

技術トピックス

UDC 007.52

人 間 と ロ ボ ッ ト*

松 原 季 男**

Man and Robot

Sueo MATSUBARA

1. はじめに

ロボット界の近況

人造人間ロボットを大量生産して我々の奴隷としてこき使い、人間様は楽をして遊ぼうなどという邪まな考えは一つの夢としてずいぶん昔からあつたように思われる。最近では巷を歩くと、駅に行けば、両替機から切符売り改札業務までがロボット化し、ビール、ジュースはいうに及ばず、おつまみから御飯や温かい蕎麦に至るまですべて自動販売機、すなわちロボットの職場になつてしまつた。もちろん無愛想な売子にあうよりは感じがよいし、真夜中でも営業しているメリットはある。病院でも自動診断機から、重病患者の症状を四六時中監視するオートナース、はては患者に応じた食事を配膳して歩くロボットまで、その守備範囲は相当広い。

特に工場の中では、いわゆるオートメーション工場といわれる化学プラント工場はもちろんのこと、大量生産の機械加工、組立加工、比較的単純な溶接や塗装の作業まで、自動化ロボット化がどんどん進んできた。特に日本では作業者の教育レベルが高いので、単純労働はなるべくしたくないという風潮から、世界一ロボットを多く使用している国である。今後ますますその傾向は強まっていくであろう。

私が今までに見た工業用ロボットの中で最もユニークでしかも進んでいるロボットらしいロボットは、紡績工場で働いている糸つぎロボットである。彼は一人(?)で何百台もの紡績機の間を歩き回り、目を持っていて、糸の切れているのを発見すると止まつて、手を出して上糸と下糸を上手につなぎ、作業の完了を確認してからまた歩きだす。その動作が実にスムーズで楽しい。

ここでちよつとふれておきたいのだが、工場の中で、ぎくしゃく動いているロボットにあうことがしばしばある。あれはよくない。人間をはじめすべての生物の動きは実にスムーズで優雅である。我々はそれをバイオニッ

クモーションと呼ぶが、それにはそれなりの理由がある。ぎくしゃく動くとき必ずどこかに無理な力を生じたり、衝撃力が発生したりする。その結果は相手の物に対してもよくないが、自分自身も疲労し故障の原因になる。ただしそれはロボットが悪いのではなく、それを作つた人間、それを使つている人間のほうに問題があることを銘記しておいていただきたい。

2. 群れつくりロボットから清掃ロボットへ

先年沖縄で海洋博が開かれた時、機械水族館が建てられ、30種類120匹の機械動物メカニマルが動き回つて観客の目を楽しませてくれたのを御記憶の方もあられると思う。優雅なバイオニックモーションをするメカニマル(カニ、ヘビ、ヒトデ、魚などなど)に混つて“みつ

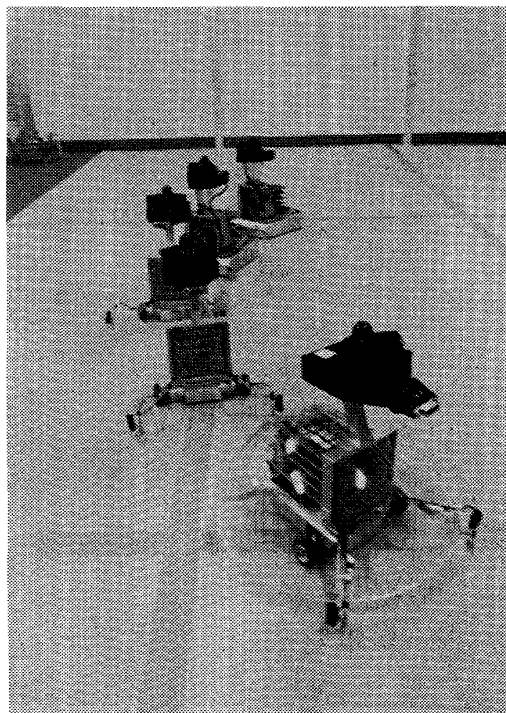


写真1. みつめむれつくり (5体)

* 昭和54年3月2日受付 (Received Mar. 2, 1979) (依頼技術トピックス)

** オートマックス(株) (Automax Co. Ltd., 2-12-12 Chidori Ota-ku 146)

めむれつくり (*Triops congregans*)”なるロボットを放し飼いにした。

三つの目を持つ仲間を見つけ、互いに集まって来て群れをつくる性質のあるところからこの名前がつけられている。

彼等は一匹でいるときはランダムウォークをしているが、仲間を見つけると懸命に追いかける。しかし、ある距離 (50 cm ぐらい) 以上接近せず、決してぶつかることはない。それぞれはまったく同様に作られていて、ボスははいないし、外からコンピュータなどで集中制御 (中央集権) しているわけでもない。すべて平等な個からなりたっている社会であるにもかかわらず、何匹かが集まって群れをなし、どれかが群れを先導し他はそれに従ってついていく。

この様子はボスのない動物の群れによく似ている。たとえば魚の群れや鳥の群れはもちろんのこと、もつと下等な動物でも必要に応じて群れをつくるが、その時の先頭は必ずしも一定しておらず、たまたま先頭にたつたものが他を先導して行くのである。ひとつとして全体のことを把握しているものはない。向う三軒両隣り、自分のすぐ近傍しか知らない個が集合して、全体がなんとなくまとまって行動し、かつそのなかにおいて各個は自由に動く。このような無中枢システムは、群れの行動の典型であつて、人類平和の象徴かもしれない。

“みつめむれつくり”が簡単な感覚と電子頭脳とで、仲間や柵を感知し、あるときは気まぐれに、あるいはまとまって離合集散するさまは、動物社会はもちろん人間社会と対比してみても、大変興味深いものがある。とくに同じように製作された個体のばらつき (レスポンスやタイミングや視野の広さなどの微妙な差) が群れの挙動の中では大きく拡大されて現われ、常にボスになりたがったり、従者になつたりする確率を大きく左右したりする。また境界の広さと形状と中にある“むれつくり”の数で、群れのできかたがまるつきり変わり、広すぎても狭すぎても群れがうまくできなくなつたりするのを見ていると、単に面白いだけでなく、社会工学の解の一つが潜

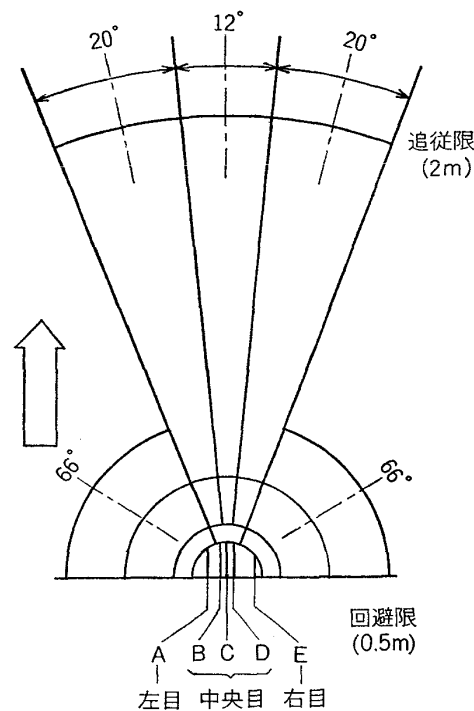


図 1. みつめむれつくりの目

んでいるような気さえしてくる。

感覚と判断

“むれつくり”の目 (赤外線センサー)は写真のように三つ目であるが、中央の目はさらに三つに分かれていて、全部で五つの複眼になつている。(図 1)

中央の目は BCD の追従限内に仲間が入ってくると C の視野に相手が来るように向きを変えながら追いかけて行く。そして回避限まで来ると一時停止する。一定時間内に相手が回避限から出て、追従すべき視野にいれば再び追いかけるし、まだ回避限内にいれば回避のために旋回する。

左右の目は近くだけを感じし、A、E の回避限内に仲間が入ると衝突防止のため直ちに旋回回避する。

前方左右に二つの触覚を持つていて、外界の柵の電磁バリヤーを感じ、旋回回避して柵内にもどる。

動作モード

“むれつくり”の動作は次の三つよりなる。

○ランダムモード

視界内に仲間がなく、触覚に何も感じない時はランダムに動き回る。多段の M 系列発振器でランダム信号を作り、直進、右回り、左回り、停止を行わせる。その動作時間もランダムである。

○追従モード

中央の目の BCD の追従限内に仲間をとらえると、仲間を入る C の視野に入るように方向を制御しながら、発見した仲間へ近づき動作で、もし複数の仲間を発見した場合には最も近いものを追いかけるようになつている。追従モード動作中に、次に述べる回避モードの信号が入る

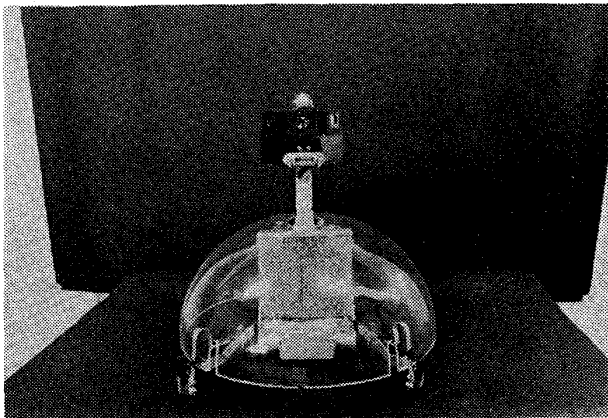


写真 2. みつめむれつくり (正面, 単体)

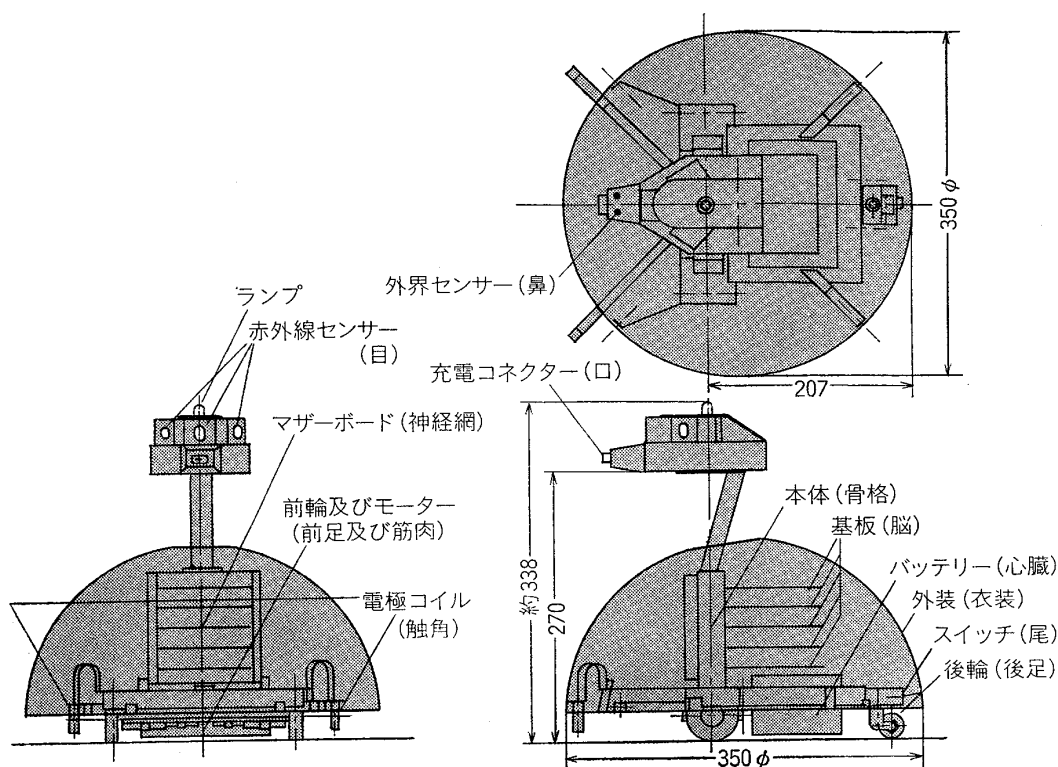


図 2. みつめむれつくりの構成

と、回避指令が優先して旋回する。

○回避モード

触覚に電磁バリヤーを感知すると直ちに回避する。(第一優先)

左右の目 A、E のいずれかの回避限に仲間を発見するとそれを回避する。(第二優先)ただし左右同時に入った場合は直進する。

中央の目 B、C、D の回避限に仲間が入った時は、一時停止の後まだ仲間が回避限内にいればそれを回避する。

回避動作はすべて左右の判定をして旋回する。

個体の構成

“むれつくり” は次のような構成である。

○頭上ランプ

自分の存在を主張するための赤外線ランプ。これで仲間であることがお互いにかかる。

○赤外線センサー (複眼)

仲間をみつめて追いかけたり、衝突を避けるための赤外線に感ずる目。

○電磁コイル (触覚)

外柵や立入禁止地区に張られた電磁バリヤーを感ずるセンサー。

○外界センサー (鼻)

外界の明るさを感じ、暗くなると眠り、明るくなると起きるための感覚

○充電コネクタ (口)

休息中に充電する (電気を食べる) ための口。

○前輪及びモーター (筋肉と前足)

減速機は小型直流モーターとゴムタイヤ。

○後輪 (後足)

バランスをとり転倒しないための車輪。

○プリント基板 (脳及び神経系)

たくさんの IC やトランジスタなど電気部品の付いたプリント基板で、各センサーの感覚レベルを決めたり、判断させたり、ランダム信号を作ったりしている。

○マザーボード (神経網と血管網)

各感覚からの信号や判断情報やエネルギーを伝えるネットワーク。

○バッテリー (心臓及び蓄エネルギー組織)

Ni-Cd 蓄電池で一晩充電すると連続 10h 活動できる。

○スイッチ (尾)

尾の処にスイッチがついていて、尾の先には仲間を見つけて追従モードの時、チカチカする発光ダイオードがある。

○本体 (骨格)

アルミニウムでできた各組織を組み込むフレーム。

○外装 (洋服)

模様が入った透明プラスチックで内容物が見える。

無中枢システムをなぜ開発したか

最近、コンピュータが普及し、システム工学の発展に

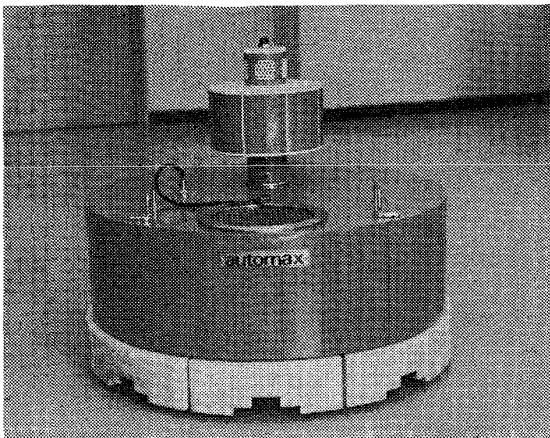


写真3. 警備機能付清掃ロボット

ともない、ロボットや自動化の技術が長足の進歩をとげてきた。しかし、これらはすべて個体の中から外を見て構成され、コンピュータによる中央管理システムとか群管理システムといった形態をとっている。そこでわれわれは、発想を変えて、逆に外側から個を見ることによつて、個と全体の関係を解明してみることを思いつたのである。自然界においては、ヒトデの五本の足のようになり、中枢神経がなく、各足の神経がリング状につながっているの、普段はめいめいに勝手に動いているが仰向けになつたり、食物を見つけたりして、一旦緩急あると一致協力して統制のとれた行動をとる。もつと単純な細菌でさえ、栄養の十分ある時はばらばらに生活しているが、困窮状態になると集まつて群れをなし、集団行動をして食物を探し回り、先端が栄養のあるところに到達すると、全体がそこに行つてまたばらばらになる。弱い魚も普段は一人で泳いでいるが、外敵におそわれると急ぎよ群れを作る。このような行動は、中枢があつて命令を発しているわけではないが、全体として統制のとれた無中枢システムであつて、そのモデルを作つてみることによつていろいろな基本問題の糸口がつかめると思われる。

“むれつくり”を覗かれた方に感想をきくと、新聞記者の方々は政治家の個性と葛藤を連想し、動物学者は動物の群れとの関連を、物理学者は素粒子の動きとの共通性を感じられたようであつた。しかし多くの人は今後これは何に應用するのかという質問を持たれたようなので、それではその一例として、掃除ロボットを作つてみようと思ひ新技術開発財団の御援助をいただき“警備機能付き床面清掃ロボット”なるものを開発してみた。

一般事務所ビル、ホテル、デパートから、公会堂にいたるまで清掃を必要とする場所は多く、駅や空港、地下広場まで含めると、50万人以上の方がその作業に従事している。しかも作業環境は衛生面からも安全面からもあまりよくない。一つ清掃ロボットを持ち込んで、ダーティワークをへらし、省力化の楽しい職場を実現して

よう。

設計に際しいくつかの制約条件がある。

- (1) 取扱いが簡単なこと。
- (2) 既設の建物になるべく手を加えないこと。
- (3) エネルギーは余りつかわないこと。
- (4) 安全で信頼性が高いこと。
- (5) あまり高価でなく、作業効率がよいこと。

これらを考慮して、試作してみたのが写真3のようなロボットである。

このロボットは、人間が操作する時はリモコンコードをつなげば自由に操れる。コードを抜くと自動運転になつて一人で勝手に動き回る。

いつもは前進しながら、ブルーム（刷毛）をまわして掃いている。ブルームのうしろに巻き取りモップがあつて、拭き掃除も行つている。

写真でおわかりのように、ロボットは、壁や障害物を感じず5つの触覚と、階段や凹みを感じず3つの触覚を持つている。前3つの壁センサーと階段センサーに感じた時は、後退しながら真空吸引し、掃き残しをなくしてから、旋回し、直進になる。側面の壁センサーに感じた時は、直ちに旋回し、直進する。

ロボットは、人間様がみんな帰つた真夜中に真暗闇の中で一人で掃除しているのであるから、ついでに警備作業もしてもらふことにした。

- (1) 無指向性マイクロホンによる異常音の検出(耳)
- (2) CdS による明るさの検出(目)
- (3) 煙検出器による煙の検出(鼻)

を持ち、異常を感じると、警報およびランプを点滅させ警備室に報告する。

床面清掃がロボットにまかせられるようになると、次に問題になるのがビルの壁面清掃である。特にビルの高層化にともない、窓ふきを含めた外壁面の清掃は、その必要性が高まるのに反し、危険な作業なうえに作業環境が余りよくないので、ついつい頻度が落ちビルの老朽化を早めている。

昨年、著者は日本産業用ロボット工業会からの依頼でマチュアエンジニアリングの一環として、「高層ビル外壁面の清掃自動化システム」の委員会を招集し、基本設計を行つた。

そこでわかつたことであるが、清掃の概念は大変東洋的であつて、日本では遠く古事記にもお祓や禊など宗教的な儀式において重要な行事であり、仏教でも道元は「正法眼蔵」に「洗浄」という一巻をもうけて、その重要さを切々と書いている。西洋哲学やキリスト教の中には、余り清掃の概念が見当らないのはなぜであらう。

何はともあれ、ビルメンテナンス業界の作業者は高層化（平均年齢 50 才以上）し、高層ビル外壁面清掃での危険作業はますます増えるのであるから、新しい清掃システムを考え出さねばならない。

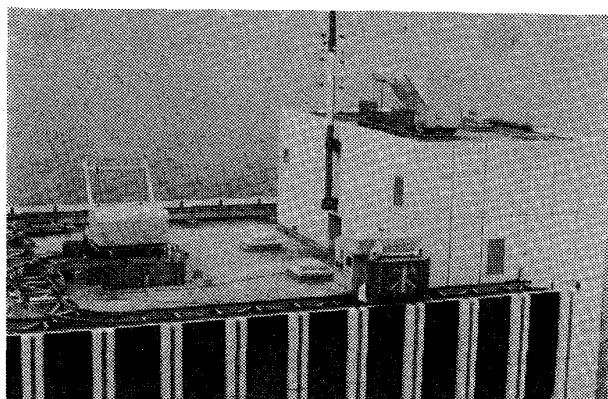


写真4. Yビル屋上の壁面清掃システム

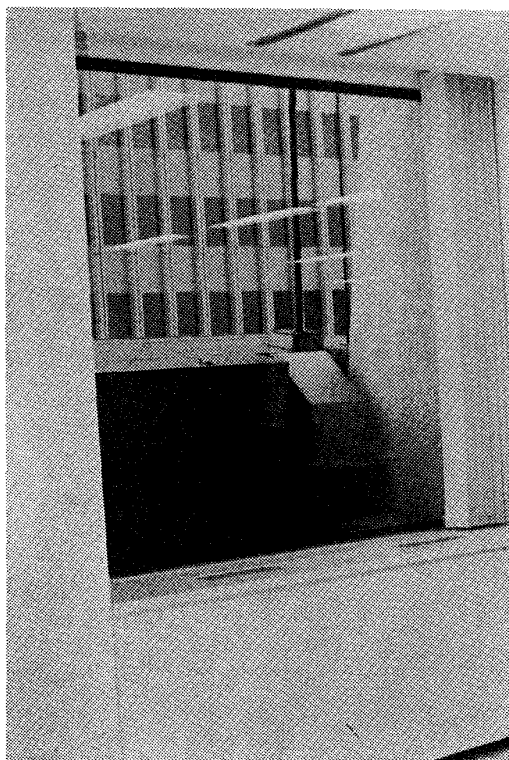


写真5. ガラス面を清掃するクリーニングユニット

現在、超高層ビルでは、いくつかの自動窓ガラス清掃装置が設置され運転されている。その一例として、新宿のYビルのものを紹介しよう。Yビルはその形状がやや特殊であり、19階以下の壁面が傾斜している（ガラス面は垂直）。そのため、自動清掃はなかなか困難であつて、本体が傾斜しているにもかかわらず、清掃部は垂直に保持するよう制御せねばならない。

作業手順を簡単に説明すると、まず階上に設置されたオペレーターカーを格納位置から指定位置まで、自動的に移動させる。

オペレーターカーが止まると、アームが押出され、ガイドに押出装置により建物の方位と、カーの方位が垂直に合わされる。

次にクリーニングユニットが自動的に下降し、窓面をリミットスイッチにより検出し、停止する。すると、清



写真6. 壁面を上下するクリーニングユニット

掃部が窓上部を検出しながら、窓面に押し出され、窓面に当たると停止し、それと同時に清掃部に注水が始まり、スポンジ部が回転し、排水もあわせて行われる。

そのままの状態を保持しながらクリーニングユニット全体が下降し、ガラス面を清掃する。窓面下部近くでクリーニングユニットは停止し、窓下部の清掃のため清掃部だけが下降し、窓面下端にくると下降を止め給水も止める。つづいてスクイジ部が窓面より10mmはなれ、自動的に絞られたスポンジが回転し窓面の水分をとりながら、150mm上昇し、クリーニングユニット部にもどる。再びクリーニングユニットが下降を始め、つぎの窓面を求めて同じ作業を繰り返す。

やがて、建物の傾斜部に入ると、上記の動作に加えて清掃部がガラス面に垂直になるように、自動的に制御しつつ、清掃作業を続け、最下窓部を完了するとクリーニングユニットは自動的に上昇し、つぎの窓列部分に、オペレーターカーに誘導されて横移動する。そしてまた、同じように窓ふき作業が繰り返されるのである。

以上の作業手順は表-1 によつて示す。

Yビルの場合、1列の窓（40階分）を清掃するのに約2時間を要し、クリーニングユニットの上昇時間や、屋上での横移動、自動位置決め時間を含めれば、約2時間16分となる。窓列は36列あるので、正味の所要時間は81時間6分であり、1日の作業時間を6時間とすれば13.5日間で一通りの清掃を完了する計算になり、ガラス窓清掃の周期は1ヶ月程度であるから、能力的には十分と見なせる。

表 1. 動作シーケンス

→動作を表わす.

	屋上 指 定 位 置	窓 面 検 出	ガ ラ ス 面 検 出	清 掃	下 の 窓 枠 検 出	ガ ラ ス 下 部 清 掃	壁 面	窓 面 検 出	斜 面 部 清 掃
オペレーターカー	移動								
クリーニングユニット	下降	停止	下降	停止	停止	下降	下降	下降	
スポンジユニット		押し出し			押し出し	押し出し	押し出し	押し出し	
スクイジー				(10 mm) もどる	(150 mm)				
スポンジ			回転	回転	回転	停止	停止	回転	
注 水				停止	停止	停止	停止		

上述のような、超高層ビルでは、ビル設計の段階で自動窓ふき装置を考慮し、階上につばな機械を設置できるので、ロボット化が比較的容易であるが、現在、都市で最も多い 10 階建以下の中高層ビルでは、ビル形式の多様化、階上への機械の持ち込みの困難さなどで、ロボット君を登場させるには一工夫も二工夫も必要である。

そこで今回は、高令者でも未熟練者でも、危険なく楽しく使え、清掃効率がよく清掃コストが下がり、ビルの耐久性に寄与できるロボットを設計し、無人化ではなく、楽しい作業環境を作り出すことも目的とした。

壁面清掃ロボットの仕様条件

- (1) ビル壁面の清掃自体には人間の労働力を必要としない。
- (2) 清掃作業に必要な人員は、1~2名にとどめる。
- (3) システムを構成する装置類の重量は1~2名の高令者作業員で十分持ち運びできるものである。
- (4) ロボットをビルごと設置するのでは、設備費が高くなるので、コストを下げるために同一のロボットが複数のビルに適用でき、しかも運搬、取付けが容易なこと。
- (5) ビルの特殊事情（屋上の形や電気設備の有無）に左右されない。
- (6) 特殊な壁面構造のものを除いては、できるだけ多くの壁面に適用できる。
- (7) ただし、余り複雑な窓形状のものや、高層のものはロボットが大きくなるので今回は対象からはずす。
- (8) 窓ガラス清掃だけでなく、必要に応じ、壁面の清掃や点検も行える機構を備えられる（オプションでよ

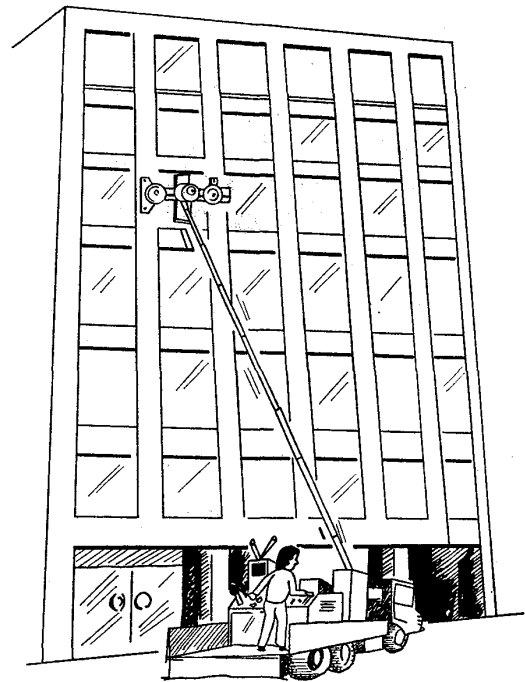


図 3. はしご車式清掃ロボット

- い)。
- (9) 清掃部の自重を補償し、壁面やガラス面に余計な荷重をかけないようにする。
- (10) 清掃能率をたかめるために、作業前後の装置の点検が最少限に止められるような機構とする。
- (11) 手動操作を必要とするときは、はん雑さを避け、むしろ楽しく操作できるような工夫を織り込む。
- (12) システムの安全性に対し十分な配慮をする。

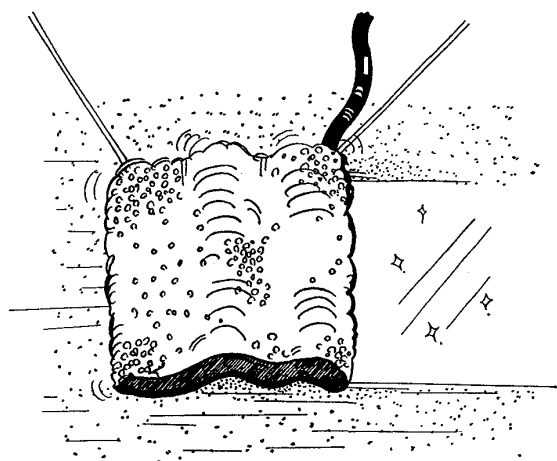


図 4. ナメクジ式清掃ロボット

このような仕様を満足するロボットは一通りではなくいくらかでも考えられるが、2～3の例をあげてみよう。

はしご車式清掃ロボット

これは消防や救助で活躍するはしご車からの連想である。装置類をビル側には設置することなく、すべて路上の自動車のところからの指示で操作できる。清掃部ははしごや釣竿で自動車から張り出して、壁面に吸着して清掃作業を行うが、はしごや釣竿は単に清掃部の自重をささえているだけで、移動や位置決め窓ふき作業などはすべて清掃部に装着された、動力や検出器で自動的に行われる。手作業を必要とするのは、窓列から窓列へ清掃部を移動させる場合などに限られる。

はしご車1台行けば、建物の外側から簡単に清掃作業が行えるので、機動力はばつぐんであるが、地上に自動車を置けるスペースと条件が必要である。

ナメクジ式清掃ロボット

この方式に関しては多くの説明を要しないであろう。だれしも一度や二度はナメクジやカタツムリが壁面やガラス面をはい、その跡がくつきりと残っているのを目にしたことがあるから。

清掃部全体が柔軟で、ガラス面に接している部分がすべて清掃に加担し、吸着部が上下左右に動くことが、そのまま清掃作業につながっている。

清掃を行う面はスポンジで構成され、その全面に水の吹き出し口が分布し、周図には吸い取り口がある。

水の吸い取り口とは別に、4つの吸盤を設け、それらがエアシリンダで連結されている。吸盤とエアシリンダの上手なシーケンシャルな動きによつて、ロボットは上下左右、任意な方向に移動できる。清掃部は安全のため、自重を補償するワイヤロープで支える必要がある。現段階では外壁面のフラットなビルの清掃に適しているが、壁面の凹凸を検知し、それに応じて体の姿勢を変化させるロボットでも開発されれば、どんな壁面でも吸い着いて、ものおじしないナメクジが通行人に愛き

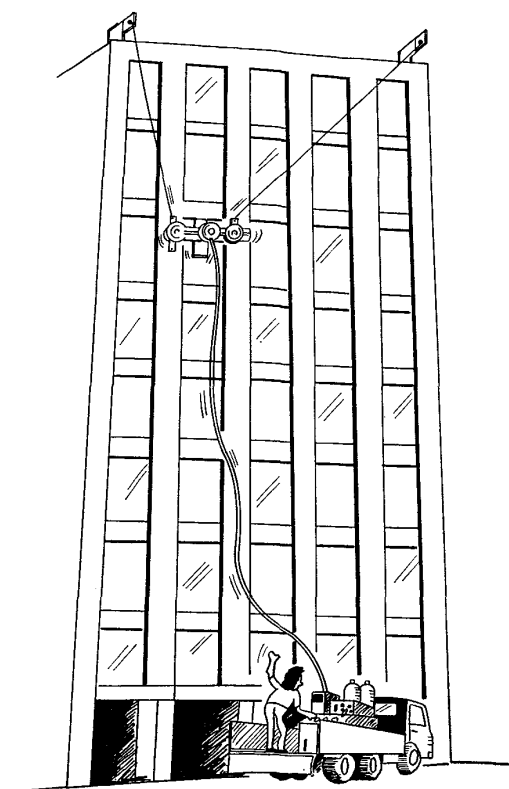


図 5. 2支点懸架式清掃ロボット

ようをふりまきながら、ビル清掃にはげむ光景があちこちで見られるかもしれない。

2支点懸架式清掃ロボット

このロボットは懸架方法に特長があり、ビル屋上の清掃側に面したパラペット（防水立上り）に2つの支点を設け、その各々にウインチの端をひつかける。

図5は清掃部を水平に保守する場合の概略図であるが、姿勢の保持や移動方向に関しては、すべて清掃部が主導権を握り、2本のワイヤロープは単に清掃部の自重がゼロになるように支えているだけである。清掃部に負荷がかかると、エラー信号によつてサーボ系が働き、清掃部が目的の方向に移動するときには、非常に軽く駆動することができる。

清掃中は、清掃部の両端にある吸盤を作動させて壁面に固定する。

清掃部は、窓ガラスを清掃するヘッド部分と、それを支持しガラス面に沿つて移動させる支持フレーム、本体を壁面に固定したり壁面間をガイドしたりする保持ユニットなどから成り立っており、軽量化をはかるため清掃に必要な水はフィルタで循環させて少量ですませ、また水の交換もカセット化してある。

すべての装置は小型トラックに積み込み、目的とするビルのそばに停車させ、屋上に設置する2台のウインチはエレベーターで運び上げ、清掃部本体は、屋上から降ろされた2本のワイヤロープにひっかけ、壁面にあわせてセットし、自動のボタンを押せばよい。あとはロボッ

表 2. スレーブアーム動作範囲

軸	形式	揺動角 (°)	排油量 (cc/rad)	理論トルク (kg·cm)	最大速度 (°/s)		分解能 (°/bit)
					アクチュエータ単体	テレメータ使用	
I	*W	** 85 (75)	96.2	6734	41.2	34.0	0.17
II	*S	160(150)	47.1	3299	86.0	32.0	0.16
III	S	175(165)	47.1	3299	86.0	36.0	0.18
IV	S	190(180)	14.6	1019	139.1	38.0	0.19
V	W	120(120)	15.2	1065	133.2	24.0	0.12
VI	W	*** (130mm)	12.2	851	166.6	24.0	***0.27 mm

I : 肩の上下 II : 肩の水平 III : 肘の水平 IV : 前腕の回転 V : 手首の上下 VI : 手先の開閉

* Wはダブルベーン Sはシングルベーンを表わす.

** () 内は使用範囲を表わす.

*** この値のみブリップ先端の間隔を mm で表わす.

トが自分で窓を検知し、自動でふき掃除を完了してくれる。1列の窓が終つて次の列への移動はまた作業者の仕事である。

清掃作業に必要な人員は1~2名で、車の運転、装置の設置、半自動の手動操作などを行う。これらは高令者にも楽しくやつてもらえる仕事である。

3. 人間とロボットの接点 バイラテラルサーボ方式

最近の科学技術の進歩、特に宇宙開発、海洋開発、原子力開発などの重要性にともなつて、人間にとっては大変危険きわまりないが、ロボット君なら比較的容易な作業が増えてきた。早速ロボット君に登場を願うわけであるが、何といつても総合判断を必要とする作業では、とても人間様の足もとにも及ばないのが現状である。そこで人間とロボットの共同作業が大切になつてくる。

これから、われわれが開発した“水中バイラテラルマニピュレータ”を例にあげて、人間ロボット系の有利さを述べてみよう。

海洋調査、機器構造物の設置、ケーブル・パイプラインの布設、魚礁の管理などの海中作業を遂行する場合、それぞれの専門家が実際の海中・海底の状況を正確に認識しながら作業を進めることが重要である。

さらに、海底の状況を認識しながら、直接深海中での作業の必要性も多い。

今回、テレビカメラを内蔵した、無人深海調査船(アイロボット)に多関節バイラテラルサーボマニピュレータを搭載し、サンプル採集から、計測、フックがけ、切断溶接まで各種作業に成功をおさめることができた。

バイラテラルフォースフィードバック方式とは、船上のオペレータがマスターアームを操作すると、その信号が海中のスレーブアームに伝わり、マスターと同じ形に動く。その際スレーブアームに力が加わる(例えば固いものを握んだり、何かを押したりして)とその反力を感知してマスターに信号を送り、オペレータにその力をフィードバックさせて感覚をもどしてやる方式である。

オペレータはテレビの画面を見ながら作業する際に手

表 3. マスターアーム動作範囲

軸	電動機トルク (kg-cm)	減速比	軸出力 (kg-cm)	最大電流 (A)
I	6.4	1/10.8	69.1	5
II	6.4	1/6	38.4	5
III	6.4	1/6	38.4	5
IV	0.037	1/100	3.7	0.2
V	0.037	1/60	2.2	0.2
VI	0.037	1/60	2.2	0.2

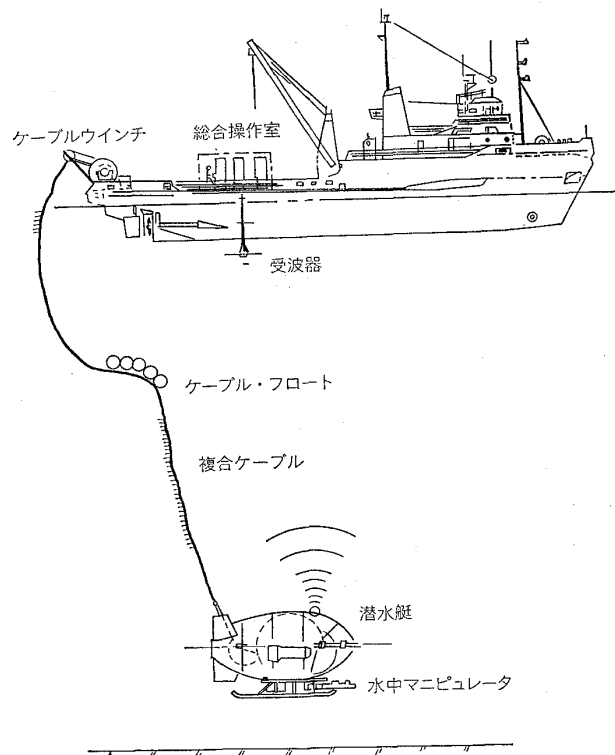


図 6. 運用形態

もとに感覚がもどるため、対象物をこわしたり、無理な力を与えたりしないので、動作が非常にスムーズになる。

総合性能

- 操作方式 マスタースレーブバイラテラルフォースフィードバック方式

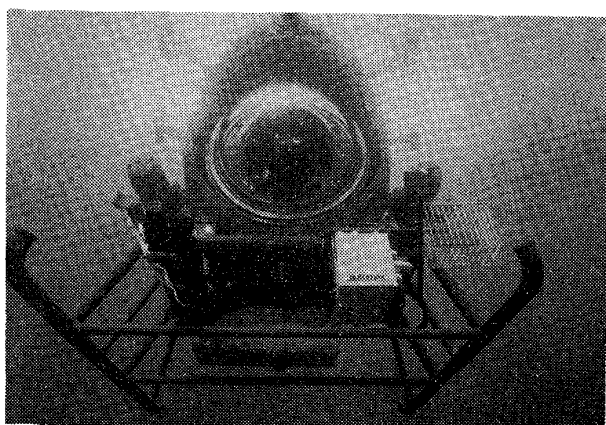


写真7. パイラテラルサーボマニピュレータ付無人
深海調査船

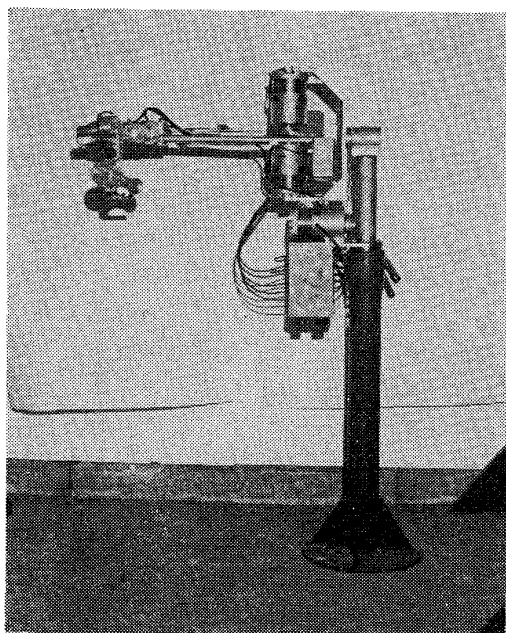


写真8. マスターアーム

- 自由度 多関節形6自由度
- 環境条件 海水中(最大深度150m)
- 取扱荷重 20 kg
- 保持荷重 40 kg
- 把握力 43 kg
- 主材料 耐融アルミニウム(表面硬化処理)

スレーブアーム

- 自由度 6自由度
- 動作範囲 定格表2
- 駆動方式 電気油圧サーボ方式
- 制御方式 角度フィードバック制御
- 全長 約1200 mm

マスターアーム

- 自由度 6自由度
- 動作範囲 定格表3
- 駆動方式 直流モータ定電流制御
- パイラテラル比 可変(先端部最大荷重1 kg)

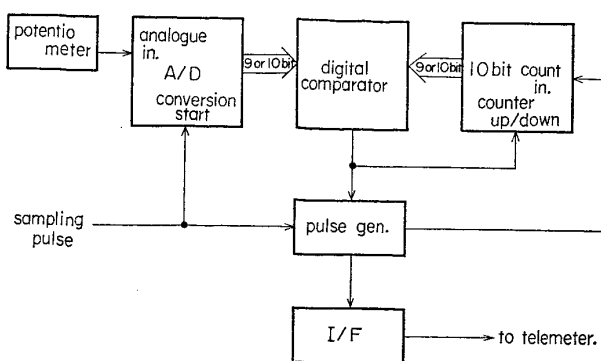


図7. マスター制御器ブロック図

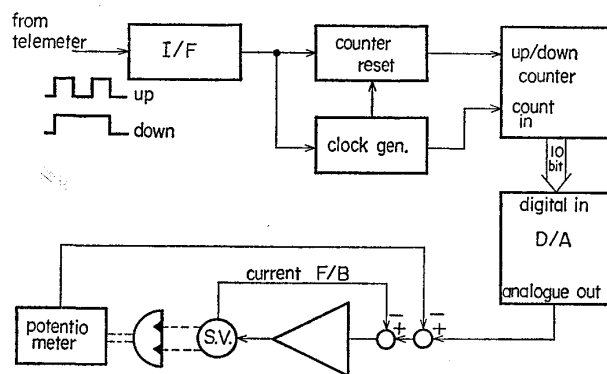


図8. スレーブ制御器ブロック図

油圧ユニット

- 型式 ポンプ内蔵外圧バランス型リザーバ
- 電動機 油浸型誘導電動機 1.5 kW 4p AC 220V 60 Hz
- 連続吐出量 9.26 l/min
- 定格圧力 70 kg/cm²
- 作業環境 深度 0~150 m (海水中)
水温 0~30°C
- 重量 空中約 95 kg

制御装置

マスター制御器ブロック図 図7

スレーブ制御器ブロック図 図8

4. おわりに

ロボットを採用し、自動化、無人化を進めることは、作業者の職場をうばい、失業者を増やし、労働強化への道を進ませるような意見をよく耳にするが、それは大変な誤解である。たしかに、ロボットの採用法を間違えば、悪の道を進むかもしれない。しかし、それは採用する人間の心の問題であつて、機械や道具はいうにおよばず、宇宙のすべてのもの(現象も含む)は、それを利用する人間の心によつて、よくも悪くもなるものであるから、人間の考え方を確立せねばならない。

ロボットにはよりロボットらしい職場を、そして人間にはより人間らしい職場を、共に楽しく仕事のできる環境を作り、共に栄えんことを!