利用者位置から検索する
バス ナビゲーション システムに関する研究

鴫原　育子[1]・山田　稔[2]・齋藤　修[3]・兼子　恭平[4]

[1]学生会員　茨城大学大学院　理工学研究科博士後期課程（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: 13nd302s@hcs.ibaraki.ac.jp

[2]正会員　茨城大学教授　工学部都市システム工学科（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: yamada@mx.ibaraki.ac.jp

[3]正会員　茨城大学　工学部防災セキュリティ技術教育研究センター
（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: o-saitou@mx.ibaraki.ac.jp

[4]学生会員　株式会社マネジメントシステム　技術開発部（〒312-0048 茨城県ひたちなか市春日町8-4）
E-mail: kaneko@tsukuba-dsse.jp

車社会が進んだ結果，道路の交通渋滞が路線バスの定時運行を困難にした．そのため，バス利用者の最も多い不満は「時刻どおりにバスが来ないこと」である．「いつ来るのか分からない」「行ってしまったのかもしれない」という不安を抱えながらバスを待つという問題があるため，利用者減少に拍車をかける要因になっていると思われる．筆者らはこの問題の解決のため，バスの正確な現在位置をリアルタイムに把握できる「見えバス」を開発した．バスの現在位置が分かれば，利用者自身で解決策を立てられると考えたからである．本研究は「TOP画面で欲しい情報が手に入る」をコンセプトとし，バスに不慣れな人でもバス利用時の不安解消に役立つユーザインターフェース（以下UI）になっているかの検証を行う．実証実験は地方都市をフィールドに選んで行った．

Keywords ：*Real-time location, GPS, community bus, user interfac, web service*

１．研究の背景

（１）バス利用者の減少

国土交通省関東運輸局の発表[1)]によると，モータリゼーション（車社会化）社会では，バス利用者の減少を招いている．その上，交通渋滞がバスの定時運行を困難にしており，これもバスの利用者離れを増幅させている一因となっている．地方都市のバス問題として，本数が少ない上に時刻表通りに来ないという問題を抱えているところが多く，バス利用者の減少は止まることを知らない状態が続いている．このことはバス会社の経営を圧迫するだけでなく，結果的に本数の削減や路線廃止を招くことに繋がり，地域公共交通の存在意義を低下させている．

（２）バス会社と自治体の現状と将来のバス利用者像

国土交通省関東運輸局の調査[2)]によると全国の乗合バス輸送人員は，この20年間で30%以上減少という結果が報告されている．また，運転士の高齢化により人員確保の問題も起こっている．自治体でも，高齢化社会に向かって公共交通は地域住民にとって重要な交通手段であると考えている．今後は団塊の世代が自主的に運転の断念をする者も多くなり，通常の返納者数を加速度的に増加させると予測される．その足としてもバスは公共交通の要となる存在価値がある．しかし，現在は赤字路線の補填や，新たな設備補修等，自治体毎に予算化しバスの維持に取り組んだ事例は少ない．また，高齢者の増えるスピードと，財政の減額の狭間で，出来ることが限られており，将来まで予算が取れるという保証がないのが現状である．

その一方で近年，若者の所得が下がっていることやお金の使い方の変化もあり，自家用車が絶対に必要という考え方から少し変化が出ている．藤岡ら[3)]は，東京都市圏全体で見ると自家用車の保有や利用が減少傾向にあり，自家用車を持たないライフスタイルが広まりつつあると述べている．若者の車離れは加速すると考えられ，現実このライフスタイルが地方にも広がりつつある．それに伴いバスでの移動も重要視されると想定される．近年では，外国人旅行者が増えていることや，2020年の東京オ

リンピックの開催等，今後は自家用車を使えない旅行者が増えることも考えられる．昔では考えられなかったカーシェアリングも近年進みつつある．このことで，地方であっても自家用車を持たない生活が可能となり，普段は公共交通を使い，特別に車を使いたい時にはカーシェアリングを利用するという選択が考えられる．

このように将来的にはバス需要は高まると考えられるものの，団塊の世代が運転免許の返還をする年齢に達する10年後15年後まで，バス路線の現状維持することが直面する課題である．そのためには若者や旅行者のように今までバスを使わなかった人でもバスが使い易いと思わせる，そういう情報提供の仕組みを作ることが効果的と考えられる．

（3）利用者の知りたい情報

平成18年度に国土交通省が実施した調査[4]によると，利用者の知りたい情報は，①乗継経路，②乗継バスの時刻，③所要時間，④リアルタイムの運行情報，⑤到着予想時刻，⑥バスの現在位置，とされている．

バス会社は，路線図や時刻表をホームページで検索できるようにし，これらの要望に応えられるよう努力している．バスロケーションシステム（以下バスロケシステム）を導入しているバス会社もあるが，現在のバスロケシステムは設備費や運用維持費が高額である．また必ずしも使いやすさの面で十分な検討がなされているとは言い難い．

鈴木ら[5]はバスを利用しない動機の最たるものは「分からない」からだと述べている．利用者の知りたい情報提供が少ない場合，バス利用の不安要素の大きいものは「バスがいつ来るのか」「行ってしまったのではないか」と述べている．また，勝[6]は，お客様からバス会社への電話での問い合わせを減少させる，情報の積極的提供への取り組みは「すべての人のバリアフリー」の実現のために重要と述べている．特に情報面のバリアが大きく，交通機関選択の土壌すらに上がっていない状態が生まれていると説いている．

（4）既存の公共交通情報システムのUI

既存のバスロケシステムは，リアルタイムでバスの接近情報がわかるシステムであり，大都市だけでなく地方都市にも普及を見せている．しかしバス停での情報提供を基本としているため，導入後の維持には多くの問題がある[7]．

Web等で提供するバスロケシステムは，鳥取大学が開発した公共交通機関利用援助システムの「バスネット[8]」や，鯖江市のオープンデータを利用したつつじバスの「バスどこサービス[9]」等がある．また，スマートフォン用の専用アプリケーション（以下アプリ）に提示するものとして「東京都内バスルート案内[10]」や「全国バス乗り換え案内・路線図[11]」等がある．これらが提供している情報は，おもに路線，運行情報であるが，バスの運行情報画面までたどり着くのに多くの操作が要求される．また，時刻表情報がないものが多かった．特にスマートフォンアプリでは運行情報がないものが多くある．

乗換案内の路線情報ウェブサービスの代表としての「NAVITIME[12]」は，そもそものコンセプトが鉄道乗換案内であった．バスに比べて鉄道は路線数が少なく，駅名を知っている人も多いため，そのUIは，一般に出発地と目的地を入力し，乗り継ぎを含めた経路として提示され，所要時間，運賃，乗換回数で優先度をつけて表示される．行程は当日の時刻表に基づいて探索されるため，時刻どおりに運行されることが前提となっている．

（5）既存研究の整理

関連する既存研究では，大谷[13]はコストの問題を上げ，バスロケシステム導入率がバス会社の約16%に留まっていることを指摘している．ある地域の路線バスでは約750万円/年の運用費用のコストをいかに確保するかが重要なポイントだという．その費用をプローブデータ提供で補てんする提案が示された．また，林ら[14]もプローブデータとしての活用を念頭におきつつ，利用者ニーズとしてはアンケートの結果から①「何時のバスに乗れば，目的の時間に到着できるか分からない（どの程度遅れるか分からない）(71%)」②「乗ろうとしているバスがまだ来ていないのか，既に行ってしまったのか分からない(23%)」の2点であり，両者で94%に達すると述べている．しかも，Webやスマートフォンを活用したシステムについてのものではない．

2．研究目的

以上のようなバス情報提供の現状を背景とし，以下の3点を本研究の目的とした．

- 利用者および潜在的利用者の意識調査に基づき，路線バスにおける情報提供の重要性やニーズを明らかにし，その中で本当に必要なものを確定する．
- 汎用品の活用により導入・維持でのコスト負担を抑え，かつバス利用者にとって重要度の高い情報を優先的に効率よく入手できるバスロケシステムを実際に開発・試験運用を行い，その実用性を検証する．
- 上記システムの利用者アンケートによって，このシステムの使い勝手を評価してもらい，それに基づきこのシステムのコンセプトの妥当性とUIの操作性を明らかにする．

3．路線バス情報提供に対する利用者の意識

表-1　バス利用者の知りたい情報ヒアリングの結果

	通勤・通学	初めての路線	急いでいる時
重要↑	今，バスはどこまで来ているか.	行きたいところへ行けるのか.	目的地には何時に着くか.
	最寄りのバス停の到着時間は何時か.	どこ行きのバスか.	今，バスはどこまで来ているか.
	目的地には何時に着くか.	バス停はどこにあるか.	電車の時間に間に合うのか.
↓重要でない	どちらの路線がいいか.	料金はいくらか.	バスを持つより歩いた方がよいか.

（1）ヒアリング調査

「バス利用において欲しい情報はなにか」を明らかにすることがこの調査の目的である．そこでアンケートの質問項目を作成するにあたって，日常的にバスを利用している人にいつも感じていることを問うヒアリング調査を行ことにした．調査対象者は通勤，通学でバスを利用している人，約10名にご協力頂き，バス利用時をイメージして思い付く限りを語って頂き，それを「通勤・通学」「普段乗らない初めての路線」「目的地に急いで行きたい時」に分類した．

その結果が**表-1**である．

（2）アンケート調査の概要

上記の結果を基にアンケートを作成し，バス会社への要望という形で情報提供ニーズについて調べることにした．調査対象者は，日常的にバスを利用しているかには関係なく集めることにし，Facebookやメール等で呼びかけ，合計で93名の協力が得られた．

（3）アンケート調査の結果

調査内容として，回答者の属性（年齢，性別，職業等），普段のバス利用状況，バス会社への要望を問う内容とし，それを自由記述方式のアンケートとした．

a）属性と人数

図-1のように，構成を市町村の人口で分けた．茨城県は15万人未満＝14名（A地域），15万人以上＝51名（B地域），茨城県外では50万人未満＝16名（C地域），50万人以上＝12名（D地域）の合計93名の回答を得た．

b）バスを利用するにあたっての不安

アンケートは自由記述方式のため，アンケートの回答を全て読んで使われている言葉を抽出した．その後，もう一度アンケートから抽出した言葉毎に集計を行った結果，バス会社への要求は，①路線と本数，②時間（ダイヤ），③料金，④情報提供と⑤その他に集約されることが分かった．**図-2**に示す．また，実際にバスロケシステムを導入するのにあたって，何を期待しているかを問う

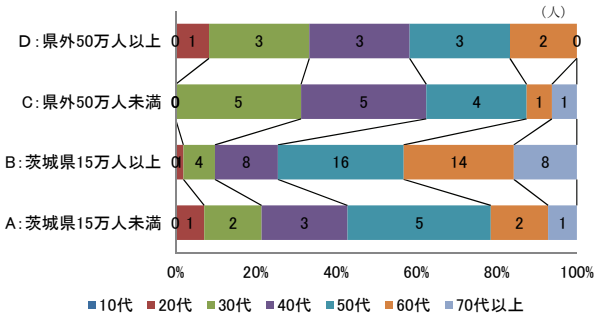


図-1　バス会社への要望　アンケート結果
年齢構成（総数 93 人）

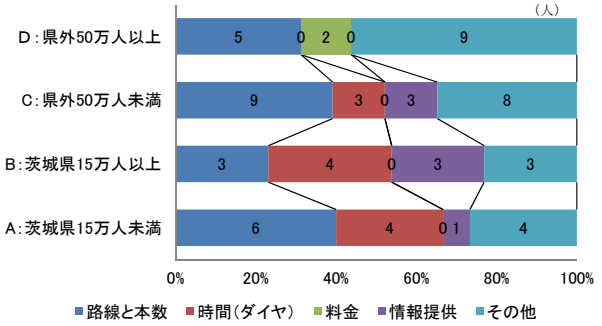


図-2　バス会社への要望　アンケート結果
バス会社への要望（回答人数 67 人）

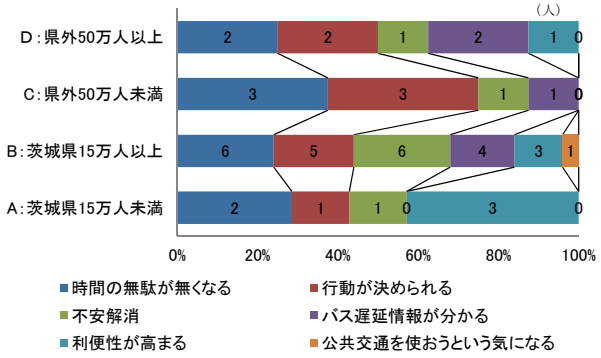


図-3　バス会社への要望　アンケート結果
バスロケシステムを導入して欲しい理由（回答人数 48 人）

と「時間の無駄が無くなる」「行動が決められる」「不安解消」「バス遅延情報が分かる」というものであった．**図-3**に示す．

c）バス情報提供を希望する地域

④情報提供についてはB地域(23%)とC地域(13%)で要求が高くなっている．反対にA地域(7%)とD地域(0%)では情報提供の要求は低くなっている．A地域が少ない理由は「そもそもバスが走っていないので，情報提供をしても意味がない」というもの．D地域の大都市では「10分間隔でバスが来る」「既にバスロケシステムが入っている」という回答が多く，情報提供を必要性としていないということが分かった．このことからバス情報が欲しい人は乗合バスが走っているにも関わらず，バス運行が一時間に数本と必ずしもバスの便が良くないところの住民であった．バス運行はあるが，待たずに乗れるというほどは

走っておらず，しかもバスの遅延が気になる地方都市にシステムのニーズがあることが分かった．この結果を確認するため，属性については県内15万未満と県外50万以上をひとくくりにし，これとそれ以外の2つに分類し，「情報提供」を選択する確率に差があるかについて尤度比検定を行った結果，カイ自乗値は16.5となり有意水準1%で有意との結果が得られた．

今回の調査結果では「目的地までの行き方」「乗り継ぎ」の要望や「バスの乗り方」が分からないというものがあったが，これらの要望は⑤その他として括った．それはこれらが，バスの現在位置を提供する項目ではなく，バスを乗りこなすための情報提供と考えたからである．したがって，今回の目的であるTOP画面から現在位置等のバス情報を効率よく入手するというコンセプトの本システムからは外すことにした．⑤その他の情報は，バス情報としての要望があるため将来は検討するが，今回の開発には含まない．将来の検討内容は「目的地までの行き方」「乗り継ぎ」をシステムに盛込むこと，「バスの乗り方」をバス会社の情報提供サイトへリンクさせることである．

（4）まとめ

今回のアンケートによると，バスサービスがきわめて乏しい地域ではサービス自体の向上を市民は強く望んでいるが，一定のサービスがなされている地方都市ではバス運行情報の提供のニーズが相対的に高い．これら地方都市のバス会社の経営状況は必ずしも良くないが，そのようなバス会社でも実施可能な方法で，バス利用者が必要とする情報を提供できるシステムが望まれる．また，利用者が望む情報の内容は幅広いが，おおむね利用者の属性によって重要な項目を整理することが可能であり，それぞれの人が必要とする情報を効率よく検索できることがシステムに求められると言える．

4．バスロケシステムの開発と試験運用

（1）バスの利便性向上にICTを活用

地域の足となる公共交通を維持するためにICT（Information and Communication Technology: 情報処理および情報通信）を使って，バスの利便性を上げることを考えた．バス利用者の欲しい情報が提供できれば，現状のバス路線が確保される要因になると考えた．また，バス利用者の契約しているタブレット端末を使うことで，バス情報やバス停情報を見ることが出来るアプリの開発を考えた．

タブレット端末・スマートフォンの普及率では，内閣府[15]が8400世帯を対象にした消費動向調査では，2014年3月末のスマートフォンの世帯普及率が54.75%，タブレット端末が20.9%であった．また，総務省[16]は平成25年9月に青少年のスマートフォン保有者は全体の84%と昨年度の59%より大幅に上昇，インターネット接続時，最もよく利用する機器もスマートフォンが全体の75%と昨年度の48%より大幅に上昇と発表した．総務省の平成23年通信利用動向調査[17]では，高齢者のタブレット端末の普及率は，現在約4%である．しかし，高齢者対象にタブレット端末のニーズや利用意向について，ウェブ等アンケート調査を行った結果，利用意向があるとの回答が50%を超え，特に自分に身近なアプリに対しては，回答者の20%以上がある程度の金額を支払ってでも利用したいと考えていることがわかった．よって，今後は高齢者の利用者も増えることが想定されるため，アプリはユーザインターフェース（以下UI）の分かりやすさが求められると考えられる．

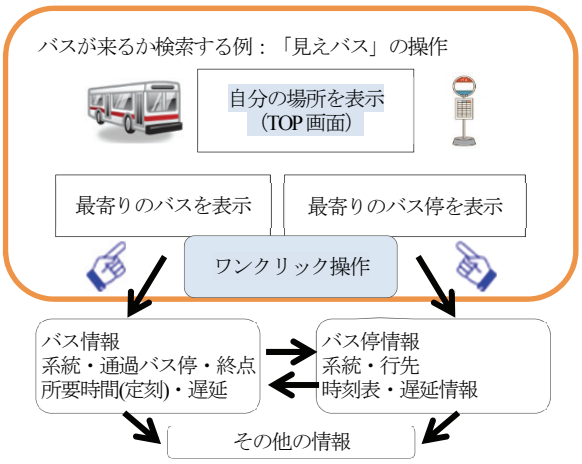


図-4「見えバス」のコンセプト

しかし，１章で述べたように今後は団塊の世代が自主的に運転の断念をする者も多くなり，通常の返納者数を加速度的に増加させると予測される．このような高齢者の運転断念が激化する前の現段階においては，現在の40～50代やまた免許保有以前の高校生に，バスへの理解を深めてもらうことが重要であり，当面はここを対象と考えることにしたい．

（2）「見えバス」アプリの開発

前章の結論に基き，バス利用者の欲しい情報は，自分の現在位置に近いバス車両やバス停に関するものが中心であり，それを瞬時に取り出せる仕組みが重要だというコンセプトを立てた．これに「見えバス」との名称をつけた．「見えバス」では、利用者のタブレット端末の現在位置を中心として近隣に存在するバスとバス停の情報をはじめに表示し、利用者が欲しい情報を手に入れるまでの手順が直感的に理解できるように設計されている．**図-4**はそれを表したものである．本研究では，これを実装したシステムを開発したうえで，このUIがバス利用阻害の大きな要因である「バスが時間通りに来ない」「ど

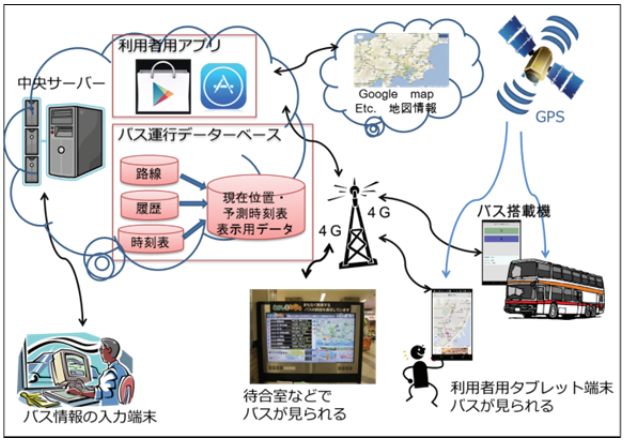


図-5「見えバス」のシステム概要

のバスに乗ったらよいか分からない」という不安を取り除くバスロケシステムの効果を十分に発揮できているか，使いやすいUIになっているかを検証するものである．

また，地方都市やコミュニティバスでは，費用の面から大都市のような従来型のバスロケシステムは導入することができないため，導入費用を抑えることが重要と考えた．そこで本研究では，GPS（Global Positioning System: 全地球測位システム）機能を持ったタブレット端末を使用したバス搭載機を開発し，実証実験を行うことにした．タブレット端末は，通信コストの低減をめざす昨今の政策に対応して，多様な通信事業者の参入に対応できるなど柔軟性を持っている．また，検索などの処理をクラウドサーバに分担させることで，全体としてのコストを抑える仕組みを作ることにし，バス会社や自治体が，少ない予算でも「見えバス」の導入を可能にできると考えている．全体構成を図-5に示す．

（3） 開発のコンセプトと試験運用の目的

以上から開発するシステムのコンセプトは以下の通りとなり，試験運用で立証することが目的となる．

- 汎用品の活用により導入・維持でのコスト負担を抑える
- 前章であきらかになった利用者ニーズを実現する方法として「見えバス」すなわちTOP画面で欲しい情報が手に入れやすいよう，現在位置からの検索をベースとするUIを採用する．

（4） システム概要

図-7　バス搭載機のユーザインターフェース

「見えバス」の全体構成（図-5）は中央サーバとバス搭載機，利用者用タブレット端末から構成されている．以下に各々のシステム概要を説明する．

a） 中央サーバ

図-6の中央に示したサーバモジュールは，タブレット端末の良好な機動性を確保するため，バス搭載機アプリより送られてくる現在位置データを保管するだけでなく，路線や時刻表の大量なデータを持つ．このデータをバス情報提供時は利用者の欲しい情報だけを検出し，タブレット端末内のモジュールに提供する働きがある．路線等の情報は設定ファイルに切り出すことにより多様な方法での作成編集を可能としている．サーバはクラウドサービスを利用しCPUの負荷または，アクセス数が多い時間（通勤，通学，帰宅時）に自動的にスケールアップされるものを利用した．そのため，同時使用可能な端末数については制限はない．ただし，接続数が増えるとクラウドサービスの維持費用が嵩むので，通信速度，通信内容，データの持ち方については適宜変更を行っていく必要がある．また，バス搭載機アプリはバス営業所で「発」ボタンをクリックした後，バスが営業所に戻り「着」を押すまでの間，サーバにバスの現在位置を送信し続けており，サーバは緯度経度の情報を地図の道路上に描画するデータに変換し，バス利用者用タブレット端末が要求したデータを提供する働きを行っている．

b） バス搭載機（Nexus7）

Nexus7にバス搭載機用アプリをインストールしたものがバス搭載機である．UIを図-7に示す．バスの運行は同じ車両が同じ路線を必ず走るとは限らず，A路線→B路線→C路線→A路線といった様に運行する事が多い。バス会社営業所では，運転士がその日に運行する運行表を

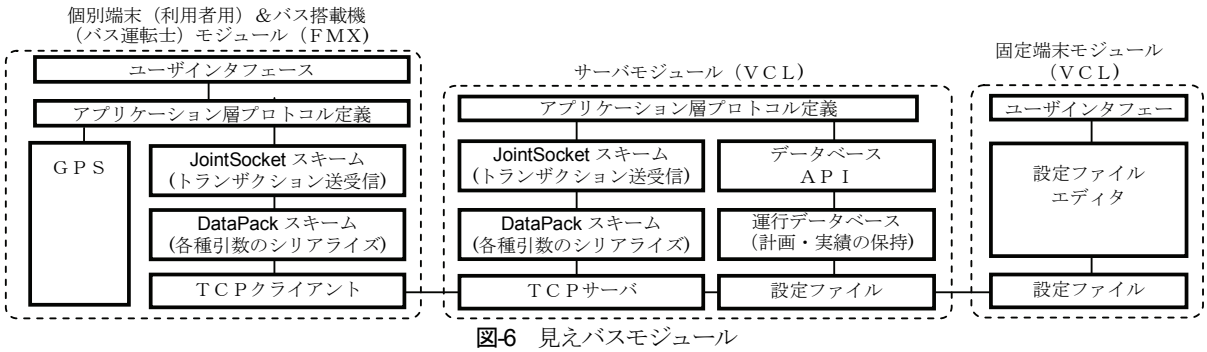


図-6　見えバスモジュール

表した番号を入力し「発」ボタンを押して運転士に渡す．「発」ボタンを押すことでGPSの現在位置データと番号を中央サーバへ送る通信が始まる．運転士は，タブレット端末を車内の見通しの良い運転席付近に置く．このバス搭載機用アプリは，運転士の操作を極力少なくすることに重きを置いたUIとなっている．なおNexus7はOSのバージョンアップに対応したソフトのアップロード作業等が必要である．

c）利用者用タブレット端末

概略内容を**図-8**に表示する．利用者用タブレット端末では，中央サーバで算出した結果を表示している．遅れ時間はカーブフィッティングのアルゴリズムを用いてバス停通過検知時間と時刻表との差分を基に算出をしている．カーブフィッティングとは，測定したデータに該当する解析オブジェクトを用いて計算し，条件に最も近くなる曲線を求めることである．本研究でのカーブフィッティングアルゴリズムは，GPSで取得した位置情報とバスが運行する予定の路線ルートが10m以内の誤差の場合，路線ルートのポイントから一番近い場所をカーブフィッティングのアルゴリズムを用いて計算しバスの現在地としている．停留所に対しても同様に処理を行い，停留所通過検知を行っている．

バス情報については20秒に一度中央サーバにアクセスする事で，管理されているバスの現在位置を取得し地図に表示をしている．バスの路線図はサーバからはおよそ21m間隔で路線上の点の緯度経度を提供され，これを用いて地図上にオーバーレイ表示させている．時刻表は，バス停に紐付されている路線情報から取得をしている．

表-2は操作条件とその結果内容を表にしたものである．①バスの情報，②バス停の情報，③現在位置に戻す方法，④広告バナー，⑤広告を載せた企業を地図上に表示することができる．このうち，①と②は3章から得られた「見えバス」コンセプトそのものである．③は現在位置から離れた場所の情報を手に入れたい時，地図を移動するが瞬時に現在位置に戻る時に使う．観光など他の地域を見た後などで使う場合を想定した．④と⑤は本システムの地図上に広告企業が表示され，バス会社の新しいビジネスとして広告収入を得られるようにと考えた．特に⑤はどのバス停で降りたら一番近いのかということも分かる．バスを利用しない人にとっても④と⑤の情報は有益になると考えた．

このアプリは利用者が，自身のタブレット端末にダウンロードして使用することができる．

表-2　画面操作とその結果表示

	操作条件	結果表示
①	バスをクリックした時	・運行中のバス路線を地図上にオーバーレイする． ・オーバーレイしたルートの表示/非表示を選択できる． ・時刻表をクリックするとバス情報（そのバスが通過するバス停名，時刻表，遅延情報）が表示される．
②	バス停をクリックした時	・時刻表をクリックすると当バス停情報（路線別・往路復路別の時刻表）が表示される． ・当バス停が通るルートの表示/非表示を選択できる．
③	人のアイコンをクリックした時	・地図を移動したときなどに使う．自分の現在位置が中心になるように地図を再表示させる．
④	広告バナークリックした時	・表示している広告バナーのホームページを表示する．
⑤	「→」ボタンをクリックした時	・表示している広告バナーの位置を地図上に表示する． ・再度クリックした時には位置情報を非表示にする．

図-8　「見えバス」利用者用アプリ　画面遷移図

表-3　2つのGPS通信機の性能比較

	Nexus7(2013)	GPS専用機
型式	Google Nexus7 2013	リットー社 GGStar-NV08/1 評価用デモ機
OS	Android 4.3	
内蔵SIM	OCNモバイルONE	
受信機モジュール	Broadcom BCM47511	NVS社 NV08CSM Ver.4
受信衛星システム	GPS/GLONASS/SBAS/QZSS	GPS/GLONASS/SBAS
ch数	非公開	32ch
出力レート	1Hz（実験時）	1Hz（最大10Hz）
測位法	単独測位（A-GPS使用）	単独測位（SBASは未使用）

（５）試験運用の概要

実証実験は，日立電鉄交通サービス(株)の協力を得て茨城県日立市で実際に運行している「ひたちBRT」（おおみか駅～おさかなセンター）を走る3両のバスにバス搭載機を設置することで行った．運行内容は運行距離約3.2km（うち専用道路約1.3km）．停留所の数は11か所．運行ダイヤは平日5：50～22：45（36往復）土日祝日6：35～20：50（24往復）．実証実験の目的は，利用者用およびバス搭載機アプリのUIの評価と低価格機器の有用性の確認のためである．

（６）試験運用によるシステムの評価

a）バス搭載機のGPSの精度

表-3のように，バス搭載機として今回使用するタブレット端末Nexus7は，GPS専用機ではないため，GPSの性能試験は必要である．Nexus7ではA-GPSの機能を使っている．これは携帯電話のネットワークから得られた位置情報を補助的に利用した技術で，これによりGPS位置計測の表示をより高速にしている．GPS専用機とNexus7を，実際に運行しているBRTバスに乗せ，2014年5月8日に評価実験を行った．**図-9**に結果を示すが，Nexus7はGPS専用機と遜色のない性能が確保されておりバスの現在位置を把握するには充分であるということが確認された．描画される点の密度の違いはGPS専用機では1秒ごとに位置情報を記録したのに対し，Nexus7は5秒ごとに記録をしたためである．

この実証実験の結果，バスの現在位置を把握するには充分な性能だということが確認されたため，汎用機であるNexus7を使うことで通信も汎用のものが使えるため維持費を抑えることが可能ということが立証された．

b）バス搭載機の操作

当営業所の15%である運転士12人に「スマートフォンやタブレット端末は使ったことがあるか」のヒアリングを行った結果，全員の回答が「使ったことがない．使っている人を見ていない」であった．そこで，バス会社の情報担当者の意見も取入れ「見えバス搭載機設定マニュアル」を作成し，バス会社の人が運転士にバス搭載機の操作を教えられるよう工夫した．マニュアルを用いた導入教育はバス搭載機の運用に威力を発揮したが，画面がスリープに入る等，マニュアルにない状況に対応できなくなるということも把握できた．しかし，1か月程度で慣れ，現在は毎朝，運転士自らが操作して現在位置を送信する状態にできている．なお今後引き続きマニュアルの改良を検討していく．

Nexus 7　　GPS専用機

図-9　2つのGPSの比較

c）利用者アプリのUIの動作確認

「見えバス」は，バスに不慣れな人でもバス利用時の不安を解消するように，TOP画面から欲しい情報が容易に入手できることをコンセプトとしている．そのコンセプトの検証として「見えバス意見交換会」を３回開催した．参加者は，バス会社社員，市役所職員，大学教授及び大学生，一般人であり，その中で実際にアプリを使って頂き意見を伺った．その意見をシステム開発に反映して**表-2**の操作条件が決定づけられた．

開発後には，ひたちBRT周辺の高校生や住民の方に実際に操作して頂きながら動作の確認を行った．また，日立市内でバスを走らせるというイベントが行われた際も，バス会社には臨時バスのデータを入力して運行して頂いた．イベントに参加頂いた住民の方にアプリを評価して頂くためアンケートを行った．

「見えバス意見交換会」は関係者の意見，高校生にはバス利用者の意見，また住民アンケートは一般人の意見を収集することができた．

５．利用者アンケートによる「見えバス」コンセプトとUIの評価

（１）調査目的と調査対象

a）調査目的

アプリ利用者から①「見えバス」のコンセプトに共感が得られるか，②「見えバス」のUIが受け入れられるか，③「見えバス」の提供する情報がバス利用の不安解消に役立つのかアンケートを行って検証する．

表－4　回答者の属性

《性別》　(人)

男性	28
女性	15

《年齢》　(人)

10代	19	50代	6
20代	0	60代	2
30代	1	70代以上	7
40代	7	無回答	1

《職業》　(人)

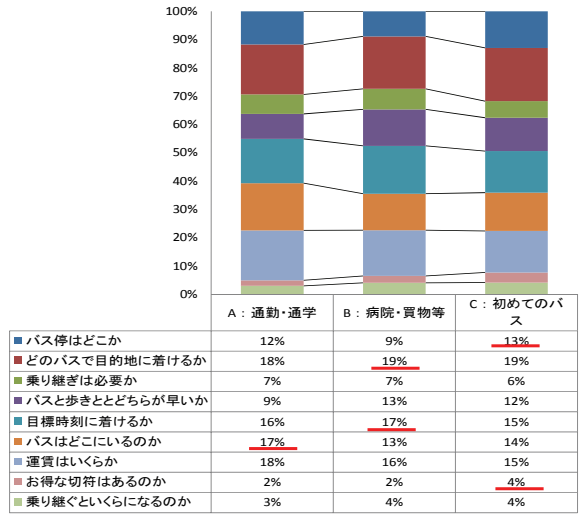
学生	19	公務員	2
自営業	5	主婦	4
会社員	9	その他	4

《携帯種類》　(人)　(%)

スマートフォン	27	63%
フィーチャーフォン	12	28%
持っていない	4	9%

《バスの利用状況》　(人)

毎日利用	5
毎週1回以上利用する	4
毎月1回以上利用する	9
年に数回利用する	14
利用していない	11



	A：通勤・通学	B：病院・買物等	C：初めてのバス
バス停はどこか	12%	9%	13%
どのバスで目的地に着けるか	18%	19%	19%
乗り継ぎは必要か	7%	7%	6%
バスと歩きととどちらが早いか	9%	13%	12%
目標時刻に着けるか	16%	17%	15%
バスはどこにいるのか	17%	13%	14%
運賃はいくらか	18%	16%	15%
お得な切符はあるのか	2%	2%	4%
乗り継ぐといくらになるのか	3%	4%	4%

図-10　バスを利用する時の不安の種類（比率表）
（複数選択）

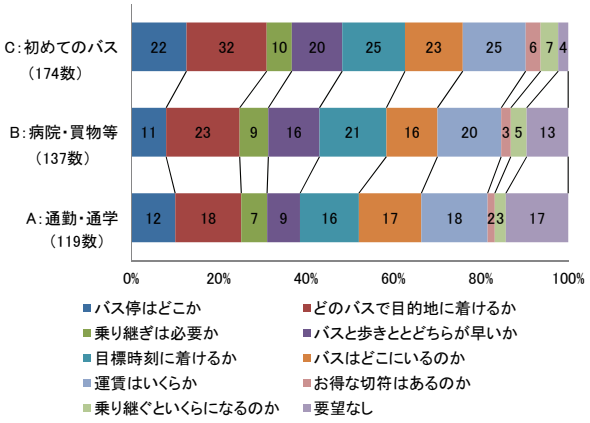


図-11　状況別不安要因の内容（回答総数）
（複数選択）

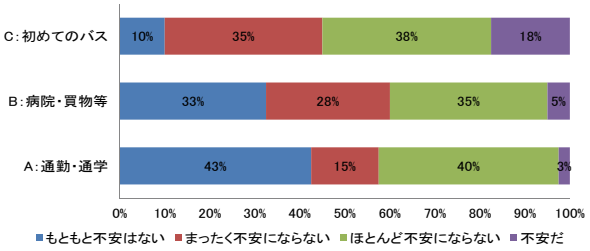


図-12「見えバス」を使うと不安が取り除かれますか
（複数選択）

b）調査対象

調査対象者は，ひたちBRT周辺の高校や中学の生徒，ひたちBRT終点にあるおさかなセンターへの来店者や日立市内の住民など，合計で43名の協力が得られた．

（2）調査手順と方法

調査の方法は次のような手順で行う．

① 見えバスのコンセプトとUIを問うアンケートの作成
② アンケート対象者に「見えバス」を実際に使って頂き，その後アンケートにご協力頂く
③ アンケートの集計と分析を行う

（3）回答者の属性と調査内容

表-4に回答者の属性を示す．性別，年齢，職業，持っている携帯種類，バスの利用状況を聞いた．ご協力頂いた方は男性，学生の比率が多かった．また，スマートフォンは総務省の調査よりも多くの方が利用しているという結果になった．調査内容として，バス利用者はあまり多くはなかったがバスを利用するときの状況を３つに分けて質問した．通勤・通学のとき（A），病院・買物等のお出かけのとき（B），乗ったことのないバスに初めて乗るとき（C）である．記入は選択方式を採用し，３つの状況別に不安要素の項目を複数選んでもらった．次に「見えバス」を利用して状況別の不安が解消されたか，「見えバス」を操作して欲しい情報は手に入ったか等を問い，このアプリを路線バス全体に導入して欲しいかを問うた．

（4）調査結果

a）バスを利用するにあたっての不安

図-10のバスを利用する時の不安において，通勤・通学のときは他の状況に比べて「バスはどこにいるのか」を選択した人が17%と多くなっている．これは，バスが渋滞に巻き込まれて遅延が発生していないか等，常に心配しているからで，日常的にバスの遅延が起こっているためバスの定時運行への信頼が低い結果と考えられる．病院・買物等のお出かけのときは「どの時刻のバスに乗

表-5 「見えバス」の操作性 (人)

	分かった	ほぼ分かった	分かりづらい	分からない
バスの現在位置	28	8	4	0
最寄りのバス停	30	5	5	0
バスの通る道	31	4	5	0
バス停の時刻表	30	5	5	0
走行中バス時刻表	31	5	4	0
平均	75%	14%	12%	0%

表-6 路線バスへの「見えバス」導入希望

導入してほしい	30
導入してほしくない	3

ると目標時刻に着けるか」「どのバスに乗ったら目的地に着けるか」を選択した人が19%，17%と多く，自分が行きたい場所にバスが通るか，バス到着後の行動の予定に間に合うか等，心配していることが分かった．これは，常にバスの運行情報を分かっていないからで，バス情報が不足していることでバスが身近な移動手段にはなっていないことが分かった．乗ったことのないバスに初めて乗る場合は他の状況に比べて「バス停はどこにあるのか」を選んだ人が13%と高く，普段からバスに乗っていないため，基本的なバス停の位置すら知らない人が多いということが分かった．また，他の状況に比べて「お得な運賃があるのか」を選んだ人も4%と多く，安い移動手段がないかと考えていることも分かった．病院・買物等のお出かけのときと乗ったことのないバスに初めて乗るときに高かった「バスと歩きとどちらが早いか」は，普段バスに乗らないため，バスに乗ろうか，止めて別の手段で移動しようかと迷っていることが推測される．これはバスに乗ること自体が不安なのだと考えられる．すなわち，情報量が少なく不安のあるバスよりも状況の分かっている交通手段を利用していることが分かった．つまり，移動手段としてのバスの選択率が低いという予測が成り立つ結果となったが，逆に言えば，分かりやすい情報を提供すればバスも移動手段に入ることも可能かと思われる．

図-11でみると不安は，状況別の回答数は通勤・通学のとき（119 数）＜病院・買物等のお出かけのとき（137数）＜乗ったことのないバスに初めて乗るとき（174数）の順で全体的に不安が多くなり，乗ったことのないバスに初めて乗るときでは「不安＝知らないこと」と推測される．これらが新規のバス利用者を阻害している要因と考えられ，移動手段にバスを選択する人が少ないということが分かった．全ての状況においてバスの情報提供が少ないことがバスを分かりづらくしていると考えられ，それがバス利用者の不安の要因と思われる．

図-12から「見えバス」を使うことで，バス利用時の不安が解消されたかの質問に対し，まったく／ほとんど不安にならなくなったの2つを合計すると，状況別に通勤・通学のとき（55%）＜病院・買物等のお出かけのとき（63%）＜乗ったことのないバスに初めて乗るとき（73%）の順で不安が解消されるのが分かった． 通勤・通学のときは，もともと不安がないと答えた人が43%いる．しかし，バスへの不安の質問に「バスがどこにいるのか」を選んだ人がいることを考えると，バス情報を入手すること自体を諦めているのではないかと推測される．また，乗ったことのないバスに初めて乗るときでは現在の不安が大きいため「見えバス」を利用してもまだ不安を感じる人が18%もいることが分かった．３章（３）d)で記述したように今回の開発では，バス利用者の欲しい情報の全てを開発するに至っていないため，バス利用時の不安が全て解消できなかったと思われる．「目的地までの行き方」「乗り継ぎ」「バスの乗り方」等がシステムに含まれると，利用者の評価がどのように変わるかが今後の課題である．

b) **「見えバス」のUI**

表-5は「見えバス」の操作性を集計したもので「分かった」「ほぼ分かった」と回答した人合計で89%という結果になった．「分かりづらい」と回答した方も12%あったが，**表-4**から携帯電話を利用していない人が9%，フューチャーフォン利用者が28%いることから考えると普段スマートフォンを利用していない人にも使い易かったと考えられる．

また，今回の実証実験はひたちBRTの2路線往復便だけで行ったのでデータ数はそれほど多くはなかった．「見えバス」の性能試験ということでは，もっと多くの路線や車両のデータの処理を必要とする場合についての実証実験が必要である．こういった場合について動作確認やUIを検証して，更なる評価を行うことが重要である．**表-6**のアンケートの結果でも導入希望は多いので，今後は路線バス全体での実証実験を進めることで課題を検証できると考えている．

（５）まとめ

- ひたちBRTの利用者や潜在的利用者への意識調査を行った結果，導き出した情報提供内容や方法が，ある程度受け入れられ，「見えバス」で提供しているバス情報でも十分に不安を解消させられることが分かった．
- 「見えバス」のUIの検証も同時に行った．バス情報の入手が容易だったかを聞き「見えバス」アプリの使い勝手は概ね良好だったとの結果を得た．
- 今後の課題として多くの路線，多くのバス情報を一度に動作した更なる検証が必要と考える．

６．結論

ヒアリングやアンケートで，利用者および潜在的利用

者がどのようなバス情報を必要としているのかを聞いた結果，路線バスにおける情報提供の重要性やニーズが明らかになった．それは「バスはどこにいるのか」「どの時刻のバスに乗ると目標時刻に着けるか」「どのバスに乗ったら目的地に着けるか」「バス停はどこにあるのか」「お得な運賃があるのか」ということである．

それに基づいて，バス利用者にとって重要度の高い情報を優先的に効率よく入手できるバスロケシステム「見えバス」を実際に開発し試験運用を行った．その結果，利用者用アプリを使った後のアンケート調査から，利用者の欲しい情報は自分の現在位置に近いバス車両やバス停に関するものが中心というコンセプトと，本システムの使い勝手は評価に値するとの結果を得られた．

また，汎用品を活用することは，４章（２）で述べたように通信料金が安く抑えられるため，従来の方法よりコストを大幅に削減することができ，初期投資や維持費が抑えられることが分かった．

「見えバス」は，現在も運用が続いているが，今後は，多くのデータを扱っての検証を行う必要があるため，バス会社と行政と連携して路線バス全路線運用に向けて，企画を立てる予定となっている．また，コミュニティバスだけでなく幼稚園やスクールバスにも導入が可能であることも立証していきたい．

謝辞：本研究の実証実験を行うにあたり，日立電鉄交通サービス㈱，日立市役所に，また，GPSの実証実験では茨城工業高等専門学校電子制御工学科岡本修准教授のご協力を賜りました．これらの方々のご協力で実験を行えたことをご報告するとともに御礼申し上げます．

参考文献

1) 国土交通省関東運輸局企画観光部交通企画課：地域交通の確保・維持に向けた国の取り組みについて 2013. 01，<http://www.nakl.t.u-tokyo.ac.jp/odt/dl/ODTC7/1.pdf >, (入手2014.6.21).
2) 国土交通省関東運輸局：関東地方のバスの現状と今後の方向性 2009，<http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/jidou_koutu /tabi1/jikken/date/siryou6.pdf>，(入手2014. 6. 21).
3) 藤岡啓太郎，石神孝裕，高橋勝美：特集 若者と交通／論文, IATSS Review Vol.37, No.2, pp.115-122, 2012.
4) 国土交通省自動車交通局：バスの時刻や運行情報が簡単に手に入ればバスはもっと利用しやすくなります，<http://www.mlit.go.jp/jidosha/busloca/001bus.html>，(入手2014. 6. 29).
5) 全国バスマップサミット実行委員会：バスマップの底力，pp. 23-31，KLASSE BOOKS，2010年8月．
6) 勝空見：バスの不振をぶっとバス，pp. 24，pp. 65，文芸社，2012年1月．
7) 鈴木文彦：路線バスの現在・未来，pp. 150-155，グランプリ出版，2001年1月．
8) 鳥取大学：バスネット，<http://www.ikisaki.jp/>，(入手2014. 6. 29).
9) 鯖江市：つつじバス，<http://www.city.sabae.fukui.jp/ users/ tutujibus/>，(入手2014. 6. 29).
10) 株式会社ディケイ総合研究所: 東京都内バスルート案内，<https://play.google.com/store/apps/details?id= jp.or.tokyo bus.businformationoftokyo>，(入手2014. 6. 29).
11) Digital Equality：全国バス乗り換え案内・路線図，< https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bus10>, (入手2014. 10. 22).
12) ナビタイムジャパン： NAVITIME, <http://www.navitime.co.jp/>，(入手2014. 6. 29).
13) 大谷達彦：バスロケーションシステムの運行に関する検討，JICEレポート， Vol. 9，pp. 33-38， 2006. 03.
14) 林隆史，高広均：バス運行情報の提供と道路管理への適用，JICEレポート， Vol. 4， pp. 61-66，2003. 11.
15) 内閣府経済社会総合研究所：消費動向調査　平成26年3月実施調査結果 March 2014，pp. 12-14, <http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/2014/201403honbun.pdf>，(入手2014. 10. 20).
16) 総務省総合通信基盤局消費者行政課：平成25年度青少年のインターネット・リテラシー指標等，pp. 4-5, http://www.soumu.go.jp/main_content/000247066.pdf>, (入手2014. 10. 20).
17) 総務省：平成24年版　情報通信白書， pp. 212-215, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24 /html/nc122330.html>，(入手2014. 10. 20).

（2014. 10. 27 受付）

A STUDY ON THE BUS NAVIGATION SYSTEM TO SEARCH FROM THE USER POSITION

Shigihara Ikuko,Yamada Minoru,Saitou Osamu and Kaneko Kyouhei

With current advance of motorization, traffic congestion interferes with the ontime operation of buses. The most common complaint among riders is that “the bus does not come on time.” They must wait for the bus while worrying about not knowing when the bus will arrive or if the bus has already come and gone. This problem is thought to be a reason for reduced ridership because riders cannot solve it on their own. In order to solve this problem, the authors developed “Miebus”, which can accurately ascertain the location of buses in real time. If riders know the location of the bus, they can adjust accordingly and reach their own solution. This research adopted the concept, “Access the desired information in the TOP screen,” and tested whether or not a user interface can remove worry when using buses, even for riders unaccustomed to using buses. Demonstration experiments were carried out in a regional city that was selected for field trials.