

# 札幌市交通局高速電車 計算制御トータルシステム

## Computer Total System for Sapporo's Rapid Transit System

The new rapid transit system of Sapporo City went into operation in December 1971 as the first subway service to make its appearance in Hokkaido. The new train line is backed up by a computer total system that allows automation of a wide variety of functions ranging from train and traffic control to calculation of ticket sales. The total system has thus realized vast manpower saving, better passenger service, and high-efficiency transit system operation. Prompted by the great success of this system, railroad authorities in other Japanese cities are planning similar computer controlled total systems to solve their problems.

米沢和夫\* Kazuo Yonezawa

刈谷志津郎\*\* Shizuo Kariya

### 1 緒言

わが国において、鉄道が公共輸送機関としてますます重大な責務を負いつつあることは言うまでもないが、特に通勤輸送をはじめとする都市輸送のための交通機関として、地下鉄を代表とする高速鉄道が、今後さらに大幅に採用されてゆく気運にある。

このように鉄道に対する期待は大きい一方、現在の鉄道は、きわめて労働集約形企業であり、近年、人件費の高騰、労働力の不足といった社会情勢の影響を直接受け、経営上苦しい立場に立たされている。この解決に、各種の自動化技術の導入が試みられている現状である。

札幌においても、めざましい人口増加に伴って新しい交通機関の導入が必要とされ、昭和47年の冬季オリンピック開催を契機として、高速電車(地下鉄)路線が開通した。北海道で初めての本地下鉄には、開業当初より、省力化、合理化を目的とした各種の近代技術が採用されたが、その中心をなすものは、電子計算機を応用した制御技術である。すなわち、従来の自動化技術を越えて、計算機を主体として鉄道業務を処理しようとするもので、特に、各サブシステムを有機的に結合してトータルシステム化し、真の近代化、すなわち、業務の質的向上をも同時に実現しようとしているところに大きな特長がある。

### 2 札幌市交通局高速電車の概要

札幌市高速電車は、昭和60年には、南北線25km、東西線20km、すなわち総延長45kmの建設が予定されているが、昭和46年12月には南北線の一部、札幌の主要部分を南北に貫通して真駒内に達する12.6km、14駅の部分が開業した。

本高速電車システムは、現在、ラッシュ時、1時間あたり35,000人の利用客に対応する輸送力を有し、北海道の中心都市札幌の新しい象徴として近代的な感覚で製作されている。

車輪には、騒音の減少を目的とした空気入りゴムタイヤを採用し、そのために、同じく空気入りゴムタイヤを案内輪に用いた、案内軌条方式を採用している。車体は、窓部分をきわめて大きくとっており、乗客に開放感を与えるとともに、ユニークな外観となっている。

郊外の地上走行部分は、地域の特殊性から、冬季の雪害、冷害対策を考える必要がある。現在の南北線では南部4.7kmがこれに相当する。特に軌道面がコンクリートである本方式ではそれに対応

した方策が必要であるが、その最も確実な方法としては、地上走行路を軽合金製シェルタで完全におおうことである。シェルタにも、車両窓部に対向して、大きく窓が開かれ、車内からの展望がそこなわれぬように考慮されている。また夏季には開放して換気を妨げないようにしている。

一方、本地下鉄においては、本論の主題となっている計算制御トータルシステム導入の前提として、各種の自動化装置も大幅に取り入れられている。

信号関係におけるATC装置、CTC装置などはその好例であり、変電所制御用に遠隔制御装置を採用したのもこの範囲に属しよう。

### 3 計算制御トータルシステム

#### 3.1 トータルシステムの構成

図1は、南北線開業に伴って導入された計算制御トータルシステムの機能構成を示すものである。

図に示すように、トータルシステムは、次の4種のサブシステムを主体に構成されている。

- (1) 列車運行管理システム
- (2) 電力管理システム
- (3) 車両自動検査システム
- (4) 後方業務管理システム

このうち、(1)および(2)のサブシステムは直接、列車の運行、変電所の運転を制御するシステムで、主要機器は大通駅の運転指令室および電力指令室に設備され、いわゆる制御用計算機を中心としてシステムが構成されている。計算機は、従来、運転指令、電力指令の行なっていた業務を代行するもので、CTC装置、スーパー(変電所用遠隔制御装置)を介して、列車、変電所を制御する。特に列車運行管理システムは、サブシステムとして設備されている列車の運行情報をもとに自動放送装置に、指令を与え、全駅のホーム上の利用客への案内放送を自動的に行なっている。

車両自動検査システムは、車両の制御装置などの自動試験用に設備されたもので、真駒内車庫に設置される。

後方業務管理システムは、いわゆるビジネス用計算機を中心としたシステムであるが、特筆すべきは、磁気印刷された切符の運用を中心とする全自動化集出改札システムの中央装置としての機

\* 札幌市交通局 \*\* 日立製作所システム技術本部



図1 トータルシステム機能構成図 札幌市交通局高速電車コンピュータ・トータルシステムは、4サブシステムより構成され、おのおのの計算機システムによって、トータルシステムとしての有機的結合が図られている。

Fig. 1 Composition of Computer Total System

能をも持っていることで、将来のオンライン化を前提として、各駅の自動券売機、精算機の売上情報を穿孔(せんこう)テープで受け取っている。システムの中心となる計算機は真駒内車庫内に設置されている。

### 3.2 列車運行管理システムおよび周辺システム

図2は列車運行管理システムの主要機器構成を示したものである。

中央処理装置には、制御用計算機HIDIC 100を用い、内部記憶装置として、磁気コア16K語を有している。また外部記憶装置として、磁気ドラム64K語を備えている。

外部よりの入力情報のおもなるものは、列車の運行に対応する軌道回路条件、ポイントなどの線路条件で、CTC装置よりプロセス入出力装置経由で計算機に取り込まれる。列車番号は、出庫する車両が本線入口に到達したときに、乗務員がトークンカードを読取り装置にそう入することによりシステムに登録されるようになっている。

制御出力は同様に入出力装置を介して伝達されるが、列車運行に直接関係のあるポイント、信号機の制御指令はCTC装置に渡される。また列車の駅構内への入出場に対応して、自動放送装置に放送指令を与え、自動放送装置は、その指令に従ってデジタル録音方式で記憶している放送語より必要放送内容を編集し、各

駅ホームに送り出している。

本システムにおけるマン・マシン・インタフェースとしては、通常用いられる、コンソール入出力装置、タイプライタなどのほか、カラー表示のブラウン管によるディスプレイが用いられ、列車の運行状態を随時表示することができるようになっている。

このような機器構成によって処理しているおもな業務内容は次のとおりである。

- (1)場内、出発および入換え進路設定 (2)列車番号の追跡表示
- (3)入出庫車両と本線列車の運転順序修正 (4)運行記録作成
- (5)案内放送制御

本システムの導入により、通常運転指令員は、各駅のホームへ入出場する列車をモニター用テレビで監視し、路線状態と駅中間の列車運行をCTC表示盤で確認するだけで、実際業務はすべて自動的に運営、管理されている。

図3は、運転指令室内の状況を示したもので、カラーディスプレイ、CTC表示盤などのほか、各駅のホーム監視用テレビが設置されているのがわかる。

### 3.3 電力管理システム

図4は、電力管理システムの主要機器構成を示したものである。

中央処理装置には、内部記憶装置として、磁気コア8K語を有する制御用計算機HIDIC 100を用い、外部記憶装置として32K語

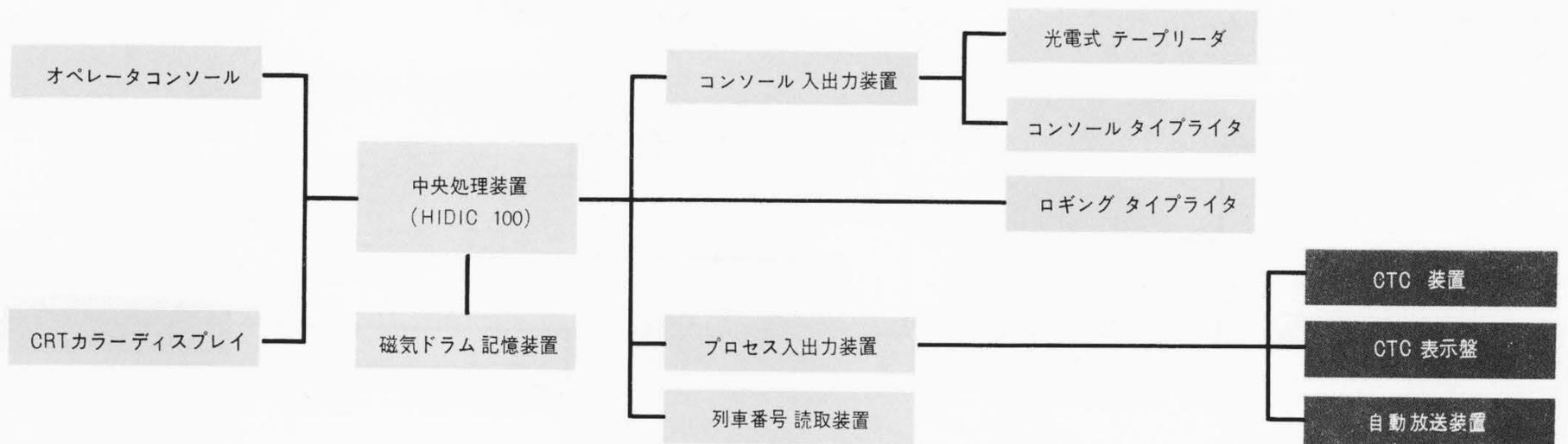


図2 運行管理システムの構成 本システムの導入により、進路制御、案内放送制御などの自動化が図られる。運転指令員は平常時はモニター用テレビの監視、CTC表示盤の確認を行なうだけでよい。

Fig. 2 Composition of Operation Control System



図3 運転指令室内の状況 運転指令室には、カラーディスプレイ、CTC表示盤などのほか各駅のホーム監視用テレビが設置されている。

Fig.3 Operation Control Room

の容量を有する磁気ドラム記憶装置を備えている。

本システムにおいて、各変電所の情報はいったん遠隔制御装置に集められ、プロセス入出力装置を経由して中央処理装置に与えられる。出力制御指令も同様に、入出力装置よりいったん遠隔制御装置に与えられて各変電所機器に伝達される。周辺機器としてタイプライタなどが備えられているほか、運行管理システムと同様、マン・マシン・インタフェースとして、カラー表示のブラウン管ディスプレイ装置を備えている。

本システムは、もちろん従来の電力指令員の業務を代行し、省力化とともにさらに業務内容の質の向上を図ったものであるが、具体的に機能を列挙すると次のようになる。

- (1)変電所のスケジュール運転 (2)負荷変動に対応した運転スケジュールの自動補正 (3)故障検出と異常時処理 (4)機器動作状態の自動記録 (5)日報、月報の自動作成

また、本システムには、停電などの重故障が生じたときに使用する、緊急電話連絡装置を備えている。事故時に、故障内容に応じて、テープレコーダ内に記憶されたメッセージを選択して、電話で、運転指令室、主要駅など必要関係先に自動的に連絡を行なう装置である。

### 3.4 車両自動検査システム

通勤輸送などを受け持つ公共輸送機関は、その故障が及ぼす影響は大きく、それを避けるため、車両の保守、検査にはかなりの人手をかけているのが現状である。これら種々の車両試験を自動化し、保守要員の省力化、熟練度の低減、データ処理の合理化を図るため、制御用計算機を用いた本システムが導入された。

制御用計算機には、他の諸システムと同様、HIDIC 100が用いられ、内部記憶装置としてコアメモリ 8 K語を有している。

本システムによって試験を行なう場合、被試験車両は端末機が配置されたピットの所定位置に停止される。車端の電気連結栓(せん)、空気連結栓や自動試験用として特別に設けられた栓受に地上端末機からのケーブルが接着される。以後は計算機を起動させ、これにあらかじめ記憶された試験手法と判断規準により継続的に試験が続けられ、得られたデータは試験終了後、所定の書式にタイプアウトされる。

本システムのおもな試験項目は下記のとおりである。

- (1)電気回路の耐圧試験 (2)電気回路の絶縁抵抗測定 (3)主制御器動作試験 (4)インバータ動作試験 (5)空気ブレーキ性能試験 (6)ATC装置動作試験 (7)ドア開閉試験

### 3.5 後方業務管理システム

図5は後方業務処理システムの機能構成図である。

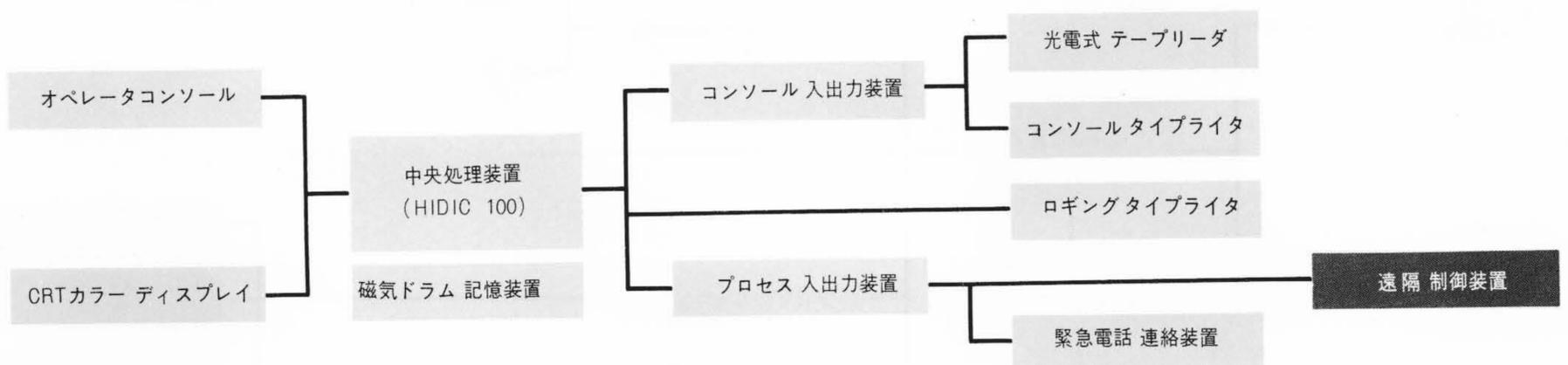


図4 電力管理システムの構成 遠隔制御装置によって集められた各変電所の情報は中央処理装置によって処理され、遠隔制御装置を通し制御指令が伝達される。また、本システムには、停電などの重故障が生じたときに使用する、緊急電話連絡装置を備えている。

Fig.4 Composition of Electric Power Supply Control System

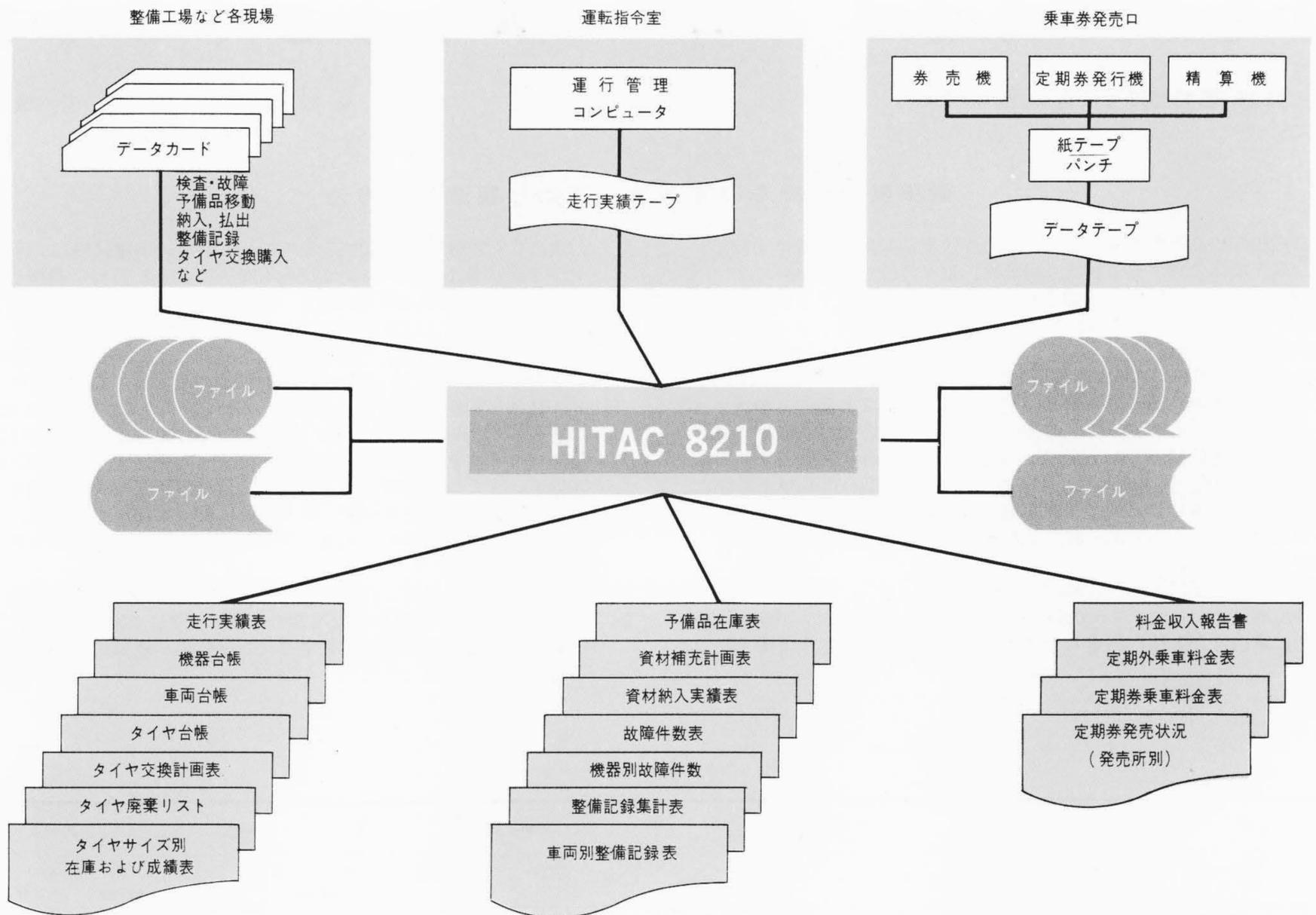


図5 後方業務管理システムの機能構成 本システムは、現在、(1)収納管理業務、(2)車両保守管理業務を主として行っており、乗車券発売、運行、整備の諸データを集約整理し、多くの実績、計画、諸統計表を作成している。

Fig.5 Functional Structure of Supporting Business Management System

中央処理装置には、HITAC 8210を採用し、内部記憶装置として16Kバイトを持たせた。外部記憶装置として、磁気ディスク、5.12Mバイト2台および磁気テープ記憶装置4デッキを有している。その他周辺機器構成は一般のものに準じているが、特殊なものとして、券売機などの売上げデータを穿孔(せんこう)テープから入力する機能としての、テープリーダーが備えられている。

本システムにおいては、現在、(1)収納管理業務、(2)車両保守管理業務を主として行っているが、それぞれ次のような機能および特長をもっている。

(1) 収納管理業務

札幌市高速電車においては、集札、出改札業務は、磁気被膜を用いた乗車券、定期券を用いて、完全に自動化されている。本業務は、各駅に設置された自動券売機、自動精算機および定期券発行機の売上データを自動集計するもので、各現場機器の1件の売上ごとに、各駅に設置された穿孔機により紙テープにデータを記録する。このデータは毎日収集され、計算機室において、各駅ごとに前日分の乗車料金収入報告書を、券種、乗車区間単位に作製すると同時に累計を取って月報、年報、その他の各種統計表を作成する。

この方法によれば、きわめて精度の高い入力情報を得ることが可能であるとともに、キーパンチなどの中間労力が不用となる。

(2) 車両保守管理業務

本システムにおいて、車両保守の各現場員は、毎日の保守、点検、整備、故障および各部品の交換などの記録をマークカードに記入し、そのまま計算機の入力データとする。

一方、運行管理システムの計算機より各車両の1日の走行実績が紙テープとして取り出されてHITAC 8210の入力データとなり、この両データを加工集計し、各種の整備記録、在庫管理、部品交換計画および走行実績表など、多くの実績、計画、緒統計表を得ている。

本業務においても、中間のデータ作成労力を極力省力化して、数多くの集計表を得ているのが特長である。

4 結 言

鉄道業務の自動化、省力化はかねてからその必要性が論じられ、すでに各種の自動化機器が導入され、実績が得られつつある。しかしながらそれらの個々の機器によってもたらされる合理化の効果には限度があり、最近では、それらを統合管理する高度化したシステムの導入によって真に近代化、自動化の実をあげようと思われている。札幌市高速電車における計算制御トータルシステムはこの範疇(はんちゅう)に属するもので、南北線開業以来、単なる省力化の域を越えた、乗客へのサービス向上、安全性の向上、企業としての運営効率の向上などの実績をあげている。

札幌市高速電車は、将来、新路線東西線を開業する予定であり、それぞれの路線の延長計画もある。現在導入されたシステムは、これら将来計画に対して十分な拡張性を有しているのみでなく、次のステップでは、各サブシステムをオンラインで結び、サブシステムの効果をあげながら、さらに高度なシステムに発展させてゆく計画であり、最終的には企業としての長期計画、経営分析などを含む高度の総合経営管理システムの完成を目標としている。