バス停からの距離に応じたバス選択確率の推計手法

芝浦工業大学大学院　学生会員　○田中 寛朗
芝浦工業大学　フェロー会員　遠藤 玲

１．背景と目的

我が国では，地球温暖化や市街地の郊外拡散などの地域・社会問題に対応するため，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，公共交通サービスの充実を図ることは非常に重要である．特に，地方都市では，バスが主要な公共交通機関となっているケースが多く，バスサービスの維持と活性化が求められる．

バスサービスの維持・活性化のためには，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，バス路線やバス停の間隔に比べ，交通調査の空間的解像度が低いことなどにより，バス需要予測の精度の低さが課題となっている．

そこで本研究では，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を施した調査票を使用して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目的とした．これによりモデルの推定精度が向上されるならば，バス停圏域内の人口分布と組み合わせることで，他の交通手段との手段選択を考慮し，空間的解像度の高いバス需要予測手法の実現が可能となると期待出来る．

２．研究概要

(1) 対象地域について

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．当該地域では，鉄道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おり，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．

(2) 対象とする移動について

本研究では，通勤移動を対象に分析とモデル推定を行った．

３．研究手順

(1) 交通実態調査の実施

調査票は，PT 調査を参考にオリジナルで作成し，各世帯の属性や世帯人員について問う世帯票と，個人の通勤・通学移動と私事移動について問う個人票を用意した（私事移動については別途分析）．
配布はポスティング形式で，2015 年 11 月 4 日~6 日の 3 日間で実施し，計 3737 部を配布した．回収は概ね 2 週間程度の期間を設けて，配布時に同封した封筒で郵送にて行った．

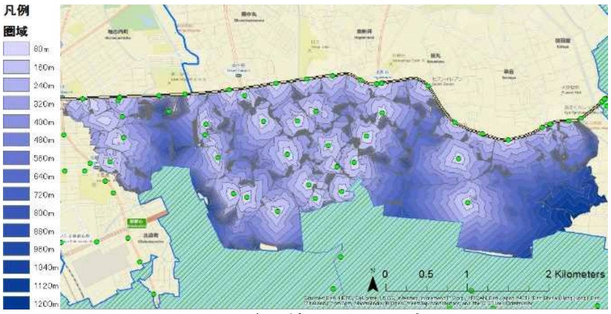

図１ バス停圏域の設定

調査に際して，あらかじめ GIS を用いてネットワーク解析を行い，図 1 のようにバス停からの距離 80m 毎に圏域を設定した．そして，返信用封筒にバス停と圏域の識別ナンバーを付与しておくことで，どのバス停圏域からの回答なのか把握出来るようにした．

(2) 集計と基礎分析

返信用封筒の回収数は 198 通で, 回収率は約 5.3%であった．通勤目的のトリップは 177 トリップ得ることが出来，無効な回答を排除するなどのデータ整理を経て, 有効トリップ数は 133 トリップとなった．その後，個人・世帯属性について単純集計を行い，PT 調査結果と比較してデータに過度な偏りがないことを確認した．

(3) LOS 構築とモデル推定

133 の通勤トリップのうち，目的地までの経路で鉄道を利用する 75 トリップ（①）については，鉄道駅までの端末交通手段の選択肢に関する LOS を構築し，鉄道を利用しない 58 トリップ（②）については，目的地までの代表交通手段の選択肢に関する LOS を構築した．②のトリップは，公共交通手段を使えるケースが非常に少なく，十分なサンプル数が確保出来なかったため，分析とモデル推定は①についてのみ行うこととした．なお，交通実態調査の結果からは，最寄りバス停以外のバス停を利用するトリップが散見されたため，それについては自宅から利用バス停までの物理アクセス距離を求め直した．

モデルは，鉄道駅までの端末交通手段選択 MNL モデルを，最尤法を用い，統計解析ソフト R（アール）を使用して推定した．変数には，所要時間や費用の他，バス停までの物理アクセス距離を組み込むことで，アクセス距離と手段選択の関連性を考察することとした．

キーワード　路線バス，交通実態調査，バス停アクセス距離，交通手段選択モデル，需要予測

連絡先　〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学豊洲キャンパス研究棟 9 階 09I32　TEL. 03-5859-8361

4．分析結果

(1) 基礎分析結果

距離を時間に換算したバス停アクセス時間と端末交通手段の関係についてのグラフを図 2 に，鉄道駅までの距離と端末交通手段の関係についてのグラフを図 3 に示す．

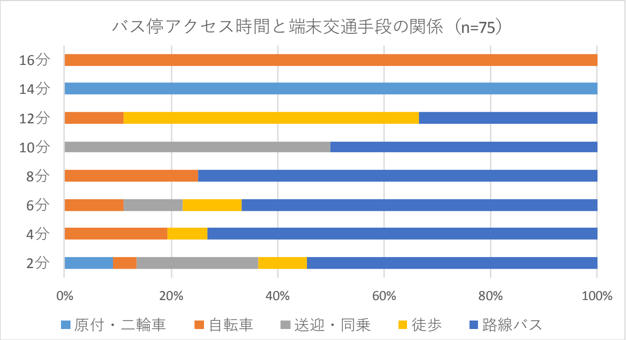

図 2 バス停アクセス時間と端末交通手段の関係

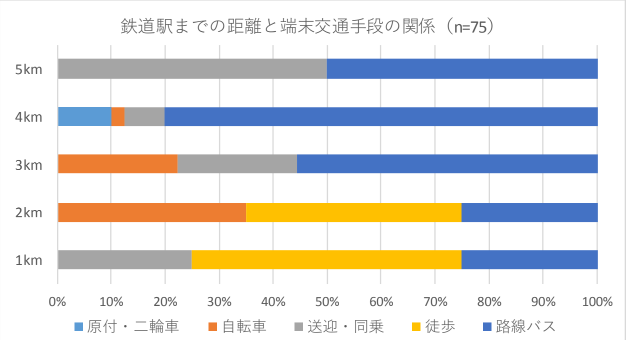

図 3 鉄道駅までの距離と端末交通手段の関係

図 2 のグラフからは，バス停アクセス時間が 8 分までは特に関係性は見られないが，それ以上になるとバスの利用率が下がることが確認出来る．

図 3 のグラフからは，居住地から鉄道駅までの距離が短いほど，順に徒歩，自転車，路線バスと原付・二輪車が選択されていることが確認出来る．

また，送迎・同乗については，選択行動が特異であることがわかった．そこで，モデル推定は送迎・同乗を除いたトリップについて行った．

(2) モデル推定結果

基礎分析の結果より，送迎・同乗を除いた 68 トリップについて，鉄道駅までの端末交通手段選択 MNL モデルを推定した．効用関数は以下の通りで，推定結果は表 1 に示す．

$$V_{bus} = d(\text{所要時間}_{bus}) + f(\text{費用}_{bus}) + g(\text{物理アクセス時間}_{bus})$$

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

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

$$V_{walk} = d(\text{所要時間}_{walk})$$

バス停アクセス時間の有無で 2 つのモデルを推定し，比較した結果，物理アクセス時間を入れたモデルの方が入れないモデルよりも決定係数が高く，説明力が向上していることが確認できた．

続いて，バス停アクセス時間を入れたモデルの各パラメータに着目してみると，定数項（自転車），乗車時間・所要時間，バス停アクセス時間が有意水準

表 1 モデル推定結果

	アクセス時間なし		アクセス時間あり	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
定数項（自転車）	-1.025	-2.639	-1.749	-3.691
乗車時間・所要時間	-0.133	-2.876	-0.189	-3.177
費用	-0.346	-0.861	-0.308	-0.719
バス停アクセス時間	–	–	-0.199	-2.837
サンプル数		68		68
初期尤度		-71.972		-71.972
最終尤度		-48.534		-43.549
決定係数		0.326		0.395
修正済み決定係数		0.284		0.339

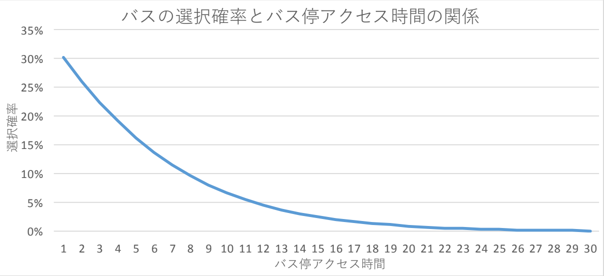

図 4 バスの選択確率とバス停アクセス時間の関係

1%で有意になり，パラメータ値も妥当な値が得られた．バス停アクセス時間が交通手段選択に影響を与えていることが確認でき，アクセス時間が短いほどバスが利用されることがわかった．このことは，図 4 に示した，大宮駅まで約 4km の距離に居住するサンプルの LOS について，他の変数値を固定してバス停アクセス時間を変動させたときの感度分析結果からも確認できた．

5．まとめと今後の課題

本研究では，バス停までのアクセス距離を事前に把握した上で交通実態調査を実施し，その結果を元に分析を行った．その結果，バス停アクセス時間が交通手段選択に影響を与えていることを確認でき，バス停までの距離が近いほどバスを利用する傾向があるということがわかった．

今後の課題として，最寄りのバス停以外のバス停を使っているケースをどう扱うかが挙げられる．今回の交通実態調査では，バスを利用したサンプルのうち約 36%が最寄りバス停以外のバス停を利用していた．本研究では，バス停アクセス距離を求め直すことで対処したが，事前の解析で求めたバス停圏域をそのまま使うことが理想であり，バス停選択行動に遡って十分な検討が必要であると考える．

【謝辞】

本研究を進めるにあたり，さいたま市様ならびに大宮区・見沼区自治会連合会様には，ご協力をいただき，深く感謝申し上げます．

【参考】

1) 交通工学研究会（編）：“やさしい非集計分析”，交通工学研究会，1993年

2) 土木学会土木計画学研究委員会（編）：“非集計行動モデルの理論と実際”，土木学会，1995 年