

職住分布の変化と通勤トリップ長について

Urban Structure and Trip length considering Journey-to-work Travel Behavior

佐々木和彦**・榎谷有三***・北川智也****・斉藤和夫*****

By Kazuhiko SASAKI, Yuzo MASUYA, Tomoya KITAGAWA and Kazuo SAITO

1. はじめに

通勤交通は、都市交通において主要な部分を占めており、日常的に繰り返されるものであることから、通勤トリップ長を基礎とした分析は、持続可能な都市の形成、環境への負荷の減少、都市交通政策等を考える上で重要である。そして、通勤交通は、居住地から発生する交通と従業地へと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地理的位置関係等の都市構造及び通勤者の交通行動により大きな影響を受ける。したがって、通勤トリップ長の削減策は、職住分布構造(従業地・居住地の空間分布、CBDの位置・規模)、通勤者の通勤交通行動等の面から考えなければならない。

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、函館都市圏(1999年)におけるゾーン区分を用い、各ゾーンの職住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、通勤トリップ長を減少させることができる職住分布について考察することができた。

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す集中トリップの累積比率と、居住地における通勤者の発生状況を表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は(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。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。

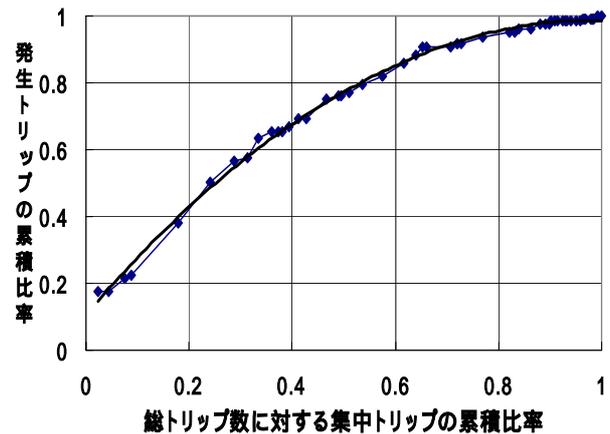


図-1 プリファレンス曲線の例

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(空間距離あるいは時間距離)の大小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、図-1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。本研究で対象としている函館都市圏の通勤交通の場合では、図-1に見られるように曲線特性、形状、相関係数($R^2 = 0.9972$)等から2次曲線による回帰曲線が優れていることが確認できた。そこで、本研究においては各ゾーンの通勤交通行動は、2次曲線によって曲線回帰されたプリファレンス曲線に対する回帰係数及び定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(集中トリップ数)が与えられた時、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算定することができる。さらに、各ゾーンの通勤交通行動は、各ゾーンの居住地、従業地の立地量の変化に関わらず、当該ゾーンのプリファレンス曲線に従うとしたとき、立地量の変化に伴うOD交通量も容易に算定することができる。

*キーワード: 通勤交通、プリファレンス曲線

** 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環境システム科

**** 正会員 北開工営(株)

*****フェロー 工博 室蘭工業大学工学部建設システム工学科

3. 通勤交通行動を考慮した問題の定式化

本研究では、従業地及び居住地としての職住分布の変化が通勤トリップに及ぼす影響を考察するため、各ゾーンの従業地及び居住地の両方の立地量を組み込んだ問題を定式化する。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考慮した問題の定式化は以下となる。

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

$$F_i^a = F_i^b + \Delta F_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$\Delta F_i : \text{free variable} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta F_i = 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (4)$$

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

$$\sum_{i=1}^n G_i^a = T \quad (i = 1, \dots, n) \quad (6)$$

$$G_i^a = G_i^b + \Delta G_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (7)$$

$$\Delta G_i : \text{free variable} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta G_i = 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (9)$$

$$\Delta G_i^L \leq \Delta G_i \leq \Delta G_i^U \quad (i = 1, \dots, n) \quad (10)$$

$$ug_i^a = G_i^a / T \quad (i = 1, \dots, n) \quad (11)$$

$$cg_{ik}^a = cg_{i(k-1)}^a + ug_{ik}^a \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (12)$$

$$cf_{i(k-1)}^a = a_i cg_{i(k-1)}^a + b_i cg_{i(k-1)}^a + c_i \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (13)$$

$$cf_{ik}^a = a_i cg_{ik}^a + b_i cg_{ik}^a + c_i \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (14)$$

$$f_{ik}^a = cf_{ik}^a - cf_{i(k-1)}^a \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (15)$$

$$X_{ik}^a = F_i \cdot f_{ik}^a \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n X_{ik}^a d_{ik} : \min \quad (i = 1, \dots, n)(k = 1, \dots, n) \quad (17)$$

ここで、

F_i^b, F_i^a : 各ゾーンの居住地に対する既存及び新規の立地量

ΔF_i : 居住地の立地量の変化量 (自由変数)

T : 総トリップ数

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

G_i^b, G_i^a : 各ゾーンの従業地に対する既存及び新規の立地量

ΔG_i : 従業地の立地量の変化量 (自由変数)

$\Delta G_i^L, \Delta G_i^U$: 従業地における立地量の変化量の下限値及び上限値

ug_i^a : 従業地の立地量の相対比率

ug_{ik}^a, cg_{ik}^a : 立地量変化後のゾーン i における k 番目ゾーンの立地量の相対比率及び累積比率

$cf_{i(k-1)}^a, cf_{ik}^a$: 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

f_{ik}^a : 立地量変化後のゾーン i における k 番目のゾーン間との OD 交通量の相対比率

X_{ik}^a : ゾーン i 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) ~ (16) を制約条件式として、式 (17) の目的関数を最小化する非線形最適化問題となる。式 (3) の居住地における立地量の変化量及び式 (8) の従業地における立地量の変化量はそれぞれ自由変数である。各ゾーンの立地量は、式 (5) に示す居住地における変化量の下限値及び上限値、あるいは式 (10) の従業地における変化量の下限値及び上限値の範囲内で増加、減少が可能である。また、総トリップ数は変化をしないため、式 (4) 及び式 (9) で示されるように、全てのゾーンにおける立地量の変化量の総和は 0 となる。さらに、式 (13) (14) (15) が、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通して、立地量の変化に伴う OD 交通量の相対比率を求める制約式であり、これにより容易に立地量の変化に伴う OD 交通量を算定することができる。このような問題定式による計算を行うことによって、目的関数である式 (17) の総通勤トリップ長を最小化するような職住分布としての新規の立地量、OD 分布交通量を算定することができる。

4. 分析結果

本研究においては、図 2 に示す函館都市圏の通勤交通（1999 年：総トリップ数 116,274）を対象に分析を試みている。図 3、図 4 は、1999 年の函館都市圏における集中交通量及び発生交通量の分布状況を示した図である。なお、CBD はゾーン 15 であり、集中トリップ比率は 9.1%、次いでゾーン 1 において 6.3% となっており、他のゾーンと比較をしてみても集中トリップ比率が極めて高くはなく、多極分散型の従業地の空間分布パターンとなっている。これらの図から、函館都市圏における通勤交通行動の特徴の一つとして、港都市として発展を遂げており海岸線側には従業地、そして内陸側には居住地が多く分布をしているため、集中交通量は海岸線側、発生交通量は内陸側に多く見受けられるといった点が挙げられる。

本研究では、全てのゾーンを対象に居住地及び従業地の両方の立地量を変化させた場合について計算を試みた。そこで、制約条件として上限値（既存の立地量に加えて新規に立地可能な量）、下限値（既存の立地量から減らすことができる割合）を設定した。上限値の設定としては 1000、2000、3000 トリップ数、下限値の設定としては当該ゾーンの 10%、20%、30% とし、合計で 27 ケースの組み合わせについて計算を行い、考察を試みている。

図 - 5 は、全 27 ケースの計算の結果により得られた各ゾーンの居住地及び従業地の立地量の変化に伴う通勤トリップ長の減少程度を示すグラフの例である。ここでは、最も減少程度が著しい条件である下限値 30% に対する結果を示した。通勤トリップ長は、立地量の変化の範囲を増大させることによって減少程度が大きくなり、上限値が 1,000 トリップ数の時、通勤トリップ長は最も大きな減少程度を示している。しかし、2,000 及び 3,000 トリップ数と上限値を増大させても通勤トリップ長は大きく減少しないという結果が得られた。函館都市圏においては、増加すべきゾーンに対し従業地及び居住地の立地量を大きく増加をさせても通勤トリップ長に対する影響は少ないようである。通勤トリップ長の減少程度が最大であった条件は、下限値 30%、従業地の上限値 3000 トリップ数、居住地の上限値 3000 トリップ数であり、通勤トリップ長は 3.43Km (0.80Km 減) まで 19% 減少が可能であった。

次に、通勤トリップ長を減少することができる職住分布について考察を試みる。図 - 6 の濃淡図は、27 ケース全ての条件において従業地の立地量が増加あるいは減少対象となったゾーン、図 7 は、27 ケース全ての条件において居住地の立地量が増加あるいは減少対象となったゾーンを示している。白地のゾーンは、条件によって立地量が増加あるいは減少対象となるゾーンである。郊外における立地量の減少、CBD であるゾーン 15 を中心と

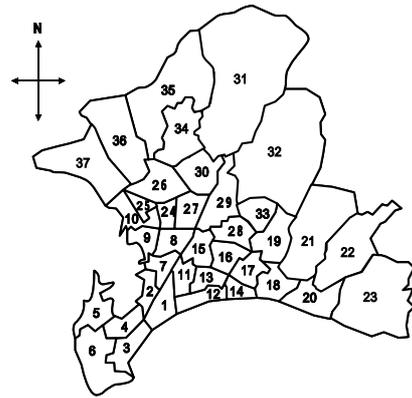


図 2 函館都市圏のゾーン図

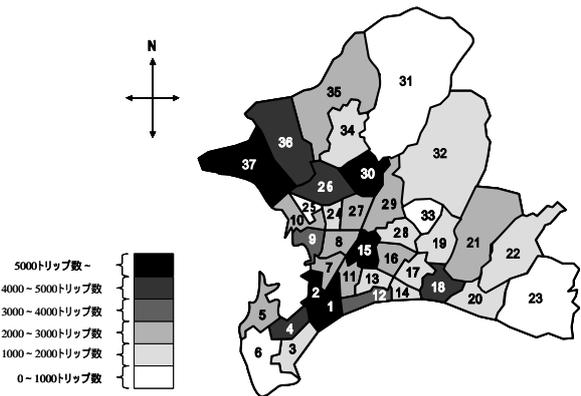


図 - 3 集中交通量の分布状況

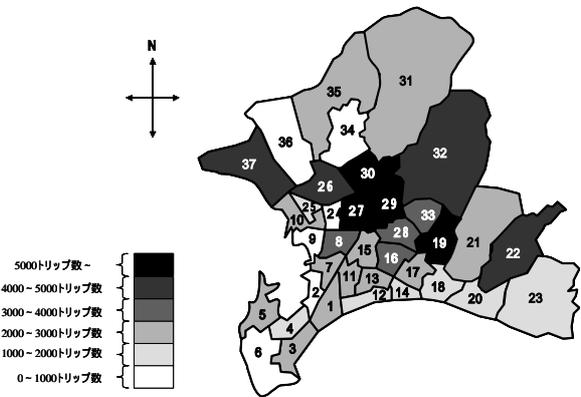


図 - 4 発生交通量の分布状況

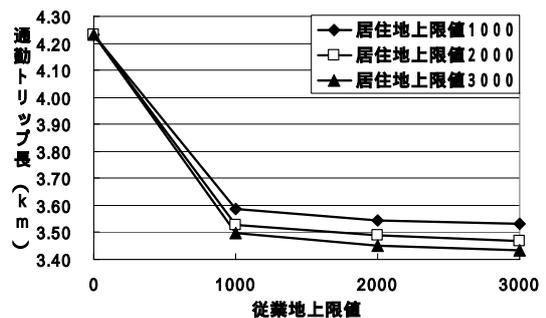


図 - 5 従業地・居住地の立地量の変化に伴う通勤トリップ長の変化（下限値 30% の場合）

した立地量の増加が通勤トリップ長の減少に大きな影響を与えるようである。さらに、従業地は居住地が多く分布している内陸側において、居住地は従業地が多く分布している海岸線側において立地量の増加対象ゾーンが多く見られた。

次に、立地量変化後の各ゾーンの集中・発生交通量を考察していく。図 8、9 は、立地量変化後の各ゾーンにおける集中及び発生交通量の分布状況を示した図である。ここでは、通勤トリップ長の減少程度が最も著しい条件である下限値 30%、従業地の上限値 3000 トリップ数、居住地の上限値 3000 トリップ数に対する結果を示す。図 2、図 3 で示す既存の集中及び発生交通量の分布状況と比較をすると、集中交通量では海岸線側に 5000 トリップ数以上のゾーンが分散している状況であったが、変化後はゾーン 15 を中心に 5000 トリップ数以上のゾーンが密集している。一方、発生交通量では内陸側に 5000 トリップ数以上のゾーンが密集した状況であったが、変化後はゾーン 15 を中心に 4000 ~ 5000 トリップ数、5000 トリップ数以上のゾーンが幅広く分布している。これらの図から、ゾーン 15 を中心に周辺ゾーンにおける立地量の増加、郊外ゾーンでの立地量の減少が通勤トリップ長を減少することができるということが分かる。

5. あとがき

以上、本研究においては、実際の通勤交通行動としてのプリファレンス曲線を組み込んだ問題を定式化して、通勤トリップ長を減少させるような各ゾーンの居住地及び従業地の立地量について計算を行った。また、1999 年の函館都市圏における実際の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ついて考察を行った。函館都市圏の分析結果をまとめると以下ようになる。

従業地、居住地の立地量の変化により通勤トリップ長は、約 6% ~ 19% ほど減少が可能であった。

ゾーン 15 を中心とした周辺ゾーンでの立地量の増大、郊外ゾーンにおける立地量の減少が通勤トリップ長をより減少させる。

今後は、プリファレンス曲線は土地利用の変化により影響を受けることから、職住分布の変化とプリファレンス曲線のパラメータについて分析を進めていきたい。

<参考文献>

- 1) 榎谷・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 日本都市計画学会都市計画論文集 No.39-3 2004
- 2) 佐々木・榎谷・斉藤：函館都市圏における職住分布と通勤トリップ長について、平成 16 年土木学会北海道支部論文報告集、



図 6 立地量の増加・減少対象ゾーン（従業地）



図 7 立地量の増加・減少対象ゾーン（居住地）

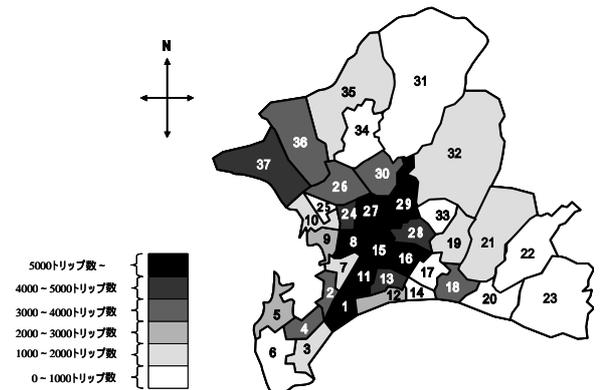


図 8 立地量変化後の集中交通量の分布状況
(下限値：30%、上限値：集中・発生 3000)

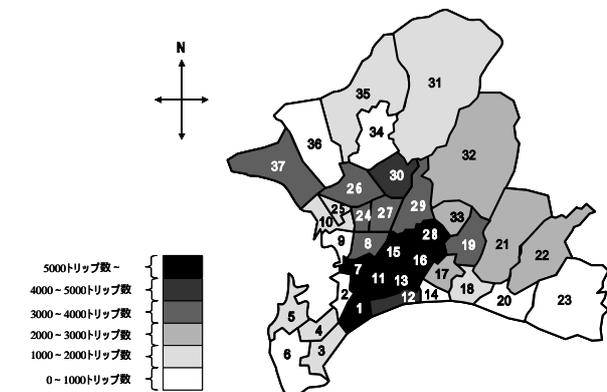


図 9 立地量変化後の発生交通量の分布状況
(下限値：30%、上限値：集中・発生 3000)