

みんなが使える低コストのバスロケーションシステムで公共交通の利用促進

西田 純二¹・森本 哲郎²・浅尾 啓明³・松本 浩之⁴

¹正会員 株式会社社会システム総合研究所 代表取締役 (〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-22-4)

E-mail:nishida@jriss.jp

²非会員 大阪電気通信大学大学院 総合情報学研究科 (〒575-0063 大阪府四条畷市清瀬1130-70)

E-mail: dt15a001@oecu.jp

³非会員 株式会社社会システム総合研究所 (〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-22-4)

E-mail:asao@jriss.jp

⁴非会員 みなと観光バス(株) (〒658-0031 神戸市東灘区向洋町東1丁目4)

E-mail:minato-kanko@nifty.com

著者等は、バス事業者がローコストで利用できるバスロケーションシステムを開発し、兵庫県エリアを中心に運用を開始した。このシステムはインターネットを利用してクラウドサービス上で提供され、複数のバス事業者がサーバ・インフラを共通利用できる。バス車載器を市販のスマートフォンとすることで、安価かつ簡便にバスロケーションシステムを利用できるようにしたものである。

利用コストが安いだけでなく、WEBソケット技術による運転手への運行指示や、バス位置情報を用いた秒単位での速度検知などの多機能なサービスを提供する。本論文ではこのシステムの技術的な特徴を述べ、今後の我が国や海外での公共交通利用促進のための活用、GPSプローブ情報を活用したリアルタイム交通情報サービスへの発展の可能性について述べることにする。

Key Words : 公共交通計画, 交通情報, 公共交通運用, ITS

1. 目的と背景

近年の少子高齢化と人口減少を背景に、乗合バスサービスの重要性が高まりつつある。その一方、全国的にみれば乗合バス利用者は減少の一途¹⁾をたどっている。

このような状況の中で、バス利用の拡大を目指してバス事業者や関連自治体はさまざまな取り組みを進めている。中でも、バスの運行情報の提供に関する取り組みは、バスマップ²⁾や時刻表の製作・配布など既に多くの事例があり、一定の効果を上げている。また著者等が開発した「えきバスシステム」³⁾は、駅の改札前等で次に発車するバスの運行時刻を表示する装置であるが、既に複数の駅への設置と運用が進み、アンケート結果によればバス利用促進に一定の効果が認められている。

さらに近年は情報通信技術の高度化を背景に、バスロケーションシステム(以下、「バスロケシステム」と略す。)と呼ばれる、バスの位置情報を検知して、利用者にバスの到着を知らせるシステムが拡大しつつある。

このバスロケーションシステムにはさまざまなタイプがあり次章でこれらの特性を整理しているが、その多く

が導入コストや運用コストの問題⁴⁾、運用の負荷の大きさ、専任の担当者が必要になるという組織上の問題、データ取得が分単位である等のデータ粒度の粗さの問題、等から、導入に踏み切れていないバス事業者も多い。特にこれらの問題が障害となりやすい、小規模なコミュニティバス事業者へのバスロケシステムの導入は遅れている状況にある。

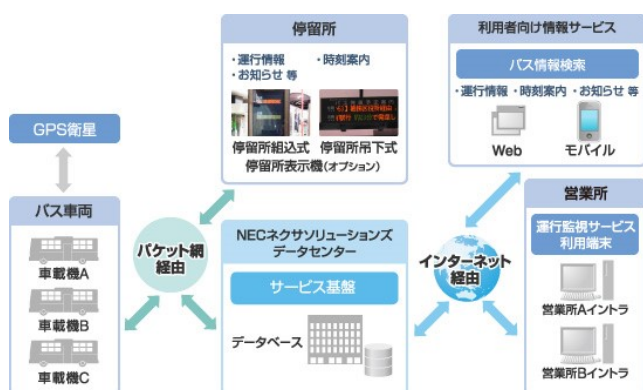
そこで筆者等は、バス事業者の経済的な負担が小さく、運用が簡単で、汎用性の高いバスロケシステムの開発を行った。さらに神戸地域で路線バスを運行しているみなと観光バス(株)の協力を得て、システムの導入を行い、試験運用を繰り返して、実用性の高いバスロケシステムとして公開するに至った。

本論文では、現在運用されているバスロケシステムの事例を整理し、これらの既存のシステムとの比較を通して、開発を行ったバスロケシステム(以下、「本システム」と呼ぶ。)の概要と特徴、運用方法について説明する。さらに取得されたプローブ情報の活用方法を紹介し、今後の課題と展望について総括する。

2. バスロケシステムの運用事例

様々なサービス形態のバスロケシステムが既に市場に提供されている。携帯電話会社が提供する位置情報システムを利用⁵⁾するもの、専用のGPS機能を内蔵した車載器を使用するもの、また最近はスマートフォンやタブレット端末を車載器に使用するものなどが見受けられる。

図 2.1はバス車両とデータセンター間の通信にパケット網を使用し、インターネットを経由して利用者等にバス情報の配信を行うシステムの構成図である。NECネクサソリューションズ社により提供されているシステムで、日本で多数の導入事例がある。



出典：NECネクサソリューションズ社ホームページ

図 2.1 パケット網と車載器によるバスロケシステムの例

従来はバスロケシステムの運用コストに占める通信費の割合が高かったことから、位置情報の取得を10分に1回とするなど、送信するパケットを削減することで通信費を下げるように設計されたシステムが見受けられた。

長距離を走行する場合には、位置情報の取得頻度を少なくしても、概略の走行位置を把握するためには十分であることから、高速バスや空港リムジンバスなどでこのシステムの導入事例が多くみられる。しかしながらコミュニティバスのように、短距離でバス停間隔が短い区間を走行するバス路線では、隣のバス停までの移動が1～2分程度と短い場合もあり、分単位ではなく秒単位での位置情報の取得が必要となっている。

利用者へのバス位置情報の提供手段としては、バス停標柱に組み込まれた表示装置でバスの接近を知らせる方法の他、昨今はスマートフォンの普及に伴い、インターネットからバス位置表示を行う例が増加している。

車載器についてみると、最近はバス位置の計測センサーとしてスマートフォンやタブレットを使用するシステムが開発されている。福井県鯖江市のコミュニティバスである「つつじバス」では、タブレット端末を利用したバスロケシステムが運用されている。また愛知県日進市でも、スマートフォンを車載器とするシステム⁶⁾が導

入されている。さらにつつじバスではバス運行に関するデータやバスの位置情報をオープンデータとして公開する取り組み⁷⁾を進めている。このように、バスロケシステムのデータを外部のアプリケーションから自由に利用できる仕組みは、第三者によるバス情報を利用したサービス提供を促進する。バス情報の露出を高める効果があり、注目すべき取り組みである。

3. クラウド型バスロケシステムの開発

(1) システムの概要

私たちは、現行のバスロケシステムの特徴に基づいて、コミュニティバスのような小規模なバス事業者でも利用できるローコストでかつ運用負担の小さなシステムを開発することとした。

まずバス車載器には、市販の汎用のスマートフォンを利用することとした。昨今のスマートフォンは価格が1～5万円程度と大変安価になっているが、GPSによる位置情報の取得はもちろんのこと、加速度センサーや電子コンパスなどを備え、また高分解能のディスプレイやスピーカ、マイクなども備えている。このため、バスロケシステムの車載器として十分な性能を有している。

これまでは、車載器の通信費がバス事業者にとって大きな負担となり、導入をためらう理由のひとつになっていたが、MVNO（Mobile Virtual Network Operator：仮想移動体通信事業者）の出現により、安価なモバイル・データサービスの提供が行われるようになった。

私たちはバスロケシステムのデータ送信方式を工夫し、送信するデータ量を削減することで、バスの位置情報を毎秒1回の送信頻度に高めたとしても、バス1台あたり月額1,000円以下の通信費で運用できるシステムを実現することができた。

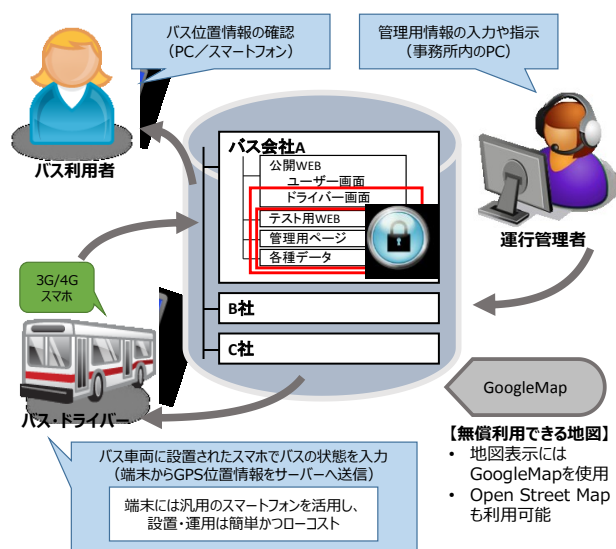


図 3.1 システムの全体構成

さらにセンターサーバシステムについては、インターネット経由で利用できるクラウドサービスとして構築し、複数のバス事業者に対して汎用化したサービスをASP方式で提供することで、1社あたりのバスロケシステムの運用コストを低く抑えることができた。

(2) 利用者への情報提供

利用者への情報は、インターネットのWEBサービスとして提供する。HTML5に準拠し、できる限り幅広いスマートフォン、PCなどに対応できるようにした。

スマートフォン用のアプリ化は行わない。WEBブラウザから利用できる方式を基本とする。こうすれば、バス事業者や自治体など、関係機関のホームページにリンクしたり、バス停にQRコードを貼付することで、バスの位置を容易に確認することができる。

バスロケシステムにおけるバス位置の提供は、大別して二つの種類がある。ひとつはバス停リストを用いて、現在バスがどのバス停の間を走行しているかを示すものであり、もうひとつは地図上でバスが走行している位置を示すものである。

前者の方式は、地図表示ができない旧型携帯電話でも利用できるというメリットがある一方、停留所名を知らないとバスの位置が理解できない。そこで本システムでは、普及が進むスマートフォンをターゲットとして、後者の地図上にバスの位置を表示する方式を基本とすることとした。

さらにバス利用者から、バス停の場所がわかりにくいという声がよく寄せられることから、バス停位置を地図に表示するとともに、それをクリックするとバス停周辺の写真を表示する機能を付加した。バス停周辺において、Google Map Street Viewが利用できる場合は、パラメータを指定してこの情報を利用することも可能である。



図 3.2 利用者の情報確認画面

(3) ドライバーの操作

バスの位置情報は、運転席に設置されたスマートフォンのGPSを用いて、1秒ごとに緯度経度とGPS測位誤差、走行速度などの情報がセンターサーバに送出される。バスの運転手は、営業運転中には運転操作だけではなく、運賃の收受や案内などのために、様々な機器操作や乗客対応を行うため、車載端末器の操作はできる限り簡単にする必要がある。本システムでは、バス運転手の端末操作の負担を軽減するため、図 3.3に示すような操作画面を設計した。

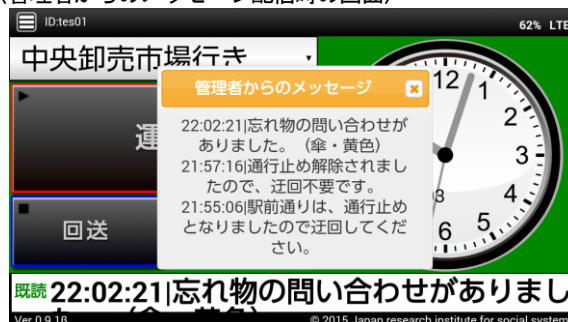
運行ボタンを押すことで、バスの位置情報が図 3.2の利用者画面に表示される。回送を押せば、バスの位置情報は利用者画面には表示されず、運行管理者の管理画面だけに状態表示される。トラブルを押すとバスの色が赤くなって、障害発生を知らせることができる。

運行管理者は指定したバス運転手や、あるいは全運転手にメッセージを配信することもできる。

〈標準の運行時画面〉



〈管理者からのメッセージ配信時の画面〉



〈表示簡素化版の運行時画面〉

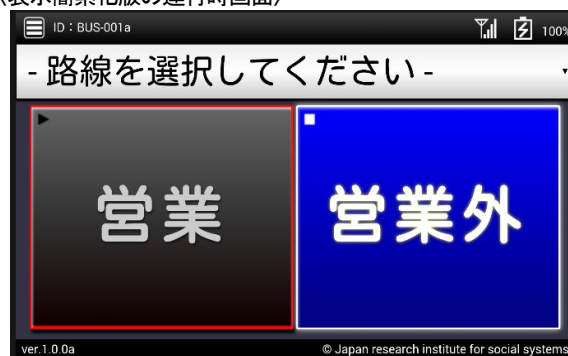


図 3.3 ドライバーの操作画面の種類

あるバス事業者からは、運転手への負担をさらに軽減

するため、メッセージ送信や時計も表示させたくないという要望が出た。図 3.3の表示簡素化版の画面は、このようなバス事業者に向けて提供するもので、運転手の操作は営業か営業外かを選択するのみである。

運行路線はバス（端末）ごとに確定している場合が多いが、1日の中で異なる路線を走行する場合もあるため、運行路線を変更するためのメニューも提供している。

車載端末の機能は、Android OS を搭載するスマートフォン専用アプリとして提供される。アプリ稼働中は、スマートフォンを使った他の操作ができないように、スマートフォンの他の機能が起動しないように設定することもできる。特に開発途上国では重要な機能である。

(4) 運行管理者の操作

運行管理操作を行うには、オフィスに備えられたインターネットに接続されたPC等から、専用IDとパスワードによって運行管理システムにログインする。ログイン後は、PCからWEBブラウザを使って、次のような運行管理操作を行うことができる。

■日常運用

- A) バス利用者へのお知らせメッセージの配信
- B) バス運転手を指定して、運行指示等の配信
- C) バスの状態（営業、回送等）の把握・変更

■システム管理

- D) 停留所情報の入力・変更
- E) 路線(ルート)の地図を使った入力・変更
- F) 車載端末の登録・ID発行や登録情報の変更
- G) 管理端末へのログインアカウントの管理
- H) テストページから公開ページへの情報更新

これらはすべてWEBブラウザから操作が可能で、日常利用しているオフィスのPCを利用すれば新たな投資は不要である。なおセキュリティを高めるために、システムにログインする端末を限定することも可能である。

(5) メッセージの配信

メッセージ配信は、バス利用者を対象にするものと、バス運転手を対象に行うものがある。

バス利用者向けにメッセージを配信する場合には、次の項目の指定を行い、配信メッセージを登録する。

- A) 配信するバス路線（全路線への配信指定も可）
- B) 掲載開始日
- C) 掲載終了日
- D) メッセージ本文

配信メッセージは、入力後、データベースに登録されるため、過去の配信メッセージの履歴を参照したり、表示中のメッセージを一時的に非表示にするなどの操作が

できる。

配信メッセージの管理画面を図 3.4に示す。

図 3.4 配信メッセージの管理

(6) 停留所とバス路線の設定

バスロケーションシステムの利用を行うには、最初にバス停留所とバス路線の情報を設定する必要がある。

一般にバス停は、複数のバス路線に紐づくことが多いため、最初はバス停の位置情報や現地写真などを入力する。バス停位置の指定は、地図や航空写真上でバス停の位置をクリックすれば正確な緯度経度が入力される。バス停付近の写真も入力できるが、バス停を撮影した Google Street Viewが存在している場合は、Street Viewの座標や視線方向などのパラメータを設定することにより、利用できる。これらの利用には、Google社が指定する Google Mapの利用規約に従う必要がある。

既にバス停の写真等がある時はそのデータを利用したり、バス停情報へのリンクを設定することもできる。

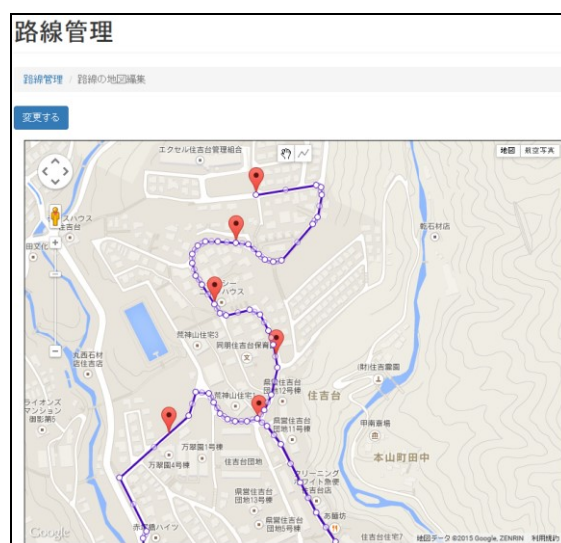


図 3.5 バス停を結んで路線を定義

路線管理

路線管理 / 停留所リストの編集

停留所リスト

100

停留所ID	名称	追加
MIK001	P&G前	☐
MIK002	RIOふれあい会館前	☐
MIK003	カナデ・アノカデミ前	☐
MIK004	神戸国際大前	☐
MIK005	甲南大前	☐
MIK006	ウエストコート7番街前	☐
MIK017	神戸ファッションマート前	☐

登録済み停留所リスト

停留所ID	名称	順番	削除
MIK023	JR住吉駅前	1	☒
MIK024	東灘区役所前	2	☒
MIK025	落合橋	3	☒
MIK026	ミニコープ前	4	☒
MIK027	県住前	5	☒
MIK028	同朋保育園	6	☒
MIK029	住吉台北公園	7	☒
MIK030	住吉台北	8	☒
MIK031	エクセル東	9	☒
MIK029	住吉台北公園	10	☒

図 3.6 路線ごとの停留所順の設定

4. コミュニティバスでの活用と継続運用

本システムは現在、神戸市内で運行されているみなと観光バスで利用されているほか、明石市のコミュニティバスである「たこバス」にも導入が進められている。

コミュニティバスは運行頻度の低い路線が多く、乗り逃すと何時間も待つ必要がある。停留所で待つ利用者は、バスが遅れた時など、バスが行ってしまったのではないかと不安に思うことが多い。明石市の交通政策課によれば、このような利用者からバスの運行状況を聞く電話がよく掛ってくるという。本システムはバスを待つ利用者の不安解消にも効果がある。



図 4.1 明石市のTacoバスでの利用例

本システムでは、設定されたバス路線情報やバス停留所の位置などの情報をオープンデータとして提供するためのシステムの開発を完了している。

しかし、本システムをできる限り安価に、できれば完

全に無料でバス事業者へ提供して維持管理を継続することを理想としているのだが、このためには一定の収益を得るビジネスモデルを構築する必要がある。バス運行情報を活用した広告モデルの構築など、事業成立のための経済的自立性を高める取り組みを検討している。

本システムにより取得されたデータのすべてをオープンデータとして公開するかどうかは、収益確保と密接に関係するため、取り扱いを検討中である。関係方面のご意見を拝聴したい。

5. プローブ情報の活用

本システムでは、1秒ごとのバスの位置情報や速度情報がデータベースに記録されていく。バスの位置情報は、道路の渋滞状況や、交通状況の日変動、季節変動の解析など、交通計画や道路管理に活用できる。さらに車両の加速度やその変化率を使って、バス事業者や道路管理者のためのヒヤリハット分析や乗り心地分析など、安全運転や省エネ運転の指導にも活用できる。

図 5.1は、取得されたプローブ情報から走行速度の分布をヒートマップとして表示したもので、バスの走行速度の分布を容易に読み取ることができる。



図 5.1 走行速度の解析

6. 海外への展開

本システムは日本国内の路線バスへの適用を前提に開発を行ったものであるが、同時に海外への展開も進めつつある。

東南アジア各国、特に発展途上国においては、路線バスが公共交通の主軸となっている都市も多いが、バスサ

ービスに関する情報は不足⁸⁾している。このため、ローコストでかつ運用が簡単なバスロケーションシステムへのニーズは極めて高いと考えている。筆者等は、JICA中小企業海外展開支援事業の適用を受けて、ラオス人民共和国の首都ビエンチャンで、同市バス公社が運行する路線バス約55台に本システムを導入する計画である。システムは2015年の夏から秋にかけて順次導入していく予定で、設置試験、運用のための技術移転、バスからのプローブ情報の交通管制への活用、などのプログラムを準備し、2016年2月から本格運用に入る計画としている。

図 6.1はビエンチャンで走行しているバス車両と、同バスの運転席へ車載端末を設置した状態の写真である。



図 6.1 ビエンチャン市の路線バスと端末設置

ビエンチャン市では、本システムの導入と同時に、Wi-Fiパケットセンサー⁹⁾を約25台、市内の主要交差点付近に設置して、道路の走行速度の常時観測を行う。

バスプローブ情報と固定センサーによる市内の主要区間の走行速度を計測することで、ビエンチャン市内の道路交通状況をリアルタイムに表示し、市民に情報提供していく計画である。バスロケーションシステムは、それ単独でもバス利用促進に有効だが、プローブ情報を他のセンサー情報と組み合わせて分析し、情報提供することで、輸送計画や交通管制、商業施設の運営など、より幅広い分野で活用していくことができる。

7. 課題と展望

本システムは実運用を始めて、まだ2カ月ほどの期間しか経過しておらず、今後も継続的にシステム改良を進めていく計画である。

本原稿を執筆している2015年4月では、自治体の支援を受けて運行しているコミュニティバス事業者には、基本ライセンス料を無料にしてサービスを提供していく方針としている。ただ、サーバや通信費、運営維持の実費として、当面はバス1台あたり月額1,000円程度の負担をお願いしたいと考えている。これ以外には、市販のAndroidスマートフォンを用意し、月額1,000円程度の通信費を負担すれば、本システムをすぐに利用できる。さらに今後は、広告収益の確保等により、月額1,000円の実費の無料化を目指す他、大規模・中規模事業者の方々へも廉価でサービス提供できる、システム基盤整備とビジネスモデルの構築に取り組みたい。

公共交通利用促進のためのバスロケーションシステムの普及と、そこから得られるプローブデータの活用は、交通計画、道路管理、交通経営の効率化に力を発揮すると期待している。今後とも各方面のご指導をいただきつつ、本システムの高度化と活用の方角を探っていくこととしたい。

<参考文献>

- 1) 国土交通省：国土交通白書 2014, pp.119, 2014.
- 2) 本田豊・中川大 他：阪神地域における広域バスマップの継続に見る戦略と工夫, 都市計画論文集 Vol.46 No.3, pp.811-816, 日本都市計画学会, 2011 年 10 月
- 3) 西田純二・土井勉・山内有紀他：マルチチャネル型バス情報システムの実用モデルの開発, 土木計画学研究講演集 Vol.39, 2009 年 6 月
- 4) 大谷達彦：研究報告 バスロケーションシステムの運用に関する検討, 財団法人日本国際協力センター JICE レポート Vol.9, pp.33-38, 2006 年 3 月
- 5) ドコモシステムズ株式会社ホームページ：「バスロケーション GPS 位置情報でバスの運行管理」, <https://www.docomo-sys.co.jp/products/doco-car/service/busnavi/>
- 6) Akihiko SAKATA, Yukimasa MATSUMOTO, Hidekazu SUZUKI: Development of Bus Location System with Smartphone and Effect of Providing Regional Information added on Bus Information, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.9, 2013
- 7) 鯖江市コミュニティバス つつじバスホームページ：つつじバスロケーション WEB API, <http://www.city.sabae.fukui.jp/users/tutujibus/web-api/web-api.html>
- 8) 渡邊亮：ベトナムハノイにおけるバスの現状と課題, 運輸と経済 73 巻第 9 号, pp.82-90, 2013 年 9 月
- 9) 西田純二・足立智之他：Wi-Fi パケットセンサーによる交通流動解析, 第 49 回土木計画学研究講演集, 2014 年 6 月 (2015. 4. 24 受付)

Development of the low-cost bus location system for accelerating utilization of public transportation
Junji NISHIDA, Tetsuro MORIMOTO, Hiroaki ASAO, Hiroyuki MATSUMOTO