

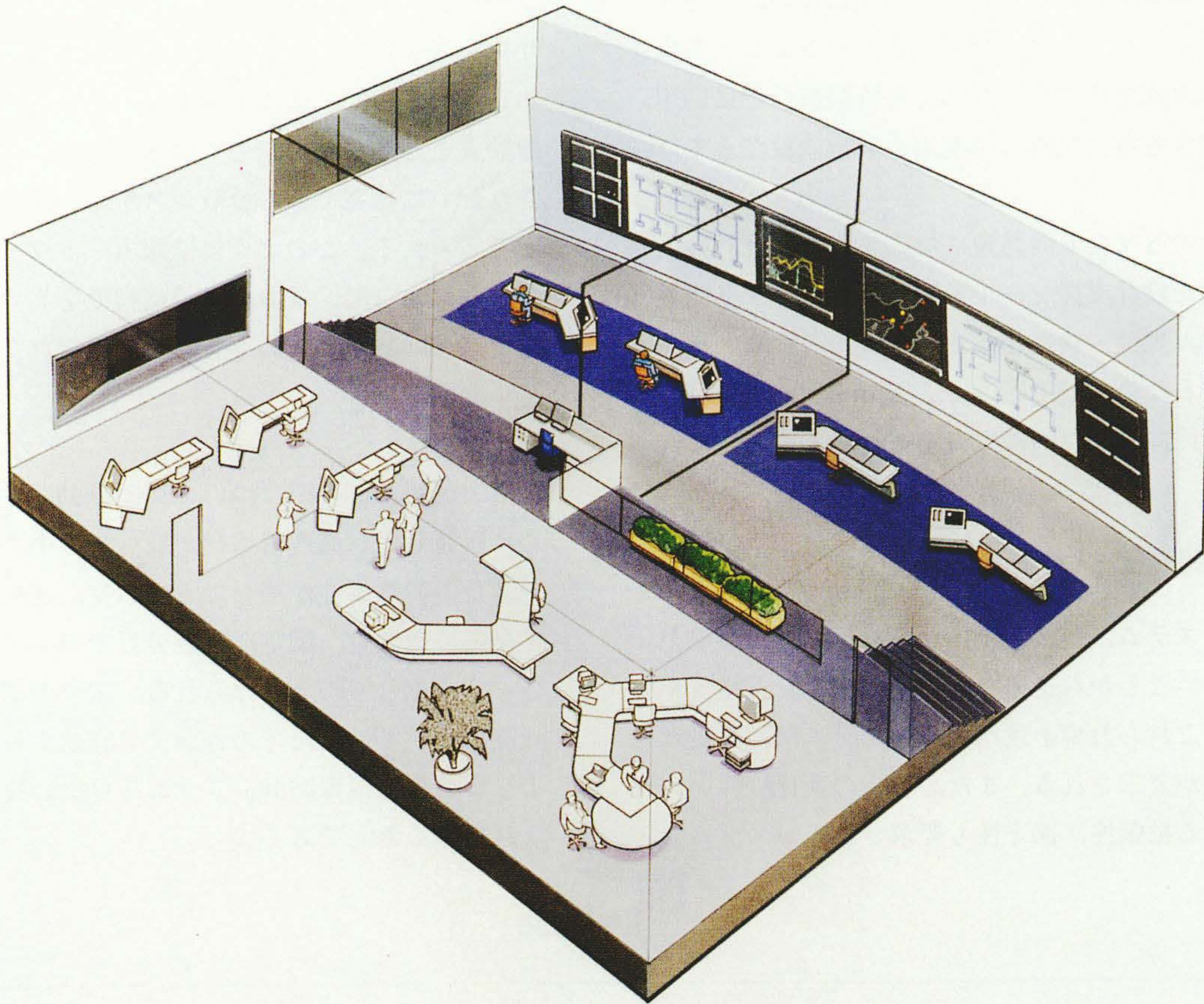
電力監視制御における最近のヒューマン インタフェースの動向

New Technologies for Control Center Human Interface

中田祐司* *Yûji Nakata*

森田憲一* *Ken'ichi Morita*

鍛治 明* *Akira Kaji*



次世代操作室 オンラインと訓練用の2システムを配置し、環境性を考慮した次世代の操作室である。

計算機システムでのヒューマンインタフェース装置は、運用者が電力プラントを監視し異常発生時には適切な処置ができるように支援するものである。

近年電力設備の高度化に伴い監視制御で取り扱う情報量が増大するとともに、運用者が的確に情報把握できるように画像情報、音声情報なども取り扱うようになってきている。

このようなニーズの多様化に対応するため、投写形大形ディスプレイや技術革新が目覚ましいエンジニアリングワークステーションなど最新技術を積極的に採用するようになってきている。また、新デバイスの開発だけでなく運用者の置かれる制御室の環境をも考慮した人間工学的研究も進めている。

* 日立製作所 大みか工場

1 はじめに

電力監視制御システムは遠方・地域的に分散する電力設備を遠方監視制御を行い、システムの中核である中央操作室は監視盤やCRTなど種々のヒューマンインタフェース装置で構成されている。運用者はそれらヒューマンインタフェース装置を介して、電力系統や電力設備などのプラントの状況を知り、プラントの制御を行う。

電力監視制御システムのヒューマンインタフェースの目的は、異常発生時に運用者の意思決定をより速く、より強力に支援すること、および運用者の日常業務を円滑に行うことにあり、近年の電力監視制御システムでは増大する情報を効果的に処理し柔軟に提供するヒューマンインタフェースの重要性が増している。

典型的な中央操作室を図1に示す。以下に中央操作室の主要なヒューマンインタフェース装置について、その役割と位置づけを述べる。

(1) 監視盤

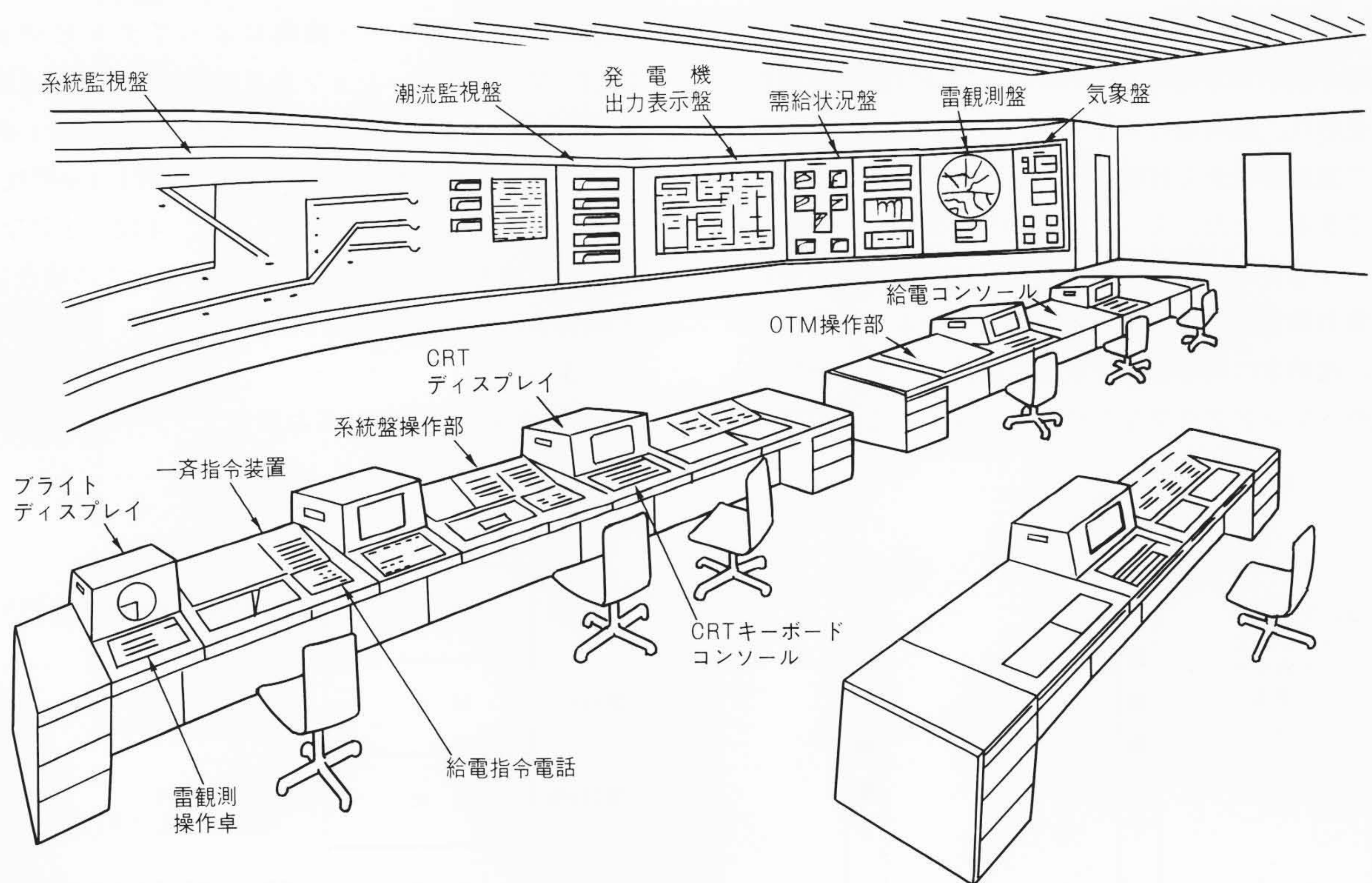
監視盤は、中央操作室の前面に位置し監視制御を行う

電力設備全体の状況をマクロ的に表示する。現在、監視盤はモザイク盤にLED(発光ダイオード)で開閉器などの状態を表示し、またデジタル表示装置で数値を表示するのが主流となっている。情報の提供方式は、電力系統の接続状態など定時一定の情報を提供する方式と、常時は何も表示せず異常時だけ警報などを表示するいわゆるブラックサーフェイス(Black Surface)方式がある。

監視盤の必要性については種々の議論があるが、CRTなどの端末装置と比較をすると監視盤に求められているものは、情報の精度や詳細度ではなく、プラント異常の有無、全体の運用バランスなどプラント全体のマクロな運用指標情報の直感的な情報提供にあると考えられる。欧米では、潮流などの数値情報もデジタル表示するのではなく、図2に示すように最大値に対して25%以下、25%から50%以内など4段階程度に分けて、数値よりも量として表示する方法がとられることも多い。

(2) 数値表示盤

電力の需給制御などの状況を表示する目的で、発電機の実出力値や連系送電線の潮流値など多数の数値情報をデ



注：略語説明 OTM (Order Telemeter)

図1 電力監視制御システムの中央操作室 電気協同研究会1990年2月発行 第46巻、第5号「電力流通設備の運用・保守の新展開」の(第4-3-5図)から引用した。操作室には操作卓、CRT、系統監視盤など、さまざまなヒューマンインタフェース装置が配備されている。

ィジタル表示するものである。監視盤がプラント全体の様相をマクロ表示することと比較して、数値表示盤は特定の機能が対象とする電力設備同種類の情報を同時に表示することを特徴としている。同じ情報は表の形でCRTにも表示されるが、数値監視盤のねらいは複数の運用者に同じ情報を同時に提供し、また複数設備のバランスなど、データ間の情報を提供することにある。

(3) 操作卓

操作卓は、スイッチ、ランプ(LED)、高精細カラーディスプレイ(CRT)、キーボード、ポインティング装置、および電話装置から成り、CRTは2台から3台を1操作卓に実装する場合が多い。通常、操作卓は運用者一人一人に割り当てられ、複数の操作卓が操作室に配置される。前述の監視盤や数値表示盤が複数の運転員に情報を提供する共有形のヒューマンインタフェース装置であるのに対し、操作卓は運用者個人に情報提供する端末形データ入出力装置である。基本的に複数の操作卓では互いに独立に機能を実行でき、異種の情報を得ることもできる。情報の大部分はCRT上に表示される画面によって提供され、スイッチで表示する画面を選択できる。ランプは計算機システムが運用者に入力を促す(例えば、アラームの発生確認)ために、またはヒューマンインタフェース手順の過程を表示するために用いられる。CRT画面は複数に階層化され、運用者はスイッチ、ポインティング装置によって集約情報から詳細情報へと段階的に情報を得ることができる。また、キーボードやライトペン、トラッカーボールなどのポインティング装置による選択入力により、電力設備を操作する機能を持っている。操作卓の目的は、運用者に詳細情報を正確に提供し、また情報を表形式やトレンドグラフなどに表現を変えることでプラ

ントの状況を認知させるとともに、異常などの要因分析を容易にし、運用者の判断を支援して正確な操作を行うことにある。

以上、中央操作室の代表的なヒューマンインタフェース装置について説明したが、電力監視制御システムでの情報に対する運用者の行動およびそれを支援する装置を図3に示す。

2 新しいヒューマンインタフェース装置とニーズ

この章では、電力向け計算機システムのヒューマンインタフェース装置として適用可能な新技術の紹介と、近年のヒューマンインタフェースに対するニーズについて述べる。

2.1 ヒューマンインタフェース装置の新技術

(1) CRT投写式大形ディスプレイ

高性能スクリーンや高解像度投射レンズなど投写光学技術の進歩により、高精細画像を54インチから250インチまでの大画面で実現できるようになった。CRT投写式ディスプレイには前面投写式と背面投写式の2種類があるが、室内照明を極端に落とすことのできない中央操作室には背面投写式が適している。

またマルチスキャン機能によってテレビジョン、CRT、ワークステーションなどの画面を切り替え表示することができる。解像度を要するサイズの大きい画面については、継ぎ目がほとんど見えない(1mm程度)の大形ディスプレイを多面(2段×5列、4段×4列など)に並べ、大画面を実現することができる。この場合は単一大画面表示、複数画面のマルチ表示など、多彩な使い方ができる。

現在、中央操作室には電力設備プラントの情報以外に、

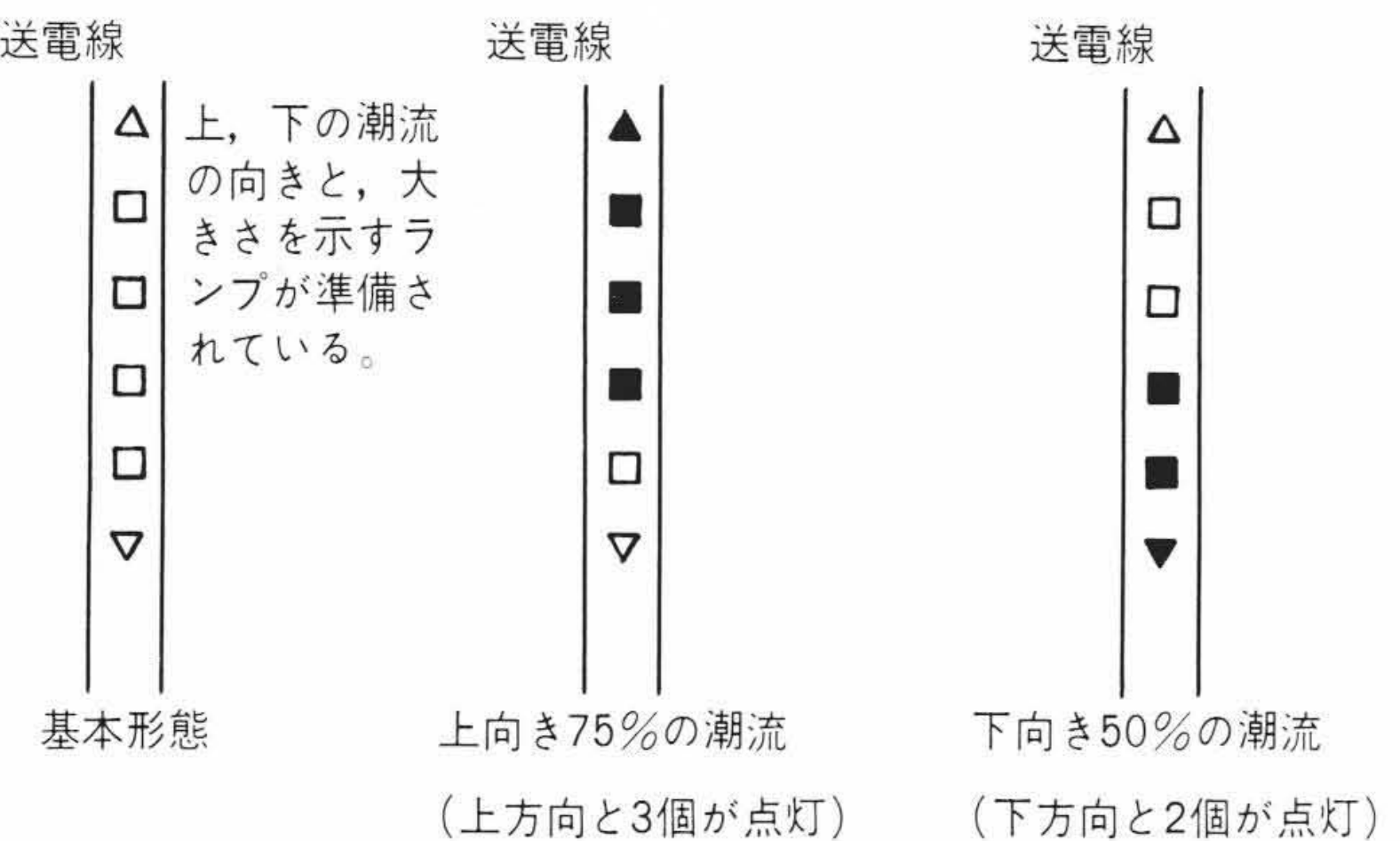


図2 送電線潮流値の監視盤表示例 系統盤の送電線潮流表示で、表現を簡略化し、感覚的に状況を把握する一つの手法である。

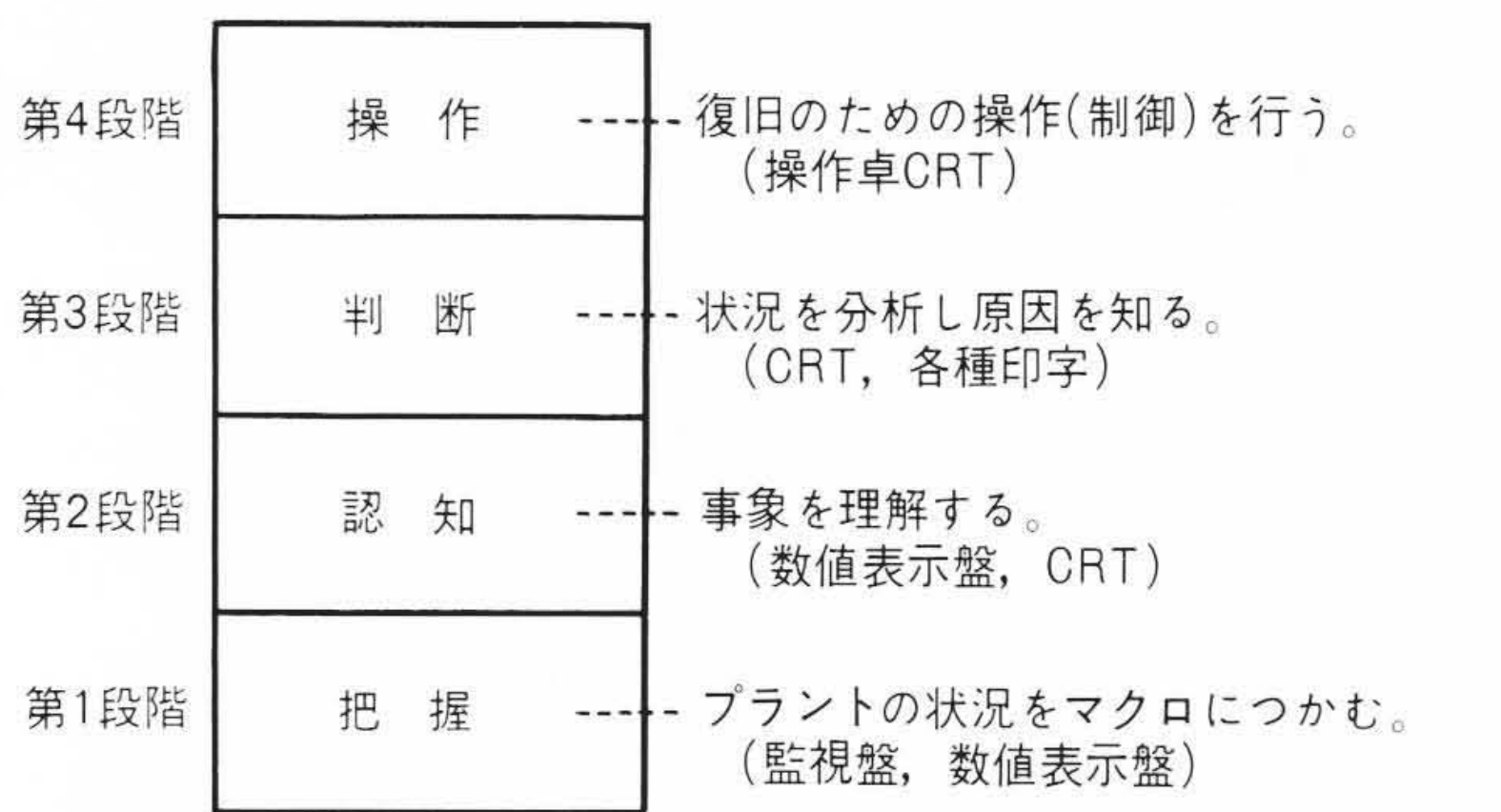


図3 マンマシン操作の分析 操作室に配備される装置は、ヒューマンインタフェースでの四つの段階のいずれかを担っている。

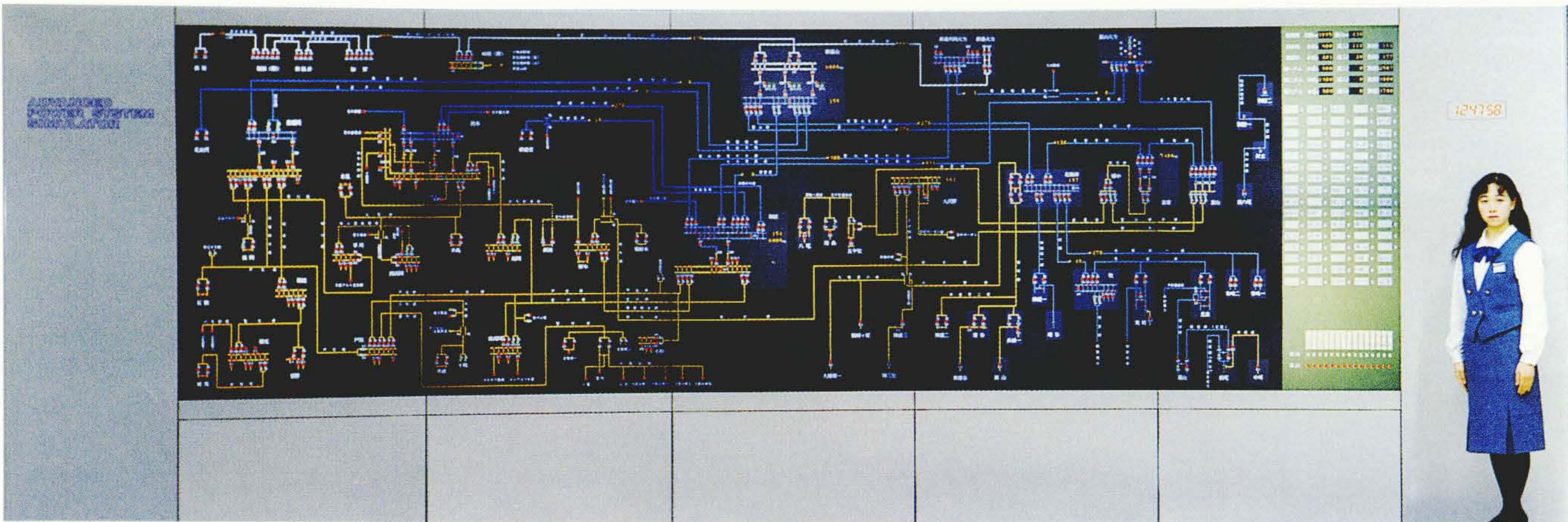


図4 大形シームレス マルチ スクリーン応用系統監視盤 系統盤のソフトウェア化により、用途に応じて種々の電力系統を系統盤に切り替え表示ができる。

表1 ダイナミック系統盤の活用 ダイナミック系統盤の特徴を生かし、従来系統盤にはない新しい機能を実現できる。

特 徴	具 体 的 用 途
多彩な表現	● 充停電の色別表示 ● 電源系統の色別表示 ● 事故原因(地絡, 短絡, 最終遮断)の表示 ● 作業範囲, スケジュール, コメントの表示
メンテナンス	● ソフトウェアによる設備追加・変更への対応(ハードウェア変更なし)
活 用	● 常時はオンライン情報を全面表示 ● 訓練時は2面のうち片側にオンライン表示, もう一方に訓練情報表示

さまざまな情報メディアが備えられている。例えば、

- (a) 商用(衛星)テレビジョン
- (b) 気象情報システム・レーダ情報システム
- (c) ITV(工業用テレビジョン)監視画面
- (d) 防災情報システム

などである。これらの情報はCRT投写式大形ディスプレイを用い多目的表示盤として設置し、操作卓CRTの画面と切り替え表示することにより、省スペース化と情報の集約化を図り、かつ情報を運用者全員と共有することができる。

大画面マルチスクリーンによる系統盤表示例を図4に示す。

(2) 液晶投写式大形ディスプレイ

レーザ光で液晶素子に熱書き込みし、専用光源によって投写するレーザアドレス方式の2m平方の超高精細マルチカラー液晶投写式大形ディスプレイを実現した。液

晶投写式大形ディスプレイは、画像書換速度でCRT投射式大形ディスプレイに劣るが、静止画像での文字などの視認性に優れている。

表1に大形ディスプレイの活用を示し、表示例を図5に示す。

(3) 高精細カラーCRTディスプレイ

工業用CRTが電力監視制御システムに用いられてから十数年になり、当初640文字程度のセミグラフィックであったが現在は20インチ、6,000文字程度の漢字サポートのフルグラフィックCRTが主流となっている。色も任意の色調が表示できるようになっており、解像度は1,280ピクセル×1,024のピクセルを持ち、フルグラフィックCRTではピクセル単位の制御ができる。

近年の高精細カラーCRTディスプレイには、高機能を実現するため高性能マイクロプロセッサを搭載した形態となっている。以下に最近のCRT表示に関する新技術について紹介する。

(a) マルチウインドウ

複数の画面を同時に1CRTの管面上の表示する機能である。プラント情報量の増加に伴って、多くの情報を一度に表示するためにCRTの表示文字数を増やしてきた。従来、これによりCRT画面はいかに1画面に情報を表現できるかという観点で設計されてきた。しかし、マルチウインドウ機能を採用することで、運用者は画面を表示したまま別画面を重ね表示することによって詳細な情報を容易に得ることができる。今後はCRT画面が階層化されているのと同様に、1画面内に表示する情報を分類し、いかに重要度の高い情報を

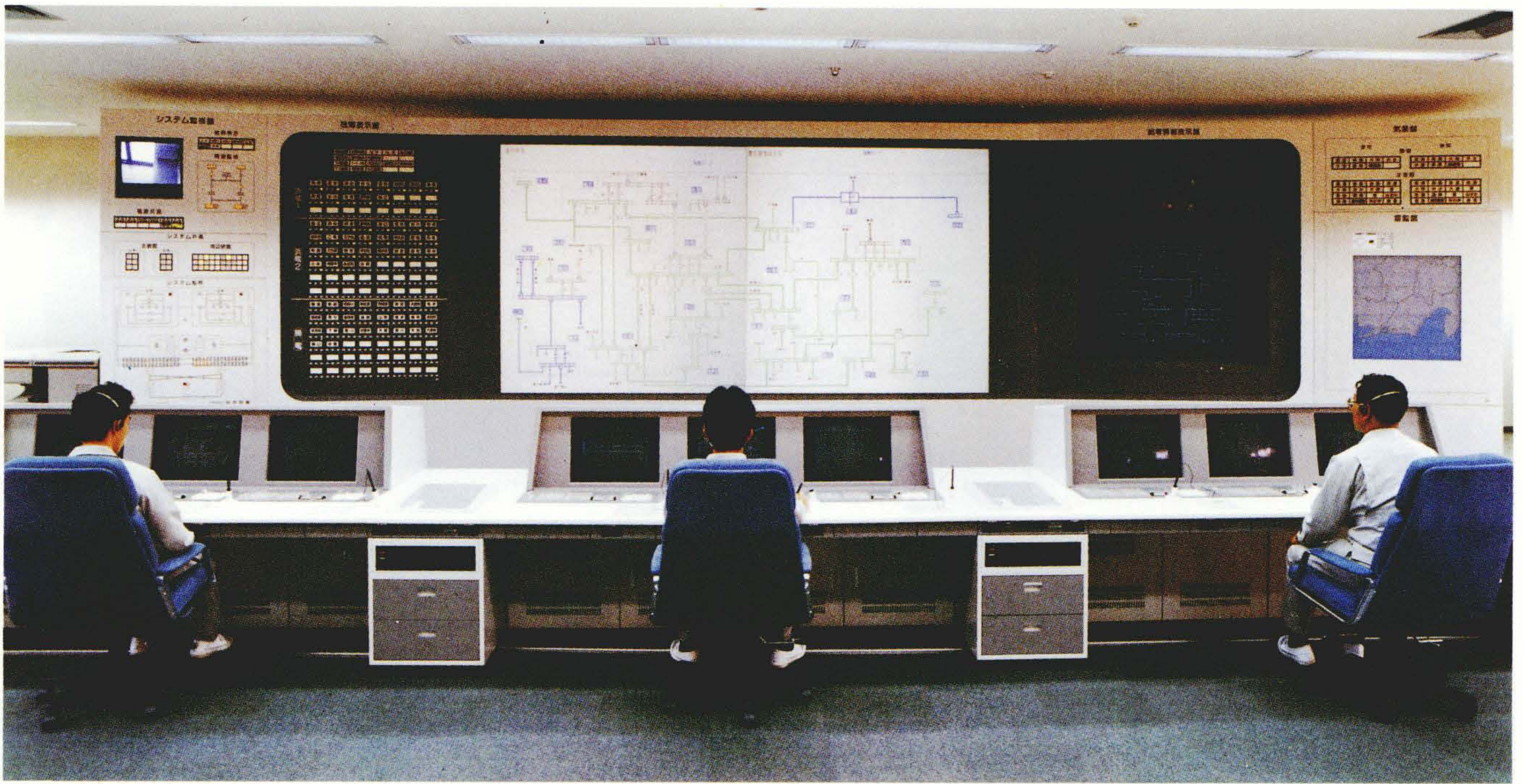


図5 ダイナミック監視盤の例 色や形変化によって電力系統の状況を視覚的に把握することができる大形液晶系統盤である。

効果的に提供するかという観点に設計が変わっていく。

(b) 多層画面

マルチウインドウと似ているが、管面上に重なった画面が透過されるのが特徴で、1画面を平面的に分解し複数の画面を重ね合わせて実現することができる。

図6にマルチウインドウと多層画面機能を応用した画面構成例を示す。

(c) パン、ズームおよびデクラッタリング

物理的な管面サイズとは別に、大画面を記憶できる仮想画面メモリを備え、管面上には仮想画面メモリから切り出して画面を表示する。地域的に分散する電力設備を1画面に収めることは困難である。そこで仮想画面を用いたサイズの大きな画面を、管面上に切り出して表示を行う。この大画面の任意の部分の移動させながら切り出し、ユーザーには上空から電力設備を見下ろしているように見えるため、本機能はパンと呼ばれる。また、高度を下げるように画面を拡大(ズーム)することによって、電力設備の異常時の状況を的確に把握することができる。ズームを続けることにより、画面状況を段階的に切り替えることをデクラッタリングと呼ぶ。

例えば、電力系統図を簡略化した主要系統図を作成

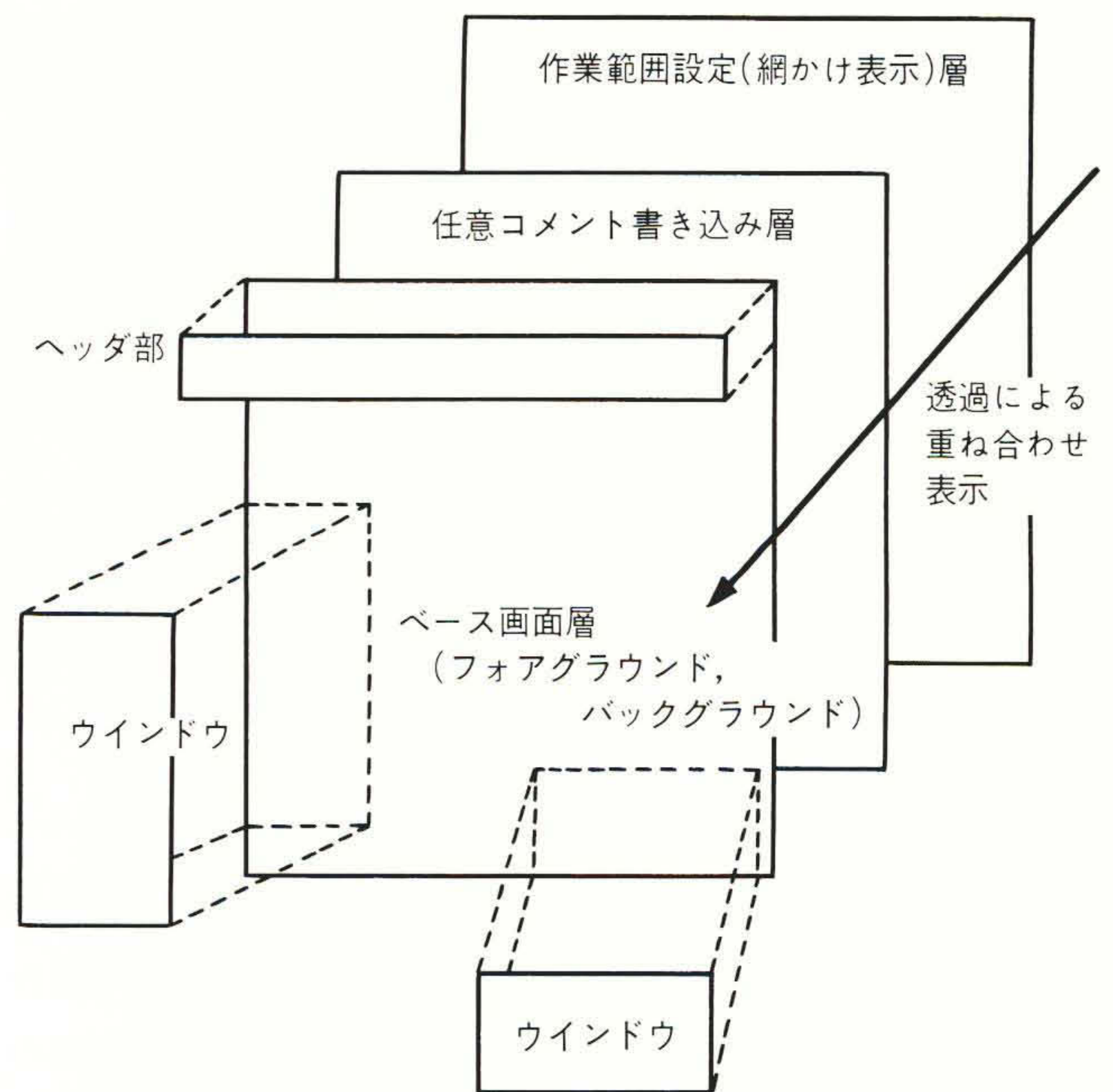


図6 単線結線図の画面構成例 最近のCRT単線結線図は、重ね合わせ表示やウインドウ画面など最新機能を組み合わせて構成されている。

すれば、パン機能によって画面を移動しながら全系の状態を把握することができる。特定変電所を指定し、ズームすることで画面を拡大し情報を的確に得る。ま

仮想大画面上で切り出し窓(実際の表示画面)が連続的に動く。

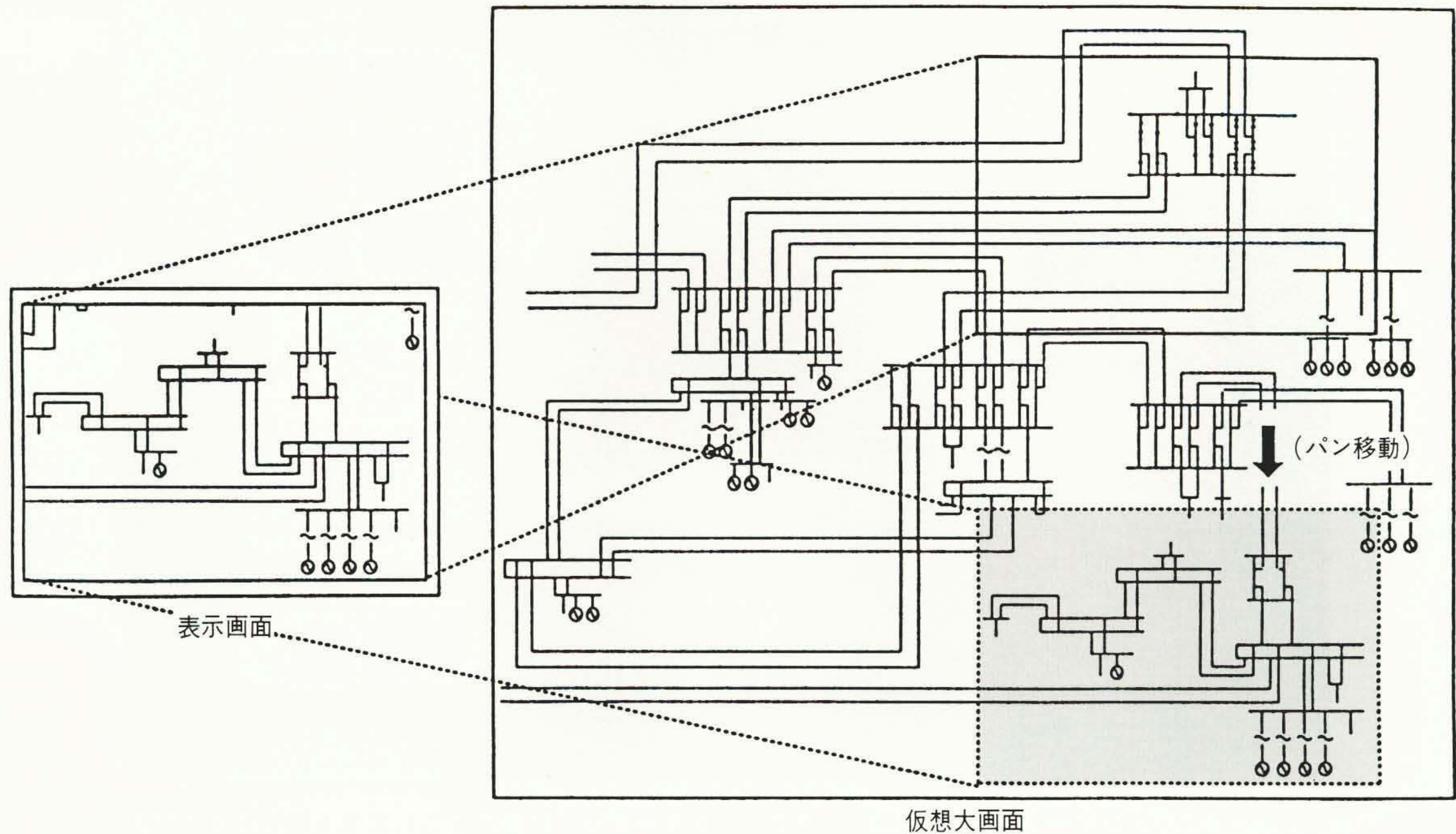


図7 パン機能 仮想大画面を自由に切り出し表示することにより、あたかも上空から電力系統を眺めるような印象を与える。

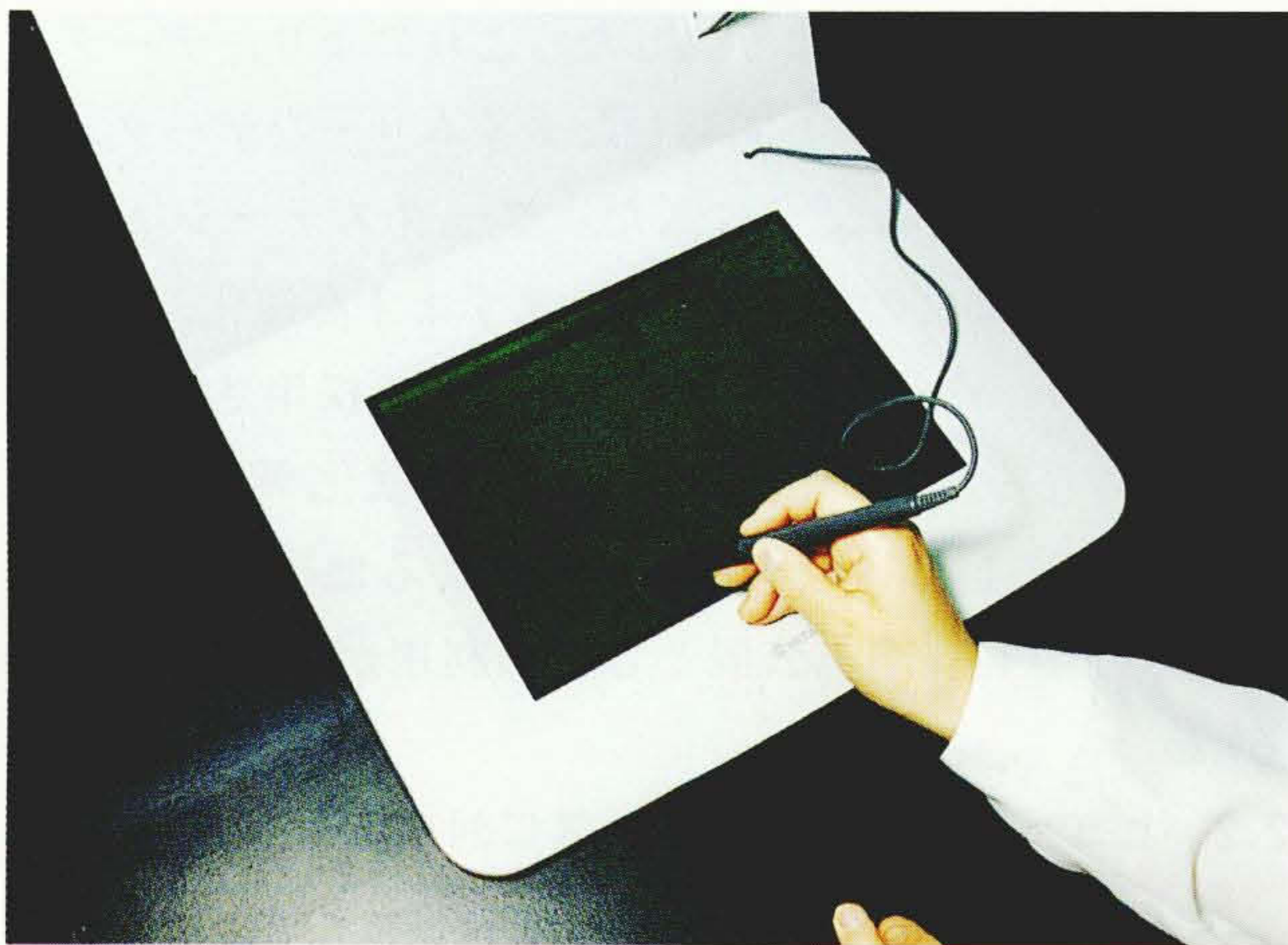


図8 手書き入力装置 手書き入力装置でキーボードレス化を図り、親しみやすいインタフェースを実現した。

た、デクラッタリング機能によってズームが詳細単線結線図に切り替わり、詳細情報を得る(図7)。

これにより、従来の単線結線図設計にみるようなむりやり1枚の画面に詰め込むことがなく、自然な単線結線図の表現ができる。

(d) 日本語入力

高精細CRTディスプレイがJIS第二水準の漢字表示

をサポートすることによって、ローマ字・仮名変換などの方式による日本語入力を実現した。

(4) 手書き漢字入力

筆跡の特徴点や筆順、画数で手書き入力された文字を認識し、漢字、英・数文字を入力できる、手書き・漢字入力装置であり、キーボード操作が不要である(図8)。

(5) スクリーンキーセット

従来、多項目の選択入力についてはプロセス入出力装置とスイッチボタンによって実現していたが、最近はキーボード上のボタンの意味づけをソフト的に切り替えながら項目入力を行うキーセットが、そのコンパクト性および簡単に項目変更ができることから利用されている。キーセットには、入力項目ページをシートで切り替えるスライド形とディスプレイで表示するスクリーン形があるが、視認性、操作性、耐久性および項目変更時の容易性から、プラズマディスプレイパネルを持ったスクリーンキーセットが主流になっている。

また、スクリーン上の表示項目はソフトウェアで変更できるため、電力設備の増・改造時にも容易に対応できる(図9)。

(6) レーザビームプリンタ

レーザビームプリンタは、レーザ光の照射によって感

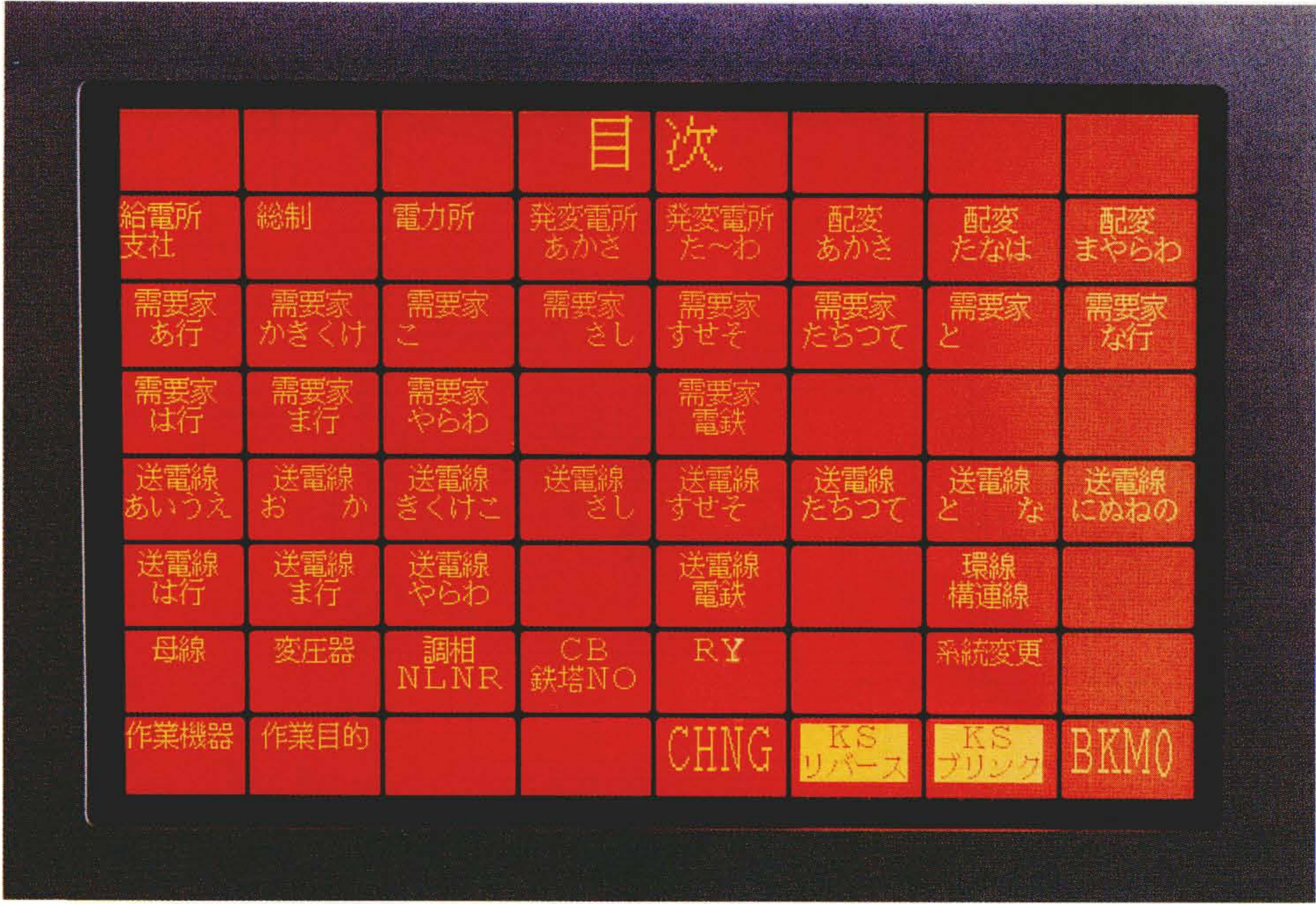


図9 スクリーンキーセット使用例 スクリーンキーセットに表示された文字を触手するだけ入力することができる。

光ドラム上に静電潜像を形成した後、トナーで現像し用紙に転写するもので、漢字やグラフィック図形を1,000行/min以上の超高速度で印字する。レーザビームプリンタの特徴は、高速性と漢字などの文字情報、書式情報などを変えながら多彩な帳票の印刷ができるようにしたことである。

従来、印刷フォーマットにラインプリンタやタイプライタによって印字していた伝票や電力潮流図は、レーザビームプリンタでグラフィック図形などで印字することにより、印刷フォーマットを必要としなくなった。

(7) ワークステーション

現在、ワークステーションは、データメンテナンス用などにオフライン的な業務に使用されている。また、電力設備データベースの作成やCRT画面作画に用いられる。ワークステーションの利点は、マルチウインドウなどの豊富なヒューマンインタフェース機能などにより、マニュアルなしで操作ができるユーザーフレンドリーなインタフェースを提供できるだけでなく、計算機システムとは切り離し、ワークステーション単体で業務が行えることである。ユーザーがCRT画面などを計算機室でなく一般事務室で自由に作成できる。従来、計算機システムのデータは、システムサプライヤーが作成、保守するのが一般的であったが、データメンテナンスへのワーク

ステーション導入により、ユーザー自身によるデータの作成、保守をできるようにした。これにより、データ品質の向上とプラントと同期したタイムリーなデータメンテナンスをできるようにした。ワークステーションはRISCチップなどの採用により、ますます高速化、高機能化しており、今後はオンライン用として採用されていくと考えられる。ホスト計算機の負荷分散化や、X-WINDOWなどの標準インタフェースによる他機種計算機システム間の共有端末装置としての利用が期待されている。

2.2 ヒューマンインタフェースに対する新しい要求

従来、電力監視制御システムのヒューマンインタフェースの中核である中央操作室は、見やすさ、操作性などの機能面に重点をおいて設計されてきた。しかし、電力監視制御システムの中央操作室は24時間常時運転員が居住する空間であることから、運転員にやさしく、やる気が起こるように、機能面だけでなく快適性を積極的に追求した各種デザインが施されるようになった。中央操作室にも、中間色系の絨毯(じゅうたん)フロアの採用や観葉植物の配置など、考慮が払われるようになってきている。

(1) 照度調整システム

赤・青・黄の三原色を独立にコントロールし、季節に

よって色調を変えたり，プラントが平常時の場合と緊急時の場合で室内の色調を変え，運転員の注意喚起や緊張感を高めたりすることができる。

(2) 人工窓

中央操作室は，電力監視制御システムの社会的な重要性や防災上の理由から，地下などに設置されていくと思われる。地下など閉鎖的な環境による居住性の悪化を解消するために，人工窓の採用が考えられる。風景などの静止画像を人工窓に表示するのが一般的であるが，実際の建屋外の天候と同期した画像の変化などが行われていくであろう。

(3) 一般見学室

一般見学者用の専用部屋を設置し，内外に電力運用のPRを図るとともに，運用者の緊張感を喚起する。

(4) 香りによる快適空調システム

香りの供給および周期的変化により，運転員のストレス緩和，リラックスおよび集中力の向上を図る。

(5) 親和性のあるデザイン

操作卓あるいは指令室設置の機器について，曲線的デザインの採用と，落ち着きのある全体と調和する色調によって親和性を向上する。

(6) 自然環境の採用

指令室内に樹木，小鳥，観賞魚などを取り入れ，開放的な環境を作る。

3 おわりに

以上，最近のヒューマンインタフェース装置の開発状況の紹介と電力計算機システムへの具体的な適用事例について述べた。今後とも日立製作所は，ワークステーションなどの最新技術を積極的に取り込み，ヒューマンインタフェース装置をよりいっそう高機能・高性能化・マルチメディア化し，使い勝手がよく臨場感にあふれ，ユーザーにやさしい高度ヒューマンインタフェースを提供していく考えである。

参考文献

- 1) 森田：ヒューマンインターフェイスを中心とした運転監視制御室の設計，電気評論，986～993，1004(1991-10)
- 2) 電力流通設備の運用・保守の新展開，電気協同研究会，第46巻，第5号(1990-2)
- 3) 関西電力株式会社，野田権祐編，電力系統の制御，電気書

院(1986年4月)

- 4) 丸山，他：マンマシンインターフェイスの動向，電気評論，'90臨時増刊
- 5) 浅居：現代人間工学概論，オーム社(1980年1月)