

正方形メッシュ二次元多都市 CP モデルの集積挙動

東北大学 正会員 ○亀井 元大
東北大学 フェロー会員 池田 清宏

1. はじめに

経済地理学のクリスタラー・レッシュの中心地理論によれば、ある財を供給する中心都市と供給される都市は、供給する都市を中心に正 6 角形の市場域を形成する¹⁾。また、大都市、都市、小都市、村、小村という階層性を持ち、大きさの異なる正 6 角形市場域を形成する。レッシュは、クリスタラーの理論を幾何学的に一般化し、それらの重ねあわせによる都市分布を提案した¹⁾。

既往の研究により、クリスタラー・レッシュの中心地システムが現実が発現することが、疑似的な無限平面、正 6 角形状の有限平面、南ドイツを近似した有限平面の 3 つの空間モデルの集積挙動を調べることで確認され、正 6 角形状分布の形成と人口の集積の過程も明らかになっている²⁾。

本研究では正 3 角形メッシュで行ってきたこれらの解析は正方形メッシュにおいても成り立つかどうかを確認する。方法としては、新経済地理学の Forslid & Ottaviano モデルとランダム効用理論に基づいた確率的都市選択モデルによりモデル化を行い、 $n \times n$ の節点からなる 2 次元平面格子をその空間的なモデルとして用いる。種々の正方形パターンを表す分岐モードがどのような格子サイズについて発現するのか(図-1)、正 3 角形メッシュと比較し、集積分布にメッシュ依存性があるのかどうかを調べた。

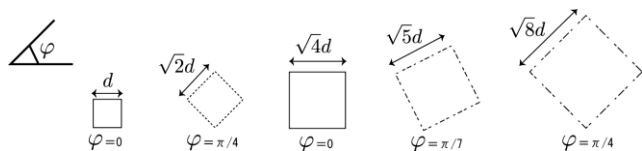


図-1 正方形メッシュでの理論予測

2. 都市の人口集積の均衡モデルの定式化

Forslid & Ottaviano の核周辺モデル³⁾は以下の仮定に基づいている。

- 経済は、独占的競争が行われる工業部門 M と完

キーワード agglomeration, core-periphery model, new economic geography, self-organization

全競争的な農業部門 A の 2 部門からなる。

- 経済全体では工業労働者は $\mu(\in(0,1))$ 、農業労働者は $(1-\mu)$ だけ存在する。
- 経済全体では high skilled worker は $L^M = \mu / \sigma$ 存在し、工業部門または農業部門で働く low skilled worker $L^M = (\sigma - \mu) / \sigma$ だけ存在する。
- high skilled worker は、自身の効用最大化を図り、自由に地域間を移動できる。
- low skilled worker は、各地域に均等に分布している。地域間の移動は不可能で、賃金は 1 とする。

FO モデルと確率的都市選択モデルを組み合わせたモデルの支配方程式に対する数値解析により解曲線を求める。

3. 空間モデルと解析結果

本研究では、クリスタラーらが想定した infinite plain (無限な草原) に対応する周期境界を持つ疑似的な無限平面、

実際の領域に対応する正形状の有限平面と南ドイツを近似した有限平面を用いて解析を行った。

今回は無限平面と南ドイツの解析結果を示す。



(a) 疑似的な無限平面 (b) 南ドイツを近似した有限平面

図-2 空間モデル

(1) 周期境界を持つ疑似的な無限平面

正方形メッシュによって表現された正方形領域の上端と下端、右端と左端を周期境界により繋ぐことで、疑似的な無限平面を表現する(図-2(a))。都市数 n は 64 都市、Forslid & Ottaviano の核周辺モデルの 3 つのパラメータ σ, μ, θ の値は(5.0, 0.4, 1000)とした。無限平面の輸送費 τ と中心都市の人口比率 λ の関係を記す解曲線と、それに対応する人口集積パターンを(図-3)に示す(都

市の人口は円の面積で表す). 分岐点(point a)から $k=2$ の中心地システム(point b)の人口集積パターンが派生した. この $k=2$ の中心地システムの解曲線 ab 上の分岐点から $k=8$ の中心地システム(point d)が派生し, さらに $k=16$ の中心地システム(point e)が派生した.

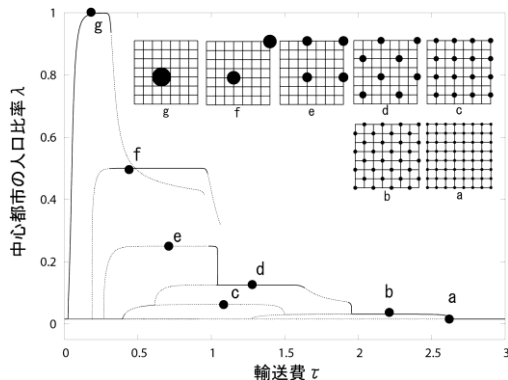


図-3 無限平面でのパターンの発現

(2) 南ドイツの形状の有限平面

クリスタラーが中心地システムを提言するきっかけとなった, 南ドイツの形状を近似したモデルを導入する(図-2(b)). 解析を行った正方形メッシュモデルは都市数 411, 正 3 角形メッシュモデルは都市数 404, パラメータはともに $(\sigma, \mu, \theta) = (5.0, 0.4, 10000)$ とする. 解析の結果(図-4), どちらのモデルでも非常に近い集積挙動が得られ, 人口集積の進行はどちらも下記の 3 つの期間に分類することができた.

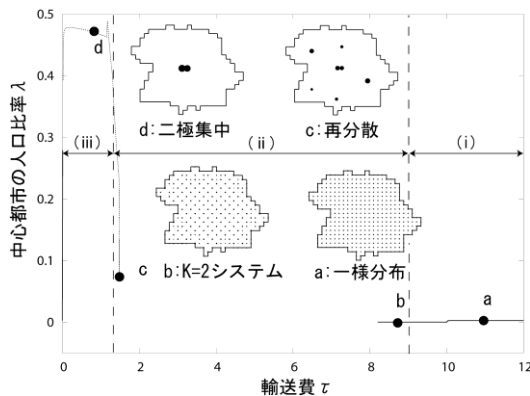


図-4 南ドイツ・正方形メッシュにおける人口分布

- (i) **黎明期**: 各都市の人口が概ね一定にとどまる期間. 正方形モデルでは, 境界面から十分に離れた場所では, 中心地間距離が $\sqrt{k}d = \sqrt{2}d$ (d : 都市間距離)となる $k=2$ の中心地システムが発現している. また, 正 3 角形モデルでは, $k=3$ の中心地システムが発現した.
- (ii) **混沌期**: 曲線がループを描き, 都市の人口が増減を繰り返す期間. 大変複雑になるため, その挙動の分析は今後の課題とする.

- (iii) **一極・二極集中・再分散期**: 中央の都市の人口が急増し一極または二極集中した後, 再分散する期間. 正方形メッシュでは中央の 2 都市に人口が集中したが, 正 3 角形メッシュでは中央の都市に一極集中する解曲線が複数存在した. 正 3 角形メッシュの方が都市間の移動が容易なため, 解に多価性が生じたと考えられる.

4. 競技場経済との比較

円の円周上に一様に分布した都市(競技場経済)の分岐解析は, より現実的なモデルである六角形格子の分岐解析の前段階として用いられる. 競技場経済において, 8 つの都市が分岐していく過程を(図-5)に示す.

一方, 有限平面の正方形メッシュ 9×9 の 81 都市モデルで解析を行うと, 競技場経済と近い解析結果が得られた(図-6).

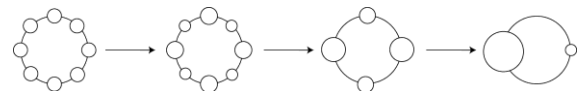


図-5 競技場経済の分岐

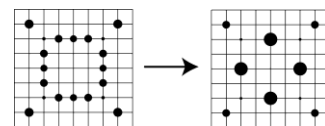


図-6 正方形メッシュ・81 都市の分岐

5. 結論

本研究で, その都市の分布や集積過程がメッシュの形に依存するものなのか調べたところ, 正方形メッシュでも正 3 角形メッシュと同様に集積パターンが存在することが無限平面・有限平面のどちらでも確認することができた. また, 南ドイツの解析結果から, どちらのメッシュの形でも似た都市の分布と集積過程がみられた. よって, 都市の形成はメッシュの形に依存しないことが実証され, 本研究に用いている解析方法の妥当性と発展性を示すことができた.

参考文献

- 1) Dicken, P. and Lloyd, P. E.: *Location in space: Theoretical Perspectives in Economic Geography*, Prentice Hall, 1991.
- 2) K. Ikeda, K. Murota: Bifurcation Theory for Hexagonal Agglomeration in Economic Geography, 2013.
- 3) R. Forslid, G. I. P. Ottaviano: An analytically solvable core-periphery model, *Journal of Economic Geography* 3 229–340, 2003.