

# 全国新幹線網用961形試作電車の 運転制御システム(ATOMIC 3)

## Automatic Train Operating and Controlling System of 961 Proto-type Cars for Nationwide Shinkansen Network

The Nationwide Shinkansen Network, construction of which is already under way though partly, specifies a maximum train speed of 260 km/h. In addition, the network will involve quite a few of considerably long tunnel sections. Also, different from the Tokaido Shinkansen, night trains will be operated on this new main line. These are some of the conditions that will make the duty of crewmen of the new Shinkansen much more difficult to perform. To alleviate such hard crewmen duty it was decided to adopt the ATOMIC 3 automatic train operating and controlling system incorporating a control computer, HIDIC 350L. This article describes the construction and performance of this ATOMIC 3 system which is presently under field test.

鈴木俊宏\* *Toshihiro Suzuki*  
益富文男\* *Fumio Masutomi*  
斉藤国夫\*\* *Kunio Saitō*  
鳥山久雄\*\* *Hisao Toriyama*

### 1 緒 言

全国新幹線網用電車は、最高運転速度 260km/hを予定しており運転制御に関しても現新幹線電車の場合と比較していっそう正確かつ迅速な判断、操作が必要とされる。また列車運行の安全性をさらに高めるため乗務員を主幹制御器、ブレーキ弁などの操作から開放し、中央の運転指令所との無線連絡や前方監視、異常発生時の緊急処置などに重点を置くようにすることが望ましい。このため、従来から新幹線電車の運転制御装置として運転指令装置(定速運転用)、定位置停止装置などが開発されてきた。しかしながら、これまでのように

必要な機能のみを持った単能専用装置を組み合わせる方式では機器の複雑化による信頼性の低下、保守性の悪化など新たな問題を生ずることになり、さらに車両搭(とう)載用として要求される重量、寸法などの制約を考えれば好ましい方法と言うことはできない。

一方、制御用計算機の開発が急速に進められ主記憶装置の高速化と小形化、論理回路への半導体集積回路の全面的採用、電源装置の高効率化と小形化が実現され、制御用計算機システムは高い信頼性を備え小形化が可能になった。このため昭

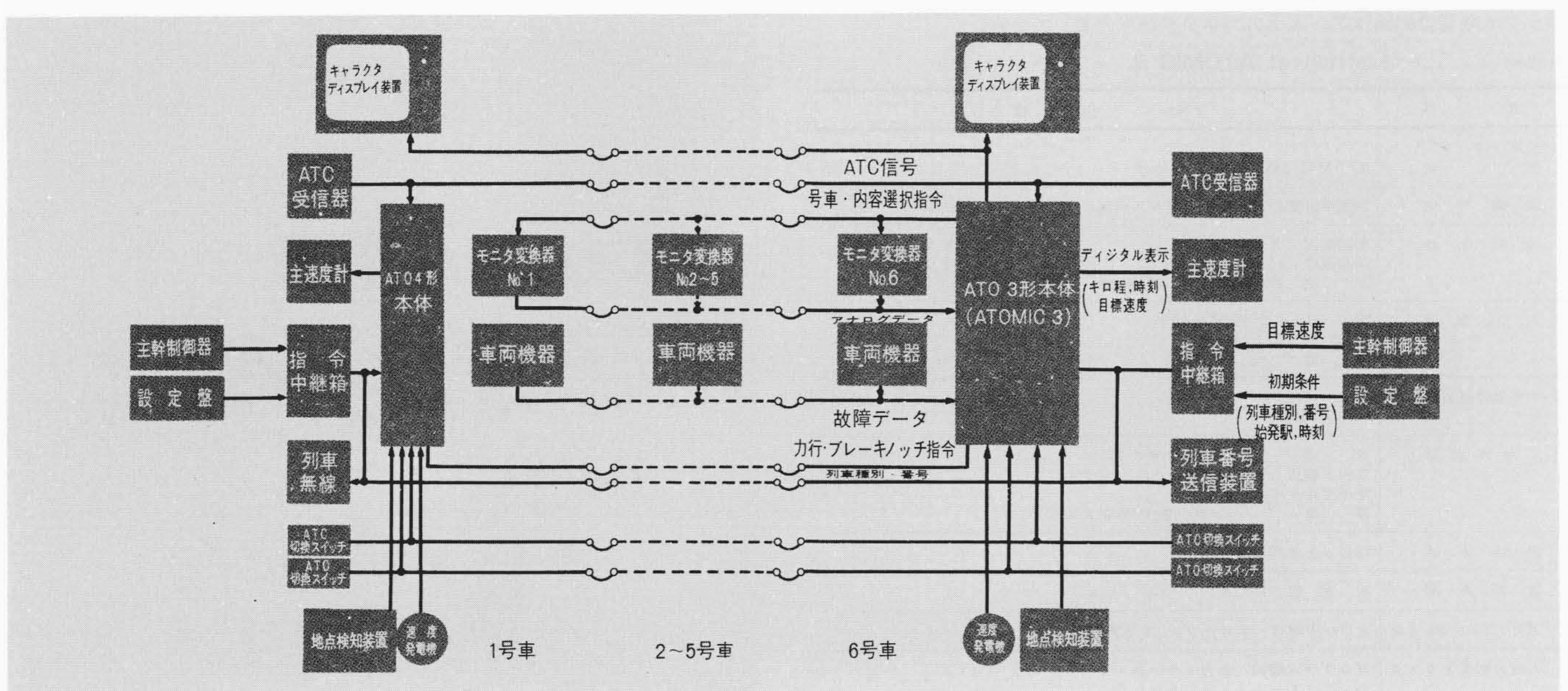


図1 運転制御システム構成図 961形試作電車の運転制御システムは、東京がた先頭車(6号車)運転台のATOMIC 3を中心に構成されている。

Fig. 1 Configuration of Train Operating and Controlling System

\* 日立製作所水戸工場 \*\* 日立製作所日立研究所

和44年から日本国有鉄道殿と共同で制御用計算機を中心とする車両搭載形ミニコンピュータシステムATOMIC(Automatic Train Operation by Mini Computer)の開発に着手し、昭和45年に951形新幹線試験電車で、翌46年に922形新幹線電気試験車用にHIDIC 100を用いたATOMIC 1号、ATOMIC 2号システムを製作・納入した。以降、現車試験によりハードウェアの性能と信頼性の向上、ソフトウェアの改良を行なった結果、性能、信頼性とも新幹線電車の運転制御システムとして十分な性能を有することが確認され、今回961形新幹線試作電車の運転制御システムATOMIC 3号として採用された。以下、本システムの構成、機能の概要について述べる。

## 2 ATOMICシステムの構成

961形試作電車は、全電動車による6両編成で大阪方先頭車が1号車、東京方先頭車が6号車と呼ばれ、この間に2～5号の中間車が連結されている。1号車、6号車の運転台間は車両内引通し線、車両間ジャンパ線により接続されており、どちらからも運転制御ができる。運転制御の方式としては、現新幹線電車と同じ手動運転、ATOMICによる各種運転制御が可能である。このシステムは図1に示すとおり多くの機器により構成され、1、6号車ともほぼ同一である。1号車にはATOMIC 4(多能専用機)形システム、6号車には、ATOMIC 3号システムが設けられ、常時両システムが動作するが実際の車両制御は先頭車側システムが行なうのを原則とし、これが故障の場合には後尾車側システムによる制御が継続される待機予備構成となっている。次にシステムを構成するおもな機器の概要について述べる。

### (1) ATOMIC 3号本体

本システムの機能の中心をなす装置であり、後述する運転

制御、情報表示、車両機器の動作監視などの各種制御を行なう。本装置は東京方先頭車(6号車)運転台に設置され、制御用計算機HIDIC 350L形中央処理装置、プロセス入出力装置、キャラクタディスプレイ制御装置その他を内蔵している。本装置のおもな仕様は表1に、外観は図2に示すとおりである。

### (2) キャラクタディスプレイ装置

乗務員とATOMICシステム間のマンマシンコミュニケーションの手段として用いられる装置である。運転状況、ダイヤ情報、機器動作状態など各種の情報を英数字、特殊記号を用いて表わし、乗務員が理解しやすいように必要に応じて表示色を変えることができる。本装置は大阪方、東京方両運転台にそれぞれ1台ずつ設置され、ATOMIC 3号本体内蔵の制御部により同一画面を表示する。本装置のおもな仕様は表2に示すとおりである。

### (3) 設定盤

列車の運転に必要な列車種別、列車番号、始発駅などの情報をデジタルスイッチで設定し、計算機内部のタイマを乗務員の時計に合わせてセットするために用いられる。本装置は前後両運転台に1台ずつ設けてあり、先頭側の設定のみが有効な情報としてATOMIC 3号本体、列車番号装置、列車無線装置などに入力される。図3は本装置の外観を示すものである。

### (4) 主幹制御器

現新幹線電車と同様な乗務員による手動運転を行なうほか、ATOMICシステムによる各種運転制御方式の選択を行なう。このため主ハンドンは、力行1～8ノッチのほかATO、回復の指示位置を有する。図4は本装置の外観を示すものである。

### (5) 主速度計

表1 ATOMIC3号本体のおもな仕様 ATOMIC3号本体には、中央処理装置、プロセス入出力装置のほかキャラクタディスプレイ装置制御部、入出力バッファ継電器部操作部、入出力コネクタ部を内蔵している。

Table 1 Specification of ATOMIC 3

項目	仕様
1.全体仕様 形式	ATOMIC 3形
制御方式	制御用計算機によるデジタル制御
周囲条件	周囲温度 0～50℃ 周囲湿度 10～95% RH 振動 JIS E 4031 1種・B種
入力電源	電圧 AC 100V ±10% 周波数 60±½Hz 相数 1相
2.中央処理装置部 形式	HIDIC 350L
主記憶装置	方式 磁気コアメモリ ワード構成 16ビット+1パリティ サイクルタイム 0.9μs 容量 12kW (最大16kWまで可)
演算方式	16ビット並列演算
演算時間	加減算 1.8μs
メモリプロテクション	1ワード単位 2オープン エリア方式
入出力制御トランク	プログラム制御入出力トランク×1 セレクトチャンネル入出力トランク×1 通信制御入出力トランク×1 (布線のみ)
3.プロセス入出力装置部 制御方式	プログラム制御入出力方式
入出力仕様	制御部 一式 外部割込入力 4 サプレベル×8 要因 接点入力 デジタル入力 104点 (カードリーダー用264点を除く) 接点入力 パルスカウンタ入力 12ビットプリセットオーバーフローカウンタ×3 電圧入力 デジタル出力 継電器駆動 32点 表示管および記録器駆動 10進×13けた

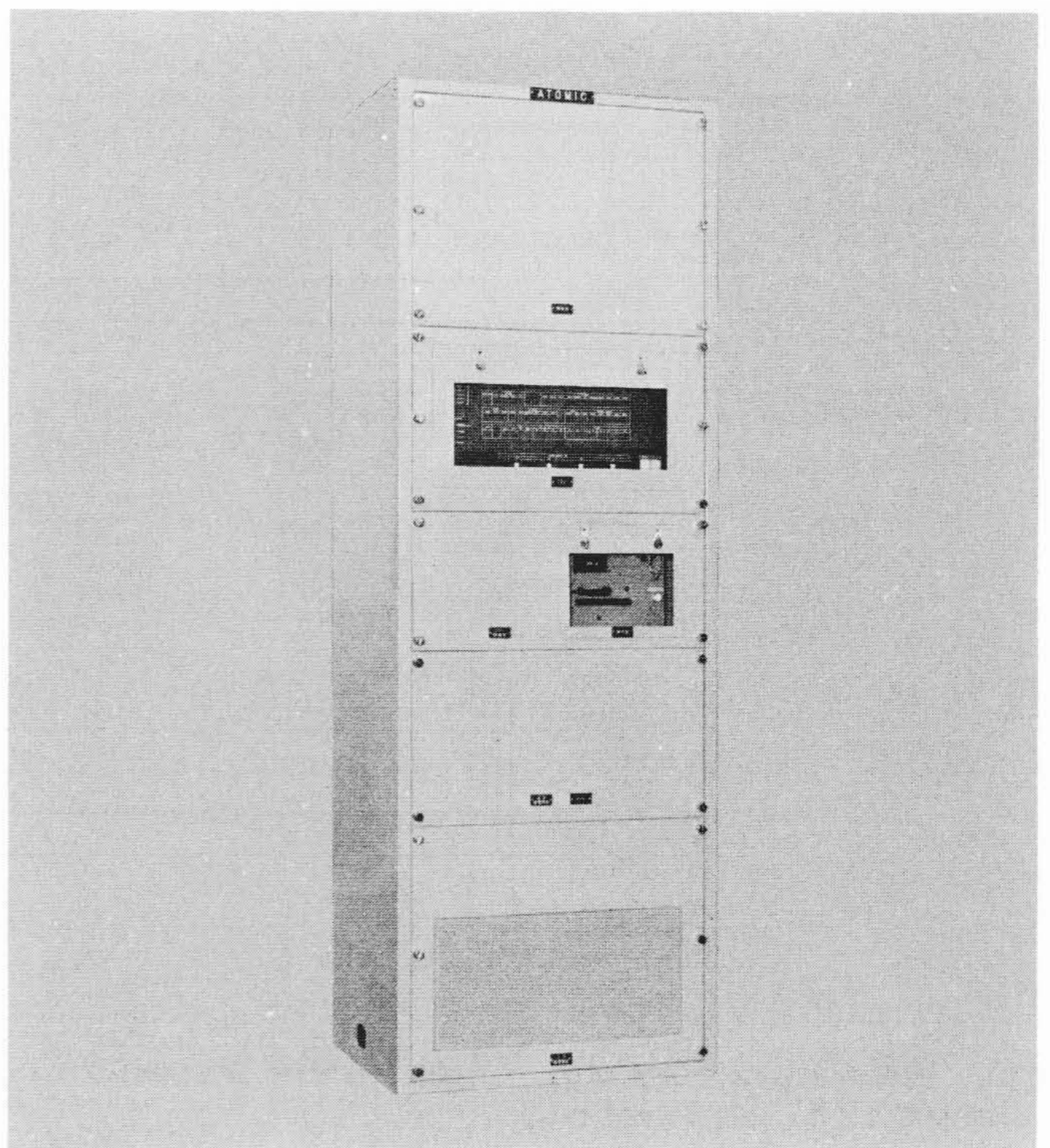


図2 ATOMIC 3号本体 HIDIC 350L 中央処理装置のコンソールパネル部、カードリーダー、車輪径補正用操作部は透明アクリル窓となっており、ドアを手前にあけることにより操作ができる。

Fig. 2 Front View of ATOMIC 3

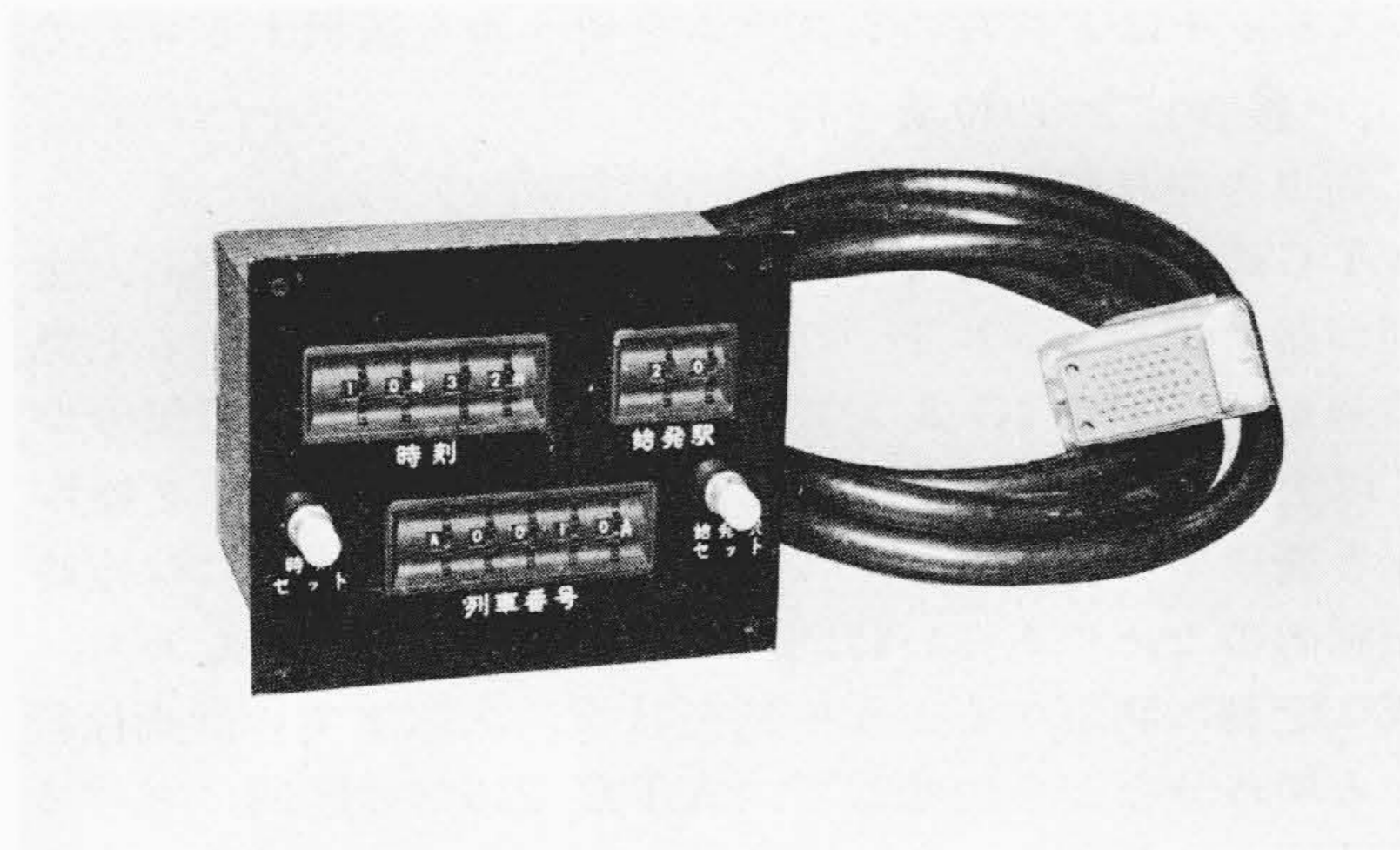


図3 設定盤 始発駅はコード化されており、00~79まで設定できる。2個の押しボタンスイッチは割込信号発生用である。

Fig. 3 Front View of Initial Conditions'setting Board

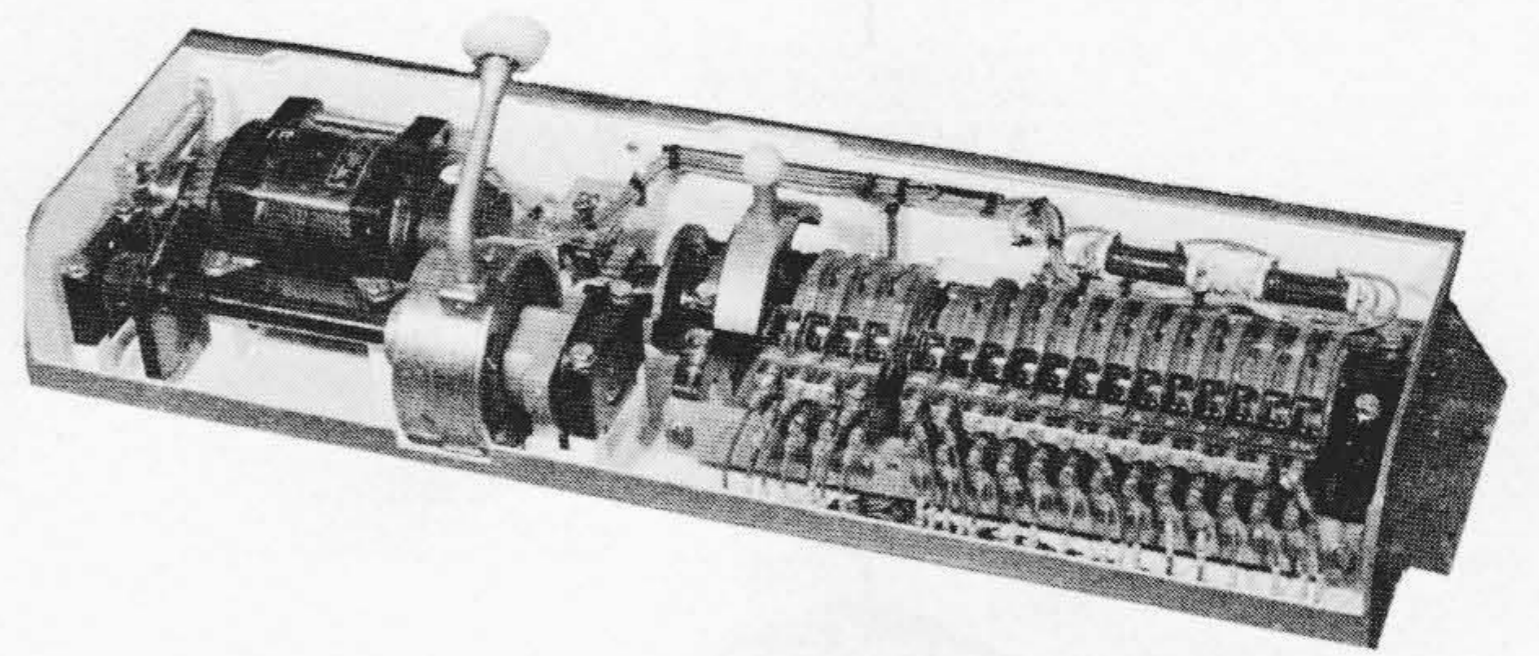


図4 主幹制御器 大きいハンドルは主ハンドル、小さいハンドルは逆転ハンドルで、左側に主ハンドル角度に比例した電圧を発生する誘導電圧調整器を内蔵する。

Fig. 4 Front View of Master Controller without Cover

表2 キャラクタディスプレイ装置のおもな仕様 制御部は、ATOMIC 3号本体に内蔵されている。

Table 2 Specification of Character Display Device

項目	仕様
1. 制御部	(ATOMIC 3号本体に内蔵)
制御方式	セレクタチャンネル制御入出力方式
転送速度	1.7ms/字
ビューア接続台数	最大 8台
キーボード	ASCII標準キーボード接続可
文字コード	JIS C 6220およびASCIIに準拠
表示文字種類	英数字, 特殊記号(64種)・直線パターン(10種)
2. ビューア部	
制御方式	ラスタスキャン方式
画面寸法	14インチ
文字数	640字/画面 (40文字/行×16行)
フレーム数	60フレーム/秒
表示色	7色(白, 赤, 緑, 青, シアン, マゼンタ, 黄)

注: ASCII = American Standard Code for Information Interchange

現新幹線電車と同様に指針方式による列車速度のアナログ表示、ATC信号の表示のほか ATOMIC システムからキロ程(現在走行地点)、時刻および目標速度の各情報を出し速度計下部にデジタル表示を行なう。

(6) 速度発電機

列車を制御する際の基本情報である列車速度に比例した周波数のパルスが発生するもので、車軸歯車箱に設けられ車軸1回転当りのパルス数は60である。ATOMIC 3 システムではこのパルスを計数し車輪径をもとに列車速度、走行地点を計算する。

(7) 地点検知装置

地上に10kmごとに設置された走行地点補正用の地上子、定位置停止制御用地上子からの信号を受信する。

(8) モニタ変換器

1~6号の各車両の配電盤にぎ装され、車両機器の動作監視を行なう。ATOMIC 本体からの制御により号車と監視内容の選択を行ない、測定データを発信する。

3 ATOMIC 3号システムの機能<sup>(1)</sup>

ATOMIC システムは次の三つのサブシステムで構成されている。

(1) 運転制御サブシステム

(2) 情報表示サブシステム

(3) 機器動作監視サブシステム

以下それぞれの機能の概略について述べる。

3.1 運転制御サブシステム

列車の運転制御には次に述べる三つの基本的な制御が必要であり、本サブシステムではこれらをすべて自動的に行なう。

(1) 定時運転制御

列車を計画運転ダイヤどおりに各駅に到着、発車させるための制御である。計画運転ダイヤには臨時速度制限などによる遅れに備えて若干の余裕時分があるため、駅間に臨時徐行などが無い場合にはATC信号に従って走行すると次駅には早着になる。このため列車運行の早延着状況、次駅までの徐行条件などを自動的に演算、判断して目標速度を決定し、定時に次駅に到着するよう列車速度を制御する。

(2) 定速運転制御

新幹線では駅間の最高運転速度は大部分 210km/hであり、この区間はできるだけ一定速度で走行するのが乗りごち、経済性などの点から望ましい。しかし実際には線路こう配の変化、架線電圧の変動などの影響を受けるため、列車速度は常に変動する。この変動をできるだけ少なくするよう列車速度を常時監視し力行ノッチ、ブレーキノッチを自動的に制御する。

(3) 定位置停止制御

停止駅の定められた停止目標位置に正確かつブレーキ時のショックで乗りごちをそこなうことなく、なめらかに停止させるようブレーキノッチを自動的に制御する。図5は乗務員の操作を含めた制御全体の流れを示しており、以下にその概要を説明する。

(1) 現在時刻のセット

計算機内部のタイマを乗務員の時計に合わせるため、設定盤のデジタルスイッチにより現在時刻をセットする。

(2) 固有運転ダイヤの決定

計算機内には数種類の基準運転ダイヤが記憶されており、これと設定盤のデジタルスイッチによって入力される列車種別、列車番号、始発駅などの情報とを組み合わせて実際に運転するための固有運転ダイヤを決定する。

(3) 計画徐行情報の入力

列車が始発駅を発車する前に、あらかじめ決定しているその日の計画徐行に関する情報を、カードによって入力する。この情報は駅間単位に徐行区間の長さ制限速度とから予想

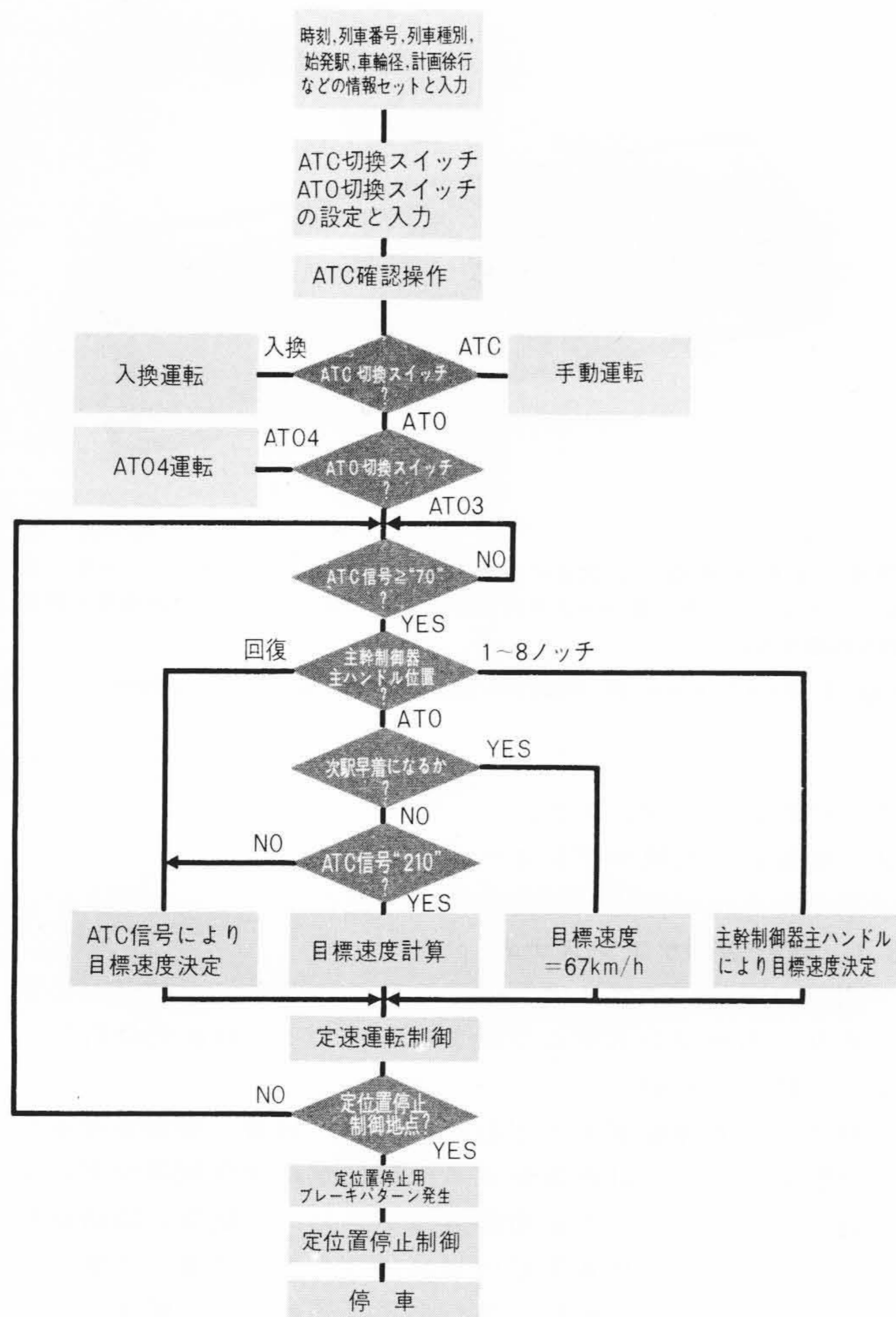


図5 運転制御フローチャート 961形新幹線試作車の運転制御の流れを乗務員の操作を含めて示す。

Fig. 5 Flow Chart of Train Operation and Control

される列車の遅れ時分を15秒単位に表わしてあり、該当する駅間を走行するときの目標速度の決定に用いる。

(4) ATC切換スイッチの設定

ATC切換スイッチには“ATO”、“ATC”、“入換え”の三つの位置があり、それぞれ ATOMIC 3 システムによる運転、ATC信号に従う手動運転、構内などにおける入換運転ができる。どの運転方式によるかをこのスイッチによって設定する。

(5) ATO切換スイッチの設定

961形試作電車には大阪がた、東京がた両運転台にそれぞれ計算機システムが設置され、待機予備二重系を構成している。

このスイッチはどちらのシステムを使うかを選択するもので、「前」、「後」の二つの位置を持つ。

(6) 列車の発車制御

ATC確認操作を行なって転動防止ブレーキを緩解し、主幹制御器の主ハンドルを「切」以外の位置にセットすると発車指令が ATOMIC 3 システムに与えられ、ATC信号が“70”以上であり、戸じめを確認して乗務員がマスコンを操作すると発車する。主ハンドルが“ATO”位置の場合には定時運転制御のためのあらい時間合せ制御を行なう。すなわち、次駅に定刻に到着するよう早延発状況、次駅までの計画徐行による増時分などを加味して、ATC 210信号区間における目標速度を計算する。

その後細かい時間合せ制御のために、次駅到着予定時刻までの残り時分と停止点までの距離とから、定時に到着するために必要な走行速度を1秒ごとに計算し、列車速度を67km/hに落とす地点を決定し定時運転制御の精度を上げている。

(7) 列車速度の監視と現在走行地点の決定

列車が発車すると車軸歯車類に取り付けられた速度発電機から列車速度に比例した周波数のパルスを取り込み、車輪径補正スイッチで設定した車輪径を使用して列車速度を計算する。そして列車速度がATC信号または(6)で計算した目標速度のどちらか低いほうの速度に等しくなるように力行あるいはブレーキノッチを制御し定速運転を行なう。

また速度発電機からのパルスを積算し、現在走行地点の計算を行なう。実際には車輪径の誤差、車輪の空転、滑走などにより走行地点の計算値が狂ってくるので、10kmごとに設置された地上子からの信号を受信し、計算値を修正して常に正しい列車位置を把(は)握している。

(8) 恒久速度制限区間の走行

線路の曲線などにより許容運転速度がATC信号よりも低く制限されている恒久速度制限区間では、(7)で計算した現在走行地点により、あらかじめ記憶している速度制限の区間と速度の対応表により自動的に車速を制限速度以下に制御する。

(9) 臨時徐行区間の走行

列車が始発駅を発車後閉塞(そく)などにより臨時徐行が発生した場合には、ATC信号を読み込んで制限速度以下に減速制御を行なう。臨時徐行発生による列車遅延に対しては、目標速度の変更など特に対策は行なわず(10)で述べる駅近くで行なう細かい時間合せ制御で吸収するのを原則とする。臨時徐行区間が長かったり、制限速度が非常に低くそのままでは次駅到着が大幅に遅延すると乗務員が判断した場合には、主幹制御器の主ハンドルを「回復」位置に置くことにより目標速度をATC信号いっぱいに変更して走行し、遅延の回復に努めることができる。

表3 運転制御方式一覧表 乗務員の操作により種々の運転方式が可能となっている。

Table 3 Variation of Train Operation

ATC切換スイッチ	主幹制御器主ハンドル	力行制御	ブレーキ制御	備考
入換位置	1~8ノッチ	30km/h以下での手動ノッチ制御	手動によるブレーキ弁操作	構内運転
ATC位置	"	手動ノッチ制御	"	本線手動運転
ATO位置	"	主ハンドル角度に応じた自動定速制御	70km/hからの定位置停止制御	定速精度 ± 2 km/h
	ATO	完全自動制御		定時精度 ± 15秒
	回復	ATC追従制御		定位置停止 ± 50cm精度

(10) 定位置停止制御

各駅の停止目標位置の手前約 645m および約25m には定位置停止制御用の第1, 第2 地上子が設置してある。列車が第1 地上子を通過すると計算機に割込信号が入り, 停止点を起点とするブレーキパターンを発生する。ブレーキパターンが発生したことを確認するとATC 30信号をATC 70信号に読み替え, その後ブレーキパターンに沿って列車速度をなめらかに減速して行く。第2 地上子では地点補正を再度行なって停止精度を向上し, 目標位置に正しく停止する。ATC 信号を読み替えることにより, 駅近くで30km/hで走行する区間が不要になるため, 1 停止駅あたり約15秒の運転時分の節約になるが, 信号を読み替えるためには系の信頼性を高くする必要があり, 二重系専用定位置停止装置と組み合わせ, 三重系構成としている。

(11) 定速運転制御

定時運転制御を行わず乗務員の判断により目標速度を設定し, これに従って一定速度で走行する制御である。ATC 切換スイッチがATO 位置の条件で主幹制御器の主ハンドルを1~8 ノッチの任意の位置に置くことにより, 主ハンドルの角度に応じて0~260km/hの任意速度が計算機に入力されこの目標速度に追従するように列車は制御される。この目標速度は, 運転台の速度計にATOMIC 3 によりデジタル表示され, 目標速度の設定を容易に行なえるようになっている。

表3 は, 以上の各種の運転制御方式をまとめて示したものである。

3.2 情報表示サブシステム

全国新幹線網の路線では長大トンネルが増加し, 運転速度が260km/hと高くなる。夜行列車の運転が計画されているため計算機と乗務員間の情報伝達を密にし, 人間工学的に十分検討を加えた情報表示システムを開発することが必要である。このため従来からキャラクタディスプレイ装置を使用したマンマシンコミュニケーションシステムを開発し, 実際に電車で搭載して試験を行なってきた。

961 形試作電車にはこの成果を採り入れ, 各先頭車の運転台の計器盤中央に14インチ カラー キャラクタ ディスプレイ装置を設置して, 各種画面を表示することにより乗務員に情報を伝達する情報表示システムを採用している。両運転台のディスプレイ装置は, 東京方向運転台のATOMIC 3 によっ

て制御され常に同一内容の画面を表示する。乗務員による表示画面の選択は, 運転台計器盤に設けられた4 個の画面選択スイッチの操作によって行なわれ, この組合せによって最大16種類の情報を表示することができる。したがって表示内容は運転制御に関するものだけでなく, 車両機器の動作監視, 乗客サービス関係の情報など多くの用途に十分活用することになっている。図6 は, 本装置の外観を示すものである。

このほか主速度計にデジタル表示部を設け, 計算機からキロ程, 目標速度, 時刻を表示し乗務員の操作, 判断に役だてている。目標速度の表示は, 主幹制御器による目標速度の設定を行なって, 定速運転を行なうときに乗務員が設定した値を表示し設定値の変更, 調整が容易に行なえるようになるものである。図7 は本装置の外観を示すものである。

3.3 機器動作監視サブシステム

現新幹線電車では車両機器の動作監視は, 運転台に設けた故障ユニット表示灯と故障系統表示灯とによって故障が発生したユニットナンバーと大まかな故障発生個所を乗務員に表示することによって行なわれている。したがって故障内容の詳細を調べて必要な処置を行なうためには, 故障発生ユニットの配電盤まで行く必要がある。新幹線電車は全長400mであり, 故障発生時にいちいちそのユニットの配電盤まで行くのは乗務員にとり大きな負担であった。

961 形試作電車ではこの現状を改善するため, 車両の機器動作の監視をATOMIC 3 で行ない, 機器開放などの処置は乗務員が運転台からユニットナンバーと処置内容の押しボタンにより指令し, 遠隔操作ができるシステムとしている。

機器の動作監視システムは, 次の二つの機能に分けることができる。

(1) 故障内容の詳細検知

車両各機器の動作状態を接点の開・閉信号としてATOMIC 3 に入力し, 故障の詳細を知る機能である。図8 は乗務員の操作を含めて全体の流れを示すものである。すなわち, 故障が発生したユニットナンバーは, 現新幹線と同様に運転台のユニット故障表示灯に表示される。乗務員が故障内容の詳細を知るためユニット選択スイッチを操作し, 故障発生ユニットの機器の動作状態が接点の開・閉情報として32本の情報引通し線に接続される。ATOMIC 3 はこれをデジタル入力として取り込み故障機器を判定し, 結果をキャラクタディス

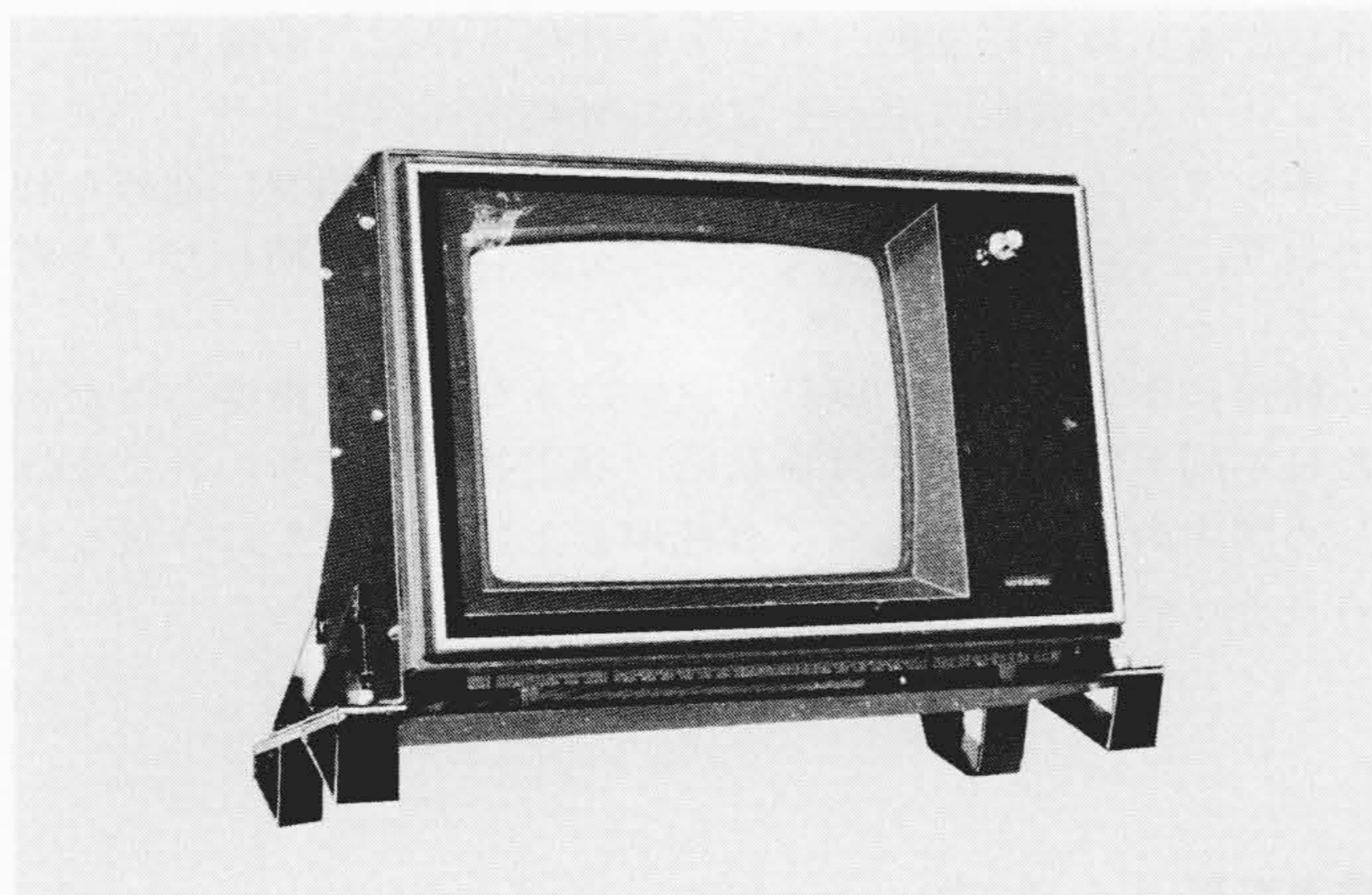


図6 キャラクタディスプレイ装置 運転台計器盤の中央に水平方向に25度傾け, 画面が乗務員の正面を向くようにぎ装される。

Fig. 6 Front View of Character Display Device

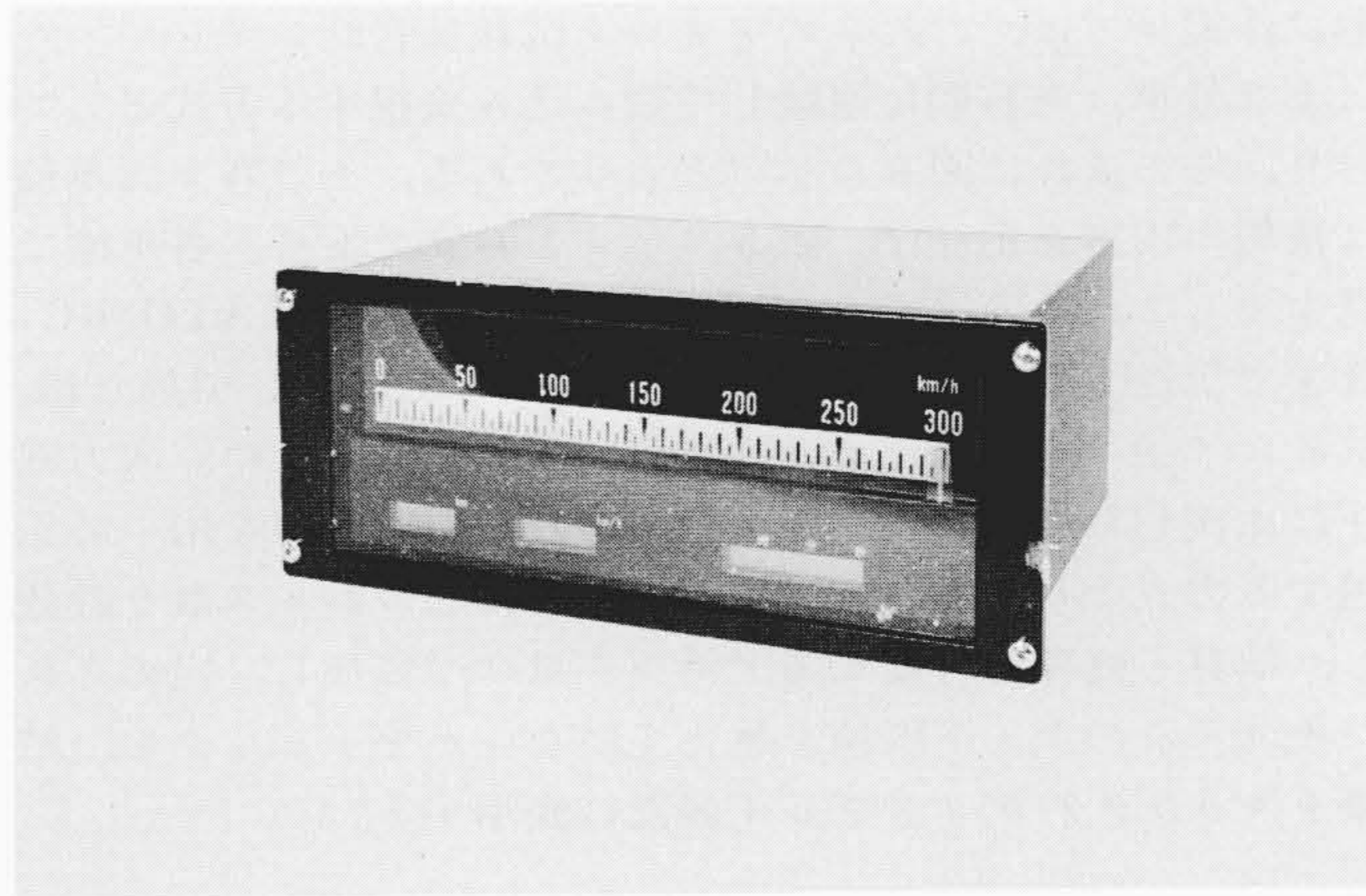


図7 速度計 下部のデジタル表示部にATOMIC 3 からキロ程, 目標速度, 時刻を表示する。

Fig. 7 Front View of Speed Meter

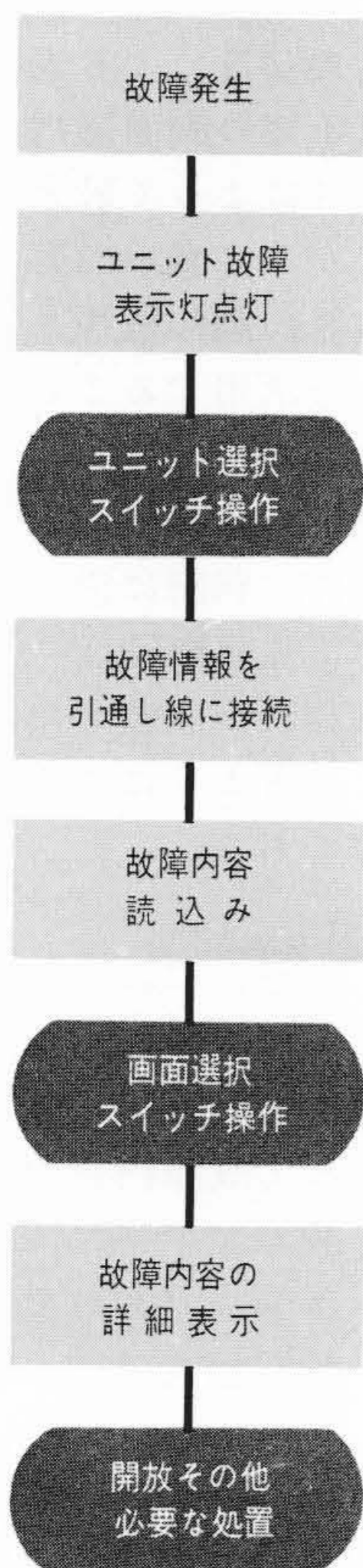


図8 故障検知フローチャート 故障検知および検出後の処置は半自動化されている。  
Fig. 8 Flow Chart of Monitoring (Digital Data)

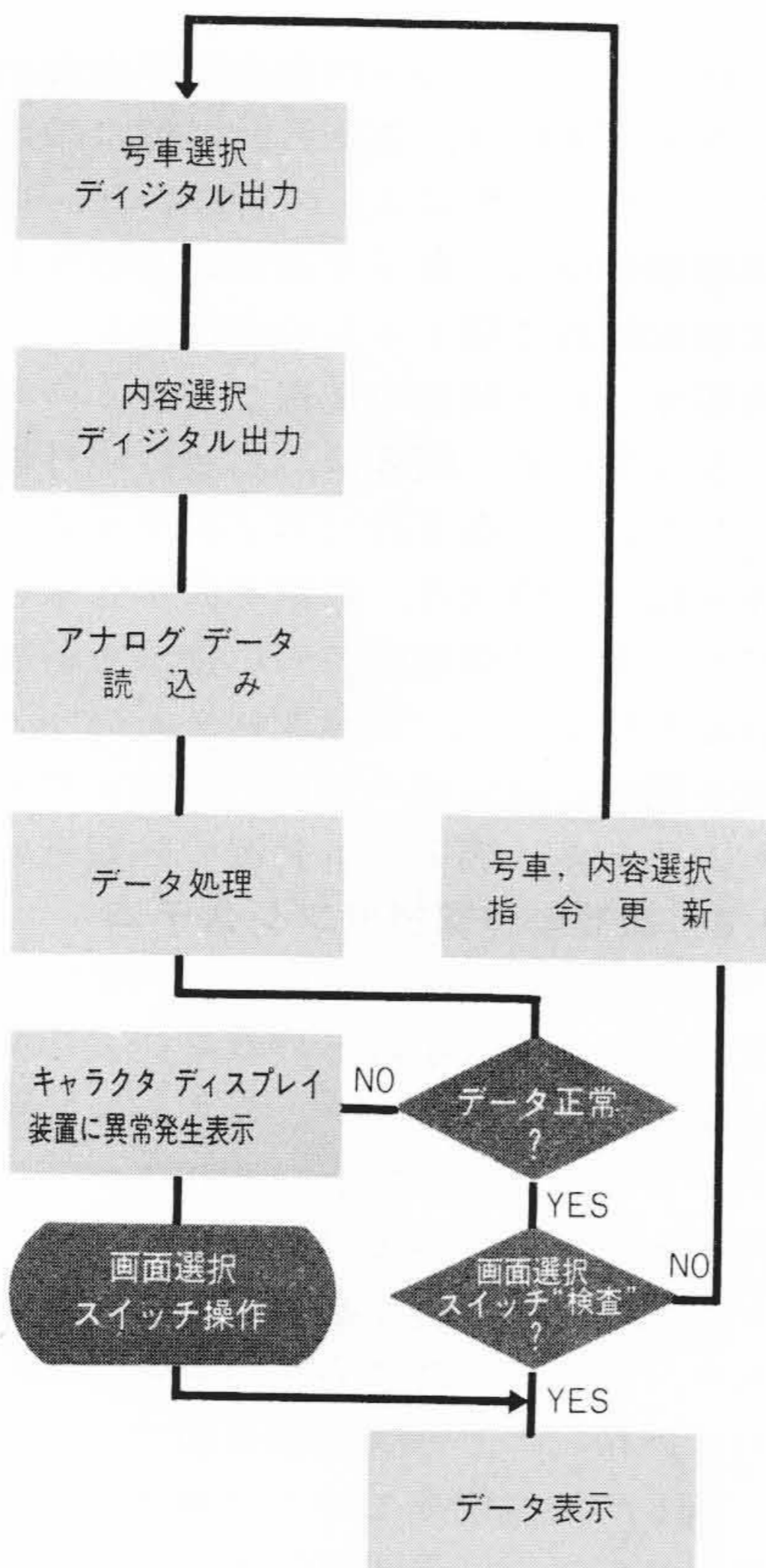


図9 動作監視フローチャート 機器の動作監視は一定周期で常時くり返し、上・下限をはずれた時に警報を発する。  
Fig. 9 Flow Chart of Monitoring (Analog Data)

表4 故障情報一覧表 2両(1ユニット)単位に32の情報を、乗務員のユニット選択操作に従って入力できる。

Table 4 List of Monitoring Item (Digital Data)

番号	故障内容	番号	故障内容
1	M車車軸固着	17	M'車ブレーキ力過小
2	" 軸箱温度上昇	18	" ブレーキ不緩解
3	" 歯車箱温度上昇	19	" ブレーキ主回路接地
4	" ブレーキ力過小	20	力行主回路接地
5	" ブレーキ不緩解	21	主整流装置過電流
6	チョッパ過電圧, 過電流	22	" ヒューズ溶断
7	" 転流失敗	23	" サイリスタ故障
8	チョッパ温度上昇	24	主整流装置温度上昇
9	M車ブレーキ主回路接地	25	電動発電機故障
10	" 第1軸滑走(微分検出)	26	主変圧器3次巻線過電流
11	" 第2軸滑走(微分検出)	27	" 温度上昇
12	" 第1軸滑走(速度差検出)	28	主変圧器油流停止
13	" 第2軸滑走(速度差検出)	29	M'車第1軸滑走(微分検出)
14	M'車車軸固着	30	" 第2軸滑走(微分検出)
15	" 軸箱温度上昇	31	" 第1軸滑走(速度差検出)
16	M車歯車箱温度上昇	32	" 第2軸滑走(速度差検出)

表5 動作監視情報一覧表 2両(1ユニット)単位に16の情報を、順にくり返して入力する。

Table 5 List of Monitoring Item (Analog Data)

番号	監視内容	番号	監視内容
1	M車室温	9	M'車室温
2	" ブレーキシリンダ圧力	10	" ブレーキシリンダ圧力
3	" 乗車効率	11	" 乗車効率
4	" 主電動機電流	12	" 主回路電圧
5	" 予備	13	" 予備
6	" 振動(上下)	14	" 振動(上下)
7	" " (左右)	15	" " (左右)
8	" " (前後)	16	" " (前後)

プレイ装置に表示する。以上のようにして乗務員は運転台に搭乗したままで故障内容の詳細を知ることができ、さらに開放などの必要な処置は種々の条件を考慮して行なう必要があるため、乗務員の判断・操作によって行なう方式としたが、この操作もすべて運転台から行なうことができるようになっている。各ユニットの故障情報は表4に示すとおりである。

(2) 動作状態の常時監視

(1)の機器故障情報は正常か故障かのデジタルな情報であるのに対し、たとえば主電動機の電流値や、客室の気温などのように動作状態をアナログ的に知りたい装置もある。961形試作電車では、これらのアナログ情報は常時スキャンングにより号車、内容順に連続して読み込み監視する方式としており、その流れは図9に示すとおりである。また各車両単位に情報の内容を示せば、表5に示すとおりである。各車両で発生するこれらのアナログ情報を東京方先頭車のATOMIC 3まで伝送するに際しては、車両で発生する雑音、引通し線、ジャンパカプラーなどによる減衰、誤差を除くため、入力電圧に比例した周波数のパルス列に変換し、同軸線を用いて伝送する方式としてある。ATOMIC 3はこのパルス数を計数し、演算・処理を行なってアナログ量に逆変換し、定められたそれぞれの上・下限値を越えていないかをチェックし、結果をキャラクタディスプレイ装置に表示する。

4 結 言

産業、文化の発達に伴い、全国的な交通需要が今後さらに

伸びることが予想されており、これに対処するため現在上越、東北新幹線をはじめ、全国に新幹線網を建設する全国新幹線網の計画が進められすでに一部は着工されている。この全国新幹線網用電車の運転制御システムとして制御用計算機を電車に搭載し、運転制御を自動化するシステムの研究開発を行ない実際に新幹線電車に搭載して試験を行なった結果、制御性、信頼性などの点で十分な性能を持つことが確認され、今回試作電車の運転制御システムに採用された。本論文ではこのシステムの機能に重点を置いて概略を述べた。

本システムの961形試作電車による試験は順調に進められており、その結果によってさらに完璧(べき)を期したいと考えている。

最後に本システムの開発・試験にあたってご指導いただいた日本国有鉄道車両設計事務所、鉄道技術研究所の各位をはじめ関係のかたがたに厚くお礼申し上げますとともに今後なおいっそうのご指導を請う次第である。

参考文献

- (1) 益富ほか：「制御用計算機による新幹線電車の自動制御システム(ATOMIC)」日立評論 54, 729(昭47-8)