

ポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いた交通機関分担率推計に関する研究*

Estimating Transport Mode Share by Potential-type Accessibility Index*

竹下博之**・加藤博和***・林良嗣****

By TAKESHITA Hiroyuki**・KATO Hirokazu***・HAYASHI Yoshitsugu****

1.はじめに

日本の多くの都市は高度経済成長期以降、モータリゼーションの進展と、それに伴う都市域・巨大集客施設の郊外展開とが相互連関をもって急速に進んだ。その過程において、自動車利用の増加は公共交通の利用者を減少させるとともに、道路渋滞によって路面電車や路線バスの速度低下をもたらし、サービスレベルを低下させてきた。さらに、都市域や巨大集客施設の拡散が自動車依存型の生活スタイルを促進させるというスパイラルをたどった。このような都市域では、地球環境への負荷となる交通起源のCO₂排出が多くなるばかりか、都市域を維持するために必要とする費用も多くなり、今後の人口減少・経済成熟社会においては都市の持続可能性を損なう危険性が懸念される。そのため、自動車への過度な依存から脱却する必要がある、その一つの有力な方法として、公共交通の利用転換を図る必要がある。

公共交通利用促進を長期的に進めていくためのアプローチとして有効なのは、公共交通サービスレベル向上と土地利用見直しをセットにして進める施策である。その代表例が、公共交通でアクセスできる地区のみ開発を許すTOD(Transit Oriented Development)である。TODのような、土地利用施策も包括した交通施策による交通利便性の変化を表現するためには、単なる移動のしやすさをあらわすモビリティの概念では不十分であり、対象地域内の各地への行きやすさを定量的にあらわす指標であるアクセシビリティ指標を導入することが考えられる。しかし、アクセシビリティ指標を用いて交通利便性を分析した事例はこれまでにいくつか存在している^{1)~4)}ものの、その値と居住者の実際の交通行動との関係を分析している事例はない。この理由として、これらの分析対象地域は地方都市であり、モータリゼーションが全域で非常に進んでいるために、交通行動変化の感度が現れないことが考えられる。

そこで本研究では、公共交通整備が比較的進んでい

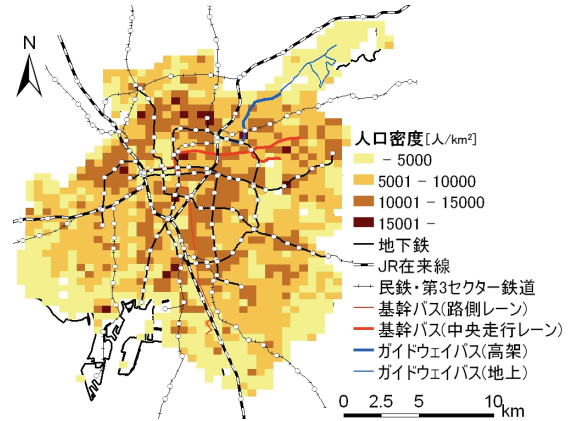


図-1 愛知県名古屋市の人口分布と公共交通網(鉄軌道およびBRT)

る大都市を対象として、その各地区でのアクセシビリティ指標値と交通機関分担率との関係を明らかにすることを目的とする。ここでは、土地利用と交通の両要素の複合効果を評価でき、かつ比較的計算が容易であるポテンシャル型アクセシビリティ指標を利用する。

2.対象都市・対象路線の概要

評価対象都市は、愛知県名古屋市とする。対象地域の人口分布および公共交通網(鉄軌道・BRT)を、図-1に示す。2001年中京都市圏パーソントリップ調査結果によると、名古屋市における自動車対公共交通のトリップ分担比率は約7:3となっており、他の大都市と比べて自動車分担率が高いことが特色である。一方、市内に2種類(基幹バス、ガイドウェイバス)のBRTを有しており、これら路線のサービスレベル向上によるアクセシビリティの変化についても分析可能である。このように、名古屋市は公共交通依存から自動車依存まで様々な地区を含んでおり、アクセシビリティ水準に対する交通機関分担率の感度を得るのに適している。

公共交通網として、図-1中に示した鉄道・BRT路線の他、一般路線バス(名古屋市営バス、名鉄バス、三重交通、JR東海バス)の路線(2008年現在)を取り上げる。

アクセシビリティ評価の単位となる地区区分として、地域メッシュコードの1つである4次メッシュコード(約500m×500m)を用いる。対象地域全体で1,413メッシュとなる。

* キーワーズ: 公共交通計画、都市計画、交通手段選択

** 正会員、修(工)、立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構

(〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

TEL: 077-561-2843, E-mail: htake@fc.ritsumeai.ac.jp)

*** 正会員、博(工)、名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

**** フェロー、工博、名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

3. アクセシビリティ指標の算出手法とモデルの特定化

(1) アクセシビリティ指標の定義

移動利便性の評価指標として用いるポテンシャル型アクセシビリティ指標を、以下の式(1)~式(4)で定義する。

$$AC_i^m = \sum_k (\beta^k AC_i^{km}) \quad (1)$$

$$AC_i^{km} = \sum_j \{AT_j^k \exp(-\alpha^{km} c_{ij}^m)\} \quad (2)$$

$$AC_i^{km} = \frac{AC_i^{km}}{\sum_j AT_j^k} \quad (3)$$

$$\sum_k \beta^k = 1 \quad (4)$$

i : 評価対象地区 j : 近隣地区 J : 地区総数 k : 評価項目(移動目的)
 K : 項目総数 m : 交通機関 AT_j^k : 評価項目 k の魅力度 α^{km}, β^k : パラメータ c_{ij}^m : 地区 i から地区 j へ交通機関 m で移動する際の交通抵抗(一般化費用)

式(1)は、式(2)で各評価項目(移動目的) k について算出される AC をパラメータ β^k で重み付けして足し合わせた値を総合的なアクセシビリティ指標とすることを表している。式(2)は重力モデルの形であり、距離逓減を指数関数で表している。式(3)では、魅力度 AT の次元を持つ AC を、対象地域全体の魅力度の総和で除することにより標準化を行っている。これにより、 AC^k は 0 から 1 までの値をとる。 AC^k が 1 のときは交通抵抗による施設魅力度の低下が全く無いこと、つまり全施設が評価地点と同位置にあることを示す。

また、対象地域全体の居住者平均の AC' として、各地区の AC' を人口で重み付けして平均をとった WAC (Weighted Average of Accessibility) を式(5)のように定義する。 WAC は、アクセシビリティが高い地区に人口が集中していれば高くなる。

$$WAC = \frac{\sum_i AC'_i P_i}{\sum_i P_i} \quad (5)$$

N : 人口を有する地区数 P_i : 地区 i の人口

(2) 移動目的となる施設の魅力度

アクセシビリティ分析に用いる評価項目(移動目的)と、その対象施設および魅力度指標については、データの入手可能性から表-2 に示すものを用いる。

(3) パラメータの推定

AC の特定化に必要となる、式(1)、式(2)のパラメータ α^{km}, β^k を推定する。式(2)のパラメータ α^{km} は、2001年東京都圏パーソントリップ調査をもとに、対象地域の

表-2 本章で扱う施設とその魅力度

	魅力度指標 AT_j^k	対象施設	データの出典
就業利便性	従業者数 [人]	企業	平成 13 年度事業所・企業統計調査
教育・文化利便性	定員 [人]	高校	愛知県学校要覧
健康・医療利便性	病床数 [床]	病院	厚生省健康政策研究会医学書院：病院要覧 2003-2004 年版
買物・サービス利便性	延べ床面積 [m ²]	小売店舗	平成 16 年商業統計

表-3 パラメータ推定結果

パラメータ	推定結果	t値	
α	0.00128	-15.5	
β^k	就業利便性	0.21	-10.2
	教育・文化利便性	0.26	-12.1
	健康・医療利便性	0.27	-12.5
	買物・サービス利便性	0.26	-12.1

内々トリップを抽出したOD表から、式(6)に示す重力モデルを推定した結果得られる距離逓減パラメータ α を用いる。なお、推定精度を確保するため、いずれの k, m においても α は同じ値であるとする。

$$T_{ij} = \delta G_i^\xi A_j^\eta \exp(-\alpha c_{ij}) \quad (6)$$

T_{ij} : 地区 i, j 間の分布交通量 G_i : 地区 i の発生交通量 A_j : 地区 j の集中交通量 c_{ij} : 地区 i, j 間の一般化費用

$\delta, \eta, \xi, \alpha$ パラメータ

式(1)のパラメータ β^k は、名古屋市民を対象にしたアンケート調査結果⁵⁾を元に、各項目のコンジョイント分析を用いて推定する。パラメータ推定結果を表-3 にまとめる。いずれのパラメータも 1% 有意となっている。

4. 名古屋市におけるアクセシビリティ分布

(1) 公共交通アクセシビリティ分布

図-2 に名古屋市における公共交通アクセシビリティ値の分布を示す。都市施設集積が高く公共交通が集中している都心部において高い値を示している。また、鉄軌道沿線ではそれ以外と比較して高い値となっている。

鉄軌道間がカバーしていない地域では、鉄軌道から離れるにつれてアクセシビリティが急激に減少しており、分布図では「谷」となっている。しかし、基幹バス(中央走行レーン)の郊外部やガイドウェイバス沿線ではそれが見られず、緩やかな「台地」となっている。ここから、鉄軌道を補完する BRT の導入もアクセシビリティ向上に対して有効な施策であるといえる。

(2) 自動車交通アクセシビリティ分布

図-3 に名古屋市における自動車交通アクセシビリティ分布を示す。等アクセシビリティ線は、都心から同心円状に描かれることがわかる。これは、公共交通網に比

べて道路網が密になっており、路線によるサービス水準(速度や頻度)の差がないため、施設が集中する都心からの距離でほとんど決まってしまうことが理由である。アクセシビリティ値は公共交通と比べてかなり高くなっており、ほとんどの地域において上回っている。名古屋市全域における公共交通および自動車交通のアクセシビリティ比は、居住地平均(WAC)で $0.26(= \text{公共交通} WAC0.09/\text{自動車} WAC0.35)$ となっており、自動車交通の利便性が圧倒的に高くなっていることがわかる。

5.アクセシビリティ値と交通機関分担率との関係

(1)アクセシビリティ値と分担率との相関関係

前節において算出した公共交通および自動車交通アクセシビリティ値と、2001年中京都市圏パーソントリップ調査における発生地ベースの交通機関分担率との比較を行う。図4に、各メッシュ単位で算出したアクセシビリティ値と、そのメッシュに中心点が含まれるパーソントリップ調査の小ゾーンの公共交通分担率との関係を示す。公共交通アクセシビリティ値と公共交通分担率には正の相関を示しているものの、相関係数は0.48と低い。これは、狭い4次メッシュ単位ではそのアクセシビリティ以外に周辺メッシュの状況なども影響を与えることや、ゾーンごとのサンプル数の差が考えられる。このことから、モデルを推定する際にはある程度集計する必要がある。そこで、今回は名古屋市内の行政区(全16区)単位で値を集計し、各区のWACと分担率を比較することとする。図5に、公共交通アクセシビリティと公共交通分担率との関係を示す。この場合、相関係数は0.84と大きく改善されている。

一方、自動車交通アクセシビリティと自動車交通分担率との関係は、負の相関(相関係数はメッシュ単位で-0.59、区単位で-0.72)がある。これは、公共交通利便性が高い地区では、自動車交通アクセシビリティの大小にそれほど左右されることなく、公共交通分担率は高い値となることを示唆している。

(2)アクセシビリティ指標を用いた分担率モデル

公共交通と自動車交通のアクセシビリティ値の比を説明変数とした、トリップエンド型公共交通分担率モデルの推定を試みる。分担率モデルとしてよく用いられる2項ロジットモデルは、ロジスティック曲線の式に変形することが可能であるため、ここで求めるモデルもロジスティック曲線で回帰するものとした。ただし、5章(1)節の理由から、推定には各区のWACを用いている。その結果、式(7)が得られた。いずれのパラメータも有意と判定され、決定係数は0.67となった。

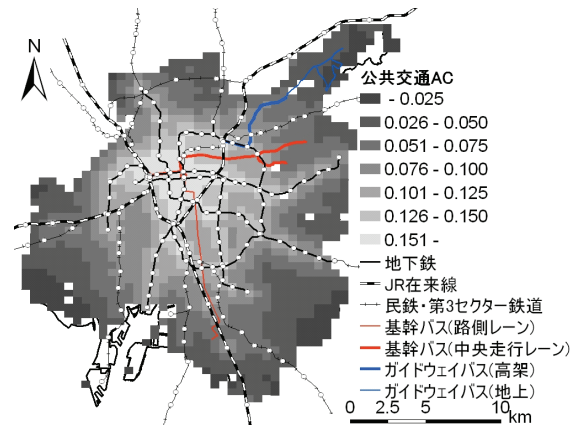


図-2 公共交通アクセシビリティ分布

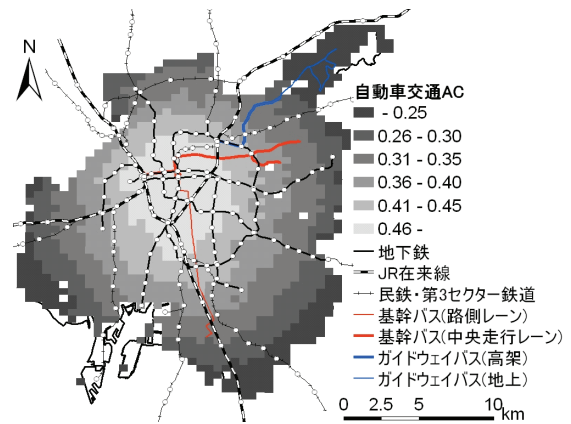


図-3 自動車交通アクセシビリティ分布

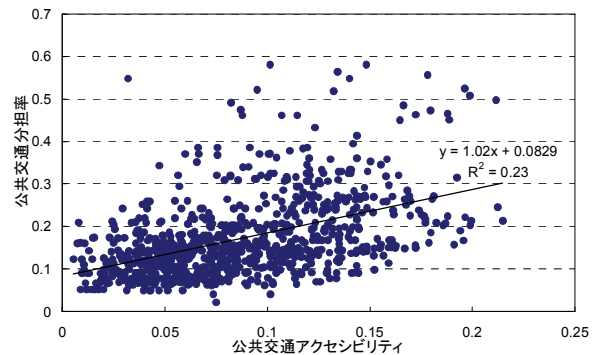


図-4 メッシュ単位での公共交通 AC と公共交通分担率との関係

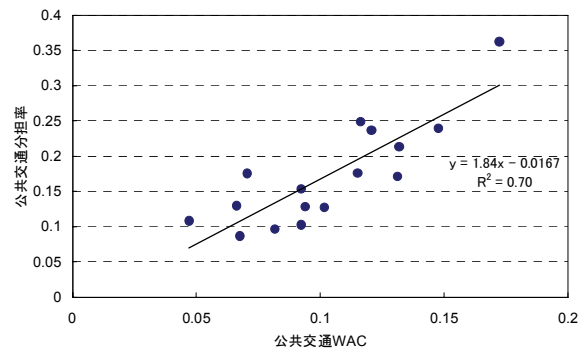


図-5 区単位での公共交通 WAC と公共交通分担率との関係

$$P_i^{PT} = \frac{0.40}{1 + 84 \exp\left(-16 \frac{AC_i^{PT}}{AC_i^{car}}\right)} \quad (7)$$

P_i^{PT} : 地区 i における公共交通分担率 AC_i^{PT} : 地区 i の公共交通アクセシビリティ AC_i^{car} : 地区 i の自動車アクセシビリティ

(3)路線バスのサービスレベル改善による公共交通分担率向上効果の推計

式(7)を用いて、名古屋市における地区ごとの公共交通分担率の推計を行ったものが図-6である。この図より、鉄軌道沿線で高い公共交通分担率となっていることがわかる。また、鉄軌道沿線ほどではないにせよ、基幹バス沿線も周辺と比べて高い分担率となっている。このことから、路線バスのサービスレベル向上により、公共交通分担率の上昇が期待できるといえる。

そこで、名古屋市内を運行するバス路線のうち、多系統が存在することにより本数が多くなっている区間を抽出し、その区間を基幹バス並みのサービスレベルに向上させる施策について検証する。具体的には、当該区間の1時間あたりの運行本数を最低6本(現状でこれ以上の本数の場合、現状維持)、表定速度を市営バスの平均値13km/hから基幹バス並みの20km/hに向上させる。このときの公共交通分担率の変化を式(7)によって推計した結果を図-7に示す。図中には、サービスレベルを向上させた区間についても示している。この図より、郊外部のサービスレベル向上区間において、公共交通分担率の向上度が高いことがわかる。この時の名古屋市全域での平均公共交通分担率を求める。本来ならば、各地区の分担率に発生交通量で重み付けして算出する必要があるが、ここでは簡便に人口で重み付けした平均とする。推計結果は施策前で0.152、施策後で0.157であり、3%の増加となる。

式(7)のモデルで説明変数としているアクセシビリティ指標には、地区ごとの都市施設の魅力度指標が含まれているため、交通サービスレベルの変化だけではなく、TODのような公共交通沿線への都市施設の集約といった土地利用施策による全域での分担率変化についても計測可能であるという特色を持っている。

6.まとめ

本研究では、名古屋市を対象にポテンシャル型アクセシビリティ指標値と交通行動との関係を明らかにするとともに、交通施策や土地利用施策による公共交通分担率の変化を検証可能な分担率モデルを作成した。それを用いて、路線バスのサービスレベル向上施策を行った場合の、詳細地区レベルでの公共交通分担率向上効果について分析を行った。

今後は、5章(1)節で示したメッシュ単位での緩い相

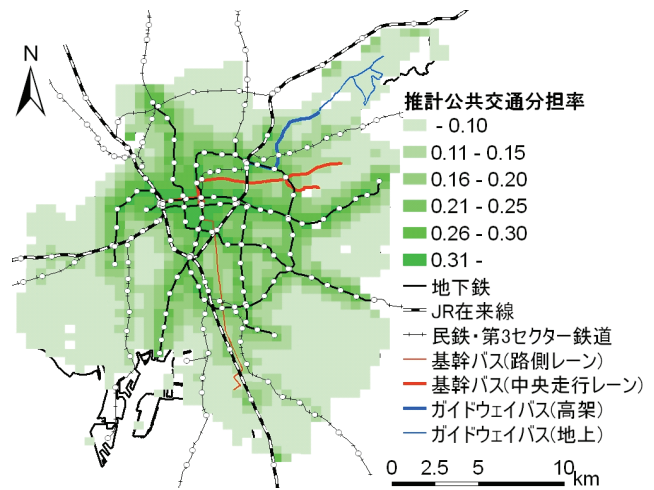


図-6 推計公共交通分担率

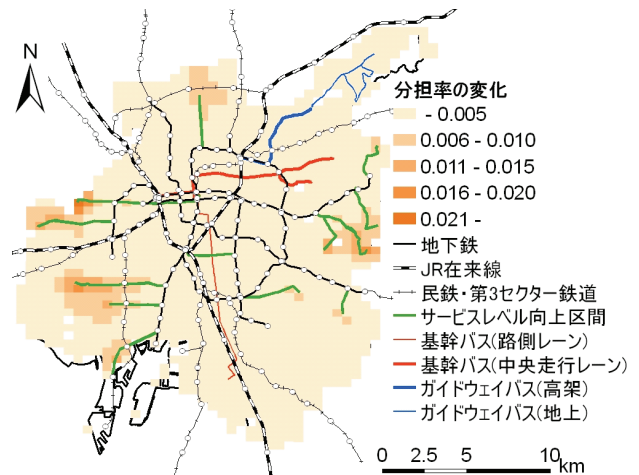


図-7 路線バスのサービスレベル向上による公共交通分担率の向上度合

関を補完する説明変数の導入などにより、モデルの精度を向上させるとともに、地方都市への適用手法について検討し、公共交通整備やTODをはじめとした土地利用施策に伴うCO₂削減量の推計モデルにまでつなげていくことを予定している。

参考文献

- 1) 加知範康、岑貴志、加藤博和、大島茂、林良嗣：ポテンシャル型アクセシビリティに基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用、土木計画学研究・論文集 No.23、no.3、pp.675-686、2006
- 2) 竹下博之、尾形直樹、岑貴志、加藤博和：アクセシビリティ指標を用いた鉄軌道利便性の歴史的推移の定量分析、土木計画学研究・講演集 No.34、CD-ROM、2006
- 3) 竹下博之、寺澤匡史、加藤博和、林良嗣、Jia Peng：コリドー型立地集約と公共交通充実が地域のアクセシビリティ向上に及ぼす効果分析、土木計画学研究・講演集 No.37、CD-ROM、2008
- 4) 木下和昭、新本裕美子、遠藤玲：アクセシビリティ指標による都市構造分析、土木計画学研究・講演集 No.34、CD-ROM、2008
- 5) 加知範康、岑貴志、山本哲平、加藤博和、林良嗣：選好データを用いた生活環境質に対する住民意識の分析—性別・年齢・居住地の違いに着目して—、土木計画学研究・講演集 No.34、CD-ROM、2006