



MISAWA HOMES INSTITUTE OF  
RESEARCH & DEVELOPMENT  
TECHNICAL REPORT

vol. **24**

## ホーム・ロボットと 住まいのテクノロジー

### HOME ROBOT AND HOUSE TECHNOLOGY



フューチャーホーム2001 ミサワホームが21世紀に向けて提唱する、医・職・住をテーマに開発した未来住宅。

#### ■ホーム・ロボットの開発

##### \*ホーム・ロボットとは

ロボットというと鉄腕アトムを連想する人。溶接ロボットのような機械装置を連想する人。また、自動販売機や人の言うなりになる主体性のない人間のことをいう人もいます。

このようにロボットは大人から子供まで誰もが口にする一般的な言葉となり、その使われ方もSFから産業用、研究・家庭用にいたるまで、広い範囲にわたっています。それらは人間に近いカタチや感覚を持つものや手足の機能だけを代替するもの。話相手となるものなど様々です。その中でもホーム・ロボットとは、住宅内の様々な設備・部位のコントロール、家事作業の代行など、住む人が快適で、楽しく暮らせることを目的としたロボットのことで、言うなれば、限りなく人間に近い機能を持つロボットといえるでしょう。

#### Development of the Home Robot What is a Home Robot?

The word "robot" may remind some people of the "ATOM (Cartoon Super Hero)" while reminding others of mechanical devices like the welding robot. Some people use the robot as a vending machine, while it is also used by physically handicapped people.

The word "robot" has become a popular word among adults and children. In the broad sense of the word "Robot" is used in science fiction, industry and research. Some robots may have a human form and a degree of sensitivity, while others may only have the functions of human hands and feet. Some may even act as companions for humans. The Home Robot is created with the aim of helping people lead a happy, comfortable life by doing the house work and controlling various equipment and functions inside the house. A robot has the potential of having functions similar, as far as possible, to those of human beings.

##### \*第一世代のホーム・ロボット

安永4年(1775年)。石井源信が「盃はこび」という自動人形を製作。両手に盃を置くと前進し、盃をとると止まるといった固定シーケンス型のもので、ホーム・ロボットに求められる特徴のひとつである可愛らしさを備えていました。そして現代。センサーやエレクトロニクスの進歩により、自動化や省力化が急速に進み、姿・形は問わず、より人間的な動きや知能的な働きのものすべてをロボットと名付けるようになりました。その後、雨が降ると自動的に洗濯物を取り込む。日光が当たるとカーテンを閉じる。空気が汚れると自動的に排気し新鮮な空気を取り込む、といった監視・検知・判断などの知能を持つロボットも数多く出現。ただ、いずれもプレイバック型の先天的知能程度のもので、視覚・聴覚などを合わせ持つものではありませんでした。

#### The First-Generation Home Robot

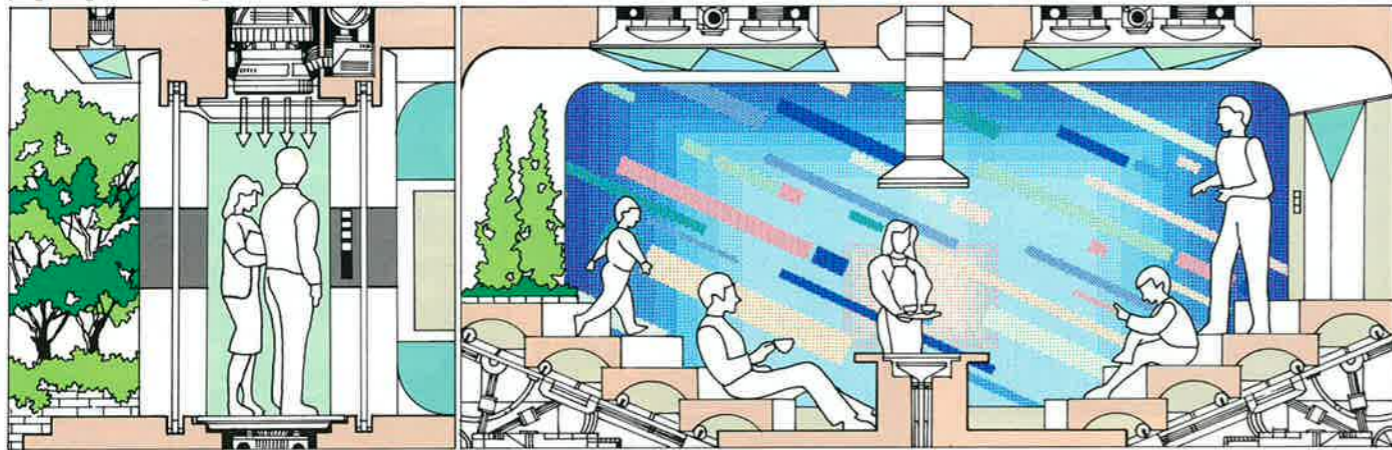
In 1775, Genshin Ishii made a clockwork doll called "The Cup Carrier". The doll moved forward when a cup was placed on its hands, and stopped when the cup was removed. It was fixed sequence robot which also has charm - one of the characteristics required of the Home Robot. Today, with all the progress made in electronics and sensors, automation and economization have been speeded up. We have thus come to name machines "robots" which perform intellectual work using human-like movements regardless of their shape and form. "intelligent" robots have been developed with security, detecting and decision-making abilities. They may automatically bring the laundry in when it starts to rain, draw the curtains open when the sun begins to shine, or switch on the air conditioner or heater when necessary. However, none of these robots had sight or hearing. They may only have the inborn intelligence of so-called "playback" robots.

##### \*第二世代のホーム・ロボット

今までのホーム・ロボットは一定条件において、窓の開閉といった単純作業を行うものが主流で、動きの制御に重点を置いた高級な人工知能を備えていませんでした。さらに、人間とは似ても似つかぬ姿・形で、腕や手の役割だけを形状記憶合金やモーターに置き換えたものが多く、人間らしさに欠けていました。しかし、これからのホーム・ロボットに求められるものは老人の介添えや赤ん坊のおもひ、買物のお供といった人間との接触の多い作業です。だからこそ、鉄腕アトムやスターウォーズに出てくるような親しみのある外観が必要とされるのです。一方、安全性や利便性を追求するHA(ホーム・オートメーション)はますます高度化し、人間性にゆとりを与え、味わいの深い生活をもたらすような仕組みが求められてくることでしょう。そのためにも、人間に嫌われるロボットであってはならないのです。

#### The Second-Generation Home Robot

Until now, Home Robots only performed simple actions such as opening and closing windows, and were not equipped with hi-tech artificial intelligence which could control their movements. Furthermore, many of them performed the role of human arms and hands in ways very different from those of human beings. Simple actions could be performed using shaped memory alloy. Their actions however were motorized and lacked compliance to human actions. However, Home Robots are now required to care for the old, baby-sit, accompany people shopping etc. This is work which involves direct contact with human beings. It will therefore become necessary for robots to develop a familiar appearance like "ATOM (Cartoon Super Hero)" and the robots in the movie "Star Wars". On the other hand, the use of robots in the home, which pursues safety and usefulness, will require further sophistication. Robots will be developed which offer more recreational potential and provide a meaningful relationship to man. For this reason also, robots must be liked by humans.



出かける時は、IDカードを差し込むだけ。上下スライド式ガラススクリーンが開き、玄関を出ると自動的にロック。帰宅時にはエアシャワーが雑音、静電気、花粉の排除をしてくれます。全体がスクリーンになる壁、可変式のフロアが自由な空間を演出します。また、バイオフラワープランターで、アウトドアを体験することもできます。

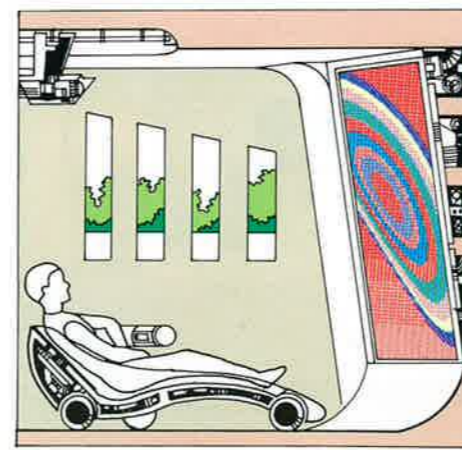
**ひまわりロボ**  
家が向日葵のように太陽を追いかけて回ります。



**ポーチ・ロボ**  
門灯、メールボックス、セキュリティ・センサーつきの多機能門柱。

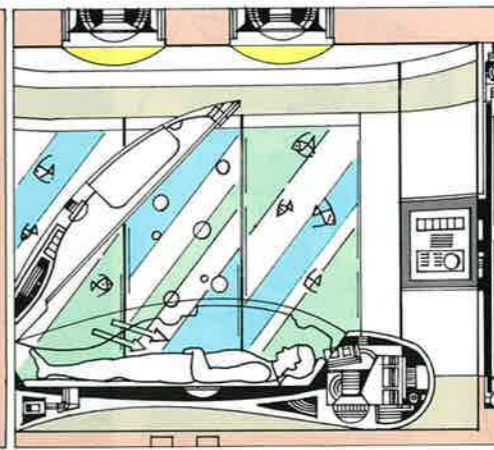


**空気メカロボ**  
室内の空気が汚れると、自動的に換気メカ、清掃メカが作動。粉塵、臭気、湿気などを除去します。



中央のカウチに座るとAVコントロールが作動し、プログラムに合わせた最適なサウンド・ポジションに移動します。また、このカウチは座ったままでキッチンや玄関などのコントロールができます。

**HAロボ**  
ボタンひとつで家中の空調、採光、ガス、電源、戸締りの操作や点検ができます。



快適な睡眠に必要な酸素の発生、姿勢の制御・寝床の硬度調整などの機能が備わった熟眠カプセル。窓は景色を楽しむだけでなく、アート・カプセルや映画のスクリーンにも変身します。

**ヘルスチェック・ロボ**  
指先を光にあてるだけで、健康状態を教えてくれる便利なロボット。



**トップライト・ロボ**  
センサーの自動開閉により通風・換気を効果的にコントロール。



■進化するロボット・テクノロジー

\*ホーム・ロボットの知能

ロボットに使われるキーワードには多自由度、汎用性、知能化、移動能力、プログラム性、パターン認識など110項目以上もあります。当初のロボットは「人間作業の機械化」であり、サイバネティック理論やメカトロ技術が中心でした。その後「機械の人間化」が求められ、バイオニクス（生態情報工学）やバイオメカニクス（生物機械工学）が急速に発達しました。が、何といてもロボットテクノロジー発達の最大の貢献はコンピュータの進歩でしょう。人間と機械の近似性はますます濃厚になり、非ノイマン型やニューロコンピュータの出現、加えてファジー理論などによって併列処理や感性的判断なども可能になってきました。こうしたシミュレーション技術が、ロボットを進化させていくのです。

\*ホーム・ロボットの感覚

ロボットが作業する際、対象物の状況や環境条件に応じてその内容を変えられると、機能は大幅に向上させることができます。そのためには、まず、人間の眼や耳や皮膚感覚に相当するセンサーが必要となります。そして、センサーからの入力情報により状況を判断し、それに基づいて行動を考える判断能力が必要となります。CCDカメラなどによる聴覚センサー、触覚等の感覚センサー、音声認識装置による音センサーなどは、このようなセンサーの代表的存在。第二世代ホーム・ロボットは、これらセンサーによる知覚機能と、制御装置用のマイコンの判断機能とによって形成されているのです。現在、人間の口や手足に相当する人工知能の出力機構は音声合成やマニピュレーターなどが対応していますが、近い将来、推論機能の付与も可能となることでしょう。

\*ホーム・ロボットの運動機能

ロボットは教えられたことを正確に実行します。しかし、知能ロボットのように人間に似たような動作あるいは感覚機能や認識機能を持ち、自律的に行動するロボットは機械のペースで動く人間のリズムと合わなくなり、バランスが崩れてしまいます。では、どうすれば人間とロボットのペースが合わせられるのでしょうか。ここで、扇風機やエアコンなどの風力調節に使用されている「1/fゆらぎ理論」をご紹介します。この理論は、高原のそよ風や小川のせせらぎを心地よいと感じる人間の心理を利用し、ある一定の周期で風力に不規則な強弱をつけ、より自然の風に近い感覚を与えるというものです。このように、単調なロボットの運動と人間のリズムとの調和が、現在、各方面で研究・開発され、徐々に応用されつつあります。

Advances in Robot Technology Intelligence of the Home Robot

Characteristics now associated with robots include freedom of movement, usability, creating intelligence, movability, programming and pattern perception among many others (110 keywords have been identified.) In the beginning, the role of robots was mainly "to mechanize human work", and centered on the theory of cybernetics and mechatronics. Then, the "humanbeing of machines" became desirable, and bionics and bio-mechanics rapidly developed. However, there was nothing that influenced the development of robot technology more than the progress of computers. The resemblance of machines to human beings became even closer and with the development of the "neuro-computer" and the non-"Von Neumann" type of computer. Together with "fuzzy logic, parallel treatment decision-making based on sensitive faculties was made possible. These simulation technologies led to great progress in robotics.

Senses of the Home Robot

The functions of robots will be greatly improved if we can change the content of operation according to circumstances and environmental factors. In order to achieve this, robots will need sensors equivalent to the human eyes, ears and touch. A decision-making ability based on the information received through the sensor and appropriate actions based on this information will also become necessary. The auditory sensor and tactile sensor are typical examples of such sensors. Second-generation Home Robots are built with sense functions thanks to these sensors, as well as decision-making abilities through the use of microcomputers with control devices. Today, artificial intelligence has created the equivalent to the human mouth, hands and feet by the use of sound synthesizers and manipulators. In the near future, an inference ability will also be added.

Kinetic Function of the Home Robot

Robots accurately perform what they are taught. However, robots whose movements resemble those of the human, have the sense and perception similar to those of the human, and act independently may lose their balance if the move like machinery and do not match the rhythm of human movements. So how can we match the speed of robots with that of man? Here, let me introduce to you the "1/f swing theory" applied in the air-flow adjustment of fans and air-conditioners. This theory uses aspects of human psychology. For example, how good we feel when we walk in we a cool breeze coming off the plains or when we see water rippling in a brook. By irregularly strengthening and weakening the power of the wind at certain intervals of time, we can make the feel of the wind closer to true nature. In this way, research today into the harmony between the monotonous movements of robots and the rhythm of human beings is being developed in various areas. The results are gradually finding practical applications.

■ホーム・ロボットと住宅

\*愉快適生活を演出するロボット

アーサー・C・クラークの小説で有名なインテリジェントハウスは、主人の感情を察して照明や温度を最適にコントロールします。ホーム・ロボットにも、「いま帰ったよ」と言う、その声紋をセンスし、ドアを開け、あらかじめ指示しておいた言葉を話す機能があれば、ストレスの多い現代社会には大いに必要とされるでしょう。愛情のこもった手料理でも、愛情入り調理方法をロボットに認識させておくだけで簡単に再現できます。また、お客様のお相手をするようになり、笑ったり喜んだりするロボットが必要となるかもしれません。もちろん、食器洗いや後片付けはロボットがやってくれます。このようにホーム・ロボットは、単に利便性だけでなく、アミューズメントや豊かさを住まいにもたすものなのです。

Home Robots and the Home Robots Help Create a Comfortable, Enjoyable Life

The "intelligent" home described in one of the novels by Arthur C. Clark is famous for its ability to control the humidity and lighting of the house to suit the owner's feelings. If Home Robots can open the door when they hear "I'm Home" by sensing the voiceprint, and if they can say the words they have been taught beforehand, they will find themselves in great demand in a stressful modern society. Even home-made meals can be easily made if robots are taught how to cook them with loving care. The time will also come when we will need robots that can laugh, be happy and entertain guests. Of course, the robots will also do the dishes and clean up the mess. You see, robots are not only useful, but can also bring fun and joy into everybody life.

\*ロボットにも住みやすい家とは

ホーム・ロボットには、住宅の各部位に組み込まれた固定型（ホーム・オートメーション）と家事ロボットのような移動型があります。固定型は、センサーとアクチュエーターをつなぐ搬送路線やメンテナンスが必要です。だから、ホームバスなどの先行配線やメンテナンスの交換時にスペースを確保しておかなければなりません。移動型は、段差の少ない水平面や広々とした空間が必要となります。ロボットは「三次元空間において自由度の高い多様な動作を行うことのできる機能を有するもの」とか「人間的な動作機能を備えた自動機械」などといわれています。こうした定義を踏まえ、ロボットに住みやすい家を研究することになります。ロボットの研究は新しい切り口から見つめる住まいの科学的研究ともいえるでしょう。

What Kind of House is Suitable for Robot to Live in?

There are home robots of the fixed type which are built into various parts of a house, and home robots of the moving type such as those which can do the housework. Robots of the fixed type need signal transmission line to connect the sensor with the actuator. They also need to be maintained. Plenty of space for the robot must therefore be available. For example, this would include an advance wiring for a "home robot bath" and areas for changing parts during the maintenance procedure. For the moving type robot, a flat, open-space is required. Robots are termed as "machines having functions that can be performed with great freedom in a variety of three-dimensional actions", or as "automated machines with functions similar to human movements". Based on these definitions, the house that can be lived in by a robot is also the house that can be lived in by humans. Research into robots can, in a sense, be viewed as scientific research into houses.

\*ライフスタイルとロボット

主婦の社会進出、高齢化社会、余暇社会、情報化社会など、現代のライフスタイルの様々なトレンドに対応するロボットが必要です。例えば、主婦の社会進出に必須となる作業用ロボット。身体の不自由な人だけでなく、健康人でもその機能を増強するときに役に立つ生体機能代行ロボット。余暇社会に対応する自動人形や遊園地ロボットなどのアミューズメント・ロボット。情報化社会に対応する在宅勤務用ロボット。その他、レストランで食事を運ぶサービスロボットや寝たきり患者の介添えロボットなど実に様々なものがあります。ライフスタイル、ライフステージに応じて求められるロボットは変わってきます。いずれ家電品や家具のようにロボットショップが生まれ、住む人の夢の選択に一役買うことになるでしょう。

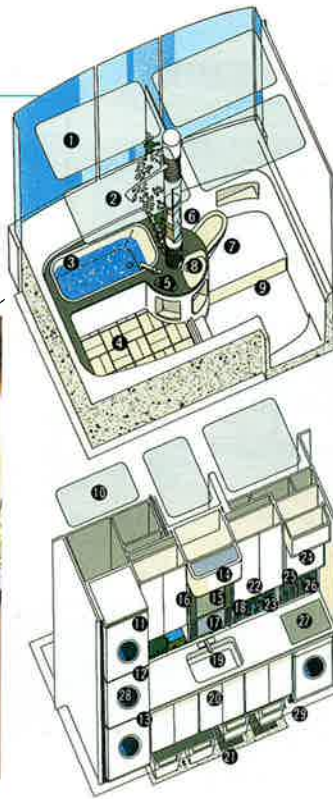
Lifestyle and Robots

Today's society is inundated with information. The number of senior citizens is increasing. There are abundant recreational activities available. More and more women are going to work. We need robots which can fulfill the needs of today's lifestyle. For example, a work robot is a must for a society where a great number of women go out to work. Robots which have the functions of the human body will become useful not only for the handicapped, but also for those who wish to increase their physical strength. Amusement robots in amusement parks, as well as automated dolls, will meet the demands of a leisure-oriented society. Robots will work at home in an information-oriented society; service robots will help to serve food in restaurants; will robots help the bedridden. Different types of robot are required for different lifestyles. In the future, there will probably be shops selling robots, like there are electrical appliance stores and furniture shops, to offer a choice of dreams for doing the housework.

## ●バスロボット

バスダブ、シャワールーム、トイレがコンパクトに組み込まれたカプセル・バス。情報ロボット・エネルギーロボットが搭載されています。

- ① 光・風・音・香りをおくるワッフル天井
- ② 回転シャワー
- ③ バスゾーン
- ④ ボディウォッシングゾーン
- ⑤ チャイルドベンチ&ビデ
- ⑥ TV組込み棚
- ⑦ トイレ
- ⑧ シェルシンク
- ⑨ フェイスウォッシングゾーン



## ●キッチンロボット

- ① 光・風・音・香りをおくるワッフル天井
- ② 冷蔵庫
- ③ パーシャル冷蔵庫
- ④ 電動食器乾燥ファン
- ⑤ グルメビジョン
- ⑥ BGMスピーカー
- ⑦ 電子レンジ
- ⑧ テレホン
- ⑨ 超音波食器洗浄器
- ⑩ 自動排水栓
- ⑪ 電動床下収納庫
- ⑫ 太陽灯(手元灯)
- ⑬ ホームバイオコーナー
- ⑭ 排煙レンジフード
- ⑮ クッキングライト
- ⑯ 排煙スリット
- ⑰ フラッシュトップレンジ
- ⑱ オープンレンジ
- ⑲ 足元温風ヒーター

キッチンでのあらゆる作業がスムーズに。たとえば、食器を入れたままで洗浄から乾燥までできる後片付けロボット、収納ロボット、栽培ロボット、照明ロボットなども入っています。

## ■ホーム・ロボット今後の開発

### \* 異業種間交流の重要性

鉄腕アトム型ロボットを究極の目標とすると、制御機能よりもむしろ、エネルギー源の小型化などハードウェアの問題が大きくなってきます。同時に、安全性・信頼性の確立が最優先されます。赤ん坊が近づくと緊急停止したり、主人が赤信号を渡れと命令しても従わない「賢い不服従」を覚えさせたり、誰でも、また、どんな操作をしても安全であることが必須条件となってきます。さらに、自立作業ロボットに必要な省エネルギーシステムや移動機械の開発などの他、産業用ロボットが辿った小型化、高速化、高精度化、多機能化といった開発テーマも欠かせません。これらの開発には先端産業や医学会などとの業際研究だけでなく、テクノロジーコンプレックスやソフトノミックスの展開が必要となります。

### Future Development of Home Robots Importance of Exchanging Information among Different Fields of Study

If we aim at building robots of the "ATOM (Cartoon Soper Hero)" type as our ultimate goal, hardware-related problems, such as minimizing the amount of energy, rather than the control functions, will be our main concern. At the same time, safety and reliability are of major importance. A robot should make an emergency stop when a baby comes near. It should learn "smart disobedience" when its master tells its to go through a red light. Safety is indispensable no matter what kind of operation is ordered or by whom. Furthermore, we must consider an energy conservation system and the development of a movable machine necessary for independently operated robots. Moreover, the goals of compactness, high speed multifunctions and high precision for industrial robots are themes we must not forget. To accomplish these goals, we not only need cooperative research between the medical field and this ultra-modern industry, but also further developments in the field of complex technology and "softnomics".

### \* これからのホーム・ロボットのテーマ

ロボットが自動機械と違うのは「柔らかい機械」だという点です。この柔らかさは、合成皮膚など材料の柔らかさ、多関節で自由に動ける構造上の柔らかさ、何でもでき、こなせるという機械上の柔らかさ、の三点を意味します。とくにホーム・ロボットは住宅という多様な空間と構造を有し、対象となる人が老若男女千差万別なだけに、機能上の柔らかさをいかに持たせるかがポイントとなります。さらに沢山の仕事を請負わねばならないから、順次処理ではまかないきれない情報を併行処理したり、予知判断をすることも必要となってきます。このためにはティーチングの簡素化、非ノイマン型コンピュータの開発、AI (人工知能) の利用などのほか、信頼性と使いやすさ、コストダウンなど多数のテーマがありますが、より重要なことは人間との調和です。

### Theme of Future Robots

What makes robots different from other automatic machinery is that they are "soft machinery". The "softness" referred to here is related to the material used by robots, such as synthetic skin, which is capable of doing a number of different things. It is also related to the structure, which is capable of moving freely with its many joints. As Home Robots occupy varying degrees of space and the structure inside the house, as well as coming in contact with both the young and old men and women, it is a matter of great importance as to how we can apply "softness" to their functions. As they must be able to handle a mountain of work, they need to process simultaneously, rather than sequentially, a variety of information. They need to be able to make decisions in advance. In order to achieve this, the simplification of teaching, the development of a non-"Von Neumann" type of computer, and the utilization of artificial intelligence (AI) must be integrated. This must be combined with a high degree of reliability, ease of handling and cost reduction. However, the most important thing of all is harmony with mankind.

### \* ロボットと人間

ロボットを人間に置き換えたり、人間がやってはいけないことをやらせることはできません。ロボットは何でもできるという考えを捨て、必要な機能だけを考えると、何もロボットの形をとる必要もありません。

住宅に求められる機能は安全性や耐久性などの基本的性能以外に、快適性や可変性、増殖性や維持保全性など時とともに追加されていきます。そうした性能を達成する手段の一つがホーム・ロボットであり、三次元の中での学習や予測など後天的知能を持つ人間と同等のものであります。それだけに、ホーム・ロボットの研究は、機械をできるだけ人間に近付けることへの挑戦ともいえます。そこには夢もあり幾多の困難もあります。だが、これらの困難をロボットは克服できません。それをできるのが人間であり、そこに人間たる所以があるのです。

### Robots and Human Beings

We cannot replace human beings with robots, nor should we make robots do what we should not do. If we throw away the idea that robots can do anything and think of them only as necessary machinery, then they need not take the shape of robot.

Besides safety and durability, the functions required of the home are; comfort, changeability, productivity and easy maintenance. These are all supplemented as time goes by. We can advance these functions thanks to the Home Robot. The Home Robot is the same as a human being in that it possesses acquired intelligence, such as learning and predicting in three dimensions. Thus, the development of the Home Robot is represented by the challenge of making machinery as close to human beings as possible, something which involves both bright dreams and burdensome tasks. However, it is only the human who can overcome these difficulties, not the robot, and this is what makes man what he is.