

《展望・解説》

計装制御システムの最近の動向

山 本 眞 人*

1. はじめに

計装制御の技術は測定、制御、管理の分野に大別できよう。日本における計装制御は戦後の高度経済成長の原動力ともなったプロセスオートメーションにおいて本格化した。その主役は測定技術でみれば、熱電対や測温抵抗体などの温度センサ、オリフィスと差圧伝送器などの流量センサであり、制御の面では比例、積分、微分の3つの制御動作をもったいわゆる PID フィードバック調節計であった。高度化した現在の計装制御システムにおいてもこれらの事情は変わっていないように見える。PIDは制御アルゴリズムの基本であり、1940年代に発表された最適チューニングの手法（限界感度法）が今なお少しも価値を失なっていない。

しかしエレクトロニクスの発展と産業側からのニーズにより計装制御システムを構成する機器とその機能は時代とともに進歩しており、特にマイクロプロセッサの出現は測定、制御、管理の各分野に大きな変化をもたらしつつある。ここでは計装制御システムの歴史を簡単にレビューするとともに、デジタル化が著しい最近の計装制御システムの動向についてのべる。

2. 計装制御の歴史

図1に計装制御システムの変遷を示す。それまでの空気式調節計にかわって電気式調節計が登場するのが1940年代であるが、当時の電気技術は真空管であり、制御機器の構成はプロセスからの信号を受けて指示、記録、調節などの動作をすべて1台にまとめている。機器も大型で炉などの装置の付近に専用に計装するものであった。この形は現在でも現場計器で使われている。

1950年代になるとトランジスタの使用により機器が

小型化される。さらに大きな変化はプロセス信号の変換、調節、記録の機能毎に専用の機器を用意し、制御対象毎に最適な制御システムを構成する計装制御システムという概念が出てきたことである。測定端から変換器までの信号伝送距離が伸び、調節計が小型化したことにより、中央計器室にプロセス情報を集めプロセスの集中監視制御を行なうという計装制御システムのパターンが大量生産、省力化を指向する装置産業のニーズにマッチして急速に普及する。

1960年代に入ると、ビジネスオートメーションの旗手として発展してきた電子計算機と計装制御システムとを組合わせて、より効率の良い運転をしようという試みが始まる。それまで人間の経験や判断で調整していた調節計の設定値を電子計算機で求解したプロセス運転の最適条件にセットするもので、SPC (Set Point Control) または SCC (Supervisory Computer Control) と呼ばれる。SPC の概念を図2a.に示す。計算機からの設定は主としてパルス列信号で調節計へ与えられた。SPC においては計算機によるプロセス操作データの集収管理（データロギング）も重要な役目である。

次いで調節動作そのものを計算機で行おうとするDDC (Direct Digital Control) システムが開発される。DDC システムの構成を図2b.に示す。アナログ方式の演算制御に比較してデジタル方式では飛躍的にその機能が拡大、向上する。さらに論理演算によってシーケンス制御との結合が容易となり、バッチプロセスの自動運転、プラントのスタートアップ、シャットダウンの自動化などが可能となった。ただしDDC システムでは複雑なシステムの制御を指向するとともに、ループ当りの制御機器コストを下げるために1台の計算機で数10から100を越える制御ループを一括管理するが、制御システムの信頼性を上げるのに2重化構成のとれるDDC 専用計算機の開発、バックアップ用調節計や操作器が必要となり、結局制御システムのコストはアナログ方式に比較すると割高となる。先に述べた多くの利点があるにもかかわらずこのような

Today's Trend of Process Control System.

By Masato Yamamoto (Yokogawa Hokushin Electric Corporation)

* 横河電機(株)

わば集中形の DDC システムはユーザにとって評価が難しく、特別な分野では効果を上げたが一般化までには至っていない。

1970年代に入りマイクロプロセッサが出現すると事情は一変する。これまでの高価な計算機に替わってマイクロプロセッサを使ったローコストの制御装置が供給可能になったからである。8～32ループ程度の小規模システムでも価格的にバランスのとれるシステムが実現できるわけで、ループ数の多い大規模システムでいくつかの小規模 DDC システムに分割して管理すれば危険分散となって比較的容易に導入できる。マイクロプロセッサを応用した小規模 DDC システムを分散形 DDC と呼んでいる。そしてさらに従来の調節計の単位にまで分散の進んだシングルループコントローラが開発された。これらを総称してデジタル制御システムと呼ぶ。石油危機以降省エネルギー、省資源、高品質を実現する高度な計装制御システムへのニーズが高まる中で、これまでのアナログ制御システムでは実現できなかった数々の機能をもったデジタル制御システムはこの要求にこたえられるものとして急速に普及し、現在の計装制御システムの主流となっている。

3. デジタル計装制御システムの動向

デジタル計装制御システムにはこれまでのアナログシステムにない多くの特長がある。項目をあげてその概要と動向を見てみる。

3.1 システム構成

デジタル計装制御システムには分散の大きさによりシングルループ形とマルチループ形に大別できる。

シングルループ形は従来の調節計の単位にまで分散させたタイプであるが、これまでの1入力1出力という概念と異なりデジタル信号を含めて複数の補助入出力をもち上位システムと結合するための通信機能をもっている。マルチループシステムには8ループを共通の制御ユニット（コントローラと呼ぶ）で管理するものとそれ以上32ループ程度をコントロールするタイプに分類される。関連する入出力点の容量にも差があり、前者は19インチラック程度の大きさにまとめられているのに対し後者は1つのキュービクルに収納されている。さらにオペレータとのインタフェイスで分類すると、CRT による集中監視操作を行なう CRT オペレーション形と従来のアナログ調節計の単位で操作器を計装パネルに配置したボードオペレーション形とに分けることができる。図3に CRT オペレーション、ボードオペレーションのシステム構成を示す。

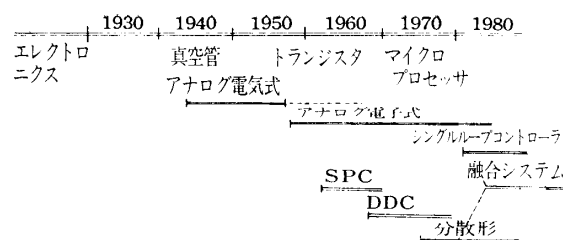


図1 計装制御システムの変遷

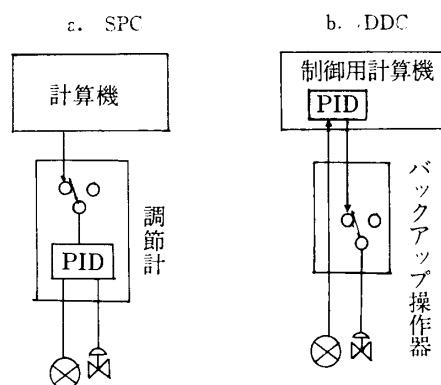


図2 SPC, DDC の概念

a. CRT オペレーション形 b. ボードオペレーション形

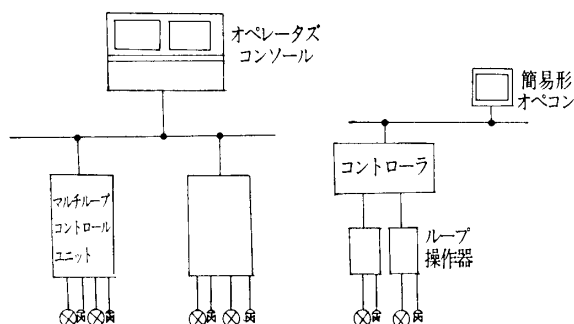


図3 分散形システムの構成

CRT オペレーション方式ではアナログ方式で数10mの計装パネルを必要とした大規模計装を数台のオペレータズコンソールで管理するパネルレスオペレーションを可能とした。これに対してボードオペレーション形は、従来のアナログ調節計と同じようにループ毎に独立した設定操作器で操作できるのでオペレータへの異和感がなく既設計装システムへの導入も多い。

これらの方式はユーザにシングルかマルチか、CRT かボードかといった二者択一を求めるものではなく、通信ラインによって自由に選択組合せができるフレキシブルなシステムである。したがってユーザは対象となるプロセス毎にその特性に応じて分散の度合、オペレーションの手段を選択してサブシステムを構成し、更にそれらを有機的に結合して管理用コンピュータによるトータル制御システムへと発展させていくことが

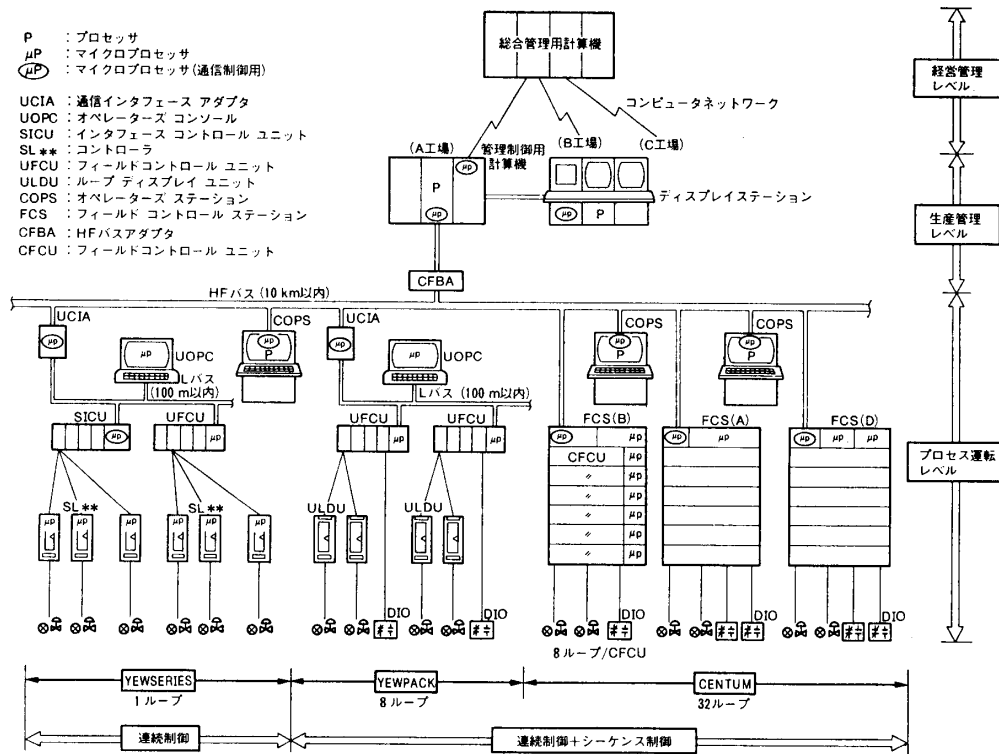


図4 トータル制御システム構成例

できる。図4はトータル制御システムの構成例である。

3.2 システム構築手法

システム構成を含めてループ構成などのシステム構築が大変フレキシブルである。従来のアナログシステムでは制御システムの構築がすべてハードワイヤリングであるため仕様の決定にも時間がかかり、また一度システムができあがると変更や手直しは困難である。デジタルシステムではシステム構築をソフトワイヤリングで行う。この構築作業をシステムコンフィギュレーションと呼ぶが、単にフレキシブルであるだけでなくそれをいかに簡単に実現するかがポイントになる。

代表的な手法は FIF (Fill in the Form) 形式と POL (Problem Oriented Language) 記述方式である。図5は FIF 形式のシステム構築を CRT 画面から会話形式で行う例である。表示される仕様項目に数値をキーインするだけで計器仕様やその接続が決定できるので、スタートアップ後にしばしば発生する制御ループの手直しなども運転を継続しながら容易に実施できるし、極論すれば必要な入出力点数を揃えてハードウェアだけ調達しておけばあとは据付後であってもユーザが自由に制御ループを構築していくことができるということである。

図6はシングルループコントローラで使われている POL 形式のシステム記述例である。各種の演算モジ

ュールを関数電卓のような簡単な言語で表現している。シングルループコントローラは単体で使用される場合が多いので図7のように専用のプログラミングツールからプログラムしたり、本体にプログラム機能を内蔵したりして、ユーザ自身が現場でシステム構築が可能のように工夫されている。

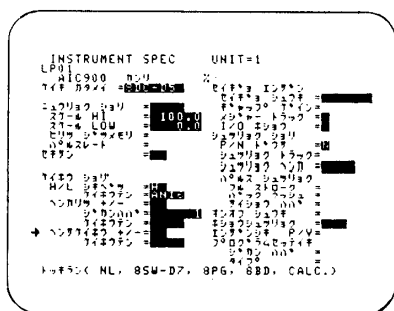
3.3 連続制御とシーケンス制御との結合

リレー回路によるハードワイヤリング方式のシーケンス制御の歴史は古い。マイクロプロセッサの応用によってプログラマブルロジックコントローラ (PLC) が開発され、論理回路がソフト化された。PLC は多点のデジタル入出力を持ったシーケンス制御専用機で機械設備の自動化などに広く普及している。

一方プロセス制御の分野では、フィードバックを主体とした連続制御が中心であるが、バッチ処理やプラントの起動停止などシーケンス制御との結びつきも強い。連続制御とシーケンス制御の融和という新たな制御分野は DDC によって始めて可能になった。アナログ方式では、石油化学など比較的連続プロセス向きとされていた計装制御システムの適用範囲が、デジタル計装の開発により鉄鋼や食品、ファインケミカルなどバッチ要素の多い産業へ広がった。

シーケンス制御のやっかいな点は、アルゴリズムの表現方法とそのデバッグやメンテナンスである。いわゆるリレーシーケンス図も一般の計装エンジニアには

a. 計器仕様ビルダ／メインテナンス画面



b. ループ結合ビルダ／メインテナンス画面

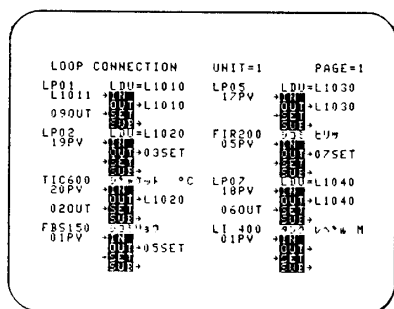
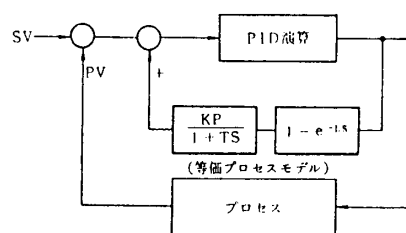


図 5 FIF 形式のシステム構築画面例

むだ時間を有する系の制御



ステップ	プログラム	S1	S2	解 説
1	LD Y1	Y1		出力の読み込み
2	LD P2	P2	Y1	むだ時間の設定 $P_2 = L$ (むだ時間)
3	VEL1	a		むだ時間補償 $a = MV(1 - e^{-L/S})$
4	LD P3	P3	a	1 次遅れ時定数の設定
5	LAG1	b		1 次遅れ演算 $b = \frac{1}{1 + TS} \cdot a$
6	LD P1	P1	b	等価ゲイン KP の設定
7	*	P1・b		$= \frac{KP}{1 + TS} (1 - e^{-L/S}) M$
8	ST A02	P1・b		入力補償端子へ入力
9	LD X1	X1	P1・b	} 基本制御ファンクション
10	BSC	MV	P1・b	
11	ST Y1	MV	P1・b	
12	次の演算			

図 6 POL 形式のシステム記述例

なじみにくい。デジタル計装制御システムでは連続制御との結合方法を含めてシーケンスの記述、メンテナンスをいかに簡易化するかに工夫がなされている。

図8はデンジョンテーブル方式と呼ばれる記述方式である。上段の条件記述欄の条件が成立すると下段の操作記述欄の操作が実行される。図9に示すようにデジタル入出力のオン、オフの判定や操作以外に信号レベルの大小比較や調節計の自動、手動切替など連続制御との融和に必要な条件、操作記述ができる点がシーケンス専用のPLCと異なる。

3.4 演算制御機能の向上

ディジタルシステムの A/D 変換は12ビット程度である。入力変換精度はもちろん、その前段のシグナルコンディショナの精度で決まるが、ディジタル化された信号同志の演算で精度の落ちる心配はない。表1に標準的に装備している演算制御機能例を示す。これらの演算機能をソフトウェアリングで組合わせてシステム構築ができるので計装制御システムの構成も従来の単純ループの集合体から複数ループが相互に関連しあう複合ループ、多変数ループへと進化することが可能になり、制御システムとして大変高度な機能を実現できるようになっている。これには先の演算精度の向上も一役買っている。図10はボイラのマルチループコントローラにより燃焼制御システムを構成した例である。低 O_2 濃度制御を取り入れて省エネルギー運転を実

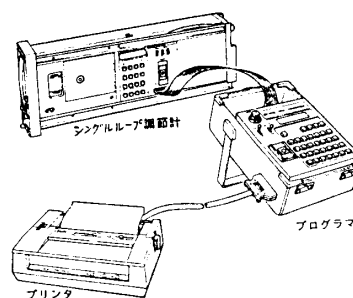


図 7 シングルグループ調節計のプログラミングツール

	規則 1	規則 2	規則 3	規則 4
条件 1	N	N	Y	Y
条件 2	Y	Y		
条件 3	Y		N	
操作 1	X		X	X
操作 2	X	X		X

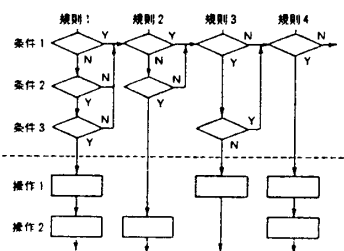


図 8 デシジョンテーブルによるシーケンス記述

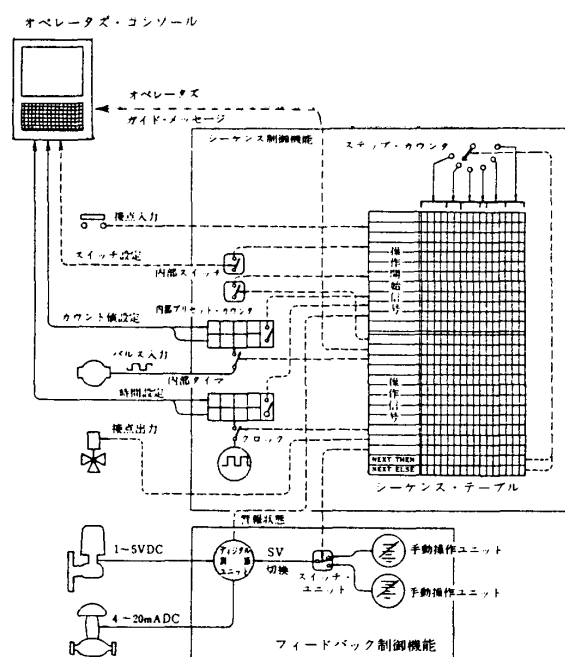


図 9 シーケンス制御機能の構成要素とその信号系統

表 1 演算制御機能

(a)内部計器の種類	内部計器の詳細
入力指示ユニット	入力指示ユニット * 偏差警報指示ユニット
デジタル調節ユニット	PID動作 ギャップPID動作 パッチスイッチ付PID動作 2位置式オンオフ調節動作 3位置式オンオフ調節動作 * 時間比例オンオフ調節動作 * 比例調節動作 * ブレンドPI調節動作
手動操作ユニット	手動操作ユニット 入力指示付手動操作ユニット 出力切換スイッチ付手動操作ユニット
比率設定ユニット	比率設定ユニット
信号選択ユニット	オートセレクト・ユニット シグナルセレクト・ユニット
切換スイッチ・ユニット	(3回路3接点) 切換スイッチ・ユニット 定数切換スイッチ・ユニット
演算ユニット	1次遅れユニット 遅み遅れユニット むだ時間ユニット むだ時間補償ユニット 移動平均ユニット 区間平均ユニット 折線関数ユニット 算術演算ユニット
定数設定ユニット	定数設定ユニット 入力指示付定数設定ユニット
プログラム設定ユニット	(6折線型) プログラム設定ユニット (13折線型) プログラム設定ユニット
定量設定ユニット	定量設定ユニット
パッチデータ設定ユニット	(1パッチ型) パッチデータ設定ユニット (2パッチ型) パッチデータ設定ユニット

施しているが、 O_2 低下による黒煙発生、空気過剰によるエネルギーロスを防止する制御アルゴリズムが組込まれている。

3.5 CRT オペレーション

情報は集中、制御は分散という思想に近づくものとしてマンマシンインタフェースには CRT ディスプレイを使ったオペレータズコンソールが開発されプラントの集中監視操作が可能となった。図11は CRT 画面による標準的なオペレーションを示すものである。アラームなどのプロセス情報があるとまずオーバービュー画面でシステム全体を呼びだし、どのセクションに異常が発生しているかを把握する。続いてグループ表示で関連ループの状況を認識する。ここで設定値の変更や制御モードの切換、出力操作などが可能であるがさらに必要であれば当該ループを呼び出してパラメータの再調整などを行う。プロセス情報の変化や操作の記録はトレンド記録画面やタイプライタに表示、記録される。

CRT オペレーション導入の当初は、画面を順次呼び出す直列操作やデータが更新されるまでの待ち時間、基本的に1対1の操作になるなどの点で非定常時、緊急時の対応が難しいのではないかという心配の声があった。しかし図12に示すユーザオリエンテッドなグラフィック表示画面を使って視認性、直観性を向上させたり、ユーザが独自に定義のできるファンクションキーにより必要な画面をワンタッチで呼び出せる、通信スピードがより高速になってきているなどの技術的進歩があり、導入例における実績ともあいまってそのような懸念も解消しつつある¹⁾。

日本電気計測器工業会の調査によると、マンマシンインタフェースは急速に CRT 化しているが、完全パネルレスはまだ少数派である。ボードオペレーションと共存しつつ、そのウェイトを強めていくものと思われる²⁾。

3.6 システム信頼性の向上

デジタルシステムは集中形 DDC の機能を維持しつつ危険分散を計り、究極にはシングルループの分散まで可能である。そのかわり分散が進むにつれて管理の単位も細分化され高度な複合システムには対応しにくくなる。マルチループコントローラによる複合制御システムでは冗長化構成による信頼性向上策が可能となるよう設計されている例が多い。冗長化構成はそれだけコストアップとなり危険分散のシステム構成を利用して重要部分のみ冗長化するなど、目的によっていくつかのレベルが設定できる。

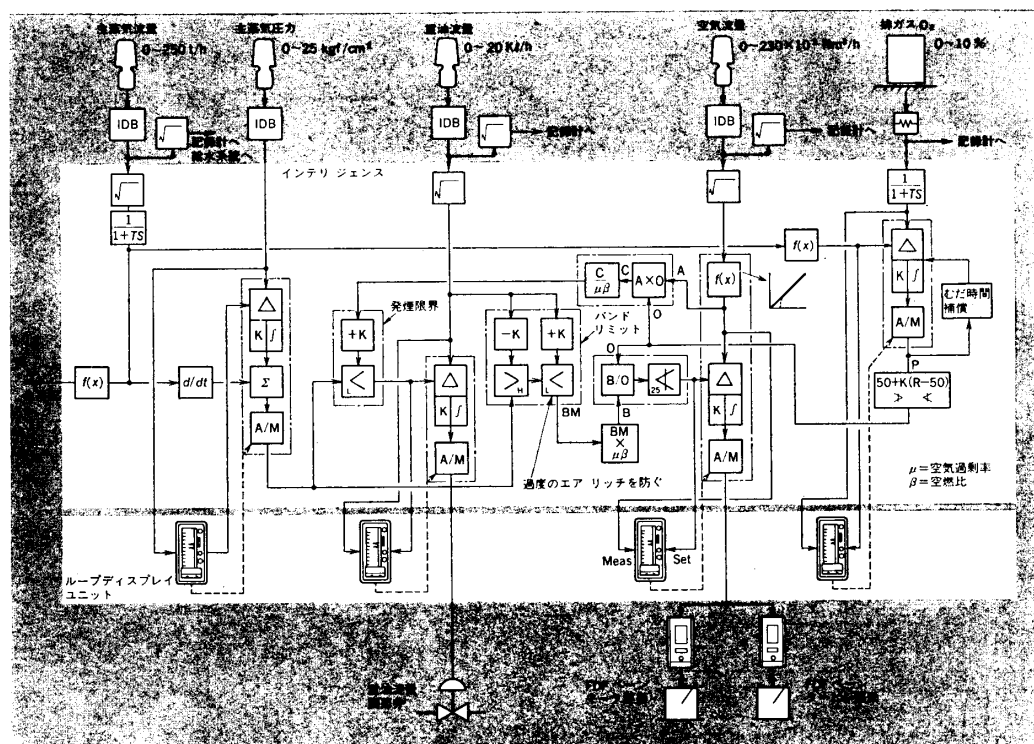


図 10 ボイラ ACC 機能フロー図

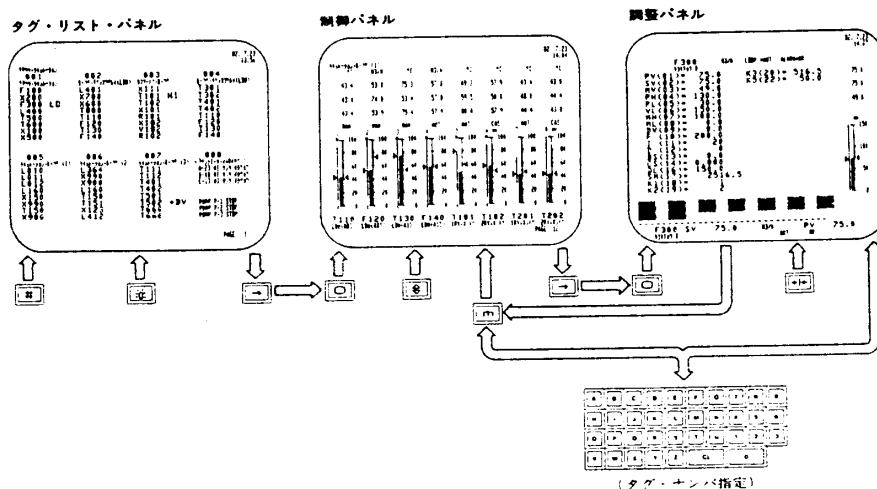


図 11 CRT オペレーションの手順

(1) 1:1バックアップ方式³⁾

図13は1:1バックアップによる高信頼化システムの構成例である。演算制御部、電源が2重化されており、二重化監視装置 (DXS) がシステムを監視し稼働側に異常を発見すると直ちに待機側へ切替える。待機側コントローラおよび監視装置もそれぞれ自己診断を行っており、異常時のオンラインメンテナンスが可能である。2重化構成では切替時にデータベースが一致しなくてはならない。このシステムでは稼働側にデータベースの変更が発生するたびに待機側へコピーし実時間で一致をとっている。制御ループは8ループ分を

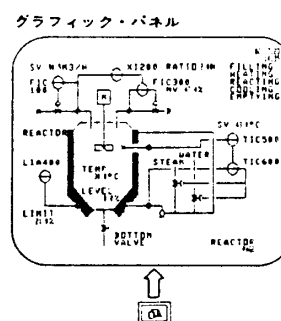


図 12 グラフィックパネル例

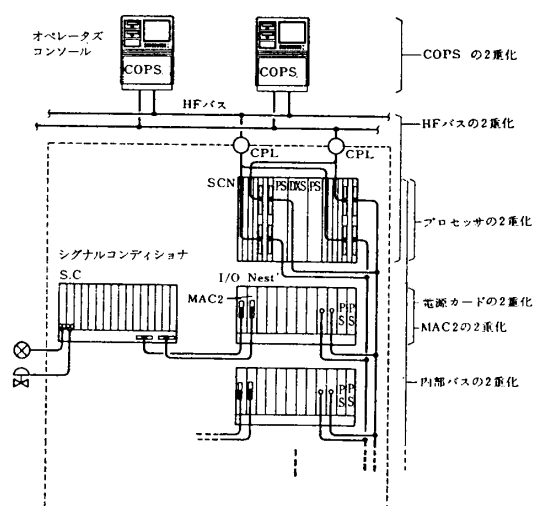
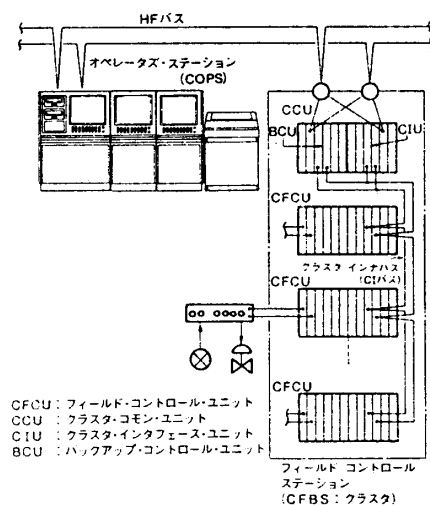


図 13 フルバックアップシステムの構成

a. システム構成



CFCU: フィールド・コントロール・ユニット
 CCU: クラスタ・コントロール・ユニット
 CIU: クラスタ・インタフェース・ユニット
 BCU: バックアップ・コントロール・ユニット

b. CFCU 故障時のバックアップ

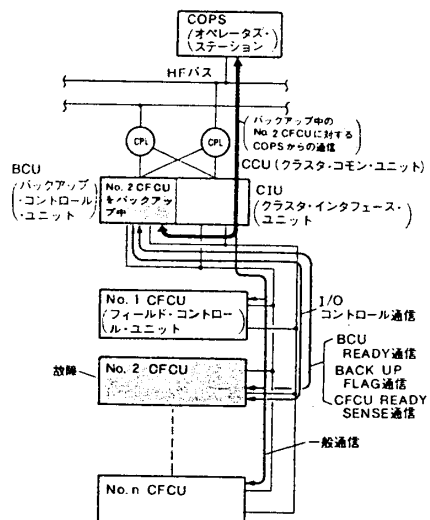


図 14 N:1 バックアップシステムの構成

1枚のインタフェースカード (MAC 2) で一括管理しかつ2重化を行っている。プロセス情報はシグナルコンディショナを介して並列に入力されるが、操作出力は2重化構成のインタフェースから電流信号で直接出力する。

(2) N:1バックアップ方式⁴⁾

図14は複数台の8ループ分散のマルチループ制御システムを1台のコントローラでバックアップしたいいわゆるN:1の経済的なバックアップシステムである。1:1バックアップシステムでは待機側は常に稼働側にトラッキングしていれば良いが、N:1形では相手がNコある。このシステムではバックアップコントロールユニット (BCU) にN台分のデータベースを常時アップロードしコントロールユニット (CFCU) に故障が発生すると直ちに該当するデータベースを使ってBCUがバックアップを開始する。プロセスインタフェース部は先に説明した1:1システムと同様に2重化されている。

(3) 部分バックアップ方式

これまでの方式は分散化された1つの制御ユニット全体の機能を1:1あるいはN:1でバックアップするものであったが、部分バックアップは制御ユニット内の特定ループのみバックアップするものである。バックアップの方式はループ操作器を接続し、マルチループコントローラ故障時にも特定ループの手動操作を可能にする方法が一般的である。ループ操作器のかわりにシングルループコントローラを接続すると正常状態ではシングルループコントローラはマルチループコントローラとSPC的な従属関係になるロードシェア冗長化システムとなる。マルチループコントローラが故障した場合はシングルループコントローラの単独運転になるが自動運転になるかあるいは手動運転にするかはあらかじめ設定できる。

システム構成のところで述べたようにループ操作器やシングルループコントローラの接続は冗長化の目的以外にもCRTオペレーションにおける部分的なボードオペレーションの目的でも行われる。

3.6 通信システム

ディジタル計装制御システムでは機器間の情報ルートとしてビットシリアル通信が使われるが、情報伝送量や伝送距離によっていくつかの階層に分けて経済的なシステム構成を可能にする。通信形態には図15に示す3種類がある。

スター形はおもにループ操作器やシングルループコントローラを接続するために使用される。1:N通信

で情報量も少なくても良いのでツイストペア配線でローコストに設計される。ライン形はマルチループコントローラ、オペレータズコンソール間を結び、1つの制御システムの幹線として使用されている。情報伝送量数 100k bit/sec, 伝送距離は数 km で同軸ケーブルが使用される。ループ形は先の制御システム幹線として使用される他、一段階上位のシステム間および管理用コンピュータを結ぶ工場内の幹線として使用される。ループ形では同軸ケーブルの他最近では光ファイバーを使った光通信システムの開発導入が盛んになってきた。光通信システムでは数 10M bit/sec, 数 10 km の伝送が可能である⁵⁾。

以上はほとんどメーカー独自に最適化された通信システムであり他のシステムと通信する場合は、GP-IB やモデムなどある程度一般化された通信手段によっている。しかしデジタル計装制御システムのフレキシビリティや発展性はこの通信システムに依存しており、現在 IEC で計装制御システム用の通信ラインを PRO WAY (Process Highway) として標準化しようという動きがある。

4. センサ技術の動向

プロセス制御用として温度、流量、圧力、レベルなど主として UP Stream 用のセンサは早くから技術的な確立をしている。一方製品の品質管理レベルが向上してくるにつれて、それまでオフラインで行われていた品質測定の実オンライン化が強く要求されてきた。

品質測定は測定標準の設定が困難なこと、分析のために複雑なシーケンス操作や高度な演算処理を必要とすること、測定セルのキャリブレーション頻度が高いなど使用者側の管理も大変で実用化の難しい分野としてとり残されていた感がある。また流量センサなどについてもより高精度、高安定が要求されてきている。マイクロプロセッサの出現はセンサ分野におけるこれらの問題の解決手段として大きなインパクトを与えている。

図16は測定対象別のマイコン応用センサの製品化状況である⁶⁾。分析計への応用が多いのは先にのべたようにコストパフォーマンスからしてマイコン応用のメリットが最も出しやすいからであろう。

4.1 プロセスガスクロマトグラフへの応用例⁷⁾

図17はマイコン応用のプロセスガスクロマトグラフのシステム構成である。ガスの成分分析はアナライザの中でカラムを通して行われるが、分析のためのカラム切換などのシーケンス処理はマイコン応用のガス

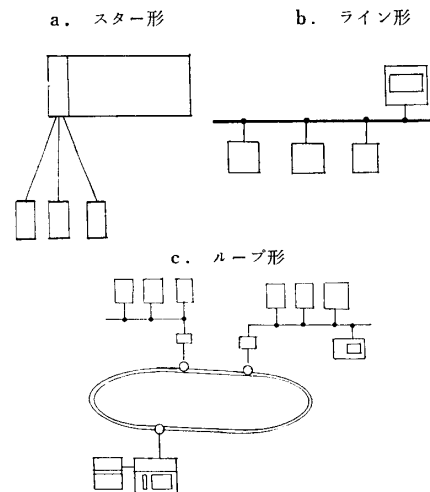


図 15 通信システムの形態

物理量	0	5	10
温度	度	度	度
レベル	→ (2)	→ (2)	→ (6)
距離(変位)	→ (3)	→ (14)	→ (14)
速度	→ (1)	→ (1)	→ (1)
流量	→ (4)	→ (4)	→ (4)
含有量(成分)	→ (6)	→ (6)	→ (10)
重量	→ (5)	→ (5)	→ (5)
電圧	→ (14)	→ (14)	→ (14)
電流	→ (1)	→ (1)	→ (1)
力	→ (1)	→ (1)	→ (1)
圧力	→ (2)	→ (2)	→ (2)
流量	→ (1)	→ (1)	→ (1)
速度	→ (1)	→ (1)	→ (1)
密度	→ (2)	→ (2)	→ (2)
明度	→ (1)	→ (1)	→ (1)
反射率	→ (1)	→ (1)	→ (1)
形状	→ (2)	→ (2)	→ (2)
抵抗	→ (1)	→ (1)	→ (1)

図 16 測定対象別マイコン応用センサの製品化状況

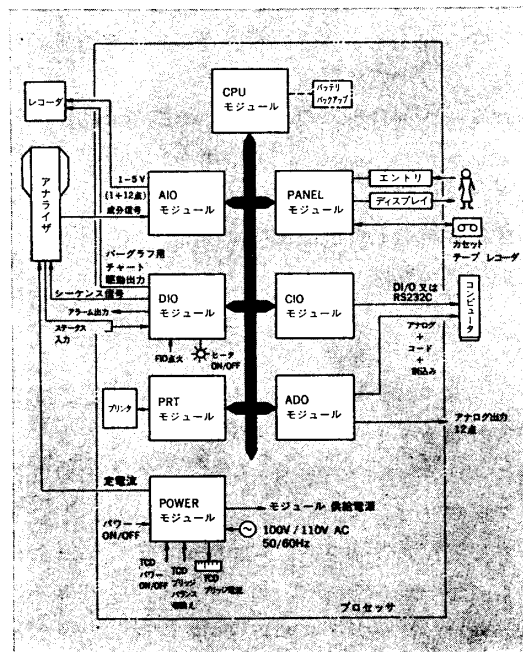


図 17 マイコン応用ガスクロマトグラフ

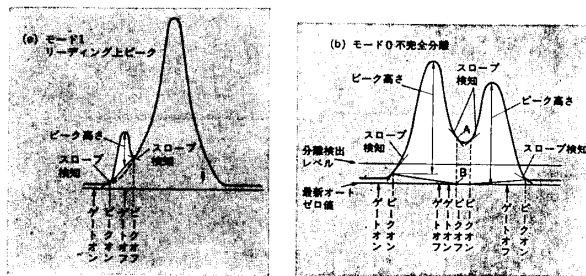


図 18 ガスクロマトグラムの一例

ロプロセッサが管理する。アナライザから出力される成分信号（クロマトグラム）はプロセッサに読込まれ A/D 変換し成分濃度に変換されるが、クロマトグラムは図18のように複雑な形をしておりこのデータから成分濃度に変換するのにマイコンの演算機能が発揮されるわけである。この他に標準ガスによる自動キャリブレーション、自己診断によるシステムの異常検出の機能を備え、メンテナビリティを向上させている。

4.2 最近の動向

その他の応用例としては温度スキャナのように多点測定管理、データ処理に使用するもの、関連する複数の入力を読込んで補正演算や間接測定値を演算するもの（たとえば蒸気質量流量演算やカロリー演算）などがある。間接測定などの演算には専用の変換器として独立している機器の他にシングルループコントローラのように、多点入力を読込んでユーザが独自に演算プログラムを組める汎用演算器も開発されている。最近ではさらにマイクロプロセッサを応用しセンサの精度そのものを向上しようという動きが超音波流量計や電磁流量計などで始められている。

今後もセンサ分野へのマイコンの応用は広がっていくものと思われるが、室内で使用される制御システムと異なり、変換器類は設置が屋外であったりノイズを受けやすいなど厳しい設置環境に対しに信頼性を高めていくかが課題である。

5. デディケイテッドシステム

デジタル計装制御システムの設計に際しては、制御対象となるプロセスの要求仕様を満足するようにユーザ、メーカーのシステムエンジニアが入出力点数やループ構成、マンマシンインタフェースなど1つ1つの要素を決定し最適システムを構築するいわばオーダーメイドが一般的である。デディケイテッドシステムはメーカーが特定のプロセス専用に設計しているものでいわばレディメード形システムである。

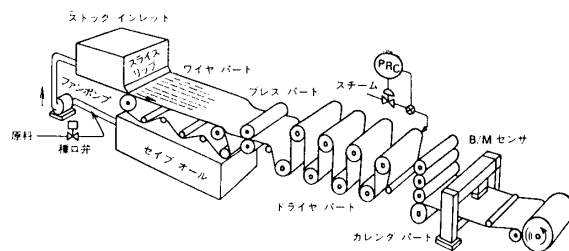


図 19 抄紙工程の概要

一例として抄紙機の品質管理システム(B/M-CENTUM)を紹介する。図19は抄紙工程の概要である。原料のパルプ液は種口弁を通して循環ループに入り希釈されストックインレットからワイヤで脱水後、更にプレスで搾水しドライヤで乾燥して巻取られる。紙の品質の最重要指標は坪量（1m²あたりの重量）、水分率（紙に含まれる水分の重量百分率）である。この坪量、水分率は巻取り前に設置された B/M 計で測定される。坪量はβ線透過形検出器、水分は近赤外線透過形検出器で測定するが相互に関連があり絶対測定値を得るまでに複雑な演算が必要であり、紙幅方向へセンサをスキャンさせるためのシーケンス処理が必要である。坪量、水分率の制御にはそれぞれ種口弁、ドライヤ蒸気圧を操作するが、長い輸送遅れや多段遅れのある難しい制御ループでむだ時間を考慮したデジタル制御アルゴリズムが適している。さらに紙幅方向の品質管理のために坪量、水分の幅方向パターンをオペレータに表示する必要がある、また操業管理用データとして巻取り毎に巻取り長さや重量をオンライン表示するとともにタイプライタにプリントアウトする。

以上のような抄紙工程特有のニーズを B/M センサとマイクロプロセッサ応用のデジタル計装制御システムとの効率的な融合で実現したのが抄紙機品質管理システムである。図20にそのシステム構成を示す。

このようなデディケイテッドシステムの開発にはユーザー、メーカーの協力が必要であり時間もかかるが、一度完成するとレピートオーダーが可能でありシステムエンジニアリングやスタートアップ作業が簡略化されるのでシステム価格や導入経費も安くなるのでユーザー、メーカー双方にメリットのある魅力的な制御システムとなる。デディケイテッドシステムはこの他に合成繊維の延伸プロセスの温度制御システムやパケージボイラの燃焼制御システムなどでも開発されており、デジタル計装制御システムの1つの応用分野として適用範囲の拡大が期待される。

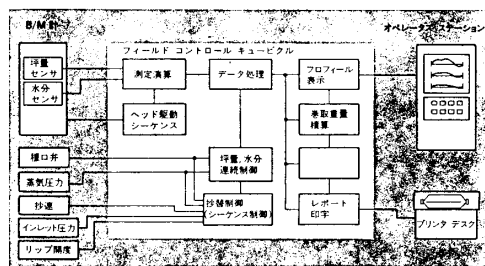


図 20 B/M-CENTUM のシステム構成と機能

6. おわりに

これまでの歴史的経過をレビューしつつ最近の計装制御システムの動向をセンサ、制御システムの両面から調べてみた。最上位のコンピュータについては触れなかったが、従来の制御用コンピュータが行っていたプロセス制御サイド寄りの作業は分散形制御システムの中に吸収され、管理用コンピュータとしての位置づけが明確になってきている。それだけに本体の機能向上は勿論、光ディスクなど大容量メモリ装置や漢字ターミナルなどのインテリジェントターミナルの開発が活発であり、さらにユーザーに一層身近な使いやすいものにするために、OS や高級言語の開発も進められている。

計装制御システムは分散形システムがアナログシステムと置替わり普及期に入っている。制御機能に比較してマンマシンインタフェース機能はまだ発展途上であり、CRT の大形化、高精細度化、音声入出力など増々便利なものとなってこよう。一方センサの分野ではマイコンの応用によりインテリジェントセンサが活

発に開発され品質管理のレベルを向上させている。これとは別にプラントの異常予知もプラントオペレーションの重要な項目であるが現在はオペレータの五感にたよっている。これをいかに自動化するかもセンサ技術の課題でありパターン認識など除々にその技術が育ってきているところである。

制御アルゴリズムの分野では先に述べたようにPID フィードバック制御が主体であるが、コンピュータが身近に使用できる環境が整ってきたことから現代制御理論を応用した多変数非干渉制御やカルマンフィルタによる予測制御など新しい試みも始められている。アナログ計算機によるプロセスシミュレーション以来関係の深い制御技術とシミュレーション技術とのかかわりあいは今後さらにその重要度をましていくことになるだろう。

参 考 文 献

- 1) 富田：システム化へのデザインフィロソフィー，SICE 第3回産業システム部会資料 82年10月
- 2) 渡辺：計装機器システムの需要動向調査，第4回 SICE FORUM
- 3) 小川他：分散形制御システムにおける デュープレックス方式を用いた 高信頼度 コントロールステーション，横河技報，24-4
- 4) 若狭他：n+1 バックアップ構成の高分散デジタル計装制御システム-CENTUM-B 横河技報，26-2
- 5) 稲生：32M ビット/秒 光データウェイ，横河技報，26-3
- 6) 丹治：マイコン応用センサの現状での問題と将来の動向，計装，25-4
- 7) 深井他：ガスクロマトグラフ GC6 P，横河技報，24-2