

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560635

研究課題名(和文) 持続可能な生活モビリティ確保のためのICTの開発

研究課題名(英文) Development of ICT support system for sustainable regional mobility

研究代表者

坂本 邦宏 (SAKAMOTO, Kunihiro)

埼玉大学・理工学研究科・非常勤講師

研究者番号：20282428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：生活モビリティ確保のためのICT(情報通信技術)の開発として、事業者のための運行計画の策定支援システムとして課題の解決状況や、ポジティブな状況を発見するICT支援システムを開発した。利用者のためのICTとしてはSNS(ソーシャルネットワークサービス)の利活用を試行して、事業者側からの適切な情報発信の重要性を確認した。

研究成果の概要(英文)：Author has developed ICT (Information & Communication Technology) support system for bus service operator to make and check bus operation plan, and find positive/good information. Through trial of SNS (Social Networking Service), it is clear that early information(s) from bus operator is one of the most important for bus user.

研究分野：交通計画

キーワード：路線バス

1. 研究開始当初の背景

市民の生活の足としての生活路線バス(乗合バス)は、貸切バス事業(2000年)と乗合バス事業(2002年)の規制緩和以降、衰退が加速している。乗合バス事業の「不採算路線の欠損を採算路線の収益で埋める内部補助スキームを否定し、採算路線の活性化を図るとともに、地域にとって必要な路線は地域自らが確保するスキームへの移行」を意図した規制緩和は、貸切バス事業者の参入は加速させたが、乗合バス事業の衰退を招いた。多くの不採算地域では減便によって利用者離れがさらに加速するなど、市民の足となるべきバス交通は「衰退のスパイラル」に陥っている。この現状を黙認すれば、過度に移動を自動車に依存する交通環境に移行せざるを得なくなり、市場原理の中では基本的人権としてのモビリティ確保が困難になってしまう。また公的補助、福祉としてバス交通を運営する地方自治体にも大きな負担が発生し、我が国が目指す成熟した社会構造とはかけ離れてしまう。

こうした中、交通計画分野では、公共サービスや福祉としてのバス交通の制度や方法論の提案や、DRT(Demand Responsible Transport:いわゆるデマンド・バス)などの新しい乗合バスサービスの提案などが行われてきた。また、都市圏を対象とした最適バス路線網策定モデルの研究なども実施されてきているが、モード間(鉄道とバス等)のみならず、バス事業者間でもその利用をユニバーサルなものにするICT(Information and Communication Technology:情報通信技術)の高度化は、都市部における複雑な移動を助ける乗換案内サービスなどの一部にとどまっている。いまだに、悪天候の非市街地バス停で高齢者が長い時間バスを待っている風景は珍しいことではなく、高齢者や過疎地居住者、IT弱者等の生活モビリティを向上させるICTは必要不可欠なものであると思われる。特に、事業者や事業種ごとに情報サービスが異なる点は、海外事例からも大きく学ぶべきことが残されている。

一方、乗合バス事業者は、GPS(Global Positioning System)によるバスロケやICカード料金支払いシステム、車内カメラなどの導入により、ICTそのものや獲得データの技術的視点からは提供サービスのマーケティングが可能なレベルに達している。しかし、運行サービスの品質管理や路線・ダイヤ計画の見直しに、積極的にこれらの技術・データが利用されたという事例は極めて限定的である。生活モビリティの維持が問題となる非都市部の運行においては、車両の大きさ、路線・バス停位置の見直し、DRTのシステム設計などには、利用者需要予測の重要なデータとして活用の可能性は非常に高い。また危険運転の有無や乗務員の対応など運行サービスの人的品質管理や、早発や遅延といった最も基本的な運行品質管理にも活用の可能性

も高い。以上のように、事業者が持つICT及びデータをどのように活用すべきかの議論も残されている。

さらに、近年世界的にも利用者が増加しているソーシャルネットワークやWEB2.0の思考(情報の相互提供・利用)による、従来のクライアント・サーバ形式の情報技術と異なるICTが発展している。大規模なサーバを必要とせず、システム設計も柔軟であり、さらに情報利用者が自ら情報を収集・提供することで運用コストが大幅に削減されるという有用性を持っている。

2. 研究の目的

少子高齢化・人口減少など社会構造の大きな変化が既に生活スタイルにも入り込んでいる我が国では、地域モビリティの維持・確保・向上が大きな課題となることは明白であることから、生活モビリティ(国際間、都市間の移動ではなく、日常的な生活活動範囲での移動・旅行を意味する)の維持・確保・向上に資するICTを開発することが目的である。

3. 研究の方法

生活モビリティの実態分析としては、様々な社会構造変化を背景とした、生活モビリティの現状と課題を整理する。既存公共交通事業者の収益性や市民の移動性、ICTの利用需要等について調査を行った。

生活モビリティの維持・確保・向上のための事業者用ICTの開発については、研究代表者が他の科学研究費で構築をおこなったGPSやICTを最大限活用したバス運行・管理データのバス運行知識データベース(ナレッジ・データベース)を実際に活用し、知識データの活用の限界や課題を整理し、事業者が利用するにあたっての技術的課題の整理を行った。まず運行計画(ダイヤ)と車両、運転手をマッチングさせる運行管理システムを構築し、人の能力に依存してきた日常業務のシステム化を試みた。例えば、ダイヤと運行の時間差を用いた遅延の指摘、速度データを用いた危険運転の指摘、バス車内の画像記録を用いた運転手の不正行為防止・教育システム、他事業者や他事業種(バスと鉄道など)の情報連携などへの発展可能性を探った。また、運行計画の策定支援システムについても、運行改善の成果や利用者が多い区間・バス停などのポジティブな情報を見える化するシステム開発を行った。

生活モビリティの維持・確保・向上のための利用者および支援者用ICTの開発については、事業者側のモビリティサービスだけではなく、不足しているサービスを情報コンテンツでどこまで補完し、生活モビリティを確保できるのかを検討を行った。例えば、利用者用のアンケートフォームの汎用的な検討や、観光行動などに代表される移動について情報交換・提供を利用者側から容易に提供でき

るプラットフォームの可能性、ロコミ情報を交通事業者の運行管理や品質管理に用いることによる ICT 維持管理コストの削減などを探った。

4. 研究成果

研究な主なフィールドとしては、従前から共同研究を実施してきたイーグルバス株式会社が運行する埼玉県日高市及び飯能市の「日高・飯能路線」、埼玉県ときがわ町の「ときがわ町路線バス」、埼玉県東秩父村の「東秩父路線バス」が挙げられる(図1)。これらの路線は全て道路運送法で定められる「一般乗合旅客自動車運送事業(路線バス)」である。

まず、路線バス利用状況と社会的要因の関係を探った。人年齢属性別の人口構成の予測によると、生産年齢人口と呼ばれる15~64歳の年齢層が急激に減少し、その急激な減少が2060年頃まで継続することがわかる(図2)。通勤や通学といった公共交通を最も利用する年齢層が、ピークであった1995年から2015年の20年間で1,044万人も減少していることは、路線バス事業の維持確保を考える上で常に認識しなければならない現実である。

また、路線バスの利用人数については、1970年のピーク以降、徐々に利用者数が減少してきている。言い換えると、1960~70年の10年間で増加した分を、1970~2010年の40年間で減少してきたといえる。そして1970~90年の前半20年間はモータリゼーションの進展によりバス利用者が減少し、1990~2010年の後半20年間は、モータリゼーション進展は上げ止まりを見せたが、今度は生産年齢人口の減少と同期するようにバス利用者が減少してきている(図3)。そして、前述したように今後も生産年齢人口の減少が継続することが予想されていることから、これまでのバス事業のあり方(モデル)では、生活交通を維持することが困難であることが明らかである。



図1 研究対象路線(出典:イーグルバスWEBサイト)

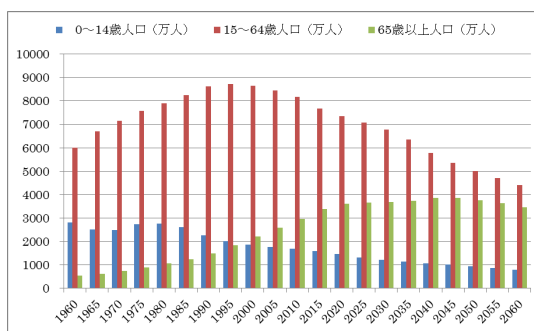


図2 年齢属性別人口数(国土交通白書から作成)

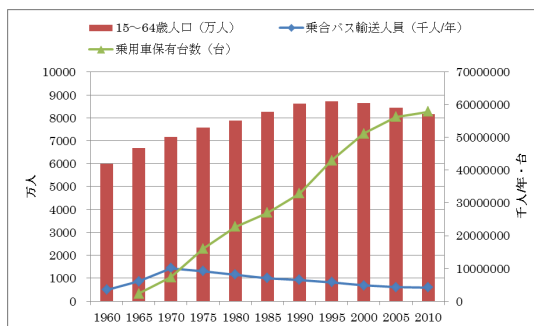


図3 乗合バス輸送人員と乗用車保有台数及び生産年齢人口(国土交通白書から作成)

乗合バスの移動・モビリティに関する分析として公開されているデータについて実用的に入手できるデータソースについて調査を行った。GIS基盤データとしては国レベルのバス停緯度経度情報データの可用性についてパソコンだけではなくタブレット端末やスマートフォンなどのモバイルデバイスで確認されたデータを独自データベースシステムへ展開し汎用的な利用についての条件整理を行った。例えば、国が整備した「国土数値情報 バス停留所」データでは、「全国のバス停留所の位置(点) 名称、区分(民間路線バス、公営路線バス、コミュニティバス、デマンドバス)、事業者名、バス系統」がまとめられており、既にアンドロイド用アプリ等に展開されているが、バス停留所の情報が原則平成22年夏の時点から更新されおらず、廃止や少なからずの新設についてはバス停位置でさえ容易に展開できるものではなかった。「国土数値情報 バスルート」も曜日別の運行頻度(10本/日など)はデータベース化されているが、情報収集は平成22年の一度きりであり、ICTデータとしてそのまま活用できる精度は低い結果であった。一方、民間地図会社や交通情報提供・検索サービスプロバイダによる情報の収集と提供は、バス事業者からの積極的な情報提供を背景として、情報精度や鮮度が大幅に向上し、2014年度末時点で既にバス同士の乗換を含めた検索が可能となっている。ただし、主なバス情報はバス事業者からの提供情報によるため、全国一律可能ではないが、近い将来、路線バスやコミュニティバスを含めた情報

検索は民間サービスとして完全に普及するレベルまで飛躍的に整備が進むことが想定された。一方、バスの利用は、自宅から駅や施設、また降りた駅から観光地や施設への移動手段であり、あくまで派生需要であることから、Google社のサービスに代表されるように、「バス停～バス停」間の移動ではなく、「出発地～目的地」間の検索が行え、利用者の希望に添った検索結果としてバス同士の乗換を含めた経路・手段が提供されることが望ましいであろう。

人と交通サービスのモビリティを可視化させるために、バス利用者や路線沿線住民のアンケート手法の改良、および改良した手法による実際のバス路線への調査を実施した。WEBベース調査方法（ネットアンケート）の改善は、運用管理が容易な新たなサーバソフトを導入して、日本語のインターフェースを設計した（図4）。しかし、対象とした利用者や地域住民のネットへの参加意欲は一定数あるが、実際に実施してみると参加率が低いことから、実際の住民参加の場などを活用して実証的に高めていくことが必要であり、今後の研究課題となった。

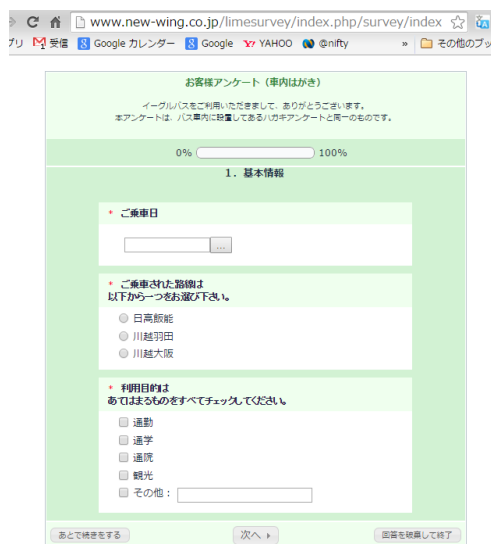


図4 バス利用者用 WEB アンケート画面

生活モビリティの維持・確保・向上のための事業者用 ICT の開発として運行管理に関する知識データベースを設計開発して、試験的に運用した。事業者が実際に実務で運用することで、事業計画策定の支援における容易性・説得性を向上させる機能拡張の有効性を検討した。運行計画適正化と事業適切性については、事業適切性の判断根拠となるコスト分析を継続的に実施したが、やはり十分に効率的であるという根拠を統計的には確認できなかったことから、判断基準についての考え方自体の再検討が今後の課題である。

蓄積された大量の品質データ（遅延等）については、まずその精度向上を図るために、

タブレット端末及び MDVR（車内カメラ）を車内に導入して運行情報の収集精度向上やバス車両と運行管理者の双方向情報交換を試みた。GPS による位置情報や通信環境については問題なかったが、運転士が車両の運転操作以外のオペレーションをすることが運行の安全性を低下させる可能性が否定できず本格運用には至らなかった。また市販のタブレット端末ではバス車内の過酷な環境に十分対応できず故障等も多発した。車両の環境として気象センサー（温度等）の導入も試みたが結果は同様であり、車載用機器の選定や運用については大きな課題を残す結果となった。

運行支援の ICT システムに対しては、改善された成果把握のためのポジティブ情報を分析するシステムを開発した（図5）。従前の運行支援 ICT としては、運行上の課題や問題点、つまりネガティブ情報の発見機能でしかなかった。例えば、時刻表よりも5分以上遅延があるバス停や、利用者が1日で1人以下の低頻度利用のバス停などを発見する機能である。これらのネガティブ情報は、改善候補の発見には有用であったが、それらを改善した運行計画の効果把握には不適であった。そのため遅延が改善された区間や人員が増加して利用人数が多いバス停など、ポジティブな改善結果を発見出来る機能を追加した。この機能により課題解決過程と成果が「見える化」されることでより効果的な検討が可能となった ICT 支援システムとなった。

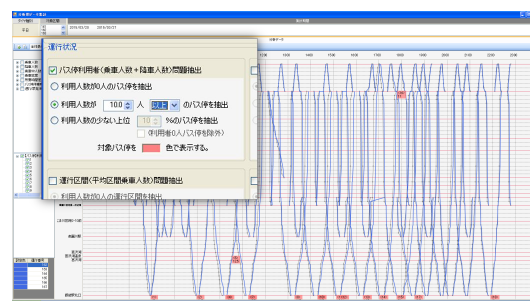


図5 問題発見支援機能へのポジティブ検索機能の追加

利用者視点の ICT としては、実際の路線を対象とした SNS (Facebook ページ、Twitter) を 2012 年から試行し、2013 年からは本格実施した。アクセスログの解析からは、平常時は概ね好意的・利用促進の情報提供が多く、ネガティブな情報は限定的であったが、荒天時や周辺道路が混雑して遅延が発生した場合などは、急激にネガティブ情報の率と量が増加することが確認された。この利用者のネガティブ情報は、運行側からの返信や積極的な情報提供・説明を行うことで大きく減少させることも確認した。利用者の満足度がコミュニケーションとして ICT を活用することで変化できる可能性を確認できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

谷島賢、坂本邦宏、「見える化」によるバス事業改善の取り組み -社会的企業をめざして-、運輸と経済、Vol.74-4、2014、査読無

谷島賢、坂本邦宏、路線バス事業改善とコンパクトシティ、新都市、Vol.68-9、pp.51-55、2014、査読無

[学会発表](計1件)

谷島賢、坂本邦宏、大江展之、久保田尚、継続的なバス運行改善実施路線における新たな路線維持手法に関する研究、第46回土木計画学研究発表会・講演集、2012年11月3日、埼玉大学(埼玉県、さいたま市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂本 邦宏 (SAKAMOTO Kunihiro)

埼玉大学・大学院理工学研究科・非常勤講師

研究者番号：20282428