

交通・立地を考慮した都市環境政策評価モデルの開発

岐阜大学 学生員 金沢敏徳
岐阜大学 正会員 上田孝行
岐阜大学 学生員 武藤慎一

1. 背景と目的

現在、都市環境に関する問題（交通渋滞や大気汚染など）がさかんに議論されている。そしてこれらの問題を改善するための対策として例えば交通プロジェクトがあげられるが、そのようなプロジェクトは交通体系に影響を及ぼすだけでなく、立地変化にも間接的に影響を与えることが知られている。これに対し、小池(1997)らはミクロ行動理論に基づく交通—立地モデルの開発を行っている。しかし、そこでは数値シミュレーションとして仮想ネットワークを用いた分析にとどまっている。

そこで、本研究では都市（交通）環境政策への実際の適応を考慮し、より操作性の高い交通—立地モデルの開発を目的とする。

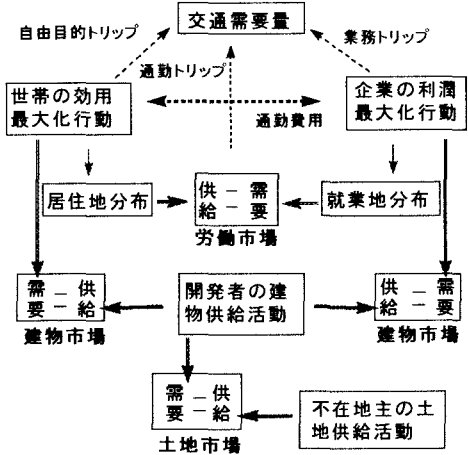


図-1 モデルの全体構造

2. モデルの全体構造

本研究で構築するモデルの全体構成は図-1に示す通りである。以下にモデルの仮定を列挙する。

- 1)都市空間は $I = \{1, \dots, i, \dots, I\}$ 個のゾーンに分割される。
- 2)各ゾーンには、世帯、業種 m 別の就業者一人当たりで捉えた企業、そして、不在地主、開発者が存在するとする。
- 3)市場は、居住地・業務地の土地市場に加え、住宅用建物・業務用建物の建物市場、各種最大化行動の結果から導かれる居住地と就業地間の交渉の調整を行う労働市場を考える。

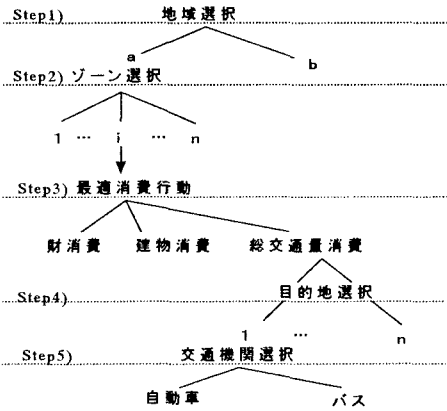


図-2 住宅立地者の行動

3. 各経済主体の行動

(1) 世帯

世帯の行動は図-2に示す通りである。以下に具体的に各段階での定式化を示す。ただし、説明の都合上 Step5 から定式化を行う。

Step5)ここでは $i-j$ 間の目的地別交通消費に対し、交通機関 k の選択を行う。それは、以下のように定式化される。

$$S_{ij}^m = \max_{p_{ij-k}^m} \left[\sum_k p_{ij-k}^m v_{ij-k}^m - \frac{1}{\omega_1} \sum_k p_{ij-k}^m (\ln p_{ij-k}^m - 1) \right] \quad (1)$$
$$\text{s.t.} \sum_k p_{ij-k}^m = 1$$

ただし、 p_{ij-k}^m : 交通機関別選択確率、 v_{ij-k}^m : 交通機関別確定効用、 ω_1 : ロジットパラメータ。

各交通機関別確定効用は以下のように定義する。

$$v_{ij-k}^m = v_{ij-k}^m(q_{ij-k}) \quad (2)$$

ただし、 q_{ij-k} : 一般化価格。

式(1)を解くことにより各交通機関の選択確率がロジットモデルとして得られる。さらに満足度関数 S_{ij}^m 、目的地別交通消費に対する一般化価格 q_{ij} が得られる。

Step4) ここでは総交通消費に対し、目的地選択を行う

(分布交通量の決定)。その定式化は Step5 と同様に行う。なお、目的地 j の確定効用は以下の通りである。

$$v_{ij}^m = v_{ij}^m(S_{ij}^m) \quad (3)$$

ただし、 S_{ij}^m : 交通機関選択により求められる満足度関数。

これを解くと目的地選択確率と共に満足度関数 S_{ij}^m 、および総交通消費に対する一般化価格 q_i が得られる。

Step3) ここでは世帯は、合成財消費 z_i^m と居住地消費 a_i^m 、そして総交通消費 (自由トリップ) x_i^m とを決定する。それは以下のような効用最大化行動として定式化される。

$$V_i^m = \max_{z_i^m, a_i^m, x_i^m} U_i^m[z_i^m, a_i^m, x_i^m] \quad (4)$$

$$s.t. \quad z_i^m + r_i^k a_i^m + q_i x_i^m = y_i + W_i^m + \lambda \frac{\sum_j n_{ij}^m t_{ij}}{N_i^m} \varpi$$

r_i^k : 居住用建物地代、 W_i^m : 賃金、 y_i : i ソーンに住むことによって得られる資産、 λ : 時間価値、 N_i^m : 就業人口、 ϖ : パラメータ。

なお、式(4)中の q_i は総交通消費に対する一般化価格を表す。

Step2) ここでは、世帯はどのソーンに立地するかを決める。その定式化は Step5 と同様に行う。その選択したソーン i の確定効用関数は以下の通りである。

$$v_i^m = v_i^m(V_i^m) \quad (5)$$

ただし、 V_i^m : 式(4)より得られる間接効用関数。

Step1) さらに本モデルでは、整備対象地域 (地域 a) とそれ以外の地域 (地域 b) との立地選択も考慮する。

(2) 企業の行動

企業の行動も世帯と同様に定式化できる。

(3) 開発者の行動

開発者は、資本 k と土地 l を投入して、利潤を最大化するように居住用建物・業務用建物の供給を行う。

$$\begin{aligned} \pi_i^l &= \max r_i^l a_s^l - c(a_s^l) \\ s.t. \quad c(a_s^l) &= \min(p_i^l l_i^l + h k_i^l) \\ a_s^l &= a_s(l_i^l, k_i^l) \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、添え字 l : 居住用か業務用かを表す、 r_i^l : 建物地代、 p_i^l : 土地地代、 a_s^l : 建物床供給関数。

この最適化問題を解くことにより各建物の供給面積が決定されるとともに土地需要量が求められる。

(4) 不在地主の行動

不在地主は、各ソーン毎に一括して土地を所有し、それを世帯、企業に貸し出す。なお、短期的に土地は居住地と業務地に分けられているとする。その土地供給関数は以下のように構築される。

$$\text{【居住地】 } L_i^l = K_i^l \left(1 - \frac{\sigma_i^l}{p_i^l}\right) \quad (7)$$

ただし、 L_i^l : 一括供給量、 K_i^l : 供給可能面積、 σ_i^l : パラメータ。

なお、業務地に関しても同様である。

4. 市場の均衡条件

建物市場 (居住地)

$$a_s(r_i^l, p_i^l) = \sum_m N_i^m a_i^m(r_i^l) \quad (8)$$

土地市場 (居住地)

$$L_i^l(p_i^l) = l_i(r_i^l, p_i^l) \quad (9)$$

ただし、 N_i^m : 人口、 a_i^m : 建物床需要量。

業務地に関しても同様である。

また、労働市場に関しては世帯、企業それぞれの最適化行動の結果導き出された居住地と就業地の組み合わせを定式化することによって考慮する。

$$n_{ij}^m = \mu_{ij}^m N_i^m \cdot v_{ij}^m E_j^m \cdot (d_{ij} + \lambda t_{ij})^{-\rho} \quad (10)$$

$$\mu_i^m = \frac{1}{\sum_j v_j^m E_j^m \cdot (d_{ij} + \lambda t_{ij})^{-\rho}} \quad (11)$$

$$\eta_j^m = \frac{1}{\sum_i \mu_i^m N_i^m \cdot (d_{ij} + \lambda t_{ij})^{-\rho}} \quad (12)$$

ただし、 $\mu_i^m \cdot \eta_j^m$: 調整係数、 E_j^m : 従業人口、 ρ : パラメータ。

5. 結論

本研究では実際の都市環境政策の評価を行うためより操作性の高い交通立地モデルの開発を行った。ここでは交通の変化とその影響による立地の変化の両者を捉えることのできるモデルとなっている。さらに、土地市場と建物市場とを分けて考えたことにより、都心部における建物の高層化による人口の高密度化といった現象を明確に捉えることができる。

ここでは交通プロジェクトを例に挙げて説明を行ってきたが、それ以外にも住宅地開発や都心部流入規制政策などの政策評価にも適用可能である。今後は、実際に岐阜市を対象にしてシミュレーションを行い、これらいくつかの政策の分析を行う予定である。そのシミュレーション結果については講演時に紹介する。

【参考文献】

- 1) 小池淳司・上田孝行・小森俊文：ミクロ行動理論に基づく交通—立地モデルの開発、土木計画学研究論文集 No.14, 1997
- 2) 大野栄治：ランダム効用理論による交通便益の定義とその計測に関する研究、京都大学博士論文、1992