

# バス事業の情報高度化に向けたデマンドバス開発事業

On-Demand Bus Development toward Advancement of Information Technology in Bus Operations

小窪 広人  
KOKUBO Hiroto

小島 文夫  
KOJIMA Fumio

室谷 康夫  
MUROYA Yasuo

公共交通,とりわけバス運行にかかわる種々の課題の中で,“急増する高齢者人口に対応した利便性の高い交通施設のあり方”,及び“公共交通の利便性の向上と利用促進”に対し有効な手段が求められている。

この開発事業では,公共交通の利用を活性化させる施策として,投資対効果の面で有効性が期待でき,かつITS(高度道路交通システム)の先端技術を積極的に盛り込んだ,“デマンドバス<sup>(注1)</sup>”について取り上げる。そして,安価な交通機関を永続的に確保することをねらいとし,公共交通の衰退傾向への抜本的対策を支援していく。

In order to resolve the various problems involved in public transit, especially public transit bus services, there is great demand for means that provide highly convenient transportation facilities corresponding to the rapid growth in the elderly population and that promote the improvement and application of convenience in public transit services. As a measure to vitalize public transit use, a project focusing on on-demand bus services is being undertaken. This project is actively adopting the technologies of intelligent transport systems (ITS), which are expected to provide good cost-effectiveness. Comprehensive measures will be implemented to arrest the decline in public transit in order to assure the permanent availability of affordable means of transportation.

## 1 まえがき

高度成長期の自家用車の普及期を境に,路線バスの利用は下降線をたどり,特に地方の過疎部では,行政の補助金でなんとか路線を維持しているのが現状である。また,路線バスの利用者の持つ不満として,下記のものが挙げられる。

- (1) バス停の場所,環境,待ち時間などの不満
- (2) 乗換えごとの初乗り料金
- (3) 到着時間の定時制の確保
- (4) 大通り優先とルート固定
- (5) 団子状到着のその次の大きな間隔
- (6) 会社ごとの路線分断で,乗換えが発生

更に,今後の高齢化に伴う公共交通,とりわけ安価な路線バスの確保と充実が必要不可欠なものとする。

これらの不満を解決する指標を次のものとした。

- (1) 利用者の利便性を最大限に引き出すフレキシブルな運行形態のデマンドバスが必要と考えられる。
- (2) ニーズの量にばらつきのある昼間は“デマンド”として,運営の効率化をねらう。
- (3) コミュニティの結節点の役目を負い,公共施設巡回などで利用者のニーズに応じる。

この指標に従い,次の目標の実現を目指す。

- (1) バス事業の経営革新に伴う健全化 需要に応じたフレキシブルな運行なら効率運営が望める。これを実現するセンター運行管理システムを開発し,投資対効果

の評価を行い,収益黒字の経営を実現する。

- (2) バスの情報武装化 新コンセプトによるバス統合車載サーバの開発を行い,情報管理の統合化により運転手に負担を掛けない車載システムを開発する。
- (3) CS(Customer Satisfaction)向上の実現 ユーザーのバス乗車要求,運行状況確認は(携帯)電話や停留所,各商業施設などから可能として,利用しやすくする。

以上の目標の下に,当社は1998年度の通商産業省の請負事業として,高知県で情報施策の一環として企画されたデマンドバスの開発を開始した。

特に,2001年度には,運送法の規制緩和に伴い,地域における事業者需給調整と補助金の撤廃が予定されており,交通事業も本格的な競争の時代に入る。この状況で生き残り,更に事業拡大を図るには従来の経営・運営方法では実現は難しい。当社は,交通事業者とともに課題と問題の解決を検討していきながら,新規事業の道を切り開いていく。

ここでは,高知県で実施したデマンドバス開発事業について述べる。

## 2 デマンドバス実証実験事業

デマンドバス開発事業は,高知県の情報化事業である“2001PLAN”の中で,ITSをベースとする事業を“KoCoRo'99”の名称で位置づけ,道路情報のインターネット配信,港湾手続きの情報化,などの7事業の一つとしたものである。その中で,公共交通事業支援の一環で“デマンドバス開発事

(注1) 利用者が各通信手段にて希望のダイヤとコースを予約できるバス。

業”として企画が持たれ、開発事業費は通商産業省のITS及び新規アプリケーションソフトウェア開発の枠組みが充てられた。準備は98年末から開始され、本格事業は99年4月に立ち上げ、運用検討、開発などを経て2000年4月から6月にかけて約3か月間実験運行が実施された。

## 2.1 地域に密着型のコンセプト

バス運行の新たな取組みは、地域の特性を考慮した運用でないと利用者にとって利用しやすいものにならない。この事業では、運行ルート、リクエストの受け付け方法、情報機器の設置場所などについて、高知市ならではのものとした。

また、利用者からのデマンドには、立寄り先の選択と、ダイヤの希望の二つの意味がある。

2.1.1 運行ルートとデマンドコース 高知市の場合、四国旅客鉄道(株)JR四国)の路線が市を南北に分断している。南は主要道路に路面電車が3分間隔で走り、路線バスは、“はりまやばし”を中心に放射状に路線設定されている。一方、北は路面電車はなく、路線バスの経路も目が粗く南に比べると公共交通の利便性が損なわれている。また、昼間の利用者の行動目的が“通院”、“買い物”と考えられ、特に全国で2番目の高齢県で、対人口比でも医療施設は他に比べ多く、高齢者の通院の問題は切実なものとなっている。この昼間の行動目的を支援できるルートが必要となる。買い物については、“はりまやばし”から行政中心地域まで約2kmの商業モールがあり、買い物中心地となっている。これらを考慮に入れた今回のルートが図1で、北の循環2コースで高知駅まで利用者を移送し、南循環で医療施設、買い物地域、行政地域を通り目的地に送り届ける。

また、立寄り先は2か所を設定した。1か所は東循環側の

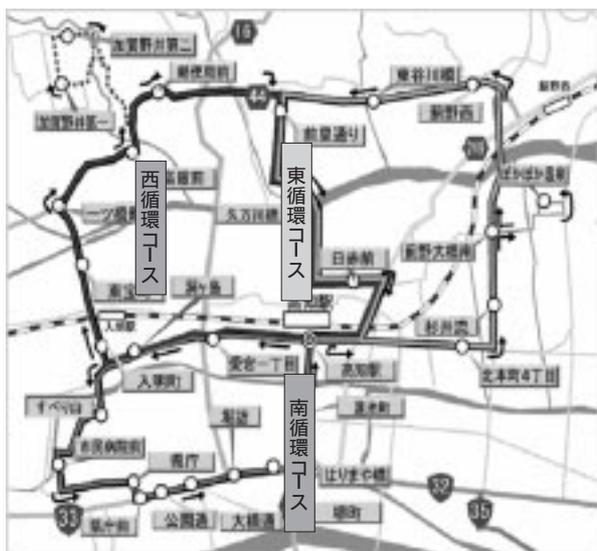


図1. デマンドコース 三つの巡回ルートと2か所の立寄りルートを設定した。

On-demand routes

遊戯娯楽施設で、飲酒利用者と自家用車以外の利用者向けにこのデマンドバスの利用を見込んだ。もう一か所は西循環側の一戸建て団地地域で、開発後20年の経過で高齢化が進んでおり、そのうえ山の傾斜地で坂道が多い。立寄り先は事前の予約は不要で、バス乗車時の申告で可能となり、立寄り時には5分から10分程度の遅れが出ることを他のバス停などへ知らせ、バス待ちのいらいらの解消に努めた。

この地域特性はまさに地域ごとに千差万別で、今後展開されるエリアでは、あらゆる条件、課題、問題点を考慮に入れ検討を進める必要がある。

2.1.2 リクエスト受け付け方法 当初は、高度化開発のため、バスセンターはオペレータレスの自動受け付けを検討したが、高知市の地域特性として高齢化を考慮すると音声通話の受け付けは必須となり、受け付け方法は音声、ファクシミリ(FAX)、インターネット、携帯電話のiモード<sup>(注2)</sup>の4種類とした。リクエストをいただいた方には、必ず申込みメディアでダイヤを回答した。また、後述の街中の情報端末も含め、自宅以外でも場所を問わず目的地の近傍もしくは手もとで、リクエストが行えるようにした(図2)。

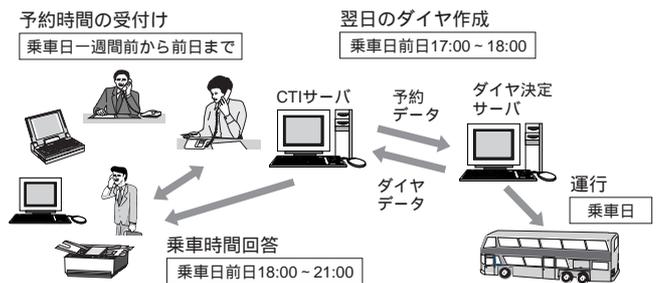


図2. 予約方法 予約に基づき策定したダイヤを回答し、利用者の待ち時間をなくした。

Reservation method

2.1.3 情報機器の設置場所 昼間の利用目的の“通院”、“買い物”において、運行状況確認とリクエストのできる情報端末15台を、病院4か所、スーパーマーケット(以下、スーパーと略記)3か所と、全体の約半分を重点配備した(図3)。これは、診療の再来予約が病院内で通院用デマンドバスの予約と同時にできるように配慮し、予約のワンストップサービスを実現した。また、スーパーでは、買い物帰りに運行状況を確認し、乗車の判断ができるようにもした。ほかにも、教習所、人の集まる駅、行政機関にも設置した。

2.1.4 運用改善 北の利用者は、ほぼ高知駅で1回の乗換えが発生する。従来だと片道に初乗り料金が2回必要であったが、今回はデマンドバス間の乗換えを1回無料とす

(注2) (株)エヌ・ティ・ティ・ドコモグループが99年2月から始めた携帯電話を使った情報通信サービス。

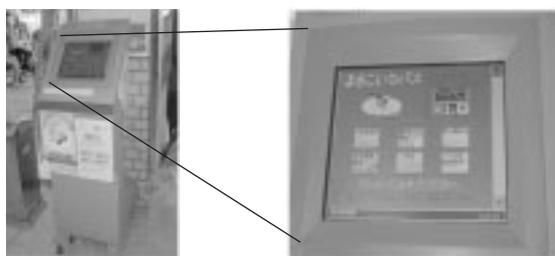


図3 . 情報端末 病院やスーパーなどに、15台を設置した。  
Bus information terminal

る運用改善で、利便性を損なわないように配慮した。

2.1.5 情報化の徹底 現状の路線バスの情報は、おおむねバス停か営業所まで行かないと入手できず身近になり。改善策として、各情報端末の活用で常に運行状況を含むバスの情報が手もとで得られるようにした。

## 2.2 システム構成

デマンドバスシステムの構成を図4に示す。

デマンドバスシステムは、機能面から見ると、デマンドを受け付けて運行ダイヤを決定する機能、決定したダイヤを通知公開する機能、実際のバスの運行状況をリアルタイムに提供する機能に大別される。システムとしては、バスセンターに設置されるデマンド受け付け回答系(CTI(Computer Telephony Integration)サーバ)、Webによる情報提供系、基礎情報データベース(DB)、運行ダイヤ決定系、及び運行表示系とローカル系であるバス車載機器、情報提供型バス停や公共施設に設置される情報端末及び個人端末から構成される。

### 2.2.1 デマンド受け付け回答システム バス利用者か

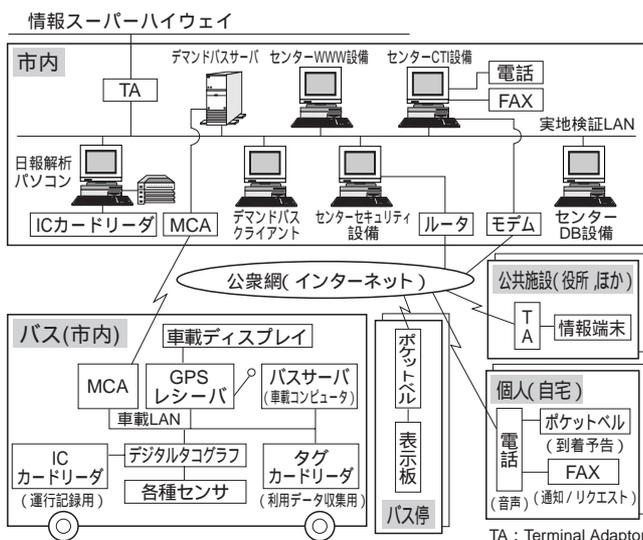


図4 . デマンドバスシステムの構成 デマンドの受け付けと運行ダイヤの決定・通知、バスの運行状況の提供の機能に大別される。

Configuration of on-demand bus system

らのデマンドバスのリクエスト情報(予約)とダイヤ、運行状況の照合を各メディアを通じて受け付け回答する。更に、バス停などに運行ダイヤ、運行状況などを通知し表示も行う。受け付け回答用として、CTIサーバ、CTI DBサーバ、予約受け付け回答オペレータ端末、Webによる受け付け回答用としてセンターWWW(World Wide Web)設備、センターセキュリティ設備から構成される。

2.2.2 運行ダイヤ決定システム デマンド要求に対応し、運行ルート及び運行時刻を今回開発したアルゴリズムにて策定するシステムと、運行中のバス位置からバスの終着地点や主要な途中地点の到着予測を行い、リアルタイムにダイヤを変更する機能から構成される。

2.2.3 統合車両情報システム GPS(Global Positioning System)で現在位置を取得する車載器とセンター間で相互通信し、車両の動態監視を行うシステムである。センターとの通信にはMCA(Multi-Channel Access)無線を用い、DGPS(Differential GPS)で高精度に計測したバス位置と時刻を動態位置表示サーバに通信する。センターシステムでは、バス停通過時刻をリアルタイムに更新するため、GPSのバス位置以外に、ドライバー入力のバス停通過を通信する。複数の車載器接続には、知的分散ネットワークであるLONWORKS<sup>(注3)</sup>を採用した。車載システム管理としては、LONWORKS対応の車載用ネットワークコンピュータを用いた。また、乗客の乗車記録を収集するため乗降口に無線タグ読取り装置を設け、GPSの位置データとリンクして、運行ダイヤごとのバス停別利用実績データの収集を行い、運行終了時に通信でセンターに伝送する。

### 2.3 実証実験

2000年3月初めからバス事業者と試運転を実施した後、実証実験に入った。1週間前から前日午後5時までに予約を受け付けたデータを基にダイヤを決定するバッチ方式を採用した。

高知駅での乗換え時間を短縮するため、運用途中で、東、西循環から南循環に連続運行するダイヤ編成機能を追加した。また、当日予約に対する待機車両投入のダイヤ作成を追加した。

### 2.4 実証実験の結果

77日間で1,877回の運行を実施した。

- (1) 予約方法 予約方法別の利用状況を図5に示す。予約方法としてはオペレータを介しての電話予約がいちばん多い。2番目がWWWによる予約である。今後はWWWによる予約が主流になるとと思われる。
- (2) 運行時刻表示のリアルタイム更新 情報提供バス停の方式としては、発光ダイオード(LED)表示の流し文字タイプのポケットベル通信利用の表示、バス停方式と液晶に時刻表を表示し、その内容をリアルタイムに更新する液晶表示バス停方式の2通りを実施した(図6)。

(注3) LONWORKSは、Echelon社の商標。

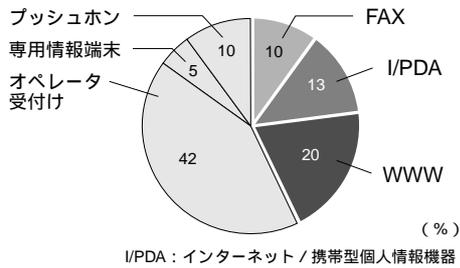


図5. 予約方法別利用状況 オペレータを介しての電話予約が多い。  
Status of use of various reservation methods

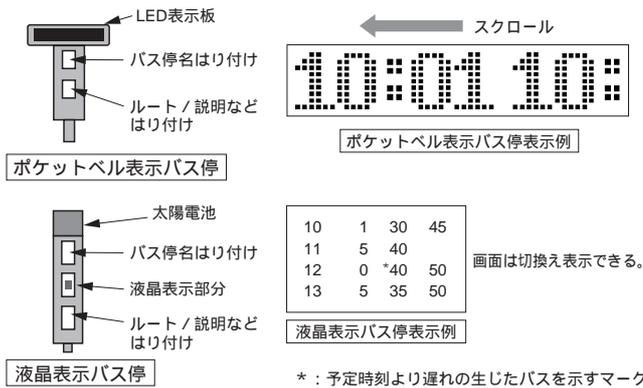


図6. バス停への運行時刻表示 LED表示の流し文字タイプ(上)と液晶に時刻表を表示する(下),2方式がある。  
Bus stop displays

(3) デマンド立寄り運行 立寄りルート上の“ぼかぼか温泉”と加賀野井団地は高知駅やスーパーに次ぐ利用があり、デマンドルートとしては適切であった。

### 2.5 実証実験の評価

実証実験評価データを収集するため、モニターに対するアンケート調査を、バス車内、情報端末設置場所、加賀野井団地で実施した。

システムについては、操作性やセンターからの30秒周期でのバス位置情報収集の達成などと、車載器からバス停への運行時刻表示までの一貫した応答性能は、ともに満足できる結果が得られ、順調な実証実験運行であった。

運行については、予約して路線バスに乗ることが新しい試みで、定着するには時間がかかる状況と考えられる。今回は、既存の公共交通機関(路線バス、路面電車)と重複する形で、限られたルートの昼間の時間帯をターゲットとしたデマンドであった。したがって、デマンドバスの全方面的な評価にはならないが、ニーズを明確にすることができた。

また、課題としては、大型車両を小型、マイクロバスに代え、幅員が小さい道への細かい立寄り設定や、既存路線とのすみ分け、不採算路線をデマンド化するなどの思い切った運用がいっそうの利用促進につながるということがわかった。

## 3 今後のデマンドバス事業展開

デマンドバスの予約の形態は二つ考えられる。一つは今回の開発事業の“事前予約”で、もう一方が“リアルタイム予約”である。まず、“事前予約”の普及には、生活内に定着している異業種の“予約”との連携である。例えば、診療、福祉サービス、自動車教習所の施設利用予約と連携することでワンストップサービス及び予約対象の待ち時間が削減される。

“リアルタイム予約”については、アルゴリズムを研究中有るが、近い将来実用化のめどはついてきた。

これらの新しい概念の公共交通事業を、現在のバス事業者や運送法の規制緩和後の新規参入事業者に提供できるよう準備中である。

## 4 あとがき

公共交通の活性化は、交通事業者やシステムサプライヤの努力だけでは達成できない。南米や欧州のように、都市開発と連携させた交通政策が不可欠である。例えば、バス・タクシーだけが駅のホームに横着けできたり、時間帯によって専用道となるなどの行政施策が必要である。こうして、デマンドバスなどの新規サービスの有効性が引き出せると考えられる。つまり、行政による公共交通支援が今以上に必要と考える。また、不採算路線を利用者自身が守るという意識で、地域特性に合った利用方法をバス事業者と協議していくことも必要となってきた。

今後の新規サービス事業の運用は、行政と利用者の今以上の協力が成功のかぎとなっている。

## 謝辞

この開発事業に、御尽力いただいた、通商産業省 機械情報産業局 自動車課、高知県、実験検討委員ほか、関係者のかたがたに感謝申し上げます。



小窪 広人 KOKUBO Hiroto

情報・社会システム社 ITS・自動車事業統括部 ITS応用システム事業推進担当参事。公共交通事業者向け運行系の新規事業企画に従事。

Intelligent Transport Systems Planning Office



小島 文夫 KOJIMA Fumio

情報・社会システム社 産業情報システム事業部 産業システムソリューション技術部主幹。産業用ネットワークコンピュータ応用システムの技術業務に従事。計測自動制御学会会員。Industrial Information Systems Div.



室谷 康夫 MUROYA Yasuo

情報・社会システム社 産業情報システム事業部 産業システムソリューション技術部主務。

構内物流情報システム技術業務に従事。日本機械学会会員。Industrial Information Systems Div.