

バス待ちゼロ社会の実現に向けたバス接近通知システムに関する研究*

Study on Bus Alert System to Achievement for Zero-Waiting Time at Bus Stop *

坂本邦宏**・角田直樹***・久保田尚****・谷島賢*****

By Kunihiro SAKAMOTO**・Naoki TSUNODA***・Hisashi KUBOTA****・Masaru Yajima*****

1. はじめに

バス待ちゼロ社会とは、バス停でバスを待つ必要がない社会のことである。バス停は、利用者がバスの到着を待つ空間であることに間違いはないが、バス利用者がバス停に到着すると同時に、バスもバス停に到着することができれば、バス停で待つ利用者数もバス停で待っている待ち時間もゼロとなる。どのような交通手段においても「待つ」という行為は一般的には負の効用となる。

本研究の目的は、バス停において、この「待つ」という行為を無くしてバス待ちゼロ社会を実現させることが期待できるバス接近通知システムについて、その利用者ニーズを調査し、システムが必要とされる条件を整理した上で、路線バスへの導入可能性を明らかにすることである。なお、研究の対象は、通勤・通学などの日常的な利用が中心となる乗合路線バスを対象とした。

2. バス接近通知システムについて

目的地への移動において「待つ」という行為にはマイナスのコストにしかならず、できるだけそれを軽減させるか減少させることが望まれる。バス運行の定時性を向上させ、時刻表通りに運行させることは、コスト（待ち時間）そのものを減少させる効果がある。いつも同じ時刻にバスが到着することがわかっているならば、利用者は自分自身で余裕時間を算出した上で、おそらくバス停にバス時刻表の少し前に到着するようになるであろう。しかし、専用走行空間を持たないバス交通は、交通渋滞や事故といったシステム外部に不確実性を常に持つため、定時性の向上には限界が存在してしまう。

もう一方のコスト削減方法は、物理的・心理的にコストを軽減させようという方策であり、ハイグレードなバ

ス停整備やバス接近通知システムなどがあげられ、実際に普及が進んでいる。確かに快適なバス待ち空間は、待つこと自体の負荷を軽減はしてくれるが、整備のための新たな、そして決して安くない費用が発生し、さらに我が国の道路事情を考慮すると整備自体が困難なケースも少なくない。また、一般的なバス接近通知システムは、バス停での表示板や携帯電話等を提供手段として、バスの走行位置や到着予定時刻、予想される待ち時間等の情報を利用者に通知することで、「何時になったら来るのか?」といったバス停で待つ利用者の心理的負担を大きく低減できる。また、あと何分でバスが来るのかを知ることができれば、バス停へ向かう時間を調整することで実際のバス停での待ち時間を減少させる効果を持つ。

しかし、我が国で普及が進むバス接近通知システムは、その大多数が利用者が必要な情報を検索して得るプル型と呼ばれる情報システムである。携帯端末の場合は、乗車するバスやバス停区間を入力・指定することで、その接近情報を取得（プル）することになる。バス停の情報板の場合は、情報板の前まで行ってはじめて情報を得ることができる。プル型情報システムの弱点は、情報を得るための操作が必須なことそのものであり、利用者の利便性を損ねることが指摘できる。

一方、サービスを提供する側から利用者に情報を自動的に提供する方法は、プッシュ型情報システムと言われる。これは利用者が一度情報を登録しておけば、必要に応じて自動的に情報が通知（プッシュ）される仕組みであり、気象庁が運用する緊急地震速報¹⁾や、民間による鉄道等の事故情報通知システム²⁾などがよく知られている。バス接近通知システムにおけるプッシュ型システムとしては、幼稚園送迎バスの接近通知サービス³⁾や、京都⁴⁾や郡山⁵⁾で試験運用や社会実験として報告がある。なお、筆者らも、独自に開発したプッシュ型のバス接近通知システム「CO-EDOシステム⁶⁾」を観光地の巡回バスで実用化し、非定期的な利用者（観光客）に対する有効性を確認している（2009年2月現在、機器リニューアルのため運用停止中）。本研究で述べるプッシュ型バス接近通知システムは、このCO-EDOシステムと同じ発想であり、利用者が乗車を希望するバス停と乗車時刻を登録することで、最も希望に近い時刻に到着するバスの接近情

*キーワード：公共交通計画、交通意識分析

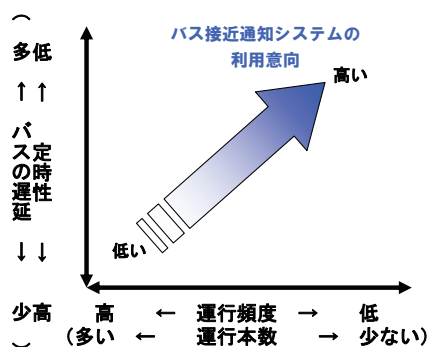
**正会員、博（工）、埼玉大学大学院理工学研究科
〒356-0033 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255
sakamoto@dp.civil.saitama-u.ac.jp

***非会員、江東区

****正会員、工博、埼玉大学大学院理工学研究科

*****正会員、MBA、埼玉大学大学院理工学研究科イーグルバス（株）代表取締役社長

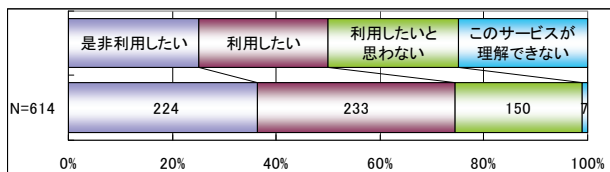
The diagram illustrates the CO-EDO system architecture. At the top left, a **GPS衛星** (GPS satellite) is shown. Below it, a **GPS受信機搭載バス** (GPS receiver-equipped bus) is depicted with a **GPS受信機** (GPS receiver) and an **車外アンテナ** (external antenna). A dashed line labeled **パケット通信** (packet communication) connects the bus to a **CO-EDOシステム 情報提供センター** (CO-EDO system information provision center). This center is connected to a **携帯電話** (mobile phone) and a **電話** (landline). The mobile phone is associated with **利用者(外出先)** (user at work/away from home), and the landline is associated with **利用者(自宅)** (user at home). A box on the right indicates that the system provides **携帯端末 WEB やインターネット による、バス現在位置等の「リアルタイムバス情報」の提供** (provision of real-time bus information such as current bus location via mobile terminal, web, or internet). Another box below it states **事前のリクエストに応じた情報提供** (information provision according to advance request).



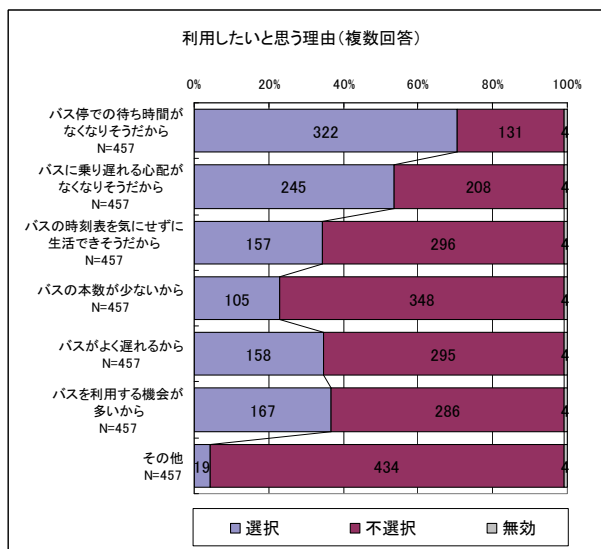
「（プッシュ型の）バス接近通知サービス（無料）がこのバス路線で開始された場合、このサービスを利用してみようと思いますか？」という問^[1]に対しては、7

0%以上の人が「是非利用したい・利用したい」と回答しており、バス接近通知サービスの高いニーズが確認された（図－3）。「是非利用したい・利用したい」と回答した457人を対象に、その理由について複数回答で尋ねた問では、半数以上の人々が「バス停での待ち時間がなくなりそうだから」「バスに乗り遅れる心配がなくなりそうだから」を理由にあげており、接近通知システムの趣旨に賛同しているといえる（図－4）。また、他の項目に関しても一定の評価があることから、多くの人が複数の理由でこの接近通知システムを支持しているといえる。また、接近通知システムを「利用したいとは思わない」と回答した150人に対して、その理由を複数回答で尋ねたところ、約半数の人が「バスの運行本数が多いから」を理由とした。その次に多い回答は「このサービスの利用が面倒そうだから」である（図－5）。「その他」の自由記述では「急がないから」「バスが来るまで待てばよいから」といった回答や、「携帯電話を持っていない・利用していないから」等の回答が多かった。

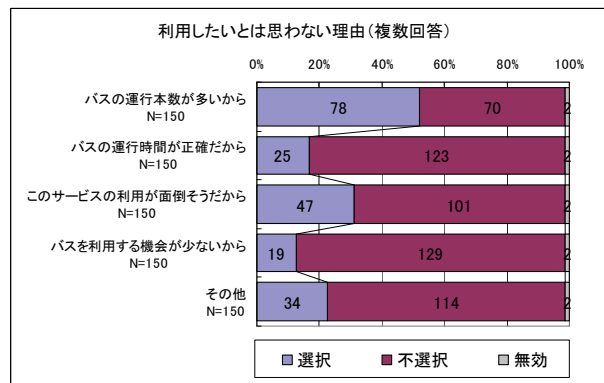
同じく接近通知システムを「利用したいとは思わない」と回答した人に対して、自分が使っている路線がどのような条件であったならこのサービスを利用してみたいと思うかと尋ねたところ、定時性では49%がバスが遅れるのであれば使いたい（図－6）、運行間隔では59%が運行頻度が低いのであれば使いたい（図－7）という利用意向を示すなど、バス運行条件が接近通知システムの利用意向に大きく関与している。



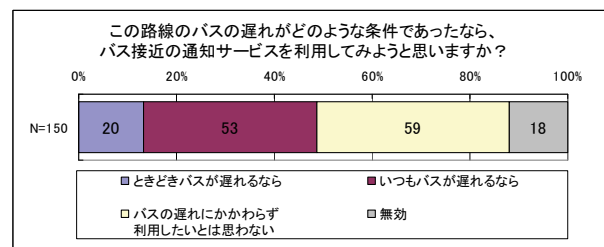
図－3 接近通知（無料）の利用意志



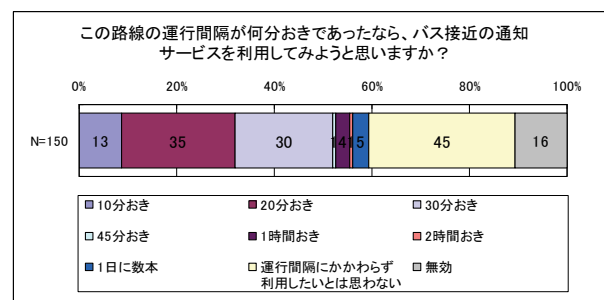
図－4 接近通知システムを使いたい理由



図－5 接近通知を使いたくない理由



図－6 接近通知の利用意向（定時性について）

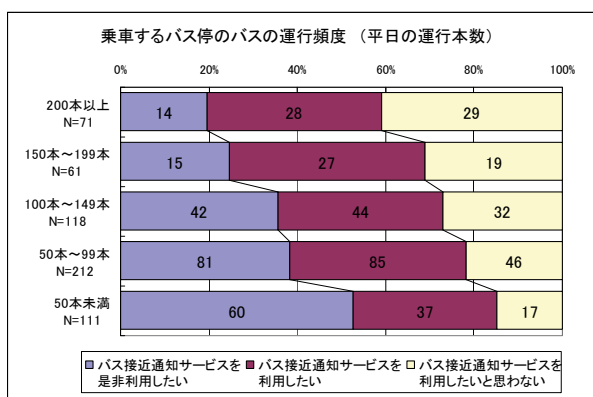


図－7 接近通知の利用意向（運行頻度について）

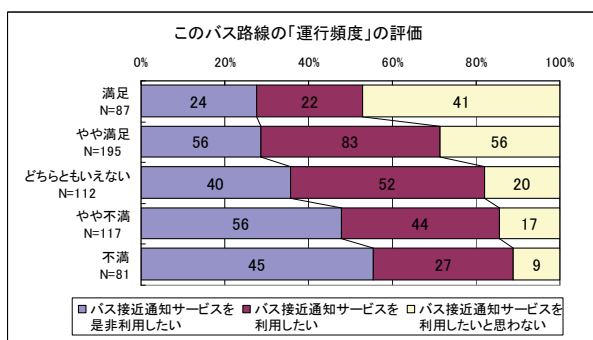
（4）接近通知の利用意向の要因分析（バス運行頻度）

バスの「運行頻度」および「定時性」を含む様々な要因と、バス接近通知サービス（無料）を「利用したい」「利用したいとは思わない」という判断の関連性を分析するため、アンケートの各設問とクロス集計を行った。

アンケート回答者が乗車するバス停から目的バス停間のバスの運行頻度（バス時刻表から算出）とバス接近通知サービスの利用意思をクロス集計した。運行頻度が低いグループの方がバス接近通知システムの利用意思が高い（図－8）。また運行頻度の評価に関しても、運行頻度に不満を持っているグループほどバス接近通知システムの利用意思が高い（図－9）。「運行頻度」「運行頻度の評価」それぞれとバス接近通知サービスの利用意思を一元配置分散分析法で検定したところ有意差（ $p < 0.05$ ）が見られ、バスの「運行頻度」が接近通知システムの利用意向の要因となっていることが確認された。



図－8 接近通知の利用意向（運行頻度）

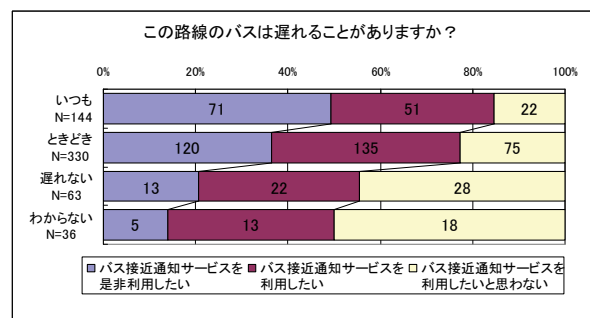


図－9 接近通知の利用意向（運行頻度の評価）

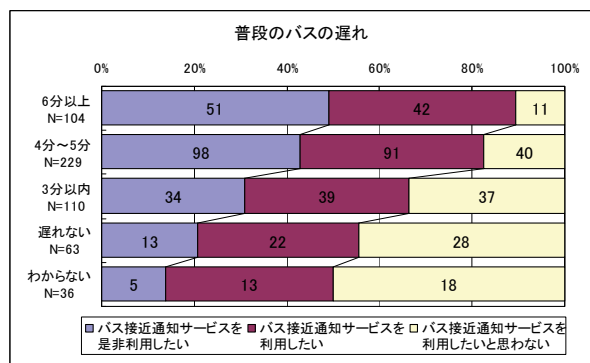
（5）接近通知の利用意向の要因分析（定時性）

「このバス路線は遅れることがありますか？」という問に対し、バス接近通知サービスの利用意向が高い方から順に「いつも」「ときどき」「遅れない」「わからない」となった（図－10）。「普段何分遅れますか」という問では、普段の遅れ時間が長いグループほど、バス接近通知システムの利用意思が高くなっている（図－11）。ひどいときの遅れと普段の遅れの差を「遅れの幅」として集計したが、遅れの幅によって大きな利用意思の差は見られない（図－12）。「運行時間の正確さの評価」に関しては、定時性に不満を持っているグループほどバス接近通知システムの利用意思が高い（図－13）。

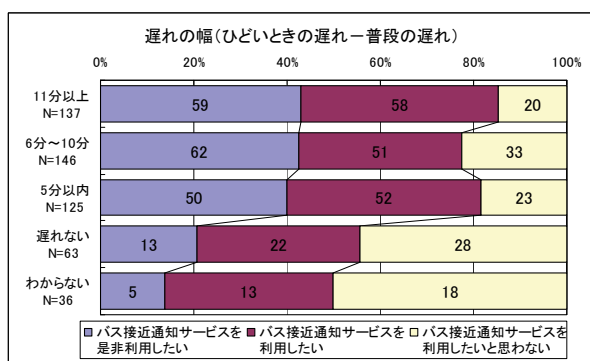
「普段の遅れ」「運行時間の正確さ」とバス接近通知サービスの利用意思を一元配置分散分析法で検定したところ有意差（ $p < 0.05$ ）が見られることから、バスの「定時性」が接近通知システムの利用意向の要因となっており、さらに日毎に遅れが変動するケースより、定常的に大きな遅れが発生しているケースが大きな要因となっている。なお、これらの分析に用いた「遅れ」は全てアンケート回答データ（回答者の認識）であり、実際の運行実態とは合致しない可能性は否めない。



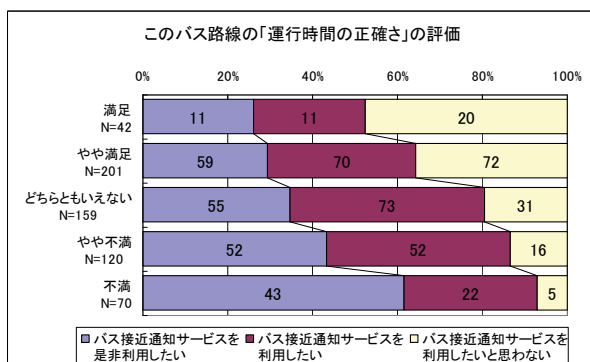
図－10 接近通知の利用意向（定時性）



図－11 接近通知の利用意向（普段のバスの遅れ）



図－12 接近通知の利用意向（遅れの幅）



図－13 接近通知の利用意向（定時性の評価）

（６）接近通知の利用意向のモデル推定

（１）の仮説であげた運行頻度と定時性の二つの要因について、接近通知サービスの利用意向をクロス集計した（表－３）。運行本数が少なく、普段の遅れが大きくなるにつれて、バス接近通知サービスの利用意思が高くなっていることから、バスの運行頻度と定時性が、接近通知システム利用意向の要因となっていると考えられる。なお、バスが遅れないと回答した人の中では、運行頻度と接近通知システムの利用意向の関係性は見られない。

運行頻度と定時性以外の接近通知システムの利用意思要因も検討するため、接近通知システムを「利用したいと思う」「利用したいとは思わない」という二項ロジットモデルを推定した。有意水準5%で検定の結果「定時性」「年齢」のパラメータの符号が負に、「バス停に向かう前に乗車するバスの時刻を決めている」「普段の携帯でのバスロケ利用」のパラメータの符号が正と、クロス集計と同様の結果を得た（表－４）。なお「運行頻度」の符号は問題ないが、5%有意ではなかった。また、今回のパラメータとして有効でなかったものについて、その原因について考察したものを表－５にまとめた。

表－３ 接近通知の利用意向（定時性と運行頻度）

低大 ↑↑ 定時性 遅れ ↓↓ 高小	6分以上	60%	75%	85%	92%	100%
	4分以上	81%	76%	79%	81%	91%
	1分以上	69%	71%	58%	66%	80%
	遅れない	50%	33%	67%	63%	36%
		200本以上	150本以上	100本以上	50本以上	50本未満
		多い ←	平日の運行本数		→	少ない
		高 ←	運行頻度		→	低

表－４ 二項ロジットモデルのパラメータの推定結果

説明変数	係数	t値	P値
運行頻度 1: 高い (50本/日以上) 0: 低い (50本/日未満)	-0.497	-1.461	0.144
定時性 1: 高い (4分未満の遅れ) 0: 低い (4分以上の遅れ)	-1.184	-4.990	0.000
乗車するバスを決めている 1: 決めている 0: 決めていない	0.684	2.607	0.009
携帯でのバスロケ利用 1: 利用している 0: 利用していない	2.246	3.036	0.002
年齢 1: 年齢 (60歳以上) 0: それ以外 (60歳未満)	-0.771	-3.009	0.003
定数項	1.721	4.175	0.000
サンプル数	489		
尤度比	0.125		
的中率	0.781		

表－５ 有効でなかったパラメータと考察

パラメータ	考察
バスの利用頻度	アンケート配布が平日の夕方から夜のため回答者の多くが「ほぼ毎日」利用する人であったため、接近通知サービスの利用意向との関連が判断不能。 事前には、毎日バスを利用する人は利用機会が多いので利用意思が高いという仮説と、毎日バスを利用する人はバスの遅れを把握して利用しているので利用意思は低いという二つの仮説を立てていたが、どちらが正しいか本調査では不明。
バスの利用目的	同上の理由で、回答者の多くが通勤・通学目的であったので判断不能。
乗車するバス停に向かう出発地点の種類	同上の理由で、回答者の多くが自宅からバス停に向かっていたので判断不能。
乗車するバス停までの移動手段	回答者のほぼ全員が徒歩でバス停まで移動しているので判断不能。
乗車するバス停までの所要時間	接近通知サービスの利用意向とは関係が見られなかった。
乗車するバス停の始発からの停留所数	調査前に、始発・始発に近いバス停ほど遅れが小さくなるため接近通知サービスの利用意思が低くすると予測していたが、調査結果にほとんど関連が見られなかった。バスの遅れは路線毎の道路環境による影響が大きいと考えられる。
性別	女性の方が男性より利用意思が高かったが、検定の結果有意ではなかった。

（７）利用客増加の可能性

接近通知システムを利用したいと回答した人のうち、バスの利用回数が「確実に増える」が10%、「増える可能性がある」が23%となった。この結果から現在バスを利用している人に対しては、バス接近通知システムによって利用回数が増える可能性があることがわかった。今回のアンケート調査ではバスを利用していない人を対象にしていないため、バス接近通知システムによって、バスを利用していない人がバス利用に転換する可能性があるのか把握するためには、別途調査を行う必要がある。

４．バス接近通知サービス利用料金のCVMによる評価

バス接近通知サービスが有料の場合、適正価格はいくらか調べるためにCVM（仮想市場評価法）を用いた。バス接近通知サービス（無料）を利用したいと回答した人を対象に、いくらの場合利用したいか2段階2項選択方式で質問した。提示金額と回答結果は（表－６）である。ランダム効用モデルを適用して分析した結果、このサービスを有料で運営する場合の月額WTP（支払意欲額）は176円/月となった。実際には支払いやすい150円（または100円や200円）に設定されることが考えられる。

バス接近通知サービスを有料で行うか無料で行うかは、各事業者の判断によるところであるが、バス接近通知システムの有効利用と普及のためにはこういった形態が望

ましいか検討していく必要があるといえる。

表－6 CVMの提示額と推定結果

スタート料金 (2nd up/down)	YY※	YN※	NY※	NN※	TOTAL
月額300円 (500円/100円)	34	71	145	198	448
	8%	16%	32%	44%	100%
変数	係数		t値		P値
定数項	7.292		14.297		0.000
提示額	-1.521		-14.885		0.000
WTP			176		

※左側は最初の提示額に YES または NO の回答、右側は次の提示額に YES または NO の回答を表す。例えば、YY(YES,YES)とは、最初の提示額月額 300 円の場合に、利用したいと回答し、次の提示額月額 500 円の場合利用したいと回答した人の人数と割合。

5. おわりに

本研究では、多くの路線バス利用者がプッシュ型バス接近通知システムに対して高いニーズを持っていることが確認された。また、接近通知システムの利用意向には、バスの定時性と運行頻度といったバス運行状況が大きく関係していることがクロス集計から判明した。また二項ロジットモデルの推定結果からは、バス運行状況だけではなく、普段乗車するバスの状況、携帯バスロケの利用状況、年齢といった要因が、利用意向に関連していることが判明した。また、接近通知システム導入による利用者増やCVMによる価格検討結果からも接近通知システムの導入可能性が確認できた。バス路線へこのシステムの導入を進めていくことは、バス利用者の利便性向上のみにとどまらず、バス事業者に対してもメリットがあるといえる。

現在、バス停での待ち時間のイライラを減少させるために行われている施策は、屋根やベンチの設置といったバス停のハイグレード化を代表的なものとして、バス停で「待つ」ことを前提としている。この発想を転換し、

バス停で待たないことを目的としたプッシュ型バス接近通知が普及することによって、バス待ちゼロ社会が実現される可能性はある。バス待ちゼロ社会は、バス停で待つことを前提としないため、バス停は目印のみの最低限の設備でよく、自由度の高いバス停の配置設計や、最近よく問題となっている自転車を含めた道路空間の再配分・有効活用が可能となることは、今後の道路政策にも高い効果を持つ可能性があると言える。

今後の課題としては、プッシュ型バス接近通知システムの普及に向け、実社会において有効性の確認を行っていく必要がある。

脚注

[1]接近通知システムの周知のために、アンケート票においてイラスト付きの説明として「Step1:乗りたいバスを指定・登録、Step2:バス接近通知を受ける、Step3:バス停に向かいバスに乗る」を簡単に説明した (A4版1枚程度)。

参考文献

- 1) 気象庁 緊急地震速報について (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/>)
- 2) 例えば、駅探 (<http://ekitan.com/>) など
- 3) 株) セック airLook活用事例 (<http://www.sec.co.jp/products/airlook/case20060712.html>)
- 4) 京都市交通局ポケロケメール (試験運用中) (http://www.city.kyoto.jp/kotsu/bls/help/bls_manu_p5.htm)
- 5) 郡山都心交通マネージメント検討会 (休止中) (<http://www.thr.mlit.go.jp/koriyama/inform/busmail/index.html>)
- 6) 坂本邦宏、久保田尚、中村要、菅野光司、谷島賢、利用者ニーズに対応した到着時刻予測に基づくバス情報システムの実用的開発、土木計画学研究・論文集 Vol. 20, pp. 857-864、2003年10月

バス待ちゼロ社会の実現に向けたバス接近通知システムに関する研究*

坂本邦宏**・角田直樹***・久保田尚****・谷島賢*****

バス待ちゼロ社会とは、バス停でバスを待つ必要がない社会のことである。本研究では、バス待ちゼロ社会を実現する可能性を持つプッシュ型バス接近通知システムについて、バス利用者が高いニーズを持っていることが確認された。また、その利用意向には、バスの定時性と運行頻度といったバス運行状況だけでなく、携帯バスロケの利用状況や年齢といった個人属性が関係することが、二項ロジットモデルの推定から判明した。また、接近通知システムに対する CVM による支払い意志額は 176 円/月と妥当な結果となった。

Study on Bus Alert System to Achievement for Zero-Waiting Time at Bus Stop *

By Kunihiro SAKAMOTO**・Naoki TSUNODA***・Hisashi KUBOTA****・Masaru YAJIMA*****

Authors propose new society where there is zero(no)-waiting time at bus stop. In this paper, push-type bus alert system that have possibility to achieve zero-waiting time at bus stop possess much needs of bus passenger. It is clear by binary-logit model that primary factors are not only bus operation factors such as punctuality and frequency but also individual factors such as usage of bus location system by mobile phone and age. The WTP for bus alert system is estimated as 176 Japanese yen/month by CVM.