

全産業の空間分布を考慮した 産業集積・共集積の検出手法の提案

幕内 加南子¹・井上 亮²

¹非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

²正会員 東北大学准教授 大学院情報科学研究科人間社会情報科学専攻
(〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)
E-mail: rinoue@tohoku.ac.jp

同一の産業や関連する産業が特定の地域に集中して立地する、産業の集積・共集積現象の分析には、2種類の代表的な集積指標が一般に用いられている。しかし、可変単位地区問題に対応しつつ、注目する産業以外の産業の空間分布を考慮できる手法は提案されていない。本研究は、事業所間距離に基づく集積指標を拡張し、事業所周辺の全産業従業者分布を考慮した事業所間近接性を定義した上で、それに基づいて産業の集積・共集積の有無を判定する手法を提案する。経済センサスデータを用いて提案手法の適用可能性を検証し、すべての産業の空間分布を考慮した上で集積・共集積の判定ができることを確認した。

Key Words: *industry agglomeration, coagglomeration, spatial distribution analysis, economic census*

1. はじめに

一定の地理的範囲に関連する産業に従事する企業が集中して立地する現象である産業の集積・共集積現象は、都市の出現や成長を産む要因として注目を集めている。各地で生じた産業集積・共集積の実態を観察し、その発生メカニズムの理解を目指して、理論・実証の両面から数多くの研究が行われてきた。

その実証研究に注目すると、産業立地データに基づいて産業の集積・分散傾向の把握を行う指標として提案された、以下の2指標を用いた分析が多く行われている。第一の指標は、市区町村などの地域単位に集計された事業所数や雇業者数に関する統計を利用し、注目する産業の空間分布がすべての産業の空間分布から偏っているかを評価するEG指標¹⁾である。第二の指標は、事業所立地位置や各事業所の従業者数を利用し、事業所間距離の分布を基に集積や共集積の有無を検証するDO指標²⁾である。

EG指標は、他の産業と異なった立地傾向を示し、各地域の産業割合に偏りがある産業を、一部地域に集積する産業と評価する。しかし、空間領域単位で集計したデータを用いた分析において一般に発生する可変単位地区問題(Modifiable Area Unit Problem, MAUP)を有しており、産業立地データの集計空間単位の大きさに分析結果が依存するという欠点を有する。

一方、DO指標は、地域単位に集計された産業立地データを用いず、事業所立地点データから算出する事業所間距離に基づくためMAUPを回避できるが、他産業の立地傾向を考慮できない。そのため、例えば、他産業と同様に都市に集まって立地する、立地傾向に特徴がない産業を集積産業と判定する、また、他産業の立地が少ない地域に集中して産業占有率が高い地域があるが、事業所間距離は近くない産業を非集積産業と判定する可能性がある。

特定産業の集積や特定産業対の共集積について発生要因を把握するには、各々に固有の集積要因の抽出が重要である。そのためには、多くの産業と共通の集積要因を除外できる分析が必要で、他産業と比べて特徴ある立地傾向を示す産業・産業群を発見しなければならないと考える。

そこで、本研究では、産業の空間分布に着目した集積現象の理解を目指し、すべての産業の事業所や従業者の空間分布を考慮した集積・共集積の分析手法を検討する。事業所間距離を用いてMAUPを回避できるDO指標を拡張し、事業所周辺の従業者数を考慮した事業所間近接性に基づく産業集積の評価指標を提案する。

提案指標は、全産業の事業所や従業者が均一に分布する特徴空間上において、産業が近接して立地している状態を分析することができ、他産業と比較して特徴ある立地を示す産業を把握できると期待される。経済センサスデータを用いて提案指標の評価を行う。

2. 産業集積・共集積分析の既存指標と提案指標

産業集積・共集積分析の代表的分析手法として、Ellison ら³⁾はEG指標¹⁾とDO指標²⁾を紹介している。

(1) EG指標

EG指標¹⁾は、地方自治体などの地域単位で集計された雇用統計を用いて産業の集積・共集積の程度を分析する。

単一産業*i*の集積を評価するEG指標は、*M*を地理的領域数、*s_m*を産業*i*の全地域従業者数に対する地域*m*の従業者割合、*x_m*を全産業・全地域従業者数に対する地域*m*の従業者割合、*H_i*を産業*i*のHerfindahl指標とすると式(1)となる。

$$\gamma_i \equiv \frac{\sum_{m=1}^M (s_{mi} - x_m)^2 / (1 - \sum_{m=1}^M x_m^2) - H_i}{1 - H_i} \quad (1)$$

EG指標は、全産業の従業者数の空間分布に比較して、注目する産業の従業者分布に偏りがあるかを評価し産業集積の有無を判断する。しかし、データの集計空間単位を変えると分析結果が異なるというMAUPを有している。

(2) DO指標

MAUPを回避するため、事業所立地地点データを利用し、事業所間距離の分布に基づいて事業所の集積を評価するDO指標²⁾が提案された。

単一産業*i*の集積を評価するDO指標は、産業の事業所*rs*間ユークリッド距離を*d_{rs}*、総事業所数を*n_i*、バンド幅*h*のガウス型カーネル関数を*f()*、事業所*r*の従業者数を*e_{ir}*、事業所*s*の従業者数を*e_{is}*とすると、式(2)で表せる。

$$K_i(d) = \frac{1}{h \sum_{r=1}^{n_i} \sum_{s=r+1}^{n_i} e_{ir} e_{is}} \sum_{r=1}^{n_i} \sum_{s=r+1}^{n_i} e_{ir} e_{is} f\left(\frac{d - d_{rs}}{h}\right) \quad (2)$$

式(2)の推定結果は、全産業事業所の立地点から無作為に注目産業の事業所立地点を選択するモンテカルロシミュレーションを経て算出した結果と比較し、集積の有無を評価する。このシミュレーション時に、分析対象領域全域の全産業事業所の空間分布を考慮することはできるが、注目産業が立地する地域に関する他産業の事業所分布は反映されない。また、EG指標が評価に使用する、全産業従業者の空間分布も、集積性の評価に反映されない。

(3) 産業集積・共集積分析の提案指標

本研究は、注目産業の事業所周辺の他産業の分布を考慮するため、事業所間距離と従業者数に基づく式(2)を拡張した分析を提案する。式(2)の事業所間距離*d_{rs}*を、事業所*r*と事業所*s*間直線距離を直径とする円内の全産業従業者数で評価し、他産業の従業者分布を考慮に入れた分析を行う。図-1は、事業所周辺の全産業従業者数が同一だが地理的な事業所間距離が異なるふたつの事業所立地状況を示している。点は注目産業のある事業所、実線はある二つの事業所間の地理的直線距離、斜線部は事業所周辺地域である。提案手法において、事業所周辺地域の全産業従業者

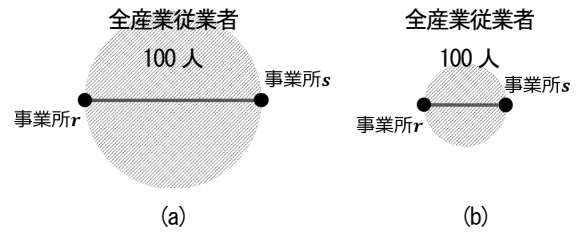


図-1 地理的距離が異なる二つの事業所立地状況

数が事業所間距離の近接性と同等であるため、図-1(a)(b)の事業所間距離は等しい近接性を持つ。このように事業所立地状況で集積分析の範囲を決めることで、EG指標の問題点であるMAUPが起こらない。

単一産業*i*の集積は、*n_i*を全事業所数、*r, s*を産業*i*の事業所、*e_{ir}*, *e_{is}*をそれぞれ事業所*r*の従業者数、事業所*s*の従業者数、*p*を近接性指標、*e_{rs}^{all}*を事業所*rs*の周辺地域の全産業従業者数とし、式(3)の全産業従業者数に対応する対象産業従業者数の密度関数で評価する。

$$K_i(p) = \frac{1}{h \sum_{r=1}^{n_i} \sum_{s=r+1}^{n_i} e_{ir} e_{is}} \sum_{r=1}^{n_i} \sum_{s=r+1}^{n_i} e_{ir} e_{is} f\left(\frac{p - \sqrt{e_{rs}^{all}}}{h}\right) \quad (3)$$

産業*i, j*の共集積は、*n_i*を産業*i*の全事業所数、*e_{ir}*, *e_{js}*をそれぞれ産業*i*の事業所*r*の従業者数、産業*j*の事業所*s*の従業者数とした、式(4)の密度関数で評価する。

$$K_{ij}(p) = \frac{1}{h \sum_{r=1}^{n_i} \sum_{s=1}^{n_j} e_{ir} e_{js}} \sum_{r=1}^{n_i} \sum_{s=1}^{n_j} e_{ir} e_{js} f\left(\frac{p - \sqrt{e_{rs}^{all}}}{h}\right) \quad (4)$$

提案手法では、分析対象領域内に無作為に分布させた注目産業の立地点シミュレーションデータを基に算出した式(3)あるいは式(4)の推定結果と、実データからの推定結果の比較を通して、集積の有無を評価すればよい。

3. 提案手法の検証

提案手法の適用可能性検証のため、「平成21年経済センサス-基礎調査に関する地域メッシュ統計」の3次メッシュ単位の産業別従業者数を用いて、DO指標と提案手法によって産業の集積性を分析し、結果を比較する。

(1) 地理的距離に基づく指標との比較

a) 集積

東京近郊の1次メッシュ5339内の事業所立地傾向を分析するため、当該メッシュ内の事業所と、その隣接1次メッシュを含めた地域内の事業所との全組み合わせを用いて密度関数を推定し、シミュレーションで作成した全産業立地に従って無作為に立地する場合の密度関数推定と比較し、集積性を判定した。産業中分類「58 飲食物品小売業」、「05 鉱業、採石業、砂利採取業」、「41 映像・音声・文字情報制作業」の密度関数推定結果を図-2~4に示す。

DO指標については、1次メッシュの幅である80kmを分

析する最大事業所間距離として設定し、ガウス型カーネル関数のバンド幅を4kmと設定した結果を、事業所間距離を横軸、密度関数の推定値を縦軸とした図に示す。

提案指標については、近接指標の最大値を937[√人]、ガウス型カーネル関数のバンド幅を179[√人]に設定した分析結果を、横軸を近接性指標[√人]、縦軸を密度関数の推定値とした図に示す。

また、各図の点線は、40回のシミュレーションによって得た、無作為分布下での推計結果の5・95パーセンタイルを表し、この上側は集積傾向、下側は分散傾向があると判定される。DO指標に関するシミュレーションでは、ある3次メッシュの注目産業従業者数を、分析対象地域内の3次メッシュに等確率で無作為に配分した。一方、提案手法に関するシミュレーションでは、各3次メッシュの全産業従業者数に比例して配分確率を設定し、ある3次メッシュの注目産業従業者数を分析対象地域内の3次メッシュに配分した。ただし、「58 飲食料品小売業」「41 映像・音声・文字情報制作業」は、従業者が存在する3次メッシュが多いため、提案手法による密度関数の推定には多大な時間を要する。そのため、現実的な計算時間で、複数回のシミュレーションを実行できなかった。そこで、これら2業種については、従業者存在メッシュが少ない産業小分類「816 高等教育機関」の提案指標における無作為分布の推計結果で代替した。密度関数推定値は基準化されているため、各産業の従業者数には影響されないが、従業者立地メッシュ数が大きいと、無作為分布の幅が狭くなると予想される。そのため、無作為分布を表す図-2・4の点線で囲まれた幅は、実際の幅よりも広い。

「58 飲食料品小売業」(図-2)は、顧客となる人口が多い都市部に集中して立地する産業なので、DO指標では事業所間距離が短い状態で立地する集積性の高い産業と判定された。しかし、全産業の従業者分布を考慮した提案手法では、無作為分布を想定した密度関数の5パーセンタイルを下回り、分散分布と判定された。これは、地理的な距離では近接して立地しているが、他産業分布に比べれば近接して立地していない分布であることを示している。

「05 鉱業、採石業、砂利採取業」(図-3)については、DO指標は、短距離では分散、長距離では集積を示し、近接しては立地していないが、広域では郊外の山間部に立地することを示す。一方、従業者分布を考慮した密度関数推定値では、近接域では無作為分布、広域では分散分布と判定され、地理的な分析とは異なった結果となっている。

「41 映像・音声・文字情報制作業」(図-4)は、都市に集中して立地する産業であり、事業所間距離は小さい。DO指標による推定では、短距離で集積する結果となっている。提案手法では、図の範囲で無作為従業者分布の密度関数を常に上回っており、集積分布と判定されており、全産業分布より顕著に偏在する産業であることが示された。

以上のように、提案手法では、事業所間距離が小さい産業でも、全産業分布と比べて偏在度が低い産業は集積とは判定されない。しかし、「41 映像・音声・文字情報制作業」のように、全産業従業者分布よりも偏った分布を示す産業は、集積として判定できることが確認できた。

b) 共集積

DO指標と提案指標により「12 木材・木製品製造業」と「14 パルプ・紙・紙加工品製造業」の共集積を分析した結果を図-5に示す。なお、図示する最大事業所間距離およびカーネル関数のバンド幅は、集積分析と同様に設定した。

DO指標ではこの2産業は共集積しているが、提案指標では無作為分布だという結果が得られた。立地点の地理的距離は比較的近いが、他の産業従業者分布を考慮すると立地に関連性がないとの結果である。すなわち、他産業の立地が多い場所に同じように立地しているだけに過ぎないとの判定結果が得られた。

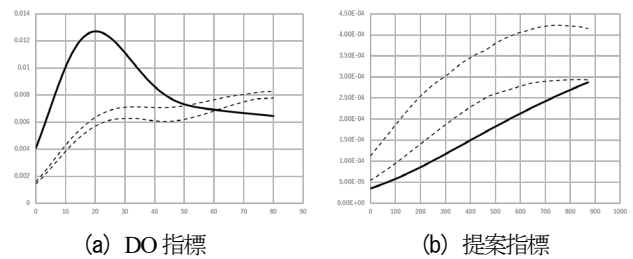


図-2 「58 飲食料品小売業」の密度関数

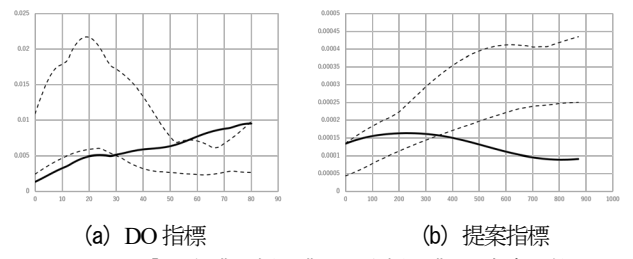


図-3 「05 鉱業、採石業、砂利採取業」の密度関数

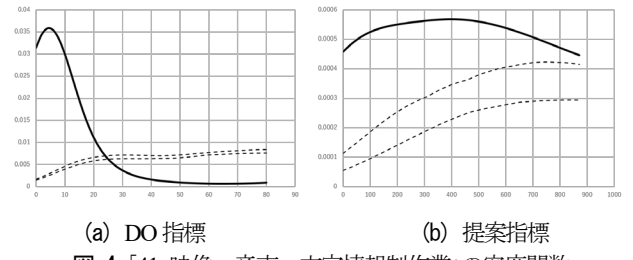


図-4 「41 映像・音声・文字情報制作業」の密度関数

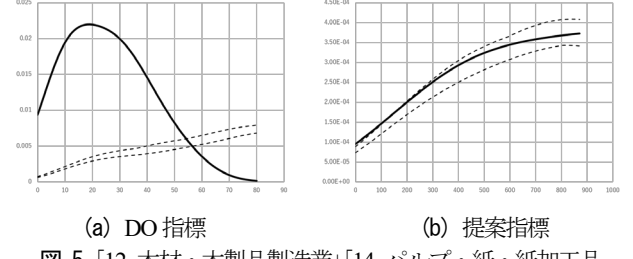


図-5 「12 木材・木製品製造業」「14 パルプ・紙・紙加工品製造業」の密度関数

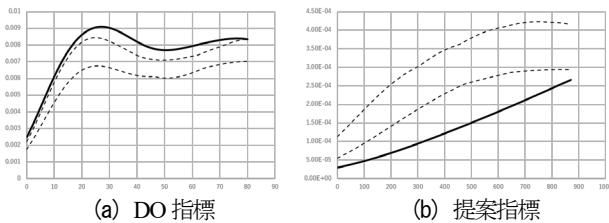


図-6 東京都近郊の「09 食料品製造業」密度関数推定値

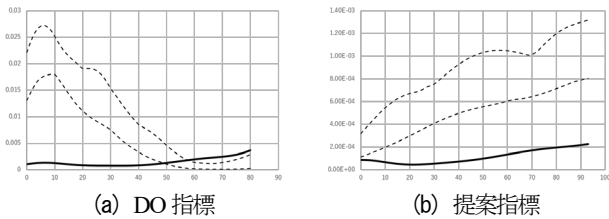


図-7 北海道中央部の「09 食料品製造業」密度関数推定値

適用結果より、DO 指標では事業所間距離が近い産業同士を共集積として検出するが、提案手法では、他の産業と比較すると無作為に分布している産業同士は共集積と判定しないことが確認できた。

(2) 地域別の産業集積比較

全産業従業者分布の偏在が強い東京近郊(メッシュ5339)と全従業者分布の偏在が比較的弱い北海道中央部(メッシュ6542)を対象に、「09 食料品製造業」に関する分析結果を比較した。東京近郊の結果を図-6、北海道中央部の結果を図-7に示す。各図の点線は無作為分布による推計結果の5パーセント・95パーセントを表す。

DO指標によると、「09 食料品製造業」は東京近郊では一般的に集積傾向を示すのに対し、北海道中央部ではほとんどの距離帯で分散しているとの結果が得られた。一方、事業所周辺の全産業従業者分布を考慮した提案手法では、東京近郊および北海道中央部ともに、すべての距離帯で分散しているという結果が得られた。

東京近郊では、「09 食料品製造業」の集積評価がDO指標と提案指標で大きく異なっており、全産業従業者の空間分布に偏りが大きい地域では、DO指標による地理的距離による集積評価と、提案手法による集積評価が大きく異なる可能性が強いことが示唆された。

4. おわりに

本研究は、全産業の事業所や従業者の空間分布よりも偏った空間分布を示す集積産業・共集積産業対を検出するため、事業所間距離に基づく分析を行うDO指標を拡張し、事業所周辺の従業者数を考慮した事業所間近接性に基づく産業集積分析手法を提案した。

経済センサスの産業立地データに対する適用を通して、提案指標は、事業所周辺の全産業従業者数に占める各産業の従業者数の割合が高く、従業者が近接して分布する産業の集積を検出できることを確認した。また、東京近郊と北海道中央部の適用結果の比較では、DO指標では集積と判定された産業について、提案指標では集積と判定されない場合があり、他の産業従業者分布が集積検出に与える影響を確認できた。

提案手法は、既存のEG指標の「全産業の空間分布を考慮した分析ができる」という特徴と、DO指標の「MAUPを回避できる」という特徴を併せ持った手法であり、産業の集積・共集積の実証分析に有用であると言える。適用例では1次地域メッシュ3×3の範囲を用いたが、さらに地域を広げることで、より特徴ある分布を示す産業を検出できる。

しかし、対象となる事業所・従業者が増えると事業所間近接性を計算する対象が増加し、その計算に時間を要するため、実行が困難である。本検討でも、無作為分布のシミュレーションを実行することができなかつた。本手法に基づく分析を実行可能とするには、計算の簡略化などの検討が不可欠である。

謝辞

本研究は東大CSIS共同研究No.789の成果の一部である。

参考文献

- 1) Ellison, G., Glaeser, E. L.: Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: A dartboard approach. *Journal of Political Economy*, Vol. 105, No. 5, pp. 889-927, 1997.
- 2) Duranton, G., Overman, H. G.: Testing for localization using micro-geographic data. *The Review of Economic Studies*, Vol.72, No. 4, pp. 1077-1106, 2005.
- 3) Ellison, G., Glaeser, E. L., Kerr, W.: What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns. *American Economic Review*, Vol. 100, No. 3, pp. 1195-1213, 2010

(2018. 4. 27 受付).

Detection of Industry Agglomeration and Coagglomeration Considering Spatial Distribution of All Industries

Kanako MAKUUCHI, Ryo INOUE