

職住分布と立体都市形態の最適化統合モデル

01205430 筑波大学 鈴木 勉 SUZUKI Tsutomu

1. はじめに

ゆとりある都市生活の実現のために必要な政策として、オフィス等業務機能の郊外への分散や都心居住人口の回復など、都市機能の最適立地にまつわる様々な議論が展開されている。本稿は、筆者が議論してきた職住配置の最適化[2][3]と立体都市形態の最適化[1]の両モデルを統合し、これまでの各々互いに異なる最適解の統一的な理解を試みた結果を示すことを目的とする。

2. 通勤・業務総距離最小化による立体職住配置モデル

これまでは状況に応じて1次元や2次元の都市で定式化してきたが、今回は簡単のため、図1のような等質の(2n-1)個のゾーンからなる1次元都市を想定する。但し対称性から、以下、中央を含めた右側nゾーン(太線部)のみを示す。ゾーン中心間の距離は1としておく。このそれぞれのゾーンに、無数の建物からなる職場及び住宅の床を積み上げていくことを考える。

床の積み上げ及び交通発生のルールは以下の通りである。すなわち、図2に示すように、職場が地上に接する階下に配され、住宅はその上部に設置される。ゾーン内部ではそれぞれの階高は同じである。そして、職場と住宅の間に通勤交通が、職場間に業務交通が発生する。この際、移動経路はどの交通についても、一旦地上を経由する。職場間に発生する業務移動数は距離に依存せず、発着地の就業者数に比例するものとする。パラメータは、  
α: 就業者一人当たり業務移動発生数(業務移動発生率)  
γ: 水平方向に対する垂直方向の移動の重み(垂直負荷)の2つとし、

V: 全人口

a: 一人当たり職場床面積に対する住宅床面積の比

はそれぞれ定数とする。また高さ当たりの職場の就業者密度を1としても一般性は失われない。このとき、住宅のそれは1/aとなる。

このとき、水平方向及び垂直方向の両方を考慮した総通勤距離 $D_c$ 、総業務距離 $D_b$ は、職場及び住宅の高さがそれぞれ $w_i, ar_i$ であるから、

$$D_c = \sum_i \sum_j d_{ij} c_{ij} + \gamma \sum_i \{ (w_i + \frac{ar_i}{2}) r_i + \frac{w_i}{2} w_i \} \quad (1)$$

$$D_b = \frac{\alpha}{V} \sum_i \sum_j \{ (d_{ij} + \gamma \frac{w_i + w_j}{2}) w_i w_j \} \quad (2)$$

となる。ここで、

$r_i$ : ゾーンiに居住する就業者数

$w_i$ : ゾーンiに勤務する就業者数



図1 一次元都市モデル

$c_{ij}$ : ゾーンiからjに通勤する就業者数

$d_{ij}$ : ゾーンi, j間の距離 ( $d_{ii}=0$ )

である。両者の和を所与の総人口下で最小化する問題は、

$$\begin{aligned} \min_{\{c_{ij}\}} \quad & D = D_c + D_b \\ \text{subject to} \quad & \sum_j c_{ij} = r_i, \\ & \sum_i c_{ij} = w_j, \\ & \sum_i \sum_j c_{ij} = V \end{aligned} \quad (3)$$

と表される。この問題の解については、職住の割当は明らかに、垂直方向も加味されたミニサム型割当になる。

3. 業務移動発生率及び垂直負荷と最適立体職住配置

$n=25$  (49ゾーン),  $V=15$ ,  $a=6$ とし、業務移動発生率α及び垂直負荷γを変化させながら求めた上記の問題の解を図3に示す。白い部分が住宅で、ハッチ部が職場である。

αが小さい内は、中心ほど密度が高くなるが、職場は比較的分散し、住宅も各ゾーンの就業者数に合わせてつくられ、通勤は垂直方向にのみ行われる。αが大きくなるにつれ、職場は中心部に偏り、それに伴って住宅も中心部に引き寄せられ、都市全体が高層化してくる。ところがこの過程で、α=2の場合のように、中心部より郊外に職場の密度のピークが来る場合もあることがわかる。αが限りなく大きくなった場合は、職場の分布形状は[1]の結論のようにcosine curveに従い、住宅のそれは直線状に近づく。

一方、γの変化は、職住各々の全体の分布形状に影響するが、職住の比率には変わりはないことが読み取れる。都市全体の広がりに対する高さの比は、凡そγに反比例するが、これも[1]の結論通りである。

4. 居住密度制約を考慮した場合

住環境の維持を考えると、実際の都市では住宅に関しては極端な高層化は現実的でない。そこで、さらに居住

密度の上限 $\bar{h}$ (定数)を考え、(3)に制約条件

$$ar_i \leq \bar{h} r \quad (4)$$

を加えることを考える。α=1, γ=1で、この制約が無い場合

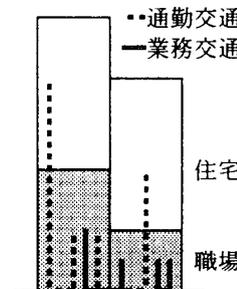


図2 職住配置と移動発生

及び $\bar{h}=5, 3, 2$ とした場合の解の変化を図4に示す。これを見ると、制約が無い場合で職場の密度のピークが中心部にあるようなパラメータの組についても、居住密度制約を付け加えるとピークが郊外に出現することがわかる。これは、制約によって居住地が郊外に立地せ

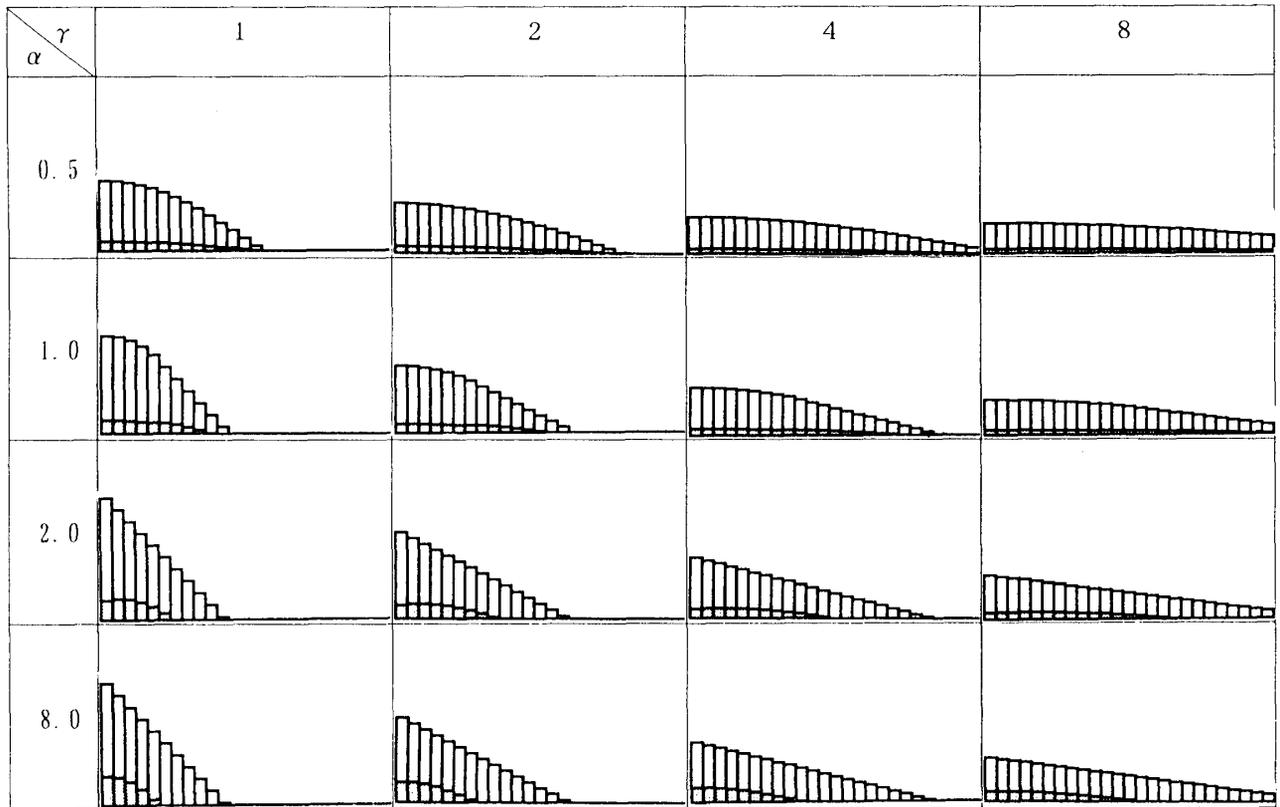


図3 業務移動発生率  $\alpha$  及び垂直負荷  $\gamma$  と最適立体職住配置

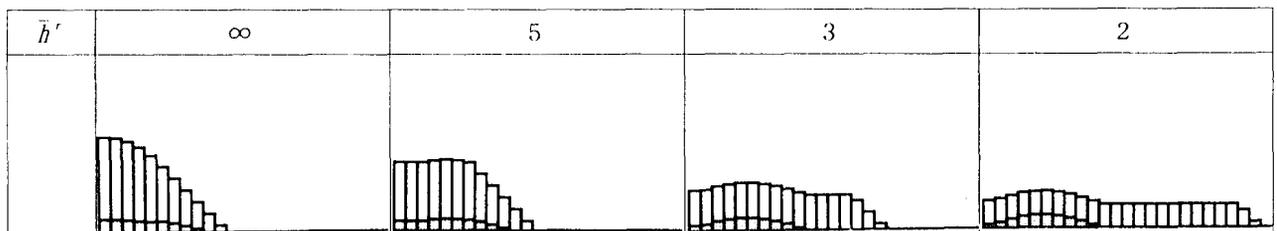


図4 居住密度制約を考慮した場合の解の変化 ( $\alpha = 1, \gamma = 1$ )

ざるを得なくなり、それに伴って職場の立地が郊外に引き寄せられるために生ずるものと説明できる。

[2][3]で論じた最適職住分布は、この居住密度制約が存在し、なおかつ垂直負荷 $\gamma$ が0の場合に相当する。このケースを計算すると、例えば図5のように、職場は外周部に特異な極を持つ分布となり、既に得られている結果が導かれる。

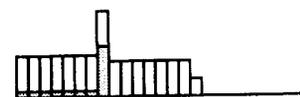


図5 垂直負荷が0の場合 ( $\bar{h}'=3$ )

## 5. 結論と課題

本稿では職住配置と立体都市形態のモデルの統合を試みた。垂直方向の移動負荷は実際には無視できないので、職場配置に極端なピークは作らない方が良いが、業務移動発生率がある範囲にある場合は、さらに居住密度制約も考慮すれば、比較的広範な条件下で、都心以外に職場密度のピークがあることが望ましい状況があり得ることが明らかとなった。なお、本稿ではゾーン内々の距離を0としたが、より現実的に正值とした結果も報告する予定である。

本研究は平成8年度筑波大学学内プロジェクト研究からの助成による研究成果の一部である。

## 参考文献

- [1] 鈴木 勉 (1993): 都市の立体的形態と移動負荷, OR学会秋季研究発表会アブストラクト集, 140-141.
- [2] 鈴木 勉 (1995): Minisum型職住割当下での最適就業地立地, OR学会春季研究発表会アブストラクト集, 90-91.
- [3] 鈴木 勉 (1996): 交通需要低減の視点から見た業務立地, OR学会春季研究発表会アブストラクト集, 176-177.
- [4] 鈴木 勉・田頭直人 (1997): 都市交通の視点から見た省エネルギー型都市構造とは?, オペレーションズ・リサーチ, 42, 1.