

## 特集 21世紀の新技术を展望する



# ロボット

## — 家庭で人間と共に生きる —

公立ほこだて未来大学 教授  
松原 仁

### 1. はじめに

20世紀の後半がコンピュータの時代であったとするならば、21世紀の前半はロボットの時代である。さらに言うならば、20世紀が物理学や生物学に代表される分析の時代であったのに対して21世紀は統合の時代であると予想される。その統合のひとつの例としてロボットが存在する。ここではロボットの技術について展望する。

### 2. ロボカップ

われわれは1997年からロボカップ(RoboCup)という国際的な活動を行っている。人工知能(コンピュータを人間のように知的にすることを旨とした研究で、ロボットの頭に相当する)とロボットの研究の世界共通の目標としてサッカーを選択し、サッカーをプレイするロボットの開発を通じて技術の発展を目指すものである。目標は、2050年までに人間の世界チャンピオンチームに(人間のサッカーのルールで)勝つような人間型ロボットのチームを作ることである。ロボカップには、小型、中型、四足(アイボ)、人間型、シミュレーションとサッカーのリーグが5つ存在する。サッカー以外にも災害救助への応用を目指したレスキュー(実機、シミュレーション)、子供へのロボット教育を目指したジュニア(サッカー、ダンス、レスキュー)のリーグが存在する(詳しくは<http://www.robocup.org>を見ていただきたい)。図1と図2にロボカップの試合の様子を示す。1997年に第一回の国際会議を名古屋で開いて以来、毎年国際大会と日本大会が開催されている(今

年の国際大会は7月に大阪で開催される)。日本の研究者の提唱したものが世界共通の目標となっている珍しい例だと思う。



図1 中型リーグ



図2 四足リーグ

ちなみにロボカップのロボットは（レスキュー実機を除いて）すべて自律型である。人間がリモコンでロボットを操作するのではなく、ロボット自らがボールを捜し、味方や敵のロボット、味方と敵のゴールの位置を確認して何をするか判断している。

サッカーはあくまで目標としてのシンボルである。同様のシンボルとしては、アポロ計画が有名である。アポロ計画は月に人間を送り込むことを目標に掲げたが、月に人が行くこと自体には意味はない。その目標を達成する過程で得られるさまざまな技術に意味がある。情報処理でのシンボルとしてはチェスがある。1950年前後に人工知能の研究が始まって以来ずっとコンピュータが世界チャンピオンを破ることを目指して研究が進められた。開始してから約50年の1997年に目標は達成された。チェスに代わる目標がサッカーなのである。

### 3. 家庭用ロボット

サッカーロボットは何のシンボルになるであろうか。それは、家庭用の人間型ロボットの技術開発である。人間の世界チャンピオンチームに勝つだけであれば、弾丸シュートを打つロボットや超高速移動のロボットを開発すればいいので、いま現在でも可能かもしれない。しかしそのようにして勝っても価値はない。人間と同じ形、人間と同じ大きさ、人間と同じ体力のロボットを開発し、そのロボットによって勝ちたいのである。

なぜそうまでして人間型にこだわっているかというと、家庭用を想定しているからである。ロボットは21世紀に産業用から家庭用へと移っていく。一家に一台ロボットがある時代が来る。そのロボットは、料理を作ったり、掃除をしたり、留守番をしたり、遊び相手になったり、家庭教師をつとめたりする。調子の悪いときには簡単な手当をして医者連れていってくれる。お手伝いさん兼、友達兼、先生兼、看護師という役回りである（家族の一員である）。そのようなロボットを考えると、そのロボットは人間型でなければならない。まず人間が一番気を許せるのはやはり人間であるからである。見た目が人間に似ていることはやはり重要である（最近の研究に

よって明らかになっている）。人間が住んでいるところは人間用に作られているので、ロボットの形も大きさも体力も人間並みでなくてはならない。ドアのノブも回してあげなければいけないし、椅子にも座れないといけないし、階段の昇り降りもしないといけないし、卵を割らずにつかめないといけないのである。体力は地震や火事や犯罪などいざというときには強い方がいいが、普段は体力がありすぎると事故のもとになってしまう。

こういう家庭用ロボットを開発するために必要な技術の多くは（人間のようにプレイする）サッカーロボットを目標とすることで得られることが期待される。

家庭用ロボットの話をする、よくできたロボットよりもやはり人間の方がいいという意見をよく聞く。それはもちろんその通りである。家庭用ロボットを少しでもはやく実現したいと思っている筆者にしても、ロボットよりは人間の家族の方がはるかにうれしい。しかし、これからは確実に少子化社会、高齢化社会になっていく。家庭と一緒に住む人間の数は減少していくのである。一人暮らしなど少人数家庭が増えていく。そのときに家庭用ロボットの果たす役割は非常に大きい。生物と非生物の違いはあるので、動物のペットが果たす役割も当然あると思うが、ロボットが果たす役割もあるはずである。

### 4. ゆりかごから墓場まで

ロボットが一家に一台という時代の次には、ロボットが一人に一台という時代がやってくる。テレビも、ビデオも、電話も、よく使われる家電製品はどれもそういう経過をたどってきた。

筆者が考えている将来像は以下の通りである。ある家庭に子供が生まれると（あるいは生まれることがわかると）その子のためにロボットを一台購入する。ロボットはその子どもと常に一緒にいる。大きさもその子どもとともに大きくしていく（ヤドカリが貝殻を大きなものに変えていくというイメージである）。その人間に一生付き合ってその人間の経験したことをすべて視覚的に聴覚的に記録しておく。子どもが小さいときはその親と一緒にその子を育て

る。ある程度大きくなったら遊び相手になる。勉強も教える。話し相手にもなる（人間の言うことに一方的に従うのではなく、場合によっては忠告もする）。外出にも可能な限り付き合っ一緒に移動して事故が起きないように配慮する。一緒に移動できないときにはロボット本体は家庭に残って視覚、聴覚のセンサーだけをその人間に持たせて移動してもらう。その人が年をとったら介護もする。最終的には死を看取る。

このロボットは言わば執事のような存在である。その人間のことを何から何まで支援する。生まれてからのすべての記憶を持っていて必要に応じてすぐに取り出すことができる。「ゆりかごから墓場まで」付き合うロボットである。基本的にその人の言うことしか聞かないようになっている（「ロボット三原則」のような規範を設けて第三者に危害を及ぼさない配慮はしておく）。配偶者など人間のパートナーがいればその人をたててあくまで影に徹する。

この執事ロボットが筆者の考える究極の家庭用ロボットである。執事にしてももちろん人間の方がうれしいが、かつての貴族はともかく人間の執事を一生雇うのは今の世の中では不可能である。だからこそ執事ロボットの出番なのである。

## 5. 技術的な課題

人間の優勝チームに勝つ人間型サッカーロボットを開発するための技術的な課題をいくつか述べる。これらの課題は当然家庭用ロボットを開発するための課題でもある。

### (1) バッテリー

バッテリーの技術はかなり進歩したというものの、重い、長時間持たない、という欠点を持っている。いまのロボット（特に人間型ロボット）が長時間連続で動けないのはバッテリーの限界によるものである。ロボカップにしても45分を連続して走り続けることを可能にするバッテリーは現時点では存在しない（ロボカップの多くのリーグで全後半10分ずつになっているのはバッテリーの制限も理由である）。（人間と同じ大きさの）人間型ロボットを短くとも連続で半日は持たせるようなバッテリーを開発

しなくてはいけない。朝昼晩に人間のように食事を取る（充電する）ことできずと動き続けることが期待される。

### (2) 人工皮膚

人間とサッカーの試合をすれば当然体の接触がある。いまのほとんどのロボットのように表面が金属だと接触した人間を傷つけてしまう。柔らかい人工的な皮膚を開発する必要がある。家庭にはいるためにも柔らかい人工皮膚は不可欠である。

### (3) 屋外全天候対応

いまのほとんどのロボットは室内用である。ロボカップの試合も室内で実施している。屋外用のロボットもあるにはあるが、使用可能な範囲がかなり限定されている。サッカーは本来室外でプレイするものである。いまのロボットは照明条件に敏感でまぶしい環境や暗い環境ではまともに動かない。屋外で天気にかかわらず24時間動けるようにならないといけない。また、電気をを用いている関係でいまのロボットは雨に非常に弱い。さらには、風が吹いてもバランスを失ってしまう。風雨に（人間が対応できる程度に）対応できるロボットを開発しなければならない。

## 6. ロボットの安全性

最近になってロボットの安全性が注目されている。政府も委員会を作ってロボットの安全性に関する基準の策定を目指している。産業用ロボットは無人工場のように人間との関わりがなかったり、関わりはあるにしても関わる人間は専門の従業員で安全教育を受けていたりということで他の機械と同様の安全基準で済んでいた。しかし最近のロボットは一般の人との関わりが強いので、事故が起きないように万全の配慮をする必要が出てきたのである。今年の愛地球博ではロボット展示が多い（筆者のところのロボットも出展した）が、特に安全性に注意が払われている。

ロボットが誤動作によって事故を引き起こしたときの責任はロボットの製造者にあるのか、それともロボットを動かしていた操作者（あるいはソフトウェアを書いた人）に責任があるのか、それとも両

者にあるのか、非常にむずかしい問題である。現代は製造者責任を重く見る傾向が強いが、あまり強く見てしまうとロボット開発を阻害しかねない。筆者が考えているのは自動車と同様の扱いがロボットでもできないかということである。自動車は毎年多くの事故が起きて多数の死傷者が出ている。見方によっては自動車自体が事故を起こしやすい欠陥機械であると言えなくはないが、自動車のもたらす多大な恩恵を考えて、正しく操作すれば便利な機械ということで社会として自動車の存在を受け入れているのである。もちろん自動車においても製造者責任はあるが、一定の基準を満たして製造してあればそれを操作して事故を起こしたのは操作者の責任となっている。この原則をロボットにも適用できないかということである。現時点では自動車に比べてロボットの恩恵はそれほど大きくないのでこの原則は社会に認めてもらえないだろうが、近い将来に認めてもらえるまでにロボットの有用性を高めることができればと思っている。

人間型ロボットは安全性の観点からすれば現時点ではかなり問題を抱えている。重くて大きくて倒れやすいので事故につながる危険が高い。ロボットの中でももっとも危険な部類にはいる。小型化して倒

れたときの衝撃を小さくするか、あるいは一般の人をむやみに近づけないようにするかで対処している。人間の大きさの人間型ロボットを気軽に一般人に近づけられるようにするには、まだかなりの改良が必要である。家庭にはいるまでにクリアしなくてはいけない課題は多い。

## 7. さまざまなロボット

家庭用ロボットは人間型でなければならないが、すべてのロボットが人間型である必要はない。ロボカップではレスキューという災害救助支援ロボットのリーグを実施しているが、このリーグのロボットは人間型ではない。地震によって生じた瓦礫の中から生きている人間を探して助け出すというのが目的なので、瓦礫の中を動きやすい形状（たとえばヘビ型）のロボットを使っている。目的に合わせてそれぞれ適切な形状のロボットを開発しようとしている。家庭にはいるロボットの目的が人間とのコミュニケーションなので、その目的のために人間型にするということである。筆者にとっての人間型ロボットは鉄腕アトムであるが、鉄腕アトムのようなロボットが21世紀の半ばごろに実現できることを期待している。