

研究拠点のR&D生産性と集積の経済

真保 智行
大西 宏一郎
西村 陽一郎

Aug 2005

2005-14

研究拠点のR&D生産性と集積の経済[†]

真保 智行^{*}

大西 宏一郎^{**}

西村 陽一郎^{***}

概要

近年のクラスターへの注目と比較して、R&D活動とクラスターとの関係に注目した実証分析は十分には行われていないように思われる。特に、日本企業を対象とした、包括的な実証分析はほとんど見られない。

そこで、本稿では産業集積や地域の知識ストックがその地域に位置する研究拠点のイノベーションを促進するかどうかを検証する。また、本稿には既存研究とは異なる3つの特徴がある。第一に、地域レベルや企業レベルでの分析を行っている既存研究をさらに進めて、研究拠点レベルでの分析を行っている。第二に、分析期間を3期間に分けて、3時点でのパネル分析を行っている。第三に、化学産業と電気機械産業に焦点を当て、地域特性のイノベーションへの影響を比較分析している。

そして推計結果から、以下の3点が発見された。第一に、同一産業の産業集積に関しては、化学産業では研究拠点のイノベーションを促進するが、電気機械産業では集積の不経済が存在する可能性がある。第二に、化学、電気機械産業ともに同一産業の知識ストックが研究拠点のイノベーションを促進する。第三に、関連産業の産業集積と地域知識ストックに関しては、電気機械産業では研究拠点のイノベーションを促進するが、化学産業では統計的に有意な関係は見られなかった。

これらの結果は、産業集積や地域知識ストックが集積の効果や地域スピルオーバーを通じて、その地域に位置する研究拠点のイノベーションを促進する可能性があり、またどのようなタイプの集積がイノベーションに影響を及ぼすかは産業によって異なることを示している。

[†] 本稿の作成にあたっては、一橋大学イノベーション研究センター長岡貞男教授と大阪市立大学創造都市研究科明石芳一教授に有意義なコメントをいただき、深く感謝したい。また、本稿は一橋大学大学院商学研究科と経済学研究科を中核拠点とした21世紀COEプログラム（「知識・企業・イノベーションのダイナミクス」、「現代経済システムの規範的評価と社会的選択」）から、若手研究者・研究活動支援経費の支給を受けて進められた研究成果の一部である。同プログラムからの経済的な支援にこの場を借りて感謝したい。なお著者の順番は論文への貢献度を表すものではない。

^{*} 一橋大学大学院商学研究科博士後期課程（t.shimbo@nifty.com）

^{**} 知的財産研究所特別研究員（Onishi-Koichiro@iip.or.jp）

^{***} 神奈川大学経済学部専任講師（regression@hotmail.com）

1. はじめに

近年の市場のオープン化、輸送手段の発達、および通信の高速化によって、企業は必要な財・サービス、あるいは情報を遠隔地から獲得できるようになり、企業にとって地理的な条件の重要性は薄れたように思える。しかし、世界各地で特定の産業が地理的に集中している傾向が見られることも事実である[Porter(1998)]。日本企業においても、1980年代以降、R&D活動のグローバル化が進み、現地で生産活動のサポートを行ったり、現地の高度な技術情報を獲得しようとしている[Odagiri and Yasuda(1996), 西村他(2004)]。

このような傾向を踏まえて、経済政策の新しい視点として、クラスターの考え方が注目されている[石倉他(2003)]。これは特定の地域に立地している中小企業、大企業、大学などの研究者が活発に交流し、系列に代表される垂直的な関係ではなく、水平的な関係を構築し、世界市場を目指した新技術や新製品を開発することを目的としている。そして、実際に2001年から経済産業省が産業クラスター計画を、2002年から文部科学省が知的クラスター計画を日本全国で推進している。

しかし、このようなクラスターへの注目と比較して、R&D活動とクラスターとの関係に注目した、実証分析は十分には行われていないように思われる。特に、日本企業を対象とした、包括的な実証分析はほとんど見られない。

そこで、本稿では産業集積や地域の知識ストックがその地域に位置する研究拠点のイノベーションを促進するかどうかを検証する。また、本稿には既存研究とは異なる3つの特徴がある。第一に、地域レベルや企業レベルでの分析を行っている既存研究をさらに進めて、研究拠点レベルでの分析を行っている。第二に、分析期間を3期間に分けて、3時点でのパネル分析を行っている。第三に、化学産業と電気機械産業に焦点を当て、地域特性のイノベーションへの影響を比較分析している。

そして推計結果から、以下の3点が発見された。第一に、同一産業の産業集積に関しては、化学産業では研究拠点のイノベーションを促進するが、電気機械産業では集積の不経済が存在する可能性がある。第二に、化学、電気機械産業ともに同一産業の知識ストックが研究拠点のイノベーションを促進する。第三に、関連産業の産業集積と地域知識ストックに関しては、電気機械産業では研究拠点のイノベーションを促進するが、化学産業では統計的に有意な関係は見られなかった。

これらの結果は、産業集積や地域知識ストックが集積の効果や地域スピルオーバーを通じて、その地域に位置する研究拠点のイノベーションを促進する可能性があり、またどのようなタイプの集積がイノベーションに影響を及ぼすかは産業によって異なることを示している。そして、企業にとっては、研究拠点の立地場所の選択が戦略上重要であることを示唆している。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では、R&D活動と産業集積の関係に注目した既存研究を説明するとともに、それらの問題点を明らかにする。第3節では、サンプルと変

数を説明する。第4節では、推計結果を示し、第5節で結論を述べる。

2. 既存研究のサーベイ

2.1. 集積の経済とスピルオーバー

産業集積とは、特定の産業に属する経済活動が特定の地理的範囲に集中している状態である。そして、産業集積は集積の効果を求めた、企業の立地行動を通して形成される。この集積の効果には、主に3つの要因が指摘されている。それは、第一に特殊技能をもった労働者の労働市場の形成であり、第二に中間財産業の発達であり、そして第三にスピルオーバー効果である[Marshall(1920), Krugman(1991)]。これらの要因によって、産業集積はその地域に位置する企業の生産性を高めると考えられている¹。

一方、R&D活動においても、産業集積は上記の3つの要因によって、その地域に位置する企業のイノベーションを促進すると考えられる。これは、集積内にはより多くの優れた研究者や技術者が存在すると共に、R&D活動に必要な財やサービスを獲得しやすくなり、さらにスピルオーバーはその他の経済活動よりも重要であると考えられるからである。

特にこれらの効果の中でも、R&D活動においては3つ目のスピルオーバー効果が重要であると思われる。スピルオーバー効果にはレント・スピルオーバー(rent spillover)と知識スピルオーバー(knowledge spillover)があるが[Jaffe(1986)]²、企業のイノベーションとの関係という意味では、知識の普及を意味する知識スピルオーバーが重要だと考えられる。そして、その経路としては、論文やリバース・エンジニアリングなどがあるが、その中でも重要だと思われるのが、研究者間での人的交流である。なぜなら、R&D活動によって生み出された知識は、文書化可能な形式知(codified knowledge)ではなく、文書化が困難な暗黙知(tacit knowledge)が存在し、その暗黙知は通常、フェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによって伝えられるからである。よって、研究者の移動がある地域内に制約されるならば、その範囲に沿って知識スピルオーバーは地理的に制約されることになる。実際にJaffe *et al.*(1993)は、特許引用データを用いて、知識スピルオーバーが地理的に制約されることを実証している³。

ただし、R&D活動における集積の効果はスピルオーバー効果だけではない。集積地には

¹ このような議論は主に生産活動に焦点を当てたものである。しかし、生産だけでなく、販売やサービスなどにも、同様に集積の効果が存在するかもしれない。よって本稿では、そのような活動における集積も含めて、産業集積という言葉を利用する。

² 前者は、R&D活動の成果が十分に製品の価格に反映されないことから起こる外部性である。そして後者は、R&D活動によって獲得された知識が公共財的な性質を有するので、それが市場を経由しないで、競合企業や関連企業に広まることによる外部性である。

³ このように知識スピルオーバーの範囲に関する議論は産業集積の議論と密接に関連しているが、本稿ではデータの利用可能性の問題からほとんど触れていない。ただし、これは重要な問題だと思われる。

より多くの優れた研究者や技術者が存在すると共に、R&D活動に必要な財やサービスを獲得しやすくなるだろう。その他にも、Porter(1990, 1998)は洗練された顧客からの情報のフィードバック、サプライヤーやパートナーとの連携、さらに集積内の競争圧力といった要因が集積内の企業のイノベーションを促進すると述べている⁴。

また、産業集積の構成によって、その地域に位置する企業の生産性やイノベーションへの影響が異なるという議論がある。例えば、Feldman and Audretsch (1999)はR&D活動における集積の効果の中でも、スピルオーバーの役割に注目し、産業集積の構成とスピルオーバーの種類を結びつけている。第一に、同一産業の産業集積が産業内スピルオーバーを促進し、イノベーションをもたらすというものである[Marshall(1920)]。第二に、関連産業の産業集積が産業間スピルオーバーを促進し、企業が補完的な知識を獲得することによって、イノベーションを生み出すというものである[Jacobs(1969)]。

2.2. 既存研究

以上のことに注目して、産業集積がイノベーションを促進するかに関する実証研究が行われてきた(表 1)⁵。それは大きく分けて、分析単位が地域レベルであり、産業集積と地域全体のイノベーションとの関係を分析したものと、分析単位が企業レベルであり、産業集積とその地域に位置する企業のイノベーションとの関係を分析したのものがある。

まず地域レベルの分析を見てみると、Glaser *et al.* (1992)とFeldman and Audretsch (1999)が挙げられる。ただし、前者の被説明変数は労働者数の成長率であり、産業集積とイノベーションとの関係ではなく、産業集積と地域の成長率に注目している。両者とも、同一産業の産業集積は地域の成長率やイノベーションにマイナスの影響を及ぼすが、関連産業の産業集積はそれらにプラスの影響を及ぼすことを示した。すなわち、経済活動とR&D活動の両方において、同一産業の産業集積には集積の不経済が働き、一方関連産業の産業集積には集積の経済が働くのである。これは同一産業に属する企業が集中することによって、競争が激しくなり、利潤が減少したり、R&D活動のアウトプットの専有可能性が弱まるからであると考えられる。

ただし、Glaser *et al.* (1992)は関連産業を同一産業以外の産業全体としており、本当にそれらの産業が当該産業に補完的な知識や中間財をもたらしているとは考えにくい⁶。また、地域レベルの分析では、インプットとアウトプットの関係がブラックボックスとなっている

⁴ このように産業集積とイノベーションとの関係は多様な要因が相互に作用し合っており、その理論的なモデルは十分には解明されていない[藤田(2003)]。

⁵ この他に、日本企業を対象とした関連した実証研究にIwasa and Odagiri(2002)と西村他(2004)がある。Iwasa and Odagiri(2002)は日本企業を対象として、R&D活動を行っている米国現地法人が技術獲得を目的としている場合、地域知識ストックが大きいほど、親会社の特許出願件数が増加することを示した。また、西村他(2004)は日本企業が米国に研究所を立地する際に、産業集積は日本企業の研究所の立地選択に影響を及ぼさないが、地域知識ストックは米国、日本企業共に影響を及ぼすことを実証した。

⁶ 一方、Feldman and Audretsch (1999)は関連産業を同じ科学ベースをもつ産業としている。

という問題がある。すなわち、産業集積とその地域全体のイノベーションの間に相関関係があったとしても、実際には企業が産業集積から集積の効果を享受してイノベーションを生み出しているのである。よって、地域特性だけでなく企業特性も考慮するために、企業レベルでの分析が必要となるのである。

そして企業レベルの分析として、Baptista and Swann (1998)と Beaudry and Breschi (2003)がある。これらは産業集積とその地域に位置する企業のイノベーションとの関係を分析している。前者は英国を対象としており、後者は英国とイタリアを対象としている。そして、Baptista and Swann (1998)は同一産業の産業集積はイノベーションにプラスの影響を及ぼすが、関連産業の産業集積とイノベーションには統計的に有意な関係はないことを示した。

一方、Beaudry and Breschi (2003)は、地域特性として産業集積だけでなく地域の知識ストックを考慮している。これはR&D活動においては、集積の効果の中でもスピルオーバーが重要な役割を果たすとすれば、地域の知識ストックとその地域に位置する企業のイノベーションとの関係にも注目する必要があるからである⁷。そして、彼らは同一産業の産業集積はイノベーションにマイナスの影響を及ぼすが、地域知識ストックは同一、関連産業ともプラスの影響を及ぼすことを示した。また、彼らは関連産業の産業集積に関して、単なる総和としての産業集積はイノベーションにマイナスの影響を及ぼすが、特許の引用件数でウェイトした産業集積はプラスの影響を及ぼすことを示した⁸。これらの企業レベルの分析から、同一産業の産業集積は集積の不経済をもたらす可能性があるが、地域知識ストックや厳密な意味での関連産業の産業集積はイノベーションを促進しうることが分かる。

この他にも、Mariani(2004)は特許を分析単位として、地域の知識ストックとその地域で生み出された特許の被引用件数との関係を注目している。すなわち、地域知識ストックがその地域で生み出された特許の価値を増大させるかどうかを検証した。そして、彼女は化学産業を伝統的な化学産業とバイオテクノロジー産業に分類し、地域知識ストックはバイオテクノロジー産業においてのみ、その特許の価値を増大させることを示した。これはAudretsch and Feldman(1996)と整合的な結果である。彼らは163の産業をサンプルとして、生産活動の地理的集中をコントロールした上で、R&D集約度、熟練労働者、大学の研究費といった要因がイノベーションの地理的集中に影響を及ぼすことを示し、スピルオーバーが重要な産業では、その効果を求めてR&D活動が地理的に集中していることを示唆した。このように、集積の効果は産業によって異なるかもしれない。

以上の既存研究を踏まえ、本稿でも日本企業を対象として、企業レベルで産業集積や地域知識ストックと企業のイノベーションの関係を検証する。ただし、既存研究の企業レベ

⁷ 大西他(2003)は日本企業が米国に研究所を立地する際に、生産活動のサポートを目的とした研究所をコントロールした上で、地域知識ストックがその立地選択に影響を与えていることを示した。そして、Iwasa and Odagiri(2002)は、米国における日本企業のR&D子会社が生産活動のサポートではなく、研究を目的とする場合、その進出先の州の知識ストックが親会社のイノベーションにプラスの影響を及ぼすことを発見した。

⁸ 本稿では、関連産業の集積に関する変数を、Beaudry and Breschi (2003)と同様の方法で作成した。

ルの分析では、企業の研究所は本社の近くに立地されると想定し、企業のイノベーションに影響を及ぼすのは、その本社の位置する地域の集積であるとしている。確かに、本社にR&D部門が設置されていることが多いと考えられるが、企業が本社の位置する地域以外にも研究所を分散させているならば、このような研究所が位置する地域の集積も考慮する必要がある。また、そのような傾向は大企業ほど強いかもしれない。さらに、R&D活動は研究所だけで行なわれるわけではなく、特に工程技術に関しては工場で行なわれるだろう。

そこで、本社、工場、および研究所を含めた研究拠点と本社の位置を確認してみたいと思う。表2には化学産業と電気機械産業に属する企業の研究拠点と本社の分布がまとめられている。まず、研究拠点の分布を見ると、化学産業では東京都、大阪府、神奈川県で全体の38%を、電気機械産業では東京都、神奈川県、埼玉県で全体の43%を占めている。また、研究拠点の上位10都道府県に注目すると、8都道府県は両方の産業にランクインしているが、4つの都道府県は片方の産業にしかランクインしていない。化学産業だけにランクインしているのは、茨城県と山口県である。これは前者については筑波に企業の研究所が集中しているためで、後者については周南市や岩国市に石油化学コンビナートが存在するためである。一方、電気機械産業だけにランクインしているのは、群馬県と京都府であり、前者には三菱電機・日本ビクター・アドバンテストが、後者には三菱電機・キヤノンといった企業が研究拠点を置いている。次に、研究拠点と本社の位置関係を見てみる。やはり本社は東京都や大阪府に集中しているが、本社がないその他の都道府県にも研究拠点は置かれていることが分かる。

したがって、既存研究に見られるような仮定には問題があるかもしれない。よって、本稿ではこの問題を解決するため、企業レベルではなく本社、工場、および研究所を含めた研究拠点レベルの分析を行う⁹。すなわち、産業集積や地域知識ストックとその地域に位置する研究拠点のイノベーションとの関係を検証する。

3. データセット

3.1. サンプル

本節では、サンプル、被説明変数、説明変数、コントロール変数を説明する。本稿では、産業集積とイノベーションとの関係を分析した既存研究をさらに修正して、分析期間を3期間に分けて、3時点でのパネル分析を行う。すなわち、産業集積や地域知識ストックなどの説明変数は1976～80、81～85、86～90年のものを利用し、これに対応して被説明変数は

⁹ 繰り返しになるが、研究所だけではなく本社と工場をサンプルに含めるのは、本社に研究開発部門が設置されていることが多く、また工場内や工場に隣接してR&D活動が行われることが多いからである。

1981～85、86～90、91～95年の各5年間に出願された特許の被引用件数を利用する¹⁰。

サンプルは以下の手順によって決定された。最初に、分析対象とする産業を化学産業と電気機械産業とした上で、『日経 NEEDS データ（以下、NEEDS データ）』を利用し、日経業種分類に基づいて企業を特定した。そして、1980、85、90年の研究開発費を取れる一部上場企業にサンプルを絞った。

次に、特許データとして『NBER Patent Citations Data（以下、NBERデータ）』を利用し、それに基づいて被説明変数などを作成する。NBERデータは全世界の企業によって、1963年～1999年までに米国特許庁に登録された特許に関する情報を収めたものである。よって、サンプルも米国特許庁に1963年～1999年に登録された特許を1件以上もっている企業に絞った¹¹。これは特許を1件ももっていない企業はそもそも十分なR&D活動を行っていない可能性があるからである¹²。

第三に、本稿では研究拠点レベルの分析を行うので、研究拠点の位置する地域を特定し、さらにその研究拠点が生み出した特許を特定しなければならない。そこで、本稿では地域の分析単位を都道府県レベルとした上で、特許が発明された地域を第一発明者の住所とした¹³。しかし、第一発明者の住所と企業の研究拠点が一致しない場合もあると考えられるので、上記の企業の有価証券報告書を閲覧し、本社・工場・研究所の住所を特定した¹⁴。

最後に、分析期間中に研究拠点を立地している都道府県で、その所属産業の特許を1件以上取っている研究拠点にサンプルを絞った。これは2番目の作業と同様に、各研究拠点が所属産業のR&D活動を行っていない可能性があるためである。

以上の作業の結果、企業数は174社となり、うち化学産業は100社、電機機械産業は74社である。そして、サンプルは1566個であり、うち化学産業は954個、電気機械産業は612個である。

また、本稿では企業レベルの推計も行う。すなわち、本社の位置する地域の産業集積や地域知識ストックと企業全体のイノベーションとの関係を検証する。しかし、2節で述べたように、このような仮定には問題があると考えられるので、研究拠点レベルの推計と既存研究と同様の企業レベルの推計を比較、検証してみる。企業レベルの推計のサンプルは522個であり、うち化学産業は300個、電機機械産業は222個である。

以上の作業をするためには、NEEDS データと NBER データを接続しなければならない。そして、後で説明する産業集積のデータソースである経済産業省の『工業統計表』における産業分類を含めた、産業と技術分野とのコンコーダンスを作成した（表3）。

¹⁰ 被説明変数については、後で説明する。

¹¹ NBERデータの特許データとして利用しているので、以下では特許件数というときは、米国登録特許を意味することに注意されたい。

¹² この作業前のサンプル企業数は189社で、この作業後のサンプル企業数は177社となる。これは全体の約94%の企業がこの期間に登録された特許を1件以上もっていることを意味する。

¹³ Acs *et al.*(2002)は第一発明者の住所が発明場所と一致する傾向があることを示している。

¹⁴ ただし、有価証券報告書ではこれらの研究拠点の正確な設立年は分からない。そこで、1980、85、90、95年の4時点のうち、本社・工場・研究所が1時点でもその都道府県に存在していれば、1976～95年の間に渡って、それらの研究拠点が継続的に存在していると仮定した。

3.2. 被説明変数

R&D 活動に関する実証研究では、そのアウトプットの指標として、特許件数がよく利用されている。また Trajtenberg(1990)は、CT スキャナに関する特許を使い、特許件数をフォワード・サイテーション数(forward citation)によってウェイト付けしたものは、社会的収益率と相関があるという結果を示した。逆に、単なる出願件数をカウントしたものは、アウトプットの指標というよりはむしろ研究開発費のようなインプットに近いという結果も示している。そこで本稿では、特許件数を被引用件数でウェイト付けしたものを被説明変数に用いる。

ただし、被引用件数の性格上、出願年が最近の特許ほど被引用件数が減少し、また技術分野別によって引用性向が異なる。したがって、被引用件数から自己引用件数を引いた後、Hall *et al.* (2001)の固定効果アプローチに基づいて、出願年・技術分野別の被引用件数の平均値で除算することによって、被引用件数の基準化を行った。そして、研究拠点レベルと企業レベルの2種類の被引用件数を用意した。

また、サンプルは特許件数というパネル・カウント・データなので、最小二乗法による回帰分析は推計結果にバイアスを生じかねない。したがって本稿では、パネル・カウント・データに適切な固定効果ネガティブ・バイノミナル・モデル (fixed effects negative binominal model) を用いて分析を行った。

3.3. 説明変数

以下では説明変数とコントロール変数を説明する。説明変数として、産業集積と地域知識ストックを用意した。そして、既存研究にしたがって、それぞれ同一産業と関連産業のものを作成した。

まず、産業集積の代理変数として、産業別の労働者数を利用する。本来ならば、集積の効果である3つの要因に対応した変数を作成するべきだが、現実にはそれらの要因は複雑に絡み合っており、別個に変数を作成するのは困難である。よって、既存研究と同様に、それらの効果の総和を代理していると思われる、産業別の労働者数を利用する。データは経済産業省の『工業統計表』であり、1980、85、90年のものを取った。

そして2節で述べたように、関連産業の集積の効果をより適切に考慮するには、産業間での技術的な関連の程度を指標化する必要がある。そこで、Verspagen (1997)に基づいて、以下に定義される特許引用ベースのウェイトを算出した。産業 j に対する産業 k の引用ベースのウェイト $w_{j,k}$ は、

$$w_{j,k} = \frac{\sum_j CIT_{j,k} - CIT_{j,j}}{CIT_{j,j}} \cdot \frac{CIT_{j,k}}{\sum_j CIT_{j,k} - CIT_{j,j}}$$

で与えられる。ただし、 $CIT_{j,k}$ は産業 j の特許が産業 k の特許によって引用された特許件数である¹⁵。そして、産業 j の関連産業の産業集積は、

$$\text{関連産業の産業集積}_{j,l,t-1} = \sum_k w_{j,k} \cdot \text{産業集積}_{k,l,t-1}$$

となる。

次に、地域知識ストックとして、産業別の累積特許件数を利用する。データは NBER データであり、陳腐化率は 20%とした。また、産業集積と同様に、産業間での技術的な関連の程度を考慮して、関連産業の地域知識ストックを作成した。

ここで、化学産業と電気機械産業における産業集積と地域知識ストックの分布を見てみる(表 4)。まず、産業集積に関しては、上位 3 都道府県に注目すると、化学産業では全体の 28%なのに対して、電気機械産業では 43%を占めている。よって、化学産業よりも電気機械産業の方が、産業集積の地域的な偏りが大きいといえる。次に、地域知識ストックに関しては、両産業において、神奈川県と東京都が上位 2 都道府県となっている。そして、これらの都道府県が化学産業では全体の 37%なのに対し、電気機械産業では 56%を占めている。よって、地域知識ストックは産業集積よりも、地域的な偏りが大きいといえる。また、産業集積と同様に、地域知識ストックにおいても、化学産業よりも電気機械産業の方が、地域知識ストックの地域的な偏りが大きいといえる

さらにコントロール変数として、以下のものを用意した。第一に、企業の研究開発費である R&D 活動のインプットである研究開発費は、そのアウトプットと密接な関係がある。したがって、企業の前期における研究開発費を推計式に含めた¹⁶。

第二に、研究拠点の産業別の知識ストックである。本稿では産業集積や地域知識ストックとその地域に位置する研究拠点のイノベーションとの関係を検証することを目的としている。これは、研究拠点レベルの R&D 活動に注目することを意味する。そこで、研究拠点の R&D 活動のインプットとして、累積の特許件数を利用して、研究拠点の知識ストックを推計に含めた。陳腐化率は 20%である。

第三に、地域ダミーと時間ダミーの交差項である。まず、地域の特性がその地域に位置する研究拠点のイノベーションに影響を及ぼす可能性がある。例えば地域ごとに、研究者の環境や R&D 活動に必要な財・サービスの価格や質が異なるかもしれない。よって、Hanson (2000)が指摘するように、地域特性を十分にコントロールできないことに起因する、集積の効果の misidentification error を回避するため、地域ダミーを推計式に含める必要がある。また、本稿での推計はパネル分析となっているので、地域特性の時間による変動を考慮する

¹⁵ ランダム・サンプリングした 1 万件の特許データから産業間の特許引用件数を求めた。

¹⁶ 研究開発費は総務省統計局の『科学技術研究報告』に記載されている R&D デフレーターでデフレートした。

必要がある。よって、地域ダミーと時間ダミーの交差項をコントロール変数として考慮した。

推計の基本的な specification は、研究拠点レベルの分析では、

$$\begin{aligned} \ln \text{被引用件数}_{i,j,t} = & \beta_1 \cdot \ln \text{企業の研究開発費}_{i,t-1} + \beta_2 \cdot \ln \text{研究拠点の知識ストック}_{i,j,t-1} \\ & + \beta_3 \cdot \ln \text{同一産業の産業集積}_{j,t-1} + \beta_4 \cdot \ln \text{関連産業の産業集積}_{j,t-1} \\ & + \beta_5 \cdot \ln \text{同一産業の地域知識ストック}_{j,t-1} \\ & + \beta_6 \cdot \ln \text{関連産業の地域知識ストック}_{j,t-1} \\ & + \sum_t \gamma_{7,t-1} \cdot \sum_l \text{時間ダミー}_{t-1} \times \text{地域ダミー}_l \end{aligned}$$

となり、企業レベルの分析では、

$$\begin{aligned} \ln \text{被引用件数}_{i,j,t} = & \beta'_1 \cdot \ln \text{企業の研究開発費}_{i,t-1} \\ & + \beta'_2 \cdot \ln \text{同一産業の産業集積}_{j,t-1} + \beta'_3 \cdot \ln \text{関連産業の産業集積}_{j,t-1} \\ & + \beta'_4 \cdot \ln \text{同一産業の地域知識ストック}_{j,t-1} \\ & + \beta'_5 \cdot \ln \text{関連産業の地域知識ストック}_{j,t-1} \\ & + \sum_t \gamma'_{6,t-1} \cdot \sum_l \text{時間ダミー}_{t-1} \times \text{地域ダミー}_l \end{aligned}$$

である。なお、表 5 に各変数の定義と基本統計量、表 6 に相関係数を示している。

また、被引用件数、企業の研究開発費、研究拠点の知識ストック、地域特性の変数に関しては、その対数をとって推計した¹⁷。

4. 推計結果

推計では、固定効果モデル (fixed effect model) とランダム効果モデル (random effect model) の 2 つの方法を用いている。2 つの推計方法の選択に関する Hausman テストは帰無仮説が棄却できない。よってランダム効果モデルが望ましいという結果となっている¹⁸。また、すべての推計式に地域ダミーと時間ダミーの交差項が含まれており、それらは有意となっているものが多く、これはこの変数の必要性を示している。そして、化学産業と電気機械産業に関して、研究拠点レベルと企業レベルの推計を行った。

表 5 は研究拠点レベルのデータを用いて推計を行ったものである¹⁹。(1)(2)(5)(6)式は産業集積を、(3)(4)(7)(8)式は地域知識ストックを入れて推計した結果を示している²⁰。

まず企業全体の研究開発費に関しては、すべての推計式でプラスで有意となっている。

¹⁷ 被引用件数に関しては、0 というデータもサンプルに含まれているため、1 をプラスして対数を取った。

¹⁸ ただし、Hausman テストは変数が多くなれば帰無仮説が棄却されにくくなるという性質をもつ。よって、固定効果モデルの結果を見ることも重要である。

¹⁹ 推計では、ポアソン・モデルとネガティブ・バイノミナル・モデルの 2 つの推計方法を用いて推計を行ったが、推計結果にほとんど相違がなかったため、後者の結果だけを示してある。

²⁰ 産業集積と地域知識ストックを同時に入れた推計を行ったが、十分に良質な結果を得ることができなかった。

これは企業の研究開発費が各研究拠点のイノベーションを促進することを示している。ただし、弾性値を表す係数の値は 1 と比較して 0.07~0.27 と極めて低く、企業全体の研究開発費がイノベーションに与える影響は小さいといえる。

次に研究拠点の知識ストックも、すべての推計式でプラスで有意となっている。これは企業の研究開発費だけでなく、研究拠点自身の知識の蓄積がイノベーションを促進することを意味する。しかし、ここでも係数の値は 0.10~0.17 と低い。

以下では地域特性の変数を順に見ていく。同一産業の産業集積は、化学産業ではプラスで有意となっているが、電気機械産業では有意性は見られない。この変数の係数や有意性は、集積の効果を通じた集積の経済と、競争が激しくなることにより、R&D 活動のアウトプットの専有可能性が弱まるといった集積の不経済との相対的な強さによって決まる。また、次に見るように、電気機械産業における関連産業の産業集積はプラスで有意となっていることから、電気機械産業では集積の経済が存在しないとは考えにくい。よって、電気機械産業では競争圧力や専有可能性の難しさに起因する集積の不経済が比較的強いと解釈すべきだろう。

関連産業の産業集積に関しては、化学産業では有意性は見られなく、電気機械産業ではプラスで有意となっている。電気機械産業は化学産業よりも一般機械・精密機械・輸送用機械といった機械系の産業との関連が深いと考えられ、R&D 活動においてもその影響を受けていることが実証的に示されたといえる。このように、既存研究では関連産業の産業集積はほぼイノベーションを促進するとされているが、関連産業からの集積の効果は産業によって異なると考えられる。

同一産業の地域知識ストックに関しては、化学産業と電気機械産業の両産業においてプラスで強く有意となっており、同一産業の地域知識ストックが研究拠点のイノベーションを促進することを示している。また、弾性値は化学産業で 0.21、電気機械産業で 0.19 となっており、産業間に大きな差異がないことが分かる。逆に関連産業の地域知識ストックでは、化学産業ではマイナスで有意ではないが、電気機械産業において強く有意にプラスという結果となっている。これは電気機械産業が関連産業との関連が深く、特に産業間でのスピルオーバーが研究拠点のイノベーションを促進することを意味している。また、電気機械産業の同一産業の地域知識ストックと関連産業のその係数を比較すると、若干同一産業の方が大きくなっているが、ほとんど差はない。よって、電気機械産業では同一産業と関連産業の地域知識ストックは同程度に研究拠点のイノベーションを促進するといえる。

表 6 は企業レベルによる推計である。これは 2 節で述べたように、研究拠点レベルの推計と既存研究と同様の企業レベルの推計を比較、検証してみるためである。(9)(10)(13)(14)式は産業集積を、(11)(12)(15)(16)式は地域知識ストックを入れて推計したものである。地域特性の変数は、それぞれ本社が位置する地域のデータを用いている。

実際、化学産業では、研究開発費と(12)式の同一産業の地域知識ストック以外は有意となっていない。これは地域特性の効果を十分に反映できていない可能性を示している。一方

電気機械産業では、固定効果モデルとランダム効果モデルの両方で、同一産業の地域知識ストックがプラスで有意となっている。これは研究拠点レベルの分析と同じ結果である。この結果を解釈するために、表 2 を見てみる。すると電気機械産業では、本社に関しては全体の 61%が東京都にあり、また研究拠点も東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県の 4 県で全体の 47%を占めており、東京都近郊に集中している²¹。よって、電気機械産業は化学産業よりも研究拠点が本社の近隣に立地しており、既存研究の想定に合った条件となっている。この結果、研究拠点レベルと企業レベルの分析の推計結果が類似したものになったと推測される。

5. おわりに

本稿では、企業固有の特性や地域の時間による変動を考慮した上で、地域の知識ストックや産業集積がその地域に位置する研究拠点のイノベーションを促進するかを検証した。そして推計結果から、以下の 3 点が発見された。第一に、同一産業の産業集積に関しては、化学産業では研究拠点のイノベーションを促進するが、電気機械産業では集積の不経済が存在する可能性がある。第二に、化学、電気機械産業ともに同一産業の知識ストックが研究拠点のイノベーションを促進する。第三に、関連産業に関する産業集積と地域知識ストックは電気機械産業では、研究拠点のイノベーションを促進するが、化学産業では統計的に有意な関係は見られなかった。

これらの結果は、産業集積や地域知識ストックが集積の効果や地域スピルオーバーを通じて、その地域に位置する研究拠点のイノベーションを促進する可能性があり、またどのようなタイプの集積がイノベーションに影響を及ぼすかは産業によって異なることを示している。そして、企業にとって研究拠点の立地場所の選択が戦略上重要であることを示唆している。さらに、本社が位置する地域の地域特性と企業全体のイノベーションとの関係に注目するだけでは、地域特性の企業のイノベーションへの影響を十分に検証できないことが分かった。

最後に本稿の限界と課題を述べる。一つは、地域の分析単位の問題である。産業集積の研究において問題となるのが、集積の地理的な範囲をどのように決定するかである。本稿では、その範囲を都道府県単位にしたが、例えば隣接した地域の影響を考慮したモデルを検証する必要があるかもしれない。

もう一つは、企業のサンプルの問題である。今回の分析では、一部上場企業が対象となったが、大企業は企業内に豊富な資源を保有しているので、地域との関係よりも、企業内の他の部門や研究拠点との関係の方が重要であるかもしれない。一方、中小企業は企業内

²¹ ちなみに化学産業では、研究拠点に関しては東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県の 4 県で全体の 38%を占めているが、本社は東京都と大阪府に分散している。

に資源が不足する傾向があると考えれば、大企業よりも地域との関係を重視し、集積の効果や地域スピルオーバーをより積極的に享受しようとするかもしれない。

また、この問題は政府のクラスター政策の評価にも関連している。現在政府が推進しているクラスター政策は中小企業間での連携や大学と企業との連携を重視したものである。よって、このような政策の有効性を予想するためにも、今後は中小企業を含めた分析が必要となるだろう。

参考文献

- Acs, Z. J., Anselin, L., and Attila, V. (2002) "Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge," *Research Policy* 31:pp1069-1085.
- Audretsch, D.B., and Feldman, M. P. (1996) "Knowledge Spillovers and The Geography of Innovation and Production," *American Economic Review* 86.
- Baptista, R., and Swann, P. (1998) "Do Firms in Clusters Innovate More ?," *Research Policy* 27: pp.525-540.
- Beaudry, C., and Breschi, S. (2003) "Are Firms in Clusters Really More Innovative ?," *Economics of Innovation and New Technology* 12(4): pp.325-42.
- Feldman, M. P., and Audretsch, D. B. (1999) "Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition," *European Economic Review* 43: pp.409-429.
- Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., and Shleifer, A. (1992) "Growth of Cities," *Journal of Political Economy* 100:pp.1126-1152.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B., and Trajtenberg, M. (2001) "The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools," *NBER Working Paper* 8498.
- Hanson, G. H. (2000) "Scale Economies and The Geographic Concentration of Industry," *NBER Working Paper* 8013.
- Iwasa, T, and Odagiri, H. (2002) "The Role of Overseas R&D Activities in Technological Knowledge Sourcing," *National Institute of Science and Technology Policy Discussion Paper* 23.
- Jacobs, J. (1969) *The Economy of Cities*, London: Jonathan Cape.
- Jaffe, A. B.(1986) "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms'patents ,Profits and Market value," *American Economic Review* 76:pp.984-1001.
- Jaffe, A. B., Henderson, R. , and Trajtenberg, M. (1993) "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations," *The Quarterly Journal of Economics* 108: pp.577-1228.
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Mariani, M. (2004) "What Determines Technological Hits?: Geography vs Firm Competencies," *MERIT-Infonomics Research Memorandum Series* 2004-04.
- Marshall, A. (1920) *Principles of Economics*, London: Macmillan.
- Odagiri, H and Yasuda, H. (1996) "The Determinants of Overseas R&D by Japanese Firms: An Empirical Study at the Industry and Company Levels," *Research Policy* 25: pp.1059-1079.
- Porter, M. E. (1998) "Cluster and the New Economics of Competition," *Harverd Business Review* (November/December).
- Porter, M. E. (1990) "The Competitive Advantage of Nations," *Harverd Business Review*

(March/April).

Trajtenberg, M. (1990) "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations," *RAND Journal of Economics* 20: pp. 172-187.

Verspagen, B. (1997) "Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European US Patent Office Databases," *Economic Systems Research* 9:pp.47-65

石倉洋子・藤田昌久・前田昇・金井一頼・山崎朗著、(2003)『日本の産業クラスター戦略』有斐閣.

西村陽一郎・大西宏一郎・真保智行、(2004)「海外研究所の立地選択と集積の経済」
unpublished.

藤田昌久、(2003)「空間経済学の視点から見た産業クラスター政策の意義と課題」、石倉他
『日本の産業クラスター戦略』有斐閣.

表1:産業集積とイノベーションの関係に関する既存研究

既存研究	分析単位	国	産業	データ・セット	被説明変数		産業集積		地域知識ストック		備考
					期間	測度	同一産業	関連産業	同一産業	関連産業	
Glaser et al (1992)	地域	米国	6産業	クロス	1956~87	労働者数の成長率	-	+	N/A	N/A	産業集積は全産業に対する当該産業の相対的シェア ・関連産業は他産業全体
Feldman and Audretsch (1999)	地域	米国	168産業	クロス	1982	イノベーション数	-	+	N/A	N/A	産業集積は全産業に対する当該産業の相対的シェア ・関連産業は同じ科学ベースの産業
Baptista and Swann (1998)	企業	英国	10産業	パネル	1975~82	イノベーション数	+	(-)	N/A	N/A	産業集積は絶対数 ・関連産業は他産業全体
Beaudry and Breschi (2003)	企業	英国、イタリア	17産業、15産業	クロス	1990~98	特許出願件数	-	-/+	+	+	産業集積は絶対数 ・関連産業の産業集積に関して、前者は他産業全体の絶対数で、後者は他産業全体を特許引用件数でウェイトした

注:括弧内の符号は非有意。

表2: 研究拠点と本社の分布

化学産業

(1) 研究拠点

順位	都道府県	研究拠点数	%
1	東京都	57	18%
2	大阪府	36	11%
3	神奈川県	30	9%
4	茨城県	22	7%
5	埼玉県	18	6%
6	千葉県	17	5%
7	静岡県	16	5%
8	兵庫県	13	4%
9	山口県	12	4%
10	三重県	10	3%
全国計		318	100%
上位10都道府県		231	73%
その他都道府県		87	27%

(2) 本社

順位	都道府県	本社数	%
1	東京都	59	59%
2	大阪府	30	30%
3	京都府	3	3%
4	香川県	2	2%
全国計		100	100%
上位4都道府県		94	94%
その他都道府県		6	6%

電気機械産業

順位	都道府県	研究拠点数	%
1	東京都	47	23%
2	神奈川県	25	12%
3	埼玉県	16	8%
4	静岡県	11	5%
5	大阪府	10	5%
6	千葉県	9	4%
7	群馬県	8	4%
8	兵庫県	7	3%
8	三重県	7	3%
8	京都府	7	3%
全国計		204	100%
上位10都道府県		147	72%
その他都道府県		57	28%

順位	都道府県	本社数	%
1	東京都	45	61%
2	大阪府	7	9%
2	神奈川県	7	9%
4	京都府	3	4%
4	千葉県	3	4%
6	福岡県	2	3%
全国計		74	100%
上位6都道府県		67	91%
その他都道府県		7	9%

注1: 各データは1990年時点のもの。

注2: 研究拠点のサンプルは推計に利用されたものであり、その詳細は3節を参照されたい。

注3: 研究拠点のサンプルは都道府県単位で、ある県に複数の研究所や工場があっても、1つしかカウントされない。

注4: 本社数は2社以上の都道府県を記載している。

表3:コンコーダンス

産業	工業統計表	NBERデータ	日経業種分類
食料品	食料品製造業 飲料・たばこ・飼料製造業	61	
繊維	繊維工業(衣服, その他の繊維製品を除く) 衣服・その他の繊維製品製造業	63	
木材・木材製品	木材・木製品製造業(家具を除く) 家具・装備品製造業	65	
化学	化学工業	11, 12, 13, 14, 15, 19, 31, 33	化学、医薬品
金属製品	鉄鋼業 非鉄金属製造業 金属製品製造業	52	
一般機械	一般機械器具製造業	51, 59	
電気機械	電気機械器具製造業	21, 22, 23, 24, 41, 42, 44, 45, 46, 49	電気機器
輸送用機械	輸送用機械器具製造業	53, 55	
精密機械	精密機械器具製造業	32, 43, 54, 39	

注: NBERデータの技術分類はSub-Category Code。

表4: 産業集積と地域知識ストックの分布

化学産業

(1) 産業集積

順位	都道府県	産業集積	%
1	大阪府	51799	13%
2	神奈川県	34861	9%
3	東京都	23870	6%
4	静岡県	23497	6%
5	埼玉県	22361	6%
6	兵庫県	22083	6%
7	愛知県	20192	5%
8	千葉県	19916	5%
9	山口県	19505	5%
10	三重県	14148	4%
全国計		401076	100%
上位10都道府県		252232	63%
その他都道府県		148844	37%

(2) 地域知識ストック

順位	都道府県	知識ストック	%
1	神奈川県	7915	21%
2	東京都	6161	16%
3	大阪府	4241	11%
4	兵庫県	2472	6%
5	千葉県	2341	6%
6	埼玉県	2091	5%
7	愛知県	1713	4%
8	静岡県	1533	4%
9	京都府	1086	3%
10	茨城県	1050	3%
全国計		38231	100%
上位10都道府県		30603	80%
その他都道府県		7628	20%

電気機械産業

順位	都道府県	産業集積	%
1	愛知県	208384	22%
2	神奈川県	113891	12%
3	静岡県	86344	9%
4	埼玉県	61427	7%
5	広島県	55737	6%
6	群馬県	44470	5%
7	東京都	37480	4%
8	大阪府	35420	4%
9	栃木県	33550	4%
10	三重県	32021	3%
全国計		942795	100%
上位10都道府県		708724	75%
その他都道府県		234071	25%

順位	都道府県	知識ストック	%
1	東京都	16212	28%
2	神奈川県	15734	28%
3	大阪府	3558	6%
4	兵庫県	3323	6%
5	埼玉県	3234	6%
6	愛知県	2689	5%
7	茨城県	2040	4%
8	静岡県	1468	3%
9	奈良県	1433	3%
10	京都府	1400	2%
全国計		56910	100%
上位10都道府県		51092	90%
その他都道府県		5818	10%

注: 各データは1990年時点のもの。

表5: 変数の定義と基本統計量

変数名	定義	データソース	単位	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
被引用件数	地域IIにおける企業の産業に関する特許の被引用件数。	NBERデータ	件	1566	2.1	1.6	0.0	19.0
企業の研究開発費	企業における企業の研究開発費。	NEEDSデータ	100万円	1566	17046.8	44256.6	2.3	345459.2
研究拠点の知識ストック	地域IIにおける企業の産業に関する累積の特許件数。陳腐化率20%。	NBERデータ		1566	21.1	117.5	0.0	2153.0
同一産業の産業集積	地域IIにおける産業に関する従業員数。	工業統計表	人	1566	32597.7	31179.4	216.0	208384.0
関連産業の産業集積	地域IIにおける特許引用ベースでウェイトした他産業の従業員数。	工業統計表	人	1566	12002.9	7130.3	486.6	25279.3
同一産業の地域知識ストック	地域IIにおける産業に関する累積の特許件数。陳腐化率20%。	NBERデータ		1566	2626.0	3651.1	1.0	16212.4
関連産業の地域知識ストック	地域IIにおける特許引用ベースでウェイトした累積の特許件数。陳腐化率20%。	NBERデータ		1566	18.0	53.5	0.0	686.6

注: 特許件数はすべて米国登録特許である。

表6: 相関係数

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) 被引用件数	1.000						
(2) 企業の研究開発費	0.189	1.000					
(3) 研究拠点の知識ストック	0.162	0.345	1.000				
(4) 同一産業の産業集積	0.136	0.080	0.162	1.000			
(5) 関連産業の産業集積	0.166	0.001	0.154	0.658	1.000		
(6) 同一産業の地域知識ストック	0.139	0.052	0.240	0.402	0.667	1.000	
(7) 関連産業の地域知識ストック	-0.011	0.005	-0.035	0.013	-0.132	-0.134	1.000

表7: 研究拠点レベルでの推計結果(negative binomial model)

	被説明変数: 被引用件数							
	化学				電気機械			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	FE	RE	FE	RE	FE	RE	FE	RE
企業の研究開発費	0.202*** (0.063)	0.130*** (0.022)	0.293*** (0.051)	0.151*** (0.022)	0.090 (0.060)	0.065*** (0.021)	0.250*** (0.047)	0.100*** (0.025)
研究拠点の知識ストック	0.140*** (0.028)	0.153*** (0.024)	0.147*** (0.028)	0.155*** (0.024)	0.091*** (0.022)	0.112*** (0.019)	0.102*** (0.023)	0.113*** (0.020)
同一産業の産業集積	0.188* (0.097)	0.181** (0.089)			0.001 (0.088)	0.021 (0.087)		
関連産業の産業集積	0.036 (0.088)	0.056 (0.088)			0.335*** (0.111)	0.296*** (0.105)		
同一産業の地域知識ストック			0.157*** (0.041)	0.211*** (0.032)			0.136*** (0.036)	0.202*** (0.028)
関連産業の地域知識ストック			-0.029 (0.036)	-0.005 (0.033)			0.103** (0.046)	0.160*** (0.041)
地域*時間ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hausman test		0.00		0.00		0.00		0.00
サンプル数	902	902	902	902	572	572	572	572
企業数	100	100	100	100	74	74	74	74
対数尤度	-1173.97	-1468.69	-1171.85	-1470.33	-782.36	-1008.38	-791.57	-1022.99

注1: 括弧内は標準誤差。

注2: *は有意水準 5%、**は有意水準 1%。

注3: FEはfixed effect model, REはrandom effect model。

表8: 企業レベルでの推計結果(negative binomial model)

	被説明変数: 被引用件数							
	化学				電気機械			
	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	FE	RE	FE	RE	FE	RE	FE	RE
企業の研究開発費	0.159* (0.073)	0.333** (0.036)	0.156* (0.073)	0.327** (0.036)	0.093 (0.069)	0.322** (0.037)	0.086 (0.069)	0.326** (0.039)
同一産業の産業集積	0.843 (64.572)	-0.015 (0.182)			-7.149 (6.622)	-0.178 (0.239)		
関連産業の産業集積	0.419 (69.359)	0.281 (0.194)			9.313 (7.558)	0.702* (0.296)		
同一産業の地域知識ストック			1.487 (9.931)	0.240** (0.084)			3.284** (1.189)	0.329** (0.094)
関連産業の地域知識ストック			1.858 (33.971)	-0.008 (0.051)			-1.984 (1.163)	0.235** (0.089)
地域*時間ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hausman test		0.01		0.01		0.00		0.02
サンプル数	300	300	300	300	222	222	222	222
企業数	100	100	100	100	74	74	74	74
対数尤度	-348.55	-705.59	-348.55	-705.63	-251.94	-523.82	-251.9	-524.04

注1: 括弧内は標準誤差。

注2: *は有意水準 5%、**は有意水準 1%。

注3: FEはfixed effect model, REはrandom effect model。