（A9）および腹側被蓋野（A10）から起こる中脳辺縁皮質系の一部が、2)セロトニン系：中脳背側縫線核

(B7)および正中縫線核(B8)から起こる上行性セロトニン束の一部が、3)ノルエピネフリン(=ノルアドレナリン)系:青斑核(A6)から、4) コリン系:マイネルト基底核(Ch4)からの入力が扁桃体に送られてくる。

Projections to Amygdala



Cortical

Subcortical

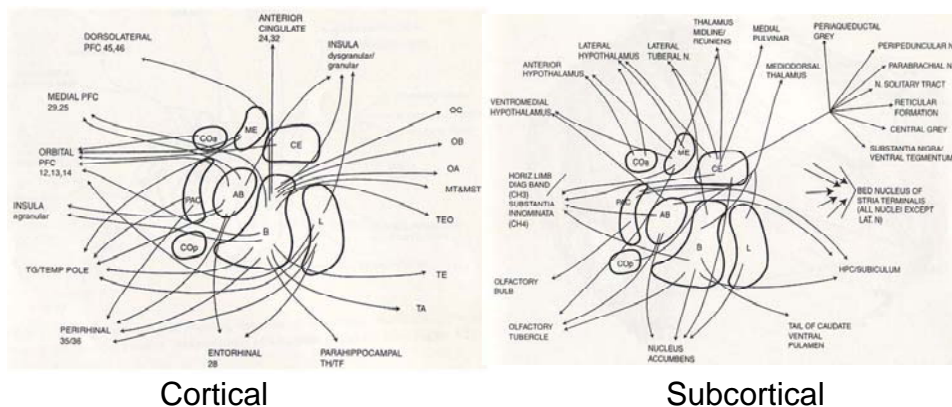
Aggleton and Saunders, 2000

扁桃体からの出力(系):

大別して3つを挙げる。すなわち、①扁桃体の中心核(および一部、内側皮質核)から起こり尾状核と視床の境界部に沿って背後部から前腹方へと走って中隔核、視床下部(前核、腹内側核、弓状核)、内側視索前核などへ終止する分界条(stria terminalis) という神経線維束、および②主として基底外側核を出て内側に走り、側坐核や外側視床下部から内側部にかけて分散状に分布する腹側投射系(ventral

pathway、または腹側扁桃体遠心路 ventral amygdalofugal projection)と呼ばれる投射路、さらに③広範囲の大脳領域へ終わる皮質投射がある。とくに側頭葉 (TE 野、Bonin と Bailey, 1947,による略字命名、以下同様) 梨状葉皮質、前帯状回、眼窩面皮質 (OF 野)との結びつきは強い。側頭葉については、扁桃体の内側基底核は TE 野の腹側域とのみ、外側核は TE 野全体と各々結びついている (Saleem, 2000)。

Projections from Amygdala



Aggleton and Saunders, 2000

扁桃体と視床下部との関連:

扁桃体から起こり視床下部に終わる神経路には、分界条と腹側扁桃体遠心路があることは既に述べた。視床下部は呼吸・循環、摂食、性機能、水分代謝などの自律機能や脳下垂体の機能を促進または抑制する内分泌調節などを司る生命維持に関わる重要な領域で、外的または内的な誘因が存在するとき、視床下部への刺激が来たとき周囲への働きかけの動因となり、これによって動物は行動を起こすことになる。分界条を形成する軸索終末は視床下部の腹内側核 (古典的「満腹中枢」) や外側野 (古典的「摂食中枢」) を含む摂食関連領域のニューロンとシナプスを作る。これらの領域にあるニューロンはグルコースに反応するが、同時に身体の脂肪細胞から分泌される肥満因子レプチンに対して腹内側核には促進的に、外側野には抑制的に反応

する受容体をもつものも存在する。海馬からは脳弓を経由して外側乳頭体核へ、網膜からは視交叉上核へ、さらに脳幹からは視床下部の広い領域へアミン系線維の投射が行われている。

視床下部の機能活動は、種々の脳部位、すなわち、①大脳皮質とくに前頭前野、②扁桃体、③海馬、④脳幹から入力されるさまざまな情報によって制御されている。外界の対象物(刺激)に対して、それらが自己(動物)にとって益になるか害になるかの価値判断を扁桃体が行なっている。益になると判断されるときには生体に快情動が起こり、反対に害と判断されると不快情動を伴う。

視床下部が司る自律機能は大脳皮質、とくに前頭葉からの直接的な影響下にある。すなわち、その特徴は、視床下部から前頭前野への上行性投射は広く分散しているが、逆方向の前頭前野から視床下部への投射は主として内側面皮質と眼窩面皮質から起こり、扁桃体からの線維束である分界条の終止域と重複している(Rempel-Clower と Barbas, 1998)。

こうして、情動と認知を基盤として、動物が判断し行動に移すまでの過程には視床下部求心路が関連し、判断結果を行動に移す形態基盤には、「運動に関連する視床下部遠心路」とくに脳幹・脊髄の運動神経細胞に軸索終末を送る視床下部・被蓋路、視床下部(室傍核や外側野から)・脊髄路、さらに網様体・脊髄路などの下行投射路が関与している(佐野、2003、参照)。

また、意識を支える機構として眺めると、視床下部は内臓感覚などの刺激を受けて直接大脳皮質を賦活すると同時に、非特殊性・広汎性の網様体賦活系にも興奮を伝えており、視床下部調節系と脳幹(上行性)網様体賦活系とは互いに関連しつつ、意識レベルを調整していることが知れる。意識への科学的アプローチはこれからである。

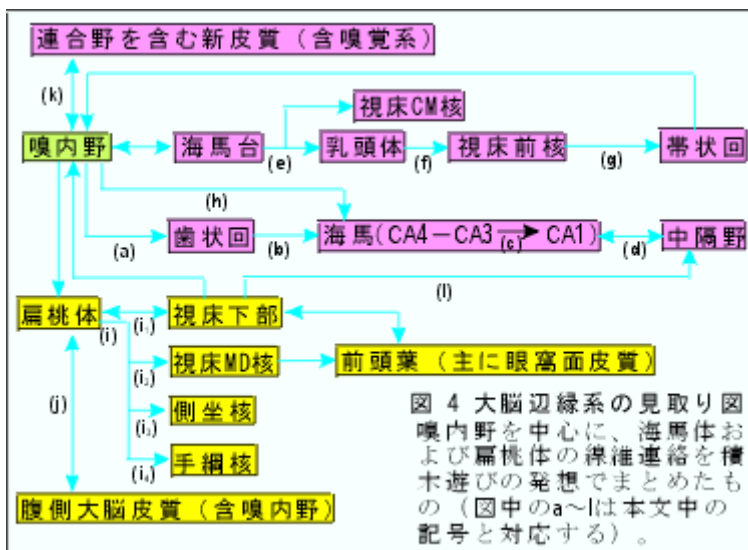
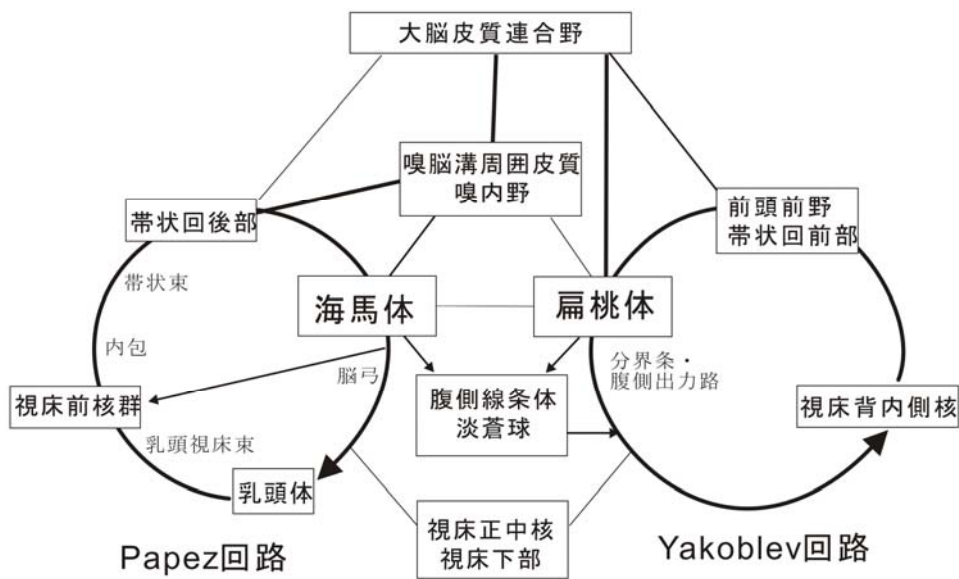


図4 大脳辺縁系の見取り図
 嗅内野を中心に、海馬体および扁桃体の線維連絡を積木遊びの発想でまとめたもの (図中のa~lは本文中の記号と対応する)。

辺縁系のサブシステム

(a): 嗅内野(皮質の2層と3層に神経線維の叢がある。詳しくは、細胞構築学的にも線維結合の上からも、内側部-28a野-と外側部-28b野-とに分けられる)からの内側および外側貫通線維 perforant path。海馬台を通り抜けて海馬溝を越えるのでこ

の名がある。主要なものは歯状回の顆粒細胞の先端樹状突起が存在する分子層の外層(外側貫通線維)と中層(内側貫通線維)に終わる。exteroceptive の情報を運ぶ。なお、内層には対側歯状回からの交連線維が終わる(海馬采からの線維とともに psalterium, 紘または hippocampal commissure として入る)。

(b): 歯状回の顆粒細胞からおこり CA4, CA3 の錐体細胞の樹状突起に終わる苔状線維とよばれる線維。

(c): CA3 と(おそらく)CA4(歯状回の hilus 域)の大型錐体細胞の神経突起の分枝 recurrent collaterals が CA1 の小型錐体細胞の樹状突起(網状層)に終わる。

Schaffer 線維という。

(d): 主として CA3 よりおこり中隔の外側核に終わる。中隔・海馬路はコリン作働性線維を多く含み内側核からおこり海馬内の広範囲の領域(上行層)に終わる。

interoceptive

の情報を運ぶ。

(e): いわゆる海馬乳頭体路で海馬台からおこり脳弓を通して乳頭体外側部に終わる。アンモン角(固有の海馬)からの投射はない。

(f): Vicq d'Azyr 東ともよばれ乳頭体の主として内側部からおこる。細かくいえば、視床前核は乳頭体の内側核から同側性に、外側核から両側性に線維を受けている。

(g): 視床前核群(とくに AM 核、AV 核)から帯状回皮質への投射には部位局在の関係が存在する。

(h): 嗅内野および(おそらく)海馬台から白板線維 alveus, alvear path として海馬(主として CA1)に終わる。貫通線維の一部も終わる。標的はバスケット細胞と(おそらく)錐体細胞の基底樹状突起。

(i): 扁桃体からの皮質遠心性投射(発生的に古い皮質内側核群との結合が強い)

(i1): 分界条 stria terminalis および内側前脳束 medial forebrain bundle を通る。視床下部腹内側核 (VMH) に多く、また外側核 (LH) にも終わる(他に視索前野、分界条床核にも終わる)。視床下部扁桃体投射は、主として皮質内側核群に終わる。

(i2): 下視床脚 inferior thalamic peduncle を通り、MD 核の発生的に古い部分である内側部(大細胞性領域)に投射する。この投射域は嗅覚野が存在する眼窩面皮質との結びつきが強い。

(i3): 連合縦束 longitudinal association bundle を通る。一部が尾状核腹側部、中隔核にも終わるが主たる終止域は側坐核である。なお、側坐核は黒質内側部および中脳腹側被蓋域からドーパミン含有線維を受けており、被蓋腹側部を介して中脳網様体の腹内側部(いわゆる中脳の locomotor region)へ、線条体からの線維とともに投射している。

(i4): 下視床脚を通る弱い投射である。なお、手綱核は視床髓条を介して中隔核、視床前核、外側視床下部域、対角帯核、外側視索前野からの神経線維を受けている。

また反屈束(手綱脚間路)を介して中脳の脚間核へ線維を送る。

(j): 扁桃体—大脳皮質間結合(発生的に新しい基底外側核との結合が強い)。側頭葉前部、前頭葉眼窩面皮質、帯状回と相互に結合する。

(k): (j)と同様な領域との相互結合の他に比較的広範囲の新皮質領域からも嗅内野への投射がみられる(図5)。前頭葉からの線維のうちかなりのものが帯状束内を通路とする。

(l): 弱い結合が、おそらく存在する。

図4から読みとれるように、大脳辺縁系を、①海馬台—乳頭体系、②海馬—中隔系、③扁桃体—視床下部系の3系に分けることができる。①と②を海馬系としてまとめれば、③の扁桃体系と対比させられて2つに大別できよう。

情動の神経回路—扁桃体、前頭前野、側頭葉—についての概説

扁桃体は上に見たように、広範な大脳皮質領域から脳幹・脊髄までの中枢神経系(CNS)全体にわたり、神経回路網によって複雑に結びついている。これに加えるに、内分泌・自律神経系やペプチド・モノアミンなど液性伝達系をも含めると、CNS全体を対象としなければならない。断片的に概説するのではなく、動物一般の扁桃体の生理機能を総括的に論じることは重要ではあるが、本論文の目標とはなりにくい。

ここでは、高等動物とくに人間の扁桃体について考えてみたいので、ヒトで著しい発展を遂げた大脳皮質レベルに話題を絞りたい。改めて扁桃体は、前頭前野の眼窩面(orbitofrontal)、内側面(medial prefrontal area、とくに帯状運動皮質 cingulate motor cortex)、側頭葉の前方域(temporal pole)、内側(hippocampal formation)、下面(とくに紡錘状回近傍 fusiform gyrus)、と強く結合している。そして、これらの皮質域間の関連性も考慮しながら、異現同根で不可分の関係にある情動機能と認知機能の周辺に関心は払われる。

現象的トピックスとして以下の3点、すなわち、①「原始的感覚」としての嗅覚と情動と生命を支える自律機能、② 側頭葉の紡錘状回が関わる表情の認知、③ 前頭前野(内側面および外側面)が関わる能動性・「社会脳」機能、でまとめてみる。

①「原始的感覚」としての嗅覚(・味覚)と情動と生命を支える自律機能

動物は餌を捕り、敵から守るために、最初に嗅覚と味覚を発達させた。これらの感覚刺激は扁桃体に、そこからさらに視床下部へと伝達される。大脳皮質を持つ動物になると、扁桃体から皮質に終わる神経路、さらに皮質・視床下部路が形成されてくる。これらの線維の終始域は前頭葉内で、嗅覚皮質は眼窩面に、味覚皮質は弁蓋部(43野、一般動物では島皮質)にあり、視床経由のいわゆる上行性感覚伝導路もここに終わる。この事実から、これらの皮質領域が呼吸・循環を含む自律機能および「原始的感覚」の情動と認知・分析のはたらきに関与していることが言える(生理学的研究もこれを裏付けている)。

②側頭葉の紡錘状回が関わる表情の認知

側頭葉前下面皮質(TE野)は扁桃核からの入力も受け、視・聴覚をはじめ多くの情報を統合して情動および認知記憶など多様な機能を果している。また、TE野には上側頭溝周囲皮質とともに相貌認識に関与する顔選択性細胞(face-selective cell)が見出されている [Perrett et al., 1982]。顔認識や表情処理の研究は社会性の適応障害の問題に直結する。ヒトの顔の表情を認知する領域としては、側頭葉下面で後頭葉に連続している内側後頭側頭回(=紡錘状回)が知られているが(後述)、英国精神医学研究所のフィリップスのグループは上側頭溝周囲の皮質領域を中心に、健常者および精神異常者を対象に情動に対応する顔の表情変化の際に起こる神経活動について研究している(Critchley et al. 2000)。

③前頭前野(内側面および外側面)が関わる能動性・「社会脳」機能

サルで軸索流法を用いた研究から、扁桃体と前頭前野眼窩面および内側面皮質との間には強力な結びつきが両方向性に、そして外側面皮質との間には弱い結びつきが一方向性に、認められる(Ghashghaei & Barbas, 2002)。また、扁桃体から強い投射が前部帯状運動皮質(M3)に、弱い投射が後部帯状運動皮質(M4)に行われている(Morecraftら, 2007)。さらに扁桃体と側頭葉、とくにその前方部、との間には強力な相互結合の存在も示され(Kawamura & Norita, 1980; Ghashghaei & Barbas, 2002)、ヒトにおいてもこれらの領域間の相互関連性が顔面表情認知の過程でfMRIを用いたイメージング(画像解析)の結果が明瞭に示されている(Iidakaら, 2001)。

ところで、他人の心を推測し得る「内部モデル」なるものが幼児期の脳内に形成されるという。寸劇を見せるという「心の理論(Theory of Mind, ToM)」の課題遂行実験 [Baron-Cohenら, 1985]は、歌舞伎の「助六」にも桶を取り違える見せ場があるが、他者の心の内面すなわち心理状態を想定するもので、コミュニティー活動を支える精神的活動を反映する「社会脳機能」を診るもので、役者の心の中を4-5歳になると

察し得ると言う。前頭前野・側頭葉・扁桃体の間のニューラルサーキットは上に述べたように互いに関連し、活動している。前頭前野、前頭葉の腹内側部および眼窩部、上側頭溝および回の領域、紡錘状回、扁桃体を結ぶこれらの神経ネットワークの構成は、この「社会脳」の認知・情動機能を支える生物学的基盤をなしており、その機能低下は社会性の獲得障害として自閉症との関連が検討されている(Baron-Cohen et al, 1999; Bachevalier, 2000)。

なお、臺(1979,1991)によって指摘された統合失調症にみられる「履歴現象」、すなわち想起される記憶内容が新たな情動反応と結びついて病状が再燃することは、この「社会脳」の主要な要素である扁桃体の機能的役割を再認識させる。

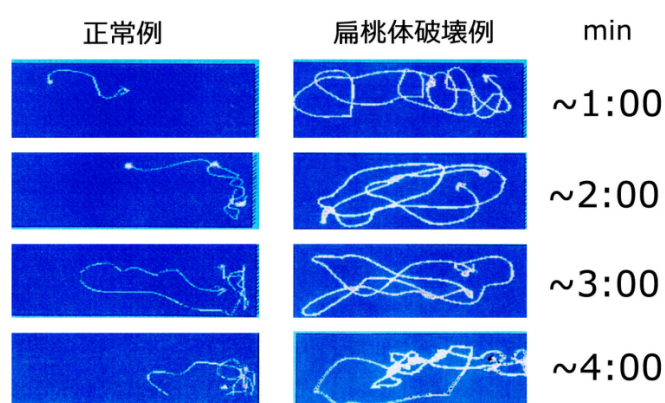
Medaka (*Oryzias latipes*) and mouse for comparison.

Healthy medaka (with non-destroyed amygdala): swimming pattern is traced in the left diagram. He is approaching to the mirror where his figure is reflected.

Medaka with lesioned amygdala: swimming pattern in the right diagram. Totally indifferent to his own figure reflected in the mirror.

Numericals indicate minutes after the fish was put in the pool.

メダカの行動解析



Mirror approaching behavior in the fish, medaka (*Oryzias latipes*) after lesion in the amygdala

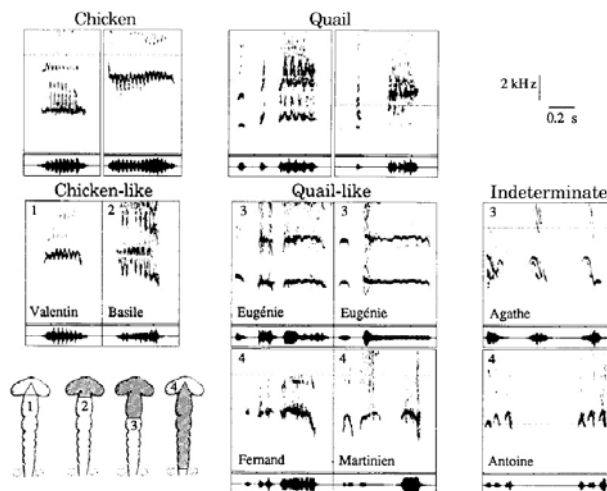
In our experiments where Medaka (a kind of fish) are placed in the aquarium that one side of the wall is covered with mirror, a normal fish approached to the wall, while a fish with destroyed both sides of amygdala discarded own figure in the mirror and swim freely in the tank.

This behavior of the fish means the the normal fish recognized the figure of his own and approached the mirror showing the sociability, while the fish with damaged amygdala did not show any social, emotional communication. (Tsubokawa et al., 2009).

これまで、サルやヒトの認知・情動・運動関連の話をしてきましたが、トリやサカナではどうなのでしょう？ 次は、私が慶應大学にいたときに坪川先生がされた実験で（坪川, 2002; Tsubokawa ら, 2009）、情動発現に関わる扁桃体の領域を、メダカで免疫組織学的 (GAD, CGRP) に調べて（図8）、その対応する部位を同定しました。その扁桃体に電流を流

して組織を破壊します。そして、そのときの行動変化を観察しました (図9,図10)。

メダカを泳がせておいて、一つの面に鏡を置くと、健全なメダカは鏡に映った自分の映像を見て、同類の相手と「認識」して、「社会性」を発揮してか、鏡のほうに寄ってきます。その遊泳の軌跡です。しかし、扁桃体が破壊されたメダカは鏡を置いても近寄ってきません。行動パターンに変化が現れます。群れをなし、情を交わして何らかの交流/通信 (波動を因とする電磁波や超音波や声などで) をするような、コミュニケーションを示す行動 (そぶり) が現れません。 Aquarium or test tank, in which the experiments were carried out, shoaling : can be considered a simple form of affective behavior displayed in social fish species in which a single fish approaches others, When a single medaka is placed in a tank it swims freely in all directions. When a mirror is placed on one side of the tank, the same individual tends to swim close to the mirror. We defined this mirror approaching behavior as an indicator of shoaling behavior.



Sonograph , the quail-chick chimera system

Through evolution from fish to bird, avian (bird) obtain the singing ability. Furthermore, the type of singing is different/or specific to species, e.g. between hen/chicken and quail. Chicken ti---, for one time, while the quail song/voice is ti-ti-for two times in succsetion. In the embryonic days 7-10 days, we did experiments to make an chimera ; amygdalas of the chick were replaced by those of the quqil. As a result, when grow up the hen utteded the voice of the quail. (Tan -Takeuchi and Le Douarin, 1991). (Balaban ら,

1988).

発声器官をもたないサカナは歌うことができません。「メダカの学校は・・・」という小学唱歌がありますが、それがサカナからトリになると声を発するようになります。トリの発声の仕組みについて、慶應で一緒だった竹内先生のお仕事を次に紹介します。トリの場合には、気管支にある鳴管 (syrinx) が発声器官で、舌下神経核支配です。ヒトの発声器官の声帯は咽頭にあり、舌咽神経と迷走神経に支配されております。竹内先生が留学された、フランスのル・ドワラン (Nicole M. Le Douarin) 教授はウズラとニワトリの神経細胞の形態的差異について、顕微鏡下でクロマチン染色切片を調べるといふ、発生過程の研究法を考案しました (Tan・TakeuchiとLe Douarin, 1991)。

トリの胚の初期、すなわち、7日や10日という時期に (将来、中枢神経組織に分化する) ウズラの神経管の一部を切り採ってヒヨコの胚の同じ部位に置き換えるという移植をして、キメラ動物を作ります。ウズラとニワトリ (ヒヨコ) の脳のキメラを作ります (図12)。そして、一部分ウズラの脳に置きかえて発育させます。そのときに鳴き声はどう変わるかということ調べました。最後に、脳の組織切片を作って顕微鏡観察をして部位を同定します。

これは非常に難しい実験で、高度のテクニックを要します。ヒヨコの脳にウズラ脳を部分移植してキメラ脳を作製するという実験ですが、図13左下に表示した、②の前方の脳だけの領域、③の脳に加えて中脳と脳幹の先端まで含めた領域、④の脳域を全く含めないで後方の脳幹だけの領域など、さまざまな範囲の脳組織部分のヒヨコ脳を切り取って除いた部分にウズラ脳を移植します。そしてキメラ動物の発する鳴き声を聞きます。ヒヨコの鳴き声は「チーッ」と1回しか鳴きませんが、ウズラの雛は「チーッ・チーッ」と2回続けて鳴きます。図①のキメラ移植をしない場合には、鶏の鳴き声のままですが、③の移植をしますと、この二分割した「チーッ・チーッ」という鳴き声に変わります。そして、④になると、少し乱れてきます。なぜ乱れてくるかですが、④だと少し情動に関係する扁桃体領域が含まれています。③の移植例では (扁桃体を含んで) その領域が全部入っています (図13) (Balaban ら, 1988)。

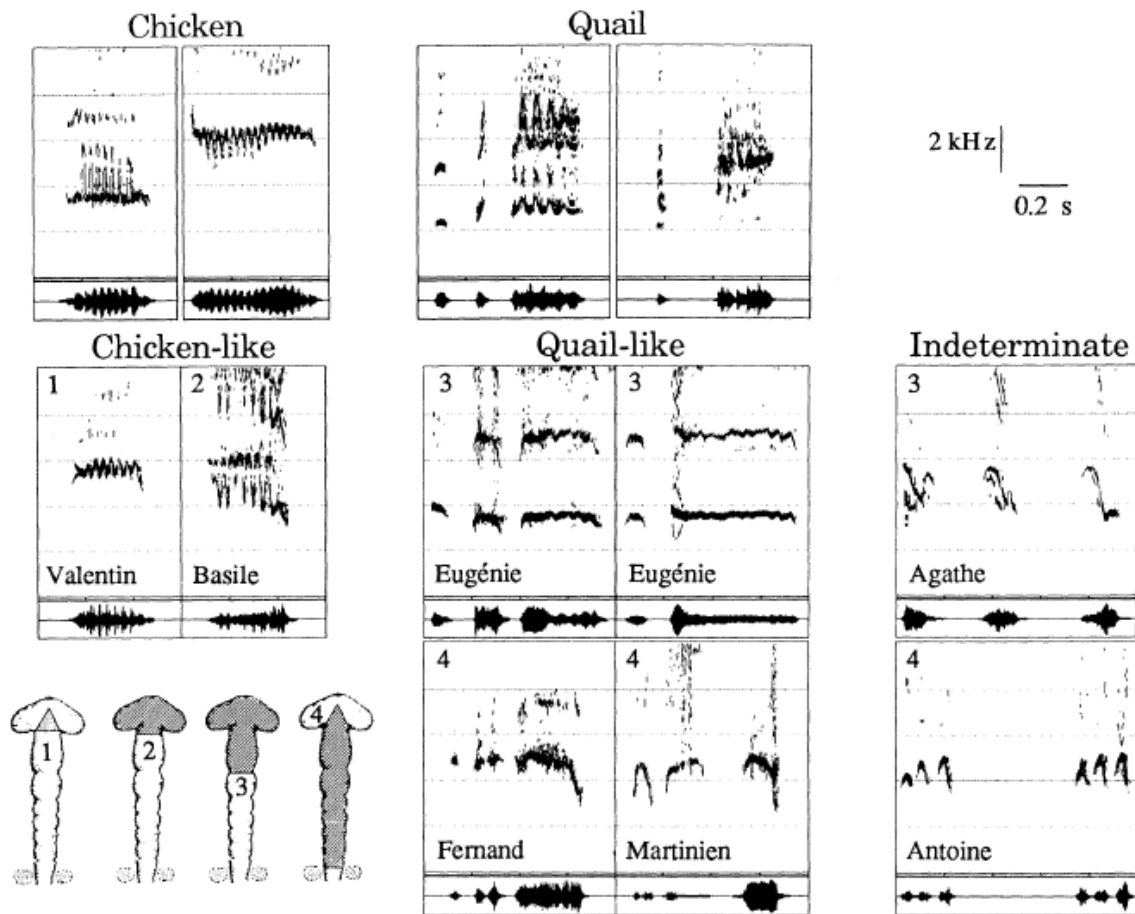
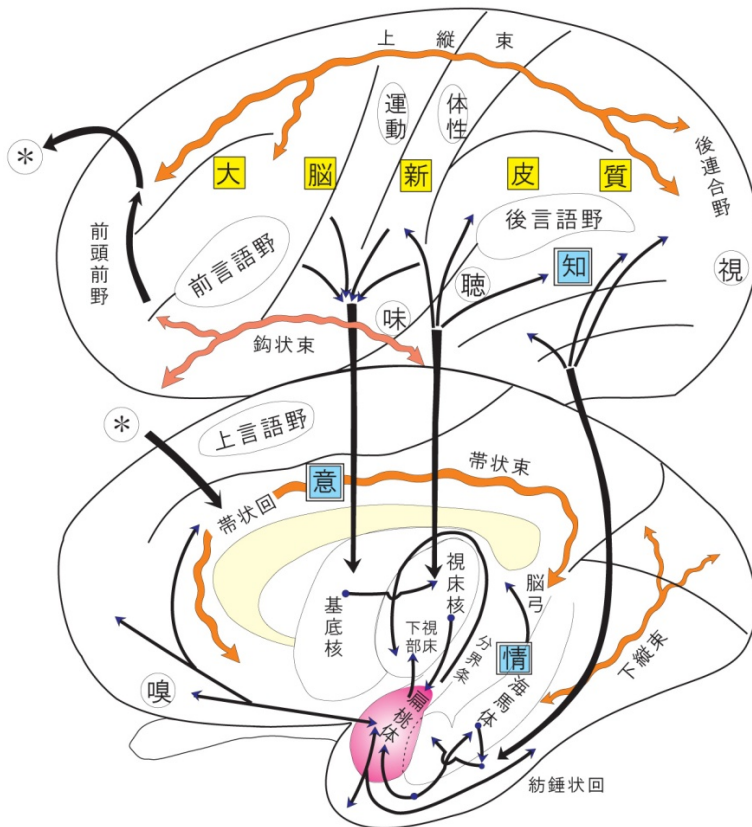


Fig. 5. Testosterone-induced juvenile crowing patterns from chickens, quails, and quail donor–chicken host brain chimeras. All crows shown were recorded between 4 and 7 days after hatching. Each box shows an amplitude-time (bottom) and frequency-time (sound spectrographic, top) representation of one crowing vocalization. Frequency and time markers are as indicated at the top right. Transplant operations are shown schematically at the lower left: 1, transplant of the dorsal neural tube primordium, giving rise to the dorsal thalamus; 2, transplant of the whole prosencephalic neural tube, giving rise to the entire telencephalon, diencephalon, and eyes; 3, transplant of the whole prosencephalic and mesencephalic neural tube, giving rise to the entire telencephalon, diencephalon, and mesencephalon including the eyes; or 4, transplant of the whole neural tube between the first somite and the caudal part of the prosencephalon, giving rise to the entire rhombencephalon, cerebellum, mesencephalon, diencephalon, and caudal portions of the telencephalon. Numbers in the upper left corner of each sonogram indicate which transplant was done. Crows from two unoperated chicks and two unoperated quail are shown on the top. Crows from chimeric animals are classified into three groups: chicken-like, two examples from two different chimeric animals that were similar in segmental structure to forms observed in normal chickens; quail-like, four examples recorded from three different chimeric animals with segmental structures that were similar to those observed in normal quail; and indeterminate, two examples of variable segmented crows from two different chimeric animals. Although these indeterminate vocalizations were segmented, their lack of quail duration and temporal patterning as well as the variability of their temporal patterning precluded their classification as quail-like; some of them are similar to rare aberrant quail crows recorded in an earlier study (10). Names in the sonograms denote the individual animals tested.



扁桃体大脳皮質との関連:

扁桃体主核(外側基底核と基底核)と側頭葉(とくに前方部)および前頭葉(とくに眼窩部皮質)の間は相互に結合されている。ほかに、側頭葉下部(紡錘(状)回)や中古皮質(帯状回)との結びつきが注目されている。大脳新皮質と辺縁系との相互連絡は動物が高等になるにつれて発達し、とくに側頭連合野・前頭前野と扁桃体、海馬を含む辺縁系構造物との間の線維連絡は密になる(川村, 1977; Van Hoesen, 1982)。

側頭連合野に属するこれら TG 野や TE 野前方部は、鉤状束(fasciculus uncinatus)と呼ばれる両方向性の連合線維によって前頭葉腹側部および眼窩面皮質(OF 野)と相互に強く結合しているのみならず[Kawamura & Naito, 1984; 未発表例 Com80]、TG、TE、OF 野の各皮質はいずれも扁桃核との密接な相互結合をもっている [Kawamura & Norita, 1980]。

扁桃体は外界からの情報を価値評価して、側頭葉に蓄積されている長期記憶のバッファーの中から適宜マッチするものを選ぶべく、情動に関連した刺激に注意を向けてそれを正しく認知する上での機能をたかめる。大脳新皮質には扁桃体からの入力の他に、覚醒を賦活する脳幹網様体からの上行性投射が存在し、さらに、大脳基底部(basal forebrain)からのアセチルコリン系、黒質緻密部からのドーパミン系、縫

線核からのセロトニン系の皮質全体、とくに前頭前野、帯状回前部への強い投射がある。これらの神経終末から放出される神経伝達物質は皮質ニューロンに働き、脳を覚醒状態に保ち、刺激に対する感受性を高めて、外界からの情報を処理すべく脳内のシステム効果を有効に活用できる仕組みになっている。とくに扁桃体や海馬からの情動・認知・記憶・価値判断に関する情報が前頭前野へ入力されることによって皮質が活性化され、ワーキングメモリーが適正に実行される[Goldman-Rakic ら, 1984]。

進化論的考察：

地上匍匐（ほふく）

（原始）食虫類（サルとモグラの共通祖先）の一部が樹上に昇った。四足歩行へ、そして二足歩行（直立歩行）へ

二次元から三次元の世界へ 視野の拡大

① 脳の大型化

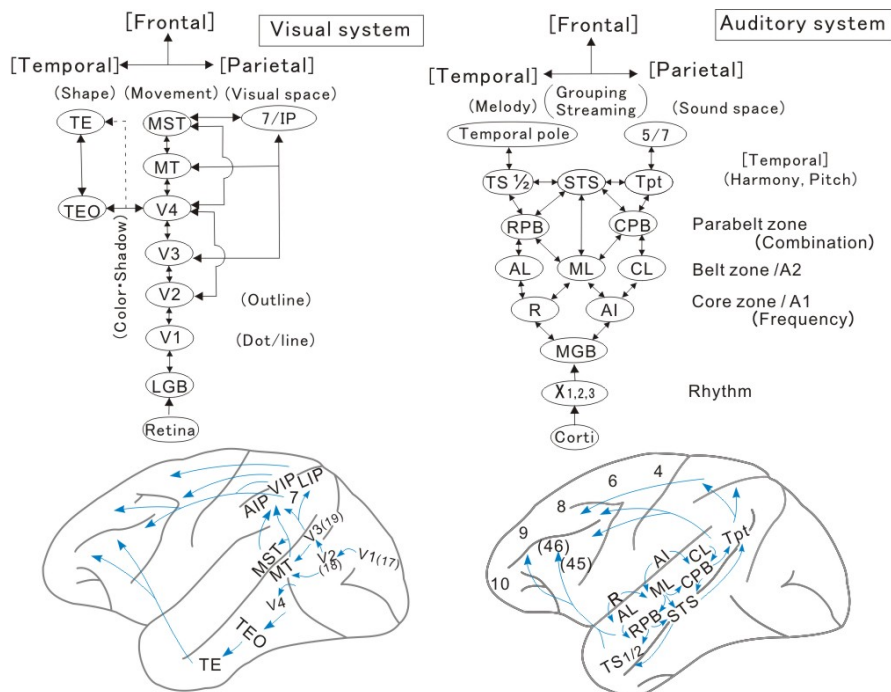
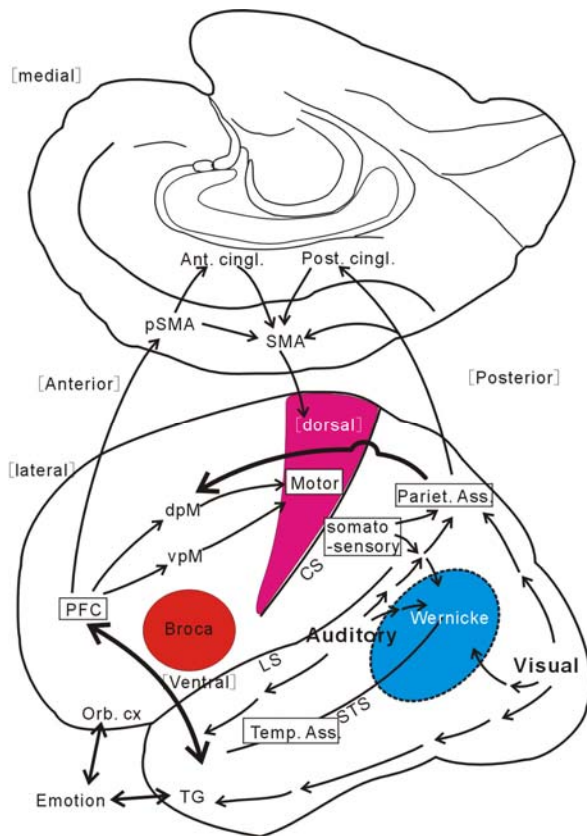
脳の持続的発達と手をたずさえて、今度は、脳のもっとも直接的な道具である感覚諸器官の持続的な発達が生じた。次いで、（抽象力、推理力を備えた）ヒトの意識が発達した。

② 腕の発達 #（手足の分化、ひっかく指からつかむ指へ）# 腕歩行 # 拇指対向性

③ まっすぐな腰 直立歩行 後頭顆 Condylus によって第一頸椎と結合している

嗅覚・味覚・体性感覚の世界から視覚と聴覚を加えた世界へ、嗅ぐ脳から見る脳へ

Visual and auditory systems in the primate



Audition and vision at the cortical level

A diagram to show the flow of visual and auditory information in the cerebral cortex.

Originally the dorsal and ventral pathways were referred to the neuronal paths within the posterior association cortex. These terms are used here to extend the routes to and from the prefrontal cortex. Correlation with motor-related domains is included in the diagram.

Grossly speaking, there are two main pathways in the visual and auditory systems.

The one is the spatial cognition (where/how) in the dorsal pathway, the other is the object cognition (what) and emotion in the ventral pathway.

In addition, the visuo-spacial and sound-spacial or grouping function are included in the dorsal path, while the emotional function are included in the ventral path (Kawamura, 2002).

In the process of active behavior, “higher motor cortical areas or higher order cortical motor association areas” are concerned to plan, order, fulfill active actions. These regions are known to comprise the premotor (area 6, in the lateral surface of the hemisphere), the supplementary motor area (area 6 in the medial surface) and the motor cingulate cortical area (Tanji, 1999).

4] Audition and vision at the cortical level

A diagram to show the flow of visual and auditory information in the cerebral cortex. Originally the dorsal and ventral pathways were referred to the neuronal paths within the posterior association cortex. These terms are used here to extend the routes to and from the prefrontal cortex. Correlation with motor-related domains is included in the diagram.

照合 (**Matching**) の hierarchy ヒエラルキー

系統発生的には大脳皮質連合野の発達とともに照合機能が拡大する。

Matching: 補筆

照合機能： 脳内の情報処理過程のうち、異同 (= or ≠) の判別を明らかにする機能。自他の精神活動を了解すること。動物が高等化するほど複雑化し、発達する。

- 認知面： 外界からの知覚情報と自己の有している イメージ・表象 (in B-W) との照合
- 記憶面： 再度認知すること。想起すること。(in 後連合野-W)
- 思考面： 論理的に整合性を持って構想を練り、事物を検討すること。(in B-W)
- 行動面： 行動を企図し、準備し、順序を考え、遂行する (意思・能動性)。そして、それをチェック (訂正) する。(in 前頭前野-高次運動野)

照合の階層性 or 階層構造

感覚・知覚・認知のレベル 第一感覚野→後連合野→W…… 低次の Matching/Geschtalt
 思考。言語系・自己意識・自他区別 (一者と多数の他者 cf.Hegel)・社会性……
高次の Matching/Geschtalt X14 → “X14” 脳全体
 自→他→合 (否定の否定) Aufheben 社会性と意識の高等化 via 共同作業・労働

A) 外界の自然からの入力

Filtering function in the thalamus,

Fusion of sensory inputs 照合 (Matching)

同一知覚構成内の認知の照合 (Matching)

異種知覚間の照合 (Matching)

認知面： 外界からの知覚情報とイメージ・シエマとの照合 (Matching)

認知や想起にみられる照合 (Matching)

今の入力と昔の蓄え (過去と現在) との照合 (Matching)

記憶と情動

行動面における企図と遂行のチェック訂正にみられる照合 (Matching)

意識面における自己と他者との照合 (Matching)

思考の運動を意識の知覚 (認知) に照合 (Matching) させる 思考面

言語における抽象思考 (認知) との照合 (Matching)

このように 最高次元の照合は「言語的シンボル」との照合 (Matching) に至る

#

B) 外界の自然への出力

行動面の照合 (Matching)

意志の発動

PFC → 前部帯状回 → (能動的) 高次運動野 → (意識的) 運動野

Ic): Labour (労働) 人間 → 自然 → 社会

Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen

Die Arbeit ist die Quelle alles Reichtums, sagen die politischen Ökonomen.

Sie ist dies - neben der Natur, die ihr den Stoff liefert, den sie in Reichtum verwandelt.

Aber sie ist noch unendlich mehr als dies.

Sie ist die erste Grundbedingung alles menschlichen Lebens, und zwar in einem solchen Grade, daß wir in gewissem Sinn sagen müssen:

Sie hat den Menschen selbst geschaffen.

動物と人間との本質的区別・・・この差異/区別を生み出すものは「労働」である。

動物は自然を利用するだけ、そこにいるだけ、であるが、人間は 自分が起こす変化によって自然を自分の目的に奉仕させ、自然を支配する。

・人間は「肉」と「血」と「脳」とをもって自然に属し、自然の中に立っている。

「支配」とは、自然の法則を認識し、それを正しく応用する能力を発揮することである。

自然に対する支配（勝利）に得意になり過ぎると、自然は我々に復讐する。

人間労働の三要素 として、cf. In DK Vol.1 「労働過程論」

- ① 合目的活動すなわち労働そのもの
- ② 労働手段
- ③ 労働対象

自由になった「手」、一この「手」は労働の器官であるばかりか、労働の産物でもある一この手で、道具を作り、改良して、このように、さらに、新しい技術を獲得していき、「柔軟性」を獲得して、それが次の世代、次の世代へと遺伝的に受け継がれていった。

労働→手・二足歩行・発声器官→脳の発達→道具の改良→感覚器官の発達→環境からの新しい刺激→労働と言語とに反作用を及ぼす→意識の発達（抽象力・推理力）→言語の発達→これらの発達を益々推し進めるためには「社会という要素」が必要であった。すなわち、協働（作業）のなかから、労働のなかから/労働と共に、コミュニケーションを必要としてその結果、言語が生まれた。→多くの情報を伝え合う（communicate）chance が生じるとともに、「音節」をもつ言語を使用するようになる→

以上のように、「手」の発達・進化が、共同の「労働」（社会を形成した）を通じて、身体の他の部分に影響を及ぼした。そして、自然認識が拡大された。

労働は人間生活の根本条件である。そして、ある意味では、労働が人間自身を創造した。

この考えは精神科における 治療、予防、療法に不可欠である。

人間の独りよがりの思い上がりである という反論があるかもしれない。しかし、

人間によって飼いならされた動物は、自分の表象能力の及ぶ範囲内でのみ、(homo の) 言葉を理解できると言える。すなわち、一見、人と同じく言語理解能力を備えているようであるが、これは質的に人間のそれとは別物であろう。

Zuerst infolge des Gesetzes der **Korrelation des Wachstums**, wie **Darwin** es genannt hat.

まず第一には、ダーウィンのいう**生長の相関の法則**の結果として。

Nach diesem Gesetz sind bestimmte Formen einzelner Teile eines organischen Wesens stets an gewisse Formen anderer Teile geknüpft, die scheinbar gar keinen Zusammenhang mit jenen haben.

この法則によれば、生物の身体の個々の部分をもつ特定の形態は、一見それとはなんの関係もないように見える他の部分をもつ若干の形態とつねに結びついている。

So haben alle Tiere, welche rote Blutzellen ohne Zellkern besitzen und deren Hinterkopf mit dem ersten Rückgratswirbel durch zwei Gelenkstellen (Kondylen) verbunden ist, ohne Ausnahme auch Milchdrüsen zum Säugen der Jungen.

人間が自然に働きかけて、社会と人間の生活に必要な手段を作りだす活動。

人間は 外界の自然にむしろ従属しているが、道具を作り用いることによって外界の自然を乗り越える威力をもっている。すなわち、事態に対処できる可能性を持つ（動物からの分かれ始め）。

サルの群れ **Gruppe** と 人間の社会 **Gesellschaft**

両者を区別するものは労働 単なる集団の群れから社会性を獲得する

食用植物→濫伐（たべつくし）→新しい食物を探す→

多様な体内摂取物質→化学的組成多様に変化→血液成分変化→次第に体質全体が別のものに変化

狩猟と漁労

植物食から肉食と併用へ移行 人間化するための本質的な第一歩であった。

肉食は、身体が自己の物質代謝の為に必要とする最も基本的な物質をほとんどすぐにでも使えるような状態を含んでいた。脳に及ぼす作用。乳製品。火の征服と動物の飼育。衣服・

着物、居住地の拡大。

農耕・紡織・

NB: 人間をその本質（すなわち労働）で捉えると同時に、その現実的本質（すなわち社会関係の総和）として捉え、さらにこの両面を統一的に捉える必要がある。

Instruments (道具) の使用

拾われた道具から 改良し作成する道具、
動物からの別れはじめ、:新しい事態に対処できる可能性を持つ→これを十分に現実化することによって人間の人間化は終わる。

サル(チンパンジー)の意識と人間の意識 (意志)

両者の根本的な違いは何か？それは、
自己意識の有無、 自己を対象とする自己意識をもつことによって、自分で自分を自覚的に変える可能性をもつか否かである。

(人は) 自分の周りの自然の事態に対処できる可能性を
もち得る。

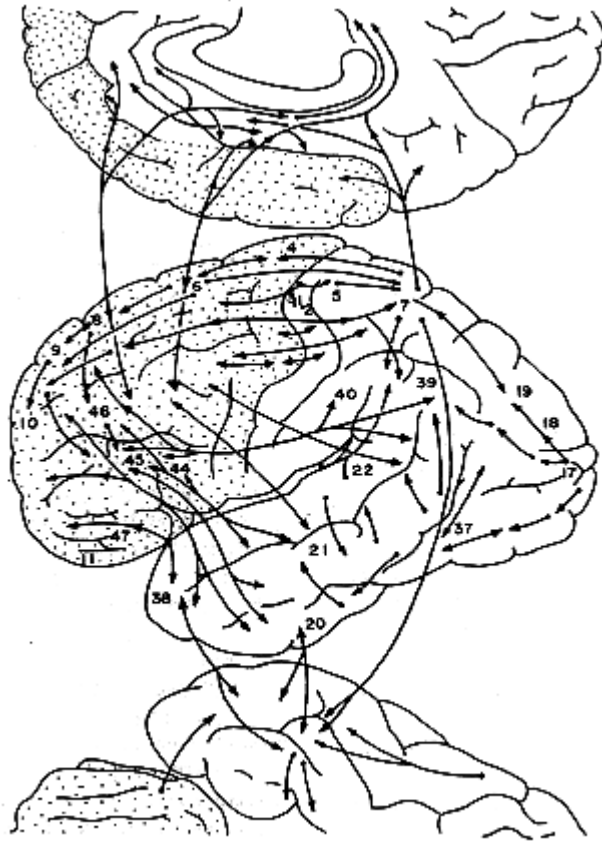
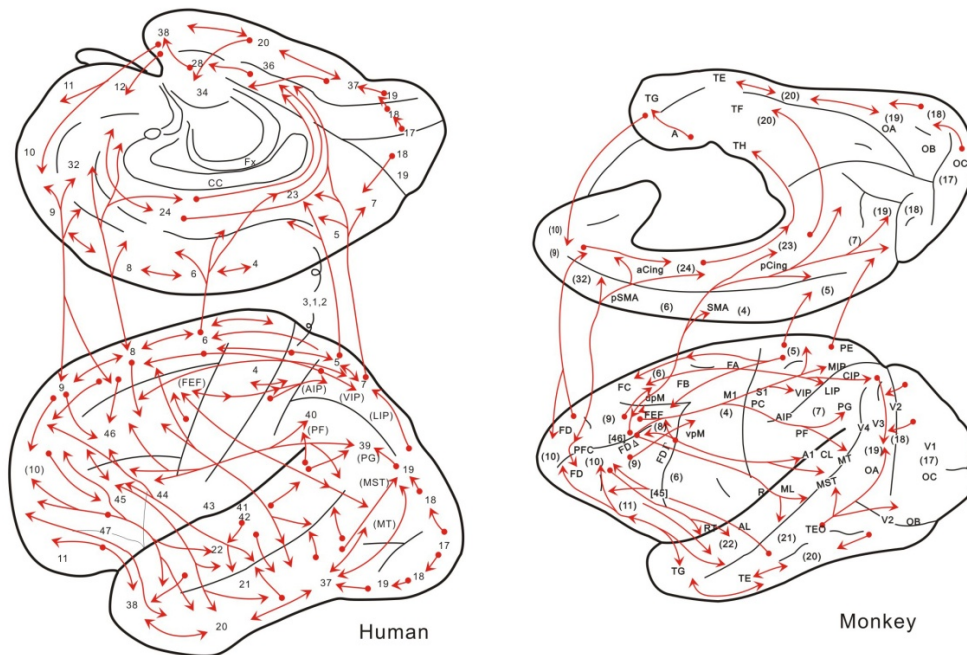


図 4 ヒトの脳に存在するであり皮質間結合を示す模式図。前頭葉皮質は帯状回を除き点描されている。

Cortico-cortical fiber-connections in monkey and human



[II]

A diagram showing basic relation between the cerebral cortex, thalamus and cerebrum --

I. Motor system loop

1) Sensory-motor loop

sensorimotor area → putamen → external(e) and inner(i) segments of globus pallidus(GP) → VLo → motor cortex

2) SMA-proper loop

supplementary motor area (proper) → putamen → medial part of GPe/GPi → medial part of VLo → SMA-proper

3) pre-SMA loop

pre- Supplementary motor area → lateral; part of caudate nucleus → middle part of GPe/Gpi → lateral part of VApc → pre-SMA

4) PM loop

premotor → lateral part of CN → dorsomedial part of GPe/GPi → medial part of VApc → PM

5) Eye movement loop

Frontal eye field / supplementary frontal eye field → central part of CN → pars reticularis of s, nigra → VAmc, MDpl → frontal eye field

II. Association system loop

Frontal and parietal association cortical areas → large parts of CN and anterior part of putamen → substantia nigra and GPe/GPi → MDpc and part of VAmc → association areas

III. Limbic system loop

Limbic cortex/amygdala • hippocampus → ventral striatum → ventral pallidum → medial part of MDmc → limbic cortex

基底核と大脳皮質との間の並列的神経回路。大別して、①運動系、②連合系、③辺縁系のループがある。(川村、2007a 改変; Alexander ら, 1986、参照)

Circuit loop : Cortex → Striatum → thalamus → Cortex 大脳皮質－基底核－視床－大脳皮質のループ

I. 運動系ループ

1) 運動感覚系ループ

知覚運動野→被殻→淡蒼球外節/内節→ VLo →運動野

2) 固有補足運動野(SMA-proper) 系ループ

SMA-proper →被殻→ GPe/GPi の中間部→ VLo 内側部→ SMA-proper

3) 前補足運動野(pre-SMA) 系ループ

pre-SMA →尾状核(CN) の外側部→ GPe/Gpi の中間部→ VApc の外側部→ pre-SMA

4) 運動前野(PM) 系ループ

PM → CN の外側部→ GPe/GPi の背内側部→ VApc の内側部→ PM

5) 眼球運動系ループ

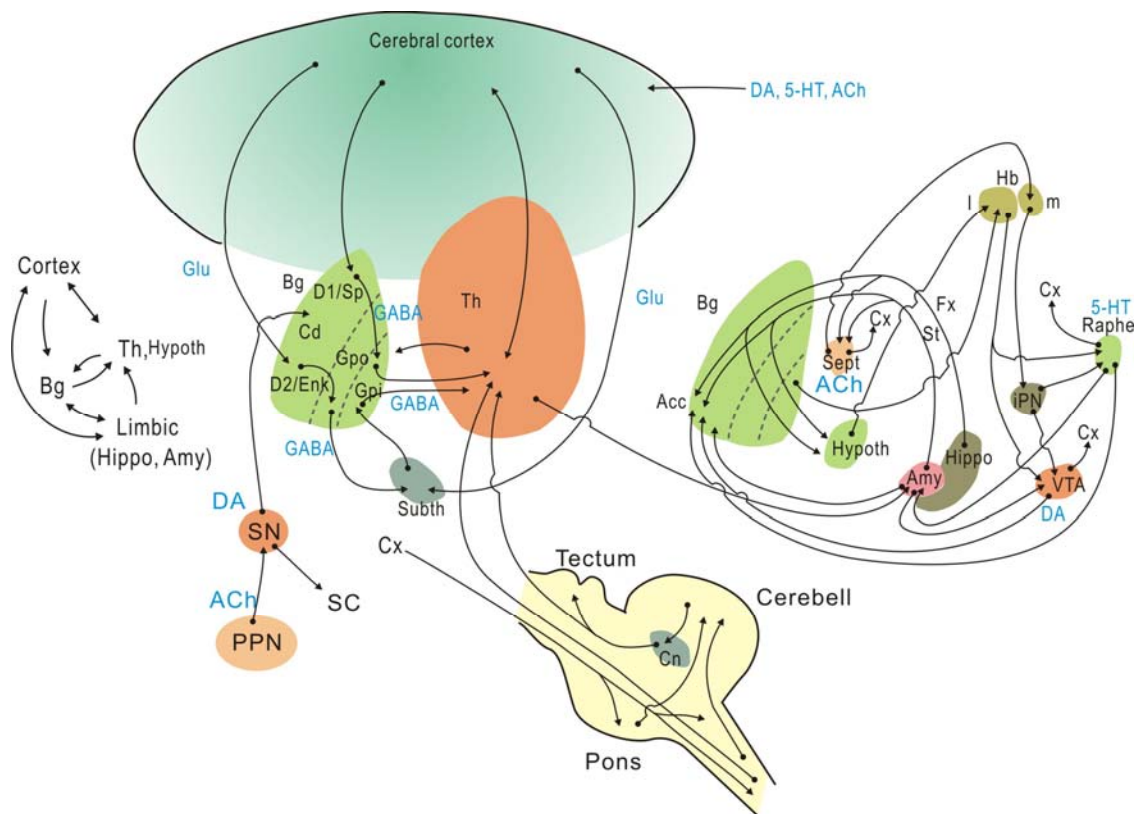
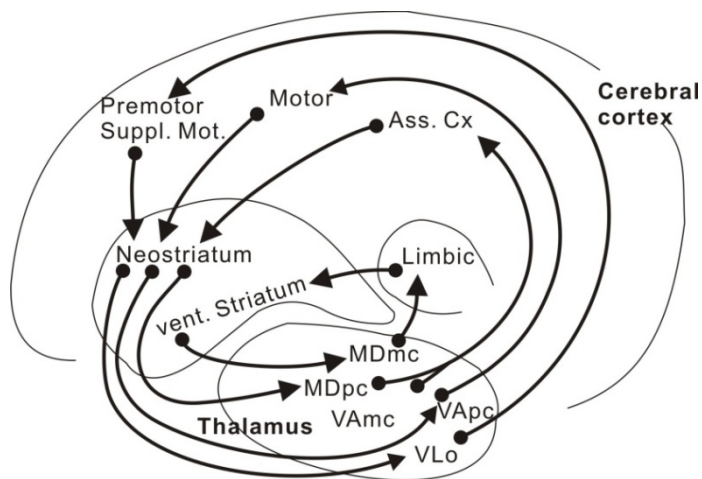
前頭眼野/補足前野眼野→ CN の中央部→黒質網様部→ VAmc,MDpl →前頭眼野/補足前野眼野

II. 連合系ループ

前頭連合野/頭頂連合野→ CN の大部分と被殻の前部→ SNr および GPe/GPi → MDpc と一部 VAmc →連合野

III. 辺縁系ループ

辺縁皮質・扁桃体・海馬→腹側線条体→腹側淡蒼球→ MDmc 内側部→辺縁皮質



主な略号：

DA: Dopamine、5-HT: Serotonin、Ach: Acetylcholine、Glu: グルタミン酸、

GABA: ギャバ、Acc:側坐核、Amy: 扁桃核、Bg: 大脳基底核、Cx: 大脳皮質、

Hippo: 海馬、Hypoth: 視床下部、PPN: 脚橋被蓋核、Rapehe: 縫線核、SC: 上丘、Sept: 中隔核、SN: 黒質、Subth: 視床下核、Th: 視床、VTA: 腹側被蓋野

1 中脳にある A9 ニューロン群と A10 ニューロン群 (ドーパミン系)

哺乳類の脳幹にはノルアドレナリン、ドーパミン、セロトニンなどのモノアミンを伝達物質とするニューロンが存在しますが、これらは情動機能に深く関与しています(図 21)。中脳には、黒質緻密部 (A9 細胞群、SN) と腹側被蓋野 (A10 細胞群、VTA) にたくさんのドーパミンニューロンが存在します。機能的に A9 と A10 には明瞭な違いがあります。なお、ドーパミンの作用点である受容体としては、D1 family (D1, D5) と D2 family (D2, D3, D4) に大別されています (後述、参照)。

A9 ニューロンは運動調節や運動記憶の形成に関係すると言われており、体性感覚の刺激に敏感に反応しますが、主として背側線条体へ投射をします (①黒質線条体系)。これに対して A10 ドーパミンニューロンは腹側線条体である側坐核や嗅結節に投射していますが (②中脳辺縁皮質系)、そのほか、扁桃体中心核、前頭前野、帯状回などの終脳領域にも広く投射があり、新奇なものの刺激に反応する快楽的情動/意欲に関わるものと考えられます。なお、興味ある事実として、軸索終末部位でのドーパミン放出の仕方にも差が認められ、①の系では少量で、②の系では多量に起こると言われております。どんな理屈が考えられましょうか?

2 側坐核(accumbens)について

側坐核は嗅結節 (嗅覚の中継核) と共に腹側線条体を形成しており、報酬性刺激に対する反応と行動に関わる中心的位置を占めております。そして構造上、背外側の核部 (core) と腹内側の殻部 (shell) に分けられます。線維結合関係をみますと、core は報酬に関連した学習や行動運動に関連が強く、背側線条体に近い機能をもっています。他方、shell は自律神経系や内分泌系の情報を下位脳幹の運動系や上位の大脳皮質に伝える interface 的役割を持っておりまして、扁桃体の中心核、内側核や、分界条床核 (extended amygdala) と機能的に結びついていて情動とも強い関連性があります。なお、shell はドーパミン線維に富んでおり、4 型ドーパミン受容体 (D4R) の強い発現が認められます。

側坐核へは、体性感覚、自律神経系、内分泌系からの「生 (なま) の」刺激を伝える、下位脳幹や視床下部から「ダイレクト」に入力があり、他に、さまざまな感覚刺激が大脳皮質、海馬、扁桃体まで到達した後に、そこでなんらかの「処理を受けた」のちに伝わってくる「インダイレクト」の入力があります。それらには、腹側海馬台から脳弓を経由して、また、扁桃体の基底外側核・中心核から分界条を経由する興奮性入力知られていま

す。

側坐核に入力されるドーパミンの放出は周りの状況または文脈に応じて制御（コントロール）されています。その興奮は直接的に、あるいは間接的に腹側淡蒼球のグルタミン酸作動性ニューロンを介して視床下部や下位脳幹に伝えられます。

なお、ドーパミン系には、上記の①黒質線条体系、②中脳辺縁皮質系のほかに弓状核、視床下部脳室周囲部を起始核として正中隆起、下垂体へ投射する③視床下部下垂体系が知られています。

3 セロトニン系について

脳幹の正中部にある縫線核について。

中脳、橋、延髄の正中部（縫線）にある細胞体の集団は縫線核と呼ばれ、この細胞群にはセロトニンが含まれ、中脳レベル（とくに背側縫線核, R.d.）のニューロンからの線維はカテコールアミン系（ドーパミン、アドレナリン）の線維とともに内側前脳束を作って分枝を与えながら視床下部外側部を上行し、大脳基底核、さらに大脳皮質に到達します。他に、上中心核(C.s.)と背側縫線核(R.d.)からは海馬、中隔野、扁桃体に、そして大縫線核(R.m.)と淡蒼縫線核(R.pa.)からは脊髄にセロトニン神経線維が延びています。なおノルアドレナリン神経系の起始部である青斑核もセロトニン線維を受けています。

精神医学の性格障害の話に関連して、攻撃性が低セロトニンと結びつけられ、衝動行為、自殺行動との関連も言われています。現在セロトニンニューロン発達障害仮説として「低セロトニン症候群が注目されています。

以上見てきたように、ドーパミン系やセロトニン系の作用には辺縁系、前頭葉、伝達物質や自律神経系を含む高次神経活動による創造的精神活動までもも指向するポジティブな側面と、同時にそのバランスが崩壊したときには精神異常を呈するに至るネガティブな側面を含んでおり、医学的にも教育的にも芸術・文化的にも子供の発達段階に合わせて考えなければならない重要な問題が呈示されています。

4 アセチルコリン系について

脳内におけるコリン作動性神経経路について2つの系統があります。

第一に、大脳基底部から大脳皮質、海馬、扁桃体に投射する経路、

線条体内には1種類の投射ニューロンと4種類の介在ニューロンが明らかにされています。投射ニューロンは多数の樹状突起棘をもった中等大の細胞 (medium spiny neuron) で GABA 作動性、全体の約 80%を占め、それらは淡蒼球に線維を送っています。介在ニューロンには GABA/Pv 含有細胞、SOM/NOS 含有細胞、カルレチニン含有細胞および ACh 含有細胞があります。そのうちのコリン性ニューロンは大型無棘の細胞 (large aspiny neuron) で、全体の2%を占めるに過ぎませんが、線条体全体に ACh を供給し、その放射状に長く伸びた樹状突起と軸索を介して投射ニューロンに影響を与えており、手続き記憶や条件づけ感覚運動学習に関わる運動制御に大きな役割を演じております。

線条体入力軸索終末には少なくとも大脳皮質由来のグルタミン酸作動性 (その受容体は NMDA タイプで、樹状突起棘/スパインの頭部にある) のものと黒質由来のドーパミン作動性 (その受容体は D1, D2 グループで、樹状突起棘/スパインの頸部にある) のものがあります。これらの入力を受けて GABA 作動性の抑制性投射ニューロンが視床ニューロンおよび大脳基底核あるいは前脳内側基底部の細胞群 (マイネルト基底核、ブローカの対角帯、無名質など) 内のコリン作動性ニューロンに神経軸索終末を与えております。これらの視床ニューロンおよび大脳基底核ニューロンは、ともに広く大脳皮質に興奮性の出力を与えており、フィードバック的に大脳皮質の働きを制御しています。

第二に、 橋 (pons) 領域にある神経細胞群である、脚橋被蓋核 (PPN, pudunculopontine nucleus) から

a) 上行性に間脳諸核へ、b) 下行性に脳幹、小脳へ 投射する経路が知られています。

現在、身体の動き (体性運動) や形象や音の動きを感覚的に捉える (視覚性運動 visuomotor; 聴覚性運動 audiomotor) 機構やリズムの形成機構などには、歩行とも関連した小脳・中脳および脳幹の領域が関係するというデータが得られております。すなわちネコでの実験ですが、脳幹の様々なレベルを切断して自発歩行の開始機構 (歩行リズムジェネレーター) の研究を行なった結果、視床下核 (この核および近傍の領域をまとめて視床下部歩行野, subthalamic or hypothalamic locomotor region, SLR という) からの刺激が中脳下丘腹側の楔状核および脚橋被蓋核 (PPN) の背側部にある中脳歩行野 (mesencephalic locomotor region, MLR) に伝えられることが明らかになっております。

PPN のニューロンはアセチルコリンやサブスタンス P などを含み、ここからは報酬関連活動の強化学習の成立に関与するものとしての黒質緻密質 (SNc) のドーパミン細胞への投射がなされるほか、視床、大脳基底核さらには「自動的」歩行運動の制御に関係する橋・延髄内の網様体脊髄神経路の起始核ニューロンを含む広い領域に刺激を与えており、呼吸・循環器系や覚醒機能にとっても重要な役割を演じています。

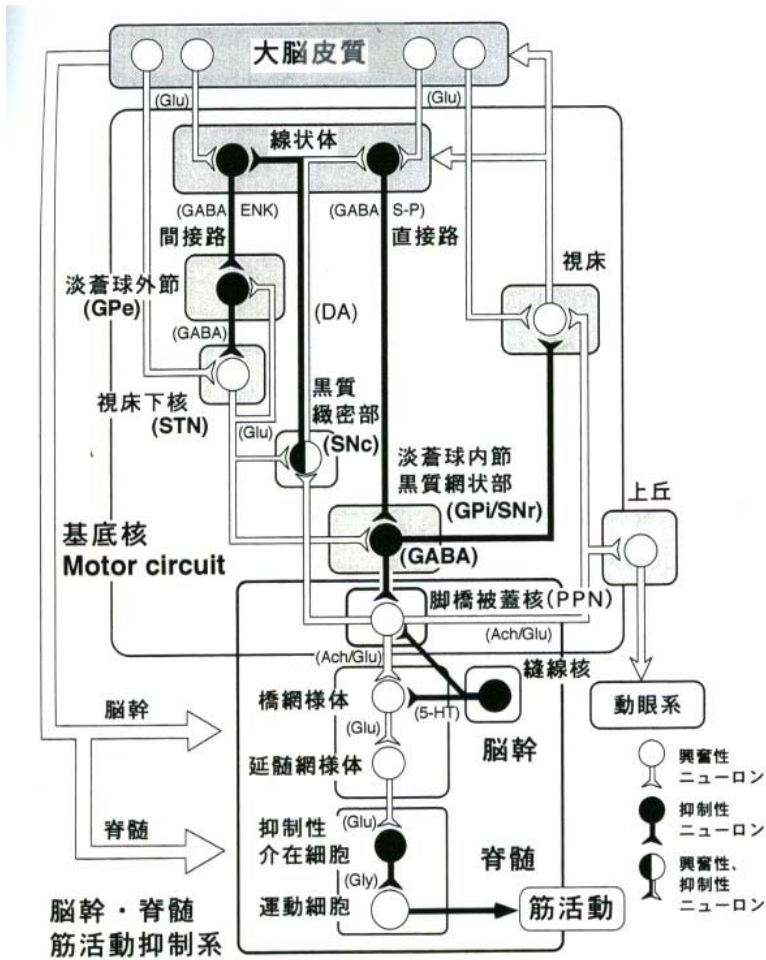
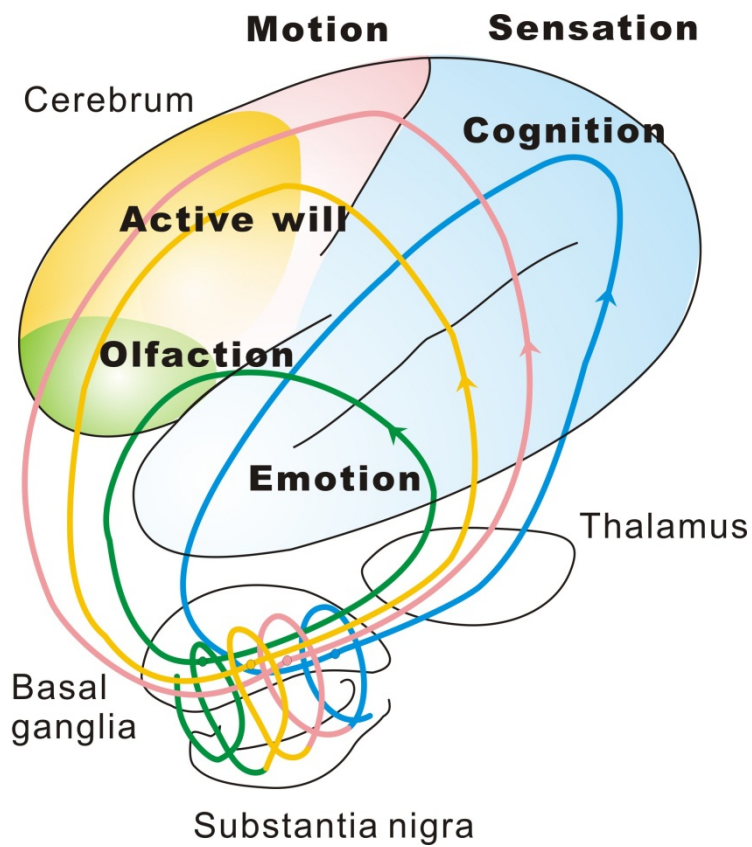
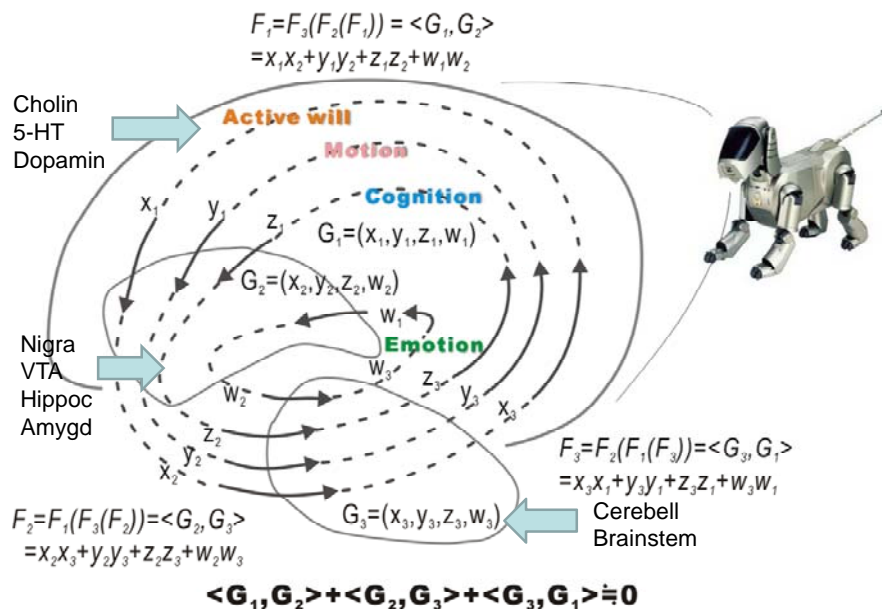


図6 基底核の Motor circuit と筋活動の制御に関する仮説モデル

詳細は本文参照。Glu；グルタミン酸，GABA；ガンマアミノ酪酸，ENK；エンケファリン，S-P；サブスタンス-P，DA；ドーパミン，5-HT；セロトニン，Gly；グリシン。



- I . Motor system loop (pink, yellow)
- II . Association system Loop (blue)
- III . Limbic system loop (green)



In case $= 0$ だと、直交系(orthogonal)となる。Hilbert space として内積が使える。直交で表せる。Banach sp.では内積がない。

Man can use the mathematical concept of inner product as Hilbert Space (system of orthogonal function)

It is not clear whether F is in fact denotes “inner product”. However, here,

Suppose inner product that makes Ergodic theorem be established.

Man can use the mathematical concept of inner product as Hilbert Space (system of orthogonal function)

We denote three circuits G1, G2 and G3 by cerebral cortex, basal ganglia and thalamic nuclei, respectively, and **x, y, z and w by emotion/olfaction, cognition, motion, active will, respectively** as well such that

$G_1 = (x_1, y_1, z_1, w_1)$ cerebral cortex,
 $G_2 = (x_2, y_2, z_2, w_2)$ basal ganglia
 $G_3 = (x_3, y_3, z_3, w_3)$ thalamic nuclei.

Thus, we can show the following image such that

G 1—F 1—G 2

G 2—F 2—G 3

G 3—F 3—G 1.

Connection between cortex and amygdale

Consciousness from evolutionary points of view :

* **Koki Kawamura : Consciousness, self and non-self**

Consciousness, Self and Non-self: Otherness

Integration of emotional, cognitive and motive/motor activities into higher levels of functional concept can be considered as a whole “Consciousness”, as will be described below briefly in a hierarchical manner from lower to higher stages ; I-II-III.

I) Consciousness on the level of the brainstem (pre mammalian)

Alive, vital sign, awake and sleep, reticular activating system, sub-conscious, arousal.

Even the most primitive animal, the protozoa, possesses the ability of cognition and movement. As the number of cells increases and the quality of the assembled cells differentiates into tissues, each of them obtains any special character, e.g., muscles, nerves, skin, and so forth. They are integrated in the organism and communicate each other to establish the entire body, thus the individuality accomplishes.

The lowest stage of consciousness lies in the activity of the brainstem in the vertebrate. Animals are alive, cells and tissues of the individuals are breathing, having a close relationship with the nature, by means of metabolism; catabolism and

anabolism. Biological basis of the primitive consciousness for living activities lies in this neural structure. This is the level of the unconditioned reflex (Pavlov).

In the brainstem of the vertebrate, we can find the diffuse thalamic projection system (Magoun), or the thalamic reticular system (Jasper) in which particular kinds of cell groups produce amines, peptides, proteins etc. In this structure, there are dopamine, adrenalin, noradrenalin, serotonin, acetylcholine and so forth, being called as neurotransmitters.

The reticulo-activating system theory was proposed by Moruzzi and Magoun (1949). Monoamin hypothesis tells us that the decrease of serotonin induces the awake, while its increase induces the sleep (Jouvet 1972).

The hypothalamus is the central region dealing with “awake-and-sleep” mechanism as well as the centers for eating, sexual, biorhythm, body temperature, energy and metabolism.

In addition to the projections from the spinal cord and the brainstem: so-called the activating system, a large number of inputs reach the thalamus from the basal ganglia and the cerebellum as well as from the cerebral cortex. Acetylcholine is also an important substance originating from the LDT (lateralodorsal tegmental nucleus), PPN (pedunculo-pontine tegmental nucleus) and the basal fore-brain structures (Meynert basal nucl., Medial septal nucl., Diagonal band of Broca).

II) Consciousness on the level of the posterior association cortex (mammalian/lower primate)

Awareness, passive cognition, first signaling system of the conditioned reflex.

The next stage of the consciousness, corresponding to the first (or sensory) signal system of the conditioned reflex, or the beginning stage of the second signal (or language) system can be observed in monkeys and chimpanzees. In this stage, animals are aware of circumstances using sensory activities of the subcortical and the posterior association cortical areas.

Upright walking or erect bipedalism, being able to use instruments by free forehands, through which morphological changes of speech organs (to utter voices) and use of gesture-language that led to the communication with collaborative labor and conversation to form the human social society.

Consciousness of this stage can be taken as understandable of the surroundings through the cognitive mechanism ranging from the sensory organ, brainstem and to the posterior association cortex (PAC). Animals perceive and recognize the events in the world under avert awakeness/consciousness. They adapt the surroundings and can behave properly equipped with the neural basis of conditions in everyday lives.

III) Consciousness on the level of the frontal association area or the prefrontal cortex (higher primates/Homo sapiens) , corresponding to the second signaling system of the conditioned reflex (Pavlov).

Self-consciousness, executive function, social communication and behavior, abstractive way of thinking

As stated above, consciousness levels of I, II, and III are not clearly separable each other; these are continuously changing.

The highest level of the consciousness is called as the self-consciousness which is culminating in the human brain. According to J.H. Jackson (1884), “spirit/mind/consciousness” is the highest stage of hierarchical structure in the course of evolution. The prefrontal cortex (PFC) has been considered to be intimately related to the highest psychic activities such as ethics/morals and aesthetic sense. Recently, many studies on the disturbance of the frontal lobe, changes of character after the traumatic brain, highly memorial disturbance, working memory, atrophy of the brain have been performed scientifically in psychiatric patients and healthy control subjects. The use of instruments, elect walking by two hind-feet, group works or commune labor, with linguistic communication have obviously been main factors for the developments of the human brain, particularly the PFC in the evolutionary course/conditions of humanization from the ape (cf. F. Engels, 1876)

Thus, the consciousness has highly been sophisticated in the course of evolution from lower mammals to primate (incl. human).

Brief summary and a plan for further interests to be studied:

- 1) Broca linguistic area (motor) develops in the PFC, and the second signal system of the conditioned reflex can be obtained through the social communication and labor with others.
- 2) First, we understand surrounding issues with the altro-centric mind, then will get the ego-centric mind, and grasp the situation in its totality, on the morphological basis of parieto-frontal reciprocal connections. These are the basis of the self and non-self discrimination.
- 3) Through social communication using gesture and spoken and written languages (abstract way of thinking), advanced cognitive functions in the PAC as well as the active motor activities in the PFC are more and more closely interconnected/related by means of association fibers. In the cerebral cortex; in the PAC and the PFC, linguistic regions, called Wernicke and Broca areas respectively, are formed.
- 4) In addition to the inter-connections between the PAC and the PFC, circuitries of cortex →basal ganglia(striatum) →thalamus →cortex are important to be studied.
- 5) Fundamental elements of living things are cells; they are parts of the universe/nature; constantly communicating with the nature. A large number of cells communicate and compose tissues, produce energy, and activities of the species/organisms occur. Each species has a unique ecological niche in the biological system of the nature.

6) Psychiatric points of view.

Collapse of interactions in the human society with the nature; metabolic diseases of biological development (growth), unbalance and breakdown of the human relationship to be studied in future.

a) Self-disturbance

Self-disturbances have been explained and studied from the standpoint of an abnormal sense of agency. Confusion in the experience of temporal causal relations between the self and external world (non-self) may underlie self-disturbances in schizophrenia (SCZ).

Self-conscious may be responsible for the insula, the PFC, the anterior cingulate), whereas non-self-conscious for F5—the inferior parietal area 7.

Refer: Mirror neuron system (F5-7BA) and importantly the precuneus (this region may be responsible to the “hub” or “surveillance” for judge on the Self/Non-self)

cf. Maeda et al.,: Aberrant sense of agency in patients with schizophrenia : Forward and backward over-attribution of temporal causality during intentional action, Psychiatry Research , 2012

b) Filtering function in thalamus

Sensoric stimuli from the periphery ascend to reach the thalamus and relayed therein; thalamic filtering-circuitry works, appropriate quantity and quantity (amount) of sensory stimuli only reach the cerebral cortex and perceive, regulate the level of the arousal situation. In SCZ patients, the thalamic filter function is disturbed, resulting in the hyperarousal state in the cortex owing to the excess amount of the stimuli; occurring information-processing disturbance and cognition disturbance. Carlsson(1988) put forward an hypothesis that circuitry of cortico-striato-thalamo-cortex may regulate the filtering function of thalamus as an example of feedback loops.

c) Collorary discharge and efference copy

Jackson (1958 in Selected Writings of HJ)’s proposal of “thinking”: complex motor act. Conserve and utilize the computational and integrative mechanisms evolved for physical movement. Corollary discharge and feed-forward (CD-FF) are integrative mechanisms that prepare neural systems for the consequences of self-initiated action. In the motor systems of thought, they would act to distinguish self-produced from externally-stimulated events in consciousness. SCZ is a disorder of thinking.

cf. Feinberg and Guazzelli : Schizophrenia—as a disorder of the corollary discharge systems that integrate the motor systems of thought with sensory systems of consciousness. British J. Psychiatry 174(1999) 196-204

d)

Matching, its disturbance

Matching, match: meaning that which tallies or exactly agrees with another thing; an equal. A condition of exact agreement or close resemblance,

In animals, intramodal matching and intermodal or cross-modal matching establish in the PAC.

In human, matching with linguistic symbols occurs in the second signal system. cf. $W \Leftrightarrow B$, thus the concept of Matching increases and becomes more complex as the cortical association areas develop in aspects of cognition, memory, thought, behavior. Discriminate between the two events: the identicals or different (= or \neq). Disturbances of the matching can be observed in SCZ.

.....

[I] :

「細胞→組織→個体が生きている」という生命の根源を支える「低い」段階にある“意識”で、脊髄・延髄・橋・中脳さらには間脳までの組織が活動し、新陳代謝を営んでいるというレベルの話である。脳髄内には脳幹網様体が存在し、前後方向に縦走する汎性視床投射系 (diffuse thalamic projection system ; Magoun ら UCLA 学派) あるいは視床網様系 (thalamic reticular system ; Jasper ら Montreal 学派) といわれる組織構造が認められる。この構造内にはアミン、ペプチド、コリンを生産する細胞集団 (神経核と呼ばれる) があり、そこから軸索繊維を縦横に網状に伸ばしている。

それらの細胞集団は、名称のみ記載すると、①ドーパミン細胞が、中脳の赤核後部 (A8)、黒質 (A9)・腹側被蓋野 (A10)に、②アドレナリン細胞が、延髄の C1、C2 区域に、③ノルアドレナリン細胞が、青斑核 (A6、ほかに A1-A7 区域がある) に、④セロトニン細胞が、中脳の背側縫線核 (B7、ほかに B1-B8 区域がある) に、⑤アセチルコリン細胞が、青斑核周囲・中脳・前脳基底核 (Ch1-Ch6)に見られ、とくに背外側被蓋核 (lateralodorsal tegmental nucleus, LDT)、脚橋被蓋核 (pedunculo-pontine tegmental nucleus, PPT or PPN)からは視床中継核・脳幹網様系・前脳基底野 (マイネルト基底核、内側中隔核、ブローカ対角帯核などから成る) への投射が行われている。

脳幹の前方部は間脳といわれる領域で、脳幹と大脳皮質を結ぶ中継核とみなされてきた背側部の視床核と、内分泌系・自律神経系の中心的な部位にあたる腹側部の視床下部とに大別される。視床 (核群) は、間脳の大部を占めている領野で、外界および内部環境からの刺激/興奮を大脳皮質に伝える、脳幹内を上行する知覚伝導路の最前部として

位置づけられ、特殊核と非特殊核がある。すなわち、①視覚・聴覚・体性感覚など特定の感覚の伝達経路の中継核が前者、②視床網様核、正中核群、髄板内核群などが後者に相当する。両者とも相互的に結合する視床・皮質間の回路をもっている。なお、この②の部位を低頻度反復刺激すると、広汎な皮質領域に漸増反応 (recruiting response) が得られることが知られている (Morrison, 1942)。

意識との関連で言えば、古くは、Economo (1928) により提唱された「睡眠の中枢説」、すなわち、「視床下部の前部には睡眠の中枢が、後部には覚醒の中枢があり、両中枢の活動のバランスが変化するために、(徐波) 睡眠と覚醒が交互に出現する」という説がある。他に歴史的にも有名なものに、Pavlov (1920s-) の睡眠に関する皮質保護抑制仮説、Moruzzi と Magoun (1949) の脳幹網様体賦活説 (網様体→視床非特殊核→新皮質)、セロトニンが減ると覚醒、増えると睡眠という Jouvet (1972) のモノアミン仮説などがある。最新の研究について詳しくは、北浜の名著「脳と睡眠」(2009) を読みたい。

次に、視床下部は前脳とともに覚醒・睡眠を司る中心部位であるが、そのほかに、摂食中枢、性機能、生体リズム、体温調節、エネルギー・水分代謝に関わり、本能行動や感情表出にも関与する。なお、ここには、大脳辺縁系に属する、扁桃体や海馬からの直接投射が存在する。

視床には上記の脊髄・脳幹からの、いわゆる賦活系投射 (activating system) のほかに、大脳基底核と小脳からの大きな入力がある。大脳皮質からの逆投射もある。他に LDT、PPN や前脳基底部分からのアセチルコリン系の入力もある。(説明を省略してイメージのみを示した図2を参照されたい)。以上が、「生きている、息をしている」レベルの、すなわち、この世に生をうけた動物の生命活動の根源に関わる生物学的神経基盤となる意識の構造である。

[II] :

サル、類人猿、原人、ヒトへと進化する過程で、樹上に生活し、枝につかまっ
て移動し、食をとる段階から地上四足歩行に、そして身体を支え歩行を可能にした下肢
(脚) と、移動(locomotion) の用具から解放された自由上肢(手/前足)を用いて、
火打石や子刀を作れるようになり、労働の器官として道具を使用し得るようになった。
直立歩行に伴い、発声器官が形態変化(咽頭と舌骨の位置が下降し、鼻腔と喉頭が分離
され)を起し、母音のみを連続的に発声するチンパンジーの段階から子音発声機構を
発達させたヒトは、労働の発達の結果、互いに協力するという機会をふやし、集団生活
の中でコミュニケーションに必要な音節に分かれた言語、すなわち、言葉を獲得するに
至った。そして、これらの新しい環境下で、中枢神経系の構造・機能は身体の形態変化

に伴って、発展を遂げた。とくに、大脳皮質領域が活性化され、興奮域と抑制域が動的に変動し、高度の構築をもった皮質に大きく発展した。パブロフの条件反射は、はっきりと脊椎動物のレベルで出現する。**[II]の段階では第一信号系（感覚信号系）に留まっているか、あるいは、第二信号系（言語信号系）の初期の段階である。つまり、感覚性言語野が後連合野内に発達する途上の段階である。**

この段階の意識形態は、「感覚器官を通して知覚できる」、つまり“状況がわかる”という程度に達しており、その範囲は幅広い。脳内の活動としては、自分の周りの外界/環境に生起する事象を、passive に感覚・知覚・認知・認識するという段階の意識である。脳内基盤としては、視床・新皮質回路が関与し、一次知覚野と後部皮質連合野（後連合野）で主たる機能が発揮されて外界からの情報が健全な覚醒下で処理される。与えられた環境に適応して活動する動物の生活基盤となるものである。この論旨は本論で考察した主要な部分である。

[III] :

最高レベルの意識は、「自己意識」と呼ばれるものである。Jackson 理論に従えば、「精神・心・意識は神経系進化の最高段階（を含む階層構造）」である。前頭前野は脳の最高部位としての機能、すなわち、倫理、道徳、美意識などの高度な精神機能の発現に関与する領域とされてきた。最近、前頭葉障害の症例研究、外傷後の性格変化、高度の記憶障害、作業記憶(working memory)の研究、一部の精神病者に認められる脳の萎縮、統合失調症患者と前頭葉器質的障害患者との症状の比較研究など科学的メスが入られるようになった。それらの研究結果によれば、前頭前野は行動の計画を立て、結果を予測し、判断し、適切な選択を行う上で大きな役割を演じており、その障害が起これば「実行機能」が難しくなる。必要な情報を選択的に取り出して、処理し、感覚系や運動系などの機能系を協調して働かせることが困難になるのである。このような前頭前野という最高の階層に属する脳部位に障害を生じた人たちに対して、どのような科学的な医療が、そして社会的援助（軽労働などによる社会復帰後の生活の保証）がなされるべきか。可塑性をもった神経組織の機能回復を目的に、科学的根拠をもった、身体的および「精神的」リハビリテーションの実行が期待される。

サルがヒトとなる（人間化する）条件下で、すなわち、直立歩行、道具の使用、共同労働、言語の使用 など（エンゲルスが「自然の弁証法」の中で考察した）が進むに従って、前頭葉とくに言語野を含む前頭前野が著しく発達する。この段階になって条件反射第二信号系（言語信号系）がはっきりとした機能を備えて成立する。

この[III]の段階まで進んだ「意識」の内容は、動物一般→哺乳類→霊長類→ヒトへと進化するにつれて、漸次連続的に高等化する。①認知機能が高まり、その概念化/抽象化が可能となる、②運動性言語野が前連合野（前頭前野）内に発達し、社会集団生活を営む中で、サルがヒト化する過程で、条件反射第二信号系が獲得される。③外界または他中心 *altro-centric* の捉え方から自己中心 *ego-centric* の認識へ（おそらく頭頂葉⇔前頭葉の連合回路が関わる）、そして全体的・相対的事象の捉え方が可能となる。④脳の発達・進化に伴い、海馬→後連合野（&帯状回）→前頭前野へと認知・記憶の面での主要な活動中心が変容する（おそらく、探索活動や定位反射に関わる、 θ 波の形成・伝播が鍵となろう、実験データとしての確たる根拠はないが）。⑤前頭前野の発達と、後連合野⇔前頭前野の相互的連絡、⑥大脳皮質を中心とする皮質内および皮質・基底核・視床・皮質を包摂して循環する、総合的、同時的、並列的、神経回路の機能的役割の飛躍的増大（図5, 8参照）、⑦ここで初めて、ヒトにおける自意識について考察し得る。すなわち、コミュニティ内での共同の作業と言語活動による交流を通じて、健康者と病者、あるいは、障害者と非障害者をともに受け入れて、長い時間をかけて築いてきた「ヒト特有の群れ」の特性である社会性が、前頭前野の活動により、その歴史的進化の蓄積の中で醸成される。

.....

Formation of “self” in the brain science

Psychotic patients had long been regarded as sinners who had no personal individuality and were obsessed with evil spirits before French psychiatrist Pinel released them from the iron-chains in the hospital at the end of the 18th century. It is after the publication of the book " pathology and treatment of mental disease" (1861) by Griesinger that the disease became the target of medical therapy with scientific methods. Several events on natural and social sciences in those days will be picked up here to see the background of the period. In the decade of years of the mid-19th

century, Darwin published "The Origin of Species"(1859), Pasteur denied the theory of spontaneous generation of living bodies (1860), Mendel established the law of heredity (1865), and Marx published the first volume of the Kapital (1867). It was the time when people were faced to the drastic change of views on the world and life.

"Theory of Cells" was established by Schleiden and Schwann in 1838-39, and after 20 years, "Cell Pathology" was written by Virchow. It was 1883 when Kraepelin published the book : "Psychopathologie" where he considered that there is a single unit of disease which has the same identity of the cause, progress, and pathological findings also in "psychotic" diseases just the same as in "physical" diseases. The concept of neuron had almost been consolidated at that time.

The brilliant results of the 19th century have further extended to the first half of the 20th century. To mention a few, the theory of conditioned reflexes by I.P. Pavlov, the neuron theory by Cajal, the neurophysiology by Sherrington, and the modern genetics by Morgan, the discovery of organizer by Schupemann, and the electroencephalogram by Berger, and the psychopathology by Jaspers. In the second half of the century, Watson and Crick published a modest, monumental paper on the discovery of the double helix structure of DNA (1953). Molecular biology then has become one of the main concern and important target of biologists. Many researchers including theoretical

physicists and molecular or genetic biologists who had achieved great works in their own fields have entered into the field of neuroscience. Results of physics and chemistry having dealt with inorganic substances (=non-life objects) have been used to investigate biology whose targets are organic bodies (= living beings) which are the evolutionary developed products of cells constituted with non-living materials. The present 21st century can be regarded as "the century of the brain" as what follows the researches of immunology and oncology.

Formation of "self", an important and difficult issue in both the brain science and psychiatry, will be dealt with below focusing mainly on the development of the human brain in its adolescence.

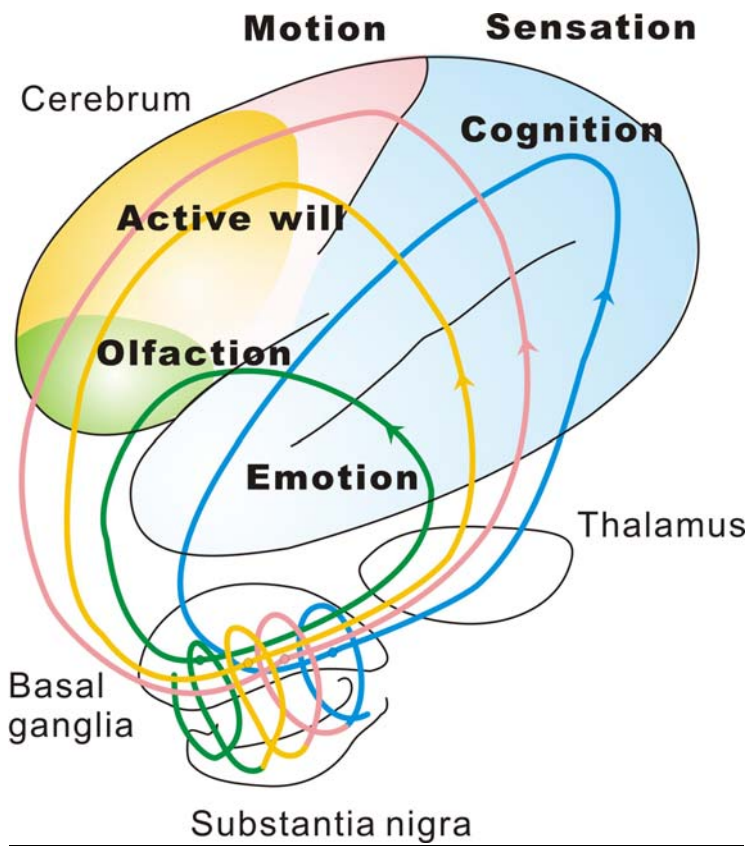
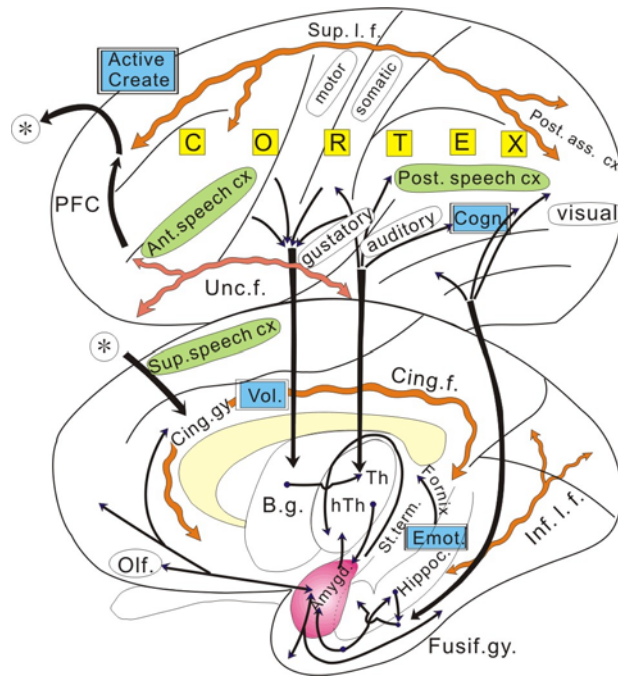


Figure summarizes briefly the functional organization of the brain. Major higher nervous functions on the cortical levels; one is cognitive/emotional and the other is motor/volitional functions as passive and active systems, respectively. These higher levels of nervous functions, the total products being called as mind/spirits, are represented and regulated by activities of the posterior and anterior halves of the cerebral cortex which are supported by underlying subcortical structures. They are the limbic and autonomic regulatory systems, including the rhythms of 1) awake / sleep, 2) walking, and 3) day-and-night. Behavior in everyday-life is supported on the ground of healthy rhythms, deviation of which causes physical and mental abnormalities.

Disturbances of the day-and-night rhythm lead to mood disorders or depressive states involving predominantly the hypothalamus and amygdala. Disturbances of the sleep and awake rhythm are accompanied by the fatigue of the body, mental instability and frustration due to the exhaustion of functional regulation in the brain stem covering from the medulla oblongata to the thalamus.

In addition, there is the neurotransmitter system organized throughout the brain, such as the serotonin system (5-HT) of the raphe nucleus origin, noradrenalin or the norepinephrine system (NA or NE) of the locus ceruleus origin, the dopaminergic

system of the ventral tegmental area (VTA)/ substantia nigra (SN) origin. Besides, there are excitatory amino acids and inhibitory GABA systems well as an acetylcholine (ACh) system which has been related to intelligent activity.

While in the posterior association cortex, perceiving and recognizing stimuli from the external world, their values (good or bad, profitable or harmful, plus or minus, etc.) are judged in the amygdaloid complex with emotional feelings. All of these inputs perceived and recognized first in the posterior part of the cerebrum are then treated intentionally in the frontal lobe, predominantly in the prefrontal cortex, results of which give outputs through the motor and emotion-expressing systems. The former is the motor cortex-striatal system, and the latter is the hypothalamus-pituitary system. A variety of other humoral factors, e.g., amines, peptides and hormones participate in the brain development. Adolescence is the developmentally crucial period when the “self” is established through struggle of life, upon which a spot-light will be given below in connection with psychological development in humans.

In human, there are many psychotic problems that occur in puberty or adolescence (11- 15-18-22 years old, ages vary according to the wider or narrower sense) including schizophrenia. Adolescence corresponds to a certain period of human life when changes of bodily and mental growth are tremendous. Physically, the secondary sexual

characteristics (penis, larynx cartilage, change of voices, pubic hairs etc. in male and mamma, pubic hairs, menstration, fat-deposit etc. in female) appear prominent. Bodily changes that happen at about 11-15 years old produce big influences consciously or unconsciously upon mental aspects of self. In one word, the problem is how the “mind”, mental activities, can cope with the increase of physical energy accompanied by the inner mental tension. As materialistic bases are concerned, organic changes are subjectively involved in the activities of the emotional, autonomic and humoral systems covering peptide, hormones and neurotransmitters. There is a sudden increase of the differential coefficient of mental activities towards external stimuli, resulting in increased sensitivity (abnormal irritability) to the inner and outer stimuli. As a consequence, emotion becomes unstable. People living in mutual relationship with others become aware of their immature selves for the first time in adolescence, and try to be independent from their parents and teachers. With excessive sensitivity of self-consciousness in mind, they respond to the surroundings and want to make sure of their own existence. What is occurring in the brain at that time? Cortical neurons in the primary sensory and sensory association areas respond, and transmit information to the frontal cortex. The mechanism in which the cerebral association area adjusts and controls the activities of limbic structures and diencephalic regions should

“properly” be activated in adolescence. Namely, the control system of the neocortex over the limbic and humoral systems, especially the frontal association area should properly be formed at the time of the brain development, when the maturation (including myelination) of the prefrontal area accomplishes, which is the leading role of governing the whole function of the brain. If developmental disturbances occur at this period, characteristic features of mental derangement would occur; aggressive attack, resistance and self-conceit, characteristics in the youth. Their standard of judgment is still on the way of admittance from the grown-up society, which is not defined with firm consciousness.

Ambivalence can be observed in both cognitive and emotional aspects, appearing more frequently in the latter. The evaluation of positive and negative values, contradictory to each other, exists simultaneously in the same individual. For example, feelings of superiority vs inferiority, confidence vs dependence, respect vs contempt, obedience vs resistance, and love vs hatred.

Ambivalence is one of the most prominent symptoms in patients with schizophrenia. In adolescence, man feels it hard to respond to sudden, unstable changes from emotional aspects, the self being not established, social identity (the term borrowed from psychoanalysis) not being formed and remained immature. In the society, he or

she becomes to be treated as an adult, unfortunately.

Thus, adolescence is an important period in life, for the formation of self-identity, self-consciousness and mind/spirits/morals. On the other hand, views of life or philosophy that have been taught in the family and at school are forced to confront with contradiction/inconsistency with those in real/actual life, and through the contact with society man should compromise and accept the necessary evils. "A good child" who has been obedient and subordinate to parents and teachers, confronted with difficulties, is requested for the first time to stand on his own feet. Since he will be asked in his speech and behavior to have his own responsibility, he will be confused and be amazed in the social, when its environment is not normal. For the character formation, proper development of the prefrontal cortex in adolescence becomes a key, since its function includes ethics and morals.

Addiction to stimulant drugs and hypnotic poisoning (often provokes psychosis) has recently become a serious social problem. These can be regarded biologically as disturbances of humoral, autonomic and immunological systems; involving mainly neurotransmitters and receptors in the brainstem level as well as in the forebrain. The problem of the drug dependence causes the disorders of personality and character. Disturbances or abnormality of appetite (anorexia and bulimia nervosa) or a sexual

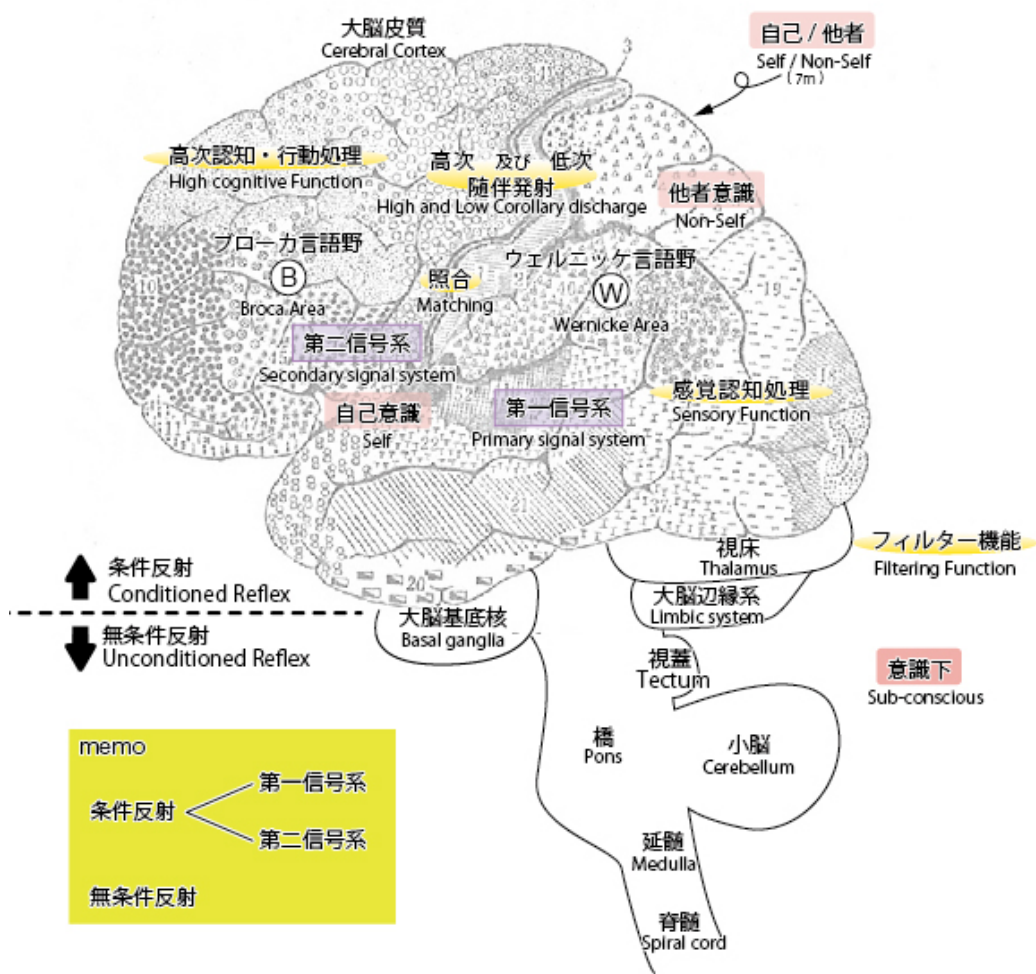
desire is also deeply related with the dysfunctions of rhythms chiefly of the hypothalamic centers, occurring very often in the adolescence. As stated above, expression of libido in both mind and body in puberty is a characteristic and troublesome matter which represents difficulties in becoming assimilated into the development of self. It is controlled and regulated in the modern society where the direct expression of libido is legally taboo. What is regulating as a whole is the cerebral neocortex, especially the prefrontal cortex, sending fibers to the limbic structures.

As mentioned above, functional processes of the prefrontal cortex that regulate and control subcortical structures corresponds to the formation of self-identity in developmental psychology. Adolescence is the period of "Sturm und Drang". The general concept of values on the relationships between parents and children and between teachers and pupils loses its basic background, and may break down, which ultimately requires the organization of mind and body. Man recognizes himself as being the social existence in the course of life from boyhood to adolescence, and has to obtain "us" in "me" in the company. That is, through exchanges with people, and the social rule and responsibility grow in the mind. Biologically, this corresponds to the stages of neural development from the posterior association cortex to the prefrontal

cortex.

In their childhood and adolescence, the young people worry about their inharmonious way of relationship between themselves and others. They have a tendency not to openly divulge their feelings. While they bully and disregard others, they pretend to be good children. In adolescence, their behaviors are often inconsistent and contradictory, being unable to express desire and dissatisfaction. Mentally, they are insecure, impatient and stressed, and likely to fall into insomnia, nausea, and autonomic nerve breakdown.

Recently, serious distortion of social environments has produced juvenile delinquencies; hijacks, killing innocent people etc. The whole society is responsible for these criminals and must pay every effort to improve the environmental situations. Physical disturbances of hormonal regulation in the central nervous system, and disturbances in the regulation of the cerebral neocortex upon the limbic system and the hypothalamus need to be investigated further.



ブロードマンの脳地図 より

Conditioned reflex and the mind

It is not easy to handle the problem of mind; the whole products of the brain activities. Mental activities in man have close relations with the language function. In the central nervous system, scientists can study mechanisms of the motor, sensory or reflexes in proper ways. However, when dealing with the products of higher nervous activities; “mind or spirit”, various aspects of recognition, thinking, judgment, language, and emotion, particularly in higher primates, they often face hard situations.





Even the greatest neuroscientists such as Wilder Penfield, neurosurgeon, and John C. Eccles, neurophysiologist, who have devoted their lives to understand the higher nervous activities as neuronal functions by means of natural scientific ways, advocated the existence of mental energy or the existence of the “liaison brain” towards the mental third world in their late ages. They unfortunately reached the conclusion that the concept of the soul cannot be reconciled with our present knowledge of neurosciences as products of the higher nervous activities, and they tried to solve the problem of mind and body (=brain) in dualism. Furthermore, Roger W. Sperry who studied the functions of the left/ right hemisphere using the severed hemispheric (split) brain, and Ragnar Granit who examined the control of movement physiologically on the subcortical level, they both left the standpoint of materialism and asserted from the position of idealism, saying that psyche brings about materialistic changes or that neurons in the brain work with definite purposes. The above-mentioned authorities are pupils of

Charles Sherrington (1861-1952). Sherrington is a distinguished scholar who built the foundation of the modern neurophysiology, whose reflex reflex theory is ; the brain has the action which integrates many reflexes in an organic manners and completes complicated movements.

In contrast, Russian physiologist I. M. Sechenov (1829-1905) published a book entitled "Reflexes of the Brain" (1863) from the standpoint of materialism. He studied the mechanism of the central control of the reflex movement at Claude Bernard's laboratory, and published this work after he returned home in St.Petersburg. The guiding principle on the research of Sechenov is the determinism (the term is contrary to the vitalism), in which conditions of existence of all the phenomena in the living bodies, like that of non-living bodies (inanimate objects), is absolutely determined. And he extended/adopted the principle of reflexes in the lower parts of the central nervous system to the activity of the psychological activities of animals, and opened the way to establish the theory of higher nervous activities, conditioned reflexes achieved by I.P. Pavlov.

Descartes termed the automatic reaction of living bodies as "reflexes", that occur as results of nervous induction reaching the brain, the idea being the mechanistic idealism. He advocated the principle of human's rational psyche, and tried to explain human

psychology by means of the concept of reflexes. Changes of the historical concepts of the reflexes to be followed to Sechenov, Sherrington and Pavlov have been described elsewhere (Kawamura, 1999).

Sechenov described in his book "Reflexes of the Brain" that all actions or behaviors in our lives, whether conscious or unconscious, can be called as reflexes in a broad sense, and that psychic processes will cease when sense organs stop to receiving stimuli. Pavlov regarded the year 1863 as the starting point of his research when the book of Sechenov was published. As the fundamental principle of the conditioned reflex theory, Pavlov believed that "no actions exist without causes, motives nor stimuli". He considered that every neural action and every psychic phenomenon has actual reality of the objective existence, it can therefore be explained materialistically through objective physiologic studies. He defined conditioned reflexes as reflexes of living bodies acquired in their individual lives, and the unconditioned reflexes as innate activities of definite reflexes, non-dependent upon the cerebral cortex, genetically/hereditary unconditionally fixed, and most importantly these are bases of a variety of behavioral reactions which are formed as conditioned reflexes.

Conditioned reflexes are classified into two parts; the first or primary and the second or secondary signaling systems. The former signals are perceived stimuli directly

coming from sensory organs, whilst the latter signals have unique characteristics, bearing indirect nature of signalized signals (信号の信号) . The first and second signaling systems are also called the sensory and language signaling systems.

The fundamental principle of the nervous processes occurring in the cerebral cortex is apparently common in ape and man, although the cerebral cortex in man is far more developed and highly organized than that in ape. The enormous development of the human cerebral cortex, characterized by immense growth of cortico-cortical fibers connecting sensory, motor and association areas, including linguistic areas, has been caused by using tools for hunting and farming, labor for production, and communication in the society.

The relationship between the association cortex and the second signaling system (language signal system) of the conditioned reflex will be considered below. Animals receive sensory stimuli first in the epithelium of the sensory organs and perceive and recognize the information in the brain, the highest analyzer being in the cerebral cortex. Generally activities in the brain become more complex and refined as impulses travel through crossing over synapses (by means of synaptic transmission), thus shaping the brain in evolution.

In monkeys, inputs of somatosensory, visual and auditory systems have been shown

to converge on a certain area in the posterior association area, i.e., the cortex surrounding the superior temporal sulcus (STS region) (Jones and Powell, 1970). The same is the case in cats, showing that the same kinds of inputs converging on the cortex surrounding the middle suprasylvian sulcus (MSS region) (Kawamura, 1973a, b, c). The organization of association fibers that converge upon a certain region in the posterior association cortex is shown to be surrounded by these sensory areas of different modalities. This leads to the development of highly advanced areas of recognition, assuming that corresponding parts are present in man which can be conjectured as a highly developed cortical area from the phylogenetic point of view, i.e., the primitive linguistic area in the posterior association area (Wernicke area). Anatomically, the STS region in monkeys may correspond to area 39 (angular gyrus) and area 40 (supramarginal gyrus) of Brodmann (1909) in man as it takes similar or analogous location in the human brain (Kawamura, 1977). The developmental stage of this process can be considered as the transitional stage from the first signaling system to the second in Pavlovian terms, animals communicating each other by using socially defined signals. As a means of communication, we have languages by showing gestures, and by talks and letters different from the levels of simple emotional expressions, in which reactions or a kind of reflex movements are expressed

unconditionally. We can hardly think it the same in essence when information is conveyed by crying sounds in emergency such as "dangerous" or "be careful". As the development of the language shows for example in higher primates, repetition of emotional expression and gestures in life generate common rules of understanding with particular signs in the society. Namely, communication or transmission of thought and ideas always accompanied by recognition and emotion, the latter being supporting underneath. In the human brain, there are close relationships between the cerebral neocortex and limbic structures, which has been demonstrated scientifically from the standpoint of phylogenic development.

Gesture languages can be seen in the communities of monkeys and chimpanzees, and also seen at the initial stage of communication by using novel languages, or in the conversation among deaf and mute persons. Although each has its own condition, signals by gestures have common significance, transmitting ideas or concepts by means of body language. It indicates a likely possibility that general idea/representation can be transmitted among individuals by using gesture.

Formation of ideas (or concepts) in the spoken language (parole, conversation, hearing speeches, etc.) is closely related to the fact that sensory images have achieved relative independence from the individual mental process into phonetic signals.

Therefore, it needs to be objectified and has some sort of common rules to be followed in the society beforehand. Phonetic signs, unlike gesture signs, bear themselves own features. It is almost impossible for monkeys to use such signs that bear their own free will. The brain of ape can discriminate sounds of different frequencies, but can hardly understand the meaning of spoken words lacking emotional tint. There are indeed qualitative changes in the understanding of communication between gesture and phonetic signs. This has been materialized in the process of evolution from ape to man, being able to form an idea from phonetic signs, and elevating further from the concrete idea to the abstract idea. As the history of languages shows, the letter language followed the spoken (phonetic) language. Then the language system has created a new era of a deliberate thinking. The brain thus has reached the stage in which various language centers in the posterior and anterior association cortices are in active together as a whole.

Propagation of impulses directing towards the prefrontal cortex (= the anterior association area), as mentioned repeatedly above, is absolutely necessary for the brain to develop into the stage of abstractive way of thinking. Through these processes, the active center of Broca (so-called the motor language area) has been formed, creating or adding new functions of special characteristics: abstraction and generalization. The

second signaling system of conditioned reflexes (of Pavlov), qualitatively highly developed, can be accomplished through these developmental processes.

The process of acquiring language through the evolutionary stage from ape to human probably resembles the developing process of language acquisition occurring in human children. In newborn babies, myelination in the brain is completed only in the primary motor and primary sensory cortices, but not in the association cortex. Brains of six month- old still have hardly any myelination in the prefrontal cortex. In 3 year-old brains, myelination is in its first stage in the prefrontal cortex, and it is only slightly advanced in the posterior association cortex. At the age of about 7, most of the posterior association cortex is myelinated, but in the prefrontal cortex myelination is only completed in the adolescence. Physiologically, oligodendrocytes that cover the axonal sheath facilitate the conduction velocity of impulses in the nervous system contribute to the maturation of the brain activities, mentally and bodily.

Maturation of the cerebral cortex, being accomplished by development of both the association cortex and cerebral limbic structures, has close relation with activities of recognition, emotion including linguistic functions, which can be elevated to the expression of higher levels. Desire occurring in the animal brain is fundamentally related with the limbic system together with the brainstem reticular activating system.

Consequently, the higher order of volition and will develop, making it possible to fulfill intentional and planned actions. Higher levels of volition are the products of the higher nervous activities that regulate emotional feelings involving the limbic structures and modulate cognitive functions occurring in the posterior association area by the aid of the backward propagation from the prefrontal cortex. Thus the results of the present brain science are precious and useful to build up a new method of education, particularly for the juvenile and adolescence, and also to promote the wheel of our history; level up the standard of social welfare, culture, arts, music and science.

Marx and Engels further developed the evolution theory of Darwin, and pointed out that "the intentional and conscious activities of life in human beings can essentially and characteristically be distinguished from the activities of life in animals" (Economics and Philosophy, Memorandum, Marx). To avoid misunderstanding, the essential point lies not in the presence of consciousness, but it lies in the fact that they do cooperative works with alert intention in the society. As a fundamental and leading element, labor is considered as the first and foremost impelling/driving force stepping toward the way for the human from the ape, i.e., homonization or humanization. The activity of labor is indeed an advancing, driving force in the continuity of animals and man. This viewpoint has been elaborated to write an article; "Role of labors by which monkeys

humanize” (Engels, 1876). His researches elucidated various aspects of related problems of evolution, labor and language. The functions and development of the cognitive association system, those of the language areas, and those of the prefrontal and motor systems and so forth are presently being elucidated and proven in the modern neurosciences.

As seen above, the higher nervous activities that underlie emotion and recognition systems are composed of three systems: cortical sensory (the first signaling) system, linguistic (the second signaling) system of conditioned reflexes, and the subcortical unconditioned reflex system. Since the concept/idea is the abstract action of the language, the second signaling system of conditioned reflexes is the basic nervous activity. The basis of emotion, on the other hand, is chiefly the action of the first signaling system, connected largely with subcortical structures (regions which constitute the limbic system including the amygdala, the septum, the bed nucleus of stria terminalis, the nucleus accumbens/the ventral striatum). Neural circuitries and processes of nervous activities that support the mechanisms of cognition and emotion are interrelated closely with each other, as discussed above by showing anatomical and physiological data. Cognition and emotion are thus indispensable aspects of two indivisible phases, which reflect actual existence in consciousness. There is no emotion

without concept, and no concept is present without emotion.

Pavlov in his late years, after 80, worked in a psychiatric hospital and analytically observed patients of various types of mental diseases, for example, obsessive, delusional, hypochondrial, and depressive symptoms. We can read detailed reports on these topics written by himself (I. P. Pavlov,1903). He tried to explain these abnormal symptoms as activities of higher nervous system, using the concept of the second signaling system of conditioned reflexes. Pavlov continued his researches in psychiatric illness, particularly the experimental neurosis over 15 years, and he searched for effective methods of therapy and wanted to carry steps toward "scientifically healthy psychotherapy".

Man can understand the high levels of abstract ways of thinking, and creates music, arts, literature and sciences which can be inherited to the next generation. Biological studies of abnormalities of the human mind and spirit are indeed to be pursued in psychiatry.

Ivan Petrovitch Pavlov was born 26th of September 1849 in Ryazan. He was educated at the University of Saint Petersburg and studied the natural sciences and became a physiologist.

In 1903, Pavlov delivered a speech entitled ***The Experimental Psychology and Psychopathology of Animals.*** at the 14th International Medical Congress in Madrid, where he read a paper

He received Nobel Prize of Physiology and Medicine in 1904. He died of pneumonia at the age of 86.

Pavlov's famous concept is the "conditioned reflex" (or in his own words the *conditional reflex*: the translation of условный рефлекс into English is debatable).

In this work he developed his idea of "*nervism*".

In the 1890s, Pavlov was investigating the gastric function of dogs, and later children, by externalizing a salivary gland so he could collect, measure, and analyze the saliva and what response it had to food under different conditions. He noticed that the dogs tended to salivate before food was actually delivered to their mouths, and set out to investigate this "psychic secretion", as he called it.

Ivan Petrovitch Pavlov was born on 26th of September 1849 in Ryazan. He was educated at the University of Saint Petersburg and studied the natural sciences.

In 1890s, Pavlov investigated the gastric function of dogs by externalizing a salivary gland so he could collect and analyze the saliva. He noticed that the dogs salivated hearing the foot-steps of a man who gives them foods in the lab. This phenomenon was called "psychic secretion" which led Pavlov later to study the mechanism of psychic diseases. In 1897, Pavlov published a monograph: **The Work of the Digestive Glands.**

Pavlov created the definitions of the four temperament types: 1) the strong and impetuous type, 2) the strong equilibrated and quiet type, 3) the strong equilibrated

and lively type, and 4) the weak type, which largely correspond, respectively, to the Greek terms 1) phlegmatic, 2) choleric, 3) sanguine, and 4) melancholic.

In 1903, Pavlov delivered a speech entitled **The Experimental Psychology and Psychopathology of Animals** at the 14th International Medical Congress in Madrid.

He received Nobel Prize of Physiology and Medicine in 1904.

“Conditioned reflex” (or in his own words the *conditional reflex*: the translation of условный рефлекс into English) is a concept or theory, termed by Pavlov.

In his late years, after 80 years of age, Pavlov worked in a psychiatric hospital, and observed, studied, discussed on the problems of psychic illness with clinical doctors.

He died of pneumonia at the age of 86, on February 25th of 1936.

無条件反射と条件反射

無条件反射は**生物の種に属し**、条件反射は**個体によって形成される**。条件反射は生物と環境との**一時的結合**であるから、個体の生活過程で獲得され、反復されることによって強化されるが、長時間もちいられないで放置されると消えてしまう。だが、同じ種類の条件反射をくり返して形成させるような環境が存在する場合には、長時間にわたって結合が持続し、**生命物質のなかにその痕跡を残す**にいたる。すなわち**獲得された環境への適応の仕方が遺伝し、その種に定着される**。条件反射が無条件反射に転化し、それ以前の無条件反射を変化させるのである。

Basis of Pavlov パブロフの業績の基底をなすものは、彼の **唯物論** materialism 的態度であり、擬人的解釈によって真実がぼかされることなく、生理学的方法によって動物の行動が研究されはじめました。このようにして精神過程の物質的基礎としての

思索器官、社会の **客観的** objective 実在を複雑に創造的に反映する器官としての人間の脳の活動を、将来有益に研究するための道が開かれました。

一般の動物は、一つの無条件反射系と一つの条件反射系の二つしかもっていない。これに反して、ヒトは三つの高次神経系、すなわち、一つの無条件反射系と二つの条件反射系をもっている。一つの無条件反射系とは、皮質下領域にみられる反射あるいは「本能」の体系を言い、二つの条件反射系とは、大脳皮質にある第一信号系あるいは感覚信号系と第二信号系あるいは言語信号系を言う。第二信号系は、系統発生的にみて、ヒトがサルのような動物段階から社会的集団生活を営むように進化していく過程で獲得した条件反射活動であると考えられる。

このように、動物とくに高等動物の行動は条件反射で構成されている。条件刺激となるものは動物ではすべて具体的な自然の事象であるが、ヒトでは言語が条件刺激となって信号系に加わる。パブロフは言語を第二信号系と名付け、動物とヒトに共通な基礎的な信号系を第一信号系とよんで区別した。言語が条件刺激となって働くとき、それは具体的な自然の事象を表示し、信号の信号として働くのであって、第一信号系とは性質を異にしている。第二信号系は〈言語条件反射〉とよばれることもあるが、パブロフ学説にしたがえば、条件反射の一種にすぎないのではなく、第一信号系とは質的に異なる高次の信号系なのである。ヒトを含む高等動物では、無条件反射の中枢は大脳皮質下から脊髄にあり、第一信号系の中枢はひろく大脳皮質に形成される。第二信号系は新皮質、とくに言語機能に関係する連合野にその中枢の座があるとされている。

第二信号系の作用、つまりことばが感覚的経験を媒介にして外的事物や事象の信号となる過程は、条件反射の高次神経機制によってなしとげられる。人間にとって、ことばは他のすべてのものと同様に条件刺激であり、条件反射活動の一般的法則にしたがっている。しかし、条件刺激としては、ことばは、動物の感覚的条件反射活動とくらべて、いっそう融通性があり、結合と連合の可能性もはるかに大きく、それゆえに、くらべものにならない高次の水準にあるのである。こうして、人間と動物の高次神経活動のあいだには、連続性とともにするどい断絶がある。連続性があるというのは、両者の高次神経活動が条件反射の働きであるからである。断絶あるいは飛躍があるというのは、人間は感覚系の機制を動物と共通にもっているだけでなく、言語系という付加的装置をもっているからである。

猿から人間への移行についての著作でエンゲルスが指摘した欠陥を埋めるものは、人間だけにある言語系についてのパブロフの理論である。労働過程の産物である第二信号系の機制は、移行のなかで生じた神経のあたらしい発達であった。そしてこの発達こそが、複雑な神経生活全体の根底にあってそれを可能にしている、神経の構造と諸過程とを生みだしたのである。人間の知識にこの点で欠陥があったのを埋めることによって、パブロフの高次神経過程についての科学は、唯物論にたいしてひじょうに大きな貢献をしている。この科学は、意識つまり人間の精神が、物質にたいして二次的であり、物質から派生したものであるという、唯物論の基本命題を証明するうえでの最後の環を提供している。というのは、それは、ある仕方で組織された物質、つまり相互に関連しあった感覚信号系と言語信号系とをもつ人間の脳皮質が、労働過程の発展のなかで、どのように意識を生みだすかを示すからである。

科学的精神医学への貢献

人間の型の問題は、強さ、平衡、易動性に加えて、いっぽうでは皮質と皮質下の活動のあいだの、他方では第一信号系と第二信号系のあいだの、相互関係の特殊性という面からも研究されなければならない。

人間の神経系の型

あれこれの信号系の優越あるいは均衡を基礎にして、パブロフは、人間の神経系をひじょうに一般的な三つの型に分類する。＜生活経験のなかで＞、ある人びとは、いっぽうの極として第二信号系よりも第一信号系をヨリよく発達させ、たほうの極として第一信号系よりも第二信号系をヨリよく発達させる。あるいは、ほとんど大部分のばあいがあるが、言語系に調整者の役割をはたさせつつ、二つの体系の、均衡のとれた相互関係を発達させている。人間の型にかんするこの理論を理解するためには、われわれはさらに、両信号系の性質と両者の関係とを研究しなければならない。問題の中心は情動と思考の性質と役割にある。

彼はこの信念が正しいことを、病院での研究をとおして、自分で満足がいくまで証明した。神経症と精神病の種々の形態、とくにオブセツシブ強迫症、デリュージョナル妄想症、ヒポコンドリアル心気症、デプレツシブ抑うつ症といったいくつかの型にかかっている精神疾患を分析するなかで、パブロフは高次神経活動の諸法則を利用し、それらが第二信号系にあてはまるばあいの特異性を証明してみせた。

機能的精神疾患の理解をめざして

精神疾患の理解をめざす研究の第二段階で、パブロフは、機械的損傷でなく機能的性格をもつ種々の有害な影響によって動物の高次神経活動にひき起こされた病態の問題にとり組んでいた。第一段階で、彼は<器質的> 大脳疾患の大まかで単純化されたモデルを発展させたのにたいし、ここでは彼は、人間の脳の<機能的> 疾患の大まかな実験的モデルをつくりあげた。

精神分裂病の分析—機能的精神疾患へのアプローチとその概念

精神分裂病についてのパヴロフの分析は、機能的精神疾患へのアプローチとその概念をとともに明らかにするものである。

パブロフが彼の研究所に付設された診療所で分析した初期の症例は、種々の型の分裂病にかかっていた患者たちであった。1930年に書かれた論文のなかで、彼は自分の発見したことを報告した。

患者に特有のアパシー無関、鈍麻、不動、常同的運動——そしてたほうで、おどけたことや気ままさ、そして一般に子どもじみた行動に注がれた」と、彼はいつている。こうした症状のなかに「一つの一般的機制」を見ることができであろうか。

一つの解答を、彼は条件反射学に求める。実験室において、彼は高次神経活動の二つの側面をすでに確定していた。いっぽうでは、外的対象からくる種々の刺激と筋肉や腺の反応とを一時的に結合させる興奮過程は、生物体が覚醒状態にあるあいだはつねに、その生命活動の一部となっている。たほう、抵抗することによって興奮を抑える制止は、彼がいつているように「生物体のうちでもっとも敏感な細胞である大脳両半球の皮質細胞を保護する役割をつねにもってあわれれ、それらの細胞がひじょうに強い興奮にぶつからねばならないときには、その活動から生ずる異常な緊張から細胞を保護し、日常の労働のあとでは、睡眠の形で必要な休息を細胞に保証する」の

である。

彼はまた、睡眠とは、制止が両半球の全面に広がった形であり、たほう、覚醒状態から完全な睡眠への移行には、催眠相と呼ばれる中間状態があることを確証した。それは部分的睡眠あるいは催眠の諸相で、分裂病やその他一定の形の神経症や精神病の客観的分析にひじょうに重要なものであることを、パブロフは見いだした。それではこの「催眠相」とは何であろうか。彼はいう。「これらの諸相は、いっぽうでは、制止が両半球の諸領野内および脳の種々の部分にどの程度広がっているかによって、たほうでは、同一時における制止の深さをとおして知られる制止の強さがどの程度であるかによって、あらわされる。」

分裂病のすべての症状——無関、鈍麻、不動、おどけたこと、のような——は、種々の催眠相のどれかのなかに見いだされる。ここから彼は結論をひきだす。「前述の分裂病の症状を研究して、わたしは、それらの症状が慢性的催眠状態をあらわすものであるという結論に到達した。」しかし、一般的症状が一致するということが以上の証拠が必要である。そこでパブロフは、第二次的で細目にわたる症状の分析をおこなった。

以上、Pavlov の short English Legends and essay をまとめるために、作成した。

120110

Koki Kawamura

症例

覚醒から催眠相へ、それから睡眠相へ

60歳女性

乳歯があるから本当は13歳の子供なんです。今と過去との照合障害

突然に瞬間的に一見呆然・茫然として、意識が静止、一点を凝視する。自失。いわゆる催眠の状態。行動が静止・制止している。無の状態です。いい気分ではない。ただ黙っている。無の状態からだんだん良くなってきます。己の城域(壁)の内、being in her own world., [あるもの Etwas] [たのもの Anderes]cf. Hegel,

その時は何も考えない。いやなことも考えない。ただ黙っている。いい気分ではない。

茫然・催眠相 (Pavlov) の時：意識障害、トイレに向かって行くも、自分でズボンを下せ

ず、失禁してしまう。

(ぼーとしている時)何かしら前のことを振り返ってみるとか→いろいろ自分で考えて自己判断する。何も考えないと言いながら→自己判断する。

患者仲間交渉はほとんどない。みんないい人たちです→でも何も言うことない。誰も何とも言わないから。あいさつ程度です。 良い人たちと言いながら無関心。人間関係の照合 matching 障害? 自他照合の障害 ambivalence 両価性

自閉的 autistisch・・・他の患者との交流なし。

照合障害 matching、時間、空間

自 Self⇔他 Non-self (良い人たちと言いながら無関心)、過去⇔現在 (乳歯があるから本当は13歳の子供です)、良い人たち⇔無関心、何も考えない無の状態⇔自己判断する (思考の両価性)

常同性 stereotypy 態度、姿勢、言葉 (問診は?)

不穏、興奮状態には移行しない。

自己意識について

Cf read papers of Takaki Maeda, Self conscious (Insula, PFC, Anterior cingulate) and Non-self conscious responsible for F5-the inferior parietal area 7--refer (Mirror neuron system, F5-7BA) and importantly the precuneus (this region may be responsible to the “hub” or “surveillance” for judge on the Self/Non-self)

Aberrant sense of agency in patients with schizophrenia : Forward and backward over-attribution of temporal causality during intentional action

Maeda et al., Psychiatry Research , 2012 (in press)

Self-disturbances in S have been explained and studied from the standpoint of an abnormal sense of agency.

Confusion in the experience of temporal causal relations between the self and an external world may underlie self-disturbances in S.

Self-disturbances in schizophrenia have been explained and studied from the standpoint of an abnormal sense of agency. We devised an agency-attribution task that evaluated explicit experiences of the temporal causal relations between an intentional action and an external event, without any confounding from sense of ownership of body movement. In each trial, a square piece appeared on the bottom of a computer screen and moved upward. Subjects were instructed to press a key when they heard a beep. When the key was pressed, the piece jumped with various temporal biases. Subjects were instructed to make an agency judgment for each trial. We demonstrated that an excessive sense of agency was observed in patients with schizophrenia compared with normal controls. Moreover, patient groups had a greater tendency to feel a sense of agency even when external events were programmed to precede their action. Therefore, **patients felt both forward and backward exaggerated causal efficacy in the temporal event sequence during the intentional action.** Confusion in the experience of temporal causal relations between the self and the external world may underlie self-disturbances in schizophrenia.

本研究のタスクでは、**self or non-self** をあいまいにした状況で **agency judgment** をさせるという負荷をかけました。

self 感覚は **insula**, **non-self** 感覚は **inferior parietal** が関与していると思いますが、そのどちらかであるかを判断する際には、**posterior midline cortex (precuneus~PCC)** が重要になってくるのか と思います。

本研究では触れていませんが、今後の仮説として、**posterior midline cortex** は、「**switching hub**」のような機能をしているものと思われ、**self judgment** のときには **insula** と、**non-self judgment** のときは **inferior parietal** との「**functional connectivity**」が強まっているのかと推測します。

今後、「**functional connectivity**」について、検討していきたいと思います。fMRI で、評価することが可能のようです。(前田貴記)

.....

「自己意識」：(人は) 自分を対象とする意識。自分で

自分を自覚的に変革する可能性をもち得る。自己と他者とを照合させる？

最高レベルの意識は、「自己意識」と呼ばれるものである。Jackson 理論に従えば、「精神・心・意識は神経系進化の最高段階（を含む階層構造）」である。前頭前野は脳の最高部位としての機能、すなわち、倫理、道徳、美意識などの高度な精神機能の発現に関与する領域とされてきた。最近、前頭葉障害の症例研究、外傷後の性格変化、高度の記憶障害、作業記憶(working memory)の研究、一部の精神病患者に認められる脳の萎縮、統合失調症患者と前頭葉器質的障害患者との症状の比較研究など科学的メスが入れられるようになった。それらの研究結果によれば、前頭前野は行動の計画を立て、結果を予測し、判断し、適切な選択を行う上で大きな役割を演じており、その障害が起こると「実行機能」が難しくなる。必要な情報を選択的に取り出して、処理し、感覚系や運動系などの機能系を協調して働かせることが困難になるのである。このような前頭前野という最高の階層に属する脳部位に障害を生じた人たちに対して、どのような科学的な医療が、そして社会的援助（軽労働などによる社会復帰後の生活の保証）がなされるべきか。可塑性をもった神経組織の機能回復を目的に、科学的根拠をもった、身体的および「精神的」リハビリテーションの実行が期待される。

「“高次”の意識」については、古代ギリシヤ哲学者の素朴な推測から、17世紀のデカルトを中興の祖として、近代に至るまで一元論、二元論、唯物論、唯心論など様々な立場からの哲学者や自然科学者の見解がある。筆者は、ひとりの脳科学研究者兼精神科医として、以下に若干の考察を試みてみたい。

サルがヒトとなる（人間化する）条件下で、すなわち、直立歩行、道具の使用、共同労働、言語の使用 など（エンゲルスが「自然の弁証法」の中で考察した）が進むに従って、前頭葉とくに言語野を含む前頭前野が著しく発達する。この段階になって条件反射第二信号系（言語信号系）がはっきりとした機能を備えて成立する。

この段階まで進んだ「意識」の内容は、動物一般→哺乳類→霊長類→ヒトへと進化するにつれて、漸次連続的に高等化する。①認知機能が高まり、その概念化/抽象化が可能となる、②運動性言語野が前連合野（前頭前野）内に発達し、社会集団生活を営む中で、サルがヒト化する過程で、条件反射第二信号系が獲得される。③外界または他中心 *altro-centric* の捉え方から自己中心 *ego-centric* の認識へ（おそらく頭頂葉⇔前頭葉の連合回路が関わる）、そして全体的・相対的事象の捉え方が可能となる。④脳の発達・進化に伴い、海馬→後連合野（&帯状回）→前頭前野へと認知・記憶の面での主要な活動中心が変容する（おそらく、探索活動や定位反射に関わる、 θ 波の形成・伝播が鍵となろう、実験データとしての確たる根拠はないが）。⑤前頭前野の発達と、後

連合野⇔前頭前野の相互的連絡、⑥大脳皮質を中心とする皮質内および皮質・基底核・視床・皮質を包摂して循環する、総合的、同時的、並列的、神経回路の機能的役割の飛躍的増大（図 5, 8 参照）、⑦ここで初めて、ヒトにおける自意識について考察し得る。すなわち、コミュニティー内での共同の作業と言語活動による交流を通じて、健康者と病者、あるいは、障害者と非障害者をともに受け入れて、長い時間をかけて築いてきた「ヒト特有の群れ」の特性である社会性が、前頭前野の活動により、その歴史的進化の蓄積の中で醸成される。

ヒトは家を建てる前に完成した家をイメージすることができる。また、農耕・狩猟生活をするときに、作物・獲物の備蓄について計画を立てることができる。ヒトの場合は、巣を造営し、食物を貯蔵するなどの社会的生活を営むミツバチや働きアリとは、予め意識した計画的行動をなしうるという点で異なる。ヒトは共同生活をするにより身振りと言葉を用いた言語によるコミュニケーションを成立させ、社会生活、コミュニティーを形成してきた。この社会的認知の確立には、前頭前野のはたらきが中心的役割を演じる。しかしその場合、重要なのは、単なる脳の進化の産物とか、「階層の高い脳」だけの働きではなく、その中で生活するヒトという動物が積み上げてきた、全階層の中枢の総合的機能の産物である。今日必要なのは、不幸にして精神疾患や認知機能障害を生じてしまった人たちや高齢者に対して、予防および治療面で、この社会の中で人間としての尊厳を保障した医療・看護、福祉労働を公的な責任で制度として継続させて行くことである。

自己意識・社会性・他者と自然・医療と福祉

サルがヒトとなる条件下で、すなわち、直立歩行、道具の使用、共同労働、言語の使用などが進むに従って、前頭葉とくに言語野を含む前頭前野が発達する。この段階になって条件反射第二信号系（言語信号系）がはっきりとした機能を備えてくる。

ヒトへと進化するにつれて、漸次連続的に高等化する「意識」の内容。①認知機能が高まり、その概念化/抽象化が可能となる、②運動性言語野が前連合野（前頭前野）内に発達し、社会集団生活を営む中で、サルがヒト化する過程で、条件反射第二信号系が獲得される。③外界または他中心 *altro-centric* の捉え方から自己中心 *ego-centric* の認識へ（おそらく頭頂葉⇔前頭葉の連合回路が関わる）、そして全体的・相対的事象の捉え方が可能となる。④脳の発達・進化に伴い、海馬→後連合野（&帯状回）→前頭前野へと認知・記憶の面での主要な活動中心が移行する（おそらく、探索活動や定位反射に関わる、 θ 波の形成・伝播が鍵となる）。⑤前頭前野の発達と、後連合野⇔前頭前野

の相互的連絡、⑥大脳皮質を中心とする皮質内および皮質・基底核・視床・皮質を包摂して循環する、総合的、同時的、並列的、神経回路の機能的役割の飛躍的増大、⑦ここで初めて、ヒトにおける自己意識について考察し得る。すなわち、コミュニティ内での共同の作業と言語活動による交流を通じて、健康者と病者、あるいは、障害者と非障害者をともに受け入れて、長い時間をかけて築いてきた「ヒト特有の群れ」の特性である社会性が、前頭前野の活動により、その歴史的進化の蓄積の中で醸成される。

ヒトは共同生活をする事により身振りと言葉を用いた言語によるコミュニケーションを成立させ、社会生活、コミュニティを形成してきた。この社会的認知の確立には、前頭前野のはたらきが中心的役割を演じる。その場合、重要なのは、単なる脳の進化の産物とか、「階層の高い脳」だけの働きではなく、その中で生活するヒトという動物が積み上げてきた、中枢神経系の全階層にわたる総合的機能の産物である。必要なのは、不幸にして精神疾患や認知機能障害を生じてしまった人たちに対して、予防および治療面で、この社会の中で人間としての尊厳を保障した医療・看護、福祉労働を公的な制度として継続させることである。

元来、生物は自然に働きかけ、また反対に、働きかけられてその姿を変えるというように、自然との関係は生態的に互いに結びついている。動物は、進化の過程で、その能動的活動を次第にたかめてきた。「ヒト化」して群れを作った人間が、共同して農耕・狩猟を初めとした労働を営む中で、言葉を使った会話をするようになり、長い時間をかけて人間特有のコミュニティ社会を造り上げた。人間は原始・石器時代を経て、人類の歴史の中に、文化、芸術、学問体系、教育システム、科学、医療、技術を創り上げてきた。外界の物質を感覚し、認知することから出発して、社会性を備えるに至った意識の成立こそ人間を特徴付けるものである。サルの脳からヒトの脳へと進化させた基本的な力は「労働」と「言語」であるが、それを一段と高い段階にまで推し進めたものは、新たな要素として加わった「人間社会」での交流であった。医療と福祉の原点がここにある。

.....

第#章

我々は、進化論的視点に基づき、パブロフの力学モデルにおける第1章の図3および図4のパブロフ概念について、高次脳機能を支える意識の問題を論ずる。

4-1.意識の第一段階、第0信号系、無条件反射について

1. 生命を支えている「低い」段階にある“意識”で、脊髄・脳幹（さらには間脳まで）が新陳代謝を営んでいるという、無条件反射（パブロフ）レベルの話である。「意識下」と

いう用語を用いる人もいる。

2. 脳髄内には脳幹網様体が存在し、Moruzzi と Magoun (1949) の脳幹網様体賦活説（網様体→視床非特殊核→新皮質）、セロトニンが減ると覚醒、増えると睡眠という Jouvett (1972) のモノアミン仮説などがある。あるいは視床網様系（thalamic reticular system ; Jasper ら Montreal 学派）といわれる組織構造が認められる。
3. この構造内にはアミン、ペプチド、コリンを生産する神経細胞集団があり、そこから軸索繊維を縦横に網状に伸ばしている。
4. 脳幹の前方部は間脳といわれる領域で、背側部の視床と、内分泌系・自律神経系の中心的な部位にあたる腹側部の視床下部と、に大別される。
5. 視床は、間脳の大部を占め、外界および内部環境からの刺激/興奮を大脳皮質に伝える。特殊核と非特殊核がある。
視覚・聴覚・体性感覚など特定の感覚の伝達経路の中継核が前者、視床網様核、正中核群、髄板内核群などが後者に相当する。
6. 視床下部は前脳とともに覚醒・睡眠を司る中心部位であるが、そのほかに、摂食中枢、性機能、生体リズム、体温調節、エネルギー・水分代謝に関わり、本能行動や感情表出にも関与する。
7. 視床には賦活系投射（activating system）のほかに、大脳基底核と小脳からの大きな入力がある。大脳皮質からの投射もある。
他に背外側被蓋核（LDT）、脚橋被蓋核（PPN）や前脳基底野からのアセチルコリン系の入力もある。
8. 以上が、「生きている、息をしている」レベルの、動物の生命活動の根源に関わる生物学的神経基盤となる意識の第一段階の構造である。

4-2. 意識の第二段階、第1信号系、あるいは、第2信号系の端緒について

1. サルからヒトへと進化する過程で、樹上生活から地上四足歩行を可能にした下肢（脚）と、移動(locomotion)の用具から解放された自由上肢(手/前足)を用いることによって、**労働の器官として道具を使用し得るようになった。**
2. 直立歩行に伴い、**発声器官が形態変化（咽頭と舌骨の位置が下降し、鼻腔と喉頭が分離され）**を起し、母音のみを連続的に発声するチンパンジーの段階から子音発声機構を発達させたヒトは、労働の発達の結果、互いに協力するという機会をふやし、集団生活の中でコミュニケーションに必要な音節に分かれた言語、すなわち、言葉を獲得するに至った。そして、これらの新しい環境下で、大脳皮質領域が活性化され、興奮域と抑制域が動的に変動し、高度の構築をもった皮質に大きく発展した。
3. パブロフの条件反射は、脊椎動物のレベルで出現した。この**意識の第二段階ではパブロ**

フ条件反射の第1信号系（感覚信号系）に留まっているか、あるいは、第2信号系（言語信号系）の初めの段階である。つまり、感覚性言語野が後連合野内に発達する途上の段階である。

4. この意識の第二段階の形態は、「感覚器官を通して知覚できる」、つまり“状況がわかる”という程度に達している。
5. 脳内基盤としては、視床・新皮質（および大脳基底核）回路が関与し（詳細はⅡ参照）、一次知覚野と後連合野で主たる機能が発揮されて外界からの情報が健全な覚醒下で処理される。

4-3.意識の第三段階、第2信号系、自己意識の出現について

1. この意識の第三段階の特徴は、「自己意識」と呼ばれるものの出現である。Jackson理論に従えば、「精神・心・意識は神経系進化の最高段階（を含む階層構造）」であり、パブロフの条件反射の第二信号系に相当する。
2. サルがヒトとなる条件下で、すなわち、直立歩行、道具の使用、共同労働、言語の使用などが進むに従って、運動性言語野を含む前頭前野が著しく発達する。
3. この4-3の段階まで進んだ「意識」の内容は、脊椎動物→哺乳類→霊長類→ヒトへと進化するにつれて、漸次連続的に高等化する。
 - ①認知機能が高まり、その概念化/抽象化が可能となる、
 - ②運動性言語野が前連合野（前頭前野）内に発達し、社会集団生活を営む中で、サルがヒト化する過程で、条件反射第二信号系が獲得される。
 - ③外界または他者中心 *altro-centric* の捉え方から自己中心 *ego-centric* の認識へ（おそらく頭頂葉⇔前頭葉の連合回路が関わる）、そして全体的・相対的事象の捉え方が可能となる。
 - ④脳の発達・進化に伴い、海馬→後連合野（&帯状回）→前頭前野へと認知・記憶の面での主要な活動中心が変容する。
 - ⑤前頭前野の発達と、後連合野⇔前頭前野の相互的連絡、
 - ⑥大脳皮質を中心とする皮質内および皮質・基底核・視床・皮質を包摂して循環する、神経回路の機能的役割が飛躍的に増大する。
 - ⑦ここで初めて、ヒトにおける自己意識および自他（意識）識別について考察し得る。
4. （「照合機能」、「自他意識」、「随伴発射」およびそれらの障害など、最近の研究結果を考察し、第5章に記述する）。
5. すなわち、コミュニティ内での共同の作業と言語活動による交流を通じて、「ヒト特有の群れ」の特性である社会性とその歴史的進化の蓄積の中で醸成される。

言語の発生
 自他の区別
 自己意識

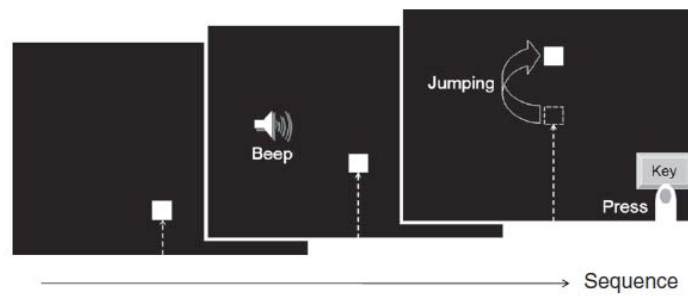


Fig. 1. Illustration of the trial. Each trial started with a dark computer screen. A square piece then appeared at the bottom of the screen and moved straight upward at a uniform speed (22 mm/s). Subjects were instructed to press a key with their dominant index finger when they heard a beep. When the subject pressed a key, the piece on the monitor jumped 35 mm upward, with various temporal biases.

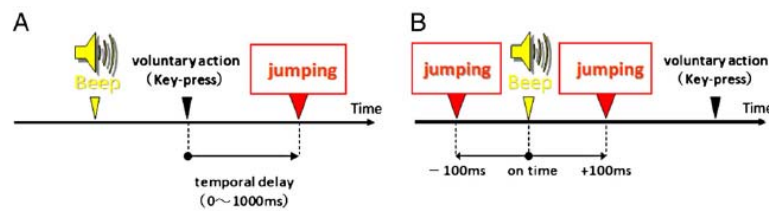
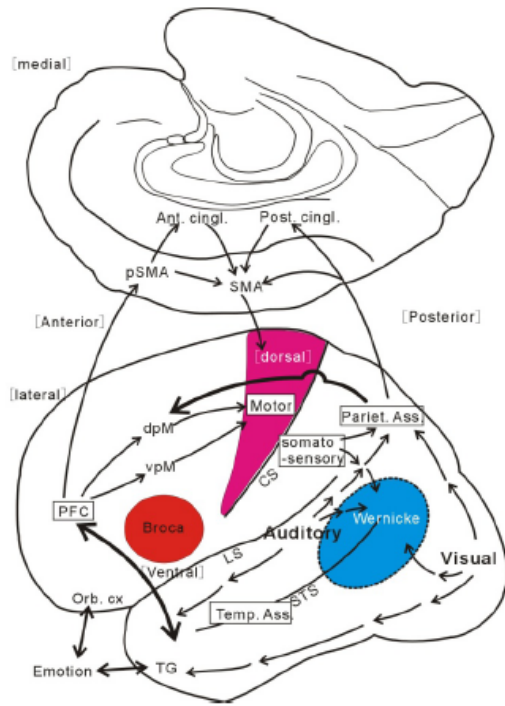


Fig. 2. Temporal sequence of a trial. A: Action-linked condition. Temporal delays were introduced from 0 to 1000 ms in 100-ms increments. B: EPA (event prior to action) condition. EPA trials were included during which the movement of the piece on the screen was based on the beep and not on the key press, where the movement of the piece was programmed to precede subjects' intentional actions. There were three EPA conditions in which: the piece jumped 100 ms before the beep, at the time of the beep, or 100 ms after the beep.

[III]

Cerebral cortex 大脳皮質



PFC,

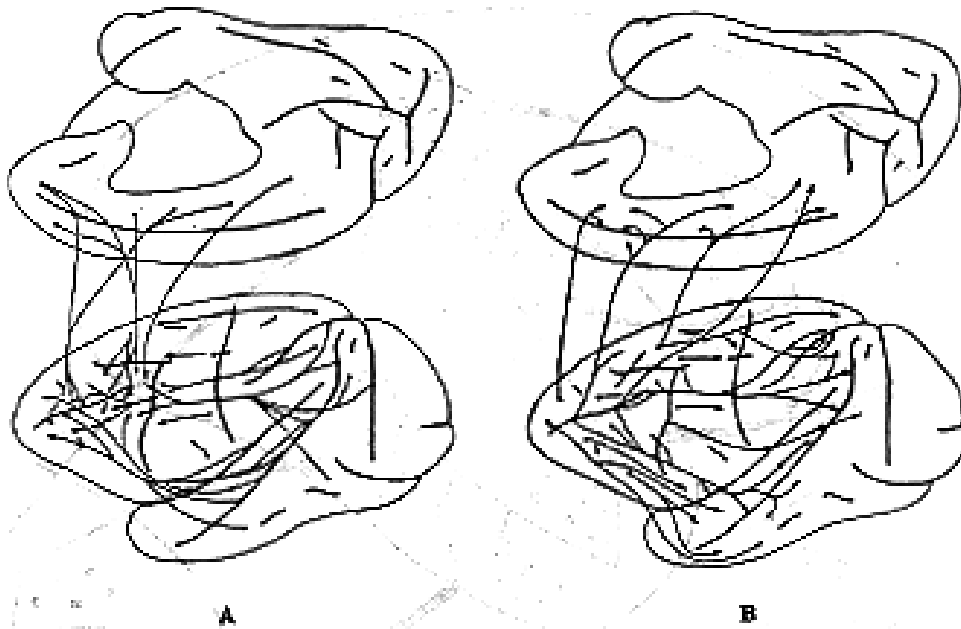
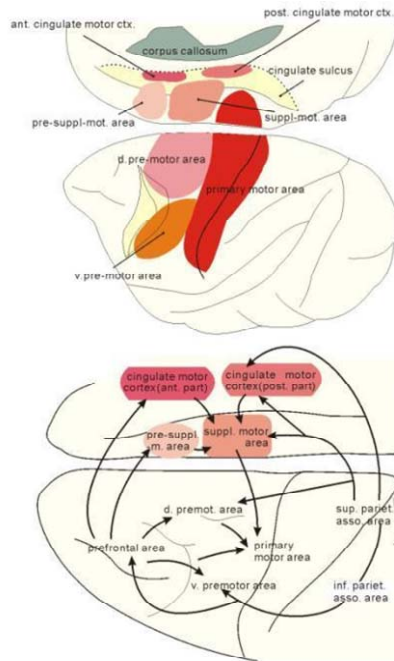


図 2 A. サルの前頭葉への杏仁核皮質間結合, B. サルの前頭葉からの杏仁核皮質間結合。

Motor system Intention 能動性



Connections involving motor areas (Tanji, 1999)

Ant Cingulate

前部帯状回 意欲、意志 自覚的・能動的運動、能動性、Will, 意
行動面における企図と遂行のチェック・訂正にみられる「照合 Matching」
および 行動の 準備にみられる 順序、企図、発動、など

Posterior Parietal cortex,

異種感覚・知覚・認識機能の融合

Insula

言語野一部 in connection with Broca area、自己意識？

Anatomy

The anterior insula is larger than is the posterior insula. Most of the input to the anterior insular is derived from the basal part of the ventral medial nucleus in the thalamus and the central nucleus of the amygdala. Furthermore, the anterior insular also projects back to the amygdalas. The posterio

insular, in contrast, is connected to areas in the primary and secondary sensory cortices. This region also receives input from the ventral posterior inferior in the thalamus via the spine.

Overall,

The insular cortex, sometimes called the insula, is integral to the experience of emotions, the processing of tastes, the memory of procedures, and the control of motor responses as well as interpersonal behavior.

Functions of the insular cortex

Risky decision making

The insular cortex seems to be intimately involved in decision making, especially when the outcomes are uncertain (e.g., Preuschoff, Quartz, & Bossaerts, 2008). That is, individuals often need to decide which of several alternatives to pursue. Occasionally, some of these options could potentially elicit a host of aversive outcomes. When individuals anticipate the possibility of potential adversities, the insular cortex seems to become especially activated (e.g., Critchley, Mathias, & Dolan, 2001; Smith, Mitchell, Hardin, Jazbec, Fridberg, Blair, & Ernst, 2009). Indeed, anticipation of negative stimuli is regarded as one of the key functions of the insular cortex (e.g., Seymour, Singer, & Dolan, 2007).

Perhaps because of this anticipation of negative events, activation of the insula is correlated with risk aversion (e.g., Kuhnen & Knutson, 2005; Paulus, Rogalsky, Simmons, Feinstein, & Stein, 2003). Indeed, after lesions of the insular cortex, individuals prefer more risky options in gambling tasks--that is, options in which the outcomes are less certain (Clark, Bechara, Damasio, Aitken, Sahakian, & Robbins, 2008). Presumably, when this region is activated, individuals become more sensitive to adverse possibilities, sometimes called a sensitivity to punishment. Risky alternatives, in which adversities are possible, thus seem less appealing.

Moral decision making

The insular cortex also seems to be involved in moral decision making. That is, in many instances, individuals need to decide between two alternatives. One alternative will increase equity. The other alternative will reduce equity but increase the aggregate resources. To illustrate,

governments might need to decide whether to fund all schools, which improves equality, or only the schools that perform well, which can encourage performance on average but undermine equality.

As fMRI studies highlight, when activity in the insular cortex is elevated, individuals subsequently prefer the more equitable option (Hsu, Anen, & Quartz, 2008). Thus, the insular cortex seems to inhibit inequitable as well as risky decisions.

The Ultimate Game task has often been administered to assess these preferences towards the equitable distribution of resources. Typically, participants interact with another person who has been bestowed a sum of money. This person is then instructed to share a small amount of this money with participants. If participants reject the offer, neither they nor this person receive any of the money--but the outcome is equitable. If participants accept the offer, the other person does retain most of the money and, hence, the outcome is not equitable.

As Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, and Cohen (2003) showed the insular cortex becomes activated in the aftermath of unfair responses. Hence, the insular seems to represent inequity. Furthermore, this activation often translates to rejection of the offer.

Anxiety and neuroticism

Some researchers maintain that elevated levels of insular activation might vary consistently across individuals. That is, activation might be especially elevated in some individuals, across a range of settings. This elevated activation of the insula might coincide with neuroticism and anxiety disorders (Paulus & Stein, 2006). This premise is consistent with the findings that insular activation is associated with sensitivity to punishment and adversity.

To demonstrate, in a study conducted by Stein, Simmons, Feinstein, and Paulhus (2007), a series of positive, neutral, and negative facial expressions were presented. Interestingly, in patients who report elevated levels of anxiety and neuroticism, both the amygdala and insular were especially sensitive to the emotional expressions. Similarly, Wright, Martin, McMullin, Sin, and Rauch (2003) showed that insula activity is elevated in individuals with phobias of small animals.

Furthermore, drugs that alleviate anxiety have been shown to suppress insula activity, as reviewed by Paulus and Stein (2006). An example is lorazepam, a benzodiazepine drug, which can curb panic and other forms of anxiety, but also reduces insula activity (Paulus, Feinstein, Castillo, Simmons, & Stein, 2005). This finding also aligns to the proposition that many anxiety disorders might coincide with elevated activation of the insula.

Bodily awareness

The insular cortex seems to be involved in awareness of bodily states (see Craig, 2009; see also Karnath, Baier, & Nagele, 2005), and this awareness also modulates physiological responses. For example, the insular seems to be involved in the awareness and sensation of pain (see Baliki, Geha, & Apkarian, 2009). Even imagining pain in the body activates the insula (Ogino, Nemoto, Inui, Saito, Kakigi, & Goto, 2007).

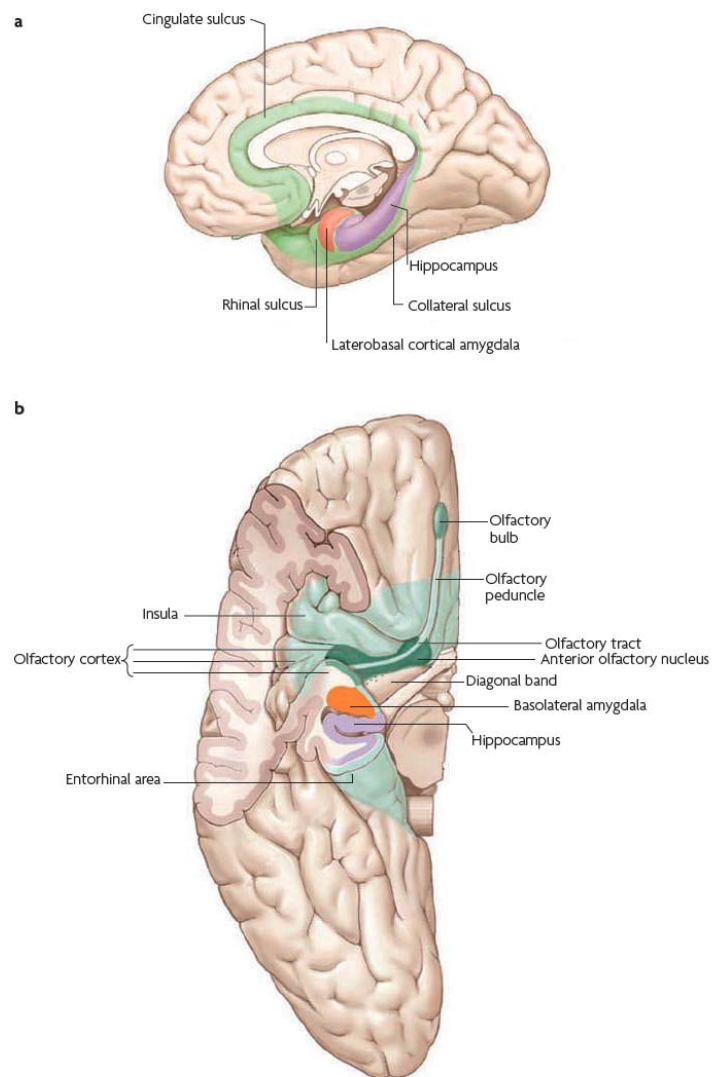
In addition to pain, many other bodily sensations activate the insula, such as warmth (Olausson, Charron, Marchand, Villemure, Strigo, Bushnell, 2005) and stomach distension (Ladabaum, Minoshima, Hasler, Cross, Chey, Owyang, 2001). These responses to bodily sensations can then affect physiological processes, such as regulation of blood pressure, especially during exercise and exertion (see Williamson, McColl, Mathews, Ginsburg, & Mitchell, 1999).

Motor control

In addition to representing bodily sensations, the insular cortex is also involved in motor control, such as eye movement, swallowing, the cardiac system (Williamson, McColl, Mathews, Ginsburg, & Mitchell, 1999), and speech (Dronkers, 1996). For example, the insular cortex is vital to facilitate the articulation of long, complex sentences (Borovsky, Saygin, Bates, Dronkers, 2007).

Box 1 | The co-activation of the AIC and the ACC

It is understandably mystifying that a region of the ventrolateral prefrontal cortex (the anterior insular cortex (AIC)) and a region of the medial prefrontal cortex (the anterior cingulate cortex (ACC)) are co-active in so many behaviours, because such widely separated regions in the cortex generally have distinct roles. The insular cortex was long regarded simply as a visceral sensory region, based on findings by Penfield, Mesulam and Saper⁸⁴⁻⁸⁶, whereas the medial prefrontal cortex has been associated with conflict responses, impulsive behaviour and autonomic activity. In an earlier article I suggested that the insula and the ACC be regarded as limbic sensory and motor cortices that respectively engender the feeling and the motivation (agency) that constitute any emotion¹. This suggestion was based on the dual lamina I spinothalamic projection to both the insula and the ACC, the co-activation of these areas in virtually all studies of emotion, their respective descending projections to sensory (parabrachial nucleus) and motor (periaqueductal grey) brainstem regions, the overall anatomical organization of the frontal cortex into sensory and motor networks, and the evolutionarily ancient limbic role of the cingulate cortex in integrated behavioural control. I regarded the AIC as the probable site for awareness on the basis of its afferent representation of the 'feelings' from the body, and the ACC as the probable site for the initiation of behaviours. A recent review⁸⁷ offered support for this view and an explanation for the anatomical separation of the insula and the ACC. The ACC evolved first as a motor-control region aligned with the sensory integration, in the hippocampus and the amygdala, of olfactory-guided group behaviour in mammals. The insula evolved later for cortical processing of homeostatic sensory activity in the individual animal. The two regions naturally became linked for integrative autonomic control, and in mammalian evolution the insula grew as limbic behavioural activity became aligned more with autonomic activity than with olfactory activity. This anatomical perspective⁸⁷ is illustrated in the ventral view of the brain in the figure, which reveals the common relationship of these structures to the olfactory epithelium. Figure is reproduced, with permission, from REF. 87 © (1999) Elsevier.



Precuneus,

Precuneus shares intrinsic functional architecture in humans and monkeys

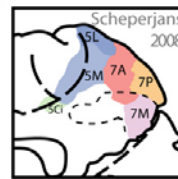
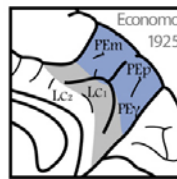
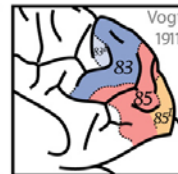
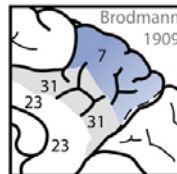
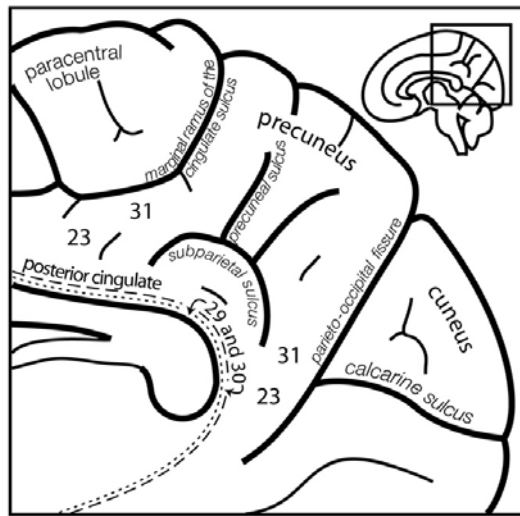
Daniel S. Margulies et al. (2009)
Evidence from macaque monkey tracing studies suggests connectivity-based subdivisions within the precuneus, offering predictions for similar subdivisions in the human. Here we present functional connectivity analyses of this region using resting-state

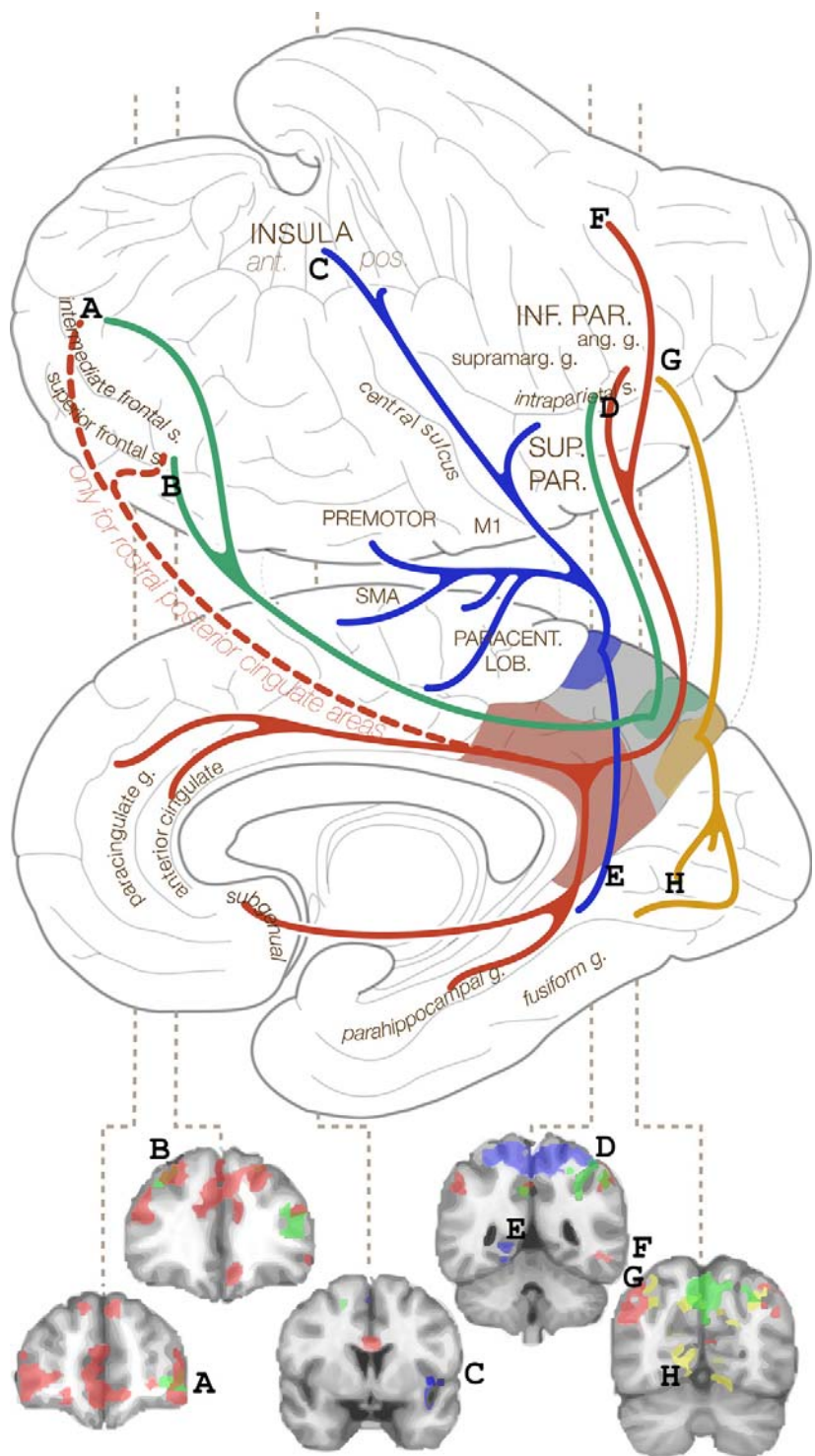
functional MRI data collected from both humans and macaque monkeys. Three distinct patterns of functional connectivity were demonstrated within the precuneus of both species, with each subdivision suggesting a discrete functional role: (i) the anterior precuneus, functionally connected with the superior parietal cortex, paracentral lobule, and motor cortex, suggesting a sensorimotor region; (ii) the central precuneus, functionally connected to the dorsolateral prefrontal, dorsomedial prefrontal, and multimodal lateral inferior parietal cortex, suggesting a cognitive/associative region; and (iii) the posterior precuneus, displaying functional connectivity with adjacent visual cortical regions. These functional connectivity patterns were differentiated from the more ventral networks associated with the posterior cingulate, which connected with limbic structures such as the medial temporal cortex, dorsal and ventromedial prefrontal regions, posterior lateral inferior parietal regions, and the lateral temporal cortex. Our findings are consistent with predictions from anatomical tracer studies in the monkey, and provide support that resting-state functional connectivity (RSFC) may in part reflect underlying anatomy. These subdivisions within the precuneus suggest that neuroimaging studies will benefit from treating this region as anatomically (and thus functionally) heterogeneous. Furthermore, the consistency between functional connectivity networks in monkeys and humans provides support for RSFC as a viable tool for addressing crossspecies comparisons of functional neuroanatomy.

Conclusion

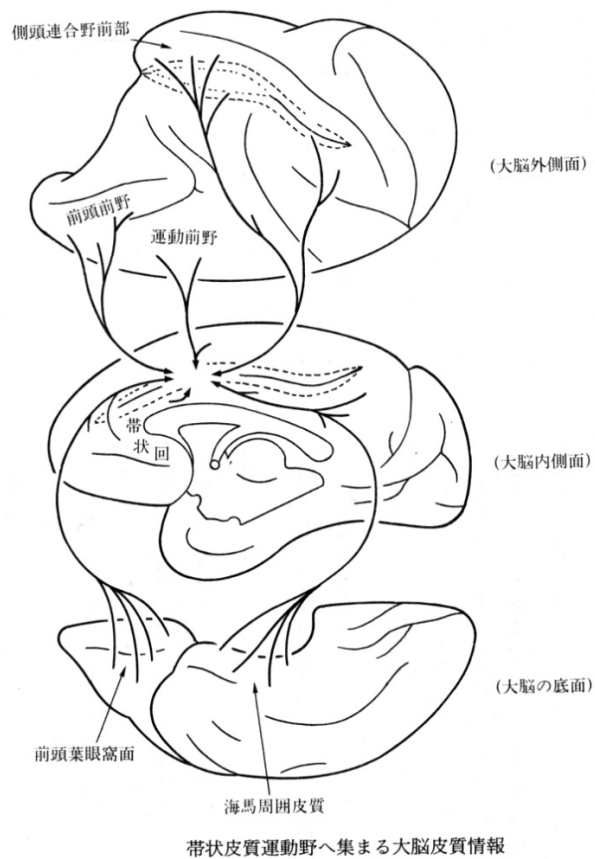
While the resurgence of interest in the precuneus has generated novel research questions regarding high-level cognition (1–3), it would be erroneous to overattribute functional roles in the absence of clear evidence. The search for common denominators of these functions must be accompanied by efforts to delineate functional subdivisions based on anatomical evidence. We suggest that a more complete understanding of the potential involvement of the precuneus

in a diverse array of clinical and psychiatric conditions, as well as a wide range of cognitive tasks, may benefit from the consideration of functional boundaries within the precuneus and also between the precuneus and posterior cingulate cortex. We propose that the subdivisions based on precuneal functional connectivity patterns observed in the human brain, which are related to tracing studies in the macaque monkey, can serve as initial markers for further investigation. We have shown that the precuneus and other areas within the PMC comprise a series of related but discrete regions that participate in distinct functional networks. This differentiation is especially important considering the rise of interest in the default-mode network, the posterior component of which is typically referred to as a single homogenous region, the “posterior cingulate/precuneus.” The clear differentiation of the precuneus into 3 functionally relevant anterior-posterior subdivisions merits further attention in the evaluation of activation/connectivity loci within the region. Further work is needed to understand how the complexity of precuneus, and its interactions in several large-scale networks that have been preserved across species, relates to high-level processing in both humans and nonhuman primates.





ant.cingulate,



post.cingulate

言語 発展 抽象思考 (認識)

思考の運動を意識の知覚 (認知) に照合・統一・融合させる。

- # 1. 手 (腕) 道具の使用・作製・改良
- # 2. 発声器官 コミュニケーション 社会性
- # 3. 脳 精神機能 (知・情・意・想)

以上の3者共同を 個人の level のみならず 社会の level にも適応をひろげる。

動物の場合には、意識的・計画的な行動能力・行動様式は、神経系の発達に比例して、萌芽の形で認められる。つまり、哺乳類では、極めて高度の段階にまで達している。一般に、動物は人間との交渉によって、高度に進化した。今日の家畜は子供の「いたづら」の水準にある。

これらの発達基盤があつて、労働と共に / 労働のなかから 言語が生まれた。
抽象化段階の思考が可能となり、論理的整合性や構想を検討し得る照合機能 [Matching](#)

言語

高次の符号としての言語の“反射”概念への導入とその確立：第二信号系すなわち言語条件反射

直立二足歩行を獲得した高等霊長類の皮質運動領は、身体を支え歩行を可能にした下肢（脚）の領域 や locomotion の用具であることから解放され道具の作製を可能とした自由上肢（手）の領域が refine されて量質共に大きな発展を遂げる。かくして、道具を用いた労働を協同して行うことができるようになる。

新たな環境におかれて“活性化”したこれらの動物の脳皮質運動野は、種々の感覚による条件刺激によって“活性化”された感覚野の活動と相俟って動的に変化し、高度の構造をもった皮質に発達する。パブロフはこの事象を、脳皮質構成に関する「動的モザイク説」と名付け、皮質領内で興奮領域と抑制領域とが静的に定常化しているのではなく、その部位と範囲が瞬間、瞬間ダイナミックな変化をするとして説明している。この段階まで発達した脳皮質内において、多種多様な感覚刺激の組合せ（cross-matching）による条件反射が形成され、これらの条件刺激を符号として認識するというコミュニケーションの基盤を生みだされ、社会集団のなかで労働するという過程で信号が複雑化してきた。パブロフは「人間が社会的になってきた所にはじめて質的に異なった機能—言語機能系が生じた」と言っている。すなわちコミュニケーションの最高に発展した形態が言語による交流である。なお、後述するように、これらの各段階の底流にあるものは「遺伝子の変化が生みだすその複雑化」である。

最も高度に発達した脳髓をもつヒトにおいては、脳新皮質の発達に伴い高度な符号の認知が可能になり、伝達事項の複雑化とともに内容が概念化し抽象化した結果として感覚性言語領

(ウェルニッケ領野、ここで言語の意味・内容が理解される)が後連合野内に形成される。さらに、環境からの刺激をうけて後連合野内の皮質活動は活発になり、皮質間に発達した神経回路(皮質皮質間結合)を用いて一層脳の発達が促がされ、前頭葉内に運動性言語領野(ブローカ領野、ここで言語の内容が構築され能動的に表現される)が形成されるに至る。このように言語は、動物間の単なるコミュニケーションの手段として成立し発達したものであるが、進化論的にみて個体が環境との接触(相互作用)の中で高度の「条件反射系」を使って思考内容を表現し、抽象化した概念を客観的方法をもって世代間を超えて継承できる手段として発達してきた。これがすなわち、人間社会においてのみにみられる、文化、文明の世代間を超えた継承の基盤である。

ここで、以上の文脈の中で話題にされてきた条件反射と言語の関係について整理してみたい。一般の動物は、一つの無条件反射系と一つの条件反射系の二つしかもっていない。これに反して、ヒトは三つの高次神経系、すなわち、一つの無条件反射系と二つの条件反射系をもっている。一つの無条件反射系とは、皮質下領域にみられる反射あるいは「本能」の体系を言い、二つの条件反射系とは、 大脳皮質にある第一信号系あるいは感覚信号系と第二信号系あるいは言語信号系を言う。第二信号系は、系統発生的にみて、ヒトがサルのような動物段階から社会的集団生活を営むように進化していく過程で獲得した条件反射活動であると考えられる。

このように、動物とくに高等動物の行動は条件反射で構成されている。条件刺激となるものは動物ではすべて具体的な自然の事象であるが、ヒトでは言語が条件刺激となって信号系に加わる。パブロフは言語を第二信号系と名付け、動物とヒトに共通な基礎的な信号系を第一信号系とよんで区別した。言語が条件刺激となって働くとき、それは具体的な自然の事象を表示し、信号の信号として働くのであって、第一信号系とは性質を異にしている。第二信号系は<言語条件反射>とよばれることもあるが、パブロフ学説にしたがえば、条件反射の一種にすぎないのではなく、第一信号系とは質的に異なる高次の信号系なのである。ヒトを含む高等動物では、無条件反射の中樞は大脳皮質下から脊髄にあり、第一信号系の中樞はひろく大脳皮質に形成される。第二信号系は新皮質、とくに言語機能に関係する連合野にその中樞の座があるとされている。

以上は **脳と神経—分子神経生物学入門**(金子章道、川村光毅、植村慶一編、共立出版株式会社、1999 発行)

拙論 **条件反射と高次機能**(Conditioned reflex and higher functions of CNS) より

言語に対する条件反射の機制は、パブロフによれば、第一に、皮質をとおして発声器官の神経と筋肉に結びつけられている感官刺激であり、ついでこんどは、これらの神経と筋肉が運動感覚による刺激作用を皮質に送りこむ。皮質のなかでは、これらの運動感覚による刺激は他の条件言語信号に結びつけられる。感官刺激は実在の第一次信号であり、動物にあつては、唯一の信号である。しかし人間にあつては、これらの感官刺激が、まず第一に行動を生みだすのではなく、ヨリ以上の連合を形成するために、発声器官を刺激して運動感覚による刺激を皮質に送り返しており、この事実が、第一信号系を基礎にしてつくられている第二次あるいは言語信号系を構成している。この第二信号系こそが、思考、意識、そして精神過程一般の神経装置を構成している。同時に、言語信号系は第一信号系に、つまり外界からの感官刺激に絶対的に依存しており、究極的には外界からの刺激のみがことばを生みだすことができるのだが、そういう事実が思考と感覚的経験、理論と実践とのあいだに密接な関係があることを保証している。ある人間の生きかた、彼がおこなう社会的実践の種類は、結局は、彼がどのように考え、どのように感ずるかを決定するであろう。

猿が人間になるときに高次神経過程が発達することにかんしては、労働過程は、それと相関的に発達する言語とともに、動物に見られる域をはるかにこえた皮質の発達をもたらした。こうなったのは一面では、発声器官とのあいだに複雑で多数の神経結合を必要としたためであり、また一面では、目と手との精巧さと整合とがたえず大きくなっていくなかで、手と皮質の精微な結合が生まれたためであった。労働の熟練が発達すればするほど、手や感覚器官や発声器官と皮質とのあいだに、種々の結合が発達しなければならなかった。しかし、それらの結合が発達すればするほど、技巧もますます精妙になってきた。労働過程を決定要因としてもつ、このらせん状の発達をとおして、人間は、約百万年のうちに、今日のような生理学的構造を出現させたのである。

労働過程の結果として言語が生まれたことは、だから、第一次あるいは感覚信号系を基礎にして、第二次あるいは言語信号系が生まれたことを意味した。ことばは、条件感官刺激を支配しているのと同じ法則に一般的にしたがって条件刺激である。パブロフがいつているように、「第一信号系の働きを本質的に支配している諸法則が、必然的に第二信号系をも規制していることは疑いない。なぜなら、それは同じ神経組織によっておこなわれる働きであるからである。」

この意味は、感覚像をあらわした言語信号を用いる言語系も、パブロフによって高次神経活動全体について真であることが見いだされた諸法則にしたがう、つまり条件反射の形成と消去の法則、分析と総合、拡張と集中の法則、そして一般的に興奮と制止の法則にしたがうということである。これらの法則が第二信号系の働きにかかわるときには、それらがあてはまる仕方にも法則がとる形態にも特別なものがあるだろう。さらに、第二信号系だけに特殊な法則もあるであろう。しかしいづれにせよ、それらも動物を使つての実験的研究によって明らかにされた、神経諸過程にかんする本質的な諸法則の表現に変わりはあるまいと、パブロフは確信していた。

彼はこの信念が正しいことを、病院での研究をとおして、自分で満足がいくまで証明した。神経症と精神病の種々の形態、とくにオブセツシブ強迫症、デリュージョナル妄想症、ヒポコンドリアル心気症、デプレツシブ抑うつ症といったいくつかの型にかかっている精神疾患患者を分析するなかで、パブロフは高次神経活動の諸法則を利用し、それらが第二信号系にあてはまるばあいの特殊性を証明してみせた。この研究は、以下の章で探究される。

第二信号系の作用、つまりことばが感覚的経験を媒介にして外的事物や事象の信号となる過程は、条件反射の高次神経機制によってなしとげられる。人間にとって、ことばは他のすべてのものと同様に条件刺激であり、条件反射活動の一般的法則にしたがっている。しかし、条件刺激としては、ことばは、動物の感覚的條件反射活動とくらべて、いっそう融通性があり、結合と連合の可能性もはるかに大きく、それゆえに、くらべものにならない高次の水準にあるのである。こうして、人間と動物の高次神経活動のあいだには、連続性とともにするどい断絶がある。連続性があるというのは、両者の高次神経活動が条件反射の働きであるからである。断絶あるいは飛躍があるというのは、人間は感覚系の機制を動物と共通にもっているだけでなく、言語系という付加的装置をもっているからである。

猿から人間への移行についての著作でエンゲルスが指摘した欠陥を埋めるものは、人間だけにある言語系についてのパブロフの理論である。労働過程の産物である第二信号系の機制は、移行のなかで生じた神経のあたらしい発達であった。そしてこの発達こそが、複雑な神経生活全体の根底にあってそれを可能にしている、神経の構造と諸過程とを生みだしたのである。人間の知識にこの点で欠陥があったのを埋めることによって、パブロフの高次神経過程についての科学は、唯物論にたいしてひじょうに大きな貢献をしている。この科学は、意識つまり人間の精神が、物質にたいして二次的であり、物質から派生したものであるという、唯物論の基本命題を証明するうえでの最後の環を提供している。というのは、それは、あるしかたで組織された物質、つまり相互に関連しあった感覚信号系と言語信号系とをもつ人間の大脳皮質が、労働過程の発展のなかで、どのように意識を生みだすかを示すからである。

Daß diese **Erklärung der Entstehung der Sprache aus und mit der Arbeit** die einzig richtige ist, beweist der Vergleich mit den Tieren. Das wenige, was diese, selbst die höchstentwickelten, einander mitzuteilen haben, können sie einander auch ohne artikulierte Sprache mitteilen. Im Naturzustand fühlt kein Tier es als einen Mangel, nicht sprechen oder menschliche Sprache nicht verstehen zu können. Ganz

anders, wenn es durch Menschen gezähmt ist. Der Hund und das Pferd haben im Umgang mit Menschen ein so gutes Ohr für artikulierte Sprache erhalten, daß sie jede Sprache leicht soweit verstehn lernen, wie ihr Vorstellungskreis reicht. Sie haben sich ferner die Fähigkeit für Empfindungen wie Anhänglichkeit an Menschen, Dankbarkeit usw. erworben, die ihnen früher fremd waren; und wer viel mit solchen Tieren umgegangen ist, wird sich kaum der Überzeugung verschließen können, daß es Fälle genug gibt, wo sie jetzt die Unfähigkeit zu sprechen als einen Mangel empfinden, dem allerdings bei ihren allzusehr in bestimmter Richtung spezialisierten Stimmorganen leider nicht mehr abzuhelfen ist. Wo aber das Organ vorhanden ist, da fällt auch diese Unfähigkeit innerhalb gewisser Grenzen weg. Die Mundorgane der Vögel sind sicher so verschieden wie nur möglich von denen des Menschen, und doch sind Vögel die einzigen Tiere, die sprechen lernen; und der Vogel mit der abscheulichsten Stimme, der Papagei, spricht am besten. Man sage nicht, er verstehe nicht, was er spricht. Allerdings wird er aus reinem Vergnügen am Sprechen und an der Gesellschaft von Menschen stundenlang seinen ganzen Wortreichtum plappernd wiederholen. Aber soweit sein Vorstellungskreis reicht, soweit kann er auch verstehen lernen, was er sagt. Man lehre einen Papagei Schimpfwörter, so daß er eine Vorstellung von ihrer Bedeutung bekommt (ein Hauptvergnügen aus heißen Ländern zurücksegelnder Matrosen); man reize ihn, und man wird bald finden, daß er seine Schimpfwörter ebenso richtig zu verwerten weiß wie eine Berliner Gemüsehöckerin. Ebenso beim Betteln um Leckereien.

知情意想 の 4 機能 : 精神機能簡易試験 Low-tech test (Utena)

簡易客観指標 Utena's Brief Objective Measures: UBOM-4

DOR Degree of randomness 乱数度 知 思考轉換の自由度

乱数生成テスト、完全乱数からの偏り (かたより) の程度は精神の不自由度を示す

。

PRD Puls-rate difference 心拍変動値 情 ストレス頻脈

RCT Ruler catching test (物差し落とし) 単純反応時間 意 尺度捕捉

独立変数と見做す

DOR の式

$$\text{DOR} = \sum_{i=0}^9 \left| \frac{n_i}{N_r} - 0.1 \right| + \sum_{j=-9}^{+9} \left| \frac{n_j}{N_{r-1}} - \frac{10 - |j|}{100} \right|$$

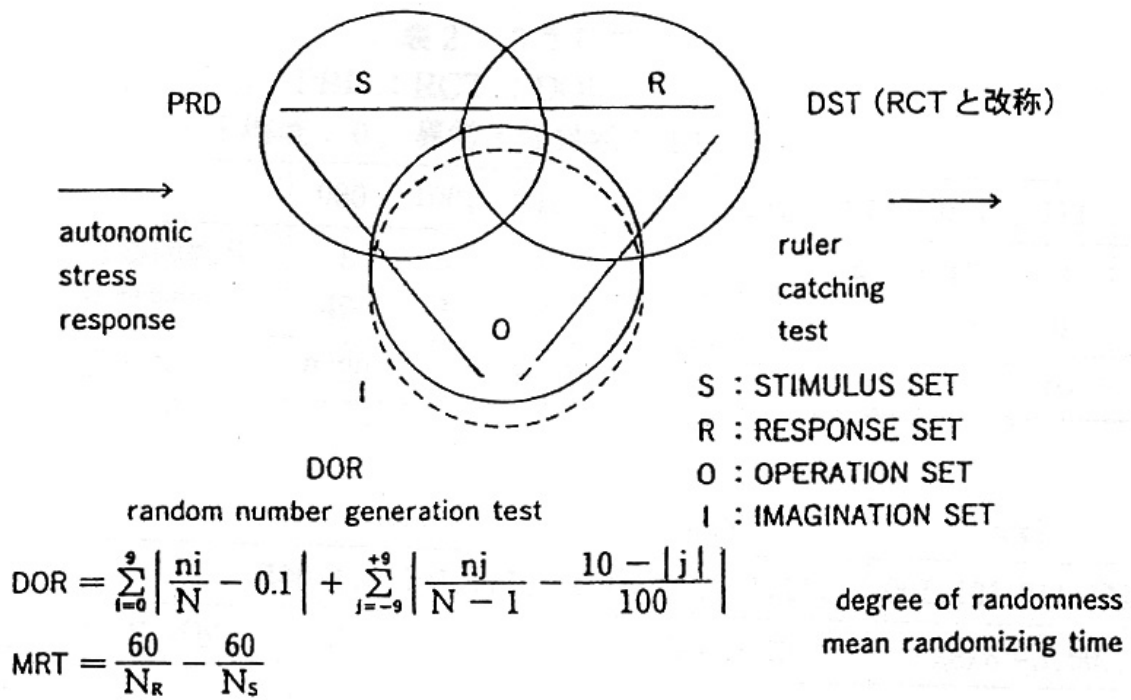


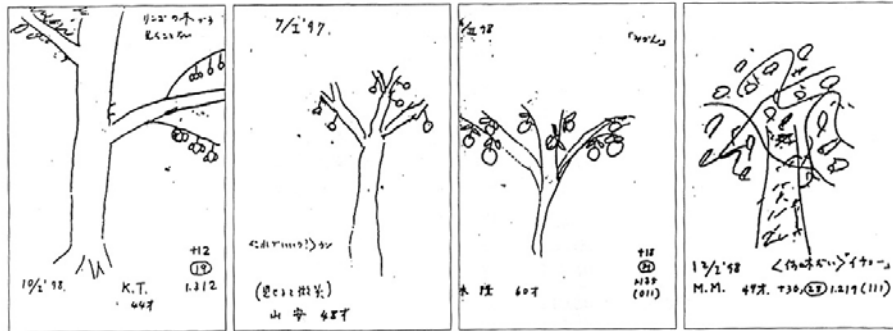
図3 精神機能地図の三角測量

Baum drawing

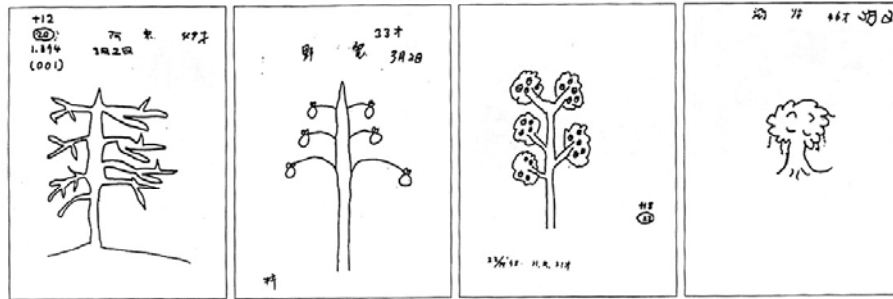
描画法(バウムテスト)

想 表象・表現

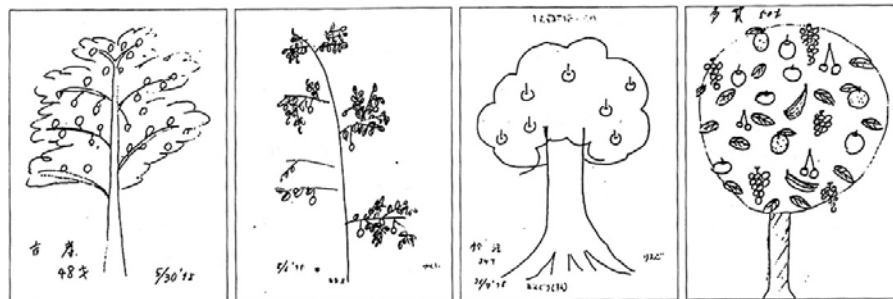
非言語的ゲシュタルト構成



異型画(1)(陽性画) (~10) C 漏洩・混沌画, 「つつぬけ」画とも称する。幹が「つつぬけ」(枝もすべて開放, 樹冠があっても天井が「つつぬけ」の場合を含む), 幹内外の相互漏洩を示唆するもの。幹と樹冠を含めて混沌とした形相を持つもの。



異型画(2)(陰性画) (~01) B 異型画(3) (1, 2の合併画) (~11) D 粗, 硬, 漠, 脆, 雑, 縮の特徴の2つ以上を持つもの。粗, 脆な1線幹はこれに属する。「つづまり」画, 「こわばり」画とも称する。



普通画(~00) A (葉書大のメモ用紙を使うので「枠付け法」に準じるものである)。写生的具象, 漫画的図形, 説明的象形でまとまりを持つもの。丹念, 精細な1線幹を含む。異常画の特徴を持たないことを条件として, 筆勢の強弱, 粗密は考慮しない。

図1 バウム画の類型(文献7)より再掲

Corollary discharge 随伴発射

Efference copy エフェレンス・コピー

Schizophrenia(SCZ 統合失調症)—as a disorder of the corollary discharge systems that integrate the motor systems of thought with sensory systems of consciousness.

I. Feinberg and M. Guazzelli in the British J. of Psychiatry 174(1999) 196-204
SCZ is a disorder of thinking.

An efference copy is used to generate the predicted sensory feedback (corollary discharge) which estimate the sensory consequences of a motor command (top row). The actual sensory consequences of the motor command (bottom row) are used to compare with the corollary discharge to inform the CNS about external actions.

[Br J Psychiatry](#). 1999 Mar;174:196-204.

Schizophrenia--a disorder of the corollary discharge systems that integrate the motor systems of thought with the sensory systems of consciousness.

[Feinberg I](#), [Guazzelli M](#).

Source

Department of Psychiatry, University of California, Davis, CA, USA.

Abstract

BACKGROUND:

In spite of intensive research, no causal anatomical lesion has been found in schizophrenia. It may instead be caused by malfunctioning circuits in the corollary discharge, feed forward (CD-FF) systems of thought.

統合失調症は、脳内の(局所的)な部位障害ではない。それは思考する際にみられる、随伴発射とフィードフォワードネットワーク(CD-FF)における神経機能回路の障害に起因するようである。

用語の定義

feed forward (CD-FF) : 一方的に信号が伝わる神経回路をフィードフォワードネットワークとよぶ。この上での発火活動を伝播と考える。このフィードフォワードネットワークとは違って、信号の伝わり方に方向性が無く、全結合で（または一定確率でランダムに）つながっているシステムはリカレントネットワークとよばれる。

AIMS:

To integrate with the CD-FF hypothesis recent data showing that subcortical motor systems participate in thinking.

METHODS:

We review CD-FF concepts in relation to recent evidence that 'motor' brain structures participate in cognitive processing.

RESULTS:

Malfunctioning of CD-FF systems that integrate thinking and consciousness could produce auditory hallucinations, delusions and disorganised thought.

Jackson (1958 in Selected Writings of HJ)'s proposal of "thinking": complex motor act. 考えるということは複雑な連続的運動行為である。Conserve and utilize the computational and integrative mechanisms evolved for physical movement. Corollary discharge and feed-forward (CD-FF) are integrative mechanisms that prepare neural systems for the consequences of self-initiated action. In the motor systems of thought, they would act to distinguish self-produced from externally-stimulated events in consciousness.

随伴発射とフィードフォワードネットワーク(CD-FF) は、自分のイニシアチブでなされた行為の結果に対する神経システムを準備する統合的なメカニズムである。

Circuit malformation rather than anatomical defect in a specific area

Inter-connections of the anterior and posterior association cortices, evolution,
.....

An efference copy is used to generate the predicted sensory feedback (corollary discharge) which estimate the sensory consequences of a motor command (top row). The actual sensory consequences of the motor command (bottom row) are used to compare with the corollary discharge to inform the CNS about external actions.

Sommer, M. A. and Wurtz, R. H. What the Brain Stem Tells the Frontal Cortex. II. Role of the SC-MD-FEF Pathway in Corollary Discharge. J. Neurophysiol. 91, 1403-1423, 2004

論文の背景

私たち人間や動物は日常的に動きまわっています。動くとき周りの環境と自分との関係が変わり、感覚される内容も変化します。例えば、目の前にあるコーヒーカップの位置は目を動かすと、網膜の別の場所に投影され、視覚野の別の場所に送られます。目と頭を動かすときには、その両方の動きにより、網膜に映し出される像が動いてしまいます。日常生活の中で、目や頭を動かしたために網膜の像が動いても、コーヒーカップが動いたと感じません。これは、目や頭を動かしたことを脳はあらかじめ知っていて、網膜の像の動きを脳が取り消しているからです。網膜像の動きは目や頭が動くと同時に発生しますから、目や頭が動いた後で感覚系が動いたという情報を受け取ったのでは間に合いません。そこで、目や頭が動く前に、運動系から感覚系にこれから目や頭をどう動かすかを知らせる情報が送られます。このような神経系の働きに伴う神経細胞活動を**随伴発射** (Corollary Discharge)と呼んでいます。

この論文は、このような随伴発射を扱っています。研究の対象として選ばれたのは「[注意のスポットの広がり](#)」で紹介した上丘(じょうきゅう)と、上丘と連絡する視床(ししょう)の背内側核(はいないそくかく)、前頭眼野(ぜんとうがんや)です。上丘は大脳の奥(中脳)にあり、視覚情報を目の網膜や視覚野などから受け取り、脳幹にある眼球運動制御の神経核に信号を送り出しています。目をどの方向にどのくらい動かすかの情報は前頭葉にある前頭眼野と呼ばれる領域から受け取ります。前頭眼野は、視覚情報を受け取り、視線を向ける目標を選択するプロセスに関与します。前頭眼野に弱い電流を流すと目が動きます。一方、視床の背内側核は、上丘からこれからどんな眼球運動するかという情報を受け取り前頭眼野へもどします。視床は、大脳と中脳の間にある間脳にあり、大脳皮質と中脳以下の神経組織、大脳皮質—大脳皮質間の中継点の役割を果たしています。

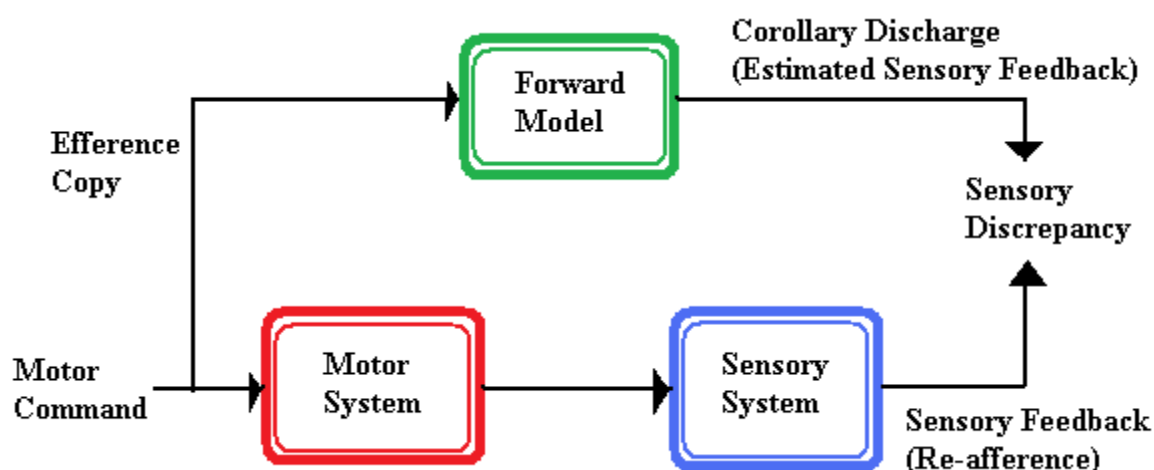
Efference copies are created with our own movement but not those of other people. This is why other people can tickle us (no efference copies of the movements that touch us) but we cannot [tickle](#) ourselves (efference copies tell us that we are stimulating ourselves). An **efference copy or efferent copy** is an internal copy of an outflowing (*efferent*), movement-producing signal generated by the [motor system](#).^[1] It can be collated with the (reafferent) sensory input that results from the agent's movement, enabling a comparison of actual movement with desired movement, and a shielding of perception from particular self-induced effects on the sensory input to achieve perceptual stability.^[1] Together with [internal models](#), efference copies can serve to enable the brain to predict the effects of an action.^[1] An equal term with a different history is *corollary discharge*.^[2]

これから行う運動を感覚系に知らせる

Sommer, M. A. and Wurtz, R. H.

What the Brain Stem Tells the Frontal Cortex. II. Role of the SC-MD-FEF Pathway in Corollary Discharge. J. Neurophysiol. 91, 1403-1423, 2004 (March)

Efference copies are important in enabling motor adaptation such as to enhance gaze stability. They have a role in the perception of self and nonself [electric fields](#) in [electric fish](#). They also underlie the phenomenon of [tickling](#).



An efference copy is used to generate the predicted sensory feedback (corollary discharge) which estimate the sensory consequences of a motor command (top row). The actual sensory consequences of the motor command (bottom row) are used to compare with the corollary discharge to inform the CNS about external actions.

A motor signal from the [central nervous system](#) (CNS) to the periphery is called an *efference*, and a copy of this signal is called an efference copy. Sensory information coming from [sensory receptors](#) in the [peripheral nervous system](#) to the central nervous system is called *afference*. On a similar basis, nerves into the nervous system are [afferent nerves](#) and ones out are termed [efferent nerves](#).

When an efferent signal is produced and sent to the [motor system](#), it has been suggested that a copy of the signal, known as an efference copy, is created so that exafference (sensory signals generated from external stimuli in the environment) can be distinguished from reafference (sensory signals resulting from an animal's own actions).^[3]

This efference copy by providing the input to a forward [internal model](#) is then used to generate the predicted sensory feedback that estimates the sensory consequences of a motor command. The actual sensory consequences of the motor command are then deployed to compare with the corollary discharge to inform the CNS about how well the expected action matched its actual external action.^[4]

[\[edit\]](#) Corollary discharge

Corollary discharge is characterized as an afference copy of an action command used to inhibit any response to the self generated sensory signal which would interfere with the execution of the motor task. The inhibitory commands originate at the same time as the motor command and target the sensory pathway that would report any reafference to higher levels of the CNS. This is unique from the efference copy, since the corollary discharge is actually fed into the sensory pathway to cancel out the reafferent signals generated by the movement.^[3] Alternatively, corollary discharges briefly alters self-generated sensory responses to reduce self-induced desensitization or help distinguish between self-generated and externally generated sensory information.^[5]

社会性（自他）と労働を統一的にとらえる。

Mirror neuron,

Theory of mind (TOM) 心の理論

相貌学的認識 fusiform cortex 紡錘状回

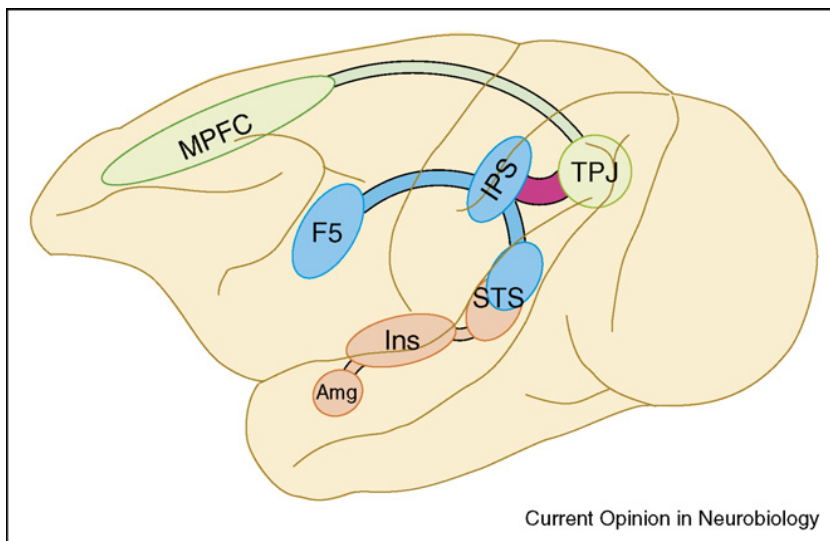
高次認知機能の獲得と脳の構造的変化：ニホンザル道具使用訓練による皮質神経回路の再構成 I P S - T P J 皮質間結合の新生 red

感情・ミラー・ニューロン（「情動的な自己」の表象 orange

社会的共感・システム（「認知的な自己」の表象） TOM, green

ミラー・ニューロン・システム（「身体的な自己」の表象） 腹側前運動皮質 F5 Blue

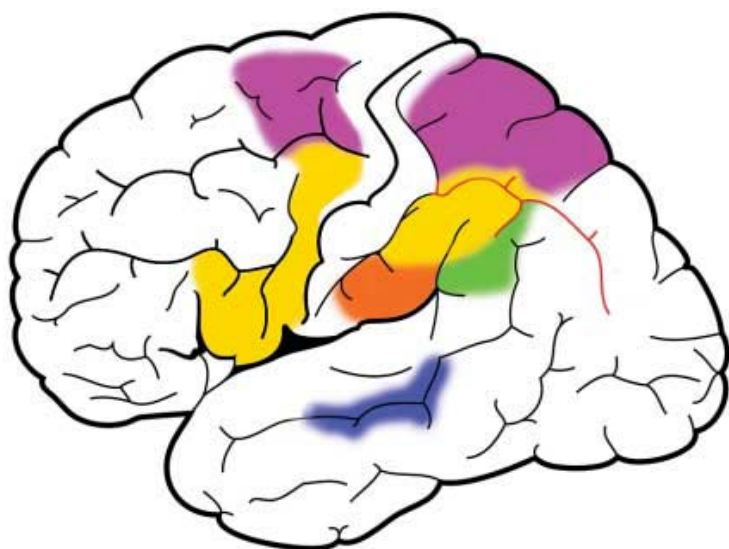
触覚と視覚の統合様式の再構成によって身体像を操作できるようになって「道具使用」可能になる
バラバラに独立して存在していた、様々な様式の「自己」の表象がネットワークを作り、「統一的な自己」に立脚したヒト型高次認知機能が実現する



Core neural systems referred to in the text, shown superimposed on the lateral view of the left hemisphere of the macaque cerebral cortex. Circuitry shown in blue represents the mirror neuron system for action mirroring. Circuitry in orange represents the affective mirror neuron system for empathizing. Circuitry in green represents the theory of mind related system. The red line indicates the newly emerged cortico-cortical connection induced by macaque tool-use training. Note that the green and orange systems have to date shown particularly in humans, but are superimposed, regardless of laterality, on corresponding

areas of monkey left hemisphere. Abbreviations: Amg, amygdala; F5, ventral premotor cortex; Ins, insula; IPS, intraparietal sulcus; MPFC, medial prefrontal cortex; STS, superior temporal sulcus; TPJ, temporo-parietal junction.

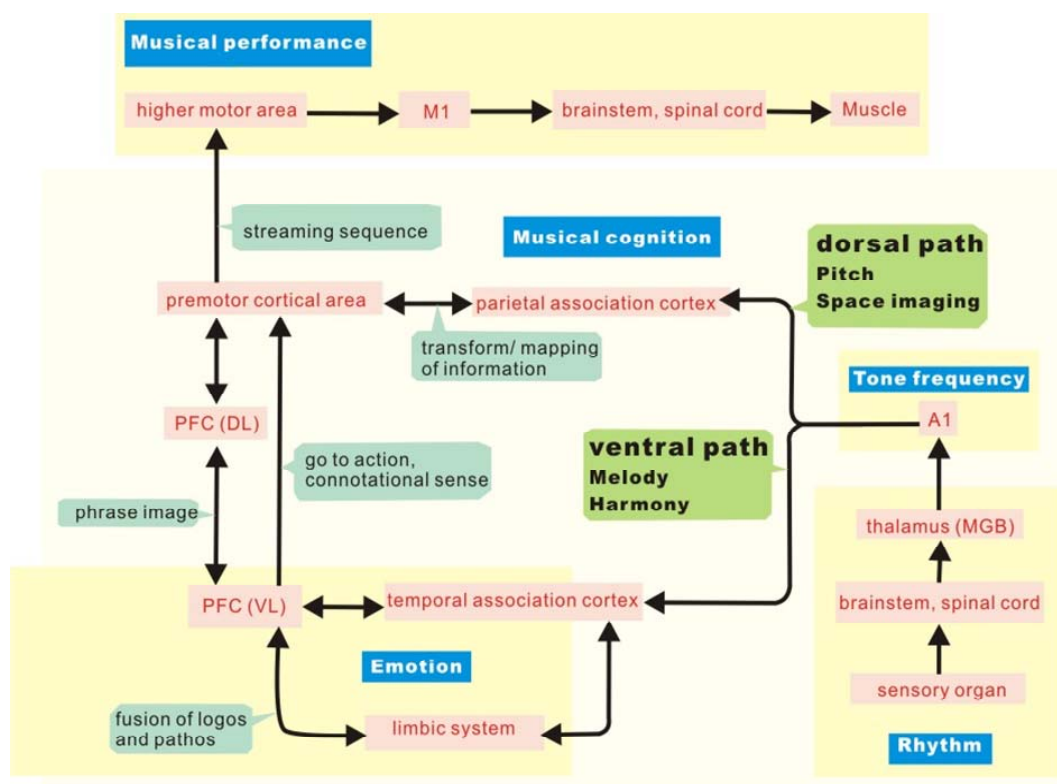
mirror neurons and tool use Iriki



Cortical areas related to the parietofrontal mirror system responding to different types of motor acts.¹⁰⁻¹⁴ Yellow indicates transitive distal movements; purple, reaching movements; orange, tool use; green, intransitive movements; blue, portion of the superior temporal sulcus (STS) responding to observation of upper-limb movements.⁴ IFG indicates inferior frontal gyrus; IPL, inferior parietal lobule; IPS, intraparietal sulcus; PMD, dorsal premotor cortex; PMV, ventral premotor cortex; and SPL, superior parietal lobule.

精神活動 芸術（音楽、美術） 文学 科学

Gamma oscillation



芸術する脳における音楽の営みを例にとる
 パブロフの力学モデルの解析

平成25年5月19日

川村光毅

坂出 準

要約

芸術する脳における音楽の営みの川村スキーマ（注1）を、パブロフの力学モデルによって得られる解析結果は、

セーチェノフ、そして、その（学問上の）弟子のパブロフが主張する「感覚入力/内部環境

から入ってくる刺激が無ければ、生体反応は起こらない、認知を含んで高次神経活動は起こらない、条件反射は成立しない」というテーゼにピッタリとかさなる。

脳の内部システムは、不完全であり、常に、外部システムによって、感覚器から、絶えず、脳を学習させるように、情報を入力していないと完全にならない。

(注1) 川村スキーマ 川村光毅「芸術する脳」特別号 2012 p p 43 図 25”

第1章

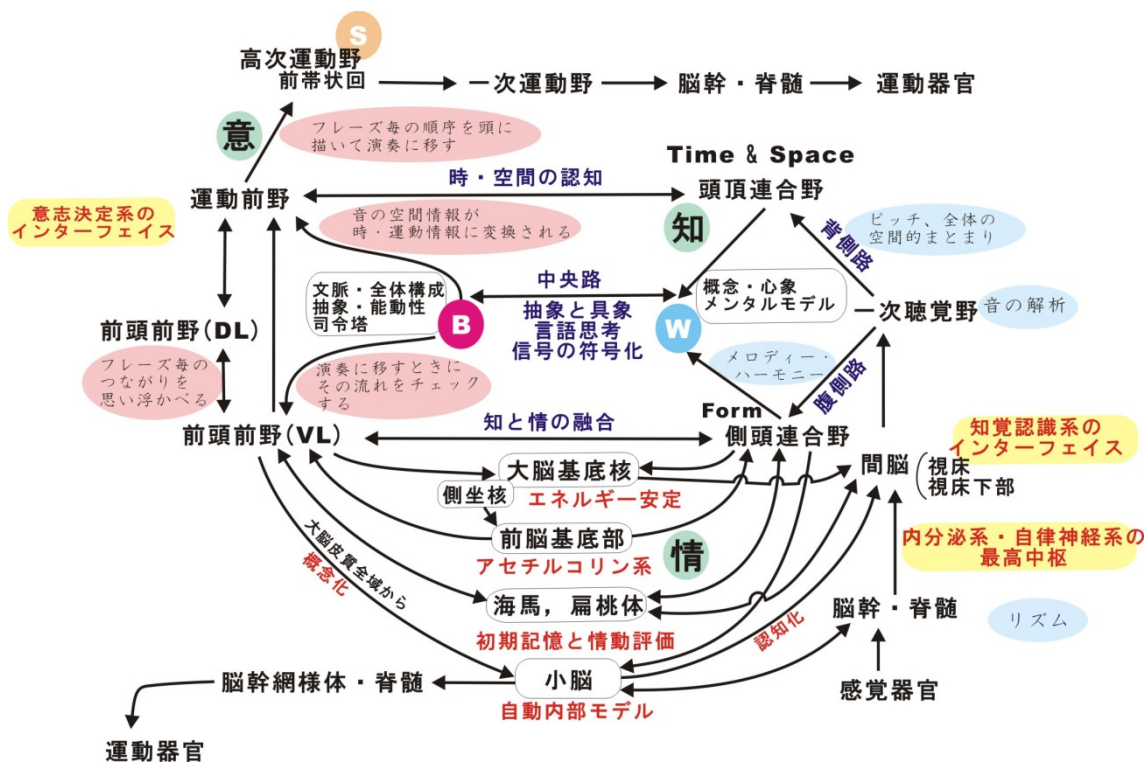


図1 音楽の営みにおける川村スキーマ 1

この図1の器官名を記号で表したのが次の図2である。

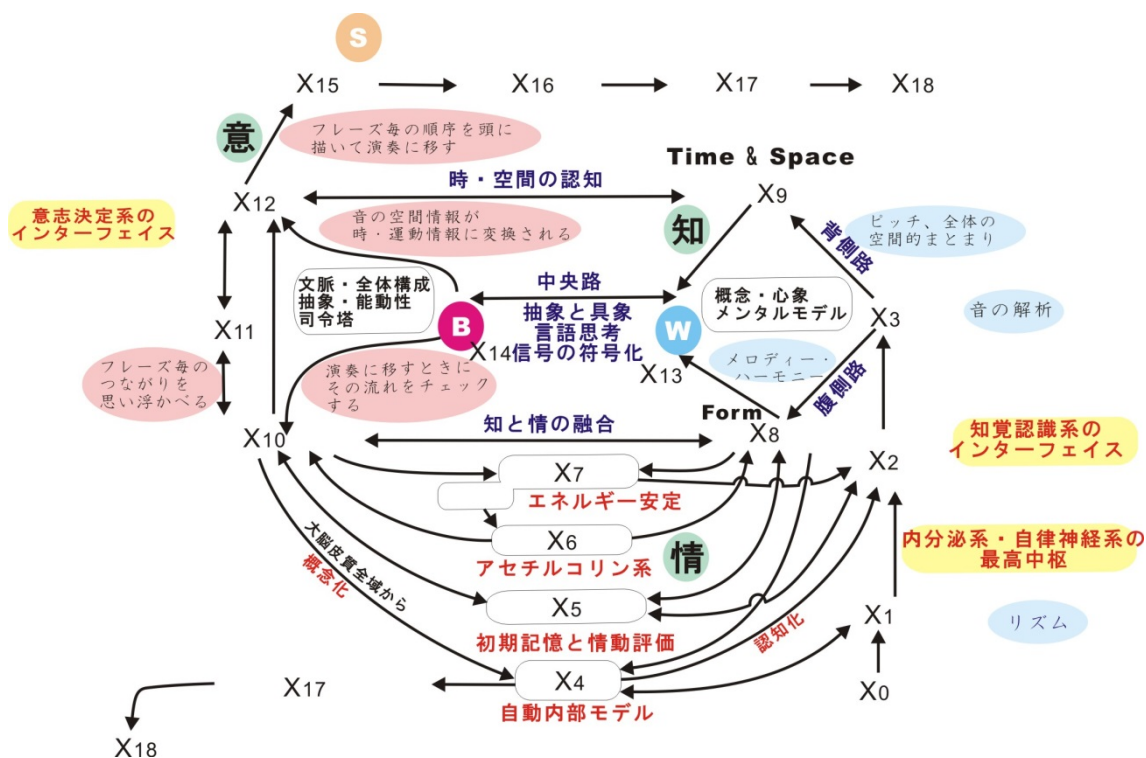


図 2 音楽の営みにおける川村スキーマ 2

感覚器官 X0 から入った空気の振動である音が神経系内で電気信号に変換され、脳幹 X1 でリズムや聞いた音の高低を知覚する。

高次の認識をつかさどるのは大脳皮質のレベルである。

後連合野で、その流れは 2 種類に大別される。

一方が音の占める空間や時間 (Time & Space) の流れ X9 で、他方が情動系を含んで、メロディーやハーモニーなど、まとまりを作る認知系、すなわち、音のまとまった情報 (Form) の流れ X8 という dorsal and ventral pathways の少なくとも 2 つの路がある。

それらが前頭前野 X10, X12 に集約されてくる。

このように全体の中で個々のものを認識しながら一つのものを形づくる **Geuchtal**。

それらを、高次運動野 X15 での複雑な過程を経て一次運動野 X16 にまで進行させるのが、一般に行われる演奏形態と言える。

我々は、これら図において、→を写像と考え、最も簡単な線形 1 次関数でこれを表現し、これらの図のシステムをこれらの連立方程式で表すモデルで考えることにする。

2-1. パブロフの理論における術語の定義

- (1) 条件とは、あるシステム（信号系）に加わる外力をいう。
- (2) 条件刺激とは、その外力が、生物のある感覚器官を興奮させ、神経系に作用を及ぼすことをいう。
- (3) 無条件とは、あるシステム（信号系）に加わる外力と無関係であるときをいう。
- (4) 反射とは、個体としての生命体（動物という生物）の生起した神経系活動をいう。
- (5) 条件反射とは、個体としての生命体（動物という生物）のある組織の神経系が環境の外力の刺激に対して、応答することをいう。イヌやその他の高等生物では、条件反射活動は大脳皮質にのみ限られる。
環境の外力の刺激に応答する神経系を、第1信号系と定義し、この神経系全体で形成する内力によって、その外力と均衡する。この応答を第1次条件反射という。
第1条件反射によって作用する言語神経系を、第2信号系と定義する。
その応答を第2次条件反射という。この作用により、生起した言語基信号が、第1信号系に反作用する。この第2次条件反射を、言語条件反射という。
- (6) 無条件反射とは、個体としての生命体（動物という生物）が環境の外力に対して無関係に自律的に生起している生命維持の神経活動をいう。
これを、環境の外力に対して応答しない第0信号系神経活動、あるいは、第0次神経活動と定義する。
- (7) パブロフ理論のシステムズは、3個のシステムズからなる。
それらは、第0信号系、第1信号系、および、第2信号系であり、
無条件反射は、第0信号系神経活動を現わし、条件反射は、第1信号系神経活動の第1次条件反射、および、第2信号系神経活動の第2次条件反射を現わす。
- (8) パブロフ理論の神経活動は、第0次、第1次、および、第2次の神経活動からなり、上記(6)の、0, 1, および、2の順序数に対応し、第0次より高次であるならば、高次神経活動とは、第1次および第2次の神経活動をいう。
- (9) 高次神経活動の新しい原理とは、第1信号系神経活動が第2信号系神経活動に転換することを示す原理である。
- (10) 第2次信号は、言語神経系、すなわち、ウエルニッケ野とブローカー野で生起する信号で、言語と呼ばれる。
- (11) 一日の（動物の）サーカディアンとホメオスタシスを、特に人間の場合、覚醒時、催眠時、不熟睡の睡眠時、および、熟睡の睡眠時の4分類するが、意識に関しては、
覚醒時、催眠時および不熟睡の睡眠時、および、熟睡の睡眠時の3分類になる。
ここに、不熟睡とは、ノンレム睡眠を、熟睡とは、レム睡眠を現わす。

2-2.パブロフ理論における力学モデル

- (1) 外力と内力がある。
- (2) 作用反作用（相互作用）の法則がある。
- (3) 運動方程式にあたる言語条件反射方程式がある。
- (4) 高次神経活動の新しい原理がある。

2-3.パブロフ理論における数学モデル

1.選択公理

すべての集合から、その要素をひとつ、づつ、採ることができる。

2 一般選択関数

選択公理において、要素を取り出す関数を一般選択関数という。

3.特定選択関数 “*”

特定選択関数 “*” は、ある集合の要素からただ一つの要素を採る関数である。

たとえば、7個の記号からなる集合{0, f, ~, v, Π, ()}があって、
“0”=1, “f”=3, “~”=5, “v”=7, “Π”=9, “(”=11, “)”=13 を採ることができる。

(注2) ゲーデル「不完全性定理」1931

4.順序数

- (1) 対象記号 0 は、順序数である。
- (2) 関数記号 *' は、それに続くものを現わす。
- (3) 選択関数 “*” は、(1) と (2) より作られるすべての要素から、ただ一つの要素を採る関数である。
- (4) “0”=1, “0' ”=2, “0'' ”=3, “0''' ”=4,..., “0''''...’ ”=18
を採ることができる。ただし、最後のものは、' が 17 個あるとする。
- (5) 対象記号 0 と、(4) で定義された 18 個と合わせた 19 個を、順序数と定義する。
ここに、順序は、この順序を変えない。
- (6) 以上の定義によるもののみが順序数である。

5.添字

記号 n は添字を表す。

添字記号 n は 0, 1, 2, 3, ..., 18 のいずれかを現わす順序数変数である。

以上のみが添字である。

6.外力と内力

外力を、記号 $-F$ で表す。

内力を、記号 F で表す。

外力と内力との均衡を $F + (-F) = 0$ で表す。

(注3) パプロフ「動物の高次神経活動に関する客観的研究の20年」

「自然の一部として、動物という生物はどれも一個の複雑な系であって、その内力は、生物が生物として存在するかぎり、あらゆる一定の瞬間に環境の外力と均衡を保っている。」

7. 集合の要素 (第1信号系と第2信号系)

集合の要素 $X_0, X_1, X_2, \dots, X_{18}$ は第1信号系を表す。

すべての第1次信号系を F で表すならば F は集合値と呼ばれる、集合の要素である。

集合の要素 x_0, x_1 は第2信号系を表す。

集合の要素とは集合でないものをいう。

以上のもののみが集合の要素である。

8. 集合の要素と脳の器官との対応関係

第1信号系の集合の要素は、それぞれ、脳の器官名と対応する変数とする。

それらを、次の表に示す。

脳の第1信号系			
変数	器官名		
X0	感覚器官		
X1	脳幹・脊髄(上向性経路、知覚系)		
X2	間脳	視床	視床下部
X3	一次聴覚野		
X4	小脳		
X5	海馬	扁桃体	
X6	前脳基底部		
X7	大脳基底核	側坐核	
X8	側頭連合野		
X9	頭頂連合野		
X10	前頭前野(VL)		
X11	前頭前野(DL)		
X12	運動前野		
X13	ウエルニッケ野		
X14	ブローカー野		
X15	高次運動野	前帯状回	
X16	一次運動野		
X17	脳幹・脊髄(下向性経路、運動系)		
X18	運動器官(筋肉)		

第2信号系の集合の要素 x_0, x_1 は、それぞれ、ウエルニッケ野とブローカー野における脳の第2信号系機能と対応する変数とする。それらを、次の表に示す。

脳の第2信号系			
変数	機能		
w	概念・心象	メンタルモデル	
ϕ	文脈・全体構成	抽象・能動性	司令塔

9.集合（第1信号系と第2信号系およびウエルニッケ野とブローカー野）

第1信号系の集合および第2信号系の集合は空でない。

全体集合 $X = \{F\} = \{X_0, X_1, X_2, \dots, X_{16}\}$ は第1信号系の集合である。

一点集合 $W = \{w\}$ は、ウエルニッケ野における第2次条件反射の集合である。

一点集合 $B = \{\phi\}$ は、ブローカー野における第2次条件反射の集合である。

一点集合 $\{X_{14}\}$ は、ブローカー野を示す第1信号系の集合である。

全体集合 $L = \{w, \phi\} = \{w\} \cup \{\phi\} = W \cup B$ は第2信号系の集合である。

以上の集合のみが、第1信号系の集合 X および第2信号系の集合 L 、ならびに、

ウエルニッケ野における第2次条件反射の集合 W 、および、

ブローカー野における第2次条件反射の集合 B 、ならびに、

ブローカー野を示す一点集合 $\{X_{14}\}$ である。

10.第1次条件反射（第1信号系）の内部ネットワークの線形連立方程式モデル

脳の第1信号系の自己完結構造モデル	
脳の第1信号系の応答信号入力システム (未知数=既知数として初期値を与えるシステム)	
0	$X_0 = \omega_0$
脳の第1信号系の応答信号伝達システム (未知数18個方程式17個の解けない不完全システム)	
1	$X_1 + \alpha_1 X_0 + \beta_1 X_4 = \omega_1$
2	$X_2 + \alpha_2 X_1 + \beta_2 X_4 + \gamma_2 X_5 + \delta_2 X_7 = \omega_2$
3	$X_3 + \alpha_3 X_2 = \omega_3$
4	$X_4 + \alpha_4 X_1 + \beta_4 X_8 + \gamma_4 X_{10} = \omega_4$
5	$X_5 + \alpha_5 X_2 + \beta_5 X_8 + \gamma_5 X_{10} = \omega_5$
6	$X_6 + \alpha_6 X_7 = \omega_6$
7	$X_7 + \alpha_7 X_8 + \beta_7 X_{10} = \omega_7$
8	$X_8 + \alpha_8 X_3 + \beta_8 X_5 + \gamma_8 X_6 + \delta_8 X_{10} = \omega_8$
9	$X_9 + \alpha_9 X_3 + \beta_9 X_{12} = \omega_9$
10	$X_{10} + \alpha_{10} X_5 + \beta_{10} X_6 + \gamma_{10} X_8 + \delta_{10} X_{11} + \epsilon_{10} X_{14} = \omega_{10}$
11	$X_{11} + \alpha_{11} X_{10} + \beta_{11} X_{12} = \omega_{11}$
12	$X_{12} + \alpha_{12} X_9 + \beta_{12} X_{10} + \gamma_{12} X_{11} + \delta_{12} X_{14} = \omega_{12}$
13	$X_{13} + \alpha_{13} X_8 + \beta_{13} X_9 + \gamma_{13} X_{14} = \omega_{13}$
14	$X_{14} + \alpha_{14} X_{13} = \omega_{14}$
15	$X_{15} + \alpha_{15} X_{12} = \omega_{15}$
16	$X_{16} + \alpha_{16} X_{15} = \omega_{16}$
17	$X_{17} + \alpha_{17} X_{16} = \omega_{17}$
18	$X_{18} + \alpha_{18} X_{17} = \omega_{18}$

これを脳の第1信号系の自己完結構造モデルとして次にマトリックス表示を示す。

			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
0	X ₀		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₀
1	X ₁		α ₁	1	0	0	β ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₁
2	X ₂		0	α ₂	1	0	β ₂	γ ₂	0	δ ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₂
3	X ₃		0	0	α ₃	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₃
4	X ₄		0	α ₄	0	0	1	0	0	0	β ₄	0	γ ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₄
5	X ₅		0	0	α ₅	0	0	1	0	0	β ₅	0	γ ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₅
6	X ₆		0	0	0	0	0	0	1	α ₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₆
7	X ₇		0	0	0	0	0	0	0	1	α ₇	0	β ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₇
8	X ₈		0	0	0	α ₈	0	β ₈	γ ₈	0	1	0	δ ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω ₈
9	X ₉	×	0	0	0	α ₉	0	0	0	0	0	1	0	0	β ₉	0	0	0	0	0	0	0	= ω ₉
10	X ₁₀		0	0	0	0	0	α ₁₀	β ₁₀	0	γ ₁₀	0	1	δ ₁₀	0	0	ε ₁₀	0	0	0	0	0	ω ₁₀
11	X ₁₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₁	1	β ₁₁	0	0	0	0	0	0	0	ω ₁₁
12	X ₁₂		0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₂	β ₁₂	γ ₁₂	1	0	δ ₁₂	0	0	0	0	0	ω ₁₂
13	X ₁₃		0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₃	β ₁₃	0	0	0	1	γ ₁₃	0	0	0	0	0	ω ₁₃
14	X ₁₄		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₄	1	0	0	0	0	0	ω ₁₄
15	X ₁₅		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₅	0	0	1	0	0	0	0	ω ₁₅
16	X ₁₆		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₆	1	0	0	0	ω ₁₆
17	X ₁₇		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₇	1	0	0	ω ₁₇
18	X ₁₈		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	α ₁₈	1	0	ω ₁₈

ここに、添字付きのα β γ δ εは、0でない係数、添字付きのωは0を許容する定数とする。この連立方程式は、図から、→を写像（1次関数）とみなし、作成した。

(事例) 番号3の方程式 $X_3 + \alpha_3 X_2 = \omega_3$ を例に挙げれば、

この式は次の写像を線形1次式で表したものである。

$$X_2 \rightarrow X_3$$

また、番号1の方程式 $X_1 + \alpha_1 X_0 + \beta_1 X_4 = \omega_1$ を例に挙げれば、

この式は次の写像を線形1次式で表したものである。

$$\left. \begin{matrix} X_0 \\ X_4 \end{matrix} \right\} \rightarrow X_1$$

ただし、図では、X₀とX₄とからのX₁へ至る2本の矢印で表現されている。

この連立方程式の構造を調べよう。

この連立方程式は、2個の部分システムから成り立ち、

- (1) 番号0の入力システムと
- (2) 番号1から18までの伝達システムと

から成り立っている。

もし、環境外力がなかった場合、力学の作用反作用の相互作用の法則から内力もないから、この(1)は成立しない。

よって、この(2)だけで、解が成立するかどうかを見よう。

この(2)は、方程式が18個、未知数が19個であって、解を得るには、

方程式が一つ足りない。よって解は成立しない。

ゆえに、この (2) は、不完全なシステムと呼ばれる。

ところが、環境外力があって、力学の作用反作用の相互作用の法則から内力が発生し、均衡を保つから、第 1 信号系が作動する。これを、第 1 次条件反射という。

(注 4) パプロフ「動物の高次神経活動に関する客観的研究の 20 年」

「大脳半球の正常なはたらきの主要な生理学的現象こそ、われわれが条件反射と呼んでいるものである。これは動物の受容器に作用する環境の無数の要因と生物の一定の作用とのあいだの神経による一時的結合である。」

このとき、この (1) が成立し、したがって、この (2) も成立する。

足りない方程式が、この (1) が加わることによって、方程式が 19 個、未知数が 19 個となり、解が得られる。

よって、この (1) + (2) のシステムは、完全なシステムと呼ばれる。この「完全性」を獲得したモデルを、自己完結構造モデルという。

ゆえに、

第 1 次条件反射によって、第 1 信号系は自己完結構造モデルとなる。

(注) 完全、不完全という術語は、ゲーデルに由来し、ある数学システムが完全とは、その数学システムが決定可能と同値であり、ある数学システムが不完全とは、その数学システムが決定不能と同値である。

因みに、

マトリックス表示での解を次に示す。

ここに、 19×19 行列 M の ij 成分を a_{ij} とすれば、 $M = (a_{ij})$ である。

さらに、この行列 M の成分を縦ベクトル P_j とすれば、 $P_i = (a_{i1})$ である。

次に、 $\text{Subst } A \begin{pmatrix} b \\ a \end{pmatrix}$ とは A において、 a を b に置き換える関数と定義する。

行列式 $|M| = |a_{ij}|$ において、

$\text{Subst } |M| \begin{pmatrix} \omega \\ P_j \end{pmatrix}$ とは、 j 列目の成分 a_{ij} を ω_i に置き換えた行列式である。

すると、解は次のように記述される。

$$X_i = \frac{\text{Subst } |M| \begin{pmatrix} \omega \\ P_i \end{pmatrix}}{|M|}$$

これは、初期条件 $X_0 = \omega_0$ とすると、この解を得るプロセスが解の存在の証明図である。

11. 関数と逆関数 (作用と反作用)

関数記号 G, B は第 1 信号系から第 2 信号系への作用を表す。

逆関数は、関数記号を * とするとき、記号 $*^{-1}$ で表される。

逆関数記号 g^{-1} , F^{-1} は第2信号系から第1信号系への反作用を表す。

関数記号 g はゲシュタルト関数と定義し、 g^{-1} は集合値関数である。

以上のもののみが作用と反作用をしめす関数の記号である。

12.写像 (第1信号系から第2信号系への作用)

写像 B は、一点集合 $\{X_{14}\}$ から一点集合 $B = \{G\}$ への写像である。

これを、 $G = B(X_{14})$ と書く。

写像 g は、全体集合 $X = \{F\}$ から一点集合 $W = \{w\}$ への写像である。

これを、 $w = g(F)$ と書く。

これらの写像は、第1信号系から第2信号系への作用を表す。

13.逆写像 (第2信号系から第1信号系への反作用)

逆写像 B^{-1} は、一点集合 $B = \{G\}$ から一点集合 $\{X_{14}\}$ への写像である。

これを、 $X_{14} = B^{-1}(G)$ と書く。

逆写像 g^{-1} は、一点集合 $W = \{w\}$ から全体集合 $X = \{F\}$ への集合値写像である。

これを、 $F = g^{-1}(w)$ と書く。

これらの逆写像は、第2信号系から第1信号系への反作用を表す。

14.特定選択関数 n と F

特定選択関数 n は、すべての $n(n = 0, 1, 2, \dots, 18)$ から、ただ一つの数を選ぶ。

よって、すべての $n(n = 0, 1, 2, \dots, 18)$ から 14 を選択するならば、 $n = 14$ と書く。

特定選択関数 F は、すべての内力要素の中からただ一つの要素を選ぶ関数である。

よって、 F は、集合の要素 $X_0, X_1, X_2, \dots, X_{18}$ のいずれかに該当する。

これを、 $F = X_n$ (個別任意) とする。

よって、内力 $F = X_0, X_1, X_2, \dots, X_{18}$ から、 X_{14} を選択するならば、

$F = X_n = X_{14}$ と書く。したがって、 $F = X_{14}$ と書く。

n が「特定の」順序数なのか、「すべての」順序数の代表なのか、を区別する。

前者は、 $\exists n(n = 0, 1, 2, \dots, 18) \exists X_n : X_n = F$ (個別任意) および

後者は、 $\forall n(n = 0, 1, 2, \dots, 18) \forall X_n : X_n = F$ (全体任意) と定義する。

ここで、次のようにしてみよう。

$\forall n(n = 0, 1, 2, \dots, 18) \forall X_n : X_n = F$ とすると、

X_n は1個であり、 F は全体、すなわち、18個であるから、1個=18個となって、矛盾する。ここに、注意が必要である。

15. 認証関数 $Dig(a, b)$

認証関数 $Dig(a, b)$ の定義は次の通り。

$$\begin{cases} a = b & \text{ならば } Dig(a, b) = 0 \text{ である。} \\ a \neq b & \text{ならば } Dig(a, b) \text{ は成立しない。} \end{cases}$$

以上によって定義されたもののみが認証関数 $Dig(a, b)$ の定義である。

ここに、Dig は digest (認証)、たとえば、パスワードが一致する、の意味である。

16. 川村関数 $K(14)$

パブロフに倣って、脳機能の数学化モデルを模索しているわれわれは、器官名を記号化した、図を念頭に、それに適応させるべく人間の型を次の3つにタイプに特徴づけして、私案を取って提示することを試みる。

川村関数 $K(14)$ の定義

$$\begin{cases} \{K(14)\} = \{2,3,5,8,9,14\} & \text{は芸術家タイプを現わす集合値関数である。} \\ \{K(14)\} = \{13,14\} & \text{は思索家タイプを現わす集合値関数である。} \\ \{K(14)\} = \{10,11,12,14,15,16\} & \text{は行動家タイプを現わす集合値関数である。} \end{cases}$$

次に、川村関数の variations $K(14)_a$, $K(14)_c$ を示す。

添字の a は、覚醒から睡眠へ至る半覚醒状態を示す催眠時を表す。

添字の c は、ノンレム睡眠時を表し、この状態では夢を見る。

川村関数 $K(14)_a$ の定義

$$\begin{cases} \{K(14)_a\} = \{2,3,5,8,9,14\}_a & \text{は芸術家タイプを現わす半覚醒集合値関数である。} \\ \{K(14)_a\} = \{13,14\}_a & \text{は思索家タイプを現わす半覚醒集合値関数である。} \\ \{K(14)_a\} = \{10,11,12,14,15,16\}_a & \text{は行動家タイプを現わす半覚醒集合値関数である。} \end{cases}$$

川村関数 $K(14)_c$ の定義

$$\begin{cases} \{K(14)_c\} = \{2,3,5,8,9,14\}_c & \text{は芸術家タイプの夢を見る集合値関数である。} \\ \{K(14)_c\} = \{13,14\}_c & \text{は思索家タイプの夢を見る集合値関数である。} \\ \{\{K(14)_c\}\} = \{10,11,12,14,15,16\}_c & \text{は行動家タイプの夢を見る集合値関数である。} \end{cases}$$

以上によって定義されるもののみが川村関数である。

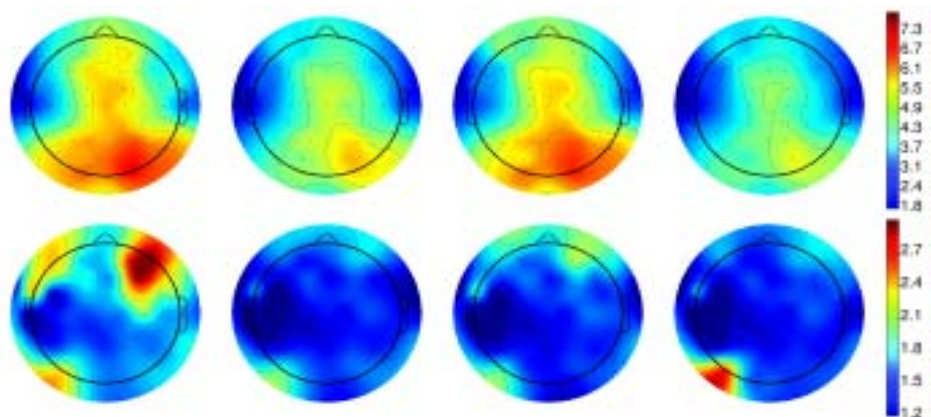
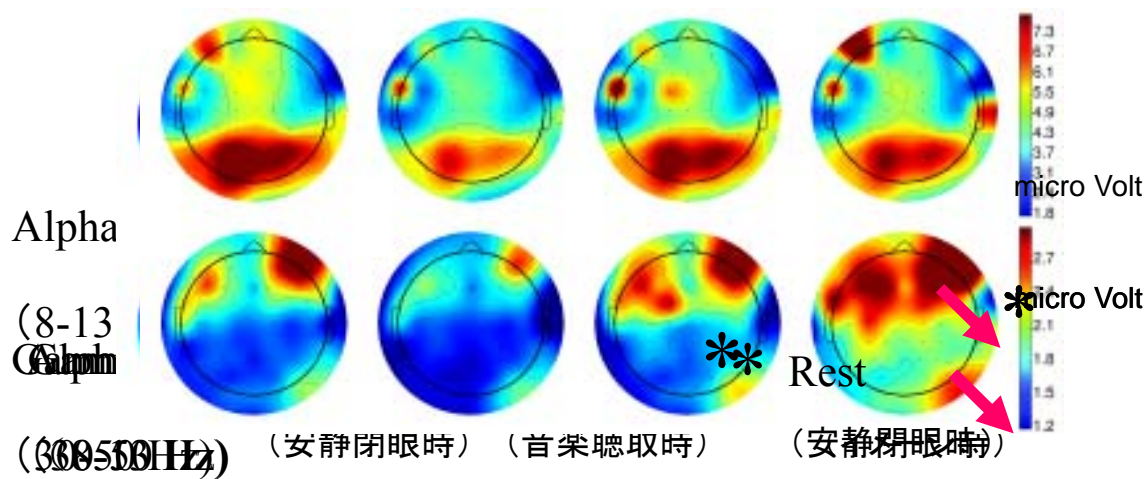
(参考) パブロフは、ここでも人間の神経系を非常に一般的な三つの型に分類してみせた。

すなわち、或る人々は第二信号系よりも第一信号系をよりよく発達(「芸術家型」)させ、

他の人々は第一信号系よりも第二信号系をよりよく発達(「思索家型」)させる。

また、大部分の人々は、自らが調整者の役割を果しつつ、二つの体系の均衡のとれた相互関係を発達させている。

図 5-b. レクイエム聴取時の音楽家と非音楽家との比較

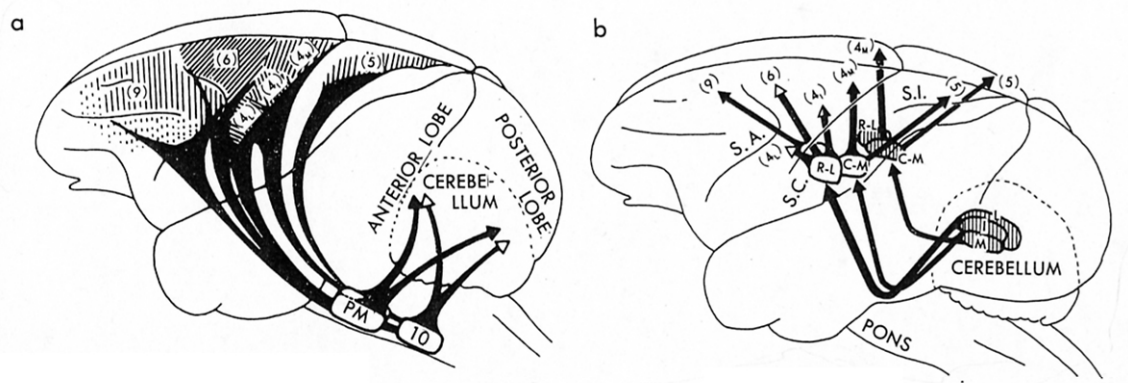


Common features in visual and auditory functions in music and arts

In the auditory system, it is also possible to consider the system as composed of such functional subdivisions as pure tones or harmony, high or low tones, forte or piano, as well as pitch and melody. By what mechanism in the auditory cortex are separate phonemes united to make the sequence of sounds create melody and harmony and compose a musical piece? Also, by what mechanism in the visual system do spatially disrupted lines make continuous lines and disparate visual objects create a unified piece of art? Only the combination/union of tones (phonemes) or dots is insufficient to produce music or painting. It is absolutely necessary to integrate these tones or lines up to the level of pieces of music and art. It is thought that neuronal activities in the auditory association cortex modify, reconstruct and reorganize such qualities (tempo, tone, pitch, chord, consonance, etc.).

[IV] = [IIIa]

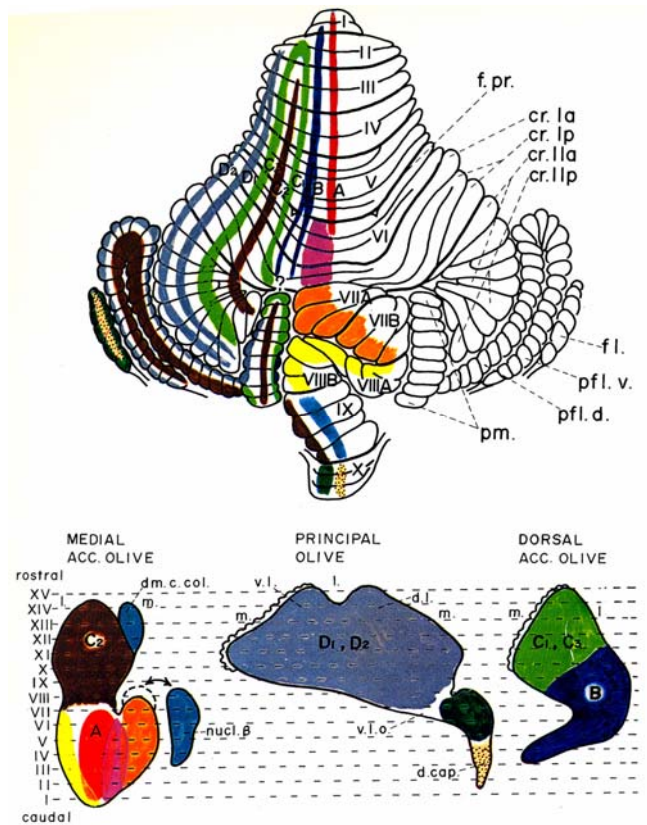
大脳・小脳 ループ 自動性 運動と思考

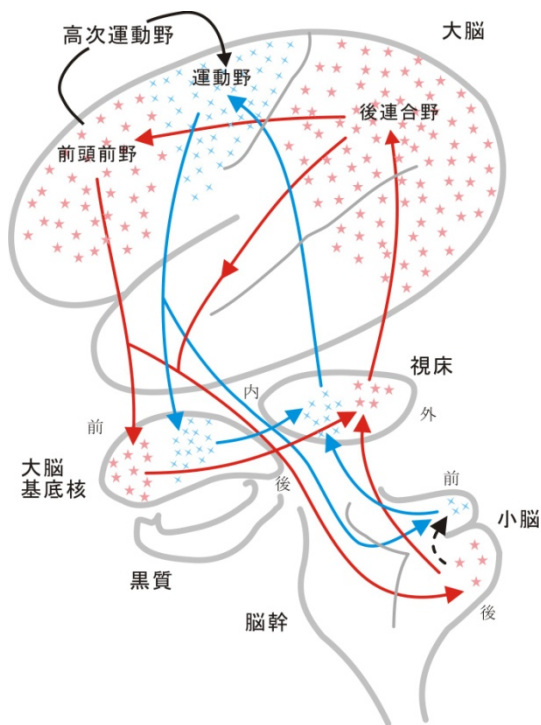
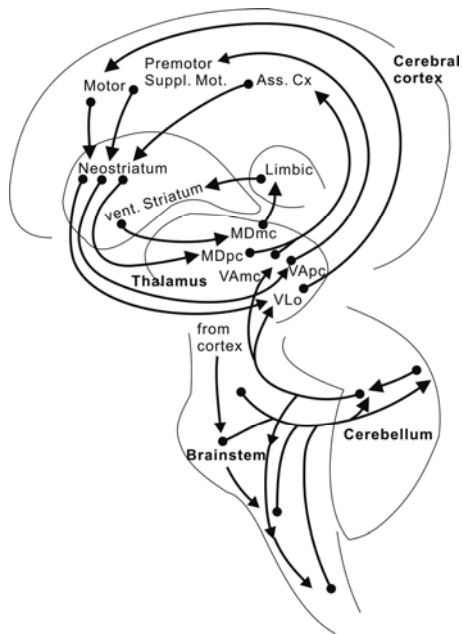


Organization of the cortical association areas and mutual correlations between the cerebrum and the cerebellum

The cortical association areas develop as the animal becomes higher, expanding in areas and relative proportional areas within the cortex increase. From the entire cerebral cortex, including the sensory, motor and association areas there are large projections , via the pontine nuclei and the inferior olive among others, to the almost entire parts of the cerebellar cortex. by means of projections of mossy and climbing fibers. Topographic correlations of the mossy (4, 5, 17) as well as the climbing (3, 9, 10, 16) fibers have been studied in fair details(Figs. 4&5). There are also topographic relationships in the projection from the cerebellar cortex, via the thalamic nuclei, to the cerebral cortex. As concerns the reciprocal (mutual correlations) connections between the large and small brains, as they are commonly called, it is elucidated by Sasaki (28) and his collaborators that 1) the lateral region of the cerebellum is related to the prefrontal, the premotor and the lateral part of the motor area, while 2) the intermediate region is

related to the entire parts (particularly in the intermediate area) of the cerebral cortex (sasaki, ref. 28).





In Cerebellum new info and old info. Changes the route
 Conversion of neural circuit from the cognitive to motor co-ordinate axis (stream of impulses).

Routes of new/novel stimuli (shown in red) travel from the posterior lobe of the cerebellum→thalamic lateral nucleus →posterior association area→prefrontal cortex→ anterior part of the striatum →thalamus

Routes of repetitive/used/accustomed stimuli (shown in blue) travel from the anterior lobe of the cerebellum →thalamic medial nuclei→supplementary motor area →middle part of the striatum →thalamus. (Kawamura, 2009)

The cerebellum as organs of movement and thought

連合野の構成および大脳・小脳間の相互作用および関連事項

大脳皮質連合野は、動物が高等化に伴って発達する。領域的にも拡大し、皮質全体に占める割合も増大する。大脳皮質の感覚野、高次運動野、連合野を含む広範囲の領域から、橋核および下オリーブ核を經由して、各々苔状線維および登上線維が小脳皮質の広い領域に投射が行なわれている。その苔状線維投射 **4, 5, 17** および登上線維投射 **3, 9, 10, 16** の局在関係 (図4、図5) も調べられている。視床核を介する小脳皮質から大脳皮質への投射にも局在性が認められる。この小脳・大脳関連ループに関しては、小脳半球外側部は大脳皮質の運動野外側部、運動前野および前頭前野との間に、他方、小脳中間部は大脳皮質の全運動野 (とくにその中間部) との間に相互連絡が存在することが **Sasaki 28**) によって明らかにされた。

The cerebellum has recently been paid much attention as functioning recognition, language function including the thinking (or thought), in addition to (long been thought) the regulation or modification of the motor system. In a broad sense, the cerebellum is concerned with the inhibitory function of the mental activities.

Although the various spheres of cerebellar control are to some extent the tasks of different parts of the cerebellum, the machinery they employ appears to be essentially identical. In recent years the idea of the cerebellum as a “learning machine” has been in focus. If so, it might be imagined to be of importance for all kinds of learning.

In the Behavioral Sciences in 1986, **Leiner, Leiner and Dow** from Oregon have published an article entitled “Does the Cerebellum Contribute to Mental Skills?” (Behavioral Neuro-Sciences, vol.100, 443-454, 1986) and discuss this problem.

Neurosurgeons have noted that stereotactic lesions of the most lateral parts of the

cerebellar hemisphere in man do not give rise to detectable motor disturbances, as one might have expected. The authors point to the fact that in man the cerebellar hemispheres and particularly the lateral part of the dentate nucleus are more developed than even in anthropoid apes. This lateral part is histologically, embryologically and histochemically different from the medial part. Several anatomical and physiological studies in monkeys and apes indicate that fibers from the dentate nucleus supply divisions of the thalamus that project to the frontal association cortex. Scanty evidence from human studies seems to be in agreement. The authors studied a patient who had a lesion of the lateral part of the dentate and found that there was a defect in his capacity to respond to anticipatory clues, in addition to the defects in performing motor acts correctly. As they phrase it: “the ideational manipulations that precede planned behaviour were suffering.” The findings made concern only effects on the planning of motor functions. To discover whether the cerebellum is of importance for the learning and performance of purely mental skills, will be a difficult task, particularly since the studies will have to be made on human beings. It is not inconceivable, however, that by using appropriate psychological tests and tomographic procedures, [(MRI, PET, rBF)] demonstrating areal differences in blood flow and metabolism some information could be obtained. (22)

小脳は運動の調節・制御に関与するのみならず、認知・思考を含む言語機能、ひいては広く「精神」機能の制御活動にも関わっていることが注目されている。『小脳は **mental skill** に貢献しているか?』と題する論文を 20 年前に発表した Leiner ら **21)** は、ヒト歯状核外側部の障害症例において、行動を計画し、それを観念として実行するような予測能力が著しく低下していることを観察した。最近では、MRI, PET, rBF (局所脳血流) などを使用して言語やイメージを含む認知機構に、小脳半球、とくに後葉の外側部や歯状核が関与していることが証明されている。

The cerebellum revisited

Cerebro-cerebellar communication loop

Control-system modeling

Feedback control

Forward model

モデル予測制御 Model Predictive Control (MPC)

前向き制御 feed-forward reduction of motor variability (運動分散)

Feed-forward space-code associative learning of the cerebellum (Fujita)

.....
[See Eccles chap Ito in part] below 下記は参考文献

4.4. Modeling cerebellar circuitry

Network modeling, as initially undertaken by Marr (1969) and Albus (1971), is essential for conceiving operational principles of complex neuronal networks in the cerebellar cortex. On the other hand, control system modeling is essential for conceiving the operational principles of neural systems involving the cerebellum and extracerebellar systems (for review, see Barlow, 2002). The control system modeling of the cerebellum that was inspired originally by experimental findings has now far exceeded our present experimental approaches. The hypothesis that the cerebellum provides forward and/or inverse models of controlled objects has successfully been applied to produce a robot that acquires a motor skill by learning. Even though engineering realization by itself is a kind of verification, we are still far from confirming the internal model hypothesis in a real cerebellum. Thus, cerebellar researchers look forward to determining how internal models, forward and inverse, are computed within a real cerebellum! Bottom-up, realistic (experimentally based) modeling also has merit. It reproduces in a computer the behavior of a single neuron or a small neuronal circuit on the basis of knowledge of the cable properties of dendrites, activities of ion channels and synaptic receptors, and inter- and intracellular signal transduction (De Schutter et al., 1999). Indeed, all the updated knowledge presented in this article concerning cerebellar circuitry at the molecular and cellular levels can be incorporated into realistic computer models. These three types of modeling approach mentioned above are complementary to each other and conjointly they should lead in time to more complete understanding of the operational principles of the cerebellar neuronal machine.

4.5. Cognitive functions of the cerebellum

Leiner et al. (1986) proposed involvement of the cerebellum in cognitive functions on the basis of the evolutionary development of the cerebellar hemisphere associated with the expansion of the cerebral association cortex. This view has been receiving more and more support from recent anatomical, brain imaging, clinical, and modeling studies (see Schmammann, 1997). Recent virus mapping in monkeys has revealed the topology of function in the dentate nucleus (Dum and Strick, 2003). Projections to the motor and premotor cortex originate from the dorsal portions of

the dentate nucleus, while projections to the prefrontal and posterior parietal areas of the cortex originate from the ventral portions of the dentate nucleus. The anterior intraparietal area of the posterior parietal cortex also receives projections from a broad area of the dentate nucleus (Clower et al., 2005). Purkinje cells located primarily in Crus II of the ansiform lobule receive inputs from the prefrontal area 46 and project to the same area 46 (Kelly and Strick, 2003). This implies that a closed cerebrocerebellar communication loop is also found in the prefrontal cortex, thereby supporting the hypothesis that the cerebellum provides a forward model for mental functions of the cerebral cortex. This is analogous to the interactions of the cerebellum with the motor cortex for the elaboration of voluntary movement (recall Fig. 7). The internal model hypothesis has been expanded conceptually to apply to cognitive functions such as thought (Ito, 1993b, 2005). This capacity can be considered to be a manipulation of mental models that are small-scale models of reality. These may be used by the mind to anticipate events requiring reason and an explanation (Craik, 1943). One may suppose that in thought, a mental model of an image, idea, or concept is formed in the temporoparietal association cortex. In a later stage of thought, mental models already formed are manipulated as the controlled object by the prefrontal cortex as the controller. The prefrontal cortex manipulates the mental models, just as the motor cortex moves body parts during voluntary movements. In an even later stage of thought, the cerebellum copies a mental model to form an internal model. Thus, thought proceeds with the internal models of the mental models as the controlled object. Because the processes occurring in the cerebellum do not reach the level of awareness, the internal model hypothesis explains how we become able to conduct movements and thoughts unconsciously (automatically yet skillfully) after repeated exercises. For example, an idea pops out even without an obvious conscious effort to think it out! This hypothesis also explains diverse psychological and pathological mental experiences such as delusion, hallucination in schizophrenia, and lack of sympathy to other persons as being caused by an impairment of a cerebellar internal model (Frith et al., 2000; Blakemore and Sirigu, 2003; Ito, 2005). The cerebellum may thus govern a large unconscious part of our mind. An interesting recent report on premature infants showed that unilateral cerebral injury is associated with a significantly decreased volume of the contralateral cerebellar hemisphere. Conversely, a unilateral primary cerebellar injury was shown to be associated with a contralateral decrease in cerebral volume (Limperopoulos et al., 2005). This explains how an early-life cerebellar injury contributes to the high degree of cognitive and behavioral, as well as motor, deficits in premature infants. It will be a great challenge for future cerebellar research to decipher information of a cognitive nature encoded and processed in the neuronal circuitry of the cerebellum.

5. Concluding comments

Four decades have passed since Sir John Eccles pioneered a modern neuroscientific approach

to the cerebellum. The neuronal machine concept of the cerebellum was developed into a self-consistent form, and its further refinement is still underway. Currently, knowledge in neuroscience is advancing rapidly at the molecular/cellular level on one hand and the behavioral/cognitive level on the other. To understand mechanisms underlying the generation of brain functions, however, it is essential to bridge these two levels with more detailed knowledge about neuronal circuitry. Without such information, the eventual goal of neuroscience, which is to understand the brain from the molecular to the behavioral level of analysis, will never be reached. Cerebellar research should continue to play a key role in this synthesis on the basis of an integration of experimental and computational approaches. Its goal is to fully understand the mechanisms and roles of the cerebellum as a universal learning machine involved broadly in the neural control of bodily and mental functions.

[See Eccles chap Ito in part] above

.....

Ito (13,14,15) have made it clear that the cerebellum also has the “predictive control” , as the cerebrum having the feed-back control which convert to the feed-forward reduction of motor variability. (using technology terms). And paid attention upon the similarities between the motor and the thought.

In the case of the former (motor), people intend to move the body by using or activating the brain regions in areas of premotor cortex, supplementary motor and primary motor areas, whileas in the through processing,

working activities in the linguistic association areas of the cerebral cortex and activate and move ideas and concepts and Ito assumed that

ability of thinking process automatically drive forward

Thinking model (use psychological terms)

Thinking or thought is to let the modeled concept move

“thought is the movement (let it activate) , it = modeled concept in the brain “

Try to apply (correspond) the motor control system proposed in the cerebellum for the thinking (model) control system in the cerebrum

Ito13,14,15) は、大脳のフィードバック制御の働き、すなわち、「前向き制御」に転換する「予測制御」(工学用語を借用して)の働きを、小脳はもっていることを明らかにし、思考と運動の類似性に注目した。運動の場合には運動前野、補足運動野そして一次運動野を働かせて身体を動かすが、対して思考の場合に

は言語連合野を働かせて観念や概念を作り、思考過程を前向きに自動化する働きがあると推定した。伊藤は「思考は脳内にあるモデル化された概念を動かすことである」という意味の心理学用語を用いて「思考モデル」と呼び、小脳において提示された運動制御系を大脳のモデル思考制御系に適用（対応）させて提案した。

In other words, to explain in other way,

Internal models. A characteristic feature of voluntary motor control is that after repeating a task, one is able to perform the task precisely and without the feedback that was required before the task. For example, one can quickly learn to take a cup to the mouth with the eyes closed. A normally functioning cerebellum is required to accurately perform a quick movement in the absence of visual feedback.....

In the effort to mimic this learning capability, I conceived the concept of internal feedback from an internal model of the controlled object formed in the cerebellum via the cerebrocerebellar communication loop (Ito, 1970, 1984). A similar idea was formulated computationally as the "forward model" by Kawato et al. (1987).

(from Eccles chap. Ito)

As the results of repeating influential work(ing) of the anterior association cortex that contains Broca linguistic area upon the thinking model in the posterior association area that contains Wernicke area that is one element of memory reservoir supporting the cognitive thinking, one can use the reciprocal connections of cerebrocerebellar pathways, and finally becomes possible to proceed the thought (or thinking pattern) automatically (in various ways) without activities of the cerebrum, once the internally simulated model is formed in the cerebellum.

Thus the thinking model will proceed in such following ways shown below.

- 1) The PFC influences (works) upon the thinking model in the posterior association cortex.
- 2) Thinking model that simulates the dynamic characteristics is formed in the cerebellum.
- 3) The PFC work upon or approaches to the thinking model in the cerebellum.

After repeating (or repetition) of the above procedures, and once the thinking model is formed in the cerebellum, thought goes on semi-automatic and develop the thinking process unconsciously (Fig.6).

すなわち、大脳皮質内でブローカ野を含む前連合野が、認知思考の要素の貯蔵庫であるウェルニッケ野を含む後連合野内に存在する思考モデルに繰り返し働きかけた結果として、ヒトが大脳皮質内活動として思考、すなわちさまざまに考えることをくり返すうちに、小脳と大脳皮質との間を両方向性に密接に結合 (2,28) を使って小脳内にそのシミュレートされた思考モデルが形成されてしまえば、何度か、既に経験された思考に関して、改めて大脳皮質内活動をすることなく自動的に思考が進むことになるとした。「思考モデル」は以下の順序で進行する。すなわち、①前頭前野が後連合野内の思考モデルに働きかける。②この思考モデルの動特性をシミュレートするモデルを小脳内に作る。③前頭前野はこの小脳内思考モデルに働く。この過程を繰り返し続けることにより、半ば自動的に思考することが可能になり、思考モデルの逆モデルが小脳内にできれば、無意識に思考過程が進行するようになる (図6)。

Starting from the cerebellum, flow of novel (or new) and accustomed (repeated) impulses and afterward, how the flow changes its stream and transform its types,

Now, hear at the first time, the posterior cerebellar hemisphere, transfer (move from the hemisphere, neocortex to the old vermal part)

Old, accustomed tune, anterior lobe in this fig. 32 (2006), that I made based upon the data from Sakai et al., (1999), from red to blue lines in fig.32, when repeat again and again,

Not only the functional dynamic loop of the cortico-striate-thalamic , cerebellar inputs come to join this circuit . to the cerebellum, all kinds of sensory and motor inputs enter the cerebellum. Constantly changing situation, smooth, automatic, integrative mechanism of treating the processing of all these signals,

Basis of music performance, when the activities or info/function of the dynamics of the cerebellum. Not only motor system, but also the cognitive and language, thinking, second signao processing system of I.P. Pavlov. **Fig. 33 total picture !**

次に小脳をスタート・ポイントとして見たときの新旧の興奮伝達の流れと変化・移動について話題を移します。彦坂先生のグループ(Sakaiら、1999)の実験結果を基にして私が作った図32を示します(川村、2006)。初めに耳慣れない音のリズムを聞かせると、小脳半球の後葉が活動しますが、そのリズムに慣れてくると、あるいは「聞き慣れたリズムだな」と感じるようになると活動の中心が前葉に移り、何回も繰り返すと、この赤線で描いた流れのルートから青線のルートに移行します。このように、大脳皮質や大脳基底核の変化だけではなくて、不随意運動系に属する小脳の活動変化も入れて、それに脳幹、脊髄内の興奮伝達をも含めて認知機能/情動の処理/運動の自動的円滑統御などの統合に関係する(音楽の演奏の基盤を考えることにもなる)神経回路のスケッチ像を描いて脳内の情報伝達の全体像を図33に試作してみました。

[V] = [IIIb]

柔軟性と弾力性

可塑性・神経再生・レハビリ

a) Hard wired structure 神経回路

b) Soft ware (hormone, protein, peptide) 液性伝達

[VI]

自己意識・社会性・他者と自然・医療と福祉

サルがヒトとなる条件下で、すなわち、**直立歩行、道具の使用、共同労働、言語の使用**などが進むに従って、前頭葉とくに言語野を含む前頭前野が発達する。この段階になって条件反射第二信号系（言語信号系）がはっきりとした機能を備えてくる。

ヒトへと進化するにつれて、漸次連続的に高等化する「意識」の内容。①認知機能が高まり、その概念化/抽象化が可能となる、②運動性言語野が前連合野（前頭前野）内に発達し、社会集団生活を営む中で、サルがヒト化する過程で、条件反射第二信号系が獲得される。③**外界または他中心 altro-centric の捉え方から自己中心 ego-centric の認識へ**（おそらく頭頂葉⇔前頭葉の連合回路が関わる）、そして全体的・相対的事象の捉え方が可能となる。④脳が発達・進化に伴い、海馬→後連合野（&帯状回）→前頭前野へと認知・記憶の面での主要な活動中心が移行する（おそらく、探索活動や定位反射に関わる、θ波の形成・伝播が鍵となる）。⑤前頭前野の発達と、後連合野⇔前頭前野の相互的連絡、⑥大脳皮質を中心とする皮質内および皮質・基底核・視床・皮質を包摂して循環する、総合的、同時的、並列的、神経回路の機能的役割の飛躍的増大、⑦ここで初めて、ヒトにおける自己意識について考察し得る。すなわち、**コミュニティー内での共同の作業と言語活動による交流を通じて、健康者と病者、あるいは、障害者と非障害者をともに受け入れて、長い時間をかけて築いてきた「ヒト特有の群れ」の特性である社会性**が、前頭前野の活動により、その歴史的進化の蓄積の中で醸成される。

ヒトは共同生活をするにより身振りと言葉を用いた言語によるコミュニケーションを成立させ、社会生活、コミュニティーを形成してきた。この社会的認知の確立には、前頭前野のはたらきが中心的役割を演じる。その場合、**重要なのは、単なる脳の進化の産物とか、「階層の高い脳」だけの働きではなく、その中で生活するヒトという動物が積み上げてきた、中枢神経系の全階層にわたる総合的機能の産物である**。必要なのは、不幸にして精神疾患や認知機能障害を生じてしまった人たちに対して、予防および治療面で、この社会の中で人間としての尊厳を保障した医療・看護、福祉労働を公的な制度として継続させることである。

元来、生物は自然に働きかけ、また反対に、働きかけられてその姿を変えるというように、自然との関係は生態的に互いに結びついている。動物は、進化の過程で、その能動的活動を次第にたかめてきた。「ヒト化」して群れを作った人間が、共同して農耕・狩猟を初めとした労働を営む中で、言葉を使った会話をするようになり、長い時間をかけて人間特有のコミュニティー社会を造り上げた。人間は原始・石器時代を経て、人類の歴史の中に、文化、芸術、学問体系、教育システム、科学、医療、技術を創り上げてきた。外界の物質を感覚し、認知することから出発して、社会性を備えるに至った意識の成立こそ人間を特徴付けるものである。サルからヒトの脳へと進化させた基本的な力は「労働」と「言語」であるが、それを一段と高い段階にまで推し進めたものは、新たな要素として加わった「人間社会」での交流であった。医療と福祉の原点がここにある。

補筆 1. (ただし、重複あり、)

「照合機能」、「自他意識」、「随伴発射」について

A) 「照合機能」

照合 matching 機能とは、原理的には、環境から今入って来る知覚情報と自分が今までに経験して所有している認知情報とを脳内で照らし合わせて処理し、その異同 (= or ≠) を判別する機能を言う。低い機能レベル (条件反射第一信号系) では、イヌ、ネコにも備わっている同一または異種知覚間の照合の段階から、漠然としたイメージや想起記憶の照合までである。形象などの一次信号を抽象的な符合としての高次信号処理のレベルに変換し認識することのできる言語信号系がヒトにおいては発達している。いわゆる、信号の信号化である (条件反射第二信号系)。すなわち、その情報処理は思考面 (論理的構想を検討できる) にも及ぶ。さらに、能動的に行動するとき、先ず考えて、計画を立てて、そしてそれを実行する。このとき前頭葉の高次運動系が働く。このように、照合機能は動物が高等になるほど、脳の形態と機能を反映して、複雑化し、高度に発達を遂げることになる。

認知面： これから外界から入って来る知覚情報と、自分が現にもっている蓄積されてい

る認知情報とを比較し、イメージ (in B-W) する。

記憶面： 再度認知すること。想起すること。(in 後連合野-W)

思考面： 論理的に整合性を持って構想を練り、事物を検討すること。(in B-W)

行動面： 行動を企図し、準備し、順序を考え、遂行する (意思・能動性)。そして、それをチェック (訂正) する。(in 前頭前野-高次運動野)

以上のように、系統発生的には、大脳皮質連合野の発達とともに「照合の概念」は拡大する。

照合には階層性すなわち階層構造が認められる。

感覚・知覚・認知のレベル 第一感覚野→後連合野→W・・・ 低次の Matching

思考。言語系・自己意識・自他区別・社会性・・・ 高次の Matching

X14 → “X14” 不動点が存在する。 自→他→合 (否定の否定) 止揚 (Aufheben)。 共同作業・労働を通じて、社会性が形成され自他意識の高等化がなされる。

B) 「自他意識」

Self-consciousness, recursive, working memory, executive function, language, social communication and behavior, abstractive way of thinking.

The highest level of the consciousness, only homo/human/or at least the higher primate can reach. Self-consciousness

自己意識： Self conscious responsible for the Insula, PFC, Anterior cingulate.

他者意識： Non-self conscious responsible for the Inferior Parietal area 7

cf. read papers of 前田貴記,

Aberrant sense of agency in patients with schizophrenia : Forward and backward over-attribution of temporal causality durin intentional action

Self-disturbances in S have been explained and studied from the standpoint of an

abnormal sense of agency.

スクリーン上で他力によって動いている物体たとえば球とかビーズの玉がある。そのとき、キーを叩くなどして、自分の力を加えることによって運動を加えたとき、自分の意志で玉を動かしたと実感するか (self 感覚、sense of agency)、それともその玉が他の力が働いて動かされたと感じるか non-self 感覚 を 確かめる実験。すなわち行為者の意志の自他を判断してもらう研究実験 (agency judgment) である。

self 感覚は insula, non-self 感覚は inferior parietal が関与している

We devised an agency-attribution task that evaluated explicit experiences of the temporal causal relations between an intentional action and an external event, without any confounding from sense of ownership of body movement. In each trial, a square piece appeared on the bottom of a computer screen and moved upward. Subjects were instructed to press a key when they heard a beep. When the key was pressed, the piece jumped with various temporal biases. Subjects were instructed to make an agency judgment for each trial.

refer (Mirror neuron system, F5-7BA) and importantly the **precuneus** (this region may be responsible to the “hub” or “**surveillance**” for judge on the Self/Non-self)

.....

Use of instruments (monkey experiment) Parietal cortex (Iriki A, 入来篤史)

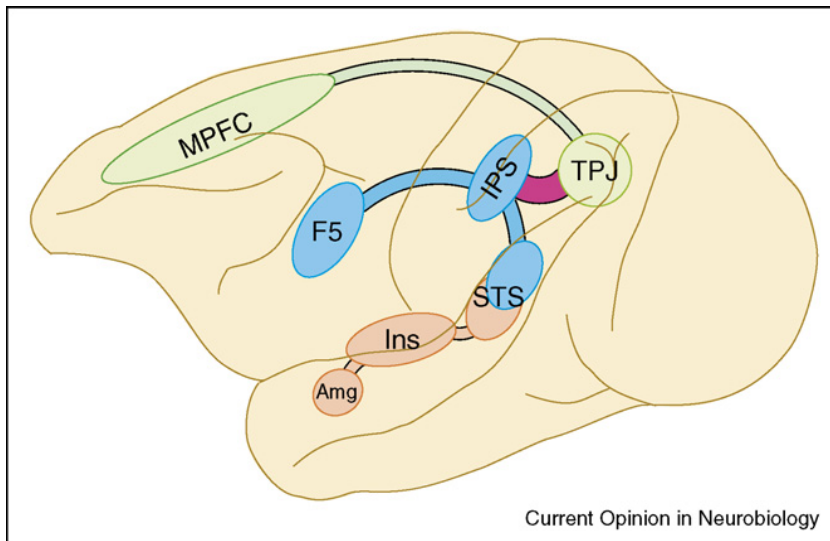
高次認知機能の獲得と脳の構造的変化：ニホンザル道具使用訓練による皮質神経回路の再構成 I P S - T P J 皮質間結合の新生 red

感情・ミラー・ニューロン (「情動的な自己」の表象 orange

社会的共感・システム (「認知的な自己」の表象) TOM, green

ミラー・ニューロン・システム (「身体的な自己」の表象) 腹側前運動皮質 F5 Blue

触覚と視覚の統合様式の再構成によって身体像を操作できるようになって「道具使用」可能になるバラバラに独立して存在していた、様々な様式の「自己」の表象がネットワークを作り、「統一的な自己」に立脚したヒト型高次認知機能が実現する



mirror neurons and tool use Iriki

Core neural systems referred to in the text, shown superimposed on the lateral view of the left hemisphere of the macaque cerebral cortex. Circuitry shown in blue represents the mirror neuron system for action mirroring. Circuitry in orange represents the affective mirror neuron system for empathizing. Circuitry in green represents the theory of mind related system. The red line indicates the newly emerged cortico-cortical connection induced by macaque tool-use training. Note that the green and orange systems have to date shown particularly in humans, but are superimposed, regardless of laterality, on corresponding areas of monkey left hemisphere. Abbreviations: Amg, amygdala; F5, ventral premotor cortex; Ins, insula; IPS, intraparietal sulcus; MPFC, medial prefrontal cortex; STS, superior temporal sulcus; TPJ, temporo-parietal junction.

.....

Parietal lobe : 筒井健一郎 Tsutsui (IPS, 7m=precuneus, anterior insula) ,
 Parietal reach region について、
 IPS の背側壁後方部にあると Andersen らが言っています。
 添付の Andersen and Buneo (2002) Ann Rev Neurosci の P.199 をご覧ください。

INTENTIONAL MAPS IN POSTERIOR PARIETAL CORTEX

Abstract The posterior parietal cortex (PPC), historically believed to be a sensory structure, is now viewed as an area important for sensory-motor integration. Among its functions is the forming of intentions, that is, high-level cognitive plans for movement. There is a map of intentions within the PPC, with different subregions dedicated to the planning of eye movements, reaching movements, and grasping movements. These areas appear to be specialized for the multisensory integration and coordinate transformations required to convert sensory input to motor output. In several subregions of the PPC, these operations are facilitated by the use of a common distributed space representation that is independent of both sensory input and motor output. Attention and learning effects are also evident in the PPC. However, these effects may be general to cortex and operate in the PPC in the context of sensory-motor transformations.

Area 7m (Precuneus) を中心とする頭頂葉内側面における「大規模空間情報と自己運動情報との統合」について、佐藤筆頭著者で論文を書いている。

C) 「随伴発射」

随伴発射 corollary discharge = efference copy **これから行う運動を感覚系に知らせる**

Cf: 参考文献

Schizophrenia(SCZ 統合失調症) —as a disorder of the corollary discharge systems that integrate the motor systems of thought with sensory systems of consciousness.

I. Feinberg and M. Guazzelli in the British J. of Psychiatry 174(1999) 196-204
SCZ is a disorder of thinking.

Jackson (1958 in Selected Writings of HJ)’s proposal of “thinking”: complex motor act. 考えるということは複雑な連続的運動行為である。Conserve and utilize the computational and integrative mechanisms evolved for physical movement. Corollary discharge and feed-forward (CD-FF) are integrative

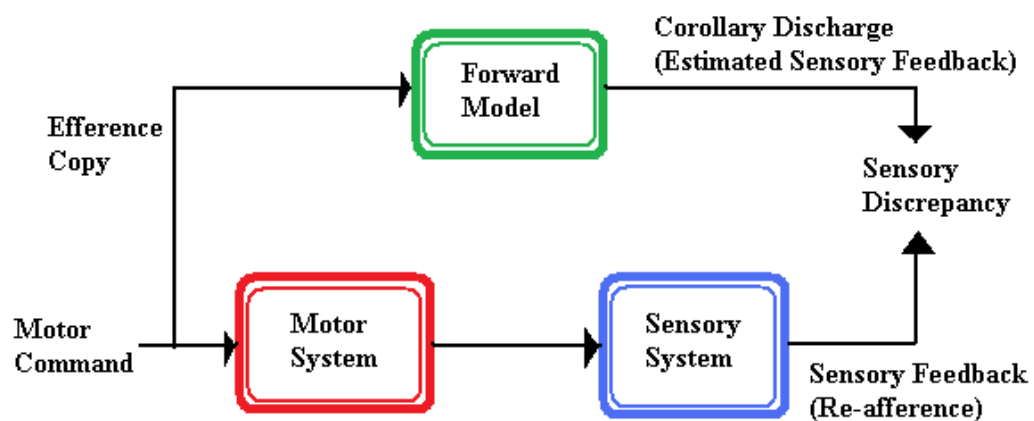
mechanisms that prepare neural systems for the consequences of self-initiated action. In the motor systems of thought, they would act to distinguish self-produced from externally-stimulated events in consciousness.

随伴発射とフィードフォワードネットワーク(CD-FF) は、自分のイニシアチブでなされた行為の結果に対する神経システムを準備する統合的なメカニズムである。

Circuit malformation rather than anatomical defect in a specific area

Inter-connections of the anterior and posterior association cortices, evolution,

corollary discharge 随伴発射 Efference copy



An efference copy is used to generate the predicted sensory feedback (corollary discharge) which estimate the sensory consequences of a motor command (top row). The actual sensory consequences of the motor command (bottom row) are used to compare with the corollary discharge to inform the CNS about external actions.

[Br J Psychiatry](#). 1999 Mar;174:196-204.

Schizophrenia--a disorder of the corollary discharge systems that integrate the motor systems of thought with the sensory systems of consciousness.

[Feinberg I](#), [Guazzelli M](#).

Source

Department of Psychiatry, University of California, Davis, CA, USA.

Abstract

BACKGROUND:

In spite of intensive research, no causal anatomical lesion has been found in schizophrenia. It may instead be caused by malfunctioning circuits in the corollary discharge, feed forward (CD-FF) systems of thought.

統合失調症は、脳内の(局所的)な部位障害ではない。それは思考する際にみられる、随伴発射とフィードフォワードネットワーク(CD-FF)における神経機能回路の障害に起因するようである。

用語の定義

feed forward (CD-FF) : 一方的に信号が伝わる神経回路をフィードフォワードネットワークとよぶ。この上での発火活動を伝播と考える。このフィードフォワードネットワークとは違って、信号の伝わり方に方向性が無く、全結合で（または一定確率でランダムに）つながっているシステムはリカレントネットワークとよばれる。

AIMS:

To integrate with the CD-FF hypothesis recent data showing that subcortical motor systems participate in thinking.

METHODS:

We review CD-FF concepts in relation to recent evidence that 'motor' brain structures participate in cognitive processing.

RESULTS:

Malfunctioning of CD-FF systems that integrate thinking and consciousness could produce auditory hallucinations, delusions and disorganised thought.

D) 大脳皮質→大脳基底核→視床→大脳皮質

随伴発射 corollary discharge = efference copy これから行う運動を感覚系に知らせる。We will consider this problem in this circuitry.

第二部考察対象とする。 **the most important circuit !**

補筆 2

脳の発達と精神の異常

まえがき

いわゆる精神（こころ）の病気

別稿「精神医学関係」へ

精神分裂病 (schizophrenia)

現実ばなれすることもある脳の病気（臺 弘）
精神病は不自由病である（ハインロート、臺 弘）
指揮者のないオーケストラ
綴じ目を失った本

私見として、分裂病は、扁桃体－視床下部－連合野が関連する辺縁系の情動制御の両価性 (ambivalence) の障害を中軸とするものとして把え得るように思う。

通常、分裂病は種々の異なる原因で起こる病気ではないかと可成りの人々が考えている。

同一の原因で起こる疾患単位であるならば、共通した症状や経過をとり、病理組織像も共通したものであろう。事実、Kraepelinはそのような定義による疾患単位を理想として疾病分類を行い、*dementia praecox* として分裂病の原型を抽出してその概念をつくった。この場合原因は不明だし、病理組織でも異常を見出していないので、症状と経過とを重視した。しかしこの考えに反論も多く、E. Bleuler は経過より心理機制を重視した、観念連合弛緩、両価性、自閉、感情鈍麻を基本として分裂病概念をつくり上げ、彼は *Gruppe der Schizophrenien* として疾患群と考えた。

このように分裂病は、均一で単純（単一）の疾患とはみなされない（heterogeneity）。Crow は 1980 年に、精神分裂病は妄想、幻覚や思考障害のような陽性症状で特徴づけられる I 型と、感情鈍麻や会話貧困のような陰性症状で特徴づけられる II 型に分類されると提唱した。I 型の症状は Schneider の一級症状に類似しており、II 型の症状は Kraepelin や Bleuler の分裂病の基本症状に一致している。すなわち I 型症候群は急性分裂病、II 型症候群は慢性分裂病の欠陥状態に呼応する。さて、この I 型は脳内ドーパミン伝達系の何らかの変化に関連し、II 型はドーパミン伝達系の変化には関連せず、むしろ知的障害や脳の構造変化におそらく関係していると述べている。

躁鬱病

この疾患の本体は明らかにはされていないが、脳幹のアミン系、特にインドールアミン（セロトニン）系の機能調節異常及び視床下部－脳下垂体－副腎皮質系（HPA系）、一甲状腺系（HPT系）、一性腺系（HPG系）を主とするホルモン分泌調節障害による機能異常という両要素の変調が基盤になっているものと考えられる。

躁鬱病の生化学的研究の歴史は、脳内アミン研究の歴史といっても過言ではない。1946年の von Euler による哺乳動物の脳でのノルアドレナリンの発見は、脳の芳香族アミンの研究の幕あけとなった。1954年には、Vogt, M. によりノルアドレナリンの脳内分布が明らかにされ、脳幹網様体に豊富に存在することが報告された。つづいて 1958年には、Carlsson らにより哺乳動物でドーパミンの脳内分布が検討され、ノルアドレナリンの分布様式とは異なり錐体外路系の諸核に選択的に高濃度に分布していることが発表され、翌年このことは佐野らによりヒトの脳を用いて確認された。このような研究から、ノルアドレナリンと脳幹網様系の機能、ドーパミンと錐体外路系の機能との関係が注目されるようになった。

一方、セロトニンは 1948年に Rapport, Green および Page により構造決定がされたが、1953年には Twarog と Page により哺乳動物脳内での存在が、つづいて Amin らにより視床下部に比較的高濃度に限局していることが明らかにされた。1957年に至り Udenfriend 一派は哺乳動物の脳内分布を詳細に検討し、大脳辺縁系といわれる部位に高濃度に分布していることを報告し、情動に関係した自律神経機能との関連を示唆した。

1960年代に入って蛍光組織化学の開発により、モノアミン作動神経の走行も次第に明ら

かにされ、さらに免疫組織化学的、薬理的、電気生理学的方法および RI 法などを用いて、これらのニューロンの詳細な分析が急速に進められ、アミンニューロンと脳機能との関係が検討されるようになった。一方、1951 年のフランスにおけるクロールプロマジンの開発と精神病の治療への応用、さらにアメリカでのレセルピンの薬理作用の研究は精神薬理学の端緒となった。その後、モノアミン酸化酵素 (MAO) 阻害剤によるうつ病の治療効果が Kline らにより報告され、1957 年には Kuhn がイミプラミンによるうつ病の治療効果を発表したことにより、うつ病の病因究明に向けて薬理学的研究と生化学的研究が生理活性アミンを中心に互いに関連して行なわれてきた。1960 年代に提出された躁うつ病のアミン仮説、すなわち、うつ病における脳内アミンの減少、躁病におけるその増加という考えはのちの研究により、いくつかの修正や統合がなされながら今日に至っている。

癲癇、てんかん (epilepsy)

てんかんの本態是一群の大脳皮質ニューロンにみられるシンクロナイズされた電氣的異常興奮刺激状態であると定義されよう。局所的に起こる場所としては、新しい皮質 (運動領野とか側頭葉とか) でも古い皮質 (例えば海馬アンモン角領域) であってもよい。また、しばしばその部位は経時的に移動する。

Lennox は 1928 年に「突発する発作を主徴とする症候群」としたが、1960 年には同一著者が「脳の発作性律動異常として表現される脳疾患」と定義した。これは疾候群から疾患単位を推測させる方向に変換させたことになる。秋元は 1964 年「発作を反復性にくり返しておこす脳の生物学的基盤がてんかんの本能で、その基盤が脳の律動異常を形成する」とした。

古く Alzheimer (1898 年) により真性のてんかん (現在の原発全般てんかん) に固有の病変として海馬角硬化 (Ammonshornsklerose) があげられていたが、Spielmyer、内村裕之 (1927 年) はこの病変が痙攣の際の脳血管れん縮による断血性細胞変化であるとした。現在もこのように真性てんかんの形態学的変化はまだ明らかにされていない。

てんかん研究に重要な役割を果たしたのは Berger、H. (1929 年) の脳波の発見である。脳波により痙攣がニューロンの過剰興奮によることを知り、電気生理学的研究が多く行なわれるようになった。

てんかんの生化学的研究は 1940 年末期から 1950 年代初期にかけての神経生化学の体系化に伴い、脳のグルタミン酸、γ-アミノ酪酸 (GABA)、手術により切除された脳組織のアセチルコリンなどの物質と痙攣の関係の研究が始められた。そのほか痙攣という現象に伴う脳の糖代謝、エネルギー代謝、アミノ酸、イオン、酵素などの変化が検討され、Tower によりその時期までの研究が 1960 年にまとめられた。1

1967 年には痙攣モデルというよりヒトてんかんに類似したてんかんモデルとしてのキンドリングモデルが完成した。このモデルによりてんかん原性、てんかん形成過程、痙攣準備性の研究が可能となったが、まだこれらの生化学的解明はなされていない。

てんかん epilepsy 発作とは皮質ニューロンの同調した異常興奮によって起きる突発的な大脳機能の障害である。

てんかん患者ではしばしば脳波検査によって発作間次期にも棘波が認められる。これは脳の異常興奮部位において、一群のニューロンが同調して脱分極を起こしているからである。実験的には発作性脱分極変位 paroxysmal depolarizing shift として知られており、その後 EEG では棘波を伴う徐波に対応する過分極後電位が起こる。この shift は興奮したシナプスにおける脱分極性電流やその後の電位依存性チャンネルを介したナトリウムやカリウム還流によって起こる。

正常では興奮性ニューロンからの放電は周囲の抑制性の介在ニューロンを活性化して放電細胞とその周囲の活動を抑制する。ほとんどの抑制性のシナプスは神経伝達物質の γ -aminobutyric acid (GABA) を利用している。電位感受性でカルシウム依存性のカリウムの流れは放電ニューロンで活性化されており、興奮を抑制する方向に働く。さらに、興奮時放出される ATP よりアデノシンがつくられ、周囲のニューロンに存在するアデノシンレセプターに結合することによって神経興奮を抑制する。イオンチャンネルの変化や抑制性ニューロンやシナプスの障害によって、この抑制機構が破綻すると発作の焦点が形成されることになる。また、脳障害後に神経ネットワークが再構成されたとき、局所の興奮性サーキットが増強されると一群のニューロンは同調する。

局所放電の波及はいくつかの機序が組み合わさって起きる。発作性脱分極変位の間、細胞外にカリウムが蓄積し周囲のニューロンが脱分極する。放電の頻度が増加すると、神経終末へのカルシウムの流入が増加し、反復性刺激後増強 posttetanic potentiation として知られる過程によって興奮性シナプスにおける神経伝達物質の放出が増加する。この過程では電位感受性チャンネルやグルタミン酸レセプター依存性イオンチャンネルのうちの N-methyl-D-aspartate (NMDA) 型を通じてカルシウム流入が増加する。NMDA レセプター依存性チャンネルは主にカルシウムイオンを通過させるが、正常のシナプス伝達ではマグネシウムイオンによってブロックされているため、比較的静止した状態にある。マグネシウムによるブロックは脱分極によって解除される。一方、抑制性のシナプス伝達の効果は高頻度の刺激によって減少する。高濃度の放出 GABA 存在下で GABA レセプターの急速な脱感作が、部分的にはこの減少の原因となる。異常な変化の総和が近隣ニューロンの同調的な放電を促進して、てんかん発作を起こすことになる。

二次性てんかんにおいては、抑制性回路の消失と興奮性ニューロンからの線維進展が発作焦点の形成に重要である。特発性てんかんでは、生化学的または構造的欠陥は一般に不明である。しかし、嗜眠性マウス lethargic mouse (1h/1h) の研究からは欠神発作の発症機序についてある程度のことが明らかになっている。欠神発作は、視床ニューロンにおいて低閾値のカルシウム電流 (T、または一過性電流 “transient” current) が活性化され

ることによって伝えられる同調性の視床放電から生ずる。抗痙攣剤である ethosuximide はヒトにおいて T チャンネルをブロックし欠神発作を抑制する。T チャンネルは細胞膜の過分極の後に活性化されやすい。GABA_B レセプターの活性化は視床ニューロンを過分極し、T チャンネルの活性化を起しやすくする。嗜眠マウスは脳波上 5 – 6 Hz の棘徐波複合を伴う欠神発作をしばしば起こし、ヒトの欠神発作に用いられる抗痙攣剤に反応する。第 2 染色体上の単一の変異がこの常染色体劣性疾患の原因であることが知られている。このマウスでは大脳皮質の GABA_B レセプターの数が増加しており、GABA_B アゴニストである baclofen は発作を悪化させ、アンタゴニストは軽減する。このことは GABA_B レセプターの機能、あるいは発現の異常が欠神発作の発生に重要であることを示唆している。

神経症

Pavlov の犬を用いた実験神経症は後世に残る仕事である。

パブロフは条件反射学を創始し、壮年期に消化機能と神経機能との関連を追究したが、熟年になるに従って高次神経活動、ことに大脳の精神機能に関心を集中するようになった。すなわち、55 歳を過ぎてから条件反射を武器に脳活動の研究に主力を注ぎ、80 才の高齢に達してから初めて精神医学的研究に手を染めた。

82 歳の高齢に達したパブロフが、1931 年、ベルンで開かれた第一回国際神経学会で、「実験的神経症」として講演したものによると、動物が異常行動、パブロフのいわゆる実験的神経症を起こすのは、非常に強い刺激を与えられるとか、動物が判断に迷うような複雑な刺激を与えると、あるいは延滞条件反射によって制止過程が消耗させられるとか、昂奮過程、制止過程とを相剋させるような条件が与えられるとかの場合であるという。そして、これらはいずれも、昂奮過程と制止過程のどちらか一方、あるいはその両方の神経活動が、弱められるか、混乱におちいらされるかするためだと彼は説明した。要するに、条件反射に参与する大脳皮質の昂奮作用と抑制作用とのバランスがとれていることが正常な精神機能の基本であり、この二つの作用のどちらか一方、あるいは二つの作用間の関係に何らかの異常が起こった時に異常な反応が見られるとしたのである。

観察される動物の異常行動はさまざまであるが、制止過程が強く表面に現われたものを、パブロフは、人類の睡眠、催眠状態、カタレプシー、緊張病状態などと比較すべきものとした。また動物に見られる病的不安定性、すなわち昂奮過程の表現たる異常な運動性を、彼は人類の刺激性衰弱の状態になぞらえる。そして常同症や強迫観念は、病的の持続性昂奮過程が制止過程によって影響されにくい状態になっているものに関係付けられるとしたのである。

パブロフはその最後の試みとして、これら条件反射の実験的方法によって得られたい異常状態が、人類の神経衰弱やヒステリーや精神衰弱 – パブロフは神経症の分類を、おおむねジャネにならって、この 3 型に分けていたようである – をはじめ、躁鬱病や精神分裂病と

まで比較できるのではないかと想像した。つまり人類の神経症に見られると同じ症状を、特別の条件を付与することにより、動物に再現させることができたので、これによって人類の神経症を解明する手掛かりをもつかんだと考えたわけである。しかし彼は同時に、実験動物についての結果を直ちに人類の臨床医学に当てはめることについては十分に慎重でなければならないと強調することを忘れなかった。これを想うと、彼の最後のこの試みは、将来の研究のためのプランであったと理解すべきであろう。なおパブロフが、人類の行動理解が動物のそれに比べて著しく複雑かつ困難な理由として、人類においては、「第二次信号系」とも言うべき言語の発達のあることを指摘したことはよく知られている。

ところで重要なこととしてここに附記しなければならぬのは、パブロフの神経症の実験において、きわめて反応しやすい犬とそうでない犬とがいたという事実から出発して、犬の性質に四つの型のあることを彼が確認し、「神経症」の成立またはその反応形式にとって体質の重要であることを強く主張するようになったことである。そしてこの業績もまた、人類の精神医学上の理論に合致するものとして、体質学を重視する研究者たちから高く評価されているのである。

(内村「精神医学の基本問題」より)

補筆 3

安永理論 Inversion of recognition pattern

Phantom theory or hypothesis (H. Yasunaga, 1972,1987)

According to Yasunaga (1972, 1974, 1987), the principle pattern of recognition: in terms of the concept, $A \geq B$ in healthy normal person is apparently reversed in schizophrenic patients, and way of the talking of his own experience apparently inversed, which can be described as $A < B$. It is so-called the theory or hypothesis of "inversion of patterns". As Wauchope (1948) describes, the "pattern" is a form of representation meaningful for living things, that is, a pair of fundamental categories in the description of the world of experience. Below, shows several examples of the pairs (concepts A and B, either of which predominant to another), namely, self \rightarrow other, quality \rightarrow quantity, whole \rightarrow part, life \rightarrow matter, unity \rightarrow difference, life \rightarrow death, etc. The concept of these patterns is established or materialized within a moment and can be understood that there are common, logical symmetrical/asymmetrical correspondence among these pairs. In the case of $A \rightarrow B$,

A is logically predominant to B. That is, provided that A is the starting point of lively-experienced understanding, then the concept that B is not A is logically understandable. For example, "self" is basically understandable in living conditions as the principal starting point, so "other or otherness" is understood as "not self". When the situation is reversed by predominance over B of A expressed in what we call schizophrenic experience, the predominance between A and B must be reversed also in the logical expression of patients. The patterns of $A \rightarrow B$ structure occurring in the normal person differ in schizophrenic persons, in whom the pattern is unconsciously inversed having structure like $B \rightarrow A$. It is a paradoxical experience which healthy subjects can never "nachleben". Yasunaga explains that in the direction $A \rightarrow B$, the relation is contingency and spread divergently as plural arrows, whereas in the direction $B \rightarrow A$, the relation is of logical necessity and has tendency to converge upstream to the single origin. Most obviously, the category pair of this asymmetry would be the pair of life \rightarrow death, explaining as in the followings : death is perfectly expressed by "no longer living". However, "living" can never be expressed sufficiently by "not dead/not yet died". Nobody knows by experience what "death" really is.

Yasunaga explains further: experience in healthy subjects can generally be expressed by $A=B$. Namely, subjective mental activity is in good accordance or harmony with the pressure of existence from the outer world, and since the major premise of logical precedence of A is maintained, the conscious image of cognition is for oneself firm and able to check whether real or illusory. By contrast, in schizophrenic type of hallucination (mainly auditory hallucination), external B turns into an obvious premise to which subjective A can barely be correlated, being in accidental and conditional states, in spite of normal consciousness and intelligence ("Mental Geometry", by H. Yasunaga, 1987, Iwanami). In the life of healthy subjects, there is always a proportional constant between the amount of physical amount of stimuli from milieu and the physiological threshold when organisms receive the stimuli. In the mental state of schizophrenic patients, however, the proportional constant changes in the process of illness and the patients are not able to perceive the morbid changes. In such situations, the patients perceive the outer stimuli with the normal standard of the premorbum proportional constant, thus causing abnormal recognition; illusion or hallucination. Predominance of the subjective activity momentary changes, and deteriorate so as to be subordinate to the predominance of the external world in the sensory cognitive function.

In summary, the pattern of recognition or sensory images in schizophrenic person is lacking some sort of reality and phantom-like, due to the inversion of recognition expressed by $B \rightarrow A$ structure, when the principle of the normal patterning of recognition is expressed by $A \rightarrow B$ structure. Formation of conversion of recognition has thus been advocated by H. Yasunaga, being named as "the phantom theory or the hypothesis".

.....

Inversion of recognition pattern

Phantom theory or hypothesis (H. Yasunaga, 1972,1987)

Schizophrenia vs Non-Schizo.

(concept, pattern)

$A \Rightarrow B$	$A \Leftarrow B$
$A \rightarrow B$	$A \leftarrow B$
self	other
whole	part
unity	difference
life	death

1. Proportional constant betw. Stimuli (physical amount) and Perception (physiological threshold)
2. Morbid changes of the proportional constant
3. Predominancy of the subjective activity changes momentary
4. Subordinate to the predominance of the external world in the sensory cognitive function

.....

補筆 4 科学的精神医学と Pavlov (revisited)

(パブロフとフロイド,1966,ウエルズ著、中田、堀内訳、黎明書房より)

パブロフが精神科診療所でおこなった研究からひきだしたもっとも大きな一般的理論は、そこで観察されたいくつかの障害を、脳の種々の部分、種々の機能体系に局在化することによって体系化しようとする試みであった。ここですでに、人間と動物で

は高次神経過程と生活条件にひじょうに大きな質的差異があることを反映して、人間と動物の神経症のあいだには大きな質的差異があることが見られるであろう。

パブロフは人間がもつ三つの高次神経系——一つの無条件反射系二つの条件反射系を区別する。動物は高次神経を二つしか、つまり一つの無条件反射系と一つの条件反射系しか、もたない。このことはすでに質的な違いを明示しているが、それは人間の病的障害の性質にもあらわれるであろう。三つの神経系とは、第一に、皮質下領域に位置する無条件反射あるいは「本能」の体系、第二に、大脳皮質に位置する第一信号系あるいは感覚信号系、第三に、これもまた皮質に位置する第二信号系あるいは言語信号系である。このように、人間は皮質下系を一つと皮質系を二つもっているが、動物は一つずつしかもっていない。人間が三つの体系をもち、それらの相互関係も障害をうけるようになりうるという事実は、人間の病態がはるかに複雑であることを示している。以下は、三つの体系の、健康な働きと病的な働きの両方に関するパブロフの見解を要約したものである。

三つの体系はすべて、人間と環境とのあいだに力動的均衡をうちたて、人間の行動を外的諸条件に適應させ、あるいはとりわけ人間に特徴的なこととして、人間の欲求どおりに環境を適應させようとするものである。

皮質下に位置する無条件反射系は、環境のより永久的な特徴への適應をあらわし、それは人間が進化するなかで遺伝となってきたものである。これらの例は、「純粹に」無条件的な形では、まず生まれたばかりの赤んぼうが、唇にさわるものを何でも吸い、手のひらにふれるものを何でも握り、口にははいるものを何でも呑み込むことに、そして泣いたりのどを鳴らしたりのような一定の苦痛と快樂の反応に見られる。無条件反射が純粹な状態で見られるのは、だいたい生まれた直後だけである。無条件反射は、生活を送るなかで急速に条件反射にとりこまれ、あるいは織りあわされてゆくからである。このことは、皮質下の無条件的機能に病的な攪乱が生ずると、しばしば、皮質における条件反射活動、とくに個人の敏感な情動的、想像的活動を扱う感覚信号系に、第一に障害が起こる事実を説明する。たとえば、ある無条件生殖反射の攪乱がまず情動障害をひき起こし、ついで無条件的性活動の障害となって現れる。無条件反射系の障害は、あるばあいには主として皮質下領域にあらわれ、別の場合には主として皮質にあらわれる。後者は心因性障害として、前者は身体因性障害として、分類されるであろう。

そのつぎのより高次の体系は、実在からの信号を処理する第一の系あるいは感覚系である。それは学習過程あるいは認知つまり外界から知識を獲得する過程の第一段階である。それは社会的実践のなかで獲得された、具体的で直接的な感覺的經驗

による学習である。それは認知の〈知覚的段階〉である。第一信号系は感覚的、想像的、情動的思考の乗りものであり、環境世界の影響を直接、言語を媒介せずに受けて働いている。その機能は外的諸事物についてその作用と特性を反映する感覚像を受容し、それら感覚像相互間の関連を最初に明らかにすることにある。それはまた、人間有機体の内的環境からの刺激、たとえば労働過程に入りこんだ筋肉や内臓諸器官からの、あるいは諸器官の体系全体からの、刺激を受けとる。第一信号系の病的障害は、環境が強力すぎるか葛藤しあっているとき、そこにまきこまれた皮質細胞を過度に緊張させることによってひき起こされるであろう。感覚信号系の病的障害はまた、それより高次あるいは低次の体系、つまり言語信号系と無条件反射系のいずれの障害の結果としても起こりうる。後者のばあいには、障害は、病的状態にあるいずれかの内臓器官が異常ないし過度に強い刺激を第一信号系の各皮質細胞に送って、これを過度に緊張させることから生ずるであろう。

人間が環境的条件に適応する過程での最高の体系は、実在からの信号を処理する第二の系あるいは言語系である。この体系の機能は、有声ないし無声の言語を使用して、抽象化、一般化をおこなうことである。それは認知の〈理性的段階〉であり、そこでは、相対的に孤立した第一信号系の感覚像と、評価されたその意味およびそこからひきだされた結論とが、相互に結びつけられる。これは、パブロフが「人間のみにあるより高次の心性」といったものである。第二信号系はまた、他人の経験や前の諸世代の経験から学ぶことを可能にする。それは科学を可能にし、こうして具体的実践にたいする真に有効な導きとなる。こうして、健康な覚醒状態にあっては、それは第一信号系と無条件反射系の両方の活動を調整し規整する。過度に強力であるか葛藤しあう言語刺激が、他人から、あるいは無声言語の形をとって自分自身の思想から与えられると、第二信号系の病的障害が生ずるが、この後者の、自分自身の思想から刺激が与えられるばあいでも、そのいちばんはじめの刺激は究極的にはつねに外界からのものであろう。病的障害は、現存の言語刺激とわれわれの理想や願望とがあまりにも相容れないときに生ずるであろう。あるいはまた、病的障害は、低次の二つの体系の影響の結果、起こることもある。さらに複雑なばあいを考えると、第二信号系の障害はより低次の二体系、さらにはからだ全体の障害をひき起こすであろう。愛する人の死を知らせることばを聞くと、ある条件のもとでは、三つの体系のすべてと、内的な身体的、植物的環境とに病的障害を生みだすであろう。

パブロフの研究室で見いだされたことは、三つの体系の一つが、最初、他とは無関係に障害をひき起こすと、それは三つの体系全体間の相互関係に影響を与え、程度の差はあれ、全体系に広がるのがふつうの傾向であるということであった。そうになっていくいきかたの一つは、高次の系が過度の緊張を受けて保護制止の状態にはいると、この系はそのために、低次の系にたいして正常な調整的統制を及ぼすことをやめ、そ

の結果、いまや高次系の影響を受けずに働くようになった低次系は、高次系の抑制的影響なしに自由に作用することができるようになる。こうして、高次系の障害は低次系の障害をひき起こす。一例をあげると、ある型の精神分裂症はひじょうに陽気で空想的な思考が見られるが、そこでは第二信号系は静止状態にあって、第一信号系にたいするいつもの影響は及んでいないのである。

精神科診療所で見られる、阻害された行動、ゆがめられた情動や思考といった精神疾患の〈症状〉は、高次神経活動の三つの体系の全面的あるいは局部的障害のあらわれだ、とパブロフは考えた。障害の個々の形態は、他の諸要因とならんで患者の神経系の型にも依存していることが見いだされた。こうしてもう一つの重要な帰結が臨床的研究から出てくるが、それは人間の型の問題に関するものである。

人間の神経系の型

パブロフは、人間の型の問題は非常に複雑だから、研究にあたっては極度の注意が必要であると考えていた。この複雑さは、神経過程自体の役割がはるかに重大であることからくるだけでなく、人間の環境が社会的な性格をもつことからより多くきている。こうして、動物のなかにその作用が発見された神経系の三つの特性——強さ、平衡、易動性——は、人間の型の決定にも適用されるが、それは社会的環境のなかで形成されることによってひじょうに複雑になっている。このことは、一つの特性、たとえば強さ、すなわち興奮過程と制止過程の強さをとりあげるだけで容易にわかる。人間の特定の神経系の弱さあるいは強度は、パーソナリティのもつ社会的価値によって変化する。人びとは、忍耐、意志の強さ、ねばり強さ、大きな不平等にたいする戦い、困難の克服、階級への忠誠といった社会的特性を発達させるように教えられ、それらは程度の差はあれ、皮質細胞の弱さを補うことができる。神経系が強いことは人間にとって有用な資質の一つである。しかし、社会的価値、性格、パーソナリティ特性、自分に期待されるものについての意識が決定的な役割をはたしている。われわれがみな社会でぶつかっている不都合な外的条件やきびしい生活状況に対抗するさいに、緊張にたいして神経系がもちこたえるか機能を停止するかを決定するのは、皮質細胞が強いか弱いかだけではないであろう。生活が提起する諸問題に正しい解決を与え、複雑な状況から抜け出す適切な道を見いだす能力がさらにいっそう重要である。原則を知り、それを具体的状況に適用する能力がここでは決定的である。人間の神経系の強さは、したがって、人が社会的実践をとおして生活のなかで獲得した知識や性格にくらべれば、二次的である。

神経系の強さについていえることは、平衡、易動性という他の特性についてもあてはまる。興奮と制止の神経過程が強さの点で平衡がとれているか、新しい状況に即して神経系が急速に変化するかにかわりなく、決定的なものは、その人にすでに形成されている性格、知識、実践能力である。平衡や易動性という特性以上に、こうしたことが、人生のもっともひどい打撃に直面したとき、神経系が過度の緊張に陥るかどうかを決定するであろう。

これらの発見から、パブロフは、人間の神経の型を決定する二つの新しい基準を導入した。人間の型の問題は、強さ、平衡、易動性に加えて、いっぽうでは皮質と皮質下の活動のあいだの、他方では第一信号系と第二信号系のあいだの、相互関係の特殊性という面からも研究されなければならない。要するに、人間の型を決定するためには、ある個人が受けたすべての影響が考慮されなければならないのである。

あれこれの信号系の優越あるいは均衡を基礎にして、パブロフは、人間の神経系をひじょうに一般的な三つの型に分類する。〈生活経験のなかで〉、ある人びとは、いっぽうの極として第二信号系よりも第一信号系をヨリよく発達させ、たほうの極として第一信号系よりも第二信号系をヨリよく発達させる。あるいは、ほとんど大部分のばあいがそうであるが、言語系に調整者の役割をはたさせつつ、二つの体系の、均衡のとれた相互関係を発達させている。人間の型にかんするこの理論を理解するためには、われわれはさらに、両信号系の性質と両者の関係とを研究しなければならない。問題の中心は情動と思考の性質と役割にある。

周知のように、動物は実在からの信号を処理する第一の系にかぎられている。動物は、感覚器官に作用し、そこから脳の高次部分に作用する感覚刺激の形でのみ、環境から信号系を受けとる。動物の情動すなわち特定の刺激が動物の安寧に及ぼすは、二つのしかたで明らかにされる。一つは走ったり、とびついたり、かみついたりのような現象によって、もう一つはほえたり、うなったり、鼻をならしたり、よだれを流したり、毛をさかだてたりのような表現的現象によって。動物の安寧へ及ぼす刺激の影響は、生活のなかでまえもって開かれていた、条件信号と無条件反射のあいだの神経経路をとおしておこなわれる。このことは、感覚信号が呼びおこす無条件反射が何であれ——たとえば防御、食餌、生殖に関するもの、その信号のもつ情動的色調が、条件結合にもとづいて、無条件反応に付与されることを意味する。こうして動物の情動は、皮質に位置する感覚系と皮質下に主として位置する無条件反射系の関係の、重要な一側面である。動物の情動は、活動にあらわれるものも身体的変化にあらわれる

ものも含めて、ともに皮質過程と皮質下過程の、いいかえれば第一信号系と生得的反射の相互関係の本質的特徴を含むということができた。＜動物の活動は、したがってこの意味で、つねに情動的活動である。＞動物は刺激に反応するが、それはその刺激がどんな直接的影響を動物に約束するかにかかっているのであって、動物は以前に形成された条件反射によってだけ、このように反応するのである。たとえば、犬は、食事の準備をするときにいつも出る音に反応して、興奮しながらあちこち走り回り、高い声でほえ、尾をふり、よだれを流すであろう。「動物の情動」は、皮質過程と皮質下過程の条件結合によって決定された動物の反応である。

しかし、動物に「情動」ということばを使っても、うるところはほとんどない。これは真である。というのは、情動が対置される現象がほかにないからである。動物の情動は、外的（あるいは内的）刺激が動物のその時の生命活動にどんな直接的影響を及ぼすかにかかわっている。動物はこうした影響を受けてはじめて反応するので、それを「情動的」活動と呼ぶ意味がない。＜活動＞だけで十分である。この問題をここでとりあげる理由は、ひとえに、人間の情動の問題を研究する助けとせんがためである。

人間にとっては、情動は意味をもっている。というのは、それには対置される現象すなわち観念あるいは言語による抽象作用があるからである。情動と観念とは、意識のもつ異なった側面であり、人間の精神に客観的実在を反映させる異なった側面である。＜観念＞の第一の役割は、もろもろの事物や過程を外的世界にあるがままに反映することである。観念が言語信号でなければならぬことは明らかであるが、それは、人間の主観的感情にかかわりなく、みずからその反映である客観的事物に照応する。たほう、＜情動＞の第一の役割は、観念のうちに反映された事物が個人にたいしてどんな意味をもつかを評価することである。したがって、すべての観念は、多かれ少なかれ情動的色調をもっている。観念なしに情動はなく、逆に情動のない観念もない。人間を動かして行為にひき入れるのは、反映の情動的側面である。人がヨリ正確な理解をもつのは観念によってであり、ヨリ適切な反応をするのは情動によってであろう。たとえば、立ちのき通知を受けた借地人の情動的反応が適切であるかどうかは、第一に、立ちのきに反対する戦いの可能性にかんして、たとえば彼に有利な法律的手段や借地人会議の力を、彼がどの程度観念的に理解しているにかかっているであろう。こうしたことを彼が知らなければ知らないほど、彼の情動的反応は不適切で、びくびくすることになる。逆に彼が多くのことを知っていればいるほど、彼の反応はいっそう適切で、おちついているであろう。このよ

うに、人間にあつては、観念と情動は、実在を意識内に反映する不可欠、不可分の二側面なのである。

情動と観念およびそれらの相互関係の基礎にある高次神経活動は、三つの体系を含んでいる。それは、皮質にある感覚系と言語系、皮質下にある無条件反射系である。観念はつねに言語による抽象作用であるので、第二信号系あるいは言語信号系が観念の基礎をなす神経活動となる。たほう、情動は、主として第一信号系あるいは感覚信号系と皮質下の無条件反射系の相互作用である。これはわれわれを、人間の神経系の型の問題につれもどす。

たいていの人にあつては、観念と情動の基礎にある神経諸過程は密接に関係しあっている。観念あるいは言語による抽象作用は、社会的実践のなかで、実在からえられた直接的感覚的信号をもとにして生みだされ、実践活動の感覚的経験のなかでふたたび点検される。この中間型では、情動は、第一信号系と無条件反射系の働きであるが、第二信号系あるいは言語信号系の統制的調整を受けている。つまり情動は、多少とも真実な観念にもとづいて調整されているのである。こうして、大多数の人がはいる中間型にあつては、情動的活動と観念的活動の均衡がとれており、この均衡は、それらの活動の根底にある高次神経系の均衡をあらわしている。そしてこの均衡は、ともに、経験と社会的実践を通じて順次形成されてきたのである。神経活動の本質的三特性から見れば、中間型は、程度の差はあれ、強くて平衡がとれ易動的であるであろう。つねに忘れてはならないことは、型は、生活のなかで、障害にあいそれをのりこえるなかで、ひどい打撃に耐えるなかで、ひきつづく闘争のなかで、形成されるということである。こうして型は高度の柔軟性をもち、実際の行動が変化するにつれて型も変化するるのである。

中間型のほかに、いっぽうの極に、抽象的観念が具体的心像や情動、さらに実践から部分的に切りはなされている型がある。これが「実在から切りはなされた知識人」であり、彼は言語による抽象作用の王国に住み、それを実在と見誤りがちである。強調されねばならないことは、これは病態ではなく、頭脳の労働と手の労働とがするどく分化する傾向にある社会ではむしろふつうに見られる不均衡であることである。根底にある高次神経活動の面から見れば、この「知的」な型は、第一信号系にたいする第二信号系の優位および両者の一定の分離をあらわしている。この型にあつては、抽象的言語信号は、通例、実践における具体的感覚的経験から直接生まれるものものでもなければ、またその真偽を決定するためにたえず感覚的実践にもどされて、点検されるのでもない。この極は、純化された抽象の王国に生活する、修道僧的、学究的な型である。

均衡のとれた中間のグループをこえてもういっぽうの極に、想像や情動が観念あるいは言語による抽象作用の調整的影響から部分的に切りはなされている型がある。「ボヘミアン」がこれであり、彼は感覚像や情動的反応の世界に住み、この世界を実在と見誤りがちである。この極もまた病態ではなく、「純知識人」のばあいと同様、むしろふつうの不均衡であり、それは情動を観念から切りはなす社会、「知識人」は感ずるのでなく考えなければならないというのと同じように、「芸術家」は考えるのではなく感じなければならないと主張する社会、によって生みだされている。その基礎にある高次神経活動の面から見ると、情動的な型は、第一信号系が、そしておそらく皮質下過程も、第二信号系より優越していることを示し、多かれ少なかれ両者の分離をともなっている。この型にあっては、具体的感覚信号は、観念あるいは抽象的言語信号の十分な調整を受けていない。その結果、科学的知識でなくむしろ直接的感覚的な経験や情動的反応が、思考や活動の基礎となりがちである。情動的な型は、合理的思考の手をあまり借りずに、なまのまの感情によって直接的感覚刺激に反応する傾向がある。こうして、彼はしばしば気まぐれであり、その気分は直接的感覚像の動揺につれて、得意から失意へつぎつぎと変わってゆく。

パブロフはこれら両極の型を、それぞれ「思想家」型と「芸術家」型と呼んだ。パブロフは科学者であるとともに教師であったので、注意深い限定を必要としながらも自分のいいたいことを劇的に表現するようなことばを、ときどき使った。人間の高次神経活動の型に「思想家」、「芸術家」ということばをあてたものも、このようなばあいである。彼は、極端な型が二つの信号系のどちらかの優越に基礎をおいていることをはっきり示したいと思った。そして芸術家は純粋に情動的であり、思想家は純粋に知的であると一般に考えられているので、彼は自分の意図をはっきり示すためにこれらのことばを用いた。すでに指摘したように、資本主義社会には、芸術家や思想家について誤った考えを生みだすとともに、現実にその型にはまった個々の芸術家や思想家を折りにふれて生みだす強力な力が働いているのである。しかし、すべての芸術家や思想家が極端な型をあらわすものではけっしてないことは明らかである。真の芸術家や科学者は、多くは均衡のとれた高次神経活動をもつ多数者の中間的グループに属し、そこでは観念と情動、第二信号系と第一信号系が、密接な相互関係をたもちつつ、なお人間だけに特有の言語信号系というもっとも高次の体系の調整を受けているのである。たほうで、職業が芸術家や思想家であろうとなかろうと、生活経験の結果として、だれでもどちらかの極、すなわち神経系の不均衡な形をあらわすものになりうるのである。

機能的精神疾患の理解をめざして

精神疾患の理解をめざす研究の第二段階で、パブロフは、機械的損傷でなく機能的性格をもつ種々の有害な影響によって動物の高次神経活動にひき起こされた病態の問題にとり組んでいた。第一段階で、彼は<器質的> 大脳疾患の大まかで単純化されたモデルを発展させたのにたいし、ここでは彼は、人間の脳の<機能的> 疾患の大まかな実験的モデルをつくりあげた。

機能的障害についてのパブロフの研究は、医学上、イデオロギー上の二重の意味をもっている。精神医学という医学にとっては、それは、神経症および精神病の根底にあつて徴候を生み出す神経機制を発見しようとする試みであり、新しい形の治療を可能にするものである。イデオロギー的には、それは神経症的、精神病的行動の内観的研究、とくに精神分析学的研究をひっくりかえす。心理学のばあい、精神活動の基礎にある神経過程が発見される前には、多かれ少なかれ空想的な理論にむかう道が大きく開かれていたのとまったく同様に、精神医学のばあいにも、機能的精神疾患の基礎にある病的神経過程が発見される以前には、神経症や精神病の分析と治療についての気まぐれな理論にむかう道が大きく開かれていた。フロイト、アドラー(Adler)、ユング(Jung)の学説、サリヴァン(Sullivan)、ホルナイ(Horney)、フロム(Fromm)の理論は、本質的には、脳の病態生理学にかんするどんな精密科学の教えも受けることなく展開されていた。ある社会の文化を、その基礎にある経済的、生産的土台を知ることなしに理解しようとする試みにも似たものといえよう。こうした企てのいずれにあつても、発見された「事実」といっても、せいぜい純記述的であり、「法則」や「理論」になると必然的に思弁的、空想的であるのを常とした。空想的理論は、その主張者の意図が何であれ、そこに作用している真の原因をあいまいにすることに役立つだけであり、ひじょうにしばしば反動勢力のイデオロギー的必要を満たすものになりやすい。高次神経過程の機能的疾患をあつかう病態生理学は、神経症と精神病の完全に科学的な研究法への土台をきずき、こうして二つのしかたで人類に役立つことができる。すなわちいっぽうで、人間の苦痛を軽くすることを助け、たほうで、間違つた理論との戦いを援助することができる。

すでに 1921 年には、パブロフは実験的に、犬に機能的病態をひき起こした。彼は犬の神経系には耐えられないような困難な課題を犬に与えて、はじめてこれをつくりだした。実験的にひき起こされた状態が、人間の機能的疾患の単純化された姿と必ずしも見るわけにはないかないにしても、

パブロフが科学史上はじめて、人間の神経症や精神病にある程度似かよった、障害の大まかなモデルを実験室で作りだすことに多くのばあい成功したのは事実である。ここで再度注意しておきたいのだが、類推が及ぶのは共通の特徴がある限りにおいてであり、共通でない重要な特徴はつねに存するものであることを銘記しなければならない。

パブロフは心因性機能障害と身体因性機能障害の両方を実験的に作りだして研究した。前者の場合には、葛藤しあう、あるいは過大な外的条件刺激を動物の神経系に与えて、神経症や精神病を作りだした。後者のばあいには、腺機能の妨害や伝染ウイルスの結果として、神経症的、精神病的徴候群を作りだした。こうして彼は、有害な機能的影響を外的環境と内的環境の両面から研究した。

外界から加えられる衝撃や葛藤によって生ずる高次神経活動の障害は、多くのばあい、身体的過程の変調に導いて腺分泌、潰瘍、伝染病にかかりやすくすることも、彼は見いだした。彼はまた、身体内部の原因から生ずる高次神経活動の障害は、しばしばある神経系が過大の、あるいは葛藤しあう外的刺激を受けたときにその機能を停止する点をひきさげることを見いだした。こうして彼は、心因性機能障害と身体因性機能障害の〈相互関係〉をとりあげていたのである。

しかし、パブロフは、全般的および局所的な機能障害をひき起こし、その種々の局面を研究することに興味をもっていただけではなかった。彼は約15年に及ぶ実験神経症と精神病の研究をとおして、有効な治療処置のありかたをもひきつづき探究していた。とりわけ彼は自分で作りだした病気をなおし、それによって、彼が好んでいった「科学的に健全な心理療法」にむかって歩を進めたいと思っていた

神経症的、精神病的行動の根底に横たわる病的な神経過程にかんするパブロフの発見の物語は、医学史のなかの偉大な諸章の一つをなしている。今日、精神疾患についてゆがめられた理論が広くまき散らされており、その理論は、主張者の意図がどうであれ、戦争やファシズムの根底にあるのは社会体制の断末魔の苦しみにでなく、むしろ現代の神経症的パーソナリティである、と暗示している。こういうときであればこそ、パブロフの発見について語ることは真に時宜にかなう、きわめて重要な意味をもつのである。その発見を、専門的な観点からだけでなく、ただそれだけがわれわれを有効に導きうる心理の一部としても、見なければならぬ。さてわれわれはできるだけ簡潔に記述をはじめよう。

精神分裂病の分析—機能的な精神疾患へのアプローチとその概念

精神分裂病についてのパヴロフの分析は、機能的精神疾患へのアプローチとその概念をとともに明らかにするものである。

パヴロフが彼の研究所に付設された診療所で分析した初期の症例は、種々の型の分裂病にかかっていた患者たちであった。1930年に書かれた論文のなかで、彼は自分の発見したことを報告した。

ここでもまた、彼は、主観的な心的諸現象の細部よりも行動にあらわれた病的症状に注目した。「わたしの注意はとくに、このような病気（**ヘベフレニア破爪病とカタトニア緊張病**）にかかった患者に特有のアパシー無関、鈍麻、不動、常同的運動——そしてたほうで、おどけたことや気ままさ、そして一般に子どもじみた行動に注がれた」と、彼はいつている。こうした症状のなかに「一つの一般的機制」を見ることができるであろうか。

一つの解答を、彼は条件反射学に求める。実験室において、彼は高次神経活動の二つの側面をすでに確定していた。いっぽうでは、外的対象からくる種々の刺激と筋肉や腺の反応とを一時的に結合させる興奮過程は、生物体が覚醒状態にあるあいだはつねに、その生命活動の一部となっている。たほう、抵抗することによって興奮を抑える制止は、彼がいつているように「生物体のうちでもっとも敏感な細胞である大脳両半球の皮質細胞を保護する役割をつねにもってあわれれ、それらの細胞がひじょうに強い興奮にぶつからねばならないときには、その活動から生ずる異常な緊張から細胞を保護し、日常の労働のあとでは、睡眠の形で必要な休息を細胞に保証する」のである。

彼はまた、**睡眠**とは、制止が両半球の全面に広がった形であり、たほう、**覚醒状態から完全な睡眠への移行には、催眠相と呼ばれる中間状態があることを確証した**。それは部分的睡眠あるいは催眠の諸相で、分裂病やその他一定の形の神経症や精神病の客観的分析にひじょうに重要なものであることを、パヴロフは見いだした。それではこの「催眠相」とは何であろうか。彼はいう。「これらの諸相は、いっぽうでは、制止が両半球の諸領野内および脳の種々の部分にどの程度広がっているかによって、たほうでは、同一時における制止の深さをとおして知られる制止の強さがどの程度であるかによって、あらわされる。」

分裂病のすべての症状——無関、鈍麻、不動、おどけたこと、のような——は、**種々の催眠相のどれかのなかに見いだされる**。ここから彼は結論をひきだす。「前述の分裂病の症状を研究して、わたしは、それらの症状が慢性的催眠状態をあらわすものであるという結論に到達した。」しかし、一般的症状が一致するという以上、証拠が必要である。そこでパヴロフは、第二次的で細目にわたる症状の分析をおこなった。

ある**分裂病患者の無関と鈍麻**は、主として質問に反応できないということを示され、あたかも完全に無感覚であるかのようであることに、彼は注目した。しかし、患者が静かな部屋に入れられ、ひじょうに優しい声で質問されると、彼はその問いに答えることが発見された。ここにもまた特徴的な催眠現象が存在する。それは、催眠のうちのいわゆる逆説相であられる症状で、そこでは、生

物体は、強い刺激にたいする反応をすべて失い、弱い刺激にだけ反応するのである。

分裂病と催眠相とを結びつけようとするパブロフの主張をさらに証拠づけるものは、患者に認められるネガティヴィズム拒絶症の現象である。患者はいつもの正常な条件づけとは逆に反応する。たとえば、食事が出されると食べないが、食事をさげると食べたがる。同じことは催眠のある相でも起こる。

ステレオタイプイ常同症、つまり患者が注意をむけている人のことばや身振りをたえまなく反復することは、エコラリア反響語およびエコプラクシア反響動作と呼ばれ、分裂病ではひじょうによくある症状である。それもまた正常人が催眠にかかったときによく見られる現象で、「手の動き」で催眠をかけたばあいに、もっともよく起こる。こうしてまたパブロフの主張は補強された。

カタレプシー強直症（患者が、他人によってであれ自分自身でしたのであれ、からだのある姿勢をとると、そのままその姿勢をとりつづけること）と緊張病（からだのどの部分についても、いまもっている姿勢を少しでも変えようとするに抵抗する筋肉の緊張状態）はいずれも、分裂病の症状であると同時に催眠時にあらわれる現象でもある。

最後に、パブロフは自己の主張を確実なものにするために、ある形の分裂病に見られる、衝気、子どもっぽさ、愚行、気まぐれで攻撃的な興奮、といった症状をとりあげている。これらの症状は、種々の形の催眠やアルコール中毒症にも見られる。「これらの症例にあつては、こうした症状は、大脳両半球の全般的制止がはじまっていることの結果であり、そのために、大脳半球に隣接する皮質下が……ふつうの統制、つまり覚醒状態のあいだ両半球によってたえずおこなわれる制止から、解放されていると考えるべき理由がある」と彼はいう。「……酩酊、催眠、ある型の分裂病における子どもっぽさと愚行」は、パブロフによれば皮質の統制がより下位の神経中枢にまで及ばなくなっていることによるのである。

これらすべての証拠から、パブロフは、自分の主張が正しいと結論する。「以上のすべての症例を見れば、分裂病が、一定の変種と相を含みながら、実際に慢性的催眠をあらわしていることを、人は疑うことができない。」

最近示された証拠も、ある形の分裂病の症状が大脳皮質の部分的催眠ないし制止によって引き起こされるという、パブロフの理論を支持する方向を示している。ジョンズ・ホプキンス大学でパブロフのアプローチを用いて研究をおこなっているワグナー・ブリッジャー(Wagner Bridger)博士とW・ホースリー・ガント博士は、人間に実験的に精神病をひき起こすメスカリンという薬が大脳皮質の制止を引き起こし、それにともたつて、ふだんは高度に規整されている三つの高次神経活動系、つまり無条件反射と第一および第二信号系がばらばらになることを発見した。

<機能的>精神疾患の基礎には病態生理学的<機制>があるというパブロフの発見は、科学を

大きく前進させるものである。この発見がなされる前には、機能的精神疾患はもっぱら「純精神的」なものと考えられていた。いいかえれば、生理学的機制が病的状態にあるとは少しも考えられていなかったのである。これが真実であると想像されたのは、精神疾患の生理学的原因が器質的条件、すなわち細胞の実際の損傷以外にないと考えられたからである。

だから、機能的精神疾患の病態生理学が発見される以前には、この分野は、神経症についてのあらゆる種類の思弁的、主観的な理論——フロイト派、アドラー派、その他——の跳梁にまかされていた。これらに共通する理論、それは意識が無意識にたいしてさまざまな制限を課し、無意識はこの制限に反抗する、ということであった。これらの理論は、どんなに目新しい形をとろうと、精神疾患の機制を、障害を受けた神経過程にではなく、葛藤状態にある情動やドライブズ動因、エスや超自我に求める傾向をもっていた。するどく対立する情動や状況は精神疾患をひき起こす有力な原因たりうるが、パブロフによれば、それは精神疾患の機制にはなりえないのである。

高次神経過程の科学とは無関係に発展したこれらの理論は、神経症を純粹に精神的な葛藤の面から考えていた。そこから二つのことが出てくる。第一に、情動の葛藤一般といわゆる病理的葛藤とのあいだに明瞭な線が引かれていなかったのも、神経症はほとんど普遍的である——つまり「だれもが多かれ少なかれ神経症的である」——と考えられた。第二に、「神経症」の治療は純粹に心理的な線にそって進められた——つまり葛藤を認知するれば、解決の道がなんとなく出てくるか、あるいは少なくともそれに適応させようとすると考えて、情動や観念、意識や「無意識」の掘りさげをおこなった。

たほう、パブロフは、機能的精神疾患を、精神的活動の基礎にある神経過程の一定の機能停止であると考えた。ただこのばあい、精神的活動がこの機能停止を生みだすのに力をかすことはありうるであろう。彼にとって治療は、第一に、健康な神経の働きを回復させることであった。さらに進んで、ふたたび病的状態にもどらないように保証する課題もまたはたされねばならなかった。そこには生活条件、意識、行動を変えることが含まれており、したがって、神経系は、前と同じ強すぎる刺激や葛藤でもう一度苦しめられることはないことになろう。

精神医学にたいするパブロフのアプローチは、精神医学を医学の領域につれもどす。このアプローチが強調するのは、精神的症状の内容ではなく、症状の基礎にある病態生理学的機制である。こうした機制が知られていなかったことが、精神科医の注意を、個々の妄想、強迫観念、夢といった患者の主観的症状にむけさせる傾向を生みだしていた。精神的症状の分析は精神医学の重要な要素となったが、それには、このアプローチを基礎にもつ精神分析学の影響がとくに強かった。じじつ、精神分析学がこうしたアプローチをとるには、十分な理由があった。それは、主観的な精神的症状の基礎にある病態生理学の機制を精神医学が見つけて、精神的症状を理解する確実な土台をすえる以前に、精神分析学がまず生まれたという意味においてである。

医学の歴史を見ると、病態生理学的機制が発見されるまで、精神的症状とその分析にもっぱら関心がむけられたような例は、いくらもある。そのいい例が神経梅毒である。この病気は、幻覚、妄想、その他類似の症状を生みだす。この病気の機制が発見される前には、脳梅毒の患者に、しばしば心理療法がおこなわれていた。患者の子ども時代に起こったことのうちで、患者のあらわれる幻覚を説明するものの分析——たとえば、患者は子ども時代にどんな経験をしたか、その経験のうちどれが、いま、自分はナポレオンであると、彼に考えさせたのかの分析——がひじょうに強調された。病気の原因が有害なスピロヘータ菌であるとわかってからは、ペニシリンのような薬で病気をなおすことだけが重視された。もはやだれも、主観的症状を分析しようとは思わず、ある患者が自分をナポレオンと考え、他の患者が自分をシェクスピアと思うのはなぜかを明らかにしようとは思わなかった。精神的症状の内容は、たしかに、幾分かは患者の生活経験によって決定されていた。しかし、病気の機制は、スピロヘータが引き起こす病態生理学的状態にあった。したがって、治療はこの状態を取り除くことにむけられねばならなかった。

(パブロフとフロイド,1966,ウエルズ著、中田、堀内訳、黎明書房より)

補筆 5 Kawamura

Brain science and psychiatry

The whole product of brain activities can be taken as “mind” of animals. Animals communicate in their own societies, using gestures and voices, and human beings are able to transfer the products of “mind” to the next generation in the forms of creating arts, music and literature. Accumulation of the inheritance is embodied as culture and civilization in the human society, where people of normal as well as abnormal characters are struggling to live. It is important, therefore, for psychiatrists to study the abnormal aspects of mind, particularly on the basis of biological sciences. It is one

of our aims to combine the recent results of the brain science with those of the human science.

Recognition and emotion are closely related to each other in the expression of “logos” and “pathos”. Sensory information reaching the cerebral cortex is transmitted from the posterior association area to the anterior association cortex, or the prefrontal cortex, in which information of the stimuli can be converted and be bestowed the connotational significance reflecting the situations occurring in the external world before being sent to the higher cortical motor system.

Maturation in man, both bodily and mentally, is established in the course of development, in particular during adolescence, and formation of human features is closely related to the cerebral maturity which includes the formation of “thought”, “emotion“ and “volition” and self-consciousness, being the total results of brain activities. In the working society, through communication with others, humans use words as sophisticated signals, connecting verbs with nouns, uses verbal tenses, and distinguishes active and passive voices. Man also expresses and controls feelings of love, angry, sorrow and joy in the community.

Schizophrenia usually starts in adolescence. Communication with other people

becomes inflexible and autistic. Although intentional activities decline gradually, there are no signs of intellectual deficits. However, the disturbance of cognition and the loosening of thinking ways are very often recognizable from others, and sometimes hallucination occurs. Schizophrenia literally means the “split mind” (shizos=separate; phrenia=spirit or mind) or in German “intrapsychische Spaltung” as it has been called. It differs from “split brain” or histological damage in the brain used in neurology where pathologic signs or symptoms are constantly obvious .

Thus the "split brain" can be defined as organic and its symptoms are usually permanent, whereas the “split-mind" may be functionally disconnected concept. Symptoms of the split brain include aphasia (speech disturbance), apraxia (behavior disorder), and agnosia (cognitive disorder), which have been studied extensively since the last century. In 1960s, Sperry and Gazzaniga studied symptoms in patients who had undergone operations cutting cerebral commissural fibers (the corpus callosum and the anterior commissure) as a therapy for epilepsy. Admitting that it is fairly logical and even formal to describe, three types of “splitting” can be discussed below; ①the rostro-caudal split between the forebrain (telencephalon and diencephalon) and the midbrain, ②the split between the right and left cerebral hemispheres, and ③the split between the anterior and posterior association areas in the cerebral cortex.

Considerations will be given below in the order of ①, ②, and ③

.

In the ① split :

Stimuli in the outer world excite sensory cells in the sensory organs, but the information does not reach the forebrain, with the exception of the olfaction and visual whose pathways are not interrupted in the border of the forebrain and the midbrain. Other sensations, such as the somatosensory (except for the face region), auditory, gustatory and so forth, may remain unconscious. Motor functions are based on spontaneous reflexes. Activities of the brain may correspond to the level of the reptile brain (cf. MacLean's triune brain hypothesis of three-layered hierarchy). Emotional expression generated in the subcortical limbic system as well as in the endocrine and autonomic systems cannot be controlled by higher activities of the cerebral cortex. As a consequence, animals may feel unstable states of mind, and difficult to adapt to the environmental changes.

In the ② split :

Commissural fibers connecting the thalamic nuclei of both sides, the adhesio

interthalamica, are absent in about 15% of the human brains. Other commissural pathways are: in the optic tectum that connects the both sides of the dorsal part of the midbrain, and the posterior commissure which connects both sides of the preoptic area, Darkschewich nucleus and Cajal's interstitial nucleus, the habenular commissure, the hippocampal commissure and the anterior commissure.

Phylogenetically the newest commissural pathway is the corpus callosum, the biggest in man. The operation of cutting the corpus callosum was conducted for the purpose of medical treatment for neoplasm or epilepsy by Gazzaniga, Sperry and others (1965, 1967, 1991). Examinations have been performed in cases in which the corpus callosum (also the anterior commissure in part) was cut. In the split-brain patients, disturbance of naming objects in the left visual field, dyslexia in the left visual field, agraphia in the left hand, and the constructive apraxia in the right hand were observed. The important result of this study is the discovery that the functional specialization is evident between the right and left hemispheres in the human cerebrum.

Structural asymmetry has been reported on the habenular nucleus in the mole and **Drosophila** and on the Mauthner cell in the fish spinal cord, although the physiological significance is elusive. The functional difference between the right and left cerebral hemispheres has been known in the human brain. In higher subhuman primates, however, the difference has not been successfully studied so far.

The remarkable development of the cerebral cortex in man as compared with that in apes can be summarized as follows: a) linguistic areas highly developed in both the posterior and anterior association areas, b) very large frontal lobe, especially the frontal association area (= prefrontal cortex), and c) a large number of cortico-cortical fibers, connecting bi-directionally between the anterior and posterior association areas.

It is said in human that the left cerebral hemisphere is predominant over the right hemisphere in the comprehension and expression of the language, whereas the right hemisphere is predominant over the left hemisphere in the comprehensive recognition of compound forms and fragmentized figures to build up the conscious-integration of Gestalt (Sperry), or in the function of transforming special information into groups in

images by manipulation or using hands (Gazzaniga).

However, the information in both hemispheres is constantly communicated through commissural fibers; so that the functional predominance of the hemisphere is not absolute. With this concept in mind, it is said in general that the right hemisphere is concerned with images of signs transmitted by means of emotional experience, thus suited for solving problems using imagination, while the left hemisphere is related with understanding languages, searching for rules to connect different kinds of signs. Understanding in the right hemisphere loses its individual colors after transmission through the corpus callosum to the left hemisphere, thus bearing its common concept.

In the ③ split :

The discrepancy between the anterior (or frontal) and the posterior (parietal, temporal and occipital) association areas will be considered below. The study of regional cerebral blood flow (rCBF) in the brain of chronic schizophrenic patients was developed recently by Ingvar and others (1974). They showed that decreased amounts of rCBF were noted in the frontal association cortex of the patients than in the healthy controls, and also that increased amounts in the parieto-temporal than the frontal areas in the patient brains. The increase and decrease of the amount of regional blood flows

are considered as reflecting the level of the metabolism, correlated with the functional activities of its brain region. Therefore, it can be considered that in schizophrenic patients the function of the frontal association area is decreased, while that of the posterior association is conversely increased.

Based upon the above consideration, the split-mind symptoms of the mental disease, especially schizophrenia (so to say temporally function disorders), are now ready to be considered, although highly hypothetical.

Firstly, regulatory disturbances of the cortical functions in the cerebrum upon subcortical structures may cause impulsive, disordered, and reflective patterns or manners of emotional expression.

Secondly, the disturbance of bilateral hemispheric communication may cause deterioration or even loss of normal thinking-flows, thus resulting in the mal-formation of cognitive conceptualization which may lead to the abnormal cognition ; hallucination and delusion. Disturbances of establishment of self consciousness occur, as a result of self-disorientation in the surrounding world together with bitter experience suffering from other people in the community.

Thirdly, the antero-posterior separation of the association cortices is likely to cause

declining of activities, volitions and feelings, manifesting sometimes symptoms of autism or depersonalization. It should be stressed here that the deficits are in many cases functional and temporal, and that the symptoms are not irreversible to be involved in the incurable organic deficits. The disease can indeed be curable by means of medical drugs and psychiatric therapies.

Generating an animal model which represents schizophrenia-like symptoms has been carried out, by injecting amphetamine or methamphetamine into rats (Utena, 19##). The rats which received drugs repeatedly became intoxicated, and displayed some stereotyped behaviors such as biting, licking, and glooming; so called amphetamine stereotypia, while other types of behaviors were suppressed. Furthermore, they became afterwards inclined to display similar symptoms, when the drugs were administered repeatedly even at low doses. Likewise, when monkeys received methamphetamine for a long period, they exhibited abnormal types of social behavior resembling the symptom of autism together with particular manners of peeping and body-scratching. It was thought biologically that hypersensitivity of dopamine receptors was formed. Pharmacologically, this is called as "reversed tolerance phenomenon" in the sense that it is reversed to the drug tolerance . This terminology is

deeply related to the term “remembrance of the previous history” advocated by Utena (1979) in the meaning that previous histories of schizophrenia and/or drug-intoxication are likely to prepare the readiness of recurrence in inducing the symptoms of the disease and the stimulant-intoxication.

Repetitive uptake of amphetamine, similar to the over-dose dopamine, stimulates dopamine receptors (as an agonist), resulting in the hypersensitive state to the drug. Medication of chlorpromazine acts as a blocker or antagonist to the dopamine type 2 receptors and thus effective for the mitigation of positive symptoms of schizophrenia as well as for the abnormal psychic states of experimental animal models.

Recently, the relationships between the dependency to the drug and the age of experimental animals have been examined by Nishikawa and his coworkers. It was found that rats in puberty are most likely to show schizophrenia-like symptoms after repetitive administration of the drugs. The age of the rats used in the experiments were postnatal days of 25 and afterward, the periods of puberty and young adolescence. At synaptic levels, amphetamine activates dopamine (DA) receptors and produce positive symptoms of schizophrenia, while phencyclidine (PCP) blocks the NMDA type of glutamate receptors and exhibits negative symptoms. The former is reactive and the latter is resistant to the anti-psychotic agents/medicines.

In experimental animals, behavioral and biological abnormalities induced by drug injections showed apparent changes according to the developmental stages. For example, unlike the period of maturity (after the postnatal day 25), the reversed tolerance phenomenon by methamphetamine does not occur in the juvenile (newborn) rats (at postnatal days 1-21).

Based upon these data, Nishikawa and colleagues searched for genes, whose activation is dependent on the development by injection of amphetamine and also are responsive to anti-psychotics. These genes can be closely involved in the reverse tolerance phenomenon. Considering the fact that schizophrenia in many cases develops after the age of a certain degree of brain maturation; puberty, it can be thought that some kinds of disturbances are occurring in the neural network system in the brain, particularly in the forebrain. The neuro-circuitry develops in the course of maturation from the infancy to the puberty and adulthood. The pattern of expression of c-fos genes; immediate early genes, in the striatum and the cerebral cortex was conspicuously different between mature and immature brains (Nishikawa et al.,). The cloning of the genes and formation of antibodies will further promote the study of the schizophrenic brain.

The human brain becomes mature as it develops from the baby/childhood to the

puberty/adult. Neuronal processes develop, and glial cells mature to form myelin in the brain. Various types of neuronal circuitries in the brain are activated and strengthened by means of active and passive interactions with environment through communication and co-working in the society. Thus, in the process of constant activation of neural networks in the cerebral cortex, based on the mechanical basis of the conditioned reflex, particularly with the help of the second signal system, people can be educated intellectually and emotionally. This is the fundamental basis of human activities to create art, music and science.

When the brain is damaged, mental disorder can appear as a consequence. How are cognitive abnormalities such as illusion and hallucination formed in psychotic patients? It is evident that loci of the mental disease, for instance in the schizophrenia, do not lie in the primary sensory areas nor in the primary motor cortex, not in the least in the brainstem/spinal cord, but do lie in the association cerebral cortex. Considering the symptomatology of cognitive disturbance, whether visual or auditory, it is the malfunction of comprehending objects as a whole in a gestalt way, judging the value and meaning of surrounding events or objects referring to the previous memory. Patterning of the stimuli from environments, the conceptualization or generalization of

ideas, and the building up the stream of thought, these are the products of recognition mechanism, the central role of which is the activities of the linguistic center in the brain.

補筆 6

セーチェーノフ 1829～1905

ロシアの生理学者、唯物論的心理学者。これらの科学をロシアに確立した屈指の学者。ペテルグラーズの外科医学大学とモスクワ大学の教授を経て、1904年科学アカデミーの名誉会員、その哲学的、社会—政治的見解はロシアの革命的民主主義者、とくにチェルヌィシエーフスキーの影響のもとにあった。

かれの研究上の指導原理は、世界の物質的統一性、決定論、発生的研究方法であり、中枢神経系とくに脳の実験生理学的研究に先鞭をつけた。

そして脳の活動に反射原理をひろげ、動物および人間の心理活動の反射理論の発端となり、パーブロフの高等神経活動の学説を生み出すのに道をひらいた。

感覚反射から思考への移りゆきや思考の本性についての問題などの解明で、唯物論的認識論に多くの寄与をした。

イワン・ミハイロヴィッチ・セーチェノフは、1829年8月1日、ボルガ中流地方にある父の所有地で生まれた。

彼はサンクト・ペテルブルグの工兵学校で訓練を受け、1年半を軍隊で過ごした。

この間に、彼は自然科学と医学とに非常に興味を持つようになり、兵役を終えたのち、モスクワ大学医学部に入学した。

1856年6月に医学博士の称号をえてから、彼は、のちにパブロフの恩師となったS.P.ボトキンといっしょに留学し、フランスではデュボア・レイモン(DuBois Raymond)やクロード・ベルナール(Claude Bernard)、ドイツではヨハン・ミュラー、カルル・ルードヴィヒ(Karl Ludwic)、ヘルマン・フォン・ヘルムホルツといった、世界的に有名な科学者のもとで研究した。

彼は、友人のメンデレーエフやボローディン(Borodin)(有名な科学者でイゴール公の作曲家)とともに旅行して多くの時間をすごした。

1860年にロシアに帰国すると、彼は内科外科専門学校の生理学助教授に任命され、生理学にかんする一連の講義をはじめたが、それは学界および知識人社会一般にひじょうに大きな感銘を与えた。

彼は、ベルナール、ルートヴィヒ、ミュラーおよびヘルムホルツの理論をロシアにもたらした最初の人であった。

1862年に、セーチェノフはふたたびパリにおもむき、クロード・ベルナールの研究室で、反射運動を抑制する神経中枢の実験的研究をおこなった。

モスクワへ帰ったのち、彼はこれらの実験にもとづいて一つの論文を書き、広く読まれていた月刊評論雑誌「現代人」にそれを発表するつもりであった。

論文の題は「心理諸過程の生理学的基礎を確立する一つの試み」(An Attempt to Establish the Physiological Basis of Psychical Processes)となるはずであった。

しかし、ツアーの検閲官はその論文を専門医学雑誌に発表することしか許そうとせず、またその標題が、「論文をめざす結論をあまりに明白に」示しすぎるという理由で、それをかえるように命令した。

その論文はしたがって1863年に「脳髓の反射」という題で、ある医学雑誌に発表された。

もとの表題はたしかに論文の目的を明白に示している。

論文の冒頭で、セーチェノフは、自分は「脳の心理的活動にかんするいくつかの考え——生理学の文献のなかではかつて述べられたことのない考え——を世界に伝えよう」と決心していた、と述べている。

「心的活動の生理学的基礎」を確立するためには、彼は、デカルトの心理・生理二元論——すなわち肉体と精神とは、それぞれ完全に別個で実質的に無関係な二つの体系を含んでおり、しかもそれらは、どうやら平行線をたどっているという理論——からはじまる長い伝統と真正面から戦わなければならなかった。

この戦いをおこなうために、セーチェノフ自身はロックとダーウィンに足場をおいた。

前者は、心的活動が感覚的経験に依存していることを教え、後者は、どんな現象も、現在より低級な形態に発して発展する歴史をもっていることを教えた。

もっと直接的には、彼はクロード・ベルナールをはじめとする多くの科学者によって発展させられた反射生理学に、彼の思考の基礎をおいたのである。

彼が証明しようとして取り組んでいた思想、それは、靈魂、プシケーなるものは肉体から独立した存在であるどころか、じっさいは、一般的には中枢神経系の、特殊的には脳の、機能であるという革命的な思想であった。

したがってそれは、鉄壁を誇っていた理論に対する大胆な唯物論的挑戦であった。

そしてそれは、1859年にダーウィンの「種の起源」(Origin of Species)が出版されたちょうど4年のちに呈示されたのであった。

セーチェノフは反射の性質をめぐって彼の議論を展開している。

反射はつねに三相の構造をもっている。

第一は外的(あるいは内的)環境が感覚受容器(皮膚、目、耳、鼻など)に及ぼす刺激であり、第二は脊髄あるいは脳への伝達で、そこにおいて、それより先への連結と相互連結がおこなわれる。

そして第三はふたたび外部へむけての伝達であるが、こんどは感覚受容器にではなく、活動を起こす筋肉にむけられる。

この構造は下等動物にかんしてはよく知られていた。

蛙の生体解剖を通じて、多くの実験的研究がおこなわれていた。

このような方法で、興奮と制止とが、神経過程の主要要素として分析されていた。

セーチェノフ自身も、蛙の脳における制止機制について二つの論文を発表していた。

セーチェノフの主張は、つまり、多岐多様な心理的諸現象のすべてが神経系と脳を基礎にして説明されうるし、また説明されなければならない、そして神経過程一般の作用様式である反射弧の機制による以外のしかたで、高次神経活動がおこなわれていると仮定するどんな理由もない、ということであった。

彼は本質的な唯物論的原理を述べることから始める。

「脳は精神の器官である、つまり何らかの種類の原因によって活動をはじめると、その最終の結果として、われわれが心理活動と特徴づける一連の外的諸現象を生み出すような、一つの機制である」と。この心理的世界はひじょうに広範囲で、そのあらわれはひじょうに多様であり、その複雑さはこのうえなくこみいつているので、セーチェノフがいつているように、生理学的基礎を発見するという課題は「いつけんしたところ不可能であるように見える。」しかし、と彼はつけ加える。

「じっさいには、それは不可能ではない。

それはつぎのような理由によってである。」

その理由とは、心理的諸現象の無限の多様性の基礎に、それらを統一している特徴が一つだけある、ということである。

それら諸現象は、話されあるいは書かれたことばとなってあらわれるにせよ、行為となって出てくるにせよ、すべて筋肉の活動であらわされる。

おもちゃを見て笑っている子ども、祖国愛がすぎたために迫害を受けながら莞爾たるガリバルディ将軍、はじめて恋を想って身を震わせている少女、あるいは普遍的法則を口に唱えつつ、それを紙のうえに書いているニュートンを例にだしてセーチェノフはいう、「どこにおいても、最終的な表示は筋肉の運動である」と。この考えを示すことは、最初に思われるほどそんなに驚くべきことではない。

セーチェノフは、人間の心的あるいは精神的活動をことばと行為をとおして知るといふ仕組みを、人類が長い年月をかけて生みだしてきたことに、読者の注意をひいている。

セーチェノフはいう。

「<行為>ということで、ふつうの人は、疑いもなくもっぱら筋肉の使用にもとづく、人間のあらゆる外的、機械的な活動のことを考える。

また<ことば>ということで、学問のある読者はおわかりのように、喉頭および口腔で、これまた筋肉の運動によって作りだされたいろいろな音の一定の組みあわせが考えられている。」

セーチェノフは、反射が脳の機制であり、それゆえにそれは心的活動の生理学的基礎である、という彼の主張の論証を、人びとがすでに容認しているところからはじめた。

筋肉の活動は、しかし、反射弧の第三局面である。

こうして彼の課題の3分の1はできあがる。

彼はさらに、不随意筋活動も随意筋活動もともに、脊髄あるいは脳から出てくる反射弧の最後の結果であることを、多くの紙面をさいてくわしく説明している。

彼のつぎの仕事は、すべての反射弧が感覚受容器の刺激をその最初の局面としており、脳の活動も例外ではないことを示すことである。

ここでセーチェノフは、神経活動の劣等形態からえられた実験的証明とともに、ロックを援用する。

ロックの立場は、すべての概念は、目や耳や鼻をとおしての感覚的経験に発する単純な観念が複雑に組みあわさったものである、ということであり、それは、ブルジョア革命闘争のさなかにあつて、神あるいは自然から与えられた生得概念という封建的な概念と戦う彼の経験主義哲学にとっては、不可欠なものであつた。

こうして、感官への刺激なしにはどんな精神的活動も存在しない。

感覚的刺激作用なしには、どんな思考も情動も存在しない。

動物の生活の低次の領域では、環境からの感覚的刺激作用がないばあい、まったく反射が起こらないということが、すでに確証されてきた。

以上二つの証拠源をいっしょにして、セーチェノフは、反射を手段にした脳の機能としての心的活動は、一つあるいはそれ以上の感官の何らかの刺激があつてはじめて生みだされる、と結論している。

今や彼は、人間も含めて高等動物の脳の活動が反射の特徴のうちの二つをもつことを、すなわち反射のはじまりは感官への刺激作用にあり、反射の終りは筋肉の活動にあるということを、「論証し」た。

彼の仕事の3分の2は達成された。

しかし最後の3分の1はどうか。感官への刺激作用があつてのち、そして筋肉の活動がはじまる前に起こることが、反射の第二局面、つまり脳内でおこなわれる連結と相互連結によって説明できるであろうか。問題は思考や情動が反射によって説明されうるかどうか、ということである。

セーチェノフはできると答えている。

しかしここで彼は先の論証ほど堅固な土台に立ってはいない。

というのは、彼は所論をすすめるにも類推しかない。

低次の諸形態から類推するしかないからである。

しかし彼の仮説は、当時としてはすばらしいものであった。

その後パブロフが条件反射を発見するにおよんで、それは修正され、またその大筋において実験的証明が与えられることになった。

セーチェノフは人間の脳のなかに、反射弧の第三局面つまり筋肉的局面を強めたり制止したりする機能をもつ、ある中枢があることを仮定した。

彼は情動を、強化された筋肉反応ということで説明した。

思考は制止された筋肉反応の結果であるという彼の主張を裏づけるために、彼は二つの型の現象を証拠として出している。

第一に彼が注意を喚起しているのは、子どもたちが、たしなめや罰やほうびによって、ある行為を制止することを学ぶという点である。

おとなも同様に、自分の感情やある形態の行動の表出を制止することを学ぶ。第二に、反射反応の制止という事実は、蛙やそのほかの下等動物の場合にはすでに確かめられていた。

こういうケースから、彼は、同様な機制が人間のなかにも存在することが論理的必然として認められなければならない、と結論している。

反射の最終局面である筋肉活動を制止することによって、人は行動する前に考えることを学ぶ。思考はこうして反射の三相のうちの最初の二つ、つまり感覚的刺激と脳内での連結であり、運動反応のほうは制止されているのである。

「思考のなかに、反射のはじまりも継続もあるが、反射の終り(すなわち運動)だけが外見上欠けている」と、セーチェノフはいう。

たほう情動においては、反射の要素は三つとも存在しており、しかもその最後の筋肉反応が強められている。

このことは、筋肉活動あるいは表出が、ふつうの反応以上に与えられた刺激に近寄っていることを意味する。

同じようなしかたで、セーチェノフは、三つの局面をもつ反射弧という枠組みにはめて、すべての心的現象、たとえば、感覚、知覚、意志、願望、欲求、記憶、想像、異性にたいする愛情、子どもの発達、などを説明しようと試みている。

いずれのばあいにも、彼の第一の関心は「人間のすべての活動の真の原因は人間の外にある」、つまり外的感覚的刺激作用や外的筋肉運動にあることを示すのにむけられている。

これこそ彼の第一の課題であった。

というのは、これら二つの仮説を展開するなかで、彼は、すべての心的現象は反射の性質をもつという命題の少なくとも3分の2を確定しつつあるからである。

制止と強化についての彼の論理にかんしては、彼自身、「これは第二次的な重要さしかもたないものである」といっている。

彼はつぎのように結論する。

すなわち、「わたしの主要な課題は、意識的無意識的な生活のすべての行動は、その機制という点から見れば、反射であることを示し」、そして「心理生活の諸現象に生理学的知識を適用することができることを、心理学者に示すことにある。

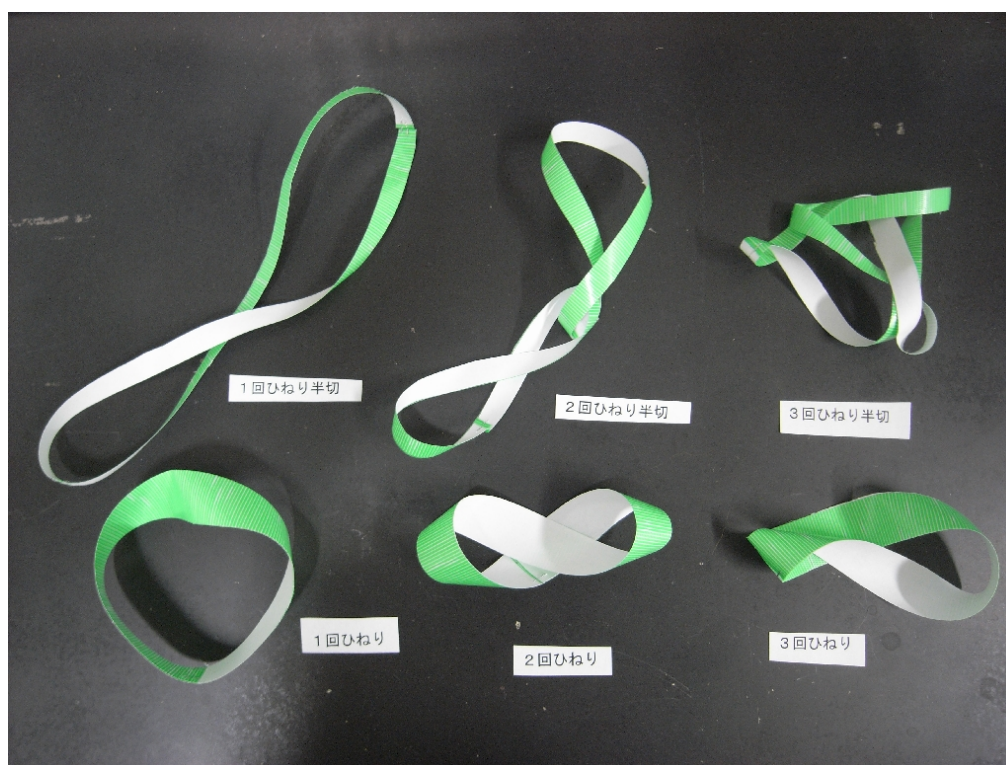
そしてこの目的のいくぶんかは達せられたように、わたしは思う。」「脳髓の反射」の最後の文章のなかで、セーチェノフは、「さあだれでも、心理活動とその表出や運動が外部の感覚的刺激作用なしで起こると主張するならしてみるがよい」と、くるものすべてに戦いをいどんでいる。

「脳髓の反射」のなかに示された思想はひじょうに新しく、大胆で、しかも説得力をもっていたので、この本はすぐにロシア中に知れわたった。

それは、科学においてロシア人が、そして今日ではソヴェト人がまったく正当に誇りとしている、リアリズムと唯物論の遺産の一部に、ただちに加えられた

補筆 7

Moebius band 遊戯



自閉的な自我障害

「メビウスの輪」現象（山中康裕） と 自他意識障害の「つつ抜け図（Baum test）」（長井真里）

精神医学 54/4 (2012) 369-381, 「精神科医の仕事と私の人生」 臺弘著

第107回日本精神神経学会学術総会 2011年 October, 26,27, 特別講演より
一本のテープを180度ひねってねじれた輪を作る。すると、内外、自他、表裏の平面がつながって現れる。

すなわち、輪の外側の表面をなぞると自然に輪の内側に入りこみ、それをなぞると輪の裏側に出て、裏側をたどると出発した元の外側に戻る。

ここでは内外、表裏の両面が連続した空間になっている。これは自他の判別を失った位相空間と相似た（相似・相同？）現象（形態）とみることができよう。

180度ひねって幅を半切すると瘤「(こぶ)Knoten」が生じる。この瘤を解くことは難しい。連続した位相空間が二重の交叉平面を持つ異なる次元を形成して、非（不）連続となり、瘤（新生の環 two rings）が元に回復する柔軟性を失う。治療抵抗性となる。この際の「半切」される経過ないし過程は何を意味するか？非社交性か？不可逆的な自他の分離か？この進行を食い止める（防ぐ）ことが 症状の慢性化に歯止めをかける、緩和することであろうか？

References 文献

Alexander, G.E, DeLong, M.R., and Strick, P.L.

Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex, *Annu. Rev. Neurosci.*, 9(1986) 357-381.

Assad, W.F, Rainer G, and Miller, E.K.

Neural activity in the primate prefrontal cortex during associative learning., *Neuron*, 21(1998)1399-1407.

Azuma, M., Suzuki, H.

Properties and distribution of auditory neurons in the dorsolateral prefrontal cortex of the alert monkey, *Brain Res.* 298 (1984) 343-346.

Baddeley, A.: *Working memory*, 1986, Oxford University Press.

Baizer, J.S., Ungerleider, L.G., and Desimone, R.
Organization of visual inputs to the inferior temporal and posterior parietal cortex in macaques, *J. Neurosci.* 11 (1991) 168-190.

Balaban, E., Teillet, M.-A., and LeDouarin, N.
Application of the quail-chick chimera system to the study of brain development and behavior, *Science*, 241 (1988) 1339-1342.

Bever, T.G., and Chiarello, R.J.
Musicians and nonmusicians, *Science* 185 (1974) 537-539.

Bruce, C., Desimone, R., and Gross, G.G.
Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque, *J. Neurophysiol.* 46 (1981) 369-384.

Bruce, L.L., and Neary, T.J.
The limbic system of tetrapods: a comparative analysis of cortical and amygdalar populations, *Brain Behav. Evol.* 46 (1995) 223-234.

Bushara, K.O., Weeks, R.A., Ishii, K., Catalan, M.-J., Tian, B., Rauschecker, J.P., and Hallett, M.
Modality-specific frontal and parietal areas for auditory and visual localization in humans, *Nature Neurosci.* 2 (1999) 759-766.

Cabanac, M.
Emotion and phylogeny, *Jpn. J. Physiol.* 49 (1999) 1-10.

Carlsson, A., and Carlsson, L.
Hjarnans budbarare, Stockholm, 1988. (Japanese translation, by H. Narabayashi & R. Iizuka, Igakushoin, Tokyo, 1993)

Desimone, R., Schein, S.J. Moran, J., and Ungerleider, J.G.
Contour, color and shape analysis beyond the striate cortex, *Vision Res.* 25 (1985)
441-452.

Felleman, D.J., and Van Essen, D.C.

Distributed Hierarchical Processing in the Primate Cerebral Cortex, *Cereb. Cortex*
1 (1991) 1-47.

Gates, A., and Bradshaw, J.L.

Music perception and cerebral asymmetries, *Cortex* 13 (1977) 390-401.

Goldman-Rakic, P. S.

Working memory and the mind, *Scient. Am.* (1992) 110-117.

Goodale M.A., and Milner, A.D.

Separate visual pathways for perception and action, *TINS* 15 (1992) 20-25.

Hasegawa, I., Hayashi, T., and Miyashita., Y.

Memory retrieval under the control of the prefrontal cortex, *Ann. Med.* 31 (1999)
380-387.

He, J., Hashikawa T., Ojima, H., and Kinouchi, Y.

Temporal integration and duration tuning in the dorsal zone of cat auditory cortex,
J. Neurosci. 17 (1997) 2615-2625.

•Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand M.K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., Miyachi,
S., and Doya, K.

Parallel neural networks for learning sequential procedures, *Trends Neurosci.* 10
(1999) 464-471.

Hirai, T., Onodera, S., and Kawamura, K.

Cerebellotectal projections studied in cats with horseradish peroxidase or tritiated
amino acids axonal transports, *Exp. Brain Res.* 48 (1982) 1-12.

Hollerman, J.R. and Schultz, W.

Dopamine neurons report an error in the temporal prediction of reward during learning. *Nature neurosci.* 1 (1998) 304-309.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.
Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex, *J. Physiol. (Lond.)* 160 (1962) 106-154.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.
Receptive fields and functional architecture in two non-striate visual areas (18 and 19) of the cat, *J. Neurophysiol.* 28 (1965) 229-289.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.
Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex, *J. Physiol. (Lond.)* 195 (1968) 215-243.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.
Anatomical demonstration of columns in the monkey striate cortex, *Nature* 221 (1969) 747-750.

Ioannides, A.A., Popescu, M., Otsuka, A., Bezerianos, A, and Liu, L.
Magnetoencephalographic evidence of the interhemispheric asymmetry in echoic memory lifetime and its dependence on handedness and gender, *Neuroimage* 19 (2003) 1061-1075.

Jones, E.G., and Powell, T.P.S.
Anatomical study of converging sensory pathways within the cerebral cortex in the monkey, *Brain* 93 (1970) 793-820.

Kaas J.H., and Hackett, T.A.
What' and 'where' processing in auditory cortex, *Nature neurosci.* 2 (1999) 1045-1047.

Kawagoe, R., Takikawa, Y., and Hikosaka, O.
Expectation of reward modulates cognitive signals in the basal ganglia, *Nat. Neurosci.* 5 (1998) 411-416.

Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum. I. The temporal region, *Brain Res.*, 51 (1973a) 1-22.

Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum. II. The parietal region, *Brain Res.*, 51 (1973b) 23-40.

Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum. III. The occipital region, *Brain Res.*, 51 (1973c) 41-60.

•Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the “association” areas. Comparison of the fiber connections of cats with those of monkeys with comments on the development of the “association” cortex, *Progr. Nerv. Res.* 21 (1977) 17-33.

Kawamura, K.

Visuomotor and audiomotor mechanisms involving tectocerebeller system, *Brain and Nerve* 36 (1984) 1149-1158.

Kawamura, K., Kase, M., Ohno, M., Hashikawa, T., and Kato, M.

Visual inputs to the dorsocaudal fastigial nucleus of the cat cerebellum. An experimental study using single unit recordings and horseradish peroxidase labeling, *Arch. Ital. Biol.* 128 (1990) 295-314.

Kawamura K., and Naito, J.

Corticocortical projections to the prefrontal cortex in the rhesus monkey investigated with horseradish peroxidase techniques, *Neurosci. Res.*, 1 (1984) 89-103.

Kawamura, K., and Norita, M.

Corticoamygdaloid projections in the rhesus monkey. An HRP study, *Iwate med. Ass.*, 32 (1980) 461-465.

Kawamura, K., Obata, K.

Mechanism of emotion, a historical consideration, *Brain Science*, 20/7 (1998) 709-716.

Kawamura, K., and Otani, K.

Corticocortical fiber connections in the cat cerebrum: the frontal region, *J. comp. Neurol.*, 139 (1970) 423-448.

Kawamura, K., Tsubokawa, T., Tan-Takeuchi, K.

Emotional expression in fish and mammals, *Okazaki Physiol. Inst. Seminar*, 1999

Kawano, H., Fukuda, T., Kubo, K., Horie, M., Uyemura, K., Takeuchi, K., Osumi, N., Eto, K., Kawamura, K.

Pax-6 is required for thalamocortical pathway formation in fetal rats. *J. Comp. Neurol.* 408 (1999) 147-160

Kimura, D.

Left-right differences in the perception melodies, *Q.J. Exp. Psychol.* 16 (1964) 355-358.

Liégeois-Chauvel, C., de Graaf JB, Laguitton V, Chauvel P.

Specialization of left auditory cortex for speech perception in man depends on temporal coding, *Cereb Cortex* 9 (1999) 484-496.

Liégeois-Chauvel, C., Giraud, K., Badier, J.-M., Maequis, P., and Chauvel, P.

Intracerebral evoked potentials in pitch perception reveal a functional asymmetry of the human auditory cortex, *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 930 (2001) 117-132.

MacLean, P. D.

A triune concept of the brain and behavior, In : *The Hincks Memorial Lectures*, eds by Boag, T., and Cambell, D., Univ. of Tronto Press, Tronto, 1973, pp6-66.

Matsukawa, K., Kamei, H., Minoda, K., and Udo, M.

Interlimb coordination in cat locomotion investigated with perturbation. I. Behavioral and electromyographic study on symmetric limbs of decerebrate and

awake walking cats, *Exp Brain Res.* (1982) 46 425-437.

Maunsell, J.H.R. and Van Essen, D.C.

The connections of the middle temporal visual area (MT) and their relationship to a cortical hierarchy in the macaque monkey, *J. Neuroscience* 3 (1983) 2563-2586.

Merzenich, M.M., and Brugge, J.F.

Representation of the cochlear partition on the superior temporal plane of the macaque monkey. *Brain Res.* 50 (1973) 275-296.

Moruzzi, G., and Magoun, H. W.

Brain stem reticular formation and activation of the EEG, *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 1 (1949) 455-473.

Mountcastle, V.B.

Modality and topographic properties of single neurons of cat's somatic sensory cortex, *J. Neurosci.* 20 (1957) 408-434.

Mountcastle, V.B., Covian M.R., and Harrison, C.R.

The central representation of some forms of deep sensibility. *Ass. Res. Nerv. Dis. Proc.* 30 (1952) 339-370.

Mountcastle, V.B., Lynch J.C., Georgopoulos, A., Sakata, H., and Acuna, C.

Posterior parietal association cortex of the monkey: command functions for operations within extrapersonal space. *J. Neurophysiol.* 38 (1975) 871-908.

Norita, M., and Kawamura, K.

Subcortical afferents to the monkey amygdala: an HRP study, *Brain Res.* 190 (1980) 225-230.

Ohyama, K., Kimura, S., Katayama, M., Kawamura, K.

Developmental defects of the limbic cortex and axon pathfinding of the anterior commissure in *T/ebp (NKx 2.1)* null mice. *Development*, to appear.

Parent, A. and Hazrati, L-N.

Functional anatomy of the basal ganglia. I. The cortico-basal

gaanglia-thalamo-cortical loop, *Brain Res. Rev.* 20 (1995) 91-127.

Pavlov, I.P.

(Objective) Studies of Higher Nervous Activities, Transl. By Okada & Yokoyama, Iwasaki Academic Publ., Tokyo, 1979

Penfield, W., and Welch, K.

The supplementary motor area of the cerebral cortex. A clinical and experimental study. *Arch. Neurol. Psychiat.* (Chic.) 66 (1951) 289-317.

Rockland, K.S., and Van Hoesen, G.W.

Direct temporal-occipital feedback connections to striate cortex (V1) in the macaque monkey, *Cereb Cortex* 4 (1994) 300-313.

Romanski, L.M., Tian, B., Fritz, J., Mishkin, M., Goldman-Rakic, P.S., and Rauschecker, J.P.

Dual streams of auditory afferents target multiple domains in the primate prefrontal cortex, *Nature Neurosci.* 2 (1999) 1131-1136.

Sakagami, M., and Niki, H.

Encoding of behavioral significance of visual stimuli by primate prefrontal neurons: relation to relevant task conditions, *Exp Brain Res*, 97 (1994) 423-436.

Sakagami, M. and Tsutsui, K.

The hierarchical organization of decision making in the primate prefrontal cortex, *Neurosci. Res.* 34 (1999) 79-89.

Sakagami, M., Tsutsui, K.

Two types of functional plasticity in prefrontal neurons; Neuronal mechanism for higher cognitive function, *Science of Brain*, 21 (1999) 617-625.

Sakagami, M., Tsutsui, K., Lauwereyns, J., Koizumi, M., Kobayashi, S., and Hikosaka, O.

A code for behavioral inhibition on the basis of color, but not motion, in ventrolateral prefrontal cortex of macaque monkey, *J. Neurosci.* 21 (2001) 4801-4808.

Sakai, K.

Time course of brain activation during learning, *Prog. Nerv. Res.*, 43 (1999) 542-551.

Sakai, K., Hikosaka, O., Miyauchi, S., Takino, R., Tamada, T., Iwata, N.K., and Nielen, M.

Neural representation of a rhythm depends on its interval ratio. *J. Neurosci.* 22 (1999) 10074-10081.

Sakai, K., Hikosaka, O., Takino R., Miyauchi, S., Nielsen M., and Tamada, T.: What and When: Parallel and convergent processing in motor control, *J., Neurosci.* 20 (2000) 2691-2700.

Saleem, K.S., Suzuki, W., Tanaka K., and Hashikawa, T.

Connections between anterior inferotemporal cortex and superior temporal sulcus regions in the macaque monkey, *J. Neurosci.* 20 (2000) 5083-5101.

Shenton, M.E., Dickey, C.C., Frumin, M., and McCarley, R.W.

A review of MRI findings in schizophrenia, *Schizophr. Res.* 49 (2001) 1-52.

Shima., K., and Tanji., J.

Role of cingulate motor area cells in voluntary movement selection based on reward, *Science* 282 (1998) 1335-1338.

Schultz, W.

Predictive reward signal of dopamine neurons. *J. Neurophysiol.*, 80 (1998) 1-27.

Schultz, W., Dayan, P., and Montague, R

A neural substrate of prediction and reward. *Science*, 275 (1997) 1593-1599.

Snider, R.S., and Eldred, E.

Cerebral projections to the tactile, auditory and visual areas of the cerebellum. (Abstract.) *Anat. Rec.* 100 (1948) 714.

Snider, R.S., and Eldred, E.

Electro-anatomical studies on cerebro-cerebellar connections in the cat. *J. Comp. Neurol.*, 95 (1951) 1-16.

Snider, R.S., and Stowell, A.
Receiving areas of the tactile, auditory and visual systems in the cerebellum. J. Neurophysiol. 7 (1944) 331-357.

Suzuki, H.
Distribution and organization of visual and auditory neurons in the monkey prefrontal cortex, Vision Res. 25 (1985) 465-469.

Tanji, J.
Brain and Motion – Brain that executes action, Kyoritu Publisher, Tokyo, 1999

Tokizane, T.
Illustrated Atlas of the Brain, Tokyo Univ. Publ. 1969.

Ungerleider, L. G., and Mishkin, M.
In : Analysis of visual behavior, eds by Ingle, D. I., Goodale, M. A., and Mansfield, R. J. W. , 1982, pp.549-586, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Yukie, M., and Iwai, E.
Direct projection from the dorsal geniculate nucleus to the prestriate cortex in macaque monkeys, J.comp. Neurol. 201 (1981) 81-97.

.....

References, fort, those from my Book 2006

文献

阿部純一

旋律はいかに処理されるか、In: 音楽と認知、波多野誼余夫（編）1987、東京大学出版会

阿部純一

音楽知覚における拍節的体制化と調性的体制化の過程、*脳の科学* 24 (2002) 907-923.

Aggleton, J.P.

A description of the amygdalo-hippocampal interconnections in the macaque monkey, *Exp. Brain Res.* 64 (1986) 515-526.

Aggleton, J.P. (Ed.)

The Amygdala, A functional analysis, second edition, 690 pp. 2000, Oxford Univ. Press.

Aghajanian, G.K.

Modulation of a transient outward current in serotonergic neurones by alpha 1-adrenoceptors, *Nature* 315 (1985) 501-503.

Ahn, S., and Phillips, A.G.

Dopaminergic correlates of sensory-specific satiety in the medial prefrontal cortex and nucleus accumbens of the rat, *J. Neurosci.* 19 (1999) RC29.

Aizawa, H., Sato, Y., Maekawa, M., Fujisawa, H., Hirata, A., and Yuasa, S.

Development of the amygdalohypothalamic projection in the mouse embryonic forebrain, *Anat. Embryol.* 208 (2004) 249-264.

秋元波留夫

実践精神医学講義、pp.1044, 2002年、日本文化科学社

Alain, C., McNeely, H.E., He, L., Christensen, B.K., and West, R.

Neurophysiological evidence of error-monitoring deficits in patients with schizophrenia, *Cerebral Cortex* 12 (2002) 840-846.

Alexander, G.E., DeLong, M.R., and Strick, P.L.

Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex, *Annu. Rev. Neurosci.* 9(1986) 357-381.

Allen, G.I., and Tsukahara, N.

Cerebrocerebellar communication system, *Physiol. Rev.* 54 (1974) 957-1006.

Allman, J.M., Hakeem, A., Erwin, J.M., Nimchinsky, E., and Hof, P.

The anterior cingulate cortex, The evolution of an interface between emotion and

cognition, *Ann.N.Y. Acad. Sci.* 935 (2001) 107-117.

Allman, J., Hakeem, A., and Watson, K.

Two phylogenetic specializations in the human brain, *Neuroscientist* 8 (2002) 335-346.

Amaral,D.G.,Price, J.L., Pitkaenen, A., and Carmichael, S.T.

Anatomical organization of the primate amygdaloid complex, pp. 1-66. In: *The amygdala, Neurobiological Aspects of Emotion, Memory, and Mental Dysfunction*, Ed.by Aggleton,J.P., Willey-Liss,1992

American Psychiatric Association: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 3rd ed. (DSM-III). Washington, D.C., 1988.

American Psychiatric Association: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 4th ed. (DSM-IV). Washington, D.C., 1994.

Andersson,G., and Oscarsson,O.

Projections to lateral vestibular nucleus from cerebellar climbing fiber zones, *Exp.Brain Res.* 32 (1978a) 549-564.

Andersson,G., and Oscarsson,O.

Climbing fiber microzones in cerebellar vermis and their projection to different groups of cells in the lateral vestibular nucleus, *Exp.Brain Res.* 32 (1978b) 565-579.

Andreasen, N.C.

Schizophrenia, From Mind to Molecule, 1994; 分裂病最新研究—精神から分子レベルまで — 秋元波留夫 監訳、創造出版、1996.

Andreasen, N.C., Paradiso, S., and O'Leary, D.S.

"Cognitive dysmetria" as an integrative theory of schizophrenia: a dysfunction in cortico-subcortical-cerebellar circuitry? *Schizophr. Bull.* 24 (1998) 203-218.

Andersen, R.A., Snyder, L.H., Bradley, D.C., and Xing, J.

Multimodal representation of space in the posterior parietal cortex and its use in planning movements, *Annu. Rev. neurosci.* 20 (1997) 303-330.

青崎敏彦

線条体アセチルコリンと運動制御、*Brain Medical* 11 (1999) 20-26.

Arango, V., Underwood, M.D., Gubbi, A.V., and Mann, J.J.

Localized alterations in pre- and postsynaptic serotonin binding sites in the

ventrolateral prefrontal cortex of suicide victims, *Brain Res.* 688 (1995) 121-133.

Ardila, A.

The role of insula in language: an unsettled question, *Aphasiology* 13 (1999) 79-87.

Armstrong, D.M., Harvey, R.J., and Schild, R.F.

Topographical localization in the olivocerebellar projection: an electrophysiological study in the cat, *J. comp. Neurol.* 154 (1974) 287-302.

Asaad, W.F., Rainer G., and Miller, E.K.

Neural activity in the primate prefrontal cortex during associative learning, *Neuron* 21(1998)1399-1407.

Asada, H., Fukuda, Y., Tsunoda, S., Yamaguchi, M., and Tonoike, M.

Frontal midline theta rhythms reflect alternative activations of prefrontal cortex and anterior cingulate cortex in humans, *Neurosci.Lett.* 274 (1999) 29-32.

Azuma, M., and Suzuki H.

Properties and distribution of auditory neurons in the dorsolateral prefrontal cortex of the alert monkey, *Brain Res.* 298 (1984) 343-346.

Baddeley, A.

Working memory, 1986, Oxford University Press.

Baddeley, A., and Della Sala, S.

Working memory and executive control, p.9-21, In: *The Prefrontal cortex—Executive and Cognitive Functions*, Eds. by Roberts, A.C., Robbins, T.W., and Weiskrantz, L., 1998, Oxford University Press.

Bailey, P., Barenne, J.G., Garol, H.W., and McCulloch, W.S.

Sensory cortex of chimpanzee, *J. Neurophysiol.*, 3 (1940) 469-485.

Bailey, P., Bonin, G.v., Garol, H.W., and McCulloch, W.S.

Long association fibers in cerebral hemispheres of monkey and chimpanzee, *J. Neurophysiol.*, 6 (1943a) 129-134.

Bailey, P., Bonin, G.v., Garol, H.W., and McCulloch, W.S.

Functional organization of temporal lobe of monkey (*Macaca mulatta*) and chimpanzee (*Pan satyrus*). *J. Neurophysiol.*, 6 (1943b) 121-128.

Baizer, J.S., Ungerleider, L.G. and Desimone, R.

Organization of visual inputs to the inferior temporal and posterior parietal cortex in macaques, *J. Neurosci.* 11 (1991) 168-190.

Balaban, E., Teillet, M.-A., and LeDouarin, N.
Application of the quail-chick chimera system to the study of brain development and behavior, *Science* 241 (1988) 1339-1342.

Ban, T.
Cortical neurons projecting to the posterior part of the posterior temporal sulcus with particular reference to the posterior association area. An HRP study in the monkey, *Arch. Italien. Biol.* 124 (1986) 95-109.

伴 亨、川村光毅
サルの上側頭溝周囲皮質への求心性結合に関する HRP 法による研究、*解剖学雑誌* 59 (1984) 350.

Ban, T., Shiwa, T., and Kawamura, K.
Corticocortical projections from the prefrontal cortex to the superior temporal sulcal area (STs) in the monkey studied by means of HRP method, *Arch. Italien. Biol.* 129 (1991) 259-272.

Bargiello, T.A., Jackson, F.R. and Young, M.W.
Restoration of circadian behavioral rhythms by gene transfer in *Drosophila*, *Nature* 312 (1984) 752-754.

Baron-Cohen, S., Leslie, A., and Frith, U.
Does the autistic child have a “theory of mind” ? , *Cognition* 21 (1985) 37-46.

Baylis, G.C., and Driver, J.
Shape-coding in IT cells generalizes over contrast and mirror reversal, but not figure-ground reversal, *Nature Neurosci.* 4 (2001) 937-942.

Beck, C.H., and Fibiger, H.C.
Conditioned fear-induced changes in behavior and in the expression of the immediate early gene *c-fos*: with and without diazepam pretreatment, *J. Neurosci.* 15 (1995) 709-720.

Belin, P., McAdams, S., Smith, B., Savel, S., Thivard, L., Samson, S., and Samson, Y.
The functional anatomy of sound intensity discrimination, *J. Neurosci.* 18 (1998a) 6388-6394.

Belin, P., Zilbovicius, M., Crozier, S., Thivard, L., Fontaine, A., Masure, M.-C., and Samson, Y.
Lateralization of speech and auditory temporal processing, *J. Cognitive Neurosci.* 10 (1998b) 536-540.

Belin と Zatorre (p. 965-966) と Romanski ら (p. 966) との討論
In: *Nature Neurosci.* 3 (2000) 965-966.

- Beninato, M., and Spencer, R.F.
A cholinergic projection to the rat superior colliculus demonstrated by retrograde transport of horseradish peroxidase and choline acetyltransferase immunohistochemistry, *J. Comp.Neurol.* 253 (1986) 525-523.
- Bickford-Wimer, P.C., Nagamoto, H.T., Johnson, R., Adler L.E., Egan M., Rose G.M., and Freedman R.
Auditory sensory gating in hippocampal neurons ; A model system in the rat, *Biol. Psychiat.* 27 (1990) 183-192.
- Bittencourt, J.C., Presse, F., Arias, C., Peto, C., Vaughan, J., Nahon, J.-L., Vale, W., and Sawchenko, P.E.
The melanin-concentrating hormone system of the rat brain: an immune- and hybridization histochemical characterization, *J. comp.neurol.* 319 (1992) 218-245.
- Blakemore, S.J., Frith, C.D., and Wolpert, D.M.
The cerebellum is involved in predicting the sensory consequences of action, *Neuroreport* 12 (2001) 1879-1884.
- Bloomfield, L.
Language, 1933 (Henry Holt and Co., N.Y.) and 1935 (George Allen and Unwin Ltd., London), 言語、服部四郎、三宅鴻、日野資純 訳、1962/1963, 大修館書店
- Bonin, G. von, and Bailey, P.
The Noecortex of *Macaca murata*, University Illinois Press, Urbana, 1941.
- Botvinick, M.M., Cohen, J.D., and Carter, C.S.
Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update, *Trends Cogn. Sci.* 8 (2004) 539-546.
- Botvinick, M., Nystrom, L.E., Fissell,K., Carter, C.S., and Cohen, J.D.
Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex, *Nature* 402 (1999) 179-181.
- Braff, D.L.
Sensory input deficits and negative symptoms in schizophrenic patients, *Amer. J. Psychiat.* 146 (1989) 1006-1011.
- Breitmeyer, B.G.
Visual Masking: An integrative approach. (1984) New York: Oxford University Press.
- Bremer, F.
Cerveau“isolé”et physiologie du sommeil, *C. R. Soc. Biol. (Paris)* 118 (1935) 1235-1241.
- Brodal, A.

The hippocampus and the sense of smell. A review, *Brain* 70 (1947) 179-222.

Brodal, A.

Neurological Anatomy in Relation to Clinical Medicine 3rd.Ed. New York Oxford, Oxford Univ. Press, 1981

Brodal, A., and Kawamura, K.

Olivocerebellar projection : a review, *Adv. Anat. Embryol. Cell Biol.* 64 (1980) 1-140.

Brodal, P.

Principles of organization of the monkey corticopontine projection, *Brain Res.* 148 (1978a) 214-218.

Brodal, P.

The corticopontine projection in the rhesus monkey. Origin and principles of organization, *Brain* 101 (1978b) 251-283.

Brodal, P.

The pontocerebellar projection in the rhesus monkey: An experimental study with retrograde transport of horseradish peroxidase, *Neuroscience* 4 (1979) 193-208.

Brodmann, K.

Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde, J.A. Barth, Leipzig, 1909.

Brown, G.L., and Goodwin, F.K.

Cerebrospinal fluid correlates of suicide attempts and aggression, *Ann. NY Acad. Sci.* 487 (1986) 175-188.

Bruce, C., Desimone, R., and Gross, G.G.

Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque, *J. Neurophysiol.* 46 (1981) 369-384.

Buckner, R.L.

Functional-anatomical correlates of control processes in memory, *J. Neurosci.* 23 (2003) 3999-4004.

Burton, C.J.

The Neuropathology of Temporal Lobe Epilepsy, Oxford Univ. Press, Oxford, 1988.

Bush, G., Vogt, B.A., Holmes, J., Dale, A.M., Greve, D., Jenike, M.A., and Rosen, B.R.

Dorsal anterior cingulate cortex: a role in reward-based decision making, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99 (2002) 523-528.

Bushara, K.O., Hanakawa, T., Immisch, I., Toma, K., Kansaku, K., and Hallett, M.

Neural correlates of cross-modal binding, *Nature Neurosci.* 6 (2003) 190-195.

Bushara, K.O., Weeks, R.A., Ishii, K., Catalan, M.-J., Tian, B., Rauschecker, J.P., and Hallett, M.

Modality-specific frontal and parietal areas for auditory and visual localization in humans, *Nature Neurosci.* 2 (1999) 759-766.

Byne, W., Buchsbaum, M.S., Kemether, E., Hazlett, E.A., Shinwar, A., Mitropoulou, V., and Siever, L.J.

Magnetic resonance imaging of the thalamic mediodorsal nucleus and pulvinar in schizophrenia and schizotypal personality disorder, *Arch. Gen. Psychiat.* 58 (2001) 133-140.

Byne, W., Buchsbaum, M.S., Mattiace, L.A., Hazlett, E.A., Kemether, E., Elhakem, S.L., Purohit, D.P., Haroutunian, V., and Jones, L.

Postmortem assessment of thalamic nuclear volumes in subjects with schizophrenia, *Am. J. Psychiat.* 159 (2002) 59-65.

Calvert, G.A., Bullmore, E.T., Brammer, M.J., Campbell, R., Williams, S.C.R., McGuire, P.K., Woodruff, P.W.R., Iversen, S.D., and David, A.S.

Activation of auditory cortex during silent lipreading, *Science* 276 (1997) 593-596.

Caramazza, A., Chialant, D., Capasso, R., and Miceli, G.

Separable processing of consonants and vowels, *Nature* 403 (2000) 428-430.

Carlsson, A., and Carlsson, L.

Hjarnans budbarare, Stockholm, 1988. (榎林博太郎、飯塚禮二訳 脳のメッセンジャー、医学書院、東京、1993)

Catani, M., Howard, r.j., Pajevic, S., and Jones, D.K

Virtual *in vivo* interactive dissection of white matter fasciculi in the human brain, *NeuroImage* 17 (2002) 77-94.

Catani, M., Jones, D.K., Donato, R., and Ffytche, D.H.

Occipito-temporal connections in the human brain, *Brain* 126 (2003) 2093-2107.

Cavada, C., Company, T., Yejedor, J., Cruz-Rizzolo, R.J., and Reinoso-Suarez, F.

The anatomical connections of the macaque monkey orbitofrontal cortex, *Cerebral Cortex* 10 (2000) 220-242.

- Chavis, D.A., and Pandya, D.N.
Further observations on corticofrontal connections in the rhesus monkey, *Brain Res.* 117 (1976) 369-386.
- Civitareale, D., Lonigro, R., Sinclair, A. J., and DiLauro, R.
A thyroid-specific nuclear protein essential for tissue-specific expression of the thyroglobulin promoter, *EMBO J.* 8 (1989) 2537-2541.
- Clemenzenz, B.A., Blumenfeld, L.D., and Cobb, S.
The gamma band responses may account for poor p50 suppression in schizophrenia, *Neuroreport* 8 (1997) 3889-3893.
- Cohen, J.D., Botvinick, M., and Carter, C.S.
Anterior cingulate and prefrontal cortex: who's in control? , *Nature neurosci.* 3 (2000) 421-423.
- Cohen, M.X., Heller, A.S., and Ranganath, C.
Functional connectivity with anterior cingulate and orbitofrontal cortices during decision-makings, *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 23 (2005) 61-70.
- Cole, A.J., Saffen, D.W., Baraban, J.M., and Worley, P.F.
Rapid increase of an immediate early gene messenger RNA in hippocampal neurons by synaptic NMDA receptor activation, *Nature* 340 (1989) 474-476.
- Concha, M.L., Burdine, R.D., Russell, C., Schier, A.F., and Wilson, S.W.
A nodal signaling pathway regulates the laterality of neuroanatomical asymmetries in the zebrafish forebrain, *Neuron* 28 (2000) 399-409.
- Concha, M.L. and Wilson, S.W.
Asymmetry in the epithalamus of vertebrates, *J. Anat.* 199 (2001) 63-84.
- Cooke, B., Hegstrom, C.D., Villeneuve, L.S., and Breedlove, S.M.
Sexual differentiation of the vertebrate brain : Principles and Mechanisms, *Front Neuroendocrinol.* 19 (1998) 323-362.
- Critchley, H., Daly, E., Phillips, M., Brammer, M., Bullmore, E., Williams, S., Amelsoort, T.V., Robertson, D., David, A., and Murphy, D.
Explicit and implicit neural mechanisms for processing of social information from facial expressions: a functional magnetic resonance imaging study, *Human Brain Mapping* 9 (2000) 93-105.
- Crow, T.J.
Molecular pathology of schizophrenia : more than one disease process ? *Brit. Med. J.* 12 (1980) 66-68.

Crow, T.J.

Language and psychosis : common evolutionary origins, *Endeavor* 20 (1996) 105-109.

Cummings, J.L.

Frontal-subcortical circuits and human behavior, *Adv.Neurol.* 50 (1993) 873-880.

Cummings, J.L.

Anatomical and behavioral aspects of frontal-subcortical circuits, *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 769 (1995) 1-13.

Dalton, P., Doolittle, N., Nagata, H., and Breslin, P.A.S.

The merging of the senses: integration of subthreshold taste and smell, *Nature Neurosci.* 3 (2000) 431-432.

Darwin, C.

On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life, 1859, 種の起源、八杉龍一訳、岩波書店、1990.

Desimone, R., and Schein, S.

Visual properties of neurons in area V4 of the macaque: sensitivity to stimulus form, *J. Neurophysiol.* 57 (1987) 835-868.

Desimone, R., Schein S.J., Moran, J., and Ungerleider, L.G.

Contour, color and shape analysis beyond the striate cortex, *Vision Res.* 25 (1985) 441-452.

Dierks, T., Linde, D.E.J., Jandl, M., Formisano, E., Goebel, R., Lanfermann, H., and Singer, W.

Activation of Heschl's gyrus during auditory hallucination, *Neuron* 22 (1999) 615-621.

Dino, M.R., Schuerger, R.J., Liu, Y., Slater, N.T., and Mugnaini, E.

Unipolar brush cell: a potential feedforward excitatory interneuron of the cerebellum, *Neuroscience* 98 (2000) 625-636.

土井泰次郎、藤田一郎

形状知覚と物体認識における側頭葉視覚連合野の役割、*神経進歩* 48 (2004) 176-185.

Doya, K.

What are the computations of the cerebellum, the basal ganglia and the cerebral cortex? *Neural Networks* 12 (1999) 961-974.

銅谷賢治、川人光男、春野雅彦

小脳、大脳基底核、大脳皮質の機能分化と統合、*科学* 70 (2000) 740-749.

Drevets, W.C., Viddén, T.O., Price, J.L., Preskorn, S.H., Carmichael, S.T., and Raichle, M.E.

A functional anatomical study of unipolar depression, *J. Neurosci.* 12 (1992) 3628-3641.

Dronkers, N.F.

A new brain region for coordinating speech articulation, *Nature* 384 (1996) 159-161.

Dueck, C.A., Manore, M.M., and Matt, K.S.

Role of energy balance in athletic menstrual dysfunction, *Int. J. Sport Nutr.* 6 (1996) 165-190.

Duhamel, J.R., Colby, C.L., and Goldberg, M.E.

Ventral intraparietal area of the macaque: congruent visual and somatic response properties, *J. Neurophysiol.* 79 (1998) 126-136.

Dunlap, J.C.

Molecular bases for circadian clocks, *Cell* 96 (1999) 271-290.

Economo, C. von

Theorie du sommeil, *J. Neurol. Psychiat. (Brux.)* 28 (1928) 437-464.

Efron, R.

Conservation of temporal information by perceptual systems, *Perception & Psychophysics* 14 (1973) 518-530.

Eifuku, S., Nishijo, H., Kita, T., Ono, T.

Neural activity in the primate hippocampal formation during a conditional association task based on the subject's location, *J. Neurosci.* 15 (1995) 4952-4969.

永福智志、小野武年

サル的情動と学習・記憶の脳内システム、*Brain Medical* 13 (2001) 361-369.

Elbert, T., and Keil, A.

Imaging in the fourth dimension, *Nature* 404 (2000) 29-31.

Embrick, D., Marantz, A., Miyashita, Y., O'Neil, W., and Sakai, K.L.

A syntactic specialization for Broca's area, *ProNAS* 97 (2000c) 6150-6154.

Engelberg, H.

Low serum cholesterol and suicide, *Lancet* 339 (1992) 727-729.

Engels, F.

猿が人間になるについての労働の役割. 大月書店編集部編. In: *Neue Zeit* (1896)、1876 年執筆

Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A-M., Nordborg, C., Peterson, D. A., and Gage, F H
Neurogenesis in the adult human hippocampus, *Nature Med.* 4 (1998) 1313 – 1317.

Esquirol, E.

Des maladies mentales considérées sous le rapport médical, hygiénique et médico-légal, J.B. Baillière, Paris, 1938, 2 vol.

Evarts, E.V., and Thach, W.T.

Motor mechanism of the CNS: cerebrocerebellar interactions, *Ann. Rev. Physiol.* 31 (1969) 451-494.

Ey, H.

Des idées de Jackson à un modèle organo-dynamique en psychiatrie, Edouard Privat, Editeur Toulouse, 1975, 大橋博司ら訳：ジャクソンと精神医学、みすず書房、1979.

Fagiolini, M., Fritschy, J.-M., Löw, K., Möhler, H., Rudolph, U., and Hensch, T.K.

Specific GABA_A circuits for visual cortical plasticity, *Science* 303 (2004) 1681-1683.

Falck, B., Hillarp, N.A., Thieme, G., and Thorpe, A.

Fluorescence of catecholamines and related compound condensed with formaldehyde, *J. Histochem. Cytochem.* 10 (1962) 348-354.

Farah, M.J., and Aguirre, G.K.

Imaging visual recognition: PET and fMRI studies of the functional anatomy of human visual recognition, *Trends Cogn.Sci.* 3 (1999) 179-186.

Felleman, D.J., and Van Essen, D.C.

Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex, *Cereb. Cortex* 1 (1991) 1-47.

Fiez, J.A.

Cerebellar contributions to cognition, *Neuron* 16 (1996) 13-15.

Finney, E.M., Fine, I., and Dobkins, K.R.

Visual stimuli activate auditory cortex in the deaf, *Nature Neurosci.* 4 (2001) 1171-1173.

Fiorino, D.F., and Phillips, A.G.

Facilitation of sexual behavior and dopamine efflux in the nucleus accumbens of male rats after D-amphetamine-induced behavioral sensitization, *J. Neurosci.* 19 (1999) 456-463.

Flor-Henry, P.

Schizophrenic-like reactions and affective psychoses associated with temporal lobe

epilepsy : etiological factors, *Amer. J. Psychiatr.* 126 (1969a) 400-404.

Flor-Henry, P.

Psychosis and temporal lobe epilepsy : A controlled investigation, *Epilepsia* 10 (1969b) 363-395.

Flynn, F.G., Benson, D.F., and Ardila, A.

Anatomy of the insula – functional and clinical correlates, *Aphsiology* 13 (1999) 55-78.

Fox, C.A., and Barnard, J.W.

A quantitative study of the Purkinje cell denritic branchlets and their relationship to afferent fibres, *J. Anat. (Lond.)* 91 (1957) 299-313.

Freedman, D.J., Riesenhuber, M., Poggio, T., and Miller, E.K.

Categorical representation of visual stimuli in the primate prefrontal cortex, *Science* 291 (2001) 312-316.

Friedman, H.R., and Goldman-Rakic, P.S.

Coactivation of prefrontal cortex and inferior parietal cortex in working memory tasks revealed by 2DG functional mapping in the rhesus monkey, *J. Neurosci.* 14 (1994) 2775-2788.

Friedman, J.M. and Halaas, J.L.

Leptin and the regulation of body weight in mammals, *Nature* 395 (1998) 763-770.

Fujiyama, K., Kajii, Y., Hiraoka, S., and Nishikawa, T.

Differential regulation by stimulants of neocortical expression of *mrt 1*, *arc*, and *homer 1a* mRNA in the rats treated with repeated methamphetamine, *Synapse* 49 (2003) 143-149.

福田淳、佐藤宏道

脳と視覚－何をどう見るか、共立出版、2002、

船橋新太郎

前頭連合野とワーキングメモリ、*神経進歩* 45 (2001) 223-234.

船橋新太郎

ワーキングメモリの神経回路、In: 松本元・小野武年編：情と意の脳科学一人とは何か一、培風館、(2002) 68-89.

Fuster, J.M.

Temporal processing, *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 769 (1995) 173-181.

Fuster, J.M.

The Prefrontal cortex: Anatomy, Physiology, and Neuropsychology of the Frontal Lobe, 3rd ed. Lippincott-Rave, New York, 1997.

- Fuster, J.M.
Executive frontal functions, *Exp. Brain Res.* 133 (2000) 66-70.
- Fuster, J.M., Bodner, M., and Kroger, J.K.
Cross-modal and cross-temporal association in neurons of frontal cortex, *Nature* 405 (2000) 347-351.
- Galuske, R.A.W., Schlote, W., Bratzke, H., and Singer, W.
Interhemispheric asymmetries of the modular structure in human temporal cortex, *Science* 289 (2000) 1946-1949.
- Gao, J.-H., Parsons, L.M., Bower, J.M., Xiong, J., Li, J., and Fox, P.T.
Cerebellum implicated in sensory acquisition and discrimination rather than motor control, *Science* 271 (1996) 545-547.
- Garcia-Castro, M.I., Vielmetter, E., and Bonner-Fraser, M.
N-Cadherin, a cell adhesion molecule involved in establishment of embryonic left-right asymmetry, *Science* 288 (2000) 1047-1051.
- Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E., and Sperry, R.W.
Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man, *Brain* 88 (1965) 221-236.
- Gazzaniga, M.S., and LeDoux, J.E.
The Integrated Mind, Plenum Press, New York, 1978 (「二つの脳と一つのこころー左右の半球と認知」、柏原恵龍他 訳、ミネルヴァ書房、1980)
- Gazzaniga, M.S., and Sperry, R.W.
Language after section of the cerebral commissures, *Brain* 90 (1967) 131-148.
- Gehring, W.J., and Knight, R.T.
Prefrontal-cingulate interactions in action monitoring, *Nature neurosci.* 3 (2000) 516-520.
- Gemba, H., Miki, N., and Sasaki, K.
Cortical field potentials preceding vocalization and influences of cerebellar hemispherectomy upon them in monkeys, *Brain Res.* 697 (1995) 143-151.
- Gemba, H., Miki, N., and Sasaki, K.
Cortical field potentials preceding vocalization in monkeys, *Acta Otolaryngol. Suppl.* 532 (1997) 96-98.
- Geschwind, N.
Specializations of the human brain, *Scientific Amer.* 241 (1979) 180-199.

- Geschwind, N., and Levitsky, W.
Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region, *Science* 161(1968) 186-187.
- Geyer, S.
The microstructural border between the motor and the cognitive domain in the human cerebral cortex, *Adv. Anat. Embryol. Cell Biol.* 174 (2004) 1-92.
- Gloor, P.
The Temporal Lobe and Limbic System, Oxford Univ. Press, New York, Oxford, 1997.
- Goddard, G.V., McIntyre, D.C., and Leech, C.K.
A permanent change in brain function resulting from daily electrical stimulation, *Exp. Neurol.* 25 (1969) 295-330
- Gold, B.T., and Buckner, R.L.
Common prefrontal regions coactivate with dissociable posterior regions during controlled semantic and phonological tasks, *Neuron* 35 (2002) 803-812.
- Goldman-Rakic, P. S.
Topography of cognition: parallel distribution networks in primate association cortex, *Ann. Rev. Neurosci.* 11 (1988) 137-156.
- Goldman-Rakic, P. S.
Working memory and the mind, *Scient. Amer.*, (1992) 110-117.
- Goldman-Rakic, P. S.
The prefrontal landscape: implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive, *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B* 351 (1996) 1445-1453.
- Goldman-Rakic, P. S., Selemon, L.D., and Schwartz, M.L.
Dual pathways connecting the dorsolateral prefrontal cortex with the hippocampal formation and parahippocampal cortex in the rhesus monkey, *Neuroscience* 12 (1984) 719-743.
- Gonzalo-Ruiz, A., Alonso, A., Sanz, J.M., and Llinas, R.R.
Afferent projections to the mammillary complex of the rat, with special reference to those from surrounding hypothalamic regions, *J. Comp. Neurol.* 321 (1992) 277-299.
- Gonzalo-Ruiz, A., Morte, L., Flecha, J.M., and Sanz, J.M.
Neurotransmitter characteristics of neurons projecting to the supramammillary nucleus of the rat, *Anat. Embryol.* 200 (1999) 377-392.

- Goodale, M.A., and Milner, A.D.
Separate visual pathways for perception and action, *Trends Neurosci.* 15 (1992) 20-25.
- Gorski, R.A., Gordon, J.H., Shryne, J.E., and Southam, A.M.
Evidence for a morphological sex difference within the medial preoptic area of the rat brain, *Brain Res.* 862 (1978) 333-346.
- Grant, L.D., Coscina, D.V., Grossman, S.P., and Freedman, D.X.
Suicide after serotonin depleting lesions of midbrain raphe nuclei, *Pharm. Biochem. Behav.* 1 (1973) 77-80.
- Graybiel, A.M.
The basal ganglia and cognitive pattern generators, *Schizophrenia Bulletin* 23 (1997) 459-469.
- Green, M.F., Nuechterlein, K.H., Breitmeyer, B., and Mintz, J.
Backward masking in unmedicated schizophrenic patients in psychotic remission: possible reflection of aberrant cortical oscillation, *Amer. J. Psychiat.* 156 (1999) 1367-1373.
- Groenewegen, H.J., and Voogd, J.
The parasagittal zonation within the olivocerebellar projection. I. Climbing fiber distribution in the vermis of cat cerebellum, *J. comp. Neural.* 174 (1977) 417-488.
- Groenewegen, H.J., Voogd, J. and Freedman, S.L.
The parasagittal zonal organization within the olivocerebellar projection. II. Climbing fiber distribution in the intermediate and hemispheric parts of cat cerebellum, *J. comp. Neurol.* 183 (1979) 551-602.
- Guazzi, S., Price, M., DeFelice M., Damante, G., Mattei, M.-G. and DiLauro, R.
Thyroid nuclear factor 1 (TTF) contains a homeodomain and displays a novel DNA binding specificity, *EMBO J.* 9 (1990) 3631-3639.
- Gupta, A., Wang, Y., and Markram, H.
Organizing principles for a diversity of GABAergic interneurons and synapses in the neocortex, *Science* 287 (2000) 273-278.
- Gutfreud, Y., Zheng, W., and Knudsen, E.I.
Gated visual input to the central auditory system, *Science* 297 (2002) 1556-1559.
- Hackett, T.A., Stepniewska, I., and Kaas, J.H.

Subdivisions of auditory cortex and ipsilateral cortical connections of the parabelt auditory cortex in the macaque monkeys, *J. Comp. Neurol.* 394 (1998) 475-495.

Haines, D.E., Dietrichs, E., and Sowa, T.E.
Hypothalamo-cerebellar and cerebello-hypothalamic pathways: a review and hypothesis concerning cerebellar circuits which may influence autonomic centers and affective behavior, *Brain Behav. Evol.* 24 (1984) 198-220.

Hampson, M., Peterson, B.S., Skudlarski, P., Gatenby, J.C., and Gore, J.C.
Detection of functional connectivity using temporal correlations in MR images, *Human Brain Mapping* 15 (2002) 247-262.

Harris, G.W.
Neural control of the pituitary gland, *Physiol. Rev.* 28 (1948) 139-179.

Hasegawa, I., Fukushima, T., Ihara, I., and Miyashita, Y.
Callosal window between prefrontal cortices : cognitive interaction to retrieve long-term memory, *Science* 281 (1998) 814-818.

Hasegawa, I., Hayashi, T., and Miyashita, Y.
Memory retrieval under the control of the prefrontal cortex, *Ann. Med.* 31 (1999) 380-387.

端川勉
霊長類の聴覚野と聴覚関連皮質、*神経進歩* 46 (2002) 79-90.

Hashimoto, R., Homae, F., Nakajima, K., Miyashita, Y., and Sakai, K.L.
Functional differentiation in the human auditory and language areas revealed by a dichotic listening task, *Neuroimage* 12 (2000d) 147-158.

Hashimoto, R., and Sakai, K.L.
Specialization in the left prefrontal cortex for sentence comprehension, *Neuron* 35 (2002b) 589-597.

Haxby, J.V., Hoffman, E.A., and Gobbini, M.I.
The distributed human neural system for face perception, *Trends Cogn.Sci.* 4 (2000) 223-233.

Hayashi, M., Ito, M., and Shimizu, K.
The spindle neurons are present in the cingulate cortex of chimpanzee fetus, *Neurosci. Lett.* 309 (2001) 97-100.

He, J., Hashikawa T., Ojima, H., and Kinouchi, Y.
Temporal integration and duration tuning in the dorsal zone of cat auditory cortex, *J. Neurosci.* 17 (1997) 2615-2625.

Hebb, D.O.

The Organization of Behavior, Wiley & Sons, New York, 1949.

Heidary, H., and Tomasch, J.

Neuron numbers and perikaryon areas in the human cerebellar nuclei, *Acta Anat. (Basel)* 74 (1969) 290-296.

Heisler, L.K., Cowley, M.A., Tecott, L.H., Fan, W., Low, M.J., Smart, J.L., Rubinstein, M., Tatro, J.B., Marcus, J.N., Holstege, H., Lee, C.E., Cone, R.D., and Emquist, J.K.

Activation of central melanocortin pathways by fenfluramine, *Science* 297 (2002) 609-611.

Hensch, T.K., and Stryker, M.P.

Columnar architecture sculpted by GABA circuits in developing cat visual cortex, *Science* 303 (2004) 1678-1681.

彦坂興秀

運動制御における小脳の役割—最近の進歩、*神経進歩* 44(2000) 974-982.

彦坂興秀、山鳥重、河村満

眼と精神、医学書院、2003.

Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand, M.K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., Miyachi, S., and Doya, K.

Parallel neural networks for learning sequential procedures, *Trends Neurosci.* 10 (1999) 464-471.

Hikosaka, O., Takikawa, Y., and Kawagoe, R.

Role of basal ganglia in the control of purposive saccadic eye movements, *Physiol. Reviews* 80 (2000) 953-978.

Hikosaka, O., and Wurtz, R.H.

Modification of saccadic eye movements by GABA-related substances, I: Effect of muscimol and bicuculline in the monkey superior colliculus, *J. Neurophysiol.* 53 (1985a) 266-291.

Hikosaka, O., and Wurtz, R.H.

Modification of saccadic eye movements by GABA-related substances, II: Effects of muscimol in the monkey substantia nigra pars reticulata, *J. Neurophysiol.* 53 (1985b) 292-308.

Hirai, T., Onodera, S., and Kawamura, K.

Cerebellotectal projections studied in cats with horseradish peroxidase or tritiated amino acids axonal transports, *Exp. Brain Res.* 48 (1982) 1-12.

Hirayasu, Y., McCarley, R.W., Salisbury, D.F., Tanaka, S., Kwon, J.S., Frumin, M., Snyderman, D., Yurgelun-Todd, D., Kikinis, R., Jolesz, F.A., and Shenton, M.E.

Planum temporale and Heschl gyrus volume reduction in schizophrenia, *Arch. Gen. Psychiat.* 57 (2000) 692-699.

Hisano, S., Kagotani, Y., Tsuruo, Y., Daikoku, S., Chihara, K., and Whitnall, M.H.

Localization of glucocorticoid receptor in neuropeptide Y-containing neurons in the arcuate nucleus of the rat hypothalamus, *Neurosci. Lett.* 95 (1988) 13-18.

Hobson, J.A., and McCarley, R.W.

The brain as a dream state generator: An activation-synthesis hypothesis of the dream process, *Amer. J. Psychiat.* 134 (1977) 1335-1348.

Hollerman, J.R. and Schultz, W.

Dopamine neurons report an error in the temporal prediction of reward during learning, *Nature Neurosci.* 1 (1998) 304-309.

Holroyd, C.B., Nieuwenhuis, S., Yeung, N., Nystrom, L., Mars, R.B., Coles, M.G.H., and Cohen, J.D.

Dorsal anterior cingulate cortex shows fMRI response to internal and external error signals, *Nature Neurosci.* 7 (2004) 497-498.

Homae, F., Hashimoto, R., Nakajima, K., Miyashita, Y., and Sakai, K.

From perception to sentence comprehension: the convergence of auditory and visual information of language in the left frontal cortex, *NeuroImage* 16 (2002) 883-900.

本多祥子、石崎典生

海馬体から嗅内野への出力路、*神経進歩* 45 (2001) 297-311.

Hoshi, E., and Tanji, J.

Contrasting neuronal activity in the dorsal and ventral premotor areas during preparation to reach, *J. Neurophysiol.* 87 (2002) 1123-1128.

Hoshi, E., and Tanji, J.

Functional specialization in dorasal and ventral premotor areas, *Prog. Brain Res.* 143 (2004) 507-511.

Hoshi, E., Tremblay, L., Feger, J., Carras, P.L., and Strick, P.L.

The cerebellum communicates with the basal ganglia, *Nature Neurosci.* (2005, Oct 2) Advance online pub. 1-3.

Hoshiyama, M., Gunji, A., and Kakigi, R.

Hearing the sound of silence : A magnetoencephalographic study, *Neuroreport* 12 (2001) 1097-1102.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.

Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex, *J. Physiol. (Lond.)* 160 (1962) 106-154.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.

Receptive fields and functional architecture in two non-striate visual areas (18 and 19) of the cat, *J. Neurophysiol.* 28 (1965) 229-289.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.

Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex, *J. Physiol. (Lond.)* 195 (1968) 215-243.

Hubel, D.H., and Wiesel, T.N.

Anatomical demonstration of columns in the monkey striate cortex, *Nature* 221 (1969) 747-750.

Hubel, D.H., and Wiesel, TN.

The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens, *J Physiol.* 1970 (206) 419-436.

Hyvaerinen, J., and Poranen, A.

Function of the parietal association area 7 as revealed from cellular discharges in alert monkeys, *Brain* 97 (1974) 673-692.

Ichimiya, T., Okubo, Y., Suhara, T., and Sudo, Y.

Reduced volume of the cerebellar vermis in neuroleptic-naïve schizophrenia, *Biol. Psychiat.* 49 (2001) 20-27.

Ichinohe, N., Mori, F., and Schoumura, K.

A di-synaptic projection from the lateral cerebellar nucleus to the laterodorsal part of the striatum via the central lateral nucleus of the thalamus in the rat, *Brain Res.* 880 (2000) 191-197.

Ichisaka, S., Katoh-Semba, R., Hata, Y., Ohsima, M., Kameyama, K., and Tsumoto, T.

Activity-dependent changes in the protein level of brain-derived neurotrophic factor but no change in other neurotrophins in the visual cortex of young and adult ferrets, *Neuroscience* 117 (2003) 361-371.

Ilinsky, I.A., and Kultas-Ilinsky, K.

An autoradiographic study of topographical relationships between pallidal and cerebellar projections to the cat thalamus, *Exp. Brain Res.* 54 (1984) 95-106.

Imamizu, H., Miyaauchi, S., Tamada, T., Sasaki, Y., Takino, R., Putz, B., Yoshioka, T., and Kawato, M.

Human cerebellar activity reflecting an acquired internal model of a new tool, *Nature* 403 (2000) 192-195.

伊佐正

上丘へのコリン作動性投射の生理学的役割、*Brain Medical* 11(1999) 27-33.

Isgor, C., Cecchi, M., Kabbaj, M., Akil, H., and Watson, S.J.

Estrogen receptor beta in the paraventricular nucleus of hypothalamus regulates the neuroendocrine response to stress and is regulated by corticosterone, *Neuroscience* 121 (2003) 837-845.

Ishihara, T., and Yoshii, N.

Multivariate analytic study of EEG and Mental activity in Juvenile delinquents, *Electroenceph. and clin. Neurophysiol.* 33 (1972) 71-80.

石塚典生

大脳辺縁系の細胞構築と神経結合、 p.26-p.45, In: 情と意の脳科学—人とは何か、 pp.321, 松本元、小野武年 (編) ,2002、培風館

Itami, C., Kimura, F., Kohno, T., Matsuoka, M., Ichikawa, M., Tsumoto, T., and Nakamura, S.

Brain-derived neurotrophic factor-dependent unmasking of "silent" synapses in the developing mouse barrel cortex, *Proc Natl Acad Sci USA.* 100(2003) 13069-13074.

伊藤正男

脳的设计図、1980、中央公論社

伊藤正男

脳の不思議、岩波 科学ライブラリー、1998、岩波書店

Ito, M.

Neurophysiological aspects of the cerebellar motor control system, *Intn. J. Neurol.* 7 (1970) 162-176.

Ito, M.

The Cerebellum and Neural Control, 1984, Raven Press.

Ito, M.

Movement and thought: Identical control mechanisms by the cerebellum, *TrenNeurosci.* 16 (1993) 448-450.

Ito, M.

Cerebellar microcomplexes, *Intern. Review Neurobiol.* 41 (1997) 475-487.

Ito, M.

Consciousness from the viewpoint of the structural-functional relationships of the brain, *Intern.J. Psychol.* 33 (1998) 191-197.

Ito, M.

Internal model visualized, *Nature* 403 (2000) 153-154.

Ito, M.

Neural control of cognition and language, In: *Image, Language and Brain*, Maranz, A., Miyashita, Y., and O'Neil, W. Eds., Cambridge, MA: MIT Press, 2001a, p.149-162.

Ito, M.

Cerebellar long-term depression : characterization, signal transduction, and functional roles. *Physiol. Review* 81 (2001b) 1143-1195.

Ito, M.

The molecular organization of cerebellar long-term depression, *Nature review/ Neurosci.* 3 (2002a) 896-902.

Ito, M.

Controller-regulator model of the central nervous system, *J. Integ. Neurosci.* 2 (2002b) in press

伊藤正男、祖父江逸郎、小松崎篤、広瀬源二郎 (編)
小脳の神経学、1986、医学書院

伊藤真次

ヒトと日周リズム—生理機能における環境の影響— 1977 共立出版

Ivanova, A., and Yuasa, S.

Neural migration and differentiation in the development of the mouse dorsal cochlear nucleus, *Dev. Neurosci.* 20 (1998) 498-511.

岩井栄一

脳—学習・記憶のメカニズム、1984 朝倉書店

Jackson, J.H.

Selected Writings of John Hughlings Jackson, Vols. 1 & 2 , ed. by J. Taylor (1931,32) , esp. 「脳の二元性(duality)の性質について、(1874)」、「神経系の進化と退化、2 (1884) 45-75」、「精神病の諸要素、2 (1894)411-420」

[Jarvis, E.D.](#), [Gunturkun, O.](#), [Bruce, L.](#), [Csillag, A.](#), [Karten, H.](#), [Kuenzel, W.](#), [Medina, L.](#), [Paxinos, G.](#), [Perkel, D.J.](#), [Shimizu, T.](#), [Striedter, G.](#), [Wild, J.M.](#), [Ball, G.F.](#), [Dugas-Ford, J.](#), [Durand, S.E.](#), [Hough, G.E.](#), [Husband, S.](#), [Kubikova, L.](#), [Lee, D.W.](#), [Mello, C.V.](#), [Powers, A.](#), [Siang, C.](#), [Smulders, T.V.](#), [Wada, K.](#), [White, S.A.](#), [Yamamoto, K.](#), [Yu, J.](#), [Reiner, A.](#), and [Butler, A.B.](#) ([Avian Brain Nomenclature Consortium](#))

Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution, *Nature Review, Neuroscience* 6 (2005) 151-159.

Johnson, E.N., Hawken, M.J., and Shapley, R.

The spatial transformation of color in the primary visual cortex of the macaque monkey, *Nature Neurosci.* 4 (2001) 409-416.

Jones, E.G., and Burton, H.

Areal differences in the laminar distribution of thalamic afferents in cortical fields of the insular, parietal and temporal regions of primates, *J Comp. Neurol.* 168 (1976) 197-248.

Jones, E.G., Coulter, J.D., Burton, H., and Porter, R.

Cells of origin and terminal distribution of corticostriatal fibers arising in the sensory-motor cortex of monkeys, *J. comp. neurol.* 173 (1977) 53-80.

Jones, E.G., Dell'Anna, M.E., Molinari, M., Rausell, E., and Hashikawa, T.

Subdivisions of macaque monkey auditory cortex revealed by calcium-binding protein immunoreactivity, *J. Comp. Neurol.* 362 (1995) 153-170.

Jones, E.G., and Powell, T.P.S.

An anatomical study of converging sensory pathways within the cerebral cortex of the monkey, *Brain* 93 (1970) 793-820.

Jouvet, M.

Neurophysiology of the states of sleep, *Physiol. Rev.* 47 (1967) 117-177.

Jouvet, M.

Biogenic amines and the state of sleep, *Science* 163 (1969) 32-41.

Jouvet, M.

The role of monoamines and acetylcholine containing neurons in the regulation of the sleep-waking cycle, *Ergeb. Physiol.* 64 (1972) 166-307.

Joyce, J.N., and Gurevich, E.V.,

D3 Receptors and the actions of neuroleptics in the ventral striatopallidal system of schizophrenics, *Ann. N.Y. Acad.Sci.* 877 (1999) 595-613.

Kaan, E., and Swaab, T.Y.

The brain circuitry of syntactic comprehension, *Trends in Cognit. Sci.* 6 (2002) 350-356.

Kaas, J.H., and Hackett, T.A.

'What' and 'where' processing in auditory cortex, *Nature neurosci.* 2 (1999) 1045-1047.

Kaas, J.H., Hackett, T.A. and Tramo, M.J.

Auditory processing in primate cerebral cortex, *Current Opinion in Nuerobol.* 9 (1999) 164-170.

香川雪彦、小山純正、高橋和巳

睡眠・覚醒の神経機構、最新医学 59 (2004) 409-414.

Kahana, M.J., Sekuler, R., Caplan, J.B., Kirschen, M., and Madsen, J.R.

Human theta oscillations exhibit task dependence during virtual maze navigation, *Nature* 339 (1999) 781-784.

Kajii, Y., Muraoka, S., Hiraoka, S., Fujiyama, K., Umino, A., and Nishikawa, T.

Adevelopmentally regulated and psychostimulant-inducible novel rat gene *mrt 1* encoding PDZ-PX proteins isolated in the neocortex, *Molecular Psychiatry* (2003) in press.

Kanwisher, N., McDermott, J., and Chun, M.M.

The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception, *J. Neurosci.*, 17 (1997) 4302-4311.

Kaplan, J.R., Maruck, S.B., and Shively, C.

The effects of fat and cholesterol on social behavior in monkey, *Psychosom. Med.* 53 (1991) 634-642.

Kasai, K., Shenton, M.E., Salisbury, D.F., Hirayasu, Y., Lee, C.U., Ciszewski, A.A., Yurgelun-Todd, D., Kikinis, R., Jolesz, F.A., and McCarley, R.W.

Progressive decrease of left superior temporal gyrus gray matter volume in patients with first-episode schizophrenia, *Amer. J. Psychiat.* 160 (2003) 156-164.

加瀬学

神経眼科と眼球運動—20世紀の眼球運動研究はどこまで発展したか、*神経眼科* 19 (2002) 15-33.

鹿島晴雄

条件反射学、65頁—75頁、臨床精神医学ハンドブック、保崎、武正 編 1980、金原出版

加藤元一郎、鹿島晴雄

精神分裂病と認知機能障害—とくに前頭前野と文脈処理の障害について、*Schizophrenia Frontier* 3 (2002) 143-147.

Kawagoe, R., Takikawa, Y., and Hikosaka, O.

Expectation of reward modulates cognitive signals in the basal ganglia, *Nat. Neurosci.* 5 (1998) 411-416.

川口康雄

大脳皮質の GABA 作働性神経回路、*日本神経回路学会誌* 5 (1998) 171-177.

Kawaguchi, Y., and Kubota, Y.

GABAergic cell subtypes and their synaptic connections in rat frontal cortex, *Cerebral Cortex* 7 (1997) 476-486.

川上泰彦

脊椎動物の左右非対称性形成機構、蛋白質 核酸 酵素、50 (2005) 1609-1619.

Kawakami, R., Shinohara, Y., Kato, Y., Sugiyama, H., Shigemoto, R., and Ito, I.

Asymmetrical allocation of NMDA receptor ϵ 2 subunits of single neurons, *Science* 300 (2003) 990-994.

川村浩、二本松伊都子

視交叉上核の移植、*神経進歩* 29 (1985) 71-82.

Kawamura, K.

Variations of the cerebral sulci in the cat, *Anat. Rec.* 80 (1971) 204-221.

Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum. I. The temporal region, *Brain Res.* 51 (1973a) 1-22.

Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum. II. The parietal region, Brain Res. 51 (1973b) 23-40.

Kawamura, K.

Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum. III. The occipital region, Brain Res. 51 (1973c) 41-60.

川村光毅

連合野"の線維結合(I)皮質間結合—サルとネコの皮質間結合の比較と"連合野"の発達についての試論—、神経研究の進歩 21 (1977) 1085-1101.

川村光毅

小脳の帯状構造とオリブ小脳投射, 生体の科学 31 (1980) 139-148.

川村光毅

角回を中心とする皮質間線維連絡、失語症研究 2 (1981)13-19.

川村光毅

視蓋・小脳投射系を中心とする視覚運動および聴覚運動に関する考察、脳と神経 36 (1984) 1149-1158.

川村光毅

前頭葉の解剖学—前頭前野の皮質間結合を中心に—、精神医学 27 (1985) 611-617.

川村光毅

小脳の基礎—小脳の構造、 In: 小脳の神経学 (伊藤、祖父江、小松崎、広瀬 編)、医学書院、(1986) 8-51.

川村光毅

連合野間の統合— I. 解剖、 In: 新生理学大系 (監修: 勝木、内菌; 総編集: 星、伊藤)、第一 2 巻: 高次脳機能の生理学 (鈴木、酒田 編)、医学書院、(1988) 284-293.

川村光毅

認知機能についての機能解剖学的考察、 In: 認知機能からみた精神分裂病、生物学的精神医学、Vol. 4.(小島、大熊編)、学会出版、(1993) 183-198.

川村光毅

神経情報の統合：条件反射と高次機能、In: 脳と神経—分子神経生物学入門（金子章道、川村光毅、植村慶一 編）第3章—6、共立出版、(1999a) 284-296.

川村光毅

ロゴスとパトス、アニテックス(Laboratory Animal Technology and Science) 11/3 (1999b) 12-18.

川村光毅

精神医学の基礎となる知識、脳の形態と機能—精神医学に関連して In: 精神医学テキスト（上島国利、立山萬里 編）南江堂、(2000) 12-29.

川村光毅

脳と精神/情動と音楽の周辺。In: 松本元・小野武年編：情と意の脳科学—人とは何か—。培風館、(2002) 280-312.

Kawamura, K., Brodal, A., and Hoddevik, G.

The projection of the superior colliculus onto the reticular formation of the brain stem. An experimental anatomical study in the cat, *Exp. Brain Res.* 19 (1974) 1-19.

Kawamura K., and Hashikawa T.

Olivocerebellar projections in the cat studied by means of anterograde axonal transport of labeled amino acids as tracers, *Neuroscience* 4 (1979) 1615-1633.

Kawamura, K., and Hashikawa, T.

Projections from the pontine nuclei proper and reticular tegmental nucleus onto the cerebellar cortex in the cat. An autoradiographic study, *J. Comp. Neurol.* 201 (1981) 395-413.

Kawamura, K., and Naito, J.

Variation of the dog cerebral sulci, compared in particular with those of the cat, *J. Hirnforsch.* 19 (1978) 457-467.

Kawamura, K., and Naito, J.

Corticocortical projections to the prefrontal cortex in the rhesus monkey investigated with horseradish peroxidase techniques, *Neurosci. Res.* 1 (1984) 89-103.

Kawamura, K., and Norita, M.

Corticoamygdaloid projections in the rhesus monkey. An HRP study, *Iwate med. Ass.* 32 (1980) 461-465.

Kawamura, K., Kase, M., Ohno, M., Hashikawa, T., and Kato, M.

Visual inputs to the dorsocaudal fastigial nucleus of the cat cerebellum. An experimental study using single unit recordings and horseradish peroxidase labeling, *Arch. Ital. Biol.* 128 (1990) 295-314.

川村光毅、小幡邦彦

情動の機構と歴史的考察 *脳の科学*、20(1998) 709-716.

Kawamura, K., Ohyama, K., and Nakahara, J.

T/EBP(Nkx 2.1) knock-out mice exhibit developmental defects of neuronal circuits in the ventral forebrain area, 15th International Congress of Anatomists at Rome, September 11-16,1999

川村光毅、小野勝彦

大脳辺縁系の解剖学、*Clinical Neurosci.* 5 (1987) 132-138.

Kawamura, K., and Otani, K.

Corticocortical fiber connections in the cat cerebrum: the frontal region, *J. comp. Neurol.*, 139 (1970) 423-448.

Kawamura, K., Tsubokawa, T., and Tan-Takeuchi, K.

魚の情動と哺乳動物の情動, 岡崎(生理研研究会、「情動の生物学的意義と機構」)Sept., 1999

川野仁

中脳ドーパミンニューロンと情動機能、p.138-p.161、In: 情と意の脳科学—人とは何か、pp.321, 松本元、小野武年(編),2002、培風館

Kawano, H., Fukuda, T., Kubo, K., Horie, M., Uyemura, K., Takeuchi, K., Osumi, N., Eto, K., and Kawamura, K.

Pax-6 is required for thalamocortical pathway formation in fetal rats, *J. Comp. Neurol.* 408 (1999) 147-160.

- Kawano, H., Honma, S., Honma, A., Horie, M., and Hayashi, S.
Melanin-concentrating hormone neuron system: the wide web that control the feeding, *Anat. Sci.Intn.* 77 (2002) 145-160.
- Kawano, H., Ohyama, K., Kawamura, K. and Nagatsu, I.
Migration of dopaminergic neurons in the embryonic mesencephalon of mice, *Developm. Brain Res.* 86 (1995) 101-113.
- Kawato, M., and Gomi, H.
A computational model of four regions of the cerebellum based on feedback-error learning, *boil. Cybern.* 68 (1992a) 95-103.
- Kawato, M., and Gomi, H.
The cerebellum and VOR/OKR learning models, *Trends Neurosci.* 15 (1992b) 445-453.
- Keil, A., Mueller, M.M., Ray, W.J., Gruber, T., and Elbert, T.
Human gamma band activity and perception of a Gestalt, *J.Neurosci.* 19 (1999) 7152-7161.
- Kemp, J.M. and Powell, T.P.S.
The corticostriate projection in the monkey, *Brain* 93 (1970) 525-546.
- Kempermann, H.G., Kuhn, G., and Gage, F.H.
More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment, *Nature* 386 (1997) 493-495.
- Kerns, J.G., Cohen, J.D., MacDonald III, A.W., Johson, M.K., Stenger, V.A., Aizenstein, H., and Carter, C.S.
Decreased conflict –and error– related activity in the anterior cingulated cortex in subjects with schizophrenia, *Am J. Psychiat.* 162 (2005) 1833-1839.
- Khan, Z.U., Gutierrez, A., Martin, R., Penafiel, A., Rivera, A., and De La Calle, A.
Differential regional and cellular distribution of dopamine D2-like receptors: an immuneocytochemical study of subtype-specific antibodies in rat and human brain, *J. comp. Neurol.* 402 (1998) 353-371.

Kikkawa, F., Gonzalez, F. J., and Kimura, S.
Characterization of a thyroid-specific enhancer located 5.5 kilobase pairs upstream of the human thyroid peroxidase gene, *Mol. Cell. Biol.* 10 (1990) 6216-6224.

Kikyo, H., Ohki, K., and Miyashita, Y.
Neural correlates for feeling of knowing: an fMRI parametric analysis, *Neuron* 36 (2002) 177-186.

Kim, J.J., and Baxter, M.G.
Multiple brain-memory systems: the whole does not equal the sum of its parts, *Trends in Neurosci.* 24 (2001) 324-330.

Kim, S.-G., Ugurbil, K., and Strick, P.L.
Activation of cerebellar output nucleus during cognitive processing, *Science* 265 (1994) 949-951.

King, A.J., and Palmer, A.R.
Cell responsive to free-field auditory stimuli in guinea-pig superior colliculus: distribution and response properties, *J. Physiol. (Lond.)* 342 (1983) 361-381.

切替辰哉
多次元精神医学—E. クレッチメルの軌跡、1978、金剛出版

Kitagawa, R., and Ichihara, S.
Hearing visual motion in depth, *Nature* 416 (2002) 172-174.

Kleist, K.
Gehirnpathologie, 1408pp, 1934, Leipzig, Verlag von Johann ambrosius Barth.

Klüver, H., and Bucy, P.C.
Preliminary analysis of functions of the temporal lobe in monkeys, *Arch. Neurol. Psychiatr.* 42 (1939) 979-1000.

Knudsen, E.I., and Konishi, M.
A neural map of auditory space in the owl, *Science* 200 (1978) 795-797.

Kobayashi, S., Lauwereyne, J., Koizumi, M., Sakagami, M., and Hikosaka, O.

Influence of reward expectation on visuospatial processing in macaque lateral prefrontal cortex, *J. Neurophysiol.* 87 (2002) 1488-1498.

Koelsch, S., Gunter, T., Friederici, A.D., and Schroeger, E.

Brain indices of music processing: “nonmusicians” are musical, *J. Cognit. Neurosci.* 12 (2000) 520-241.

Kohara, K., Kitamura, A., Adachi, N., Nishida, M., Itami, C., Nakamura, S., and Tsumoto, T.

Inhibitory, but not excitatory cortical neurons require presynaptic BDNF for dendritic development, as revealed by chimera cell culture, *J. Neurosci.*, 23 (2003) 6123-6131.

Kohara, K., Kitamura, A., Morishima, M., and Tsumoto, T.

Activity-dependent transfer of brain-derived neurotrophic factor to postsynaptic neurons, *Science* 291 (2001) 2419-2423

国民衛生の動向、厚生指標、52/9（臨時増刊）2005年、厚生統計協会。

小俣和一郎

精神病院の起源、1998、大田出版

Konishi, S., Nakajima, K., Uchida, I., Kameyama, M., Nakahara, K., Sekihara, K., and Miyashita, Y.

Transient activation of inferior prefrontal cortex during cognitive shifting, *Nat. Neurosci.* 1 (1998) 80-84.

Konno, T.

Patterns of organization of the corticotectal projection of cats studied by means of the anterograde degeneration method, *J. Hirnforsch.* 20 (1979) 433-444.

小山純正、香川雪彦

脳幹アセチルコリンと睡眠・覚醒、*Brain Medical* 11 (1999) 11-19.

Kral, A., Hartmann, R., Tillein, J., Heid, S., and Klinke, R.

Hearing after congenital deafness: central auditory plasticity and sensory deprivation, *Cerebral Cortex* 12 (2002) 797-807.

Kretchmer, E.

Der sensitive Beziehungswahn, 1918, Berlin Verlag von Julius Springer.

Kretchmer, E.

Körperbau und Charakter, 1921, Berlin Verlag von Julius Springer.

Kretchmer, E.

Medizinische Psychologie, **Elfte Auflage, 1956**, Georg Thieme Verlag-Stuttgart.

Kubicki, M., Westin, C.-F., Maier, S.E., Frumin, M., Nestor, P.G., Salisbury, D.F., Kikinis, R., Jolesz, F.A., McCarley, R.W., and Shenton, M.E.

Uncinate fasciculus findings in schizophrenia: a magnetic resonance diffusion tensor imaging study, *Am. J. Psychiatry* 159 (2002) 813-820.

工藤雅治

聴覚の脳生理、*神経進歩* 48 (2004) 222-233.

Kudoh, M., and Shibuki, K.

Importance of polysynaptic inputs and horizontal connectivity in the generation of tetanus-induced long-term potentiation in the rat auditory cortex, *J. Neurosci.* 17 (1997) 9458-9465.

Kulkarni, A.S., Rahwan, R.G., and Bocknik, S.E.

Muricidal block induced by 5-hydroxytryptophan in the rat, *Arch. Int. Pharmacodyn.* 201 (1973) 308-313.

倉知正佳

生物学的立場から臨床精神病理学を問う; 精神分裂病、*精神医学レビュー* 40 (2001) 60-68.

Kurachi, M.

Pathogenesis of schizophrenia: part II. Temporo-frontal two-step hypothesis. *Psychiat. Clin. Neurosci.* 5 (2003) 9-15.

呉秀三、樫田五郎

精神病者私宅監置ノ実況及ビ其統計的觀察、*東京医学会雑誌* 32/10-13 (1918); 「精神病

者私宅監置ノ実況」内務省衛生局、1918.

車地暁生

神経発達障害仮説からみた精神分裂病の病因と予防。臨床精神医学 29 (2000) 381-389

Kuypers, H.G.J.M.

An anatomical analysis of cortico-bulbar connexions to the pons and lower brain stem in the cat, *J. Anat. (Lond.)* 92 (1958) 198-218.

Kuypers, H.G.J.M., and Lawrence, D.G.

Cortical projections to the red nucleus and the brain stem in the rhesus monkey, *Brain Res.* 4 (1967) 151-188.

Laine, J., and Axelrad, H.

Extending the cerebellar Lugaro cell class, *Neuroscience* 115 (2002) 363-374.

Lambert, M.V., Brierley, B., Al-Sarraj, S., Shaw, P., Polkey, C.E., Chandler, C., Toone, B.K., and David, A.S.

Quantitative magnetic resonance imaging of the amygdale in temporal lobe epilepsy — clinico-pathological correlations (a pilot study), *Epilepsy Res.* 53 (2003) 39-46.

Langheim, F.J.P., Callicott, J.H., Mattay, V.S., Duyn, J.H., and Weinberger, D.R.

Cortical systems associated with covert music rehearsal, *NeuroImage* 16 (2002) 901-908.

Laurienti, P.J., Wallace, M.T., Maldjian, J.A., Susi, C.M., Stein, B.E., and Burdette, J.H.

Cross-modal sensory processing in the anterior cingulate and medial prefrontal cortices, *Human Brain Mapping* 19 (2003) 213-223.

Lauwereyns, J., Koizumi, M., Sakagami, M., Hikosaka, O., Kobayashi, S., and Tsutsui, K.

Interference from irrelevant features on visual discrimination by macaques (*Macaca fuscata*); a behavioral analogue of the human Stroop effect, *J. Exp. Psychol.* 26 (2000) 352-357.

Lauwereyns, J., Sakagami, M., Tsutsui, K., Kobayashi, S., Koizumi, M., and Hikosaka, O.

Responses to task-irrelevant visual features by primate prefrontal neurons, *J. neurophysiol.* 86 (2001) 2001-2010.

Lauwereyns, J., Takikawa, y., Kawagoe, R., Kobayashi, S., Koizumi, M., Coe, B., Sakagami, M., and Hikosaka, O.

Feature-based anticipation of cues that predict reward in monkey caudate nucleus, *Neuron* 33 (2002) 463-473.

LeDoux, J.

The Emotional Brain. The Mysterious Underpinnings of Emotional Life, Weidenfeld & Nicolson, 1998. 松本元、川村光毅、小幡邦彦、石塚典生、湯浅茂樹 訳 : エモーショナル・ブレイン、情動の科学、2003、東京大学出版会

Leiner, H.C., Leiner, A. L., and Dow, R. S.

Does the cerebellum contribute to mental skills ? *Behav. Neurosci.* 100 (1986) 443-454.

Leiner, H.C., Leiner, A.L., and Dow, R.S.

Cognitive and language functions of the human cerebellum, *Trends Neurosci.* 16 (1993) 444-447.

LeVay, S., Wiesel, T.N., and Hubel, D.H.

The development of ocular dominance columns in normal and visually deprived monkeys, *J. Comp. Neurol.* 191 (1980) 1-51.

Levy, R., Goldman-Rakic, P.S.

Segregation of working memory functions within the dorsolateral prefrontal cortex, *Exp. Brain Res.* 133 (2000) 23-32.

Linnoila, V. M., and Virkkunen, M.

Aggression, suicidality, and serotonin, *J. Clin. Psychiat.* 53 (1992): 46-51

Loeber, R.T., Cintron, C.M., and Yurgelun-Todd, D.A.

Morphometry of individual cerebellar lobules in schizophrenia, *Am. J. Psychiat.* 158 (2001) 952-954.

Lorente de Nó, R.

Studies on the structure of the cerebral cortex. I. The area entorhinalis, *J. Psychol. Neurol. (Lpz.)* 45 (1933) 381-438.

Lorente de Nó, R.

Studies on the structure of the cerebral cortex. II. Continuation of the studies of the Ammonic system, *J. Psychol. Neurol. (Lpz.)* 46 (1934) 117-177.

Luppino, G., Matteli, M., Camarda, R., and Rizzolatti, G.

Corticocortical connections of area F3 (SMA-proper) and area F6 (pre-SMA9 in the macaque Monkey, *J.comp. Neurol.* 338 (1993) 114-140.

Luppino, G., Murata, A., Govoni, P., and Matteli, M.

Largely segregated parietofrontal connections linking rostral intraparietal cortex (areas AIP and VIP) and the ventral premotor cortex (areas F5 and F4), *Exp.Brain Res.* 128 (1999) 181-187.

Luppino, G., Rozzi, S., Calzavara, R., and Matelli, M.

Prefrontal and agranular cingulate projections to the dorsal premotor areas F2 and F7 in the macaque monkey, *European J. Neurosci.* 17 (2003) 559-578.

Luria, A.R.

Basis of Neuropsychology, Moscow Univ. Press (in Russian), 1973, 神経心理学の基礎(鹿島晴雄訳)、1999(第二版)、医学書院

Macaluso, E., Frith, C.D., and Driver, J.

Modulation of human visual cortex by crossmodal spatial attention, *Science* 289 (2000) 1206-1208.

MacLean, P. D

Studies on limbic system ("visceral brain") and their bearing on psychosomatic problems. In: *Recent Development in Psychosomatic Medicine* (R.Cleghorn and E.Wittkower eds.) (1954) pp.101-125, Pitman, London.

MacLean, P. D.

A triune concept of the brain and behavior, In : *The Hincks Memorial Lectures*, eds by Boag, T.,and Cambell, D., Univ. of Tronto Press, Tronto, 1973, pp6-66.

MacLean, P. D.

On the origin and progressive evolution of the triune brain. In: *Primate Brain Evolution: Methods and Concepts* (E.Armstrong and D.Falk eds.) (1982) pp.291-316, New York, Plenum Press.

MacLusky, N.J. and Naftolin, F.
Sexual differentiation of the central nervous system, *Science* 211 (1981) 1294-1302.

前田貴記、鹿島晴雄
知覚の体制化の異常について—統合失調症の症状形成機構の神経心理学的検討—、
Schizophrenia Frontier 4 (2003) 101-107.

Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T. C., and Friederici, A. D.
Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study, *Nature Neurosci.* 4 (2001)
540-545.

Maguire, E. A., Gadian, D.G., Johnsrude, I.S. et al.
Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers,
Proc. Natl. Acad. Sci USA 97 (2000) 4398-4403.

Manes, F., Springer, J., Jorge, R., and Robinson, R.G.
Verbal memory impairment after left insular infarction, *Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 67
(1999) 532-534.

Maquet, P., Peters, J.M., Aerts, J., Delfiore, G., Degueldre, C., Luren, A., and Franck, G.
Functional neuroanatomy of human rapid-eye-movement sleep and dreaming, *Nature*
383 (1996) 163-166.

丸山直滋
聴覚情報の受容と認識、新医学体系7、刺激の受容と生体運動、中山書店、pp.91-113, 1995.

Marx, K.
経済学・哲学手稿、1844.

Masson, G.L., Masson, S.R.-L., Debay, D., and Bal, T.
Feedback inhibition controls spike transfer in hybrid thalamic circuits, *Nature* 417
(2002) 854-858.

Matteli, M., Govoni, P., Galletti, C., Kutz, D.F., and Luppino, G.
Superior area 6 afferents from the superior parietal lobule in the macaque monkey, *J.
com. Neurol.* 402 (1998) 327-352.

Matteli, M., and Luppino, G.
Parietofrontal circuits: parallel channels for sensory-motor integrations, *Adv. Neurol.* 84
(2000) 51-61.

Matelli, M., Luppino, G., and Rizzolatti, G.
Convergence of pallidal and cerebellar outputs on the frontal motor areas, *Acta Biomed.
Ateneo Parmense* 66 (1995) 83-92.

Mathiak, K., Hertrich, I., Grodd, W., and Ackermann, H.

Cerebellum and speech perception: a functional magnetic resonance imaging study, *J. Cognitive Neurosci.* 14 (2002) 902-912.

Matsukawa K., Kamei H., Minoda K., and Udo M.
Interlimb coordination in cat locomotion investigated with perturbation. I. Behavioral and electromyographic study on symmetric limbs of decerebrate and awake walking cats, *Exp. Brain Res.* 46 (1982) 425-37.

松本元、小野武年（編）
情と意の脳科学—人とは何か、2002、培風館

松浦雅人、松田哲也、大久保起延、大久保博美、小島卓也、泰羅雅登
精神分裂病の眼球運動異常と機能的MRI、臨床脳波 43 (2001) 767-773.

Matthes, H.W., Maldonado, R., Simonin, F., Valverde, O., Slowe, S., Kitchen, I., Befort, K., Dierich, A., LeMeur, M., Dolle, P., Tzavara, E., Hanoune, J., Roques, B.P., and Kieffer, B.L.
Loss of morphine-induced analgesia, reward effect and withdrawal symptoms in mice lacking the mu-opioid-receptor gene, *Nature* 383 (1996) 819-823.

Maunsell, J.H.R. and Van Essen, D.C.
The connections of the middle temporal visual area (MT) and their relationship to a cortical hierarchy in the macaque monkey, *J. Neuroscience* 3 (1983) 2563-2586.

McFarland, N.R., and Haber, S.N.
Thalamic relay nuclei of the basal ganglia form both reciprocal and nonreciprocal cortical connections, linking multiple frontal cortical areas, *J. Neurosci.* 22 (2002) 8117-8132.

McGuire, P.K., Shah, G.M.S., and Murray, R.M.
Increased blood flow in Broca's area during auditory hallucination in schizophrenia, *Lancet* 342 (1993) 703-706.

McKeefry, D.J., and Zeki, S.
The position and topography of the human colour centre as revealed by functional magnetic resonance imaging, *Brain* 120 (1997) 2229-2242.

McKittrick, D.J.
Expression of fos in the hypothalamus of rats exposed to warm and cold temperatures, *Brain Res. Bull.* 53 (2000) 307-315.

Melchner, L. von, Pallas, S. L., and Sur, M.
Visual behaviour mediated by retinal projections directed to the auditory pathway, *Nature* 404 (2000) 871-876.

Merzenich, M.M., and Brugge, J.F.

Representation of the cochlear partition on the superior temporal plane of the macaque monkey, *Brain Res.* 50 (1973) 275-296.

Michotte, A.

La perception de la causalite. 1963, English transl. by Miles, T.R. & Miles, E. Methuen, London.

Middleton, F.A., and Strick, P.L.

Basal-ganglia 'projections' to the prefrontal cortex of the primate, *Cerebral Cortex* 12 (2002) 926-935.

Miller, E.K., and Cohen, J.D.

An integrative theory of prefrontal cortex function, *Annu. Rev. Neurosci.* 24 (2001) 167-202.

Miller, E.K. Nieder, A., Freedman, D.J., and Wallis, J.D.

Neural correlates of categories and concepts, *Current Opinion Neurobiol.* 13 (2003) 198-203.

Milner, A.D., and Goodale, M.A.

Visual pathways to perception and action, *Prog. Brain Res.* 95 (1993) 317-337.

Mink, J.W.

Basal Ganglia, Chapter 34 (p. 951-p.972) of *Fundamental Neuroscience*, pp. 1600, Ed. by Zigmond, M.J., Bloom, F.E., Landis, S.C., Roberts, J.L., Squire, L.R., Academic Press, 1999, Sandiego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Tronto.

Mishkin, M.

A memory system in the monkey, *Phil Trans. R Soc Lond B Biol Sci.* 298 (1982)83-95.

Mishkin, M., and Ungerleider, L.G.

Contribution of striate inputs to the visuospatial functions of parieto-preoccipital cortex in monkeys, *Behav. Brain Res.* 6 (1982) 57-77.

Mitchell, J.B., and Gratton, A.

Involvement of mesolimbic dopamine neurons in sexual behaviors : implications for the neurobiology of motivation, *Rev. Neurosci.* 5 (1994) 317-329.

Miyachi, S., Hikosaka, O., Miyashita, K., Karadi, Z., and Rand, M.K.

Differential roles of monkey striatum in learning of sequential hand movement, *Exp. Brain Res.* 115 (1997) 1-5.

Miyamoto, H., Katagiri, H., and Hensch, T.

Experience-dependent slow -wave sleep development, *Nature Neurosci.* 6 (2003) 553-554.

宮里勝政

ニコチン依存ならびに報酬効果に関する新展開、日薬理誌 117 (2001) 27-34.

Mizuhara, H., Wang, L-Q., Kobayashi, K., and Yamaguchi, Y.

A long-range cortical network emerging with theta oscillation in a mental task, Neuroreport 15 (2004) 1233-1238.

Mizuhara, H., Wang, L-Q., Kobayashi, K., and Yamaguchi, Y.

Long-range EEG phase-synchronization during an arithmetic task indexes a coherent cortical network simultaneously measured by fMRI, NeuroImage (2005) in print.

Monakow, C. v.

Die Lokalisation im Grosshirn und der Abbau der Funktion durch kortikale Herde, Wiesbaden, Bergmann, 1914.

森茂美

脳の巧みさと立つ・歩く仕組み、科学 72 (2002) 344-352.

Mori, S., Matsuyama, K., Mori, F., and Nakajima, K.

Supraspinal sites that induce locomotion in the vertebrate central nervous system, Advances in Neurology 87 (2001) 25-40.

Mori, S., Shik, M.L., and Yagodnitsyn, A.S.

Role of pontine tegmentum for locomotor control in mesencephalic cat, J. Neurophysiol. 40 (1977) 284-295.

Morris, R.G.M., Garrud, P., Rawlins, J.N.P., and O'Keefe, J.

Place navigation impaired in rats with hippocampal lesions, Nature 297 (1982) 681-683.

Moruzzi, G., and Magoun, H. W.

Brain stem reticular formation and activation of the EEG, Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1 (1949) 455-473.

Motter, B.C., and Mountcastle, V.B.

The function properties of the posterior parietal cortex studied in waking monkeys: foveal sparing and opponent vector organization, J. Neurosci. 1 (1981) 3-26.

Mountcastle, V.B.

Modality and topographic properties of single neurons of cat's somatic sensory cortex, J. Neurosci. 20 (1957) 408-434.

Mountcastle, V.B., CoVlan M.R., and Harrison, C.R.

The central representation of some forms of deep sensibility, Ass. Res. Nerv. Dis. Proc. 30 (1952) 339-370.

Mountcastle, V.B., Lynch J.C., Georgopoulos, A., Sakata, H., and Acuna, C.
Posterior parietal association cortex of the monkey: command functions for operations within extrapersonal space, *J. Neurophysiol.* 38 (1975) 871-908.

永井道明、岸浩一郎、加藤敏
大脳皮質島葉の構造と諸機能—最近の研究の展望—、*神経進歩* 46 (2002) 157-173.

中原裕之、銅谷賢治、彦坂興秀
順序動作の学習の脳内ネットワーク、*脳の科学* 22 (2000a) 1075-1085.

中原裕之、銅谷賢治、彦坂興秀
大脳皮質—大脳基底核回路の運動制御における機能、*BSIS Technical Reports* (2000b) No.00-5.

Nakahara, K., Hayashi, T., Konishi, S., and Miyashita, Y.
Functional MRI of macaque monkeys performing a cognitive set-shifting task, *Science* 295 (2002) 1532-1536.

中村加枝
大脳皮質—基底核関連と情報統合—手続き記憶と閉回路システムによる ‘Executive function’、*Brain Medical* 13 (2001) 343-352.

Nakamura, K., Sakai, K., and Hikosaka, O.
Neural activity in medial frontal cortex during learning of sequential procedures, *J. Neurophysiol.* 80 (1998) 2671-2687.

Nakamura, K., Sakai, K., and Hikosaka, O.
Effects of local inactivation of monkey medial frontal cortex in learning of sequential procedures, *J. Neurophysiol.* 82 (1999) 1063-1068.

中田力
MRで脳の秘密にせまる (立花隆による紹介記事)、*サイアス(SCIaS)* 5/02 (2000) 122-129.

中沢一俊
海馬場所細胞と記憶、*細胞工学* 21 (2002) 991-998.

Nakazawa, L., Quirk, M.C., Chitwood, R.A., Watanabe, M., Yeckel, M.F., Sun, L.D., Kato, A., Carr, C.A., Johnston, D., Wilson, M.A., and Tonegawa, S.
Requirement for hippocampal CA3 NMDA receptors in associative memory recall, *Science* 297 (2002) 211-218.

Nakazawa, L., Sun, L.D., Quirk, M.C., Rondi-Reig, L., Wilson, M.A., and Tonegawa, S.
Hippocampal CA3 NMDA receptors are crucial for memory acquisition of one-time experience, *Neuron* 38 (2003) 305-315.

Naya, Y., Yoshida, M., and Miyashita, Y.

Backward spreading of memory-retrieval signal in the primate temporal cortex, *Science* 291 (2001) 661-664.

新見嘉兵衛
神経解剖学、朝倉書店、1976.

Niki, H., Sugita, S., and Watanabe, M.
Modification of the activity of primate frontal neurons during learning of a go/no-go discrimination and its reversal : a progress report. In: *Vision, Memory and the Temporal Lobe* (eds. By Iwai, E., and Mishkin, M.), pp.295-304, Elsevier, New York, 1990.

Niki, H., and Watanabe, M.
Prefrontal and cingulate unit activity during timing behavior in the monkey, *Brain Res.* 171 (1979) 213-224.

Nimchinsky, E.A., Gilissen, E., Allman, J.M., Perl, D. P., Erwin, J.M., and Hof, P.R.
A neuronal morphologic type unique to humans and great apes, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96 (1999) 5268-5273.

Ninokura, Y., Mushiake, H., and Tanji, J.
Representation of the temporal order of visual objects in the primate lateral prefrontal cortex, *J. Neurophysiol.* 89 (2003) 2868-2873.

Ninokura, Y., Mushiake, H., and Tanji, J.
Integration of temporal order and object information in the monkey lateral prefrontal cortex, *J. Neurophysiol.* 91 (2004) 555-560.

西川徹
薬物療法モデルを用いた分裂病の発症および再燃に関する遺伝子の探索、*精神経誌* 104 (2002) 487-492.

西川徹、山本直樹、土田英人、海野麻未、川口直恵
哺乳類脳における内在性D-セリン、*日本神経精神薬学雑誌* 20 (2000) 33-39.

西川徹、海野麻未、梶中靖、橋本隆紀、戸田重誠、佐藤大輔、平岡秀一、掛山正心
分裂病の成因は薬理・生化学的アプローチから解明されるか。*精神科治療学* 12(1997)617-623.

Nishimura, T., Mikami, A., Suzuki, J., and Matsuzawa, T.
Descent of the larynx in chimpanzee infants, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100(2003) 6930-6933.

Noga, B.R., Kriellaars, D.J., and Jordan, L.M.

The effect of selective brainstem or spinal cord lesions on treadmill locomotion evoked by stimulation of the mesencephalic or pontomedullary locomotor regions, *J Neurosci.* 11 (1991) 1691-1700.

Noguchi, Y., Takeuchi, T., and Sakai, K.

Lateralized activation in the inferior frontal cortex during syntactic processing: event-related optical topography study, *Human Brain Mapping* 17 (2002d) 89-99.

野村実

シュヴァイツァー博士を語る、1961、白水社

Norita, M., and Kawamura, K.

Subcortical afferents to the monkey amygdala: an HRP study, *Brain Res.*, 190 (1980) 225-230.

Nottebohm, F.

カナリヤの歌と神経発生、*日経サイエンス* 19 (1989) 80-89.

Oda, Y., and Nakanishi, I.

The distribution of cholinergic neurons in the human central nervous system, *Histol. Histopathol.* 15 (2000) 825-838.

O'Doherty, J., Kringelback, M. L., Rolls, E.T., et al.

Abstract reward and punishment representation in the human orbitofrontal cortex, *Nature Neurosci.* 4 (2001) 95-102.

Ogasawara, K., and Kawamura, K.

Cells of origin and terminations of the trigeminotectal projection in the cat as demonstrated with the horseradish peroxidase and autoradiographic methods, *Okajimas Folia Anat. Jpn.* 58 (1982) 247-264.

Ohbayashi, M., Ohki, K., and Miyashita, Y.

Conversion of working memory to motor sequence in the monkey premotor cortex, *Science* 301 (2003) 233-236.

Ohyama, K., Kawano, H., Asou, H., Fukuda, T., Oohira, A., Uyemura, K., and Kawamura, K.

Coordinate expression of L1 and 6B4 proteoglycan/phosphacan is correlated with the migration of

mesencephalic dopaminergic neurons in mice, *Dev. Brain Res.* 107 (1998) 219-226.

Ohyama, K., Kimura, S., Katayama, M., Kawamura, K.

Developmental defects of the limbic cortex and axon pathfinding of the anterior commissure in *T/ebp* (*NKx 2.1*) null mice, in preparation

岡村均

細胞はいかにして時を刻むか—生物時計研究のルネサンス、*細胞工学* 20 (2001) 794-799.

O'Keefe, J., and Nadel, L.

The Hippocampus as a Cognitive Map, London, Oxford University Press, 1978.

O'Keefe, J., Recce, M.L.

Phase relationship between hippocampal place units and the EEG theta rhythm, *Hippocampus* 3 (1993) 317-330.

Okita, T.

Within-channel selection and event-related potentials during selective auditory attention, *Psychophysiol*, 26 (1989) 127-139.

沖田庸嵩

事象関連電位と認知情報処理—選択的注意の問題を中心として—、*心理学研究* 60 (1989) 320-335.

Okugawa, G., Sedvall, G., Nordstrom, M., Andreasen, N., Pierson, R., Magnotta, V., and Agartz, I.

Selective reduction of the posterior vermis in men with chronic schizophrenia, *Schizophr. Res.* 55 (2002) 61-67.

大久保起延、大久保博美、松浦雅人、芹沢秀和、西村玲子、鹿中紀子、松島英介、泰羅雅登、小島卓也

functional MRI による精神分裂病における眼球運動の研究、*脳の科学* 23 (2001) 767-774.

大村裕、坂田利家

脳と食欲—頭で食事をする、1996、共立出版

Ono, K., and Kawamura, K.

Migration of immature neurons along tangentially oriented fibers in the subpial part of the fetal mouse medulla oblongata, *Exp. Brain Res.* 78 (1989) 290-300.

Ono, K., and Kawamura, K.

Mode of neuronal migration of the pontine stream in fetal mice, *Anat. Embryol.* 182 (1990) 11-19.

Ono, T., and Nishijo, H.

Neurophysiological basis of emotion in primates: neuronal responses in the monkey amygdale and anterior cingulate cortex, In: *The Cognitive Neurosciences*, 2nd Ed. (Gazzaniga, M.S. ed.) pp. 1099-1114, 1999, MIT Press.

小野武年、西条寿夫

大脳辺縁系・大脳基底核における情と意の出力機構—本能、情動、生きる喜び— p.2—p.25、
In: *情と意の脳科学—人とは何か*、pp.321、松本元、小野武年（編）、2002、培風館。

Ono, T., Squire, L.R., Raichle, M.E., Perrett, D.I., and Fukuda, M. (Eds.)

Brain Mechanisms of Perception and Memory—From Neuron to Behavior, 1993, Oxford Univ. Press, New York Oxford.

おさか
荻阪直行

意識とは何か—科学の新たな挑戦、岩波科学ライブラリー 36, 1996, 岩波書店

Pandya, D.N., and Sanides, F.

Architectonic parcellation of the temporal operculum in rhesus monkey and its projection pattern, *Z.Anat. Entwickl.-Gesch.* 139 (1973) 127-161.

Papez, J.W.

A proposed mechanism of emotion, *Arch. Neurol. Psychiatr.* 79 (1937) 217-224.

Parent, A., and Hazrati, L.-N.

Functional anatomy of the basal ganglia. I. The cortico-basal ganglia-thalamo-cortical loop, *Brain Res. Rev.* 20 (1995a) 91-127.

Parent, A., and Hazrati, L.-N.

Functional anatomy of the basal ganglia. II. The place of subthalamic nucleus and

external pallidum in basal ganglia circuitry, *Brain Res. Rev.* 20 (1995b) 128-154.

Patel, A.D., and Balaban, E.

Temporal patterns of human cortical activity reflect tone sequence structure, *Nature* 404 (2000) 80-84.

Patel, A. D., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M., and Holcomb, P. J.

Processing syntactic relations in language and music: an event-related potential study, *J. Cognit. Neurosci.* 10 (1998) 717-733.

Pavlov, I.P.

Lectures on the Activity of the Cerebral Hemisphere, (1927) Leningrad. 林 麟 訳、1937. 条件反射学 —大脳両半球の働きに就いての講義—三省堂；川村 浩 訳、1975. 大脳半球の働きについて—条件反射学、岩波書店。

Pavlov, I. P.

Conditioned Reflexes, An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex. (Transl. & Ed. by G.V. Anrep) 1927、Oxford Univ. Press.

Pavlov, I. P. (1941) : Lectures on Conditioned Reflexes, Vol.1 (The Higher Nervous Activity (Behaviour) of Animals) & Vol. 2 (Conditioned Reflexes and Psychiatry) , (Transl. & Ed. by W.H.Grantt) , Lawrence & Wishart Ltd., London

パヴロフ選集 (1949) 上巻、下巻 (コシトヤンツ監修、東大ソ医研訳)、1962、合同出版社

Pavlov, I.P.

高次神経活動の客観的研究 (第一章—第63章)、1903—1936、ソ連科学アカデミー版、1951、岡田靖雄、横山恒子 訳、(1979) 岩崎学術出版社。

Penfield, W., and Welch, K.

The supplementary motor area of the cerebral cortex. A clinical and experimental study, *Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.)* 66 (1951) 289-317.

Penfield, W., and Roberts, L.

Speech and Brain-Mechanisms, 1959, Princeton, NJ, Princeton Univ. Press.

Perrett, D.I., Rolls, E.T., and Caan, W.

Visual neurones responsive to faces in the monkey temporal cortex, *Exp. Brain Res.* 47 (1982) 329-342.

Peterhaus, E., and von der Heydt, R.
Mechanisms of contour perception in monkey visual cortex. II. Contours bridging gaps, *J. Neurosci.* 9 (1989) 1749-1763.

Phelps, E. A., Hirst, W., and Gazzaniga, M.S.
Deficits in recall following partial and complete commissurotomy, *Cereb.Cortex* 1 (1991) 492-498.

Phillips, M.L., Young, A.W., Senior, C., Brammer, M., Andrew, C., Calder, A.J., Bullmore, E.T., Perrett, D.I., Rowland, D., Williams, S.C.R., Gray, J.A. and David, A.S.
A specific neural substrate for perceiving facial expressions of disgust, *Nature* 389 (1997) 495-498.

Phillips, M.L., Williams, L., Senior, C., Bullmore, E.T., Brammer, M. J., Andrew, C., Williams, S.C.R., and David, A.S.
A differential neural response to threatening and non-threatening negative facial expressions in paranoid and non-paranoid schizophrenics, *Psychiat. Res. Neuroimag. Sec.* 92 (1999) 11-31.

Pierce, K., Muller, R.A., Ambrose, J., Allen, G., and Courchesne, E.
Face processing occurs outside the fusiform ' face area ' in autism : evidence from functional MRI, *Brain* 124 (2001) 2059-2073.

Pincus, D.W., Keyoung, H.M., Harrison-Restelli, C., Goodman, R.R., Fraser, R.A., Edgar, M., Sakakibara, S., Okano, H., Nedergaard, M., and Goldman, S.A.
Fibroblast growth factor-2/brain-derived neurotrophic factor-associated maturation of new neurons generated from adult human subependymal cells, *Ann Neurol.* 43 (1998) 576-585.

Prabhakaran, V., Narayanan, K., Zhao, Z., and Gabrieli, J.D.E.
Intergration of diverse information in working memory within the frontal lobe, *Nature Neurosci.* 3 (2000) 85-90.

Premack, D., and Woodruff, G.+
Does the chimpanzee have a theory of mind ? *Behav. Brain Sci.* 4 (1978) 515-526.

Price, M., Lazzaro, D., Pohl, T., Mattei, M.-G., Ruther, U., Olivo, J.-C., Duboule, D., and DiLauro, R.
Regional expression of the homeobox gene *Nkx-2.2* in the developing mammalian fore brain, *Neuron* 8 (1992) 241-255.

Rauschecker, J.P.
Processing of complex sounds in the auditory cortex of cat, monkey, and man, *Acta*

Otolaryngol. (Stockh) Suppl. 532 (1997) 34-38.

Rauschecker, J.P.

Cortical processing of complex sounds, *Curr. Opin. Neurobiol.* 8 (1998) 516-521.

Rauschecker, J.P.

Auditory cortical plasticity: a comparison with other sensory systems, *Trends Neurosci.* 22 (1999) 74-80.

Rauschecker, J.P.

Sensory deprivation, In: *Encyclopedia of the Human Brain Vol.4*, 2002a, Elsevier Science (USA).

Rauschecker, J.P.

Cortical map plasticity in animals and humans, *Progr. Brain Res.* 138 (2002b) 73-88.

Rauschecker, J.P., and Tian B.

Mechanisms and streams for processing of “what” and “where” in auditory cortex, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 97 (2000) 11800-11806. 酒田英夫 (訳) : 聴覚皮質における「対象」と「空間」の情報処理メカニズムとその経路、*神経進歩* 46 (2002) 91-101.

Ribeiro, S., Mello, C.V., Velho, T., Gardner, T.J., Jarvis, E.D., and Pavlides, C.

Induction of hippocampal long-term potentiation during waking leads to increased extrahippocampal zif-268 expression during ensuing rapid -eye-movement sleep, *J. Neurosci.* 22 (2002) 10914-10923.

臨床精神医学

特集 : NIRS による機能画像の新展開、33 巻/6 号、2004 年、アークメディア。

Robinson, D.

Eye movements evoked by collicular stimulation in the alert monkey, *Vision Res.* 12 (1972)1795-1808.

Rogers, L.J. and Andrew, R.J. (Eds.)

Comparative Vertebrate Lateralization, 2002, Cambridge Univ. Press.

Romanski, L.M., Bates, J.F., and Goldman-Rakic P.S.

Auditory belt and parabelt projections to the prefrontal cortex in the rhesus monkey, *J. comp. Neurol.* 403 (1999) 141-157.

Romanski, L.M., Tian B., Fritz J., Mishkin M., Goldman-Rakic P.S., and Rauschecker, J.P.

Dual streams of auditory afferents target multiple domains in the primate prefrontal cortex, *Nature Neurosci.* 2 (1999) 1131-1136.

Rousseau, J.-J.

Essai sur L'origine des Langues. 言語起源論—旋律および音楽的模倣を論ず、1781、小林善彦訳 現代思潮社、1996

Rushworth, M.F.S., Hadland, K.A., Paus, T., and Sipila, P.K.
Role of human medial frontal cortex in task switching: a combined fMRI and TMS study, *J. Neurophysiol.* 87 (2002) 2577-2592.

Ryle, G.
The Concept of Mind. San Francisco, CA, Hutchinson, 1949

Sadato, N., Okada, T., Honda, M., Matsuki, K., Yoshida, M., Kashikura, K., Takei, W., Sato, T., Kochiyama, T., and Yonekura, Y.

Cross-modal integration and plastic changes revealed by lip movement, random-dot motion, and sign languages in the hearing and the deaf, *Cereb. Cortex*, in press, 2004.

Saito, D.N., Okada, T., Morita, Y., Yonekura, Y., and Sadato, N.
Tactile-visual cross-modal shape matching: a functional MRI study, *Cognitive Brain Res.* 17 (2003) 14-25.

斎藤治
精神疾患と脳科学—機能的・生物学的仮説と時間認識、*こころの科学* 100 (2001) 108-113.

Saitoh, O., Yumoto, M., Anami, K., and Utena, H.
Momentary color vision test and a new hypothesis of schizophrenia, submitted, 2002, also see Abstract, Vol.2, p.324, XII World Congress of Psychiatry, 2002, Yokohama.

Saito, Y., Nothacker, H.P., Wang, Z., Lin, S.H., Leslie, F., and Civelli, O.
Molecular characterization of the melanin-concentrating hormone receptor, *Nature* 400 (1999) 265-269.

Saji, M., Kobayashi, S., Ohno, K., and Sekino, Y.
Interruption of supramammillohippocampal afferents prevents the genesis and spread of limbic seizures in the hippocampus via a disinhibition mechanism, *Neuroscience* 97 (2000) 437-445.

坂上雅道、小泉昌司
行動抑制と前頭葉、*Brain Medical* 13 (2001) 29-35.

Sakagami, M., and Niki, H.
Encoding of behavioral significance of visual stimuli by primate prefrontal neurons: relation to relevant task conditions, *Exp. Brain Res.* 97 (1994a) 423-436.

Sakagami, M., and Niki, H.
Spacial selectivity of go/no-go neurons in monkey prefrontal cortex, *Exp. Brain Res.* 100 (1994b) 165-169.

Sakagami, M., and Tsutsui, K.
The hierarchical organization of decision making in the primate prefrontal cortex,
Neurosci. Res. 34 (1999a) 79-89.

坂上雅道、筒井健一郎
神経活動から見た前頭前野の2つの柔軟性 — 認知機能の背景として、*脳の科学* 21
(1999b) 617-625.

Sakagami, M., Tsutsui, K., Lauwereyns, J., Koizumi, M., Kobayashi, S., and Hikosaka, O.
A code for behavioral inhibition on the basis of color, but not motion, in ventrolateral
prefrontal cortex of macaque monkey, *J. Neurosci.* 21 (2001) 4801-4808.

坂井克之
学習における脳活動時系列変化の解析 — fMRI を用いて、*神経進歩* 43 (1999) 542-551.

坂井克之
小脳によるタイミングとリズムの制御 — fMRI 実験を中心に、*神経進歩* 44 (2000)
783-791.

Sakai, K., Hikosaka, O., Miyauchi, S., Takino, R., Sasaki, Y., Puetz, B.
Transition of brain activation from frontal to parietal areas in visuomotor sequence
learning, *J. Neurosci.* 18 (1998) 1827-1840.

Sakai, K., Hikosaka, O., Miyauchi, S., Takino, R., Tamada, T., Iwata N.K., and Nielen,
M.
Neural representation of a rhythm depends on its interval ratio, *J. Neurosci.* 19 (1999a)
10074-10081.

Sakai, K., Hikosaka, O., Takino R., Miyauchi, S., Nielsen M., and Tamada, T.
What and When: Parallel and convergent processing in motor control, *J., Neurosci.* 20
(2000) 2691-2700.

Sakai, K., and Passingham, R.E.
Prefrontal interactions reflect future task operations, *Nature Neurosci.* 6 (2003) 75-81.

Sakai, K., Rowe, J.B., and Passingham, R.E.
Active maintenance in prefrontal area 46 creates distractor-resistant memory, *Nature
Neurosci.* 5 (2002) 479-484..

酒井邦嘉
言語の認知脳科学、*生体の科学* 49 (1998a) 10-22.

酒井邦嘉
言語獲得の脳科学、*生体の科学* 49 (1998b) 40-53.

酒井邦嘉

心にいどむ認知脳科学 記憶と意識の統一論、(2000a) 岩波書店

酒井邦嘉ら

第二 3 回日本神経科学大会、抄録集 307 頁、(2000b)

酒井邦嘉

言語の脳科学—脳はどのようにことばを生みだすか、(2002a) 中公新書、中央公論新社

Sakai, K.L., Hashimoto, R., and Homae, F.

Sentence processing in the cerebral cortex, *Neurosci. Res.* 39 (2001) 1-10

Sakai, K.L., Noguchi, Y., Takeuchi, T., and Watanabe, E.

Selective priming of syntactic processing by event-related transcranial magnetic stimulation of Broca's area, *Neuron* 35 (2002c) 1177-1182.

Sakata, H., Shibutani, H., and Kawano, K.

Spatial properties of visual fixation neurons in posterior parietal association cortex of the monkey, *J. Neurophysiol.* 43 (1980) 1654-1692.

Sakata, H., Shibutani, H., and Kawano, K.

Functional properties of visual tracking neurons in posterior parietal association cortex of the monkey, *J Neurophysiol.* 49 (1983) 1364-80.

Sakata, H., Taira, M., Kusunoki, M., Murata, A., and Tanaka, Y.

The parietal association cortex in depth perception and visual control of hand action, *Trends Neurosci.* 20 (1997) 350-357.

Sakata, H., Takaoka, Y., Kawarasaki, A., et al.

Somatosensory properties of neurons in the superior parietal cortex (area 5) of the rhesus monkey, *Brain Res.* 64 (1973) 85-102.

Saleem, K.S., Suzuki, W., Tanaka K., and Hashikawa, T.

Connections between anterior inferotemporal cortex and superior temporal sulcus regions in the macaque monkey, *J. Neurosci.* 20 (2000) 5083-5101.

Samejima, K., Ueda, Y., Doya, K., and Kimura, M.

Representation of action-specific reward values in the striatum, *Science* 310 (2005) 1337-1340.

Sanai, N., Tramontin, A.D., Quinones-Hinojosa, A., Barbaro, N.M., Gupta, N., Kunwar, S., Lawton, M.T., McDermott, M.W., Parsa, A.T., Manuel-Garcia Verdugo, J., Berger, M.S., and Alvarez-Buylla, A.

Unique astrocyte ribbon in adult human brain contains neural stem cells but lacks

chain migration, *Nature* 427 (2004) 740-744.

佐野豊

視床下部、医学書院、2003

Saper, C.B., Chou, T.C. and Scammell, T.E.

The sleep switch: Hypothalamic control of sleep and wakefulness, *Trends Neurosci.* 24 (2001) 726-731.

Sarter, M., and Parikh, V.

Choline transporters, cholinergic transmission and cognition, *Nature Review Neuroscience* 6 (2005) 48-56.

Sasaki, K.

Cerebro-cerebellar interconnections in cats and monkeys, In: *Cerebrocerebellar Interactions*, ed. by Massion, J., and Sasaki, K. pp. 105-124, Elsevier, Amsterdam, 1979.

佐々木和夫

随意運動における小脳の役割、p.80-p.101, In: *小脳の神経学*、pp.325 伊藤正男、祖父江逸郎、小松崎篤、広瀬源二郎（編）、1986, 医学書院

Sasaki, K., and Gemba, H.

Action of the cerebello-thalamo-cortical projection upon visually initiated reaction-time hand movements in the monkey, *Stereotact Funct Neurosurg* 60 (1993) 104-120.

Sasaki, K., Gemba, H., Nambu, A., and Matsuzaki, R.

No-go activity in the frontal association cortex of human subjects, *Neurosci. Res.* 18 (1993) 249-252.

Sasaki, K., Jinnai, K., Gemba, H., Hashimoto, S., and Mizuno, N.

Projection of the cerebellar dentate nucleus onto the frontal association cortex in monkeys, *Exp Brain Res* 37 (1979) 193-198.

Sasaki, K., Kyuhou, S., Nambu, A., Matsuzaki, R., Tsujimoto, T., and Gemba, H.

Motor speech centres in the frontal cortex, *Neurosci. Res.* 22 (1995) 245-248.

Sasaki, K., Nambu, A., Tsujimoto, T., Matsuzaki, R., Kyuhou, S., and Gemba, H.

Studies on integrative functions of the human association cortex with MEG, *Cogn. Brain Res.*, 5 (1996) 165-174.

Sasaki, K., Tsujimoto, T., Nambu, A., Matsuzaki, R., and Kyuhou, S.

Dynamic activities of the frontal association cortex in calculating and thinking, *Neurosci. Res.* 19 (1994) 229-233.

佐藤光源

“燃え上がり効果” (Kindling effect) を用いたてんかんの実験的研究 I、海馬発作の発

展過程に関する行動、脳波学的研究、精神経誌 77 (1975) 495-508.

佐藤光源

新しい精神医学・医療を開くための学会の現状と将来、精神経誌 105 (2003) 723-726.

Sawaguchi, T., and Goldman-Rakic, P. S.

D1 dopamine receptors in prefrontal cortex : involvement in working memory, *Science* 251 (1991) 947-950.

Sawaki, Y., Nihonmatsu, I., and Kawamura, H.

Tranplantation of the neonatal suprachiasmatic nuclei into rats with complete bilateral suprachiasmatic lesions, *Neurosci. Res.* 1 (1984) 67-72.

Sawamura, H., Shima, K., and Tanji, J.

Numerical representation for action in the parietal cortex of the monkey, *Nature* 415 (2002) 918-922.

Schell, G.R., and Strick, P.L.

The origin of thalamic inputs to the arcuate premotor and supplementary motor areas, *J. Neurosci.* 4 (1984) 539-560.

Schmahmann, J.D. (Ed.)

The Cerebellum and Cognition, Academic Press, San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Tronto, 1997.

Schmahmann, J.D., and Pandya, D.N.

The cerebrocerebellar system, pp.31-57, In: *The Cerebellum and Cognition*, Academic Press, San Diego etc. 1997.

Schmahmann, J.D., and Sherman, J.C.

The cerebellar cognitive affective syndrome, *Brain* 121 (1998) 561-579.

Schneider, K.

Klinische Psychopathologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1950.

Schultz, R.T., Gauthier, I., Klin, A., Fulbright, R.K., Anderson, A.W., Volkmar, F., Skudlarski, P., Lacadie, C., Cohen, D.J., and Gore, J.C.

Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and Asperger syndrome, *Arch. Gen. Psychiat.* 57 (2000) 331-340.

Schultz, W.

Predictive reward signal of dopamine neurons, *J. Neurophysiol.* 80 (1998) 1-27.

Schultz, W., Dayan, P., and Montague, R

A neural substrate of prediction and reward, *Science*, 275 (1997) 1593-1599.

Schweitzer, A.

Aus meinem Leben und Denken, 1931, Felix Meiner Verlag, Leipzig, わが生活と思想より、竹山道雄訳、1939、白水社

Schweitzer, A.

Goethe, Gedenkrede — gehalten bei der Feier der 100. Wiederkehr seiner Todestages in seiner Vaterstadt Frankfurt a. M. am 22. März 1932. ゲーテ、子栗孝則訳、1949、新教出版社

Scoville, W.B., and Milner, B.

Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 20 (1957) 11–21.

Sechenov, I. M.

Selected Physiological and Psychological Works, prepared for print by the Academy of Sciences of the U.S.S.R., Moscow. (1952-1956), Esp., Reflex of the Brain (1863); The Elements of Thought (1878).

瀬川昌也

子どもの脳はいかにして人間の脳となるか—神経回路の発達からみた臨界年齢、遺伝 58 (2004) 58-65.

「精神医学」特集・統合失調症とは何か—Schizophrenia概念の変遷、精神医学 45 (2003) 572-624.

Seki, K., Kudoh, M., and Shibuki, K.

Sequence dependence of post-tetanic potentiation after sequential heterosynaptic stimulation in the rat auditory cortex, *J. Physiol. (Lond)* 533 (2001) 503-518.

関健二郎、工藤雅治、渋木克栄

LTPに伴う興奮性反響回路形成と記憶・学習—聴覚野スライス標本を用いた反響回路の解析、*Brain Medical* 13 (2001) 337-342.

石龍徳

大人の脳でもニューロンは新生する:成体の海馬で新生するニューロンは学習や情動と関係しているのだろうか? p.108-p.136、 In: 情と意の脳科学—人とは何か、 pp.321、松本元、小野武年 (編) 2002、培風館.

Servan-Schreiber, D., Cohen, J.D., and Steingard, S.

Schizophrenic deficits in the processing of cortex: a test of theoretical model, *Trch. Gen. Psychiat.* 53 (1996) 1105-1112.

Sharma, J. Angelucci A. and Sur, M.

Induction of visual orientation modules in auditory cortex, *Nature* 404 (2000) 841-847.

Shaw, P., Lawrence, E.J., Radbourne, C., Bramham, J., Polkey, C.E., and David, A.S.

The impact of early and late damage to the human amygdale on 'theory of mind' reasoning, *Brain* 127 (2004) 1535-1548.

Shenton, M.E., Dickey, C.C., Frumin, M., and McCarley, R.W.

A review of MRI findings in schizophrenia, *Schizophr. Res.* 49 (2001) 1-52.

Shergill, S.S., Brammer, M.J., Williams, S.C.R., Murray, R.M., and McGuire, P.K.

Mapping auditory hallucinations in schizophrenia using functional magnetic resonance imaging, *Arch. Gen. Psychiat.* 57 (2000) 1033-1038.

Shibutani, H., Sakata, H., and Hyvarinen, J.

Saccade and blinking evoked by microstimulation of the posterior parietal association cortex of the monkey, *Exp.Brain Res.* 55 (1994) 1-8.

Shidara, M., and Richmond, B.J.

Anterior cingulate: single neuronal signals related to degree of reward expectancy, *Science* 296 (2002) 1709-1711.

Shik, M.L., and Orlovsky, G.N.

Neurophysiology of locomotor automatism, *Physiol. Rev.* 56 (1976) 465-501.

Shima., K., and Tanji., J.

Both supplementary and presupplementary motor areas are crucial for the temporal organization of multiple movements, *J. neurophysiol.* 80 (1998a) 3247-3260.

Shima., K., and Tanji., J.

Role of cingulate moter area cells in voluntary movement selection based on reward, *Science* 282 (1998b) 1335-1338.

Shima., K., and Tanji., J.

Neuronal activity in the supplementary and presupplementary motor areas for

temporal organization of multiple movements, *J. neurophysiol.* 84 (2000) 2148-2160.

Shimada, M., Tritos, N.A., Lowell, B.B., Flier, J.S., and Maratos-Flier, E.
Mice lacking melanin-concentrating hormone are hypophagic and lean, *Nature* 396 (1998) 670-674.

島崎敏樹

心の眼に映る世界 現代教養文庫 340 1961 社会思想社

Shiwa, T.

Corticocortical projections to the monkey temporal lobe with particular reference to the visual processing pathways, *Arch. Italien. Biol.* 125 (1987) 139-154.

Sibley, D.R., and Monsma, F.J.

Molecular biology of dopamine receptors, *Trends Pharmacol. Sci.* 13 (1992) 61-69.

Siegel, M., and Varley, R.

Neural systems involved in theory of mind, *Nat. Rev. Neurosci.* 3 (2002) 463-471.

Skaggs, W.E., McNaughton, B.L., Wilson, M.A., and Barnes, C.A.

Theta phase precession in hippocampal neuronal populations and the compression of temporal sequences, *Hippocampus* 6 (1996) 149-172.

Snider, R.S., and Eldred, E.

Cerebral projections to the tactile, auditory and visual areas of the cerebellum. (Abstract), *Anat. Rec.* 100 (1948) 714.

Snider, R.S., and Eldred, E.

Electro-anatomical studies on cerebro-cerebellar connections in the cat, *J. Comp. Neurol.*, 95 (1951) 1-16.

Snider, R.S., and Stowell, A.

Receiving areas of the tactile, auditory and visual systems in the cerebellum, *J. Neurophysiol.* 7 (1944) 331-357.

Sowell, E.R., Thompson, P.M., Leonard, C.M., Welcome, S.E., Kaan, E., and Toga, A.W.

Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children, *J. Neurosci.* 24 (2004) 8223-8231.

Spielmeier, W.

Die Pathogenese des epileptischen Krampfes. Histopathologischen Teil. *Z. Neur.* pp.109-, 1927.

Steinbusch, H.W.M.

Distribution of serotonin-immunoreactivity in the central nervous system of the rat cell bodies and terminals, *Neuroscience* 6 (1981) 557-618.

Stroop, J.R.

Studies of interference in serial verbal reactions, *J. Exp. Psychology* 18 (1935) 643-662.

Sun, F., and Yu, J.

The effect of a special herbal tea on obesity and anovulation in androgen-sterilized rats, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 223 (2000) 295-301.

Sun, T., Patoine, C., Abu-Khalil, A., Visvader, J., Sum, E., Cherry, T.J., Orkin, S.H.,

Geschwind, D.H., and Walsh, C.A.

Early asymmetry of gene transcription in embryonic human left and right cerebral cortex, *Science* (2005) 1794-1798.

Sunahara, R.K., Guan, H.C., O'Dowd, B. F., Seeman, P., Laurier, L.G., Ng, G., George, S.R., Torchia, J., Van Tol, H.H., and Niznik, H.B.

Cloning of the gene for a human dopamine D5 receptor with higher affinity for dopamine than D1, *Nature* 350 (1991) 614-619.

Surguladze, S.A., Brammer, M.J., Young, A.W., Andrew, C., Travis, M.J., Williams, C.R., and Phillips, M.L.

A preferential increase in the extrastriate response to signals of danger, *NeuroImage* 19 (2003) 1317-1328.

Suzuki, H.

Distribution and organization of visual and auditory neurons in the monkey prefrontal cortex, *Vision Res.* 25 (1985) 465-469.

鈴木道雄、倉知正佳

精神分裂病の神経発達障害仮説の特徴と問題点、*精神科治療学* 12 (1997) 503-512.

鈴木道雄、倉知正佳

精神分裂病の画像研究の臨床的意義、*臨床の脳波* 43 (2001) 774-779.

Swick, D., and Turken, A.U.

Dissociation between conflict detection and error monitoring in the human anterior cingulate cortex, *PNAS* 99 (2002) 16354-16355.

泰羅雅昇

頭頂葉—ヒトとサル—の機能的 homology、*脳の科学* 24 (2002) 945-956.

高橋功

生命への畏敬、シュワイツァーの人間像、1975、玉川大学出版部。

高草木薫、斎藤和也、幅口達也、大日向純子
大脳基底核による歩行と筋緊張の制御、*脳の科学* 23 (2001) 1049-1054.

Tamamaki, N., Yanagawa, Y., Tomioka, R., Miyazaki, J., Obata, K., and Kaneko, T.
Green fluorescent protein expression and colocalization with calretinin, parvalbumin,
and somatostatin in the GAD67-GFP knock-in mouse, *J.comp.Neurol.* 467 (2003) 60-79.

丹治 順
脳と運動—アクションを実行させる脳 1999 共立出版。

丹治順
運動の順序制御に関与する運動領野、In:脳の高次機能(丹治順、吉澤修治編)、83-93 頁、
2001、朝倉書房

Tei, H., Okamura, H., Shigeyoshi, Y., Fukuhara, C., Ozawa, R., Hirose, M., and Sakaki,
T.
Circadian oscillation of a mammalian homologue of the *Drosophila* period gene, *Nature*
389 (1997) 512-516.

Tekin, S. and Cummings, J.L.
Fronto-subcortical neuronal circuits and clinical neuropsychiatry, an update, *J.*
Psychosom. Res. 53 (2002) 647-654.

寺沢恒信
意識論 1984 大月書店

Thorpe, S.j., and Fabre-Thorpe, M.
Seeking categories in the brain, *Science* 291 (2001) 260-263.

時実利彦
目でみる脳—その構造と機能、1969、東京大学出版会。

Tomita, H., Ohbayashi, M., Nakahara, K., Hasegawa, I., and Miyashita, Y.
Top-down signal from prefrontal cortex in executive control of memory retrieval, *Nature*
401 (1999) 699-703.

Tsien, J.S., Hyuerta, P.T., and Tonegawa, S.
The essential role of hippocampal Ca1 NMDA receptor-dependent plasticity in
spatial memory, *Cell* 87 (1996) 1327-1338.

坪川達也
社会行動と魚の脳、*慶應義塾大学日吉紀要自然科学* 26 (1999) 1-10.

Tsuchida, H., Yamamoto, N., Kajii, Y., Umino, A., Fukui, K., and Nishikawa, T.

Cloning of a D-serine-regulated transcript *dsr-1* from the rat cerebral cortex, *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 280 (2001) 1189-1196.

角田忠信

日本人の脳 1978 大修館。

角田忠信

右脳と左脳—脳センサーでさぐる意識下の世界 1992 小学館。

Tsutsui, K., Sakata, H., Naganuma, T., and Taira, M.

Neural correlates for perception of 3D surface orientation from texture gradient, *Science* 298 (2002) 409-412.

Tsutsui, K., Jiang, M., Sakata, H., Taira, M.

Short-term memory and perceptual decision for three-dimensional visual features in the caudal intraparietal sulcus (Area CIP), *J. Neurosci.* 23 (2003) 5486-5495.

Uchimura, Y.

Zur Pathogenese der örtlich elektiven Ammonshornerkrankung, *Zeitsch. f. ges. Neurol. Psych.* 114 (1928) 567-601.

内村祐之

精神医学の基本問題、1972、医学書院。

植村秀治、北村吉宏、木村宏

側頭葉てんかんにおける歯状回苔状線維発芽とシナプス再構成の意義。脳と精神の医学 7 (1996) 337-344.

Uno, M., and Ozawa, N.

Amygdaloid kindling and augmentation of synaptic responses in the accumbens and caudate nuclei in the cats, *Folia psychiat. Neurol. Jap.* 37 (1983) 369-371.

Utena, H.

A special type of model psychosis: a chronic methamphetamine intoxication in man and animal, *脳神経* 13 (1961) 687-692.

臺弘

履歴現象と機能的切断症状群。精神医学 21 (1979) 453-463.

臺弘

分裂病の治療覚書。1991、創造出版。

臺弘

脳と心は言葉で出会う。蛋白質 核酸 酵素 40 (1995) 596-598. (生体の科学 33, 1982,

243-249 参照)

臺弘

情動・記憶・意欲をいかにとらえるか ―分裂病の場合。脳科学 20 (1998) 717-722.

臺弘

精神医学の思想―医療の方法を求めて、第二版、1999、創造出版.

臺弘

脳とこころは「ことば」<カタチ>で出会う。臨床精神病理 21 (2000) 205-214.

Utena, H.

Life-oriented approach to treatment and simple functional tests for clinical practice, pp. 3-12, In :Comprehensive Treatment of Schizophrenia, Linking Neurobehavioral Findings to Psychosocial Approaches, eds by Kashima, H., Falloon, I.R.H., Mizuno, M., and Asai, M. 2002a, Springer-Verlag Tokyo.

臺弘

精神機能の基本的指標―簡易テストの工夫、精神科治療学 18 (2003) 1455-1458.

臺弘、斎藤治

分裂病者診療の目標 ―自由と病気と生活、In: 新世紀の精神科治療、中山書店 (2002b) 3-14.

Vaadia, E., Benson, D.A., Hienz, R.D., and Goldstein, Jr., M.H.

Unit study of monkey frontal cortex: active localization of auditory and of visual stimuli, J. Neurophysiol. 56 (1986) 934-952.

Van Hoesen, G.W.

The parahippocampal gyrus. New observation regarding its cortical connections in the monkey, Trends Neurosci. 5 (1982) 345-353.

Van Tonder, G.J., Lyons, M.J., and Ejima, Y.

Visual structure of a Japanese Zen garden, Nature 419 (2002) 359-360.

Vikkunen, M.E., Horrobin, D.F., Jenkins, D.K., and Manku, M.S.

Plasmaphospholipid essential fatty acids and prostaglandins in alcoholic, habitually violent, and impulsive offenders, *Biol.Psychiatry* 22 (1987) 1087-1096.

Vikkunen, M.E., and Penttinen, H.

Serum cholesterol in aggressive conduct disorder: a preliminary study, *Biol. Psychiatry* 19 (1984) 435-439.

Vincent, J-D

Biologie des Passions, 1986, 1993, Ed. Odile Jacob, 感情の生物学、安田一郎訳、青土社、1993

Vogt, B.A., and Devinsky, O.

Topography and relationships of mind and brain, *Prog. Brain Res.* 122 (2000) 11-22.

Volz, H., Gaser, C., and Sauer, H.

Supporting evidence for the model of cognitive dysmetria in schizophrenia – a structural magnetic resonance imaging study using deformation-based morphology, *Schizophr. Res.* 46 (2000) 45-56.

Voogd, J.

The Cerebellum of the Cat. Structure and Fibre connexions. Thesis. Assen, Van Gorcum, 215 pp., 1964.

Voogd, J.

The importance of fiber connections in the comparative anatomy of the mammalian cerebellum. In: R. Linas (ed.) *Neurobiology of Cerebellar Evolution and Development*, p.493-514, Education & Research Foundation, Chicago, Ill., 1969.

Vygotsky, L.S.

Development of the Higher Mental Function, (in Russian), 1960, Acad. Pedagog. Sci. Press RSFSR, Moscow, 精神発達論 (除村吉太郎、柴田義松訳) 1964、明治図書

Walberg, F., Pompeiano, O., Westrum, L.E., and Hauglie-Hanssen, E.

Fastigioreticular fibers in the cat. An experimental study with silver methods, *J. comp. Neurol.* 119 (1962) 187-199.

Watanabe, J., Sugiura, M., Sato, K., Sato, Y., Maeda, Y., Matsue, Y., Fukuda, H., and Kawashima, R.

The human prefrontal and parietal association cortices are involved in no-go performances: an event-related fMRI study, *NeuroImage* 17 (2002) 1207-1216.

Watanabe, M.

Prefrontal unit activity during delayed conditional go/no-go discrimination in the monkey. I. Relation to the stimulus, *Brain Res.* 382 (1986) 1-14.

Watanabe, M.

Prefrontal unit activity during delayed conditional go/no-go discrimination in the monkey. II. Relation to go and no-go responses, *Brain Res.* 382 (1986) 15-27.

Watanabe, M.

The appropriateness of behavioral responses coded in post-trial activity of primate prefrontal units, *Neurosci. Lett.* 101 (1989) 113-117.

Watanabe, M.

Reward expectancy in primate prefrontal neurons, *Nature* 382 (1996) 629-632.

Watanabe, M.

Cognitive and motivational operations in primate prefrontal neurons, *Reviews in Neurosci.* 9 (1998) 225-241.

Watanabe, M.

Integration across multiple cognitive and motivational domains in monkey prefrontal cortex, pp.326-337, In: *Principles of Frontal Lobe Function*, Eds. Struss, D.T., and Knight, R.T., Oxford Univ. Press, 2002.

渡辺正孝

前頭前野における報酬情報処理、*神経進歩* 49 (2005) 527-537.

渡辺剛

睡眠覚醒リズム障害の高照度光療法、*神経進歩* 45 (2001) 817-825.

Wauchope, O.S.

Deviation into Sense ; The Nature of Explanation, Faber & Faber, London, 1948, ものの
考え方 (深瀬基寛訳) 1951 弘文堂

Weeks, R.A., Aziz-Sultan, A., Bushara, K.O., Tian, B., Wessinger, C.M., Dang, N.,
Rauschecker, J.P., and Hallett, M.
A PET study of human auditory special processing, *Neurosci. Lett.* 262 (1999) 155-158.

Weeks, R., Horwitz, B., Aziz-Sultan, A., Tian, B., Wessinger, M., Cohen, L.G., Hallett, M.,
and Rauschecker, J.P.
A positron emission tomographic study of auditory localization in the congenitally blind,
J. Neurosci. 20 (2000) 2664-2672.

Wells, H.K.

Pavlov and Freud : I (I. P. Pavlov : Toward a scientific psychology and psychiatry, 1956)
and II (S. Freud : A Pavlovian critique, 1960)、パブロフとフロイド、中田実、堀内敏訳、
1966、黎明書房

Wiesel, T.N., and Hubel, D.H.

Extent of recovery from the effects of visual deprivation in kittens. *J Neurophysiol.* 28
(1965) 1060-1072.

Williams, G.V., and Goldman-Rakic, P.S.

Modulation of memory fields by dopamine D1 receptors in prefrontal cortex, *Nature* 376
(1995) 572-575.

Wilson, F.A.W., O'Scalaidhe, S.P., and Goldman-Rakic, P.S.

Dissociation of object and special processing domains in primate prefrontal cortex,
Science 260 (1993) 1955-1958.

Wirtshafter, D., Stratford, T.R., and Shim, I.

Placement in a novel environment induces fos-like immunoreactivity in
supramammillary cells projecting to the hippocampus and midbrain, *Brain Res.* 789
(1998) 331-334.

Wise, S.P., Boussaoud, D., Johnson, P.B., and Caminiti, R.

Premotor and parietal cortex: corticocortical connectivity and combinatorial

computations , *Annu. Rev. Neurosci.* 20 (1997) 25-42.

Yakovlev, P.I.

Motility, behavior and the brain. Stereodynamic organization and neural co-ordinates of behavior, *J. Nerv. Ment. Disease* 107 (1948) 313-335.

Yamada, M., Miyakawa, T., duttaroy, A., Yamanaka, A., Moriguchi, T., Makita, R., Ogawa, M., Chou, C.J., Xia, B., Crawley, J.N., Felder, C.C., Deng, C.-X., and Wess, J. Mice lacking the M3 muscarinic acetylcholine receptor are hypophagic and lean, *Nature* 410 (2001) 207-212.

Yamaguchi, Y.

Frontal theta activity. In: N. Yamaguchi and K. Fujisawa (eds.), *Recent Advances in EEG and EMG Data Processing*, Elsevier, Amsterdam, 1981, pp.391-396.

Yamaguchi, Y.

A theory of hippocampal memory based on theta phase precession, *Biol. Cybern.* 89 (2003) 1-9.

山口陽子

海馬におけるシータリズム位相コードと記憶、*生体の科学* 55 (2004) 33-42.

Yamaguchi, Y., Aota, Y., McNaughton, B.L., and Lipa, P.

Modality of theta phase precession in hippocampal place cells in freely running rats, *J. Neurophysiol.* 87 (2002) 2629-2642.

Yamasue, H., Kasai, K., Iwanami, A., Ohtani, T., Yamada, H., Abe, O., Kuromi, N., Fukuda, R., Tochigi, M., Furukawa, S., Sadamatsu, M., Sasaki, T., Aoki, S., Ohtomo, K., Asukai, N., and Kato, N.

Voxel-based analysis of MRI reveals anterior cingulate gray-matter volume reduction in posttraumatic stress disorder due to terrorism, *PNAS* 100 (2003) 9039-9043.

安永浩

精神の幾何学、1987、岩波書店.

安永浩

分裂病症状機構に関する一仮説ーファントム論について、In：分裂病の精神病理 1、土居健郎編、1972、東京大学出版会.

安永浩

分裂病症状機構に関する一仮説（その二）ー「置き去り」効果についてー In：分裂病の精神病理 2、宮本忠雄編、1974、東京大学出版会

安永浩

分裂病型妄想の理論的問題、精神医学 21 (1979) 127-137.

Yeung, N., Cohen, J.D., and Botvinick, M.M.

The neural basis of error detection: conflict monitoring and the error-related negativity, Psychol. Rev. 111 (2004) 931-959.

Young, K.A., Manaye, K.F., Liang C., Hicks, P.B., and German, D.C.

Reduced number of mediodorsal and anterior thalamic neurons in schizophrenia, Biol. Psychiat. 47 (2000) 944-953.

Young, M.W., Jackson, F.R., Shin, H.-S., and Bargiello, T.A.

A biological clock in Drosophila, Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 50 (1985) 869-875.

湯浅茂樹、八木健

情動に関わる遺伝子とそのノックアウトマウス、脳の科学 20 (1998) 741-743.

Yukie, M., Zhong, Y.-M., Konagaya, H., Rockland, K.

Cortical terminations of hippocampal projections, 日本神経科学大会抄録集、P3-289.

Zatorre, R.J., Bouffard, M., Ahad, P., and Belin, P.

Where is 'where' in the human auditory cortex? Nature Neurosci. 5 (2002) 905-909.

Zatorre, R.J., Evans, A.C., and Meyer, E.

Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch, J. Neurosci. 14 (1994) 1908-1919.

Zeki, S.M.

Functional organization of a visual area in the posterior bank of the superior temporal sulcus of the rhesus monkey, *J. Physiol.* 236 (1974) 549-573.

Zeki, S.

The representation of colour in the cerebral cortex, *Nature* 284 (1980) 412-418.

Zeki, S.M.

Colour coding in the cerebral cortex: the reaction of cells in monkey visual cortex to wavelengths and colours, *Neurosci.* 9 (1983) 741-765.

Zeki, S.M.

Inner Vision : An Exploration of Art and the Brain. 1999, 脳は美をいかに感じるか (2002, 河内十郎訳) 日本経済新聞社

Zola-Morgan, S., and Squire, L.R.

Memory impairment in monkeys following lesions of the hippocampus, *Behav. Neurosci.* 100 (1986) 155-160.