

人口空間分布を考慮したバス停単位需要推計手法の提案

芝浦工業大学大学院	学生会員	○鷲津宏明
株式会社エイト日本技術開発	正会員	田中寛朗
芝浦工業大学	フェロー会員	遠藤 玲
東京大学空間情報科学研究センター	正会員	秋山祐樹

1. 背景・目的

近年では、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問題に対応するべく、集約型都市構造の実現が求められている。この都市構造を実現する上で、公共交通手段の充実を図ることは重要である。特に地方都市においては、バスが主要な公共交通手段として利用されている地域も多いため、今後バスサービスの充実を図ることが求められる。そのためには、バス利用者の維持・増大が必要であり、交通施策の実施によるバス需要変化の正確な予測が求められる。

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き、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、前者では空間的解像度が低く代替手段のLOSを調査できない、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、どちらも予測精度が低く有効に活用されていない。

そこで、本研究では従来のPT調査で使用される調査票に、配布対象のバス停までの距離がわかるよう工夫を加えた独自の交通実態調査票を配布する。その後、これを用いてバス停アクセス距離を変数に組み込んだモデルを推定することで、既存のゾーン枠にとられない、人口空間分布を考慮した、バス停単位の需要推計を行うことを目的とする。

2. 研究概要

(1) 研究対象地域

対象地域は、さいたま市大宮区と見沼区の一部に当たる、大宮駅東口を発着するバス路線沿線地域を対象とする。選定理由としては、東西方向の鉄道網が未発達なさいたま市では、駅までのアクセス交通手段としてバスや自転車が多く利用されており、バスを含んだ交通手段選択モデルの作成に適していると考えられるためである。

(2) 対象とする移動

本研究では、買い物や通院などを含む私事移動のうち、平日の自宅を出発地とする移動について分析を行う。平日の移動に着目する理由は、休日では特別な移動が発生しやすく推計が困難であること、またバス移動のサンプルが集まりにくいと考えたためである。

また、昨年度の研究結果より、私事目的のバス利用者の多くは自宅発の移動にバスを用いる傾向が特に強かったことから、自宅発の移動に着目することで、十分に推計可能であると考えた。

3. 研究手法

(1) 交通実態調査の実施

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間を設けた。

私事目的について調査する個人票は両面一枚となっており、表面では平日の一日に行った全ての移動について、裏面ではバスが利用可能な目的地までの平日の日常的な移動について、移動目的地・利用交通手段・経路等を調査した。

配布はポスティング形式で、あらかじめGIS上にて最寄りバス停からの距離80mごとに道路線を色分けした地図を用意して行った。回収は概ね2週間程度の期限を設け、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。

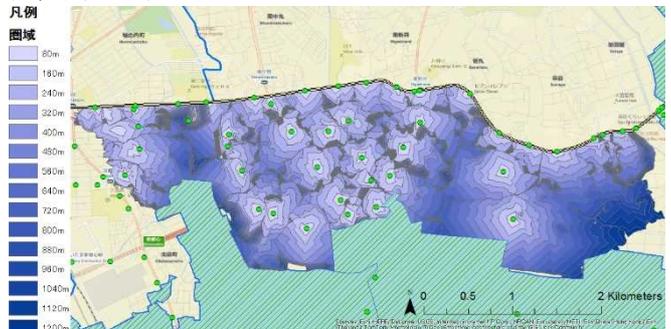


図1：配布対象地域と距離圏別の配布場所

(2) 集計と基礎分析

回収の結果、配布部数3737部に対し198部の返送があった。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の年齢割合と実施した交通実態調査の結果を比較すると、回答者属性ではPT調査・私事移動での発生量と比べ、若年層の回答が少なく、高齢者の回答割合が高くなっているが、データに過度な偏りは見られなかった。

(3) モデル推定

回答数の少ない自動二輪、タクシーを除いた190トリップ、111人を対象として、バスが利用可能な目的地までの自宅を出発地とする代表交通手段選択MNLモデルを推定した。パラメータの推定には最尤法を用

キーワード：バス停単位需要予測，交通手段選択モデル，バス停アクセス距離，マイクロ人口統計

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

い、解析には統計解析ソフト R (アール) を使用した。モデル式と効用関数は以下の通りで、推定結果を表 1 に示す。

【効用関数】

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

$i \in j = \{1, 2, 3, 4\}$ δ_j : 利用可能性 (1, 0)

- 自家用車 $V_1 = d_1(\text{所要時間}_{car}) + f_1(\text{費用}_{car}) + b_1$
- バス $V_2 = d_1(\text{所要時間}_{bus}) + f_1(\text{費用}_{bus}) + g_1(\text{バス停アクセス時間})$
- 自転車 $V_3 = d_1(\text{所要時間}_{bike}) + f_1(\text{費用}_{bike}) + b_3$
- 徒歩 $V_4 = d_1(\text{所要時間}_{walk})$

表 1: モデル推定結果

	アクセス距離なし		アクセス距離あり	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
定数項(自家用車)	-0.53608	-2.16144	-1.08934	-2.96449
定数項(自転車)	-1.43955	-5.82759	-1.72665	-6.04685
バス停アクセス時間			-0.10074	-2.0261
所要時間	-0.14486	-7.97173	-0.16761	-7.45602
費用	-0.3788	-4.78563	-0.35898	-4.49326
サンプル数		190		190
初期尤度		-234.691		-234.691
最終尤度		-160.131		-157.877
決定係数		0.317694		0.327299
修正済決定係数		0.30065		0.305995

表 1 の 2 つのモデル推定結果を比較すると、バス停アクセス時間を変数に組み込んだモデルの方が決定係数はわずかに増加した。アクセス時間を組み込んだモデルの変数は所要時間、費用が有意水準 1% で有意となり、バス停アクセス時間は 5% で有意となった。パラメータの符号条件については妥当な結果を得ることができ、バス停アクセス時間が交通手段選択に影響を及ぼすことが確認できた。

(4) 需要推計と実績値の算出

本研究では、目的地を大宮駅および大宮駅周辺とする移動について需要推計を行う。

需要推計手法は、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、これに PT 調査から求めた年齢階層別・私事目的発生量と、交通実態調査から得たバスが利用可能な割合、目的地までバスが利用可能な割合を掛けることで、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、平日 5 日間での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には、バス IC カードデータをもとに大宮駅東口停留所を着地とする

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量と、バス IC カードの非利用割合を掛け合わせることで、私事目的の乗車客数を算出したものを用いた。

4. 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 2 に示す。

精度検証の結果、目的地まで競合バス路線のない地域においては真値に近い値を得ることができた。しかし、本線と支線が混在する地域においては、本線では過小推計に、支線では過大推計となった。これは、支線沿線の住民が運行頻度の少ない支線ではなく、本線のバス路線を利用しているためと考えられる。

また、自治医大医療センターなどの大規模施設から発生するトリップが本手法では推計できないため、こうした施設の利用人数を考慮することで、精度が向上すると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、バス停アクセス距離を説明変数とする交通手段選択モデルを推定し、これを用いて、人口空間分布を考慮したバス停単位での需要推計手法の検討を行った。その結果、競合路線がない地域においては十分な結果を得ることができたが、複数の路線が存在する地域では未だ多くの課題がある。そのためモデルにバスの利便性やバス停選択などを組み込むこと、圏域の設定を見直すことで、さらなる精度の向上に努めたい。また、今後は本研究の対象地域以外の地域で実施することで、本手法の有用性を検討していきたい。

謝辞

本研究は国際興業株式会社との産学連携研究及び、東京大学 CSIS との共同研究として実施したものです。

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。CSIS の秋山祐樹様にはマイクロ人口統計データなどの提供をしていただき、本当にありがとうございました。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) やさしい非集計分析 交通工学研究会 丸善出版 平成 25 年 12 月発行
- 2) 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
- 3) 田中寛朗、遠藤玲、岡本和樹、庄野隼 「正確なバス停アクセス距離データを用いたバス需要推定手法の提案」第 51 回土木計画学研究発表会 春大会

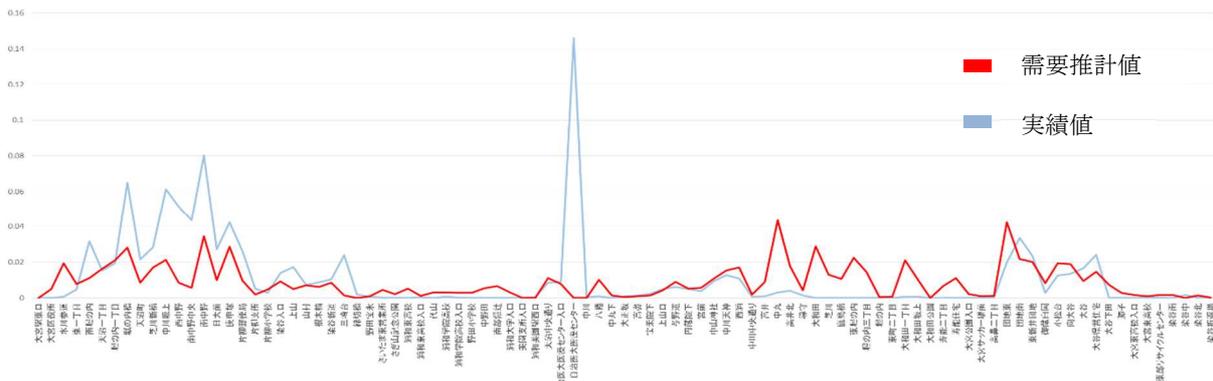


図 2: 需要推計値と実績値