

# アルキード実現への道

尾河洋一  
館

## ロボット年代記



館 瞳(たちすすむ) 氏

1946年東京生まれ。東京大学工学部計数工学科卒業、同大学大学院博士課程修了。MIT客員研究員、通産省機械技術研究所バイオロボティクス課課長、東京大学助教授を経て、現在、東京大学先端科学技術センター教授、同大学工学部計数工学科教授。専門はロボット工学、人工現実感、計測制御工学。国際計測連合学会ロボット部門議長を務める。著書に『メカトロニクスのはなし』『自然とロボット：盲導犬』『人工現実感』『バーチャル・テック・ラボ』(共著)がある。

尾河 きょうはテイエイジスタンス(臨場感)の持てるロボット遠隔操作方式の専門家としてご活躍の館先生をお迎えして、ロボット技術の現状や今後の展開、さらにロボットの未来についていろいろお話を伺いたいと思います。

実は私も昔、ロボットと言えるかどうかわかりませんが、自動制御の方面を専攻していました。主にプロセスコントロールを研究していました。当時は、センサーがあり、フィードバックがあり、アクチュエーター(機械駆動装置)があつて。プロセスが動くという、すごく簡単なメカニズムでしたが、その後、ロボットも第一世代、第二世代と進化しているんですね。そうしたロボットの歴史をまずお話しただければと思いますが。

館 ロボットという言葉自体は一九一〇年にチャコのカレル・チャペックが「R・U・R(人造人間)」という戯曲を書いたときに生まれたものです

が、古来、人は自分に代わっていろいろと仕事をやってくれる機械を持ちたいという夢を持ち続けてきました。しかし、それは現実のものとはなかなかなりませんでしたね。

それが実際に世の中で人の役に立つものとして現れたのは一九六〇年代になってからで、第一世代と言われるプレイバック・ロボットがそれです。当時は技術的に難しい問題がいろいろあります。当時は、中でもとりわけ腕の動作が複雑で、なかなかクリアできなかつたのです。そこで、人間の腕の動作をコンピューターに記憶させ、それを再現するという方法で解決して、ようやく実際に使えるロボットができたわけです。そのロボット

に日本でもいろいろな改良が加えられ、一九八〇年代になって世の中に広く普及するようになります。日本がロボット王国と言われ、アーム状のロボットが並ぶ工場風景が雑誌「タイム」の表紙を飾ったのもこのころです。この当時のロボットは、教えられたことを忠実に再現するだけのものでしたけど。

尾河 当時、熟練工の動作をコピーするロボットが話題になりましたね。

館 エエ。このころのロボットは、いまも自動車工場やスポーツ溶接、塗装などに使われています。このように、周りの状況に無関係で成り立つ仕事もありますが、やはり相手の状況を判断する必要があるものに対しては、カメラだとか触覚センサーといつた外界センサーを使って状況を知り、それにより自分自身を変えてゆくことも必要になりました。そこで、先ほど尾河さんのおつしやったフィードバック技術が戦後、サイバネティクスなどと一緒に成長してきてようやく結実しました。それは、外界に合わせて自分の行動を変える適用型ロボットで、センサベイスト・ロボットと呼ばれています。このロボットは一九七〇年辺りから始めて、物を組み立てたり、製品の検査をしたりといったところで使われています。

このように、第一世代と第二世代のロボットは、いまも産業界で大きく活躍しているわけです。しかし、一方でロボット王国と言われながら、われわれロボット研究者たちの間では、第一も第二も人類が理想としたロボットからは遠いんじゃないか、工場の中では活躍できるが、それ以外のことでは何もできないのではないか、まだロボットとしては不十分ではないのかという反省がしきりでした。



術研究所に勤務したんですね。盲導犬ロボットは、そのとき手がけた研究です。その研究室には、伝統的に義手の研究や福祉のためのロボットを開発していくという、私が考えていることに近い研究の流れがあつたんですね。

機械技術研究所に移ったのが一九七五年ですが、当時のロボットは殆んどがプレイバック・ロボットで、ロボットと言ひながら実際はマニピュレーターに過ぎず、腕の部分しかなかった。一部の研究所を除いて、人の役に立つようなものとしてのトータルなロボットの機能を持ったものがなかつたんです。しかし、ロボットを研究する立場としては、すべての機能をある程度持つたものをつくつてみたかった。とは言え、人間そのものをいきなりつくるのは不可能ですね。

そこで、もう少し機能は限定しても何かつくれるものがあるのではないかと考えているうちに、盲導犬に行き着いたんです。盲導犬は頭数が少ないですからね。例えば、目の不自由な人五十万人に対して、その当時で三百頭、今まで四百頭とか五百頭とか、それくらいしかいませんから。犬は訓練に時間がかかりますし、命がありますから老齢化でリタイアしたり死んでしまつたりする。また、都市部では飼いにくい面もある。

でも、盲導犬が一番いいんです。われわれもレザーブー杖とか超音波眼鏡などいろいろ開発し、それぞれそれなりにいい性能を發揮しましたが、やはり盲導犬にまさるものはない。それは、それが自体が知能を持っているからなんです。そして、人間が見落としたことも教えてくれるという機能も持っている。そこで、もしそれと同じ機能を持つたロボットが実現できたら素晴らしいだろうなというのが、盲導犬ロボット開発の動機ですね。

その開発のヒントとして、コンピューターがどんどん小さくなつて、いろいろなIC、プロセッサーが出てきたり、センサーもいろいろなもののが生まれたり、当時CCD（光信号を電気信号に変える電荷結合素子）といった素子が出来始め、これを次に使つてわれわれはCCDカメラを自作したりしてました。そこで、これらを組み合わせれば実現も不可能ではないのかと、盲導犬ロボットを提案したわけです。これに対しても通産省から「それは面白いから是非やってくれ」と言われて特別研究にしていただき、以後、六年間これの研究に携わっているんです。

尾河 その盲導犬ロボットは、もう実用化されてるんですけど。

館 駄稼動実験が終わつた段階です。実際に使うとなると、やはりいろいろな問題がありますからね。

現在の段階では、筑波大学のあるつくばの街くらいの広さのあるところなら、障害物を避けながら歩くことは十分に可能ですが、東京のようにも混雑した街を歩き回るのは難しいかもしれません。ただ、技術的な可能性は示せたと思われます。ですから、どこかのモデル地区を指定してこのロボットを使ってみると、お応えできるし、そういう技術的な素地は確立できただと思っています。

尾河 これから日本も高齢者の割合が増えますから、高齢者介護のため、福祉ロボットの研究には大いに期待したいところですね。

## ロボットがネットワークで変わる

尾河 ところで、先ほどのテレイグジスタンスの延長上に、最近、R<sup>3</sup>（アールキューブ）というも

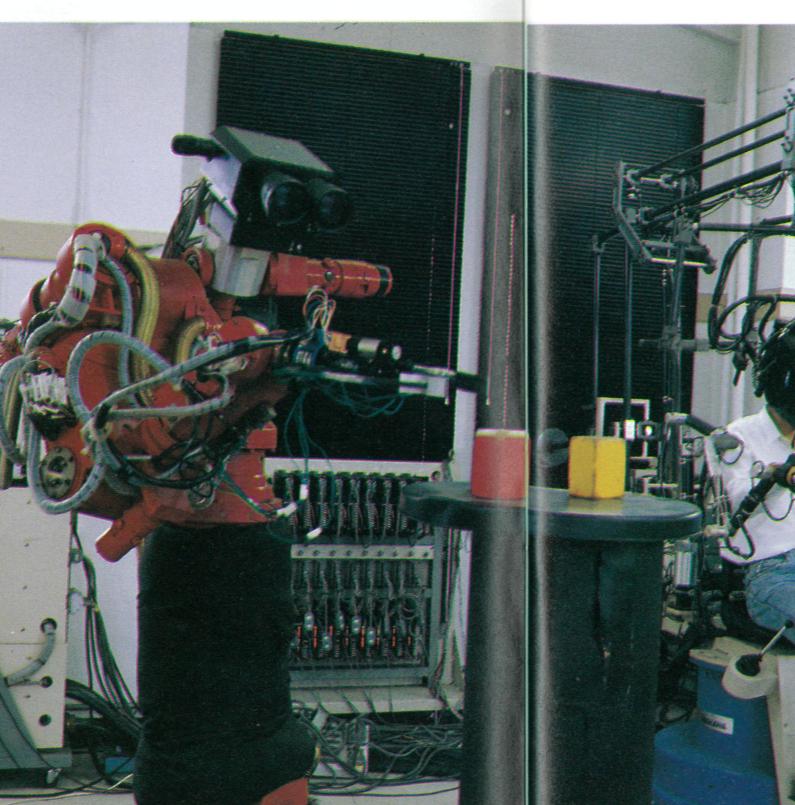
のが出できましたね。そこで、最後にR<sup>3</sup>とは何かということから未来のロボットについてのお話を伺ってもらいます。

館 これまでの第三世代ロボットは、危険な環境とかプロフェッショナルの人が働く場所を前提にしたものでしたね。しかしR<sup>3</sup>では、ネットワーク環境を進展させた形でのロボティクスというものを考へているんです。つまり、ロボットとネットワークとが融合した形が、次の新しいロボット世代であると。

そこで考へているのは、家庭も含めた一般的な環境で使えるロボティクスです。具体的に言うと、いまインターネットなどのコンピューター・ネットワークを使って情報が自由に行き来できる世界が来始めていますね。これは、これからますます

館 これまでの第三世代ロボットは、危険な環境とかプロフェッショナルの人が働く場所を前提にしたものでしたね。しかしR<sup>3</sup>では、ネットワーク環境を進展させた形でのロボティクスというものを考へているんです。つまり、ロボットとネットワークとが融合した形が、次の新しいロボット世代であると。

尾河 これまでの第三世代ロボットは、危険な環境とかプロフェッショナルの人が働く場所を前提にしたものでしたね。しかしR<sup>3</sup>では、ネットワーク環境を進展させた形でのロボティクスというものを考へているんです。つまり、ロボットとネットワークとが融合した形が、次の新しいロボット世



東京大学・先端研 課研究室で

進展していくと思います。しかし、いま行き来しているのは情報だけ、その中に作業が伴つていない。やはり人は情報だけでは生きていけませんから、ネットワークを使っていろいろ作業もできますね。それには、やはりロボティクス的な要素が必要。つまり、通信用のネットワークを利用して、離れていても作業ができるようにできたら、ということです。

昔「テレビジョンは自分の見たいところが見られると思つたらそうではなかつた」と言つていた人がいましたが、確かにテレビは、一方的に与えられるものを見るだけですね。それをR<sup>3</sup>では、自分の目の代わりにロボットの目を通して、あるいは鼻、耳などの五感を通して、必要なところにアクセスできるようになります。見たいものを見るだけでなく、話をしたり、聴いたり、旅行に行つたりもできる。例えれば、夜の美術館にアクセスして、誰もいない館内を見て回つて絵などを鑑賞したり、遠くアマゾンやアフリカにアクセスして、生物の観察をしたり、サファリを楽しんだりできます。勿論、プライバシーなどがありますから、見せたくないところはロボットの目を置かなければいけない。

また、家庭にも作業ロボットのようなものが置いてあれば、ネットワークを通してカギのかけ忘れをチェックしたり、簡単な仕事ならマニピュレーターで作業したり、そういうこともできるようになりますね（笑）。

尾河 炊事、洗濯、掃除、一切合切やつてくれるようになれば専業主婦はやることがなくなつてしまいますがね（笑）。

館 いまは働いている女性が多いですから、職場にいても、ちょっと家のことが気になつたら子どもたちと一緒にいるでしようね。

館 おつしやるとおりだと思います。人間と機械のインターフェイス設計の際に、その人、その人の個性に合つたものにして、相性のいいロボットを考えなければならないと思います。

尾河 そういう形でロボットが知能を持つてあら

るもの様子などを見ることができますし、必要なら休み時間に家事を片付けることも可能になります。

尾河 まさに夢のような話ですが、R<sup>3</sup>を実現するには、今後どのような技術が必要になりますか。

館 技術的な要素としては、コンピューターの手足となる端末としてのロボティクスの開発があります。各家庭のコンピューターネットワークと組み合わさることで、安全性の問題はとにかく最重要課題です。

それに、もともと人間が操縦するわけですから、人間側のミスで事故が起こるかもしれない。その場合も、人間が見過ごしたこともロボットの方で素早く対処して事故にならないようにするという、そういう安全知能も必要になりますね。

さらに、人間とのインターフェイスがスマートでないよう、新しい設計方法も考えなくてはならない。

尾河 人間は十人十色ですから、それぞれの感性や能力に応じられる多様性も要求されますね。

館 おつしやるとおりだと思います。人間と機械の個性に合つたものにして、相性のいいロボットを考えなければならないと思います。

尾河 これから時代は、機械と人間の間が、これまで以上に、より親密になっていくのかもしれない。それによって、人間への理解が一層深まれば結構なことだと思います。きょうは夢のお話をありがとうございました。

