

都市の集積・分散特性の交通整備履歴依存性に関する研究

東北大学 学 深見 淳
東北大学 正 池田 清宏

1. 研究背景と目的

都市・地域間などにおいて、集積力に注目して空間経済システムを分析する研究が注目を集めている。Krugman¹⁾は、輸送費の変化による工業の集積・分散現象を大胆な仮定に基づき分析した。また、Krugman モデルに代表される都市の集積・分散現象のメカニズムを表現したモデルは、輸送費用等の変化により分岐し、複数の均衡解を持つことが知られている。数多くの都市を対象とした解析に対し、計算分岐理論による分岐解析法³⁾⁴⁾を導入されている。一方、従来の研究は輸送費用を全経路において均一に変化させた場合の研究が主であり、経路によって異なった交通整備履歴を与えた場合の研究は、十分に行われていない。そこで、同じ人口と経済状態を持つ都市が一様に分布した都市モデル(図-1)を用い、Krugman モデルを拡張した Forslid²⁾モデル、Logit モデルを用い、放射状及び環状経路の交通整備履歴の違いが都市の人口の集積・分散過程にどのような違いを与えるかについて検証する。



図-1 都市モデル

2. 都市の集積・分散モデル

(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。
- 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。
- 経済全体では、工業部門で働く High skilled worker が μ/σ 存在し、工業部門または労働部門で働く Low skilled worker が $(\sigma - \mu)/\sigma$ 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。
- 工業品の輸送には輸送費がかかり、農業品の輸送には輸送費はかからないこととする。

(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に基づき上記の仮定を用いると、都市 r の High skilled worker の賃金 w_r^M は以下に示す連立方程式によって決定される。

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

$$Y_r = \frac{\mu}{\sigma} \lambda_r w_r^M + \frac{\sigma - \mu}{\sigma n} \quad (2)$$

$$G_r = \left[\sum_{s=1}^n \lambda_s (T_{rs}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)} \quad (3)$$

各変数の意味は下記のとおりである。

Y_r : 都市 r の取得

G_r : 都市 r の工業品価格

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

なお、本研究では、図1のように中心都市の周囲に正六角形状に都市を配置しており、環状及び放射状の輸送費用を異なるものにするため、環状部分に τ_1 、放射状部分に τ_2 とした輸送費パラメータを導入している。これより、都市 r と都市 s の間の輸送費 T_{rs}^M を

$$T_{rs}^M = \exp[\min(\tau_1 d_1 + \tau_2 d_2)] \quad (4)$$

と定義する。よって、 τ をそれぞれ変化させることにより、環状部分と放射状部分の輸送費用をそれぞれ変化させる。ここで d_1 は環状部分を輸送する場合の合計距離、 d_2 は放射部を輸送する場合の合計距離である。

(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)の大きさによる考え、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。

$$\omega_r = \sigma^r (1 - \mu)^{1-\mu} w_r^M G_r^{-\mu} \quad (5)$$

しかし、実質賃金は完全に測定できない上、個人間のばらつきもある。したがって、この実質賃金をランダムな確率的変数と考え、都市 r における High skilled worker の人口

シェアを

$$\lambda_r = \frac{\exp[\theta\omega_r]}{\sum_{s=1}^n \exp[\theta\omega_s]} \quad (6)$$

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、Highskilled worker の知覚する実質賃金は完全にランダムであり、 $\theta = \infty$ では実質賃金は完全に測定可能である。

3. 解析結果

(1) 交通整備履歴依存性が見られる場合

例として、分岐経路を図2、輸送費の変化を図3で示すように、完全に整備順序を変えた2種類の交通整備履歴で考える。左例は、環状の交通を整備し、その後放射状の交通を整備している。右例はその逆である。図中の線は、図1の都市6にあたる人口の推移を示し、黒の実線は安定解、破線は不安定解を示しており、白丸は分岐点を表している。2つの解析結果において分岐が生じるのは、環状部分の輸送費パラメータ τ_1 が 0.15~0.20 程度の範囲であるが、一方の放射状部分の輸送費パラメータ τ_2 は、それぞれ 1.0 及び 0.15 と大きく異なっている。また、安定解の推移に着目すると、交通整備履歴により分岐パターンに違いが生じることが確認された。左例の場合は、6軸対象の都市パターンから2軸対象に移行することが予想される。一方右例では、一極集中から3軸に移行することが予想される。

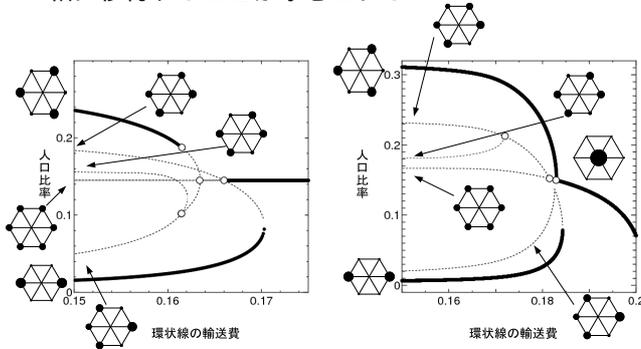


図-2 分岐経路

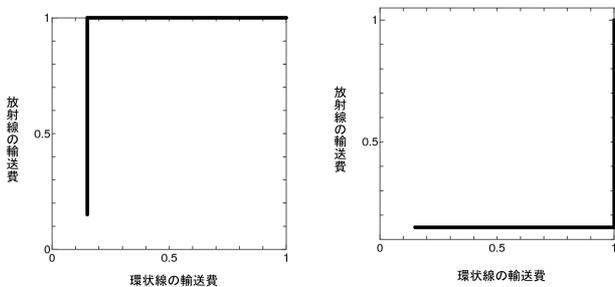


図-3 交通整備履歴

(2) 交通整備履歴依存性が見られない場合の解析結果

分岐経路には明白な違いは見られず、交通整備履歴依存性が見られなかった例の分岐経路を図4、交通整備履歴を図5の2種類を示す。左例は、環状の交通を優先的に整備し、あ

る交通に達した時点で放射状の交通を優先的に整備するように変化している。右例はその逆である。この場合も、分岐が生じるのは環状部分の輸送費パラメータ τ_1 が 0.15~0.20 程度の範囲であった。しかし、この場合の放射部分の輸送費パラメータ τ_2 は、それぞれ 0.15~0.30 及び 0.15~0.18 程度と(1)と比べ、 τ_1 と近い値であった。この場合、安定解の推移に着目すると、交通整備履歴により分岐パターンに明白な違いは見られなかった。

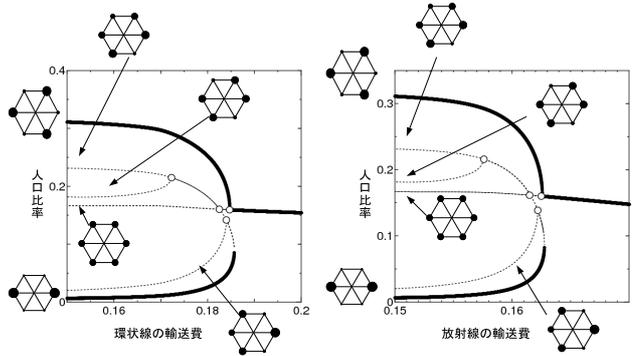


図-4 分岐経路

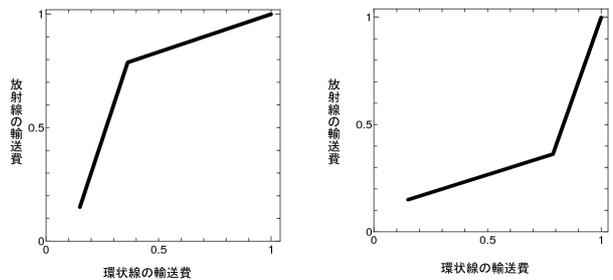


図-5 交通整備履歴

4. 結論

今回の研究において、交通整備履歴の違いにより、2軸集積パターンに分岐する分岐点と、3軸集積パターンに分岐する分岐点や分岐経路の関係に違いが見られることが明らかになった。よって、都市の集積・分散過程において複数の均衡解をもつ場合、交通整備履歴の違いにより特定の均衡解へ解が集積する傾向に差異がある可能性が考えられる。また、今回の解析において分岐は、環状部分の輸送費パラメータがある特定の値に集中して起きているが、その範囲における放射部分の輸送費パラメータの値により交通整備履歴依存性が生じていると考えられる。今後の課題としては、都市数を増加させた場合の解析、より詳細な分岐パターン違いの要因の解明などを行うことなどが挙げられる。

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, and I.P. Ottaviano, An analytically solvable core-periphery model, Journal of Economic Geography, 3, pp.229?340, 2003.
- 3) 藤井文夫, 大崎純, 池田清宏, 構造と材料の分岐力学, 計算工学シリーズ 3, コロナ社, 2005.
- 4) K. Ikeda, K. Murota, and H. Fujii, Bifurcation hierarchy of symmetric structures, Int. J. Solids Struct., 27(12), pp.1551-1573, 1991.