

# スマートフォンアプリによる バスロケーションシステムの開発と試験的導入

Apprenovation

松田 佳祐<sup>1</sup>・野原浩大朗<sup>1</sup>

<sup>1</sup>熊本大学 自然科学研究科 社会環境工学専攻 博士前期課程1年

バスロケーションシステムの導入により、直接的効果として①定時制の確保が難しいバス交通問題の緩和、②バス交通の管理の容易化などが考えられる。また、これに付随して、①バス利用者の増加、②都市圏渋滞問題の緩和といった波及効果も考えられる。

バスロケーションシステムは、システムの構築、初期導入費、管理維持コスト等にハードルがあり、限定された箇所でのみの設置に留まっている。現在急速に普及するスマートフォンのアプリケーションを用いて、上記問題点を改善し、かつ、バスロケーションシステムの拡大化・簡易化を目標とし、試験的な運用を行う。

## 1. 問題・課題

### (1) 都市交通の問題点

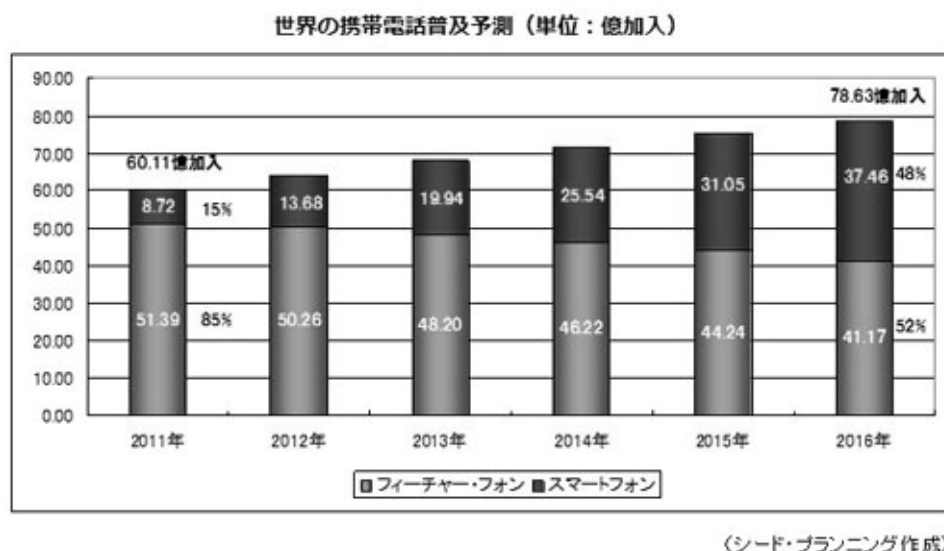
現在、全国的に少子高齢化、郊外部のOld New-town化、都市中心部の空洞化等の問題が発生し、コンパクトな都市形成が必要とされている。熊本県においても同様の問題が見られ、深刻化していくことが推察される。本県は平成19年度に人口のピークを迎え、これから先さらなる少子高齢化を迎える。それに伴い、交通分野では、交通弱者の移動手段の確保、公共交通ネットワークの充実が必要とされる。

公共交通の充実が求められている一方、現状では、これらの効率化が求められている。例えば、バス路線の細分化・延長を行うと、利用者の要望（需要）に対し、バスの運行費用（供給）が大きくなるため、需要と供給のバランスが崩壊し、運行自体が危うくなる。現在、熊本市ではバス路線のフィーダー化<sup>1</sup>・鉄軌道の充実等の公共交通に関する計画がなされている。交通サービスの充実と効率化を両立させることが今後の交通まちづくりの課題となっている。

一般に公共交通の中でもバス交通は、渋滞や事故、天候や災害といった影響を受けやすい交通手段である。それに伴い、定時制の確保が難しい、運行本数が少ないなどの問題があり、マイカー利用者からすれば、あまり便利な交通手段とは言えない。バス交通の利便性の向上は、今後の公共交通利用者を増加するために必要な要件となる。

### (2) スマートフォンの急速な普及

現在、iPhoneやAndroidを搭載したスマートフォンが急速に普及している。シード・プランニングの調査図-1によると、2011年の世界のスマートフォン普及台数は、8億7200万加入、人口普及率12%となっている。さらに、2016年末では、37億4600万加入、人口普及率49%と予測している。日本は70%を超えると予測している。



図ー１ スマートフォン普及予測<sup>ii</sup>

スマートフォンはアプリケーション（以下アプリ）を用いて、スマートフォンに搭載された様々な機能を利用することができる。アプリを用いて、暮らしをサポートすること、楽しいものにすることが可能であり、現在ユーザーも非常に多い。また、アプリはインターネットを通じて無料で大量に配布することができる。

そこでスマートフォンアプリを用いた公共交通サービスの充実を目的とする。具体的には、「バスロケーションシステム」をアプリで実現する。

## ２．目的

### (1) バス利用者の増加

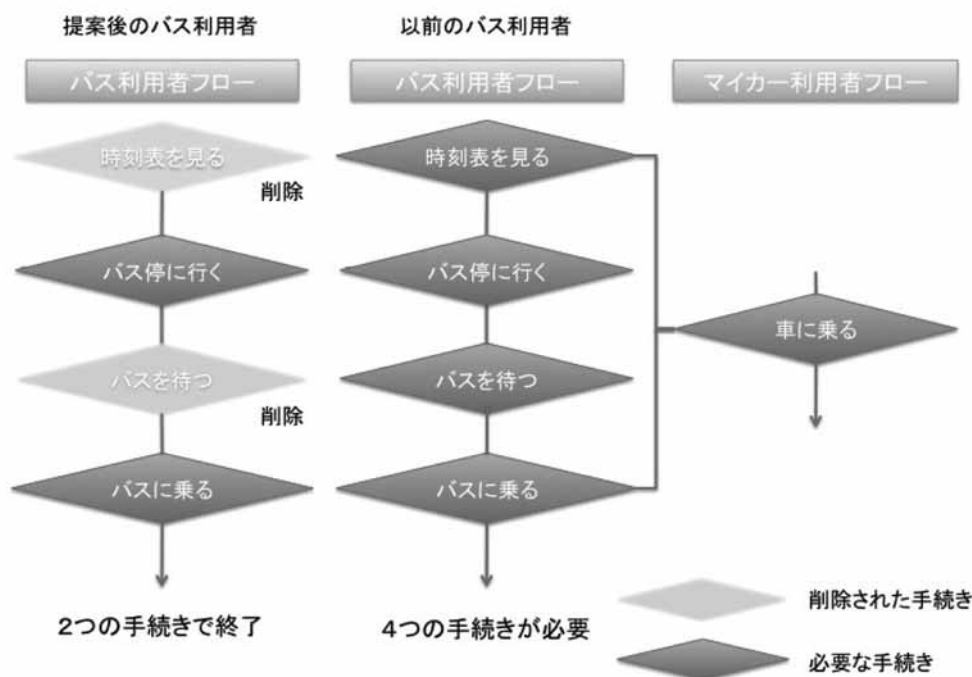
バス利用者を増やす方策として、①利便性を高める②料金を安くするの２点が考えられる。本提案では主に①について改善することを目標とする。都心部での渋滞が示しているように現在の熊本はマイカー依存による交通体系ができている。バスと車を比較したとき、バス利用の利便性の低さがネックとなり、バス利用を妨げていると考えられる。

バスを利用する際、手続きとして①「時刻表をみる」②「到着時刻前にバス停に行く」③「バスを待つ」④「バスに乗る」という手順を踏むことになる。マイカーならば①～③が排除されることになる。

まず、今回の提案が直接貢献できるのは①、③という手続きを無くせる点である。バス利用の手続きフローを図ー２に示す。

### (2) バスロケーションシステム導入のコスト削減

前述のとおりスマートフォン端末を用いれば、ほぼ無料でアプリケーションの配布が可能である。初期導入費として考えられるのは各バスに搭載するスマートフォン端末である。運用コストとして考えられるのは通信料であり、これは既存のバスロケーションの初期導入費・運用コストと比較しても大幅なコスト削減が可能になる。詳細については３章(1)・(3)で説明する。



図ー2 バス利用者の手続き

### (3) 便利なバス交通の実現

既存のバス交通の問題点として、①バスの定時制確保、②都市中心部のバスの集中が挙げられる。

- ① 今回の提案は、直接的にバス運行の定時制が確保可能になるといった提案ではない。利用者が現在時刻におけるバスの位置を知ることで、理解を促すという方策である。利用者はこれまで知り得なかった渋滞などの遅れの原因を知ることができる。またアプリによるバスロケーションシステムは場所を選ばないため、バス運行の頻度が少ない地域でも都心部の掲示板型バスロケーションシステムのようにバスがいつ来るのか、過ぎてしまったのか等を知ることが可能になる。家に居ながらバス停に何時に行けば良いのかを判断することが可能になる。
- ② 現在のバス交通は都心部バス停を同じ路線のバスが連続して通過したりと、あまり効率的ではない状況が見られる。本提案で作成するアプリはリアルタイムで全路線バスの位置確認が可能となるので、将来的には最適なバス路線の再編、リアルタイムでのバス路線の操作が可能になる可能性がある。

### (4) 効率的なバスネットワークの実現

本提案の利点はバス利用者側だけではない。バス運営会社は路線バス全線の運行状況が把握しやすくなる。将来的には、バス利用者の乗員人数などをリアルタイムで送信することも可能である。費用を出して調査を行わずとも、自社内でバス路線をより効率的に変更可能になるといったことが考えられる。

### 3. 提言内容の根拠・検証（方法と結果）

#### (1) コスト分析

現在利用されている掲示板型バスロケーションシステムの初期導入費は1台あたり約500万円～1000万円かかる。主要バス停に設置することを考えても、莫大な費用がかかることが予想される。熊本市にはバスロケーションシステムの拡大計画があり、この事業を行うと多額の費用がかかることが予想される。

従来のバスロケーションシステムの主な費用として①バス1台あたりに搭載するセンサー②道路に設置する機器（無線ビーコン）③それら機器の設置費・管理維持費が考えられる。

さらに、現状の熊本のバスロケーションシステムはGPSを使用したものでなく、無線を用いており、決まった場所でしかバスの位置を取得できないという弱点がある。新規バス路線等には新たな設備投資が必要になり、バスロケーションの拡大と共にコストは増大する。しかし、スマートフォンアプリを用いたバスロケーションシステムは、初期費用が（バスの台数）×（iPhoneの機種代金）+開発費である。開発費も限りなく低コストでできる。

以下に簡単に試算した結果を示す。はじめに、運用管理費用としては、毎月の通信料×iPhoneの導入台数である。位置情報の取得はどこでも可能で、システムの拡大に伴うコスト増大も少なく済む。次に、初期導入費を計算した。

表－1 熊本都市圏バス会社のバス保有台数

バス会社	バス保有台数(台)
熊本都市バス	112
産交バス	233
熊電バス	112
熊本バス	93
計	550

熊本の全バス会社が保有する一般路線バスにスマートフォン（最新版）搭載した場合、550台×60,000円＝3300万円である。これは全部のバスに搭載した場合であるため、実際に運行しているバスに搭載すると、費用は半分程度になることが考えられる。以上より、バスロケーションアプリの導入にはコスト削減の効果がある。

また、開発については自社開発が可能なため、開発費用低く抑えることができる。アプリの開発後、実際にアプリの利用を通して、バグや改善点が見つかる。この問題に対しバージョンアップで対応することになる。自社開発が可能な場合これらのエラーにも迅速かつ低コストでの対応が可能になる。また、ターゲット別にアプリの機能の追加や変更が可能である。バス利用者のニーズに合ったアプリを提供でき、より良いバス運行サービスの実現が可能となる。

## (2) アプリケーションの開発

今回の提案では、iPhoneを使用端末とし、バス事業者、バス利用者のそれぞれへのアプリ開発を行う。使用機器などは表－2に示す。

表－2 使用機器と費用

	名目	費用(円)	その他
対象端末	iPhone4, 4S, 5	開発者所持	iOS5.0以上
開発端末	mac book pro	開発者所持	
開発ソフト	xcode	0	
開発コスト	apple developer登録費	8400	

### 1) バス事業者向けアプリ「バスここ！」の概要

- i. 路線に応じたIDを設定
- ii. 端末内蔵のGPSを使い位置情報（緯度・経路）、時刻を取得
- iii. 取得位置にPinを置く
- iv. 緯度・経度・時刻をサーバーに送信
- v. i～ivを繰り返す

### 2) アプリケーションの設定

GPSで取得するための精度は、以下に示した大きく5つのコードに分けることができる。位置情報取得を行うバス事業者向けアプリは、ナビなどに用いられる最高レベルの精度で設定した。表－3にGPS精度の対応表を示す。

表－3 GPS精度の対応表

対応するコード	精度
kCLLocationAccuracyBestForNavigation	最高レベルの精度。
kCLLocationAccuracyBest	数m以内の誤差
kCLLocationAccuracyNearestTenMeters	10m以内の誤差
kCLLocationAccuracyHundredMeters	100m以内の誤差
kCLLocationAccuracyKilometer	1km以内の誤差

次に、位置情報を更新する距離は、distanceFilterプロパティで設定する。これは更新間隔を距離で規定したものである。表－4に更新間隔の対応表を示す。

表－4 更新間隔の対応表

対応するコード	意味
kCLDistanceFilterNone	少しでも移動すると更新
distanceFilter = 10.0f	10m毎に更新
distanceFilter = 100.0f	100m毎に更新



### 3) 利用者向けアプリ「バスどこ？」の概要

- i. バス路線に応じたIDを入力
- ii. サーバーに取得したい路線の情報のリクエストを送信
- iii. 緯度・経度・時刻のデータを受信
- iv. ピンを用いてiiiを地図に表示

### 4) 両アプリのネットワーク構造

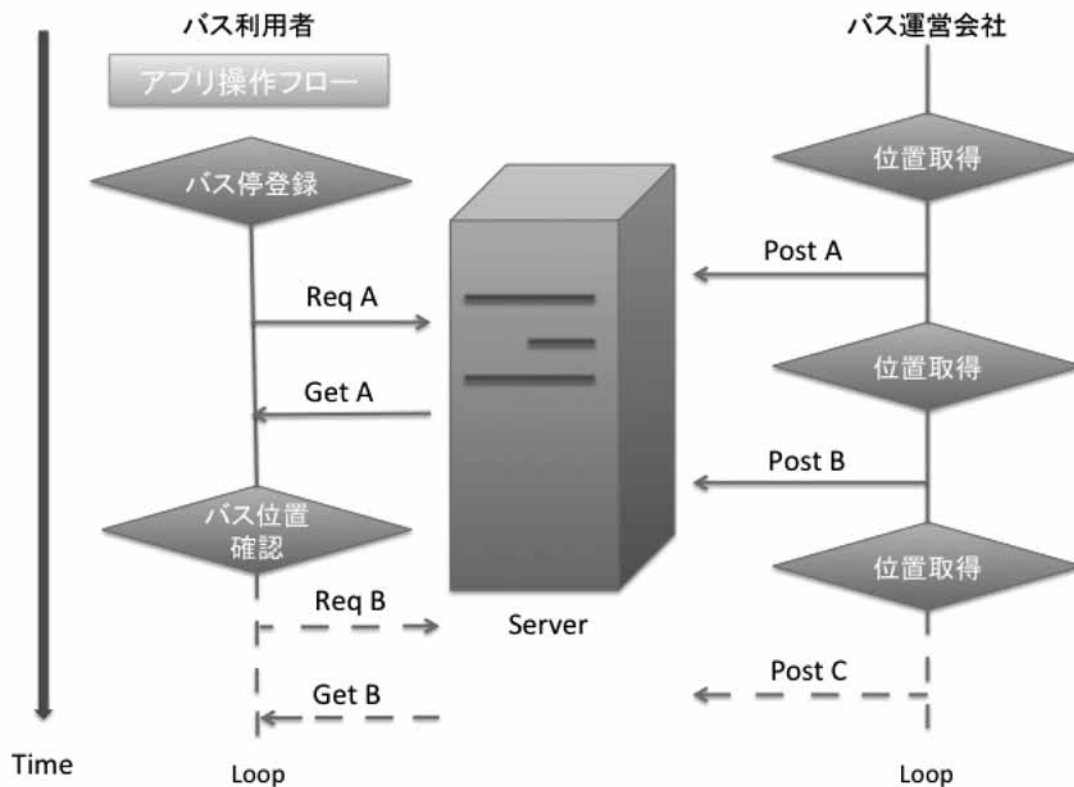


図-3 アプリのネットワーク構造

- i. アプリ「バスここ！」は位置情報を常にサーバーへ送信する (Post A,B,C)
- ii. 送信されたデータはサーバーに保管される。
- iii. アプリ「バスどこ？」利用者がサーバーへリクエストを送った際 (Req A,B,C) に、サーバーは保管した位置情報を「バスどこ？」利用者に送信する。

### (3) アプリケーション導入と試験的運用

- i. 利用者・バス事業者向けアプリを開発
- ii. アプリを2台のiPhoneにそれぞれ搭載する。(iPhone 4 S、iPhone 5)
- iii. バス事業者向けアプリを用い車（バスと想定）であらゆる道を移動。
- iv. iiiと同時に利用者向けアプリを確認する

上記の手順で試験的運用を行い、アプリが実際に有用に機能するかを検討する。

#### (4) アプリの運用結果



図ー４ 開発アプリのアイコンおよび起動画面（右はアプリ「バスどこ？」）



図ー５ アプリ「バスここ！」と「バスどこ？」の位置精度

- i. アプリ「バスここ！」の位置情報の取得精度は誤差数m以内（図ー５）
- ii. アプリ「バスここ！」の更新頻度は設定通り約10m間隔で途切れず更新した。
- iii. アプリ「バスどこ？」は移動する車の位置をタイムラグ数秒で取得可能。
- iv. 両アプリにバグ、クラッシュ等は無かった。
- v. バッテリーの減りに関しては以下の表ー５に結果をまとめる。「バスここ！」に関しては最高精度での位置取得なので電源接続が必要。「バスどこ？」に関しては通信回数に応じて変化するが、バッテリーの負担は非常に少ないと言える。

表－５ バッテリー消費の比較

アプリ	実験時間	更新回数	バッテリーの減り	主な機能
バスここ！	55分	常に更新	17%	最高精度のGPS機能
バスどこ？		高頻度の通信	9%	通常のネット回線(3G)

以上の結果より、本アプリは正常に動作し、かつ十分な精度をもってバスロケーションシステムとして運用可能であると考ええる。

#### ４．提言内容

スマートフォンアプリを用いてバスロケーションを実現させる。

バス１台につきiPhoneを１台搭載する。バス事業者向けアプリ・バス利用者向けアプリをGoogle Play, App Storeで配布する。

#### ５．考察

##### (1) 今回の提案で期待される効果

###### i. バス利用者

バスの運行情報がリアルタイムでスマートフォンから確認できるため、バス停での待ち時間の減少が考えられる。これにより、バス停で待つ時間を他の活動に有効利用できる。また、バス利用者のストレスの原因に、「バスが過ぎたかどうか分からない」ということがある。この問題にもバスの位置がリアルタイムで視覚的に分かるため、バスが過ぎたかどうか分かり、利用者に快適なバス利用が可能となる。結果として、利用者の満足度が高くなり、バス利用者の増加が予想される。

###### ii. バス事業者

バス事業者は、リアルタイムでバスの運行情報を入手できる。渋滞箇所や各バス停での停車時間の把握ができることから、主要道路の混雑状況に応じ増便等の臨機応変な対応が可能となる。また、バスの運行情報からバス会社独自の運行スケジュールを設定できる。バスの利用者の増加、さらなるサービスの提供へと展開できる。

##### (2) 将来的に期待される効果

バスロケーションアプリの拡充が実現すれば、交通手段がマイカー利用からバス利用へ転換することが期待できる。これは、自動車交通で問題となっている渋滞やCO<sub>2</sub>排出の抑制へと繋がり、人と環境に優しい交通体系ができる可能性がある。

##### (3) 将来的な拡張性

i. 乗車券とのデータをリアルタイムでリンクさせ、乗車人数の把握ができるようにする。これは、バス利用者が込んでいるバスを避け、空いているバスを選択できる。特に、高齢者や妊婦、子供連れの親にとっては利用時の負担の軽減となる。

ii. Androidスマートフォン対応アプリの開発。

iii. バス利用者の位置情報から周辺のバス停を表示させ、目的地に応じて色分けすることによって、効率的なバス利用が実現できる。



- iv. 簡易版と詳細版を開発する。簡易版は3つ程度の普段利用するバス停や路線を登録し、通勤・通学時と帰宅時に使用できるアプリにする。詳細版は熊本都市圏のバス運行情報すべてに対応し、他の公共交通機関とも連携させて乗り換え等も把握できるアプリにする。
- v. 両アプリを乗った後も利用可能にするために、その他の乗り換え情報や新幹線の情報などが見ることができるようにする。その他の公共交通機関の一体的なサービス向上・充実を図る。

#### (4) 実現可能性

GPSを利用して行動軌跡を取得アプリは完成している。実際に熊本都市圏パーソントリップ調査にも使われた。バスロケーションアプリは、このアプリの改良版であり、実際に機能を実装したバス事業者専用の更新アプリとバス利用者専用の閲覧アプリは今回開発した。

設置型バスロケーションシステムをバス停に設置するにはバス停の設置場所の見直しや変更、新たな計画が必要になる。今回の提案はこれらを妨げる上、莫大な設置費用や維持管理費もかけずに済む。バスロケーションアプリは、いつでも、どこでも見ることができ、バス利用者が少ない路線のバス停などでも、きめ細かく同様のサービスを提供できる。

謝辞：今回のシステムの着想、開発の支援に際しまして、熊本大学政策創造教育研究センター円山琢也准教授には多大な協力を頂きました。ありがとうございました。実験の協力・プレゼンテーションには同研究室の4年生富士祥輝君、井村祥太郎君に協力いただきました。何より本提案のきっかけとなるコンペを企画していただきました政策創造研究教育センターの皆様にご心から感謝の意を表します。

#### 注

- i 幹線（主に鉄道を指す）と接続して支線の役割をもって運行される路線バス、ないしその路線をいう
- ii iiiと同様

## Trial development of bus location system by smartphone app

Keisuke MATSUDA, Koutaro NOHARA

By introduction of bus location system, users can get information of bus running and bus operation system will be made easier. In addition, the number of bus users will increase and urban traffic congestion will be reduced. However, there is a drawback of existing system, the initial installation costs, maintenance costs is high, so bus location systems are installed only in the limited area. We develop an application of smartphones which overcomes the above-mentioned problems, and aims at extending a bus location system.