

第111回アブダクション研究会開催のご案内

アブダクション研究会

代表・世話人 福永 征夫

TEL & FAX 0774-65-5382

E-mail: jrfd117@ybb.ne.jp

事務局 岩下 幸功

TEL & FAX 042-35-3810

E-mail: chaino@cf6.so-net.ne.jp

■ホームページ■

<http://abductionri.jimdo.com/>

第111回アブダクション研究会の開催について、下記の通りご案内を申し上げます。

(1) 第110回アブダクション研究会のご報告をします。

■2016・9・24（土）に開催しました、前回の第110回アブダクション研究会では、「エコロジカルアプローチによる視知覚と身体運動」というテーマで、伊藤万利子氏（早稲田大学）に研究発表をしていただきました。

■伊藤さんの長年のご研究のデータの蓄積がよく生きていて、大変に聞き応えのある内容でした。当日の内容は、この案内状に添付の論文『エコロジカルアプローチによる視知覚と身体運動』とスライド資料に精確かつ詳細に再録されていますので、系列的に、綿密にお読み取りください。

■当日の時間の制約によって、J・J・ギブソンの「生態心理学」やその「知覚システム」との関連性の本質的な部分の話までは、行き届きませんでした。この点は、現在、伊藤さんに別紙の解説文を追加的に作っていただくようお願いをしているところです。それができ次第、この案内状を差し替える形でお届けします。

■このレポートでは、J・J・ギブソンの「アフォーダンスの知覚システム」の意義を紹介するために、わたくし（世話人）が『J・J・ギブソンの生態心理学が開いたアフォーダンスを知覚するシステムのその後の展開を探る』という資料を編集構成して、この案内状に添付していますので、じっくりとお読み取りください。

■発表者の伊藤さんのご尽力に感謝し、熱心に、活発なご議論をいただいた、ご出席の大河原敏男、北村晃男、安平哲太郎の各氏にお礼を申し上げます。

【1】

J・J・ギブソン（1904-1979）が開いた生態心理学とは、アフォーダンスという生きもののまわりに潜んでいる生きものにとっての意味をまず第一に考え、それを中心にして動物の知覚や行為について考えて見ようという主張である。

ギブソンの造語アフォーダンス（AFFORDANCE）は、「環境が動物に提供するもの、用意したり備えたりするもの」であり、それは生きものを取り囲んでいるところに潜んでいる意味である。

【2】

19世紀からの伝統的な知覚のモデルは、感覚器からの刺激の入力を脳が処理して「意味」にすると説明していた。

しかし、ギブソンは、動物が行う環境におけるアフォーダンスの知覚が、脳の「概念作用や信念」という表象に依拠せず、そのような知的過程を介さずに、諸感覚が知覚システムとしてはたらい、直接に、世界にあるアフォーダンスの情報を得ることが可能であることを主張した。

【3】

ギブソンの当該の著作では、諸感覚からの知覚システムに焦点が当てられているが、ギブソンは、知覚システムと行動システムが相伴うことを十分に認めており、知覚と「目的的行動の制御、つまり《サイバネティクス》とよばれてきたことの研究は、心理学の新しく重要な分野である。将来、随意的行為と意図の実行の「舵取り」について、現在よりもさらに多くのことがわかると十分に期待できる」と述べている。

事実、ギブソン後から今日に至るこの方面の研究は、【12】【13】に示すように、その通りに進んで多くの知見が得られている。

【4】

すなわち、ギブソンは内的表象の存在を否定したが、ギブソン後にはそれが肯定的に転換されたことによって、諸感覚の知覚の情報が、背側経路と腹側経路の二方向に伝達されて、感覚野と運動野にまたがり、前頭前野にもおよぶ、広域的な神経回路で処理され、随意的行為の制御が成立していることが明らかになっている。

その間において、ギブソンが開いたアフォーダンスの知覚システムの知見は、広く深い影響をおよぼしながら、ローレンス・D・ローゼンブラムの『最新脳科学でわかった五感の驚異』を見ればわかるように、今日に至るまで、光を照らし続けたものと言えるだろう。

【5】

ルース・G・ミリカン（1933-）は、動物が「オシツ-オサレツ」表象をもつと主張し、ギブソンの言うアフォーダンスを「オシツ-オサレツ」表象の指令面として捉えようとする。ギブソンは、たとえば椅子を知覚するとき、まずそれが椅子であることが知覚され、それにもとづいて座れるという可能な行動が導き出されるのではなく、端的に座れるという可能な行動（椅子が提供するアフォーダンス）が知覚されるのだと主張する。

こうしてギブソンは、椅子の知覚において、椅子であることを表す内的表象が形成されることも、またその表象から座れるという可能な行動を表す内的表象が導き出されることも否定する。

椅子を知覚するとき、いかなる内的表象も介さずに、座れるという可能な行動が知覚されるのである。

【6】

しかし、ミリカンは知覚においても、「オシツ-オサレツ」表象のような原始的な内的表象なら、十分許容できると考える。

そして椅子を知覚することは、椅子であることを記述すると同時に、座ることを指令するような「オシツ-オサレツ」表象を形成することだと考えるのである。

記述面と指令面が分化していない原始的な「オシツ-オサレツ」表象から、記述面だけを担当する内的表象（信念ないし事実表象）と、指令面だけを担当する内的表象（欲求ないし目的表象）が分化してくる、と主張する。

【7】

Rizzolatti (1937-)らのグループは、サルがいろいろな動作をしている最中に、そのブロードマン6野にある腹側運動前野の一部であるF5のニューロンの活動を記録した。

驚くべきことに、サルのF5のニューロンのかなりの割合が、物体を観察するだけで、その後物体を把持するかどうかにかかわらず、反応していた。

こうしたニューロンはカノニカルニューロン (canonical neuron) と呼ばれる。

カノニカルニューロンは物体の把持の準備には関与しない場合でも、物体が提示されることで反応する。

カノニカルニューロンの振る舞いは、どのように説明すればよいだろうか？

その活動が運動の計画には関係せず、ある物体に選択的に反応し、他の物体には反応しないという事実から、注意や意図などの非特異的な要素は排除される。

むしろ物体の提示が、物体のもつ物理的な特性から潜在的動作 (potential motor act) への変換のきっかけとなると考えられる。

【8】

頭頂葉と運動前野のカノニカルニューロンの研究をきっかけに、Michael Arbib や、Rizzolatti と Giuseppe Luppino は、物体の感覚表象が手の運動に変換されるしくみに関する新しいモデルを作り出した。

彼らのモデルは、三次元物体を提示したときのAIP (前頭頂間溝野) の視覚優位型ニューロンや、視覚運動型ニューロンの反応の機能的な意味を基礎にしている。

こうした反応についての彼らの見解は、過去に心理学者J・J・ギブソンによって提案されたアフォーダンス (affordance) の概念の影響を受けている。

ギブソンによれば、物体をみることが誘因となって、物体との相互作用を可能にするような物体の性質が、即座に自動的に選別されるという。

こうした性質、つまりアフォーダンスは、物体の形や大きさや色などの視覚的な外観ではなく、物体が観察者に提供する実践的な (行為の) 機会 (pragmatic opportunity) である。

【9】

動作に役立つ視覚刺激のさまざまな特徴は、視覚系の背側経路で処理されている。

V2からはじまる外線条視覚皮質 (視覚前野) で構成された物体の詳細な特徴にもとづき、AIP の視覚優位型ニューロンと視覚運動型ニューロンが物体のアフォーダンスを符号化する。

この情報は、潜在的動作を符号化するF5のニューロンへと送られる。

F5のニューロンは、得られたアフォーダンスの情報を適当な潜在的動作へと変換することができる。

なぜなら、そのニューロンが反応するアフォーダンスと、同じニューロンが制御する運動が一致しているからである。

こうして物体は動作になる。

実生活においては、物体はたいてい複数のアフォーダンスをもっていて、そのつかみ方もいくつかある。

脳は、いかにして最も適当なアフォーダンスを選ぶのだろうか？

把持運動の行動解析をすると、視覚以外の要素がアフォーダンスを選択し、実際に物体をつかむ方法を決定していることがわかる。

これらの要素は、物体の用途と、そのときの個体の意図の両方に関係している。

カップを例にとるとわかりやすい。

カップには持ち手、飲み口、本体の3つのおもなアフォーダンスがある。

その人がカップをカップとして認識し、通常のカップの使い方ですれを使おうとする場合には、持ち手をつかむだろう。

しかし、カップをどけようとする場合や、誰かに手渡そうとする場合には、持ち手ではなく本体や縁の部分をつかむだろう。

したがって、AIP や腹側運動前野の F5 を含む把持運動のより完全な（そして現実的な）神経回路のモデルは、物体の1つのアフォーダンスだけでなく、すべてのアフォーダンスを自動的に抽出すると仮定しなければならない。

そして、物体の意味や個体の意図について回路が受け取った情報にしたがい、特定のアフォーダンスが選択されるのである。

【10】

物体の意味（meaning）については、特に腹側視覚経路が物体の記述をしている。

この経路は下側頭皮質に終止するが、ここはAIPを含む下頭頂葉と強く相互結合している。

この結合が、物体のもつ意味的な特徴を伝えていると考えられる。

この情報は、高次運動野の回路で特定される運動の側面からの物体の使用法とともに、物体の標準的な使用法と矛盾しないアフォーダンスを選択するための基礎となる。

その個体の現在の行動目標のためのアフォーダンスの選択は、長期的な運動を計画する前頭前野から下頭頂葉への入力を解剖学的な基盤としている可能性がある。

通常とは異なる物体の使用法が意図されたときには、前頭前野からの入力が標準的なアフォーダンスの選択に優先して、その意図に合うアフォーダンスを選択する。

例えば、人がカップから飲み物を飲むのではなく、カップを投げようとしているときには、カップの持ち手の部分のアフォーダンスではなく、本体部分かカップの口の部分のアフォーダンスが選択される。

【11】

潜在的動作が神経系に表現されているということが、さらなる疑問を生じさせる。

潜在的動作の実行を何が抑制しているのだろうか？

実行の抑制や促進を制御する機構があるのだろうか？

このような制御が行われていることを強く示唆する神経学的症状が、高次運動野や運動野の損傷によって起こる。

これらの行動の異常には、運動の開始の困難や、意識的に意図しない運動の表出が含まれる。

特に説得力のある例は、利用行動（utilization behavior）という症候群である。

この症候群の患者は、ほとんど強迫的に物体をつかんでしまう。
患者が物体をみた途端、たとえそれが他人のものであろうと自分を診察している医師のものであろうと、すぐさまそれをつかんでしまう。
この症候群は、物体によって誘発される潜在的動作の抑制の障害によるものであるかもしれない。
随意的な運動の重要な特徴は、ある特定の動作が表出しているときは、一方で他の動作が抑えられることである。
動作の順序は、基底核や補足運動野などを含む複数の大脳皮質や皮質下の核によって並列処理されていると考えられている。
補足運動野のニューロンは、系列的動作の計画、発現、制御にかかわっている。

【12】

脳は、既存のコンピュータではまだ試みられていない方法で物体を認識し、動作を実行する。
顔の認識や風景の観賞は、複雑な情報の高度な処理を必要とする驚異的な計算の産物である。
さらに驚くべきことに、コーヒーの入ったカップを持ち上げるといったごく単純な随意的動作のためであっても、この知覚的解析のすべてが運動の回路と統合されている。
随意運動の計画と実行は、感覚運動変換に頼っている。
感覚運動変換の過程では、外部環境の表象が、意図や運動のプログラムと統合される。
この統合は、感覚野や連合野と一緒に働いて高次運動野や一次運動野の産物である。
その1つの例が、視覚誘導性到達運動における頭頂葉と運動前野の間の情報伝達である。

【13】日常の経験では、われわれは物体を相互作用する前にそれを知覚しているように思われる。

それゆえ直観的に、脳は系列的に働いていると考えられる。
このモデルでは、最初に知覚のメカニズムが外界の統合された表現を作り上げ、認知過程がこの世界のレプリカを使って一連の動作を決定し、最後に動作の計画が運動系に中継されて実行される。
これまでみてきたように、この直観的な見方は、脳がいかにして運動を決定し、実行するかについて、真実をとらえていない。
実際には、新しい行動では、たえず動作のエラーをモニターし、修正するため、複数の運動領域と感覚領域で同時処理を行う必要がある。
行動が正確になるにつれ、流入する感覚のサンプリングや運動のプログラムの更新の必要性は少なくなる。
つまり、大きなネットワークの処理能力への負荷が減る。
例えば、前補足運動野は行動学習の最中に活動するが、学習が進むにつれて活動はへる。
長い訓練過程の後、行動が自動的にになると、前補足運動野の活動は止まってしまう。

【14】最後に指摘しておきたいのは、ギブソンが内部表象の存在を否定したことに関連して、ギブソンの当該の著作では、記憶、経験、過去・現在・未来、の視点からの考察について、どちらかというとながティブなスタンスが取られているとすることができるかも知れないことである。

■以上の取りまとめは、最後部に添付の『J・J・ギブソンの生態心理学が開いたアフォーダンスを知覚するシステムのその後の展開を探る』で取り上げた文献の記述に基づいて行いました。

■ところで、話題が変わりますが、わたくしは最近、著しい高齢化と少子化の中で、高齢者と若年者が抱える、ある面の課題について、身じかに痛感する機会を経験いたしました。

■2015年7月の中旬に、会員の皆様に配信しました世話人のエッセイを、下記に再録しますので、ご高覧ください。

環境が人間の能力を発展させたり、錆びつかせたりする

◇わたくしには、現在の高齢化と環境問題の趨勢がピークアウトするとされている、2050年に向かって進んでいるこの時期に、どうしても方向づけておかなければいけないコンセプトがあるように思われます。

◇それは、①人との会話を不得手にし好まない若年者が増えていることに歯止めをすることと、②高齢者の概念を熟達者の概念に転換して、人は生活習慣を刷新すればいつまでも伸び続けるのだという社会の通念と確信を築くことです。

◇ある都内の公共施設の会議室をお借りして、アブダクション研究会を開催したのですが、講演者の説明資料を投射するプロジェクターが機能しないという失敗をしました。

◇以前のNEC会館では専門の人にやってもらっていましたし、学会の発表でもスタッフがやってくれますので、わたくし自身がプロジェクターの扱いを知らなくてもよかったです。

◇新しい会場ではその条件がなくなっていたのです。ピンチに遭遇して、わたくしは現場で方法の限りをつくしたのですが、かなわなかったのです。

◇その翌日から、調査を始めました。映らなかった機械A（品番を記録しておきました）、機械B（品番を記録しておきました）、ともにエプソン製でしたのでメーカーサイドに確かめました。

福永：プロジェクターのコネクターは、マイナスピ（メスピ）。
PCのコネクターもマイナスピ（メスピ）。
両方をつなぐには、プラスピ（オスピ）とプラスピ（オスピ）を両端にもつケーブルが必要なのですが、機械Aにも機械Bにもついていないのは、どういうわけなのか。

会場の担当の方に重ねて聞いても、そのようなケーブルはありませんという返事だったのです。

メーカーサイド：機械Aには付属品としてついていたはずです。

機械Bではユーザーが用意する必要があります。

福永：機械Bには、PCのUSBから、プロジェクターのUSB端子に接続するコードがあったものですから、それに接続の機能があるものと推定して、いろいろやってみたのです。ところが、全く結果がでなかったのです。

メーカーサイド：機械BのUSB経路を利用するには、PC側にソフトのインストールが必要です。

◇われわれは、以上のようなボトルネックによって、失敗すべくして失敗したのだということが判明したのでした。

会場の施設側にも配慮の不足があったのですが、いまさら言っても、覆水は盆には返りません。

わたしくに事前の知識なり取り扱いの経験さえあれば、近所の電気屋さんから、プラスピン（オスピン）とプラスピン（オスピン）を両端にもつケーブルを緊急調達することもできたし、USB経路を利用することもできたのです。

◇ところで、都内にある、次のアブダクション研究会の会場を事前にチェックしたところ、プロジェクターの借用料がかなり高額なのです。

より低額品の借用の交渉をしましたが、自己防衛も必要と考えて、携帯用の自前のプロジェクターをネットで購入しました。

そして、くだんのプラスピン（オスピン）とプラスピン（オスピン）を両端にもつ5mケーブルを手に入れるため、辺鄙な立地のA電気という量販店に雨の中をタクシーで往復しました。

◇この量販店のA電気に関連して、わたしくが見聞きしたことは、またもや驚きの経験でした。

スタッフの人は、物品の場所まで案内してくれるのですが、ほとんど会話の機会を与えようとしないかのような無口な接客様式なのです。

帰りのタクシーの運転者が物知りの人でしたので、聞きましたら、最近の若い人には、初めての人と丁寧な言葉でやりとりするのを好まない、もっと言えば、嫌がり、忌避する傾向が増えているので、

量販店のA電気は、それに合わせた接客様式をベースにしているようだという話をしてくれました。

◇わたしがネットで取得した携帯用プロジェクターを試して見たのですが、やはりパワーが不足していて、大きな会議室での利用には向かないことも、経験をして見て、やっと分かったことなのでした。

◇いかにして、熟達者が新しいことを経験しながら社会生活をするように、自分を仕向けていくことができるのか。

◇若年者が、他者とのコミュニケーションの習慣を充実させるように、いかにして、自分を仕向けていくことができるか。

◇必要は発明の母とはよく言ったもので、環境が人間の能力を固定化したり、発展もさせるのです。

わたくしには、2050年に向かって進んでいるこの時期に、熟達者と若年者の社会的な活性化策は、どうしても方向づけておかなければいけないことだと思われま

以 上

(2) アブダクション研究会は、次なる30周年に向けて、新たに有意義なスタートを切ってまいります。

今年は歩んできた道を踏みしめ、次なる30周年に向けて、新たなステージの夢と展望を描いて共有し、気持ちも新たに有意義なスタートを切ってまいりたいと存じています。

次なる30周年に向けた、新たなステージの夢と展望は、「どのような方向に広域学の確立をめざすのか」という点に求めて行きたいものと世話人は思案をしています。

すなわち、それは、次の二点に集約されます。

①「精神」のプロセス、「物質」のプロセス、および「生命」のプロセスを、共通的に認識し理解できるように、広域的な知識を発見し発明して高次の包括的な知識を創造する道への入り口をどのように切り拓くのかを探究し、発信できるようにすること。

②以上の探究とパラレルに、「持続可能性を確保する知識と行動」を探究し実践に移すことのできる条件を確保できるようにすること。

皆様はいかがお考えでしょうか。

わたくし宛にご意見とご感想をお寄せくださることを希望し期待しています。

(3) 次なる30周年に向けた、新たなステージのアブダクション研究会は、「過去を想起し、未来を想像し予期して、今ここに対処する」という、人間の認知、思考と行動、評価・感情のパターンに則って、テーマや活動の時間・空間の深さと拡がりを追求してまいります。

これは、世界や社会の歴史と未来への展望のはざままで、現前に対して、避けず、逃げず、ぶれずに、本質的で、現実的な、対処をして行かなければならないという、アブダクション研究会がめざす、取り組みの基本的な姿勢と態度でもあります。

また、狭義には、過去とは、アブダクション研究会の今までの記録でもあり、未来とは、次回研究会から来年度までの予定と計画でもあります。

常に、そうした活動の時間・空間の深さと拡がりの幅・厚みと奥行きを意識し合い、認識し合い、確認し合いながら、現前の活動を連綿として引き継いで、躍動するように、活動を積み上げてまいります。

(4) 各界、各分野の皆様の積極的なご参加をお願いします。

既存の領域的な知識をベースにして、新たな領域的な知識を探索し、それらを広域的な知識に組み換えて、より高次の領域的な知識を仮説形式的に創造することを目標に、アブダクション研究の飛躍を期してまいりますので、各界、各分野、各層の皆様のご積極的なご参加をお願いします。

(5) アブダクション研究会は、現在、新規の会員を募集しています。

新規の会員として、年齢・性別を問わず、①環境の変化に対応して個人や集団の能力をどのように発展させるのか。②人・もの・生命の情報のネットワークはどのように組織化されるのか。③持続可能性を確保するための知識と行動とはどのようなものなのか。などのテーマの研鑽と探究に興味と関心を共有でき、隔月のアブダクション研究会に継続して出席できる方を募集しています。

皆様のご友人や知人、関係先の方で、われわれと志を共有できる方がおられましたら、世話人または事務局に積極的にご連絡くださいますようお願いいたします。

(6) アブダクション研究会は、知識の広域化と高次化を目指し進化を続けてまいります。

1996年に設立されたアブダクション研究会は、地球規模の難題に真正面から対処するために、知識の広域化と高次化を目指し、いつまでも、真摯に、勇気を持って、粘り強く、積極的に、可能性を追求し、多様な探究を積み重ねて、一步一步進化を続けてまいります。

(7) 発表をしてみたいテーマのご希望があれば、世話人宛に、積極的にお申し出下さい。

皆様には、今後、ぜひとも発表をしてみたいテーマのご希望があれば、世話人宛に積極的にお申し出をいただきたく、お願いを申し上げます。お申し出は、通年的にいつでも、お受け入れをいたします。上記の方向に沿うものなら、いかなる領域に属するいかなるテーマであっても、将来の可能性として、誠意を持って相談をさせていただき、実現に向けて調整を果たす所存であります。

記

◇ 日 時： 2016年11月26日(土) 13:00~17:00(本会)
17:15~19:15(懇親会)

◇ 場 所： 3331 Arts Chiyoda 2階・会議室

〒101-0021 東京都千代田区外神田6丁目11-14 (旧・練成中学校内)

TEL 03-6803-2441 (代表)

東京メトロ・銀座線 末広町下車④出口 徒歩10分 練成公園隣の旧・練成中学校内です。

*当日の連絡先(福永征夫・携帯電話)080-3515-9184



◇ テーマ： 輪読研究

『「学んでみると気候学はおもしろい」＝日下博幸著
＝を輪読研究して気候学のシステムを考える』

●「学んでみると気候学はおもしろい」＝日下博幸著・2013ベレ出版＝の章立ては、以下の通りです。

- 第1章 気候学と気象学
- 第2章 日本の気候
- 第3章 身近な気候
- 第4章 世界の気候

第5章 地球温暖化と都市の温暖化

■気候学は、わたしたちの今後の日常生活にとって、大切な知識の分野であると同時に、われわれが直面している地球規模の難題に対処するための欠くべからざる知見の分野です。皆様の多くの方々の積極的なご参加を心から期待しています。

■この著作には図表による説明がきわめて多いので、先回のように、世話人が事前に要点の資料をまとめて持参することはきわめて困難です。

■そこで、著作に基づいて話を進めますので、当日に出席される皆様には、
＝学んでみると気候学は面白い（日下博幸・ベシ出版）＝を早めに入手していただき、必ずそれを持参していただくように、お願いします。

■■ 会員の皆様には、知人や友人もお誘いいただき、
積極的なご参加をお願いします ■■

◇プログラム：

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| (1) 解説発表[PART-1] | <u>13:00~14:20</u> |
| <小休止> | 14:20~14:30 |
| (2) 解説発表[PART-2] | <u>14:30~15:50</u> |
| <小休止> | 15:50~16:00 |
| (3) 総合的な質疑応答： | <u>16:00~16:30</u> |
| (4) 諸連絡： | <u>16:30~17:00</u> |
| (5) 懇親会：<皆様の積極的なご参加を期待しています> | <u>17:15~19:15</u> |

【第111回 アブダクション研究会の出欠連絡について】

●11/21（月）までに、下欄の要領で、必ず、ご返信ください。

●なお、研究会会場では、飲み物のサービスがありませんので、皆様が各自で、ペット・ボトルや水筒をご持参ください。

第111回 アブダクション研究会（11/26）の出欠連絡

●11/21（月）までに、**必ず、ご返信ください。**

●研究会、懇親会とも、必ず、下記により、ご連絡ください。

新会場のため、研究会、懇親会とも、より綿密な準備が必要なことを、何卒、ご理解ください。

FA X： 042-356-3810
E-mail： chaino@cf6.so-net.ne.jp 岩下 幸功 行

●11/26（土）の研究会に、	出席 未定ですが調整 します。	●懇親会に、	出席 未定ですが調整 します。
	欠 席		欠 席

ご署名 _____

■次々回 2017年1月度の第112回アブダクション研究会は、
●2017年1月28日（土）に、3331 Arts Chiyoda 1階・101室で開催いたしますので、皆様には今からご予約いただき、積極的にご参加ください。

●発表者：アブダクション研究会代表・世話人 福永 征夫

●テーマ：『持続可能性を確保する
広域的で高次の知識と行動を考える（1）』

●参考文献：3ヶ月前までにお知らせします。

1. 佐々木正人＝『知性はどこに生まれるか』（1996） の解説に学ぶ

【アフォーダンス】

ジェームス・ギブソン（1904～1979）は、ダーウィンがミミズを観察してミミズの行為に見ていたこと、つまり環境にあって行為が発見している意味にはじめて独特の名を与えた。アフォーダンスである。

英語の動詞アフォード（afford）は「与える、提供する」などを意味する。

ギブソンの造語アフォーダンス（affordance）は、「環境が動物に提供するもの、用意したり備えたりするもの」であり、それはぼくらを取り囲んでいるところに潜んでいる意味である。

ぼくら動物の行為の「リソース（資源）」になることである。

動物の行為はアフォーダンスを利用することで可能になり、アフォーダンスを利用することで進化してきた。

【生態心理学】

ギブソンは、行為の周囲にあって動物たち（個体群）に共有されている意味からはじめる「生態心理学（エコロジカル・サイコロジー）」という、まったく新しい心理学を思い描きながらこの世を去った。

生態心理学の中心にあるアイディアは、エコロジカル・リアリズム（生態実在論）とよばれる。

それは生きものまわりに潜んでいる生きものにとっての意味をまず第一に考え、それを中心にして動物の知覚や行為について考えてみようという主張である。

アフォーダンスは意味といっても人間が考えだしたものではない。

それは環境に実在（リアル）している。

それは地面や水にぼくらが発見する意味のように、動物一個体の生の時間を超えて存在することもある。

個体を超えているといっても個々のアフォーダンスは、ある個体がいつか環境にそれを発見しなければあらわにならない。

だからアフォーダンスは潜在する意味である。

動物の個体の群れの生の活動を支えている資源（リソース）である。

アフォーダンスはフィジカルであり、バイオロジカルでもあり、サイコロジカルなことである。

物であり、生きものに関係しており、そしてぼくらが「こころ」とよんでいる環境と行為との関わりのプロセスの中心にあることである。

生態心理学をはじめるとは、だから、物理学と生物学と心理学との間に今ある高い垣根を越えようとすることである。

【ダイレクト・パーセプション】

ギブソンは動物の行為が利用するアフォーダンスを特定（specify）していることが環境に存在すると考えた。

このアフォーダンスを特定することを「生態学的情報（以下情報と略す）」とよんだ。

情報とは、ここ数世紀間に物理学が発見し、単位を決め、生理学が環境から感覚器に入力するものであるとした環境の単位、つまり「刺激」とよばれていることは基本的に無関係である。

ギブソンは眼や耳や皮膚などの感覚器の受容細胞が入力する刺激と、ぼくらが環境に知覚し、それによって行為を調整している情報とはことなることなのだ、無関係なのだと言った。

たしかに刺激は感覚受容器に影響を与える。

しかしその刺激——感覚印象という事実からは知覚にはいきつけない。

つまり知覚するということについては、感覚器官が入力するとされている刺激のように小さく分解された無意味な単位からでは説明できない。

そこが伝統的な、感覚刺激に基礎を置く知覚モデルが抱えている困難だった。

19世紀からの伝統的な知覚のモデルは、感覚器からの入力が脳が処理して「意味」にすると説明していた。

つまり「意味」をつくりあげるための特別な仕組みが動物の内部にあると説明していた。つまり「意味」をつくりあげるための特別な仕組みが動物の内部にあると説明することでこの困難を克服しようとした。

意味は世界と動物との接触によって直接得られるのではなく、接触したことをどこかで「加工」してつくりだされるとされた。

だからぼくらは意味に「間接的」にしかふれられないと思込まされていた。

どの心理学の教科書も、まず、それ自体には意味が含まれていない刺激を入力する感覚器の仕組みについて述べ、そのわずかな手がかりから豊かな「意味」を構成する「中枢」についての説明をつぎたす方法で、知覚についてモデル化している。

ギブソンは伝統的な「刺激+中枢」というモデルの抱えている困難を、環境に存在していることについての新たな単位を発見することによって乗り越えた。

情報から知覚について考えはじめることで、動物が世界にある意味に直接接触する可能性が肯定できるとした。

世界からの刺激を処理して中枢が「意味」をつくると考える「情報処理」理論にたいして、彼は世界にある意味をそのまま利用する自分の知覚モデルを「情報ピックアップ(抽出)」理論とよんだ。

彼はぼくらが世界を「直接知覚(ダイレクト・パーセプション)」していると言った。

世界にはそのまま意味になることがある。

知覚とはそれを探す活動なのである。

ギブソンが、アフォーダンスがぼくらのまわりにあることに気づいてから最初に世に問うた本が『知覚システムとしての諸感覚(The Senses Considered as Perceptual Systems)』である。

2. J・J・ギブソン=佐々木他監訳=『生態学的知覚システム』 (The Senses Considered as Perceptual Systems 知覚システムとしての諸感覚)(2011)の記述に学ぶ

【感覚とは何か】

感覚器官は、常に、感覚作用の経路であると考えられてきた。

感覚器官を知覚のシステムとして捉え直す本書の提案はいくぶん奇妙に受け止められるかもしれない。

しかし《感覚する(to sense)》という動詞には実は2つの意味がある。

第1に、《何かを検知する》という意味、第2に、《感覚作用を有する》という意味である。感覚を知覚システムと捉える本書は第1の意味を用いる。

本書は、対象の知覚が「概念作用や信念」に依拠せず、そのような知的過程を介さずに、感覚が世界にある対象の情報を得られること、少なくとも、諸感覚が知覚システムとしてはたらく際にはそれが可能であることを示唆する。

本書は、知覚は感覚作用にもとづかないという一見矛盾した主張をする。

これは、知覚が、感覚作用を有するという冒頭の第2の意味ではなく、第1の意味である情報の検知にもとづいているという主張である。

感受性には2つの水準がある。

いわゆる感覚器官にも少なくとも2つの水準がある。

それぞれの感覚器官に適したエネルギーに反応する受動的受容器と、刺激エネルギーから情報を採し出す能動的知覚器官、正確には知覚システムとよべるものである。

受容器には測定できる閾値があり、その閾値以下で興奮が引き起こされることはない。

これに対し、知覚器官あるいは知覚システムには、受容器に依存するものの、固定した閾値をもた

ない。

同様に、刺激作用にも異なる水準がある。

感覚受容器とともににはたらく、いわゆる光学的、機械的、化学的な刺激エネルギーと、本書が提案する知覚システムとともににはたらく刺激情報である。

刺激エネルギーは強度や周波数などの単純な次元で変化する。

これに対し、刺激情報は、物理的な測定法ではすべてを扱えない無数の複雑な次元で変化する。

(これまでの生理学者や哲学者のように) 感覚を感覚作用の経路とみなす場合、受動的受容器、つまり眼、耳、鼻、口、皮膚での感覚要素と、その受容器を刺激するエネルギーが想定されている。生理学や心理学の実験者は、1世紀以上にもわたってこの水準の刺激作用が作用する条件と限界を定めようと研究し続けた。

しかし、感覚作用のこの捉え方は曖昧で不十分なものである。

それは動物やヒトがどのようにして感覚知覚を達成するかを説明しない。

人が環境で何かをしようとして動きまわると、簡単に測定できる刺激エネルギーの変数、光、音、匂い、接触の強度は、場所と時間の変化に伴って変化する。

受容器の刺激作用やそれが引き起こすとされる感覚作用は、研究室で実験的に統制しない限り、極度に変動し、変化するものである。

動物やヒトの観察者が、この常に変化する感覚作用にもとづきながら、日常生活でどのように一定の知覚を得ることができるかは、いまだに解決されていない感覚知覚に関する問題である。

動物やヒトが、環境の変化と同様に、環境の不変な特質を知覚し、それに反応していることは、説明すべき事実なのである。

時間の経過と場所の変化に伴って、刺激が変化することに加え、刺激のエネルギー、比、割合などの一定の高次の変数が変化《しない》ことを示すことができる。

それは観察者の動きや刺激作用の強度の変化に対して不変なままである。

また、有機体の受容器でのエネルギー流動の不変項が、環境の不変な特質と対応することも示す。これらが環境の不変性の情報を構成している。

能動的観察者は感覚作用が変化しても不変な知覚を得る。

光の感覚作用が変化しても視覚で、圧力の感覚作用が変化してもさわることで、同じものを知覚し、両耳への音の強度の感覚作用が変化しても同じ音源を知覚する。

本書の仮説は、恒常的な知覚が個体の不変項を検知する能力に依存し、個体が感覚作用の変化の流れに通常まったく注意を払わない、というものである。

動物や人が見る、聞く、嗅ぐ、味わう、さわることでどのように情報をピックアップするのが本書の主題である。

この5つの知覚システムは、相互に排他的ではなく、重複し、しばしば同じ情報に焦点を当てる。つまり、単独ではたらく知覚システムがピックアップするのと同じ情報を、共同してはたらく知覚システムがピックアップするのである。

眼、耳、鼻、口、皮膚は、定位し、探索し、調べることができる。

したがって、知覚システムがはたらくとき、それは受動的感覚器官でも、感覚的な質の経路でもない。

それは、変化する刺激作用の中で一定なものに注意を払う手段である。

感覚印象は、探索的に見る、味わう、さわる際に不随意に生じる探索の兆候であり、そこで見、味わい、触れた対象の情報が切り離される。

事実、眼、口、手の動きは、知覚システムへの入力の不変項を、時間をかけて切り離すためだけに、受容器への入力、つまり感覚作用の入力を変化させ続けているようである。

【感覚と感覚神経】

感覚神経の入力についてはどうであろうか。

私たちは神経繊維束のインパルスが感覚のメッセージを形成し、それが知覚の唯一可能な基礎だと教えられてきた。

この教義はあまりに一般的なので、それに対する挑戦は生理学への反抗とみえるかもしれない。

各感覚器官には、中枢神経系と連絡し、興奮した受容器のパターンを脳へ投影する受容器のモザイクが存在すると言われてきた。

しかし、注意すべきは、実際そうであるように、知覚器官が探索的ならば、受容器のこの解剖学的投影は、通常の知覚過程にまったく関係がないことである。

この教義はまちがいでない。

なぜなら、それは残像や、実験者が受け身の観察者に刺激を押しつけるときに生じる奇妙な主観的感覚体験を説明するからである。

感覚作用に関する実験とは通常このようなものである。

しかし、たとえば、動きまわる動物の、動きまわる頭についている、動きまわる眼の神経入力は、神経束によって興奮させられる神経細胞の解剖学的なパターンでは理解できない。解剖学的パターンは時々刻々と変化する。

過去の神経生理学者は知覚を説明する際に、この難題に立ち向かおうとしなかった。

彼らは、見る、聞く、さわる行為の生理学よりも、眼、耳、皮膚の器官の解剖学により大きな関心を示していたのである。

解剖学的なものでないとしたら、外的な情報に対し生理学的、機能的に等価なものとは何だろう。不定項はどのように神経系に入り込むのだろう。

同一の求心性の神経繊維も、情報のピックアップに際しては瞬間ごとに異なる働きをする。興奮した受容器のパターンは重要ではない。

重要なのは眼が世界を眺めまわし、皮膚が対象を撫でまわすとき、興奮した受容器が一時的に捉える外的なパターンである。

神経心理学者ラシュリーの用語を借りるなら、個々の感覚単位は《代理的》なはたらきをするに過ぎない。

疑問はいまだ解明されていない。

私は、有望な、新しい提案をしたい。

知覚の恒常性の説明を、脳だけに求めず、知覚器官の調節も含めた能動的知覚システムの神経回路に求めなければならない。

そうすれば脳が変幻極まりなく流入する感覚作用から対象の情報を構成し、計算すると想定するのではなく、知覚器官の定位が脳に支配され、入出力システムが全体で外部情報に共鳴すると想定できる。

何世紀にもわたって感覚神経の入力が知覚の基礎だと教えられてきた。

しかし、もし私の定式が正しければ、それはせいぜい基礎の半分にしかならない。

感覚神経入力は、受動的な感覚印象の基礎に過ぎず、知覚のデータでも、脳が知覚を構成する生の素材でもない。

能動的感覚は、神経繊維へ《信号》を発するものでも、脳への《メッセージ》でもない。それは、むしろ、触手や触角に類似したものである。

知覚器官に繋がることで回路になる脳のはたらきは、信号の解読でも、メッセージの解釈でも、像の受け入れでもない。

このような古くからの類推はもはや適当ではない。

脳の機能は、現代の用語で、感覚入力を《体制化》することでも、データを《処理》することでもない。

脳に至る多様な水準の神経中枢を含む知覚システムは、包囲エネルギーの流動配列から環境の情報を探究し、抽出する手段なのである。

【学習による知覚の改善】

感覚の唯一のデータとされてきた基本的な色、音、匂い、味、圧力（これらは、実際、受動的な観察者に実験室で慎重に測定されたエネルギーを与えて刺激する際に得られる感覚データである）は、赤ん坊が生まれながらにしてつ経験のレパートリーであり、その後の知覚の基礎と考えられてきた。

したがって、知覚学習とは、それらの生の印象を記憶に結びつけ、それを解釈、分類、体制化する

過程でなくてはならなかった。

知覚の理論はこの種の操作だけを扱っていた。

しかし、もし諸感覚が知覚システムなら、乳児は誕生時から感覚作用をもつのではなく、誕生後ただちに世界から情報をピックアップし始める。

乳児の検知装置ははじめは正確に方向づかないかもしれないし、注意も十分正確ではないかもしれない。

にもかかわらず、乳児はものをじっと見て、さわり、口に含み、事象を聞いている。

成長につれ、知覚システムをより上手に使うことを学び、注意を刺激情報の微細な部分にまで向けるようになる。

乳児は、知覚することを学ぶのであり、感覚データを知覚に変換することを学ぶ必要は《ない》。

刺激-反応心理学者は、感覚とは、感覚作用の経路だと仮定し、学習過程とは、新しい反応をいくつかの入力から成る一定の集合に付加することだと考えてきた。

しかし、感覚とは知覚システムであると考えると、子どもが反応のレパートリーを適用する新しい刺激不変項、すなわち世界の新しい特徴の発見が重要であることがみえてくる。これが遂行学習と区別される知覚学習である。

子どもには両種の学習が起こるが、知覚学習は軽視されており、一層の研究が必要である。

【本書の課題】

感覚についての知識で、真に問われなければならないのは、感覚がどのようににはたらくのかである。本書は、感覚を知覚システムと捉え、受容器や神経細胞がどうはたらくか、インパルスがどこへ行くかではなく、知覚システムが全体としてどのようににはたらくのかを問題とする。私たちは、役にたつ感覚に関心をもち、有機体が自身の環境を知り、そこにある事実によく対処できるようにさせてくれる器官に興味をもっているのである。

【刺激の受容】

本書では刺激の受容について2つのテーゼを提案した。

第1は、知覚と自己受容感覚は区別しなければならないというテーゼである。

第2は、押しつけられる刺激作用と獲得する刺激作用を混同してはならないというテーゼである。知覚は環境に、自己受容感覚は身体に關係する。

押しつけられる刺激作用は、受動的な有機体に一方的に与えられる。

獲得する刺激作用には、活動が伴う。

したがって、私たちは、(1) 押しつけられる知覚、(2) 押しつけられる自己受容感覚、(3) 獲得する知覚、(4) 獲得する自己受容感覚、を考えなければならない。

《押しつけられる知覚》は、皮膚、鼻、口、両耳、両眼の器官が受動的で、刺激作用がそれらの器官に突き当てられるか、与えられるとき、その器官から生じる。

これはシェリントンの用語の外受容感覚であり、古典的な五感に由来することを、生理学者や心理学者が過去に実験で広く研究した。

《押しつけられる自己受容感覚》は、身体の構成要素が動かされ、その結果、関節が刺激されるときや、頭部が加速されるか、転回して、前庭器官が刺激されるとき、また、個体全体が受動的にはこばれ、運動視差で両眼が刺激されるときに生じる。

筋は関与しない。

《獲得する知覚》は、古典的感覚器官が身体により環境に定位するとき、それらの器官が能動的で、情報を獲得するために調節し、探索するとき、それらの器官から生じる。

これが本書の中心的な話題である。

能動的な諸感覚を、知覚システムとよぶ。

《獲得する自己受容感覚》は、個体が行動する、あるいは、身体の運動システムで何かを遂行するときに起こる。

6種類の自己受容感覚を、対応する6つのタイプのフィードバック・ループとともにあげる。

(1) 筋の自己受容感覚

受容器は、筋の中にある。それは、おそらく筋が短くなることによってではなく、緊張することによって興奮する。

したがって、それは、おそらく運動ではなく、作動力を登録する。

これがいわゆる「筋感覚」であるが、それと対応する感覚作用の存在は疑わしい。

(2) 関節の自己受容感覚

受容器は、骨格の継ぎ目と、おそらく腱にあり、関節骨のつくる角度とその変化を登録する。

これが骨格運動の感受性とされる狭義の運動感覚である。

関節は、情報が筋の作動力で得られたか、外力で押しつけられたことによって得られたかにかかわらず、能動、受動運動の両方を登録できる。

関節の意識性とでもいえるものがあるようである。

つまり、骨と骨がつくる角度は、感じることができる。

(3) 前庭の自己受容感覚

受容器は、内耳の前庭にある。

それは、線型もしくは回転の力で、つまり、恒常的な速度ではなく加速によって興奮することが知られている。

この器官は、筋の作動力から頭部運動の開始と終了を登録する。

頭部を外力で動かしても同様である。

この器官の一部である「平衡胞」は、外力である重力を持続的に登録している。

(4) 皮膚の自己受容感覚

受容器は、皮膚とほぼすべての身体組織にある。

それは、地面を含む隣接環境に押しつけたり、他の皮膚に押しつけることによる変形で、機械的に興奮する。

皮膚は、個体が何かと接触し、握り、すがりつくとき、あるいは、自分自身の身体と接触するときには、常に行為感受的である。

もちろん、それは外的な対象が押しつける変形も登録し、手を通して外的対象の探索もできる。

(5) 聴覚の自己受容感覚

受容器は、内耳の蝸牛にする。

器官は、歩行、食事、発声、発話などの行為や、ハンマー、タイプや音楽演奏のような道具使用による音の位置を特定できる。

(6) 視覚の自己受容感覚

受容器は、両眼にある。

単一の受容細胞は光で興奮するが、網膜の大きな受容単位は光の端 (margin) や動き (motion) に興奮するようである。

眼は、(a) 急速な眼球運動による網膜像の変化 (ただし、それに対応する視覚的感覚作用はない)、(b) 空間での頭部の動きによる網膜像の変形 (対応する感覚作用が伴う)、(c) 身体の可視部分の動きによる網膜上の動き (対応する感覚作用がある) を登録する。

もちろん、眼は押しつけられる外部の動き、色、かたちのすべてを登録し、外部の配列を探索できる。

視覚的な自己受容感覚は、取り囲む世界で観察者の目的的な行為を導くための自己受容感覚としては、他のどれよりも重要である。

習慣化した運動技術の場合、運動の感覚を手引きにして頼ることができるが、慣れない課題の場合には、視覚的な制御が必要である。

盲人はこの点で不利である。

よく知っている部屋なら光がなくても関節、内耳、皮膚を頼って自由に移動できるが、新しい場所へ行くには、視覚による舵取りが必要となる。

これらは、反射から随意運動まで、異なる水準で、そして様々な組み合わせではたらく。自己受容システムは、知覚システムと重複するが、対応しない。

筋の感受性は、知覚システムのリストにはあげない。

また、嗅ぎ、味わうことは、自己受容的ではないようである。

いや、はっきりとそうではない。

獲得する自己受容感覚と目的的行動の制御、つまり「サイバネティクス」とよばれてきたことの研究は、心理学の新しく重要な分野である。

将来、随意的行為と意図の実行の「舵取り」について、現在よりもさらに多くのことがわかると十分に期待できる。

獲得する知覚と獲得する自己受容感覚、すなわち能動的知覚と行為の制御の関係は何か。心理学者の中には、行動主義の伝統に従い、知覚的活動は、行動的活動の特別な形態にすぎず、知覚は有機体の「反応」であり、結局、それは、根本的には「運動」行為であると答える者もいる。

彼らは、知ることは単純に、行動の薄められたものであると主張する。

しかし本書では、行動と知覚が相伴うことは認めつつも、それらを別々に考慮し、説明しなければならないと考える。

ヒトは、じっと座り、行動することなく世界を静観する。

単に景色を眺めるということができるのである。

しかし、ヒトは受動的ではない。

眠っているときでさえそうである。

ヒトは、能動的である。

この活動は、《注意的》ではあるが、《実行的》ではない。

《探査的》であるが、《遂行的》ではない。

もし、この定式を採用するなら、《受容器》と《効果器》、《感覚》と《運動》の間の、単純で、簡単な対比を放棄しなければならない。

現実はいくつかの対比ほど単純ではない。

受容器が世界からの刺激を受け取り効果器が世界に作用するという考えでは、あまりにも多くのことが説明できないままなのである。

神経系の入力も、1つではなく、いくつかの型がある。

神経系の出力も同様である。

フォン・ホルストに従えば、多くの生理学者は、既に入力、すなわち求心性インパルスをも2つの型、《外求心性》（おもに外受容的）と《再求心性》（おもに自己受容的）に分類した。

私は、入力をさらに《押しつけられる》ものと《獲得する》ものに分類すべきであることを示した。

私は、さらに、神経系の出力、すなわち《遠心性》インパルスを、《探索的》行為を生じるものと《遂行的》行為を生じるものに分類すべきであると論じた。

この分類の結果を、以下に図示しておく。

1. 外受容的
- A. 入力（求心性インパルス）
 - 1.1 押しつけられる（感覚器官は受動的）
 - 1.2 獲得する（感覚器官は能動的）
2. 自己受容的
 - 2.1 押しつけられる（受動的な器官あるいは体肢に）
 - 2.2 獲得する
 - 2.2.1（動く器官によって）
 - 2.2.2（動く体肢と身体によって）
- B. 出力（遠心性インパルス）
 1. 探索的活動（知覚システムの）
 2. 遂行的活動（実行システムの）

3. R・G・ミリカン＝信原訳＝『意味と目的の世界』 (Varieties of Meaning) (2007) の知見に学ぶ

【内的な志向的記号】

J・J・ギブソンや現在の生態学的心理学者たちによれば、基礎的知覚は、生物の感覚器官に到達する包囲エネルギーのなかの抽象的なパターンを「拾い上げる (pick up)」、つまり抽出することにほかならず、抽出されたパターンがつぎに生物のさまざまな活動を導く。

推論や計算は不要であり、必要なのはただ、到来するエネルギーのうちに存在するある種の変項と不変項にたいする感受性だけである。

生物はみずから動きながら、そのようなエネルギーを捉えるが、そのなかにある変項と不変項は、一方では、重要な遠位事態が生物にたいしてどんな関係にあるかの情報を運び、他方では、そのような遠位事態を考慮ないし利用するような生物の運動を直接、導く。

こうして、基礎的知覚はギブソンが「アフォーダンス」と呼んだものの知覚であると解釈される。アフォーダンスはその動物にとって可能なさまざまな活動をアフォード (提供) する環境の諸側面である。

たとえば、環境の諸側面は、そのうえを歩くことや、そのうえを登ること、そこを通過したりそこへ入ったりすること、それを追ったりそれから逃げたりすること (獲物や捕食者)、それからひょいと身をかわすこと (近づいて来る対象)、それを投げること、などの可能な行動を提供する。

ギブソン主義者たちは一般に、内的表象のようなものがあるとすれば、それは計算されるもの、推論されるものでなければならず、したがってアフォーダンスの知覚は内的表象を含まないと考えている。

しかし、ギブソンのアフォーダンスの知覚およびそれへの反応をもたらす内的過程が、わたしがP-P 表象 (「pushmi-pullyu」表象・「オシツ-オサレツ」表象) と呼ぶもの、つまりギブソン主義者が拒否する表象よりもはるかに原始的な表象を含むことは、間違いないであろう。

生物が情報を「拾い上げる」とき、その内的状態に必ず変化が起こり、この変化した内的状態が環境のあり方を表す志向的記号であり、この記号が生物の反応を導くのである。

P-P 表象 (「pushmi-pullyu」表象・「オシツ-オサレツ」表象) は一番、原始的な表象である。

食べ物の存在を示すめんどりの鳴き声を考えてみよう。

それは、同時に記述的かつ指令的である。

鳴き声を食べ物のある時刻と場所に符合させるのは、めんどりの仕事であり、鳴き声を自分が近寄る時刻と場所に符合させるのは、ひよこの仕事である。

その鳴き声は、食べ物がなければ、偽であり、ひよこが来なければ、充足されない (従われない)。

ほとんどすべての動物の信号は、この種のものである。

たとえば、ミツバチのダンスは、蜜がある場所と、そのダンスを見ているミツバチが行くべき場所の両方を同時に告げる。

ヒョウカ、ヘビ、あるいは空を飛ぶ捕食者を示すベルベットモンキーの鳴き声は、どの種類の捕食者が近くにいるかを告げるとともに、その捕食者にふさわしい反応を指令する。

わたしはP-P 表象 (「pushmi-pullyu」表象・「オシツ-オサレツ」表象) について詳しく論じ、さらに自然界の生物たちがなぜ、どのようにして、もっと差異化された志向的表象を形成する能力も進化させてきたのかという問題を考察する。

アフォーダンスを提供する対象を検出するために用いられる諸性質の表象は、あらかじめ定められた特定の実践的目的にのみ貢献するわけではない。

それらは「オシツ-オサレツ」表象ではないのである。

それらは諸性質が環境内のさまざまな対象のあいだにどのように配置されているかを告げるが、結果として何をなすべきかをまだ告げない。

それらはアフォーダンスの知覚にいたる途上にあるものであり、それら自体がアフォーダンスの知覚なのではない。

もちろん、対象の諸性質の表象に先立ついかなる表象、たとえば特定の方向をもつ線やエッジ、直角、両岸像差、一定方向の運動、色の境界線などの表象についても、同じことが言える。

これらも分離された事実を表象する。

したがって、ここにわれわれは、「オシツ-オサレツ」表象がふたつに別れ、記述的表象が指令的表象から分離し始めるひとつのささやかな局面を見いだしたことになる。

しかしながら、このような記述的記号を利用するために、動物がそれぞれの性質の概念をもたなけ

ればならないと考えるとすれば、それは誤りであろう。

ある性質を識別する能力は、それ自体としては、その性質の概念ではない。

(多くの単細胞生物は明暗を識別するが、だからといってそれらが何らかの概念を用いているということにはならない)。

おそらく性質の概念は、命題的判断およびそれをもたらす推論において一定の役割を果たすものであり、単純な性質検出器がそのような判断や推論を行うという目的に向けて利用されていると想定すべき理由はまったくないのである。

しかし、アフォーダンスを提供する対象や状況を同定することは、有効な行動を導くために必要なことの半分にすぎない。

アフォーダンスを提供する対象を認識することによって、動物は何から退き、何に近づき、何を拾い上げ、何を食べ、何に登るかなどを知るようになる。

しかし、アフォーダンスを提供する対象や状況にたいして自分がどんな関係にあるかということも知覚しなければ、動物はそのような行動をどのようにして遂行すればよいかを知覚しないだろう。食べることを提供するリンゴがあるということを知覚することと、どのようにしてここから手を伸ばしてそのリンゴをとればよいかを知覚することとは、別のことである。

適当な対象を手に入れて食べるという行動を導くためには、このふたつの知覚の側面を結合して、ひとつの分節化された「オシツ-オサレツ」表象を形成する必要がある。

そのためには、それに対応して、ふたつの一般目的用の技能を結合して、ひとつの単一目的用の技能を形成しなければならない。

第一は、多くの角度からさまざまな媒体を通して、リンゴを知覚することを可能にし、それゆえ食べるというアフォーダンスを知覚することを可能にする一般的技能である。

第二は、知覚する動物とアフォーダンスを提供する対象との目下の関係を知覚することを可能にし、それによって近づき、拾い上げ、口に運ぶという活動を導くことを可能にする諸技能の集まりである。

この後者の種類の技能は、もちろん、リンゴを食べるという場面だけではなく、他の多くの場面においても、学習することができる。

ここにも、分解し、部分を調整し、再結合するというパターンのもうひとつの例が見られる。

アフォーダンスを提供する状況や対象の同定に関わる技能と、交渉や操作のために自分と対象の関係を同定することに関わる技能との区別には、かなり明確な神経対応物があるように思われる。

われわれの知覚能力のなかでもっとも詳しく研究されているのは視覚であり、視覚にかんする現在の神経学おりの成果は、このふたつの異なる知覚の側面をきわめて明瞭に示している。

視覚の始まりのほうでは、まず最初に、網膜の大きささまざまな領域における輝度の勾配を翻訳して、いろいろな基礎的な視覚的形態(線、エッジ、方位、角度、運動、方向、など)を検出し、つぎにそれらを処理して、対象の諸性質についての情報が産出される。

しかし、網膜の神経節細胞のレベルでさえ、すでに分割が起こっており、それがやがて視知覚分析のふたつのかなり別個の神経経路、すなわち**ふつう背側経路と腹側経路とよばれているもの**になる。大まかに言えば、**背側経路は知覚される対象との関係に応じて生物の動きを適切に導くことに関わり、それにたいして腹側経路は対象の同定に関わる。**

背側経路に情報を送り込む神経節細胞は、網膜の周辺部分を含む全領域からの情報を処理し、高い時間的頻度で情報処理を行う経路に情報を送りこみ、そして網膜のより大きなパターンにたいする特別な感受性および両眼像差と運動にたいする特別な感受性を産み出すのに貢献する。

対象や生物が動くとき、背側経路がたとえば対象の方向や距離、角度、位置、生物にとっての大きさを検出するするためには、両眼像差と運動変位が根本的に重要となる。

ようするに、**背側経路は知覚される対象との関係に応じた運動を行うのに必要な情報を処理するのである。**

たとえば、事物に向かって走ったり歩いたり、あるいは事物から遠ざかってそうしたり、事物のあいだを通ったり、事物をくぐり抜けたり、登ったり、指差したり、手を伸ばしたり、つかんだり、などである。

「あのブロックを拾い上げるためには、親指と人指し指のあいだの幅はどれくらいであるべきか」(ノーマン)。

背側経路が処理するのは、対象一般にたいする直接的な運動と接触のレベルにあるようなアフォーダンスにかんする情報である。

それゆえ、ジャンヌローは背側経路によって処理される表象を「実践的表象」とよび、それらは「感覚入力を運動命令に迅速に変形する過程に関係する」と言う。

この種の表象にかんする決定的に重要な事実は、それらがつねにこの目的のためにのみ用いられるということであろう。

たとえば、それらは明示的な知覚的判断やその他の種類の識別課題を行うための基礎として用いることができない。

それらは「意識にもたらず」ことができないのである。

おもに腹側経路に情報を送りこむ網膜内の神経節細胞は、情報をゆっくりと、しかしより高い空間的頻度で処理する。

腹側経路は網膜のもっと中心的な部分からの情報を処理し、もっと詳細に形やパターン、色を分析する。それは、対象の同定に必要な特徴、たとえばもっと精確な形や大きさなどの特徴にたいする特別な感受性を生み出すのに貢献する。

それは、自分にたいする関係よりも、対象間の関係のほうをよりよく検出する。

総じて、腹側経路は動物がどんな対象に直面しているのかを検出し、それによって動物が対象に向かっていくべきか、それとも退くべきか、あるいは対象に何をすべきかを告げ、しかもこの情報を動物と対象のあいだの目下のたまたまの関係から切り離して告げる。

ジャンヌローは腹側経路によって処理される表象を「意味論的表象」とよび、それらは「行為を生成するために認知的な手がかりを活用することに関わる」という。

もちろん、背側経路と腹側経路は、ひとつのシステムのふたつの側面にすぎない。

このふたつの経路の分化は非常に古いようであり、ハムスターからサルを経てヒトにいたる哺乳類の視覚システム全般に見られる。

また、聴覚システムにも、ふたつの情報経路の同様の分割が見られる。

腹側経路はしばしば「何」経路とよばれ、背側経路は「どこ」または「いかに」経路とよばれる。

しかし、この呼称はあまり役立たないと思う。

腹側経路は典型的には、たんに「何」ではなく、「何のため」を表す。

つまり、主として、分離された事実ではなく、アフォーダンスを示す。

それゆえ、ギブソンは、リンゴが食べるというアフォーダンスを提供するものとして知覚され、郵便ポストが手紙を郵送するアフォーダンスを提供するものとして知覚されると語ったのである。

これは人間にとってはほとんどいつもそうであり、たいていの動物にとってはおそらくつねにそうであろう。

対象の知覚は、少なくともまず第一義的には、理論的な目的ではなく、実践的な目的に直接、役立てられる。

他方、対象との関係に関わる運動を行うのに必要な属性、たとえば対象がどこにあるかといった属性を評するのは、背側システムだけではない。

「意味論的な処理にも、実践的な処理にも、じっさい、多くの属性の集まりが必要である。・・・形、大きさ、容積、コンプライアンス、肌理、など・・・したがって、対象志向的な行動の本質的な特徴は、同じ対象が同時にさまざまな仕方では表象されなければならないということである」（ジャンヌロード）。

背側システムは動物の適切な動きを指令するために、動物と対象とのあいだの関係が何であることを表象しなければならない。

「何」、「どこ」、「いかに」の三つの名称のいずれについても、問題は、それらが背側システムと腹側システムによって産み出される表象の二重の側面を捉えそこねているという点である。

それらはいずれもオシツ面か、あるいはオサレツ面を捉えそこねているのである。

というのも、背側システムと腹側システムはどちらも、完全なものではないとはいえ、P-P表象を生産しているからである。

これらの表象を互いに結合してはじめて、いわば完全なP-P文ができあがる。

また、他方、この二種類の表象をたんに「腹側の」と「背側の」とよぶのも、あまりよくない。

背側経路と腹側経路という解剖学的な分割がどの程度、その機能上の区別を反映しているのかは、

当然、経験的な探求によって明らかにされるべきである。

じっさい、つぎのことがすでに知られている。

すなわち、それほど正確ではなく、また遅延があるとはいえ、**背側システムと腹側システムは必要に応じてある種の情報を交換できる**のである。

4. 信原幸弘によるミリカン所説の解説に学ぶ

【内的表象の進化】

生物が形成し利用する内的表象には、未分化で原始的なものから分化した高度のものへの進化が見られる。

原始的な内的表象はほぼ知覚に相当し、高度なものは信念と欲求にほぼ相当する。

ミリカンは、内的表象にかぎらず、一般に**表象のなかでもっとも原始的なものを「オシツ-オサレツ」表象とよぶ。**

これは記述的な側面（オシツ面）と指令的な側面（オサレツ面）を兼ね備えた未分化な表象である。

たとえば、ミツバチのダンスは、蜜がどこにあるかを告げる（記述面）とともに、他のミツバチにどこに行くべきかを告げる（指令面）。

「オシツ-オサレツ」表象はときに人間の言語でも見られる。

たとえば、「窓が開いている」という発話は、ある種の状況では、窓が開いているという事実を記述するだけでなく、窓を締めるという行為を指令しもする。

内的表象は「オシツ-オサレツ」表象の宝庫である。

熱いやかんに手を触れたときの触覚的な知覚は、やかんの熱さを告げるとともに、手を引っ込めることを指令する。

バナナを食べたときの甘さの知覚は、バナナに栄養があることを告げるとともに、バナナを食べ続けることを指令する。

このように、**ほとんどの知覚は、世界のあり方を記述するとともに、どう行動すべきかを指令する「オシツ-オサレツ」表象である。**

ミリカンは、**ギブソンの言うアフォーダンスを「オシツ-オサレツ」表象の指令面として捉えようとする。**

ギブソンは、たとえば椅子を知覚するとき、まずそれが椅子であることが知覚され、それにもとづいて座れるという可能な行動が導き出されるのではなく、端的に座れるという可能な行動（椅子が提供するアフォーダンス）が知覚されるのだと主張する。

こうしてかれは、椅子の知覚において、椅子であることを表す内的表象が形成されることも、またその表象から座れるという可能な行動を表す内的表象が導き出されることも否定する。

椅子を知覚するとき、いかなる内的表象も介さずに、座れるという可能な行動が知覚されるのである。

しかし、ミリカンは知覚においても、「オシツ-オサレツ」表象のような原始的な内的表象なら、十分許容できると考える。

そして椅子を知覚することは、椅子であることを記述すると同時に、座ることを指令するような「オシツ-オサレツ」表象を形成することだと考えるのである。

記述面と指令面が分化していない原始的な「オシツ-オサレツ」表象から、**記述面だけを担当する内的表象（信念ないし事実表象）と、指令面だけを担当する内的表象（欲求ないし目的表象）が分化してくる。**

まず欲求から分離された**信念について言えば**、それはあらかじめいかなる特定の目的にも捧げられておらず、そのときどきの状況に応じてさまざまな目的と結合して行動の算出に利用される。

人間という生物は、このような信念を形成するのにとりわけ熱心である。

人間は世界のさまざまな側面について、それを知ることが何の役に立つのか分からないまま、そしてときには長期にわたって何の目的にも利用することなく、とにかく知識を収集する。

しかもそのような知識から、推論によってさらに新たな知識を形成したりもする。

5. E・R・カンデル他編＝金澤・宮下・日本語版監修 『カンデル神経科学』（PRINCIPLES OF NEURAL SCIENCE） （2014）の知見に学ぶ

【霊長類の行動において手は重要な役割を果たしている】

Rizzolatti らのグループは、サルがいろいろな動作をしている最中に、そのブロードマン6野にある腹側運動前野の一部であるF5のニューロンの活動を記録した。

彼らは、把持運動、保持、操作運動などの手のさまざまな動作に関連して活動する一群のニューロンを発見した。

いくつかのニューロンは、物体のつかみ方に関係なく活動したが、多くのニューロンは、サルがある特定のつかみ方をしたときにだけ発火した。

これらのニューロンでよく表現されていたつかみ方は、精密把握（示指と母指でつかむ。小さな物体をつまむときによくみられる）、手掌把握（大きな物体を手全体で包むようにしっかり握るときに使われる）、指把握（母指と残りの指を対立させる。細長いものや中程度の大きさのものをつかむときに使われる）であった。

驚くべきことに、サルのF5のニューロンのかなりの割合が、物体を観察するだけで、その後物体を把持するかどうかにかかわらず、反応していた。

こうしたニューロンはカノニカルニューロン（canonical neuron）と呼ばれる。

カノニカルニューロンは物体の把持の準備には関与しない場合でも、物体が提示されることで反応する。

カノニカルニューロンのほとんどは、特定の大きさ、特定の大きさ、形、傾きの物体が提示されたときに選択的に反応する。

示指と母指での精密把握の際に活動するニューロンは、小さな物体が提示されただけでも反応し、手掌把握の際に活動するニューロンは、大きな物体が提示されたときに反応する。

カノニカルニューロンの振る舞いは、どのように説明すればよいだろうか？

その活動が運動の計画には関係せず、ある物体に選択的に反応し、他の物体には反応しないという事実から、注意や意図などの非特異的な要素は排除される。

なぜなら、非特異的な要素は、提示された物体すべてに関して、同じ効果（ニューロンの反応）を引き起こすと思われるからである。

むしろ物体の提示が、物体のもつ物理的な特性から潜在的動作（potential motor act）への変換のきっかけとなると考えられる。

【頭頂葉と運動前野のニューロンの連携した活動が、潜在的動作を符号化している】

【物体との相互作用の可能性を符号化するニューロンがある】

頭頂葉と運動前野のカノニカルニューロンの研究をきっかけに、Michael Arbib や、Rizzolatti と Giuseppe Luppino は、物体の感覚表象が手の運動に変換されるしくみに関する新しいモデルを作り出した。

彼らのモデルは、三次元物体を提示したときのAIP（前頭頂間溝野）の視覚優位型ニューロンや、視覚運動型ニューロンの反応の機能的な意味を基礎にしている。

こうした反応についての彼らの見解は、過去に心理学者 James J. Gibson によって提案されたアフォーダンス（affordance）の概念の影響を受けている。

Gibson によれば、物体をみることが誘因となって、物体との相互作用を可能にするような物体の性質が、即座に自動的に選別されるという。

こうした性質、つまりアフォーダンスは、物体の形や大きさや色などの視覚的な外観ではなく、物

体が観察者に提供する実践的な（行為の）機会（pragmatic opportunity）である。
これまでみてきたように、動作に役立つ視覚刺激のさまざまな特徴は、視覚系の背側経路で処理されている。

V2からはじまる外線条視覚皮質（視覚前野）で構成された物体の詳細な特徴にもとづき、AIPの視覚優位型ニューロンと視覚運動型ニューロンが物体のアフォーダンスを符号化する。

この情報は、潜在的動作を符号化するF5のニューロンへと送られる。

F5のニューロンは、得られたアフォーダンスの情報を適当な潜在的動作へと変換することができる。

なぜなら、そのニューロンが反応するアフォーダンスと、同じニューロンが制御する運動が一致しているからである。

こうして物体は動作になる。

実生活においては、物体はたいてい複数のアフォーダンスをもっていて、そのつかみ方もいくつかある。

脳は、いかにして最も適当なアフォーダンスを選ぶのだろうか？

把持運動の行動解析をすると、視覚以外の要素がアフォーダンスを選択し、実際に物体をつかむ方法を決定していることがわかる。

これらの要素は、物体の用途と、そのときの個体の意図の両方に関係している。

カップを例にとるとわかりやすい。

カップには持ち手、飲み口、本体の3つのおもなアフォーダンスがある。

その人がカップをカップとして認識し、通常のカップの使い方でする場合には、持ち手をつかむだろう。

しかし、カップをどけようとする場合や、誰かに手渡そうとする場合には、持ち手ではなく本体や縁の部分をつかむだろう。

したがって、AIPや腹側運動前野のF5を含む把持運動のより完全な（そして現実的な）神経回路のモデルは、物体の1つのアフォーダンスだけでなく、すべてのアフォーダンスを自動的に抽出すると仮定しなければならない。

そして、物体の意味や個体の意図について回路が受け取った情報にしたがい、特定のアフォーダンスが選択されるのである。

物体の意味（meaning）については、特に腹側視覚経路が物体の記述をしている。

この経路は下側頭皮質に終止するが、ここはAIPを含む下頭頂葉と強く相互結合している。この結合が、物体のもつ意味的な特徴を伝えていると考えられる。

この情報は、高次運動野の回路で特定される運動の側面からの物体の使用法とともに、物体の標準的な使用法と矛盾しないアフォーダンスを選択するための基礎となる。

その個体の現在の行動目標のためのアフォーダンスの選択は、長期的な運動を計画する前頭前野から下頭頂葉への入力を解剖学的な基盤としている可能性がある。

通常とは異なる物体の使用法が意図されたときには、前頭前野からの入力が標準的なアフォーダンスの選択に優先して、その意図に合うアフォーダンスを選択する。

例えば、人がカップから飲み物を飲むのではなく、カップを投げようとしているときには、カップの持ち手の部分のアフォーダンスではなく、本体部分かカップの口の部分のアフォーダンスが選択される。

【ミラーニューロンは他者の動作に関して活動する】

カノニカルニューロンは、サルが物体に対して働きかけたときにも、動作を起こさずにただそれを見ていても発火する。

いずれの場合も、これらのニューロンは同じように活動し、他の中枢に同じ信号を送る。それゆえ、明らかに運動の発現がない状態でのニューロンの活動は、潜在的動作を表現している。

この活動は、運動を計画する神経回路で起こるが、運動指令を起動しない。

潜在的動作は、刺激に対して反応するか否か、あるいは単に記憶にとどめおくかという選択の自由を与えているのである。

F5にあるミラーニューロン (mirror neuron) という非常に興味深い視覚運動ニューロンの一群では、潜在的動作はまったく違った意味をもっている。

これらのニューロンは、他の F5 のニューロンと同じように、ものをつかんだり、破ったり、保持したりするときに発火する。

加えて、他の個体 (ヒトやサル) が同じ動作をしているのをサルが観察しているときにも発火する。しかし、物体を提示しただけでは活動しない。

言い換えれば、これらのニューロンは、潜在的動作として他個体の動作を表現しているのである。ミラーニューロンは、どのような役割を担っているのだろうか？

1つの魅力的なアイデアは、他者が計画した動作の結果を認識することである。

つまり、他個体が行った動作にミラーニューロンが反応すると、その動作が観察者の運動前野にある運動の計画を立ちあげる。

観察者はその運動の計画の結果を知っているため、他個体が何をしているのか理解することになる。われわれの運動能力が、他者がしていることやその意図についての理解にかかわっているというのは、一見、不思議に思われるかもしれない。

しかし、他の方法でこの情報を得ることができるだろうか？

われわれの視覚系は、動作の明確な外観を記述することはできるが、その意味や目的を示すことはない。

ミラーニューロンは、原理的には、観察された動作を経験にもとづいて理解することを可能にする。それは、他者の意図 (intention) を理解するための基礎となる。

有意義かつ建設的に他者と交流する能力は、社会的認知の生物学的進化に欠かすことのできない段階の1つである。

あなたと私が話をするとき、あなたは自分の心の中身を知っているだけでなく、私が何を思い、どのように反応しているかも認識している。

社会的認知の障害は、自閉症 (autism) の一因となっている可能性がある。

自閉症は子どもの社会的コミュニケーション能力が障害される重大な発達障害の1つである。

正常なコミュニケーションには、言語理解や自己表現能力に加えて、コミュニケーションの相手の思考や感情に対するある種の感受性が必要である。

自閉症のおもな特徴の1つは、他者の視点や思考、アイデア、意図の理解が困難なことである。

おそらくミラーニューロンは、他者の意図を理解するために脳に備わっているシステムの中で、最も基本的なものである。

特に複雑な推論が必要とされる場合には、上側頭溝の近くや吻側の大脳内側面領域などの他の皮質領域も、他者の意図の理解に参与する。

【潜在的動作は、運動を企図する中枢によって抑制されたり解放されたりする】

潜在的動作が神経系に表現されているということが、さらなる疑問を生じさせる。

潜在的動作の実行を何が抑制しているのだろうか？

実行の抑制や促進を制御する機構があるのだろうか？

このような制御が行われていることを強く示唆する神経学的症状が、高次運動野や運動野の損傷によって起こる。

これらの行動の異常には、運動の開始の困難や、意識的に意図しない運動の表出が含まれる。

特に説得力のある例は、利用行動 (utilization behavior) という症候群である。

この症候群の患者は、ほとんど強迫的に物体をつかんでしまう。

患者が物体をみた途端、たとえそれが他人のものであろうと自分を診察している医師のものであろうと、すぐさまそれをつかんでしまう。

この症候群は、物体によって誘発される潜在的動作の抑制の障害によるものであるかもしれない。随意的な運動の重要な特徴は、ある特定の動作が表出しているときは、一方で他の動作が抑えられることである。

動作の順序は、基底核や補足運動野などを含む複数の大脳皮質や皮質下の核によって並列処理されていると考えられている。

補足運動野のニューロンは、系列的動作の計画、発現、制御にかかわっている。

【まとめ】

脳は、既存のコンピュータではまだ試みられていない方法で物体を認識し、動作を実行する。顔の認識や風景の観賞は、複雑な情報の高度な処理を必要とする驚異的な計算の産物である。さらに驚くべきことに、コーヒーの入ったカップを持ち上げるといったごく単純な随意的動作のためであっても、この知覚的解析のすべてが運動の回路と統合されている。随意運動の計画と実行は、感覚運動変換に頼っている。感覚運動変換の過程では、外部環境の表象が、意図や運動のプログラムと統合される。この統合は、感覚野や連合野と一緒に働いて高次運動野や一次運動野の産物である。その1つの例が、視覚誘導性到達運動における頭頂葉と運動前野間の情報伝達である。日常の経験では、われわれは物体を相互作用する前にそれを知覚しているように思われる。それゆえ直観的に、脳は系列的に働いていると考えられる。このモデルでは、最初に知覚のメカニズムが外界の統合された表現を作り上げ、認知過程がこの世界のレプリカを使って一連の動作を決定し、最後に動作の計画が運動系に中継されて実行される。これまでみてきたように、この直観的な見方は、脳がいかにして運動を決定し、実行するかについて、真実をとらえていない。実際には、新しい行動では、たえず動作のエラーをモニターし、修正するため、複数の運動領域と感覚領域で同時処理を行う必要がある。行動が正確になるにつれ、流入する感覚のサンプリングや運動のプログラムの更新の必要性は少なくなる。つまり、大きなネットワークの処理能力への負荷が減る。例えば、前補足運動野は行動学習の最中に活動するが、学習が進むにつれて活動はへる。長い訓練過程の後、行動が自動的になると、前補足運動野の活動は止まってしまう。

6. ローレンス・D・ローゼンブラム＝齋藤訳＝ 『最新脳科学でわかった五感の驚異』(See What I' m Saying The Extraordinary Powers of Our Five Senses) (2011)の知見に学ぶ

いまこの瞬間に五感は何を感じとっているだろうか。
目は文字を追い、手はこの本の手触りを感じている。
耳にはあたりの音やもっと多くの音も聞こえている。
鼻には食べ物のおい、あるいはいま着ている洗い立てのシャツか肌からほんのり石けんの香りがしているかもしれない。
舌には塩味や甘味などさっき食べたものの後味がしているかもしれない。
さらに自分に意識を向けると、そこまではっきりしていないことにも気づくはずだ。
この本の周囲の光景、いま着ている服の感触、自分の息づかい。
ところが、いままさにこの瞬間にも行われている知覚のさまざまな芸当ときたら、もっと気づきにくく、しかも信じがたいものだ。
わたしたちは、音がしないものを聞きとり、肌に触れていないものを感じとっている。
はっきりしたにおいが無いものにおいを嗅ぎとり、姿かたちのないものを見ている。
しかもこうしたことを四六時中行っている。
それどころか、こうした特殊な知覚能力は、この世界で生きていくのに不可欠なものなのだ。
こうした特殊な能力はすべて、五感が利用できる物理的情報と、そうした情報を取り込めるようにしている生理機能に基づいている。
このような知覚能力は予知能力でも、読心術でも、超能力でもなんでもない。
正真正銘の、反復可能で科学的に説明できるものだ。
知覚心理学や脳科学の最近の研究によって、わたしたちの五感、ほかの動物にしかわからないと

思われていた周囲の情報を拾っていることが明らかになりつつある。

しかも科学的に解明されつつあるように、コウモリのように音を、犬のようににおいを、昆虫のように触覚を利用して、そうした情報を絶えずキャッチしている。

意識寄りの脳が日中のささいなことに追われている間、無意識寄りの脳がそれよりもずっと興味深いことにせっせと取り組んでいる。

無意識寄りの脳は人間業とは思えないような方法で、視覚、聴覚、嗅覚からおびたしい量の情報を取り入れている。

心理学者の間では以前から知られていたことだが、五感は意識しなくても情報を取り入れることができるし、新たな研究によると、知覚全体がそうした方法ではたらいっている。

このような潜在的知覚能力のおかげで、無意識寄りの脳ではいろいろとおもしろいことが起こっている。

この本の目的は、そのおもしろさの一部を自覚してもらうことにある。

わたしたちの驚異的な知覚能力を理解してもらうため、この本では、高度に発達した知覚能力を持つ人々を紹介している。

たとえば、生まれつき備わっている音波探知機能（ソナーシステム）を活用してマウンテンバイクのツーリングを率いている盲目の男性や、信号音つき野球ボールを使って攻守ともに驚くべき正確さでプレーする人たち。

耳の聞こえる人と同じように話し言葉を理解できるだけでなく、遠くからであれば聞こえる人以上に理解できる読唇の達人。

話している人の顔に触ることで話の内容がわかる視聴覚障害者。

名を伏せたフランスワインでも産地と何年物かがわかるソムリエ。

ホテルの内装や客層によって絶妙なバランスで香りを調合する香りデザイナー。

アカペラの優勝チームが音程を完璧に保ち、盲目の刑事がプッシュホンの複雑な高低音を聞き分けて電話番号を突きとめる。

釣り糸の感触で魚の種類・性別・年齢がわかる釣りの達人。

クッキーの一原料がいつ変質しはじめるかわかる味の鑑定士。

重要なのは、こうした人々の例を挙げているのはごく一部の人たちだけがずばぬけた知覚能力に恵まれているといたいからではなく、だれもが持っている知覚の潜在能力に光を当てるため、ということだ。

わたしたちはだれでも一種のソナーシステム、一種の絶対音感を備えているし、だれもが目で見えて、あるいは顔に触って話し言葉を理解できる。

しかもこうした能力の多くを一日中活用している。

紹介している知覚の達人がわたしたちと大きく違う点は、カーネギーホールへの道のり、つまり一流の演奏家になる道のりと同じで、「練習」あるのみ。

ほかの人たちの熟練の技を知るとは、自分自身の潜在的知覚能力を高めるヒントになるはずだ。知覚のずばぬけた能力についてこのように新たにわかったことは、それだけでももちろんワクワクするが、こうした解明は、知覚心理学や脳科学の新たな原理を明らかにする上で、科学的にも重要だ。

たとえば、五感の代償機能は知覚障害者だけでなくだれにでもある、という最近のデータは、広範囲に及んでいる〈神経可塑性〉の考え方をますます裏づけている。

脳は体験に応じてその領域や脳細胞のはたらきを変えられることもわかっている。

さらに、つい最近までは単一感覚のはたらきだと考えられていたことに、複数の感覚を使う能力がある（顔を見て話し言葉を理解したり、においからその人の魅力を感じとったりする）というデータがどんどん揃いつつあり、脳が多感覚情報を中心にしてできているという新たな見解を裏付けている。

ある意味で脳は、どの感覚器からの情報かにあまり頓着していない。

このことは、「視覚」を司る脳中枢や「聴覚」を司る脳中枢と考えられていた領域が、すでにわかっているように、多感覚情報を受け入れていることからとも言える。

最後に、これから見ていくように、潜在的知覚能力の多くが人間の動きに対してわたしたちが敏感に反応することと関わりがある。

ほかの人がしていることに対する並外れた敏感さは、ある動作（投げる、微笑む）を認識して引き起こすというふたつの役割が脳細胞にある、とするデータと一致している。

黙って人の話を聞いているとき、自分の発話動作の開始に関わっている脳細胞が活性化している。こうした〈ミラーシステム〉で、表情や口調など相手の行動を無意識にまねし合う傾向があることが説明できるかもしれない。

要するに、秘められた知覚能力について読み進むにしたがって、そうした能力を説明する認知科学や脳科学の重要かつ新たな原理についても学べるだろう。

ではなぜ、こうした潜在的知覚能力がいままで話題にならなかったのだろうか。

この本がいま出る意義はなんだろうか。答えは、知覚科学における最近の進歩にある。

いまは脳にとってとりわけタイミングがいい。

脳がはたらいている様子を見ることができる現代の技術——機能的磁気共鳴画像（fMRI）、誘発電位（EP）、脳磁図、経頭蓋磁気刺激（TMS）——のおかげで、知覚能力について重要なことがいくつも明らかになっている。

たとえば脳は、重要な方法で、外界についてわたしたち以上に理解していることが、こうした技術のおかげで明らかになっている。

わたしたちがほとんど気づいていない刺激にも、脳はつねに反応していることを新たなデータが示している。

その一例として、においに慣れてもう感じなくなってしばらくたってからでも、脳はそのにおいによって活性化している。

鼻のはたらきの多くは無意識に行われていることがわかっている。

新たな研究ではまた、知らない間に入ってくる情報に対して脳はただ反応するだけでなく、その情報を有効に活用して判断や言動に影響を与えていることもわかってきている。

新しい脳画像技術はさらに、個々の感覚という点で、脳はかつて考えられていたよりもはるかに普遍的であることも明らかにしている。

さきほど述べたように、以前は単一の感覚専用とみなされていた脳の領域が、実際には複数の感覚を補佐している。

このことは、知覚情報が思っていたよりも早く高度にとりあつかわれていることを示している。

脳画像技術のおかげで、同じ動作の開始と知覚の両方に反応する脳領域（ミラーシステム）の解明にもつながっている。

こうした研究結果は、複雑ながらも無意識に行われることが多い、互いにまねる能力について、いまわかっていることとも一致している。

動作を知覚する脳のこうしたしくみの観察結果は、行動と直接関係のある周囲の状況の知覚にわたしたちが長けていることを示している研究とも一致する。

つまりわたしたちは、どう対処できるかという観点で、周囲の世界を知覚しているのだ。

ところで、神経科学におけるここ20年あまりでもっとも重要な発見として、脳は経験によってそのしくみや編成が変わりうることがあげられる。

この神経可塑性は、脳のしくみは大人になったらほとんど変わらない、と長い間考えてきた科学分野にとって予想外のすばらしいことだ。

かつては特定の知覚機能だけを司ると考えられていた脳の領域が、異なる知覚機能とその感覚内でも別の感覚にまたがっても割り当て直す潜在能力があるのだ。

そして、脳のこの再編成と再割り当ては、指をトントンとたたくといったごく単純なものから、常時（たとえば盲目）あるいは一時的な（たとえば90分間の目隠し状態）感覚喪失に伴って生じるクロスモーダル可塑性にいたるまで、さまざまな経験で起こりうる。

知覚脳が経験とともに変化する様子を観察することで、知覚能力とそれがどのように定着するかがわかってきた。

脳に関するこのように興味津々の研究報告は、どれもここ10年あまりで広まった高度な画像技術なしではありえなかっただろう。

脳にとってだけでなく、知覚し、行動する動物としてのヒトそのものにもタイミングがいい。

知覚現象の解釈と評価方法にある重要な変化が起こっているのだ。

こうした新たな研究方法では、感覚器が利用できる外部情報について知ることが、その外部世界を

再構築すると一般的に考えられている脳内のプロセスよりも優先される。
知覚に対するこの生態学的な研究方法は、自然環境においてどのように知覚し、行動するかを説明しようとするものであり、その自然環境ということ言えば、わたしたちの五感（光や音といった物理的パターン）からたっぷりと情報入手できると考えられる。
世界について（なんとなくでも、はっきりとでも）なにを知り、それに対してどうふるまうかの判断材料となる豊かな情報の海で、五感（は）しなやかにはたらいっている。
ある意味で、わたしたちは自分の知っているものに囲まれているのだ。
こうした研究方法で明らかになった副産物に、普段あまり考慮されていない知覚感度がある。
この生態学的な研究方法は、普通（た）の感覚情報が豊富にあり、しかも動きに関連した作業を行う状況でヒトを観察すると、以前は見られなかった知覚能力をたちまち発揮するようになることを示している。
この意味で、この研究方法から特殊な知覚能力が予測できる。
また、生態学的な知覚研究によって、無数の特殊な知覚能力が明らかになっている。
たとえば、音を出したり反射したりしているものの形を聞きとる能力、一部分を前後に振るだけでその大きさや形がわかる能力、動き方だけで相手がだれかがわかる能力。
こうしたことは、普段あまり注目されていない非常に豊かな知覚情報に対する敏感さを示すほんの一例だ。
このように、脳の画像技術によるさまざまな新しい観察結果と、知覚に関する問いの投げかけ方の大きな変化がひとつにうまくまとまったおかげで、この本が生まれた。
脳と知覚方法が互いに補い合っていることは、心理学のほとんどの問題解決に向けて役に立つ。
なんといっても、脳のはたらきを知るには、脳がなんのためにあるかを知ることがきわめて重要だからだ。

=====

アブダクション研究会発表内容 「エコロジカルアプローチによる視知覚と身体運動」

伊藤 万利子（早稲田大学）

今回の発表は、身体運動の熟達と視知覚の関係について、エコロジカルアプローチの立場から検討するというものである。この発表でご紹介するわたしがこれまで行ってきた研究は、エコロジカルサイコロジーの考え方に影響を受けているものだが、エコロジカルアプローチを知らなくても話としては通じるものだと考えられるため、どういう観点で研究を行ってきたのかをはじめに話す。それから研究を紹介する。

研究の観点（スライド2枚目、3枚目）

身体運動の制御について、やぶさめの事例から考えてみる。やぶさめでは、疾走する馬にのりながら、的を射るということをする。疾走する馬の上なので、全身が揺れ、的を射る人はバランスを取りづらい状態になると考えられる。馬の揺れでバランスを崩したままに矢を放つても、的に刺さらないなどの的を射るという行為はうまくはいかないだろう。そこで、矢を放つて的を射ることができるよう、手や腕以外の身体（た）の運動を利用して揺れに対応すると考えられます。手/腕以外の身体部位（体幹など）でバランスをとれば、そうすることで手や腕で的を射ることを安定的に行うことができるだろう。さらには、姿勢を安定させることで、視覚的にも安定し、的を見て狙いを定めることが容易になるだろう。やぶさめの例でみられる、揺れに対応してバランスをとるというような身体運動は、タスクを直接的に実行すること（やぶさめ（た）言えば的に弓矢を放つこと）ではないが、タスクの達成をサポートするように調整

されていると言える。

身体運動の研究では、多くの場合、ある運動課題を実行することそのものへの関心が高い。しかし、その運動課題を実行する下地・土台となるような「課題の実行を助ける行為」があることで、その課題をうまく実行できると考えられる。したがって、「課題の実行を助ける行為」について検討されるべきであろう。さらに、私は、課題を助ける行為として、視覚（視覚を安定化するような行為）があると考えている。やぶさめの場合で言えば、「どうやって安定的に的を見ることができるようにより頭部を的に向かって定位するのか」が課題を助ける行為としての視覚に相当する。身体運動と視覚の研究は多くあるが、身体運動と視覚の研究で行われることは、運動をしている際の視覚情報処理（脳のどの部分を使っているのか）、あるいは、視線行動（スキルによって、同じタスクをしても見ているところが違っていたりするので、何を見るのか）を分析することが多い。しかし、目・頭部を環境に対してどう定位するのは大事である。頭を動かせば、視界に入るものは変化し、視線は影響をうける。歩行などで身体全体が動くことによっても頭が動くので、視線にも影響がある。したがって、運動制御で視覚の役割を検討するときには、全身の運動をどう協調させて見るのかということが問いになるであろう。このような考えにもとづき、これまでの研究では、実行するという行為そのものではなくて、視覚に関わるものとして考えられるような身体運動が運動タスクのなかでどう制御されているのかをけん玉のタスクで検討してきた。

実験課題のけん玉の技、「ふりけん」について（スライド4枚目、5枚目）

けん玉のタスクと課題の実行を助ける視覚的な行為との関係について述べる。けん玉では、膝の運動が重要であると言われる。しかし、膝は直接的には技の達成に関わるわけではない。技を実行するときには、手や腕の運動を利用する。実験タスクである「ふりけん」（詳しくは後述）も手や腕の運動を使えば、技を実行することは可能である。しかし、けん玉熟練者の方の話では、「膝を使わなくてもふりけんはできるけれど、成功率は下がる」とのことであった。熟練者の方の話から考えると、膝の運動は、タスクの達成を助けているような役割がありそうだ。

実験では、「ふりけん」という技を実験課題とした。けん玉の技には基本技が10個あると言われているが、その10個の基本技のひとつがふりけんである。しかし、基本ではあるものの初心者には、かなり難しい技と言われており、けん玉を始めた人が最初に直面する壁とも言われている。その一方で、けん玉のスキルが卓越している人にとっては、ふりけんは易しい技であり、けん玉熟練者であればほぼ成功する。

ふりけんは、次のような手順で行われる。

1. 玉を振り子状にふりだす
2. 玉がけんの真下あたりを通ったら玉を振り上げる。このときに玉自体に回転（自転）がかかる。
3. 玉は回転をしながら放物運動をして、行為者に近づいてくる。
4. 接近してきた玉がだいたい1回転したところで、玉の穴にけんを入れる

1~4の手順が実行される時間は、1秒程度である。さらに、回転する玉の穴（直径約2cm）にけんを入れなくてはならない。非常に短い時間で、回転を伴って行為者に接近する玉を見ることになるため、玉の視認が難しいと考えられる。「ふりけん」は時間的にも空間的にも制約が厳しい技であると言えるだろう。しかしながら、けん玉熟練者は、10割近い確率でふりけん成功しているのである。

実験1では、頭部・膝の運動に特に注目をし、視覚に関わる運動としての頭部・膝の運動が熟練者群と初心者群でどのように制御されているのかを分析した。そして、熟練者群の視覚に関わる運動の制御方略が、ふりけんの成功にどのようにつながっているのかを考察した。

実験1

【実験目的】

けん玉の「ふりけん」では、視覚に関わる運動としての頭部・膝の運動の制御が技の成功にとって重要になると考えられる。そこで、異なるけん玉スキルもつ者（けん玉初心者・けん玉熟練者）を対象とし、「ふりけん」において頭部・膝がどのように制御されているのかを明らかにする。その上で、頭部・膝の運動の制御は、ふりけんの成功にどうつながっていると言えるのかを考察する。

【実験方法】（スライド7）

実験1の実験参加者は、熟練者群・初心者群各4名であった。初心者群は、けん玉のことは知ってい

るけれど、けん玉をそれほどやったことがない人たちであった。熟練者群は、日本けん玉協会というところで、けん玉の段位の認定がなされているのですが、実力が最高レベルに達していると認められている方たちでした。実験では、1セット20回とするふりけんを10セット行った（合計200回）。そのときの身体運動と玉の運動を動作解析装置で記録した。分析の際には、動作解析装置で記録した時系列データを用いて、視覚に関わる運動を頭部、腰・膝・足首の運動として、熟練者群と初心者群の運動を比較した。

【結果】（スライド 8, 9, 10）

初心者群は、手先で動いていました。熟練者群は、頭部・膝の位置変化が初心者群より大きかった。特に特徴があったのは頭部と玉との位置関係であった。すべての熟練者が、各試行の最後でけんを玉に入れるときに、頭部と玉との距離が毎試行ほとんど同じになっていた。このことについて、もう少し見ていく。

スライド9枚目の左上の図は、ある熟練者の玉の軌道で、20試行（1セット）分の軌道を重ね描きしたものである。玉の軌道は玉の右側から見た図で、試行開始が図に示されたところである。左上の図では、試行の最後に玉が落下するときに、試行間でばらつきがでている。同じ20試行分の玉の軌跡を、頭部を原点とする座標系でみてみるとばらつきがなくなっていた。頭部を原点とする座標系では、頭部の運動が反映されているので、試行の最後に玉と頭部との位置関係がほとんど同じになるのは、玉のばらつきがなくなるような頭部の運動だったために達成されていることだと言える。このことは、すべての熟練者について同様の結果が得られた。一方で、スライドの図の左下に示されているのがある初心者の玉の軌跡（20試行分）である。同じ初心者の頭部中心系の座標で、同じ玉の軌跡20試行分を見てみると、軌跡にほとんど変化がなかった。各試行の最後の頭部と玉との距離のばらつき定量的に調べたところ、初心者群でも、環境座標系の玉の軌道よりは、頭部を原点とした座標系の玉の軌道のほうが、試行の最後のばらつきは減っていたが、熟練者群よりも初心者群のほうが、試行の最後における玉の軌道のばらつきは大きかった。玉が落下する際のばらつきがなくなるような制御は初心者ではなされていなかったと言える。

熟練者群の頭部運動は、玉の軌道のばらつきがなくなるような運動になっており、各試行で玉とけんとの接触が生じるときの頭部と玉との位置関係がほとんど同じになっていたが、では、けん玉で重要であると言われる膝では同様の変化が見られるのかを確認してみる。スライド10の左上の図は、スライド9の左上と同じ熟練者の環境座標系の玉の軌道（20試行分）である。それに対して、スライド10の右上の図は、同じ熟練者の玉の軌道であるが、膝が座標の原点になっている玉の軌道である。このふたつを比較すると、玉の軌跡の形状に変化はあるが、試行の最後のばらつきはなくなっておらず、各試行の最終時点での膝と玉との位置関係は頭部のようには一貫していなかった。熟練者の環境座標系・膝中心座標系の玉の軌道に対し、初心者群の環境座標系の玉の軌道は左下、膝を座標の原点とした場合の玉の軌道は右下である。スライド9の玉の軌道と同じ初心者のもので、玉の軌道のデータも同じものである。初心者群の膝中心座標系の玉の軌道では、環境座標系の玉の軌跡や頭部中心座標系の玉の軌跡と同様に、試行の最後でのばらつきはなくなっていなかった。

【考察】（スライド 11）

実験1の結果をまとめると、熟練者では、玉が落下するときに、玉のばらつきがなくなるような頭部の運動がなされるという関係があった。この頭部の運動によって、回転以外の運動（玉の放物運動）が相殺され、回転の検出が容易になり、視覚が安定化していたと考えられる。膝の運動そのものには、頭部が玉に対して行っているようなばらつきを相殺するようなことはしていないが、頭部の運動は膝の運動の影響をうけていることから、膝の運動は玉と頭部の関係が維持されるような制御になっていたと考えられる。このような視覚の安定化につながる制御がふりけんというわざのなかで行われることが、けん玉熟練者のふりけんの成功につながっていると考えられた。

実験2

【目的】（スライド 13 に対応）

実験2では、けん玉熟練者による視覚を助ける行為の学習を検討する。実験1から、「ふりけん」という時空間的な制約が厳しい技で、けん玉熟練者は玉を見やすくするような工夫をしていると考えられた。「ふりけん」で視覚的な環境をさらに制約した場合でも、けん玉熟練者はその環境に応じて視覚に関わる運動（玉の運動の制御、玉への身体の定位）を変化させることによって「ふりけん」を成功させるようになると考えられる。そこで、けん玉熟練者がどのように玉の運動や頭部の運動を変化させ、より制

約された環境下に適応するのかを調べた。

【方法】(スライド 14, 15, 16, 17 に対応)

実験参加者はけん玉熟練者 3 名(5 段 2 名、6 段 1 名)とした。実験 2 では視野遮蔽メガネを装着してふりけんをしてもらった。視野遮蔽メガネというのは、スライドの写真にあるもの。スライドのメガネはシャッターが閉じている、不透明な状態になっているが、シャッターが開いている状態だとメガネのレンズ部分が透明になっている。このメガネは、シャッターの開閉のタイミングをあらかじめセットできる。これを用いて、視環境を制約し、常にシャッターが開いている状態の遮蔽なし条件と、シャッターの開閉のある遮蔽なし条件でふりけんをってもらうということが、ざっくり言うと実験全体を通してけん玉熟練者に行ってもらったことである。

実験全体の流れを詳細に説明していく。けん玉熟練者の学習を検討するため、この実験では pre-test と練習(8 回)と post-test を行った。これらはそれぞれ別日に実施した。pre-test は練習前のけん玉熟練者のスキルを測定するスクリーニングとして、post-test は練習後のけん玉熟練者のスキルを測定するスクリーニングとして行った。本研究では、pre-test と post-test のデータを分析対象とした。

次に、pre-test, post-test での手順を説明する。両 test とともに、けん玉熟練者は視野遮蔽メガネを装着し、遮蔽なし条件(メガネのシャッターが透明)⇒遮蔽あり条件(メガネのシャッターが不透明)⇒遮蔽なし条件(メガネのシャッターが透明)の順にふりけんを行った。各条件では、ふりけん 10 回を 1 セットとして 1 セットずつ進めていった。遮蔽なし条件は、3 セット行った。遮蔽なし条件は、けん玉熟練者の通常のふりけんを計測する目的で行われた。遮蔽あり条件では、視野遮蔽メガネが一定のタイミングで開閉を繰り返していた。メガネの 1 周期は 1200ms に設定され、1200ms のうちでシャッターの開閉が 1 度ずつ含まれていた。1200ms というのは、過去のけん玉実験でのけん玉熟練者の試行時間であった。この 1200ms という時間は、1 試行のうち、どのタイミングを(例えば、試行の開始、終わりなど)シャッターが開くタイミングに合せるのを見る目的で設定された。また、どれだけシャッターが開いていれば、ふりけんを成功させることが可能なのかも検討するために、1 周期 1200ms という時間は固定して、そのなかでシャッターの開いている時間を短くするというを行った。シャッター開閉のある遮蔽あり条件の最初の水準は、1 周期 1200ms のうち、600ms はメガネが開いていて、600ms は閉じているものであった。この水準でふりけんを 10 回中 8 回以上成功させることができれば、けん玉熟練者はこの水準でもふりけんを成功させることができるとみなし、シャッターの開いている時間が 100ms 短い水準(より視覚的な制約が厳しい水準)へと移行した。(例えば、600ms 開いている水準のあとは、500ms 開いて 700ms 閉じている水準であった。)このような基準でシャッターの開いている時間を短くしていったが、ふりけん 10 回中 7 回以下の成功であることが 5 セット続いたら、その水準のシャッターが開いている時間を 50ms 増加させた水準でふりけんを行った。このようにして、ふりけんを成功させることができる最少可視時間を決定した。

上記に説明したような実験を行い、次のことについて分析を行った。

1. けん玉熟練者は、メガネが開いているときにどの軌跡部分(試行の開始直後とか試行の最後など)をみるようにするのか
2. ふりけんを成功させることが可能な最小可視時間は何 ms か
3. 玉・頭部の運動(どちらもけん玉熟練者の視覚に関わる)の制御は、遮蔽あり/なし条件で、pre-test/post-test でどのように変化しているのか
4. 玉の相対速度(ボールをキャッチするときには、玉の相対速度を等速化するという方略がとられていることが知られており、実験 1 の結果「頭部運動が玉の運動を相殺している」ことからふりけんでも同様のことが行われていると考えられたため)

【結果】(スライド 18, 19, 20, 21)

(最小可視時間、スライド 18)まず、pre-test と post-test の最小可視時間を調べた。熟練者 A は pre-test では 400ms, post-test では 250ms で、熟練者 B は pre-test では 400ms, post-test では 200ms で、熟練者 C は pre-test では 300ms, post-test では 250ms であった。すべての熟練者は post-test のほうがシャッターの開いている時間がより短い水準でもふりけんを成功させることができるようになっていた。

(玉の軌道のどの部分を見ているのか・玉の軌道の変化、スライド 19) 1 セット 10 回行ったうちの成功試行のみの軌道が描かれている。上段が pre-test のデータ、下段が post-test のデータである。上段左と下段左が遮蔽なし条件のデータ、上段中央と下段中央が遮蔽あり条件で 600ms シャッターが開いていた水準(遮蔽あり条件のもっとも制約が厳しくない水準)上段右と下段右は、各 test の遮蔽あり条

件で制約がもっとも厳しかった水準（pre-test は 300ms, post-test は 200ms）における成功試行の玉の軌道である。図は、玉の軌道を右横から見た図である。軌道は、線が太くなっている部分と、細い部分があるが、線が太くなっている部分がシャッターの開いていたタイミングに相当する。遮蔽あり条件で線の太くなっている部分に注目すると、特に post-test で、試行の開始直後と玉の軌道の頂点付近に一貫してシャッターが開くようになっていた。他の熟練者では、試行の開始直後にシャッターが開いていない場合もあったが玉の軌道の頂点付近にシャッターが開いているのは、3 人の熟練者全員に共通していた。したがって、けん玉熟練者たちは、1 試行のうち、見ることができるタイミングが限られている場合には、玉の軌道の頂点付近を見るようにしているといえる。また、玉の軌道の大きさについてみると、条件によって変化していることがわかった。この熟練者の場合は、pre-test では遮蔽のない条件のほうが遮蔽のある条件よりも前後に大きく全体として大きな軌道になっていたが、post-test では遮蔽あり条件のほうが遮蔽のない条件よりも軌道が前後に大きくなる傾向があった。post-test で遮蔽のある条件のほうが軌道が前後に大きくなることは、すべての熟練者に同様の傾向がみられた。また、熟練者によっては、遮蔽あり条件の水準によっても軌道の前後方向の大きさが変化していた。これらのことから、けん玉熟練者は玉の頂点付近の軌道が一貫して視認できるよう、玉の軌道の大きさを調整していたと考えられる。

（頭部の運動、スライド 20）次に頭部の運動の変化を調べた。スライドの図はある熟練者の頭部の軌跡で、ふりけん 1 セット 10 試行のうち、そのセットで成功した試行の頭部の軌道が描かれている。図の見方はさきほどの玉の軌道の図と同様で、図の上側が pre-test, 下側が post-test で、図の左側が遮蔽なし条件のある 1 セット、図の真ん中が遮蔽あり条件でシャッターの開いている時間が 600ms の水準の 1 セット、図の右側がシャッターの開いている時間ももっとも短かった水準の 1 セット（この熟練者の場合は pre-test では 300ms, post-test では 100ms）を載せてある。メガネのシャッターの開いていたタイミングに相当するところは軌道が太くなっている。pre-test では、熟練者ごとに遮蔽がある場合とない場合での玉の調整の傾向は異なっており、図の熟練者では pre-test では遮蔽のない条件と遮蔽のある条件での差があるとはいえなかったのですが、post-test では図のように遮蔽あり条件のほうが遮蔽のない条件よりも軌道が上下に大きくなる傾向がありました。Post-test では、すべての熟練者において、遮蔽あり条件で頭部の軌道が軌道が上下に大きくなる傾向がありました。また、図の熟練者では、遮蔽ありの水準によって頭部運動の大きさが変化する傾向もあった。

（玉の相対速度、スライド 21）最後に頭部中心座標系における玉の相対速度を等速化していた時間についてです。図は、ある熟練者の post-test における遮蔽なし条件の代表的なセット(左)とシャッターが 400ms 開いていた水準(右)の頭部中心座標系の玉の相対速度の時系列変化になっています。図中の両矢印が等速化の範囲を、太い線でプロットされた部分はシャッターが開いていたタイミングを、下矢印は玉が頂点に到達したタイミングを示している。図のように、遮蔽がある場合でもない場合でも、玉の軌道が頂点付近にあるときに相対速度が等速化する傾向があった。さらに、特に post-test で遮蔽あり条件のほうが遮蔽なし条件よりも等速化する時間が長くなっていると考えられた。その点について調べたところ、pre-test のときは、熟練者 C のみ遮蔽あり条件のほうが遮蔽なし条件より等速化の時間が長かったが、post-test ではすべての熟練者で遮蔽なし条件よりも遮蔽あり条件のほうが等速化の持続時間が長くなっていました。また、post-test では、等速化しているタイミングとシャッターが開いているタイミングが一致していた。

【考察】(スライド 22)

実験 2 の結果から、次のことがわかった。

1. Post-test のほうが最小可視時間が短くなっており、より視覚的な制約が厳しい水準下でふりけん成功していた
2. 玉の軌道の頂点付近でシャッターが開くようになった
3. Post-test では、玉の運動の変化・頭部運動の変化について熟練者群で一致した傾向が見られた
4. 玉の相対速度の等速化の時間が post-test では遮蔽あり条件のほうが長くなっており、遮蔽あり条件では、等速化しているタイミングでシャッターがあいていた

実験 2 の結果から、視覚的な制約がある状況下での熟練者たちのいくつかの視覚的な工夫が見られた。熟練者群は、シャッターのあくタイミングを玉の速度が落ちる玉の軌道の頂点付近に合わせていた。シャッターの開くタイミングを相対的に視認しやすい軌跡部位に合わせていたと考えられる。また、シャッターの開閉という制約、シャッターの開閉時間が変化するという制約があるため、すべての条件で同じように玉の軌道を生成するのではなく、視覚的な制約に応じて軌道の大きさを調整し、シャッターが

開いたタイミングで軌道の頂点付近を視知覚できるようにしていたと考えられる。また、玉の相対速度の等速化は、条件に関わらず玉の軌道の頂点付近でなされていて、その等速化の持続時間は、post-testではすべての熟練者で遮蔽あり条件のほうが長くなっていた。post-testでは玉の軌道の頂点付近でシャッターが開くようにもなっていたことから、シャッターが開いており、相対的に視認しやすいタイミングで等速化の時間が長くなるような玉・頭部の制御が行われていたと考えられる。このようなタスクの達成を助ける視覚的な工夫が練習をへて学習され、視覚的な制約がより厳しい水準下でもけん玉熟練者たちはふりけんを成功させることができるようになったと考えられた。

実験 1, 2 のまとめ(スライド 23)

実験 1, 2 では、ふりけんの成功を助ける視覚的な技術について検討してきた。けん玉熟練者は、視覚に関わる工夫をいくつかしている。けん玉熟練者がほぼ失敗することなく、「ふりけん」という時空間的な制約が厳しい技を成功させることができているのは、自分が視知覚することになる玉の運動の制御に長けていることは言うまでもないが、玉への動的な頭部の定位とそれを支える膝の運動が一因であると言える。

追記：

今回の資料には記載していませんが、「ふりけん」での視覚的な技術の研究は、「視線—頭部—膝の運動の協調」「けんの制御」に関するものも行っていきます。論文が公刊されたときにはご紹介させていただければ幸いです。

■以下のページにはスライドを再録しています■

**エコロジカルアプローチによる
視知覚と身体運動**
 早稲田大学 伊藤万利子

例) やぶさめ

疾走する馬に乗って弓を射る

手/腕以外の身体部位でバランスをとって弓を射ることを支える

課題の達成をサポートするように調整される身体運動

研究の観点

- 身体運動研究: 各タスクを達成する行為の分析
⇒ **タスクの達成を助ける行為も重要**
⇒ タスクの達成を助ける行為としての「視知覚」
- 視覚: 視覚情報処理、視線行動
⇒ **身体がいかに環境に定位して見るのか**

けん玉

- けん玉の技
... **膝の運動が重要**

けん玉の「ふりけん」

- 「玉を振り子状にふりだして、玉がけんの真下あたりを通ったら玉を振り上げ、回転しながら放物運動をする玉の穴に剣を入れる」技
- 10個の基本技のひとつ
- 「基本」ではあるが、初心者にはかなり難しい技
- 時空間的な制約の厳しさ

実験1

第1実験:方法

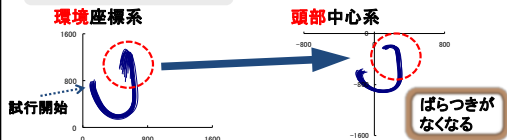
- 実験参加者
 - 熟練者群・初心者群各4名
- 手続き・装置
 - 1セット20回とするふりけんを10セット
 - 身体運動と玉の運動を動作解析装置で記録

「ふりけん」における視覚的な運動の比較

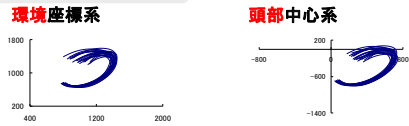
- 初心者
 - 手先で動く
- 熟練者
 - 頭部・膝の位置変化が初心者より大



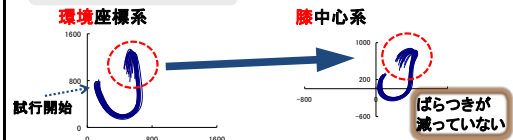
熟練者の玉の軌跡



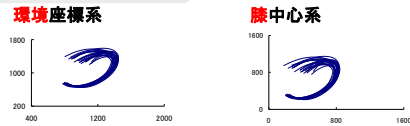
初心者の玉の軌跡



熟練者の玉の軌跡

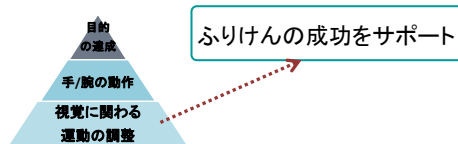


初心者の玉の軌跡



第1実験:考察

- 熟練者群の視覚に関わる運動
 - 玉と頭部の一貫した、動的な関係
 - ⇒ 視覚の安定化
 - 玉と頭部の関係を支える膝の運動



実験2

実験2:けん玉熟練者の学習

- 視覚的な環境を制約する場合、見る工夫のしかた(玉の運動の制御、玉への身体の定位)が変化すると考えられる
- では、どのようにけん玉熟練者は制約された環境下に適応するのか

第2実験:方法

- 実験参加者
-けん玉熟練者3名



第2実験:方法 実験全体の流れ



- 本研究ではpre-test, post-testのデータを分析対象とした

第2実験:方法 pre-test, post-testでの手順

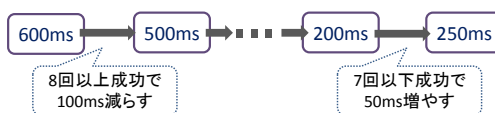
- 視野遮蔽メガネを装着して以下の順でふりけん(10回を1セットとして1セットずつ計測)



- 遮蔽なし: 視野遮蔽メガネを装着し、3セット-けん玉熟練者の通常の「ふりけん」を計測

第2実験:方法 pre-test, post-testでの手順

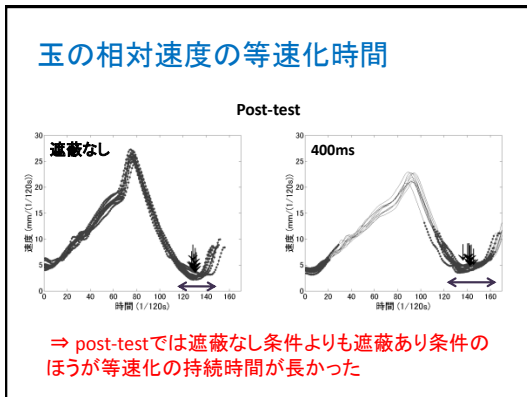
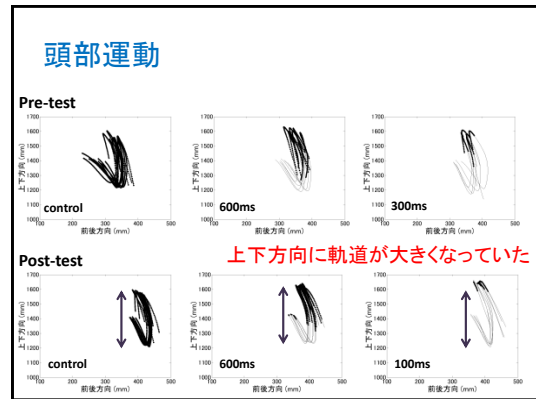
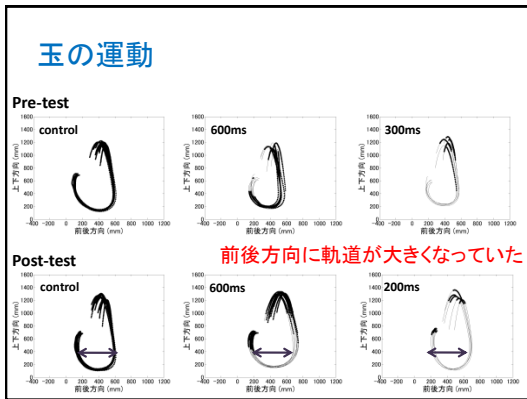
- 遮蔽あり: 視野遮蔽メガネ1周期1200ms, シャッターの開閉幅を変化させる(下図はシャッターの開いている時間)



1セット8回以上成功したときの最小可視時間

	pre-test	post-test
熟練者A	400ms	250ms
熟練者B	400ms	200ms
熟練者C	300ms	250ms

⇒メガネの開いている時間がより短い水準で成功するようになった



- ### 第2実験: 考察
- #### 視環境制約下でのけん玉熟練者の学習
- Post-testのほうがより視覚的な制約が厳しい水準下で成功していた
 - 玉の軌道の頂点付近でシャッターが開くようになった
 - Post-testでは、玉の運動の変化・頭部運動の変化について熟練者群で一致した傾向が見られた。
 - 玉の相対速度の等速化の時間がpost-testでは遮蔽あり条件のほうが長かった

- ### 実験1,2のまとめ
- 視覚に関する工夫がふりけんの成功を導く
 - 玉への頭部の定位、頭部を支える膝
 - 玉の運動の制御