

鉄道における計算制御特集

鉄道業務へのコンピュータ導入.....	55
列車自動運転の最近の傾向.....	60
制御用計算機による新幹線電車の自動制御システム(ATOMIC).....	65
新幹線運転管理システムコムトラック(COMTRAC).....	69
札幌市交通局高速電車計算制御トータルシステム.....	78

鉄道業務へのコンピュータ導入

Computer Total System for Railways

In order to modernize railway service to meet the growing demand for transportation, it is necessary to introduce a computer total system that integrates information and control.

竹村伸一* Shin'ichi Takemura

Railroad operations are treated as a total system here and functions of the subsystems that comprise it are discussed in detail. The future direction and the relationship of such a system with other systems are also discussed.

By adopting such a computer system, railway will be able to step up its transportation capacity, secure safety, and improve passenger service, while reducing personnel expenses and cope effectively with labor shortages and complicated business, thereby achieving modernization in the true sense of the term.

1 鉄道業務へのコンピュータ導入の必然性

近時、ますます複雑化してゆく鉄道企業が、社会の要請する輸送需要にこたえとともに、激化する輸送企業間の競争にも打ち勝って、真の近代企業に脱皮するためには、あらゆる部門を近代化し合理化してゆかねばならない。なかでも従来大部分が人間によって判断され、制御され、処理されていた膨大な鉄道業務をできるかぎりコンピュータを主体とした新しいシステムに置き換えてゆくことが必要である。これによって人件費の削減、設備の信頼度と稼働率の向上、そして輸送力の増強などによる経営体質の本質的向上に資するとともに、さらに運営の正確さ、処理速度の向上および異常時対策の迅速化などによる安全性の確保とサービス面の向上にも資すること大である。

言うまでもなく鉄道企業においても従来から部分的には自動化や省力化が進められてきてはいたが、さらに大幅なコンピュータシステムを導入し、各業務を有機的に結合させたトータルシステム

を採用することこそ近代化された今後の鉄道の姿であろう。

元来、大量の業務を迅速正確に処理しなければならない宿命を持つ鉄道企業にとって、人手による業務処理は単に経済的に問題があるばかりでなく、判断力、信頼性、迅速性また処理能力などにも限界があるばかりでなく、さらに今後の労働力の不足も考えると、社会性と企業性の両立が要求される鉄道企業にとって憂慮すべき問題であろう。コンピュータを主体とし、情報の処理と各種の制御とを有機的に結合させたトータルシステムの採用こそ、鉄道企業の急務であると言わざるを得ない。

鉄道業務全般をコンピュータ導入という面から分類してみれば図1のようになる。もちろん、実際に適用される場合にはそれぞれの鉄道企業またはその適用範囲の規模により各システムはいくつかに統合される場合もあろうし、またさらに多くのサブシステムに分解される場合もある。しかし、いかなる場合にもこれら多

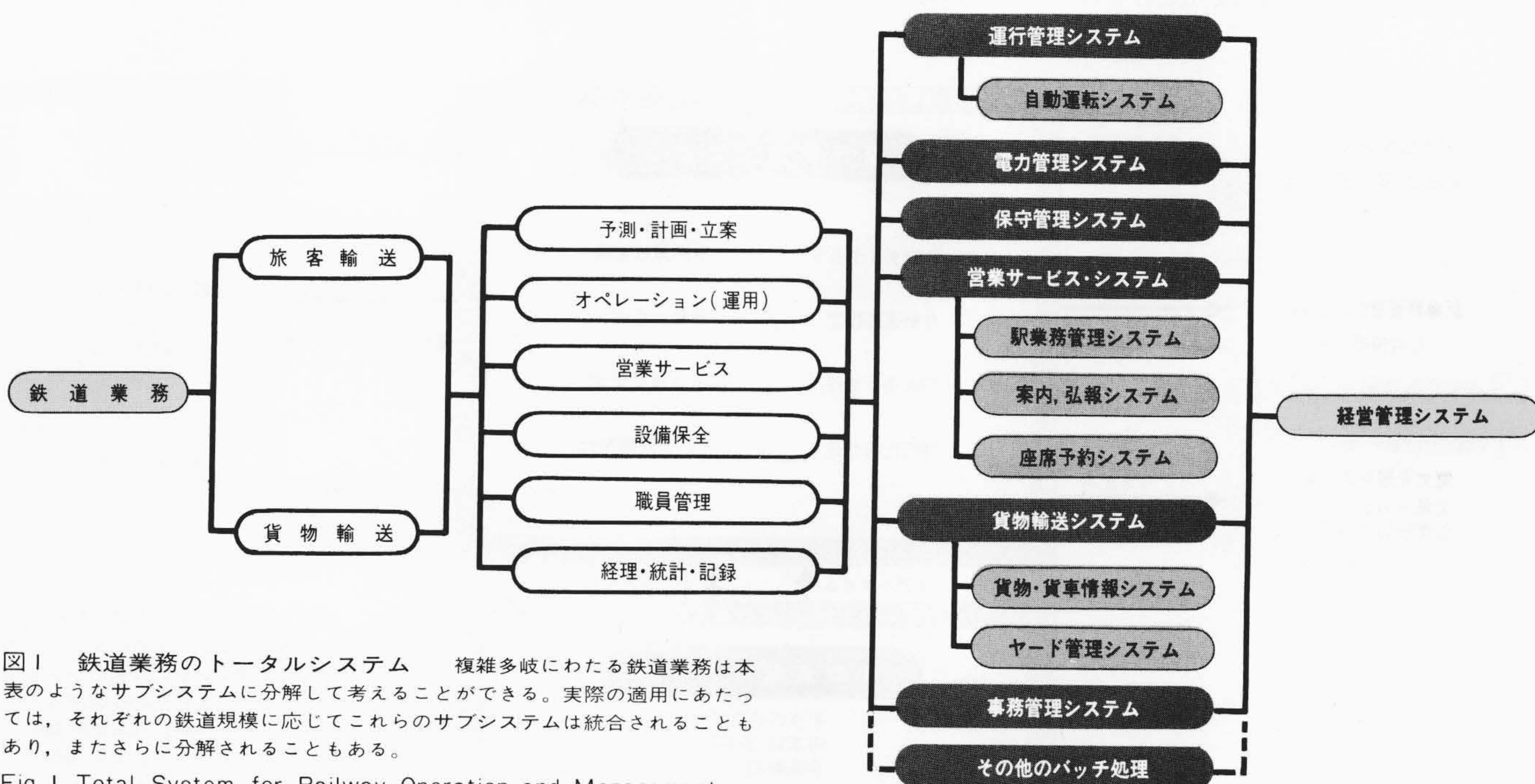


図1 鉄道業務のトータルシステム 複雑多岐にわたる鉄道業務は本表のようなサブシステムに分解して考えることができる。実際の適用にあたっては、それぞれの鉄道規模に応じてこれらのサブシステムは統合されることもあり、またさらに分解されることもある。

Fig.1 Total System for Railway Operation and Management

* 日立製作所システム技術本部

くのシステムが相互に有機的関連を持ちながら運営されてゆくことが必要であり、さらにこれら多くのシステムより出力される必要データは中央の上位コンピュータの所轄する総合経営管理システムに伝達され、ここで鉄道企業全体にわたる経営状態が把握（はあく）されるとともに、長期計画が立案され各システムへの実行命令が伝達されることになり、鉄道業務のトータルシステムが完成するわけである。

本「鉄道における計算制御特集」においては、紙面の都合からこれら全システムについて詳述することはできないので、代表例二、三の紹介にとどめ、各システムの基本的機能、システム間の情報交換および各システムの将来発展の方向などについて述べることにする。

2 運行管理システム

鉄道の本来の使命は輸送であるので、当然のことながら運行管理システムは他の多くのサブシステムを中心となって働き、他システムとの情報交換も多い。

運行管理システムの基本的機能は、列車の位置を検出器より直接に、あるいはCTC装置（集中信号制御装置）を介して取り入れ、また列車の番号、種別などを列車番号検知装置より入力し、あらかじめプログラムされた正常時またはその他特殊の運行ダイヤに従って自動進路設定を行なうとともに各種の運行データを記録して日報、月報を作成し、同時に他のシステムに必要な情報を送るものである。

国鉄新幹線用のCOMTRAC（新幹線運転管理システム）や、札幌市交通局、大阪市交通局1号線などに見る実例はいずれもコンピュータの記憶装置内に暦日、週日、季節などに応じた正常ダイヤを持っており、これと実際の列車運行とを比較して必要な制御、表示記録などを行なうものである。特に国鉄COMTRACにおいては、列車の運行に乱れが生じた場合、計算機により予測ダイヤを作成してこれをグラフィック・ディスプレイに表示して修正された実行ダイヤを決定し、以後この修正されたダイヤに従って運行を管理する機能を有している。さらに国鉄ではOPERUN（運転情報処理システム）の計画も着々と進められている。

また、札幌市交通局南北線用運行管理システムでは、各列車位

置の情報により14駅的全プラットフォームに送られる音声編集方式の自動放送を採用しており、また車両履歴を保守管理用コンピュータに伝達して検査時期の決定と資材管理を行なっている。

現在運行管理システムは列車群を、CTCまたは自動信号を通して間接的に制御しているが、近い将来運行管理用コンピュータは車両に搭載（とうさい）してある自動運転装置とオンラインで結合され、列車の運転制御も運行管理用コンピュータの指示で行なわれるようになるものと考えられ、すでにその検討が進められている。これは今後の自動運転または無人運転の基礎となるものである。この場合、列車を群管理する機能と各個別の列車を自動運転する機能を、通信線を介して結ばれている地上側のコンピュータと車上側の自動運転装置とで配分して持つことになるが、実施にあたってはこの両者の機能配分の決定が重要な問題である。国鉄ではすでに新幹線電車に小形制御用コンピュータ、HIDIC 100を搭載して運転制御を行なう研究が進められている（ATOMIC）。また札幌市交通局でも同様の検討が進められつつあるので、近い将来自動運転装置と運行管理システムとがオンラインで結ばれる基盤ができるであろう。

この運行管理システムは将来ますますその機能を拡張してゆくものと考えられる。たとえば乱れ時の回復処理のプログラムを充実してゆき人間の介入をより少なくしてゆくことはもちろんのこと、さらに現在信号閉塞（へいそく）にたよっている列車間隔制御を運行管理用コンピュータで行なわせること、あるいは時々刻々変わる乗客数をリアルタイム・シミュレーションにより予測しつつ列車の発車間隔を制御すること、または列車の進路を列車群の配置あるいはその他のディマンドにより決定することなどその機能拡張は限りないものと思われる。

図2は運行管理システムの機能と他システムとの関連を示したものである。

3 電力管理システム

近年、急増する輸送需要にこたえるため、列車長の増大、列車間隔の短縮が行なわれているが、このため変電所数とその設備容量は増大の一途をたどっている。これら多くの変電所を能率的に運営し、事故時に迅速的確な処理を行ない、保安度の向上と運転

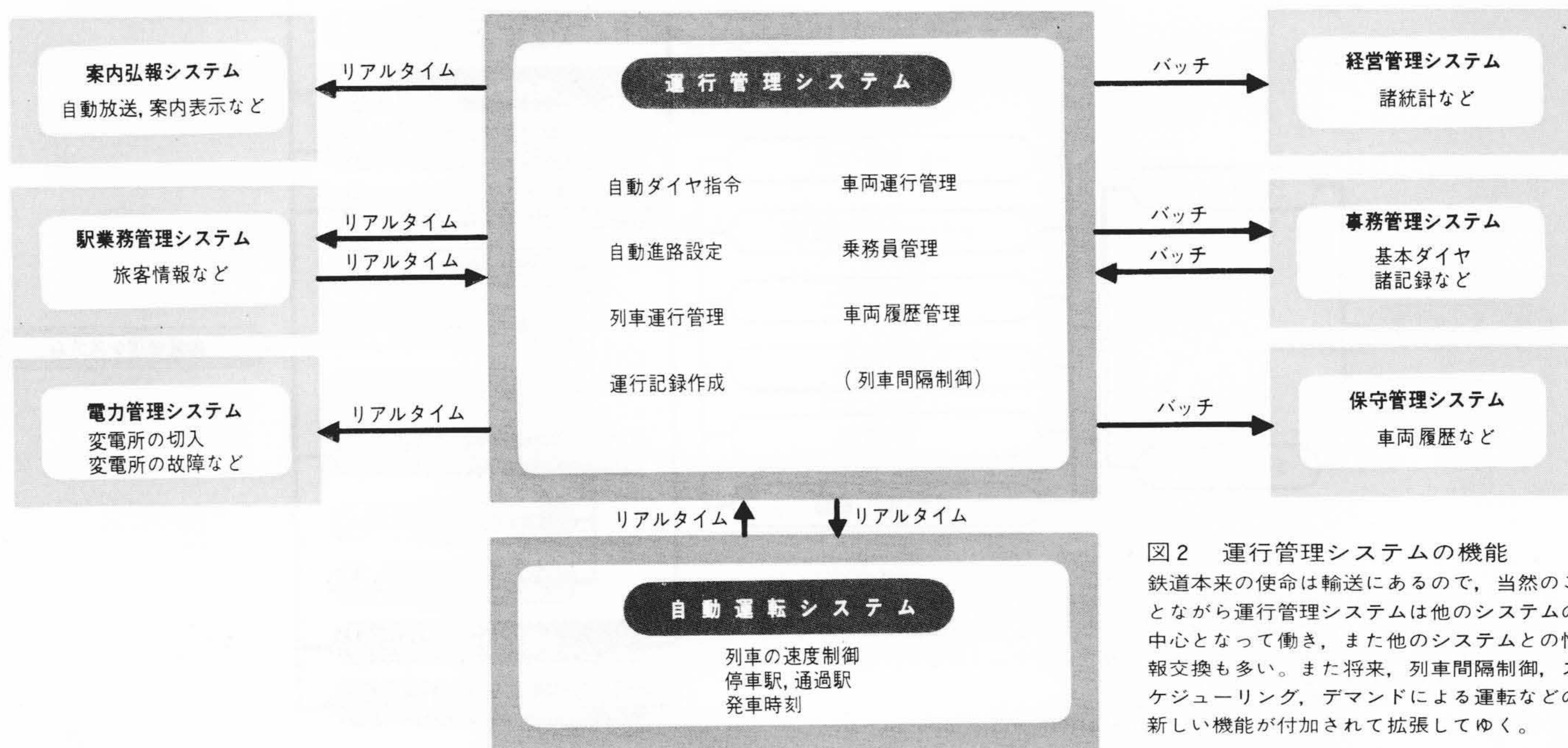


図2 運行管理システムの機能
鉄道本来の使命は輸送にあるので、当然のことながら運行管理システムは他のシステムを中心となって働き、また他のシステムとの情報交換も多い。また将来、列車間隔制御、スケジューリング、デマンドによる運転などの新しい機能が付加されて拡張してゆく。

Fig.2 Function of Train Operation Control System

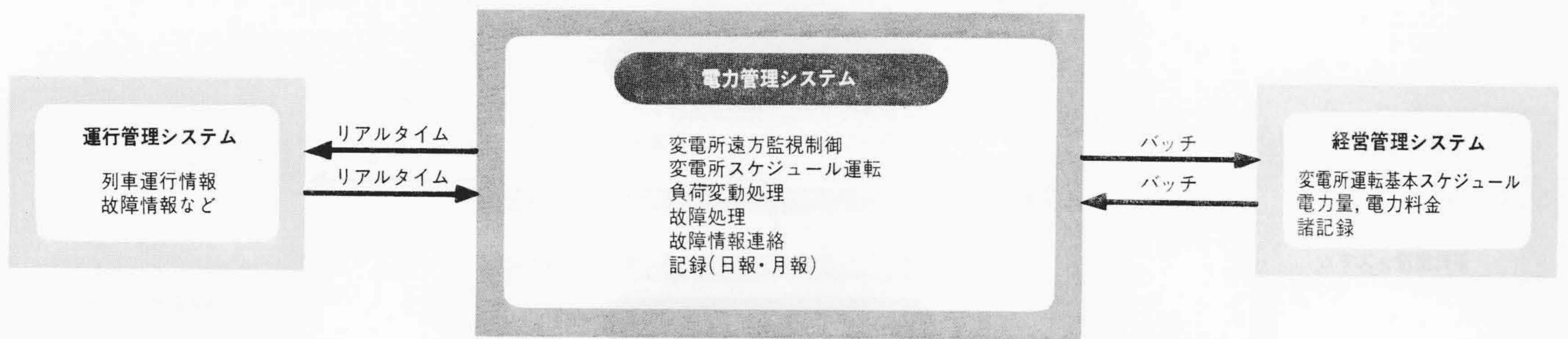


図3 電力管理システムの機能 多くの変電所を能率的に運営し、また異常時、事故時にも迅速適確な処理を行なうため電力管理システムが有機的に各変電所を制御する。

Fig.3 Function of Electric Power Supply Control System

指令への連絡業務を一元化し系統の合理的な運営を行なうため、遠方監視制御装置(スーパー)を一個所に集中しこれをコンピュータ制御することは必要不可欠の条件となりつつある。コンピュータ制御を導入すれば、単に運転員の減少、事務処理の能率化に資するのみならず、事故処理の迅速化、運用の能率化が行なわれ、経営上にもまたサービス面でも益することが多い。

電力管理システムの基本的機能は図3に示すように、各変電所の運転スケジュールを、平日、休日、時刻、季節などの別にコンピュータに記憶させておき、平常時はこれによって各変電所のスケジュール運転を行なうものであるが、さらに一定時間ごとに電力量をあらかじめ定められた基準値と比較して運転スケジュールの自動補正も行なっている。

また、コンピュータは遠方監視制御装置から一群の制御情報を取り込むと同時に変電所機器の異状をチェックし、故障を検出した場合には、あらかじめ定められた故障処理プログラムによって事故処理を行なっている。札幌市交通局においては故障発生時にあらかじめテープレコーダに吹き込んだ10種類の故障メッセージ中より該当メッセージを選択して必要個所に自動電話連絡を行なっている。

さらに本システムの中央処理装置は、これらの表示情報、動作状況および故障状況などをタイプアウトして記録に残すとともに、所定のフォーマットにより日報、月報の作成も行なっている。

4 保守管理システム・自動検査システム

車両の保守は一般に定められた周期で車両を検車区または鉄道

工場に入れて、検査、分解、手入れ、取替え、加修、組立ての工程を経て復元し、試験に合格したものを出場させる方法をとっている。したがって保守管理システムとしては、まず各車両ごとの履歴、稼働時間および走行キロなどのデータを運行管理システムのコンピュータより入力し、あらかじめ持っている点検および修繕の回期と照合して入場車両を決定し、所定の修理工程を経て出場せしめることになる。さらに本システムは保守のため必要な機材の在庫管理を行ない補修部品の在庫量と要発注量とを管理している。そしてこれらのデータを統計処理して記録し、経営上必要なデータを経営管理システムに送っている。

自動検査システムは上記の修理工程の中の検査および試験をコンピュータにより自動化するもので、検査結果が記録に残されるときにも必要なデータが保守管理システムに送られる。

保守工程の管理については国鉄大井工場で電子計算機HITAC 8400を使用した実例をみることができる。また札幌市交通局においては後方業務管理システムのコンピュータHITAC 8210が保守管理および資材管理を行なっている。また制御用コンピュータHIDIC 100を用いて自動検査を行なっている。

これらのシステムにより単に保守および検査が効率的に運用されるばかりでなく保守費、保守人員などの把握(はあく)を可能にするので経営上の効果も少なくない。

図4は本システムのおもな機能と他システムとの関係を示したものである。

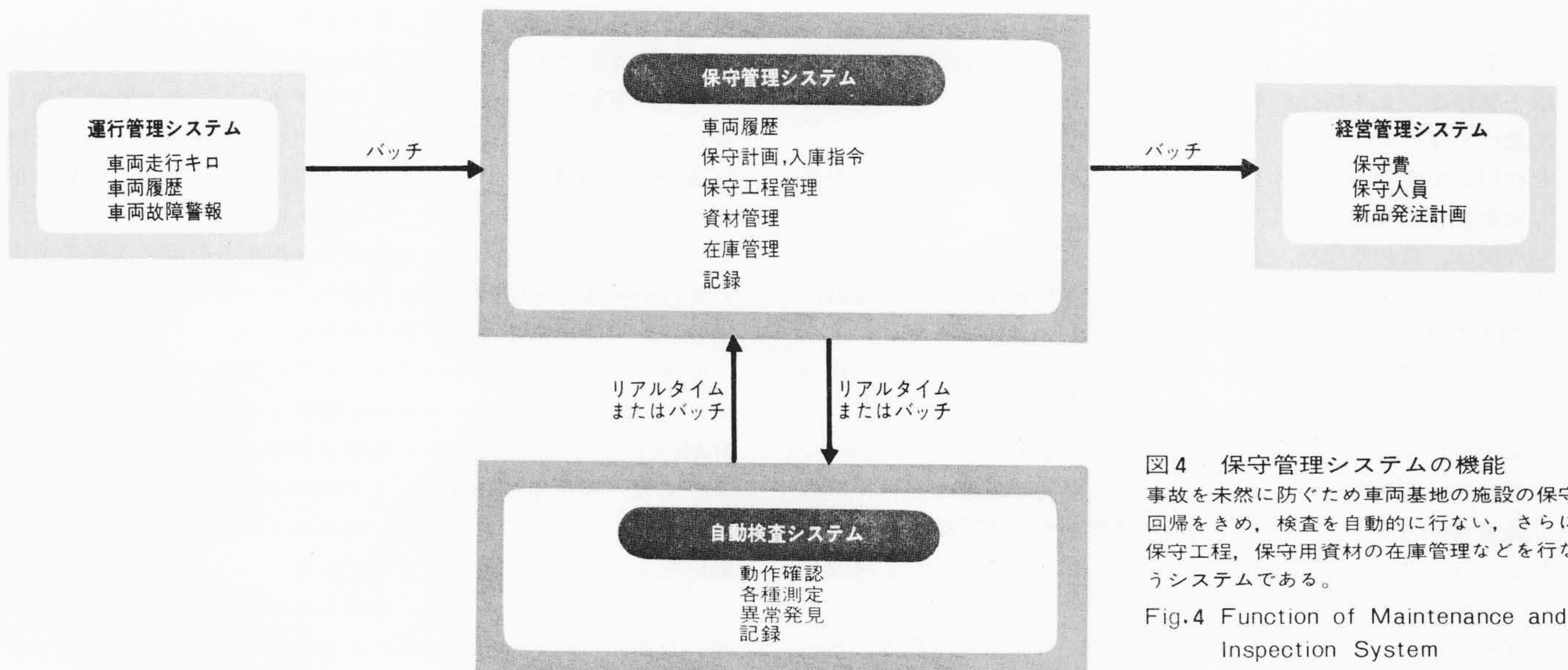


図4 保守管理システムの機能 事故を未然に防ぐため車両基地の施設の保守回帰をきめ、検査を自動的に行ない、さらに保守工程、保守用資材の在庫管理などを行なうシステムである。

Fig.4 Function of Maintenance and Inspection System

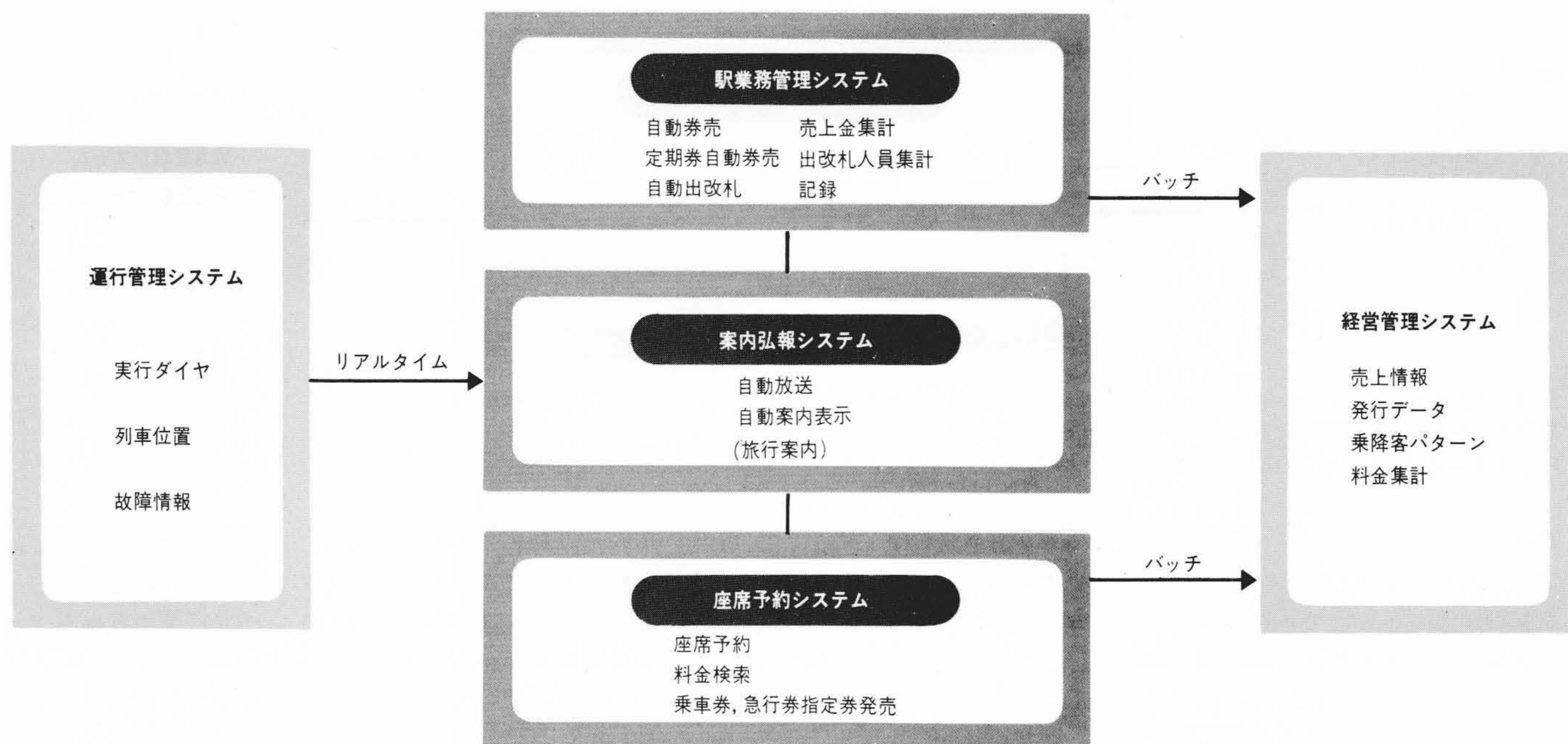


図5 営業サービスシステムの機能 鉄道企業の中では営業に属するこのシステムは各種乗車券の発売とその料金集計のオンライン化、案内放送、案内表示の自動化をはじめとし、座席予約、旅行案内に至るまでの乗客へのサービスをすべてコンピュータにより自動化するものである。これにより乗客へのサービスの質の向上に役立つとともに鉄道企業としてもきわめて高い省力化率を期待できる。

Fig.5 Function of Business and Passenger Service System

5 駅業務管理システム・案内弘報システム・座席予約システム

上記の三つのシステムは鉄道業務としては営業に属するものであり、広い意味ではすべて駅業務に属するものであるとも言えるがここでは以下に述べるように各種発券機のオンライン化と料金集計業務などを駅業務管理システムとし、案内放送、案内表示などを案内弘報システムとし、そして座席予約業務などを座席予約システムとしている。

駅業務システムとしてのおもなものは発券業務、集改札業務の自動化、オンライン化である。集改札業務については、すでに裏面に磁気コーティングをした乗車券を使用して定期券を含めた全乗車券を自動化している所が増しつつあるので、今後はこれらのデータをオンライン化して中央に送り料金および乗降人員の統計的データとする方向に向かうであろう。

普通券の券売業務については上記と同様に自動化されつつあるが、定期券については、複雑な路線についての経路駅の決定、期限と経路とによる料金検索業務の複雑さなどのためにまだ手作業で発行している所が多い。札幌市交通局ではすでにマークシートを利用して定期券の発行を行なっているがまだ手作業の部分が多く完全な自動発行とは言えない。

今後は、自動券売機、定期券発行機などを専用のあるいは中央のコンピュータに結び、オンラインによる料金集計、発売記録、定期券の料金検索などを行なう方向に進むことになる。

これらの情報が一括管理されることにより単に経理上の処理が自動化されるばかりでなく、旅客の輸送パターンの把握が可能となるので将来の運行計画および経営方針に益するところが大きい。

駅における業務の中で上記の出改札と並んで重要なものに案内弘報業務がある。特に今後、出現が予想される無人駅または自動化駅については、案内弘報システムはことに重要な役割を果たすことになる。

案内弘報システムのおもな機能は、(1) 自動放送（駅内、ホー

ム内、車内）(2) 自動案内表示 (3) CCTVによる遠方監視などがあげられる。さらに今後は上記業務のほかに、たとえば乗客の混雑度の表示、接続交通機関の情報表示などから、旅行案内の業務までを行なうことになる。

自動放送とは従来各駅、各ホーム、各車両内で駅員または車掌が行なっていた放送を中央より人手を介さず行なうものである。一般に電車の運行状況は運行管理システムの中央処理装置に自動的に入力されているものであるもので、あらかじめ放送すべき条件をプログラムしておくことにより、その出力を音声応答装置に入力して放送内容を自動的に組み立てて各所に流すことができる。音声を出力するには、磁気ドラムにあらかじめ必要な文節、単語を人間の声で録音しておき、これを運行管理用コンピュータからの制御情報により選択、結合して文章を作るいわゆる音声編集方式によっている。この方法は音声合成方式に比べて語彙(ごい)には制限があるが、出力音声の品質は高くまた多重化も容易であるので、本目的に適した方式と言えよう。

テープなどによる自動放送と異なり、本方式によれば列車の運転順序、運転時刻などが変化してもアナウンスはそれに追従して変化するのできわめて柔軟性に富んだシステムと言える。札幌市交通局では14駅的全プラットフォームに本方式による自動放送を流して省力化とサービス向上の実をあげており、さらに次の段階では車内放送に対してもこの方式を採用する計画のようである。いずれの場合も非常時には各駅より、または中央より人による特別放送が可能であることは言うまでもない。

座席予約システムについては、すでに国鉄「みどりの窓口」があまりにも有名であるので詳細な説明を省略するが、昭和37年にMARS1としてスタートした特急4列車分の2,400座席の予約システムは、現在MARS105として約70万座席を取り扱うまでに拡張されている。なお目下ボタン電話器よりの予約に対し音声で自動応答する新システムを開発中である。

以上、鉄道業務中の営業と称せられる三つのシステムについて述べたが、これらは省力化率のきわめて高いシステムであるばかり

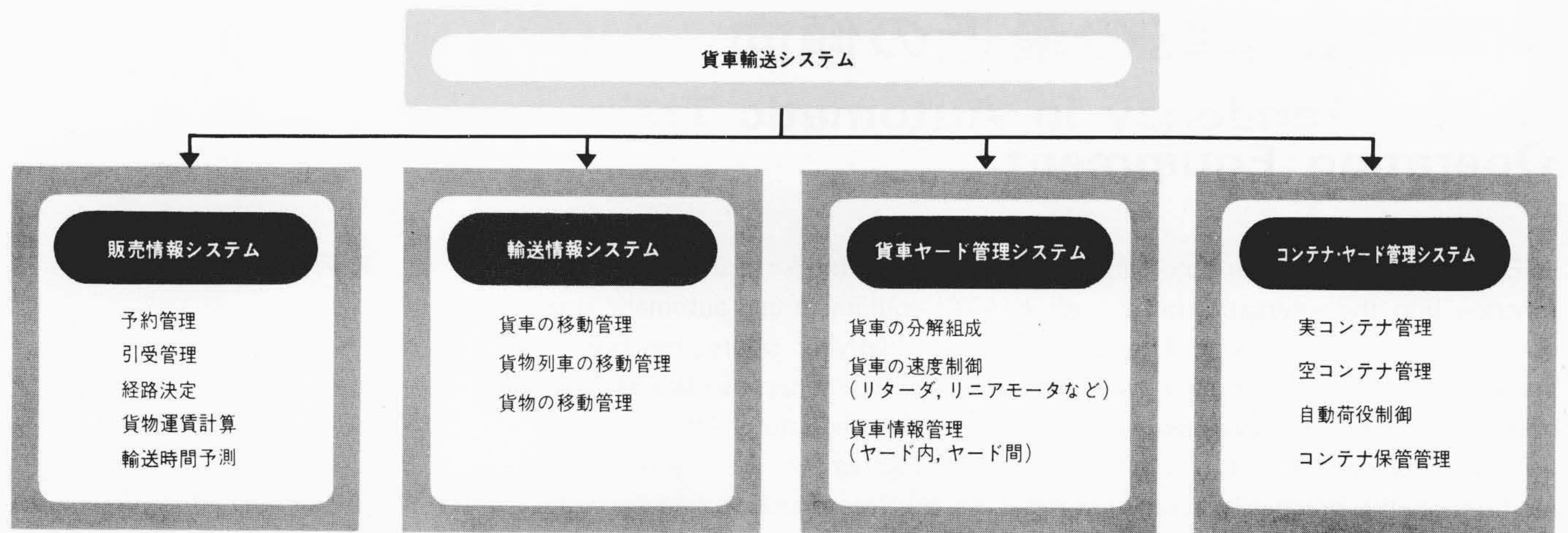


図6 貨物輸送システムの機能 物的流通の分野において鉄道の果たすべき役割はきわめて大きい。貨物輸送については貨物、貨車、コンテナなどについての販売および輸送に関する情報、制御と管理が必要である。

Fig. 6 Function of Goods Transportation Control System

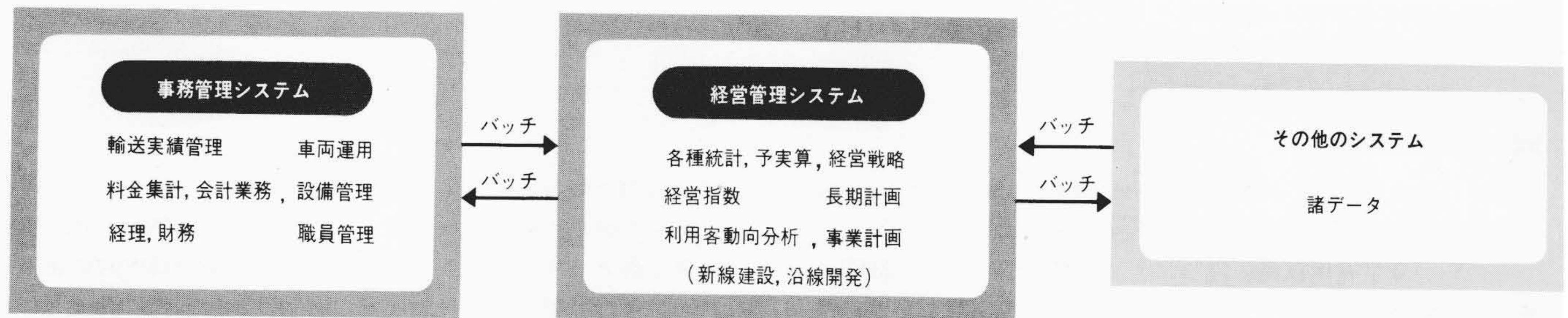


図7 経営管理システム、事務管理システムの機能 鉄道企業の経営管理をつかさどるシステムで、単にすべての事務計算をコンピュータにのせるのみでなく経営指数、経営状態などを取りまとめて経営戦略と長期計画を決定するものである。

Fig.7 Function of Business and Management Administration System

りでなく、顧客に対するサービス向上にも直接効果の上がるシステムであり、今後急速に発展してゆくものと思われる。

図5はこれらシステムの機能を示したものである。

6 貨物輸送システム

物的流通において鉄道の果たすべき責務はきわめて大きい。しかしながら鉄道における貨物輸送の分野は必ずしも近代化しているとは言えない。トラック、内陸海運または航空機などと競合関係にあるこの分野は、今後さらに急増するであろう貨物輸送に対処するため、コンピュータを主体としたシステムに脱皮してゆかねばならない。

貨物輸送システムは、販売および輸送に関する管理システムのほかに流通のノードともいえるべきヤードの管理システムが必要である。すなわち貨物輸送システムは次のように分類される。

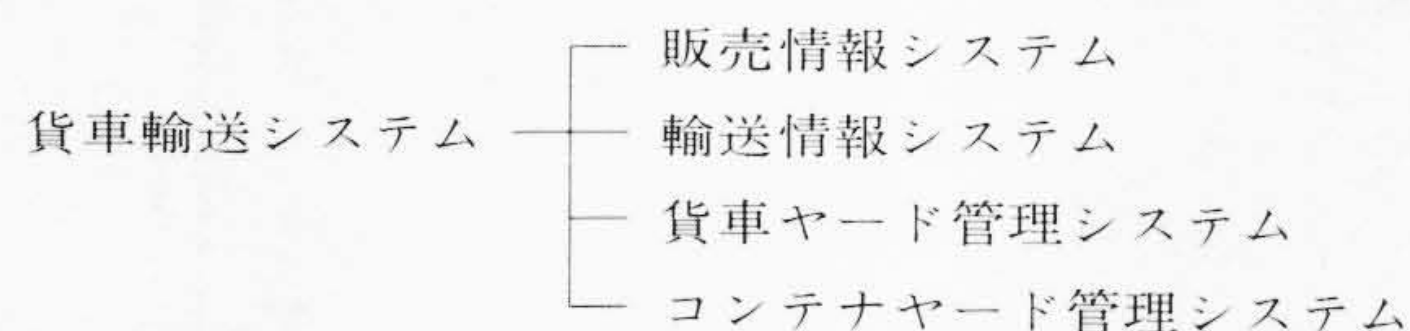


図6はこれら各システムの機能を示したものである。

貨物輸送は単に情報の処理のみでなく、貨車、貨物、コンテナなどの移動管理が必要であり、さらにヤードにおいては貨車の移動、コンテナの荷役のための制御が必要となるので全体としては複雑膨大なシステムとなる。特に情報処理については全国ネットワークが必要であり、また貨車、コンテナ、貨物などを扱うための多くの機器、たとえばリターダ、リニアモータ貨車加減速装置、コンテナ自動荷役装置、貨車番号自動読取り装置などの開発も必要となる。国鉄においてはすでに各所のヤードあるいはコンテナ

基地において、これらが一部実施され、または計画されつつあるが、鉄道による貨物輸送を近代化するためこの分野の開発は焦眉(しょうび)の急であろう。

7 経営管理システム・事務管理システム

以上、鉄道業務の中のおもなシステムについて述べたが、これらは相互に有機的に関連を持ちつつ、必要なデータを中央コンピュータともいえるべき経営管理システムとの間で行ない、ここに鉄道業務のトータルシステムが完成するわけである。

経営管理システムおよび事務管理システムのおもな機能は図7に示すとおりである。企業規模によってはこの二つのシステムを一つの経営管理システムとして考える場合が多い。

8 結 言

以上、鉄道業務をコンピュータを主体としたトータルシステムとしてとらえ、それを構成する各サブシステムのおもなものにつき詳述したが、このほかにコンピュータ利用という面からは、オフラインまたはバッチで処理される業務も多々ある。またこのトータルシステムを完成するためには、端末機器の改良開発をはじめとし、情報伝送のための通信係、特に数多い移動体との間に別個の情報を伝達する技術の確立が必要であり、ハード・ソフト両面の開発があいまってはじめて可能となるものである。

輸送力の増強、安全性の確保およびサービスの向上という社会的要請にこたえるため、また人件費の高騰、労働力の不足および業務処理の複雑化に対処してゆくため、このコンピュータ・トータルシステムが鉄道企業の近代化に役だち、鉄道が近代的輸送機関として脱皮してゆくことを心より念願するものである。