

交通システムにおける計算機制御システム

Computer Control System for Transportation System

鉄道をはじめとする交通機関への自動化システムの導入は輸送力の増強、省力化による収益の向上、利用客サービスの向上などを目的として積極的に行なわれている。鉄道と道路交通分野に焦点を当て、交通機関の管理、制御システム(交通システム)として求められる機能及び計算機制御システム構成について述べる。

交通システムの特長は制御範囲が広域化することと高信頼性が要請されることであり、これに対処するための、高信頼度、モジュール構造形制御用計算機HIDIC 80によるシステム構成を示し、鉄道、及び道路交通での実施例と開発中の新交通システムへの応用について述べる。

久保 裕* *Kubo Yutaka*
小渕 要** *Obuchi Kaname*
田畑 彰*** *Tabata Akira*
武井謙次**** *Takei Kenji*
三森定道***** *Mitsumori Sadamichi*
奈良明直***** *Nara Akinao*

1 緒 言

鉄道、道路を中心に輸送能力と効率の向上を図るため、計算機制御システムの導入が積極的に行なわれている。交通管理制御システムの特長は、

- (1) 制御範囲が広域に及ぶこと。
- (2) 公共社会を対象としたシステムであり、高信頼度であること。
- (3) 輸送手段の自動制御と集中運行管理及び保守・設備管理を含むトータル システムを指向していること。

などであり、その実現のためには柔軟性、拡張性、及び高信頼性を持っている計算機制御システムを中核とし、広範なシステム技術の裏付けに基づくシステム開発を必要とするものである。図1に運転制御と管理のための総合的な情報処理システムの機能と構成を示す。

本稿は広域化と高信頼度に対応するための計算機システムの構成方法とその具体的実施例について述べる。

2 広域化に対応する計算機制御システム

交通システムの大きな特長は、まずその監視、制御範囲が線から面へと、地域的な広がりを持つことである。また一つの交通機関を運営していくには、乗務員、車両、旅客サービス、電力管理など現場諸機関を有機的に結合することが効果的である。これら広域化、トータル システム化を指向する交通システムに対応する計算機制御システムの構成方法について述べる。

鉄道での運行管理を行なうための、計算機制御システムの構成と機能分担例を図2に示す。各ローカル ステーションと中央の運転指令所との間は通信回線で結合し、車両の動きの監視と制御を行なう。これにより中央集中制御ができると同時に、各ステーションでも中央からの情報により前後の車両の状況を把握することができる。また小規模な構内輸送機関で10～15kmの範囲の場合には、DFW(データ フリーウェイ)を用い同軸線1本で結合する。DFWに結合したCRT(ブラウン管ディスプレイ)、T/W(タイプライタ)は乗務員室、各種設備管理室及び利用者へのサービスなど構内各所に設置するものである。

次に広域化の問題として、複数線区にまたがる運行管理システムについて述べる。貨車ヤード、コンテナ ヤードなどは

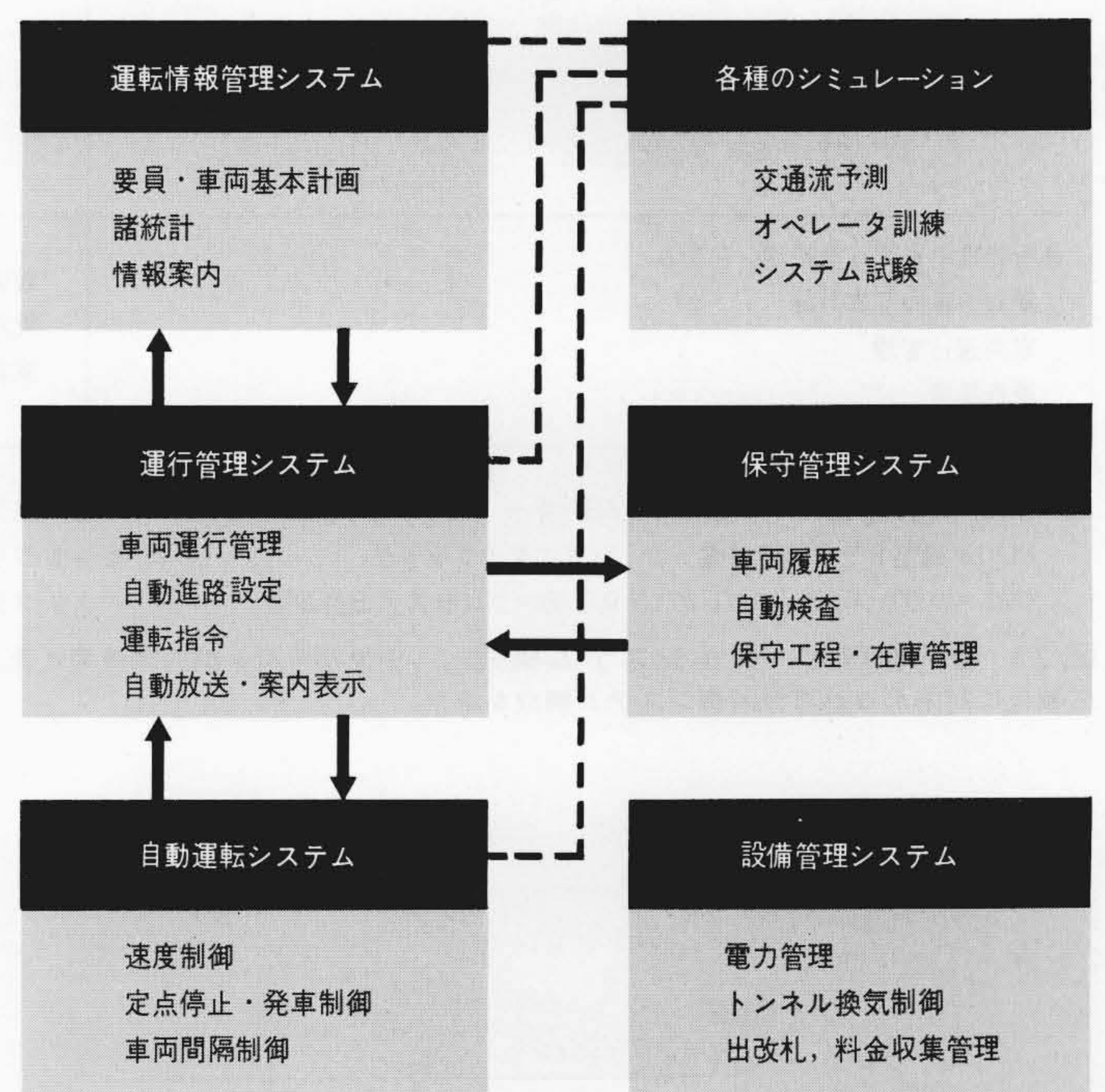
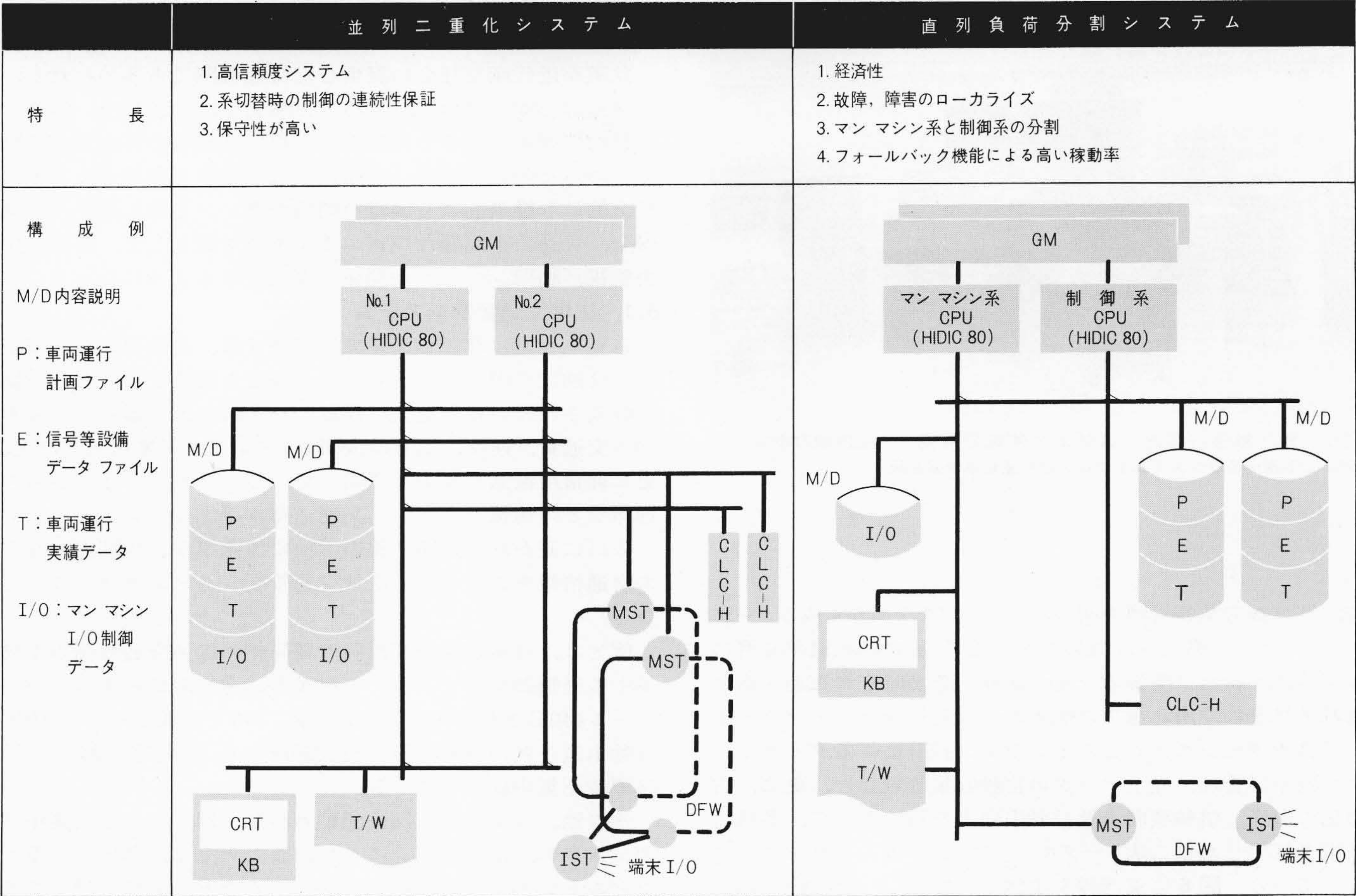


図1 総合運転情報処理システム 交通輸送機関のシステム化として必要な主な機能とサブ システム相互関連を示す。

複数線区の接点におけるシステムといえるが、ここでは同一交通機関が管理体制、建設計画などにより分割、ないしは制御装置の能力限界、危険分散フォールバックの目的などにより分割された場合、その分割されている複数線区をトータル管理システムとして結合する手段について説明する。図3は、複数線区間を連続的に走行する車両の追跡制御方式を示すものである。A、B線区を管理する、各ローカル ステーション計算機相互を通信回線で結合し、移動する車両の情報交換を行なう。線区間を移動する車両は車番検知装置で識別され、両線区間での車両の誘導、追跡、監視制御を確実に実施するものである。同図は処理装置としてマイクロ コンピュータHIDIC 08を使用した広域化対応の例であり、分散形運行管理システムといえるものである。

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所機電事業本部 *** 日立製作所システム技術本部 **** 日立製作所水戸工場 ***** 日立製作所システム開発研究所 ***** 日立製作所中央研究所



注：GM＝グローバルメモリ CLC-H＝通信制御装置 M/D＝磁気ドラム記憶装置
CPU＝中央処理装置 DFW＝データフリーウェイ

図4 運行管理システムにおける計算機制御システムの構成方法 HIDIC 80による高信頼度システム構成について2例を挙げ比較検討を示す。

3 高信頼度運行管理計算機制御システム

交通システムは社会的公共性はもとより、人間の移動、不特定多数の所有物の輸送にかかわり合うもので高い信頼性と保守性、安定した稼働率が最も必要とされる。そしてその中枢であり、オンラインリアルタイムで走行車両の運転監視と進路制御とをつかさどる、運行管理システムの中央処理装置は、特に高い信頼度が求められる。高信頼度、モジュール構造型制御用計算機HIDIC 80による中央処理装置の構成方法を図4に示す。基本的な高信頼度計算機システム構成方法として2例を挙げた。

3.1 並列二重化システム

ハードウェアリソースを完全に二重化すると同時に、二つのCPUが並列運転することにより高い信頼度を実現したシステムである。一方のCPUに障害が発生しても、車両の監視制御に影響を及ぼさないことと同時に保守性も高いシステムである。新幹線の運転管理システム(コムトラック)^{2),3)}は、保守中にも常に二重系を維持する目的で、更に1台の待機系を持つ二重化3台系システム構成をとっている。これにより極めて信頼性が高く保守が容易なシステムとなっている。

3.2 直列負荷分割システム

経済性に重点を置き、CPU2台で負荷分割したシステムである。制御系のCPUは車両運行計画ファイル(P)、信号等設備データファイル(E)と現場からのデータを基に車両の追跡、制御の処理を行なうと同時に、車両運行実績データ(T)

を作成する。一方のマンマシン系CPUは指令員とのマンマシンインタフェース及び構内諸機関への情報伝達などの入出力制御処理を行なう。CPUの故障はその系の機能停止となり、回復するまで他系のフォールバックモードでの運転となる。ここでM/D(P, E, T)を二重化しているのは、制御系CPU故障時のフォールバックによる機能低下を最下限にすることと、回復時間の短縮を図ることを目的としている。

4 鉄道におけるトータルシステム

鉄道での計算機による自動化対象業務として、運行管理、電力管理、車両自動検査、事務管理、駅務管理などがあり、日本国有鉄道における新幹線運転管理システム(コムトラック)座席予約システム(みどりの窓口)は広く知られているが、民営鉄道でも、帝都高速度交通営団で運行管理、電力管理などのシステムが稼働しており、そのほか大阪市交通局、東京急行電鉄株式会社、名古屋鉄道株式会社などにおいても一部システムが稼働しており、それぞれ個々のシステムとして効果を挙げている。図5に営団有楽町線運転指令室の模様を示す。

地下鉄など新設の鉄道では、鉄道業務全体を総合的にとらえ、関連するシステムを有機的に連係したトータルシステムとして導入するのが新しい傾向であり、民営鉄道自動化の特長となっている。次にトータルシステムの例として、札幌地下鉄の場合について述べる。

札幌では昭和46年12月に南北線が開業したが、この時、それぞれ計算機を中心とした運行管理、電力管理、車両自動検



図5 地下鉄運行管理システムの運転指令室 営団有楽町線のHIDIC 350による運行管理システムをつかさどる運転指令室を示す。

査、及び後方業務管理の四つのサブシステムから成るトータルシステムが導入され成果を挙げた⁴⁾。更に昭和51年6月には東西線が新たに開業の予定であり、その時点で東西・南北両線を対象に、南北線での成果の上に運行管理システムと車上の自動運転システムとのオンライン結合によるダイナミックな列車群管理、売上データの自動収集管理など、更に、省力化の徹底、信頼度向上及び効率向上を目的として、各種新技術を採用した第二次トータルシステムが導入されることになっている。図6に東西線を主体としたシステム構成を示す。

5 道路交通システム

鉄道が近代産業社会に誕生した交通機関であるのに対し、高速道路を除く他の一般道路は自然発生的に成長し、極めて多目的に使用されると同時に、車両は運転者の自由意志で動くため、その運行管理、交通流の最適制御を実施することは社会的にも経済的にも困難な問題が多い。しかし近年、交通安全、交通公害問題及び省エネルギー対策として、各種の中央監視、制御システムが開発、導入されるようになった。

5.1 広域交通管制システム

自動車専用建設される高速道路では、自動車走行の安全性と交通流の円滑化を図るため、高度な機能を持った諸設備が導入されている。地上に設置した多数の感知器によって車両の交通量、速度、占有時間率などを計測、気象状況の測定、更に非常用電話や路上を巡回しているパトロールカーからの通報などの情報をもとに、高速道路本線上やインターチェンジ入口に置かれた道路情報表示板に注意事項、規制内容などの交通情報を表示する、広域交通管制システムが導入されている。

例えば、日本道路公団福岡管理局納め広域交通管制の中央集中監視制御システムは、1対N方式遠方制御装置スーパーロー440Cと制御用計算機HIDIC 350で構成しており、中国自動車道と九州自動車道(全長250kmに及ぶ)高速道路上の道路標識を集中制御している。

その他、首都高速道路公団納め料金所用データ中央集中処理システム、電力管理システム、また天王山、関門、八重洲などのトンネル換気自動制御システムなど、設備管理システ

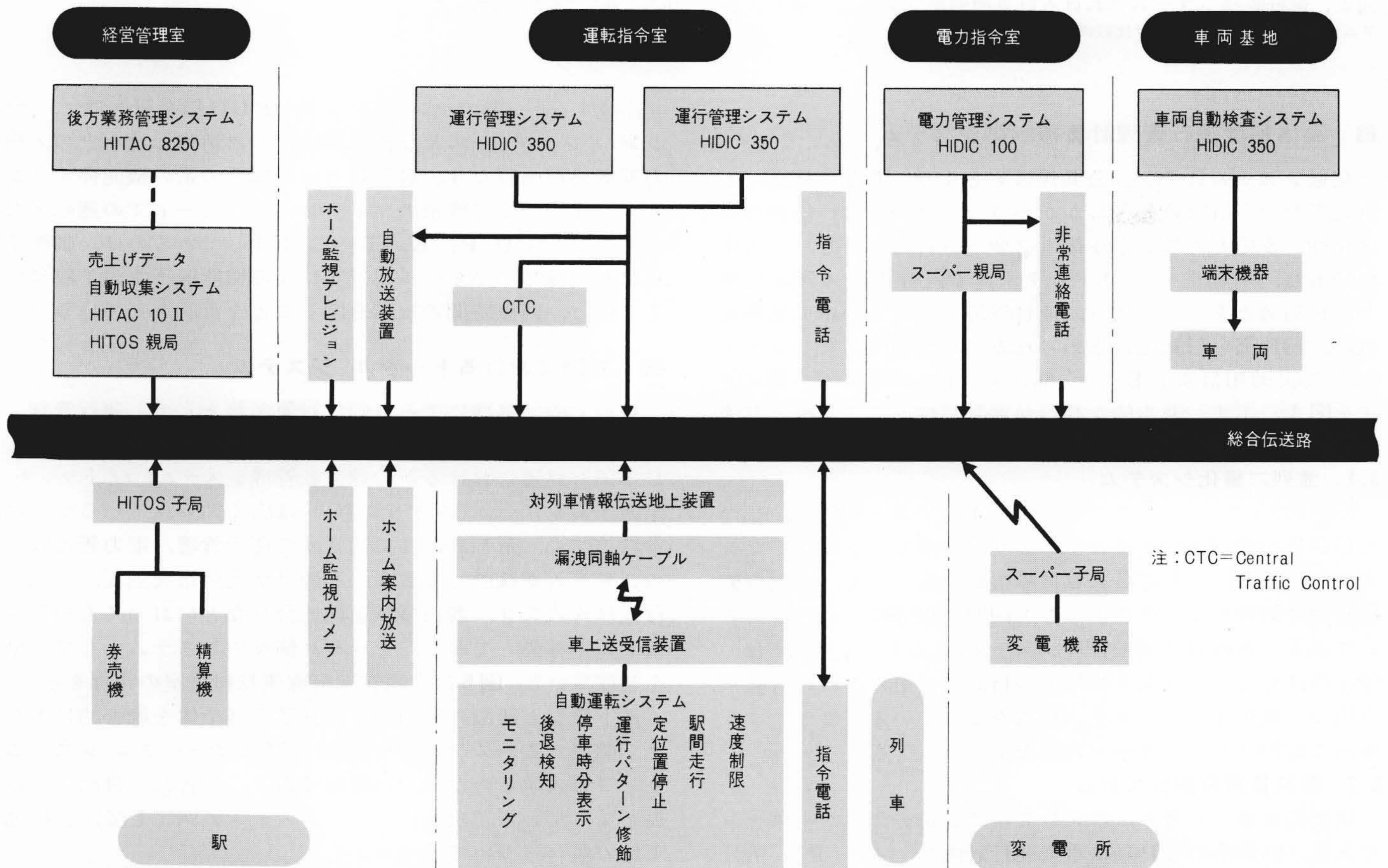


図6 札幌地下鉄第二次トータルシステム構成図 運行管理システムは、南北線と独立し各々HIDIC 350の二重化システム構成をとっている。

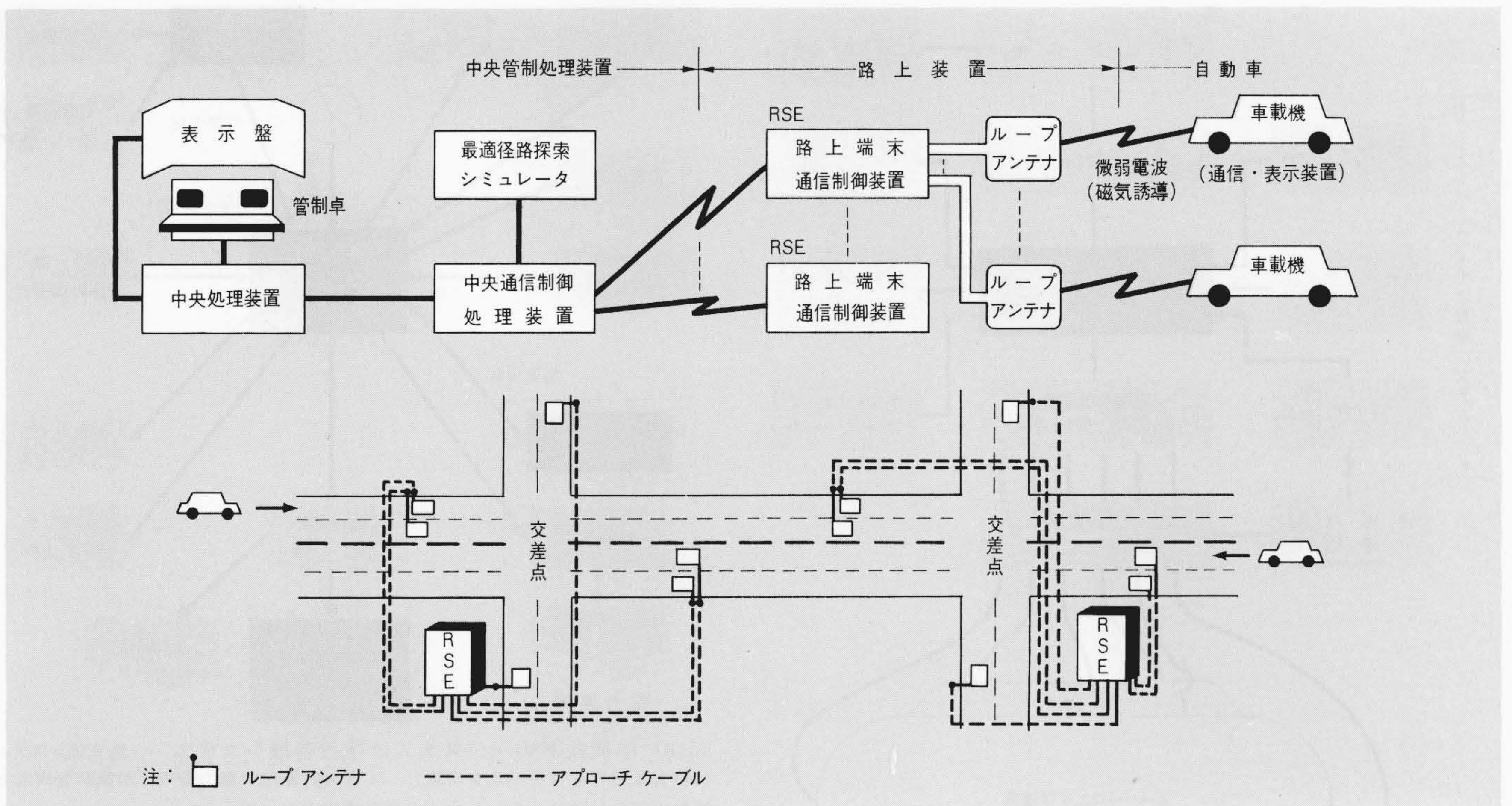


図7 自動車総合管制・経路誘導システム構成図 工業技術院大型プロジェクトで個々の自動車を目的地までの最適経路誘導を目的としている。

ムに対しても計算機の導入が行なわれており、鉄道と同様にトータルシステム化の傾向があるといえる。

5.2 自動車総合管制システム

本システムは通商産業省工業技術院による大型プロジェクトとして関係諸官庁、大学、メーカー多数が参加して昭和48年から研究開発に着手している。

一般道路での交通管制は、任意に動く不特定多数の車両の流れを交通信号機で間接的に制御するところに限界がある。この問題を抜本的に解決するため、自動車に車上装置を設け、個々の車の車種、目的地を把握し、自動車の直接的制御を試みるのが本システムである。

図7に本システムの経路誘導システムの構成を示す。システムの主な機能は次のとおりである。

- (1) 個々の自動車を目的地までの最適経路への誘導
- (2) 大気汚染防止などのためのう回ルートへの誘導
- (3) 自動車事故防止のための道路走行情報(一時停止、速度制限など)の車内表示

時々刻々の車両走行状況データを基に、中央管制処理装置の最適経路探索シミュレータによる予測結果(目的地への最適な誘導経路)を、RSE(路上端末通信制御装置)に伝送する。RSEはこれを記憶しており、各車線上に敷設したループアンテナ上を自動車が通過するときに、RSEは車からの目的地、車種情報を受信し、その情報と記憶している予測結果から、その交差点での最適な進行方向を求める。この結果を車に送信することにより、車上の車載表示装置にその交差点で進むべき方向とその他の道路走行情報を表示し、ドライバーに対して誘導、走行情報を的確に伝達することができる。

6 新交通システム

近年、交通事故、排気ガスや騒音による公害、交通渋滞、交通企業の採算の悪化など諸問題が発生し、都市交通は行き詰まりの状況を呈している。これを打開するために既存の交

通機関を補い、一部代替するものとして、CVS(Computer Controlled Vehicles System)⁵⁾のような個別軌道輸送システムや、中量軌道輸送システムなどの新交通システムが開発されている。新交通システムの主な特長は、高密度運転などによる乗客サービスの向上と、運転の無人化をはじめ、あらゆる業務で自動化、省力化を行ない経営の効率を高めていることである。このために計算機を使用して乗客の動き及びシステムを構成している車両、軌道、駅、車両基地、変電所などの状況を常時把握して、全体として最適な制御管理を行なっている。

新交通システムでの計算機制御の例として、CVSと中量軌道輸送システムについて述べる。

(1) CVSにおける計算機制御

CVSは通商産業省の指導のもとに財団法人機械振興協会が開発中のシステムである。これは都市内に網目状に張られた専用軌道上を4人乗り小型車両が小ヘッドウェイで走行するシステムである。このようなシステムでは在来鉄道の制御方式で制御することは不可能であり、計算機が直接車両を制御する方式としている。

CVSの実用化を促進するために、昭和48年から東村山市の実験場に総延長4.5kmの軌道を設け、総合実車走行試験を行なっている。日立製作所は、スーパーウェイと呼ぶ高速走行軌道(最高速度60km/h)における制御を担当している⁵⁾。図8にスーパーウェイ計算機制御システムの構成を示す。なお本実験で昭和51年1月、速度60km/hで3両を1秒間隔で走行させる実験に成功した。図9は1秒間隔でスーパーウェイを走行中の3台の車を示す。これは世界でも初めての記録であり、関係方面から高く評価されている。

(2) 中量軌道輸送システムにおける計算機制御

中量軌道輸送システムは鉄道とバスの中間の輸送量があり、無人化と省力化による経済性をねらった、新交通システムとしては最もニーズの強いと考えられるシステムである。

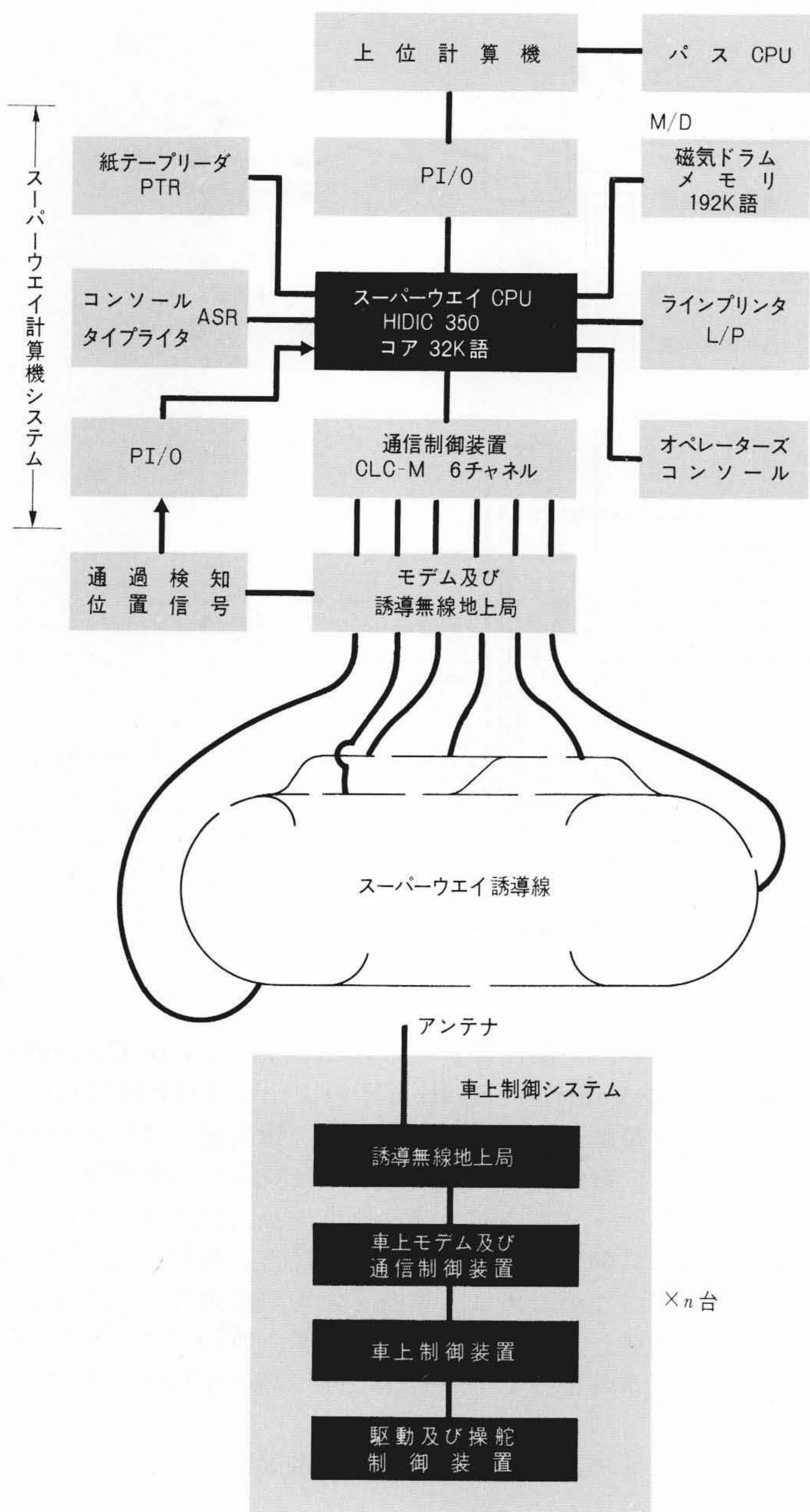


図 8 CVSスーパーウェイ計算機制御システム図 CVSスーパーウェイ計算機制御システムのハードウェア構成を示す。

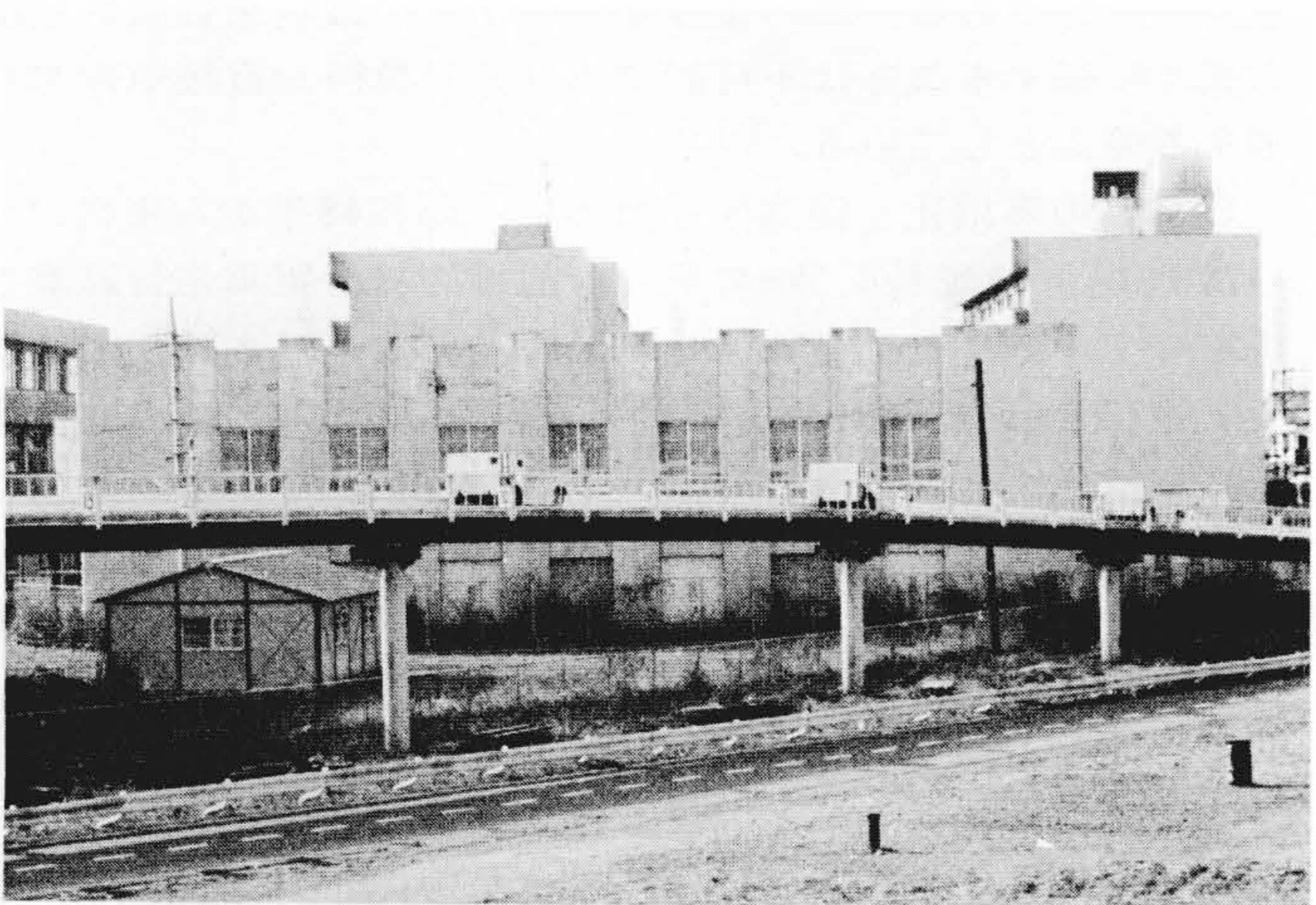


図 9 世界最初の 1 秒間隔で走行する CVS 車両 3 台 昭和51年1月東村山 CVS 実験場スーパーウェイで成功した。

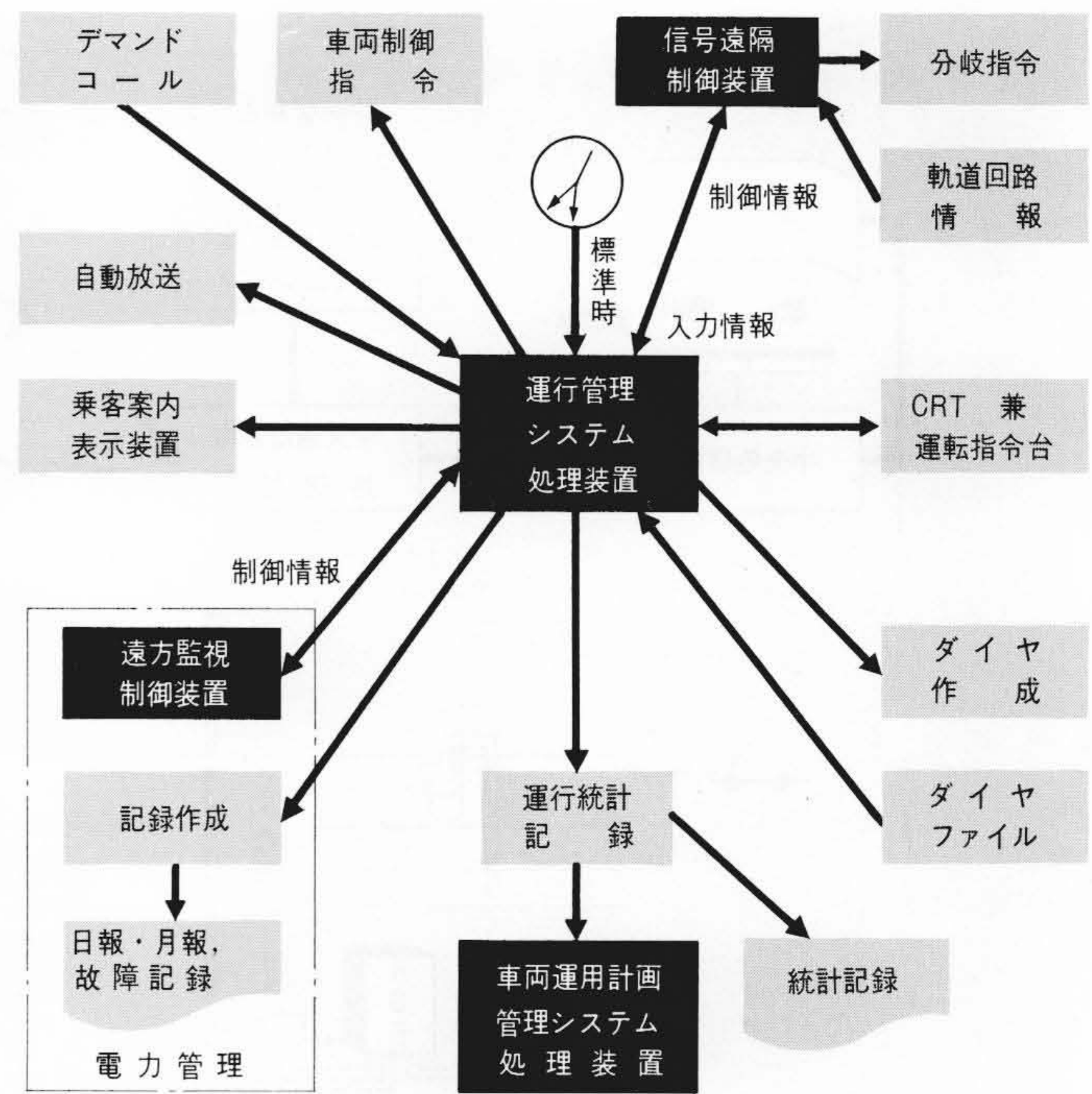


図10 中量軌道輸送システムの運行管理システム 新交通システムに特有な運行プログラムを用意し、1 台の計算機で電力管理、駅業務管理など複数の機能を持たせたシステムの機能構成例を示す。

本システムでの制御管理方式は、既に述べた在来鉄道で実績のある計算機制御技術をより高度に応用するものであり、無人運転であるため列車群の管理だけでなく、直接列車ドアの開閉や出発指令など車両制御を行ない、またフローティングダイヤ、デマンドダイヤなど新交通システムに特有な運行プログラムを用意している。在来鉄道と比較し規模が小さいため、1 台の計算機で運行管理、電力管理、駅業務管理など複数の機能を持たせたシステム構成が可能である。図10に運行管理システムの機能構成例を示す。

7 結 言

交通システムにおける、特に運行管理システムの広域化、高信頼化のニーズに対応する最近の計算機制御システム構成を示し、これらの高信頼度計算機制御システム技術に立脚した鉄道におけるトータルシステムと、道路交通管制システムの実施例について紹介した。

交通需要の増大と、反面、各種の公害問題に対処していくため、交通・輸送産業部門では、各方面で装置産業化の努力が払われている。終わりに、御指導、御協力いただいている関係各位に対し深く謝意を表わすとともに、我々は今後とも、新交通システムの開発・実用化などと併せ技術開発に努力を続け、これらの分野でいっそうの貢献ができれば幸いと考えるものである。

参考文献

- 1) 竹村：「鉄道業務へのコンピュータ導入」、日立評論、54、719 (昭47-8)
- 2) 関、井原：「博多新幹線コムトラックにおける進路制御システム」、日立評論、57、355 (昭50-4)
- 3) 林、久保ほか：「高信頼度計算機システムHIDIC-700による2重化3台系システム」、電気学会全国大会 (昭50-4)
- 4) 米沢、刈谷：「札幌市交通局高速電車計算制御トータルシステム」、日立評論、54、742 (昭47-8)
- 5) 石井、井原：「CVSスーパーウェイ計算制御システム」、日立評論、56、1211 (昭49-12)