

特許の質と集積の経済

西村 陽一郎(神奈川県立経済学部)
大西 宏一郎(財団法人知的財産研究所)
真保 智行(一橋大学大学院博士後期課程)

Oct 2005

2005-16

特許の質と集積の経済[†]

西村 陽一郎*

大西 宏一郎**

真保 智行***

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。

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で生み出された特許の質を高めるかを検証する。また、本稿には既存研究とは異なり3つの特徴がある。第1に、研究拠点レベル、地域レベル、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、特許レベルでの分析を行っている。第2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3に、化学産業と電気機械産業に焦点を当て、地域特性による特許の質への影響を比較分析している。

推計結果から、以下の3点が発見された。第1に、化学産業では同一技術分野の地域知識ストックが特許の質を高めるが、関連技術分野のそれと特許の質の間には有意な関係は見られない。第2に、電気機械産業では同一技術分野の地域知識ストックは特許の質に負の影響を及ぼすが、関連技術分野のそれは特許の質を高める。第3に、企業の研究開発費は特許の質を高めない。

これらの結果は、地域の知識ストックがその地域に位置する研究拠点で生み出される特許の質を高める可能性を示しているが、産業や地域知識ストックの種類によっては負の影響を及ぼす場合があることが分かった。

[†] 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神戸市外国語大学田中悟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。

* 神奈川大学経済学部 (regression@hotmail.com)

** 財団法人知的財産研究所 (cyber516@pluto.dti.ne.jp)

***一橋大学大学院商学研究科博士後期課程 (t.shimbo@nifty.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ない、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(2005)]。

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。

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で生み出された特許の質を高めるかどうかを検証する。また、本稿には既存研究とは異なり3つの特徴がある。第1に、地域レベル、企業レベル、あるいは研究拠点レベルで分析を行っている既存研究をさらに進めて、特許レベルでの分析を行っている。第2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3に、化学産業と電気機械産業に焦点を当て、地域特性による特許の質への影響を比較分析している。

推計結果から、以下の3点が発見された。第1に、化学産業では同一技術分野の地域知識ストックが特許の質を高めるが、関連技術分野のそれと特許の質との間には有意な関係は見られない。第二に、電気機械産業では同一技術分野の地域知識ストックは特許の質に負の影響を及ぼすが、関連技術分野のそれは特許の質を高める。第3に、企業の研究開発費は特許の質を高めない。

これらの結果は、地域の知識ストックがその地域に位置する研究拠点で生み出される特許の質を高める可能性を示しているが、産業や地域知識ストックの種類によっては負の影響を及ぼす場合があることが分かった。

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1に特殊技能をもった労働者の労働市場の形成であり、第2に中間財産業の発達であり、そして第3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り、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。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。

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

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。後者は、R&D活動によって獲得された知識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公共財的な性質を持つ外部性である。

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。

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。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 1 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 2 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[Jacob(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、企業レベル、研究拠点レベル、特許レベルのものがある。例えば、地域レベルの研究では、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ており、企業レベルの研究では、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。

地域レベルの分析を見ると、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負の影響を及ぼすが、関連産業の産業集積はそれらに正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、利潤が減少する、もしくは 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、それらの産業が本当に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がたい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

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(2005)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(2005)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。

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。

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、後者は英国とイタリアを対象としている。Baptista and Swann(1998)は同一産業の産業集積はイノベーションに正の影響を及ぼすが、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。彼らは同一産業の産業集積はイノベーションに負の影響を及ぼすが、地域知識ストックは同一、関連産業とも正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負の影響を及ぼすが、特許の引用件数でウェイトした産業集積は正の影響を及ぼすことを示した⁸。

しかし、これらの企業レベルの分析には、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仮定しているという問題がある。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⁹。

そこで、真保他(2005)は分析単位を研究拠点レベルにして、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した。推計結果から、以下の3点が発見された。第1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2に、化学、電気機械産業ともに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。第3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。

このような企業レベル、研究拠点レベルの分析をさらに進めて、特許レベルの分析を行ったものとして、Mariani(2004)がある。彼女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

⁷ 西村他(2005)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。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正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。

⁹ この問題の詳細に関しては、真保他(2005)を参照されたい。

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。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、Mariani(2004)と同様に特許レベルを行い、産業集積や地域知識ストックがその地域に位置する研究拠点で生み出された特許の質を高めるかを検証する。

3. データセット

3.1 サンプル

本稿では、イノベーションの指標として米国登録特許を考え、Hall *et al.*(2001)が作成した『NBER Patent Citations Data (以下、NBERデータ)』のデータベースを利用する。そして、当該特許が(1) どの企業で生み出されたのか(特許権者)、(2) どこで生み出されたのか(開発場所)、(3) いつ生み出されたのか(出願年)、(4) どのような技術か(技術分野)、といった 4 つの特許属性において以下の条件を満たすサンプルに限定する¹⁰。

第 1 に、サンプル特許を(1) 全産業の中でも研究開発集約度が比較的高い化学、電気機械産業に日経NEEDS(以下、NEEDSデータ)の業種分類で格付けされた企業、(2) 1980 年、85 年、90 年の研究開発費のデータを有する一部上場企業、(3) 1963 年～99 年の間に米国登録特許を 1 件以上保有する企業が保有する米国登録特許に限定する。第 2 に、サンプル特許が生み出された場所(本稿では特許の第 1 発明者の住所)を研究拠点(本社、工場、研究所)に限定する¹¹。第 3 に、サンプルを 1981 年～95 年の 15 年間に米国特許庁に出願された登録特許に限定する。最後に、サンプル特許を各所属産業の技術分野に限定する¹²。すなわち、

¹⁰ 本稿において、日本国登録特許データではなく、米国登録特許データを利用する大きな理由は、日本国特許庁に出願・登録された特許に関して、発明の質の測度として既存研究で用いられた特許の引用情報を利用できないからである。

¹¹ サンプル特許を研究拠点で生み出された特許に限定するためには(1)サンプル特許が生み出された住所、(2)研究拠点の住所を明らかにしなければならない。(1)については、Acs *et al.*(2002)に従い、第 1 発明者の住所を発明場所と考えた。(2)については、有価証券報告書の「設備の状況」を参照し、1980 年、85 年、90 年、95 年の 4 時点で本社、工場、研究所の立地場所を確認した。また、集積効果や知識ストックによるスピルオーバー効果を分析する地域単位を都道府県とした。

¹² 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

化学産業(電気機械産業)に格付けされた企業は化学(電気機械)以外の技術分野の特許を保有しているが、それらの特許は除く。このような条件を課すと、分析対象となるサンプル特許件数は64,928件数(化学の技術分野14,842件数、電気機械の技術分野50,086件数)となる¹³。

そして、幾つかの先行研究がクロスセクション分析を行っているのに対して、本稿では分析期間を3期間に分けて、3時点でのパネル分析を行う。すなわち、各特許を出願年にもとづいて1981～85、86～90、91～95年の3期間に分類し、それに対応して説明変数として80、85、90年のものを利用する。そして、後で述べるが、被説明変数は特許の被引用件数を利用するが、それは現在までの件数である。

また、産業分類として、基本的に米国特許分類の3桁を利用する。ほとんどの先行研究では比較的、粗い産業分類を利用している。そのため、イノベーションの分野と集積の分野の整合性に問題が生じている可能性がある。例えば、電気機械という産業分類を利用すると、周辺機器や液晶の集積が半導体のイノベーションを促進することを含んでしまう。しかし、半導体のイノベーションを促進するのは、半導体の集積だとすれば、産業分類をより細かくする必要がある。

3.2 被説明変数

本稿では、イノベーションの指標として米国登録特許(以下、特許)を利用し、特許の質として、特許の被引用件数(前方引用件数)を考える。

特許の質に密接に関連する先行研究を概観すると、特許の質として被引用件数を利用する先行研究が多い。Trajtenberg(1990)は、CT スキャナに関する特許を使い、被引用件数は社会的収益率と相関があるという結果を示した。Lanjouw and Schankerman(1999)は、被引用件数をはじめとする4つの特許特性の指標を利用し、その4つの指標に潜在的に存在する共通因子が特許の質であると示し、因子分析を利用して、その因子を抽出した。その結果、4つの指標のうち、被引用件数が特許の質という因子に最も寄与していることを示した。Jaffe *et al.*(2000)は当該特許の発明者に対して、その特許の技術的重要性及び経済的重要性を5段階リッカートスケールの質問票で調査を行い、特許の被引用件数がこれら2つの重要性に正の影響を及ぼすことを統計的に示した。

このように特許の被引用件数は特許の質を示す一方で、研究拠点の近接立地によって増加するという性質がある。Jaffe *et al.*(1993)は、特許を引用する発明者と特許を引用される発明者間の地理的距離との関係を調査し、被引用件数と地理的な近さが関係していることを示した。よって、被引用件数には特許の質を表すと共に、近接立地による引用の要素が含まれていると考えられる。そこで、本稿では被引用件数から近接立地による引用を除くために、被引用件数から国内引用件数を除いた、外国からの被引用件数も利用する。

術分野とのコンコーダンスを作成した(真保他(2005)を参照)。

¹³ サンプル特許の特許権者である企業数は166社(化学産業95社、電気機械産業71社)となる。

3.3 変数

本稿では、変数はそれぞれ産業別、特許権者企業別、技術分野別、特許別、年別、都道府県別のものがあるので、順次、記法を i, j, k, p, t, l とした。

■ 産業集積

(a) 同一産業の産業集積 $_{i,t-1,l}$

まず、産業集積の代理変数として、産業別の従業員数を利用する。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、産業別の従業員数を利用する。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。

(b) 関連産業の産業集積 $_{i,t-1,l}$

いま 1 つの産業集積の測度として、関連産業の従業者数を利用した。関連産業の集積効果をどの産業でも同じ重み付けで考慮することは可能だが、より適切に考慮するため、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 の引用ベースの産業関連度 $w_{j,k}$ 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。そして、産業 j の関連産業の産業集積は、

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

となる。

■ 地域知識ストック

(c) 同一技術分野の地域知識ストック $_{i,t-1,l}$

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。また、陳腐化率は 20% とした。

(d) 関連技術分野の地域知識ストック $_{i,t-1,l}$

立地地域の知識ストックの測度として、立地地域における関連技術分野の特許ストックを利用した。関連技術分野の地域知識ストックによる質向上効果をより適切に考慮するため、関連産業の産業集積で利用した産業関連度と同じ算出方法で技術関連度を算出し、それを重み付けとして、関連技術分野の特許ストックを算出した。

■ 企業特性の変数

(a) 企業の研究開発費 $j,t-1$

R&D 活動のインプットである研究開発費は、そのアウトプットである特許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る。

■ 特許特性の変数

(a) 当該特許の発明者数 p

研究開発費と同様に、R&D 活動のインプットである発明者数はアウトプットである特許と密接な関係がある。したがって、その影響をコントロールするため、当該特許の発明者数を推計式に含める。

(b) 当該特許の請求項数 p

当該特許の請求項数が多いほど、特許の質が高い可能性がある。先に述べた Lanjouw and Schankerman(1999)は、調査した 4 つの特許特性の指標のうち、被引用件数だけではなく請求項数も特許の質という因子に寄与することを示した。一方で、特許の権利範囲拡大によって被引用件数が必然的に増加することも考えられる。岡田・河原(2000)によれば、特許の請求項数は、その発明がカバーする技術領域を当該特許によって保護する範囲として明示的に画定するものとする。そして、権利範囲が広大な特許は確率的に後方特許から引用されやすい。これら 2 つの観点から、当該特許の請求項数を推計式に含める。

(c) 当該特許のオリジナリティー p

独創性に富んだ特許は質が高い特許である可能性がある。そこで、特許の引用情報にもとづいて、オリジナリティーと呼ばれる指標を算出した。Hall *et al.*(2001)によれば、当該特許が特定の技術分野の先行特許を集中的に引用する場合、当該特許はその技術分野の延長線上の発明であり、独創性に乏しいのではないかと指摘する。他方で、複数の技術分野の特許を分散して引用する場合、当該特許は独創性に富んだ発明である可能性が高いとする。したがって、Hall *et al.*(2001)にもとづき、特許の独創性の指標として、1-技術分野別の引用件数のHHIを利用した¹⁴。

¹⁴ Hall *et al.*(2001)によれば、オリジナリティーの指標はそのままではバイアスがかかっている。このバイアスを補正する基準化についてはHall *et al.*(2001)のappendix 2 を参照されたい。

■コントロール変数

(a) 技術分野ダミー、都道府県ダミー、出願年ダミー

技術分野別、都道府県別、出願年別に、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、技術機会、特許の引用性向が異なる可能性も存在する。また、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、都道府県ダミーを推計式に含める必要がある。よって、これらの要素をコントロール変数として考慮した。

3.4 推計モデル

サンプルは特許の前方引用件数というパネル・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ポワソンモデルを用いて分析を行った。

推計の基本的な **specification** は、研究拠点レベルの分析では、

$$\begin{aligned} \ln \text{被引用件数}_{i,j,k,l,t,p} = & \beta_1 \cdot \ln \text{同一産業の産業集積}_{i,t-1,l} + \beta_2 \cdot \ln \text{関連産業の産業集積}_{i,t-1,l} \\ & + \beta_3 \cdot \ln \text{同一技術分野の地域知識ストック}_{i,t-1,l} \\ & + \beta_4 \cdot \ln \text{関連技術分野の地域知識ストック}_{i,t-1,l} \\ & + \beta_5 \cdot \ln \text{企業の研究開発費}_{j,t-1,l} + \beta_6 \cdot \text{当該特許の発明者数}_p \\ & + \beta_7 \cdot \text{当該特許の請求項数}_p + \beta_8 \cdot \text{当該特許のオリジナリティー}_p \\ & + \sum_l \gamma_{9,t-1} \cdot \text{出願年ダミー}_{t-1} \\ & + \sum_l \gamma_{10,l} \cdot \text{都道府県ダミー}_l + \sum_k \gamma_{11,k} \cdot \text{技術分野ダミー}_k + \varepsilon_{i,j,l,t,p} \end{aligned}$$

となる。なお、表 2 に各変数の定義と基本統計量、表 3 に相関係数を示している。また、当該特許特性の変数、ダミー変数を除く全変数に関して対数をとって推計する¹⁵。

4. 推計結果

以下では推計結果を見てみる。まず、先に述べたように、被説明変数には被引用件数と国内からの引用を除いた外国からの被引用件数の 2 つがある。そして、推計式は化学産業と電気機械産業それぞれにおいて、集積変数をすべて入れたもの、産業集積だけを入れたもの、そして地域知識ストックだけを入れたものがある。

まず、近接立地による引用増加をコントロールするために、被説明変数を外国からの被引用件数にした結果を見てみる。第 1 に、地域知識ストックの結果を見てみる。まず化学産業では、同一技術分野が正で有意、関連技術分野が有意ではないという結果が得られた。

¹⁵ 被説明変数に関しては、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。

これは研究拠点の R&D 生産性に注目した真保他(2005)と同様な結果であり、化学産業では産業内スピルオーバーが存在し、それが特許の質を高めることを示している。これは、日本の医薬品メーカー間で正の知識スピルオーバー効果を見出した岡田・河原(2000)と一致する結果である。また一方で、関連技術分野の地域知識ストックが有意でないことから、化学産業における R&D 活動では関連産業の重要性は低いと考えられる。

次に電気機械産業では、同一技術分野の地域知識ストックが負で有意、関連技術分野が正で有意な結果となっている。しかし、真保他(2005)では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という結果だった。よって、電気機械産業では産業内スピルオーバーが存在しないとは考えにくく、産業内スピルオーバーが存在するが、それは特許の質を高めるものではなく、重要度の低いイノベーションを促進するという性質があると推測される。その理由としては、地域知識ストックが大きい地域では過度な R&D 競争が生じており、そのために専有可能性の問題が存在したり、時間的な余裕が失われたために、重要度の高いイノベーションが生じにくいのかかもしれない。

また一方で、関連技術分野の地域知識ストックが正で有意となっていることから、電気機械産業における R&D 活動では関連産業の重要性が高く、産業間スピルオーバーが特許の質を高めることを示している。これは電気機械産業が半導体に代表されるように、関連する技術分野が広いためだと考えられる。

第 2 に、産業集積の変数を見てみる。化学産業では同一産業が負で有意、関連産業が正で有意となっている。そして、電気機械産業ではその逆となっている。ただし本稿の推計では、特許の技術分類と比較して、従業者数の産業分類が極めて粗いために、同一産業と関連産業の識別が必ずしも完全とはいえない。すなわち、同一産業であっても関連産業に属する従業員が多数含まれる。よって、上記の結果は関連産業の定義の仕方によって、集積の効果が異なること示唆していると考えられる。

第 3 に、研究開発費は、おおむね全推計において負で有意となっている。これは、全社的な R&D 活動の水準が必ずしも各特許の質を高めないことを示している。これは、Cohen and Klepper(1996)のコスト・スプレッティング (cost spreading) と整合的な結果である。すなわち、規模の大きい企業では、固定費用の回収が容易となるために、あまり有望ではない研究開発に着手することが可能となるのである。

第 4 に、特許特性に注目すると、発明者数とオリジナリティーは電気機械産業でのみ正で有意となっている。発明者の数が多いことは、研究プロジェクトに属する研究者が多様となることを、またオリジナリティーが高いことは、様々な技術分野の特許を引用していることを意味する。よって、これらの結果は電気機械産業において、質の高い特許を生み出すには、より広範囲の技術の知識が重要であることを示しており、関連技術分野の地域知識ストックが正で有意であることと整合的である。また、請求項数が正で強く有意であるのは、Jaffe *et al.* (2000)と一致する。

次に、被説明変数を単なる被引用件数とした場合の推計結果を見てみる。すると、化学

産業の発明者数とオリジナリティーの結果だけが異なっており、地域特性の結果は同じである。これは、国内からの引用と外国からの引用に傾向の相違があることを示唆しており、その一つの要因として近接立地による引用があるかもしれない。

5. おわりに

本稿では、研究拠点レベルの R&D 生産を分析した真保他(2005)をさらに進めて、特許レベルで分析を行い、産業集積や地域知識ストックがその地域に位置する研究拠点で生み出された特許の質を高めるかどうかを検証した。

そして、以下の結果が示された。第 1 に、化学産業では同一技術分野の地域知識ストックが特許の質を高めるが、関連技術分野のそれと特許の質には有意な関係は見られない。第 2 に、電気機械産業では同一技術分野の地域知識ストックは特許の質に負の影響を及ぼすが、関連技術分野のそれは特許の質を高める。第 3 に、企業の研究開発費は特許の質を高めない。

以上の結果は、地域の知識ストックがその地域に位置する研究拠点で生み出される特許の質を高める可能性を示しているが、産業や地域知識ストックの種類によっては負の影響を及ぼす場合があることが分かった。

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。

いま一つは、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を対象したが、大企業は企業内に豊富な資源を保有している。したがって、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が重要であるかもしれない。一方、中小企業では企業内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する。現在政府が推進す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。今後、このような政策の有効性を評価するためにも、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.
- Cohen, W. and Klepper, S. (1996) "A Resprise of Size and R&D," *Economic Journal* 106:pp.925-951.
- 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.
- Jaffe, A., Manuel Trajtenberg, and M. Fogarty (2000), "The Meaning of Patent Citations: Report of the NBER/Case Western Reserve Survey of Patentees," *NBER Working Paper* 7631.
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Lanjouw, J. O. and M. Schankerman (1999), "The Quality of Ideas: Measuring Innovation with Multiple Indicators," *NBER Working Paper* 7345.
- 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," *Harvard Business Review* (November/December).
- Porter, M. E. (1990) "The Competitive Advantage of Nations," *Harvard 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。
- 岡田羊祐・河原朗博 (2000), 「日本の医薬品産業における特許指標と技術革新」, リサーチペーパー・シリーズ No.5.
- 真保智行・大西宏一郎・西村陽一郎、(2005)「研究拠点の R&D 生産性と集積の経済」、一橋大学商学研究科 COE ワーキングペーパー、WP#2005-14.
- 西村陽一郎・大西宏一郎・真保智行、(2005)「海外研究所の立地選択と集積の経済」、一橋大学商学研究科 COE ワーキングペーパー、WP#2005-15.
- 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	
					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
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
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
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	-	+	+	+
真保他(2005)	研究拠点	日本	化学、電気	パネル	1981~95	被引用件数	化学: + 電気: (+)	化学: (+) 電気: +	化学: + 電気: +	化学: (-) 電気: +
Mariani(2004)	特許	欧州	化学、バイオ	クロス	1987~96	被引用件数	N/A	N/A	化学: (-) バイオ: +	N/A

注1: 括弧内の符号は非有意。

注2: 集積変数の作成方法は研究によって異なる。

表2: 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
外国からの被引用件数	特許pの外国からの引用件数。	NBERデータ	件	71,291	3.0	5.6	0.0	133.0
同一産業の産業集積	地域Iにおける産業に関する従業員数。中分類。	工業統計表	人	71,291	107432.8	69898.9	52.0	197262.0
関連産業の産業集積	地域Iにおける産業関連度でウェイト付けした他産業の従業員数。中分類。	工業統計表	人	71,291	6395.4	3697.5	64.3	15805.8
同一技術分野の地域知識ストック	地域Iにおける産業Iに関する累積の特許件数。陳腐化率20%。US技術分類サブクラス3析分類。	NBERデータ	件	71,291	249.2	367.7	0.0	2384.7
関連技術分野の地域知識ストック	地域I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%。US技術分類サブクラス3析分類。	NBERデータ	件	71,291	149.3	171.9	0.0	2648.9
企業の研究開発費	企業の研究開発費。	NEEDSデータ	100万円	71,291	88042.6	99372.3	2.3	345459.2
当該特許の発明者数	当該特許の発明者数。	NBERデータ	人	71,291	2.6	1.7	1.0	9.0
当該特許の請求項数	当該特許の請求項数。	NBERデータ	個	71,291	11.4	10.0	1.0	348.0
当該特許のオリジナリティー	1-技術分野別(US技術分類サブクラス3析分類)の後方引用特許のHHI。	NBERデータ	-	71,291	0.4	0.3	0.0	1.0

注: 特許件数はすべて米国登録特許である。

表3: 相関係数

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) 外国からの被引用件数	1.00								
(2) 同一産業の産業集積	0.03	1.00							
(3) 関連産業の産業集積	0.00	-0.05	1.00						
(4) 同一技術分野の地域知識ストック	-0.13	0.21	0.36	1.00					
(5) 関連技術分野の地域知識ストック	-0.15	0.37	0.26	0.31	1.00				
(6) 企業の研究開発費	-0.13	0.45	-0.13	0.20	0.33	1.00			
(7) 当該特許の発明者数	-0.03	-0.23	0.16	-0.04	-0.02	-0.20	1.00		
(8) 当該特許の請求項数	-0.01	0.10	0.03	0.11	0.09	0.08	0.09	1.00	
(9) 当該特許のオリジナリティー	0.01	-0.03	-0.02	-0.14	0.06	-0.03	0.05	0.01	1.00

表4:推計結果

	被説明変数:外国からの被引用件数					
	(1)	化学		(4)	電気機械	
	(2)	(3)		(5)	(6)	
同一産業の産業集積	-0.660** (0.121)	-0.636** (0.121)		0.783** (0.073)	0.782** (0.073)	
関連産業の産業集積	0.765** (0.107)	0.756** (0.107)		-0.942** (0.101)	-0.948** (0.101)	
同一技術分野の地域知識ストック	0.057** (0.01)		0.056** (0.01)	-0.069** (0.006)		-0.069** (0.006)
関連技術分野の地域知識ストック	-0.007 (0.02)		-0.016 (0.02)	0.038** (0.015)		0.036* (0.015)
企業の研究開発費	-0.128** (0.023)	-0.132** (0.023)	-0.128** (0.023)	-0.084** (0.007)	-0.085** (0.007)	-0.084** (0.007)
発明者数	0.001 (0.004)	-0.001 (0.004)	0.001 (0.004)	0.026** (0.002)	0.027** (0.002)	0.026** (0.002)
請求項数	0.013** (0.001)	0.013** (0.001)	0.012** (0.001)	0.007** (0.001)	0.007** (0.001)	0.007** (0.001)
オリジナリティー	0.003 (0.017)	-0.001 (0.017)	0.003 (0.017)	0.041** (0.009)	0.045** (0.009)	0.040** (0.009)
年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
技術分野ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地域ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	14842	14842	14842	50086	50086	50086
企業数	95	95	95	71	71	71
対数尤度	-40116.4	-40132.5	-40144.9	-145701.3	-145779.6	-145759.5

注1:括弧内は標準誤差。

注2:+は有意水準10%、*は有意水準5%、**は有意水準1%。

	被説明変数:被引用件数					
	(7)	化学		(10)	電気機械	
	(8)	(9)		(11)	(12)	
同一産業の産業集積	-0.425** (0.073)	-0.417** (0.073)		0.829** (0.045)	0.813** (0.045)	
関連産業の産業集積	0.780** (0.069)	0.776** (0.068)		-1.014** (0.061)	-0.999** (0.06)	
同一技術分野の地域知識ストック	0.021** (0.007)		0.019** (0.007)	-0.040** (0.004)		-0.039** (0.004)
関連技術分野の地域知識ストック	-0.012 (0.015)		-0.02 (0.015)	0.028** (0.009)		0.034** (0.009)
企業の研究開発費	-0.028+ (0.015)	-0.030* (0.015)	-0.041** (0.015)	-0.140** (0.005)	-0.142** (0.005)	-0.140** (0.005)
発明者数	0.026** (0.002)	0.026** (0.002)	0.025** (0.002)	0.056** (0.001)	0.057** (0.001)	0.056** (0.001)
請求項数	0.011** (0.001)	0.011** (0.001)	0.011** (0.001)	0.007** (0.001)	0.007** (0.001)	0.007** (0.001)
オリジナリティー	0.028* (0.012)	0.027* (0.012)	0.028* (0.012)	-0.002 (0.005)	0.001 (0.005)	-0.003 (0.005)
年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
技術分野ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地域ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	14848	14848	14848	50086	50086	50086
企業数	97	97	97	71	71	71
対数尤度	-60755.6	-60759.9	-60820.6	-281589.9	-281655.7	-281763.9

注1:括弧内は標準誤差。

注2:+は有意水準10%、*は有意水準5%、**は有意水準1%。