

東海道・山陽新幹線新運転管理システム 「コムトラック」

New Computer Aided Traffic Control System “COMTRAC” for Tōkaidō-Sanyō Shinkansen

東海道・山陽新幹線では、昭和63年3月の新駅5駅開業を踏まえて、総合指令所の各種指令設備を更新することになり、その中心となる新幹線運転管理システム「コムトラック」も一新された。その際、最新のコンピュータ技術を駆使し、特に、マンマシンインタフェース面で、より良い指令システムの構築を目指すことになり、従来の表示盤といったハードウェア主体の設備から、CRTなどのマンマシン機器をコンピュータで制御するソフトウェア主体の設備へと変換され、新たに運行表示系システムを開発した。この結果、指令室のコンパクト化と指令間の連絡、調整業務の迅速化が実現するとともに、今後、ますます新幹線に要求される輸送需要の多様な変動に対し柔軟に対応できるシステムが完成した。

関 秋生* Akio Seki
化生順治* Junji Keshō
服部暁彦** Akihiko Hattori
片平正樹*** Masaki Katahira
岡 孝生**** Kōsei Oka

1 緒 言

東海道・山陽新幹線では、昭和63年3月の新駅5駅の開業を踏まえて、総合指令所の各種指令設備を一新することになり、昭和62年11月に新指令設備への切替えを行った。その指令設備の中心となる新幹線運転管理システム「コムトラック」(COMTRAC: Computer Aided Traffic Control System)は、昭和47年3月に第1段階システム¹⁾が導入され、昭和50年3月博多開業時に第2段階システム²⁾が導入された。今回導入された新システムは、単なる老朽・陳腐化した設備の取替えではなく、東海道・山陽新幹線から東北・上越新幹線³⁾へと引き継がれた従来のシステムに比べ、多くの改良を行っている。本論文では、これらのうち、特に、コムトラックのようなコマンドアンドコントロールシステムで重要なマンマシンインタフェースについての改良点を中心に述べる。

2 新指令システムの概要

従来の東海道・山陽新幹線では、旅客・列車・運用・施設・電力・通信の各指令が個別の部屋を持ち、各指令ともマンマシンインタフェースの中心は表示盤・制御盤といったハードウェア主体になっていた。この結果、指令ごとに大きなスペースを必要とし、異常時の指令間連絡を非効率なものにしているとともに、新駅増加などの設備改良に対する拡張性も悪くなっていた。このような問題を解決するため、今回の改良では、従来分散配置されていた指令室を一箇所に集中配置し、指令室のコンパクト化と指令間の連絡、調整業務の迅速化を図った。これらのために、表示盤といったハードウェア主体

の設備から、CRT(Cathode Ray Tube)などのマンマシン機器を計算機で制御するソフトウェア主体の設備へと変換されることになった。この結果、図1に示すように、指令室のスペースは大幅に削減され、マンマシンインタフェースの主体として、多くのCRTが使用されることになった(図2)。

3 新コムトラックの概要

従来のコムトラックは情報処理系(以下、EDP系と略す。)と進路制御系(以下、PRC系と略す。)とから構成されていた。EDP系については、昭和60年2月のダイヤ改正時に取替えが完了しており、今回は新駅設置に伴う部分的な機能改良を行った。PRC系は、最新の計算機システム(HIDIC V90/50の二重化3台系)に取り替え、新駅設置に伴う機能増強のほか、乱れ監視機能などの強化を行った。今回の設備更新の中心的役割を担っているのは、HIDIC V90/50の二重系から成る運行表示系(以下、MAP系と略す。)の新設と旅客、列車、運用などの各指令用に設置された約50台のグラフィック形のCRTである。MAP系に接続されたCRTには、列車運行状況、沿線設備状況など新幹線の運転に必要な各種情報が表示されるとともに、タッチセンサ付きのCRTから運行状況を確認しながら手動進路制御を行うことができる。更に、これらのCRTはPRC系とも共用され、図3に示すように $\mu\Sigma$ Network及びターミナルコントローラを介して、MAP系とPRC系の両宿主計算機に接続されている。

* 東海旅客鉄道株式会社建設工事事務部電気工事課

** 日立製作所システム事業部

*** 日立製作所大みか工場

**** 日立製作所大森ソフトウェア工場

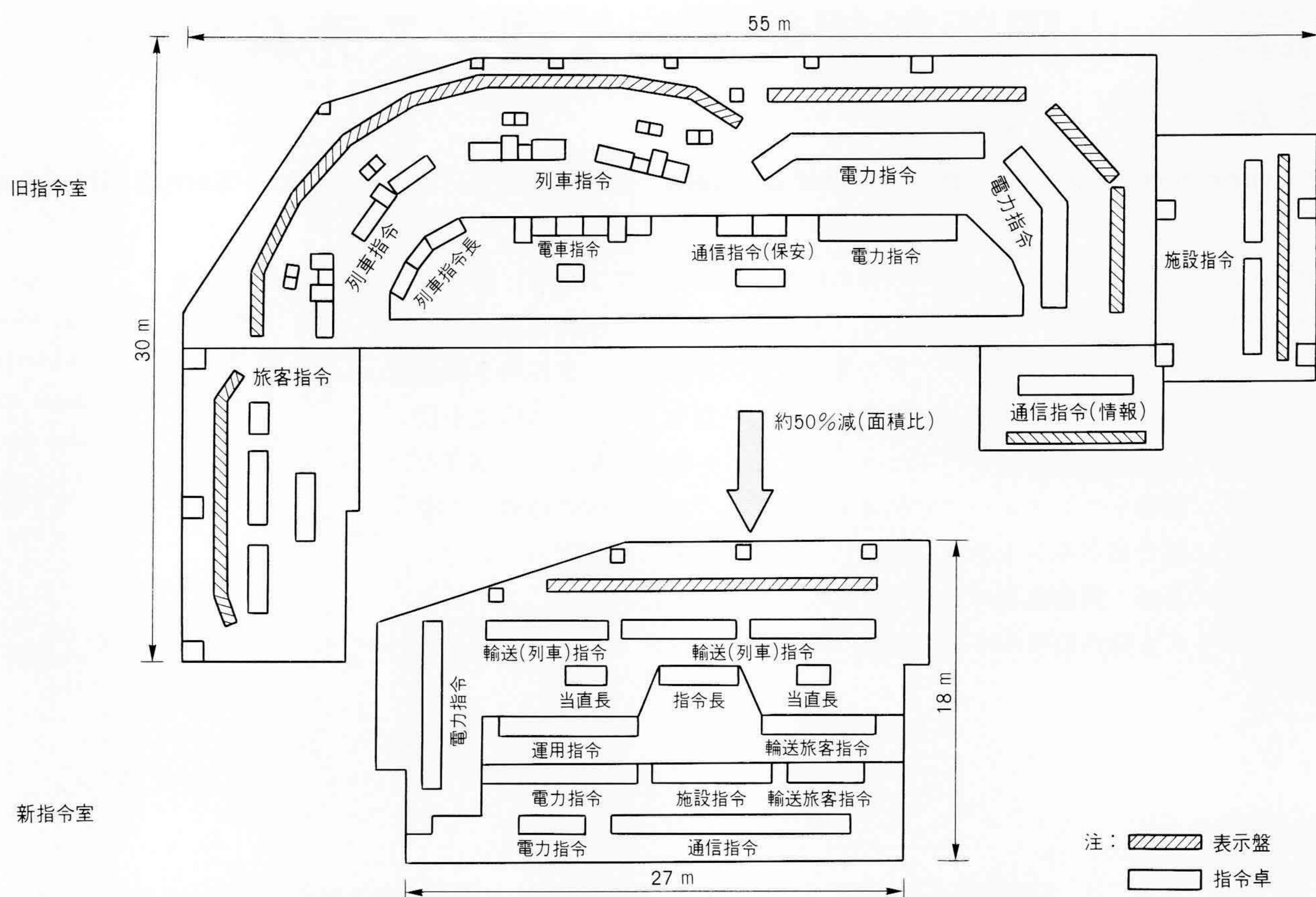


図1 指令室レイアウト(新旧比較) 新指令室は旧指令室に比べて、大幅にコンパクト化されている。



図2 新指令室 マンマシンインタフェースの中心はCRT(Cathode Ray Tube)である。

4 進路制御系・運行表示系の構成制御方式

4.1 システム構成上の基本的考え方

今回開発したシステムのシステム構成上の基本的考え方として、以下の方針を設定し、よりいっそうの高信頼度システムを確立することができた。

(1) PRC系は、従来から開発され高信頼度システムとして実績のある二重化3台系システム(2台のコンピュータが同期を

とって並列運転し、他の1台は待機予備となっているデュアル・デュプレックスシステム)を踏襲した。

(2) MAP系は、運行状況監視、手動進路設定、作業時間帯管理、他システム(CSC:電力系統制御システム、CIC:通信情報制御監視システム)データ交換などの機能を持ち、24時間連続運転、高信頼度が要求されることから二重系システムとした。

(3) マンマシン機器(CRT, KPR:漢字プリンタ)は、指令室の設置スペースのコンパクト化、及びPRC系とMAP系の情報を有機的に結合し、付加価値の高い情報を指令員に提供することを目的として共用化した。

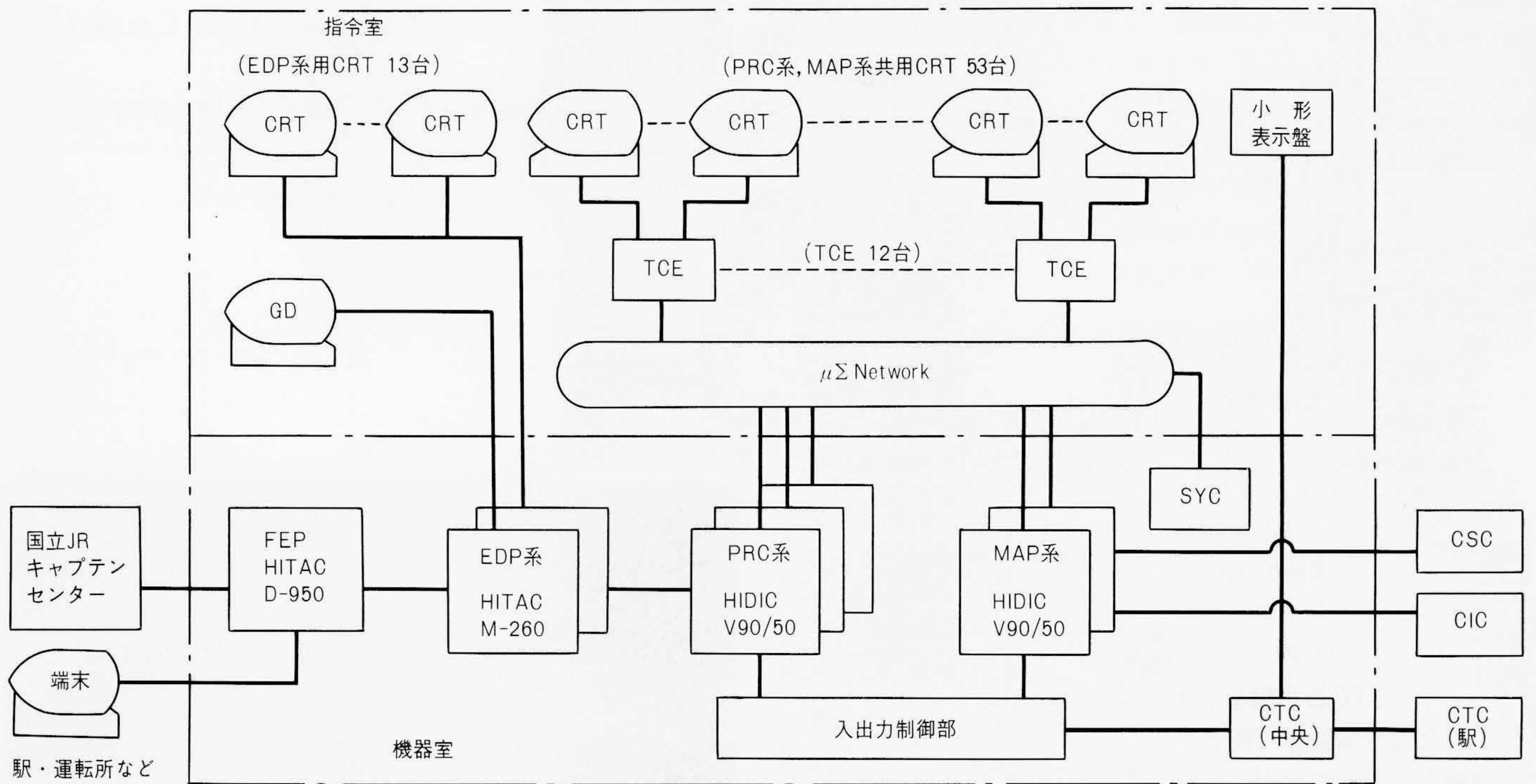
(4) PRC系とMAP系は、全体システムの信頼性を高めるため各々独立に機能できる構成とした。

(5) 全体システムを監視、制御するシステムコンソールを、保守性、拡張性の向上をねらいとしてソフトウェア化した。

(6) PRC系の追跡、制御などのアプリケーションソフトウェアは、東北・上越新幹線コムトラックシステムで開発した標準ソフトウェアを最大限利用し、開発期間の短縮を図った。

4.2 PRC系の構成制御方式

PRC系での列車の進路制御方式は、従来からの方式を採用し、今回の中央設備の取替えによって処理能力の大幅な向上を図り、運用面では自動制御範囲の拡大、及びマンマシンインタフェースの改善、保全面では諸変更に対応できるようなプログラムの標準化を行った。PRC系の主な機能を以下に述べる。



注：略語説明 EDP系(情報処理系)、PRC系(進路制御系)、MAP系(運行表示系)、CTC(列車集中制御装置)、FEP(フロントエンドプロセッサ)
TCE(ターミナルコントローラ)、GD(グラフィックディスプレイ)、CSC(電力系統制御システム)、CIC(通信情報制御監視システム)

図3 システム構成図 コムトラックはEDP系、PRC系及びMAP系の3システムから構成されている。

(1) システム管理機能、(2) データ交換機能、(3) CTC(列車集中制御装置)情報取込み機能、(4) 列車追跡機能、(5) 進路制御機能、(6) 駅状態管理機能、(7) 追跡回復機能、(8) ファイル変更機能、(9) 乱れ判断機能、(10) 列車出発順序自動修正機能、(11) ダイアグラム切替機能、(12) ファイル回復機能、(13) 旅客案内機能

4.3 MAP系の構成制御方式

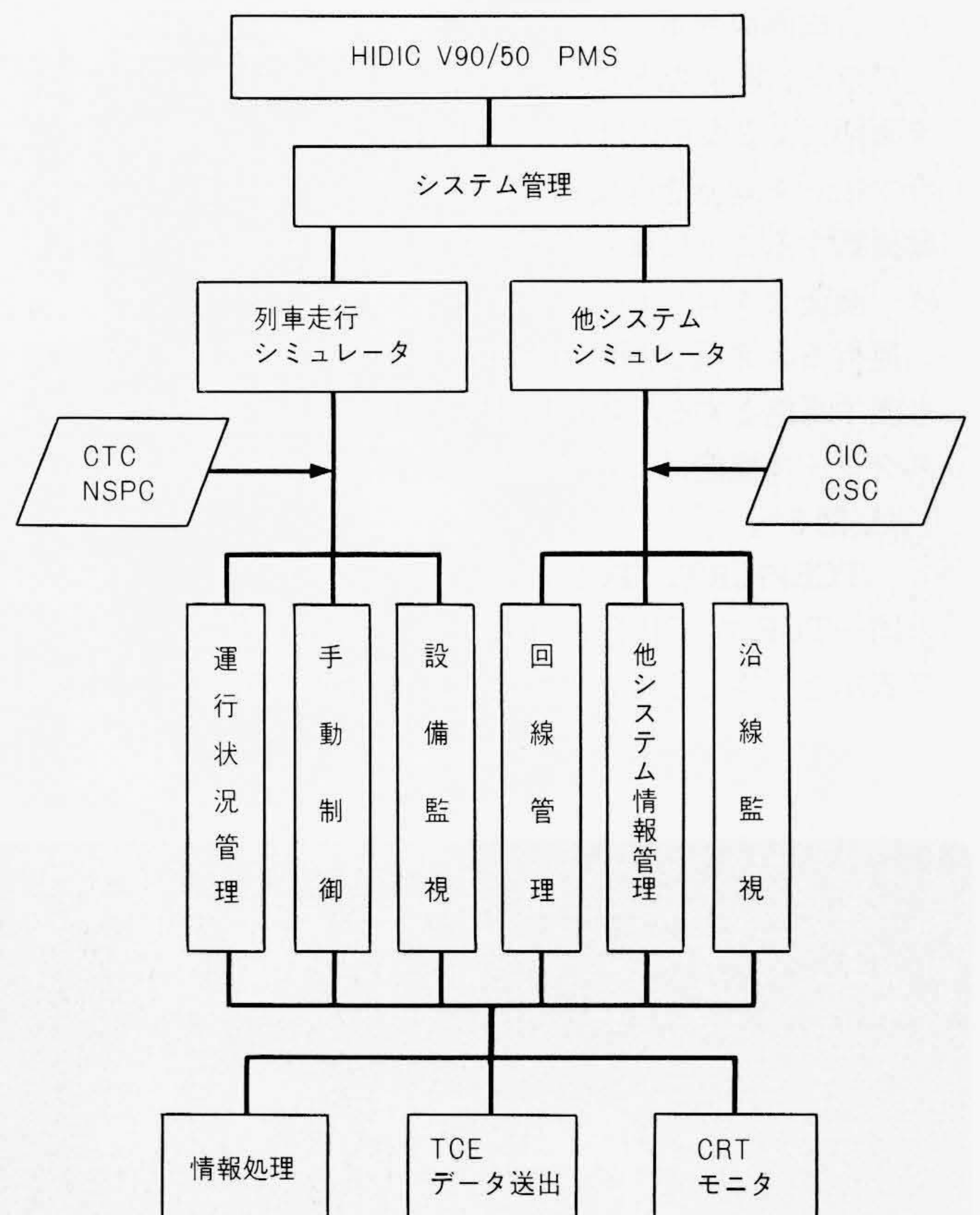
MAP系は、今回の指令設備取替えに伴い新たに開発したシステムである。これは指令業務のよりいっそうの迅速化、効率化及び各種警報機能の充実による監視業務の軽減化を図るため、CTC(列車集中制御装置)から取り込んだ生情報の表示にとどまらず、PRC、CSC、CICなどのシステムと有機的に結合している。これによって、多種・多量な情報を、正確かつ迅速に加工編集し、付加価値の高い情報として、各指令担当にCRTを介し提供する高信頼度システムを実現した。

MAP系のシステム構成の特徴を以下に述べる。

- (1) 各種情報収集のためCTC、PRC、CSC、CICなど多くの他システムと結合を行う。
- (2) MAP系は指令員との会話システムであるから、多くのマンマシン機器をコントロールする必要がある。そのため応答性や危険分散の観点から、従来のホストからの直接制御方式は採用せず、複数個のTCE(ターミナルコントローラ)を用いて負荷分散する方式とした。
- (3) マンマシン機器は、PRC系との共用化を図るため、各ホストとTCE間を $\mu\Sigma$ Networkによって結合している。

MAP系のソフトウェア構成は図4に示すとおり、以下の機能を持っている。

- (1) システム管理機能、(2) CTC情報取込み機能、(3) 運行状況更



注：略語説明
PMS(プロセスモニタシステム)、NSPC(列車番号表示装置)

図4 MAP系ソフトウェア構成図 システム管理の下に、各サブシステムが密接に結びついている。

新機能、(4) 軌道回路追跡機能、(5) 設備状態監視機能、(6) 手動進路制御機能、(7) NSPC(列車番号表示装置)手動制御機能、(8) TCEデータ送出機能、(9) ダイアレコード情報蓄積機能、(10) CSC・CIC情報管理機能、(11) CSC・CIC回線管理機能、(12) 列車位置情報送出機能、(13) 作業時間帯情報管理機能、(14) 沿線状態監視機能、(15) PRC情報管理機能、(16) マンマシン情報処理機能、(17) TCEデータ交換・管理機能

5 進路制御系・運行表示系のマンマシン制御方式

5.1 マンマシン制御方式

今回のシステムでは、運行表示をグラフィックCRTによって監視できること、及びCTC制御盤の代わりにグラフィックCRTのタッチパネルを使用し、手動制御を可能にしたことなど、マンマシン機能の大幅な向上を実現させた。

(1) 基本的考え方とマンマシン主要機能

(a) CRT一元管理

従来のCTC表示盤を主体にした指令業務からCRTを主体とした指令業務を可能とするため、列車運行に関する各種情報を加工してTCEに保有し、CRTに表示する方式とした。

(b) 運行表示の高速化

進路制御に関連する情報は、CRTからの要求、又はホストCPUからの要求によって表示するが、運行表示に関する情報は、MAP系ホストからの変化情報などを一定周期でTCEに送出し、TCE側で画面編集や表示を行うことにより高速化を図った。

(c) 合成画面サポート

アラーム画面などについては、従来のPRC系のキャラクタ画面による表示のほかに、MAP系に関連する線路図をグラフィック画面で合成(アラーム合成)して表示し、かつ自動更新することによって指令監視業務を軽減した(図5)。

(d) 画面スクロール

運行モニタ(駅)画面のように、関連する前・後方駅情報も表示可能とするため、1 CRTに3画面まで蓄積可能とし、スクロール機能によって前後の駅情報も確認できるようにした(図6)。

(e) TCE内CRT、TCE間バックアップ

同一TCE内のCRT故障時には、ほかのCRTにバックアップ表示を可能としている。また、TCEの故障時には、ほか

のTCEのCRTでバックアップ表示を可能とした(図7)。

(f) KPR出力

キャラクタ画面及びアラーム情報をKPRに印字する。

5.2 画面種類

CRT画面種類としては以下の3種類がある。

- (1) 制御画面
- (2) 警報・問い合わせ画面
- (3) モニタ画面

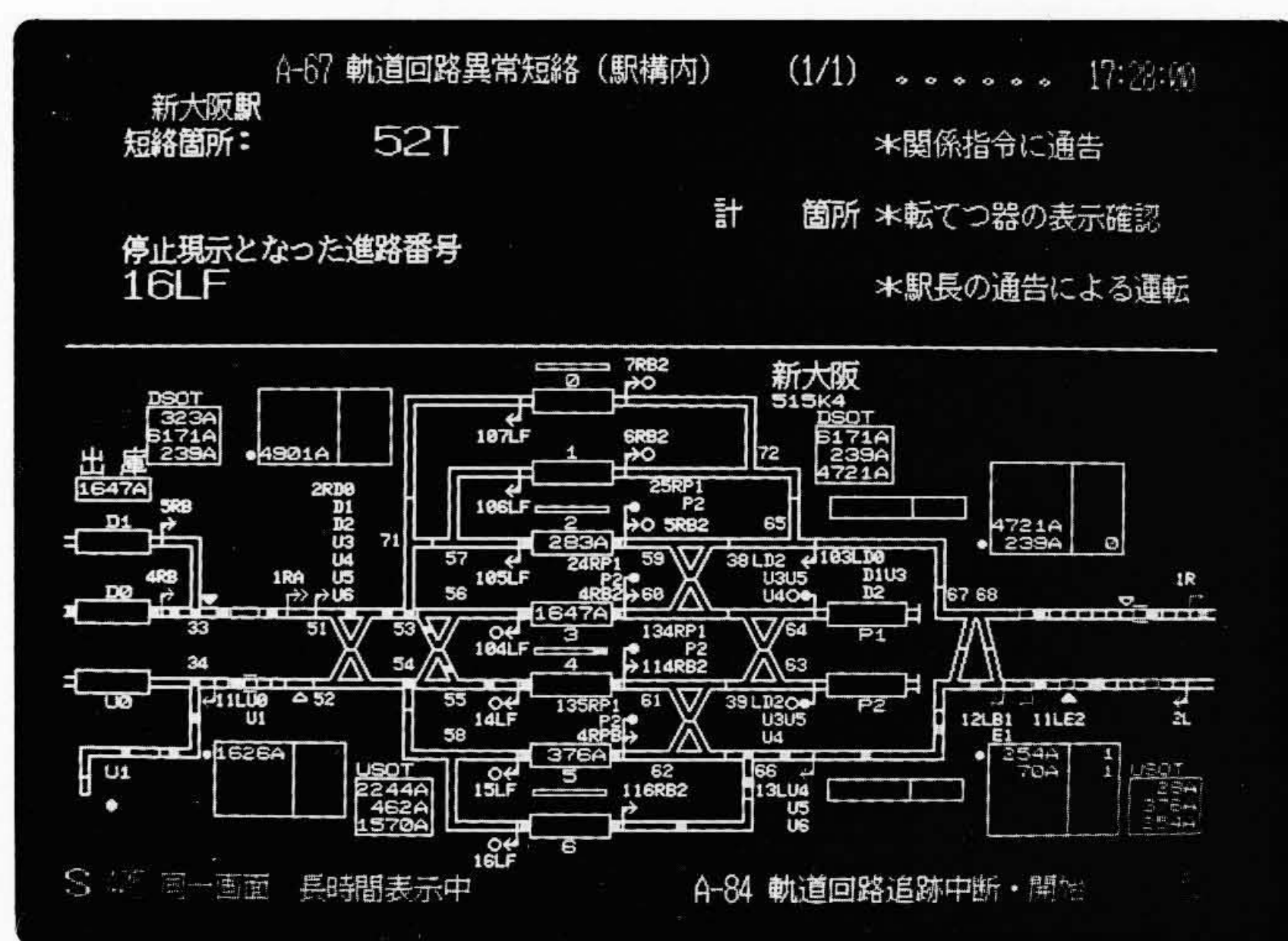


図5 アラーム合成画面 キャラクタ部(上半分)はPRC系の情報、グラフィック部(下半分)はMAP系の情報で、TCEで合成している。

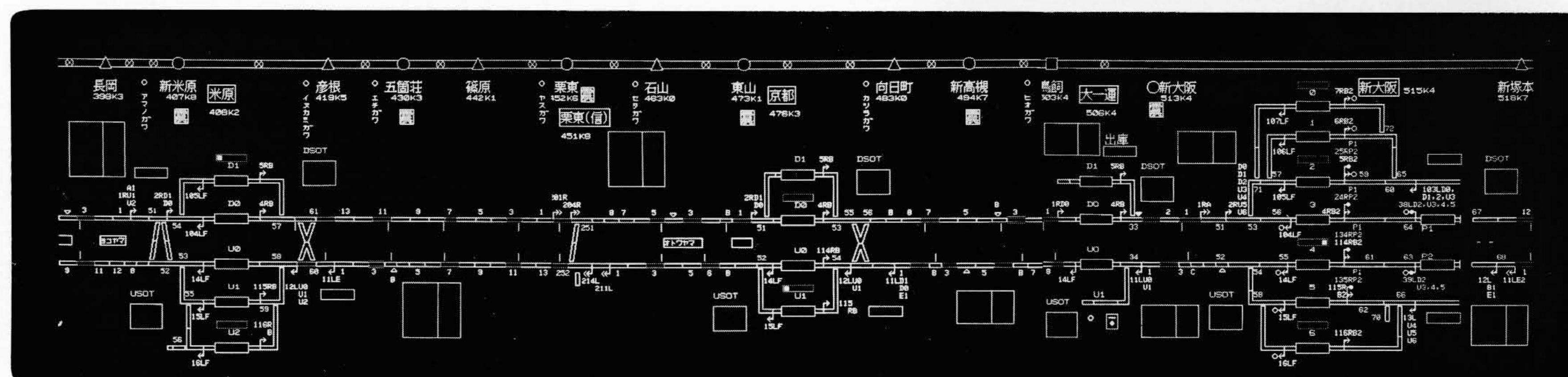
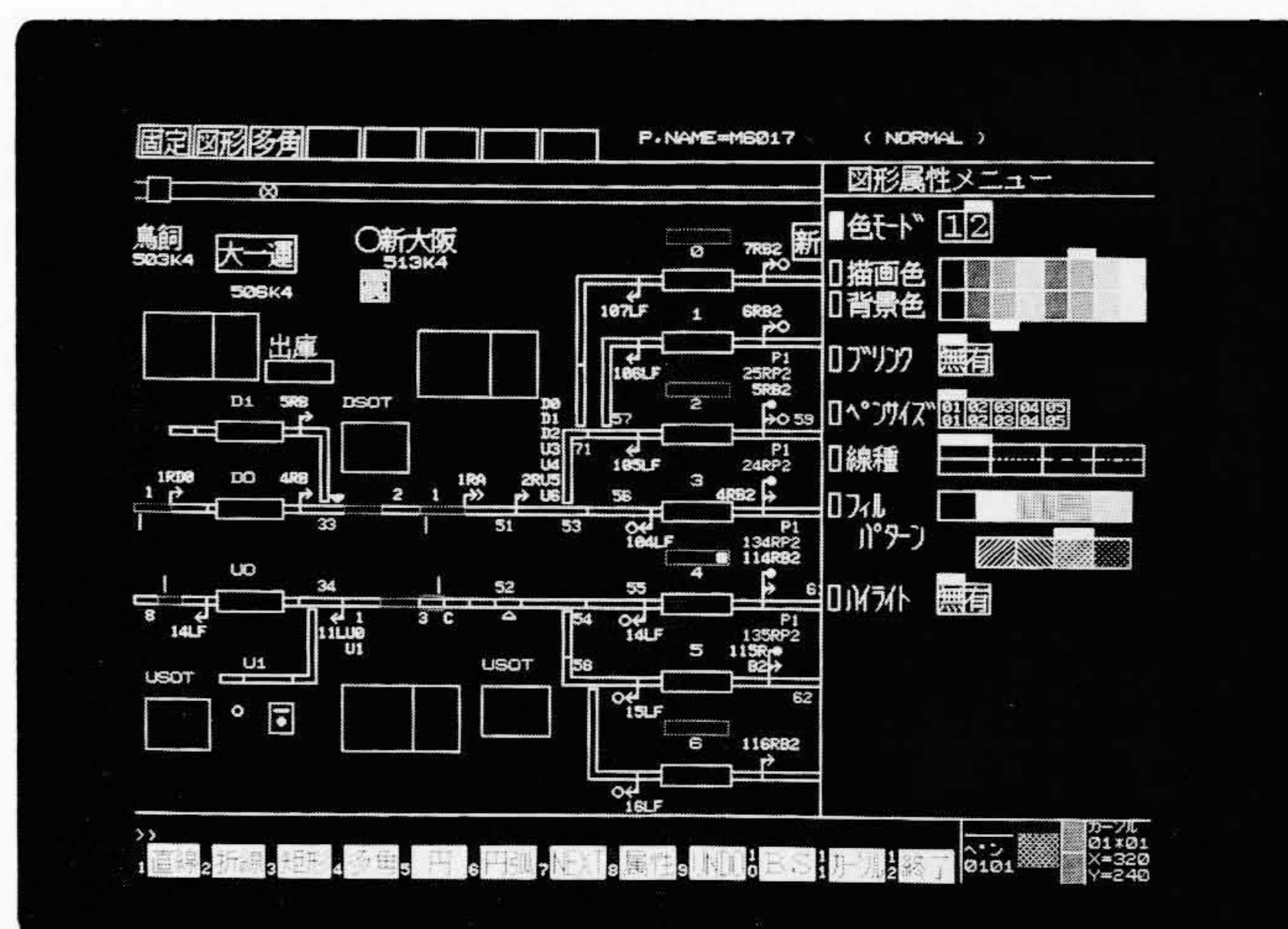
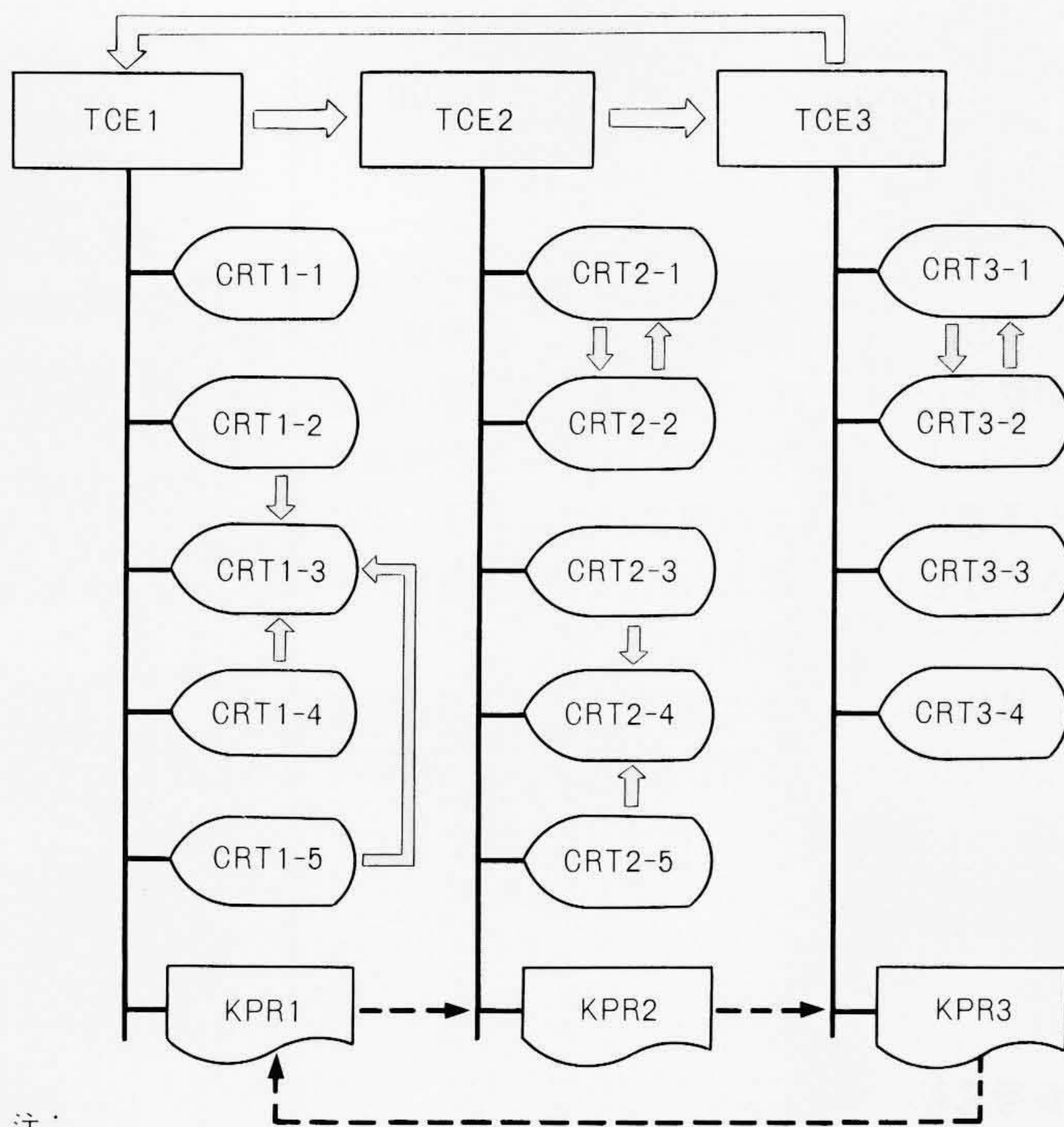


図6 運行表示画面 複雑な画面設計がはり絵のイメージで容易に実現できる。また「大画面」、「ウインドウ画面」を利用し、スクロール機能によって数駅の表示が可能である。



注：

⇒ TCE間バックアップ，⇔ CRTバックアップ，--→ KPRバックアップ

図7 TCE内、TCE間バックアップ例 バックアップCRTの定義は任意に決定・変更できる。

5.3 SYC(システムコンソール)

SYCはPRC系、MAP系の運転管理を円滑に行うために、システムの監視、各系の系統制御の操作状態表示などを行う装置である。主な機能として、PRC・MAP運転制御、入出力機器制御、電源制御、時刻制御、各種状態表示などである。従来は、ハード盤面で監視を行っていたため、監視できる範囲もハード的な制約を受けていたが、今回は図8に示すようにハード盤面は常時監視すべき必要最小限の表示に限定してインテリジェント化したシステムとし、CRTを主体としてソフトウェア化を図った。これによって、多種多様の情報を取り扱うことが可能となり、これら情報を加工編集し、高度な情報を提供可能とした。また、機能改修は主にソフト改修だけで対応できるので、保守性・拡張性の大幅な向上を実現した。

SYCのCRT画面例を図9に示す。

6 情報処理系

EDP系ではシステム切替えに当たり、2段階に分けて作業を実施した。第1段階は昭和60年2月のダイヤグラム改正時に実施されたHITAC 8450からHITAC M-260への取替えであり、第2段階は、今回のPRC系取替えに伴うソフトウェアの改修である。

HITAC 8450からHITAC M-260へのリプレースに伴う主な機能アップ事項は以下のとおりである。

- (1) 計算機の有効利用を図るため、別計算機(HITAC M-160 II)で稼動中のSMIS(Shinkansen Management Information System)を本システムで処理するようにした。
- (2) 表示画面、帳票などについて、全面的な漢字化を行った。



図8 システムコンソール 盤面表示は必要最小限にし、CRT主体のインテリジェント化を図った。

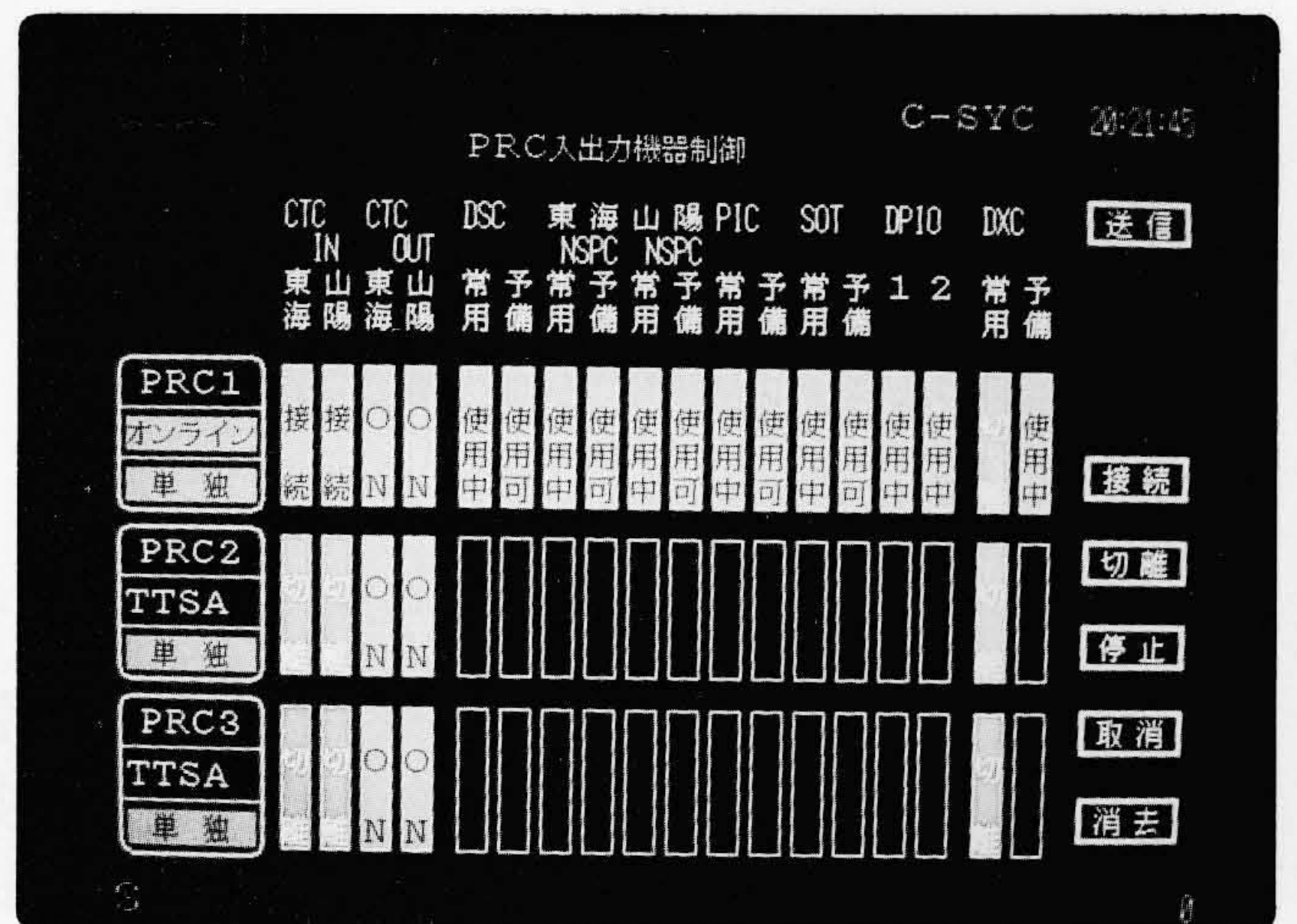


図9 入出力機器制御画面 入出力機器の接続状態を表示する。

- (3) 予測処理の大幅な機能アップを行った。
- (4) 従来PRC系で管理していた駅旅客案内システムに関する処理を、本システムで行うようにした。
- (5) 列車ダイヤグラム、車両運用管理に加え、乗務員運用管理を追加することによって、列車運転に必要な要素すべてをコムトラックで取り扱うことになった。

次にPRC系システム取替えに関連して改修した主な項目は、PRC系ファイル回復方式、ダイヤグラム切替方式、ダイヤグラムレコード処理などの変更とEDP系～PRC系間インタフェース情報の追加・更新である。

以上の2段階を経て開発されたこのシステムの技術面で特徴となる事項は、次のとおりである。

- (1) 設置場所の関係で、EDP系～PRC系間を光ケーブルで接続した。
- (2) 省スペース、メンテナビリティ向上のため、従来の監視盤式システムコンソールを廃止し、CRTベースのコンパクトなシステムコンソールを開発した。
- (3) 運転整理ダイヤグラムなどの複雑なダイヤグラム図出力

に対応するため、静電式プリンタを使用した。

(4) 磁気ディスクの入出力ネック解消のため、半導体ディスクを導入してダイヤグラム予測処理の大幅な時間短縮を実現した。

(5) 新幹線運行サービスの一環として、HITAC D-950を導入し、キャプテン方式による運転情報サービスを開始した。

この情報は、主要駅に設置された一般顧客用端末(通称ホッ

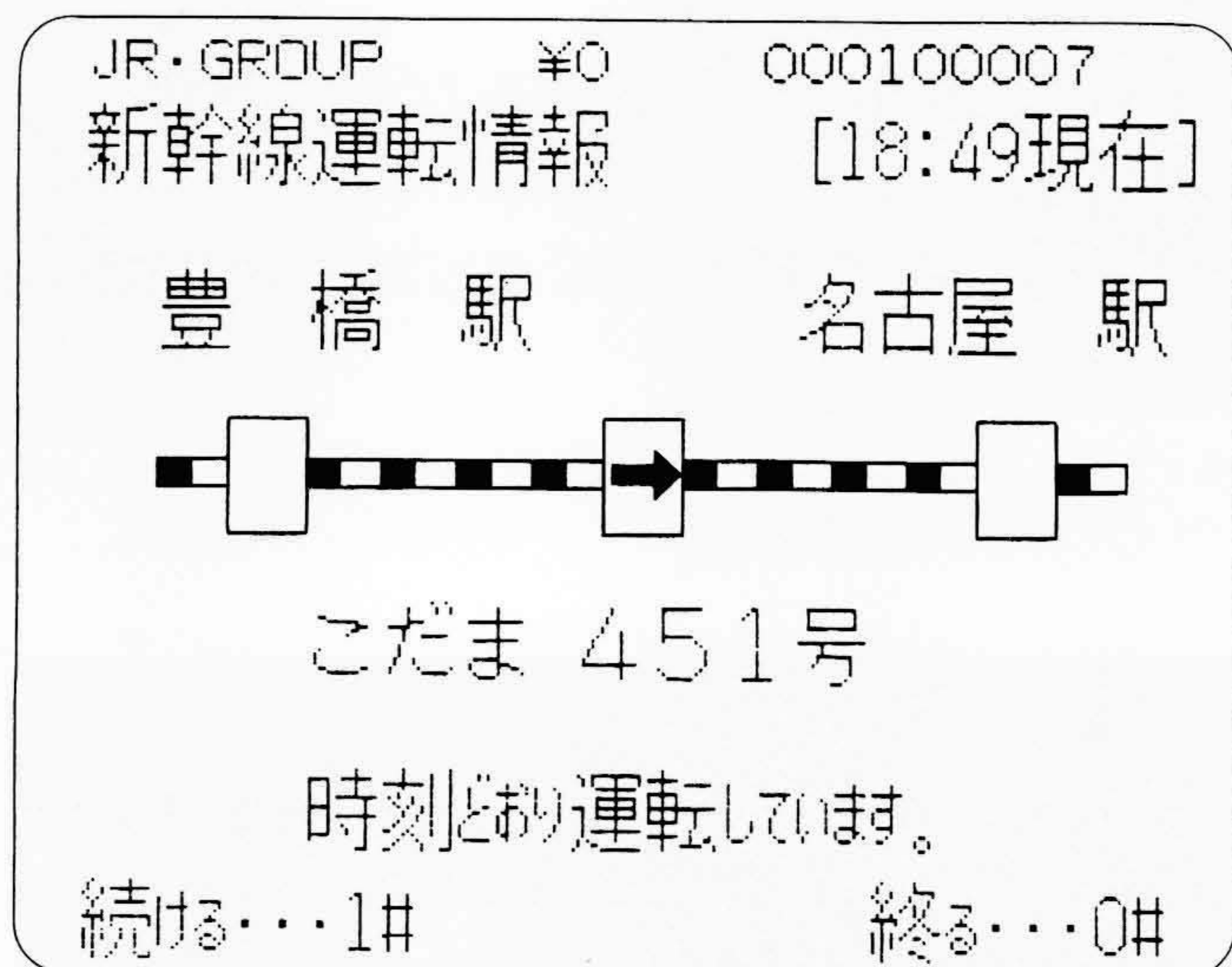


図10 運転情報サービス出力例 一般顧客は駅のホットポット端末から、新幹線の運行情報が手軽に入手できる。

トポット)で入手できる。

本端末の画面ハードコピー例を図10に示す。

7 結 言

東海道・山陽新幹線新コムトラックは、所期の目的を達成し、現在順調に稼動している。新幹線は我が国の鉄道輸送の中枢となるもので、今後も輸送需要の変動に対応して、これまで以上にダイヤグラムパターンの複雑化、列車本数の増加が予想される。この面で、コムトラックの役割はますます大きくなるものと考えられ、今回の新システムは十分それに対応できるものと確信している。

最後に本システムの開発に当たり、御指導・御援助をいただいた関係各位に対し深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 今城, 外: 新幹線運転管理システム, コムトラック (COMTRAC), 日立評論, 54, 8, 733~741(昭47-8)
- 2) 杉原, 外: 博多新幹線運転管理システム(コムトラック), 日立評論, 57, 4, 343~348(昭50-4)
- 3) 榎本, 外: 東北・上越新幹線運転管理システム(コムトラック), 日立評論, 63, 11, 757~762(昭56-11)

論文抄録

BWR用集合体燃料番号のITV及び超音波による映像化技術

日立製作所 妹尾 誠・佐々木正祥・他6名
日本原子力学会誌 29—9, 57~64 (昭62-9)

沸騰水型原子力発電プラントでは、年1回、定期検査期間中の燃料交換作業終了時点で炉心内集合体の燃料番号を確認している。この確認作業で集合体が計画どおりに装荷されていることを最終的に確認する。運転員は水中ITV(Industrial Television)カメラで撮った燃料番号映像をテレビジョンモニタ上で1体ずつ確認する。電気出力1,100 MW級のプラントの場合、約700体の集合体の燃料番号を確認する必要がある、運転員の負担が大きい。この燃料番号の目視確認作業を自動化できれば、確認に要する時間の短縮と運転員の負担軽減が可能となる。

本論文では、燃料番号の読取りを自動化するために不可欠な正確な文字パターンを得る手段として、(1)照明とITVカメラによる撮像及び画像処理を用いる光学方式、(2)超音波方式、の両方式について実験的に検討した結果と両者の比較について示した。光学方式では、燃料番号が集合体上部タイ

プレートのハンドル上面に深さ0.9 mm、幅1.6 mmの台形状の溝によって刻まれていることに着目し、刻印面に対して5~10度の斜め方向から照明する方法について示した。本方法では、斜角照明により刻印溝部に積極的に陰を作ることによって新燃料(新しく装荷された燃料)と旧燃料(燃焼が進んだ燃料)の別に関係なくコントラストの良好な映像が得られる。しかし、一方向だけからの斜角照明では文字パターンに欠けが生じるため、互いに反対の2方向から順次斜角照明して得られる2枚の文字映像の2値化画像を重ね合わせて正確な文字パターンを得る方式を提案した。本方式による映像化実験で、実機発電プラントに使用されている字体及び文字のすべての種類を刻印した模擬上部タイププレートを用い、すべての文字に対して正確な文字パターンが得られる基礎技術を開発した。実機適用に当たっては、現在使用している水中ITVカメラに斜角照明用の機構を付加する必要がある。

また、他の燃料番号の映像化の例として超音波方式を取り上げ、光学方式の場合と同様に、新・旧燃料集合体の燃料番号の映像化に有効であることを示した。本方式は、燃料番号刻印面に対して超音波ビームの焦点が一致するように超音波探触子を配置し、適切なピッチで探触子を走査することによって得られる反射波信号の振幅情報から燃料番号を映像化するものである。実験では(1)新燃料、(2)刻印溝部がクラッドで埋まった状態、(3)刻印面及び溝部がクラッドで完全に覆われて、光学方式では文字の映像化が困難な状態、の3種類の刻印文字表面状態に対しても文字パターンの正確な映像化が可能であることを示した。本方式は、文字の映像化という点では有効なものであるが、映像化に要する時間、水中での走査機構の信頼性の面でまだ課題があり、現状では光学方式のほうが優れている。