

生態心理学の方法

——動物との関係で環境を記述する試み——

廣 瀬 直 哉*

Methodology for Ecological Psychology

—An Attempt to Describe the Environment with Reference to an Animal—

Naoya HIROSE

1. はじめに

生態心理学は、動物（あるいはヒト）と環境の関係をシステムとして扱う。動物と環境の関係を扱うのは、他の心理学の分野でも同様であり、生態心理学に限ったことではない。動物と環境の関係について考える際、従来の心理学では「動物はいかに周りの環境を知覚し、行動しているか」ということがまず問題とされる。これに対し、生態心理学では、「環境の知覚を可能にし、動物の行動を調整している情報は何か」ということがまず問われなければならない。動物にとって環境はいかなるものであり、動物にとって有効な情報が環境の中にどのような形で含まれているかということが明らかにされなければならない。環境の中にある情報が明らかにされてはじめて、「動物はいかに周りの環境を知覚し、行動しているか」、つまり「動物が環境にある情報をどのように利用しているか」ということを問うことができる。このように、生態心理学では環境の中にある情報が重要視される。しかし、ここでいう情報とは、情報処理理論で用いられる情報ではなく、生態学的な情報である。それは、知覚システムによってピックアップされる光・音・化学物質などのエネルギーの配列パターンである。情報とは、他のものごとについて知らせる（inform）のものであって、そのものを指すのではない（Reed, 1996）。例えば、食物はその特有のにおいから、それを見たり味わったりしなくても、それが何であるかを特定することができる。それは食物から発散され空气中を漂う揮発性の化学物質のパターンが、食物そのものではないが、食物を特定する情報となりえるからである。生態心理学の主要な目的の一つは、動物を取り囲む、このような情報としてのエネルギーの場の構造を明らかにすることである。

動物による環境の知覚について考えるとき、従来の心理学では、間接知覚（indirect perception）という考えが支配的であった。間接知覚とは、知覚は、網膜像、心像などの

* 人間関係学部 臨床心理学科

表象 (representation) を媒介してはじめて成立するという考えである。例えば、伝統的な理論では、動物 Y がある対象 X を見るとき、動物 Y は対象 X を直接見るのではなく、対象 X についての表象 X' を通して見るとされる。これに対して生態学的な知覚理論では、動物 Y は直接に対象 X を見るのであって (直接知覚 direct perception)、表象 X' は必要ないと考える。このことは、知覚における対象を行為における対象と置き換えてみると容易に理解できる。私たちはコップをつかむのであって、コップの表象をつかむのではない。同様に、私たちはコップを見るのであって、コップの表象を見るのではない。

生態心理学では、知覚にとって必要なのは、表象ではなく、特定性 (specificity) であるとされる。特定性とは、表象のように対象や事象のコピーやイメージではなく、対象や事象との法則的な関連性を意味する。認知心理学は表象を基礎としているが、生態心理学は特定性を基礎としている。生態心理学の目標は、環境と動物の関係についての生態学的法則 (ecological law) を確立することにある (例えば, Turvey et al., 1981)。生態学的法則によれば、まず「環境にある対象や事象は情報を生成する」。逆に、「情報は環境にある対象や事象を特定する」。例えば、缶詰を叩くことにより不良品を探す打検という作業では、打検棒で缶詰を叩いて音を出す (黄倉, 2001)。この場合、打検棒で缶詰を叩くという事象が、音響的な情報を生成している。また、缶詰を叩いたときの音は、缶詰の状態 (不良かどうか) を特定する。打検士は、この音響的な情報を知覚することによって、缶詰が不良かどうか知ることができる。つまり、動物は環境にある対象や事象が生成した情報をピックアップすることによって、環境にある対象や事象を知ることができる。

本稿では、このような生態心理学の方法論の例として、James J. Gibson が創始した生態光学 (ecological optics) について詳しく取り上げる。さらに、生態音響学 (ecological acoustics) についても取り上げ、最後にアフォーダンスとの関係について論じる。

2. 生態光学

Gibson の知覚論は知覚の全般にわたるもの (Gibson, 1966) であるが、多くの知覚についての研究がそうであるように、Gibson 自身の研究も視覚が中心であった。Gibson (1986) により晩年に書かれた『生態学的視覚論 (The ecological approach to visual perception)』をもとに視覚にとっての環境がどのようなものかを考えてみよう。

生態学的なアプローチによって視覚を研究する上で、第一に問わなければならない問いは、「視覚を可能にする情報は何か」、ということである。視覚というものは光を利用していることから、視覚によって得られる環境の情報は光の中に含まれているはずである。したがって、視覚の研究の基礎には、光についての科学 (光学) が必要である。Gibson は、伝統的な視覚研究の問題点として、物理的なエネルギーとしての光と知覚の情報としての光が混同されていることを指摘した。伝統的な視覚研究では、放射エネルギーとしての光を扱う物理的な光学、光学機器などに使われる幾何的な光学、眼に関する生理的な光学を基礎としていた。しかし、Gibson は、これらの光学は、視覚にとっての有効な情報を扱うには十分でないと考え、これらに代わる新たな光学を生態光学と名づけた。

生態光学の中で特に強調されるのは、照明 (illumination) という事実であり、その結果としての包囲光 (ambient light) という概念である。物理的な光学においては、光は原子

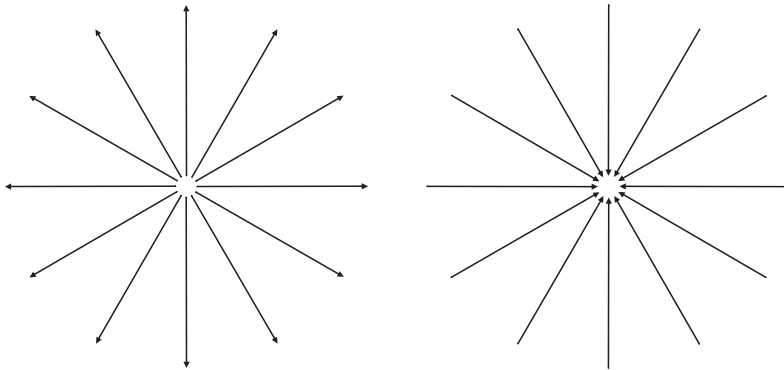


図1 放射光と包囲光

による放射と吸収という事実によって説明される。しかしながら、生態学的なレベルでは、光源から放射された光は、さまざまな物質により散乱、反射、吸収される。例えば、蛍光灯から発せられた光は、空気中の塵や部屋の中の壁や机など様々な肌理を持った面にぶつかり、四方八方に繰り返し散乱反射する。この繰り返される反射により、部屋の中には、光のある一定の状態が生み出される。この光の定常状態を照明と呼ぶ。照明は、放射より高次の事実である。放射光は、光源から周囲に伝達され、空中を直線的に進む。この光が面に当たり、何度も反射することで、照明が作り出される。

点光源からの放射光は、ある一点から外側に向かってあらゆる方向へ放射状に発散する(図1)。しかしながら、動物にとって有用なのはその逆方向の光である。視覚にとって重要なのは、あらゆる方向から眼に飛び込んでくる光、つまり、観察点としての一点に収斂する光である。照明の結果として、空中は光により満たされているとすると、空中のあらゆる点は、さまざまな方向から来る光線が交差する一点として考えることができる。このとき、光は空中の各点をあらゆる方向から取り囲んでいる。包囲光とは、空中のすべての点を包囲している光である。包囲光は、何もない空間では存在しないが、光を反射する面で構成されている環境では存在する。点光源からの放射光はすべての方向に対して同じエネルギーを発散するが、包囲光は、潜在的な観察点において、あらゆる方向から集まり、それぞれの方向によって異なる強さをもっている。異なった方向において光に差異があるのは、包囲光には、射影幾何学の法則によって、周囲の面の配置が投影されているからである。それゆえに、包囲光は環境を光学的に特定する情報となりえる。

包囲光は、周囲の面の状況に依存した差異の構造を持つ。この包囲光の構造を包囲光配列 (ambient optic array) と呼ぶ(図2)。包囲光配列は、包囲光に含まれるある種のパターン、肌理、布置などの配列である。これらの包囲光配列には環境にある対象や事象を特定する情報が含まれている。前述した生態学的法則にしたがえば、照明により包囲光配列という情報が生成され、動物は視覚システムで包囲光配列をピックアップすることにより、周囲の環境について知ることができるということである。

通常、包囲光は構造を持ち、環境を特定する情報を含んでいるが、特別な場合には包囲光は構造を持たない。これは、光を拡散する半透明の容器の内側や濃い霧など、方向による光の差異がなく、包囲光が等質な場合である。このように包囲光が構造を持たない場合

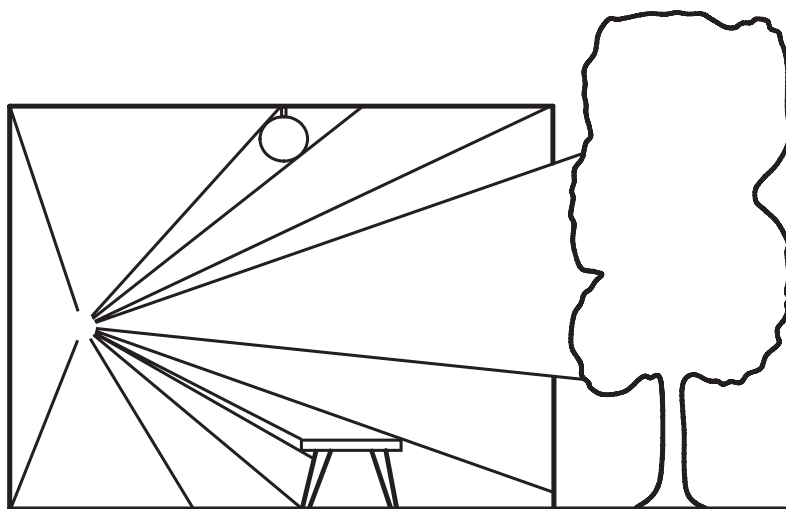


図2 包圍光配列

には、環境に関する情報は存在せず、環境は特定されない。濃い霧の中では、周りがどうなっているか知ることができないことは経験上わかるであろう。同様に暗闇の場合も、環境に関する情報が存在せず、周囲の環境は特定されない。どちらの場合も環境を特定する情報は存在しないが、濃い霧は、暗闇と異なり、光の刺激自体は存在する。両者の違いは刺激作用 (stimulation) の違いである。Gibson は、刺激作用と刺激情報 (stimulus information) を区別した。物を見るためには網膜にある光受容細胞が光エネルギーによって刺激されなければならない。刺激作用とは、この受容器を興奮させる刺激エネルギーのことである。暗闇では刺激作用が欠如しているために視覚が成立しない。これに対し、濃い霧では刺激作用は存在するが、視覚は成立しない。それは、視覚システムを活性化させる刺激情報が欠けているからである。刺激情報とは、環境を特定するエネルギーのパターンのことである。刺激作用はみることの必要条件であるが、十分条件ではない。知覚は、刺激作用だけでなく、刺激情報が欠如していても成立しない。視覚は光の刺激作用だけではなく、刺激情報によって成立している。私たちは光そのものを見ているのではなく、光の中に含まれる情報としての環境の事実を見ているのである。

生態光学の基礎的な単位である包圍光配列は、どのように構造化されているのであろうか。包圍光は、それを取り囲む環境にある面からの反射により潜在的な観察点に収斂している光であり、観察点を共通の頂点とする一群の立体角として表すことができる。この一群の立体角は、周囲にある面や肌理の配置に対応している。環境の構成ユニットは、木は森に、木の葉は木に、細胞は木の葉に埋め込まれているように、小さなものは大きなものに、小さな面は大きな面に埋め込まれた入れ子構造になっている。同様に包圍光配列の構造は、立体角で埋め尽くされた入れ子構造になっている。このような包圍光配列の構造は、必ずしも不変なものではない。その構造が変化する要因は、環境の側と動物の側の双方にある。環境の側の要因とは、動物の周囲にある対象や面が変化する場合である。動物の側の要因とは、移動により観察点が動く場合である。このように包圍光配列は必ずしも

一定ではないのであるが、包囲光配列が動物にとって有効な情報となるには、その構造が比較的不变であることが必要である。特に、動物が起こすある種の変形に対して不变な構造は、環境に持続している対象・事象を特定することができるという意味で重要である。地上環境では、上下2つの部分に分かれた光学配列の構造がある。上には空があり、はっきりとした構造はない。下には大地があり、様々なものが重なり合いながら存在し、細分化された構造を持つ。このような空と大地のコントラストの配列は、動物が存在する以前から存在し、動物の活動によって変わることがない。したがって、動物にとって不变な構造として利用できる。

動物が動く場合、つまり観察点が動く場合の光学的構造を考えてみると、観察点の移動にともない、立体角としての光学的構造は変化する。この観察者の移動によって生じる包囲光配列の変化は、逆に、観察者の移動を特定する。つまり、観察者は包囲光配列の変化から自己の移動を知ることができる。これは電車に乗って周りの景色が変化することから、自分が移動していることがわかることと対応している。観察点が動く場合の光学的構造には、変化する構造だけでなく、不变な構造もある。この包囲光配列の不变は、環境の面の不動の配置によって生じる。例えば、テーブル板はある観察点において台形として投影されるであろう。観察者がテーブルの周囲を移動すると、立体角して現れるテーブル板は様々な形に変形される。しなしながら、その辺や角度の間には一定の不变な関係が存在し、そのため、同一の不变なテーブル板として知覚される。このように観察点が動くことによって、包囲光配列の変化と不变が生じる。Gibson は包囲光配列において、2種類の構造を区別している。一つは遠近法的構造 (perspective structure) と呼ばれ、観察点が変わるごとに変化する。つまり各観察点に固有な構造といえる。もう一つは不变構造 (invariant structure) または構造の不变項 (invariants of structure) と呼ばれ、あらゆる観察点に共通のものである。これは静止した不变な構造ではなく、むしろ観察点の移動によって、よりはっきりと立ち現れてくるような構造である。このように考えると、静止した観察点での光学的配列の構造は、動いている観察点の特殊な場合であるといえるだろう。

光学的配列の不变な構造は、動物にとって環境やその中の対象、事象を特定する情報を含んでいる。これに対して、光学的配列の変化は、観察点の変化、つまり自己の移動についての情報を含んでいる。光学的配列の流動は観察点の移動を、停止は観察点の静止を意味する。光学的配列の拡散的流れは接近を、収斂の流れは回避を意味する。動物の移動を特定する光学的配列の流れは、動物の活動が作り出す不变項であり、動物が向かっている一点からすべての光学的な運動ベクトルが湧き出し、動物がそこから離れていく一点の中に吸い込まれていくベクトル場として表現できる。このように、動物が活動すると、それにともない変化する情報と変化しない情報の2つの情報が生成する。Gibson (1986) は、動物の活動に相関して変化する自己についての情報を自己特定的情報 (propriospecific information) と呼んだ。これは、自分がどこに向かっているか、またはどこから遠ざかっているかについての情報であり、動物はこの情報を利用して自らの行為を調整することができる。これに対して、動物の活動の影響を受けず、動物の周囲の事実を特定する情報は外部特定的情報 (exterospecific information) と呼ばれる。動物はこの情報を利用して環境について知ることができる。このように、知覚とは環境の知覚であると同時に自己の知覚でもある。

3. 生態音響学

生態学的な視覚研究において生態光学が必要であったように、生態学的な聴覚の研究には生態音響学が必要である。Gibson (1986) は生態光学において、光学配列が環境を特定する情報となることを示した。これは光学配列に限られたことではなく、構造化されたエネルギーの分布、つまり異なる方向において異なる強度を持つエネルギーのコントラストの配列は、環境を特定する情報となりえる。Gaver (1993a, 1993b) は、生態音響学において音響的配列 (acoustic array) が環境内の事象を特定する情報となることを論じた。従来の音響についての心理学的研究では、周波数や振幅などの音の物理的特性を操作し、被験者に聴かせることで聴覚のメカニズムを明らかにしようという試みが行われてきた。被験者に求められるのは、音の大きさや高さ、音色など音楽的な属性についての「楽音の聴こえ (musical listening)」である。これに対して、生態学的な聴覚研究では、「日常の聴こえ (everyday listening)」がその対象となる。楽音の聴こえと日常の聴こえの違いは、音の違いではなく、聴き手の経験の違いである。日常的聴こえとは、音そのものを聴くのではなく、事象を聴くという経験である。「ピンが割れる」、「水がしたたる」、「物が擦れる」などの環境内の特定の事象は空気振動のコントラストの配列を生成し、この音響的配列により事象が特定される。私たちがこうした事象により生じる音を聴くとき、音の高さや大きさ、あるいは時間的变化に注意を払うより、むしろその音源となった事象の性質に注意を向ける。

音響的配列が環境内の事象を特定する情報となることを示した研究事例として、Warren & Verbrugge (1984) の実験がある。Warren & Verbrugge は、ガラス瓶を地面に落下させたとき、弾む場合と割れる場合の音の違いを調べた。弾む場合は、音のパルスの時間的パターンが循環的であり、それが時間的・空間的に次第に縮小して、最後には知覚できないほど小さくなっていく。これに対して、割れる場合は、複数のパルスの集合からなり、同期することはない。つまり、弾みと割れという事象を特定するためには、音のパルスの時間的变化の特徴が重要である。この特徴をもとにシンセサイザで合成した音を被験者に聞かせたところ、被験者は弾みと割れの違いを聴き取ることができた。また、Carello et al. (1998) は、棒の長さが、棒を持って振るダイナミック・タッチ (dynamic touch) により知覚できるだけでなく、棒を落下させたときに生じる音を聴くことによっても知覚できることを示した。

生態音響学の研究はまだ少なく、生態光学の研究のレベルには及ばないが、構造化されたエネルギーの配列が環境を特定する情報を持つという Gibson の主張を支持するものである。

4. おわりに

Gibson (1986) は『生態学的視覚論』の最初のパート「知覚環境の諸相 (The environment to be perceived)」において、環境についての詳述をおこなっている。そこでは、「地面は普通、重力と直角な平面である」、「棒は細長い対象である」、「水は水生動物にとっては媒質であるが、陸生動物にとっては物質である」など、環境内の対象、事象、場所につ

いて自明と思える記述が続く。これらの環境の記述はあまりにも当たり前に思えるので、生態心理学を理解していない者にとって、これらがなぜ心理学と関係するのか理解に苦しむかもしれない。しかしながら、これらの環境の記述は、物理学の用語で語られる物理的な世界についての記述ではなく、まさに動物にとって意味のある環境についての記述なのである。それらは、物理的な光学、音響学ではなく、生態学的な光学、音響学と関連している。つまり、動物との関係で語られる環境の記述なのである。

生態心理学において、動物と環境の関係について扱う際に、まず環境について、そして環境にある情報について取り上げるのは、エコロジカル・リアリズムの思想が影響している（例えば、廣瀬，2004）。エコロジカル・リアリズムとは、動物と環境の非対称性に基づく実在論である。動物が存在するためには環境が必要であるが、動物は環境の存在の前提にはならない。環境を知るための情報は、それを利用する動物が存在する前から環境に存在しており、動物は進化の過程でそれを抽出できるようになった、と考えるからである。まず初め環境に情報があつたとすると、その情報を記述することが第一にしなければならないことであろう。

また、生態心理学の中心的概念であるアフォーダンス（affordance）においても、動物との関係で環境が記述される。アフォーダンスとは afford の名詞であり、環境が動物に提供することを表す言葉として Gibson（1966）が提唱した造語である。Gibson（1977）は、アフォーダンスは動物との関係で決められる物質や面の特性の特定の組み合わせであり、その物質や面の特性は、古典物理学（classical physics）でなく、生態物理学（ecological physics）で記述されなければならないと主張した。ここでいう古典物理学とは、物理的世界の構造を空間、速度、質量等のスケールにより記述する物理学である。そこで用いられる物理的スケール（または外在的測定 extrinsic metrics）は、客観的かつ絶対的なものさしによって測定される一次的な属性（primary property）である。これに対して、生態物理学では、動物との関係において生態学的な環境を記述する。そこで用いられる生態学的スケール（または内在的測定 intrinsic metrics）は、他の対象との相対的な関係によって測定される関係的な属性（relational property）である。例えば、ある面の地面からの高さを測定する場合、物理的なスケールでは、何 cm という単位で高さが測定されるが、生態学的スケールでは、動物の高さとの比で表される。アフォーダンスは、動物との関係において、この生態学的スケールで記述される。例えば、ある人が上ることができる段差の高さは、その人の脚の長さとの比で表すことができる（Warren, 1984）。つまり、生態学的スケールでは、動物を単位とした環境の測定が行われる。

これまでみてきたように、動物との関係において環境を記述するという生態心理学の方法は、一定の成果を挙げているように思われる。そして、その成果は環境の側の記述だけではなく、動物の側の記述、例えば、対象との関係で人間の行為を記述する最近の試みにも受け継がれている（例えば、宮本，2000；Takahashi et al., 2003）。

文 献

- Carello, C., Anderson, K. L., & Peek, A. (1998). Perception of object length by sound. *Psychological Science*, 9, 211-214.

- Gaver, W. W. (1993a). What in the world do we hear?: An ecological approach to auditory event perception. *Ecological Psychology*, **5**, 1–29.
- (黄倉雅広・笈一彦 (訳) 2001 「いったい何がきこえているんだろう?——聴くことによる事象の知覚へのエコロジカル・アプローチ——」 佐々木正人・三嶋博之 (編訳) 『アフォーダンスの構想——知覚研究の生態心理学的デザイン』 東京大学出版会)
- Gaver, W. W. (1993b). How do we hear in the world?: Explorations in ecological acoustics. *Ecological Psychology*, **5**, 285–313.
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. In R. E. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, acting, and knowing* (pp. 67–82). Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Lawrence Erlbaum Associates. (Original work published 1979)
- (古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻 (訳) 1985 『生態学的視覚論——ヒトの知覚世界を探索』 サイエンス社)
- 廣瀬直哉 (2004). 「アフォーダンスとエコロジカル・リアリズム」 『椋山女学園大学研究論集』 (人文科学篇), **35**, 127–137.
- 宮本英美 (2000). 「靴下のアフォーダンス——靴下履きの発達と組織化——」 『作業療法』, **19**, 525–528.
- 黄倉雅広 (2001). 「打検氏の技——洗練された行為とアフォーダンス——」 佐々木正人・三嶋博之 (編) 『アフォーダンスと行為』 (pp. 161–196) 東京大学出版会.
- Reed, E. S. (1996). *Encountering the world: Toward an ecological psychology*. Oxford University Press.
- (細田直哉 (訳) 2000 『アフォーダンスの心理学——生態心理学への道——』 新曜社)
- Takahashi, A., Hayashi, K., & Sasaki, M. (2003). Movement sequences for cracking an egg. In S. Rogers & J. Effken (Eds.), *Studies in perception and action VII*, (pp. 165–168). Lawrence Erlbaum Associates.
- Turvey, M. T., Shaw, R. E., Reed, E. S., & Mace, W. M. (1981). Ecological Laws of perceiving and acting: In reply to Fodor and Pylyshyn (1981). *Cognition*, **9**, 237–304.
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **10**, 683–703.
- Warren, W. H., & Verbrugge, R. R. (1984). Auditory perception of breaking and bouncing events: A case study in ecological acoustics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **10**, 704–712.