

フラクタル性を考慮した地方都市における通勤交通行動の分析

信州大学工学部 正会員 奥谷 巖
 信州大学工学部 正会員 高瀬達夫
 信州大学大学院 ○西島秀幸

1. はじめに

現在、地方都市における交通機関は次のように特徴付けられている。まず鉄道は東西と南北の両方向に一本ずつに路線が敷かれていることが多く、その運行間隔はラッシュ時で約 10 分である。次にバスは主に都市中心部を基点として主要道路を通る路線が設置され、その運行状況はラッシュ時で 1 時間に 5,6 本程度である。こうした公共な交通機関網の現状から住居が駅やバス停から徒歩 15 分以上離れていることが少なくない。また地方都市の大きな特徴として一世帯当たりの自家用車の保有台数が多く、通勤に利用できる自家用車の保有率が非常に高い。このため、通勤の際に自動車を用いる人が非常に多いのが現状である。こうしたことからラッシュ時には道路渋滞が頻発し、通勤活動がスムーズに行われていない。

一方、地方都市の特徴の 1 つとして、人々は会社の同僚や近所の住民等の他者との結びつきが強いことが挙げられる。このことは通勤行動にも同様の影響があるのではないかと考えられる。つまり同僚などの身近な人が電車を利用しているから、自分も電車を利用しようとする性質があるのではないかと考えた。しかしながら、従来の通勤交通行動モデルではこのような性質があまり考慮されてこなかった。そこで本研究ではこうした性質に着目し、人の行動にはある種のフラクタル性があるのではないかと考え、フラクタル次元を用いた通勤手段選択モデルを構築した。そして従来型のモデルと比較することにより、本研究のモデルの有効性の検討を行った。またその通勤手段選択モデルを用いて、公共交通機関の利用者を増加させるような政策分析を行った。

2. フラクタル次元を導入した交通手段選択モデル

2.1 モデルの作成

本研究で作成する交通手段選択モデルは、式 (1) に示すような 3 肢選択型 (電車、バス、自動車) のロジットモデルを考えた。

$$P_i = e^{v_i} / \sum e^{v_i} \quad \dots (1)$$

$$V_i = \alpha * C_i + \beta * T_i + \gamma * N_i + \theta * D + \delta * F \dots (2)$$

P_i : 手段 i の選択確率 (a:自動車、r:電車、b:バス)

C : 費用

T : 所要時間 (乗車時間+乗車外時間)

N : 乗換回数

D : ダミー変数 (例: 自家用車の有無、免許の有無)

F : フラクタル次元

$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \delta$: パラメータ

2.2 フラクタル次元について

フラクタル次元とは、フラクタル性 (ある有限な図形や集合、現象をまとめてみた場合には自己相似性が成り立たないが、ある一部分だけに着目した場合には自己相似性の成り立つような性質) を示す図形、集合や現象などを、様々な手法で分割することにより得られるそれらの要素の個数と、分割の度合いとの関係を両対数グラフ上に示した時のグラフの傾き、又は傾きに比例した係数のことである。

本研究ではこのフラクタルの性質を利用し、事業所ごとの従業員の鉄道利用状況に対してフラクタル次元による指標化を試みた。図 1 は仮想の市町村図を示すが、点線は市町村境界線、実線は電車の路線そして、点は電車利用者を表すものとする。またフラクタル次元解析にはいくつかの手法があるが、本

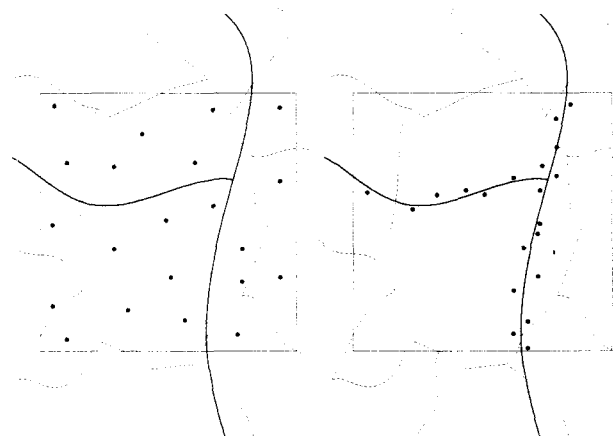


図 1 (a) (b)

研究では比較的容易に算出することが可能な容量次元を用いて分析を行うこととする。

図 1 (a)は全体に点が分布している。このような場合フラクタル次元は 2 に近い値をとる。図 2 (b)のように路線付近に点が分布しているとフラクタル次元は 1 に近い値をとる。

3. 事例研究

本研究では、平成 13 年に松本市が実施した「松本市通勤交通実態調査」のアンケートを利用した。具体的には松本市とその周辺にある 67 ヶ所の事業所の従業員にアンケートを実施したものである。その質問項目は、個人属性（住所、性別、年齢、自動車免許の有無、自家用車の有無）、職場の住所、職場までの交通手段・所要時間、職場での駐車場の有無や交通費支給制度等である。アンケートの総回答数は 3281 であったが、この内本研究では電車、バス及び自動車と回答した 2181 のデータを用いた。また、OD間の移動にかかる費用や時間等の説明変数については時刻表や路線図、そして道路地図等を用いた。

3.1 従来型モデルの推定

本研究ではフラクタル次元の導入効果を比較検討するために、まず一般的な通勤交通モデルに用いられている事業者規模によるカテゴリー分類を行ったモデル(以下従来型モデルとする)について推定を行った。また、モデルの説明変数については様々な試行の結果、表 1・2 に示した説明変数を用いることとした。説明変数を設定するにあたって選択肢固有のダミー変数をいくつか用いた。規模ダミーは鉄道利用者に対して、勤務している事業所の規模を表している。大規模とは従業員 300 人以上、中規模は 50～300 人、小規模は 50 人未満とした。乗換ダミーは鉄道またはバス利用者に対して目的地までに乗換の必要性の有無を表している。

従来型モデルの推定結果を表 1 に示した。パラメータの推定結果については推定値の正負に関して妥当な結果が得られた。また乗換ダミーの係数は負でかつ絶対値が大きいことから通勤交通者は乗り換えに対する抵抗感が強いことがわかる。一方 ρ^2 の値が高いのでモデル全体の適合度は高く、また的中率は 92%である。

3.2 フラクタル次元を含むモデルの推定

フラクタル次元を考慮するために、まず対象地域のメッシュ分割を行い、そして事業所ごとに電車を

表 1 従来型モデルの推定結果

	係数	t値
バスダミー	-1.95	-3.6
電車ダミー	-2.33	-2.7
費用 [100円]	-0.08	-8.1
時間 [分]	-0.03	-1.9
乗換ダミー	-1.8	-5.7
大規模ダミー	-0.78	-1.3
中規模ダミー	-0.13	-0.1
N=2181, $\rho^2=0.735$		

表 2 フラクタル次元を含むモデルの推定結果

	係数	t値
バスダミー	-1.86	-3.5
電車ダミー	-3.39	-5.5
費用 [100円]	-0.07	-7.7
時間 [分]	-0.03	-1.9
乗換ダミー	-1.67	-5.2
フラクタル次元	3.74	6.4
N=2181, $\rho^2=0.743$		

利用する従業員が住む場所が当てはまるボックスを 1 とし、それ以外を 0 としてプロットした。

フラクタル次元を含むモデルの推定結果を表 2 に示した。パラメータの推定結果については推定値の正負に関して妥当な結果が得られ、的中率は 92.5% となり従来型モデルより高くなっている。また各説明変数の t 値、 ρ^2 の値と全てにおいて従来型の場合と比べ改善されている。推定結果よりフラクタル次元が正の値となり、絶対値が高くなっていることからフラクタル次元が高ければ高いほど、電車利用の効用が上がるのがわかる。つまり、電車の利用者を増加させるためにはフラクタル次元を高くするような政策を実施することが効果的であると思われる。

4.おわりに

本研究では人の行動にはある種のフラクタル性があるのではと考え、フラクタル次元を用いて通勤手段選択モデルを構築した。そしてフラクタル次元を選択要因として加えた場合と従来型の交通手段選択モデルの推定結果を比較してみると、フラクタル次元を選択要因に導入できることがわかった。またその通勤手段選択モデルを用いて公共交通機関の利用者を増加させるような政策分析を行った。その分析結果は紙面の都合上省いたので発表時に提示する。