

IV—13 実験計画法による旭川都市圏の交通機関別選択意識分析

北海道大学 工学部 正員 佐藤 馨一
建設省 東北地建 “ 高野 伸栄

1. はじめに

旭川都市圏(旭川市、鷹栖町、東神楽町、当麻町、比布町、東川町)は、北海道のほぼ中央に位置し、面積1502.9 Km²、人口38.9万人(昭和55年)を有している。この都市圏は北・北海道の交通の要衝として重要な役割を果たしているが、近年になって旭川市中心部への流入入交通の増加し、都市活動・交通環境などに問題が生じている。”

旭川都市圏の交通の主体は自家用自動車となっており、今後は利便性の高い公共交通機関を中心に総合的な都市交通体系をつくり上げて行く必要がある。昭和57年9月に実施された旭川都市圏パーセントリッパ調査はこれら交通計画の基礎的資料を提供するものであり、交通実態調査・交通意識調査、資料調査等が行なわれた。本文はこのうち実験計画法による交通機関別選択意識調査の分析結果を報告するものである。

2. 意識調査の概要

旭川都市圏パーセントリッパ調査では「新交通システムの導入に関する検討」を計画課題の一つにしている。このため将来の交通需要を予測するには、新交通システムを含めた交通機関別分担率を求めなければならぬ。実験計画法による意識調査が企画された理由はこの点にあり、現存しない交通機関の選択率を推計することにおいて多くの実績を有している²⁾

意識調査の対象地域は図1に示したように、旭川駅を中心に2 Km、4 Km、6 Kmの同心円を描き、それぞれをバス乗車時間の10分圏、20分圏、30分圏とした。調査地区は各時間圏をいくつかのブロックに分割した上で抽出し、10分圏に1297票、20分圏に1392票、30分圏に1318票を配布した。

調査方式は訪問配布—訪問回収とし、留置法による自記入方式によって交通機関の選択意識を調べた。

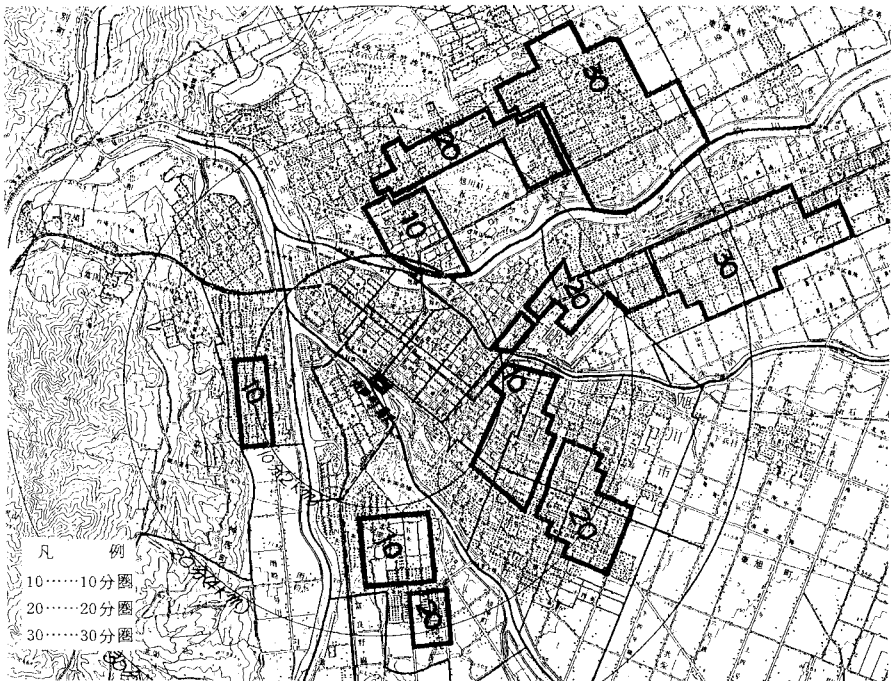


図1 意識調査の対象地域

3. 調査票の設計

交通機関の選択行動に影響を与えると思われる要因は、料金、所要時間、待ち時間、徒歩時間など多数ある。しかしこれらの要因のすべてが交通機関の選択行動に等しく関与しているわけではない。実験計画法では先験的に要因を選定し、しかる後にその要因の結果に対していかに関与していたかを調べるものである。

本調査では交通機関選択に大きな影響を及ぼすと考えられる交通目的については、あらかじめ調査票を「通勤者用」、「在宅者用」に分割し、それぞれについて次のような要因と水準を取り上げた。

(1) 駐車料金

自動車を選択する上で自家用車の有無、免許の有無と共に、駐車場の有無は大きな影響を与える。そこで駐車場を自由に使える水準として「無料」を、また制約を受ける水準として通勤では「1万円/月」、在宅では「200円/月」を設けた。

(2) 自家用車の乗車時間

自家用車の乗車時間は道路の混雑状況や路面状態によって変化する。そこでバスの乗車時間を基準として1.0倍、1.2倍、1.4倍という水準を設定した。

(3) トリップ長（居住圏域）

交通機関の選択は居住している地域によって、また都心からの距離によって左右される。本調査では地域の影響を調べるため、バスの表定速度を12km/時として10分圏、20分圏、30分圏という圏域を設定した。そして質問文において「あなたが都心までバスを利用しておよそ44分の所に居住しているものとしてお答え下さい」と注記した上で、トリップ長の効果を調べた。

(4) 新交通システムの乗車時間

旭川都市圏P.T調査では新交通システムの導入を重要な計画課題としている。そこで新交通システムの機種の影響をみるため表定速度を15km/時、20km/時、25km/時と変えて、新交通システムの乗車時間を設定した。

(5) 新交通システム駅までの徒歩時間

新交通システムの選択を左右する重要な因子として駅までの徒歩時間がある。本調査では新交通システムの駅までの徒歩時間をそれぞれ3分、6分、9分として駅設置間隔の影響を把握することにした。

表1 要因とその水準（通勤者用）

要 因	水 準 1	水 準 2	水 準 3
1. 車の駐車料金	無 料	1万円/月	
2. 車の乗車時間	バスの乗車時間の1.0倍	バスの乗車時間の1.2倍	バスの乗車時間の1.4倍
3. トリップ長（居住圏）	2km（10分）	4km（20分）	6km（30分）
4. 新交通システムの乗車時間	15km/hrで算出	20km/hrで算出	25km/hrで算出
5. 新交通システムの徒歩時間	3分	6分	9分
6. 新交通システムの運賃	130円	180円	230円
7. 新交通システムの運行頻度	12本/時	8～10本/時	6分/時

表2 割付け表とアンケート票種

原簿	車 庫 料 金	の 乗 車 時 間	トリップ長	新 交 通 乗 車 時 間	新 交 通 歩 行 時 間	新 交 通 運 賃	新 交 通 運 行 頻 度
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1.0分	1.0分	8分	3分	130円	12本/時
2	0	2.0	2.0	1.2	6	180	8～10
3	0	3.0	3.0	1.5	9	230	6
4	0	1.2	1.0	8	6	180	6
5	0	2.4	2.0	1.2	9	230	12
6	0	3.6	3.0	1.5	3	130	8～10
7	0	1.4	1.0	6	3	230	8～10
8	0	2.8	2.0	1.0	6	130	6
9	0	4.2	3.0	2.4	9	180	12
10	1万円/月 200円/時	1.0	1.0	3	9	180	8～10
11	1万円/月 200円/時	2.0	2.0	1.6	3	230	6
12	1万円/月 200円/時	3.0	3.0	1.8	6	130	12
13	1万円/月 200円/時	1.2	1.0	6	9	130	6
14	1万円/月 200円/時	2.4	2.0	1.0	3	180	12
15	1万円/月 200円/時	3.6	3.0	2.4	6	230	8～10
16	1万円/月 200円/時	1.4	1.0	3	6	230	12
17	1万円/月 200円/時	2.8	2.0	1.6	9	130	8～10
18	1万円/月 200円/時	4.2	3.0	1.8	3	180	6

0分 通勤、在宅で異なる場合上段通勤、下段在宅である。他は共通

(6) 新交通システムの運賃

運賃水準が交通機関の選択に大きな影響を与えることは改めて言うまでもないことである。ここではバス料金（130円）を基準として、さらに180円、230円の料金水準を設けた。

(7) 新交通システムの運行頻度

交通機関の運行頻度もまた選択率に大きな影響を与える。本調査では「通勤者」に対しては12本/時、8～10本/時、6本/時を、また「在宅者」に対しては8本/時、6本/時、4本/時の水準を設定して、その効果を調べることにした。

なお、この他に調査票を作成する上で必要な条件として以下の水準を設定した。

- イ) すべての交通機関のイグレス時間を3分とする
- ロ) バス停までの徒歩時間を6分、待ち時間を3分、運賃を130円、運行回数を8～10本/時とする。
- ハ) 新交通システムの待ち時間を3分とする。
- ニ) 目的地を都心部(旭川駅周辺)とする。

①から④までの要因のすべての水準について組合せると、 $2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 1458$ 通りとなり、この組合せ全部について質問文を作成し、意識調査を行うには多大な労力を必要とする。そこで本調査においては、 2×3^3 直交表にこれらの要因を割りつけ、調査回数を減らすことにした。表2はその割付け結果を示したものである。直交表の採用によって意味のない2次や3次の交互作用を取り除き、主効果を最小限の労力で求めることができる。しかしそれ以上に意義のあることは、要因間の直交性が確保された上で意識調査の行なわれることである。このことにより、交通機関選択モデルの構築が容易になりその予測精度も向上する。

4. 調査票の回収および一次集計結果

調査票の有効回収数は通勤票で2414票、在宅票で2187票であった。表3は通勤票における各交通機関の1番目選択者数とその選択率を、アンケート票種ごとに示したものである。また表4は在宅票における同様の結果を示したものである。これらの調査結果から種々の分散分析を行うことができる。その結果は次節において詳細に報告する。

通勤票および在宅票の一次集計結果を簡単にまとめると次のようになる。

A. 通勤票の一次集計結果

- ① 男性2146人(83.2%)、女性433人(16.8%)
- ② 免許証保有1953人(75.8%)、非保有623人(24.2%)
- ③ 自動車保有1788人(75.2%)、非保有617人(24.8%)
- ④ 主な通勤交通手段
 - イ) 自家用車 1349人(78.4%)
 - ロ) 会社の車 97人(5.6%)
 - ハ) バス 113人(6.6%)
 - ニ) 自転車等 98人(5.7%)
 - ホ) その他 64人(3.7%)

表3 交通機関別選択率(通勤票)

票種	自家用車		バス		新交通システム		合計
	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者数 (人)	選択率 (%)	
1	82	58.2	12	0.5	47	33.3	141
2	76	60.0	28	22.1	23	18.1	127
3	78	55.7	46	32.9	16	11.4	140
4	89	60.5	49	33.3	9	6.1	147
5	88	60.7	41	28.3	16	11.0	145
6	43	32.8	14	10.7	74	56.5	131
7	76	57.6	26	19.7	30	22.7	132
8	70	47.3	28	18.9	50	33.8	148
9	65	48.9	40	30.1	28	21.1	133
10	52	40.3	55	42.6	22	17.1	129
11	45	37.5	54	45.0	21	17.5	120
12	49	36.6	16	11.9	69	51.5	134
13	53	40.5	57	43.5	21	16.0	131
14	30	21.4	40	28.6	70	50.0	140
15	48	38.1	56	44.4	22	17.5	126
16	48	36.1	50	37.6	35	26.3	133
17	55	45.1	38	31.2	29	23.8	122
18	36	26.7	29	21.5	70	51.9	135
合計	1083		679		652		2414

表4 交通機関別選択率(在宅票)

票種	自家用車		バス		新交通システム		合計
	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者数 (人)	選択率 (%)	選択者数 (人)	選択率 (%)	
1	45	39.1	25	21.7	45	39.1	115
2	40	37.7	48	45.3	18	17.0	106
3	51	40.8	67	53.6	7	5.6	125
4	43	38.7	61	55.0	7	6.3	111
5	46	41.8	51	46.4	13	11.8	110
6	32	27.1	27	22.9	59	50.0	118
7	42	33.1	60	47.2	25	20.0	127
8	44	32.6	44	32.6	47	34.8	135
9	46	35.1	61	46.6	24	18.3	131
10	37	29.4	78	61.9	11	8.7	126
11	37	30.8	61	50.8	22	18.3	120
12	26	20.0	27	20.8	77	59.2	130
13	34	28.3	68	56.7	18	15.0	120
14	32	25.4	47	37.3	47	37.3	126
15	38	31.9	62	52.1	19	16.0	119
16	30	25.6	61	52.1	26	22.2	117
17	35	28.0	57	45.6	33	26.4	125
18	27	21.4	47	37.3	52	41.3	126
合計	685		952		550		2187

B. 在宅票の一次集計結果

- ① 男性326人(44.5%)、女性1925人(85.5%)
- ② 免許証保有581人(25.8%)、非保有1688人(74.2%)
- ③ 自動車保有1538人(71.4%)、非保有641人(28.6%)
- ④ 主な利用交通手段(全目的)
 - イ) 自家用車 750人(26.0%)
 - ロ) タクシー 187人(6.5%)
 - ハ) バス 1448人(50.0%)
 - ニ) 自転車等 392人(13.6%)
 - ホ) その他 113人(3.9%)

5. 分散分析表による交通機関選択意識の解析

(1) 交通機関選択要因の全体分析

交通機関別の選択要因を解明するため、通勤票および在宅票のすべてを用いて分散分析を行なった。表5は新交通システムを1番目に選択した通勤者のデータ(表3)から作成した分散分析表である。

この表によると車の駐車料金、トリップ長、新交通システムの乗車時間、駅までの徒歩時間、運賃、運行頻度がF一検定で有意になっている。また寄与率から新交通システムの選択に最も大きな影響を与えた要因は駅までの徒歩時間であることがわかった。さらに誤差の寄与率が27%と小さいことから、本調査で採択した要因が妥当であり、しかも回答誤差等の少ないデータであることが示されている。

寄与率 β_i は $\beta_i = \frac{S_i - \phi_i \cdot V_e}{S_T}$ で定義される

指標であり、要因iの純変動が全変動 S_T に占める割合を示している。それゆえ、各因子の寄与率の変動を調べることで交通機関の選択意識を分析することができる。図2は通勤票における自家用車、バス、新交通システム選択の寄与率を各要因ごとに示したものである。また図3は在宅票における同様の図である。

これらの図から次のことが明らかになった。

- ①自家用車の選択において通勤票、在宅票とも車の駐車料金の寄与率が50%をこしている。
- ②新交通システムの選択において通勤票の場合には新交通システムまでの徒歩時間が、また在宅票の場合には新交通システムの運賃の寄与率が最も高い。
- ③バスの選択において通勤票の場合、誤差の寄与率が最も高く、在宅票の場合には新交通システムの運賃が最も高くなっている。
- ④車の乗車時間は通勤票、在宅票においても交通機関の選択にさほど関与していない。
- ⑤新交通の選択は通勤票、在宅票とも新交通システムまでの徒歩時間と運賃によって規定されている。

表5 分散分析表(通勤票における新交通システム選択)

要因記号	要因の説明	偏差平方和 S	自由度 ϕ	分散 V	分散比 F_0	プーリング	F_0'	寄与率 ρ (%)
A	車の駐車料金	180.23	1	180.23	32.24		22.36**	4.11
B	車の乗車時間	85.55	2	42.77	7.65		5.31	1.66
C	トリップ長	663.99	2	332.00	59.39		41.19**	15.47
D	新交通の乗車時間	507.83	2	253.91	45.42		31.50**	11.74
E	# 徒歩時間	1449.80	2	724.90	129.68		89.94**	34.23
F	# 運賃	989.30	2	494.65	88.49		61.37**	23.23
G	# 運行頻度	279.67	2	139.84	25.02	$Se' = 32.22$	17.35**	6.29
A×B	AとBの交互作用	21.04	2	10.52	1.88	$\phi_e' = 4$	—	—
e	誤差	11.18	2	5.59	—	$Ve = 8.06$	—	3.27
計		4188.58	17					100.0

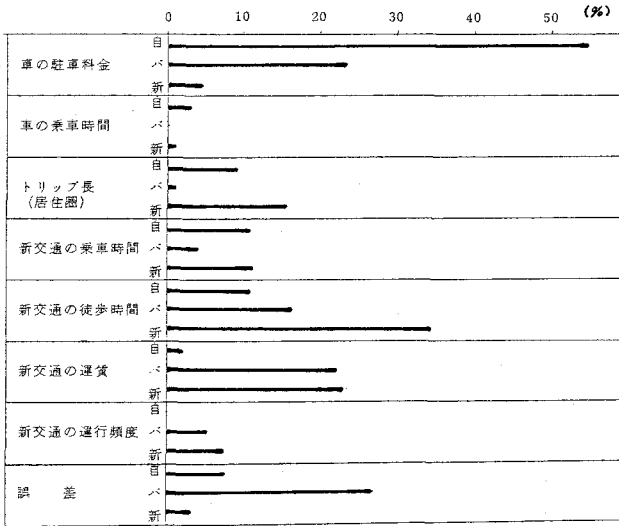


図2 通勤票における要因別寄与率

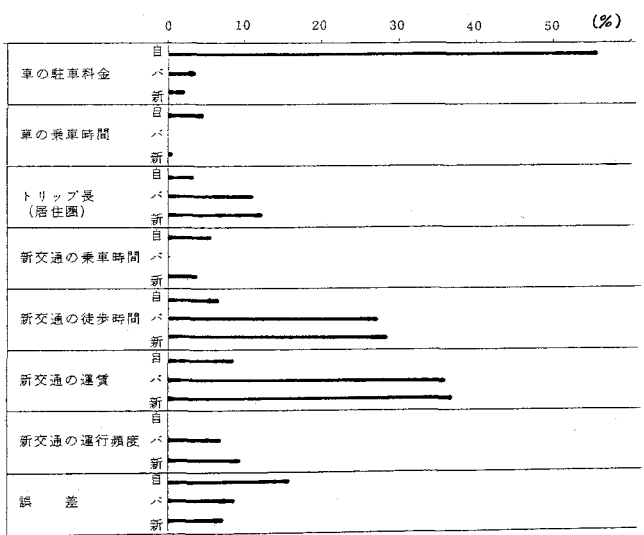


図3 在宅票における要因別寄与率

(2) 居住圏別選択要因の分析

交通機関の選択は目的地までのトリップ長によって変化することはよく知られている。本調査では都心部からのバス乗車時間によって居住圏を分割し、その影響を調べた。図4は通勤票による居住圏ごとの新交通システム選択要因の寄与率を示したものであり、図5は在宅票の同様の図である。これらの図から次のことが明らかになった。

①通勤票において最も大きな寄与率を示した要因は、各圏域とも新交通システムまでの徒歩時間であった。一方在宅票においては、各圏域とも新交通システムの運賃であった。

②トリップ長の要因は在宅票に比べて通勤票の寄与率が大きくなっている。これは通勤者の方が目的地までの距離に関心の強いことを示している。

③図4、図5とも居住圏ごとの寄与率にさほど大きな違いは生じていない。このことから旭川都市圏においては居住圏によって、すなわち都心からのトリップ長によって交通機関の選択意識に大きな差のないことが明らかになった。

④通勤票に比べて在宅票の誤差の寄与率が大きく、データの信頼性に多少の問題が残されている。

(3) 運転免許証の有無による選択要因分析

自動車の運転免許証を保有しているか否かによって交通機関の選択特性は大きく異なってくる。そこで新交通システムの選択について免許証の有無による要因の寄与率の変化を調べた。図6はその結果を示したものである。この図から、運転免許証を保有している人は新交通システムまでの徒歩時間に強く反応していることがわかった。また免許証の非保有者は新交通システムの運賃に大きな関心を示している。これらの結果はいずれも納得のいくものであり、実験計画法による交通機関選択意識分析の妥当性が裏づけられている。

車の駐車料金や乗車時間の要因に対して免許証の非保有者は当然のことながら反応していない。また保有者であってもその寄与率がいさく、新交通システムの選択は自家用車とのサービス差より、新交通システムのサービス水準そのものに影響されることがわかった。

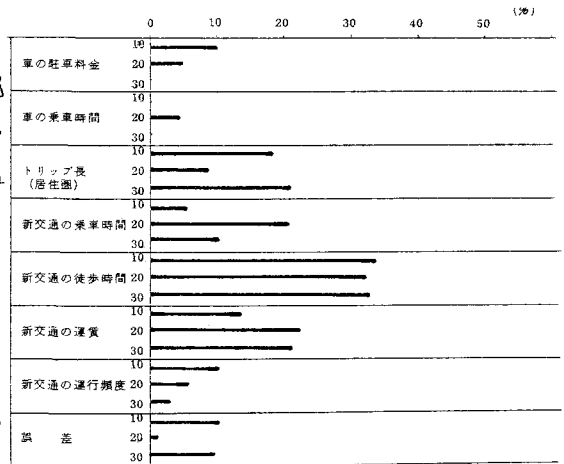


図4 居住圏別選択要因の寄与率 (通勤)

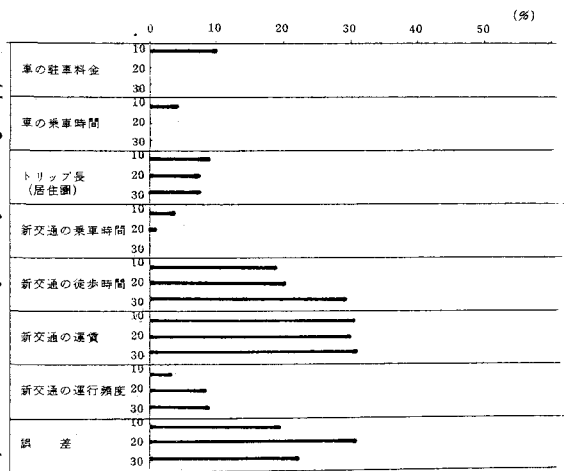


図5 居住圏別選択要因の寄与率 (在宅)

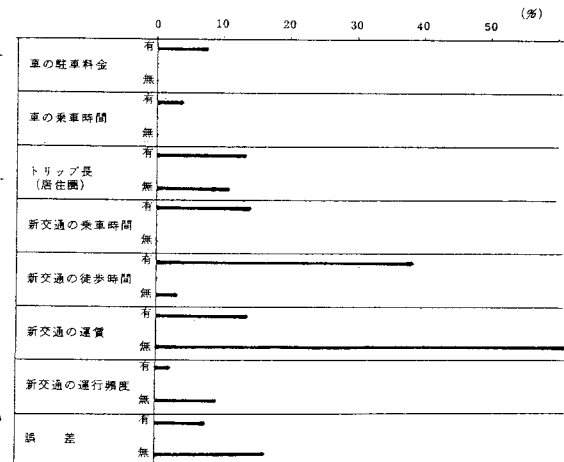


図6 免許証の有無による選択要因の寄与率

(4) 通勤手段別の選択要因分析

図7にお通勤手段別の新交通システム選択要因の寄与率を示したものである。すなわち図中における「自」は自動車通勤者の「バ」はバスによる通勤者の、そして「徒」は徒歩、自転車等による通勤者の要因別寄与率を示している。この図から次のことがわかった。

①自動車通勤者は新交通システムまでの徒歩時間、一番の関心を示し、次いでトリップ長、新交通システムの乗車時間となっている。

②バス通勤者の分散分析結果をみると誤差の寄与率が非常に大きくなっている。これはバス通勤者数が少ないためと考えられる。誤差の寄与率の高いことにより多少問題が残されているが、他の要因の寄与率を調べると新交通システムの運賃の寄与率が大きくなっている。

③徒歩等による通勤者の場合、新交通システムまでの徒歩時間の寄与率が一番大きく続いて運賃乗車時間となっている。

④図7から通勤手段によって新交通システムの選択意識の異なることが明らかになった。それゆえ、新交通システムへの転換を図る際にはこれらの結果を十分に検討し、適切な対策を打ち出さなければならぬ。

6. おわりに

本研究は旭川都市圏で実施した実験計画法にもとづく意識調査の結果を、種々の側面からセグメントし、分析を行なったものである。従来、実験計画法にもとづく意識調査、交通機関選択モデルを構築するために実施されてきた。旭川都市圏P.T.調査において意識調査が実施されたオーの理由はこの点にある。(しかし、交通機関選択モデルの構築についてはすでにその一部が報告されており、ここではその内容を省略する。³⁾ 実験計画法による意識調査は必要サンプル数が少なくすむことに特長があり、その意味では4500票をこえる回収票を得たことは筆者らにとっても初めての経験であった。しかし、これだけの調査票があったからこそ種々のセグメントを行なっても分析に十分耐えるサンプル数が確保されることになったのである。

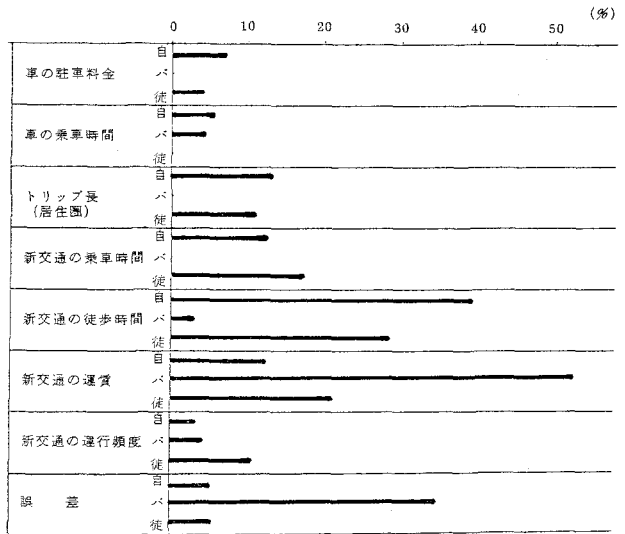


図7 通勤手段別選択要因の寄与率(新交通システム)

本研究でも明らかにしたように、実験計画法にもとづく意識調査とその分散分析結果は、きわめて有用な計画情報となる。その上、これらの結果から各セグメントごとの交通機関選択モデルが容易に構築できる利点も有しているのである。

<謝辞>

本研究で用いた意識調査データは旭川都市圏P.T.調査協議会で作成し、そのご配慮で使用できたものでありここに深く感謝申し上げます。また調査票の作成や分析に際して東京工業大学の田村亨先生には多大な尽力をいただいた。さらに北海道大学の五十嵐日出夫先生や山形耕一先生には適切なご助言、コメントを賜わった。ここに記して謝意を表する次第である。

<参考文献>

- 1) 旭川都市圏P.T.調査協議会; 旭川都市圏P.T.調査報告書(実態調査編) 1983年3月
- 2) 佐藤馨一ほか; 実験計画法を用いた交通機関別選択モデルの流れとその適用性に関する研究, オ5回土木計画学研究発表会講演集, 1983年1月
- 3) 高野伸榮ほか; 旭川都市圏における新交通システムの分担交通量推定に関する研究, 土木学会年次学術講演会概要集, 1983年9月