

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

Newly Developed Train Traffic Control System

—Aims at Passengers Service and Rationalization of Railway Transportation Works—

北原文夫* Fumio Kitahara

大島啓二** Keiji Ôshima

佐藤友良**** Tomoyoshi Satô

岩本孝雄* Takao Iwamoto

戸次圭介*** Keisuke Bekki

藤原道雄***** Michio Fujiwara



輸送指令室



駅の扱い所



旅客案内



保守作業風景

東京圏輸送管理システム 東京圏輸送管理システムは、各駅にコンピュータを設置して列車の運行管理を行う分散型運行管理システムの代表例である。首都圏19線区、300駅の輸送管理業務の革新を目指して開発を進めている。

各駅にコンピュータを設置して列車の運行管理を行う「分散型運行管理システム」は、

- (1) 駅の運行業務の高効率化が図れる。
 - (2) 高密度運行への対応が容易になる。
 - (3) お客様に対してきめ細かな情報サービスが行える。
 - (4) 段階的建設が容易で保守性・拡張性に優れる。
- といった多くの特長を持っている。

東京圏輸送管理システムは、この分散システムアーキテクチャの上に構築される本格的な広域分散型運行管理システムであり、首都圏の主要線区での輸

送管理業務の革新を目指すものである。対象駅数は300にものぼり、従来の運行管理システムの規模をはるかに超えた大規模システムである。

このシステムでは、指令業務、駅運転取扱業務の革新を図るだけでなく、新たに駅構内の入換作業管理、保守作業管理などの業務をシステム化している。また、電子連動装置として汎(はん)用コントローラを用いてフェールセーフを実現しており、連動変更などの設備の改修作業にも柔軟に対応できるようにしている。

* 東日本旅客鉄道株式会社 ** 日立製作所 大みか工場 *** 日立製作所 日立研究所 **** 日立製作所 システム事業部
***** 日立製作所 水戸工場

1 はじめに

列車輸送管理の第一の目的は、安全で快適な列車運行、すなわち列車を時刻表どおりに正確に運転させ、列車運行の乱れが発生したときにもできるだけ早く元の状態に復帰させることである。このため、大都市圏を中心に、通勤ラッシュ時の混雑緩和のさまざまな対策が試みられているが、運行管理システムの導入もその一つである。さらに日本国有鉄道の民営化後、お客様サービスのいっそうの向上と企業経営の革新の必要性から、「本線列車の運行管理」以外の業務の改善に対しても積極的な取り組みが図られつつある。

一方、コンピュータ技術、ネットワーク技術もオープン化、ダウンサイジング化の進展により、信頼性や拡張性に優れた自律分散システムの構築が容易となってきている。

このような背景のもと、駅を進路制御機能を持ったインテリジェントな情報拠点として、柔軟性に富んだ情報制御が行えるようにした分散型運行管理システムの導入が図られるようになってきた。ここでは、分散型の運行管理システムの特質と、代表例である東京圏輸送管理システムについて述べる。

2 新しい運行管理システム

2.1 運行管理システムの課題

運行管理システムでの課題を図1に示す。

輸送管理業務での課題

駅業務の革新

- 大規模な駅の運行管理業務の革新
- 構内入換作業、保守作業の効率化
- 案内サービス情報の充実

システム構成上の課題

広域で大規模な運行管理

- 情報量の制約からの解放
- 保守性・拡張性の向上

図1 新しい運行管理システムにおける課題

新しい運行管理システムには、従来型の運行管理システムにはないさまざまな課題の解決が必要である。

(1) 輸送管理業務における課題

従来は信号機制御の自動化が中心であったが、輸送管理業務全体の革新を飛躍的に進めるためには、

- 「進路数の多い大規模な駅の運行管理業務」、「駅構内入換作業」や「保守作業管理業務」の効率化
- 駅、運転区所への運転に関する情報やお客様に対する案内サービス情報の充実

といった課題を解決する必要がある。

(2) システム構成上の課題

複数線区にまたがる大規模な運行管理に対しては、

- 運行管理に必要な列車制御情報の充実と、駅や線区をまたがる運転・案内情報の流通の促進
- 駅システムの機能変更など、部分的な改修作業が

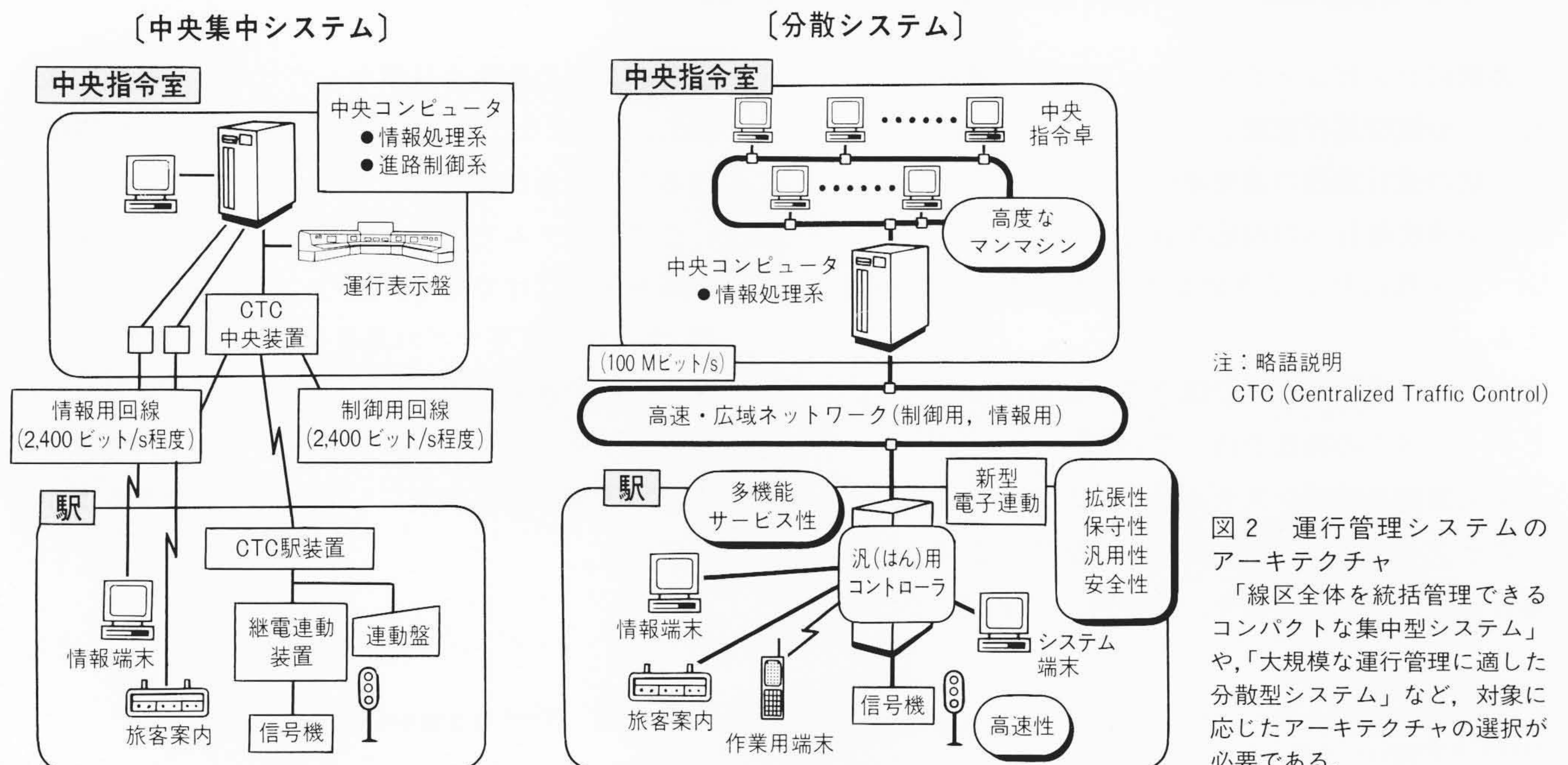


図2 運行管理システムのアーキテクチャ

「線区全体を統括管理できるコンパクトな集中型システム」や、「大規模な運行管理に適した分散型システム」など、対象に応じたアーキテクチャの選択が必要である。

全体システムに与える影響の排除

(c) システム化対象の駅の逐次追加，線区の拡張などのシステム段階的構築の容易化

など，単一路線が対象では隘(あい)路にならず，また従来型のCTC(Centralized Traffic Control)中心の集中型構成のままでは解決しにくいさまざまな課題がある。

これらの課題の解決には，システム化の範囲の拡充に加えてアーキテクチャを含めた技術革新が必要となる。

2.2 広域分散型運行管理システムのコンセプト

上記課題を解決する新しい運行管理システムは，次のような基本的考え方に基づいている。

- (1) 駅を制御の拠点とすることにより，「高密度運行に必要な制御の高速化」，「構内入換作業・保守作業管理のシステム化」を実現する。
- (2) 運転情報を高速な通信ルートでシステム全体に伝達することにより，的確な情報(遅延状況・運行状況)のタイムリーな提供を可能とする。
- (3) システム全体を自律分散システムとすることにより，「中央システム故障時の駅単独運転」および「駅ごと，線区ごとの段階的な使用開始」を可能とする。
- (4) 汎用コントローラでフェールセーフを実現し，連動変更などの改修作業にも柔軟に対応できるようにする。

集中・分散のアーキテクチャを図2に示す。

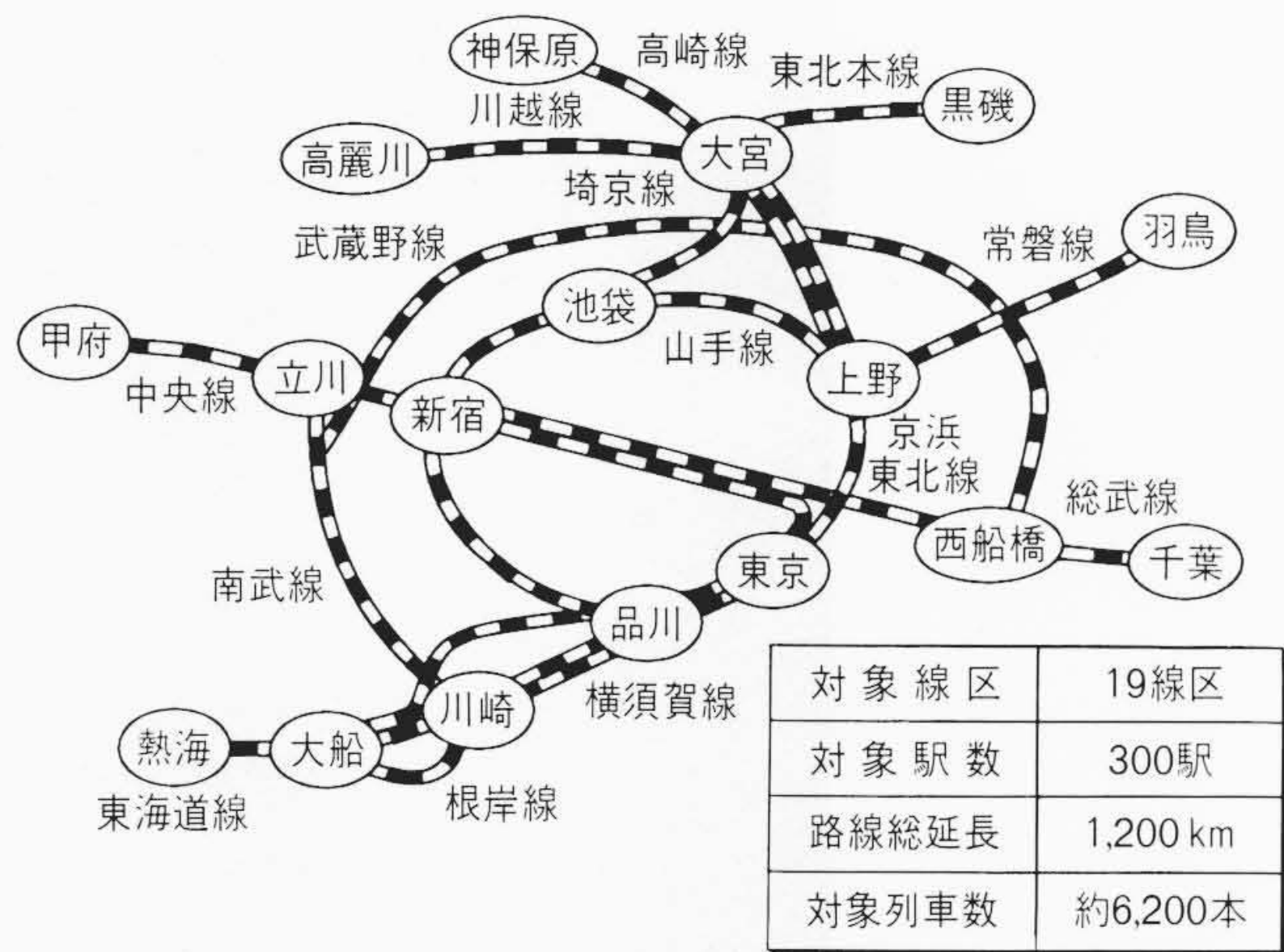


図3 東京圏輸送管理システムの対象範囲
東京圏輸送管理システムは，対象範囲が路線総延長1,200 km，300駅に及ぶ大規模な運行管理システムである。

3 東京圏輸送管理システムの概要

前章で述べた新しいコンセプトに基づいて構築中のシステムが，東京圏輸送管理システムである。

東日本旅客鉄道株式会社では，輸送管理業務の飛躍的改善とお客様へのタイムリーな情報サービスの提供を目指して，首都圏の主要線区に新しい輸送管理システムを導入する。導入範囲は図3に示すように，19線区，300駅，総延長1,200 km，取り扱う列車の数6,200本と従来の運

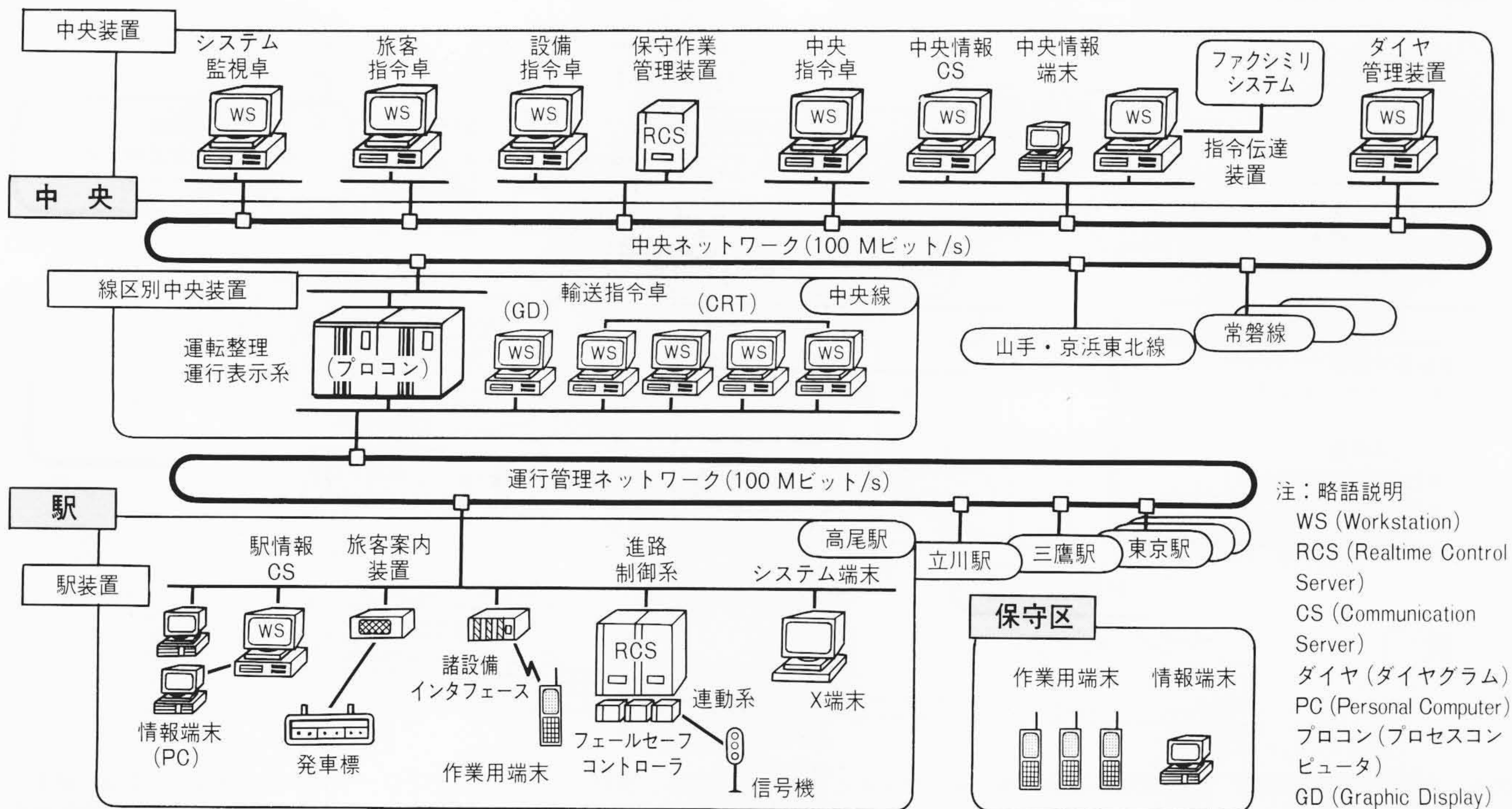


図4 東京圏輸送管理システムの構成 中央の装置，駅の装置は高速なLANで結合されており，大量な情報の交換が可能である。

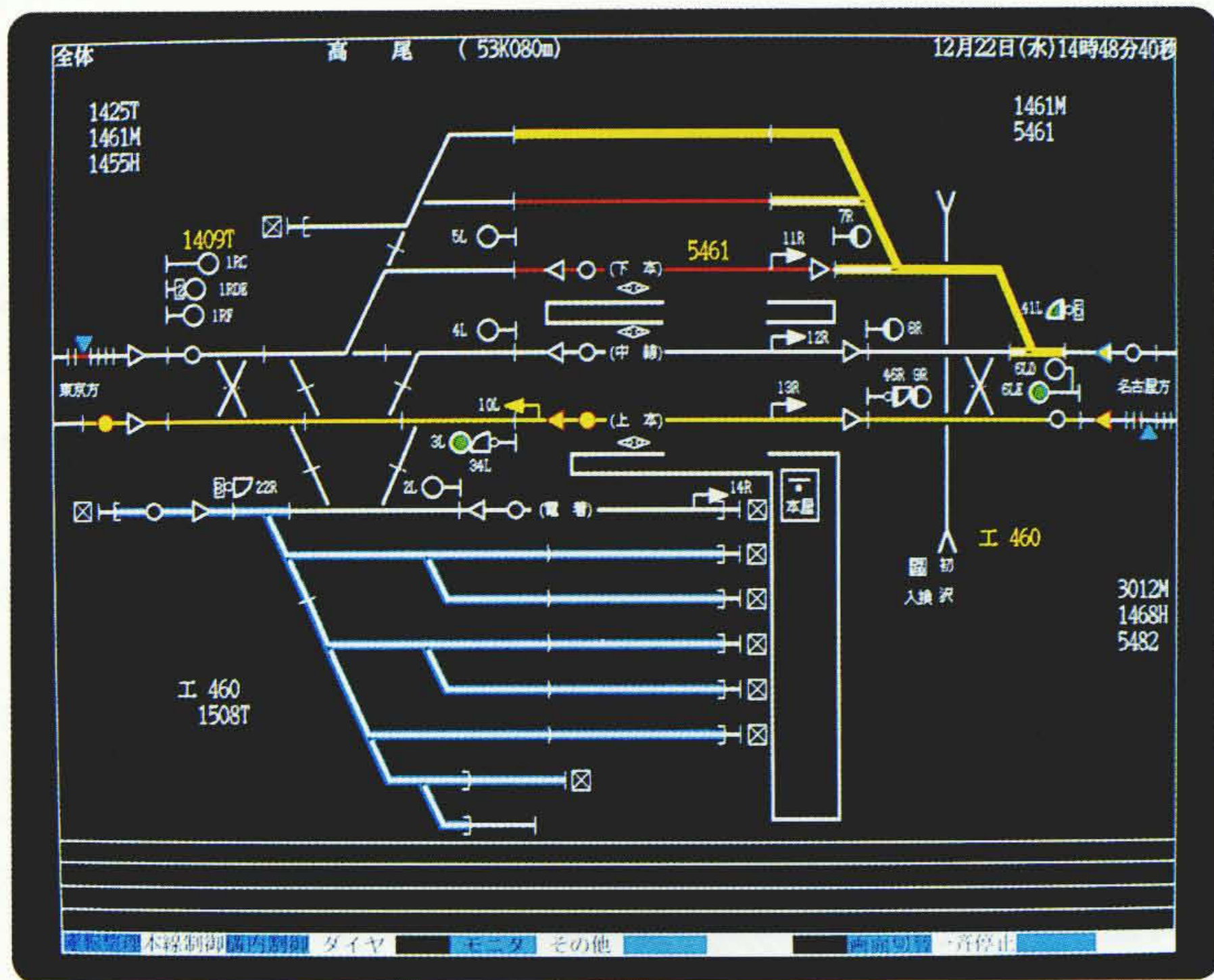


図5 連動画面
システム端末として高精細なX端末を使用し、列車在線状況や列車制御の状況をリアルタイムに表示している。
図中の軌道回路の細い黄色表示は鎖錠(進路予約)状態を、赤色表示は列車の在線状態を示す。またシアン(薄青色)の太線は保守作業の線路閉鎖状態を、黄色の太線は構内入換作業中を示す。
この連動画面は中央の輸送指令卓でも見ることができる。

行管理システムの規模を大きく上回っている。
このシステムはワークステーションベースのRCS (Realtime Control Server)、汎用のコントローラ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ計2,000台を高速のLAN(100 Mビット/s)で結んだ広域分散システムである。このシステムの全体構成を図4に示す。

4 東京圏輸送管理システムの主要機能と特徴

4.1 進路制御機能

列車ダイヤと列車位置をもとに、信号機を自動制御す

る進路制御機能は運行管理の中核機能である。このシステムでは、高密度運行に必要な制御の応答性を確保するため、進路制御機能を中央の装置ではなく、現場に近い「駅」に分散させる構成とした。ここでは中央から毎日送られてくる列車ダイヤ情報と、線区全体の運行状況を考慮した運転整理に基づいて列車の自動制御を行う。万一中央システムが故障した場合でも、駅がみずから保有する列車ダイヤに従って自律的に制御ができる方式とした。進路制御の状況を表示するシステム端末の画面(連動画面)を図5に示す。

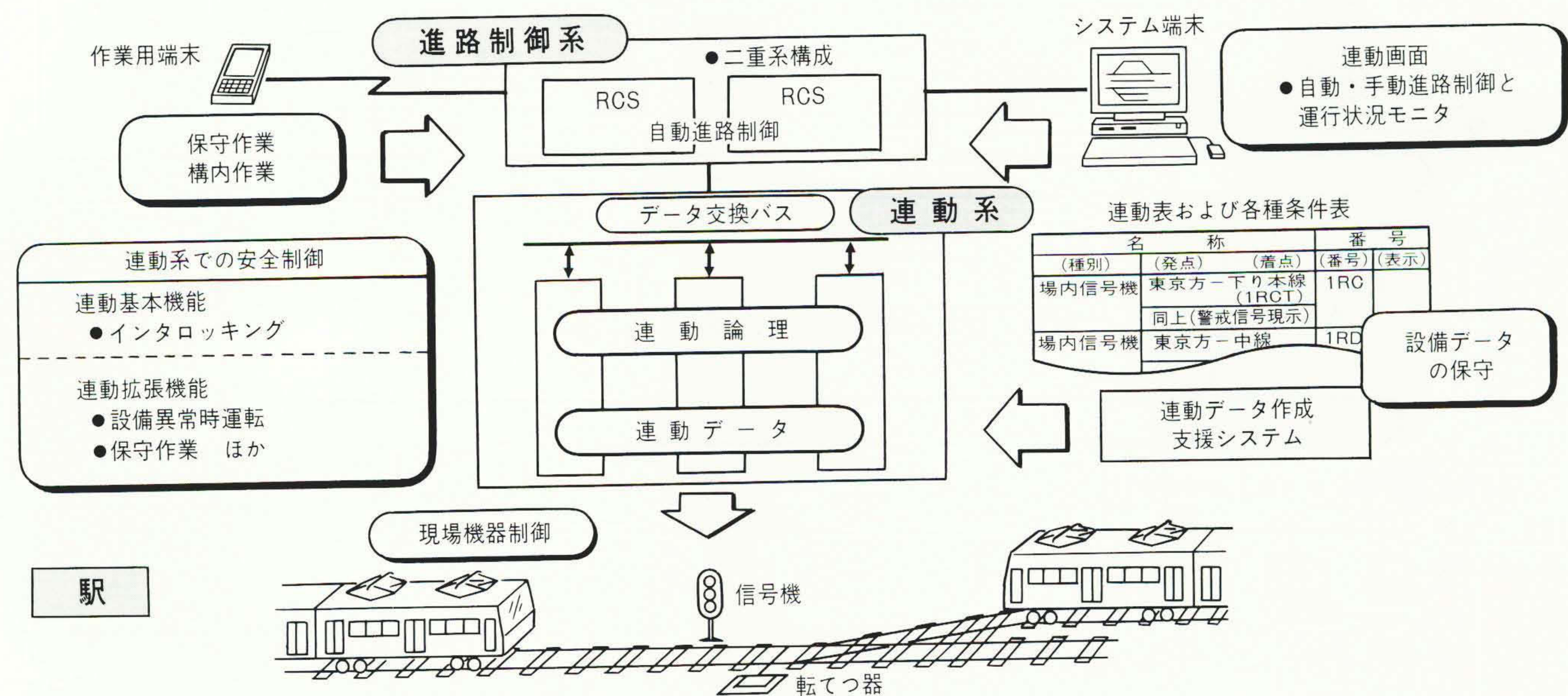


図6 新型電子連動装置 新型電子連動装置は進路制御系と連動系から成る。連動系は、汎用コントローラの三重系構成とし2 out of 3の多数決論理と専用の安全性機構によってフェールセーフを実現している。また、論理とデータを分離することにより、システムの保守性を大きく向上させている。

4.2 新型電子連動装置

電子連動は、列車の進路を安全に確保する信号保安装置である。これまでは、専用の電子回路でフェールセーフ性を持たせていた。また、継電連動装置のリレー論理をそのまま電子化して連動論理を実現していたため、新しい機能を付加することが困難であった。開発した新型電子連動装置は、連動系を汎用コントローラの三重系で構成し、データ交換バスを介した多数決照合(2 out of 3)を基本とした方式によってフェールセーフ性を実現した。汎用的なソフト開発手法が利用できることで、設備異常時運転、保守作業などの拡張機能の実現が容易になった。連動改修に対しては、連動データ作成支援システムのサポートによって、可能な限り変更手順の標準化を図り、保守性と信頼性を向上させている(図6参照)。

4.3 中央指令機能

従来の大型表示盤に代わり、線区全体の運行情報(列車の在線位置、遅延状況)を輸送指令卓のCRTにリアルタイム表示することにより、列車の運行状況の把握を行えるようにした。

列車ダイヤは輸送指令卓のGD(Graphic Display)に列車線(ダイヤすじ)で表示しているが、列車の種類で線種、線色を変えるなどのくふうによって視認性の向上を図っている(図7参照)。列車運行が乱れたときは、ダイヤすじを直接マウスで選択して順序変更、着発番線変更など

の運転整理を行えるようにしており、操作性を向上させている。

また、ファクシミリシステムとの接続により、運転整理内容を駅や運転区所に対しての指令伝達情報として送信することが可能で、輸送指令員の負担も軽減できる。

4.4 保守作業管理機能

保守作業は、安全・快適な列車運行を支えるために必要不可欠なものであるが、システム化が遅れている業務である。通常保守作業は、列車運行に影響を及ぼさない「列車間合い」(列車運行の合間)で実施される。列車ダイヤが乱れたときにも、「作業中は列車を絶対に進入させない」、また「列車が進入してくるときは作業を着手させない」ことにより、作業員および列車運行の安全を守るとともに列車ダイヤへの影響を最小限にすることが重要である。

従来は列車の通過を作業員が駅に電話などで確認していた。開発した保守作業管理システムでは、作業員が直接、携帯可能な作業用端末から無線(あるいは有線)で作業開始および終了要求を行う。開始・終了と信号機制御との間のインタロックは、新型電子連動装置の「連動系」がとっている(図8参照)。

4.5 構内作業管理機能

構内作業管理機能は、本線の運転に直接関係しない構内運転、入換作業を管理するものである。従来は入換作

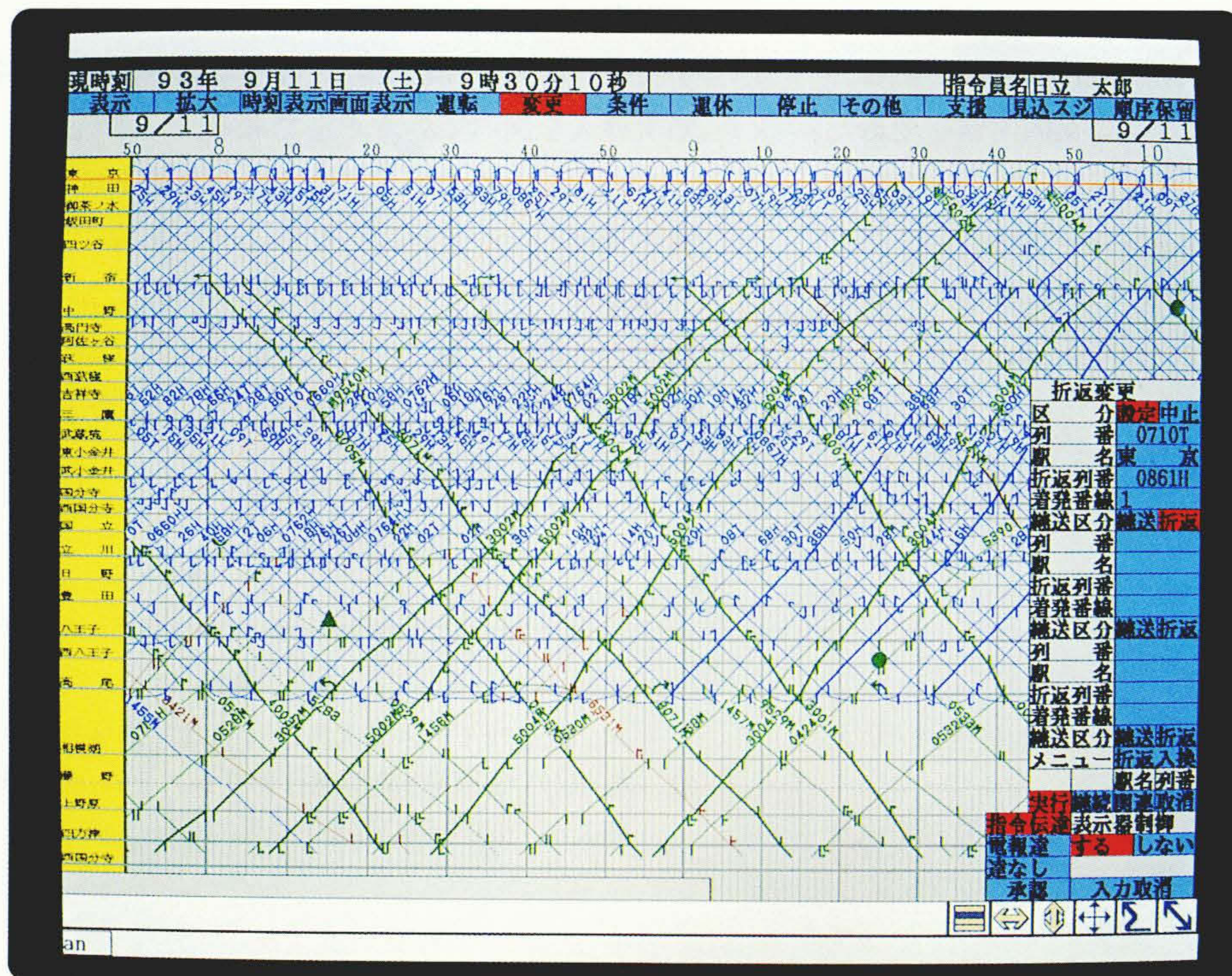


図7 輸送指令卓GD画面

ラッシュ時間帯の中央線の列車ダイヤを示す。列車の運行計画を「すじ」で表示し、マウスを主体にこの「すじ」を直接操作して運転整理を行う。高密度線区に対する運転整理が的確に行える。

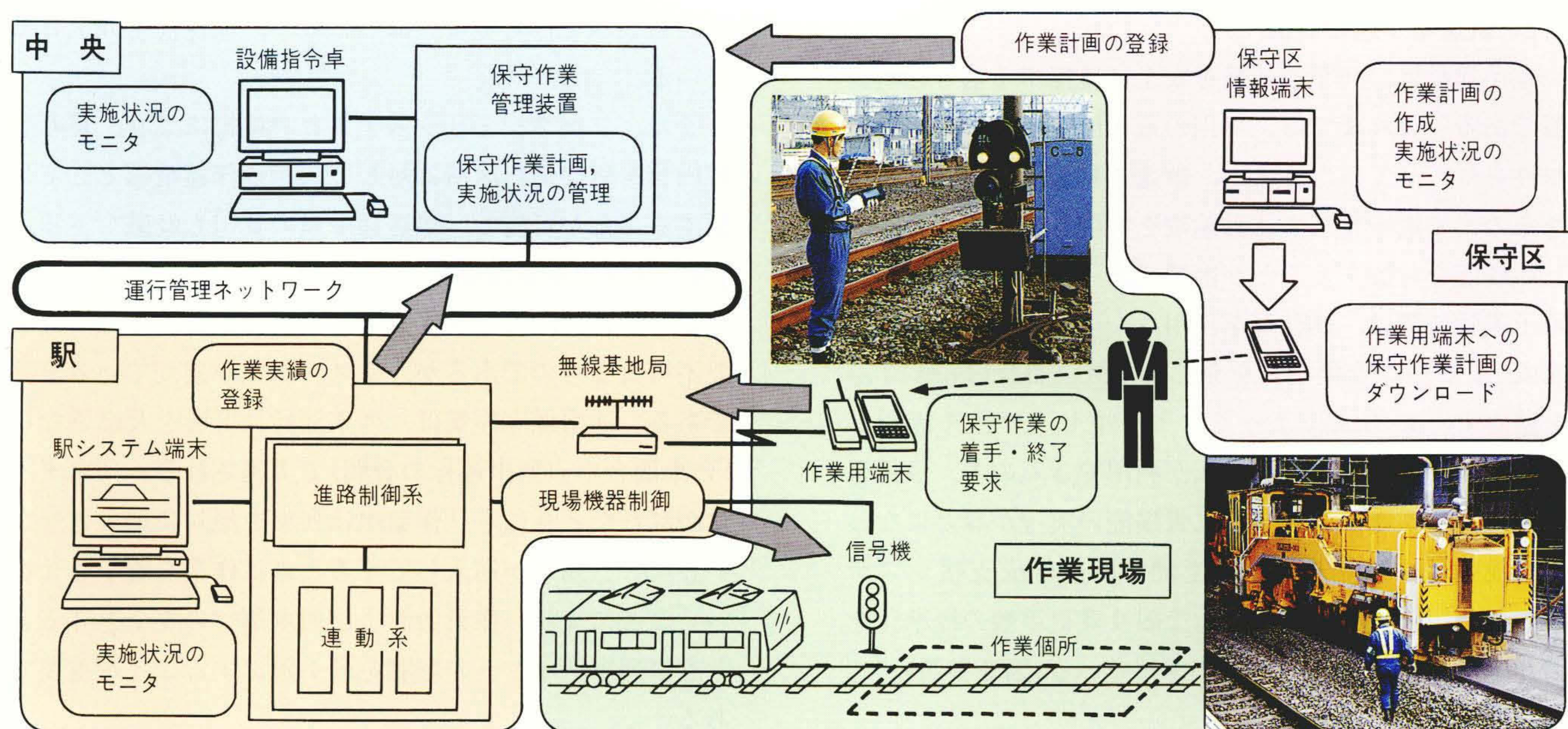


図8 保守作業管理システム 誤るとフェールアウトに至る可能性のあるすべての制御を、フェールセーフな「連動系」で処理させることにより、保守作業の安全性確保を図っている。

業担当者が連動装置の信号扱い所に構内電話などで進路要求して作業を行っていた。このシステムでは、作業者自身が作業用端末の操作で直接進路構成を要求し、入換信号機、入換標識を自動制御するので、駅運行业務の効率が大幅に向上する。

4.6 旅客案内・情報サービス機能

旅客案内機能は、各駅のココンコース、プラットフォームに設置される発車標(出発案内)に対する表示や案内放送を、列車の運行状況に応じて自動的に行うものである。列車の種類(特急列車、普通電車)別に案内内容を変えたり、また各駅の特性を生かした案内を行うなど、きめ細かな旅客案内を可能としている。事故発生時には、指令の入力したメッセージを必要な駅に一斉に伝達して速やかに案内表示するなど、異常時の旅客案内の改善も図っている。

また、各駅に設置される情報端末のモニタ機能により、関連線区の列車運行状況(列車の位置、遅延状況)を駅員

に提供することを可能としている。

5 おわりに

ここでは、鉄道での新しい運行管理システムの形である分散型運行管理システムの考え方と特長、およびその代表例の一つである東京圏輸送管理システムの主要機能について述べた。

現在、基本となる駅システムと中央システムが完成し、中央線に導入を開始したところであり、各駅、各線区へ順次導入を図っていく予定である。

このシステムの導入により、東京圏全域の輸送管理業務の飛躍的な改善が図られることが期待できる。

今後とも「ユーザーの使い勝手の向上」、「システム化範囲の拡大」について検討を加え、より安全で効率の良い運行管理システムの実現を目指して研究・開発を進めていく考えである。

参考文献

- 1) 岩本：東京圏輸送管理システム、鉄道と電気技術、Vol. 3, No.6, 19~23(平4-6)
- 2) 解良、外：新型PRC装置による分散型運行管理システ

ム、鉄道サイバネ論文集、173~176(平4-12)

- 3) 北原、外：広域分散型運行管理システム、計測と制御、32巻7号、590~594(平5-7)