

交通行動モデルへのフラクタル概念導入可能性に関する研究

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
信州大学工学部 ○西島秀幸

1. はじめに

我々は通勤、通学、買い物などの交通行動をする際、一般に目的地までの運賃やバス停・駅までの距離、乗り換えの回数などを考慮することによってバス、電車、自動車、自転車、徒歩等の交通手段からいずれかもしくは組合わせて選択を行う。しかし、現実には上記以外例えば、同じ職場や学校の仲間の影響も受けるのではないかとと思われる。しかしながら、従来のモデルではこうした事業所の情報を、規模（従業員数）や立地等をダミー変数として説明変数に用いることが多かった。そこで本研究では事業所や学校ごとに固有な指標で表せないかと考え、景観分析等で用いられているフラクタル次元の導入を試みた。そして、交通手段選択モデルにフラクタル次元を導入した場合とそうではない場合を比較することでフラクタル次元の導入可能性の検討をした。

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。

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

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

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。

これまでのフラクタル概念は社会学の分野で多く用いられてきたが、工学分野でも近年導入されるようになってきた。具体的に挙げると景観分析を行う際に個々の景観に固有な値としてフラクタル次元が取り入れられている。

本研究では事業所ごとの鉄道利用者の固有指標を表すためにこのフラクタル次元を用いる。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のように対象とする点が検討する平面の中に分布しているとする。この時、平面の1辺の長さを全体の長さ1の1/2、1/4、1/8…となるように区切つてゆく。ボックスカウンティング法は区切られた升目のうち、何個の升目が対象点を含んでいるのかを数え上げる方法なので、一般に升目の1辺の長さをr、対象点の升目の個数をM(r)としたとき

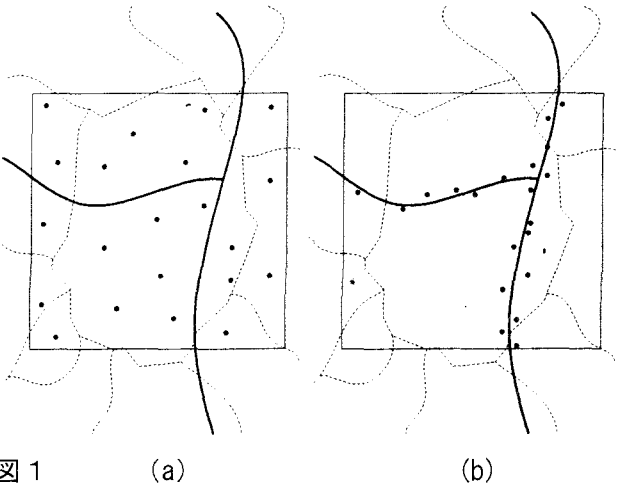


図1 (a) (b)

$$\log M(r) = a \log r + b + \varepsilon(r) \quad \cdots (3)$$

$\varepsilon(r)$: 誤差項

なる線形関係を満足する回帰係数 a を求めると、その絶対値が対象とする平面の容量次元となる。

また $M(r)$ の求め方として、ある昇目 i の対象点の個数 $N_i(r)$ が下限値 N_L に対して $N_i(r) > N_L$ となったとき、はじめて $M(r)$ にくみ入れるという方法を採用する。

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（図 2）にある 67 カ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 であるが、この内、本研究に使用したデータ数は、電車、バス及び自動車と回答した 2309 であった。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 フラクタル次元を含まないモデルの推定

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、フラクタル次元を含む場合と含まない場合の 2 つについてモデル化を行った。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 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。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。そして自動車利用者に対しては免許の有無と自家用車の有無をダミー変数として適用した。

フラクタル次元を含まない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せ正負に関して妥当な結果が得られた。そして各説明変数の t 値は費用を除いて有意な値が得られた。表 1 で得られた結果より通勤者は時間を重視し、またバスと鉄道を同じ公共交通機関として捉えて、

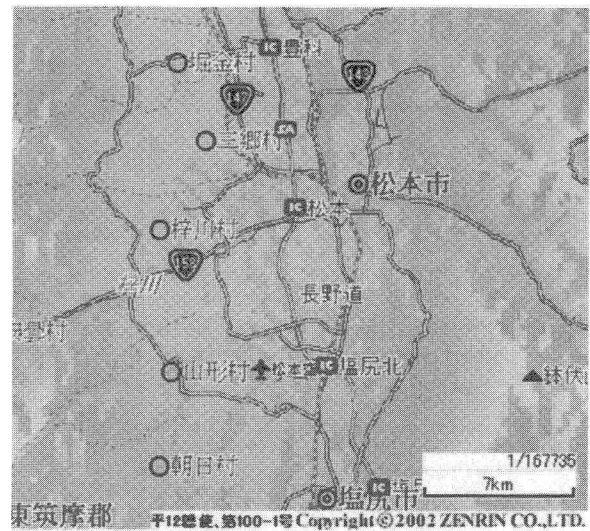


図 2 対象地域

表 1 (フラクタル次元を含まない) モデルの推定結果

	係数	t 値
バスダミー	7.62	5.3
電車ダミー	7.08	4.5
費用 [100円]	-0.03	-0.3
時間 [分]	-4.38	-9.3
乗換ダミー	-2.59	-5.9
免許保有ダミー	3.41	5.2
車所有ダミー	5.8	8.9
N=2309, $\rho^2=0.80$		

自動車が公共交通機関という選択を行っていると思われる。

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。

フラクタル次元を選択要因に含めた推定結果は紙面の都合上省いたので発表時に提示する。

4. おわりに

本研究では交通行動モデルを考える際の選択要因の 1 つとして事業所ごとの固有の指標を表すものとしてフラクタル次元の導入を試みた。

フラクタル次元を選択要因として加えた場合と加えない場合の交通手段選択モデルの推定結果を比較してみると（比較結果も発表時に提示する）、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。