



夢はバラ色

有 本 卓*

ロボットには二つの異なった範ちゅうがある。一つは現実に生産され、産業の現場で使われている産業用ロボットであり、他方は SF や漫画などの空想の世界に登場するロボットである。後者はアンドロイド (android) と呼ばれ、作者と読者の暗黙の了解のもとに、その姿や形は人間に似せて描かれるのが常である。というのも、SF 作家や漫画家のなりわいは、“自分の代りに働いてくれるロボットがいてくれたらなあ” というバラ色の夢を見るだけでもいいから見たいという読者の願いに答えることから成り立っているからである。

ところで、科学技術の発展が急である今日この頃、技術の進歩の素晴らしさに目がくらんで、二本足で直立し、歩くことのできるロボットが既に作られていると錯覚している人は少なくないであろう。科学技術に多少なりとも心得のある人々では、現代の技術をもってすれば、産業用ロボットと SF や漫画の世界に登場するロボットの間に横たわる技術ギャップは簡単に埋められるはずだと思っている人がむしろ多くなる。他方、科学や技術に直接携わっている人でも、産業用ロボットが目まぐるしく動きながらも、正確に位置決めし、溶接したり、塗装したり、部品を装着したりする様を見ると、人間のように歩き手作業することのできるロボットを作る方が、人間のように高級な判断をし、思考することのできるコンピュータを作るよりも早く実現すると思ひこんでしまう。

歩き、走り、体や手を動かすのは、人間では極く平凡にできる。しかし、ロボットに自立的かつ自由自在に運動する機能をもたせるのは至難の技なのである。1978年度の経済学部門の

ノーベル賞を受けた人工知能の大家 H. A. サイモン (Herbert A. Simon) 教授は次のように言っている。“中枢神経系統の最も中枢部で行われるような頭脳労働は、コンピュータで最もよくシミュレートされてきている。ちょっと例をあげれば、医療診断、化学工学、物理の問題解決、機械設計などがそうである。一方、人間の目や手の動きをシミュレートしたり、それらの間の調整をとったりすることは、実際のところ大して進歩していない。したがって、どんな人間の仕事が自動化されるかといえば、ブルドーザーの運転手よりずっと前に、大学教授が自動化されることになるだろう” (日経コンピュータ、1982年4月5日号、P.128)。ちなみに、現在のアーク溶接や塗装に使用されている最も高級な多関節形の産業用ロボットは、教示・再生方式 (teaching and play-back) によって動かされている。人間がロボットを手にとり動かしながら、その作業姿勢を順次記憶装置に取り込み、実際に作業するときは、コンピュータがその手順を再生させ、各関節を作動させることによって高速かつ正確な運動が再現される。他方、原子力発電所に見られるマニピュレータの多くは、人によって遠隔操作される方式によって動かされている。よく考えてみれば、機械による柔軟かつスムーズな運動は、ほとんどの場合、自動車のように人間の運転によるか、始めに人間によって教示されたものの再現に他ならない。

ロボットを作業環境に応じて自立的に動作させるためには、目や耳や触覚などによる外界の認識機構が必要である。人間の目の代わりに、テレビカメラで単に画像を取り込むだけでは意味がなく、その取り込んだ膨大な画像データを処理することによって、必要な対象を認識し、状況を適格に判断する必要がある。人間にとって

*有本卓 (Suguru ARIMOTO), 大阪大学, 基礎工学部, 機械工学科, 教授, 工学博士, ロボット工学

は、ごく簡単に出来る環境認識やパターン認識も、機械によって実現させるとなると容易なことではない。むしろ、画像計測や画像データの圧縮技術を着実に進展させる方が、研究成果の面からは、より大きな収穫を期待させるのかもしれない。

我々のロボット研究は、このように、人間がもっているごく平凡な能力を機械にも同じように付与させるにはどうしたらよいか、という極めて単純な問題に出発点を置いた。今から7～8年前、まず二足歩行のダイナミックスを研究することから始めた。人間の歩行は、複雑な筋力機構による精妙な協調制御の結果であろうが、そのダイナミックスを数式で陽に記述し、計算機で取り扱えるようにするには、あまり多くない個数の剛体エレメントから成るいわゆる機械リンク系で近似する必要がある。我々は、足首、下肢、上肢のそれぞれ2エレメントと胴の計7エレメントから成るモデルに基づき、そのダイナミックスを導き、その特徴を検討した。一つは、このダイナミックスには不安定な運動モードがあることであり、他の一つは足底の接地に伴う力学的拘束条件の変化が存在することである。不安定な運動モードは片脚を上げた時に起こるが、これはある意味で倒立振子のように人間が直立した状態に相当する。問題は、複雑な微分方程式からこの倒立振子の運動モードを座標変換によって抜き出し、それを制御する方法如何ということになった。ともかく、これらいくつかの難点を克服する見通しが5年前に立てられるようになった。

当時、石油ショックの影響でロボットの研究は影が薄かったが、特に二足歩行は役にも立たないし、やっても袋小路に入ると思われて、ほとんどの研究が中止されていた。しかし、マイクロコンピュータやロボット要素技術の進展を予測しながら、我々の制御方式を詳しく検討

していくと、二足歩行のできる機械の実現は遠い夢ではなさそうに思われてきた。そして、確信を秘めて、我々の青写真を今から4～5年前に発表した。その反響は意外に大きく、むしろ、とまどいさえも感じたものである。その後我々の狙った線に近い追従研究がいくつか名乗りをあげ、今ではよりスムーズな人間型二足歩行の実現に向けて、開発競争をくり広げることとなってきた。

今までの研究の進展をふりかえってみると、我々の夢は本当の意味ではまだ手の届かないものであることに思い至る。生物と機械とのギャップを埋めることができるかと思って進めたにもかかわらず、また、ある意味で機械による二足歩行の実現可能性を実証し得た今日に居てさえも、そのギャップは開きこそすれ少しも埋まっていないことに気がつく。むしろ、深く考えるごとにそのギャップが大きく見えてきたのかもしれない。しかし、生物の持つ機能を機械で実現しようとする努力の中から、新しい機械あるいは機械要素を発想し、ロボットの新しい制御方式を考えつくことができることは経験した。

現代の科学技術の研究では、“超”という名のつく極限科学・技術に関連したテーマと異なると、上述のような人間が平凡に行う運動機能をテーマに取り上げるのは凡庸なセンスと評されるかもしれない。しかし、ごく平凡な何げない現象や機能を別の観点から見ると、そこにはバラ色の夢があり、深いものがあることをいくらかなりとも理解していただければ幸いである。また、今のようなロボット時代を迎えても、ロボットは人間にはるかに及ばないこと、そして、上に述べたような意味で、ロボットが人間を追放できるはずがないことに安心していただければ幸いである。