

産業用ロボットの制御*

—その教示とサーボ—

仁 尾 理

1. ま え が き

産業用ロボットの普及につれて、メーカーの生産技術の精進とユーザの利用技術の蓄積との相乗効果により、その機能、信頼性向上とコスト低減が進み、汎用自動化機械としての地位を築きつつある。しかし汎用とはいえないが、ユーザが真に欲しているのは所望の作業に最も適し、多様化する製品に柔軟に対応できる仕事向きの専用ロボットである。その点まで若干のギャップがあるのも事実であろう。

数あるロボットの中から、その適用作業に最適のものを選定する場合の評価項目としては、①教示のし易さ、②補間、③言語、④センサ処理、⑤上位 CPU との情報伝送などの制御機能、⑥位置繰返し精度、⑦軌跡精度とその速度、⑧走行・停止時の振動、などのサーボメカニズム特性などがあげられる。

あらかじめ大まかな仕事の内容を指示すれば、あとはビジョンセンサで環境認識することにより、ロボットの作業軌跡を自動的に創成する自律型知能ロボットが理想であるが、現状の産業用ロボットはまだその裾野にも達していない。人間が教示という仕事を分担し、自動機械の特性である忠実な繰返し再生性を活用している段階である。人間の介入を是認する代わりに、教示の簡略化、効率化が産業用ロボットの大きな課題となる。

本稿では、自動化の目標である生産効率、品質向上、安定に大きく影響を与える教示作業とサーボ機能に焦点をしぼり、その現状と問題点について説明する。

2. 教 示 作 業

教示作業とは「作業の位置、経路と作業の条件、順序などの情報を設定し、編集し、チェックして一連の作業プログラムを完成させる」ことである。

教示の中核は作業対象ごとに異なる。表1にロボット化が現在促進、要望されている、代表的な作業対象の自

動化上からみた特性と教示の重点を示す。

位置教示法としては、手動ティーチングとロボット言語がある。音声入力、画像入力は実用という面で今後の技術課題である。

教示されたロボット軌跡通りに、ワークと治具の精度を相対管理することと、生産個数・時間に対する教示時間比率が、自動化の上で妥当性をもつことがティーチングプレイバックロボットにおける前提条件である。

本来、多種少量生産自動化の有力なツールと期待される産業用ロボットの汎用性が、この制約のために著しく阻害されていることは否めない。したがって実用的、安価な位置修正センサの実現と教示の効率向上が、汎用化のキーポイントとなり、この分野での多くの開発努力が進められている。

作業ごとに作業条件教示の位置づけが異なる。

- (1) 相手ワークからの反力をうまく吸収するように位置、速度を教示するのが主で、作業機器のオン・オフ制御程度の作業条件の教示しか要しない作業……スポット溶接、ハンドリング、簡易組立等
- (2) 個有技術、ノウハウを盛込んだ作業条件教示が製品の品質、生産性に大きく関与する作業……ワーク溶接等
- (3) 作業条件(力、トルク、形状認識)をセンサで検出フィードバックし、適応制御を行わせる作業……ばり取り、高級組立等

というように作業条件教示の内容、難易度に差がある。

(2)、(3)に対しては作業の分析を通し、それぞれの個有技術、センサ処理アルゴリズムを体系化し、作業言語に組入れる研究がなされているが、実用的なものは未だ数少ない。

ロボットと周辺機器との同時・協調運転や、類似動作の繰返しなどの作業順序の教示には、位置の定義と関連づけて記述できる言語方式が有利である。コンペアなどつつなぎライン化する組立て、ハンドリングでは特にその必要度が増す。

表 1 ロボット作業例

作 業	ツールとワークの接触	位置制御, 精度, 速度	位置指示手段 (位置制御点)	作業条件の順序の指示	備 考
アーク溶接 (薄板量産)	非接触	軌跡制御 0.2 mm~0.5 mm 1 m/min 以下	手動ティーチング (トーチ先端)	溶接機能の定量化条件指示	ロボット台数一番多い 位置と条件の指示が重要
アーク溶接 (中厚板, 中 小量生産)	非接触	軌跡制御 * 0.5 mm~0.7 mm 0.5 m/min 以下	手動ティーチング 位置センサによる修正 多層演算機能 (トーチ先端)	溶接技術の定量化条件指示 多層自動プロ	ロボット化のニーズ強いが, ロボット化進んでいない, 位置センサ, 作業条件の指示が問題
スポット溶接	接 触	位置決め制御 1~2 mm 60~100 m/min	手動ティーチング (ガンの先端)	特に問題なし	電動式ロボットに置き替え中 ワークに接触するが, 位置指示は 易しい
塗 装	非接触	軌跡制御 1~2 mm 30~60 m/min	手動ティーチング コンベアとの同期運 転演算 (ノズルの延長軸線)	特に問題なし	防爆 AC 電動化のニーズあり 位置指示が中心
のり付けシー リング	非接触 (一部接触)	軌跡制御 0.5~1 mm 10~20 m/min	手動ティーチング (ガンの先端)	特に問題なし	ロボットの振動, コーナ補間方式, 塗布剤の流量制御が問題 位置指示が中心
ハンドリング	接 触	位置決め制御 1~2 mm 60 m/min	手動ティーチング パレタイジングはシ フト演算 (ツメの開閉中央点)	特に問題なし	コスト, つかみの適応性 (ATC) が問題 位置指示が中心
トランスファ 式簡易組立 (多量生産)	接 触	位置決め, 軌跡制御 0.05~0.1 mm 50~150 m/min	簡易ロボット言語プ ラス 手動ティーチング (ツメの開閉中央点)	言語によるオフライ ン順序指示	小形ロボットで急激な伸び, 組付 け時の簡単な触角センサが問題 周辺機器との同期, 協調運転に対 応する作業順序と位置の指示が重 要
アセンブリセ ンタ式高級組 立 (精密はめ あい)	接 触	位置決め, 軌跡制御 * 0.01~0.1 mm	汎用ロボット言語プ ラス センサによる適応性 (ツメの開閉中央点)	視角, 触角, 力セン サによる適応制御	指示の問題でなく言語方式, セン サ及びその処理機能の問題
ばり取りグラ インダ	接 触	軌跡制御 0.1 mm 0.1~0.5 m/min	手動ティーチング 力センサによる位置 修正 オフセット演算 (グラインダの周囲)	力センサによる適応 制御	切込量の NC 入力

* ワーク精度, ワーク位置決め精度が問題になり位置検出センサが一般に必要

2.1 手動ティーチングによる位置, 軌跡の指示

手動ティーチングは, 作業すべき制御点がツール先端である非接触作業で一般にとられ, 指示線が3次元に複雑に分布し, その軌跡をロボットの動きとしてオフライン的に関数表現指示し難い作業の位置指示手段としては, 簡便, 有利な方法である。しかし, 指示点数が増えたときの操作効率の悪さは否定しがたく, 指示作業の簡略化, 指示点数の減少および迅速な位置修正のための機能 (補間, シフト等) の充実が必要となる。

2.2 補間, シフト機能

指示線形状が複雑で関数表現し難いとしても, 現物合せ手動ティーチングなら, 作業仕上り精度を想定しながら指示点間をどの程度細分化すれば, 補間が可能かの判断は可能である。直線補間 (円弧補間) は周知のように2点 (3点) と接線速度を指示することにより, 離散的指示点間を手首姿勢を一様に変化させながら, 経路を滑かに補間することである。曲線は円弧をつないで近似する。

パレタイジング, グラインダ作業, 多層溶接作業のように多点の類似繰返し動作をさせる場合には, 基本指示

軌跡を順次平行移動¹⁾させたり, スケーリングシフト (拡大・縮小) させる機能が必要となる。

ロボット軌跡は半永久的に不変であるとする訳にはいかない。操作ミスによるロボット本体, 手首やツールの損傷, 手首部の経時変化など, 現実に関々あるトラブルに交換で対処する際, その互換性が問題になる。指示データをロボット軸座標系ではなく, ワーク座標系で記憶しておき, ワーク座標の基準3点を手動指示し直すことにより, 作業点の移動・回転を演算で求め, ロボットや作業ツールの互換性を確保する方法もある²⁾。

これらの演算にはかなり複雑な座標変換式が含まれるが, 演算マイクロプロセッサやビットスライス CPU を使うことにより, サーボ基準クロック 16 ms に十分応答できるリアルタイム処理が可能である²⁾。

2.3 ロボット言語入力による位置指示

作業ツールとワークが接触する作業などでは, ハンドまたは把持ワークと対象ワークの位置関係を, ロボットからの相対座標として定義できる言語入力方式が採用されつつある。種々の文献で既に紹介されているように, ロボット言語は命令と腕の動きが一对一対応する動作記

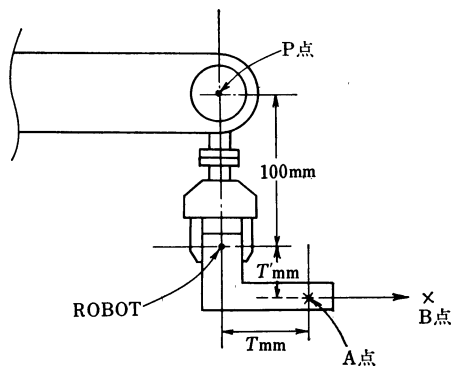


図 1 制御点の定義

述形，作業対象を記述する作業記述形，ある物を組立てるなどの仕事そのものを記述する仕事記述形に分類される³⁾。ここでは，グルノーブル大学が開発した LM 言語⁴⁾を搭載した SCEMI 社（仏）組立ロボットの動作記述，特に位置定義の方法について説明する。

位置変数は STATION 原点（ある決まった腕位置での機械原点）でのロボット腕の先端点（図 1 の点 P）からの相対座標で定義され，機械寸法がわかっているハンドや把持部品に位置決め制御点が順次移し換えられる（図 1）。ROBOT=STATION*TRANSLAT (VZ,-100)；と定義しておけば，制御点“ROBOT”は P 点より Z 方向に 100 mm 下方の点となる。更に把持ワークの制御点 A は，

A CONNECT ROBOT WITH T, T' と定義される。これらの命令により形状，寸法の異なる作業ツールや把持ワークの補正ができる。

MOVE A TO B を実行し，点 A は点 B に位置決めされる。

数値化された位置指令通りに A 点を B 点に正確に位置決めできたとしても，B 点に相手ワークが正確に位置決めされているかどうかが問題である。レイアウト図面などから数値化した寸法通りに周辺治具，ワークをセットすることは非常に難しく，通常位置ずれを生じ，修正が必要となる。その修正があまりに多いと，せっかくのオフラインプログラミングの良さが半減されることになる。自動補正用センサや RCC (Remote Center Compliance) の実用化が待たれる。

2.4 産業用ロボットにおける位置センサ処理

ここでは，アーク溶接センサを取りあげる。建機，農機，電機，造船などの中，厚板部材は一般に精度が悪く，継手形状の変化も大きいので，最悪 10 mm の溶接線のばらつきが生じる。溶接熱歪みの補正も含め，アーク光，スパッタの悪環境中で，トーチ先端位置をリアルタイムに検出せねばならない。よって，センサの種類も制限さ

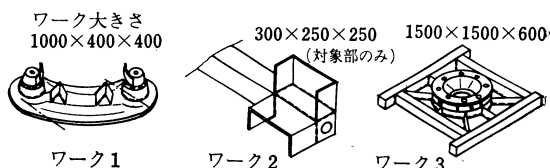
れ，アークパラメータ（電流，電圧）から位置情報を得るアークセンサ⁵⁾，磁気センサ⁶⁾や一部ビジョンセンサ⁷⁾が使われている。これらは，あらかじめラフに教示された溶接線方向にトーチを誘導しながら，その方向に垂直な断面内で時々刻々修正を行い，溶接線を 3 次元に追跡し合わせるものである。軌跡修正信号の RS 232 C 回線によるオンライン伝送とリアルタイム位置修正機能，センサ座標系とロボット座標系を関連づける座標変換機能等，位置修正センサの情報処理はプレイバックロボットでも既に対応可能である。

2.5 作業条件の教示

作業個々の条件設定が位置，軌跡の教示よりもウェイトが重い作業にアーク溶接がある。アーク溶接作業での作業条件教示の本質は，永年の経験と勘をもつ溶接熟練工の技能を作業ノウハウとして定量化することである。即ち作業条件（電圧，電流，速度，トーチ姿勢）は，継手形状，板厚，溶接姿勢，ワークすきま，ばらつきなどの総合判断の上になった品質（溶け込み，強度，外観）と，生産性を評価基準として決定されるもので，それができる人材を必要とする。溶接作業での各教示時間を比較した実例を表 2 に示す。ワーク 3 の例では溶接線のすきまのばらつきが比較的大きく，また治具の位置決め姿勢を自由にとれないなどの制約が多いために，作業条件の選定が難しく，トライ運転時も含めた作業条件の教示が全体の教示作業の 59% を占めている。中，厚板の多層溶接では，更にこの比率が上がり，自動化の大きなネックになる。現状の産業用ロボットでは，これらの条件パラメータを設定する言語命令をもっているに過ぎず，

表 2 教示時間例

ワーク例 教示内容	ワーク 1	ワーク 2	ワーク 3
1. 点の教示	3.0(H)	0.5(H)	4.5(H)
2. 作業条件の教示	5.0(H)	6.5(H)	9.0(H)
3. 順序の教示	1.0(H)	2.0(H)	2.0(H)
4. トライ運転 (位置の変更)	3.5	6.5	4.0
5. トライ運転 (作業条件の変更)	4.5	16.5	6.0
6. 総 計	17.0(H)	32.0(H)	25.5(H)
7. 総ステップ数	600(300×2)	60(15×4)	1000
備 考	ロボット 1 台と 治具(ワーク) 2 台	ロボット 4 台，治具 2 台(ワーク 4 個)の 完全自動ライン，裏 渡溶接実施	ロボット 1 台， 治具 1 台，大物 ワーク



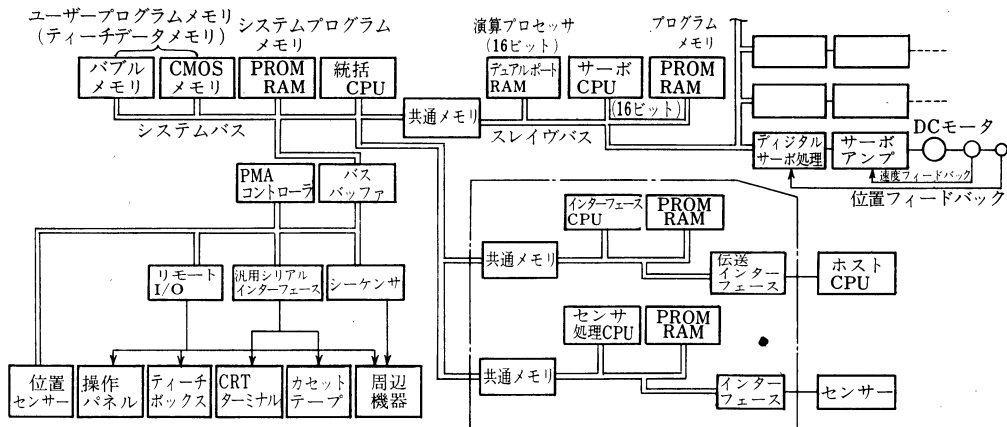


図 2 制御装置ブロック図

作業の内容を記述するだけで、自動的に作業条件を生成する作業記述言語のためのソフト開発が急がれる。この点、わずかの数値データ入力から作業条件とロボット軌跡をアルゴリズム上求め、難しいとされた鞍形ノズルの切断加工、及び多層溶接のロボット化を成功させた例⁸⁾は評価される。

2.6 作業順序の教示

作業順序の教示とは、外部機器との同期、制御命令（入出力、タイマ、条件分岐、論理演算）、内部条件でのシーケンス変更命令、リピータ命令、CALL 命令などを使ってステップやジョブ動作を決定したり、個々の作業向きにサブルーチン化したユーザマクロ命令や、それらを連結した管理ジョブを作成、編集することである。

CRT 画面上に表示される CPU メッセージに答えていく形で、効果的に順序指定をする会話型教示法もとれつつある。この際、位置をステップ番号として定義するのではなく、憶えやすい変数名で定義し、位置と順序の関連づけを容易にする程度の簡易形言語があるのが望ましい。

位置センサや作業条件の決定過程が主要問題であり、この順序指示のウェイトが小さい作業もある（表2参照）ことは見おとされがちである。

3. 制 御 装 置

教示作業により作成された情報をメモリ (CMOS RAM, 磁気バブル) に格納し, 周辺機器との連携のもとでロボットの駆動軸を位置, 速度制御するのがロボット制御の基本である. 産業用ロボットにおいても, この基本機能をベースにした単機能ロボットからの発展, 高度化が要望されるようになった. 高級化を目指したビジョンセンサ, FMS 化を目指した情報伝送へのインターフェースを少なくとも持とうという動きである. これら

のニーズに答えるべく、急激に技術進展しているマイクロプロセッサ、半導体メモリ、カスタム LSI、パワー素子を駆使した制御装置の開発が鋭意進められている。その方向は、ハードアーキテクチャ上からいえば、機能分散形マルチプロセッサシステムであり、ソフト的には OS の導入である。

マイクロプロセッサの性能が向上しているとはいえ、1つ1つはシリアルプロセッシングであり、演算速度にはおのずから限界がある。補間シフト演算、サーボ制御、ビジョンセンサ処理、ホスト CPU との伝送プロトコール処理などの高速実時間処理を要する機能をメイン CPU より分離し、それぞれに CPU を割りあて、それをメイン CPU で統括する方式が一般にとられる(図 2)。更にメイン CPU のシステムソフトを機能別に細分化し、OS の管理のもとで見かけ上パラレルプロセッシングが可能な構成とすることにより、システムソフトの拡張、追加に柔軟性をもたせるソフトウェアシステムが採用されつつある。

4. サ ー 求

産業用ロボットのサーボも高速、高精度で円滑な動きが望ましいが、機構上一般にモータ軸端のサーボ制御となるためツール先端の位置・軌跡精度、振動などの評価項目は、モータ軸端から先のメカニズムの精度、剛性と非線形要素の影響を大きく受ける。片持梁構造に起因する剛性不足と腕姿勢による負荷変動が問題となり、そのサーボ性能はNC工作機に比べ劣るが、ティーチングを基本とするロボットでは、必ずしも致命的欠陥とはならない。これらの機械系特性を包含したものとして位置が教示されるので、その特性の再現性が個々の作業の要求精度を満せば、作業遂行上の支障にならないからである。教示点間の軌跡精度には、機械系の絶対精度がそのまま

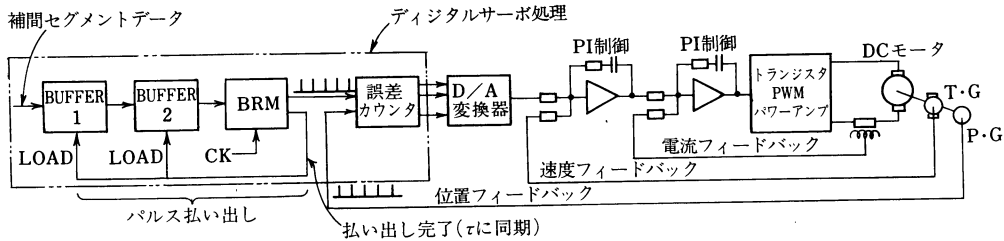


図 3 位置サーボ系の構成

表われるが、教示点間隔を細かくとれば実用上あまり問題にならない。産業用ロボットの精度を通常繰返し精度で表わし、絶対精度を明記していないのはこの理由からである。

しかし、今後の NC ロボット化への展開を考えれば、周辺機器の精度と合わせ、絶対精度の向上が必要になるのはいうまでもない。

産業用ロボットのサーボ制御方式はロボットによる差異はなく、そのほとんどがロボットより先行した NC 工作機のセミクロズドサーボ制御の転用である。高分解能のインクリメンタル PG を位置検出器とする位置ループの中に、マイナーループとして速度ループ、電流（トルク）ループを設け、それぞれ比例積分制御を用いることにより（図 3）、位置追従性の向上、位置オフセットの低減とトルク外乱に対する速度制御性の向上をはかっている⁹⁾。

直交ロボット以外の形式（関節、円筒、極）のロボットでも、20～30 mm の微小区間を考えれば、均一パルス分配で各軸を駆動すれば、実用上満足できる精度で直線運動をする。したがって、各軸に換算した 1 パルスごとの補間をせずとも、微小区間で区切った各軸パルスの増分量を演算し、それを簡単なパルス列発生回路（図 3 BRM—Binary Rated Multiplier）でパルス化し、位置サーボへ入力する補間方式がとられる。またサーボアンプとしては、キャリア周波数 1 kHz 程度のトランジスタ PWM が多用されている。

メカニズムの弱点を教示という手法でうまく逃げられない作業もある。例えばのり付け、シーリングなどの滑らかな高速軌動制御を要する作業では、主にメカニズム系の固有振動数の低さによる振動が問題になる。腕の軽量化、重心位置への設計上の配慮、バランスの選定、剛性アップの工夫、振動吸収ダンパーなど、機械設計、加工、組立技術面からの改善努力がなされているが、それにも限界がある。したがって、振動やたわみなど動特性、静特性に影響を与えるものをインプロセスで計測し、制御的にこれらを補償する必要がでてくる。

加速度ピックアップを腕にセットし、その情報をサー

ボ系の速度ループにフィードバックするという、比較的簡単なハードだけで振動を減衰させる巧妙な方法¹⁰⁾もあるが、一般にはその制御補償は難しい。ソフトウェアサーボが提案されているが、現状での産業用ロボットで行われているようなゲインの切換え、サーボ系モニタリング、故障診断などの、どちらかといえばハードウェアでも可能なレベルにとどまるのではなく、今後の高度な制御要求に対しメカニズム先端をサーボ制御するインテリジェントサーボ系としてのとらえ方が必要となる。実用レベルでは、低剛性メカニズムの弾性変位量と負荷速度をフィードバックし、剛性をあげ、バックラッシュの補正も行う研究¹¹⁾がある。産業用ロボットの飛躍のためには、このサーボのインテリジェント化は避けて通れない関門であろう。

5. あとがき

切削加工を対象とした FMS 化が促進されているが、産業用ロボットの発達につれ、組立て主体の FMS も実用段階に入ろうとしている。その核となるロボットは今日の産業用ロボットをベースとして、ロボットオリエンタな技術の優先という意味での単機能の流れと環境への適応、順応を指向する高級化に大きく 2 極化していくであろう。低コスト化が進む産業用ロボットの延長として、単機能形のコスト、信頼性、保守性、安全性に対する要求は増々厳しくなると同時に、作業ソフトの充足が求められるであろう。一方、熱心に研究が進められている知能センサの実用化、CAD/CAM システムとの結合、作業記述形ロボット言語の導入など産業用ロボットの今後の課題は多い。

参考文献

- 1) 井田, “新形日立プロセスロボット”, 日立評論, Vol.64, No.12 (1982)
- 2) 仁尾, “高速、高精度三次元補間演算器”, 安川電機, 第 45 巻, No.3 (1981)
- 3) 新井, “ロボット言語研究講座テキスト”, 日本能率協会 (1982)
- 4) Latombe, J., Mazer, E, LM-A HIGH-LEVEL PROGRAMMING LANGUAGE FOR CONTROLLING ASSEMBLY ROBOTS, Proc. of 11 th ISIR, Tokyo,

Oct. 1981.

- 5) 仁尾, “アーク溶接ロボットモートマン-L10のセンシング技術”, 省力と自動化, 2月号 (1982)
- 6) 土橋, “ミスタアロス”, 機械と工具, 別冊 (1981)
- 7) 中野, “ロボット工学応用技術 (18), 機械の研究, 第34巻第1号 (1982)
- 8) 三宅, “くろ形ノズルの切断加工及び多層溶接用ロボット”, 日立評論, Vol64, No.12 (1982)
- 9) 久良, “産業用ロボット Motoman の腕の制御”, 安川電機, 第46巻, No.4 (1982)
- 10) Futami, “Vibration Absorption Control of Industrial Robots by Acceleration Feedback”, IEEE, Trans.,

IES, 1983

- 11) 久良, “インテリジェントサーボ系の開発”, 安川電機, 第46巻, No.4 (1982)



仁尾 理 (Satoru NIO)

昭和14年10月13日生れ。昭和38年九州工業大学電気工学科卒業, 昭和41年大阪大学大学院電気工学科修士課程終了。同年4月(株)安川電機製作所入社, 開発研究所においてサーボ技術, NCロボット制御装置, 自動溶接センサの開発研究に従事し現在に至る。

ニ ュ ー ス

富士グループ, 組立ロボット大型そろろ

グループぐるみで, FA 市場に参入する動きが目立っているが, 富士電機製造(社長阿部栄夫氏)は, 富士グループの富士通(社長小林大祐氏), ファナック(社長稲葉清右衛門氏)に続いて, 組み立て用ロボットを開発, 自社工場内に投入したことを明らかにした。同社が開発したロボットは, 水平旋回によるスカラ型の可搬重量 60kg という重量物向けのもので, 当面三重工場(三重県四日市市富士町1-27)のFAを図る一環として, 汎用大型モーターの組み立て工程に投入, 近く実働する。同社では, 自社工場内でロボットの利用技術を蓄積したうえで, 59年度から, グループのFA受注を展開する戦略機種として市場投入を図る方針。

これにより富士グループの組み立てロボットは, 富士通の半導体組み立てなどミクロン単位の超精密用からファナックの機械部品向け「Aシリーズ」そして富士電機の大型重量物用のものまで出そろうことになるわけで, FAの中でも組み立て自動化の需要が急激に伸びると予想されるだけに, 日立, 東芝, 松下, 三菱各グループとともに白熱したAF受注競争に拍車がかかる雲行きとなってきた。

富士グループ3社では, FA分野で協調体制を確立しており, この一環として, 富士グループ首脳がFA関連機器の開発分野で協議した結果, とくに組み立てロボットは, 各社が生産する製品に応じた得意分野別に分担開発することで話し合いがついている。このうち, 半導体や超小型部品などを生産する富士通が超精密分野を, DCサーボモーターや機械部品を生産するファナックが中型部分野を, さらに発電プラントや大型汎用モーターを生産する富士電機が大型重量物向けをそれぞれ受け持ち, 組み立てロボットの開発に踏み切っていた。

この結果, ファナックが昨年10月から円筒座標型の

可搬重量 15kg という「Aシリーズ」の発売に踏み切っているほか, 富士通が4μの精度の高い微細組み立て用の多関節型「マイクロアーム 150」を開発, 自社内でハイブリッドの組み立て作業向けなどに試用している。

こうした役割分担のうえに立って富士電機では, 大型の汎用モーター組み立て向けロボットを開発していたもので, この完成を機に三重工場に据え付けたもの。今回, 設置したロボットは, 水平旋回によるスカラ型で, 水平多関節型の重量物組み立て用。可搬重量 60kg で, 精度は 1.0mm のロボット。三重工場では, 汎用の大型モーターを生産しており, このうち出力 30kW 以下の誘導モーター用シャフト生産向けにFMSを導入, 加工ラインの自動化を図ったのに続いて, 組み立て工程にも自社製組み立てロボットのほか, ファナック製「Aシリーズ」NC装置, 富士通製のコンピュータ「ファコム」を採用, 自動化組み立てラインを編成している。

この組み立てロボットをまず, 三重工場で使いこなす, アプリケーション・エンジニアリングを蓄積したうえで, 59年度早々にもユーザーのニーズに対応した受注生産に乗り出す計画である。また, 三重工場の組み立てラインは, ユーザー向けに公開することもあわせて考えている。

同社では, 3月21日付でシステム営業本部を設置, 中でもFA関連の事業拡大を目指すため, 計測事業部とメカトロ事業部を充実させており, 60年度にはFA関連のメカトロ製品の売上高を 300億円(57年度 40億円)に高める計画で, 59年度からの組み立てロボットの市場投入に伴ってメカトロ事業の売上高増大に寄与するとみている。