

工業計装におけるマンマシン機器 —CRTディスプレイの適用—

Man-Machine Devices for Industrial Instrumentation System —Application of CRT Display—

工業計装でのマンマシン機器の役割は、「制御は分散、情報は集中」の思想の上に立つ分散形総合計装システムで重要な位置を占めるに至っている。その中でも、特にCRTディスプレイは可視性、多様性、大量な情報の同時性などの特長を生かして、マンマシン機器の中心的役割を果たしている。

本稿では、CRTディスプレイのマンマシン機器としての位置付けと最近の傾向について言及したあと、日立分散形総合計装システムでのマンマシン機器の系列を紹介し、その中でカラーCRTを使用した最新のマンマシンシステムについて、その構成、特長及び機能の概要について述べる。

更に、マンマシン機器の今後の方向についても検討を加えた。

石田正浩* Masahiro Ishida

藤井和博* Kazuhiro Fujii

善田徳治* Tokuji Zenda

1 緒言

近年、分散形総合計装システム運転の中心機器として、CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイを使用したオペレータコンソールが採用され、その評価が高まっている。計装システムの大形化、複雑化及び素子の発展による制御機器の高機能化に伴い、オペレータが扱う情報が飛躍的に増え、そのマンマシンインタフェース部が制御システムの特性を決定する重要な位置を占めるに至っている。日立製作所では、以上のような情勢に対処するため、カラーCRTを中心として標準マンマシンシステムを開発し、実績を積んできた。以下、標準マンマシンシステムの最近の動向と機能について詳述する。

2 マンマシン機器の最近の動向

計装でのマンマシン部の変遷は、オペレータの操作の中心

となる場所の変化が明示している(図1)。プラント運転の自動化は、現場計器でプロセスの状態を監視し、オペレータが弁を操作した第1段階から、調節計や各種計器を集合した計器室を設置し、計器パネルを中心に集中管理、遠隔指示、操作を行なう第2段階、更に昭和50年にマイクロコンピュータを中心とした総合計装システムが出現し、CRTディスプレイとキーボードを組み込んだデスク盤を中心に、小人数で集中的に監視、操作が行なえる第3段階へと発展した。この段階では、LSIの進歩で制御部分は大幅に縮小化され、信頼性向上、拡張性向上のため機能分担と設置場所を最も効率の良い方法でプラント内に分散し、情報はデータウェイを通して集中する構成となった。

それに伴ってCRTディスプレイを中心としたオペレータコンソールからは、従来の計器操作、パネル操作と同じ感覚での操作ばかりでなく、オペレータガイダンス、プラント状態の印字・記録及び警報表示並びにマイクロコンピュータのフレキシビリティを生かした制御ループ、シーケンス回路及びグラフィック画面のメンテナンスが可能となっている。

こうしてCRTディスプレイによる運転は、従来計器に慣れたオペレータに受け入れられるか、という懸念は完全にぬぐい去られ、急速に定着しつつあるのが現状である。

3 分散形システムにおけるマンマシン機器

3.1 マンマシン機器の系列

システムの規模、情報量及び運転の形態に応じてマンマシン機器へのニーズは変化する。調査¹⁾によれば、分散形システムの採用理由として挙げられている項目の中で、(1)集中管理、(2)システムの拡張性(変更の容易性)、(3)システム全体の有機的結合、(4)ワンマン操作、(5)パネル面積の縮小など、マンマシン機器に依存するニーズの割合が非常に高く、トータルシステム化と少人数による運転、メンテナンスが求められている。このようなニーズを背景に、日立分散形総合計装システムでは表1に示すような各種のマンマシンシステムを提

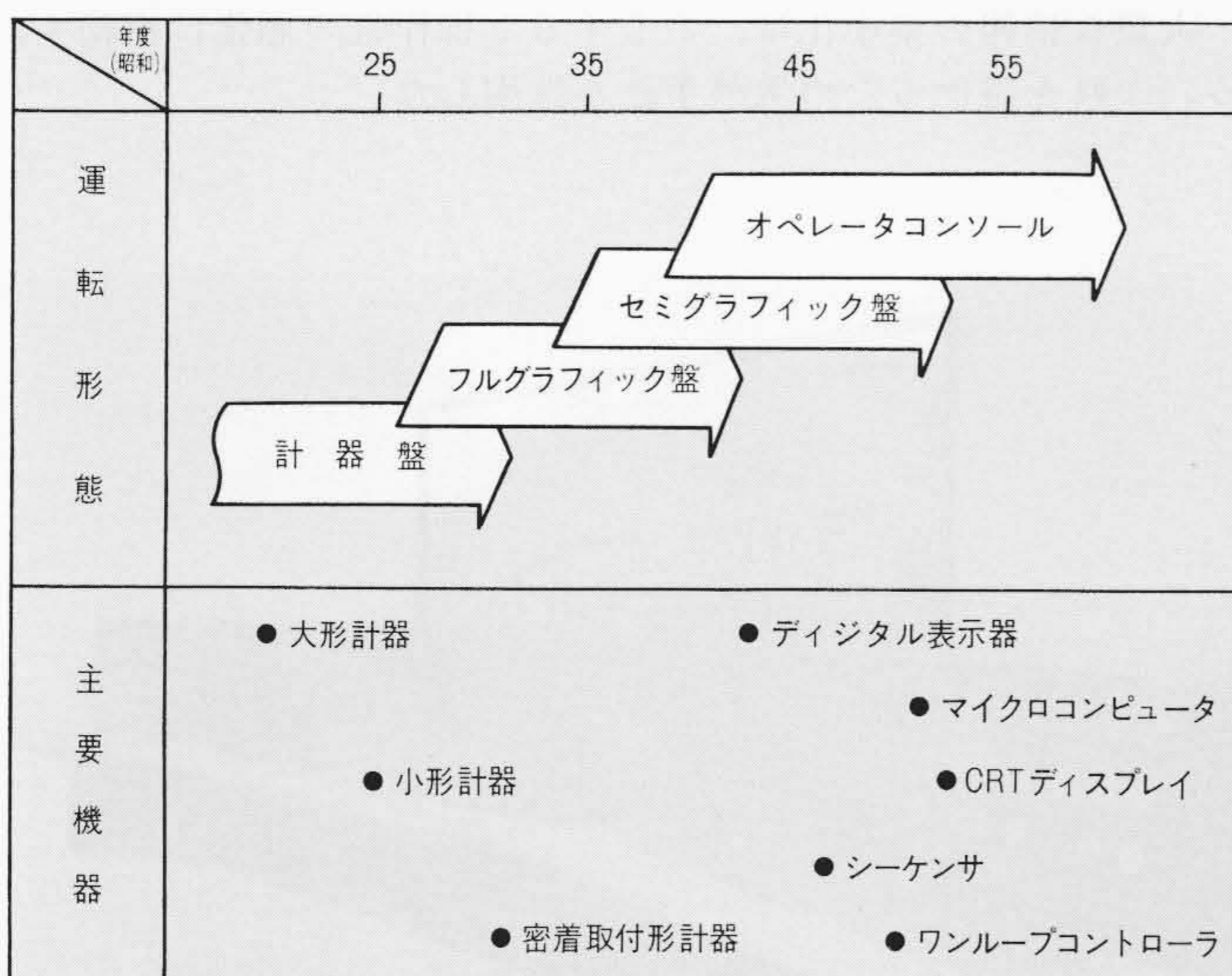


図1 工業計装におけるマンマシン機器の推移 パネル面積の縮小、情報量の増加に伴い、CRTがマンマシン機器の中心的存在となりつつある。

* 日立製作所那珂工場

表1 分散形システムにおけるマンマシン機器の系列 システムの規模と運転の形態に応じ、最適な選択が可能である。

システム名	規模	構成	機能	特長
POC-D	大	1. 20inカラーCRT 2. オペレーションキーユニット 3. メンテナンスキーユニット	1. DDC標準3画面 2. SEQ標準3画面 3. トレンドグラフ 4. グラフィック	1. 情報の階層化 2. ワンタッチオペレーション 3. 分散形システムを標準支援 4. 会話形によるシステム生成
POC-V	中	1. 14in白黒CRT 2. 専用キーボード	1. バーグラフによるオーバビュー表示 2. ループ、シーケンスパラメータの表示/設定	CRTによる情報一括表示*
POC-A	小	1. LED表示器 2. デジタルスイッチ	ループ、シーケンスパラメータの表示/設定	1. メンテナンス用 2. 分散形システムのバックアップ
POC-18K	小	1. LED表示器 2. テンキー	1. ループ作成 2. パラメータ表示/設定	1. DSC-18専用 2. ループ作成可能 3. 4台のDSC-18を支援

注：略語説明 CRT(Cathode Ray Tube) LED(半導体発光素子)
DDC(Direct Digital Control) SEQ(シーケンス)

供し、実績を積んできた。CRTを中心にシステムの性格とニーズに応じて、メンテナンス主体のシングルシステム用から大規模システム用のトータル監視まで、適切なマンマシン機器の選択が可能シリーズ構成となっている。同表の中で、特にカラーCRTを使用し大規模システムに適した、情報の直視性、操作性及びメンテナンス性に優れたPOC-D形オペレータコンソール(以下、POC-D形と略記)について、以下にその概要を述べる。

3.2 POC-D形の構成

POC-D形はDSC-23A形マイクロコンピュータ、磁気ディスク、20inカラーCRT及び2種類のキーボードユニット(オペレーションキーユニット、メンテナンスキーユニット)を中心として構成される。図2に、キーボード部の外観を示す。オペレーションキーユニットは通常運転操作用であり、操作性(ワンタッチオペレーション)に最重点を置いて構成されている。メンテナンスキーユニットは制御システムのメンテナンスを行なうもので、機能の充実に重点を置いて構成されて

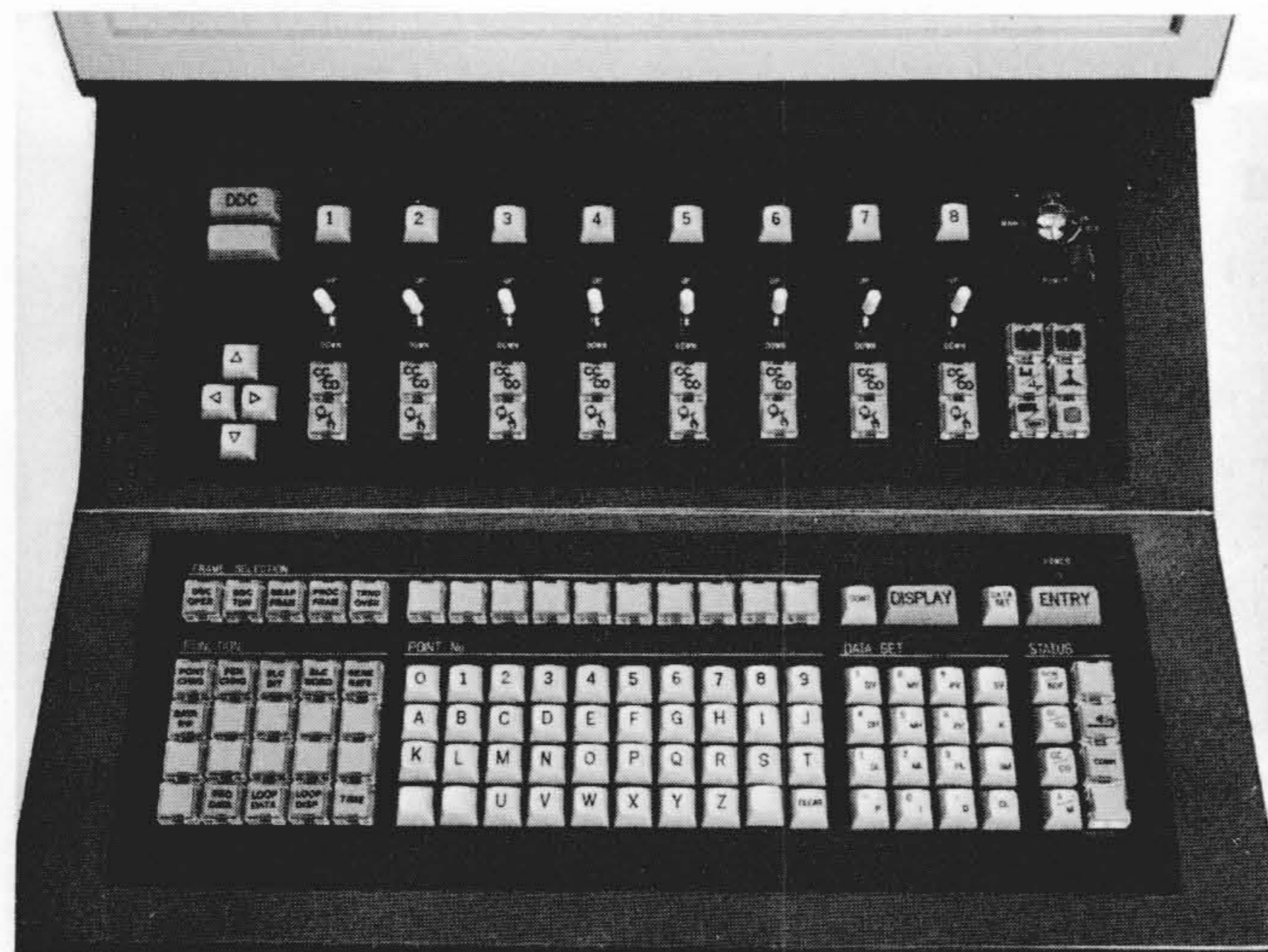


図2 POC-D形のキーボード 上部がオペレーションキーユニット、下部がメンテナンスキーユニットである。

いる。このように機能分割することにより、大量の情報を扱い、かつ多機能を要求されるマンマシンに対して、操作性を失うことなくその機能を実現することが可能となった。

POC-D形にはこのほか、タイプライタ、トレンド記録計、CRTハードコピー及び上位計算機との通信機能などをオプションとして付加することができ、より高度なマンマシンシステムを形成することも可能である。図3に、POC-D形を適用したオペレータコンソールの構成例を示す。

3.3 POC-D形の特長

分散形システムの最新のマンマシン機器であるPOC-D形は、下記の思想、及び特長をもっている。

(1) 管理の集中

CRTディスプレイとキーボードの有効活用により、オペレータコンソールによる集中監視操作を実現した。

(2) ワンタッチオペレーション

大量な情報の集中化は、ともすると操作性の悪化に直結する。これを避けるため次の手法を採用した。

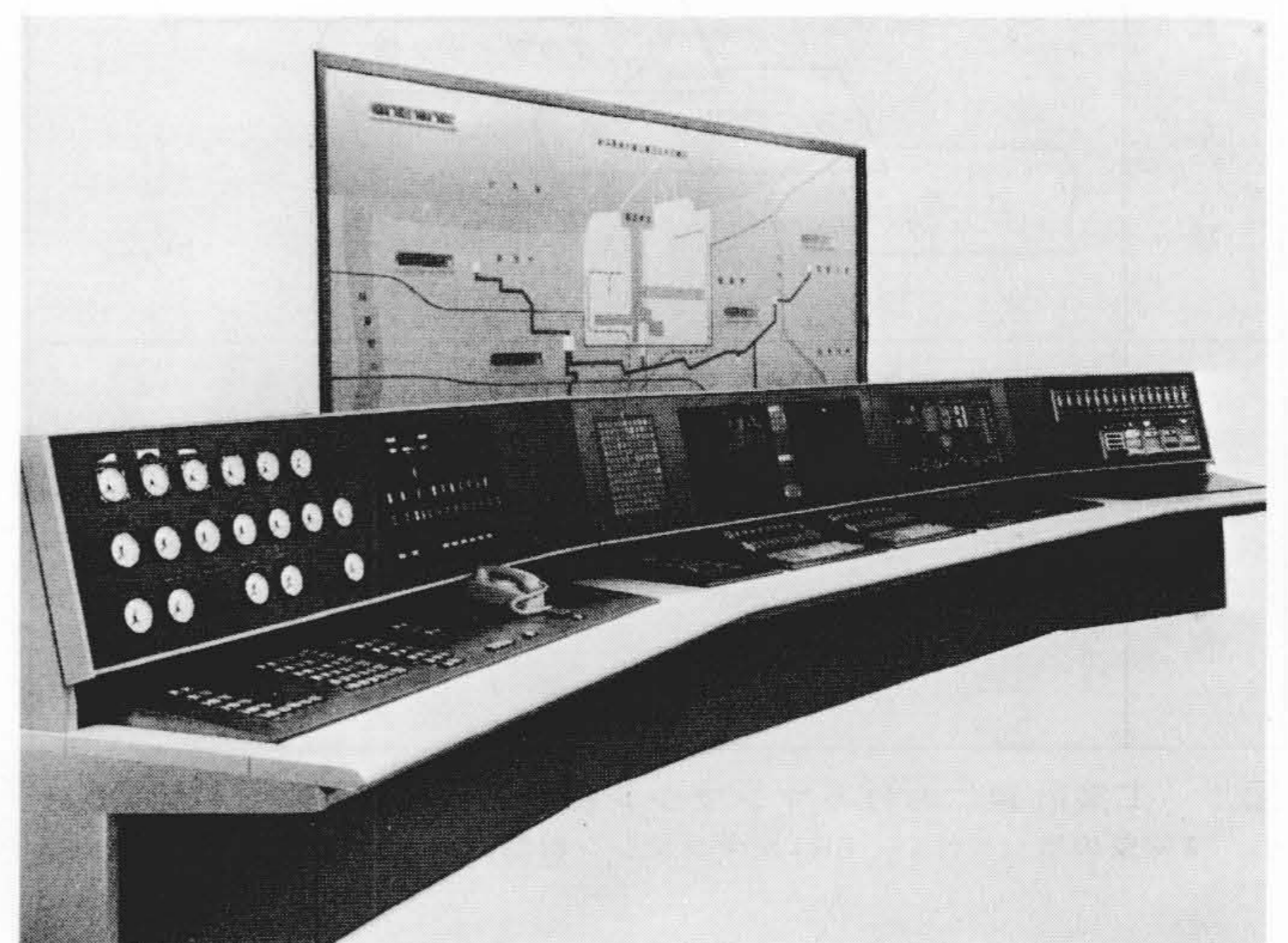


図3 POC-D形を使用したオペレータコンソール構成例 大規模システムへの適用例である。CRTを中心にコンソールが構成されている。

- (a) 情報の階層化
情報を重要度に基づいて格付けし、従来、平面的に配置されていた情報を階層構成とした。
- (b) キーユニットの機能分割
通常オペレーションとメンテナンスの機能を分離した。
- (3) 標準画面の充実
ニーズと多くの経験をもとに14種の標準画面を用意し、運転からメンテナンスまで豊富な機能を容易に提供可能とした。
- (4) シーケンス制御用標準3画面の作成
バッチプロセスではDDC(Direct Digital Control:直接計算機制御)以上に重要となるシーケンス制御の管理に対して、ユニットシーケンスの概念を導入して標準画面を提供した。
- (5) オペレータガイダンス機能の充実
制御システムの複雑化に伴い、オペレータがあらゆる事態に即応できる体制を常に保つことは困難になりつつある。このため、イベントの発生時、オペレータに対処法のガイドをCRTから与えることにより、オペレータの判断を容易にする。
- (6) 会話形式によるシステムメンテナンスの確立
制御機能(DDC, シーケンス), グラフィック作画, メッセージ, 警報の新規登録, 修正及び削除を実機で会話形式により実現した。これにより、ユーザーで容易にシステムの変更が可能なシステムとした。
- (7) サポートユーティリティ機能の充実
分散した制御用ステーションのデータベースのきめ細かいメンテナンス, 及び各ステーションの状態の一括管理を行なうメンテナンスツールを充実した。これにより、制御機能の分散を意識させない管理を可能とした。

3.4 POC-D形の機能

表2にPOC-D形の主な仕様を示す。これから分かるように、POC-D形には標準画面として、DDC用標準3画面、シーケンス制御用標準3画面、トレンドグラフ、オペレータガイド、入出力表示(入出力信号、内部スイッチ、タイマ、カウンタの状態表示)画面のほか、メンテナンス用としてグループ登録(DDCのグループ分けの登録用)画面、トレンドペン登録画面、

トレンド記録計登録画面など14種の標準画面を用意しており、ユーザーは専用のワークシートに必要なデータを記入するだけでこれら標準画面を利用することができる。その他、ユーザー固有の画面(グラフィック画面)についても会話形式で作成できるシステムとしている。以下にDDC用標準3画面、及びシーケンス制御用標準3画面の概要について述べる。

(1) DDC用標準3画面〔図4(a), (b), (c)〕

DDC用標準3画面は、アナログタグフレーム、アナログオペレーションフレーム及びアナログチューニングフレームとで構成される。タグフレームは、1画面に64ループのタグNo.リストと測定値グラフ、偏差グラフから成り、その色により制御状態を表現する。オペレーションフレームでは8ループの計器表示を行ない、設定値、出力値の操作が可能である。チューニングフレームでは、1ループについてパラメータ表示、計器表示及び構成演算ブロックの出力リスト表示をなし、詳細なチューニングを行なうことができる。更に本画面では、関連する他ループの計器表示、設定値・測定値・出力値のグラフ表示も行なうことが可能である。

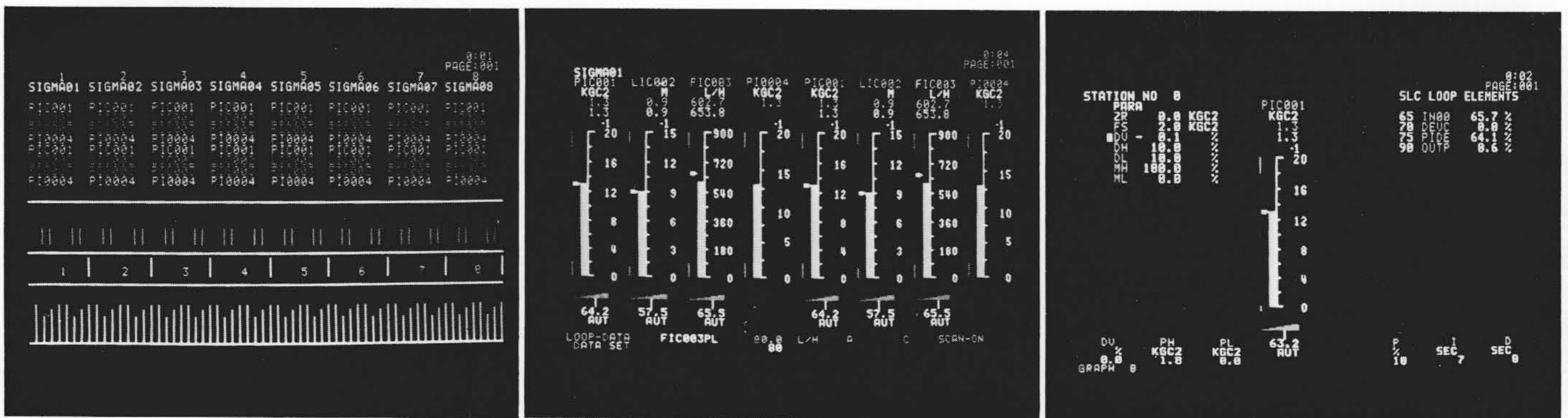
(2) シーケンス制御用標準3画面〔図5(a), (b), (c)〕

シーケンス制御の管理単位として一般化できるのはユニットシーケンスの概念である。まずシーケンスタグフレームでは、1画面に8個のユニットシーケンスの状態を表示する。表示内容は、工程名、運転モード(全自動、半自動、手動)、経過時間及び異常状態である。これにより、マクロ的なシーケンス制御の管理が可能である。次にシーケンスオペレーションフレームでは、1ユニットシーケンス制御の状態を詳細に表示する。タグフレームの内容に加えて、ユニットシーケンスに属する全出力信号の状態を表示するとともに、半自動モードでは任意の工程歩進がキーボードから可能である。また、バッチプロセスは制御ループとシーケンスとの関係が密接であることを考え、制御ループの状態も同時表示できるように考慮されている。

更に、シーケンスチューニングフレームでは、ユニットシーケンスを構成するシーケンスマップ(16出力/マップ)の詳細

表2 POC-D形の主な仕様 運転機能からメンテナンス機能まで、CRTの特長を十分に取り入れ豊富な機能と使いやすさを追求した。

項	目	仕 様
ハードウェア仕様	ビ ュー ア	1. 20in 7色カラー 2. 2,048文字(64字×32行) 3. 文字種類: 128種(英字, 数字, 英記号, 片仮名, 片仮名記号) 4. 画 素: 128固定画素+128任意画素 5. 重ね合せ機能あり
	キ ー ボ ー ド	1. オペレーションキーユニット(通常運転操作用) 2. メンテナンスキーユニット(メンテナンス用)
機能仕様	システムオペレーション機能	1. DDC用標準3画面(最大512ループ) 2. シーケンス用標準3画面(最大64ユニットシーケンス) 3. トレンドグラフ画面(3又は7点/画面, 最大40ページ) 4. オペレータガイド画面 5. 入出力表示画面 など, 14種の標準画面を装備
	コミュニケーションエリアでのデータ表示・設定	画面下部2行により, 日付・時刻, ループデータ, シーケンスデータ, バルブ・モータデータの表示・設定
	プロセス警報表示 システム警報表示	1. CRTによる集合警報表示(画面の上部2行) 2. タイプライタによるメッセージ印字
	印 字 ・ 記 録	設定確認印字, メッセージ印字, ロギング(日・月報), 記録計出力
	会話形メンテナンス機能	DDC, シーケンス, メッセージ, 警報, グラフィック画面の登録・変更, ドキュメント出力
ネットワーク管理	1. 各ステーションのメモリ, プログラム管理 2. 各ステーションの状態監視	

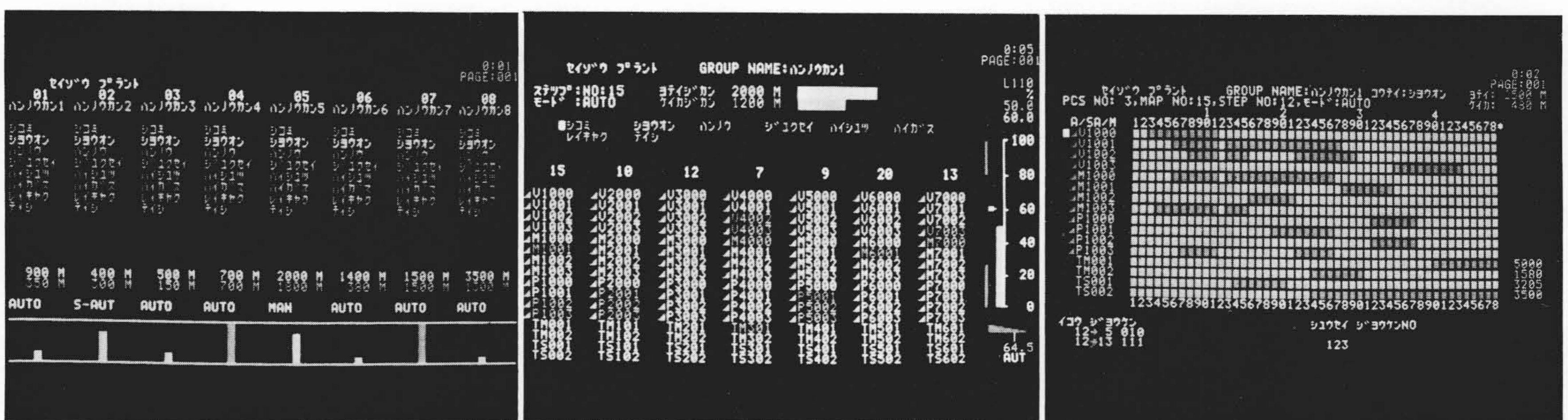


(a) アナログタグフレーム (64ループ/画面)

(b) アナログオペレーションフレーム (8ループ/画面)

(c) アナログチューニングフレーム (1ループ/画面)

図4 DDC用標準3画面表示例 タグフレームで全体監視を、オペレーションフレームで運転操作を、チューニングフレームで動作確認、パラメータ調整を行なう。



(a) シーケンスタグフレーム (8ユニットシーケンス/画面)

(b) シーケンスオペレーションフレーム (1ユニットシーケンス/画面)

(c) シーケンスチューニングフレーム (1シーケンスマップ/画面)

図5 シーケンス制御用標準3画面表示例 タグフレームで全体監視を、オペレーションフレームで運転操作を、チューニングフレームで動作確認、パラメータ調整を行なう。

を表示する。これはタイムチャートそのものであり、シーケンス制御の動きが一目瞭然となるとともに、出力信号の手動オン・オフ、シーケンスステップの手動歩進、タイマ及びカウンタの設定変更など、きめ細かい操作が可能である。また、ステップ移行の条件表示の画面と合わせることで、工程渋滞などの原因の追及が容易にできる構成となっている。

4 マンマシン機器の今後の方向

CRTディスプレイのもつ多機能性を考えると、今後更にCRTの利用は浸透していくと考えられる。一方、その機能を見ると、従来のアナログ計器、シーケンス制御回路の表示法を踏襲した標準画面を中心として構成されている。プロセス固有の画面については、任意画面作成用のプログラムパッケージを提供しているが、現在はグラフィックパネルをそのまま画面に置き換えた程度が多い。しかし、今後はCRTディスプレイの多様性を生かして、点と線の情報から平面、立体的情報へ、量の情報から質の情報へとより加工度の進んだ情報をオペレータに提供してゆくものとする。例えば、正常(理想)パターンと現実のパターンの比較による異常予測や生産効率の把握、複数のプロセス変数からの警報予測や位相面表示など、人間のもつ高度のパターン認識力を生かした情報表示などが考えられる。

運転形態については現在、CRTを中心とするオペレータコ

ンソールと計器パネルを併用した形態が多く、異常状態スタートアップ、シャットダウンについては依然として計器パネルに頼る比重が高い。

これらの機能、及び運転形態を更に進展させるためには、フィールド実績とそのフィードバックに待つところが大きく、これを基に機能拡充を図っていくことにより、より効率的なCRTオペレーションが実現されると考える。

5 結 言

工業計装でのマンマシン機器の中心的存在となったCRTディスプレイについて、その位置付けと現在の利用形態を紹介した。今後更に、CRTディスプレイが浸透していくと考えられ、人間-機械系全体として、より効率よく合理的なマンマシンシステムへと改良を加えていく考えである。

参考文献

- 1) 日本電子計測器工業会：計装機器需要構造調査報告書 (昭54-4)
- 2) 石田，外：新しいマンマシンシステム，日立計器ジャーナル，5，4～7 (昭54-2)
- 3) 特集：分散形総合制御システムをマンプロセスシステムより探る，オートメーション，25，25～70 (昭55-9)