

線分都市経済の人口集積挙動の分析

浅川 遼¹・池田 清宏²・高山 雄貴³

¹東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)

E-mail: kamei@msd.civil.tohoku.ac.jp

²東北大学教授 東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)

E-mail: ikeda@civil.tohoku.ac.jp

³東北大学助教 東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)

E-mail: takayama@civil.tohoku.ac.jp

都市の人口集積挙動は、新経済地理学の核周辺モデルを用いて、競技場経済や線分都市経済などの空間設定を行うことにより研究されている。競技場経済では交通費用の低下に伴い、空間周期倍化が発現する。空間周期倍化とは、人口が集積する都市が飛び飛びに離散化し、人口が集積した都市間の空間周期が倍化することを繰り返しながら、一極集中に向かうメカニズムである。空間周期倍化は競技場経済において確認されている人口集積特性であるが、都市数が大きい場合には、線分都市経済においても空間周期倍化が発現し、両者は類似の挙動を示すことが明らかにされている。本研究では都市数が小さい場合における線分都市経済での空間周期倍化の発現と、人口集積挙動の特徴を明らかにした。

Key Words : *bifurcation analysis, population distribution, spatial agglomeration, long narrow economy, spatial period doubling cascade*

1. はじめに

都市の人口集積挙動は、新経済地理学の核周辺モデルを用いて数値解析により明らかにされている。種々の都市分布について集積挙動が調べられているが、その中でも類似した部分のある都市分布である競技場経済と線分都市経済は、既往の研究により、類似した挙動を示すことが確認されつつある。競技場経済と線形都市経済は都市が等間隔で連続的に分布することでは同一である。しかし、競技場経済では、全ての都市が空間的に対称であるが、線分都市経済では端部に近い都市の市場域が狭くなるという違いがある。

円周上に等間隔または一様に都市が配置された競技場経済では、空間の対称性により、全ての都市間で平等に競争が行われるため、理想的な状況である。競技場経済では人口が集積する都市と分散する都市が交互に発現する空間周期倍分岐と、この分岐が繰り返して起こる空間周期倍分岐カスケードの存在が明らかにされている。一方、境界がある線分上に等間隔または一様に都市が配置された線分都市経済では、都市の境界があるため、都市間に平等性がなく、端部の都市が交通状況的に不利である。既往の研究では線分都市経済においても都市数が多い場合に空間周期倍化が起きることが確認されている。これは、都市数が多い場合に端部の都市の交通状況的な不利の度合いが減少するためと考えられている。

本研究では、既往の研究に比べて都市数が少ない場

合の線分都市経済における空間周期倍化の発現と、人口集積挙動を確認する。そこで、Forslid & Ottaviano の核周辺モデルを用いて計算分岐理論による数値解析を行うことにより、人口集積挙動の特徴を明らかにする。

2. 都市の人口集積の均衡モデル

本稿で用いる Forslid & Ottaviano の核周辺モデルを概説する。都市経済システムには農業部門と工業部門の二つの生産部門が存在する。農業部門の企業は収穫一定で完全競争を行い、工業部門の企業は収穫増で独占的競争を行う。農業財には輸送費がかからない一方、工業財は距離に応じた輸送費がかかると仮定する。この都市経済システムには、skilled worker と unskilled worker の二種類の労働者が存在する。skilled worker は工業部門のみに存在し、都市間を移動できるが、unskilled worker は二つの部門に存在し、都市間を移動できない。

このモデルでは短期と長期の2段階の均衡を考える。短期均衡状態は skilled worker が移住しない短い期間で財・労働市場が均衡する状態である。長期均衡状態は skilled worker が自らの効用最大化のために都市を選択して移動し、その移動が長期的に落ち着く状態である。skilled worker の都市選択ダイナミクスは Replicator Dynamics で与えられるとする。支配方程式を解き、輸送費と人口分布の関係を明らかにする。

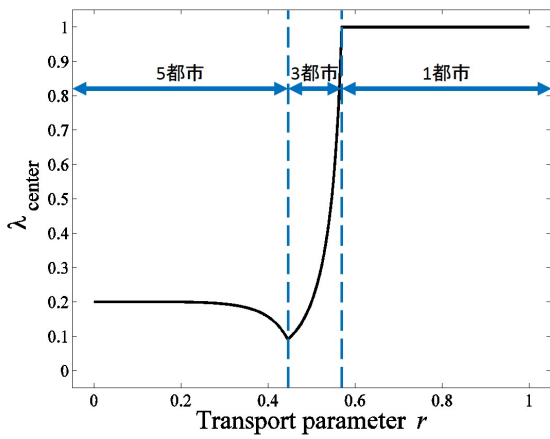


図-1 5都市の集積挙動

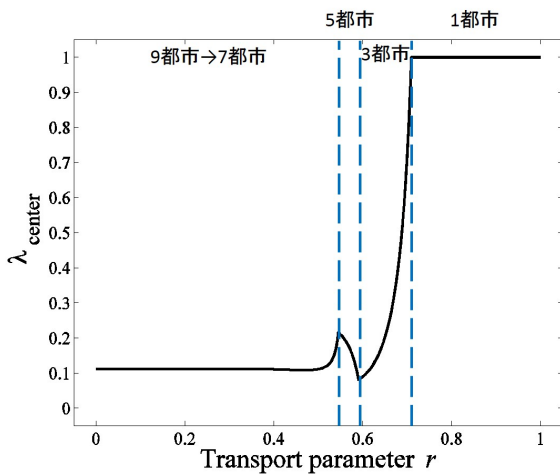


図-2 9都市の集積挙動

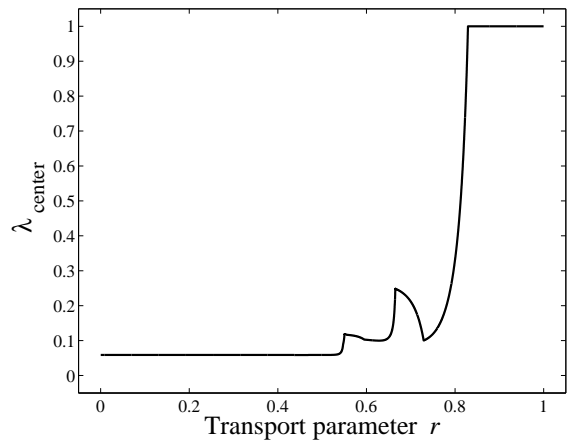


図-3 17都市の集積挙動

3. 線分都市経済の集積挙動

(1) 5都市

都市間道路を $4(= 2^2)$ 本持つ都市数 $n=5$ の線分都市経済の結果を示す。これは、都市間道路を 4 本持つ 4 都市の競技場経済に対応している。グラフは横軸が交通費用の逆数 r 、縦軸が線分都市経済の全人口に対する中心都市の人口の割合を示している。

交通費用を低下させると都市数は $5 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ となるが、空間周期倍化は示さなかった。しかし、交通費用の低下により、5 都市が 3 都市に集積した後に中心都市の人口が増加し、さらに交通費用を低下させると中心都市に 1 極集中することが確認された。この挙動は都市数を増やした場合の挙動にも現れることが、次節以降で確認できる。

(2) 9都市

都市間道路を $8(= 2^3)$ 本持つ都市数 $n=9$ の線分都市経済の結果を示す。これは、都市間道路を 8 本持つ 8 都市の競技場経済に対応している。

交通費用を低下させると都市数は $9 \rightarrow 7 \rightarrow 5 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ となった。ここで 3 都市に集積した場合に空間周期倍化が確認できた。また、交通費の低下により中心都市の人口は、一旦上昇した後に上記の 5 都市の場合と同様の挙動を示した。9 都市の結果における人口挙動も 5 都市の場合と同様、次節以降で確認できる。

(3) 17都市

都市間道路を $16(= 2^4)$ 本持つ都市数 $n=17$ の線分都市経済の結果を示す。これは、都市間道路を 16 本持つ 16 都市の競技場経済に対応している。

交通費用を低下させると都市数は $17 \rightarrow 15 \rightarrow \dots \rightarrow 3 \rightarrow 1$ となった。ここで 7 都市、3 都市にそれぞれ集積した場合に空間周期倍化が発現しており、これは既往の研究でも確認できている。交通費の低下により中心都市の人口は、段差を生じて上昇した後に上記の 9 都市の場合と同様の挙動を示した。17 都市の結果における人口挙動も 9 都市の場合と同様、次節においても確認できる。

(4) 33都市

都市間道路を $32(= 2^5)$ 本持つ都市数 $n=33$ の線分都市経済の結果を示す。これは、都市間道路を 32 本持つ 32 都市の競技場経済に対応している。

交通費用を低下させると都市数は $33 \rightarrow 31 \rightarrow \dots \rightarrow 3 \rightarrow 1$ となった。ここで 15 都市、7 都市、3 都市にそれぞれ集積した場合に空間周期倍化が確認できた。また、交通費の低下により中心都市の人口は、1 回段差を生じて上昇した後に上記の 17 都市の場合と同様の挙動を示

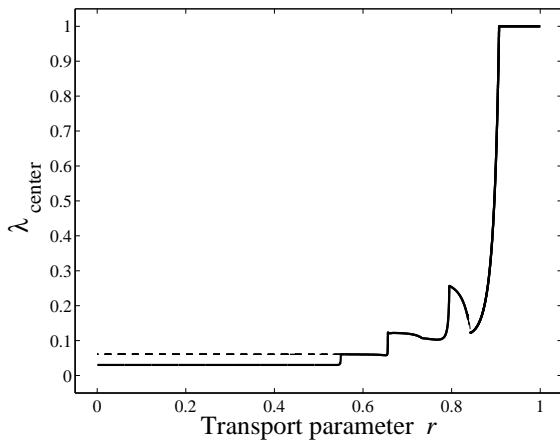


図-4 33 都市の集積挙動

した。

4. 結論

本研究では線分都市経済の集積挙動を分岐理論と Forslid & Ottaviano の核周辺モデルに対する数値解析に基づき調べた。その結果、既往の研究で確認されていた都市数 $n=17, 33$ の場合に加えて、 $n=9$ の場合において空間周期倍化の発現が確認された。また、都市数が大きいモデルでは交通費を低下させた場合に、それより都市数が小さい場合の人口集積挙動を辿ることも確認できた。この結果から、人口集積の解析における線分都市経済の有用性が高まったと言える。

今後の課題としては、本研究ではパラメータを固定して解析を行ったが、パラメータを変化させた時の挙動を確認する必要があると思われる。また、線分都市経済について Forslid & Ottaviano モデルを用いて解析を行ったが、Pfluger モデルに関しても空間周期倍化の発現や、競技場経済との対応を確認していきたいと考えている。

参考文献

- 1) K. Ikeda, K. Murota, T. Akamatsu, K. Sakamoto: Agglomeration Mechanism of Long Narrow Economy: Comparison with Racetrack Economy, *Mathematical Engineering Technical Report* 2013-36, Department of Mathematical Informatics, University of Tokyo, December 2013.
- 2) R. Forslid, G. I. P. Ottaviano: An analytically solvable core-periphery model, *Journal of Economic Geography* 3 229-340, 2003.

(2015 年 7 月 31 日 受付)