U.D.C. 656.342:〔656.222.1.052-52＋658.581.011.56〕:681.323

福岡市交通局高速鉄道トータルシステム 車両制御・検修システム

Computer Total System for Fukuoka's Rapid Transit System Train Control and Inspection System

鉄道の制御，管理業務の自動化は，各装置，サブシステムに対応した単機能的な自動化の導入に始まって，近年ではトータルシステムとしての総合自動化システムの導入にまで発展してきている。車両制御についても，個々の車両の制御だけでなく，地上側の制御・情報システム，検修システムとリンクさせて列車群として総合的な制御と管理を行なうことが実用化されている。

福岡市高速鉄道でも，鉄道運営を積極的に自動化，省力化するために，最新の技術を基にしたトータルシステムを導入している。

本稿では，トータルシステムのうち，車両制御システムと車両検修システムについて述べる。

坂本将之* *Masayuki Sakamoto*
栗山顕一郎** *Ken'ichirô Kuriyama*
仲　吉隆** *Yoshitaka Naka*
石川耕介*** *Kôsuke Ishikawa*
川畑真一**** *Shin'ichi Kawahata*
能見　誠***** *Makoto Nomi*

1　緒　言

福岡地下鉄は，九州初の地下鉄として昭和56年7月26日に開業し，福岡市民の重要な交通機関として利用されている。

この地下鉄の車両制御システムは，最新の車両技術と高度な電子技術[1)]を結集し，安全で快適な乗り心地を目指すとともに，運転操作・保守作業の省力化と省エネルギー化を十分考慮した機器及びシステム構成となっている。また，このように高性能な車両の検査，保守では高度の技術が必要となるが，車両検修システム[2)]を導入することにより，検修作業，データ管理の自動化を実施し，検修体制の近代化を図っている。

2　車両制御システム

車両制御システムは，車上の自動運転システムと，地上の運行管理システム，信号保安システム及び対列車データ伝送システムなどの関連システムにより構成されている。

本システムにより，個々の列車では駅出発から次駅停止までの制御を自動化するとともに，列車群としての最適な運行制御を可能とするため，運行管理システムと個々の列車間で運行に必要な情報を授受している。

以下，車上の自動運転システムについて述べる。

2.1　自動運転システムの設計

自動運転システムを計画する場合には，車両性能，路線条件，変電所設置間隔，運転条件などを総合的に検討する必要がある。

本システムの設計に当たっては，日立製作所で開発した「軌道輸送システム計画・設計サポートシステム"TRANSPLAN"」[3)]を用いてシミュレーションを行ない，図1に示すように運転時分，制御定数などの最適値を求めた。

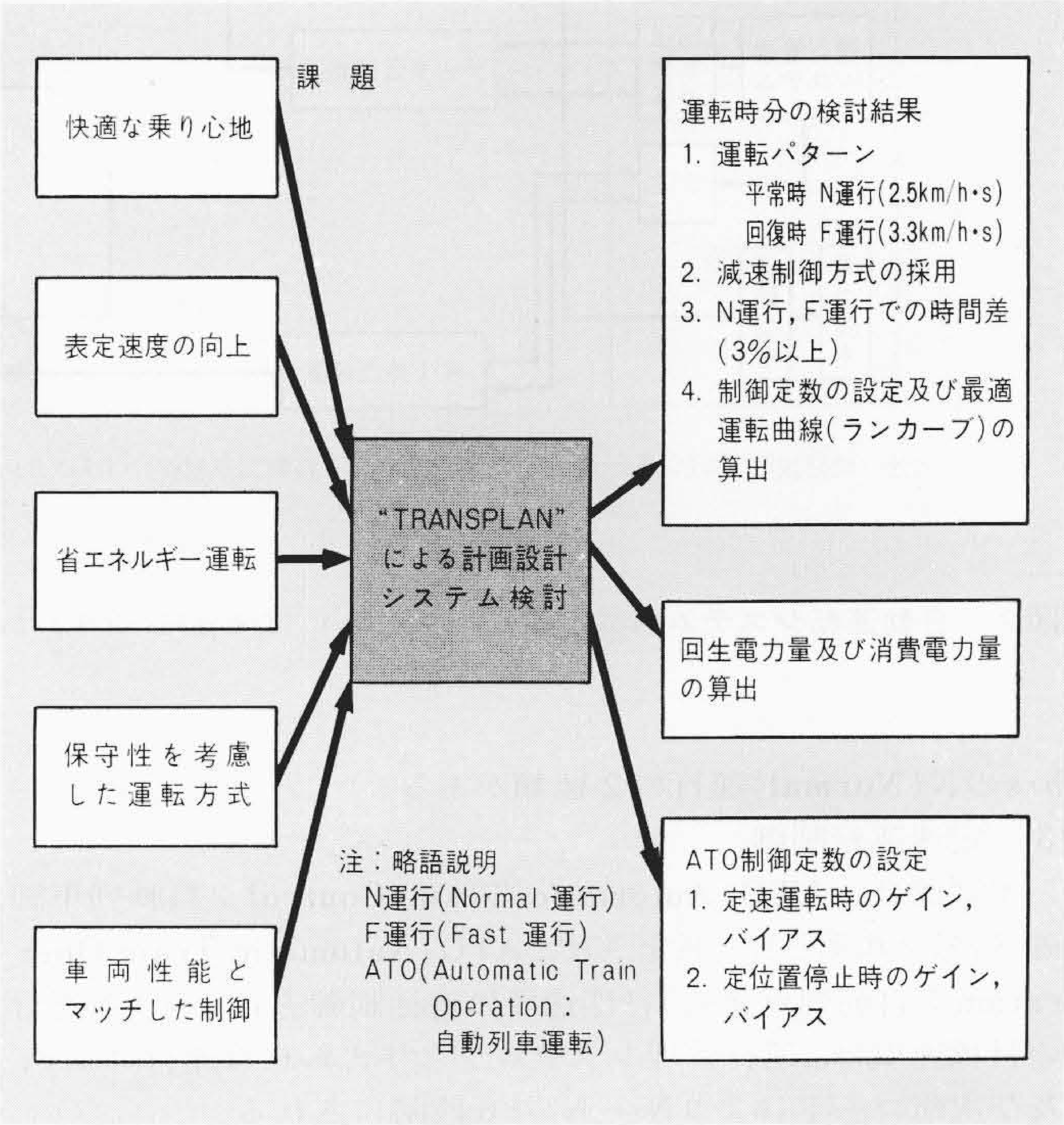

図1　TRANSPLANによる自動運転システムの検討　軌道輸送システム用計画設計サポートシステム(TRANSPLAN)により，運行制御パラメータを決定する。

2.2　自動運転システムの機能

自動運転システムの構成と運転パターンを図2に示す。本システムは，次に述べるような機能をもっている。

(1)　出発制御

車上及び地上の出発条件成立後，乗務員が出発押しボタンを押すと，列車は発車し起動加速制御を行なう。

(2)　起動加速制御

駅停止時にデータ伝送系を介して，運行管理システムから次駅区間の走行種別を指定する運行コードを受信し，主回路制御装置にそれに応じた限流値指令を与える。

走行種別は，加速度3.3km/h・sのF(Fast)運行と，2.5km/

* 福岡市交通局技術部　** 日立製作所水戸工場　*** 日立製作所機電事業本部　**** 日立製作所システム事業部
***** 日立製作所システム開発研究所

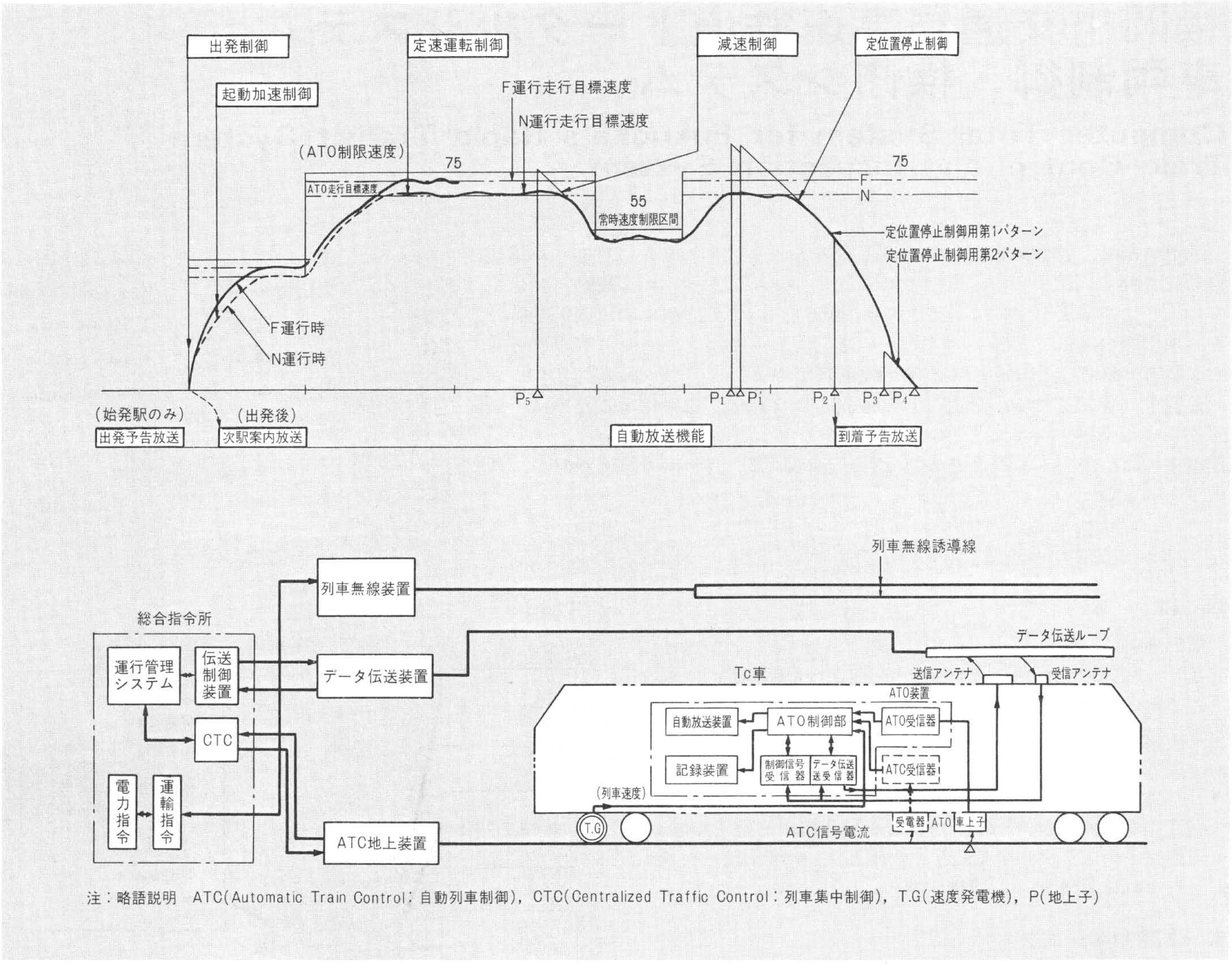

図2 自動運転システム構成と運転パターン 自動運転システムでの列車運行パターンと地上制御システム構成を示す。

h・sのN(Normal)運行の2種類がある。

(3) 定速運転制御

本制御は，ATC(Automatic Train Control：自動列車制御)信号を基準として設定されたATO(Automatic Train Operation：自動列車運転)目標速度に追従制御を行なう。N運行の目標速度は，運行管理システムから与えられた運行コード，及び次駅コードによりN_1～N_6の6段階にされる。

(4) 減速制御

曲線，勾配，転撤器など恒久的に速度制限を行なう区間がある場合は，その閉そく区間の手前に減速制御用の地上子P_5を設置し，あらかじめ減速パターンを発生させ，速度制限区間に入る前に制限速度以下に制御する。これによりATCブレーキは作用せず，乗り心地が改善される。

(5) 定位置停止制御

駅の定位置に停車するために，地上側に定位置停止制御用の地上子P_1～P_4を設置している。

P_1は減速度2.5km/h・sの定位置停止制御用第1パターンを発生させるための地上子で，列車はこのパターンに沿って減速する。

P_2は減速制御開始後の走行距離補正を行なうための地上子である。

P_3は駅停車間ぎわに乗り心地を良くするために，減速度2.0km/h・sの定位置停止制御用第2パターンに切り換える地上子である。

P_4は転動防止ブレーキを作用させるための地上子である。

これらの地上子により発生又は修正されたパターンに従って定位置停止制御が行なわれる。

(6) 自動放送制御

駅出発直後に次に停車する駅を乗客に案内するための次駅案内放送，及びP_2地上子検知により駅到着を予告するための到着予告放送を行なう。なお，次駅案内放送終了後続けて禁煙，危険物持込み禁止放送などの随時放送を付加するほか，到着予告放送終了後，扉による危険防止のための注意放送も行なう。

(7) 異常運行時の制御

先行列車の在線位置によりATO運転中にATCブレーキが作用する場合は，ATO指令よりATCを優先制御させ安全を図っている。また，定位置停止制御中に列車速度が減速パターンから大きく上側に外れた場合には，ATO装置から非常ブレーキを指令し，停車制御を行なう。なお，進路前方に異常を認めた場合には，非常スイッチを押すことにより非常ブレーキを作用させることができる。また，列車がなんらかの理由で駅以外の場所に停車した場合の再出発は，出発押しボタンの操作により行なう。

(8)　戸閉制御

列車停止後の扉開閉は，運転台前面の戸閉スイッチ盤より行なう。この場合，ホームのない側のスイッチを誤って操作しても扉が開かないように安全を図っている。また，スイッチ盤は扉の再開閉機能ももっている。

2.3　現車試験結果

昭和55年10月から翌年5月まで約8箇月間にわたり，車両の性能形式試験及びATOデータ集積試験を実施した。

本線での停止精度の試験結果を**図3**に示す。全駅（7駅・上下線）及び全編成（8編成）に対するデータで，停止精度の平均値は−4.42cm，標準偏差は8.60cmであり，当初目標の±50cmを満足する結果が得られた。

また，運転時分についても，計画運転時分を十分満足する運転性能を発揮することが確認できた。

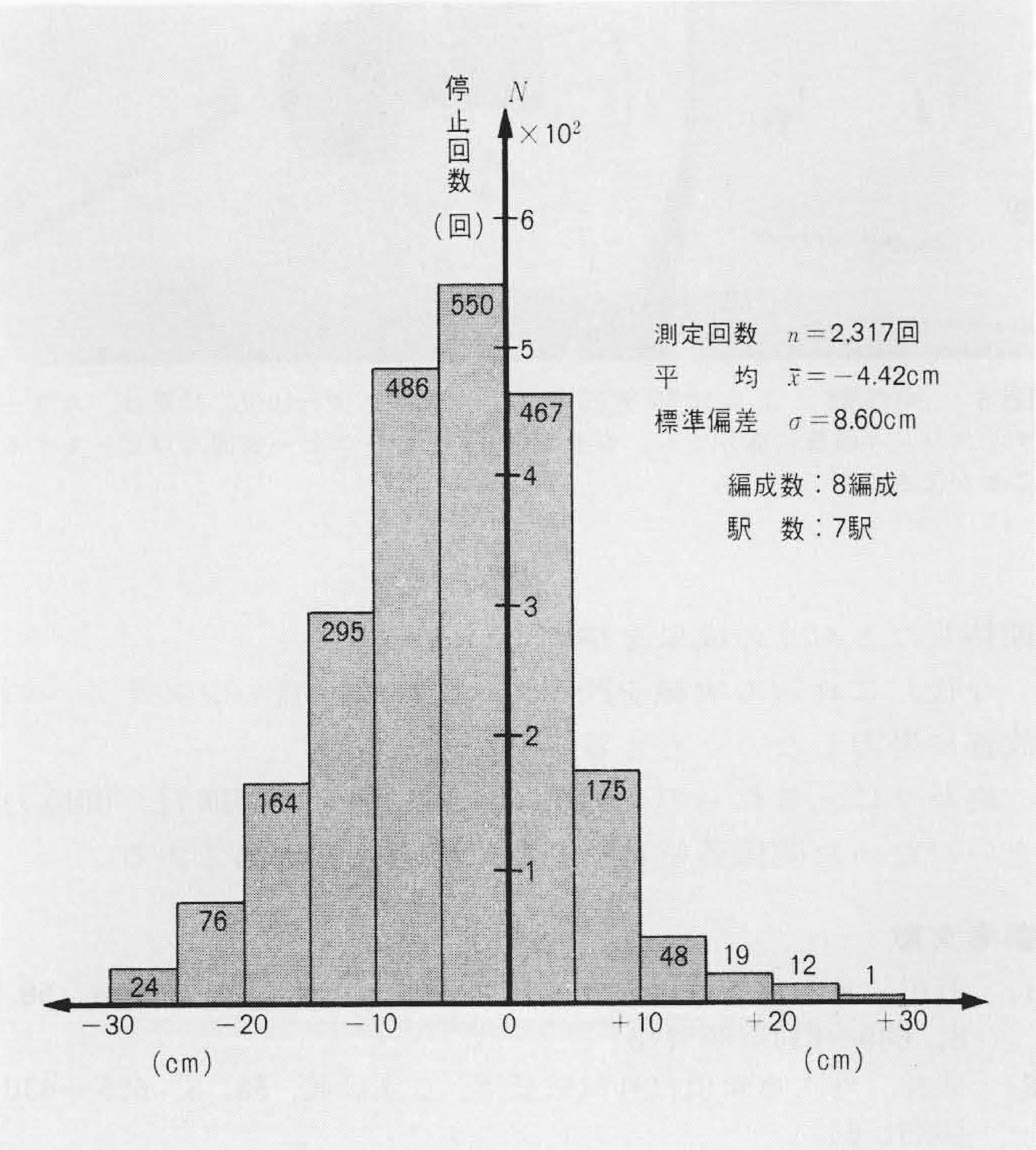

図3　定位置停止制御の現車試験結果　全駅・全編成に対する停止精度のヒストグラムである。

3　車両検修システム

従来の検修業務の自動化，合理化は，単にそれぞれの作業を部分的に機械化することが主体であったが，最近では，現場作業だけでなく情報処理を含めた総合的な検修業務の近代化を図ることを目的に，車両検修システムが導入されている。

福岡市高速鉄道では，車両検修システムとして検修業務に応じて自動化機器を導入し，人手による検修作業の合理化を行なうとともに，検査データ，車歴データなどの情報管理をコンピュータで処理することにより，検修業務全搬にわたる効率向上と，車両性能及び安全性の確保に効果を挙げている。

3.1　検査業務と検修設備の関連

検修設備は検査業務の内容，周期，運用体制，設備の管理体制などに合わせて導入している。検査種別と試験装置の関連を**図4**に示す。

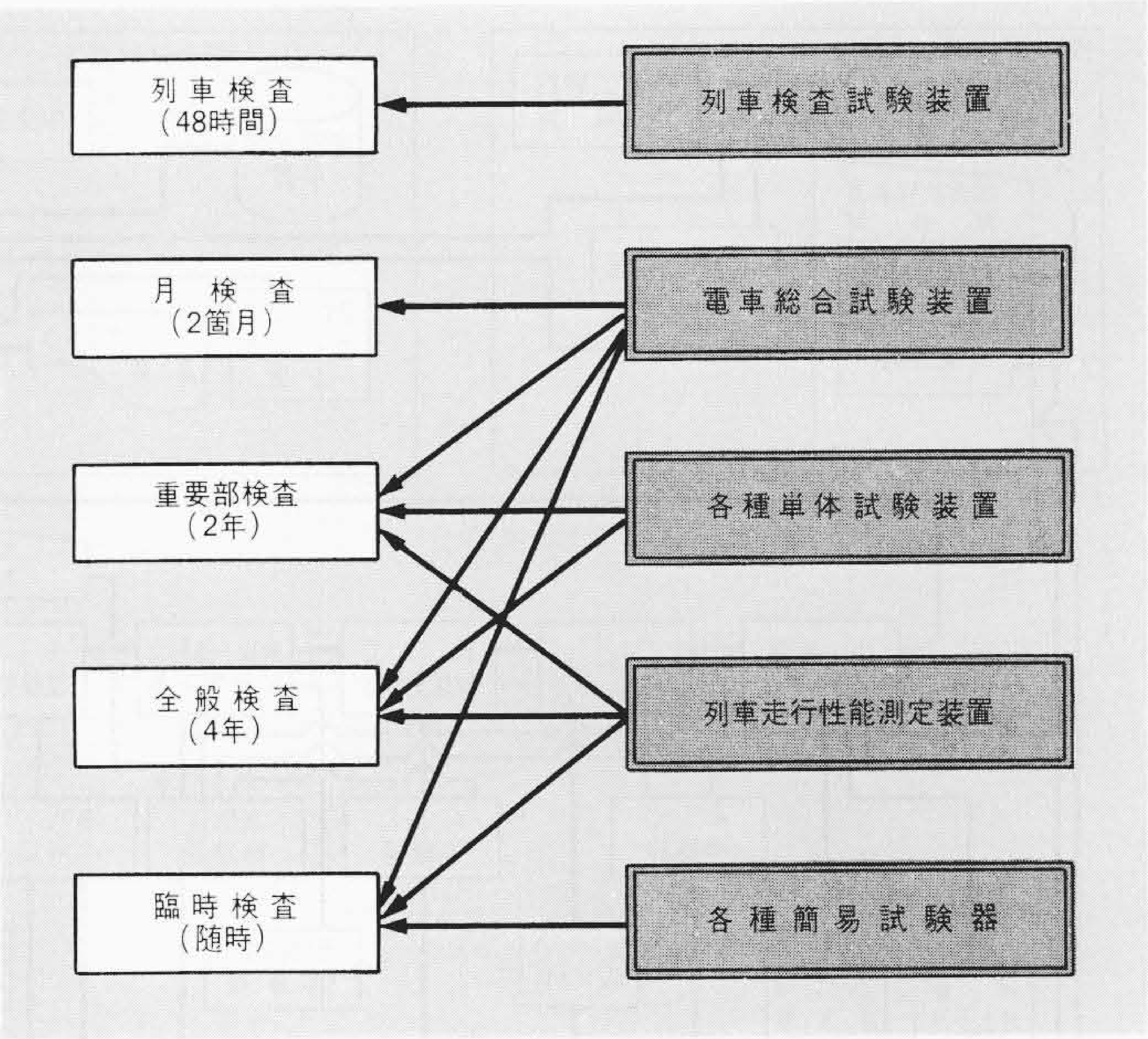

図4　検査業務と検修設備の関連　検修業務の近代化を図るために，計画的な設備の導入を行なっている。

3.2　電車総合試験装置対象業務の拡張

車両検修システムの中核をなすものは電車総合試験装置である。従来の自動試験装置は月検査作業の自動化を中心に進められていたが，電車総合試験装置では次のような機能拡張を行なっている。

(1)　検査データの管理及び車両情報，保守・故障情報，来歴などを管理する車歴管理機能

(2)　車両性能の確認及び路線拡張時の計画などに利用できる列車走行シミュレーション機能

(3)　コンソールディスプレイ装置を介して，会話形でプログラム開発及び修正作業が実施できる機能

3.3　電車総合試験装置の構成

電車総合試験装置はシステム構成図（**図5**）に示すように，総合試験機室の中央処理装置（HIDIC 80）及び入出力機器であるカラーディスプレイ装置，ラインプリンタ装置など，検査線に分散配置されたマイクロコンピュータ内蔵の試験実行器を主要構成とした分散形システムとなっている。

中央処理装置と各試験実行器との間のデータ伝送路は，光ファイバケーブルを使用したループ伝送方式を採用している。

自動試験の実行で，中央処理装置は全体的な試験実行管理，データ管理，マンマシンコミュニケーション機能などの処理を実行するだけで，各試験の制御はすべて各々の試験実行器内で処理する方式を採用しているので，中央処理装置の負荷が少なく，車歴管理など他の機能をも並行して実行できる。

3.4　自動試験機能

電車総合試験装置は次のような自動試験機能をもっている。

(1)　試験種別は大別して，動作試験，絶縁試験及び在姿試験に分類される。動作試験では通常電源電圧での試験だけでなく，バッテリー電圧が低下した場合の最低電圧での動作試験も行なえる。

(2)　試験はあらかじめ定められた順序により自動的に全試験を実行する連続試験と，指定した試験だけを実行する単体試験のどちらの方法でも選択できる。**図6**に操作盤での試験実行状況を示す。

(3)　月検査と全般・重要部検査に応じて，検査項目と内容をそれぞれの検査レベルに適したものにしてある。

(4)　試験実行中に不合格が発生した場合は，不合格データの

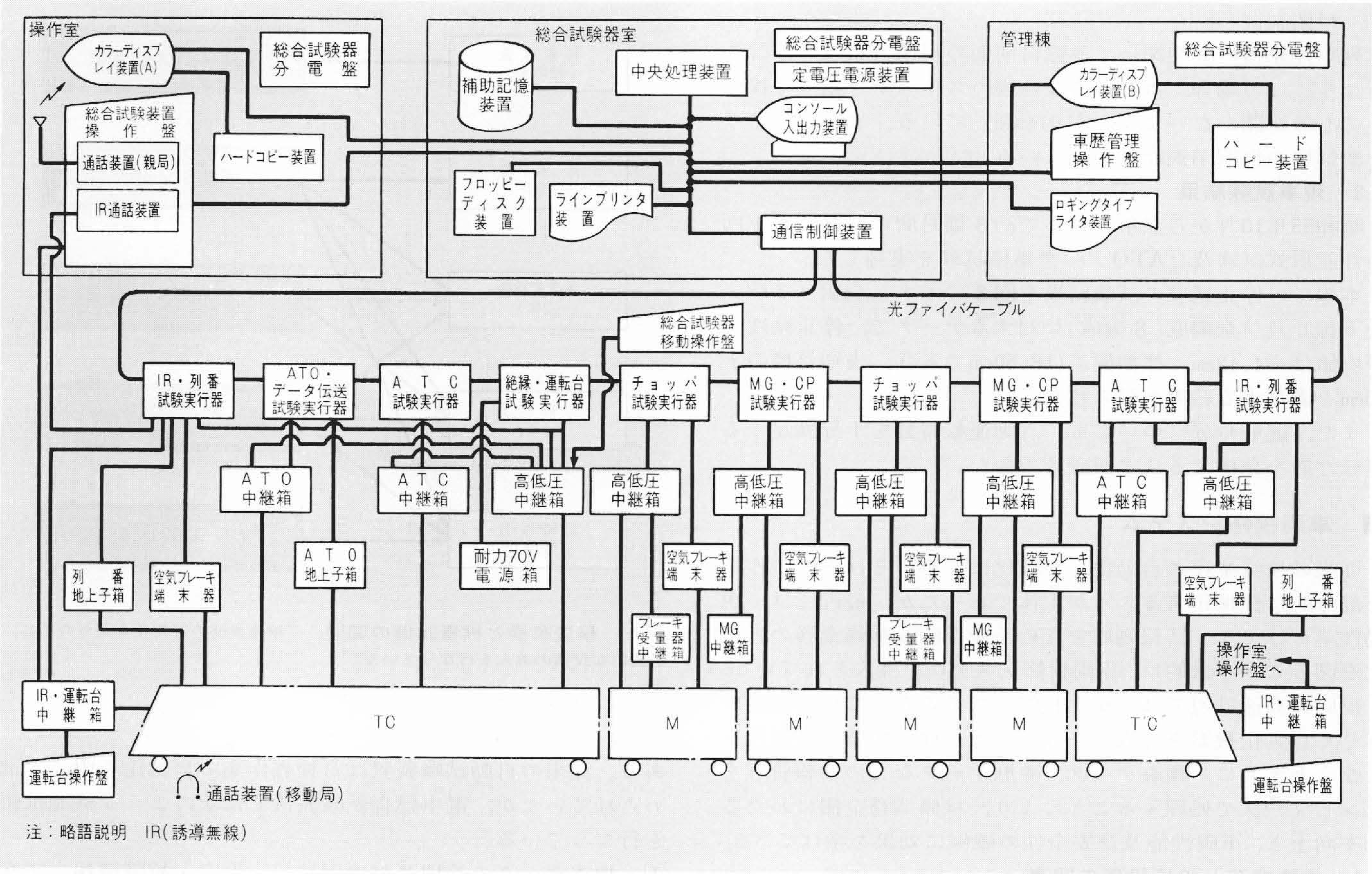

図5 電車総合試験装置システム構成 光ファイバ使用ループ伝送方式による分散形自動試験システムである。

表1 車歴管理による情報 検索指示により，必要な情報がカラーディスプレイ，ロギングタイプライタに出力される。

No.	情報種別	情報の内容
1	車両情報	編成番号，車両番号，製造年月日，主要諸元など
2	走行距離	編成番号，総走行距離，最新検査実施日・種別・検査後走行距離
3	検査実績	検査実施日，編成番号，検査種別，検査時走行距離，前回検査からの走行距離
4	保守情報	編成番号，車両番号，保守実施日，装置名，機器・部品名，作業内容，その他
5	故障情報	故障発生年月日，編成番号，車両番号，装置名，機器・部品名，故障区分，故障状況，処置作業，その他
6	故障統計	編成番号，期間，装置・故障区分ごとの件数

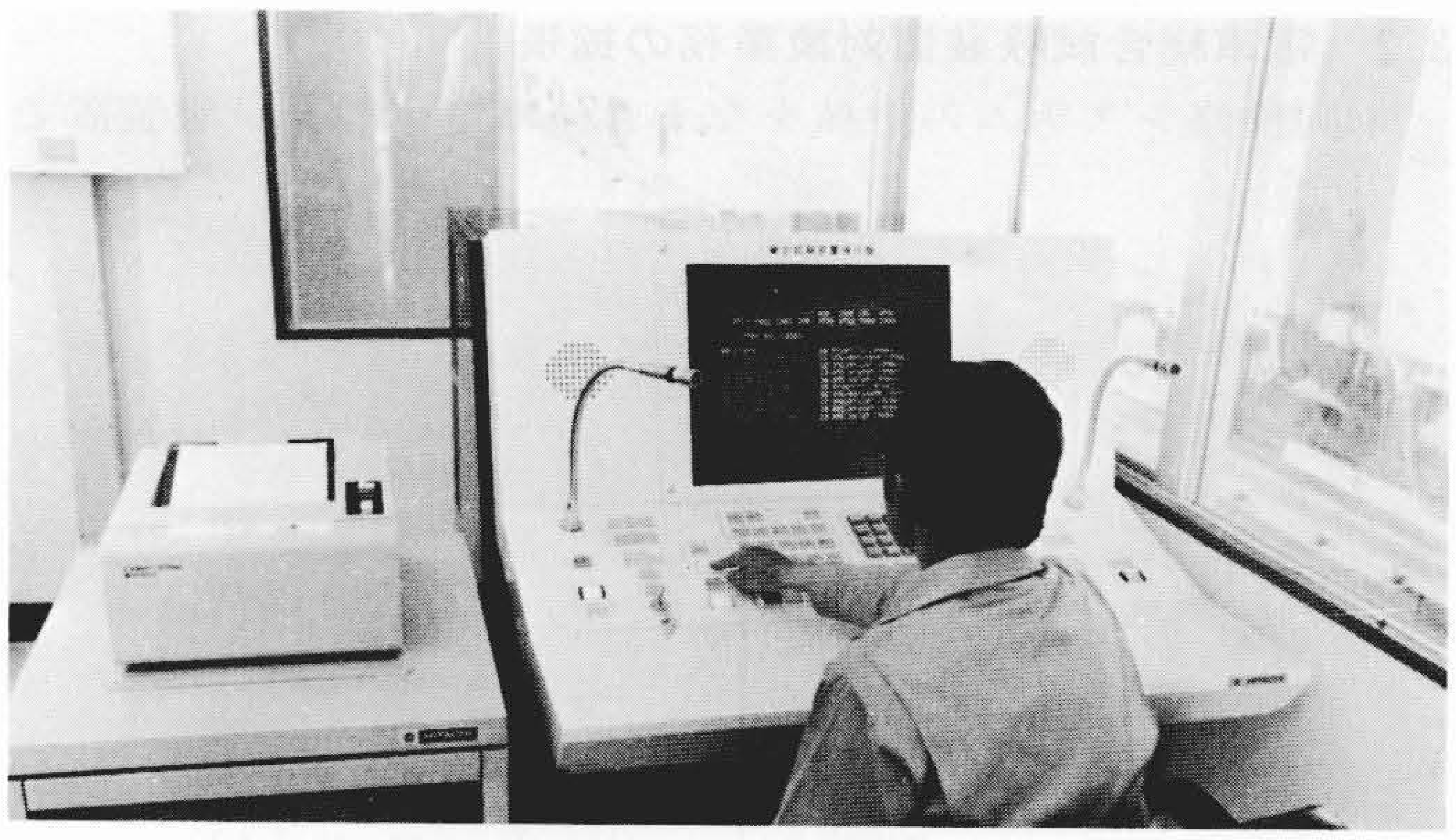

図6 操作盤による試験実行状況 試験の実行状況，結果は，カラーディスプレイ装置に表示され，必要に応じてハードコピー装置でコピーをとることができる。

表示，入力データの内容表示，計測処理などにより，不具合箇所の発見，調整を容易にしている。

3.5 車歴管理機能

車両情報及び搭載機器の来歴，保守・故障などの情報を専用の操作盤から入力・蓄積することにより，必要なときに**表1**に示すような情報を検索できる。

4 結言

以上，福岡市高速鉄道の車両制御システムと車両検修システムについて述べた。

これらのシステムは開業後順調に稼動しており，運行制御，乗り心地，サービス面及び保守作業の効率向上に関し，当初期待したとおりの成果を挙げている。

今後，これらの実績を踏まえ，更により良いシステムへの改善に努力したいと考える。

終わりに，これらのシステムに関し種々の御助言，御協力をいただいた関係各位に対し厚く感謝する次第である。

参考文献

1) 石田，外：地下鉄における列車制御システム，日立評論，**58**，8，609〜614（昭51-8）
2) 武井，外：車両用自動試験装置，日立評論，**58**，8，625〜630（昭51-8）
3) 宮本，外：軌道輸送システム用計画設計サポートシステム "TRANSPLAN"，日立評論，**60**，751〜756（昭53-10）