

都市集積モデルにおける rank-size rule の創発

金沢大学 学生会員 ○喜多 祐璃
金沢大学 正会員 高山 雄貴

1. はじめに

都市規模分布には, “rank-size rule” と呼ばれる規則性が存在する. rank-size rule とは, 都市の規模(人口)とその順位(人口数の順位)が, 概ね対数線形で特徴づけられるというものである. 驚くべきことに, この関係は 100 年程前から存在が確認されている¹⁾. この rank-size rule について日本を例に取り上げ更に詳しく見ていく. 1980 年代から 2010 年代までの都市規模とその順位の関係のグラフは, 図 1 のようになる¹⁾. このグラフを見ると, 年代を経てもほとんど変化がないことが分かる. この 1980 年代から 2010 年代までの間, 空港の建設や新幹線の開通等により, 都市の交通網は大きく進歩している. その結果, それぞれの都市の規模や順位には大幅な変化が生じている. しかし, グラフからわかるように年代を経ても線形関係は変化しないことから, 各都市が成長・衰退しても rank-size rule は変わらず存在することがわかる.

また, この関係は, 政策が打たれ都市の順位の入れ替えが生じた場合にも変化していない. つまり, これまでのいかなる政策もこの関係を変化させなかったといえる. 政策の効果をより正確に予測するためには, この現状を反映した評価方法が必要になると考えられる. しかし, これを表す空間を考慮した都市集積モデルが今のところ存在しない.

そこで本研究では, rank-size rule が成り立つ事実に沿った都市集積モデルの構築を目的とする. モデル化を行う上で具体的に考える要点として, rank-size rule にフラクタル構造の考えを適用できることが明らかにされている²⁾ことに着目し, これをベースにモデル構

築を行う. 研究の流れとしては, まずデータを用いた現状の分析を行い, その後分析結果を踏まえたモデル化をする.

本稿の構成は以下のとおりである. 第 2 章では都市規模分布がフラクタル構造を有することの検証を日本とアメリカの都市雇用圏のデータを用いて行う. そして, 第 3 章で第 2 章で述べた結果を踏まえたモデルの構築について述べる. 最後に, 第 4 章で本研究の現時点での成果について述べる.

2. フラクタル構造を考慮した現状の分析

日本における都市規模分布をフラクタル構造の考えを用いて検証を行う. 日本全体をエリアとして, 都市の数に着目し入れ子状に二つに区切っていき, 区分したエリアをそれぞれの地域圏と仮定する. 日本の場合, 階層ごとに図 2 のような地域圏とする. 具体的には, まず日本全体を東京圏とする. その中でエリアを二分した場合, 東京圏の直接後背地と大阪圏とする. 更にそれぞれのエリアを二分し札幌圏と東京圏の直接後背地, 福岡圏と大阪圏の直接後背地とする. 地図上で色分けすると図 3 のようになる.

本研究でのフラクタル構造とは, 区分した地域圏ごとに都市規模分布を見ても, 同じような傾きを持つ rank-size rule が現れることである. そこで, 現状でこれが成り立っていることを確認する. それぞれの地域圏ごとに都市人口の順位付けを行い, 対数グラフに表すと, 全てのグラフが切片の異なる同様の傾きの直線上に位置していることが図 4 からわかる. つまり, 多少のずれはあるものの, 日本において rank-size rule が各地域圏で成り立っていることが読み取れる. 同様にアメリカのデータを用いて検証を行うと, 都市の数が多いこ

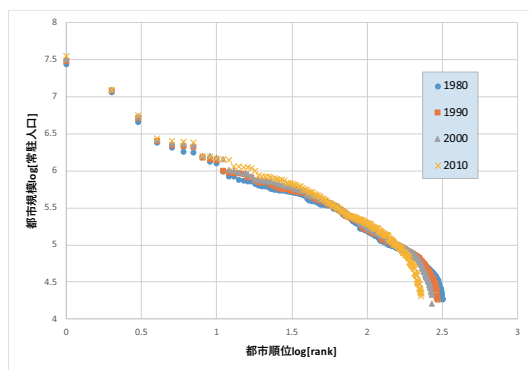


図-1 1980 年代～2010 年代の日本における rank-size rule

1 本研究では, 都市を都市雇用圏で定義したデータを使用した.

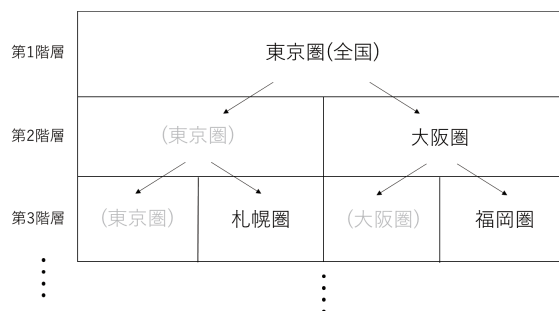


図-2 日本における階層ごとの地域圏

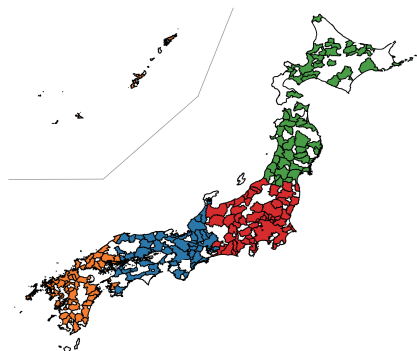


図-3 2010年代の日本における第3階層でのエリア区分

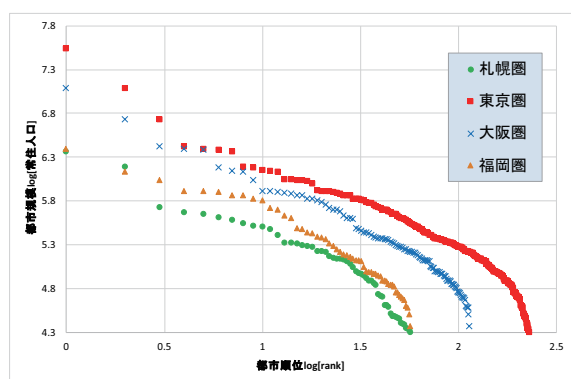


図-4 日本におけるフラクタル構造を考慮した rank-size rule

とからこの特性が日本より更に顕著に見られる。

このことから、フラクタル性を有するエリア区分を行うと、そのエリア内でも rank-size rule が成り立っている事実が日本とアメリカのデータより検証できる。また、これらのグラフが同様の傾きを持つものであるとわかる。更に、入れ子状に二つに区分した地域圏間の人口の比率が、概ね一定の値であることも確認できている。これらの結果を踏まえ、グラフに表れる現象を反映したモデルの構築を行う。

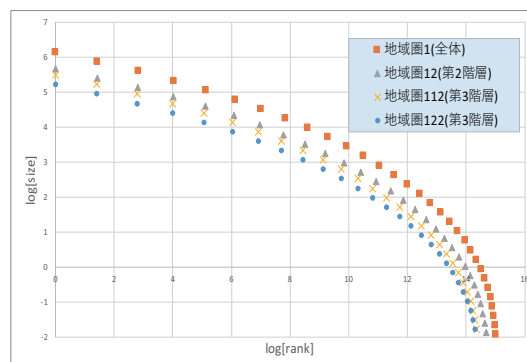
3. 簡易モデルによる rank-size rule の表現

前章で検証した実現現象に則したモデル設定を行う。まず簡単なモデルとして、図5に示すように、フラクタル性を有する地域圏内に入れ子状に二つの地域圏が存在すると仮定する。これを $n+1$ 階層まで繰り返したものを 2^n モデルとする。最下層の地域圏を都市として、各都市ごとの居住人口と順位を求める。ここで、実現現象にもあったように一つの地域圏に入れ子状に配置された二つの地域圏間の人口比を一定とし、 $\alpha : (1-\alpha)$ と仮定して計算を行う。

この計算結果を、実際のグラフと同様に地域圏ごとに都市規模とその順位の対数グラフで表すと、図6のようになる。グラフを見ると、上位の都市規模分布が概ね直線上に位置している。また、下部が少し折れ曲が



図-5 フラクタル性を有する空間構造のモデル

図-6 2^n モデルの計算結果例 ($n = 50, \alpha = 0.65$)

る形をしている。これらの特徴が合致していることから、モデルのグラフと実現現象のグラフとの対応が取れているといえる。また、地域圏ごとのグラフでも概形が一致している。このことから、このモデルでも都市規模分布がフラクタル構造を有することが確認できる。

今後は、日本やアメリカの都市雇用圏のデータをもとに、各階層の人口比に着目して構築した簡易モデルの分析と検証を行う。その後、これに沿った都市集積モデルの構築を、既存のモデルを参考に行っていく。具体的には、新経済地理学 (New Economic Geography)³⁾ 分野で研究されてきたモデルの応用を検討している。

4. おわりに

現在までの成果として、フラクタル構造を考慮した日本とアメリカの現状分析と、それに則した簡易モデルの構築を行った。その結果、都市規模分布がフラクタル構造を有することが確認できた。また、簡易モデルでもこの特徴を持つ rank-size rule を表現できた。

参考文献

- 1) F. Auerbach: Das gesetz der bevölkerungskonzentration, *Petermanns Geographische Mitteilungen*, Vol. 59, pp. 73-76, 1913.
- 2) T. Akamatsu, T. Mori, Y. Takayama: Spatial coordinations among industries and the common power law for city size distributions, *mimeograph*, 2016.
- 3) M. Fujita, P. Krugman, A. J. Venables: *The Spatial Economy*, MIT Press, 1999.