

利用手段による評価構造の違いを考慮した交通手段選択モデル A Mode Choice Model incorporating the Difference of Attribute Evaluation for using Mode

井上徹*, 河上省吾**, 佐々木邦明***

By Tooru INOUE, Shogo KAWAKAMI and Kuniaki SASAKI

1. はじめに

交通手段選択の分析ツールとして非集計ロジットモデルが用いられるようになり、その説明要因として、個人の社会経済属性や交通手段サービス特性といった、客観的に観測の容易な変数を用いることが多かった。また、知覚値のような観測の困難な潜在的主観的要因は、効用関数の攪乱要因としてブラックボックスのように取り扱われてきた。しかし、実際の選択行動には、客観的要因だけでなく、主観的な要因が大きく関する場合が多く、選択行動を説明する事を困難にしてきた。

本研究では、森川・佐々木¹⁾が提案した、消費者意志決定過程を LISREL モデルと離散型選択モデルで表した手法を用いて、河上・広島²⁾が提唱した、各個人の交通サービスに対する評価構造は各個人の利用交通手段毎に異なるという仮説、つまり、交通手段の評価構造は個人的な差異があり、その違いによって、同じ交通機関に対しても、各個人ごとに異なる評価をしているという仮説を検証すべく、利用手段による評価構造差を考慮した交通手段選択モデルを構築することを目的とする。

具体的には図 1 に示されるような意思決定構造のもとで、個人の評価構造の違いは利用交通手段によって間接的に観測されるという仮定のもとに、通常の利用交通手段別にサンプルを分割し、個人の主観的な要因の知覚値指標と客観的な変数の因果関係を、それぞれ LISREL モデルで定式化する。その推定結果を用いて、潜在的要因である知覚値の推計値をも

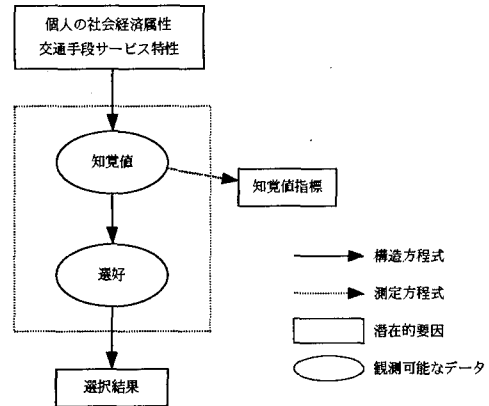


図 1 本研究での交通手段選択行動の意志決定構造とめ、交通手段選択モデルの説明変数に用いる。ここで、知覚値とは、交通手段のサービス特性を意思決定者が知覚した値であり、個人の社会経済属性や交通サービスの属性について得ている情報に影響されていると考えられる。そのなかには定時性や快適性、利便性といった主観的な知覚値だけでなく、所要時間や料金といった通常直接観測可能な客観的な変数と考えられることの多い変数も、実際には客観的な属性とそれらを知覚した値は異なる場合があると考えられる。

本研究では特に、直接観測が困難な主観的な知覚値について分析を行う。これらの主観的な知覚値は、「到着時刻のばらつきが小さい」などの主観的な要因に対するアンケート調査などで間接的に測定されうると考える。

2. 分析データ

本研究では、名古屋市都心部と南東部を結ぶ、名古屋市営地下鉄桜通線の沿線住民に対して、平成 6 年 3 月の桜通線の延長開業から約半年後の平成 6 年 10 月に、名古屋大学大学院工学研究科社会資本計画学講座が行った交通実態調査の結果をデータと

キーワード：交通手段選択, 交通行動分析, 公共交通需要

*正会員, 修士(工学), (株)ニュージェック大阪本社情報技術情報システム整備室, 大阪市中央区島之内 1-20-19, Tel. 06-245-4901, Fax. 06-251-4633

**フェロー, 工学博士, 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻, 名古屋市千種区不老町, Tel. 052-789-4636, Fax. 052-789-3738

***正会員, 博士(工学), 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻, 名古屋市千種区不老町, Tel. 052-789-3565, Fax. 052-789-3738

して用いる。調査は、家庭訪問による調査票の配布・回収形式で行われた。以下に得られたデータの概要を示す。

- 1) 個人の社会経済属性
- 2) 交通手段サービス特性
 - a) 鉄道開業後の通常利用交通手段
 - b) 鉄道開業後の代替利用交通手段
 - c) 鉄道開業前の通常利用交通手段
- 3) 意識データ
 - a) 各交通サービス特性に対する主観的評価値
(10点満点評価)
 - b) サービス属性の重要度の順位付け
(態度指標)

なお、この調査は「通勤・通学交通」と「買物・レジャー交通」それぞれに対して行われたが、本研究では習慣性が大きく作用し、評価構造の違いが明確に現れると考えられる、「通勤・通学交通」のみを対象とする。本研究では交通手段の選択に関して分析をおこなうため、調査での現状の利用手段と代替手段の選択交通手段の回答がそれぞれ、マストラと自動車に別れるサンプルのみが対象となっている。また、通勤・通学に鉄道の利用を前提としていることが多い、鉄道開業後に調査地域に転入してきたサンプル³⁾も対象から外された。

3. フレームワーク

図1は本研究での交通手段選択行動の意志決定過程を示したものであり、分析フレームにおける意識データの役割と潜在変数との関係を表している。観測可能な要因と潜在的要因は因果関係を表す構造方程式で結ばれ、潜在的要因とその指標である意識データは観測関係を示す測定方程式で結ばれている。この分類に従うと、ロジットモデルに代表される離散選択モデルは、効用関数が説明変数と効用の因果関係を示す構造方程式であり、効用の大小を間接的に観測したものである選択結果と効用の関係が測定方程式に分類する事が可能である。

このフレームワークをもとに、主観的意識要因を考慮した離散型選択モデルの定式化を行う。なお、以下では簡単のため二項選択モデルを例に定式化し、全ての変数は2つの代替案の差で表されるものとする。また、潜在変数にはアスタリスク(*)を付け

て表す。

構造方程式

$$U^* = a'x + c'x^* + v = V + v \quad (1)$$

$$x^* = Bs + \zeta \quad (2)$$

ただし、

U^* : 効用

x : 離散選択モデルにおける顕在変数ベクトル

x^* : 潜在変数ベクトル

s : LISREL モデルにおける顕在変数ベクトル

a, c, B : 未知パラメータ行列

v : 効用関数の確定項

v : 効用関数の確率項

ζ : 多変量正規分布 ($MVN(0, \Psi)$) に従う確率項ベクトル

である。

測定方程式

$$d = \begin{cases} 1 & \text{if } U^* \geq 0 \\ -1 & \text{if } U^* < 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$Y = \Lambda x^* + \epsilon \quad (4)$$

ただし、

d : 選択結果を表すダミー変数

Y : アンケートで得られた意識データベクトル

Λ : 未知パラメータ行列

ϵ : 多変量正規分布 ($MVN(0, \Theta)$) に従う確率項である。

このモデルシステムでは、式(1)、(3)が離散選択モデル、式(2)、(4)が LISREL モデルをそれぞれ表している。

4. 利用手段による評価構造差を考慮したモデル

(1) 評価構造差を考慮した LISREL モデル

図2は、各個人の交通サービス特性に対する知覚値の平均値を示し、各個人が実際に利用している交通手段が何であるかによってその評価に差が生じていることがわかる。例えば、マストラに対する満足度は、自動車利用者にとってマストラ利用者の方が全ての項目において高い値になっている。ただし、実際には各個人ごとに所要時間や費用、乗換回数などのサービス属性は異なるため、利用交通手段による評価構造の差は、実際の交通サービス属性の差と

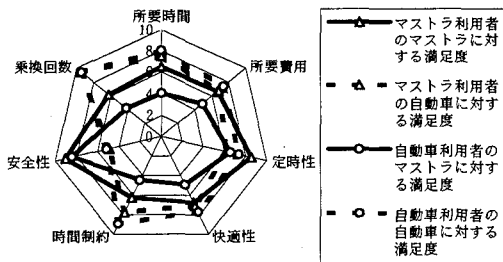


図2.知覚値指標の平均値

考える事もできるが、定時性や快適性に対する評価は、各個人ごとにサービスレベルにそれほどの差があるとは考えにくい。それらの評価構造には違いがあると考えられる。

ここで、利用交通手段別に評価構造の差があるかどうかを確認するため、サンプルを利用交通手段別に分類し、それぞれを対象手段別に分類した。つまりデータを計4種類に分類し、それぞれに同一のスペシフィケーションの LISREL モデルを推定し、各モデル間の推定パラメータ値差の t 検定により評価構造差の検討を行った (表1および表2)。LISREL モデルではパラメータ同定のため、1つのパラメータを正規化している。

表1 マストラ対象の LISREL モデルの推定結果

変数及び指標	マストラ利用者(62)		自動車利用者(171)		推定値の差の t-値
	推定値	t-値	推定値	t-値	
構造方程式					
女性ダミー	-1.02	-1.3	-0.297	-0.5	0.7
50歳以上ダミー	0.925	1.0	1.10	2.2	0.2
車保有ダミー	0.101	0.1	3.20	1.8	1.0
幹線旅行時間	-0.627	-0.5	-1.40	-1.9	0.5
端末旅行時間	-3.65	-1.3	-0.640	-0.7	1.3
乗換回数	-0.636	-1.4	-0.250	-0.9	0.7
測定方程式					
所要時間満足度	1	—	1	—	—
所要費用満足度	0.615	3.6	0.719	7.2	0.5
定時性満足度	0.379	2.8	0.745	7.8	2.1
快適性満足度	0.659	4.1	0.746	8.4	0.6
時間制約満足度	0.746	4.5	0.881	9.9	0.8
安全性満足度	0.120	1.0	0.232	2.9	0.8
乗換回数満足度	0.770	4.5	0.908	9.0	0.7

表2 自動車対象の LISREL モデルの推定結果

変数及び指標	マストラ利用者(62)		自動車利用者(174)		推定値の差の t-値
	推定値	t-値	推定値	t-値	
構造方程式					
女性ダミー	-0.406	-0.7	0.202	0.5	0.8
50歳以上ダミー	-0.313	-0.4	0.822	2.3	0.7
車保有ダミー	-1.32	-2.2	-0.860	-0.5	0.2
幹線旅行時間	-3.46	-4.8	-2.53	-5.6	1.1
端末旅行時間	—	—	—	—	—
乗換回数	—	—	—	—	—
測定方程式					
所要時間満足度	1	—	1	—	—
所要費用満足度	0.748	3.5	0.668	5.7	0.3
定時性満足度	0.810	5.4	1.10	10.1	1.4
快適性満足度	0.811	5.0	1.08	10.4	1.4
時間制約満足度	0.536	3.1	0.412	4.8	0.7
安全性満足度	0.773	4.4	0.497	4.6	1.3
乗換回数満足度	0.155	1.6	0.315	4.2	1.2

表3 認知的不協和を考慮した LISREL モデルの推定結果

変数及び指標	マストラに対するモデル				自動車に対するモデル			
	知覚値		遅延結果ダミー		知覚値		遅延結果ダミー	
	推定値	t-値	推定値	t-値	推定値	t-値	推定値	t-値
構造方程式								
女性ダミー	-0.307	-1.1	—	—	0.976	3.5	—	—
50歳以上ダミー	0.924	2.2	—	—	0.902	3.6	—	—
車保有ダミー	0.477	0.8	—	—	0.746	2.4	—	—
幹線旅行時間	-1.29	-2.0	—	—	0.440	2.2	—	—
端末旅行時間	-0.954	-1.1	—	—	—	—	—	—
乗換回数	-0.318	-1.4	—	—	—	—	—	—
測定方程式								
所要時間	1	—	2.52	6.3	1	—	0.994	4.3
所要費用	0.687	7.8	1.93	4.4	1.49	10.9	1.01	3.4
定時性	0.662	8.3	2.20	5.5	1.86	12.2	1.22	3.8
快適性	0.720	9.3	1.87	4.8	1.81	2.2	0.930	3.2
時間制約	0.851	10.9	1.85	4.7	0.501	7.5	1.12	5.3
安全性	0.207	3.1	0.75	2.3	1.02	9.6	0.853	3.7
乗換回数	0.883	10.2	2.21	5.0	-0.247	-0.8	0.671	4.8
有効サンプル数	233				233			

利用手段別モデルの差を見ると、定時性や快適性、安全性といった項目で有意な差が見られた。測定方程式の推定パラメータの多くで、利用者が自身の利用している手段を高く評価していることがわかる。

(2) 認知的不協和を考慮したモデル

前節では利用交通手段別の知覚構造の差を、利用手段別のセグメントを行う事で考慮したが、これら評価構造の差が生じる原因として、森川・佐々木¹⁾が指摘している認知的不協和の解消行動が現れていると考える事もできる。認知的不協和とは、その個人の評価基準に基づいて評価を行った場合の最良の結果と、個人の選択結果が異なる場合に生じるものである。この不一致は自己矛盾を引き起こすため、その矛盾を解消しようとする行動をとることが心理学の分野で指摘されている⁴⁾。つまり今回の事例では、変更不可能な選択結果をそのままに、それに対して認知が一致するように、自己の認知つまり知覚値指標の回答値を意図的に変えてしまうことで、その矛盾を解消する可能性があると考えられる。このことは、選択結果が知覚値指標に影響を与えていることを意味する。

よって本節では認知的不協和を考慮したモデルを定式化する。認知的不協和を考慮したモデルとは、アンケートにおいて尋ねられた代替案についての満足度を、自己の選択結果と矛盾が生じないように選択した代替案を過大に評価しているとの仮定のもと、そのようなバイアスを除去するために、式(4)で表される LISREL モデルの測定方程式を次式のように置き換えられたものである。

$$Y = \Lambda x' + \Gamma d + \epsilon \quad (5)$$

ただし、 Γ は未知パラメータ行列である。

このように、知覚値の測定方程式に実際の選択結果を反映させることにより、バイアスを除去する。

対象手段別に分割した2種類のデータについて推定した LISREL モデルのパラメータ値を表3に示す。認知的不協和を考慮するために採り入れた選択結果ダミーのパラメータ推定値が、全て正で有意であることは、今回用いたデータには認知的不協和解消行動があった可能性を示している。

(3) 習慣効果を考慮したモデル

認知的不協和解消行動とは別に、評価値に有意な差が生じる原因として、利用している交通手段に関してはよく把握しているが、利用していない交通手段については、情報量が少なく、各属性値が不確実性の影響を受けて低く評価される可能性も考えられる。つまりこれは一般的に習慣効果といわれる現象の一部を現していると考えられる。本節では習慣効果を考慮したモデルを定式化する。習慣効果を考慮したモデルとは、交通サービス変化前の利用交通手段が知覚値に影響を与えたと考え、LISREL モデルの構造方程式の顕変数に、以前の選択結果ダミーを加えたものである。対象手段別に分割した2種類のデータについての LISREL モデルの推定結果を表4に示す。つまり、以前の選択結果ダミーは、以前から利用していた交通手段に関してはよく把握しており、潜在的・主観的知覚値が非利用交通手段では低く評価されるという事を示している。

構造方程式中における以前の選択結果ダミーのパラメータ推定値は、有意で正の符号を持つため習慣効果の存在する可能性が示された。

表4 習慣効果を考慮した LISREL モデルの推定結果

変数及び指標	マストラに対するモデル		自動車に対するモデル	
	推定値	t-値	推定値	t-値
女性ダミー	-0.771	-1.5	0.150	0.4
50歳以上ダミー	0.990	2.2	0.781	2.3
車保有ダミー	-0.977	-1.4	-0.917	-1.7
幹線旅行時間	-1.33	-1.9	-3.19	-8.0
端末旅行時間	-0.945	-1.0	—	—
乗換回数	-0.322	-1.3	—	—
以前の選択結果ダミー	1.72	3.6	1.12	3.0
所要時間	1	—	1	—
所要費用	0.719	8.5	0.697	6.8
定時性	0.702	9.1	0.959	11.3
快適性	0.689	9.2	0.909	11.1
時間制約	0.826	11.4	0.452	5.8
安全性	0.236	3.7	0.500	5.7
乗換回数	0.860	10.4	0.258	4.6
有効サンプル数	208		212	

表6 交通手段選択モデルの推定結果

説明変数	評価構造差を考慮	認知的不協和を考慮	習慣効果を考慮	通常のモデル
	推定値(t-値)	推定値(t-値)	推定値(t-値)	推定値(t-値)
定数項(マ)	3.26(2.6)	2.99(2.7)	2.37(2.1)	2.90(2.6)
女性ダミー(マ)	0.631(0.5)	0.570(0.9)	0.468(0.6)	0.300(0.5)
50歳以上ダミー(車)	0.542(0.7)	0.302(0.5)	0.153(0.3)	0.353(0.7)
車保有ダミー(車)	5.36(4.2)	5.05(4.4)	4.66(4.1)	4.78(4.2)
知覚値(マ・車)	0.633(5.3)	0.625(5.5)	0.659(5.0)	0.547(5.3)
有効サンプル数	221	221	198	221
自由度修正済尤度比	0.508	0.499	0.541	0.473

(4) 評価構造差を考慮した選択モデル

(1),(2)および(3)で提案した、評価構造差を考慮したモデル、認知的不協和を考慮したモデルおよび習慣効果を考慮したモデルによって求められた潜在変数を効用関数に導入した交通機関選択モデルの推定結果を表6に示す。

それぞれ3つのモデルは、何も考慮しない通常のモデルと比べて、自由度修正済尤度比の値は高いので、モデルの適合度は高い。

5. おわりに

本研究で明らかになったことを以下に示す。

- 1) 利用者の実際の利用交通手段による評価構造差を考慮することにより、それを考慮しないモデルよりも精度の高いモデルが推定できた。
- 2) 交通サービス変化前の利用交通手段を、主観的評価値の知覚構造に取り入れることにより、モデルの精度向上に大きく貢献することが確認された。
- 3) 本研究で用いた知覚値指標データには、主観的評価値が選択結果によって有意に高くなるなどの結果が示され、認知的不協和の存在可能性があったことが示された。

参考文献

- 1) 森川高行,佐々木邦明:主観的要因を考慮した非集計離散型選択モデル,土木学会論文集, No.470/IV-20, pp.115-124, 1993.
- 2) 河上省吾,広島康裕:利用者の主観的評価を考慮した非集計交通手段選択モデル,土木学会論文集, No.353/IV-2, pp.83-92, 1985.
- 3) 河上省吾・三島康夫:通勤通学交通手段選択行動における動的特性の分析,土木学会論文集, No.470/IV-20, pp. 57-66, 1993.
- 4) Heap, H. S., Hollis, M., Lyons, B., Sugden, R. and Weale, A.: The Theory of Choice - A Critical Guide -, Blackwell, 1992.