

解説

分散型計測制御システムとそのソフトウェア†



印南 裕久† 熊谷 敏†

1. はじめに

計測制御システムは、測定と制御の対象、システムの機能、機能を実現する要素によって多岐にわたっており、プロセス制御管理、ビル管理、ファクトリ・オートメーションなどの分野に応用されている。

近来、デジタル技術の急激な発展が計測制御分野に与えた影響は大きく、計測制御システムは急激に変化してきた。特に、マイクロプロセッサをベースとする分散処理の思想と技術は分散型計測制御システム(DCS: Distributed Control System\*)を産み、現在ではその分散型計測制御システムが計測制御システムの主流となりつつある。本稿では、計測制御システムの変遷を踏まえながら、分散型計測制御システムの機能をソフトウェアを中心に解説する。またその開発における計算機採用の現状について解説する。

2. 計測制御システムの基本機能

計測制御システムが適用される分野は、PA (Process Automation), BA (Building Automation), FA (Factory Automation) など、オートメーション分野を中心に多岐にわたる。一般的に、計測制御システムとは、制御対象プロセスとオペレータの間に介在してプロセスを安全かつ効率的に運転するためのシステムである。その目的は、三つに大別される。

- (1) プロセスの監視と操作
- (2) 対象プロセスの状況把握、解析用のデータ収集
- (3) 操業管理データの収集

計測制御システムは、上記の目的を達成するため

に、相互に関連する基本的な機能から構成されている(図-1)。

以下に、各基本機能について概説する。

(1) 制御機能

対象プロセスを直接制御する機能。ループ制御、シーケンス制御、アドバンスト制御の3方式に大別される。

(a) ループ制御

アナログ値を入力し、アナログ出力をプロセスに渡す制御。PID (Proportional-Integral-Derivative) アルゴリズム\* に代表される制御方式。

(b) シーケンス制御

あらかじめ定められた順序、または一定の論理に従って制御の各段階を逐次進めてゆく制御方式。オペレータ(運転員)の操作、スイッチのON/OFFなどの離散信号、操作手順などを入力とし、論理演算を主体とする制御方式。順序制御、条件制御、および時間制御の三つの要素の組合せで実現される。

(c) アドバンスト制御†

現代制御理論や数値計画法などを適用する制御方式。代表的なアドバンスト制御方式には、非線形PID

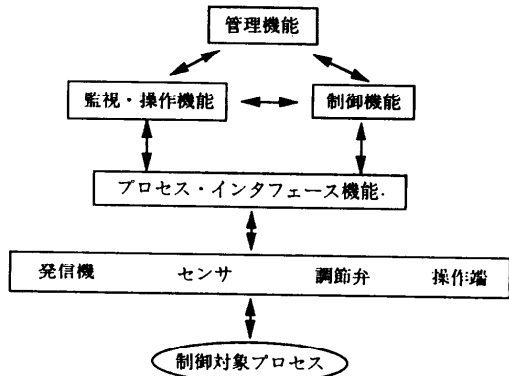


図-1 計測制御システムの基本機能

† The Distributed Control System and Its Software by Hirohisa INNAMI and Satoshi KUMAGAI (Advanced Technology Center, Yamatake-Honeywell Co., Ltd.).

†† 山武ハネウエル(株)アドバンステクノロジーセンター

\*分散型計装システムとも呼ばれる。計装(Instrumentation)とは、「測定装置や制御装置を装備すること(JIS B 0155)」である。また計測制御システム・メーカーによっては、Distributed Instrumentation and Control SystemやDigital Control Systemの呼称がある。

\* 比例動作(P-動作)、積分動作(I-動作)、微分動作(D-動作)を組み合わせたPID制御\*を実現するアルゴリズム。計測制御システムでは多用される。

制御、オートチューニング、非干渉 PID 制御、セレクトクダ応用制御、ゲインスケジューリング、モデル予測制御、ファジィ制御などがある。

#### (2) 監視・操作機能

オペレータとプロセスとのマン・マシン・インタフェース。オペレータが、対象プロセスと協調した円滑な監視と操作を行うための最も重要な機能の一つである。

#### (3) プロセス・インタフェース機能

計測制御システムとプロセス間のインタフェース。この入出力の形式には、アナログ、パルス、およびデジタルがある。

#### (4) 管理機能

計測制御システムの代表的な管理機能には、レポート作成、実績管理、スケジューリング、生産計画がある。一般的に、計測制御の分野では、これらを実現する上で「制御は分散、管理は集中」という要求が重要視される。これは、分散と集中に関連して、計測制御システムが次の2条件を同時に満足することを要求する。

(a) 制御機能については、危険分散と負荷分散を目的とする機能分散。すなわち、機能面で次の分散構造をもつ必要がある。

(a-1) システムの部分故障が、システム全体のダウンに結び付かない機能構造。

(a-2) 外部の環境変化に対応して、段階的に拡張と変更が可能な柔軟な機能構造。

(b) 管理機能については、より広域かつ最適な操業を可能にする情報の集中化が要求される。

しかし、これらの2条件はともすれば相反しがちである。たとえば、過度の機能分散は、分散化した機能サブシステム間での情報交換を非効率的なものにし、情報の集中化を困難にする。一方、機能の集中化は情報の集中管理を容易にするものの、高い信頼性が要求される計測制御システムにとっては、特に危険分散の面で問題がある。以上の相反しがちな要求に対して、計測制御システムは、ハードウェアを基本機能ごとに分散化するとともに、情報を階層化して対応してきた。

### 3. 計測制御システムの構造

本章では、分散型計測制御システムの基本構造を解説するとともに、その基本機能構造に至った背景もあわせて述べる。

分散型計測制御システムが登場する以前の計測制御

システムは、空気式回路やアナログ電気回路で構成されたアナログ計器を主体とするアナログ計測制御システムと、制御用デジタル計算機とプロセス・インタフェースから構成された計算機制御システム (Direct Digital Control) が主流であった。そして現在では分散型計測制御システム (DCS: Distributed Control System) が主流になりつつある。分散型計測制御システムは、1975年に登場して以来、その生来の特徴である柔軟性と拡張性を発揮しながら発達を続けている。この発達の過程は、省資源や環境保全などの制約条件下で、利用者ニーズの多様化や高付加価値製品の生産に適應するために高度化し複雑化した制御対象や制御方法に、計測制御システム自身が適應してきた過程である。以下に、分散型計測制御システムが、制御対象プロセスの性質に適應して、制御方式、管理方式、通信ネットワークの形状などの面で発展し、現在の形態をとるまでの変遷を述べる。

#### (1) アナログ計測制御システム

デジタル技術が発達する以前には、物理的に異種の情報を統合することはきわめて困難であった。そのため、ループ制御の基本単位である制御ループごとに計器を計器盤上に配置し、プロセスの監視と操作が行われてきた。本稿ではこのような計測制御システムをアナログ計測制御システムと呼ぶ。アナログ計測制御システムには以下の特徴がある。

- 計器ごとに機能が独立し分散しているので、故障時の波及範囲が小さい。

- シーケンス制御機能を実現するためには、シーケンサなどの別種のハードウェアを必要とする。

- 複雑な演算制御が必要なアドバンスト制御などへの対応には限界がある。

- システムの変更には、計器間の結線変更を必要とするなど、柔軟性に欠ける。

- 監視と操作は、個別の制御ループごとに設けられた計器からオペレータが直接行う。一人のオペレータの監視範囲には限界があるので、多数のオペレータが必要になる。

- 計器ごとに運転情報が独立しているので、広域的な情報収集を要する最適な操業や、生産/操業管理が困難である。

#### (2) 計算機制御システム

プロセスと制御用デジタル計算機を直接接続し、PID 演算などの制御機能を直接計算機で行う計測制御システム (図-2) であり、以下の特徴がある。

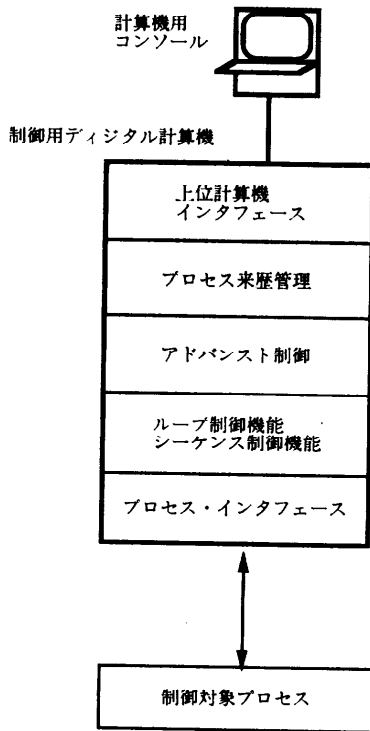


図-2 計算機制御システム

- マン・マシン・インタフェースとして CRT を使用し、複数の制御ループ情報を同時に画面に表示するなど、アナログ計測制御システムと比較して少人数による監視と操作が可能である。
- ソフトウェアによって、アドバンスト制御などに必要な高度な演算制御機能に対応できる。
- システムの変更には、ソフトウェアで対応できる。
- プロセス情報を直接計算機に取り込むことにより、プロセスの来歴管理などの操業情報のデータの処理や集中管理が容易になる。
- シーケンス制御機能にも対応できる。
- 計算機自体が高価であるため、プロセスの規模にあわせた段階的拡張が困難である。
- 計算機の故障が、システム全体に波及する危険度が高い。

計算機制御システムは、アナログ計測制御システムでは計器ごとに独立し分散化していた操業情報を計算機内に取り込むことを可能にした。そしてそれらの情報を基に、計算機のもつ強力なデータ処理機能や通信機能によって、より最適な操業や高度な管理を実現し、計測制御システムの機能範囲を拡大した。

しかし、過多の機能を1台の計算機に集中すると、計算機の故障の波及範囲が広くなり、システムのアベイラビリティ面で問題がある。またソフトウェア面でも、プログラムの複雑化と大規模化によってバグが誘発されるばかりでなく、時分割処理のオーバーヘッドによって実行効率が低下したり、またアナログ計測制御システムより改善されたとは言え、機能の部分的追加や修正が困難になるという問題も生じさせかねない。

(3) 分散型計測制御システム

分散型計測制御システムは、基本機能ごとにハードウェアを分散化することによって、計算機制御システムの信頼性の問題を解決し、機能面での拡張性と柔軟性を実現した。分散型計測制御システムは、マイクロプロセッサをベースにした計測制御システムである。制御機能ごとに分散配置された制御装置と、オペレータ・ステーションと呼ばれるマン・マシン・インタフェースが通信ネットワークで結合されている(図-3)。各制御装置は制御モジュールと呼ばれる。おのおのが CPU とメモリをもち、制御方式やプロセス・インタフェース機能に応じて、種々のハードウェアとソフトウェアの形態がある。制御モジュールはそれぞれが自律分散型の機能単位なので、一つ制御モジュールが故障しても、システム全体の故障にはならない。また、制御モジュールとネットワークそれぞれの2重化など、冗長化構成も可能である。制御対象プロセスの規模や制御方式に応じて、制御モジュール単位での機能拡張や仕様変更も可能である。オペレータ・ステーションは、オペレータの操作性や設置環境を考慮した専用の CRT やキーボードを装備しており、各制御モジュールに分散された操業情報を集中監視し、制御対象プロセスを操作するためのマン・マシン・インタフェースを提供する。

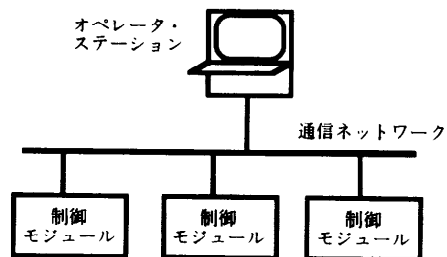


図-3 分散型計装システムの基本構成

### 4. 分散型情報管理制御システム

#### 4.1 分散型情報管理制御システムの構造

分散型情報管理制御システムは、分散型計測制御システムをさらに高度化させたものである。分散型情報管理制御システムは、数値データを主体とした直接的かつ単純な情報を取り扱う機能だけでなく、経営管理情報や最適化演算結果などの複雑なデータ加工を行う多種多様な情報管理機能も提供できる。

分散型情報管理制御システムの構造の例を図-4に示す。各機能別の制御モジュールは、通信ネットワークで接続され、制御対象プロセスを直接制御するハードウェアは、汎用コントローラとしてゲートウェイを介して下位の通信ネットワークに接続される。そして制御レベルは、1) 制御用計算機、2) アドバンスト制御、3) ループ制御とシーケンス制御の3レベルに階層化される。制御用計算機レベルでは、Fortranなどの汎用プログラミング言語を使用して、異常診断などの運転支援、生産管理、アドバンスト制御を実現する。アドバンスト制御レベルでは、標準機能ソフトウェア（標準アルゴリズム）部品または制御用専用言語によるプログラミングによって、アドバンスト制御を実現する。ループ制御とシーケンス制御レベルで

は、論理演算処理、制御用専用言語プログラムによる処理、I/O モニタリング、調節制御を実現する。

上位計算機インタフェースは、プロトコル変換、フォーマット変換、イベント処理などを行い、他の計算機とのデータの相互利用を可能にする。プロセス来歴管理は、プロセスの操業情報を保存する。

多目的コンソールは、複数台の CRT やポインティング・デバイスなどのマン・マシン・インタフェース機器から構成されている。その目的は、計測制御システムに関連する全ての情報を、開発段階から運転、保守までの計測制御システムのライフサイクル全般にわたって、一貫した操作環境のもとに提供することである。したがって、オペレータ、計測制御エンジニア、コンピュータ・エンジニア、保守エンジニアのそれぞれのユーザにとって、安全性、保全性、および効率が最適になるようなマン・マシン・インタフェースが要求される。このため、通常、多目的コンソールには、オペレータの運転用とシステム構築や保守などのエンジニアリング作業用の2種類のキーボードが装備されている。またソフトウェア面でも、オペレーション、エンジニアリング、保守のそれぞれの作業に対してシステムへのアクセス・レベルが設定され、不必要な情報提供や破壊を防止するための保護機構が用意され

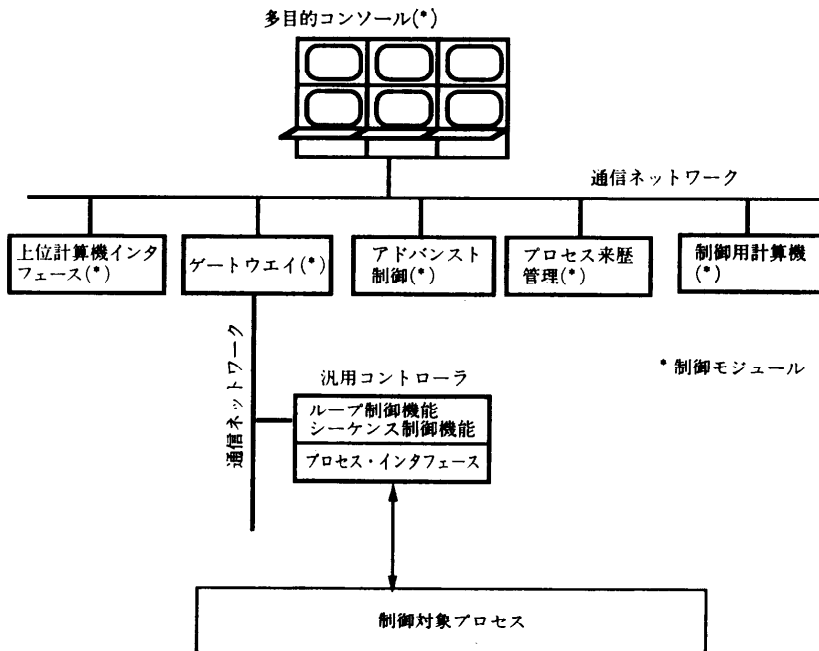


図-4 分散型情報管理制御システム

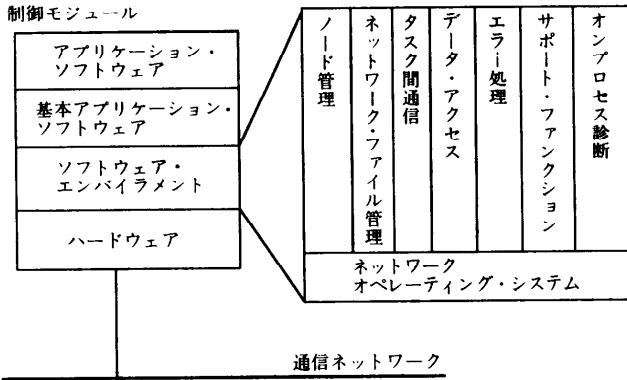


図-5 制御モジュールのソフトウェア構造

る。特に最近では、エンジニアリング作業専用  
に、エンジニアリング・ステーションと呼ばれ  
るハードウェアを別個に用意する例もある。

各制御モジュールは、図-5 に示すソフト  
ウェア構造をもつ。ソフトウェア・エンバイ  
ラメント層と基本アプリケーション・ソフト  
ウェア層は、計測制御システム・メーカが提  
供する標準機能ソフトウェアである。ソフト  
ウェア・エンバイラメント層は全ての制御モ  
ジュールに共通のソフトウェアである。タス  
ク間通信やネットワーク・ファイル管理など  
の分散処理に必要な基本的なサービスを提供  
し、各制御モジュールが保有する情報のネッ  
トワーク内の位置透過性\* を実現し、また各

表-1 運転画面体系例

画面機能	画面名称	機能内容
概略情報 ↑ 運 転 操 作 詳細情報 ↓	スキーマティック	対象プロセスのグラフィック表示など、ユーザ独自の画面として使用する
	グループ	最大8制御ループから構成されるグループを単位として、監視・操作を行う
	ディテール	制御定数をはじめとして、その制御ループに関連する全データを表示し従来のアナログ計装システムと同様の監視・操作を行う
概略情報 ↑ シーケンス制御 詳細情報 ↓	プロセス・モジュール・サマリ	シーケンス制御プログラム全体の実行状態や動作モードを表示する。またシーケンス制御プログラムに対して各種操作を行う
	プロセス・モジュール・グループ	グループ単位で、シーケンス制御プログラムの進行状態や動作モードを表示する。またシーケンス制御プログラムに対して、各種の操作を行う
	プロセス・モジュール・ディテール	各シーケンス制御プログラムの出力メッセージなどの詳細情報表示。シーケンスに対する各種の操作も行う
概略情報 ↑ トレンド (種々の状態量の 時間的推移) 詳細情報 ↓	トレンド・オーバビュー	プラント全体の状況把握のためのトレンドを表示
	グループ・トレンド	グループを単位としたトレンド表示
	スキーマティック・トレンド	グラフィック表示内のトレンド表示
概略情報 ↑ アラーム (警報) 詳細情報 ↓	アラーム・サマリ	異常状態にある制御ループの一覧表
	ユニット・アラーム・サマリ	ユーザが定義する監視領域内で発生するアラーム情報の概略表示。ユニットとは、あらかじめ定義される監視区画の単位
	アラーム・アナンシエータ	警告表示
補 助	ヘルプ・ディスプレイ	監視・操作の際、オペレータへ補助的な情報を表示する
メ ッ セ ー ジ	メッセージ・サマリ	シーケンス制御プログラムの出力メッセージやオペレータへの情報表示
保 守	メンテナンス	システム情報、システム状態、コントローラ情報の表示や、オンライン・テストに使用する専用画面
記 録 ・ 印 字	—	トレンドやメッセージ記録のための印字記録用各種専用画面

\* ネットワーク内に分散配置される各制御モジュール内の情報は、データ・ポイントと呼ばれる一種の論理アドレスで参照される。データ・ポイントは、ネットワーク全体で均一の名前空間<sup>1)</sup>を与える。このためユーザは、データ・ポイントの存在する制御モジュールの物理的位置を意識する必要はない。

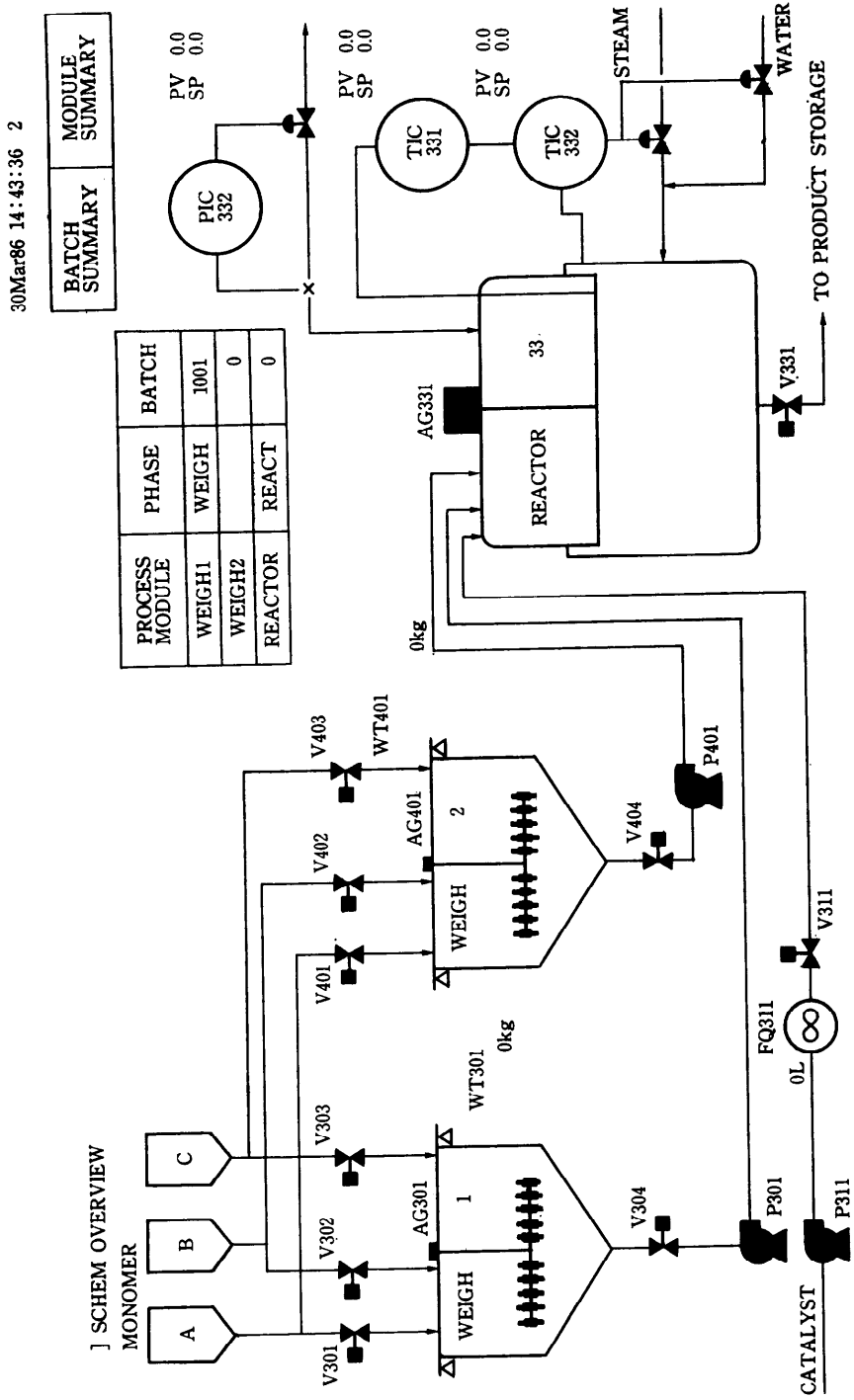


図-6 運転画面例

制御モジュール間の基本アプリケーション・ソフトウェアおよびアプリケーション・ソフトウェアの両レベルでの相互情報交換を可能にする。

基本アプリケーション・ソフトウェア層は個々の制御モジュールの機能別ソフトウェアである。この層は、個々の計測制御システム・ユーザに個有のアプリケーション・ソフトウェア環境や、業種別および制御対象プロセス別のアプリケーション・パッケージ・ソフトウェア<sup>9),10)</sup>の実行環境を提供する。

4.2 オペレータ・インタフェース

分散型情報管理制御システムの特徴の一つにオペレータ・インタフェースがある。計測制御システムは、オペレータが効率的に処理できる情報量を、オペレータの思考過程に適合した情報伝達手段で提供することを要求される。分散型情報管理制御システムは、表示と操作の両面で階層構造をもつ

運転画面体系を中心にしたオペレータ・インタフェースを提供して、この要求を満たしている。表示面では、対象プロセス全体の概略情報から個別部分の詳細情報まで機能別に運転画面を対応させ、オペレータの思考過程に適合した形態で階層化して情報を提供している。各運転画面は、運転画面体系として、表-1のように機能別に分類されている。サマリやオーバビューと呼ばれる概略情報から、ディテールと呼ばれる詳細情報まで階層化されているので、オペレータは階層をたどることにより、監視と操作に必要な十分な情報を効率的に得ることが出来る。また個々の画面に表示する内容も、テキスト表示だけでなく、動画やグラフによるリアルタイム・データ表示などの多様な表現が可能である。図-6の運転画面の例はスキマティックと呼ばれ、制御対象機器を単純に表示するだけでなく、対象プロセスの操業数値データやタンクの液面水位などを動画表示する。

操作面では、階層化された運転画面に対応した操作体系（オペレーション・シナリオ）を構築できる。オ

ペレータは、操作体系に従って、状況に応じて必要な情報（運転画面）を判断し、処理（操作の選択）を行う。また、タッチ・スクリーンやマウスなどのポインティング・デバイスの普及は、あたかも運転画面から対象プロセスを直接操作するような操作感覚をオペレータに与え、運転画面と操作の関係を一層密にした。この結果オペレータは、複雑な監視と操作でも、運転画面を通じて容易に行うことが可能になった。

図-7 にオペレーション・シナリオの例を示す。図-7は、プロセス・アラーム（異常）発生から修復までの各段階における、オペレータ操作とオペレータへの提示情報の階層を示す。オペレータは、専用キーボード上のキー操作によって、各種表示画面の状況に応じたプロセス運転を行う。

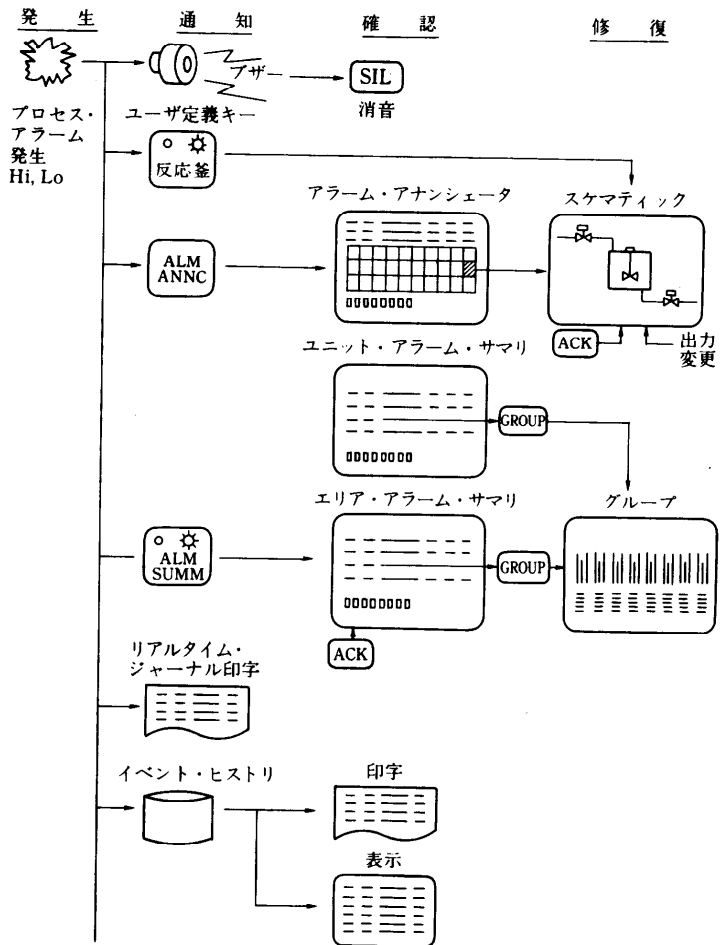


図-7 オペレーション・シナリオ例

## 5. 計測制御システムのソフトウェア開発に対する計算機援用形態

本章では、計測制御システムのソフトウェア開発に対する計算機援用形態の現状について、分散型情報管理制御システムのアプリケーション・ソフトウェア開発を中心に解説する。

### 5.1 開発支援環境の現状

#### (1) 標準機能とその支援環境

計測制御システムのアプリケーション・ソフトウェア開発には、ソフトウェア技術者ばかりではなく、計測制御技術者やプロセス技術者も参加する。そのため、ソフトウェア・プログラミングを開発担当者に極力意識させない開発環境を提供する必要がある。これは、システム稼働後の保守、運用段階においても同様である。分散型情報管理制御システムの開発においては、ソフトウェア機能の多くは、主に、コンフィギュレーション (Configuration) と呼ばれる作業を通して実現される (表-2)。計測制御分野においては、コンフィギュレーションで実現される機能を標準機能と呼ぶ。コンフィギュレーションは、実現される機能ごとに種々の形態があるが、手続き型プログラミング言語を使用するプログラミング作業に対立する作業とみなすことができる。コンフィギュレーションの代表例としては、定型フォーマットを使用してパラメータ指定

表-2 アプリケーション・ソフトウェア開発における計算機援用形態

実 現 機 能	援 用 形 態	
生産/操業管理機能	コンフィギュレーション	
上位計算機インタフェース機能	コンフィギュレーション & プログラミング	
プロセス・ヒストリ、レポート機能	コンフィギュレーション	
オペレータ・インタフェース機能	画面作成	コンフィギュレーション
	インタラクションシナリオ作成	コンフィギュレーション & プログラミング
アドバンスト制御機能	コンフィギュレーション & 制御用専用言語や汎用言語によるプログラミング	
ループ制御機能	コンフィギュレーション	
シーケンス制御機能	制御用専用言語やシーケンス言語によるプログラミング	
ネットワーク構築機能	ネットワーク・トポロジ定義	コンフィギュレーション
	ネットワーク・データベース定義	

を行う FIF (Fill In the Form) 方式と、あらかじめ用意されている標準機能部品に対応する図形シンボルの取捨選択やパラメータ指定を行う方式がある。また、グラフィック・ビルダ (Graphic Builder) やピクチャ・エディタ (Picture Editor) と呼ばれるソフトウェアを用いて、動画を含む運転画面を作成する作業もコンフィギュレーションの一部である。図-8 に、FIF方式のコンフィギュレーション例を示す。ここでは、制御方式や制御条件のパラメータを指定している。

#### (2) 拡張機能とその支援環境

標準機能では対応できない計測制御システム・ユーザ要求は、拡張機能として実現する。

拡張機能を実現することを、計測制御分野ではカスタマイジング (Customizing) と呼ぶ。また、そこで作成されるソフトウェアは、カスタム・ソフトウェア (Customized Software) と呼ばれる。広義のカスタム・ソフトウェアには、コンフィギュレーションによって個々の計測制御システム・ユーザや計測制御技術者が作成するソフトウェアが含まれる。しかし、ここでは標準機能で提供されないソフトウェアと考える。

拡張機能を実現する方法には、ユーザの業種や操業内容に応じたアプリケーション・パッケージ・ソフトウェアを提供する方法と、カスタム・ソフトウェア開発支援ツールを提供する方法がある。アプリケーション・パッケージ・ソフトウェアは、業種別の制御機能や管理機能の支援を目的として、主に石油精製、石油化学、鉄鋼などの装置産業分野を対象に、計測制御システム・メーカなどから数多く提供される。またファイン・ケミカルや食品などのように、主に中小規模の計測制御システムを使用し、シーケンス制御を主体とするバッチ制御の応用分野<sup>11)</sup>においては、カスタム・ソフトウェアを開発することが多い。カスタム・ソフトウェアの開発は、いわゆるプログラム設計に相当している。したがって、独自のプログラミング・ツールやソフトウェア工学ツールが、エンジニアリング・ツールとして各計測制御メーカから提供されている。基本的なプログラム言語としては、テキスト型、フローチャートのように図形シンボルを組み合わせるグラフィック型、デシジョン・テーブル型などがあり、多種多様な記述方式が提案されている<sup>12)</sup>。

### 5.2 計測制御システムの開発に必要なCASE

一般の情報処理分野における CASE (Computer Aided Software Engineering) は、システム開発の計画から分析・設計・構築・運用・保守までの全工程



AM REGULATORY CTL SET POINT	
DISPLAY DECIMAL PLACE FORMAT	<input type="checkbox"/> D0 <input type="checkbox"/> D1 <input type="checkbox"/> D2 <input type="checkbox"/> D3
	<input type="checkbox"/> D4 <input type="checkbox"/> D5
SET POINT	<input type="text" value="35.0"/>
SP LOW LIMIT	<input type="text" value=".00"/>
SP HIGH LIMIT	<input type="text" value="75.00"/>
DEV ALARM LOW TRIP POINT	<input type="text" value="3.00"/>
DEV ALARM HIGH TRIP POINT	<input type="text" value="3.00"/>
SP OPTION	<input type="checkbox"/> NONE <input type="checkbox"/> TV <input type="checkbox"/> ASP
RATIO/BIAS OPTION	<input type="checkbox"/> NORATBI <input type="checkbox"/> FIXRATBI <input type="checkbox"/> AUTORAT <input type="checkbox"/> AUTOBI

図-8 FIF 方式例

(または特定の工程)を、コンピュータによって自動化された一つのシステムとして取り扱うために、開発方法論、開発技法、および開発支援ツールを有機的に組み合わせたシステム開発環境である<sup>13)</sup>。計測制御分野においても、特にカスタム・ソフトウェア開発では、一般の情報処理分野との共通点が多く、CASEへの期待は大きい。CASEツールを利用すれば、ソフトウェア開発を効率化できるばかりでなく、社会的および経済的な環境変化に即応するより効率的な操作を実現するための機能拡張や仕様変更にも対応できるであろう。また、質の高いソフトウェア技術者の不足も緩和できると思われる。

しかし、現状のCASEツールは、主として「SEやDP部門の人たちによる要件定義やシステム設計を支援するツール」<sup>13)</sup>であり、計測制御システムに特有のソフトウェア開発の課題を全て解決するわけではない。

計測制御システムのソフトウェア開発支援に適用するためには、現状の情報処理分野のCASE技術を、計測制御分野向きに特化する必要がある。計測制御システムのアプリケーション・ソフトウェアの開発では、ソフトウェアの専門教育を受けたソフトウェア技術者よりも、対象プロセスや制御技術を専門とする技

術者が中心となっている。一般に、計測制御システムのアプリケーション・ソフトウェアは、情報処理分野のプログラムと比べて、複雑なアルゴリズムを必要とせず、単機能で少ステップ数のプログラムを多数作成する場合が多い。またソフトウェア設計においては、計測制御システムの制御方式アルゴリズムだけでなく、制御対象の動作を含めた記述方式も必要である。

このような計測制御特有の要求を実現するためには、情報処理分野のCASE技術の進歩も重要な要件であることはいうまでもない。たとえばCASEツールが、よりユーザ・フレンドリなマン・マシン・インタフェースや知識支援機構を備え、ソフトウェア技術者でなくても容易に使用できるソフトウェア開発支援環境を提供するようになれば、分散型情報管理制御システムの機能と適用範囲も一層拡大することであろう。そしてさらに重要なことは、計測制御分野のCASEの基盤として、計測制御システムを計測制御用語で記述するための、ソフトウェア開発方法論が確立されることであろう。現在まで、おのおの計測制御システム・メーカーは、各種のソフトウェア開発支援環境を、エンジニアリング・ツールとして独自の方法論に基づいて提供してきた。たとえばシーケンス制御についても、その記述方式は、各計測制御システム・

メーカーによって種々の形態<sup>14)</sup>があり統一されていない。また一方でファクトリ・オートメーション分野の国際ネットワーク標準である MAP<sup>15)</sup> (Manufacturing Automation Protocol) の普及などにみられるような計測制御システムのオープン・システム化により、計測制御システムのソフトウェア開発者は、より多様な開発環境への適応を求められ、作業負荷が増大している。このためソフトウェア支援環境を、確立された方法論のもとに統一する必要性が一層高まっている。方法論の確立と言っても早急に実現するのは困難である。しかし、IEC (International Electrotechnical Commission)/TC65 (Technical Committee—Industrial Process Measurement and Control) の PC (Programmable Controller) 規格化活動<sup>16)</sup>や、それに準拠した各計測制御システム・メーカーの支援環境への取り組みは、方法論確立のための重要な試みであろう。

## 6. あとがき

本稿では、計測制御システムの変遷と、計測制御システムのソフトウェア開発についてアプリケーション・ソフトウェアを中心に解説した。特に計測制御システムのソフトウェア開発に関しては、計測制御システム・メーカー内で現実の問題に直面している当事者として、浅学を顧みず、情報処理分野の CASE (Computer Aided Software Engineering) への要望を含めて述べさせていただいた。分散型計測制御システムの登場以来、その需要はシステム規模の大小にかかわらず増加している。したがって、計測制御システムにおけるソフトウェアは今後もますます増大することは疑いなく、それを解決する手段となり得るソフトウェア開発の計算機援用技術に対する期待は大きい。

計測制御システムは、情報処理システムの応用として、システム開発の支援環境を採求する者にとっても興味深い対象と思われる。本稿が、本学会員の方々の計測制御システムとそのソフトウェアの理解の一助となり、それらに興味をもっていただければ幸いです。

## 参考文献

- 1) 森下編：デジタル計装制御システム，(社)計測自動制御学会 (1983)。
- 2) 東郷，進藤：90年代計装の展望，オートメーション，Vol. 32, No. 2, pp. 101-107 (1987)。
- 3) 89'国際計測工業展総特集第I部1990年代から21世紀へ—そのシステムコンセプト，計装，Vol. 32, No. 11, pp. 5-68 (1989)。
- 4) 広井：デジタル計装制御システムの基礎と応用，工業技術社 (1987)。
- 5) 宮崎：プロセス計装におけるデジタル制御系の設計と改善，工業技術社 (1989)。
- 6) 深海：自動制御の基礎，東京電機大学出版局 (1980)。
- 7) (社)日本電気計測器工業会「先端制御技術の動向調査」委員会：先端制御技術—解説と事例 (1989)。
- 8) 清水，前川，芦原：分散オペレーティング・システムにおける名前管理，コンピュータソフトウェア，Vol. 6, No. 3, pp. 19-34 (1989)。
- 9) 特集「プラント最適運転へのソフトウェアパッケージの活用法」，計装，Vol. 31, No. 2, pp. 6-50 (1988)。
- 10) 特集「小中規模バッチ計装の高度化と運用」，計装，Vol. 32, No. 6, pp. 22-36 (1989)。
- 11) 赤羽：バッチプロセスの自動化技術，(株)テクノシステム (1988)。
- 12) 特集「シーケンス制御システムの新しい表現法」，オートメーション，Vol. 29, No. 5, pp. 25-80 (1984)。
- 13) 熊谷正夫：CASEテクノロジーとCASEツール，システム/制御/情報，Vol. 34, No. 2, pp. 88-97 (1990)。
- 14) 特集「計装におけるシーケンス設計の進め方」，計装，Vol. 31, No. 11, pp. 5-57 (1988)。
- 15) ようやく普及期を迎えつつある MAP，日経コンピュータ，1990. 3. 12 (No. 221)。
- 16) 関口：IEC/TC 65 (SC 65 A)/WG 6 プログラマブル・コントロール・システムの規格化会議，省力と自動化，'86/9, pp. 79-82 (1986)。

(平成2年4月2日受付)