

無線方式バスロケーションシステム

Wireless Bus Location System

中條 良和 *Yoshikazu chujo*

高木 正樹 *Masaki Takagi*



要 旨

バス利用客の利便性向上を主目的として開発されたバスロケーションシステムは、バス事業者の業務の効率化に有効なバス総合運行管理システムとしても注目されている。

バスロケーションシステムは、位置検出の方法、バス～停留所～営業所間の通信方法等に、種々の方式が採用されており、それぞれの特徴を活かしたシステムが構築されている。当社では、正確かつ、きめ細かい接近案内、運行管理機能の充実、ランニングコストの低減をねらいとして、ダイヤ参照、距離センサによる位置検出を用いた無線方式バスロケーションシステムを開発した。

本稿では、今回開発した無線方式バスロケーションシステムの概要について紹介する。

Abstract

The Bus Location System, designed for giving customers more satisfaction, attracts attention as the total bus operation management system for the efficient bus business operation.

Several characterized Bus Location Systems are constructed using various methods of detecting each bus location, communicating among the busses, the bus stop signs and the dispatching center.

We have developed the Wireless Bus Location System adopting the referring diagrams method and the vehicle positioning method using the speed sensor to achieve accurate approaching guidance, better operation management function and low running cost.

In this article, we introduce the outline of the new Bus Location System we have developed.

1. まえがき

路線バスは、身近な公共交通機関として、また、鉄道による交通網を補完するものとして発達している。しかし、マイカーの増加や道路整備の遅れ等により、特に都市部では渋滞が慢性化し、「路線バスの定時運行は不可能」、「バスは遅れるもの」といった認識が一般化しつつある。

このような状況のなかで、乗客のバス離れに歯止めをかけるべく、様々な形でのサービスの向上に努めるバス事業者の間で、バスロケーションシステムは

- ① 乗客の利便性の向上
- ② 先進性のアピール
- ③ 運行管理業務の効率化

等の点で注目を集めている。

今回当社では、様々な要求に応えることのできるシステムとして、無線方式、ダイヤ参照型のバスロケーションシステムを開発した。

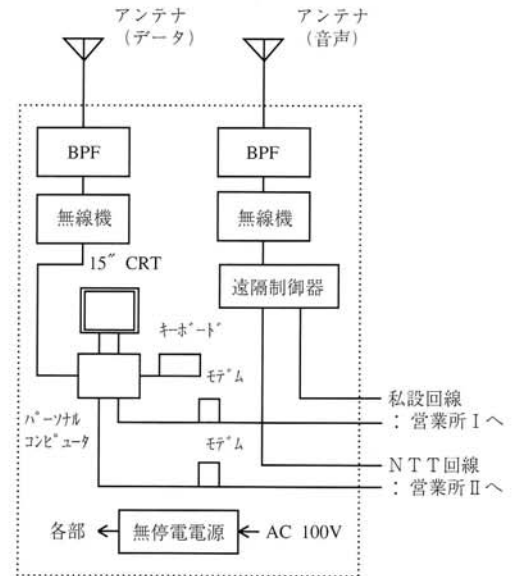


図-2 基地局設備構成図

Fig.2 Configuration of base station

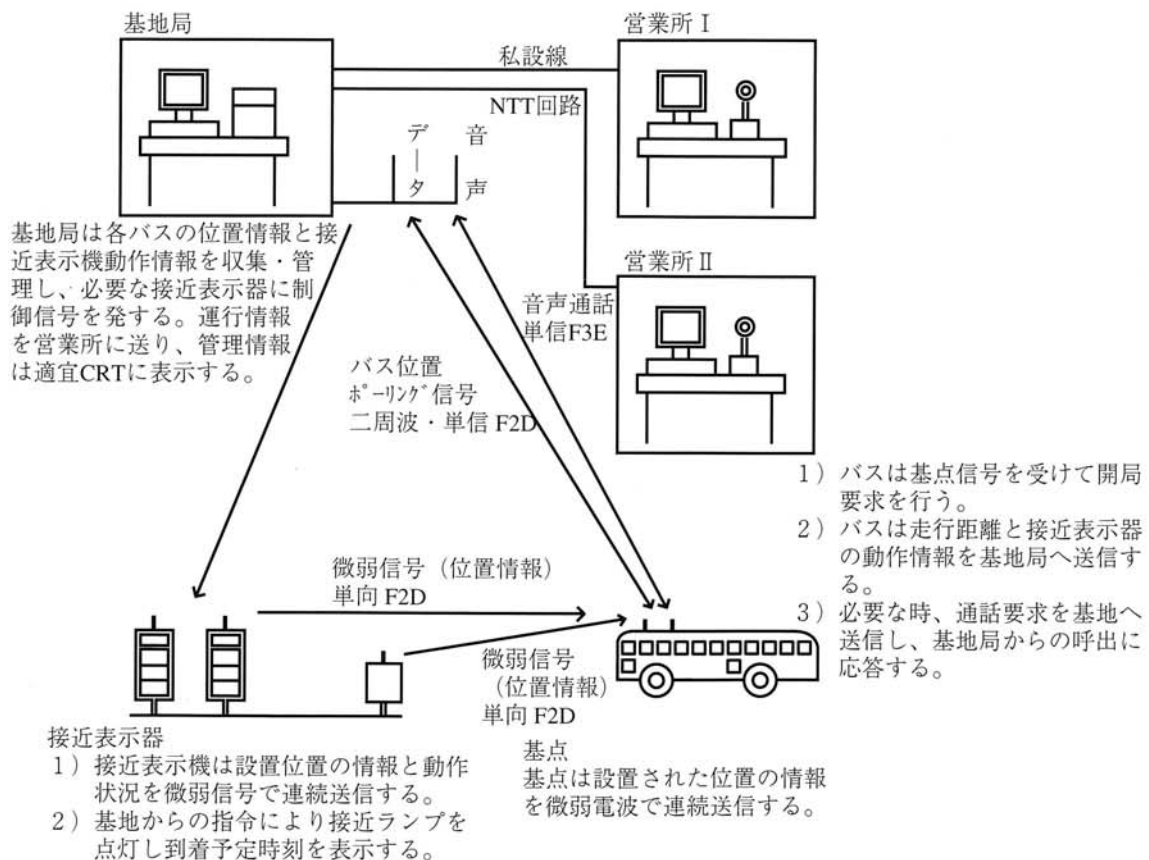


図-1 システム構成図

Fig.1 System outline

2. システムの概要

2.1 概要

バスロケーションシステムは、バスの走行位置を把握することにより、停留所に設置した接近表示器にバスの運行状況を表示して、利用客の利便性を向上させるものであり、また同時に、適切な運行管理を行うためのものである。

今回、当社が開発したシステムの特長は、以下の点にある。

- ① バスの位置検出に距離センサと微弱電波を用いて、正確な位置を把握することにより、
 - a) 停留所間の中間点でも位置検出ができるため、きめ細かい接近案内ができる。
- ② ダイヤおよび配車情報を基地局のコンピュータで管理することにより、
 - a) 車両の発車予定時刻の表示を実現した。
 - b) 路線の始発点（駅前等のターミナル）での発車案内を可能とした。
 - c) バスの運行に関するすべてのデータをシステムが管理するため、充実した運行管理機能を実現できる。
- ③ 無線方式の採用により、
 - a) ランニングコストがからない。

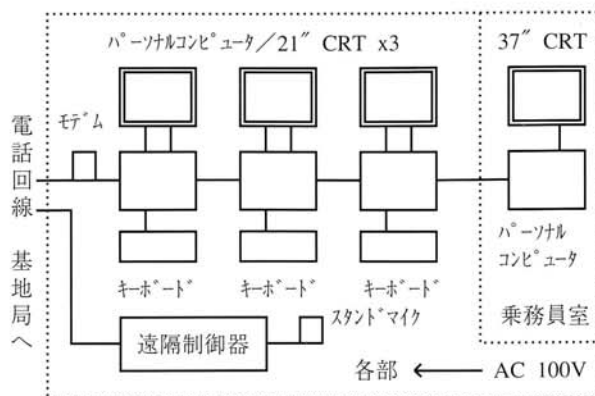


図-3 営業所設備構成図

Fig.3 Configuration of control center system

- b) 回線接続の工事が不要なため、停留所の増設、移設に対応しやすい。
- ④ G U I (Graphical User Interface)の採用により、
 - a) 配車、運行管理などの入力作業は、簡単、軽快な操作性を実現している。

2.2 構成

システムの機器構成を表-1 および、図-1 に示す。また、基地局、営業所、移動局（バス）、接近表示器（停留所）、基点の各設備を図-2～6 および図-7～10 に示す。

2.3 基本仕様

表-1 システム構成表

区分	No.	品 番	数量	備 考
基地局設備	1	無線装置	2	データ用、音声用、電源を含む
	2	パソコン	1	CRT、キーボード含む
	3	モデム	2	営業所接続用
	4	無線インターフェース	1	
	5	モデムインターフェース	1	
	6	遠隔制御器	1	営業所設備接続用
	7	無停電電源装置	1	
	8	アンテナ	2	データ用、音声用
営業所設備	1	パソコン	3	配車、運行管理用
	2	パソコン	1	乗務案内用
	3	モデム	1	基地局接続用
	4	L A Nカード	4	
	5	プリンタ	1	
	6	遠隔制御器	1	通話用端末
移動局設備	1	信号処理装置	1	無線機、微弱受信機内蔵
	2	操作器	1	
	3	ハンドマイク	1	
	4	アンテナ	2	データ、音声用、微弱受信用 各1
	5	距離センサ	1	
接近表示器	1	信号処理器	1	データ受信機、微弱送信機、音声再生ユニット内蔵
	2	接近表示パネル	n	接近情報、時刻表示用 数量は表示する路線数による
	3	運用表示パネル	1	稼働状態表示用
	4	スピーカ	1	
	5	アンテナ	1	データ受信、微弱送信共用
	6	電源ユニット	1	
基点	1	信号処理器	1	微弱送信機内蔵
	2	電源ユニット	1	
	3	アンテナ	1	

数量は、1台分の数量を表す。

本システムの基本仕様を、表-2 に示す。

2. 4 システム動作説明

以下に、本システムの動作の概要を説明する。

(図-1 参照)

A. 開局

- ① 各始発点に設置された、基点設備または接近表示器はその位置を表す基点番号を、微弱電波で連続送信する。
- ② 始発点を発車したバスは、この微弱電波を受信すると、基地局に対して、開始要求を行う。
- ③ 基地局は、ダイヤデータと現在時刻を参照し、開始要求のデータ内容（車番、開始場所）と比較して、ダイヤと一致するものであれば開局を許可する。（当該バスをシステム上に登録する。）

B. 距離データの収集

- ④ 開局したバスは、距離センサで検出した距離をカウントしていく。
- ⑤ 走行中のバスは、基地局からのポーリング信号に従って、自車の距離情報を返送する。

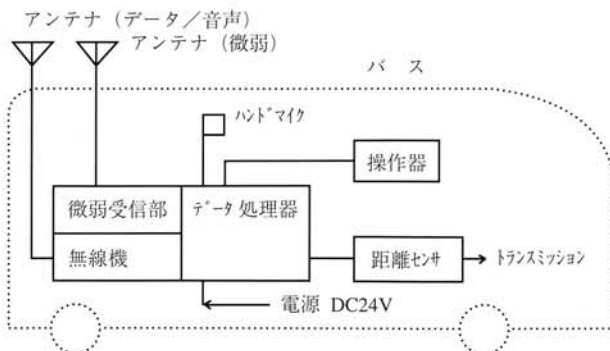


図-4 移動局設備構成図

Fig.4 Configuration of vehicle system

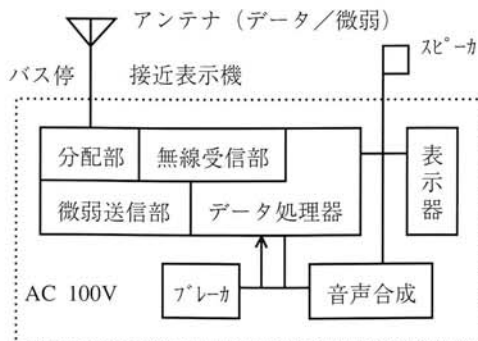


図-5 停留所設備構成図

Fig.5 Configuration of bus stop sign

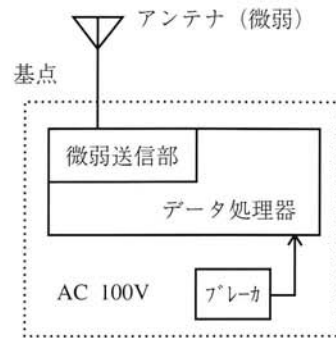


図-6 基点設備構成図

Fig.6 Configuration of sign post unit

- ⑥ 基地局は、ポーリングによって、走行中の全車両の距離情報を収集する。

C. 接近表示

- ⑦ 基地局は、収集した車両の距離情報と、路線ごとの停留所距離データ（図-11. 停留所位置と、接近案内を起動すべき位置のテーブル）を比較し、車両の距離が接近案内の距離に達した時点で、当該接近表示器に対して接近案内（ランプの点灯、消灯や案内音声の起動等）の制御信号を送信する。

D. 運行管理

- ⑧ 営業所設備では、すべての運行情報（ダイヤ、配車データ等）の管理を行う。
- ⑨ 基地局は、1日1回、始発の運行開始前に、営業所設備から、その日の運行予定（ダイヤ、配車）情報を受け取る。また車両の故障等による配車変更指示はリアルタイムに受け取り、対処する。
- ⑩ 基地局は、走行中の全車両の位置情報を、営業所設備に送る。営業所では、この情報をもとに、運行管理を行う。

3. システムの詳細

3. 1 距離センサによる位置検出

3. 1. 1 検出方法

本システムでは、車両の位置情報を、距離センサでカウントした走行距離で表しており、最高で数十センチ単位の精密な位置検出ができる。

バスは、開局した時点でカウンタの値をクリアし、以後、走行中は距離センサのパルスをカウントしていく。この値と、ダイヤ参照で得た路線情報とを組み合わせることにより、現在位置および以後の走行経路を知ることができる。

3. 1. 2 誤差補正

距離センサによる位置検出の際には、次のような種々の要因による誤差が発生する。

a) 走行中の車線変更、スリップ等による誤差

b) タイヤの磨耗等、車両個々の誤差

本システムでは、これらの誤差を補正するしくみとして、以下の2種類の補正を行っている。

① 絶対位置補正

接近表示器は、自器の位置（路線上で距離）情報を、微弱電波で連続送信している。移動局は、停留所を通過する時にこの信号を受信すると、自車がそれまでに積算してきた距離をクリアして、受信した距離を

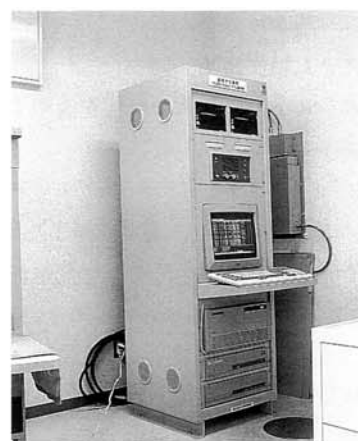


図-7 基地局設備外観図

Fig.7 Exterior view of sign post unit

表-2 システム仕様

(1) 基本仕様	
①システム方式	自動式（乗務員の操作不要）
②通信方式	基地局ー移動局 : 無線回線 基地局ー接近表示器 : 無線回線 基地局ー営業所 : 有線回線
③バス位置検出方式	距離センサによる走行距離演算方式 停留所設備の微弱信号による距離補正
④路線情報認識方式	ダイヤおよび配車表参照による走行路線認識
⑤接近表示方式	基準距離と走行距離の比較による接近表示 分散データ参照による発車予定時刻表示可能。 ダイヤ、配車表参照による、乗務員への出庫時刻案内。
(2) 無線回線仕様	
①使用チャンネル	バスロケ用データ波（2周波単信 150MHz帯） : 1波 音声波（単信 150MHz帯） : 1波 微弱データ用（単向 150MHz帯） : 1波 *微弱データ用の1波については、申請手続きは不要。
②電波形式	基地局ーバス（音声） : F 3 E 基地局ーバス（上りデータ） : F 2 D （下りデータ） : F 2 D 基地局ーバス停留所（データ） : F 2 D 基地局ーバス（データ） : F 2 D バス停留所ーバス（データ） : F 2 D（微弱）
③無線出力	基地局 : 10W バス : 5W バス停留所 : 微弱 基点 : 微弱
④データ収集方式	ポーリング方式
⑤データ伝送速度	2400bps
(3) 有線回路仕様（基地局ー営業所）	
①データ用回線	NTT-3.4kHz-2線式 1回線
②音声用回線	NTT-3.4kHz-2線式 1回線
(4) 音声通話仕様	
①個別通話機能	各営業所から特定のバスへの指定通話
②グループ通話機能	各営業所から営業所轄車両への一斉通話
③一斉通話機能	各営業所から全車両への一斉通話
④営業所呼び出し	バスから所轄営業所への通話
(5) 表示仕様	
①基地局中央処理装置	カラーCRTディスプレイ（15型）
②営業所中央処理装置	カラーCRTディスプレイ（21型）
③出庫案内装置	カラーCRTディスプレイ（37型）
④接近表示器	接近表示（まもなくまいります、遅れ・故障、終車） : 超高輝度LED 運用表示（稼働中、調整中） : 超高輝度LED 時刻表示（88:88） : 超高輝度LED
(6) その他の仕様	
①音声案内	音声合成による接近案内可能。
②内照制御	点灯時間指定による、停留所照明（蛍光灯）の自動ON/OFF制御
③自己診断機能	接近表示器の動作異常（下記項目）の自己診断 および、基地局での表示 ・ランプ（LED）切れ ・データ受信不能

採用する。

これにより、走行中に発生した誤差が累積することを防いでいる。

② 自動補正機能

車両ごとに個有の誤差を補正するしくみとして、自動補正機能がある。これは、あらかじめ正確な距離のわかった任意の2点間（2カ所の接近表示器間）を移動局が走行したときに、移動局がカウントした距離と実際の距離とを比較し、以後の走行でこの誤差を補正するための、係数を決めるものである。

3. 2 ダイヤ参照方式

バスロケーションシステムでは、停留所での接近案内を実現するために、バスの位置を把握すると同時に、そのバスがどの路線を走行中か（経路と目的地）ということを認識する必要がある。

今回、路線認識の方法としてダイヤデータを検索して走行する路線を認識する方式を開発した。この方式により、以下に示すような特長を実現している。

① 発車予定時刻表示

ダイヤと分散パターン（バス停間の所要時間表）



図-8 営業所設備外観図
Fig.8 Control center operating system



図-9 移動局設備外観図
Fig.9 Exterior view of vehicle processing unit



図-10 接近表示器外観図
Fig.10 Exterior view of bus stop sign

をデータとして管理することで、発車予定時刻の表示を実現している。図-12で発車予定時刻表示のしくみを説明する。

② 路線の始発点での接近案内

ダイヤ情報を持つことにより、次に走行する予定の路線も認識することができる。そのため、従来は不可能とされていた、始発点での接近案内を、全自動で、正確に行うことができるようになった。

駅前、バスセンター等（始発点となっていることが多い）は乗降客が多く、接近表示器を設置することによる宣伝効果も期待できる等、この方式は非常に有用なものである。

③ 運行管理機能の充実

ダイヤ情報をはじめ、配車情報、車両や乗務員のデータベース等、管理に必要なすべてのデータを持

1994/08/25 16:18:26
接近表示情報メンテナンス画面 参照時間:16時18分 19:新駅前→函宮港

バス停名称	GRP	ID	位置	点	灯	音声起動位置	C/H	表示	車両
函駅 n (19)	2	2	1.20	0.00		1.37	16	0:00	
松風町 (19)	10	4	1.56	1.21	1.21		16	0:00	
新川町			2.00						
千歳町 (19)	49	0	2.31	1.98	1.98	2.16	16	0:00	
昭和橋			2.75						
堀川電 (19)	43	0	3.21	2.81	2.81	3.06	16	0:00	
千代台 (19空)	214	0	3.59	3.24	3.24	3.41	16	0:00	
中央病院前			4.09						
五電 c (19.39)	115	7	4.38	4.07	4.07	4.22	16	0:00	
杉並町			4.70						
柏木 n (19.39)	34	2	5.49	4.99	4.99	5.24	16	0:00	
深堀町			5.98						
銭馬場前			6.25						
駒場車庫前			6.65						
市民会館前			7.09						
湯川温泉電前			7.46						
湯神 n (19.39)	64	2	7.89	7.49	7.49	7.69	16	0:00	
湯川小学校前			8.23						

1:EXIT 2:前画面 3:メニュー 4:前路線 5:次路線 6:パネル 7:参照 8:ダイヤ 9:状況 10:設定 11:終了

図-11 接近案内距離データ
Fig.11 Data table for approaching guidance

No.	現在時刻	事 象		バス停の表示時刻				備 考
		バス位置	遅れ	バス停⑤	バス停⑥	バス停⑦	バス停⑧	
1	8:00	始発点発車		8:09	8:10	8:12	消灯	
2	8:02	停留所①に到着	なし	8:09	8:10	8:12	8:16	
3	8:04	停留所②に到着	1分	8:10	8:11	8:13	8:17	
4	8:05	停留所③に到着	なし	8:09	8:10	8:12	8:16	
5	8:09	停留所④に到着	1分	8:10	8:11	8:13	8:17	
6	8:10	停留所⑤に到着	1分	消灯	8:11	8:13	8:17	

分散パターン									
始発点	停留所①	停留所②	停留所③	停留所④	停留所⑤	停留所⑥	停留所⑦	停留所⑧	終着点
0	2	3	5	8	9	10	12	16	45

左の表は、分散パターンの例で、
始発点から停留所①の所要時間=2分
〃 停留所② 〃 =3分
〃 〃 〃 〃 〃
〃 〃 〃 〃 〃
始発点から終着点の所要時間=45分
であることを表している。

- 時刻表示の動作説明
- (1) バスが定刻に発車した時点で、15分以内に到着する予定の停留所において、定刻の時刻を表示する。
 - (2) バスが、停留所①の距離に達した時点で、停留所①の定刻と現在時刻を比較し、以降の停留所の到着予定時刻を算出する。

図-12 発車予定時刻の説明
Fig.12 Calculation of estimated time for departure

つことで、強力な運行管理機能が実現できる。
(詳細は、「4. 運行管理」参照)

3. 3 通信方式
3. 3. 1 無線方式

本システムでは、基地局～営業所間の通信を除いて、すべて、無線による通信を行っている。このため、バス、停留所とも、基地局の無線エリア内であればどこでも通信可能である。従って、接近表示器の増設、移転等の際

でも、電話回線接続やバス位置検出のための機器の設置等の特殊な工事は一切不要である。
また、停留所も無線回線で制御するため、停留所の設置台数にかかわらず、回線使用料も不要である。

3. 3. 2 データ収集、制御の方法
① データ収集

車両の位置情報データの収集方式としてポーリング方式を採用している。ポーリング方式とは、基地局からの起動信号を受信することで、車両が割り当てられたタイミングで順次応答するものである。
この方式のメリットとして、車両からの情報の衝

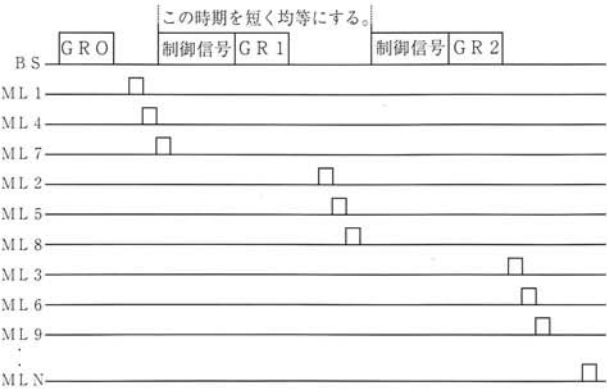


図-13 ポーリング動作
Fig.13 Polling operation

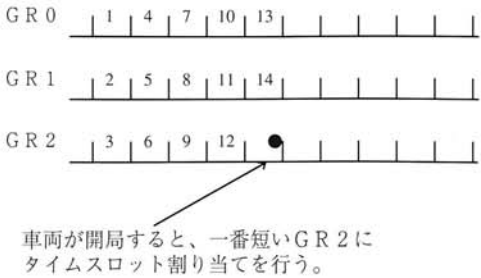
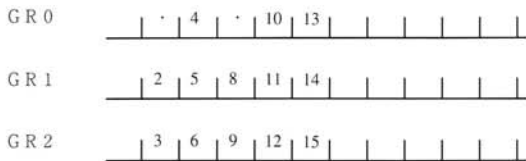


図-14 開局によるポーリング割り当て
Fig.14 Polling operation

1、7号車が閉局した場合



開局していた車両が閉局するとタイムスロットに空きスロットが発生する。その時点で、13、14号車にタイムスロット割り当て変更指示を送り出し、タイムスロットをまえずめにし、特定のスロットが長くなることを防ぐ。

13、14号車にタイムスロット割り当て指示を送出後

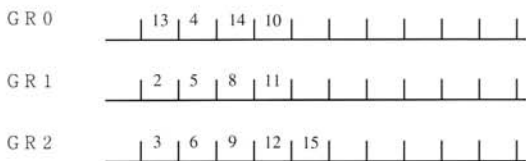


図-15 タイムスロット割当の変更
Fig.15 Polling operation optimizing

突が発生せず、トラフィックの影響を受けないことがあげられる。デメリットとして、ポーリングで車両の情報を収集している間は、車両・バス停への制御信号を送出できないことがあげられる。このデメリットを軽減するために、ポーリングを3グループに分割して運用している。

ポーリングの動作を図-13に示す。

2 制御信号

車両・バス停への制御信号の送出は車両ポーリングの収集の終了から、次のポーリング起動信号送出までの期間に送出される。制御信号の内容一覧を表-3に示す。

3. 3. 3 可変長ポーリング

表-3 制御信号内容一覧

制御信号名称	制御内容概要
減光レベル指定	バス停のLEDの輝度を可変する。
バス停制御信号	接近ランプ、音声エディット制御 接近LED、音声案内の制御を行う。
到着予定時刻制御	到着予定時刻の制御を行う。
補正微弱データ書き換え制御	バス停が送出する微弱データの内容を書き換える。
車両制御信号	タイムスロット制御 タイムスロット割り当て、タイムスロット割り当て解除等の制御を行う。
呼び出し制御	個別呼び出し、一斉呼び出し等の通話制御を行う。
前後車接近警報制御	同一路線の車両の接近警報制御を行う。

前項に記載したポーリング方式のデメリットを軽減する手段として、開局中の車両のみにポーリングのタイミングを割り当てるしくみになっている。基地局は、車両からの開始要求を受信すると、3つのポーリンググループに均等に車両を割り当ててゆく。車両が閉局し、空きのタイムスロットが発生し、3つのポーリング長に差が発生すると、基地局は車両にタイムスロット割り当て変更指示を送出し、3つのポーリング長を均等に保つしくみになっている。

開局によるポーリング割当てを図-14に、タイムスロット割当て変更を図-15に示す。

4. 運行管理

営業所設備では、システムの稼働のために、ダイヤ情報、配車情報等、バスの運行に関するすべての情報を取り込んで管理している。これらのデータに、基地局設備が収集した全車両の位置情報を組み合わせることで、強力な運行管理機能を実現している。

4. 1 運行管理

端末の画面上に路線図を表示し、運行中の車両の位置を表示する。(図-16)

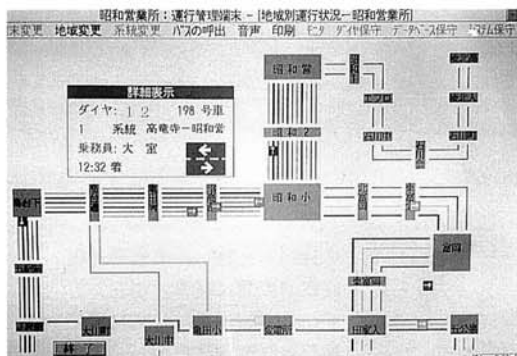


図-16 運行管理画面

Fig.16 Example of CRT display (Operation management screen)



図-17 配車表

Fig.17 Example of CRT display (Dispatching screen)

遅れ、ダンゴ運転等、車両の運行状況が正確に把握できるため、代車の指示等、的確な運行管理が行える。

4. 2 配車計画

乗務員、車両の基本ローテーション（誰が、どの車両で、どのダイヤを走るか）はパソコンで管理できる。また、すでに配車システムを導入済の事業者の場合は、本システムと接続、連携することで、配車業務を効率化することができる。（図-17：配車表）

4. 3 当日配車変更

車両故障、乗務員の休暇や、遅れに対応するための操車等、急な配車変更に対応するための機能である。端末に変更内容を入力すると、システムは、リアルタイムに対応する。

4. 4 乗務案内（出庫案内）

乗務員控室に端末を設置し、出庫時刻、使用車両、走行ダイヤの案内をする。

4. 5 音声通話

営業所一車両間で通話が可能である。通話の方法は、次の3種類がある。

- ① 一斉通話：営業所から全車両に呼出しがかかり、通話する。
- ② 個別通話：営業所から、特定の車両を呼び出して通話することができる。
- ③ 営業所呼出：車両から営業所の運行管理者を呼び出して通話できる。

4. 6 その他の管理機能

① 入出庫管理

車両が入庫／出庫すると、端末にアラームが出て知らせる。

② 帳票印刷

配車実績、入出庫実績、路線の走行所要時間実績等、各種データのプリントアウトができる。

③ ダイヤ改正への対応

ダイヤ、配車、分散等のデータベースのバンク切り換え機能（事前に入力しておけば、カレンダー指定により、改正日の始発から自動的に新ダイヤに切り換わる。）により、期ごとのダイヤ改正にも対応している。

4. 7 操作性の改善・・・GUIの採用

営業所端末の表示、操作には、わかりやすいGUIを採用した。

業務メニューの選択や、操作対象車両の指定、入力項目の選択等、ほとんどの操作は、マウスを使って画面上の絵、記号等を指定するだけで、簡単に処理できる。

5. あとがき

本システムは、バスロケーションシステムに要求される様々な機能に、柔軟に対応できる高機能のシステムであり、その拡張性についても十分に考慮したものである。また、近年、ダイヤ編集や配車システム等、運行管理関連のシステムを導入済の事業者も多く、これらのシステムとの連携にも柔軟に対応することができる。

筆者紹介

中條 良和（チュウジヨウ リョウワ）

1982年入社。以来無線通信機器の開発に従事。現在、AVC本部情報通信技術部情報通信システム課在籍。



高木 正樹（タカキ マサキ）

1984年入社。以来無線通信機器の開発に従事。現在、AVC本部情報通信技術部情報通信システム課在籍。

