

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 29 日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K18136

研究課題名(和文) 時間・空間的な集積の経済を考慮した交通・立地統合モデルの開発

研究課題名(英文) Urban economic models with spatial and temporal agglomeration economies

研究代表者

高山 雄貴 (Takayama, Yuki)

金沢大学・環境デザイン学系・准教授

研究者番号：90612648

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、経済活動の時空間集積現象を説明可能な交通・立地統合モデルを構築することである。そのために、本研究では、時間・空間的な集積の経済・不経済を考慮した交通・立地統合モデルを構築した。そして、ポテンシャルゲームの性質を利用した解析により、均衡状態の特性を明らかにした。さらに、構築したモデルを現実的な政策評価に応用するために必要となる、パラメータ設定方法や大規模モデルの効率的解析手法を開発し、幾つかの仮想政策の効果分析を実施した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to develop urban economic models that can describe the spatial and temporal distribution of economic activities. To this end, I extended the traditional residential location models to introduce spatial/temporal agglomeration economies and characterized their equilibria by invoking the properties of a potential game. This study also presented an efficient approach for obtaining the stable equilibrium and parameter estimation and calibration procedures, which are necessary to apply these models to a wide variety of policy evaluations. By using them, I evaluated the effects of several urban policies.

研究分野：工学

キーワード：交通・立地統合モデル 集積の経済 安定性 ポテンシャル関数

1. 研究開始当初の背景

(1) 一般的背景

経済活動の殆どは、特定の時間帯・場所において行われる。例えば、生産活動は平日9時～17時の間に都市部や輸送拠点 (e.g., 港湾, 空港, 高速道路 IC) 付近で、余暇活動は休日の都心・観光地等で集中して行われる。これは、経済活動に不可欠となる多様な経済行動主体 (人や企業) 間の相互作用が、その時間的・空間的集中により著しく容易になるためである。しかし、この経済活動の時空間的集中は、一方で、交通混雑やスプロール化などの問題を生じさせる原因にもなっており、これらは現在でも都市政策の重要課題となっている。

これらの課題への対策として、近年、コンパクトシティ化や交通需要マネジメント (TDM) が注目されている。これらは、経済活動の過度な時間/空間的集中を緩和させることでスプロール化・交通混雑を抑制させる効果を持つ。すなわち、これらの方策は“集積の経済”と呼ばれる経済活動の時間/空間的集中のメリットを犠牲にしてでも、そのデメリットである“集積の不経済”を大幅に緩和することを意図していると考えられる。したがって、これらの政策の効果を予測・評価するためには、経済活動の時空間相互作用を考慮した経済理論が不可欠である。

(2) 従来研究

経済活動の時空間的集中により生じる都市問題の解決策を考えるために、これまで交通混雑と土地利用の相互作用を考慮した交通・立地統合モデルに関する研究が膨大に蓄積されている。そして、現在では、その標準的な枠組みが確立するとともに、現実的な政策評価への応用も進んでいる。しかし、これらの研究では、経済活動の時空間的集中を予め仮定しており、時間・空間的な集積の経済を全く考慮していない。

集積の経済を考慮した枠組み (以降、集積経済モデル) に関する研究は、都市経済学・新経済地理学分野を中心に蓄積されている。実際、空間的集積経済モデルに関する研究は、都心 (CBD) や都市の内生的形成メカニズムの理解のために、Beckmann (1976), Krugman (1991) 以降、膨大に蓄積されている。また、時間的集積経済モデルに関する研究も、Henderson (1981) の先駆的研究以降、数多く行われている。しかし、時間的・空間的な集積の経済を考慮した研究はこれまで独立して進められており、経済活動の時間・空間的集中現象を同時に説明する研究は存在しない。

その本質的原因の一つとして考えられるのが、集積経済モデルにおいて不可避免的に生じる“複数均衡問題”である。複数の均衡解が存在する場合、それらの特徴を系統的に調べたり安定性を確認するこ

とは、一般には非常に困難である。それゆえ、時間的または空間的集積経済モデルに関する研究は、これまで非常に限定的なものに留まっている。実際、空間的集積経済モデルに関する研究の殆どが、2地点しか存在しない概念的モデルの分析や、均衡解の一例を示すのみに留まっている。また、時間的集積経済モデルに関しても、空間・交通ネットワーク構造が捨象された枠組みで均衡解の一例を示した研究しか蓄積していない。したがって、現状では、経済活動の時空間的集中現象の説明に必要な、時間的/空間的集積経済モデルの統合が不可能となっている。

代表者は、これまでに空間的集積経済モデルに関する研究を重点的に行ってきた。その結果、分岐理論・進化ゲーム理論に基づいた分析手法により複数均衡問題を解消し、多地点モデルの安定均衡状態の特性を解明することに成功している。さらに、それらの知見を基盤として、空間的集積経済モデルを現実的な政策評価に応用するための研究を進めている。また、時間的集積経済モデルについては、空間的集積経済モデルの解析で用いてきた進化ゲーム理論アプローチを応用することで、その特性 (e.g., 安定均衡状態, TDM の効果) を明らかにすることに成功している。ただし、これらの研究においても、空間・交通ネットワーク構造が捨象された枠組みの分析しか行われていない。したがって、時間・空間的な集積の経済を含む理論の構築には、これらの研究成果をさらに発展させる必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、経済活動の時空間集積現象を説明可能な交通・立地統合モデルを構築するとともに、現実的な政策評価に応用するための基礎を整備することである。そのために、本研究では、時間・空間的な集積の経済・不経済を考慮した交通・立地統合モデルを構築する。そして、進化ゲーム理論に基づくアプローチにより、モデルの一般特性を明らかにする。さらに、構築したモデルを現実的な政策評価に応用するために必要となる、パラメータ設定方法や大規模モデルの効率的解析手法を開発し、幾つかの仮想政策の効果分析を実施する。

3. 研究の方法

本研究では、上記の目的を達成するために、以下の3課題を設定した:

- 空間構造を含む時間的集積経済モデルの構築
- 集積の経済を考慮した交通・立地統合モデルへの拡張
- 統合モデルによる政策評価手法の開発

そして、これらの課題に関する研究を、次の3つの phase に分けて実施した。

[phase 1] 空間構造を含む時間的集積経済モデル

経済活動の時空間集積メカニズムに関する経済理論構築の基礎となる、空間構造を含む時間的集積経済モデルを構築する。そして、そのモデルがポテンシャルゲームとして表現できることを利用して、安定均衡状態の特性を系統的に明らかにする。

[phase 2] 交通・立地統合モデルへの拡張

経済活動の時間分布を表現可能なモデルに空間的な集積の経済を導入することで、経済活動の時空間集積を表現可能な交通・立地統合モデルの基本形を完成させる。そして、そのモデルの安定均衡状態や社会的最適状態の性質を系統的に明らかにし、コンパクトシティ化や TDM 施策の効果を理論的に検証する。

[phase 3] 統合モデルによる政策評価手法の開発

[phase 2] までで構築した交通・立地統合モデルによる政策評価手法を開発する。そのために、大規模なモデルの効率的な解法を整備したうえで、実データを用いたモデルを構築する。そして、仮想政策の影響分析を実施することで、開発した手法が現実的な都市政策の評価に適用可能であることを示す。

4. 研究成果

本研究の各 phase において得られた成果は、以下のとおりである。

[phase 1] 空間構造を含む時間的集積経済モデル

(論文 [1, 3, 14, 16], 学会発表 [1, 2])

本研究課題の基礎となる、時間的な集積の経済を考慮したモデルを構築し、その特性を系統的に明らかにした。さらに、その枠組みに空間構造を導入したモデルや、駐車場混雑を考慮したモデルを構築した。そして、進化ゲーム理論に基づくアプローチを用いることで安定均衡状態の特性を示すとともに、混雑料金などの TDM 施策が経済活動の時空間分布に与える影響に関する基礎的知見を得た。

[phase 2] 交通・立地統合モデルへの拡張

(論文 [5, 7])

[phase 3] の基礎となる、経済活動の時空間分布を表現可能な交通・立地統合モデルを構築した。そして、その均衡状態・社会的最適状態の性質を示すとともに、TDM 施策が都市空間構造・交通渋滞に与える影響を明らかにした。さらに、都心の内生的形成メカニズムを含むモデルを構築し、安定均衡状態における企業・家計の立地パターン (e.g., 都心的位置・規模、居住分布) に関する基本特性を明らかにした。

[phase 3] 統合モデルによる政策評価手法の開発

(論文 [2, 13], 学会発表 [5])

実データを利用したパラメータ設定のための基礎を確立するとともに、開発したモデルにポテンシャル関数が存在することを利用した大規模モデルの効率的な数値解析手法を整備した。さらに、集積の経済・不経済を考慮した交通・立地統合モデルを用いて交通基盤整備に関する仮想政策の影響分析を実施し、大規模なモデルの特性を明らかにした。以上の成果により、本研究課題の目的を達成するとともに、政策評価手法をさらに発展させるための基盤を構築することができた。

その他の研究成果

上述の研究課題に加え、本研究に関連する以下の成果を得ることができた:

- 集積経済モデルで創発する空間パターンの特性を系統的に解明した
(論文 [8, 9, 10, 11, 12, 15], 学会発表 [4])
- 現実に観測された経済活動の空間的集積パターンの特徴を検出するための手法を開発した
(論文 [4, 6], 学会発表 [3])

これらの研究成果は、phase 1-3 で得られた研究成果をさらに発展させるための基礎となる研究である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 16 件) ※ 全て査読あり

- [1] 高山 雄貴, 時間的集積の経済を考慮した始業時刻・住宅立地選択モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.2, pp.140-151, 2018. DOI: 10.2208/jscejipm.74.140
- [2] 高山 雄貴, 梶 大介, 服部 佑哉, 今川 奈保, 石倉 智樹, 集積の経済と労働者の地域間移動を考慮した空間応用一般均衡分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.1, pp.82-100, 2018. DOI: 10.2208/jscejipm.74.82
- [3] 高山 雄貴, 桑原 雅夫, 通勤者の異質性を考慮した出発時刻・駐車位置選択モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.1, pp.64-81, 2018. DOI: 10.2208/jscejipm.74.64
- [4] 大澤 実, 高山 雄貴, 恩田 幹久, 浅川 遼, 池田 清宏, 線分上の実人口分布の空間周波数解析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.1, pp.50-63, 2018. DOI: 10.2208/jscejipm.74.50
- [5] 高山 雄貴, 桑原 雅夫, 動的混雑料金が都市空間構造に与える影響: ボトルネック渋滞を考慮した住宅立地モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73, No.4, pp.219-227, 2017. DOI: 10.2208/jscejipm.73.219

- [6] 恩田 幹久, 木暮 洋介, 池田 清宏, 高山 雄貴, 大澤 実, 都市の空間分布の群論的スペクトル解析法, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.73, No.3, pp.148-164, 2017.
DOI: 10.2208/jscejipm.73.148
- [7] Takayama, Y. and Kuwahara, M., Bottleneck congestion and residential location of heterogeneous commuters, *Journal of Urban Economics*, Vol.100, No.4, pp.219-227, 2017.
DOI: 10.1016/j.jue.2017.05.001
- [8] 恩田 幹久, 高山 雄貴, 池田 清宏, 円周都市経済の分岐と集積の都市数依存性, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.73, No.1, pp.40-55, 2017.
DOI: 10.2208/jscejipm.73.40
- [9] Akamatsu, T., Fujishima, S., and Takayama, Y., Discrete-space agglomeration models with social interactions: Multiplicity, stability, and continuous limit of equilibria, *Journal of Mathematical Economics*, Vol.69, pp.22-37, 2017.
DOI: 10.1016/j.jmateco.2016.12.007
- [10] Osawa, M., Akamatsu, T., and Takayama, Y., Harris & Wilson (1978) model revisited: Spatial period doubling bifurcation in urban retail model, *Journal of Regional Science*, Vol.57, No.3, pp.442-466, 2017.
DOI: 10.1111/jors.12306
- [11] Ikeda, K., Murota, K., Akamatsu, T., and Takayama, Y., Agglomeration patterns in a long narrow economy of a new economic geography model: Analogy to a racetrack economy, *International Journal of Economic Theory*, Vol.13, No.1, pp.113-145, 2017.
DOI: 10.1111/ijet.12120
- [12] Ikeda, K., Murota, K., and Takayama, Y., Stable economic agglomeration patterns in two dimensions: Beyond the scope of central place theory, *Journal of Regional Science*, Vol.57, No.1, pp.132-172, 2017.
DOI: 10.1111/jors.12290
- [13] 高山 雄貴, 赤松 隆, 石倉 智樹, 生産要素の地域間移動・集積の経済を考慮した空間応用一般均衡モデルの開発, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.72, No.2, pp.211-230, 2016.
DOI: 10.2208/jscejipm.72.211
- [14] 高山 雄貴, 桑原 雅夫, 労働者の早着インセンティブを考慮した出発時刻・駐車位置選択モデル, *交通工学論文集 (特集号)*, Vol.2, No.4, pp.16-24, 2016.
DOI: 10.14954/jste.2.4_A_16
- [15] 大澤 実, 赤松 隆, 高山 雄貴, Harris & Wilson (1978) モデル再考: 集積の経済を考慮した商業立地モデルの分岐解析, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.71, No.3, pp.141-155, 2015.
DOI: 10.2208/jscejipm.71.141
- [16] Takayama, Y., Bottleneck congestion and distribution of work start times: The economics of staggered work hours revisited, *Transportation Research Part B*, Vol.81, No.3, pp.830-847, 2015.
DOI: 10.1016/j.trb.2015.07.021
- 〔学会発表〕 (計 5 件)
※ 査読あり
- [1] Takayama Y., Bottleneck congestion and distribution of work start times: The economics of staggered work hours revisited, The International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Kobe, 2015.8.7.
- [2] 高山 雄貴, 桑原 雅夫, フレックスタイム制と駐車場混雑: 出発時刻・駐車場位置選択の同時均衡モデル, 交通工学研究発表会, 日本大学, 東京, 2015.9.1.
- ※ 査読なし
- [3] 恩田 幹久, 村上 大輔, 池田 清宏, 高山 雄貴, 大澤 実, 群論的スペクトル解析の有意性検定, 応用地域学会 研究発表大会, 東京大学, 2017.11.25.
- [4] Akamatsu, T., Mori, T., Osawa, M., and Takayama, Y., Spatial scale of agglomeration: Theoretical foundations and empirical implications, The Annual North American Meeting of the Regional Science Association International (12th Annual Meeting of the Urban Economics Association), Vancouver (Canada), 2017.11.11.
- [5] 中村 孝一, 高山 雄貴, 企業と家計の相互作用を考慮した都心形成モデルの安定性解析, 土木計画学研究発表会, 岩手大学, 2017.11.3.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高山 雄貴 (Takayama, Yuki)
金沢大学・理工研究域・准教授
研究者番号: 90612648