

1次元線形多都市モデルにおける人口の集積・分散挙動の解明

東北大学 学〇 鈴木 明憲
東北大学 正 池田 清宏

1. 研究背景と目的

Krugman の Core-Periphery モデルは、集積について画期的な結果をもたらした¹⁾。この研究を端緒とし、一連の新経済地理学モデルが開発され、集積現象の解明が進んでいる。都市の代表的な幾何学的モデルである 1 次元線形多都市モデル (図-1) に対する従来の研究では、13 都市までの解析しか行われていない。そこで本研究では、都市数を 101 都市まで増やすことにより、一様分布における人口の集積・分散挙動を近似的に調べることとする。また、各種パラメータの値を変化させることで、集積・分散にどのような影響が生じるのかを分析する。解析には Krugman モデルを拡張した Forslid²⁾モデルと Logit モデルを用い、計算分岐理論による分岐解析法³⁾⁴⁾を多都市モデルに対して適用する。

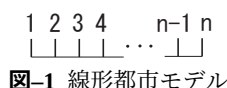


図-1 線形都市モデル

2. 都市の集積・分散モデル

本研究で用いた Forslid²⁾モデルと Logit モデルを簡単に紹介する。

(1) 一般均衡の枠組み

- 経済は、独占的競争が行われる工業部門と完全競争的な農業部門の 2 つの部門からなる。工業品の輸送には輸送費がかかるが、農業品の輸送には輸送費はかからない。
- 経済全体では工業労働者は μ 、農業労働者は $(1 - \mu)$ の割合で存在する。工業部門で働く High skilled worker は μ/σ 存在し、工業部門または労働部門で働く Low skilled worker は $(\sigma - \mu)/\sigma$ 存在する。
- High skilled worker は自身の効用を最大化するように確率的に都市間を移動することができるが、Low skilled worker は移動不可能で、すべての都市に均等に分布しており、賃金 1 である。

(2) Forslid の短期均衡モデル

消費者の効用最大化行動、生産者の利潤最大化行動、氷塊輸送などの理論と上記の仮定を用いると、都市 r の High skilled worker の賃金は次式で表される。

$$w_r^M = \sum_{s=1}^n \frac{Y_s (T_{rs}^M)^{1-\sigma}}{\sum_{k=1}^n \lambda_k (T_{sk}^M)^{1-\sigma}} \quad (1)$$

各変数の意味は下記のとおりである。

Y_r : 都市 r の取得

T_{rs}^M : 都市 r から都市 s 間の輸送費

σ : 任意の差別化された二つの財間の代替弾力性

(3) Logit モデル (確率的都市選択行動)

High skilled worker の都市選択行動を決定する要因を実質賃金 (間接効用) の大きさによって考え、都市 r における実質賃金 ω_r を High skilled worker の賃金 w_r^M と工業品価格指数 G_r を用いて以下のように定義する。

$$\omega_r = \sigma^r (1 - \mu)^{1-\mu} w_r^M G_r^{-\mu} \quad (2)$$

この実質賃金をランダムな確率変数と考え、都市 r における High skilled worker の人口シェアを

$$\lambda_r = \frac{\exp[\theta \omega_r]}{\sum_{s=1}^n \exp[\theta \omega_s]} \quad (3)$$

と定義する。ここで、 θ は実質賃金に対する知覚誤差の分散を表すパラメータであり、 $\theta = 0$ のとき、High skilled worker の知覚する実質賃金は完全にランダムであり、 $\theta = \infty$ では、知覚する実質賃金は測定可能な実質賃金 ω_r と一致する。

3. 解析結果

本研究では、 μ と θ の値を種々に変化させて、2 章で提案したモデルの解析を行った。都市数は $n = 101$ 、パラメータは $(\mu, \sigma, \theta) = (0.4, 10, 350)$ を基準値とした。この場合の輸送費-分散曲線 ($\tau - s^2$) を、図-2 に実線で示す。縦軸に用いた分散 (s^2) は、人口分布の距離に関するモーメントであり下記のように定義する。

$$s^2 = \sum_{r=1}^n \lambda_r \left(\frac{1}{2} - \frac{r-1}{n-1} \right)^2 \quad (4)$$

ここで、確率 λ_r は生産能力が高い労働者の人口シェア λ_r ($r = 1, \dots, n$) であり、図-1 の線形都市の全体の長さを 1 とする。

(1) パラメータ μ の値の影響

工業品への支出割合を示すと同時に、経済全体において

の工業労働者の割合を示す μ の影響を調べるために、 $\mu = 0.2, 0.4, 0.6$ の場合の解析を行った。図-2(a)より、 μ を大きくすると、曲線が輸送費(τ)の高い方向へずれており、輸送費用(τ)の値が大きい段階で集積が起こ始めている。また、 μ の増加により分散が減少し、一極集中する τ の範囲が拡大していることがわかる。

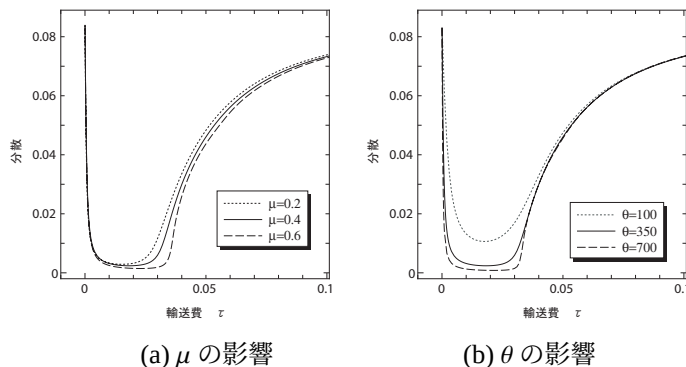


図-2 輸送費-分散曲線 ($\tau - s^2$)

(2) パラメータ θ の値の影響

実質賃金に対する知覚誤差の分散を表す θ の影響を調べるために、 $\theta = 100, 350, 700$ の場合の解析を行った。図-2(b)より、 $\tau = 0.02$ 付近では、 θ が大きいほうが分散値が小さく一極集中に近付いていることが分かる。これは、 θ が増加すると、効用の変化に敏感になり集積力が強くなるためである。図-3は101都市の人口分布を表す棒グラフであり、この図より τ の変化による集積の状況を見る。 $\tau = 1.0$ から減少するにつれ、人口最大都市が両端から中心へと近づくことがわかる。しかし、 $\tau < 0.02$ における再分散では、人口が周辺都市へ徐々に流出し、人口が一様分布へと近づいていく。 μ の値を変化させた場合に対しても同じ傾向が見られた。

次に、 $\theta = 10000$ とし、実質賃金が完全に測定可能な場合 ($\theta = \infty$) に近づけたときの解析を行った。図-4は $\theta = 10000$ の人口分布図であり、輸送費が $\tau = 0.08 \rightarrow \tau = 0.02$ への集積過程を見ると、人口が存在する都市数が $5 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ と減り、離散的に人口が分布している状態から、中心都市へと一極集中していることがわかる。このことは、 θ を大きくしたことで集積力が増し、人口が存在する都市の集積力が広範囲に及ぶようになったためであると考えられる。この離散的な状態からの集積は、前述した θ が小さい場合 (図-3) とは異なる現象であり新たな発見である。また、再分散においては、どの θ の値に対しても、人口変化の傾向は同じであり連続的に変化していた。

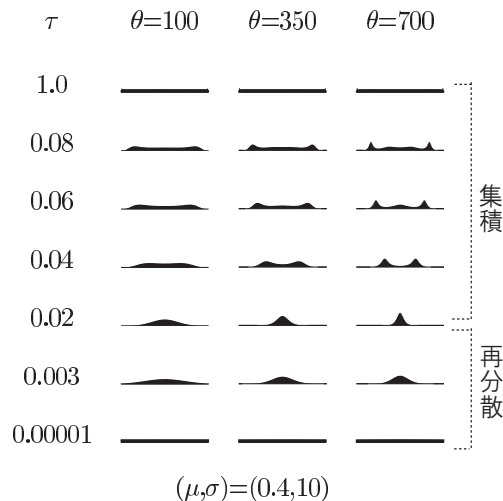


図-3 パラメータ (θ) による比較

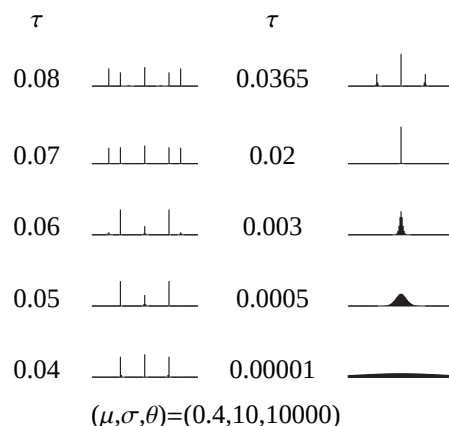


図-4 パラメータ ($\theta=10000$) の人口分布

4. 結論

本研究では1次元線形多都市モデルにおいて、パラメータ (μ, θ) を変化させることにより、人口の集積・分散へどのような影響を与えるかを調べた。従来では輸送費 (τ) に対し連続的に人口の集積・分散が起こると言われていたのに対し、パラメータ θ の値を $\theta = 10000$ とした場合には、まず人口が離散的に3~5都市に集積し、その後、輸送費 (τ) の値が小さくなると一極集中するという現象を発見した。本研究では、数値的かつ発見的な見地に立って集積挙動の研究を行った。モデルの特性に基づく集積・分散挙動の理解と説明が今後の課題である。

参考文献

- 1) M. Fujita, P. Krugman, and A.J. Venables, The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade, MIT Press, 1999.
- 2) Forslid, R. and Gianmarco I. P. O, An analytically solvable core-periphery model, J. Econo. Geography, 3, pp.229-340, 2003.
- 3) 柳本彰仁, 池田清宏, 赤松隆, 河野達仁計算分岐理論による都市の集積・分散モデルの分岐経路追跡法の提案, 土木計画学研究・論文集 NO. 24, 191-196 (2007.11)
- 4) K. Ikeda, K. Murota, and H. Fujii, Bifurcation hierarchy of symmetric structures, Int. J. Solids Struct., 27(12), pp.1551-1573, 1991.