

IV-13

通勤交通におけるプリファレンス関数について

室蘭工大 学生員 長屋 勝俊
 苫小牧高専 正 員 桝谷 有三
 室蘭工大 正 員 田村 亨
 室蘭工大 正 員 齊藤 和夫

1. はじめに

急速な人口増加とそれに伴い就業数の拡大しつつある都市においては、居住地と勤務地の分布も絶えず変化している。そのような土地利用活動の変化やそれに伴う交通施設の整備が、都市の空間構造にどのような影響を及ぼしているのかについては、アクセシビリティといった指標を通して把握することが可能である。しかしながら、この「活動機会のポテンシャル」を表わすアクセシビリティは、従業地の分布に基づいたものではあるが、実際に通勤者の交通行動がどのように変化しているのかについてまでを指標から考察することはできない。J.A.Blackにより提案されているプリファレンス関数は、人の交通に着目したパーソントリップ調査によるODバタンの基に、交通行動の変化を分析するうえで有用な手法である。そこで本研究では、交通施設などの整備によって変化する交通バタンのうち、とりわけ通勤交通における就業者の交通行動がどのような影響をうけているのかについて、このプリファレンス関数によって解析を試みた。具体的には、札幌市の通勤交通を対象にして、地下鉄建設が通勤トリップ長に及ぼしている影響について考察を試みるものである。さらに、プリファレンス関数を式で提示することを目的として、従来の対数曲線に加え、ロジスティック曲線に回帰することにより、そのパラメータの比較を行った。

2. プリファレンス関数について

通勤交通におけるプリファレンス関数とは、総通勤トリップ数に対する任意の比率に対して、ある居住地ゾーンから就業地ゾーンを選定している割合に関する曲線を表わしている¹⁾。この方法は「ある距

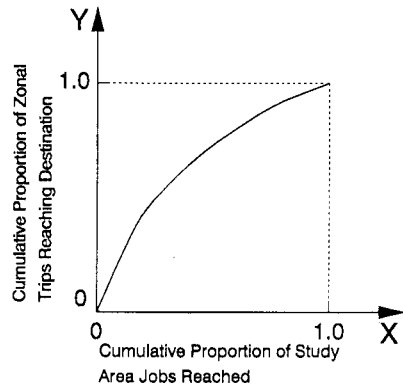


図1 プリファレンス関数の概念図

離の所へ行く人の数はその到達地点での機会の増加率に比例する」というストウファアの介在機会モデルがベースとなっている。介在機会モデルにおいては、重力モデルとは異なり距離の要素を直接、交通抵抗の項としては取り入れず、ゾーンの並び替えの手段に、時にはアクセシビリティを代用させて用いられる。図1に示されるプリファレンス関数は、横軸のx軸には当該ゾーンから他の全てのゾーンj間との距離を小大順に並び替えて、総トリップ数に対する各ゾーンの集中トリップ数の累積比率をとっている。そして縦軸のy軸には当該ゾーンの総発生トリップ数に対する分布量の比率の累積をとり、プロットがなされている。このプリファレンス関数ではx軸、y軸ともにトリップ数の絶対値ではなく累積比率を用いているが、このことにより同じグラフ上で各ゾーンの違いや同一ゾーンに対する異なる年次の変化を視覚的に把握することが可能となる。

Properties of Journey-to-work Preference Functions

By Masatoshi NAGAYA, Yuzo MASUYA, Toru TAMURA and Kazuo SAITO

これまで、ゾーンのプリファレンス関数の特性については、x軸、y軸それぞれの累積比率の和の変化、および曲線とx軸とで囲まれる面積の変化などによって分析が試みられてきた²⁾³⁾。ところで、先に述べた介在機会モデルとの関係から、プリファレンス関数は式(1)のような対数関数として定義される。

$$Y = \alpha [-\ln(X)] + \beta \quad (1)$$

ここで、X:着ゾーンの集中トリップ数の累積比率

Y:当該ゾーンを発ゾーンとする到着

済みのトリップ数の累積比率

α :回帰係数

β :回帰定数

$\ln$:自然対数

上限値を表わす β は1という値になる。プリファレンス関数の形状やその違い、変化を判定する手段の一つとして、 α の値を用いることが考えられる。 α は関数の勾配を表わすパラメータであり、数値が増加すると、全体としてグラフは右側に移動し、これはトリップ長が長くなった結果を表わすものである。同様に、 α の減少は短トリップの増加を意味し、グラフは左側に移動する。したがって、このような性質を利用して関数の変化を認識することが可能となる。しかしながら、これまでの研究³⁾においても関数の特性から、推計値と実測値との乖離が見受けられる部分があることが指摘されている。すなわち、低い累積比率に対する推定値は実際より過小に見積られ、また $x = \sqrt{\alpha}$ となる(曲率が大きく変化する)累積比率までの増加率が現実よりも過大に評価されているために大きな誤差を生じている。

この誤差を減らしながら関数式を当てはめる方法の一つとしては、グラフを分割して、部分的に線形関数などで置き換えることによりその効果が期待できる。しかし本研究においては、パラメータを一つ増やすことにより、一本の式によってゾーンのプリファレンス関数を表わすことに主眼を置いて、次に示すようなロジスティック関数を用いることにより、曲線の回帰とその分析を行う。

$$Y = \frac{k}{1 + e^{b - ax}} \quad (2)$$

kは対数関数の β に相当するものであり、曲線はパラメータa、bの組み合わせによって決定される。例えば、bの数値が大きくなるほど、また、曲線の勾配を表すaの数値が小さくなるほど、曲線は右側に移動することになる。また、これらパラメータの比b/aはロジスティック関数の変曲点、すなわちy軸が0.5という一定値であるときのx軸の値を表わしている。したがって曲線の変化はb/aの正負によって判断することが可能となる。

3. 札幌市の通勤交通への適用

本研究では、道央圏において1972年と1983年の二度実施されたパーソントリップ調査のうち、札幌市の通勤交通の発生、集中交通量を対象に分析を試みる。また、対象地域の札幌市を1972年の調査区分に基づき、図2に示す53ゾーンに区分した。調査結果によると、1983年の総通勤トリップ数は498434トリップで、1972年の335218トリップからの伸び率は148.7%である。そのうちゾーン1へのトリップ数は1983年で22.3%が集中しているが、1972年の28.5%から全体に対する比率では6.2%減少しており、全体的に従業地が拡散しつつあることが窺われる。なお、ゾーン間距離は1983年における道路網上の各ゾーン間の最短経路距離を使用する。

札幌市における交通施設整備は、1972年の冬季オリンピックの開催と政令指定都市への移行を機にして飛躍的に促進された。その中でも、パーソントリ

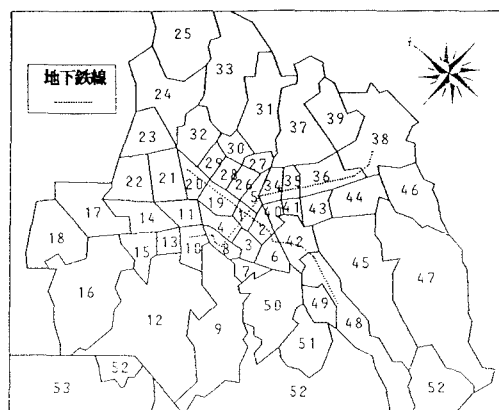


図2 ゾーン区分

ツブ調査実施年である1972年から1983年にかけての地下鉄という高速高容量の新交通機関の導入は、通勤者の交通行動に対しても大きな変革をもたらしたと思われる。実際、通勤交通における平均トリップ長は、1972年から1983年までの11年間で4.87kmから5.63kmに変化している。そこで本研究では、プリファレンス関数によってゾーンごとの変化の様子を検証するものであるが、表1にはまず、式(1)にある対数関数のパラメータ α を算出し、その変化を示してある。 α の値は全体的に増加して、通勤トリップ長が長くなったことを表しているといえる。ここで、図3はあるゾーンについてのプリファレンス関数を図示したものである。この図にあるとおり、x軸の累積比率0.6以下において実測値と対数関数による推計値との一致度が低い。このような現象のもう一つの要因として、札幌市の都市形態が考えられる。すなわち、中心部を大きな核として、殆どの集中トリップがゾーン1か、もしくは自ゾーン内とそのごく近辺を目的地として選好する傾向がみられることから、曲線の勾配が正しく通勤行動を表現しきれないためであると考えられる。そこで、このゾーン1以外への累積比率の増加率の小ささも考慮しつつ、次に式(2)のロジスティック関数による曲線回帰を行った。その結果、表2に示すような適合度が得られ、札幌市の通勤交通に対しては、ロジスティック関数によってゾーンのプリファレンス関数をより近く表現できることが判る。図3における実線はロジスティック関数による推計値の曲線を示している。bは関数の初期値に関係し、ゾーン内に終了するトリップ数の割合にほぼ依存しており(1983年で相関係数0.603)、ゾーンの通勤特性を表わしているといえる。また、曲線の変化はパラメータa、bの比をとることで、表3にあるような数値の変化から検討することができる。すなわち、ここでも全体として通勤トリップ長が増加している結果が現れている。図4は、b/aを ± 0 を境にしてグルーピングし、その結果を空間的な分布図に示したものである。この図から、郊外部において通勤トリップ長の短くなったゾーンの目立つことが理解できる。数字的には、53ゾーンのうち28のゾーンでグラフは右側に移動し、残り25のゾーンでは左側に移動している。

札幌市においては、二度のパーソントリップ調査

表1 パラメータ α の変化

	1972年	1983年	'83/'72
最大値	0.300	0.330	1.10
最小値	0.064	0.091	1.42
平均値	0.224	0.239	1.07
標準偏差	0.045	0.040	0.89

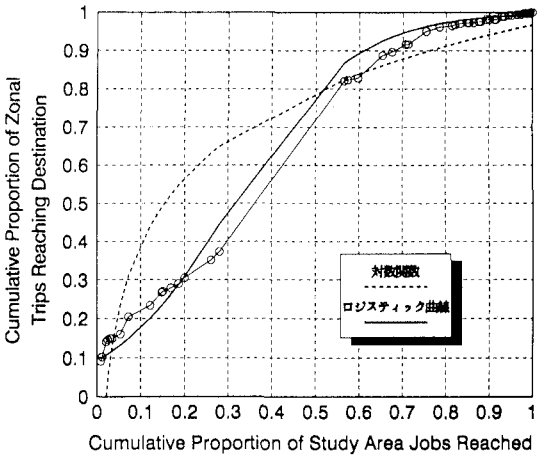


図3 ゾーン49のプリファレンス関数

表2 曲線回帰の統計量

R 2乗			
対数関数		ロジスティック関数	
1972年	1983年	1972年	1983年
0.927	0.940	0.982	0.983
残差平方和			
対数関数		ロジスティック関数	
1972年	1983年	1972年	1983年
15.63	11.10	4.36	4.23

表3 パラメータa、bの比に関する諸値

	1972年			1983年		
	a	b	b/a	a'	b'	b'/a'
平均値	5.711	1.467	0.244	5.766	1.515	0.260
分散値	0.854	0.434	0.012	0.209	0.210	0.005

の間に地下鉄東西線が新たに開通したことは前述のとおりである。そこでこれら地下鉄沿線に属するゾーンの通勤交通パターンにいかなる変化が生じたのかについて、 b/a の変化の違いを表4に取りまとめた。全体の通勤距離の増加の傾向を反映して、全域の変化は+の値を示しているが、それに比べ、地下鉄沿線の数値はその1.5倍高い値となっており、特に東西線沿線においては2倍以上高い。これは交通施設が整備されたことにより、勤務地への通勤時間が短縮される結果、空間的な通勤トリップ長を増加させた結果が現れていると考えられる。南北線沿線の数値は全域に比べても低い値となっているが、これはその方面への従業地の拡散に伴い通勤距離が減少したと解釈することができる。このことから今後、東西線沿線においてもこの数値は減少することが推測され、またそれが望ましい。

4. おわりに

プリファレンス関数は、ある発ゾーンから着ゾーンまでを選定している任意の割合と、総トリップ数に対する着ゾーンまでの到着可能な比率との関係を表わしており、都市内における交通行動の変化を表現することができる。本研究は札幌市の通勤交通にこの関数の適用を試みたものである。プリファレンス関数は介在機会モデルの理論から、対数関数によって式になおすことが可能であるが、その際に生じる累積比率の低い部分における乖離を補正するため、ロジスティック関数を適用した。その結果、パラメータの変化によって、プリファレンス関数の空間的な相違や時間的な変化を確認することができた。また、パーソントリップ調査の間に新設された地下鉄の沿線において、他の地域に比べ b/a の変化の違いから、通勤トリップ長が大幅に増加しているなどの影響を評価することができた。

このように回帰式的パラメータとして算出される数値もまた、ゾーンの特性を表わす一つの指標となり得るが、さらにこの結果の交通量予測への利用の可能性や、プリファレンス関数の特性を生かした他都市への適用などの分析は、ロジスティック関数を用いることに対する理論的な後付けも含め、今後の課題としたい。最後に本研究を進めるにあたり、室蘭工大在学生、内藤利幸君に助力を被ったことを付

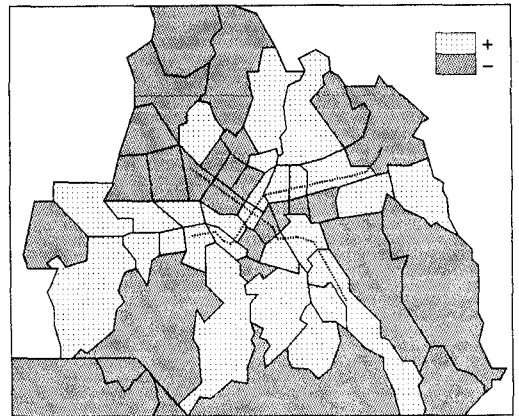


図5 パラメータの比の変化の空間的分布図

表4 パラメータの比の変化における地下鉄沿線と全域との違い

地下鉄沿線			全 域
南 北 線	東 西 線	全 線	
0.008	0.038	0.024	0.016

記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) J.A.BLACK : Dynamics of Accessibility to Employment and Travel Behaviour:A Case Study of The Journey-to-work in Sydney, 1961 to 2011, Proceeding of International Symposium on Transport, Communications and Urban Form:Vol.2-Analytical Techniques and Case Studies, 1987
- 2) 長屋 勝俊、斉藤 和夫、榎谷 有三 : 通勤交通における交通行動の変化について, 土木学会 第47回年次学術講演会, 1992
- 3) Y.MASUYA, J.A.BLACK : TRANSPORTATION INFRA-STRUCTURE DEVELOPMENT AND JOURNEY-TO-WORK PREFERENCE FUNCTIONS IN SAPPORO, 土木計画学研究論文集, 1992