

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月20日現在

機関番号：12401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21760394

研究課題名（和文）ナレッジ・データベースを用いた路線バスの再生

研究課題名（英文）Knowledge Database for Regeneration of Fixed Route Bus System

研究代表者

坂本 邦宏（Sakamoto Kunhiro）

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：20282428

研究成果の概要（和文）：

路線バス事業のモデル分析として、GISを用いた利用者需要推定方法の高度化と実際の路線におけるモデル適用可能性を探った。バス情報のナレッジ化については、乗降客数と運行遅延（早発を含む）をダイアグラムとして表示するシステムの独自開発と高度化を行い、運行の課題を自動的に発見する「課題発見機能」の開発をおこなった。

研究成果の概要（英文）：

Author developed advanced bus passenger estimate model with GIS and investigated application of developed model for real bus service. As knowledge database of bus operation, author developed original application which include not only drawing system about passenger number and bus operate condition as diagram but also automatic problems finding function about bus operation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：土木計画学・交通工学

科研費の分科・細目：若手研究 B

キーワード：バス、見える化、GIS

1. 研究開始当初の背景

市民の足としての乗合バス事業（路線バス事業）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。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して基本的人権とし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、我が国の今後の乗合バス事業のあり方については、議論が始まったばかりと言えが、議論の中でも、乗合バス事業の旧態依然とした経営・運行管理構造が問題視されることは多く、主に複雑な労組問題を制約条件として、事業スキーム転換を目的とした規制緩和以降も、改善が加速される動きがないことに当惑させられる。乗合バス事業者は、ほぼ一世紀に渡ってバスサービスの品質保証を怠ってきたと言える。貸切バス事業のような高い収益性を持つ事業からの補填や、公的運営補助を前提とした経営・運営構造、さ

らには非合理的な“カン”に依存した運行計画策定に代表されるように、サービス提供者としての品質管理の視点を持っていなかったのである。また、事業者自身がこれらの課題に真正面から取り組んでいないことが問題である。これは、公共交通と言われる「公共性」をもった事業であることに甘えて、当事者意識が低かったとも言えるが、そもそもこのような構造を許してきた制度や社会構造自体にも問題があったことから、有る意味やむを得ないとも言える。しかし、このままの構造では、乗合バス事業は近未来に採算性の確保できる大都市部を除いて消え去る運命にある。また、一部は人件費削減といった経営努力によって存続は試みられるかもしれないが、安全運行を担保する人件費を限界以上削減することは、サービス業として適切とは言い難い。乗合バス事業が、将来の我が国に不要なサービスと断定することは時期尚早であろう。

2. 研究の目的

本研究では、まず様々な社会構造変化を背景としたバス事業の課題を整理し、公共交通機関としての路線バス事業の成立条件について、事業者の収益性や土地利用条件を含めたモデルをアンケート調査等によって構築する。また、GISを援用してバス事業がどのような条件下で成立するかの地域分析を行う。

また、GPSやITを最大限活用し、バス運行・管理データを容易に蓄積可能なデバイスを設計・開発する。またそれらから獲得できる記録を蓄積することで、バス運行知識データベース（ナレッジ・データベース）の構築を行う。その際は、実際にバス事業者が利用するにあたっての技術的課題の整理を行う。最も基本的なナレッジとしては、バスの位置と乗降データ、車内状況をセンサー感知として、運行状況を記録・管理する。データベースを生かすためには、蓄積されたデータをどのように提示・レポートさせるかがキーである。バス事業の「見える化」とは、単なる収支バランスではなく、提供するバスサービスと利用者満足度などを含めたレポート機能を設計する。今そこにある問題がわかりやすく管理者にレポートされることで、これまでの運転手まかせのサービス管理が改善されることにつながる。

また、ナレッジ・データベースに、さらに「サービスレベル・収入・収支」を統合することで、公共交通としての最適な運行計画システムを検討する。開発した運行ナレッジ・データベースによるバス・利用者の実態データ整理を行った上で、その有効性については実フィールドによる実証実験によって検証を行う。

3. 研究の方法

研究代表者は、埼玉県内の路線バス事業者と継続的な共同研究を実施しているため、本研究においても、共同研究で得たデータの提供を受けることの承諾を得た上で、実態調査や詳細な実データに基づく研究実施を行った。

4. 研究成果

ここでは、研究の主なフィールドとなった埼玉県の日高市及び飯能市のバス路線である「日高飯能路線」を対象とした研究成果を掲載する。

日高飯能路線は日高市内2つの団地と3つの鉄道駅を結ぶ路線であり、利用者数は平日約800人、休日約700人の郊外路線である。2006年に大手バス会社が赤字を理由に撤退した後、共同研究を実施しているイーグルバスが引き継いでいる。

本研究では、まず事業者側の視点からサービス改善の一手法として乗車人員のより多く見込めるバス停位置・バス路線を検討するためにバス停乗車人員予測モデルを作成した。このモデルの重要な構成要素である歩行可能な距離の限界値については、これまでほとんど研究がおこなわれていないものであった。自治体や既往研究でバス停勢力圏の概念を用いる場合、歩行可能距離の限界値については例えばアンケート等の主観的データに基づく予測をもとに決定されている。また「歩行可能時間5分、歩行速度60m/分（高齢者）」などと仮定を置いて、歩行限界距離を定める事例も多い。歩行限界距離の根拠が示されていないものもあるが、「一般的にコミュニティバスでは半径300m、過疎地域では半径500mとして用いられることが多い」などの経験則をもとに決定している場合もある。そのため、本研究では歩行限界距離について対象地域において根拠を持ったバス停勢力圏を定めた。

配布時に配布住居の場所をコード化して記録することで、回答者の居住地を特的できるアンケート調査を実施し、居住位置とバス停位置の関係からバス停までの歩行距離を計測してバス停勢力圏を決定した。分析対象は非通勤通学者であり、年齢構成は50歳以上が約83%、利用頻度は週2回もしくは月2回程度が平均的であった。各世帯からバス停までの距離の計測にはGIS (Arc View 9.3.1)を用い、直線距離ではなくネットワーク距離を計測した。結果として地区対象内バス停7か所のうち、系統の始発/終着となりうる2バス停において、他の通常バス停と比較してバス停勢力圏が拡張する傾向が観測された。そこで高麗川団地内のバス停について、始発/終着バス停とその他のバス停を区別し、バス停までの距離を集計した結果、バス停までの距離500m以上700m未満の区域において通

常バス停ではバス利用者がほとんどいないのに対し、始発/終点バス停では利用率が下がっていないことがわかった。またバス利用者の利用バス停までの歩行距離の最大値は始発/終着バス停、通常バス停でそれぞれ643.2m, 674.2mで同程度であったが、中央値は281.6m, 185.7mであり始発/終着バス停のほうが約100m大きいことが判明した。以上から、本研究では始発/終着バス停と通常バス停を区別し、計測した歩行距離の95%タイル値である561.0m, 343.0mをそれぞれのバス停勢力圏距離とすることとした。また、2009年度実施OD調査から利用者の約83%が鉄道駅までの移動に利用していることがわかっているため、全ての乗客の目的地は鉄道駅であると仮定してモデルを作成した。

モデルは説明が容易な重回帰モデルを選択した。変数は人口について総人口、世帯数、生産年齢人口、高齢人口、高齢化率を、バスサービスレベルとして運行本数、路線長、最短距離と路線長との比を考慮した。全ての変数が有意であり、かつ自由度調整済み決定係数を大きくしうるモデル式として、生年人口、高齢人口、運行本数、駅までの距離をパラメータとするモデル式を、通勤時間帯モデルと非通勤時間帯モデルで推定した。決定係数は0.656, 0.623であり、説明力のあるモデルであると言える。これまで慣例的に用いられてきた半径500m, 300m勢力圏内人口を用いた場合の決定係数は通勤通学時間帯と非通勤通学時間帯でそれぞれ0.623, 0.520であり、本研究において計測可能データに基づいてバス停勢力圏を決定した結果、特に非通勤通学時間帯モデルの精度向上に大きく貢献したことが確認できた。

推定したモデルを用いて実際のバス路線におけるバス停位置の検討を実施した(図1)。モデルを用いて実際の路線について乗車人員を予測した結果、仮想の新設路線において全体として乗車人員が増加する可能性が示された(表1)。特に特定のバス停において新規の利用が見込めるが、これはバス停を移動させることで鉄道駅からバス停までの距離が結果的に延長され、これまでバスを使っていなかった居住者の需要を拾うことができたと考えられる。本路線は現状で1日約800人の利用のため、仮想路線への変更による人数変化は少ないが、乗車人員数で見れば約3.7%の増加が期待される結果が推定された。

また、バス運行データの見える化については、レポートシステムと問題発見機能の追加により、実際に2回のダイヤ改正に活用を行った。レポートシステムを用いた運行の見える化により、ダイヤの遅延時間を見る化し、抽出箇所についてピッチ(時刻表)の修正により定時性を改善した(図2)。また同シ

テムを用いることで、利用者数が少ない区間を見える化して、利用者の利便性に影響を与えない便について運行を削減した(図3)。この際まず基準値として最低乗車中人員を決定した上で、基準値を下回る便について利便性に影響を与えない便として実際のダイヤ改定の根拠とした。

ナレッジベースを活用してダイヤ改善を実施した結果、日高飯能路線では実際に利用者が増加傾向となった(東日本大震災直後は運行便数を減らしたため利用者が一時的に減少)。一般的に言われている「収支悪化→サービス低下→利用者減→収支悪化・・・」という負のスパイラルを打ち切り、利用者・収益増加に繋がることを実際の事例で確認した実証的研究成果を得たと思われる。



図1 現状路線(左)と仮想新設路線(右)

表1 現状路線と仮想路線の乗車人員比較

バス停名	通勤・通学時間帯		非通勤・通学時間帯	
	現状	仮想	現状	仮想
一条通り	0	0	3	3
ひだか団地入口	0	-	0	-
中宿	0	-	0	-
高萩橋	3	4	2	3
新・ひだか団地入口	-	6	-	7
新・中宿	-	1	-	1
合計	4	11	6	14



図2 運行遅延箇所の抽出機能

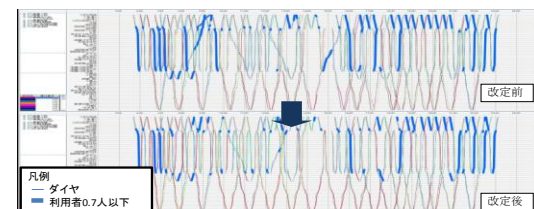


図3 ダイヤ改定前後の乗車人数の比較

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1件)

- ①谷島賢、大江展之、船戸諒子、坂本邦宏、久保田尚、路線バス事業におけるPDCAサイクルの実践的研究、土木学会論文集 D3、Vol.67 No.5、pp.I_987-I_999、2011、査読有

〔学会発表〕(計7件)

- ①谷島賢、大江展之、坂本邦宏、久保田尚、PDCAサイクルの複数回実施による路線バス事業の運行改善に関する研究、第44回土木計画学研究発表会・講演集、2011年11月26日、岐阜大学
- ②船戸諒子、坂本邦宏、谷島賢、山岸純一、久保田尚、バス離れ地域における利用者数増加を目的としたバス停位置の検討 -日高・飯能地域の分析-、第44回土木計画学研究発表会・講演集、2011年11月26日、岐阜大学
- ③坂本邦宏、栗田庸、谷島賢、路線バス再編の効果と住民意識変化 -ときがわ町地域公共交通総合連携計画-、第44回土木計画学研究発表会・講演集、2011年11月25日、岐阜大学
- ④大江展之、谷島賢、坂本邦宏、久保田尚、乗合バスについての衰退スパイラルからの回復可能性に関する研究、第42回土木計画学研究発表会、2010年11月21日、山梨大学
- ⑤ Ryoko Funato、Kunihiro Sakamoto、Hisashi Kubota、GIS BASED ESTIMATE MODEL OF BUS STOP PASSENGERS、WCTR 2010、2010年7月11～15日、ポルトガル(リスボン)
- ⑥船戸諒子、坂本邦宏、谷島賢、山岸純一、久保田尚、GISを用いたバス乗車人員予測モデルに関する研究～高齢化する集合住宅地域の事例分析～、第40回土木計画学研究発表会・講演集、2009年11月21日、金沢大学
- ⑦谷島賢、坂本邦宏、船戸諒子、久保田尚、路線バス事業の可視化に関する実践的研究、第39回土木計画学研究発表会・講演集、2009年6月14日、徳島大学

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・准教授

研究者番号：20282428