

MICREX-Fシリーズの現状と将来

吉田 昌弘(よしだ まさひろ)

梅里 泰正(うめさと やすまさ)

① まえがき

MICREX-Fは富士電機のプログラマブルコントローラ(以下、PCと略す)の商品名である。PCは、コンピュータ技術を基盤として、1960年代末から1970年代はじめにかけて、生産現場に設置でき、取扱いが簡単で、現場の技術者が容易にプログラミングできるコントローラとして生まれた。初期のものはロジック演算のみの簡単なものであったが、その後の技術革新と需要の拡大に支えられて急速な進歩をとげ、今日では各種産業の自動化システムのコントローラとして不可欠な地位を占めている。

最近のPCの動向を端的に表現すれば、広い用途に適合させるための機種系列の充実、システムの高度な情報化を図るためのネットワークの強化、ソフトウェアの生産の合理化のためのソフトウェア表現法・生産手法・開発支援システムの開発・実用化にあると言える。また、ネットワークとソフトウェアについては国際的なレベルでの互換性が強く要求されている。

本稿ではこのような背景を踏まえて、MICREX-Fシリーズの開発のねらい、製品体系、今後の計画について述べる。

② 開発のねらいと製品体系

2.1 アプリケーションからの要求

2.1.1 システム構築の最適化

PCのアプリケーションは、機器の中へ単体で組み込んで使用するもの、幾つかのPCによる分散制御、パーソナルコンピュータと組み合わせた比較的小規模な制御と情報管理の複合システム、大規模な階層型システムの構成要素として使用されるものなど、多岐にわたる。これらの各々のアプリケーションに対して、目的とする機能・性能、規模、システム構成、形状・大きさ、などが最適に実現できるように、PCの機種系列、機種を構成する、制御演算、入出力、ネットワーク、汎用インターフェースなどのコンポーネントを体系的に取りそろえておき、常に最適なシステムが、

短時間で、安いコストで実現できることが要求される。

また、システムの変更や拡張に対して柔軟に対応でき、必要に応じて二重化、三重化などの高信頼性システムが構成できることも不可欠である。

2.1.2 生産システムの情報化

社会・経済活動、日常生活の高度化や個性化を反映して製品需要の多彩化・多様化が進み、これに応じるために製品の種類は増加し、反面製品寿命は短くなっている。

このような需要動向に対応できる生産システムは多品種・小ロット生産を基本にして、需要変動に即応でき、短いリードタイム、高い品質、及び安いコストが実現できなければならない。そのためには、生産工程における素材、部品、半製品、完成品などの物量、物流、状態、品質などをオンライン・リアルタイムで把握し、生産計画に基づいたダイナミックな監視・制御、すなわち総合的な情報化が必要である。

生産現場で使用されるPCは、生産管理に必要な情報を収集してネットワークを通して上位のコンピュータ系へ伝達、一方上位系からの製造品種の切換、生産計画の変更などに応じて、加工・組立機械や搬送ラインなどの段取り変更、工程上の物流の監視・制御など、生産情報と同期した高度な処理能力が必要とされる。また、高度な情報化の目的は高い生産性の維持にあり、故障などによる生産停止は企業経営に重大な影響を与えるおそれがある。システムの情報化の中に信頼度の向上対策、障害発生時の回復対策を十分に盛り込んでおくことが要求される。

2.1.3 國際化

経済の国際化が進み、日本企業の海外生産が積極的に進められ、海外企業の日本への進出も盛んであり、生産システムの中で重要な位置を占めるPCもこの国際化への潮流と無縁ではない。

生産システムの構築は汎用コンピュータ、ミニ/マイクロコンピュータ、NC (Numerical Controller)、RC (Robot Controller)、PCなどのシステムコンポーネントを目的に応じて、合理的に組み合わせて、最低のコスト(開発、テスト、運用、保守を含むライフサイクルコスト)で最大の



吉田 昌弘

昭和31年入社。情報処理・制御システム及び自動化機器の商品企画に従事。現在、システム事業本部企画部長。



梅里 泰正

昭和38年入社。受配電機器の開発企画に従事。西独及び米国技術駐在を経て、現在、機器事業本部企画部長。

効果が上がるように行われる。このためにはコンポーネントは、メーカーや国の枠を超えて、国際的なレベルで最適なものが選定できることが望ましい。このときのキーポイントとなるのが、各コンポーネントがつながるネットワークと、各コンポーネントが使用できるソフトウェアのコンパチビリティ（両立性、互換性）である。

ネットワークのコンパチビリティとは、異なる企業のPCが共通のネットワークと共に通信手順（プロトコル）で直接情報交換ができることがある。これに関しては米国のGM社の提唱に端を発し、MAP（Manufacturing Automation Protocol）という工場用LAN（Local Area Network）の通信手順の国際標準化が、米国のSME（米国製造技術者協会）を中心に日本、欧州、オーストラリアを中心としたMAP国際会議の場で進められ、各企業で実用化を急いでいる。

PCのソフトウェアについては、IEC（国際電気標準会議）SC65A/WG6の場でProgramming Languagesの標準化が進められ、ドラフトが完成し、1988年に正式に発行される予定である。この規格では、ラダー図（LD：Ladder Diagram）、ブロック図（FBD：Function Blockdiagram）、SFC（Sequential Function Chart）、インストラクションリスト（IL：Instruction List）、ストラクチャードテキスト（ST：Structured Text）が規定され、アプリケーションプログラムの表現、記述法が標準化される。これにより、プログラミングツールでの表示、ドキュメント記述、などソフトウェアの作成・解説について国際的に共通の理解ができるることは大きな成果である。

しかし、これらの表現法・記述法はアプリケーションソフトウェアのレベルのもので、異機種や異なるメーカーのPC間のソフトウェアコンパチビリティ（互換性）の根本的解決には至っていない、更に研究が必要である。

2.2 開発の基本思想

MICREX-Fシリーズは、以上のような背景を踏まえて開発されている。

2.2.1 体系的なコンポーネントの充実

機能、性能、システム構成、規模、設置条件などの、多次元的な仕様が要求される、個々のアプリケーションに対して、常に最適なシステムが簡単、かつ安価に実現できることが望ましい。

このためには、所望のシステムの要求仕様が、極力少ない種類のコンポーネントで、過不足なく実現できるように、体系化されたコンポーネントと、規格化された簡単なコンポーネント間の結合手段を提供するというのが基本方針である。アプリケーションの分析と今後の洞察により、コンポーネントの種類を合理的な数に抑え、コンポーネントの量産によりコスト低減を図るのが、安価なシステムを実現するキーポイントである。

2.2.2 ネットワーク

PCに使用されるネットワークは主として、次のような目的で使用される。

(1) コンポーネント間を、物理的に簡単に、かつ経済的に接続する。

(2) 規格化された物理インターフェースと論理的な通信手順（プロトコル）に基づいて、アプリケーションに必要な通信を行う。

(3) コンポーネント間の物理的な結合を疎にして、故障などの波及効果を少なくするとともに、プロトコル中にデータの誤り検定機能を入れておきデータ伝達の信号性を高める。

柔軟なシステム構築のために、ネットワークは極めて有力な手段であり、現場の入出力ターミナルの分散設置用のネットワークから、国際互換を有するLANまで、目的に応じて、適切に、かつ経済的に適用できるように体系化、階層されたネットワークを提供する。

2.2.3 ソフトウェア互換性

生産システムの高度情報化の傾向を反映して、PCのソフトウェアも複雑化・大規模化し、また設備の更新や増設に伴うソフトウェアの変更、追加の機会が増えている。

ソフトウェアの開発・テスト・運用・保守のライフサイクルにおいて、いかに省力化を図るかが今後の大きな課題である。それには家内工業的方法から工業的生産への脱却が必要であり、例えて言えば、共通に使える素材・部品、及びそれらを加工・組立、テストして最終製品を作り出す設備と、その能率のよい運用が必要である。

素材・部品とは、共通に使えるプログラミング言語及びそれで作成された再利用が可能なプログラムモジュール、加工・組立、テストの設備とはプログラミングツールやソフトウェア生産用のワークステーションのことであり、能率のよい運用とは、プログラムモジュールの作成・登録・利用法、プログラムの自動合成、プログラムのシミュレーションなどにより、ソフトウェア生産性を高めることに相当する。

PCのソフトウェアの工業的生産の基盤技術となるのは、標準の素材、部品たり得るプログラミング言語である。これは、現用されあるいはされつつある、ラダー図、ブロック図、SFC、IL、STなどのアプリケーションソフトウェアの言語ではなく、これらの言語と種々の言語のマシン語の中間に位置づけされる、個々のアプリケーション言語や、マシン言語とは独立な、しかもこれらとの間で相互変換できる言語でなければならない。

富士電機ではこの言語として記述構造がシンプルで、高度な機能表現能力がある関数型の言語、関数型中間言語（FCL：Functional Control Language）を開発した。

このFCLをベースにして、ソフトウェア工学、AI（人工知能）技術によるソフトウェア生産などの研究成果を応用してソフトウェア生産システムを構築し、FCLによりソフトウェアのコンパチビリティを確立し、ソフトウェア並びにソフトウェアワークステーションの互換性、流通を図ろうというのが基本的考え方である。

2.3 製品体系

MICREX-Fシリーズの製品体系とネットワークを含む階層的な位置づけを表1と図1に示す。

2.3.1 ネットワーク

制御現場で使用される入出力ターミナルを最も適切なところへ配置し、それらの間をつなぐものとしてTリンク、PCのプロセッサ間の通信を行うPリンクが用意されており、これらはネットワーク階層としてはLANの下位に位置し、現場レベルのネットワークであり、FAN(Field Area Network)と呼ぶべき位置づけである。

LANレベルのネットワークとしては、富士電機固有のDPCS-Fが製品化され、国際互換性のある汎用ネットワークとしてEthernet(EIII-802.3, TCP/IP)を開発中で、近い将来MAP, miniMAPも製品化される。

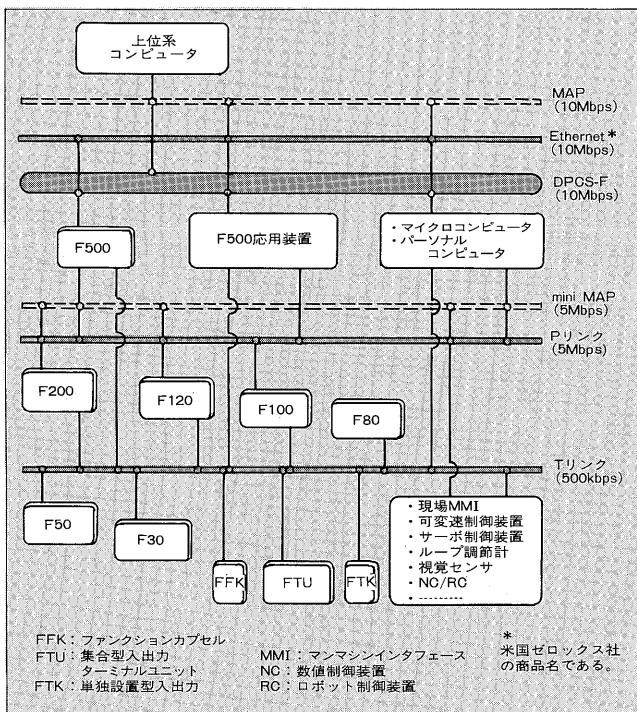
また、図1に例示するようにMICREX-Fシリーズのみでなく、自動化システムを構築するのに必要な上位系コンピュータ、マイクロコンピュータ、パーソナルコンピュータ、また、ループ調節計、視覚センサなどもネットワーク接続が可能である。

2.3.2 MICREX-F50/F30シリーズ

コンパクトなPCとして、機器への組込みから小規模システムのコントローラとして使用できる。基本ユニットにアダプタをつけることにより、Tリンクと接続でき、F50又はF30をセンターとする分散型PIO(入出力)システム、あるいはF50又はF30を上位系システムの端末コントローラとして使用することもできる。

2.3.3 MICREX-F120/F100/F80シリーズ

図1 MICREX-Fシリーズとネットワークの階層



(注) Ethernetは米国ゼロックス社の登録商標である。

Pリンクを使用した分散型PCシステム、Tリンクによる分散型PIOシステム、集中型PIOによる単独使用、又はマイクロコンピュータ、パーソナルコンピュータともPリンクあるいはTリンクを経由して結合でき、中規模から小規模システムがフレキシブルに構築できる。

2.3.4 MICREX-F200シリーズ

中規模システム用で、F120/F100/F80系列の上位系列で、これらと同様なシステム構築ができるが、表1に示すように機能、容量ともに大きい。簡単なOSがあり、リアルタイム・マルチプログラムの実行ができ、調節制御に必要な定期プログラムやイベント割込みプログラムが可能である。

プログラミングの面ではプログラムモジュールの定義・作成ができ、モジュールによるプログラムの構造化ができる。また、簡単なファイル操作、データ操作ができ、物流の順序・仕分け、搬送などの制御が容易である。

2.3.5 MICREX-F500

MICREX-Fシリーズの最上位の機種であり、次のような特徴を持つ。

(1) ハードウェアの国際互換性

バスアーキテクチャとして、米国インテル社が開発し、IEEEで標準化作業が進められている32ビットバスアーキテクチャMULTIBUS IIを採用し、ボードレベルでの互換性を図った。国際的に開かれているという意味でオープンシステムハードウェアと言っている(図2)。

(2) マルチプロセッサ方式

MULTIBUS IIのアーキテクチャはマルチプロセッサ向きに考えられており、制御演算ボードと情報処理用ボードを組み合わせることにより、PCとコンピュータの機能を合わせ持たせることができる。

(3) 演算制御プロセッサ

関数型中間言語(FCL)向きに開発されているので、ラ

図2 オープンシステムハードウェア

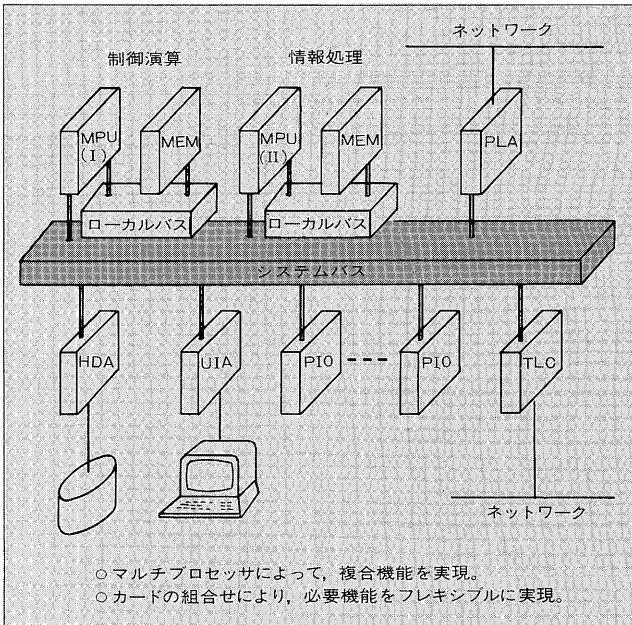


表1 MICREX-Fシリーズの体系

シリーズ区分	F500	F200シリーズ	F120/F100/F80シリーズ	F50/F30シリーズ														
位置づけと用途	<ul style="list-style-type: none"> 大~中規模システム用高機能PC コントローラとコンピュータの複合機能を持ち、各種応用装置の素材として使用 	<ul style="list-style-type: none"> 中規模システム用PC 分散型システム、単体使用 分散型PIO（リモートI/O） 	<ul style="list-style-type: none"> 中~小規模システム用PC 分散型システム、単体使用 分散型PIO（リモートI/O） 	<ul style="list-style-type: none"> 小規模・コンパクトPC 単体使用、機械組込み使用 階層型システムの端末PC 														
システムアーキテクチャ	マルチプロセッサシステム	シングルプロセッサ	シングルプロセッサ	シングルプロセッサ														
バスアーキテクチャ	MULTIBUS II ^{*3}	入出力(PIO)は専用8ビットバス	同 左	同 左														
ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> Tリンク・Pリンク・DPCS-F Ethernet^{*4}・MAP^{*5} 	<ul style="list-style-type: none"> Tリンク：F200 Tリンク+Pリンク：F205 	<ul style="list-style-type: none"> Tリンク：F120,F100,F80 Tリンク+Pリンク：F125,F105 	<ul style="list-style-type: none"> アダプタの付加によりTリンクへ接続可能 														
制御演算	プログラム表現法	ラダー図、FB図、SFC図 ニーモニック（FOL） その他の表現法に対応可能	ラダー図、FB図	ラダー図、FB図														
	プロセッサ	オリジナル32ビット LSI	オリジナル16ビット LSI	オリジナルビットプロセッサ +8086/8088														
	OS ^{*1}	制御用リアルタイム・マルチプログラム	制御用リアルタイム・マルチプログラム	サイクリックプログラム（F100）+定期割込み(F120,F81)														
	メモリ容量 データ	<table border="1"> <tr> <td>64kワード(16ビット)</td> <td>増設可能</td> <td>28.1kワード</td> <td>5.1k, 10.5k, 16kステップ</td> <td>2.3kステップ</td> </tr> <tr> <td>32kワード(16ビット)</td> <td></td> <td>12kワード(16ビット)</td> <td>384ワード 1.5kワード, 8.0kワード(16ビット)</td> <td>384ワード(16ビット)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">増設可能</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	64kワード(16ビット)	増設可能	28.1kワード	5.1k, 10.5k, 16kステップ	2.3kステップ	32kワード(16ビット)		12kワード(16ビット)	384ワード 1.5kワード, 8.0kワード(16ビット)	384ワード(16ビット)	増設可能					
64kワード(16ビット)	増設可能	28.1kワード	5.1k, 10.5k, 16kステップ	2.3kステップ														
32kワード(16ビット)		12kワード(16ビット)	384ワード 1.5kワード, 8.0kワード(16ビット)	384ワード(16ビット)														
増設可能																		
制御演算機能	<ul style="list-style-type: none"> シーケンス制御・調節制御 固定/浮動小数点算術演算 関数演算、関数定義 データ、ファイルの操作 	<ul style="list-style-type: none"> シーケンス制御・調節制御 固定小数点算術演算 制御関数演算 簡単なデータ、ファイル操作 	<ul style="list-style-type: none"> シーケンス制御 固定小数点四則演算 簡単な制御関数演算 簡単なデータ操作 															
プログラミングツール	<ul style="list-style-type: none"> FAISES(パーソナルコンピュータ FMR-6C) システム組込み(情報処理用プロセッサによるサポート) 	<ul style="list-style-type: none"> プログラムローダD20, D10 	<ul style="list-style-type: none"> プログラムローダ D05 プログラムローダ D20,D10 															
オン・オフ 標準的な入出力容量(点)	256~4,096点	128~2,048点	64~1,024点															
最大容量	8,700点	3,200点	1,600点															
情報処理	入出力(PIO)の種類	<ul style="list-style-type: none"> デジタル入出力 高速カウンタ入力 アナログ入出力 測温抵抗、熱電対入力 パーソナルコンピュータインターフェース インテリジェント入出力(PID調節、位置決め……) 	<ul style="list-style-type: none"> デジタル入出力 高速カウンタ入力 アナログ入出力 測温抵抗、熱電対入力 パーソナルコンピュータインターフェース インテリジェント入出力(PID調節、位置決め……) 	<ul style="list-style-type: none"> デジタル入出力 高速カウンタ入力 アナログ入出力 測温抵抗、熱電対入力 パーソナルコンピュータインターフェース インテリジェント入出力(PID調節、位置決め……) 														
	プロセッサ	80286/80386	—	—														
	OS ^{*1}	Theos ^{*6} -286V/Theos ^{*6} -386 リアルタイム・マルチタスク マルチユーザー	—	—														
	メモリ 主記憶	1MB~(増設可)	—	—														
	補助記憶	ハードディスク、フロッピディスク	—	—														
	プログラミング言語	BASIC, C	—	—														
	情報処理機能	<ul style="list-style-type: none"> データ処理 プログラム開発 マンマシン監視・操作 コントローラ群の管理(セルコンピュータ) 	—	—														
	故障の検出と表示	<ul style="list-style-type: none"> 誤り検定と自己診断による故障情報ファイルへの書き込みとランプによる故障部位の表示 	同 左	同 左														
RAS ^{*2}	保守単位	カード単位交換	ユニット単位交換	同 左														
	多重化システム	<ul style="list-style-type: none"> 二重化(ホットスタンバイ) 三重化 	<ul style="list-style-type: none"> 二重化 	<ul style="list-style-type: none"> 二重化(F120のみ) 														
外観																		

*1 OS : Operating System (オペレーティングシステム)

*2 RAS : Reliability, Availability and Serviceability (ラス)

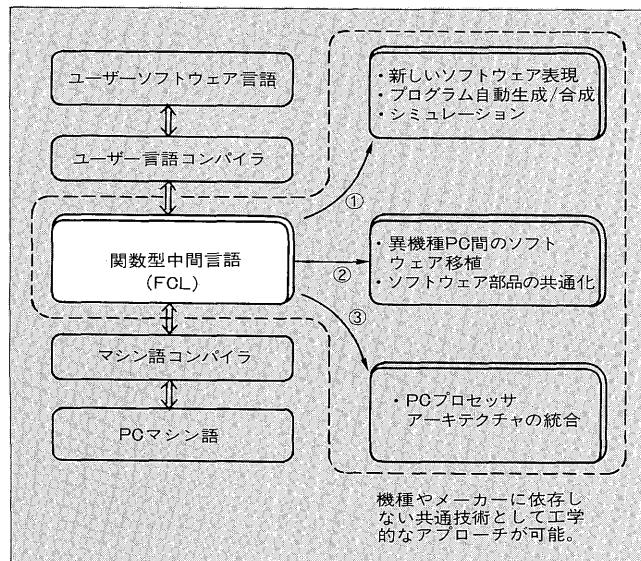
*3 MULTIBUSは米国インテル社の登録商標である。

*4 Ethernetは米国ゼロックス社の登録商標である。

*5 MAP : Manufacturing Automation Protocol (現在、開発中)

*6 Theosは米国シオスソフトウェア社の登録商標である。

図3 オープンシステムソフトウェア



ダーグ、ブロック図、SFC、あるいは他のソフトウェア表現法に対して対応が容易である。また数値計算では32ビット浮動小数点演算ができるので、高度な制御が必要とされる数式モデルの計算などが、けた落ちやあふれの心配をせずに実行できる。

(4) 情報処理用プロセッサ

プロセッサとしては、高性能マイクロプロセッサ80286、80386などが使用でき(80386のボードは開発中)、これらのプロセッサの性能を十分に引き出す本格的な、リアルタイム・マルチタスク・マルチユーザー機能のあるオペレーティングシステム(Theos)のもとで、汎用高級言語であるBASIC、C言語などが使用できる。

(5) 目的別制御・処理装置の基本素材としての利用

必要なボードを組み合わせ、必要な基本ソフトウェアを組み込むことにより、いろいろな目的別システムを実現することができる。

2.3.6 関数型中間言語とソフトウェア開発支援システム

ソフトウェアのコンパチビリティを可能にするために関数型中間言語(FCL)を採用した。これは図3に示すように、ラダー図、ブロック図、SFCなどのユーザーソフトウェア言語とPCマシン言語の中間に位置し、このレベルでソフトウェアの互換性を持たせるものである。ソフトウェア開発支援システムFAISESはFCLをベースに、ソフトウェア開発環境を構築したもので、今後図3の内容を実現するようにレベルアップを重ねて行く予定である。

③ 今後の課題

3.1 国際標準化

3.1.1 ネットワーク

図1に示したようにEthernet(TCP/IP)とMAPによって、国際互換性のあるネットワークシステムを実現する。このとき既存のネットワーク簡潔性、高速性、経済などのメリットは生かし、最適なシステムが構築できるよう共存

化を図る。Pリンク、Tリンクなどは今後フィールドレベルのネットワークとして公開して行きたい。

3.1.2 ソフトウェア

関数型中間言語(FCL)をソフトウェア互換性のベースとして、図3に示す可能性を現実のものとして行く予定である。FCLについては、社内で実績を重ねた上で公開し国際レベルでのソフトウェア互換を目指したい。

3.2 システムインテグレーション

3.2.1 システムコンポーネント

図1、表1に示すように、目的に応じてシステムが組めるようにコンポーネントが用意されている。今後マイクロエレクトロニクスなどの技術進歩を取り入れて、現コンポーネントとの互換性を保ちながらコンポーネント内の性能、実装密度の向上を図るのはもちろんであるが、簡単なNC機能、簡単なロボット制御機能、ファジィコントロール、現場のマンマシン端末などの機能を取り込み、コンポーネントの充実を図りたい。

3.2.2 他のシステムとのインタフェース

生産システムの情報化の進展によって小規模なものでもマイクロコンピュータやパーソナルコンピュータをはじめNC、RC、視覚センサなどとの組合せが多くなっている。インターフェースソフトウェアの開発も含めて、これらの機器とのインターフェースの拡大を図る。

3.2.3 制御と管理の統合

生産システムを効率よく、かつフレキシブルに運用するためには、生産計画を実現するための生産管理情報と、現場の機器の制御情報との合理的な相互接続が必要である。

これを実現するために、PC自身に比較的簡単なデータやファイルの操作機能を装備して、上位階層のコンピュータとの情報の接続性の向上を図ってきている。今後、更にシステムとして一貫したデータ管理ができるように、データファイル構造、アクセス手順などの標準化が必要である。

また、プログラムの面からは、上位系からみたPCのプログラムの作成、変更、拡張、保管などがPCの機種やメーカーの違いにかかわらず統一的に行えることが望ましい。このためには、共通の意味と構造をもつ強力なプログラムコードが必要であり、FCLは有力な手段である。

一方、最近の生産システムでは運用・管理を容易にするために、全体を幾つかのサブシステムに分割し、これらを有機的に結合している。このサブシステム(セル)では、共通性の高い何種類かの部品や半製品の加工、組立、テストなどの一連の作業を自己完結的に実行する。このレベル(セルレベル)の制御システムは、PC、NC、RCなどのコントローラとこれらを統括し、上位系のコンピュータとつなぐ処理装置(セルコントローラと呼んでおく)から構成される。このセルコントローラは、下記のような役割分担をする。

- (1) セル内の統括制御
- (2) セル内共通部の直接制御
- (3) セル単位のファイルサーバ

- (4) 下位系コントローラのプログラムの作成、保守、保管
- (5) 上位系へ伝達するデータの前処理と上位系からの情報の解釈・処理を下位系への伝達
- (6) マンマシンインターフェース（セルの運用・管理）

すなわち、セルレベルのコントローラは制御と情報処理の複合機能が必要であり、まさに MICREX-F500 が適合する。制御用の FCL、コンピュータ用のリアルタイム・マルチタスク・マルチユーザー OS (Theos)、汎用高級言語 BASIC、C 言語をベースとした、オープンなセルレベルコントローラとしてアプリケーションの拡大を図りたい。

3.3 ソフトウェア生産システム

ポータブルなプログラムローダ D05、D10、D20 のほかに、パーソナルコンピュータを使用したソフトウェア生産システムとして PC-CAD、FAISES (Fuji AI based Software Engineering System) を商品化してきたが、今後これらを段階的に強化充実させるとともに、ソフトウェア開発環境としてシステム化して行く計画である。具体的には MICREX-F500 の高機能 OS、C 言語、大容量のファイルをベースとして、ソフトウェア開発支援ツールを組み込み、周辺ターミナルとしてパーソナルコンピュータを使用し、共通データベース、共通ファイルを有する、チームデザインができる、マルチユーザー型ソフトウェア生産システムとしたい。

合理的な生産のためには、標準の部品・作業・テスト法が必ず必要であるが、部品としては FCL、テストとしては FCL をベースとしたシミュレーション、また作業の自動化のためには、やはり FCL を素材、部品として、ソフトウェア工学や AI 技術の成果を応用したプログラムの自動生成や合成を実用化して行く計画である。

4 あとがき

MICREX-F シリーズは、単体機器として使用するものからセルレベルのコントローラまで、広い応用に適合できるように体系化されている。

体系化のポイントは、機種系列の充足と、グローバルな視点からの接続性、互換性、統合性のあるオープンなシステムの実現にある。

今後、本稿で述べたことを着実に実現し、継続性と発展性のあるコンポーネントとシステムを提供して行く所存である。

参考文献

- (1) 汎用プログラマブルコントローラ特集、富士時報、Vol.58, No.2 (1985)
- (2) プログラマブルコントローラ (PC) 応用特集、富士時報、Vol.60, No.6 (1987)
- (3) PC ソフトウェア技術動向、電気学会技術報告 (I 部) 142 号 (1986)
- (4) 紙本博史ほか：プログラマブルコントローラシステムのソフトウェア生産技術、富士時報、Vol.60, No.4, pp.301-306 (1987)
- (5) 関口隆ほか：IEC/TC65A/WG6 の動向、計測と制御、Vol. 25, No.6 (1986)
- (6) 中島千尋・菊地洋：プログラマブルコントローラを中心としたネットワークシステム、電気学会産業応用部門全国大会、S4-5 (1987)
- (7) 乳井直樹・紙本博史：ソフトウェア設計におけるエキスパートシステムの応用、電気学会産業応用部門全国大会、S6-2 (1987)
- (8) 田中春樹ほか：PC 用関数型中間言語、産業計測制御研究会資料、IIC-87-10 (1987)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。