

愛媛大学 学生員 楠田博英
愛媛大学 学生員 一橋英二
愛媛大学 正員 溝端光雄

1. はじめに

最近、交通計画の分野では個人等に着目した研究が注目され、住民グループ別の交通特性分析や非集計モデルなど数多くの研究が行われてきた。こうした傾向は交通現象や交通意識を平均値として説明することに対する反省から生じたものであろう。筆者らは、ここ数年、老人や身障者等の交通計画に関する研究を進めているが、そのなかで交通弱者の交通特性が健常者のそれと比べて個人差による変動の大きいことが示唆されている。そこで、本研究は、交通弱者の交通特性の個人差を分析する第1歩として、それを取扱うことのできる多次元展開法モデルの有効性について検討するものである。

2. 多次元展開法 (Multidimensional Unfolding)

多次元展開法は、心理測定法の1つとして開発

され、その後今日まで発展してきた多くのモデルの総称である。いずれのモデルも r 次元の評価空間を設定したうえで n 人のヒトが m 個のモノを評価すると考えるものであり、この評価値を(非)選好性データと呼んでいる。

本研究では、これらの多くのモデルのうち、外的基準のある3つの計量的展開法モデルを採用した。すなわち、バクトルモデル、標準展開法モデル、重み付主展開法モデルである。これらのモデルは何らかの方法により与えられる m 個のモノの座標行列 $X = \{x_{jt}\}$ ($j=1\sim m, t=1\sim r$)と調査等により得られる(非)選好性データ行列 $S = \{s_{ij}\}$ ($i=1\sim n, j=1\sim m$)と入力データである。 x_{jt} は X の行バクトルでモノ j の座標を示し、 s_{ij} は S の行バクトルでヒト i の(非)選好性データを示している。なお、 X は評価空間を4次元とし調査

により得られた非類似性データに数量化理論IV類を適用して求めた。次に各モデルの考え方と計算法の概要について述べる。

2-1 バクトルモデル

評価空間内にヒト i の選好を示す未知バクトル B_i が存在すると仮定する。そのうえで X の B_i に対する射影 $\hat{S}_i$ と選好性データ S_i との残差平方和を最小とする基準を採用すれば、 B_i は(1)式により求められる。ヒト i の評価の理想点は B_i の正方向の無限遠点にあり、この点に近いモノがヒト i の選好しているモノである。

$$B_i = (X'X)^{-1}X'S_i \quad (i=1\sim n) \quad (1)$$

$$s_{ij} = \alpha_i(x_{ji}x_{ji}) + \beta_i x_{ji} + \gamma_i + \epsilon_{ij} \quad (j=1\sim m) \quad (2)$$

ここで $\beta_i = -2\alpha_i \gamma_i$

$\gamma_i = \alpha_i(\sum_{j=1}^m x_{ji}^2) + \delta_i$

ϵ_{ij} は誤差項

s_{ij} は S_i の要素

$$y_i = -\frac{1}{2\alpha_i} \beta_i \quad (i=1\sim n, \alpha_i \neq 0) \quad (3)$$

$$s_{ij} = x_{ji}W_i x_{ji} + \beta_i x_{ji} + \gamma_i + \epsilon_{ij} \quad (j=1\sim m) \quad (4)$$

ここで $\beta_i = -2\sum_{j=1}^m W_i x_{ji}$

$\gamma_i = \sum_{j=1}^m W_i x_{ji}^2 + \delta_i$

ϵ_{ij} は誤差項

W_i は座標軸に与える重み W_i ($t=1\sim r$)

の r 次対角行列

s_{ij} は S_i の要素

$$y_i = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^r W_i \beta_i \quad (i=1\sim n, W_i \neq 0 (t=1\sim r)) \quad (5)$$

2-2 標準展開法モデル 評価空間内にヒト i の評価の基準点すなわち未知なる理想点が存在すると仮定する。そのうえで、非選好性データ S_i がこの理想点とモノの点との距離の2乗と正の線型関係にあるとすれば、(2)式が成立する。(2)式は2次の多項回帰式であり、回帰分析により α_i

β_i を算定できる。この結果を用いて、(3)式により n 人のヒトの理想点を求めるものである。

ヒト i はこの理想点に近いモノを選好している。ただし、 $\alpha_i = 0$ となるヒトは、 $y_i \rightarrow \infty$ となるため、このヒトの評価構造はバクトルモデルに一致する。

2-3 重み付主展開法モデル

評価空間内にヒト i の評価の未知なる基準点が存在すると仮定する。そのうえで、非選好性データ S_i がこの基準点とモノの点との重み付ユークリッド距離の2乗と線型関係にあるとすれば、(4)式が成立する。この2次の多項回帰式を用いて回帰計算を行い、 W_i 、 β_i を決定する。その結果を用いて、(5)式により n 人のヒトの基準点を求めるものである。なお、このモデルでは W_i ($t=1\sim r$)の値が正負により、この基準点の数や性質が変化すると考えられるので、ここに整理しておく。1) 全ての W_i が正であるヒト

表1 公共交通機関の障壁

1	乗降員・駅員の態度が悪い
2	案内放送・表示物が不適切
3	悪い道義取集施設
4	にぎり棒や安全装置の不足
5	選賃割引制度が不十分
6	運転者の乱暴な運転
7	スペースの不足
8	座席・優先座席の不足
9	安心感がない
10	幹線口・表示板が暗い
11	駅・車両の出入口がせまい
12	歩く距離・階段が長い
13	緩速通行路がない
14	待ち・停車時間が不適切
15	乗り換え回数が多い
16	雨よけなどの設備が不足

は、その基準点が唯一の理想点であり、この点に近いモノを選好する。2) 全ての w_{ij} が負であるヒトは、その基準点が唯一の反理想点であり、この点から遠いモノを選好する。3) 一部の w_{ij} が負であるヒトは、その基準点が鞍点であり、この点から負の w_{ij} を持つ軸方向に遠いモノを選好する。4) 全ての w_{ij} が 0 となるヒトは、その基準点が無限遠点となり、バクトルモデルの評価構造を有する。5) 一部の w_{ij} が 0 となるヒトはその軸を評価に用いていない。6) 全ての w_{ij} が同符号で、その値の等しいヒトは唯一の理想点または反理想点を持つ標準展開法モデルの評価構造を有する。

3. ケース・スタディ

3-1 分析データの概要 分析データは老人と身障者を収容する施設等に依頼して収集した。その主なものは公共交通機関の障壁(表-1 参照)についての非類似性データとそれらの障壁除去に対する選好性データである。有効サンプルとした老人と身障者の人数は106であった。

3-2 分析結果 まず、全般的な結果について述べる。バクトル、標準、重み付きの各モデルの適合度を示す重相関係数(R)は106人の平均値でそれぞれ54, 61, 76%である。また、この R が80%以上となる人数はバクトル、標準、重み付きのモデルの順に3, 5, 42人である。調査した選好性データ自身に信頼性の問題があるが、重み付き展開法モデルの適合度が最も良いといえよう。この原因は説明変数が多いためと考えられる。次に、各モデルで適合度の良い人の一部の結果を述べる。図-1はバクトルモデルによる1番の人の選好バクトル($R=0.93$)を示したものである。図-2は標準展開法モデルによる101番の人の理想点($R=0.76$)を示したものである。標準展開法モデルで $w_{ij}=0$ となる人数は21人であるが、このなかにはバクトルモデルで R が80%以上を示す3人が含まれている。図-3~5はそれぞれ重み付き展開法モデルによる72番の人の理想点($R=0.89$)、77番の人の反理想点($R=0.72$)、50番の人の鞍点($R=0.97$)を示したものである。このモデルでは、全ての重みが正、全ての重みが負、一部の重みが負となる人数はそれぞれ3, 0, 103人である。さらに、全ての重みが0に近い($|w_{ij}| \leq 0.1$)人は6人であり、このうちにはバクトルモデルで R が80%以上を示す3人のうちの2人が含まれている。また、厳密に標準展開法モデルと同じ評価構造を持つ人はいない。以上の結果から、人の評価構造が多様であり、多次元展開法が個人差分析の有効な手法であることがわかった。

4. おわりに 今後は、本格的に交通弱者の個人差分析に取り組みたいと思う。なお、本研究は文部省科学研究費奨励研究による成果の一部であることを付記する。

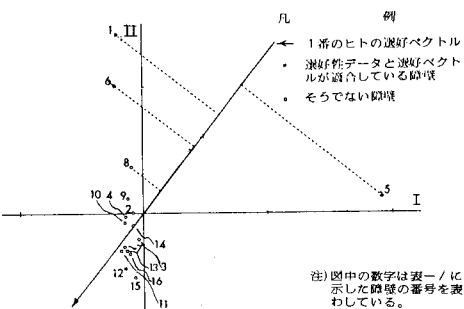


図-1 モノの配置とバクトルモデルによるヒトの選好バクトル

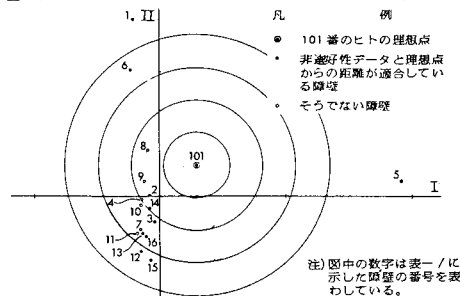


図-2 モノの配置と標準展開法モデルによるヒトの基準点

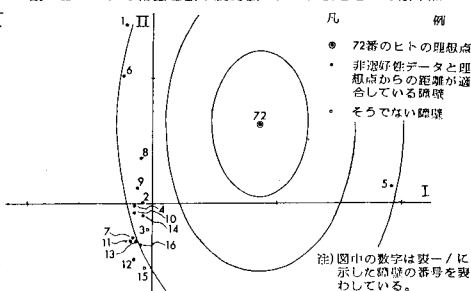


図-3 モノの配置と重み付き展開法モデルによるヒトの基準点

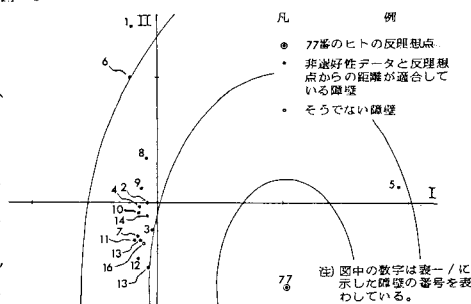


図-4 モノの配置と重み付き展開法モデルによるヒトの基準点

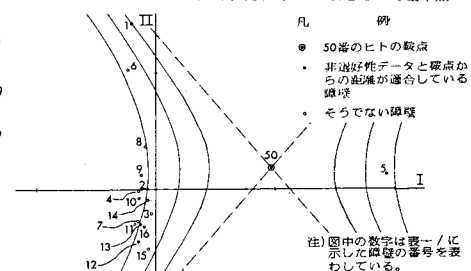


図-5 モノの配置と重み付き展開法モデルによるヒトの基準点