解 説

アフォーダンス入門 —若きロボット研究者とのQ&A—

An Introduction to the Theory of Affordances

佐々木 正 人* *東京大学

Masato Sasaki* *University of Tokyo

インタビューー 伊 藤 一 之 法政大学

Q: 本日はお時間をいただきましてありがとうございます。ロボットの研究者という視点からアフォーダンスについていろいろとご質問させていただければと思いますので、よろしくお願いいたします。

早速ですが、そもそも私がアフォーダンスという言葉に出会ったのは、研究に行き詰まりを感じ、ロボット以外の分野に目を向けてみようと思っておりましたときに、ちょうど、佐々木先生の「アフォーダンス 新しい認知の理論」(岩波書店)という本にめぐり逢いまして、これを読ませていただいたのがきっかけでした。アフォーダンスというと心理学のお話でロボットとは直接関係がないように思っておりましたが、実は、フレーム問題、ベルンシュタイン問題などロボットを自律的に動かす際の本質的な問題と大変関連が深いということをこの本で知りまして、こういう考え方もあったのかと興味を持つようになりました。今回、幸いにも、このような機会をいただきましたので、ぜひ、様々なお話をお伺いできればと思っております。

A: フレーム問題というのは、はこだて未来大学の松原仁さんなどが詳しいわけですが、人工知能分野での厳密な定義はおいておきますと、要するに、認知機構が、つまり世界を知るための動物の機構が、環境を参照していない、動物の外にある、他の動物も含めた環境というものの本来持っている性質について参照していないという問題じゃないかと思うんです。つまり、環境を無視して認知機構が構想されるということの問題じゃないかと思うんです。

それから、ベルンシュタイン問題というのは、いろいろな理解があるかと思うんですけど、フレーム問題と似ているところがありまして、多自由度で制御の難しい動物身体の動きを認知機構が指令する、あるいは、身体の動きをそれが動く前にプログラムの決定をしなければならないという問題ではないかと思うんです。おそらくベースには、動

物の身体、認知機構というのが、地球環境の進化の過程で成立したという観点がなくて、あたかも、動物や人間というのが、そういう非常に膨大な時間とか膨大な周囲とかと分離した形で成立したという発想ゆえの問題ではないかと思うんです。

先ほど、研究に行き詰ったというお話でしたけれども、僕自身も20代で心理学の勉強をし始めまして、大学院に残りました。当時、認知革命というのが盛んな時代で、行動主義から認知主義への転換がありまして、まあ、周囲は、認知のシミュレーションや、モデリングに走っていたわけです。僕自身も盲人のイメージの研究をやったんですけれども、最初にイメージについていろいろな文献を読んで仮説を立てて、それに基づいて実験を組織して仮説を検証するという方法では、どうも本当のことがとらえられたという感じがしない。盲人を含む被験者が課題に取り組む場でやっていることのほんの一部もとらえられていないのではないかという、僕なりの行き詰りの感じがあった。そのときに、被験者の頭の中についていろいろと思い巡らすのとは違う形で、認知の問題や身体の問題を考える何か理論はないものかと思ったときに出会ったのがジェームス・ギブソンの生態学的アプローチだったわけです。

ギブソンは、1904年生まれで、20年代にプリンストン大学に入って、そこでアメリカのプラグマティストのウィリアム・ジェームスの弟子であったエドウィン・ホルトや、ゲシュタルト心理学者のアメリカへの導入者であったハワード・ラングフェルトなどに指導を受けて研究を開始するんです。フレーム問題やベルンシュタイン問題というのが生じるような、人間の認知に関する考え方というのは実は19世紀心理学の枠組みです。これは生理学が19世紀にすごく発展しまして、その「科学的な」方法を医学部にいた心理学を志向した人たちが借り受けて、かたや、非常に、微細な刺激を扱う厳密で実験的手法に基づく感覚研究(今の「心理物理学」、サイコフィジックスの先駆です)をやり、それでは、「世界の意味」というマクロな単位が抜け落ちてしまうので、そちらは人間が内的に構築しているものとして別に考えた。例えばヘルツホルムの有名な「無意識的推論」

原稿受付 2006年6月19日

キーワード: Affordances, J.J. Gibson, Ecological Realism, Ecological Psychology

*〒113-0033 文京区本郷 7-3-1

*Bunkyo-ku, Tokyo

という認知機構のモデルがありますけれども、それは貧困な感覚刺激を世界の意味に仕立て上げる有能な認知の機構の一例です。貧困な外部と豊富な内部の二段階の足し合わせで知覚の意味が生じる。こういう世界を還元する見方と、構成的な有能な内部という見方が組み合わさって（前段は物理学、生理学の成功を基にして、後段は、おそらくはデカルトの二元論の中での心の理論の由来を持っている）、19世紀の心理学ができた。それではだめだろうという問題意識はもうすでに19世紀後半からあって、哲学では、ご存知のように20世紀に入りまして現象学が起こってきます。現象学の発端となったのがゲシュタルト心理学で、それは、ギブソンの博士論文の指導教官であったハワード・ラングフェルドがハーバードに持ち込んだ。

それとは別に、アメリカ独自でウィリアム・ジェームスとか、チャールズ・サンダー・パースの、いわゆるプラグマティズムの流れがあって、それをプリンストンに持ち込んだのが、エドウィン・ホルトです。19世紀のモデルに対して19世紀から20世紀への変わり目のところで反駁した二つのアイデアがギブソンが大学に入ったときにそこにあった。それが生態心理学へとつながってきているんです。歴史的な流れについては『生態心理学の構想』（東大出版会）のホルトの論文が大変参考になります。人工的な身体（ある意味でロボット）の構築原理も書かれていて、ギブソンのルーツが見えます。

Q: 生態心理学がロボット研究者の間で注目されている一つの大きな理由は、従来の知覚の考え方から発想が大きく転換されているということではないかと思います。

ロボットの研究でも、ロボットの適用範囲が工場をはじめとする既知環境から、災害救助や宇宙開発などの未知環境へと広がったことで、先ほどお話いただいたフレーム問題をはじめとする様々な問題が発生し、これに対処するための発想の転換が求められているのではないかと思います。そしてその一つの可能性として生態心理学の枠組みが注目されているのではないのでしょうか。

では、ギブソンが、発想を転換したきっかけというのはどのようなもので、その結果、従来の枠組みから、どのように変わっていったのでしょうか。

A: ギブソン自身も、1940年代までは、そういう伝統的知覚論を克服しようとしながらも、あくまで、実験室的な、非常に厳密な方法で、実験で扱えるようなパラメータを基礎にして研究していたんです。詳しくは、最近翻訳した奥さんだったエレノア・ギブソンが書いた自伝『アフォーダンスの発見—ジェームズ・ギブソンと共に—』（岩波書店）に書かれているんですが、ギブソンは1941年に空軍の知覚テスト部隊に入り、パイロットを選抜したり、パイロットに必要な視覚能力を測定するようなことを始めるんですけ

ど、その部分はこの本を読んでいただくことにして、そこで、大きな転換がありました。地面というものを発見するんですね。それまでの心理学は、彼自身の研究も、網膜など感覚器官の機能で視覚を考えることをやってただけで、初めて、動物や人というのが「取り囲まれている」ということを、視覚者としての人は周囲に包囲されていることが分かった。包囲していることを考えなくちゃいけない。そのときに、彼が発見したのは、地面なんです。「地面は種々の測量水準で構造化されており、これらの構成単位は相互に入れ子になっている。これらの単位は地球の全表面にわたって繰り返し現れる傾向がある。土の粒子はどこでも同じ大きさになる傾向がある。」とギブソンが書いています。1979年に公刊された最後の本『生態学的視覚論』（サイエンス社）で、いろいろなテクスチャの写真が出てくるんですけど、なかには、地面そのものもありますし、水面もありますし、木肌もあるし空もある。人が作った人工物もある。

パイロットがいちばん難しいのは着陸ですね。その着陸のときに、いったいどんな周囲を利用しているんだろうかと探してみるとそれには地面のキメの拡大する流れが使われていた。後にそれは光学的流動による衝突コントロールの理論として定式化されるんです。景色というのは遠く離れますと山なら山の形が見えますよね、ところが接近すると木の重なり合いが見えてきて、さらに接近すると茂っている葉の重なり合いが見えてきて、さらに接近すると木肌が見えてくる。最初からある意味ですべてが見えているんですけど、いろんなレベルでのテクスチャというものがですね、知覚者の接近と後退によって次々と現れてくる。そういうテクスチャの「入れ子の構造」が周囲にあってそういうものを使ってパイロットが飛行機の姿勢を制御していることを発見するんです。地上動物である我々では、どんな場合でも必ずその視界の中に地面というものがある。特別な実験室を用意して暗闇でも作らない限りは、常に我々の視覚世界の下半分にはですね、地面がある。都市に住んでいて地平線まで見えなくても、移動する我々では、地平線まで続いている地面というものが視界の一部を占めている。これを、グランドセオリーと言って、これは、ちょっとユーモアをこめてですけども、いわゆるエアースォーリー、何にもないエンプティな空気の中の距離を中心問題とした視覚論から、だーっと地平線までつながる地面を必然とする視覚論、グランドセオリーに変わった。これには、二つの含意があって、テクスチャがあると、接近しますとそのテクスチャが視覚的に拡大する、離れますと縮小するというかたちで、周囲にテクスチャがあることでもって、自分の身体の状態がテクスチャの変化として知覚できる。サーフェースの最も小規模な構造であるテクスチャが自己運動の情報になるというのが一つです。つまり、周囲に自己感覚

が埋め込まれている。もう一つはですね、テクスチャのレイアウト自体が、それ自体が動物に何かを提供している。それ自体がアフォーダンスになっているということなんです。

Q: 実験室を出て、実際の飛行機のパイロットを観察する中で、実世界には地面という重要な性質を持ったものが存在するということを発見したというのは、非常に面白いエピソードであるとともに、実世界をしっかりと観察しなければならないという意味で我々ロボット研究者にとっても大きな教訓となると思います。

しかし、ロボットの研究では、普遍性、再現性を出すために、どうしても、実験環境を整えたり、様々な前提の下に環境を理想化して、実世界ではなくて、理想化された世界で考えたりしがちです。実際、二度と同じ状況が再現できないような非常に複雑な実環境を対象とした一般論を作るということは非常に困難に感じられます。

生態心理学の考え方をロボット研究に応用しようとした場合、この違い、つまり、理論的な制約の一切かからない実世界そのものを、どのように理論的、一般的に扱うかが、悩みの種の一つになるかと思います。生態心理学では、この問題をいかにして扱っていらっしゃるのでしょうか。

A: 細かい所ばかりを見ていったら情報は爆発してしまっ
て限りがないんじゃないかっていうのは確かにそう思います。
ですけど、幸いに、これも生態系自体がある制約をかけている。
もっと言うと、意外に我々の生活は簡単だと思います。朝にな
ったら日が昇り、夜になったら日が暮れるという光の日内循環
という制約は、はずしようがないですよ。そういう意味で、創
造的だと言われている人でもやっていることは、実は、かなり
限られているのではないのでしょうか。「生活」と呼べるような
行為の組織というのは、決して無限ではないと思います。動物
のやることに比べて、環境の方のアフォーダンス、つまり、レ
イアウトの持っている意味の幅の方が広いと思うんです。しか
し、動物が利用していることは限られている。このコントラスト
が、我々がやっている行為のパラエティーに制約をかけている
と思うんです。だから、行為を見れば、そこには柔軟性が発見
できます。動物は同じ目標を多様な動きの連鎖で達成してい
ます。柔軟性というのは、ある日常の生活を可能にする周囲
による選択の結果なんです。そういう選択された行為が組み合
わさって、「1日の行為」という長い組織ができる、そういうもの
が組み合わさってより長い「秋の季節の行為」というものので
きる。それが組み合わさって「1年を暮らす行為」というもの
ができあがる。そういうのが組み合わさって一生というのが
できあがる。僕らの生というのは、身体、身体の老いとか、
自然のリソースの変化とか、文化的環境の変化とか、そうい
ういろいろなレイヤーの交差点で、ある制約がかけられてい
ると思うんです。そこに現れているこ

とが「普遍」だと思うんです。

その普遍性を、数学のように一つの式には書き記せない
けれども、今申しましたような、ある種のシンプルさを持っ
ている。それをもし日本語で言うなら習慣、ハビットとい
うものは強いと思うんです。習慣というのをどう身につけ
るのかというのが、人間の発達の最大の目標だし、その習
慣をどう変えるのか、どういうふうに「よい習慣」にしてい
くのかというのが、文化というものの力だと思うんですけ
どね。その習慣と呼べる普遍性がエコロジカルなユニバー
サルではないかと思います。

Q: それは、ニッチが普遍性を可能にしていると考えて
よろしいのでしょうか。

A: 動物の種というのは、行為から見ていけば習慣の塊で
すよね。環境側から見れば、それはニッチです。アフォーダ
ンスの集合のことをニッチというんですけれども、ニッチ
というのは、明らかに動物の持っている習慣を含意してい
ます。ニッチを見れば動物がどういう生活をしているのか
が分かります。へんな話ですけども、だれかの部屋に行
けば、その人がたとえ不在でもどういう生活をしているの
かが見えますよね。それは、単に物の配置が見えるんじゃ
なくて、その使用、習慣が見えますよね。ロボットに普遍
性をつくるということは、ロボットがある種の習慣を獲得
するってということだと思うんです。ロボットを部屋におい
といたら、行ってみたらそこが「物置」ではなく、ちゃんと
「住まい」になっていたと。動物は、必ずそういう周囲
を作り上げていますよね。

Q: 個性というのはそういうところに出てくるんでしょ
うか

A: そう思います。個性というか身体の持っている固有性
というか、日々のすごし方の持っている固有性みたいなもの
が、ニッチで発見されていると思います。そういうものに
到達するために、実は、最初にお話しした、周囲のサー
フェースのレイアウトをちゃんと探索することが出発点に
なるかもしれないと思います。

Q: アフォーダンスを自ら探索でき、そして文化を育む
ことができるロボットというのは、大変面白いですね。ぜ
ひ、そういうロボットを作りたいと思うのですが、そのた
めには、まずロボット研究者自身がアフォーダンスの枠組
みを理解しなければいけないと思います。ただ、なかなか
これが難しく、私などは、いつも消化不良を起こしてしま
います。

例えば、アフォーダンスの理論では、「意味」は環境側に
あり、動物は、それを探索しているんだという説明がある
かと思うのですが、これは、どのように理解すればよろし

いのでしょうか。たぶん、これが、先ほどお話いただいた、フレーム問題の解決と大きく関係があり、アフォーダンスの枠組みが従来の枠組みとことなることを示す大きな特徴だと思うのですが、その一方で、ここの理解がなかなか難しく、アフォーダンスを消化しきれない一つのポイントになっているかと思います。

A: サーフェースのレイアウトにあることを私は、「極限的に多様な意味」と呼んでいるんです。通常、意味っていうのは、我々が作り上げてるって言われているんですけど、サーフェースのレイアウトは周囲にあって、すでに僕らを超えて存在してますよね。例えば山登りの一種にロッククライミングなどの種目があります。それをする人は、すごい急斜面を、突起とか穴ぼことか、つまり凹凸を探して上っているんですけど、その自分の手足の大きさとか力とか、そういうのに見合った突起を発見していく。まさに、レイアウトのなかに「上れる」という意味を探しながら行為してると思うんです。

ロボットの研究では、やっぱり、地面の傾斜とか段差は決定的に重要です。それは、赤ちゃんが発達していくときを見ても同じです。いまのところロボットでは、平坦で段差のない所の方が動きやすいんだと思うんですけども、人間の場合には逆でして、生まれて、3、4ヶ月くらいしますと、仰向けからうつ伏せに寝返りしようとする時期があり、下半身をよじるんですけども、なかなか寝返れないんです。頭が重いですから、仰向けで足を持ち上げてもですね上体はくるっと回っていかないですね。そこで、数名の赤ちゃんを継続して観察させてもらったんですけども、ベビー布団というのはほんとに薄いもんなんですけども、数センチのベビー布団と床の作る段差のところに、その状態であとずさりして上向け移動してきて段差に体の一部がかかって、そこで体をよじったときに、初めて寝返りできるんです。おそらく、動物の場合には、そういう段差とか傾斜とかにある移動のアフォーダンスを利用して移動の方法を獲得している。そういう意味で、サーフェースのレイアウトには行為の意味があるんです。

Q: 具体的にお話いただくと、たしかに、環境側に様々な意味があるということまでは、理解できるのですが、工学の立場から見ると、この「探索」という行為をいかにして実現するかということにまたもう一つ大きな壁があるかと思います。人間は、いかにして推論なしでアフォーダンスを探索しているのでしょうか。

A: 動物というのはほっておいても動くものです。進化が作った身体とその動きが、生まれたときからこの世界に登場しているわけです。その動きが周囲とコンタクトする。それが探索です。何かをやろうという前にまず動いてみる。

サーフェースのレイアウトの意味が、寝返りをもたらす段差、リーチングできて握れる物、座れる高さ、隠れる壁のように、まわりに刻々と発見されていって、それを使う身体の探索の動きも洗練されていくと思います。身体というのはあらわになってくる環境の性質と循環しているシステムであると思います。

Q: それは、学習しているということでしょうか。

A: サーフェースが特定している世界の意味は、徐々に分かってくる。つまり分かるためには比較的長い時間が必要です。

子供が生卵をいつごろうまく割れるかを見たことがあるんですけども、4歳ぐらいまでは必ずしもうまく割れないです。次に、大人が生卵をどのように割っているか、普通の学生さんで調べてみますと、生卵を何か固いところの縁にですんねコンコンと軽く衝突させる「弱い衝突」と、割り込むための「強い衝突」を数回ずつ連鎖させて割っています。つまり、サーフェースの硬さを探索する衝突と割り込む衝突とを連鎖させている。これは生卵のサーフェースという、「壊れやすくても硬い」というユニークな性質を持っていて非常に扱いにくいものが我々に与えた学習の結果だと思うんです。学習は物と一体に行われている。

Q: ロボットの学習では、たくさんある様々なアフォーダンスのうちのどれを使うかを学習しているのではなく、多くの場合には、逆モデルを求めることに相当する学習を行っていると思います。例えば、もし、まったく同じ硬さの卵が100個あれば、これを様々な強さで割ってみることで、たたく強さと卵の割れ方の関係が分かります。この関係を逆に使えば、望む割れ方をするように、卵に加える力を制御することは可能かもしれません。しかし、これは、今聞きしたアフォーダンスの探索とは違う気がします。

A: 逆モデルというのは、解が分かっているときの解き方ですよ。そうではなくて、アフォーダンスの学習というのは、神秘的なことを言うつもりはないんですけども、周囲の多様性に探索をゆだねることです。生卵の殻にどんなアフォーダンスがあるかっていうのは、例えばいろいろな鳥の種があるとか、劣化の具合とかあって様々ではない。また「割る」という同じ一つの目的の下で行為の経路が多様であるというだけでなく、例えば、卵が武器になるとかペーパーウエイトになるというような場合もあるかもしれないし、割れた殻を使ってなにか美術品を作る細工ができるかもしれない。そういう色々ありうる利用の可能性、そういうもの全体に対する探索なんですよ。ですから、これだぞといって、ゴールにまっすぐいたるモデルは動物の行動にはないんじゃないでしょうか。それが行為ということの面白さだと思うんですよ。何をすべきかということ

は、周囲にあるものをどう使うかということだと思うんですが、周囲にあるものや配置がどういうふうに使えるかということはオープンクエスチョンでかならずしも自明ではない。ゴールはつねに一つではない。どこにも分岐の種が潜んでいるというのが動物の行為のプランニングの本質ではないかと思うんです。

我々の身体と環境との対応関係は多対多で、例えば、棒を振って長さが分かるかという事態だったらば、振り方はかなり限定されているかもしれない。けれども、箸を使って食事をするときには、2本の箸の棒を利用して得られる、食材の感覚とか、食物とのコンタクトの仕方、食物の硬さの使い方、様々な意味が食物にありますよね、そういう分散しているものに多重に対応しているっていうのが身体行為の本質ではないかと思うんです。だから、1回の食事はけっこう複雑になる。

Q: ということは、アフォーダンスの探索というのは、環境の多重な性質の中から、どの性質が使えるのかということを探しているという理解でよろしいでしょうか。卵の例であれば、軽くたたいてみれば硬さが分かるという力学的な性質が実世界にはあり、これを使うことで逆モデルを用いなくとも、上手に卵を割ることができるということを発見したと。

A: そうだと思います。探せば探すほど環境の性質がだんだんあらわになってくるということなんじゃないでしょうか。逆モデルだとそれが閉じられてしまう。そういうことを導いているのがアフォーダンスなんじゃないかと思うんですけれども。

Q: それでは、アフォーダンスの獲得と発達というのはどのような関係になりますでしょうか。ロボットは普通、発達しないんですが、それは何か本質的な問題となるのでしょうか。もし可能なら、人間が最初から大人として発達がすでに終了している状態として生まれてきても問題はないのでしょうか。

A: 難しい問題ですね。動物の中には、比較的短期間で大人と同じ知覚システムを持つ動物もいます。例えばひづめを持つ動物なんかは、生まれてすぐ歩き始めますよね。その方がいいのか、そうではなくて、親による長い養育期間を経た方が良いのかというのは、様々な種があって、一概には言えないと思うんです。ただ、短いか長いかは置いておいて、どの動物もある一定時間この地上に滞在するということは事実ですよ。その時間の中で何をやっているかといいますと、それは、周囲を知る、だんだん深く知る、周囲の襲がだんだん分かってきて、ディテールの意味が明らかになってくるそういうことです。ギブソンも先の自伝に書いてあるんですけれども、ワインのテイスティングの実

験をやってて、学習に正否のフィードバックはいらないということを確かめた実験をやっています。あるワインのシャトーで作っている6種類のワインをなんともなんとも口を含むという接触だけを繰り返していれば、同じシャトーの中ですから味にあまり差はないはずなんですけれど、6種類の銘柄を識別できるようになるということを実験している。つまり、知覚の学習っていうのは、報酬や罰がなくても、物事に触れ続けてさえすればだんだん識別できるようになってくるという、免疫システムみたいなものなんです。それは、知覚の分化説 (differentiation theory) と呼ばれています。ある期間生きることによって世界を識別できるようになっていくと思うんです。そういう意味で、発達は必然のことだと思うんです。

Q: アフォーダンスの獲得に順番というのはあるんでしょうか。例えば、優先順位の高いものから発達の段階で先に獲得されていくというような。

A: ギブソンの奥さんエレノアさんがやった研究で、「視覚的絶壁」というのがありまして、生まれて1日目の羊の赤ちゃんとかヒヨコとかを1, 2[m] くらいの高い台の上に置いたガラス製の床の上に乗せます。そうすると、その上を動き回りますよね。台の上は縁で区切られていてそこから先も同じガラスの床はつながっているんですが、そこから下だけは透明でずっと下にある地面が見えるようになります。そうすると、生まれたばかりの仔でも、縁のところでそれ以上先の下が透けて見える方へ行こうとしないんです。なにを言っているかと言いますと、生まれたばかりの動物でも、あぶない、安心だ、というような最もベーシックな意味に関しては知覚可能だと。そこから先は長い道のりですが、最初から意味はある程度分かっている、その意味を、例えば、段差だったらどういう姿勢なら飛び降りられるとか、どういう囲みだったら安心して姿を隠せるのかとか、そういうディテールの詳細な探索が始まる。最初に大きな意味がボーンと分かっていて、だんだん、だんだん、細部が分かかっていくというのが分化説なんです。

次に、発達段階があるかということなんですが、今の発達心理学はそういうのを認めていなくて、発達はなだらかじゃないかと考えられています。発達段階説というのは、ジャン・ピアジェが、蝶などの変態をメタファーにした、異質で高次の認知構造が段階的に登場するという説です。20世紀の半ばぐらいにだいたいおはやってたんですけど、ところが、大問題が生じて、質的に違う段階を経ていくという発達を想定すると、どうやって、低次のシステムが、高次のシステムを生み出すことができるのか、高次を生むという低次は低次といえるのかという「学習のパラドックス」が起こっちゃうんです。そこで、発達心理学では、発達段階説をすてて、のっぺりな話になってます。最ものっぺりなのが生得

説で、全部遺伝子に組み込まれている。それに対して、生態心理学系の人はもちろん我々は遺伝的に仕組まれた体を持っていることを認めるけれども、だんだんと、世界の細部が分かってくるのが発達ではないかというふうに考えています。たしかに、見てみると、人の動きとか理解の発達とかに転換点というのがあるかもしれませんね。でも、ま、そういうことも、長い周囲の探索という準備を経て実現していると考えます。質的な転換の背後にあるはずのしつこい探索に目を向ける必要があります。

ロボットも、もし、ロボットに発達を起こすとすると、発達のメカニズムを何かモデル化して、ロボットのなかに用意するというのでは、ロボットの研究者が発達のすべてを知っているということになりますよね。そうすると、また、フレーム問題に出会ってしまいますよね。そうではなくて、必要なのは、ロボットを育てる環境だと思います。これは大変な問題ですけどもね。人類はそうしてきているわけですよ、人類の文化っていうのは、自然が用意してくれた環境を子供のために再配置する、それが文化だったわけです。ロボットが発達するならば、ロボット文化、すなわち、ロボットを育てる環境を構築し、ロボットが、そこでどんな習慣を獲得するか。いま、心理学は、習慣や文化の研究にだんだんシフトしていつている、個体を超えてそういう方向に目が行っていると思うんです。そういう流れとリンクすると、現実的なロボット発達の話になってくると思うんです。

Q: お話をお聞きしていますと、生態心理学の枠組みをロボットに応用するというだけでなく、ロボットを生態心理学の研究に使ってみるという方にも興味がわいてまいります。ロボットの研究者が生態心理学の分野へ参入していくとするとどのようなことができるのでしょうか。

A: 基本的には、ロボットは硬い体で、我々とはぜんぜん違う身体を持っていますよね。でも、ヒューマノイドなんかは、我々が持っている働きの一部をその身体で実現するっていう形になっていますよね。それで、面白いのはおそらくね、人間と同じことができるかとかそういうことも大変なことですけども、さらに進んで、ロボット研究が心理学になっていくっていう時代が来ると思うんですよね。

僕は、いまのある種の心理学の中心は、既成の心理学よりもむしろロボット研究の方にあるんじゃないかと思っていて、ロボットという媒体を通して、人間について考えるって時代は、ここ数十年ですから、そういった形でロボットを使った心理学は始まっていると思うんです。

ただ、どこまで行ってもロボットの身体は人間とは違う、そのロボットの身体を通して、例えば、人とは違う独自の歩き方を、硬い身体が始める。その結果、この周囲にある環境のですね、これまでは我々人間が発見できなかった意

味みたいなものを探索するようなロボットが出始めたら、我々とロボットの交流というのは深刻かつ有意義になるんじゃないかと思います。いつまでもロボットは人の下にいない、ロボットはいつか自己を持つというような議論がありますよね、僕は、つまりそれは、ロボットが、そのうち身体をかけて、もちろん中枢を持った身体ですが、身体をかけて独自に環境の意味を探索し始めたときに、その環境の意味が我々ヒトにとっても発見であれば、それは、ロボットが自立したことになるんじゃないかと思うんです。そういう、重なりつつも、違う世界を向いてるっていうあたりが、ロボットにヒトとは違う身体を構築していることの面白さじゃないかと思うんです。

短時間でなにか実現できるとは思わないんですけど、今は、おそらく理系の研究で工学の一部かもしれないけど、大きな流れとしての人間研究にロボット研究がつながっていくんじゃないでしょうか。そのときには、建築学とか家政学とかプロダクトデザインとか看護やリハビリとかいろんな領域にもつながる、もちろんアートもそうでしょうし。そういう風に、ロボットの領域が人間研究につながるということは大きな意味があると思います。物で作られたロボットが、そういう文化的なところに参入してくるというのはこれまでにないものすごく豊かな時代ですよ。なんとかこういう人間について自由に考えられる時代が長く続くといいですね。

Q: 大変興味深いお話をありがとうございました。ロボットが人を豊かにし、ロボット自身も豊かになるというのは、ロボット研究者にとっても夢そのものではないかと思います。

今回のお話をきっかけにして、アフォーダンスに興味をもたれるロボット研究者の方も多いのではないかと思います。ただ、誌面の制限のため、アフォーダンスの全体的な枠組みについて十分にお伺いすることができませんでした。このため、消化不良を起こされている読者の方も多いのではないかと思います。

そこで、最後に、アフォーダンスの入門書から、論文集などの専門書まで、いくつか参考書をご紹介いただけないでしょうか。

A: では関連する本を紹介します。生態心理学を始めたギブソンは動物の周囲は、意外にシンプルで、物質（サブスタンス、永劫不変なマターではなく固さが変わるモノ）と媒質（空気や水でその中に情報がある、だから medium）からできていると考えようといっています。物や空気を心理学の中心にすえたのは彼が初めてです。私たち地上動物は空気に露出した物質の表面で生きているわけですから、表面のレイアウトにあることが行為に重要だ、そこにあることが行為に可能性を与えているアフォーダンスの大部分だというわけです。

ギブソンの最後の本で翻訳のある『生態学的視覚論』(サイエンス社)の第一部は環境と表面とその変化(これが出来事)について書かれています。そして第2部が空気はいかにしてこの表面の意味を投影しているかについて吟味した生態情報学,「生態光学」です。空気に潜在する差異の構造(包囲光)がそのまま意味を実在させているという極めてユニークな光の話です。これはアフォーダンス理論の核心です。アフォーダンスに関心がある方はぜひ読まれることを進めます。20世紀心理学の最大の理論的成果の一つだと思います。私がまとめた『レイアウトの法則』(春秋社)はこの観点をコンパクトに紹介して、それをめぐって我が国の建築家や画家、写真家、デザイナーなどと議論した本です。ギブソンの議論の持つインパクトとその広さが伝わります。『直接知覚論の根拠』(勁草書房)はギブソンの論文を集めた本ですが理論の成立が歴史的に分かりますし記述もシンプルですからおすすめです。

『生態学的視覚論』はもっぱら光と視覚情報の本ですが、1966年に発表されたギブソン二つ目の本、『知覚システム論 The senses considered as perceptual systems』では姿勢、音、力学的接触、匂い、味覚などすべての知覚システム(感覚器官に対して環境の意味を直接獲得する身体組織のこ)があつかわれています。来年春には私たちのグループの訳で東大出版会から刊行します。

身体論といえば環境の下で進化し発達した動物の身体ふるまいについてはエドワード・リードの『アフォーダンスの心理学』(新曜社)が分かりやすいし、内容も具体的事例が多いです。この本には意識や言語の生態心理学的定義とその発達についても書かれていますのでロボット認知発達研究者の皆さんにおすすめです。私の運動についての論集、『ダーウィンの方法—運動からアフォーダンスへ』(岩波書店)は運動研究の1990年代の動向をおさえています。ベルンシュタイン問題を提起したベルンシュタイン本人が書き残した運動制御とはなにかという入門書『デクスタリティー—巧みさとその発達』(金子書房)は50年前の本です。

が内容はまったく新しいです。学部生でも分かるやさしさでいまの運動制御研究の中心テーマ、多自由度をどう扱うかや、身体と知覚の協調(協応)がよく解説されています。この本もギブソンと同じく古典です。

さて大学院に入って修士や博士論文など自分の研究にアフォーダンスがどう生かせるか研究動向とこの領域の研究方法の実際を知りたい人には『アフォーダンスの構想』と『生態心理学の構想』(どちらも東大出版会)におさめられている諸論文をおすすめします。前者は学会誌論文の翻訳です。後者は生態心理学のハートが書いてあると思う論文を集めて訳したものです。

国際生態心理学会(International society for ecological psychology)のホームページ <http://www.trincoll.edu/depts/ecopsyc/isep/>にはギブソンが内輪の研究会のために書いたレジュメ(purple peril)がたくさん掲載されています。どれもA4一枚くらいでよく考えられており含蓄が深いです。理解するまで時間がかかりますが分かると新しい景色がひらける感じがあります。最後に日本生態心理学会が100名くらいの人で組織されています。既成の科学や人文学やいろいろな実践を関連させつつ越える思考をなんとか我が国から生み出せればと考える研究者が集まっています。学会誌「生態心理学研究」(連絡先 furuyama@nii.ac.jp)が刊行されています。また来年、2007年の7月第1週目に横浜で国際会議があり、世界の生態心理学者が集まりますが、そこでも我が国のロボット研究は注目されると思います。この情報もISEPのホームページに掲載される予定です。

佐々木正人 (Masato Sasaki)

東京大学大学院情報学環教授。この秋にアフォーダンス研究を現場で実践した『アート／表現する身体』(東大出版会)と『伝記 ジェームズ・ギブソン』(勁草書房)が刊行される。