

都心通勤者調査と通勤におけるコース選択要因の解析

植 松 俊 夫

(1965年12月受付)

Statistical Analysis of the Commuter's Preference among Available Routes

Tosio UEMATU

In Japan, the railroad transport of commuters in the Metropolitan Area has been faced with great difficulty, because of the extraordinary congestion in rush hours caused by the rapid concentration of population on this area in recent years. Much effort has been made to expand transport capacity, as is seen by the recent construction of new subway lines.

In view of the enormous sum of investment needed for such a construction, it would be desirable that any planning of new railroad lines is based on the well-founded prospect about the contribution of the lines. Thus reasonable method is required, which enable us to make a forecast about the transference, from the existing lines to the new ones planned, of the transport demand of commuters. We remark that such a transference depends on the operations of the new lines such as the determination of fares, diagrams of trains and so on.

The purpose of this paper is to propose a method, available to predict the proportion of transference of the transport demands of commuters, which is based on the statistical analysis of the data concerning the commuter's choice between competitive routes.

Section 2 is devoted to the description of a sampling survey of commuters, carried out in the residential area of Tokyo for the purpose of collecting the basic data. Incidentally the data on the actual condition of commuting are summarized.

In section 3 the commuter's preference among the competitive routes are analyzed by making use of the survey data. The point is to discriminate the actual choice by commuter, on the basis of the difference of the route conditions, between two competitive routes. As for the route condition seven factors are considered, including the fare, the necessary time to attend office, the degree of exhaustion caused by the commuting and so on. In the discrimination of the actual choice the success rate of 80% or more is obtained by using these factors and applying the quantification method [1].

Finally in section 4, the result of section 2 is applied to a problem of estimating the relation between the demand for transport of commuters and the operation of transport service for some hypothetical lines.

The Institute of Statistical Mathematics

§1 前置き

この報告は運輸省都市交通課から提起された、通勤者の選択性向の解析の問題について行った調査研究に関するものである。

今日大都市特に東京都における朝夕の通勤ラッシュは大きな社会問題となっているが、問題の性質上なかなか早急な解決が難かしく、今では慢性化した観がある。勿論直接の対策として、通勤の輸送力の増強は全力をあげて行われていると言ってよいであろう。東京都の場合例えば特に目立つ事として、最近地下鉄の新線が続々と生れ或は着工されている事があげられる。而もこの場合既存の路線と地下鉄の新線を相互乗入れするといったこれ迄にない思いきったやり方がとられる様になった。

こういった輸送力の増強は巨額の投資を必要とする。而も利用しうる資金量には限度があるので、ここに投資効率という事が大きな問題となってくる。できるだけ投資効率の高い方法を探ってゆく事が重要となるが、この問題を考える場合の基礎となるのは次の様な意味の通勤需要の予測である。即ち新しい路線を作った場合、これに既存の路線の通勤需要がどの程度転移するか、従って既存の路線の混雑がどの程度緩和されるかという点の予測である。色々の競合する対策の夫々の場合に対して転移が予測できれば、それに基づいてこれら対策における投資の効率が予測され、それらのうち最も効率の高いものが決定できる事になる。

この報告の目的は上に述べた通勤需要の転移の予測の為の方法を与える事である。われわれは、通勤者の通勤コース選択における選択性向の解析を、この予測の為の基礎として考えた。これは現実の通勤需要が、個々の通勤者の通勤コース選択の積みあげとして生じているとみ、而もこの場合、通勤者の集団を考えた場合選択には統計的な意味での構造があると考え、その解析を通して予測の方法を見出そうとするものである。

以下 §2 では解析データを得る為に行った東京の都心通勤者調査及びその集計結果の詳細を述べる。次いで §3 では、通勤者のコース選択における選択性向の解析を行った。この解析は通勤者のコース選択行動の予測と表裏一体をなすもので、通勤者の選択するコースを判別する方法が取上げられる。これは §4 につながり、この節では §3 のこの判別の方法を使った通勤需要の転移の予測が、具体的な例として高速バスの運行の問題に関して取上げられる。

§2 都心通勤者調査

前節に述べた様に、われわれは基礎的分析として通勤者の通勤コース選択についての解析を考えたのであるが、この解析に必要なデータを得るために昭和38年11月に東京で通勤者に対するアンケート調査を実施した。

ただしここでわれわれは対象をしばって、東京の都心への通勤を取上げた。これは都心通勤こそ現在最も問題となっているものだからである。

更に調査費の関係もあり、われわれは対象とする通勤者集団を東京の西部住宅地域に居住するものに限定した。より明確に言えば、対象とした範囲は、図1の地図に太枠で囲んでIからVII迄の番号を附した地域から、千代田、中央、港の3つの区のなかにある事業所(又は学校



図 1

等)え通勤又は通学する満 18 才以上のものである。

なお対象たる居住地は、中央線沿線（両側に夫々約 1km の幅をみた）、玉電沿線（両側に夫々約 800m の幅をみた）ではさまれた扇形の地域をなしており、都心へ出るためには、電鉄又はバスを利用しておおむね新宿、渋谷の 2 つの副都心を経由する事となる。

上述の様に対象の居住地域が相当限定されているが、この調査の解析結果は、同じ様な地理的条件にある他地域、例えば電鉄を利用して副都心経由で都心へ出る型の住宅地域の都心通勤者へも適用できるであろう。

上述の範囲の都心通勤者集団を調査する場合、勿論サンプリングによらざるをえないわけである。以下 § 2.1 では実施したサンプリングの詳細を述べる。§ 2.2 では調査に用いた質問を掲げる。§ 2.3 では調査票の回収状況と、調査不能の検討を述べる。

調査結果のうちには、通勤の実態の資料となるものがある。この資料は在来の運輸統計などにはない型のものであり、それ自体興味深いものである。それで § 2.4 ではこの通勤実態に関する結果を述べる。

§2.1 サンプリング

通勤者のコース選択要因の解析に当っては居住地の地理的条件の差異(交通の便, 不便など)による選択行動の差異を考慮する事が必要の様に思われる. この意味で, 地域別の解析も考える事とした. その為に我々は, 対象とした全地域を都心からの距離と電鉄の沿線の別に関して, 7つの地区に分割した. その詳細は表1の通りである.

この場合中央線沿線は両側に夫々約 1 km の幅を, 私鉄沿線は両側に夫々約 800 m の幅を目安にし, 沿線の町をあつめる事によって沿線各地区を作った. この時沿線地区から取残された島地は, 交通の便に恵まれぬ地区として, 別に地区を構成する事とした.

距離に関しては, 都心に近い方と遠い方の2つの部分に分けたが, これは阿佐ヶ谷駅から経堂駅へ至る南北の線を目安として, その東の部分と西の部分に分けるようにしたものである. この分割は大略, 新宿或は渋谷の副都心から約 6 km 以内と以上の地域への分割に相当する. 各地区の範囲を更に明確にする為に, これを図1の地図に記入し, I からVII迄のコードで示してある.

対象の全地域には人口にして約 147 万人, 世帯数にして約 50 万世帯が居住している. これを上述の7地区に分けた場合の各地区の町の数, 人口及び世帯数の詳細も表1に掲げておく.

表 1

コード	地区	範囲	町の数	世帯数*	人口*
I	第1地区	中央線沿線の都心に近い部分	74	122,919	336,862
II	第2地区	中央線沿線の都心に遠い部分	46	65,003	187,035
III	第3地区	私鉄沿線の都心に近い部分	38	88,633	271,643
IV	第4地区	私鉄沿線の都心に遠い部分	37	79,023	232,178
V	第5地区	電鉄沿線から取残された島地の都心に近い部分	29	47,749	147,044
VI	第6地区	電鉄沿線から取残された島地の都心に遠い部分	29	47,188	149,092
VII	第7地区	玉電沿線	17	48,238	149,675
合計		東京西部住宅地域	270	498,752	1,473,529

* 1963年1月現在住民登録に基づく。

各地区内では, 解析の目的からすれば, 夫々単純無作為な抽出でサンプルをとるべきであろうが, 調査実施の上から2段階抽出を行う事はやむをえない. その為の標本誤差の増加をおさえるために, 各地区を更に多くの層に細分する事とした. かくて全地域を100個の層に細分する事となった. その明細は表2の通りである.

この層別のもとに, 各層から確率比例2段階抽出を行った. この場合1次抽出単位は町を用いた. 各層は若干個(平均して3個)づつの町をまとめて作ったが, その場合のまとめ方は, 層の大きさがなるべく揃うようにという事と, 交通の条件がなるべく似た町同志をまとめるよう

にという事を考慮して行った。層の大きさの目安とした数字は世帯数 5,000 という値である。各層からは 1 つずつの町を確率比例抽出した。これらの町は表 2 に掲げてある。表 2 の「サンプルの町名及び層」の欄に於て、下線を附してある町名がサンプルの町であり、その属する層については、例えば「柏木 3 丁目他 1」の如くその構成を説明してある。

第 2 次抽出単位としては世帯をとった。抽出された世帯に対しては、一方で世帯単位に世帯構成や通勤先を調べる事とし、又他方ではこの世帯内の都心通勤者（該当者ある場合）の全員につき、その夫々に対して通勤の詳細についてのアンケート調査を行う事とした。通勤の実態に関する資料の一部は、上述の世帯を最終単位としたデータの集計の方から得られる事となる。他方上述の都心通勤者に対するアンケート調査のデータは、都心通勤者の通勤コースの選択要因の解析に用いる事となる。世帯を抽出するに当っては住民票が用いられ、この第 2 次抽出は単純無作為抽出とした。

調査費の関係から、標本のサイズは 2,600 世帯とした。これを各層に割当てるに当っては、比例割当をとった。但し調査の実施上の制約からごく僅かのずれはある。実際に各層に割当てた世帯数は表 2 に示してある。

表 2

地区	サ ン プ ル 町 名 及 び 層	世帯数*	標本
I	新宿区 柏木 1 丁目	5,144	27
	柏木 3 丁目 他 1	5,313	27
	柏木 4 丁目 他 1	5,288	27
	淀 橋 他 3	5,864	27
	中野区 宮 前 町 他 5	5,197	27
	城 山 町 他 4	5,409	30
	川 添 町 他 4	5,131	27
	桃 園 町 他 5	5,040	27
	本町通 3 丁目 他 3	5,261	27
	朝 日 ケ 丘 他 4	5,282	26
	上高田 2 丁目 他 2	4,993	27
	大 和 町 他 4	5,416	27
	上 町 他 4	5,290	27
	杉並区 阿佐ヶ谷 5 丁目 他 3	5,341	27
	高円寺 5 丁目 他 1	5,481	27
	高円寺 2 丁目 他 2	5,122	27
	馬 橋 1 丁目 他 1	5,023	27
	高円寺 7 丁目(一部) 他 3	5,977	27
	東 田 1 丁目 他 1	5,289	27
	馬 橋 4 丁目 他 1	5,800	27
	阿佐ヶ谷 3 丁目 他 1	5,579	30
	阿佐ヶ谷 4 丁目 他 1	6,184	32
	東 田 2 丁目 他 1	4,495	24
	層 数 : 23 町 数 : 74	計 122,919	計 628
	杉並区 荻 窪 3 丁目 他 2	5,015	27
	天 沼 1 丁目	4,968	27
	上 荻 窪 2 丁目 他 1	5,140	27
	神 明 町 他 3	5,206	27

II	武蔵野市	西 荻 1 丁 目	他 2	5,267	27	
		荻 窪 2 丁 目	他 1	3,688	18	
		大 宮 前 6 丁 目	他 3	5,068	27	
		東 町 3 丁 目	他 4	5,092	27	
		北 町 1 丁 目	他 5	5,429	29	
		本 町 2 丁 目	他 5	5,039	27	
		本 町 1 丁 目	他 4	5,293	27	
		境 南 2 丁 目	他 3	4,961	27	
		三 鷹 市 下 連 雀(北半分)		4,837	18	
		層 数 : 13		町の数 : 46	計	65,003
III	渋谷区	笹 塚 1 丁 目	他 1	5,008	27	
		本 町 1 丁 目	他 2	4,755	24	
		笹 塚 3 丁 目	他 2	4,452	24	
	世田谷区	本 町 6 丁 目	他 2	5,376	30	
		代 田 2 丁 目	他 1	5,244	27	
		世 田 谷 2 丁 目		4,699	24	
		北 沢 3 丁 目	他 1	5,044	27	
		代 田 1 丁 目	他 1	5,284	27	
		大 原 町	他 1	5,485	30	
		北 沢 5 丁 目	他 1	5,491	30	
		松 原 1 丁 目	他 1	5,207	26	
		松 原 3 丁 目	他 1	5,007	27	
		赤 堤 2 丁 目	他 1	5,077	27	
	目黒区	上 目 黒 8 丁 目	他 1	5,487	30	
	杉並区	方 南 町(南半分)	他 1	5,754	27	
		和 泉 町		7,684	41	
	中野区	新 山 通 3 丁 目	他 4	3,579	21	
	層 数 : 17		町の数 : 38	計	88,633	計 469
	IV	世田谷区	上 北 沢 3 丁 目	他 1	5,260	27
経 堂				5,211	27	
烏 山 町(南半分)			他 1	7,870	44	
世 田 谷 5 丁 目				4,649	23	
砧 町			他 1	4,491	24	
船 橋(南半分)			他 1	5,608	30	
粕 谷			他 1	4,075	21	
成 城 町			他 1	4,459	24	
杉並区		祖師谷 2 丁目(南半分)	他 1	4,102	21	
		下 高 井 戸 2 丁 目	他 4	4,587	24	
		松 庵 南 町	他 5	5,665	30	
		久 我 山 1 丁 目	他 2	4,942	26	
		永 福 町	他 1	4,680	24	
		上 高 井 戸 3 丁 目	他 1	4,909	27	
		下 高 井 戸 4 丁 目	他 1	4,538	24	
		三 鷹 市 牟 礼(北半分)		3,977	21	
層 数 : 16		町の数 : 37	計	79,023	計 417	

V	世田谷区	若 林	5,423	30
		世田谷 1 丁目	4,821	27
		世田谷 4 丁目 他 1	4,309	24
	杉並区	方南町(北半分) 他 2	5,064	25
		堀ノ内 1 丁目	4,065	21
		松ノ木 他 1	6,522	35
	渋谷区	本町 4 丁目 他 2	4,604	24
	中野区	本郷通 1 丁目 他 3	4,662	21
		八島町 他 5	4,173	18
		前原町 他 5	4,106	21
層数：10 町の数：29			計 47,749	計 246
VI	世田谷区	廻 沢 他 2	4,487	24
		給田(北半分) 他 2	4,272	18
		鳥山(北半分)	1,517	9
		喜多見(南半分) 他 4	4,630	24
		玉川用賀 3 丁目 他 2	5,044	27
	杉並区	大宮前 4 丁目 他 3	4,437	24
	三鷹市	下連雀(南半分)	4,837	37
		牟礼(南半分)	3,977	21
		新川	3,567	18
		上連雀(南半分)	3,206	15
		井口 他 1	3,228	15
		大沢 他 3	3,986	21
層数：12 町の数：29			計 47,188	計 253
VII	世田谷区	池尻	5,334	30
		太子堂	7,409	41
		上馬 1 丁目	5,079	27
		上馬 2 丁目 他 1	5,096	27
		上馬 3 丁目 他 1	4,673	24
		玉川用賀 2 丁目 他 1	5,037	27
		弦巻 1 丁目 他 2	4,755	24
		新町 2 丁目 他 2	4,569	24
		玉川 他 1	6,285	32
	層数：9 町の数：17			計 48,237

* 1963年1月現在住民登録に基づく。

通勤の実態に関する結果のうち、通勤者数等は世帯を単位とした集計による推定値であるが、こういった世帯単位で集計した場合の結果の標本誤差については次の様な分散の評価がされる。即ちこの場合は層別確率比例抽出であるから、今取上げた項目についての標識を一般的に、 i 層の j 番目の町の k 番目の世帯に対して X_{ijk} とし、これらの全体の平均 \bar{X} を標本の平均 $\bar{x} = \sum_{i=1}^R \frac{N_i}{N} \bar{x}_i$ (\bar{x}_i は i 層の標本の平均) で推定するものとすれば、 \bar{x} の分散 $\sigma_{\bar{x}}^2$ は

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \sum_{i=1}^R \left(\frac{N_i}{N} \right)^2 \sigma_{bi}^2 + \sum_{i=1}^R \left(\frac{N_i}{N} \right)^2 \sum_{j=1}^{M_i} \frac{N_{ij}(N_{ij}-n_i)}{N_i(N_{ij}-1)} \frac{\sigma_{wtj}^2}{n_i} \quad (1)$$

ここに、

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{bt}^2 = \sum_{j=1}^{M_i} \frac{N_{ij}}{N_i} (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_i)^2, \\ \sigma_{wtj}^2 = \frac{1}{N_{ij}} \sum_{k=1}^{N_{ij}} (X_{ijk} - \bar{X}_{ij})^2. \end{array} \right. \quad (2)$$

$$(3)$$

但し、夫々の記号は次の意味である：

N_{ij} = i 層の j 番目の町の世帯数 (i 層の j 番目の町のサイズ)

R = 問題としている地区内の層の数

M_i = i 層のなかの町の数

$N_i = \sum_{j=1}^{M_i} N_{ij}$ (i 層のサイズ)

$N = \sum_{i=1}^R N_i$

$\bar{X}_{ij} = \frac{1}{N_{ij}} \sum_{k=1}^{N_{ij}} X_{ijk}$

$\bar{X}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{M_i} \sum_{k=1}^{N_{ij}} X_{ijk}$

n_i = i 層で抽出された町から抽出する世帯数 (i 層のサンプルのサイズ)

われわれの調査のサンプリング企画に於ては、 N_{ij} は n_i に比し極めて大で、又層のサイズは7つの地区の夫々ではほぼ一定になるようにした。又層のサイズは全地域を考へても大体に於てそれ程大きな変動はないようにとった。これから (1) は次の式で考へればよい：

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_{b.t.w.st}^2}{R} + \frac{1}{R^2} \sum_{i=1}^R \frac{\sigma_{wi}^2}{n_i}, \quad (1)'$$

但し、

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{b.t.w.st}^2 = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \sigma_{bt}^2, \\ \sigma_{wi}^2 = \sum_{j=1}^{M_j} \frac{N_{ij}}{N_i} \sigma_{wtj}^2. \end{array} \right. \quad (4)$$

$$(5)$$

なおサンプルのサイズ n_i は、企画では比例割当てとしていた。その場合には勿論上の式は更に簡単に書ける。実際には調査不能のサンプル世帯があるため、分析に使ったデータでは、サンプルは完全な比例割当てではなくなっている。

\bar{X} を \bar{x} で推定する場合の推定値を、我々は上の $\sigma_{\bar{x}}^2$ に基づいて、信頼度 95% の下で $\bar{x} \pm 2\sigma_{\bar{x}}$ のはんいと与える事になる。

§2.2 調査票

前節に述べたように、我々の調査の項目は2組よりなる。即ちその一方は世帯全員について調べるもので、他方は世帯内の都心通勤者のみについて、通勤の条件を中心に詳細を調べるものである。

世帯全員の調べは次頁に掲げた様式の世帯員一覧表により、性別、年齢別、世帯主との続柄についての世帯の構成と、世帯内通勤者数、通勤先の分布についてのデータが得られる様にしたものである。

都心通勤者についての詳細な調査では、110, 111 頁に掲げたいろいろの質問が用いられ、通勤者自身に答の記入を依頼した。これらのうちの中心となるものは、第4問の通勤コースの選択についての質問である。

この質問は通勤コースの選択に係するいろいろの要因についての条件が、当該通勤者の利

世帯員一覧表

世帯員名	世帯番号	世帯主との続柄	生年・月	性別	通勤(学)先の所在する区名
	1		年 月		
	2		年 月		

用する事のできるいろいろのコースの間でどの様に異り、又その結果としてこれらのコースにどの様な選択順位がつくかを見る為のものである。各通勤者にこの質問の答を記入させるに当っては、先づ一番左の欄に利用する事のできるいろいろのコースの詳細を書かせ、次に左から3番目から一番右迄の欄に、それぞれのコースのいろいろの要因についての条件を記入させ、更に左から2番目の欄に、コース全体に利用する場合の順位をつけさせるようにした。その記入例は次頁のようである。

取上げたコース選択の要因項目は、運賃（円）、所要時間（分）、歩行時間（分）、乗換数、所要時間の変動、混雑度、疲労度、待ち時間の8項目である。これらの項目夫々の意味内容を明確にしておくために、夫々の細目（記入させる時には記入要領をつけて注意事項としてあげた）を述べておく。

運賃：これはどの区間でも片道の普通乗車券を買って通勤するとして、その時の自宅から勤め先迄の当該コースでの所要の運賃の総額とした。

所要時間：これは当該コースで自宅を出てから勤め先に着く迄にかかる時間であるが、日によって変動があるので、平均的な値とした。

歩行時間：これは当該コース（一番左の欄に記入されたもの）のなかで「徒歩」となっている部分につき、その所要時間の合計（日差ある時はやはり平均的な値）とした。

乗換数：同じ線で乗換えがあった場合でも一回に数え、とにかく乗換の全部の数である。

所要時間の変動：上述した「所要時間」は日によっての変動に対し平均的な値としたが、この「所要時間の変動」の方は、日による変動の大きさ自体を問題とするものである。答は大、中、小の判断をさせる三件法となっている。この場合大、中、小は、調査を受けている通勤者が利用しうる色々のコース間を比べた時の相対的な感じで判断し記入するよう依頼した。

混雑度：これも答は大、中、小の三件法の形で、又大、中、小はいろいろのコース間の相対的な感じによるものとした。又コースのある部分は混みある部分はいっているとといった様な場合にも、コースを通して全体として評価する様に依頼した。

疲労度：当該コースを通勤に利用した時の疲労度であるが、やはり答は大、中、小の形で、又コースの間の相対的な感じによる判断とした。

待ち時間：これは当該コースに於て、途中で利用する各交通機関の待ち時間の合計についてのものであるが、答は長、中、短の三件法の形で、又コースの間の相対的な感じによる判断とした。

通勤者の通勤コースの選択行動は、地域的な交通の便、不便の差や、収入とか地位とかいった通勤者個人の経済的或は社会的条件にも影響されるかもしれない。即ち通勤者の通勤コース選択の要因としては、利用しうるコースの間の通勤条件の差異の他に、交通条件の地域差と

〔第4問の記入例〕

通 勤 (学) コ ー ス	利用上 の順位	運 賃 (円)	所要時間 (分)
自宅 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 大岡山 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 自由ヶ丘 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 渋谷 $\xrightarrow{\text{地下鉄}}$ 虎ノ門 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 勤メ先	6	60円	50分
自宅 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 大岡山 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 自由ヶ丘 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 渋谷 $\xrightarrow{\text{バス}}$ 田村町 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 勤メ先	4	55円	55分
自宅 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 大岡山 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 大井町 $\xrightarrow{\text{国電}}$ 新橋 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 勤メ先	2	40円	50分
自宅 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 大岡山 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 目黒 $\xrightarrow{\text{都電}}$ 田村町 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 勤メ先	5	35円	70分
自宅 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 大岡山 $\xrightarrow{\text{私鉄}}$ 目黒 $\xrightarrow{\text{バス}}$ 田村町 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 勤メ先	1	45円	60分
自宅 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 洗足池 $\xrightarrow{\text{バス}}$ 新橋 $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ 勤メ先	3	35円	65分

か、収入や地位などの属人的な条件の諸要因も考えられる。そこで都心通勤者用の質問として、こういった基礎的な条件に関するものを入れた。質問の第1, 第2, 第3, 第6, 第7, 第8問がこれである。

第10問はもよりの副都心迄のコースとして最も普通に利用するものをあげさせ、その利用条件を第4問の書き方にならって記入させるものである。これについてのデータは、後に通勤需要の転移の予測の問題を取上げる時に応用例に於て利用する事となる (§4 参照)。

§2.3 調査票の回収状況. 調査不能の検討

調査の企画に当っては、標本を2,600世帯としこれを目標としたが、実際に調査ができたのは約65.5%の1,678世帯であった。地区別の回収状況は表3に掲げた通りである。

地区 V, VI, VII における回収はまあまあという所であるが、地区 I, II, III, IV の回収率は60%前後で余りよくなかった。

調査不能の理由は表4の通りであり、過半数は「移転の為」、「尋ね当らず」、「該当なし」等、住民票から抽出して訪問調査する場合にどうしても起ってくるやむを得ないものである。これを除けば回収はかなり良好といえる。

表 3

地 区	世 帯 数	サ ン プ ル 世 帯 数	回 世 帯 回 数	回 収 率
I	122,919	628	389	61.9%
II	65,003	335	214	63.9%
III	88,633	466	283	60.8%
IV	79,023	417	246	59.0%
V	47,749	246	176	71.5%
VI	47,188	253	173	68.4%
VII	48,237	256	197	76.9%
計	498,752	2,601	1,678	64.5%

歩行時間 (分)	乗換数	所要時間 の変動	混雑度 (大中小)	疲労度 (大中小)	待ち時間 (長中短)
12分	2	小	大	大	中
8分	2	大	大	大	中
16分	1	小	大	大	短
8分	1	小	小	小	中
8分	1	中	中	中	長
20分	0	中	中	中	短

表 4 調査不能の理由

移 転	尋ね当らず	該当なし	初めから 拒否	回答せず	計
282	279	29	62	315	967
29%	29%	3%	6%	33%	100%

上に述べた様に、調査不能がかなりあって、結果に偏りの生ずるおそれがある。それで、我々の実際に得た標本がランダム・サンプルとみてよいか、という点を検討しておく事が必要である。

この検討の為には、性別構成と世帯員数の2つの項目が利用できる。即ちこれらの項目については、我々が設定した地域の母集団について、その資料があるので、これを用いて実際得られた標本の有意性を検討できる。

表5は性別構成について、各地区別に母集団と得られたサンプルの値を比較したものである。どの地区についても、又全域に対しても、両者の差は小さくよくあっている。 χ^2 の値を計算してみると表5の通りで、有意差は全くみられない。

世帯員数についてのチェックでも、母集団とサンプルは全体的にみてかなりよくあっている。このチェックでは、世帯当り平均世帯員数について、母集団の値とサンプルの値が比べられた。この結果は表6に掲げてある。有意性をみる為に、(1)'式によって $\sigma_{\bar{x}}$ が計算してある。但し(1)'の右辺の between の項は、母集団についての資料から計算した正確な値を用いたが、within の項はサンプルから計算した不偏推定値を用いた。

有為性をみる為に $(\bar{x}-\bar{X})/\sigma_{\bar{x}}$ を計算したものが表6に掲げてある。これによると地区 IV を除き母集団の値とサンプルの値の間に有意差は全くみられない。地区 IV だけはやや有意であり、有意水準 10% で有意差がでる程度である。表3でみると地区 IV は回収率も一番低いので、やや問題がありそうである。

以上のチェックで見た限りでは、全体的に言って調査不能による影響はないと考えてよいであろう。但し部分的には、地区 IV に対する分析をする場合、その結果に偏りのあるおそれは多少ある。他の地域については問題ない。

表5 性別構成

地区	母集団		サンプル		χ_1^2	$\alpha = P_r(\text{計算値} \leq \chi_1^2)$
	男	女	男	女		
I	171,380 50.9%	165,482 49.1%	537 52.3%	489 47.7%	0.88	$0.3 < \alpha < 0.5$
II	95,600 51.1%	91,435 48.9%	337 52.5%	305 47.5%	0.49	$0.3 < \alpha < 0.5$
III	139,135 51.2%	132,508 48.8%	439 52.1%	404 47.9%	0.25	$0.5 < \alpha < 0.7$
IV	118,245 50.9%	113,933 49.1%	404 52.0%	373 48.0%	0.35	$0.5 < \alpha < 0.7$
V	75,298 51.2%	71,746 48.8%	268 49.2%	277 50.8%	0.90	$0.3 < \alpha < 0.5$
VI	76,623 51.4%	72,469 48.6%	264 50.5%	259 49.5%	0.18	$0.5 < \alpha < 0.7$
VII	74,789 50.0%	74,886 50.0%	336 50.0%	336 50.0%	0.00	$0.99 < \alpha$
全域	751,070 51.0%	722,459 49.0%	2,585 51.4%	2,443 48.6%	0.39	$0.5 < \alpha < 0.7$

表6 世帯員数

地区	母集団	サンプル	$\frac{\sigma_{b.t.w.st}^2}{R}$	$\frac{1}{R^2} \sum_i \frac{\sigma_{wt}^2}{n_i}$	$\sigma_{\bar{x}}$	$\frac{(\bar{x} - \bar{X})}{\sigma_{\bar{x}}}$
	平均世帯員数 (\bar{X})	平均世帯員数 (\bar{x})				
I	2.741	2.638	0.0012	0.0083	0.098	-1.05
II	2.877	3.000	0.0049	0.0132	0.135	0.91
III	3.065	2.979	0.0009	0.0101	0.105	-1.03
IV	2.938	3.159	0.0021	0.0151	0.131	1.69
V	3.080	3.097	0.0009	0.0156	0.128	0.13
VI	3.160	3.023	0.0027	0.0188	0.147	-0.93
VII	3.103	3.211	0.0009	0.0171	0.134	0.81
全域	2.954	2.996	0.0003	0.0019	0.047	0.89

§ 2.4 通勤の実態に関する集計結果

通勤者数の推定

対象地域内に住む通勤者数、及びそのうち特に都心通勤者数について、各地区別に推定したものを表7に掲げた。

これによれば、先づ世帯当りの平均通勤者数は各地域1~1.2人位で、全域については約1.16人と推定される。この推定の標本誤差は(1)'で与えられる。(1)'の第2項(withinの項)はサンプルから不偏推定量を計算して評価できるが、第1項(betweenの項)については

それができないので、他の手がかりからおさえなくてはならない。

一つの手がかりは世帯員数の推定の場合の結果で、これは表6に掲げてあるが、これで見ると、この場合の between の項は within の項の2割以内にとどまっている。一方又、通勤者数の推定の場合の各サンプルの町の平均の変動をみると、これも within の変動に比べて小さい。こういった事から、between の項は within の項の2割程度以下と考えても大過ないと思われる。そこで $\sigma_{\bar{x}}^2$ の評価を、通勤者数の推定の場合 $\sigma_{\bar{x}}^2 \leq \frac{1.2\bar{\sigma}_w^2}{n}$, $\bar{\sigma}_w^2 = \frac{1}{R} \sum_i \sigma_{wi}^2$ で行ってよいと思われる。 $\bar{\sigma}_w^2$ はサンプルから推定してみると、 $\bar{\sigma}_w^2 = 1.00$ と得られた。これから通勤者数の推定の場合、信頼度 95% の下での推定の相対精度は $= \frac{2\sqrt{1.2\bar{\sigma}_w}}{\sqrt{n}\bar{X}} = \frac{2.19}{\sqrt{n}\bar{X}}$ と評価される。この値を各地区及び全域について表7にあげた（各地区及び全域の夫々のサンプル・サイズは、表にあげた回収世帯数を用いている）。

世帯当りの平均通勤者数の推定値に地区内の世帯数をかけてのばせば、地域内の通勤者数の推定値がえられる。これに標本誤差をみこんで、推定値の上限と下限を表7にあげた。これによると、対象地域全域には大略55万乃至60万人の通勤者が居住している。

上の世帯当り平均通勤者数は、我々の調査対象地域以外の地域の通勤者数が必要とされる様な場合に、一つの目安を与えるであろう。

対象地域内に住む都心通勤者数の方は、世帯当り平均都心通勤者数は各地区で0.34~0.45人位で、全域については約0.41人と推定される。この場合も標本誤差について、上と同様な考慮をして、都心通勤者数の推定の場合の $\sigma_{\bar{x}}$ を $\sigma_{\bar{x}}^2 \leq \frac{1.2\bar{\sigma}_w^2}{n}$ と評価する事にし、この場合の $\bar{\sigma}_w^2$ をサンプルからの推定値（それは0.4405であった）でおきかえると、信頼度の95%下での推定の相対精度は $= \frac{1.45}{\sqrt{n}\bar{X}}$ と評価される。この値、及びこれと世帯当りの平均都心通勤者数及び地域内の世帯数とを使って求めた地区内の都心通勤者の推定値の上限と下限が表7に掲げてある。これによると、対象地域全域では、大略19万乃至22万人の都心通勤者が居住している。

表7 通勤者数及び都心通勤者数

地区	通 勤 者 数			都 心 通 勤 者 数		
	世帯当り平均	誤 差*	総 数	世帯当り平均	誤 差*	総 数
I	1.067	10%	117,500~144,800	0.446	17%	45,700~ 63,900
II	1.254	12%	71,800~ 91,300	0.452	22%	22,900~ 35,800
III	1.194	11%	94,300~117,400	0.425	20%	30,000~ 45,300
IV	1.189	12%	82,900~105,000	0.378	25%	22,500~ 37,200
V	1.197	14%	49,300~ 65,000	0.363	30%	12,100~ 22,600
VI	1.032	16%	40,800~ 56,600	0.340	33%	10,800~ 21,300
VII	1.216	13%	51,100~ 66,200	0.414	25%	15,000~ 25,000
全 域	1.157	4%	552,600~601,500	0.411	9%	187,000~222,400

* 信頼度 95% の下での相対誤差

通勤、非通勤の割合

対象地域内人口のうちの通勤者と非通勤者の構成の推定を表8に掲げた。この構成は都内の

他の住宅地域についても大略あてはまるであろう。

表によれば非通勤者と通勤者の割合はほぼ6対4である。又満18才以上では通勤者がその約60%を占める事がみられる。表8の数字に対する標本誤差としては表7の通勤者数の場合の誤差をみこめばよい。

なお世帯内通勤者数の分布(推定)を同じ表に掲げておく。

表8 通勤・非通勤の構成

地区	非 通 勤 者			通 勤 者	世 帯 内 通 勤 者				
	満18才未満	満18才以上	小 計		な し	1人	2人	3人	4人~
I	38%	22%	60%	40%	21%	61%	11%	5%	2%
II	32%	27%	59%	41%	21%	53%	13%	9%	4%
III	32%	27%	59%	41%	17%	60%	14%	4%	5%
IV	31%	30%	61%	39%	17%	60%	13%	7%	3%
V	31%	29%	60%	40%	17%	58%	16%	6%	3%
VI	34%	32%	66%	34%	20%	61%	13%	5%	1%
VII	33%	31%	64%	36%	14%	64%	14%	6%	2%
全 域	33%	27%	60%	40%	18%	60%	13%	6%	3%

通勤者集団の性別、年齢別構成

対象地域内の通勤者及び都心通勤者の集団特性を、性別構成と年齢構成についてみると、夫々表9及び表10のように推定される。対象地域が東京の代表的な住宅地域である点から考えて、これらの構成は他の地域からの通勤者も含めた全体についても大略あてはまるであろう。

表9によれば、対象地域内の通勤者の性別構成は、通勤者全体についても都心通勤者についても、地域全体では男が $\frac{3}{4}$ 、女が $\frac{1}{4}$ の割合である。地区毎ではこの割合から若干のずれがみられ、例えば通勤者全体の場合、地区 II, V で男の割合がやや低く、地区 IV で男の割合がやや高い。通勤者全体の集団と、そのうちの都心通勤者だけの集団の間には殆んど差がみられない。各地域毎に両者の差を χ^2 検定した値は表9の通りで、どの地域でも有意差は全くない。

表9 通勤者性別構成

地区	通 勤 者		都心通勤者		χ_1^2
	男	女	男	女	
I	74%	26%	71%	29%	0.38
II	71%	29%	74%	26%	0.29
III	75%	25%	73%	27%	0.06
IV	75%	25%	82%	18%	1.61
V	67%	33%	71%	29%	0.33
VI	82%	18%	80%	20%	0.11
VII	75%	25%	75%	25%	0.00
全 域	74%	26%	75%	25%	0.10

表 10 によれば、対象地域内の通勤者全体の集団とそのうち都心通勤者だけの集団の間で、年齢構成にも殆んど差がみられない。各地区毎に両者の差を χ^2 検定した値は表 10 の通りで、どの地区でも有意差は全くない。然し地区の間では年齢構成にかなりの差がみられる。対象地域全域では、通勤者の年齢構成は、20才未満が約 1割、20代及び 30代が合せて約 6割、40代及び 50才以上が各々約 15% 位づつである事が表 10 からみられる。

表 10 通勤者年齢別構成

地区	通 勤 者					都 心 通 勤 者					χ^2
	20才未満	20～29	30～39	40～49	50才以上	20才未満	20～29	30～39	40～49	50才以上	
I	12%	47%	19%	12%	10%	11%	46%	18%	15%	10%	0.82
II	9%	38%	21%	12%	20%	11%	43%	24%	9%	13%	3.13
III	12%	34%	24%	15%	15%	9%	32%	33%	15%	11%	3.63
IV	10%	34%	22%	15%	19%	6%	34%	15%	21%	24%	5.40
V	13%	35%	24%	18%	10%	18%	36%	20%	15%	11%	1.31
VI	13%	30%	30%	13%	14%	11%	33%	31%	12%	13%	0.29
VII	9%	36%	30%	12%	13%	8%	32%	33%	15%	12%	1.43
全域	11%	37%	23%	14%	15%	10%	37%	24%	15%	14%	1.98

通勤需要のパターン

我々の調査では、通勤者に対しその住所と通勤先の所在がしらべられている。従って、どの方面からどこへ向ってどれだけの通勤需要があるかという点についての結果を求める事ができる。但しサンプルのサイズがそう大きくない（サンプルの通勤者が 1965 人）ので、地区の単位をそう細かくはとれない。そこで居住地の方は我々の用いている I から VII 迄の地域の区分を、通勤先の所在については、所在地の区（適当にまとめて）をとる事にし、この区分で通勤先（区）の分布を集計した結果を表 11 に掲げた。

表 11 から例えば、I から VII 迄の地区のうちで都心通勤者の割合が一番多いのは、地区 I 即ち中央線沿線の新宿から阿佐ヶ谷の間の地域で、この場合通勤者の半数が都心通勤である、と

表 11 通勤先（区）の分布

地区	都 心 通 勤				副都心へ (新宿, 渋谷)	地 元 へ (近隣の区)	その他へ	計
	千代田区	中央区	港区	小 計				
I	24%	16%	10%	50%	17%	15%	18%	100
II	23%	13%	6%	42%	13%	31%	14%	100
III	15%	12%	12%	39%	23%	20%	18%	100
IV	22%	12%	6%	40%	14%	27%	19%	100
V	13%	11%	10%	34%	17%	35%	14%	100
VI	18%	13%	11%	42%	14%	26%	18%	100
VII	16%	11%	11%	38%	12%	28%	22%	100
全 域	19%	13%	9%	41%	16%	25%	18%	100

というような事がみられる。

対象地域全体としては、都心通勤者は全通勤者の約4割を占めており、表8と合せてみると、人口の約16~17%が都心通勤であるとみられる。

通勤需要のパターンを更に実数に関して表わす為に、前に述べた通勤者総数の推定値(表7の上, 下限の midpointをとる)に、各地区から各通勤先(区)への通勤者の全通勤者に対する比率(推定値)をかけたものを求め、これを表にしたのが表12である。この表から、どの地域からどの方面にどの位の通勤需要があるかの概略がわかる。

表12 通勤需要

地区	都心通勤 (千代田, 中央, 港)	副都心へ (新宿, 渋谷)	地元へ (近隣の区)	その他へ	計
I	62,437	22,851	20,024	21,062	126,374
II	34,219	10,387	25,563	11,772	81,941
III	43,221	26,544	21,812	19,620	111,197
IV	37,046	13,099	24,698	17,254	92,097
V	19,793	9,868	20,370	8,656	58,687
VI	18,754	6,175	11,945	8,367	45,241
VII	23,313	7,444	16,965	13,791	61,513
全域	238,783人	96,368人	141,377人	100,522人	577,050人

都心通勤者の通勤条件

都心通勤者に対するアンケートの結果(都心通勤者調査の質問④のうち、現在利用コースについての回答)から、対象地域内の都心通勤者の通勤に関する諸条件の実態について、若干の結果が得られる。これらを表13から表18迄に掲げた。これらは、公共交通機関を利用する都心通勤者についての実態である。又あく迄も我々の対象地域に関するもので、他の地域という事になれば大分ちがう事もありうる(たとえば更に遠隔な他の地域という事になれば当然所要時間などもっと大きくなる)。

なおデータはそのサンプルのサイズが458人で、余り大きくないという点を考慮しておく必要がある。

表13 都心通勤者の通勤所要時間の分布

地区	30分未満	30分台	40分台	50分台	60分台	70分以上	計
I	14%	24%	35%	21%	6%	—	100%
II	2%	13%	23%	28%	26%	8%	100%
III	1%	8%	33%	36%	20%	2%	100%
IV	—	7%	10%	30%	36%	17%	100%
V	—	4%	29%	40%	25%	2%	100%
VI	—	2%	0%	19%	24%	55%	100%
VII	—	—	21%	49%	10%	20%	100%
全域	4%	11%	24%	31%	19%	11%	100%

表 14 都心通勤者の乗換回数の分布

地 区	0	1回	2回	3回～	計
I	38%	47%	12%	3%	100%
II	40%	44%	11%	5%	100%
III	—	71%	22%	7%	100%
IV	3%	62%	35%	—	100%
V	9%	60%	29%	2%	100%
VI	—	43%	33%	24%	100%
VII	9%	47%	42%	2%	100%
全 域	17%	54%	24%	5%	100%

表 15 都心通勤者の通勤所要時間の変動

地 区	小	中	大	計
I	73%	22%	5%	100%
II	74%	23%	3%	100%
III	59%	33%	8%	100%
IV	59%	33%	8%	100%
V	38%	51%	11%	100%
VI	52%	36%	12%	100%
VII	24%	42%	34%	100%
全 域	57%	32%	11%	100%

表 16 都心通勤者の歩行時間の分布

地 区	1～4分	5～8分	9～12分	13～16分	17～20分	21～24分	25分以上	計
I	4%	15%	31%	25%	17%	2%	6%	100%
II	2%	16%	28%	20%	22%	3%	9%	100%
III	13%	33%	8%	26%	16%	4%	—	100%
IV	3%	15%	39%	25%	15%	3%	—	100%
V	2%	13%	54%	14%	13%	2%	2%	100%
VI	21%	17%	17%	19%	19%	—	7%	100%
VII	10%	31%	42%	14%	3%	—	—	100%
全 域	7%	20%	30%	22%	15%	2%	4%	100%

表 17 都心通勤者の疲労度

地 区	小	中	大	計
I	20%	51%	29%	100%
II	23%	33%	44%	100%
III	13%	49%	38%	100%
IV	15%	40%	45%	100%
V	11%	49%	40%	100%
VI	7%	38%	55%	100%
VII	15%	46%	39%	100%
全 域	16%	44%	40%	100%

表 18 都心通勤者の待ち時間

地 区	短	中	長	計
I	71%	24%	5%	100%
II	69%	26%	5%	100%
III	56%	39%	5%	100%
IV	55%	38%	7%	100%
V	42%	53%	5%	100%
VI	55%	26%	19%	100%
VII	32%	46%	22%	100%
全 域	57%	35%	8%	100%

表 15, 17, 18 の結果をみる場合には、その元となる質問の内容が主観的な判断を求めたものであり、従ってこれらの結果は通勤者の持つ「感じ」といったもので、やや曖昧なものであるという点を顧慮しておく必要がある。なお質問の④に於ては、混雑度についても設問してあるが、これに対しては無回答が非常に多かったので、ここではその結果はあげなかった。

§3 通勤コース選択要因の多次元的解析

通勤のコース選択に関して、我々は調査に当って §2.2 に述べた様に運賃をはじめとして8つの項目を取上げた。これらの項目は、通勤者のコース選択の行動に何等かの影響を及ぼすと考えられる要因を取上げたものである。

これ等の要因と実際の選択行動の間の結びつきには、経済性や時間の有効な使用等を動機とした心理的なものが働いているであろう。然しこの様な心理に迄立ち入った解析は現実には可能とは思われない。

我々は心理的機構の詳細を追う事をしないで、結果としてデーターに現われている要因対選好のパターン（その原因としては心理的なものがあるであろうが）そのものから出発し、このパターンをできるだけ再現するにはそのもととしての諸要因をどの様に評価すればよいか、を問題にするという行き方をとる事にする。

この考え方のもとに、我々の調査では、データーとして、色々の可能なコースの間の選択と、それに対応する諸要因についての条件差が記録される様に企画されたわけである。

都心通勤者に対するアンケートでは、全部で658人の回収があったが、そのうち記載の不完全なもの及び自家用車利用のものを除いた数は458人で、これを以下の解析のデーターとした。

我々の要因のうち「混雑度」については、上述の458人中にもこの項目に答えのないものが多数あった。そこで本節の解析は、「混雑度」の項目を除く7項目に対して行う事にする（他の要因項目に対してはこの458人はその何れもが全部答えていた）。

我々はデーターとして、通勤者のコース選択についての要因対選好のパターンをもっているわけであるが、今要因と選好の間にデーターのパターンを相当うまく再現し得る様な関係が求められるならば、この関係を通勤者のコースの選好を説明するものとして用いてよいであろう。又この関係は個々の通勤者の選択行動を予測するのに利用する事ができる。

今任意通勤者の任意の可能な通勤コースに対して、そのコース条件を、それを定める k 個の要因項目に関して (x_1, x_2, \dots, x_k) と表わす事にする。これらの変量のうちには数量でないもの（たとえば疲労度の如き）があってもよいが、その様なものは最終的には数量化を行う事になるので、ここでは簡単な為に最初から皆どの変量も数量であるとしておく。

今或る通勤者が A, B の2つの可能な通勤コースを持っているとし、夫々のコース条件が $(x_1^a, x_2^a, \dots, x_k^a)$ 及び $(x_1^b, x_2^b, \dots, x_k^b)$ であるとする。この時この通勤者は、この2つのコースについてその条件をいろいろ比較して、自分に有利と感じられる方を選ぶであろうが、その場合の比較は2つのコースの間の相対的なもの、たとえば運賃の差が幾らで所要時間の差が幾らだからといった様な考慮のもとになるであろう。これに対応して我々は、2つのコース A, B の間の選択に対しては、条件の各要因項目の差 $(x_1^a - x_1^b, x_2^a - x_2^b, \dots, x_k^a - x_k^b)$ を考える事にする。それで我々は、通勤者の A, B 間の実際の選択が vector $(x_1^a - x_1^b, x_2^a - x_2^b, \dots, x_k^a - x_k^b)$ の函数としてきまると考える事にする。なお各要因項目の数量は、 x_i^a と x_i^b のうち小さい方の値に対するコースがこの要因に関しては有利であるように測っておく事にする。

上述の函数関係は、A と B の条件差が余りにも大きいような場合には明らかなものである。例えばどの $x_i^a - x_i^b$ の値も非常に大きい時には凡ゆる点で B が非常に有利だから B が選ばれる事は明らかである。又この函数関係は各変量に関して単調と考えるべきであろう。

それ以外の点ではこの函数関係を知るには何らかの情報がある事になるが、我々は要因項目対選好の関係のデーターをもっているのだから、これが利用できる。この場合最も考慮の対象とす

べきものは、2つのコースが競合関係にあるような、即ち或る要因については一方のコースが有利でも他の要因については他のコースの方が有利であるといった場合である。それで我々のデータも競合関係に関する部分を用いなくてはならない。実際には順位1と順位2のコースの間の競合関係のデータのみが用いられた。これは3つ又はそれ以上のコースをあげたものが比較的少数であったためである。

この順位1と順位2のコースの間に、データに於て余りに明白な差がみられるようであれば、このデータは競合するコース間のもとのみ見る事はできないであろう。この時は、実際に通勤者が利用しているコースが、圧倒的に多くの場合に於てそれに次ぐコースと比べて優位にあり、特別の地位にあるという事になる。それでこの点がどうかを解析に先立ってデータで確かめておく必要がある。

表19は、我々のデータについて、順位1のコースと順位2のコースが各要因夫々についてみた場合、どの様な割合で互に優位になっているかをみたものである。

表 19

要 因	2位が優位	同 じ	1位が優位	計
運 賃	146 (32%)	108 (24%)	204 (44%)	458
所 要 時 間	115 (25%)	81 (18%)	262 (57%)	458
歩 行 時 間	124 (27%)	181 (40%)	153 (33%)	458
乗 か え 回 数	85 (18%)	232 (51%)	141 (31%)	458
所要時間の変動	47 (10%)	271 (59%)	140 (31%)	458
疲 勞 度	76 (17%)	289 (63%)	93 (20%)	458
待 ち 時 間	44 (10%)	260 (57%)	154 (33%)	458

この表でみると順位1の方の優位が最もはっきりしているのは「所要時間」の場合であり、それに比べれば他の要因についての順位1の方の優位度は大分おちる。而もこの「所要時間」の場合でも、順位1と順位2の間に差異のないものと、むしろ順位2の方が優位なものとを合せると43%に達している。

これからみて、我々のデータの場合、順位1のコースが余りにも明白な優位を占めているという事はなく、上に述べた様な心配はないと考えられる。なお念の為に、「運賃」と「所要時間」について、順位1と順位2の差の同時の頻度分布を一部のデータ（地区IIのデータである）についてとってみると図2のようで、どちらの要因についても順位1が優位なものと共に、順位1の方が「運賃」は有利であるが「所要時間」は不利のもの、或はその逆のもの、又順位2が何れの要因についても優位なものが適度にまざりあっているのがみられる（他の地域についても同様である）。

通勤コース間の条件の差と通勤者のコース選択の間の函数関係は、勿論厳密な函数関係でなくて統計的意味のものであり、函数関係で求めた値とデータで実際に生起している値の間にはくいちがいが起る確率があってもよい。若し或る函数関係を想定した時データとの間にこのくいちがいの起る相対頻度が小であれば、この時の函数関係はデータにあらわれているパターンをよく表現したものとして実際に利用する事ができる。

そこで今次の函数関係を想定するとする。即ち

$$y = a_1(x_1^a - x_1^b) + a_2(x_2^a - x_2^b) + \dots + a_k(x_k^a - x_k^b) \quad (6)$$

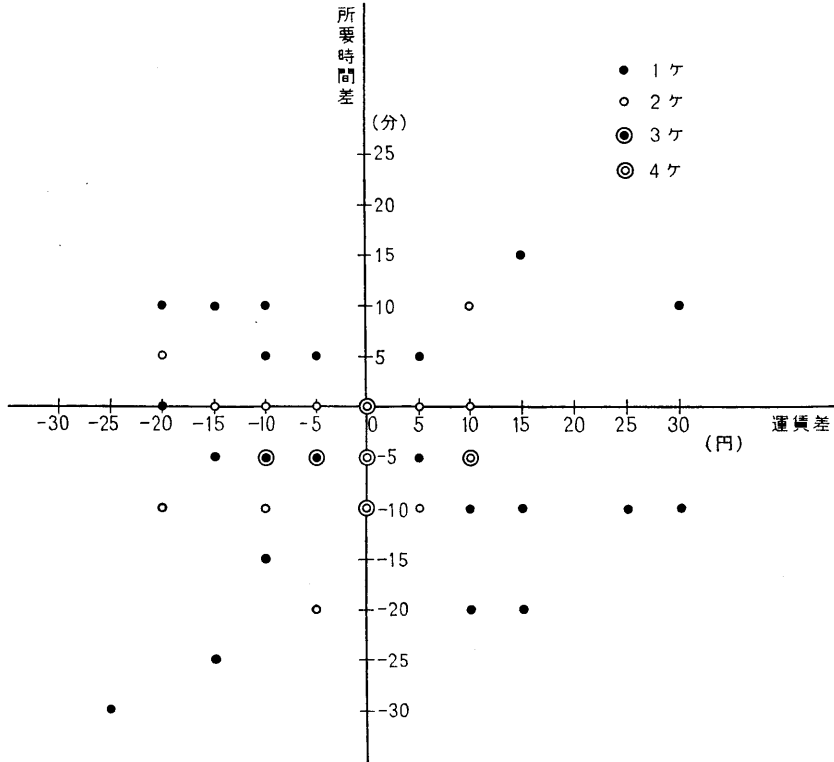


図 2

とおく時，実際の選択を表す変量 z が，

$$z = \begin{cases} A & y > 0, \\ B & y < 0, \end{cases} \quad (7)$$

と想定する。

この想定をした場合，くいちがいの起る相対頻度は，これを確率の記号で書けば明らかに $P_r(y > 0/z = B)$ 及び $P_r(y < 0/z = A)$ である。これは裏がえして言えば，(7) によってコース条件の差から実際の選択のコースを判別した時，その的中する確率（的中率）が $P_r(y > 0/z = A)$ 及び $P_r(y < 0/z = B)$ であるという事である。

$$P_r(y > 0/z = A) = P_r(y < 0/z = B) \quad (8)$$

である。実際今通勤者に2つのコースが与えられた時，そのうち選択される方々とされない方の条件を表す変量を夫々 $(x_1', x_2', \dots, x_k')$, $(x_1'', x_2'', \dots, x_k'')$ とするに， $z = A$ なる条件の下では $x_i^a = x_i'$, $x_i^b = x_i''$, $i = 1, 2, \dots, k$ である。故に $P_r(y > 0/z = A) = P_r(\sum_{i=1}^k a_i(x_i' - x_i'') > 0)$ 又 $z = B$ なる条件の下では $x_i^a = x_i''$, $x_i^b = x_i'$, $i = 1, 2, \dots, k$ であるから， $P_r(y < 0/z = B) = P_r(\sum_{i=1}^k a_i(x_i'' - x_i') < 0) = P_r(\sum_{i=1}^k a_i(x_i' - x_i'') > 0)$ 。故に (8) が成立つ。

このくいちがいの確率が小（或は的中率が大）であれば，ここに想定した函数関係は実際の選好をよく表現するものとなる。

そこで我々は (6) の係数 $\{a_i\}$ を，的中率 (8) が最大となる様に定めなくてはならない。こうする事が (6) なる型の式を使う場合に最も良いものが得られる事になる。我々が上に定義した $\{x_i'\}$, $\{x_i''\}$ を使えば，(8) は次の様になる：

$$P_r(\sum_{i=1}^k a_i(x_i' - x_i'') > 0) \quad (8)'$$

ここで若し $(x_1' - x_1'', x_2' - x_2'', \dots, x_k' - x_k'')$ の頻度分布が k 次元の正規分布に従うという仮定で考える事が許されるならば, (8)' を最大にする様に係数 $\{a_i\}$ を定める事ができる. 実際この正規分布の平均を $\mu' = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)$, 分散共分散行列を Λ とするに, $y = \sum_{i=1}^k a_i(x_i' - x_i'')$ は平均が $\mathbf{a}'\mu$ (但し $\mathbf{a}' = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ とす), 分散が $\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a}$ の正規分布である. 故に (8)' の確率は

$$\begin{aligned} P_r(\sum_{i=1}^k a_i(x_i' - x_i'') > 0) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a}}} \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{(x - \mathbf{a}'\mu)^2}{2\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a}}\right) dx \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\mathbf{a}'\mu/\sqrt{\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a}}}^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx, \end{aligned}$$

となる. これを最大にするには, $\mathbf{a}'\mu \geq 0$ なる制限の下に

$$\eta^2 = \frac{(\mathbf{a}'\mu)^2}{\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a}} = \frac{\mathbf{a}'\mu\mu'\mathbf{a}}{\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a}}, \quad \mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a} \neq 0 \quad (9)$$

を最大にすればよい. その為の条件としては,

$$\mu\mu'\mathbf{a} = \lambda\Lambda\mathbf{a}, \quad \mathbf{a} \neq 0 \quad (10)$$

但し λ はあらたに導入した変数, が得られる. (10) の解は方程式

$$\begin{cases} \Lambda\mathbf{a} = \mu & (11) \\ \lambda = \mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a} & (12) \end{cases}$$

の解であるが, これの解 \mathbf{a} に対しては $\mathbf{a}'\mu = \mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a} > 0$ が成立つから, この \mathbf{a} の解は所求のものである. この時達成される的中率は

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\sqrt{\mathbf{a}'\mu}}^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx \quad (13)$$

である. なお y の変動を常に揃えておく場合には, y の分散=1 となるようにすればよい. これは \mathbf{a} を $\mathbf{a}'\Lambda\mathbf{a} = 1$ となるようにきめる事になる. こうなるようにするには, 得られた \mathbf{a} を更に $\sqrt{\mathbf{a}'\mu}$ で割ったものを新たに \mathbf{a} とすればよい.

一般の場合には, $(x_1' - x_1'', x_2' - x_2'', \dots, x_k' - x_k'')$ が正規分布という仮定は許されない. 我々の場合, 取上げている要因中, 運賃や所要時間の如き初めから数量となっているものとはともかく, 疲労度の如き数量でない変数も用いて, 特に数量化を行おうとする場合には, 上の仮定はナンセンスである.

この様な場合には的中率 (8)' を最大にする事は厳密にはできないが, 我々は的中率に代る直観的測度を考えて, これが最大となるようにと考える事にする. 即ち (9) で与えられる測度を考えれば, これをできるだけ大きくする事は, $y = \mathbf{a}'\mathbf{x}$ の分布ができるだけ原点から右にずれる様に, y の分布の平均を大きく (但し標準化した上で) する事で, それによって直観的には的中率も上ると考えられる.

η^2 を最大にする様に \mathbf{a} をきめる事は, 既に上に行ったわけで, この \mathbf{a} は (11) の解として定まる.

これ迄簡単な為に変数がすべて数量である様にして述べたが, 我々の場合一部の变量を数量化するという事も考えられる. この場合について詳細に述べる事にする.

今 $\{x_i^a, x_i^b; i=1, 2, \dots, r\}$ は数量で, 残りの変数 $\{x_j^a, x_j^b; j=r+1, \dots, k\}$ は数量でなく, 夫々カテゴリーへの分類であるとする. 而して x_j^a, x_j^b の要因項目では, そのカテゴリー

一の数が ν_j 個とす (例えば我々の要因項目「疲労度」では、カテゴリーは小, 中, 大の3つである). これらの夫々に今数量 $\{a_{jp}; p=1, 2, \dots, \nu_j\}$ を与えて数量化するとすれば (この数量はこれからきめてゆく), x_j^a 或は x_j^b では, その観測結果が p 番目のカテゴリーであれば, $x_j^a = a_{jp}$, 或は $x_j^b = a_{jp}$ という関係でこれを数量の变量に直せる.

$$\text{今} \quad x_{jp}^a = \begin{cases} 1, & x_j^a \text{ の観測結果が } p \text{ 番目のカテゴリー,} \\ 0, & x_j^a \text{ の観測結果がその他のカテゴリー,} \end{cases}$$

$$x_{jp}^b = \begin{cases} 1, & x_j^b \text{ の観測結果が } p \text{ 番目のカテゴリー,} \\ 0, & x_j^b \text{ の観測結果がその他のカテゴリー,} \end{cases}$$

と定義しておけば, 上述の様に数量化した x_j^a, x_j^b は夫々, $x_j^a = \sum_{p=1}^{\nu_j} a_{jp} x_{jp}^a$, $x_j^b = \sum_{p=1}^{\nu_j} a_{jp} x_{jp}^b$, とかける.

この場合 (6) 式は, 正確には次の様になる:

$$y = \sum_{i=1}^r a_i (x_i^a - x_i^b) + \sum_{j=r+1}^k (x_j^a - x_j^b) \quad (14)$$

$$= \sum_{i=1}^r a_i (x_i^a - x_i^b) + \sum_{j=r+1}^k \sum_{p=1}^{\nu_j} a_{jp} (x_{jp}^a - x_{jp}^b). \quad (15)$$

この係数 $\{a_i\}$, 数量 $\{a_{jp}\}$ を定めるには既に述べた様に η^2 を最大にするという考え方をとればよい. 前の $\{x_i'\}$, $\{x_i''\}$ にならって今度も $(x_1', x_2', \dots, x_r', x_{r+1,1}', \dots, x_{r+1,\nu_{r+1}}', \dots, x_{k,1}', \dots, x_{k,\nu_k}')$ と $(x_1'', x_2'', \dots, x_r'', x_{r+1,1}'', \dots, x_{r+1,\nu_{r+1}}'', \dots, x_{k,1}'', \dots, x_{k,\nu_k}'')$ を考え, これらの差の vector の变量を考え, その平均を $\mu' = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_r, \mu_{r+1,1}, \dots, \mu_{r+1,\nu_{r+1}}, \dots, \mu_{k,1}, \dots, \mu_{k,\nu_k})$ とし, 又分散共分散行列を Λ とすれば, 所求の係数は (11) を少しく変形した方程式の解として定まる事になる.

即ち Λ からその $r+1$ 番目, $r+\nu_{r+1}+1$ 番目, \dots , $r+(\nu_{r+1}+\nu_{r+2}+\dots+\nu_{k-1})+1$ 番目の行及び列を落した行列を Λ^* とし, $a' = (a_1, a_2, \dots, a_r, a_{r+1,1}, \dots, a_{r+1,\nu_{r+1}}, \dots, a_{k,1}, \dots, a_{k,\nu_k})$ 及び μ' から夫々 $r+1$ 番目, $r+\nu_{r+1}+1$ 番目, \dots , $r+(\nu_{r+1}+\nu_{r+2}+\dots+\nu_{k-1})+1$ 番目の要素を落した vector を a^* , μ^* とする時, 所求の係数は

$$\Lambda^* a^* = \mu^* \quad (11)'$$

の解として定まる. 但し a の要素のうち a^* に含まれないものはすべて 0 と定めればよい.

なお $P_r(x_j')$ の観測結果が p 番目のカテゴリー $= p'_{jp}$, $P_r(x_j'')$ の観測結果が p 番目のカテゴリー $= p''_{jp}$ とおけば μ_{jp} は $\mu_{jp} = p'_{jp} - p''_{jp}$ となる ($p=1, 2, \dots, \nu_j$; $j=r+1, r+2, \dots, k$).

実際に係数や数量を定めるには, データーによって变量の平均 μ や分散共分散行列 Λ を求め, それらを使って a を上に述べたようにして求める事になる.

(6) 式の想定に於て我々は一次式を取っているわけであるが, この式でも前述した単調性等の要求は十分に満足させられる. 従つてこの想定で, 競合するコース間の場合に選好を充分判別できるならば, 任意に提示されたコース間の判別が常に充分に可能となる. これに反し, (6) の想定では競合するコース間の選好の判別が充分できない場合には, より一般の函数形を想定しなくてはならなくなる.

その一つの方法は数量化を利用するものである. 既に, 含まれている变量のうち数量でないものがあつた場合これを数量化する事を述べたが, これは初めは数式化されてなかつたものを数式化していったもので, そもそもその想定が単純なる一次の数式とはいえないものであつたわけである. 一方又初めから数量であるような变量 (例えば運賃の如き) に対しても, これを新たに適当にカテゴライズし, この各カテゴリーに数量化で数量を与えてゆく事もできるわけである. この様な数量化が行われたとすれば, その变量の項は (6) 式の項の如く一次の項 (係

数を勾配とする一次式)ではなく、より一般の曲線に相当する事になる。但し要因項目同志の間は、(6)と同じく各要因の和の形を想定する。

もう一つの方法は、(6)の様に一次式にせず、要因項目に関するより高次の多項式を想定するものである。今すべて変量は数量であるものとして、その場合に(6)の右辺の代り $(x_1^a - x_1^b, x_2^a - x_2^b, \dots, x_k^a - x_k^b)$ に関する多項式 $g(x_1^a - x_1^b, x_2^a - x_2^b, \dots, x_k^a - x_k^b)$ 、但し常数項を含まないもの、を用いる場合を取上げてみる。即ち(6)の代りに、

$$y = g(x_1^a - x_1^b, x_2^a - x_2^b, \dots, x_k^a - x_k^b) \quad (6)'$$

を用い、これと共に(7)を想定するわけである。

この場合に(8)なる条件が成立つようにするとすれば、多項式 g はどのような形である事が要求されるかを先づ問題にしてみる。今前に述べた $\{x_i'\}$ 、 $\{x_i''\}$ を用いれば、前と同様にして、 $P_r(y > 0/z = A) = P_r(g(x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'') > 0)$ 、 $P_r(y < 0/z = B) = P_r(g(x_1'' - x_1', \dots, x_k'' - x_k') < 0)$ 。そこで今この2つの確率が等しい事を要求すると、 $(x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'')$ の空間に於ける $g(x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'') > 0$ なる領域を G_1 、 $g(x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'') = 0$ なる曲線を G_0 、 $g(x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'') < 0$ なる領域を G_2 とし、 G_2 のすべての vector の符号を逆にしたものの全体を G_2^* とする時、

$$P_r((x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'') \in G_1) = P_r((x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'') \in G_2)$$

となる。

これが $(x_1' - x_1'', \dots, x_k' - x_k'')$ についてのどのような分布の場合にでも成立つ為には $G_1 \equiv G_2^*$ が要求される。これは即ち、 $g(u_1, u_2, \dots, u_k) > 0$ なる事と $g(-u_1, -u_2, \dots, -u_k) < 0$ なる事が (u_1, u_2, \dots, u_k) の如何に拘らず常に同等なる事である。これから又、 $g(u_1, u_2, \dots, u_k) = 0$ と $g(-u_1, -u_2, \dots, -u_k) = 0$ が同等なる事が分る。即ち曲面 $g(u_1, u_2, \dots, u_k) = 0$ は原点に関して対称でなければならぬ。

この様に多項式 g に要求される条件の一つが分ったが、これを満足するには、たとえば g が奇数次の項のみ含むものであればよい。 g はたとえば $g(u_1, u_2, \dots, u_k) = a_1 u_1 + h(u_2, \dots, u_k)$ 、 $a_1 \neq 0$ 、ここに $h(u_2, \dots, u_k)$ は u_2, \dots, u_k について奇数次の項のみの多項式で且つ常数項を含まないもの、が考えられる。

g として上述の様な多項式を用いるとして、その場合の係数のきめ方とはいうに、 g の各項の変量をまとめて夫々新しい変量に置き直す時、 g を一次式として書き上げる事ができるから、それから先は前に述べたと同じやり方ができ、結局(11)の形の方程式を解けばよい事になる。但しこの場合の μ や Λ の要素は $(x_1' - x_1'', x_2' - x_2'', \dots, x_k' - x_k'')$ の平均や分散、共分散でなくて、より高次のモーメントに関した量となる。

さて(6)、(7)の想定の場合にもどって、今(6)の各項の係数を考える。各要因項目の数量は、 x_i^a と x_i^b のうちの小さい方の値に対するコースがこの要因に関して有利であるように測っておく事としてある。従って $z=A$ の時が $y > 0$ に、 $z=B$ の時が $y < 0$ に対応する為には、係数 $\{a_i\}$ はすべて負の値に得られるのでなければならない。実際前に要求した各変量についての単調性は、(7)の想定からして各 $x_i^a - x_i^b$ の符号が負で絶対値が大きくなればなる程 y の値が大きくなるものでなければならぬから、当然各 a_i は負でなくてはならない。従ってデーターから $\{a_i\}$ を定めるに当って、これが正の値に得られるようだと注意しなくてはならない。

各要因に対する係数は、その絶対値が大きい程、対応する要因は通勤コースの選択に対して大きい影響力を持つとみられる。これは係数の絶対値の大きい要因程、変量の一定変動に対して y の変動が大きく、従って $y > 0$ と $y < 0$ との分れにより強く影響するからである。但し

この場合、各要因項目の測定の単位に関係なくしておく為、予め各変量は標準化しておかなくてはならない。

従って係数の絶対値によって各要因の影響力をみる場合には、(6)の係数は標準化したものを用いねばならない。これは次のものである。即ち

$$\bar{a}_i = a_i \sigma_i, \quad i=1, 2, \dots, k, \quad (16)$$

ここに $\sigma_i^2 = x_i' - x_i''$ の分散、とする。{ \bar{a}_i } を用いて書く時は、(6)は次の様になる：

$$y = \bar{a}_1 \left(\frac{x_1^a - x_1^b}{\sigma_1} \right) + \bar{a}_2 \left(\frac{x_2^a - x_2^b}{\sigma_2} \right) + \dots + \bar{a}_k \left(\frac{x_k^a - x_k^b}{\sigma_k} \right), \quad (17)$$

この { \bar{a}_i } の絶対値の相互の比較によって、各要因の影響力の相対的の大きさを評価できる。

以上通勤コースの条件差と選好の間の関係を或る型の函数をもって想定した場合、この函数を決定する為の方法について述べてきたが、次にはこれを具体的に我々のデータに適用して解析を行う事とする。

この場合主として使ったのは(6)の型の一次の函数である。この時「運賃」、「所要時間」、「歩行時間」、「乗かえ回数」については問題ないが、その他の3つの要因は数量でない変量である。そこでこれらをやや強引ではあるが前もって或る数量を与えておいて用いる事にした。具体的にどの様な数量を与えたかを述べれば、「所要時間の変動」、「疲労度」、「待時間」の夫々に対し、そのカテゴリーの「小」、「中」、「大」或は「短」、「中」、「長」の夫々に 0, 1, 2 の数量を与えた。

前もって上の様に勝手な数量を与える点には批判の余地があるので、一次函数の想定の外に、又(15)の想定の場合、即ち数量化を行う方法も若干検討した。

我々の通勤コース選択要因の解析は、最終的には通勤者各個のコース選択の予測を目的とするものであるが、この予測的中率を高めるためには、通勤コースに関する諸条件の要因のみでなく、通勤者の階層の差異や交通の便、不便などの地理的条件からみた居住地の地域差といった附帯的な他の要因をも考慮するのが有効の様に思われる。それはこれらの要因に関して層別する時、一般的にいて、層別された各集団毎に異ったコース選択性向を持つ事が考えられるからである。

この点を考えて、我々は、サンプルの全体を一つには居住地の地域特性により、又他方では、性別、年齢、収入、地位等により層別して、各集団別に解析し、これによって居住地の地域差や階層の差異の及ぼす影響もみる事とした。

この場合層別は、一つの附帯的要因のみでなくそれらを組合せたものを使って、なるべく細かい層別をして層毎の解析をした方が、予測の為には有効であるが、我々の得ているサンプルのサイズが余り大きくない為、この様な細かい解析は無理である。一つの要因に関して層別する場合でさえも余り細かく分ける事ができず、むしろ一旦は細かく分割して得られたサンプルの集団を後で適当に合せて、集計、計算におけるデータのサイズが小さくなりすぎぬようにした。

なお各解析に於いて係数(或は数量)を求めるに当っては、 y の分散 σ_y^2 を常に 1 に揃え、それによって係数(或は数量)が各層間でも直接比較できるようにしておいた。

居住地特性別の解析

通勤者の居住地の地域特性を二、三の面から取上げて、それぞれの場合について、地域特性別に通勤コース選択要因の解析を行ない又地域間の比較を行う事にする。

地域特性として考えたものは、一つは居住地と都心部の間の距離で、今一つは電車の沿線別である。前者は対象地域を都心に近い方の地域と遠い方の地域2段階で考えた。これらはそれ

ぞれ地区 I, III, V と地区 II, IV, VI, VII からなる地域である。沿線別の方は対象地域を中央線沿線, 私鉄(玉電を除く)沿線, 玉電沿線, 及び電鉄の沿線からとり残された島地の4種の区分で分けて考える事にした。これらはそれぞれ地区 I, II, 地区 III, IV, 地区 VII, 及び地区 V, VI からなるものとしてある。

更にもう一つ, 距離と沿線別の両方を考慮したのも取りあげる事にした。但しこの場合, そのまま凡ゆる組合せ方をすると, それによって分れた各層はこの場合 I から VII 迄の各地区のサンプルのわけで, これらにはサイズがかなり小さいものが多い。従って適当にまとめる事が必要である。それで, 距離と沿線別を考慮しながら, 地区を適当に寄せ集めて, こうして得た各サンプル集団の解析を行う事とした。地区の寄せ集め方としては, 地区 I, III, 地区 II, IV, 地区 II, IV, VII, 地区 III, V, 地区 IV, VI の5通りのあつめ方を考えた。これ等の地域の具体的な意味は, 表 20 に書いてある通りである。

上述の様ないろいろ面でのきり方のそれぞれの場合について, 通勤者のコース選択要因の解析を行う為に函数(6)の係数を定めたものを表 20 に掲げた。ただし係数は(16)の標準化した形で求めている。

表 20 居住地特性別

居住地特性	サンプル数	要因項目と標準化した係数 (\bar{a}_i)							的中率
		運賃	所要時間	歩行時間	乗換数	時間変動	疲労度	待時間	
都心に近 (I, III, V)	233	-0.299	-0.662	-0.275	0.003	-0.289	-0.549	-0.290	77%
都心に遠 (II, IV, VI, VII)	225	-0.273	-0.631	-0.151	-0.505	-0.097	-0.182	-0.320	71%
中央線沿線 (I, II)	176	-0.038	-0.512	-0.152	-0.387	-0.344	-0.442	-0.297	79%
私鉄沿線 (III, IV)	136	-0.363	-0.730	-0.358	-0.178	-0.352	-0.558	-0.204	74%
玉電沿線 (VII)	59	-0.400	-0.713	-0.261	-0.349	0.053	0.040	-0.469	76%
島地 (V, VI)	87	-0.771	-0.567	-0.262	-0.277	-0.492	0.049	-0.099	71%
都心に近で 島地以外 } (I, III)	188	-0.152	-0.625	-0.223	-0.125	-0.333	-0.649	-0.321	78%
都心に遠で 島地以外 } (II, IV)	124	-0.172	-0.580	-0.143	-0.522	-0.301	-0.324	-0.132	76%
(II, IV, VI)	183	-0.263	-0.689	-0.217	-0.520	0.022	-0.126	-0.325	76%
都心に近で 中央沿線以外 } (III, V)	121	-0.466	-0.819	-0.351	0.167	-0.348	-0.555	-0.033	76%
都心に遠で 中央沿線以外 } (IV, VI)	102	-0.524	-0.460	-0.216	-0.218	-0.438	-0.247	-0.286	76%
(参考) 中央沿線, 近 (I)	112	-0.194	-0.484	-0.299	-0.106	-0.363	-0.500	-0.412	78%
中央沿線, 遠 (II)	64	0.417	-0.583	0.255	-0.769	-0.140	-0.322	-0.182	75%

(4) 都心部からの遠近別

先ず表 20 のうち, 集団を都心部からの遠近で分けた場合の係数を見ると, 運賃, 所要時間及び待ち時間については両集団共ほぼ同じ値を示している。又乗換数, 時間変動及び疲労度については, 両集団の間で係数の差が大きい。これからみて, 都心に近い通勤者と遠い通勤者の選択性向は, 運賃, 所要時間及び待時間の面では同じ様であるが, その他の要因, 特に乗換数, 時間変動, 疲労度に関して大分異なると考えられる。

各要因の通勤コース選択の影響についてみる前に係数の大きさ(絶対値)をみるに, 所要時間の係数の大きさがどちらの集団でも最も大きく, 又ほぼ同じ値である(0.65 前後)。他に係数の大きさの比較的大きい要因をみると, これは両集団の間でちがっている。即ち都心に近

い方の集団では所要時間以外では疲労度の係数の大きさが大きく (0.549), 一方乗換数については係数が正の値にでている (この係数の大きさは非常に小さい. サンプルによる変動を考慮する時, 実質上はこの係数は 0 とみるべきであろう). これらの中間位に他の要因の係数の大きさがでており, それらはほぼ同じ大きさ (0.28 前後) である. 都心に遠い方の集団では, 所要時間以外では乗換数の係数の大きさが大きく (0.505), 一方時間変動の係数の大きさは大分小さい (0.097). 他の要因の係数の大きさはこれらの間の値となっており, 大きさは待時間, 運賃, 疲労度, 歩行時間の順となっている.

これらの事からみて, 都心に近い通勤者の選択性向と, 都心に遠い通勤者の選択性向を, 次の様に述べる事ができる. 即ち都心に近い通勤者も遠い通勤者も全般的に通勤に関しては所要時間を最も重視する. それに次ぐものとして考慮する要因は, 両者の間で差異がある.

都心に近い通勤者は, 所要時間については疲労度を重視し, あと運賃, 歩行時間, 時間変動, 待時間等も同程度に若干顧慮する. 乗換数だけは, 全然考慮の対象とならない (これは, 距離が近ければ一般に乗換回数も少なくなる事から当然の事と思われる).

都心に遠い通勤者は, 所要時間については乗換数を重視する (この対照的な結果も, 前の場合と反対の理由から当然の事と解釈がつく). その他の要因の影響力は, 待時間, 運賃, 疲労度, 歩行時間の順で, 残る要因の時間変動にいたっては影響力は小さい. 疲労度は, 都心に近い通勤者の場合大きい影響力がみられるのに比べて, 都心に遠い通勤者の場合の影響力はずっとおちる.

(ロ) 沿線別

表 20 のうち集団を沿線別に分けた場合の係数を見ると, 多くの要因について係数の値が集団の間でかなりちがっているのがみられる. この中で比較的集団の間で揃っている係数は所要時間であり, どの集団に於いても所要時間の係数の大きさ (絶対値) は相対的に非常に大きい. 「島地」を除いて, どの集団でも, 所要時間の係数の大きさは各要因の係数中で最も大きくさえある. これらからみて, 沿線の別によって通勤者の選択性向には大分差異があるが, 所要時間だけは沿線の別にかかわらず, 最も大きい影響力を持つと結論される.

所要時間とちがって, 運賃の影響力は沿線の別によって非常に異なる. 即ち所要時間の影響と比べた時, 中央線沿線では運賃の影響は問題にならないが, これが私鉄沿線と玉電沿線, 更に沿線を遠くはづれた島地となるにつれ, 運賃の所要時間に比べた相対的影響力は急激に増し, 島地に到っては運賃の方の影響力が所要時間の影響力よりも大きくさえなっている (これは交通の便, 不便が大體この順になっており, 交通の不通な所程通勤者の運賃支出が大きく, 従って運賃に敏感なのだと解釈する事もできよう).

中央線沿線の場合の運賃の係数は, サンプルによる変動も考える時実質的には 0 とみるべきであり, 従って表の結果だけからいえば運賃が通勤コースの選択に全く影響せぬという事になり, 常識と反する様な結果である. そこで念の為, 更に都心部からの距離別に分けて係数を求めた所, 表 20 の一番下の方の 2 つの欄の様になった. この結果で都心部に近い方の運賃の係数は負の符号で -0.194 であるが, 都心部に遠い方が正の符号にしかも相対的に大きい値 0.419 になった. 中央線沿線全体の集団としての運賃の係数は, 都心に近いものと遠いものが合わさったものとして, この両者の係数の間の -0.038 の値となっているわけである. この場合サンプルのサイズが 64 で大分小さい事, その為結果の変動の大きい事を考慮しても, 都心に遠い方の集団の値は正の値に得られると結論せざるを得ない. この事から, 中央線沿線の都心に遠い方の通勤者集団については, その通勤コース選択を函数 (6), (7) に基づいて我々の調査法とそのデータをもとに表現する事には無理があると結論される. 理由として考えられる事として, 中央線の遠い方では, その通勤手段が実際には中央線一本に限定されてい

と思われるので、原理的に通勤に利用しうるコースとして他のものを考えさせて、それと中央線の間の選択をさせる事（我々の調査では、その様にして要因対選好のデータをとっている）に無理があるかもしれないという点があげられる。

我々は中央線沿線は都心に近い方の集団のみを考え、係数としては表 20 の一番下から 2 番目の欄の数字を考える事にする。

運賃以外の要因で特に沿線の間で差異がめだつものとして、島地及び玉電沿線の通勤者の疲労度の係数、玉電沿線の通勤者の時間変動の係数が他の通勤者集団の対応する係数に比べ非常に小さい事（実質上 0 とみられる）、及び島地の通勤者の待時間の係数の大きさが他の通勤者集団のものに比べ小さい事があげられる。

各集団別にその通勤コースの選択性向をまとめると次の様である。

中央線沿線（都心に近い方のものとする）:

所要時間と疲労度が通勤コースの選択に最も大きい影響力をもつ要因と考えられ、これに次いで待時間の影響力が大きく、時間変動、歩行時間にもかなりの影響力がみられ、又運賃、乗換数も幾らかは選択に影響すると思われる。なお乗換数の影響力が最も小さい。

私鉄沿線:

所要時間の影響力がきわだっている。これに次いで疲労度がよく影響すると思われる。それよりはおちるが、運賃、歩行時間、時間変動の影響力もかなりあり、それらはほぼ同じ程度である。又乗換数、待時間も若干の影響力を持つと思われる。

玉電沿線:

これはサンプルのサイズが大分小さいので、得られている係数は参考程度に考えるべきである（符号が正の係数もあらわれてきている。これらは実質上 0 とみるべきである）。

私鉄沿線と同じく所要時間の影響力がきわだっている。それに次ぐものとして、待時間、運賃、更に乗換数の影響力もかなり大きい。又歩行時間も若干の影響力をもつ。これらに対し、時間変動と疲労度の影響力は全くないとみられる。

島地:

これは電鉄沿線と比べて特に様子が変っている様に思われる。先づこの集団についてのみ、運賃がきわだって大きい影響力をもっているのがみられる。それに次ぐのが所要時間で、又電鉄の沿線の集団とちがって時間変動も相当の影響力を示している。歩行時間、乗換数も若干の影響力をもつが、電鉄沿線の集団とちがって待時間の影響力は僅かにとどまる。疲労度は全く影響力がみられない。

(v) 都心部からの遠近と沿線との若干の組合せ

上述した様に、電鉄沿線からとり残された島地の集団は、電鉄沿線の集団に比べて通勤の選択性向が大分ちがっている。それで島地を外した上で、居住地から都心部迄の遠、近別に係数を求めたものが表 20 の一部をなしている。

この場合の遠、近の間の対比は、大体に於いて前の (i) の場合の遠、近の間の対比と一致している。それに対し要因間の影響力の相対的評価は若干異なってきた。たとえば、島地を除いた事により、運賃の所要時間に比べた影響力の評価が下ったのがみられる。これは島地の集団に対する運賃の影響力の大きい為である。この場合都心に近い集団と遠い集団の何れに於いても、同程度の評価の減少がみられる事から、島地の通勤者は都心に近いものも遠いものも、運賃を同じ様に重要視しているとみられる。

同様に、島地を除いた事で疲労度に対する評価が若干上った。

中央線沿線については、(ii) に述べた様に若干問題があった。それで、中央線沿線を除いて、居住地から都心部迄の遠、近別にも係数を求め、これらも表 20 に掲げた。

中央線沿線は私鉄沿線や島地に比べ、運賃の影響力がずっとおちている事を前に述べたが、この事から、中央線沿線を除いた事により、運賃の影響力は (i) の場合に比べて大分増えている。全般的に選択性向が (i) の場合とかなり違ってきている。

以上居住地の地域特性として居住地と都心部の間の距離、沿線別、それらの組合せの3通りを取上げて、それぞれについて特性別の解析をしたが、その基礎として想定している函数関係 (6), (7) の妥当性は、これを使って通勤者のコース選択を判別した場合の、判定と実際の一致の割合即ち的中率の大ききで判断される。そこで各特性の集団毎に、表20にあげた係数を使って、サンプルについての判定と実際の一致状況を再生し、達成し得た的中率を求めてみた。これは表20の最後の列に並べてある。

このうち居住地と都心部の間の遠近別、或いは沿線別に対する的中率は、71% から 79% 迄にわたっている。大体においてまづまづ的中を示している、これを更に距離と沿線の前述の組合せにすると、的中率が高まり且つその値が揃ってきた。即ち 76% かそれ以上の的中率となっている。

この的中率は後述の様に数量化の方法を使う時は更に幾らか高められ、大体 78% かそれ以上となり、かなりの的中が得られる事になる。

男女別の解析

サンプルの通勤者を男の集団と女の集団に分けて、別々に函数 (6) の係数を定めたものを、表21に掲げた。この表によって性別に通勤の選択性向が解析される。

この表をみるに、男女何れ共所要時間を最も重視している (所要時間の係数の大ききは、男が 0.587, 女が 0.756 である) が、特に女は著しく所要時間に重きを置いている。その次に重きを置いているのは、男の場合疲労度と待時間であるのに対し、女の場合運賃である。女の方にとっては疲労度と待時間は全然重視されず、一方、男は運賃を或る程度考慮するが、それは女程ではない。この様に男女間に可成りの差異が見られる。

表 21 男 女 別

性	サ サ ン プ ル ズ	要 因 項 目 と 標 準 化 し た 係 数 $\{\bar{a}_i\}$							的 中 率
		運 賃	所要時間	歩行時間	乗換数	時間変動	疲労度	待時間	
男	332	-0.246	-0.587	-0.302	-0.237	-0.089	-0.485	-0.443	76%
女	126	-0.436	-0.756	-0.037	-0.207	-0.370	0.006	-0.107	72%

年齢層別の解析

サンプルの通勤者を、表22の様な年齢層に分けて、別々に函数 (6) の係数を定めたものを表22に掲げた。これによって年齢別の通勤の選択性向を次に解析する。

18~24才の年齢層:

所要時間の影響力がきわだっている。それと共に運賃と待時間がかなり重視されると思われる。歩行時間、乗換数、時間変動も影響力をもつ。疲労度への考慮は一番少ない。

25~34才の年齢層:

やはり所要時間の影響力は著しい。それと共に待時間が相当重視される。又乗換数もかなり重視されている。運賃と疲労度もやや影響力をもつが、歩行時間と時間変動の影響力は全くない。

35~44才の年齢層:

この年齢層に於て、所要時間の重要性は更にきわだって高くなっている。又疲労度も非常に重視され、歩行時間の影響力も大きい。これらに比べれば運賃の影響力は大分おちるが、それ

でもかなり重視されている。乗換数の影響力は全くない。又待時間の係数が正の値にでているが、これは実質上は 0 とみるべきであろう。

45才以上の年令層:

やはり所要時間が重視されているが、この層では所要時間より更に重要なものとして、疲労度の影響力が最も大きくなっている。乗換数も所要時間と同じ位重視されている。歩行時間と待時間の影響力もかなり大きい。この層では他の層とちがって、運賃が全然問題とならない。

以上の解析から明らかな様に、年令層の間で、通勤の選択性向には大きな差がみられる。特に目立った所を拾うと、運賃が、一番若い層ではかなり重視されているのに、一番高年令の層では全く顧慮されない。又若い方の層と高年の方の層では、一方が疲労度を余り問題にしているのに他方では非常に重視している。所要時間が、35~44才の年令層で、他の年令層に比べて著しく重要視されている。

表 22 年 令 層 別

年 令 層	サ サ ン プ ル ズ	要 因 項 目 と 標 準 化 し た 係 数 $\{\bar{a}_i\}$							的中率
		運 賃	所要時間	歩行時間	乗換数	時間変動	疲労度	待時間	
18~24才	173	-0.387	-0.602	-0.274	-0.221	-0.241	-0.126	-0.370	73%
25~34才	129	-0.130	-0.660	-0.022	-0.324	0.010	-0.176	-0.543	78%
35~44才	82	-0.295	-0.904	-0.500	0.032	-0.233	-0.631	0.129	81%
45才~	69	-0.072	-0.542	-0.333	-0.523	-0.103	-0.576	-0.298	80%

所得階層別の解析

サンプルの通勤者を、表 23 の区分で所得階層に分けて、それぞれに対し函数(6)の係数を定めたものを表 23 に掲げた。

この結果からみると、真中の月収 2~4 万円の階層ではどの要因もまんべんなく且つかなりの影響力を持つという特徴がみられる。この階層をなかにした低所得の月収 2 万円未満の階層と高所得の月収 4 万円以上の階層の間では、殆どの要因についてその影響力が互にかなり大きくくいちがっている。即ち運賃が 2 万円未満の階層で相当重視されるのに比べれば、4 万円以上での影響力はまあまあの所であり、所要時間は逆に 4 万円以上の階層で極度に重視されるのに比べ、2 万円未満での影響力は、相当に大きくはあるが比較的にはずっとおちる。疲労度は 4 万円以上で非常に重視されるのと対照的に、2 万円未満では全く無視されている。乗換数、時間変動、待時間についても、両階層の間ではかなりくいちがっている。

全般的に所得階層間の差異は著しい。それにもかかわらずここでも所要時間はどの階層でも、コース選択の相対的に一番重要な要因となっている。

表 23 所 得 階 層 別

所得階層 (手取り月収)	サ サ ン プ ル ズ	要 因 項 目 と 標 準 化 し た 係 数 $\{\bar{a}_i\}$							的中率
		運 賃	所要時間	歩行時間	乗換数	時間変動	疲労度	待時間	
2 万円未満	125	-0.489	-0.585	-0.339	-0.070	-0.330	0.014	-0.352	72%
2~4 万円	143	-0.222	-0.371	-0.259	-0.371	-0.318	-0.352	-0.356	75%
4 万円以上	142	-0.264	-0.841	-0.289	-0.134	-0.156	-0.613	-0.079	80%

地位別の解析

サンプルの通勤者を表 24 の区分で地位別に分けて、それぞれに対し函数(6)の係数を定め

たものを表24に掲げた。

この表をみるに、係長クラスと一般職員クラスでは、所要時間が他の要因に比し一番大きな影響力を持ち、特に係長クラスでは所要時間の影響力が圧倒的である。

これに対し業主、重役、部長課長クラスの層では、所要時間も相当大きな影響力を持つがこれよりも更に重視される要因がある。即ち歩行時間と疲労度が最も重視されている。運賃の影響力はどの層も同程度に出ている。

表24 地 位 別

地 位	サ ン プ ル ズ	要 因 項 目 と 標 準 化 し た 係 数 (\bar{a}_i)							的 中 率
		運 賃	所要時間	歩行時間	乗換数	時間変動	疲労度	待時間	
業主、重役、部課長クラス	84	-0.346	-0.636	-0.713	-0.150	-0.426	-0.682	-0.092	75%
係長クラス	62	-0.395	-0.805	-0.085	-0.005	-0.233	-0.275	-0.187	77%
一般職員	252	-0.356	-0.547	-0.247	-0.353	-0.178	-0.154	-0.421	77%

以上附帯的な要因を用いてサンプルのいろいろな層別を考へて、各集団別の解析をしたが、その結果をみると、各表的の中率（附帯的要因のとり方によっていろいろ異なるが）のなかに極端に悪いというものがなく、どれも70%以上で、判別の問題としては比較的良い方である。これは、コース条件の要因のうち所要時間が、附帯的要因にかかわりなくかなりの影響力を持つ為であろう。実際どの層別の場合も、所要時間はいつも大きな影響力を示していた。多くの場合所要時間が一番よくきく要因でさえあった。

70%程度の中を得るのでよければ、何も附帯的要因を考へて層別して集団毎に予測を行うという必要はなく、全体を一本として係数をきめておいて予測してもよい。然し通勤コースの選択の予測を、実際にたとえば通勤需要の新路線への転移の予測に応用する場合には、70%程度の中率では甚だ不充分である。一応の目標として90%位の中率を考へたい。それで更の中率をあげる為には、附帯的要因も考へる事が必要となるわけである。

然し附帯的要因の考へも、単独の要因ではまだ判別に限界がある様である。実際各表の結果をみると的中率は80%位が限度となっている。即ち、これ等附帯的な要因のうち、単独で決定的となり得るものはない様である。

的中率を更にあげ一つの方法は、附帯的要因を幾つか組合せて用いるゆき方である。既に述べた解析のうちで最もの中率のあがったのは、年令を用いたものであった。即ち年令別の解析では、最初の年令層を除きあとの3つでは、的中率が80%前後で一番いい所までいっている。この点から考へ、通勤コースの選択を予測するには年令別を一つの要因としてとり、これをたとえば前に述べた地域特性(1)と組合せて集団を細分し、この細分した層別に係数をきめて層別の予測をする事が考へられる。この様にすればの中率は80%をこえて上る事になろう。但しそれができる為には、係数を決める為のサンプルが非常に大きなサイズを持つ事を要し、相当大規模の調査が必要となる。今のデータでは適用できない。

的中率を高めるもう一つの方法は、所要時間の変動、疲労度、待時間等を、そのカテゴリー(「小」、「中」、「大」或は「短」、「中」、「長」)に初めから0, 1, 2の数量を与えておくのでなく、これ等のカテゴリーを数量化するやり方である。これは函数(6)の代りに函数(15)を用いるものである。

この方法を我々は居住地特性別の(1)の解析の場合に適用して的中率がどの程度あがるかを試みてみた。この場合の係数及びきまった数量は表25の通りである(乗換数は初めから数で

表 25

居住地特性	サンプルサイズ	要因項目と標準化した係数及び数量										的中率					
		係数 { $\hat{\alpha}_i$ }			数 量												
		運賃	所費	所要時間	乗換数		時間変動		疲労度				待時間				
					0~1	2	3以上	小	中	大	小		中	大	短	中	長
都心に近 島地以外	188	-0.090	-0.605	-0.209	0	-0.683	-0.522	0	-0.445	-0.571	0	-1.194	-1.857	0	-0.762	-0.689	81%
		都心に遠 島地以外	124	-0.208	-0.683	-0.118	0	-0.662	-1.163	0	-0.831	-0.532	0	-1.150	-0.694	0	-0.432
都心に遠 島地以外	183	-0.343	-0.675	-0.196	0	-0.453	-1.256	0	-0.330	0.290	0	-0.429	-0.258	0	-0.628	-1.150	78%
		都心に近 中央沿線以外	121	-0.489	-0.777	-0.471	0	-0.557	-0.333	0	-0.570	-0.578	0	-1.341	-2.047	0	0.375
都心に遠 中央沿線以外	102	-0.508	-0.443	-0.296	0	-0.364	-0.457	0	-0.596	-1.250	0	-0.646	-0.564	0	-0.929	-0.484	79%

あるから、必ずしも数量化する必要はないが、今の場合はこれも3段階に区分して数量化した).

この結果では、前の場合(表20参照)に比べ的中率が2, 3%上って78%かそれ以上、大体80%前後位迄達した. 然し数量化によっても、的中率を大きく高める事はむづかしい様である.

表25の結果を用いると、通勤コースの選択に於ける各要因の役割りを前よりも詳しく論ずる事ができる.

運賃, 所要時間, 歩行時間に関しては, 基本の式は今度も前も意味が同じであるから, 前と同じ様な解析となる筈である. 実際得られた係数の値をみると, 多少の変化はあるが大体同じ様な結果となっている. よってここでは新たにこれらの解析を行う事はしない.

それ以外の4つの要因に関しては, それらの影響力の間の比較は前に行ったが, これら要因の影響の仕方の内部的な構造即ちカテゴリーによる影響力の差異は数量化してはじめてわかる. これは各要因について, そのカテゴリーに対してきまった数量を比べるわけで, それにより, カテゴリー間の差異の妥当な評価ができる. 前には, 各カテゴリーに初めから数量0, 1, 2を割ふってしまった(それに係数が掛かる形となる). 従って各カテゴリー間の差異は同一という様に初めから設定していた事になる. 数量化すれば, その様な設定の可否がわかる事になる.

上述の目的の為には, 表25の数量をそのまま見比べる代りに, これを図にかいて見た方が分りやすい. 図3から図7迄は, 今考えている居住地特性の5つの区分のそれぞれについて, 乗換数, 時間変動, 疲労度, 待時間のそれぞれについて, そのカテゴリーを横軸方向に, それに対応する数量を縦軸方向にとって, その関係を図示したものである.

若し各カテゴリーの数量が0, 1, 2式に初めから与えたのが妥当であった場合には, きまった数量は, 一番左のカテゴリーに対する数量0の所からはじまって, 右下りに大体同一直線上に乗る筈である. 図を見るとそのうちにはほぼその様になっているものもあるが, そうで

居住地 (I, III)

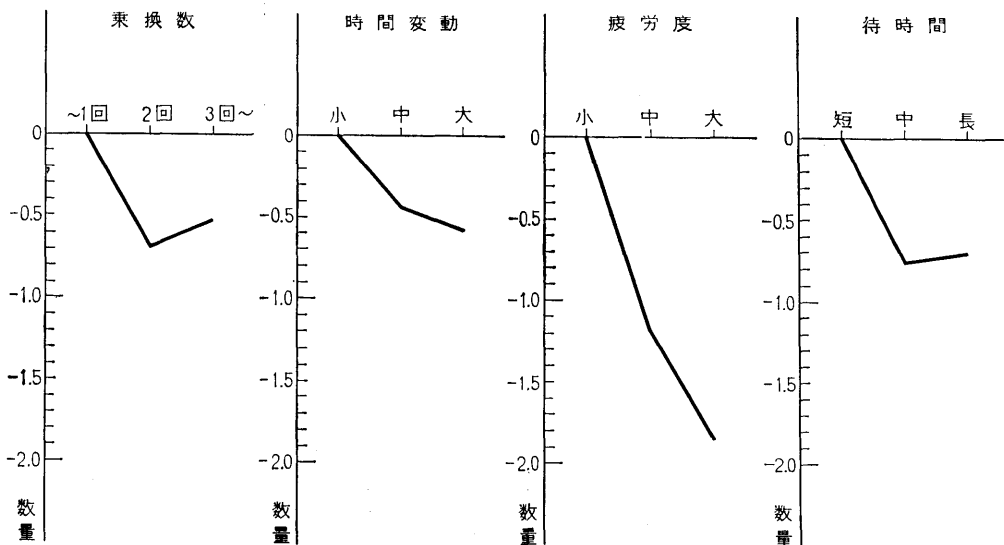


図 3

居住地 (Ⅱ, Ⅳ)

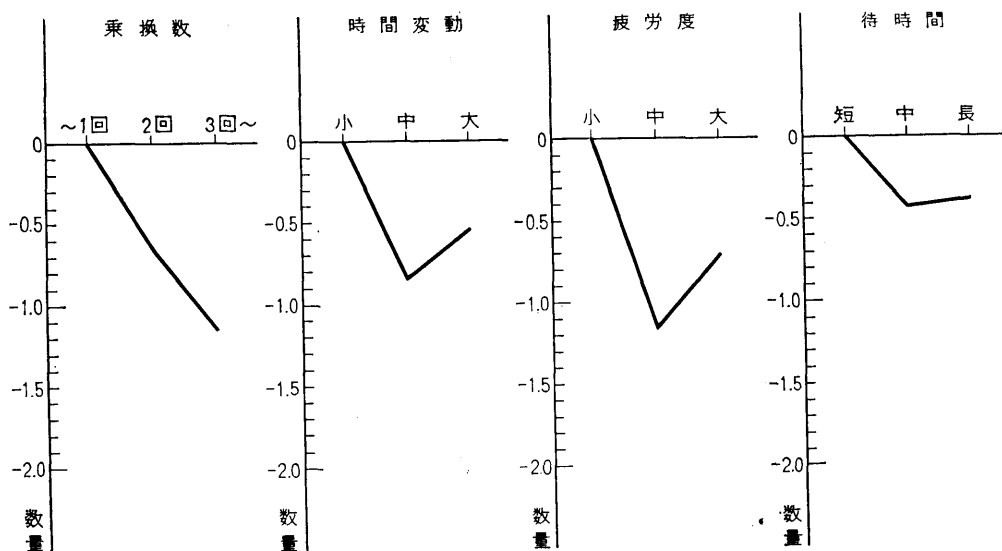


図 4

居住地 (Ⅱ, Ⅳ, Ⅶ)

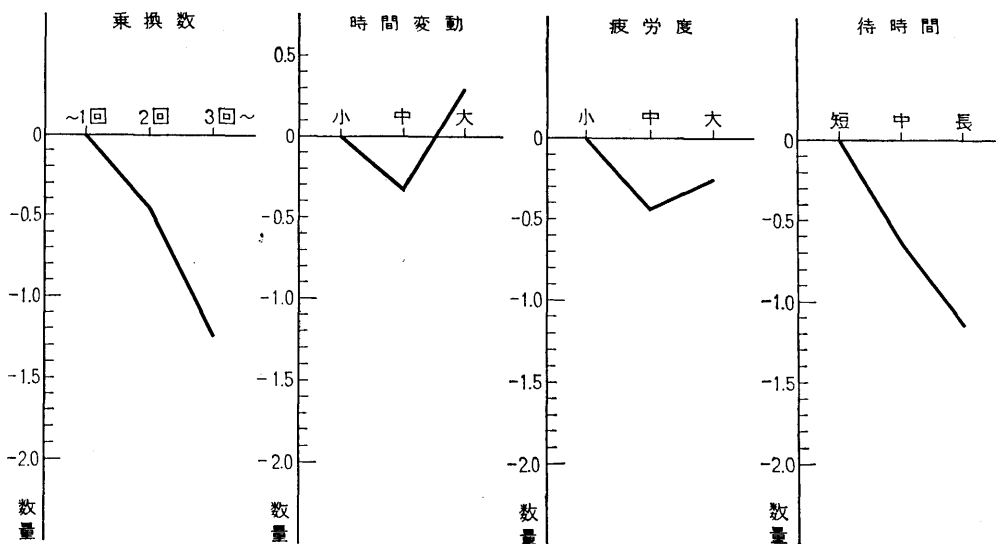


図 5

居住地 (Ⅲ, V)

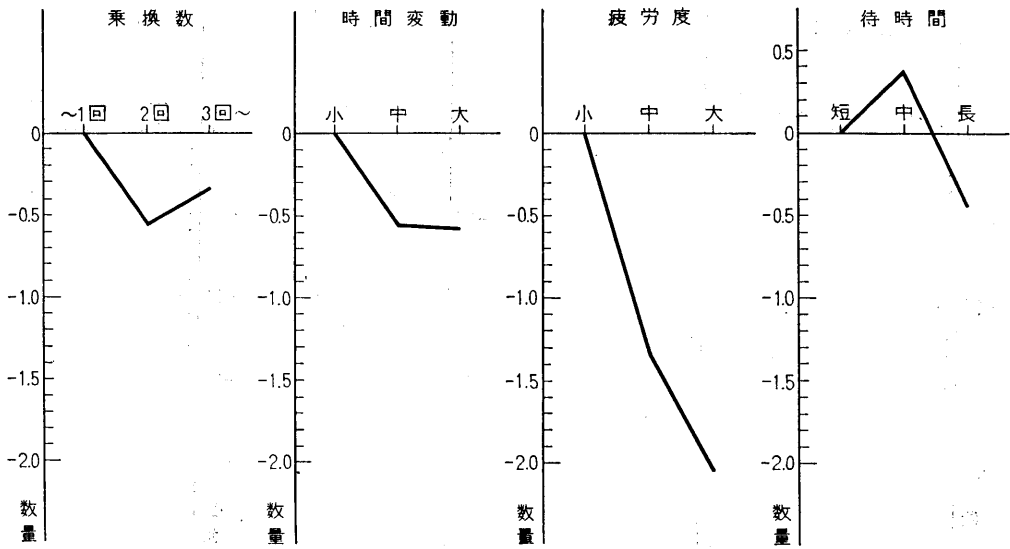


図 6

居住地 (Ⅳ, VI)

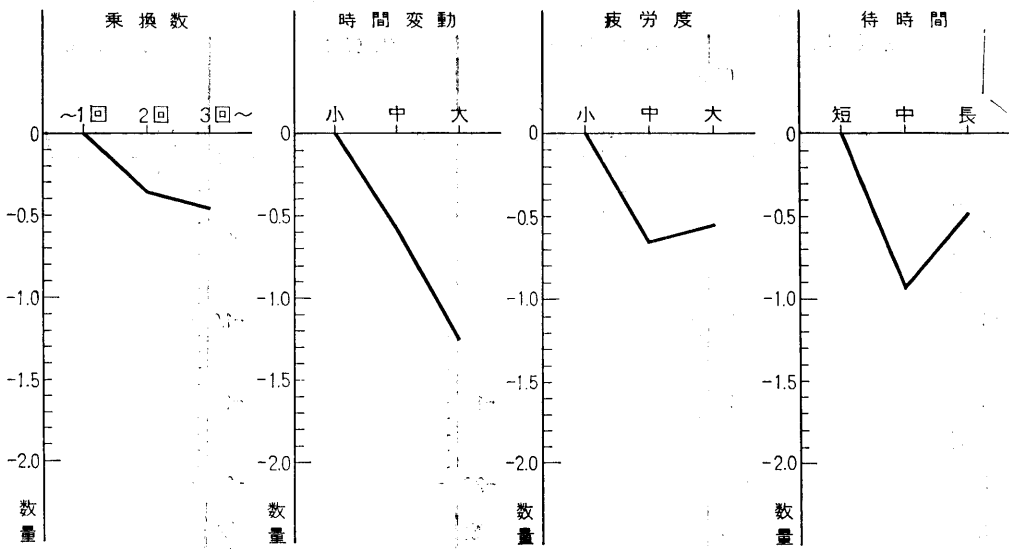


図 7

ない形のものも多い。即ち最初から 0, 1, 2 とした設定は必ずしも妥当でなかった場合も多いわけである。

全般的に、カテゴリーのうち「小」と「中」の間の差異の方が、「中」と「大」の間の差異よりも大きい場合が多いのがみられる。しかも「中」と「大」とが差別のないものが多い様である。一例として居住地が (I, III) の場合について、カテゴリー間の差異の詳細を述べてみる。

先づ乗換数であるが、これについては、乗換数が 1 回又はなしと、2 回又はそれ以上の間に差異がみられるが、乗換数が 2 回と 3 回又はそれ以上とでは差異がみられない。即ちこの地域の通勤者については、そのコース選択に於て乗換数を評価する場合に、乗換数が 1 回ですむか、2 回又はそれ以上になるかという形で問題となると思われる。

待時間についても似た様な型となっている。即ちこの地域の通勤者の評価では、待時間の「中」と「長」とは差異がなく、これらと待時間の「短」とが対立して考えられている様に思われる。

疲労度については、「小」から「中」、更に「大」へと次第に不利な評価となる傾向をもっており、一定勾配での右下り、即ち初めから 0, 1, 2 と設定する場合にやや近い形をしている。細かく言えば、「小」と「中」の間の差異は、「中」と「大」の間の差異に比べほぼ倍位に大きく評価されている。

時間変動については、今迄の 2 つの型の丁度中間の様な傾向となっている。即ち「中」と「大」が「小」と対立する様な様子もみられると共に、全体として「小」から「中」、更に「大」へと次第に不利な評価となる傾向もみえる。

§4 通勤需要の転移の予測の一例

前節に取扱った、通勤者のコース選択の函数は、新しい路線ができた場合の通勤需要の転移を予測する問題に応用する事ができる。本節ではこの様な応用の一例を取上げる。

これは、現在ある高速道路網 (図 1 参照) に、通勤用の高速バスを運行する場合の、通勤需要の転移の予測の問題である。最初運輸省都市交通課から通勤者の選択性向の解析の問題を提起された時 (この時はまだ高速道路の完成の大分前であった)、この様な高速バスの運行といった考え方がある、という話がでた事があったので、ここで特にそれを応用例として取上げてみたわけである。

但しこの高速バスの構想には、その実用化にいろいろ難点がある。たとえば、営利権の関係で、郊外方面から既存のバス路線を延長して縦横に高速道路に乗入れるという事がむづかしい。従って可能なやり方としては、利用者が副都心迄は既存の路線で来て、ここで高速バスに乗換え、高速バスが高速道路へ乗り入れて、利用者を高速バスのターミナル迄運ぶという形になる。この乗換えが存外不便を生ずる可能性がある。

又ターミナルについても難点が生じる。ターミナルが都心の各部に散らばって設けられていないと、ターミナルで降りてから勤務先迄がひどく不便な事になる。一方ターミナルを都心部で数多くの地点に設ける事は敷地や施設の問題がからむので実際問題として非常にむづかしい様に思われる。この困難性は、副都心に於て而も便利な所に高速バス専用の大規模な発着場を必要とする点からも大層大きくなる。

こういったわけで、高速バスの運行は実現性がうすく、実際問題としては適切といえないが、それでも我々の方法によってどの様にして通勤需要の転移の予測が行われるかを例示するには役立つであろう。

先づこの高速バスの問題の設定を明確に述べる事にする。我々は、前に述べた東京の西部住

宅地域の I から VII 迄の地区から、都心部の千代田、中央、港の 3 区へ通勤する通勤者の通勤を問題にするものとする。これらの通勤者には現在利用している通勤コースがあるわけであるが、今ここに通勤用の高速バスが新設されたと想定する。これは副都心（ここでは新宿と渋谷）と都心部に散らばっているターミナルとの間に、高速道路を利用して運行されるノン・ストップのバスとする。このバスができた事によって、都心通勤者には新しい通勤コースを考える事ができる事になる（通勤者によっては、その人にとって利用価値の小さいものであるかもしれないが）。この様な状況のもとで、この高速バスの利用率はどうか、それを予測するものとする。

この想定では、高速バスの利用者は、副都心迄は既存の交通機関で来て、ここで高速バスへ乗かえる事になる。乗かえの為の歩行時間は 2 分程度と想定する。

ターミナルと高速バスのコースについては、表 26 の想定をおく事にする。これは実際問題としては無理な想定であろうが、ここでは一応これをとっておく。なお各コースの距離も表 26 に掲げた。

表 26

コース	始点	新宿	虎ノ門	東京駅北口	日本橋	銀座一丁目	築地	新橋	神田橋	人形町	渋谷	虎ノ門	東京駅北口	日本橋	銀座一丁目	築地	新橋	神田橋	金杉橋
	↓ 終点	霞ヶ関	虎ノ門	東京駅北口	日本橋	銀座一丁目	築地	新橋	神田橋	人形町	霞ヶ関	虎ノ門	東京駅北口	日本橋	銀座一丁目	築地	新橋	神田橋	金杉橋
距離 (km)		7.0	7.3	9.7	10.6	11.8	12.2	12.4	8.6	10.6	5.4	5.7	9.7	10.6	11.8	12.2	12.4	8.6	6.6

上述の想定の下で、I から VII 迄の各地区毎に、その通勤者のうち高速バスを利用するものの割合、即ち高速バスの利用率を求める為に、前節の通勤コース選択の函数を次の様に利用する事を考える。

各地区の通勤者サンプルの夫々に対して、その人が現在利用しているコースと高速バスを利用するコースの何れを有利とするかを、通勤コース選択の函数を用いて判別し、この判別にもとづいて通勤者サンプル全体における高速バスの利用率を算出する。

この方法を適用しうる為には、判別の的中率が相当高い事が必要である。我々はここでは、前節の居住地特性で (i) の解析に於て用いた区分を用い、その場合の係数（表 20 参照）をもつ函数（6）を使った。どの地区にどの係数を用いたかを述べれば、地区 I と III には、表 20 の「都心に近で島地以外」の係数を、地区 II と VII には表 20 の (II, IV, VII) の係数を、地区 V には「都心に近で中央沿線以外」の係数を、地区 IV と VI には「都心に遠で中央沿線以外」の係数を夫々用いた。従って判別の的中率は何れも 76% 以上の函数を用いている事になる。的中率は充分とはいえぬが、一応上述の函数を利用する事にした。

サンプルの個々の通勤者に対し具体的に判別を行う段階では、現在利用のコースと高速バス利用のコースの夫々についてコース条件が必要である。このうち現在利用のコースの条件の方は、サンプルに質問する事で得る事ができる。高速バス利用のコース条件の方は、高速バスの運行の仕方によって変わってくる。利用率もそれに応じて変わってくるわけである。従って利用率の予測値も、高速バスの運行の函数として与える事になる。

高速バスの運行は、これを運賃（キロ当り）、運行の時間間隔、運行速度（時速）によって

規定する事ができよう。これらを(表26の各コースに共通とする)夫々 ξ_1 円/km, ξ_2 分, ξ_3 km/hour と書く事にする。而してこれらに対応する利用率 W を, 函数関係として

$$W = f(\xi_1, \xi_2, \xi_3) \tag{18}$$

とあらわす事にする。

サンプルの個々の通勤者について, その高速バス利用のコースの条件を確定するには, この通勤者の自宅から副都心迄のコース条件と, 高速バスについての条件, 及びターミナルから勤務先迄の条件をつなぎあわせなくてはならない。 ξ_1, ξ_2, ξ_3 をとめる時は, このつなぎ合わせによって, 高速バス利用のコースについての運賃, 所要時間, 歩行時間, 乗換数が定まる。たとえば運賃は, 副都心迄の運賃に $\xi_1 \times$ (利用する高速バスのコースの長さ) を加えたものとして算出される。

これに反し, 高速バス利用のコースについての所要時間変動, 疲労度, 待時間の評価はむづかしい。これらについては, 何等かの想定をせざるをえない。ここではこれらの要因の副都心迄の条件から, 全コースの条件を表27の方式で評価する事にした。

表 27

コース	要 因		所 要 時 間 変 動						待 時 間				疲 労 度				
	与 件		$\xi_2 \leq 5$ 分			5 分 $< \xi_2$			$\xi_3 \leq 4$ 分		4 分 $< \xi_3$						
	副 都 心 迄	全 コ ー ス	小	中	大	小	中	大	短	中	長	短	中	長	小	中	大
			小	中	大	中	大	大	短	中	長	中	長	長	小	中	大

この様にして ξ_1, ξ_2, ξ_3 をとめた時, サンプルの個々の通勤者に対してその現在利用のコースと高速バス利用のコースの条件の両方がきまるから, そこで上述の通勤コース選択の函数を用いて, 地区毎にそのサンプルの個々の通勤者の利用コースを判別する。その積上げとして, 地区毎に, 与えた ξ_1, ξ_2, ξ_3 の値に対する高速バスの利用率の予測値が求められる。

実際に上述の判別を行ない, 高速バスの利用率を予測する為には, 判別の為の函数の係数をきめる為に用いたサンプルとは別個にサンプルを抽出してそれを利用すべきであろうが, ここでは調査費用の関係もありそれができなかったため, 係数をきめる為に用いたサンプルを再び利用して高速バスの利用率を出した。

この利用率は, ξ_1, ξ_2, ξ_3 の色々の値に対して必要で, 結局函数(18)の形を定めたいわけである。その為に ξ_1, ξ_2, ξ_3 の値の幾つかの組合せに対して, そのそれぞれに対応する利用率の予測値を求め, それと ξ_1, ξ_2, ξ_3 の間の函数関係を最小自乗法で定めるようにした。

この場合 ξ_1, ξ_2, ξ_3 を動かした範囲は, それぞれ, $\xi_1 = 2, 3, 4, 5, 6, 7$, $\xi_2 = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$, $\xi_3 = 30, 40, 50, 60, 70, 80$ で, これらの値の凡ゆる組合せをとった。

上の範囲では利用率の函数(18)の形は, 線型をとって大体充分であった。即ち(18)として

$$W = \alpha + \beta_1 \xi_1 + \beta_2 \xi_2 + \beta_3 \xi_3 \tag{18}'$$

を用いた場合, その残差の標準偏差の各地区に対する値は, 表28の通りでかなり小さい値であった。なお各地区に対する(18)'の係数 $\{\beta_i\}$ 及び常数項の実際に定まった値も表28に掲げた。

運行の仕方と利用率の関係を一目瞭然たらしめる為には, 図であらわす事も考えられる。今特に運行速度が 60 km/hour の場合について, キロ当たり運賃 ξ_1 , 運行の時間間隔 ξ_2 と利用率

表 28 高速バスの利用率の函数のパラメーターの数値

地区	α	β_1	β_2	β_3	残差標準偏差
I	0.5486	-0.0238	-0.0586	0.00357	0.0502
II	0.4467	-0.0386	-0.0489	0.00420	0.0481
III	0.6188	-0.0228	-0.0522	0.00335	0.0442
IV	0.7425	-0.0418	-0.0539	0.00480	0.0504
V	0.5900	-0.0594	-0.0377	0.00501	0.0399
VI	1.0626	-0.1239	-0.0597	0.00187	0.0828
VII	0.8933	-0.1244	-0.0313	0.00255	0.0479

W の間の関係を各地区について図示したものが、図 8 から図 14 迄である。これらの図では、 ξ_1 の範囲を函数 (18)' のあてはめに用いた範囲で考えて図をかいてある。この範囲の外では、例えば ξ_1 が 0 に近づく時は利用率が急激に 100% に迄高まる事になるわけであるが、その部分は図にかかれてない。

これらの図から、利用率の運賃乃至運行時間間隔に対する弾力性の、地区の間の差異が良くよみとれる。即ち運賃に対する弾力性は地区 I, III が最も小さく、それから地区 II, IV, V, VI, VII と急速に大きくなっている (図の直線勾配で分る)。我々の設定した高速バスの利用に於て、交通の不便な地区程運賃に敏感である事がでているわけである。運行時間間隔に対する弾力性は地区 I, III, IV, VI が大きく、それから地区 II, V, VII と小さくなっている (図の直線間の縦軸方向の間隔で分る)。

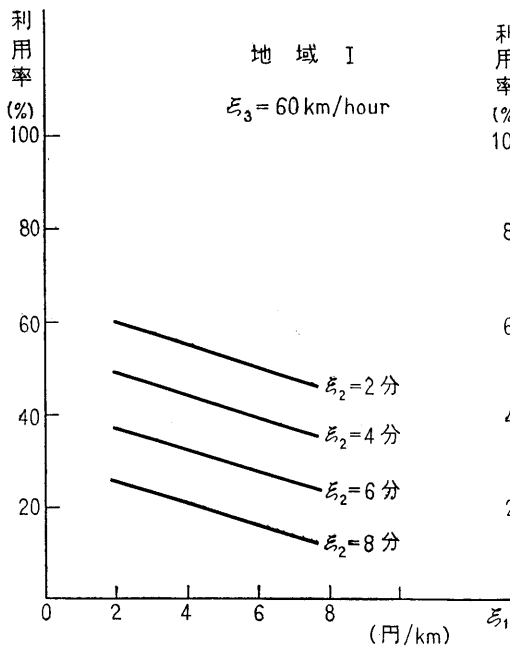


図 8

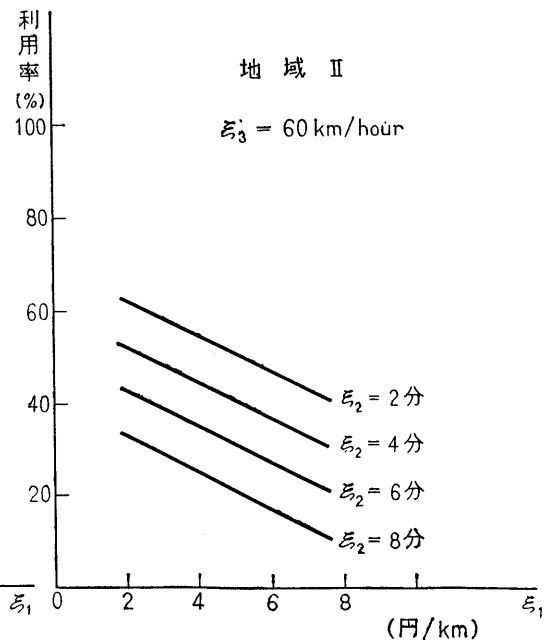


図 9

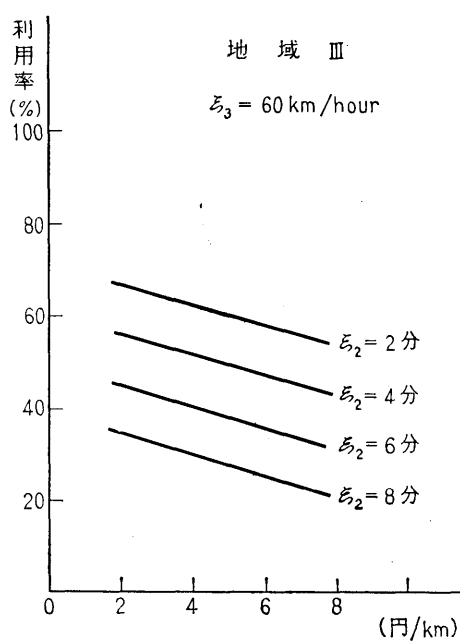


図 10

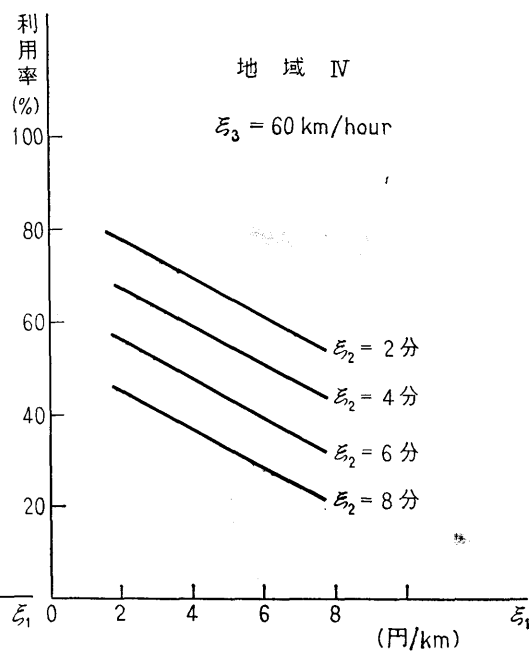


図 11

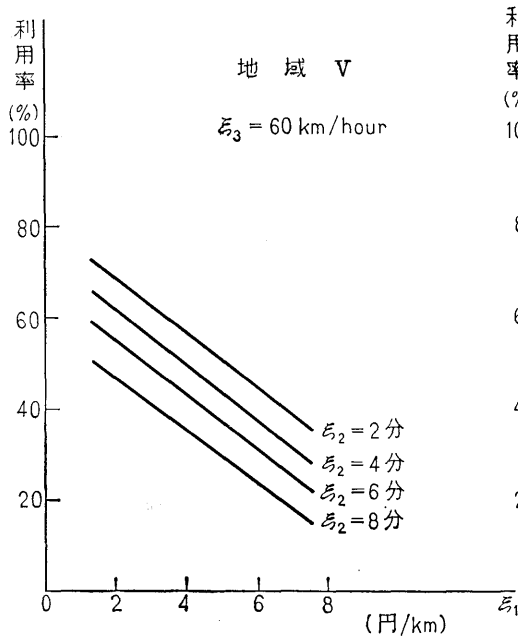


図 12

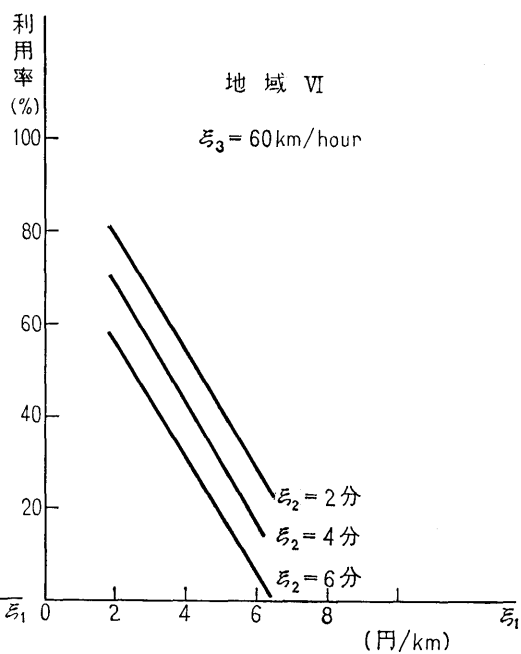


図 13

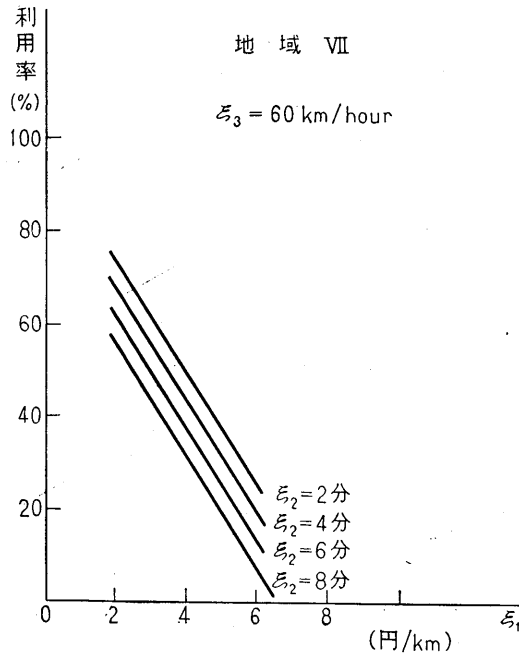


图 14

参 考 文 献

- [1] C. Hayashi: "On the prediction of phenomena from qualitative data and the quantification of qualitative data from the mathematico-statistical point of view," Ann. Inst. Stat. Math., 3 (1952), 69-98
- [2] 林知己夫, 村山孝喜, "市場調査の計画と実際", 日刊工業新聞社 (1964)