

LRT・BRT 整備の費用便益分析のための都市内人口分布推計モデル

—群馬県前橋市を対象として—

The model to estimate urban population distribution for cost-benefit analyses of developing LRT and BRT

in Maebashi city

佐藤徹治研究室 1424121 紺野 大輔
1424172 高杉 勲生

1. はじめに

世界や日本の多くの都市では、渋滞緩和、交通利用の公平性の確保などを目的に、LRT (Light Rail Transit) や BRT (Bus Rapid Transit) の導入が進んでいる。LRT は、次世代型路面電車システムのことで、道路上に敷かれたレールの上に低床式の路面電車が走るものである。BRT は、接続バス・バス専用道またはバスレーン等を組み合わせたバスシステムのことである。LRT は、BRT と比較すると、乗り心地が良い、まちのシンボルになる等の利点がある。一方、BRT は LRT よりも整備費が安価で、ルート変更・停留所の新設が容易である。

新たな都市交通として LRT、BRT のどちらを導入するかを判断するには費用便益分析が有用である。一方、LRT や BRT を整備した場合、長期的には人口分布が大きく変化することが想定され、この結果便益も変化すると考えられる。本研究は、新たな都市交通として LRT または BRT を導入した際の費用便益分析への適用を念頭に、都市内人口分布への長期的影響の分析手法を開発することを目的とする。さらに、群馬県前橋市において、LRT または BRT を整備した場合の 2040 年までの都市内人口分布に及ぼす影響を分析する。

2. 人口分布推計モデル

佐々木ら (2016) ¹⁾ を参考に、時系列の都市内人口分布推計が可能で立地均衡モデルを構築する。

各世帯の転居地域の選択確率は(1)、(2)式に示すとおり、転居先における効用水準を基にロジットモデルで表現できると仮定する。LRT、BRT それぞれの整備が効用に及ぼす影響を考慮するため、効用関数の説明変数として、鉄道・LRT ダミー (自宅から最寄りの公共交通機関が鉄道または LRT の場合に 1、その他の場合に 0)、バスダミー (最寄りの公共交通機関がバスの場合に 1、その他の場合に 0) を導入する。LRT が新たに整備され、最寄りの公共交通機関が LRT になった場合には、鉄道・LRT ダミーが 1、バスダミーが 0 となる。また、BRT が最寄りの公共交通機関になった場合には、両ダミーともに 0 となる。

$$P_{ikt} = \frac{\text{EXP}(V_{ikt} + \tau_{ik})}{\sum_i \text{EXP}(V_{ikt} + \tau_{ik})} \quad (1)$$

$$V_{ikt} = f(r_{ikt}, I_{ikt}, DR_{ikt}, DB_{ikt}, Z1_{ikt}, Z2_{ikt}, \dots) \quad (2)$$

ここで、下添字 i は地域、 k は住居タイプ (戸建て持ち家、集合住宅賃貸など)、 t は年度を表す。また、 P は転居先地域選

択確率、 V は部分効用、 τ はその他の効用、 r は地代 (賃貸住宅の場合は家賃)、 I は所得、 DR は鉄道・LRT ダミー、 DB はバスダミー、 Z_n は n 番目の住環境評価指標を表す。

地代 (家賃) によって 1 世帯あたりの住宅地 (床) 需要面積が変化すると仮定する。住宅地 (床) 需要量は、1 世帯あたりの需要面積に各ゾーンへの転入世帯数を乗じることで求められる。(3)~(5)式に住宅地 (床) 需要量の決定式を示す。

$$D_{ikt} = P_{ikt} N_{ikt} \quad (3)$$

$$L_{ikt} = \frac{b_k}{r_{ikt}} I_{ikt} \quad (4)$$

$$N_{ikt} = P_{ikt} NT_{ikt} \quad (5)$$

ここで、 D は住宅地 (床) 需要量、 L は 1 世帯あたりの需要面積、 I は所得、 N は転入世帯数、 NT は転居意思ありの総世帯数である。

また、(6)式のとおり、地代・賃貸によって供給面積が変化すると仮定する。

$$S_{ikt} = \left(1 - \frac{\sigma_{ik}}{r_{ikt}}\right) \bar{S}_{ikt} \quad (6)$$

ここで、 S は住宅地 (床) 供給面積、 \bar{S} は供給可能面積である。

さらに、(7)式のとおり、住宅地床市場で需要と供給が均衡し、各ゾーンの市場均衡価格 (地代・家賃) が決定される。

$$S_{ikt} = D_{ikt} \quad (7)$$

3. 住環境評価指標

(2)式における Z_n (住環境評価指標) については、既往研究 ¹⁾ を参考に、 $Z1$ を自宅から最寄りの公共交通機関の駅・停留所までの所要時間 (徒歩)、 $Z2$ を最寄りの公共交通の駅・停留所から JR 前橋駅までの所要時間 (乗り換え時間含む)、 $Z3$ を自宅から小学校までの所要時間 (徒歩)、 $Z4$ を自宅から町医者・クリニックまでの所要時間 (徒歩)、 $Z5$ を河川氾濫による想定最大浸水深さ、 $Z6$ を土砂災害リスクとする。

4. データ収集

4.1 概要

対象地域は、前橋市域のうち市街化区域とする。分析の単位地域は 500m メッシュ (供給可能面積が 0 のメッシュを除く 178 メッシュ) とする。モデルの構築、将来の人口分布推計にあたっては、将来各年の供給可能面積などの各変数、初年次の地代・家賃をメッシュ毎に設定する必要がある。

4.2 住宅地代の推計

地代については(9)式の地価関数を推定し、その推定結果と(8)式から推計する。

$$r = R \cdot int \quad (8)$$

$$R = f(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4) \quad (9)$$

ここで、 r は地代、 int は利率、 Z_1 は最寄り駅までの時間、 Z_2 は最寄り駅までの道路距離、 Z_3 は容積率、 Z_4 は前橋駅ダミーとする。前橋市の地価公示データを用いて、パラメータ推定を行った結果を表-1に示す。

表-1 地価関数のパラメータ推定結果

定数項	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	R^2	N
59,045.489 (9.545**)	-1,300.697 (-6.884**)	-6.593 (-5.660**)	82.965 (4.645**)	8,376.821 (1.803)	0.75	62

注) () 内は t 値。 ** : 1%有意、* : 10%有意。

5. パラメータの設定

(2)式のパラメータ推定は、前橋市の住民を対象とするプロフィールアンケート調査の個票データを用いて住居タイプ別に行う。アンケート調査の質問項目は、個人属性、転居意向に加え、転居先の住宅タイプ(集合住宅賃貸(30㎡以下~70㎡以上)、戸建て賃貸、集合住宅(分譲)、戸建て(持ち家))別に効用関数(2)式の各説明変数が異なる仮想的な18物件を5段階(最も住みたくないを1、最も住みたいを5)で評価する設問(18問)とする。18物件の各説明変数の水準は、前橋市における実態を踏まえ、遠藤(2008)²⁾を参考にL18(2¹×3⁷)型直交表を用いて設定した。鉄道・LRTダミー、バスダミーに対応する自宅から最寄りの公共交通機関については、LRT(または鉄道)、BRT、バスを3水準とした。表-2に戸建てのアンケート調査票(一部抜粋)を示す。

表-2 戸建てのアンケート調査票(一部抜粋)

自宅から最寄りの公共交通の種類	自宅から最寄りの公共交通の所要時間(徒歩)	自宅から最寄りの公共交通の所要時間(乗換時間を含む)	自宅から最寄りの公共交通の所要時間(徒歩)	自宅から最寄りの公共交通の所要時間(徒歩)	自宅から最寄りの公共交通の所要時間(徒歩)	河川氾濫による想定最大浸水深	土砂災害リスク	1㎡あたり地価	回答欄				
									1	2	3	4	5
1 LRTまたは鉄道	5分	10分	6分	5分	0m	なし	5.4万円	1	2	3	4	5	
2 BRT	5分	15分	14分	10分	0.5m	なし	6.2万円	1	2	3	4	5	
3 バス	5分	20分	22分	15分	2m	なし	7.0万円	1	2	3	4	5	

なお、アンケート調査は、2017年12月に外部の民間調査企業に依頼してWEB配布・回収で実施し、配布数300部、回収数300部(回収率100%)、有効回答数155部(有効回答率51.6%)であった。表-3に効用関数の推定結果を示す。

表-3 効用関数の推定結果

	定数項	$\ln(r_{ikt})$	I_{ikt}	DR_{ikt}	DB_{ikt}	$\ln(Z1_{ikt})$	$\ln(Z2_{ikt})$
戸建て(持ち家)	6.7901 (15.260**)	-1.0954 (-5.054**)	4.20E-05 (0.612)	0.0500 (0.888)	-0.1015 (-1.804*)	-0.3905 (-11.411**)	-0.0171 (-3.042**)
集合住宅(分譲)	5.8397 (7.874**)	-0.0010 (-2.864**)	1.94E-04 (1.243)	0.1628 (1.301)	-0.2828 (-0.675)	-0.0400 (-5.573**)	-0.0378 (-2.632**)
集合住宅(賃貸)	4.9760 (13.039**)	-0.3987 (-3.444**)	2.34E-04 (1.954*)	0.1313 (1.751*)	-0.3395 (-1.070)	-0.4857 (-9.259**)	-0.0231 (-2.675**)
	$\ln(Z3_{ikt})$	$\ln(Z4_{ikt})$	$Z5_{ikt}$	$Z6_{ikt}$	$D50_{ikt}$	$D60_{ikt}$	R^2
戸建て(持ち家)	-0.1553 (-3.639**)	-0.1328 (-2.621**)	-0.1617 (-5.979**)	-0.4889 (-10.638**)		0.1057 (1.260)	0.1439
集合住宅(分譲)	-0.0194 (-2.167*)	-0.0256 (-1.780)	-0.1547 (-2.244*)	-0.4667 (-3.982**)	0.4210 (2.831**)		0.2170
集合住宅(賃貸)	-0.0430 (-0.658)	-0.1007 (-1.297)	-0.0893 (-2.153*)	-0.3205 (-4.550**)		0.4003 (3.627**)	0.2369

注:()内はt値。 ** : 5%有意、* : 10%有意。D50は50代ダミー、D60は60代ダミー。

6. LRT・BRT整備が都市内人口分布に及ぼす影響分析

前橋市における新たな都市交通としてLRT・BRTを整備することによる将来時系列の都市内人口分布に及ぼす影響を分析する。路線は、2017年10月に前橋市在住の方を対象に行ったアンケート調査の結果を基に、群馬大学病院、JR新前橋駅、群馬県庁、前橋市役所、中央前橋駅、JR前橋駅を結ぶものとし、LRT整備の場合は上毛電鉄への乗り入れを仮定する。表-4に、LRT・BRT整備による2030年、2040年の人口の変化を示す。また、図-1に新規路線構想図を示す。

表-4 LRT・BRT整備による人口の変化

	No.	2030年			2040年		
		整備なし	LRT整備	BRT整備	整備なし	LRT整備	BRT整備
LRT・BRT沿線	49	454	455 (+0.22%)	455 (+0.22%)	415	417 (+0.48%)	417 (+0.48%)
	51	1,375	1,378 (+0.22%)	1,379 (+0.29%)	1,258	1,263 (+0.40%)	1,264 (+0.48%)
	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
	計	21,923	22,081 (+0.72%)	22,086 (+0.74%)	23,540	23,866 (+1.38%)	23,846 (+1.30%)
上毛電鉄沿線	84	1,010	1,019 (+0.89%)	1,009 (-0.10%)	924	939 (+1.62%)	922 (-0.22%)
	85	1,351	1,363 (+0.89%)	1,350 (-0.07%)	1,235	1,255 (+1.62%)	1,233 (-0.16%)
	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
	計	14,542	14,663 (+0.83%)	14,562 (+0.14%)	9,829	9,981 (+1.55%)	9,796 (-0.34%)
その他	1	815	814 (-0.12%)	815 (0.00%)	745	743 (-0.27%)	744 (-0.13%)
	2	70	70 (0.00%)	70 (0.00%)	64	64 (0.00%)	64 (0.00%)
	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
	計	149,689	149,405 (-0.19%)	149,506 (-0.12%)	170,197	170,169 (-0.02%)	170,173 (-0.01%)

単位：人

注:()内は、整備なしと比較しての増減率。



図-1 新規路線構想図

2030年、2040年における整備なしの場合と比較しての人口は、LRT・BRTのどちらを整備した場合でも停留所周辺で増加傾向であり、上毛電鉄沿線ではLRT整備の場合のみ増加傾向となっている。

7. まとめ

本研究では、LRT・BRTの整備が都市内人口分布に及ぼす影響が検討可能なモデルを構築した。さらに、構築したモデルを用いて、前橋市に新たな都市交通としてLRTまたはBRTを整備した場合の分析を行った。

今後の課題として、LRTやBRT整備の都市内人口分布に及ぼす影響分析の結果を踏まえた費用便益分析が挙げられる。

参考文献

- 1) 佐々木拓哉・佐藤徹治(2016) : LRT整備による都市内世帯分布への長期的影響分析、都市計画論文集、Vol.51、No.3、pp.715-721
- 2) 遠藤加奈子(2008) : コンジョイント分析を用いた大卒女性の就業決定における要因分析、一橋大学公共政策大学院・公共経済プログラム