



RIETI Discussion Paper Series 18-J-022

技術占有度と集積の外部性に関する実証研究

松本 久仁子

文部科学省科学技術・学術政策研究所

元橋 一之

経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

技術占有度と集積の外部性に関する実証研究¹

松本久仁子（文部科学省科学技術・学術政策研究所）

元橋一之（経済産業研究所、東京大学）

要 旨

本研究では、技術占有度と集積の外部性によるイノベーション活動の促進効果の関係を明らかにするため、日本の特許出願データを市区町村単位で集計したデータを用いてパネル分析を行った。技術占有度については、3つの指標（技術集中度、参入障壁、発明人順位安定性）を用いて、集積の外部性（MAR の外部性・Jacobs の外部性）がイノベーション活動に与える効果との関係を明らかにすることを試みた。経済外部性に着目した地域クラスター政策としては、他の地域と比べて比較優位の高い技術を集中的に集めることが適切であるという結果が得られた。なお、この方向性は特許出願の集中度が低く、順位変動などのダイナミックな占有性が高い技術分野（例えば、電子回路や通信などのエレクトロニクス関係）については特に重要である。

キーワード：MAR 外部性、Jacobs 外部性、特許データ、日本

JEL classification: O33、R11

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

¹ 本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「IoT の進展とイノベーションエコシステムに関する実証研究」の成果の一部である。

1. はじめに

1890年代のマーシャルの「産業集積論」をはじめとして、ピオリ&セーブルの「第二の産業分水嶺」やクルーグマンの「新貿易理論」など、経済地理学、地域経済学、空間経済学などの経済学の各分野において、産業集積を対象とした研究が進展している。1990年以降では、ポーターの「産業クラスター論」など経営学の分野でも取り扱われるようになってきている。また、経済の基盤が「製造業を中心とした工業経済」から「サービス業を中心とした知識経済」へと転換している現代において、知識・技術の創造・イノベーションへの関心が高まっており、知識経営論やローカル・ミリュー論、学習地域論、地域イノベーション・システム論など、イノベーションに着目した集積の研究も進展している。

その中の1つとして、集積する企業の構成が都市のイノベーションや成長にどのような効果（集積の外部性）を与えるのか明らかにする理論的研究および実証的研究が、1990年代の都市経済学や地域経済学の研究者の研究をはじめとして進められてきている。これまでの研究では、主に3つの動的外部性（MARの外部性、Jacobsの外部性、Porterの外部性）が取り扱われており、それぞれの動的外部性に関する実証研究も多数、行われている。これらの実証分析を対象としたBeaudry & Schiffauerova (2009)のメタ分析の論文をみると、Porterの外部性を扱ったものはMARの外部性とJacobsの外部性を扱ったものと比較して少ない。このことから、集積地域内の企業の産業構成と都市のイノベーションや成長の関係性、すなわち、特定の産業に特化していることが望ましいのか（地域特化の経済）、多様な業種が集積することが望ましいのか（多様性の経済）、という観点からの議論が主流となっていることがわかる。

しかし、これまでの実証研究では、対象地域や対象期間の違い、また分析モデルに適用する変数の定義によって、地域の成長やイノベーションに与える効果の推計結果の解釈が大きく異なっている。そのため、既存の実証研究においては、MARの外部性を支持する研究、Jacobsの外部性を支持する研究の双方があり、どちらがイノベーションを促進させる効果があるのか現状では明確な結論は出されておらず¹、今日においても様々な実証研究が進められている。

集積の外部性に関する初期の実証研究では、セクター・地域の相違に関して、あまり着目されていなかったが(de Groot et al. 2016)、近年の実証研究では、集積するセクター間の関連性(Caragliu et al. 2016; Castaldi et al. 2015)、産業のライフサイクル(Neffke et al. 2011)、地域のサイズ・集積度(Fu & Hong 2011)の観点から、集積の外部性の効果に違いが見られるかを明らかにする研究が進んでいる。しかし、技術の特性に着目した研究はまだ少ない。1990年代頃からMalerba, Orsenigo, Breschiなどを初めとする研究者を中心に進められているセクター・イノベーション・システム論の研究によって、イノベーション・パターン（イノベーション活動の競争と淘汰の過程）²や技術レジームという技術の特性が企業のイノベーション活動に影響を与えていることが明らかにされている。そのため、技術の特性がイノベーションの集積の外部性に影響を与える可能性があると考えられる(McCann & Ortega-Argilés 2016)。

そこで、本研究では、セクター・イノベーション・システム論で議論されているイノベーション・パターンを軸とした技術の特性（技術占有性）と集積の外部性の関係を明らかにする研究を行なう。これにより、技術占有性という新たな視点から、集積の外部性がどう作用するのか明らかにすることが期待できる。

2. 先行研究

2.1. 集積の外部性に関する実証研究

¹ MARの外部性とJacobsの外部性は外部経済を捉える視点の違いを表すものであり、必ずしも対立する概念ではないとの指摘もある(徳岡 2007)。

² シュンペーターの提示したイノベーションの創出過程（シュンペーター的ダイナミクス）を軸に①技術集中度（イノベーション活動の集中度）、②参入障壁（新規企業の参入傾向）、③業界の安定性（業界ヒエラルキー）の3つの指標により特徴づけられている。

前述した通り、集積地域内の企業の産業構成（地域特化の経済、多様性の経済）が都市のイノベーションや経済活動を促進するのかどうかを明らかにする実証研究が多数行われているが、地域・セクター・時期によって結果は大きく異なっており、地域特化の経済（MAR の外部性）、多様性の経済（Jacobs の外部性）のどちらがイノベーションを促進させる効果があるのか現状では明確な結論は出されていない。

MAR の外部性を支持する実証研究には、以下のようなものが挙げられる。Henderson et al. (1995)では、産業のライフサイクルと外部性の関係を見ており、成熟産業では MAR の外部性の効果が認められた一方、発展途上のハイテク産業では MAR の外部性と Jacobs の外部性の双方の効果が認められたことが示されている。Henderson (1997)の研究では、MAR の外部性が支配的かつ短期的であり、Jacobs の外部性が限定的かつ長期的であることが示されている。Beaudry & Breschi (2003)では、被説明変数に特許出願数を用いた分析によって MAR の外部性が認められた。他に、MAR の外部性が認められるが距離によって減衰する傾向があることを示す研究 (Shefer & Frenkel 1998; Van der Panne 2004) もある。

Jacobs の外部性を支持する実証研究には、以下のようなものが挙げられる。まず、代表的なものとして Glaeser et al. (1992)がある。当該研究は、米国の大都市圏における主要な 6 つの産業を対象に 3 つの外部性と雇用成長率の関係を分析している。その結果、地域の競争性、多様性の高い地域の産業集積において雇用成長率が高くなり、Jacobs の外部性が認められることが示された。当該研究をモデルに日本の地域産業を対象として行われた内閣府 (2004)においても、MAR の外部性よりも Jacobs の外部性が認められることが示されている。Feldman & Audretsch (1999)では、米国のイノベーションデータベースをもとに、被説明変数に新製品数、説明変数に MAR の外部性・Jacobs の外部性を示す指標を用いた分析を行い、プロダクト・イノベーションにおいて Jacobs の外部性のみが支持されることを示した。ヨーロッパの国を対象に行われた Paci & Usai (1999)や Greunz (2004)では、MAR の外部性・Jacobs の外部性の双方の効果が認められたものの、特に大都市、ハイテク分野において Jacobs の外部性が強く認められることを示す結果が得られている。

また、これまでに行われた様々な実証研究の結果を用いてメタ分析を行なうことにより、地域・セクター・時期等によって、どのような傾向が見られるのかを明らかにした研究も行われている。Beaudry & Schiffauerova (2009)では、分析対象の区分の視点から、MAR の外部性は大まかな産業分類・広範囲の地域を対象とした場合に、Jacobs の外部性は細かい産業分類・狭域の地域を対象とした場合に正の効果がみられる傾向にあることが示されている。そして、セクターごとに比較すると、ローテク産業において、Jacobs の外部性よりも MAR の外部性が強く働く傾向にあることが示されている。de Groot et al. (2016)では、より密集した地域において MAR の外部性が働きにくくなることが示されている。また、MAR の外部性は成果指標を用いる場合に正の効果が強く示される等、分析モデルに適用する指標によって集積の外部性の効果が異なることも示されている。さらに、近年の研究ほど、地域特化の経済を支持する結果が多く、多様性の経済を支持する結果は少ない傾向にあることも指摘されている。

そして、集積の外部性に関する初期の実証研究では、セクター・地域の相違に関して、あまり着目されていなかったが (de Groot et al. 2016)、近年の実証研究では、集積するセクター間の関連性 (Caragliu et al. 2016; Castaldi et al. 2015)、産業のライフサイクル (Neffke et al. 2011)、地域のサイズ・集積度 (Fu & Hong 2011)に着目し、集積の外部性の効果に違いが見られるかを明らかにする研究が進んでいる。分析手法においても、従来の計量経済学では取り扱われなかった空間的要素を考慮した分析モデルによる研究 (Caragliu et al. 2016; Duschl et al. 2015) もみられるようになってきた。また、地域レベルでの分析から、よりミクロな企業レベルでの集積の外部性の効果を見る実証研究も進んできている。

これまでの実証研究においてセクターの相違に着目したものをみると、主に製造業が取り扱われることが多く、逆にサービス業や農業などの産業はデータの制約等から取り扱われにくい傾向にある。また、取り扱う産業セクター数は 1 つ、2 つと少数の研究が多く、産業間比

較を行っているものは少ない。産業間比較をした研究をみると、ハイテク産業・ローテク産業で比較した場合、ハイテク産業においては Jacobs の外部性、ローテク産業においては MAR の外部性が強く認められる傾向がある (Beaudry & Schiffauerova 2009)。他に産業と動的外部性の関係を扱った研究には、以下のようなものが挙げられる。Henderson et al. (1995)、Audretsch & Feldman (1996)、Duranton & Puga (2001)、Neffke et al. (2011) では、産業のライフサイクルと動的外部性の関係を分析し、ライフサイクル初期の産業では Jacobs の外部性、後期になると MAR の外部性が強く認められることが示されている。一方、Forni & Paba (2003) では、成熟産業でもロック・イン効果により MAR の外部性が弱まることが示されている。他に、Frenken et al. (2007) では、産業間の共集積に着目し、集積する産業が関連性の高いものであるほど Jacobs の外部性が強く認められる傾向が示されている。一方、Caragliu et al. (2016) では、集積する産業が関連性の低いものであるほど Jacobs の外部性が強く認められる傾向が示されている。また、Castaldi et al. (2015) は、関連技術が集積すると技術の親和性が高いため、イノベーションが起こりやすく、また、非関連技術が集積した場合でも破壊的イノベーションが起こりやすいことを示している。

2.2. セクター・イノベーション・システム論におけるイノベーション・パターン

シュンペーターによって進展したイノベーション論を引継ぎ、技術パラダイムと技術革新の方向性（技術軌道）の概念を用いて、イノベーションと経済発展のプロセスを捉える「技術パラダイム論」が Dosi (Dosi 1982) を中心としたネオ・シュンペータリアンの研究者によって進展している。さらに近年、Malerba, Orsenigo, Breschi などの研究者を中心に「セクター・イノベーション・システム論」の研究 (Malerba & Orsenigo 1990) が進められている。

「セクター・イノベーション・システム論」とは、技術の特性を説明する「技術レジーム³」という概念を用いて、シュンペーター的ダイナミクスの性格と強度、およびイノベーション活動の地理的分布ないし空間的境界がどのように規定されるのか明らかにしていくものである (安孫子 2012)。

イノベーション活動のシュンペーター的ダイナミクス（イノベーション・パターン）は①技術集中度（イノベーション活動の集中度）、②参入障壁（新規企業の参入傾向）、③業界の安定性（業界ヒエラルキー）の3つの指標により特徴づけられている。「セクター・イノベーション・システム論」では、技術レジームの構成諸要因の相互作用において、技術・産業ごとのイノベーション活動の独自のイノベーション・パターンが規定されるとしている (安孫子 2012)。Malerba, Orsenigo らは、イノベーション・パターンの中で、2つの単純形を一般的に示している。1つ目は、「拡大型 (Widening)」と呼ばれるもので、シュンペーターのイノベーション理論におけるシュンペーター・マークⅠに対応し、「創造的破壊」に特徴づけられる。これは、革新者の数が相対的に多く、産業への参入率は高く、革新者のヒエラルキーが不安定であるような、イノベーション活動の競争性が高い状態とされる。2つ目は、「深化型 (Deepening)」と呼ばれるもので、シュンペーターのイノベーション理論におけるシュンペーター・マークⅡに対応し、「創造的蓄積」に特徴づけられる。これは、革新者の数が少数であり、産業への参入率は低く、革新者のヒエラルキーが安定的となるような、イノベーション活動の競争性が低い状態とされる。産業のライフサイクルの視点からみると、産業の初期段階では拡大型のパターンをとり、発展し成熟するにつれて深化型へと移行していくとされる (Malerba 2002)。

³ 技術レジームとは、以下の4つの要素の組み合わせによって定義される。

- ① 技術機会：ある技術の潜在的な利用可能性の程度。「水準」と「普及度」の次元がある。
- ② 専有可能性：模倣を排除しつつ排他的・独占的に技術知識を利用できる程度。
- ③ 累積性：時間の経過につれて技術・技能の累積が深まることによって得られるイノベーションの優位性。「技術的・個人的レベル」・「組織的レベル」・「企業レベル」がある。
- ④ 知識ベースの特性：「暗黙度」と「複合度」の2つの次元がある。

3. 技術占有度と集積による外部効果

3.1. 同質企業の地理的集積による外部性と技術占有度

Marshall (1890) は同種の産業が地理的に集積していることに着目した。その背景には同種産業の企業間における知識スピルオーバーが存在し (Arrow, 1962)、更にこの技術スピルオーバーを経済成長の源泉として内生的経済成長理論を打ち立てた Romer (1986) の名称をとって、同質性の高い企業集積による外部性は MAR (Marshall, Arrow, Romer) 型と呼ばれている。なお、企業間の技術スピルオーバー効果は、経済活動の近接性が高い産業間でより活発におき (Jaffe, 1986)、かつ、技術スピルオーバー効果には地理的な近接性がある (Jaffe et. al, 1992) ということは実証的にも明らかになっている。

ただし、同一産業の企業は市場では競合相手となる可能性が高いので、企業としてはこの技術スピルオーバーをコントロールしようとするインセンティブが働く。つまり、技術占有度と MAR の外部性の関係に関して、技術占有度の低い環境の場合、同業種への技術流出を回避して市場内での優位性向上を図ろうとするインセンティブが革新者に強く働きやすくなるため、同一技術間での知識の共有・移転は起こりにくくなる。逆に、技術占有度の高い環境の場合、同業者に対する排他的なインセンティブが革新者に働きにくいため、規模の経済や人材プールなどの生産ファクターの蓄積などの集積による外部効果を既存企業が内生化することが容易となる。つまり、MAR の外部性は技術占有度の高い場合に強く働くということが考えられる。

一方、Porter (1990) は競争がイノベーションを促進するというスタンスに立つ。同一産業の企業が集積することで企業間競争が激化し、企業として生き抜くためのイノベーションに対するインセンティブが高まるということが全体としての生産性が向上するという議論である。Porter の外部性は、MAR と同様、同種の企業が地理的に集積することの外部性に着目するが、前者については、技術占有度の高い場合に外部性が強くなるというとする一方、後者においては、技術占有度の低い状況において外部性が強くなるとしている。

3.2. 多様性のある地理的集積による外部性と技術占有度

一方で、Jacobs (1960) は、イノベーションによって重要な技術スピルオーバーは異業種からくるものであるというスタンスに立つ。知識ベース理論の観点から、革新者は異業種の技術を積極的に取り入れることによって、従来の技術と差別化を図り、競争優位性を確保しやすくなる環境において、Jacobs の外部性が働きやすくなると考えられる。逆に、従来の技術と差別化を図る必要がなく、自身の有する技術をもとに競争優位性を維持しやすい環境においては、Jacobs の外部性は働きにくくなると考えられる。つまり、Jacobs の外部性については、技術占有度の低い状況において強くなるとする考え方が一般的である (Beaudry and Schiffauerova, 2009)。

一方で、同業種の集積によって、負のロック・イン効果 (Boschma 2005) が起こりやすくなるという観点も重要である。集積の経済によって、集積の存在自体がロック・イン効果 (凍結効果) を生む。集積の比較的初期の段階では、集積地域内の個別主体が外部へ移動しにくく、また、外部から新たな主体を引き寄せることによって、集積地域内の成長を促進するという正の効果を持つ。しかし、集積の後期の段階では、集積の変化ないし革新を阻害するという負の効果を及ぼす可能性があり、Forni & Paba (2003) や Boschma (2005) の実証研究などによっても指摘されている。

4. 分析手法

4.1. 変数

4.1.1. 外部性に関する指標

本研究では、集積の外部性として、MAR の外部性と Jacobs の外部性を取り扱い、Beaudry & Schiffauerova (2009) のメタ分析の結果を参考に、従来の実証分析で多用されている指標を用いることとする。

MAR の外部性とは地域特化の経済によって引き起こされるものであり、特化係数がよく用いられる。本分析では、MAR の外部性に関する指標として、イノベーションの活動主体（特許発明人）の特化係数を用いる。

$$[Spe]_{trc} = \log([App_Share]_{trc}/[App_Share]_{tr})$$

$[Spe]_{trc}$: t 年、地域 r、技術分野 c の地域特化指標（＝特許発明人の特化係数）

$[App_Share]_{trc}$: t 年までの 5 年間に技術分野 c の特許出願を行なった発明人のうち、地域 r の特許発明人の割合

$[App_Share]_{tr}$: t 年までの 5 年間に全技術分野で特許出願を行なった発明人のうち、地域 r の特許発明人の割合

Jacobs の外部性とは多様性の経済によって引き起こされるものであり、ハーフィンダル指数がよく用いられる。本分析では、Jacobs の外部性に関する指標として、技術分野別特許発明人数のハーフィンダル指数の逆数を用いる。

$$[Div]_{tr} = \log(1/[HHI]_{tr})$$

$$[HHI]_{tr} = \sum_i ([Pat_Share]_{trc})^2$$

$[Div]_{tr}$: t 年、地域 r の多様性指標（＝技術分野別特許出願数のハーフィンダル指数の逆数）

$[HHI]_{tr}$: t 年までの 5 年間、地域 r の技術分野別特許出願数のハーフィンダル指数

$[Pat_Share]_{trc}$: t 年までの 5 年間、地域 r における全特許出願数のうち、技術分野 c の特許出願数の割合

4.1.2. イノベーション活動のパフォーマンスに関する指標

イノベーション活動のパフォーマンスの指標に関しても、外部性に関する指標と同様に、従来の実証分析で多用されている指標を参考に設定する。本分析では、市区町村単位の特許出願数をイノベーション活動のパフォーマンス指標とする。

$$[IP]_{trc} = \log([Pat]_{trc} + 1)$$

$[IP]_{trc}$: t 年、地域 r、技術分野 c のイノベーション活動のパフォーマンス

$[Pat]_{trc}$: t 年、地域 r、技術分野 c の特許出願数

4.1.3. 技術占有度に関する指標

技術占有度に関する指標は、Breschi et al. (2000) において定義されているものを参考に、以下の指標の z 値を適用する。なお、技術分野（統合技術分類）ごとの各指標の値を付表 B に付記する。

1 つ目は、どれだけ特定の特許発明人にイノベーション活動が集中しているのかという技術の集中度に関する指標である。本分析では、対象年までの 6 年間の発明人別特許出願数の

ハーフィンダル指数を指標とする。この値が高いほど、技術集中度は高くなり、占有度が高いことを意味する。

$$[\text{Concentration}]_{tc} = \log([\text{HHI}]_{tc})$$

$$[\text{HHI}]_{tc} = \sum_i ([\text{Pat_Share}]_{itc})^2$$

$[\text{Concentration}]_{tc}$: t 年、技術分野 c の技術集中度

$[\text{HHI}]_{tc}$: t 年までの 6 年間、技術分野 c における発明人別特許出願数のハーフィンダル指数

$[\text{Pat_Share}]_{itc}$: t 年までの 6 年間、技術分野 c における全特許出願数のうち、発明人 i の特許出願数の割合

2 つ目は、参入障壁に関する指標であり、対象年までの 6 年間における全特許発明人のうち後半 3 年間に初めて特許出願を行なった発明人割合を 1 から引いた値と定義する。この値が高いほど、新規出願人の参入傾向は弱くなり、占有度が高いことを意味する。

$$[\text{Entry_Barrier}]_{tc} = 1 - [\text{New_Inv}]_{tc} / [\text{Inv}]_{tc}$$

$[\text{Non_Entry}]_{tc}$: t 年、技術分野 c の新規参入度

$[\text{New_Inv}]_{tc}$: t 年までの 6 年間のうち、技術分野 c の後半 3 年間に特許出願を行った発明人数

$[\text{Inv}]_{tc}$: t 年までの 6 年間、技術分野 c における特許出願を行った発明人数

3 つ目は、技術分野ごとの発明人順位の安定性を示す指標である。本分析では、対象年までの 6 年間の前半 3 年間と後半 3 年間における、特許発明人の特許出願数シェア順位のスピアマン順位相関係数を用いた。この値が高いほど、特許出願数シェア順位の変動が小さく、安定しており、占有度が高いことを意味する。

$$[\text{Stability}]_{tc} = 1 - \frac{6}{k_{tc}(k_{tc}^2 - 1)} \sum_i ([\text{Pre_Rank}]_{tci} - [\text{Pro_Rank}]_{tci})^2$$

$[\text{Stability}]_{tc}$: t 年、技術分野 c の順位安定性

k_{tc} : t 年までの 6 年間、技術分野 c の特許発明人数

$[\text{Pre_Rank}]_{tci}$: 技術分野 c における t 年までの 6 年間のうち前半 3 年間の特許発明人 i の特許出願数シェア順位

$[\text{Pro_Rank}]_{tci}$: 技術分野 c における t 年までの 6 年間のうち後半 3 年間の特許発明人 i の特許出願数シェア順位

4.1.4. その他の指標

集積の外部性とイノベーション活動のパフォーマンスの関係に影響を与える要因として、技術の競争性の他に、本分析では、革新者自身の特性、および、地域の特性に関するものを考慮する。また、各地域の時間の経過に伴う影響を考慮するため、地域×年次ダミーもコントロール変数として加える。そして、地域の経済活動規模をコントロールするため、全産業の従業員数も変数に用いる。

① 革新者の取扱技術の多様性

集積の外部性とイノベーション活動の遂行主体（革新者）の特性の關係に影響を与える要因として、本分析では革新者自身の特性に関する「発明人の取扱技術の多様性」を考慮する。

地理的近接性は外部からの知識の共有・伝達を促進するが、外部の技術・知識を有効活用できる能力（技術吸収力）（Cohen & Levinthal 1990）が高いほど、革新者はこの効果をより享受できる。つまり、技術吸収力の高い革新者ほど、集積の外部性の効果を得られやすく、イノベーションのパフォーマンスが向上すると考えられる。

革新者の取扱技術の多様性が高い場合、広範囲の技術に対して技術吸収力が高くなり、Jacobs の外部性の効果が得られやすくなる可能性がある。逆に、取扱技術の多様性が低いと、特定の技術に対する技術吸収力が高くなり、MAR の外部性の効果が得られやすくなる可能性がある。一方、革新者の取扱技術の多様性が低く、特定の技術に対する技術吸収力が高くなると、負のロック・イン効果が生じやすくなる。そのため、Jacobs の外部性によって、負のロック・イン効果が緩和され、イノベーション・パフォーマンスが向上する可能性がある。逆に、取扱技術の多様性が高いと、自身の能力だけでは特定の技術に対して特化しにくいため、MAR の外部性によって、より専門化した技術を吸収することによって、イノベーション・パフォーマンスが向上する可能性がある。

以上のように、革新者の取扱技術の多様性は集積の外部性とイノベーション活動のパフォーマンスの關係に影響を与える要因となりうることから、本分析では「取扱技術の多様性」をコントロール変数として考慮する。当該指標としては、地域の発明人の技術分野別特許出願数のハーフィンダル指数（平均値）の逆数を用いることとする。この値が高くなるほど、出願人の取扱技術の多様性が高いことを意味する。

$$[Inv_Div]_{trc} = \log(1/[Inv_HHI]_{trc})$$

$$[Inv_HHI]_{trc} = \sum_m [Inv_HHI]_{trcm} / [Inv]_{trc}$$

$$[Inv_HHI]_{trci} = \sum_c ([Pat_Share]_{trci})^2$$

$[Inv_Div]_{trc}$: t 年、地域 r、技術分野 c の特許発明人の取扱技術の多様性指標

$[Inv_HHI]_{trc}$: t 年までの 5 年間、地域 r、技術分野 c の技術分野別特許出願数のハーフィンダル指数（平均）

$[Inv]_{trc}$: t 年までの 5 年間、地域 r、技術分野 c の特許発明人数

$[Inv_HHI]_{trci}$: t 年までの 5 年間、地域 r、技術分野 c の特許発明人 i の技術分野別特許出願数のハーフィンダル指数

$[Pat_Share]_{trci}$: t 年までの 5 年間、地域 r、特許発明人 i の全特許出願数のうち、技術分野 c の特許出願数割合

② 地域ごとの革新者の技術寡占度

同じ技術であっても、どれだけ特定の特許発明人にイノベーション活動が集中しているのかは、地域によって異なってくる。もともとイノベーション活動が集中しにくい技術であっても、特定の特許発明人によってイノベーション活動が集中している地域では、そうでない地域よりも、イノベーション活動が集中しやすい技術の傾向を示しやすくなると考えられる。逆に、イノベーション活動が集中しやすい技術であっても、多数の特許発明人が分散してイノベーション活動をしている地域では、そうでない地域よりも、イノベーション活動が分散しやすい技術の傾向を示しやすくなると考えられる。このように、地域ごとの革新者の技術寡占度（特定の特許発明人による出願寡占度）は、集積の外部性とイノベーション活動のパフォーマンスの関係に影響を与える要因となりうることから、本分析においてコントロール変数として考慮する。当該指標としては、地域別の発明人の技術分野別特許出願数のハーフィンダル指数の逆数を適用する。この値が高くなるほど、対象地域における革新者の技術寡占度が高いことを意味する。

$$[\text{Loc_Div}]_{trc} = \log(1/[\text{Loc_HHI}]_{trc})$$

$$[\text{Loc_HHI}]_{trc} = \sum_c ([\text{Pat_Share}]_{trci})^2$$

$[\text{Loc_HHI}]_{trc}$: t 年、地域 r、技術分野 c の特許発明人別特許出願数のハーフィンダル指数

$[\text{Pat_Share}]_{trci}$: t 年までの 5 年間、地域 r、技術分野 c の全特許出願数のうち、特許発明人 i の特許出願数割合

③ 全産業の従業員数

経済活動の盛んな地域では地域のイノベーション活動のパフォーマンスも向上しやすいと考えられるため、全産業の（民間）従業員数を変数に追加する。

$[\text{Emp}]_{trc}$: (自然対数に変換した) t 年、地域 r の全産業（民間）従業員数

4.2. 分析単位

4.2.1. 期間 t

本分析では、従業員数データが取得できる経済センサス調査の実施年のうち、2001 年、2006 年、2012 年の 3 時点を分析対象年とする。

4.2.2. 技術分野 c

世界各国が共通に使用できる特許分類として国際特許分類（IPC）がある。IPC による技術分類はセクションからメイングループまたはサブグループへと順次階層的に細分化されている。一番大きな分類区分はセクションであり、全部で 8 つに大別され、A～H のアルファベット大文字 1 個からなる表示記号と、それに続くセクションタイトルで表される。サブセクションは、セクション内での情報的な見出しであり、表示記号がなくタイトルのみで表される。次に細かい分類区分としてクラスがある。クラスはセクションを細分化したもので、2016 年の時点で 129 に分類されており⁴、セクション記号に 2 つの数字をつけた表示記号と、それに続くクラスタイトルで表される。続いて、サブクラス、メイングループとサブグループから構成されるグループへと細分化されていく（表 2. 参照）。IPC コードは非常に詳細な技術分野を示すものとして有益であるが、マクロな視点での技術分野別の分析を行うには細かすぎるということが指摘されている（元橋 2005）。そこで、本分析では、WIPO の公式統計で用いられている統合技術分類に準じた技術分類（32 分類⁵）を適用する（元橋 2005）。IPC との対応

⁴ 現時点（2016 年時点）における最新の IPC 分類表は、特許庁から公開されているものを利用している。

http://www.jpo.go.jp/shiryou/s_sonota/kokusai_t/ipc8wk.htm（2016 年 11 月アクセス）

⁵ 本分析では、技術分類がその他・不明のものを除いた 32 分類を分析に適用する。

関係を示した表を付表 A に付記する。

IPC は 1968 年に第 1 版が発効されて以降、およそ 5 年に一度の間隔で版改正が行われている。2006 年に発効された第 8 版以降では、PCT 最小限資料について最新版の IPC により既発行公報の再分類を行う形式で更新されている（独立行政法人工業所有権情報・研修館 2015）。本分析で適用する特許データの技術分野は、出願時（あるいは登録時）の筆頭 IPC コードをもとに統合技術分類を特定しており、IPC 改定による分類の見直しは行っていない。ただし、本分析で用いる特許データは 1998～2012 年に出願された特許であり、当該期間中の IPC クラスの改正・更新内容は主にクラスの新設であり、一部のクラスで主題事項の変更が行われているが、大きくクラスの内容が変更されていない。そのため、分析対象期間中の IPC クラスの改正・更新は本分析に大きな影響を与えるものではないと思料する。

表 1. IPC の技術分類の例：A01B 1/02

分類階層	分類区分	分類記号	分類タイトル
第1階層	セクション	A	生活必需品
第2階層	クラス	A01	農業;林業;畜産;狩猟;捕獲;漁業
第3階層	サブクラス	A01B	農業または林業における土作業;農業機械または器具の部品,細部または附属具一般
第4階層	メイングループ	A01B 1/00	手作業具
	サブグループ	A01B 1/02	・鋤;ショベル

4.2.3. 地域 r

本分析においては、市区町村単位での分析を行なう。

4.3. 分析モデル

集積の外部性とイノベーション活動のパフォーマンスの関係に関する研究では、被説明変数にイノベーションのパフォーマンス指標、説明変数に外部性に関する指標を用いた回帰分析モデルが、よく用いられる。回帰分析のモデルでは、イノベーションのパフォーマンスに影響を与える地域特有の効果（異質性）を排除するために、地域ごとの研究開発機関・研究所数や労働者数などの指標をコントロール変数として導入している研究があるが、十分に地域ごとの異質性を排除することは難しい。そのため、本分析では、パネル分析（固定効果モデル）を適用することによって、地域の異質性に基づく差異をコントロールする。さらに、パネル分析のデータは縦断的データであり、時間経過に伴う個人の観察値の変動を取らえた分析が可能になる（とりわけ固定効果モデル）（三輪 2013）。そのため、パネル分析は因果の推論になじみやすい分析である。また、パネル分析を適用することによって、サンプル数が増え、自由度が増し、変数間の変動が起きやすくなり、多重共線性の問題も軽減できる。そして、内生性の問題を考慮するため、被説明変数は当年度のデータ、説明変数・コントロール変数（従業員数の変数を除く）は前年度データをもとに算出したものを用いている。また、集積の外部性が作用しないと考えられる場合⁶のデータも除外している。

本分析では、被説明変数にイノベーションのパフォーマンス指標（[IP]）、説明変数に外部性の指標（[Spe], [Div]）および技術占有度の指標と外部性の指標の交差項（[Spe] * [tec], [Div] * [tec]）、コントロール変数に、革新者の取扱技術の多様性・地域ごとの革新者の技術寡占度の指標（[Inv_Div], [Loc_Div]）、従業員数（[Emp]）、および地域⁷×年次ダミーを用いる。モデル式は以下の通りである。

⁶ MAR の外部性が働かない場合として、t 年・地域 r・技術分野 c の発明人が 1 人の場合のデータを除外している。Jacobs の外部性が働かない場合として、t 年・地域 r で特許出願された技術分野が 1 つの場合のデータを除外している。

⁷ 都道府県単位を適用する

【モデル式 A】 MAR の外部性とイノベーション・パターン

$$[IP]_{trc} = (a1 + b1[tec]_{t-1c})[Spe]_{t-1rc} + c1[Inv_Div]_{t-1rc} + d1[Loc_Div]_{t-1rc} + e1[Emp]_{trc}$$

【モデル式 B】 Jacobs の外部性とイノベーション・パターン

$$[IP]_{trc} = (a2 + b2[tec]_{t-1c})[Div]_{t-1r} + c2[Inv_Div]_{t-1rc} + d2[Loc_Div]_{t-1rc} + e2[Emp]_{trc}$$

【モデル式 C】 集積の外部性とイノベーション・パターン

$$[IP]_{trc} = (a1' + b1'[tec]_{t-1c})[Spe]_{t-1rc} + (a2' + b2'[tec]_{t-1c})[Div]_{t-1r} \\ + c3[Inv_Div]_{t-1rc} + d3[Loc_Div]_{t-1rc} + e3[Emp]_{trc}$$

(注 1) [tec] = [Concentration] or [Entry_Barrier] or [Stability]

(注 2) t=2001, 2006, 2012、 r=city or city-nbr、 c=統合技術分類

(注 3) 変数の詳細は 4.1 を参照のこと

4.4. 利用データ

本分析で用いるデータは、特許データを属性情報として有する市区町村単位の空間データである。

属性情報の特許データは、知的財産研究所が提供する IIP パテントデータベース（2015 年版）から、1995～2012 年に出願された特許データを抽出して作成している。また、コントロール変数に用いる従業員数データは 2001 年・2006 年・2012 年の経済センサス調査のデータを用いている。

市区町村の位置データ（区域データ）は、2012 年 2 月 1 日時点での市区町村区域ポリゴンデータを利用している。当該データは、国土交通省の特別機関である国土地理院において提供されている「数値地図 25000（行政界・海岸線）」（2000 年 10 月 1 日発行、承認番号 平 22 業使、第 185 号）をベースに、総務省の「市町村合併資料集」や国土地理協会「市町村変更情報」等から入手できる市町村合併や行政区の新設、再編などに関する情報を反映したものとなっている。

5. 分析結果

5.1. 最適モデルの選択

本分析では、同じ変数を使用した場合のプーリング回帰モデル（Pooling OLS）、固定効果モデル（Fixed-effect OLS）、変量効果モデル（Random-effect GLS）による分析結果の比較によって、最適なモデルを選択する。まず、プーリング回帰モデルと固定効果モデルの間で F 検定を行う。具体的には、「固定効果モデルよりもプーリング回帰モデルが望ましい」という帰無仮説を設定し、p 値の値によって帰無仮説の判定を行う。次に、固定効果モデルと変量効果モデルの間で Hausman 検定を行う。具体的には、「固定効果モデルよりも変量効果モデルが望ましい」という帰無仮説を設定し、p 値の値によって帰無仮説の判定を行う。

分析の結果、全モデルにおいて、F 検定および Hausman 検定による p 値が 1%未満となり、帰無仮説は 1%の有意水準で棄却された。よって、本分析の結果は固定効果モデルの結果が最も望ましい結果と考えられる。分析に用いた各変数の記述統計を表 3、各モデルの分析結果（固定効果モデル⁸）を表 4 に記述する。

⁸ 本分析における固定効果は地域・技術分類ごとの単位で見ている。

表 2. パネル分析における記述統計

	変数名	平均	標準偏差	最小	最大
被説明変数	[Patent]	1.473	1.514	0.000	9.501
説明変数	[Spe]	0.088	1.095	-5.173	6.479
	[Spe]*[Concentration]	0.221	1.008	-5.699	16.771
	[Spe]*[Entry_Barrier]	-0.145	1.047	-19.155	15.411
	[Spe]*[Stability]	-0.254	1.042	-12.898	5.648
	[Div]	2.427	0.433	0.133	3.161
	[Div]*[Concentration]	-0.520	2.170	-6.033	7.857
	[Div]*[Entry_Barrier]	0.018	2.196	-11.993	6.091
	[Div]*[Stability]	0.127	2.390	-7.134	6.358
コントロール変数	[Inv_Div]	0.349	0.235	0.000	2.393
	[Loc_Div]	2.156	1.193	0.024	8.659
	[Emp]	10.490	1.050	4.710	13.767
	[Concentration]	-0.222	0.880	-1.910	2.589
	[Entry_Barrier]	0.007	0.878	-3.970	1.980
	[Stability]	0.052	0.970	-2.277	2.043

(Number of obs=71,265, Number of groups=29,975, T=3)

表 3. 最適モデルによる集積の外部性と技術占有度の分析結果

変数	モデル1-1 (集中度)					
	1-1A. (spe)		1-1B. (div)		1-1C. (both)	
[Spe]	0.2250 ***	0.1098 ***	-	-	0.2364 ***	0.1409 ***
[Spe]*[Concentration]	-0.0466 ***	-0.0384 ***	-	-	-0.0345 ***	-0.0297 ***
[Div]	-	-	-0.1775 ***	-0.1594 ***	-0.2201 ***	-0.1949 ***
[Div]*[Concentration]	-	-	-0.0934 ***	-0.0685 ***	-0.1037 ***	-0.0851 ***
[Inv_Div]	-	0.1060 ***	-	0.0956 ***	-	0.1192 ***
[Loc_Div]	-	0.1575 ***	-	0.2304 ***	-	0.1293 ***
[Emp]	0.3582 ***	0.2877 ***	0.2974 ***	0.2439 ***	0.3668 ***	0.3084 ***
年×都道府県ダミー	有	有	有	有	有	有
変数	モデル1-2 (参入障壁)					
	1-2A. (spe)		1-2B. (div)		1-2C. (both)	
[Spe]	0.2313 ***	0.1126 ***	-	-	0.2350 ***	0.1217 ***
[Spe]*[Entry_Barrier]	0.0188 ***	0.0179 ***	-	-	0.0181 ***	0.0172 ***
[Div]	-	-	-0.1463 ***	-0.1357 ***	-0.1864 ***	-0.1619 ***
[Div]*[Entry_Barrier]	-	-	-0.0299 ***	-0.0297 ***	-0.0294 ***	-0.0295 ***
[Inv_Div]	-	0.1039 ***	-	0.0913 ***	-	0.1095 ***
[Loc_Div]	-	0.1603 ***	-	0.2358 ***	-	0.1527 ***
[Emp]	0.3617 ***	0.2890 ***	0.3035 ***	0.2480 ***	0.3736 ***	0.3034 ***
年×都道府県ダミー	有	有	有	有	有	有
変数	モデル1-3 (順位安定性)					
	1-3A. (spe)		1-3B. (div)		1-3C. (both)	
[Spe]	0.2285 ***	0.1123 ***	-	-	0.2331 ***	0.1227 ***
[Spe]*[Stability]	0.0591 ***	0.0546 ***	-	-	0.0565 ***	0.0526 ***
[Div]	-	-	-0.1471 ***	-0.1369 ***	-0.1822 ***	-0.1589 ***
[Div]*[Stability]	-	-	-0.0055	-0.0008	-0.0009	-0.0009
[Inv_Div]	-	0.1054 ***	-	0.0939 ***	-	0.1135 ***
[Loc_Div]	-	0.1573 ***	-	0.2361 ***	-	0.1492 ***
[Emp]	0.3566 ***	0.2857 ***	0.2995 ***	0.2443 ***	0.3652 ***	0.2970 ***
年×都道府県ダミー	有	有	有	有	有	有

(* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01)

5.2. MAR の外部性と技術占有度

MAR の外部性については SPE で見ることになるが、SPE の主効果についてはすべてのモデルにおいて正で統計的有意となり、技術特化の外部性の存在が確認された。次に、技術の占有性に関する指標である Concentration、Entry_barrier 及び Stability との交差項についてみると、Concentration についてはマイナスで統計的有意、Entry_Barrier と Stability についてはプラスで統計的有意な関係が見られた。MAR 外部性と技術の占有度の関係については、スタティックな占有度 (Concentration) とダイナミックな占有度 (Entry_Barrier, Stability) では異なる関係にある。つまり、特許の保有状況がより分散的であるが、順位変動が小さい状況において、より MAR の外部性が高くなることが分かった。

5.3. Jacobs の外部性と技術占有度

Jacobs の外部性については DIV で見ることでとなるが、まず DIV の主効果についてはすべてのモデルにおいて負で統計的有意となった。つまり、多様な技術分野の出願人が集まる地域においては、負の外部性が働くということである。次に技術の占有性との関係であるが、Concentration と Entry_Barrier については負で統計的有意な係数となり、Stability については統計的に有意な結果は得られなかった。全体的な傾向としては、技術の占有性が高くなると DIV の負の外部性がさらに大きくなる、逆にいえば競争的な技術分野においては Jacobs の外部性が相対的にプラスに働くことを示している (Jacobs 外部性と技術競争に関する補完的な関係)。

5.4 考察

特許データを用いたイノベーションの集積に関する外部効果について見たところ、同質な経済活動が集積することによる正の外部性と多様性が高まると負の外部性が観察された。つまり、全体としては MAR 外部性が強く働いているということである。

技術占有度との関係であるが、MAR 外部性については、特許保有に関する集中度は低い、順位移動などのダイナミックな占有性が高い技術分野においてより強く働くことが分かった。一方で多様な技術分野が集まることによる Jacobs 外部性については、特定の技術に集中した方が外部性は高いという逆の結果となった。

両者を総合すると集積による経済外部性に着目した地域クラスター政策としては、他の地域と比べて比較優位の高い技術を集中的に集めることが適切であるという示唆が得られた。なお、この方向性は特許出願の集中度が低く、順位変動などのダイナミックな占有性が高い技術分野 (例えば、電子回路や通信などのエレクトロニクス関係) については特に重要である。また、特定の地域内に多様な技術を取り込むことは、集積の効果という観点からは逆効果となることにも留意が必要である。

5. おわりに

都市経済学や地域経済学を中心に、集積する企業の構成が都市のイノベーションや成長にどのような効果 (集積の外部性) を与えるのか明らかにする研究が進められている。MAR や Porter の外部性 (地域特化の外部性) と Jacobs の外部性 (多様性の外部性) のどちらがイノベーション活動を促進する効果があるのか、多くの実証研究が行われているが、現状では明確な結論は出されていない。ここでは、セクター・イノベーション・システム論の研究に基づいて、技術占有度と集積の外部性によるイノベーション活動の促進効果の関係を明らかにするための分析を行なった。

日本の特許データを属性情報とした市区町村単位の空間データを用いて、パネル分析 (固定効果モデル) を実施することにより、技術占有度を特徴づける 3 つの指標 (技術集中度、参入障壁、発明人順位安定性) の外部性がイノベーション活動に与える効果との関係を明らかにすることを試みた。その結果、経済外部性に着目した地域クラスター政策としては、他

の地域と比べて比較優位の高い技術を集中的に集めることが適切であるという結果が得られた。なお、この方向性は特許出願の集中度が低く、順位変動などのダイナミックな占有性が高い技術分野（例えば、電子回路や通信などのエレクトロニクス関係）については特に重要である。

今後の研究の方向性として、異なる集積の外部性間の相互作用、技術の特性と集積の外部性の関係、分析対象地域の拡大（国際比較）、集積の外部性の及ぶ地理的範囲などが挙げられる。まず、異なる集積の外部性間の相互作用に関して、本分析では、MAR（Porter）の外部性と Jacobs の外部性を分けて分析してきたが、両者の相互関係について分析するに至っていない。2つの外部性が互いにどのように影響しあうのか分析していくことで、さらなる集積の外部性とイノベーション促進効果の関係性を明らかにしていくことができると考えられる。また、技術の特性と集積の外部性の関係に関して、本分析では、技術占有度と集積の外部性の関係を取り扱ったが、セクター・イノベーション・システム論では技術の特性（技術レジーム）とイノベーション活動のパターンの関係に関しても論じている研究（Breschi et al. 2000）があることから、技術レジームと集積の外部性の関係に拡張していくことができると考える。そして、本分析では日本のデータを用いて分析したが、Malerba & Orsenigo（1995）や Breschi（2000）のように、国際比較の研究に進展させることによって、地域を超え、技術の特性がイノベーションの集積の外部性に影響を与えるものなのか明らかにすることができると思う。

【参考文献】

- Audretsch, D.B. & Feldman, M.P., 1996. Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of Industrial Organization*, 11(2), pp.253-273.
- Beaudry, C. & Breschi, S., 2003. Are firms in clusters really more innovative? *Economics of Innovation and New Technology*, 12(4), pp.325-342.
- Beaudry, C. & Schifffauerova, A., 2009. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. *Research Policy*, 38(2), pp.318-337.
- Boschma, R., 2005. Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39(1), pp.61-74.
- Breschi, S., 2000. The Geography of Innovation: A Cross-sector Analysis. *Regional Studies*, 34(3), pp.213-229.
- Breschi, S., Malerba, F. & Orsenigo, L., 2000. Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation. *The Economic Journal*, 110(463), pp.388-410.
- Caragliu, A., de Dominicis, L. & de Groot, H.L.F., 2016. Both Marshall and Jacobs were Right! *Economic Geography*, 92(1), pp.87-111.
- Castaldi, C., Frenken, K. & Los, B., 2015. Related Variety, Unrelated Variety and Technological Breakthroughs: An analysis of US State-Level Patenting. *Regional Studies*, 49(5), pp.767-781.
- Christensen, C., 2013. The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail, Harvard Business Review Press.
- Cohen, W. & Levinthal, D., 1990. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, pp.128-152.
- Dosi, G., 1982. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11(3), pp.147-162.
- Duranton, G. & Puga, D., 2001. Nursery cities: Urban diversity, process innovation, and the life cycle of products. *American Economic Review*, 91, pp.1454-1477.
- Duschl, M. et al., 2015. Industry-Specific Firm Growth and Agglomeration. *Regional Studies*, 49(11), pp.1822-1839.
- Feldman, M. & Audretsch, D., 1999. Innovation in cities:: Science-based diversity, specialization and localized competition. *European economic review*, 43(2), pp.409-429.
- Forni, M. & Paba, S., 2003. Spillovers and the growth of local industries. *The Journal of Industrial Economics*, 50(2), pp.151-171.
- Frenken, K., Van Oort, F. & Verburg, T., 2007. Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41(5), pp.685-697.
- Fu, S. & Hong, J., 2011. TESTING URBANIZATION ECONOMIES IN MANUFACTURING INDUSTRIES: URBAN DIVERSITY OR URBAN SIZE? *Journal of Regional Science*, 51(3), pp.585-603.
- Glaeser, E.L. et al., 1992. Growth in Cities. *Journal of Political Economy*, 100(6), pp.1126-1152.
- Greunz, L., 2004. Industrial structure and innovation-evidence from European regions. *Journal of evolutionary economics*, 14(5), pp.563-592.
- de Groot, H.L.F., Poot, J. & Smit, M.J., 2016. WHICH AGGLOMERATION EXTERNALITIES MATTER MOST AND WHY? *Journal of Economic Surveys*, 30(4), pp.756-782.

- Henderson, V., 1997. Externalities and industrial development. *Journal of urban economics*, 42(3), pp.449-470.
- Henderson, V., Kuncoro, A. & Turner, M., 1995. Industrial Development in Cities. *Journal of Political Economy*, 103(5), pp.1067-1090.
- Malerba, F., 2002. Sectoral systems of innovation and production. *Research policy*, 31(2), pp.247-264.
- Malerba, F. & Orsenigo, L., 1995. Schumpeterian patterns of innovation. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), pp.47-65.
- Malerba, F. & Orsenigo, L., 1990. Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigation of the Italian case. *Evolving technology and market structure*, pp.283-305.
- McCann, P. & Ortega-Argilés, R., 2016. Regional innovation, R&D and knowledge spillovers: the role played by geographical and non-geographical factors. In *Handbook on the Geographies*. pp. 22-44.
- Neffke, F. et al., 2011. The Dynamics of Agglomeration Externalities along the Life Cycle of Industries. *Regional Studies*, 45(1), pp.49-65.
- Paci, R. & Usai, S., 1999. Externalities, knowledge spillovers and the spatial distribution of innovation. *GeoJournal*, 49(4), pp.381-390.
- Porter, M., 1990. The competitive advantage of nations. *Harvard business review*, 68(2), pp.73-93.
- Van der Panne, G., 2004. Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. *Journal of Evolutionary Economics*, 14(5), pp.593-604.
- Shefer, D. & Frenkel, A., 1998. Local milieu and innovations: Some empirical results. *The Annals of Regional Science*, 32(1), pp.185-200.
- 安孫子誠男, 2012. イノベーション・システムと制度変容: 問題史的省察. 千葉大学経済研究叢書, 8.
- 後藤晃 & 元橋一之, 2005. 特許データベースの開発とイノベーション研究. 知財研フォーラム, 63, pp.43-49.
- 徳岡一幸, 2007. 都市の形成・発展の要因. In 山田浩之 & 徳岡一幸, eds. 地域経済学入門 (新版). 有斐閣コンパクト.
- 独立行政法人工業所有権情報・研修館, 2015. 国際特許分類、FI、F タームの概要とそれらを用いた先行技術調査.
- 内閣府, 2004. 産業集積のメリットと地域経済の成長に関する統計的検証. In 地域の経済 2003～成長を作る産業集積の力～.

【付表A】技術分類対応表

No.	技術分類	NBER1 分類	IPC 分類
1	農水産	その他	A01（A01Nを除く）
2	食料品	その他	A21～A24
3	個人・家庭用品	その他	A41～A47
4	医療機器・娯楽	医薬・医療	A61～A63 （A61Kを除く）
5	医薬品	医薬・医療	A61K
6	処理、分離、混合	化学	B01～B09
7	金属加工、工作機械	機械	B21～B23
8	切断、材料加工、積層体	機械	B24～B32 （B31を除く）
9	印刷、筆記具、装飾	その他	B41～B44
10	車両、鉄道、船舶、飛行機	機械	B60～B64
11	包装、容器、貯蔵、重機	機械	B65～B68
12	無機化学、肥料	化学	C01～C05
13	有機化学、農薬	化学	C07, A01N
14	高分子	化学	C08
15	洗剤、応用組成物、染料、石油化学	化学	C09～C11
16	バイオ、ビール、酒類、糖工業	医薬・医療	C12～C14
17	遺伝子工学	医薬・医療	C12N15
18	冶金、金属処理、電気化学	機械	C21～C30
19	繊維、繊維処理、洗濯	その他	D01～D07
20	紙	その他	D21, B31
21	土木、建設、建築、住宅	その他	E01～E06
22	鉱業、地中削孔	その他	E21
23	エンジン、ポンプ、工学一般	機械	F01～F04, F15
24	機械要素	機械	F16～F17
25	照明、加熱	その他	F21～F28
26	武器、火薬	その他	F41～F42, C06
27	測定・光学・写真・複写機	エレクトロニクス	G01～G03
28	時計・制御、計算機	情報通信	G04～G08
29	表示・音響・情報記録	情報通信	G09～G12
30	原子核工学	エレクトロニクス	G21
31	電気・電子部品、半導体、印刷回路、発電	エレクトロニクス	H01～H02, H05
32	電子回路・通信技術	エレクトロニクス	H03～H04

【付表 B】各技術分野の技術占有度の指標値（年ごとの z 値）

No.	技術分野	Concentration			Entry_Barrier			Stability		
		2001	2006	2012	2001	2006	2012	2001	2006	2012
1	農水産	1.123	1.090	1.269	-0.247	-0.480	-1.017	-0.180	-0.651	-0.559
2	食料品	0.155	0.234	0.564	-0.870	-0.653	-0.514	-1.100	-1.179	-1.158
3	個人・家庭用品	0.026	0.139	0.133	-0.787	-0.778	-0.302	-1.129	-1.102	-0.991
4	医療機器・娯楽	1.826	1.577	1.119	-1.148	-1.162	0.351	-0.433	0.142	1.015
5	医薬品	0.455	0.069	-0.275	-0.102	-1.149	0.263	-0.122	0.174	-0.182
6	処理、分離、混合	-0.657	-0.830	-0.595	-0.942	-0.203	-0.177	-1.090	-1.086	-1.009
7	金属加工、工作機械	-0.524	-0.350	-0.290	0.644	0.707	-0.578	-0.368	-0.433	-0.361
8	切断、材料加工、積層体	-0.891	-0.822	-0.759	0.113	0.281	-0.639	-0.875	-0.790	-0.976
9	印刷、筆記用具、	0.154	0.146	0.196	0.406	0.261	0.852	0.984	1.164	1.198
10	車両、鉄道、船舶、飛行機	-0.595	-0.655	-0.730	0.434	-0.972	0.051	0.027	0.278	0.247
11	包装、容器、貯蔵、重機	-0.767	-0.499	-0.402	-0.462	0.216	-0.571	-1.157	-0.734	-0.697
12	無機化学、肥料	-0.342	-0.429	-0.494	-0.204	0.123	-0.244	-0.320	-0.188	-0.294
13	有機化学、農薬	-0.209	-0.241	-0.286	1.381	0.566	0.239	1.047	0.519	0.289
14	高分子	-0.206	-0.253	-0.422	1.195	0.946	1.150	1.745	1.940	1.590
15	潜在、応用組成物、染料、石油化学	-0.265	-0.206	-0.215	0.015	0.358	-0.003	-0.201	0.047	0.060
16	バイオ、ビール、酒類、糖工業	0.597	0.204	0.038	0.263	-3.749	-0.917	-1.548	-1.847	-1.520
17	遺伝子工学	1.039	0.716	0.763	-3.616	-1.103	-0.015	-0.930	-0.389	-1.580
18	冶金、金属処理、電気化学	-0.024	-0.133	-0.160	0.873	0.815	0.022	0.668	0.768	0.729
19	繊維、繊維処理、洗濯	0.720	0.727	0.907	0.680	0.739	0.884	0.593	0.616	0.537
20	紙	1.404	1.649	1.848	-0.724	0.731	0.212	-1.742	-1.158	-0.777
21	土木、建設、建築、住宅	-0.868	-0.844	-0.736	0.353	0.452	-0.151	-0.080	-0.091	-0.252
22	鉱業、地中削孔	1.455	1.630	1.588	0.422	0.801	-0.027	0.263	-0.215	-1.077
23	エンジン・ポンプ・工学一般	-0.041	0.050	-0.042	0.569	0.214	0.128	0.923	1.076	1.158
24	機械要素	-0.449	-0.260	-0.291	-0.415	0.047	-0.102	-0.674	-0.106	0.008
25	照明、加熱	-0.399	-0.272	-0.409	0.640	0.615	-0.785	1.173	0.804	0.814
26	武器、火薬	2.531	2.368	2.589	-0.263	-1.488	0.056	-1.363	-2.277	-1.653
27	測定・光学・写真・複写機	-1.317	-1.324	-1.516	0.985	-0.140	0.741	1.401	1.335	1.427
28	時計・制御・計算機	-1.746	-1.910	-1.712	-2.023	0.877	0.372	-0.292	-0.440	0.000
29	表示・音響・情報記録	-0.563	-0.294	-0.216	0.152	0.127	1.975	0.892	0.622	0.170
30	原子核工学	1.236	1.677	1.382	1.250	1.658	-3.970	0.591	-0.082	0.042
31	電気・電子部品、半導体、印刷回路、発電	-1.705	-1.719	-1.822	0.977	0.868	0.735	2.011	1.959	2.043
32	電子回路・通信技術	-1.152	-1.234	-1.026	0.450	0.476	1.980	1.285	1.323	1.756