広域都市圏における通勤交通行動について*

Journey-to-work Travel Behavior in Greater city*

桝谷有三**・間山大輔***藤井　勝****・田村　亨*****・斎藤和夫*****
By Yuzo MASUYA** • Daisuke MAYAMA*** • Masaru FUJII **** • Tohru TAMURA***** • Kazuo SAITO*****

１．はじめに

通勤交通は、日々日常的に繰り返されるとともに、都市交通において主要な部分を占めていることから、通勤交通に関する各種の交通政策を考えることは持続可能な都市の形成及び環境負荷の減少等の面からも重要である。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によって形成されているため、通勤トリップ長は居住地及び従業地の規模等の都市構造[1)]、さらには通勤者の交通行動[2)－4)]によっても大きな影響を受ける。

これら通勤トリップ長に影響を及ぼす要因のうち、通勤者がそれぞれの居住地から近い従業地を勤務先としているか、あるいは遠くの従業地を勤務先としているか等に関する、いわゆる通勤者の実際の通勤交通行動を視覚的に、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[2)]。そして、札幌市等の都市を対象にプリファレンス曲線の曲線回帰としては２次曲線が優れていることが相関係数等からも確認されている。

しかしながら、既往の研究においては個々の都市規模レベルとしての中心都市を対象に分析を試みており、いくつかの都市から構成されている広域都市圏、特に中心都市の周辺都市については必ずしも十分研究されていない。パーソントリップ調査においては、中枢・中核都市を中心に多くの周辺都市を含む広域都市圏を対象に行なわれている場合もある。そこで、本研究においては広域都市圏、特に中心都市の周辺都市における通勤交通行動についてプリファレンス曲線を基礎に考察を試みる。

本研究においては、札幌市を中心とした道央都市圏（７市・２町）において実施されたパーソントリップ調査データを対象に、札幌市の周辺都市である小樽市、千歳市等を対象に分析を行なった。

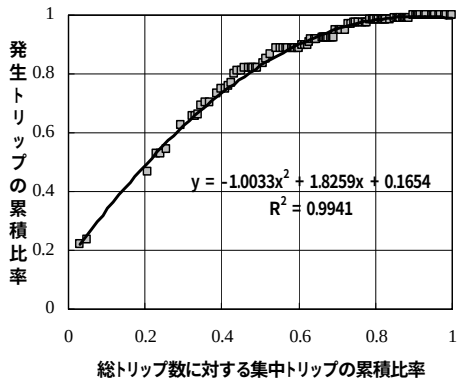
*キーワーズ：広域都市圏、通勤交通行動、プリファレンス曲線
**正会員 工博 専修大学北海道短期大学教授 みどりの総合科学科
（〒079-0197　北海道美唄市光珠内町、
TEL01266-3-0250、E-mail masuya@senshu-hc.ac.jp
***　学生会員　室蘭工業大学大学院　建設システム工学科
****　正会員　室蘭工業大学大学院博士後期課程
*****フェロー 工博 室蘭工業大学工学教授　建設システム工学科
*****フェロー 工博 室蘭工業大学工学特任教授　建設システム工学科

２．通勤交通における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わ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わ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[5)]。

図における横軸（X 軸）は、対象とするゾーン i から他のゾーン j 間を、交通抵抗（空間距離等）の小大順に並べかえるとともに、並びかえられたゾーン j までの集中トリップ数の累積和の総トリップ数に対する比（累積比率）を表す。また、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。その結果、実際のプリファレンス曲線は図中のデータに関するプロットのように描くことができる。

プリファレンス曲線を通して交通行動の相違を分析するためには、計量的に算定できる曲線回帰によるパラメータの推定が必要である。本研究で対象としている広域都市圏のうち、札幌市の場合は図－1 に見られるように、既往の研究と同様に式（1）に示す 2 次曲線によって回帰曲線することができた。



図－１　札幌市のゾーンを対象としたプリファレンス曲線

$$Y = a_i x^2 + b_i x + c_i \qquad (1)$$

ここで、

a_i, b_i, c_i：ゾーン i の２次曲線に対する回帰係数及び回帰定数

しかしながら、周辺都市である小樽市のゾーンを対象にプリファレンス曲線を作成するとともに、２次曲線による曲線回帰を試みると相関係数は0.5184となった。図－２は当該ゾーンのプリファレンス距線で、曲線形状及び相関係数等から２次曲線による曲線回帰は困難であることが窺える。このような状況は、他の周辺都市のゾーンにおいてもみられた。そこで、本研究においては周辺都市におけるプリファレンス曲線の特性及び形状等を踏まえた線形回帰及び曲線回帰について次章にて考察する。

３.道央都市圏を対象としたプリファレンス曲線

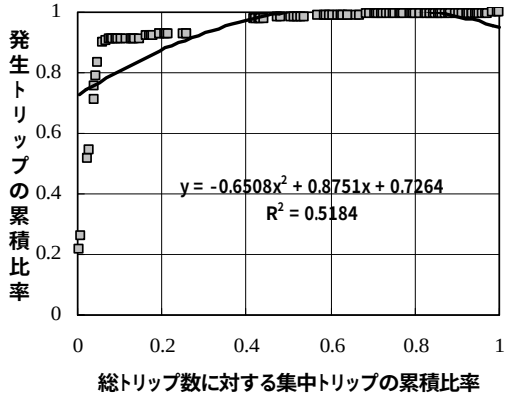
（1）道央都市圏における通勤交通について

本研究においては、図－３に示す７市２町からなる道央都市圏を対象に分析を行う。分析対象とする各市町村の面積、人口及び分析ゾーン数等は表－１に示されている。分析対象とするデータは、1994年に実施された道央都市圏パーソントリップ調査データのうち全交通手段に対する通勤交通である。各市町村間の通勤OD交通量及び分析対象とするトリップ数は、表－２に示されている。また、各市町村の発生交通量に対する各市町村のOD交通量の比としてのOD構成比も表－３に示した。さらに、表－４は平均トリップ長を始め、各都市の通勤交通の特性を示す値を取りまとめたものである。

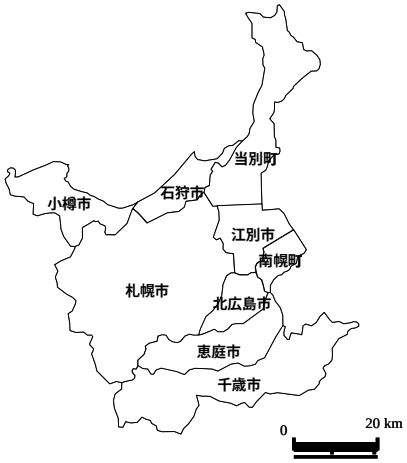
道央都市圏における通勤交通の大きな特徴としては、中枢都市である札幌市の発生・集中交通量が共に8割前後を占めている。また、従業地としての集中交通量の比率が札幌市におけるゾーン１（CBD）が15.9％（129633トリップ数）を占め、都市圏全体としてはゾーン１を中心とした一極集中型となっている。なお、集中交通量が２番目のゾーンは、札幌市のゾーン３で3.7%である。次に、都市間の交通流動を見たとき、札幌市、小樽市及び千歳市は85%を超える値が都市内交通を占め、他都市への比率は10%前後である。一方、石狩市、江別市及び北広島市における都市内交通は50%以下で、これらの都市においては50%前後が札幌市への通勤交通である。このように、道央都市圏においても通勤交通における各都市の交通行動状況も異なっていることが窺える。

（2）プリファレンス曲線について

対象とする７市２町の108ゾーン全てに対してそれぞれプリファレンス曲線の作成を試みた。その結果、札幌市における75ゾーンは、全て図－1に示す例のように2次曲線による曲線回帰が相関係数等からも良いことが確認できた。しかしながら、札幌市以外の小樽市を始めとする周辺都市においては、図－２の例にも見られるように



図－２　小樽市のゾーンを対象としたプリファレンス曲線



図－３　道央都市圏を構成する都市

表−1　道央都市圏を構成する都市の面積、人口及びゾーン数

都 市 名	面積 (km²)	人口(1994年)	ゾーン数
札幌市	1121	1,754,155	75
小樽市	243	158,481	9
石狩市･当別町	543	72,951	4
江別市･南幌町	269	124,026	9
北広島市	119	53,574	3
恵庭市	295	62,561	4
千歳市	595	85,190	4
合　　計	3184	2,310,938	108

表－２　道央都市圏における各都市間の通勤OD交通量

都市	札幌	小樽	石狩･当別	江別･南幌	北広島	恵庭	千歳	合計
札幌	606021	4994	9378	4655	6098	1509	1911	634566
小樽	7418	43998	270	49	0	0	26	51761
石狩･当別	12809	408	9909	239	22	47	23	23457
江別･南幌	17736	146	552	18989	804	230	282	38739
北広島	9561	0	0	657	6490	682	341	17731
恵庭	3399	0	0	114	837	12987	3465	20802
千歳	1004	0	20	106	197	1304	24944	27575
合計	657948	49546	20129	24809	14448	16759	30992	814631

表－３　道央都市圏における各都市間の通勤OD構成比

都市	札幌	小樽	石狩･当別	江別･南幌	北広島	恵庭	千歳
札幌	0.9550	0.0079	0.0148	0.0073	0.0096	0.0024	0.0030
小樽	0.1433	0.8500	0.0052	0.0009	0.0000	0.0000	0.0005
石狩･当別	0.5461	0.0174	0.4224	0.0102	0.0009	0.0020	0.0010
江別･南幌	0.4578	0.0038	0.0142	0.4902	0.0208	0.0059	0.0073
北広島	0.5392	0.0000	0.0000	0.0371	0.3660	0.0385	0.0192
恵庭	0.1634	0.0000	0.0000	0.0055	0.0402	0.6243	0.1666
千歳	0.0364	0.0000	0.0007	0.0038	0.0071	0.0473	0.9046

２次曲線による曲線回帰が相関係数等の値からも困難であった。

表－4　各都市における平均トリップ長及び発生・集中交通量の比率

都市	平均トリップ長	発生交通量の比率	集中交通量の比率	都市内交通量の比	他都市への比率	札幌市への比率
札幌	6.535km	0.7790	0.8077	0.9550	0.0450	0.9550
小樽	7.566	0.0635	0.0608	0.8500	0.1500	0.1433
石狩･当別	10.729	0.0288	0.0247	0.4224	0.5776	0.5461
江別･南幌	10.927	0.0476	0.0305	0.4902	0.5098	0.4578
北広島	11.500	0.0218	0.0177	0.3660	0.6340	0.5392
恵庭	8.323	0.0255	0.0206	0.6243	0.3757	0.1634
千歳	4.445	0.0338	0.0380	0.9046	0.0954	0.0364

そこで、本研究は図－２が示すように当該ゾーンに近いゾーンへの分布状況と、他都市のゾーンへ分布状況が異なっていることに着目したプリファレンス曲線の回帰式について考察した。すなわち、周辺都市のプリファレンス曲線は内々トリップ比率を含めた近距離ゾーンへの分布状況と、札幌市を含めた当該ゾーンから離れた他の都市のゾーンに対する分布状況が大きく異なっていることを踏まえた回帰式について考察を行った。

表－５は、図－２に示す小樽市のゾーンを対象に、X軸の集中交通量の累積比率及びY軸の発生交通量の累積比率を取りまとめたものである。そして、これらの値を基にプリファレンス曲線をプロットした図が図－２及び図－４である。図－４のプロット状況をみると、当該ゾーンが立地する小樽市内の他のゾーンへの分布状況と、札幌市等の他の都市に立地するゾーンへの分布状況が大きく異なっていることが分かる。特に、表－５に示すX軸の値0.0608（集中交通量の比率）とY軸の値0.9008（発生交通量の比率）を境に大きく異なっている。

本研究においては、これらのプロット状況としてのプリファレンス曲線の形状等から、分析対象ゾーンが立地する都市内のゾーンに対しては式（２）に示す直線回帰式を、他の都市に立地するゾーンに対しては前述の式（１）に示す２次曲線による曲線回帰式をそれぞれ考えた。すなわち、立地する都市内のゾーンへの交通行動と他の都市のゾーンに対する交通行動を異なる回帰式で分析することとする。

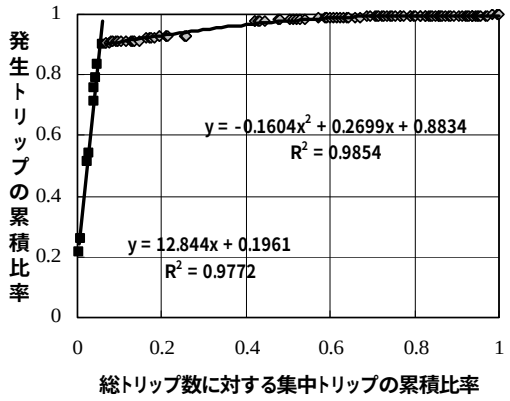
$$Y = a_i x + b_i \qquad (2)$$

a_i, b_i：ゾーンiの直線回帰に対する回帰係数及び回帰定数

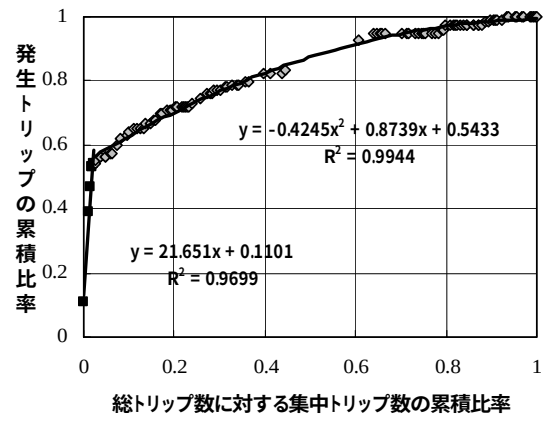
図－4には、直線及び２次曲線それぞれに対する回帰式を示したが、いずれの回帰式に対しても相関係数の値は大きい。また、図－５には江別市のゾーン(4115)を対象にしたプリファレンス曲線を示した。そして、周辺都市の全てのゾーンを対象に、直線回帰及び２次曲線による曲線回帰を行なった結果を取りまとめものが表－６である。表－６に示す各周辺都市における直線回帰及び２次曲線回帰に対する相関係数の値からも、周辺都市において立地するゾーンのプリファレンス曲線は２つの回帰式によって回帰が必要であることが分かる。特に、都市内交通量の比率あるいは中心都市である札幌市への通勤交通量の比率の値に関わらず２つの回帰式が必要である。

表－５　ゾーン2113（小樽市）における累積比率

ゾーン(都市)	集中交通量	発生交通量	集中の累積比率	発生の累積比率
2113	2809	1139	0.0034	0.2182
2114	3602	220	0.0079	0.2603
2111	11978	1336	0.0226	0.5163
2116	2957	142	0.0262	0.5435
2112	10135	876	0.0386	0.7113
2118	1916	239	0.0410	0.7571
2115	3108	179	0.0448	0.7914
2117	2574	221	0.0480	0.8337
2119	10467	350	0.0608	0.9008
札幌市	657948	492	0.8685	0.9950
石狩･当別	20129	0	0.8932	0.9950
江別･南幌	24809	0	0.9236	0.9950
北広島	14448	0	0.9414	0.9950
恵庭	16759	0	0.9620	0.9950
千歳	30992	26	1.0000	1.0000
合計	814631	5220		



図－４　ゾーン2113（小樽市）のプリファレンス曲線



図－５　ゾーン4115（江別市）のプリファレンス曲線

表－６　各都市における回帰係数の結果

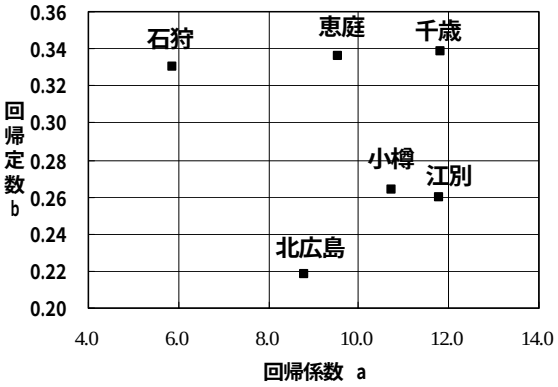
都　市	項　目	線形回帰			2次曲線			
		a	b	R^2	a	b	c	R^2
小　樽	最小値	6.503	0.161	0.915	-0.230	0.113	0.763	0.971
	最大値	12.844	0.488	0.986	-0.045	0.454	0.932	0.996
	平均値	10.749	0.264	0.965	-0.137	0.277	0.859	0.983
石狩･当別	最小値	0.877	0.125	0.658	-0.646	0.729	0.390	0.924
	最大値	9.356	0.562	0.979	-0.331	1.243	0.684	0.998
	平均値	5.880	0.331	0.870	-0.489	0.994	0.519	0.971
江別･南幌	最小値	4.691	0.091	0.829	-0.595	0.259	0.233	0.888
	最大値	21.651	0.741	0.999	-0.056	1.383	0.875	0.998
	平均値	11.792	0.259	0.955	-0.355	0.800	0.557	0.975
北広島	最小値	5.063	0.189	0.888	-0.752	1.124	0.393	0.991
	最大値	11.076	0.257	1.000	-0.506	1.298	0.436	0.997
	平均値	8.796	0.218	0.934	-0.639	1.214	0.418	0.993
恵　庭	最小値	9.398	0.288	0.820	-0.228	0.191	0.712	0.954
	最大値	9.732	0.380	0.870	-0.075	0.528	0.889	0.992
	平均値	9.544	0.336	0.840	-0.161	0.346	0.819	0.977
千　歳	最小値	10.039	0.237	0.893	-0.048	0.040	0.941	0.929
	最大値	14.154	0.435	0.949	-0.001	0.107	0.968	0.986
	平均値	11.817	0.338	0.911	-0.027	0.071	0.957	0.961

（3）プリファレンス曲線の回帰係数について

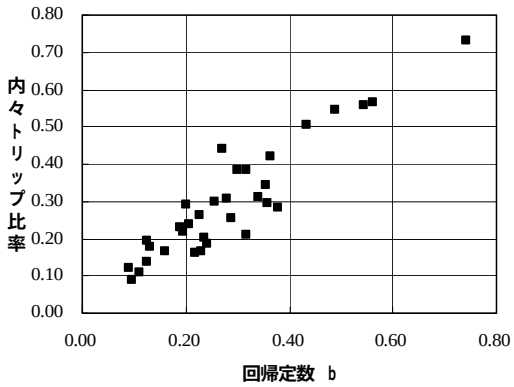
前節においては、通勤交通に対するプリファレンス曲線を線形回帰及び２次曲線回帰の２つの回帰式によって考察してきたが、ここではこれら推定された２つの回帰式の回帰係数と回帰定数について考察を試みる。図－６は、周辺都市における線形回帰に対する回帰係数aと回帰定数ｂのそれぞれの平均値の関係を図示したものである。この図から回帰係数と回帰定数間に明確な関係を見出すことはできないが、表－４に示す各都市の都市内交通量の比率、他都市への比率あるいは札幌市への比率等によって都市内における通勤交通行動も異なっていることが窺える。

次に、図－４及び図－５に見られるように、直線回帰のｙ切片（X=０に対する値）は各ゾーンの最初のトリップ比率の値に近い値となっている。すなわち、ｙ切片である定数ｂ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々トリップ比率に近い値であることが窺える。そこで、線形回帰の定数ｂと内々トリップ比率の関係を図示したものが図－７である。相関係数の値が0.9250であることからも、定数ｂと内々トリップ比率の相関が高いことが理解できる。

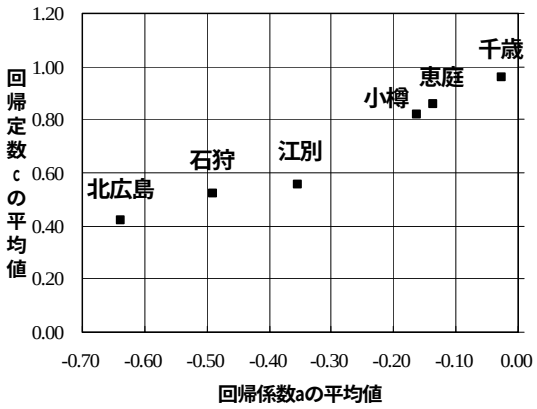
さらに、２次曲線に対する回帰係数と定数の関係を図示したのが図－８である。回帰係数aの減少とともに回帰定数ｂの値も減少する線形関係を示しているが、全体的な傾向としては都市内交通量が大きい千歳市、恵庭市及び小樽市と都市内交通量の比率が50%以下の江別市、石狩市及び北広島市に分けられる。すなわち、札幌市への比率が大きい後者の３都市と小さい前者の３都市においては、他都市のゾーンに対する通勤交通行動も異なっていることが窺える。



図－６　線形回帰における回帰係数と定数の関係



図－７　線形回帰の回帰定数と内々トリップ比率の関係



図－８　２次曲線における回帰係数と定数の関係

４.あとがき

以上、本研究においては広域都市圏を構成する都市のうち、特に中心都市の周辺都市における通勤交通行動についてプリファレンス曲線を基礎に考察を試みた。本研究では、札幌市を中心とした７市２町からなる道央都市圏で実施されたパーソントリップ調査データを対象に分析を行った。その結果、中心都市の札幌市における各ゾーンのプリファレンス曲線は既往の研究と同様に２次曲線によって曲線回帰することができた。

しかしながら、周辺都市は当該都市内交通量の比率、他都市への比率あるいは札幌市への比率等によって、札幌市のゾーンと同様に２次曲線だけで回帰式を求めることが困難であった。このため、本研究においてはプリファレンス曲線の形状等から、直線回帰及び２次曲線回帰による２つの回帰式を求めた。２つの回帰式による通勤交通行動のアプローチについては相関係数等からも確認することができた。

参考文献

1）桝谷・劉・田村・斎藤：「都市構造と通勤トリップ長について」、第38回日本都市計画学会学術論文集,pp415-420,(2003)

2）桝谷・下タ村・田村・斎藤：「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－札幌市の通勤交通を例として(1972－1983－1994)－」、土木計画学研究・論文集、 No.18、pp.445-454、(2001)

3）桝谷・北川・田村・斉藤：「通勤交通行動を考慮した職住分布の変化とトリップ長に関する研究」、第39回日本都市計画学会学術論文集、pp775-780、(2004)

4）Yuzo MASUYA, T. TAMURA, K. SAITO, J. A. BLACK：「Trip Lengths and Re-location of Metropolitan Employment」,Traffic and Transportation Studies、Proceedings of ICTTS 2006, pp.92-102, (2006)

5）BLACK J., Cheng Y., Ton T. and Masuya Y.：「Journey to Work Preference Functions: Temporal and Spatial Stability in Western Pacific Rim Cities」,Selected Proceedings of the Sixth World Conference on Transportation Research, Volume I, pp103-114, (1993)