

交通手段選択における所要時間の信頼性の影響について*

Travel Time Reliability in Mode Choice*

若林拓史**・浅岡克彦***・亀田弘行****・飯田恭敬*****

By Hiroshi WAKABAYASHI**, Katsuhiko ASAOKA***, Hiroyuki KAMEDA****, Yasunori Iida*****

1. はじめに

本研究では、所要時間の信頼性が交通手段選択に与える影響を定量的に明らかにすることを目的としている。さらに長期的には、主要交通手段の運休等によって交通のサービスレベルが変化した場合の交通システムの危機管理のあり方を考察することを目的としている。

今回対象とする南港ポートタウンは、大阪市内の定住人口の増加をめざし大阪湾を埋立て建設された面積100haのニュータウンで、1977年11月より入居を開始し、1990年国勢調査では、31,966人(9,771戸)の常住人口を有している。本地区の交通手段は、新交通システム(ニュートラム)を主とし、これに家用車と港大橋を経由する路線バスを従とする形態となっている(図-1)。主要交通手段であるニュートラムは、1981年3月に

開業したポートタウンを有するコンピュータ制御の新交通システムで、地区北西端の中ふ頭駅から同地区内を通過し、住之江公園で地下鉄四つ橋線と接続する。営業延長は6.6kmで、平成4年度の乗車人員は約62,000人/日である。

このニュートラムで、1993年10月5日に事故が発生し、11月18日までの1ヶ月半の間、全線に渡り運休した。この期間中、60台の代行バスが投入されたが、ポートタウン地区の交通体系は大きな影響を受けた。

2. アンケート調査について

このような大きな交通体系の変動に伴う手段選択の変化ならびに平常時の手段選択要因を把握するため、ポートタウン地区を対象に通勤・通学における交通手段に関するアンケート調査を行った。

質問項目は、主体属性、通勤距離、平均所要時間等の一般的な項目の他に、

- ・今までに経験した最小所要時間
 - ・渋滞等に起因する最大所要時間
 - ・それらのルートならびに経由地
- 等を各々の交通手段について尋ねる他、
- ・始業時刻と到着目標時刻
 - ・出発時刻

等の項目を平常時及びニュートラム運休中について、回答しやすさを考慮しつつ、できるだけ詳しく調査した。

調査対象のポートタウン地区は、各々約7~8千人の人口を持つ南港中2~5丁目から構成されており、各地区には小学校・幼稚園・保育所・公園が設置され近隣住区を形成している。

ポートタウン地区内の交通は、地区が約1km角であり、主要交通機関であるニュートラムの駅に行くにしても、外周道路に出るにしても約500mの徒歩圏で全域

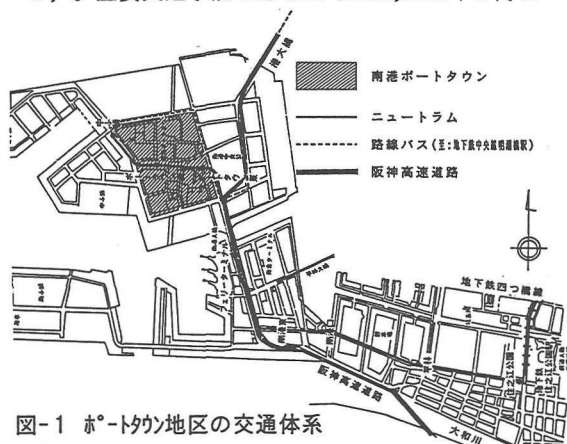


図-1 ポートタウン地区の交通体系

*キーワード:交通手段選択, 交通行動分析, 公共交通需要

**正員、工博、名城大学都市情報学部(岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3 TEL0574-69-0131 FAX0574-69-0155)

***正員、工修、大阪市(大阪市西区九条南1-11-53 TEL06-585-6642 FAX06-585-6617)

****正員、工博、京都大学防災研究所(京都府宇治市五ヶ庄TEL0774-32-3111内3220 FAX0774-33-0963)

*****正員、工博、京都大学工学部(京都府京都市左京区吉田本町TEL075-753-5124 FAX075-753-5907)

表-1 南港中2・4・5丁目地区のアンケート集計結果

項目	回答結果			
性別	男：701 女：331		無記入：2	
年齢	10代：89 60代：70	20代：144	30代：248	40代：305 50代：174 無記入：4
職業	製造：56 販売：117 サービス：95 運輸：通信：44 事務：217 管理：92 技術：220 保安：14 その他：39 大学生：43 高校生：66 中学以下：3 主婦：7 無職：6 無記入：15			
免許	所持：690 持っていない：333			無記入：11
マイカー	所有：599 持っていない：399			無記入：36
目的	通勤：880 通学：115 その他：9			無記入：30
平常利用	車：187 ニュートラム：735 バス：102			無記入：10
通勤利用	車：235 バス：777(代行バス：579 路線バス：153 船着：45)			無記入：22
全回答者数	1,034人(常住人口24,065人【7,462戸】：平成2年国勢調査結果)			

がカバーできるので、自動車公害(騒音、排気ガス、交通事故)を地区内に持ち込まないことを目的として地区内をノーカーゾーンとし、貨物自動車以外の自動車交通を規制している。この規制と対応してポートタウン外周部には駐車場が設けられているが、現在の社会情勢から見ると不足気味であり、駐車場の拡幅増設が行われている。

調査方法は、個別配布、郵送による回収を基本とし、運休から半年後の94年6月に南港中2丁目を、1年後の94年11月に3～5丁目地区を対象に調査を実施した。分析対象とした2・4・5丁目地区の回収率は、1,034(取)／7,462(訪)＝13.9%であった。なお、3丁目地区は駐車場が少ない、バス停留場が遠い等他地区と異なる特徴があるため、今回の分析から除外した。

回答結果の一部を表-1に示す。平常時の利用交通手段は71%がニュートラム、18%が車、10%が路線バスであり、ニュートラムが大きなウェイトを占めている。なお前述のように当地区内は自動車通行が禁止されているため、マイカー保有率は、他の似たようなニュートラム地区と比較すると少々低いと思われる。

平常時の利用交通手段が、ニュートラム運休時にどのように変化したのかを表-2に示す。これは、総数1,034件の回答の内、次章の分析に必要な項目について、平常時・運休時とも論理的に正しく完全に回答されているもののみ抽出しており、有効回答数は474件であった。

平常時の車利用は88人(19%)、ニュートラム利用者は338人(71%)、バスの利用者は48人(10%)でありこれは表-1の全回答者の傾向と一致する。

ニュートラム運休時には、代行バスの利用は不便なため、公共交通機関利用者のうち23人(4%)が車利用に転

表-2 ニュートラム運休前後の交通手段の変化(2・4・5丁目)

事故後 平常時	車利用	公共交通機関				合 計
		計	小計	代行バス	路線バス	
車利用	88(47)	0	0	0	0	88(47)
ニュートラム	23	20	318	254	46	386
路線バス	3	363	45	4	38	
合 計	111(47)	363		474(47)		

注：()内は通勤後も車を必要とする人[Captive層]

未記入項目があるので、各項目の合計が一致しない場合もある

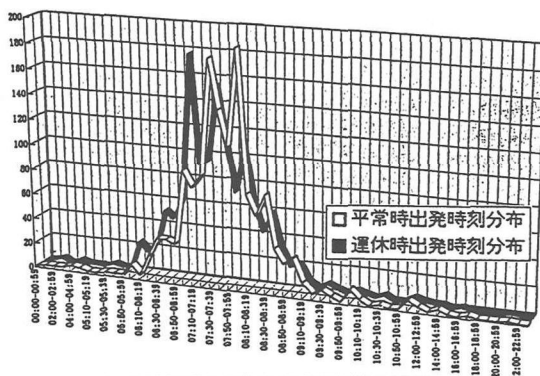


図-2 ニュートラム運休前後の出発時刻の変化

換し、車利用は111人(23%)となった。ただし、平常時はニュートラム利用だが、運休中は代行バスではなく路線バス(港大橋経由)に乗り換えた人が46人(10%)もあり、車への転換だけではなく同じ公共交通機関でも路線バスに転換した人がかなりいることがわかる。

図-2に全回答者のニュートラム運休前後の出発時刻の分布を示すが、運休中は平常時に比べ全体的に約30分早まっており、ニュートラムの運休がポートタウン地区にかなり大きな影響を与えたことが分かる。

なお平常時は車利用であった人で、ニュートラム運休中、公共交通機関に転換した者はいなかった。

車利用者のうち47人は、通勤後の業務等で必ず車を使用する人であり、手段選択が固定されていると考えられる[Captive層]。このため、車と公共交通機関の手段選択が可能な場合で考えると、平常時の車利用者は41人、ニュートラム運休時の車利用者は64人と56%の増加となっている。

平常時のニュートラム利用者は338人であり、運休中は20人(338人の6%)が車に、46人(338人の14%)が路線バスに交通手段を変更し、残りは代行バスを利用した。これは、平常時のニュートラム利用者62,000人／日に対して、代行バスの利用者が約50,000人／日と約

20%減であった別途行われた交通局の調査結果の事実と一致する。

3. 解析方法について

今回は、手段選択の説明要因として従来から提案されてきた所要時間等の他に、所要時間の変動や安定性を追加し、所要時間等の交通機関の信頼性を考慮した手段選択モデルを構築することを目的としている。

所要時間の変動をモデル化する場合、従来はHall論文¹⁾のように所要時間の変動にある確率分布を仮定し、遅延確率と有効旅行時間とのトレードオフをモデル化したものや、ネットワーク上において所要時間の変動を評価した研究²⁾があるが、利用者の実態を調査した上で、明示的に所要時間の信頼性を考慮した手段選択モデルを構築した研究は少なく、この点が本研究の特徴であるといえる。

まず平常時の手段選択モデルであるが、MNLモデルを基本とした。交通手段としては、車・ニュートラム・路線バスの3種類が選択可能である。

説明要因の共通変数として通常用いられる費用については、通勤が9割と大半を占め、調査でも公共交通機関利用者は自費負担のケースが少ないことから用いないこととした。一方、所要時間については、一般的な平均所要時間以外に時間の変動や安定性を説明するため、利用者が過去に経験したり想定している最小の所要時間や最大の所要時間と平均所要時間との差（以下、最小時間差、最大時間差と呼ぶ）を共通変数として加えた。

また車利用の経路は、市内へ近くて早い有料（500円：アット実施時点）である阪神高速港大橋経由のルートと、南回りの一般道路のルートがあるため、車の項目に固有変数として導入した。社会属性変数としては、免許及び車の保有の有無を考慮した。

ニュートラム運休中の手段選択については、車とバス（代行バス+路線バス）の2通りと考え、BLモデルを使用した。

有効データ数は、平常時は515であり、運休時は表-2と同じ427である。なお、いずれもCaptive層は除外している。表-3にこれら変数の平均・標準偏差を示す。

表-3 各変数の平均・標準偏差（2・4・5丁目地区）

	単位	手段	平常時		ニュートラム運休時	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差
[共通変数]						
所要時間	分	車	40.515	20.217	46.752	22.560
		NT	59.435	18.270	—	—
		バス	62.241	22.975	69.857	22.318
最小時間差	//	車	8.606	9.027	9.862	8.150
		NT	6.715	5.895	—	—
		バス	5.907	6.305	9.813	9.049
最大時間差	//	車	17.643	22.285	15.269	11.506
		NT	7.072	7.560	—	—
		バス	12.146	8.984	11.642	10.089
[固有変数:車]						
高速or普通	注1		1.394	0.489	1.386	0.487
[社会属性]						
免許有無	注2		1.320	0.467	1.326	0.469
車所持			1.419	0.493	1.396	0.489
有効データ数			515		427	

表-4 ロジットモデルによる分析結果

	単位	平常時		ニュートラム運休時	
		PARAMETER	t-VALUE	PARAMETER	t-VALUE
[共通変数]					
所要時間	分	-0.105761	-9.5510	-0.032196	-3.8514
最小時間差	//	0.114058	6.2818	-0.004664	-0.2839
最大時間差	//	-0.018041	-2.0025	-0.028964	-2.1948
[固有変数:車]					
高速or普通	注1	2.923655	6.6554	1.595337	5.6164
[社会属性]					
免許有無:車	注2	-5.159947	-4.8150	-2.358889	-4.8674
// :NT		0.930205	3.3033	—	—
車所持:車		-1.561959	-2.3613	-1.698822	-4.2087
// :NT		0.635165	2.5194	—	—
L*(0)		-338.6807		-180.4100	
L*(c)		-225.7242		-130.4199	
尤度比		0.3335		0.2771	
HIT-RATIO[%]		82.14= 423/515		86.89= 371/427	
SHARE(%)		車 ニュートラム バス		車 バス	
PREDICT		7.4 87.8 4.9		7.0 93.0	
ACTUAL		9.3 79.0 11.7		15.0 85.0	

注1:高速利用=1、一般道利用=2 注2:所有=1、非所有=2

4. 分析結果について

(1) 平常時

分析結果を表-4左に示すが、平均所要時間のt-値の絶対値が|-9.55|と最大で、次に高速利用の有無・最小時間差のt-値が6.66~6.28と続く。固有変数である高速利用の有無や社会属性変数である免許・車の有無のパラメーターは単純比較できないが、時間についてのパラメーターは比較が可能であり、平均所要時間と最小時間差が、同等の影響度を持つことが分かる。これは、車等の所要時間が短かった経験があった場合、この最小時間差は、平均所要時間と符号は逆であるが同じ価値をもつことになり、最大時間差のパラメーターが平均所要時間の1:5であ

ることと対比すると、最大時間差より最小時間差の方が約5倍大きな影響力を持つことが分かる。

また社会属性変数とした免許の有無と車の所持について、車選択に関しては当然影響が大きい、ニュートラム利用に関しても、バス利用と比較してかなり影響を受けることが分かる。

(2) ニュートラム運休時

分析結果を表-4右に示す。パラメータ値は、前節の平常時の値と直接比較できないが、最小時間差/平均所要時間のパラメータの比率で見ると、平常時は約-1であったものが、ニュートラム運休時は約0.145と影響が激減し、最小時間差のt-値も平常時6.28と大きな値であったものが、運休時は-0.28となっている。一方、最大時間差/平均所要時間のパラメータ比率では、平常時は約0.2であったものが、運休時は約0.9と最大時間差の影響が相対的に大きくなっている。最大時間差のt-値についても平常時より運休時の方が少々ではあるが大きくなっている。

これは平常時では早く到着できる可能性をかなり重視していた利用者も、非常時においては、そのことよりも最大時間を重視する方向に転じたことを意味している。

また、免許の有無のt-値は、平常時・運休時ともほぼ同じであり、高速利用の有無のt-値は少々小さく、車所有のt-値は平常時-2.36から運休時-4.21と大きくなっている。

(3) 車の平均所要時間による分類

平均所要時間による選択の異質性を分析するため、所要時間のある基準で区分して、各々について分析した。今回は、平常時の車の平均所要時間で区分することとし、平均所要時間30分～60分以上（5分毎）で区分した。層別区分をしない全数をケース1、車の平均所要時間30分以上で区分したものをケース2、以下同様にして60分以上で区分したものをケース8と呼ぶ。

分析結果を表-5に、平均所要時間のパラメータを1とした最小時間差・最大時間差のパラメータの比率を示したグラフを図-3に示す。

t-値を見ると平均所要時間のt-値の絶対値は、ケース1→ケース8にかけて減少しているが、2.576以上である。最小時間差のt-値の絶対値は、ケース5までは2.576以上であるが、ケース6～ケース8になるとt-値は1.24～1.65

表-5 車の平均所要時間で分類した結果（平常時）

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8
車所要時間	全数	30分以上	35分以上	40分以上	45分以上	50分以上	55分以上	60分以上
平均所要時間	-0.10576	-0.10552	-0.10847	-0.10633	-0.11149	-0.10708	-0.11882	-0.11877
最小時間差	0.11406	0.10668	0.10791	0.10632	0.10138	0.04820	0.08039	0.08027
最大時間差	-0.01804	-0.01455	-0.02227	-0.02093	-0.03787	-0.05836	-0.07262	-0.07261
平均時	-9.55	-8.03	-6.42	-6.02	-4.64	-3.97	-3.14	-3.14
t-値最小差	6.28	5.06	4.19	4.03	3.00	1.24	1.65	1.65
t-値最大差	-2.00	-1.48	-1.96	-1.80	-2.12	-2.38	-2.23	-2.23
データ数	515	414	272	253	167	139	97	96

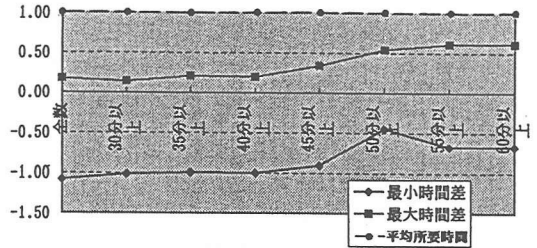


図-3 平均所要時間のパラメータを1とした場合

と妥当性はあまりなくなる。最大時間差のt-値の絶対値は、時々1.96を切るケースもあるが、概ね1.96以上であると考えることができる。

t-値が有意であるケース1～ケース5では、概略傾向として平均所要時間：最小時間差：最大時間差の比率 [-10 : 10 : -2] は、ほぼ保たれていると見ることができる。ただし詳細にみると最大時間差パラメータの比率は増大傾向にあり、一方、最小時間差パラメータの比率の絶対値は減少傾向で、ケース6以上では有意でなくなることが分かる。

つまり車の平均所要時間が長いグループほど最大時間差に配慮する割合が高くなっており、逆に最小時間差に配慮する割合は減少し、ケース6（50分以上）以上では考慮していないといえることができる。

謝辞

本研究においてアンケート結果のデータベースの構築およびデータ入力に関して労を惜しまなかった大阪府立高専学生 宇佐美誠史君（現福井大学工学部）、森山伸一君（現エイズ・ヘルソナル）の両君に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Hall, S.: Travel Outcome and Performance, The Effect of Uncertainty on Accessibility, Transpn Res.-B Vol.17B, No4, pp.275-290, 1983.
- 2) 飯田恭敬・柳沢吉保・内田敬：通勤ドライバーの出発時刻と経路の同時選択に関する行動分析，交通工学 Vol.28, No6, pp.11-20, 1983.