

# 地方都市における通勤交通行動からみた従業地プリファレンス曲線について\*

## Employment Preference Functions considering Journey-to-work Travel Behaviour \*

下夕村 光弘\*\*・榎谷 有三\*\*\*・田村 亨\*\*\*\*・斎藤 和夫\*\*\*\*\*

By Mitsuhiro Shitamura\*\*・Yuzo Masuya\*\*\*・Tohru Tamura\*\*\*\*・Kazuo Saito\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

通勤交通は、都市交通における主要な部分を占めており、通勤トリップ長を分析することは、エネルギー消費の削減や環境への負荷、持続可能な都市の形成などを考慮する上で重要な指標となっている。また、通勤交通は、居住地から発生する交通と従業地へ集中する交通から成り立っているため、通勤トリップ長は、居住地及び従業地の規模、職住分布構造、通勤者の交通行動などによって大きく影響を受ける。このため、これらの影響要因を通して種々の通勤トリップ長削減策が考察されてきた。

このうち、就業者が従業地を選好する通勤交通行動に関しては、ストウファーの介入機会モデルを基礎としたプリファレンス曲線を基に研を行ってきたが、これの研究は居住地ゾーンをベースに、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は可能である。しかしながら、従業地ゾーンから見たとき、いずれの居住地ゾーンからの就業者が当該ゾーンを従業地として選好しているかどうかについては把握することはできない。

李らの研究<sup>1)</sup>では、常住距離・従業距離を定義し、通勤距離について2つの側面から分析し、それぞれの違いを考察している。通勤トリップ長の削減策等を職住分布構造としての従業地分布の面から考察するうえでも、各従業地ゾーンにおける通勤交通行動を把握することは重要である。

本研究では、まず対象都市の職住分布構造としての従業地分布を把握するために、各従業地ゾーンの従業密度により順位規模分布曲線を作成するとともに、従業密度によりゾーンをいくつかのクラスターに分類した<sup>2)</sup>。

そして、各クラスターの代表ゾーンを対象に従業地プリファレンス曲線を作成し、従業地からみた通勤交通行動

\*キーワードズ：交通行動分析，通勤トリップ長，プリファレンス曲線

\*\*正員，博（工），苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科

（〒059-1275 苫小牧市錦岡443番地，TEL0144-67-8055

E-mail:shita@civil.tomakomai-ct.ac.jp)

\*\*\*正員，工博，専修大学北海道短期大学教授 みどりの総合科学科

\*\*\*\*正員，工博，室蘭工業大学教授 建設システム工学科

\*\*\*\*フェロー，工博，室蘭工業大学特任教授 建設システム工学科

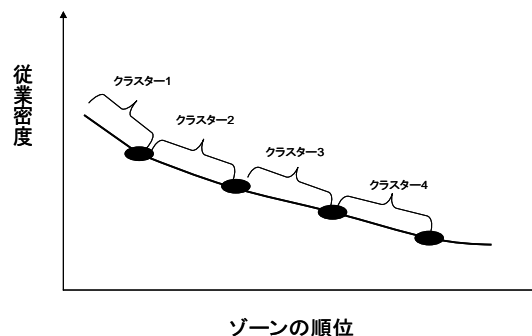


図-1 順位規模分布曲線の概念

を視覚的、計量的に分析を行った。さらに、通勤交通行動と平均トリップ長の関係について、従業地プリファレンス曲線の回帰分析から得られた回帰係数および定数を基礎として考察を行った。本研究では札幌市の通勤交通行動を対象に種々の分析を行った。

### 2. 分析手法

#### (1) 順位規模分布曲線について

従業地ゾーンを従業密度によって分類するための順位規模分布曲線が図-1である。図-1の縦軸（Y軸）は、各ゾーンの従業者数を面積（市街化区域）で除し対数表示（従業密度（対数））した数値を表す。また、横軸（X軸）は従業密度の大きいゾーンから順位付けし、大小順に並び替えた順位（ゾーンの順位）を表す。この曲線は「サイズがk番目に大きい要素が全体に占める割合が $1/k$ に比例する」という経験則であるジップの法則（Zipf's law）に基づいている。

順位規模分布曲線の変化をみることにより、分析する都市の職住分布構造が一極集中の傾向にあるか、あるいは分散化傾向にあるか等を視覚的に把握することも可能である。

次に、順位規模分布曲線によるゾーンの分類、すなわちゾーンのクラスターの方法としては、縦軸の従業密度の値による識別がある。図-1に示す4つのクラスターに分類したとき、各クラスターに属するゾーンは一般的に次のように識別されている。クラスター1は中心市街地（CBD）、クラスター2はやや高度に発展した副都心、クラスター3は新興の副都心、さらにクラスター4は長期的に見て将来副都心となりうるゾーンである。本研究では、この順位規模分布曲線の変化から職住分布

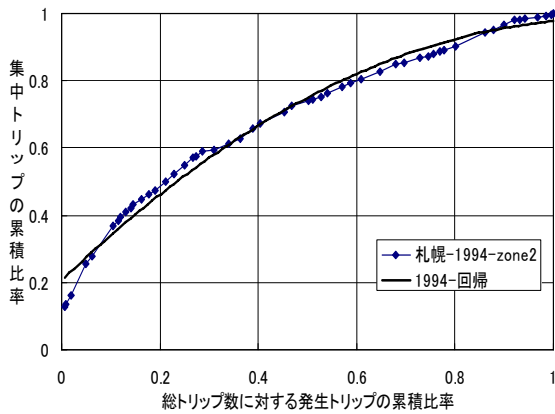


図-2 従業地プリファレンス曲線の例

構造の変化を考察するとともに、この曲線を基にゾーンを各クラスターに分類する。

### (2) 従業地プリファレンス曲線について

従業地プリファレンス曲線は、図-2に示されているように居住地の分布状況を表す発生トリップの累積比率と、従業地における就業者の集中状況を表す集中トリップの累積比率の関係を示したものである。この曲線を通して従業地へある確率に従って就業者が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。従業地プリファレンス曲線の特性として、内々トリップ比率も含め近距離ゾーンからのトリップ比率が多いとき、曲線は左側へシフトし、遠距離ゾーンからのトリップ比率が多くなると、右側にシフトする特徴を持っている。また、この曲線は、同じグラフ上に異なるゾーンの曲線を描くことができることから、各ゾーンの通勤交通行動の違いを視覚的に容易に把握することができる。そして、この曲線を通して計量的に分析するには、曲線回帰によるパラメータ推定が必要である。

## 3. 札幌市における順位規模分布曲線

### (1) 分析対象都市

本研究においては、図-3に示す札幌都市圏の通勤交通を対象に分析を試みた。分析対象年次はパーソントリップ調査が行われた1972年、1983年及び1994年で、分析対象ゾーン数は53である。また、各年次の総トリップ数及び平均通勤トリップ長は、335218、498434、606116トリップ数、4.85、5.62、5.97Kmである。CBDはゾーン1であり、集中トリップ比率は28.5%、22.3%、19.5%へと変化している。また、順位規模分布曲線の作成のためには、札幌市の事業所統計調査を使用した。調査データは、パーソントリップ調査年次に近いデータを用い、表-1には調査年次、総従業者数及び市街化面積等を示した。

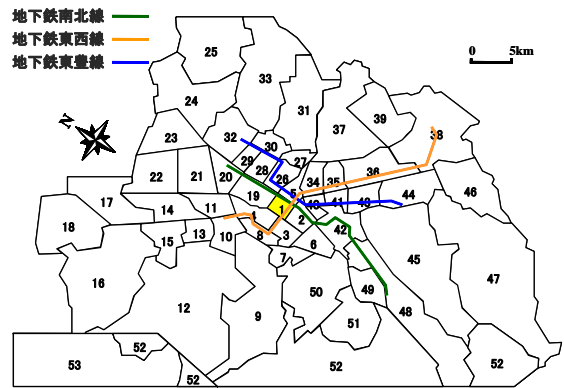


図-3 札幌都市圏のゾーン

表-1 札幌市の総従業者数及び総面積

都市	年次	ゾーン数	総従業者数	総面積 (km <sup>2</sup> )
札幌市	1972	53	520934	112112
	1986		736481	
	1996		933202	

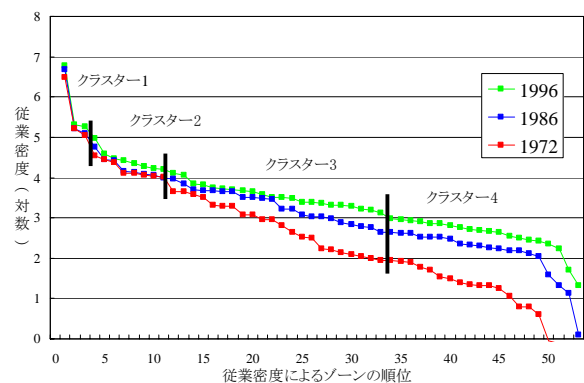


図-4 札幌市の順位規模分布曲線

### (2) 順位規模分布曲線

順位規模分布曲線を各年次に対して作成した結果が図-4である。各年次間の時系列的な変化を見ると、1972年から1986年、1996年にかけて順位規模の大きいゾーン間において曲線の拡がりを見ることができる。前述のように、CBDであるゾーン1の集中トリップ比率が減少しているが、この順位規模分布曲線からも札幌市の職住分布構造が一極集中から分散化傾向に変化している状況が窺える。

また、作成した順位規模分布曲線を基にゾーンの分類、いわゆるゾーンのクラスター分類を行った。ここでは、図-4に示すようにLn(従業密度)の値によって大きく4つのクラスターにゾーン分類を行った。

### (3) ゾーンのクラスター分類

表-2は、図-4の順位規模分布曲線を基に4つのクラスターに分類した結果を取りまとめたものである。ここでは、3年次間の職住分布構造の変化を見るためCBD及び各クラスター事に従業者数、従業者率、ゾーン数等

をまとめ示した。クラスター1及び2においてはゾーン数に大きな変化はないが、クラスター3におけるゾーン数の増加、一方クラスター4における減少傾向が見られる。これらの変化を分析したところ、札幌市における職住分布が経年的に分散化傾向していることが理解できた。このように、順位規模分布曲線によりゾーンのクラスター分類により都市の時系列な変化を比較的容易に把握することができる。

#### 4. 札幌市における従業地プリファレンス曲線

##### (1) 従業地プリファレンス曲線の曲線回帰

本研究では対象とする53ゾーンの3年次に対して、それぞれ従業地プリファレンス曲線の作成を試みた。表-3に示すように、曲線の相関係数から2次曲線による曲線回帰が優れていることが分かる。そこで、各ゾーンの通勤交通行動としての従業地プリファレンス曲線は、式(1)に示す2次曲線によって曲線回帰される回帰係数及び定数に従うものとする。

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

ここで、 a, b : 回帰係数

c : 回帰定数

また、回帰係数及び定数を各年次の平均値で比較すると、係数 a の値は 1972 年から 1983 年間に於いて 0.1105, 1983 年から 1994 年間に於いて 0.0313, それぞれ減少している。また、回帰定数 c の値も 0.0704, 0.0056 それぞれ年次間に於いて減少していることが窺える。このことより、曲線がより曲線的になり、近距離ゾーンからのトリップ比率が減少していることが窺える。なお、平均通勤トリップ長は 1972 年(4.850Km)から 1983 年 (5.615) では 0.766km の増加, 1983 年から 1994 年(5.966)では 0.350km 増加していることから、通勤交通行動の変化が理解できる。

##### (2) 各クラスター分類の従業地プリファレンス曲線

分析対象とする53ゾーンは図-4及び表-2に示すように、順位規模分布曲線によって大きく4つのクラスターに分類された。各クラスターの代表的なゾーンに対する従業地プリファレンス曲線を取りまとめた結果が図-5である。また、表-4には図-5に図示されている従業地プリファレンス曲線に対する回帰係数、回帰定数及び相関係数等を示した。いずれのゾーンに対しても相関係数は高く、これらの結果からも従業地プリファレンス曲線が2次曲線による曲線回帰が優れていることが理解できる。

図-5に示す各曲線を見ると、クラスター1から2, 3, さらにクラスター4になるにつれて従業地プリファレンス曲線が左上にシフトし直線がより曲線状になっていることが窺える。また、回帰係数及び定数の変化を見てみ

表-2 クラスター分類の結果

札幌市	1972	1986	1996	変化		
				1972-1986	1972-1996	1986-1996
CBD従業者数 従業者率	119273 22.9%	143973 19.5%	160889 17.2%	20.7% -14.6%	34.9% -11.8%	11.7% -184.8%
クラスター1 従業者数 従業者率 ゾーン数	187152 35.9% 3	213335 29.0% 3	238945 25.6% 3	14.0% -19.4% 0	27.7% -11.6% 0	12.0% -175.7% 0
クラスター2 従業者数 従業者率 ゾーン数	134129 25.7% 8	144354 19.6% 7	226203 24.2% 10	7.6% -23.9% -1	68.6% 23.7% 2	56.7% -198.5% 3
クラスター3 従業者数 従業者率 ゾーン数	92431 17.7% 9	208916 28.4% 17	319156 34.2% 20	126.0% 59.9% 8	245.3% 20.6% 11	52.8% 75.1% 3
クラスター4 従業者数 従業者率 ゾーン数	107222 20.6% 33	169876 23.1% 26	148898 16.0% 20	58.4% 12.1% -7	38.9% -30.8% -13	-12.3% -24.4% -6

表-3 各年次の回帰係数、回帰定数及び相関係数

年次	項目	a	b	c	相関係数
1972	最小値	-2.2049	0.0969	-0.2839	0.7965
	最大値	0.4201	3.4477	0.9366	0.9996
	平均値	-0.4824	1.0799	0.3855	0.9390
1983	最小値	-1.0572	0.5467	0.0099	0.7994
	最大値	-0.1177	1.7516	0.7876	0.9996
	平均値	-0.5929	1.2547	0.3151	0.9660
1994	最小値	-1.2248	0.5307	0.0103	0.7487
	最大値	-0.1028	1.9208	0.7527	0.9995
	平均値	-0.6242	1.2874	0.3095	0.9630

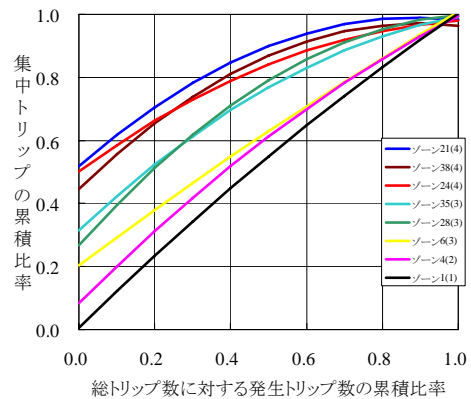


図-5 1972年の代表ゾーンの従業地プリファレンス曲線

表-4 代表ゾーンの回帰係数、定数及び相関係数

ゾーン番号	年次	a	b	c	相関係数	クラスター
ゾーン1	1972	-0.1862	1.1831	0.0051	0.9996	1
	1983	-0.2097	1.2002	0.0099	0.9996	1
	1994	-0.2425	1.2253	0.0103	0.9993	1
ゾーン4	1972	-0.2923	1.2017	0.0846	0.9985	2
	1983	-0.3340	1.2879	0.0443	0.9990	2
	1994	-0.3680	1.2989	0.0567	0.9982	2
ゾーン6	1972	-0.0977	0.9019	0.2029	0.9940	3
	1983	-0.4551	1.2963	0.1477	0.9964	3
	1994	-0.3509	1.1066	0.2335	0.9943	3
ゾーン21	1972	-0.5949	1.0604	0.5174	0.9571	4
	1983	-0.6420	1.1962	0.4248	0.9769	4
	1994	-0.6082	1.1197	0.4662	0.9645	4
ゾーン24	1972	-0.3988	0.8758	0.5026	0.9793	4
	1983	-0.5799	1.0015	0.5495	0.9345	4
	1994	-0.5732	1.0775	0.4586	0.9611	4
ゾーン28	1972	-0.6283	1.3599	0.2670	0.9834	3
	1983	-0.4797	1.2111	0.2473	0.9883	3
	1994	-0.7659	1.5357	0.2025	0.9878	3
ゾーン35	1972	-0.4602	1.1373	0.3144	0.9791	3
	1983	-0.4773	1.2777	0.1958	0.9900	2
	1994	-0.6015	1.4154	0.1751	0.9871	2
ゾーン38	1972	-0.6541	1.1721	0.4459	0.9379	4
	1983	-0.5528	1.1369	0.3933	0.9725	4
	1994	-0.6926	1.3005	0.3606	0.9685	3

ると、クラスター1 からクラスター4 になるにつれて、回帰係数  $a$  は減少している傾向にあり、回帰定数  $c$  は増加している傾向があることが分かる。これらの結果から、同様にクラスター1 から 2, 3, さらにクラスター4 となるにつれて近距離ゾーンからのトリップ比率が多くなり、遠距離ゾーンからのトリップ比率が減少していることが分かる。また、経年変化の分析を行ったところ、従業者が増加したゾーンでは、プリファレンス曲線が右にシフトしていることから、近距離ゾーンからのトリップが減少していることが分かる。このように職住分布の分散化に伴って各従業地ゾーンにおいて従業している就業者の通勤距離の遠距離化が理解できる。

### (3) 通勤交通行動と平均トリップ長について

ここでは通勤交通行動と平均トリップ長の関係について、従業地プリファレンス曲線の回帰係数および回帰定数に基づいて分析を試みた。表-5は平均トリップ長の度数分布をまとめたもので、平均トリップ長が4.5km未満のゾーンが1972年から83年、94年にかけて減少し、それより長いゾーン（5.0 km以上）は年々増加している。これは土地利用の変化として、従業地が一極集中から分散化したことにより平均トリップ長が増加したものと考えられる。

次に、従業地ゾーン毎の交通行動の違いと、20年間の変化を分析するため 回帰係数  $a$  と回帰定数  $c$  について表-6、表-7に取りまとめた。回帰係数  $a$  は1972年から83年、94年と0.75以下のゾーンが増大しているのが分かる。一方、回帰定数  $c$  では0.4より大きいゾーンが年々減少している。その結果、通勤トリップ長が増加するゾーンが年々増加し、副都心整備による都市域の拡大と通勤トリップ長の増大に影響を与えたものと考えられる。

ここで、平均トリップ長と回帰係数  $a$  と回帰定数  $c$  による重回帰分析を行い、その結果を表-8にとりまとめた。目的関数は平均トリップ長の変化を説明変数には回帰定数  $a$  および回帰定数  $c$  の変化を用いた。この結果、重回帰係数は両期間とも0.75以上と高い結果を示しており、回帰定数および回帰係数の変化から平均トリップ長の変化を予測することが可能であることを示している。さらに、回帰定数  $c$  の変化が回帰係数  $a$  の変化より大きな影響があることが窺えた。

## 5. あとがき

以上、本研究においては職住分布構造としての従業地分布を把握するために、各従業地ゾーンの従業密度により順位規模分布曲線を作成するとともに、従業密度によりゾーンをいくつかのクラスターに分類した。そして、各クラスターの代表ゾーンを対象に従業地プリファレンス曲線を作成して、従業地からみた通勤交通行動を視覚

表-5 平均トリップ長の度数分布

(km)	1972	1983	1994
3.5~4.0	10	0	0
4.0~4.5	13	3	4
4.5~5.0	7	13	11
5.0~5.5	12	12	11
5.5~6.0	3	10	8
6.0~6.5	3	9	6
6.5~7.0	2	4	9
7.0~	1	0	1
最小値	3.516	4.275	4.370
最大値	12.430	9.634	10.870
平均値	5.016	5.578	5.794

表-6 回帰係数  $a$  の度数分布

	1972	1983	1994
-1.25~-1.00	1	2	4
-1.00~-0.75	2	14	14
-0.75~-0.50	21	15	16
-0.50~-0.25	18	15	14
-0.25~-0.00	9	5	3
最小値	-1.0557	-1.0572	-1.2248
最大値	-0.0302	-0.1177	-0.1028
平均値	-0.4664	-0.5863	-0.6261

表-7 回帰定数  $c$  の度数分布

	1972	1983	1994
0.00~0.20	8	14	13
0.20~0.40	13	26	26
0.40~0.60	27	10	10
0.60~0.80	2	1	20
0.80~1.00	1	0	0
最小値	0.0051	0.0099	0.0103
最大値	0.9366	0.7876	0.7527
平均値	0.3961	0.3084	0.36033

図-8 重回帰分析の結果

	1972~1984	1983~1994
回帰係数 $a$ の変化 ( $\Delta a$ )	1.5275	1.7825
回帰定数 $c$ の変化 ( $\Delta c$ )	-6.1703	-7.9386
定数項	0.3704	0.2375
重相関係数	0.7508	0.8618

的に、計量的に分析を行った。

札幌市の通勤交通を対象に種々の分析を行った結果、札幌市の職住分布構造の変化（一極集中から分散化）とともに、従業地への通勤交通行動としての遠距離等を把握することができた。

## 参考文献

- 1) 李・鈴木：1965-2000年における大都市圏の通勤距離の変化動向及びその要因に関する研究，日本都市計画学会都市計画論文集，No41-3，pp217-222，2006
- 2) Pelin ALPKOKIN, Yoshitsugu HAYASHI, John BLACK, and Haluk GERCEK：POLYCENTRIC EMPLOYMENT GROWTH AND IMPACTS ON URBAN COMMUTING PATTERNS: CASE STUDY OF ISTANBUL, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 3835-3850, 2005