

利用圏域の見直しによるバス停単位需要推計手法の精度向上

芝浦工業大学	学生会員	○渡会雄也
芝浦工業大学	フェロー会員	遠藤 玲
芝浦工業大学院	学生会員	鷲津宏明
(株)エイト日本技術開発	正会員	田中寛朗
東京大学	正会員	秋山祐樹

1. 背景・目的

近年、国内の都市において、中心市街地の空洞化や市街地の郊外化が問題となっており、対策として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ためには、公共交通サービスの改善が必須である。特にこの問題が顕著である地方都市では、地域住民の主要な交通手段として、路線バスが使用されている場合が多い。しかし、公共交通サービスの改善を行う上で根拠となる現在の需要予測手法は、交通調査の空間的解像度が低く、路線バスの実態に見合っていないといった課題があり、精度が不十分である。

先行研究である田中ら¹⁾の研究では、従来の需要予測手法の前述した課題に対し、客観的にアクセス距離を把握できるようにした調査票の配布、アクセス距離を変数として組み込んだモデルの推定、GISを用いた空間人口分布を考慮したバス停圏域の作成といった手法をとることで、バス需要予測手法の精度向上を図った。また、この際に作成したバス停圏域は各バス停から80m毎に、1200mまで圏域を作成したものであった。だが、田中らの圏域設定では、バスの進行方向にあるバス停や、運行頻度の多いバス停の利用圏域が広がることが考慮されていないため、正確な需要予測は行えていない。

そこで本研究では、バス乗車時間とバス停アクセス時間の合計値を算出し、更にバスの運行頻度をバス停での待ち時間として考慮することで、圏域の作成を行う。また、バス停までのアクセス距離の係数が大きいモデルを需要推計に用いることで、路線バスの需要予測の高精度化を図る事を目的とする。

2. 研究概要

(1) 研究対象地域

本研究の対象地域は、さいたま市大宮区と見沼区の一部における、大宮駅東口を発着場所とするバス路線沿線地域とする。選定理由として、対象地域では東西方向の鉄道が未発達であり、鉄道利用時の大宮駅までの端末交通手段として路線バスや自転車が多く利用されているため、路線バスを含む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

対象とする移動は自宅を発地とする通勤目的の移動とする。

(3) 対象とするバス停

対象とするバス停は、平日通勤時間帯である午前

7~9時台において利用できるバス停のうち、十分な運行本数のある東町一丁目~野田宝永間の本線区間①にあるバス停とする。また、本線の圏域を抑えるため、東新井団地~大宮駅東口間②、導守~大宮駅東口間③、大谷県営住宅~大宮駅東口間④、中川循環⑤、大宮駅近くの循環路線⑥を加えた計6線を検討対象とする。



図-1 対象とするバス停

3. 研究手順

(1) 時間圏域の作成

昨年度の需要予測に使用した圏域設定は、バス利用者の徒歩速度を毎分80mと仮定し、各バス停から80m毎に、1200mまで圏域を作成したものであった。だが、この圏域設定では進行方向にあるバス停の圏域が広がる現象を考慮できず、バス停単位での正確な予測には不十分である。

そこで、本研究では国際興業株式会社様より提供して頂いた、バスICカード利用者の実績データを用いることで、大宮駅から各バス停間の乗車時間を算出し、バス乗車時間とバス停アクセス時間の合計が等しくなる位置で圏域の境界を作成することで、バス停圏域設定の改善を行った。具体的には、まず前述のIC実績データより大宮駅東口を着地とする7~9時台の乗車データを抽出し、エクセルを用いて、各バス停毎に大宮駅東口までの乗車時間の平均を算出する。次に、国際興業バスのホームページ上の時刻表より、7時台の一時間当たりの運行本数を調べ、式1によって各バス停でのバス待ち時間を求めた。

$$L = \frac{60}{2N} \cdots (式1)$$

L: 待ち時間(秒)

N: 7時台一時間当たりの運行本数(本)

キーワード: バス需要予測, 通勤移動, GIS, 時間圏域, バス停アクセス距離

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: ah13083@shibaura-it.ac.jp

しかし、実際には運行本数が極端に少ないバス停において、何十分もバスを待つといった事は想定しがたいため、バス停での待ち時間を最大3分と仮定した。

ここで、先ほど求めた各バス停毎の大宮駅東口までのバス乗車時間と待ち時間を足し合わせることで、運行頻度を考慮したバス乗車時間を算出することができる。更に、このデータを GIS 上のバス停の座標データと結合することで、バスの運行頻度を考慮した、バス停までの到達圏解析が可能となる。実際に GIS 上で表示されるバス停圏域を以下に示す。図-2 が昨年度のもの、図-3 が本研究手法で作成された圏域である。

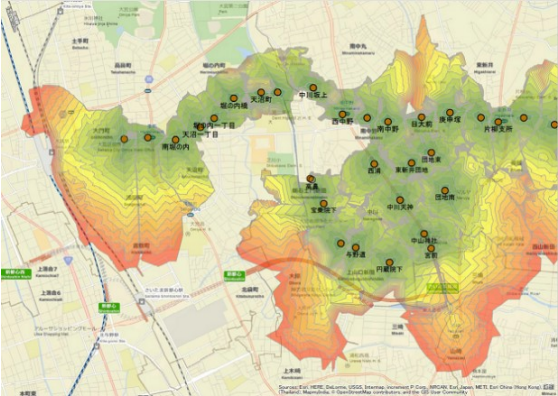


図-2 昨年度の圏域設定



図-3 本研究手法で作成した圏域設定

また、本研究手法の最大圏域は、昨年度のアンケート結果を用いたバス停アクセス時間とバス選択確率の感度分析より 720m とした。

4. 需要予測結果と考察

需要予測には田中¹⁾が推定した、バス停アクセス時間と鉄道駅までの距離を変数に組み込んだ、末端交通手段選択 MNL モデルを使用した。用いたモデルや効用関数は以下のとおりである。

表-1 使用モデル

	パラメータ	t値	判定
乗車時間・所要時間	-0.124	-2.120 *	
費用	-1.091	-2.135 *	
バス停アクセス時間	-0.232	-2.915 **	
鉄道駅までの距離	-1.169	-4.117 **	
サンプル数			68
初期尤度			-71.972
最終尤度			-38.162
決定係数			0.470
修正済み決定係数			0.414

$$V_{bus} = d(\text{所要時間}_{bus}) + f(\text{費用}_{bus}) + g(\text{物理アクセス時間}_{bus})$$
$$V_{bike} = d(\text{所要時間}_{bike}) + f(\text{費用}_{bike}) + h(\text{鉄道駅までの距離}_{bike})$$
$$V_{mcycle} = d(\text{所要時間}_{mcycle}) + f(\text{費用}_{mcycle})$$
$$V_{walk} = d(\text{所要時間}_{walk}) + h(\text{鉄道駅までの距離}_{walk})$$

本研究手法の需要予測には秋山³⁾が作成したマイクロ人口統計データを用いてバス停毎・圏域毎で人口を算出し、集計・加工することで需要予測値を求めた。また、需要予測結果の精度確認には、バス IC データを加工し、実績値とすることで、予測結果との比較を行った。その結果、本線区間において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、田中¹⁾の手法では 27.5(人)であったのに対し、本手法では 21.67(人)と 5.83(人)の改善が見られた。

本研究手法に残された課題として、対象バス停が折り返し地点である場合や、バス路線自体が湾曲している場合、端点であるバス停の圏域の広がりを抑制できないといった問題が挙げられる。

また、手段選択モデルに関しては、バスの運行頻度といった利便性の考慮を行えていないため、新しいモデルを再度推定する必要がある。

今後はこうした課題を考慮した上で、本研究手法の特徴である圏域設定に、勾配や歩道の有無等の地理的要因を組み込むことでさらなる需要予測精度の高精度化に取り組んでいきたい。

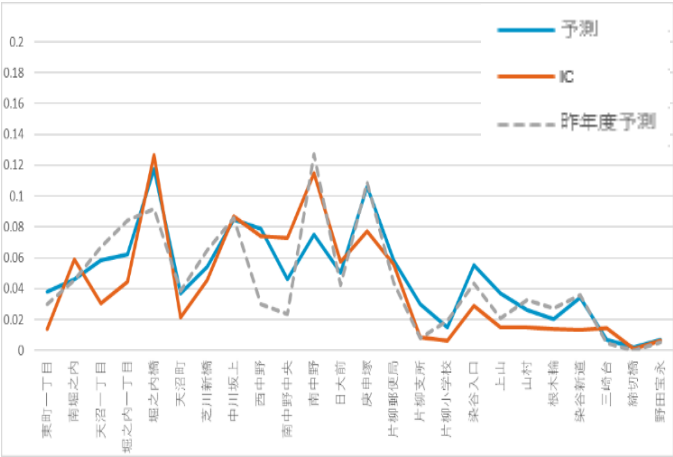


図-4 本線区間の需要予測結果

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、一部の著者らと東京大学 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。

参考文献

- 1) 田中寛朗・遠藤玲・秋山祐樹:バス停アクセス距離と人口分布を考慮したバス停単位需要推計手法の提案, 土木計画学研究講演集, vol.53, 2016 年
- 2) 腰塚武志:時間圏域の面積について, 日本 OR 学会秋季アブストラクト集, pp.176-177, 1985 年
- 3) Akiyama, Y., Takada, T., and Shibasaki, R.: Development of Micropopulation Census through Disaggregation of National Population Census, CUPUM2013 conference papers, 110.
- 4) 鷲津宏明・遠藤玲・田中寛朗・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, 第 36 回 交通工学研究発表会論文集, No.84, pp.543-550, 2016 年