

変電所総合デジタル監視制御システム

Substation Digital Control System Using Local Area Network

天雨 徹* Tôru Amau

廣瀬真道** Masamichi Hirose

西島一夫** Kazuo Nishijima

佐野和汪** Yoshihiro Sano

山口 晶** Akira Yamaguchi



(a) 集中監視制御装置 (IMCS)

(b) 回線単位制御盤 (DAC)

注：略語説明 IMCS (Integrated Monitoring and Control System), DAC (Data Acquisition and Control Unit)

中部電力株式会社北部変電所納め集中監視制御装置と回線単位制御盤

1996年11月に運用を開始したこのシステムは制御専用プロセッサを使用し、2系システムを構成している。また、制御・保護装置は回線単位ごとに設け、機能を分散させることにより、操作性・保守性の向上を図った。

高度情報化社会の進展、生活環境の電力依存度の増大により、電力安定供給の確保・向上がますます重要なものになってきている。そのため電力系統では、電圧階級を問わず巨大化・遠隔化・複雑化の一途をたどっており、電力設備を効率的に保守、運用するため、変電所の監視制御システムに対してもいっそうのインテリジェント化が求められ、また経済性も要求されている。

このようなニーズにこたえて、監視制御の面では主として基幹系変電所用にトークンバス方式構内光LANを開発することにより、多種多量な情報を高速に取り扱うことを可能とした。また、光伝送路を媒介とすることによる耐ノイズ性を満足した分散型・回線単位の制御端末

装置を開発してきた。これらの技術を活用することによって監視制御機能の高度化を実現するとともに、操作性・保守性の向上を図った基幹系超高压変電所向け全デジタル監視制御システムを開発した。

また、下位系変電所向け総合デジタル監視制御システムについては、回線単位ごとの端末装置を設けるというシステム構成の基本を踏襲する一方で、下位系に適した経済性を満足するために仕様の見直しによる機能の統廃合を行った。さらに、伝送媒介として汎用の伝送技術である光HDLC (High-Level Data Link Control) などを用いることにより、投資効果のあるシステムとした。

*中部電力株式会社 **日立製作所 国分工場

1. はじめに

電力系統の保護・制御システムは、1980年ごろから進められてきたデジタル化により、性能・機能両面できわめて大きな飛躍を遂げた。しかし、社会生活、産業活動の電気への依存度の増大に伴う電力安定供給への要望の高まりは、電力流通機構の中枢を担う基幹変電所の保護・制御システムへの要求をますます高度なものとしている。

この社会的ニーズにこたえるため、大量の構内情報に光伝送を採用した。さらに、保守運用の観点から、回線単位に制御端末装置を設ける保護・制御システムを開発してきた。

ここでは、中部電力株式会社北部変電所用に開発した基幹系超高压監視制御システムの概要と、下位系変電所向け監視制御システムの動向について述べる。

2. 総合デジタル監視制御システムの概要

このシステムは、送電線や変圧器などの設備単位に設けたDAC(Data Aquisition and Control Unit: 制御端末装置)と、上位装置であるインテリジェント型ITC(Intelligent Telecontrol Equipment)、集中監視制御装置などをスター形の光LANで結合する構成としている(図1参照)。なお、保護システムとの間のインターフェー

スは直列伝送路を介して接続しており、データシェアによるそれぞれのシステムの簡素化と独立性を実現させている。

このシステムの主な特徴は以下のとおりである。

- (1) 保護・制御装置を回線ごとにしたことにより、システムの縮小化、機能分散化、高効率化を実現した。
- (2) マイクロプロセッサをベースにした全デジタル化により、高機能化、自動監視機能の充実による信頼性を向上させた。
- (3) 光LANの適用により、構内情報伝送の簡素化、制御ケーブルの輻輳(ふくそう)の回避(制御ケーブルの大幅な短縮)、新規増設局の加入や任意局についての試験の容易性など保守性の向上と、耐ノイズ・サージ性能の向上を実現した。
- (4) 光LANの伝送制御方式として、IEEE(米国電気電子技術者協会)802.4に準拠したトークンパッシングバス方式を採用したことにより、異メーカー間の標準化を可能とした。また、各端末装置からのサンプリング同期を達成するため、トークンの巡回周期がサンプリング周期と等しくなるように可変長ダミーデータを親局(最大局アドレス)から送出制御する拡張機能を持っている。

現時点で、七つの電力会社にこの方式による監視制御システムを納入しており、いずれのシステムも順調に稼働している。納入実績を図2に示す。

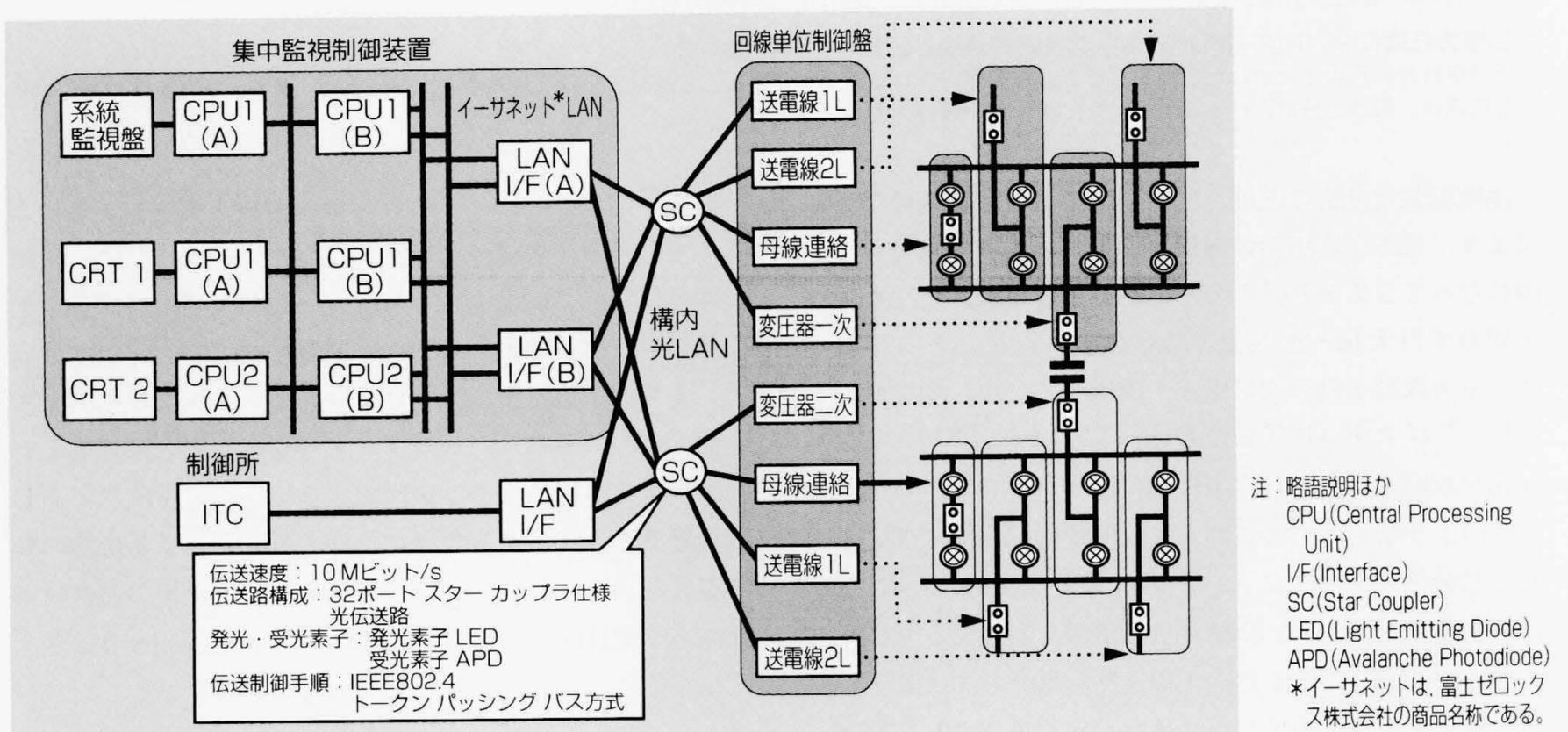


図1 基幹系変電所向け総合デジタル監視制御システムの構成

光スターカップラを用いたトークンバス型光LANシステムにより、分散型監視制御システムを構成した。また、制御端末装置間のサンプリング同期も行うことができる。

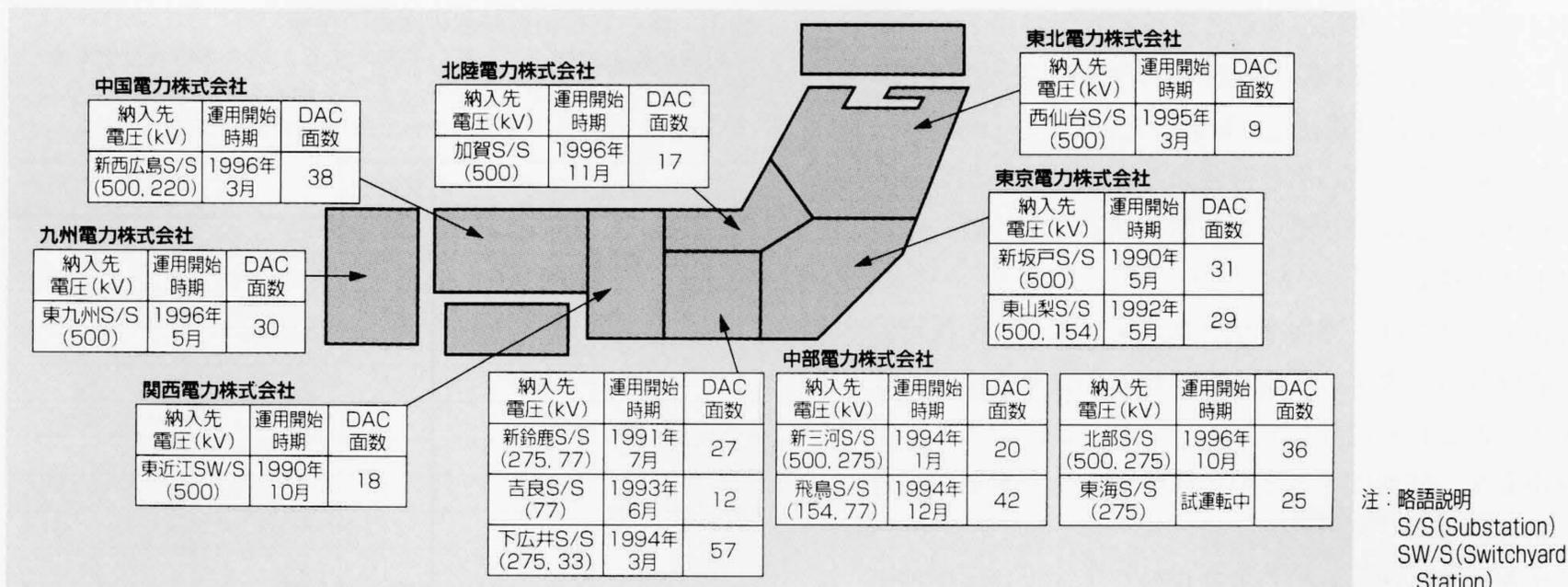
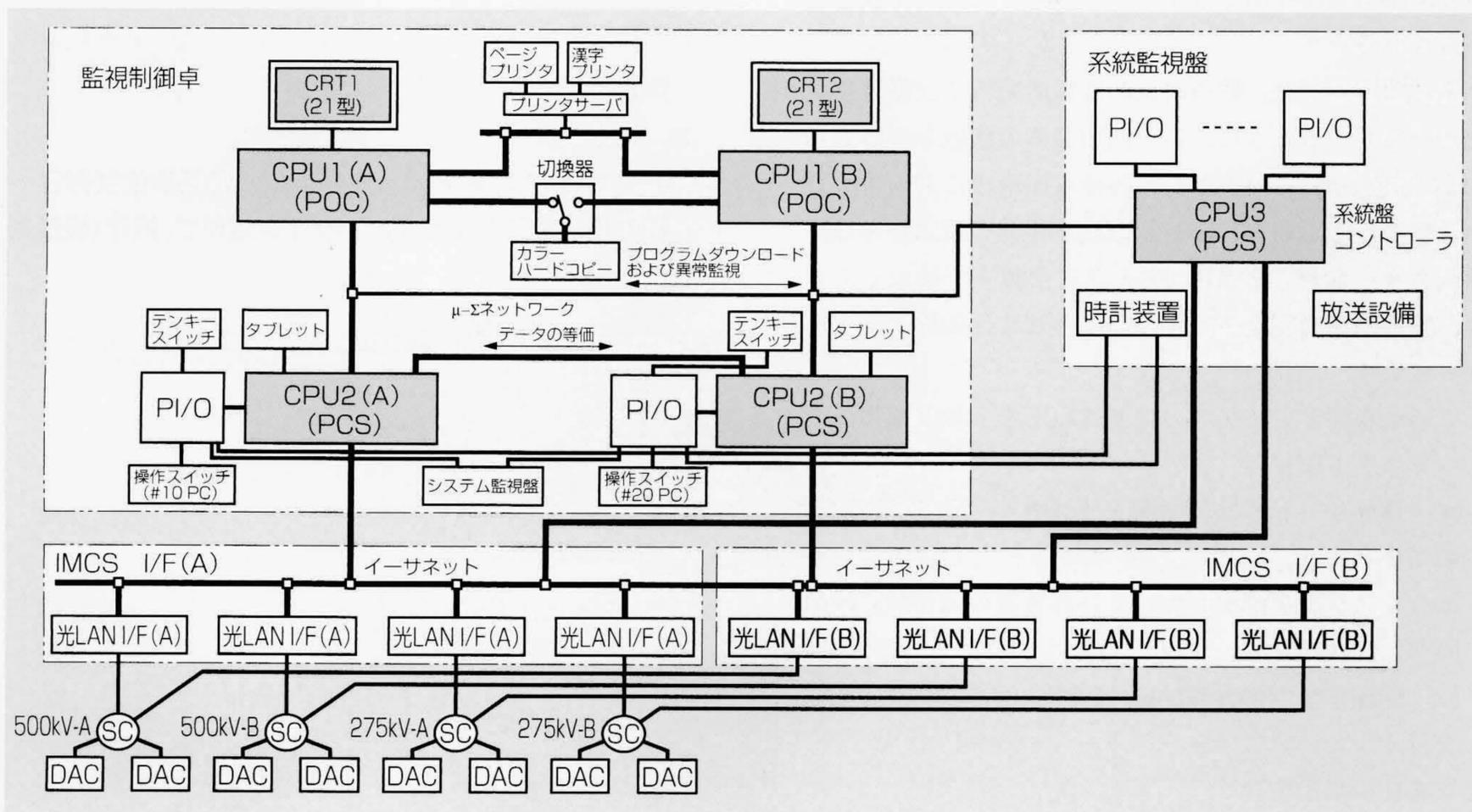


図2 総合デジタル監視制御装置の納入例
7電力会社の計14変電所で、構内光LAN方式による監視制御システムが正常に稼動している(1996年10月現在)。

3. 中部電力株式会社北部変電所向け監視制御システム

基幹系超高压の有人変電所である北部変電所のIMCS (Integrated Monitoring and Control System: 集中監視制御システム)の構成を図3に示す。

このシステムでは、電圧階級(500 kV, 275 kV)別に分散配置した構内光LANシステムを媒介に、回線単位ごとに変電設備の監視制御、各種電気量の計測を実施する。ここで、光LAN用のインタフェースを2系システムとし、



注：略語説明 PI/O(Process Input and Output), CPU1 (CRTコントロール), CPU2 (監視制御用), CPU3 (系統監視制御盤用) PCS (Process Control Station), IMCS (Integrated Monitoring and Control System)

図3 集中監視制御装置のブロック図

制御専用のプロセスコンピュータを採用した機能分散システムにより、2系システムを構築している。系統監視盤は集中監視制御装置から独立させ、監視の完全二重化を図っている。

1系は監視制御専用、他系は系統監視盤専用とすることにより、完全独立構成の監視制御システムとしている。

監視制御卓、系統監視盤、および光LANインタフェースそれぞれにオープン性を持たせるため、イーサネット伝送路を用いて接続している。監視制御卓の特徴について以下に述べる。

監視制御卓では、専用プロセスコンピュータを採用して機能分散型システムで構築しており、フリーランの2系システムとして設計している。これらは、システム監視盤により、任意に系ごとの運転管理のモードを切替可能としている。

システム全体は、システム監視盤によって一括管理するとともに、帳票・印字装置などは両系共用のハードウェア構成としている。

また、「他系モニタ」機能を設けたことにより、相手系の表示画面のモニタを可能とし、操作手順などの運転監視効率を向上させている。

運転監視や操作制御用として、表1に示す画面種類を準備している。監視操作画面の一例を図4に示す。これらの画面は、各IMCSに設けたコンソールパネルから任意に呼び出すことができる。機器の状態変化発生時には、該当画面呼出しスイッチを点滅させるように組み込んでいる。

系統監視盤では、監視対象の変電所系統や設備運用状態が一望できるように、各種開閉装置の状態を2灯表示(入:赤色,切:緑色)させ、各種電圧階級ごとの電流量を数値表示している。また、系統監視盤の表示管理は情報入力ルートから2系IMCSとは完全独立で構成しており、監視制御の完全二重化を実現させて信頼性の向上を図っている。

この監視制御システムの機能は以下のとおりである。

(1) システム監視

- (a) 運転モードでは、「運転」、「試験」、「保守」、「停止」の切替を行う。
- (b) システムを構成している各部装置の動作状態、故障やLANの監視などの表示を行う。
- (c) 回線単位制御盤やLANの監視、伝送データの表示を行う。

(2) 系統・機器監視

- (a) このシステムに入力される変電所設備の情報である遮断器、断路器の「入」・「切」や、リレー情報などの1または0で入力される2値情報の監視を行う。
- (b) 変電所設備の電圧や電流などといった数値情報の

表1 集中監視制御装置の画面の種類

対話形監視制御をより使いやすくするための各種画面を準備し、コンソールパネルからワンタッチで各画面を呼び出せるようにしている。関連画面は画面上から自由に連係することができる。

画面名称	画面数	備考	
単結画面	500 kV-A	1	—
	500 kV-B	1	—
	275 kV-A	1	—
	275 kV-B	1	—
	所内	1	—
43SW画面	500 kV	1	—
	275 kV	1	—
機器動作管理画面	500 kV	1	—
	275 kV	1	—
	77 kV, 所内	1	—
システム状態管理画面	1	—	
伝送系管理画面	1	—	
故障メッセージ画面	1	—	
日報記録画面	3	欠測データメンテナンス可能	
月報記録画面	2	欠測データメンテナンス可能	
潮流監視画面	1	—	
潮流図	1	—	
SOE画面(状変当たり19件, 全1,000件)	1	メッセージはスクロールタイプ	
DAC状態表示画面	1	—	
DACビット状態表示画面	36	—	
画面総数	58	—	

注: 略語説明 SOE (Status of Equipment)

監視を行う。

(3) 操作制御

- (a) LANインタフェースを介して回線単位制御盤へ操作要求を行うようなオンライン処理で、操作(機器制

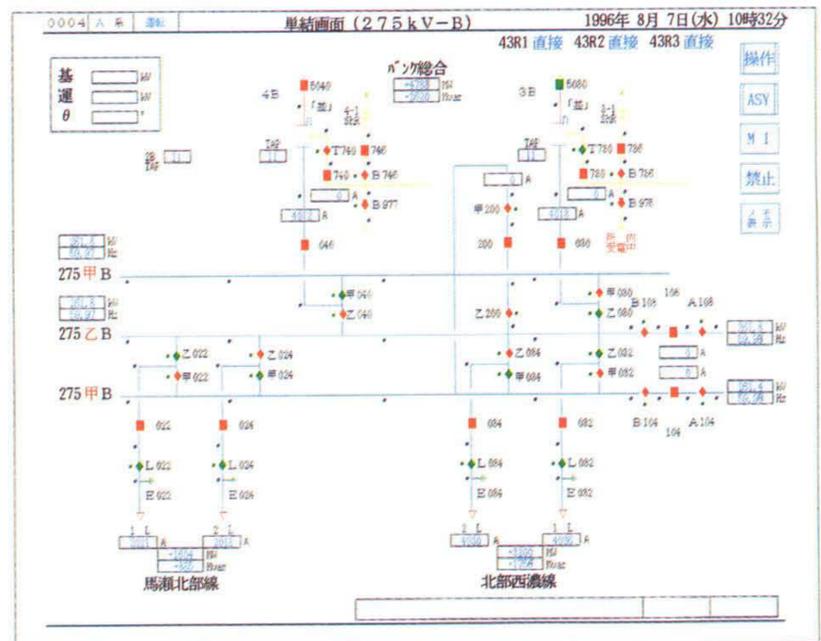


図4 集中監視制御装置の画面例

21型CRT上に将来分も配慮したレイアウトで画面設計を行っている。また、ハードコピーでの見やすさも配慮した彩りとしている。

御, 43SW制御, 調整制御, 制御権の切替など)する。
 (b) 回線単位制御盤へ操作要求が行えないようなオフライン処理で操作(業務設定操作, マニュアルインプットなど)する。

(4) 記録統計

(a) 日報, 月報などに毎正時の電力量値をハードディスクに保存して画面表示を行う。

(5) 情報伝送

(a) 計算機と回線制御単位盤間の入出力インタフェースはイーサネットを用いて伝送する。

上位装置と光LANを介して結合される回線単位制御装置では, 制御機能の信頼性や装置の拡張性, 保守性を考慮するため, 回線単位に機能を集約したシステムとなっている。

回線単位制御盤は, 機器の制御, 故障表示, 計測のほかに, 遮断器投入時の同期機能が備わっていることが特徴である。回線単位制御盤の詳細仕様を表2に示す。

4. 下位系変電所向け監視制御システム

基幹系超高压変電所向け監視制御システムとしては, 以上に述べたシステム構築を実現させてきた。しかし, 下位系変電所向けシステムとしてはいっそうの経済性が望まれており, 各電力会社・メーカー間でその早期製品化を急務として取り組んでいる。

運用実績と運用・保守性の面から, 回線単位ごとに制御装置を設ける現行システムを踏襲することが基本的な考え方である。その機能の統廃合や, 上位系システムとの情報伝送結合方式の見直しが重要な課題である。

情報伝送結合方式については, トークンバス方式, イーサネット方式, ループ方式, 1:N方式などが考えられる。ここでは, 経済性と処理手順の優位性から, 光インタフェースを併用した1:N信号伝送方式を用いたシステム構成について述べる。

このシステムは, 中部電力株式会社, 株式会社東芝, 三菱電機株式会社, 富士電機株式会社, および日立製作所が共同研究によって開発したもので, 中部電力株式会社日進変電所で1995年7月から1997年2月までの予定で実証試験中である。異メーカー間で各メーカー製の装置の結合試験を行い, 問題の無いことを確認するとともに, プロトタイプでの実用性能の検証を終えている。

4.1 システム構成の概要

1:N伝送装置を用いた監視制御システムの構成を図5に示す。下位系変電所向け監視制御システムを構築

表2 回線単位制御装置の主な仕様

送電線や変圧器など設備ごとに設ける制御端末装置では, 設備状態の監視, 各種電気量の計測, および遠方から機器の操作ができるとともに, 該当盤から直接機器の操作ができるようにしている。

項目	概要
直接制御機能	●2挙動方式(選択, 制御)により制御し, 最終バックアップ制御としてハードウェア回路で直接制御回路を構成
遠方制御処理機能	●中央監視制御装置からの制御指令を中継
監視機能	●機器の異常, 故障を検出
故障表示機能	●機器の異常, 故障を制御盤に表示
計測機能	●V, I, ±P, ±Q, ±WH, ±VarH, Fを計測
同期検出機能	●異系統並列, ループ並列, 方端無電圧並列, 両端無電圧並列
テレメータ機能	●計測情報, 異常・故障情報を中央監視制御装置に伝送
自動監視機能	●自動点検, 自動監視
FL値転送処理機能	●リレー盤からのFL値結果を中央監視制御装置に転送
母線PT切替機能	●X/Y遮断器条件による自動切替
遠方直接切替機能	●監視制御箇所(直接制御盤, 中央監視制御装置)の切替

注: 略語説明

FL(Fault Location)

PT(Potential Transformer)

するにあたり, 経済性・機能面での見直しを行った。簡易監視制御装置は無人変電所に設置するために常時停止させ, 必要に応じて起動させるものとし, ワークステーションかパソコンで構成することとした。また, 自動同期投入については同期検出装置を別置することとし, 各制御端末装置間のサンプリング同期機能については削除した。なお, 制御端末装置の直接操作機能については, バックアップ時の操作性を重視して, その機能を内蔵している。

4.2 1:N伝送装置の仕様

1:N伝送装置は現行の光スターカップラに位置し, 上位系であるITCとは2Mビット/s HDLCで, 簡易監視制御装置とはイーサネット伝送でそれぞれ結合し, 各回線単位制御装置(最大24局)とはおのおの独立した19.2Mビット/sで結合する。

1:N伝送装置の主たる機能は分配(下り)と集合(上り)にかかわる編集処理だけであり, データ加工は一切行わない。

1:N伝送装置の仕様を表3に示す。

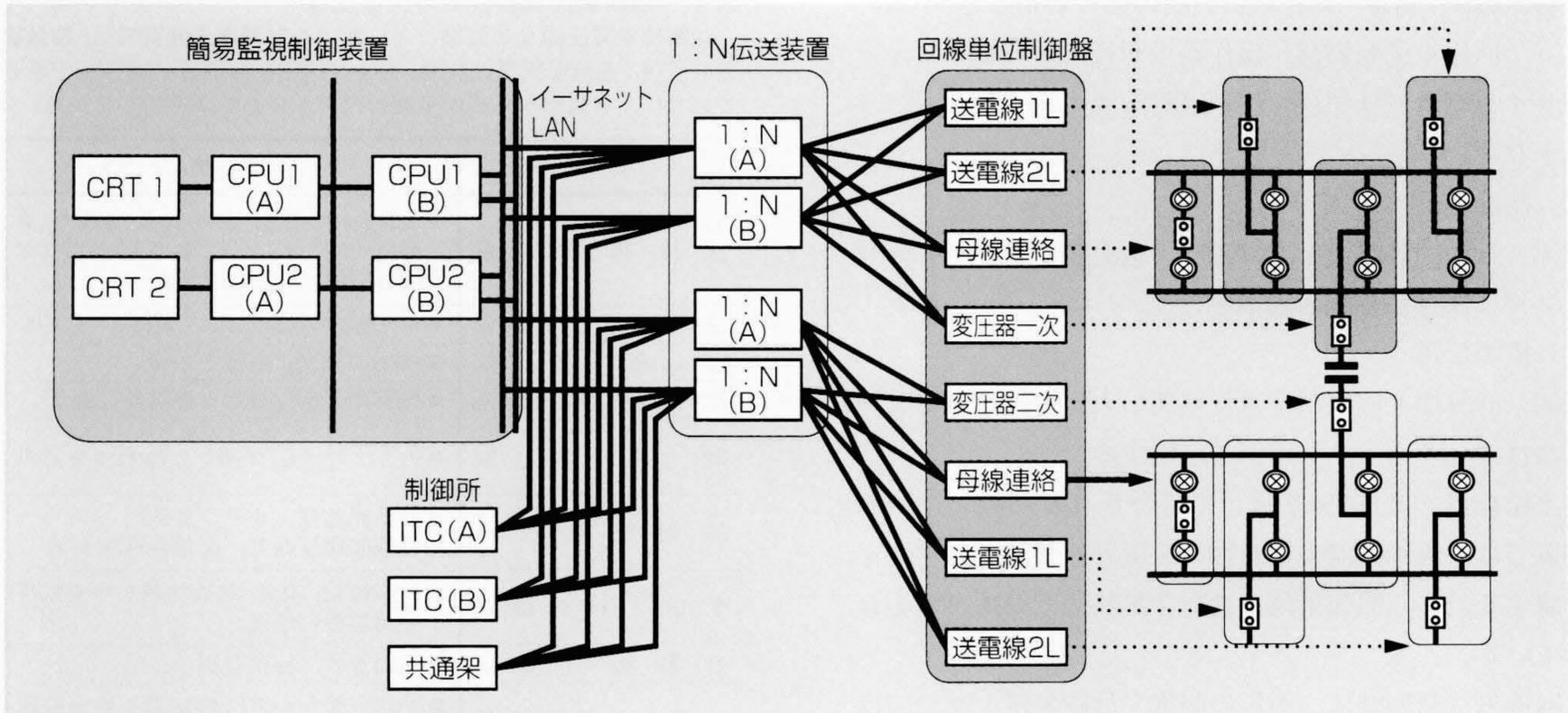


図5 下位系変電所向け監視制御システムの構成

基幹系変電所向けシステムの思想を踏襲しながら各種仕様を見直して経済性を重要視したシステム構成としている。

表3 1:N伝送装置の仕様

下位系変電所向け監視制御システムでは、基幹系の光スターカップラによる構内光LANに代え、光インタフェースを併用した1:N伝送装置を開発した。

(a) ITCと1:N装置間

項目	内容
伝送速度	2 Mビット/s
伝送媒体	光ファイバ
伝送方式	HDLC
発光素子	LED0.85 μm ± 0.04 μm

(b) IMCSと1:N装置間

項目	内容
伝送速度	10 Mビット/s
伝送媒体	同軸ケーブル
伝送方式	ベースバンド
最大伝送距離	セグメント当たり500 m

(c) 1:N装置と回線単位盤間

項目	内容
伝送速度	19.2 kビット/s
伝送媒体	光ファイバ
伝送方式	HDLC
光モジュールとのインタフェース	RS-232C

5. おわりに

ここでは、基幹系超高压変電所向けと、下位系変電所向けの総合デジタル監視制御システムの製品化および開発内容について述べた。

基幹系超高压変電所の監視制御システムは、運転保守支援システムも含めて今後ますます重要なものになるこ

とは明らかであり、社会動向にマッチした総合システムを構築するために、積極的に取り組んでいく考えである。また、下位系変電所でも運用効率向上とシステムの高信頼性が強く望まれているが、経済性もまた重要な要素である。今後は機能面・操作性を含めた仕様をさらに見直し、次期監視制御システムを開発していく考えである。

参考文献

- 1) 大浦, 外: 光LANによる変電所全デジタル保護制御システム化の動向, OHM, Vol.74, No. 4 (昭62-9)
- 2) 特集: デジタル制御・保護, 電気評論, 75巻, 4号(平2-4)
- 3) 久保, 外: 電力系統制御・保護システムの技術動向, 日立評論, 70, 8, 863~870(昭63-8)
- 4) 久保, 外: 電力系統保護・制御システムの技術動向, 日立評論, 73, 6, 571~578(平3-6)
- 5) 東田, 外: 電気学会, エネルギー部門大会, No.273(平成7年)
- 6) 奥寺, 外: 基幹系超高压変電所における高機能監視制御・運転保守支援システム, 日立評論, 78, 2, 181~186(平8-2)
- 7) 山田, 外: 変電所監視制御技術の動向, 電気評論(平8-7)