

利用者から見た通勤交通ネットワークの評価に関する実証的研究

京都大学大学院 学生員 黒田 達朗

京都大学工学部 正会員 天野 光三

京都大学工学部 正会員 戸田 第一

1. はじめに

今日、大都市における市街地のスプロールは、公共交通機関の整備の立ち遅れと相まって、深刻な通勤難を招いている。この通勤交通の問題を扱う場合には、大都市における通勤者のほとんどが公共交通機関を利用している現状からみて、各種交通機関相互の有機적連繫を検討し、通勤交通ネットワーク全体としての効率性を高めるように整備を進めることが必要である。我々はマストラを中心とした通勤交通網を対象にして、利用者の立場からの1つの評価モデルを構成し、主としてアンケートデータの解析による実証的な検討を行ってきたが、本稿では特にこのような場合におけるデータ解析上の問題点を中心に、その後の研究で得られた結果をまとめる。

2. 利用者評価モデルの概要

交通手段を利用者の立場から評価する場合、従来では時間距離などの特定のサービス特性に着目して評価が行なわれることが多いが、利用者は待ち時間や混雑度などの他の多くのサービス特性をも同時に考慮して実際の交通手段選択を行なうものと考えられ、交通手段の評価に際しては、これら数多くのサービス特性を同時に考慮することが必要と考えられる。最近では、この点に着目した研究として河上⁴⁾や三菱総研⁵⁾、野村総研⁶⁾などものがあり、実証的な検討も積極的に行われている。我々も同様な立場に立ち、特に利用者の交通手段選択と評価との関連を考慮して1つの評価モデルを提案し、アンケートデータなどの解析を通じてモデルの実用性を実証的に検討してきた。モデルの概要は以下の通りである。

利用者が交通手段を利用する際には、個々の交通手段やその組み合わせとしての経路全体としてのサービス水準を評価した上で、個々の交通手段を選択していると考えることができる。この時、通勤交通のサービス水準は例えば図-1に示す複数の評価項目の総合として考えることができる。いま、各評価項目ごとに物理量(パフォーマンス)と評価値との間の対応を示す評価関数を設定することにより各項目の評価値が得られ、さらに相異なる項目間の独立性と加法性とを仮定できれば、利用者評価値は次式(1)で定義することができる。

$$U = \sum_i w_i u_i \quad \dots (1)$$

ただし、 U : 利用者評価値; w_i, u_i : それぞれ項目ごとの相対的重要度, 評価値

図-1に示す評価項目は、いずれもあるトリップ目的を遂行するための負担として捉えられる。

次に、あるODペアのOD交通量が外生的に与えられたとき、OD間に想定されるP番目の経路の選択率を次式(2)で求める。

$$\beta_p = (U_p)^m / \sum_r (U_r)^m \quad \dots (2)$$

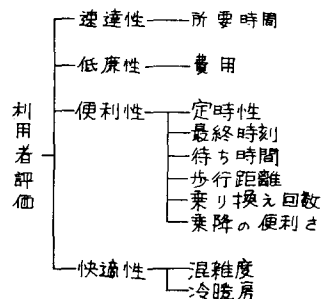
ただし、 β_p : P番目の経路の選択率; U_p : 式(1)で求められた経路Pの評価値

m : パラメータ、この値は実際には現実の交通網における経路選択率と、各経路の利用者による評価値を用いて、ODペアごとに推定する必要がある。

式(2)によって交通量配分することにより各経路の実際の交通量を推定するが、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ことが必要となる。

以下では、本研究で構成した利用者から見た評価モデルを簡単に説明する。

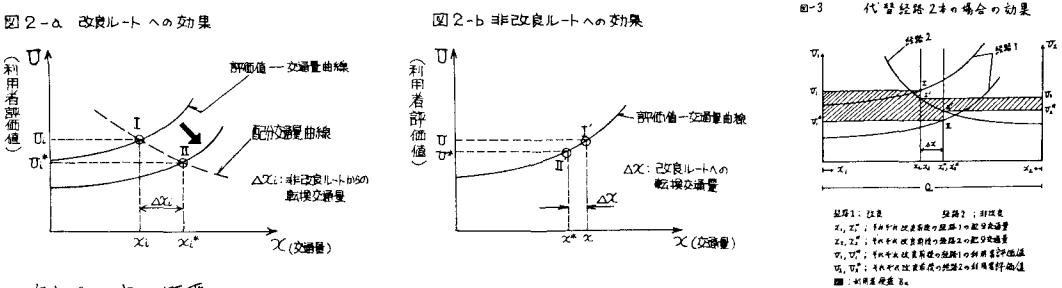
図-1 評価項目の例



いま、1つの経路に着目すれば交通量の増加は評価値の増大（悪化）をもたらすと考えられるから、図-2に示すような「評価値-交通量曲線」が描ける。ある経路の改良を行なえば、需要誘発を考慮しない場合には、その経路の「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が生じ、評価値と交通量の均衡点はIからIIへ移動する。一方、その代替経路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。代替経路が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)を用いた交通量配分の結果から得ることができる。そこで、本研究では改良のもたらす利用者便益を次式(3)によって定義する。

$$B_u = \sum_p (U_p x_p - U_p^* x_p^*) \quad \dots (3)$$

ただし、 B_u : 利用者便益; p : 経路の番号; U, U^* : それぞれ改良前後の評価値; x, x^* : それぞれ改良前後の交通量



3. 実証的研究の概要

以下では、アンケートデータを解析することによって上述の評価モデルの実証的検討を行なうが、過去の検討の問題となつたのは次の2点である。

- (i) 過大評価や過少評価を避けるために、評価を行なう前に評価項目の選定・整理が必要である。
- (ii) 正確な評価を多面的に行なうためには、価値観の異なる利用者の属性を考慮し、被験者を同質のグループに分類することが必要である。

本報では特に評価項目の選定・整理および被験者のグルーピングの2つの問題の検討に重点をおくが、まずアンケート調査の概要とその解析および評価の手順について述べる。

① アンケート調査について

本研究で解析のデータとして用いるアンケート調査は、昭和52年8月に大阪市が神戸方面から大阪への通勤者を対象として実施した「通勤交通実態調査」である。この調査では図-4に示した様式で「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、同冷房、バスの混雑度、同冷房、同定時性」の9項目についてそれぞれ現状の物理量（パフォーマンス）と満足度（評価値）を、また通勤経路全体に対する満足度を質問している。

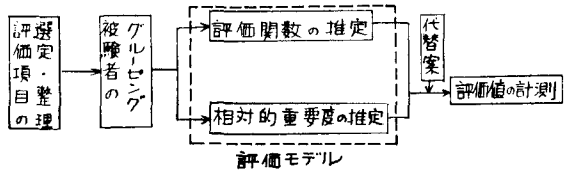
図-4 アンケートの例

② アンケートの解析および評価の手順について

まず、上述の(i)の問題点の検討として、項目間の独立性をみることによって評価項目を選定・整理する。次に、(ii)の問題の検討として、フェイスシートデータを同時に用いて被験者のグルーピングを行なう。以上を基礎処理とよぶ。この結果得られたグループ別に、選定した各評価項目別の評価関数と相対的重要性を推定する。最後に、これらの解析結果を用いて交通網改良による利用者便益の推定を行なう。以上の手順

工費	目	あなたの現在の状況	左の状況もどのように感じていますか?
(1) 自宅から勤務先までの所要時間	1. 30分未満		非常にややふつふつやや非常に
	2. 30分~45分未満		
	3. 45分~1時間未満		
	4. 1時間~1時間半未満		
	5. 1時間半以上		

図-5 アンケートの解析および評価の手順



を図-5に示す。

4. アンケートデータの基礎処理

① 評価項目の選定・整理

従来の我々の研究では、アンケートで質問した9項目すべてを評価項目として採用していたが、各項目間の独立性の検討を行なうことによって、二重評価による過大評価を避けるために、評価項目の選定・整理の検討を行なった。

具体的には、各評価項目ごとに式(4)および式(5)による重回帰分析による検討を行なった。

$$U_i = \alpha_0 P_i + \sum_{j \neq i} \alpha_j P_j + C \quad \dots (4)$$

$$U_i = \sum_{j \neq i} \alpha_j P_j + C \text{ (ただし } P_i \text{ は fixed)} \quad \dots (5)$$

ただし、 U_i 、 P_i ：それぞれ項目 i の評価値パフォーマンス； P_j ： i 以外の項目のパフォーマンス； α_0 、 α_j ：回帰係数； C ：定数

これらの分析結果を表-1および図-6に示す。

表1-a 式(4)による標準化回帰係数の比較

項目	B	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
1 所要時間								
2 アクセス時間								
3 乗り換え回数								
4 乗り換え時間								
5 電車の混雑度								
6 電車の冷房								
7 バスの混雑度								
8 バスの冷房								
9 バスの定時性								

標準化回帰係数

△：1項目のみで評価
●：2項目以上で評価
○：3項目以上で評価
◇：4項目以上で評価
◇：5項目以上で評価

表1-b 式(5)による標準化回帰係数の比較

項目	B	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
1 所要時間							
2 アクセス時間							
3 乗り換え回数							
4 乗り換え時間							
5 電車の混雑度							
6 電車の冷房							
7 バスの混雑度							
8 バスの冷房							
9 バスの定時性							

△：1項目のみで評価
●：2項目以上で評価
○：3項目以上で評価
◇：4項目以上で評価
◇：5項目以上で評価

図6-a 評価項目間の相互関係 (A)

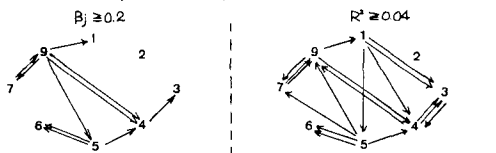


図6-b 評価項目間の相互関係 (B)

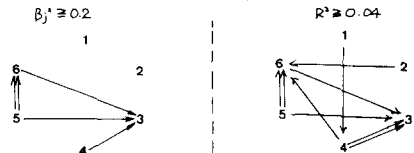


表1-a、1-bはそれぞれ式(4)、式(5)による重回帰分析の結果、標準化回帰係数が0.1、0.2より大きい項目をプロットしたものである。標準化回帰係数は P_j の U_i に対する相関を表わす1つの指標と考えられるので、この表によって各項目間の独立性を調べるができる。表1-aによれば所要時間に対する評価については、所要時間のパフォーマンス以外に電車の混雑度やバスの定時性などのパフォーマンスが比較的大きな相関があることがわかる。アクセスの項目は他の項目との間で独立性が高いが、乗り換え回数の評価は乗り換え時間や電車の混雑度などのパフォーマンスにかなり規定されている。また、電車の冷房の評価が混雑度のパフォーマンスと相関が高い。A（電車+バス利用）とB（電車利用）の場合では、若干の相違があるもののほぼ同様の結果が得られた。また、表1-bは P_i を固定したもののうち、サンプルが最も多いパフォーマンスのレベルについて解析した結果をまとめたものである。電車冷房の評価に同混雑度のパフォーマンスが影響を及ぼしているなど、表1-aの場合とほぼ同様の結果が得られている。

図6-a、6-bはそれぞれA、B別に表1の結果を用いて項目間の関係を視覚的に捉えるために、標準化回帰係数が0.2以上のものと寄与率が0.04以上のものについて図示したものである。例えば6→7の矢印は「項目5（電車混雑度）のパフォーマンスが項目6（電車冷房）の評価に影響を及ぼしている」という意味をもっている。また5→6というのは、式(4)と式(5)の2つの場合について同じ結果が得られたことを表わす。なお、寄与率は標準化回帰係数の信頼性を示す1つの指標と考えられる。図-6の結果から総合的に判断して、今回の解析では項

目3(乗り換え回数)と項目6(電車冷房)とを除くことが適切と考えられる。これは、それらの評価がそれぞれ項目4(乗り換え時間)と項目5(電車混雑度)の評価によってある程度説明されると考えられるからである。また、バスの冷房については、現実に冷房を備えているものが少なく、データに極端な偏りがみられるので、解析から除外することとした。

②インタレスト・グループの抽出

グループニングの目的は、前述のように同質の価値観をもつ利用者を抽出することによって、交通網改良による便益をグループごとに算出し、多面的な評価を行なうためのものである。しかし、解析上の更からみの場合、その目的は評価関数や相対的重要度の推定の際にそれらの精度を高めようとするものである。このように考えるならば、本研究のアプローチにおいては、グループニングの方法は次の2つに大別できる。

(a) 評価関数の精度中心の方法

(b) 相対的重要度の精度中心の方法

我々の従来の研究においては、各評価項目のパフォーマンスと性別、年齢などの被験者属性を独立変数、その項目の評価値を従属変数として分散分析を行なったが、これは(a)の1つの方法と考えられる。その結果得られた「全く関係なし」という帰無仮説に対する分散比Fの有意率を表-2に示す。この分析結果を用いて、昨年は性別、年齢、所要時間の3つの属性によってグループニングを行なった。

しかし、この方法は(a)、(b)というグループニングの視点に基づいて行なったものではなく、分析結果に積極的な意味がないのが欠点である。この点を考慮して、本報では(a)、(b)それぞれについて次のいくつかの検討を行なった。

(a) 評価関数中心の方法

具体的には式(6)、式(7)による重回帰分析を行なった。

$$U_i = \beta_0 \beta_i + (\beta_{11} \delta_{i1} + \beta_{12} \delta_{i2} + \dots + \beta_{1p} \delta_{ip} + \dots) + C \quad \dots (6)$$

$$U_i = \beta_{11} \delta_{i1} + \beta_{12} \delta_{i2} + \dots + \beta_{1p} \delta_{ip} + \dots + C \quad (\text{ただし、}\beta_0: \text{fixed}) \quad \dots (7)$$

ただし、 U_i, β_i : それぞれ項目iの評価値、パフォーマンス; δ_{ip} : 属性pの第iカテゴリに対するダミー変数

β_{1p} : δ_{ip} の回帰係数; C: 定数

分析結果を表3-a, 3-bに示す。

表3-1 式(6)による標準化回帰係数の値

評価項目	性別		年齢		職業		年収		家族出社時刻	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
所要時間	0.16	0.12	0.10	0.17	0.09	0.08	0.03	0.08	0.12	0.29
乗り換え時間	0.06	0.02	0.08	0.14	0.04	0.04	0.07	0.06	0.12	0.13
乗り換え回数	0.02	0.11	0.18	0.14	0.06	0.08	0.07	0.13	0.02	0.12
乗車混雑度	0.18	0.11	0.12	0.08	0.08	0.02	0.10	0.02	0.16	0.11
バスの混雑度	0.13	0.09	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
バスの冷房	0.09	0.08	0.08	0.02	0.02	0.14	0.07	0.07	0.07	0.07
平均	0.11	0.09	0.10	0.13	0.06	0.06	0.08	0.08	0.11	0.16

表3-2 式(7)による標準化回帰係数の値

評価項目	性別		年齢		職業		年収		家族出社時刻	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
所要時間	0.29	0.13	0.20	0.27	0.05	0.09	0.13	0.05	0.30	0.32
乗り換え時間	0.15	0.04	0.01	0.21	0.12	0.17	0.11	0.14	0.25	0.29
乗り換え回数	0.03	0.04	0.25	0.13	0.05	0.16	0.31	0.11	0.24	0.23
乗車混雑度	0.30	0.16	0.10	0.12	0.14	0.10	0.20	0.04	0.23	0.31
バスの混雑度	0.06	0.02	0.02	0.06	0.06	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22
バスの冷房	0.18	0.06	0.06	0.10	0.10	0.33	0.26	0.26	0.26	0.26
平均	0.17	0.09	0.11	0.19	0.09	0.13	0.24	0.09	0.25	0.29

表4 属性のカテゴリ

性別	男
性別	女
年齢	～29才
年齢	30～39才
年齢	40才～
職業	専務職
職業	技術職
職業	管理職
職業	その他
年収	～199万円
年収	200～299万円
年収	300～449万円
年収	450万円～
家族出社時刻	～7:00
家族出社時刻	7:00～7:30
家族出社時刻	7:30～8:00
家族出社時刻	8:00～

表3-a, 3-bはそれぞれ式(6)、式(7)の分析結果として、各評価項目ごとに各属性カテゴリのダミー変数に対する標準化回帰係数の最大値と最小値の差を示したもので、各属性の規定力を示す1つの指標と考えることができる。また、属性のカテゴリの内容を表-4に示す。表-3に示すように、性別は混雑度や所要時間の評価に影響を与えていることがわかる。また、年齢は所要時間や乗り換え時間の評価に大きく影響を与えている。このように、評価項目によって影響を与えている属性は異なっているが、式(6)式(7)でもA、Bの各場合についてほぼ同様

な結果が得られており、全般に家を出る時刻や年齢、性別などの影響が比較的大きいといえる。表3-6はⅡを固定したもので、サンプル数が最も多いパフォーマンスのレベルについて解析した結果をまとめたものである。

(b) 相対的重要度中心の方法

具体的には、総合的な満足度を外的基準、各属性のカテゴリと各評価項目の満足度を独立変数として数量化理論Ⅱ類の計算を行なった。その結果を表4-1に示す。

表4-1において属性の偏相関係数は、総合的な満足度に対する規定力を示す1つの指標と考えることができる。結果をみると、相関性はあまり高くなく適切に行なわれているとは必ずしもいえないが、これは必要以上に多くの独立変数を設定したためと思われる。ここでは、属性間の比較のみを目的としているので、属性についての偏相関係数もみるとA、Bで多少異なっているものの年齢が比較的高い偏相関係数を示しており、性別や家を出る時刻などの偏相関係数は必ずしも高くない。この結果から、相対的重要度の精度に着目した場合には、年齢についてのグルーピングが最も必要であるといえる。

(c) 総合的検討

(a)と(b)の方法はそれぞれ異なる視点および解析方法によってグルーピングを行なったものであるため、異なったグルーピングの結果が得られたが、これらの結果を総合的に検討して最終的なグルーピングを行なう必要がある。この際、グルーピングは前述のように、本来解析の精度を良くするためのものであるが、あまりグループの数を増やすとサンプル数の減少による誤差の増大を招くことに注意する必要がある。

表6-6に各方法の結果をまとめて示す。これによれば解析方法に関係なく年齢によるグルーピングが必須となり、職業はあまり必要ではない。年収は相関分析によって年齢と有意な相関があるという結果が得られているため、グルーピングには直接利用しないことにした。また、家を出る時刻によるグルーピングが性別の場合に比較してより重要と考えられるので、グルーピングには年齢と家を出る時刻の2属性を用いた。さらに最終的なグルーピングは、これらの属性の他にA(バス+電車利用)とB(電車利用)の違いを考慮して表7に示すインタレスト・グループを設定した。

表6-a グルーピングの結果
(バスとバスを使う場合)

方法	属性	性別	年齢	職業	年収	家を出る時刻
Ⅱ類A		○	○	○	○	○
(6)式A		○	○	△	○	○
(7)式A		△	△	○	○	○
分散分析		○	○	○	○	○

○: 20%の相対的価値
△: 10%の相対的価値
△: 5%の相対的価値
△: 2%の相対的価値
△: 1%の相対的価値
△: 0.5%の相対的価値

表6-b グルーピングの結果
(電車とバスを使う場合)

方法	属性	性別	年齢	職業	年収	家を出る時刻
Ⅱ類B		○	○	○	○	○
(6)式B		○	○	△	○	○
(7)式B		△	△	○	○	○
分散分析		○	○	○	○	○

表5 グルーピングのⅡ類の計算結果

属性	カテゴリ	A			B		
		平均	標準偏差	相関係数	平均	標準偏差	相関係数
性別	男	-0.044	0.112	0.115 (5)	-0.076	0.279 (4)	0.070 (4)
性別	女	-0.044	0.112	0.115 (5)	-0.076	0.279 (4)	0.070 (4)
年齢	～29	0.207	0.468 (1)	0.152 (1)	-0.170	0.423 (3)	0.093 (2)
年齢	30～39	-0.261	0.468 (1)	0.152 (1)	0.253	0.423 (3)	0.093 (2)
年齢	40～	-0.042	0.468 (1)	0.152 (1)	0.031	0.423 (3)	0.093 (2)
職業	事務系	0.076	0.264 (3)	0.092 (4)	0.020	0.637 (1)	0.101 (1)
職業	技術系	-0.152	0.264 (3)	0.092 (4)	0.037	0.637 (1)	0.101 (1)
職業	管理系	-0.188	0.264 (3)	0.092 (4)	-0.526	0.637 (1)	0.101 (1)
職業	その他	-0.028	0.264 (3)	0.092 (4)	0.111	0.637 (1)	0.101 (1)
年収	～199,999	-0.094	0.344 (2)	0.115 (1)	0.187	0.451 (3)	0.092 (3)
年収	200～299,999	-0.016	0.344 (2)	0.115 (1)	0.139	0.451 (3)	0.092 (3)
年収	300～499,999	0.213	0.344 (2)	0.115 (1)	-0.264	0.451 (3)	0.092 (3)
年収	500,000～	-0.132	0.344 (2)	0.115 (1)	-0.089	0.451 (3)	0.092 (3)
家を出る時刻	7:00～7:30	0.187	0.264 (3)	0.108 (3)	-0.138	0.205 (5)	0.042 (5)
家を出る時刻	7:30～8:00	-0.106	0.264 (3)	0.108 (3)	-0.024	0.205 (5)	0.042 (5)
家を出る時刻	8:00～	0.160	0.264 (3)	0.108 (3)	0.101	0.205 (5)	0.042 (5)
所要時間	非常にも満	-0.496	1.381	0.321	-1.120	1.903	0.268
所要時間	ややも満	-0.322	1.381	0.321	-0.341	1.903	0.268
所要時間	ふつう	0.125	1.381	0.321	0.182	1.903	0.268
所要時間	やや満足	0.469	1.381	0.321	0.333	1.903	0.268
所要時間	非常に満足	0.895	1.381	0.321	0.783	1.903	0.268
アライメント	～	-0.301	0.444	0.089	0.431	0.456	0.049
アライメント	～	-0.095	0.444	0.089	0.041	0.456	0.049
アライメント	～	0.143	0.444	0.089	-0.044	0.456	0.049
アライメント	～	0.137	0.444	0.089	-0.029	0.456	0.049
アライメント	～	-0.052	0.444	0.089	-0.002	0.456	0.049
乗換時間	～	-0.498	1.028	0.214	-0.519	0.901	0.140
乗換時間	～	-0.029	1.028	0.214	-0.170	0.901	0.140
乗換時間	～	0.187	1.028	0.214	0.144	0.901	0.140
乗換時間	～	-0.003	1.028	0.214	0.086	0.901	0.140
乗換時間	～	0.530	1.028	0.214	0.382	0.901	0.140
電車+バス利用	～	-0.241	0.506	0.168	-0.920	1.761	0.339
電車+バス利用	～	-0.146	0.506	0.168	-0.252	1.761	0.339
電車+バス利用	～	0.139	0.506	0.168	0.184	1.761	0.339
電車+バス利用	～	0.215	0.506	0.168	0.496	1.761	0.339
電車+バス利用	～	0.265	0.506	0.168	0.841	1.761	0.339
バス+電車利用	～	-0.451	0.751	0.195	-0.519		
バス+電車利用	～	-0.148	0.751	0.195	-0.170		
バス+電車利用	～	0.098	0.751	0.195	0.144		
バス+電車利用	～	0.061	0.751	0.195	0.086		
バス+電車利用	～	0.299	0.751	0.195	0.382		
バス+電車利用	～	-0.834	1.284	0.356	-0.920		
バス+電車利用	～	-0.085	1.284	0.356	-0.252		
バス+電車利用	～	0.164	1.284	0.356	0.184		
バス+電車利用	～	0.450	1.284	0.356	0.496		
バス+電車利用	～	0.291	1.284	0.356	0.841		
相関比の差			0.4859			0.3262	

表7 インタレスト・グループの設定

グループ名	年齢	家を出る時刻	サンプル数
A-1	～29	～7:30	101
A-2	～29	7:30～	109
A-3	30～39	～7:30	72
A-4	30～39	7:30～	60
A-5	40～	～7:30	85
A-6	40～	7:30～	69
B-1	～29	～7:30	162
B-2	～29	7:30～	219
B-3	30～39	～7:30	91
B-4	30～39	7:30～	116
B-5	40～	～7:30	120
B-6	40～	7:30～	124

5. 評価関数と相対的重要度の推定

① 評価関数の推定

表-7に示すグループ別に各項目の評価関数を推定する。具体的には各項目の満足度(評価値)と現状の物理量(パフォーマンス)の間に20種類の関数形を設定し、最も寄与率の高いものを評価関数として用いる。本研究では計算の都合上、まず20種類全ての関数形による回帰計算を行ない、各項目について寄与率の高い関数形2つを提示。次に、それら2種類の関数を各グループ別の回帰計算に用いて寄与率の高い方を最終的な評価関数と定めた。推定した評価関数を表-8に示す。

表-8に示すように、全体的に寄与率 ρ^2 があまり高くなく、Durbin-Watson検定値も2.00からかなりはずれているものもあるが、項目別にみれば、バスの混雑度や定時性についての回帰結果は比較的良好といえる。しかし所要時間に関する寄与率は低く、この傾向は昨年の解析結果でも同様であるので、これにより所要時間に対する評価が利用者によって極めて異なると思われることができる。

② 相対的重要度の推定

表-7に示すグループ別に各項目間の相対的重要度を推定する。具体的には、全体的な満足度を外的基準とし、各評価項目の満足度を観立変数として数量化理論Ⅱ類の計算を行ない、各項目の偏相関係数を標準化して相対的重要度を算出した。得られた相対的重要度を表-9に示す。

表-9に示すように、全体的にはAのグループの場合が相関比が高く判別が良好であるが、相対的重要度の値はかなりグループによって異なっている。A、Bともに5、6のグループ(40才以上)ではアクセスの相対的重要度が低くなっている。またAではバスの定時性、Bでは所要時間や電車の混雑度の相対的重要度が高いことなどを示す。さらに、3、5と(2、4、6)という組み合わせで比較すると、Aでは後者(家を730以降に出る)の方が、逆にBでは前者(家を730以前に出る)が所要時間に対する相対的重要度が高くなっている。

6. 便益の計測について

交通網の改良が利用者に及ぼす便益の計測は、2. で述べた考えに基

づく式(3)で行なう。今回の計算結果に基づく具体的な評価の試算例は講演時に発表するが、ここでは過去の試算例³⁾を用いて、一般的な手順を以下に述べる。

表-8 グループ別の評価関数

評価項目	関数形	評価関数	ρ^2	DW
所要時間	A-1	$U = -0.444P^2 + 4.734P - 5.49P + 18.51$	0.346	1.721
	A-2	$U = 0.110P^2 - 1.09P + 3.46P - 2.23$	0.172	2.053
	A-3	$U = -0.064P^2 + 0.294P + 1.94P - 4.981$	0.462	1.931
	A-4	$U = -0.018P^2 + 0.371P - 0.054P + 2.197$	0.378	1.895
	A-5	$U = -0.081P^2 + 0.946P + 4.334P + 3.784$	0.225	2.065
	A-6	$U = 0.027P^2 + 0.199P - 0.599P + 1.943$	0.264	1.802
アクセス時間	B-1	$U = -1.06P^2 + 1.02P^2 + 3.06P + 5.267$	0.095	2.037
	B-2	$U = 0.065P^2 - 0.721P + 3.07P - 1.454$	0.165	1.878
	B-3	$U = -0.028P^2 + 2.810P - 0.16P + 9.459$	0.586	2.346
	B-4	$U = -0.027P^2 + 0.335P - 0.603P + 2.091$	0.172	1.975
	B-5	$U = -0.075P^2 + 0.733P - 1.515P + 2.180$	0.366	2.101
	B-6	$U = 0.008P^2 - 0.00P + 0.944P + 1.040$	0.311	1.831
乗り換え時間	A-1	$U = -0.207P^2 + 1.440P^2 + 3.092P + 2.700$	0.487	1.894
	A-2	$U = -0.218P^2 + 0.904P^2 + 1.692P + 1.767$	0.420	1.971
	A-3	$U = 0.000P^2 - 0.104P + 0.405P + 1.199$	0.665	2.078
	A-4	$U = -0.037P^2 + 0.445P + 0.451P + 0.897$	0.208	1.811
	A-5	$U = -0.074P^2 + 0.733P + 1.307P + 1.941$	0.560	1.994
	A-6	$U = -0.050P^2 + 1.833P^2 + 3.505P + 2.767$	0.493	2.121
電車の混雑度	B-1	$U = -0.100P^2 + 1.440P^2 + 2.758P + 3.653$	0.432	1.982
	B-2	$U = -0.049P^2 + 0.612P - 2.17P + 1.653$	0.482	1.830
	B-3	$U = -0.173P^2 + 1.654P + 4.023P + 3.389$	0.407	1.964
	B-4	$U = 0.046P^2 - 0.177P + 0.649P + 0.502$	0.351	1.644
	B-5	$U = -0.125P^2 + 1.569P^2 + 5.047P + 6.108$	0.412	2.930
	B-6	$U = 0.044P^2 - 0.044P + 0.107P + 1.524$	0.379	1.868
バスの定時性	A-1	$U = -0.050P^2 + 0.733P - 1.893P + 3.460$	0.540	2.002
	A-2	$U = -0.050P^2 + 0.533P^2 - 0.72P + 2.008$	0.488	1.885
	A-3	$U = 0.080P^2 - 0.733P^2 + 2.930P - 1.278$	0.377	1.741
	A-4	$U = -0.098P^2 + 0.933P^2 - 1.68P + 2.429$	0.437	1.864
	A-5	$U = 0.044P^2 - 0.044P + 1.755P + 0.451$	0.177	1.460
	A-6	$U = 0.140P^2 - 1.09P^2 + 3.400P - 1.512$	0.314	1.832
バスの混雑度	B-1	$U = -0.025P^2 + 0.223P^2 + 0.93P + 1.486$	0.288	1.788
	B-2	$U = -0.007P^2 + 0.096P^2 + 0.478P + 1.100$	0.368	1.794
	B-3	$U = 0.347P^2 - 0.353P^2 + 1.607P + 0.299$	0.340	2.034
	B-4	$U = -0.143P^2 + 1.260P^2 - 2.405P + 3.349$	0.176	1.961
	B-5	$U = -0.146P^2 + 1.330P^2 - 2.520P + 3.157$	0.319	2.249
	B-6	$U = -0.178P^2 + 1.441P^2 - 2.932P + 3.401$	0.261	1.971
バスの定時性	A-1	$U = 0.157P^2 - 1.165P^2 + 3.93P - 1.385$	0.302	1.800
	A-2	$U = 0.028P^2 - 0.270P^2 + 0.909P + 0.847$	0.353	2.153
	A-3	$U = -0.12P^2 + 0.853P^2 - 0.920P + 1.418$	0.418	2.006
	A-4	$U = 0.002P^2 - 0.014P + 0.047P + 0.919$	0.680	2.035
	A-5	$U = 0.003P^2 - 0.048P^2 + 0.870P + 0.313$	0.611	2.187
	A-6	$U = -0.067P^2 + 0.303P^2 - 0.399P + 1.190$	0.528	2.166
電車の定時性	B-1	$U = -0.111P^2 + 0.833P^2 - 0.872P + 1.616$	0.567	2.042
	B-2	$U = -0.111P^2 + 0.843P^2 - 0.906P + 1.628$	0.408	1.918
	B-3	$U = -0.01P^2 + 0.843P^2 - 0.61P + 1.265$	0.575	2.096
	B-4	$U = 0.075P^2 - 0.552P^2 + 2.085P - 0.153$	0.311	2.001
	B-5	$U = 0.044P^2 + 0.860P^2 - 0.431P + 1.283$	0.520	1.965
	B-6	$U = 0.043P^2 - 0.419P^2 + 0.902P + 0.922$	0.368	2.172
電車の混雑度	A-1	$U = 0.109P^2 - 0.903P^2 + 3.206P - 0.947$	0.388	2.585
	A-2	$U = -0.272P^2 + 1.990P^2 - 2.809P + 2.763$	0.549	1.919
	A-3	$U = 0.077P^2 - 1.532P^2 + 4.456P - 1.753$	0.535	2.204
	A-4	$U = 0.083P^2 - 0.404P^2 + 1.708P + 0.549$	0.548	1.869
	A-5	$U = -0.083P^2 + 0.603P^2 - 0.313P + 0.975$	0.599	1.965
	A-6	$U = 0.087P^2 - 0.787P^2 + 3.11P - 1.162$	0.673	2.073
バスの定時性	B-1	$U = -2.131P^2 + 0.248P^2 + 5.560P - 3.230$	0.756	2.247
	B-2	$U = -1.997P^2 + 0.152P^2 + 5.365P - 2.565$	0.750	2.243
	B-3	$U = 0.622P^2 - 0.130P^2 + 0.400P + 0.597$	0.740	2.017
	B-4	$U = -0.734P^2 + 0.061P^2 + 3.442P - 0.837$	0.439	2.026
	B-5	$U = 0.950P^2 - 0.179P^2 - 0.104P + 0.795$	0.785	2.146
	B-6	$U = -1.788P^2 + 0.197P^2 + 5.882P - 2.850$	0.691	1.977

表-9 グループ別の相対的重要度

	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6
アンパル数	101	109	72	60	85	69	162	219	91	116	120	124
ρ^2 (相関比: ρ)	0.512	0.631	0.663	0.697	0.632	0.635	0.461	0.303	0.297	0.431	0.461	0.480
r (相関比: ρ)	0.715	0.794	0.814	0.835	0.795	0.810	0.679	0.550	0.509	0.657	0.679	0.693
所要時間	0.624	1.724	0.827	1.933	0.682	1.620	4.744	1.653	1.741	1.355	2.853	2.946
アクセス時間	0.235	0.423	0.360	0.677	0.310	0.443	0.592	0.235	0.211	0.209	0.588	0.562
乗り換え時間	0.128	0.180	0.133	0.264	0.163	0.198	0.409	0.246	0.208	0.170	0.462	0.430
電車の混雑度	2.006	0.866	3.850	0.483	0.194	0.637	1.196	1.696	1.367	1.403	0.402	0.592
バスの混雑度	0.199	0.118	0.197	0.089	0.036	0.065	0.240	0.148	0.151	0.235	0.129	0.119
電車の定時性	1.689	2.466	1.747	1.246	1.342	1.132	0.252	1.449	1.614	2.498	0.705	0.485
バスの定時性	0.287	0.600	0.458	0.505	0.302	0.442	0.090	0.562	0.289	0.390	0.187	0.212
電車の定時性	0.211	0.255	0.169	0.197	0.207	0.197	0.062	0.274	0.286	0.218	0.147	0.152
電車の定時性	0.580	1.420	0.726	1.009	1.346	0.950	1.410	1.958	1.073	1.591	1.315	1.277
電車の定時性	0.183	0.232	0.337	0.468	0.430	0.347	0.424	0.294	0.161	0.333	0.370	0.413
電車の定時性	1.470	0.715	1.133	0.978	0.569	1.035	0.232	0.254	0.159	0.123	0.230	0.316
バスの混雑度	0.466	0.315	0.449	0.297	0.268	0.322						
バスの混雑度	0.255	0.134	0.166	0.159	0.141	0.144						
バスの定時性	0.702	1.067	1.701	0.538	1.123	1.345						
バスの定時性	0.193	0.403	0.571	0.500	0.429	0.473						
バスの定時性	0.107	0.171	0.211	0.117	0.236	0.311						

step1: 評価の対象とする交通網におけるO-Dペアおよびインタレストグループを設定する。

(例) Oゾーン, Dゾーンとして、それぞれパーソントリップ調査の4桁ゾーンである面客市南2, 大阪市西区2を用い、インタレストグループとして、3(年々30~39才, 家を出る時刻7時30分以前)などをとりあげる。

step2: アンケート調査の結果などを参考にして、O-D間に何本かの代表的な経路を設定する。

(例) $\begin{cases} R_1: \text{自宅}-\text{徒歩}-\text{阪急(阪神国道)}-\text{梅田}-\text{地下鉄(本町)}-\text{徒歩}-\text{会社} \\ R_2: \text{自宅}-\text{徒歩}-\text{バス}-\text{阪神(甲子園)}-\text{梅田}-\text{地下鉄(本町)}-\text{徒歩}-\text{会社} \end{cases}$

step3: 各経路別に、アンケート調査の結果などを参考にして、現状の交通網における各評価項目の物理量(パフォーマンス)を求める。

(例) 所要時間: 1時間, アクセス時間: 15分など。

step4: 表-8に示す評価関数に、step3で求めた現状の交通網におけるパフォーマンスの値 P_i を代入して各項目の評価値 V_i を算出する。この際、経路にバスが含まれていればA, いなければBの評価関数を用いる。

(例) 上記 R_1, R_2 の各経路において、それぞれB-3, A-3の評価関数によって評価値を求める。

step5: 表-9に示す相対的重要度と、step4で求めた項目別評価値を式(1)に代入して、現状の交通網における各経路の評価値を求める。

step6: 経路別の評価値を式(2)に代入して各経路の選択率が算出でき、グループ別のO-D交通量が与えられた場合、この選択率を用いることによって各経路の配分交通量を求めることができる。

step7: 交通網の上記の代表的な経路に何らかの改良を加えた場合について、step3~step6と同様の手順で、経路別の評価値および配分交通量を求める。

step8: 式(3)にstep6とstep7から得られた改良前後の各経路の評価値と配分交通量を代入して、交通網改良によって得られた利用者便益を、インタレストグループ別に算出する。

以上が便益計測の一般的な手順であるが、本モデルではこのように着目したO-Dペア別にインタレストグループの相違を考慮して便益を計測することができ、意思決定者に交通網改良を評価するための詳細な情報を提供することができる。

7. おわりに

本報では、評価モデルの構成およびそれに適合したアンケートデータの解析上の問題点を中心において説明したが、満足度の尺度構成など多くの点についてさらに改良を加え、本モデルをより実用的なものにするために今後とも研究を進める必要がある。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に感謝の意を表します。

参考文献: 1) 天野・戸田・黒田: 効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

土木学会関西支部年次学術講演概要, 昭和52年

2) 天野・戸田・黒田: 効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(その2)

土木学会関西支部年次学術講演概要, 昭和53年

3) 黒田・天野・戸田: 利用者からみた通勤交通ネットワークの評価に関する基礎的研究

土木学会第33回年次学術講演概要IV, 昭和53年

4) 阿上省吾: 通勤通学輸送需要の予測について

土木学会論文報告集第145号, P33~46, 昭和42年

5) 三菱総研: 効用理論の適用に関する研究, 昭和44年

6) 神戸市・野村純研: 公共交通網における経路選択の要因に関する分析

都市計画学会第13回学術研究発表会, 昭和53年