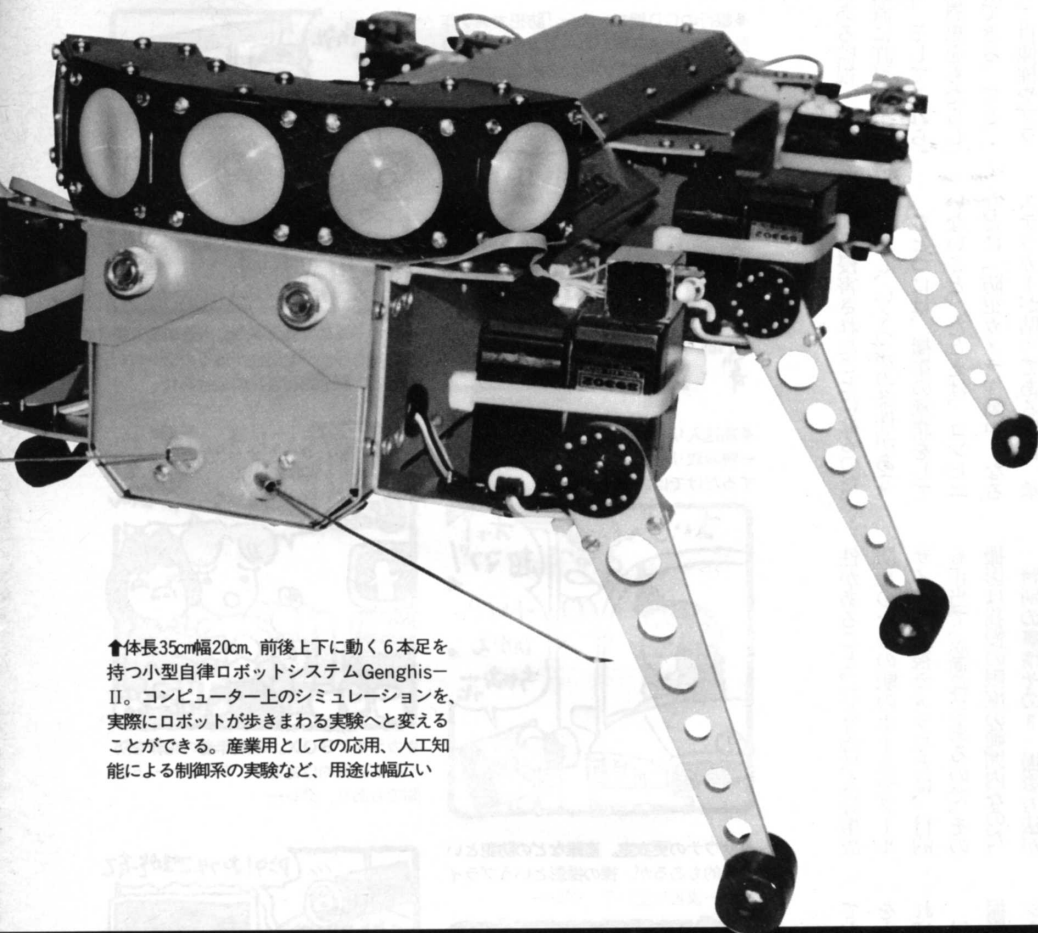


冒険する脳

第7回

ヴァーチャル・リアリティ

「仮想現実」がもたらす現実と現実感のあやふやな境界線を追う



↑体長35cm幅20cm、前後上下に動く6本足を持つ小型自律ロボットシステムGenghis II。コンピューター上のシミュレーションを、実際にロボットが歩きまわる実験へと変えることができる。産業用としての応用、人工知能による制御系の実験など、用途は幅広い

そのロボットに複雑なプログラムが組まれているわけではない。実際は、いくつかのシンプルな原理が組み合わされているに過ぎない。しかし、あたかも知能があり、意識や感情のもとに動いているようにすら見えるという。自然界同様に、機械に自律性を持たせることで、よりヒトに近い思考を目ざす「人工生命」。この生命のようなものからは、脳はどのように見えるのだろうか？

意識、感情を持つとき……

六本足のロボットがある。体長三五センチ・横幅二〇センチだから、パソコン程度の大きさだ。

このロボットに、情報をふたつだけ組み込む。「苦痛は避ける」「快楽は求めよ」。すると、ロボットは快楽を求めて動きだす。だが、六本足の運び方を知らないため、簡単につぶれて腹をしたたか打ちつける。そこで苦痛は避けるという情報に従い、ロボットは今度は腹を打ちつけないで足を動かそうとする。

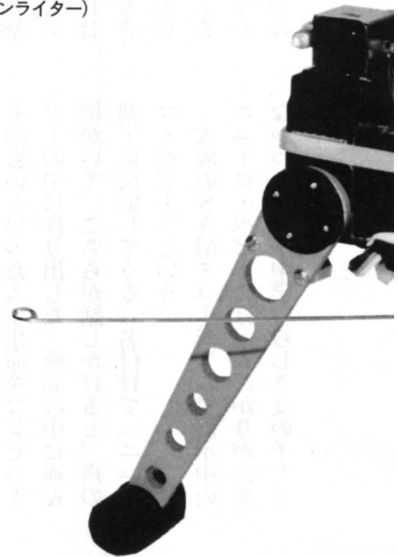
やがて、どうなるか。ロボットは、もがいているうちに、あたかも昆虫のような歩行を始めるのだ。そのような歩き方をプログラミングしたわけではない。与えた情報は、たったふたつ。しかし、苦痛を避けることと快楽を求めることは、生物の最も基本的なモティベーションなのだ。それだけで、ロボットは生物らしい動きをするのである。

「原理はものすごく簡単なんですよ」「アブライド・AI・システムズ」社長の五味隆志さんは言う。五味さんは、カナダで人工知能と人工生命の研究開発を行ってきたベンチャー・ビジネスのベテランである。

「感覚と行動を組み合わせ、これが競合して機能するようにしてやれば、第三者が見ると『知能』と呼べるものが、ふわっと空中に発生するんですよ。ロボットの体内に、知能があるわけじゃなくてね」たとえばサッカーで、一人の選手がそれぞれの動きをしながらゲームを続けていくのを、観客席から観ているうちに、あるときそこにチームとしての「知能」



野村 進 (ノンフィクションライター)



大学のジャン・ルイ・ドネブル博士は、そこに働く基本的なルールがふたつに絞られることを見出した。

それをロボットに適用すれば、ひとつは、目の前に荷物があると、それをつかむこと。もうひとつは、ほかのものとぶつかると、そこに荷物を置くこと。荷物を集めるという情報はインプットされていない。にもかかわらず、ロボットたちはせつせと荷物を運んで、いくつもの場所にとまめあげていくのだ、まさにアリが幼虫を集めていくように。

「あのチームには『インテリジェンス』がない」といった言い方をよくするが、人工生命的なロボットの「知能」も同じような見方に基づくものだ。

単純な話と思われるかもしれないが、これは思考法の大転換を意味している。

一九九〇年代になって、コンピュータやロボットの分野では、昆虫の世界に関心が集まりつつある。

なぜ昆虫たちは、あのように秩序だった群れ社会を形成しているのだろうか。たとえば、アリはあちこちに散らばっている幼虫を決まった箇所に整然と集めていく。まるで示し合わせてそうしているように見えるのだが、ブリュッセル自由

最近開発された別のロボットの例を見てみよう。このロボットに「ハロー」と声を掛けると、すぐそばにある暗がりには逃げ込んでしまう。が、しばらくするとまた戻ってきて、少しずつこちらのほうに近づいてくる。ここで再び声を掛けても、先程のように逃げたりはしない。ちよつと下がるような動作を見せるが、またこちらのを付いてくる。

けれども、途中で小さな噴水があると、そのほうに寄っていつてしまうのだ。

一連の動きを見ると、このロボットが人見知りをする反面、好奇心も強く、気まぐれなところもあるという性格を、

もともと持っているのかのように思えてくる。ところが、声を掛けられて暗いほうへ逃げたのは、恐怖への反応が優先順位で高いほうに置かれていたため、噴水に近づいたのは、温度の低いところに反応する情報が組み込まれているためなのだ。

五味さんは言う。

「子犬レベルだから、行動も予測できないときがありますよ。第三者から見たらロボットに知能があつて動いているように見えるでしょうね」

人工生命的なロボットは昆虫の行動パターン似!?

これまでのロボットは、動物の目にあるテレビカメラを通して、画像処理を行い、そこから得た制御情報を足などに送って、次の動きを起こしていた。この過程では、コンピュータによる膨大な

人工生命が

計算が必要となる。しかも、途中で不測の事態が生じると、ロボットは対応できずに動きを止めてしまうことが、しばしばあった。つまり、人間の思考過程をロボットにそのままあてはめて、人間らしく動くことを期待していたのである。中央制御型、トップダウン方式と言ってもよい。

人工生命的なロボットは、シンプルな原理の組み合わせで、外界に対応していく。だから、目の前に障害物があれば、コンピュータによる複雑な計算などしなくとも、すばやくよけて通る。人間の論理的思考に基づいたものではない。逆に、私たちとはまったく異なる行動パターンを持っている昆虫のやり方に近いのだ。こちらは自律分散型、ボトムアップ方式である。

「つまり、自然界が三〇数億年かけて生み出したシンプルだけど効率的な方法に基づいているんです。それは、自然に学んだというより、いろいろやってみてうまくいかなかったので、発想をまったく変えてみたら、自然界の方法と同じだったということなんですよ」

こうした発想の大転換を、一九八六年に初めて提案したのは、マサチューセッツ工科大学人工知能研究所のロドニー・ブルックス教授である。一二歳で電子回路を、高校生の頃には独自のコンピュータを作っていたという天才児は、これからの大転換期で、自分自身が重要と考えていることを、次の四点にまとめた。

ひとつは、現場にいたこと。二つ目は、理論ではなく物理的に何かをすること。

より人間の知能に近づけようと開発されるロボット。 その時、重視されるのは「論理」よりも「感情」だ

三つ目は、インテリジェンス。四つ目は、湧きだすような知能である。

とくに興味深いのは、最初の二点である。ジャーナリストのように徹底した現場主義者であるブルックス博士は、その場でしか体験できないことは必ず体験し、からだを使って物を作ることを、自ら率先して進めてきた。彼の見方では、知能は脳の中にあるのではない。手を動かせば手に、足を動かせば足に、知能は宿るというのだ。

余談だが、ブルックス博士が来日して学会に出席したとき、会場の近くに一〇メートルもあるすべり台があると聞いて、実際にすべりに行っている。ブルックスと共同作業を続けている五味さんは、そんなところにもブルックス博士らしさが表れていると語る。

「いま世界を動かしている論理性は近代のデカルト以来のもので、本当は人間のコミュニケーションの基本は感情なんだという考え方があるんですよ。いまは感情というものが厄介物あつかいされているけれど、一万五〇〇〇年くらい前にはコミュニケーションは感情でやりとりされていたんでしょうからね。そのあとに言語が出てきて、この言語を基礎にしたものの上に、いまの文明が成り立っている。特にここ三五〇年くらいは、デカルト

ト的な近代科学が世界を支配してきたわけです。しかし、それではどうも立ち行かなくなっている。人間の感情発現機構をもう一度見直して、これからのロボットの基本に感情を置いたらどうかと思うんですよ」

デカルト的な近代主義を、哲学者の梅原猛氏は「自然を科学的、合理的に解明して、それによって自然を支配すること人間は限りなく幸せになれる」という考え方で定義している。そのような近代主義を乗り越えていくために、五味さんは「感情」の復権を主張するのだ。

感情そのものの人工生命 「ニューロ・ベビー」

「感情」を重視するのは、人工生命に携わる人に共通する傾向なのだろうか。アーティストの土佐尚子さん（武蔵野美術大学・総合電子専門学校講師）は、感情そのものといった人工生命をコンピュータの中に作り出した。画面の中に赤ん坊がいて、こちらが話しかけると、声の調子に反応してくる。名付けて「ニューロ・ベビー」という。

大阪のSAMミュージアムで展示中のニューロ・ベビーには、人だかりが絶えなかった。女子中学生らしき女の子たち

が、画面に向かって、

「なにしてるの、おーい」

と呼びかけると、

「ハロー」

という返事。女の子たちはいつせいに、

「すーい！」

と騒いでいる。

このニューロ・ベビーは喜ぶと「クツクツ」と笑い、怒ると顔を赤くして、しかめっ面になる。驚くと髪の毛が逆立ち、目玉が飛び出そうになる。しょげて泣いたり、あくびをしたりもする。

土佐さんはそれまで、人間の意識をテーマにしたシュールリアリスティックな作品を、ビデオやコンピュータ・グラフィックスで発表してきた。

「非常に狭い世界で玄人にわかるようなものをやってきたんですけど、普通の人が見て楽しめるようなコミュニケーション・アートもやってみたかったです。それもインタラクティブ（双方向的）なものにしたい。映像でインタラクティブなものを作ろうとすると、コンピュータを使うしかないですよ。そして、作品自体も生き物としてとらえてみたらおもしろいんじゃないかなと思ったんですよ」

このようにしてニューロ・ベビーが誕生したのが、三年ほど前のこと。

「そうしたら、海の向こうでも同じようなことをやってる人たちがいて、『人工生命』という共通語の下に集まってきたんです」

ニューロ・ベビーのモデルは、人間の脳である。だから、接する人の好みに応じて性格を作ること、簡単な知識を学習させることもできる。

まずマイクに向かって声を発した人の音声波形を分析する。高いか低い、強い弱い、長い短い。それによって感情を認識し、これに対応するニューロ・ベビーの表情の絵を出力するのだ。

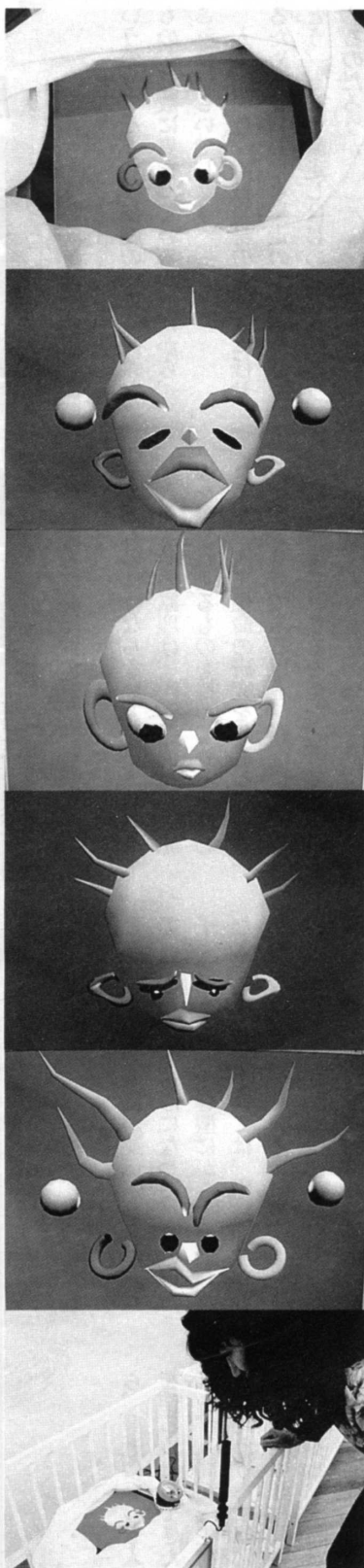
これが大雑把な仕組みだが、哀しみや怒りがある一定の時間以上続くと、泣きだすような工夫もしている。

現在は次のプロジェクトが進行している。東京大学生産技術研究所と協力して、視覚と触覚ヴァーチャル・リアリティを持ったニューロ・ベビーを、東京とロサンゼルスに置き、デジタル総合通信ネットワークで結びつける計画で、九五年夏の世界最大のCG国際会議「シグラフ」に出展する予定なのだ。

「ニューロ・ベビーに握手をする装置をつける計画なんです。この部分はロボットになります。日本でニューロ・ベビーと握手をすると、アメリカのほうで握力を感じるわけです。たとえば、ニュ



冒険する脳



↑コンピュータ内に生きる赤ちゃん「ニューロ・ベビー」。マイクを通した、こちらからの呼びかけにビビッドに反応。「ハロー」と答えてくる。やさしく話したり、強い口調で叱るなどこちらが声色を変えると、上の写真のように、笑ったり、泣いたり、驚いたりさまざまな表情に変わる。「NEURO BABY」土佐尚子 ©土佐尚子、富士通研究所

「ロ・ベビーが怒っているときは、強く握手したりするような、いろいろな通信実験を二つのニューロ・ベビーを使ってやってみようと考えているんですよ。将来ニューロ・ベビーは、ロボットが人間の行動を見ながら理解したり判断したりするためのエージェント(仲介役)として機能するかもしれないですね」(東大生産技術研究所第三部・原島・橋本研究室の國井康晴さん)

人間並みの能力を持ったロボットは実現可能…!?

ブルックス博士らの開発したロボットは、どのような形で実用化されるのだろうか。

アプライド・AI・システムズ社長の五味さんによると、ここ数年のうちに、掃除ロボットや集配センターで働くロボットが市販されるだろうという。レストランの配膳用ロボットやホテルのポータ

「ロ・ベビーも、その応用範囲にある。NASA(アメリカ航空宇宙局)ではすでに、宇宙探索用ロボットの開発を進めている。水中作業ロボットができたなら、湾岸戦争中にばらまかれた機雷の処理などを、人命に危険を及ぼすことなく行えるだろう。」

いくつかの単純なルールを組み込むことで、第三者から見れば「知能」と思われるものが、そこに出現するという考え方は、私にも理解できる。だが、この方式を進めていけば、本当にいずれ人間と同じか人間を超えるような知能を持った人工生命が作られるのだろうか。

この疑問はブルックス博士に対して何度も投げかけられたらしく、彼はこう答えている。

知能というものは、単純な行動が作用しあう「ダイナミズム」の中に動的に出現する。それゆえ、ダイナミズムを高度化すれば、より高度な知能の発生は可能ではなく、と。

それでも納得しない批判の声にうんざりしたブルックス博士は、それなら人間並みの能力を持ったロボットを作ってみせると、九三年夏から「ヒューマノイド計画」に乗り出した。すでに試作ロボットはできている。上平身だけのそのロボットは、人間の脳にあたるプロセッサ(プログラム言語を機械語に翻訳するプログラム)を数多く頭部に組み込み、目にはふたつのビデオカメラ、耳にはマイク、指にはタッチセンサーを取り付け、首・腕・腰をある程度動かすこともできる。関節部分には温度センサーがあり、温度が上がると動きが鈍くなったりして、「疲労」のような状態も表せる。

ここで注目すべきは、脳にあたるプロセッサのコントロールを、並列処理で行っていることだ。人間の脳皮質は、柱状の「コラム」と呼ばれるものが無数に集まってできているのだが、これがそもそも並列処理のシステムなのである。ブルックス博士は、二、三年後をめど

に二歳児のように振る舞うロボットを開発するつもりだという。それにしても、こうしてロボットの知能は人間の脳に限りなく近づいていくのだろうか。

人類は遺伝子の乗り物から脳主導型へ変化した

「人間の脳とまったく同じ物ができるといふと、それはなかなかできないと思います。おそらく人間の脳よりずっと単純な物になるんじゃないでしょうか」

横浜国立大学助教授の佐倉統さんの見方である。佐倉さんは、進化生物学が専攻だが、人工生命研究会の呼びかけ人でもあり、人工生命には並々ならぬ関心を抱いてきた。

「人間の脳とは複雑さの度合いが、おそらく一〇桁くらい違うと思うんです。だって、細胞ひとつがどうやってできたか、遺伝子はどこでできたかという部分さえ、わかっていないわけですよ。脳と



冒険する
脳

自我の意識は脳の「幻覚」!? ヴァーチャル・リアリティの ようなものなのか……。

●ノンフィクション連載

いうのは、そういう細胞の中でも複雑なものが無数に集まっているわけだから、これは難しいでしょう」

人工生命は、機械自身の自律性に任せ、ため、どうしても暴走の不安がつきまとう。もし、暴走しはじめたときはどうするのだろうか。

「この暴走の問題というのは、最先端科学技術が常に抱えてきた問題なんです。でも、もし賢い人工生命ができたとしたら、ちよど賢い人間がむやみに犬を虐待したりしないように、人間を虐待する

ようなものにはならないと思います。人工生命の原理は、西洋近代科学の原理を乗り越えるものを持っていると言われるが、人工生命の研究を先導しているのがアメリカである以上、西洋近代合理主義に拘束されざるをえないのではないか。

「たしかに、人工生命で必ず最初に議論になるのは、欧米では『神』の問題なんです。ただ、西洋近代の生んだ科学の限界はあるにしても、それを突き破るものも近代科学の中からしか出てこないと思うんです。人工生命にしても『カオス』にしても、やっぱり近代科学を突き詰めたところから出てきたわけですよ」

佐倉さんは人工生命を広い意味でとらえれば、人類は四万年くらい前から人工生命を作ってきたと見ることもできると考えている。四万年前頃から、世界には洞窟壁画などが急に増えてきているのだ。洞窟壁画も、当時としては最先端の技術を駆使したはずで、そこまでは人や牛などの「生命」を描こうとしたのはなぜなのかと、佐倉さんは問いかける。

人類が脳主導型になったからではないかというのが、佐倉さんの仮説だ。「もともと生物というのは、遺伝子の乗物にすぎないという考え方があって、遺伝子が大事なんで、遺伝子が乗っている個体のほうはどうでもよかった。

ところが、その乗物が遺伝子から独立して、脳が主導する形になった。この遺伝子主導型から脳主導型にがらりと変わったときのことについては、生物学でもわかっていません。それまでの遺伝子主導型だと、たとえばある生物が一〇〇〇万個たまごを産んでも一〇〇個残ればいい、あとの九九九万九〇〇個は死ぬことを前提としていたわけです。でも、脳主導型の人間では、自分の死に対して非常に恐怖感を覚えるし、人を殺しちゃいけないことにもなっている。本来の遺伝子主導型の生物のやりくちからしたら、これは説明がつかないわけです」

しかも、脳はどんどん大きくなっていった。そこに生命のシステムとの大矛盾が生じる。

「この矛盾を解消するために、『私』はひとつのまとまりであるという幻覚みたいなものを、脳は持つようになったんじゃないか。それで自我の意識が出てきたんじゃないかというのが、僕の考えなんです。結局、人間の意識というのはヴァーチャル・リアリティみたいなもののような気がしますね」

ここで、話は人工生命と結びつく。

「脳の重要性を誇示するために、まとまりが必要になった一方で、生き物から離れていってしまう恐怖感も、どこかで感じていたのかもしれないですね。だから、身近にいつも人工物としての生き物を作ろうとしてきたんじゃないかな。それも、人間が『生物』と思うものを作ってきたわけですね。まちがっても大腸菌や赤痢菌は作らない(笑)。そういうことを考えると、人間の生物観はすごくゆがんでいる。これも、やっぱり脳の産物なんです」

近代が脳を偏重してきた「唯脳化」社会であることは、これまでも何度か触れた。人工生命の考え方も、その延長線上に登場したのだが、唯脳化社会を超える可能性をも秘めている。それは、脳自体がネットワークを結び、以前にも述べた「共有脳」を作る形によってである。こうしたネットワーク自体が人工生命そのものとみることができるとののだ。

そして、このネットワークの最大の特徴は、中央制御型ではなく自律分散型ということ。つまり、きわめて生物学的なものである。唯脳化の果てに、脳は再び生物の世界に還ろうとしているのかも



●著者プロフィール●のむら・すすむ
56年、東京都生まれ。主な著書に『ニッポンの現場』(講談社)、『死なない身体』(文芸春秋)、『海の果ての祖国』(時事通信社)。現在、他の月刊誌で『韓国・朝鮮問題』と『メディア論』を連載中。



↑「ニューロ・ベビー」の母親(!?)、総合電子専門学校講師の土佐尚子さん。画面に映っているのは「少女バージョン」のもの