

ロボットと動物

日本科学未来館ロボット担当 中川友紀子

1. はじめに

ロボット研究者には動物や人間の感覚器や運動について詳しい人が多いと書いたら信じてもらえるだろうか。メカトロニクスと動物ではかけ離れているように見えるが、ロボットは、身近な生き物の動きや機能を参考にして作られている例が少なくない。飛ぶことにあこがれて鳥を参考に飛行機を作ったように、最近、テレビや新聞で紹介される人型ロボットも人間を参考にして作られている。メカと動物とは、形や動作は違う点もあるが、考え方の基本は一緒である。

2. ロボットのセンサー 人間のセンサー

どれくらい両者が似ているのか、自律移動ロボット(以下、ロボット)と動物について比較してみよう。動物は、五感のような感覚器で外界をとらえ、脳で情報を処理し、筋肉を使って外界に働きかけている。一方ロボットは、外界の情報を得るためのセンサー、情報を処理するためのコンピュータ、外界に働きかけるためのアクチュエータ(モータなど)できている。このくらいの要素にまで分解してみるとロボットと動物は非常によく似ていることがわかる。

初歩的な自律移動ロボットとして、日本科学未来館実験工房のラインレーザーロボットを取り上げて解説する。ラインレーザーロボットは、黒い線をたどって走る自律走行ロボットである(写真1)。

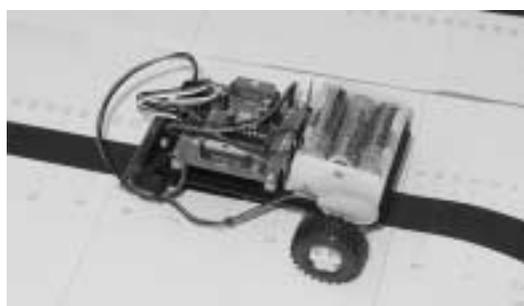


写真1 日本科学未来館実験工房のラインレーザーロボット
ラインレーザーロボットは、黒線を見るための赤外線センサー、黒線かどうかを判定し、モータに指令を出すためのコンピュータ(CPU)を持ち、走

るためにモータがタイヤを動かす。この赤外線センサーは、赤外線を出して、その反射をとらえる非接触型の観測ができる装置である(図1)。

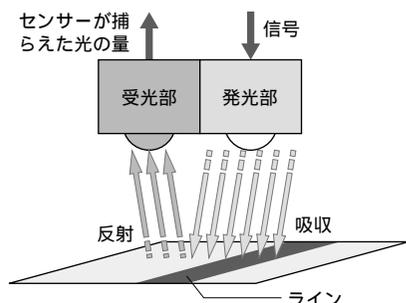


図1 赤外線センサーのしくみ

動物の例としてわかりやすく人間を取り上げてみると、人間の目は、直接その物体に触れることなく外の世界を観測することができる。これは非接触型のセンサーと同じ条件となっている。また、人間の目は、明るさ、色み、鮮やかさの3つの要素でモノを見ているといわれている。それと比較すると、赤外線センサーは、赤外線に反応する明るさのみを観測していると考えられる。つまり、ラインレーザーロボットが見ている世界は白黒の世界である。人間の目には、色が赤、青、緑と見えていたとしても、ラインレーザーロボットは、その色を「明るさ」としかとらえていない。つまり、黒か、白か、それとも灰色かしかわからないのである。赤や青も明るさで見ると同じであれば、色の違いはわからない。ちなみに、ロボットは数値の計算しかできないため、この白、灰色、黒も数値ですべてを表現する。たとえば、0から99までの100段階で明るさを表現するならば、0が黒、99が白、灰色はその中間の数値となる。また、赤や青、緑はその明るさに応じて数値が出てくるので灰色と同じ扱いになる。これらの数値を頼りに、ラインレーザーロボットは、今は黒い線の上にいるのか、はみ出ってしまったのかを判断しているのである。たいていの場合、ラインレーザーロボットは2個以上の赤外線センサーを持っているので、右にずれているのか左にずれているのかというのを、どのセンサーに何が見えているのかを

調べることで判断している。この判定に基づいて、ラインレーザーロボットはどちらのモータをどのくらい動かすかを決めているのである。

3. 「ロボットの気持ち」になる

今までは感覚器官を見てきたので、今度は運動器官のほうを考えてみよう。ラインレーザーロボットが使っているモータは、普通のDCモータである。これにギアを介してタイヤを駆動している。どのくらいタイヤを回すかは、実はプログラムが決められている。ではどのようにプログラムは作られるのだろうか。ラインレーザーロボットでは、いかに黒い線をたどって走るかが仕事であるから、タイヤを効率よく回して黒線からはみ出ないようにしなければならない。ロボットの各部分の大きさやしくみ、それぞれが動作する速度を理解して初めて効率のよいプログラムを書くことができる。この制御プログラムによって効率的にロボットが動くことになるのだ。もう少し詳しく書くと、ロボットは自分のセンサーの付け位置によって、モータの出力(速度)を変えている。たとえば、先端のほうについていけば、少し回転速度を上げて速度をあげてトレースするとか、車輪の近くにあるようなら、先端についているときよりも曲がるという指令を出すタイミングをずらして回転させたりしている。動物で考えるなら、自分の成長と照らし合わせて考えてみてほしい。子供の感覚と大人の感覚がどれほど違うかということ为例を出してみよう。直角に曲がる廊下があったとして、壁沿いに直角に曲がることを考えよう(図2)。

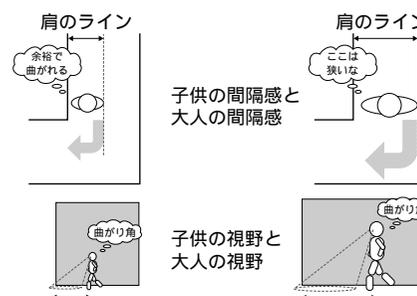


図2 子供と大人の移動経路の比較

子供は肩幅があまりないし、体重が軽いのでかなり壁の近くによって、走って曲がってもぶつかるということもなく曲がれる。大人になると肩幅もあるし、体重もあるのでその分の遠心力などを考えて体

勢や曲がる地点をある程度壁から距離をとって曲がる。つまり、人間は気づいていないかもしれないが、体の大きさと感覚器官が捕らえた情報(自分がどれくらい壁から離れているか、スピードはどのくらいか)を総合して、壁にぶつからないように移動する経路をうまく計画して動いているのである。

ラインレーザーロボットも同じで、移動経路を作り出すプログラムは、コンピュータが判断すべき情報は車体のどういう位置で取得されて、モータの配置やタイヤの大きさがどうなっているのかというのを勘案して作られている。センサーが車体のかなり先のほうを見ているとスピードを上げて走っても曲がりきることできるが、車幅があるとセンサーが先のほうにあってもスピードをあげて走ると車幅があるので曲がりきれない。つまり、ロボットを作る人は、「ロボットの気持ち」になってプログラムを書いているのである。ただ、頭の中で計算して動いたからといって実際にやってみたら動かないというのはよくあることである。それくらい、ロボットを実際に動かすというのは難しいことでもあり、動物の適応能力、運動能力のすばらしさを実感する瞬間でもある。

人間は、学習によって動作を覚えていくこともあり、ロボットのように手足を取り替えるわけにはいかないこのあたりは生物と似ているというのは理解しにくいかもしれない。ロボットの研究者は、メカが作れて、プログラムが書ければよいのではなく、そのロボットにとってよい動きとは何か、人間にとってわかりやすい動きとは何かを考えなくてはならない。そういう意味で、ロボット研究者は常に動物や人間を観察したり、調べたりしている。そのため、動物や人間の感覚器や運動について詳しい人が多くなるのである。このように見てくると、ロボットと動物はよく似ていることがわかる。複雑で難しそうに見えるロボットの研究は、メカやコンピュータを工夫する以前に、実は動物の観察から始まるのである。基礎的な観察眼を養う理科教育が義務教育の中から失われていくという声も聞かれる。さまざまな実験や工作、観察などを実験コースとして用意している日本科学未来館の実験工房(<http://www.miraikan.jst.go.jp/event/koubou.html>)をぜひ活用してほしい。