

最適職住割当問題を基礎とした通勤トリップ長の推定

Estimation of Journey-to-work Trip Lengths based on Optimal Commuting Assignment Problem

専修大学北海道短期大学 ○ 正会員 榎谷 有三 (Yuzo MASUYA)
 室蘭工業大学工学部 正会員 田村 亨 (Thoru TAMURA)
 室蘭工業大学工学部 フェロー 斎藤 和夫 (Kazuo SAITOU)

1. はじめに

通勤トリップ長は持続可能な都市の形成を考えるうえで重要な指標とされており、各種の都市交通政策を考えるうえでも重要である。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、著者等は交通流動率を提案するとともに、交通流動率を基に都市の職住構造あるいは都市形態等の都市構造の相違が通勤トリップ長に及ぼす影響について考察を行ってきた。

そして、これらの研究において実際の通勤トリップ長は都市規模としての総通勤トリップ数にかかわらず、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こと。また、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ことなども確認している。

そこで、本研究はこれらの成果を踏まえて、既存の職住分布パターンとしての土地利用パターンに対して新たな居住地あるいは従業地の立地を行おうとしたとき、通勤トリップ長をより小さくさせるような各ゾーンの立地量について考察を試みる。本研究においては、最適職住割当問題を基礎に問題の定式化を試みるとともに、札幌市の通勤交通を対象とした実証的分析も行う。

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 *Hickcock* 型の輸送問題である。

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

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

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

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

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} 及び最大値 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、以下の式(5)のように定式化

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	4.850	8.850	0.332
	1983	498434	2.938	5.616	10.517	0.353
	1994	606116	3.066	5.966	11.609	0.339
旭川	1982	126691	1.610	3.592	7.692	0.325
	1986	115602	1.740	3.909	7.433	0.381
函館	1999	116274	1.665	4.290	8.087	0.408
	1987	81088	1.439	3.532	7.991	0.319
釧路	1999	93417	1.561	4.054	8.773	0.345
	室蘭・登別	2001	64258	2.703	5.880	11.738

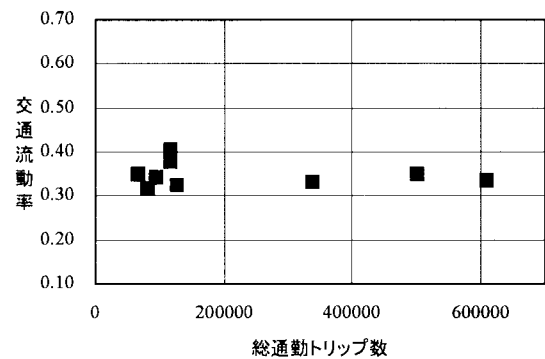


図-1 総通勤トリップ数と交通流動率の関係

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。

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

式(5)が示すように、交通流動率は実際の通勤トリップ長が最小値と等しいとき0、最大値と等しいとき1をそれぞれ取ることから、交通流動率の値は0から1の範囲を取る。そして、この値を通して実際の通勤トリップ長は最小値と最大値のどの位置にあるのか、あるいは最小値に比べてどの程度乖離しているかなどを考えることができる。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。5都市・9年次の限られたデータであるが、実際の通勤トリップ長は都市の規模としての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なか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

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。

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

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

従業地等の新規立地に伴う通勤トリップ長の推定をするためには、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で確認している。一方、最大値は職住分布の変化によって値も異なってくるとともに、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。すなわち、最小値に関しては制約式として、最大値に対しては目的関数としてそれぞれ定式化して、新規の従業地の立地に伴う通勤トリップ長の推定を試みる。

問題は、式(9)～(17)を制約式として、式(18)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。

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} = G_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = A_j + \Delta A_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (10)$$

$$R_{ij} \geq 0 \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot R_{ij} \leq T_{min} \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n Q_{ij} = G_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_{ij} = A_j + \Delta A_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (14)$$

$$Q_{ij} \geq 0 \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta A_j = A \quad (16)$$

$$\Delta A_j^L \leq \Delta A_j \leq \Delta A_j^U \quad (j=1, \dots, n) \quad (17)$$

$$T_{max} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot Q_{ij} \quad \text{最大化} \quad (18)$$

ここで、

R_{ij} , Q_{ij} : 最小値及び最大値に対するOD交通量

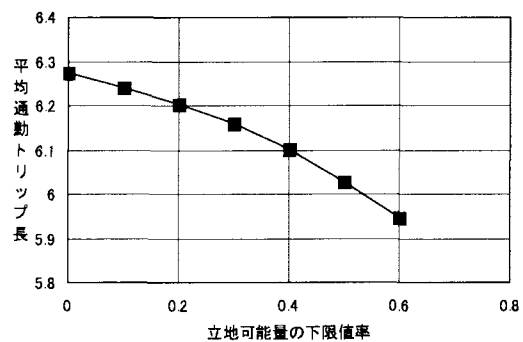
ΔA_j : 従業地jにおける新規の立地量

A : 新規の立地量の総和

ΔA_j^L , ΔA_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、札幌市の1983年(総トリップ数498434)及び1994年(606116)の通勤交通を対象に分析



図—2 立地可能量の下限値率と平均通勤トリップ長

を試みる。ここでは、1983年の従業地分布及び1994年の居住地分布を対象に、新規の従業地に対する立地量としての107682トリップ数をいずれのゾーンに立地させればより通勤トリップ長を小さくさせることができるかについて計算を行った。すなわち、1994年の居住地の分布に対してはどのような新規の従業地分布であれば、1994年の通勤トリップ長に比べてより短縮させることができるかである。なお、交通流動率は北海道における5都市・9年次の平均値である0.3511とする。

本研究においては、式(12)の T_{min} としては平均トリップ長3kmに相当する総通勤トリップ長の値を設定した。また、各ゾーンの立地量の上限値を15000トリップ数とするとともに、各ゾーンにおいて少なくとも立地させるべき量としての下限値については、既存の各ゾーンの立地量を踏まえた下限値率を設定した。下限値率を0(特定のゾーンのみでの立地)から順次各ゾーンの立地すべき量を増加させたときの結果が図—1である。実際の平均トリップ長が1983年の5.62kmから5.97km(1994年)へ増加しているなかで、従業地の立地パターンによっては1994年のトリップ長をより減少させることが可能な従業地の分布パターンについても考えることができた。図—2に示す下限値率0.6に対する平均トリップ長は、5.94kmである。

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新たな従業地を立地させようとしたとき、通勤トリップ長をより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、各ゾーンの立地可能量の上下限値の設定方法についてより実際の土地利用パターンを踏まえて考察を進めて行く。また、居住地の立地あるいは従業地と居住地を同時に考慮した問題の定式化についても考究して行く。

参考文献

- 1) Yuzo MASUYA, M. SHITAMURA, K. SAITO, J. A. BLACK, 「AN ANALYSIS OF JORNEY-TO-WORK TRAVEL BEHAVIOUR BASED ON THE OPTIMAL COMMUTING ASSIGNMENT PROBLEM」、Journal of the Eastern Asia for Transportation Studies, Vol. 5, pp1422-1435, (2003)
- 2) 梶谷・劉・田村・斎藤、「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)
- 3) 梶谷・神子島・下夕村・田村・斎藤、「都市構造と通勤交通流動特性について」、土木計画学研究・論文集, No.20, No.3, pp.605-612, (2003)