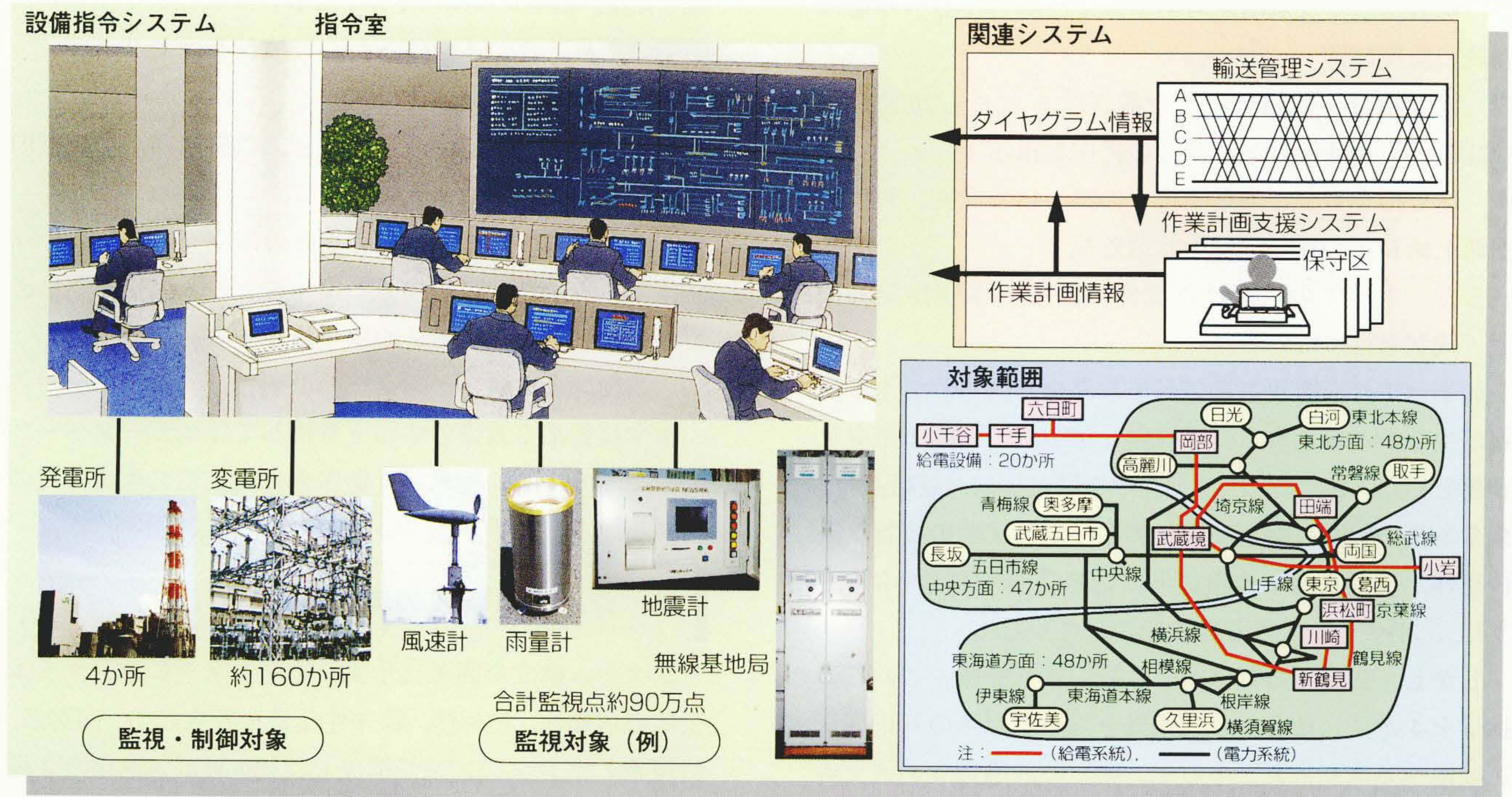


施設・電気関連設備の総合運営・管理を目指した 東京圏設備指令システム

Train Supervisory Control and Data Acquisition System for Tokyo Metropolitan Area

高久 哲雄* Tetsuo Takaku 佐藤 友良*** Tomoyoshi Satō 下村 栄二**** Eiji Shitamura
谷口 一 只** Hitoshi Taniguchi 鈴木 保男**** Yasuo Suzuki 三村 たづ*** Tazu Mimura



東京圏の地上設備を管理する設備指令システム

設備指令システムが管理する対象設備（約160か所以上の発変電設備と、約90万点の気象などの監視点）の一例と対象地域範囲を示す。このシステムは、関連システムである輸送管理システムと作業計画支援システムとの協調で指令業務の効率化を目指すものである。

鉄道の安全・安定輸送の実現には、変電所などの地上設備の運営・管理が大きな役割を担っている。従来は設備の種類ごとに給電、電力、施設、信号、通信の五つの指令を分散して設け、各指令間や、現場の保守作業員との連絡をすべて電話で行っていたため、指令員は連絡業務などの複雑な作業に多大な労力を費やしていた。また、現場の設備から送られてくる情報量が少なかったため、事象を的確に判断して総合的に指示を出すためには長年の経験を必要としていた。

そこで東日本旅客鉄道株式会社は、東京地域本社社屋移転を機に、従来分散していたこれら各指令を統合し、21世紀に通用する人に優しいシステムを目指した設備指

令システムを日立製作所と共同で開発した。

このシステムでは、人（指令員）と機械（計算機）の適切な業務分担を行い、指令員が本来の判断業務に専念できるように、給電・電力制御での各種業務の自動化を図った。施設・電気設備の保守作業時には、作業員みずから停電制御が出来る仕組みを確立した。異常時の対応力を強化するため、業務支援や教育訓練機能なども充実させた。

今後の情報化時代にこたえるために各設備の情報を有効利用し、従来の事故対応中心の指令から一歩進んで、設備保全の情報センターとしての役割も担っている。

*東日本旅客鉄道株式会社 **株式会社 ジェイアール東日本情報システム ***日立製作所 システム事業部
****株式会社 日立情報制御システム *****日立製作所 情報システム事業部

1. はじめに

列車の安全・安定運行に必要な地上設備は大別して5種類ある。東日本旅客鉄道株式会社では、その設備の種類ごとに次のように五つの指令を設けて分散配置していた。

- (1) 給電指令：自営発電所を含む給電システムの監視制御
- (2) 電力指令：変電所から列車および駅舎などへの電力システムの監視制御
- (3) 施設指令：軌道の安全を確保するための防災情報(地震)・気象状況(雨量など)の把握と指示
- (4) 信号指令および通信指令：沿線の信号設備、列車無線地上局などの通信設備の状態監視

また、すべての指令は各設備に関する保守作業の把握・統制を行っている。

従来はこれら監視制御の対象設備から送られてくる情報が少なかったため、経験豊富な指令員の判断・指令を必要とした。さらに、作業実施時や系統事故対応時には、指令本来の判断・指示業務に加えて制御手順の複雑な系統操作、関係部署や作業員との連絡業務が輻輳(ふくそう)し、指令員に大きな負担をかけていた¹⁾。

しかし、1994年の東京地域本社の移転を機にこれらの指令を1か所に統合し、情報量を増やすための新情報伝送設備への取り替えとあわせ、新たに設備指令システムを開発した。

ここでは、このシステムのねらいと概要について述べる。

2. システムのねらい

このシステムの開発でのねらいを以下に述べる²⁾。

- (1) 機械と人間の適切な作業分担の実現

指令員が本来の判断業務に専念できるように、自動化の範囲を積極的に拡大する。さらに、指令での情報の的確な把握、意思が反映しやすいヒューマンインタフェース構築のため、認知工学の面からも検討を加える。

- (2) 異常時の対応力強化

わかりやすい形での情報提供と、教育訓練、事故復旧提案などの支援機能を充実させる。

- (3) 指令員の介在しない保守作業の確立

作業員みずからの現場での操作により、保守作業に必要な系統制御ができる仕組みを確立する。

- (4) 設備保全の情報センターの役割

指令に集まる設備の情報を蓄積して保全データベースを構築、分析し、将来の予防保全に役立てて現場作業の削減を図る。

3. システム構成の考え方

システム構成を図1に示す。このシステムはシステム全体の信頼性、処理性、保守性を考慮して、制御系、情報系とマンマシン系で構成し、100 Mビット/sの2種類の光ネットワークで接続した大規模な分散処理システム

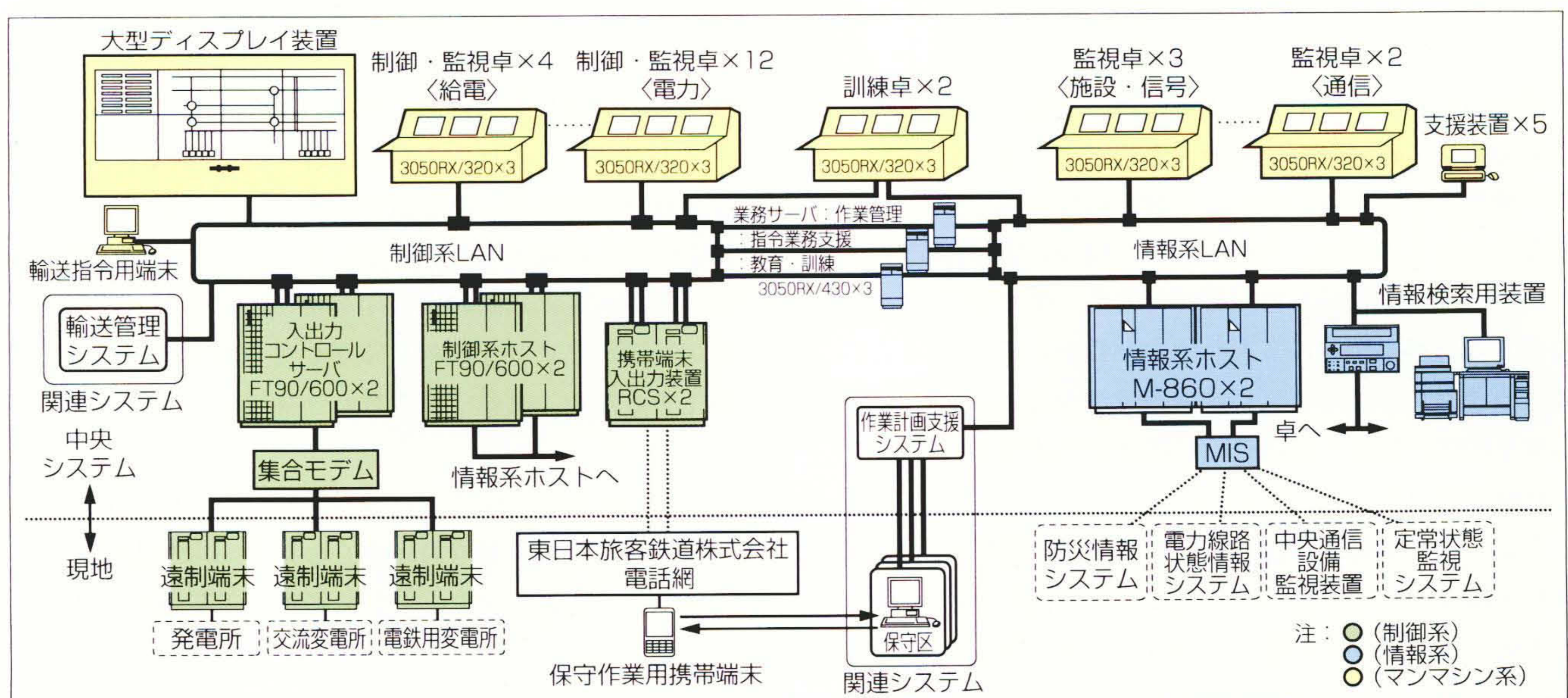


図1 システム構成

発・変電所のコントロールを行う制御系、気象・防災情報や信号・通信系統など各種設備の状態監視と業務支援を行う情報系、およびマンマシン系を100 Mビット/sの光高速LANで接続した大規模システムとしている。

ムとしている。

3.1 制御系システム

制御系では、約160か所以上の発・変電所の機器制御を行うため、高い信頼性・応答性が要求される。自動制御の中核を担う制御系ホスト、伝送制御を行う入出力コントロールサーバにはオンラインでの拡張・保守と24時間運転が可能なフォールトトレラントコンピュータを採用し、おのおの二重系構成とした。マンマシン系との通信には、情報の性質によってポイントツーポイント方式とブロードキャスト方式の最適な通信方式を採用した。

3.2 情報系システム

情報系は約90万点以上の信号通信設備や防災の情報など、大量の情報処理に対応できる汎用の情報系ホストコンピュータを中心に、ダウンサイジング化によって作業管理サーバ、指令業務支援サーバ、および教育訓練サーバで構成した。これらは100 Mビット/sの光LANで接続される。

3.3 マンマシン系

マンマシン系は将来性を考慮して、汎用性、拡張性のあるワークステーション約100台で構成した。各指令卓は3台のワークステーションで構成し、操作ミスを防いで迅速に状況が把握できるように、統一された考え方で表示分担している。また、画面のレイアウト、操作方法などもヒューマンインタフェースを考慮したガイドラインを基に設計した。異常発生時には、該当する系統画面などの自動表示と音声を含んだ警報の出力が行われる。給電系統では広域系統を全体的にとらえる必要があるため、大型ディスプレイ(58インチ×8面シームレス)を活

用し、現場映像などの多目的な表示も可能としている。

4 システム機能の概要

ここでは、このシステム構築にあたって特に考慮した機能についてその概要を述べる。

4.1 電力・給電監視制御機能自動化の拡大

このシステムでは、指令員の負担の軽減と正確な機器操作を目指し、積極的な自動制御化を進めた。

4.1.1 自動制御業務の深度化

定型的き電系の定時停送電はこれまでも自動化を図っていたが、表1に示すように、作業情報や詳細故障情報に基づき、各種給電・電力業務の自動化を図った。

4.1.2 保守作業時の停電制御の自動化

従来、保守作業でも特に停電を伴うものについては、指令員と作業責任者間の電話連絡を主体として進めていたために頻繁なやり取りが多く、作業が夜間の一定時間に集中して時間がかかるなどの問題を抱えていた。

これを改善するため、作業計画情報と自動制御を連携させ、指令員を介さずに作業責任者の扱う停電作業用ハンディ端末と中央コンピュータとの対話により、作業の着手・終了ができる方式を実現した。

これにより、保守作業の自由度がさらに増すとともに、安全、確実な保守作業の実施が図られ、また一定の短時間に集中する指令作業が解消できるようになった。

4.1.3 電力系統事故復旧支援

電力系統に事故が発生した場合には、指令員は緊迫した状況の中で、事故発生時の多様な情報から早急な状況把握を行い、迅速かつ的確な判断による事故波及の防止

表1 設備指令システム(制御系)における新たな対応
監視・制御機能の高度化、多様化に対応するために機能の拡充を図った。

項 目		設備指令システムにおける対応
制 御 系	監 視 制 御	●故障表細分化および計測データ強化によって情報量増大 ●指令員とのヒューマンインタフェース向上 ・汎用ワークステーション・大画面表示装置の活用
	自 動 制 御	●作業情報と詳細故障情報に基づく自動制御の深度化を実現 【電力関係】・達示き電停止制御 ・高圧系統変更制御 ・瞬時停止切換 ・配電停止抑制 ・遮断器自動再投入 ・特高系統変更制御 【給電関係】・有効、無効電力制御 ・融通電力制御 ・特高系統変更制御 ・送電線過負荷調整制御
	計画・支援機能	●機能強化および気象情報からの自動化推進 ³⁾ ・発電運用計画 ・負荷予測 ・取水予測
	停電作業自動化	●作業者中心の停電保守作業への移行(指令員から作業の煩雑な業務開放) ●停電作業用ハンディ端末と中央計算機との直接対話方式による自動化 ●「作業計画支援システム」からの停電自動化データ入力と自動制御との協調
	事故復旧支援	●エキスパートシステムによる支援機能強化 ・電力系統(交流系)および電鉄系統(直流系)一括支援 規模〔系統設備(遮断器など)：約6,000対象 大規模事故想定復旧方針：約2,000種〕

や事故復旧を行う必要がある。

そこで、このシステムではAI技術を用いたエキスパートシステムを導入し、電力系統事故時に原因の推定や復旧手順、必要な処置を指令員に提案する機能を実現した。

4.2 沿線設備状況・防災情報表示のビジュアル化

情報系システムの主な目的は、(1)鉄道沿線の信号設備、通信設備などの故障情報と、(2)防災情報監視設備からの雨量、風速、地震、橋梁(りょう)けた下水位などの防災情報、運転規制情報をリアルタイムに受信、加工して、指令卓ワークステーション上に迅速かつわかりやすく表示し、指令員の的確で速やかな対応を支援することである。このため、故障情報、防災情報を時系列に表示するだけでなく、線路図上で表示するなど、GUI(Graphical User Interface)を活用することにより、指令員のイメージにあった形で情報を表示し、直観的に状況が把握できるようにくふうしている(図2参照)。

90万点にも及ぶ監視点からの情報処理性能の向上については、設計段階から稼動に至るまで長期にわたって取り組み、所期の目的を達成した。

4.3 保守作業情報の一元把握

設備指令では、管轄する全系統の現場保守作業などの計画データ、実績データを一元的に管理する。このため、作業計画の一覧や作業の進行状況などを指令卓に表示し、現場保守作業などの状況を的確に把握することができる。現場保守作業関係の情報センターはもちろんのこと、設備保全のための情報センターの役割も担う。

4.4 教育訓練機能の充実

指令員の業務習熟、知識修得を行って異常時の対応力強化を支援するため、下記機能が訓練卓で実施できる⁴⁾。

(1) 操作訓練

シミュレータを用いた変電所機器の模擬操作と、各種故障、事故などの異常時を再現しての対応訓練を行う。

(2) 知識教育・技術教育

設備指令の業務に必要な知識・技術などの修得を映像と解説画面などを用いて行う。

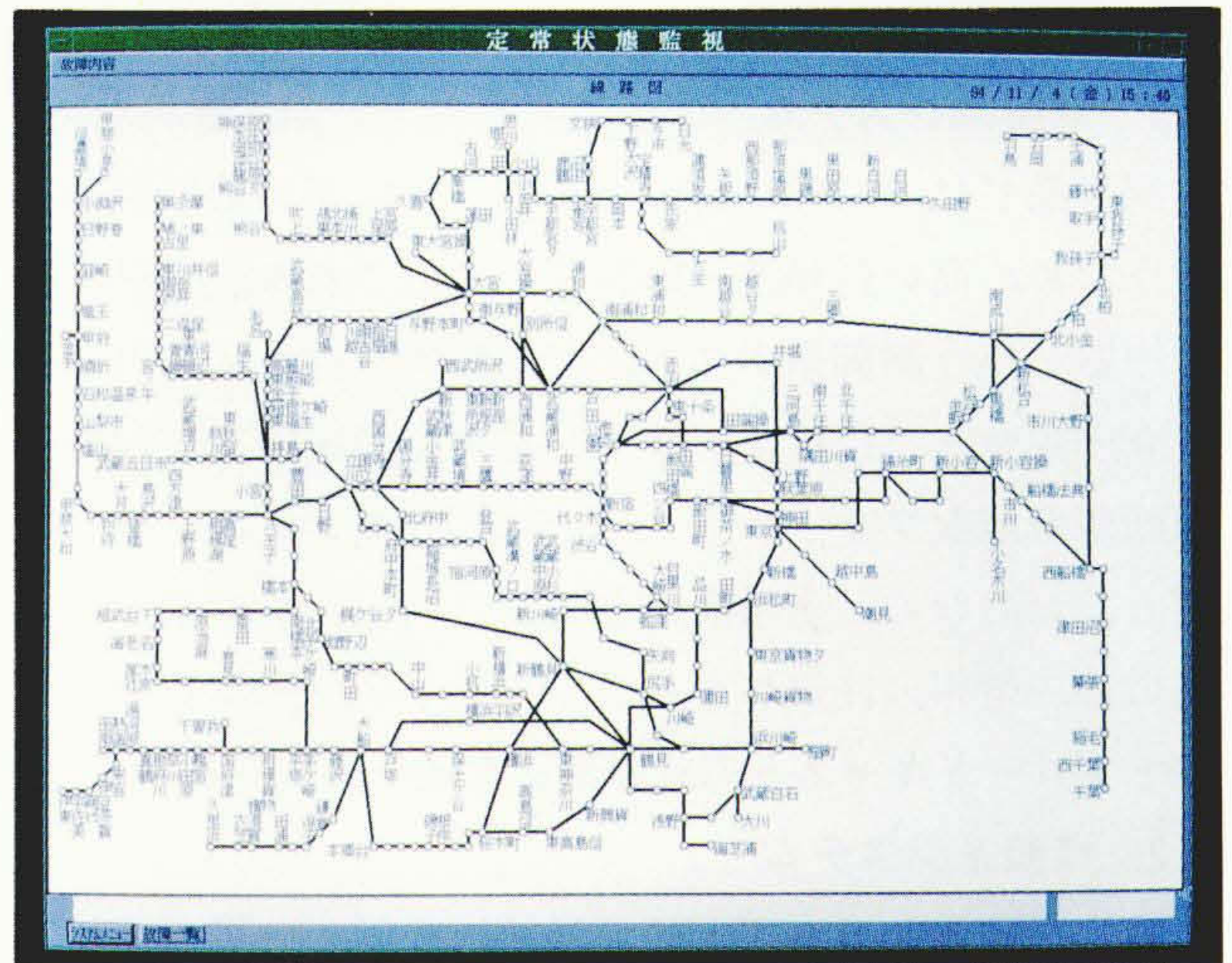


図2 全体線路図画面(定常状態監視画面)

設備の故障が発生した場合は、該当する駅名表示が点滅する。この駅名をクリックすることによって詳細情報が参照できる。

4.5 マルチメディアを活用した情報検索

鉄道沿線の画像データ(動画)や、写真、各種図面データを情報検索装置に一括管理し、従来のアルバム、紙ベースから脱却して指令卓画面にすばやく表示させる。画像の性質に合わせた記録方式、伝送方式を採用している。

5. おわりに

ここでは、新しい指令体制を目指して開発した設備指令システムの構成と機能の特長について述べた。

このシステムは、1995年7月に信号・通信・施設指令(情報系)が、同年11月に電力・給電指令(制御系)がそれぞれ運用を開始した。引き続き1997年までに外周エリア(宇都宮、甲府、小田原)も順次統合して、東京圏全域の設備指令システムを実現する予定である。

システム構築にあたっては、電力系統制御と情報通信システムを統合し、多くの最新技術を積極的に取り入れた。今後の輸送力増加に伴う設備増強に対応して、21世紀に向けた設備指令システムとして貢献できるものと考ええる。

参考文献

- 1) 高久，外：東京圏設備指令システムの計画と支える技術，JREA，38，6，23203～23206(平7)
- 2) 谷口，外：東京圏設備指令システムの概要，鉄道経営，41，8，36～39(平8-8)
- 3) 根岸：設備指令システムにおける負荷予測機能，鉄道と電気技術，7，6，42～45(平8-6)
- 4) 志村，外：東京圏設備指令システムにおける変電シミュレーション，鉄道と電気技術，7，6，38～41(平8-6)