

集積の利益と地域経済

—企業活動に関する最適空間構造のシミュレーション分析—

林 亮輔*

関西学院大学・日本学術振興会特別研究員 (PD)

集積の利益は地域経済のパフォーマンスを決定づける重要な要因である。本稿では、集積の利益を表す変数として、①地域中心部における事業所の密度(中心密度)、②中心部から遠ざかるにつれて事業所密度が低下する程度(密度勾配)を用い、民間資本、労働に加えて集積の利益を組み込んだ生産関数を推計した結果、集積の利益が地域経済に影響を及ぼしていることが実証された。次に、推計結果を踏まえてシミュレーション分析を行った結果、①神奈川県や愛知県などでは、事業所分布を中心部に集中させれば集積の利益による効果が高まり、生産を増加できること、②東京都や大阪府などでは、現状において混雑現象という集積の不利益が発生しており、事業所を分散させることによって生産を増やせることが明らかとなった。本稿の実証分析結果は、地域の生産力を増加させるうえで、集積の利益や不利益という外部性を調整するための地域計画・都市計画をはじめとした、空間コントロール政策が有効であることを示している。

1. はじめに

地域経済の成長は、中長期的には労働、資本、技術といった要因によって決定される。しかし、地域経済のパフォーマンスを考えると、見落とすことができない重要な要因は、人口や企業が集積することによって生じるメリットである。

集積の利益に関する研究としては、1957年から77年の期間に、アメリカにおける13都市地域の製造業について集積の利益が存在することを検証した Fogarty and Garofalo(1988)、同じくアメリカの24都市地域における製造業を対象に、全要素生産性の地域間格差と集積の利益の関係を検証した Mullen and Williams(1990)がある。他にも、McDonald(1992)、Glaeser et al. (1992)、O’HUallachain and Satterthwaite(1992)など、集積の利益の指標、対象となる産業、推計方法などは多様であるものの、海外で

本稿は、日本学術振興会科学研究費補助金(特別研究員奨励費(22008055))の助成を受けたものである。本稿の作成に際して、跡田直澄先生(嘉悦大学)、井田憲計先生(桃山学院大学)、林正義先生(東京大学)、本間正明先生(近畿大学)、山鹿久木先生(関西学院大学)、本稿を審査した匿名レフェリーから数多くの有益なコメント及びアドバイスをいただいた。また、論文の作成過程において、指導教授である林宜嗣先生(関西学院大学)に指導をしていただいた。ここに記して感謝の意を表したい。なお、本稿についての責任は、すべて筆者に帰する。

* (連絡先住所) 〒662-8501 兵庫県西宮市上ヶ原一番町1-155 関西学院大学経済学部
(E-mail) ryosuke@kwansei.ac.jp

は集積の利益に関して多くの研究が蓄積されている。

しかし、わが国の地域研究においては、地域乗数分析や地域産業連関表を用いた波及効果という短期的・需要面からのアプローチが多い。また、供給面を重視した研究も、吉野・中島(1999)、林(2004)等のように「社会資本の限界生産性の計測」が中心であり、集積の利益という地域成長要因を地域の成長メカニズムに明示的に取り入れた研究はNakamura (1985)、金本・大河原 (1996) を除けばほとんど存在しない。

本稿の目的は、集積の利益が地域経済に重要な影響を及ぼす要因であるのかを検証すると共に、影響を及ぼすとするれば集積の利益を高めるためにはどのような政策が有効なのかを明らかにすることである。本稿の構成は次の通りである。第2節では、集積の利益を数値化する。集積の利益は特定の地域に産業や企業が集中して立地することによって生じる利益であり、空間構造が重要な意味を持つ点を考慮し、Mills (1972) の手法を用いて推計する。第3節では、集積の利益を考慮した生産関数を推計することによって、地域経済力の決定要因を分析する。第4節では、地域経済力の強化のための公共政策のあり方をシミュレーション分析によって明らかにする。

2. 集積の利益の特定化

2.1 集積の利益と空間構造

集積の利益と地域経済との関連を検証するために生産関数を推計するが、先行研究の多くは集積の利益の大きさを表す変数（以下、「集積の利益変数」とする）として人口規模あるいは人口密度を用いている。しかし、人口規模や人口密度では、集積の利益変数として不十分と考えられる。なぜなら、第1に、居住人口と企業活動の大きさとの相関が十分ではないためである。この点は、大量の昼間流入人口が存在する東京や大阪を考えれば明らかである。第2に、人口が一定の面積にどのように分布しているかという空間構造を表すことができないためである。異地域間で面積と人口に差がなくても、人口が集中しているか、分散しているかといった地理的分布状況の相違によって集積の利益の大きさが異なると考えられる。そこで本稿では、Fogarty and Garofalo (1988) 以降の研究で用いられている、企業立地の空間構造を考慮した変数を用いて集積の利益を検証する。

地域・都市の空間構造は、都市計画・土地利用規制といった制度的要因にも影響を受ける。しかし、用途地域制における第一種低層住居専用地域および工業専用地域を除けば、土地利用規制が比較的緩やかなわが国においては、企業立地は市場メカニズムによ

って決定される程度が大きく、理論的には以下のような「付け値モデル(bid-rent model)」を用いて考えられる。

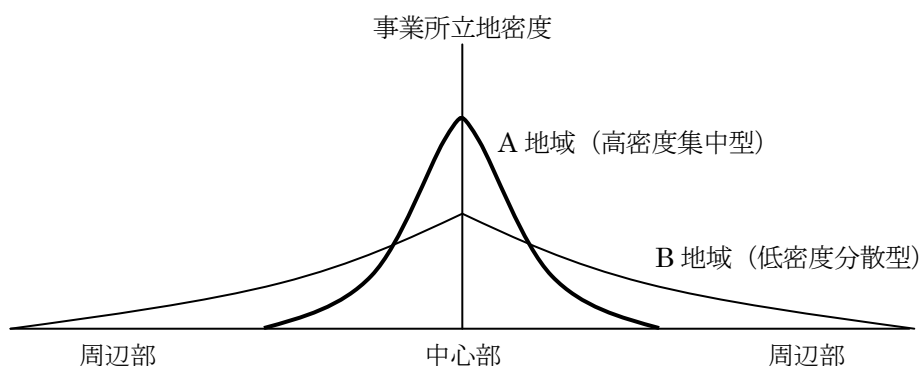
土地はすべての地点で同質であると仮定すると、何らかの理由によって市場が成立した中心部(CBD: Central Business District)においては、市場への財の輸送(移動)コストが少なくてすむため、他の条件が一定であるなら、土地に対する需要が高まり、地代が上昇する。従って、生産要素である土地の資本に対する相対価格は中心部に近いほど高くなり、企業が利用する土地の量は少なくなる。そして、中心部からの距離が遠くなるほど、土地の利用量が増加すると考えられる。

以上の考えを地域の空間構造に適用すると、中心部に近い地域ほど企業が密集することから、単位面積当たりの事業所数(事業所密度)が高くなり、中心部から離れるにつれて事業所密度が逓減するような空間構造となる。

図1は、地域の事業所数と面積が同じであるが、A地域は中心部に集中して事業所が立地し、B地域は周辺部を含めて地域内に分散して事業所が立地していることを示している。このとき、A地域の空間構造の方が地域の経済力を大きくするか否かが検証課題となる。検証した結果、有意な結果が得られれば、「集積の利益が存在する」と判断される。

この点を検証するには、A地域とB地域の空間構造の相違を数値化する必要があるが、ここでは、①各地域の中心部における事業所密度(以下、「中心密度」とする)、および、②中心部からの距離の増加に伴う事業所密度の低下の程度(以下、「密度勾配」とする)を、集積の利益に影響する空間構造の変数として用いる。

図1 事業所分布と集積の利益



2.2 密度勾配の推計

密度勾配の推計には、中心部から離れるほど事業所密度の低下度が緩やかになることを近似的に示すために、負の指数密度関数 (negative exponential density function)、

$$D(u) = De^{-\gamma u} \quad (1)$$

を用いることとする¹。(1) 式における $D(u)$ は中心部から u キロメートル離れた地点での事業所密度、 e は自然対数の底、 D は中心部における事業所密度 (中心密度)、 γ は中心部から離れるときの事業所密度の低下度 (密度勾配) であり、 D と γ はいずれもデータから推計されるパラメーターである。密度勾配 (γ) が大きければ密度が急激に低下し、小さければ密度が緩やかに低下していると解釈される²。

(1) 式の両辺を対数変換すると、

$$\ln D(u) = \ln D - \gamma u \quad (2)$$

となる。各地域の密度勾配 (γ) は、中心部から u キロメートル離れた地点での事業所密度 ($D(u)$) の自然対数値を、中心部からの距離 (u) の関数として推計される。

推計は都道府県単位で行う。密度勾配を明確に導出するためには、単一の中心地で形成される経済圏を単位とした分析の方が望ましい。しかし、後に行う生産関数の推計に必要なデータが都道府県単位でしか得られないため、都道府県を単位とせざるを得ない。 $D(u)$ のデータは各都道府県の市 (区) における事業所数/可住地面積とし、事業所数は『事業所・企業統計調査』から、可住地面積は『地域経済総覧』からデータを得る³。 u のデータは各都道府県において最も事業所数が多い市 (区) を中心部と考え、中心部の市役所 (区役所) から他の市役所 (区役所) までの距離と定義し、『Google Earth』によって計測された直線距離とする⁴。

都市別の事業所密度を推計データとして用いることから、県内における事業所数のシェアが低いにも関わらず、可住地面積が小さいことで、事業所密度が極端に高い都市が存在する。このような場合、密度勾配が過小に (集積の経済が小さく) 推計されたり、事業所密度を距離の関数として推計できなかつたりする可能性がある。これらの都市は事業所数が少なく、地域全体の集積の利益に及ぼす影響は軽微であると考えられること

¹ Mills (1972) では経験的にこの密度関数が適切であることが示されている。

² Mills (1972), p. 35 参照。

³ 可住地面積は、各都道府県の総面積から林野面積と主要湖沼面積を差し引くことで求められる。

⁴ 『Google Earth』には、①無償で利用でき、②操作が容易であるという利点があり、データ作成の再現性が高いことから、計測に利用した。

から、ダミー変数を用いることでコントロールする。

(2) 式に 90 年と 2000 年のデータを用いて推計した結果、表 1 に示される通り、90 年には 47 都道府県中 27 都道府県、2000 年には 30 都道府県の密度勾配 (γ) が近似さ

表 1 密度勾配の推計結果

	1990	2000		1990	2000		1990	2000
北海道	0.0045** (2.48) adjR ² =0.30 N=32	0.0074*** (3.75) adjR ² =0.23 N=44	石川	0.0105** (2.66) adjR ² =0.46 N=8	0.0135*** (4.51) adjR ² =0.70 N=10	広島	0.0170* (2.24) adjR ² =0.26 N=13	0.0228*** (3.15) adjR ² =0.31 N=21
青森	—	0.0337** (2.54) adjR ² =0.49 N=10	福井	0.0058* (2.32) adjR ² =0.90 N=7	0.0324* (2.01) adjR ² =0.31 N=9	徳島	0.0682** (6.12) adjR ² =0.92 N=4	0.0208** (2.58) adjR ² =0.45 N=8
宮城	0.0233** (2.57) adjR ² =0.60 N=10	0.0461*** (7.20) adjR ² =0.80 N=17	岐阜	0.0165** (2.75) adjR ² =0.36 N=14	0.0135*** (4.14) adjR ² =0.52 N=21	香川	—	0.0331** (4.24) adjR ² =0.73 N=8
秋田	0.0157** (3.37) adjR ² =0.61 N=9	0.0248*** (5.94) adjR ² =0.73 N=13	愛知	0.0157*** (3.17) adjR ² =0.24 N=30	0.0406*** (6.90) adjR ² =0.49 N=50	高知	0.0126** (2.50) adjR ² =0.40 N=9	—
栃木	0.0245** (2.46) adjR ² =0.56 N=12	0.0314* (2.11) adjR ² =0.29 N=14	滋賀	—	0.0174** (2.50) adjR ² =0.30 N=13	福岡	0.0218** (2.83) adjR ² =0.27 N=23	0.0165** (2.21) adjR ² =0.09 N=39
埼玉	0.0318*** (7.54) adjR ² =0.58 N=42	0.0401*** (7.17) adjR ² =0.56 N=40	京都	0.0222** (3.02) adjR ² =0.49 N=11	0.0332*** (4.98) adjR ² =0.51 N=24	佐賀	0.0345* (2.32) adjR ² =0.40 N=7	0.0476** (3.02) adjR ² =0.46 N=10
千葉	0.0162** (2.10) adjR ² =0.10 N=30	0.0216*** (3.58) adjR ² =0.23 N=41	大阪	0.0493*** (6.26) adjR ² =0.54 N=33	0.0783*** (10.97) adjR ² =0.69 N=56	長崎	0.0173** (2.69) adjR ² =0.51 N=7	0.0188** (2.62) adjR ² =0.51 N=10
東京	0.0658*** (13.77) adjR ² =0.79 N=50	0.0649*** (11.65) adjR ² =0.74 N=49	兵庫	0.0152** (2.35) adjR ² =0.18 N=21	0.0284*** (5.43) adjR ² =0.44 N=37	宮崎	0.0237** (2.52) adjR ² =0.55 N=9	0.0211* (2.48) adjR ² =0.52 N=9
神奈川	0.0310*** (5.91) adjR ² =0.65 N=19	0.0357*** (6.13) adjR ² =0.47 N=42	奈良	0.0166* (2.36) adjR ² =0.74 N=10	0.0297** (2.87) adjR ² =0.60 N=12	鹿児島	0.0254* (3.15) adjR ² =0.45 N=12	0.0204** (2.66) adjR ² =0.30 N=15
新潟	0.0081** (2.50) adjR ² =0.26 N=20	—	島根	—	0.0054* (2.34) adjR ² =0.57 N=8	沖縄	—	0.0049** (2.44) R ² =0.33 N=11
富山	0.0415** (2.93) adjR ² =0.49 N=9	0.0250** (2.26) adjR ² =0.68 N=10	岡山	0.0222*** (3.96) adjR ² =0.66 N=10	0.0171** (2.30) adjR ² =0.24 N=15			

注 1) 括弧内は t 値、adjR² は自由度修正済決定係数、N は観測値数を表す。

注 2) *は 10%、**は 5%、***は 1%水準で有意なことを示している。

れた⁵。しかしながら、残りの県では、事業所密度を距離の関数として捉えるには関数（モデル）の当てはまりが不十分で、除外せざるを得なかった。その原因としては、それらの県には、①経済圏の中心となる都市が複数存在する、あるいは、②都市間の事業所密度に差がないことが考えられる⁶。

2000 年において密度勾配の値が最も大きかったのは大阪府の 0.0783、最も小さかったのは沖縄県の 0.0049 であった。この結果は、大阪府の方が中心部近くに事業所が集中的に立地していることを示し、地域間の事業所密度にそれほど差がない沖縄県に比べて、集積の利益による効果が大きいことを予想させる。

3. 実証分析

3.1 モデルと推計式

本稿では生産関数モデル、

$$Q = A(Z)F(K_p, L) \quad (3)$$

を想定する。(3) 式における Z は集積の利益変数、 K_p は民間資本ストック、 L は労働である。なお、 $A(Z)$ はヒックス中立的な集積の利益変数である⁷。

集積の利益変数は中心密度、密度勾配であり、密度勾配が高ければ集積の利益による効果が大きくなり生産にプラスの効果を与えると考えられる。しかし、ここで注意すべき点は、事業所が過度に中心部に集中すると、混雑現象といった集積の不利益が発生し、生産にマイナスの効果が生じる可能性である。そこで、推計には密度勾配と密度勾配の 2 乗という 2 つの変数を用いて、生産に対する密度勾配の非線形の効果を捉える。

以上を踏まえて (3) 式を特定化すると、

$$\begin{aligned} \ln Q_{it} = & a + \alpha_1 \ln D_{it} + \alpha_2 \gamma_{it} + \alpha_3 (\gamma_{it})^2 + \beta_1 \ln K_{pit} + \beta_2 \ln L_{it} \\ & + \beta_3 D_{tokyo} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

となる。(4) 式における Q は実質県内総生産、 D は中心密度、 γ は密度勾配、 γ^2 は密

⁵ 密度勾配が近似された都道府県の間でも、自由度修正決定係数の大きさが大幅に異なる。これは、「付け値モデル」で仮定されている「土地は同質である」といった前提が、すべての地域において満たされておらず、現実の空間構造が、本稿で表した密度関数によって完全に説明できるわけではないことを表している。

⁶ メッシュデータを用いてサンプル数を増やす、あるいは、経済圏単位で推計を行うことができれば、事業所密度を距離の関数として捉えることができ、密度勾配を近似することができると考えられるが、生産関数の推計が困難になってしまう。

⁷ ヒックス中立的とは、労働と資本の両方の効率を引き上げるものを指し、労働増加的であるときはハロッド中立的、資本増加的であるときはソロー中立的と言われる。

度勾配の2乗、 K_p は実質民間資本ストック、 L は就業者数、 D_{tokyo} は東京ダミー、 ε は誤差項である。なお、添字 i および t は、それぞれ都道府県と年度を表す。

3.2 データ

Nakamura (1985)、Fogarty and Garofalo (1988)をはじめとした先行研究は、分析対象を製造業などの特定産業に限ることにより、単一産業レベルでの集積の利益を検証している。しかしながら、①わが国における地域ごとの産業構造をみると、特定業種に極端に特化している地域は少なく、(産業別構成に相違はあるにせよ)ほとんどの地域で様々な産業が混在している。②事業所の業種を考慮した分析は、民間資本ストックなどの分割を必要とすることから、計測が極めて困難である。③本稿の目的は地域経済全体に対する集積の利益の存在を検証することである点を踏まえ、単一産業レベルではなく、全産業を集計したデータを用いて分析を行う。データは47都道府県×11ヵ年(90年－2000年)からなる、標本数517のプールド・データである。表2には推計に使用するデータの基本統計量が示されており、以下の方法によって得られたものである。

県内総生産および就業者数は『県民経済計算年報』、民間資本ストックは『民間企業資本ストック年報』における実質民間企業資本ストック(取付ベース)の増分を、『県民経済計算年報』の各都道府県の県内総資本形成(民間企業設備)で按分することで、都道府県別データを得る。

表2 基本統計量

	県内総生産 (100万円)	民間資本ストック (100万円)	就業者数 (人)
最大	89,916,171	163,928,504	8,796,240
最小	1,938,757	2,629,062	325,998
平均	10,524,151	18,790,231	1,374,855
標準偏差	13,767,246	23,472,562	1,467,134
標本数	517	517	517
	密度勾配	中心密度	
最大	0.0783	8.36	
最小	0.0000	3.86	
平均	0.0162	5.12	
標準偏差	0.0170	0.95	
標本数	517	517	

集積の利益については時間の経過と共に変化すると考えられるため、中心密度および密度勾配については年度毎に計算した数値を用いる⁸。密度勾配に関しては、第2.2節において近似された都道府県については推計結果の値を用い、近似されなかった県については、密度勾配という集積の利益に影響を及ぼす空間構造が存在しないと考え、密度勾配の値に0を用いる⁹。

3.3 推計結果

(4) 式の推計結果が表3に示されている。

各変数を見ると、民間資本ストック ($\ln K_p$) と就業者数 ($\ln L$) の係数はプラスとなり、民間資本ストック・就業者数を増やせば県内総生産が増加するという結果となった。

集積の利益に関して明らかになった結果は以下の通りである。

①中心密度 ($\ln D$) の係数はプラスであり、中心密度が高まれば集積の利益による効果が大きくなり、生産にプラスの効果を与える。また、係数が0.0113であることから、他の条件を一定として中心密度が100%高まると、県内総生産額が1.13%増加すると推定される。

②密度勾配 (γ) の係数はプラスであり、密度勾配が高まれば集積の利益による効果が大きくなり生産にプラスの効果を与える。例えば、中心部から1km離れることによる事業所密度の低下度を0.1社/km²高める(密度勾配を高める)と、県内総生産額が千葉県では約497億円、神奈川県では約11億円増加することになる。

③しかし、密度勾配の2乗 (γ^2) の係数がマイナスであることから、密度勾配がある水準を超えると、集積の不利益が集積の利益を上回り、生産にマイナスの効果を与える。例えば、集積の不利益が生じている東京都において、中心部から1km離れることによる事業所密度の低下度を0.1社/km²高める(密度勾配を高める)と、さらなる集積の不利益が生じ、県内総生産額が約1,381億円減少することになる¹⁰。

⁸ 林(2007)では、全期間を通じて密度勾配が一定であるとして、生産関数の推計を行っている。しかし、時間の経過と共に事業所の分布が変化していることから、本稿では90年から2000年までの各年度について密度勾配を推計し、各年度の値を生産関数の推計に用いている。

⁹ 第2.2節において述べた通り、フィットが悪い地域はPolycentric(複数中心型)な地域であると考えられる。Polycentricな地域は、Monocentric(単一中心型)な地域に比べて空間構造が分散的であり、集積の利益が小さいと考えられることから、密度勾配の値に0を用いることは妥当であると考えられる。

¹⁰ 総事業所数が一定である限り、中心密度と密度勾配は連動して変化する。しかし、ここでは、中心密度と密度勾配のそれぞれが生産に及ぼす影響を個別に見ることを目的としていることから、中心密度と密度勾配との連動性を考慮していない。

表 3 生産関数の推計結果

説明変数	係数
定数項	0.0742 (0.98)
$\ln D$	0.0113** (2.18)
γ	1.6717*** (3.46)
γ^2	-22.5787** (-2.43)
$\ln Kp$	0.3697*** (21.70)
$\ln L$	0.6919*** (35.01)
D_{tokyo}	0.1003*** (3.49)
$\text{adj}R^2$	0.992
N	517

注 1) 括弧内は t 値、 $\text{adj}R^2$ は自由度修正済決定係数、N は観測値数を表す。

注 2) *は 10%、**は 5%、***は 1%水準で有意なことを示している。

以上の推計結果から、都道府県単位の経済において事業所の地理的分布という面から見た地域の空間構造が、集積の利益となって地域経済（総生産）を左右することが明らかとなった。このことは企業活動の空間構造を再編成することで地域の生産力を高める可能性があることを示唆している。以下ではこの点を検証する。

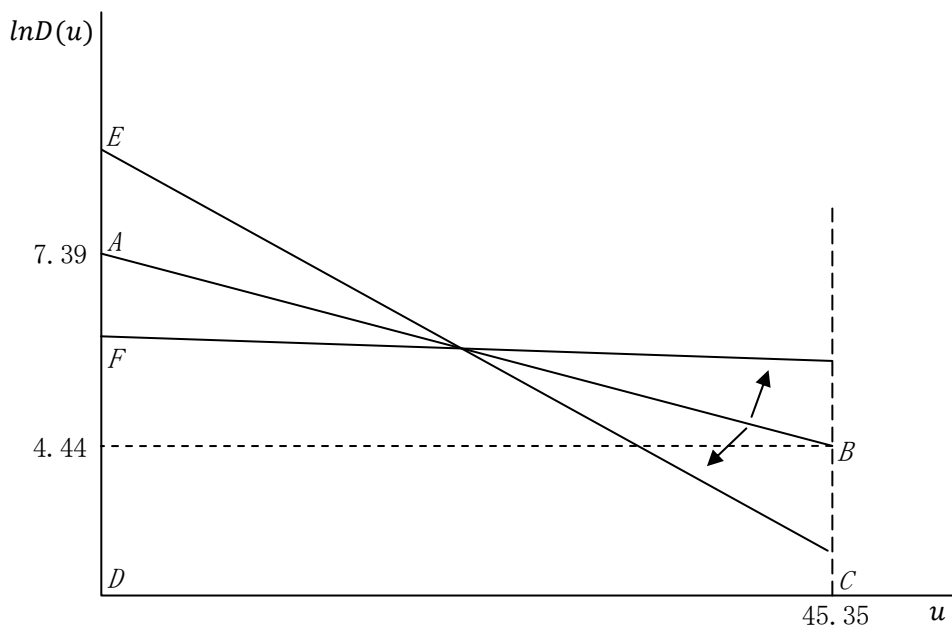
4. 最適な空間構造（シミュレーション分析）

4.1 シミュレーション方法

集積の利益による効果を高め、地域の生産活動を最大化するという意味での最適な空間構造を導き出すため、密度勾配の値が 90 年と 2000 年の両方で有意になった 25 都道府県についてシミュレーション分析を行う。

シミュレーションは、生産量が最も多くなる最適な空間構造を導き出すことを目的としていることから、生産量に影響を与える他の要因である民間資本ストック、就業者数を一定として行う。また、空間構造（事業所の地域分布）の変化による効果を見る目的上、地域毎の総事業所数を第 2.2 節の（2）式の推計結果から得られる事業所数（理論値）に固定し、都道府県という行政区域内での最適な空間構造を導き出すことを目的と

図2 事業所数が一定の場合の密度勾配と中心密度（東京都の場合）



注）図中の 7.39 は東京都の中心密度（中央区の事業所密度の対数値）、4.44 は中心部から最も離れた市である、青梅市の事業所密度の対数値、45.35 は中央区から青梅市までの距離（km）である。

していることから、中心部と中心部から最も離れた市までの距離を一定とする。

総事業所数が一定であることから、中心密度と密度勾配は連動する。例えば、図2に示すように、東京都の総事業所数は $ABCD$ の面積となり、密度勾配を大きくすると、中心密度が A から E へ、密度勾配を小さくすると、中心密度が A から F へと変化する。つまり、空間構造の変更が生産量にどのように影響するかは、中心密度の変化による生産量への影響と、密度勾配の変化による生産量への影響を総合的に見なければならない。そして、最適な空間構造は、事業所数一定という制約の下で、地域の生産量を最大にすることによって求められる。最適空間構造の導出方法については補論2に示した。

4.2 シミュレーション結果

事業所数を一定に保ったまま、密度勾配と中心密度を変更することによって、地域経済にどのような効果が及ぶかをシミュレーション分析によって検証してみよう。以下には、千葉県と東京都のケースが示されている。

千葉県の事業所に関する現状の空間構造は、中心密度が 4.73、密度勾配が 0.022 であるが、事業所の分布を中心部に集中させ、密度勾配をその効果が最大になる 0.037（中

心密度 5.26) にすると、生産量が現状より約 1.13%増加する。さらに事業所の分布を中心部に集中させると、密度勾配が過大となり、生産量にはマイナスの影響を及ぼすが、中心密度の高まりによる生産量の増加がそれを上回り、その結果、生産量は増加し続ける。このように、千葉県では現状の空間構造は集積の利益を完全に取り込むことができていない。しかし、密度勾配が 0.045（中心密度 5.53）を上回るほどに事業所を中心部に集中させると、過集積による不利益が中心密度の上昇によるプラスの効果を上回り、生産量は逆に減少する。つまり、千葉県において生産量を最大にする最適な空間構造は、密度勾配 0.045、中心密度 5.53 となる。

東京都の現状の空間構造は中心密度が 7.38、密度勾配が 0.065 であるが、事業所の分布を周辺部に分散させることによって生産量を増加させることができる。つまり、東京都では、事業所の中心部への集中が混雑現象という集積の不利益を発生させている。現在の過集積となっている空間構造を、密度勾配 0.043（中心密度 6.88）にまで変更することが望ましいと言える。ただ、それ以上に分散させると、生産量は減少に転じる。

以上のように、事業所分布の空間構造は集積の利益（不利益）となって地域経済に影響を及ぼすことが検証された。ここで、密度勾配の値が 90 年と 2000 年の両方で近似できた 25 都道府県を取り上げて、県内総生産が最大になる空間構造を求めた。その結果が表 4 に示されている。地域によって最適な密度勾配に差が生じるのは、総事業所数が地域によって異なるために、中心密度が上昇することによる限界的な生産額の上昇幅が、地域ごとに異なるからである。

宮城県・埼玉県・千葉県・神奈川県・愛知県・京都府・兵庫県・広島県・福岡県などは、現在の密度勾配が過小で、集積の利益による効果が最大となる空間構造とはなっていない。また、東京都・大阪府・佐賀県は、密度勾配が過大で、混雑現象などの集積の不利益が発生する空間構造となっていることが明らかとなった。

本稿では、データ等の制約から業種・規模といった事業所の違いを考慮に入れることができなかった。しかしながら、事業所分布という空間構造の変更によって生産力を増加させられるという結果が得られたことは、「集積の利益」の強化が、政策上重要であることを示している。

5. おわりに

集積の利益は地域の経済活動に重要な影響を及ぼすと考えられている。そこで本稿では、密度勾配と中心密度といった空間構造を表す変数を集積の利益変数として用いるこ

表 4 最適な空間構造と県内総生産（GRP：Gross Regional Product）への影響

		現実の空間構造		GRP最大化の空間構造		空間構造 変更による GRP増加率
		中心密度	密度勾配	中心密度	密度勾配	
分散が 望ましい	東京	7.38	0.0649	6.88	0.0427	1.12%
	大阪	6.94	0.0783	6.16	0.0425	2.94%
	佐賀	3.76	0.0476	3.65	0.0420	0.07%
集中が 望ましい	北海道	3.96	0.0074	5.36	0.0155	2.56%
	宮城	4.89	0.0461	4.96	0.0476	0.01%
	秋田	3.75	0.0248	4.61	0.0463	1.12%
	栃木	4.08	0.0314	4.35	0.0429	0.30%
	埼玉	5.63	0.0401	5.75	0.0441	0.04%
	千葉	4.73	0.0216	5.53	0.0450	1.30%
	神奈川	6.01	0.0357	6.20	0.0433	0.13%
	富山	4.06	0.0250	4.31	0.0412	0.57%
	石川	4.38	0.0135	6.37	0.0494	3.10%
	福井	4.19	0.0324	4.70	0.0459	0.39%
	岐阜	4.52	0.0135	6.23	0.0481	2.93%
	愛知	5.78	0.0406	5.90	0.0446	0.04%
	京都	5.83	0.0332	6.49	0.0475	0.53%
	兵庫	5.52	0.0284	6.52	0.0483	1.01%
	奈良	4.55	0.0297	4.79	0.0420	0.33%
	岡山	3.93	0.0171	4.65	0.0436	1.62%
	広島	5.01	0.0228	6.01	0.0466	1.38%
	徳島	4.04	0.0208	4.88	0.0451	1.40%
	福岡	5.05	0.0165	5.98	0.0448	1.88%
	長崎	4.08	0.0188	5.09	0.0457	1.73%
	宮崎	4.00	0.0211	4.98	0.0461	1.50%
	鹿児島	3.91	0.0204	4.59	0.0440	1.29%

注）鹿児島県は離島を除いてシミュレーションを行った結果である。

とによって、集積の利益を考慮した地域経済の決定要因を推計した。その結果、中心密度が高まり、そして密度勾配が大きくなれば集積の利益による効果が大きくなることから生産にプラスの効果が及ぶ一方、中心部での事業所集中が過大になると、混雑現象という集積の不利益によって、生産にマイナスの効果が及ぶ可能性が明らかとなった。

集積の利益による効果を高め、地域の生産を最大化するという意味での最適な空間構造を導き出すためにシミュレーション分析を行った。その結果、宮城県・埼玉県・千葉県・神奈川県・愛知県・京都府・兵庫県・広島県・福岡県などの地域では、事業所の分

布を中心部により近づけることで集積の利益を引き出し、生産力の増加を実現しうる。逆に、東京都や大阪府などにおいては、集積の不利益が発生する空間構造となっていることから、事業所を分散させ集積の不利益を減少させることによって地域経済の拡大を図る余地が存在することが明らかとなった。

集積の利益や不利益といった外部性が存在するとき、土地利用規制が緩く、民間経済主体の自由な立地選択を可能にする市場メカニズムでは、必ずしも望ましい空間構造を実現するわけではないことを分析結果は示している。地域経済の活性化が重要な政策課題となっている今日、事業所における空間構造にまで踏み込んだ地域計画・都市計画の策定により、集積の利益や不利益といった外部性を調整することによって生産力を増加させる政策が必要である。

最後に、本稿の課題について述べておく。第1は、各種データが都道府県単位になっているため、経済圏単位での分析ができなかったことである。分析の精緻化のために必要なデータの整備が不可欠である。

第2は、集積の利益が民間資本ストックや労働の呼び水となり、さらなる集積の利益を発生させるという動学的な影響を分析に組み込めなかったことである。この点は、海外でもほとんど研究成果がなく、筆者の今後の研究課題としたい。

参考文献

- 金本良嗣・大河原透（1996）「東京は過大かー集積の経済と都市規模の経済分析ー」『電力経済研究』No. 37, pp. 29-42.
- 林亮輔（2007）「集積の利益と地域経済成長ー最適空間構造の実証分析」『関西学院経済学研究』38, pp. 1-24.
- 林宜嗣（2004）「公共投資と地域経済ー道路投資を中心にー」『フィナンシャル・レビュー』74, pp. 52-64.
- 吉野直行・中島隆信（1999）『公共投資の経済効果』日本評論社.
- Fogarty, M. S. and G. A. Garofalo (1988) "Urban spatial structure and productivity growth in the manufacturing sector of cities," *Journal of Urban Economics*, Vol. 23, pp. 60-70.
- Glaeser E. , H. Kallal, J. Scheinkman and A. Shleifer (1992) "Growth in cities," *Journal of Political Economy*, Vol. 100, pp. 1126-54.
- McDonald, J. F. (1992) "Assessing the development status of metropolitan areas," in E.

- S. Mills and J. F. McDonald(eds), *Sources of Metropolitan Growth*, Rutgers Univ. Press.
- Mills E. S. (1972) *Studies in the Structure of the Urban Economy*, The Johns Hopkins Press.
- Mullen, J. and M. Williams (1990) “Explaining total factor productivity differentials in urban manufacturing,” *Journal of Urban Economics*, Vol.28, pp.103-23.
- Nakamura, R. (1985) “Agglomeration economies in urban manufacturing industries: A case of Japanese cities,” *Journal of Urban Economics*, Vol.17, pp.108-124.
- O’Hallachain, B. and M. Satterhwaite (1992) “Sectoral growth patterns at the metropolitan level: An evaluation of economic development incentives,” *Journal of Urban Economics*, Vol. 31, pp.25-58.

参考資料

グーグル株式会社『Google Earth』2009年10月閲覧

〈<http://www.google.co.jp/intl/ja/earth/>〉.

総務省統計局統計調査部経済統計課 事業所・企業統計室編『事業所・企業統計調査』.

内閣府経済社会総合研究所編『県民経済計算年報』.

内閣府経済社会総合研究所編『民間企業資本ストック年報』.

東洋経済新報社『地域経済総覧』.

補論 1

先行研究である林（2007）と比較して、本稿は以下の点で改良を加えた。

- ①事業所密度が中心地から一様に逓減するという仮説の妥当性を「付け値モデル」によって説明した上で、密度勾配を推計している。
- ②事業所数のシェアが小さいにも関わらず、事業所密度が極端に高い都市が存在することによって、密度勾配を近似できていない場合、これらの都市は集積の利益に及ぼす影響が軽微であると考えられることから、ダミー処理を行った上で密度勾配を近似している。
- ③時間の経過と共に事業所の分布が変化していることから、90年から2000年までの各年度について密度勾配を推計し、各年度の値を生産関数の推計に用いている。
- ④「同時性（内生性）」の問題を回避するために、社会資本を説明変数から除外して生産関数を再推計している。
- ⑤本稿では、密度勾配が有意に推計された25都道府県に関して最適な空間構造を導出

している。

⑥その際、補論2に示すように、事業所数を一定とする制約条件の下で域内総生産の最大化を目的として、最適空間構造を導出している。

補論2

最適な空間構造は、制約条件(2)式のもと目的関数(1)式を最大化することにより求められる。なお、 Q は実質県内総生産、 D は中心密度、 γ は密度勾配、 $\bar{N}$ は総事業所数、 $\bar{u}$ は中心部と中心部から最も離れた市までの距離、添え字 i および t は、それぞれ都道府県と年度を表す。

$$\max_{(\ln D_{it}, \gamma_{it})} \ln Q_{it} = 0.0742 + 0.0113 \ln D_{it} + 1.6717 \gamma_{it} - 22.5787 (\gamma_{it})^2 \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \ln D_{it} = \frac{\bar{u}_{it} \gamma_{it}}{2} + \frac{\bar{N}_{it}}{\bar{u}_{it}} \quad (2)$$

まず、ラグランジュ未定乗数法を用いることにより、(1)式と(2)式を

$$\begin{aligned} \ln Q_{it} = & 0.0742 + 0.0113 \ln D_{it} + 1.6717 \gamma_{it} - 22.5787 (\gamma_{it})^2 \\ & + \lambda \left(\ln D_{it} - \frac{\bar{u}_{it} \gamma_{it}}{2} - \frac{\bar{N}_{it}}{\bar{u}_{it}} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

と表すことができる。(3)式を D_{it} 、 γ_{it} 、 λ でそれぞれ偏微分した値を0とおくと、最適化の1階の条件

$$\frac{1}{Q_{it}} \frac{\partial Q_{it}}{\partial D_{it}} = \frac{0.0113}{D_{it}} + \frac{\lambda}{D_{it}} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{1}{Q_{it}} \frac{\partial Q_{it}}{\partial \gamma_{it}} = 1.6717 - 45.1574 \gamma_{it} - \frac{\lambda \bar{u}_{it}}{2} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{1}{Q_{it}} \frac{\partial Q_{it}}{\partial \lambda} = \ln D_{it} - \frac{\bar{u}_{it} \gamma_{it}}{2} - \frac{\bar{N}_{it}}{\bar{u}_{it}} = 0 \quad (6)$$

が得られる。(4) 式と (5) 式から、

$$\lambda = -0.0113 = \frac{3.3434 - 90.3418\gamma_{it}}{\bar{u}_{it}} \quad (7)$$

となり、(7) 式から最適な密度勾配の推計式

$$\gamma_{it} = \frac{3.3434 + 0.0113\bar{u}_{it}}{90.3418} \quad (8)$$

が得られる。さらに、(8) 式を (6) 式に代入すると、最適な中心密度の推計式

$$\ln D_{it} = \frac{\bar{u}_{it}}{2} \frac{3.3434 + 0.0113\bar{u}_{it}}{90.3418} + \frac{\bar{N}_{it}}{\bar{u}_{it}} \quad (9)$$

が得られる。地域毎の総事業所数 ($\bar{N}_{it}$)、中心部と中心部から最も離れた市までの距離 ($\bar{u}_{it}$) が与えられていることから、(8) 式と (9) 式にそれぞれの値を代入することにより、地域ごとの最適な空間構造を導き出すことができる。