

静岡鉄道バスロケーションシステム

Shizuoka Tetsudō Bus Location System

木下 光彦⁽¹⁾ 立田 次郎⁽²⁾ 小川 郁夫⁽³⁾
Mitsuhiko Kinoshita Jiro Tatsuta Ikuko Ogawa

要 旨

自動車の急激な増加による道路交通の混雑によって、年々バスの走行速度が低下している。その結果、定時性の確保が困難となっており、公共交通機関の使命である利便性や信頼性が薄れがちとなっている。

このような状況を改善するため、このたび当社では静岡鉄道株式会社殿の協力を得て、バスロケーションシステムを開発した。これはバス停の乗客にバスの接近を知らせたり、バスの乗務員に指示を与え定時性を確保することによって、サービス水準の向上、並びに事業運営の効率化を図ることを目的としている。

本稿では、今回のシステムの概要、構成およびその技術について述べる。

Recent traffic jam caused by rapid increase of automobiles has lowered bus running speed, making it difficult for buses to service punctually. In order to improve the convenience and reliability of public transportation, we, in corporation with the Shizuoka Railway Co. Ltd., have recently developed a bus location system. To improve the quality of service and efficiency of operation, this system would inform passengers at a bus stop of an approaching bus and give instruction to the bus driver to assure punctuality.

This paper describes an outline of the bus location system, the configuration and the techniques.

1. はじめに

近年の自動車の急激な増加によって、都市部では道路の混雑が深刻な問題となってきた。これにともない、路線バスにおいては走行速度が年々低下しており、時刻表通りの運行が困難になってきている。そのため、バスの利用客はいつ来るかわからないバスを待つよりも、他の交通機関や自家用車を利用しがちになる。

このバス離れ現象によって利用客は年々減少し、その割合は毎年3%に達するといわれている。

この対策のひとつとして当社では、静岡鉄道株式会社殿向けのバスロケーションシステムを開発、納入し、6月15日から本格稼動を始めた。

このシステムは、バスが走行した距離からバスの現在位置を検出するという、従来のバスロケーションシステムに無いアイデアをもとに設計を行った。その結果、バスの利用客はもとより運行管理者にも、より多彩で正確な情報を提供することが可能となった。

ここでは、今回のシステムの概要と機能について、その技術を含めて紹介する。

2. システム開発の背景

静岡鉄道株式会社殿のバス部門は、静岡市を中心に県内各地に路線が延びている。このうち主要な市内路線においては、特に朝夕のラッシュ時の渋滞によって、ダイヤの遅れや、同じ系統のバスが重なって走るダンゴ運転状態が発生している。

こういう状態の時、バス待ちの客はバスが時間通り来ない、まだどこまで来ているのかわからないためイライラしがちである。

このイライラを解消し、サービスの向上を図ることを目的に、今回バスロケーションシステムを導入することになった。

本システムは、①ランニングコストをできるだけ安くする。②特別な操作を排し、乗務員を業務に専念させる。③システムに融通性、拡張性を持たせることを主眼に開発を行った。

本システムの特長は以下の通りである。

- 1) 無線方式の採用によるランニングコストの低減
- 2) 走行センサによる距離検出方式
- 3) バスも基地局もほとんど自動運転である
- 4) すべての動作は基地局で集中制御するため、状況の変化に容易に対応が可能

3. システムの概要

3.1 概要

本バスロケーションシステムの概要図を図-1に示す。本システムは大きく基地局および運行管理所、バス、バス停表示器にわけることができる。

次に各設備の概略動作を説明する。

3.1.1 基地局、運行管理所

運行管理所は、バスロケーションシステムを設置する路線を統括する営業所に置かれる。ここには中央処理装置（以下CPUと略す）やバスの走行位置を表示する運行管理パネルなどを設置する。

また基地局には無線機を設置し、NTT回線によって運行管理所のCPUとつながり、データの送受信を行う。

CPUは通常自動運転となっており、内部のタイマにより作動の開始、終了の制御を行う。

始業時刻になるとCPUは始業処理を開始し、同時に周辺装置も動作を開始する。

その後CPUは、無線機経由でポーリングを行い、バスからの走行データの収集を行う。この収集データを基に次の制御を行う。

- 1) 運行管理パネルにバスの走行位置を表示する。

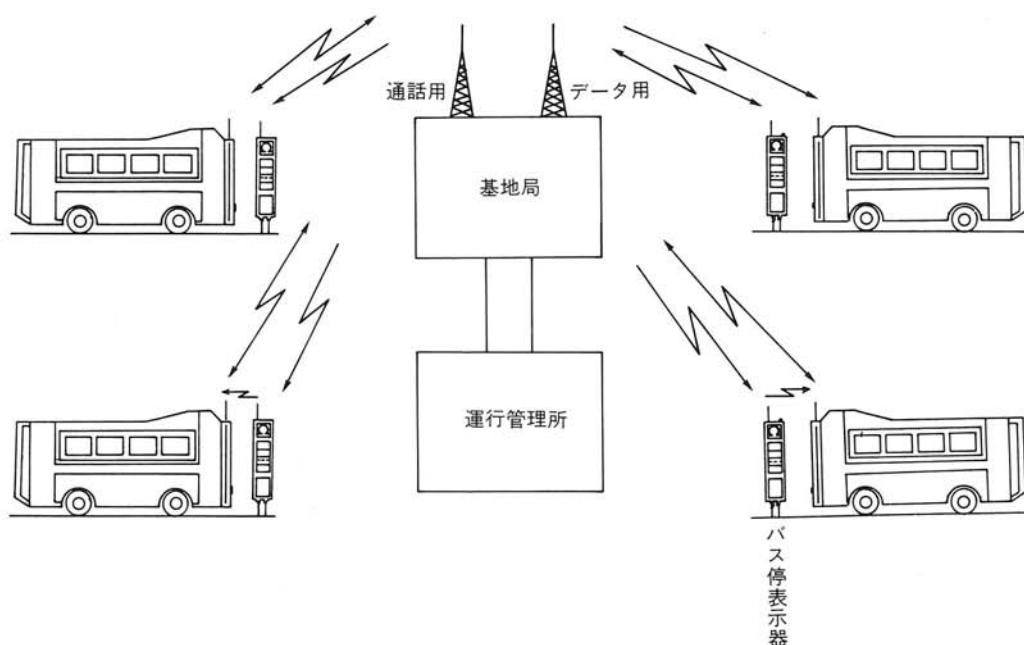


図-1 システム概要図

Fig. 1 System outline

2) 無線回線を通じて、バス停表示器への表示制御を行い、同時にCPUに接続しているCRTディスプレイ（以下CRTと略す）に制御状態を表示する。

3) 同じ系統を走行するバスの間隔が一定の距離以下になると、双方のバスに対してダンゴ運転状態の報知制御を行う。

終業時刻になると、CPUは終業処理を行い、その後動作を停止する。

3.1.2 バス

バスにはバスロケーションシステムの信号処理器と操作器を設置する。また信号処理器には、走行センサおよびバスの行先方向幕からの信号線が接続される。

バスに設置した機器を作動させるための乗務員の手順を次に示す。

1) バスのエンジンをかける。（機器の電源が入る）

2) 従来通りに方向幕を設定する。

3) 始発地点に到着すると、自動的に動作を開始し、ポーリングに応答ようになる。

このように、バスの乗務員の操作は、従来とまったく変わるところはない。

信号処理器は動作を開始すると、走行センサからの信号によって走行距離を計測し、基地局から送られてくるポーリング信号に同期して、応答信号を返送する。またダンゴ状態になった時は、基地局からの制御によってブザーを鳴らすとともに前後のバスの状態をランプの点滅によってバス乗務員に報知する。

また、距離補正設備からの信号を受信すると、道路状況などにより生じた距離の計測誤差を補正する。

最後にバスが運行を終了する場合の手順を次に示す。

1) 方向幕を「〇〇止り」に設定する。

表-1 システム仕様

1) 路線名	西部循環線 中町周り系統および駒形周り系統
2) 車両台数	15台 (予備車両を含む)
3) バス停表示器	20基 (内 1 基は両系統の表示を行う)
4) 音声案内	5 カ所 (バス停表示器に内蔵する。 内 1 カ所は両系統の案内を行う)
5) 距離補正	8 カ所 (バス停表示器に内蔵する。 内 2 カ所は両系統の補正を行う)

表-2 データ収集仕様

1) 通信方式	単信方式 (データ収集と通話は、 それぞれ別周波数で行う)
2) データ収集方式	ポーリング方式
3) 信号形式	伝送速度 1200 BPS の MSK 信号
4) データ形式	BCH 符号を用い 2 ビット誤り まで訂正可能
5) ポーリング時間	3 秒 この時間内に以下の処理を行う • 24 台までのバス停表示器の制御 • 16 台までのバスの制御 • セレコール

2) 終点に到着すると自動的に動作を終了する。

3. 1. 3 バス停表示器

バス停表示器には、照明やランプを制御するデータ処理器と無線機を内蔵する。また主要バス停には音声案内装置や、バスの走行距離補正のための設備を内蔵する。

次にバス停表示器の動作の概略を示す。

1) 始 業

運行管理所の CPU が始業処理の時に送出する制御信号を受信すると、照明を点灯して動作を開始する。

2) 動作中

基地局からのポーリング信号に含まれている制御データに従って、接近ランプを点灯したり案内放送を行ったりする。

また距離補正設備の微弱送信機は、補正信号を



図-2 中央処理装置、CRT、キーボード

Fig. 2 CPU, CRT, Keyboard

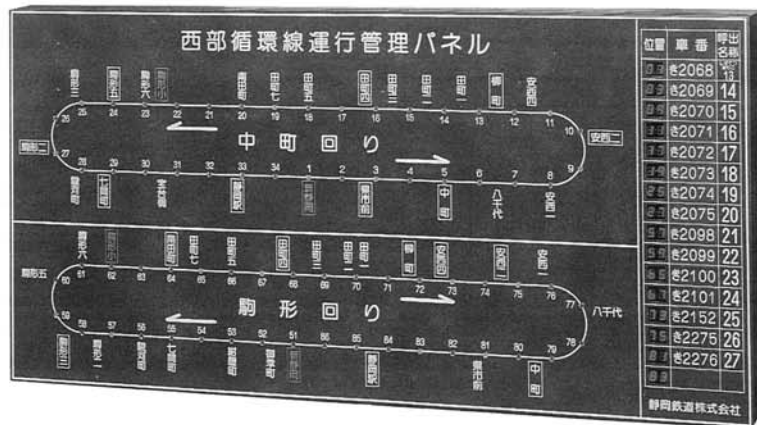


図-3 運行管理パネル

Fig. 3 Location indicator panel.

送出し続ける。

3) 終業

終業処理時に基地局から送られてくる制御信号を受信すると、照明を消灯し、動作を停止する。

3.2 仕様

本システムの仕様を表-1、表-2に示す。

3.3 機能

本システムの主な機能を次に示す。

3.3.1 運行管理所

運行管理所のCPU、CRT、キーボードの外観を図-2に示す。CPUの機能を次に示す。

1) 運行管理パネル制御

運行管理パネルの外観を図-3に示す。運行管理パネルは路線別表示部とバス別表示部に分かれている。

路線表示は、バスの位置をドットLEDで表示する。またバス別表示は、各バスが路線上のどの位置にいるのかを数字表示する。

2) バス停表示器制御

バスから収集したデータを基に、各バス停表示器の接近ランプ制御を行う。同時に、CRTに全表示器への接近ランプの制御状況を表示する。表示例を図-4に示す。

3) 回送車表示

運行を終了したバスや、途中で回送となったバスの車番と、その時間をCRTに表示する。

4) 通話

バスとの間で音声通話を行うことができる。通話する方法を次に示す。

① 個別呼出し

キーボードで特定のバスを指定して呼び出し通話する。

② 一斉呼出し

接近表示器制御画面									
中町回り					駒形回り				
01 新静岡	●	○	○	○	○	○	○	○	○
02 県市庁	○	○	○	○	○	○	○	○	○
03 中町	○	○	○	○	○	○	○	○	○
04 安西二	○	○	○	○	○	○	○	○	○
05 柳町	○	○	○	○	○	○	○	○	○
06 田町四	○	○	○	○	○	○	○	○	○
07 駒形小	○	○	○	○	○	○	○	○	○
08 駒形五	○	○	○	○	○	○	○	○	○
09 駒形二	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10 七間町	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11 静岡駅	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21 新静岡	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22 駒形三	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23 駒形小	○	○	○	○	○	○	○	○	○
24 南田町	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25 田町四	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26 柳町	○	○	○	○	○	○	○	○	○
27 安西四	○	○	○	○	○	○	○	○	○
28 安西二	○	○	○	○	○	○	○	○	○
29 中町	○	○	○	○	○	○	○	○	○
30 静岡駅	○	○	○	○	○	○	○	○	○
通話要求 17 → 18 → 25					呼出応答 22				
回送車両 13 (10時10分)・30 (9時50分)									

図-4 CRTディスプレイ画面表示例

Fig. 4 Example of CRT display

メンテナンス画面										
中町回り		駒形回り		中 町 回 り						
01 新静岡	0.00	6.63	6.43	6.23	6.03	5.83		1		
02 県市庁	0.34	9.14	6.67	6.47	6.27	6.87		2		
03 中 町	0.79	0.59	0.39	0.19	6.72	6.59		0		
04 安西二	1.68	1.48	1.28	1.88	0.88	0.68		0		
05 柳 町	2.25	2.05	1.85	1.65	1.42	1.25		0		
06 田町西	2.25	2.05	1.85	1.65	1.45	1.25		0		
07 駒形小	4.18	3.98	3.78	3.58	3.38	3.18		0		
08 駒形五	4.50	4.30	4.10	3.90	3.78	3.50		0		
09 駒形二	5.04	4.84	4.64	4.44	4.24	4.04		0		
10 七間町	5.45	5.24	5.04	4.84	4.64	4.44		0		
11 静岡駅	6.30	6.10	5.98	5.70	5.50	5.30		1		
始業時刻		6 : 00		終業時刻		23 : 00		ポーリング周期		3 秒
時刻調整		87年6月10日		10 : 15 : 38		除 外		00		

図-5 CRTディスプレイ画面表示例

Fig. 5 Example of CRT display

キーボードで全バスを一斉に呼び出し、通話する。

③ 通話要求

バスから通話の要求があると、CRTに車番が表示される。その後、運行管理所から呼び出して通話を行う。



図-6 バス内装置外観

Fig. 6 Bus equipment



図-7 操作器外観

Fig. 7 Controller.

5) 保 守

キーボードによってCRTを保守画面に切り替えて、システムの各種データを変更することができる。表示例を図-5に示す。

ここで変更できる主な内容を次に示す。

- ① 各バス停表示器の接近ランプの点灯タイミングの距離指定
- ② 自動運転時の始業時刻と終業時刻のタイム設定
- ③ 内部時計の時刻あわせ

3.3.2 バ ス

バスに設置する信号処理器と操作器の外観を図-6、図-7に示す。

1) 路線設定

バスに設備されている行先方向幕からの信号により、路線、系統を設定する。

2) 距離補正

距離補正設備を内蔵するバス停のうち、バスの運行の始点または終点となる2か所は、特に基点と称する。ここで自動的に補正されるたびに、操作器の2つの基点スイッチの対応するランプが点灯する。また、スイッチを押して手動で補正することもできる。

3) ダング警報



図-8 バス停表示器外観
Fig. 8 Bus stop display

ダンゴ状態になった時、自車が先行車に追いついたのか、後続車に追いつかれたのかをそれぞれ前車、後車ランプの点滅とブザーによって乗務員に報告する。

4) 一時停止

道路をう回するなど、一時的に自車をバス停表示器に表示させたくない時に使用する。

5) 通話機能

運行管理所との間で音声通話を行うことができる。運行管理所から呼び出される場合と、運行管理所を呼び出す場合がある。

通話を開始すると、無線機のチャンネルがデータ用チャンネルから通話用チャンネルに自動的に切り替わる。また通話が終了すると、データ用チャンネルに戻る。

3.3.3 バス停表示器

バス停表示器の外観を図-8に示す。

1) バス接近表示

5個のランプによって、バスの接近状況を表示する。3系統までの表示を、同時に行うことができる。

2) 音声案内

音声合成装置により、最大8秒の案内放送を行う。3系統までの放送を行うことができる。

3) 調整中表示

停電などで表示器が作動することができない時、自動的に調整中の表示が出て、利用客に非作動状態であることを知らせる。

4) テストモード

内部スイッチの操作によって、ランプ点灯チェックおよび音声合成装置の動作チェックを行うことができる。

3.4 当社バスロケーションシステムの特徴

本システムの主な特徴を次に示す。

1) 無線方式

バスからのデータ収集や、バス停表示器の制御をすべて無線回線を通じて行う。従ってNTT回線を通じてデータ送受を行う方式に比べてランニングコストが安くつく。

2) 走行距離検出方式

従来の多くの方式が、バスの現在位置をバス停単位でしか把握できないのに比べ、路線上の位置を細かく把握することができる。ちなみに、運行管理所では10m単位でバスの位置を検知している。

この方式による効果として、次の項目をあげることができる。

① 各バス停表示器の、接近ランプの点灯タイミングを10m単位で指定することができる。従って道路事情に合わせた、細かな設定をすることができる。

② バス間の路離がわかるため、ダンゴ状態を適確に知ることができる。

ただし、バスの車種の違いや、同じバスでも道路状況によって計測した距離に誤差を生じることがある。この問題を解決するために、本システムでは微弱電波を応用して、路線上の数か所で誤差を修正するようにした。

3) 操作性

3.1項で説明した様に、本システムは通常の場合、特に意識して操作することはない。

4) バス接近表示

バス停表示器は、バスの接近状況を5個のランプによって表わす。従って利用客はバスがどのあたりまで来ているのかを詳しく知ることができる。

また、各ランプの点灯/消灯するタイミングは運行管理所のCPUで自由に設定可能である。

5) ポーリング方式

全てのバスから確実に、効率よくデータを収集するために、本システムではポーリング方式を採用している。

しかし、バスの台数が増加するとポーリング周期を長くしなければならず、収集するデータの精度が落ちるおそれがある。そのため、本システムの車両の収容台数には限界がある。

ただし、データ伝送速度や伝送方式を改良することにより改善は可能である。

4. システム構成

4.1 基地局、運行管理所構成

基地局および運行管理所の構成を図-9に示す。

4.1.1 基地局設備

データ送信用と音声通話用に、それぞれ無線機と遠隔制御器（以下リモコンと略す）を設置する。また、それぞれの回線は、リモコンによってNTT回線を通じて運行管理所の設備と接続する。

4.1.2 運行管理所設備

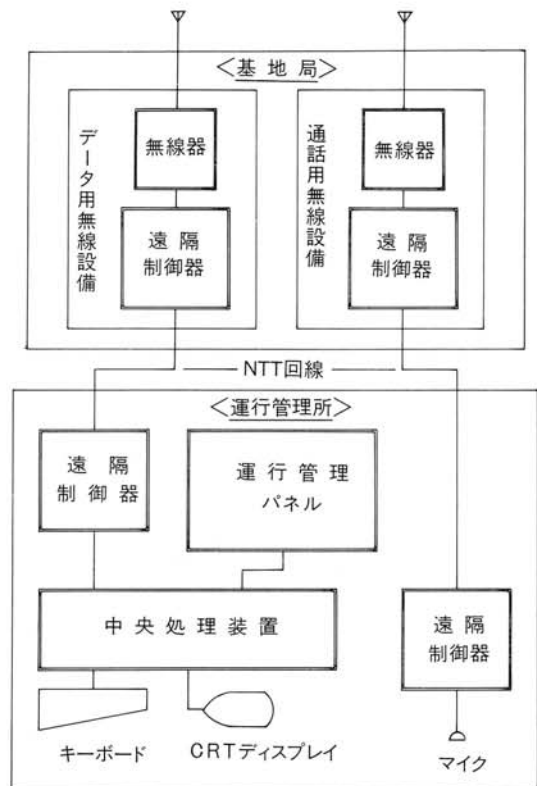


図-9 基地局、運行管理所構成

Fig. 9 Base station and control center configuration.

1) 中央処理装置（CPU）

モデムおよびCRT、キーボード、RS-232C用インターフェースを内蔵し、8ビットマイクロプロセッサによりデータ処理や制御を行う。

モデムにより、リモコンを通じてポーリングのデータの送受信、および制御信号の送受信を行う。

また、RS-232Cインターフェースを通じて、運行管理パネルの制御を行う。

2) 運行管理パネル

ドットLEDおよび7セグメントLEDによって各バスの位置を表示する。

3) 通話用リモコン

通話用リモコンによって、通話用無線機を通じてバスと通話を行う。

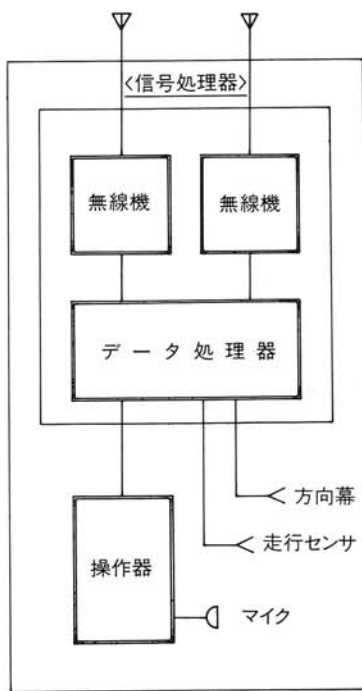


図-10 バス装置構成

Fig. 10 Bus equipment configuration

4.2 バス内設備

バス内の設備の構成を図-10に示す。

4.2.1 信号処理器

信号処理器は、無線機、微弱信号受信機、データ処理器を内蔵する。

1) データ処理器

8ビットマイクロプロセッサと8kバイトROMにより制御され、モデム、I/Oインターフェースなどを備えており、次に示す処理を行う。

- ①基地局とのデータ送受信
- ②距離補正および始点終点の検知のための微弱電波のデータ処理
- ③走行センサの信号処理
- ④方向幕の信号処理
- ⑤操作器の制御

2) 走行センサ

走行センサは、バスのスピードメータケーブルの途中に設置し、車軸の回転に応じた信号を発生

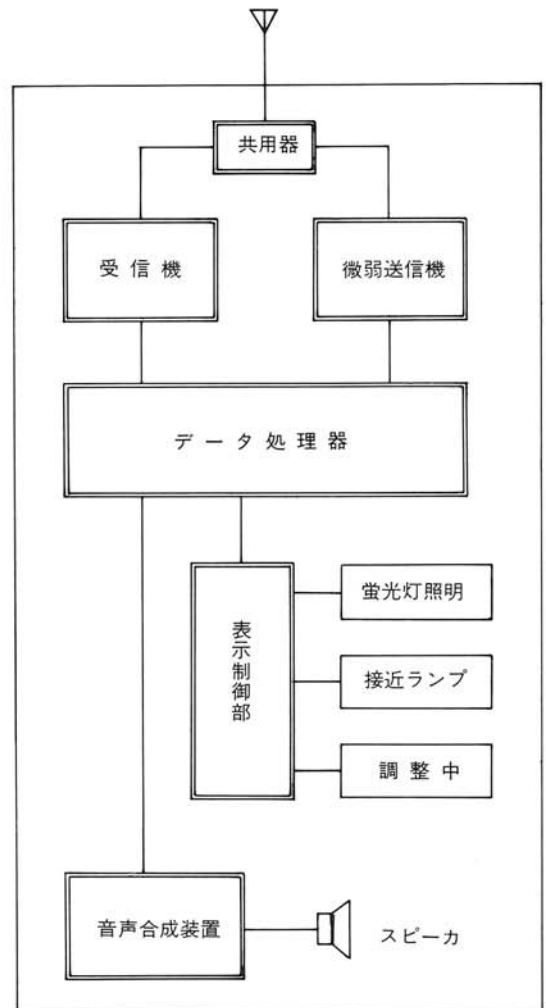


図-11 バス停表示器構成

Fig. 11 Bus stop display configuration

する。

3) 方向幕

バスに設備されている、電動式の行先方向幕の制御器から、方向幕信号を取り出す。この信号はCPUボード内で路線データに変換される。

4.2.2 操作器

操作器は、スイッチ、ランプの他にスピーカ、マイク、ブザー回路を内蔵しており、バスにおける表示、操作を集中して行う。

4.3 バス停

バス停表示器し構成を図-11に示す。

1) データ処理器

8ビットマイクロプロセッサ、8kバイトROM、I/O インターフェース およびモデムなどで構成され、次に示す処理を行う。

①基地からの受信データによる照明、表示および音声案内装置の制御

②微弱送信機からの距離補正信号の送出

2) 表示駆動部

照明用の蛍光灯、バス接近ランプおよび調整中表示はすべてソリッドステートリレーによって駆動される。

調整中表示は、CPUボードからの制御の他に、バス停表示器が停電となった時にも表示されるようになっている。

3) 音声案内装置

音声合成により、最大8秒の案内放送を行う。また、放送内容は3種類まで拡張することができる。

4) 微弱送信機

微弱送信機の出力は、アンテナ分配器を用いて受信機とアンテナを共用している。これにより、距離補正設備を内蔵するバス停表示器でも、アンテナは1本ですませることができる。

5. 効 果

本システムの導入により次の効果を得ることができる。

1) 運行管理所でバスの位置を細かく把握することができる。従ってダンゴ状態や道路渋滞を正確に知ることができる。

2) 上記により、バスを途中でう回させたり、回送にさせたりなどの指示が行いやすく、適切な運行管理を行うことができる。

3) バスの適正な運行間隔の確保や、バス停表示器などサービスの向上によって利用客のバスに対する信頼性を回復し、乗客の増加を期待することができる。

4) バス会社の、ユーザーに対するサービス向上への姿勢を、強く一般利用客にアピールすることができる。

6. お わ り に

全国的に、利用客のバス離れ現象は年々深刻化しているといわれている。

静岡鉄道株式会社では、この問題に対処するためのユーザーサービスの向上の一環として、本バスロケーションシステムを導入し、効果をあげている。その効果は一例として、定期券客の少ない土、日曜日には、運賃収入が以前よりも増加していることに見ることができる。

バスは公共交通機関としての使命を滞りており、定時性の確保や利便性の向上は重要な課題である。そのため、今後バスロケーションシステムに対して、さまざまな要求が出てくるとと思われる。我々はこれらの要求に対応しつつ、より進んだシステムを開発してゆく所存である。

最後に、本システムの開発にあたりご協力いただいた静岡鉄道株式会社および富士通機電株式会社の関係各位に心から感謝いたします。