

乗客サービスの向上と指令員の負担低減を目指した 次世代型列車運行管理システム

Newly Developed Train Traffic Control Systems

川口幸一*

Kôichi Kawaguchi

山田卓美***

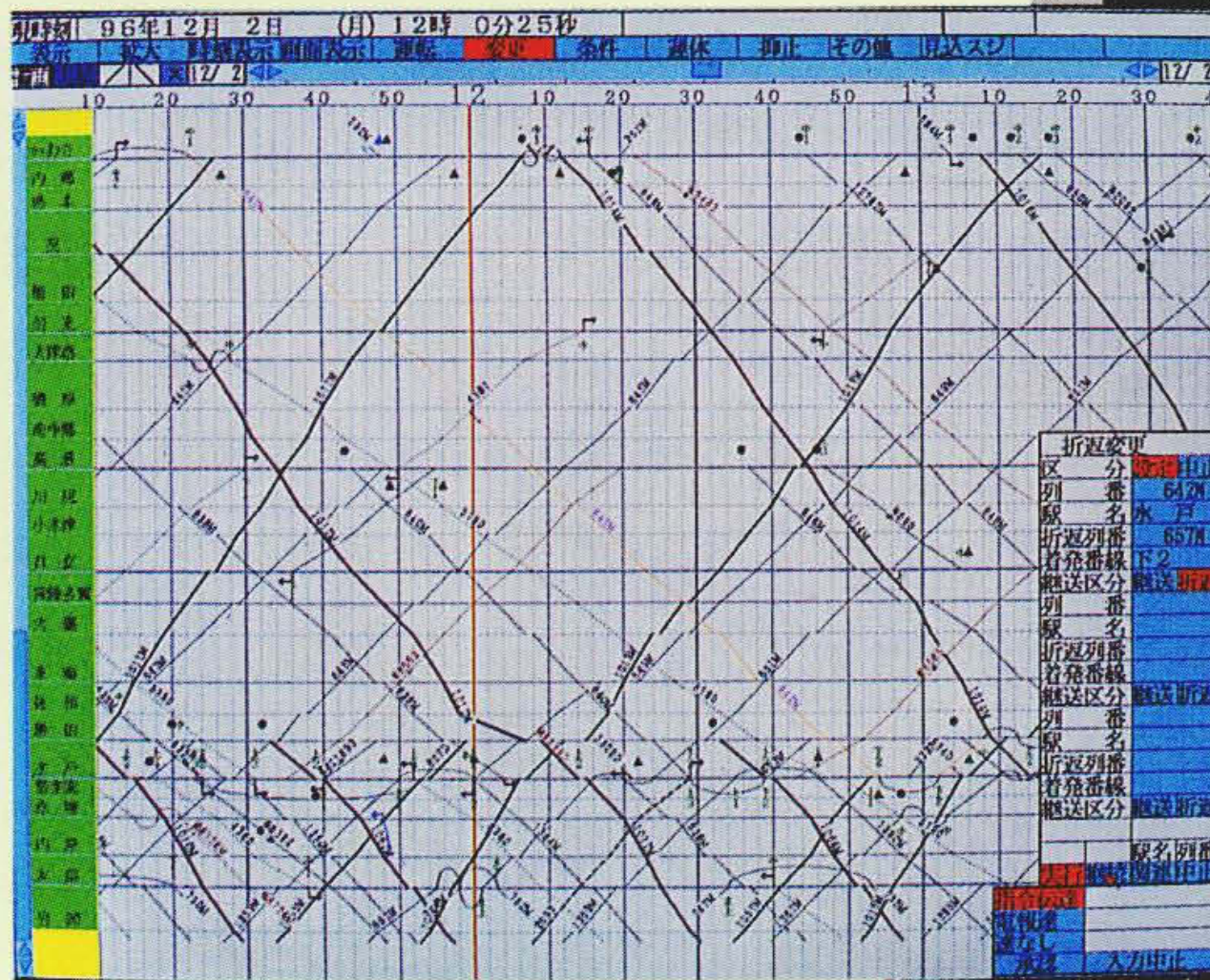
Takumi Yamada

小牧 亨**

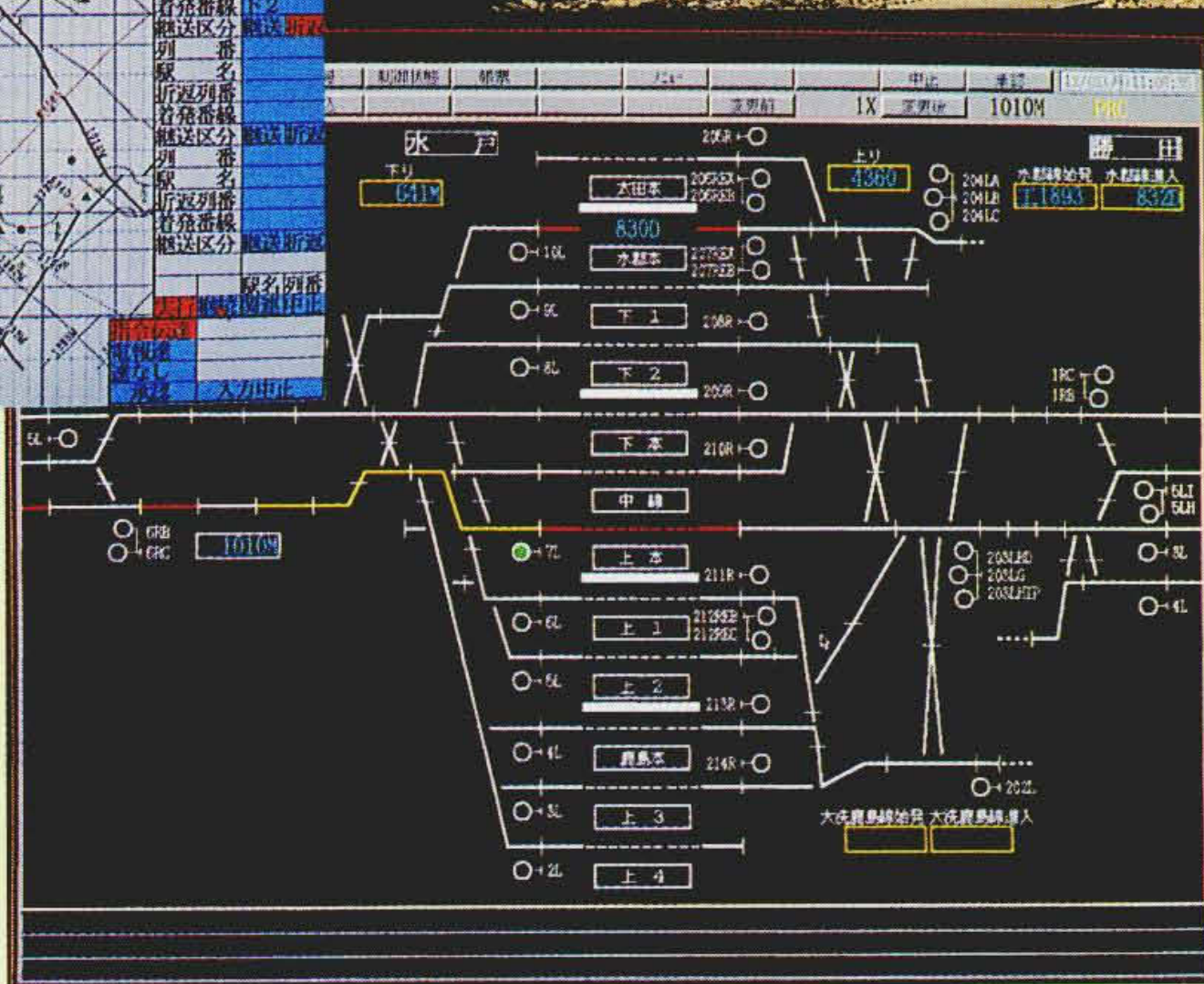
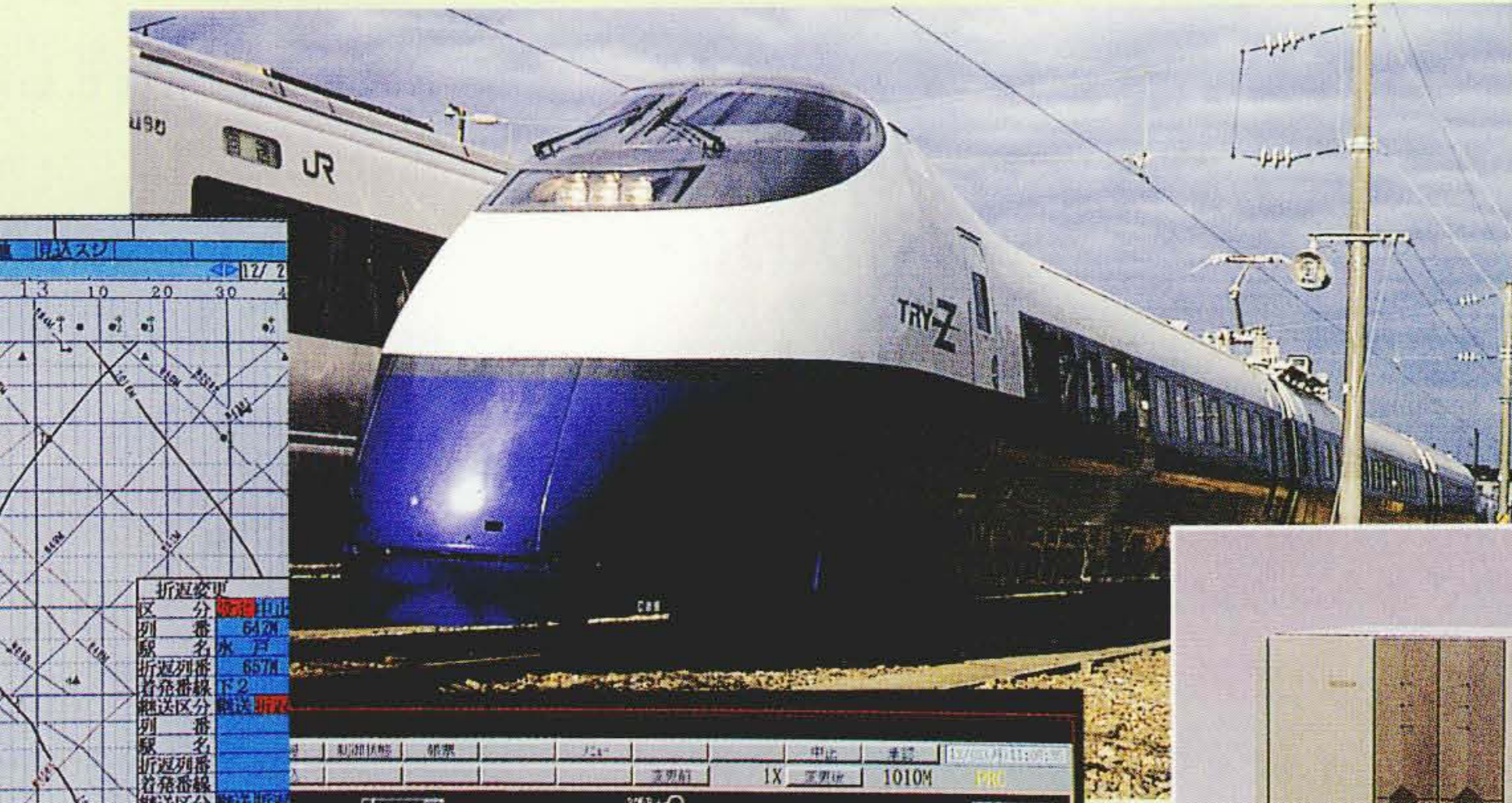
Tôru Komaki

福島 忠****

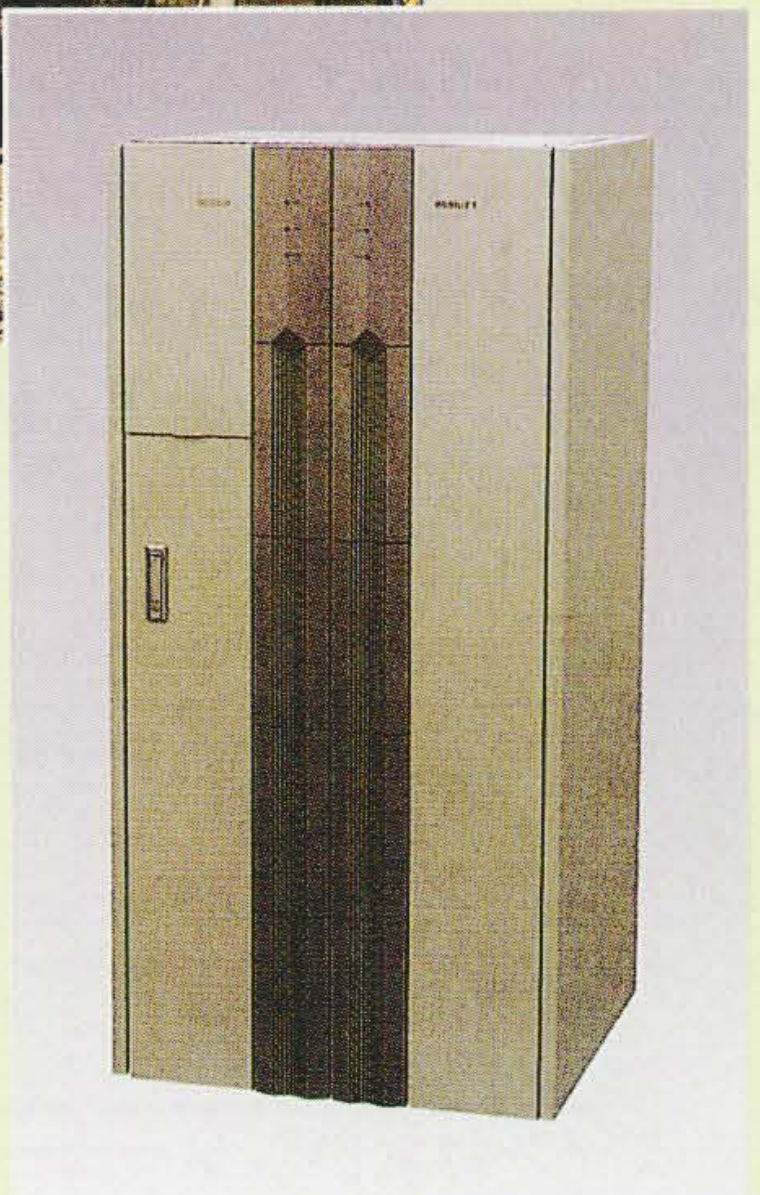
Tadashi Fukushima



ダイヤすじ画面



運行表示画面



無停止型制御用コンピュータ
“HIDIC RS90/FT”

最近の列車運行管理システム

最近の運行管理システムでは、ダイヤ(ダイヤグラム)乱れ回復支援機能を充実するため、「運転整理」機能に加えてこれまで自動制御の対象外としていた、規模の大きな駅での「構内入換」作業を含めた自動制御の実現を図っている。

このたび、乗客サービスの向上と指令員の負担低減を目指した次世代型の列車運行管理システムを開発した。

列車の在線状態を追跡し、ダイヤに従って信号機を自動制御する列車運行管理システムは、列車の定時走行と指令員の負担低減に貢献している。今回はさらに自動化の範囲を拡大し、本線を走行する列車だけでなく駅構内の入換列車の自動制御を行っている。ダイヤが乱れた場合の回復を速やかに行うための支援機能として、列車ダイヤをワークステーション上にダイヤすじで表示し、ダイヤ変更を的確に行うための「運転整理」機能も大幅に

充実させている。

また、利用客へのサービスの向上も図っており、案内掲示器や自動放送装置を旅客案内装置に接続し、運行管理システムで把握している運行状況のリアルタイムの情報サービスを実現している。

一方、計算機システムとしてもフォールトトレラント型制御用計算機を核として、ハードウェアの故障でもシステムを停止させない高信頼性・保守性を実現している。自律分散型ネットワークは、二重化伝送路による高信頼化とシステムの柔軟性の向上を実現している。

*日立製作所 大みか工場 **日立製作所 交通事業部 ***日立製作所 システム事業部 ****日立製作所 日立研究所 工学博士

1. はじめに

列車運行管理システムは、列車ダイヤに従って信号機や転てつ器などの鉄道設備を制御して列車をダイヤどおり走行させることを基本機能とした、列車の運行に重要な役割を果たすものである¹⁾。最近では、本線列車を対象とした列車追跡や自動進路制御を行う基本的な機能に加え、より自動化を進めるための構内入換作業の自動制御、ダイヤ乱れ時の回復支援を充実させるための運転整理機能、さらには駅員・乗務員への列車の運行状況の伝達、運行状況の変化に応じたリアルタイムでの旅客案内など情報サービスの充実が求められている。

日立製作所の列車運行管理システムは、1972年の東海道・山陽新幹線の岡山開業時のコムトラックシステムが稼動²⁾したのが最初である。以降、東北・山形・上越新幹線¹⁾をはじめ、武蔵野線、鹿児島・日豊本線、千歳線・室蘭本線、中央本線・高山本線・東海道本線、東北本線などに運行管理システムを数多く納入してきた。

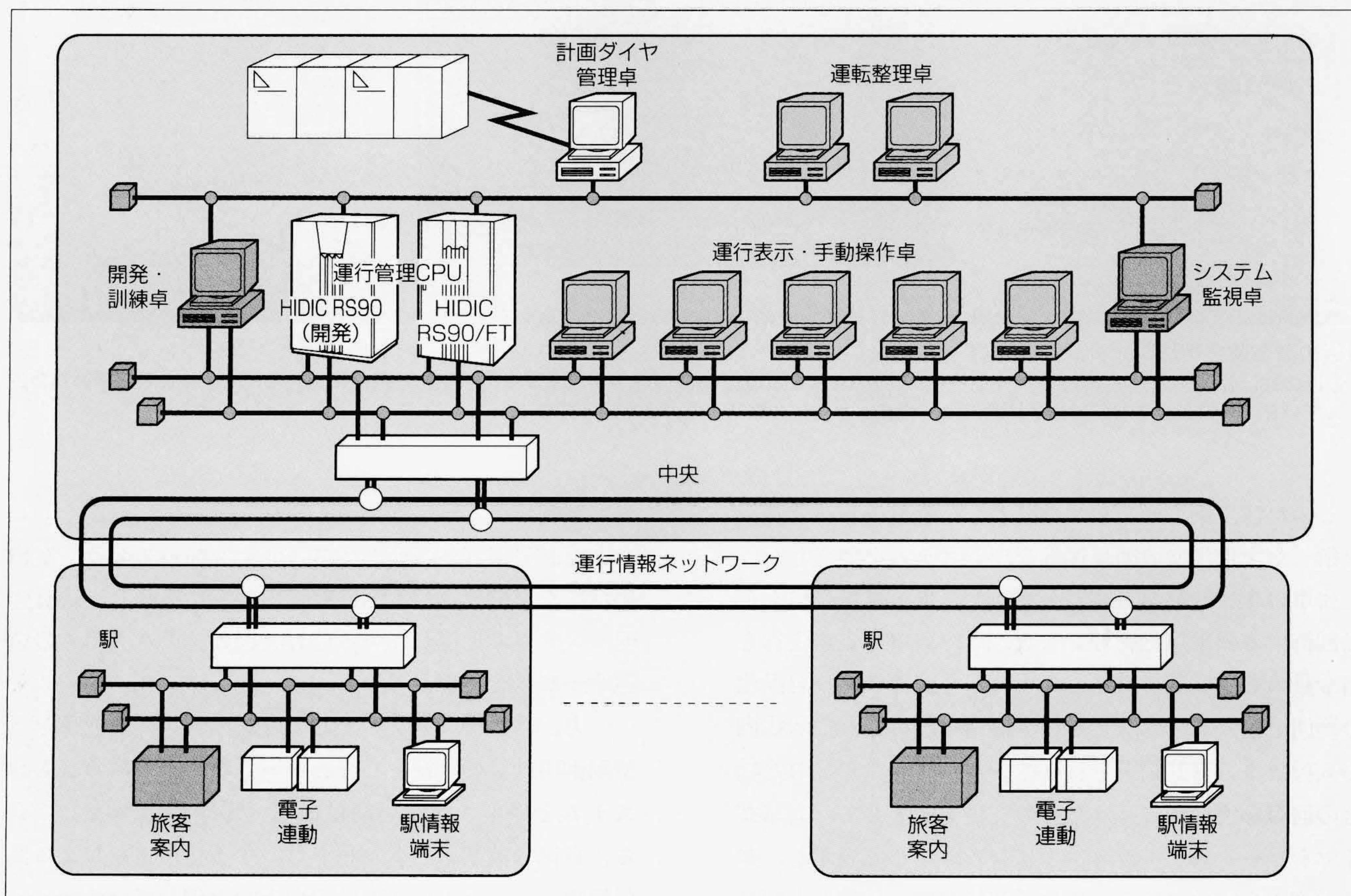
ここでは、中央に列車制御機能を集約させた中央集中型の列車運行管理システムについて述べる。

2. システム構成の特長

今回開発した次世代型の列車運行管理システムの構成を図1に示す。

2.1 無停止計算機の採用

高信頼システムを構成するため、無停止計算機HIDIC RS90/FTを核としたシステム構成としている。この制御用計算機では、ハードウェア障害が発生してもダウンしないように、四重化プロセッサ方式のQPR(Quad Processor Redundancy)アーキテクチャ³⁾を採用している。また、ソフトウェアの開発・保守のために、HIDIC RS90/FTと互換性を持つHIDIC RS90や開発・訓練卓を併設することにより、ソフトウェア改修時の事前試験またはオンライン稼動中のデータを利用したモニタラン試験などを行うことができるようにした。つまり、ソフトウェアの保守性にも優れたシステムとしている。



注：略語説明 CPU(Central Processing Unit)

図1 運行管理システムの構成例

運行管理CPUにはフォールトトレラント型制御用計算機を採用し、駅と中央の接続には汎用手順を採用した運行情報ネットワークを用いている。

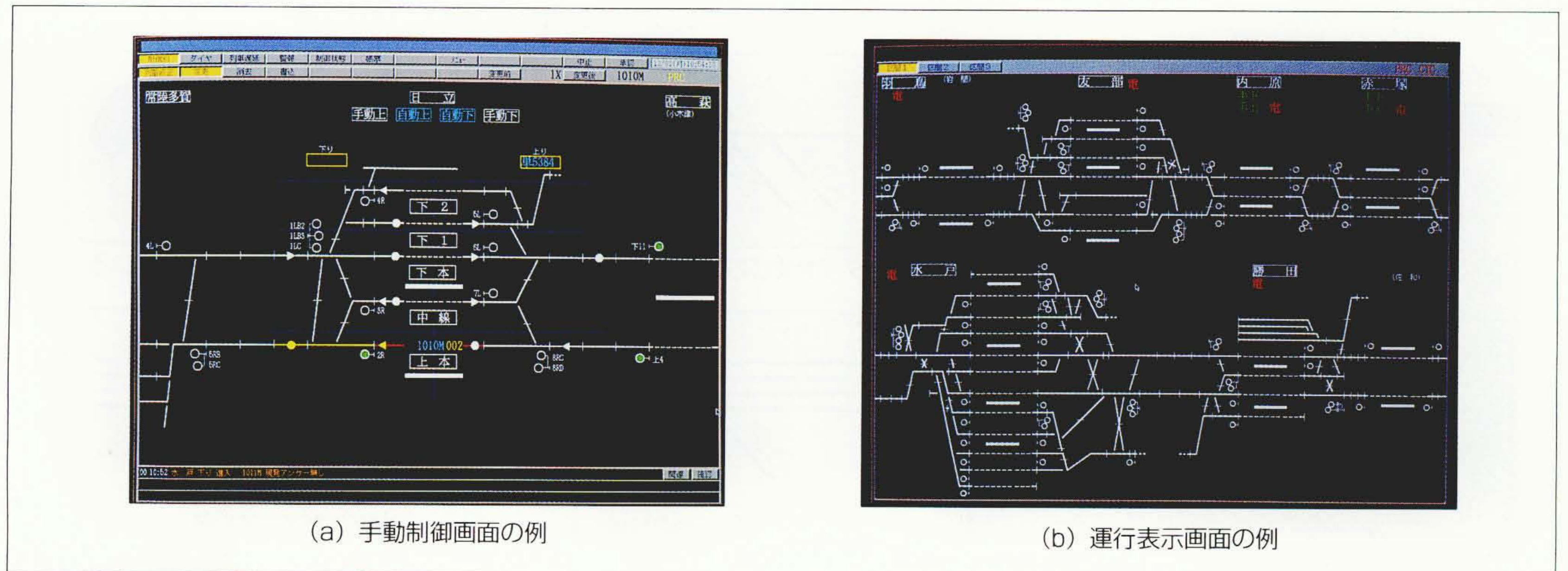


図2 運行表示画面

手動制御卓からは、運行管理CPUを介することなく進路設定が行える。

2.2 自律分散システム構成

運行管理CPUをはじめ、各機器は自律分散アーキテクチャを採用したネットワーク接続としている。二重化構成による伝送路と、「協調自律分散通信サポートソフトウェア」の採用により、高信頼で柔軟性と拡張性に優れたシステムを実現している。

2.3 運行情報ネットワークによる中央と駅の接続

従来の運行管理システムでは、列車走行の安全性を確保するために、駅に設置された保安装置である連動装置との接続は専用の接続装置であるCTC(Centralized Traffic Control)で行っていた⁴⁾。しかし、専用の通信手順であったため、オープン性、拡張性に課題があった。そこで、運行情報ネットワークを新たに開発した。汎用通信手順の採用によって柔軟性と拡張性を確保し、さらに連動装置だけでなく、旅客案内装置や運行状況を乗務員などに知らせる情報端末などの接続も可能とした。

3. 運行管理機能の概要

運行管理システムの基本機能は、列車の在線状態の把握とダイヤに従った進路(信号機、転てつ器)制御であり、従来は本線を走行する列車の制御が主体であった。最近ではこの基本機能に加えて、自動制御範囲の拡大、指令業務の支援強化、情報サービスなどが求められている。

3.1 出発順序を守る列車制御

従来の運行管理システムでは、原則として駅に入場した列車を次々に出発させる制御方式をとっていた。これは、乱れ状態に応じて列車ダイヤを修正する「運転整理」入力が容易にできなかったため、ダイヤを修正しなくて

も入場した列車を自動的に出発させるために採用した方式である。この方式は、列車が合流する地点などでは計画に従った自動制御が困難であるという課題があった。

この課題を解決するため、最近ではダイヤ上の出発時刻と出発順序の両者を守り、計画どおりに自動制御する方式を採用している。ダイヤ乱れ時には適切なダイヤとするための速やかな「運転整理」が必須である。新方式では、後述のようにダイヤすじの直接操作などにより、ダイヤの修正を容易としている。

3.2 構内入換の自動制御

従来の運行管理システムでは、構内入換作業などを行う規模の大きな駅は中央からの制御は行わずに在線状態の追跡だけを行い、制御は駅扱いとする「表示駅」とすることが多かった。これでは駅扱い業務の効率化に限界があるため、最近では構内入換作業も自動制御の対象とするようにしている。

すでに都市圏高密度線区では駅分散型運行管理システムが導入されており、無線端末を用いて入換作業を行っている例がある⁵⁾⁶⁾が、今回のシステムのような中央集中型では初めて実現された機能である。中央からの自動制御を行うため、従来の本線制御のための場内信号機と出発信号機に加え、入換信号機、誘導信号機などをその制御対象としている。また、列車の編成替えなどの構内で行われる作業の進捗(ちやく)と制御のタイミングを同期させるため、無線端末の代わりに出発準備完了などの信号のやりとりを追加している。

なお、中央集中型と駅分散システムを組み合わせたものとして、統合型運行管理システムも開発済みである。

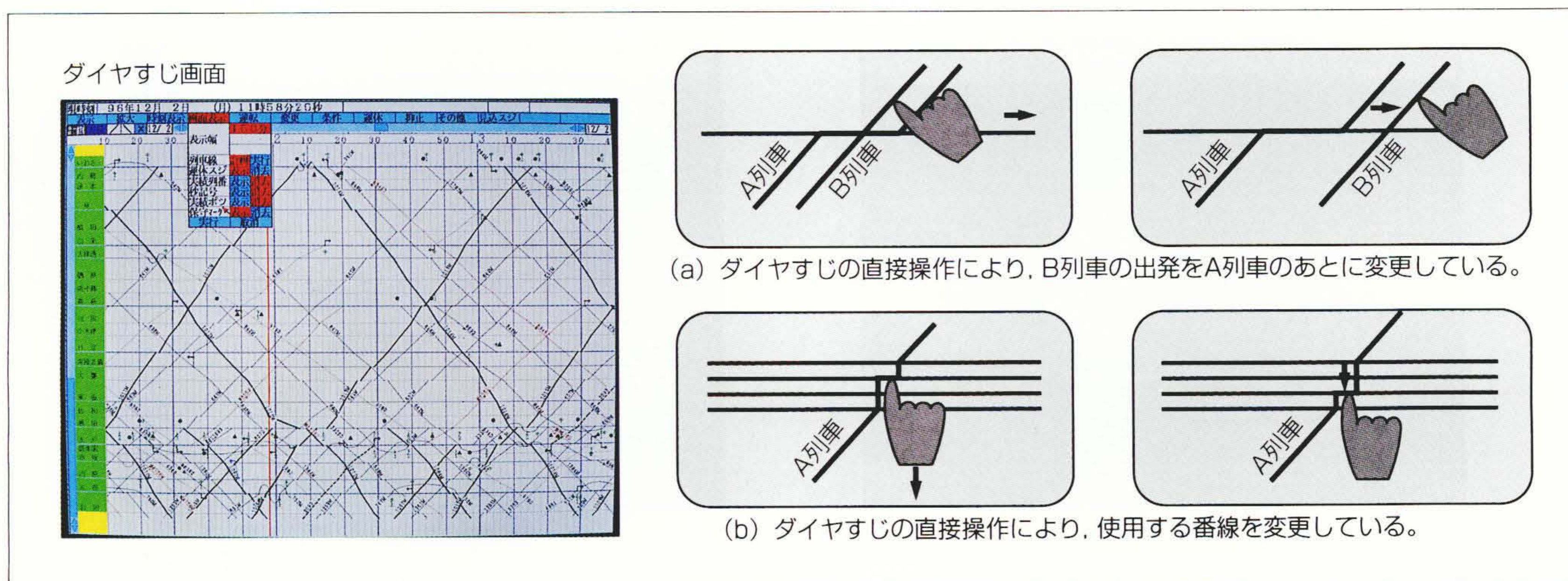


図3 ダイヤすじの直接操作

ダイヤすじを直接操作することにより、容易な運転整理を可能としている。

このシステムは集中型を基本とし、特定駅に部分的に駅制御システムを導入することによって中央システムでは本線制御に徹し、駅制御システムでは入換作業を自動制御する。

3.3 運行表示と手動制御卓

中央の指令員用に運行表示卓と手動制御卓を配置している。運行表示卓は列車の在線状態を表示するものであり、手動制御卓は中央から手動で進路設定などを行うためのものである。これらの卓は、複数のワークステーションで構成し、二重化されたネットワークを介して運行情報ネットワークの中央装置に直接接続される。これは、運行管理CPUが万一停止しても、在線状態や手動進路設定などを可能とするためである。運行表示画面の例を図2に示す。

3.4 運転整理

運転整理機能は、ダイヤ乱れ時の回復支援機能として重要な役割を果たす。前述のように、列車の制御は「ダイヤに従った」制御を行うことであるから、乱れを回復するためには、速やかに最適なダイヤに変更する必要がある。運転整理卓では、ダイヤすじの表示はもちろんのこと、表示されたダイヤすじを直接操作することにより、運転整理を容易に行えるようにしている。ダイヤすじの

直接操作による順序変更、番線変更の例を図3に示す。

3.5 運行情報サービス

旅客案内装置を通じた情報サービスでは、プラットフォームなどに設置された案内掲示器や案内放送により、利用客に対して運行状況をリアルタイムで案内することができる。中央指令で入力されたダイヤ変更内容は、運行情報ネットワークを介して旅客案内装置に伝送され、直ちに掲示器の表示内容や案内放送に反映される。また、駅情報端末は乗務員区所などに設置され、これによって運行状況に応じた適切な乗務員配置と、乗客へのきめ細かい情報サービスが可能となる。

4. おわりに

ここでは、最近の列車運行管理システムについて述べた。

このシステムでは、本線を走行する列車の制御に加え、構内入換の自動制御、ダイヤ乱れ時の回復支援機能の充実、利用客サービスの向上などを実現している。

今後は、情報インフラストラクチャーの充実やマルチメディア技術の進展を踏まえ、より広範囲の情報サービスの実現を目指して開発を進めていく考えである。

参考文献

- 1) 五十嵐，外：新幹線向け次世代列車運行管理システム，日立評論，77，7，491～494(平7-7)
- 2) 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)
- 3) 堂本，外：無停止型の制御用コンピュータ開発と応用，日刊工業新聞社，オートメーション，1996年6月号，58～64
- 4) 柴田，外：最近の運行管理システム，日立評論，70，7，709～715(昭63-7)
- 5) 北原，外：乗客サービスの向上と指令・駅業務の革新を目指した東京圏輸送管理システム，日立評論，76，5，397～402(平6-5)
- 6) 北原，外：超過密度線区の運転業務近代化，鉄道と電気技術，1996年9月号，Vol. 7，No. 9