

鉄道運行管理システム(事例)

New Traffic Control Systems

栗原和男*

Kazuo Kurihara

石川耕介***

Kousuke Ishikawa

片平正樹**

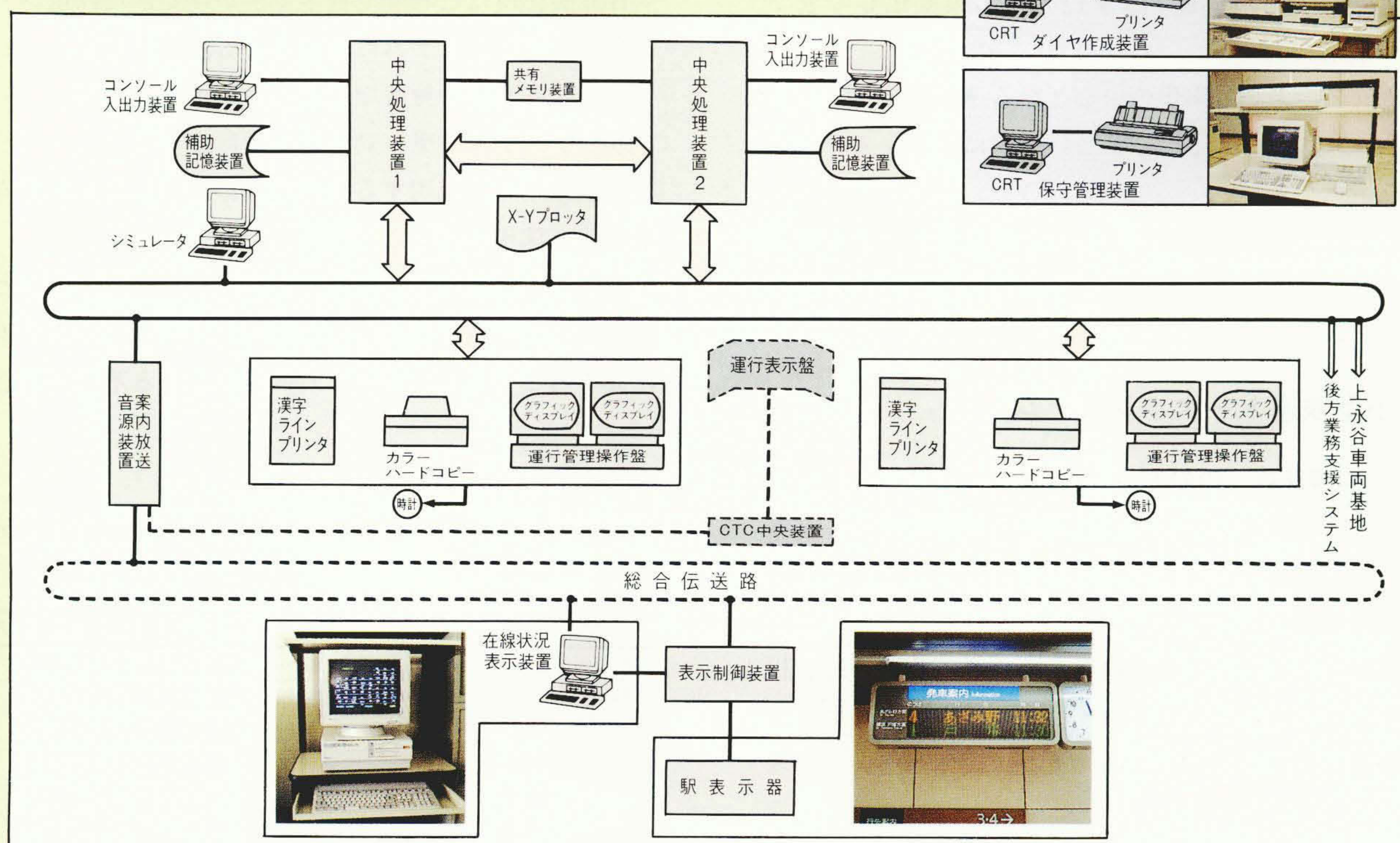
Masaki Katahira

今井 隆****

Takashi Imai



運輸司令所運行管理司令卓



注：略語説明 CTC (Centralized Traffic Control ; 列車集中制御), ダイヤ (ダイヤグラム)

横浜市交通局納め地下鉄1・3号線運行管理システム 運行管理システムおよび司令員支援装置・ダイヤ作成装置・保守管理装置の組み合わせにより、円滑な列車運用と適切な旅客案内サービス、運転司令業務の高度化を実現した。

列車運行の中心となる運行管理システムは、鉄道に対する輸送需要の増大に伴い、高効率輸送実現のためにその重要性がますます高まっている。

一方、鉄道システムは安全性・高効率輸送・旅客サービスをバランスよく保ちながら輸送需要の増大に対応しつつあり、巨大化・複雑化している。

このような状況で、現有資源を有効活用し効率の

良い運行とサービスの向上を実現する新しい構成の運行管理システムが稼動を開始した。

新しく運行管理システムの適用範囲が拡大することにより、従来は指令員の経験に頼っていた指令業務が効率化し、より高度な判断に基づく円滑な列車運行と適切な旅客案内サービスが実現できるようになった。

* 日立製作所 水戸工場

** 日立製作所 大みか工場

*** 日立製作所 システム事業部

**** 日立製作所 交通事業部

1 はじめに

都市での鉄道は、日々増大する輸送需要への対応を強く迫られており、輸送効率の向上が最大の課題になっている。鉄道に対するニーズは、基本的には安全・正確・高効率・旅客サービスの四つであり、路線規模の大小にかかわらずすべての鉄道に要求されるものである。輸送効率向上への対応もこれら四つの要件をバランスよく満たしたものでなければならない。

また鉄道システムは、年々多様化・高度化するニーズに対応するためにますます巨大化・複雑化してきている。

鉄道システム高効率化の中心となる運行管理システムも、ニーズにこたえるべく新しい構成によるシステムが稼動を始めた。

ここでは、小規模路線に適した小型鉄道トータルシステム、および大・中規模路線対応の運行管理システムの事例について述べる。

2 小型鉄道トータルシステム

2.1 小規模路線への対応

先に述べた鉄道システムの巨大化・複雑化の内容を整理すると、次の3点にまとめられる。

(1) 線路規模の拡大

早朝から深夜まで大量の輸送需要をさばくために、相互乗り入れ、特急・急行・快速など複数の列車種別による列車運行が要求されることにより、設備が増大し管理

範囲が拡大し続けている。

(2) 情報収集量の増大

列車運行スケジュールの変更がもたらす社会的影響がますます大きくなってきているため、関連する列車の情報を迅速かつ正確に把握し運行を監視できるように、情報収集量が増大しつつある。

(3) 指令判断業務の複雑化

列車運行をスムーズに行うための指令判断業務は、線路規模の拡大・高度な指令判断の要求と情報収集量の増大によって、複雑化の一途をたどっている。

日立製作所はこれまで数多く手がけてきた鉄道システムを見直し、システムに要求される課題として、

(a) より高度で複雑な運輸指令業務への対応

(b) システム構築高効率化への対応

を実現すべく、適用する路線規模に対応したシステム構築手法を採用することとした。

特に一定規模以下の路線では、運行管理システムと施設管理システムを統合した小型鉄道トータルシステムを建設することとし、システムに要求される基本的機能の

表1 泉北高速鉄道における制御対象規模

平成7年の和泉ニュータウンへの延伸によって制御対象規模が拡大する。

項 目	現状(平成5年4月)	将来(平成7年4月)
路 線 長	12.1 km	14.3 km
総駅数(制御駅数)	6 駅(3 駅)	7 駅(4 駅)
列 車 本 数	500本/日以内	500本/日以内
同時在線列車本数	32本以内	32本以内
ダイヤ	4種(平日, 休日, 予備1, 予備2)	4種(平日, 休日, 予備1, 予備2)
列 車 種 別	4 種	4 種
旅 客 案 内	放送出力4 駅, 案内出力4 駅	放送出力5 駅, 案内出力5 駅
変 電 所 数	2	2
電 気 室 数	6	7
開 閉 所 数	1	1

表2 泉北高速鉄道総合管理システムの機能概要

運行管理・施設管理に必要な機能をバランスよく組み込んだ。

	実施機能の内容		実施機能の内容
運 行 管 理	列車追跡	施 設 管 理	電気室監視
	進路制御		変電所監視・制御
	ダイヤ管理		デマンド監視
	実績記録		スケジュール制御
	運行表示		故障復旧制御
	運転整理		計画停送電制御
	ダイヤ作成		実績記録
	旅客案内放送		設備機器監視・制御
	旅客案内表示		防災機器監視

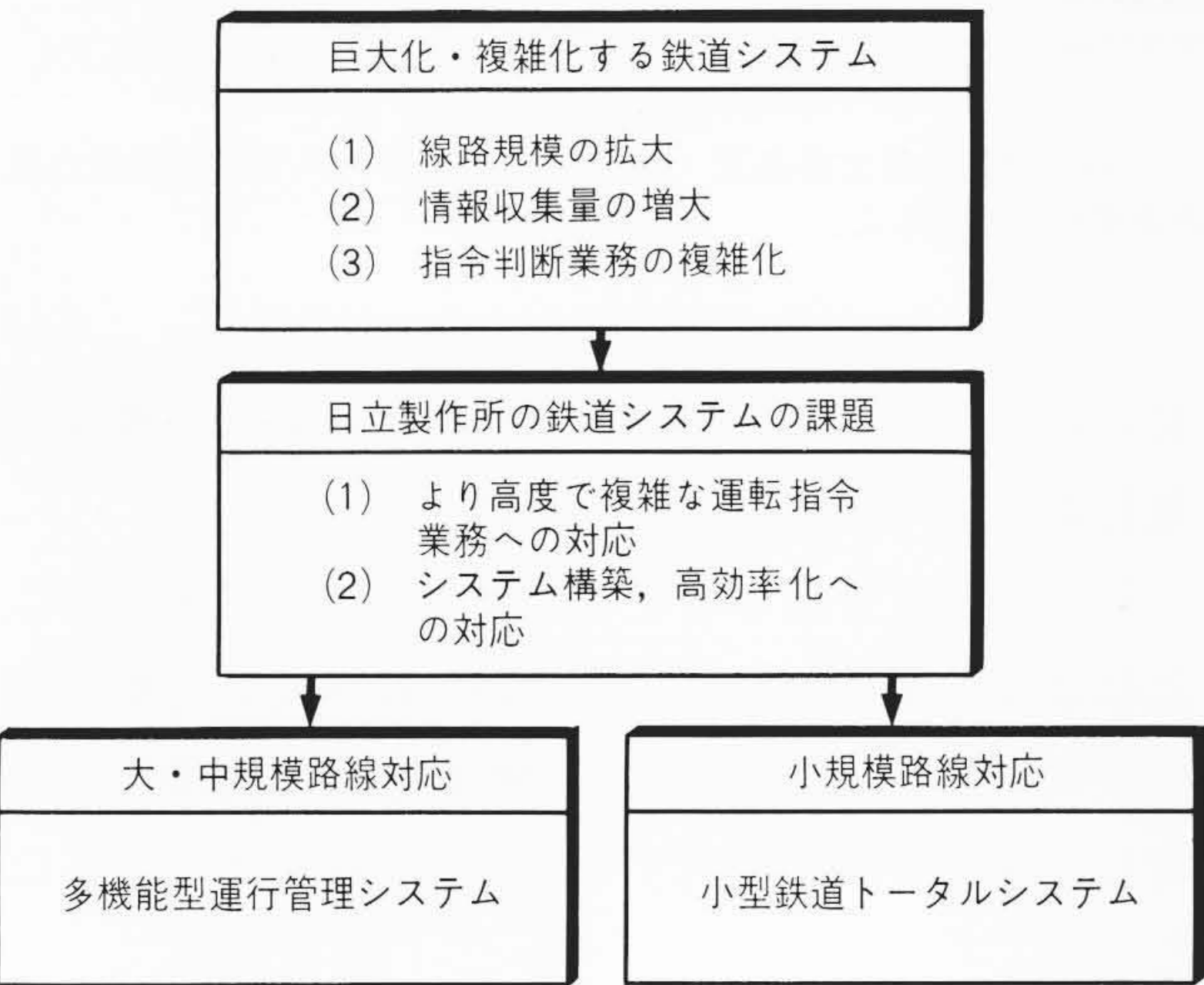


図1 小型鉄道トータルシステムによる対応

システムに要求される基本的機能の絞り込みを行って、小規模路線に適したセミカスタムメイドによるシステム構築を実現する。

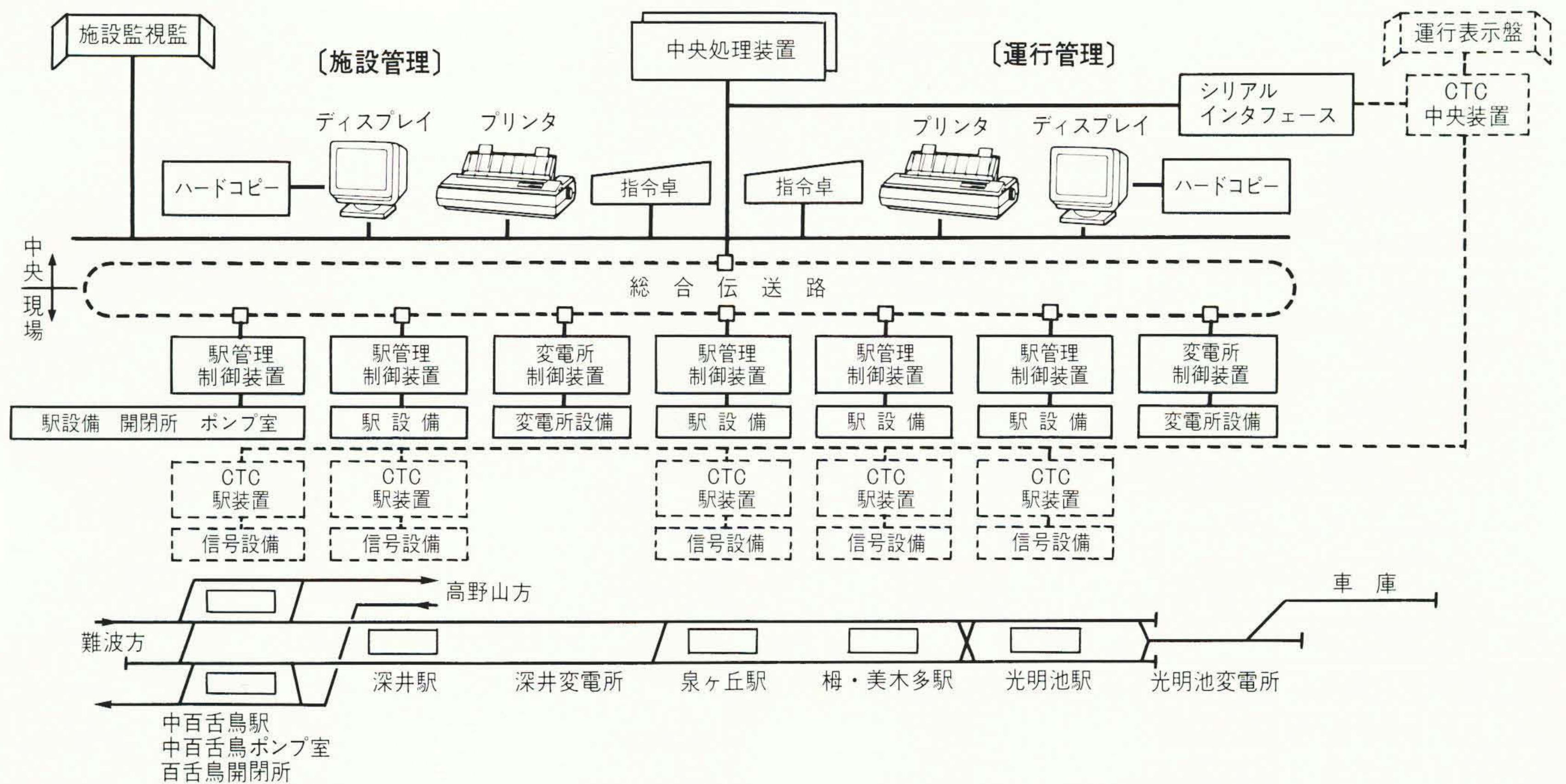


図2 泉北高速鉄道総合管理システムの構成 中央は運行管理と施設管理を統合し、現場とは独立した伝送系を持つシステム構成である。

絞り込みを行い、セミカスタムメイドによるシステム構築を実現する(図1参照)。

具体的な事例について次に述べる。

2.2 泉北高速鉄道総合管理システム(大阪府都市開発株式会社納め)

大阪府都市開発株式会社・泉北高速鉄道は、大阪都心部から南へ約25 kmの堺市・和泉市にまたがる、大阪府が開発した面積1,557 ha、人口16万人を擁する泉北ニュータウン鉄道である。接続駅の「中百舌鳥」で南海電気鉄道株式会社・高野線と相互乗り入れし、現在は和泉ニュータウンへの延伸工事が行われている路線である。

2.2.1 システム概要

制御対象規模を表1に、実施機能を表2に示す。

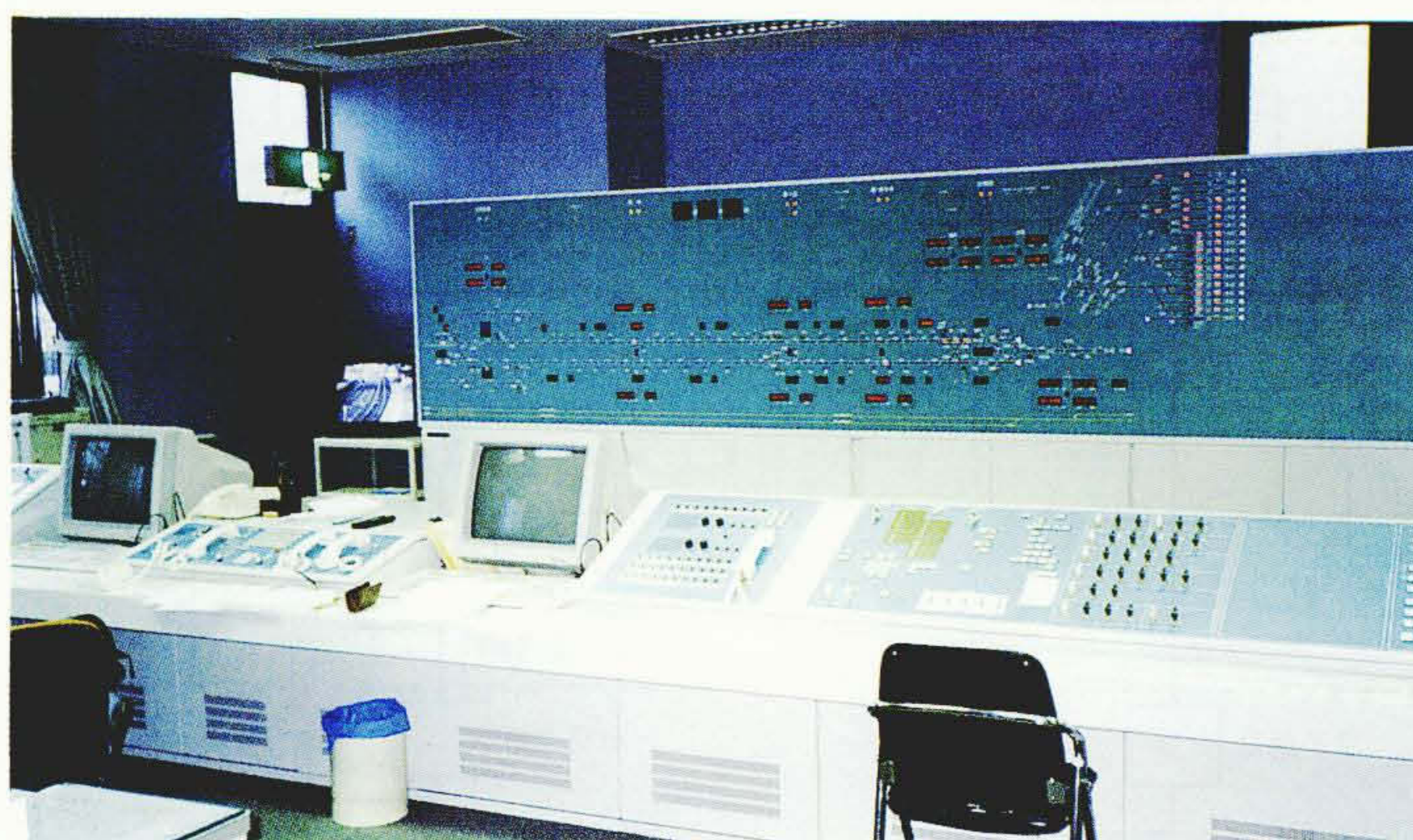
路線規模に適した制御内容を実現できるよう、運行管理および施設管理の各機能をバランスよく組み込んだシステムとなっている。

2.2.2 特長

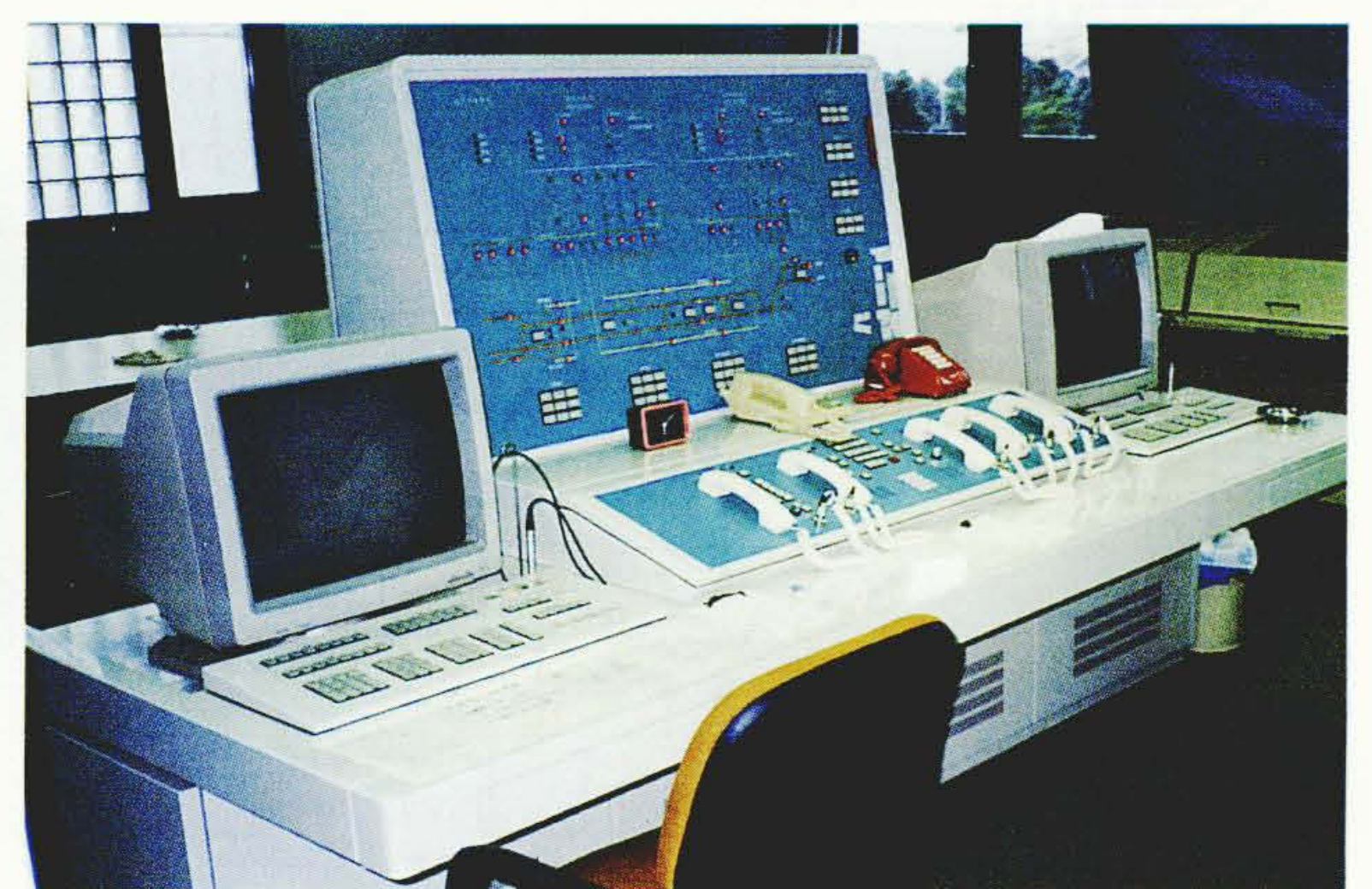
(1) 運行管理と施設管理を統合化

システム構成を図2に示す。

中央側は、計算機を二重化した集中型アーキテクチャを採用し、運行管理システムと施設管理システムの2種のアプリケーションソフトが並行動作する。



(a) 運転指令所



(b) 施設指令所

図3 泉北高速鉄道運転指令・施設指令の概観 各業務に対応し、コンパクトで使いやすいレイアウトを実現した。

現場側との接続は、運行管理がCTC(Centralized Traffic Control：列車集中制御)を、施設管理が総合伝送路(光LAN)をそれぞれ使用し、独立したシステムを構成している。

運転指令および施設指令の概観を図3に示す。

(2) 施設管理に適した分散型制御装置

施設管理の現場端末である駅管理制御装置と変電所制御装置は、総合伝送路とのインタフェース管理を行う制

表3 阪和線運行管理システムの制御対象規模
運行形態が多岐にわたっているので、列車種別によって制御内容との対応づけを行う。

項 目	規 模
路 線 長	61.3 km
総駅数(制御駅数)	45駅(20駅)
列 車 本 数	1,500本/日以内
同時在線列車本数	90本以内
ダ イ ヤ 種 別	4種(平日、休日、土曜、その他)
列 車 種 別	64種
旅 客 案 内	45駅以内

御モジュールと各設備とのインタフェース管理を行う端末モジュールとを組み合わせた構成としている。制御モジュールと端末モジュールはおのこの標準化されており、制御対象設備の増減には端末モジュールの数を増減することによって対応できる。

(3) 相互乗り入れ対応

旅客案内放送および旅客案内表示は、直通運転列車の行先を制御出力するようにダイヤ(ダイヤグラム)情報を構成しており、運転整理の結果が直接制御内容に反映されるようにしている。

3 大・中規模対応の多機能型運行管理システム

大・中規模路線では、より高度で複雑な運転指令業務への対応を可能にするために指令員支援機能を拡充し、後方業務システムと連携した多機能システムとしている。西日本旅客鉄道株式会社・阪和線(以下、阪和線と言う。)の対象規模を表3に示す。

3.1 阪和線の運行管理システム

阪和線は、運転される列車本数がきわめて多く、列車種別も特急・快速・普通があり、特急「くろしお」号が京

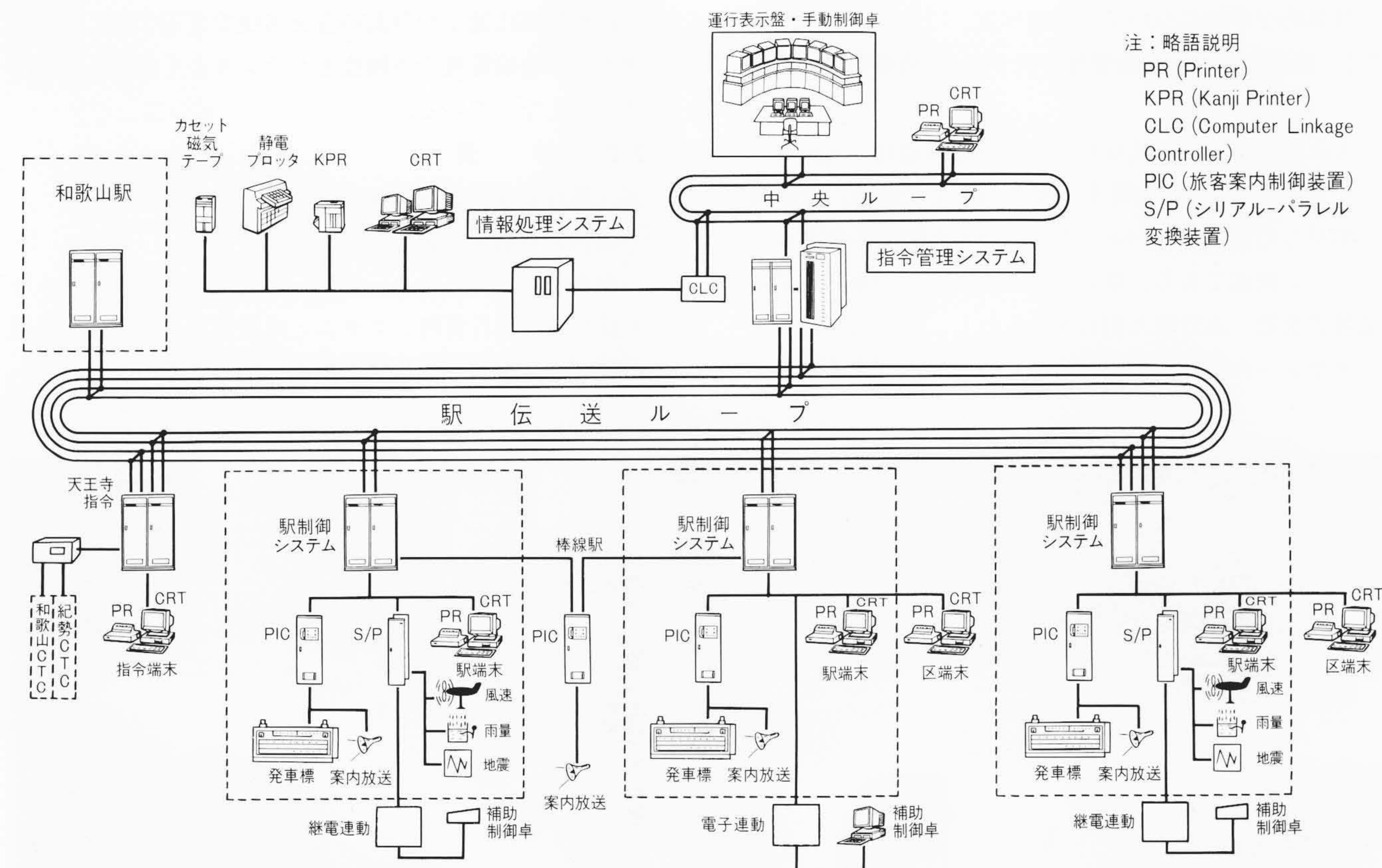


図4 阪和線運行管理システムの構成
指令管理システムと駅制御システムを汎用メタルケーブルによって接続した駅自律分散方式である。

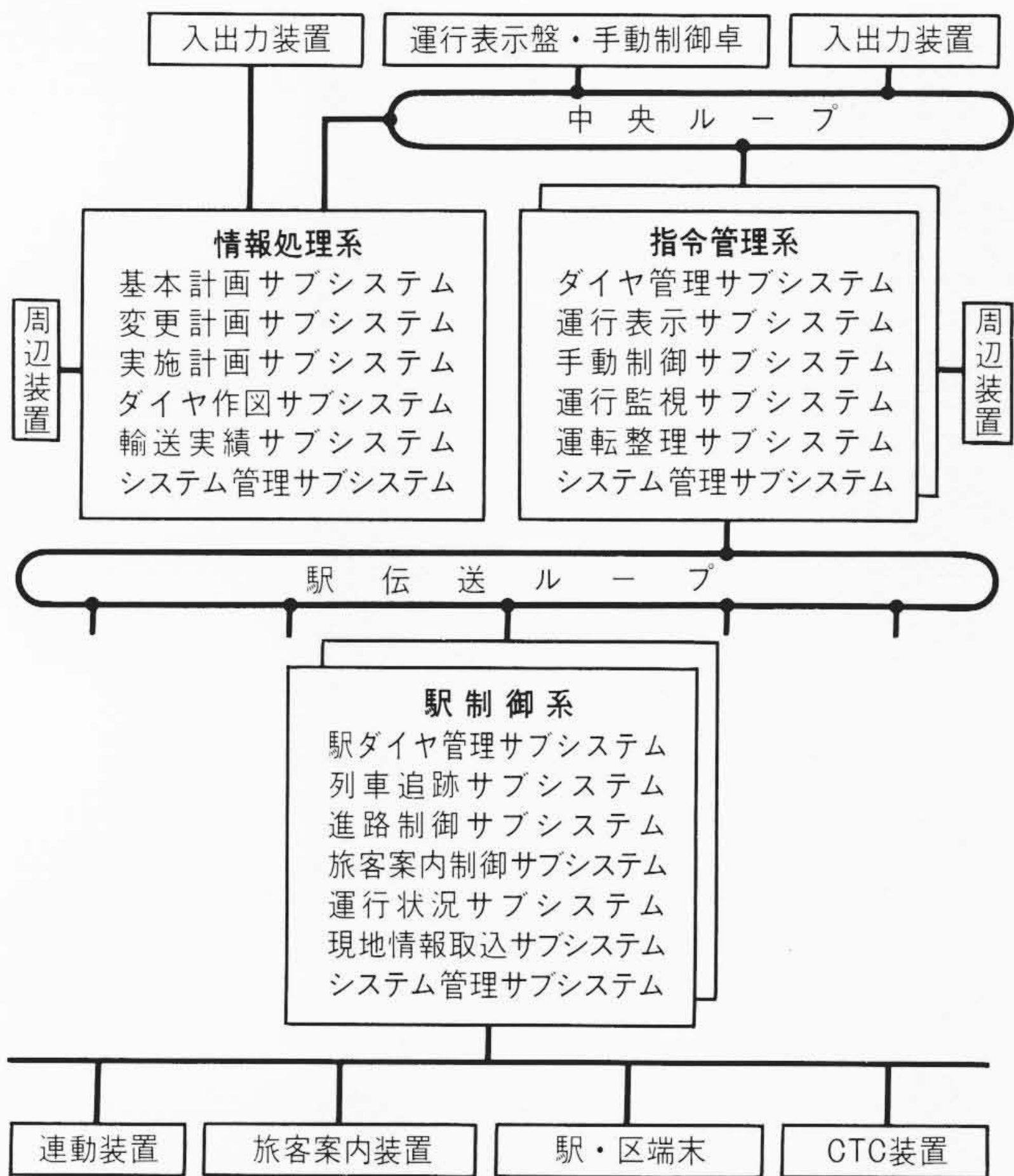


図5 阪和線運行管理システムのソフトウェア構成
中央の情報処理系と指令管理系はデータ処理を主とし、各駅の
駅制御系で制御処理を行う構成である。

都駅・新大阪駅に乗り入れし、さらに平成6年9月からは関西空港へも列車が運転されるなど、運行形態が複雑多岐にわたる路線である。また、アーバンネットワークを形成する都市近郊ベッドタウンを結ぶ重要な通勤路線でもある。

3.1.1 システム概要

システムの基本的な構成は、高速処理・高稼働率の確保および設備・機能変更に伴う改修の影響を勘案した、駅自律分散方式である(図4参照)。

3.1.2 特長

(1) 指令業務と後方業務を分割

中央システムは、輸送指令卓による日々の運行監視・運行把握・判断・指令を行うための指令管理システムと、ダイヤ作成を主体とする後方業務を行うための情報処理システムの二つのシステムで業務を分担している。

(2) メタルケーブルによる汎(はん)用分散ネットワーク

天王寺駅～和歌山駅間の各制御駅には、駅制御システムを分散して配置し、中央システムとはメタルケーブルによる汎用の分散ネットワークで結合し、情報の授受を行いながらおのおのが自律して制御を行うようにしている。

また、和歌山駅は阪和線の一方の端末駅であり、さらに西日本旅客鉄道株式会社・きのくに線と和歌山線への

分岐駅であり、かつ直通運転列車もあることから、他の駅制御システムとは別に駅単独の集中型サブシステムを構成し、自律分散システム内の一つとして運転している。

(3) ソフトウェア機能の分散

図5に示すように、ソフトウェアは駅自律分散方式に対応し、指令管理系・駅制御系・情報処理系に機能分散した構成としている。

3.2 横浜市地下鉄1・3号線運行管理システム(横浜市交通局納め)

横浜市地下鉄1・3号線運行管理システムは、新横浜駅～あざみ野駅間延伸に伴い従来のシステムをリプレースし、大幅に機能を強化したものである(表4参照)。

3.2.1 システム概要

システムの基本構成は、中央の計算機を二重化した集中型アーキテクチャを採用し、現場との接続はCTCと総合伝送路を併用している。

3.2.2 特長

(1) 司令員支援機能の拡充

操作卓に音源を組み込み、警報を音声メッセージで出力し、また高精細グラフィックディスプレイを採用し、スピーディで高度なマンマシンコミュニケーションを実現した。在線状況モニタ画面表示例を図6に示す。

車両故障や関連設備異常発生時の対応を、あらかじめ用意した知識ベースによって支援する司令員支援装置を併設し、迅速かつ確実な対応による復旧を図っている。

(2) 保守管理データの蓄積

運行管理システムの運転記録・入出力データを収集し、データベースとして活用できるように、保守管理装置を設置した。

(3) 在線状況表示

管区駅および保守区にはパーソナルコンピュータによる在線状況表示装置を設置し、中央からのデータによ

表4 横浜市地下鉄1・3号線運行管理システムの制御対象規模
将来の路線延伸、旅客案内の拡充にも対応できるシステムとした。

項目	規模
路線長	33.0km
総駅数(制御駅数)	27駅(27駅)
列車本数	360本/日
同時在線列車本数	55本
ダイヤ種別	4種(平日、休日、土曜、予備)
列車種別	4種
旅客案内	放送出力27駅、案内出力4駅

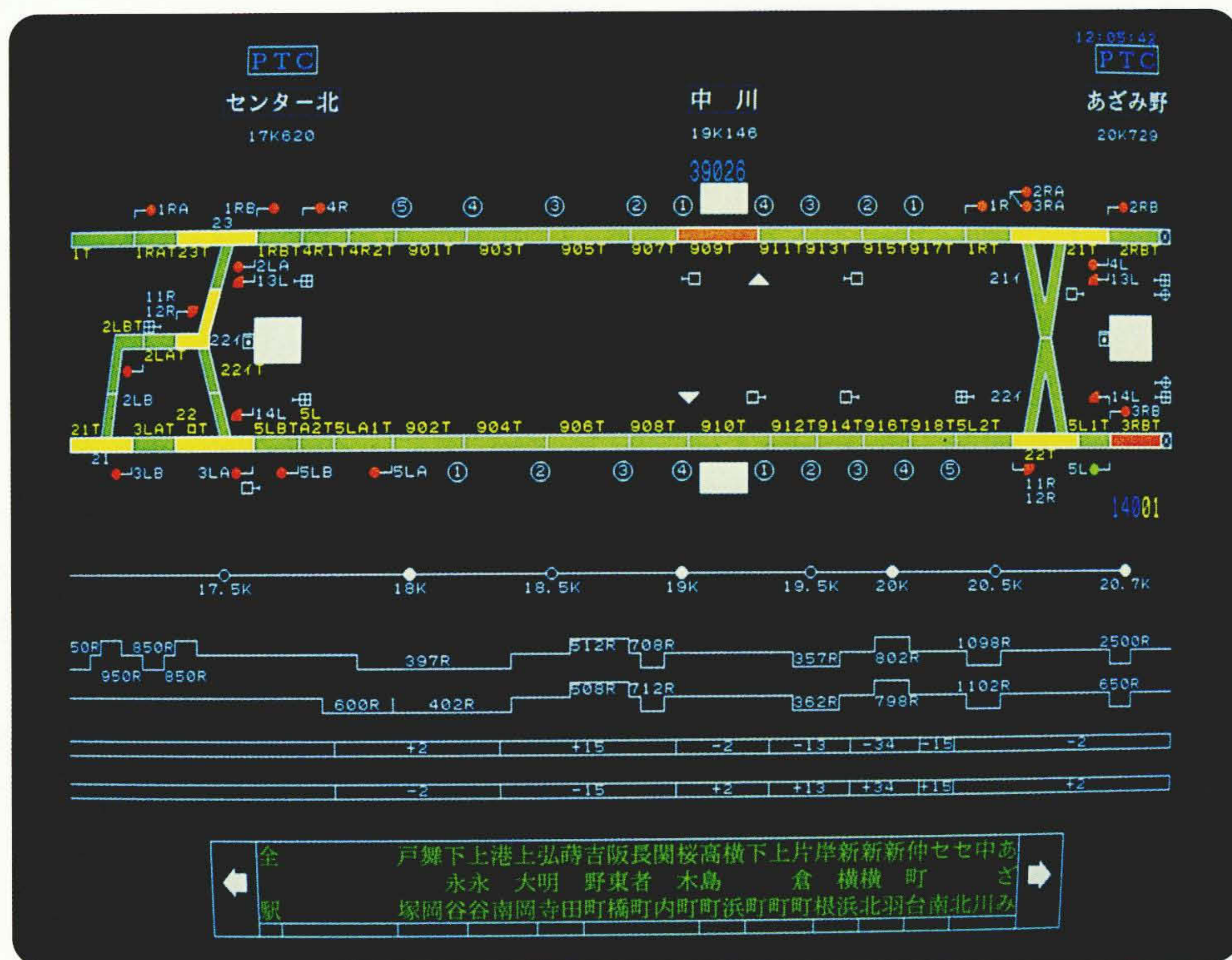


図6 在線状況モニタ画面の表示例 横浜市地下鉄1・3号線運行管理システムのグラフィックディスプレイ画面表示例を示す。

て、在線状況・運行状況・機器状態をモニタできるほか、オフライン切替時、汎用ソフトによって鉄道OA化業務にも役立てることができるようにしている。

4 おわりに

以上、新しいシステム構成による運行管理システムの適用状況と事例について述べた。

運行管理システムは、鉄道を円滑に運営する中核システムとしての役割がますます重要になってきており、シ

ステムに要求される信頼性・機能・性能が高度化する一方である。

また、ワークステーションを中心とするダウンサイジングの流れを活用した別の角度からのアプローチも進められており、21世紀に向けた新しい鉄道システムの研究も盛んである。

日立製作所は、これらの新技術を早期に実用化し、より優れた運行管理システムの実現に向けて努力していく考えである。

参考文献

- 1) 門野, 外: 最近の運行管理システム, 日立評論, 73, 3, 281~288(平3-3)
- 2) 西野, 外: 阪和線運行管理システムについて, JREA, 36, 8, 21911~21915(1993)
- 3) 藤岡, 外: 横浜市地下鉄第二次運行管理システム, 第30回サイバネ, 312, 206~210(1993)
- 4) K. Mori, et al.: "Proposition of Autonomous Decentralization Concept," J. of IEE Japan, Vol.104, No.12, 1984, pp.303~310(Japanese)
- 5) K. Mori, et al.: "Autonomous Decentralized Software Structure and its Application," Proc. of FJCC '86, Dallas, Nov. 1986, pp.1056~1063