

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

Effect of Spatial Distribution of Employment on Journey-to-work Trip Length

室蘭工業大学大学院 ○学生員 北川智也 (Tomoya KITAGAWA)
 専修大学北海道短期大学 正員 梶谷有三 (Yuzo MASUYA)
 苫小牧工業高等専門学校 正員 下村光弘 (Mitsuhio SHITAMURA)
 室蘭工業大学工学部 フェロー 斎藤和夫 (Kazuo SAITO)

1. まえがき

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。

通勤交通は、都市におけるエネルギー消費あるいは持続可能な都市の形成などの面から各種の都市交通政策を考えるうえでも重要である。本研究は、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平均トリップ長に及ぼす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、平均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。また、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、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従業地に対する立地量の算定について試みるものである。

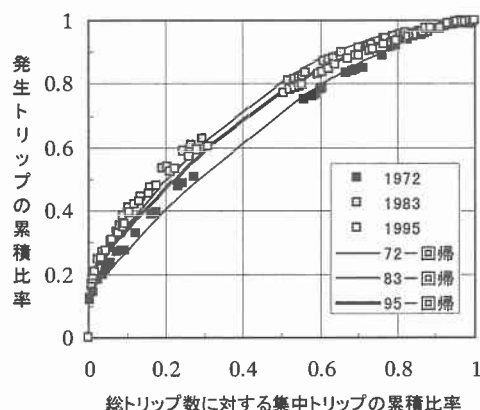


図-1 プリファレンス曲線の例(札幌市の通勤交通)

表-1 図-1の曲線に対する回帰係数

回帰係数	1972年	1983年	1995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

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。従って、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距離にも影響を及ぼす。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もとで、総通勤距離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。

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

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

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

$$\Delta G_i : \text{free variable} \quad (i=1, \dots, n) \quad (4)$$

$$\Delta G_i^L \leq \Delta G_i \leq \Delta G_i^U \quad (i=1, \dots, n) \quad (5)$$

$$ug_i^o = G_i^o / T \quad (i=1, \dots, n) \quad (6)$$

$$cg_{ik}^o = cg_{ik-1}^o + ug_{ik}^o \quad (i=1, \dots, n)(k=1, \dots, n) \quad (7)$$

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

$$cf_{ik}^o = a_i cg_{ik}^o + b_i cg_{ik}^o + c_i \quad (i=1, \dots, n)(k=1, \dots, n) \quad (9)$$

$$f_{ik} = cf_{ik}^o - cf_{ik-1}^o \quad (10)$$

$$F_{ik} = F_i \cdot f_{ik} \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n F_{ik} d_{ik} : \min \quad (12)$$

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 : 立地量の変化量
 ΔG_i : 自由変数
 $\Delta G_i^L, \Delta G_i^U$: 変化量の下限値及び上限値
 ug_k^o : 立地量の相対比率
 ug_{ik}^o, cg_{ik}^o : 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_{ik-1}^o, cf_{ik}^o : 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

そうすると、式(1)~(11)を制約条件式として、式(12)の目的関数を最小化する非線形の最適化問題を考えることができる。その結果、式(12)の総通勤距離をより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、1972 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を行って計算を試みた。ここでは、上・下限値は絶対値で同じ値を設定した。各ゾーンの立地量の変化可能量の上下限をパラメータとしたときの総通勤距離としての平均トリップ長の結果が図-3 である。また、図-4 は目的関数の総通勤距離をより最小化するための各ゾーンにおける立地量の変化量の上下限値をパラメータに図示したものである。

図-3 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 及び 2000 程度において平均トリップ長の減少も大きい、上下限値によって減少程度も異なるようである。一方、各ゾーンの立地量の変化を見ると、図-4 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、すなわちより一極集中型の立地パターンが総通勤距離を減少させることが窺える。図-2 の濃淡図は、上下限値 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。

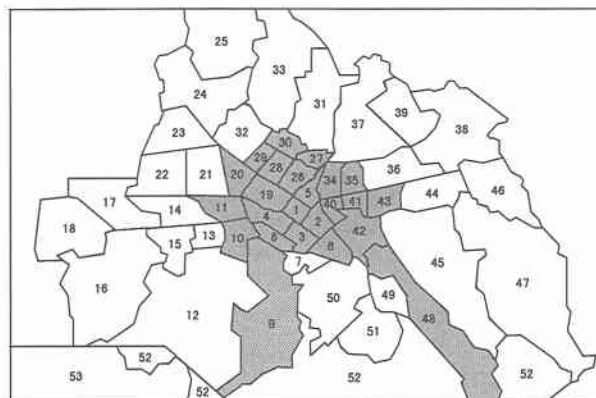


図-2 ゾーン区分及び新規立地量が増加するゾーン

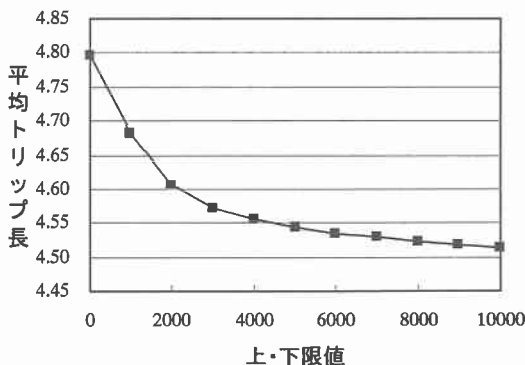


図-3 変化量の上・下限値と平均トリップ長の関係

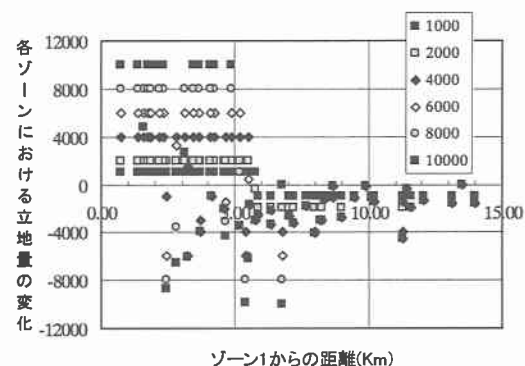


図-4 各ゾーンの立地量の変化量

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、総通勤距離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。その結果、制約条件式において 2 次関数を含む総通勤距離最小化の非線形の最適化問題として定式化することができた。札幌市の通勤交通を対象に、実証的な分析も試みた。札幌の通勤交通(1972 年)の場合、中心部ゾーンでの立地量増大が総通勤距離をより減少させることが理解できた。今後は、他の年次(1983 年、1994 年)についても分析を行うと共に、各ゾーンの上下限値及び制約条件式の設定についても考察を試みる。

<参考文献>

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
 榎谷・下村・田村・齊藤: 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, pp445-453, 2001