

空間人口分布を考慮した私事目的バス停単位需要推計手法の提案

芝浦工業大学大学院
芝浦工業大学
東京大学空間情報科学研究センター

学生会員 ○鷺津宏明
フェロー会員 遠藤 玲
正会員 秋山祐樹

1. はじめに

(1) 背景

近年、我が国では地球温暖化や中心市街地の空洞化、市街地の郊外化などの社会情勢の変化に対応するべく、集約型都市構造の実現が求められている。これは、公共交通機関沿いに都市をコンパクトに集約することで、過度に自動車に依存せず生活が可能な都市構造のことである。こうした都市構造を実現するに当たって公共交通サービスの充実・改善は必要不可欠である。

一方、地方都市の多くでは公共交通サービスは年々縮小し、公共交通事業の衰退が進んでいる。とりわけバス路線事業は国や都道府県からの補助金のあり方が変化し、補助額は削減している。こうした要因により、民間バス事業者が運営しているバス路線においても経営悪化により最低限のサービスさえ維持することが困難となっている。

こうした問題を解決し公共交通サービス、特にバスサービスの充実・改善を図るためには新たな交通サービスの提供とバス利用者の維持・増大が必要不可欠である。従って、こうした施策を行うに当たっての判断材料の一つとして交通施策の実施による需要変化の予測が必要である。しかし現在、バス需要の正確な予測はあまりなされていない。

現在の路線バス需要予測手法では、パーソントリップ調査（以下、PT 調査）などの交通実態調査データに基づいてモデルを推定し、他の交通手段と一体的に予測する手法や、バス停圏域人口から予測する手法がとられているが、どちらも正確な予測がなされていない。前者ではバス非利用者の利用するバス停や、そこまでのアクセス距離がわからないといった問題や、PT 調査がゾーン単位で実施されるため空間的解像度が低く、ゾーン中心とバス停の位置関係によって誤差が生じる。後者では交通手段選択などの複雑な事象に対応できないという問題があり、各バス停の地域特性、人口分布などが反映されないなど、どちらも予測精度が低く有効に活用がなされていない。

このように、需要予測精度が低いため、バスサービスの改善を求める市民・行政側と経営リスクを心配するバス事業者との間での合意形成が進まず、バスサービスの改善が進展しないといった問題が起きている。

(2) 目的

本研究では PT 調査で使用する調査票を元に改良を加えた独自の調査票を作成し、配布対象の住宅からバス停までの距離が正確にわかるよう工夫した上で交通実態調査を実施することで、バス停アクセス距離を

変数に組み入れた交通手段選択モデルの精度向上を図る。推定されたモデルをバス停周辺距離帯の人口分布と組み合わせることで、バス停単位の路線バス需要を推計する。この推計値を別途バス IC カードデータから集計した実績値と比較し、手法の妥当性の検討を行う。これにより、バス路線の新設・再編に当たって明確な根拠となる高精度なバス需要予測手法の提案を行うことが本研究の目的である。

2. 研究概要

(1) 本研究の流れ

本研究は、「交通実態調査に基づくモデル推定」、「バス停単位需要推計及び精度検証」の二つからなる。

「交通実態調査に基づくモデル推定」ではまず、自宅からバス停までの実距離を把握可能にした独自の交通実態調査を実施する。その後、得られたデータを用い、バス停アクセス距離を変数に組み込んだ交通手段選択モデルの推定を行う。

「バス停単位需要推計及び精度検証」では先の交通実態調査から求めたモデル及び、マイクロ人口統計データを用いることでバス停単位での需要推計を行う。この結果とバス IC カードデータから算出した実績値を比較することで本手法の有用性の検証を行う。マイクロ人口統計データ²⁾とは住宅地図と国勢調査を組み合わせた非集計人口データのことである。

(2) 研究対象

本研究の対象地域は、埼玉県さいたま市大宮区と見沼区の一部にあたる、大宮駅東口を発着するバス路線の沿線地域とした。当該地域は、付近に並行する鉄道が存在せず、大宮駅までのアクセス交通手段として路線バスや自転車が多く利用されており、本研究に適した地域だと考えられる。また、本研究では買い物や通院などを含む私事目的での移動を対象とし、自宅を出発地とする移動を対象に分析を行う。



図 1：対象路線図

キーワード：バス需要予測、バス停アクセス距離、交通手段選択モデル、私事移動、マイクロ人口統計データ

連絡先：東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科研究棟 09-I-32

Tel:03-5859-8361

mail:me16116@shibaura-it.ac.jp

3. 交通実態調査の実施

(1) 調査概要

交通実態調査の対象地域は、対象バス路線の南部地域とした。調査実施に先立ち、調査票配布対象の住宅からバス停までの距離を事前に把握するため、図-1のように、GISを用いてバス停からの距離に応じたバス停圏域を設定した。解析には、ArcGIS ArcMap10を用いた。圏域はバス停毎に分けて設定し、圏域の広がり

は徒歩1分で移動可能と考えられる80mを1単位として、最大徒歩15分となる1200mまで設定した。

調査に用いる調査票は、世帯票と通勤通学目的・私事目的の個人票をそれぞれ用意した。世帯票には各世帯人数、年齢、職業、普段利用可能な交通手段などの個人属性の他に、最寄りのバス停、よく利用するバス停、バス停までの所要時間の問を設けた。

配布はポスティング形式述べ3737部配布し、回収は配布時に同封した返信用封筒を用いて郵送にて行った。返信用封筒には、あらかじめ最寄りのバス停と距離圏が判別可能な記号をつけておくことで、回収時に最寄りバス停とバス停からの距離圏を正確に把握出来る様にした。

回収の結果198部の返送があり、回収率は約5.3% 私事移動の有効回答トリップ数は194トリップとなった。また、東京都市圏PT調査における同ゾーンでの私事目的年齢割合と実施した交通実態調査の結果を比較すると、データに過度な偏りは見られなかった。



図2：配布対象地域と距離圏別の配布場所

(3) モデル推定

交通実態調査の結果を基に交通手段選択モデルを推計した。効用関数、推計結果は下式及び表1にそれぞれ示す。

【効用関数】
$$P_n(i) = \frac{\delta_{ni} \exp(\mu V_{ni})}{\sum_{j=1}^4 \delta_{nj} \exp(\mu V_{nj})}$$

$$V_{bus} = d(\text{所要時間}_{bus}) + f(\text{費用}_{bus}) + g(\text{バス停アクセス時間}_{bus})^3$$

$$V_{car} = d(\text{所要時間}_{car}) + f(\text{費用}_{car}) + b_1$$

$$V_{bike} = d(\text{所要時間}_{bike}) + f(\text{費用}_{bike}) + b_2$$

$$V_{walk} = d(\text{所要時間}_{walk})$$

表1：モデル推定結果

	パラメータ	t値	判定
定数項 (自家用車)	-0.84815	-3.2379 ***	
定数項 (自転車)	-1.54188	-6.19187 ***	
バス停アクセス時間 ³	-0.00106	-4.0632 ***	
所要時間	-0.15873	-8.07802 ***	
費用/100	-0.3663	-4.56666 ***	
サンプル数			194
初期尤度			-234.691
最終尤度			-156.674
決定係数			0.332424
修正済決定係数			0.311119

4. 需要推計と精度検証

(1) 需要推計と実績値の算出

本研究では、自宅-私事目的の移動のうち、目的地までバスが利用可能なトリップを対象として需要推計を行う。

需要推計では、まずマイクロ人口統計データを用いてバス停、バス停圏域別に人口を算出した。その後交通実態調査から私事目的発生頻度及び、目的地がバス路線周辺である割合を上下方向別に算出することで自宅-私事目的ネット原単位を算出した。その後、PT調査に公開されているグロス・ネット原単位比として0.863を掛け合わせることで、移動の発生量を算出した。続いて、得られた発生量に移動の頻度の確率、バス選択確率を掛けることでバス需要推計を行った。

推計値の精度検証に使用する実績値は、バスICカードデータをもとにOD表を作成し、これにPT調査から求めた発着時間別私事目的発生割合と、バスICカードの利用割合の逆数を掛け合わせることで、乗車客数を算出した。

(2) 精度検証結果

平日5日間での需要推計値と実績値を比較した結果を以下の図3に示す。

精度検証の結果、概ねグラフの形状の一致が確認された。バス路線全体での誤差は僅か0.01%であり、バス停毎の乗車人数の平均二乗誤差(RMSE)を算出したところ約15.56(人)とほぼ正確な予測が実現できたと言える。今後は新たな地域にて本手法を適用することで、本手法の有用性の検証を進めていきたい。

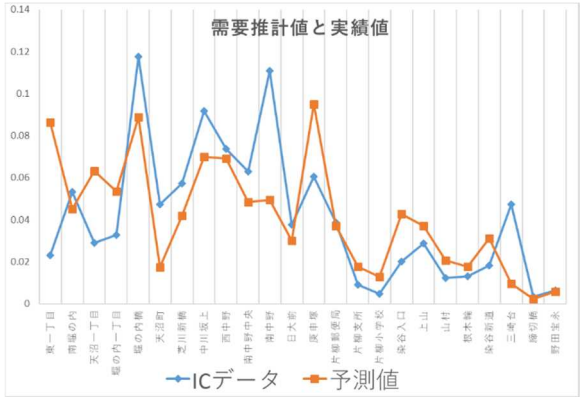


図3：需要推計値と実績値

謝辞

本研究は芝浦工業大学と国際興業株式会社との産学連携研究及び、著者らと東京大学CSISとの共同研究 (No. 661) として実施した成果です。国際興業株式会社様にはバスICデータを提供していただき深く感謝いたします。

また、本研究は、芝浦工業大学とさいたま市との連携事業の一環として実施したものです。さいたま市、及び大宮区・見沼区自治会連合会の皆さまには交通実態調査の配布にご協力を頂き、ありがとうございました。

参考文献

1) 北村隆一 交通需要予測の課題
「次世代手法の構築に向けて」土木学会論文集 1996 年 1 月

2) Akiyama, Y., Takada, T., and Shibasaki, R. : Development of Micropopulation Census through Disaggregation of National Population Census, CUPUM2013 conference papers, 110.

3) 鷲津宏明, 田中寛朗, 遠藤玲, 秋山祐樹: 空間人口分布を考慮した私事目的バス停単位需要推計手法の提案, 交通工学研究発表会論文集, vol.36, p.543-550, 2016 年