

集積の外部性を考慮した 最適都市規模に関する研究 —13 都市を対象にして—

Yu Kijun

要約

本稿の目的は、集積の外部性の観点から都市の便益と費用を考察し、さらに社会的最適人口を推定することである。一定の空間内に経済活動の集中現象は集積の経済によって説明できる。しかしながら、この際に、地価や物価の上昇、環境問題、混雑など、集積の不経済をもたらし、それは都市集中の遠心力として作用する。

分析に当たっては日本の13都市を対象に、集積の外部性を考慮しながら総便益関数と総費用関数をOLSモデルで推定し、さらに、その結果に基づいて都市の最適規模を推定した。分析の結果、便益関数において産業の多様性と財政力指数は都市の便益を増加、また、人口密度は都市の便益を減少させている。一方で、地価と物価水準、税金は都市の費用を増加させている。これらの結果から、集積の経済を享受したい人口の過剰集中は、都市において集積の不経済をもたすが、都市環境の整備のための公共サービスの供給によりある程度解消されているといえる。

さらに、OLS分析の結果に基づき、最適人口を推定した結果、一部の都市を除く、理論に当てはまる結果は得られなかった。その原因としていくつかの研究で指摘されているのは、モデルの設定において個別都市の特化機能を十分反映するのが困難であることである。特に、本稿においては、都市圏の中心都市としての機能がバイアスの原因であると推測される。

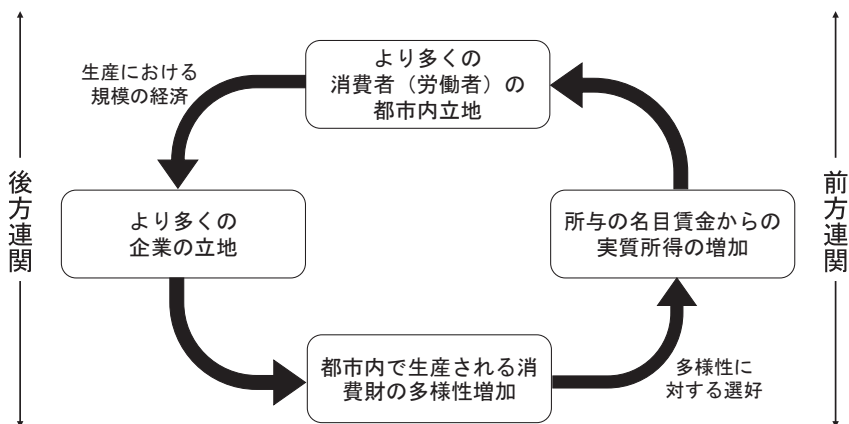
1. はじめに

都市に人口が集中するのは、都市に住居することにより実質所得の増大が期待されるためである。地域内に多様な主体が存在すれば、対面接触による情報交換の費用（取引費用）が節減でき、地域住民の競争力の上昇に繋がる。また、多様な財やサービスは、都市住民のコストを低減させることにより実質所得の増加に繋がり、さらに多くの人口や企業を集中させる。

このように、集積がさらに大きな集積に繋がるプロセスは、空間経済学における「空間的集積の循環的因果関係」で説明できる（図 1）。ある地域で人口が増加すると、企業は労働者（消費者）の確保のためにその地域に多く立地する。そして、その地域ではより多様な財やサービスが供給されることで、消費者の実質所得が上昇し、さらに多くの人口転入の誘因となる。このような循環的プロセスは、人口の増加が生産における規模の経済を高め、企業の増加を引きつける後方連関効果と、多様な財やサービスによる多様性の上昇が実質所得を増加させ、より多くの人口を引き付ける前方連関効果として表現される（Fujita, 2007）。

しかしながら、集積の経済を享受するための経済主体の集中は、既存の集積の経済をより拡大させると同時に、必然的に、その結果として集積の不経済（過密の弊

図 1. 空間的集積の循環的因果関係



出所：Fujita (2007)

害)をもたらす。従って、集積のプロセスは限りなく続けられるわけではない。集積の不経済は一定の密度以上の人口が集中することにより生じる混雑や環境汚染、地価や物価の上昇などの外部性を指す。都市経済学の観点からみると集積の経済が集積の不経済と均衡するか上回るときに最適都市規模が成立できる (Zheng, 1998)。従って、都市集中による集積の経済の享受は実質所得の上昇につながり、集積の求心力として作用する一方で、地価や物価はもちろん、混雑による疲労、住居環境の質の低下などは都市集積への遠心力として作用する。例え、物価の上昇による実質所得の低下は「実質所得 = 名目所得 / 物価」として表せる (田淵, 2014)。

このような背景から、本稿の目的は日本の大都市を対象にして、集積の外部性が都市における総便益と総費用に与える影響を分析し、さらに社会的最適規模に関して考察することである。次の2章では、社会的最適規模に関する先行研究と分析のフレームワークに関して検討する。3章では分析モデルを設定し、変数の作成法に関して説明する。4章では分析の結果を解釈し、最後の5章では結果をまとめ、分析の限界と今後の課題に関して述べる。

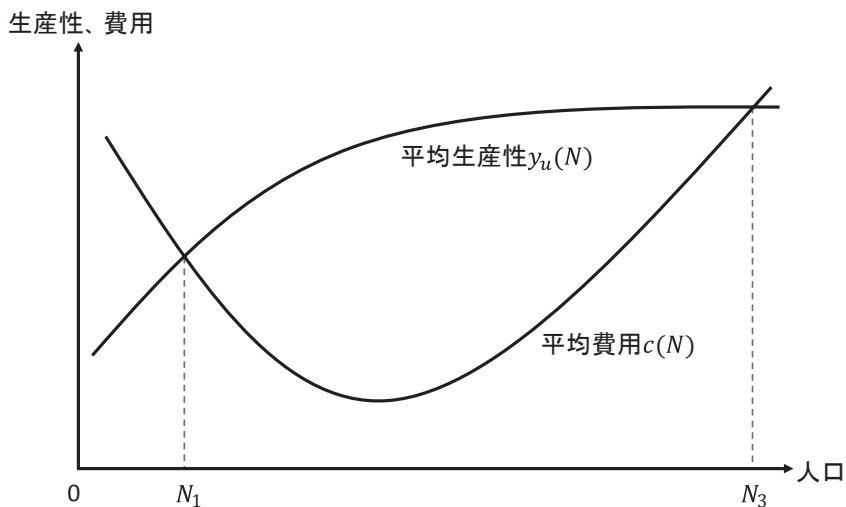
2. 先行研究及びフレームワーク

(1) 先行研究

まず、集積の外部性の観点から都市の規模に関して考察している理論的研究から検討して行く。都市経済学の分野で理論的に都市規模に関して議論した研究としては Alonso (1971)、Fujita (1989)、Henderson (1986) などが挙げられる。このうち、Alonso (1971) のモデルは、都市規模の変化による集積の経済と集積の不経済を同時に考慮している。以下では、Alonso のモデルを検討する。

アロンソのモデルでは、1つの都市と農村部からなる地域における都市規模と都市効用水準の均衡に関して議論している。都市住民の生産性には集積の経済が働き、都市住民の1人当たりの生産性、すなわち、平均便益は都市規模に関して収穫逓増の生産関数を持つが、その増加率は規模に関して逓減する。よって、図2の逆U字の平均生産性曲線をもつ。一方で、生産活動には一定の公共部門や生産施設の設備などの固定費用が必要とされる。この固定費用が存在するため、都市の平均費用は、規模拡大の初期では逓減するが、ある臨界値を超えると集積の不経済により逓増する。

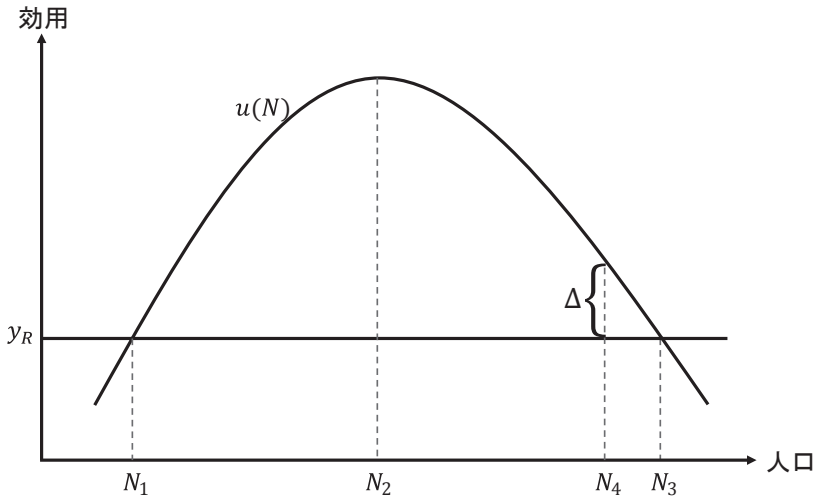
図 2. 都市の生産性と費用



出所：黒田ほか、2013

図 2 において、 N_1 の左側と N_3 の右側では平均費用が平均便益を上回っている。便益と費用の関係から、都市における余剰を表すと図 3 になる。図 3 の $u(N)$ は、図 2 の平均便益から平均費用を引いた、都市住民の純便益であり、 y_R は農村部住民の効用である。都市規模 N が N_1 と N_3 の間でない場合、平均費用が平均便益を上回るため、都市の効用 $u(N)$ は農村部の効用 y_R を下回る。従って、規模が N_1 を満たさない場合、農村部住民にとって都市転入の誘因がないため、 N_1 は都市規模の下限になる。一方、規模が N_3 を超える場合、都市住民が農村部へ転出するため、 N_3 は都市規模の上限になる。すなわち、 N_1 を満たさない小都市も、 N_3 を超える巨大都市も実存しない。

図 3. 都市規模と効用



出所：黒田ほか、2013

一方、 N_1 の左側と N_3 の右側は両方とも農村部の効用が都市の効用より高いが、 N_1 の状態は不安定均衡である反面、 N_3 の状態は安定均衡である。何らかの要因により N_1 を超える都市規模に達すると、都市への転入が行われ、元の状態に戻ることはない。反面、何らかの要因により、都市規模が N_3 を超えても、超過分の人口は都市から転出するため、必ず元の均衡である N_3 の状態に戻る。すなわち、都市の「人口最大規模」は N_3 である。

最後に、このモデルにおける「最適規模」に関して検討しよう。まず、都市住民の「効用最大規模」は図2における便益曲線と費用曲線の差が最も大きくなる都市規模である。この都市規模は、図3の N_2 に相当し、平均便益と平均費用の差が最大であるため、都市住民が享受する純便益が最大になる。しかしながら、農村部と都市間に人口の移動が自由に行われるため、 N_2 は「社会的最適規模」とはなれない。都市の効用水準が農村部の効用水準を上回る限り、農村部から都市への人口転入が行われ、都市の規模は拡大し都市の効用水準は低下するためである。このような人口転入は、最大人口規模である N_3 から人口移動費用 Δ^1 を引いた、 N_4 になるまで行

1) ただし、移動費用 Δ が低下すると、都市規模は N_3 に近づける。また、ここでいう移動

われる。従って、「社会的最適都市規模」は、 N_2 と N_3 の間である。

要するに、人口の規模がある臨界値を超え都市が形成されれば、再び、元の状態に戻ることはない。また、都市住民の「効用最大規模」の都市規模は達成されることなく、「人口最大規模」に近い水準で「社会的最適都市規模」が達成される。さらに、社会的最適規模は人口移動費用によって決定される。

次に、都市の規模に関して集積の外部性の観点から費用と便益を求めた実証的分析を検討する。最適規模に関して、費用関数と便益関数から、実証的分析を行って研究は多く見られない。それらの研究には、Zheng (2007)、Mizutani et al. (2015)、Yarmohammadia (2018) などがある。

Zheng (2007) は都市の総余剰関数を総可処分所得と総家計支出の差額として定義し、2000 年の UEA (大都市雇用圏) 42 都市圏を対象に最適都市圏規模を推定している。彼の分析の結果によると、日本の都市圏の最適規模は 1800 万である。従って、対象の 42 都市圏のうち、3000 万人の東京圏のみ最適人口水準を超えている。

Mizutani, et. al. (2015) は、Zheng の研究に基づき、2000 年 UEA の 269 都市圏を対象にし、都市圏における総便益と総費用関数から総余剰関数を推定した。大気汚染を集積の不経済の変数としてモデルを設定し、それを整備しようとする地方自治体を公共部門としてモデルに含めている。さらに、彼らは日本の都市の効用最大規模と人口最大規模を推定する。2000 年の日本の都市における効用最大規模は約 42 万人、一方、人口最大規模は約 110 万人であった。

また、Yarmohammadia (2018) は、Mizutani の研究方法を踏襲し、大気汚染と地方自治体の役割に注目しながら、イランの 5 都市圏の効用最大規模と人口最大規模を推定している。彼は分析対象が少ないことから、1999 年から 2012 年の都市圏のプールド・データ (pooled data) を用いている。彼の結果では、イランの 5 都市圏は効用最大規模を超えている、一方、人口最大規模は超えていない社会的最適規模の状態であった。

以上の研究は、多数の都市圏を対象に一国における都市圏の規模を推定するか、少数の都市圏を対象に個別都市圏の最適規模を推定したものである。しかしながら、

費用は、金銭的なものだけではなく、転職機会・人間関係・慣習など、心理的な要因も含めている。

都市圏は、中心都市と郊外と構成されているため、アロンソ・モデルにおける都市と農村部を統合した概念である。また、最適規模の推定においては、経済的な余剰と都市圏規模のみに注目するため、社会的便益と費用を考慮している研究が少ない(Mizutani, et. al, 2015)。

そこで、本稿では、都市圏において郊外に相当する周辺地域を排除し、中心都市とみなされる少数の個別都市を対象にする。また、集積の外部性の観点から私的便益と費用、そして公共部門を考慮して変数設定を行い、さらに効用最大規模と人口最大規模を推定する。具体的には、公害に関する公共部門の役割を考慮しているMizutaninoモデルを踏襲し、経済的な側面ではUEAの各都市圏を代表する中心都市、さらに、行政的な側面では都道府県庁所在地のうち、政令指定都市である12市²⁾に特別区部を加えて分析を行う。これらの都市は、人口規模から規模の経済や地域特化の経済よりは、都市化の経済³⁾が働いているとみなされるし、各地域における行政の中心地としての役割を担っている。そのため、対象の個別都市は、一定範囲の地域の中心地という機能に特化されている上で、アロンソ・モデルにおける1つの都市と農村部からなる地域に相対的に近似できると思われる。

(2) 理論的フレームワーク

都市には企業、家計、地方自治体が存在すると仮定する。そのうち、企業と家計は、それぞれ利潤最大化と効用最大化を求める。企業は、家計から労働を雇用し、合成財 (composite goods) を生産する。家計は、企業に独占的に労働力を供給し、賃金から合成財や住宅の購入、さらに地方自治体に税金を支払う。また、地方自治体は家計から徴収した税金をすべて公共部門へ消費する。

このような仮定の下で、都市における3つの主体の行動を検討して行く。まず、

2) 札幌市、仙台市、新潟市、静岡市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市、岡山市、広島市、福岡市、熊本市

3) 一般的に、規模の経済から形成された都市の人口規模は約50万であり(黒田ほか、2008)、さらに、地域特化の経済から形成された都市の規模はよりも小さい。例えば、トヨタ社の企業城下町である豊田市は、人口約42万、日立製作所の企業城下町である日立市は人口約18万である。さらに、地域特化の経済から形成された、洋食器産業の燕市は約7.5万、メカネフレーム産業の鯖江市は7万である。

企業の生産関数は式 (1) として表せる。

$$Q_x = Q_x(N) \quad (1)$$

ここでは合成財 (X) の量 (Q_x) は労働 (N) の投入量によって決まる。また、企業は利潤最大化の下で労働者に賃金 (w^*) を支払う。

$$\begin{aligned} \text{Max}_N \Pi &= pQ_x(N) - wN \\ \frac{\partial \Pi}{\partial N} &= pQ'_x(N) - w \\ w^* &= pQ'_x(N) \end{aligned} \quad (2)$$

次に、家計は合成財の消費量 (z) と土地の消費量 (h) からなる効用関数 (3) を持ち、予算制約 (4) の下で効用最大化の下で行動する。

$$U = U(z, h) \quad (3)$$

$$pz + rh = I - t \quad (4)$$

ここで、 U は効用関数、 p と r はそれぞれ合成財と土地の価格であり、 I は家計の総収入、また t は地方自治体への税金である。予算制約の下での効用最大化の問題は、双対性 (duality) 理論により、効用制約の下での支出最小化の問題として表せる。

$$\text{Min}_{z, h} \quad pz + rh + t \quad (5)$$

$$\text{s. t. } U = U(z, h) \quad (6)$$

さらに、支出最小化の問題を解くことにより、合成財と土地の最適消費量、 z^* と h^* が得られる。

$$z^* = z(p, r, U, t) \quad (7)$$

$$h^* = h(p, r, U, t) \quad (8)$$

最適消費量である式 (7) と (8) を、家計の予算制約式 (4) に代入することにより、家計の支出関数

$$HC^* = pz^* + rh^* + t = HC(p, r, U, t) \quad (9)$$

が得られる。さらに式 (9) は一般消費 (GC) と税金として分解できる。

$$HC^* = GC(p, r, U) + t \quad (9)$$

一方、地方自治体は当該住民から徴収した税金から当該都市の公共部門の整備を行う。ここで巨大な都市ほど集積の不経済により公共部門への支出額が高いと仮定すると 1 人当たりの税金は

$$t = t(N) \quad (10)$$

の関係が想定でき、さらに地方自治体の総歳出 (LGE) は

$$LGE = LGE(N) = t(N)N \quad (11)$$

として表せる。そして、式 (10) を式 (9) に代入すると家計の総支出

$$HC^* = HC(p, r, U) + t(N) \quad (12)$$

が得られる。

一方で、都市における総便益と総費用は各個人の所得と費用に足し合わせたものとする。まず、都市における個人の所得に人口をかけることにより

$$W = w^*N = pQ_x'(N)N \quad (13)$$

が得られる。また、総収入に都市の物価水準を考慮すると

$$TB = \frac{W}{p} = Q_x'(N)N \quad (14)$$

という都市における実質所得である総便益 (TB) が定義できる。都市の総消費 (TC) は、総便益と同様に、個別家計の総支出 (HC^*) を足し合わせることにより

$$\begin{aligned} TC &= HC^*N = GC(p, r, U)N + t(N)N \\ &= GC(p, r, U)N + LGE(N) \end{aligned} \quad (15)$$

として得られる。さらに、本稿では Zheng (2007) を踏襲し、都市の総余剰を

$$TW = TB - TC = Q_x'(N)N - GC(p, r, U)N - LGE(N) \quad (16)$$

と定義する。

3. 実証分析モデル

(1) 変数設定

本章では、式 (14) と式 (15) をそれぞれ OLS で推定し、その結果に基づいて分析対象である 13 都市の効用最大規模と人口最大規模を求める。まず、式 (16) は都市における総便益の推定式である。

$$\ln(TB) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + \alpha_2 \ln(PdenI) + \alpha_3 \ln(HHI) + \alpha_4 \ln(FCI) \quad (16)$$

式 (14) は労働生産性 $Q_x'(N)$ と労働者である人口規模 N の関数である。労働生産性は、人口の関数であるが、Mizutani, et. al. (2015) と同様に都市の環境が影響すると仮定し、集積の外部性と都市環境から決定される。そこで、労働生産性に影響する変数として地方自治体の財政力指数 (FCI)、産業の多様性 (HHI)、人口密度 ($PdenI$) を設定する。これらの変数は、都市における公共サービス部門、産業の多様性、経済主体間の接近性を表す。財政力指数は地方自治体の財政力を示す指標であり、ある行政単位が公共需要を満たすために要する財源を、その行政区域から調

達する能力として定義できる。そして都市のインフラストラクチャ、特に交通施設・上下水道などは産業や住居環境に直接的に影響し、都市における生産性にも影響する要因である (Kunihisa and Kaiyama, 1998 ; Boamet, 1999 ; Wang, 2002)。

また、多様性に関して、Jacobs (1969) は主要な波及効果は当該産業の外部から行われるため、多様な産業の地理的集積がイノベーションと成長を促すと主張している。さらに、シェイコプスは都市の主要機能は新たな職業の創出であり、それは個別産業の内部ではなく、都市における産業間の関係によって生み出されると述べている。従って、多様な産業が立地している地域ほど都市の総便益は高いと考えられる。

さらに、このようなイノベーションが生じるためには、経済主体間の相互交流、すなわち、対面接触が必要となる。これは、前述したように、都市が存在する理由にも関係している。しかしながら、一定の地域内に多くの人口や企業が集中すると、地域において集積の不経済が発生し、都市住民の効用を低下させる。従って、対象都市において人口の過密な状態であれば負の影響が予想される。

次に、式 (17) は都市における総費用の推定式である。

$$\ln(TC) = \beta_0 + \beta_1 \ln(N) + \beta_2 \ln(CPI) + \beta_3 \ln(LandPI) + \beta_4 \ln(GEI) \quad (17)$$

総費用の推定式⁴⁾における変数は、物価水準 (CPI)、平均地価 ($LandPI$)、財政支出 (GEI) である。式 (15) は、家計の一般消費 (GC) と人口規模 (N)、そして地方自治団体の歳出 (LGE) である。また、一般消費 (GC) は合成材の価格 (p) と住居価格 (r)、そして効用 (U) の関数である。本稿では都市への人口集中によるデメリットを両方から考える。それは、物価や地価水準の上昇などの外部不経済が生じることと、地方自治体における効率的な歳出分配が困難になることである。特に、人口の集中によりインフラ整備や公共施設などは早く老朽化が進むため、地方自治体の歳出に負担として作用する。

次に、都市における総余剰を定義する。総余剰 (TW) は総便益 (TB) と総費用 (TC) の差、つまり、 $TW = TB - TC$ として定義し、両辺にログを取ると

4) ただし、本稿では各都市の効用は一定であると仮定する。

$$\ln(TW) = \ln(TB) - \ln(TC) \quad (18)$$

となり、式 (18) に式 (16) と式 (17) を代入することにより

$$\begin{aligned} \ln(TW) &= \ln(TB) - \ln(TC) \\ &= [\alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + \alpha_2 \ln(PdenI) + \alpha_3 \ln(HHI) + \alpha_4 \ln(FCI)] \\ &\quad - [\beta_0 + \beta_1 \ln(N) + \beta_2 \ln(CPI) + \beta_3 \ln(LandPI) + \beta_4 \ln(GEI)] \end{aligned} \quad (19)$$

が得られる。さらに、式 (19) から都市における総余剰である

$$\begin{aligned} TW &= \exp[\alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + \alpha_2 \ln(PdenI) + \alpha_3 \ln(HHI) + \alpha_4 \ln(FCI)] \\ &\quad - \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(N) + \beta_2 \ln(CPI) + \beta_3 \ln(LandPI) + \beta_4 \ln(GEI)] \end{aligned} \quad (20)$$

が得られる。

次に、都市における効用最大規模 (maximum utility size) は総余剰が最大になる人口水準であり、それは式 (20) の一階条件 $\frac{\partial TW}{\partial N} = 0$ を満たす N^u を求める⁵⁾ ことにより得られる。

$$N^u = \exp\left[\frac{(\alpha_0 - \beta_0 + \ln(\alpha_1) - \ln(\beta_1) + BV - CV)}{(\beta_1 - \alpha_1)}\right] \quad (21)$$

ただし、

$$\begin{aligned} 5) \quad \frac{\partial TW}{\partial N} &= \exp[\alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + BV] \frac{\alpha_1}{N} - \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(N) + CV] \frac{\beta_1}{N} = 0 \\ \exp[\alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + BV] \frac{\alpha_1}{N} &= \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(N) + CV] \frac{\beta_1}{N} \\ \exp[\alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + BV - \beta_0 - \beta_1 \ln(N) - CV] &= \frac{\beta_1}{\alpha_1} \\ \alpha_0 + BV - \beta_0 - CV + (\alpha_1 - \beta_1) \ln(N) &= \ln(\beta_1 - \alpha_1) \\ \alpha_0 + BV - \beta_0 - CV - \ln(\beta_1 - \alpha_1) &= (\beta_1 - \alpha_1) \ln(N) \\ \frac{\alpha_0 + BV - \beta_0 - CV - \ln(\beta_1 - \alpha_1)}{(\beta_1 - \alpha_1)} &= \ln(N) \end{aligned}$$

集積の外部性を考慮した最適都市規模に関する研究

$$BV = \alpha_2 \ln(PdenI) + \alpha_3 \ln(HHI) + \alpha_4 \ln(FCI)$$

$$CV = \beta_2 \ln(CPI) + \beta_3 \ln(LandPricel) + \beta_4 \ln(GEI)$$

である。さらに、人口最大規模 (maximum population size) は、総便益 (16) と総費用 (17) が同値となる

$$\begin{aligned} & \exp[\alpha_0 + \alpha_1 \ln(N) + \alpha_2 \ln(PdenI) + \alpha_3 \ln(HHI) + \alpha_4 \ln(FCI)] \\ &= \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(N) + \beta_2 \ln(CPI) + \beta_3 \ln(LandPI) + \beta_4 \ln(GEI)] \end{aligned} \quad (22)$$

を満たす人口水準である (式 23)。

$$N^p = \exp[(\alpha_0 - \beta_0 + BV - CV) / (\beta_1 - \alpha_1)] \quad (23)$$

(2) 分析データ及び記述統計量

本稿では日本の 13 市を対象にし、2013 年から 2017 年のプルド・データを用いて、都市における集積を変数として都市の最適規模に関して分析を行う。式 (16) と式 (17)、さらに式 (19) における変数の作成方法と出所は表 1 に整理されている。

表 1. 変数および出所

変数	説明	出所
<i>N</i>	総人口	住民基本台帳
<i>TB</i>	総便益	市町村税課税状況等の調
<i>HHI</i>	製造業の中分類における多様性	工業統計
<i>FCI</i>	財政力指数 (全国平均平均=1)	地方財政状況調査
<i>PdenI</i>	人口密度 (総人口 / 可住地面積、 千人/ km^2 、全国平均=1)	住民基本台帳 都道府県・市区町村のすがた
<i>TC</i>	一般支出 + 歳出	家計調査 地方財政状況調査
<i>CPI</i>	1 人当たりの消費指数 (全国平均=1)	家計調査
<i>LandPI</i>	地価平均 (全市平均=1)	公示地価

変数	説明	出所
<i>GEI</i>	1 人当たりの歳出額指数 (全国平均=1)	地方財政状況調査

人口に関しては連続データである住民基本台帳を用い、その始点は 2013 年⁶⁾とする。都市の総便益モデルにおいて、総便益 (*TB*) は各都市における総課税対象所得とし、*HHI*⁷⁾ は製造業における産業の多様性、また、*FCI* は地方の財政力指数、*PdensI* は人口密度である。ただし、これらの変数のうち、*FCI*、*PdensI* は日本全国における相対的な位置づけを表すために全国平均を 1 とした指数として用いる。

また、都市の総費用 (*TC*) は一般消費と地方自治体の歳出として定義する。このうち、一般消費はデータの入手が困難であるため、家計調査における「二人以上の世帯」の「月次」データから加工する。年間一般消費支出 (*GC*) は、世帯の月間消費支出 (*MGC*) を平均世帯人数 (*ANHM*) で割り、総人口 (*N*) と 12 カ月を考慮することにより求められる (式 24)。

$$\begin{aligned}
 GC &= 12 \times \left(\frac{MGC}{ANHN} \right) N \\
 &= PGC \times N
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

ただし、*PGC* は個人の年間一般消費である。一方、総便益モデルと同様に総費用モデルにおける独立変数も、総人口を除く、全国平均を 1 とした指数として用いる。*CPI* は *PGC* の、また、*LandPI* と *GEI* はそれぞれ都市の平均地価と 1 人当たりの歳出額の指数である。また、すべての変数は対数を取って分析を行い、それらの変数の記述統計量は表 2 である。

6) 2013 年から外国人を含むデータが集計されている。

7) $HHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{\sum_{i=1}^n E_i} \right)^2$ 、ただし、 E_i は i 産業の従業員である。また、*HHI* は各都市における産業の多様性を指数化したものであるため、そのまま変数とした。

表 2 記述統計量

	平均	標準偏差	最小値	最大値
<i>lnPOP</i>	14.190	0.708	13.467	16.026
<i>lnIncome</i>	19.207	0.793	18.400	21.320
<i>lnTC</i>	19.273	0.741	18.486	21.172
<i>lnPDenI</i>	1.436	0.753	0.182	2.685
<i>lnHHI</i>	-2.097	0.404	-2.521	-1.241
<i>lnFCI</i>	-0.224	0.144	-0.562	-0.014
<i>lnCPI</i>	-0.003	0.063	-0.094	0.158
<i>lnLandPI</i>	1.078	0.796	-0.008	2.926
<i>lnGEI</i>	0.074	0.130	-0.133	0.346

また、表 3 は各都市における変数の 5 ヶ年の平均値である。

表 3. 都市別変数の平均

都市名	<i>lnPDensI</i>	<i>lnHHI</i>	<i>lnFCI</i>	<i>lnCPI</i>	<i>lnLandPI</i>	<i>lnGEI</i>
札幌市	1.481	-1.241	-0.337	0.013	0.391	0.060
仙台市	1.133	-2.026	-0.121	-0.013	0.769	0.120
特別区部	2.685	-2.171	-0.562	0.158	2.926	-0.132
新潟市	0.182	-1.982	-0.304	-0.066	-0.008	0.058
静岡市	0.739	-2.377	-0.097	0.006	0.793	-0.102
名古屋市	1.971	-2.481	-0.014	0.025	1.506	0.080
京都市	1.873	-2.512	-0.238	-0.018	1.418	0.157
大阪市	2.487	-2.521	-0.086	-0.094	2.080	0.346
神戸市	1.557	-2.103	-0.241	-0.034	1.028	0.106
岡山市	0.478	-2.514	-0.241	-0.029	0.291	-0.078
広島市	1.404	-1.946	-0.189	0.049	1.059	0.100
福岡市	1.868	-1.463	-0.135	0.023	1.303	0.208
熊本市	0.811	-1.928	-0.348	-0.053	0.463	0.039

4. 分析結果

(1) 総便益・総費用推定

表 4 は、前節で説明したプールド・データで、式 (16) と式 (17) に基づいて *OLS* 分析を行った結果である。

表 4. 推定結果

総便益モデル			総費用モデル		
変数	係数	標準偏差	変数	係数	標準偏差
<i>lnPOP</i>	1.238***	0.041	<i>lnPOP</i>	1.000***	0.003
<i>lnPDenI</i>	-0.113***	0.036	<i>lnCPI</i>	0.680***	0.015
<i>lnHHI</i>	-0.109***	0.025	<i>lnLandPI</i>	0.006***	0.002
<i>lnFCI</i>	0.228**	0.098	<i>lnGEI</i>	0.288***	0.007
定数項	1.630***	0.521	定数項	5.054***	0.034
$R^2 = 0.990$ $N = 65$			$R^2 = 0.998$ $N = 65$		

注 1) * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

注 2) すべての数値は小数点 4 桁で四捨五入した。

注 3) 一部の変数間で多重共線性が疑われ、事後検定を行った結果、全ての変数の *VIF* は 10 未満であった。

まず、都市の総便益から検討する。都市の人口密度は負の影響を与えている。これは、対面接触による集積の経済が集積の不経済を下回っているという、過密の状態として解析できる。一定範囲内の人口や産業の過密は集積の不経済をもたらす。特に、通勤時の混雑や騒音、大気汚染など、社会的費用の増大が生じることは大都市における集積の不経済の典型的な例であろう。

一方で、都市の総便益には都市の財政力指数が正の影響を与えている。都市が成長することは、企業や個人における集積の経済だけであるとは限らない。前近代と比べ、現代における都市規模が巨大となったことを説明するには、集積の経済だけではなく、都市規模に伴う社会費用の削減が不可欠である (Fujita and Thisse, 2013)。このような社会費用としては、都市間、または、地域内の接近性を上昇させる交通

インフラはさることながら、ゴミ処理や上下水道などの公衆衛生関連の施設の整備などが挙げられる。しかしながら、このような公共サービスへの供給は、多くの場合、莫大なサンク・コストが予想され、個人や企業よりは政府の支出として行われるケースが多い。すなわち、過密な人口集中による社会問題を公共部門が改善していると解析できる。

都市への可能な密集による集積の不経済と公共部門の役割の典型的な事例としては、高度成長期における転入超過が挙げられる。1960年代には、いわゆる「3ちゃん農業」という言葉で代表されるように、農村部から都市への男性の出働きが顕著であった。当時、都心部、とりわけ大都市圏では転入超過のため、通勤混雑・水不足・地価高騰が深刻になり、さらに郊外においてはスプロール現象が、一方で都心部ではドーナツ化現象が生じ、深刻な社会問題となっていた。このような状況では都市計画と都市基盤施設の整備、すなわち、公共部門の役割が非常に重要である。

一方、産業の多様性は負の影響を与えている。*HHI* は負の符号を持っているが、産業がより多様に立地している都市ほどその値が低くなるという指数の性質を考慮すると、産業の多様性は都市の便益に正の影響を与えていると解析できる。このような結果は、空間的集積の循環的因果関係が反映されていると考えられる。より多様な産業から生産される多様な財やサービスは、消費者の実質所得を増大させ、さらに多くの人口の引き寄せる要因となる。すなわち、大都市における多様性が当該住民の便益を増加させる。

次に、都市の総費用関数を検討する。総費用関数の物価水準、地価水準、1人当たりの財政支出が正の効果を持っている。これらの結果は大都市における集積の不経済が反映されていると思われる。特に、一極集中が行われてきた東京の場合、住宅価格が OECD 加盟国で 2 位⁸⁾、オフィスの賃料は世界 2 位⁹⁾、物価水準は 3 位¹⁰⁾として知られている。都市への過剰集中は、私的費用の増大がもたらす人件費などの増大により、生産過程における効率性を低下させる。さらに、都市住民の効用を低下させる外部不経済が生じるため、前述したように、地方自治体における公共サー

8) H25 年世界地価等調査

9) プライスウオーターハウスクーパース世界の都市力比較 2012

10) 2013 年マーサー世界生計費調査

ビスへの需要が増加する。

しかしながら、都市規模が一定以上になると、地方財政の効率が悪化され、公共サービスの円滑な供給が困難になり、1人当たりの社会費用の上昇をもたらす。公共施設や社会資本、医療・福祉サービスなどは固定費用が高いため、都市規模の小さい自治体においては財政上の制約がある。これらのサービスにも、規模の経済が働いているため、一定水準までの都市規模の増大は平均費用が低減による費用削減が可能であれば、ある臨界値を超えると平均費用が増加する。このような問題に関しては、地方自治体の最適規模を最小費用の観点から研究されている（横道・沖野、1996；古川、2004）。つまり、人口の過剰集中により、供給すべき公共サービスへの需要が増加し、平均費用の増大とともに都市の総費用も増大される。

（2）効用最大規模と最大人口規模の推定

各都市における効用最大規模（ N^u ）と人口最大規模（ N^p ）は、表4の結果を式（21）と式（23）に代入し、表3の各都市における変数の平均値を代入することにより計算できる。表5には、そこから導出された推定人口と実際の人口、さらに各規模を比較した結果である。

表 5. 各都市の規模推定の結果

都市名	効用最大規模 (A)	人口最大規模 (B)	実際規模 (C)	(C)/(A)%	(C)/(B)%
札幌市	1,333,477	3,098,241	1,935,100	145.1%	62.5%
仙台市	646,604	1,585,772	1,051,326	162.6%	66.3%
特別区部	2,453,984	6,018,302	9,118,901	371.6%	151.5%
新潟市	390,358	957,337	803,951	206.0%	84.0%
静岡市	359,177	880,869	714,988	199.1%	81.2%
名古屋市	764,554	1,875,039	2,262,323	295.9%	120.7%
京都市	863,717	2,118,232	1,419,691	164.4%	67.0%
大阪市	1,024,732	2,513,116	2,675,009	261.0%	106.4%
神戸市	797,076	1,954,799	1,550,777	194.6%	79.3%

集積の外部性を考慮した最適都市規模に関する研究

都市名	効用最大規模 (A)	人口最大規模 (B)	実際規模 (C)	(C)/(A)%	(C)/(B)%
岡山市	315,013	772,558	705,758	224.0%	91.4%
広島市	956,858	2,346,657	1,188,078	124.2%	50.6%
福岡市	1,502,796	3,685,550	1,487,186	99.0%	40.4%
熊本市	579,683	1,421,651	734,019	126.6%	51.6%

人口推定の結果として、理論に当てはまらない都市、つまり、人口最大規模を上回るか、効用最大規模を下回る都市が4市である。また、実際規模が人口最大規模の約80%以上になっている都市が3市である。まず、人口最大規模を超えている都市は、特別区部、名古屋市、大阪市である。これらの都市は3大都市圏の中心都市であり、地価と人口密度の水準が他都市より非常に高い水準である。さらに、これら市は、2015年では、中心都市の人口が都市圏の人口のそれぞれ25.8%、32.9%、22.1%であるため、深刻なバイアスが生じていると思われる。反面、福岡市は過小推定されている。福岡の博多区は訪日滞在者数が約1269万¹¹⁾に達し、海外からの九州の玄関の役割を担っている。そのため、相対的に高い財政力が影響していると推測される。一方、新潟市、静岡市、岡山市は、社会的最適規模が人口最大規模から移動費用ほど下回るという、理論に近い推定結果が得られた。これら都市は人口100万に下回り、相対的にアロンソ・モデルにおける単一中心都市としての側面が影響したと思われる。しかしながら、全体として推定結果の当てはまりが良いとは言えない。

このような理論に当てはまらない結果の原因は何であろうか？ 実際に、アロンソの理論的モデルに基づいた実証的研究には、いくつかの観点からの批判がなされている (Camagni, et. al., 2016)。まず、多くの研究ですべての都市は類似な生産関数と費用関数から説明しようとするが、一つの生産関数から最適都市規模を推定することには制限的であると指摘されている (Capello and Camagni, 2000)。また、Alonso (1971) も最適の都市規模は、生産曲線及び費用曲線が異なるため、実証研究におい

11) Inbound insight 社の「全国都道府県・市区町村訪日滞在者数ランキング2018」によると、博多区は日本の市区町村のうち、訪日滞在者数でランキング8位である。

て理論的な最適都市規模を実現することは不可能であると指摘している。さらに、実証的モデルにおいて変数設定に関する理論的裏付けが不十分であるため、最適人口の実証研究の結果は研究により様々である。

要するに、各都市には特化されている都市固有の機能があり、そのため、都市によって生産関数と費用関数における変数が異なる。さらに、類似な変数を持つ生産関数と費用関数さえ、それぞれの都市においてそのカーブが異なり、個別都市の規模の推定を困難にさせる。本研究では、集積の外部性の観点から、個別の都市規模の推定に焦点を当てているため、都市固有の機能、特に、都市圏の中心都市としての機能が反映していない。そのため、本稿の推定にはバイアス生じ、理論とかけ離れた結果が得られたと考えられる。

5. おわりに

本稿では都市の社会的最適規模に関して、集積の外部性、また、公共部門サービスの観点から分析を行った。具体的には、13 市の 2013 年から 2017 年のブルード・データを用いて、都市における総便益関数と総費用関数を *OLS* モデルで推定し、さらに、都市の効用最大規模と人口最大規模を推定した。

OLS 分析の結果、日本の大都市においては、産業の多様性、地方自治体の財政力は都市の便益を増大させる要因であり、一方、人口密度、地価水準、物価水準、1 人当たりの歳出額は都市の便益を低下させるか、費用を増大させる要因であった。これは、集積の外部性の観点からすると、都市における便益に、空間的集積の循環的因果関係が反映されているし、また、都市集積における公共部門の役割が集積のメリットとして作用していると考えられる。人口は経済主体間の相互交流を求めて都市に集中し、そのことから生じる財やサービスの多様性が実質所得を増大させる。

一方で、過度な人口密度は様々な社会問題、すなわち、集積の不経済をもたらす。その一つが一定以上の人口集中による地価の上昇である。土地市場は垂直な供給曲線を持つ特性のため、需給調整は価格のみで行われる。つまり、都市における限りのある土地への需要が高まると地価が上昇し、さらに、それは物価の上昇に繋がり、都市住民の実質所得を低下させる。また、人口の集中によって公共サービスへの需要も増加される。しかしながら、地方財政にも規模の経済が働き、都市規模が一定

以上になると、1人当たりの社会費用の上昇をもたらす。これらの要因は集積のデメリットとして作用していると考えられる。

次に、都市規模推定では、都市の属性により、理論に当てはまる都市とそうでない都市があった。その原因として考えられるのは、各都市には固有の機能があるため、集積の外部性のみでは個別都市の規模の推定を困難であることであった。特に、これは、3都市圏の中心都市が過大推定されたことから、都市圏としての機能が大きく影響していると考えられる。

最後に本稿の限界を述べておく。まず、都市における対面接触に関してより具体的に分析する必要がある。都市集積における求心力は相互交流による情報交換にある。それを享受するため、物価水準や地価水準の高い大都市への人口転入が行われ、現在においては東京一極集中の現象も進んできている。しかしながら、本稿の結果に限っては、人口密度は都市の総便益に負の影響を与え、集積の経済を否定している。対面接触に関しては、都市内で最も高い地価水準の地区である CBD (Central Business District) に立地している企業を対象に分析を行いたい。

次に、都市圏における中心都市の役割である。社会的最適規模の推定に当たって、4市においては理論から外れている結果が得られた。特に、それらのうち、3市は大都市圏の中心都市であることから、都市圏としての持つ集積の外部性が十分に反映されていない可能性がある。中心都市における集積の経済に関しては、都市圏における中心都市の役割という観点から分析を行いたい。

参考文献

- 黒田達朗・田淵隆俊・中村良平 (2008) 『都市と地域の経済学 [新版]』、有斐閣。
田淵隆俊 (2014) 都市集積の経済と地域間格差、『ESR』No. 7, pp. 14-15。
古川章好 (2004) 地域別の最適人口規模、『オイコノミカ』第 40 巻第 3・4 号, pp. 81-94。
横道清孝・沖野浩之 (1996) 財政的効率性からみた市町村合併、『自治研究』第 72 巻, pp. 69-87。
Alonso, W. (1971) 'The Economics of Urban Size'. *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, Vol. 26, pp. 67-83。
Boarnet, M. (1999) 'Road Infrastructure, Economic Productivity, and the Need for Highway Finance Reform'. *Public Works Management & Policy*, Vol. 3, No. 4, pp. 289-295。
Camagni, R., Capello, R., & Caragliu, A. (2016) 'Static vs. Dynamic Agglomeration Economies: Spatial Context and Structural Evolution behind Urban Growth'. *Papers in Regional Science*. Vol. 95 pp. 133-58。

- Camagni, R., Capello, R., 2000. 'Beyond Optimal City Size: An Evaluation of Alternative Urban Growth Patterns'. *Urban Studies*, Vol. 37, pp. 1479-1496.
- Fujita, M. (1989) "Urban economic theory: land use and city size", Cambridge University Press, Cambridge.
- Fujita, M. (2007) 'The development of regional integration in East Asia: From the viewpoint of spatial economics', *Review of urban & regional development studies*, Vol. 19, No. 1, pp. 2-20.
- Fujita, M., and Thisse, J. F. (2013)、徳永澄憲・太田充訳 (2017) 『集積の経済学：都市、産業立地、グローバル化』東洋経済新報社.
- Henderson, J. V. (1986). 'Efficiency of resource usage and city size'. *Journal of Urban economics*, Vol. 19, No. 1, pp. 47-70.
- Jacobs, J. (1969). "The Economy of Cities". New York: Random House.
- Kunihisa, S. and M. Kaiyama (1998) 'The Economic Effect of Highway Construction: A Comparative Analysis for the UK, Germany and Japan', *Review of Urban & Regional Development Studies*, Vol. 10, No. 1, pp. 28-41.
- Mizutani, F., Tanaka, T., & Nakayama, N. (2015) 'Estimation of optimal metropolitan size in Japan with consideration of social costs'. *Empirical Economics*, Vol. 48, No. 4, pp. 1713-1730.
- Wang, E. (2002) 'Public infrastructure and economic growth: a new approach applied to East Asian economies', *Journal of Policy Modeling*, Vol. 24, No. 5, pp. 411-435.
- Yarmohammadian, N. (2018) 'Resisting urban economy by optimizing efficient urban population'. *Urban Economics and Management*, Vol. 6, No. 2, pp. 145-162.
- Zheng, X. P. (1998) 'Measuring optimal population distribution by agglomeration economies and diseconomies: a case study of Tokyo'. *Urban Studies*, Vol. 35, No. 1, pp. 95-112.
- Zheng, X. P. (2007) 'Measurement of optimal city sizes in Japan: a surplus function approach'. *Urban Studies*, Vol. 44, Nos. 5/6, pp. 939-951.