

# インテリジェント化が進む遠隔監視制御システム

Tele-control System Provided with Intelligent Functions

安藤 皓二\* *Kouji Andou*  
小黒 敏之\*\* *Toshiyuki Oguro*  
長谷川秋治\*\*\* *Akiji Hasegawa*  
中田 祐司\*\*\* *Yuuji Nakata*  
野内 隆夫\*\*\* *Takao Yanai*



操作室外観 中部電力株式会社松阪電力センターに設置された電力センター指令情報システムを示す。

電力系統の大規模化と複雑化が進む中で、系統運用のかなめとなる遠隔監視制御システムの重要性はますます大きくなるとともに、機能・性能の高度化、インテリジェント化が要請されている。

中部電力株式会社では、電力センターでの指令・操作業務および給電制御所バックアップ運転の近代化のため、従来の遠隔監視制御装置に代わる電力センター指令情報システムの開発・導入が始まった。

発・変電所設置の遠隔監視制御装置でも、従来のサイクリック伝送方式に代わり、大容量化・高速化・

高機能化をねらいとしたHDLC(High Level Data Link Control Procedure)伝送方式を採用し、多彩な情報伝送に柔軟に対応できる新形インテリジェント遠隔監視制御装置を開発し、超高压系電気所から導入を開始した。

平成3年日立製作所は、中部電力株式会社向け電力所指令情報システムを、松阪電力センターほか2か所に、また新形インテリジェント遠隔監視制御装置を安部変電所ほか1か所にそれぞれ製作納入した。

\* 中部電力株式会社 西電力所    \*\* 中部電力株式会社 制御通信部    \*\*\* 日立製作所 大みか工場



1 はじめに

電力系統の大規模化と複雑化が進む中で、高品質の電力を安定供給するため、電力流通設備は効率的で安定な運転と信頼性の向上が必要とされている。

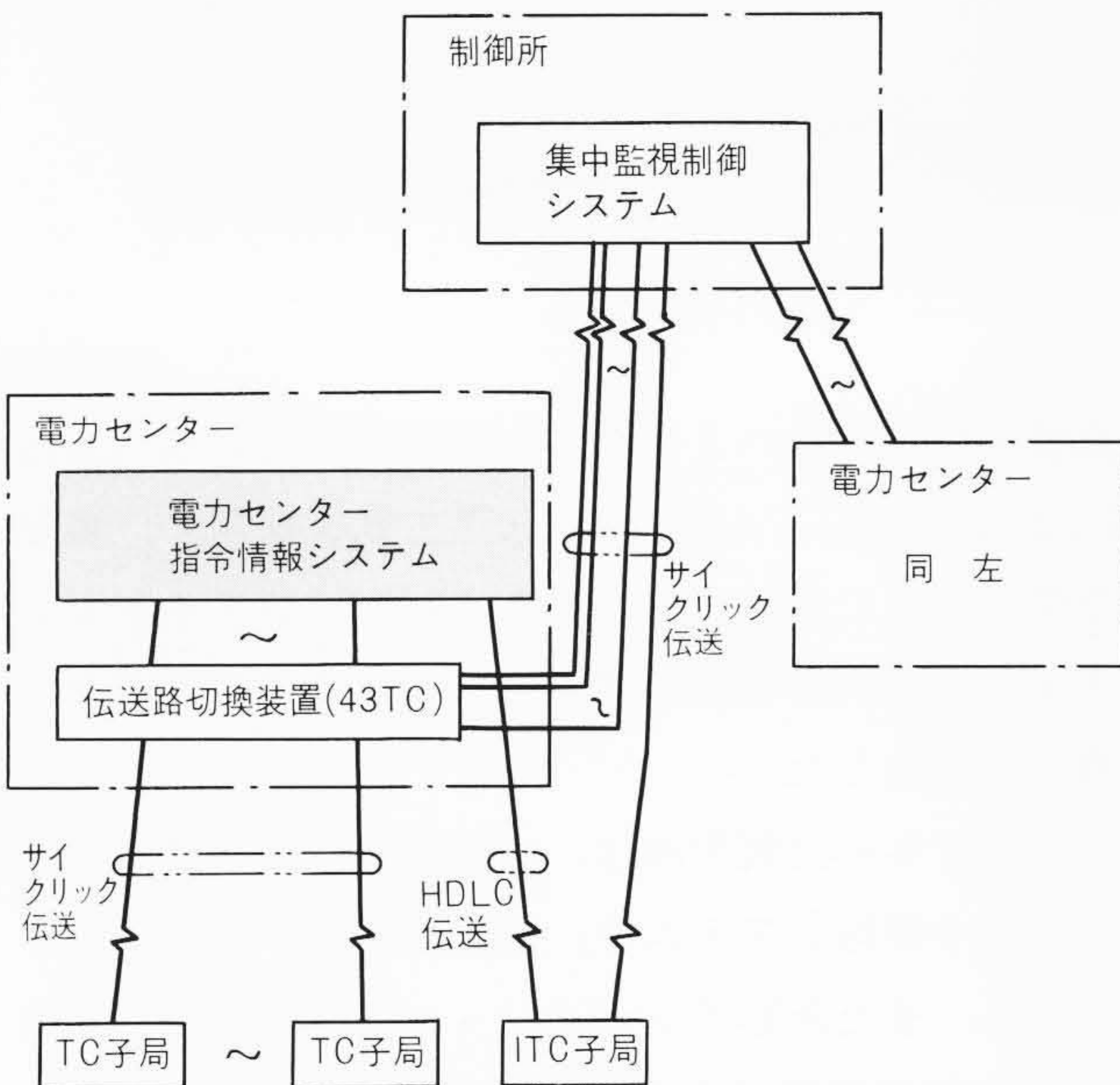
系統の多数の電力設備を集中監視制御する遠隔監視制御システムでも、これらのニーズに対応するため大容量化、高速化および高機能化に代表されるインテリジェント化が進みつつある。

中部電力株式会社では、給電制御所のバックアップに位置づけられる電力センターに、管轄電気所情報の集中管理による故障発生時の迅速確実な対応、日常指令関係業務の効率化と信頼度向上を目的とした、従来バックアップテレコンに代わる電力センター指令情報システムの開発導入を開始した。

また、発・変電所設置の遠隔監視制御装置でも、従来のサイクリック伝送方式テレコンに代わり、HDLC伝送方式を採用した高速・大容量で、かつ情報処理機能を備えた新形インテリジェント遠隔監視制御装置を開発した。

2 電力センター指令情報システム

このシステムは、電力センターに設置し管内の発・変



注：略語説明 HDLC (High level Data Link Control Procedure)  
TC (テレコン), ITC (インテリジェントテレコン)

図1 電力センター指令情報システムの位置づけ 電力センター指令情報システムは制御所システムのバックアップ装置となっている。

電所設備を遠隔監視制御する機能を持ち、制御所の集中監視制御システムが運転できない場合のバックアップ運転設備に位置づけられるものである。このシステムの位置づけを図1に示す。

2.1 システムの概要と特長

2.1.1 システム概要

従来の設備がヒューマンインタフェースとしてランプ表示押しボタンスイッチを主体としていたのに対し、このシステムではCRTおよびスタイラスペンを用いることによってコンパクト化を図った。また運用操作面でも、制御所に設置される集中監視制御システムと同様な扱いができ、制御所バックアップ運転時の操作指令および電気所故障監視の効率化と迅速化を図っている。

このシステムの設計最大規模を表1に、システムブロック図を図2に示す。

2.1.2 システムの特徴

(1) 機能分散システム構成

システム構成は機能分散方式を基本とする構成としており、ヒューマンインタフェースの中核となる2台のCRTコントローラは、2台のCRTのおおののに対応して相互に独立に、同一機能で常時運転するフリーランデュアル運転方式を採用している。

また系統盤コントローラ、CRTコントローラおよび子TC(テレコン)との通信制御を行うTC-IOP(サイクリック伝送)ITC-IOP(HDLC伝送)をデータウェイ( $\mu$ -Σ NETWORK-10)で結合する機能分散構成とし、システムとしての高信頼化と監視制御の応答性の向上を図っている。

(2) ダイナミックキーボードによるフレキシブルな入力

表1 電力センター指令情報システムのシステム設計最大規模 システムのデータベースサイズやシステム性能設計の基礎となるシステム最大規模値である。

| 項目            | 設計値                  | 備考                                 |
|---------------|----------------------|------------------------------------|
| 1. 電気所数       | 80か所                 | —                                  |
| 2. テレコン対向数    | サイクリック伝送<br>110チャンネル | HDLC伝送1チャンネルは、サイクリック伝送4チャンネル相当とする。 |
| 3. 制御卓(CRT)台数 | 2台または3台              | —                                  |
| 4. 系統盤表示点数    | 1,800点               | —                                  |



液晶ディスプレイとタッチパネルによって構成されるダイナミックキーボードにより、メモ書きしたいシンボル文字を単線結線図上の任意の場所に書込み可能とした。

### (3) ワークステーションを活用したデータメンテナンス

監視制御対象設備の変更などに伴い、メンテナンスが必要となるCRT画面、電気所データなどの作成をオフラインワークステーションで行えるようにし、メンテナンス作業によるオンライン運転の停止を極力少なくした。

## 2.2 システムの機能

システムの機能概要を表2に示す。

### 2.2.1 システム監視・制御機能

CRTを中心とした制御卓操作により、給電制御所システムと同様の操作による系統の監視・制御を行えるようにしている。

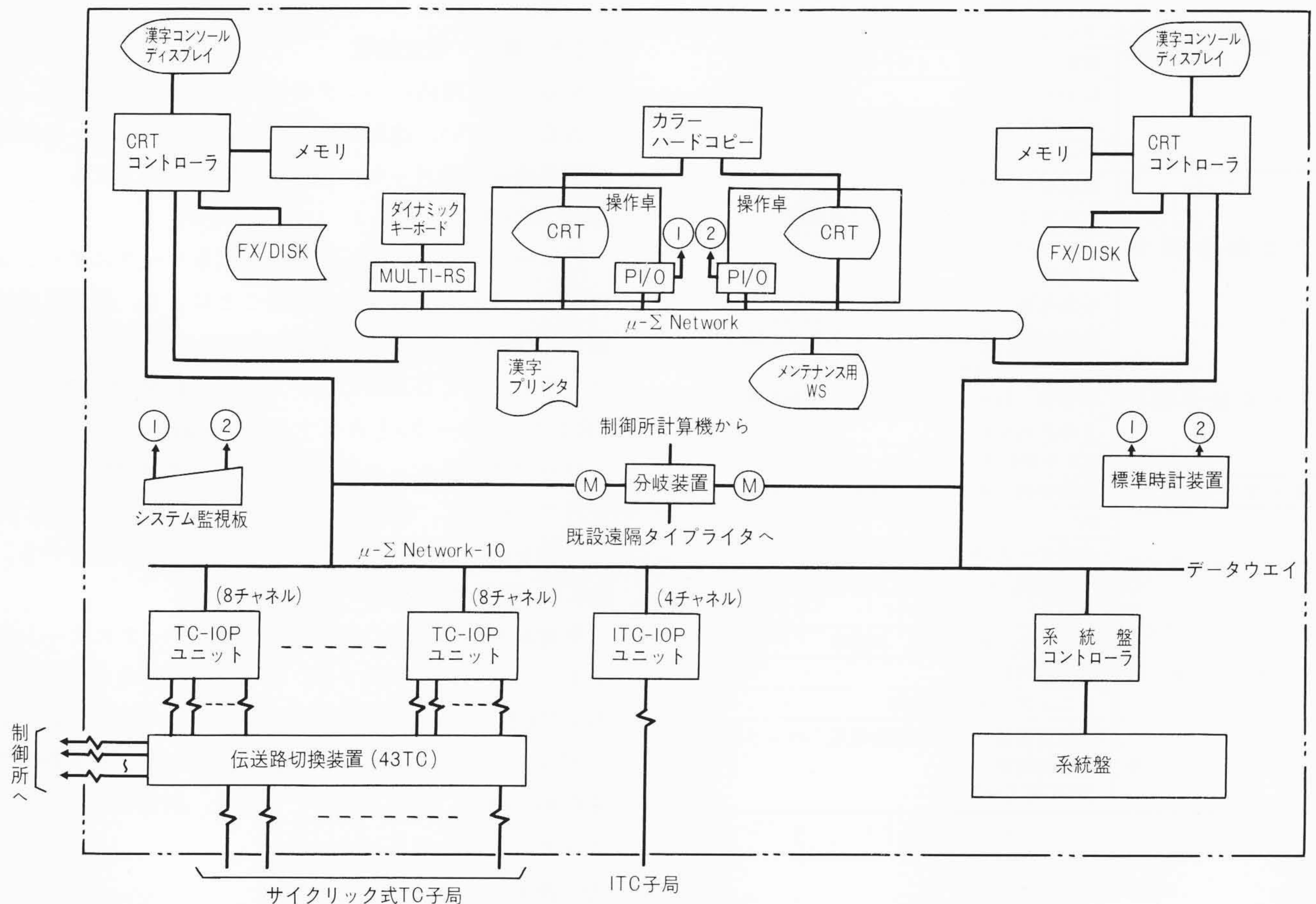
監視・制御の中心となる単線結線図画面、30FS (Fault and Status)画面は、電気所または電圧階級ごとに分け、

それぞれの状態変化発生状態の集約を総括図電気所名の色変化、フリッカ状態で表示する。

単線結線図および30FS画面の機能を以下に示す。

- (1) CB(遮断器), LS(ラインスイッチ), 43SW(Switches)の機器操作
- (2) TC状態, 43TC状態, 43R(Remote)状態のマクロ表示
- (3) 機器(CB, LS, 43SW, アースなど)の状態変化表示
- (4) 計測値(常時, 選択計測, サブコンピュータシミュレーション)表示
- (5) 操作禁止設定
- (6) メモ設定・表示
- (7) MI(Manual Input)設定
- (8) 保守モード時の模擬操作

システムが検出した状態変化や操作は出力タイプライタに出力するとともに、故障メッセージ画面に表示できるようにしている。



注：略語説明 FX/DISK (固定ディスク記憶装置), WS (ワークステーション), TC-IOP (Tele-control Input/Output Processor)

図2 電力センター指令情報システムブロック図 疎結合2系列システムで構成され、周辺機器を切り替えて共有する。



2.2.2 伝送系監視

TC各チャネルの状態監視を行い、状態をTC状態表示画面に表示する。TC状態画面の機能を以下に述べる。

(1) TC状態表示

表示渋滞，制御渋滞，TM(Telemeter)不良，表示信号断など。

表2 システムの機能概要 ソフトウェアは監視・制御機能を中心に記録し，伝送系管理および数値監視機能から成る。

| 項 目             | 機 能 概 要                                      |
|-----------------|----------------------------------------------|
| 警 報 機 能         | 管轄電気所の警報                                     |
| 系 統 監 視 盤 機 能   | 管轄電気所状態のマクロ表示と接続送電線機能                        |
| 電 気 所 管 理 盤 機 能 | 管轄電気所の主要管理情報表示<br>(火災，扉開，43R直接，43TC電力所など)    |
| 制 御 卓 機 能       | CB状態変化発生のマクロ表示                               |
|                 | 30FS発生・継続のマクロ表示                              |
|                 | 伝送系の異常発生・継続のマクロ表示                            |
| システム監視板機能       | システムの状態表示                                    |
| C R T 機 能       | 管轄電気所の運転状態表示<br>(単線結線図画面，30FS画面)             |
|                 | 単線結線図画面からの機器操作および計測値の表示                      |
|                 | テレコン，システムの状態表示                               |
|                 | 故障メッセージ，メッセージ編集結果の表示                         |
|                 | SOE情報の表示                                     |
|                 | バックアップ運転時の日報データ収集<br>データメンテナンス               |
| T C 結 合 機 能     | 伝送制御，異常検出，データウエイ結合<br>状態変化検出，全データ伝送処理        |
|                 | 常時TMの周期伝送，サブコミュニケーション処理                      |
|                 | 制御信号コードチェック                                  |
| I T C 結 合 機 能   | 伝送制御，異常検出，データウエイ結合<br>制御信号の返送照合              |
|                 | SV状態，状態変化メッセージ中継処理                           |
|                 | 常時計測中継処理                                     |
|                 | SOE中継処理                                      |
| O - T / W 機 能   | 故障情報，操作記録の漢字プリント                             |
| デ ー タ 収 集       | SV                                           |
|                 | 日報データ(WH，VarHなど)                             |
|                 | RTW情報，バックアップ時のメッセージ<br>情報                    |
| 制 御 ・ 計 測       | 警報停止，表示復帰，SI復帰                               |
|                 | 自動選択計測                                       |
|                 | マニュアル選択，制御                                   |
| 上 下 限 監 視       | 配電用変電所6.6 kV母線電圧，バンク二<br>次電流監視<br>(43TC電力所時) |

注：略語説明 SOE(Sequence of Events)  
SV(Supervisory Data)  
WH(Watt Hour)  
VarH(Var Hour)  
RTW(Remote Type Writer)  
TM(Telemeter)

- (2) TCロック設定・解除
- (3) 反転試験実効および試験結果表示
- (4) ビット状態表呼び出し

2.2.3 日報記録機能

バンク電力量などを自動計測し，24時間分保存する。計測データの有無は押しボタンランプの点灯に集約表示し，日報記録メニュー画面の電気所名を色変化する。

2.2.4 メッセージ編集機能

給電制御所から遠隔タイプライタ向けに伝送されるメッセージを取り込み，このシステムで検出したメッセージとともに，時刻指定，電気所指定で時系列に編集し，表示できるようにしている。

保護リレーなどの動作情報は，ITC(Intelligent Tele-control)子局で検出して5 msの分解能で動作時刻を付加され，子局のメモリに記憶される。これらは，SOE(Sequence of Events)情報と呼ばれる。

指令情報システムで時刻指定することにより，ITC子局に蓄積しているSOE情報を収集し，SOE画面に表示することができる。これにより事故発生時の状況分析，リレー協調の確認などが容易に実現できる。

2.2.5 電圧・電流監視

配電用変電所内のバンクの電圧，電流を計測して，上下限監視を行い，違反時には出力タイプライタ，電圧電流監視画面へのメッセージおよび警報を出力する。

2.3 メンテナンス

ヒューマンインタフェースに優れるワークステーションをデータ入力装置に採用することにより，頻繁な系統設備の改修と同時に発生する設備データ，画面データのメンテナンスを容易にし，システムの資源(入出力装置，CRTコントローラ)を占有する時間を最小とした。

ワークステーションで作成したデータはフロッピーディスクに格納し，CRTコントローラに入力するため，作業環境を選ばずデータ入力ができるようになっている。

2.3.1 画面データメンテナンス

単線結線図画面および30FS画面をワークステーション上で会話形式で作成する。送電線や名称などの固定部およびCB，LS，計測値などの可変部を，マウスを使いシンボルのはり付けイメージで表示イメージのまま作成するため，操作に習熟を必要としない。画面データメンテナンスの特徴を以下に述べる。

- (1) 表示イメージのまま作画  
(WYSIWYG：What you see is what you get)
- (2) マウスとマルチウインドウによる容易なオペレーシ



表3 SUPERROL・I-90のハードウェア仕様 HDLCを採用することにより、高速・大容量のデータ伝送を実現している。

|      |                   |                                                               |
|------|-------------------|---------------------------------------------------------------|
| 共通   | MPU<br>(プロセッサ)    | ●CMOS 16ビットプロセッサ<br>●EPROM, RAM内蔵<br>●メンテナンスツール用インタフェース内蔵     |
|      | NVM<br>(不揮発メモリ)   | ●E <sup>2</sup> PROM内蔵<br>●ダブル コンペア チェック機能                    |
| 伝送   | MDM<br>(モデム)      | ●200~1,200ビット/s 周波数変調<br>●2,400~9,600ビット/s 位相変調               |
|      | SI/O<br>(シリアル入出力) | ●200~9,600ビット/s<br>●HDLC(ABM)                                 |
| PI/O | DI<br>(デジタル入力)    | ●最大 2,000点<br>●DC 110 V, 48 V, 24 V<br>●入力フィルタ時定数 10 ms, 1 ms |
|      | DO<br>(デジタル出力)    | ●最大 600点<br>●DC 110 V, 48 V, 24 V                             |
|      | AI<br>(アナログ入力)    | ●最大 300量<br>●±10 V, ±5 V<br>●±1 mA(5 kΩ)<br>●4~20 mA(250 Ω)   |

注：略語説明 CMOS(相補性金属酸化膜半導体)  
EPROM(紫外線消去形読取り専用メモリ)  
E<sup>2</sup>PROM(電氣的消去形読取り専用メモリ)  
HDLC-ABM(HDLC Asynchronous Balanced Mode)

ョン

- (3) 単線結線図作画と30FS画面作画が同一操作
- (4) フォーマットをそのまま印字可能
- (5) 複写、移動による高効率な作画

2.3.2 設備データメンテナンス

設備データは伝送レベルのポジション表に対応するチャネルデータと電力設備にかかわる電気所データとに分けて入力する。それぞれの入力画面は、マルチウインドウで表示する項目を、マウスで選択するオペレーションを主体として操作の簡便化を図っている。

電気所データは設備を送電線、母線、バンクなどの種類に分類して入力する。これにより、入力画面と入力操作を簡略にし、入力ミスの削減を図っている。

2.3.3 メンテナンス管理

フロッピーディスクからCRTコントローラに入力したデータは、メンテナンス画面からの指示により、展開登録を行う。展開登録したデータは、運転データと試験データをCRTコントローラ内に保存し、メンテナンス画面からの指示によって以下の操作をできるようにしている。

- (1) 運転データまたは試験データの使用選択
- (2) 運転データと試験データの等価
- (3) CRTコントローラ間のシステムデータの等価
- (4) 運転データと試験データの比較

3 新形インテリジェント遠隔監視制御装置

従来、変電所の遠隔監視制御はサイクリック伝送形テレコンを変電所の規模に応じて1台から複数台設置することによって行っていた。しかし、電力制御システムの大規模化、高機能化に伴い高速・大容量伝送が可能なインテリジェントテレコンが必要になってきた。

これらの要求を満たすために、最新技術をベースに新形インテリジェント遠隔監視制御装置SUPERROL・I-90を開発した。

3.1 高性能テレコンSUPERROL・I-90の特長

SUPERROL・I-90は、情報伝送量の飛躍的増大および高機能化に対応するため、次のような特長を持っている。

- (1) 高速・大容量の情報伝送を実現するために、HDLC-ABM(Asynchronous Balanced Mode)伝送方式を採用した。
- (2) 16ビットマイクロプロセッサの採用と機能分散形ハード構成により、多彩なインテリジェント機能と高信頼化を実現した。
- (3) 低消費量電力素子の採用により、高密度実装冷却ファンレス構造となっている。
- (4) 装置故障時の詳細情報収集あるいは伝送系のエラー情報の発生頻度統計処理など、保守・メンテナンス機能の充実を図っている。

ハードウェア仕様を表3に示す。

3.2 ハードウェア構成

大規模変電所(中部電力株式会社 安倍変電所納め)に適用した例を図3に示す。電力センタとの対向はHDLC伝送を使用しているが、既設の給電制御所との対向は給電制御所側の設備の増築・改造を不要とするため、サイクリック伝送を使用している。

また、共通部を二重化構成としプロセス入出力部を監視制御対象設備電圧階級ごとに分離することにより、高信頼性システムを実現している。

3.3 多彩なインテリジェント機能

- (1) 伝送制御機能
- 情報の高速伝送のため、表示情報は状態変化時だけとしている。計測機能については、必要とする情報更新周



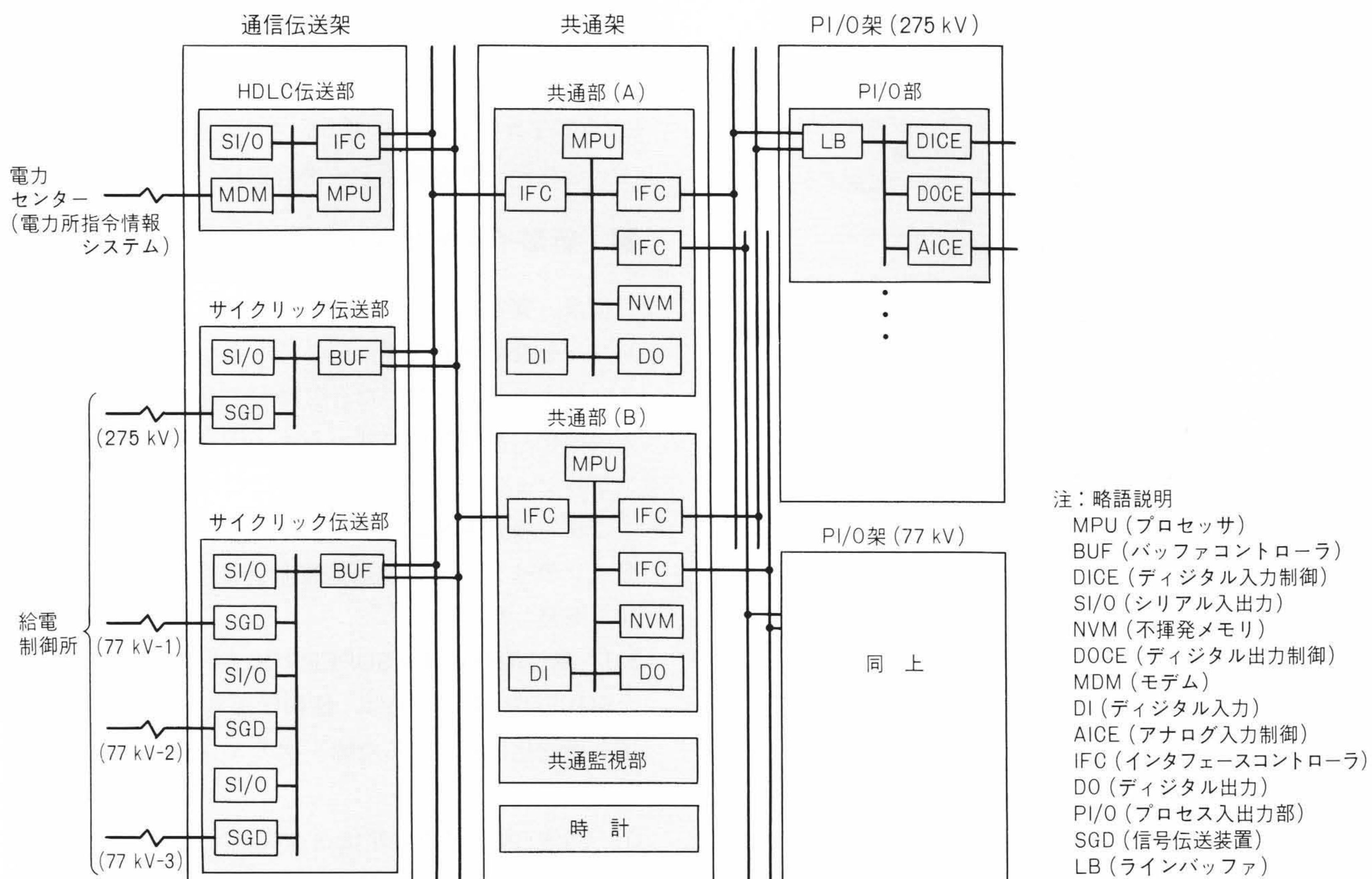


図3 大規模変電所適用例 電力センターの指令情報システムとはHDLC伝送が、既設制御所とはサイクリック伝送ができるようにしており、共通部は二重化、PI/O部は電圧階級ごとに分離している。

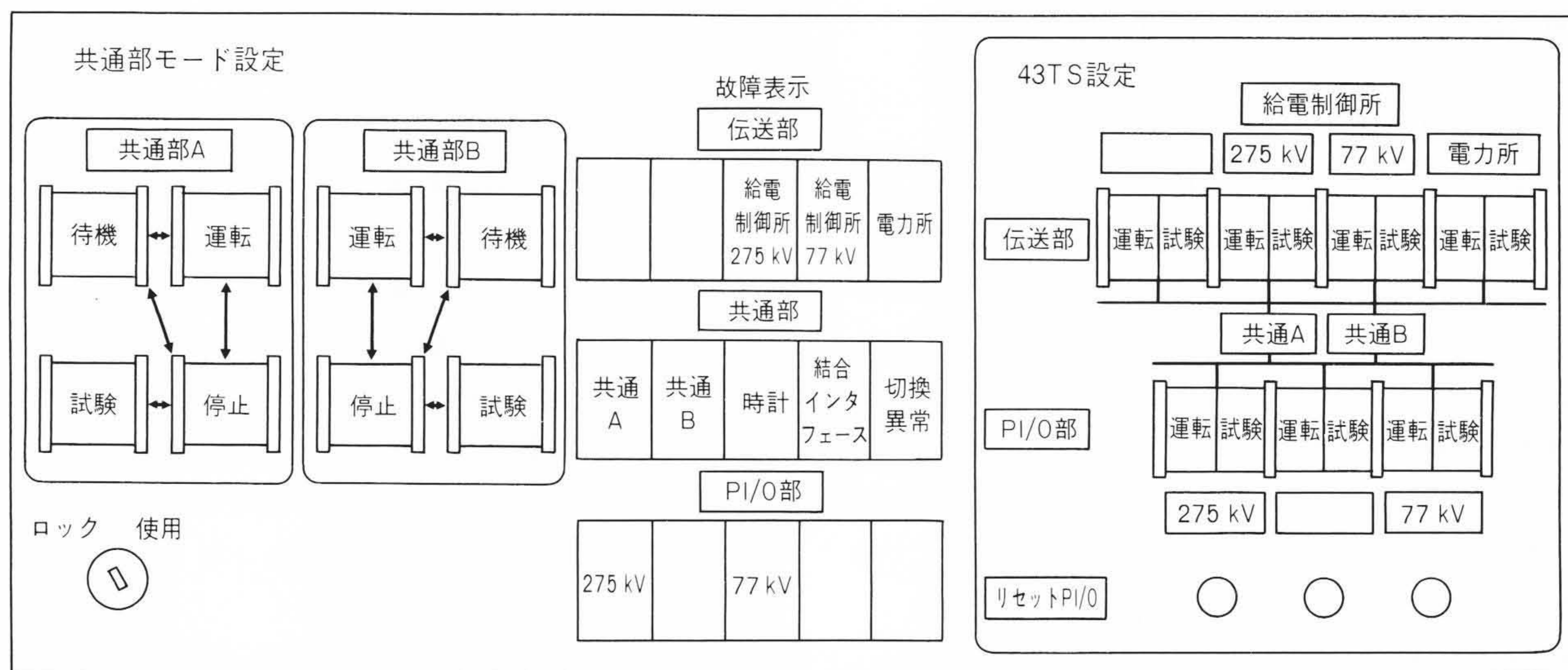


図4 監視パネル 二重化した共通部のモード遷移、故障表示および試験設定が視覚的に行える。

期に合わせた定周期伝送としている。また、各種情報(状態変化情報、選択制御応答、計測情報、要求情報など)の送信要求が重なったときには、情報に優先レベルを付加

し優先レベルに従って伝送することができる。

## (2) 表示情報処理機能

遮断器や各種リレーの状態変化時、組み合わせ処理に



よって関連する表示情報を同一パケットとして伝送できるため、従来制御所側の集中監視制御システムで行っていた状態変化組み合わせ処理が不要となる。

機器の状態変化情報は5msの分解能で発生時刻付きで保存することができ、上位からの要求によって伝送することができる。

トリップリレー情報については、表示接点の継続動作監視機能を設け、トリップリレーの継続動作による誤情報を防止することができる。

### (3) 計測情報処理機能

各種計測情報を毎正時ごとに保存したり、目標電圧監視・過負荷監視を行う機能追加ができる。

### (4) 選択制御機能

複数の制御所からの選択制御指令を有効かつ安全に受け付けるための、優先条件判定や制御権判定によるインタロックを実施している。また、制御実行後の機器の応動監視を行っており制御の確実性の向上が図れる。

### (5) 遠隔データ設定機能

変電所設備の作業中設定、各種インテリジェント機能のパラメータテーブルに対するデータメンテナンスを、制御所から行う機能追加ができる(DLL: Down Line Loading)。

## 3.4 保守性の向上

大規模変電所では、従来監視制御対象設備の電圧階級ごとに複数台設置されていたサイクリック伝送形テレコンの代わりにインテリジェントテレコン1セットで対応が可能となるため、保守性の向上は重要な課題である。

このため、二重化した共通部を有効活用することができるよう、運転・待機・停止・試験の四つのモードを共通部に持たせている。これら四つのモードを設定するため、図4に示すような監視パネルを実装しており、この監視パネルの操作によって運転系に影響を及ぼすことなく各種の設定をできるようにしている。

監視パネルのキースイッチを「使用」とし、共通部(B)を「待機」から「試験」モードに設定変更する。次に、275kVの伝送部およびプロセス入出力部43TS(Test)スイッチを「試験」に設定変更する。この結果、275kVデータの流れは共通部(B)を介して行われることになり、運転系である共通部(A)とは独立して試験動作が行われるため、変電所試験で柔軟に対応できる。

## 4 おわりに

インテリジェント化が進む遠隔監視制御システムと題し、中部電力株式会社向け電力センター指令情報システム(親局)およびインテリジェント遠隔監視制御装置(子局)について述べた。

このような形態、すなわち従来のサイクリック伝送テレコンが担っていた機能のいっそうの高度化・インテリジェント化は、各電力会社でも導入に向けて検討が進められている。

また、平成3年9月社団法人電気協同研究会から、HDLC形遠方監視制御装置標準仕様についての報告書が出されており、今後このような動きは一気に加速されると思われる。

## 参考文献

- 1) 発電所遠方監視制御, 電気協同研究, 第47巻, 第2号(平3-9)