

小形・高速組立ロボット“A4010S”

Compact and High Speed Type Assembly Robot “A4010S”

組立ロボットの中でもニーズの高い電気・電子分野など、作業タクトの短い作業や小物精密部品の組立などに対応するため、組立ロボットA4010シリーズの上位機種として、小形・高速組立ロボットA4010Sを開発した。

このロボットは、低価格ながら4自由度すべてがDCサーボモータ駆動で、また、制御装置は16ビットマイクロコンピュータによるオールデジタルソフトウェア制御方式を採用し、最大速度2,200mm/s、位置繰返し精度±0.05mmを実現した。

本稿では、製品の概要について述べるとともに、コンピュータリンケージ機能及び適用例を紹介する。

武市謙三* *Kenzô Takeichi*

久富良一* *Ryôichi Hisatomi*

1 緒言

産業用ロボットは1980年代に入り、いよいよ本格的な普及期を迎えた。ここ数年は特に組立用ロボットの普及が目覚ましく、その中でも電気・電子分野での伸長が著しい。

日立製作所でも、これまで低価格ながら4自由度を備えたA4010シリーズ、高精度・高速動作のA3020、A3100シリーズ、高機能のA6030などの多関節形及び直交形AXシリーズなどの組立ロボットをそろえ、多様なニーズに対応してきた。

今回、これらの機種に加えて、作業タクトの短い電気・電子分野への対応力を強化するため、A4010シリーズの上位機種として、A4010Sを開発、製品化した。本機種は低価格ながら高速・高精度の性能をもち、用途としては特に次のような組

立作業をねらいとした。

- (1) 異形電子部品のプリント基板への挿入作業
- (2) 小物精密部品の組立作業
- (3) 箱詰め部品のパレタイジング、デパレタイジング作業

以下、製品の概要と特長、コンピュータリンケージ機能とその応用例について述べる。

2 ロボットの概要

ロボットは、ロボット本体と制御装置(ティーチングボックス付き)から構成されている。本体外観を図1に、制御装置の外観を図2に、主な仕様を表1にそれぞれ示す。

2.1 ロボット本体

本体の外形寸法及び動作範囲を図3に示す。構造は、第1アーム、第2アームとその先端に上下軸、ひねり軸を配置した4自由度の水平多関節形ロボットである。

駆動電動機には、すべてDCサーボモータを採用し、第1アーム、第2アームの電動機は構造を簡単にするため、それぞれの回転軸心上に設置し、減速機を介して駆動する方式とした。上下軸及びひねり軸の電動機はアーム軽量化のために設

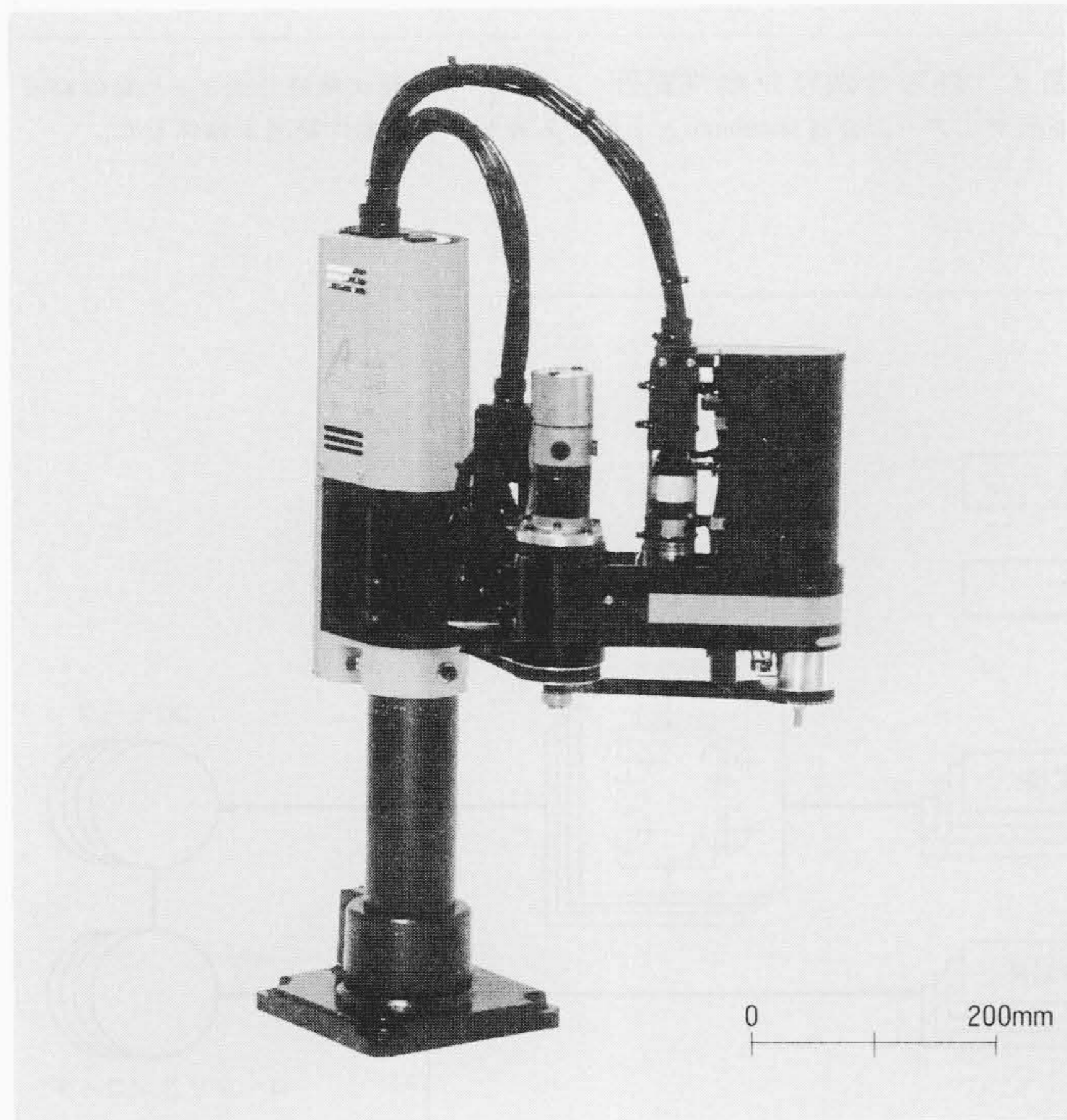


図1 ロボット本体外観 4自由度すべてにDCサーボモータを採用した高速・高精度の水平多関節形組立ロボットである。

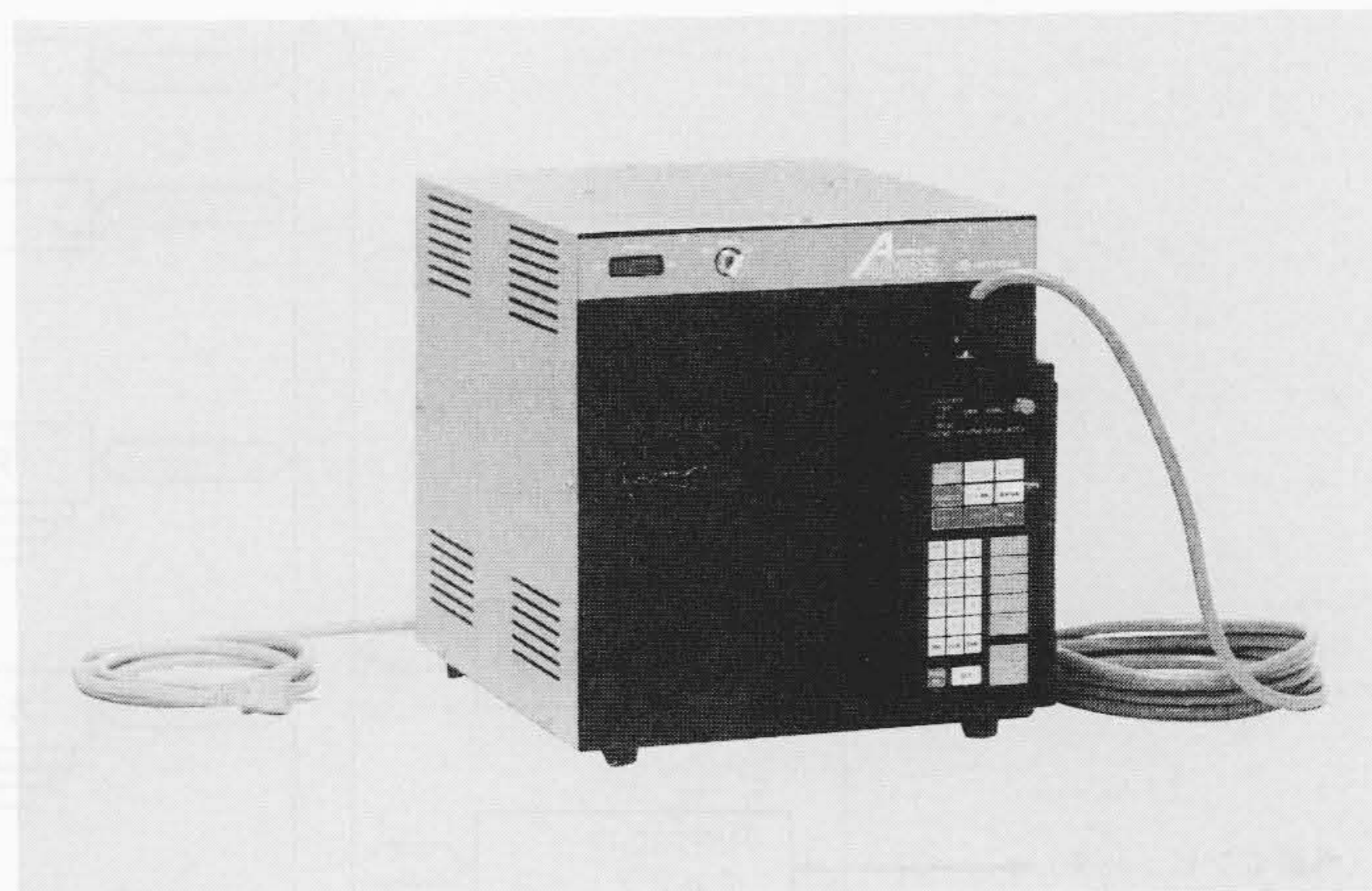


図2 制御装置外観 幅330mm×奥行390mm×高さ365mmのコンパクトな制御装置である。電源投入以外の操作は、すべて小形・軽量のティーチングボックスで行なうことができる。

* 日立製作所栃木工場

表1 主な仕様 低価格ながら16ビットマイクロコンピュータを用い、最大速度2,200mm/s、位置繰返し精度±0.05mmを実現した本格的組立ロボットである。

項目		仕様	
ロボット本体	構造	水平多関節形	
	動作自由度	4	
	駆動方式	DCサーボモータ	
	可搬重量	1kg(高速時), 2kg(低速時)	
	最大速度	2,200mm/s	
	位置繰返し精度	±0.05mm	
	重量	約26kg	
制御装置	教示方式	ティーチングプレイバック	
	経路制御方式	PTP制御	
	記憶容量	位置	500ポイント
		順序	500ステップ
	入出力点数	入力10, 出力10	
	コンピュータリンク	RS-232Cシリアルインターフェース(オプション)	
	外形寸法	幅330×奥行390×高さ365(mm)	
	重量	約29kg	
	電源	単相100V±10%(50/60Hz)	

注：略語説明 PTP (Point to Point)

けた第1アーム、第2アームの空洞部にそれぞれ配設し、タイミングベルトにより伝達駆動する構成とした。

また、動作範囲は、ロボット本体支持部をポール状にし、第2アームが内側まで回り込めるようにしたことと、第2アームを第1アームに対して左右対称に回転可能な構造にしたことにより、アーム全長が400mm(従来のA4010シリーズはアーム全長500mm)と小形になったにもかかわらず、従来のA4010シリーズと同等の動作範囲を確保することができた。

2.2 制御装置

制御装置のシステム構成を図4に示す。本制御系の特長は、サーボ制御、ティーチングボックスのキー入力・表示、外部インターフェースなどのコントロールをすべて1個の16ビット

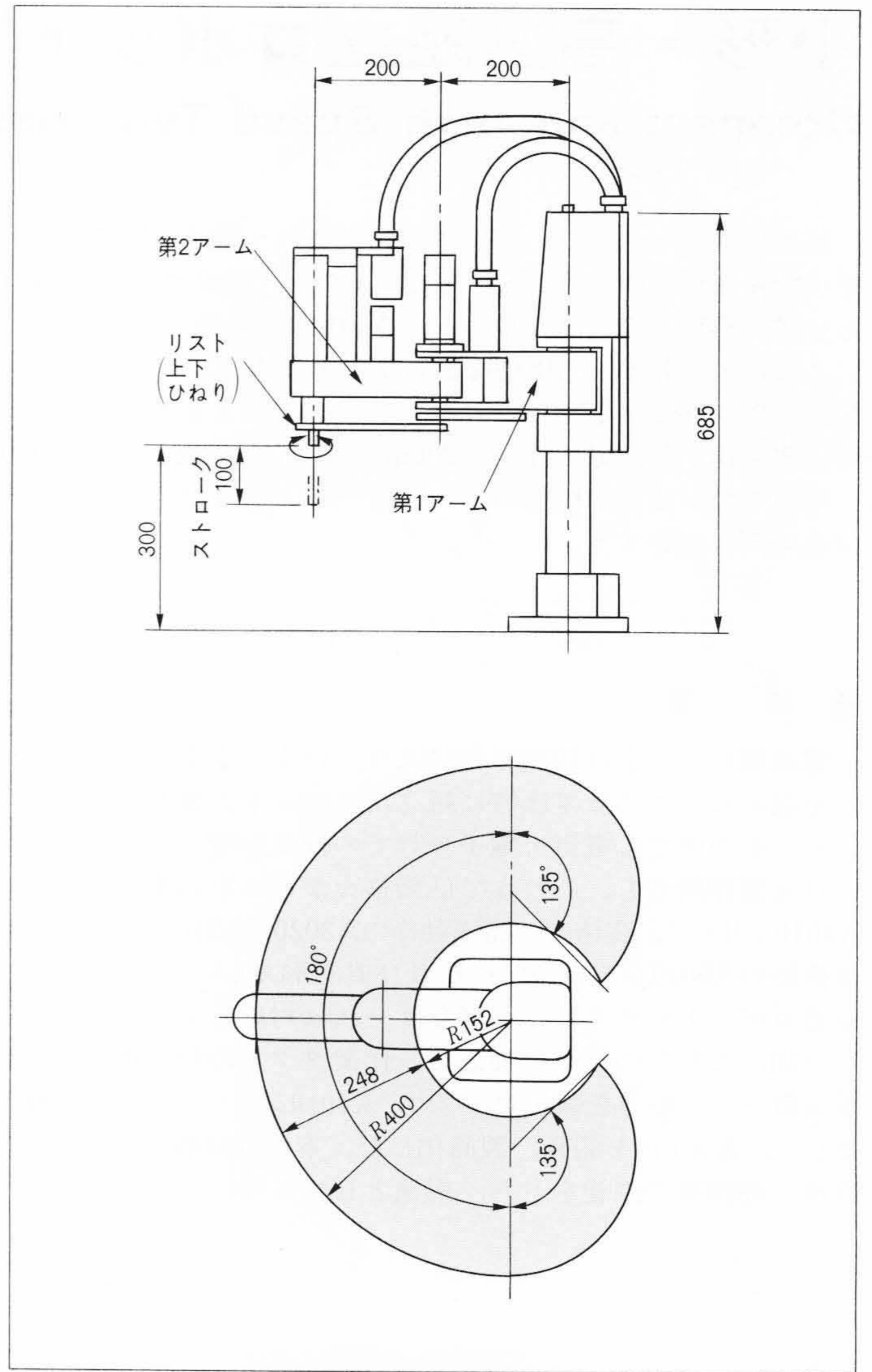
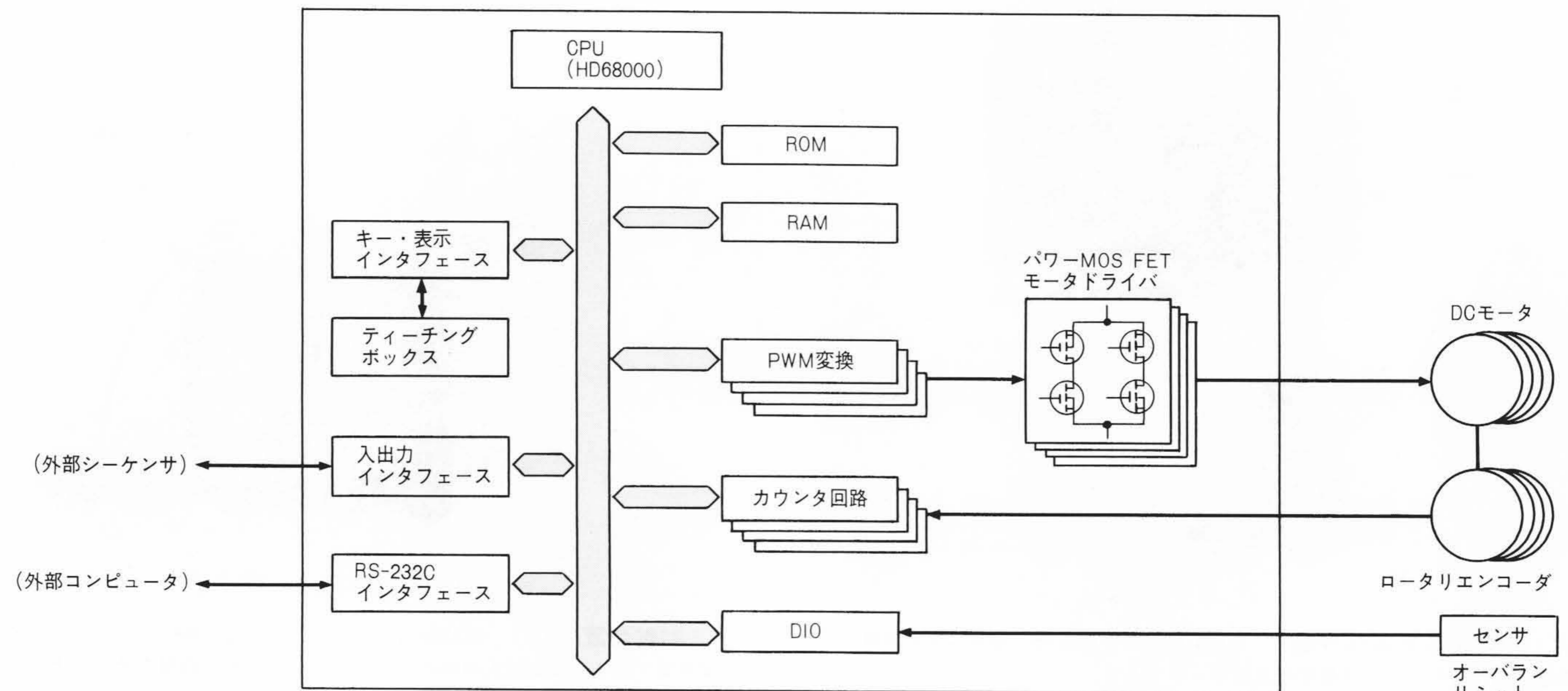


図3 外形寸法及び動作範囲 ロボット本体の概略寸法とその動作範囲を示す。アーム全長は400mmと小形であるが、広い動作範囲を確保した。



注：略語説明 CPU(Central Processing Unit), ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), PWM(Pulse Width Modulation), MOS(Metal Oxide Semiconductor) FET(Field Effect Transistor), DIO(Digital Input Output)

図4 制御システム構成 16ビットマイクロコンピュータHD68000 1個によるオールデジタルソフトウェアサーボ制御方式を採用した。



図5 プログラム例 コード式命令語により，このようなデバタイジング作業もわずか18ステップで簡単にプログラムすることができる。

マイクロコンピュータHD68000で行なっている点である。サーボ制御系には，ロータリエンコーダからのカウントデータにより周期的にソフトウェアで位置と速度を演算し，サーボ定数を算出してPWM (Pulse Width Modulation) 指令を出力し，また，加減速の高速化と振動抑制の方法として，サイクロイド曲線による加減速と積分補償などをソフトウェアで行なうオールデジタルソフトウェアサーボ方式を採用した。

なお，装置の特長は次のとおりである。

- (1) 外形寸法は幅330mm×奥行390mm×高さ365mmとコンパクトで，設置スペースを節約できる。
- (2) 11種類のコード式命令語による動作シーケンスなどのプログラミング(図5)，位置データの教示などすべての操作を小形・軽量のティーチングボックスで効率よく行なうことができる。
- (3) RS-232C(オプション)により，上位コンピュータとデータ通信が可能である。
- (4) 異常に対しては，サーボ異常，リミットオーバラン，エンコーダ断線などの検出機能が働きロボットを停止させるなど，信頼性，安全性の向上を図った。異常内容はティーチングボックスに表示されるので，確認と対応が容易にできる。

3 コンピュータリンケージ機能

最近，上位コンピュータにより，ロボットの自動運転，ティーチングデータの集中管理，複数ロボットの群管理などが盛んになってきた。A4010Sにもオプションとしてコンピュータリンケージ用のRS-232Cインタフェースを装備し，このようなコンピュータロボットシステム(図6)を実現できる。以下，具体的機能について説明する。

- (1) ロボットの起動・停止あるいはジョブ選択を指示する遠隔操作機能により，ロボットの自動運転が可能である。
- (2) ティーチデータ(位置データ，プログラムデータ)のアップローディング，ダウンローディング機能により，ティーチデータをフロッピーディスクなどの外部記憶媒体に収納し，管理することができる。
- (3) コンピュータ側でティーチデータを入力・編集することにより，オフラインプログラミングが可能である。
- (4) 位置データのシフト計算機能により，図7に示すような箱詰めされた部品の位置を四隅だけの位置データからシフト

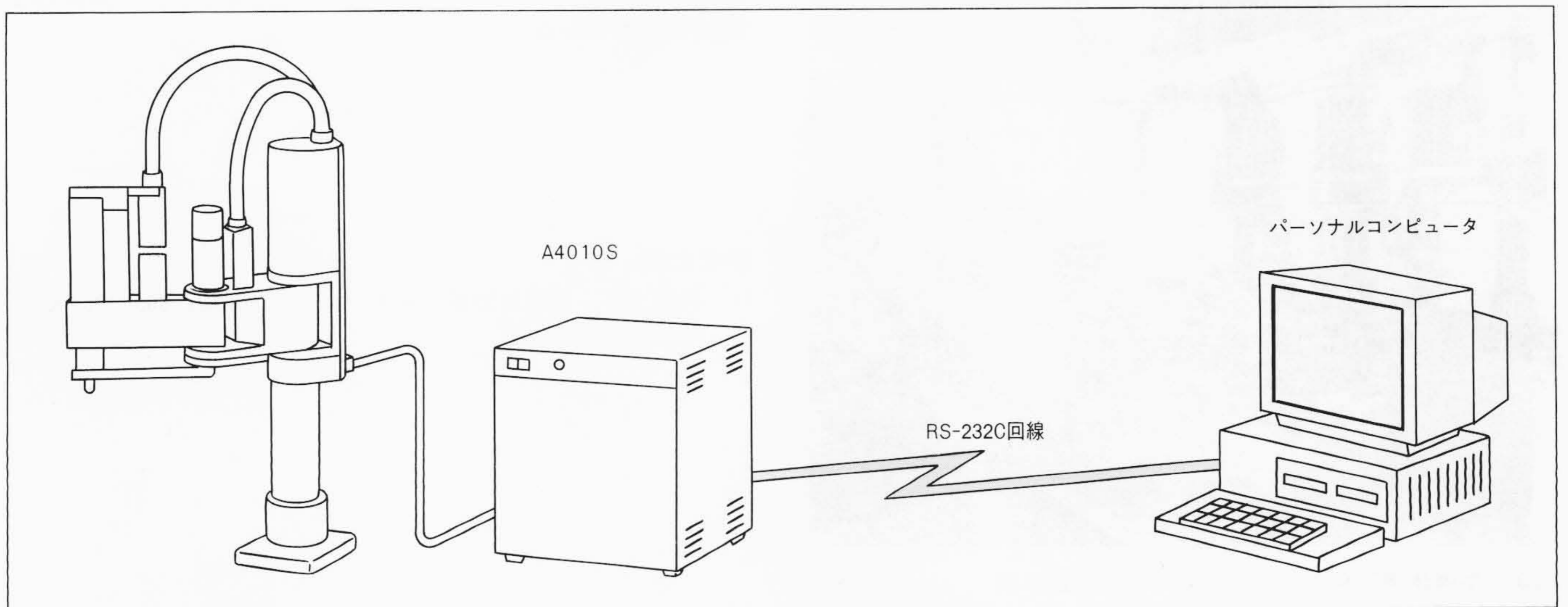


図6 コンピュータ-ロボットシステム RS-232Cシリアルインタフェースを介して，コンピュータとロボット間でデータ通信を行なうことができる。

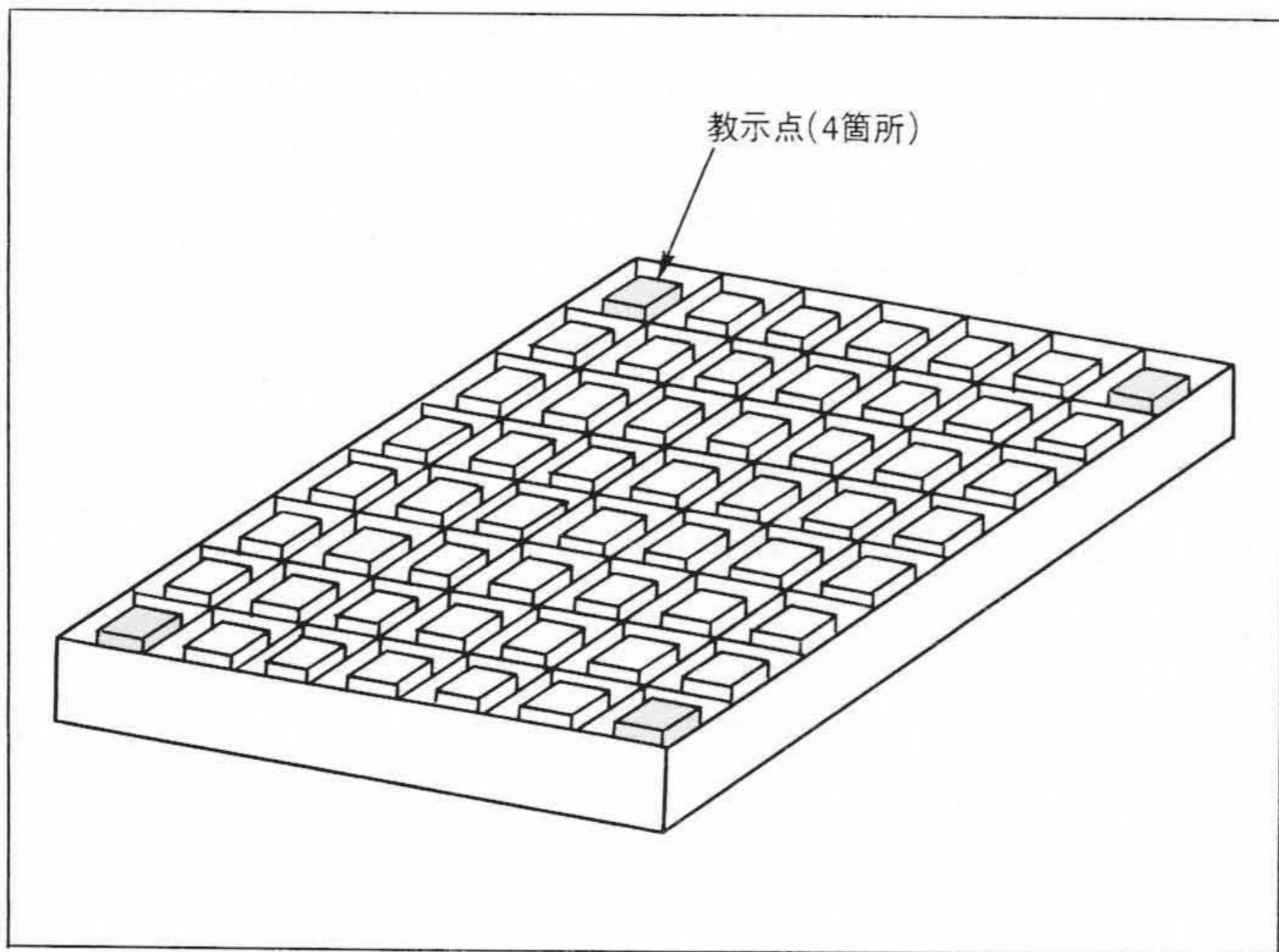


図7 位置データのシフト計算機能 四隅の位置データから、コンピュータによりシフト計算し、箱詰めされた部品の位置を正確に得ることができる。

計算することができる。この方法は、実際にティーチングした四隅のデータを用いるので、正確な位置が得られる。

(5) 視覚認識装置とコンピュータを接続することにより、視覚装置で得たデータをコンピュータで処理後、ロボットへ伝送し、位置の補正などを行なうことができる。

4 適用例

図8は、A4010S 3台と視覚認識装置及びパーソナルコンピュータを用いて、半導体後工程のペレットを治具へ正確に投入する作業例である。

ペレットは、概略、位置決めされた状態で供給されるため、まず、ロボットのハンド内に設置したカメラ(図9)で、治具の基準穴のずれ量を測定し投入点の補正を行なう。次に、ペレットの姿勢を見て、中心位置を吸着し、治具への正確なペレット組込みを可能にした。

5 結 言

組立ロボットA4010シリーズの上位機種として、小形・高速

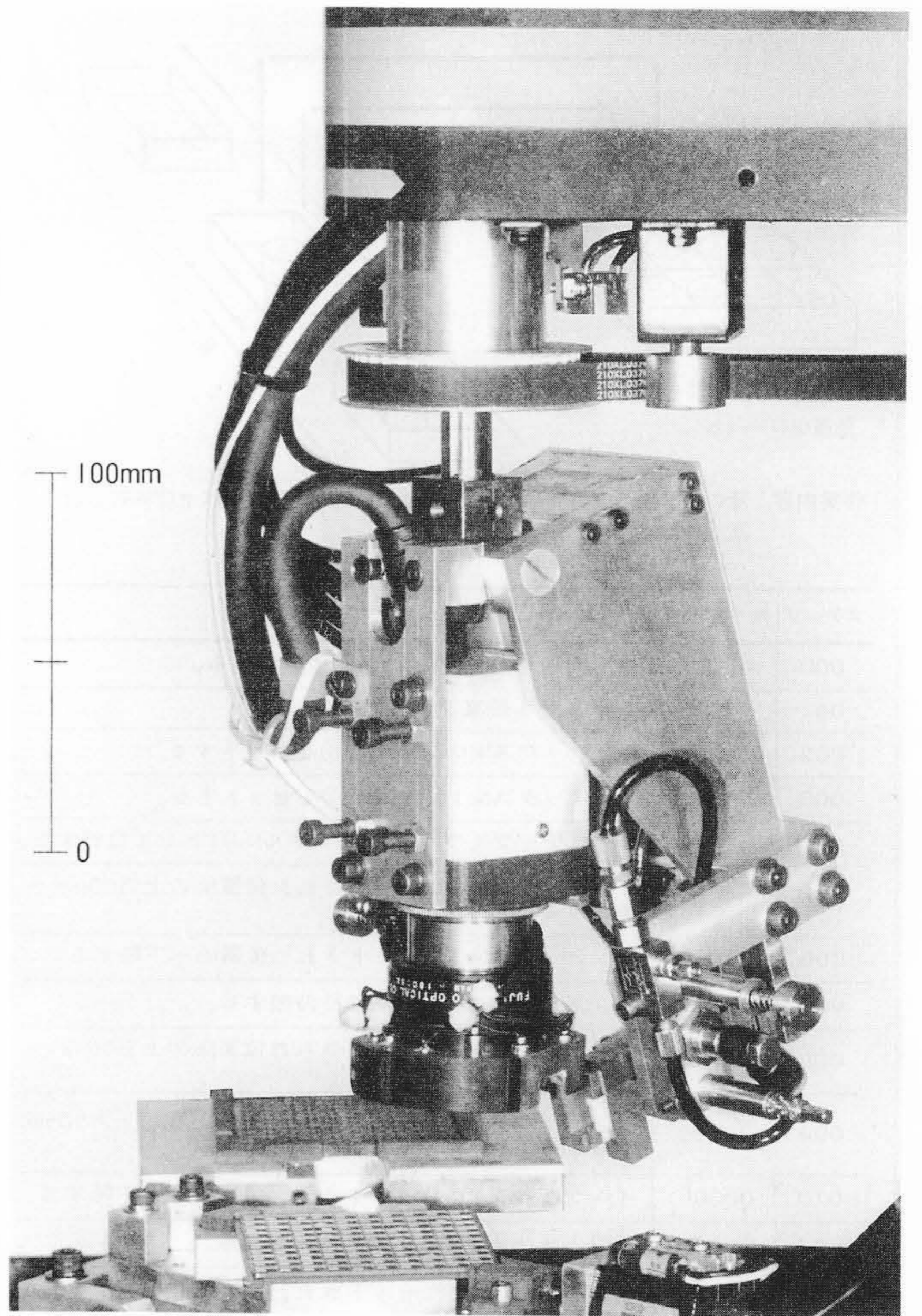


図9 ペレット吸着専用ハンド外観 ハンド部に小形カメラを内蔵し、視覚認識とペレット吸着作業を同一のハンドで行なえる機構である。

タイプのA4010Sを開発、製品化した。A4010Sの特長は低価格ながら、4自由度すべてがDCサーボモータ駆動で、高速・高精度の組立作業ができることであり、電気・電子分野などタクトの短い作業にも十分対応できる製品である。

組立作業の自動化はますます拡大し、組立ロボットの用途も多様化することが予想される。今後、多様な市場ニーズにこたえ、ユーザーにとって真に使いやすいロボットを提供していく考えである。

参考文献

- 1) 井田, 外: 多関節形組立ロボット, 日立評論, 66, 10, 721~724(昭59-10)

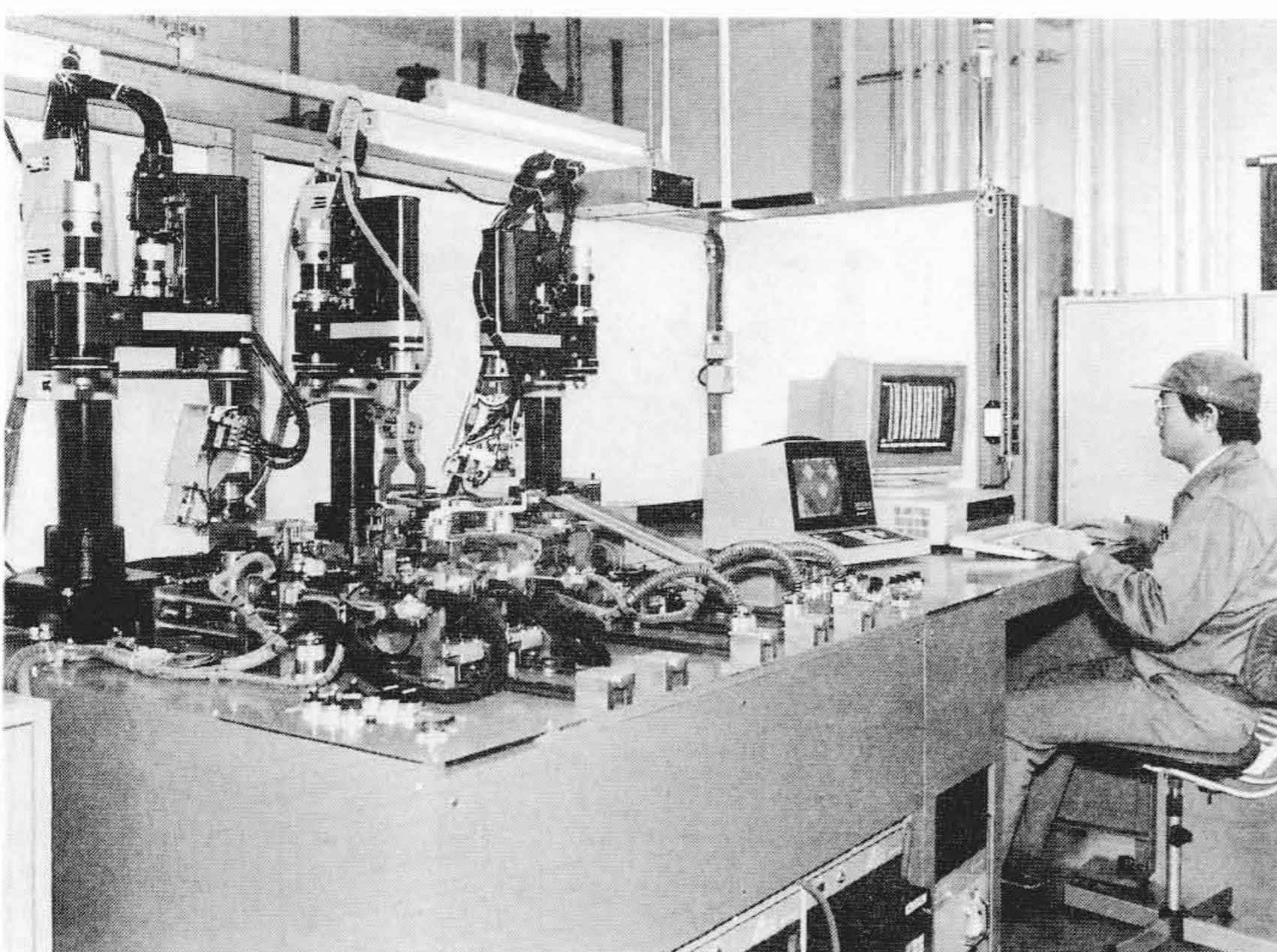


図8 半導体後工程のペレット治具組込装置外観 A4010S 3台と視覚認識装置, パーソナルコンピュータにより位置の補正を行ない, 正確にペレットを治具へ組み込むことができる。