

中部電力株式会社静岡地方制御所向け

大規模集中制御システム

Large-Scale Supervisory Computer Control System for Shizuoka Regional Control Center of Chubu Electric Power Co., Inc.

電力需要は長期的に増大する傾向にあり、電力系統は拡大、複雑化してきており、広域に散在する多くの発電所の総合監視、指令運用をつかさどる地方制御所の集中監視制御業務も複雑化している。

このたび、中部電力株式会社静岡地方制御所に、日立制御用計算機HIDIC 80-Eによる、最終規模で静岡県内150箇所程度の発電所を対象とした集中監視制御システムを導入した。その特徴は、CRTをマンマシンインターフェイスの中心とした計算機ベースの集中制御、主要機器を二重化した高信頼度システム、ソフトウェアによる機器操作時の条件チェックの充実、年々行なわれる電力設備増設時の対応の容易なソフトメンテナンス方式の開発、シミュレータによる忠実な動作模擬の実現、などである。

井上 紀宏* Norihiro Inoue
丸山 彰** Akira Maruyama
新田 勉** Tsutomu Nitta
長谷川弘明*** Hiroaki Hasegawa

1 緒 言

電力需要は長期的には増大し、電力系統も拡大、複雑化しており、従来のTC(Tele-Control:遠方監視制御装置)だけではその監視制御は困難となってきた。また、一方では、運転コスト抑制のため、発電所の無人化も進められている。

このような背景のもとで、中部電力株式会社静岡地方制御所向けに、発電所数150箇所程度を対象とした大規模集中制御システムを開発し、昭和58年1月運転を開始した。本システムでは、図1に示すように初年度は19箇所を対象とするも、以後毎年20箇所程度の集中化拡大を予定している。

本システムは、日立制御用計算機HIDIC 80-E二重化構成による高信頼度の確保はもとより、設備データメンテナンス用ソフトウェアの開発で保守の容易性を確保するなど、システム構成、自動化機能に多くの特徴を持っている。

2 電力系統集中制御システムの概要

2.1 集中制御システム構成

本システムは下記の各所の業務を計算機によって有機的に処理するものである。

- (1) 地方制御所は154kV以下の系統を管内系統とし、多数の配電用変電所、特高需要家への安定供給を責務としている。また下位の電力所、営業所に各業務に必要な情報の提供を行なう。
- (2) 電力所は電力設備の保守管理、巡視点検、応急故障の復旧及び地方制御所に対するバックアップ運転を担当する。
- (3) 営業所は配電線の監視制御を地方制御所の計算機を介して行ない、一般家庭への電力の安定供給を担当する。

図2はこれらの各所の業務を含んだシステム全体の構成を示すものである。

2.2 集中制御システムの業務

本システムには表1に示すような集中制御所としての幅広い業務を処理することが要求された。この要点は次のようなものである。

(1) 監視

時々刻々変化する電力設備の運転状態をTCを介して計算機に取り込み、系統盤、CRT(Cathode Ray Tube)に表示する。また系統故障や設備(電源装置、計算機と周辺装置、通信装置)故障が発生した場合は、警報を発し、故障表示盤やタイプライタに出力し、運転員に知らせる。

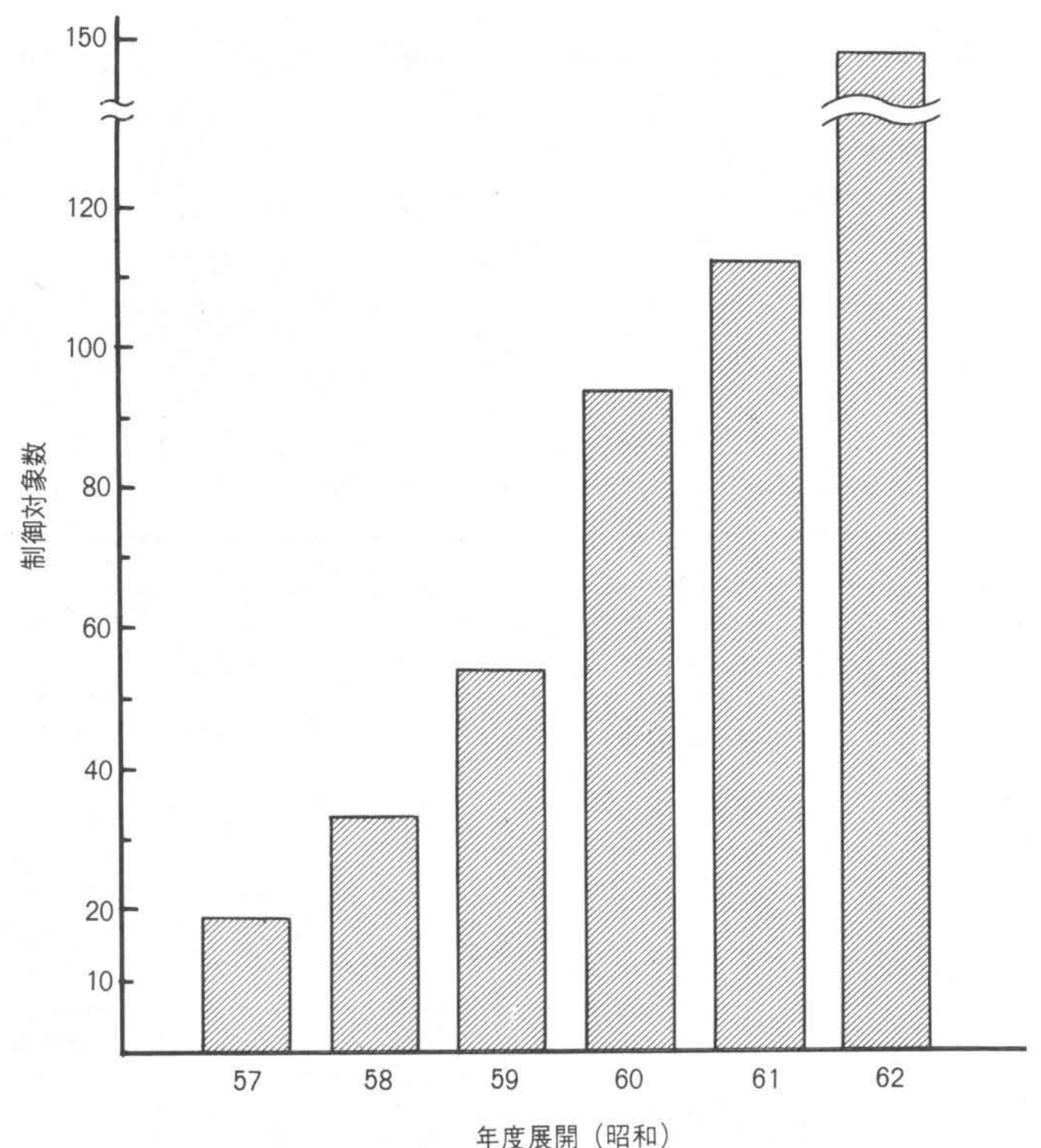


図1 静岡地方制御所集中化の推移 本システムは年々20箇所程度の電気所を地方制御所に集中化拡大していく予定である。

* 中部電力株式会社静岡支店 ** 日立製作所大みか工場 *** 日立製作所中部支店

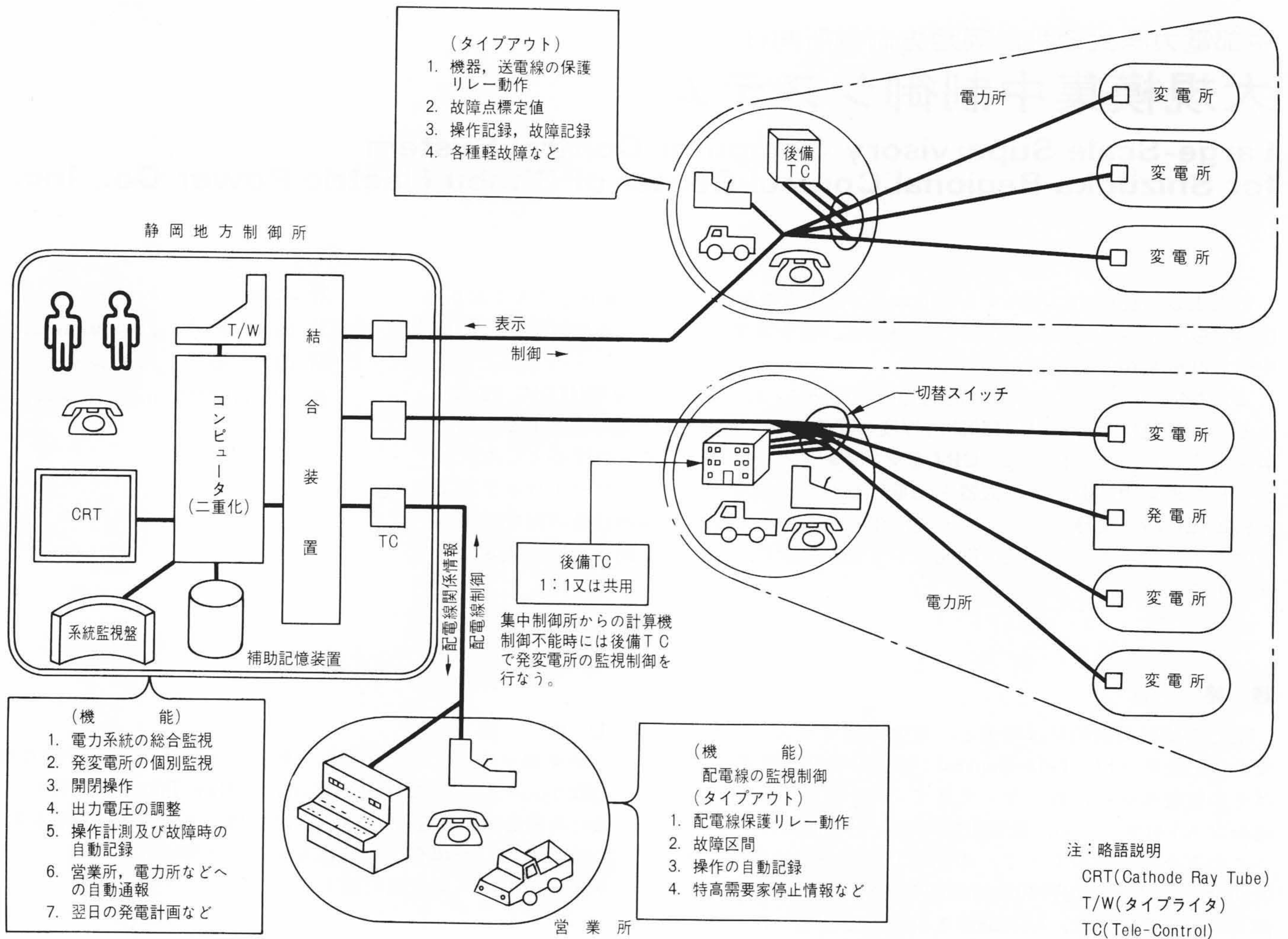


図2 集中制御システム構成 地方制御所からの通報をもとに電力所、営業所では電力設備保守に即応できる形態となっている。

(2) 操 作

CRT、ライトペン及びCRT制御卓で操作を行なう。

高度な判断が要求される操作は、運転員が機器個別に順次確認をしながら実施するが、単純で安全確実にできる範囲の操作はその手順をあらかじめ計算機に件名操作として記憶させておき、自動的に実施する。

また機器操作に当たっては、計算機がその機器に関連する状況をチェックし、誤制御が出力されないようにインターロッキングを行う。

表1 地方制御所集中制御システム業務一覧表 操作制御、個別、自動、模擬のほか、ソフトチェックなど豊富な機能を設けてある。

分類	項目	内 容
監視	周波数、電圧、潮流監視	系統の主要点の周波数、電圧、潮流を周期的に計測、監視し、CRTに表示する。
	電力系統状態監視	系統の状態を系統盤、CRTに表示する。
	電力系統故障表示	系統の状態変化を監視し、故障発生には、警報出力し系統盤、故障表示盤、CRT、タイプライタなどにその情報を出力する。
	システム監視	計算機とその周辺機器、TCなどの接続状態、故障状態をシステム監視盤、CRTに表示する。
操作	平常時操作	(1) 個別選択操作(CRTから機器を個別に選択し操作する。) (2) パターン操作(回線、機器、母線、停止復旧操作などあらかじめ手順を決めて行なう計画操作) (3) 件名操作(パターン操作を利用し、複雑な判断を必要とする計画操作及び随時操作)
	故障時操作	再送電、受電並用、並列、負荷発電遮断、永久地絡試開放復旧、配電線遮断器一括自動投入、2電気所以上にわたる回線停止復旧操作
	模擬操作	平常時操作手順をシミュレーションで確認
	営業所操作	配電6.6kV母線以下の遮断器、保護リレーの操作
記録	発電記録	日報、月報、3水記録
	操作、故障記録	系統操作や、故障を随時タイプライタに印字、CRTにより記録編集も可能
通報	操作、故障通報	操作、故障記録のうち該当するものを関係箇所にも遠隔タイプライタにより出力
	計画操作	計画した操作手順を関係箇所にも連絡

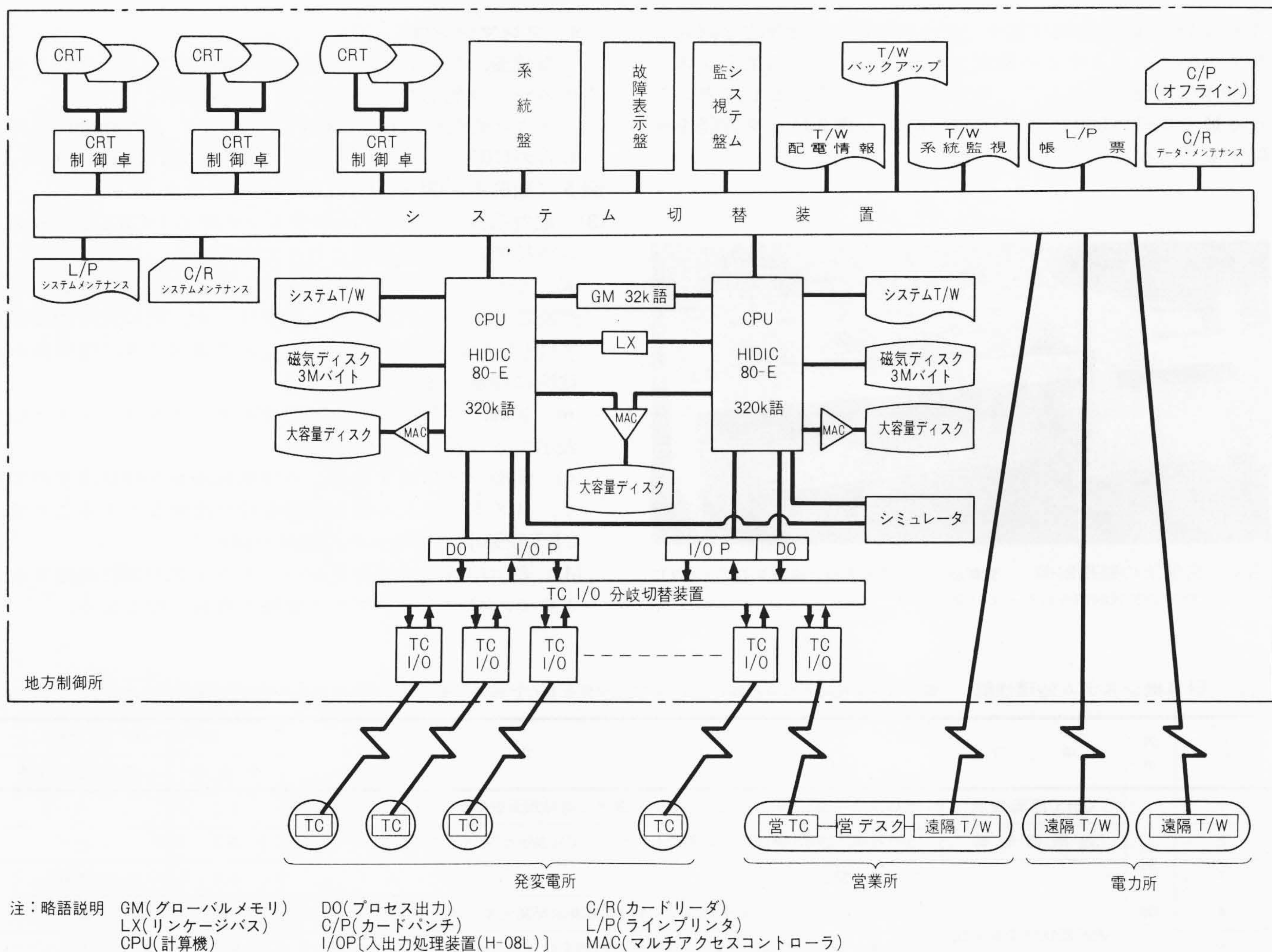


図3 静岡地方制御所計算機システム構成図 HIDIC 80-Eを中心に主要機器を二重化したシステムである。

ックをとっている。

(3) 記 録

電力設備の運転状態を記録するとともに、操作を行なったときもその記録をタイプライタに印字し、また日報、月報などの帳票類も自動的に作成する。

(4) 通 報

地方制御所に集められた多くの情報のうち、発電所や送電線の故障情報は電力所に、配電線の情報は営業所に、遠隔タイプライタで自動的に通報される。

3 計算機システムの特徴

計算機システムの構成を図3に示す。このシステムの主な特徴は次のようなものである。

3.1 計算機用TCI/O (Tele-Control Input Output : 遠方監視制御入出力装置)

従来のTCと計算機を結合するための信号のシリアル/パレル変換ロジック部としてTCI/Oを設けている。静止形回路部品で構成されているため、信頼度は高く、しかもユニット形で1架に8回線分収納できる構成としており、4回線分ごとに電源装置を設けることで、電源故障時の波及範囲を少なくしている。

旧制御所のTCと伝送路を切替えてTCI/Oが対向しているので、万一地方制御所の機能が停止しても図2の後備TCでバックアップが可能である。

TCI/Oと計算機の間情報は、TCI/O分岐切替装置で、表示情報は2系に並列入力され、制御情報は制御系からだけTCI/Oに出力される。

3.2 営業所遠方監視制御装置(営業所TC)

大規模集中制御では、作業や事故に伴う配電線の操作の頻度も非常に多くなり、従来のような営業所と制御所間の電話連絡による操作では作業能率が低下してしまう。

本システムでは、これに対処するため、営業所に営業所TCを設け、営業所の監視制御卓から地方制御所の計算機を介して管内の配電線用遮断器などの監視制御を可能とした。

営業所TCは1対向で最大10箇所の配電用変電所の監視制御ができ、また、情報の加工、編集を計算機が行なっているのので従来のTCと比較して非常に高度な機能を持っている。

更に営業所には遠隔タイプライタが設置され操作、事故の情報が印字出力される(図4)。

3.3 入出力プロセッサ(IOP)

本システムは最終制御対象150箇所、接続TCI/O250回線という非常に大規模なもので、したがってこれらの入出力を計算機で行なった場合、その負荷は膨大なものとなり、本来の監視制御の業務処理の応答性をそこなうおそれがある。そこで、今回計算機の負荷を軽減させる目的で日立制御用計算機HIDIC 08Lによる入出力専用のプロセッサを設けた。

IOPにはTCI/Oからのデータ入力、系統状態変化の検出とその登録及び計算機でのソフト処理が標準化できるように物

理的なTCの回線接続状態や、データの並びを論理的な回線として再配列させるなどの機能を持たせた。その結果、システム全体の処理性能として、平常時及び系統事故として考えられる最大規模の550状態変化発生時でも表2に示す性能を確保することができた。

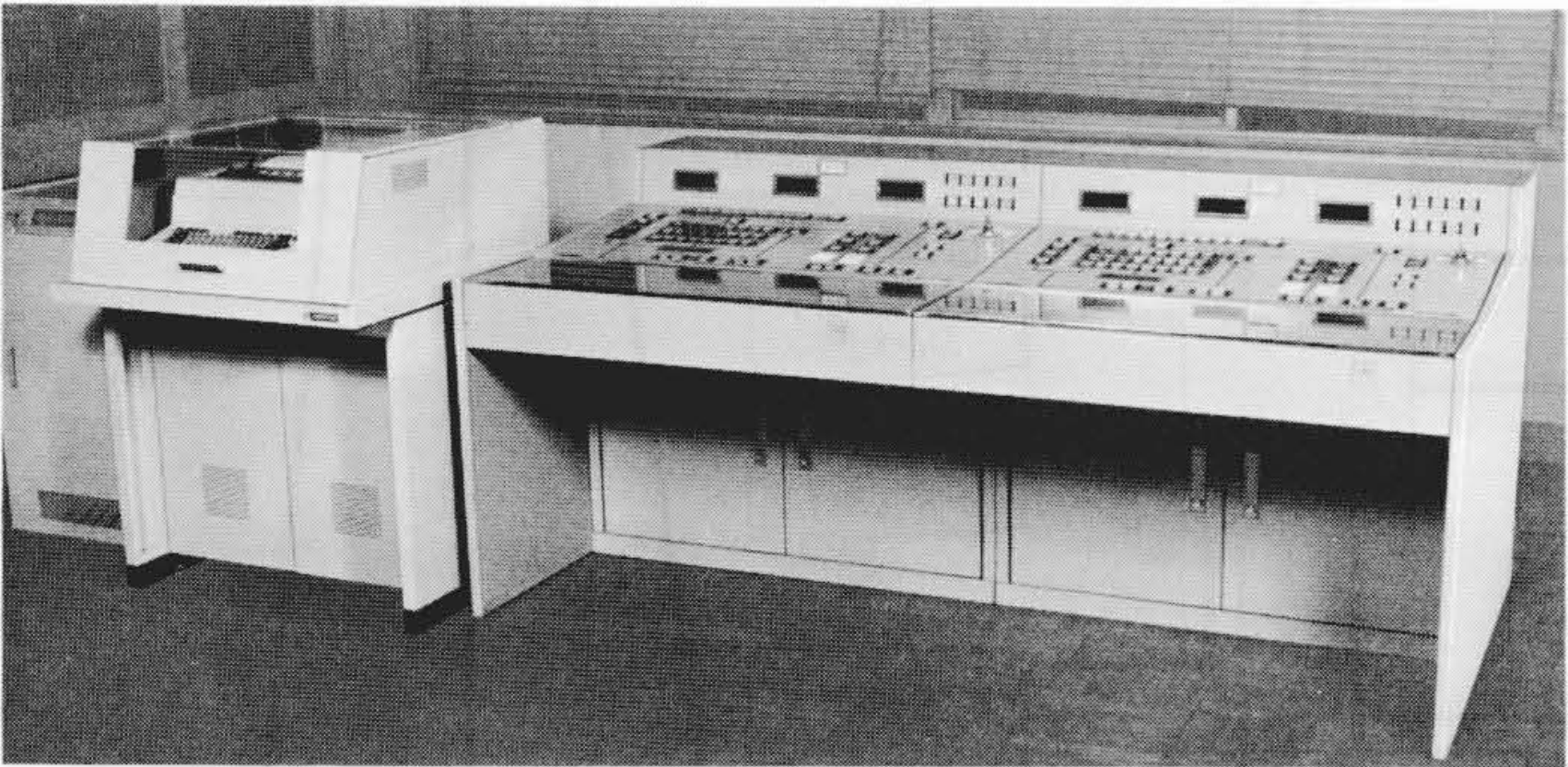


図4 営業所の監視制御 営業所では監視制御卓と遠隔タイプライタによって配電線の監視制御を行なっている。

表2 計算機システム処理性能 最大状態変化時とは4秒間に550状態変化が発生した状態で、その時でもかなりの高速処理性能を得られた。

No.	箇所	項目	内 容	処 理 速 度 (秒)	
				平 常 時	最大状態変化時
1	制 御 所	CRT画面表示	単結画面呼出し(リスト画面で電気所選択し単結画面表示が完了するまで)	2.2	—
2		遮断器制御	遮断器個別表示(操作卓入切釦押してから、CB表示が変化するまで)	3.7	—
3		遮断器状態変化発生(トリップ)	故障表示盤表示	5.8	17.0
4			遮断器表示(表示中の単線結線図画面でCB表示が変化するまで)	1.8	13.3
5			CRTメッセージ表示(メッセージ画面で状態変化メッセージが表示完了するまで)	9.5	15.7
6			タイプライタ印字(印字開始まで)	10.2	—
7			系統盤表示	1.7	10.0
8	営 業 所	遮断器制御	営業所制御機の入切釦を押してからCB表示が変化するまで	6.6	—
9		遮断器状態変化発生(トリップ)	営業所制御機の停電表示まで	7.5	—
10			タイプライタ印字(印字開始まで)	8.3	—
11	電 力 所	遮断器状態変化発生(トリップ)	タイプライタ印字(印字開始まで)	10.2	—

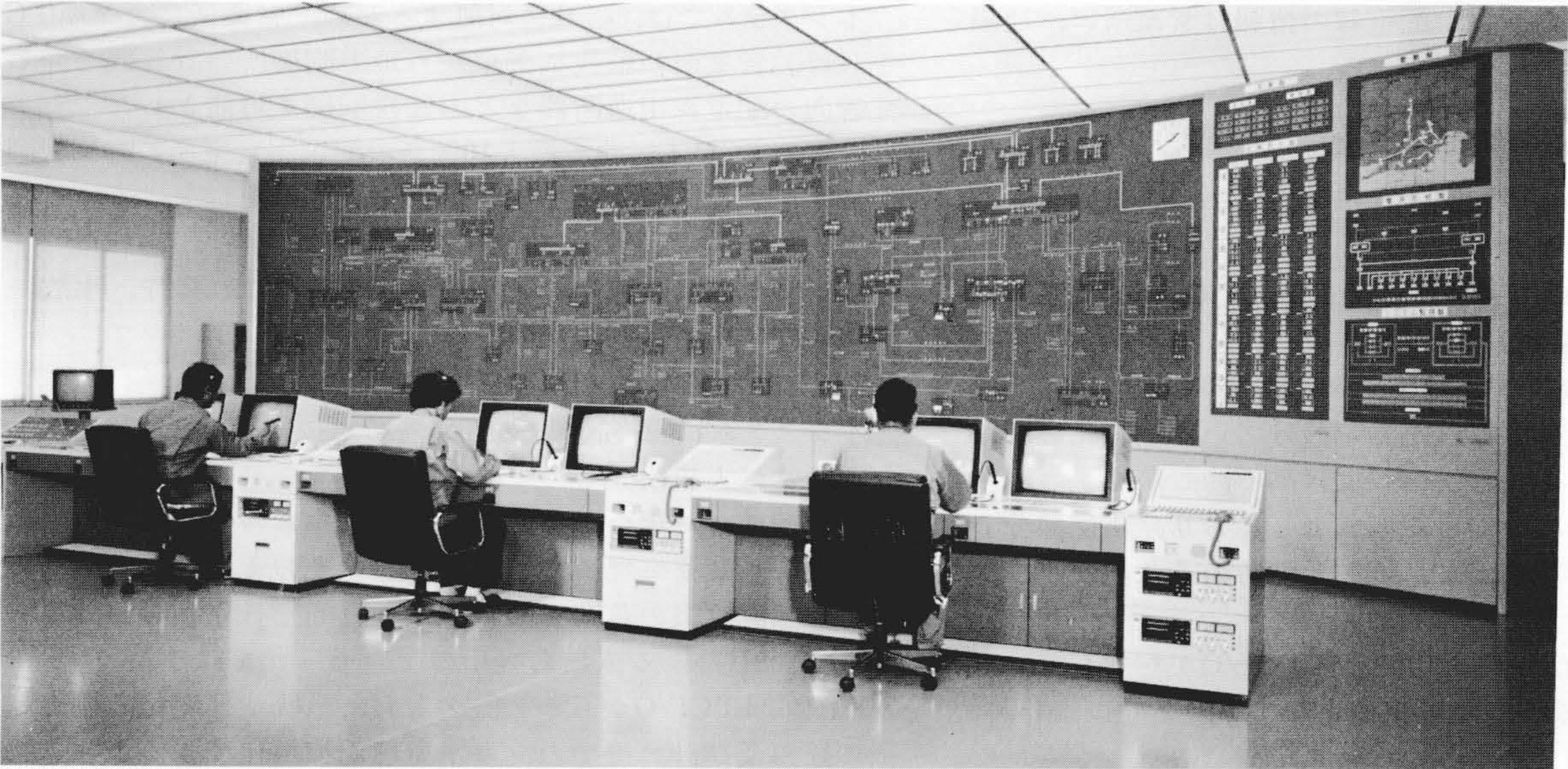
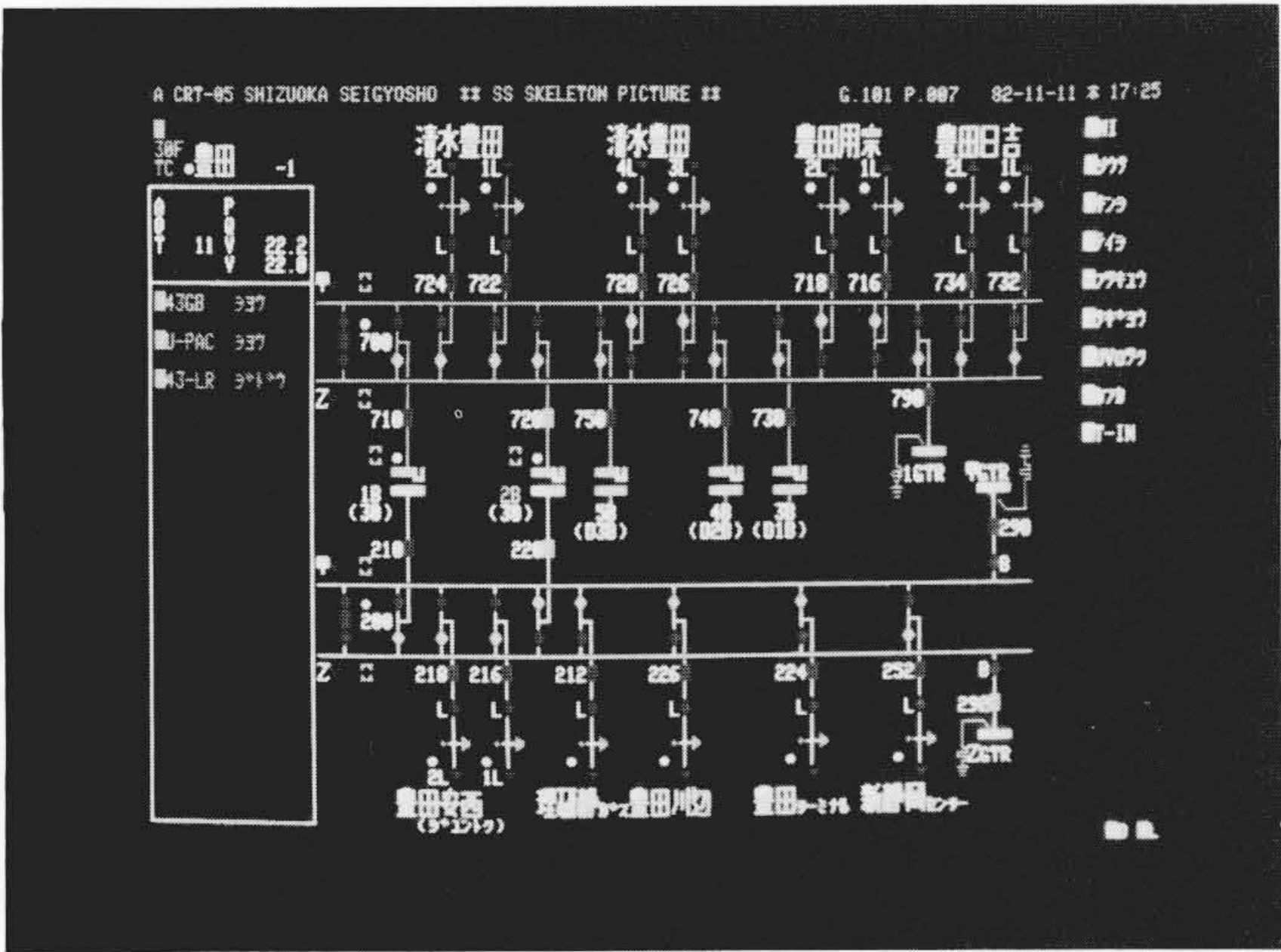


図5 地方制御所の制御室 大形の系統盤で電力系統の全体を把握し、詳細をCRTで確認し、制御を行なう。



(a) 単線結線図



(b) メッセージ

図6 CRT画面 電力系統監視制御用のCRT画面を示す。

3.5 CRTモニタ切替装置

電力系統での重大事故に対する復旧操作など、特に安全、確実性を要求される操作の場合、当該運転員のCRTでの操作をほかの運転員が別のCRTでその操作をモニタ監視する必要がある。従来は、別にモニタ専用CRTを設置していたが今回開発したCRTモニタ切替装置で、通常の運転用のCRTのどれでもモニタ用に使用できるようにした。その切替方式を図7に示す。

3.6 ソフトメンテナンス方式

本システムでは昭和58年運転開始以降も、年々20箇所程度の電気所が増設される予定である。したがって、この増設改造に関しては容易にソフトウェアの変更ができなければならず、今回この目的でDG(データベースジェネレータ)を開発した。

(1) SDG(システムデータベースジェネレータ)

これは主としてハードウェアが増設されたとき、その物理的な条件をアプリケーション業務ソフトが論理的に、かつ、標準的に扱えるようなテーブル構成に変換するもので、主としてメーカーがハードウェアの増設改造時に行なうことを目的としている。

(2) ADG(アプリケーションデータベースジェネレータ)

電力系統設備の増設改造に関してはユーザーが変更作業を行なうため、非常に簡単な入力操作で関連するアプリケーション

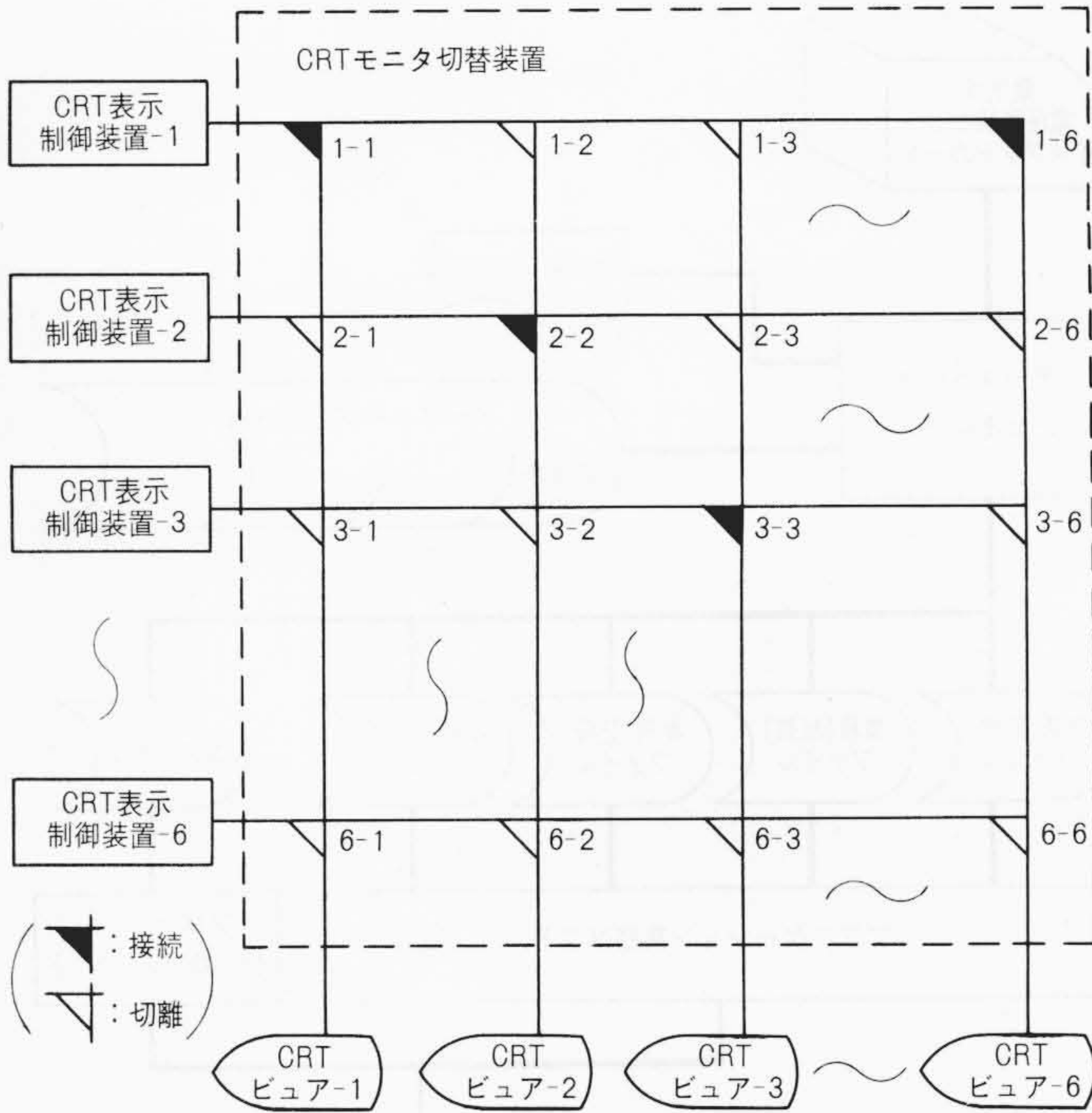


図7 CRTモニタ切替方式 通常はCRT表示制御装置-iがCRTビューア-iと接続されスイッチi-iがONしている。図の例は、CRTビューア-6でCRTビューア-1の画面をモニタしている場合でスイッチ6-6がOFFし、スイッチ1-6がONしている。

ョン業務(監視, 制御, 記録, 通報)のすべてのデータベースを自動的に変更する必要がある。

この入力操作は、計算機のソフトウェア体系を全く知らない人でも、電力設備イメージで、電気所名、電圧階級、設備種別(バンク、送電線などの種別)、TCI/Oのポジション表などを、所定の様式にしたがい入力シートに記入し、カードパンチして計算機に読込ませることで自動的に変更される。

(3) DGによるメンテナンス方式を図8に示す。電力設備増設時に作成されたデータカードは、登録時に各種合理性チェックを行ない、誤りがあればその箇所と誤りの内容をラインプリンタに出力する。誤りがなくなれば電気所ごとのソースファイルに登録され、更に各業務用ファイルに展開されるがその前に一時、仮ファイルに格納し、CRT画面などの仕上りを事前に確認できる。その他の機能としては、以下のようなメンテナンス時のサポート機能を充実させてある。

- (a) 登録前にカードの内容をラインプリンタに印字出力する機能
- (b) 改造時に修正したカードと、既登録のソースファイルとを比較し、修正箇所と内容をラインプリンタに印字出力する比較機能
- (c) 既登録の内容の出字出力機能
- (d) 登録されたソースファイルの削除機能

3.7 シミュレータ

電力系統の増設改造時に変更したデータベースや、あらかじめ件名として登録する一連の操作手順が正しいかどうかを検証する場合、現地の実機器を動作させて確認することは電力系統の運用上非常に困難である。

そこで、本システムでは現地機器の動作を正確に模擬し、IOPと全く同じインターフェイスで計算機に時系列的に情報を送信することで、これらの検証を確実にこなえるシミュレータをHIDIC 08Lで実現した。

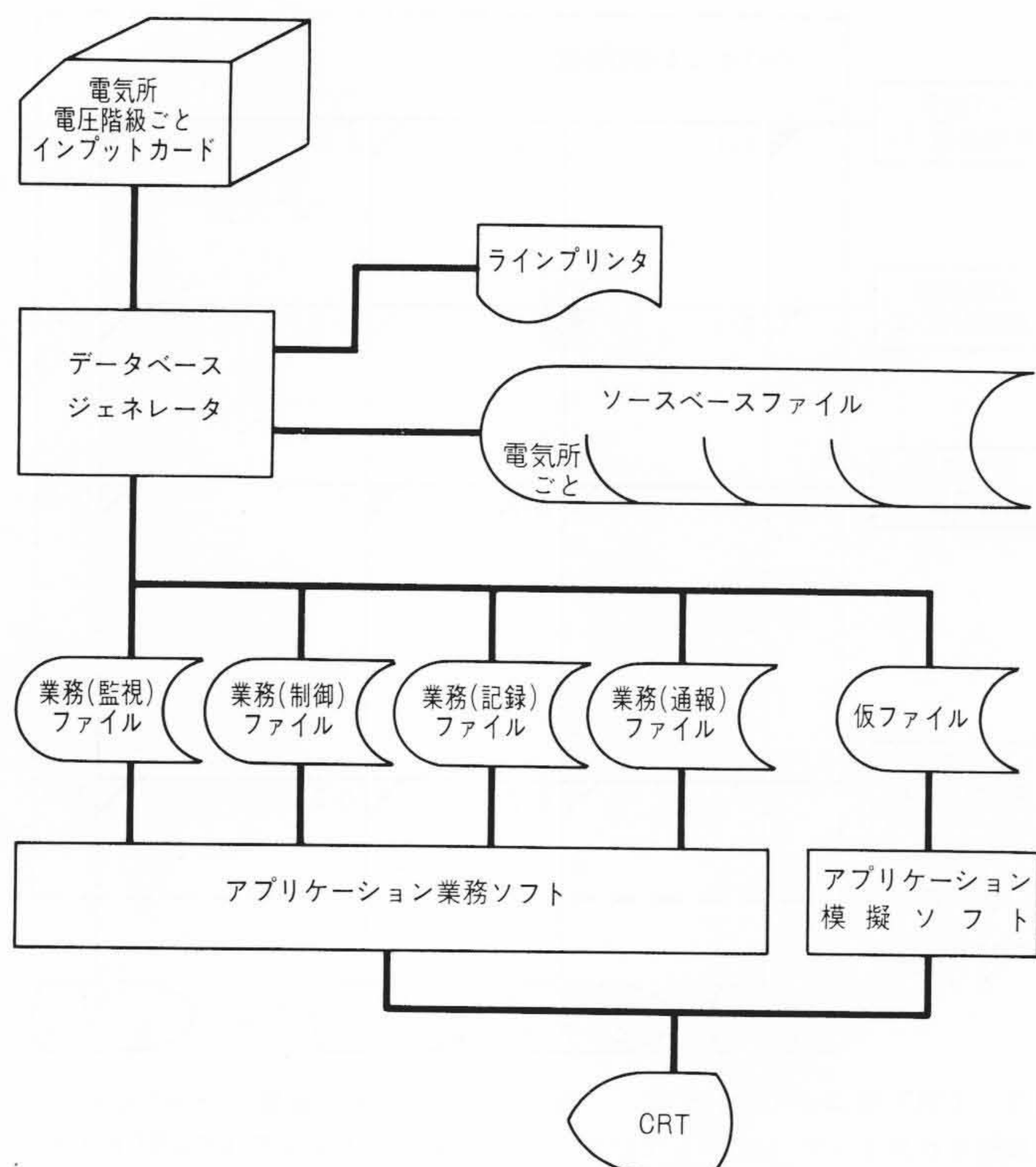


図8 データメンテナンス方式 電気所ごとのカード入力で各業務用ファイルに自動展開される。

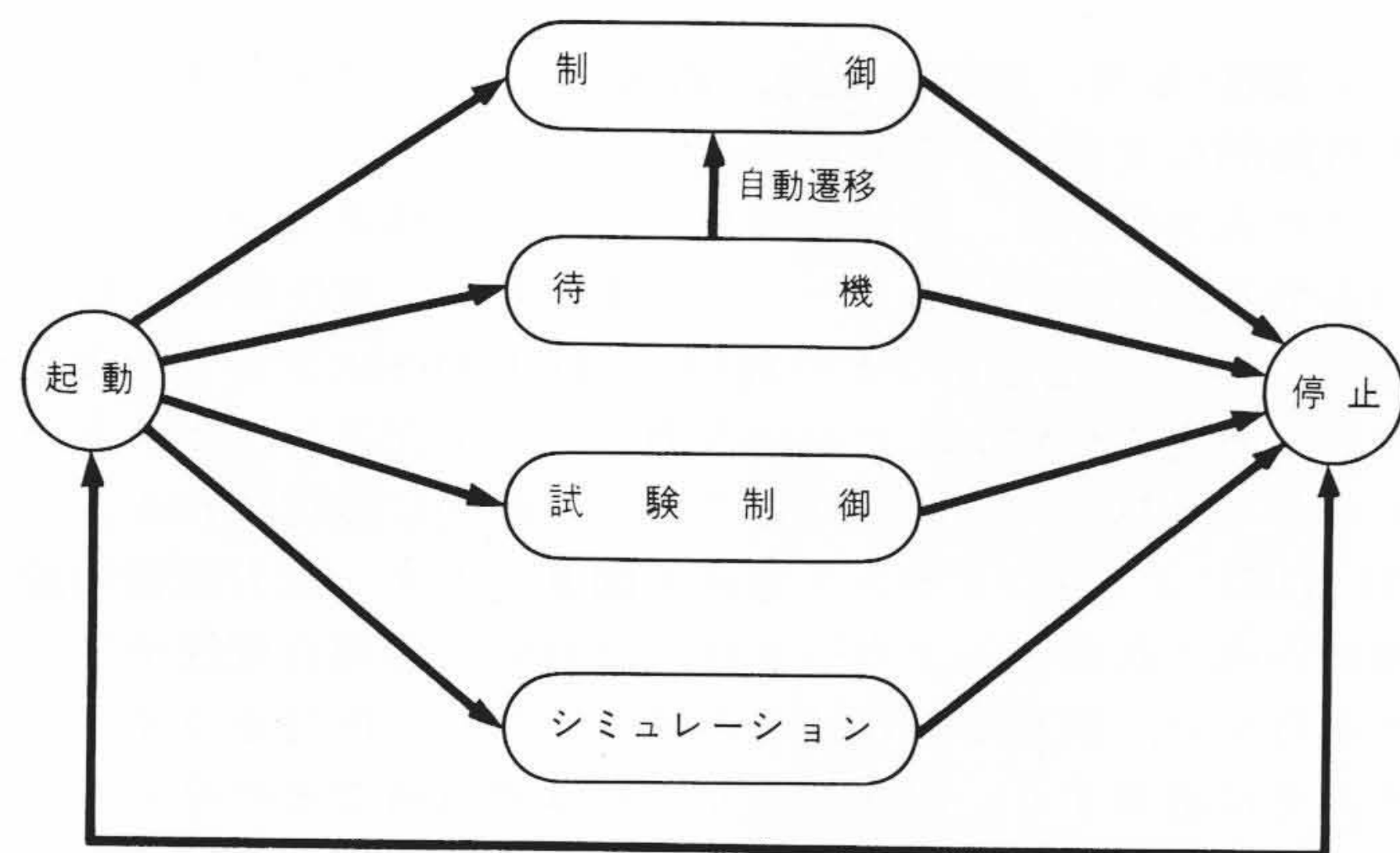


図9 計算機モード遷移図 システム監視盤によりモードの設定と表示を行なう。待機モードだけは他系停止により自動的に制御モードに遷移する。2台の計算機はともにどのモードにも遷移できるが起動、停止のモードを除いては同時に2台が同じモードにはなれないよう管理されている。

このシミュレータの活用で、ソフトウェアの検証だけでなく、系統事故に対する運転員の対応の訓練も行なえる。

3.8 ハードウェアの二重化構成

- (1) 本システムのように、監視制御を大規模に集中化したシステムでは、システムの停止が電力系統の運用に与える影響は非常に大きい。したがって、機器の二重化を図り、装置の障害、停止などによるシステム全体の停止を防止し、システムの稼働率を高めた。
- (2) 計算機、高速磁気ディスク、IOPなどはすべて二重化し、表示情報は常に2台の計算機が並行に入力して、計算機切替えがデータの欠損なく行なえるようにした。
- (3) タイプライタは地方制御所に予備を1台設け、地方制御所の2台のオンライン用タイプライタ及び電力所、営業所に

設置された遠隔タイプライタのバックアップを行なう。

- (4) 大容量ディスクは2台の計算機に対応してそれぞれ1台ずつの二重化を図った。更にほかに、1台を設けた。これは予備系の計算機がメンテナンスのため、ディスク上のオンラインデータや各種設定データの更新ができない状態のとき、常用系が停止すると系切替え時にデータの連続性が保たれなくなることを防ぐために常用系計算機が自系のディスクに書き込むとき、同時に3台目のディスクにも書き込んでおき、予備系の計算機にデータを引き継げるようにしたものである。

3.9 計算機の構成制御

- (1) 2台の計算機は通常1系は制御モード、他系は待機モードとするデュープレックス方式で、制御系が停止したとき、相互監視機能により自動的に待機系が制御モードに遷移してその機能を引き継いで、システム全体としての監視制御機能を確保するようにしてある。
- (2) 計算機のモードとしては、制御モード、待機モードのほかに図9に示すようなモード形態としてある。

(a) 制御モード：システムとしてすべてのオンライン機能が実行可能

(b) 待機モード：他系が制御モードのとき、ホットスタンバイ状態にあり、他系の停止により自動的に制御モードに遷移し、そのオンライン機能を引き継ぐ。

(c) 試験制御モード：特定のTCI/Oの回線を接続し、試験的に制御出力が可能である。制御モードと全く同じ機能を持つ。

(d) シミュレーションモード：オンライン機能のうちTCI/Oとの入出力を切り離し、代わりにシミュレータを接続してソフトウェアの検証を行なう。

(e) 起動モード：オンライン機能はすべて停止し、ソフトウェアメンテナンス用のオフライン機能だけが実行可能である。

(f) 停止モード：計算機が停止状態にある。

- (3) 二重系の構成制御を円滑に行なうため、本システムでは、グローバルメモリでシステムモード、入出力装置接続状態、TCI/O回線接続状態などの管理を行ない、2台の計算機の相互監視をリンケージバスを通して行なう。

4 結 言

CRTをマンマシンインターフェイスの中心とした計算機ベースの広範囲な電気所を対象とした大規模集中監視制御システムの特徴について述べた。

本システムは、年々拡張を続ける電力系統の安定供給、運用、保守などの各面からの要求に十分こたえたものであり、同時に今後進められる設備総合自動化の基礎になるものと確信する。

なお、本システムは昭和58年1月に運転を開始し、同年2月から第2期の拡大集中化を行なっており、その増設作業において、システム停止の無いハードウェアの増設、容易なソフトウェアのメンテナンス、系統を模擬したシミュレーションなどが実証された。

終わりに、本システムの完成に御協力、御指導をいただいた関係各位に対し、感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 電気共同研究会：発変電所計算機制御，電気共同研究，第35巻，第1号(昭54-6)
- 2) 塩永，外：店所給電所自動化HIDIC 80Eシステム，日立評論，63，279～282(昭56-4)