

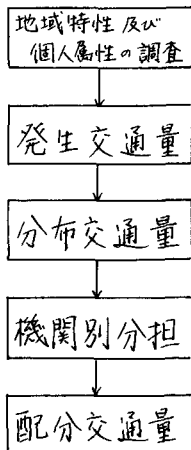
IV-6 非集計モデルによる交通機関別分担率の推定法に関する研究

北海道大学 学生員 ○ 澤田 和宏
 北海道大学 正 員 山形 耕一
 北海道大学 正 員 五十嵐日出夫

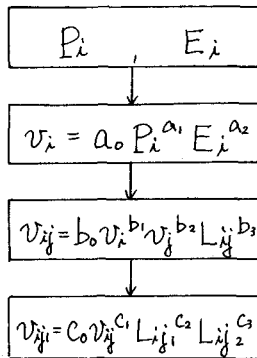
1 はじめに

都市交通計画立案の際において、交通需要予測を行うことの重要さはいまさら言うまでもないであろう。従来

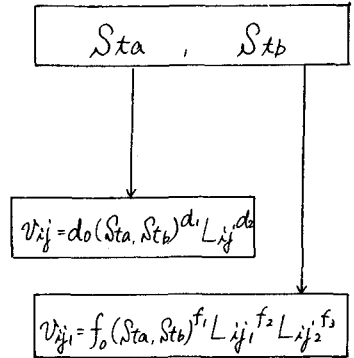
この交通需要予測は図-1(1)の多段階交通需要モデルに示したように、地域特性及び個人属性の調査-発生交通量(生成原単位などによる)の予測-分布交通量の予測-機関別分担-配分交通量の予測という流れに沿う段階式推定によって行われてきた。この予測方法は、トリップを行う者、即ち交通主体が、トリップす



(1) 多段階交通需要モデル



(2) 非多段階交通需要モデル



P_i, E_i : ゾーン*i*の地域特性
 v_i : ゾーン*i*の発生交通量
 v_{ij} : ゾーン*i*の分布交通量
 v_{ji}, L_{ji} : ゾーン*i-j*間の交通機関1, 2の需要量

S_{ta}, S_{tb} : 交通主体*a*の個人属性
 L_{ji}, L_{ij} : ゾーン*i-j*間の交通機関1, 2のモード属性
 a_0, b_0, c_0, d_0, f_0 : 各々の変数につくパラメータ

図-1 交通需要の予測プロセス

る際に、意志決定と段階に分けて行っているという行動仮説に基づいている。しかしながら、実際の交通現象においては、交通主体は必ずしもこのような行動仮説に従っているとは言い難い。そこで、最近交通需要予測を行うにあたって、図-1(2)の非多段階交通需要モデルに示したように、実際の交通現象に合った、特別の行動仮説を用いない考え方が登場してきた。この考え方に基づくモデルが非集計モデルであって、予測作業に費される多大な時間と費用を節減できる。従って、近年とみに激しくなった都市交通問題の多様化に対応して、計画代替案を効率的に検討できることになる。ところで従来の予測手法は、パーソントリップ調査によって得られた個人のデータを集計して地域の特性と求め、それに基づいて予測する手法である。これに対して、本研究の非集計モデルによる手法は、個人のデータそれ自体を用いて予測作業を行う手法である。とくに本研究では、交通機関別分担率を推定する際にこの非集計の考え方を採用し、この手段の有効性を確認したうえで、実際の交通計画の手法として用いる場合の問題点を明らかにし、それを解決する方法を探究しようとするものである。

2 非集計モデル式

本研究では、非集計モデル式として、以下に示すようなロジットタイプモデル式を用いた。ここで、 $P(i, A_k)$ は、代替案のセット A_k から手段 i を選択する確率、 U_i, U_j はそれぞれ、手段 i 、手段 j を選択するときの効

$$P(i, A_t) = \frac{e^{U_i(X_i, S_t)}}{\sum_{j \in A_t} e^{U_j(X_j, S_t)}}$$

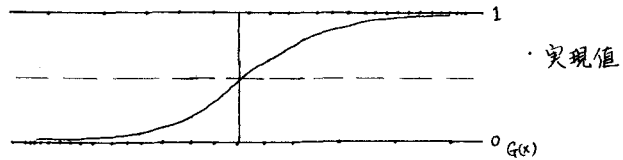


図-2 機関別分担率曲線

用である。また、 X_i , X_j はモード属性を表わす独立変数、 S_t は個人属性を表わす説明変数である。なお、この時の交替案のセット A_t は、ひとつの交替案が選択される場合、相互に排他的であるので、選択確率 $P(i, A_t)$ は、0から1の間に分布することになる。従って、ロジットタイズモデルによつて計算された交通機関別分担率曲線は、おおそ図-2に示したような型になる。このロジットタイズモデルは、論理的であると同時に、操作性の面でもすぐれている。

3 説明変数の選択

本研究では、昭和47年度に行われた道央圏パーソントリップ調査によつて得られたデータを使用しており、発ゾーンは真駒内地区、着ゾーンは中心業務地区で、トリップ目的は通勤である。また、サンプル総数は180である。ところで、ある交通選択行動、

即ち考えられる交替案のセットの中から交通主体がとった行動を説明する関数を効用関数と呼ぶ。本研究において、この効用関数に取り入れた説明変数は、表-1によつてわかるように22種類で、年齢及び性別によるもの、職業によるもの、トリップにかかる時間や費用による変数である。

X_1 から X_9 までが個人属性によるもので、 X_{10} から X_{22} までがモード属性によるものである。ここで個人属性による変数については、同一種類内において、該当するものは1、それ以外のものには0という数字を対応させ、モード属性による変数については、実績値を用い、計算によつて算出した値をそのまま使用した。また、これらの変数によつて説明される外的基準は、地下鉄やバスを大量輸送交通機関として一括して取り扱い、自家用車とのバイナリー形式にした。大量輸送交通機関を利用したときに1、自家用車を利用したときには0を対応させている。なお、表-1の中のMTは、大量輸送交通機関を表わしている。

このデータと、さきに述べたロジットタイズモデルを用いて、最尤法により効用関数を決定した。階層分けしない非階層について13種類、個人属性による階層別について34種類の、合計47種類について算出した。この際、 χ^2 値を計算し、有意水準を設けて検定してみたところ、ごくわずかの例外を除いては、分布の適合性が説明できる。

このデータと、さきに述べたロジットタイズモデルを用いて、最尤法により効用関数を決定した。階層分けしない非階層について13種類、個人属性による階層別について34種類の、合計47種類について算出した。この際、 χ^2 値を計算し、有意水準を設けて検定してみたところ、ごくわずかの例外を除いては、分布の適合性が説明できる。

表-1 説明変数一覧

種類番号	説明変数名	種類番号	説明変数名
年齢・性別	X_1 16～25才の男性	免許	X_{12} 免許証保有
	X_2 26～30才の男性		X_{13} 免許証非保有
	X_3 31～35才の男性	職業	X_{14} サービス業
	X_4 36～40才の男性		X_{15} 卸売・小売・金融・保険
	X_5 41～50才の男性		X_{16} 製造業・電気・通信
	X_6 51才以上の男性		X_{17} 農林業・鉱業・建設業
	X_7 16～25才の女性	時間	X_{18} 所要時間差(MT-自動車)
	X_8 26～35才の女性		X_{19} アドレ時間差(MT-自動車)
	X_9 36才以上の女性		X_{20} 所要時間比(自動車/MT)
自動車	X_{10} 自動車保有	費用	X_{21} 所要費用差(自動車-MT)
	X_{11} 自動車非保有		X_{22} 所要費用比(自動車/MT)

4 集計化 (aggregation)

非集計モデルを用いて交通需要予測を行った場合、実際の計画施策に役立てるために、個人ベースのデータで計算した値、即ち非集計値をゾーンごとの取り扱いを可能にするために、集計化することが必要になる。この集計化段階は、計画立案者が任意に集計方法を決定できるという利点と持っている反面、集計方法の選択を誤ると全く無意味になってしまう。従って本研究では、この集計化段階において次の2種類について試みた。

(1) 確率等分法

非集計モデル式によって計算された推定値は、式の性質上0から1までの間に分布する。そこで、その確率を0と1を等分する $P = 0.5$ という値で分けて、実際の交通行動即ち実現値

に対応させるというのが、この確率等分法である。つまり、 $P > 0.5$ であれば実現値 Y は $Y = 1$ 、 $P < 0.5$ であれば $Y = 0$ として処理するものである。従来非集計モデルを用いた解析における集計方法としては、この方法が最もよく用いられており、本研究でも一応、確率等分法によって処理した。ところが表-2を見て明らかなように、効用関数の種類によって現状との適合性が著しく乖離する危険性があり、この方法があまり信頼できないことがわかる。このようなことが起きた原因として、図-3、4に示したような分担曲線の形態の不一致性があげられる。即ち、効用関数に取り入れる説明変数の種類や数等の影響によって推定値 P が、0.5の上と下に適当に散らばないという状態が現れると考えることができる。

(2) 効用関数分割法

この方法は、先に説明した確率等分法の欠点を補うために考え出したものである。即ち効用関数 $G(x)$ を、その最大値と最小値の間で一定間隔に区切り、階級に分割するものである。そして、分割した各々の階級内において、その区間での推定値の平均値を計算し、この値を分担率とする。

そこで本研究では、効用関数 $G(x)$ を分割して、推定値の平均値と実現値の平均値が、どの程度近似するかを検証した。その結果は、表-3、4、5、6にそれぞれ示してある。分割の種類は2通りである。まず最初は、サンプル数の180を考慮して、比較的小さい4分割を行ってみた。ただし、この4という

表-2 確率等分法による分担率推定

型	サンプル数	推定した大量交通機関利用率	実際の大量交通機関利用率	的中したサンプル数	的中したサンプル数	的中率
0-1	180	59.44 %	61.67 %	140	40	77.78 %
0-4	180	98.89 %	61.67 %	111	69	61.67 %

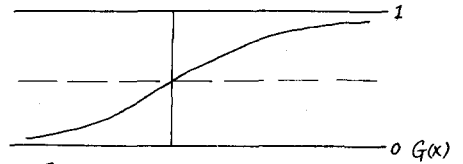


図-3 (0-1)型分担曲線形態

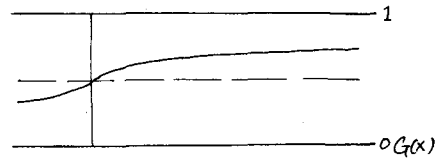


図-4 (0-4)型分担曲線形態

表-3 効用関数分割法による推定[1] (0-1型)

$G(x)$ 区間	推定値平均	実現値平均	サンプル数
$-1.5110 \leq G(x) < 0.6005$	0.3966	0.4000	110
$0.6005 \leq G(x) < 2.7120$	0.9453	0.9516	62
$2.7120 \leq G(x) < 4.8235$	0.9980	1.0000	2
$4.8235 \leq G(x) \leq 6.9350$	1.0000	1.0000	6

表-4 効用関数分割法による推定[1] (0-4型)

$G(x)$ 区間	推定値平均	実現値平均	サンプル数
$-0.0278 \leq G(x) < 0.0872$	0.4983	0.5385	13
$0.0872 \leq G(x) < 0.2022$	0.5812	0.6774	31
$0.2022 \leq G(x) < 0.3172$	0.6288	0.5946	111
$0.3172 \leq G(x) \leq 0.4322$	0.6684	0.6400	25

分割数には大した意味はない。

その結果、区間ごとのサンプル数に大きな差があるにもかかわらず、推定値の平均と実現値の平均が非常に接近した値をとっており、前述の確率等分法に比べて、有効な方法であると考えられる。

そこで、この分割の数を拡張して同じことを行ってみた。この場合、分割の数をSturgesの方法によって次のように決めた。

$$1 + \frac{\log 180}{\log 2} \div 8$$

その結果、分割数が倍増したにもかかわらず、推定値の平均と実現値の平均の近似性の傾向がほとんど変化しないことがわかった。以上のことから、分担曲線の形態が大きく変化しても、実際の現象とかけ離れる危険性が小さく、比較的安定した推定をすることが、本研究によって可能になったと考えられる。

6 あとがき

本研究によって、実際の交通計画を行う上において、非集計モデルを用いることは、時間や費用の節減の面で有効であることがわかった。また、この非集計モデルを用いる際に、問題点となるところを明確にすることができた。それは、効用関数に取り入れる説明変数の種類と数とどのように決めるかという基準を明らかにすることと、非集計値をいつ、どのように集計するかということである。本研究ではこのうち、後者の方について、モデルスプリットにおける最も一般的な方法である確率等分法が、場合によって不的確になることに言及し、それにかわるものとして、効用関数分割法を提唱し、その有効性を検証したものである。

今後は、サンプル数を増やして、その実証性を強化するとともに、トリップ目的を通勤に限らず、他の異なる目的のものも取り扱いたいと考えている。

<参考文献>

中川三朗：都市交通計画における交通機関分担モデルについて，土木学会第33回年次学術講演会講演概要集第4部

森地 茂，鹿島 茂，土屋 謙：経路選択における非集計モデルと集計モデルの推定精度について，土木学会第33回年次学術講演会講演概要集第4部

表-5 効用関数分割法による推定[2] (0-1型)

$G(x)$ 区間	推定値平均	実現値平均	サンプル数
$-1.5110 \leq G(x) < -0.4553$	0.1814	0.2250	40
$-0.4553 \leq G(x) < 0.6005$	0.5305	0.5000	70
$0.6005 \leq G(x) < 1.6562$	0.9090	0.9063	32
$1.6562 \leq G(x) < 2.7120$	0.9840	1.0000	30
$2.7120 \leq G(x) < 3.7678$	0.9961	1.0000	1
$3.7678 \leq G(x) < 4.8235$	0.9999	1.0000	1
$4.8235 \leq G(x) < 5.8792$	1.0000	1.0000	3
$5.8792 \leq G(x) \leq 6.9350$	1.0000	1.0000	3

表-6 効用関数分割法による推定[2] (0-4型)

$G(x)$ 区間	推定値平均	実現値平均	サンプル数
$-0.0278 \leq G(x) < 0.0297$	0.3371	0.5000	2
$0.0297 \leq G(x) < 0.0872$	0.5276	0.5456	11
$0.0872 \leq G(x) < 0.1447$	0.5568	0.6000	5
$0.1447 \leq G(x) < 0.2022$	0.5859	0.6923	26
$0.2022 \leq G(x) < 0.2597$	0.6122	0.5227	44
$0.2597 \leq G(x) < 0.3172$	0.6396	0.6418	67
$0.3172 \leq G(x) < 0.3747$	0.6648	0.6667	21
$0.3747 \leq G(x) \leq 0.4322$	0.6871	0.7500	4