



岐阜 を考える

2003
No. **117**
特集: ロボット



編集発行 (財)岐阜県産業経済振興センター



岐阜を考える 2003 No.117

特集 ロボット

巻頭論文	ロボット開発の現状と今後の展望	山本和彦2
座談会	ロボット開発の現状と課題 一村和雄 / 酒巻弘行 / 橋本周司 / 平光宗基 / 杉田伸樹9	
特集論文	ロボット開発と産業創出	菅野重樹22
	パーソナルロボットの開発とフィールドワーク	藤田善弘28
事例紹介	家庭用掃除ロボット	藪内秀隆34
	3次元視覚位置認識システム	水谷博樹38
	警備用ロボット	菅原雄介42
編集後記		

表紙の絵 「道づくりロボット」
黒野健太（美濃市立中有知小学校 3年）
- 2002年 岐阜県発明くふう展 絵画の部 出品作品 -
（岐阜県市町村教育委員会連合会長賞）

ロボット開発の現状と今後の展望



山本和彦

(岐阜大学工学部教授)

1 鉄腕アトムの誕生

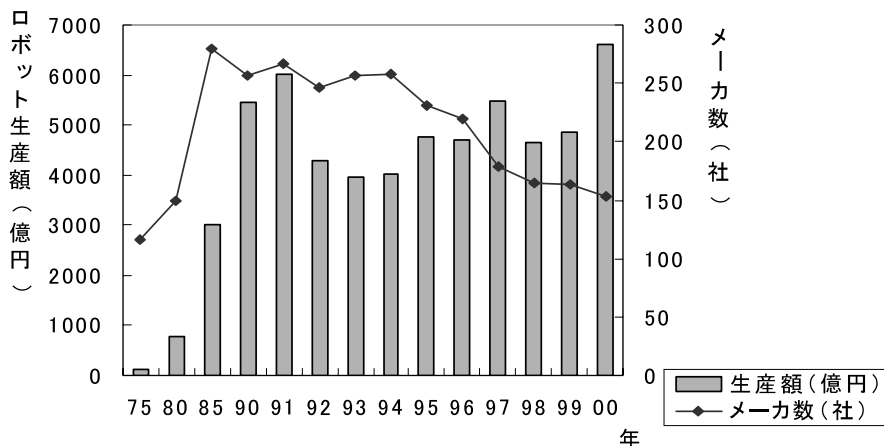
昭和27年、手塚治虫氏は「鉄腕アトム」の連載を月刊雑誌「少年」に開始した。時代を50年後の2003年に設定、アトムは人間の少年と同じ温かい心を持ち泣き、笑い、怒ったりするロボットとして描かれた。電子機器の発達、通信技術の発展など手塚氏の描いたロボットのいくつかは、いま私たちの前に現実のものとして存在している。

ロボットの語源は、チェコスロバキアの劇作家カレル・チャペックが1920年に書いた戯曲「ロッサム万能ロボット製造会社RUR」の中で、チェコ語で労働や苦役を意味するROBOTAから人造

人間を指すロボットを造語し、登場させたことに由来している。日本におけるロボット産業は、まさに語源の通り、主として製造業で人間の代りに生産活動にたずさわる機械として研究・開発・製造されて世界一の品質と生産量を誇っている。

2 ロボット産業の現状

我が国のロボット産業は、主に電気産業、自動車産業をはじめとする製造業が中心である。最近の資料では、その産業規模は2000年で6600億円（生産額ベース）、またロボットメーカー数は、2000年調査で153社にのぼる。その特徴としては専業



出典：(社)日本ロボット工業会「企業実態調査」2001年版¹⁾

図1 日本のロボット生産額とロボットメーカー数の推移

メーカーというより兼業メーカーが多い(図1)。

日本のロボット分野の国際競争力を商品化レベルから見た場合、産業用ロボットは高い競争力を備えているが、原子力、宇宙、海洋、災害対応、医療・福祉などの非製造業分野では、今一步のレベルである。しかしロボットを新しい応用分野へ適用しようとする動き、特にエンターテインメントロボットやヒューマノイドロボットなどが社会的にブームになっており、この現象は日本国内で顕著である。

3 戦略的な技術分野としてのロボット技術

ロボット技術は、情報技術と同様に産業競争力を強化する上で極めて戦略的な技術分野であり、ロボット産業の育成は、21世紀における我が国の産業競争力を支える産業戦略の一つとして極めて重要な意義をもつ。

今後のロボット市場は、製造業分野に加えてバイオや公共分野、医療・福祉、生活分野と多岐にわたる。製造業分野の多くは定型の反復作業であるのに対し、ロボットの分野は不定型でより高度な機能が要求される。また、人間との関わりという面からも安全性をはじめ人間との共生が重要になってくる。さらにこの分野のユーザーには一般人が多く含まれることで、製造業で得られた今までのプログラミングなどの蓄積が役に立たないことも予想され、教示問題はこの分野での障害要因ともなり得る可能性がある。今後、ロボット技術を「ロボット技術を活用した実世界に働きかける機能を持つ知能システム」としてとらえ、新しい産業の中核として位置付ける必要がある。

大学や産総研等のアカデミアのシーズが産業界に移転されるには10年以上の時間を要している。1990年代に開発されたヒューマノイドロボット(認知系)やマイクロロボットの分野を産業界にトランスファーするためには産学官の役割分担の在り方や、ロボットの要素技術の研究を推進する

ことが必要である。(図2にロボット技術の変遷を示す)

4 コンポーネント化とオープン化

コンピュータ産業においては、先行メーカーによるデファクトスタンダード化が進んでおり、ユーザー側の多様な目的に合わせてハード及びソフトウェアのコンポーネントを選択・組合せるといったオーダーメイド事業が成立している。その前提としては、一定の規格のもとでコンポーネントやユニットがハードのみならずソフトウェアにおいて競合的に供給されており、このようなオープン化がIT産業の強みとなっている。

今後、ロボット産業市場においても同様な仕組み作りが市場拡大の必要条件となる。従来の大規模市場重視型から、市場規模および既製品、オーダーメイド製品、そして国策開発製品(宇宙、防災等の)にかかわらず、大・中・小規模企業がダイナミックに製品開発や市場開拓に参入できる産業構造の構築が望まれる。特に、ロボット産業の成長にとって重要なことは、ニーズにあわせてシーズを統合し、市場規模を問わず採算性を満たし得る環境の整備が必要であろう。

産学官連携の必要性、技術のオープン化、人材育成、研究開発の推進、総合的なロボットデザイン等々、21世紀の重要なキーテクノロジ「ロボット技術」は、日本において基礎レベルでも世界の最先端な研究が多く行われており、ロボットで世界をリードしていける基礎力を持っている。

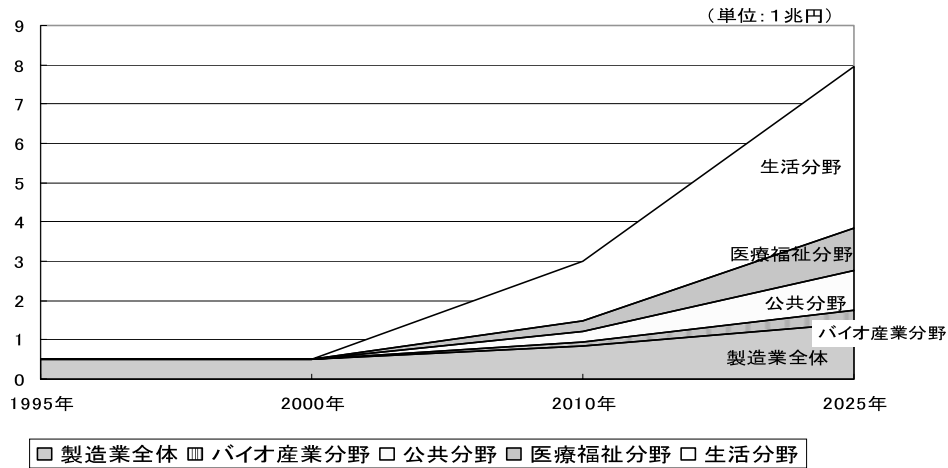
5 将来のロボット市場

将来有望な産業分野として 人間機械協調生産システム、エコファクトリ、ネットワーク対応工場に代表される製造業分野や、自動分析技術、自動合成装置、バイオ工場に代表されるバイオ産業分野、災害の発生観測・予測、災害の発生防

年次	産業界	プロジェクト	大学・産総研	関連技術
1970	<p>第一次ロボットブーム</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動車ロボット溶接ロボット 100社のロボット事業への参入 		<p>ロボットの工学の揺籃期</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 二足歩行 ・ 教示再生位置決め制御 ・ マニピュレーション ・ 2次元視覚センサ、触覚センサ、力センサ ・ スカフラロボット 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 16ビットのマイクログロ ・ プロセッサの登場
1980	<p>産業ロボット普及の本格化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車のアーク溶接ロボット ・ 100社のロボット事業への参入 ・ 視覚センサ制御ロボット (ワイヤボーンデイング) 	<p>1982-89(8ヶ年)</p> <p>極限作業ロボット (約180億円)</p>	<p>極限作業ロボット (機構)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 多脚歩行 ・ 知的遠隔操作 ・ 高臨場感遠隔操作 (テレインテグレーション) ・ モデルベースド知能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ マイコンの小型高性能化 ・ 半導体センサ (CCD など) の出現 ・ 人工知能の研究が本格化
1990	<p>産業ロボット普及 約8万台生産 (91年)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車、電機分野での成熟 ・ ロボット事業からの撤退が続出 ・ 本田技研が「P2」の発表 ・ ベットロボット、活線作業ロボット <p>市場の成熟 6万台生産、数千億円</p>	<p>1991-2000(10ヶ年)</p> <p>マイクロナン (約250億円)</p>	<p>ヒューマノイド (認知系)、マイクロロボット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ VRによる遠隔操作 ・ 小型コンピュータのオンボード化 ・ 感性ロボット ・ マルチロボット ・ 微小ロボット ・ 行動知能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハードウェアの低価格化 ・ マイクロマシン技術 ・ VR技術 ・ インターネットの普及
2000	<p>第二次ロボットブーム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新分野への応用の模索 ・ RT、IT、NTの融合 ・ ヒューマノイド型プラットフォーム ・ 知能型エンターテインメント 	<p>1998-2002(5ヶ年)</p> <p>人間協調・共存型ロボット (約50億円)</p>	<p>従来のロボットの研究開発 (前期)</p> <p>産学官の役割分担の在り方 (シナジー効果)</p> <p>将来のロボットの要素技術 (ソース、性能)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ インターネットの拡大
2010	<p>将来のロボット普及 数十万台</p>		<p>将来のロボットの研究開発 (後期)</p>	
2020	<p>将来のロボットの姿 (イメージ、市場予測)</p> <p>将来のロボット成熟 数百万台</p>			

図2 ロボット技術の変遷

出典：「21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書」²⁾



出典：「21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書²⁾
 図3 将来のロボットの市場規模（予測）

止、災害の対処作業に代表される公共分野、 予防、診断、治療、リハビリテーション、医療施設内の省力化・インテリジェント化、医学教育に代表される医療・福祉分野、 教育、家庭内パーソナルトレーニング、エンタテインメント型リハビリテーションシステム、コミュニケーション支援及び生活支援システムに代表される生活分野の五分野において、図3に示すように、今後の社会・経済環境の変化と国際競争力を考慮してその市場規模が2010年には3兆円、2025年には8兆円と予測されている。

6 岐阜県内におけるロボット関連の研究開発

上の市場予測を受け、岐阜県は、新産業育成、人材育成・交流の地域拠点となることを目指して、ロボット関連産業を将来の主要産業として育成する方針を掲げ、介護、福祉、医療、レスキューなどの分野で、需要が見込まれる民生用の知能ロボットの開発、商品化研究、企業化を支援する枠組みを作りつつある。また知的クラスター事業において医学教育用ロボットの研究がはじめられている。ソフトピアジャパンを中心とした次世代の地場産業として育成しているIT基地におけるHOIPプロジェクトのセンシングやインターフェース技術と、もともと県内に集積しているテクノ

プラザを中心としたモノづくり技術を融合させる目的で岐阜県は、民生用ロボット産業の基盤作りを目指している。

その一環として知能ロボット研究者部会、民生用ロボット事業推進部会、ロボット試作特別研究会、ロボカップなど成果発表チーム、岐阜県知能ロボット連絡会議を設けている。

中でも地元工業会のメンバーからなるロボット試作特別研究会は二足歩行ロボットの開発に果敢に挑戦し、生産情報技術研究所を始めとするロボカップなど成果発表メンバーとともに産官学の合同チームで2002年のロボカップ世界大会に長良1・2号機として出場し見事グランドチャンピオンに輝いた。このことはロボットによるサッカーという明白な目標をもって産官学が協調した成果であり、岐阜の力を内外に示した象徴的なできごとである。これは桶狭間の戦い、長篠の戦いにおける勝利に比するものがある。

現在のロボットはコンピュータの高速化、小型化に大きく依存している、1台のヒューマノイドロボットに数十のコンピュータが積み込まれており、これが調和をもって動くことによって歩いている。コンピュータは現代における武器であり種子島である。

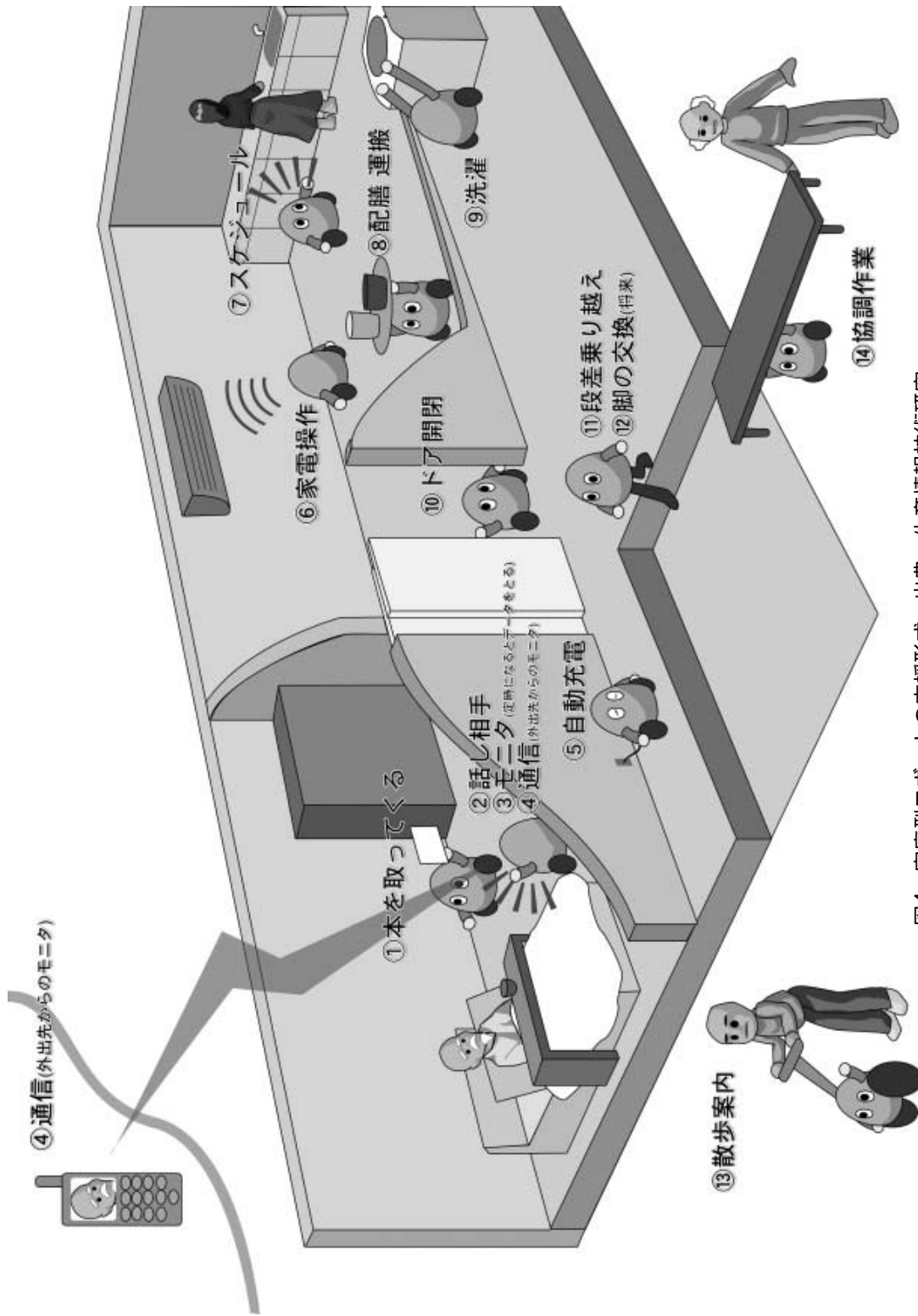


図4 家庭型ロボットの支援形式 出典：生産情報技術研究

7 人間との親和性の向上

歩き始めたヒューマノイドロボットの今後の優先すべき技術課題は人間との共生です。ハードソフト両面での安全性と親和性がより重要である。人間といっしょに暮らすロボットはできるだけ人間型であってほしい。

岐阜県生産情報技術研究所と岐阜大学山本研究室とは人間と共生するヒューマノイドロボットを目指して図4のような課題について共同研究している。家庭におけるロボットをどのようにしつけるかは大きな課題である。ここでやっている2つの事例について紹介する。

7.1 表情の学習

図5に示すように笑顔で撫ぜられて気持ちよかったり、怒った顔で叩かれ痛かったりすることを繰り返すことによってロボットが自然に表情を認識する過程を研究し学習システムを開発した³⁾。

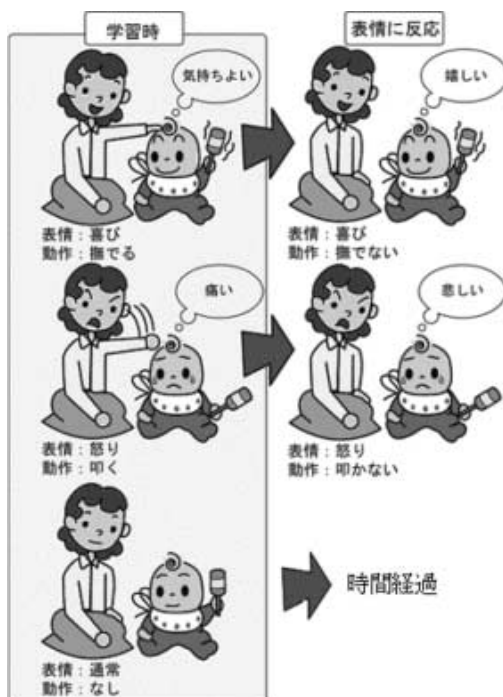


図5 動作と表情の組み合わせによる表情確認³⁾

7.2 見よう見真似

サッカーロボット長良の兄弟分上半身充実形のYamatoが学生のガッツポーズを真似ている(図6-1, 6-2参照)。今後家庭のロボットに何かを教えようとするとき、従来のように3次元リアルタイムで変化する動作を最初からプログラミングしようすると大変である。そこでロボットに自分の動作を見せて基本的な動作をプログラムレスで習得させる必要がある。そのような場合人間と同じ身体性を持つヒューマノイドロボットであればその身体の類似性のゆえに同じ動作を再現することが易しい(形が違うと動作のあらたな解釈が必要)。また逆にロボットが理解したことを身体で表現することによって理解できていない部分が人間側からもわかり易くなる。たとえばコップを移動させた場合、こぼさないというタスクのようにさらに詳しい条件をプログラミングする必要がある場合どのようにすればよいか容易に推察できる。

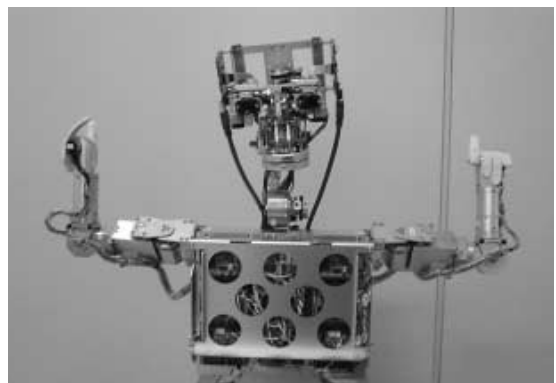


図6-1 見よう見真似ロボットYamato



図6-2 人間による指示動作

8 おわりに

本論文においては、市場的な観点と新しい研究視点で考察を行った。産業としてのとらえ方には、その恩恵を受けるいわゆるユーザー側の気持ちが必要で、ロボットが将来人間社会にどのような形で入ってくるのか、人間と共生する機械（ロボット）をどうとらえるかについて様々な人の意見を十分な時間をかけて聞く必要がある。

日本人は、欧米人よりも人間型ロボット（いわゆるヒューマノイドタイプ）を受け入れ易い感性を持つと言われている。それは日本人の特質であると共に、幼いころに見たアニメ「鉄腕アトム」の影響は少なからず深層心理の中に存在すると考えられる。ガンダムのプラスチック作りに熱中した「ガンブラ世代」も今や日本の産業界の中堅として活躍している。何の役にも立たないと思われた犬型ロボットを発売した電機メーカー、従来不可能と言われた二足歩行を実現させ商品化した自動車メーカー。本気で2050年にワールドカップ優勝チームとサッカーで対戦、勝利することを目指すロボット開発集団。日本発の様々な試みが羨望に変わる日はそう遠くないようにも思われる。

2003年4月7日は、科学省長官天馬博士が総力を上げて製作したスーパーロボット「鉄腕アトム」の誕生日です。これからはロボットをいかに教育するかが重要となろう。

参考文献

- 1) (社)日本ロボット工業会「企業実態調査」、2001年版
- 2) 21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書 平成12年度要約版
平成13年5月 社団法人 日本機械工業連合会
社団法人 日本ロボット工業会
- 3) Expression Self-Learning System For Intelligent Robot, G.Wang, Y.Ogawa, K.Kato, K.Yamamoto, 3rd China-Japan Symposium on Mechatronics, No.J18, 2002

ロボット開発の現状と課題

<参加者> (50音順)

- 一村和雄氏 (岐阜県工業会ロボット試作特別研究会、
オークマ 開発部長)
酒巻弘行氏 (岐阜県科学技術振興センター副所長)
橋本周司氏 (早稲田大学理工学部教授)
平光宗基氏 (戦略技術研究所代表)

<司会>

- 杉田伸樹 (岐阜県産業経済振興センター理事長)



杉田 今回の座談会は、「ロボット開発の現状と課題」をテーマに皆さんにお集りいただきました。日本の産業用ロボットは、世界の最先端を走っており、特に、人間型ロボットは、大学、研究機関、企業で研究開発が行われており、世界のトップレベルにあります。

本県では、地場産業が衰退していく中、新産業の育成が求められており、ロボット産業を新産業と位置づけ、ロボット技術をキーテクノロジーとした産業振興施策を推進しています。また、本県では、ロボット研究では世界のトップレベルにある早稲田大学と協定を結び、ワボットハウス研究所において、ロボットの研究が推進されています。

このようなロボット産業は、新産業として雇用創出効果の期待があるとともに、ロボット技術は中小企業等、既存産業への応用も期待されることから、ロボット研究開発は、本県における産業経済の振興に重要であると考えています。

このようなことから、本日お集りいただきました皆様、ロボット開発の現状を検証していただくとともに、ロボット開発の課題や、その方向性についても探っていきたいと考えておりますので、よろしくお願ひします。

それでは最初に、県の立場でロボット研究開発を推進されている酒巻さんに科学技術振興センターでの取組内容、その成果と課題、今後の方向性についてお話を願ひします。

酒巻 科学技術振興センター副所長の酒巻です。岐阜のロボットプロジェクトを一元的にお世話している県の「ギフ・ロボット・センター推進室」は、科学技術振興センターの中にあります。

ご存知のように、県が進めるロボット産業振興施策「ギフ・ロボット・プロジェクト21 (GRP21)」には6つのプロジェクトがあり、そのうち2つは総合プロジェクトで、あとの4つは個別プロジェクトで構成されています。特に、総合プロジェクトは、早稲田大学との技術交流でノウハウをいただき、地元産業のために色々なロボット開発を手がけています。もう一つの総合プロジェクトは、文部科学省の知的クラスター創成事業に関連したもので、その中身はITとMTの融合を具現化したものがロボットだと位置づけをしています。そして、ロボットを福祉、介護、バーチャル的な医療研修用システムなどに使って、新しいロボット産業を創っていかうという考え方の総合プロジェクトです。

個別プロジェクトのひとつとして、地場産業ロ



酒巻 弘行 氏
(岐阜県科学技術振興センター副所長)

ロボット活用プロジェクトがあります。これは、地場産業が困っているようなことを、今日、明日にでもすぐに使えるような、すなわち直接役立つロボット技術の開発を目的にしています。岐阜県は地場産業に特化していますので、総合プロジェクトが5年から10年の中長期的な考え方なのに対して、個別プロジェクトでは、製造現場のライン上でもすぐに役立ち、高度化、高付加価値化に対応していけるような技術の開発を目指しています。

二番目の個別プロジェクトとして、2足歩行ロボット試作プロジェクトがあります。これには本日ご出席の一村さんにも、主要メンバーとして参加していただいたのですが、たまたま、ロボカップリーグに2足歩行部門ができたので、エントリーしたら優勝しました。

三番目の個別プロジェクトとして、災害救助ロボットプロジェクトがあります。

四番目の個別プロジェクトとして、民生用ロボットのプロジェクトがあります。これは東京大学の樋口先生と一緒にやっている人工筋肉や、岐阜大学と関連する対話ロボットがあります。

このように、ロボット技術を使った産業は、福祉、自然環境、人間が入れないような不衛生箇所や危険箇所での作業など、多方面にわたります。そういうロボットを製品とした企業が成り立つようなロボット産業の一大拠点を創っていこうというのが私たちの考えです。繰り返しになりますが、大切なことは、ロボットの要素技術を現在の地場産業の高度化、高付加価値化に役立てるとい

とです。そして、県としては自動車産業に続く次世代の基幹産業として、ロボット産業を位置付けたいということです。

岐阜県はどうしてこうしたことに取り組んでいるかと言うと、2つの下地があるからです。一つ目は、ソフト産業の育成拠点があります。平成8年に、ソフトピアジャパンは、情報産業の育成ということで立ち上がりましたが、ソフト産業の育成拠点として全国初のものでした。二つ目は、私は各務原市にあるテクノプラザで仕事をしていますが、各務原地域には、航空機や自動車関連の企業が多くあり、ものづくりの拠点として、加工、組立などの高度な技術が集積しています。こうした技術は、ロボット開発の要素技術としては非常に重要なものばかりです。このようなソフト産業やものづくりの2つの下地があって、それを融合したものとして、ロボット産業開発プロジェクトが発足したわけです。

杉田 それでは、早稲田大学の取り組みをご紹介します。

橋本 私は、早稲田大学の理工学部の中でも、機械学科でも電気学科でもなく、実は応用物理学科です。応用だから何をやってもいいという感じですが、もともと計測、制御系統の研究室ですから、画像処理、音響処理などをやってきており、ロボットとは先代の先生の頃から関わってきました。それは、30年ほど前、加藤一郎先生がロボットは2本足で歩くだけではだめで、目も耳もつけて人並のものを作りたいと言われ、1972年に総合プロジェクトができました。その中で、私の研究室は目の部分を担当して、ロボットに目をつけて、物を誘導する技術に取り組んできました。それ以来、早稲田には違った学科の先生が集まり、ひとつのロボットを作るということが何度か行われてきました。ですから、始めは2足で歩いて何の役に立つのかとか、当時の2足は動歩行ではなかったので、1歩を歩くのに何十秒もかかる時代もありました。しかし、これは人間の研究をするという、



橋本周司氏
(早稲田大学理工学部教授)

サイエンスとしてロボットを作っているのだということで続けてきました。

その後、10年ごとぐらいに総合システムを作り、ヒューマノイド研究グループは、1992年に加藤先生の弟子の時代にできました。加藤先生は立ち上げ直後に亡くなりましたが、そのうちに世の中の方が変わってきて、ロボットでも、産業用でないロボットが脚光を浴びるようになって、色々なロボット開発をして現在に至っているわけです。

30年ほど前、最初は制御だけをやっていて、その10年後に、今度岐阜へ持ってきましたが、楽譜を認識してキーボードを弾くロボットを作って、人工知能的な要素を埋め込んできました。更に、90年代に入り、制御、人工知能にプラスして、感性や感情も埋め込んで少しずつ人間に近くなってきました。

そうしたところへ3年前、梶原知事から学部長へ新しいプロジェクトを展開するから一緒にやらないかという話がありました。当時の学部長は建築学の先生だったので、どうせやるのならロボット技術だけではなく、社会的な広がりを持ったプロジェクトでやったらどうかという話になりました。我々は当初面食らいまして、岐阜には土地勘がないし、そこで東京と同じことをやっても、意味がないのではないかといった意見が出ました。そのような中で、岐阜県からは建物を作るから、その中でやってほしいという話がありました。しかし、私どもは、そうではなくて、建物を作る段階からプロジェクトとしてやっていきたいという

ことになりました。その結果、建物はロボット化社会になった時にどのような建物になるのかを想定したものにしようということで、人間とロボットが共存できる、しかもロボットが動きやすい建物を考えたらどうかということ課題にして、3つの建物を作ることになりました。

一番目の建物は、現在言われている情報家電を使ったスマートハウスのような人間主体のものです。二番目の建物は、人とロボットの共存を前提にし、人間だけでなくロボットのための設計も取り入れたものです。三番目の建物は、もう少しロボット寄りにして、ロボットが自由に動けるように住環境そのものを、どのように変えるのかというものです。更に、これにプラスして、時代が高度な情報化社会になってきたので、建物とメカトロの関係だけでなくIT関係も取り入れ、東京と岐阜間がシースルーになることを考えて全体計画がまとまりました。そして、昨年、岐阜県と早稲田大学の間で調印式が行われ、今年から仕事が始まったわけです。

その中で、ロボット関係のグループとしては、私が所長をしているヒューマノイド研究所のグループのメンバーが何人か入っています。せっかく大々的にやるのだから、色々なテーマを設けて、今までにない広がりのあることをやろうということで、大きく分けて4つのテーマのプロジェクトを設けました。

最初のテーマは、ヒューマノイドファミリーです。今ロボット単体を作るのに四苦八苦しているが、それをファミリーのようにしたい。大人も子供もいる人間型ロボットの集団を作りたいということです。これは、人間型ロボットにこだわったものです。

二番目のテーマは、ソーシャルロボットで、もう少し社会に目を向けて開発を行おうということです。2年前、日立から藤江先生が来られて介護・医療ロボットをやっていますが、その他にも梅津先生が手術ロボットを開発しています。その

医療関係ロボットを中心に、遠隔手術や遠隔診断などをやってみたいということです。

三番目のテーマは、ファミリーと社会との間の家の問題です。情報家電でつなぐ以上に、多様なアクチュエーターを装備して、別の住みやすさを追求したロボット化ハウスができないか。つまり、生活環境の中でどのようにロボットを活かすかということです。これは菅野先生中心のプロジェクトです。

四番目のテーマは、メカトロガイヤです。社会と言わず自然環境のなかにロボットを組み込んでいくということです。これは長期的な話ですが、現在のロボット作りを超える新しい作り方ができないかということです。つまり、ある種の進化をロボットで実現したいのです。あの地域に何十台かのロボットを放し、それらが相互作用をして、新しいことをやっていくようなことを目指しています。だから、いわゆる第2次産業のロボットに対して、全天候型ロボットで、第1次産業にも使えるロボットでなければならぬわけです。以上のように、4つのプロジェクトを考えました。

場所がテクノプラザの中にあるのですが、展開する場所はまだ更地です。建物の設計が終り、平成15年度には一部完成する予定です。今はまだ東京と岐阜の両方でやっている状態ですが、やがて岐阜に比重が移ってくると期待しています。ロボットをどの時点で岐阜に移すかは議論しているところですが、とにかく我々がやったことを岐阜の人に見て欲しいと思っています。平成15年度はじめには、途中でいいから、岐阜へ持ってきて見ていただく計画をしています。

あとは建築の問題ですが、2棟目、3棟目を今までに例のないような建築にするために、どのような夢や希望を折り込んでいくかをしています。その仕掛けを我々の技術がどのように提供できるか。それ自体も研究だと思っています。

また、同時に大事なことは、地場産業とどのように一緒にやっていくのかということです。三輪

先生中心に講習会などをやりながら、一緒にやっていく体制を確立したいと考えています。私も何度も通っているうちに、この会社と一緒にやってみようということになってきましたので、いずれは花が開くと期待しています。

杉田 ロボット技術の広がりを感じるお話をいただき、ありがとうございました。

酒巻 今のお話で幅広く取り込んでおられることに感心しました。我々が行っている4つのプロジェクトが、全部入ってしまいます。

先ほどの説明で言わなかったのですが、科学技術振興センターの傘下には13の研究所等があります。その中でロボットに特化している研究機関は、生産情報技術研究所で、ここがある意味で、縁の下の力持ちになっています。ロボット推進室にいくつものプロジェクトがあると言いながらも、全て県側は、結局、生産情報技術研究所の職員が中心となって行っているわけです。そのために、平成14年の9月にロボット部を作りました。それまでは、情報システム部やメカトロ応用部がありましたが、更に、ロボットに特化した部を設けたわけです。その部がプロジェクトに全面的に参加していくということで、重みづけは色々ありますが、全く一緒です。ロボット推進室のプロジェクトと言いながらも、1つ1つのプロジェクトを、ある程度岐阜県の外から見た時に、一元化した形になります。

先ほど、橋本先生から平成15年3月に発表という話がありましたが、実は、2足歩行ロボット「ながら」がロボカップに優勝したことを契機にして、岐阜市のあるホテルで産学官の決起集会を開きました。これからもそのようなイベントをやっていきたいと思っています。そして、4月18日は「発明の日」ですが、その日を含む1週間が「科学技術週間」になっています。できればその時期に、今までのプロジェクトの成果を発表するという考えを持っています。その時に、早稲田大学のワボットハウス研究所の研究開発を発表し、

工業会の2足歩行ロボットの発表もしたいと思っています。要するに、ギフ・ロボット・プロジェクト21の成果として、世に問うということです。

杉田 それでは、工業会での取り組みなどはいかがでしょうか。



一 村 和 雄 氏
(岐阜県工業会ロボット試作特別研究会、
オークマ 開発部長)

一村 私は現在オークマ株式会社の技術統括部の中で仕事をしております。2足歩行のロボットを製作し、ロボカップに出場する話は、岐阜県工業会の岡本さんが各企業を回ってお話され、11社が参加してロボット試作特別研究会を結成しました。目的はロボカップに出場するという事でしたから、やりやすかったです。リーダーはヤマザキマザック株式会社の長江さんで、私はメカ関係のサブリーダーを担当しました。そして、制御が川崎重工業株式会社の堤さんで始めました。平光さんなどの協力メンバーにも参加していただきました。やはり一番の力は生産情報技術研究所の稲葉さんでした。

このロボット試作研究会は平成13年3月に動き始めて、さてどのようなロボットを作ろうかということから議論に入ったのですが、最初はなかなかまとまりませんでした。そこで、合宿で一杯飲みながらやった方が良いということになって、徹夜に近い議論の中でロボットの仕様をまとめ、本格設計に入りました。岐阜県のものづくりが得意な所を生かして、ロボットの軽量化のために、足回り、胴回りの部品は航空機部品の材料を削り出して製作しました。光製作所さん、ナベヤさんに

お世話になりました。平成14年2月にメカ側はようやく完成したのですが、6月までに歩かせなければならぬというので、制御を追い込んで取り組み、ようやく完成に至りました。

作る過程でメカ的に困ったことは、電線の処理です。数百本の電線と格闘し、ロボット本体の周りを取りまわし配線したのですが、それが動くのですから大変でした。

ロボットには「ながら - 1号」と「ながら - 2号」があり、1号は工業会が、2号は生産情報技術研究所が担当しました。同じベースを使ったのですが、制御が少し違います。結局、我々工業会のロボットはロボカップに間に合わず、生産情報技術研究所のロボットが参加したのですが、我々のみでなく県の力を挙げての優勝だったと思います。最初は参加するだけのつもりでしたが、優勝してしまったので、万博のある次の2005年の大会に向けて、プレッシャーを感じています。それで、この次はどのようなロボットを見せるのか。歩くだけでなく、パスを受けてシュートするサッカーロボットというような夢のある話をしています。今後近づいてくると現実的な話になるでしょうが。

ロボットは工作機械メーカーからすると、全く異質のものです。工作機械は剛性があって指令された通り動きますが、制御面で見ると、ロボットはフニャフニャです。それをどう制御するかが一番の課題です。2005年の万博までに、1体を作り、そしてそれを反映して、最終的に万博仕様をもう1体作りたくて考えています。

杉田 ロボットができるまでのお話を関係者から伺えて、興味深く聞かせていただきました。

橋本 今、「ながら - 1号」、「ながら - 2号」は動いているのですか。

一村 いいえ、1号も2号も止まっています。

酒巻 両方とも今は、私の方で関与しています。作ったばかりで、その検証にも時間がかかり、現在はばらしているところです。速度、フレームの剛性、配線にしてもトライアンドエラーで、これ

が本当に良いのかどうかはまだ分からない状態です。

一村 専門的な話ですが、減速機はモータ側からはスムーズに減速できますが、例えばロボットの足を強制的に動かすことはできません。例えば、人間がショックを与えた場合、非常に壊れやすく、壊れた場合その復元には、高価な部品が必要になります。そのあたりメカ的に非常に課題が多いのです。工作機もそうですが、ロボットの場合、どこが原点なのかが今のところ見えない状態です。

酒巻 その場合、インクリメントならいいらしいのですが、アブソリュートできちっとしたいということがどうもあるみたいです。そうすると、なかなか難しいと聞きました。

橋本 私は機械が専門ではありませんので、機械は高西先生に設計をやってもらいました。そうすると、例えば、位置決めは決まっているものと思っていたのですが、そうではないのが普通であることなどを教えられ面食らったりしました。

酒巻 結局、足が戻っているのかどうか判断できないようです。そうするとまっすぐいっているのか、きちんと上げているのか、その時ばったりになってしまって大変です。

一村 ただ、他のロボットに比べて、私どものロボットは結構剛性がありましたから、そこは良かったです。きちんとやろうとすれば、端的に言って、検出器をどうするかということです。それには良いものがないのです。その点が課題です。とにかく我々の取り組みとしては、目的が明確だったので、やりやすかったというのが結論です。

杉田 次の目標の設定をどうするかということですね。

一村 それが楽しみです。

杉田 それでは、平光さんのお話をお願いします。

平光 私は、もともと造船をやっていたのですが、その後に設計支援で航空機を少しやりました。そして、その後、マルチメディアのコンテンツを作



平光宗基氏
(戦略技術研究所代表)

る会社を10年ほど前に始めましたが、それがちょうどソフトピア設立の時期でした。私は岐阜市の東の方に住んでいましたので、活動の中心は各務原でした。その地縁でテクノプラザにも関係し、テクノ系の仕事をしています。数年前からロボットにも関わるようになって、ロボットプロジェクトに関しては、岐阜県工業会で特にデザイン系を中心に手伝わせていただきました。もともと産業振興として大学発の技術を、いかにベンチャー企業に持っていくかを自分たちで研究したり、取り組んだりしていましたので、地域の産業振興のお手伝いもすることになったわけです。

近年、大垣市のソフトピアジャパンから各務原市のテクノプラザまでをみると、岐阜市の産業が地盤沈下していると言われていています。今年就任された細江新市長もそれに危機感を持ち、産業に力を入れる方針を打ち出されました。それで、今はそのお手伝いもしており、その活動の中で、岐阜市でのロボットプロジェクトを立ち上げたわけです。

ロボット関連の産業振興ですが、岐阜市だけでなく、大垣市も各務原市も一緒ということで、これから皆さん方のご意見を聞きながら進めていきたいと考えています。

もちろん、岐阜大学の研究室やソフトピアの地域結集型共同研究開発事業という形で、いくつかの要素研究の芽が動いています。地域結集型共同研究開発事業については、岐阜大学の山本先生のところでタスクフォースの時代から準備し、また

岐阜県のロボットプロジェクトについても、以前ロボットの店をしていた関係もあり、ロボカップについての情報集めをしたりとか、工業会が始める前の県の勉強会にも何回か参加しました。そのようなことで、ロボットに関する色々な情報を集めました。その中で岐阜市でどうしようかということで、今回のロボカッププロジェクトは、子供たちに、将来的には技術者の育成にも役立つことを盛り込んでまとめました。今回の岐阜市におけるロボットプロジェクトです。

最初のプロジェクトは、ロボット産業創成研究会の活動で、既に始めてます。これは、岐阜市内中心部に岐阜大学、十六銀行等が中心になって設置したぎふまちづくりセンターがあり、隔週の木曜日にそこに集まって、意見交換をしています。岐阜市役所の経済部や総合政策部の人たちも参加するのですが、そこでロボカップ活動の紹介をしました。その時、ロボットでまちづくりができないかという意見が出されました。もともと、小さな企業などでITをやっている人から、ぜひそういう産業に加わりたいが、これまではそのきっかけがなかったという話があり、それでは、隔週に集まって議論しようということで研究会が生まれたわけです。

研究会では、まず、市場が本当にあるのか、あるいはどのような分野を市場として考えればいいのかを議論しました。そして、その中で、自分たちでやれることを何か出していこうということで、活動を始めています。色々やることはありますが、市場調査、企業誘致、産業創設、情報発信の4つを掲げ、できることからやろうということで活動を始めています。

二番目は、ロボット教室の企画です。実際にどうするかというメニューですが、既にいくつか動き始めています。例えば、ロボットの仕組みを学ぶ教材の企画などは、つくば科学万博記念財団から補助金をいただき、今年は学習メニューのテストをやっています。そのために、子供たち30人

分のハンダゴテや素材となる基板までの費用を出してもらっています。全部で4回のセミナーをやりましたが、親子で参加するなど、熱心に勉強されていて、オリジナルロボットを作るまでになりました。

三番目は、岐阜でも動きがありますが、知的クラスターをはじめとする産学官協同の研究開発事業です。今お手伝いしているのは、ソフトピアの研究開発部門が中心となっている地域結集型共同研究開発事業で、コンピュータービジョンや画像を使ったSOSカメラシステムを含めた研究です。これは5年計画でスタートし、あと2年である程度実用化ができそうです。それ以外に、岐阜大学の元島先生が開発された電磁波を吸収する素材を、ロボットのデザインのカバーに使えないかと考えています。これによって、ロボット自身が出す電波と外からくる電波の干渉を防げるのではないかと期待しています。複数のロボットが入っても、電波が干渉し合って誤動作を起こさないようにする研究は、ワボットハウスでも行われていますが、CMCの会社などが関心を持って少し動き始めています。

ワボットハウス研究所や生産情報技術研究所、岐阜県工業会での2足歩行ロボットの開発を行っています。工業高校の先生でも2足歩行ロボットをやりたいとの希望があります。ロボワンというグループがあって、そのテクニカルコンファレンスが先週東京であり、わざわざ岐阜からも高校の先生が参加しました。その先生を中心に2足歩行ロボットを作ってみようという研究をしています。

四番目は、組み込みソフトのような制御ソフトの開発です。ロボットもソフトで動くのですが、その中心の部分構成するものに、昔でいうトロン系のマイコンがあって、実は「ながら-2号」は、それで動いていました。そういう小さな制御系を研究しようということで、今、勉強会をスタートしています。携帯電話や自動車の制御には、トロン系の技術がかなり使われており、岐阜でも

それを担える人が出ると良いなと考えています。急には無理かもしれませんが、大学との連携などを踏まえていけば、実現するのではないのでしょうか。

五番目は、中小企業のものづくりの立場から、複数の企業が一緒になる難しさを、IT技術を使って、いかにカバーするかということです。CADの活用もあるので、新しい考え方のCAD（デザインCAD）を積極的に導入していこうと研究しています。企業の生き残りのためには、そのようなCADの導入を進めないと生き残れないという危機感もあり、そのための教室を開くことを検討しています。

最後は、こうしたロボットを実際に皆さんにどこかで見てもらい、体験してもらわなければいけないということです。そこでロボットプラザのような構想を持っているのですが、岐阜市中心市街地の商店街の空店舗を活用して、店のシャッターを開けてやるのも面白いと思います。福岡の新しいビルの地下にあるロボットスクウェア（福岡市博多区、博多リバレインリバーサイト地下二階）は、ロボット関係の展示場、ロボット教室、ロボット関係のインキュベーション施設などまでできています。北九州は鉄鋼が斜陽になってから、ロボットに力を入れるようになっており、新産業の創生でもかなり進んでいる地域です。6月にロボカップが福岡で開かれ、その延長線上でこのような産学官連携の施設ができました。ロボット産業の創生を指向している岐阜県としては、良いお手本になると思います。

杉田 それではこの後、皆さんの討論に入りたいと思います。今、平光さんから、ロボット産業の市場の話と技術の継承や創出していくための人的資源をどうするかという話がありました。それぞれを産業として考えた場合、ともに必要なことです。その場合、どんな可能性や制約があるのかを考えてみたいと思います。まず、ロボット産業の市場ということで、これからのロボットは、どの

ようなところで使われたり、ニーズがあるのでしょうか。技術的、経済的な話もあるでしょうが、いかがでしょうか。



杉田 伸樹氏
（岐阜県産業経済振興センター理事長）

一村 我々がすぐに考えつくのは、やはり産業用ロボットです。非常に大きな市場で、工作機械へのワークの着脱、搬送にも役立ちます。産業機械で一番の問題は、危険性です。そのために、安全性、信頼性をどう高めて事故の起きないようにしていくかが重要な問題です。

これからは、ロボットはどういう方向に進んでいくかということですが、例えば、昔、電気洗濯機や掃除機ができて、人間の生活が楽になりました。これからのロボットは、そういう人間が楽になるような方向で使われていくのではないのでしょうか。例えば、「スイッチを押して。」と声だけで指示して動くことができれば、寝たきりの人でも使えます。それはもちろんヒューマノイドでなくて、どんな形態のものでも良いと思います。

杉田 「ながら」の場合、先ほど話があったように、ロボカップに出ることが目的でしたが、それを作ることで安全の話も洗い出され、それによって新しい市場への適応性も考えられるということになったということですね。

一村 「ながら」の時、その点の議論はありましたね。倒れて人にあたってもけがをしないような重さにするために、15キログラムと設定し、その結果、高さを80センチメートルぐらいで作らなければならないということになりました。

平光 将来のロボットの市場ということに関して

は、早稲田大学の菅野先生が参加されている日本ロボット工業会のプロジェクトでまとめた資料によると、2025年には8兆円になると試算されています。この数字が最近いろいろと利用されていますが、本当にそこまでになるかは、難しいところですね。内訳は生活、医療、公共、バイオといった分野です。

杉田 生活分野が増えていくと、安全性が一層重要になってきますね。

酒巻 どこまでいっても、最終的には安全性がキーになります。本当の自立型、人間型ロボットができればできるほど、物理的な暴走よりも頭脳の暴走の方がもっと危険になってくるでしょう。

橋本 安全性には色々あって、ぶつかった時の衝突の安全性もあれば、脳内の安全性の問題もあります。それと実際に作ってみると、エラーを起こした時に、どうリカバーするかが大切です。機能にしても、思考回路にしても、間違いは避けられないのです。安全性はもちろん大切ですが、完璧はあり得ないから、その時、エラーリカバーをどうするかが重要になります。今から5年から6年ほど前ですが、対話しながら物を運ぶロボットを作りました。それを評論家の立花隆さんが来られた時に見てもらったのですが、その時「物を持ってきなさい。」とロボットに命令をして物を動かしていたら、間違えて物を落としてしまったのです。問題はその後どうするかなのですが、それを学生がちゃんと考えて作ってあって、ロボットが確認するような機能を組み込んでいました。そこで、ロボットは落としたことに気づいて、そばにいた我々に「拾ってくれ。」と言ったのです。これができなくてははいけません。工業用ロボットなら、失敗したらそばにいる人間がシーケンスをやり直したり、スイッチを止めたりできます。しかし、ライセンスを持たない人のところで動くロボットだと、自分でエラーを切り抜ける機能がないといけません。それを含めた安全性を考える必要があります。

杉田 今の話は、ロボットが工業用から新しい分野へ進出していく場合、特に安全性が大切だということだと思います。その他に、新分野にロボットが使われることに対して、必要になってくる要素技術には、どのようなものがありますか。「ながら」では、重さ15キログラム以内にするために、軽い素材を使ったという話もありました。そのあたりで新しい技術が開発される可能性は、どのようなものがありますか。

一村 ロボットはモーターで動きますが、人間は筋肉です。これは夢かもしれませんが、人工筋肉というのは面白い発想だと思います。

橋本 私も同じことを考えていて、学生にひとつやってみると言っています。今どうしても機械設計の人と話すと、剛性が弱いからだめだということを行います。人間は柔らかくても色々なことができるのだから、ロボットでもできないはずがないと思います。素材選びがキーになるのですが、ゴムなんかでもいいので、グニャグニャでも何とかなる制御を考えて、それにプラスして、理論的にきちんとできる剛性の高いものを組み合わせないとだめでしょう。コントロールだけでは、柔らかい制御になるだけで、安全性は難しいような気がします。

一村 人間は柔と剛の両方を持っていますからね。

酒巻 一番大切なのは、ソフトとかアクチュエーターとかなのですが、それだけではだめなのです。大事なのはロボット本体を作るフレームの材料開発をすることが必要です。レインホースの素材についても、通電性があるか、電磁波のシールド効果があるか、色が着きにくい、その他に、熱を持つと基板がやられるので、最終的には放熱性が重要です。今までは既存の材料から作りましたが、ある特殊なロボットや目的化したロボットを作るためには、それに適した材料が必要です。そういうアプローチをすると、加工技術や素材技術など、ロボットの裾野の産業が重要になってきます。

もう一つは、人がものを食べるように、ロボットもエネルギーが必要です。最初にONにしておけば、あとは自己発電をして半永久的にエネルギーを生み出すような技術があるといいと思います。

あとは、動きの問題です。人工筋肉的な動きがベターですが、そこに至るまではモーターにするのか、それとも制御可能な何かの動力源を使うのか。要するに、工作機械でいうと、G速度が速く、最大トルク量になるまでパツとなるような機能を持ったアクチュエーターの導入が必要になります。

橋本 ロボットの動作については、化学反応を使うとか、いろいろな試みをしています、なかなかうまくいきません。エネルギーの問題は、太陽電池を背負って日に当たっているだけで、生きていけるような方法も考えています。結局、今のロボットは、電力で動くのですから、電力会社につながって生きています。やがてロボットが知能を高めて、自分と自分でないものの区別ができるようになった時、自分の体を触ったらコンセントがあって、そこをさかのぼっていったら発電所にたどりついたということになってしまいます。これではエネルギー的にはとても自立したロボットとは言えません。

杉田 ロボット産業には、さまざまな技術が必要で、非常に裾野が広いということですね。よく似た例に、自動車産業がありますが、それに比べてロボット産業はどのような特質がありますか。

橋本 産業の特質を言う前に、産業としての市場がまだできていないことを認識すべきです。その意味では、現状はアメリカのアポロ計画に近いものがあります。アポロ計画は、最初月へ行くことが目的でした。しかし、裾野が広く、やがて様々な産業を生み出していきました。ロボカップに出ることを目標にして、がんばったこともそれとよく似ています。ながらそのものは商品にならなくても、その技術開発の過程で産業への裾野が広が

っていきます。ロボット産業が、今後、産業として世に出るためには、地に足を着け、何をすべきか、どうあるべきかをしっかり考えていかなければなりません。

平光 先ほどの安全にもつながる話ですが、産業として一番大事なことの中に、小型化ということがあります。「ながら」は小さくしようとしたが、まだ大きかったのです。ロボットの高さが70センチから80センチなら、人にぶつかっても、ロボットは壊れるかもしれませんが、大人なら平気です。ソニーは制御基板をモーターの中に入れた特注品を使っているように、ソニーとか家電メーカーは、小さくする技術を多く持っています。しかし、我々にはそういう技術がないから、部品を買ってきてくっつけるだけなので、どんどん大きくなってしまいます。携帯電話などをやりながら小さくする技術を磨いていくと、ロボットに使える特殊な技術が生まれてくるのではないのでしょうか。小さければ電力消費も小さく、色々なところに埋め込めます。「小さい」は重要なキーワードです。その方向に一つの産業の方向が見えてくると思います。

今、アポロ計画の話がありましたが、ロボット産業にはまだ市場はできていません。当面は国や県のプロジェクトが動きだし、それに付随して、企業が作品を作っていくということで、その官のリーダーシップがないと、なかなか産業として成立しにくいでしょう。

ソニーやホンダのロボットは、我々とは違ってすごい力を持っています。小型モーターなど専用品の裾野が既にあるので、何十年もの時間をかけてきています。我々には、とても真似ができません。

岐阜県工業会のロボットプロジェクトには1年半おつきあいをしましたが、オークマさんはじめ大手企業は、このロボットプロジェクトに参加して直接得られる技術がなくてもよいという「参加することに意義がある」という立場なのです。し

かし、小さなメーカーは、「ながら」のプロジェクトで何ができるかを考えて参加しました。そう考えた時、なかなか見えてくるものがないのです。さらに「ながら」のプロジェクトでは、最初から「ながら」を売ろうという考えはありませんでしたが、作って1年ぐらいいの間なら、売れる価値があったかもしれません。ちょっともったいなかったです。

橋本 素材やソフトにしても、アポロ計画と同じように、これはロボカップで優勝した「ながら」の技術から生まれたものだということで、注目を集めるのもいいのではないかと思います。「ながら」は岐阜のロボット技術の象徴として使われれば良いのだと思います。

酒巻 2足歩行ロボットのプロジェクトは、まさしく岐阜のロボット技術のランドマークになったと思います。一番の目的は、地場産業の企業の方に「我が社でもロボットに関係できるのだ。」と自信をつけてもらうことです。「ロボットって、意外に作れるんだなあ。」と思っていただけなら成功です。優勝はたまたまの結果であって、大事なことは、結束して作ったことに意義があります。しかも、生産情報技術研究所という県の研究所の技術が、まあまあいけるのではないかということになりました。小さな人員でやったことですから、大きな研究所に比べたら話にならないでしょう。しかし、工業会の存在をアピールでき、しかも岐阜県のランドマークになった意味は、非常に大きかったと思います。

杉田 今、行政の支援の話が出ましたが、今後、私たちがどのような施策を考えていくべきかを議論していただきたいと思います。平光さんも言われるように、ロボットプロジェクトは、ほったらかしにしておいてできるものではありません。そうだとすれば、今後、どのような形でやっていくのかは、色々な方法があるでしょう。例えば、PRも必要でしょうし、特に産学官の連携の仲介もあれば、また、直接支援もあると思います。そ

の中でも産学官の連携は、これからも続けていくことになっていきますが、その場合、普通の連携の支援と違って、ロボット産業特有のものがあるのでしょうか。

橋本 私は教育機関にいますから、何がもうかるかということは分かりませんが、今度、岐阜でやることの一つに、色々なロボットを作って試していくということがあります。そこで大事なことは、産学官プラス地域の住民の方々はどう理解してもらおうかということです。そのために、テレビのニュースの中で見るロボットだけでなく、日常生活の中や道端にロボットがいる状況を作りたいのです。あるいは、教育にロボットを取り込んでいただくことも期待しています。そのように、東京ではできないことを岐阜でできないかと思っています。

ロボット産業は、企業がこのように作ったから、こう使ってくれという方法では、人々に通じないのではないのでしょうか。ちょうど携帯電話は売った人が想定しなかった使い方では売れているように、ロボットも私たちが技術開発した結果を、一般の人に見てもらって、何に使えるかを一緒に考えていくようにしないとダメですね。

酒巻 開発者が想定しない使い方がされたために、別の産業ができるということですね。携帯電話の場合は、出会い系サイトのような携帯のサービスに徹した産業が生まれました。使う人にとって技術はブラックボックスですが、使いこなすと、別の可能性が次々に出てきます。車やパソコンも同じです。だれもそれを自分で作ろうとはしませんが、それを使って色々なことをやってみるうちに、多方面にソフト産業が生まれています。

明治の文明開化の時に、蒸気機関車が登場して、国民は岡蒸気と言ってびっくりしました。恐らく知識人はよく分かっていて冷静だったのだでしょう。ロボットも、最初は、なんだか大きなものが、ガタガタ動いているという程度の反応が一般的かもしれません。しかし、工業会の高さ80センチぐ

らしいロボットがチョコチョコ動いたり、アイボやアシモがヒョコヒョコ歩くのを見たりすると、親しみができるのです。ですから、最初はまず、皆さんに受け入れられるような努力をすることが大事だと思います。私の孫は3歳の時からロボットに触れていますが、小中学生ぐらいの子供の頃からロボットと一緒にいれば、違和感はなくなります。ロボットが友だちのようになるのです。

それで行政は何をすべきかですが、これは福祉関係の方にお話したのですが、これまでは産学官と言ってきました。しかし、これからは、産学官プラス民です。産学官は結局、大学のシーズを企業がいかに事業に活かしていくかという作る側の方法論で、提供する側の論理でしかありません。使う側の話ではないのです。最近はコマーシャルインとかいって、市場調査も盛んですが、それでも作り手が調査結果を都合の良いように解釈して作っているだけなのです。私が言うのは、そうではなく、介護関係や福祉関係の用品にしても、これまでは健常者が頭で考えて、時には少し聞き取り調査をして、勝手に作っていた。それを最初から身体障害者と共に作り、そして使ってもらいます。そうすれば、必ず使う人の側から、機能や形状に対する注文が出てきます。そして、その意見を製品に反映すれば、もっと満足してもらえます。これは、医療や福祉だけではなく、ロボットも同じだと思います。実際に、使う人の考え方を入れた形で開発することが重要です。そのためには、産学官に民を入れるという考え方で、行政はやっていきたいと考えています。

一村 ロボットに対しては、まだ産業化までの土壌ができていないということです。当面の7年から8年はやはりシーズ優先で、そのうちにニーズも出てきて、企業としても製品化ができるようになるでしょう。そうなるまでは、やはり行政の補助も必要だということです。

橋本 一般の方に見てもらうためには、もっとレベルを上げなくてははいけません。3日間展示する

と、ロボットはへたりますが、自分がいなくても、放っておいて見てもらっても大丈夫なところまでレベルアップしたいです。先ほど安全性の問題が出ましたが、人間に対する安全性だけでなく、ロボット自信の安全性も必要です。倒れても蹴飛ばされても壊れないようなものでないと、とても安心して置いておけません。やはり、色々な使い方をされることを前提にした開発をしなければいけません。例えば、踏み台に使われても大丈夫なように技術開発をするとかということです。

ところで、NEDOなどで研究開発計画を公募する制度があります。その書類を書く時に、完成後、どのように役に立つのか、学術的にどのような水準か、産業よりも技術レベルとしてどの程度できるのか等を書かなければなりません。しかし、例えば身体障害者用システムを考える時に、学術的新規性を考えなくても良いプロジェクトは多くあると思うのです。身体障害者と一緒に仕事をしたことはありませんが、作ったシステムについて芸術家と一緒に仕事をしたことがあります。芸術家はパフォーマンスに使いたいと言ってきたことがあります。すると、芸術家はこちらが苦勞して作った機能は使わないで、どうでもいいスイッチを役立つと言われて喜んでもらえました。多分、身体障害者用システムも同じなのでしょうね。

技術開発の目標として、技術研究レベルが高いことと、本当の意味で役立つこととは大分違うようです。ですから、そういう本当に役立つものにも、補助を出すようにしていただきたいと思いません。そうでないと、論文にはなるが、使えないロボットばかりになってしまう心配があります。全部がそういうものばかりでは困りますが、例えば、色々なスイッチを作るのでも立派な研究開発だと思います。学術的にはあまり意味がない研究でも、裾野が広がっていくのではないのでしょうか。

平光 私は、以前、ロボットクリニックという店をやっていたことがあります。ロボットが壊れた時、ロボットを使っている人に来てもらい、どう

使いたいのか、どう思っているのかを聞きながら直さないといけないという発想です。2年前にアイボが出てすぐの頃です。店にアイボを置いておくと、皆さん触りたがるのです。もしかしたら、アイボに触った老人が全国で一番多い町が岐阜かもしれません。

そういうロボットの実験場みたいなところから、色々なヒントが生まれるのです。研究者が作ったロボットが人に渡って、その後、メンテナンスも修理もします。その時、どのように使ったのかとか、小さい子供は恐がって逃げたとか、犬を死なせたおばあさんがアイボに興味を持ったとか、色々な話があります。そのようなショールームのような場所を県が作るのも、今なら意味があるでしょうね。

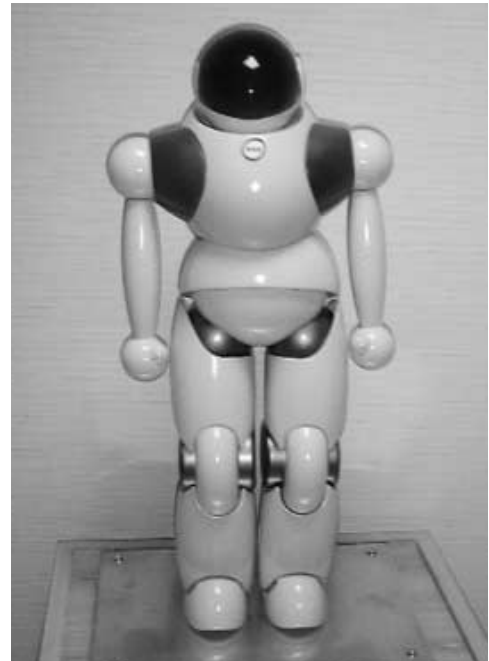
酒巻 早稲田大学のロボットプロジェクトには、最終的にそのようなミュージアムの構想がありますね。

杉田 マテリアルに関しては、岐阜マテリアルでやっています。ロボットに関しても、ショーケースを作って、そこで触り、使ってもらって、新しい使い方も出してもらうことも必要ですね。

酒巻 今、ロボット推進室では、その考え方を若干持っています。「ながら」は、岐阜県として最初のロボットですから、きちんと保存しておきたいですね。

平光 やはり、「ながら」は子供に見せた方がいいですね。今の時点で、岐阜県の企業が作ったロボットはこれだけですが、まだ旬で間に合うと思います。展示会に行くような人は、出すよと言えば、皆見たがるのではないのでしょうか。また、1号は見せるという役目があれば、2号は研究用にも使えるのです。今は、展示用も2号が受け持っています。工業会は1つ作るのが精一杯でしたが、研究用にももう1体欲しいというジレンマがあります。

橋本 大学も1つしか作らないから、展示の要請がきますと、研究が止まってしまう。



ロボット

杉田 それでは最後に、今日のお話を簡単にまとめたいと思います。ロボットについては、各研究者や自治体も、現在、非常に熱心に取り組んでいます。その結果、急速な発展を遂げておりますが、まだ、それが本格的な産業の形になっていないだけに、逆に、今後の発展の可能性を秘めています。そのような中で、本格的な産業として離陸していけるということになれば、自動車産業や宇宙産業のように、裾野が広い産業に成長していくものと期待されます。

そこで我々としては、何をしていかなければならないかですが、今、まさに離陸しようとする産業であるだけに、その姿を皆さんに知ってもらう必要があるということです。多くの人に知ってもらえれば、開発者が考えもしなかったような使い方が生まれてくるかもしれません。そのためには、メッセとか展示会のようなショーケースの用意が必要ということで、行政はその支援を考えるべきだといったところがまとめになります。いずれの施策もまだ動き出したばかりですから、これからの発展のためには、益々の努力が必要だと思います。

<平成14年12月2日収録>

ロボット開発と産業創出



菅野重樹

(早稲田大学・理工学部教授)

1. はじめに

産業用ロボットが初めて登場したのは、アメリカのデボルが産業用ロボットに関する特許を取得してから8年後の1962年のことである。ユニメーション社とAMF社から本格的な産業用ロボット：ユニメートとバーサトランが売り出された。

その後、ロボット元年と呼ばれる1980年から産業用ロボットは急速に普及した。産業用ロボットは特に日本で広く普及し、国連およびIFR (International Federation of Robotics) の調査では、1998年度における世界の地域別年間市場規模は、日本が約3～4万台、ヨーロッパが2万台(ドイツが約半分を占めている)、アメリカが1万台となっている。ちなみに、日本の産業用ロボット出荷額はおよそ6000億円である。

1990年代、ロボット開発は新たな展開を迎えた。バブルの崩壊による設備投資の削減は産業用ロボット市場を限られたものにし、多くのメーカーのロボット開発研究部隊が看板を変えていった。これらのうちいくつかのメーカーは、超高齢化社会の到来に合わせて福祉機器開発に力を注ぐようになった。また、人々が仕事から生活重視へと価値観を変化させてきたのに合わせて、エンタテインメントロボットを商品化したメーカーもある。これ

らは人間協調・共存という新しいパラダイムでのロボットである。

最近では人間型ロボット(ヒューマノイドロボット)に注目が集まり、国家プロジェクト(HRP: Humanoid Robot Project)をはじめとして多くのヒューマノイドロボットが試作されている。しかしこれらのロボットが新しいマーケットを獲得するまでには、まだ時間がかかりそうである。

本稿では、ロボット開発の現状を概観した上で、今後、日本のロボット産業を発展させるための方法論について考えることにする。

2. 第3次産業のロボット

2.1 エンタテインメント

20世紀後半におけるコンピュータの急速な進歩は、人間と機械とのインタフェースにも大きな影響を与え、映像の仮想ペット飼育や、携帯型の電子ペットなど、いわゆるインタラクティブシミュレーションゲームも作られた。やがて、コンピュータの映像の世界でしかなかったこのインタラクティブが実体をもつようになり、人間からの刺激に応じて体を動かしたりおしゃべりをしたりするぬいぐるみなどが商品化された。1999年には、ソニーが本格的なエンタテインメントロボットAIBO

を発売した。その後、多くのメーカーが熊や猫の形を模したペットロボットの試作を行っている。

しかし、エンタテインメントロボットへの関心およびその市場の発展性と持続性については、慎重に予測しなければならない。例えば、上記のAIBOはそのほとんどが日本国内の需要であった。日本のメーカーであるという理由の他に、そこには人工物への対応の文化による違いを考えなければならないであろう。

日本は多神教であり様々な物に魂の存在を認めるアニミズムが強いため、物への感情移入を起こしやすい。動物や人間に似た形をした人工物には特にそうである。欧米は一神教であり魂の存在を認めないので、感情移入を強くは起こさない。したがって、機械は機械なのであり、人間の役に立つべき道具でしかない。アメリカで作られる多数のアミューズメントロボットは純粋に娯楽を目的として設計されているが、日本では感情移入を起こすことを意識した設計になっている。

日本と欧米の文化の違いは、人間とインタラクションをとるロボットの設計においてもかなり異なった方法論を生み出している。インタラクションロボットは日本では開発研究が今後ますます促進されるであろう。しかし世界的な市場を考えたときには、ロボットの設計論を再考する必要があるかもしれない。エンタテインメントあるいはペットという人間との心的インタラクションを目指すロボットの設計というよりも、後述するように、家庭電気製品の形態であるロボットとその使用において生じるインタラクションの設計と位置付けた方が、ロボットの市場は大きくなると考えられる。

2.2 ネットワークと情報端末

インターネット・ネットワークの普及により、家庭電気製品もネットワーク対応になりつつある。照明、冷蔵庫、風呂沸かし器、電話機、エアコンなどの電気製品が、インターネットと接続さ

れたパーソナルコンピュータを中心として無線LANにより結ばれ、さまざまな情報が統合されるようになる。

このホームオートメーションにおける課題の一つにヒューマンインタフェースがある。既にテレビやビデオ、エアコンなど日常頻繁に使用する機器の操作において、数多いリモコンの存在が問題となっている。ホームオートメーションは、人間とのインタフェースの機能・性能がその普及に大きな影響を与えられとされる。

このとき、前節のエンタテインメントロボットがホームオートメーションとのインタフェースの役割を担えば、その効果はかなり大きいであろう。ロボットのデザインは人間親和性が確保されていれば十分であり、動物や人間に近い形である必要はない。しかし、音声認識・合成と会話の制御、人間への情報発信方法など、人間とコミュニケーションをとるためのソフトウェア設計はひじょうに重要である。これらのロボットは情報端末ロボットと呼ばれ、既にさまざまな試作機が発表されている。情報端末と位置付けた設計であれば、欧米における文化の違いにもほとんど影響されず、大きなマーケットとなる可能性がある。さらに、自動掃除機の機能などが組み合わせることで、かなりの普及が期待できよう。

3. 人間共存ロボットへの展開

3.1 マーケット

超高齢化かつ少子化の日本では、病院、福祉施設、家庭で高齢者介護を支援するためのロボットに高いニーズがある。このうち初期段階では、病院、福祉施設、ケアマンションなどへのロボットの導入が試みられるであろう。

ロボット導入の難易度は環境の整備・標準化に依存している。なぜならば、さまざまな環境を認識し、それらに適応した行動を自動的に生成できる人間並みの知能をロボットに実現させること

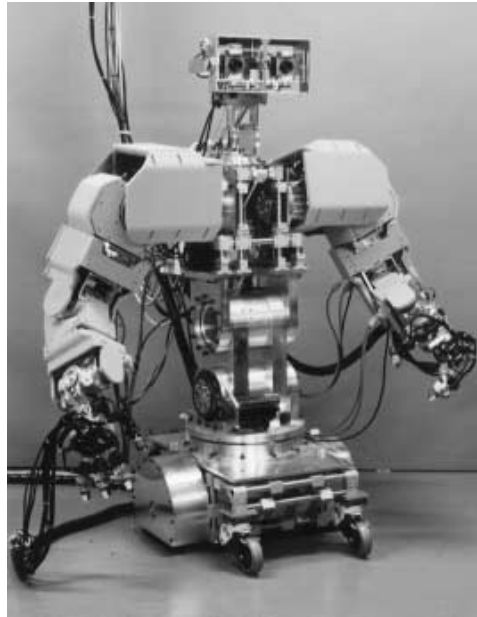


図1 人間共存ロボットWendy (早稲田大学)

は、研究室レベルではかなり研究が行われているものの、実用化という観点からはまだ相当に難しいと言わざるを得ないからである。工場で産業用ロボットの設置が加速された背景には、工場をロボットの性能に合わせて準備したからである。同様に、病院や福祉施設、ケアマンションなどは家庭よりも環境をロボット用に整備・標準化しやすいため、ロボットの導入が比較的容易に進むと考えられる。

ただし当初は、ロボット技術を基にした歩行介助装置といった専用の支援装置が導入されると考えられる。続いて21世紀前半には、いくつかの支援作業が可能なロボットが開発・実用化されることになる。このロボットは人間共存ロボットと呼ばれ、福祉あるいはエンタテインメント分野で人間のパートナーとなるロボットである。

3.2 安全技術

福祉分野などでは、人間とロボットとはその行動空間を共有することになる。すなわち、人間とロボットとが共同で作業対象物を運んだり、触れ合いながらすぐ近くで作業したりすることになる。このとき、人間共存ロボットの安全性が大き

な課題となる。

一般の産業用ロボットでは、ロボットを柵で囲い、ロボットが稼動中は人間が近づけないような安全対策をとらなければならない。しかし、人間共存ロボットにはこの柵を設けることができない。人間同士でさえも共同作業においては衝突が起こり得ることから、人間共存ロボットは人間と衝突することを前提として設計されていなければならない。

近年、ロボットの安全性が学会でも大きく取り上げられるようになった。衝突が起きても脳震盪などの危害を人間に与えないような衝撃吸収カバーの設計、受動的に人間の動きに追従できる柔らかいマニピュレータ関節機構の設計と制御、人間に恐怖を感じさせないようなロボットの速度制御方法など、実用に直結する多くの研究成果が報告されている。

図1は、生卵を割るなどの巧みな指・腕を備え、かつ人間とのさまざまな触れ合いに対して安全にそして受動的に従うことができる機能を備えた人間共存ロボットWendyである。このようなロボットの研究が進めば、人間共存ロボットは近い内に実用化レベルへと達するであろう。

3.3 コミュニケーション

人間共存ロボットのもう一つのキーテクノロジーが、コミュニケーション技術である。

コミュニケーションとは、人間とロボットとが意思の疎通を図れることを意味している。それは単に、人間からの命令をロボットが受け取るというのではなく、ロボットが共同作業のパートナーである人間の意図を理解したり、人間がロボットから心的なインタラクションを受けたりすることである。エンタテインメントロボットの項で、人間とロボットとのインタラクションが注目されていることは述べた。また、情報端末ロボットの項でもヒューマンインタフェースが重要であることを指摘した。これらはいずれもコミュニケーション技術である。実は、エンタテインメントロボット、情報端末ロボットなどは全て人間共存ロボットの形態であり、コミュニケーションが中心技術なのである。

残念ながら、現時点でのロボットのコミュニケーションや動作は、人間がプログラムで事前に全て作り込んだものである。“学習”とか“育つ”などの表現が使われる場合があるが、実際には何も学習しておらず、設計者である人間があらかじめ用意したシナリオに従って、さまざまな反応が出現するようになってきているだけである。この作り込みのシナリオが単純だと人間はすぐに飽きを感じ、ロボットとのコミュニケーションは進まなくなる。人間とのコミュニケーションを多様なものとするためには、環境を評価し学習する機能が効果的であるが、現状の技術では実用化は難しく、やはり作り込みの方法が容易であり主流となっている。

作り込みでも、コミュニケーションを円滑にするための技術課題は多い。例えば、会話とジェスチャーの関係などが典型例である。全く身体が動かずに声だけ出てくるロボットとはコミュニケーションがきわめてとり難い。また手や顔などが動くジェスチャー機能を備えていても、会話と動作

のマッチングがとれていないと違和感が生じてしまう。バーバルコミュニケーションとノンバーバルコミュニケーションとの組み合わせが、今後の研究課題である。

人間共存ロボットにとってコミュニケーションは不可欠な機能である。福祉施設などにおいて、高齢者と場の共有による自然なコミュニケーションが可能な人間共存ロボットは21世紀前半には登場するであろう。

4. ロボット技術戦略

4.1 RT

情報通信に関する技術であるITは、アメリカが世界をリードしてきた。今後、新技術開発で日本が優位に立とうとするならば、日本が得意とする「ものづくり」の分野での戦略が必要となる。中でもシステムインテグレーションの代表であるロボットは注目されている分野である。ただその際、ロボット技術という狭義の概念ではなく、「ロボット技術を活用した、実世界に働きかける機能を持つ知能化システム全体を支える技術」と広くとらえ、ITなども含んだ総合的のものづくり技術として発展させることを考えるべきである。日本ロボット工業会、経済産業省が平成12年度にまとめた「21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書」では、この技術を総称としてRT(Robot Technology)と呼んでいる。

4.2 カスタムメイドロボット

上述の報告書では、将来のRT重点ニーズとして、医療：病院のインテリジェント化、手術支援など、生活支援：福祉、教育など、災害関連支援・防災：災害対応、社会安全、危機管理など、バイオインダストリー：バイオ生産工場など、製造技術強化：高齢者等の社会参加、先端工場など、があげられている。

これらの分野の多くはすぐに大量生産となる分

野ではなく、RTに精通しているシステムインテグレータが、ユーザや社会が抱えている問題・要請を分析し、さまざまなRT要素を組み合わせることでユーザの要求に適したシステムを作り上げる中小規模のソリューションビジネスになると考えられる。いわゆるカスタムメイドのロボットである。

日本の企業はどちらかと言えば大規模市場を指向する傾向が強い。しかし、RT市場は多様な中小規模市場と大規模市場とが混在すると予測され、さまざまな規模の企業ビジネスが存在し得る産業構造、社会システムを構築することが重要となる。大企業にも、将来の大規模市場に発展する可能性のある中小規模ビジネスやベンチャーを支援し、市場を支える戦略が求められる。図2に新しいRT市場の形態を示す。

4.3 オープン化

ところで、さまざまなニーズに対応できるRTシステムを構築できるようにするためには、まず、RTシステムを構成するあらゆるハード・ソフトの要素やロボットの理論を含む技術シーズを、し

かるべき教育を受けた技術者やシステムインテグレータが使いこなせるような環境を整備する必要がある。これを「オープン化」と呼ぶ。さらに、RTを深い専門知識のない技術者でも使いこなせるように提供すること、電動モータのようにそれが広く活用されることを想定してシステム要素を市場に提供すること、がRT要素製造・開発に求められる。この要素には、モータのような部品レベルだけでなく、マニピュレータやロボットの移動機構、ヒューマノイドなど部品の集合体で構成されるものもすべて含まれる。

注意しなければならないことは、オープン化が単なる標準化や技術の公開を意味するものではないことである。RT戦略におけるオープン化は、様々なシステム要素のインテグレーションが促進されることに重点があり、そのために必要なコンポーネント群を備えること、ソフトウェアやインタフェースの共通化などが求められることになる。

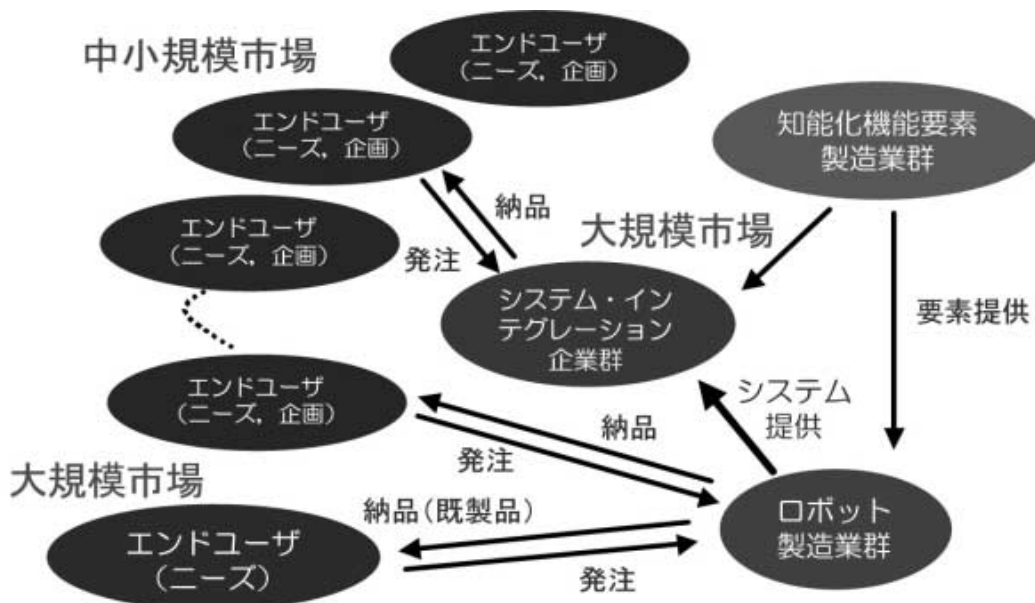


図2 RTロボット市場
 (日本ロボット工業会：平成12年度 21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書より)

5. おわりに

本稿では、ロボットの未来技術としての人間共存ロボットをとりあげ、その展望と技術を紹介した。また、日本がロボット技術において世界をリードするためにはどのような技術戦略が必要となるかを紹介した。

ロボットの研究開発に携わる者は、単に未来志向のロボット試作で夢を追いかけるだけでなく、実際にどのようなマーケットが想定され、そのための要素技術とシステムインテグレーション技術が何かを見極め、日本がその分野で優位に立てる技術開発と産業構造の確立を目指すべきである。

ロボットの知能や環境適応能力の飛躍的向上はすぐに望むことはできない。着実な市場開拓につながる技術開発が強く求められている。

参考文献

日本ロボット工業会：平成12年度 21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書、(2001)

パーソナルロボットの開発と フィールドワーク



藤 田 善 弘

(NEC マルチメディア研究所)

1. はじめに

NEC 中央研究所では、それまで主に産業向けに利用されていたコンピュータによる視覚・聴覚認識技術や情報処理・通信技術を、子供から高齢者まで幅広い個人向けに活用する手段として、SFやアニメの世界によく登場する親しみ易いロボットの形態をとることが有効なのではないかと考え、97年1月よりパーソナルロボットの研究開発に着手しました。そして、99年8月に試作1号機のR100を、01年3月には試作2号機のPaPeRo (Partner-type Personal Robot、図1)を開発し

発表しました¹⁾²⁾。1号機のR100開発の目的は、その時点での最先端技術を実際にロボットという形に統合して使ってみることによって、SFの世界はまだまだ遠い夢物語なのか、現在の技術でも結構いい線まで来ているのかを確認すること、および、実際に動作する試作ロボットを自ら使ってみたり、様々な人に体験してもらうことによって、「人と一緒に暮らし、パートナーとして人とさまざまなやりとりができる家庭用ロボット」というコンセプトがどのように受け止められるかを確認すること、の2点でした。R100の開発を通じてまだまだ多くの技術的課題が存在することが



図1 パーソナルロボットPaPeRo

明らかになる一方で、そのコンセプトに対しては非常に多くの反響・共感・期待を得ることができ、マスコミによる報道を通じてここ数年のロボットブームの端緒の一つとなりました。

そこで、期待に応えるべくさらなる研究を推進することとし、試作2号機の開発に着手しました。試作1号機のR100は、外部コンピュータや無線装置が必要であるなど、周辺装置が大掛かりなため、ほとんど実験室でしか動作させることができませんでした。その反省を踏まえ、簡単に持ち運んだり箱に入れて宅配便で送ったりすることができ、実際に家庭環境で動作させることのできる完成度のロボットを数十台開発し、それを使った様々な実験やフィールドワークを実施することを考えました。以下、この目的のために開発した試作2号機のパーソナルロボットPaPeRoと、それを使ったフィールドワークの概要についてご紹介します。

2 . パーソナルロボットPaPeRo

2.1 PaPeRoのねらい

私たちは、「相手を識別できること」「個性を持っていること」「人に何かを与えることができること」等の特徴を持つパートナー型パーソナルロボットの可能性を実証することに注力しています。ロボットは、従来の単にボタンを押して操作し、ただ命令された通りに反応する機械とは異なり、自ら判断して行動する自律性を持ち、出会った人が誰なのかを識別し、その人に積極的に話しかけたり情報を提供したりする双方向のやりとりを自然に行うことができます。また人は、動かない箱型の機械に話しかけるよりは、人と視線を合わせ、話した音声に仕草で反応するロボットに話しかける方がずっと楽しく快適で、愛着を持ちやすいということが分ってきています。私たちは、PaPeRoを試作し、それを使った様々な実験を行うことによって、そのようなロボットのもつ可能

性を確かめようとしています。

このような研究を進めるために、PaPeRoの開発においては次のような特徴を盛り込んでいます。

人とロボットのやりとりを支援するデザインや
仕組みの実装

家庭で子供も使用することを念頭においた小型
化や信頼性・安全性の向上

フィールドワークを容易にするためのスタン
ドアローン動作

要素技術のレベルアップによる性能向上

長期間のフィールドワークに耐えうるやりと
りのバリエーション充実

さまざまな実験をおこなうための動作・振る舞
いの開発環境整備

PaPeRoは、2001年1月に完成して以来、さまざま
な実験やフィールドワークを繰り返しながら、
現在も改良を継続しています。

2.2 PaPeRoのデザイン

R100やPaPeRoをデザインするにあたり、私達は、既存の何かに似せるのではなく、「人とロボットのやりとり」に着目したロボットに適した新しいデザインを創りたいと考えました。例えば、自然なやりとりのためのデザインとしては、下記のような要素を盛り込んでいます(図2)。

- ・インタフェース 顔と顔がしっかりと向き合える顔のかたちと動きのデザイン
- ・アイコンタクト お互いの認識を目で分かり合える目の表情のデザイン
- ・タイミング 話しかけられるタイミングのデザイン
- ・間 「やりとり」の間をデザイン
- ・コンディション ロボットの状態がわかる声と反応をデザイン
- ・表現 対話や表情のデザイン

また、機能のデザインとしては、下記のような要素を盛り込んでいます(図3)。

- ・安全性 転倒、衝突、ケガ等の防止のためのデザイン
- ・効率 生産性のデザイン
- ・メンテナンス 故障防止のためのデザイン



目は十字に光り、人の感知（緑）、認識（オレンジ）を光色と点滅で表現する。
耳の光は、話しかけるタイミングを促す。
頭のボタンは動作の停止やキャンセルの機能がある。

図2 インタラクションのためのデザイン



本体正面に付いているセンサーにより、衝突防止、落下防止を実現。
タイヤカバーは、取り外しが可能で、掃除が行える。
回転する顔と首の隙間を最小におさえて異物混入をふせいでいる。

図3 機能のデザイン

2.3 PaPeRoの機能

現在、PaPeRoは下記のような機能を持っています。

- ・3つのマイクを使って、人に呼びかけられたとき、その音の方向を知る
- ・自律移動中は、ステレオカメラの入力画像を処理し、障害物を避けながら移動する
- ・人の顔を見つけ、顔を覚えたり、覚えた人の中の誰かを見分ける（顔を覚えさせるときは、「顔を覚えて」「誰の顔を覚えるの？」などと会話しながら顔を覚えてくれるようになっていきます）
- ・人の話しかけた音声コマンドを認識し、いろいろな反応をする

- ・その他、なぞなぞ、おみくじ、だるまさんがころんだ等の遊びの機能や、音声・ビデオ伝言、メール、タイマー、目覚まし、TVリモコン、インターネット情報取得など

3. フィールドワーク

パートナー型ロボットは、技術面でも応用開拓面でもまだまだ未成熟な状態で、また人とロボットのかかわりあいに関しても、まだほとんど何も分かっていない状態です。今後、パートナー型ロボットを価値あるものにしていくためには、技術者だけで開発・評価・改良するのではなく、より

幅広い専門分野の人が参加し、またより多様な環境で使用・評価していくことが重要です。そこで私達は、PaPeRoを30台試作し、その台数が許す限りこのような活動を展開しています。以下、これまでに行った実験、共同研究についてご紹介します。



図4 ロボフェスタ神奈川の様子

3.1 家庭モニタ調査

社員のボランティアを募り、週末ないし1ヶ月間程度PaPeRoを自由に使ってもらい、認識などの技術面の問題点やユーザビリティ上の問題点の確認、およびロボットに対する感想や期待、評価などのアンケートを実施し、研究開発に役立てています。例えば、照明環境などは家庭毎に大きく異なり、認識性能に大きく影響します。その他、人毎の期待のばらつき、人毎の興味のばらつきなども非常に大きいことが分かってきました。また、PaPeRoのキャラクタは、小学生や高齢者に特に好評であることがわかりました。

3.2 ロボフェスタでの公開実験

2001年11月に開催されたロボフェスタ神奈川2001横浜会場にて、後述する大学との共同研究内容について展示発表すると共に、子供がPaPeRoと遊ぶ様子の観察や、全年齢層に対するアンケート調査、サイコドローイング、お絵描きアンケートなどのデータ収集を行いました(図4)。

3.3 技術系大学との共同研究

PaPeRoを技術系4大学に貸し出し、認識技術や自律移動、人とロボットのやりとりの研究に活用してもらっています。これは、パートナー型ロボットの研究プラットフォームとしてのロボットが備えるべき要件を明らかにしたり、自律移動ロボット技術や応用の発展に寄与するものと考えています。

3.4 人文系大学との共同研究

パートナー型ロボットと人とのかかわりあいに関しては、まだまだ未知の部分が多い状況です。

表1 人文系大学共同研究テーマ

分野	テーマ	大学
社会心理学	ロボットのイメージ調査、癒し効果検証	お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科 坂元章 助教授
臨床心理学	子供における無意識レベルでの影響	神戸大学 発達学部 伊藤俊樹 助教授
認知科学	実在エージェントの有効性検証	法政大学 社会学部 原田悦子 教授
状況論的分析	状況論に基づくノンバーバルコミュニケーション分析	東京家政学院大学 小池星多 専任講師
社会学	社会組織におけるロボットの位置付け	筑波大学 社会科学系 若林幹夫 助教授
情報倫理/哲学	ロボットにおける情報倫理	広島大学 文学部 哲学科 越智貢 教授
情報デザイン学	ロボットの「しぐさ」「表情」のデザイン	多摩美術大学 情報デザイン学科 須永剛司 教授

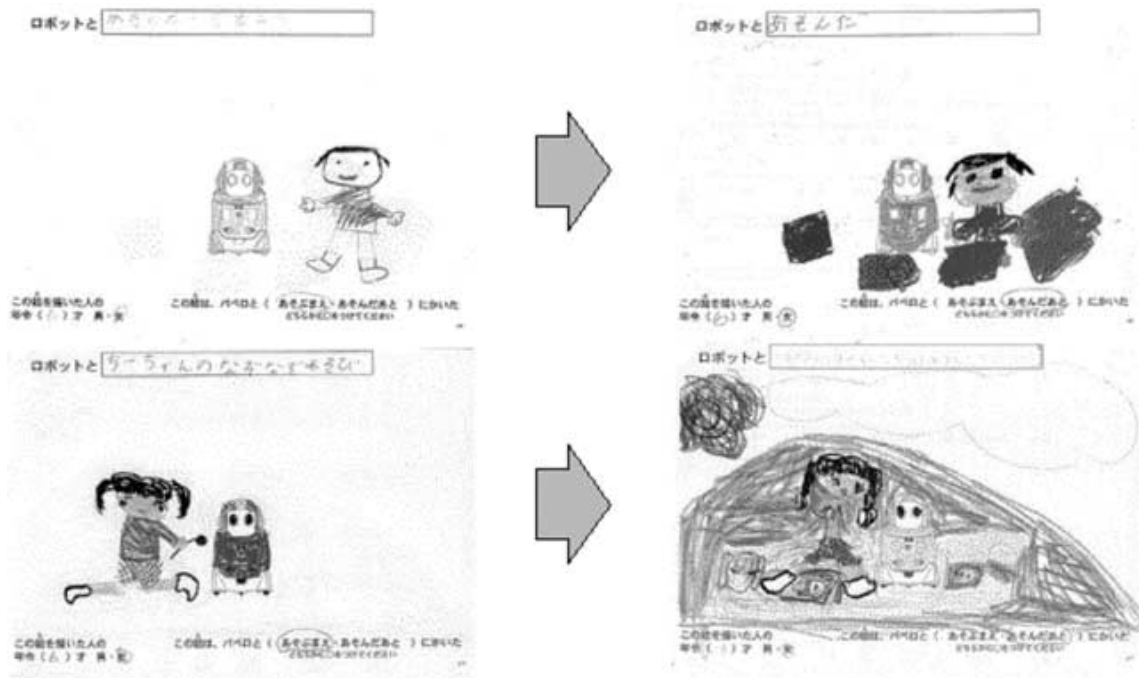
今後、そのようなロボットが増え手軽に入手できるようになれば、それを利用した研究も増えてくると考えられますが、現時点では手ごろなロボットがあまり無い状況です。そこで、ロボフェスタ神奈川2001で収集したデータやPaPeRoを人文系やデザイン系の7大学に貸し出し、パートナー型ロボットに関する共同研究を実施しました³⁾⁵⁾。表1にそのテーマと大学を示します。

例えば、認知科学分野において法政大学 原田先生の研究は、ロボットのように物理的に実在するエージェントと、PC画面上のキャラクターエージェント、およびエージェント性のないPCソフトの3つについて伝言を例にとって比較実験を行っています。その結果、実体を持つロボットは、他の2つのシステムとは大きく異なった発話行動を引き起こすという、興味深い結果が得られています⁶⁾。

神戸大学 伊藤先生の臨床心理学の研究は、前述のロボフェスタ会場で、子供を対象にサイコド

ローイングを実施し、PaPeRoと触れ合う前後での子供がロボットに持つイメージの変化を探りました(図5)。その結果、6歳児以下の場合、特にPaPeRoを体験することでイメージが膨らみ、子供とPaPeRoとの関係はより親密なものになる傾向が見られました⁷⁾。

お茶の水大学 坂元先生の社会心理学の研究では、AIBO、ASIMO、PaPeRo、人間、動物、機械、無機物という調査対象に対して、人がどのようなイメージをもっているのかを探るため、ロボフェスタ会場で10代から60代までの493名へのアンケート調査およびその分析を行いました。調査の尺度は「親しみやすい」「不安な」「愛情を持つ」「冷たい」「役に立たない」「単純な」「好ましい」「生命がある」「心が通じない」「自分の意思で行動する」の10種類です。その結果、人が調査対象にもつイメージは、図6のように大きく3つのグループに別れました。ロボットはいろんな種類がありますが、いずれも人と機械の中間的なものとイ



体験後のドローイングでは、子供とPaPeRoとの関係はより親密なものになる傾向が見られました。PaPeRoと自分との距離が近くなったり、同じ色で描いたりする「同一化」が生じている可能性があります。PaPeRoとの間で何らかの心理的な繋がりができたり、仲間として捉える傾向も見られました。

図5 6歳児以下のサイコドローイング結果の例(左が体験前、右が体験後)



図6 人がロボットに持つイメージの調査

イメージされていることが分かりました⁸⁾。

4. おわりに

パーソナルロボットPaPeRoの研究の意図や概要と、それを使った各種のフィールドワークについて紹介しました。PaPeRoは、パートナー型ロボットの実験・開発プラットフォームとして、様々な使い方が可能であり、今後も、人文系研究や応用開拓、技術開発を含む各種の検討・実験・評価をさらに進めていきたいと考えています。

パーソナルロボットという分野は、将来性や夢があり、また技術系と人文系の研究者が密接にコラボレーションできる興味深い分野です。この分野をさらに進展・活性化するために、今後は、一般の方々も含めもっと多くのロボット研究者や人文系研究者と交流して、ロボットの可能性を実証してゆきたいと考えています。

参考文献

- 1) 藤田善弘：パーソナルロボットR100, 日本ロボット学会誌, 18, 2, p.40 (2000)
- 2) 藤田善弘：パーソナルロボットPaPeRoの概要, RSJ2001 (2001)
- 3) 長田他：パーソナルロボットPaPeRoの開発 (1) パートナー型ロボットの開発事例および概要, 日本デザイン学会秋季大会 (2001)
- 4) 吉川他：パーソナルロボットPaPeRoの開発 (2) パートナー型ロボットのインタラクションデザイン開発事例, 日本デザイン学会秋季大会 (2001)
- 5) 長田他：人とロボットの「かわり合い」に関する人文系多角的研究 (1), 日本デザイン学会秋季大会 (2002)
- 6) 原田悦子：音声インタフェースにおけるエージェント性と社会的文脈の効果：伝言実験による検討, 日本認知科学会第19回大会 (2002)
- 7) 伊藤他：ロボットのイメージに対する臨床心理的分析, 日本デザイン学会秋季大会 (2002)
- 8) 檀淵他：ロボットに対するイメージ尺度の作成とイメージ内容の検討 (1) - ロボフェスタ神奈川2001への来場者に対する調査 -, 日本心理学会第66回大会発表論文集 (2002)

家庭用掃除ロボット



藪内 秀隆

(松下電器産業株式会社 電化住設研究所 主席技師)

1. 背景

松下電器では、お客様のより快適な暮らしを実現する商品とサービスを提供するために、「家事の自動化」に積極的に取り組んでいる。最近の商品化例としては、全自動の洗濯乾燥機や無水米とき器などがある。こうした商品の開発意図は、家事労働を軽減することは勿論であるが、家事の拘束時間を減らすことにより時間的なゆとりを創出し、仕事や趣味、生涯学習などのより創造的な時間を増やしたいというところにある。

この「家事の自動化」事業の一環として、当社では長年にわたって掃除ロボットの研究開発を進めてきた。掃除ロボットのコンセプトは、人がつ

きっかりで作業を行なう「掃除」そのものを自動化して、ゆとりの時間を創出することにある。人の代行が完全にできるロボットの実現にはまだ時間がかかりそうであるが、床の掃除に限定すれば、その技術は実用化レベルに達していると考えている。

ここで紹介する家庭用掃除ロボットは、当社が2000年から約2年間かけて開発した「掃除ロボット自律制御システム」を搭載したもので、家庭内という複雑な動作環境においても安全かつ確実に自律走行して床面の掃除を自動的に行なってくれるものである。



(外観)



(内部構造)

図1 家庭用掃除ロボット

表1 開発品の主な仕様

寸 法	L 367 × W292 × H265mm
質 量	9.8kg
連続使用時間	約55分（充電1回当たり）
充電時間	約2時間
清掃性能	80m ² / 55分
走行速度	最大30cm / 秒
センサ	赤外線測距センサ、超音波測距センサ、感圧センサ、ジャイロセンサ、走行距離センサ、ラダーセンサ、熱センサ、重量センサ、段差センサ、過負荷センサ など

2. 開発内容

図1に「掃除ロボット自律制御システム」を搭載した家庭用掃除ロボットを示す。「掃除ロボット自律制御システム」とは、部屋の形状や床面の状態などの走行系、ストーブ等の熱源や階段の段差などの安全系、および床面のゴミ量などの集塵系の情報を得る各種センサを設けることにより動作環境に応じて最適な移動制御を行なうセンサ融合型の自律制御システムである。

開発品の主な仕様を表1に示すとともに、開発した主な技術について以下に説明する。

2.1 自律走行技術

本開発品は、「クロスパターン走行」と呼ぶ独自の走行パターンで自律走行する。この走行パターンは、家庭内で掃除機を使用するユーザーの動作分析や家庭内の塵埃分布分析に基づき決定した。

この「クロスパターン走行」を図2に示す。まず、部屋の壁面を測距センサで検知し、壁面に沿って外周走行しながらゴミが多きたまりやすい部

屋の周辺部の掃除を行なう。外周走行中は、ジャイロセンサと走行距離センサによって方向と位置を検知し、運転開始位置に戻ったことを認識する。外周走行が終了すると、次に部屋の中央部の走行に移る。部屋の片側から直進走行と180°ターンの繰り返しにより部屋の内部を順次塗りつぶすように往復走行を行なう。このとき前方に障害物があればターンしてこれを回避して走行を継続する。この往復走行を縦と横の90°クロスする方向で2回行なうことにより、家具が多く配置された部屋でも、ゴミの取り残しが少なく、効率よく掃除ができる。

2.2 動作環境センシング技術

自律走行で自動運転を行なうため、運転中はユーザーが不在であるのが通常である。したがって、運転中にトラブルが発生すれば、本来目的の掃除ができないばかりか安全面での問題が発生する可能性がある。そこで本開発品では、電源投入時に、操作部の液晶画面に運転前の注意事項を表示させ、ユーザーが確認したのち運転を開始するようにしている。しかしながら、ユーザー確認だけで

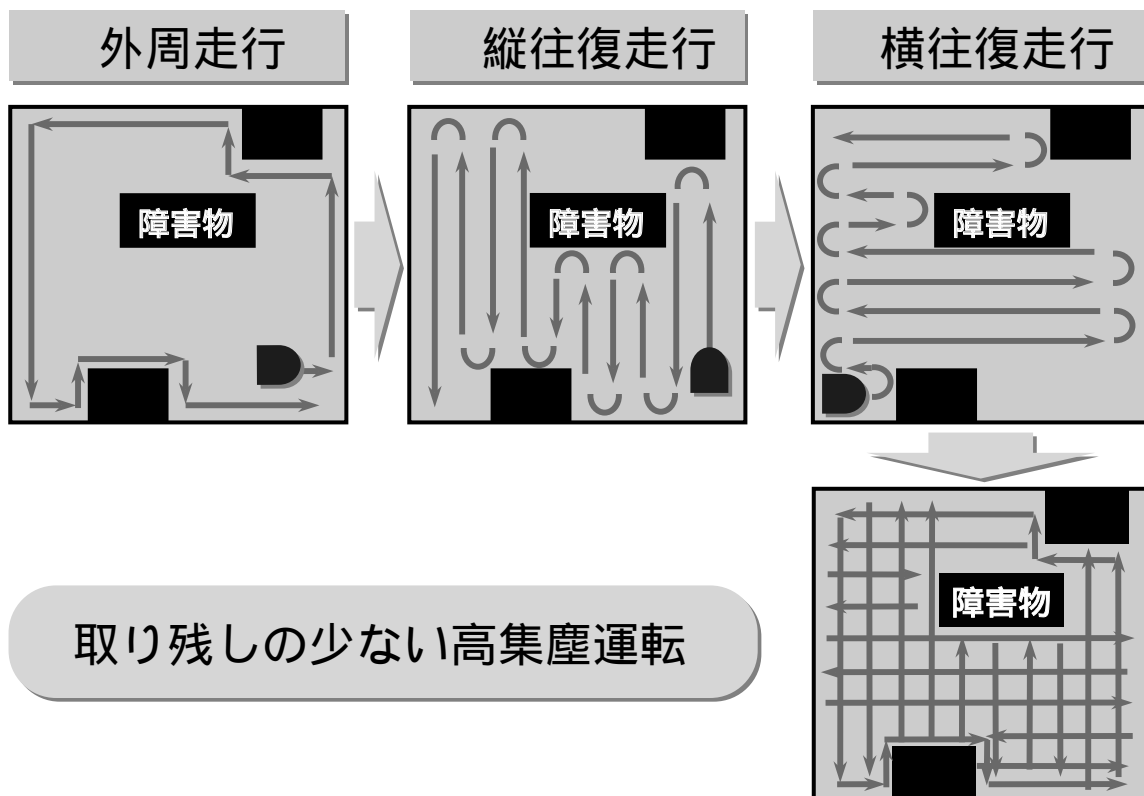


図2 クロスパターン走行方向

は完全に回避できない項目については、下記のよう
に運転中に動作環境センシングを行ないこれを
回避する。

本体に床面までの距離を検出する段差センサを
設け、走行前方の段差を事前に検知して回避動
作を行なう。これにより、階段などの段差があ
る部屋でも走行中に脱輪・転落することなく掃
除が行なえる。

本体に熱センサを設け、高温の熱源に近付か
ないように走行制御を行なう。これにより、スイ
ッチを切り忘れたストーブ等の熱機器があっ
ても、これに衝突したり、高温にさらされる状
態で停止したりすることがない。

その他、敷物などへの乗り上げによる駆動輪の
スリップ、子供のいたずらなどによる本体の押
さえ付け、床ノズルの回転ブラシへの異物のか
み込みなどを検知するセンサを設け、運転継続
が不可能な異常が発生した場合には、運転を停
止し異常内容を報知する。

2.3 省電力集塵技術

本開発品は、床ノズルから吸引されるゴミをゴ
ミセンサで検出し、このゴミ量に応じて吸引力と
走行速度を制御する。床面のゴミが多い場所では、
吸引力を大きくするとともに走行速度を落とし
て、念入りに掃除を行なう。逆にゴミ量が少な
い場所では、吸引力を小さくするとともに走行速
度を早くして素早く掃除を行なうようにしている。
これにより、約50%の消費電力の低減ができ、限
られた電池容量を効率的に使用して、長時間運転
と高集塵力との両立を図っている。

3. 今後の動向

以上紹介した家庭用掃除ロボットはまだ試作段
階であるが、実家庭における実証試験を行ない
ながらお客様の期待に応えられる商品の実現に向
けて改良を重ねている。この内容の一部は当社ホー

ムページにも公開している (<http://national.jp/soujirobo/>)。今後、家庭用掃除ロボットとしての仕様を固めるとともに適切な価格設定を図り、近年中に商品として販売する計画である。

また、前述した「掃除ロボット自律制御システム」は、掃除ロボットに限らず、例えばセキュリティロボットや介護用ロボットなどの家庭内の自律走行機器全般に応用が可能であり、家庭用ロボットシステムのプラットフォームとしての可能性も見極めていく予定である。

松下電器産業株式会社 電化住設研究所

〒561-0821

大阪府豊中市日出町 2 - 2 - 8

電話 06-6332-8698

FAX 06-6333-6825

ホームページ <http://national.jp/>

3次元視覚位置認識システム ----- ロボナビゲーター



水谷博樹

(トークエンジニアリング株式会社 技術部リーダー)

今日、厳しい競争を勝ち抜くためにコスト削減や合理化を目指すメーカーにとっては、少量多品種の生産ラインを構築していかなければならない、という問題があります。大量生産のニーズにマッチした産業用ロボットを用いて合理化を図ってきたメーカーですが、ここに来て少量多品種に対応するために高精度な治具やさまざまな工夫、改善が必要となってきており、作業の合理化は進んでもコストや型替えに労する時間は逆にかかってしまう、というのが現実です。

治具の製作コストやロスタイムを減らすためには何をすればよいのか、過去においてもメーカーが悩んできた問題です。

自動車産業をはじめさまざまな場面に使われている産業用ロボットは、確実に繰返し作業を行うという点で、大量生産のラインにおいて信頼を得てきました。しかし、言い換えるとこれは、まったく同様の単純作業には向いているが、臨機応変に判断し対応することができない、ということです。もし、ロボットが人間のように自分で判断し瞬時に対応できれば...

過去において、対象物が位置ずれを起こしたとき、ロボットが対象物の位置を認識し追従するという試みは幾度となく行われてきました。その結

果、2次元位置認識、すなわちX軸Y軸方向での位置ずれ認識は生産現場において実用化されるまでになりました。

しかし、現実問題として2次元位置認識だけでは物足りなく決定的なコスト削減の手助けとなるまでには至っていません。2次元位置認識から踏み込んで高速処理、かつ高精度な3次元位置認識の必要性は強く感じながらも、生産現場で利用できるレベルのものは開発されていませんでした。

今回、提案するものはこれらの問題の多くを解決することのできる3次元視覚認識産業ロボット制御システム **ロボナビゲーター** です。

ロボナビゲーターは、カメラからの画像によって対象物の位置、姿勢を認識し、そのデータを基



ロボナビゲーターツール部分

にロボットは対象物に対していつも同様の作業をすることが可能なのです。つまり、対象物を正確に位置出しする必要もなく、作業の内容によっては治具等で固定する必要もなくなります。

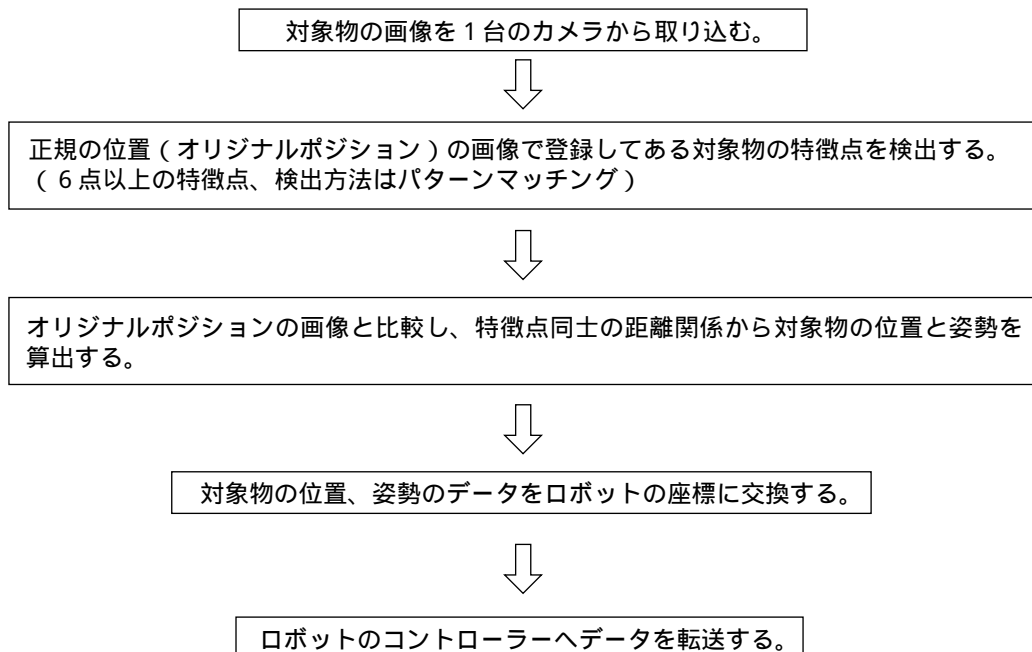
このシステムは驚くべきことに、これらの処理をカメラ1台で行い、処理時間も通常200mS～500mS程度という2次元位置認識以上の高速で行います。また、精度的にも $\pm 0.5\text{mm}$ 以内という高精度を保つことができます。使用するカメラによっては $\pm 0.1\text{mm}$ 以内の精度も可能となります。ロボナビゲーターは高度な光学技術、画像処理技術、ソフトウェア技術、すべてを組み合わせで開発されたものです。このソフトウェア技術、3次元認識ソフトウェアは“人間の視覚”のシステムとよく似た原理に基づいて生み出されました。すなわち、人間が何かを掴もうとするときに、その対象物までの距離と方向性を導き出すために、脳で検出され、解釈される視覚情報の処理方法に近似した流れを、そのアルゴリズムの基軸としています。

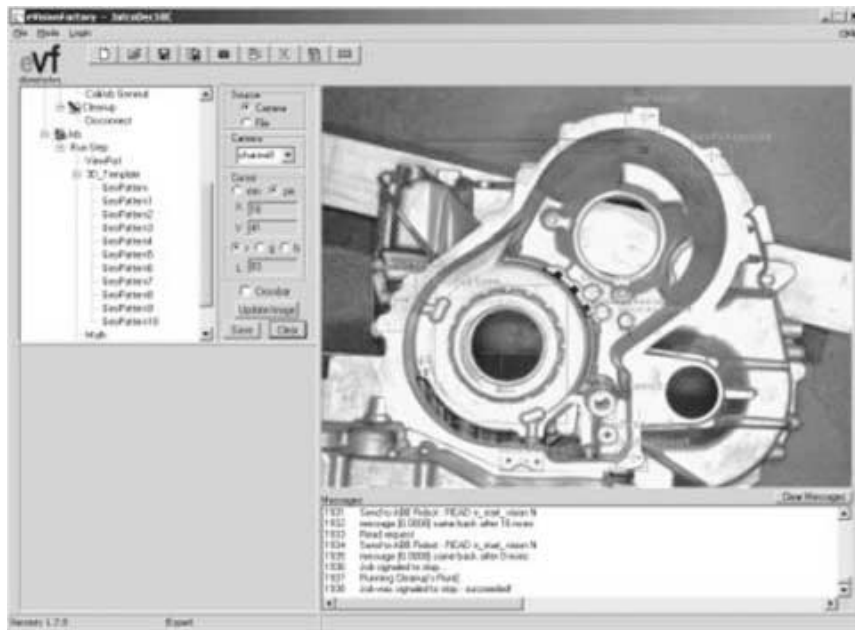
ロボナビゲーターが対象物の位置認識を行う流れを簡単に説明します。

これらのプロセスを通常200mS～500mSの高速で行うことができます。パソコンの演算能力の向上の恩恵も受けて、ロボナビゲーターは優れた演算能力を持っています。

ロボナビゲーターの優れた演算能力を引き出す条件は以下となります。

- ・対象物が単一の状態でカメラに捕らえられること、すなわち対象物同士が重なり合っていないこと、お互いをさえぎっていない状態にあること。
- ・対象物がカメラに対して静止状態にあること。すなわち、対象物の状態・位置がカメラに対して相対的に一定であることが求められる。ただし、対象物がコンベアの上を動いている場合などは、ロボットがコンベアにシンクロして動くようにセッティングされていれば、問題はない。
- ・対象物が各々に対照的な、形状的特徴を持っていること。たとえば、穴、縁、模様、突起、角（コーナー）などがそれらの形状的特徴として挙げられる。また、それらの特徴は平面的に配置されていることは望ましい。つまり、その特





ロボナビゲーターの操作画面

徴の輪郭をあらわす縁や線が、カメラからほぼ同じ距離で存在している状態が好ましい。

- ・ 2次元での形状の特徴の見え方が一定であること。
- ・ 形状の特徴は対象物すべてに、一定の位置に存在すること。(特徴のお互いの物理的関係が一定であること)
- ・ 少なくとも最低6点の特徴と、基準となる特徴点(アンカー)を有していること。

(理想的には8点もしくはそれ以上の特徴点が望まれる。これは位置ずれが激しい場合やその他の外因でいくつかの特徴点がカメラに捕らえられないケースを想定してのことである。)

- ・ 上記のような特徴点が単一カメラの視野内にすべて入っていること。

基本的に上記の条件が満たされている対象物の画像処理をベースにロボナビゲーターによる3次元位置認識機能の効果が十分に発揮されることとなります。

実用化された具体例としては、自動車部品のエンジンブロックなどの搬送があげられます。通い箱内にある部品を搬送したり、コンベア上にある部品を組み付けたり、といったものです。このように従来は人間の手で行わなければならなかった作業をロボットで行うことによって、人件費や医療費(人間の手で行わなければならなかった危険度の高い現場に導入することによって)、またダウンタイムの削減にロボナビゲーターは役立っています。

今現在、実際に導入されているのは北米エリアの自動車メーカーのみであるが今後日本でも同じようなラインはもちろん、自動車業界以外にもロボナビゲーターを必要としている場面があると確信しています。

例えば、従来治具で固定されて融通性に欠けていた生産ラインが、ロボナビゲーターを用いることで治具レスの今までにない生産ラインの構築が可能となり、トータル的な生産コストの削減ができます。

また、これからの課題としては、箱の中に乱雑に入った小部品を取り出すことなどがあります。

しかし、すでに挙げたとおりロボナビゲーターの威力を発揮するにはいくつかの条件が必要であります。小さい部品を正確に取り出すにはシングルカメラでは対応しきれない場面が多くレーザー技術や、複数のカメラ画像を用いた複合技術で対処できると考えられます。

このような乱雑に置かれた小物部品を正確に取り出すことができればロボナビゲーターの用途の拡大が考えられます。また、さまざまな部品が小型化されていくことに伴い、より高精度な画像処理技術が必要となってくることは必然です。高精度となることは情報量が増大してしまいますが、ロボナビゲーターの高速性を継承しつつ、他の技術と併せて産業用ロボットを限りなく人間に近づけることを目標として、さらなる研究開発が進行中です。

ロボナビゲーターの主たる仕様

- ・処理速度：約200mS～500mS
(画像取り込みからロボット起動まで)
- ・検出ポイント：制限無し
最低必要ポイント数：6点
- ・ロボットメーカー：機種制限無し
- ・通信仕様：各ロボットメーカーの通信仕様に対応

カメラ仕様：汎用CCDカメラ1台

標準解像度：31万画素

(640×480ピクセル)

最大解像度：400万画素

(2000×2000ピクセル)

トークエンジニアリング株式会社

〒509-0108

各務原市須衛町4-179-1 テクノプラザ302

電話 0583-70-0180

FAX 0583-70-2468

ホームページ www.talk-eng.com

警備用ロボット



菅原 雄介

(総合警備保障 技術研究所)

1. はじめに

「人間にとって過酷で危険を伴う仕事をロボットに代替えさせたい」と期待される方が多いと思うが、弊社の様な警備業は、まさにロボットが人間に変わって活躍することが期待されている業種であろう。弊社は、1982年より警備ロボットの研究開発をスタートし、2002年4月に、図 - 1 に示す、ガードロボ C 4 をリリースした。ガードロボ C 4 は、人間の警備員と連携して仕事を行い、昼は受付案内、夜はガードマンとして働き、24時間



図 - 1 ガードロボ C 4

働くサービスロボットである。本編では、我々が開発した警備用ロボットのシステム構成や、ロボット本体の機能について紹介する。

2. 警備ロボット開発の目的

我々が警備ロボットを開発する目的は以下の様な理由である。

警備員の勤務環境の改善

警備業務は、危険と隣り合わせの環境の中で長時間緊張しながら行う仕事であり、肉体的にも精神的にも辛い作業である。よって、人間の代わりにロボットに仕事を任せたい要求が大きい。近年、警備現場での、銃による受傷事故も増えてきており、ロボットを使用することにより、危険回避を期待出来る。

警備員にかかる運用コスト、少子・高齢化問題の解決

人が行っている仕事をロボットに行なわせることにより、運用コストの低減を図り、一定の質の警備サービスを提供する。また今後予想される、少子高齢化社会の中で、若手の警備員不足に対応するため、人が行なう警備の仕事の一部をロボットに置き換える必要がある。

3. 警備会社の仕事

一般の方々が「警備会社の仕事」を想像されると、現金輸送や、車道の工事現場での誘導等を思い浮かべる方が多いと思うが、警備業にはさまざまな業務内容が存在する。例えば、オフィスビルや工場、店舗等の警備員による施設警備や受付案内、同施設を警備センサで警戒を行なう機械警備。また、個人宅の警備を行なうホームセキュリティ、インターネット上のネットワークセキュリティなど様々な業務内容がある。

4. ロボットに行なわせる仕事

前述の警備業務の中で、我々が目標としている警備ロボットの仕事内容は、施設内の警備であり、その中で、巡回監視業務と受付案内業務を行なわせる事を考えている。巡回監視業務と受付案内業務を以下に簡単に説明する。

巡回監視業務とは、警備員が、一定時間毎に施設内の廊下やトイレなどを巡回し、不審者、火災、設備不良など、各種の事件の予防や早期発見、事故が起こった場合の被害拡大の防止を目的とする業務である。

これらの業務を全てロボットに行なわせる事はまだまだ難しいが、ガードロボC4は各種の警報や周囲の映像を遠隔地の監視センターに伝送し、警備員の目や耳の代わりとなる。異常を発見後の対処は警備員が行ない、ガードロボC4は警備員のサポート役として働く。

受付案内業務は、主に日中の仕事であり、施設内の人間の出入管理や、来客者に対してテナントやトイレなどの共用部のインフォメーションを行なう業務であり、ガードロボC4は胸のタッチパネルを使用してインフォメーションを行なう。

5. 開発の変遷

図 - 2 に当社が開発した警備用ロボット「ガー

ドロボ」の変遷を示す。

開発は1982年よりスタートし、当初はロボットが単体で警備を行なうことを目標とし、異常に対する対処もロボットが行なうことを目指していた。1号機から3号機は消火器を搭載し、炎を発見したら炎までの距離を計測し、自動消火を行える機能を搭載している。4、5号機は監視センターとロボット間を無線で接続し、各種の警報や周囲の映像、音声は遠隔地の監視センターで確認することを可能とした。ロボットは各種異常を発見し、警備員の目や耳の代わりとなり、警備員のサポート役として機能を満たすことを目指した。6号機からは夜間の巡回業務だけでなく、導入先の顧客から要望が多かった受付案内機能についての



図 - 2 ガードロボの変遷

搭載を行なった。7号機「ガードロボC4」は、タッチパネルによるインフォメーション機能や音声認識機能により、さらに受付案内機能の充実を図った。

6. 警備ロボットのシステム構成

警備ロボットのシステム構成を図 - 3 に示す。

本システムの構成は、ガードロボC4本体、ロ

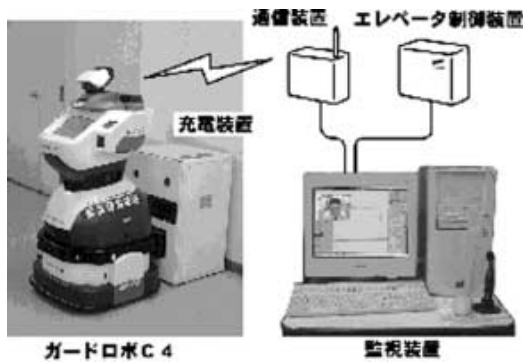


図 - 3 システム構成

ロボット監視装置、通信装置、自動充電装置、エレベータ制御装置からなる。

ガードロボ C 4

ガードロボ C 4 は自動走行機能を搭載しており、人が操縦することなく、予め設定された地図にしたがって施設内を自動的に走行することが可能である。ロボットには各種センサが搭載されており、障害物があれば停止するなど、安全に走行することが可能である。

ロボット監視装置

図 - 4 にロボット監視装置のディスプレイ画面

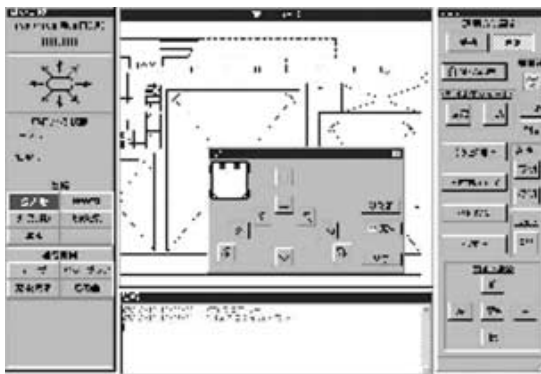


図 - 4 ロボット監視装置画面

を示す。

ガードロボ C 4 とロボット監視装置は2.4GhzのSS伝送方式の無線で接続されており、ロボット監視装置側ではロボットに搭載されたCCDカメラ映像やロボットの現在位置、警備用センサの情報、バッテリー残量など、ロボットからの情報を

確認する事が出来る。

エレベータ制御

ロボットが階層間移動を行なう場合、エレベータを利用する。階層間移動を行なう際は、無線でロボット監視装置にエレベータの利用要求を送信し、ロボット監視装置がエレベータの制御装置に対して命令を送信し、籠を呼び出すことが可能である。

自動充電装置

ガードロボ C 4 には、モータの駆動や、コンピュータを稼働させる為のバッテリーが搭載されている。このバッテリーを充電する場合、ロボットが自動的に自動充電装置にドッキングし充電を行なう事が可能である。

7. ガードロボ C 4 の仕様

図 - 5 にガードロボ C 4 の主な仕様を示す。



図 - 5 ロボットの仕様

自律移動機能

ガードロボは、本体中央に左右に2つ駆動輪があり、前後に2つずつ計4つのキャスターで本体を支えている。登坂能力は±5度、段差乗越能力は2cmである。車椅子の方が利用されるユニバーサルデザイン環境の中では、ガードロボも走行が可能ないように設計されている。

ロボットは予め設定された地図に従い走行を行う事が可能であり、設定された地図通りに走行するように、現在位置をセンサで常時推定してい

る。

異常検知機能

ガードロボは人や障害物を検知し、安全に停止するためのセンサとして、超音波距離センサや光距離センサを搭載している。これらの距離センサで障害物を見つけられなかった場合でも安全に停止出来るように、バンパー部に接触式のセンサを設置している。

警備機能のためのセンサとしては、人体の熱源を検出するセンサ、火災の炎を検出するセンサ、水道管などの破裂による漏水を検出するセンサ、が搭載されている。人体の熱源を検出するセンサは、人間の熱を検出する焦電素子を用いて、ロボット静止時に、10m程度先の人間を検出することが可能である。火災の炎を検出するセンサは、炎の紫外線成分を検出するセンサで、7～8m先のライター程度の炎を検出することが可能である。漏水を検出するセンサは、床面に向けて設置した2本の電極間の電気抵抗を測定し、水を検出することが可能である。

受付案内機能

ガードロボには胸部にタッチパネルディスプレイが搭載されており、施設内の各種インフォメーションを行う事が出来る。図-6に受付案内を行なう際の画面例を示す。



図 - 6 タッチパネル画面

タッチパネルを用いたインフォメーション機能は、導入先により様々な利用方法が考えられる。商業施設などでは受付案内以外にも、館内店舗の最新情報やレストランなどのお進めメニューの表

示、イベント情報の表示などが可能である。

8. むすび

ガードロボC4までの研究開発で、オフィスやテナントビルなどの環境での自律走行機能については実用レベルに達する技術を得ることが出来た。しかし自律走行するロボットを前提とした警備用センサの開発や、センサで異常を検出した後にロボット自身が何か対処を行える機能についてはまだまだ機能不足であり、今後さらなる開発を行なう予定である。

参考文献

- [1] 袴田, 金本, 堀井, 高田, 真島: “自律移動型ロボットの警備分野への応用”, 第14回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.143-144, 1996
- [2] 袴田 Yoichi Shimosasa, Jun'ichi Kanemoto, Kazunori, Hakamada, Hiroshi Horii, Takao Ariki, Yuusuke Sugawara, Fumio Kojio, Akihiro Kimura and Shin'ichi Yuta: "Some Results of the Test Operation of Security Service System with Autonomous Guard Robot", In Proceedings of 2000 IEEE International conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation, pp.405-409, 2000

総合警備保障株式会社

勤務先 〒135-0014

東京都江東区石島 2-14

綜警リバーサイドビル 3F

TEL 03-5606-7541 FAX03-5606-7546

本社 〒107-8511

東京都港区元赤坂 1-6-6

TEL 03-3470-6811 FAX03-3470-2626

ホームページ <http://www.sok.co.jp/>

編集後記

本県では、ロボット産業を新産業と位置づけ、産業振興施策を推進しています。また、ロボット研究では世界のトップレベルにある早稲田大学と協定を結び、同大学と連携して研究を推進しています。

本県は、従来から情報産業の育成に努めて来ており、また、ものづくりを得意としていることから、ロボットの研究開発に適した環境があります。そして、ロボットは、産業の効率化をもたらすとともに、福祉の分野や、災害救助等、社会に貢献することが期待できます。また、ロボットは、人工知能や制御、センサー、画像処理、デザイン等の様々な要素技術を集約しているため、既存産業への応用も期待できます。

ロボットの研究開発者は利用者のニーズを把握するため、展示会を開く等、中小企業、県民がロボットと接する機会を設けることも必要でしょう。また、そのような機会を作ることは、利用者のニーズの把握だけでなく、子供たちが、将来、ロボット研究に取り組む動機づけにもなり、ロボット研究開発の人材を創出することにつながります。

今回の論文、座談会では、様々な立場からの大変貴重なご意見をいただきました。また、企業におけるロボットの事例を紹介させていただきました。こうした個々の積み重ねの結果、将来、ロボット産業の市場が拡大し、我が国及び本県の産業経済の発展に大きく寄与することを願ってやみません。最後に、本誌が読者の皆様にとって、ロボットの理解を深める一助となれば幸いです。

(折戸幸則)

本誌に関するご意見やご要望は、下記宛へお願いいたします。

平成15年(2003)3月発行

編集発行 財団法人岐阜県産業経済振興センター

〒500-8505 岐阜市藪田南5丁目14番53号

岐阜県民ふれあい会館10階

TEL (058) 277-1087 (企画研究部)

FAX (058) 273-5961 または (058) 277-1095

URL: <http://www.gpc.pref.gifu.jp>

E-mail: center@gpc.pref.gifu.jp

定 価 300円(税込み)

落丁本、乱丁本はお取り替えます。 無断で本書の全体または一部の複写、複製を禁じます。



岐阜県 ~国会等移転先候補地~
(平成11年12月国会移転先答申中)

