

# 通勤プリファレンス曲線の特徴について\*

## Characteristics of Preference Function of Journey-to-Work Travel\*

酒井重徳\*\*・榎谷有三\*\*\*・下夕村光弘\*\*\*\*・斎藤和夫\*\*\*\*\*

By Shigenori SAKAI\*\*・Yuzo MASUYA\*\*\*・Mitsuhiro SHITAMURA\*\*\*\*・Kazuo SAITO\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

通勤交通行動の特性を視覚的に、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。この曲線を基に都市構造の変化に伴う通勤交通行動の変化等を分析する場合は、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推定が必要である。著者等は既に、札幌都市圏の通勤交通を対象とした時、2次曲線による曲線回帰が相関係数及び適合度指標等においても従来の対数曲線より優れていることを実証的に把握してきた。本研究においては、北海道の地方中心都市における通勤交通を対象にプリファレンス曲線の曲線回帰分析について考察を試みた。その結果、地方都市の通勤交通の場合でも、札幌都市圏同様に2次曲線による曲線回帰が相関係数及び適合度に関する指標の面においても高い相関を得ることを実証的に分析を行った。また、本研究においては2次曲線における回帰係数及び定数の関係、さらに札幌を含めた4都市圏によるプリファレンス曲線の相違についても種々考察を試みた。

### 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の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」というストウファー

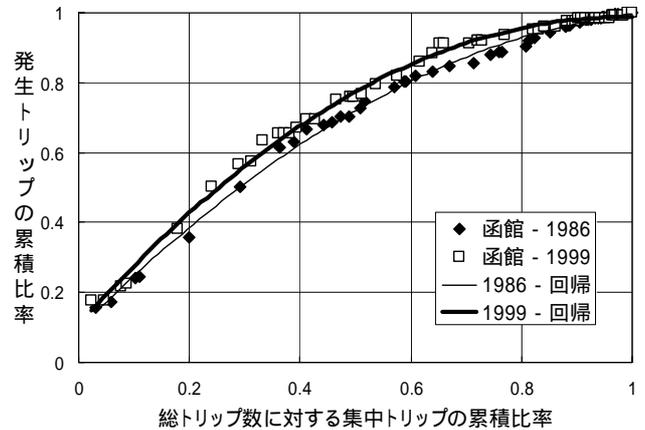


図-1 プリファレンス曲線の例

の介在機会モデルの概念を基礎としている。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。

図における横軸(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(ここでは最短距離を用いる)によってゾーン*j*を小大順に並びかえるとともに、並びかえられたゾーン*j*までの総トリップ数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。またこの曲線は、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いとき、曲線はY軸に近づき(左へシフト)、遠距離ゾーンへのトリップ比率が多くなると右にシフトする特徴を持っている。

### 3. 地方都市の通勤交通を対象としたプリファレンス曲線

#### (1) 地方都市の通勤交通について

本研究では、旭川(1982年)、函館(1986年及び1999年)及び釧路(1987年及び1999年)で実施されたパーソントリップ調査を基に、各都市圏の通勤交通の発生・集中交通量を対象にゾーンごとのプリファレンス曲線を作成するとともに曲線回帰について分析した。対象地域

キーワードズ：交通行動分析、通勤プリファレンス曲線

\* 学生会員 室蘭工業大学工学研究科建設システム工学専攻  
(〒050-8585 北海道室蘭市水元町27-1, TEL:0143-46-5245)  
\*\* 正会員 工博 専修大学北海道短期大学教授 環境システム科  
\*\*\* 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  
\*\*\*\*フェロー 工博 室蘭工業大学工学部教授 建設システム工学科

の旭川都市圏を OD 調査区分の 52 ゾーン，函館都市圏を 55 ゾーン，そして釧路都市圏を 48 ゾーンにそれぞれ区分して分析を行った。各年次の分析対象通勤トリップ数は，旭川都市圏 126,691 トリップ(1982 年)，函館都市圏 115,602(1986 年)，116,274 トリップ(1999 年)，釧路都市圏 81,088(1987 年)，93,417 トリップ(1999 年)である。

また，札幌市では 1972 年，1983 年及び 1994 年にパーソントリップ調査が行われており，各年次の分析対象通勤トリップ数は，それぞれ 1972 年 335,218 トリップ，1983 年 498,434 トリップ，1994 年 606,116 トリップである。

## (2) プリファレンス曲線の曲線回帰

3 都市圏の全てのゾーンを対象にしてそれぞれプリファレンス曲線の作成を試みた。図 - 1 は，ひとつの例として函館のゾーン 11 に対して 2 年次の曲線と同じグラフ上に図示したものである。各都市圏の通勤交通のプリファレンス曲線は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，あるいは近距離ゾーンにおける活動機会(集中トリップ比率)の多少によって曲線形状も異なっていることが窺える。また，曲線はほとんどが上に凸で，座標値(1.0, 1.0)を頂点にしていることが考えられることから，本研究では式(1)に示す 2 次曲線による曲線回帰を試みた。

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (1)$$

ここで，

a, b : 回帰係数

c : 回帰定数

各都市圏の全てのゾーンのデータを対象に観測値と推定値の残差をプロットした結果，全体的に残差の値は小さかった。表 - 1 は 3 都市圏の各ゾーンに対して 2 次曲線の曲線回帰分析を行った結果である。地方都市の通勤交通を対象にプリファレンス曲線を適用した場合は，適合度指標としての相関係数はもとより，RMS 誤差の値等の結果からも 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. プリファレンス曲線の回帰係数及び定数について

### (1) 回帰係数及び定数について

前章においては，通勤交通に対するプリファレンス曲線が 2 次曲線によって曲線回帰できることを把握してきたが，ここではこれらの推定された 2 つの回

表 - 1 2 次曲線に対する相関係数及び RMS 誤差

| 適合度指数  | 旭川     |        | 函館     |        | 釧路     |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 1982   | 1986   | 1987   | 1999   | 1987   | 1999   |
| 相関係数   | 最大値    | 0.9986 | 0.9993 | 0.9992 | 0.9993 | 0.9978 |
|        | 最小値    | 0.8363 | 0.7201 | 0.8756 | 0.7614 | 0.7572 |
|        | 平均値    | 0.9828 | 0.9761 | 0.9792 | 0.9767 | 0.9729 |
| RMS 誤差 | 0.0278 | 0.0327 | 0.0325 | 0.0291 | 0.0350 |        |

表 - 2 各都市圏に対する回帰係数の結果

| 地区 | 年次   | 項目  | a       | b      | c      | a+b+c  |
|----|------|-----|---------|--------|--------|--------|
| 旭川 | 1982 | 最小値 | -1.2673 | 0.4813 | 0.0691 | 0.9548 |
|    |      | 最大値 | -0.0210 | 2.0767 | 0.6369 | 1.0299 |
|    |      | 平均値 | -0.6072 | 1.3451 | 0.2551 | 0.9930 |
| 函館 | 1986 | 最小値 | -1.1495 | 0.2924 | 0.0155 | 0.9435 |
|    |      | 最大値 | -0.0415 | 1.9603 | 0.7463 | 1.0480 |
|    |      | 平均値 | -0.5048 | 1.2632 | 0.2361 | 0.9945 |
|    | 1999 | 最小値 | -1.0613 | 0.7141 | 0.0255 | 0.9212 |
|    |      | 最大値 | -0.0508 | 2.0009 | 0.6847 | 1.0784 |
|    |      | 平均値 | -0.5484 | 1.3386 | 0.2025 | 0.9928 |
| 釧路 | 1987 | 最小値 | -1.0568 | 0.5957 | 0.0332 | 0.9400 |
|    |      | 最大値 | -0.2056 | 1.9399 | 0.7616 | 1.0251 |
|    |      | 平均値 | -0.6438 | 1.4252 | 0.2097 | 0.9911 |
|    | 1999 | 最小値 | -1.1851 | 0.7321 | 0.0075 | 0.9430 |
|    |      | 最大値 | -0.1243 | 2.1610 | 0.7021 | 1.0210 |
|    |      | 平均値 | -0.6319 | 1.4341 | 0.1870 | 0.9892 |

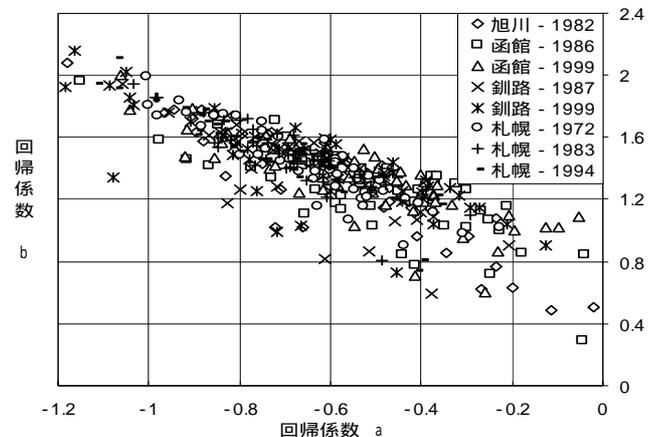


図 - 2 回帰係数 a と b の関係

帰係数と定数の関係について考察を試みる。前述のように，プリファレンス曲線に対する曲線回帰としての 2 次曲線は，基本的に座標値(1.0, 1.0)を通過する。また，回帰曲線は曲線形状等から座標値(1.0, 1.0)を頂点とする，上に凸の曲線(係数  $a < 0$ )と考えることから  $X = 1.0$  のとき  $Y = 1.0$  より式(2)を，また座標値(1.0, 1.0)を頂点とすることから  $-(b/2a) = 1.0$  及び  $-(b^2 - 4ac)/4a = 1.0$  より式(3)をそれぞれ導くことができる。

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

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

表 - 2 は，各都市圏ごとに回帰係数 a, b 及び定数 c の結果を取りまとめたものであるが，これらの結果を基に式(2)及び(3)の関係式について把握する。回帰係数 a, b 及び定数 c の和は表 - 2 に示されているように，最小値，最大値及び平均値それぞれの値も 1 に近い値を取っていることから式(2)

の関係式を把握することができる。次に式(3)の関係式を把握するために回帰係数 a と b の関係を図示したものが図-2である。回帰係数 a が 0.6 以下において、b は a の (-2) 倍を超える値を取っているが全体的には式(3)の関係を示している。また、回帰係数 a と b の相関係数は旭川 0.8433, 函館 0.8299 (1999 年), 釧路 0.8533 (1999 年) 及び札幌 0.9040 (3 年次全体) である。

次に、図-1の例に見られるように、y 切片である定数 c の値は、各ゾーンを発生している通勤交通量のうち当該ゾーンを集中交通量とする内タトリップ比率に近い値であることが窺えられる。そこで、定数 c と各ゾーンの内タトリップ比率の関係を示したのが図-3である。都市圏ごとの相関係数は、それぞれ旭川 0.8244, 函館 0.7875 (1999 年), 釧路 0.8553 (1999 年) 及び札幌 0.7641 (3 年次全体) であることから、定数 c と内タトリップ比率の相関が高いことが窺える。

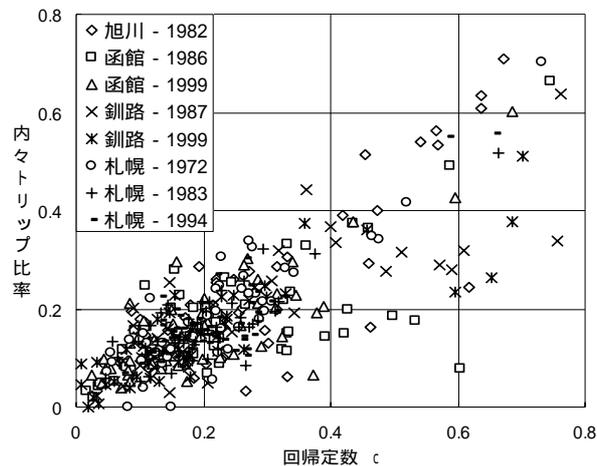


図-3 回帰定数 c と内タトリップ比率の関係

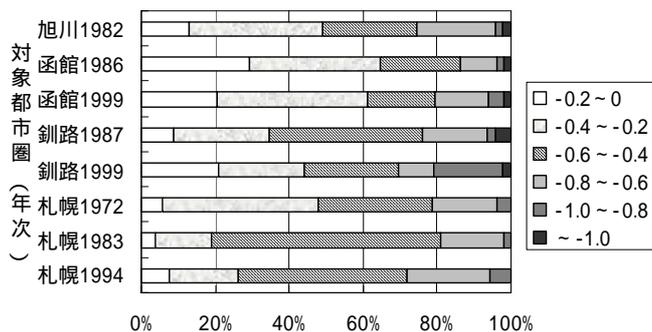


図-4 都市圏別の回帰係数 a の比率

(2) 各都市圏における回帰係数及び定数について  
各都市圏の通勤交通行動の相違を把握するために、各都市圏の2次曲線に対する回帰係数 a 及び回帰定数 c について考察を行った。図-4及び図-5は都市圏別の回帰係数 a と回帰定数 c の比率を表したものである。図-4より、札幌都市圏は地方都市に比べて -0.2~0 の比率が小さくなっている。一方、地方都市は札幌都市圏(1972 年除く)に比べて -0.4~0 の比率が大きくなっている。また、図-5の回帰定数 c を見ると、各都市圏とも 0~0.2 の比率が多いことが把握できる。さらに札幌都市圏では、地方都市に比べ 0.4 以上の値の比率が少ないことが窺える。

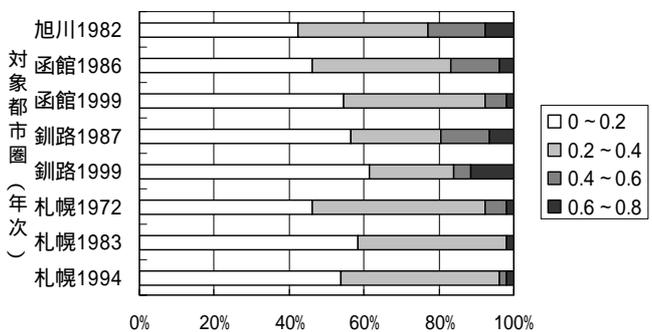


図-5 都市圏別の回帰定数 c の比率

### (3) クラスタ分析によるゾーン区分

各ゾーンの通勤交通流動の相違及び年次間の交通流動の変化等についてプリファレンス曲線のパラメータを通して考察を試みる。前述のように、プリファレンス曲線の特性及び形状等は3つのパラメータのうち2つのパラメータによって考えることができる。そこで、ここでは回帰係数 a と定数 c を通じて各ゾーンの交通流動の相違等について考察する。図-6は、回帰係数 a と定数 c によって4都市圏8年次のゾーンをプロットしたものである。この図から

各ゾーンの交通流動の相違を区分する方法としては、回帰係数 a 及び定数 c いずれの値も連続変数であることからクラスタ分析あるいは平均値・標準偏差による方法がある。ここでは、固体(ゾーン)間のすべての組み合わせについて類似性距離を算定してゾーンの区分が可能なクラスタ分析を用いた。その結果、図-6に示すように回帰係数 a と定数 c によってゾーンを大きく6つに区分することができた。各区分において、回帰係数 a と定数 c の値がそれぞれ取る範囲は表-3に示されている。また、各都市圏の年次ごとに各ゾーン区分に属するゾーン数を表-4に示した。各ゾーン区分ごとの特徴は以下ようになる。

区分：回帰係数 a（絶対値）及び定数 c とともに平均的な値(全体の平均値 a：0.6166，c：0.2181)を取っている。旭川及び札幌都市圏の多くのゾーンが属している。

区分：回帰係数 a 及び定数 c とともに平均値より小さな値を取っている。特に定数 c は他の区分に比べて最も小さな値を取っている。函館及び釧路都市圏の多くのゾーンが属している。

区分：回帰係数 a が 6 つの区分のなかで最も大きい値（絶対値）を取っているが、定数 c は平均値よりも小さい値を取っている。旭川及び札幌都市圏のゾーンが多く属している。

区分：回帰係数 a は平均値より小さい値を取っているが、定数 c が他の区分に比べて最も大きな値を取っている。旭川及び函館（1986 年）都市圏のゾーンが多く属している。

区分：定数 c が平均的な値を取る一方で、回帰係数 a は 6 つの区分の中で最も小さい値（絶対値）を取っている。函館（1986 年）及び釧路（1999 年）都市圏のゾーンが多く属している。

区分：回帰係数 a 及び定数 c とともに平均値より大きな値を取っている。旭川、函館及び釧路都市圏の郊外部のゾーンが属しているが、このクラスターに属するゾーンは他のクラスターに比べて少ない。

ここで、各ゾーン区分のプリファレンス曲線から、回帰係数及び定数と曲線の形状及び特性等との関係について考える。回帰係数 a の場合は、値（絶対値）が増加（減少）するにしたがって曲線は左上（右下）にシフトするとともに、曲線はより直線的な形状を示している。一方、定数 c の場合は前述のように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の値によって大きな影響を受けているとともに、値が増加（減少）するにしたがって曲線も左上（右下）にシフトしている。このように、回帰係数 a 及び定数 c の値から当該ゾーンの通勤交通流動の状況を把握することができるとともに、回帰係数及び定数の変化から交通流動の変化の状況も把握することが可能となってくる。

## 5. おわりに

以上、本研究においては地方都市の通勤交通にお

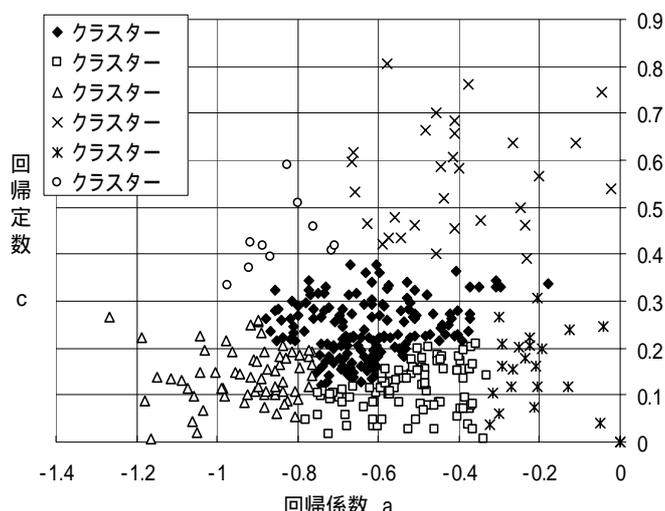


図 - 6 クラスタ分析によるゾーン区分

表 - 3 各ゾーン区分における回帰係数の範囲

| 区分 | 最小値     |         | 最大値     |        | 平均値     |        |
|----|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
|    | a       | c       | a       | c      | a       | c      |
|    | -0.8783 | 0.1228  | -0.1801 | 0.3769 | -0.6229 | 0.2393 |
|    | -0.7809 | 0.0075  | -0.3313 | 0.2079 | -0.5239 | 0.1123 |
|    | -1.2673 | -0.0641 | -0.7641 | 0.2659 | -0.9242 | 0.1365 |
|    | -0.6645 | 0.3898  | 0.0775  | 0.8045 | -0.3836 | 0.5663 |
|    | -0.3249 | 0.0382  | -0.0415 | 0.3073 | -0.2084 | 0.1828 |
|    | -0.9758 | 0.3331  | -0.7087 | 0.5904 | -0.8378 | 0.4328 |

表 - 4 各ゾーン区分におけるゾーン数

| 区分 | 旭川    |       |       | 函館    |       | 釧路    |       | 札幌    |  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|    | 1982年 | 1986年 | 1999年 | 1987年 | 1999年 | 1972年 | 1983年 | 1994年 |  |
|    | 18    | 14    | 15    | 14    | 10    | 26    | 36    | 30    |  |
|    | 8     | 17    | 20    | 14    | 12    | 11    | 5     | 7     |  |
|    | 10    | 3     | 5     | 7     | 9     | 11    | 10    | 14    |  |
|    | 9     | 8     | 3     | 3     | 2     | 4     | 1     | 2     |  |
|    | 1     | 9     | 6     | 2     | 9     | 1     | 1     | 0     |  |
|    | 1     | 3     | 2     | 3     | 1     | 0     | 0     | 0     |  |

けるプリファレンス曲線の曲線回帰分析について種々考察を試みてきた。その結果、札幌都市圏と同様に 2 次曲線による曲線回帰が高い相関を得ることが把握できた。また、地方都市の通勤交通を対象に分析した結果を取りまとめると札幌都市圏と同様に以下となる。2 次曲線の回帰係数 b は係数 a と相関係数が高い。定数 c と内々トリップ比率の相関が高いことが把握できた。

札幌都市圏を含め回帰係数 a と定数 c の値によってクラスター分析を行ったところ、大きく 6 つのゾーン区分に分けることができた。そして、クラスター分析によるゾーン区分を通して通勤交通流動の相違を把握することができた。

## 参考文献

- 1) 榎谷有三・下村光弘・田村亨・斎藤和夫：通勤交通におけるプリファレンス曲線の曲線回帰分析について，土木計画学研究・論文集，vol.18，no.3，pp.445-453，2001.