

IV-104 不均衡活動立地モデルとその推定方法

京都大学工学部 正員 奥村 誠

京都大学工学部 正員 吉川 和広

阪 急 電 鉄 正員 藤村 浩一

1. はじめに 高度成長期の終焉にともない、多くの地域で人口や活動が継続的に増加しなくなり、成長するゾーンと衰退するゾーンとが共存するケースが多くなってきた。このため、都市圏の成長を前提とする既存の土地利用モデルの適用が困難になってきている。これに対し、期間内の増加分と減少分を別々にモデル化する試みも行なわれている¹⁾が、統計データの不備や撤退行動のモデル化の困難性のために、必ずしも成功を収めてはいない。著者らは、Harris, Wilson, Allen らが定式化した非線形微分方程式型商業立地モデルを商品市場の不均衡を表現したモデルとして解釈することにより、成長と衰退の共存という現象がモデル化できると考え、パラメータ推定方法を開発した²⁾。本稿では、商業以外の業種を対象に含めるとともに、立地に対する商品市場の不均衡の影響に加えて労働市場の不均衡の影響についても考慮できるようモデルを拡張することによって、不均衡活動立地モデルの作成を試みる。

2. 不均衡活動立地モデルの定式化

(1) 各業種の立地行動 前述の不均衡商業立地モデルにおいては、各商業地の商圏の大きさから定まる商品需要と、既存の立地量から定まる商品供給の差が一致せず、その不均衡を解消する方向に新たな立地行動が行なわれると仮定している。商業以外の業種についても需要、供給、取引額の概念を拡張すれば同様にモデル化できる。

需要関数は、そのゾーンで行なわれることが期待される活動の量を表わすと考えて、従来の地域モデルで用いられてきた立地ポテンシャルと同様に定式化する。ゾーン j での業種 k に対する需要量は、

$$D_{kj} = f_D(X_{kj}) \quad (1)$$

ここで X_{kj} は業種 k の立地要因を表わす変数である。

供給関数は現在における立地量のもとで行なうことが可能な活動の量を表わしており、従業人口の関数として表現できる。

$$S_{kj} = \kappa_k E_{kj} \quad (2)$$

これらの差である需給の不均衡の正負に応じて企業の進出、撤退が起こり立地量が増減すると考える。不均衡に対する立地量の変化を線形と考えると、

$$\Delta E_{kj} = \epsilon_k (D_{kj} - S_{kj}) \quad (3)$$

これらのうち需要 D_{kj} と供給 S_{kj} は直接観測できないが、ゾーン j において実現される活動量 Q_{kj} は需要と供給の小さい方に一致していると考えられる。活動の強度を表わす Q_{kj} として商業の場合には販売額、製造業の場合には工業出荷額、サービス業については業務トリップ数などを用いれば良い。

$$Q_{kj} = \min(D_{kj}, S_{kj}) \quad \text{【short side 原則】} \quad (4)$$

(2) 人口移動のモデル化 各業種の労働需要量は、需要量 D_{kj} を従業者 1 人あたりの活動量 κ_k で割ることによって求めることができる。これを全業種について加え、現在の通勤パターンを用いて居住地ごとに配分すれば、居住地ベースの労働需要量が得られる。

$$L D_i' = \sum_j \frac{O D_{ij}}{\sum_j O D_{ij}} \sum_k (D_{kj} / \kappa_k) \quad (5)$$

労働供給量は、居住人口 P_i の関数である。

$$L S_i' = f_{LS}(P_i) \quad (6)$$

労働需要が供給よりも大きい場合には、就業機会が豊富にあるため人口を引きつけ、逆に十分な労働需要が存在しない場合には、その地域に居住し続けても失業を余儀なくされるため、就業機会を求めて人口が流出する。人口移動量と労働市場の不均衡の関数関係を比例関係として表わすこととすれば、

$$\Delta P_i = \epsilon_p (L D_i' - L S_i') \quad (7)$$

なお就業人口は、パートタイマーなど労働市場の不均衡に短期的に対応して調整される部分も含んでいるので、観測される就業人口についてはショートサイド原則が成立しているとは限らない。

(3) 商品市場と労働市場との相互関係 (1)~(7)式のモデルにより、地域人口が商品市場を通して地域産業の立地変化を規定し、地域産業が労働市場を通して地域人口の移動を規定するという循環的なメカ

ニズムを表現できる。しかしながら、商品市場が需要超過であり立地拡大したくても、労働市場が需要超過であると労働力確保が困難になるというように、産業の立地は商品市場の需給条件のみならず労働市場の需給バランスの影響をも受けている。

2つの市場の不均衡が同時に影響を持つ場合については、2通りのモデル化の方法が提案されている。

Dreze(1975)は、主体はすべての不均衡を同時に考慮して反応を決定すると考え方を提案した。これに従って、立地調整関数に2つの不均衡を含める。

$$\Delta E_{kj} = fE \{D_{kj} - S_{kj}, f(LS_j, LD_j)\} \quad (8)$$

一方 Benassy(1975)は、需要関数によって労働市場の不均衡を考慮した上で決定された「有効需要」を表現することを提案した。すなわち、需要関数の中に労働市場の影響を含めて定式化する。

$$D_{kj} = fD \{X_{kj}, f(LS_j, LD_j)\} \quad (9)$$

なお LS_j 、 LD_j はそれぞれ従業地ベースの労働供給、労働需要である。

3. パラメータ推定方法 前稿における不均衡モデルの推定方法に関する比較分析の結果、Fair and Jaffe(1972)の定量法、Amemiya(1974)の最尤法が有効であった。そこで本稿のモデルについて、最尤法の拡張を試みる。その場合、各業種ごとの関数と人口移動に関わる関数には共通の未知変数 D が含まれるため、これらを一括して推定することは、複雑な連立非線形方程式を解くことを必要とし実用的でない。そこで次のような繰り返し手順を考えた。

- ①全業種の従業人口を労働需要 LD の初期値とする。
- ②この LD と地域人口から求まる労働供給 LS を用いて各業種ごとの産業立地モデルの推定を行なう。
- ③得られた各業種の立地需要 D とパラメータ κ を用いて労働需要 LD の値を更新する。
- ④ LD が安定するまで②と③の計算を反復する。
- ⑤得られた LD と既知の LS を用いて人口移動モデル式をOLS推定する。

②の段階における推定は、(8)式を用いるか(9)式を用いるかにより方法が異なる。(8)式の場合の推定方法を図1に示す。(9)式の場合は労働需給の差あるいは比を、他の立地要因と共に説明変数に含めることにより、前稿で示した方法で推定できる。

4. 推定結果 滋賀県湖南地域を対象としてモデルの推定を行なった。表1には結果の一例として、対

需要関数 $D = X\alpha + u$ $u \sim \Phi(0, \sigma_u)$ 相互に独立な
 供給関数 $S = \kappa E + v$ $v \sim \Phi(0, \sigma_v)$ 正規分布

立地関数 $\Delta E = \begin{cases} \varepsilon(D - S) & : \Delta E < 0 \text{ 局面 } \phi 1 \\ \varepsilon(D - S) & : \Delta E > 0, LD < LS \text{ 局面 } \phi 2 \\ \varepsilon(D - S) \left(\frac{LS}{LD}\right)^\xi & : \Delta E > 0, LD > LS \text{ 局面 } \phi 3 \end{cases}$

ショートサイド原則 $Q = \min(D, S)$

3つの局面ごとの X, E, Q, LS, LD の同時生起確率密度を計算すると
 ①局面 $\phi 1$ の場合 $h s = \Phi(\Delta E - \varepsilon Q + \varepsilon \kappa E, \varepsilon \sigma_v) \cdot \Phi(Q - X\alpha, \sigma_u)$
 ②局面 $\phi 2$ の場合 $h d 2 = \Phi(\Delta E + \varepsilon Q - \varepsilon X\alpha, \varepsilon \sigma_u) \cdot \Phi(\kappa E - Q, \sigma_v)$
 ③局面 $\phi 3$ の場合 $h d 3 = \Phi\left(\Delta E \left(\frac{LS}{LD}\right)^\xi + \varepsilon Q - \varepsilon X\alpha, \varepsilon \sigma_u\right) \cdot \Phi(\kappa E - Q, \sigma_v)$

上式を用いて尤度関数 L を構築しその対数をとると次のようになる。

$$\log L = \text{const.} - N \log \varepsilon - N \log \sigma_v - N \log \sigma_u - \frac{1}{2\sigma_u^2} \sum_1 (Q - X\alpha)^2 - \frac{1}{2\sigma_v^2} \sum_2 (Q - \kappa E)^2 - \frac{1}{2\varepsilon^2 \sigma_u^2} \sum_1 (\Delta E + \varepsilon Q - \varepsilon X\alpha)^2 - \frac{1}{2\varepsilon^2 \sigma_v^2} \sum_2 (\Delta E - \varepsilon Q + \varepsilon \kappa E)^2 - \frac{1}{2\sigma_v^2} \sum_3 (Q - \kappa E)^2 - \frac{1}{2\varepsilon^2 \sigma_u^2} \sum_3 \left(\Delta E \left(\frac{LS}{LD}\right)^\xi + \varepsilon Q - \varepsilon X\alpha\right)^2$$

ただし N はデータ総数である。 $\log L$ を $\alpha, \kappa, \sigma_u^2, \sigma_v^2, \varepsilon, \xi$ で偏微分して得られる6つの連立方程式は非線形であり、解析的に解くことはできないがここで ξ の値が与えられると、前稿で述べた方法により5つの式を同時に満足するような $\alpha, \kappa, \sigma_u^2, \sigma_v^2, \varepsilon$ の値を求めることができる。そこでこの手順とニュートン法により $\partial \log L / \partial \xi = 0$ となる ξ を逐次的に求める手順を交互に繰り返せばよい。

図1 立地調整関数に労働市場の不均衡を含むモデルの推定法

表1 対事業所3次産業立地変化量予測モデルの比較

モデル	モデル推定結果	変化量実績値との相関
本モデル式(8)	収束せず	----
本モデル式(9)	D3b = 27405+3.81*BE-354.8*LD/LS S3b = 35.91 * K3b55 $\Delta E3b = 0.000702 * (D3b - S3b)$ R2C = 0.7425	0.5917
ストック予測モデル(1)	E3b56 = -75.35 + 0.052*BE55 (-1.84) (30.51) RSE = 37464.3 R2C = 0.9708	-0.1533
ストック予測モデル(2)	E3b56 = 11.39+0.051*BE55-20.99*LD/LS (0.13) (28.17) (-1.09) RSE = 37201.4 R2C = 0.9710	-0.1131
変化量回帰モデル(1)	$\Delta E3b = 20.46 + 0.048 * \Delta BE$ (2.48) (3.58) RSE = 1708.8 R2C = 0.2970	0.5676
変化量回帰モデル(2)	$\Delta E3b = 43.93+0.044 * \Delta BE - 5.839 * LD/LS$ (2.45) (3.23) (-1.46) RSE = 1639.5 R2C = 0.3255	0.6113

RSE:残差2乗和, R2C:自由度調整済み決定係数、括弧内はt値
 Δ は昭和55年から56までの変化量を表わしている

事業所3次産業の立地変化量の予測結果を、ストック予測型のモデル、不均衡を考慮しないモデルと比較して示した。10年間に亘る再現シミュレーションの結果、ある程度高い適合度を示したが、大都市圏からの影響の処理が課題として残った。

参考文献

- 1) 柏谷増夫: 滅失を考慮した住宅立地モデル, 土木計画学研究・論文集6巻, 1988
- 2) 吉川和広、奥村誠、上野博史、藤村浩一: Wilson-Type の商業立地モデルの推定方法に関する研究, 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集, 1988
- 3) 伊藤隆敏: 不均衡の経済分析 理論と実証, 東洋経済新報社, 1985