

# 最近の電力系統制御用計算機システム

## Recent Computer Control System for Electric Power System

電力系統制御への制御用計算機の歴史は古い。オフライン計算への適用に始まり、ハイブリッド計算機によるオンライン制御への適用、高信頼度制御用計算機の開発とともに全デジタル形のシステムへの適用と進んできた。

平河内良樹\* Hirakouchi Yoshiki

高津正雄\*\* Takatsu Masao

この技術の流れに対応する日立製作所の技術開発、ソフトウェア開発及びシステムの特長について述べる。また、対象とする系統規模の拡大、システム機能の高度化に伴って、ますます大規模化する計算機システムの例としての、店所給電所自動化システム、中央給電指令所自動化システムについて、その機能を中心に述べる。

### 1 緒言

電力系統制御への計算機システム適用の歴史は古く、1950年代のパラメトロン式のオフライン計算機から始まり、最近では電力系統の拡大、複雑化に伴う機能高度化、高信頼化の強いニーズと、これに応ずる計算機の性能向上とがあいまって、大形システムが実用化されてきた、マンマシンシステムも高度化し、かつ計算機の取り扱う電力設備の拡大、ネットワーク指向、データベース指向により、システムの中核である制御用計算機も大形化し、いわゆるメガ・ミニクラスの計算機の適用が既に始まっている。

作所の実績、並びに最近の大規模システムの例として店所給電所自動化システム及び中央給電指令所自動化システムについて、システムの機能、システム構成の考え方を中心に述べる。

### 2 電力系統制御用計算機システムの開発

日立製作所は、我が国で初めて東北電力株式会社との共同研究により、図1に示すような<sup>1)</sup>電力系統総合自動化模式図の構想のもとで、中央制御所システム、二次系統制御所システム、集中制御所システムを有機的に結合したハイアラキシステムの技術を確立した。この成果を更に充実、発展させる

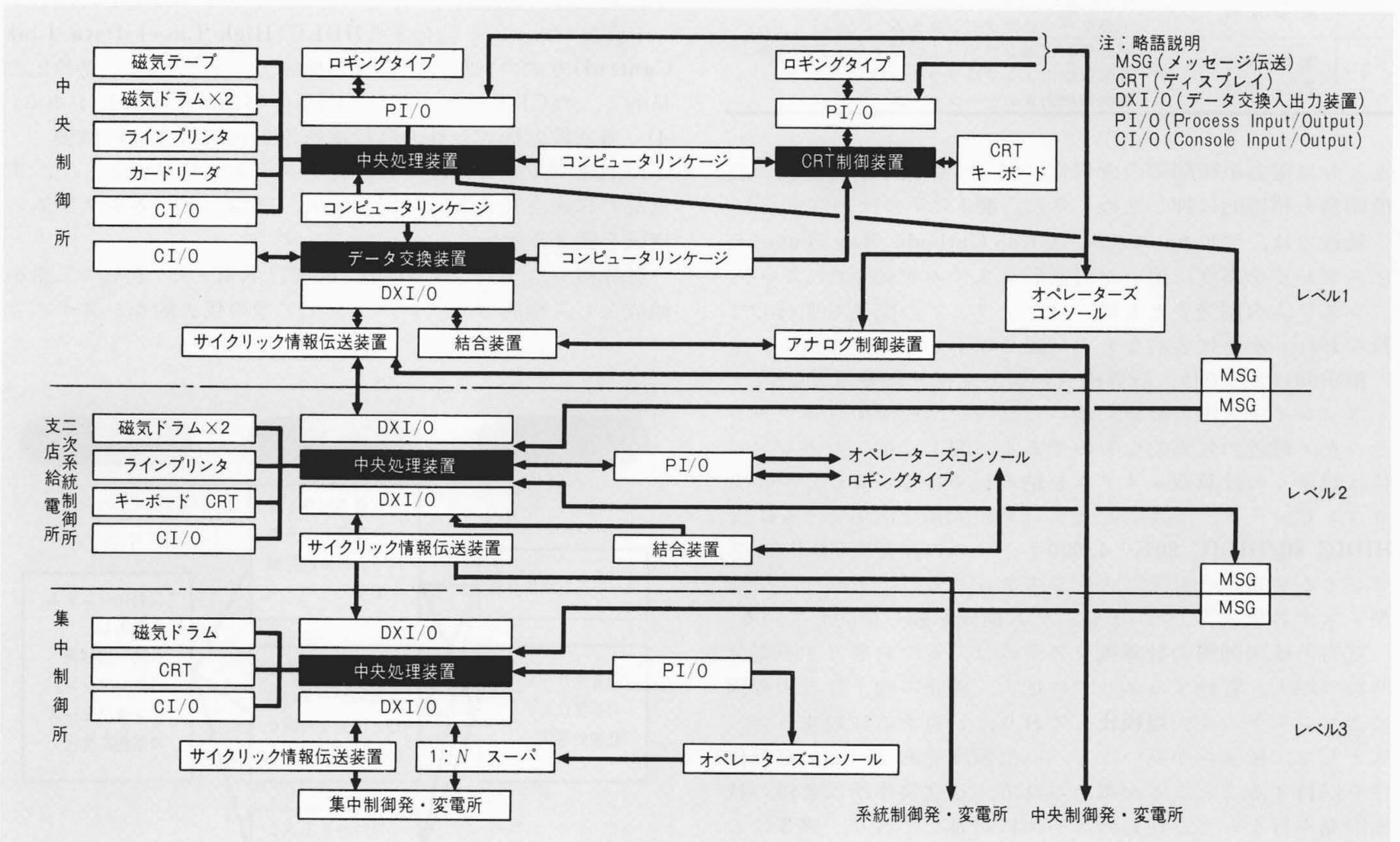


図1 電力系統総合自動化模式図 ハイアラキ構成形の典型的な模式図を示したものである。各レベルは、サイクリック情報伝送装置、メッセージ伝送装置(MSG)により結合されている。

\* 日立製作所大みか工場 \*\* 日立製作所電力事業本部

表1 日立製作所における系統制御システムの開発 日立製作所の系統制御システム開発の主なものを年代別に示したものである。

No.	年 度	シ ス テ ム 名
1	1968	全デジタル式中給システム
2	1971	高マンマシン中給システム
3	1971	計算機式自動操作システム
4	1972	地方給電MODELシステム
5	1974	計算機式系統安定化システム
6	1975	大規模地方給電二重化システム
7	1976	CRT化監視制御システム
8	1978	HIDIC 80マルチ形支店給電システム
9	1978~	HIDIC 80/HIDIC 80Eマルチ形中給システム

表2 日立製作所における系統制御ソフトウェアの開発 日立製作所の系統制御ソフトウェア開発の主なものを年代別に示したものである。

No.	年 度	項 目
1	1971	水力・火力併用経済負荷配分プログラム
2	1973	信頼度監視チェックプログラム
3	1976	CRT化監視制御プログラム
4	1976	環境改善対策付経済負荷配分プログラム
5	1976	CRT自動作画プログラム
6	1976	会話型系統操作プログラム
7	1977	計算機SCADAプログラム
8	1978	高速対話型潮流計算プログラム

表3 日立系統制御システムの特長 最近の電力系統用計算機制御システムに対処する日立系統制御システムの特長について示したものである。

No.	項 目	具 体 説 明
1	高 拡 張 性 高 処 理 性 高 応 答 性	(1) HIDIC 80/HIDIC 80Eマルチシステム (2) グローバルメモリによるデータ管理 (3) ハードウェア/ソフトウェアのモジュール化
2	高 信 頼 性 高 安 全 性	(1) 使用実績の多いソフトウェア使用 (2) HIDIC 80/HIDIC 08Eによる分散システム 十分なバックアップシステム
3	高 操 作 性 高 保 守 性	(1) 高密度CRT及びサポートソフトウェアの使用 (2) 高級言語によるプログラミング (3) 電力系統向きのデータベース

とともに電力系統制御の近代化に伴って要請される各種の技術開発を積極的に押し進めてきた。表1にその代表例を示す。

最近では、マルチシステム、CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイを高度に用いた対話形システムが開発されている。

システムの開発とともに、ソフトウェアの開発も並行して行なわれ、その代表的なものは表2に示すとおりである。

輸出向けとしては、計算機式の遠方監視制御装置やCRTディスプレイを入出力装置に用いた高速対話形潮流計算プログラムが、最近の代表的なものである。図1に示した各レベルには数多くの計算機システムを納入してきているが、マイクロコンピュータ、ミニコンピュータの大幅な活用とともに<sup>2)</sup>、HIDIC 80/HIDIC 80Eと4,000字クラスの高密度CRTディスプレイとを組み合わせた大形システムが最近の方向で、分散型システム構成<sup>3)</sup>、マルチシステム構成を強く指向している。

電力系統制御用の計算機システムは、その対象とする電気所数の増大、管轄するエリアの拡大、機能の向上などの要因によりシステムが大規模化しており、システムに対するニーズとして、拡張性が高いこと、高信頼度であること、高操作性を保持することなどが求められる。日立製作所は各種の技術開発を行なってこれらのニーズに対処しており、表3にこれらをシステムの特長としてまとめた。

以下、最近の電力系統制御用計算機システムの例として、東京電力株式会社店所給電所自動化用HIDIC 80システムと、中国電力株式会社中央給電指令所自動化用HIDIC 80Eシステムについて述べる。

### 3 最近の電力系統制御用計算機システム

#### 3.1 店所給電所自動化システム

##### (1) 自動化システム導入の背景

自動化システム導入の背景には、電力系統の成長、拡大及び需要家サービスの高度化という社会的要請がある。これらの背景、問題点及び対応策を示したものが図2である。運転員の限界を越えた運用の解消、短時間に発生する大量のデータの処理、迅速な判断、系統把握のための高速計算など高度なマンマシン特性を備えた自動化システムを必要とする。

##### (2) 自動化システムに要求される性能と解決策

給電所自動化システムに要求される性能としては、高応答性と高処理性、高信頼性と高安全性、高拡張性と高保守性、高操作性が挙げられる。日立製作所は、これらのニーズを満たすシステム構成の在り方、マンマシンシステムの在り方、ソフトウェアの在り方及びソフトウェアの構成について、東京電力株式会社と共同研究を行なった。表4は、これらの要求項目とそれに対する解決策を示したものである。

##### (3) 自動化システムのシステム機能概要

給電所自動化システムの機能は、大別して次の四つの機能から成っている。

- (a) 系統監視機能
- (b) 記録・統計処理機能
- (c) 操作指令自動化機能
- (d) 運用計算機能

これらの機能の処理概要と、その主な特長を表5に示す。系統監視での停電区間の自動判定、事故の自動検出、操作指令自動化での新しいコンピュータネットワーク網としてのパケット交換システムと結合するHDLC(High Level Data Link Control)方式の採用、運用計算機能でのデータ入力簡易化を目的としたCRTディスプレイ画面の移動にその特長がある。

##### (4) 東京電力株式会社大島給電所自動化システムの概要

以上述べてきた給電所自動化システムの具体例として、東京電力株式会社大島給電所に納入、運用しているシステムの構成を図3に示す。

計算機システムは、HIDIC 80で、共有メモリをもつ二重系構成とし、機能分散、ロードシェア型の代表的なシステムで

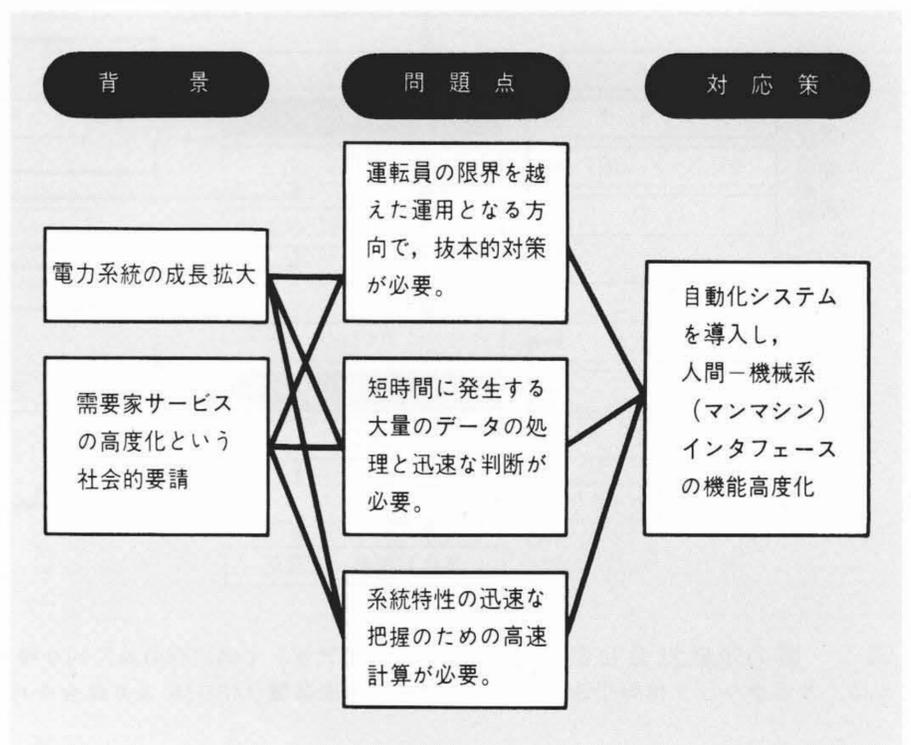


図2 自動化システム導入の背景 給電所に自動化システムを導入するに当たっての背景、問題点及びその対応策を示したものである。

表4 自動化システムに要求される項目と解決策 自動化システムに要求される項目を大きく四つに項目分けし、共同研究で得られた解決策を具体的に示したものである。

No.	項目	解決策
1	応答性と処理性	(1) 機能分散型マルチシステム採用 (2) 共有メモリ方式(グローバル)採用
2	信頼性と安全性	(1) 二重化システム採用 (2) モジュール化手法採用 (3) ソフトウェア標準化
3	拡張性と保守性	(1) モジュール化手法採用 (2) ソフトウェアでのロジックとデータの分離, データベース化
4	操作性	(1) 4,032キャラクタの大容量CRT採用 (2) ライトペン, ジョイスティックの採用 (3) バス構造の採用による多重操作

表5 給電自動化処理概要 給電所での自動化項目を大きく四つに分類し、それぞれの項目について処理項目と主な特長について示したものである。

No.	項目		主な特長
	大項目	小項目	
1	系統監視	潮流監視	(1) 停電区間の自動判定と, CRT画面上での色換え表示 (2) 事故又は事故兆候の自動検出
		電圧監視	
		状態監視	
		事故監視	
2	記録統計	記憶保存	(1) 大容量DISCとCRTを活用した高度なIR方式
		編集資料	
3	操作指令	操作件名登録	(1) HDLCネットワークとの結合 (2) 自動アルゴリズムによる手順の作成 (3) 高度なCRT対話システム
		手順表の作成	
		手順表の伝達	
		操作指令の実行	
4	運用計算	オンライン運用計算	(1) 高度なCRT対話システム (2) 画面移動
		オフライン運用計算	

ある。HDLC用のインタフェース装置に8ビットのマイクロコンピュータを内蔵させた最新のテクノロジーを採用している。CDT(Cyclic Data Transmission)との結合にも8ビットのマイクロコンピュータ内蔵の状態機能付インタフェース装置(DMA)を開発適用している。マンマシンシステムには、4,032字のカラーCRTディスプレイを8台用い、ライトペンのほかにジョイスティックを付加し、いっそうの機能向上を図っている。

### 3.2 中央給電指令所自動化システム

#### (1) 中央給電指令所自動化システム導入の背景

中国電力株式会社では、従来HITAC 7250を中心として給電業務を処理してきたが、その後年々拡大する系統規模に対処するため計算機システムの増強が必要となった。

系統拡充により、220kV系火力発電所の新設、500kV系統の発電所の新設が行なわれ、より高度な系統運用が必要となり、最新鋭の大形制御用計算機であるHIDIC 80Eを用いた新システムを導入することになった。

#### (2) 中国電力株式会社中央給電指令所自動化システムの機能概要

中国電力株式会社中央給電指令所自動化システムの機能概要は、表6に示すとおりである。大別すると運用計画業務、系統監視業務、系統制御業務及び記録整理業務から成っている。

運用計画業務での需給予想計算(ELD)は社会的なニーズを反映し、排出ガス規制を考慮したものである。

系統制御での経済負荷配分制御(EDC)も火力発電所が負荷調整の中心であることから、予測制御を加味したものとなっている。

#### (3) 中国電力株式会社中央給電指令所自動化システム構成の概要

中国電力株式会社中央給電指令所自動化システムの構成図を図4に示す。将来の拡張性、大形運用計画計算の導入、信頼度解析業務の導入などを考慮し、大形制御用計算機としてHIDIC 80Eを用いている。

このシステムは、HIDIC 80E 3台から構成されており、1台はDX(Data Exchanger)、1台はオンライン自動給電用、残りは運用計画、記録整理などのオフライン業務を分担すると同時に、DX、オンライン自動給電のバックアップ用である。

このシステムのDXは、CDTの親局を構成するものであり、DX停止時には全リアルタイムデータの取込み不能を意味し、全システム機能が停止する。したがって、DXは最優先でバックアップされ、次いで、オンライン自動給電がバックアップされ、オフライン用は最もレベルが低くバックアップされない。

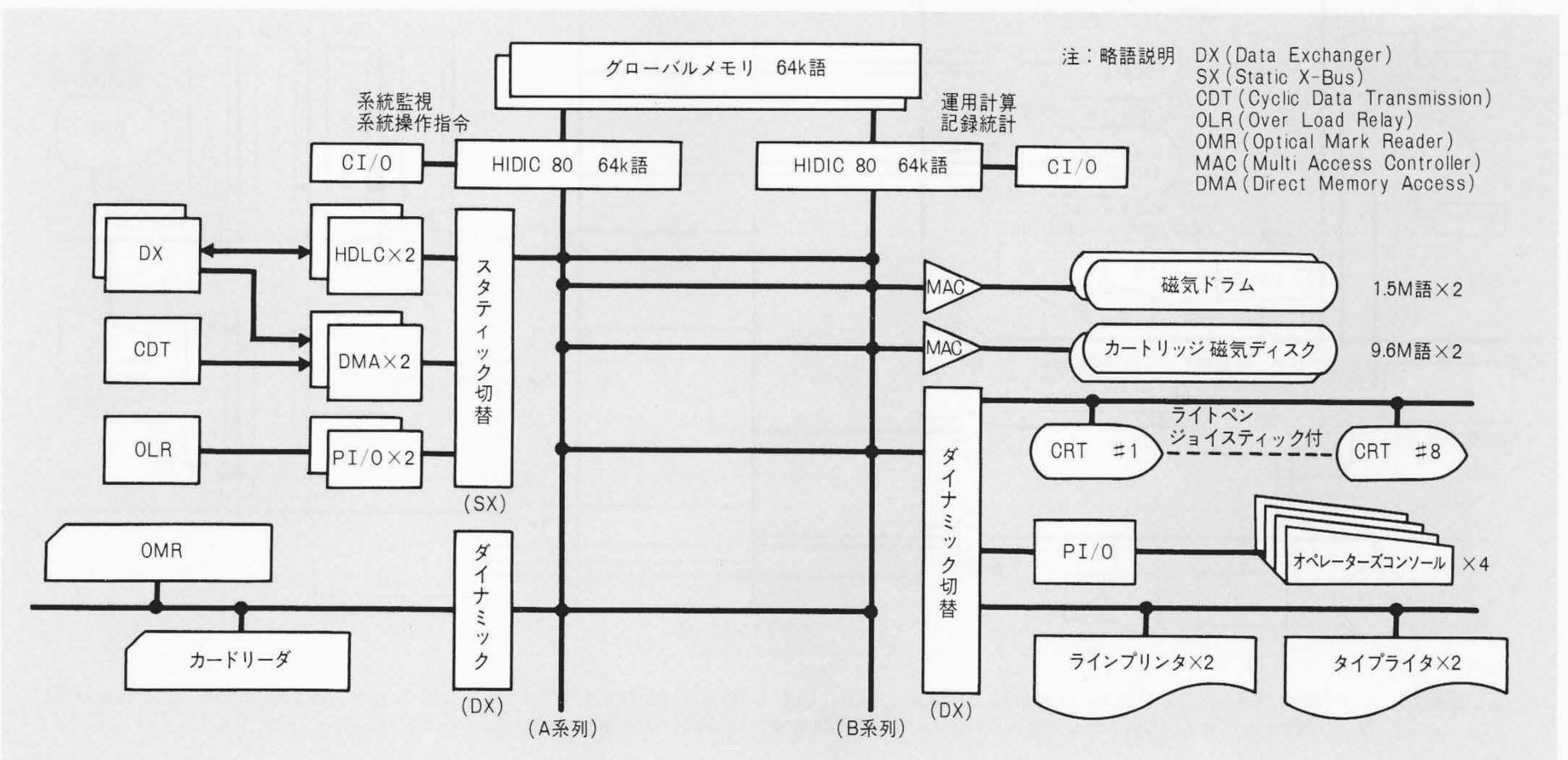


図3 東京電力株式会社大島給電所自動化システム構成図 HIDIC 80をロードシェア型で用いた本格的なマルチシステムで、4,032字CRTを8台用いた大規模なシステムである。

表6 中央給電指令所自動化システム機能概要 中国電力株式会社  
中央給電指令所自動化システム機能を大きく五つに分類し、それぞれの項目について処理項目とその概要について示したものである。

No.	項目		概要
	大項目	小項目	
1	運用計画	負荷予想計算	実績負荷に天候要因を加味し、学習修正機能により予想する。
		需給予想計算 (ELD)	排出ガス規制、送電損失、潮流ネック解消を考慮した水力・火力併用の経済負荷配分計算を行なう。
		流入予想計算	降水から出水の過程をモデル化して、流入量を予想する。
		貯水池、水系運用計算	貯水池の使用計画、実績及び上記流入量予想から目標水位を設定し、貯水池逆調の溢水が最少となるよう計算する。
2	系統監視	過負荷監視	潮流監視を行ない異常状態を事前判断する。
		事故時監視	設備容量超過、しゃ断器動作などの異常を監視し、CRT表示する。
3	系統制御	周波数制御 (AFC)	TBCにより、他社連系線の制御、周波数の制御を行なう。
		融通電力制御	融通電力のキロワット時間偏差を零にするよう、AFC制御を行なう。
4	系統制御	経済負荷配分制御 (EDC)	五～数十分先の負荷変動の大きさを予測し、潮流状況を考慮しながら経済負荷配分を行ない、発電所へ予告する。
		電圧、無効電力制御 (VQC)	系統の電圧又は無効潮流が目標値を外れたとき、最も効果のある電圧調整器を操作し、目標値内に収める制御を行なう。
5	記録整理	給電、運用記録	発電実績日誌、給電速報、日報、潮流図などの作成を行なう。

注：略語説明 TBC(Tie Line Bias Control)

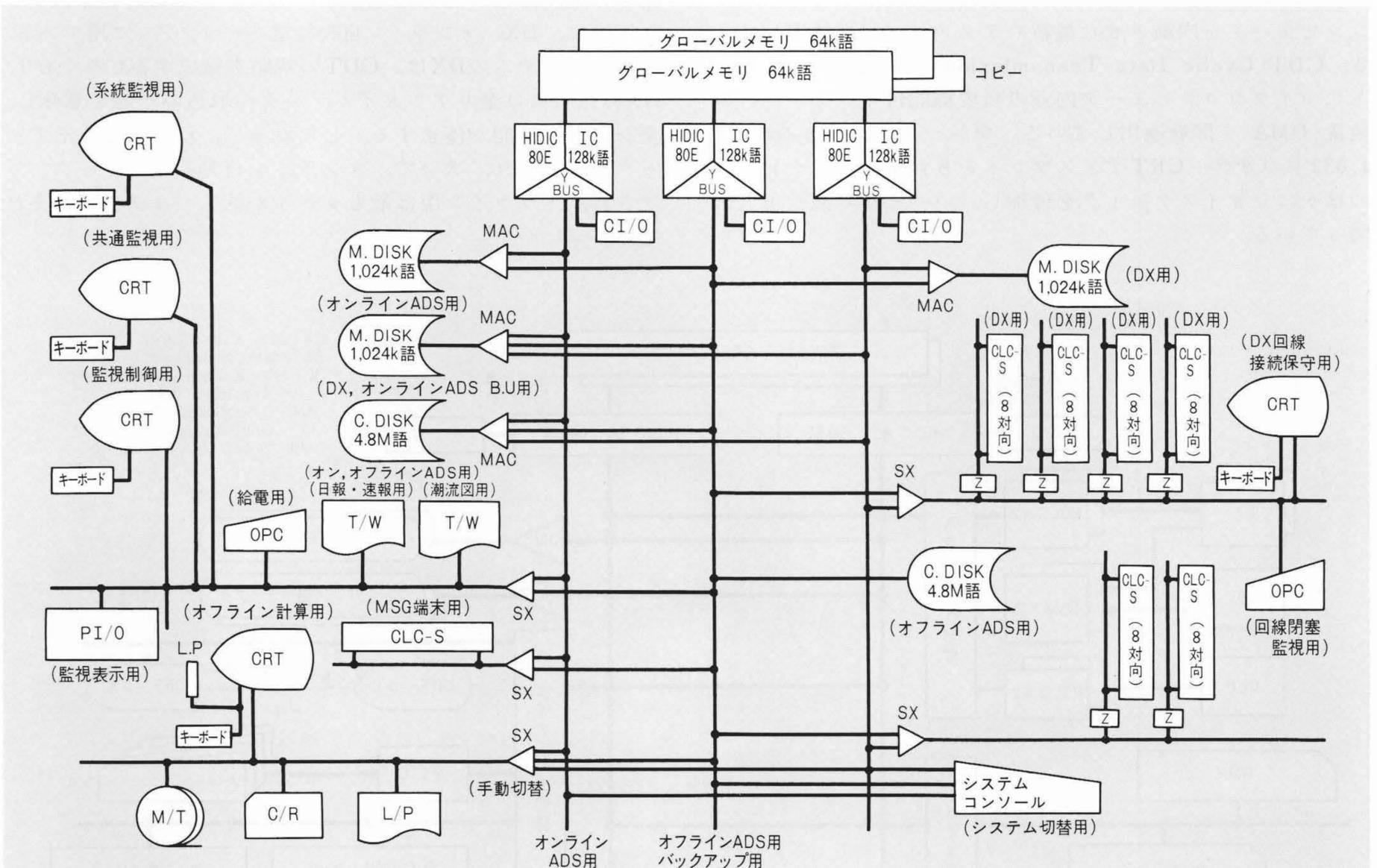
#### 4 結 言

以上、日立製作所の電力系統制御用計算機システムの開発状況と最近の大規模システムの例として、店所給電所自動化システム及び中央給電指令所自動化システムについて述べた。

これらのシステムの機能はますます高度化し、高度な情報処理のための大容量ディスクの採用(300メガバイトクラス)、大容量主記憶装置の採用(1～2メガバイトクラス)とシステムの規模は、汎用計算機システムの中形機クラスになってきているのが現状で、ソフトウェアの効率的開発、標準化がいつそう推し進められねばならない。ソフトウェアメンテナンス用ツールの開発、シミュレータの開発など、強力に推進する必要がある。今後、ユーザーのニーズを十分把握し、より良いシステムの製作、供給に絶えざる努力を払っていく考えであり、関係各位のいつそうの指導をお願いする次第である。最後に、各種システムの開発、実用化に当たり、多数関係各位の御指導、御協力をいただいたことに対し、厚くお礼申しあげる。

#### 参考文献

- 1) 高津, 平河内: 電力系統における計算機制御システム, 日立評論, 58, 437～440 (昭51-6)
- 2) 平河内: マイクロコンピュータの電力システムへの応用, 日立評論, 59, 369～372 (昭52-5)
- 3) 坪井, 平河内, 平沢: 分散形計算機制御の電力システムへの応用, 日立評論, 60, 483～486 (昭53-7)



注：略語説明 C/R(Card Reader), L/P(Line Printer), L.P(Light Pen), CLC-S (Communication Linkage Controller-Serial), BU(Back Up), Z(Z-Bus Unit) M/T(Magnetic Tape), OPC(Operator's Console), T/W(Typewriter), ADS(Automatic Dispatching System)

図4 中国電力株式会社中央給電指令所自動化システム構成図 HIDIC 80Eを3台用いた高度なシステムである。DXは多重化CDTの親局で、中国電力株式会社独特のCDT方式をサポートしている。