

従業地の空間分布と通勤トリップ長について*

Spatial Distribution of Employment and Journey-to-work Trip Length

北川智也**・榎谷有三***・下夕村光弘****・斉藤和夫*****

By Tomoya KITAGAWA, Yuzo MASUYA, Mitsuhiro SHITAMURA and Kazuo SAITO

1. はじめに

通勤交通は、居住地と従業地との地理的位置関係によって発生するものであるから、通勤トリップ長はこれらの位置関係、特に従業地の空間分布としての都市構造（一極集中型あるいは多極分散型）等によって異なってくる。また、通勤トリップ長は通勤者がそれぞれの住宅から近い従業地を勤務先としているか（通勤距離の最小化）あるいは遠くの従業地を勤務先としているか（通勤距離の最大化）等の通勤者の交通行動によっても異なってくる。通勤トリップ長を基礎にした分析は、持続可能な都市の形成、あるいは各種の都市交通政策等を考えるうえでも重要である。

本研究では、通勤交通行動を計量的に分析することができるプリファレンス曲線を基に、従業地の空間分布の変化が通勤トリップ長に与える影響について考察を試みる。その結果、ある交通行動の下で、通勤トリップ長を減少させることができる従業地の空間分布について種々考察することができる。

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

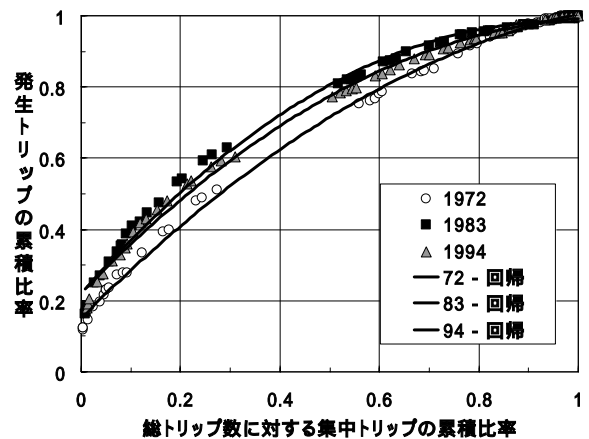


図-1 プリファレンス曲線の例（札幌市の通勤交通）

表-1 図-1の曲線に対する回帰係数

回帰係数	1972年	1983年	1994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

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。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。

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。図-1及び表-1の例に見られるように、札幌市の通勤交通を対象にしたとき、曲線の特性及び形状等から2次曲線による回帰曲線が相関係数及び適合度指標からも優れていることが確認されている。そこで、本研究においては各ゾーンの通勤交通行動は、各ゾーンのプリファレンス曲線に対する回帰係数の値に従って行われるものとする。

そうすると、ある土地利用パターンとしての各ゾ

*キーワード：土地利用、通勤交通

** 学生員 室蘭工業大学大学院 建設システム工学専攻

(〒050-8585 室蘭市水元町27-1 TEL0143-46-5245 FAX0143-46-5246)

*** 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

ーンの従業地に対する立地量（集中トリップ）が与えられたとき、居住地と従業地間の分布交通量（OD交通量）は各ゾーンのプリファレンス曲線を通して容易に算定することができる。すなわち、各ゾーンの通勤交通行動は立地量の変化に関わらず同じとしたとき、プリファレンス曲線を通して、立地量の変化に伴う OD 交通量も容易に算定できる。本研究においては、各ゾーン（居住地）における発生交通量は一定の下で、ある目的関数を最適化するような従業地の空間分布としての各ゾーンの立地量と分布 OD 交通量の算定について試みるものである。

3. 通勤交通行動を考慮した問題の定式化

通勤トリップ長は、居住地と従業地との地理的位置関係および空間分布によって異なってくる。したがって、各ゾーンの居住地及び従業地に対する立地量が増減すれば、各ゾーン間の OD 交通量も変化し、延いては通勤交通エネルギー消費に関する指標である総通勤トリップ長にも影響を及ぼす。そこで、本研究においては各ゾーン（居住地）からの発生交通量が一定の下で、通勤トリップ長を減少させるような各ゾーンの従業地に対する立地量について考察を試みるものである。すなわち、従業地の空間分布としての各ゾーンの立地量を変化（他ゾーンへの移転等）させることによって、都市圏全体の交通エネルギー消費の減少を図ろうとするものである。

各ゾーンの通勤交通行動、すなわち各ゾーンのプリファレンス曲線を考慮した問題の定式化は以下となる。

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

$$\sum_{i=1}^n G_i^n = T \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$G_i^n = G_i^o + \Delta G_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (3)$$

$$\Delta G_i^L \leq \Delta G_i \leq \Delta G_i^U \quad (i=1, \dots, n) \quad (4)$$

$$ug_i^n = G_i^n / T \quad (i=1, \dots, n) \quad (5)$$

$$cg_{ik}^n = cg_{i(k-1)}^n + ug_{ik}^n \quad (i=1, \dots, n)(k=1, \dots, n) \quad (6)$$

$$cf_{i(k-1)}^n = a_i cg_{i(k-1)}^n{}^2 + b_i cg_{i(k-1)}^n + c_i \quad (i=1, \dots, n)(k=1, \dots, n) \quad (7)$$

$$cf_{ik}^n = a_i cg_{ik}^n{}^2 + b_i cg_{ik}^n + c_i \quad (i=1, \dots, n)(k=1, \dots, n) \quad (8)$$

$$f_{ik} = cf_{ik}^n - cf_{i(k-1)}^n \quad (9)$$

$$F_{ik} = F_i \cdot f_{ik} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n F_{ik} d_{ik} : \min \quad (11)$$

ここで、

G_i^o, G_i^n : 各ゾーンの従業地に対する既存及び新規の立地量

ΔG_i : 立地量の変化量

$\Delta G_i^L, \Delta G_i^U$: 変化量の下限値及び上限値

ug_i^n : 立地量の相対比率

ug_{ik}^n, cg_{ik}^n : ゾーン ij 間の距離を小大順に並び替えた時の k 番目ゾーンの相対比率及び累積比率

$cf_{i(k-1)}^n, cf_{ik}^n$: 2次曲線の回帰係数を用いたゾーン i における k 番目及び $k-1$ 番目ゾーンの累積比率

f_{ik}, F_{ik} : ゾーン i における k 番目のゾーン間との OD 交通量の相対比率及び OD 交通量

F_i : ゾーン i における発生交通量

d_{ik} : ゾーン ij 間の距離

a_i, b_i, c_i : プリファレンス曲線の回帰係数及び定数

そうすると、式(1)～(10)を制約条件式として、式(11)の目的関数を最小化する非線形の最適化問題となる。その結果、式(11)の総通勤トリップ長を最小化するような各ゾーンの従業地に対する新規の立地量及び OD 交通量を算定することができる。

4. 札幌市の通勤交通を対象とした分析結果

本研究においては、図-2に示す札幌市のゾーン区分を対象に、1994年の通勤交通に対するプリファ

レンス曲線を用いて問題の定式化及び計算を試みた。札幌市における通勤交通の特徴のひとつとして、ゾーン1(図-2に示す濃いゾーン: CBD)の従業地に対する立地量の比率が19.5%(117,979トリップ数、総トリップ数606,116)と、いわゆる一極集中型の従業地の空間分布パターンである。そこで、本研究ではCBDの立地量を減少させ、他のゾーンに移転させて総通勤トリップ長の減少させるような空間分布パターンについて計算を試みた。次に、すべてのゾーンを対象に立地量の変化を促した場合について考察を試みた。このとき、下限値の設定としては当該ゾーンの下限値を一定比率で減少させる場合、あるいは一定のトリップ数で減少させる場合についてそれぞれ考えた。なお、ここでいう下限値は当該ゾーンの下限値を示し、上限値は当該ゾーンにおいて既存立地量に加えてさらに立地可能な量を示している。

まず、CBD(ゾーン1)の立地量を減少させた場合の結果が図-3である。図-3は、ゾーン1の集中トリップ数(立地量)を5%から20%まで、5%ずつ減少させて、他のゾーンに移転させたときの平均トリップ長の減少結果を示している。また、各ゾーンにおいて新規に立地可能な量(上限値)も1000トリップ数から1000ずつ3000トリップ数まで増加させている。ゾーン1における集中トリップを減少させても、すなわち一極集中を緩和させても平均トリップ長(あるいは総通勤トリップ長)の減少程度は必ずしも大きくないことが理解できる。このとき、ゾーン1の立地量を減少させて通勤トリップ長を減少させるような空間分布パターンは、ゾーン1の周辺ゾーンであるゾーン5,26,40,42等の立地量を増加させるパターンであった。すなわち、中心部ゾーンで立地量を増加させる空間分布パターンであった。

次に、すべてのゾーンを対象に立地量を増減させた場合について算定を試みた。図-4は、すべてのゾーンを対象に立地量を変化させた場合の結果である。各ゾーンの下限値を当該ゾーン立地量の5%から30%まで5%ずつ減少させ、上限値を1000から3000トリップ数までそれぞれ変化させている。各ゾーンの下限値の範囲を増大させることによって、平均トリップ長を減少させることが可能であることが理解できる。また、新規の立地可能な量が

1000トリップ数のとき、平均トリップ長の減少は大きい、上下限值によって減少程度も異なるようである。また、CBDの立地量のみを対象に減少させた場合に比べて、平均トリップ長の減少程度が大きく

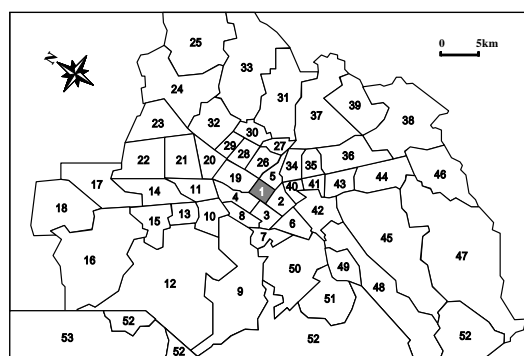


図-2 札幌市のゾーン区分

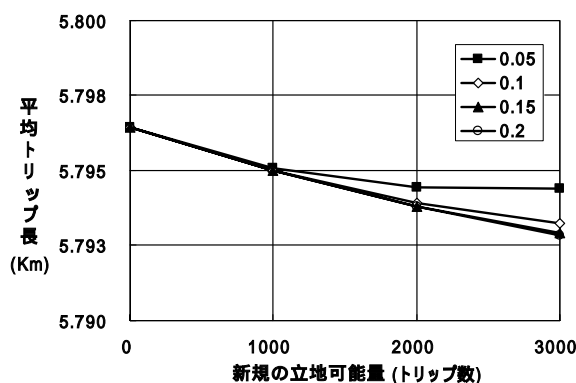


図-3 CBDの立地量を減少させたときの平均トリップ長の変化

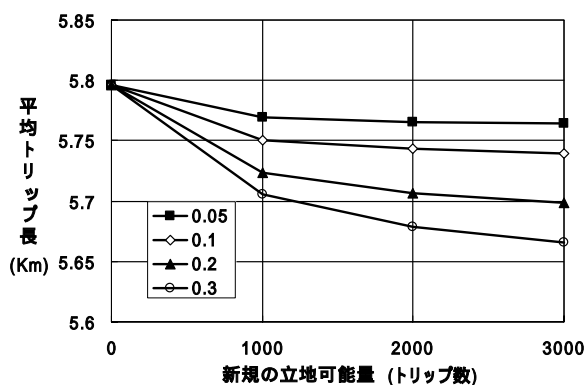


図-4 立地量の変化に伴う平均トリップ長の変化

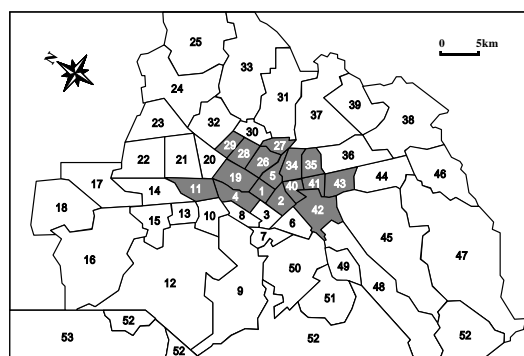


図-5 立地量が増加するゾーン

なっていることが窺える。図 - 5 はすべてのゾーンの下限值が 5%、上限値が 1000 トリップ数に対する結果である。中心部ゾーン(図 - 5 の濃いゾーン)では立地量は増大し、郊外部では立地量は減少している。このことから、各ゾーンの通勤交通行動としてのプリファレンス曲線を基に通勤トリップ長の減少をさせるような土地利用パターンを考えたとき、より一極集中型を促すような土地利用パターンが平均トリップ長をより減少させることが理解できる。

本研究では、さらに通勤トリップ長を減少させるような各ゾーンの従業地の空間分布パターンとしての立地量を求めるため、上下限值ともに同じトリップ数を設定した。このとき、下限値は当該ゾーンの立地量を越えない値を設定している。図 - 6 から各ゾーンの立地量の変化量の範囲を増大させることによって平均トリップ長を減少させることが窺える。しかしながら、変化量が 1000~4000 トリップ数程度において平均トリップ長の減少程度は大きい、上下限值が増大するにしたがって、減少程度は小さくなっている。一方、各ゾーンの立地量の変化を見ると、図 - 7 に示すようにゾーン 1 から 5km 以内のゾーンで増加、5km 以降のゾーンで減少させる立地パターン、すなわち前述のようにより一極集中型の立地パターンが総通勤トリップ長を減少させることが窺える。図 - 8 の濃淡図は、上下限值 1000 に対する結果で、中心部の濃いゾーンが立地量を増大させるゾーンである。この図からも、中心部ゾーンで増加、周辺部及び効外部ゾーンで減少が理解できる。

5. あとがき

以上、本研究においては各ゾーンの通勤交通行動を踏まえて、通勤トリップ長をより減少させるような従業地の立地量について考察を試みた。結果を取りまとめると CBD の集中トリップ数を減少させても、すなわち従業地の分散化を図っても、通勤トリップ長の減少程度は少ない。中心部ゾーンでの立地量増大、すなわち従業地の一極集中型が総通勤トリップ長をより減少させる。下限値の設定は、当該ゾーンの立地量を一定比率で減少する場合より、トリップ数で減少させた場合の方がより総通勤トリップ長を減少させる。

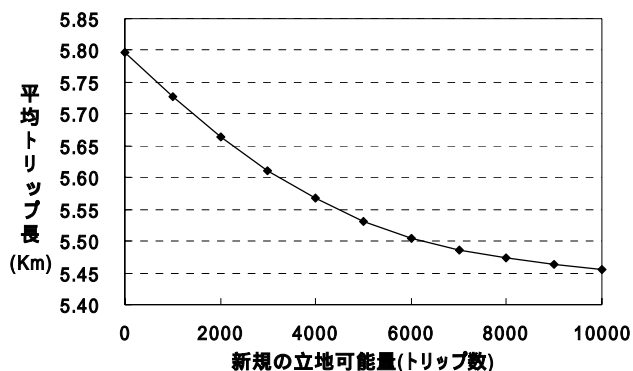


図 - 6 上・下限値設定の場合の平均トリップ長の変化

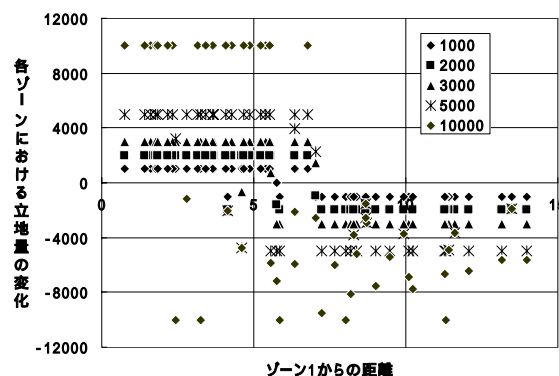


図 - 7 上・下限値設定の場合の各ゾーンの立地量の変化量

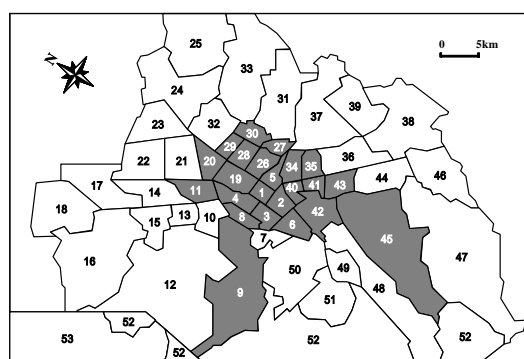


図 - 8 上・下限値設定の場合の立地量の変化

今後は、居住地の空間分布が通勤トリップ長に与える影響についても考察を試みる。

参考文献

- 1) Yuzo MASUYA, Mitsuhiro SHITAMURA, Kazuo SAITO and John BLACK: Urban Spatial Re-structuring and Journey-to-work Trip Lengths: A Case Study of Sapporo from 1972 to 1994, Traffic and Transportation Studies, Proceedings of ICTTS 2002, pp178-185, 2002
- 2) 北川智也、榎谷有三、下夕村光弘、斎藤和夫：従業地の空間分布が通勤トリップ長に及ぼす影響について、土木学会北海道支部論文報告集第 59 号、pp560-561、2003