

第9回 コンピュータとプロセス制御

早稲田大学 理工学総合研究センター 客員研究員 深町 一彦
ふか まち かず ひこ

コンピュータが広く大手企業の事務所に導入され始めたのは1950年代の後半です。人間にはまだ空調が充分装備されない時期にもかかわらず、嚴重に温湿度ともに管理されたガラス張りの大きな一室に設置されていて、隣の部屋では、多くのデータをコンピュータに読ませるためにキーパンチャーと呼ばれる若い女性が大勢並んで、データをパンチカードに移す作業をしていました。

プロセス制御用コンピュータ

コンピュータがプラントの操業に使われ始めたのは、それより少し遅れて1960年代です。事務用コンピュータに比べて、制御用コンピュータは操業の途中で停止することは許されないという堅牢性と、操業中のプラントのデータのリアルタイム処理という問題を解決しなければなりませんでした。

1963年3月、日本鋼管(今のJFE)の川崎工場で、転炉の操業のコン

ピュータ制御に成功したという記録が残っています。それまでにいろいろな実施例の記録はありますが、純国産のコンピュータが、長期にわたり実際の操業で使われ続けたというのは特筆すべきことではないかと思われます。

図1は、そのときのコンピュータHOC-300の写真です。北辰電機がプロセス制御専用を開発した純国産の制御用コンピュータです。当時は、まだICも普及していない時代で、トランジスタなどのディスクリットな電子部品を基板の上に半田付けして、フリップフロップ回路を1ビットずつ作ったうえで、その基板を並べてコンピュータに仕上げていました。記憶装置は磁気ドラムメモリでした。高速回転とはいえ、回転するドラム上の情報を計算機の記憶に使用するので、ドラムが1回転してくる時間を待ちきれず、ドラム周上のどこに記

憶させると、次のデータの読み出しが早くできるかということまで考慮してプログラムを作ったそうです。記憶容量8192語(1語=34ビット+符号)と記録にあります。この容量の中にプログラムを作りこむために、工夫を凝らして1行2行の節約を競い合ったのでしょう。プログラムには独自に作った命令語を使用していたようです。

東京オリンピックでコンピュータを利用した大掛かりな速報システムが世界に報じられたのはその翌年、1964年でした。1965年、当時の三井銀行本店が、普通預金業務のオンラインリアルタイム処理を始めました。その後、プロセス制御にもコンピュータの導入が急速に普及してゆきます。

コンピュータと製鉄産業

鉄鋼産業は非常に早くから計装に注力し、とくに燃焼と熱の管理には早期から深く関わってきました。昭和11年には、溶鋼の温度計測に関する研究会が発足しています。やがて油圧噴射管式のコントローラの時代を経て、空気式調節計の時代へと移り変わってゆきます。手元に、日本鉄鋼協会編の「熱経済技術要覧・計測編(昭和28年)」がありますが、製鉄会社の技術者たちによって、多岐にわたる計器の説明、取り扱い、保守、工事など実に事細かに記載されています。

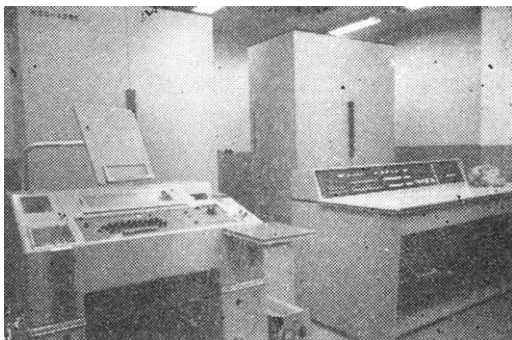


図1 HOC-300 制御用コンピュータ

(森口 繁一:「科学朝日」1963年10月号、朝日新聞社より転載)

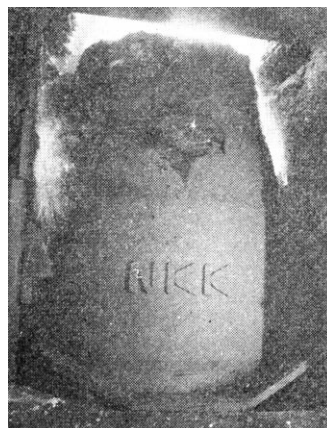


図2 HOC-300でコンピュータ制御した転炉

(同左「科学朝日」より転載)

製鉄は歴史が古く、経験を積み重ねて神技に近い操業を完成させてきましたが、一方では、早くからその解析を進め、多くの熟練作業者の実務をデータベース化し、コンピュータに載せるという膨大な作業を続けてきています。

雄大な機械構造物が立ち並ぶ製鉄所は、今や、膨大な数のコンピュータ群が形成する、巨大な制御システムの集積でもあります。最終製品を扱う圧延工場では、装置の巨大さと運転の豪快さに目を奪われがちですが、その仕上がり精度がミクロンレベルに達していることを聞かされると、驚くよりも不思議な気分になってきます。削岩機で虫歯の治療をしている情景を想像してしまいます。ひとつの鋼材が何回も圧延機のロールの間を通過してゆきますが、前回の圧延工程による変形の量から、次の圧延工程の圧下量をリアルタイムで逐次計算して、精度の高い制御を可能にしています。

一般にプロセス制御では、アクチュエータといえばコントロールバルブを指しますが、製鉄所では、アクチュエータとは、いくつあるのか数え切れないロールを駆動する、巨大な電動機のことです。この電動機の世界制御は±0.004%に達しているとのこと。

もうひとつの製鉄工場のコンピュータ管理技術の巨大さは、製品の多様性にあります。製品の種類は、ひとつの製鉄所で20万種とも30万種ともいわれています。しかも受注生産なのです。圧延ラインの上を走っているそれぞれの鋼板は、どの自動車工場の、どの車

種のどの部分に使われる鋼材かすでに決まっています。造船所のどの船のどの部分に溶接されるために、いつ出荷されるべき鋼板かすでに決まっています。次々に作られてゆく製品は、上流の工程から最終製品の鋼板になるまで追跡されて、その履歴が記録されてゆきます。これを完全に成し遂げるには、コンピュータによる大量のリアルタイム処理が必要になります。

1968年、新日本製鐵(株)君津工場に完成した圧延工場は、初めから全工程の操業をコンピュータによって管理することを前提に、計画、建設されたことで、NHKスペシャルでも放映されました。このときのコンピュータはIBMのシステム360だそうです¹⁾。

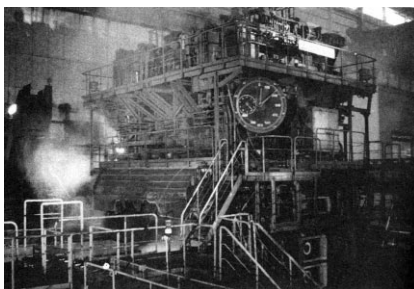


図3 圧延機¹⁾

(「新・電子立国5 驚異の巨大システム」より転載)

計測技術の開発

こうしたコンピュータによる壮麗な制御が可能になる背後には、現場からリアルタイムにデータを送り続ける計測装置の存在があります。高炉の炉内の状態、溶鋼の温度や組成、圧延中の鋼材の形状など重要だが計測が難しい変数が数多くあります。プロセスの深奥に迫るこうした計測技術の数々が非常な努力を重ねながら開発されてきました。「山あれば山を崩し、谷あれば谷を埋め」という言葉を

思い起こさせるような歴史が埋まっています。

横に縦に、そして統合へ

製鉄産業の例をお話ししましたが、石油精製、石油化学のように流体を主に扱うプロセスでは、まず差圧伝送器と調節器のような汎用の機器で大量に計装して、各部の温度、圧力などを基本ループによって一定に保つたうえで、コンピュータから各制御ループの設定値を指示して操業を最適化する手法を広げてきました。

当初、温度計、流量計、調節計などで構成されていた制御装置は、機器のデジタル化と相俟って、量的な広がりや制御システムの多層化、高度化、そして企業全体を統合する巨大システムへと成長してきました。

参考・引用文献

- 1) 新・電子立国5 驚異の巨大システム、相田 洋、荒井 岳夫 著、日本放送出版協会、1997年

討 報

この原稿を書いているとき、新聞で後藤 英一 氏の逝去が報じられました。享年74歳。1954年、コンピュータ開発の黎明期、20代の若さでパラメترون論理素子を発明して一躍世界に有名になった俊秀です。日本のコンピュータ開発史に残る偉業でした。富士通、日本電気、日立などがこの素子を使ったコンピュータを製作しました。ご冥福を祈ります。合掌

著 者 紹 介

深 町 一 彦

早稲田大学

理工学総合研究センター

客員研究員

(連絡先: 東京都新宿区大久保3-4-1

TEL: 03-5286-3091

E-mail: k-fukamachi@kurenai.waseda.jp)

工業用アナログ記録計を安価で容易にリプレースできる 入力カード選択形チャートレス記録計(形式:73VR3000)

(株)エム・システム技研 開発部 岡崎 伸二
おか ざき しん じ

はじめに

チャート(記録紙)を使用する従来の工業用アナログ記録計では、消耗品であるインクやチャートの常時在庫ならびに補充、交換などのメンテナンス作業が不可欠でした。しかし近年は、省力化やランニングコストの低減が切実な問題になり、安価で取り扱い容易な電子式デジタル記録計の出現が期待されていました。エム・システム技研では、このようなご要望にお応えして、現場設置形のチャートレス記録計本体(73ET・74ET・75ET、以下まとめて7xETと略称)の販売を2003年から開始し、ご好評をいただいています^{注1)}。

また、上記の記録計本体7xETの発売以来、ユーザー各位から多くのご意見、ご要望を承って参りました。標題の73VR3000は、チャートレス記録計システムの主要構成要素である本体ハードウェアであ

り、いただいた貴重なご意見、ご要望にお応えすることを目標に、7xETの主な機能を継承し、さらに新機能を追

加して開発した入力カード選択形チャートレス記録計です。今回は、この73VR3000がもつ新しい機能を中心にご紹介します。主な仕様については表1をご覧ください。

1. 形状

7xETでは、取り付け時の機器の配置に柔軟性をもたせるため、入出力ユニットを分離する形状としましたが、逆に取り付け時の簡便性から入出力ユニット一体形を希望されるご意見も多くいただいていた

表1 73VR3000の主な仕様

表示部仕様	表示デバイス	4.7型 STN液晶
	表示色	256色
	解像度	320×240ドット
	ドットピッチ	0.1×0.3mm
	バックライト	冷陰極管
インタフェース部	Ethernet	IEEE802.3 および IEEE802.3u規格準拠 10BASE-T/100BASE-TX(自動切換)
	IPアドレス	192.168.0.1(工場出荷時)
	CFカードスロット	1スロット(Type /Type に対応) 動作電圧 5V、3.3Vカード対応
入出力部	R3シリーズ用I/Oカードを最大4枚まで装着可能(表2参照)	
入出力チャンネル	最大64チャンネル、演算チャンネル最大64チャンネル(表3参照)	
収録周期	20ミリ秒、100ミリ秒、0.5秒、1秒、2秒、5秒、10秒、1分、10分	
防塵防滴仕様	IP65準拠	
外形寸法	144(W)×144(H)×235.6(D) mm	
質量	約2.0kg(入出力カードを除く)	

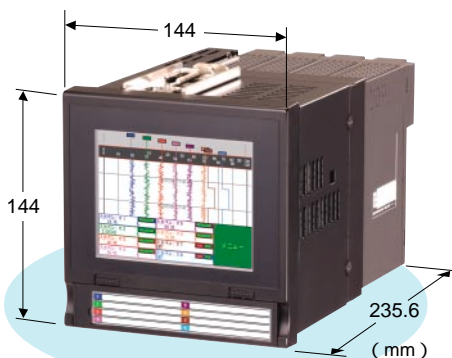
73VR3000では、入出力ユニット一体形の構成としながらも、様々な入力種別を目的に応じて効率良く経済的に選んでいただけるように、エム・システム技研のリモートI/O R3シリーズのI/Oカードを背面に最大4枚まで装着できる構成となっています(対応するI/Oカードについては表2をご参照ください)。

なお、前面面積の狭小化によりパネル取付時のパネルカット寸法を従来の144mm角記録計に対応させています^{注2)}。したがって、従来の小形記録計からのリプレースも容易に行えます。

2. 20ミリ秒、100ミリ秒高速サンプリングの追加

73VR3000では、従来の0.5秒サンプリングに加え、入力チャンネル数に制限はありますが、新たに20ミリ秒、100ミリ秒の高速サンプリ

前面(I/Oカード接続時)



背面(I/Oカード接続時)



図1 73VR3000の外観と寸法

ングモードを追加しました(表3参照)。もちろん0.5秒サンプリング時と同様、高速サンプリング時のデータについても、CFカードへの連続収録、接点入力を利用したトリガ入力に連動したデータ収録などが可能です。高速サンプリングモードが加わったことによって、より幅広いアプリケーションに対応できるようになりました。

3. 前面CFカードスロットと活線挿抜機能

7xETではCFカードスロットが機器背面にあり、CFカード交換時には機器取付パネルを開く必要がありますが、73VR3000では防塵防滴仕様を継承しながらCFカードスロットを前面に配置することによって、前面からのカード挿抜を可能にしています。

また従来はCFカード交換時にデータ収録を一時停止する必要がありましたが、73VR3000では本体内に十分な容量のバッファメモリをもたせることによって、データ収録を継続しながらCFカードを交換することが可能になっています。CFカードを抜き取った状態でのデータ収録可能時間は収録周期

などの条件によって異なりますが、バッファメモリの残容量を表示することができるため、残容量が0になるまでにCFカードを挿入していただければ、データ収録を途切れなく行うことができます。

4. 演算機能の追加

測定データに対するリアルタイムな演算処理機能を追加しました。四則演算をはじめ、論理演算、関数、フィルタがご利用いただけます(表4参照)。なお、演算結果に対しての警報設定もできますから、よりきめ細かい警報設定が可能です。

移動平均や一次遅れのフィルタ演算は、ノイズが重畳した信号の測定や変化量の大きい信号の変化傾向をモニタするのに有効です。

5. パスワード機能

ご要望が多かったパスワード設定機能を追加しました。パスワード設定時には、トレンド画面、バーグラフ画面、オーバービュー画面からの操作が禁止され、不用意な設定変更、データ改ざんが防止されます。パスワード設定を行うことによって、オペレータを限定することが可能になります。



表3 収録周期と最大有効チャンネル数

項目	対応サンプリング周期		
	20ミリ秒	100ミリ秒	0.5秒
アナログ入力	8	計16	計64
接点入出力	8		
演算チャンネル	16	16	64

表4 演算の種類

分類	演算の種類
四則演算	加減算、乗算、除算
論理演算	論理積、論理和、否定、排他的論理和
関数	平方根
フィルタ	移動平均、一次遅れ

おわりに

73VR3000にはこのほかにも、データ収録中でもCFカード内データを上位パソコンへFTP転送する機能や、収録したデータを表示・解析する波形ビューワソフトの標準添付など、いろいろな新機能が追加されています。また、タッチパネルの操作性向上のために、メニューボタンを大きくするなどきめ細かな見直しも忘れていません。

以上、73VR3000の新機能について簡単に説明させていただきました。入出力ユニット一体形の73VR3000と分離形の7xETを用途・目的に対応して、お使い分けください。

注1 73ET・74ET・75ETについては本誌2005年7月号「データ監視ができる記録計へと機能が充実したチャートレス記録計本体(形式:73ET・74ET・75ET)」をご参照ください。

注2 DIN 43700 パネルカット寸法 137.2 $\frac{1}{2}$ ミリ角

表2 装着可能なI/Oカード(最大4枚まで)

入出力種別	カード形式	備考	対応サンプリング周期		
			20ミリ秒	100ミリ秒	0.5秒
電圧入力	R3-SV4S	絶縁4点 直流電圧入力カード			
	R3-SV4AS	絶縁4点、mV入力 直流電圧入力カード			
	R3-SV8AS	絶縁8点、mV入力 直流電圧入力カード	x		
	R3-SV16NS	非絶縁16点 直流電圧入力カード			
電流入力	R3-SS4S	絶縁4点 直流電流入力カード			
	R3-SS16NS	非絶縁16点 直流電流入力カード	x		
熱電対入力	R3-TS4S	絶縁4点 熱電対入力カード	x	x	
	R3-TS8S	絶縁8点 熱電対入力カード	x	x	
測温抵抗体入力	R3-RS4S	絶縁4点 測温抵抗体入力カード	x	x	
	R3-RS8S	絶縁8点 測温抵抗体入力カード	x	x	
接点入力	R3-DA16S	Di16点(入力電源内蔵)接点入力カード			
接点出力	R3-DC16S	Do16点(リレー)接点出力カード	x	x	

*各カードの仕様につきましては、各カード個別の仕様書をご覧ください。 :対応 x:未対応

液晶表示設定形 コンパクト変換器 M7E・UNIT シリーズ

(株)エム・システム技研 開発部 倉掛 和也
くら かけ かず や

はじめに

エム・システム技研では、手のひらに収まるコンパクトで高性能なプラグイン変換器「みにまる」、およびその2出力形変換器「みにまるW2」の2シリーズを多機種にわたりラインアップして参りました。さらに、Windowsパソコン上で動作するプログラムを使って入出力範囲などのパラメータを自由に変更できる「PCスペック形コンパクト変換器」の開発を行い、これらについて発売以来お客様から大変ご好評をいただいています。

このたび、この「みにまる」・「みにまるW2」両シリーズの進化版ともいえる、PCスペック形の液晶表示設定形コンパクト変換器「M7E・UNIT」シリーズを開発したので、ここにご紹介します。

1. 形状

図1にM7E・UNITシリーズ変換器の外観を示します。変換器前面には、



図1 M7E・UNITシリーズの外観と寸法

大きな液晶表示器と4つの押しボタンスイッチ、PC接続用ジャックが操作性を考慮して配置されています。変換器の大きさは、液晶表示器を搭載しているにもかかわらず、「みにまるW2」とほとんど同じで、非常にコンパクトな設計になっています。また、DINレール取付け用のソケットには、「みにまるW2」と同一の11ピンタイプを採用し、変換器をソケットに固定させるローレットねじもこれまで同様に備えています。現在、「みにまる」「みにまるW2」をご使用のお客様には、設置スペースや設置方法が従来と同じですから、置き換えの際に、何も心配ありません。

2. 液晶表示器

M7E・UNITシリーズの最大の特長は、液晶表示器です。変換器前面に搭載する液晶表示器としては、68×95ドットのドットマトリクス方式で、コントラストが高く高精細な

FSTN/半透過型のものを採用しています。このことにより、セグメント表示方式のもの比べて情報量が豊富でより美しい画面レイアウトを実現しています。なお、バックライトには橙色と赤色の2色を用意しており、変換器が正常に動作しているか、異常状態(たとえばバーンアウト状態)かで色分けを行い、現場の作業員に異常状態を瞬時に知らせることができます。このバックライトとしてはオフタイム設定(押しボタンスイッチ操作後、ある一定時間後にバックライトをOFFにする機能)も備え、バックライトの長期間使用による輝度の低下を抑えることができます。また、液晶画面のコントラスト調整も可能ですから、使用環境に従って変化する液晶表示の濃淡を補正できます。

3. 操作性

情報量を豊富に表示させられる液晶表示器は、M7E・UNITシリーズ変換器の操作性を大幅に向上させています。その操作性は、時代の最先端の技術が集約されている、携帯電話機をイメージしていただくとわかりやすいと思います。分厚い取扱説明書をじっくりと読まなくても、画面に表示されるメニューに従っ



図2 M7E・UNITシリーズの前面パネル図

てコマンドを選択し、決定ボタンを押すことによって簡単な設定はできてしまいます。M7E・UNITシリーズは、液晶画面をフルに活用し、お客様の操作性に重点を置いて開発しました。取扱説明書なしでも、液晶画面を見ながら前面に配置されたアップ・ダウン・モード・セットの押しボタンスイッチを操作することによって、簡単かつスピーディに設定変更が行えます(図2)。

4. 液晶画面のモード

液晶表示器に表示させるモードは、大きく3種類に分けられます。

第1には、変換器の現在の状態を表示する「モニタモード」があります。ここでは、入出力の実量値、パーセント値、またはスケール値を表示できます。実量値表示のときには、各種入力センサに見合った単位が表示されます。たとえば、直流入力変換器の場合、電圧入力(V)では「V」、電圧入力(mV)では「mV」、電流入力では「mA」が表示されます。また、M7E・UNITシリーズはスケール機能も備えているため、お客様の用途に応じたスケール値の設定、工場出荷時から記憶されている数多くの工業単位の中から自由に選択しての単位表示が可能です。

第2には、変換器の各種設定を変

更する、「セットアップモード」があります。このモードでは、入出力のコンフィギュレーション・キャリブレーション・微調整・スケール設定などを行います。メニュー画面から設定変更したいパラメータを選択していき、最終的に所望の設定値の入力/選択ができます。

第3には、液晶表示器の設定を変更する、「LCD設定モード」があります。ここでは、液晶表示器のコントラスト設定、バックライトのオフタイム設定が行えます。

5. PC プログラマブル

入出力の設定は、前述したように本体前面の4つの押しボタンスイッチで行えますが、専用の接続ケーブル(形式:MCN-CON)をWindowsパソコンと接続することによって、PC画面上からも設定できます。M7E・UNITシリーズ専用のコンフィギュレータソフト(形式:M7ECFG)は、エム・システム技研のホームページ<http://www.m-system.co.jp/>のダウンロードメニューに追加する予定です。

6. ラインアップ

新シリーズの開発に当たっては、警報設定器のラインアップから揃えたいと考えました(表1)。具



体的には、入力仕様が直流電圧と直流電流、熱電対、測温抵抗体、ポテンショメータで、それぞれ警報出力仕様を備えた4機種です。当然のことながら、熱電対入力と測温抵抗体入力の場合には、規格化されている主要な温度センサはすべて標準対応します。警報出力仕様については、リレーa接点またはb接点の4点警報、リレーc接点の2点警報を用意し、お客様の多様なニーズに対応できるように設計されています。

おわりに

本稿では、新シリーズM7E・UNITシリーズの特長と仕様の概要を述べました。「みにまるW2」のコンセプトを残しつつ、液晶表示器付きで現場での操作性が大幅に向上したM7E・UNITシリーズの優れたところをご理解いただければ幸いです。M7E・UNITシリーズは前述した4機種からスタートしていきますが、このほかにもお客様のご要望にお応えできるように、使用目的に適した変換器をご提供していきたいと考えています。どうぞお気軽にお問い合わせください。次稿では、さらに詳細な機能やスペックの説明とアプリケーション例を挙げて、より理解を深めていただきたいと思います。ご期待ください。

*みにまる、デジアラームは、エム・システム技研の登録商標です。

表1 M7E・UNITシリーズ発売予定機種

製品名称(愛称)	形式	入力信号	出力信号
デジアラーム	M7EASV	DC0~50mA DC-1~+1V DC-10~+10V	<ul style="list-style-type: none"> •4点警報リレーa接点 •4点警報リレーb接点 •2点警報リレーc接点
カップルデジアラーム	M7EAST	(PR), K(CA), E(CRC), J(IC), T(CC), B(RH), R, S, Q(WRe 5-26), N, U, L, R(Platinel)	
測温抵抗体デジアラーム	M7EASR	Pt 10Q(JIS, DIN, IEC), Pt 200, Pt 300, Pt 400, Pt 500, Pt 1000, Pt 5Q(JIS 81), JPt 10Q(JIS 89), Ni 100, Ni 120, Ni 508.4, Ni-Fe 604, Cu 1Q(25)	
ポテンショメータ デジアラーム	M7EASM	全抵抗値 50~8k	