

職住分布構造と通勤トリップ長について

Urban Structure and Trip Length of Journey-to-work Travel

室蘭工業大学大学院
専修大学北海道短期大学教授
室蘭工業大学教授

○学生員 佐々木和彦 (Kazuhiro Sasaki)
正会員 榎谷有三 (Yuzo MASUYA)
フェロー 斎藤和夫 (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、日常的に日々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。これまで、最適職住割当問題を基礎とした都市構造と通勤交通流動に関する研究において、交通流動率を基に都市の職住分布構造あるいは都市形態等の都市構造の相違を及ぼす影響について分析が行われている¹⁾。

その結果、1) 実際の総通勤トリップ長は、都市規模・都市構造に関わらず、職住割当パターンとして起こりうる総通勤トリップ長の最小値と最大値のある範囲のなかで一定の位置づけにある 2) 交通流動率を基に、ある居住地及び従業地の分布パターンに対する平均トリップ長の推定が可能である、ということが確認されている。

本研究ではこれらの成果を踏まえて、既存の職住分布パターンに対して従業地の分布パターンを変化させようとした時、通勤トリップ長をより縮小させるような各ゾーンの立地量について考察を試みる。そこで本研究においては、従来から提案されている最適職住割当問題を基に問題の定式化を試みている。その結果、通勤トリップ長を減少させることができる従業地分布について考察することができた。なお、対象地域は 1999 年にパーソントリップ調査が実施された函館都市圏である。

2. 交通流動率について

n 個のゾーンからなる都市の最適職住割当問題は、次のように式 (1) から (3) の制約条件式の下で式 (4) の目的関数を最適化する問題として定式化することができる。ここで R_{ij} 、 d_{ij} は、ゾーン ij 間の交通流動としての通勤 OD 交通及び交通抵抗としての距離である。 G_i はゾーン i における発生トリップ数（常住就業者数）、 A_j は集中トリップ数（従業就業者数）である。この問題は、典型的な Hitchcock 型の輸送問題である。

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} = G_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (1)$$

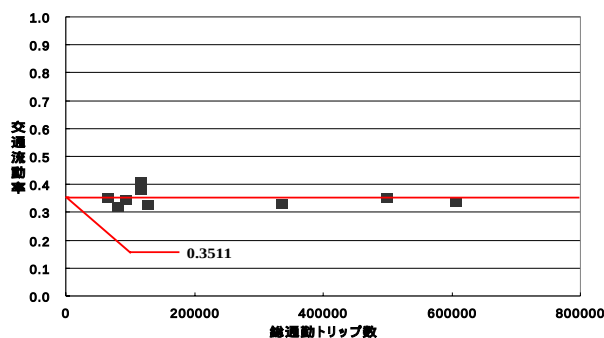
$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = A_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$R_{ij} \geq 0 \quad (3)$$

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot R_{ij} \rightarrow \text{Min or Max} \quad (4)$$

表—1 各都市の平均通勤トリップ長と交通流動率

都市	年次	総トリップ数	平均トリップ長(km)			交通流動率
			最小値	実際値	最大値	
札幌	1972	335218	2.836	4.85	8.85	0.3349
	1983	498434	2.938	5.616	10.517	0.3533
	1994	606116	3.066	5.966	11.609	0.3395
旭川	1982	126691	1.61	3.592	7.692	0.3259
函館	1986	115602	1.74	3.909	7.433	0.3810
	1999	116274	1.665	4.29	8.087	0.4088
釧路	1987	81088	1.439	3.532	7.991	0.3194
	1999	93417	1.561	4.054	8.773	0.3457
室蘭・登別	2001	64258	2.703	5.88	11.738	0.3516



図—1 総通勤トリップ数と交通流動率の関係

そうすると、式の目的関数 T （総通勤トリップ長の最小値 $T_{\min}$ 及び $T_{\max}$ ）と実際の総通勤トリップ長 T_{act} との関係から交通流動率は以下の (5) 式のように定式化することができる。また、総通勤トリップ長は平均トリップ長に総トリップ数を掛けた値であることから式 (5) は平均トリップ長によって算定することもできる。

$$\text{交通流動率} = \frac{T_{\text{act}} - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (5)$$

表—1 及び図—1 は、北海道においてパーソントリップ調査が実施された 5 都市・9 年次のデータを基に交通流動率を算定した結果である。これらを見ると実際の通勤トリップ長は総通勤トリップ数に関わらず最小値と最大値のある範囲の中で一定の位置づけにあることが理解できる。5 都市・9 年次に対する交通流動率の平均値は 0.3511 である。

また、ある職住分布としての土地利用パターンに対する通勤トリップ長は、交通流動率及び総通勤トリップ長の最小値と最大値を基に式 (6) にて推定することができる。ここで、最小値及び最大値は通勤トリップ長を求めようとする土地利用パターンに対して最適職住割当問題を解いたときの式 (4) の目的関数値である。

$$T_{\text{推定}} = T_{\min} + (T_{\max} - T_{\min}) \times \text{交通流動率} \quad (6)$$

3. 最適職住割当問題を基礎とした通勤トリップ長の推定

従業地の立地量変化に伴う通勤トリップ長の推定を行うためには、前述のように当該土地利用パターンに対する総通勤トリップ長の最小値及び最大値が必要である。また、最小値はいくつかの都市あるいは各種の土地利用パターンにおいて職住分布が多少変化しても変化しないことを既往の研究により確認している。一方、最大値は職住分布の変化により値が異なり、それにより推定値に大きな影響を及ぼす。そこで、本研究においては以下のように通勤トリップ長の最小値及び最大値の両者を考慮した問題の定式化を試みた。

式(7)～(16)を制約式として、式(17)の目的関数を最大化するLP問題として定式化することができる。

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} = G_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = A_j + \Delta A_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (8)$$

$$R_{ij} \geq 0 \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot R_{ij} \leq T_{\min} \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n Q_{ij} = G_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_{ij} = A_j + \Delta A_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (12)$$

$$Q_{ij} \geq 0 \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta A_j = 0 \quad (14)$$

$$\Delta A_j^U \leq \Delta A_j \quad (\text{立地量の増加対象ゾーン}) \quad (15)$$

$$\Delta A_j \leq \Delta A_j^L \quad (\text{立地量の減少対象ゾーン}) \quad (16)$$

$$T_{\max} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot Q_{ij} \quad \text{最大化} \quad (17)$$

ここで、

R_{ij}, Q_{ij} : 最小値及び最大値に対する OD 交通量

ΔA_j : 従業地 j における新規の立地量

$\Delta A_j^L, \Delta A_j^U$: 従業地 j における立地可能な下限値・上限値

4. 計算例

本研究においては、1999年の函館都市圏における通勤交通を対象に分析を試みる。ここでは、居住地の分布を不変として従業地の立地量を変化させた場合について計算を行った。なお、1999年の函館都市圏の交通流動率は0.408、式(10)の $T_{\min}$ としては表—1から1.665kmに相当する総通勤トリップ長としている。また本研究においては、式(6)によって推定される通勤トリップ長の値をより小さな値にするため、従業地の立地量を増加させるゾーンの設定及び上限値・下限値の設定をした。ここで、上限値とは

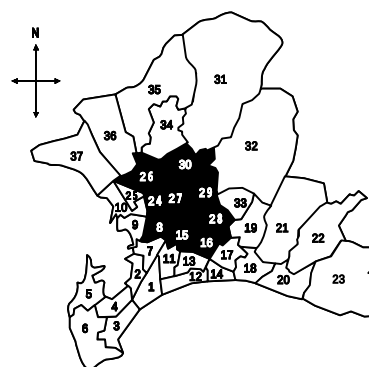


図-2 従業地の立地量を増加させるゾーン

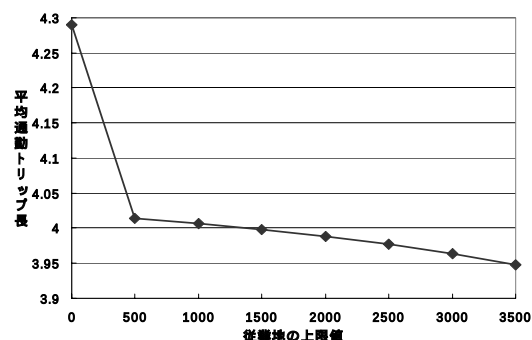


図-3 平均通勤トリップ長の変化（下限値30%）

式(15)に示すように立地量の増加対象ゾーンにおいて少なくとも立地させるべき量、下限値とは式(16)に示すように立地量の減少対象ゾーンにおいて少なくとも減少させるべき割合を意味している。立地量を増加させるゾーンを図-2に示す。ゾーン15以北の9ゾーン及び周辺ゾーンには居住地が多く分布している。

以上のような条件の基で計算を行った結果の1例を図-3に示す。このグラフは、下限値が30%の時のものである。従業地の上限値を大きくしていくことにより平均通勤トリップ長の減少幅も大きくなっていることがわかる。平均通勤トリップ長は、表-1に示す実値4.29kmから0.34km減の3.95kmまで減少が可能であった。

5. あとがき

以上、本研究においては既存の土地利用パターンに対して従業地の立地量を変化させたとき、通勤トリップ長の最小化を図るような職住分布パターンについてLP問題を基礎に定式化を試みた。今後は、上限値・下限値及び立地量の増加対象ゾーンの設定方法について実際の土地利用パターンを踏まえて考察を進めていく。また居住地の立地量を変化させる場合あるいは居住地及び従業地の立地量を変化させた場合の問題の定式化についても分析を進めていく。

<参考文献>

- 1) 榎谷・劉・田村・斉藤：「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) 榎谷・田村・斉藤：「最適職住割当問題を基礎とした通勤トリップ長の推定」平成15年度土木学会北海道支部論文報告集