

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04380

研究課題名(和文)空間周波数分析法の開発と世界中の実データへの適用による中心地理論の科学的検証

研究課題名(英文)Development of spatial Fourier analysis method and application to worldwide real population data for scientific verification of central place theory

研究代表者

池田 清宏 (Ikeda, Kiyohiro)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：50168126

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：実人口データに中心地理論の正六角形状分布が存在し得るのかという問いに答えるべく、群論的スペクトル法を提案した。「Time evolution of city distributions in Germany」を本課題の主要な成果として取りまとめ、Networks and Spatial Economics 誌に投稿中である。この研究は、従来申請者らが提案してきた手法を高度化し、体系化したものである。その結果、南ドイツにおける実人口データにおける特徴的な人口分布(主要な都市とその周辺の衛星都市群)を抽出することに成功し、人口分布の特徴的な時間変化をとらえることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中心地理論による都市分布は、長年その理論的・経済学的な裏付けの欠如が指摘されている。地理学では、人口データの蓄積が世界的に進行しているが、特長的な都市分布パターンの抽出法の確立が課題であった。本申請では、上記の研究分野を横断する視点として核周辺型の集積パターンを提案した。群論的分岐理論によりこのパターンを理論予測し、中心地理論に科学的な裏付けを与えた。次に、空間経済モデルに対し、核周辺型から一極集中に移行する集積のメカニズムを示した。大都市と衛星都市との競争と消長は、土木計画学・経済地理学における重要課題であり、現在のコロナ禍における都市人口の集積・分散を明らかにする上でも大変重要な視点ある。

研究成果の概要(英文)：To answer a long standing question about the existence of regular-hexagonal patterns of central place theory in the real population data, we have proposed a group-theoretic spectrum analysis method. As a major achievement of this research project, we have submitted a paper entitled "Time evolution of city distributions in Germany" to the Journal of Network and Spatial Economics. This is a synthesis of a series of analysis procedures. As a result, we have succeeded in capturing characteristic agglomeration patterns in Southern Germany and their time evolution.

研究分野：経済地理学

キーワード：人口分布データ 経済地理学 中心地理論

1. 研究開始当初の背景

都市への人口集積は世界的に進行しており、人口増に関する警告がなされている。経済のグローバル化や交通・情報網の整備に伴い、都市間の競争が激化しており、都市の人口増加や減少が注目を集めている。また、近年のコロナ禍の中、人口の大都市からの分散が起きている。適切な都市振興政策を立案し、実行するためには、人口の集積・分散の基礎メカニズムに関する理論的基盤が必要である。

中心地理論による都市分布は、長年その理論的・経済学的な裏付けの欠如が指摘されている。空間経済モデルでは、解析対象の大半は2都市であり、多都市の空間分布の自己形成メカニズムが未解明である。地理学では、人口データの蓄積が世界的に進行しているが、特長的な都市分布パターンの抽出法の確立が課題であった。

2. 研究の目的

本研究では、個別に発展してきた、上記の研究分野を統合する形で、人口の集積・分散のメカニズムを記述する理論を提案する。具体的には、研究分野を横断する視点として核周辺型の集積パターンを提案し、その存在を実証する。このパターンは、大都市を六角形状の衛星都市が取り囲むという、まさしく中心地理論が提唱する分布である。この核周辺型の集積パターンの存在を、理論、数値解析、実人口データの分析という多岐に渉る視点から検証することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

最初に、群論的分岐理論によりこのパターンを理論予測し、中心地理論に科学的な裏付けを与えた。核周辺パターンの発現可能性を各種空間経済モデルの安定性解析に基づき議論した。

次に、空間経済モデルに対し、交通費用の低下に従い、核周辺型から一極集中に移行するという集積のメカニズムを示した。節点に都市を配置した正三角形メッシュにより立地空間を表し、各種空間経済モデルによりミクロ経済を表し、立地空間のモデル化として、理想化された正六角形状の有限平面と現実的な地理形状を考え、立地空間の境界条件によらず、核周辺パターンが発生することを示した。また、核周辺型が一極集中から派生する「分岐メカニズム」を理論的に解明した。

最後に、申請者らが提案する群論的スペクトル法により、実人口データの分析を行い、核周辺型の集積パターンが世界中に実在することを示し、本理論の妥当性を実証した。具体的には、City PopulationとOpenStreetMapにより公表された情報から、各行政区分毎の人口とその緯度・経度などの情報を読み取り、地理情報データベースを作成し、対象とする領域に対し、群論的スペクトル法を適用し、スペクトル分布を求め、卓越するスペクトルと対応する経済・人口集積の空間分布を求めた。

4. 研究成果

大都市と衛星都市との競争と消長は、現在のコロナ禍における都市人口の集積・分散を明らかにする上で大変重要な視点ある。そのメカニズムを理論的に解明したことは、社会的かつ学術的な価値が非常に高い。この研究は複数の研究分野の重要課題を横断的に解明する、意欲的な研究であり、学術的独自性が高い。その成果は各分野に新しい視点を導入するものであり、創造性が高い。その主要な研究成果として、「Stability and sustainability under commuting and transportation costs」を国際共同研究として出版できた。また、「Time evolution of city distribution in Germany」を本研究課題の主要な成果としてとりまとめた。査読結果が大変好評であったので、今後、この方向に研究を展開したいと思っている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ikeda, K., Kogure, Y., Aizawa, H., Takayama, Y.	4. 巻 29(6)
2. 論文標題 Invariant patterns for replicator dynamics on a hexagonal lattice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Bifurcation and Chaos	6. 最初と最後の頁 1930014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218127419300143	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda K., Kogure Y., Aizawa H., Takayama Y.	4. 巻 29
2. 論文標題 Invariant Patterns for Replicator Dynamics on a Hexagonal Lattice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Bifurcation and Chaos	6. 最初と最後の頁 1930014 ~ 1930014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218127419300143	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 ONDA Mikihisu, MURAKAMI Daisuke, OSAWA Minoru, TAKAYAMA Yuki, IKEDA Kiyohiro	4. 巻 75
2. 論文標題 HIERARCHICAL SPATIAL MODELLING AND GROUP-THEORETIC SPECTRUM ANALYSIS OF REGIONAL POPULATION DISTRIBUTION	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 262 ~ 272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.262	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda, K., Takayama, Y., Onda, M., Murakami, D.	4. 巻 28(14)
2. 論文標題 Group-Theoretic Spectrum Analysis of Population Distribution in Southern Germany and Eastern USA	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Bifurcation and Chaos	6. 最初と最後の頁 18300458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218127418300458	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda, K., Aizawa, H., Kogure, Y., Takayama, Y.	4. 巻 28(11)
2. 論文標題 Stability of Bifurcating Patterns of Spatial Economy Models on a Hexagonal Lattice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Bifurcation and Chaos	6. 最初と最後の頁 1850138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218127418501389	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda, K., Onda, M., Takayama, Y.	4. 巻 92
2. 論文標題 Spatial period doubling, invariant pattern, and break point in economic agglomeration in two dimensions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Economic Dynamics and Control	6. 最初と最後の頁 129,152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jedc.2018.05.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda, K., Onda, M., Takayama, Y.	4. 巻 Online
2. 論文標題 Bifurcation Theory of a Racetrack Economy in a Spatial Economy Model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Network and Spatial Economics	6. 最初と最後の頁 1-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11067-018-9423-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 恩田幹久, 村上大輔, 池田清宏, 高山雄貴, 大澤実, 木暮洋介	4. 巻 74(4)
2. 論文標題 群論的スペクトル解析による空間集積抽出手法の高度化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3(土木計画学)	6. 最初と最後の頁 398-410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.398	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 池田清宏
2. 発表標題 各種空間条件におけるNEGモデルの特性評価の理論と数値解析
3. 学会等名 ARSC
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高山雄貴・池田清宏・J.-F. Thisse
2. 発表標題 Stability and sustainability of urban systems under commuting and transportation costs
3. 学会等名 ARSC
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相澤大輝・池田清宏・大澤実・J.M. Gaspar
2. 発表標題 Bifurcation mechanism and stability of equidistant economy
3. 学会等名 ARSC
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y.Kogure, H. Aizawa, K. Ikeda
2. 発表標題 Invariant Patterns and Market Areas for Replicator Dynamics on a Hexagonal Lattice
3. 学会等名 Market Studies and Spatial Economics
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Onda, M., Ikeda, K., Takayama, Y.
2. 発表標題 Spatial period doubling and invariant patterns in symmetric spatial platforms
3. 学会等名 Economy as a Spatial Complex System (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	大澤 実 (Osawa Minoru) (50793709)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	
研究 分担者	高山 雄貴 (Takayama Yuki) (90612648)	金沢大学・地球社会基盤学系・准教授 (13301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
ポルトガル	Católlica Porto Business School	Universidade Católlica Portuguesa	