

立命館大学理工学部 正会員 春名 攻  
立命館大学大学院 学生員 駒井 亜紀  
立命館大学理工学部 学生員 ○野田 博義

## 1. はじめに

一般的に都市構造とは、交通軸、環境軸、土地利用ゾーン、各種都市機能の拠点等により、都市の構造が表現されたものである。過去の研究では、都市を幾つかのゾーンに分割し、各ゾーンの集合体を都市と捉えたうえで、都市における都市基盤施設を都市機能、都市機能から生じる各種活動を都市活動と捉えた。さらに、これら活動を司る各種都市機能の関連関係及び空間的構成を表現したものを都市構造として、都市構造設計の問題を各ゾーンへの各種都市機能配分問題として、商業・サービス業、製造業機能、居住機能の配分案を求める数学モデルの構築を行なった。

しかし、都市を構成する都市機能は、都市発展のため先行的に必要な防災機能、コミュニケーション機能、社会システムの中核部分である生活機能、産業機能、また、成熟のために補完的に必要な文化・学術機能、リゾート・レクリエーション機能等があり、これら各種機能がバランスよく整備されることが都市の発展においては重要である。そこで、本研究では、上述した各種都市機能のバランスを考慮し、より効果的・効率的に都市が目指す将来像を実現するための計画検討ツールとして都市構造設計モデルの構築を行うこととした。

## 2. 都市構造設計モデルの構築

本研究では、滋賀県大津市を対象として実証的検討を行った。都市のめざす将来像は、対象地により異なってくるが、今回の対象地である大津市は産業活動の活性化をめざしている。したがって、本研究では産業活動の活性化を目的関数として設定した。

都市における社会システムの中核である産業活動の活性化を図るには、商業・サービス業機

能と工業機能の整備を図ることが必要であると考へ、その結果による都市の中核機能の発展に伴い、都市を成熟させるために必要な文化・学術機能の効果的な発展も考慮したうえで、商業・サービス業販売額及び製造業出荷額の最大化問題として都市構造設計モデルの構築を行った。

即ち、都市機能導入によるの都市全域の商業・サービス業販売額の増加額  $S_s$  と、製造業出荷額の増加額  $S_m$  の和  $S$  を最大化することと設定した。図-1に都市構造設計モデルの目的関数に関する定式化を示す。

| 都市構造設計モデル                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $S = S_s + S_m \rightarrow \max$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| $S_s = M_1 \sum_i \sum_j G_{ij}^s + M_2 \sum_i G_{i-come} - S_{s0}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| $G_{ij}^s = \beta_{of}^s P_i (X_{sj})^{\alpha_0^s} \exp(\alpha_{s1} d_{tj}) \exp(\alpha_{s2} d_{cj})$ $\left( \sum_j (X_{sj})^{\alpha_0^s} \exp(\alpha_{s1} d_{tj}) \exp(\alpha_{s2} d_{cj}) \right)^{-1}$ $+ \alpha^s \left( \frac{\beta_{of}^g P_i (X_{gj})^{\alpha_0^g} \exp(\alpha_{s1} d_{tj}) \exp(\alpha_{s2} d_{cj})}{\left( \sum_j (X_{gj})^{\alpha_0^g} \exp(\alpha_{s1} d_{tj}) \exp(\alpha_{s2} d_{cj}) \right)^{-1}} \right)$ |
| $G_{j-come} = (X_{sj})^{\alpha_2} \exp(\alpha_4 d_{tsj}) \exp(\alpha_2 d_{1Cj}) \exp(\alpha_3 d_{Cj})$ $\left( \sum_j (X_{sj})^{\alpha_2} \exp(\alpha_4 d_{tsj}) \exp(\alpha_2 d_{1Cj}) \exp(\alpha_3 d_{Cj}) \right)^{-1}$                                                                                                                                                                                                                |
| $for all i, j \in I$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $P_i = \alpha_4 X_{li}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| $S_{mi} = (W_{mi})^{\alpha_5} \exp(\alpha_6 d_{1Ci}) (X_{mi})^{\alpha_7} - S_{m0}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

図-1 目的関数の定式化

商業・サービス業は、都市内居住者と都市外居住者を対象とした商品・サービス提供を行う。したがって、ゾーン*i*における商業・サービス業販売額は、都市内のゾーン*j*からの来客数 $G_{ij}^s$ と都市外からの来客数 $G_{i-come}$ 、及び来訪客1人あたりの消費額 $M_1$ 、 $M_2$ の積の和によって決定される形に定式化した。なお、 $S_{s0}$ は機能導入前の都市全域での商業・サービス業販売額である。

また、 $G_{ij}^s$ 、 $G_{i-come}$ は、ゾーン*i*における商業・サービス業機能の集積量 $X_{si}$ 、文化・学術機能の集積量 $X_{gi}$ 、ゾーン*i*、*j*間の距離 $dt_{ij}$ 、ゾーン*i*から都市内中心地区までの距離 $d_{ci}$ 、ゾーン*j*の居住者数 $P_j$ 、ゾーン*i*から最寄りのインターチェンジまでの距離 $d_{ici}$ 、ゾーン*i*から最寄り駅までの距離 $dt_{si}$ を考慮したかたちのグラビティ型引力モデルとして定式化した。なお、ゾーン*i*の居住者 $P_i$ は、ゾーン*i*における居住機能量 $X_{hi}$ によって決定される。

さらに、製造業の出荷額に関しては、ゾーン*i*における工業機能の集積量 $X_{mi}$ 、最寄りのインターチェンジまでの距離 $dt_{ici}$ 、ゾーン*i*における製造業従業者数 $W_{mi}$ によって決定される構造として定式化した。ただし、 $S_{m0}$ は機能導入前の都市全域での製造業出荷額である。

また、制約条件に関しては、各ゾーンにおける居住環境水準と都市全体での各種機能の導入目標量及び各ゾーンにおける各種機能の導入可能量として設定した。制約条件に関する定式化を図-2に示す。

| 制約条件式                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V_i = \alpha_8 X_{si} + \alpha_9 X_{mi} + \alpha_{10} X_{gi} + \alpha_{11} X_{ri} + const$ |
| $X_{i\max} \geq x_{si} + x_{mi} + x_{li} + x_{gi} \quad \text{for all } i \in I$            |
| $M_s = \sum_i x_{si}, M_m = \sum_i x_{mi},$                                                 |
| $M_l = \sum_i x_{li}, M_g = \sum_i x_{gi},$                                                 |
| $x_{si} \geq 0, x_{li} \geq 0, x_{mi} \geq 0, x_{gi} \geq 0, \text{ for all } i \in I$      |

図-2 制約条件式

ここで、 $V_i$ はゾーン*i*の居住環境であり、 $X_{i\max}$ はゾーン*i*の導入可能機能量である。 $x_{si}$ 、 $x_{mi}$ 、 $x_{li}$ 、 $x_{gi}$ はそれぞれゾーン*i*に導入する商業・サービス業機能量、工業機能量、居住機能量、文化・学術機能量である。なお、 $x_{ri}$ はゾーン*i*の緑地面積である。また、 $M_s$ 、 $M_m$ 、 $M_l$ 、 $M_g$ はそれぞれ都市全体での商業・サービス業機能の導入目標量、製造業機能の導入目標量、居住機能の導入目標量、文化・学術機能の導入目標量である。

なお、定式化した問題の解法に関しては、試行探索法の1つであるコンプレックス法を適用して最適解を求めることとした。

### 3. 都市構造設計モデルの適用

本研究では、導入する各種都市機能量は、滋賀県大津市の産業構造、社会・経済活動など、将来の動向を想定し、地区レベルでの都市構造の設計方針を検討し設定した。また、都市構造モデルの適用の際に、①現状の土地利用高度化のまま機能導入を行う、②大津市中心部に土地利用の高度化を許す形で機能導入を行う、③大津市中心部と副核地域に土地利用の高度化を許す形の機能導入を行う、3つのパターンで適用計算を行った。それぞれのパターンについては、土地利用の高度化を図るパラメータを①×1.0、②×1.5、③×1.2とした。なお、適応結果については、発表時に示すこととする。

### 4. おわりに

本研究では、効果的・効率的都市整備を行うための計画検討ツールとしての都市構造設計モデルの構築を行った。本モデルは、都市機能の種類、規模を空間的に最適な配分案を求めるモデルであるが、今後、本モデルを各種都市機能の相互関係を密に表現するモデルへと拡張を行い、さらに、各種都市機能の集積による相乗効果を考慮したモデルへと改良する必要がある。そのためには、都市における現象のメカニズムとそのデータに関する検討を行い、モデルの動学化が必要である。

#### 【参考文献】

- 1) 春名 攻 共著 都市環境の創造 法律文化社 1993