

職住分布及び通勤交通行動と通勤トリップ長について*

Trip Lengths considering Urban Structure and Journey-to-work Travel Behavior *

金平真道**・榎谷有三***・藤井 勝****・斉藤和夫*****

By Masamichi KANEHIRA**・Yuzo MASUYA***・Masaru FUJII ****・Kazuo SAITO*****

1. はじめに

通勤交通は、日常的に繰り返されるとともに、都市交通における主要な部分を占めていることから、都市構造の面から通勤トリップ長を分析することはエネルギー消費及び環境負荷などの地球環境問題を考える上で重要である。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によって形成されているため、通勤トリップ長は都市規模(人口規模)、居住地と従業地の空間分布、都市の職住構造あるいは都市形態などの相違、さらには通勤者の通勤交通行動によって影響を受ける。したがって、通勤トリップ長の削減策は居住地と従業地の空間分布、CBDの位置と規模等に関する職住分布構造、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のか等に関する通勤交通行動の面から考える必要がある。

そこで、本研究においては職住分布とともに通勤者の通勤交通行動の相違が通勤トリップ長に及ぼす影響について考察を試みる。すなわち、通勤トリップ長をより減少させるような、居住地ならびに従業地の分布としての都市構造と通勤交通行動の関係について把握を試みる。本研究においては、正方都市形態モデルを対象にモデル計算を行い、ある居住地分布パターンに対してどのような通勤交通行動及びどのような従業地分布パターンの場合において通勤トリップ長を短く出来るのかについて考察を試みる。

2. 通勤交通行動を考慮した非線形計画問題

本研究では、都市構造としての居住地分布パターンと通勤交通行動の関係から通勤トリップ長の算定、各従業地ゾーンにおける集中交通量の分布の考察を試みる。そのため、大きく次のような手順で通勤トリップ長、各ゾーンの集中交通量の算定を行った。

- (1) 都市構造としての都市モデル及び各ゾーンにおける居住地分布である発生交通量を設定する。

*キーワード: 都市構造、通勤交通行動、非線形計画問題

**学生会員 室蘭工業大学大学院 建設システム工学専攻

***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

****正会員 室蘭工業大学大学院 博士後期課程

*****正会員 工博 室蘭工業大学教授 建設システム工学科

- (2) 各ゾーンの通勤交通行動としてのプリファレンス曲線の回帰係数及び回帰定数の設定。
- (3) 総通勤トリップ長の最小化を図る各従業地ゾーンの集中交通量を算定するために、制約条件を設定し非線形計画問題を解く。
- (4) (3) の非線形計画問題を通して、各従業地における集中交通量を求める。

総通勤トリップ長の最小化と各従業地における集中交通量の算定のための定式化は以下のようになる。

$$\sum_{i=1}^n G_i = T \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^n F_i \cdot f_{ik} = G_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$ug_i = G_i / T \quad (i = 1, \dots, n) \quad (3)$$

$$cg_{ik} = cg_{i(k-1)} + ug_{ik} \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (4)$$

$$cf_{i(k-1)} = a_i cg_{i(k-1)}^2 + b_i cg_{i(k-1)} + c_i \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (5)$$

$$cf_{ik} = a_i cg_{ik}^2 + b_i cg_{ik} + c_i \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (6)$$

$$f_{ik} = cf_{ik} - cf_{i(k-1)} \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n f_{ik} = 1 \quad (8)$$

$$X_{ik} = F_i \cdot f_{ik} \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n X_{ik} d_{ik} : \min \quad (10)$$

ここで、

F_i : ゾーン i (居住地) における発生交通量

T : 総トリップ数

G_i : ゾーン i (従業地) における集中交通量

f_{ik} : ゾーン i (居住地) における k 番目のゾーン間とのOD交通量の相対比率

ug_i : ゾーン i (従業地) における集中交通量の相対比率

ug_{ik}, cg_{ik} : ゾーン i (居住地) における k 番目ゾーンの集中交通量の相対比率及び累積比率

$cf_{i(k-1)}, cf_{ik}$: 2次曲線の回帰係数を用いたゾーン*i*におけるk-1番目及びk番目ゾーンの累積比率
 X_{ik} : ゾーン*i* (居住地)におけるk番目のゾーン間とのOD交通量
 d_{ik} : ゾーンik間の距離
 a_i, b_i, c_i : プリファレンス曲線の回帰係数・定数

式 (1) ~ (9) を制約条件として、式 (10) の目的関数を最小化する非線形計画問題となる。

3. 都市構造と通勤交通行動

分析対象都市形態としては、図-1に示す25ゾーンからなる正方都市形態モデルを取り上げた。居住地は各ゾーンにおいて均等に分布しているとし、各ゾーンの中心間の距離は格子型道路網としたときの最短距離とする。隣り合うゾーン間の距離は2.0 km、内々距離はゾーン間距離の半分の1.0kmとする。

職住分布としての居住地の分布パターンは、表-1に示す発生交通量の相対比率のように3つのパターンを考えた。①中心部において高密度で周辺部に行くほど低密度である中心部高密度型(中心高密)、②中心部において低密度で周辺部に行くほど高密度である周辺部高密度型(周辺高密)、③対象域全体について発生密度が均一である全域均等型(全域均等)である。そして、総通勤トリップ数は250,000トリップ数とした。

各ゾーンにおける実際の通勤交通行動としては、就業者が居住地からある確率に従って従業地を選択して通勤するという行動を把握できるとともに、回帰曲線によって通勤交通行動を計量的に分析することが可能であるプリファレンス曲線に着目した。本研究では、図-2に示す実際の都市を対象にした分析から得られた代表的な3つの通勤交通行動を考えた。各通勤交通行動の回帰係数及び定数の値については、表-2に示した。ここで、各通勤交通行動のうち、交通行動Ⅰは職住近接型として自ゾーンを中心とした近距離ゾーンを就業地とする行動である。一方、交通行動Ⅱは自ゾーン以外の他のゾーンを均等に就業地とする行動である。そして、交通行動Ⅲは交通行動Ⅰに比べて遠距離のゾーンを就業地とする行動である。

本研究においては、図-1に示す正方都市形態モデルにおける25ゾーンを、大きく中心部(図中の濃地ゾーン)と周辺部(図中の白地ゾーン)に分けた。そして、中心部及び周辺部それぞれに異なる通勤交通行動モデルを適用して、表-3に示す9つの通勤交通行動モデルを考えた。そして、前述の3つの居住地の分布パターンとの組み合わせから、あわせて27ケースを考えた。そして、それぞれのケースに対して非線形計画問題を解いて、職住分布及び職住割当の相違が通勤ト

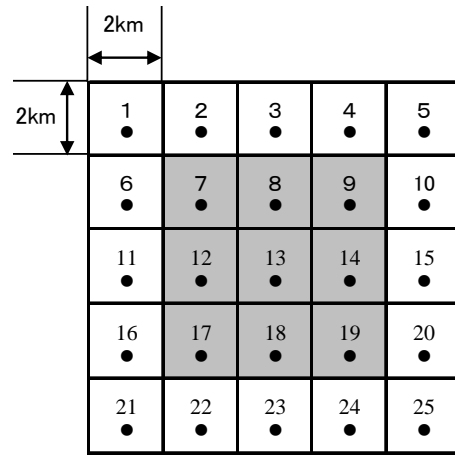


図-1 正方都市形態モデル

表-1 発生交通量の相対比率

ゾーン番号	1	2	3	4	5
中心高密	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
周辺高密	0.060	0.040	0.040	0.040	0.060
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	6	7	8	9	10
中心高密	0.025	0.050	0.050	0.050	0.025
周辺高密	0.040	0.039	0.025	0.039	0.040
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	11	12	13	14	15
中心高密	0.025	0.050	0.200	0.050	0.025
周辺高密	0.040	0.025	0.025	0.025	0.040
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	16	17	18	19	20
中心高密	0.025	0.050	0.050	0.050	0.025
周辺高密	0.040	0.039	0.025	0.039	0.040
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	21	22	23	24	25
中心高密	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
周辺高密	0.060	0.040	0.040	0.040	0.060
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040

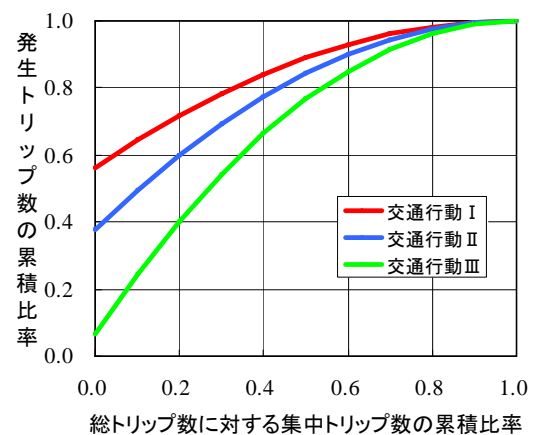


図-2 各通勤交通行動のプリファレンス曲線

リップ長に及ぼす影響について考察するとともに、各ケースに対する従業地の立地パターンについても考察を試みた。

4. 平均トリップ長について

通勤交通行動と居住地分布パターンの組み合わせからなる27 ケースに対して平均トリップ長を算定した結果が図-3 及び図-4 である。ここでは、平均トリップ長と基礎的通勤交通行動と居住地分布パターンの関係について分析を試みる。

1) 各居住地分布パターンに対する平均トリップ長

各居住地分布パターンにおける各通勤交通行動モデルの平均トリップ長を図示した結果が図-3 である。いずれの居住地分布パターンにおいても通勤交通行動モデル1が平均トリップ長の最小値を、モデル9が最大値をそれぞれ取っている。それぞれの居住地分布パターンに対する平均トリップ長の最小値は、中心高密度は2.20km、全域均等型は2.58km、周辺高密度は2.70kmである。そして、最大値はそれぞれ3.45km、4.22km、4.58kmであり、最小値と最大値の差は、1.25km、1.64km、1.87kmである。

平均トリップ長が最小値となった通勤交通行動モデル1は、中心部及び周辺部のゾーンにおいていずれも通勤交通行動Iとして自ゾーンを中心とした近距離ゾーンを就業地とするモデルである。一方、平均トリップ長が最大値となったモデル9は中心部及び周辺部において通勤交通行動IIIとしての遠距離のゾーンを就業地とするモデルとなっている。これらの結果から、中心部高密度型、全域均等型あるいは周辺部高密度型等、居住地分布パターンにかかわらず中心部と周辺部ともに通勤交通行動I、いわゆる職住近接型として自ゾーンを中心とした近距離ゾーンを就業地とする通勤交通行動が平均トリップ長をより短くするようである。一方、いずれの土地利用パターンにおいても遠距離のゾーンを就業地とする通勤交通行動IIIを取る場合には平均トリップ長も増加することが窺える。すなわち、居住地の分布が同じでも通勤交通行動によって平均トリップ長が大きく異なることが理解できる。

2) 各通勤交通行動モデルに対する平均トリップ長

各通勤交通行動モデルに対する平均トリップ長の算定結果を示したのが図-4 である。各通勤交通行動モデルに対する中心高密度と全域均等の平均トリップ長は図-4に示すように通勤交通行動モデル1→4→2→5→7→8→3→6→9の順に大きくなるという傾向を示している。周辺高密度の場合はモデル7の平均トリップ長が他の居住地分布パターンよりも小さい値となっている。また、すべての通勤交通行動モデルにおいて土地利用パターンが中心高密度の場合において平均トリップ長が最も小さくなっている。平均トリップ長の範囲は2.20km～3.45kmである。一方、土地利用パターンが周辺高密度の場合において平均トリップ長が最も大きい値を取っている。値の範囲は2.70km～4.58kmである。

これらの結果から、各ゾーンにおける通勤交通行動が与えられた場合、居住地分布パターンとしては、中心部におい

表-2 プリファレンス曲線の回帰係数・定数

通勤交通行動	a	b	c
I	-0.4391	0.8782	0.5609
II	-0.6229	1.2458	0.3771
III	-0.9328	1.8656	0.0672

表-3 通勤交通行動モデルの組み合わせ

中心部 \ 周辺部	周辺部		
	I	II	III
I	モデル1	モデル2	モデル3
II	モデル4	モデル5	モデル6
III	モデル7	モデル8	モデル9

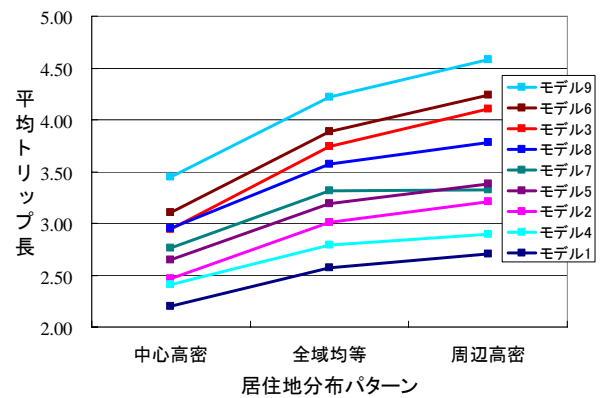


図-3 各居住地分布パターンに対する平均トリップ長

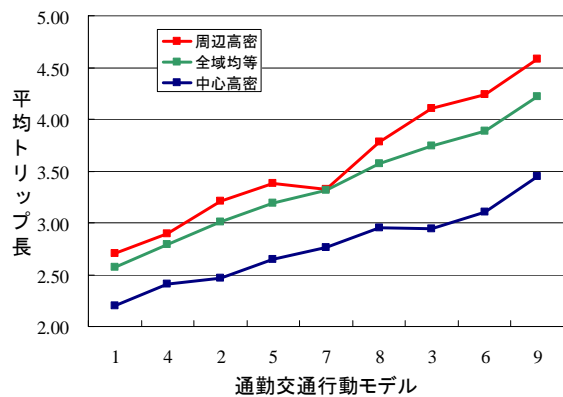


図-4 各通勤交通行動モデルに対する平均トリップ長

て高密度で周辺部にいくほど低密度である中心部高密度型の場合に平均トリップ長がより短くなることが窺える。一方、居住地分布が中心部において低密度で周辺部にいくほど高密度である周辺部高密度型の場合には平均トリップ長はより増加することが分かる。

5. 各ゾーンにおける集中交通量について

3つの居住地分布パターンと9つの通勤交通行動モデルと

の組合せからなる27ケースに対する従業地の立地パターンを取りまとめた結果が表-4である。各ゾーンの集中交通量は多少異なるが、従業地の立地パターンとしては図-5～図-8に示すように大きく4つに分類することができる。図-5～図-8には、各ゾーンの集中交通量とともに交通量の大小による濃淡図によって立地パターンをも示した。

各従業地の分布パターンは、居住地の分布パターンと同様に中心部において高密度で周辺部において低密度の中心部高密度型(図-5)、中心部において低密度で周辺部において高密度の周辺部高密度型(図-6)、さらに対象全域に均一である全域均等型(図-7)などである。一方、図-8はゾーン8及び13に多く集中交通量が分布するパターンとなっている。

表-4に示す居住地分布パターンと従業地の分布パターン及び通勤交通行動モデルの関係を見ると、通勤交通行動モデル1, 2, 4, 5は、居住地分布パターンと従業地の分布が同じパターンになっている。これらの通勤交通行動モデルは、正方都市形態の中心部及び周辺部に他ゾーンを中心とした交通行動をとる通勤交通行動Ⅲが含まれていないモデルである。また、居住地分布パターンが周辺部高密度と全域均等の場合のモデル3, 6, 9は、ゾーン8及び13に集中交通量が集中する分布となっている。これらのモデルは周辺部において遠距離のゾーンを就業地とする通勤交通行動Ⅲを含むモデルとなっている。さらに、周辺部高密度のモデル7, 8と全域均等のモデル7は、従業地の分布パターンが周辺部に集中する図-6の分布パターンとなっている。最後に、全域均等のモデル8は図-5の様ゾーン13がCBDとなる分布となった。

これらの結果から、居住地分布パターンが与えられとき、通勤トリップ長の面から望ましい従業地の立地パターン及び各ゾーンの通勤交通行動について考えることができる。

6. あとがき

以上、本研究においてはモデル計算を通してある居住地分布としての都市構造の場合に、どのような通勤交通行動及び従業地分布パターンの場合であれば通勤トリップ長をより短くすることができるのかについて考察を行った。また、通勤交通行動と居住地分布パターンの関係からどのような従業地分布パターンが得られるのかについても考察を試みた。その結果、平均トリップ長を基礎に居住地分布パターンと通勤交通行動の関係、及び集中交通量の分布パターンについて考察することができた。

参考文献

- (1) 梶谷有三・劉 斌・田村 亨・斎藤和夫(2003)：都市構造と通勤トリップ長について、都市計画論文集・No. 38-3, pp415-420
- (2) 梶谷有三・北川智也・田村 亨・斎藤和夫(2004)：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、都市計画論文集・No. 39-3, pp775-780

表-4 居住地と従業地の分布パターンと通勤交通行動モデル

居住地分布パターン	従業地の分布	通勤交通行動モデル
中心部高密度型	ゾーン13がCBDとなり中心部に集中	1~9
周辺部高密度型	周辺部に集中交通量が分布	1,2,4,5,7,8
	ゾーン8がCBDとなる	3,6,9
全域均等型	集中交通量が均等に分布	1,2,4,5
	ゾーン8がCBDとなる	3,6,9
	周辺部に集中交通量が分布	7
	ゾーン13がCBDとなり中心部に集中	8

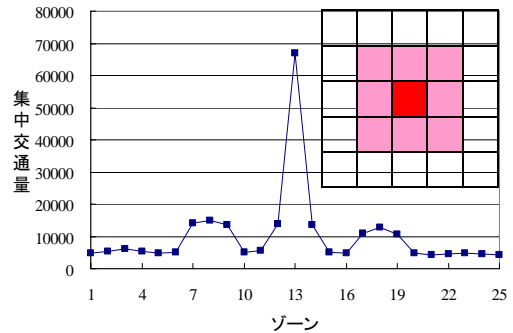


図-5 集中交通量が中心部高密度

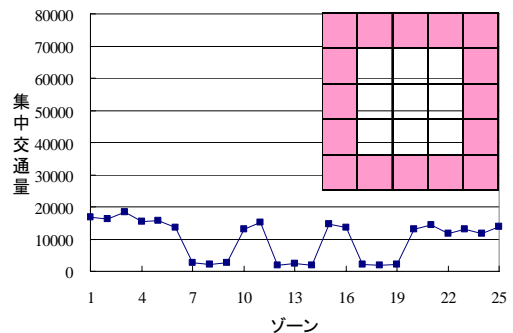


図-6 集中交通量が周辺部高密度

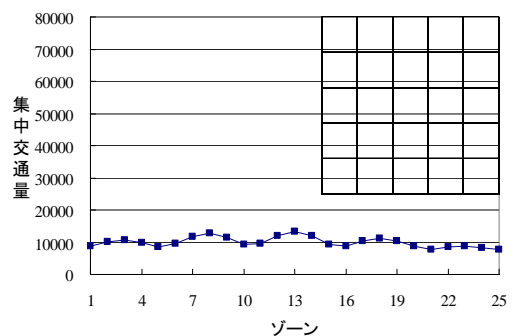


図-7 集中交通量が全域均等

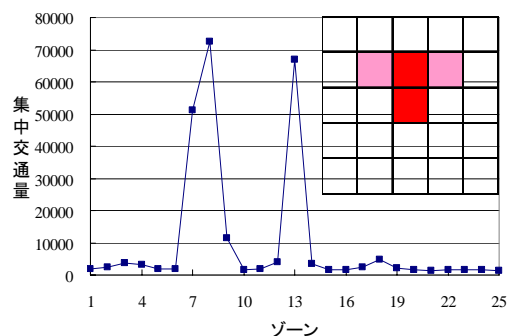


図-8 集中交通量が中心周辺