

著作権? ナルオイ?

授業でやったことを中心に、過去のシケプリを参考にしつつ、教科書の図とかを貼りつけて作りました。
電子機器以外持ち込み可ということですので、たぶん教科書持っている人が勝つんじゃないでしょうか?
教科書のどこに何が書いてあるかくらひは把握しておきましょう。

§ 1 歴史 ……出ないといわれていたらしいけど去年出た。この分野は過去のシケプリ丸パクリしました。

- 心の科学研究は、古代哲学から始まった。
- 心を測る精神物理学は 19 世紀中葉に確立した。
- 実験心理学は 19 世紀末ごろから発展した。
- ゲシュタルト心理学は心を全体性として理解しようとし、行動主義は刺激と反応との連合で理解しようとした。
- 意識・認知が内にあると仮定し、その挙動を工学的に記述しようとするのが認知心理学だ。
- 神経科学の技術革新で、心の様子と関係のある脳の様子を外から実測できるようになった。

(1) 古代の医学・哲学 (紀元前後)

ヒポクラテス Hippokrates (460-377 B.C.)

「医学の父」と呼ばれる。

- ①体内には4つの体液(血液, 粘液, 黒胆汁, 黄胆汁)が存在すると仮定。
- ②呼吸により体内に取り入れられる精气(spirit)を生命やこころの担い手と考える**精気説**をとる。

アリストテレス Aristoteles (384-322 B.C.)

- ①「こころ」とは生命の機能原理であり、「こころ」の働きは身体を通して具現化されると考えた。
- ②「こころ」は人間だけでなく植物, 動物にも備わっているが, 人間の「こころ」にはそれらと違い理性的思惟の働きがあるとする。

ガレノス Galenos (130-200)

ヒポクラテスの仮定した4つの体液それぞれに対応する4つの気質を仮定し, **体液類型説**を唱える。

血液, 粘液, 黒胆汁, 黄胆汁がそれぞれ, 多血質(陽気), 粘液質(鈍重), 憂鬱質(うっとうしい), 胆汁質(怒りっぽい)という気質に結び付けられている。

→ 後の心理学の性格類型に大きな影響を与える

(2) 近世哲学 (17c.)

ルネ・デカルト René Descartes (1596-1650)

- ①「こころ」の働きは人間に生まれつき備わっているものだと考える(**生得説**)
- ②「こころ」の属性は思惟であり, 「もの」の属性は延長であるとして両者を峻別する**心身二元論**に立つ。
- ③「こころ」と「からだ」の間には相互作用がある。神経の中を循環する「**動物精気**」が脳の中にある松果腺しょうかせんを刺激することで精神現象が起きると考えた。

ジョン・ロック John Locke (1632-1704)

- ①知識の根源は経験にあり, 経験を経る前の「こころ」は白紙(**タブラ・ラサ**, tabula rasa)のようなものである(**経験説**)
- ②複雑な観念の分解や単純な観念の合成により心的変化の過程を説明 (観念の**連合**, association of ideas という考え方)

(3) 感覚生理学 (19c.前半)

ヨハネス・ミュラー Johannes Müller (1801-1858)

特殊神経エネルギー説 (一定の感覚を司る神経は刺激の種類にかかわらず特定の感覚を生ずるとする) 感覚のモダリティは与えられた刺激の種類によってではなく、どの感覚受容器が興奮したかによって決まる。

たとえば、40~50度のもを皮膚の冷点に刺激しても温感ではなく冷感が感じられたり、眼球が圧迫されたときに光を感じたり、音波が耳に達しなくても耳鳴りを感じたりする矛盾した感覚の生起はこの例である。

(フォン・)ヘルムホルツ von Helmholtz (1821-1894)

①人は3種類の色(赤, 緑, 青)の割合により色を知覚しているとする**三色説**を提唱

②「**無意識的推論**」

(4) 心理物理学 (19c.中葉) →測定の項参照

エルンスト・ハインリヒ・ウェーバー Ernst Heinrich Weber (1795-1878)

ドイツの生理学者。**ウェーバーの法則**

グスタフ・テオドール・フェヒナー Gustav Theodor Fechner (1801-1887)

ウェーバーの弟子に当たる。**フェヒナーの法則**, **心理物理学の実験法**

(5) 実験心理学 (19c.後半)

ヴィルヘルム・ヴント Wilhelm Max Wundt (1832-1920)

実験心理学の祖。1879年、ドイツのライプツィヒ大学に世界初の心理学実験室をつくる。

①「**直接経験**」される意識内容を心理学の対象とし、それを**内観法**により分析した。外的刺激を系統的に統御して実験室内で被験者に与えることによって生じる意識的経験を、熟練した被験者の内観(意識的事実の自己観察)報告によって確認する。

②単純な心理要素の存在を前提とし、要素と要素の連合によって意識的経験を構成していくという**要素主義**の立場に立った。

ウィリアム・ジェームズ William James (1842-1910)

プラグマティストの代表者。意識, 注意, 機能主義

(6) 精神分析学 (19c.後半)

ジークムント・フロイト Sigmund Freud (1856-1939)

①人間行動の根源をリビドー(性欲)におく**汎性欲説**を唱える。

②患者に思いつくまを語らせる**自由連想法**を治療の手段として用いた。

カール・グスタフ・ユング Carl Gustav Jung (1875-1961)

①「**内向性**」「**外向性**」という向性による性格の類型を発見(今日でも基本類型として用いられる)

②**コンプレックス**

(7) **ゲシュタルト心理学 (20c.前半)** 大戦期の一派。要素に分解するのではなく全体を見ようとする動き

マックス・ヴェルトハイマー Max Wertheimer (1880-1943)

ゲシュタルト心理学の祖。 **運動視**

仮現運動…静止した2本の線分を適当な時間・空間的間隔を置いて継続的に反復提示したとき、線分の置かれた場所の間に観察されるスムーズな運動現象。

ヴォルフガング・ケーラー Wolfgang Köhler (1887-1967)

洞察, 問題解決 →学習の項参照

(8) **行動主義 (20c.前半)** 大戦期のもう一派。「こころ」など存在しないという立場。

ジョン・ワトソン John Broadus Watson (1878-1958)

行動心理学の祖。経験主義,

S-R結合, すべての認知活動は**反射**によるとする。

Sは信号, Rはそれに対する反応をさす。SとRは直接結ばれ, その間に意識などは介在しない。「話す」という行為も, 意識的に話そうとしているのではなく, 反射にすぎないとする考え方。

恐怖条件づけ

バラス・フレデリック・スキナー Burrhus Frederic Skinner (1904-1990)

オペラント条件づけ →学習の項参照

(9) **認知心理学 (20c.後半)** 人間を含む生体の行動を一種の情報処理システムとみなす

トールマン E.C.Tolman(1886-1959) **新行動主義、認知地図**

ジャン・ピアジェ Jean Piage (1896-1980) スイス, **認知機能の発達段階説**

エイヴラム・ノーム・チョムスキー Avram Noam Chomsky (1928-) **生成文法理論**

↳各言語に普遍的な生成文法を提唱し, 言語学に変革をもたらした。また生成文法は人間に生得的であるとする言語生得説をも展開した。

ジョージ・ミラー George Armitage Miller (1920-) **マジカルナンバー7±2(短期記憶の容量のこと)**

ウルリック・ナイサー Ulric Neisser (1928-) **認知機構の情報処理モデル(認知機構を数学的にモデル化)**

(10) **認知神経科学 (21c.)** 神経活動を理解することにより認知を理解しようとする。

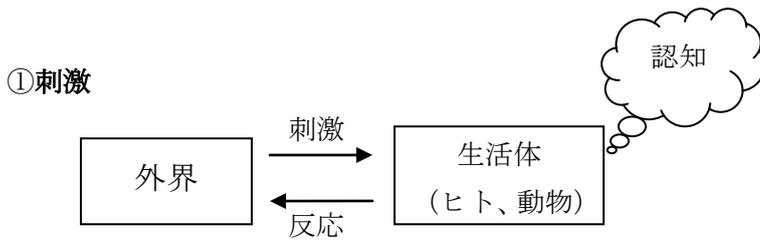
ヒューベル Hubel & **ウィーゼル**Wiesel 視覚神経応答(ものを見ているときには脳の一部が活動している)

スペリー Sperry & **ガザニガ** Gazzaniga 分離脳

Squire 記憶システム

§ 2 知覚

- 私たちの脳は、時々刻々変化する刺激を受け取って正常動作するようにできている。
- 視覚は網膜の視細胞、聴覚は蝸牛の有毛細胞、体性感覚は皮膚の機械受容器と筋肉の筋紡錘などで受け取る。
- それらの貧しい入力信号から外界の様子を知るのは、不良設定問題で、解が一意に定まらない。
- 脳は入力から知覚的体制化する結果、よい形に解釈する。
- 脳は外界の物体が恒常性を保つという制約条件を置き、妥当な外界の推定をしている。



刺激って必要なの？必要なの。



• 静止網膜像

眼球に特殊な装置をつけて、眼球の振動と一緒に提示された図形も回転するようにする。そのとき、網膜像は相対的に静止した状態になるが、静止網膜像は数秒程度で消失しはじめる。図形全体がぼやけるのではなく、何らかの意味のある形のまとまりごとに消失していく。視覚の持続的な成立には眼球の微動が不可欠である。

• 全体野

オレンジ色のピンポン玉を2つに分割して、それぞれ眼球を覆う。数分後、見える色はオレンジ色ではなくて真っ黒になってしまう。人間が知覚できるレベルの刺激（刺激閾以上）を与えられても、視野内が等質であるならば知覚することはできない。＝ものの知覚が成り立つには、視野内に明度差のある領域が存在しなければならない。

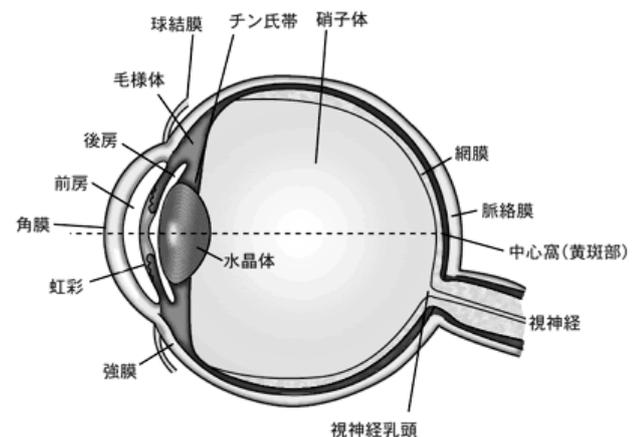
• 盲点

書くの疲れた； 固視点見つめていると消えてく、あれ。

②視覚

• 網膜(retina)

視覚刺激はここに投影されて視細胞により電気的信号に変換され、双極細胞を経て、神経節細胞の神経軸索である視神経によって網膜を出て視床に送られる。



◆視細胞

・錐体(cone)

明るいところで働き、明暗感覚と色に関与。高解像度で中心視で機能。

中心窩に多く分布し、中心窩を離れるに従って急速に少なくなる。

└S 錐体(短波長に敏感)

| M 錐体(中波長に敏感) ←色識別をする

└L 錐体(長波長に敏感)

・桿体(rod)

暗いところで働く。中心窩には存在せず、周辺部分で多く分布する。

色識別は不可能。低解像度で、周辺視で機能する。

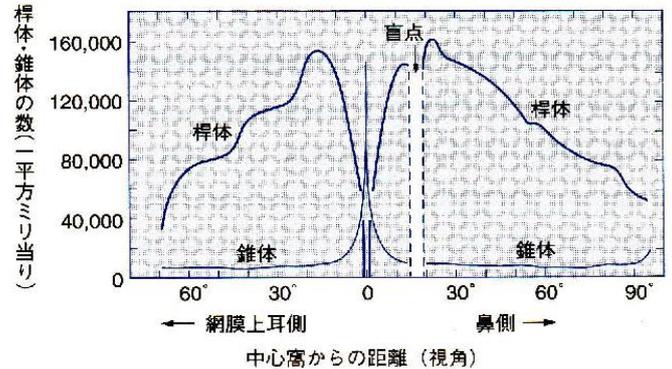
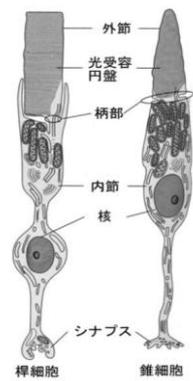


図5-4 ヒトの網膜上の桿体と錐体の密度分布 (Cornsweet, 1970)

◆中心窩(fovea centralis)>

視野の中心部分の情報を処理するための網膜部位。

視細胞のうち小型の錐体のみが非常に

度に分布しており、また視細胞から双極細胞を介して神経節細胞への収束が少なく、個々の錐体の情報が忠実に視覚中枢に送られる。

周辺部網膜では桿体の密度が増し、視神経への情報収集が強く見られ、空間解像力は低下する。

③聴覚

鼓膜…空気の圧力変化で振動する。

↓

耳小骨(ツチ骨, キヌタ骨, アブミ骨)

…振動を増幅させる。

せーの。ツチコツキヌタコツアブミコツ。

↓

蝸牛管…振動に応じて細胞の毛が曲がることで、電気信号へ変換する。

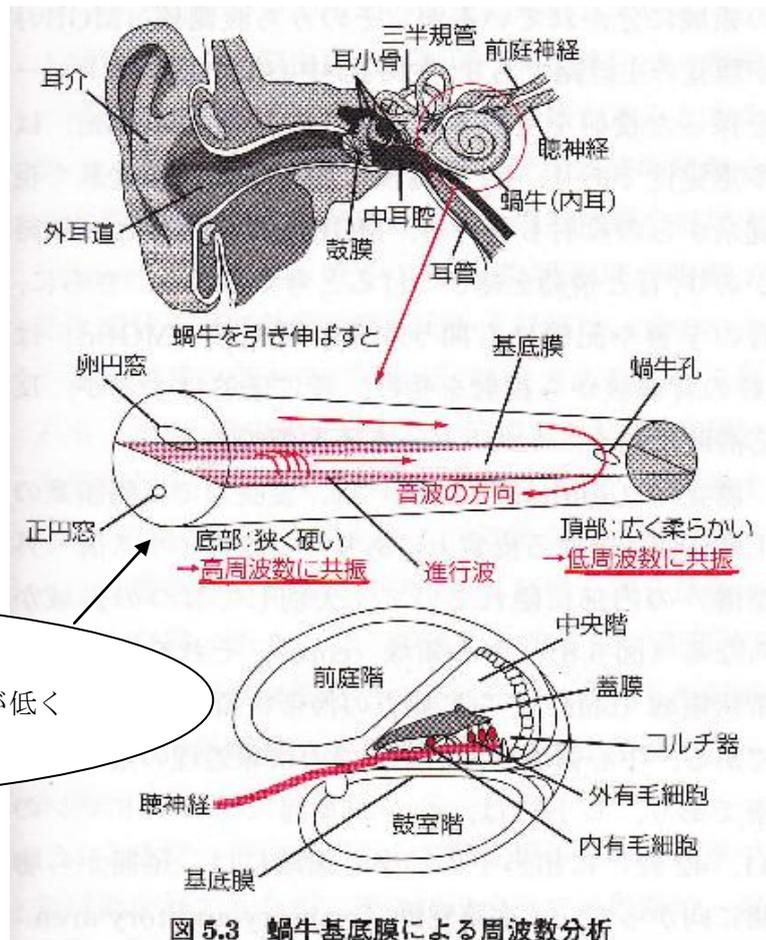


図 5.3 蝸牛基底膜による周波数分析

基底膜の厚み・張力が場所によって異なり、高周波数では底部が大きく振動し、周波数が低くなるにつれて振動のピークが頂部側に移る。

④体性感覚

=触角、固有感覚、温度感覚、痛覚 etc

固有感覚=四肢の位置や動き、関節の曲り具合、筋肉の力の入れ 具合などを感知するもの。

筋・腱・関節など自分の身体内部 の状態を知るための感覚なので、「**自己受容感覚**」とも言われる。

⑤不良設定問題

とは、解が一意には特定できない問題のこと!

外界には無数の可能性がある→解く方法のひとつは、解を1つに限定するような情報を追加すること

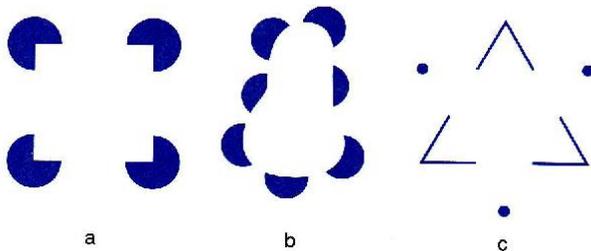
- ・自然制約条件、自然に対する仮定

⑥知覚的体制化

知覚する事柄をまとまりのある「よい形」(=ゲシュタルト)に解釈し、組織化することを体制化という。

- ・ **主観的輪郭**

- ・ エイムズの部屋



⑦恒常性

入力される感覚情報(ものの大きさ、形、明るさ、色など)が変化しても、その入力情報の変化は知覚対象そのものが変化したために生じたのだという強い証拠が得られない限り、知覚対象を同じものと見続ける性質。

・ 形の恒常性…網膜に映る物体像の変化も、実際に変化している証拠が存在しない限り、立体的な物の動作としてとらえる。 ex)開けていくドア

・ 明るさの恒常性…明るさにかかわらず色は不変なものにとらえる。

ex)白い紙が明るい部屋でも暗い部屋でも同じ白という明るさに知覚される

⑧クロスモーダル相互作用

別々の感覚で受け入れた情報を1つに統合する作用。

マガーク効果…唇の動き方から音を推測。口の動きと耳から入ってくる音声が違うとき、口の動きに合わせて解釈する。

視覚キャプチャー…本来の音源(スピーカーなど)とは違う場所(たとえば演説者の口)を視覚情報に頼って音源だと思ってしまうこと。

§ 3 認知

分かりやすく心をげよう！！

- 認知とはもっともらしい外界構造を選ぶことだ。例えば、奥行きを認知するために多くの手がかりを総動員する。
- 物体認識では、もっともらしい解釈のために、ひな形と照合する。見ても照合に失敗すれば認識できない。
- 何かに隠れたもの、データとして外から入手しにくいものを脳は適切に補完している。
- 私たちに感じられる世界は脳の外界に関する信念が形になってものかもしれない。信念は入力を予測し、実際の入力と比較して、自らをアップデートする。

①奥行き手がかり

世界は3次元！でも、網膜像は2次元！

だから、たとえば、2mの熊さんが1m先と10m先にいたとして、そいつらの身長は変わってないよね！と知覚したり（**大きさの恒常性**）とか奥行きを正しく知覚するには、奥行き手がかりが必要なのだっ。

その手がかりが右の傾いた図。

眼球関連のは、

- **調節**：物体を見つめる際のレンズの厚みの調整
- **輻輳**：寄り目・離れ目の程度

の2つ。

絵画的のもので重要なのは

- **両眼視差**：左右の目で捉えた像のズレから遠近を把握する

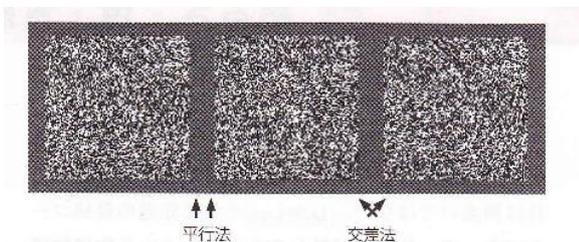
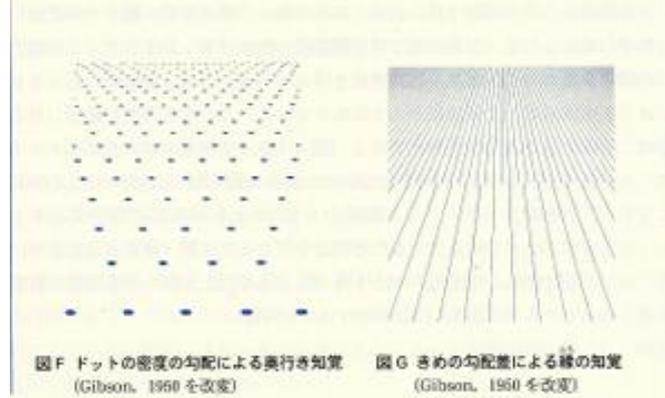
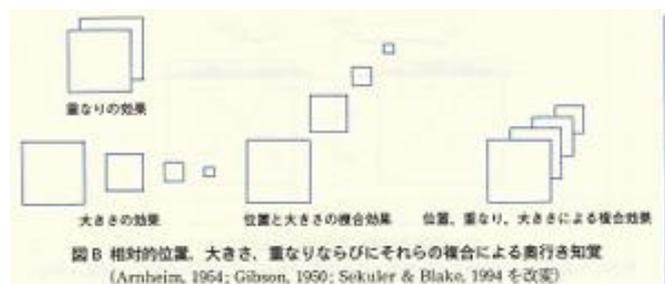
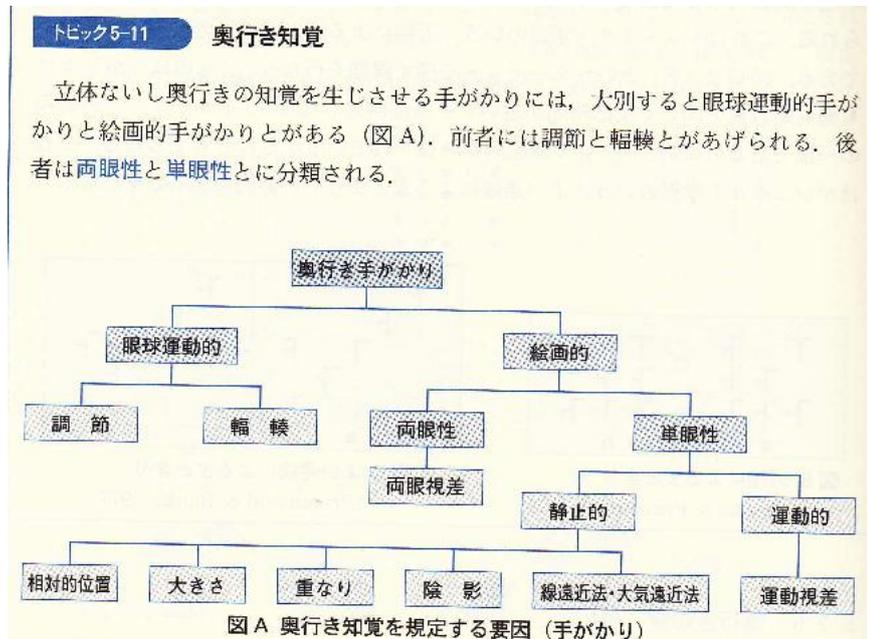


図 4.11 ランダムドット・ステレオグラム

画像の一部に両眼視差がついており、手前に浮き出て見える。中央の図は右眼用のもので、左図と右図は同じ画像であって左眼用のもの。平行法では、できるだけ離れ眼をして視線を平行に近づけ、左図を左眼、中央図を右眼で観察する。交差法では寄り眼をして視線を交差させ、右図を左眼、中央図を右眼で観察する。

あとのは大体右の図のを見てもらえれば、いいかと。

- **肌理の勾配**とか**遠近法**は授業でも紹介されました。



②物体認識

物体を部分に分けて形状記述し（とらえ）、記憶の雛形(モデル)と照合して認識。

視点独立性：物体をほとんどの方向からでも認識できる。

e.x.イスをどっから見てもイスだと分かる。

ビーダマン(笑)という人は、観察者の視点に依存しないジオンと呼ばれる構成要素を仮定し、その組み合わせによって複雑な3次元物体が認識されると考えた。

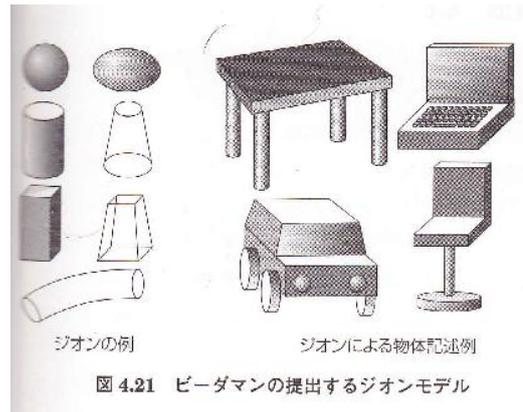
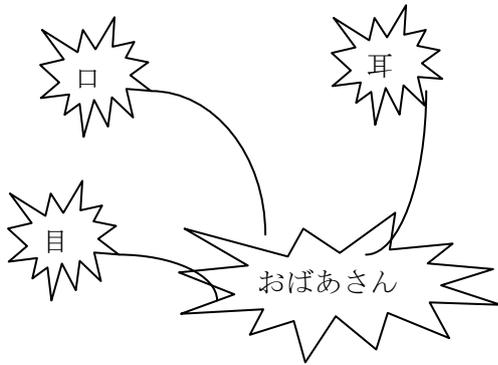


図 4.21 ビーダマンの提出するジオンモデル

③おばあちゃん細胞問題・・・去年出ちゃったけど

あなたのおばあさん（一般的に言えば、複合的な特定の概念や対象物）を表現している仮想的な細胞である。

おばあさん細胞は、君がおばあさんの姿を見たり、声を聞くなどして感覚的に識別する際に活動する。（ういき）という説。



おばあさん細胞とは、目とか口とか耳とか特定の形に反応する神経細胞（ニューロン）があるとして、おばあさん細胞はそれらの情報をまとめて、おばあさんの顔を識別するニューロン。

単一認識細胞⇔集団コーディング（細胞集団？的な？）

④失認

見ることはできるが、分からないという症状を**失認**という。

記憶の雛形が失われれば失認となる。

→ 「みる」と「わかる」は違う認識過程である。

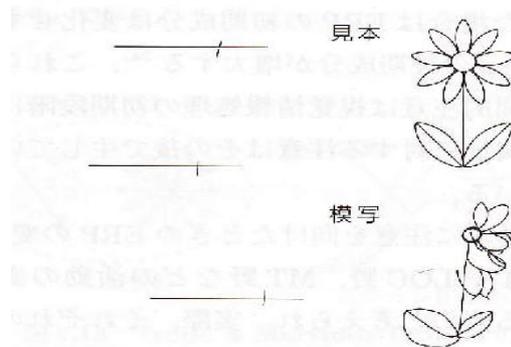


図 7.9 線分二等分課題（左）と模写課題

半側空間無視・・・行動の際に自分の身体や外空間の左半分を無視する症状。右半球の脳を損傷した場合に見られる。

視覚性物体失認・・・模写ができてそれがわからない。（鍵描きました。「はい、なんですか。」「分かりません。」）

相貌失認・・・人の顔だということが分かっても、誰の顔か分からない。

（「これは誰の写真ですか？」「分かりません。」「私です。」「お前だったのか。」「そうだ。」）

⑤補完・・・隠れたものを補って認知すること。

・**アモダール補完**：右図で正方形見えるでしょ？

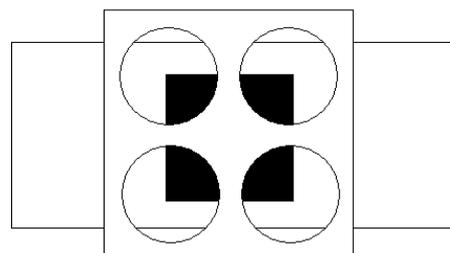
・主観的輪郭

・**連続聴**：途切れているはずの音が繋がって聞こえる。

ピ-サ-ピ-サ-ピ-サ-ピ-サ-♪ （ピサじゃないです）

と流した時サ-の時にもピ-が聞こえる。

・**盲点の充填**（図 11,11）



⑥知覚交代刺激



これ。何に見えますか？

若いお姉さんとも婆さんとも見えます。

このような図は、多義的な解釈が可能であり、それはこちらがどのような状態かという知覚的構えで変わってくるのだ。

複数の異なる解釈から、ただ一つの知覚を成立させる神経メカニズムを問うことが、意識の統一性のメカニズムの解明につながると考えられ、意識の脳研究が進んでいる。

- ・ **両眼視野闘争**：左右の目に異なる刺激を見せた時に、どちらか一方だけが知覚される現象。

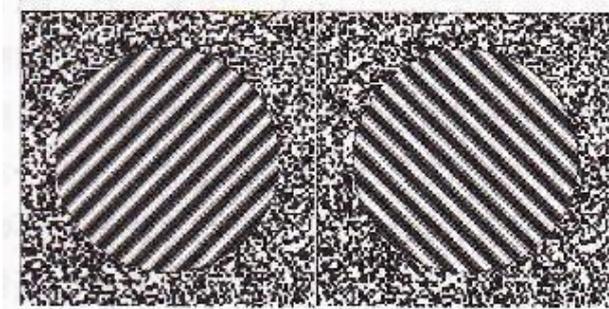


図 11.7 両眼視野闘争刺激

左右の縞模様が別々の眼に入るように眺めてください。左右の像が重なると、ちょっとずつ知覚交代が生じ、両者が混じり合うことはない。全く異なる絵柄の間ではげきてきな知覚交代が起きる。

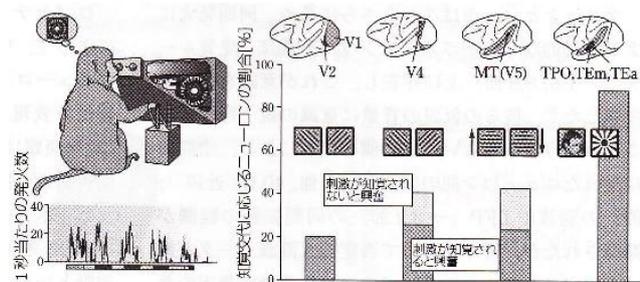


図 11.8 ログセティスによる両眼視野闘争下の電気生理実験^{19), 20)}
左下図の縞模様はサルのリバー操作を表す。

⑦心的イメージ

- ・・・直接の感覚入力なしにここに思い浮かべる。

刺激対象が存在しないにもかかわらず、それが存在したときと類似した知覚体験する。

e.g.目を閉じて人の顔を思い浮かべる

- ・ **心的回転**…頭の中である物体の回転する様子をイメージ。

- 単なる感覚運動処理を超えて世界を感じている気がする私たちの意識とは何だろうか、難しい問題だ。
- 覚醒時には意識はある、睡眠時には意識はない。では夢は意識だろうか。
- 注意を向けていない対象は意識できない。意識する時間は現実時間とかけ離れている。
- ありありと感じる世界は脳内のつじつま合わせなのか。
- 自意識を感じ続けるという自己省察、他者意識を理解するという心の理論は、脳内で局在的に処理されるのか。

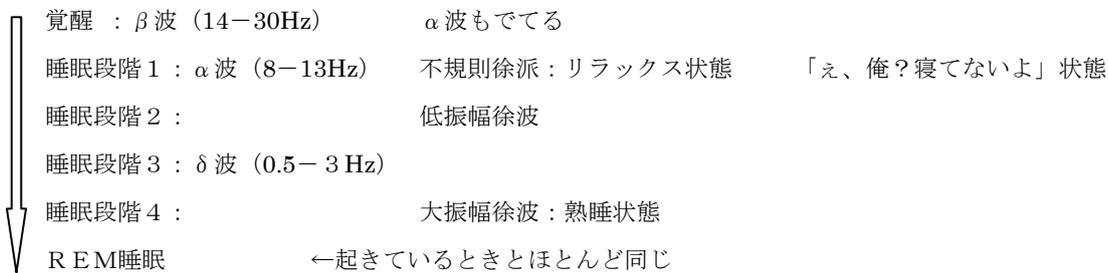
①意識の三様相

覚醒水準：目が覚める。無意識からの脱却。

気付き：自分の感情に気づく。恋愛意識など。

自意識：自己の行動規範などについて考える。

②睡眠段階 脳波の周波数で大別できる（一般的に1→2→3→4→3→2→1→REM→1→2……）。90分周期。



③REM（Rapid eye movement）睡眠

脳波は覚醒時とよく似た波形を示し、脳血流も増加する。

骨格筋は他の段階と同様弛緩状態だが、まぶたの下で眼球は急速に動いている。

この状態のとき、人間は夢を見ていることが多い。また、目が覚めやすい。

「ナルコレプシー」：突然REM睡眠に入ってしまう病気。脳の睡眠中枢が関与しているらしい。ふっと寝ちゃう。REM睡眠。

※睡眠障害のひとつで、驚きや笑いなどの突発的な感情をきっかけに突然の筋力低下（脱力発作）を生じるほか、起きている時間帯に自分では抑えられない眠気が繰り返し起こる。

④注意と意識化

• 変化の見落としし…よくテレビでやってる写真2枚の変化を見つけるあれ。

一瞬では一つにしか注意を払えないため、写真の間に空白入れるとわからない。

• 非注意による見落とし：たとえばバスケのパスをカウントしているときに、ゴリラが入ってきても気づかない

他の物が網膜上にあっても注意してるものだけに注意を払う。

⑤意識の空間特性

オンデマンドの意識

右図の中心を見ていると、周りの「お」が見えないのだが、

さっき見たしきつと「お」だろ、と錯覚してしまう。

消えているはずないという思い込み。



図 11.12 周辺視野の空間解像度

⑥意識の時間特性



・意識は時間をさかのぼる

左の赤球から順に提示していくと、球は動いていないのに、2番目が提示された後に1番目から2番目へとなんらかの動きがあったのだろうという意識が働く。

・触角ラビット錯覚

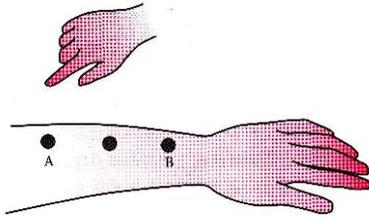


図 11.5 触感ラビット錯覚

A→真ん中→B …普通

A→A→B …A→真ん中→Bか?と錯覚してしまう。

⇒後に押されたBによってAの位置が錯覚された

・意識が起こる前の脳

リベットの実験



図 11.14 リベットによる自由意思を問う実験

運動準備電位：自発的な運動のはるか前に生じる緩やかな脳波の変化

自由意志が芽生える前に動かそうという準備電位があって、結果として自由意志をもつという説。



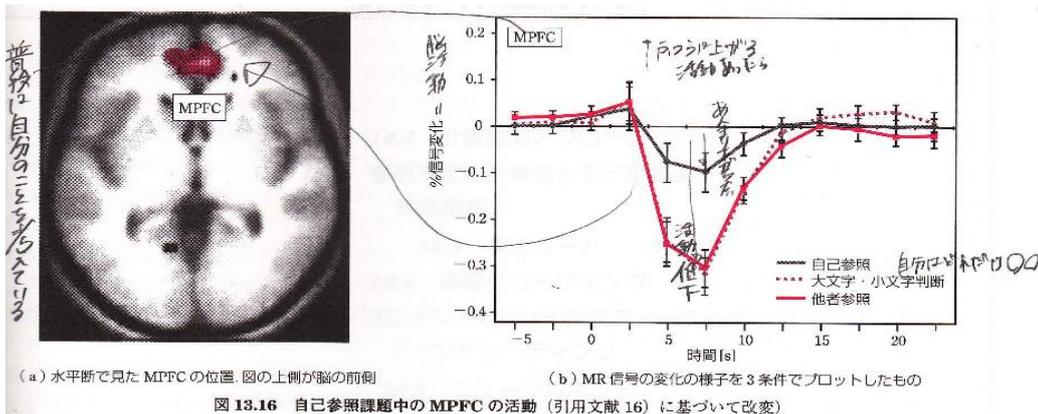
⑦メタ認知と自己省察

一次表象作用：事象を認知している。

↓

二次表象作用（メタ認知）：「事象を認知」と認知。幼児はできない。

自己省察：自意識のメタ認知（自分が自分であるという意識）



⑧「心の理論」：他者の心を理解する働き（他者が自分とは異なる考えを持つことを理解する働き）。

三歳児以前にはできない

・三つ山問題

山が三つありました。北と南と東と西に3歳のA君、B君、C君、D君がいました。

A君はC君から見た風景を考えられますか。無理です。

・誤信念課題「サリーとアンの課題」

①サリーはカゴ、アンは箱を持っている。

②サリーは自分のビー玉をカゴに入れ、外に出かける。

③アンはサリーに内緒でビー玉を自分の箱に移しかえる。

④サリーが帰ってきて、ビー玉で遊ぼうと思った。

…という紙芝居を被験者に見せた後、サリーがまずどうするかを問う。

→ある程度まで心が発達した被験者はサリーがまず自分のカゴを探すか答えるが、3歳児以下の子どもや自閉症患者に尋ねた場合、

サリーはまず真っ先に実際ビー玉が入っているアンの箱を探すか答える。

自分が見たことを他人も知っていると思い込むため。

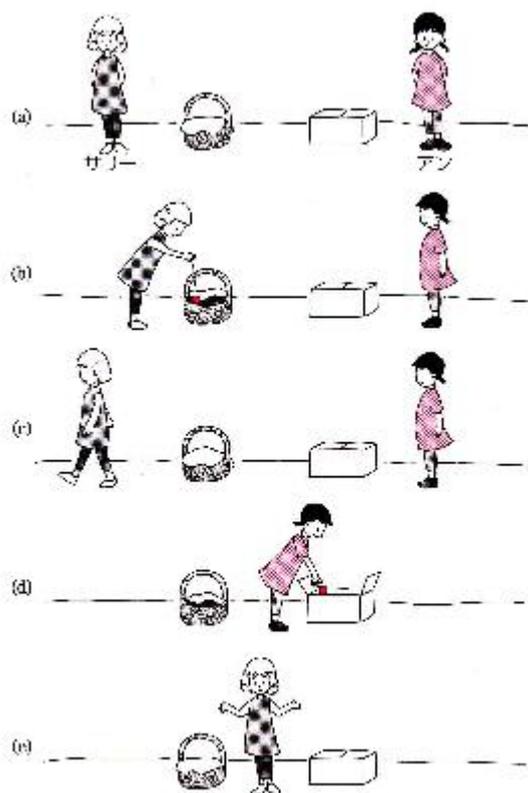


図 13.14 誤信念課題の例

§ 5 学習

- 何かと何かを結びつけて憶えるのが連合学習。経験による行動の変容はそれ以外に例えば馴化・鋭敏化もある。
- 古典的条件付けでは、条件刺激（光）が無条件刺激（餌）と連合して条件反応（唾液）を生じる。
- オペラント条件付けでは、手がかり（光）が強化子（餌）と連合して行動（レバー押し）を動機づける。
- 脳内の特定部位を電気刺激すると強化子としてはたらく。
- 運動技能は経験で変容するが、数々の条件付けの関与に加えて、脳内で運動プログラムの自動化がなされる。

① 馴化・鋭敏化

学習：経験によって行動が変化すること

記憶：過去の経験の効果を保持すること

非連合学習：独立した反応

馴化：繰り返し刺激 → 反応減少 例：アメフラシのえら引っ込み反射＝水（無害）をかけ続けるとえら引っ込みなくなる。

鋭敏化：繰り返し刺激 → 反応増加 例：電気ショック（有害）何回もやるとだんだん反応が大きくなる。

② 古典的条件付け

条件刺激（CR）と無条件刺激（UCS）とを対呈示 → 条件反応（CR）を形成。

例）・梅干しを見ると唾液が出る。

- **パブロフの犬**：光（CS）だけでは反応は無いが、えさ（UCS）と共に繰り返し呈示すると唾液分泌（CR）を形成、光（CS）だけで唾液を分泌する（CR）ようになる。

※**予報性**が重要：CRを形成するためには、CSがUCSに先立って呈示されることが重要。

例）音と嫌悪刺激を与える。 同時に出す→条件付け起きる

ランダムに出す→条件付け起きない

音から30秒以内に刺激→条件付け起きる

③ オペラント条件付け

特定行動に**強化子**（報酬・罰）を与える → 自発的行動が変容する。

報酬 → 行動増加

ある行動 → 罰 → 行動減少

無視 → 消去

光（手がかり）が与えられたときに、レバーを下げる（特定の行動）と餌（強化子）が与えられる

→繰り返していくと、レバーを下げる回数が増加する（行動の変容）

※全強化・部分強化

強化子を常に与える → 全強化：条件付けは早いが消去されやすい。

強化子を時々与える → 部分強化：一度条件付けが定着すると消えにくい（効果的）

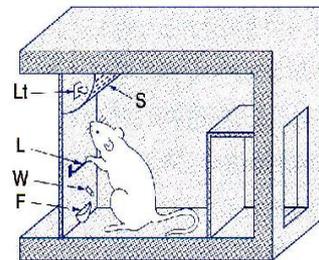


図 スキナー箱 (Keller & Schoenfeld, 1950)

オペラント条件づけの代表的な装置。白ネズミがレバー（L）を押し下げると、皿（F）に餌が与えられる（あるいはWから水が与えられる）。必要な場合には、上方のスクリーン（S）の中の明かり（Lt）をつけることもできる。

④消去・般化・分化 …去年出ちゃったけどね

消去:条件付けを行ってから、条件刺激だけを繰り返し提示して無条件刺激を提示しないと、条件反射は徐々に低減する。

例) 光がつくとエサを与えていた(獲得試行) 犬に光(CR)がついてもえさをあげない(UCSなし) 試行(消去試行)を繰り返す。

→光(CR)だけでは唾液を分泌しなくなる(CS消去)

般化:条件反射が、条件刺激に対してだけでなく、それと類似した刺激に対しても生じる。

例) 「ミ」の音(CR)で唾液を分泌する(CS)ように条件付けされた犬に対し、「レ」や「ファ」の音(CR?)を刺激として与える
→少し唾液を分泌する(CS?)。

分化:2つの刺激の片方には無条件刺激を伴わせ、他方には伴わせないで提示すると、前者には条件反射を生じ、後者には生じないというように、刺激を区別するようになる。

例) 音(CR)とともに電気ショック(UCS)を与える試行を繰り返し、音(CR)を聞いただけで皮膚電気反射が起こる(CS)よう条件付けされた犬に対し、低い音(CR①)を聞かせるときは電気ショック(UCS)を与え、高い音(CR②)を聞かせるときは何もしない(UCSなし)を繰り返す。

→低い音(CR①)のみに強く反応する(CS)ようになる。

⑤二次条件付け

獲得された条件反射を利用して新たな条件付けを行うこと！

「条件刺激・手がかり」だったものが、別の学習に対する「無条件刺激・強化子」になる。

例) はじめに犬にベルの音と餌を対提示して条件付けを行ない、ベルの音によって唾液を生じるようにする。

その後、犬に新しい刺激、たとえば白い正方形の図形を見せ、その後ベルの音を聞かせる。

犬はベルの音を聞くと唾液を分泌する。これを繰り返すと、正方形は唾液分泌の新たな条件刺激となる。

⑥脳内自己判断：脳に直接刺激を与えることで、条件付けが可能。

例) ラット脳内の「報酬系」と呼ばれる部位に電気刺激を与える。

→強力な強化子になる(報酬・快楽として認知)。

→レバー押し学習ができる。

※報酬系の電気刺激は時に食欲・性欲よりも強い快楽をもたらすことが知られ、「暴走する快楽」ともよばれる。麻薬・覚せい剤が同様の刺激をもたらすともいわれる。

側坐核: 快の情動刺激に対して強く活動する「報酬系」

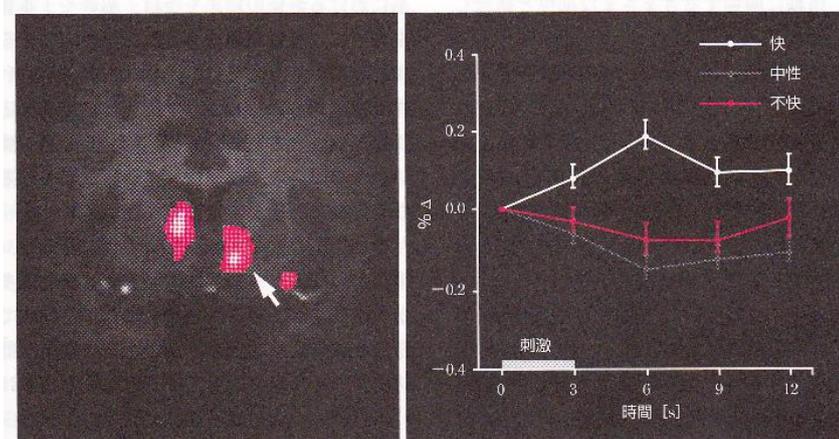


図 12.5 情動刺激に対する側坐核の活動
側坐核(左図矢印部分)は、快の情動刺激に対して強く活動する。

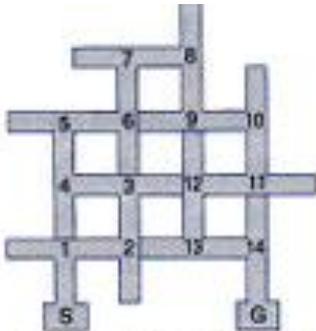
⑦潜在学習 : 報酬がなくても、潜在的に学習している。

例)ラットの認知地図:ラットを迷路に入れ、出口に着くまで道を間違える回数をカウントする。

この時、出口にえさがある場合(①)と無い場合(②)、実験の途中から出口にえさを置く場合(③)の3パターンで調べる。

→③のラットが予想以上に早く出口への道を認識する。

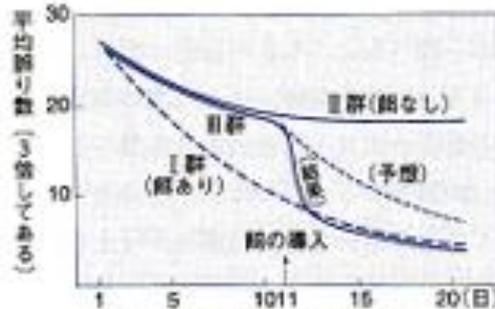
→ラットは報酬が無くとも潜在的に迷路の構造を記憶していると考えられる。



図A 潜在学習に用いた迷路

(Tolman, 1932)

Fアやカーテン等は省略した。
S: 出発箱, G: 目標箱, 数字は各分岐点の番号。



図B 潜在学習の学習曲線

(Tolman, 1932)

実際の結果でなく、理想化した曲線に書きあらためた。無群は10日目まで餌なし条件、11日目から餌あり条件で訓練した。

⑧技能学習 運動技能がトレーニングで熟練する

①認知(ルール認知):技能のやり方を知る、学ぶ。

↓

②連合(フィードバック学習):失敗と反省を繰り返しながら、何度も練習する。

↓

③自律(プログラム学習):学習が脳の中で整理され、自動的に技能を駆使できる。

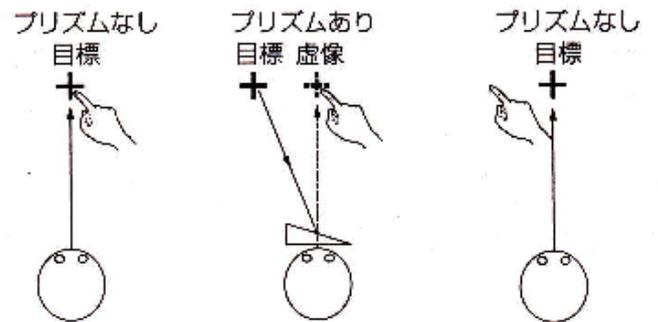


図 8.23

プリズム順応(右図)では、プリズムを入れた眼鏡をかけて視野をずらした状態で目標に手を伸ばす。

初めは虚像に手を伸ばしてしまうが、試行を繰り返すと目標に手を伸ばすように順応する。

その後プリズムをはずすと、今度は視野をずらした方向とは反対向きの誤差を生じる。

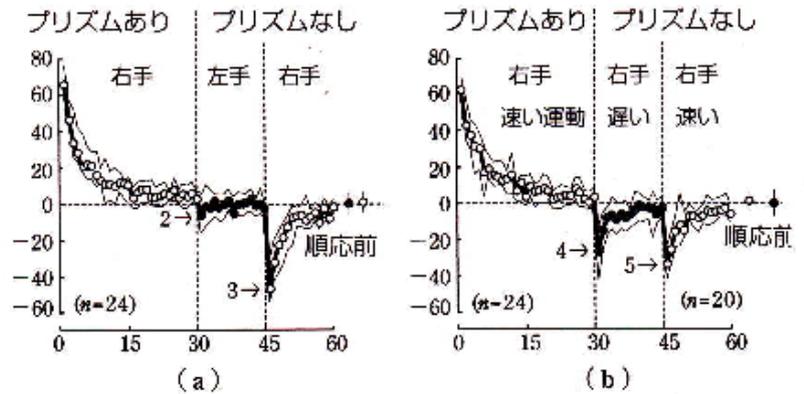


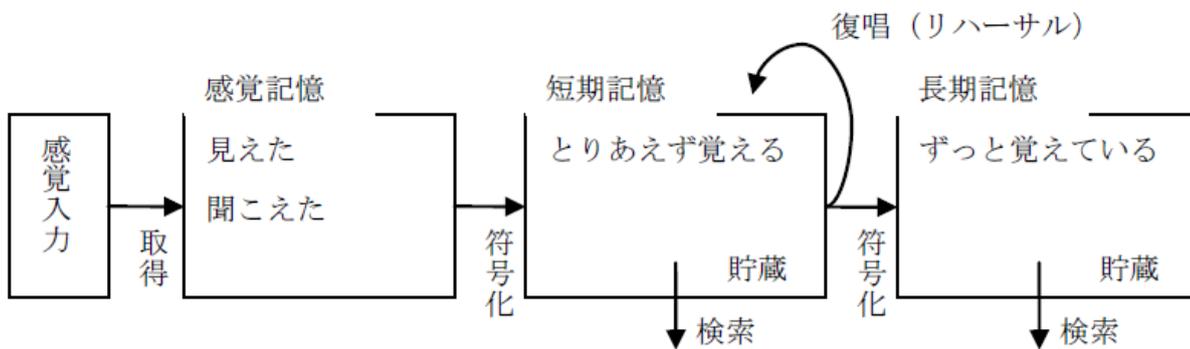
図 8.24

§ 6 記憶 …これも丸パクリ

- 記憶には**記銘・保持・想起**の三段階がある。
- **短期記憶・長期記憶**という2種類の保持が想定される。
- 短期記憶は保持期間が短く、 7 ± 2 チャンクといわれるように記憶容量も少ないが、長期記憶に転送されれば**長期的・容量無制限**に保持できる。
- 潜在記憶は、意識的に思い出せないが、後の処理成績に影響を与える**プライミング効果**を生じる。
- **辺縁系の海馬**が記銘に重要で、**長期増強**など脳の可塑性が記憶に関係する。

①記憶の三段階

- 符号化 (**記銘**) : 取り込む (覚える)
- 貯蔵 (**保持**) : 貯めておく (覚えておく) ←いずれか一つだけができない病気などもある
- 検索 (**想起**) : 取り出す (思い出す)



②二重貯蔵モデル

短期記憶 (STM) : 数秒間だけ保持

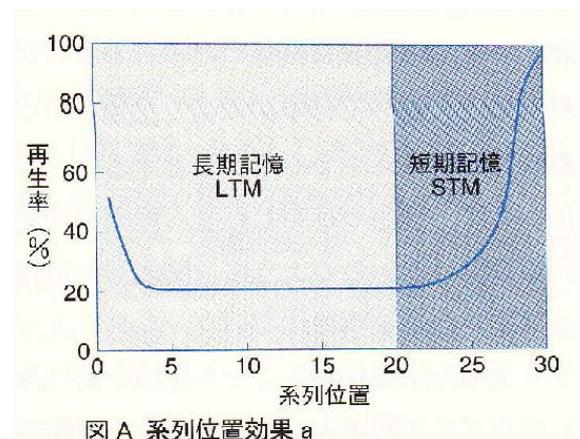
↓ 意識的に脳内で復唱

長期記憶 (LTM) : 数分～数十年にわたって保持

• **系列位置効果** : 順番に提示される情報を暗記する際、初めのほうに提示されるものと終わりのほうに提示されるものをより覚えていることが多い。

例) ランダムに食べ物の名前を30個提示し、後からどの名前を何%の人が思い出せるかを調べる。

- 始めの4つほどは覚えている人が多い (**初頭効果** : 長期記憶)
- 終りの4つほども覚えている人が多い (**親近効果** : 短期記憶)
- 短期記憶の**保持曲線** (忘却曲線)
復唱しないとき、短期記憶はすぐに失われる。



③記憶容量

短期記憶: **7±2チャンク**(情報のかたまり)

例) 3141592653589793238462643383279 意味の無い数字列として扱えば31チャンク。

「産医師、異国に向こう、産後厄無く、産婦御社に、虫散々、闇に鳴く」なら7チャンク。

長期記憶: 無制限

※チャンキング (意味のあるまとまりに分けて覚える行為) を利用して、記憶範囲を増やせる。

④感覚記憶

部分報告法: 意味の無い文字列のうち、全体の中の一部(右図だと真ん中の段だけなど)を答えさせる。

→全体報告法(情報を1つ1つ記憶させる)よりも答えることができる情報は多い。

→7±2チャンクを超えた記憶が可能になることも。

G	R	L	H
W	S	K	L
A	R	E	G

⑤顕在記憶・潜在記憶

再認: 「前にこれを見た」とわかる。再生よりも容易。

再生: 「前に見たのは何か」が出来る。

・TOT (tip of the tongue) 現象: 再認は出来るが、再生は出来ない。

例) 名前が思い出せない、単語の意味を思い出せない、解答を思い出せない (TOT)

再学習: 一度学習したものは前よりも容易に学習できる。

・**プライミング**: 以前に見たものの認知的処理が促進される

⑥脳の記憶システム

・**海馬** 大脳辺縁系にある組織、符号化に関与している。失うと記憶が出来なくなる。脳の左右に1つずつある。

⑦**脳の可塑性**: 神経回路は物理的・生理的にその性質を変化させることが出来る。

神経連絡は使うものほど強くなる

長期増強: 人工的に電気刺激を与え続けると連絡性が増す

↓

形態的可塑性を持つ神経細胞に、物理的なシナプス連絡が生まれる (シナプス増強)

⑧**記憶の変容** : 記憶は作られる

例) ・目撃者の証言: 意図的な質問・誘導などによって実際見ていないことを見たと思込む (記憶が 無自覚のうちに変容する) ことがある。

・**フラッシュバルブ記憶**: 衝撃的なニュースがあった日のことを鮮明に覚えている「ような気がする」。

→実際は記憶の再構成の過程でつじつまを合わせているからそう感じるに過ぎず、時に誤った記憶 が定着する。

- コミュニケーションは動物一般の重要な通信機能だ。
- 人間の言語はそのひとつで、話し手が送信者として産出、聞き手が受信者として理解して、意思疎通ができる。
- 言語音は、フォルマント位置や遷移で母音・子音の音声を区別し、聞く側で音韻にカテゴリー化して理解する。
- 音韻・形態・統語・意味の文法を心内辞書にもち、それを話し手と聞き手で共有して、初めて言語が成り立つ。
- 言語野は左半球にある。特定の部位が損傷すると理解困難・発話困難など、異なる失語が生じる。

①コミュニケーション行動

信号の発信、受信

例) スズムシ・ハチ・スズメ・ツグミ・トゲウオの求愛行動・ヒトの挨拶行動

スズメとブラックバード←種によって「歌」は違う

②産出と理解

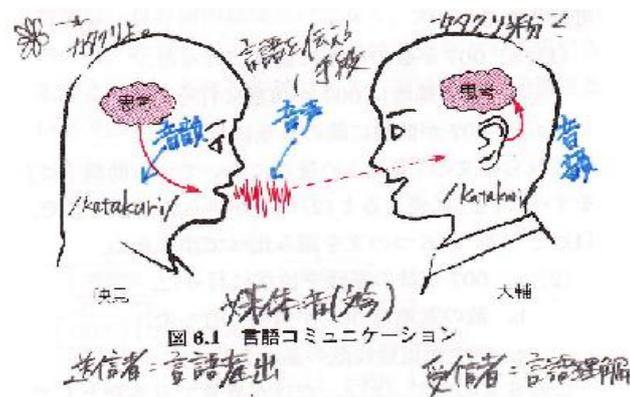
言語：人間に固有の通信機能

送信者：言語の産出

どういう言葉で、どういう発音だったか。

受信者：言語の理解

この音声は何を意味するのか



③言語音

声帯振動：調音器官での共鳴、減衰

→ **フォルマント**：音声の振幅のピーク。音の高さや強さに依存せず、声や楽器の音を特徴付ける。

④音素のカテゴリー化

音声信号のカテゴリー弁別：特定の言語にあてはまるものとして認識 (マッピング)。

→ 基本単位は「音素」

例) 子音の**プ** (/p/) を言ってから間隔を開けて母音の**ア** (/a/) を言う。

→ プとアの間隔を変えていくと「パ」に聞こえた割合が、間隔35ミリ秒前後で急に変化。

→ 「パ」として認識する漠然とした基準があることが分かる。

※音素構造は人それぞれだが、聞き手はある程度なら相手に合わせて解釈することもできる。

※正確な音声認識は物理的に不可能。コンピューターの音声認識が不確実なのはそのため

⑤文法と心内辞書

文法：音韻・形態・統語・意味の知識

心内辞書：文法の脳内表象 → これを共有しているから話することができる

⑥文解析

・中央埋め込み文

黒い犬が灰色のネズミが黄色の蛇が白い猫がかわいいと感じたのを知っていると思った。

→短期記憶でも覚えきれないので、人間には解読不能。

・袋小路文

黒い犬が灰色のネズミを食べた黄色の蛇に吠えた。

→「食べた」まで聞いて完結したと思いきや、「黄色の蛇」がでて、「え？」ってなって修復して、「吠えた」で「！！??」

文法的解析の際、最後の一語のために最初に戻る必要がある

・同音異義句

「あの牛の小屋」：「あの」が後ろのどちらの名詞を修飾しているのか分からない。

→韻律の手がかり

「あの牛の／小屋」「あの／牛の小屋」と音を区切れば分かる。

⑦⑧言語野と失語

ブローカ野 : 左半球 前頭葉の下の方 →破損→ 理解はできるが、話せない。(運動失語) →「タンタンタン」の人

ウェルニック野 : 左半球 側頭葉の後ろの方 →破損→ 音は聞こえるが、理解できない。(感覚失語)

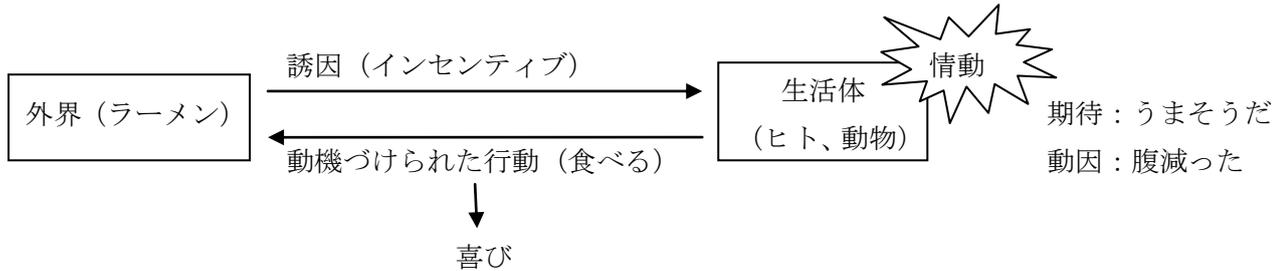
失書・失読(ディスレクシア) …知的遅れはないが文字の読み書き学習が困難な障害。

- 動機付けを原動力にして、生活体は外界と相互作用する。そのときに生じる心的反応が情動だ。
- 食の動機付けは、食物を誘因、飢餓を動因とするが、心理的要因の動機付けもかかわって食行動が決まる。
- 認知評価モデルによれば、まず刺激を無意識的に評価し、次に情動行動・生理反応・体験・表情が誘発される。
- 情動表情は言語をもたない動物のコミュニケーションの道具だ。基本表情は種内・種間問わず共通している。
- 扁桃体・側坐核はじめ多くの脳部位が関与している。

①動機づけと情動

動機づけ：何かをしたい（モチベーション）

情動：それに伴う心的反応



②食行動

- 生理的要因

視床下部で制御・・・水分調節中枢「水を！」満腹中枢「食うのやめろやー。」摂食中枢「お前食べやー。」

- 心理的要因

新奇恐怖: 知らないものは食べない。好奇心に敗れることも多い。

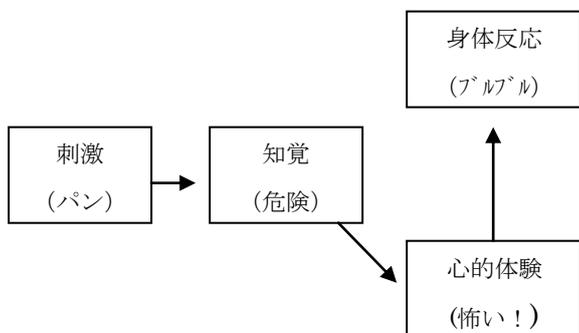
味覚嫌悪: 一度食べておかしくなったら二度と食べない。強力な学習となる。

量の認知的な決定(主に視覚情報): 普通は満腹中枢がはたらく前に目で見えて判断する。

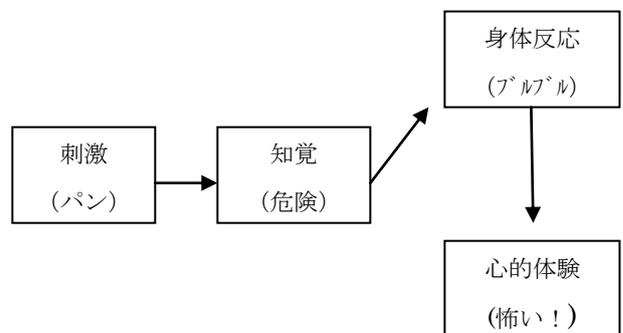
ストレス・意思・価値観などの影響: ダイエットなど。

③情動の古典的理論

(1)素朴心理学：怖いと感じてから体が震える



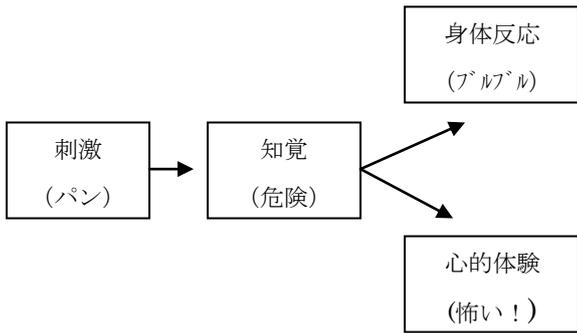
(2)ジェームズ・ランゲの末梢起源説



※身体反応が感情を引き起こす。

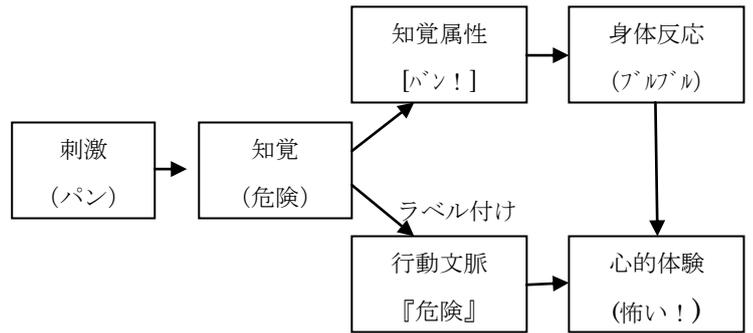
例) 涙が出ているから悲しい。飲酒で饒舌になる。

(3) キャノン・バードの中枢起源説



※視床下部における知覚が
身体反応と感情の両方を規定する。

(4) シャクターの2要因説：現在の主流



※体の状態と周囲の状況の2つから、
情動は推測・決定されている。
例) つり橋効果: 危険なつり橋の上で異性に
話しかけられると、普段よりも相手に魅力を感じる。
→ 身体の震えを恋の震えと認識するため。

④ 認知評価モデル

	恐怖	悲嘆
行動反応	逃げる	助けを乞う
刺激→評価→生理反応	震える	泣く
認知反応	怖い	悲しい
情動表現		; _ ;

⑤ 基本的情動

情動はカテゴリー的 (怒り・嫌悪など) にも次元 (快-不快と活性-不活性) にも表現できる。(図 12.2)

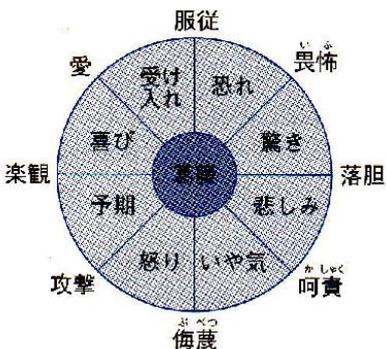


図 A 情動の円環的配置と混合型 (Plutchik, 1986)

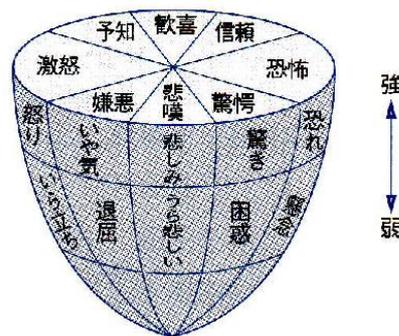


図 B 情動に関する多次元モデル (Plutchik, 1986)

⑥ 情動の表情表出

基本表情—怒り、悲しみ、喜び、恐れ、嫌悪、驚き、侮蔑

種内普遍性：異なる言語 etc でも、喜びの表情は同じ

種間普遍性：チンパンジーも人間と同じように笑う

生得性：乳母は母の表情を模倣

⑦情動の神経機構

前頭葉～制御 辺縁系（扁桃体、側坐核：楽しさとか）～評価
視床下部～行動、生理反応

・扁桃体

大脳辺縁系にある組織：恐れ情動に関与

例) 扁桃体を電気刺激した猫：「恐れ」を示す行動をとる、警戒してうなり声をあげる。

扁桃体を破壊した猫：「恐れ」を感じず、性欲に従うままに行動するようになる。

模型や別の動物に対してもひたすら性行動をとる。

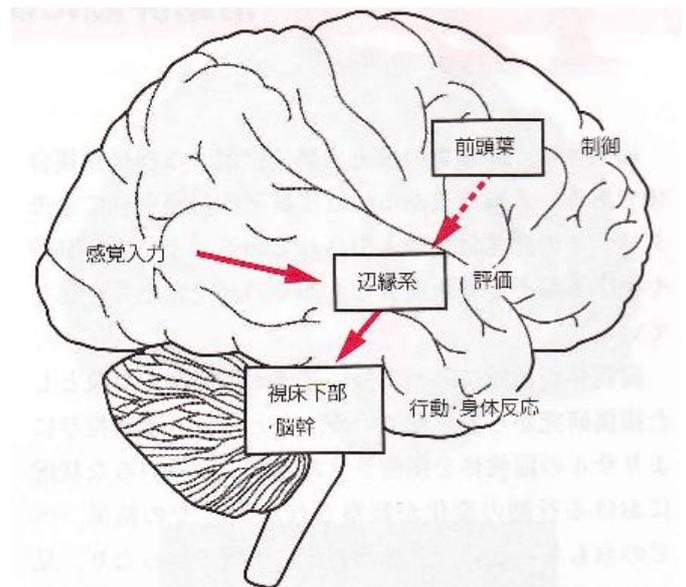


図 12.3 情動の脳内処理機構の大枠

辺縁系は、感覚信号の入力を受けて、情動的な評価を遂行する。視床下部・脳幹は、辺縁系からの信号で活動し、情動の行動・身体反応を喚起する。前頭葉は辺縁系や視床下部・脳幹に信号を送り、情動の評価や反応を制御する。

⑧道徳的ジレンマ

二手に分かれている線路があって、そこに電車が向かっている。

あなたはその分岐点の脇に居て、そこにはレバーがあって、それを押すと路線を変更できる。

今、AとBの線路に分かれてるとして、Aには5人、Bには1人が居て、電車は暴走していて止まれないとする。このままいくとAの線路を通過して5人が死ぬ。しかし、あなたがレバーを押すと1人死ぬだけで済む。

もう一つのパターンは、Aに5人、そしてあなたの隣に1人居て、レバーが故障してる場合である。

この場合、あなたがその1人を線路につき落とせば5人は助かる。

これはいずれも1人を犠牲にすれば、5人を助けることができるという、どこぞのサンデルも話していた例だ。

しかし、同じ1人を犠牲にするにしても

前者の場合には、**前頭葉の作業記憶関連領域が活性化**し、後者の場合には、**前頭野の情動関連領域が活性化**する。

- 心理量は直接測れない。心理量と関係する物理量を測る。
- 検出できるぎりぎりの物理量は、検出能力の指標になる。弁別できるぎりぎりの差は、弁別能力の指標。
- 錯覚など意識体験の量を測る方法に主観的等価点がある。
- 「弁別閾が刺激量の定率になる」がヴェーバーの法則、それを敷衍して「感覚は刺激量の対数になる」がフェヒナーの法則、「ベキ」がスティーブンスの法則。
- 閾測定以外に反応時間も使える指標だ。
- 心理的測定に加え fMRI などの脳計測も一般的になった。

①物理量と心理量

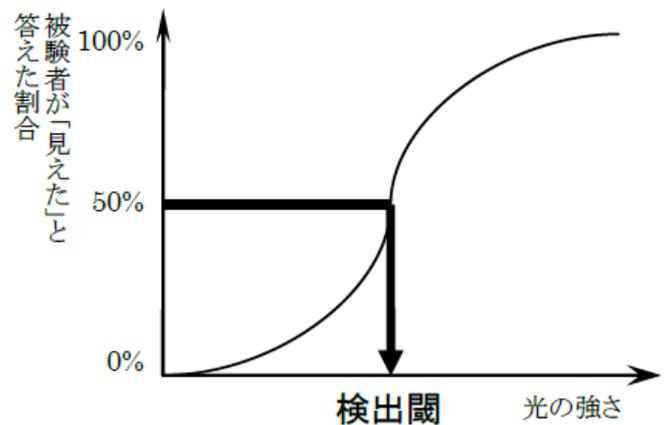
物理量：外界での量 心理量：心的体験の量

②検出閾

検出閾とは、感覚を生じるのに必要な最小の刺激強度を指す。
見えるか見えないか、ぎりぎりの物理量(光の強さ)のこと。

<感度の測定方法> 光の場合

被験者を光センサーと考える。
明かりをつけて被験者にその光が見えたかどうかを答えさせる。
このとき、光の強さをランダムに変化させ、同じ強さのものを
(間隔を置いて)何度か見させる。そして、50%の確率で被験
者が「見えた」と答えるような光の強さを検出閾とする。
検出閾が小さい人…感度が悪い人
検出閾が大きい人…感度がよい人



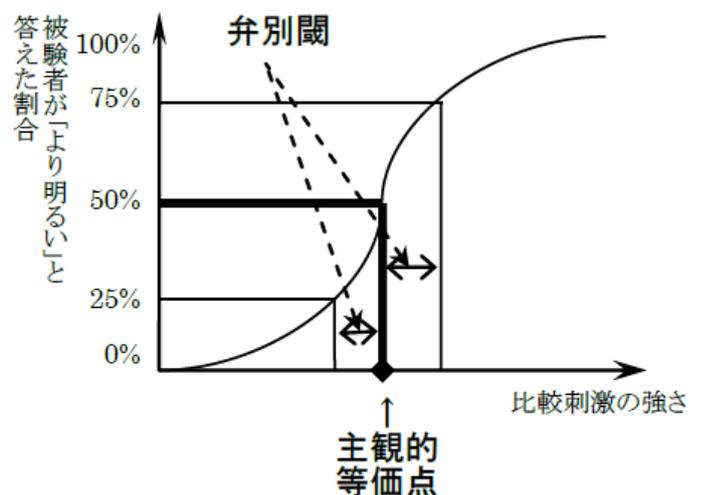
③主観的等価点と弁別閾

主観的等価点：標準刺激と同じに感じられる比較刺激の物理量（光の強さ）
弁別閾：標準刺激との違いが分かるか、分からないかのぎりぎりの物理量

ex)辛さ 1 倍～10 倍のカレー

1 倍のカレー食べて、スパイス 1 杯入れると辛く感じるが、10 倍のカレーに入れたところでたいして辛くなつたとは感じない。

標準刺激が 50%だからといって比較刺激は 50%にはならない



④ウェーバーの法則

$$\Delta I = kI \quad (\Delta I : \text{弁別閾}, k : \text{定数}, I : \text{標準刺激})$$

弁別閾 ΔI は標準刺激 I に比例する。また上の式は次のように書き換えられる。
すなわち、 $\Delta I/I = k$ つまり、弁別閾 ΔI と標準刺激 I の比は一定だということである。

<具体的な意味>

たとえば、300gの重りに対し、301g, 302g, …の重りを用意し、持ち比べてみて300gの重りと「差がある」ことが分かるのは何グラムか？を確かめるとする。このとき306gの重りではじめて300gの重りと「差がある」と分かったとする。すると弁別閾は6gになる。次に600gの重りに対して601g, 602g, …の重りを用意し、持ち比べてみて600gの重りと「差がある」ことが分かるのは何グラムか？を確かめる。すると612gではじめて600gとの差が分かる(弁別閾12g)。同様に50gの重りに対してはじめて差が分かるのは51gの重りであり(弁別閾1g)、900gの重りに対してはじめて差が分かるのは918gの重りである(弁別閾18g)。つまり弁別閾 ΔI は標準刺激 I に比例しており、この場合比例定数が $k = 1/50$ である(弁別閾 ΔI と標準刺激 I の比は常に一定)。この比 k の値は感覚系により異なる。

ΔI 弁別閾	I 標準刺激	$\Delta I/I = k$
1	50	1/50
6	300	6/300=1/50
12	600	12/600=1/50
18	900	18/900=1/50

⑤フェヒナーの法則・・・感覚を数字で測る

刺激が k 倍だけ増えると弁別できる(=感覚の目盛りがカチッと一段階上がる)状態になる。

$$\psi = c \log I \quad (\psi : \text{感覚(量)}, c : \text{定数}, I : \text{標準刺激})$$



<式の意味と由来>

上のウェーバーの法則において、標準刺激 I を50gとし、定数 $k (= \Delta I/I)$ の値を0.3だとする。つまり50gの重りに対して、はじめてそれとの差が分かるのは、65gの重りに対してである(弁別閾は15g)。さらに標準刺激65gの重りに対してはじめて差が分かる(弁別できる)のは84.5gの重りに対してである。そこで、この前の基準に対し弁別できるか否かを単位として感覚を数量に換算しようと試みた。この例で言えば、感覚量が1上がるごとに重さは3割ずつ増加しているから等比数列であり、等比数列は対数関数で表現できる。こうして上述の式が導かれた。

	I (重さ)	ψ 感覚量
	50g	0
3割増	65g	1
3割増	84.5g	2
	:	:

フェヒナーは弁別閾を使って間接的に感覚を測ろうとした。だがフェヒナーの法則は、すべてのものに当てはまるわけではない。そこで、スティーブンスはもっと直接的にどれくらいの量に感じるのかを聞いた

⑥マグニチュード推定法…被験者に感覚の大きさを数字で答えさせる方法

例えば、基準となる強さの明かりを提示してその強さを 10 とする。そして、明るさを変化させ、それが基準 10 の明かりの強さに対し、いくらに相当するか答えさせる。

☆ステューブンスの法則

フィヒナーの法則は、明るさの測定においては近似した値を導き出すことができたが、電気ショックの測定や、音の長さの測定、音の大きさの測定などではマグニチュード推定法を用いた測定値と誤差が大きくなってしまふ。

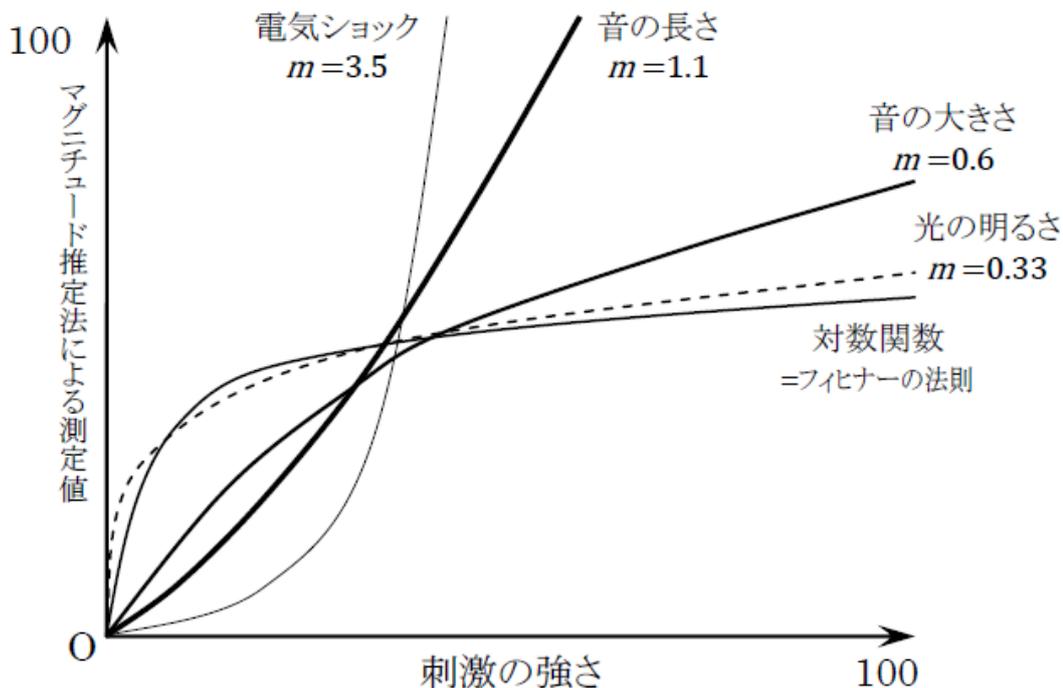
そこで、刺激強度 I と被験者が答えた心理量 ψ のあいだに次のような関係があることをステューブンスは導いた。これをステューブンスの法則(べき法則)という。

$$\psi = aI^m \quad (\psi: \text{感覚量(心理量)}, a: \text{定数}, I: \text{刺激強度})$$

$$\Leftrightarrow \log \psi = \log a + m \log I$$

感覚の強度は原刺激のべき乗に比例する

べき指数 m を任意の値に変えることで、マグニチュード測定法で測定した電気ショックや、音の長さ、音の**大きさ**の感覚量を極めて正確に表現できること。たとえば、電気ショックなら $m=3.5$ 、音の長さ $m=1.1$ 、音の大きさ $m=0.6$ 、明るさ $m=0.33$ (この場合だけフィヒナーの法則の対数関数に近似する) というように。



⑦反応時間

課題に要する時間→内部計算時間の推定値

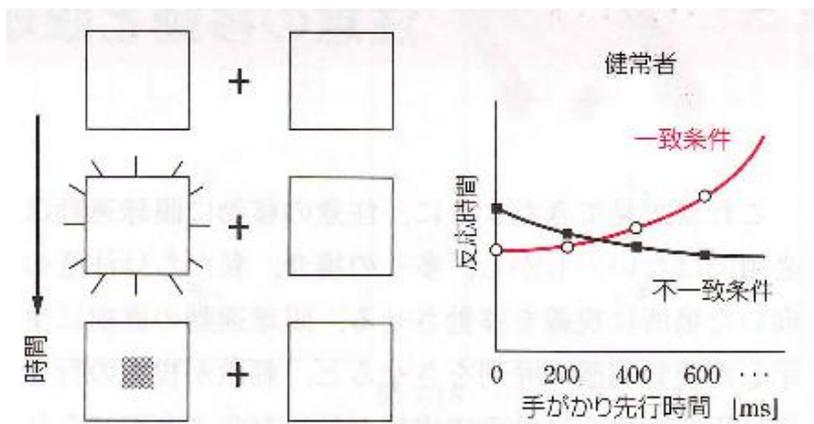


図 7.15

中央の+印を見ていると、左右いずれかのボックスが光る（手がかり刺激）。その後、ボックスの中にターゲットが現れるので、それを見つけた被験者はできるだけ早く手元のボタンを押す。手がかり先行時間が短いと、手がかりとターゲットが同じ場所に現れたとき（一致条件）に反応時間が短縮するが、先行時間が長いときには逆に一致条件で反応時間が長くなる。

⑧脳活動計測

fMRI:機能的磁気共鳴画像法

ヒトおよび動物の脳や脊髄の活動に関連した血流動態反応を視覚化する方法であり、非侵襲。

脳をボクセルで区切る。

分解脳の例：2mm×2mm×2mm×2S

高磁場のもの程、高い空間分解能を持っている。

- ニューロンは樹状突起、細胞体、軸索からなる。
- 軸索で活動電位を伝導し、軸索終末でシナプス伝達する。
- 左脳の言語優位など、脳にはある程度の機能局在がある。
- ニューロンは膜電位変化の形で信号を運び、正方向の変化を脱分極、負方向の変化を過分極と呼ぶ。
- 活動電位は全か無かで発生し、軸索終末まで伝導すると神経伝達物質の放出の引き金になる。
- 神経伝達物質はシナプス後細胞の膜電位を変化させ、ニューロン間では化学物質を介して信号が伝達される。

①ニューロンの構造

樹状突起 : 入力

他のニューロンから情報として神経伝達物質を受け取る部位

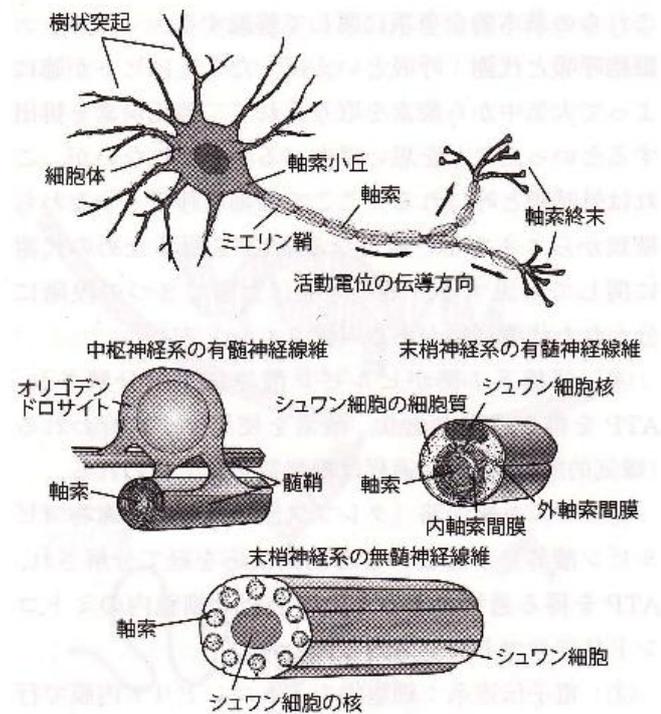
細胞体 : 統合

遺伝情報を蓄えている

軸索 : 伝導

軸索終末 : 出力

細胞体から軸索を伝導してきた活動電位が到達することで神経伝達物質が放出され、ほかのニューロンに情報を送る。



②脳の区分 (教科書の付録参照)

大脳～大脳皮質、辺縁系、大脳基底核

間脳～視床、視床下部

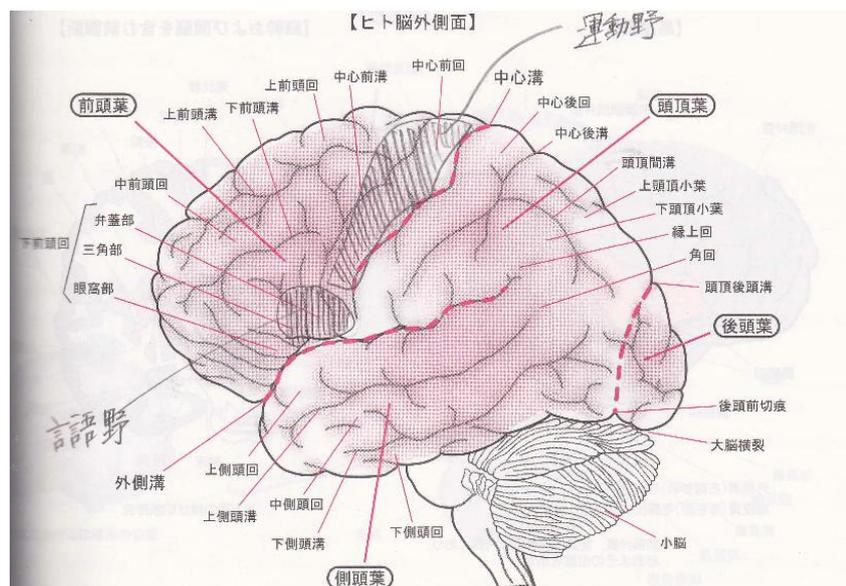
脳幹～中脳、橋、延髄

小脳

③大脳皮質 (付録参照)

大脳半球の表面～多くの回 (凸) と溝 (凹)

前頭葉 - (この間に**中心溝**) - **頭頂葉** - **側頭葉** - **後頭葉**



④機能局在 脳が部位によって認知機能を分担していること wikipedia でも見ようね☆

側性化～対側支配（右の感覚を支配するのは左半球！）、言語優位脳

分離脳…左半球と右半球の連絡が途絶えちゃった人の脳

物をつかむ行動はできてそれが何か答えられないみたいな実験やったよね？あれ。

19c ガルの骨相学 → 21c 認知神経科学

⑤膜電位 過去の偉人に感謝

神経細胞は他の細胞と違い興奮することができる。

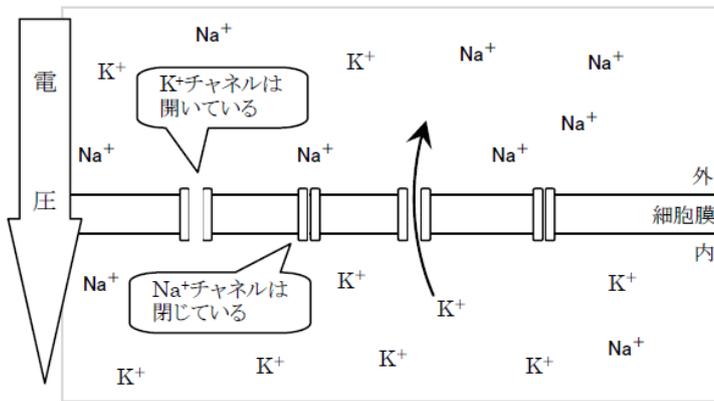
興奮とは細胞膜を挟んだ電圧の変化であり、これが信号として伝えられる。

細胞は細胞膜で包まれており、神経細胞も同様である。

細胞膜には所々にチャネルと呼ばれるタンパク質が存在する。

細胞はチャネルを通して、Na⁺イオン、K⁺イオン、Ca²⁺イオンなどを細胞外とやりとりしている。

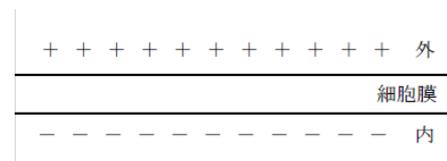
それぞれチャネルは閉じているときと開いているときがあり、これにより細胞膜にはイオンの選択的透過性が備わっている。



通常Na⁺チャネルは閉じ、K⁺チャネルは開いている。この結果、K⁺イオンは濃度勾配と電位勾配をひっくり返すように細胞の外から中へ流出していく。しかし、Na⁺は濃度勾配、電位勾配ともに細胞の外が高くなっているが、チャネルが閉じているため内部へは入れない。こうして、最終的には細胞の外にNa⁺イオンが多く、細胞の内部にK⁺イオンが多い状態になる。

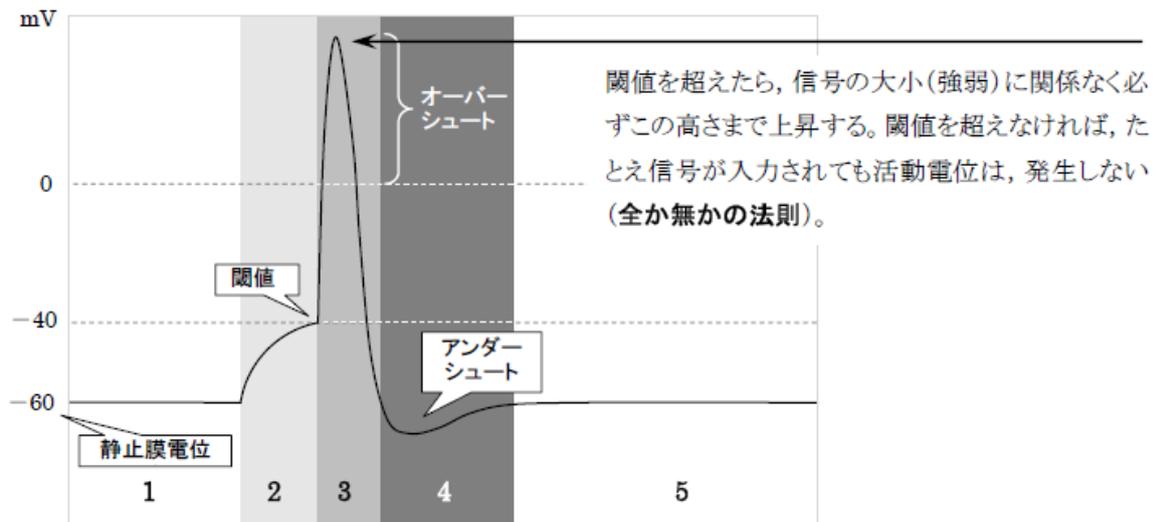
このとき濃度差を無視して電位差にだけ注目すれば、細胞内が細胞外に対して負になり(約-60mV)、細胞の外から内側へ電圧のかかった状態になる。この電位差を静止膜電位と呼ぶ。

神経細胞に刺激が加わると、それまで閉じていた Na⁺チャネルが開き始める。Na⁺は濃度勾配、電位勾配ともに細胞の外が高かったため、一気に細胞内へ流入する。+の電荷を帯びたイオンが中へ入ってくるのだから、細胞内の電圧は静止膜電位より高くなる(脱分極、つまり細胞内の電圧が+に近づくこと)。これが神経細胞の興奮であり、ニューロンの樹状突起で起きる。



⑥活動電位

興奮を減衰させず伝えるため、脱分極後に**活動電位**という膜電位変化が生じる。



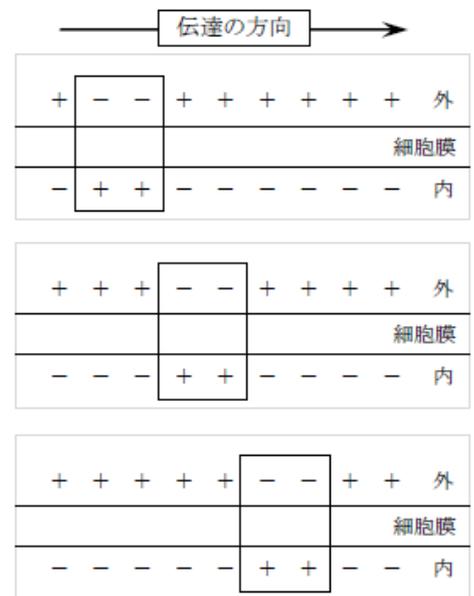
ある閾値以上の脱分

極に達すると膜電位依存型 Na^+ チャネル（ある膜電位に達すると開く）が活性化（上の図のうち3の前半）し、これまで以上に Na^+ イオンが細胞内に大量流入して、一気に細胞内の電圧は上昇、ついにプラスになる（**オーバーシュート**）。 Na^+ チャネルは一瞬開くとすぐに閉じ（不活性化）、 Na^+ イオンの流入は止まる。一方この頃、膜電位依存型 K^+ チャネルがゆっくりと活性化し、 K^+ イオンが大量に細胞外へ流出。+の電荷をもったイオンが外に出ていくので細胞内の電圧は一気に下がり、静止膜電位を一時的に下回る（**アンダーシュート**）。

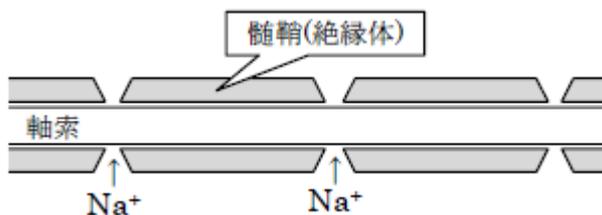
信号は、次の神経細胞に伝えられるために、軸索の中を伝達される。

①無髄繊維の場合(右図)

発生した活動電位は、すぐ隣の Na^+ チャネルを順次活性化させていく。全か無かの法則により、信号は減衰せずシナプスまで伝達される。

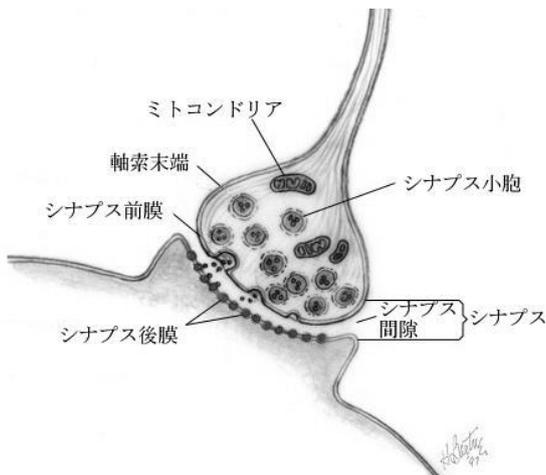


②有髄繊維の場合(下図)



軸索の周りを間隔を置いて髓鞘すいしやうが取り巻いている。髓鞘に取り巻かれている部分は外部とイオンのやりとりができないので、信号は髓鞘を越えて一気に次の髓鞘との切れ目まで伝わるから、無髄繊維よりも伝達速度が格段に速くなる。

⑦シナプス伝達



信号が軸索終末まで伝わると、電気信号が変わって化学物質により次の細胞に信号が伝えられる。

まず Ca^{2+} チャネルが開き、 Ca^{2+} が膜内に流入する。これが引き金となり、シナプス小胞が細胞膜に結合する。シナプス小胞内には**神経伝達物質**が入っており、これがシナプス間隙に放出される。放出された神経伝達物質が後細胞(伝えられる方の細胞)の受容体に結合、後細胞の膜電位が変わる。

⑧神経回路網

収斂・発散

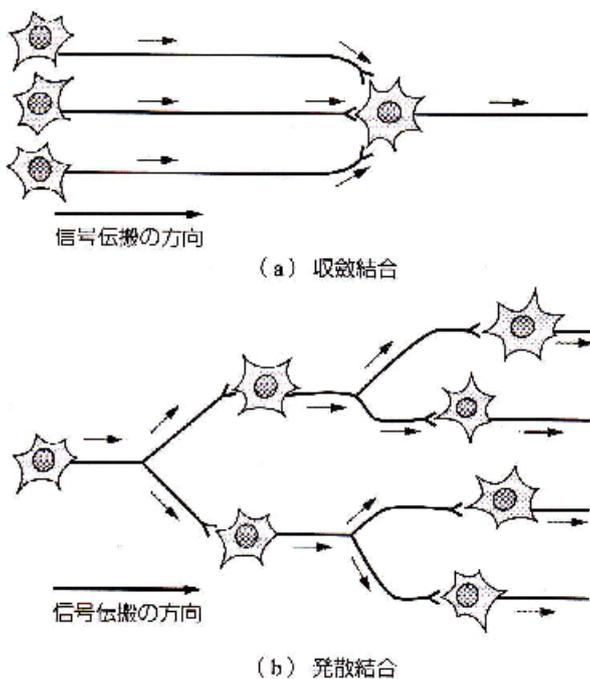


図 2.19 神経結合における収斂と発散

時間的・空間的加算

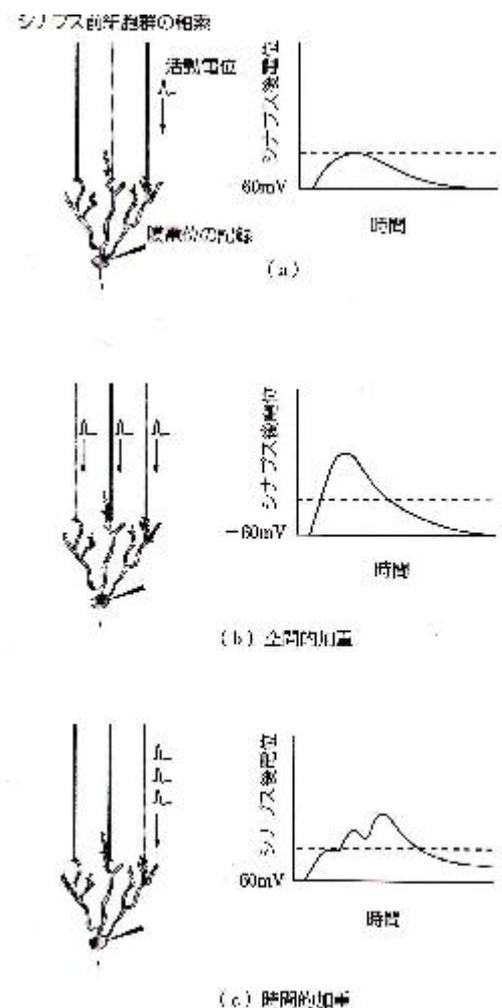


図 2.20 シナプス伝達における加算

- 前頭前野は、霊長類、特にヒトで大きく発達しており、臨機応変な行動をするのに重要な役割をもつ。
- 作業記憶を駆使して、大きな目標のために規律を守って刺激を適性配分する、いわば「理性的」な情報処理のはたらきを、実行機能という。
- 前頭前野は大きく外側部、内側部、眼窩部に分かれるが、それぞれ機能分化しているようだ。
- 前頭前野の機能には、能動的選択、葛藤時の認知制御、意思決定、価値判断などが候補に挙げられている。

①前頭前野

前頭葉で運動野以外の部分

→損傷するとノンルーチン行動（ものを考えること）に障害

Ex フィニアス・ゲイジさん

→頭に鉄骨突き刺さって脳に損傷負いながらも生きてたおっさん。

事故前に比べて性格悪くなった。

ウiskonシン・カード

②実行機能

規律を守り、適切に資源配分して目的遂行

春巻きの作り方とかね！

前頭前野の外側部が司る

③能動的選択 図 10.5 10.6

どこに目を向けるべきか

次に何をすべきか

④葛藤と認知制御

葛藤：相矛盾する情報がやってくる

認知制御：すべきことをする

ストループ効果 図 10.7

⑤意思決定

損得を考えて出方を決める

前頭前野の内側部が司る

アイオワギャブル課題 図 10.12

⑥価値判断 授業で省略

⑦知覚の読み出し

視覚野の活動パターンから呈示図形を読み出す

⑧運動の読み出し

運動野の活動パターンから手の運動を読み出す。

→頭に剣山みたいなもの突き刺して、念じてマウス動かしたりとか



図 10.2 前頭葉症状の例（ウiskonシン・カード分類課題）
ウiskonシン・カード分類課題は、カードを、色、形、数の3つの属性のいずれかに基づいて分類する課題である。正解/不正解のみのフィードバックから、自分で正しい分類ルールを見出さなければならないが、前頭前野を損傷した患者は、行動の柔軟性が失われ、このような課題が正しくできなくなる。