

# 地方型バス案内システム「chi-bus」の提案と検証\*

## A Proposal of Regional Bus Location System "chi-bus"\*

岡村健志\*\*・永原三博\*\*\*・谷口綾子\*\*\*\*・岩佐隆\*\*\*\*\*・松本修一\*\*\*\*\*・熊谷靖彦\*\*\*\*\*

By Kenji OKAMURA\*\*・Mitsuhiro NAGAHARA\*\*\*・Ayako TANIGUCHI\*\*\*\*・Takashi IWASA\*\*\*\*\*

Shuichi MATSUMOTO\*\*\*\*\*・Yasuhiko KUMAGAI\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

都市部などの路線バスなどでは、バス利用者がバス時刻表や目的地までの経路を検索できる「バス情報提供サービス」、バス位置を携帯電話やインターネットで知ることのできる「バスロケーションシステム（以下、バスロケ）」、バス運賃をICカードで決済のできる「ICカードシステム」などが導入され、利便性の高い公共交通サービスが提供されている。

高知都市圏においても、平成14年度より公共交通情報提供サービス「スマートモビリティ高知」<sup>1)</sup>、平成21年1月よりICカードシステム「ですか」が導入されているが、バスロケの導入には至っていない。高知などの地方部の交通事業者が従来のバスロケを導入するには、対象とするバス車両すべてに携帯電話通信網を利用した通信コスト負担が必要となるため、交通事業者にとっての運用負担は大きく、事業の導入や継続的な運用が困難である。そのため、それらのサービスが実施されている東京などの大都市圏とのモビリティ格差が発生することが懸念される。特に、高齢化が進む過疎地域などにおけるバス路線やコミュニティバスなどは“地域の重要な足”としての役割を担っているものの、収益構造が悪く、便数が少ない、情報化も進みづらいなどサービス向上が困難

\*キーワード：交通情報、公共交通運用、ITS

\*\*正員、農修、高知工科大学地域連携機構

(高知県香美市土佐山田町宮の口185、  
TEL0887-57-2778、FAX0887-57-2778)

\*\*\*正員、高知工科大学地域連携機構

\*\*\*\*正員、工博、筑波大学大学院システム情報工学研究科

(つくば市天王台1-1-1、  
TEL029-853-5754、FAX029-853-5809)

\*\*\*\*\*非会員、工修、国土交通省四国地方整備局土佐国道

事務所(高知市江陽町2-2、  
TEL088-885-4825、FAX088-885-1494)

\*\*\*\*\*正員、工博、慶應義塾大学先端研究センター

(横浜市港北区日吉3-14-1、  
TEL045-563-1141、FAX045-566-1617)

\*\*\*\*\*正員、学博、高知工科大学地域連携機構

な状況にある。

このような状況を踏まえ、これまで、筆者らは従来のバスロケのような高価なシステムとは異なり、地方部での運用負担の少ないシステムとして、バスの通過だけを知らせる地域バス情報システム“chi-bus”の概念を提案し、そのプロトタイプによる利用者実験を行った<sup>2)</sup>。

本稿では、これまでのchi-busの概念に加え、安価に従来のバスロケと同等な機能を運用できる方法を提案するとともに、高知都市圏での実証実験を通してそれらの技術的な可能性や利用者効果、さらにはバスプローブ調査への活用可能性を検討するものである。

### 2. chi-busの機能と仕様の提案

#### (1) chi-busの機能

まず、chi-busの機能構成を図-1に示す。

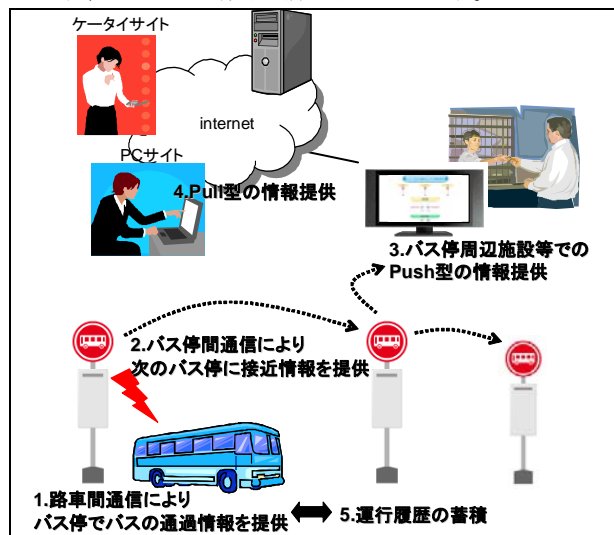


図-1 chi-busの機能構成

chi-busでは、従来のバスロケなどで必要とされるバスとセンター装置との通信費用負担をなくすために、バスとバス停との路車間通信によって、バス停に設置したバス停表示板にバス通過情報を提供することを基本機能とする。次に、隣接するバス停同士は通信費用負担の必要ない無線通信によって下流側のバス停にバス通過情報

をホップし、バス停表示板にバス接近情報を提供する。また、それらのバス停の接近・通過情報を、同様に通信費用負担の少ない無線通信によって、周辺の商業施設や病院、交通結節点などのバス停周辺施設に設置した表示板に提供するとともに、それらの拠点よりインターネット上にデータをアップリンクすることで、パソコンや携帯電話を通してバスの運行情報を提供する。なお、バスプローブ調査への活用も含み、各バス停では、パルスロガーにより運行履歴を蓄積する。

## (2) chi-busに用いる通信仕様

通過情報提供のための路車間通信、接近情報提供のためのバス停間通信およびバス停・周辺施設の通信については、通信費用を必要としない400MHz帯を使った微弱無線、特定小電力を用いる。

微弱無線は無線局の免許が不要であるとともに、電波法施工規則第六条第一項で規定された範囲内（発射する電波が著しく微弱な無線局で、総務省令で定めるもの）であれば自由に電波を発射でき、電界強度以外に無線通信に関する規格がなく、主に近距離での通信で手軽に通信可能であることから、路車間通信において有効である。

また、特定小電力無線は、周波数や変調に関する規定など、無線通信に関する規定が詳細に定められているため、微弱無線と同様に無線局の免許が不要である。さらには、微弱無線に比べて数百メートルでの通信が手軽に可能となり、バス停間通信およびバス停・バス停周辺施設間の通信において有効である。

なお、屋外に設置する機器等は、運用時における現地工事や調整負担を軽減するためにソーラーシステムで駆動することが望ましく、提案する微弱無線、特定小電力はともにソーラーシステムで駆動できる程度の電力しか必要としないものである。

## 3. 実験概要

### (1) 実験対象地

chi-bus実証実験は平成21年2月13日から26日までの14日間、株式会社高知駅前観光の空港連絡バス（空港行き）が停車する県庁前バス停を対象に実施した。株式会社高知駅前観光の空港連絡バスは、朝倉バス停から高知龍馬空港までの約21km（所要時間約48分）の区間を往復する路線であり、県庁前バス停は朝倉バス停から約4.5km（所要時間約12分）走行した高知市中心部に位置し、高知市を横断する国道32号沿線にある。なお、空港連絡バスは県庁前バス停を午前5時52分から午後6時12分までの間、40分間隔で1日20便運行している。

### (2) 実験内容

実験内容を図2に示す。県庁前バス停にはバス停表示機（写真1）を設置し、バスに搭載したバス車載機（写真2）とバス停に設置したバス検知局が微弱無線により通信し、バスの通過を知らせる。また、同様のバス検知の仕組みを用いて、県庁前バス停より1.4km上流にある上町5丁目バス停の通過情報を、特定小電力無線で県庁前バス停に届けることで、バス接近情報として提供する。バスの接近通過情報の情報提供イメージを図3に示す。

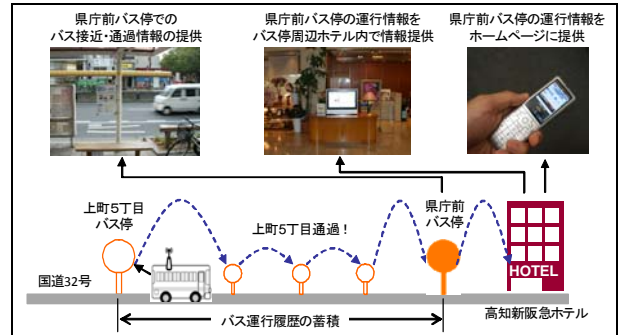


図-2 実験内容



写真-1 県庁前バス停のバス停表示機



写真-2 車載機

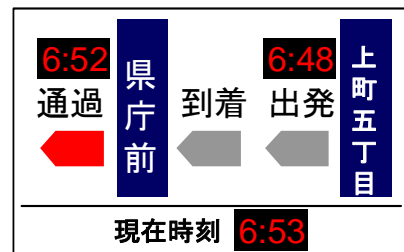


図-3 バス停表示機の情報提供イメージ

さらに、県庁前バス停で提供するこれらの接近・通過情報を県庁前バス停から約200mはなれた高知新阪急ホ

テルに特定小電力で通信し、ホテル内に設置した表示機に情報提供するとともに、そこからインターネット回線を通してセンターサーバにデータをアップリンクしホームページを生成することで、パソコンや携帯電話で県庁前バス停の運行情報を提供した (http://chi-bus.jp)。なお、上町5丁目および県庁前バス停においては、パルスロガーを設置してバスの通過情報を蓄積するとともに、屋外に設置したすべての機器はソーラーシステムによるバッテリー駆動とした。

#### 4. システムの効果や課題

##### (1) 調査方法

実験したシステムの効果や課題を把握するために、表1のようにバス利用者に対してアンケート調査、調査員による観測調査を行った。アンケートは実験対象とした県庁前バス停において、空港連絡バス乗車客にアンケート調査票を配布し、終点となる高知龍馬空港にて回収した。バスの接近通過情報を提供した場合と提供していない場合におけるバス待ちの不安を比較するため、実験が行われていないはりまや橋バス停においても同様のアンケートを実施した。

表-1 調査の概要

場所	1) 県庁前バス停 2) はりまや橋バス停
期間	1) 2/13-26 2) 2/13-2/19
調査内容	性別、年齢、居住地、バス待ちの不安、バス停表示板等の認知・理解・役立ち (県庁前バス停のみ)、情報の必要性など
回収率 (回収/配布)	1) 86.8% (138人/159人) 2) 68.3% (69人/101人)
観測内容	バス到着時刻、システムの異常

##### (2) 調査結果

###### a) システムの稼働率

chi-busは、新たに開発したシステムであるため、正常に稼働するか確認する必要がある。そこで、県庁前バス停での接近通過情報提供の稼働率について観測調査を行った。接近情報は96.4%、通過情報は92.1%の確率で正常に提供することができた。正常に提供できなかったケースには、下り路線を走行する空港連絡バスの誤検知、バス通過前に通過情報が提供されるなどの障害が発生したが、随時障害対応することでシステムの障害を復旧した。しかしながら、本システムでは、ビル影や悪天候によるバッテリー不足と、バス停車前の信号待ち状態のバスを通過表示するといった問題が明らかとなった。バッテリー問題については、商用電源あるいはキャパシタなどのバックアップ電源を使用することで対応する必要がある。また、信号待ち状態のバスの誤表示問題については、プログラムや電波強度の調整による対応が必要と考える。

###### b) システムの認知・理解・役立ち

県庁前バス停での空港連絡バス乗車客に対して、実験システムの本実験システムで情報提供媒体となった「県庁前バス停でのバス停表示機」「新阪急ホテル内に設置した表示機」「PC・ケータイサイト」について、それぞれの認知、情報の理解、情報の役立ちに対する意識を調査した。

県庁前バス停でのバス停表示機に対する結果を図4から6に示す。県庁前バス停でバスの接近通過情報を提供したバス停表示機は、83.0%のバス乗車客が認知し、認知した利用者の96.3%が情報の意味を理解し、意味を理解した利用者の90.1%が役に立つと回答した。

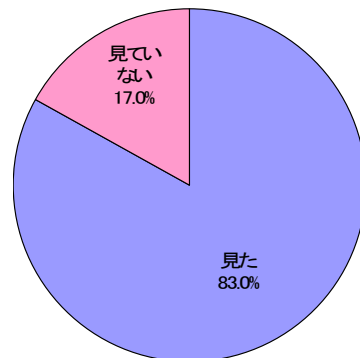


図-4 バス停表示機の認知度 (n=138)

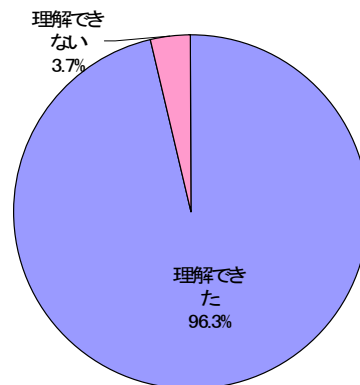


図-5 バス停表示機の理解度 (n=112)

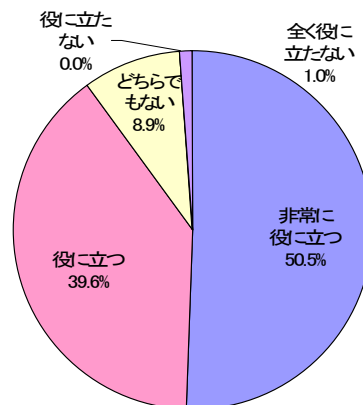


図-6 バス停表示機の役立ち (n=104)

なお、新阪急ホテル内に設置した表示機については、バス停表示機に比べ認知・理解は8割から9割程度と劣つ

たものの役立ちについてはほぼ同様な結果となっている。また、PC・ケータイサイトについては、バス停利用者の認知がほとんどなかった。これらは実験期間が短かったために空港連絡バス利用者への周知・広報が困難だったことなどが理由として考えられる。

### c) バスの接近通過情報とバス待ちの不安

バス停表示機にてバスの接近通過情報を提供した県庁前バス停と情報を提供していないはりまや橋バス停のそれぞれのバス停利用者のバス待ちの不安度について図7に示す。情報を提供した県庁前バス停では「非常に不安」「不安」と回答した人があわせて40.6%だったのに対して、情報を提供していないはりまや橋バス停では17.3%となり、バス停表示機によるバス停でのバス接近通過情報提供のバス待ちに対する不安軽減効果は確認できなかった。

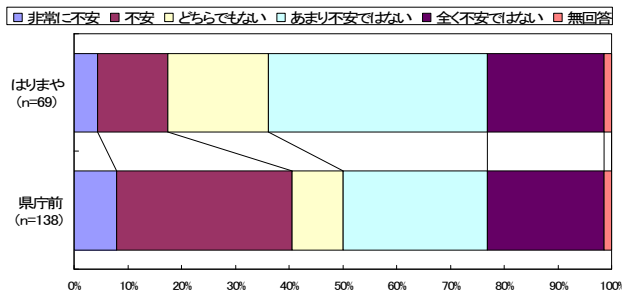


図-7 バス待ちの不安度

なお、観測調査から県庁前バス停、はりまや橋バス停でのバス運行状況は、時刻表に対して平均3、4分遅れとほぼ同じ状況であった。また、それぞれ不安度について回答した理由について求めたところ、「バスの通過がわからない」「飛行機の乗り遅れ」「時間に余裕を持ってバスを待っている」「はりまや橋バス停は20分間隔で運行」といった内容の回答が顕著であった。このようなことから、今回の調査では、はりまや橋バス停では県庁前バス停に比べて2倍の便数があること、空港連絡バス利用者はバスに乗り遅れないように事前にバス停に到着しており、バス待ちの不安はバスが通過したかどうかではなく、主に飛行機に遅れないかどうかあること、などの理由から情報提供による不安度の比較が困難であった。

## 5. 旅行時間計測への可能性

実験期間のうち2月19日から26日の8日間において、システムのバスプローブ機能について試みた。システムに搭載したバスの到着・検知プログラムを活用し、上町5丁目バス停出発時刻と県庁前バス停到着時刻をそれぞれのバス停に設置したパルスロガーに蓄積した。両バス停間1.4km区間の旅行時間を算出した結果を図8に示す。

システムを活用し、運行履歴を蓄積することで、両バス停間の区間旅行時間算出を行うことができたが、本実験では技術的な実験にとどまっているため、今後は算出したデータの信頼性評価を実施する必要がある。

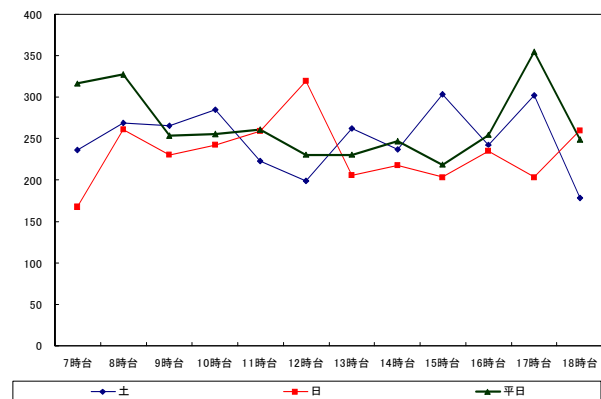


図-8 バス停間の区間旅行時間

## 6. おわりに

本稿では、従来のバスロケとは異なり、地方部での運用負担の少ない地域バス情報システム“chi-bus”を提案し、安価に従来のバスロケをほぼ同等な機能を運用できる方法を提案した。また、実証実験を通じてバスロケおよびバスプローブ機能についてその技術的な可能性を示すとともに、利用者評価を行い、実験システムの利用者に対する有用性を示した。

しかしながら、技術的にはバッテリー課題、利用者評価については、バス待ち不安の計測課題などが残されており、今後はシステムの技術的な改良を加えるとともに、実験環境を整備し、システムの効果を計測することが必要と考える。

### 謝辞

本研究は四国地方整備局土佐国道事務所の委託業務の成果である。本研究を行うにあたり、筑波大学石田東生教授、横浜国立大学中村文彦教授、また株式会社高知駅前観光、高知新阪急ホテルをはじめ高知県地域ITS推進協議会都市交通ワーキングには多大なご支援をいただいた。ここにあらためて感謝の意を表したい。

### 参考文献

- 1) IWASA T. et al. : Measures for Continuous Service Provision of Transfer Information for the Public Transportation, 13th ITS World Congress, CD-ROM, 2006.
- 2) 尾松俊ほか：「地域バス情報システムの開発と導入社会実験」土木計画学研究・論文集, Vol. 25, No. 4, Page881-887, 2008.