

## 超小形PC MICRO<sup>3</sup> の開発

新堂 晴彦\*<sup>1)</sup> 米田 親男\*<sup>2)</sup> 福間 淳\*<sup>3)</sup>  
高見 浩志\*<sup>4)</sup> 浅野 達也\*<sup>5)</sup>

### 1. はじめに

プログラマブルコントローラ (PC) はユーザの幅広いニーズに応じて、高機能高性能が求められる中、2つの大きな流れができあがったように思う。その1つはCIM (コンピュータ統合生産) に対応できる機能を搭載した大中規模PCであり、もう1つは取扱いが簡単でリレー、タイマ等の小規模システムに適応できる 小形、超小形PCである。

特に最近では生産ラインでの分散制御が主流になってきた事から、超小形PCの世界に於いても、性能の向上によりダウンサイジング化が顕著に現れている。

当初、FA (ファクトリーオートメーション) の中心機種として開発されてきたPCも自動化ニーズの高まりから、需要先も製造業のみではなく各種非製造業、レジャー施設、公共施設にも幅広く浸透してきた。

このようなニーズの変化から、超小形PCにおいても単なるリレー制御にとどまらずデータ処理、論理演算、ネットワーク化、高速I/O処理等、専用マイコン機器に近い機能を持ち、さらに使い易いプログラミングツールも不可欠な条件になってきた。

### 2. 使い良さと3つの開発コンセプト

超小形と呼ばれるPC (MICRO-1) が世の中に出た当初は小型化に必要な不可欠なデバイスの品種が少なく、機能を制限する事によって小形化、低価格を実現し超小形PCという新しい分野を作り上げた。その後、他社超小形PCは当然のように機能を充実させ、さらに小形化されたユニットが市場に投入され、しかもコスト据置が当然というきびしい市場が形成された。このような中にMICRO<sup>3</sup>という新製品を投入するにあたり、コンセプトを何に求めるか大きな課題であった。小形化を進めすぎて安全性に問題が出る、コストを抑え過ぎて信頼性が確保



MICRO<sup>3</sup> とプログラムローダ

できない、国際的な規格 (UL, CSA等) に適応できない、などは少なくとも我々の求める超小形PCではなかった。

- ・コンパクトサイズ
- ・経済性
- ・国際性 (安全、信頼性)

これら相反する3つのテーマをバランスさせ、調和する事。これがMICRO<sup>3</sup>の開発理念でもあり、名称そのものである。

それでは超小形PCに求められるファクタ (機能) は、どのようなものであろうか?

さらに小形化、使い易い (簡単)、高速処理、通信機能、省配線、PCリンク、リモートI/O、高速カウンタ、位置決め、アナログタイマ、A/D変換、D/A変換、センサ電源、モータコントロール、カレンダータイマ、センサコントロール、I/O増設、高速割り込み処理、HMI、……………etc.

MICRO<sup>3</sup>はこれら多くの要求を実現している。

超小形PCでは多くの場合機能的にはリレー回路+ $\alpha$ であり、この $\alpha$ にどんな機能付けをするかが重要であり、またそれがユニットの特徴となる。

過剰な機能追求は、上記3つのテーマのバランスをくずし超小形PCの使命が損なわれてしまう可能性がある。コストを抑え、いままで超小形PCには実現できなかった機能を超小形の経済性でユーザに提供する、それによって新たなアプリケーションの可能性を広げ開拓する、これこそが超小形PC MICRO<sup>3</sup>の使命と考えている。

\* 1) 商品開発部  
\* 2) 商品開発部  
\* 3) 商品開発部  
\* 4) 商品開発部  
\* 5) 商品開発部

### 3. MICRO<sup>3</sup>に要求されたノイズイミュニティ試験、国際性、安全性を求めて。

従来、当社のPCにおいてノイズ試験はインパルス試験機を用いて行われてきた。しかし、EMC（電磁環境適合性）が叫ばれる現在、世界標準的な国際規格でのノイズ評価が重要となってきた。

さらに、'96.1以降EC、及びEFTA（European Free Trade Association）諸国が必要となるCEマーク取得を前提に、MICRO<sup>3</sup>の開発段階で審議されていたIEC規格のIEC1131 -1、2（PCの機能、試験及び検証方法）を導入した。実施したノイズイミュニティ試験は以下の通り。

- ① 放射電磁界試験（IEC Pub.801-3 [1984]）  
1 mの距離に設置した送信アンテナより規定の電界強度を放射し、評価する。
- ② 耐減衰振動波試験（Damped oscillatory wave immunity test:IEC255-4→IEC1131-2/JIS B 3502）  
減衰振動波を電源部、センサ電源部、入出力部に印加する。  
通信ケーブル、ローダケーブルにはカップリングボックスを介して減衰振動波を重畳する。
- ③ ファーストトランジェント/バースト試験（Fast transient burst immunity test:IEC801.4→IEC 1131-2/JIS B 3502）  
バースト波を電源部、センサ電源部、入出力部に印加する。  
通信ケーブル、ローダケーブルにはカップリングボックスを介してバースト波を重畳する。
- ④ 静電気放電イミュニティ試験（Electric shock immunity test:IEC801.2→IEC1131-2/JIS B 3502）  
操作者が通常接触の可能性のある基本PCシステム

のすべての露出導体、及び絶縁体に接触、または気中放電法により静電気を印加する。

### 4. 基本ユニットシステム構成図

基本ユニットはCPU基板と電源基板によって構成され、図1で電源部以外の多くはCPU基板に組み込まれている。CPUは20MHzのクリスタルを分周し10MHzのシステムクロックで動作し、内部はシステムROM、RAM、ゲートアレイ駆動用とパルス出力用としての各種発振器、UART、アナログVR用のA/D変換器、高速カウンタ用16ビットハードカウンタで構成している。

またゲートアレイはフィルタ回路、キャッチ及び通常入力レジスタ回路、LEDデータのパラレル-シリアル変換回路、アドレスデコーダ、速度の遅い外部メモリアクセス用ウェイトコントローラ、PCのスクランカウンタ、ウォッチドッグ回路、割り込みコントローラで構成している。

その他として、外部RAM、EEPROM、RS-485トランシーバ、RAMと時計のバックアップ回路を含むリセット回路、I/O部、センサ電源回路で構成している。

### 5. 入力部の構成

入力の種類は世界標準品としてDC入力タイプと北米市場をターゲットとしたAC入力タイプがある。

入力点数は最大14点で、フォトカプラによって絶縁している。このフォトカプラは2-LEDタイプを採用しているためDC入力タイプではシンク、ソース入力を共用する事ができる。

DC入力タイプでは、通常入力以外にX0は、キャッチ

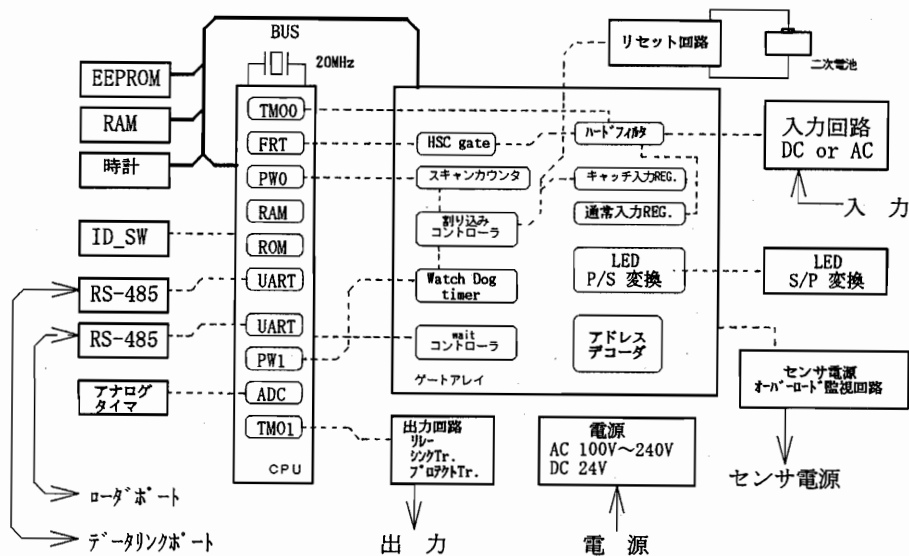


図1 基本ユニットシステム構成図

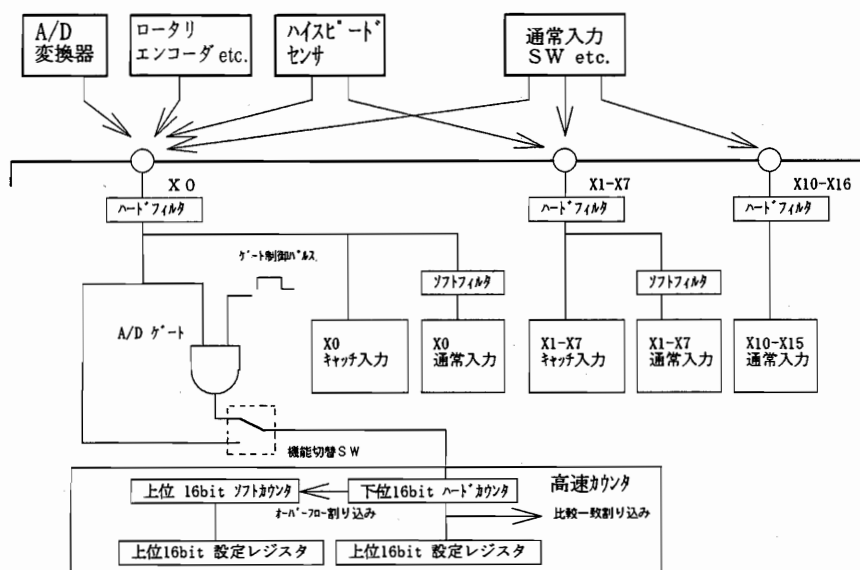


図2 入力部の構成

入力、高速カウント入力、A/D変換入力の各機能を持ち、X1からX7は、キャッチ入力の機能を持っている。X0からX7はキャッチ入力等で高速応答性を重視しているため、必要に応じてフィルタを使いわける必要がある。高速カウンタ入力、キャッチ入力、フィルタについては後述する。またAC入力タイプでは全点通常入力である。(図2)

### 5.1 高速カウンタ

X0入力の1つの機能として、高速パルスをPCのスキューンタイム(PCの1サイクル処理時間)に影響を受ける事なく計数できる高速カウンタ機能をもっている。この機能には4種類の命令が準備され、これらを応用する事によって単純なワークの計数から、ステッピングモータの台形波駆動、さらに位置決め等の制御までが可能になる。

高速カウンタの構成は計数速度の速い下位16ビットハードカウンタと遅い上位16ビットソフトカウンタで構成され、同様に比較レジスタも上位16ビットはソフト的に、また下位は16ビットはハード的に構成され処理される。ソフトカウンタの加算タイミングはハードカウンタのオーバーフロー割り込みで行う。

### 5.2 AC入力のソフト処理

AC入力は入力オン時、フォトカプラの二次側(CPU側)信号はオン-オフの繰り返し信号になる。従来の方はCR積分によってこの信号を平均し、DC化を行っていたが、部品コスト、物理的制約からこの方法に替わりソフト処理によって入力信号を平均化する方法を採用した。

### 5.3 A/D変換

MICRO<sup>3</sup>専用A/D変換ユニットとA/D命令で8ビット相当のA/D変換器を実現することができる。

この変換ユニットは入力値に対して0Hz~8KHzに変換するVFコンバータである。

一方基本ユニットは、A/D命令によって下位16ビットハードカウンタの8ビットに対し正確な時間で開閉できるゲートを設ける事によって周波数カウンタを構成している。

ゲートの開閉はシステム内の1ms割り込みの処理の1つとして行い、ゲートの開時間は125msにプログラムされている、つまりこの時間がA/D変換時間となる。このゲート開時間に入力されたパルス数を計数し、その計数値を1/4した値をA/D変換値としている。

変換値とVFコンバータ出力周波数は図3の通り。

出力周波数(Hz)	0	32	64	7968	80000以上
A/D 変換値	0	1		249	250

図3

### 5.4 キャッチ入力

X0~X7はキャッチ入力レジスタを装備している。通常入力では入力オン信号として動作を保証するためにはその信号時間幅は1スキューンタイム以上必要である。

PCのスキューンタイムを約3msとした場合、入力取り込みを保証するためには通常入力では3ms以上の信号幅が必要である。しかし今日の高速度センサからの信号はこのスキューンタイムより遥かに短い数十μsオーダの信

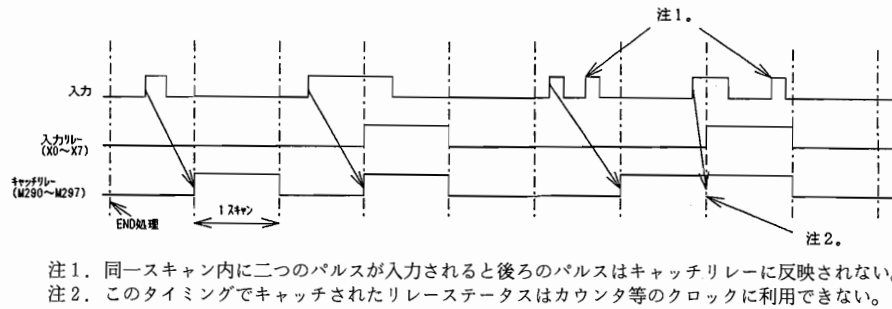


図4 立ち上がりキャッチの動作タイミング

号も多く、通常入力を取り込む事ができるシステムを作り上げる事は必ずしも良い方法ではない。

キャッチ入力はこれらの事に対処するため、1スキャン内で入力された単パルス入力信号をハード的に記憶し、END処理でその情報を取り込み、次のスキャンで演算しその結果をEND処理で実行できる能力を持っている。キャッチできる信号幅はハードフィルタの設定値に依存し初期設定値(10)の場合、立ち上がり信号で $40\mu\text{s}$ 、立ち下がり $150\mu\text{s}$ の信号の取り込みを保証している。図4は立ち上がりキャッチの動作タイミング。

## 6. フィルタ

PCの入力回路は一般的にフォトカプラとCRフィルタで構成されている(図5)。しかしこの方法では時定数が固定されているため、アプリケーションに制限が生じてしまう。例えばノイズ環境が良いが高速性を重視する場合と高速性は必要ないがノイズ環境が悪い場合、フィルタ値が可変できなければ、2種類のアプリケーションが1つのユニットで実現できない事になる。

MICRO<sup>3</sup>ではこの問題を解決するため、フィルタのカットオフ周波数を任意に可変(設定)できるハードフィルタと悪環境下に於けるフィルタとして、約8msのノイズをカットできるソフトフィルタを搭載している。

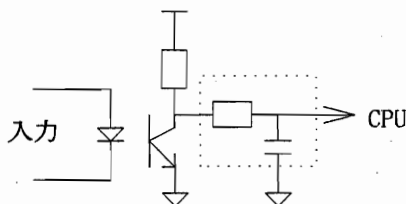


図5 入力回路

### 6.1 ハードフィルタ

このフィルタはG/Aで構成されカットオフ周波数は0~約 $200\mu\text{s}$ と比較的周波数の高い範囲で可変できるよう設計されている。なぜならPCに於ける入力の誤動作の多くは、ノイズエネルギーによってフォトカプラのトランジスタが励起され、あたかも数十 $\mu\text{s}$ オンしたかのように振る舞う現象があるからである。このオン時間はフォトカプラのCTR(電流伝達比)に依存し最大 $100\mu\text{s}$ というデータによりこの値に設定された。

デジタルフィルタ回路の多くはカウンタをカスケードに接続しそれぞれの出力をAND回路で受け、それを出力とする方法である。つまり信号レベルをサンプリングクロックによって複数回サンプリングし、その信号レベルがサンプリングした回数だけ連続して一致しているかどうかでその信号のレベルを判断する方法を採用している。しかしこの回路の最大の欠点はサンプリングクロックに入力信号(ノイズ)が同期した場合、まちがった判定をしてしまう事にある。MICRO<sup>3</sup>ではこれらの誤判定が理論上発生しない回路としている。

### 6.2 ソフトフィルタ

ハードフィルタでは取り除く事ができない比較的時間の長いノイズ、例えばメカニカルスイッチ等で見られるチャタリングノイズに対処するため、ソフトフィルタを設けている。その処理方法はAC入力と同様に1ms割り込みの処理の一つとして実行してる。

ソフトフィルタは0, 3, 7, 10msの4種類に設定できる。

## 7. 出力部の構成

出力の種類は一般的なりレー出力、トランジスタ出力(シンク)とMICRO<sup>3</sup>で初めて搭載するプロテクトトランジスタソース出力が用意されている。

出力点数は最大10点でY0は通常出力以外にパルス出力機能を装備している。(図6)

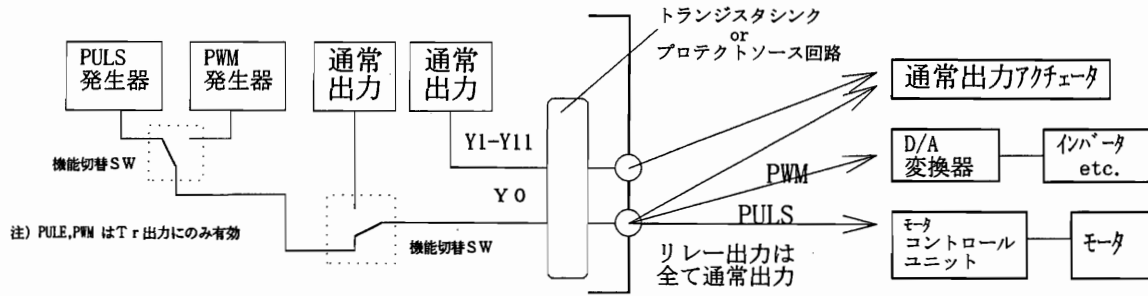


図6 出力部の構成

### 7.1 プロテクト出力

このプロテクト出力の特長は、その名称の通り出力が短絡、もしくは定められた仕様以上の負荷が接続された場合、出力トランジスタが破壊されないよう出力を保護する回路を内蔵している。この時の過負荷情報はPCの内部リレーに反映され、ユーザプログラムによって非常停止等の措置ができるよう設計されている。(プログラムされなければ出力素子は保護されるが、PCのRUNは継続する、エラーランプは点灯) この出力方式は日本に於いてはまだ一般化されてはいないが、ヨーロッパ市場(主にドイツ)では汎用的に扱われている。今後日本市場に於いても、当然の出力方法として認知されて行くであろう。なぜなら出力先が明確でないアプリケーション、出力をユーザに開放しているアプリケーション及び出力が破壊された時の緊急停止等、安全性に対応するためには必要不可欠な機能である。

プロテクト回路はY0とそれ以外の出力では動作に違いがあり、Y1以降では専用ICを使用している。このICの短絡復帰は短絡要素が取り除かれれば自動的に行われる。またこの時のプロテクトトリガは熱的に行っているため環境温度によって復帰時間に差が生じる。

Y0は下記でも説明するが、パルス出力機能に対応するため10kHz以上のスイッチングスピードを有する必要があり、この専用ICが使用できない。このためY0はプロテクト出力用HICを開発した。

プロテクトトリガは電流量によって行いセンシング電流は0.75Aに設定されている。またランプ負荷等で発生するラッシュ電流はこの設定値を大きく超えるが、感応しない工夫がなされている。

### 7.2 PULS発生器

これはトランジスタ出力(Y0)のみに有効な機能で、ユーザプログラムによって出力周波数を10Hz~13kHzの範囲で任意に可変する事ができる。また出力したパルス数を高速カウンタで計数し、HSC命令を使用する事によって、パルスモータの台形波駆動、多段設定位置決め等の制御を可能にしている。

### 7.3 PWM発生器

PULS機能と同様にトランジスタ出力(Y0)のみに有効な機能でありユーザプログラムによってそのデューティ比を245段階で可変する事ができる。

PWM発生器は8ビットカウンタと8ビット比較器で構成されている。PWM発生器の出力は比較値とカウンタ値が一致したときHiにセットし、カウンタ値がオーバーフローしたときLoにリセットするよう動作する。この動作によって、周期一定で比較器に設定された値によって出力Hi時間を制御できる発振器、つまりPWM(パルス幅変調)を実現している。

MICRO<sup>3</sup>のシステムは、このPWM設定値の変更を割り込み処理で行っているが、0あるいは1といった小さい値では、割り込み競合が発生した場合、設定変更が1スキャン内に完了する事を保証できない。このため最小設定値を5としている。このPWM出力信号はアナログデータを直接パルス化したような信号であり、容易にアナログ量に変換できる。

#### 7.3.1 D/A変換器

PWM出力の応用例として、MICRO<sup>3</sup>専用D/A変換ユニットとPWM命令で8ビット相当のD/A変換を実現している。

この変換器の分解能は245階調で設定値をデータレジスタとした場合、0~4は5として処理され、この時出力は最小値となる。また設定値を定数とした場合、設定値5が最小値となる。(図7)

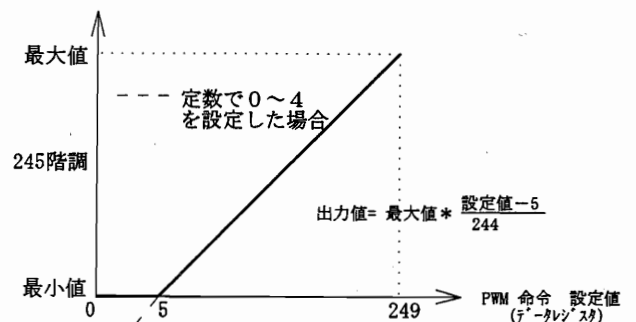


図7 D/A変換器の特性

## 8. 通信機能

MICRO<sup>3</sup>は、通信ポートを2つ装備している。

- ① 主として、ローダ（パソコン）との通信に使うローダポート
- ② データリンク機能で、簡単にネットワークを構成できるデータリンクターミナル

これらのポートは、高速かつ長距離通信に対応できるEIA RS485規格に準拠している。

通信距離は仕様上φ0.9のシールド付きツイストケーブルで200mと規定している。このラインは回路的に絶縁はされていないがIECの定めているIEC-801ノイズテストをクリアしている。

通信機能の構成を図8に示す。

### 8.1 ローダポート

ローダポートは、MICRO<sup>3</sup>の全レジスタ、プログラムを読み書きできるようなコマンド体系を新規に設計し実装している。その通信プロトコルは、FAシリーズPCに見られた1:1、1:N通信の様な2つのコマンド体系ではなく、コマンド内に相手先の局番号を含んだ1つの体系で1:1から1:N型まで対応できる。このためユーザがMICRO<sup>3</sup>のアプリケーションを作成する時、通信プログラム作成の負担が軽くなっている。

ユーザのアプリケーションとして、最近良くみられるのが、モデムを使用し遠隔地にあるPCの監視、制御を行う事例がある。これは、ユーザが設置した機械に付属するPCを、本来の制御だけでなく、1つの通信ターミ

ナルとして使い、メンテナンスに有効活用している。安価なモデムが、普及してきたためと、省人化の要請からこのような事例が多くなってきた。この時、センタとPCの間での電話の通信時間が電話回線事情から変化することが予想されるが、この場合にも対応できるように通信時間の待ち時間を変更できるようなシステム設計が行われている。

### 8.2 データリンクポート

データを通信するためには煩雑な手順を行う必要があるが、データリンクポートは、データの引き渡しを固定された専用データレジスタ間で行うためユーザプログラムを作成する事なく各PC間のデータ交換を簡単に実現することができる。

- ① 親局の1スキャンの最後に子局1局毎の交信を行う。
- ② 子局側では、データ交換のタイミングは、自身のスキャンと同期していない。

親局のタイミングを優先させているため、子局は、スキャンと同期させるためには、ユーザ側で工夫する必要がある。例えば、同期をとるためのフラグを設ける等の工夫が必要である。このように、親局を中心とした考えで、システムをまとめている。親局は、全体のまとめ役の機能を果たすアプリケーションに使用する事を想定してシステムを構築している。更に付加機能として、I/O増設のため、このポートを使用し点数を最大24点まで拡張できる。これらの通信は、RS485の2線式で行っており、2線式のRS485は、配線コストを安価にできるため広く用いられている。2本のライン（差動式）

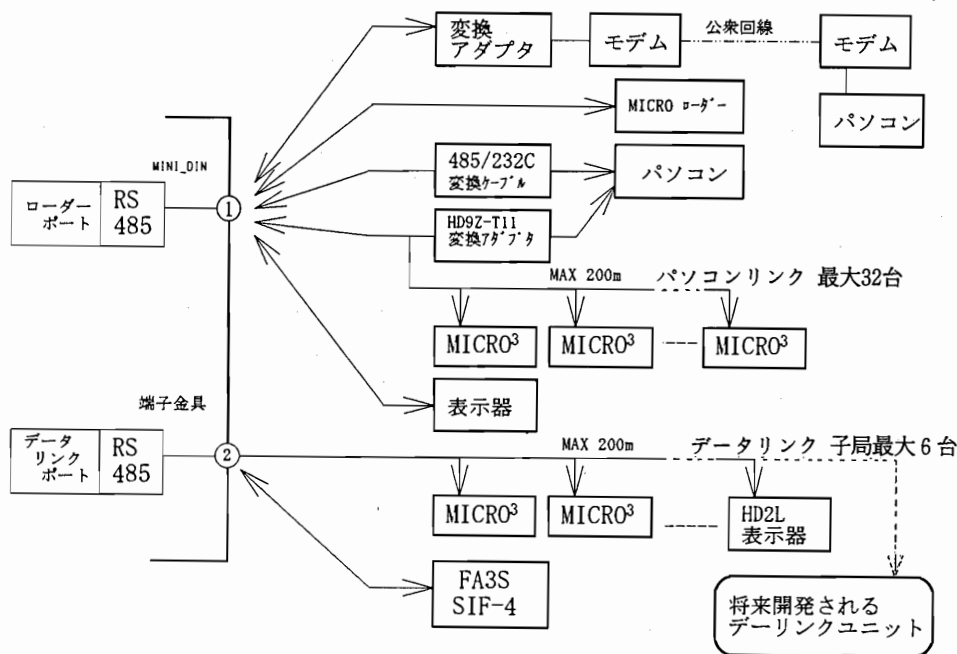


図8 通信機能

で、1方向の伝送ができる。2本のラインで送信、受信を実現するためには、受信、送信と切り分ける必要があり、この切り換えるタイミングが難しい。仕様としては、ラインは、送信終了後即、受信側にする必要がある。ところが、送信終了の信号がデータを実際に送信終了する前にでるため、少し余裕をもたせて切り換える必要がある。また、PCは他の処理を行っているため、切り換え処理は、割り込みで行っている。

現時点ではMICRO<sup>3</sup>またはHD2L型表示器が合計6台接続できる。またFA3S\*1とはSIF-4\*2を使用する事によってリンクする事が可能である。

将来アプリケーションとしてデータリンクに接続可能なユニットとして、高機能アナログユニット、簡易データキャリアなどがあり、データリンクの可能性が広がる事を期待している。

\*1 FA3S: FAシリーズのモジュールタイプPC  
\*2 SIF-4:FA3S用シリアルインタフェースモジュール

## 9. その他

### 9.1 センサ用兼入力用電源

サービス電源とも呼ばれているセンサ用兼入力用電源を超小形PCに於いても標準的に採用しているケースが多いが、MICRO<sup>3</sup>は初めてセンサ電源に過負荷を監視できる機能を搭載した。この監視機能は、システムの立ち上げ時、配線ミス等によって過負荷状態になっていてもMICRO<sup>3</sup>はダウンする事なく動作し、ユーザにエラーメッセージとしてその不具合を知らせる事ができる。

### 9.2 カレンダータイマ

I/O 16、24点タイプは標準仕様としてカレンダータイマ機能を内蔵している。プログラムとして扱えるカレンダー要素は、年、月、日、曜日、時間、分、秒がありカレンダーは2099年まで閏年は自動的に更新される。

### 9.3 LED駆動と省基板設計

超小形と呼ばれるPCを設計する場合、配線のために占められるプリント基板面積の広さに気がつく。なかでも入出力のステータスをLEDで表示するための配線は面積は大きく、LEDモジュール等によってLEDを集中実装している場合、配線のための基板専有面積はユニットそのものの大きさに影響を及ぼす。またLEDの位置は外観のデザインに対しても大きな影響があり、どこでも良いという事ではなく設置場所の自由度の大きさが求められる。これらを解決するためMICRO<sup>3</sup>では、外部に汎用ロジックIC 3個で32個のLEDを4本の配線でダイナミック点灯できる回路を開発した。

## 10. 高速処理モードと標準処理モード

MICRO<sup>3</sup>で使用しているメモリはCPUに内蔵され高速でアクセスできるROM、RAMと外部RAMで構成されている。

MICRO<sup>3</sup>はこのRAMアクセスを切り換えることにより標準モードと高速モードの2通りの動作を実現している。標準モードではプログラム容量、オペランド範囲を大きくすることに重点を置き内部RAMに比べてメモリ容量の大きい外部RAMを主にコンパイル領域、オペランドワークに割り当てている。一方、高速モードでは実行速度を優先して外部RAMに比べてメモリ容量が少ないが、アクセス時間の速い内部RAMをコンパイル領域、オペランドワークに割り当てている。

### 10.1 実行速度の具体例

入力X1がONするとリセット入力X2がONするまで出力Y0を自己保持するプログラムを図9に示す。このプログラムでの実行速度は標準モードの場合には8.8 $\mu$ sで、高速モードの場合には1.8 $\mu$ sとなる。このように高速モードは標準モードの5倍近い実行速度となる。(表1)

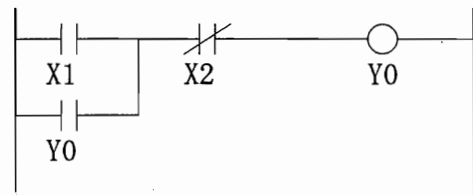


図9 自己保持回路

表1

命令	実行速度 ( $\mu$ s)		速度比
	標準モード	高速モード	
LOD X1	2.0	0.4	5 : 1
OR Y0	1.4	0.2	7 : 1
ANDN X2	1.4	0.2	7 : 1
OUT Y0	4.0	1.0	4 : 1
合計	8.8	1.8	4.9 : 1

## 11. 演算命令の効率化

PCの用途拡大に伴い、超小形PCにも演算命令は必要なものとなっているが、従来型の内部コードを持つ演算命令には、『命令の種類が多い』、『プログラムステップ数が多くなる』といった問題があった。

MICRO<sup>3</sup>では、処理機能を極力落とさずにこの2点の

効率化を図る為に、命令体系を変更した。図10に「データ転送命令」を例に取って紹介する。

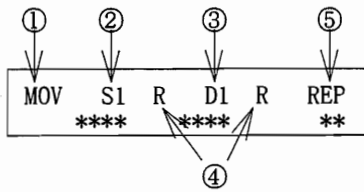


図10 データ転送命令

- ① 演算オペコード (演算種)
- ② 実行データ格納オペランド (命令により”S2”を追加)
- ③ 実行結果格納オペランド (命令により”D2”を追加)
- ④ リピート設定 (一括処理) の有無
- ⑤ リピート設定時のリピート回数 (一括処理数)

図10が演算命令の基本構成で、④のリピート設定 (一括処理) を各命令に付加していることが、従来型からの大きな変更点である。

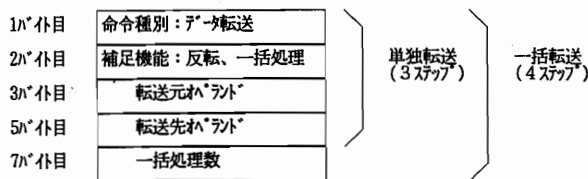


図11 内部コードの構成

データ転送命令は図11のような内部コード構成になっており、2バイト目の設定内容から補足機能を判断して、従来型9種の命令から2種類の命令に集約することができた。そして、ステップ数も半分にすることが可能となった。

また、「比較命令」、「四則演算命令」、「論理演算命令」にもデータ転送命令と同様な内部コード構成にして一括処理機能を持たせているので、同様な処理内容を多数必要とするプログラムを作成する場合にステップ数削減が行える。図12に5個のカウンタ計数値を合計するプログラム例を紹介する。

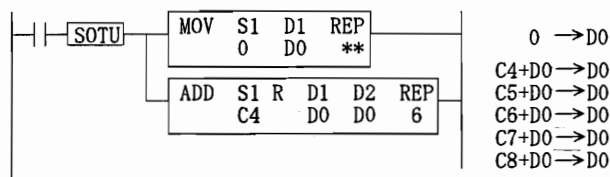


図12 プログラム例

## 12. 仕様

以下にMICRO<sup>®</sup>基本ユニットの主な仕様を記述する。

- 一般仕様 : 表 2
- 性能仕様 : 表 3
- 入出力仕様 : 表 4

表 2

一般仕様

項目	A C電源タイプ	D C電源タイプ
定格動作電圧	100V~240V	24V
消費電力	約30VA(240V)	約14W(24V)
耐ノイズ性	IEC1131-2 の項目に準拠	
使用周囲温度	0℃~60℃	
取付方法	35mmDINレール、直接取付	
海外規格	UL、CSA	
許容瞬断時間	25ms	
外形寸法 (W×H×D)	105 × 85 × 60 mm (I/O 10点) 135 × 85 × 60 mm (I/O 16点) 165 × 85 × 60 mm (I/O 24, AC16点)	

表 3

性能仕様

項目	標準処理モード	高速処理モード
制御方式	スタートプログラム方式	
プログラム容量	1012ステップ	100ステップ
基本命令平均処理時間	2.2μs	0.45μs
入力数	6、9、14点	
出力数	4、7、10点	
増設有無	有 24点 (MAX)	無
内部リレー	232	40
データレジスタ	100	32
タイマ、カウンタ	32	16
キャッチリレー	8	
停電記憶時間	時計有り 約30日 TYP 時計無し 約50日 TYP	
高速カウンタ入力 (DCタイプのみ)	1点 1相 最大10KHz 32ビット	
アナログポリウム	1 (10点タイプ)、2 (16/24点タイプ)	
時計精度	±30秒以内/月 (25℃)	
センサ用電源	24V±3.6V 150mA 過負荷検出	
通信チャンネル	2点 ローポート データリンクポート	1点 ローポート



表4

入出力仕様

項目	仕様
使用入力電圧範囲 (DC)	19V~30V
最小オン電圧	11V以上
最大オフ電圧	5V未満
入力信号	ソース、シンク共用 PNP, NPN出力センサ のいずれにも対応。
使用入力電圧範囲 (AC)	85V~132V
最小オン電圧	79V以上
最大オフ電圧	20V未満
リレー出力 接点容量	AC 240V 2A DC 30V 2A
トランジスタ出力種類	・シンク出力 ・プロテクトソース出力
定格電流	定格 DC 24V 0.5A

13. プログラムローダ

命令体系の変更にもないプログラムローダも新規に開発した。以下にその特長を紹介する。

13.1 プログラミングツールとしての特長

これまでハンディタイプのローダで演算命令を編集する場合、設定項目が多いと1画面で全項目を表示することができなかったが、MICRO<sup>3</sup>では、4行表示にし設定画面ウィンドウを開く方式によって演算命令の編集を分かり易くした。図13は間接データ転送命令の設定画面ウィンドウである。

0 S1>	-R
IMOV S2:	
D1:	-R
R= D2:	

IMOV: 命令名  
 S1 : 転送元エリアのアドレス  
 S2 : 転送元のオフセット  
 D1 : 転送先エリアのアドレス  
 D2 : 転送先のオフセット  
 -R : 一括処理有  
 R= : 一括処理無  
 > : 入力位置指示カーソル

図13 設定画面

ユーザプログラムの保存媒体としてJEIDA規格品のメモリカードを採用している。

ローダからのフォーマット処理によりメモリカードにプログラム名、プログラムサイズ、格納アドレスの管理情報を持たせることとJEIDAで規定されるカード属性情報により、装着されたカードの識別やプログラムの書込・読出を管理している。表5にその他の特長機能を示す。

表5

ローダの特長機能

機能名	機能
タイマ/カウンタ設定値 変更データの読出・クリア	基本ユニットの変更データをローダに取り込む。 また、変更前のデータに戻す。
ユーザプログラムリード /ライトプロテクトの設定・解除	パスワードを入力して基本ユニットのユーザプログラムに対する書込/読出処理を禁止する。
データの一括クリア	基本ユニットの任意のオペランドデータを選択して一括でクリアする。
時計データのモニタ・変更	基本ユニットのカレンダータイマのモニタ・変更を行う。
導通モニタ	エディタ画面で接点をモニタする。
モニタ画面の保持	以前のモニタ画面のオペランド選択内容を保持して表示する。
メッセージ表示言語の切替	ローダの表示メッセージに対して英文/和文の切替をする。
定数表示状態の切替	定数表示に対して10進数/16進数の切替をする。
メモリカードの情報表示	カードの電池状態や、名称及び書き込まれているプログラム名を表示する。
メモリカードの初期化	カードをプログラム保存用カードとしてフォーマットする。
新規システムの読込	カードからローダに別のシステムを読み込み、機能を変更する。
新規システム消去	ローダに読み込んだ別システムを消去する。

13.2 ローダの拡張性

PCのプログラミングツールには、ハンディタイプのローダ、専用GPPやパソコン上で稼働するPCソフト開発支援ソフト(ラダー入力プログラミングソフト)があるが、実際の使用に際してはローダはメンテナンス時での利用が多くなっている。

ローダで行う操作は各種データのモニタ・変更やPCのエラー状態の読出・解除等のPCメンテナンス用機能となっており、ユーザシステムのメンテナンスを行うにはプログラム内容、PC動作について理解している必要がある。また、超小形PCは機器組み込みシステムに利用されることも多く、ユーザが設計される装置に操作ボックスが必要となる場合もある。そこで、ローダがユーザシステムに合わせて機能変更ができれば、ローダ操作が簡略化できてシステムのメンテナンスも容易になる。また、PC以外にも他のコントローラの設定器として利用してもらえ。即ち、PCが汎用コントローラであるように、システム変更が容易であればローダも汎用ハンディターミナル的な用途も考えられる。

MICRO<sup>3</sup>プログラムローダではユーザ側で自由に変更できるように、メモリカードによってシステム変更が行えるようにした。

### 13.3 システム構成

図14にローダのブロックダイアグラムを示す。

ローダはシステムプログラムエリアとしてEPROMとフラッシュメモリを搭載している。

EPROMにはローダシステムが書き込まれていて、出荷時フラッシュメモリには何も書かれていない。

ローダのシステム変更を行う場合には、メモリカードの新規システムプログラムをフラッシュメモリにインストールすることにより行う。EPROMの内容は残っているので、ローダシステムと新規システムを切り替えて使用することも可能である。

また、キーシートはフレームごと脱着可能になっており、キーデザインの変更時キーフレームごと交換が可能である。

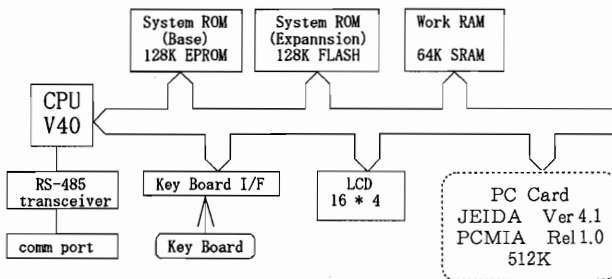


図14 ローダのシステム構成

### 13.4 ローダの仕様

表6にローダの主な仕様を記述する。

## 14. ラダー入力プログラムソフト

普及度も操作性も高いパソコンをツールとしたラダー入力プログラムソフトの開発にあたり、ビギナーから熟

表6

電源電圧	DC 4~6.5 V
表示部	LCD 4行×16文字 1文字: 5×7ドット バックライト付き
キー入力部	シートキー : 35 スライドキー : 1
シリアルインターフェース	RS 485
カードインターフェース	JEIDA Ver : 4.1 PCMCIA Rel : 1.0
使用周囲温度	0~50℃

練者まで、幅広いユーザ層にとって簡単で使い易く、ユーザフレンドリーなツールを基本コンセプトに設計した。具体的には次のような特長を持っている。

- ① ヘルプメニューを充実させたマニュアルレス化。
- ② ウィンド方式を多用し、エディタからモニタプログラム転送等がワンタッチでできる。
- ③ エディタを中心にラダー編集は、ウィンド方式、文字方式、ファンクション方式の3種類を用意した。
- ④ メニュー選択も、ウィンド方式を採用し、FUNキーとの組み合わせで対話方式で操作、選択ができる。
- ⑤ 命令語も一括表示選択できるので、操作性が大幅に改善され、しかもワープロデータも取り扱えてプリントアウトを充実した。

### 14.1 ラダー入力プログラムシステム構成(図15)

ラダー入力プログラムソフトのシステムソフトは、ラダーエディタを中心に6つのMS-DOSの実行システムファイル (SYSTEM\*.EXE) で構成し、各機能ごとに別れており、独立形態を取っている。

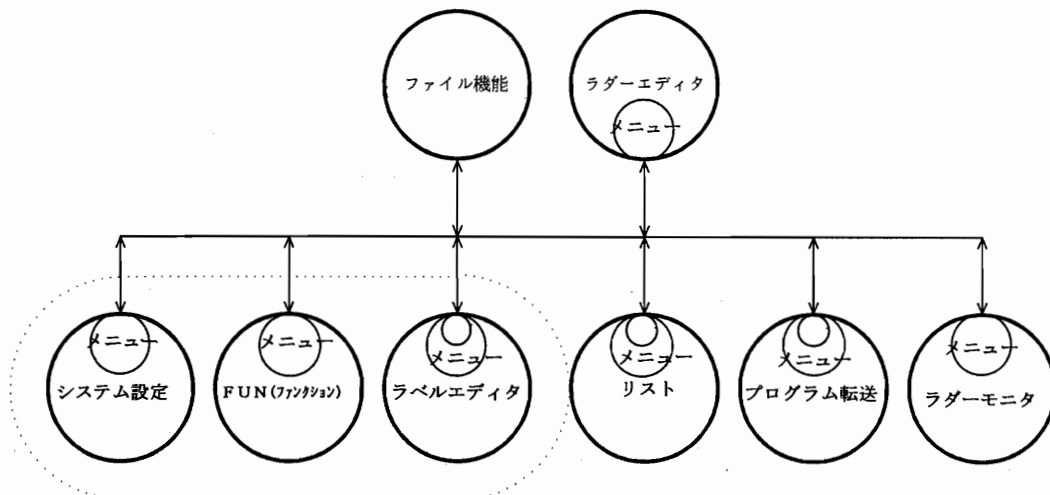


図15 ラダー入力プログラムのシステム構成

各機能ごとの実行システムファイルは、各メニューを持ち、パラメータ（引数）を発行し、各実行するシステムファイルを起動させるシステムになっている。

## 15. おわりに

我々は超小形PC MICRO<sup>3</sup>の開発にあたり、三つのコンセプト、つまりコンパクトサイズ、経済性、国際性（安全、信頼性）、を基に進めてきた。とくに国際性については今後世界標準となるであろうIEC1131規格の主な項目に準拠できるよう安全性に対し特に力をそそいだ。また、MICRO<sup>3</sup>は今後用途拡大が望まれる需要層に対し

て、使い易い専用コントローラとして普及していく事を期待している。それをサポートするユニットとして、データリンクに接続される特殊ユニットの開発はそれらのニーズに対して柔軟に対応できる可能性を持っていると思う。MICRO<sup>3</sup>の開発に際し、各方面の方々に御協力いただいた事を紙面を借りて御礼申し上げます。

## 参考文献

\* JIS プログラマルコントローラ

機能特性 JIS B 3501

試験及び検証方法 JIS B 3502

