

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2019

課題番号：18K18874

研究課題名(和文)集積の経済を考慮した空間応用一般均衡分析のための基本的枠組の構築

研究課題名(英文) Spatial computable general equilibrium analysis considering agglomeration economies

研究代表者

高山 雄貴 (Takayama, Yuki)

金沢大学・地球社会基盤学系・准教授

研究者番号：90612648

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、集積の経済を考慮した空間応用一般均衡(SCGE)分析の基本的枠組を構築した。より具体的には、現実に観測される経済集積パターン変化の特徴を表現することができるSCGEモデルを開発するとともに、そのパラメータの設定法・効率的な数値解析手法を提示した。そして、その分析枠組により、これまでに実施されてきた高速道路整備が大都市・地方都市経済に与えた影響を評価した。その結果、単独の路線開通は整備区間周辺の経済活動の活性化をもたらしたことが、1960～2005年の高速道路整備全体の主要な効果は(路線網の中心に位置する)大都市部への経済集積であることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により構築されたSCGE分析の基本的枠組は、政策の長期的効果を把握するための基礎となり得るものである。さらに、この枠組みは、既存の(集積の経済を考慮していない)SCGEモデルと整合させているため、その拡張が容易であるという特徴を持つ。それゆえ、本研究成果の簡単な応用により、本研究で実施した“交通基盤整備が都市経済に与えた影響評価”だけでなく、様々な政策の長期的効果分析を実施することができる。すなわち、土木計画学・経済学分野や実務で実施されている多様な政策分析への応用・発展が可能であるため、その波及効果は大きいと期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study develops spatial computable general equilibrium (SCGE) models considering agglomeration economies. Using these SCGE models, we assessed the impact of previous highway developments on the population distribution. The results showed that the highway developments between 1960 and 2005 lead to economic agglomeration in metropolitan areas.

研究分野：土木計画学

キーワード：空間応用一般均衡分析 集積の経済

1. 研究開始当初の背景

新幹線・高速道路などの交通網の整備効果は、一般に長期間・広範囲に渡って発現する。そのため、交通基盤整備を効果的に実施するためには、その長期的・広域的な影響を適切に把握することが重要となる。空間応用一般均衡 (SCGE) 分析は、地域・都市といった空間単位毎、企業や労働者といった経済主体毎に、政策の広域的な経済効果を計測できるという特徴をもつ政策評価手法であり、土木計画学分野では関連する研究が膨大に蓄積されてきた。しかし、この分析枠組は、人口の都市間移動・産業集積メカニズムを考慮していないため、政策の長期的な効果の予測・評価には適さないという課題が指摘されてきた。

近年、経済理論 (新経済地理学 [1]) の発展に伴い、多様な経済活動 (人口・産業) が空間的に集中することにより生じる正の効果である“集積の経済”を考慮した経済モデルが開発されるようになってきている。このモデル開発により、既存の SCGE 分析では不可能であった政策の長期的効果を把握する基盤が整備されつつある。しかし、集積の経済を考慮した経済モデルには、その非凸性から、解析が非常に困難であるという問題がある。そして、その問題が新しい SCGE 分析の基本的枠組の構築に必須となる、以下の3つの課題解決の障害となっている:

課題 a) モデルが表現できる経済集積現象の理解

集積の経済を考慮した SCGE モデルは、その非凸性から、均衡状態の解析が困難になる。実際、経済学分野の研究の殆どが、その困難を回避するために、都市が2カ所しか存在しない仮想的な状況下での分析を行っており、既存のモデルが現実的に観測される経済集積パターンの変化を記述できるかどうかを検証することさえ困難になっている。

課題 b) 空間経済データを利用したパラメータ設定

集積の経済を考慮した経済モデルには、既存の SCGE モデルと同様、様々な種類のパラメータが存在する。しかし、均衡状態が複数種類存在し得る・利用可能な空間経済データが限られるといったことに起因し、それらのパラメータ値を適切に設定するための方法は未だ確立していない。

課題 c) 大規模モデルの数値解析の効率化

実空間を対象とした解析には、[都市数 × 産業数] の未知変数が存在する大規模な非線形動的システムの安定的な定常状態を導出する必要がある。この数値解析の効率化は一般には難しく、膨大な時間が必要となるのが現状である。

経済集積に関する経済理論を SCGE 分析に応用するための基礎的な研究は、ここ数年で数多く蓄積されている。しかし、これらの研究では、上述した (モデルの非凸性に起因する) 問題が生じないように、集積の経済の効果を限定した (均衡状態が一意に定まる) 分析枠組を採用している (e.g., Allen and Arkolakis [2])。そして、それが交通基盤整備の長期的・広域的な影響評価の結果にバイアスを生じさせる根本的な原因になっている。実際、代表者らは、これらのモデルでは「大都市と地方都市を結ぶ新幹線・高速道路整備は地方経済を活性化させる (図 1)」という結果が必ず出力される (大都市への人口集中は表現できない) ことを理論的に解明している。この性質は、地方経済活性化のための適切な政策立案・実施の妨げとなりうるものである。したがって、政策の長期的・広域的な影響の予測・評価を適切に実施するには、既存の研究知見を発展させ、上述した課題 a, b, c) を解決する必要がある。

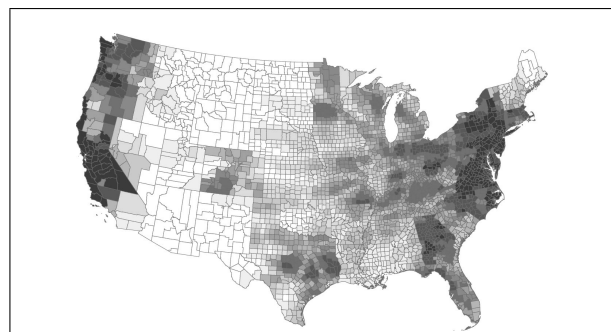


図 1: Allen and Arkolakis [2] によるアメリカの州間高速道路が人口分布に与えた影響評価結果

色が濃い [薄い] 地域は、既存の高速道路が存在しなければ人口が増加 [減少] するという評価結果を示している。すなわち、高速道路整備は大都市では人口減、地方部では人口増の効果があったことを表している。

2. 研究の目的

本研究では、集積の経済を考慮した SCGE 分析の基本的枠組を構築する。より具体的には、現実に観測される経済集積パターン変化の特徴を表現することができる SCGE モデルを開発するとともに、そのパラメータの設定法・効率的な数値解析手法を提示する。そして、その分析枠組により、これまでに実施されてきた交通基盤整備が大都市・地方都市経済に与えた影響を評価する。

3. 研究の方法

本研究では、上記の研究目的を達成するために、以下の研究課題 [A, B] を設定した。そして、それらの研究課題を順に進めることで、研究目的の達成を目指した。

[A] 集積の経済を考慮した SCGE モデルの開発

新経済地理学 [1] に基づく (i.e., 集積の経済を含む) SCGE モデルを開発する。そして、空間経済データ (国勢調査, 産業連関表, 物流センサス) を利用したパラメータ設定方法と、効率的な数値解析アルゴリズムを提示する。その後、開発したモデルの基本特性を調べるために、日本を対象とした都市間輸送費用低下の仮想シナリオ (輸送技術の進展に伴う輸送費用低下を想定) の分析を実施する。

[B] 開発したモデルによる交通基盤整備効果の分析

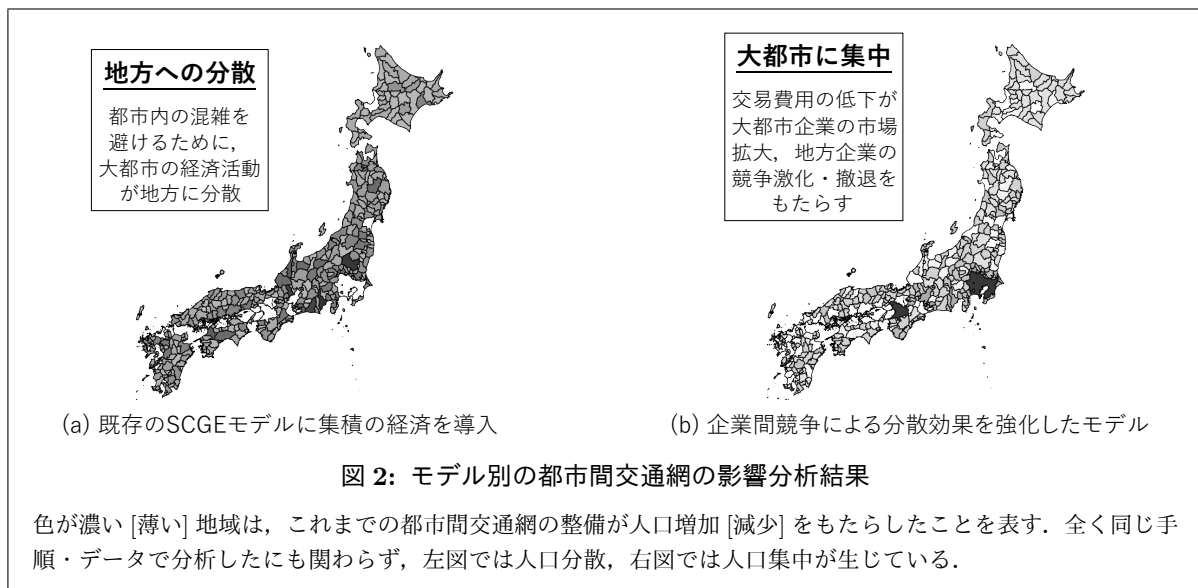
過去の高速道路整備を模擬した数値解析を実施し、各都市の人口変化の特徴を調べる。その結果から、必要に応じてモデルの数理構造の修正等を実施し、構築した分析枠組の高度化を図る。その後、これまでの交通基盤整備の時期・順番が大都市・地方都市経済に与えた影響の評価を試みる。

4. 研究成果

本研究の研究課題 [A, B] において得られた成果は、以下のとおりである。

[A] 集積の経済を考慮した SCGE モデルの開発

本研究の基礎となる知見を得るため、数理構造 (導入されている経済活動の空間的分散メカニズム) の異なる複数種類の SCGE 分析枠組を開発した。より具体的には、都市雇用圏を基準に日本を 432 都市に分割した空間を対象とした SCGE モデルを構築するとともに、空間経済データを利用したパラメータ設定法、数理計画の知見を応用した効率的な数値解析アルゴリズムを整備した。そして、実空間を対象とした交通基盤整備の効果分析において、モデルのわずかな数理構造の違いが分析結果に本質的な影響を与えることを明らかにした (図 2)。



[B] 開発したモデルによる交通基盤整備効果の分析

研究課題 [A] で開発した SCGE モデルを、現実の高速道路・国道網を反映した枠組に発展させた。そして、現実の交通網整備を模擬した数値解析を実施することで、高速道路網の整備がもたらした大都市・地方都市の人口変化の特徴を調べた。その結果、構築したモデルは高速道路整備に伴うストロー現象（大都市部への経済集積）を表現可能であることに加え、2005 年までの高速道路整備が都市人口に与えた影響（整備自体の効果だけでなく、整備順の効果）が示された。具体的には、単独の路線開通は整備区間周辺の経済活動の活性化をもたらしたものの、整備全体の主要な効果は（路線網の中心に位置する）大都市部への経済集積であることが、開発したモデルの解析結果から確認された（図 3）。



< 引用文献 >

- [1] Fujita, M., Krugman, P., and Venables, A. (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*. MIT Press.
- [2] Allen, T. and Arkolakis, C. (2014) Trade and the topography of the spatial economy. *Quarterly Journal of Economics*, Vol.129, No.3, pp.1085–1140.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10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., Onda, M., Takayama, Y.	4. 巻 19
2. 論文標題 Bifurcation theory of a racetrack economy in a spatial economy model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Networks and Spatial Economics	6. 最初と最後の頁 57-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/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 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 1月17日
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1142/S0218127419300143	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 恩田 幹久, 村上 大輔, 大澤 実, 高山 雄貴, 池田 清宏	4. 巻 75
2. 論文標題 群論的スペクトル解析と人口分布の階層性	5. 発行年 2019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 262-272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.75.262	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 高山 雄貴, 杉山 雅也	4. 巻 76
2. 論文標題 新経済地理学に基づく交通基盤整備の影響評価: モデル構造と人口分布変化の関係	5. 発行年 2020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 100-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.76.2_100	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 石倉 智樹, 高山 雄貴, 赤松 隆	4. 巻 74
2. 論文標題 階層的な空間構造と産業連関構造の下での労働人口集積	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 203-216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.74.203	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
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	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) https://doi.org/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 -

1. 著者名 木暮 洋介, 恩田 幹久, 大澤 実, 高山 雄貴, 池田 清宏	4. 巻 74
2. 論文標題 正方形格子状経済における幾何学的安定パターン	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 411-425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejipm.74.411	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 関野 景介, 高山 雄貴, 山口 裕通	4. 巻 5
2. 論文標題 集積の経済を考慮した空間応用一般均衡分析: 道路整備時期が人口分布に与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 交通工学論文集 (特集号)	6. 最初と最後の頁 223-232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14954/jste.5.2_A_223	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 高山 雄貴, 関野 景介, 山口 裕通	4. 巻 62
2. 論文標題 集積の経済を考慮した空間応用一般均衡分析: 道路整備時期が人口分布に与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高速道路と自動車	6. 最初と最後の頁 28-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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., Takayama, Y., Onda, M., Murakami, D.	4. 巻 28
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 1830045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/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 -

[学会発表] 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Takayama, Y., Ikeda, K., Thisse, J.-F.
2. 発表標題 Stability and sustainability of urban systems under commuting and transportation costs
3. 学会等名 応用地域学会
4. 発表年 2019年

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 応用地域学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高山 雄貴
2. 発表標題 空間経済モデルで創発する経済集積パターン
3. 学会等名 大阪大学 MMDS ワークショップ「工学と数学の接点を求めて」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高山 雄貴
2. 発表標題 Time-varying congestion tolling and urban spatial structure
3. 学会等名 東京大学 Urban Economics Workshop
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	池田 清宏 (Ikeda Kiyohiro) (50168126)	東北大学・工学研究科・教授 (11301)	