

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20360226

研究課題名(和文) 総人口減少下のコミュニティ変化の空間分析と公共施設の動的配置計画

研究課題名(英文) Spatial Analysis of Community Changes and Dynamic Allocation of Public Facilities under Declining Population

研究代表者

安藤 朝夫 (ANDO ASA0)

東北大学・大学院情報科学研究科・教授

研究者番号：80159524

研究成果の概要(和文)：

人口減少は、長期的には高度成長期以来の都市問題を解決する可能性があるが、短期的には様々な軋轢を生む。既存の経済モデルは都市成長を前提とするが、縮小プロセスは成長の逆回しとはならず、動学的側面がより重視されねばならない。本研究では人口減少に伴う住宅地区の逆都市化や、財供給拠点の統廃合パターンなどの理論分析に加えて、多地域コホートモデルを作成するための小地域データや都市アメニティの推計等の実証分析を通じて、人口減少問題への多角的アプローチを試みる。

研究成果の概要(英文)：

In a long-run, population decline might possibly solve the urban problems since 1960's, but it might generate a various problems in a short-run. Although the most existing economic models presume urban growth, the shrinking process is not reverse of the growth, and its dynamic aspects are much more essential. This study is aimed at the multi-faceted approach to the problems of population decline, which includes theoretical analysis on de-urbanization of residential districts and consolidation of supply facilities, as well as estimation of urban amenities and data necessary to conduct the multi-regional cohort analysis at the census tract level.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2009年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2010年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
年度			
総計	8,800,000	2,640,000	11,440,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・(土木計画学・交通工学)

キーワード：人口減少，線形都市，動学的都市モデル，施設統廃合，都心・郊外型商業，小地域コホート分析，都市アメニティ，空間自己相関分析。

1. 研究開始当初の背景

国勢調査に基づく人口推計によると、2005年10月の日本の総人口は前年同期に比べて0.1%の減少に転じた。しかしいわゆる少子高齢化は全国一律に生じる訳ではなく、同じ期間内に7.5%の増加を記録した東京都から、

9.3%の減少を記録した秋田県まで、社会増減に関しては大きな幅がある。また65歳以上の高齢者比率は、1980年の9.1%から2005年には20.1%と急激に増加しているが、都道府県別に見れば島根県の27.1%から沖縄県の16.1%までの幅がある。本研究に言う「総人

口減少下」は、このような人口変化の空間的な偏りを強く意識しているが、同様の現象は都市圏のような比較的狭い範囲でも生じる。

都市地域計画の文脈では、公共施設供給をはじめとする社会政策は一律であってはならず、コミュニティの変化に応じて、時間的・空間的に変化しなければならないことを意味する。本研究は主として都市圏に着目し、望ましい社会政策を策定するために、基礎となる住区の時間的・空間的变化の本質を、理論・実証の両面から把握する必要がある。

本研究グループは、平成 16～19 年度基盤研究(A)を通じて、人口の質的・量的変化と国土計画の関係に関して、特に動学的側面を重視した研究を行ってきた。例えば安藤は、南の途上国と北の先進国が併存する閉じた世界に関する動学モデルを定式化し、北から南への資本移動による人的・物的資本の整備が、南の経済成長をもたらす、南からの債権返済が北の人口減少を補う可能性を検討した。

このモデルは Markov 的な出生・死亡を含むものの、基本的に「王朝モデル」であるのに対し、河野は高齢者と若年者の居住パターンと厚生を、都市内ゾーンを導入した「重複世代(OLG)モデル」によって分析した。人口減少は長期的には厚生の増大をもたらすが、多くの場合、厚生の低い世代が交互に現れるという世代間不均衡が確認された。福山は線分市場において、大規模小売店がゾーニング規制の下で立地点と価格の双方で競争する場合の住宅立地を論じた。これは Hotelling 型の複占モデルに価格競争とそれに伴う消費者の移動を導入したものであり、さらに住宅地区内の小型店との競争も導入している。この枠組みを用いて、大規模小売店とコンビニエンスストアの売上げシェアや撤退の問題を論じることができる。

2. 研究の目的

本研究は以上のような経緯を踏まえて、少子高齢化に伴って都市地域のレベルで生じる多様な問題について、現実的な解決法を提案するための理論的・実証的研究蓄積を図ろうとするものである。具体的には、人口減少とコミュニティ変化をキーワードに、サービス施設の統廃合や都心部空洞化、人口構成の時空間的变化やアメニティ評価等、さらには実証分析のための時空間自己相関の取扱い等、多岐に亘る問題に同時並行的なアプローチを試みる。

長期的に見れば、都市人口の減少は空間的余裕を増大させる意味で、生活水準の向上に資するものだが、短期的には様々な軋轢を生じさせる。都市経済学に限らず、既存の経済モデルは人口増加に伴う経済発展を分析対象として来たとし、地球規模では依然として人口増加が問題とされる。従って都市経済学に

においても、「逆都市化」が明示的に扱われることは殆どなかったが、人口減少に伴う都市の縮小パターンは、成長パターンの逆回しとはならず、新しい分析手法が必要とされる。それは住宅ストックの耐久性や、住民の移動費用が無視しえないことを反映しており、動学分析が不可欠であることを示唆している。

新しい都市・地域計画では、人口成長を前提とせず、長期的な均衡状態に軟着陸させるためのプロセスが重視されねばならない。本研究が取組もうとしたテーマは何れもかなり複雑で、既存文献では殆ど扱われていないが、今後の都市地域計画を考える上で極めて重要なものだと考えられる。

3. 研究の方法

例えば郵便局に代表される公的サービス供給を考えると、人口減少は既存のサービス拠点網の維持を困難にするが、一方で社会的には、従前のサービス水準を維持することが要請される。人口増加に伴ってサービス拠点が追加される場合には、利便性の意味で Pareto 改善になるため問題は少ないが、人口減少に伴う撤退が生じる場合には、そのままでは厚生水準に空間的な格差が生じる。ここで人口移動を許すと、厚生水準の低い地域からは人口が流出し、過疎問題が表現できる。Lösch 型のモデルで人口移動を考慮した Fujita-Thisse(1986)等もあるが、静学の範囲に留まっている。そこで本研究では、人口減少の結果、対象地域全体で人口が希薄化する場合とコミュニティの再編を許容する場合の双方に関して、2 時点モデルにおける統廃合パターンの実現可能性を、政府の役割等の制度的な問題を含めて検討する。

都市経済学における既往研究の大勢は、人口増加を前提としている。人口減少下の土地利用パターン変遷を分析するためには、住宅の劣化や更新の考慮が不可欠である。そのような研究は、住宅の Vintage や再開発タイミングを考慮した一部のモデルを除いて多くはないため、第 2 に、開放型単一中心都市における住宅地の開発・建替え・撤退に関する動学モデルを構築し、人口減少に伴う逆都市化の空間分析を行う。複数の世代と住宅の劣化を同時に考慮する動学モデルは皆無に近いが、このようなアプローチは、住宅数の減少と住宅規模の拡大を通じたコミュニティの変質を記述するモデルへのステップになると考えられる。

さらに都市経済学の枠組みに商業立地を組み込んで、商店の参入タイミングと政府の規制が、都市の空間構造に与える影響についても分析する。これは地方都市において顕著な、大型商業施設の郊外立地による中心市街地空洞化の本質を理解するのに役立つ。

第 3 に、日本の大都市圏における住宅地区

開発に伴う人口構造の時空間変化に関するデータを収集し、小地域単位での多地域コホート分析を用いた人口動態分析への準備を進める。たとえば戦後開発された大規模住宅団地では、住民の年齢階層が画一的であり、住民と住区の高齢化が同期する傾向が見られるが、これは移動コストをゼロと見なす静学モデルの前提の非現実性を示唆する。本研究では、小地域単位での性・年齢階級別人口と市区町村間の人口移動データを組み合わせ、人口遷移行列を完成する方法を提案すると共に、得られたデータを用いて、大規模住宅団地の社会移動特性について検討する。ヘドニックモデルに代表されるように、下水道や鉄道駅等の対象地点における公共施設の利便性から、横断面の地価を説明しようとする研究は多く存在するが、居住者側の属性を住宅価格に反映される分析は少ない。本研究で整備するデータは、地価の時空間的変動を人口動態と関連付ける上でも有用なものになると考えられる。

都市圏全体で人口が減少したとしても、それに含まれる各都市の人口変化はアメニティに依存して異なると考えられる。Roback(1982)は、地価と賃金のヘドニックモデルを用いて都市アメニティを評価したが、スピルオーバー効果を的確に評価するためには、空間自己相関の考慮が欠かせない。本研究は、アメニティ評価において都市の空間構造が果たす役割の検討を通じて、空間を含む実証分析における(時)空間自己相関の扱い方に関する知見を得る等、人口減少に伴う空間構造の変化に対して、多角的なアプローチを試みるものである。

4. 研究成果

(1) 1次元線分市場を対象として、人口減少期における財・サービス供給の維持可能性を論じた。立地論のモデルは、分権的か集権的か、立地競争か価格競争か、需要が弾力的か非弾力的か等、幾つかの軸で分類できるが、ここでは初期状態において需要は非弾力的であり、供給拠点は分権的に空間独占的競争により配置されるものとする。

人口が減少する場合に、新しい人口配置に応じて、拠点をすべて再配置することをファーストベストとすれば、少なくとも短期的には、既存拠点の統廃合によるセカンドベストが現実的である。本研究では、1次元線分上で人口均等分布が維持される場合と、従前の人口密度を維持するように人口が集住する場合について、社会的厚生を最大化するような拠点統廃合のパターンを数値解析により分析した。ただし双方とも分権的な達成は困難であり、前者については存続する拠点周辺の差額地代を原資として、撤退する拠点周辺の住民に地代補助金を配分する必要がある

等、何らかの政策的介入が不可欠である。いずれの場合も、等間隔に近い形で存続拠点を選ぶ方が社会的厚生が高くなるが、集住によるコミュニティ放棄を許容するスキームの方が、人口減少の程度に依らず適用できる点で、より現実的であると言えよう。

(2) 地方都市においては、人口減少と同時に大規模小売店の郊外立地に伴う都心空洞化も深刻な問題であるから、次に Alonso 型都市モデルに Hotelling 型立地価格競争を組み込んだモデルを検討した。都市における複占商店の競争を扱ったモデルは多いが、本分析は、複数の商店が逐次的に参入する場合の市場均衡と都市の空間構造に与える影響を主眼とする点に特徴がある。閉鎖都市と開放都市の双方の設定を検討したが、前者では Hotelling 型の同時立地と同様な中心集積の結果しか得られないので、後者の方がより現実的である。この場合、買物と通勤に伴う交通費用の軽重が商店の立地に影響するが、いずれの場合もリーダーとなる商店は市場中心に立地する。買物に伴う交通費用が相対的に高ければ、フォロワーは境界付近に立地するが、これは郊外で独占力が行使できるためであると考えられる。

一般に市場均衡による立地は、社会的厚生の意味で最適ではないが、主として既存商店の権益確保の観点から、新規参入者の立地を規制する政策を採る場合の影響についても検討した。結果的として、フォロワーに対する立地規制が社会的厚生を上昇させる場合があること、また規制の影響は商店によって異なるので、その受容のためには適切な補助金政策の導入が必要であることが示された。

(3) 人口減少に転じた都市において、古い住宅地が再開発されたり逆都市化する場合の空間構造の変化を、開放型の単一中心都市における住宅地の動学モデルを用いて分析した。幾つかの仮定の下で、地代上昇率が十分に低い場合には、農地転用に際して都心側の住宅ロットサイズが大きくなり、同様に建替え時の地代が十分に低い場合にも、都心側のロットサイズが大きくなる可能性があることが示された。さらに既存住宅のロットサイズが郊外側で大きい一般的な都市において、ロットサイズの CBD からの距離に関する増加率が大きく、単位距離当りの通勤費用が小さい場合には、住宅地は CBD から郊外に向かって逆都市化(農地化)することが示された。

本分析の主眼は、人口増加および減少下における住宅地の立地パターン(開発・建替え・撤退)について、生じうるパターンを分類し、それらのパターンが生じる条件を導出することにあるが、ここで得られた知見を、現実に観察される空間パターンと対比することで、都市の動学的挙動への理解を深めることが可能となる。

(4) 高度成長期に建設された大規模住宅団地(ニュータウン)は、周囲の自然に形成された地区より高齢化が進んでいるという認識がある。これは入居時の年齢階層が揃っていて、その後の社会移動が少ないことを意味するが、そのことをデータに基づいて包括的に検証した研究は少ない。そこで年齢階層別人口構成の変化と転出入行動を、国勢調査の小地域ベースで把握し、ニュータウン地区の特殊性について検証することを試みた。最終的には小地域単位での多地域コホート分析を行い、ニュータウンの人口動態特性を、それ以外の地域との比較を通じて明らかにする予定だが、ここでは、そのための基本データの作成と、それに基づく予備的検討を行った。

具体的には東京都(島嶼部を除く)を対象に、1995年から2010年までの4次の国勢調査に共通して用い得る、5088の基本ゾーンを確定し、性・年齢階級別人口データを作成する。次に市区町村ごとに、子の性・母の年齢階級別出生率、性・年齢階級別死亡率を推計し、これを市区町村内小地域に適用することで、基本ゾーン単位の純転入人口を推計し、これを用いてニュータウンが所在するゾーンの人口特性を、統計的に検証した。さらに市区町村間の人口移動データと基本ゾーン単位の純転入データから、基本ゾーン間の人口移動データを推計する方法を提案した。

(5) 都市圏全体での人口減少は現実としてあるが、市区町村単位では人口が一律に減少する訳ではなく、アメニティ等によって差が生じる。そこで関東圏119市区町村を対象に、地価を被説明変数とするヘドニック分析を通じてアメニティ評価を試みた。実際にはある地域の地価は、周辺地域のアメニティからのスピルオーバーを反映するが、それは周辺地域の地価にも反映するはずなので、地価に関する空間自己相関モデルを考える。通常の空間自己相関は、波及効果が反射して戻る効果を含むので、地域を2つのグループに分割し、近接行列においてグループ間の方向性を考慮することが有効であることが確認されたが、このことは地価の空間的相互依存関係が、市区町村の持つ性質によって大きさが異なる、もしくは1方向的であることを意味する。生活環境の質を、アメニティの限界価値と質的変数の存在量の積和(Quality-of-life index)として定義し、モンテカルロシミュレーションによって都市間順位を計算したところ、予想されるように、都心から遠く、経済活動レベルの低い市町村の順位が低いという結果が示された。

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23件) ※以下は全て査読有

1. Yokoi, T. and A. Ando, One-directional Adjacency Matrices in Spatial Autoregressive Model: A Land Price Example and Monte Carlo Results, *Economic Modelling* 29, 2012, 79-85.
2. Kono, T., K.K. Joshi, T. Kato and T. Yokoi, Optimal Regulation on Building Size and City Boundary: An Effective Second-best Remedy for Traffic Congestion Externality, *Regional Science and Urban Economics* 42(4), 2012, 619-630.
3. Fukuyama, K., Y. Sunano, J. Kimura and Y. Ikeda, Analyses on Duopoly Vendors in a Small-open City, *Procs. IEEE Int'l Conf. on Systems, Man, and Cybernetics*, 2011, 2714-2719.
4. Ikeda, K., T. Akamatsu and T. Kono, Spatial Period-Doubling Agglomeration of a Core Periphery Model with a System of Cities, *Journal of Economic Dynamics and Control* 36(5), 2010, 754-778.
5. Kono, T., T. Kaneko and H. Morisugi, Necessity of Minimum Floor Area Ratio Regulation: a Second-best Policy, *Annals of Regional Science* 44, 2010, 523-539.
6. Miyakoshi, T., Y. Tsukuda, T. Kono and M. Koyanagi, Public Expenditure Composition and Economic Growth; Optimal Adjustment by Using Gradient Method, *Japanese Economic Review* 61, 2010, 320-340.
7. 河野達仁・光谷友樹・岸昭雄・能登谷浩路, 最適な容積規制と用途規制: 各用途および用途間に発生する外部不経済の適正化, *土木学会論文集 D-66*, 2010, 125-136.
8. 河野達仁・宮原史・織田澤利守, 単一中心都市における住宅地の開発・再開発および撤退の空間的立地パターン, *土木学会論文集 D-66*, 2010, 279-289.
9. 池田結樹・福山敬, 地域政府による地域間道路の分権的整備が産業立地に及ぼす影響に関する分析, *交通学研究* 54 巻, 2010, 225-234.
10. Ando, A. and B. Meng, The Transport Sector and Regional Price Differentials: A Spatial CGE Model for Chinese Provinces, *Economic Systems Research* 21(2), 2009, 89-113.
11. Fukuyama, K. and Y. Ikeda, Analyses on Continuance of Unpopular International Airline by Local Government; A Case of Tottori Prefecture in Japan, *Proc. of IEEE Int'l Conf. on Systems, Man, and Cybernetics*, 2009, 2389-2394.
12. Joshi, K.K. and T. Kono, 2009, Optimization of Floor Area Ratio Regulation in a Growing City, *Regional Science and Urban Economics* 39(4), 2009, 502-511.

[学会発表] (計14件)

1. Ando, A.: Spatial Analysis of Population

Decline: Firm Delocation in a Linear Market, 51st Annual Meetings, Western Regional Science Association, Feb. 9-11, 2012, Kauai, HI, USA.

2. Yokoi, T.: Nonlinear Spatial Dependency in Spatial Autoregressive Models, 51st Annual Meetings, Western Regional Science Association, Feb. 9-11, 2012, Kauai, USA.

3. Nagasawa, A., T. Yokoi, A. Ando and T. Sasaki: Spatiotemporal Autoregressive Models of Country-Level Emission of Trans-boundary Pollutants, 58th NRSA Annual Meeting, Nov.12, 2011, Miami, USA.

4. Ando, A. and B. Meng: Spatial Price Equilibrium with Imperfect Substitutes; Towards a Trade-Consistent SCGE Model, 50th Anniversary Meeting, Western Regional Science Association, Feb. 28,2011, Monterey, USA.

5. Ando, A. and B. Meng: Trade coefficients, price Equilibrium, and the Armington Elasticity in a Spatial CGE Model, 56th NRSA Annual Meeting, Nov. 19-21, 2009, San Francisco, USA.

6. Kono, T., K.K. Joshi and Y. Morita: How Should Floor Area Ratio Regulations Be Imposed against Traffic Congestion in a Monocentric City?, 56th NRSA Annual Meeting, Nov. 19-21, 2009, San Francisco, USA.

7. Yokoi, T. and A. Ando: Spatial Structures in a Spatial Autoregressive Model and One-directional Adjacency Matrices, 3rd World Conf. of the Spatial Econometrics Association, Jul.10, 2009, Barcelona, Spain.

〔図書〕(計2件)

1. 福山敬, 費用便益分析, 日本交通学会編「交通経済ハンドブック」, 白桃書房, 第6.7節, pp. 123-124, 2011.

2. 森杉壽芳・河野達仁, 課税コストを考慮した高速道路網整備の効率的財源調達法, 森地茂・金本良嗣編「道路投資の便益評価—理論と実践—」, 東洋経済新報社, 第11章, pp. 281-304, 2008.

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:

番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

詳細な成果報告書:

http://black.se.is.tohoku.ac.jp/ando/kaken_arch/b20360226.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安藤 朝夫(ANDO ASAO)

東北大学・大学院情報科学研究科・教授

研究者番号: 80159524

(2) 研究分担者

福山 敬(FUKUYAMA KEI)

鳥取大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 30273882

河野 達仁(KONO TATSUHITO)

東北大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号: 00344713

横井 渉央(YOKOI TAKAHISA)

東北大学・大学院情報科学研究科・助教

研究者番号: 90344712

(3) 連携研究者

()

研究者番号: