

# 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—

千葉工業大学 学生会員 ○ 高杉 叡生  
 千葉工業大学 非会員 紺野 大輔  
 千葉工業大学 正会員 佐藤 徹治

## 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、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際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。この際、上記のような LRT、BRT それぞれの特徴を考慮する。

## 2. 人口分布推計モデル

佐々木ら (2016)<sup>1)</sup>を参考に、時系列の都市内人口分布推計が可能な立地均衡モデルを構築する。モデルのフローを図-1 に示す。

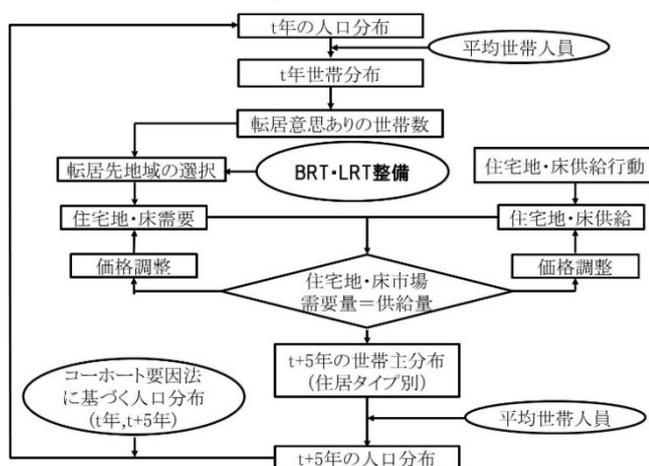


図-1 人口分布推計モデルのフロー

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。

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

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

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、 $U$  は期待効用水準、 $V$  は部分効用、 $\tau$  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、 $Zn$  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掛け合わせ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。

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

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

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

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。

キーワード：LRT、BRT、人口分布、立地均衡モデル

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学工学部建築都市環境学科 TEL : 047-478-0278

E-mail : tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

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

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<sup>1)</sup>を参考に、 $Z_1$  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)、 $Z_2$  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)、 $Z_3$  を自宅から小学校までの所要時間(徒歩)、 $Z_4$  を自宅から町医者・クリニックまでの所要時間(徒歩)、 $Z_5$  を河川氾濫による想定最大浸水深さ、 $Z_6$  を土砂災害リスクとする。

### 4. データ収集

#### (1) 概要

対象地域は、前橋市域のうち市街化区域とする。分析の単位地域は世界測地系 500mメッシュ(供給可能面積が 0 のメッシュを除く 280 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。

#### (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、 $int$  は利子率、 $Z_1$  は前橋駅までの距離、 $Z_2$  は最寄り駅から JR 前橋駅までの時間、 $Z_3$  は最寄り駅までの道路距離、 $Z_4$  は容積率とする。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。

定数項	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$R^2$	N
59045.489 (-6.884**)	-1300.697 (-5.659**)	-6.593 (4.645**)	82.965 (1.803*)	8376.821 (9.545**)	0.75	63

注) ( ) 内は t 値。 \*\*:1%有意、\*:10%有意。

表-1 地価関数のパラメータ推定結果

### 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。効用関数(2)式の各説明変数が異なる物件を 18 件用意し、各物件を 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)を設定した。各説明変数の水準は、遠藤(2008)<sup>2)</sup>を参考に、L18(2<sup>1</sup>×3<sup>7</sup>)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。

図-2 に戸建てのプロファイルアンケート調査票を示す。

No.	LRT(または鉄道)	バス	BRT	町医者・クリニックまでの所要時間(徒歩)	小学校までの所要時間(徒歩)	河川氾濫による想定最大浸水深さ	土砂災害リスク	地価/㎡					
								1	2	3	4	5	
1	5分	10分	15分	5分	5分	0m	なし	5.4万円	1	2	3	4	5
2	10分	15分	20分	5分	5分	0m	なし	5.4万円	1	2	3	4	5
3	5分	10分	15分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
4	5分	10分	15分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
5	10分	15分	20分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
6	10分	15分	20分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
7	5分	10分	15分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
8	5分	10分	15分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
9	10分	15分	20分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
10	10分	15分	20分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
11	5分	10分	15分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
12	5分	10分	15分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
13	10分	15分	20分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
14	10分	15分	20分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
15	5分	10分	15分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
16	5分	10分	15分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
17	10分	15分	20分	5分	5分	0m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5
18	10分	15分	20分	5分	5分	0.5m	なし	5.2万円	1	2	3	4	5

図-2 プロファイルアンケート調査票(戸建て)

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-2 に効用関数の推定結果を示す。

表-2 効用関数の推定結果

	$r_{ikt}$	$I_{ikt}$	$DR_{ikt}$	$DB_{ikt}$	$Z_{1ikt}$	$Z_{2ikt}$	$Z_{3ikt}$
戸建て(持ち家)	-0.1771 (-5.0255**)	0.0000 (-0.6108)	0.0500 (-0.8869)	-0.1015 (-1.8006)	-0.0314 (-11.1261**)	-0.0171 (-3.0368**)	-0.0127 (-3.6012**)
集合住宅(分譲)	-0.0010 (-2.8640**)	0.0002 (-1.2428)	0.1628 (-1.3014)	-0.2828 (-0.6754)	-0.0400 (-5.5733**)	-0.0378 (-2.6318**)	-0.0194 (-2.1674*)
集合住宅(賃貸)	-0.0527 (-3.1540**)	0.0002 (-1.9261)	0.1318 (-1.7489)	-0.3107 (-0.9757)	-0.0391 (-9.0137**)	-0.0231 (-2.6598**)	-0.0040 (-0.7388)

	$Z_{4ikt}$	$Z_{5ikt}$	$Z_{6ikt}$	$D_{50ikt}$	$D_{60ikt}$	定数項	$R^2$
戸建て(持ち家)	-0.0147 (-2.6068**)	-0.1617 (-5.9688**)	-0.4889 (-10.6204**)	0.4210 (2.8314**)	0.1057 (-1.2581)	5.0273 (19.5101**)	0.1410
集合住宅(分譲)	-0.0256 (-1.7804)	-0.1547 (-2.2435**)	-0.4667 (-3.9817**)	0.3205 (-0.8205)	0.4085 (3.6809**)	5.8397 (7.8740**)	0.2170
集合住宅(賃貸)	-0.0115 (-1.3299)	-0.0893 (-2.1414*)	-0.3205 (-4.5244**)	0.3205 (-0.8205)	0.4085 (3.6809**)	3.7996 (16.1245**)	0.2283

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. 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。

今後の課題として、本研究で構築した都市内人口分布推計モデルを用いたLRTやBRTの整備が将来時系列の都市内人口分布に及ぼす影響分析、分析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