

産業の空間的集積における動学的外部経済： 実証研究の動向と課題*

大塚章弘

(岡山大学大学院文化科学研究科)

1. はじめに

企業の生産活動において産業の空間的集積が果たす役割は、集積の経済の分析フレームワークにおいて論じられている(中村・田淵(1996))。集積の経済は、産業の集積地域において高い生産性をもたらすという静学的な側面と、持続的な生産性成長を創出するという動学的な側面を有しているが、集積の経済に関するこれまでの主要な議論では、産業の空間的集積におけるコスト優位性の側面に焦点が当てられることが多かった。最近では競争力を持った地域集積を形成することに対する政策的関心の高まりから、理論と実証の双方の視点において、集積に伴うイノベーション優位性が着目される傾向にある。

集積に伴う外部効果の役割は Marshall (1890) によって最初に指摘され、技術知識のスピルオーバーが外部効果の一つとして論じられている。また、内生的成長理論では持続的な経済成長の源泉となる技術進歩について技術知識のスピルオーバーが不可欠とされ、技術知識の蓄積が持続的な成長をもたらすことが論じられている。例えば Arrow (1962) や Romer (1986) は、R&D 投資や学習による蓄積、経験効果や人的資本の重要性を論じており、Lucas (1988) は都市地域においてそれが重要であることを指摘している。このほか、Jacobs (1969) は都市地域における多様な経済主体の集積が接触の利益を創出することの重要性を指摘しており、Porter (1990, 1998, 2000) は、経済主体間における競争と協力関係が技術知識のスピルオーバーによるイノベーションを促進させることを論じている。

いずれにしても生産性の向上は生産主体内で蓄積される資源に加えて、立地点において蓄積される資源にも依存することを示唆している。つまり、代替可能な資源や人材の豊富な蓄積は、必要なときに必要なだけ資源や人材を容易に確保できるという意味において、生産主体の生産性向上に貢献することが予想される。また、企業間ネットワークの形成は、前方関連効果や後方関連効果を通じて生産主体の生産性に影響を与えることが考えられる。地域の歴史的な生産環境が他の地域においては容易にアクセスできないような技術知識の蓄積に貢献するため、形成された立地優位性は移ろいにくい性格を有している。地域の生産環境によって形成されるイノベーション優位は、立地がもたらす競争優

* 本稿を作成するにあたり、岡山大学経済学部の中村良平教授と春名章二教授、平野正樹教授より貴重なコメントを頂きました。ここに記して感謝の意を申し上げます。

位の源泉の一つであるというのが Porter (1990, 1998, 2000) の見解である。

本稿では、競争優位の源泉である動学的な外部効果に着目して実証研究のレビューを行い、今後の実証研究への課題を論じる。技術知識のスピルオーバーに関する実証研究は、産業組織論の分野を中心に幅広く行われている。最近では企業の R&D 活動に伴う技術知識のスピルオーバー効果を検証することを目的とした実証研究が多数行われているが、集積の経済の動的な側面に着目して、産業の空間的集積との関係から技術知識のスピルオーバーを考察した実証的なアプローチは Glaeser *et al.* (1992) によって論じられて以来、McDonald (1997) によってそのいくつかがサーベイされているにとどまっている。本稿では、その補完的位置づけとして、これまでに行われてきた主要な実証研究についてサーベイを行うことを試みる。なお、本稿での主要な焦点は、動学的な外部効果に関する実証的なアプローチにあるので、集積に伴う動学的な外部効果が生起するメカニズムに関する理論的考察は行わない¹。

以下では第2節において、動学的外部経済に関する理論を紹介する。第3節では従来の研究をレビューし、主要なアプローチについて論点を整理する。第4節では先行研究をふまえる形で、今後の実証研究に対する課題を述べる。最後の節はまとめにあてられる。

2. 理論的背景

動学的外部経済の議論は Glaeser *et al.* (1992) を契機としている。動学的外部経済とは、都市地域の形成に伴う生産環境の諸条件が生産主体の成長に持続的な影響を与えることを意味する。具体的には、地域に特有な資源や人材、技術知識が時間とともに蓄積され、当該地域の生産主体に対して経路依存的な効果を与えるというものである。そこで重要なのは技術知識の創出とその利用であり、都市地域の持続的な成長を実現する上で技術知識のスピルオーバーの役割が強調される。Romer (1986) や Lucas (1988)、Porter (1990) などの主要な論者によれば、技術知識のスピルオーバーによる外部効果は、都市地域の生産性のレベルだけでなく、その生産性成長や経済成長率を決定する上で重要であると考えられている²。

技術知識のスピルオーバーは極めて曖昧な概念であるため、モデル化を行うことが困難であることがよく知られており、詳細な議論が必要とされる。Glaeser *et al.* (1992) によると、動学的外部経済の理論はマーシャル・アロー・ローマー (MAR) の理論と Jacobs の理論、Porter の理論という3つの理論から構成され、これらの理論は2つの次元において互いに異なっていると考えられている。第一は、技術知識のスピルオーバーが同一産業内の企業間で生起するのか、あるいは異なる産業間で生起するのかという点である。第二は、技術知識のスピルオーバーに影響を与える市場構造は競争的であるのか、あるいは独占的であるのかという点である。つまり、独占(または寡占)は、R&D投資に見合う収益を補償するという理由から技術進歩を促進させるのか。あるいは、競争に対する絶えざる

1 理論的な考察を行っている最近の研究としては、Duranton and Puga (2003) を参照。

2 ただし、Krugman (1991) は例外である。彼は技術知識のスピルオーバーの重要性は認めているが、動学的な集積の経済を労働市場や中間財市場の効果に結びつけて議論している。

プレッシャーが技術進歩を促すのかということである。

まず、第一の次元である技術知識のスピルオーバーがどこから生起するのかについてであるが MAR の理論では、同一産業内の企業間において生起する技術知識のスピルオーバーの役割が注目される。技術知識のスピルオーバーは、最初に Marshall (1890) によって外部効果の一つとして指摘されたが、その後 Arrow (1962) によって定式化が試みられ、Romer (1986) の論文によって注目されるようになった。特定の産業における企業集積が、新製品の開発や既存製品の改良、生産システムの改善などを促進するというものであり、同一の問題や課題を共有するような高度に訓練された労働者の存在等が生産性の向上に寄与すると考えられている。ある企業によって蓄積された技術知識は、知的労働者の企業間移転やビジネス・カンファレンス、会議、職業訓練、模倣、リバース・エンジニアリングなどを通じて何の補償もなく他の企業へスピルオーバーされる。しかも、もし企業が近接して立地しているならば、技術知識の伝播はより一層加速すると考えられる。結果として、地域的に特化していて産業内の知識移転から多くの便益を享受するような産業が急速な成長を遂げ、それらの産業を有する都市地域も急速に成長することになると解釈される。

Jacobs の理論 (1969) では、MAR の理論とは異なり、同一産業の地理的集中よりもむしろ多様な産業の地理的な近接性がイノベーションと成長を促進すると考えられている。新製品の創出や技術進歩を促すのは、産業構成の一様性よりもむしろ多様性が重要であり、産業の多様性が新しいアイデアの創出を刺激するというアイデアの自己増殖的な蓄積過程が重視される。特に、都市地域において生起する外部経済として、異なった作業間でのアイデアの相互交換作用の役割が強調され、都市地域にはさまざまな技能を有する人々が集まっているので、それらがアイデアの伝達を強化すると考えられている³。

Porter の理論 (1990) では、産業の空間的集積として産業クラスターの役割が注目される⁴。産業クラスターでは要求水準の高い顧客が存在するため、それは新製品のアイデアや既存製品の改良などイノベーションの創出に貢献すると考えられている。また、関連産業や支援産業、専門的組織、各種機関の集積と相互の緊密な連携は、イノベーションに必要な補完性の実現を可能にするだけでなく、新技術やオペレーション、新製品開発などの面で他の産業の技術知識を取り入れ、活用することを容易にするという側面が強調されており、技術知識のスピルオーバーは産業クラスターにおいて重要であることが論じられている。

次に、第二の次元である技術知識のスピルオーバーを促進させる市場環境についてであるが、MAR の理論では、技術知識のスピルオーバーを促進させるためには、市場が競争的であるよりもむしろ独占的であるほうが望ましいとされる (Romer (1986))。その理由は、地域独占が外部へのアイデアフローを制限し、イノベーターが外部性を内部化することができるという点に求められ、特に、特許権

3 IT化が進化したとしても、フェイス・トゥ・フェイスによるコミュニケーションが依然として重要であることが知られている (Gaspar and Glaeser (1998))。

4 産業クラスターとは「特定分野における関連企業、専門性の高い供給業者、サービス提供者、関連業界に属する企業、関連機関 (大学、規格団体、業界団体) が地理的に集中し、競争しつつ同時に協力している状態」であると定義される (Porter (1990))。

表1 動学的外部経済の理論

| | | 市場の状況 | |
|-----------------|--------------|--|---|
| | | 強い競争 | 弱い競争 |
| 技術知識のスピルオーバーの生起 | 産業内 (特化) | Porter 型の外部効果 Porter (1990, 1998, 2000) | MAR 型の外部効果 Marshall (1890) Arrow (1962) Romer (1986) |
| | 産業間 (多様性) | Jacobs 型の外部効果 Jacobs (1969) | — |

が保証されないことによってイノベーションのペースが遅くなる可能性が重視される。イノベーターは、自らの発案したアイデアが周りによって何の対価を支払われることなく模倣され改良されることを認識しているため、特許権が保証されない場合は、R&D投資といった外部性を生み出す活動への投資インセンティブを失うと考えられている。もし、イノベーターが自らのアイデアに関する独占権を有するか、少なくともすぐに模倣する主体がごくわずかしが存在しない場合は、イノベーションや成長のペースが速まると予想している。

一方、Jacobsの理論やPorterの理論では、競争がイノベーションを強化するという側面が強調される。Jacobs (1969)は、競争が技術の採用をスピードアップさせるものであるのに対して独占は代替的な方法や生産を制限すると主張する。また、Porter (1990)によると、動学的な外部効果は競争力を有する産業クラスターが存在する都市地域において最大化される。それは、地域の競争がアイデアの模倣や改良を加速させるからであり、そのような競争がイノベーターに対する収益を減少させるのであるが、それがまたイノベーションへの圧力になるとしている。Porterはこの側面をきわめて重要視しており、競争者間の容赦ない競争が、他者が生み出したイノベーションの採用と模倣・改良を促し、産業成長を創出する原動力になると論じている。

表1は、動学的外部経済に関するこれら主要理論の違いをまとめたものである。MARの理論やPorterの理論では、同一産業内の企業間で生起する外部効果が重要視され、これらの外部効果は産業全体で内部化される⁵。Jacobsの理論では、異なる産業に属する企業間で生起する外部効果が着目され、外部効果は都市地域全体で内部化される。結果として、産業や都市地域レベルで収穫増が実現し、持続的な生産性成長を創出する。この生産性成長の実現に対して、Porterの理論やJacobsの理論は競争の役割を重視する一方、MARの理論では地域の独占的環境の役割が強調される。

5 Porterの理論で説明される空間的集積は一概には定義できないということには留意が必要である。Porterの理論の支柱をなす産業クラスターは、その範囲に関して一般的な定義が存在せず、標準産業分類では異なる産業に属するような産業から構成されているケースが多い。厳密には、クラスターの定義は産業間の結びつきの強さによって決定され、標準産業分類に一致することは稀であると考えられている。製造業やサービス業といった従来の分類では、産業の結びつきを考える場合にあまりに漠然としており、弱い意味でしか産業間の結びつきを論じることができないという問題がある。また、一つの産業だけを取り上げて議論しても、産業間に存在する連結性が見えなくなってしまうため、クラスターが競争に与える影響を考察し損なってしまうと考えられている (Porter (1990, 1998, 2000))。

3. 先行研究の動向

3.1 実証分析アプローチ

本稿では、動学的外部経済に関する先行研究を、分析方法の違いから2つのアプローチに大別する。第一は、雇用成長に新古典派成長モデルを採用するアプローチ、すなわち雇用成長アプローチである。これは Glaeser *et al.* (1992) によって採用された方法であり、都市産業の成長と動学的外部経済との関係を説明するために雇用データが主として使用される。第二は、全要素生産性を用いるアプローチ、すなわち全要素生産性アプローチである。これは Beeson (1987, 1990) に代表される分析方法であり、動学的外部経済に関する実証研究では Dekle (2002) や Henderson (2003) によって採用されている。このアプローチでは、資本投入と労働投入に加えて中間財投入に関するデータが必要とされるとともに、各年にわたって都市地域の産業部門の資本ストックを推計することが求められる。いずれのアプローチも、データの入手制約から主として都市地域における集計製造業部門に適用されてきたが、最近では Henderson (1997, 2003) によって、個表データを用いた工場レベルでの実証分析も行われている。

(1) 雇用成長アプローチ

雇用成長アプローチは、最初に Glaeser *et al.* (1992) によって導入された。彼らのモデルは、コブ・ダグラス型生産関数をベースとして展開され、ある地域における企業の生産関数は付加価値生産関数として、次式が想定される。

$$V_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

ここに V_t は t 時点における企業の付加価値であり、 K_t と L_t はそれぞれ t 時点での資本投入と労働投入を示している。 A_t は t 時点における技術水準である。企業は完全競争に直面し、規模に関する収穫一定の生産技術を有することが仮定されるため、企業は生産物価格 P_t と資本コスト r_t 、賃金 w_t を所与として行動する。

このとき、利潤最大化のための一階条件から、

$$P_t \alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} = r_t$$

$$P_t (1-\alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha} = w_t \tag{1}$$

が成立する。(1)に着目して対数の差分をとることで成長率ベースに近似すると、

$$\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) = -\frac{1}{\alpha} \ln\left(\frac{w_t}{w_{t-1}}\right) + \frac{1}{\alpha} \ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) + \ln\left(\frac{K_t}{K_{t-1}}\right) + \frac{1}{\alpha} \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \tag{2}$$

が得られる。

Glaeser *et al.* (1992) では、ある地域における企業の技術水準 A_t は、国家的要素 $A_{national,t}$ と地域

的要素 $A_{local,t}$ の両方に依存することが仮定される。

$$A_t = A_{local,t} A_{national,t}$$

このため技術進歩率は全国的な技術成長とローカルな技術成長の合計として表現されることになる。

$$\ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{A_{local,t}}{A_{local,t-1}}\right) + \ln\left(\frac{A_{national,t}}{A_{national,t-1}}\right)$$

全国的な技術成長は生産物価格の変化 ($\ln(P_t/P_{t-1})$) によって捕捉される, ローカルな技術成長は都市地域の生産環境に依存するものとして次のように表現される。

$$\ln\left(\frac{A_{local,t}}{A_{local,t-1}}\right) = h(\mathbf{Z}_{t-1}) + e_t$$

$h(\cdot)$ は地域の歴史的な生産環境を表す関数であり, \mathbf{Z} は地域の生産環境を表す特性ベクトルである⁶。動学的外部経済は, 産業の集積と成長との関係に焦点をあてているため, ある時点における産業の集積と生産性との関係に着目している静学的外部経済とは区分されて議論される⁷。特性ベクトルの項目には, 特化 (specialization) や多様性 (diversity), 市場の状況 (market conditions), 初期条件 (initial conditions) を表す諸変数が用いられ, 動学的外部経済の大きさを決定する上では, 成長の経路依存性という性質から初期時点における地域の生産環境条件が重要な役割を果たすと考えられている (Glaeser *et al.* (1992))。産業の集中特化は, MAR の理論や Porter の理論では生産性を向上させるものとして解釈される。都市地域が有する生産活動の多様性は, Jacobs の理論によると技術知識のスピルオーバーを促進させるものとして捉えられる。また, もし市場環境が独占的であれば, MAR 理論ではイノベーションを加速させるものとして解釈される。なお e_t はこれらの要素以外の要因を内包した誤差項を表している。

したがって, 都市地域レベルにおいて企業の雇用成長を表す(2)は,

$$\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) = -\frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{W_t}{W_{t-1}}\right) + \frac{1}{\alpha}h(\mathbf{Z}_{t-1}) + \ln\left(\frac{K_t}{K_{t-1}}\right) + \frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) + e_t \quad (3)$$

として書き直される。ここに W_t は実質賃金を表しており, 名目賃金 w_t を生産物価格 P_t で除したものと定義される。(3)は企業の雇用成長率を技術知識のスピルオーバーの尺度に関連付けるものである。もし, 資本のデータが利用できないならば(3)は,

6 都市地域の歴史的な条件が産業の立地に対して重要な影響を与えていることが知られている (Rauch (1993b))。

7 静学的外部経済については中村・田淵 (1996) を参照。都市産業を対象とした静学的外部経済に関する実証分析は Nakamura (1985), Henderson (1986), Tabuchi (1986) などが代表的であり, 最近の研究では Ciccone and Hall (1996) がある。また, 集積の経済から東京一極集中の問題を扱った実証研究として Kanemoto *et al.* (1996), 吉田・植田 (1999) がある。ここでは紙面等の制約からその全てを紹介することはできない。

表2 都市産業の雇用成長率に与える影響（1956年～1987年）

| 説明変数 | 推定値 |
|---|----------|
| 定数項 | -0.513 |
| アメリカの雇用成長率 | 1.148 |
| 1956年における都市産業の賃金水準 | ... |
| 1956年における都市産業の雇用水準 | -4.080 |
| 南部地域ダミー (特化を表す変数) | 0.378 |
| 1956年における都市産業の特化係数 (競争の状態を表す変数) | -0.00799 |
| 1956年における都市産業の事業所あたり従業者数の対全国比 (多様性を表す変数) | 0.561 |
| 1956年における都市の全産業雇用においてサンプル対象産業を除くトップ5産業の割合 | -0.913 |
| 自由度調整済決定係数 | 0.450 |
| 観測数 | 1016 |

(注) 1. Glaeser *et al.* (1992).

2. “...”は推定値が有意水準5%で有意ではないことを意味している。

$$\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) = -\frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{W_t}{W_{t-1}}\right) + \frac{1}{\alpha}h(\mathbf{Z}_{t-1}) + \frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) + e_t \quad (4)$$

となる。

雇用成長アプローチによる動学的外部経済は、主として(4)をもとに推定される。生産物価格は全国市場で決定されることが仮定され、ニューメーラールとして取り扱われる。そのため、一般的には価格変化を表す右辺第3項は考慮されない。推定では、動学的外部経済に関して技術知識のスピルオーバーが経年的に一定であるとして捉えられる。

Glaeser *et al.* (1992) は、1956年から1987年におけるアメリカの都市産業を対象とした分析を行っている(表2)。具体的なサンプル対象は、都市圏レベルにおいて産業規模上位6位までの産業である。推定では初期条件と地域的な要素がコントロールされ、アメリカの都市産業では産業の多様性が雇用成長に対して重要な影響を及ぼす傾向にあることが明らかにされている。多様性を表す変数は多様性の欠如として解釈され、多様性が1ポイント進むと、0.913ポイントもの雇用成長が実現されることを示している。また、地域的な競争の程度も雇用成長に対して影響を与えており、地域における競争状態が1ポイント高まるならば、雇用成長を0.561ポイント上昇させることになる。ただし、地域的な特化の尺度は雇用成長に対してポジティブな影響を与えず、特化が成長に対して寄与するような結果は得られていない。つまり結論として、産業内における技術知識のスピルオーバーが都市地域の自己増強的な成長に結びつくことを予測するMARの外部効果は認められていない。

Glaeser *et al.* (1992) の実証研究では、任意に抽出された都市産業を分析対象としており、外部効果はその産業間で一定であることが仮定されている。そのため、外部性は新製品が導入される創業時のみ重要であるという産業のライフサイクル仮説を考慮することができないため、政策的示唆が弱いという解釈上の制約があった。Henderson *et al.* (1995) はこの点に着目して、1970年から1987年におけるアメリカの都市製造業を対象とした補完的な研究を行っている。そこでは、成熟産業(資本財産

業)と振興産業(ハイテク産業)が個別に分析され、産業のライフサイクル仮説の実証を行うことが目的とされた。Henderson *et al.*(1995)は、成熟産業の立地分布を概観して都市地域間における恒常的な特化パターンが観察されることを指摘し、この地理的な粘着性の一部をMARの外部性に求めた。関連産業が歴史的に集積していて、関連する地域知識が蓄積しているような都市地域は、成熟産業に対して、そのような要素がない都市地域よりも生産的な環境を提供すると考えられている。一方で、新興産業に対してはどのような歴史的な環境が、当該産業を引きつけることに対して優位性を持つのかという点にも着目し、新しいハイテク産業が産業の多様性を持つ都市地域において立地する可能性を検証している⁸。分析の結果、新興産業の雇用成長に対しては都市地域の多様な生産環境が貢献し、成熟産業に対しては地域的な特化の状況が雇用成長を促進させることが明らかとなっている。Hendersonらは、集積による便益が産業のライフサイクルに従って変化することを指摘しており、新興産業では多様な産業間から得られるアイデアからの便益を享受する一方で、成熟産業では規格大量生産を効率的に行うために類似企業の近接性から便益を享受する傾向にあるとしている。つまり、新規の財は、大規模で多様性に富む大都市地域において開発される一方、MAR効果を伴う成熟財の生産プロセスは、賃金と土地の費用が相対的に低く専門的に特化した都市地域に分散する傾向にあるとしている。

雇用成長アプローチを採用しているこのほかの先行研究では、メキシコやスペインにおける都市製造業を対象とした実証研究が存在する(Hanson(1998), Lucio *et al.*(2002)など)。いずれの研究も、都市製造業の雇用成長に対しては、特化が重要な影響を及ぼす結果が得られているが、多様性による貢献が顕在化しているケースは存在しない。我が国の都市地域を対象とした研究は、斉藤(1996), Mano and Otsuka(2000)によって行われている。斉藤(1996)は、1983年から1991年において標準大都市雇用圏(SMEA)の製造業を対象とした分析を行っているが、動学的外部経済の存在が示唆される結果は得られていない。Mano and Otsuka(2000)では、1960年から1995年における都道府県レベルの製造業を対象とした分析を行っている。そして、地域的な特化による外部効果が顕在化する一方で、その影響力が期間を通じて弱まっていることが明らかにされている。特に、期間を通じて産業分布の分散化が観察され、混雑やサービス部門との競争の激化が製造業の立地に対して拡散力として影響を与えていることを示唆している。

このように、主として都市や都市圏を対象とした上記のような実証分析では、資本のデータが利用できないことが多いため、このアプローチが採用される傾向にある。しかしながら、データの入手制約を理由として資本投入に関する変数を考慮しないことは、除外された変数が動学的外部経済の推定において推定上のバイアスをもたらしている(Dekle(2002))⁹。つまり、資本投入成長が雇用成長に対して有意に影響するならば、資本投入成長を考慮しないことは、動学的外部経済に関する推定パラ

8 新興産業(ハイテク産業)の立地において、技術知識のスピルオーバーが果たす役割を実証した論文は多い。例えばJaffe *et al.*(1993)では、新規の特許がその周辺地域における既存の特許に基づいて生起するケースが多いことが示されている。また、人的資本が蓄積している地域では、高賃金である傾向にあることが知られている(Rauch(1993a))。

9 資本投入に関するデータは直接的に利用可能な形としてデータが存在しないので、ほとんどの場合、データメイキングする必要に迫られる。

メータにバイアスをもたらすという問題が生じていることを意味する¹⁰。そもそも雇用成長は、景気の状態との関係から需要サイドの要因が強く影響する傾向にあり、供給サイドの効果を捕捉しにくい面があるので、技術知識のスピルオーバー効果を捉える場合、雇用成長の要因を分析するというアプローチは適切であるとは言えない。仮に供給サイドの効果を捕捉できるとしても、労働投入という一投入要素のみしか考慮しないことは、労働節約的な技術イノベーションしか捕捉できず、物的資本のより進んだ蓄積の結果としてのイノベーションを考慮することができないことを意味している¹¹。Glaeser *et al.* (1992) や Lucio *et al.* (2002) で述べられているように、技術進歩の異なったタイプを考慮するためには全要素生産性を用いる必要があるので、最近では全要素生産性を用いた研究が進展している。

(2) 全要素生産性アプローチ

もともと、全要素生産性成長あるいはソロー残差は、経済成長における技術進歩の役割を、アウトプットの成長率から観察可能な全要素投入の成長率で差し引いたもので計測される (Solow (1957))。観察される生産統計では、外部効果としての労働力の質や資本設備における性能の向上、原材料・中間投入財の規格や品質の整備あるいは新規の財・サービスの拡大等が考慮できないため、新技術導入に伴う間接的・補完的な便益は、生産関数上において全要素生産性の上昇として計測せざるを得ないという側面が存在する (北村 (1997))。

全要素生産性に関する文献では、生産主体の規模の経済性と外部経済性との関係を動的な視点から考察した研究が行われている。主として一国全体に外部効果がおよぶことを想定した研究が中心であり、外部効果を明示化して生産関数に取り入れる試みが行われている。例えば、Caballero and Lyons (1990, 1992) は、付加価値生産関数をベースとして産業レベルでの内部経済と外部経済を区分するモデルを開発し、アメリカとヨーロッパ4カ国における製造業のデータを用いて生産活動に対する外部効果の存在を明らかにしている。Basu and Fernald (1995) は、中間投入財を考慮しない Caballero and Lyons のモデルでは外部効果が過大推定されることを指摘し、総産出ベースでの定式化を試みている。Burnside (1996) や Oulton (1996), Benarroch (1997) ではモデルが拡張され、外部効果に関する様々な考察が行われている。これらの研究は、いずれも一国全体で生起する外部効果に着目した研究であり、産業間において外部効果に差がないという制約が置かれている。

都市地域レベルにおいて全要素生産性を用いた実証研究では、Beeson (1987, 1990) が代表的な研究として挙げられる。Beeson (1987) では、アメリカの州レベルの製造業を対象として、産業集積と生産性成長との関係が考察されており、Beeson (1990) では、大都市圏レベルにおける製造業の長期的な停滞の原因を説明するために全要素生産性を通じた考察が行われている。Deckle (2002) は Beeson (1987, 1990) の全要素生産性の議論を動学的外部経済に適用して展開しており、Henderson (2003) は工場レベルの個表データから全要素生産性と動学的外部経済に関する実証研究を行って

10 重要な変数の欠落が推定値にもたらす問題は Greene (2003, ch. 7) を参照。

11 イノベーションには、製品開発型のプロダクト・イノベーションと既存製品の改良や品質改善型のプロセス・イノベーションがある。

る。ここでは Dekle (2002) の実証研究を中心に考察し、Henderson (2003) の研究は4節にて議論を行う。

Dekle (2002) による全要素生産性アプローチでは、企業の生産関数は先述と同様に、

$$V_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

で与えられ、行動仮説も先述と同様のフレームに従う。

完全競争と規模に関して収穫一定の状況では生産要素の完全分配が成立しているので、

$$1 = \frac{r_t K_t + w_t L_t}{P_t V_t} \quad (5)$$

が得られる。ここで s_K^v と s_L^v を付加価値ベースの全収入に対する資本投入と労働投入のコストシェア、 c_K^v と c_L^v を本源的生産要素費用における資本投入と労働投入のコストシェアとして、それぞれ

$$s_{K_t}^v = \frac{r_t K_t}{P_t V_t}, \quad s_{L_t}^v = \frac{w_t L_t}{P_t V_t}$$

$$c_{K_t}^v = \frac{r_t K_t}{r_t K_t + w_t L_t}, \quad c_{L_t}^v = \frac{w_t L_t}{r_t K_t + w_t L_t}$$

で定義すると、(5)から

$$c_{K_t}^v = s_{K_t}^v, \quad c_{L_t}^v = s_{L_t}^v$$

が成立する。このとき、付加価値生産関数を全微分し、成長率を対数の差分で近似すると、

$$\ln\left(\frac{V_t}{V_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) + \left[c_{K_t}^v \ln\left(\frac{K_t}{K_{t-1}}\right) + c_{L_t}^v \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) \right]$$

が得られる。付加価値ベースにおける全要素生産性成長の定義を用いると、

$$\ln\left(\frac{TFP_t^v}{TFP_{t-1}^v}\right) \equiv \ln\left(\frac{V_t}{V_{t-1}}\right) - \left[c_{K_t}^v \ln\left(\frac{K_t}{K_{t-1}}\right) + c_{L_t}^v \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) \right] = \ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right)$$

となるので、全要素生産性成長はソロー残差に一致することになる¹²。

動学的外部経済は雇用成長アプローチと同様に、

$$\ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) = h(\mathbf{Z}_{t-1}) + e_t$$

12 通常、全要素生産性はソロー残差とは一致しない (Hall (1990), 中島 (2001))。

として仮定され、技術進歩率の関数として捕捉される。結果として、

$$\ln\left(\frac{TFP_t^v}{TFP_{t-1}^v}\right) = \ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) = h(\mathbf{Z}_{t-1}) + e_t \quad (6)$$

が得られる。

Dekle (2002) は産業大分類に着目して、1975年から1995年における日本の都道府県レベルを対象とした実証分析を行っている(表3)。Dekle (2002) の分析では、全要素生産性成長と動学的外部経済との関係について(6)が用いられ、先行研究での分析結果と同様に、製造業大分類でも動学的外部経済の顕在化が観察されていない。特化が生産性を向上させるのは、金融業とサービス業、卸売・小売業であり、その効果は金融業で最も大きい。金融業では特化が1ポイント増加すると、全要素生産性を0.089ポイント増加させることを示している。また、卸売・小売業では競争の状況に関する変数を単独で用いた場合、地域的な競争の状態が1ポイント高まると、全要素生産性が0.45ポイントも上昇することが明らかとなっており、卸売・小売業では、地域的な競争の状況が進展することが生産性を著しく向上させるという結果が得られている。結論として、Dekle は近接性によるメリットを享受する産業は非製造業が中心であり、金融業のような産業はさらに地理的な集中化が進む傾向にあることを主張している。製造業は、動学的な外部効果の影響をほとんど享受していないので、製造業は国内だけでなく国際的にも地理的に拡散を続けるはずであると論じており、製造業の立地分布の分散化を論じた Mano and Otsuka (2000) と同様の解釈を行っている。

3.2 先行研究の特徴と問題

動学的外部経済に関する実証研究の多くは、動学的外部経済の特性を明らかにすることを目的としており、都市地域の集計データを用いたクロス・セクション分析が中心である。動学的外部経済の要因は、どちらのアプローチにおいても生産環境を表す都市地域の属性ベクトル \mathbf{Z} によって計測され、雇用成長あるいは全要素生産性成長が初期時点の属性変数の関数として表現されるという特徴を有している。

この動学的外部経済の分析フレームワークは、いずれのアプローチも経済成長の実証分析を単純に

表3 地域産業の全要素生産性成長に与える影響 (1975年~1995年)

| 説明変数 | 推定値 | | | | |
|---|-------|-----|-------|---------------|------|
| | 金融業 | 製造業 | サービス業 | 卸売・小売業 (a) | (b) |
| (特化を表す変数) 一平方キロメートルあたりの GDP | 0.089 | ... | 0.04 | 0.041 | ... |
| (多様性を表す変数) ハーシュマン・ハーフィンダール指標 | ... | ... | ... | ... | ... |
| (競争の状態を表す変数) 地域産業における事業所あたりの GDP の対全国比 | ... | ... | ... | | 0.45 |

(注) 1. Dekle (2002).

2. “...”は推定値が有意水準5%で有意ではないことを意味している。

応用したものと捉えられ、そのオリジナルはバロー回帰と呼ばれるクロス・カントリーの推定式に求めることができる (Barro (1991))。その推定式は簡単に記述するならば、

$$x_{jt} - x_{j0} = \beta_0 + \beta_1 x_{j0} + \mathbf{Z}_{j0} \beta_2$$

で表される。 x_{jt} は t 期における任意の変数 X_{jt} の対数値を表しており、 \mathbf{Z}_{j0} は地域ごとの外生変数のベクトルである。経済成長の分析では、多くの場合、地域の一人あたり所得が x_{jt} として用いられ、地域間において所得格差の収束が観察されるかどうかを検討するために、 β_1 の統計的有意性に焦点が当てられる。そして、地域ごとの定常状態の違いは \mathbf{Z}_{j0} に求められ、貯蓄率や教育水準などの様々な変数から説明される。一方、動学的外部経済の分析フレームワークでは、地域の自律的な成長を表す属性ベクトル \mathbf{Z}_{j0} として、特化や多様性、地域的な競争を表す指標が用いられる。動学的な外部効果を明らかにすることが目的であるため、収束の影響はコントロールされ、雇用量もしくは全要素生産性の成長に対する地域的な特性の影響が着目されるという特徴を有している。ただし、先行研究では収束の影響が成長に対して支配的な影響を及ぼしている場合が多い。例えば Glaeser *et al.* (1992) の推定結果においても、初期条件に関する推定値の t 値は比較的大きいことが観察される。

\mathbf{Z}_{j0} に含まれる特化や多様性、地域的な競争を表す指標は、分析者によってさまざまな指標が用いられているが、主要なものとしてあげられるのは立地係数やハーシュマン・ハーフィンダール指標である¹³。立地係数は産業の集中特化を表す指標であり、地域 j における産業 i の立地係数 LQ_{ij} は次のように定義される。

$$LQ_{ij} = \frac{L_{ij} / \sum_i L_{ij}}{\sum_j L_{ij} / \sum_i \sum_j L_{ij}}$$

L_{ij} は地域 j における産業 i の雇用者数である。そのため、分子は地域 j における産業 i の雇用シェアを示しており、分母は全国における産業 i の雇用シェアを表している。この値が1を上回っていれば、その地域は全国と比較して産業の雇用シェアが高いことを表していることになる。この指標は移出産業の分類を行う場合にその有用性を発揮するが、全国の産業構造の動向に影響を受けるという側面も有している。

ハーシュマン・ハーフィンダール指標は多様性を表す指標として利用されるケースが多い。地域 j のハーシュマン・ハーフィンダール指標 HHI_j は、

$$HHI_j = \sum_i S_{ij}^2 \quad \left(S_{ij} = \frac{L_{ij}}{\sum_i L_{ij}} \right)$$

によって定義される。 HHI が1に近づくほど多様性が失われ、逆に HHI がゼロに近づくほど多様性が高まると解釈される。なお、この指標は利用者によって自身の産業シェアを加えない形で次のように

13 ここで紹介する指標以外にも様々な指標が存在する。ここでは、Glaeser *et al.* (1992) など代表的な実証研究で用いられており、比較的多用されていると思われる指標を中心に紹介する。

定義されることがある（例えば Henderson (2002)）。

$$HHI_{kj} = \sum_{k \neq i} S_{ij}^2 \quad \left(S_{ij} = \frac{L_{ij}}{\sum_i L_{ij}} \right)$$

この操作は多様性を地域全体の視点で捉えるのではなく、地域に立地している当該産業自身の視点から捉える目的で行われる。

市場が競争的であるのかあるいは独占的であるのかを表す指標は、競争力指数と呼ばれる指標が用いられる。この指標は Glaeser *et al.*(1992) によって最初に導入されたものであり、地域 j における産業 i の競争力指数 CMP_{ij} は、

$$CMP_{ij} = \frac{N_{ij}/L_{ij}}{\sum_j N_{ij}/\sum_j L_{ij}}$$

によって定義される。 N_{ij} は地域 j における産業 i の事業所数である。この指標が1を上回ると、地域の産業規模が全国の平均的なレベルと比較すると相対的に小規模であることを意味しており、それは地域の産業が他の地域と比較して競争的であると考えられている。この指標の特徴は、産業の相対規模によって地域市場の状況を判断している点であるが、企業の市場支配力が相対規模とどのような関係があるのかについては何も論じられていない。

動学的外部経済の実証研究に関する問題について、前節では雇用成長アプローチに関する一部の問題に関して指摘している。そのため、ここで改めて繰り返すことはしないが、主要なポイントとして次の3点を指摘する。

第一は、先行研究に見られる基本的なフレームワークは、計量経済学的な視点から2つの潜在的な問題を内包していると考えられることである。まず、地域の特性ベクトルに関する内生性の問題である。特化や多様性、地域的な競争に関するいずれの変数も経済成長の要因としてだけでなく、結果としてもとらえることができる。特に、初期条件と特化に関する変数とは互いに相関する可能性が高いため、これらの変数を同時に用いた場合、どちらかが必ずしも有意でない結果が得られる可能性は高い。先行研究の中にはこの問題を軽減するために、初期条件を特化の指標として用いている研究もある（Henderson *et al.*(1995), Mano and Otsuka (2000) など）。

また、これまでに行われた多くの実証研究では、成長に対する地域固有のショックが推定において考慮されていない。 Z_{j0} に含まれない変数や観察することができないような変数においても、地域の成長に対して潜在的に影響を及ぼす可能性がある。地域の資源賦存の状況や地域的な制度の存在など、地域環境における時間不変の要素が地域の成長に影響することも予想されるため、これらを考慮した地域別効果を取り入れることが、より一般的な推定方法であるといえる。そのため比較的最近の研究では、地域ごとの個別効果を考慮するために、パネルデータを用いた推定が行われている（Dekle (2003), Henderson (2003)）。

地域の個別効果を考慮することは、必然的に、地域ごとで異なる定常状態の存在を認めることと同じであるが、地域別効果を取り入れるかどうかに関する集積理論からの明確な解答は知り得る限りに

において存在しない。また、パネルデータを用いることができれば、観測値を増やすという意味で推定値の精度を高めることができるが、一方で、時系列の情報を取り入れることは景気循環による影響を受ける可能性があるため、計測誤差を高めるというデメリットも懸念される。ただ、地域の歴史的な諸条件に関して特化や多様性、地域の競争状態のみで説明することは制約的であり、同時に、観察可能な変数で地域的な特性の全てを説明することが現実的であるとは考えにくい。

第二の問題は、全要素生産性の計測に関する点である。全要素生産性の計測では、完全競争と規模に関して収穫一定の状況を想定したソロー残差が用いられるケースが多い。この場合に留意しなければならないのは、Hall (1990) によって指摘されたように、年次データの比較的短い期間において計測されたソロー残差は、価格マークアップや規模の経済性といった本来は技術進歩とは無関係であるはずの変数と相関を持つという問題を有しているという点である¹⁴。特に、全要素生産性を計測する上で重要な問題として留意すべきなのは、付加価値生産関数を用いる場合、中間投入財のシェアが考慮されないことによる系統的バイアスが発生することである¹⁵。一般的に、総産出額を用いたソロー残差 (SR) と付加価値額を用いたソロー残差 (SR^v) との間では、次式の関係が成立している¹⁶。

$$SR^v = \frac{SR}{1 - s_M} \quad (7)$$

(7)は付加価値ベースでのソロー残差が、生産における中間財投入シェアの変動と独立していないことを示している。このため、Beeson (1987, 1990) や Dekle (2002) において計測された全要素生産性は、中間財投入シェアの変動に伴う計測バイアスが生じている可能性が懸念される。

第三の問題は、実証モデルの理論的な基礎にまつわる点である。Henderson *et al.* (1995) において論じられているように、動学的外部経済は静学的な外部経済と対応をなすものとして捉えられる。その意味ではこれまでに考察した先行研究は、理論的な基礎付けが弱いように感じられる。静学的外部経済との対応という点では、都市経済学の伝統的な議論に従うならば、MAR型の外部経済は地域特化の経済を意味しており、産業レベルで外部効果が内部化されることが知られている。Jacobs型の外部経済は都市化の経済を意味しており、都市地域レベルで外部効果が内部化される。どの先行研究においても、ダイナミックなフレームにおいてこの関係がモデルの中で明示的な形で論じられるに至っておらず、実証分析において整合的な解釈が行われているとは言えないように思われる¹⁷。

4. 実証研究の課題

4.1 動学的外部効果のタイミングに関する研究

先行研究では、動学的外部経済は過去の状況が一定の影響を及ぼすものとして捉えられていたた

14 このほかに、資本稼働率の問題から全要素生産性の計測について考察している実証研究として張 (2001) がある。

15 この問題は Basu and Fernald (1995) によって示されている。

16 証明は付録を参照。

17 この点に関して大塚 (2003) では静学的外部経済と整合的なモデルの構築を試みているが、詳細は別途議論する。

め、構造変化を考慮できないという側面を有している。Henderson (1997, 2003) は、履歴的な効果に着目して動学的外部効果の推定にラグ効果を導入し、動学的外部効果が影響するタイミングについて焦点をあてた研究を行っている。この研究は、技術知識のスピルオーバー効果について情報フローの動学的側面と静学的側面に分けて議論している点の特徴である。静学的なスピルオーバーとは、都市地域の市場動向の把握や供給元、販売先の選択を判断するために繰り返される経験に伴うスピルオーバーを意味しており、個別工場における供給元や販売先の選択、規制監督官庁への対応が、他の工場の意志決定に対して即時的な影響を与えると考えられている。動学的なスピルオーバーとは、達成するのに何年もかかるような工場の意志決定に伴うスピルオーバーを意味しており、意志決定の結果がゆっくりとしか拡散せずローカルであるため、効果はラグを伴うと考えられている。つまり、時間と距離的な問題、あるいは接触の機会という点から情報の拡散にタイムラグが生じるということの意味している。また、都市地域の固有な技術知識をビルドアップする累積的な蓄積過程は、立地点における現在の経済活動だけでなく、過去の状況にも依存しているため、スピルオーバー効果はラグを伴うと考えられている。

Henderson による分析モデルでは、一般的な生産関数をテイラー展開で一次近似した次式が用いられている。

$$\ln Y_t = \alpha \ln X_t + \sum_{s=0}^2 \beta_s \ln \mathbf{Z}_{t-s} + \ln T_t \quad (8)$$

Y_t は t 期における総産出物を表しており、 X_t は t 期の集計された要素投入量である。 T_t は t 期における生産技術水準を表す変数である。(8)の右辺第2項は、技術知識のスピルオーバーに伴う外部効果を表しており、その効果は現時点の生産環境条件 \mathbf{Z}_t とそのラグ項から構成されることが仮定される。なお、 α および β_s は任意のパラメータである。

このとき全要素生産性は、

$$\ln TFP_t \equiv \ln Y_t - \ln X_t = (\alpha - 1) \ln X_t + \sum_{s=0}^2 \beta_s \ln \mathbf{Z}_{t-s} + \ln T_t$$

となるので、成長率ベースに変換するため対数の差分をとると、

$$\ln \frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} = (\alpha - 1) \ln \frac{X_t}{X_{t-1}} + \sum_{s=0}^2 \beta_s \ln \frac{\mathbf{Z}_{t-s}}{\mathbf{Z}_{t-s-1}} + \ln \frac{T_t}{T_{t-1}}$$

が得られる。Henderson によると、全要素生産性に対する現時点での生産環境の影響 (β_0) は静学的なスピルオーバー効果として捉えられ、全要素生産性に対する過去の生産環境 (ラグ項) の影響 (β_1 および β_2) は動学的スピルオーバー効果として捉えられる。

この動学的スピルオーバー効果の推定は、都市地域の生産環境を表す属性変数間で相関するという多重共線性の可能性を内包している。地域の生産環境は、より長期的には経済動向や産業構造の変化に応じて変化していく可能性が考えられるが、工場立地そのものは移動に伴う経済的費用が相対的に高いため、資本や労働といった生産要素ほどモバイルではなく、短期的には地域の生産環境はそれほど変化しないことが推察される。そもそも、動学的外部経済に関する成長の経路依存性という性質か

ら、成長の決定要素として初期条件が支配的な影響を及ぼすために、生産環境のラグ変数は初期時点の属性変数の関数として説明される可能性が高い。

Henderson のアプローチはこうした推定上の懸念事項を抱えているものの、経済のパラダイム・シフトあるいは構造変化をどのように考慮するのかということについて今後の実証研究に対する展望を与えている。これまでの動学的外部経済の議論では、歴史的な生産環境状況が生産性の成長に影響する経路についてブラック・ボックスとして取り扱われていた。Henderson による考察は、ラグ効果を用いることで外部効果が及ぼすタイミングに着目しており、動学的外部経済を意志決定の問題と絡めて議論している。ラグ効果は、現時点の生産活動が過去の歴史的状況に影響を受けるものとして考えられているが、逆に考えるならば、現時点での意志決定が技術知識の蓄積と波及を通じて将来における生産活動に影響を与えることを意味している。つまり、生産主体の生産活動に対する生産環境条件の寄与について、生産主体がどのように期待するかによって技術知識の蓄積のペースが決定されると考えることができる。例えば、将来的に地域の物的・人的資本投資へ貢献するような社会基盤整備を進めることは、企業の研究開発に対する投資意欲を刺激するため、地域の R&D 活動などが活発化し、結果として地域の知的資本の創出と蓄積に貢献するという可能性が考えられる。また、物的資本や人的資本に対する投資は、いずれも不確実性を伴うために、投資リスクを軽減させる政策として何がふさわしいかを考える必要がある。いずれにしても、このような視点から動学的外部経済の形成メカニズムを明らかにするためには、期待形成の影響を取り入れたモデルの開発が必要であり、今後の実証研究が期待される。

4.2 動学的外部効果の経路に関する研究

先行研究では、成長の源泉としての技術知識のスピルオーバーについて、その波及経路に関して明示的に議論されることはなかった。技術知識の波及経路は Glielicas (1992) を参考にすると、直接的に波及するケースと間接的に波及するケースに分けて考えることができる。技術知識の直接的な波及とは、ある企業の研究開発等の活動によって創出された技術知識が、特許や公開された情報という形で他の企業に伝播することを意味する。このような技術知識が地域的なレベルにおいて公共財的な性格を有しているならば、その利用に対して対価を支払うことなく、同一地域内の他の企業の生産活動において役立てることができる¹⁸。一方、技術知識の間接的な波及とは、技術知識が財に体化されることで他の企業に伝播することを意味する。ある企業の研究開発の成果が財に体化されることで、その財の品質の向上や価格の低下といった形で、その財を中間財として需要する企業の生産性向上に貢献するというものである。

マーシャルの議論や内生的成長理論では、いずれも技術知識の直接的なスピルオーバーの側面を強調している。動学的外部経済に関するこれまでの議論においても、地域的な特性が研究開発の促進等を通じて地域全体の生産性の向上を実現させることが、立地がもたらす競争優位の源泉として重視される傾向にあった。技術知識の間接的なスピルオーバーの役割はこれまで明示的に言及されておら

18 このほかに Henderson (2003) は、取引慣行などの地域的な情報として“local trade secrets”の重要性を論じている。

ず、関連する議論として Fujita *et al.* (1999) や Fujita and Thisse (2002) において、地域的な財の需給連関に伴う外部効果が市場連関効果として議論されるにとどまっている。市場連関効果とは、特定の産業における生産活動が市場を通じて他の産業の生産活動に影響を与えたり、影響を受けたりする効果であり、ハーシュマンの定義によると前方連関効果 (forward linkages) と後方連関効果 (backward linkages) の二種類に分けられる (Hirschman (1958))。前方連関効果とは、ある産業が成長することによってその産業の生産物価格が低下し、その産業の産出物を原材料として用いる産業の生産を誘発することを意味する。後方連関効果とは、産業の成長に伴って産業規模が拡大することによって、中間財を生産する産業の生産を誘発することを意味する。

実証研究では、産業の空間的集積が地域的な財の需給連関によってもたらされることを示唆する結果が得られている。例えば Davis and Weinstein (1999) は、日本の都道府県における地域的な生産が、その地域的需要に対して一対一以上に増加していることを明らかにした。これは、財に対する需要が相対的に高い地域において、生産の特化が存在していることを示唆している。

財の需給連関に伴う技術知識の間接的な波及に着目した実証研究は、Bartelsman *et al.* (1994) と Knarvic and Steen (1999) で行われている。Bartelsman *et al.* (1994) は、市場連関効果について需要サイドと供給サイドからの定量的な考察を行っている。アメリカの産業連関表を用いた製造業3桁分類を対象とした分析であり、前方連関効果と後方連関効果を表現する指標を定義して市場連関効果の大きさを推定している。市場連関の計測は、産業連関表の取引基本表が用いられる。産業連関表の行と列はそれぞれ販路構成と費用構成を表しており、要素 ij は産業の中間投入財として使用される産業 i の生産物価値として表現される。

Bartelsman *et al.* (1994) によるモデルでは、外部性を含んだ一般的な生産関数を対数全微分した次式が用いられる¹⁹。

$$dy_i = \gamma dx_i + de_i + dt_i \quad (9)$$

小文字の変数は成長率 (対数の差分) を表している。 dy_i は産業 i の総産出成長であり、 dx_i は産業 i の要素投入成長である。この要素投入成長は、資本投入と労働投入、中間財投入の各成長率の加重平均で定義され、ウェイトとして各生産要素のコストシェアが用いられる。 de_i は外部効果を表す変数であり、 dt_i は技術進歩を表す変数である。

外部効果は次のように分解される。

$$de_i = \beta^{OW} dx_i^{OW} + \beta^{IW} dx_i^{IW}$$

ここで dx_i^{OW} は産業 i における前方連関を表す指標であり、ウェイト付けされた産業 i の投入成長として次式で定義される。

19 導出過程は Caballero and Lyons (1990, 1992) に詳細な説明がある。

$$dx_i^{OW} \equiv \sum_{j \neq i} \frac{\alpha_{ij}}{\sum_{j \neq i} \alpha_{ij}} dx_j$$

α_{ij} は行列の ij 要素である。産業 j の活動に対して適用されるウェイトは、行列の i 番目の行和によって割られた ij 番目の要素が用いられる。この指標は、他産業の需要に伴って第 i 産業が財を販売する側面を表している。一方、 dx_i^{IW} は産業 i における後方連関を表す指標であり、産業 i に財を供給するウェイト付けされた投入成長として次式で定義される。

$$dx_i^{IW} \equiv \sum_{j \neq i} \frac{\alpha_{ji}}{\sum_{j \neq i} \alpha_{ji}} dx_j$$

産業 j の活動に対して適用されるウェイトは、行列における第 i 列の列和によって割られた ji 番目の要素である。この指標は、当該産業の成長にともなって他産業の財を中間投入財として購入する側面を表している。結果として推定式(9)は、

$$dy_i = \gamma dx_i + \beta^{OW} dx_i^{OW} + \beta^{IW} dx_i^{IW} + dt_i$$

となる。パラメータである β^{OW} と β^{IW} が有意にプラスであれば、市場連関効果が顕在化していると解釈される。

この分析の特徴は、産出成長に与える市場連関効果を直接的に推定することを試みている点であり、前方連関と後方連関による効果を定量的に把握していることである。一方で、この分析では産業間で外部効果に違いがないことが前提とされているほか、技術的外部経済と金銭的外部経済の明示的な区別ができていないという課題を残している。

Knarvic and Steen (1999) では、総産出ベースでの外部効果は市場を媒介としない技術的外部経済であるとし、付加価値ベースでの外部効果は生産主体の収益性に影響を与えるという理由から金銭的外部経済であるという解釈を行っている。彼らは、ノルウェーの海洋産業クラスターを構成する個別産業間での外部効果を明らかにすることを目的として、技術的外部経済と区別する形で金銭的外部経済の大きさを推定している。

Knarvic and Steen モデルは、Bartelsman *et al.* (1994) によって想定された(9)に関して、産業間での規模の経済性の違いを考慮した次式がベースとされる。

$$dy_i = \gamma_i dx_i + de_i + dt_i \quad (10)$$

動学的外部経済の考え方は、技術知識の蓄積過程が初期時点の生産環境条件に依存するというものであるが、Knarvic and Steen (1999) では、技術知識の蓄積に伴う技術的外部効果は、第 i 産業以外の産出成長 $d\tilde{y}_i$ の関数として次式で表現される。

$$de_i = \beta_i d\tilde{y}_i \quad (11)$$

彼らの論文ではこの仮定に関する説明はないが、産出規模の拡大が R&D 投資など物的資本や人的資

本に対する投資の増加を創出し、結果として地域の技術知識の蓄積に貢献することが仮定の背景として考えられているものと推察される。この(11)を(10)に代入することで、

$$dy_i = \gamma_i dx_i + \beta_i d\bar{y}_i + dt_i \quad (12)$$

が得られる。

金銭的外部効果の推定は、(12)の各変数が置き換えられる。具体的には、 dy_i と dx_i がそれぞれ dv_i と dx_i^v に置き換えられ、外部効果は $d\bar{y}_i$ が $d\bar{v}_i$ に置き換えられる。その結果、推定に関する分析モデルとして

$$dv_i = \gamma_i dx_i^v + \beta_i d\bar{v}_i + dt_i \quad (13)$$

が想定される。彼らの分析は、技術的外部経済と金銭的外部経済を区別して推定したところが特徴であるが、推定では中間財投入シェアの変動が考慮されていない。

Hall (1990) および Basu (1995, 2002) によって論じられているように、産業 i の付加価値を V_i とすると産業 i の付加価値成長率 dv_i は、

$$dv_i \equiv \frac{dV_i}{V_i} = \frac{P_i dY_i - P_{M_i} dM_i}{P_i Y_i - P_{M_i} M_i} = \frac{dy_i - s_{M_i} dm_i}{1 - s_{M_i}} = dy_i - \frac{s_{M_i}}{1 - s_{M_i}} (dm_i - dy_i) \quad (14)$$

で表されることが知られている。このとき付加価値成長は(12)を(14)に代入することによって、

$$dv_i = \left[\frac{\gamma_i (1 - c_{M_i})}{1 - \gamma_i c_{M_i}} \right] dx_i^v + \left[\frac{\gamma_i c_{M_i}}{1 - \gamma_i c_{M_i}} - \frac{s_{M_i}}{1 - s_{M_i}} \right] (dm_i - dy_i) + \frac{\beta_i d\bar{y}_i}{1 - \gamma_i c_{M_i}} + \frac{dt_i}{1 - \gamma_i c_{M_i}} \quad (15)$$

として表される。 dx_i^v は産業 i の本源的生産要素投入成長である。 dx_i^v は、資本投入成長 dk_i と労働投入成長 dl_i の加重平均として定義され、ウェイトは本源的生産要素のコストシェアが用いられる。(15)は、付加価値ベースの生産性成長が本源的生産要素投入による貢献に加えて、中間投入財の利用集約度の変化と動学的外部経済、技術ショックから説明されることを示している。技術知識の間接的なスピルオーバーは右辺第三項を通じて計測され、技術知識の波及を表す β_i に対して規模の経済性 γ_i と中間投入財のコストシェア c_{M_i} が影響することを示している。そのため、(13)を直接推定することは、動学的外部経済の推定パラメータ β_i が産業の規模の経済性 γ_i と中間投入財のコストシェア c_{M_i} を考慮しないことによるバイアスが生じる可能性があることを意味している²⁰。

Bartelsman *et al.* (1994) と Knarvic and Steen (1999) の分析方法のどちらが望ましいかは分析するケースに依存する。前者は、個別産業の生産性向上に対して、前方連関と後方連関の効果が把握できるというメリットがあるが、集計度の高いデータが使用される傾向にあるため、個別産業間での市場連関効果の違いが考慮されない。後者の場合、特定の産業間の結びつきを定量的に把握することができるというメリットがあるが、産業間の投入・産出関係を示したデータを用いない限り、前方連関効

20 付加価値生産関数を用いることによる全要素生産性の計測バイアスに関する詳細は、別途議論する。

果と後方連関効果を区別して推定することはできない。そのため、産業クラスターのような特定の産業間におけるリンケージを分析するケースでは、後者のアプローチが望ましいということになる。市場リンケージに関する実証研究はこれまでほとんど行われていないので、今後の研究が期待される。

5. おわりに

動学的外部経済に関するこれまでの実証研究は、その特性を明らかにすることを目的としたものであり、主として製造業を対象とした分析が中心に行われている。技術知識のスピルオーバーは同一産業内の企業間で発生する傾向にあり、多様性による影響が顕在化しているケースは少ない。また、アメリカにおける産業のライフサイクルに着目した研究では、多様性が生産性成長に影響するような産業は新興産業であり、成熟産業は特化によって影響を受けるとということが明らかとなっている。一方、日本の製造業を対象とした実証研究では、動学的外部効果の影響はほとんど観察されていない。実証研究の多くは、雇用成長アプローチによるものであるが、MARの外部効果が顕在化していたとしても、その影響力は経年的に小さくなっており、立地分布の分散化が進展していることを示唆している。動学的外部効果は、主として非製造業を中心に観察され、それらの産業において地域の多様性によるメリットを享受する傾向にある。日本の実証研究はアメリカの研究とは異なり、いずれも高度に集計化されたデータを利用したものであり、個表データを用いて動学的な外部効果を推定した研究は存在しない。

先行研究で用いられた分析アプローチは、いずれも理論的根拠が弱く、静学的外部経済との対応が曖昧であるという特徴を有している。技術知識のスピルオーバーに関するラグ効果に着目した研究についても、過去の状況が生産性成長に影響することを想定しているが、それが産業や都市地域で収穫増進を実現する状況がモデルの中で明示的な形で論じられるに至っていない。

また、これまでの研究では、空間的集積に関する理論的関心を動機としている印象が強く、政策的示唆を提供することを目的とした研究はそれほど行われていないように思われる。特に、経済活動のグローバル化と国内産業の空洞化を背景に、競争力を向上させる手段として産官学の連携が注目されるなど、企業にとって連携とイノベーション誘発の場としての集積の役割が期待されている。政策的なレベルでは、産業クラスターの形成と発展に焦点があてられ、競争力を持った地域集積を形成することが、国の競争力を向上させることにつながると考えられている。日本のデータを用いた動学的外部経済に関するこれまでの実証研究では、産業のライフサイクルの側面が十分に考慮されておらず、政策的示唆を提供するためには3桁レベルや4桁レベルといったより細かい産業分類での実証研究が求められる。いずれにしても、動学的な外部経済に関するこれまでの研究は、今後の実証研究に対して興味深い方向性を示しているものが多いが、理論的基礎付けという点で未熟な側面も抱えている。動学的外部経済の形成と発展可能性に関して、より強固な理論的な基礎付けを行いながら実証研究を展開していく必要があるように思われる。

付録 (7)の証明

まず、企業の生産関数として次式を想定する。

$$Y = Af(K, L, M)$$

Y は総産出物であり、 K と L および M はそれぞれ資本投入と労働投入、中間財投入である。 A はヒックス中立的な生産技術を表している。企業は完全競争に直面しており、生産関数 $f(\cdot)$ は K と L および M に関して1次同次であることが仮定される。

このときソロー残差 (SR) は、 $x = \log X (X = Y, A, K, L, M)$ とすると、

$$SR \equiv dy - [(1 - s_L - s_M)dk + s_L dl + s_M dm] = da \quad (\text{a.1})$$

として定義される。 s_L と s_M は労働投入と中間投入の要素分配率を表しており、生産要素の完全分配が成立している。

次に、企業の付加価値成長 dv は、企業の付加価値を V とすると、

$$dv = \frac{dV}{V} = \frac{PdY - P_M dM}{PY - P_M M} = \frac{dy - s_M dm}{1 - s_M} = dy - \frac{s_M}{1 - s_M} (dm - dy) \quad (\text{a.2})$$

として表されるので、(a.1) を (a.2) に代入すると、

$$dv = \frac{1}{1 - s_M} da + \frac{1 - s_L - s_M}{1 - s_M} dk + \frac{s_L}{1 - s_M} dl \quad (\text{a.3})$$

が得られる (Hall (1990))。付加価値ベースのソロー残差 (SR^v) は、本源的生産要素である資本投入と労働投入に関する生産要素の完全分配の関係を考慮して、

$$SR^v \equiv dv - \left[\frac{1 - s_L - s_M}{1 - s_M} dk + \frac{s_L}{1 - s_M} dl \right] = \frac{1}{1 - s_M} da \quad (\text{a.4})$$

として定義されるので、結果として、(a.1) と (a.4) の関係から

$$SR^v \equiv \frac{1}{1 - s_M} SR$$

が成立することになる。

参考文献

- 大塚章弘 (2003) 「日本の製造業における動学的外部経済」『応用地域学研究』8, 55-66。
 北村行伸 (1997) 「コンセプトチュアライゼーションが経済に与える影響のメカニズムに関する展望」『金融研究』16, 83-113。

- 斉藤裕志 (1998) 「日本における都市産業の動学的外部効果」『応用地域学研究』3, 143–150.
- 張星源 (2001) 「稼働率内生型モデルによる TFP 成長率の計測」『経済研究』52, 359–366.
- 中島隆信 (2001) 『日本経済の生産性分析』日本経済新聞社.
- 中村良平・田淵隆俊 (1996) 『都市と地域の経済学』有斐閣.
- 吉岡完治 (1989) 『日本の製造業・金融業の生産性分析—規模の経済性・技術変化の実証研究—』東洋経済新報社.
- 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』38, 154–171.
- Anderson, C. H. (1992) “The search for R&D spillovers: Comment”, *Scandinavian Journal of Economics*, 94, S49–S50.
- Arrow, K. J. (1962) “The economic implications of learning by doing”, *Review of Economic Studies*, 29, 155–173.
- Bartelsman, E. J., Caballero, R. J. and Lyons, R. K. (1994) “Customer- and supplier-driven externalities”, *American Economic Review*, 84, 1075–1084.
- Barro, R. J. (1991) “Economic growth in a cross section of countries”, *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407–443.
- Basu, S. and Fernald, J. G. (1995) “Are apparent productive spillovers a figment of specification error?”, *Journal of Monetary Economics*, 36, 165–188.
- Basu, S. and Fernald, J. G. (1997) “Returns to scale in U.S. production: Estimates and implications”, *Journal of Political Economy*, 105, 249–283.
- Basu, S. and Fernald, J. G. (2002) “Aggregate productivity and aggregate technology”, *European Economic Review*, 46, 963–991.
- Beeson, P. E. (1987) “Total factor productivity growth and agglomeration economies in manufacturing, 1959–73”, *Journal of Regional Science*, 27, 183–199.
- Beeson, P. E. (1990) “Sources of the decline of manufacturing in large metropolitan areas”, *Journal of Urban Economics*, 28, 71–86.
- Benarroch, M. (1997) “Returns to scale in Canadian manufacturing: an interprovincial comparison”, *Canadian Journal of Economics*, 30, 1083–1103.
- Burnside, C. (1996) “Production function regressions, returns to scale, and externalities”, *Journal of Monetary Economics*, 37, 177–201.
- Caballero, R. J. and Lyons, R. K. (1990) “Internal versus external economies in European industry”, *European Economic Review*, 34, 805–826.
- Caballero, R. J. and Lyons, R. K. (1992) “External effects in U.S. procyclical productivity”, *Journal of Monetary Economics*, 29, 209–225.
- Ciccone, A. and Hall, R. E. (1996) “Productivity and the density of economic activity”, *American Economic Review*, 86, 54–70.
- Davis, D. R. and Weinstein, D. E. (1999) “Economic geography and regional production structure: An empirical investigation”, *European Economic Review*, 43, 379–407.
- Dekle, R. (2002) “Industrial concentration and regional growth: evidence from the prefectures”, *Review of Economics Statistics*, 84, 310–315.
- Duranton, G. and Puga, D. (2003) “Micro-foundations of urban agglomeration economies”, *Working Paper 9931*, NBER.
- Fujita, M., Krugman, P. and Venables, A. J. (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, MIT Press.
- Fujita, M. and Thisse, J. (2002) *Economics of Agglomeration*, Cambridge University Press.
- Gaspar, J. and Glaeser, E. L. (1998) “Information technology and the future of cities”, *Journal of Urban Economics*, 43, 136–156.
- Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A. and Shleifer, A. (1992) “Growth in cities”, *Journal of Political Economy*, 100, 1126–1152.
- Greene, W. H. (2003) *Econometric Analysis 5th*, Prentice Hall.
- Griliches, Z. (1992) “The search for R&D spillovers”, *Scandinavian Journal of Economics*, 94, S29–S47.
- Hall, R. E. (1988) “The relation between price and marginal cost in U.S. industry”, *Journal of Political Economy*, 96, 921–947.
- Hall, R. E. (1990) “Invariance properties of Solow’s productivity residual”, *Growth / Productivity / Unemployment: Essays to Celebrate Bob Solow’s Birthday*, edited by P. Diamond. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hanson, G. H. (1998) “Regional adjustment to trade liberalization”, *Regional Science and Urban Economics*, 28, 419–444.
- Hanson, G. H. (2001) “Scale economies and the geographic concentration of industry”, *Journal of Economic Geography*, 1, 255–276.
- Henderson, J. V. (1986) “Efficiency of resource usage and city size”, *Journal of Urban Economics*, 19, 47–70.
- Henderson, J. V., Kuncoro, A., and Turner, M. (1995) “Industrial development of cities”, *Journal of Political Economy*, 103, 1067–1090.
- Henderson, J. V. (1997) “Externalities and industrial development”, *Journal of Urban Economics*, 42, 449–470.
- Henderson, J. V., Shalizi, Z. and Venables A. J. (2001) “Geography and development”, *Journal of Economic Geography*, 1, 81–105.

- Henderson, J. V. (2003) “Marshall’s scale economies”, *Journal of Urban Economics*, 53, 1–28.
- Hirschman, J. V. (1958) *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven.
- Jacobs, J. (1969) *The Economy of Cities*, Vintage Books, New York.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. and Henderson, R. (1993) “Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations”, *Quarterly Journal of Economics*, 108, 577–598.
- Kanemoto, Y., Ohkawara, T. and Suzuki, T. (1996) “Agglomeration economies and a test for optimal city sizes in Japan”, *Journal of the Japanese and International Economies*, 10, 379–398.
- Knarvik, K. H. M. and Steen, F. (1999) “Self-reinforcing agglomerations? An empirical industry study”, *Scandinavian Journal of Economics*, 101, 515–532.
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Lucas, R. E. (1988) “On the mechanics of economic development”, *Journal of Monetary Economics*, 22, 3–42.
- Lucio, J. J., Herce, J. A. and Goicolea, A. (2002) “The effects of externalities on productivity growth in Spanish industry”, *Regional Science and Urban Economics*, 32, 241–258.
- Mano, Y. and Otsuka, K. (2000) “Agglomeration economies and geographical concentration of industries: A case study of manufacturing sectors in postwar Japan”, *Journal of the Japanese and International Economies*, 14, 189–203.
- Marshall, A. (1890) *Principles of Economics*, Macmillan, London.
- McDonald, J. F. (1997) *Fundamentals of Urban Economics*, Prentice Hall.
- Nakamura, R. (1985) “Agglomeration economies in urban manufacturing industries: A case of Japanese cities”, *Journal of Urban Economics*, 17, 108–124.
- Oulton, N. (1996) “Increasing returns and externalities in UK manufacturing: myth or reality?”, *Journal of Industrial Economics*, 44, 99–113.
- Porter, M. E. (1990) *The competitive advantage of nations*, Free Press, New York.
- Porter, M. E. (1998) *On competition*, Harvard Business School Press.
- Porter, M. E. (2000) “Location, competition, and economic development: local clusters in a global economy”, *Economic Development Quarterly*, 14, 15–34.
- Rauch, J. E. (1993a) “Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities”, *Journal of Urban Economics*, 34, 380–400.
- Rauch, J. E. (1993b) “Does history matter only when it matters little? The case of city–industry location”, *Quarterly Journal of Economics*, 108, 843–867.
- Romer, P. M. (1986) “Increasing returns and long-run growth”, *Journal of Political Economy*, 94, 1002–1037.
- Solow, R. M. (1957) “Technical change and the aggregate production function”, *Review of Economics and Statistics*, 39, 312–320.
- Tabuchi, T. (1986) “Urban agglomeration, capital augmenting technology, and labor market equilibrium”, *Journal of Urban Economics*, 20, 211–228.

Dynamic Externalities of Industrial Agglomeration : A Survey

Akihiro OTSUKA

This paper reviews existing literature on dynamic externalities which is the fountainhead of competitive advantages, and argues that rigorous theoretical and empirical analysis is needed to increase understanding of the role of technological spillovers in generating regional growth.

Empirical analysis of knowledge spillovers is broadly performed in the field of industrial organization. Recently, a number of empirical analyses aiming at verifying technological spillovers accompanying R&D activity of companies have been conducted. In recent empirical literature on spatial agglomeration, many papers find evidence consistent with dynamic externalities. Especially, growing bodies of research have estimated the extent and type of dynamic externalities. Despite the different data sources used, methodologies are similar. As the survey of some methodologies has been carried out by McDonald (1997), this paper reviews the main empirical analyses of dynamic externalities as the complement–positioning.