

産業制御システム分野では、CIE(計算機・計装・電気)の制御を統合するニーズが高い。次世代制御システム CIEMAC™7000 シリーズでは、このニーズにこたえるため CIE の統合をさらに推進するとともに、統合エンジニアリングツール ACE(Advanced CIEMAC™ Engineering)システムにより従来は別々のツールで行われていた CIE のエンジニアリングを統合した。また、運転方案などの仕様書からソフトウェア(以下、ソフトと略記)を自動生成するオートプログラミング機能や、プラント全体のデータを一括管理する機能などで飛躍的にエンジニアリング機能も向上させた。さらにインターロックリストの自動生成、自動シーケンス監視ソフトの自動生成などのオペレータ支援機能を付加して、プラント操業・保守の機能も充実したものとした。

In the field of industrial control systems, there has been a strong need to integrate the control of computer, instrumentation and electric (CIE) systems. Toshiba has answered this need and promoted the integration of CIE by means of the next-generation TOSDIC™-CIE7000 series control system. We have also integrated the engineering tools of CIE, replacing the separate tools used up to now. In addition, we have made significant progress in engineering the functions of automatic programming from operation specifications and symbol name management for the total plant. The system also incorporates operator support functions such as the automatic generation of interlock lists and software for monitoring automatic sequences.

1 まえがき

最近の産業制御システム分野では、CIE 制御の統合が強く要求されている。

また、エンジニアリングの上流工程から下流工程までを通して支援する CAE(Computer Aided Engineering)システムが要求されるようになってきている。その主な目的は、“仕様書=ソフト”という記述方法を開発し、仕様とソフトの不一致をなくしてソフト生産性を向上させること。また、ソフトを部品化し、ソフトの自動生成を実現させ、品質を向上させること。仕様書によるプラント監視、保守が行えることである。CIEMAC™7000 シリーズでは、この CIE 制御システムの統合と、CAE システムのニーズに対応する新しいエンジニアリングツール ACE システムを開発した。

この新しい CAE システムの特長は次のとおりである。

- (1) EWS をベースとした CAE システム
- (2) プラント全体のエンジニアリングデータの一元管理
- (3) 仕様記述レベルの電気・計装制御用言語
- (4) 仕様書から、ハードウェア、ソフトの自動生成
- (5) 仕様書による運転監視、保守監視の実現

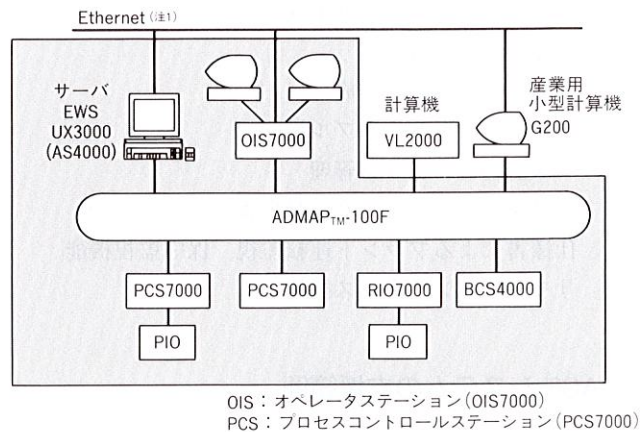
2 CIEMAC™7000 の概要

CIEMAC™7000 は、CIEMAC™5000/6000 シリーズの後継機種で、大規模プラント向けの統合制御システムである。

図1に CIEMAC™7000 と ACE システムの構成を示す。

主要構成機器は、制御用伝送装置 ADMAP™-100F を中心として、電気制御(E)と計装制御(I)とを同一のハードウェアで実現している EI 統合コントローラ PCS7000、統合ヒューマンインタフェース装置 OIS7000、リモートPIO(プロセス入出力)ステーション RIO7000 である。

ADMAP™-100F は FDDI (Fiber Distributed Data Inter-



OIS: オペレータステーション(OIS7000)
PCS: プロセスコントロールステーション(PCS7000)

図1. CIEMAC™7000と ACE システムの構成 制御機器 PCS7000, OIS7000, RIO7000 と、ACE システム用のエンジニアリングワークステーション(EWS)が ADMAP™-100F で接続されている。

Configuration of TOSDIC™-CIE7000 and ACE system

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の商標。

face)をベースとした制御用 LAN で、伝送速度は 100Mbps でありメッセージ伝送とスキャン伝送機能をもっている。

OIS7000 は、計算機(C)、電気制御(E)と計装制御(I)のヒューマンインタフェース装置で、21 インチの高解像度カラーCRTが接続され、X-Window をサポートしている。

リモート PIO ステーション RIO7000 は、電気制御(E)用の PIO を接続するステーションで、通常の PIO のほかに、ボードコントローラ BCS4000、モータドライブ装置 TOSVERT_{TM}-μ/S シリーズなどが接続可能である。

ADMAP_{TM}-100F には、このほかに計算機 (VL2000 シリーズ、G8000 シリーズ)、産業用小型計算機 G200 シリーズ、EWS AS4000 シリーズ、UNIX^(注2)サーバ UX3000 シリーズなどが接続される。

3 ACE システムの開発目的

ACE システムの開発の目的は、下記のような課題を解決することである。

- (1) 仕様決定期間を短縮すること。
- (2) 仕様とソフトの不一致をなくすこと。
- (3) オペレータが理解できる仕様表現であること。
- (4) 信号がプラント全体で管理されていること。
- (5) ソフトのバージョン管理が行えること。
- (6) 制御ソフトと監視ソフトの不一致をなくすこと。
- (7) ソフト改造が容易に行えること。
- (8) 品質向上
- (9) 生産性向上

これらの課題を解決するために、ACE システムでは下記のような機能をもっている。

- (1) 上流工程から下流工程までのエンジニアリング支援
- (2) 入出力シンボルネーム自動生成
- (3) 仕様書からソフト自動生成
- (4) 信号の自動割付
- (5) 制御テーブル自動作成
- (6) ソフトのリロケータブル機能
- (7) ソフトのバージョン管理
- (8) プラントシミュレータ自動生成
- (9) 仕様書によるプラント運転監視、保守監視機能
- (10) リモートメンテナンス機能

4 ACE システムの支援範囲

ACE システムは、UNIX サーバ UX3000 シリーズ、EWS AS4000 シリーズ、AS1000 シリーズに搭載されている。

サーバは、図 1 に示すように、ADMAP_{TM}-100 F と

(注2) UNIXは、X/Openカンパニーリミテッドがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標。

Ethernetに接続されている。Ethernetは、OIS7000、G200にも接続されており、このLANを経由してX-Windowのサポートを行っている。ADMAP_{TM}-100Fはすべての制御機器に接続されており、制御情報の伝送を行うとともに、プログラムのダウンロード、アップロード、オンラインモニタに使用される。

AS1000は、現地調整時などにPCS7000と直接接続して、PCS7000単独の調整に使用する。

ACEシステムは、PCS7000、OIS7000、RIO7000、BCS4000のエンジニアリングに関しては全面的に支援している。また、ADMAP_{TM}-100Fのステーションとして接続されるG200、計算機などに関しては、ADMAP_{TM}-100Fのコモンメモリ上のデータ管理を支援している。

5 ACE システムの概要

5.1 各種リスト

リスト形式の運転方案を作成し、リレーショナルデータベースに格納し一元管理する。ACドライブ装置リスト、電磁弁リスト、LSリスト、操作用品リスト、アラームリストなど16種類のリストが用意されている。

5.2 PCS仕様書

PCS7000(およびBCS4000)のソフト仕様を、わかりやすい表現で記述する。作画機能には専用グラフィカルユーザインタフェース(GUI)ツールを使用する。

PCS7000のソフトは、この仕様書を作成するだけで完了し、PCS仕様書をコンパイルすることにより、PCS7000の実行オブジェクトが作成される。

PCS仕様書には、下記の6種類を用意している。

- (1) CLD(Control Logic Diagram) 論理信号の組合せシーケンス用の仕様書(従来のラダーダイアグラムに相当する)。インターロック、モードシーケンス、手動シーケンスなどに使用する(図2)。
- (2) SFC(Sequential Function Chart) 順序シーケンス用の仕様書。PCS7000の基本言語のSFCはIEC(国際電気標準会議)のSFC規定に準拠しているが、機械メーカーの仕様入力も考慮して、フロー作成のルールを大幅に緩和している。IECの規定から外れているフローは自動的に必要なフロー記号を補って、PCS7000のオブジェクトを作成する(図3)。
- (3) BLK(BLocK diagram) 数値演算用の仕様書。従来のデータフローに相当し、主幹演算、プロセス制御などに使用する。割込み処理、イニシャライズ処理などもBLKを使用する(図4)。
- (4) TRK(TRacKing flow) 圧延材のトラッキング機能用の仕様書。
- (5) LFC(Loop Function Chart) 計装のループ制御用

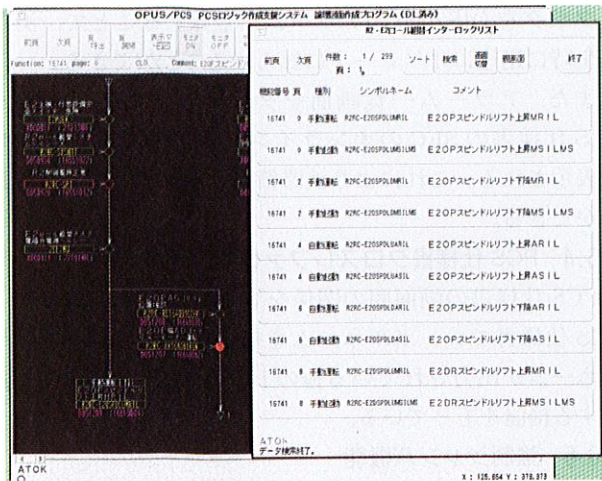


図2. ACEシステム/CLDインターロックモニタ画面 EWS, または OIS7000 の画面上で, PCS 仕様書で作成したインターロックソフトがそのままモニタされる。

ACE system/CLD interlock on-line monitor screen

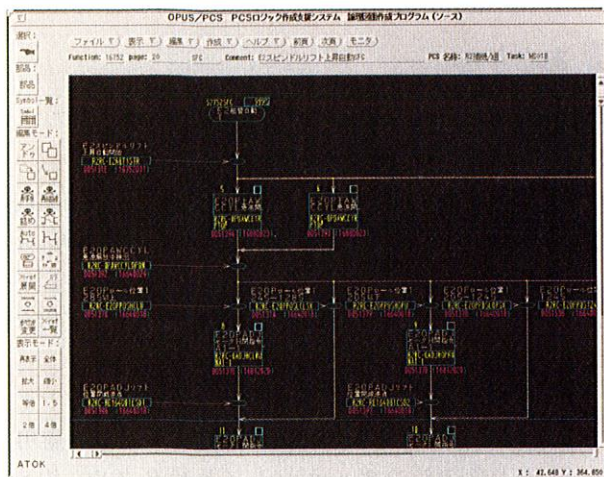


図3. SFC 自動シーケンに使用される SFC の例。実行中のステップが次の画面に移ると, 画面も自動的に切り換わる。

Sequential function chart

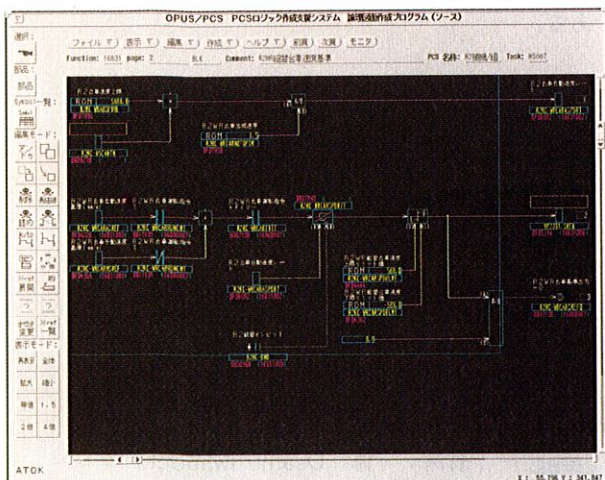


図4. BLK 演算用ソフトに使用される BLK の例。画面をタッチすることにより参照画面へ展開する。

System block diagram

の仕様書。

(6) IFC (Instrumentation Flow Chart) 計装の順序シーケンス用の仕様書。

5.3 PCS 仕様書モニタ

PCS7000 のオブジェクトに変換された PCS 仕様書は, オブジェクトが PCS7000 にダウンロードされ, EWS 画面で PCS 仕様書(OPUS/PCS)のままオンラインモニタができる。

モニタ画面選択は, PCS 仕様書管理画面から行える。また, オペレータも使用できるように, X-Window 機能により, OIS7000 でもオンラインモニタが可能である。

SFC では, その SFC シーケンスが実行されると実行中の SFC フローの画面に自動展開する機能をもっている。

5.4 OIS 仕様書

OIS7000 のグラフィック画面の仕様書を作成する。図形部分は専用 GUI ツールで作成し, 可変情報部分は可変情報テーブルに記入する。すべてシンボルネームまたは計装タグ番号で記述し, OIS7000 や ADMAP_{TM}-100F のアドレスを記述する必要はない。

5.5 ハードウェア構成情報

CIEMAC_{TM} 7000 シリーズを構成する機器および PIO の構成情報は, “システム構成” “伝送情報” “I/O リスト” のテーブルに必要事項を記入することで, 各機器の制御テーブル, 伝送情報テーブルなどが自動的に作成される。

5.6 PCS 設定

PCS7000 のスキャン時間などの機器ごとに決まる設定を入力する。

5.7 OIS 設定

OIS7000 の共通情報, CRT グループ, 計装タグ関係のオーバビュー画面・グループ画面などの設定を行う。

5.8 シンボルネーム/計装タグ管理

プラント全体で使用するシンボルネーム/計装タグを登録・変更・削除する機能である。プラント全体でシンボルネーム/計装タグがユニークとなるように管理するとともに, プラント全体のどこで使用されているかのクロスレファレンス情報を管理する。

6 ACE システムの特長的機能

6.1 各種リストと PCS ソフト自動生成

各種リストは, 運転方案レベルの仕様書で, ACE システム上で入力する場合は表エディタで作成される(オフラインで EXCEL などで作成し入力することもできる)。

各種リストに記入されている機器種別, 形式に対応した知識ベースとして入出力信号のカタログ(展開型)を持っており, それに応じて必要な入出力信号と, PIO 基板の種類が生成される。入出力信号には, シンボルネーム(最

大 20 文字)とコメント(最大 40 文字)が、機器名称、用途銘板、機器動作などの情報から作成される。

一方、入出力信号のカタログ(展開型式)に対応したソフト部品のカタログも知識ベースとしてもっている。このソフト部品のカタログを基に、入出力ソフトの部品を選択し、自動作成したシンボルを部品に埋め込み、入出力ソフトの PCS 仕様書を作成する。

6.2 インターロック監視機能

手動運転や自動運転の際に、運転指令が出されたのに機器が動作しない場合に、何が原因で動作しないかをすぐに知ることは、オペレータや保守員にとって重要なことである。そのため従来は、PCS のソフトを作成した後、そのソフトで作成された運転指令に関係のあるインターロック信号の ON/OFF 状態を OIS のグラフィック画面で別に作成していた。また、PCS のシーケンスが変更されインターロックが変わるつど OIS のグラフィック画面も変更せねばならず、大変な労力の要る仕事となっていた。

ACE システムでは、PCS 仕様書の CLD(または BLK)で作成したインターロックの図面を、そのまま OIS7000 に X-Window を活用してオンラインモニタ表示することにより、わざわざインターロック監視用の画面を作成する必要もなくなり、インターロック変更による監視画面の修正も必要なくなった。そのため PCS 仕様書は、ソフト知識がなくても理解しやすい表現になっている。

CLD, BLK には、6 種類のインターロック用コイル命令が用意されている。各機器や、順序シーケンスのインターロックは、PCS 仕様書のこのインターロック命令を使用して記述する。このインターロック命令を使用することにより、インターロックメニュー画面が自動的に作成される。このメニュー画面は、OIS7000 にも表示されるので、オペレータはこのインターロックメニュー画面から必要なインターロックの記述された PCS 仕様書を OIS7000 上に表示できる。このとき、PCS 仕様書は実際の PCS7000 の実行状態をオンラインモニタしているの、インターロックの不成立原因を容易に知ることができる。

また、OIS7000 のグラフィック画面をタッチすることにより、インターロックの記述された PCS 仕様書を OIS7000 に表示することも可能である。

6.3 SFC とシーケンス渋滞監視

PCS 仕様書の SFC で順序シーケンスを作成すると、順序シーケンスの起動/運転インターロックが自動的に挿入されるとともに、シーケンス渋滞監視のソフトが自動的に作成される。SFC の開始から終了までの実行時間を監視するプログラムが自動的に作成され、渋滞発生時のフラグ、渋滞発生時のステップ番号が ADMAPTM-100F の共通メモリ上に自動的に割り付けられる。

オペレータによる渋滞監視が必要な場合は、この渋滞発

生フラグを OIS7000 のアラームに登録することで、渋滞発生時に迅速にオペレータに知らせることができる。

また、アラーム一覧画面をタッチすることにより、PCS 仕様書の SFC のオンラインモニタ画面が OIS7000 に表示される。これにより渋滞箇所と原因を迅速に知ることができる。

6.4 PCS 仕様書クロスレファレンス展開機能

PCS 仕様書の画面間の関係を容易に検索するために、PCS 仕様書でシンボルネームを指定すると、そのシンボルネームが出力されている他の PCS 仕様書を自動的に表示する機能をもっている。

6.5 強制ジャンパ機能

制御機器のインターロックや自動順序シーケンスで、センサなどが不良になった場合の仮処置として、オペレータが OIS7000 の画面で、その不良センサの入力信号を強制的に ON(または OFF)にする機能をもっている。

7 あとがき

ACE システムの特色は“オートプログラミング”と呼ばれているソフト自動生成機能であり、また一般の CAE システムと異なる点は、保守・監視機能までも支援範囲としていることである。従来は、制御機器ごと、制御区分ごとに分割されていたエンジニアリングツールが ACE システムにより統合され、さらに保守・監視のための有用な機能が付加された。

また、鉄鋼熱間圧延プラントのような大規模プラント全体を支援できる能力を備えており、実プラントの適用では、約 60 万件のシンボルネーム/計装タグや、約 8 万ページの PCS 仕様書を一括管理している。

すでにいくつかのプラントで稼働に入っているが、今後もその経験を生かし、さらに良いシステムとしていく所存である。



松平 隆之 Takayuki Matsudaira

府中工場参事。
鉄鋼圧延制御システムの開発に従事。電気学会会員。
Fuchu Works



伊崎 峰之 Mineyuki Izaki

府中工場産業制御システム部主査。
鉄鋼圧延制御システムの開発・設計に従事。
Fuchu Works



岩渕 修 Osamu Iwabuchi

府中工場産業制御システム部主査。
産業制御システムの開発に従事。電気学会会員。
Fuchu Works