

通勤距離最大化行動について

Maximum Commute considering Journey-to-work Travel Behaviour

専修大学北海道短期大学 ○ 正 員 梶谷有三 (Yuzo Masuya)
室蘭工業大学 フェロー 田村 亨 (Tohru Tamura)
室蘭工業大学 フェロー 斉藤和夫 (Kazuo Saito)

1. まえがき

通勤トリップ長の最適化（最小化あるいは最大化）を図る分析手法としては、従来から線形計画問題を基礎とした最適職住割当問題が提案されている。そして、この最適職住割当問題によって算定される最小値及び最大値を基に、都市統合指数、過剰率あるいは交通流動率等の指標が提案されてきた。しかしながら、この最適職住割当問題の場合はLP問題の数学的性質から通勤者の実際の通勤交通行動を考慮することができない点が指摘されている。このため、通勤距離最小化問題に対しては、実際の通勤交通行動としてプリファレンス曲線を組み込んだ最適職住割当問題の拡張が試みられている。

本研究においては、最適職住割当問題の最大値に対する職住割当パターンを踏まえて、通勤交通行動として「べき乗関数」を組み込んだ通勤距離最大化問題の定式化を最適職住割当問題を基礎に考察を試みた。そして、正方都市形態におけるモデル計算を通して通勤距離最大化に対する職住割当パターン及び通勤トリップ長等について考察を行った。

2. 通勤距離最大化行動について

札幌市パーソントリップ調査データ（1994年通勤交通）及び正方都市形態モデル（後述の図-3）を対象に、既往の最適職住割当問題を基に各ゾーン（ノード）のOD交通量を算定した結果の一部が図-1及び図-2である。図-1は、札幌市の53ゾーンのうち発生交通量が多いゾーンを対象にした最小値（図中の□）及び最大値（図中の■）に対する各ゾーンの職住割当パターン（OD交通量）である。また、図-2は図-3に示す正方都市モデルのいくつかのノードに対する最小値及び最大値の結果である。

これらの結果から、最適化行動としての最小値に対する職住割当パターンは対角線より左上に、最大値は右下にそれぞれ分布していることが分かる。最小値に対する職住割当パターンとしての通勤距離最小化行動に対しては、図-1に示すように既に実際の通勤交通行動を踏まえて2次曲線で曲線回帰されたプリファレンス曲線が考えられている。

一方、通勤距離最大化行動に対する職住割当パターンを曲線回帰で表現しようとするとき、図-1及び図-2に示すように、たとえ下に凸な曲線でも最小化行動と同様に2次曲線で曲線回帰することは不可能と思われる。下に凸な曲線形状であるとともに、理論的に通過しなければならない原点（0.0、0.0）及び座標値（1.0、1.0）を通過する曲線として式（1）

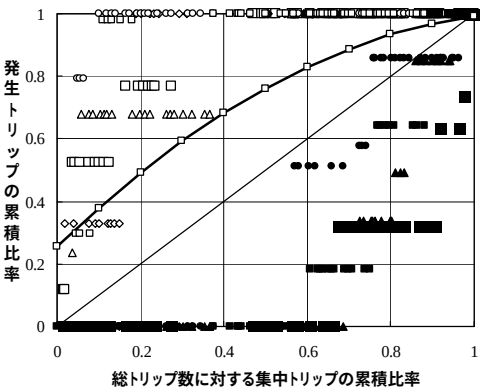


図-1 職住割当パターン及びプリファレンス曲線（札幌市）

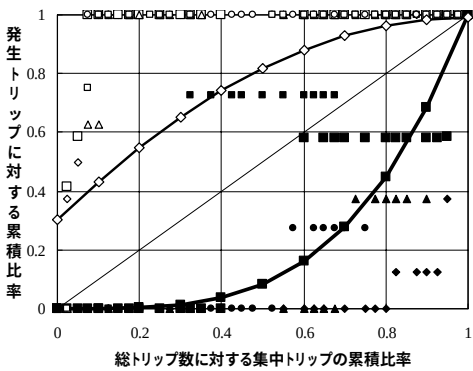


図-2 通勤距離最大化行動の概念図

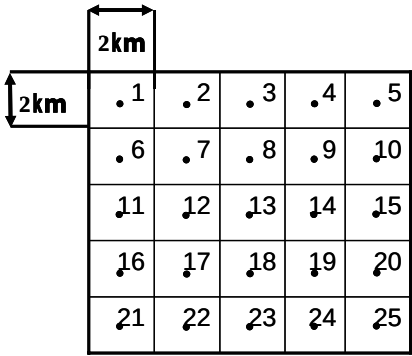


図-3 正方都市形態モデル

に示す「べき乗関数」を考えた。

$$y=x^a \tag{1}$$

3. 通勤距離最大化行動を考慮した最適職住割当問題について

通勤距離最大化行動としての「べき乗関数」を組み込んだ最適職住割当問題は、式(2)～(11)の制約条件の下で式(12)を目的関数とする問題として定式化できる。その結果、式(12)の目的関数の通勤距離を最大化する各ゾーンの「べき乗関数」の係数 a_i を求めることができるとともに、通勤トリップ長を最大化するような職住割当パターンとしてのOD交通量 x_{ij} も算定することができる。本研究では、この拡張した最適職住割当問題を「拡張最適」問題という。

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \geq F_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq G_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (3)$$

$$ug_j = G_j/T \quad (j=1, \dots, n) \quad (4)$$

$$cg_{ij} = cg_{i(j-1)} + ug_{ij} \quad (i=1, \dots, n)(j=1, \dots, n) \quad (5)$$

$$cf_{i(j-1)} = cg_{i(j-1)}^{a_i} \quad (i=1, \dots, n)(j=1, \dots, n) \quad (6)$$

$$cf_{ij} = cg_{ij}^{a_i} \quad (i=1, \dots, n)(j=1, \dots, n) \quad (7)$$

$$f_{ij} = cf_{ij} - cf_{i(j-1)} \quad (i=1, \dots, n)(j=1, \dots, n) \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} = 1 \quad (9)$$

$$x_{ij} = F_i \cdot f_{ij} \quad (i=1, \dots, n)(j=1, \dots, n) \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot d_{ij} \rightarrow \max \quad (12)$$

4. 分析結果について

図-3に示す正方都市形態モデル及び表-1に示す職住分布パターンとして発生・集中交通量の相対比率、さらには分布パターンの組合せとしての表-2に示す9つの土地利用パターンを対象に分析を試みた。9つの土地利用パターンに対して、それぞれ「拡張最適」及び「既往最適」問題を通して平均トリップ長を算定した結果が図-4である。

いずれの土地利用パターンに対しても、「拡張最適」問題は「既往最適」より最大値は小さく、実際の通勤交通行動を考慮した通勤トリップ長の上限値を算定することができた。また、通勤交通行動を考慮した「拡張最適」問題の最小値(下限値)との比較のなかで、実際の通勤トリップ長が取りうる範囲についても考察することが可能と思われる。

図-5には、パターン4に対する各ノードの「べき乗関数」を図示した。各ノードの関数に対する係数 a の値は、図からも分かるように1～3.08の範囲を取っている。目的関数の式(12)を最適化するような各ノードの交通行動となっている。

5. あとがき

以上、本研究は通勤距離最大化行動として「べき乗関数」を適用するとともに、この関数を組み込んだ「拡張最適」職住割当問題の定式化を試みた。その結果、既往の最適職住割当問題に比べて通勤交通行動を考慮した通勤トリップ長の上限値を算定することができた。今後は、実際の都市を対象にした分析を行って交通流動率等についても考察を進めていく。

表-1 発生・集中交通量の相対比率

ゾーン番号	1	2	3	4	5
中心高密	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
周辺高密	0.060	0.040	0.040	0.040	0.060
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	6	7	8	9	10
中心高密	0.025	0.050	0.050	0.050	0.025
周辺高密	0.040	0.039	0.025	0.039	0.040
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	11	12	13	14	15
中心高密	0.025	0.050	0.200	0.050	0.025
周辺高密	0.040	0.025	0.025	0.025	0.040
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	16	17	18	19	20
中心高密	0.025	0.050	0.050	0.050	0.025
周辺高密	0.040	0.039	0.025	0.039	0.040
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
ゾーン番号	21	22	23	24	25
中心高密	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
周辺高密	0.060	0.040	0.040	0.040	0.060
全域均等	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040

表-2 土地利用パターンの組合せ

発生 \ 集中	中心高密	周辺高密	全域均等
中心高密	パターン1	パターン2	パターン3
周辺高密	パターン4	パターン5	パターン6
全域均等	パターン7	パターン8	パターン9

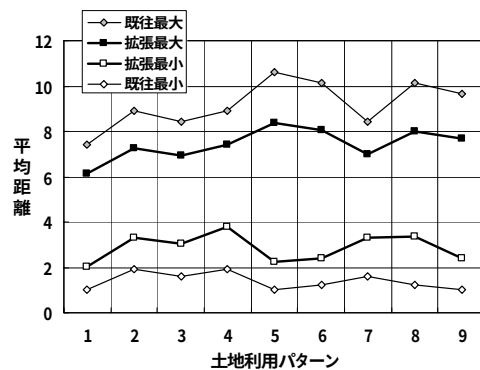


図-4 各土地利用パターンに対する平均トリップ長

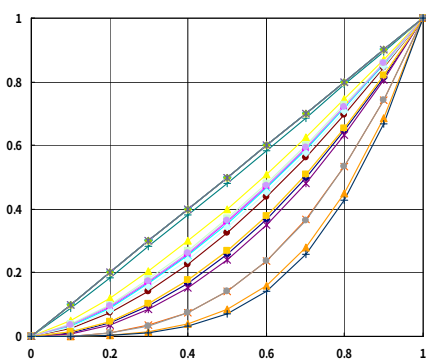


図-5 土地利用パターン4に対する各ノードのべき乗曲線

参考文献

- 1) 梶谷・間山・藤井・田村・斉藤：通勤交通行動を考慮した最適職住割当問題について、第38回土木計画学研究発表会、2008。
- 2) MASUYA, Y., TAMURA, T., SAITO, K. and BLACK, J.: Urban Structure and Trip Length of Journey-to-work Travel Based on the Travel Performance Efficiency Index, Traffic and Transportation Studies, Proceedings of ICTTS 2004.
- 3) Charon, M.: From excess commuting to commuting possibilities: more extension to the concept of excess commuting, Environment and Planning A, Vol.39, pp1238-1254, 2007.