

# 日本の製造業における産業集積生産性向上効果の都市圏比較

## Comparison of productivity improvements by industrial agglomeration of metropolitan areas in Japanese manufacturing

中西 敏之

NAKANISHI, Toshiyuki

IPU New Zealand

キーワード：産業集積，製造業，生産性，都市圏，メッシュデータ

**要旨：**製造業において事業所が集積することによる生産性向上効果を都市圏別に分析した。分析には1990年から2010年までの工業メッシュデータを用いた。メッシュごとのデータを用いることによって、緯度経度での区割りで分析を行うことができたので市区町村の行政単位再編の問題を避けて分析することができた。その結果、労働生産性を被説明変数にした場合は都市圏ごとの違いは明確でないこと、全要素生産性を被説明変数にした場合は名古屋圏で集積の生産性向上効果が比較的高いことがわかった。この結果は、名古屋圏において自動車産業を中心とした技術的外部経済が働いているためだと考えられる。

**Summary：**The agglomerations of manufacturing firms for improvements in productivity were analyzed by metropolitan areas. Industrial mesh data between 1990 and 2010 was used for the analysis. By using mesh data, the problem of reorganizations of administrative units in municipal districts, town and city in Japan was avoided by the analysis of divisions by longitude and latitude. The result showed the differences among each metropolitan areas are not clear when labor productivity is used as an explained variable, whilst the effect of the productivity improvement by the agglomeration is comparatively high in the Nagoya area when Total Factor Productivity is used as an explained variable. It is thought that the reason for this result is possibly the effect of technological external economy on the auto sector in Nagoya area.

### 1. はじめに

近年、円安の影響により、一部の大企業では工場の日本回帰が起こっている。国内では通信網が整備され、道路や鉄道などの交通インフラも整っている。更に、人件費の低下により製造環境が改善しつつある。こういった環境変化の中で、製造事業所の集積が、生産性の向上をもたらすかどうかを考察することが本稿の目的である。

Fujita, Krugman, Venables (1999) や佐藤, 田淵, 山本 (2011) では、産業集積のメリットとして次の点を挙げている。(1) 技術的外部経済：技術のスピルオーバーによって新しい技術をより早く容易に入手しやすい。(2) 中間財生産の規模の経済：関連する企業が近くに多く存在することによって、垂直的な企業間分業が行われ、中間財の市場が拡大する。(3) 熟練労働市場の形成：産業が集積しているために関連

労働者が集まり、特定産業労働者の需要と供給が増加する。(4) 取引費用の低減：企業同士のマッチング、企業と労働者のマッチング等が容易になる。しかしながら、これらの産業集積のメリットは技術の発達によって弱められているのではないかと考えられる。例えば、情報通信技術の発達により、新しい技術は日本国内のどこにいてもほぼ同時に得ることができる。また、交通手段が発達し輸送コストが比較的低減されて、同じ輸送費や輸送時間で到達できる範囲が広がっている。一方、集積のデメリットとしては、土地代の上昇、賃金の上昇、企業間の過剰な競争による価格の低下などを上げることができる。近年、製造業においては生産性の高い大工場などは土地の安い地域に作られ、むしろ分散化の傾向にあるのではないかと考える。

このような現状を考慮し、産業集積の製造業における生産性向上効果を、経済産業省の工業統計メッシュ

データを用いて分析した。その結果、労働生産性を被説明変数にした場合は都市圏ごとの違いは明確でないが、全要素生産性を被説明変数にした場合は名古屋圏で集積の生産性向上効果が高いことがわかった。

なお、サービス業においては森川（2008）が示しているように、全てのサービス業種で顕著な密度の経済性が観察されている。本稿では、製造業に関して集積の効果がいかに推移しているかについて考察する。

本稿の構成は、第2節で産業集積の現状を説明するとともに先行研究を挙げ、本稿の位置付けを明確にする。また、これらの情報をともに仮説を設定する。第3節では分析に用いたデータについて述べる。第4節では分析方法、第5節では分析結果を示す。最後に第6節でまとめと今後の課題を述べる。

## 2. 産業集積の現状と先行研究

### 2.1 産業集積の現状

経済産業省の工業統計データによると、1990年以降日本における製造業の事業所数は年々減少している。工業統計データから得た事業所数の推移を図1に示す。このグラフは従業者数が4人以上の事業所を対象にしたデータの1メッシュ当たりの平均事業所数を表したものである<sup>1)</sup>。東京圏は埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県の記事部、名古屋圏は岐阜県、静岡県、愛知県、三重県の市区部、大阪圏は京都府、大阪府、兵庫県、奈良県の市区部を表している。大都市圏においては、2010年は1990年の半分程度になっており製造事業所数の減少が著しい。このことから大都市における事業所の運営コストの増加や産業構造の変化等の影響で、産業集積効果が低下しているのではないかと予想される。

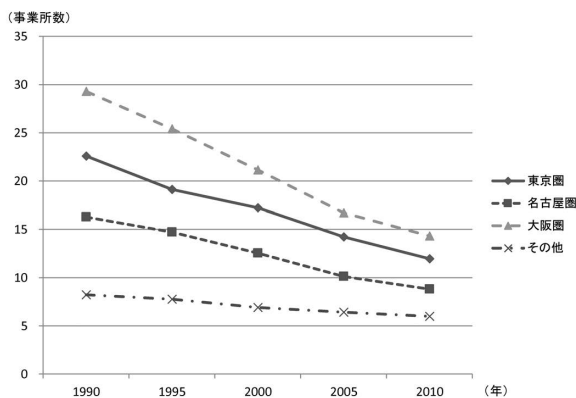


図1 メッシュ内事業所数の推移 (メッシュの平均値)

### 2.2 先行研究と仮説

Ciccone, Hall (1996) はアメリカにおいて、Ciccone (2002) はヨーロッパにおいて、産業集積による労働者の集積は労働生産性の向上に繋がっていることを示した。また、Melo, Graham, Noland (2009) では、過去の産業集積や都市化に関する34の研究の729の分析結果をメタ分析し、多くの研究で産業集積が生産性向上効果を示していることをまとめた。これらの研究により、産業集積が生産性の向上に正の効果があることが一般的に示されている。日本の産業集積についての研究として、吉田、植田 (1999) は日本を東京圏、大阪圏、その他地域に分け、東京圏、大阪圏では集積の経済は減少しているが、その他の地域では上昇していることを示した。ただし、製造業の集積の経済については、大阪圏では統計的に有意ではなかった。林 (2012) は、事業所の中心密度と密度勾配を用いて事業所の分布と集積の利益の関係を分析している。その結果、東京都と大阪府では密度勾配が過大で集積の不利益が発生する空間構造になっていることを示した。本稿では製造業に限って分析しているために、地方にある生産性の高い大工場なども考慮して、都市部だけではなく日本全体として、周辺の事業所数を中心に与える影響を分析している。

産業集積における生産性向上と集積度の同時性を扱い、産業における違いに注目した論文としてBrühlhart, Mathys (2008) がある。彼らは、Ciccone (2002) の研究をもとに、1980年から2003年の東西ヨーロッパの国々の地域データを用いてダイナミックパネル分析を行い、産業集積の効果を証明した。産業集積には同業種の産業が集積する産業特化効果と、複数の異なる産業が集積する都市化効果が考えられる。彼らは、都市化型の集積は労働生産性の向上に効果があるが、産業特化型の集積はあまり効果が見られないことを示した。日本の経済産業省の工業統計調査をもとにした研究としては、小西、齋藤 (2012) がある。この論文では製造業の事業所を対象に集積が生産性に与える効果を、TFP (全要素生産性) を被説明変数として分析している。その結果、都市化型の集積は生産性を引き上げる効果があるが、産業の特化型集積には、ほとんどの産業において、生産性を引き上げる効果がないことを示した。本稿では、これらの論文の結果を踏まえ、都市化型の産業集積について以下の仮説を立て、産業集積が製造業における生産性向上にどのような影響を与えているかを検証する。また、各地域は産業集積度のみでなく、産業構造、産業分類も異なる。そこ

で、東京圏、名古屋圏、大阪圏、その他の地域において産業集積が与える影響がどのように異なるかを労働生産性とTFP（全要素生産性）を指標として検証する。労働生産性とTFPを用いて都市圏の比較を行った研究は他にない。

仮説1：産業集積は製造業の生産性向上と正の関係がある。

仮説2：産業集積の生産性向上に与える効果は、都市圏により異なる。

これらの仮説を検証するために、周辺距離による違いに注目し分析する。

### 3. 分析データ

製造業の地域別生産性を見るために、財団法人経済産業調査会、経済統計情報センターが提供している工業統計メッシュデータを用いる。工業統計データの内、緯度経度別に1km四方のメッシュデータを用いる。工業統計の市区町村別データを用いると、1990年以降、市町村の合併が頻繁に行われており、正確な比較が行いにくいという問題が生じるがメッシュデータの場合この問題を避けることができる。工業統計は、1990年、1995年、2000年、2005年、2010年のデータを用いた。被説明変数としてTFP（全要素生産性）を用いる場合は、工業統計メッシュデータのうち甲票集計表を用いる。工業統計メッシュデータには、規模別表、産業別表、甲票集計表がある。規模別表は4人以上の事業所を対象にする集計と10人以上の事業所を対象にする集計を含む。甲票集計表は30人以上の事業所を対象にする集計を含む。規模別表では従業員4人以上の事業所データが得られるが、有形固定資産は従業員が30人以上の事業所データのみ含んでいるため30人未満の事業所の有無でメッシュのTFPの値に影響が出る。そのため、TFPの計算には甲票集計表を用いた。また、甲票集計表の1982年以前のデータは1990年以降のデータと集計の方法が異なるため使用しなかった。

工業統計では1地区（メッシュ）に1または2事業所しかない場合に財務データを秘匿しており、これらの事業所財務データは得られない。これら秘匿された事業所数は、4人以上の事業所データ（規模別表）で全体の約12%、30人以上の事業所データ（甲票集計表）で全体の約43%である。このように、実際に分析の対象になる事業所は、製造業全体の事業所からすると一部ではあるが、4人以上の事業所を対象とする規

模別表から得た結果と、30人以上の事業所を対象とする甲票集計表から得た結果を比較することにより秘匿データの影響を少なくした。

2000年以前のデータではメッシュあたり1または2事業所しかない場合に従業員数も秘匿されている。そのため2000年以前のデータでは周辺の従業員数が出せない問題が有り、周辺の産業集積度は事業所数で考察する<sup>2)</sup>。周辺事業所数は、それぞれのメッシュとその周辺メッシュ内の事業所数を集計した。周辺の1メッシュ範囲（1km幅）の事業所数を周辺1kmの事業所数と呼んでいる。すなわち一辺が3km四方の中の事業所数となる。周辺5kmの事業所数とは、対象とするメッシュから5kmにあるメッシュ内の事業所数で、対象メッシュを中心として11km四方のメッシュ内の事業所数である。周辺5kmに含まれる事業所は、周辺10kmにも含まれる。

各メッシュの労働者数の平均値を図2に示す<sup>3)</sup>。従業員数は減少しているが、事業所数の減少（図1）ほどではない。特に、大都市圏以外では、この期間にあまり増減がなく、この期間に製造業労働力が分散傾向にあることがわかる。各メッシュの付加価値の平均値を図3に示す。付加価値で見ると、東京圏、大阪圏では減少しているが、名古屋圏では、ほぼ横ばい、その他の地域では上昇している。分散化が進み、全体的に都市圏による差が減少していることがわかる。

生産性の上昇や減少の原因としては、事業所そのものの生産性の上昇や減少のほかに事業所の参入や退出の影響が考えられる。しかしながら本稿で用いた工業メッシュデータでは、メッシュの中にある企業数がわかるのみで、個々の企業の参入退出を特定することは困難であり、事業所そのものの変化なのか、事業所の参入退出による変化なのかは判別が難しい。本稿では、事業所の内部効果と参入退出効果を区別すること

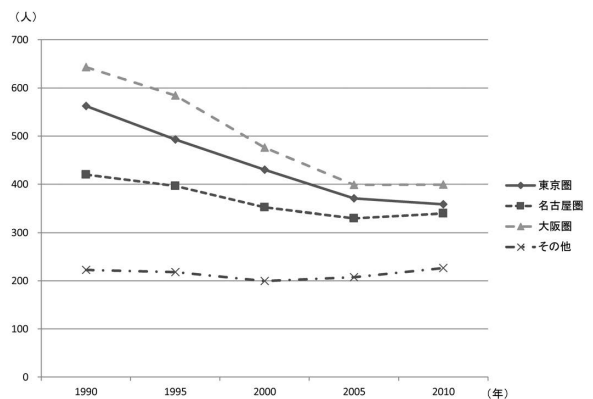


図2 メッシュ内労働者数の推移（メッシュの平均値）

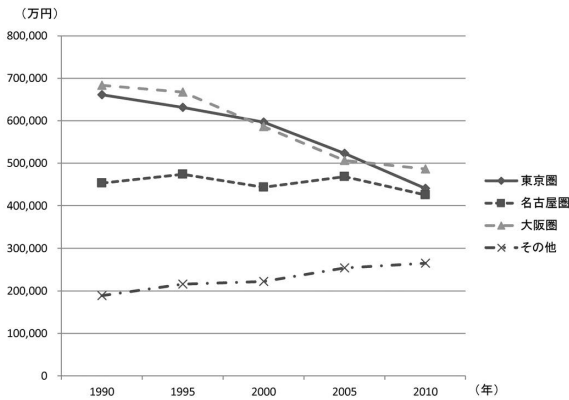


図3 メッシュ内生産付加価値の推移（メッシュの平均値）

なく、区域の生産性を分析する。

#### 4. 分析方法

分析は、年度別の回帰分析とパネル分析を行った。回帰分析の被説明変数としては、相対的労働生産性と相対的TFPを用いた。

##### 4.1 相対的労働生産性と相対的TFP

生産性と周辺事業所数の関係を見るために回帰分析を行った。被説明変数として相対的労働生産性と相対的TFPを用いた。そこで、工業統計メッシュデータの値を用いて相対的労働生産性と相対的TFPを計算した。計算には、金、権、深尾（2008）で用いられている下記の式（1）、（2）、（3）、（4）を用いた。まず、相対的労働生産性を式（1）、（2）で計算した。ここで、 $\ln LP_f(t)$  は相対的労働生産性で、メッシュ  $f$  内の事業所の  $t$  年の労働生産性を初期時点（ $t=SY$ ）における標準メッシュ（平均値を用いた仮想的なメッシュ）の労働生産性との比較の形で表したものである。

$$t = SY \text{ について} \\ \ln LP_f(t) = (\ln V_f(t) - \overline{\ln V(t)}) - (\ln L_f(t) - \overline{\ln L(t)}) \quad (1)$$

$$t > SY \text{ について} \\ \ln LP_f(t) = (\ln V_f(t) - \overline{\ln V(t)}) + \sum_{s=SY+1}^t (\ln V(s) - \overline{\ln V(s-1)}) \\ - [(\ln L_f(t) - \overline{\ln L(t)}) + \sum_{s=SY+1}^t (\ln L(s) - \overline{\ln L(s-1)})] \quad (2)$$

上式において、 $V_f(t)$  はメッシュ  $f$  内の事業所の  $t$  年における「付加価値額」<sup>4)</sup> で、デフレーターは、日本銀行の国内企業物価指数を用いた。 $L_f(t)$  は労働投入量である。労働投入量は、「従業者数」に国民経済

計算年報（内閣府）の製造業年間労働時間数を乗じて求めた。メッシュデータの金額単位は全て万円である。4人以上の事業所データを用いて計算した相対的労働生産性の推移を図4に示す<sup>5)</sup>。



図4 相対的労働生産性の推移（メッシュの平均値）

大都市圏での労働生産性は比較的高いが、都市圏による違いはあまりない。次に、相対的TFPを式（3）、（4）で計算した。

$$t = SY \text{ について} \\ \ln RTFP_f(t) = (\ln Y_f(t) - \overline{\ln Y(t)}) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (S_{if}(t) + \overline{S_i(t)}) (\ln X_{if}(t) - \overline{\ln X_i(t)}) \quad (3)$$

$$t > SY \text{ について} \\ \ln RTFP_f(t) = (\ln Y_f(t) - \overline{\ln Y(t)}) + \sum_{s=SY+1}^t (\overline{\ln Y(s)} - \overline{\ln Y(s-1)}) \\ - [ \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (S_{if}(t) + \overline{S_i(t)}) (\ln X_{if}(t) - \overline{\ln X_i(t)}) \\ + \sum_{s=SY+1}^t \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (S_i(s) + \overline{S_i(s-1)}) (\ln X_i(s) - \overline{\ln X_i(s-1)}) ] \quad (4)$$

上式において、 $RTFP_f(t)$  は相対的TFPでメッシュ  $f$  の  $t$  年のTFPの基準（初期年の平均値を用いた仮想的メッシュ）からの相対的な値を表す。 $Y$  は各メッシュの「生産額」を示す。 $X_{if}(t)$  は生産要素  $i$  の投入量である。 $S_{if}(t)$  は生産要素  $i$  のコストシェアである。上傍線は各変数の平均を表す。生産要素としては、中間材、労働、資本を用いた。中間材投入は「原材料使用額等」に「燃料使用額」、「電力使用額」を加えている。デフレーターは、日本銀行の国内企業物価指数で、このデフレーターは他の生産要素、生産高、コストシェアにも用いている。労働投入は「従業者数」に年間労働時間数を乗じて求めた。資本ストックは「年末現在額有形固定資産」に時価簿価比率と稼働率をかけて求めた。時価簿価比率としては、法人企業統計の有形固定資産額と経済社会総合研究所の民間企

業資本ストックの比率を用いた。稼働率は経済産業省の鉱工業指数の稼働率を用いた。コストシェアは、中間投入コストについては投入額を、労働投入コストについては「現金給与総額」を、資本投入コストについては「年末現在額有形固定資産」×（減価償却率+金利）を用いた。減価償却率は、法人企業統計調査時系列データを用いた。また、金利は、日本銀行の時系列統計データを用いた。有形固定資産の値がとれる30人以上のデータを用いて計算した相対的TFPの推移を図5に示す。2010年はリーマンショックの影響で落ち込んでいる。

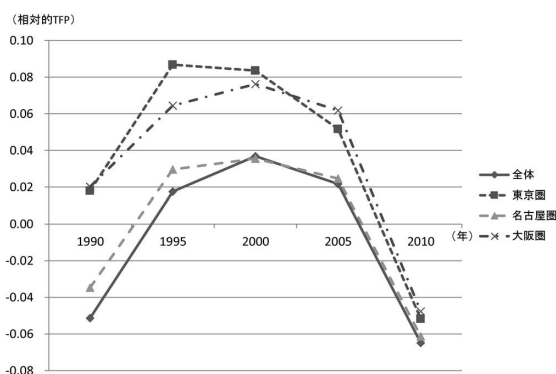


図5 相対的TFPの推移（メッシュの平均値）

#### 4.2 年別の回帰分析

各年の集積の生産性への効果を分析するために、以下の式を用いて年別に多重回帰分析を行った。メッシュごとに相対的労働生産性（lnLP）を被説明変数とし、周辺事業所数を主な説明変数として式（5）で分析した。

$$\begin{aligned} \ln LP_f = & a \ln HCPF_f + b \ln SALPHC_f + c \ln FASPHC_f \\ & + d \ln POP_f + e \ln NJN_f + g \ln CTY_f + h \ln CNJ_f + i \ln PRED_f \\ & + C + \varepsilon_f \end{aligned} \quad (5)$$

f はメッシュ番号を表す。lnHCPFは1事業所あたりの従業者数（対数値）、lnSALPHCは一人当たりの年給与（対数値）、lnFASPHCは一人当たりの有形固定資産（対数値）、lnPOPはメッシュが主に属する市区町村の人口密度で単位は人/km<sup>2</sup>（対数値）、lnNJNはNkm周辺の事業所数（対数値）で中心となる説明変数<sup>6)</sup>、CTYは都市圏ダミー変数で、都市圏は東京圏、名古屋圏、大阪圏とし、それぞれに属するメッシュに「1」を割り当て都市圏ダミー変数とした。CNJは周辺事業所数（lnNJN）と都市圏ダミー変数の交差項である。PREDは県ダミー、a,b,c,d,e,g,h,iは係

数、Cは定数項、εは誤差項を表す。1事業所あたりの従業者数（対数値）は、各メッシュの事業所規模をコントロールしている。一人当たりの給与は、地域による給与の違いや、労働者の質をコントロールしている。一人当たりの有形固定資産（労働装備率）は、メッシュごとの産業の特徴をコントロールするために用いた。人口密度は、人口が密集することによる生産性に対する負の効果をコントロールするために用いた。負の効果には、家賃の高騰や諸経費の高騰が考えられる。

ある事業所が、産業の集積地に存在するためにその事業所の生産性が高まるという集積効果とともに、もともと生産性が高い事業所がより生産に適した産業集積地に集まるという“Self Selection”問題が起きている可能性がある。この内生性の問題を解決するために、操作変数法を用いて分析した。操作変数法では、周辺事業所数を内生変数として、1期前（5年前）の当該メッシュの従業者数、同距離の周辺事業所数を操作変数として追加した。

#### 4.3 パネル分析

メッシュごとの相対的労働生産性および相対的TFPを被説明変数とし、そのメッシュの周辺事業所数を主な説明変数として式（6）、（7）を用いて分析した。式（6）を基本とし、式（7）では都市圏関連項を追加した。

$$\begin{aligned} \ln LP_f(t) \text{ または } \ln RTFP_f(t) = & a \ln HCPF_f(t) + b \ln SALPHC_f(t) \\ & + c \ln FASPHC_f(t) + d \ln POP_f(t) + e \ln NJN_f(t) + i \ln YD_f(t) \\ & + j \ln PRED_f(t) + C + \varepsilon_f(t) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \ln LP_f(t) \text{ または } \ln RTFP_f(t) = & a \ln HCPF_f(t) + b \ln SALPHC_f(t) \\ & + c \ln FASPHC_f(t) + d \ln POP_f(t) + e \ln NJN_f(t) + g \ln CNJ_f(t) \\ & + i \ln YD_f(t) + j \ln PRED_f(t) + C + \varepsilon_f(t) \end{aligned} \quad (7)$$

f はメッシュ番号、t は年を表す。lnRTFPは相対的TFP（対数値）である。YDは年ダミーである。式（6）については、最小二乗法で分析するとともに、内生性の問題を解決するために操作変数法でも分析した。周辺事業所数（lnNJN<sub>f</sub>(t)）を内生変数として、1期前（5年前）の当該メッシュの従業者数、同じ距離範囲の周辺事業所数を操作変数として追加した。これらの操作変数は30人以上の事業所を対象に分析した場合も、当該メッシュの4人以上の事業所を対象とした数値を用いた。

都市圏の違いを見るために式(7)を用いて分析した。CNJ<sub>f</sub>(t)は、周辺事業所数(lnNJ<sub>f</sub>(t))と都市圏ダミー変数の交差項である。この変数は周辺事業所数と同様に内生性があると考え、式(7)を操作変数法で分析した。この場合に、式(6)の操作変数に加えて都市圏ダミー変数を操作変数として追加した。

上記の、分析に用いたデータの基本統計量を表1、

表2に、それらの相関係数を表3、表4に示す。説明変数間の相関はあまり高くない。ただ、従業員一人当たりの年給与については、他の説明変数に比べて少し高い相関係数を示す。この変数は、生産性との内生性や、集積との相関が考えられるが、本稿では、集積以外の要素として給与と生産性の関係をコントロールする必要がありと考え説明変数に入れた<sup>7)</sup>。

表1 メッシュデータの基本統計量(従業員数4人以上の事業所)

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
相対的労働生産性(対数値)	0.1426	0.6332	-8.1064	4.2947
1事業所当たり従業員数(対数値)	2.9537	0.8415	1.3863	8.9041
従業員一人当たりの年給与(万円)(対数値)	5.6779	0.3916	0.9904	8.2223
従業員一人当たりの有形固定資産(万円)(対数値)	3.1509	3.0639	-5.3823	10.6400
人口密度(人数/km <sup>2</sup> )(対数値)	6.5248	1.4423	0.9163	9.9934
当該メッシュの事業所数(対数値)	1.9159	0.7740	1.0986	6.3953
周辺1kmの事業所数(対数値)	3.6151	1.0573	1.0986	8.0408
周辺5kmの事業所数(対数値)	5.7443	1.2546	1.0986	9.7495
周辺10kmの事業所数(対数値)	6.7952	1.3111	1.0986	10.4468
周辺20kmの事業所数(対数値)	7.8840	1.3426	1.0986	10.9547
周辺40kmの事業所数(対数値)	8.7412	1.3350	1.6094	11.3378
サンプル数(5年間の延べメッシュ数)		141,956		
メッシュ数		43,037		

表2 メッシュデータの基本統計量(従業員数30人以上の事業所)

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
相対的TFP(対数値)	-0.0083	0.2374	-2.4010	2.2479
相対的労働生産性(対数値)	0.1710	0.7792	-14.5447	3.4890
1事業所当たり従業員数(対数値)	4.6032	0.6412	3.4232	8.2646
従業員一人当たりの年給与(万円)(対数値)	5.9573	0.3291	3.6545	7.3651
従業員一人当たりの有形固定資産(万円)(対数値)	6.4859	0.8235	0.7285	9.9960
人口密度(人数/km <sup>2</sup> )(対数値)	7.0696	1.4016	1.5261	9.9934
当該メッシュの事業所数(対数値)	1.5187	0.4653	1.0986	4.0604
周辺1kmの事業所数(対数値)	2.7340	0.7707	1.0986	5.3230
周辺5kmの事業所数(対数値)	4.5482	1.0127	1.0986	7.0630
周辺10kmの事業所数(対数値)	5.5085	1.0885	1.0986	7.9828
周辺20kmの事業所数(対数値)	6.4894	1.1278	1.3863	8.5329
周辺40kmの事業所数(対数値)	7.2593	1.1162	1.9459	9.1580
サンプル数(5年間の延べメッシュ数)		28,153		
メッシュ数		10,683		

表3 データの相関マトリックス(従業員数4人以上の事業所)

N=141956	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
[1] 相対的労働生産性(対数値)	1.0000									
[2] 1事業所当たり従業員数(対数値)	0.4094	1.0000								
[3] 従業員一人当たりの年給与(万円)(対数値)	0.7037	0.4694	1.0000							
[4] 従業員一人当たりの有形固定資産(万円)(対数値)	0.3691	0.5044	0.4056	1.0000						
[5] 人口密度(人数/km <sup>2</sup> )(対数値)	0.2117	0.0054	0.3165	0.2063	1.0000					
[6] 当該メッシュの事業所数(対数値)	0.2184	0.0604	0.2573	0.5564	0.4292	1.0000				
[7] 周辺1kmの事業所数(対数値)	0.2212	0.0122	0.3042	0.3657	0.6688	0.7184	1.0000			
[8] 周辺5kmの事業所数(対数値)	0.2359	-0.0140	0.3335	0.2586	0.8255	0.5458	0.8248	1.0000		
[9] 周辺10kmの事業所数(対数値)	0.2356	-0.0172	0.3320	0.2233	0.8305	0.4792	0.7249	0.9417	1.0000	
[10] 周辺20kmの事業所数(対数値)	0.2287	-0.0204	0.3162	0.1857	0.7706	0.4065	0.6197	0.8313	0.9332	1.0000
[11] 周辺40kmの事業所数(対数値)	0.2115	-0.0262	0.2866	0.1500	0.6812	0.3483	0.5342	0.7300	0.8332	0.9325

表4 データの相関マトリックス(従業員数30人以上の事業所)

N=28153	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
[1] 相対的TFP(対数値)	1.0000										
[2] 相対的労働生産性(対数値)	0.7105	1.0000									
[3] 1事業所当たり従業員数(対数値)	0.2055	0.2614	1.0000								
[4] 従業員一人当たりの年給与(万円)(対数値)	0.4169	0.5152	0.4260	1.0000							
[5] 従業員一人当たりの有形固定資産(万円)(対数値)	0.2322	0.4499	0.2458	0.5637	1.0000						
[6] 人口密度(人数/km <sup>2</sup> )(対数値)	0.1576	0.1487	0.0458	0.3273	0.0878	1.0000					
[7] 当該メッシュの事業所数(対数値)	0.1001	0.1428	0.0731	0.1834	0.1427	0.2900	1.0000				
[8] 周辺1kmの事業所数(対数値)	0.1592	0.1636	0.0832	0.3068	0.1005	0.6472	0.5250	1.0000			
[9] 周辺5kmの事業所数(対数値)	0.1732	0.1638	0.0516	0.3437	0.0846	0.8322	0.3334	0.7701	1.0000		
[10] 周辺10kmの事業所数(対数値)	0.1705	0.1621	0.0418	0.3433	0.0873	0.8441	0.2966	0.6834	0.9414	1.0000	
[11] 周辺20kmの事業所数(対数値)	0.1712	0.1731	0.0493	0.3497	0.1014	0.8063	0.2723	0.6098	0.8499	0.9431	1.0000
[12] 周辺40kmの事業所数(対数値)	0.1699	0.1816	0.0590	0.3483	0.1151	0.7401	0.2539	0.5513	0.7608	0.8474	0.9350

## 5. 分析結果

### 5.1 年別の回帰分析結果

式(5)を用いて各年と各距離別に周辺事業所数の労働生産性への影響を分析した。ここでは、結果の有意性が比較的高かった4人以上の事業所を対象にしたデータを分析した結果を示す<sup>8)</sup>。個々の分析結果については、煩雑になるので省略するが、代表的な分析結果を図6に示す。図6は距離と年別に30回分析を行った分析結果の内、周辺10kmの結果について都市圏別にまとめたものである<sup>9)</sup>。図6からわかるように名古屋圏でやや低い値を示すものの東京圏、名古屋圏、大阪圏の違いはあまり明確ではない。更に、集積の効果は概ね減少し2010年にはほとんど集積の効果が見られない。周辺事業所効果が年々減少している点については、集積の負の効果が考えられるが、この点は人口密度でコントロールできていると考える。周辺事業所効果が減少している点は、パネルデータで分析することができるが、効果が減少していることの原因を考察するには、さらなるデータと分析が必要であり、この点は今後の課題とする。

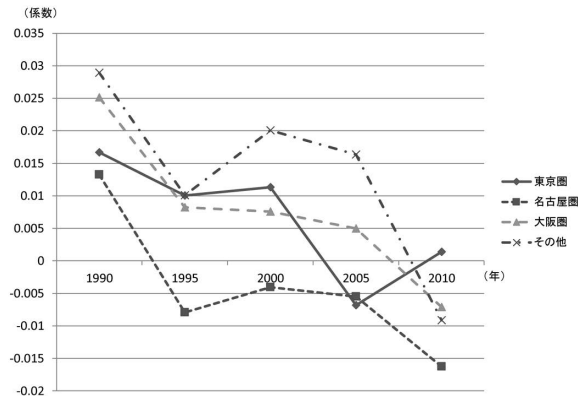


図6 周辺効果の推移(労働生産性, 周辺10km)

### 5.2 パネル分析結果

前項の分析においては結果の有意性が低かったために、パネルデータを用いて更に分析する。式(6)により、集積効果を周辺距離別に分析した結果を表5と表6に示す。表5は4人以上の事業所を対象にしたデータを分析したもので、表6は30人以上の事業所を対象にしたデータを分析した結果である。表5の4人以上の事業所を対象にしたデータを最小二乗法により分析した結果と操作変数法により分析した結果を比較すると(表5の上6行)、操作変数法では最小二乗法に比べて集積の効果が減少している。多くの距離にお

いて周辺事業所の効果は有意ではない。先行研究でも指摘しているように生産性の高い事業所が生産性の高い集積地に集まるという自己選択の内生性は働いているようである。そこで、以後の分析では操作変数法を用いて分析する。他の変数の係数は最小二乗法でも操作変数法でも類似の値を示している。30人以上の事業所データを用いて分析した結果を見ると(表6の上6行)、周辺事業所数の係数は正で有意性は高い。規模が大きい事業所には集積の効果が働いている<sup>10)</sup>。

図6、表5、表6の結果からは、「仮説1:産業集積は製造業の生産性向上と正の関係がある。」は必ずしも成立するとはいえないが、規模が大きな事業所では成立すると考えられる。4人以上の事業所を見た場合に周辺事業所の効果が明確ではないことは、小規模の事業所は、下請けや系列取引の関係で生産性の高い集積地に好んで移動するが、小規模事業所の生産性そのものは増加していないことが考えられる。しかしながらこの点については、本稿の検討対象外であり、今後の課題とする。

ところで、周辺距離による違いに注目すると、どこかの距離で効果が大きくなるという傾向は見られない。周辺20kmや周辺40kmまで効果が拡大しているようにも見える。集積の効果はあるものの、本稿の統計的手法では、日本全体としてかなり広い範囲に周辺効果がおよんでいると考えられる。

その他の係数を見ると、1事業所当たりの従業者数と労働生産性の関係を見ると(7行目)、30人以上の事業所データを見た場合、係数の有意性が低くなる。TFPについては有意に正の値を示している。一人当たりの有形固定資産の係数がTFPで見た場合に有意に負となることと併せて、この現象は30人以上の事業所での設備投資に関連すると思われるが、本稿のデータでは分析が難しく、事業所の規模と設備投資の関係は本稿の検討対象外とする。一人当たりの年給与のt値は非常に高いが、相関係数で見たように、この変数は生産性や集積と多くの理由で関連すると考えられる。人口密度については、有意性は低いものの符号は負であり、都会化による集積の負の効果はある程度コントロールできている。

都市圏による違いについては、図6からあまり大きな違いがないように見えた。そこで、都市圏による違いを、式(7)を用いて操作変数法で分析した結果を表7に示す。集積効果としては、労働生産性を被説明変数とした場合、4人以上の事業所データを分析した

結果（表7の左側）では大阪圏ダミーの係数が負の値を示すが有意性は低い。30人以上の事業所データを用いた結果（表7の中）では名古屋圏で少し低い値を示すが有意性は低い。これらの結果から、相対的労働生産性を被説明変数にした場合は、都市圏による有意な違いは認められない。しかしながら、TFPを被説明変数にした場合（表7の右側）は名古屋圏での集積効果が高くなる。名古屋圏の交差項の係数は近いほうが大きく、集積効果が出ていると考えられる。「仮説2：産業集積の生産性向上に与える効果は、都市圏により異なる。」は労働生産性を被説明変数として見た場合は明らかではないが、TFPを被説明変数として

見た場合には、名古屋圏で有意に高い。労働生産性とTFPの差を考えると、この結果は、名古屋圏では自動車産業という特定の産業の中で、技術的外部経済が働いたためと考えられる。その他の変数の係数については、表7の結果は、表5、表6の結果とほぼ一致する。

## 6. まとめと今後の課題

製造業における産業集積の生産性向上効果を見るために、工業統計メッシュデータを用いて生産性と周辺事業所数との関係を分析した。分析に際し、以下の仮

表5 集積効果分析結果（4人以上の事業所データ）

	最小二乗法						操作変数法					
	当該メッシュ	周辺1km	周辺5km	周辺10km	周辺20km	周辺40km	当該メッシュ	周辺1km	周辺5km	周辺10km	周辺20km	周辺40km
当該メッシュの事業所数(対数値)	0.0594 *** (14.23)						0.0599 *** (4.88)					
周辺1kmの事業所数(対数値)		0.0249 *** (3.84)						-0.0056 (-0.40)				
周辺5 kmの事業所数(対数値)			0.0283 ** (2.32)						0.0140 (0.70)			
周辺10kmの事業所数(対数値)				0.0415 *** (2.62)						0.0223 (0.91)		
周辺20kmの事業所数(対数値)					0.0788 *** (3.89)						0.0616 *** (2.05)	
周辺40kmの事業所数(対数値)						0.0659 *** (2.83)						0.0205 (0.63)
1事業所当たり従業者数(対数値)	0.0493 *** (16.39)	0.0465 *** (15.47)	0.0462 *** (15.38)	0.0462 *** (15.38)	0.0462 *** (15.39)	0.0461 *** (15.36)	0.0531 *** (16.19)	0.0497 *** (15.39)	0.0499 *** (15.51)	0.0499 *** (15.52)	0.0500 *** (15.55)	0.0498 *** (15.51)
従業者一人当たりの年齢与(対数値)	0.9157 *** (153.03)	0.9208 *** (154.01)	0.9208 *** (153.95)	0.9207 *** (153.93)	0.9205 *** (153.92)	0.9207 *** (153.93)	0.9145 *** (139.92)	0.9197 *** (142.25)	0.9193 *** (142.12)	0.9192 *** (142.10)	0.9189 *** (142.12)	0.9194 *** (142.19)
従業者一人当たりの有形固定資産(対数値)	0.0044 *** (6.70)	0.0078 *** (12.74)	0.0080 *** (13.16)	0.0080 *** (13.20)	0.0080 *** (13.22)	0.0081 *** (13.28)	0.0044 *** (4.45)	0.0081 *** (12.33)	0.0080 *** (12.48)	0.0080 *** (12.52)	0.0080 *** (12.52)	0.0081 *** (12.58)
人口密度(人/km <sup>2</sup> , 対数値)	-0.0070 * (-1.64)	-0.0067 (-1.58)	-0.0068 (-1.55)	-0.0063 (-1.48)	-0.0057 (-1.34)	-0.0056 (-1.31)	-0.0062 (-1.35)	-0.0060 (-1.30)	-0.0060 (-1.30)	-0.0058 (-1.26)	-0.0052 (-1.13)	-0.0057 (-1.23)
年ダミー 県ダミー 定数項	-5.1888 *** (-51.17)	-5.2640 *** (-40.11)	-5.3535 *** (-36.56)	-5.4779 *** (-32.34)	-5.8309 *** (-27.90)	-5.7846 *** (-23.42)	-5.2464 *** (-66.92)	-5.1192 *** (-55.16)	-5.2251 *** (-36.73)	-5.4830 *** (-28.33)	-5.8308 *** (-22.42)	-5.2833 *** (-17.17)
サンプルサイズ 企業数			141,956	43,037					124,417	37,421		
within	0.2476	0.2462	0.2461	0.2461	0.2462	0.2461	0.2455	0.2451	0.2442	0.2442	0.2443	0.2442
R二乗値: between	0.4108	0.4519	0.4598	0.4586	0.4478	0.4510	0.4372	0.4296	0.4328	0.3472	0.3436	0.4425
overall	0.3535	0.3872	0.3935	0.3920	0.3818	0.3857	0.3827	0.3774	0.3791	0.2946	0.2914	0.3868
Fテスト Prob > F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Breusch and Paganテスト Prob > Chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ハウスマンテスト結果 Prob > Chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
採用モデル	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果

注: \*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の水準で統計的に有意であることを示す。  
括弧内は最小二乗法ではt値、操作変数法ではz値

表6 集積効果分析結果（30人以上の事業所データ）

	被説明変数: 相対的労働生産性(対数値)						被説明変数: 相対的TFP(対数値)					
	当該メッシュ	周辺1km	周辺5km	周辺10km	周辺20km	周辺40km	当該メッシュ	周辺1km	周辺5km	周辺10km	周辺20km	周辺40km
当該メッシュの事業所数(対数値)	0.2087 *** (3.07)						0.0525 *** (2.72)					
周辺1kmの事業所数(対数値)		0.2217 *** (3.83)						0.0497 *** (3.04)				
周辺5 kmの事業所数(対数値)			0.1945 *** (2.78)						0.0497 ** (2.50)			
周辺10kmの事業所数(対数値)				0.1622 ** (1.97)						0.0537 ** (2.29)		
周辺20kmの事業所数(対数値)					0.2619 ** (2.50)						0.0938 *** (3.16)	
周辺40kmの事業所数(対数値)						0.3062 ** (2.31)						0.0912 ** (2.43)
1事業所当たり従業者数(対数値)	0.0111 (0.73)	0.0019 (0.13)	-0.0009 (-0.06)	-0.0007 ** (-0.05)	-0.0017 (-0.11)	-0.0014 (-0.10)	0.0196 *** (4.54)	0.0172 *** (4.10)	0.0165 *** (3.93)	0.0165 *** (3.91)	0.0161 *** (3.81)	0.0163 *** (3.86)
従業者一人当たりの年齢与(対数値)	0.7901 *** (25.16)	0.7854 *** (24.94)	0.7905 *** (25.18)	0.7940 *** (25.29)	0.7938 *** (25.36)	0.7970 *** (25.55)	0.2279 *** (25.57)	0.2272 *** (25.49)	0.2279 *** (25.60)	0.2282 *** (25.61)	0.2279 *** (25.66)	0.2294 *** (25.91)
従業者一人当たりの有形固定資産(対数値)	0.1354 *** (12.06)	0.1436 *** (12.85)	0.1424 *** (12.77)	0.1419 *** (12.71)	0.1423 *** (12.75)	0.1416 *** (12.71)	-0.0136 *** (-4.27)	-0.0116 *** (-3.68)	-0.0118 *** (-3.74)	-0.0118 *** (-3.73)	-0.0116 *** (-3.67)	-0.0120 *** (-3.78)
人口密度(人/km <sup>2</sup> , 対数値)	-0.0275 (-1.51)	-0.0272 (-1.49)	-0.0254 (-1.39)	-0.0247 (-1.35)	-0.0232 (-1.27)	-0.0246 (-1.35)	-0.0067 (-1.29)	-0.0066 (-1.28)	-0.0061 (-1.18)	-0.0057 (-1.09)	-0.0051 (-0.97)	-0.0058 (-1.11)
年ダミー 県ダミー 定数項	-5.5967 *** (-22.08)	-5.8743 *** (-21.10)	-6.1166 *** (-15.55)	-6.1983 *** (-12.01)	-7.0313 *** (-9.60)	-7.5772 *** (-7.52)	-1.4178 *** (-19.71)	-1.4924 *** (-18.92)	-1.5683 *** (-14.05)	-1.6618 *** (-11.34)	-1.9844 *** (-9.54)	-2.0210 *** (-7.06)
サンプルサイズ 企業数			26,423	10,147					26,423	10,147		
within	0.0660	0.0754	0.0793	0.0791	0.0783	0.0779	0.1200	0.1223	0.1237	0.1231	0.1223	0.1220
R二乗値: between	0.3220	0.3128	0.3141	0.2952	0.2524	0.2405	0.1675	0.1596	0.1477	0.1428	0.1199	0.1245
overall	0.2339	0.2346	0.2338	0.2202	0.1860	0.1767	0.1369	0.1268	0.1172	0.1145	0.0954	0.1018
Fテスト Prob > F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ハウスマンテスト結果 Prob > Chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
採用モデル	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果

注: \*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の水準で統計的に有意であることを示す。  
括弧内はz値



説を立て、それぞれの仮説を検証し、以下の結果を得た。

仮説1：産業集積は製造業の生産性向上と正の関係がある。

4人以上の事業所を対象にした場合や、2000年以降においては、自己選択の内生成を取り除くと、成立しない場合がある。また、製造業では日本全体としてかなり広い範囲に周辺事業所効果がおよんでいると考えられる。

仮説2：産業集積の生産性向上に与える効果は、都市圏により異なる。

労働生産性を被説明変数として見た場合は明らかではないが、TFPを被説明変数として見た場合には、名古屋圏で有意に高い値を示した。名古屋圏での集積効果は、TFPで見た場合に他の都市圏やその他の地域より高いが、この結果は、名古屋圏では自動車産業という特定産業の中で、技術的外部経済が働いたためと考えられる。

図6に示したように、集積の効果は年々減少していると考えられる。この現象を明確にし、その原因を考察することを今後の課題とする。また、小規模事業所を含めた場合に、内生性を取り除くと周辺事業所の影響が明確ではなかったが、小規模事業所関連データを入手し、ローカルな小規模企業の産業集積効果について考察することを今後の課題とする。

注

- 1) 分析に用いたデータで、1メッシュ当たりに事業所数が3以上のメッシュの平均値を示す。
- 2) 2005年と2010年のデータで従業員数による分析を

行ったが、本稿の結論と概ね同様の結果を得た。

- 3) 分析に用いたデータで、1メッシュ当たりに事業所数が3以上のメッシュの平均値を示す。
- 4) 括弧内は工業統計メッシュデータの項目を示す。
- 5) 30人以上の事業所データを用いて相対的労働生産性を計算しているが、その図は図4と類似のため省略した。図4と図5の実線はその他の地域ではなく、日本全体を表している。
- 6) 事業所数の対数の代わりに事業所密度を用いてもほぼ同じ結果を得た。
- 7) 実際の分析において従業員一人当たりの年給与と他の説明変数との多重共線性は認められなかった。
- 8) 30人以上の事業所データを用いた場合、各年の分析では有意性が低いことが多い。
- 9) この分析結果は有意性が比較的高い最小二乗法を用いた結果である。
- 10) 30人以上の事業所データをもとに、4人以上の事業所の周辺事業所数により分析した場合もほぼ同様の結果を得た。

参考文献

Brühlhart, M. and Mathys, N.A. (2008) "Sectoral Agglomeration Economies in a Panel of European Regions" *Regional Science and Urban Economics*, Vol.38, pp.348-362

Ciccone, A. and Hall, R.E. (1996) "Productivity and the Density of Economic Activity" *American Economic Review*, Vol.86, pp.54-70

Ciccone, A. (2002) "Agglomeration Effects in Europe"

表7 集積効果分析結果 (都市圏による違い)

	4人以上の事業所データ					30人以上の事業所データ				
	当該メッシュ	周辺1km	周辺5km	周辺10km	周辺20km	当該メッシュ	周辺1km	周辺5km	周辺10km	周辺20km
当該メッシュの事業所数(対数値)	0.0594 *** (4.59)					0.1906 ** (2.45)				
周辺1kmの事業所数(対数値)		-0.0075 (-0.52)				0.2074 *** (3.35)				
周辺5kmの事業所数(対数値)			0.0121 (0.06)			0.1792 ** (2.45)				
周辺10kmの事業所数(対数値)				0.0204 (0.82)				0.1439 * (1.69)		
周辺20kmの事業所数(対数値)					0.0583 * (1.94)				0.2451 ** (2.29)	
周辺40kmの事業所数(対数値)						0.0171 (0.52)				0.2878 ** (2.14)
周辺事業所数と東京圏ダミーとの交差項	0.0062 (0.52)	0.0060 (0.93)	0.0033 (0.85)	0.0027 (0.85)	0.0022 (0.64)	0.0244 (0.82)	0.0150 (0.44)	0.0114 (0.56)	0.0103 (0.64)	0.0081 (0.63)
周辺事業所数と名古屋圏ダミーとの交差項	0.0059 (0.80)	0.0037 (0.97)	0.0022 (0.92)	0.0018 (0.94)	0.0015 (0.83)	0.0198 (0.47)	0.0038 (0.17)	0.0042 (0.33)	0.0052 (0.51)	0.0027 (0.37)
周辺事業所数と大阪圏ダミーとの交差項	-0.0151 (-1.38)	-0.0067 (-1.12)	-0.0044 (-1.18)	-0.0035 (-1.15)	-0.0027 (-1.06)	0.0543 (0.66)	0.0287 (0.59)	0.0188 (0.62)	0.0152 (0.85)	0.0121 (0.71)
1事業所当たり従業員数(対数値)	0.0531 (15.18)	0.0496 (15.37)	0.0499 (15.50)	0.0499 (15.51)	0.0499 (15.54)	0.0499 (15.50)	0.0099 (0.65)	0.0012 (0.08)	-0.0014 (-0.09)	-0.0011 (-0.08)
従業員一人当たりの年齢(対数値)	0.9146 *** (18.91)	0.9197 *** (142.21)	0.9194 *** (142.11)	0.9193 *** (142.09)	0.9190 *** (142.18)	0.9194 *** (142.18)	0.7896 *** (25.15)	0.7953 *** (24.96)	0.7908 *** (25.29)	0.7938 *** (25.37)
従業員一人当たりの有形固定資産(対数値)	0.0044 *** (4.40)	0.0081 *** (12.35)	0.0080 *** (12.49)	0.0080 *** (12.52)	0.0080 *** (12.53)	0.0081 *** (12.58)	0.1357 *** (12.08)	0.1435 *** (12.84)	0.1423 *** (12.76)	0.1422 *** (12.74)
人口密度(人/km <sup>2</sup> , 対数値)	-0.0061 (-1.33)	-0.0061 (-1.33)	-0.0062 (-1.35)	-0.0061 (-1.32)	-0.0056 (-1.19)	-0.0061 (-1.30)	-0.0285 (-1.56)	-0.0277 (-1.51)	-0.0266 (-1.46)	-0.0250 (-1.44)
年ごとのダミー										
定数項	-5.4232 *** (-64.01)	-5.1125 *** (-54.73)	-5.2130 *** (-38.28)	-5.2853 *** (-27.51)	-5.5752 *** (-21.55)	-5.2957 *** (-17.16)	-5.5659 *** (-21.79)	-5.8498 *** (-20.76)	-6.1321 *** (-15.23)	-6.1102 *** (-11.80)
サンプルサイズ	企業数 37,421					企業数 28,423				
R <sup>2</sup> 異質性	within 0.2455	0.2442	0.2442	0.2443	0.2443	0.2442	0.0763	0.0758	0.0759	0.0752
overall	0.3551	0.4224	0.4256	0.4365	0.4431	0.4338	0.3377	0.3079	0.2815	0.2522
Fテスト	0.3020	0.3801	0.3818	0.3823	0.3858	0.3821	0.2504	0.2298	0.2059	0.1978
Prob > F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ハウスマンテスト結果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
検定モデル	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果	固定効果
注	***は1%、**は5%、*は10%の水準で統計的に有意であることを示す。									
	括弧内はt値									

- European Economic Review*, Vol.46, pp.213-227
- Fujita, M., Krugman, P. and Venables, A.J. (1999)  
“The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade”, MIT Press
- 林亮輔 (2012) 「集積の利益と地域経済」, 『日本経済研究』, No.66, pp.88-103
- 金榮瑟, 権赫旭, 深尾京司 (2008) 「産業の新陳代謝機能」, 深尾京司, 宮川努編著, 『生産性と日本の経済成長：JIPデータベースによる産業・企業レベルの実証分析』, 第8章, 東京大学出版会
- 小西葉子, 齋藤有希子 (2012) 「特化型と都市化型集積の生産性への影響：事業所データによる実証分析」, 『RIETI Discussion Paper Series』, 12-J-006
- Melo, P.S., Graham, D.J. and Noland, R.B.(2009)  
“A Meta-analysis of Estimates of Urban Agglomeration Economies” *Regional Science and Urban Economics*, Vol.39, pp.332-342
- 森川正之 (2008) 「サービス業の生産性と密度の経済性－事業所データによる対個人サービス業の分析－」, 『RIETI Discussion Papers Series』 08-J-008
- 佐藤泰裕, 田淵隆俊, 山本和博 (2011), 「空間経済学」, 有斐閣
- 吉田あつし, 植田和樹 (1999) 「東京一極集中と集積の経済」, 『日本経済研究』, No.38, pp.154-171