

デザインすべきは「実在」にあり  
—アフォーダンス理論への招待—

佐々木正人

東京大学教育学部

ジェームス・ギブソンのアフォーダンス理論の観点から、リアリティと表現の関係について論ずる。まずアフォーダンス理論の基礎的な概念について紹介し、ついでそれを道具やインタフェースのデザインにどのように応用するのかについて議論する。リアリティを観察することと、知覚者が表現したことからリアリティを吟味することの必要性が主張される。

You must design realities.

-An introduction to the theory of affordance-

Masato Sasaki

Faculty of Education, The University of Tokyo

The purpose here is to explore the relationship between realities and representations based on J.J.Gibson's affordance theory. In the first section, We try to introduce the several conceptual backgrounds for affordance theory. In Second section, we discuss how to extend this theory for tool or interface design. We argue the need for 'reality observation' in everyday activity and examination into the perceiver's dipiction about realities.

## I アフォーダンス

80年代にAI（人工知能）研究は深刻な問題に出会った。行為に先立って行為とは無関係に「環境」についての知識を構築し、それにしたがって動作するという手順で設計された知能体は、行為にともなう「環境」の変化のすべてをいちいち記述しなくてはならない宿命をもっていた。この作業は進んだコンピュータにとっても想像以上の負担だった。第一この方法で設計された知能体は、事前に構築した表象が予想していない変化が環境に起こったときには動作を停止してしまうのである。いわゆる「フレーム問題」(1)である。

「フレーム問題」は、デカルト以来の「感覚器官が入力する物理的な刺激」を「知識を貯蔵する中枢機構」が加工し解釈する、という「知覚と行為を分離する認識モデル」に固有の問題でもあった。

アメリカの心理学者ジェームス J. ギブソン(2)はこの古典的なモデルの克服を目指し、知覚を心的な推論の結果ではなく、「環境に存在する情報を抽出する行為」として描き代えた。「アフォーダンス」とは彼の「生態学的知覚論」の中心概念である。それは「知覚者が抽出する、環境中に実在する情報」を意味する造語である。まず、アフォーダンス理論の背景にあるいくつかのアイディアから述べよう。

(a) 知覚の刺激：ギブソンは1930年ごろ「感覚器官から入力する刺激は知覚の原因ではない」というゲシュタルト学派(3)の主張の影響下で視覚研究をはじめた。彼がまず試みたの感覚器官が受容する生理学・物理学的な単位から、知覚にとって意味のある単位に「刺激」の概念を「拡大」することである。

彼は第2次世界大戦時に空軍パイロットの知覚スキルを分析する。はるか遠くの対象を鋭く見分けるパイロットの知覚は、両眼視など感覚器官のメカニズムだけでは説明できなかった。

古典的な説明である両眼視機能に代えて彼が発見したのは環境中に存在する「面(surface)」という単位である。日常的な視覚世界は面のレイアウトから構成されている。面には一定の「変化率」をもつ「きめ(texture)」がある。それから奥行きが直接知覚される。「きめの変化率」は感覚器官への刺激としては微細すぎるが、そのまま「知覚の刺激」となっているのである。

(b) 不変項：しかしその後の研究は「きめの変化率」はかならずしも環境についての絶対的な情報とはならないことを示した。たとえば「きめ」に規則性がないときには面の傾きは正確には知覚されない。ただし不規則な「きめ」からも面の傾きが非常によく知覚される条件がある。それは面が動く場合である。知っている人であってもディスプレイ上の静止したシルエットだけから誰かを答えることは難しい。しかし、それが少しでも動くと特定の人が容易に知覚されるという経験を思い起こしてほしい。

以上のことは「形」ではなく「形の変化」が、知覚にとってもっとも有効な情報であることを示している。われわれが知覚しているのは「形(form)」ではなく、それ自体はいかなる「形をもたない(formless)」変化である。変化が対象の不変な姿(不変項 4)をあらわにする。知覚にとって変化という次元こそが問題なのである。

(c) 環境：地球上の動物の眼球は二種類に大別される。そこにある光受容細胞は凸状（節足動物）か凹状（脊椎動物と軟体動物）かのいずれかで並んでいる。「像を結ぶ眼」は高等霊長類などの凹状の眼のごく一部にすぎない。この例外的な器官だけを基礎にして、有機体の視覚のすべてを説明しようとするのはおかしい。どのような生理学的構造を持った器官であれ、あらゆる動物の眼がこの環境に適応しているはずである。

すべての眼が共通して知覚しているのは環境の不変性と変化である。

たとえば空と大地の識別、大地と水の識別、対象が背景から離れているかいらないか、などは環境の比較的不変な性質であり、持続して存在する面のレイアウトによって知覚される。また「固いものの動き」、「可塑的なものの変形」、「面の出現や消失」、「固体（たとえば氷）の開始と終了」、「生き物の動き」などは環境の変化する性質である。これらはすべての眼が知覚できる環境の事実である。

環境の変化と不変からは、知覚者自身の姿勢や移動も知覚される。たとえば車窓に見える環境の変化から知覚者が自身が乗っている車の速度と方向も同時に知覚している。環境の知覚は自己(5)の知覚と一体である。

(d) アフォーダンス：ギブソンは上述したように環境を既成の幾何学や物理学からではなく、知覚者の視点で描いた。この試みを徹底したときにあらわになる環境の性質がアフォーダンスである。

たとえばカエルは前方の植物の茎などの「すき間」が自身の頭部幅の1.3倍以上ないと、そこに向かって飛び出さない。人間の知覚者でも同様である。人間の知覚者が壁の「すき間」をくぐり抜けるとき、「すき間」幅が知覚者の肩幅の1.3倍を下回ると、とたんに肩が大きく回転しはじめることが実験的に示されている（この事例でカエルと人間がともに1.3という値だったのは偶然である）。有機体にとって「すき間」という環境は、幾何学的な長さではなく、「飛び越せるか・越せないか」、あるいは「肩を回さずにくぐれる・くぐれない」か、どちらかの行為の可能性の情報を提供するものである。

環境の「面」の構造的な変化も知覚者に意味を提供している。たとえば向かってくるボールの面の「キメの膨張率」はボールと知覚者との「衝突までの残り時間」を特定する情報となる。ボールの面には「衝突までの時間」を予見させる情報が存在するのである(6)。

アフォーダンスには環境と知覚者の両方の意味が込められている。同一の環境でもそれを誰が知覚するのかによってそこに発見されるアフォーダンスはことなる。しかしギブソンは「アフォーダンスは観察者の要求が変化してもかわらない。ある物質が食べられるという性質は動物の食欲とは関係がない。アフォーダンスは動物がそれを利用するか否かとは関係がなく知覚される。環境のアフォーダンスは持続的である」と述べその実在性を強調した。

アフォーダンスは「公共的」である。たとえば100キロの重量に耐える橋は体重70キロの知覚者には「渡れる」と、150キロの知覚者には「渡れない」と知覚されるだろう。しかし「渡れる」、「渡れない」というアフォーダンスがそのつど知覚者の前にあらわれるわけではないだろう。いずれの情報も橋という環境に実在する。アフォーダンス理論は

「生態学的実在論」とも呼ばれる。

(e) 知覚システム：情報は環境に実在する。知覚者がすることはそれをピック・アップ（抽出）すべく探索することである。ギブソンは情報を抽出するために諸感覚器官を動員し動作する身体を知覚システムと呼んだ。

たとえば見ることは「静観」などともいわれるように、通常「静止」することと同義であるが、それはじつは両眼、頭、首、両足などの全身の連携によって可能になっている一種の行為である。絵画の展覧会での知覚者を観察してほしい。鑑賞は静止ではなく動的な行為である。視覚システムは環境に情報が存在すると活動を開始する。われわれは光を收容しているのではなく、光の中に情報を探索しているのである。

1980年代から行われている「触覚」システムの研究は、棒の長さはそれを見なくとも片手でもって振るだけでかなりよく知覚できること、長さだけではなく把手の先についている対象の姿が「立方体」か「四角錐」かなどということも把手を振るだけで知覚できることを示している。手という知覚システムは対象を振ることで情報を抽出する。長さの情報は力学での「慣性モーメント」に、姿の情報は立体形の頭部と底分の「慣性モーメント比」に近似していることがギブソンの後継者(7) たちによって明らかにされている。

## II リアリティのデザイン

アフォーダンスをシステムや道具、建築などのデザインに応用する試みはすでに広く開始されている。

ドナルド・ノーマンは『誰のためのデザイン』の中で、道具はそれを使ってどのような行為を行うことができるのかがわかるようにデザインしておくこと、コンピュータによるシステムの設計もそれが何をアフォードしているのかが、よく「見えるように」しておくことを提案している。一言でいえば、物ではなく「リアリティ」を、「形」ではなくアフォーダンスをデザインすべきだということであろう。

(a) リアリティのフィールドワーク：アフォーダンスをデザインする一様な方法があるわけではない。設計のアイディアは、道具やシステムが利用されるまさにその現場で発見されなければならない。デザイナーは道具の要素となる「形」の専門家ではなく、まずは道具を介したときに人々の「知覚と行為」にどのような変化が起こるのかについて観察するフィールド・ワーカーである必要がある。

リアリティを制作するためには、それを捕獲しなくてはならない。いくつかの方法がある。

都市環境のデザイナーが、街でのナビゲーションがどのようなアフォーダンスをピックアップすることで可能になっているのかに興味を持ったとしよう。彼がなすべき第一のことは、ナビゲーションを可能にしている情報を、ナビゲーションの現場で探索することである。

たとえば一度しか行ったことのない複雑な道をナビゲーションして目的にたどりつこうとするような場合、移動する者が利用しているのは移動にともなって現れる「ナヴィ

ゲーションのアフォーダンス」である。ナビゲーションのアフォーダンスの一つの候補は「ルートとルートのつながり目の見えが、移動にともなってどのように変化するのか」という情報である。これは「聴くシステム」でもピックアップできるアフォーダンスである。盲人は転回点の「開ける感じ」や「圧迫感がなくなる感じ」からルートのつながり目を知覚し、ナビゲーションする。

個々の転回点には移動の速度に対応して独特な「変化」がある。それをピックアップしてたどっていけば道に迷うことなく目標地点に着ける。ナビゲーションは基本的には知覚と行為のカップリングによって成立している。これがどのような情報であるかについてはフィールドに出かけていって探るしかない。

(b)表現されたことからリアリティを知る：リアリティを探るもう一つの方法がある。それは情報について知覚者が行った「表現」を分析することである。

ナビゲーションにはもう一つの状況がある。それははじめてどこかに行くために、ルートについて人に説明したり、たずねたりする場面である。そのときに私たちは専門家が描いた「地図」を購入する、あるいは誰かのために「地図」を「語ったり」、描いたりする。

この「表現されたもの」をどう扱うのかという点でこれまでの認知研究には混乱があった。多くのナビゲーション研究では、表現されたものがそのまま「頭の中の地図」「こころの表象」として存在し、ナビゲータは実際のナビゲーションでもそれを参照しながら目的地に移動していると考えてきた。

認知研究は、環境にあるものを過少に評価する傾向があった。認知地図の研究者は「ナビゲータが見る環境には、目的までの道しるべはない。だから個々の地点での見えをつなぐ地図がいるはずだ」と考えてきた。要素的な見えをつなげるために「記憶」や「知識」などの「こころの機構」を構想した。しかし、環境の中にナビゲーションを可能にしている情報がある。ナビゲータがしていることは、それをピックアップしつつ移動することで、「地図」を思い浮かべてそれに従うことではない。問題は「地図表現」という伝承されてきた文化的な慣習が、実際にナビゲーションに利用されている「情報」と混同されたことである。

「表現」と「情報」の混同は認知研究のあらゆる領域に発見できる。ギブソンが指摘したように伝統的な知覚理論も、私たちの視覚が利用する情報が、平面のキャンバスに表現された「絵」のようなものだとする考え、「網膜像」から視覚を説明できると考える魔術にとらわれていた。「絵」は私たちが見たことを、表現するために描いたものであり、私たちが見ているもの、そのものではない。私たちは「記憶」を語るときに、それを過去を「表現」するさまざまなメディア（文字や映像）の性質と混同する。「ことば」を語るときに、現実のコミュニケーション場面で知覚されている発話ではなく、「文字起こしされた」書き言葉から発想しがちである。想起されることは、ビデオに映っているような、「文字通りの過去」ではない。発話されていることばは、文字に表現されたことばとは異なる。

では「表現されたこと」はただ社会・歴史的な慣習にしたがうものであってリアリティとは無縁なのだろうか。「情報」とその「表現」にはまったく関係がないのだろうか。ギブ

ソンはそのような解釈にも反対した。

ギブソンは「絵画」について述べ、原始的な絵画も、画家の描く絵画も、それを描いた者が知覚した、対象の「不変項」が示されていると考えるべきだと述べている。幼児が紙にペンで残す痕跡は、「なぐり描き」などと呼ばれて、ただの運動痕跡と考えられている。しかし、そこには、「まっすぐ」、「曲がっている」、「始まりと終わり」、「閉じる」など、子ども自身が環境からピックアップした不変項が記録されている。それらは彼らが環境から得た情報をなんとか表そうとしたものである。同様に、画家が遠近法で描いた絵も、抽象絵画も、もしそれが私たちに何かを伝えることを含む表現ならば、そこには知覚されたことの不変項が記録されていると考えるべきである。

絵は知覚した情報の「写し」ではない。たしかに表現することと知覚することは別のことである。しかし表現は知覚システムがピックアップした情報を部分的には記録している、とギブソンは考えた。

このことはリアリティに出会うもう一つの方法について示唆的である。ナビゲーションの情報を知るためにデザイナーは、フィールドに出るべきである、と同時に、デザイナーはナビゲータが自身の獲得した情報を社会的な慣習に従いつつも描こうとした「地図」を分析すべきである。表現するなかで知覚者は自らが自身が利用した「不変項」を探ったはずである。それはリアリティについて何事かを語っているはずである。その意味で「地図」の中にも情報がある。

注：

(1) フレーム問題：ある行為に相関して、その行為に関係のあるものと無関係なものをどうやって効率的に弁別することができるのか、という問題。これは「人間の知性」にとってはもっとも自明な部分であり、「機械の知性」にとってはもっともやっかいな部分である。

(2) James J. Gibson(1904-1979): 75年の生涯で「感覚刺激は知覚の原因ではない」というアイデアを知覚理論として実現することだけを考えつづけた。『視覚世界の知覚 The perception of visual world(1950)』、『知覚システムとしての諸感覚 The senses considered as perceptual system(1966 佐々木が翻訳中)』、『視覚への生態学的アプローチ The ecological approach to visual perception (邦訳『生態学的視覚論』文献参照)』の3冊の著作を残した。いずれも文章はきわめて平易であるが、内容はきわめて深く難解である。「二元論の読みかえ」はいまでは誰もが唱えているが、しかしそれほどなまやさしいことではないのだということを彼の知覚論の深化の歴史が物語っている。

(3) ゲシュタルト：たとえば聴覚におけるメロディーのように、一つ一つの音刺激を越えた全体。ゲシュタルト心理学者は全体の知覚を引き起こす刺激が独自に存在すると主張した。

(4) 不変項：大別して二種の不変項がある。たとえば暗闇の中にかすかに動く者が「人間である」、「男である」、「子どもである」などということを特定するのは「構造的な不変項 structural invariant」。その影が「歩いているのか」、「早足か」、「走っているのか」を特定するのが「変形不変項 transformational invariants」。前者は「持続」を後

者は「変化」を特定する情報である。もう一つ、「木が折れそうになる」、「水があふれそうになる」、「リールが片方に巻き切れる」など「出来事の終わり」を特定する「メタ不変項」もある。いずれも対象の「変化」の中に実在する情報である。

(5) 自己: 広く受け入れられてきた生理学者シエリントンの分類では、感覚器官は視覚、聴覚などの「外受容器(exteroreception)」と自己の身体からの刺激を受容する「自己受容器(proprioception)」に大別されてきた。伝統的には「自己」は外界と同様に感覚器官がそこから刺激を受容する「対象」として位置づけられていたわけである。しかし環境を知覚することと自己を知覚することは相補的である。聞くことは音源の場所と同時に知覚者の身体の位置や傾きも知覚させる。食べ物を味わうことから食事者の「体調」も知覚される。知覚に「埋め込まれている自己」をエコロジカル・セルフと呼ぶ。

(6) 協応: たとえば走り幅飛びの選手の踏切までの歩幅の調整などは、変化なしに型通り行われる運動と思われる。しかし、踏切直前の2～3歩はそれまでの歩幅に比して大きくばらつく。つまり時速にすると30キロ以上の急速な助走行為の最終局面は踏切板の見えて調整されている。このような急速な行為の修正は有機体の神経系がフィードバックのために刺激を伝達する時間を越えて速い。すなわち行為は知覚情報を入力して解釈された結果修正されているのではなく、知覚情報に同調(tune)しているのである。

(7) ギブソンの後継者: コネチカット大の「知覚と行為の生態学センター」にはショウ(Shaw, B.)、ターヴェイ(Turvey, M. T.)、メイス(Mace, B.)らがいる。他にはギブソンの学問的伝記『ギブソンと知覚心理学』を著したリード(Reed, E.)や「衝突を特定する視覚情報」について実証的な研究を展開しているリー(Lee, D.)、アフォーダンスを協応モデルへと一般化したクグラー(Kugler, P.)など。

#### 参考文献:

J. J. Gibson 1979 『生態学的視覚論』(辻敬一郎他訳)サイエンス社

佐々木正人 1987 『からだ: 認識の原点』(認知科学選書15)東京大学出版会

〃 1994 『アフォーダンス—新しい認知の理論』岩波科学ライブラリー