

就業者の交通需要予測のための
非集計モデルシステムに関する一研究*

A STUDY ON THE DISAGGREGATE MODEL SYSTEM
FOR WORKERS' TRAVEL DEMAND FORECASTING

河上省吾**・宿 良***

By S. KAWAKAMI and L. SU

In the recent study for the metropolitan transportation analysis, Kawakami et al proposed a disaggregate model system which is used to analyze workers' travel demand. As in the previous study, this study hopes to achieve suitable parameters for using the model system. Thus, in this paper the actual situations of the workers' travel demand are analyzed based on the person's trip surveys of 1971 and 1981, which were carried out in the Nagoya metropolitan region, and then the model system was estimated using the data bases of 1971 and 1981 respectively.

1. はじめに

交通需要予測は交通計画策定の必須要素であり、それに係わる研究は、従来から交通計画研究の中心的な部分を構成してきたと言っても過言ではない。しかし、従来の交通需要予測手法において最も標準的な四段階推定法にはいくつかの問題があることが指摘されてきた。これらの問題点を解消すべく期待されている非集計行動モデルを用いた交通需要予測

の研究は少なくない。筆者らも既に、実際の都市交通計画における総合的な交通需要予測への適用を目指した非集計交通需要予測モデルシステムを提案している¹⁾。このモデルシステムは、交通主体を就業者と非就業者に大別し、それぞれに対して、各個人が1日に行う複数のトリップの意思決定間の相互作用をできるだけ適切に考慮するために、ツアー単位あるいはトリップチェーン単位(図-1)での効用最大化の仮説に基づきネステッドロジットモデルを用いて、各個人の交通行動を表現するものである。本論文では、その就業者モデルシステム(図-2)について、1971年に中京都市圏で行ったパーソントリップ調査データの内、名古屋市の就業者に対する検討結果に基づいてモデルシステムを推定した。そして、推定されたパラメーターの時間移転性を、1981年のデータによって、分析した。さらに、1981年のパーソントリップ調査データに基づい

* キーワード：非集計モデルシステム，ネステッドロジットモデル，就業者，交通需要予測

** 正会員 工博 名古屋大学教授 工学部土木工学科
(〒464-01 名古屋市千種区不老町)

*** 学生員 工修 名古屋大学大学院博士課程(後期)
工学研究科土木工学専攻

て、モデルシステムを再推定した。このモデルシステムによって交通需要予測の四段階の内、配分過程を除いて、各個人のトリップの発生、交通目的、目的地、利用交通手段などの選択に関する予測ができる。本論文は、これらの検討結果について述べる。

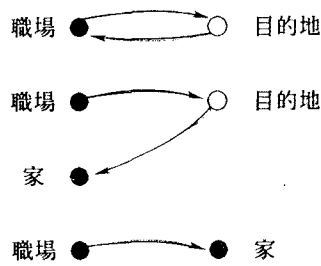


図-1. 就業者のツアーパターン (L=1)

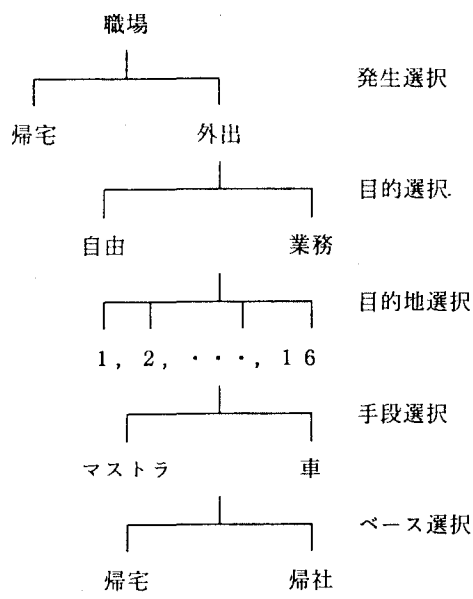


図-2. 就業者のモデルシステムのツリー構造

2. 1971年のデータに基づくモデルシステム

本研究では、昭和46年(1971年)と昭和56年(1981年)に実施された中京都市圏パーソ

ントリップ調査のデータのうち名古屋市内に居住する就業者のデータを用いることにより実証的な検討を行う。

1971年のサンプルには26,232人が含まれており、行ったトリップの総数は72,086である。したがって、1日に行った平均トリップ数は2.75である。一方、トリップしない1,585人を除いた一人の1日平均トリップ数は2.92である。

パラメータ推定は、下位レベルのモデルの推定から順次上位レベルのモデルの推定へ進む段階推定の方法によっている。表-1は、ワークベースの第1トリップにおいて交通目的、目的地、交通手段が選ばれた時のトリップのベース選択が、家か職場かのベース選択モデルのパラメータ推定結果を示している。

表-1 a)ではマストラと自動車に対して、違う説明変数を使ったが、表1-b)のモデル以後においては同じ段階では、パラメータ推定計算を行う際の複雑さを避けるために、たとえば違う目的、あるいは違う交通手段に対しても、同じ説明変数を用いることにする。

表-1を全体的に見ると、1 a)より1 b)のパラメータのt値が低くなっていることがわかるが、これは交通手段がマストラであるか自動車であるかを区別せずに同じ説明変数を使ったのが原因であると考えられる。

表-2は、ワークベーストリップにおいて交通目的と目的地が選ばれたとする際の交通手段選択モデルのパラメータ推定結果を示している。説明変数としては、マストラ、自動車ともに下位レベルの最大効用の期待値であるログサム変数(式の形からログサム変数と呼ばれている)を用いている。推定されたネスティッドロジットモデルが効用最大化理論と整合するための必要条件として、このログサム変数の係数が0と1の間に入らなくてはならない。表-2の推定結果を見ると、ログサム変数の係数は0と1の間の値であり、効用最大化理論に整合している。

ワークベーストリップにおいて交通目的が選ばれた際にその目的地選択モデルのパラメータの推定結果は表-3に示している。選択肢は名古屋市内の16区をゾーンにしている。ログサム変数の係数は0

と1の間の値であり、効用最大化理論に整合していると同時に、t値も十分大きく統計的に1%危険率で有意である。少し気になることは説明変数が少し多いことである。これは選択肢が16であるという理由を挙げられるが、今後より実用性が高いモデルに修正することが1つの課題として、残されている。

表-4は、ワークベーストリップが直接帰宅せず他の交通を行う場合における交通目的選択モデルのパラメータの推定結果を示している。そして、ワークベーストリップの交通生成タイプの選択、すなわち職場から直接帰宅するかあるいは他の交通を

継続するかの選択モデルのパラメータ推定結果は表-5に示している。この2つの表のいずれにおいても、下位レベルの最大効用の期待値であるログサム変数の係数は高いt値を持ちながら、0と1の間に入っている。

3. 1981年のデータに基づくモデルシステム

1971年のデータに基づき推定されたモデルシステムの時間移転性を検討するために、全く同じ説

Table 1. Estimation of the Base Choice Model Based on the 1971's Data
a). the case of non-business purpose trips

Variable	Transit		Car	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
travel time (min)	-	-	-0.0250	-2.20
returning home (H) constant	2.93	4.33	1.41	3.45
age (15-34) dummy (specific to H)	1.51	3.35	0.760	3.23
male dummy(D) (specific to H)	-	-	-0.854	-2.13
service trades D (specific to H)	-0.679	-1.20	-	-
license ownership D(specific to H)	-1.86	-2.69	-	-
No. of trips made (specific to H)	-0.471	-1.81	-	-
ρ^2	0.662		0.218	
Hit-ratio(%)	92.6		74.8	
Number of Observations	351		421	

b). the case of business purpose trips

Variable	Transit		Car	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
travel time (min)	-0.0210	-1.66	-0.0180	-2.06
returning home (H) constant	-0.160	-0.339	-1.96	-4.08
age (15-34) dummy (specific to H)	-0.178	-0.474	-0.314	-1.68
male dummy(D) (specific to H)	-0.661	-1.76	0.206	0.507
license ownership D(specific to H)	-1.81	-2.29	0.279	0.877
No. of trips made (specific to H)	0.118	0.827	0.134	2.28
ρ^2	0.164		0.265	
Hit-ratio(%)	67.9		78.6	
Number of Observations	159		711	

Table 2. Estimation of the Mode Choice Model Based on the 1971's Data

Variable	Non-Business		Business	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
logsum	0.280	1.06	0.226	0.173
travel time (min)	-0.0660	-2.66	-0.0540	-2.22
car (C) constant	-2.35	-3.05	-1.90	-3.73
male dummy(D) (specific to car)	1.14	3.77	0.882	2.12
license ownership D(specific to C)	3.85	7.86	3.37	6.49
ρ^2	0.566		0.599	
Hit-ratio (%)	89.6		87.9	
Number of Observations	772		870	

明変数を用いて、1981年のデータによりモデルシステムの再推定を行った。しかし、業務目的トリップの交通手段選択の段階においては、ログサム変数の係数が-0.183となったので、効用最大化理論に整合していないことが分かった。つまり、モデルシステムを、1971年から1981年に、そのまま移転することができない。従って、モデルシステムの構成を再検討しなければならない。

1981年の36,441人のサンプルの1日に行った平均トリップ数が2.90である一方、9.

6%の外出不い人
を除いた1人当りの
平均トリップ数は3.
21である。

著者らのトリップ
連鎖の経年変化の分
析を行った研究²⁾に
よると、1971年
より1981年には
1トリップのツアー
が増え、2トリップ
で構成されたツアー
が減った。3トリッ
プ以上の場合では比
率もほぼ同じとなっ
ている。しかし、1
971年から198
1年までの10年間
で、交通パターンの
種類が増加し、簡単
に表すことが難しく
なっている。従って、
上述の非集計モデル
システムには全体的
な時間移転性がない
と判断されたが、そ
れが1ツアー当りの
トリップ数の問題で
はなく、交通パター
ンが複雑になったの
が原因であると考え
られる。つまり、ト
リップの発生、目的、
目的地、交通手段及
びベース（家か職場）
の5つの選択段階に
おいては目的地選択
及びベース選択を表
現する段階で変化が
あったので、それら
のモデルを修正しな
ければならなくなっ

Table 3. Estimation of the Destination Choice Model Based on the 1971's Data

Variable	Non-Business		Business	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
logsum	0.997	6.47	0.722	4.69
No. of residents*	4.09	3.00	-1.90	-0.911
No. of workers*	-5.47	-3.32	1.77	0.713
daytime population*	3.34	7.81	1.12	1.99
distance (km)	-0.126	-4.72	-0.129	-5.95
male dummy(D)(specific to zone 1(1))	1.52	1.97	0.975	1.25
license ownership D (specific to 1)	-2.91	-3.84	-1.74	-2.20
male dummy (specific to zone 2(2))	0.790	0.935	0.362	0.461
license ownership D (specific to 2)	-2.29	-2.75	-1.62	-2.01
male dummy (specific to zone 3(3))	1.81	2.18	-0.143	-0.170
license ownership D (specific to 3)	-2.56	-3.10	-0.958	-1.12
male dummy (specific to zone 4(4))	0.667	0.750	-0.144	-0.172
license ownership D (specific to 4)	-1.91	-2.17	-1.16	-1.37
male dummy (specific to zone 5(5))	1.49	1.94	0.401	0.508
license ownership D (specific to 5)	-3.30	-4.38	-1.68	-2.13
male dummy (specific to zone 6(6))	1.03	1.37	0.652	0.853
license ownership D (specific to 6)	-3.07	-4.22	-1.63	-2.14
male dummy (specific to zone 7(7))	-0.504	-0.622	0.366	0.457
license ownership D (specific to 7)	-1.65	-2.20	-0.911	-1.14
male dummy (specific to zone 8(8))	0.396	0.480	0.0530	0.0660
license ownership D (specific to 8)	-1.39	-1.77	-0.991	-1.21
male dummy (specific to zone 9(9))	1.69	2.09	0.508	0.642
license ownership D (specific to 9)	-2.43	-3.07	-1.43	-1.77
male dummy(specific to zone 10(10))	0.512	0.614	-0.156	-0.188
license ownership D (specific to 10)	-1.63	-2.00	-0.819	-0.972
male dummy(specific to zone 11(11))	-0.0120	-0.0150	1.45	1.89
license ownership D (specific to 11)	-1.99	-2.49	-2.28	-2.84
male dummy(specific to zone 12(12))	1.16	1.44	0.369	0.449
license ownership D (specific to 12)	-2.37	-3.00	-1.51	-1.81
male dummy(specific to zone 13(13))	-1.07	-0.999	-0.715	-0.706
license ownership D (specific to 13)	0.661	0.717	0.343	0.346
male dummy(specific to zone 14(14))	0.391	0.413	1.65	1.85
license ownership D (specific to 14)	-0.274	-0.324	-1.65	-1.79
male dummy(specific to zone 15(15))	1.48	0.600	1.02	0.898
license ownership D (specific to 15)	-0.790	-0.325	-1.05	-0.931
ρ^2	0.297		0.186	
Hit-ratio (%)	37.7		31.4	
Number of Observations	772		870	

* the logarithm of the actual number

Table 4. Estimation of the Purpose Choice Model Based on the 1971's Data

Variable	Coefficient	t-Value	$\rho^2=0.141$ Hit-ratio=67.1% Number of Observations = 1642
logsum	0.627	3.62	
business (B) constant	9.55	3.28	
male dummy (specific to business)	1.56	11.0	
age (15-34) dummy (specific to B)	-0.657	-5.60	
service trades dummy (specific to B)	1.17	8.27	
No. of trips made (specific to B)	0.149	3.02	

た。

そこで、モデルシステムの構造はそのままにして、説明変数を変え、その係数を推定した。推定結果は表-6、表-7、表-8、表-9、表-10に示している。

これらの結果を見ると、表-7、表-8、表-9、表-10のいずれにおいても、下位レベルの最大効用の期待値であるログサム変数の係数は、高いt値を持つ同時に、0と1の間の値であり、効用最大化理論に整合している。

そして、2. に説明したように各段階において、パラメータ推定計算を行う際の複雑化を避けるために、同じ段階であれば、交通目的の違い(表-7や表-8)とか交通手段の違い(表-6. b)とかを無視して、同じ説明変数を用いて推定した。

表-8を見れば分かるが、表-3に見られた説明変数が多すぎる問題が解決された。2つの説明変数によって、高いt値のパラメータが推定された。的率率は自由目的のトリップと業務目的のトリップのいずれに対しても、

Table 5. Estimation of the Generation-Type
Choice Model Based on the 1971's Data

Variable	Coefficient	t-Value	$\rho^2=0.232$ Hit-ratio =75.4% Number of Observa- tion=2425
logsum	0.695	4.02	
going back home (H) constant	14.3	4.57	
male dummy (specific to H)	1.15	4.56	
age (15-34) dummy (specific to H)	-0.402	-3.69	
service trades dummy (specific to H)	0.542	3.15	
license ownership dummy (specific to H)	-0.751	-4.31	
by transit at the followed trip(specific H)	0.386	2.35	
No. of trips made (specific to H)	-0.485	-2.76	

Table 6. Estimation of the Base Choice Model Based on the 1981's Data
a). the case of non-business purpose trips

Variable	Transit		Car	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
travel time (min)	-	-	-0.0617	-6.41
returning home (H) constant	1.48	6.11	0.364	1.18
age (15-34) dummy(specific to H)	1.26	3.18	0.502	2.58
male dummy(D) (specific to H)	-	-	-0.658	-2.81
service trades D (specific to H)	-	-	-0.690	-2.58
car ownership D(specific to H)	-	-	-0.958	-2.55
No. of trips made(specific to H)	-	-	0.291	4.05
ρ^2	0.529		0.203	
Hit-ratio(%)	89.1		70.5	
Number of Observations	293		576	

b). the case of business purpose trips

Variable	Transit		Car	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
travel time (min)	-0.0427	-3.63	-0.0186	-2.92
returning home (H) constant	-0.124	-1.30	-1.28	-4.79
male dummy(D) (specific to H)	-0.969	-3.18	-0.383	-1.57
service trades D(specific to H)	-0.0992	-1.30	-0.473	-2.80
car ownership D(specific to H)	0.348	1.17	-0.977	-2.98
No. of trips made(specific to H)	0.0855	1.07	0.151	3.47
ρ^2	0.219		0.301	
Hit-ratio(%)	76.3		80.0	
Number of Observations	257		1207	

Table 7. Estimation of the Mode Choice Model Based on the 1981's Data

Variable	Non-business Trips		Business Trips	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
logsum	0.686	3.88	0.830	2.65
travel time by mode (min.)	-0.233	-10.0	-0.133	-7.97
constant(specific to(S.T.) auto)	-3.07	-4.41	-2.69	-9.49
license ownership dummy(S.T. auto)	3.47	12.8	2.72	13.7
ρ^2	0.445		0.498	
Hit-ratio (%)	81.84		86.60	
Number of Observations	826		1507	

少し低い、選択肢が16個もあることを考えれば、満足できる結果であるといえる。さらに、予測しやすいという意味で、実用性が高いと言える。

4. おわりに

本研究では、従来の研究成果に基づいて、就業者の1日のツアーの交通行動をトリップ発生、交通目的、目的地、交通手段等の5段階の選択過程からなる効用最大化モデルとして表した。そして、1971年の中京圏パーソントリップ調査の名古屋市の就業者のデータを用いて、モデルシステムを推定した。さらに、1981年のデータを用いて、時間移転性を検討した上で、1981年のデータに基づきモデルシステムを改めて推定することによりモデルシステムを確定した。

都市交通計画の策定に当たっては将来の交通需要予測が必要である。これについては、本研究のモデルシステムの交通需要予測への適用可能性に関する検討として、著者らが1981年における交通需要を予測し、それとパーソントリップ調査から得られる実績値とを比較することにより本モデルシステムの現況再現性を確認している。この論文³⁾では、対象地域間の交通所要時間の改善を想定し、一定の比率に所要時間を短縮してモデルシステムによる予測の変化のシミュレーションを行った。本モデルシステムは交通政策の及ぼす影響を事前に評価し、政策判断のための基礎資料を提供できるため、都市計画の立案における極めて重要な支援システムと考えられる。

Table 8. Estimation of the Destination Choice Model Based on the 1981's Data

Variable	Non-Business		Business	
	Coefficient	t-Value	Coefficient	t-Value
logsum	0.601	29.4	0.662	31.1
daytime population*	0.837	7.60	1.08	13.8
ρ^2	0.317		0.192	
Hit-ratio (%)	43.3		34.2	
Number of Observations	826		1507	

* the logarithm of the actual number

Table 9. Estimation of the Purpose Choice Model Based on the 1981's Data

Variable	Coefficient	t-Value	$\rho^2=0.177$ Hit-ratio=72.4% Number of Observations=2333
logsum	0.245	1.89	
business (B) constant	-1.44	-1.40	
male dummy (specific to business)	1.48	12.8	
age (15-34) dummy (specific to B)	-0.455	-4.11	
service trades dummy (specific to B)	1.30	10.1	

Table 10. Estimation of the Generation-Type Choice Model Based on the 1981's Data

Variable	Coefficient	t-Value	$\rho^2=0.181$ Hit-ratio=71.8% Observation=2842
logsum	0.148	1.75	
going back home(H) constant	1.81	5.72	
No. of trips made (specific to(S.T) H)	-0.480	-4.17	
license ownership dummy(D) (S.T. H)	-0.302	-2.29	
by transit at the followed trip D(S.T. H)	0.783	7.57	

参考文献：

1. 河上ら, "非集計行動モデルによる就業者の1日の交通行動の分析", 地域学研究, 第19巻, pp. 147-165, 1989。
2. 河上・宿, "就業者におけるトリップ連鎖の経年変化の分析", 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集, 第4部, 1991。
3. KAWAKAMI, S. and SU, L., "A Micro-Simulation of a Disaggregate Model System for Workers' Travel Demand Forecasting", The Fourth International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Tokyo, July 29-31, 1991.