1995年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
春季研究発表会

# Minisum型職住割当下での最適就業地立地

01205430 (財)電力中央研究所 鈴木 勉 SUZUKI Tsutomu

## 1．はじめに

首都圏での業務核都市の育成にみるように、就業地をどのように立地させるかは重要な問題である。鈴木[8]は職住分布を実際に近いTanner-Sherratt型としたとき、発生する業務交通量が就業地間距離によらず一様である場合、総通勤距離を最小にするminisum型職住割当([5][6][7]参照)のケースでも就業地が一極集中か完全分散(職と住が一致)しか最適解になり得ないことを明らかにした。田頭[9]も、均一居住分布・最近隣割当の下では、就業地間の移動数が距離により逓減する関係にない限り、多極分散型の就業地分布は最適とならないことを示した。しかしまだ考えられる全ての就業地分布を比較したとは言えない。

本稿ではdiscreteなモデルに基づき、職住がminisum割当で、就業地間に発生する業務交通の移動数は距離に依存しないという条件下で、職住間距離と就業地相互間距離の総和を最小化する就業地立地を導く。

## 2．Minisum型職住割当下での最適就業地立地問題

都市が$n$個のゾーン$N=\{1,\cdots,n\}$からなっているとし、ゾーン$i$から$j$へ通勤する就業者数を$r_{ij}$、$ij$間の距離を$d_{ij}$、ゾーン$i$に住む常住地就業者数を$r_{i\cdot}$、$j$で働く従業地就業者数を$r_{\cdot j}$、全就業者数を$r_{\cdot\cdot}$とする。

[8]と同様に、以下の二段階の最適化問題を解くことを考える。$ij$間の業務移動量は$i$, $j$の就業者数に比例かつ距離$d_{ij}$に依存しないと仮定し、片道通勤一トリップ当りの業務トリップ数(就業者一人当りの業務移動発生率)を$\alpha$として以下で与えられるとする。

$$\alpha\frac{r_{\cdot k}r_{\cdot l}}{r_{\cdot\cdot}} \tag{1}$$

まず、所与の居住分布$r_{i\cdot}$に対し通勤・業務移動の総距離を最小にする就業地分布$r_{\cdot j}$を求める問題[P1]

$$\begin{aligned}\min_{\{r_{\cdot j}\}}\quad & D=\sum_i\sum_j d_{ij}r_{ij}^{*}+\frac{\alpha}{r_{\cdot\cdot}}\sum_k\sum_l d_{kl}r_{\cdot k}r_{\cdot l}\\ \text{subject to}\quad & \sum_j r_{\cdot j}=r_{\cdot\cdot},\\ & r_{\cdot j}\geq 0,\quad j\in N.\end{aligned} \tag{2}$$

を考える。第一項は通勤移動距離(片道のみ)、第二項は業務移動距離(全部)である。そしてこの中の通勤移動$r_{ij}^{*}$は、与えられた職住分布$r_{i\cdot}$, $r_{\cdot j}$の下でminisum職住割当を求める問題[P2]

$$\begin{aligned}\min_{\{r_{ij}\}}\quad & \sum_i\sum_j d_{ij}r_{ij}\\ \text{subject to}\quad & \sum_j r_{ij}=r_{i\cdot},\quad i\in N,\\ & \sum_i r_{ij}=r_{\cdot j},\quad j\in N,\\ & r_{ij}\geq 0,\quad i,j\in N.\end{aligned} \tag{3}$$

の解であるとする。

## 3．最適就業地立地パターン

距離$d_{ij}$はゾーンの広がりによるバイアスを補正し、地域内距離に対応できるよう、腰塚[2]・栗田[3][4]に準じて、以下の式を用いた。

$$d_{ij}=\begin{cases}\dfrac{128}{45\pi}a, & \text{if } i=j,\\[2mm] h_{ij}+\dfrac{a^2}{4h_{ij}}, & \text{if } i\neq j.\end{cases} \tag{4}$$

但し、$h_{ij}$は中心間の距離、$a$はゾーンと等積の円の半径である。このとき、$d_{ii}<d_{ij}$ $(\forall j\neq i)$が満たされ、$r_{ii}^{*}=\min(r_{i\cdot}, r_{\cdot i})$となるので、[P2]は最小費用流問題

$$\begin{aligned}\min_{\{r_{ij}\}}\quad & \sum_i\sum_j d_{ij}r_{ij}\\ \text{subject to}\quad & \sum_k r_{ik}-\sum_k r_{ki}=r_{i\cdot}-r_{\cdot i},\quad i\in N,\\ & r_{ii}=\min(r_{i\cdot},r_{\cdot i}),\quad i\in N,\\ & r_{ij}\geq 0,\quad i,j\in N.\end{aligned} \tag{5}$$

に置き換えた[1]。[P1]は初期値を$r_{\cdot j}^{0}$(職住一致・一極集中・多極分散の3パターンを与えて$D$が最小の解を選ぶ)として以下の原始的方法で解(局所解)を求めた。

1)$m$回目の解$r_{\cdot j}^{m}$をもとに[P2]を解いて得られる$r_{ij}^{*m}$から$D$を計算する。

2)あるゾーン$j$に隣接するゾーン$k$に$\Delta r$の就業者を移したときの$D$を計算し、$D'$とする。

3)$D'<D$ならば新たに$r_{\cdot j}^{m+1}=r_{\cdot j}^{m}-\Delta r$, $r_{\cdot k}^{m+1}=r_{\cdot k}^{m}+\Delta r$とおき、2)に戻る。

4)3)を満たす$D'$がなければ、$r_{\cdot j}^{m}$を最終的な解とする。

隣合う中心間の距離が1の正六角形領域をゾーンとし、61のゾーンからなるモデルで、まず居住分布が均一の場合について解を求めた結果は図1のようになった。このとき$a=\sqrt{\sqrt{3}/(2\pi)}$である。線は通勤流を示し、その幅は通勤移動数に比例している。また、居住密度が中心ほど高い分布($x$は中心からの距離)

$$f(x)=0.06\exp(0.06\pi x^2) \tag{6}$$

に従った場合の解は図2のようになった。どちらの場合も、$\alpha$が0.4の辺りから就業地がリング状に集積し、その内部は職住が一致するパターンが導かれ、$\alpha$が1になるにつれ一極集中に近づくことが分かる。

## 4．おわりに

Minisum型職住割当下では、リング状に集積する最適就業地立地が導かれた。実際の都市では時間距離の歪みがあり、$\alpha$が0.4～1の範囲にあれば多極分散型が最適パターンになる可能性はあると言える。但し、ゾーン集計による割当最適化の限界の問題が残る。

### 参考文献

[1] 茨木俊秀・福島雅夫 (1991): FORTRAN77最適化プログラミング, 岩波書店.

[2] 腰塚武志 (1991): 一極集中問題をめぐって, OR学会春季研究発表会, 142-143.
[3] 栗田 治・腰塚武志 (1988): 領域間平均距離の近似理論とその応用, 都市計画論文集, 23, 43-48.
[4] 栗田 治・腰塚武志 (1989): 周上で一様な点に関する平均値のある導出法とその応用, OR学会春季研究発表会, 181-182.
[5] 鈴木 勉・大河原 透 (1992): 通勤時間最小化による首都圏の最適職住割当問題, OR学会春季研究発表会, 24-25.
[6] 鈴木 勉 (1992): 東京大都市圏における職住割当の最適化に関する実証的研究, 都市計画論文集, 27, 337-342.
[7] 鈴木 勉 (1994): 職住割当の最適化による通勤交通エネルギーの削減効果, オペレーションズ・リサーチ, 39, 5, 243-248.
[8] 鈴木 勉 (1994): Tanner-Sherratt型職住分布に従った業務地分散の評価, OR学会秋季研究発表会, 148-149.
[9] 田頭直人 (1994): 通勤と業務交通からみた最適なオフィス分布について, 都市計画論文集, 29, 511-516.
[10] 谷村他 (1986): 都市計画数理, 朝倉書店.

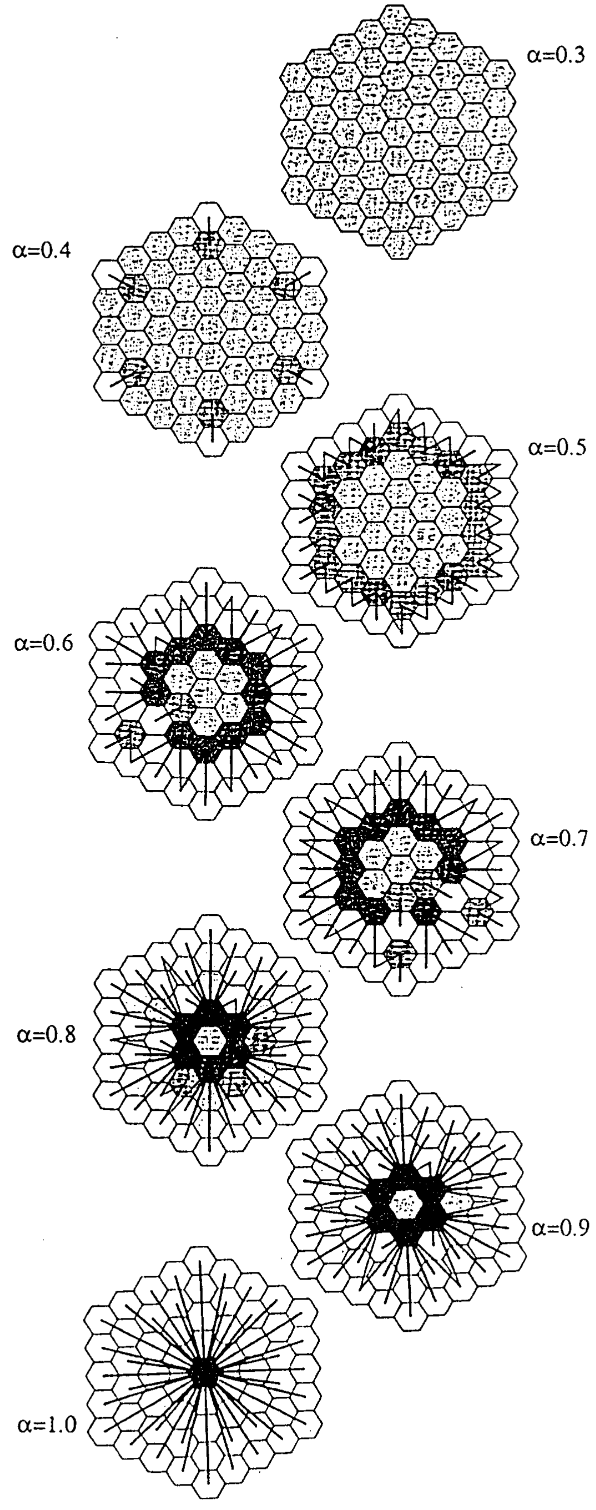


図 1 均一居住分布での最適就業者立地

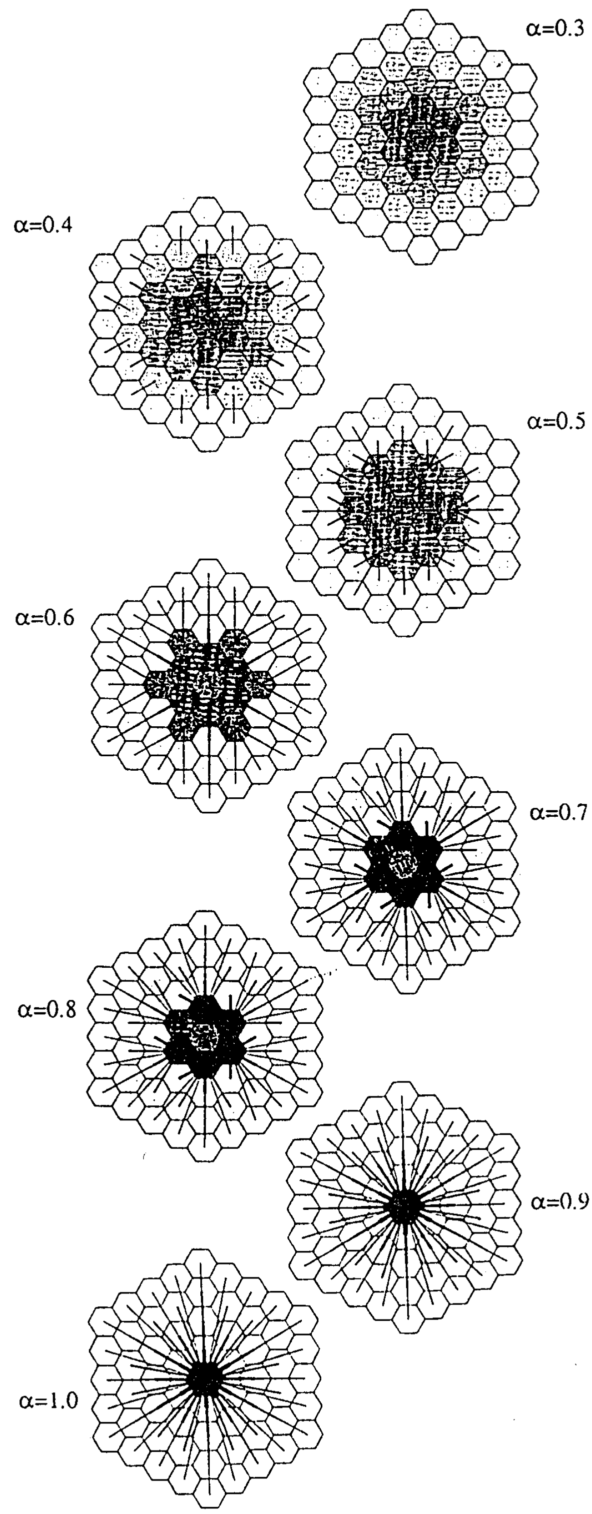


図 2 Tanner-Sherratt型居住分布での最適就業地立地