

オフピーク時に配慮した幹線支線型バス路線網 のサービスのあり方に関する研究

蔣 羽晨¹・中村 文彦²・田中 伸治³・松行 美帆子⁴・有吉 亮⁵・三浦
詩乃⁶

¹学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府

(〒240-8504 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: jiang-yuchen-yp@ynu.jp

²正会員 横浜国立大学理事・副学長

(〒240-8504 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: nakamura-fumihiko-xb@ynu.ac.jp

³正会員 横浜国立大学准教授 大学院都市イノベーション研究院

(〒240-8504 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: stanaka@ynu.ac.jp

⁴正会員 横浜国立大学教授 大学院都市イノベーション研究院

(〒240-8504 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: mihoko@ynu.ac.jp

⁵正会員 横浜国立大学特任准教授 大学院都市イノベーション研究院

(〒240-8504 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: ariyoshi-ryo-gd@ynu.ac.jp

⁶正会員 東京大学特任助教 大学院新領域創成科学研究科

(〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5 丁目 1-5)

E-mail: shinomiura@gmail.com

新潟市では従来の路線バスを基幹系統と支線系統に分け、運行の効率化が進められてきたが、かえって利用者に不便をもたらし、利用者数が減少している。特にオフピーク時において、ピーク時対応の「新潟新バスシステム」では、増加しつつある私用目的の交通需要を十分配慮できていないと考えられる。そこで本研究では、オフピーク時において、幹線バスと支線バスの使い分けによる利用頻度の変化に着目した。このため、新潟市新バスシステムを対象に、バスの利用頻度予測モデルを構築する。さらに運行路線・頻度・運賃ごとにシナリオを設計し、交通需要を分担することで、幹線/支線バスのあり方について分析する。それを踏まえ、事業者側と利用者側それぞれのニーズに対して、オフピーク時において費用対効果が高いバスシステムを明らかにする。

Key Words: *off-peak, arterial bus, feeder bus, frequency forecasting, cost performance*

1. はじめに

現在日本が抱えている交通課題に対して、地域公共交通ネットワークの再編計画を策定する際、重点の一つとして、従来の路線バスを基幹系統と支線系統に分けるバス路線再編事業が近年進んできた。その中、バス利用者減と路線廃止が繰り返される負のスパイラルから脱去するために、2015年9月、新潟市では「新潟市新バスシ

テム」が導入された。当システムでは、幹線区間の重複運行を減らし、路線長を短くし、定時性を向上させた。それにより生じた余剰車両を支線に回すことができ、運行の効率化が進められてきた。

しかし、この「新潟新バスシステム」によって生じた幹線と支線バス間の乗り換えが、かえって利用者に不便をもたらし、2019年からまた利用者の減少傾向が見られてきた。

一方、従来の公共交通計画の枠組みでは、朝夕のピーク時における交通需要に応じて再編を行っているが、昼間時や休日などのオフピーク時には、乗車率が低く、有効に活用されていないと言える。しかしながら、新潟都市圏で買い物・食事・通院・レジャーなどの私用目的による交通が増加しており外出率が高まるなど、人々の移動目的や手段は変化している。特にバスサービスレベルに対して、朝夕より日中の運行頻度に不満が多く、これまで昼間時において1時間2本にすぎない、ピーク時対応の「新潟新バスシステム」では、このようなニーズに十分配慮できていないと考えられる。需要喚起のため時間帯別/平日土日別でより細かなサービスを提供すべきである。

このような背景から、本研究では、新潟市新バスシステムを対象に、幹線バスと支線バスの使い分けで利用低減がより顕著化してきたオフピーク時において、地域住民の行動パターンによるバス利用予測モデルを構築する。さらに、構築したモデルを用いて、運行路線・頻度・運賃ごとにシナリオを設計し、交通需要を分担することにあたり、幹線/支線バスのあり方について分析する。それを踏まえ、事業者側と利用者側それぞれのニーズに対して、オフピーク時において費用対効果が高いバスシステムを明らかにする。

2. 既往研究の整理

バスシステムの効率性、バス利用意図の予測に限らずバスの輸送問題に関する研究が多数見られる。新田ら¹⁾はコミュニティバスの導入にあたり、交通手段別の外出者数、サービスレベル別のバス転換者数、外出頻度を考慮したバス利用者数の予測を行い、順序付きロジットモデルによる利用頻度選択モデルと数量化理論Ⅰ類による利用頻度増加モデルを構築した。森山ら²⁾は2項ロジットモデルに基づき、バスの利用意図を予測し、評価指標として、採算性だけでなく「暮らしやすさ(QOL指標)」、「顧客満足度(CS指標)」、「集落間の平等性(EQ指標)」も取り入れて評価システムを構築した。それを踏襲し、サービスに対する需要予測モデルを提案した³⁾。森山ら⁴⁾のモデルを元に、高野らは実測値と予測値を比較し、その乖離について検討した。辰巳ら⁵⁾は個人属性に加え、世帯属性にも着目し、数量化理論Ⅱ類を用いて利用頻度の予測モデルを構築した。溝上ら⁶⁾は国際生活機能分類(ICF)を用いて線型回帰により外出頻度モデルを構築し、2項ロジットモデルで手段選択モデルを推定した。

また、オフピーク時の交通特性について、杉恵ら⁷⁾は一週間の連続データを用い、買い物・私用目的の曜日変

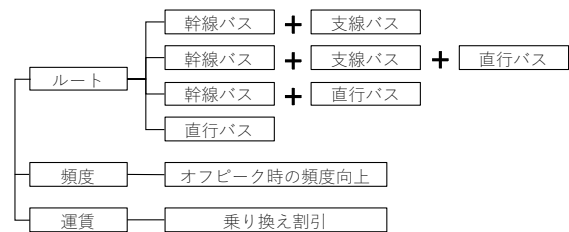


図-1 シナリオの仮説

動を分析し、平日と土日の間で相互作用が見られ、複数日を渡ってダイナミックな取り扱いが必要視された。北詰ら⁸⁾はネスティッドロジットモデルによる買い物行動モデルを構築し、地下鉄・路線バス・自動車別で運賃、駐車場整備、駐車料金などの利用促進策の実施効果を分析した。田中ら⁹⁾は従来の平日調査と同規模で実施した休日PT調査データを用い、個々の平日と休日の買い物行動の組合せパターンを分類し、行動特性を明らかにした。しかし、いずれの場合も交通需要の時間帯変動/曜日変動、そして休日の世帯間属性に対応したバスサービスレベルに関する検討はまだ少ない。

幹線支線型バス路線網に関して、溝上ら¹⁰⁾は幹線、市街地幹線、市街地環状、支線、中心部循環というバス路線網再編計画案を対象に、路線の生産効率性と潜在需要の顕在化可能性の2つの視点から評価を行った。Wuら¹¹⁾は総コストの最小化により、ピーク時とオフピーク時別でBRTとフィーダーバスの最適化した運行頻度を算出した。一方、幹線と支線バスそれぞれの運行頻度や運行路線などの組み合わせに着目した研究はまだ多く見られていない。

3. 研究手法

まず、現地観測と事前調査を行い、幹線、支線、そして従来の直行路線の有無により運行ルート、頻度、運賃ごと、図-1のようなシナリオを設定した。次に、調査対象の路線を選定し、アンケート調査を行い、シナリオによる仮想的なバスサービスを提示し、利用意図を把握する。それに基づいて、需要予測モデルを構築し、オフピーク時において費用対効果が高いバスシステムを抽出し、評価を行う。

(1) 調査対象地の選定

新潟市内のバス路線の中から、①幹線と支線の使い分けが取り込まれた地域とする；②希望運行頻度と現状に大差がある地域とする(図-2)。以上の条件から中央区新潟駅前から青山までの萬代橋ラインの幹線区間とそれ

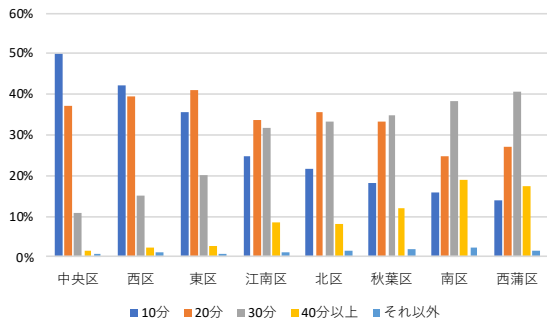
図-2 バスサービスに対する希望頻度¹²⁾

表-1 アンケート調査項目

要素	項目
地域住民の特性	個人・世帯属性
移動実態	出発地、到着地、移動目的、移動手段、移動時刻、移動頻度
バス利用希望	希望ルート・頻度・運賃 シナリオに対する利用意向

とつなぐ西区支線区間を選定した。

中央区は新潟市の中心核として都心へのアクセスが求められている一方で、私用目的トリップの目的地としての割合が減少し、特にバスや鉄道等の公共交通トリップ数および分担率も減少している。

中央区に向かう公共交通トリップが減少する中、朝夕のピーク時と日中のオフピーク時の運行本数を比較すると、西区から中央区に向かう支線区間では大きな格差があり、オフピーク時の運行本数が大幅に減少しており、私用目的の利便性が低いと推察される。バスサービスに対する地域住民の希望頻度は、中央区および西区では20分間隔以内の希望が8割以上を占めており、望む公共交通サービスのレベルが高い。

(2) アンケート調査

地域住民の移動特性を分析するために、表-1のようなアンケート調査票を作成した。この調査票では、大きく平日オフピーク時の個人単位と土日における世帯単位に分けて移動実態と移動希望に関する項目を設計した。今後この調査票はインタビュー調査等によって、項目の選定や追加等の改良を加える。

(3) 需要予測モデル

本研究のバス利用頻度予測モデルは、交通手段選択モデルとバス利用者の利用頻度選択モデルの2種類のモデルにより構成される。交通手段選択モデルでは行動データを用い、バスを利用するか否かに関して2項ロジット

モデルを適用したモデルを構築し、現状の交通手段別利用実態からパラメーターを推定する。また利用頻度選択モデルでは意識データを用い、運行ルート・頻度・運賃のサービス水準によるバスの一週間利用頻度の変化を、重回帰分析によりモデルを構築する。

(4) 事業評価

交通需要予測の結果に基づいて、オフピーク時のバス路線網代替案の費用対効果分析を行う。シナリオにより期待される効果のうち、①時間短縮便益；②費用節減便益；③乗り換え抵抗軽減便益を利用者便益の計測項目とする。そして時間帯別目的別に時間価値を設定して一般化費用を算出し、利用者便益を計測する。オフピーク時には、異なるタイプの交通が多く存在しており、生活を維持するための買い物や純粋に余暇のための出かけを一つにまとめるのではなく、トリップの特性次第で時間価値を考慮すべきと考えられる。また、それを全ての人について同一にするのではなく、個人属性と世帯あたりの効用関数に基づいて計算すると仮定している。

4. おわりに

現在、アンケート調査票の作成、予測モデルの構成まで考えており、それらのモデルをより的確にオフピーク時の移動需要とバスサービス水準の関係を反映するために、個人単位と世帯単位を合わせて需要予測をモデル化する方法を検討中である。今後は、アンケートの調査結果により予測モデルを構築し、シナリオごとに想定したバスシステムを提案する予定である。また、評価手法として、より統合的で多様な視点から評価を行う必要があると考えている。

参考文献

- 1) 新田保次, 都君燮: 高齢者に配慮したコミュニティバスの利用頻度予測モデルについて, 土木学会論文集, No.646, pp.37-45, 2000.
- 2) 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧: GISを活用した中山間地域の公共交通計画支援ツールの開発, 土木計画学研究・論文集, 21巻, pp.759-768, 2004.
- 3) 森山昌幸, 藤原章正, 張峻屹, 杉恵頼寧: 中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案, 土木学会論文集, No.786, pp.39-51, 2005.
- 4) 高野徳泉, 森本章倫: デマンド交通における利用者数の実測と予測の乖離に関する研究, 土木計画学研究・論文集, 68巻5号, pp.I-851-I-856, 2012.
- 5) 辰巳浩, 堤香代子, 吉城秀治, 鶴丸梓: 世帯属性や移動環境を考慮した地域公共交通の需要予測に関する研究, 交通工学論文集, 2巻2号, pp.A-100-A-107,

- 2016.
- 6) 溝上章志, 尾山賢太: コミュニティバスの需要予測, および導入・運行継続基準のあり方に関する実証分析, 土木学会論文集, 74 卷 3 号, pp.217-227, 2018.
- 7) 杉恵頼寧, 芦沢哲蔵: 買物・私用交通の曜日変動特性, 都市計画論文集, 26 卷, pp.277-282, 1991.
- 8) 北詰恵一, 若山恭輔, 宮本和明: 買物行動モデルの構築とそれに基づく施策評価, 都市計画論文集, 33 卷, pp.169-174, 1998.
- 9) 田中祐太, 小谷通泰, 寺山一輝: PT 調査データを用いた平日・休日別の買い物交通行動特性の分析, 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集, 12 卷, pp.121-124, 2014.
- 10) 溝上章志, 平野俊彦, 竹隈史明, 橋本淳也: 階層化手法による熊本都市圏バス路線網の再編, 土木計画学研究・論文集, 27 卷, pp.1025-1033, 2010.
- 11) Jiaqing Wu, Rui Song, Youan Wang, Feng Chen, Shubin Li: Modeling the Coordinated Operation between Bus Rapid Transit and Bus, *Mathematical Problems in Engineering*, vol.2015, 2015.
- 12) 新潟市都市交通政策課: 新潟市内都市交通特性調査(平成 28 年度), 2016.

(Received September 4, 2020)

A STUDY ON THE SERVICE OF BUS NETWORK COMPOSED OF ARTERIAL BUS AND FEEDER DURING OFF-PEAK HOURS

Yuchen JIANG, Fumihiko NAKAMURA, Shinji TANAKA, Mihoko MATSUYUKI,
Ryo ARIYOSHI and Shino MIURA

In Niigata City, the conventional route buses have been divided into arterial buses and feeder buses to improve the efficiency of bus system. However, this system also causes great inconvenience and therefore the number of bus users is decreasing again at the moment. Especially during off-peak hours, it is considered that the "Niigata New Bus System", which is designed mainly for peak hours, does not fully meet the increasing traffic demand of private purposes. Therefore, in this study, we will focus on the frequency change of bus usage depending on the different patterns of arterial buses and feeder buses during off-peak hours. We will build a frequency forecasting model for the Niigata City New Bus System and for each pattern in different scenarios, analyze how the traffic demand would be shared thus the optimal way arterial bus/feeder bus could cooperate. Based on this, we will suggest a bus system that has high cost performance during off-peak hours for the needs of both the operator and the users.