

直角座標ロボットとその応用

Precision Cartesian Robots and Their Applications

最近、小物部品や小形電子部品の移載、組立、検査などの作業で自動化の実現のために、直角座標ロボットの適用が拡大されている。今回、更に応用範囲を拡大するため、3軸仕様の門形タイプの製品を完成し、従来の2軸仕様に加えシリーズの拡大を図った。

これらの製品は、FAでのシステム製品として、使いやすさ、ニーズに対応した品ぞろえ、高精度が特長である。

更に、直角座標ロボットを応用し、システム機器として製品化した多ピンLSIオートハンドラを完成した。

本稿では、これらの製品の概要について紹介する。

今泉忠博* *Tadahiro Imaizumi*

今泉 豊* *Yutaka Imaizumi*

東 峰生* *Housei Higashi*

平井佳夫* *Yoshio Hirai*

1 緒 言

小物部品、電子部品などの小形精密部品の組立、移載作業を高精度な直角座標ロボットやロボットを装置に組み込んで自動化する事例が多くなっている。最近は特に小物部品の組立、電子部品の小形・高密度化に伴い、その製造、組立、検査などに要求されるロボットの位置決め精度は年々厳しくなっている。

このため、単品として高精度、高速で動作するほか、各種動作に対応できるように多軸動作仕様の直角座標ロボットが求められている。

これまで、高速・高精度の2軸動作のロボットを製品化しているが、今回新たに3軸動作仕様の直角座標ロボットを開発しシリーズに加えた。また、直角座標ロボットを適用した多ピンLSIオートハンドラでは、精密な部品吸着ハンドとの併

用により、高速で正確な搭載のほか、トレイ供給装置との組み合わせにより、フレキシブルな自動化を可能としている。

2 直角座標ロボットの構成と概要

2.1 直角座標ロボットの構成

直角座標ロボットは、ロボット本体、制御装置、ティーチングボックスなどから構成されている。

その本体外観を図1に、制御装置の外観を図2に示す。製品の基本構成は、それぞれの組立作業に応じて使用できるように、単軸形、2軸仕様のアーム形、門形を標準としているが、更に門形タイプに上下の動作をもつ3軸仕様を加え、シリーズ化を図った。主動作はティーチングボックスからのリモートコントロールによってあらかじめロボットのハンドを

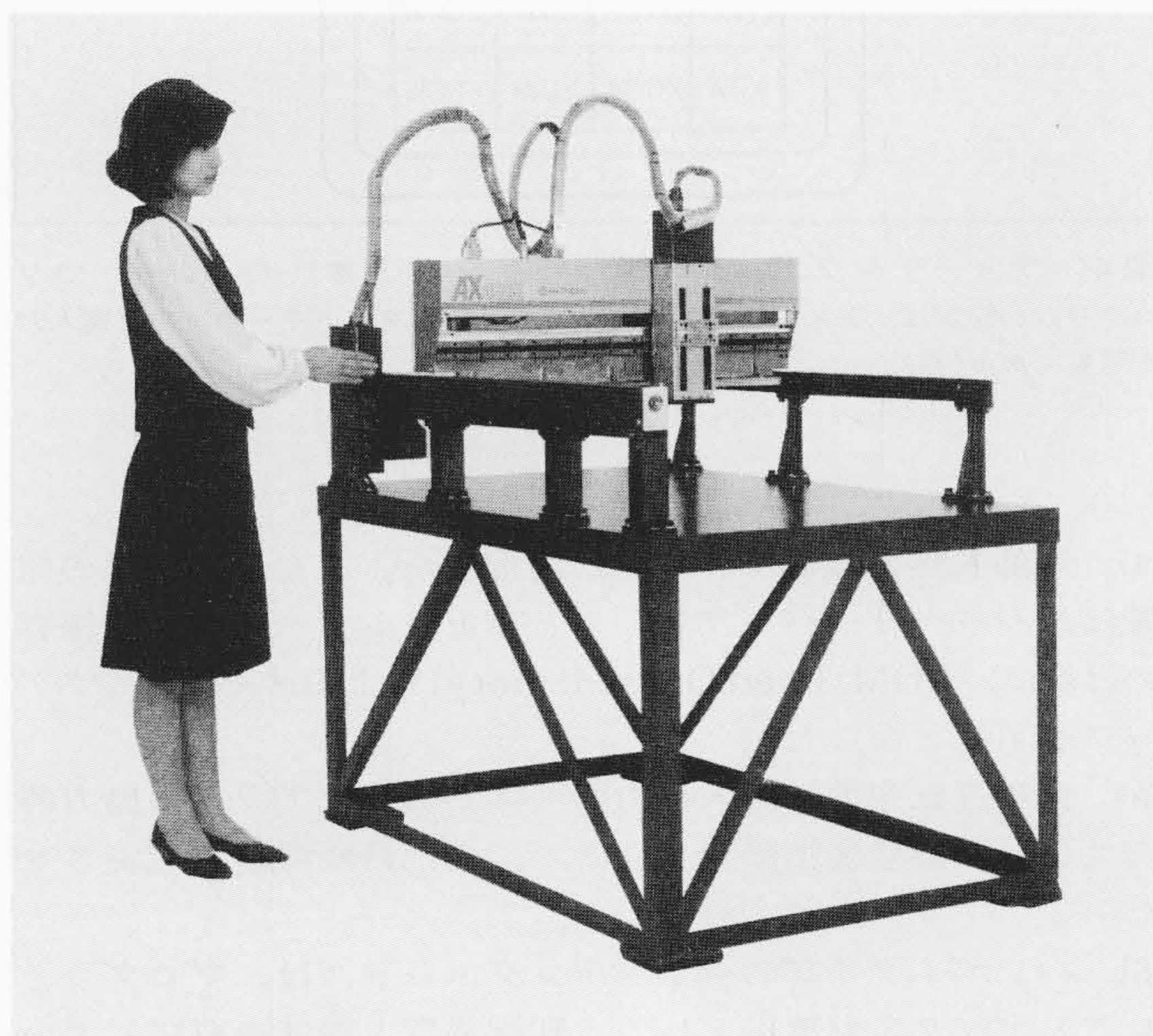


図1 直角座標ロボットの外観 3軸(X,Y,Z)仕様の門形タイプ直角座標ロボットを示す(幅800mm×奥行710mm×高さ400mm)。



図2 制御装置の外観 ロボット本体と分離させ、ケーブルで簡単に接続ができる。設置変更に対応しやすいことを特徴としている(幅700mm×奥行350mm×高さ900mm)。

* 日立製作所清水工場

動作させて作業の順序位置などの情報を記憶させ、これを再生させるプレイバック方式を採用している^{1),2)}。また、直接入力方式も選択により行なうことができる。経路制御方式は直線補間のほか、簡易CP(Continuous Path)制御が可能である。

ロボット本体は駆動機構にDCサーボモータ³⁾とボールねじ案内機構にリニアガイドを採用し、それぞれの部品や組付部は高精度な加工を実施している。またX軸、Y軸については、ボールねじとサーボモータの軸間はタイミングベルトで連結し、Z軸はサーボモータ軸とボールねじを直結して、製品本体のコンパクト化を図っている。

2.2 ロボットの概要

ロボットの主仕様を表1に示す。本機種の特長は、高速かつ高精度な点にあり、X軸、Y軸は800mm/s、Z軸は100mm/sで、±0.05mmの位置繰返し精度を実現している。可搬重量は5kgfで、各種ハンドリングへの適用が可能である。

3 制御装置の特徴

制御装置は8ビット系CPU(Central Processing Unit)を基本構成とし、制御装置の小形・高機能化を図っている。図3に構成を、図4にティーチングボックス操作面を示す。今回新しく開発した3軸仕様の制御装置の特長は、次に述べるとおりである。

(1) プログラムステップ数は最大1,200ポイントで、プログラムの種類は最大24種まで登録できる。

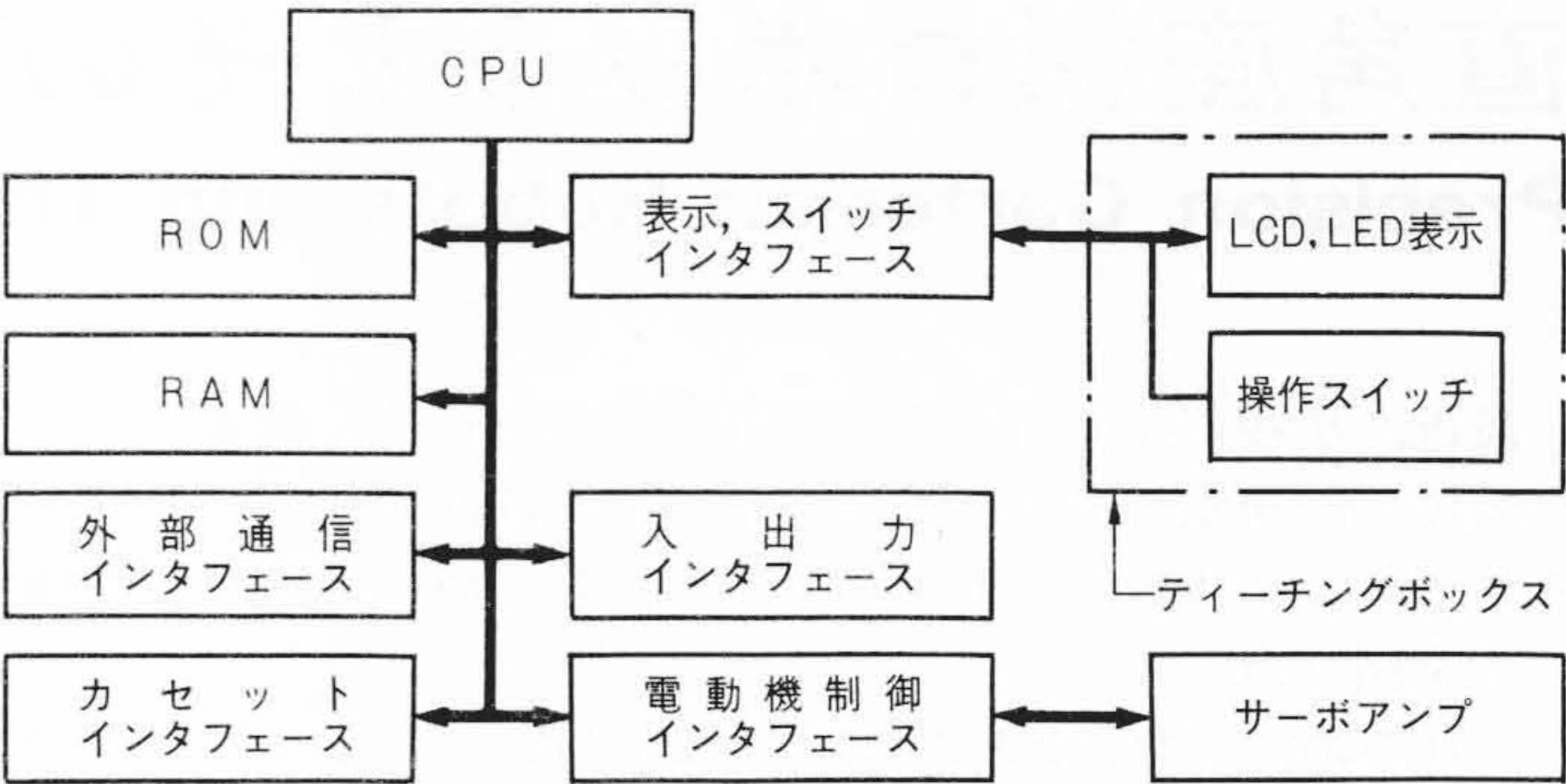
(2) 24種のプログラムチャンネルを連結して、ひとつのプログラムとすることが可能となり、1プログラム1,200ポイント程度のプログラムの入力が可能となった。

(3) 周辺機器のシーケンス制御を含めたプログラミングは、8種のシーケンス命令語により可能で、その入力は液晶パネルと対話式であるため、効率的なティーチング操作ができる。

表1 標準仕様 高速・高精度と高機能の特長にしている。

	形 式	単 位	アーム形 門 形		
	構 造	—	直 角 座 標		
ロ ボ ッ ト 本 体	動 作 自 由 度	—	X, Y 2 軸		X, Y, Z 3 軸
	可 搬 重 量	kg	5	10	5
	位 置 繰 返 し 精 度	mm	±0.05		
	最 高 速 度	mm/s	X, Y 軸とも800		X, Y 軸800 Z 軸100
制 御 装 置	動 作 範 囲	mm	X 軸400 Y 軸300	X 軸400, 600 Y 軸300, 500	X 軸400 Y 軸300 Z 軸100
	本 体 重 量	kg	50	75	80
	駆 動 方 式	—	直流電動機によるDCサーボ		
	制 御 方 式	—	直線補間, 簡易CP		
装 置	教 示 方 式	—	ティーチングプレイバック及び数値入力		
	制 御 軸 数	—	同 時 2 軸		同時 3 軸
	位 置 検 出 方 式	—	パルスエンコーダによる セミクロズドループ方式		
	最 小 設 定 単 位	mm	0.02		
装 置	プログラムステップ数	—	最大800ポイント		最大1,200 ポイント
	プログラムの種類	—	16		24
	入 出 力 点 数	—	入力10, 出力10		入力12, 出力12
	電 源	—	AC単相100V		

注：略語説明 CP(Continuous Path)



注：略語説明
CPU(Central Processing Unit) LCD(Liquid Crystal Display)
ROM(Read Only Memory) LED(Light Emitting Diode)
RAM(Random Access Memory)

図3 制御装置の構成 座標データやシーケンスプログラムの設定は、液晶パネルと対話式である。

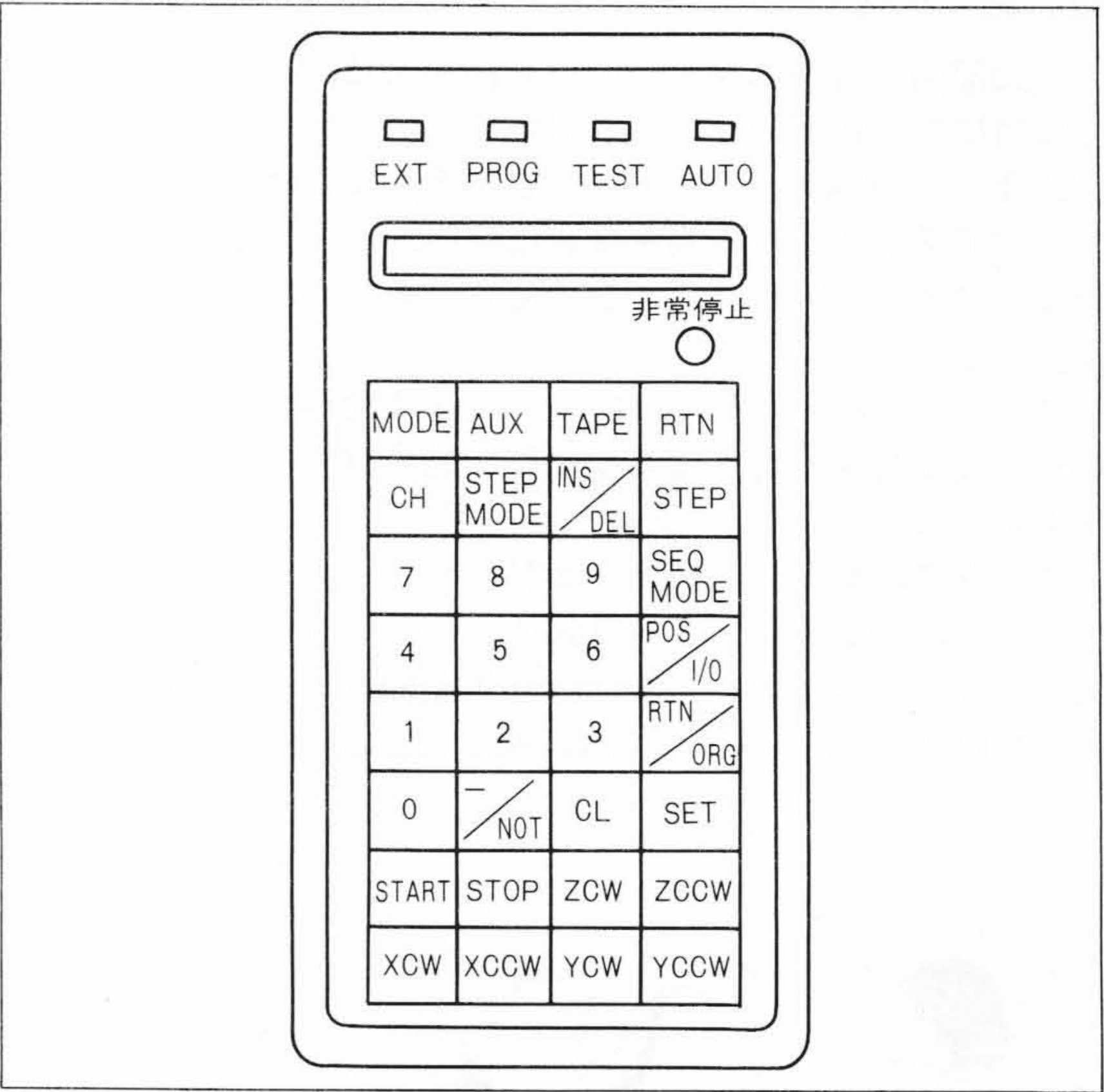


図4 ティーチングボックス操作パネル 座標データやシーケンスプログラムの設定は、ティーチングボックスの専用コマンドキーからの直接入力が可能である(縦255mm×横130mm×厚さ40mm)。

- (4) 外部入出力点数を各12点に増加した。また、データの保管は、バッテリーバックアップとカセットテープによる保存のほかに、ROM(Read Only Memory)によるメモリバックアップが可能となった。
- (5) 自動運転中の外部入出力のモニタ機能、アラーム出力時のステップ番号表示機能を加えて、自己診断機能を充実させた。
- (6) ハンディタイプのティーチングボックスは、プログラミングとデータ入力専用として、制御装置と機能を分担しているので、複数台のロボット導入の場合、1台のティーチングボックスで共用できる。

4 プログラム手順

座標データやシーケンスプログラムの設定は、操作性の向上を目的として、ティーチングボックスの専用コマンドキー

からの直接入力を可能としている。プログラム機能は表 2 に示す 8 種の命令語のほか、サブプログラム選択機能を持ち、簡便で高機能な設定を可能としている。

5 位置決め精度

3 軸仕様のロボットの基本は、2 軸の門形ロボットをベースとした。X 軸は片側の軸を駆動しており、横行ユニットのヨーイングに起因する精度の低下が懸念されるので、高精度化のための技術的な要点として次の点を考慮している。

- (1) 組立精度を上げて、高精度なスライドユニットを採用し、そのピッチ間を広げ剛性を保つこと。
- (2) 駆動伝達部の剛性を高めること。
- (3) 案内部のヨーイングに対する剛性を高めること。
- (4) Z 軸の自重による位置ずれ防止としてブレーキを採用した。

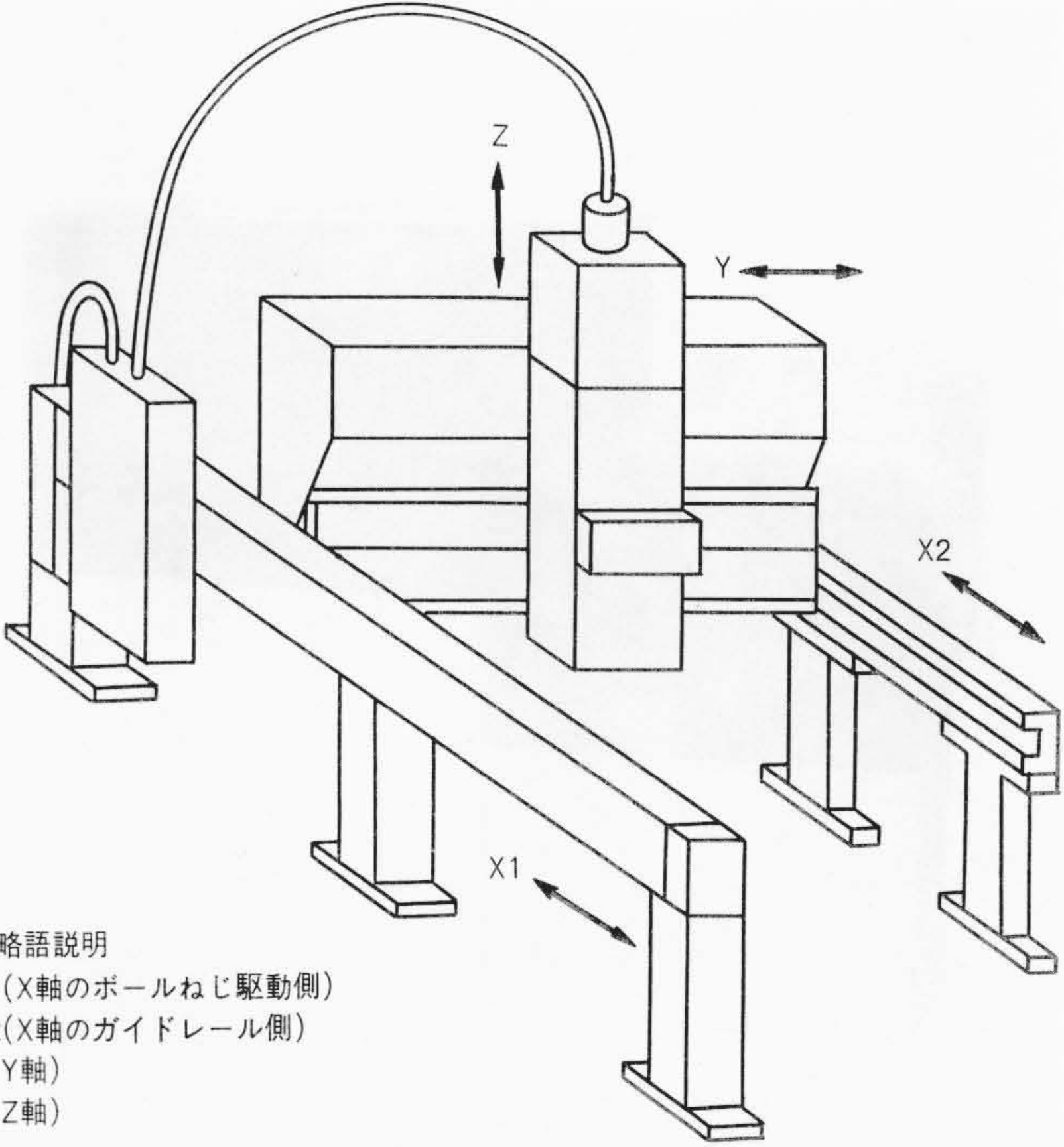
位置繰返し精度は図 5 に示す X1、X2、Y 及び Z 方向の 4 方向に対して JIS B 6330-1980 に定めてある測定方法によって確認した。X1 は、Z 軸を X 軸の駆動側に配置した場合、X2 は反駆動側に配置した場合の X 軸の移動を示す。測定は、レーザ測長器を用い、測定条件は、可搬重量として 5 kgf を搭載し、速度は、X、Y 方向は 400mm/s、Z 方向は 100mm/s、移動距離 50 mm ごとにフルストロークを移動させて行なった。各位置での位置繰返し精度の測定結果は図 6 に示すとおり、すべての動作範囲で仕様値 ±50μm を満足している。

6 多ピン LSI オートハンドラへの適用

直角座標ロボットの適用事例として、多ピン LSI オートハンドラがある。本機は、PGA (Pin Grid Array) 形 LSI を LSI テスタに自動供給し、テスト結果により分類収納する装置で、

表 2 命令の内容と構成 8 種の命令語により、プログラムの記述を単純化している。

命令語	名称	説
IN	イン	IN(ON)の一致で次へステップする。 IN=1~12
NOT IN	ノットイン	NOT IN(OFF)の一致で次へステップする。 NOT IN=1~12
OUT	アウト	OUTを出力する。 OUT=1~12
NOT OUT	ノットアウト	OUTを消却する。 NOT OUT=1~12
IN JMP	インジャンプ	IN(ON)の一致で設定された同チャンネル内ステップへジャンプする。 IN=1~12 STEP=○○
NOT IN JMP	ノットインジャンプ	IN(OFF)の一致で設定された同チャンネル内ステップへジャンプする。 NOT IN=1~12 STEP=○○
JMP	ジャンプ	無条件で設定された同チャンネル内ステップへジャンプする。 STEP=○○
TIMMER	タイマ	設定タイムアップ後、次へステップする。 TIMER=○○○.○ s 100ms単位4けた



注：略語説明
X1(X軸のボールねじ駆動側)
X2(X軸のガイドレール側)
Y(Y軸)
Z(Z軸)

図 5 門形ロボット(3 軸)構造 X 軸、Y 軸で門形を構成し、Y 軸に上・下動作する Z 軸を取り付けている。

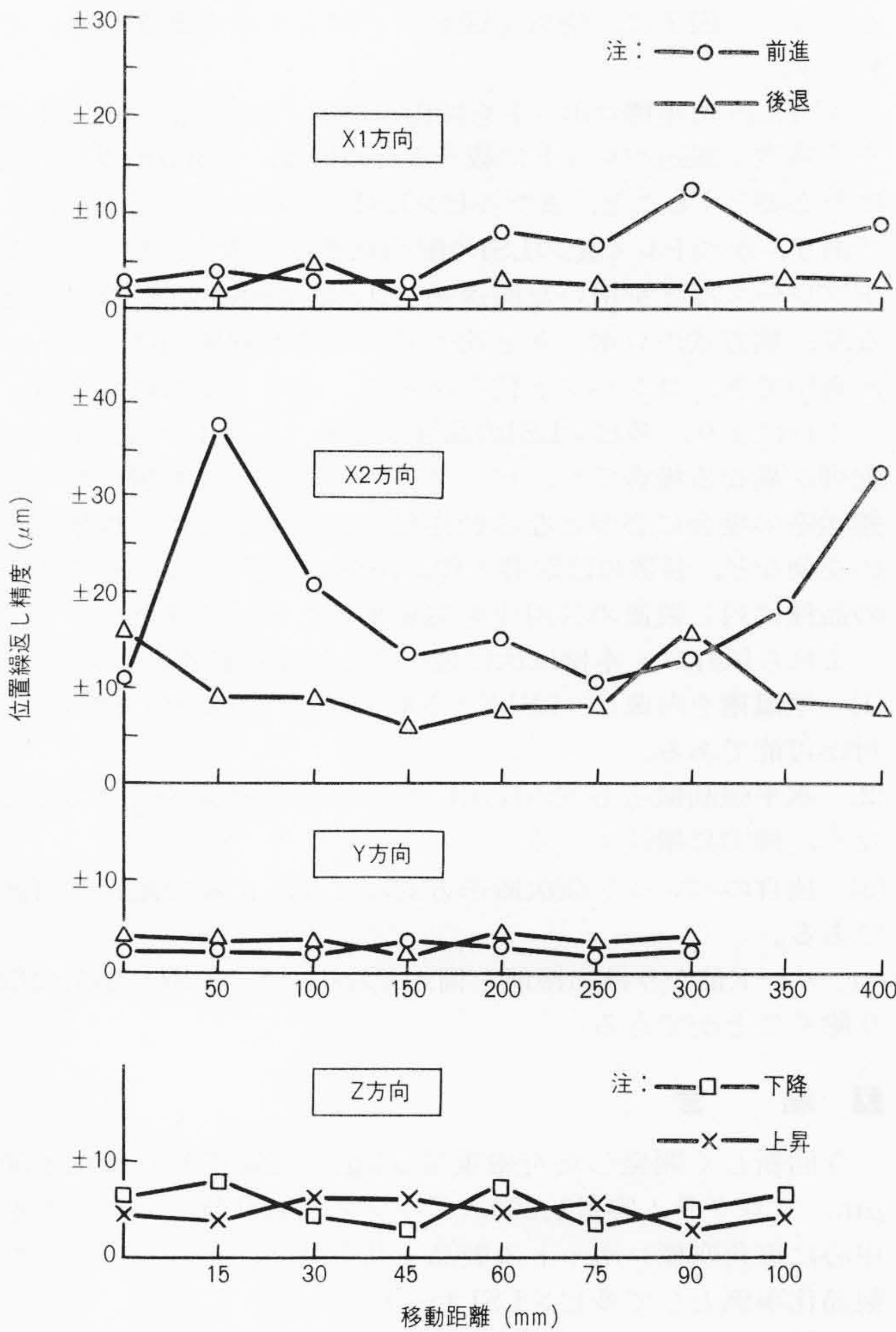


図 6 位置決め精度 ストローク動作範囲内で ±0.05mm 以下の精度に入っているのが分かる(X1、X2 方向は、Z 軸が図 5 に示す X 軸、ガイドレール側の位置での測定結果)。

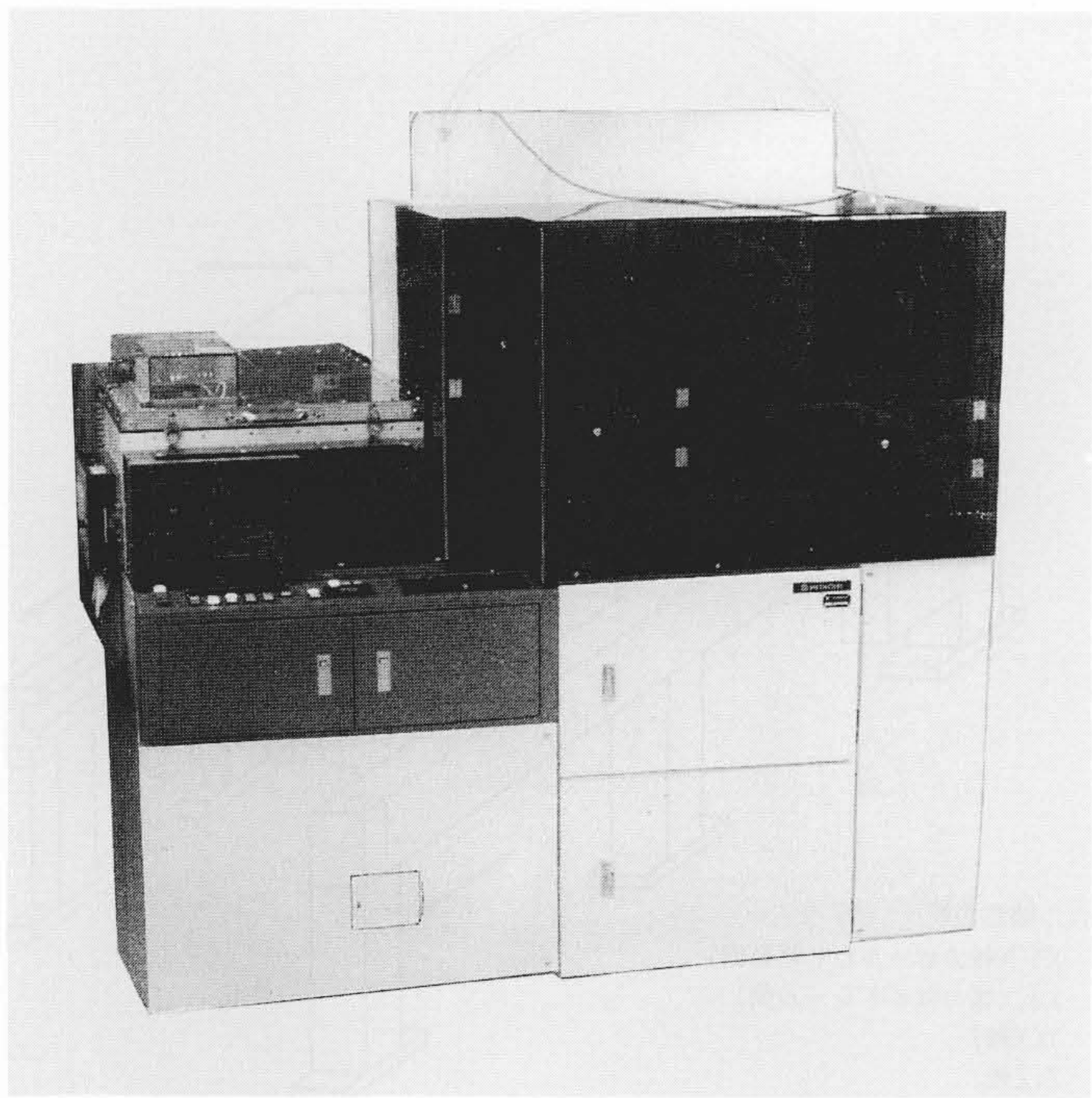


図7 多ピンLSIオートハンドラ コンパクトで3品種対応できるハンドラである(幅1,700mm×奥行1,210mm×高さ1,800mm)。

その外観を図7に、構成を図8に、主な仕様を表3にそれぞれ示す。

本機に直角座標ロボットを採用した主な理由は、多ピンLSIを高精度な搬送パレットに載せるためには、±50μm以下の精度を必要とすること、また多ピンLSIの搬送位置は同一平面上であり、かつトレイ上のLSIの配列状態から考え、ピックアンドプレースなどを用いた搬送系と比べ、機構的にシンプルとなり、他方式のロボットと比べても、最も効果的にスペースが利用でき、コンパクト化を図ることができるためである。

これにより、多ピンLSIの品種が変わり、トレイ上のLSIの配列が異なる場合でも、ピックアンドプレースを用いた専用搬送系の場合に必要な動作ピッチ量の変更や、機構部品の交換など、装置の段取替え作業が全く必要なく、多ピンLSIの品種に対し装置の共用化を実現することができた。

これら以外に、本機は次に述べるような特長をもっている。

- (1) 恒温槽を内蔵し、LSIテスト時の環境を0℃から80℃まで対応可能である。
- (2) 水平強制搬送方式の採用により、LSIに衝撃を加えることなく、確実に搬送できる。
- (3) 独自のパレット順次搬送方式により、正確な搬送が可能である。
- (4) リード曲がり検出機能を備えており、不良LSIを事前に取り除くことができる。

7 結 言

今回新しく開発した可搬重量5kgf、位置繰返し精度±50μm、プログラム容量1,200ステップの3軸仕様のロボットを中心に直角座標ロボットの製品シリーズと、それを適用した製品化事例として多ピンLSIオートハンドラを紹介した。

今後この種のロボットは、より高速化、高精度化が要求されるものと思われる。このためには、新しい材料の開発、センサを含めた制御系の技術開発が必要と考えるが、現状での

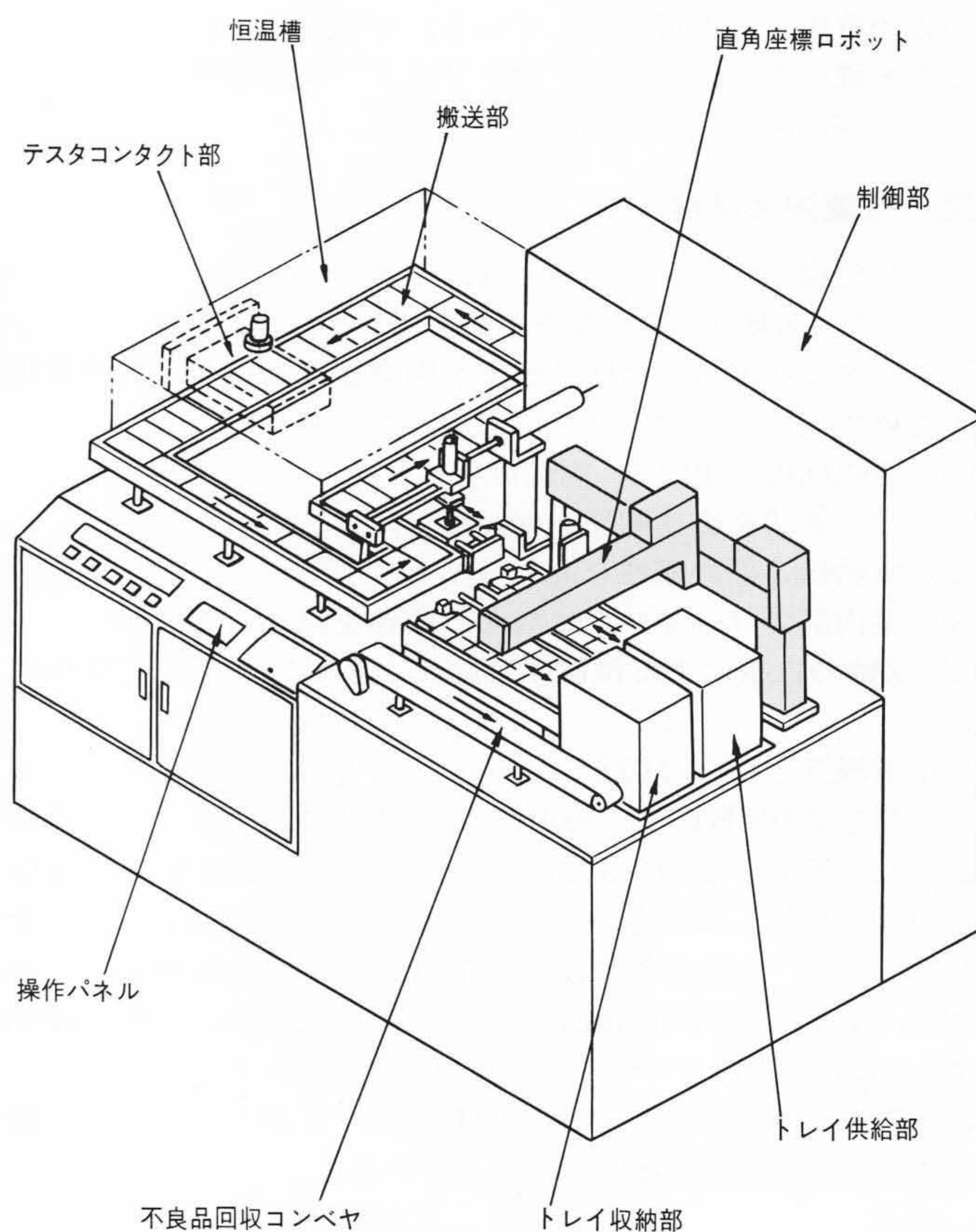


図8 構成図 機構部、制御部、恒温槽部が一体構造となっている(幅1,700mm×奥行1,210mm×高さ1,800mm)。

表3 装置主仕様 3種類の対象デバイスに対し、全く無段取替えて共用化している。

No.	項 目	仕 様
1	対 象	形 状
	デバイス	PGA形LSI
2	対 象	形 状
	トレイ	各ピン数別専用トレイ
3	性 能	外形寸法
		幅146mm×奥行206mm×高さ15mm
		タクトタイム
		8.0秒/個
4	性 能	温度範囲
		0～80℃
		温度精度
5	性 能	±2℃
		処理容量
6	性 能	トレイ10枚
7	外形寸法	幅1,700mm×奥行1,210mm×高さ1,800mm
8	重 量	800kg
9	電 源	3相・AC200V, 50A
10	空 気 源	ドライエア ゲージ圧5kg/cm ²

注：略語説明 PGA(Pin Grid Array)

課題は、更に操作性と信頼性の向上を図ることである⁴⁾。

今後ともこれらの課題を解決しながら、より使いやすい直角座標ロボットやシステム機器を提供していく予定である。

参考文献

- 1) 福地：日立プロセスロボットとその用途、ロボット、27、76～84(昭55-7)
- 2) 土橋、外：ミスターアロスとプロセスロボット、溶接技術、28、38～40(昭55-9)
- 3) 宮下、外：エンコーダ付小形モータのディジタルサーボ、システムと制御、Vol.26、No.11、695～703(1983)
- 4) 伊藤：FAシステムにみる産業用ロボットの動向、省力と自動化、2～9(昭61-3)