

通勤交通におけるプリファレンス曲線について

A Study on Journey-to-Work Travel Preference Functions

梶谷有三*・下村光弘**・田村 亨***・斉藤和夫****

By Yuzo MASUA, Mitsuhiro SHITAMURA, Koji URATA, Tohru TAMURA and Kazuo SAITO

1. まえがき

人口増加に伴う都市規模の拡大あるいは都市基盤・交通基盤整備に伴う土地利用パターンの変化は、都市活動としての交通行動にも大きな影響を及ぼす。特に、居住地や従業地の空間的分布の変化、高速交通機関の交通インフラの整備は通勤交通パターンをも大きく変化させている。このような都市構造の変化に伴う通勤交通行動あるいは交通流動の変化を視覚的に、計量的に分析する手法としてプリファレンス曲線が提案されている¹⁾。著者等も、札幌都市圏を対象に高速交通機関としての地下鉄開通に伴う通勤トリップ長の変化等についてこの曲線を基に分析を試みてきた²⁾。しかしながら、この分析においてはプリファレンス曲線の曲線回帰に関しては十分考察されていない。

本研究においては、プリファレンス曲線がストウファアの介在機会モデルを基礎としたものであることを踏まえて曲線の特性を把握するとともに、札幌市の通勤交通を対象にしたプリファレンス曲線の曲線回帰についても考察を試みる。

2. プリファレンス曲線について

プリファレンス曲線は、図-1に示されているように従業地分布状況を表す集中トリップの累積比率と、居住地における就業者の発生状況を表す発生トリップの累積比率の関係を示したものである。この曲線は、「ある出発地からある到着地までのトリップ数(比率)は、到着地点の機会数に比例し、その

途中に介在する機会数に反比例する」というストウファアの介在機会モデルの概念を基礎としている。

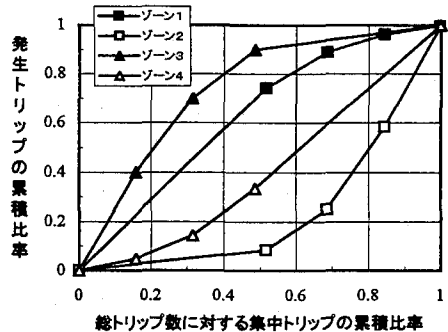


図-1 プリファレンス曲線の概念図

表-1 OD交通量(上段)及びゾーン間距離(下段)

O \ D	5	6	7	8	計
1	1000	200	100	50	1350
	2	3	4	5	
2	50	100	200	250	600
	2	3	4	5	
3	50	100	150	200	500
	5	4	3	2	
4	700	200	100	50	1050
	5	4	3	2	
計	1800	600	550	550	3500

表-2 プリファレンス曲線の算定結果

距離によるゾーン順(距離)	ゾーン1		ゾーン2	
	X	Y	X	Y
5(2)	0.514	0.741	0.514	0.083
6(3)	0.686	0.889	0.686	0.250
7(3)	0.843	0.963	0.843	0.583
8(4)	1.000	1.000	1.000	1.000
面積値	0.630		0.240	
平均距離	2.41		4.08	
距離によるゾーン順(距離)	ゾーン3		ゾーン4	
	X	Y	X	Y
8(2)	0.157	0.400	0.157	0.048
7(3)	0.314	0.700	0.314	0.143
6(4)	0.486	0.900	0.486	0.333
5(5)	1.000	1.000	1.000	1.000
面積値	0.744		0.402	
平均距離	3.00		4.48	

キーワード：通勤交通、プリファレンス曲線、曲線回帰

*正会員 工博 専修大学北海道短期大学教授 土木科
(〒079-0197 美幌市光珠内町)

(TEL 01266-3-0250 E-mail:masuya@senshu-hc.ac.jp)

**正会員 工修 苫小牧工業高等専門学校助教授 環境都市工学科

***正会員 工博 室蘭工業大学助教授 建設システム工学科

****F会員 工博 室蘭工業大学教授 建設システム工学科

そして、この曲線を通して就業者が居住地からある確率に従って従業地を選好して通勤するという行動を把握することが可能となる。横軸(X軸)は、対象とするゾーン*i*と他のゾーン*j*間の交通抵抗(空間距離、時間距離あるいは一般化費用等)によってゾーン*j*を小大順に並び変えるとともに、並び変えられたゾーン*j*までの総トリップに対する集中トリップ数の累積比率を表す。一方、縦軸(Y軸)は当該ゾーンを発生する総トリップ数に対するゾーン*j*までの累積比率を表す。

ここでは、表-1に示す4つの居住地(ゾーン1~4)と4つの従業地(ゾーン5~8)からなるOD交通量及び各ゾーン間距離を例に、プリファレンス曲線の特性等について考える。たとえば、ゾーン1の曲線は次のような手順によって、各累積比率3)及び5)に対する値を算定してそれぞれをプロットすることによって作成することができる。

- 1) 距離によって他のゾーンを並び変える：
ゾーン5(2), 6(3), 7(3), 8(4) (括弧内は距離)
- 2) 集中トリップの比率
0.514(1800), 0.172(600), 0.157(550), 0.157(550)
- 3) 集中トリップの累積比率
0.514(1800), 0.686(2400), 0.843(2950), 1.000(3500)
- 4) 発生トリップの比率
0.741(1000), 0.148(200), 0.074(100), 0.037(50)
- 5) 発生トリップの累積比率
0.741(1800), 0.889(1200), 0.963(1300), 1.000(1350)

表-2は、ゾーン1も含め他の居住地ゾーンの結果を取りまとめたものである。そして、これらの結果を基に作成した各ゾーンのプリファレンス曲線が図-1である。この図からも、プリファレンス曲線の一般的特性として曲線がY軸に近くづくのは(上に凸)、いずれも近距離ゾーンへのトリップ比率が多い(ゾーン1)か、少ない(ゾーン3)等によって曲線形状も多少異なってくる。一方、曲線がY軸から離れるのは(下に凸)、いずれも遠距離ゾーンへのトリップ比率が多い場合で、この場合も活動機会が近くに多い(ゾーン2)か、少ない(ゾーン4)によって異なってくる。このように、プリファレンス曲線は各ゾーンの交通流動及び活動機会の分布状況によって曲線形状も大きく異なってくる。

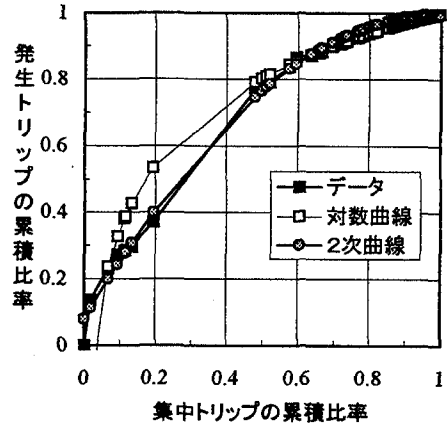


図-2 プリファレンス曲線の曲線回帰の例

また、プリファレンス曲線は同じグラフ上に異なるゾーンを描くことができることから、各ゾーンの交通流動の違いも視覚的に容易に把握することができる。また、同一ゾーンの異なる年次に対する曲線をも同じグラフ上に描くことができることから、交通流動の時系列的な変化も視覚的に容易に理解できる。しかしながら、各ゾーンの交通流動の相違及び時系列的な変化等を種々の分析を行うためには、計量的に算定できる指標あるいは曲線回帰によるパラメータの算定が必要である。

計量的に算定することができる指標としては、プリファレンス曲線、X軸及びX=1.0で囲まれた面積値、曲線回帰としては対数曲線による回帰係数の算定等が行われてきた。対数曲線による曲線回帰の場合、曲線回帰としては高い相関係数が得られているが、図-2の例に見られるように集中トリップの累積比率の値が小さい範囲における、すなわち自ゾーンに近いゾーンにおける実測値と推定値の乖離が指摘されている。そこで、本研究ではプリファレンス曲線の特性及び分析対象とする札幌市の通勤交通に対するデータを基に、相関係数はもとより実測値と推定値の乖離を考慮した曲線回帰について次節にて考察する。

3. 札幌市の通勤交通を対象としたプリファレンス曲線

3.1 札幌市の通勤交通について

本研究では、1972年、1983年及び1995年に実施された道央圏パーソントリップ調査のうち、札幌市の通勤交通の発生・集中交通量を対象とした。対象

地域の札幌市を図-1に示す1972年のOD調査区分の53ゾーンに区分して分析を行った。行政区分の変更(分区)や人口分布の変化により、1983年70ゾーン、1995年75ゾーンそれぞれに区分されているが、トリップ長の時系列的分析を行うため1983年及び1995年いずれも1972年の53ゾーンレベルにデータを取りまとめる。

各年次の通勤トリップ数は、それぞれ1972年335,218トリップ、1983年498,434トリップ、1995年606,116トリップである。1972年を基準としたとき、1983年は148.7%、1995年は180.8%、また1983年を基準としたとき1955年は121.6%のそれぞれの増加である。また、CBDとしてのゾーン1の集中トリップ比率は、それぞれ28.5% (1972年)、22.3%(1983年)及び19.5%(1995年)と減少している。さらに、図中の地下鉄路線の整備状況は、それぞれ南北線(北24条～真駒内(1971)、北24条～麻生(1987))、東西線(琴似～白石(1976)、白石～新札幌(1982))、東豊線(栄町～豊水すすきの(1988)、豊水すすきの～福住(1994))である。

3.2 プリファレンス曲線の曲線回帰

対象とする53ゾーンの3つの年次に対してそれぞれプリファレンス曲線の作成を行った。図-4は、ひとつのゾーンに対して3年次の曲線を同じグラフ上に図示したものである。図-2及び図-4に示されているように、対象とする札幌市の通勤交通のプリファレンス曲線は図-1に示す概念図のうち、Y軸方向に近づいている曲線である。すなわち、内々トリップ比率も含め近距離ゾーンへのトリップ比率が多く、近距離ゾーンにおける活動機会の多少によって各ゾーンの曲線形状が異なっているようである。本研究においては、これら作成された各ゾーンのプリファレンス曲線及び図-1に示されている曲線の特徴を基に、式(1)に示す2次曲線としての下に凸な放物線(係数 $a < 0$)による曲線回帰を試みた。また、このプリファレンス曲線は、基本的には座標値(1.0, 1.0)を通過するとともに、曲線形状から座標値(1.0, 1.0)が頂点になるものと考え、各回帰係数間においては式(2)、(3)の関係を得る。

$$Y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

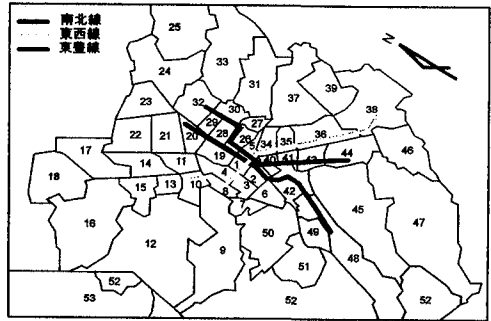


図-3 札幌市のゾーン区分及び地下鉄路線図

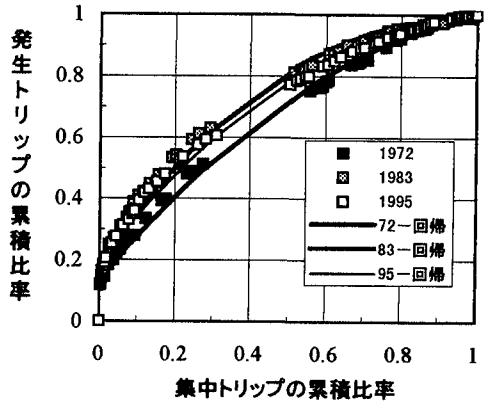


図-4 ゾーン24のプリファレンス曲線

表-3 ゾーン24の回帰係数

回帰係数	1972年	1983年	1995年
a	0.5900	0.8876	0.7437
b	1.4548	1.6661	1.5310
c	0.1382	0.1994	0.1990
相関係数	0.9948	0.9850	0.9860

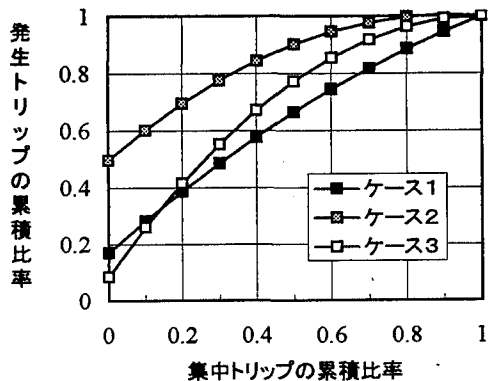


図-5 各ケースに対する2次曲線

$$a + b + c = 1 \quad (2)$$

$$b = 2 \times a, c = 1 + a, b = 2 \times (c - 1) \quad (3)$$

これらの関係式より、3つの係数のうち2つの係数からプリファレンス曲線の形状を把握することができる。図-5及び表-4は、係数a,b,cに対するいくつかのケースの結果を示したものである。これらの結果から、係数aの値が大きくなるに従って曲線が左側にシフトしていること、あるいは係数cの値から内々トリップ比率も含めた近距離ゾーンへの交通流動の状況を窺うことができる。

図-6は1972年の53ゾーンを対象に、対数曲線による曲線回帰を行ったときの残差の分布状況である。表-5に示す相関係数から、曲線全体としては高い適合度を示しているが、図-6に示されているように集中トリップ数の累積比率0.2以下において残差が大きい。本研究においては、この累積比率が小さい領域における曲線回帰の改善を図るため2次曲線による曲線回帰を行った。その結果、同じ1972年の53ゾーンに対して図-7に示す残差を得た。図-6と比較したとき、集中トリップ比率の全域において残差が小さくなったことが理解できよう。このことは、適合度指標としての相関係数はもとより、それぞれの曲線に対するRMS誤差の値からも窺うことができる。表-5は、3つの年次に対して2次曲線による回帰分析を行った結果を取りまとめたものである。これらの結果からも、札幌市の通勤交通を対象としたプリファレンス曲線において2次曲線による曲線回帰の適合度の高さが理解できる。

4. あとがき

以上、本研究においては通勤交通を対象としたプリファレンス曲線の特性について考察を試みるとともに、札幌市の通勤交通を対象にプリファレンス曲線の曲線回帰についても考察を行った。その結果、札幌市の通勤交通の場合、2次曲線による曲線回帰が従来の対数曲線に比べて適合度等において改善を図ることができるを把握できた。

2次曲線における3つの係数の関係等についても考察を試みたが、今後はこれらの係数と通勤交通流動との関係について考察を試みていく。また、これらの係数の相違による各ゾーンの通勤交通流動の違い、あるいは年次間の係数の変化と各ゾーンの交通流動の変化等に関してもさらに分析を進めて行く予定である。

表-4 各ケースにおける回帰係数

回帰係数	ケース1	ケース2	ケース3
a	-0.3156	-0.6138	-0.9159
b	1.1465	1.1191	1.8304
c	0.1691	0.4947	0.0855
計	1.0000	1.0000	1.0000

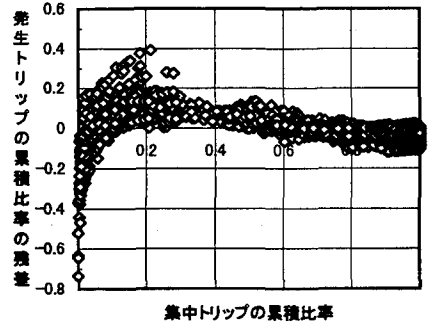


図-6 対数曲線に対する残差

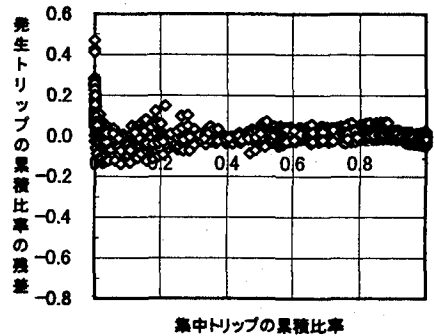


図-10 2次曲線に対する残差

表-5 各曲線に対する相関係数及びRMS誤差

適合度指標	対数曲線	2次曲線
相関係数	最大値	0.9903
	最小値	0.7606
	平均値	0.9268
RMS誤差	0.0749	0.0389

表-6 2次曲線に対する各年次の相関関係

適合度指標	1972年	1983年	1995年
相関係数	最大値	0.9975	0.9979
	最小値	0.6289	0.7322
	平均値	0.9725	0.9803
RMS誤差	0.0389	0.0336	0.0358

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", Proceedings of International Symposium on Transport, Communications and Urban Form Vol. 2
- 2) Yuzo MASUYA and J A BLACK: Transportation Infrastructure Development and Journey-to-Work Preference Functions in Sapporo, 土木計画学研究・論文集, No.10, 1992