

京大大学院 学生員 黒田 達朗  
 京大工学部 正会員 天野 光三  
 京大工学部 正会員 戸田 常一

1. はじめに

近年の大都市における通勤混雑は深刻な都市問題となっており、交通施設の整備を行なうにあたっては運営者や沿線住民と並んで利用者の立場からの評価が必要と考えられる。そこで本研究では、主にマストラを中心とした通勤交通網を対象として利用者の立場からの評価モデルを構成し、さらに大阪市が昭和52年8月に阪神間の通勤交通網を対象として実施した「通勤交通定態調査」のアンケートのデータ及び昭和45年度京阪神都市圏パーソントリップ調査のデータなどを用いてモデルの実証的な検討を行なった。

2. 利用者評価モデルの構成

利用者が交通機関やルートを選択する際には、所要時間、乗り換え時間等を総合的に評価していると思われるが、本研究では図1のような評価項目を考える。これらの各評価項目に対して評価値が得られ(以下では各評価項目についてパフォーマンスと評価値との関係を「評価関数」として計測する)、さらに項目間の相対的重要性が計測された場合、利用者の総評価値は特定の条件のもとでは式(1)を用いて求めることができる。

$$U = \sum_{k=1}^n w_k u_k \quad \dots (1)$$

ただし  $w_k$ ,  $u_k$  はそれぞれ項目  $k$  の評価値, 相対的重要性であり、 $U$  は利用者の総評価値である。

図1. 評価項目の例

- (a) バス利用者への評価項目
- 所要時間
  - アクセス時間
  - 乗り換え回数
  - 乗り換え時間
  - 電車の混雑度
  - 電車の冷房
  - バスの混雑度
  - バスの冷房
  - バスの定時性
- (b) バス乗用者への評価項目
- 所要時間
  - アクセス時間
  - 乗り換え回数
  - 乗り換え時間
  - 電車の混雑度
  - 電車の冷房

いま、あるODペアの交通量が外生的に与えられたとき、OD間に想定されるP番目のルートの選択率を次式で求める。

$$P_p = (U_p)^M / \sum (U_p)^M \quad \dots (2)$$

ここで  $U_p$  は式(1)で求められたP番目のルートの評価値であり、 $M$  はパラメータである。

式(2)によって各ルートの選択率を求めるが、その際評価項目中には混雑度のように交通量に影響される項目があるので、実際

の配分には分割配分法などを用いる事が考えられる。いま、あるルートの改良を行なえば、需要誘発を考慮しない場合には、そのルートの「評価値-交通量曲線」は図2-aのように右下方へ移行する。しかし、改良により同時に交通量の転換をもたらす、評価値と交通量の均衡点はIからIIに移動する。一方、代替ルートにおいては上記の改良によって交通量が減少し、均衡点は図2-bのように移動する。代替ルートが2本の場合の改良による効果を図3に示す。改良後のこれらの均衡点は、式(2)を用いた配分結果から得られ、また本研究では改良のもたらす利用者便益を次式によって定義する。

$$B_u = \sum (U_i \cdot X_i - U_i^* \cdot X_i^*) \quad \dots (3)$$

ただし、 $i$  はルートの番号、 $U_i, X_i$  は改良前の、 $U_i^*, X_i^*$  は改良後のそれぞれ評価値, 交通量を表わす。

図2-a 改良1への効果

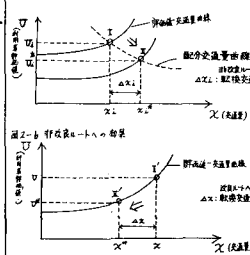
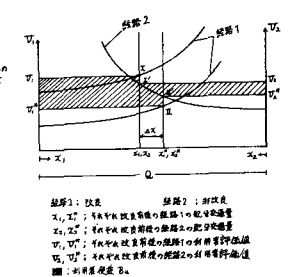


図3 代替経路2本の場合の効果



3. 阪神間の通勤交通網に対するケーススタディ

① インタレストグループの抽出

利用者の立場から交通網の評価を検討する場合には、利用者の嗜好の多様性を考慮する必要がある。本研究では、アンケートのフェイスシートデータによって得られる各被験者の属性を用いて分散分析を施して分類した。各評価項目ごとに属性をクロスさせて検討したが、その結果求められた分散比Fの有意率を表1に示す。また、比較的有意率の小さい性別・年齢・所要時間の

表1 分散分析の結果——分散比Fの有意率

	所要時間	77歳以上	年齢	性別	職業	電車の混雑度	電車の冷房	バスの混雑度	バスの冷房	バスの定時性	総合
性別	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.180	0.001	0.246	0.002	0.086	
年齢	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.022	0.072	0.226	0.157	
職業	0.001	0.035	0.052	0.013	0.001	0.046	0.999	0.999	0.999	0.995	
所要時間	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008	0.001	0.352	0.016	0.130	
77歳以上	0.001	0.999	0.999	0.999	0.001	0.001	0.039	0.267	0.999	0.001	
年齢	0.001	0.350	0.001	0.003	0.001	0.148	0.999	0.999	0.074	0.001	

三属性を用いて分散分析を行なった結果、すべての評価項目について有意率は0.001となったので、この3属性の組み合わせにより、表2のようなグルーピングを行なった。

②評価関数の設定

交通網の改良を評価に結びつけるための各項目に対する評価関数の設定は、表2に示したグループ別に、各被験者の所要時間やアクセス時間などの現状の値と満足度との間に20種類ほどの関数形による回帰を施し、できるだけ奇率率の高いものを選んだ。一例として「バスの定時性」における回帰結果を表3に示す。

表2 各属性の組み合わせによるグループ

グループ	属性	属性値	所要時間	アクセス時間
1	男	20才未満	0-15分	10-15分
2	女	20-29才	16-30分	16-20分
3	男	30-39才	31-45分	21-25分
4	女	40-49才	46-60分	26-30分
5	男	50-59才	61-75分	31-35分
6	女	60-69才	76-90分	36-40分
7	男	70-79才	91-105分	41-45分
8	女	80-89才	106-120分	46-50分
9	男	90-99才	121-135分	51-55分
10	女	100-114分	136-150分	56-60分
11	男	115-129分	151-165分	61-65分
12	女	130-144分	166-180分	66-70分

(注) グループ1: 最も理想的な評価関数を用いた場合、グループ2: 最も悪い場合。

表3 評価関数の例 (バスの定時性、このグループ別に設定した評価関数)

グループ	評価関数	奇率率	検定値	奇率率
1	$U = 5.361P - 1.563P^2 + 0.170P^3 - 2.60P$	0.806	0.479	66.369
2	$U = 2.949P - 0.240P^2 - 0.042P^3 - 0.99P$	0.690	0.763	41.540
3	$U = 0.264P + 0.821P^2 - 0.160P^3 + 0.733$	0.599	0.900	24.747
4	$U = 2.217P - 0.143P^2 - 0.030P^3 - 0.503$	0.672	0.585	62.164
5	$U = 1.795P + 0.094P^2 - 0.084P^3 - 0.814$	0.705	0.586	40.677
6	$U = 1.733P - 0.010P^2 - 0.037P^3 - 0.297$	0.748	0.593	100.671
7	$U = 0.337P - 2.725P^2 + 6.049P^3 - 4.221$	0.751	0.472	55.382
8	$U = 3.631P - 0.726P^2 + 0.054P^3 - 1.521$	0.764	0.371	66.720

③相対的重要度の設定

評価項目間の相対的重要度の設定には数量化理論Ⅱ類における偏相関係数を用いることにした。その際、各評価項目における満足度を数量化理論Ⅱ類における属性とし、総合的満足度を外的基準として解析を行なった。一例として、バスの利用者でグループ1~4の被験者について数量化理論Ⅱ類を適用した結果を表4に示す。

表4 偏相関係数の結果

グループ	属性間の相対的重要度の設定 (数量化理論Ⅱ)			
	A-1	A-2	A-3	A-4
サンパル数	47	53	47	75
$r_{ij}$ (相関係数)	0.917	0.939	0.965	0.597
$\eta_j$ (相関係数)	0.958	0.943	0.922	0.773
所要時間	R: 0.011, P.C: 0.656, W: 0.107	R: 1.116, P.C: 0.871, W: 0.297	R: 1.280, P.C: 0.829, W: 0.251	R: 1.323, P.C: 0.520, W: 0.732
7分間	R: 0.495, P.C: 0.270, W: 0.441	R: 0.534, P.C: 0.409, W: 0.272	R: 0.525, P.C: 0.271, W: 0.415	R: 1.627, P.C: 0.223, W: 0.074
乗り換え回数	R: 2.102, P.C: 0.394, W: 0.129	R: 1.254, P.C: 0.467, W: 0.297	R: 0.771, P.C: 0.535, W: 0.231	R: 0.986, P.C: 0.271, W: 0.038
乗り換え時間	R: 0.493, P.C: 0.350, W: 0.084	R: 2.281, P.C: 0.265, W: 0.183	R: 1.264, P.C: 0.518, W: 0.231	R: 0.922, P.C: 0.107, W: 0.074
電車の混雑	R: 0.056, P.C: 0.727, W: 0.117	R: 1.418, P.C: 0.816, W: 0.297	R: 0.539, P.C: 0.859, W: 0.129	R: 1.067, P.C: 0.271, W: 0.038
電車の冷房	R: 0.729, P.C: 0.703, W: 0.138	R: 1.244, P.C: 0.249, W: 0.118	R: 1.672, P.C: 0.776, W: 0.136	R: 1.624, P.C: 0.833, W: 0.103
バスの混雑	R: 3.579, P.C: 0.327, W: 0.138	R: 1.244, P.C: 0.729, W: 0.138	R: 1.423, P.C: 0.776, W: 0.136	R: 0.644, P.C: 0.833, W: 0.103
バスの冷房	R: 0.247, P.C: 0.879, W: 0.134	R: 1.266, P.C: 0.755, W: 0.133	R: 1.587, P.C: 0.613, W: 0.107	R: 0.844, P.C: 0.284, W: 0.085
バスの定時性	R: 1.526, P.C: 0.212, W: 0.124	R: 0.215, P.C: 0.612, W: 0.122	R: 0.798, P.C: 0.422, W: 0.194	R: 0.740, P.C: 0.833, W: 0.103

④仮想の改良を加えた場合の便益の計測

阪神間の通勤交通ネットワークに仮想の改良を加えることによって、利用者に与える便益の計測を試みた。具体的には、ネットワーク上にいく通りかの改良を行ない

それによって得られる利用者便益を式(3)を用いてODペア別・グループ別に計測した。ここでは西宮市南2及び大阪市西区2のパーソントリップ調査の4桁ゾーン間でグループ1,2(男性, 30才未満)について計測した例を説明する。まず、アンケート調査結果などを参考にして上記OD間の代表的な4本の代替ルートを選んだ。

1. 0-徒歩-阪急(阪神国道)-梅田-地下鉄(赤羽)-徒歩-D
2. 0-徒歩-国鉄(甲子園口)-梅田-地下鉄(赤羽)-徒歩-D
3. 0-徒歩-阪神(甲子園)-梅田-地下鉄(赤羽)-徒歩-D
4. 0-徒歩-バス-阪神(甲子園)-梅田-地下鉄(赤羽)-徒歩-D

次に各ルートごとに所要時間等のパフォーマンスをアンケート調査結果などを用いて、先に計測した評価関数によって項目ごとの評価値を算出した。さらに式(1)を用いると各ルートごとに総評価値を求めることができる。仮に、ルート1の阪急今津線に梅田まで直通にする改良案の便益の計測を試みた。まず、乗り換え時間と乗り換え回数が変化すると考えらるので、各項目の評価値及び総評価値は表5のように変化した。

表5 改良による評価値の変化

ルート	所要時間	7分間	乗り換え回数	乗り換え時間	冷房	混雑	定時性	総評価値
1	3.411	1.972	2.192	3.458	4.075	3.704	-	3.311
2	2.545	2.077	2.492	3.247	4.076	3.702	-	3.245
3	2.545	2.077	2.472	3.247	4.076	3.649	-	3.249
4	2.545	1.247	3.224	3.247	4.076	1.664	1.176	3.778

また、上で計測した相対的重要度の値及び式(2),(3)を用いて算出した改良前後における各ルートごとの交通量と改良による利用者便益を表6に示す。尚、OD交通量は114人である。表6に示すようにルート1では利用者の増加によって全体的には負の便益が生ずるが、他ルートについては比較的大きな正の便益が生じており、OD間全体としては便益の向上が認められる。このようにして各OD別・グループ別に改良による便益が計測でき、その交通網改良に対する有用な情報を作成できる。

4. おわりに

上記の分析において、適切なグループ化と評価関数及び相対的重要度の設定などが問題であり、今後の重要な課題と思われる。最後に、本研究を行なうにあたってデータの提供を戴いた大阪市、近畿地建並びに日本電子計算機(株)に感謝の意を表します。

参考文献)天野, 戸田, 黒田: 效用関数を用いた通勤交通機関選択モデルに関する実証的研究(昭和52年) 同く(昭和53年) 関西支那