

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380288

研究課題名(和文) 新たな集積効果関数を用いた都市一般均衡モデルの構築

研究課題名(英文) Urban General Equilibrium Model Using New Type of Agglomeration Effect Function

研究代表者

太田 充 (OTA, Mitsuru)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：10176901

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：都市経済学の分野では、都市形成の理由や、都市問題解決の研究は、均衡都市形状を分析することによって行われてきた。本研究では、企業の集積関数の仮定の設定に注目して、これらの研究を拡張した。従前、数値モデルでしか検討されてこなかった、複数都心が発生する条件を、本モデルで解析的に示した。

また、実際の都市構造を調査するために、公示地価を用いた実証分析を行った。そのことによって、モデルのパラメータの変化やオリンピックや大気汚染等の外的なインパクトが、複数都心構造をはじめとする複雑な都市構造や地価分布を変化させるかについて明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：The reasons of city formation and city problems solving have been studied by analyzing the equilibrium urban structure in the field of urban economics. We paid attention to setting of assumption of the agglomeration function of the firms and extended these studies by this research. The condition that more than one centers of city considered by numerical models occur was showed analytically by this model.

It was analyzed empirically using Official land prices in Japan to investigate actual urban structure. We made clear about whether change in the model parameters or external impact such as the Olympics and air pollution changed the urban structure and land value distribution.

研究分野：都市経済学

キーワード：集積関数 都市構造 都市形成 均衡都市形状 複数都心構造 オリンピック 大気汚染 地価分布

1. 研究開始当初の背景

都市一般均衡モデルを用いた均衡都市形状の研究は、都市計画学・都市経済学の立場から既に研究がおこなわれている。Ota and Fujita [2] は、通勤コスト率と企業内通信コスト率によって家計と企業のフロントユニット・バックユニットの3種のユニットの分布の均衡解が11通りに分岐することを示した。また、それに先立ち、Ogawaら [1] は、単一中心都市仮説の元、企業の集積関数を用いて、解析的に単一中心都市形状、数値計算的に複数中心都市となるモデルについて分析し、企業間の通信費用率が距離に従って逓減するケースでは均衡都市形状として複数中心形状が現れることを確認している。しかし、このモデルでは、企業間の通信コストが線形の場合には副都心は決して現れず、「副都心がどのような場合に発生するのか」ということを、内生的に、かつ、解析的に明快に説明することには成功していない。

2. 研究の目的

都心を予め想定しない、同質的な土地に展開される、都市の一般均衡モデルを用いて均衡都市形状をミクロ経済的に分析する試みは上記のいくつかの論文を除いてほとんどみられない。その理由は、多くの試みにも関わらず、従来モデルの枠組みにおける集積関数の強すぎる中心集積の力によって副都心を生じさせることが極めて困難であったことが一つの原因である。その他にも、それぞれの経済主体の行動は極めて単純であったとしても、それぞれの経済主体間の相互作用を取り扱わなければならないことと、同時に、空間上にモデルを展開させているために、多くの式とパラメータを含む均衡を達成させるための解析的な計算が、極めて複雑で大量となるためである。本研究では、この困難を、数式計算ソフト(Mathematica等)を最新の計算機を用いることと、計算上の工夫で乗り越えることが必要であると考えている。従来モデルでの設定では、企業は他のすべての企業と業務上のコミュニケーションを行うという、極端な仮定が設けられており、企業が都市内で分かれて立地するという、いわゆる副都心の成立を極めて難しくしている。本研究では、新たに、都市における主要な経済主体である企業の集積関数の仮定の設定に注目し、この問題を克服する。そのため、企業間のコミュニケーションによるメリットが負にならない距離内の企業とのみコミュニケーションを行うと仮定する。その結果、この距離が短い場合、企業が複数のクラスタに分かれて立地することが可能となり、複数都心が発生する。すなわち、企業が他の企業とコミュニケーションを行うのは、メリットが、そのメリットを得るのに必要な通信費用を上回る場合に限られるということである。従来、この仮定を用いて分析

された均衡都市形状モデルは存在せず、本研究は極めて独創的な研究といえる。予想される結果として、副都心の成立するパラメータ空間が、解析的に、かつ、極めて明快に求められる。ここでは、従前のモデルの枠組みで分析されてきた、様々なトピックの分析を、再度、本研究の枠組みで分析し直すことによって、多くの新たな知見や、豊かな分析結果を得ることができると予想される。

また、本モデルの分析では、交通渋滞、過密、環境悪化など、都市構造に起因する、様々な都市問題解決のための均衡都市構造および最適都市構造の解明を行うことが可能である。例えば、大都市圏において、交通インフラの投資が少ないため、交通容量が不足し交通渋滞が発生する。その場合、各主体にとっての交通の私的費用が増加し、均衡において、中心集積が進む。一方、社会的費用の増加のため、土地利用は、副都心の発生を含む、企業の分散立地形状が最適土地利用となり、このような社会的厚生を考慮した都市問題の解決に、本モデルは有効である。

以上のような、均衡都市形状の理論的な分析の結果、集積の効果による都市発生の原因を、本モデルを用いて、説明することが可能になる。例えば、都市が大きくなり、一つの都心では集積の効果を十分に享受することができなくなった場合、副都心が成立すると同じ原理で、新たな都市が他の場所で発生する様子を、本モデルを用いて説明することができる。さらに、中間財企業、最終財企業など、企業の種類を増やすことによって、それぞれ異なった集積関数を設定し、より現実に即した都市構造の分析が可能になる。また、モデルの全容解明には、都市構造の多様性ととも、多岐にわたるケースの発生が予想され、多くの実際の都市における都市構造の実例の収集に基づいた分析を行う。モデルのフレームワークの妥当性検証や、現実に即したパラメータ値の同定のために、都市土地利用に関する土地利用データ収集や、主要都市における労働賃金等に関する調査を世界の大都市で行う。さらに、企業の集積の経済を享受するときの行動を調査することによって、中間財企業、最終財企業によって異なる集積関数を設定する根拠を見出す。このことは、産業組織論とも関連する内容である。労働賃金や交通・通信のパラメータの仮定の妥当性の検討についても、実際の都市での交通・通信に関する調査が必要である。最後に、これからの都市政策の妥当性の検討を、均衡都市形状や最適都市形状の分析を通じて、交通渋滞の緩和、過密の防止、都市環境の改善等、様々な都市問題解決について、都市全体の社会厚生向上の観点から行う。

3. 研究の方法

本研究では、均衡都市形状モデルで想定される、企業、家計等の経済主体の行動、特に、企業の集積関数を適切に設定し、均衡条件を

分析する、理論解析が中心となる。具体的には、式計算ソフト(Mathematica 等)を用いて、均衡都市形状や最適都市形状を求めることが中心となる。加えて、パラメータの同定に必要な、国内外(主に先進工業国)の主要都市における労働賃金、地代等の基本データの収集と、企業と家計の立地パターンの調査を行う。特に、企業の集積の動向が重要な調査項目として挙げられる。

完成したモデルを用いて、交通渋滞、過密、環境悪化など、都市構造に起因する、様々な都市問題解決のための均衡都市構造および最適都市構造の解明を行い、今後の都市政策の検討を社会厚生の上の観点から行う。平成 25 年度の計画は、都市空間経済システムモデルで想定される、パラメータやモデルのフレームワーク検証のために、国内外(主に先進工業国)の主要都市における労働賃金、地代等の基本データの収集と、企業と家計の立地パターンの調査を行う。特に、企業の集積関数の検討のために、実際の都市圏における企業の他の企業とのコミュニケーションの実際のメリットや費用についての調査を行う。近年の各パラメータの変化によっても調査する。また、最終財生産企業は、生産上必要な高度な情報を得るため、都心に集積する傾向があることが理論上予想され、実際の集積状況についても調査する。

さらに、当該都市で都市問題解決のために、実際に実施、あるいは計画されている政策についても情報を収集する。年度の後半では、主に、前述の小川・藤田モデル[1]と太田・藤田モデル[2]の集積関数の書き換えを行う。ここでは、中間財生産部門を、太田・藤田モデルにおけるバックオフィスに類似したものとして想定し、新設する。それに伴い、中間財生産部門で働く単純労働者を想定し、最終財生産を行う熟練労働者と区別する。それによって、2 種類の労働者が、都市内に立地する場所が異なり、よりきめの細かい分析が可能となる。この都市空間経済システムのモデル化にあたって、想定される経済主体や使用するパラメータの検討、ある技術条件下(交通技術、通信技術等)における都市圏の均衡土地利用パターン変化の理論的分析を行い、パラメータの変化による、企業の立地パターンの変化によって、成立する均衡都市の形状の可能性について検討を行う。

また、最適な都市形状との比較から、どういう政策が有効であるかについて考察する。特に、経済のグローバル化に伴って、単純労働を必要とする中間財生産企業の海外移転や、それに伴う、単純労働者の賃金と中間財価格の低下が起り、モデルにおいては、それらのパラメータ値の低下によって、先進工業国の都市構造が変化することが想定される。

解析的な理論モデルにおいて、パラメータや、主体の数が少しでも増えると、計算量が

増加し、解くことが困難となる場合がある。理論モデルに一般的なパラメータ値を代入し、比較静的な分析を行っても、複雑な経済主体間の相互作用に基づく実際の都市の挙動を再現することは難しい。

一方、解析的な理論モデルをベースに持たない大規模なシミュレーションを構築し、ブラックボックス的に数字合わせを試みる従来のやり方では、出てきた結果の正当性を示すことが極めて困難である。本研究では、個々の経済主体は解析的な理論モデルと同等の行動を行うと仮定してシミュレーションの基本構成要素を作成する。この工夫によって、限定的ながら、解析的なモデルの分析結果と同等の結果を導くことも可能になる。

以下、実際に行ったことを列挙する。

- (1) 解析用ソフトの改良: 前年度の解析ソフトでは、都市の構造式を手動で入力する必要があったが、追加のプログラミングを行うことにより、自動化し、分析の効率化を試みる。また、グラフィックスを強化し、直感的なモデルの構造の改良の助けになるように図の出力の改良を行う。また、経済主体が平面上に分布する都市への拡張も試みる。
- (2) パラメータ等の変化に対する都市の変化: 分岐点を越えてパラメータを変化させた場合の、都市の過渡的变化、変化の速度に関して研究する。
- (3) 土地造成と企業誘致: たとえば海岸沿いに都心があるような状態で埋め立てなど土地を新たに造成した場合、企業を誘致するか否かで、最終的な均衡状態になったときの新たな土地に立地するユニットの種類が変化する。つまり、都心を新しい土地に移すかどうかを操作する。また、元々どこに立地していた企業を誘致したかによっても結果は変化する。このような企業誘致と最終的な都心の位置の関係について考察する。
- (4) 非対称な都市を表現するモデル: 非対称な都市があらわれるように関数を変更し、コストのパラメータ・都市サイズと非対称な都市出現の関係についての知見を得る。具体的には、遠く離れた企業同士は損得に無関係であるように利得関数を設定する。
- (5) 土地に関する主要データの収集: 収集される具体的なデータには、賃貸価格データや公示・基準をはじめとする各種地価データ、企業立地のデータなどがある。
- (6) 調査対象地域の選定: 地代データの収集、企業による土地利用の現地調査を行う。主に、国内主要都市の調査と(福岡、神戸)、海外では、各国の主要工業都市フランス共和国(リヨン、マルセイユ)、アメリカ合衆国(シカゴ、シアトル等)を想定している。

4. 研究成果

本研究計画では、以下のことが明らかになった。

- (1) 「副都心がどういう場合に発生するのか」ということを、内生的にかつ解析的に明快に説明することができた。
- (2) 企業の集積関数の設定に原因があることが確認された。
- (3) それによって生じた新たな均衡都市形状についての考察を行った。
- (4) 前項の成果をもとに、従来の様々なトピックのモデルの再構築をし、都市形成の理由の解明や都市問題解決のための都市構造の都市経済学的研究を行った。
- (5) 単一中心や複数都心が生じる理由を、内生的に、かつ、解析的に明快に説明した。
- (6) 都市形成の一般的な理由を解析的に、かつ、明快に明らかにした。
- (7) 交通渋滞、過密、環境悪化など、都市構造に起因する、様々な都市問題解決のための均衡都市構造および最適都市構造の解明を行った。
- (8) 現実の都市を調査、分析することによって、モデル上のパラメータの変化が、どのように作用して、副都心構造など、複雑な都市構造を成立させるのかについて、実証を試みた。

研究成果(8)の実証研究では、ヘドニックアプローチによる以下の2種類の分析を行った。

一つ目の分析では、東京都特別区の2007年から2012年までの公示地価データを用いて大気環境の価値を測定した。この研究では、地価パネルデータを構築し、固定効果のあるヘドニック価格関数を用いて窒素酸化物(NOX)、浮遊粒子状物質(SPM)、非メタン炭化水素(NMHC)の濃度が地価に与える影響を検証し、3つの汚染物質とも地価に有意な負の影響を与えることが分かった。また、持家率の高い地域ほど大気環境への限界支払意思額(MWTP)が高くなることが確認できた。

さらに、2020年の夏季オリンピック・パラリンピックの東京開催決定が、都市開発や長期的な経済効果に対する期待の現在価値による地価の上昇分として、選手村を中心とするエリアでどの程度地価が上昇したのかを計測することを目的に分析を行った。本研究では、2010年から2015年までの公示地価の情報を用いて、2013年9月の開催結果直後に選手村を中心とする開催地域の地価の上昇を測定した。推定の結果、2015年に、選手村付近では8.0%、半径12km以内では平均で約3.0%の地価上昇が確認された。

[1] Ogawa, H. and M. Fujita, Equilibrium

land use in a nonmonocentric city, *Journal of Regional Science*, 20, pp. 455-475, 1980.

[2] Ota, M. and M. Fujita, Communication technologies and spatial organization of multi-unit firms in metropolitan areas, *Regional Science and Urban Economics* 23, pp. 695-729, 1993.

[3] Fujita, M., P. Krugman, and A. J. Venables, *The Spatial Economy*, The MIT Press, 1999.

[4] Masahisa Fujita, Jacques-Francois Thisse, *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Regional Growth*, Cambridge University Press, 2002

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3件)

香川 涼亮、小倉 利仁、太田 充、牛島 光一、東京オリンピック・パラリンピックの開催決定で住宅地地価は上昇するか?、都市住宅学、査読有、Vol.97、2017、pp.126 - 135

姜 哲敏、太田 充、牛島 光一、大気環境が地価に与える影響 東京都特別区の地価データを用いた検証、応用地域学研究、査読有、Vol.20、2016、pp.67 - 77

Noriyuki HIRAOKA、Mitsuru Ota、Stephen J. TURNBULL、Relationship between urban population growth and utility level of workers with heterogeneity of labor efficiency、Department of Policy and Planning Sciences Discussion Paper Series, No.1328, Doctoral Program in Social Systems & Management, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba、査読無、2015、pp.1 - 30。
<http://infoshako.sk.tsukuba.ac.jp/~databank/pdf/1328.pdf>

〔学会発表〕(計 10件)

太田 充、Influence to urban structure of changes in the international price of intermediate goods、第30回ARSC研究発表大会、2016-11-26、神戸大学(兵庫県神戸市)

Mitsuru Ota、Efficiency Range of Agglomeration and Multiple Equilibria of Non-monocentric Urban Configuration、63rd North American Meetings of the Regional Science Association、2016-11-12、Minneapolis, MN (アメリカ合衆国)

太田 充、Efficiency Range of

Agglomeration and Multiple Equilibria of Non-monocentric Urban Configuration, The Urban Economics Workshop, 2016-10-21、東京大学大学院経済研究科(東京都文京区)

Mitsuru Ota、Relationship Between Urban Population Growth and Utility Level of Workers with Heterogeneity of Labor Efficiency、62nd North American Meetings of the Regional Science Association International、2015-11-13、Portland, OR (アメリカ合衆国)

太田 充、Telecommuting Has Changed Equilibrium and Optimal Urban Spatial Structure、第 29 回 ARSC 研究発表大会、2015-10-28、慶應義塾大学(東京都港区)

香川 涼亮、小倉 利仁、太田 充、牛島 光一、2020 年東京オリンピック開催決定が周辺地価に与える影響、2015 年度日本経済学会秋季大会、2015-10-10、上智大学(東京都千代田区)

香川 涼亮、太田 充、橋本 基、浸水危険度が地価に与える影響：東京 23 区における中小河川の場合、2015 年度日本経済学会春季大会、2015-05-23、新潟大学(新潟県新潟市)

香川 涼亮、橋本 基、太田 充、浸水危険度が地価に与える影響：東京 23 区における中小河川の場合、第 28 回 ARSC 研究発表大会、2014-11-29、琉球大学(沖縄県那覇市)

平岡 規之、太田 充、Relationship between urban population and utility level of workers with income heterogeneity: Who bears urban costs?、第 28 回 ARSC 研究発表大会、2014-11-29、琉球大学(沖縄県那覇市)

太田 充、Efficiency Range of the Agglomeration and Multiple Equilibria of Non-monocentric urban Configuration、日本経済学会 2014 年度春季大会、2014-6-15、同志社大学(京都府京都市)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

太田 充 (OTA, Mitsuru)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号：10176901