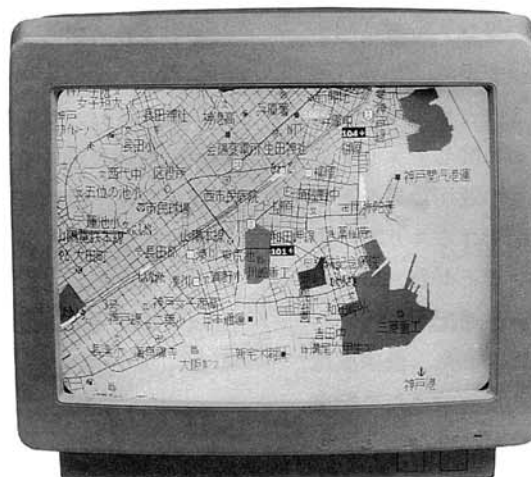


タクシーGPS-AVMシステム

Automatic Vehicle Monitoring System for Taxi using GPS

岩井 章	Akira Iwai
宮下幸寛	Yukihiro Miyashita
坂口 彰	Akira Sakaguchi
小川郁夫	Ikuo Ogawa



地図表示サブシステム

要 旨

タクシー会社向けAVM (Automatic Vehicle Monitoring) システムは、これまでタクシー車両の位置を検出する仕組みの違いから分散送信、分散受信、半自動方式があり、効果／費用面から半自動方式を中心に広く普及している。

近年、移動体の位置検出手段としてGPS (Global Positioning System) が利用可能となりナビゲーション用途に多く利用され始めた。当社では、GPSの業務利用システムとして先に警備車両の運行管理システムを開発し稼働させている¹⁾が、今回、タクシー会社向けGPS-AVMシステムを開発した。

本稿では今回開発したタクシーGPS-AVMシステムの概要について紹介する。

Abstract

The AVM(Automatic Vehicle Monitoring) systems are distinguished into the distributed transmission system, the distributed reception system, and the semi-automatic system by difference of the vehicle location sensing. The semi-automatic system have been diffused by reason of effect and cost.

Recentry, the GPS(Global Positioning System) makes it possible to use the vehicle location sensing, and have been begun to extend used for the navigation system. We have developped and marketed the vehicle operation management system using the GPS for the security vehicle.

This time, we have developed the GPS-AVM system for taxi.

This paper describes the concept of GPS-AVM system for taxi.

1. はじめに

タクシーの無線配車では、顧客に最寄りの車両を配車することが顧客サービスの向上、経費の節減、乗務員の負担軽減につながることから、より効率的な配車を目指して車両の動態情報（主に位置と実／空車）の収集・管理機能を持つAVMシステムが導入されている。

既存のAVMシステムにおいて、位置情報は分散配置されたサインポストの電波を車両側で受け、位置情報を自動的にセンタへ転送するか、乗務員が予め決められたルールに基づき、エリアボタンを押すことによりセンタへ知らせていた。このような位置情報に関してエリア把握できる程度のシステムでもある程度の運用効果を上げているものの、位置精度の不足や識別できるエリアが限定され、車両の進行方向も分からないことから、車両の状態を常時、的確に把握することで、最適配車を行いたいというユーザには不満が残っていた。また、競争激化によるサービス向上の必要性や人手不足解消のため配車業務の一層の効率化、簡易化が望まれている。

効率化の鍵となる車両位置の高精度検出に関しては、利用場所、時間の限定を受けないGPS（Global Positioning System）が注目され、車載ナビゲーションの位置検出手段として利用され始めている。GPSによる測位は衛星が完備し、比較的安定した結果が得られる

ことから車両の位置検出方法としては現在のところ最も有効であると考えられる。

本システムはGPSを採用し、その高精度な位置検出を生かす効率的な情報収集方式を開発、組み合わせることで顧客サービスに直結する最適車両の配車（顧客との距離、車両の進行方向を加味して最短時間で到着できる車両の選択）を可能にした。

配車操作面においては、簡単な操作で最適車両を選びだせるよう考慮し、専用キーボード1台による地図画面を含めた全機能操作を行える事を実現した。特に地図表示に関しては、エリア別表示、車両中心表示等、必要な範囲の地図表示をワンタッチで行えるようにした。

簡単なキー操作で最適車両を容易に探せるシステムの実現により、専門能力が無くても効率的な配車が行えるようになった。

以下に開発したシステムの構成や機能について紹介する。

2. システムの概要

2.1 構成

図-1、表-1に本システムの構成を示す。

本システムは、半自動システムと可能な限り機器を共用して構成することで、必要機器の追加だけで半自動シ

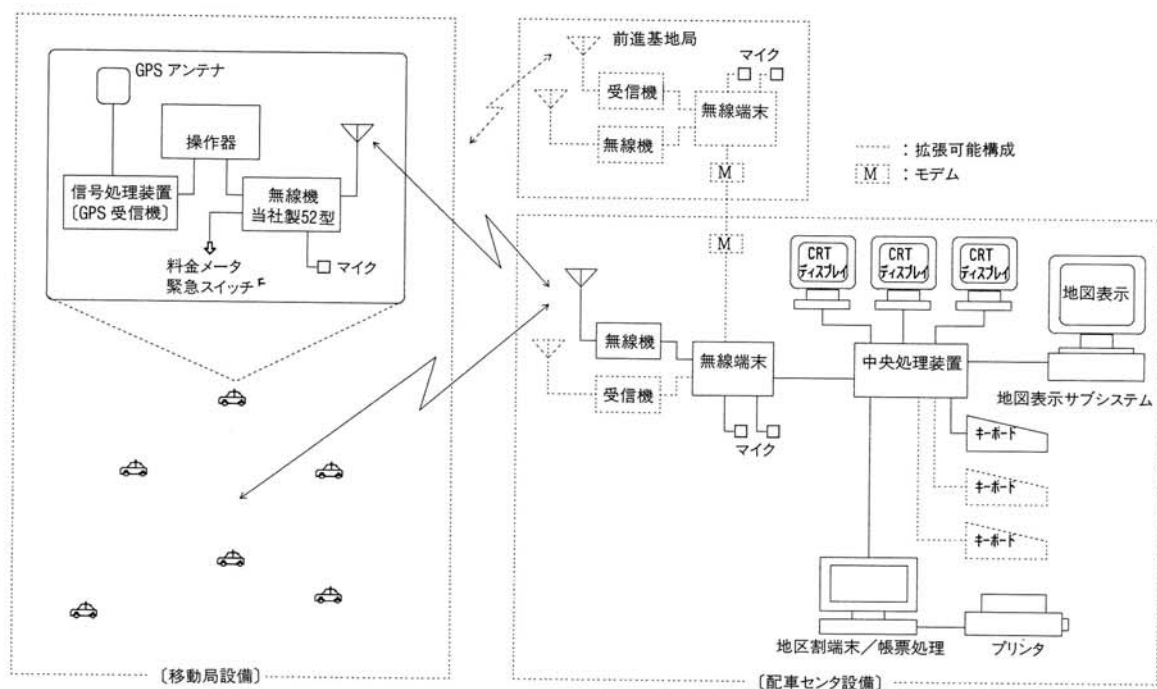


図-1 システム構成
Fig.1 System configuration

表-1 標準システム構成

	装置名	数量	備考
移動局設備	無線機	1／車両	
	信号処理装置	1／車両	GPS受信機内蔵
	GPSアンテナ	1／車両	
	操作器	1／車両	
	無線機インターフェース	1／車両	当社52型無線機の場合は不要
配車センタ設備	無線端末装置	1	前進基地局がある場合は2
	中央処理装置	1	
	CRTディスプレイ	最大3	
	キーボード	最大3	AVM専用キーボード
	地区割端末／帳票処理装置	1	通常は帳票処理装置として動作 地区割り設定端末としても動作
	プリンタ	1	帳票処理機能を付加する場合必要
	地図表示サブシステム	1	

システムからGPSシステムへのグレードアップも可能にしている。

移動局装置はGPSアンテナ、GPS受信機を内蔵する信号処理装置、操作器および無線機から構成する。

センタ装置は主処理装置である中央処理装置と無線端末装置、帳票処理装置を兼ねる地区割り設定装置および地図表示サブシステムから構成する。

無線系の構成は、単信、2周波半複信、前進基地局、データ専用波に対応できる構成としている。

地図表示サブシステムは基本構成から切り離し可能とし、接続した場合でも連携を密にして基本部分から操作が行えるようにした。

2. 2 基本仕様

本システムの基本仕様を表-2に示す。

データ収集方式は、当社AVMシステムの特徴である任意発信方式をより高機能化（発信条件のダイナミック制御等の機能追加）し、ポーリング方式も併用可能とした。

各方式の動作条件はシステム設定画面により任意に変更が可能である。ただし、動作条件の設定によっては、トラフィック増加となり、音声通話に支障をきたす可能性がある。そのため、動作条件の設定は車両台数や通信方式を考慮して行う必要がある。

3. 移動局装置

移動局装置は、半自動AVMの課題である、運転者の

表-2 基本仕様

項目	仕様
1. 通信方式	(1)1周波単信 (2)2周波単信（データ専用波にも対応） (3)2周波半複信（データ専用波にも対応）
2. 基地局接続数	2局（前進基地局、別周波数基地局）
3. 移動局収容台数	最大140台（画面表示上） 車両台数、通信方式、運用形態によりデータ収集条件を調整する必要がある。 トラフィックを一定とした場合、車両台数が増加するとデータの即時性が低下する。また、トラフィックを増加した場合、音声とデータ共用の場合は音声とデータのバランスをとる必要がある。
4. 位置検出方式	(1)GPS (2)GPS+推測航法（GPSアンテナに代えてアンテナ／センサユニットを装着する必要がある。）
5. データ伝送速度	2400／1200bps
6. データ誤り制御	(1)BCH符号による誤り検出・訂正 (2)再送（任意発信） (3)連送（ポーリング等の一部データ）
7. データ収集方式	(1)任意発信方式（話中検知発信） ・動態変化+距離移動・時間経過併用 ・発信条件パラメータの動的に変換機能付 (2)ポーリング方式 ①全車ポーリング ・全車一括（最大63台） ・群別間欠（群：1～63台） （間隔：0～999秒） ②地区ポーリング ・中心位置、半径指定（10～2550m）
8. 地区割り設定	(1)地区割り数：最大40地区 (2)地区割り最小単位：緯度・経度方向に各10秒（約300m×250m） (3)地区割り可能範囲：緯度・経度方向に各1800秒（約54km×45km）
9. 車両動態種別	(1)空車状態 空車、待機、第二待機、休憩 (2)実車状態 実車、割増、先行 (3)その他 緊急、迎車、閉局

操作が多い、登録が不正確な場合でもわからないなどの問題を解決するため、距離移動・時間経過により自動的に信号送信を行うようにし、操作の大幅な軽減と正確な位置登録を実現している。

3. 1 機器構成

図-2に移動局構成図を示す。

移動局装置は、位置検出用信号処理器・操作器で構成する。当社の52型以外の無線機や他社無線機には、無線機インターフェース用信号処理器を介して接続できる。

3. 1. 1 位置検出用信号処理器

図-3に位置検出用信号処理器（SPU-040A）外観図を示す。

位置検出用信号処理器は、GPS受信機・位置検出処

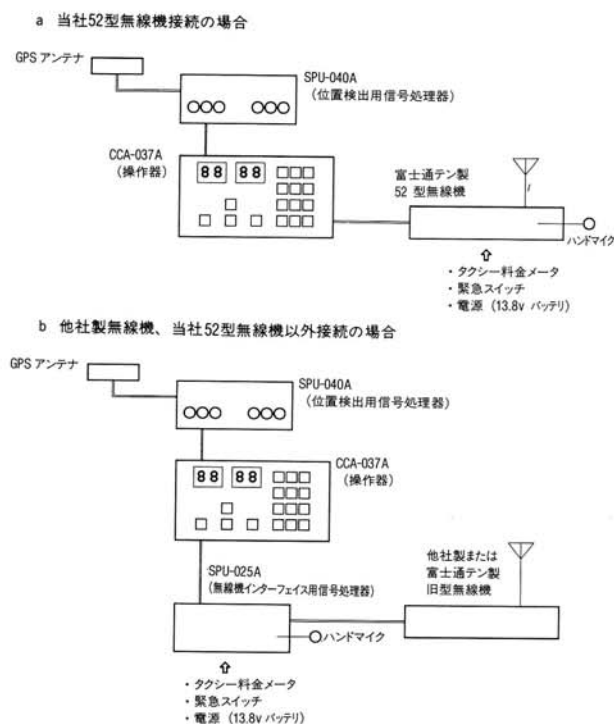


図-2 移動局構成図

Fig.2 Figure of vehicle system configuration



図-3 信号処理器(SPU-040A)外観図

Fig.3 Vehicle processing unit

理部で構成する。位置検出処理部は、GPSのみを使用する場合と、GPSと推測航法を組み合わせる現在位置を算出する場合のどちらでも対応できるように設計を行った。また、タクシー用に限らず他業種（トラックなど）にも現在位置検出用として流用できるように、電源電圧は24ボルト車にも対応して設計を行った。

位置検出用信号処理器では現在位置座標や進行方向のサンプリングを0.5Sec毎におこない、更新する毎に最新情報を操作器に伝送し、操作器側で送信時に必要な情報を取り込んで送信データを作成する。

3. 1. 2 操作器

図-4に操作器（CCA-037A）の外観図を示す。

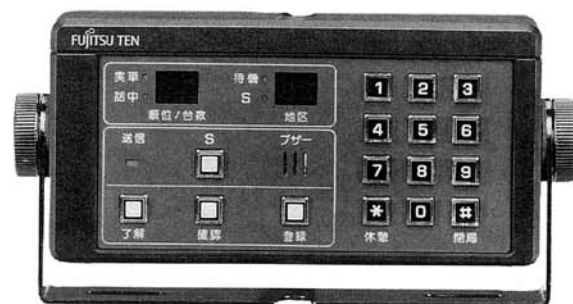


図-4 操作器(CCA-037A)外観図

Fig.4 Vehicle operating unit

操作器は、地区設定などを行うキースイッチと基地局での登録状況や自局の状態を表示するLED、キー操作音・呼出アラームを発生するブザーを備えている。キースイッチの操作などで信号を送信し、これに対する基地局からの応答信号によりLEDの点灯、アラームの鳴動を制御する。逆に、基地局からの制御信号を受信して、必要に応じて、応答信号を送信する。

操作器にはRS232Cインターフェースを搭載しており、データコントロールユニット（DCU）付MCA無線機・外部モデム付携帯電話・テレターミナルなどとも接続できる。また、前機種と同様に各種設定を変更できる保守モードを備えている。

3. 2 位置検出方法

移動局の位置検出は、GPS受信機の検出位置を採用することを基本としているが、衛星からのGPS信号を受信できない場合の相対位置の補間に、各センサ（地磁気、振動ジャイロ、車速）を使用した推測航法をオプションとして追加可能である。

GPSによる位置検出精度は、電波伝搬状況や米国国防総省（DOD）が意図的に精度を劣化させるSelective Availability（S/A）などにより変化するが、平均的に100m以内である。

4. データ収集

データ収集の方式は、移動局が独自に必要時に送信を行う任意発信方式と、基地局からの起動信号を受信して応答を行うポーリング方式に大別することができる。

4. 1 データ収集の選択

データ収集の方法として、任意発信方式・ポーリング方式・両者併用方式のいずれを選択するかは、基地局の設定で自由に選択できる。これにより、使用するユーザの移動局台数、無線方式、運用方法に柔軟に対応可能とし

ている。 基地局で設定した条件はシステムパラメータとして伝送し、全移動局が同一パラメータの下で動作する。

4. 2 任意発信方式

今回のシステムで採用した任意発信方式の条件にはつぎの3つがある。

- ①料金メータが変化したとき
- ②一定距離を移動したとき
- ③一定時間が経過したとき

移動局が各条件を満たしたときに送信を行うと、移動局台数の増加に伴って、同時送信確率が高くなるためデータ呼損が発生し、データ収集効率が低下する。混信防止を図るため、無線機のBusy信号を検知してデータ送信を制御する「Busy制御方式」を採用した。

また、無線回線のトラフィック量を自動的に制御する機能を新たに付加している。これは、単位時間あたりに基地局が受信した任意発信データ数を計数し、予め設定した目標数と±20%以上の差があれば、移動距離条件を変更して、目標数に近づけようとするものである。また、タクシー会社では実車中の移動局の位置を把握したいという要求は少ないので、実車時には移動距離条件を2倍に設定し、データ数を低減させる機能も付加している。図-5に1周波単信（無線機立ち上がり+データ送信時間:200ms）の場合の時間当たりの〔呼損率（データが衝突する割合）ーデータ総数〕のグラフを示す。データ総数が多くなる程、呼損率が上がるため、データ回数を制御して自動的に呼損率をおさえ、効率的なデータ収集を行っている。

4. 3 ポーリング方式

ポーリングとは、基地局からの起動信号を受信し、その

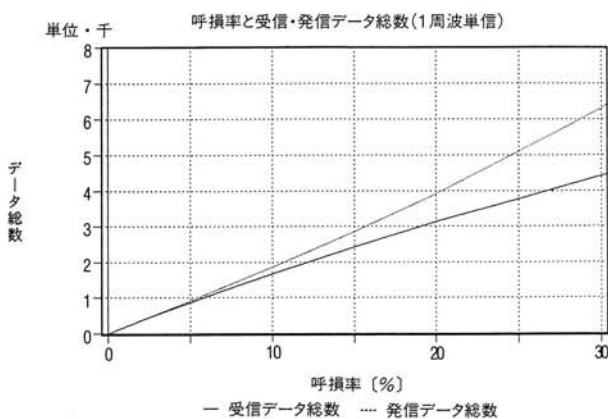


図-5 呼損率とデータ総数/H

Fig.5 Loss probability and total data/H

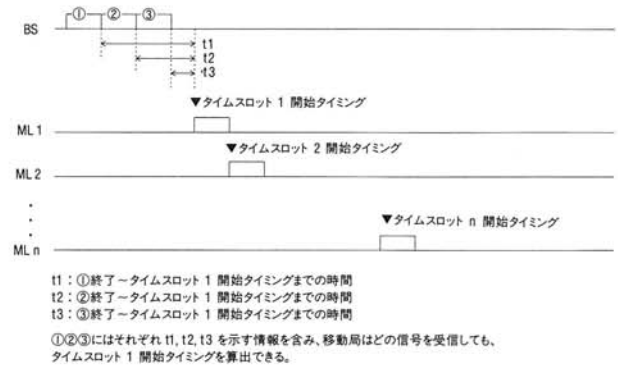


図-6 ポーリングシステム説明図

Fig.6 Figure polling system

中に含まれている条件に該当する移動局が順次応答することで、今回のシステムではつぎの3つを使用した。

- ①群ポーリング（開始車番・応答台数）
- ②位置（地区）ポーリング（中心座標・半径）
- ③個別ポーリング（車番）

（ ）内はその条件項目を示す。

ポーリングシステム説明図を図-6に示す。ポーリング信号を受信した移動局は、予め設定されているタイムスロット時間×応答台数のタイマを起動し、このタイマが起動している間はポーリング応答以外のデータ送信とマイクプレスによる通話を禁止し、応答信号が確実に伝送できるように設計を行った。

群ポーリングとは、指定した開始車番から連続した数台分のデータを一括して収集するものである。本システムの群ポーリングは開始車番と台数を15群まで任意に設定できる。例えば1号車から20台分の情報を収集したい場合には下記のように様々に設定できる(下記(1)～(3))。また、協同配車などで車番が100番台、400番台などと離れている場合でも、容易に対応できる。(下記(4))

	開始車番	台数	開始車番	台数
(1) 1群	1	20		
(2) 1群	1	10、2群	11	10
(3) 1群	1	5、2群	6	10
	3群	16	5、	
(4) 1群	101	10、2群	111	10
	3群	401	10、4群	801
			10	

位置ポーリングは指定した中心位置から指定した半径距離の円内に存在する移動局のデータを一括して収集するものである。本システムの位置ポーリングは、キーボードの地区キーで対象地区を選択し、位置ポーリングキーを押すことで起動する。中心座標は地区毎にシステム画面で設定した値となり、半径値はシステム画面で設定し

た値とその2倍の値を起動時に押す位置ポーリングキーによって選択できる。

このように群ポーリング、位置ポーリングとも使用環境に応じてユーザが自由にパラメータを変更できるように設計を行った。

また、これらのポーリング起動信号を確実に移動局に伝送するため最大3回連続して送信することができる。連続して送信する起動信号の中には、タイムスロット1で応答を開始するタイミングを示すデータを含み、最大3回のうち、どの起動信号を受信しても応答タイミングがずれないように考慮してある。

5. 基地局装置

5. 1 構成

図-7に基地局装置の外観を示す。

半自動AVMと同様に専用の中央処理装置、キーボード、無線端末処理装置、CRTディスプレイ、業務用無線機、地区割り設定装置から構成する。また、オプションとして日報、月報の帳票出力を行う帳票出力装置と移動局の位置を地図上に表示する地図表示サブシステムが接続できる。帳票出力を行う場合は地区割り設定装置は帳票出力装置と兼用となる。

5. 2 主要機能

表-3に半自動AVMシステムとの主要機能の比較を示す。半自動AVMは移動局が操作した番号で登録するのに対して、今回のGPS-AVMでは移動局からのデータに位置情報（緯度、経度）を付加しており、基地局で位置情報を基に該当する地区に自動的に登録する。そのために移動局側の操作を大幅に軽減している。

5. 2. 1 各種画面の表示

基地局では、移動局の登録状況などをCRTディス

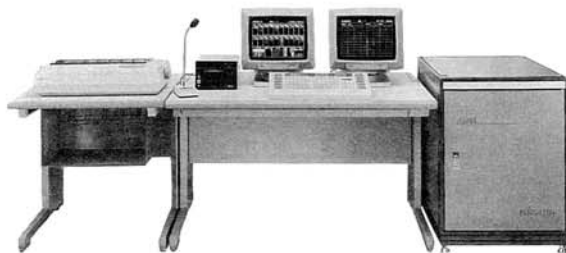


図-7 基地局外観図

Fig.7 Exterior view of base station

表-3 半自動AVMシステムとの主要機能比較

機 能	半自動AVMシステム		GPS-AVMシステム	
データ収集	任意発信方式		任意発信・ポーリング併用方式 基地局にて任意に設定可能	
地区登録種類	5種類	第二待機登録 待機登録 空車登録 実車登録 空車予約登録	6種類	第二待機登録 待機登録 空車登録 実車登録 空車予約登録 行先登録
地区登録方法	全て運転手の手動操作による登録		第二待機登録——手動操作による登録 待機登録—— 行先登録——移動局の信号により基地局にて自動的に登録 空車登録—— 実車登録—— 空車予約登録——	
配車センタディスプレイ画面構成	6画面	全地区画面(1) 全地区画面(2) 地区別画面 動態一覧画面 配車経過画面 配車予約画面	7画面	全地区画面(1) 全地区画面(2) 地区別画面 動態一覧画面 配車経過画面 配車予約画面 地区別配置状況画面

レイに表示する。表示する画面は次の8種類である。表示例を図-8に示す。

- ①全地区(1)……………1～20地区の表示
- ②全地区(2)……………21～40地区の表示
- ③地区別……………各地区の詳細表示
- ④地区別配置……………各地区の車両位置を相対的に表示
- ⑤動態一覧……………全移動局の動態一覧表示
- ⑥配車経過……………配車車両の管理
- ⑦配車予約……………配車予約時間の管理
- ⑧システム……………移動局データモニタ（保守用）

システム設定値の管理

各画面とも、数字を太くすることにより数字の色が判別しづらい点を解消している。地区別配置画面は各地区の任意に登録した中心点から決められた範囲にいる車両を区画ごとに表示するため、車両の大まかな位置が判別できる。また、システム画面は任意発信、ポーリングの各種条件設定の他、従来ユーザ別に設計していた項目についても画面内の数字を変更することで対応可能としている。システム画面の主な設定項目を表-4に示す。

5. 2. 2 地区割り設定機能

移動局からの位置情報により基地局側では該当する地区に登録を行うが、基地局では予め各地区の範囲を任意に設定可能にする地区割り設定機能を開発した。地区割り設定は地区割り範囲全体の基準点を決めて、各地区毎に緯度・経度各10秒単位のメッシュをマウスで塗りつぶして設定することができる。設定した内容を中央処理

表-4 システム画面の主要内容

システム画面No.	内 容
システム画面①	移動局データモニタ（保守用）
システム画面②	日時設定、帳票手動印字（日報、月報）、 休憩・迎車制限時間、任意発信（任意発信ON/OFF、時間・距離設定、自動制御ON/OFF等）ポーリング（ポーリングON/OFF、ポーリングパターン設定等）
システム画面③	地区1～20の運用定数設定 （地区別隣接(1)～(4)、地区別配置区分範囲、台数確認、台数制限）
システム画面④	地区21～40の運用定数設定 （地区別隣接(1)～(4)、地区別配置区分範囲、台数確認、台数制限）
システム画面⑤	各車両の種別（大分類）設定
システム画面⑥	各車両の種別（小分類）設定

装置に送信して、中央処理装置のRAMに保存する。この地区割り設定により、各地区の範囲を変更する場合に直ちに設定変更できる。図-9に地区割り設定の概念図を示す。

5. 2. 3 待機登録判定機能

移動局がある地点に待機または第二待機する場合には「登録」または「S」ボタンを押して、各待機登録を行う。ボタンを押すと待機または第二待機の情報と位置情報を基地局側に送信する。基地局では待機地点を中心点の座標値（緯度・経度）と中心点からの距離で管理している。移動局から送信されてきた待機の種類と位置情報により、待機可能な範囲内に該当する場合には、登録確認信号を返送する。待機可能な範囲内に該当しない場合は、登録不可信号を送信して、移動局に待機登録できないことを伝える。図-10に待機登録判定の概念図を示す。待機登録地点は中心点と範囲を任意に設定可能で、地区割り設定と同様に直ちに變更できる。

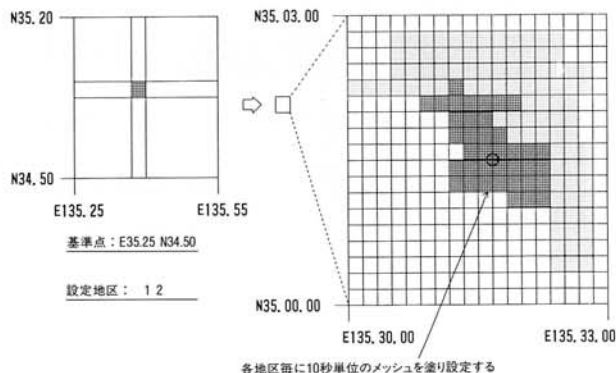
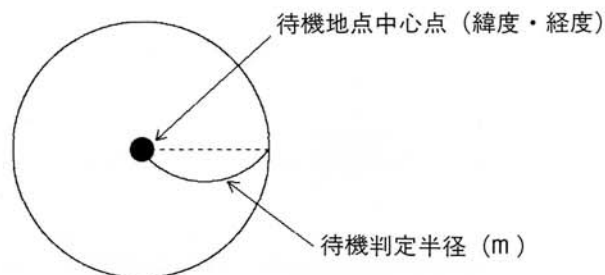


図-9 地区割り設定概念図

Fig.9 Example of dividing area



待機範囲（円内）に位置する車両のみ登録可能

図-10 待機判定

Fig.10 Judgement of waiting

表-5 帳票印字内容

	印字内容
日 報	① 無線業務日誌
	② 車番別稼働状況表
	③ 地区-時間帯別 [配車/乗込] 回数表
	④ 時間帯別 [配車/乗込] 回数グラフ
	⑤ 地区別 [配車/乗込] 回数グラフ
	⑥ 車番トレース
	⑦ 動態トレース
月 報	① 無線業務月報
	② 車番別稼働状況表
	③ 地区-時間帯別 [配車/乗込] 回数表
	④ 時間帯別 [配車/乗込] 回数グラフ
	⑤ 地区別 [配車/乗込] 回数グラフ

5. 2. 4 帳票印字

帳票処理装置は移動局からのデータをもとに、各種の日報・月報の帳票出力をおこなう。日報・月報の印字内容を表-5に示す。各印字内容はそれぞれ必要に応じて印字を「行う/行わない」の選択が可能である。また、日報は7日前まで、月報は前月までのデータを保存しており、任意に印字することができる。

6. 地図表示サブシステム

地図表示サブシステムは中央処理装置より移動局の位置、動態情報を受けて、CRT画面の地図上に移動局の位置を車両マークとして表示する。地図表示は業務用道路地図データベースのCD-ROMを使用しており、地図のレベルは図-11に示すように3段階（地域により2段階の場合がある）で表示できる。地図の操作内容を表-6に示す。地図の操作は、地図表示サブシステムのキーボードの他、中央処理装置の専用キーボードにより、主な操作ができる。車両マークは図-12に示す形状で、



a 広域地図



b 地区地図



c 地区詳細地図

図-11 地図表示画面

Fig.11 Example of map display

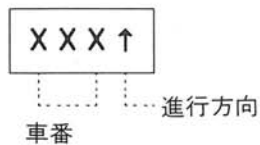


図-12 車両マーカ

Fig.12 Mark of vehicle

内部に車番と進行方向の矢印を表示する。進行方向は北、北東、東、南東、南、南西、西、北西の8方位を示す。また、車両マーカの表示色は移動局の動態により、表-7に示すように変化して、閉局信号を受信すると車両マーカの表示を消去する。

6. 1 主要機能

6. 1. 1 地区指定表示

地図表示サブシステムのシステム画面にて各地区の中

表-6 地図表示サブシステムの主要操作内容

地図表示サブシステムキーボード	中央処理装置の専用キーボード
① スクロール (スクロール量可変)	① スクロール (スクロール量可変)
② 拡大/縮小	② 拡大/縮小
③ 地区指定表示	③ 地区指定表示
④ 車両指定表示	④ 車両指定表示
⑤ 動態指定表示	⑤ 空車指定表示
⑥ 車両トレース	
⑦ 位置情報表示	

表-7 車両マーカの表示色

優先順位	マーカ色	車両動態
1	黒色	緊急
2	赤色	配車
3	青色	貸切
4	灰色	空車予定
5	茶色	迎車
6	水色	待機又は第二待機
7	緑色	空車
8	黄色	実車

心点の緯度・経度と地図のレベルを設定することにより、各地区毎に対応する地図を表示する。設定できる地区は最大40で、地図表示サブシステムのキーボードで地区番号入力により表示できる。また、中央処理装置のキーボードにより必要な場合には選択した地区に連動して地図表示できる。

6. 1. 2 車両指定表示

キーボード操作により、選択した車両の地図上の位置が直ちに分かるように表示することができる。表示方法は次のとおりである。

① 選択した車両マーカ以外の車両マーカを、約5秒間消去する。

② 選択した車両マーカを中心として地図表示する。

7. おわりに

本システムは半自動方式AVMシステムの利点（地区割りをユーザが自由に行える。）を生かしつつ、車両の位置把握を自動化した。さらに、情報収集方式や待機の制限、車両側での登録台数確認の動態種別等の運用パラメータを任意に可変できることを実現したことで、様々な形態の配車業務に対応できる機能を用意した。

本システムでは地図情報を利用して各車両の状態を表示する仕組みを採用したが、車両を視覚的に把握できることから分かり易さ、使い易さという面で大変効果的である。地図情報を基に顧客と車両を直接結びつけて自動的に最適車両を選択したり、自動配車を行うシステムへも拡張可能である。

参考文献

1) 杉本芳也, 岩井章 他

“GPS応用車両運行管理システム”

富士通テン技法、Vol.11 NO.2(July.1993)

筆者紹介

岩井 章 (イワイ アキラ)



1981年入社。以来移动通信システムの開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部情報通信システム課在籍。

宮下 幸寛 (ミヤシタ ユキヒロ)



1987年入社。以来移动通信システムの開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部情報通信システム課在籍。

坂口 彰 (サカグチ アキラ)



1989年入社。以来移动通信システムの開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部第一通信技術課在籍。

小川 郁夫 (オガワ イクオ)



1965年入社。以来移动通信システムの開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部情報通信システム課長。