

知識のスピルオーバー効果の比較研究

— 情報通信、自動車、医薬品 —*

Comparative Studies of the Regional Knowledge Spillover Effect in Japan: ICT, Automobile and Pharmaceuticals

小林 伸 生

This paper analyzes the regional knowledge spillover effects in three different technological fields—ICT (Information and Communication Technology), automobile, and pharmaceuticals—by utilizing patent citation data. The results indicate that all three technological fields show a trend of regional concentration of these knowledge spillover effects. Also, there are many cited-citation relationships between regions, even though they are geographically distant, if they have a similar industrial structure. This means that technological closeness is an important factor for the knowledge spillover effect, just as geographical closeness is.

There are some field-specific trends in knowledge spillover. For example, in the ICT field, the time lag between cited and citation patents is relatively short, and the regional knowledge spillover effect becomes weaker when the number of citations increases. On the contrary, in the automobile industry, the time lag is relatively long, and the regional knowledge spillover effects become stronger when the number of citations increases. This suggests that knowledge spillover occurs more frequently on the basis of stable transactions between regionally concentrated *keiretsu* companies.

Nobuo Kobayashi

JEL : R12, R32

キーワード : 知識のスピルオーバー効果、特許、引用、産業集積

Keywords : knowledge spillover effect, patent, citation, industrial agglomeration

* 本研究は、科学研究費基盤研究 (B) (課題番号 : 23330099) 「企業のイノベーション活動と市場競争の相互作用に関する理論的・実証的研究」(研究代表者 : 土井教之) から研究助成を受けた。記して謝意を表する。

1. はじめに

産業集積が進展する一つの大きな要因としての知識のスピルオーバー効果のもたらす効果については、古くはアルフレッド・マーシャルからも指摘されてきた (Marshall (1922))。マーシャルは主著 “Principles of Economics” (日本語訳『経済学原理』) の第 4 編第 10 章において、「産業上の組織統論～特定地域への特定産業の集積～」を著し、産業集積に伴う知識のスピルオーバー効果に関して、以下のような記述を残している。

産業がその立地を選択してしまうと、ながくその地にとどまるようである。(中略) その業種の秘訣はもはや秘訣ではなくなる。(中略) 機械、生産の工程、事業経営の一般的組織などで発明や改良がおこなわれると、その功績がたちまち口のはにのぼる。ある人が新しいアイデアを打ち出すと、他のものもこれを取りあげ、これに彼ら自身の考案を加えて、さらに新しいアイデアを生み出す素地を作っていく。やがて近隣には補助産業が起こってきて、道具や原材料を供給し、流通を組織化し、いろいろな点で原材料の経済を助ける¹⁾。

このように、産業の集積が通常は入手することが困難な「暗黙知」に相当する知識の伝達を可能にすることを、約 1 世紀前の著作において議論しているのである。

マーシャルの歴史的著作以後 1 世紀以上にわたり、産業集積、およびその重要な誘因としての知識のスピルオーバー効果は、多様な研究者、学問領域から研究が行われてきた。但し近年に至るまで、主にデータ入手上の制約を理由として、それらの多くは理論的な研究か、あるいは特定の地域や産業を対象とした、ケーススタディを中心とする実証研究が主流であり、データを活用した実証研究はあまり行われてこなかった。しかし近年、特許データおよびその電子媒体としての利用利便性の向上を契機として、欧米を中心に特許の引用履歴のデータを活用した知識のスピルオーバー効果の定量的・実証的分析の試みが増加してきている。

日本の特許データベースの活用は、欧米諸国よりも利便性において劣る状況

1) 馬場訳 [1966]、第 2 分冊 p.255

が続き、そのことが我が国における同様の実証研究の困難さの要因となってきた。しかし直近になって、電子媒体としての活用利便性が大幅に改善され、分析を行う基本的環境が整備されてきた。小林 [2012] では、近年著しい技術進歩がみられる代表的な分野としてデジタル情報伝送技術を例に取り上げ、分析を行った。今回はその時の結果と対比するために、「擦り合わせ型²⁾」の分業構造の色彩が強いとされる自動車関連産業分野、および、よりクローズな研究開発体制が敷かれていると考えられる医薬品関連分野を新たに分析対象に加え、異なる3つの分野の技術領域における知識のスピルオーバーの地理的集中傾向の比較を行い、考察していく。

2. 先行研究と本研究の特徴

特許データを活用した知識のスピルオーバー効果の実証研究は、Jaffe et al. [1993] をその出発点として、欧米を中心に近年実施されてきた。図表1は、国内外の先行研究から得られた主な発見を要約したものである。ここから、特許の引用から観測される知識のスピルオーバー効果は、①地理的に近接している、②技術領域が近接している場合に強まることが共通の傾向として認められる。特に、技術的近接性が強く作用していることを指摘する先行研究が多くなっており、また、③地理的に近接している場合でも、国境が存在する場合その効果が減じられることが、概ね共通の発見として指摘されている。

上述した通り、日本に関しては近年に至るまで、電子媒体によるデータの入

2) 部品やモジュール（機能単位、交換可能な構成要素）を独自に設計し、互いに調整しながら組み合わせることで、高品質な製品をつくりあげる作業または業務プロセスを指す。摺り合わせ型の分業構造を敷く代表的な産業として、自動車関連産業があげられる。自動車はエンジン、サスペンション、ボディなどのモジュール全てが乗り心地に影響し、個別に切り離して開発していたのでは、十分に乗り心地を向上させることができない。モジュール同士を連携させたときにより良い結果を得られるよう調整し、モジュール自体も頻繁に改良するのが通常である。この作業を擦り合わせ型といい、このようなスタイルを進める設計開発を「擦り合わせ型（またはインテグラル型）」という。擦り合わせ型の反対の概念は、標準化された部品やモジュールを世界中から外部調達し、組み合わせで最終製品を造る「組み合わせ型（またはモジュール型）」である。パソコンの生産などがその代表的な例である。（藤本 [2004]、「日経テクノロジーオンライン」等の用語説明を元に加筆修正）

手困難さもあり、特許データを用いた知識のスピルオーバー効果の実証研究はほとんどなされてこなかった。特許データの発明者住所を用いた、地理的な距離を測定してスピルオーバー効果を測定する試みは、本研究の予備的考察である小林 [2012] がその嚆矢である。そこでは、デジタル伝送技術特許 (IPC 分

図表 1 特許の引用—被引用データを活用した知識のスピルオーバー効果分析の先行研究

著者 (発表年)	分析対象 / 分析期間	主な発見
Aldieri (2011)	米国 (200 社)、欧州 (130 社)、日本 (200 社) の主要企業 530 社の特許データ。(1975 年～2002 年)	<ul style="list-style-type: none"> ・技術的近接性および地理的近接性の両者ともに、知識のスピルオーバー効果には影響力を持っている。 ・日本・欧州の企業に比べて、米国の企業は地理的な近接性の効果は低く出ている。米国の企業では、日欧の企業よりも、コード化された知識がより影響力を持っている可能性がある。
Fischer <i>et al.</i> (2009)	ヨーロッパのハイテク産業 (医薬品、エレクトロニクス・通信、航空宇宙等) (1985～2002 年)	<ul style="list-style-type: none"> ・知識のスピルオーバーが地域的に集中しているという仮説は支持される。但し国境の存在は地理的な距離よりも強く作用。 ・技術的な類似性・近接性がある場合、地理的な距離の遠さを克服してスピルオーバーが発生する可能性が高まる。
Koo (2005)	アメリカ、産業中分類および小分類から抽出した 41 業種 (1995 - 99 年)	<ul style="list-style-type: none"> ・業種によって、雇用とパテントの地理的分布は、オーバーラップの度合いが異なる。両者の関係が強い業種では、業種をまたいだ産業クラスター形成をサポートするが、両者の間の関連性が相対的に弱い産業では、イノベーションが自動的に雇用機会と地域の成長を保証するものではない。
Maurseth and Verspagen (2002)	ヨーロッパ (1979-1996 年)	<ul style="list-style-type: none"> ・地点間の距離は、知識のスピルオーバー効果に対して有意に負の影響を与える。 ・同一国内での引用は、国境をまたいだ引用よりも有意に多い。但し、経済規模が大きい国では、その影響がやや緩和される。大国のほうが国のシステムがスピルオーバー効果に与える影響が限定的 ・同一言語の地域では、引用—被引用の関係性が高まる。 ・技術的に特化していることも、知識の流れを促進する要素となる。
Jaffe <i>et al.</i> (1993)	アメリカ (1975 年と 80 年の被引用特許)	<ul style="list-style-type: none"> ・パテント引用は地理的に集中し、同一州 / 大都市圏からの引用が多いことを発見。特に大都市圏レベルでとりわけその傾向が顕著。 ・ローカリゼーションの傾向は時間と共に減退するが、非常にそのペースは緩やかである。 ・基本的な発明が、その他の発明よりも拡散の速度が早いという仮説に関する証拠は見出せず。
Jaffe <i>et al.</i> (2000)	アメリカ	<ul style="list-style-type: none"> ・特許引用によって示される知識の流れは、研究開発の現場のマネージャーの印象と合致するのかどうかを検証。 ⇒①発明者間のコミュニケーションはかなり重要な意味合いを持っている、②特許の引用はコミュニケーションの度合いを示す指標として、ノイズはあるものの、一定水準の意味を持っている。
Paci <i>et al.</i> (2014)	ヨーロッパの 276 地域 (2005～2007 年)	<ul style="list-style-type: none"> ・地理的な近接性は重要な補完的役割を担う。 ・技術的な近接性が、知識のフローに対して最も重要な役割を有している。
小林 (2012)	日本、デジタル情報伝送の特許 (1990～2009 年)	<ul style="list-style-type: none"> ・日本においても欧米同様に、地域的な知識のスピルオーバー効果は観測される。 ・地域的なスピルオーバー効果は、被引用—引用特許間の時間差が大きくなると若干減衰する可能性がある。

出所) 筆者作成

類：H04L)を取り上げ、①欧米の先行研究と同様に知識のスピルオーバー効果の地理的集中傾向が認められる、②被引用－引用特許の間の年数が増加するにつれて、地理的な近接性の効果の減退傾向が認められる点などが発見された。

但し、これは特定の技術領域に関する分析結果であり、他の技術においても普遍性をもって認められるかどうかは、この時点では明らかにされていなかった。本研究は、上記研究における発見がどの程度普遍性を有しているかを検証するため、異なった特徴を持つと考えられる3つの技術領域を取り上げ、地域的な技術のスピルオーバー効果の現れ方の共通点と差異を分析する。具体的には、より摺合せ技術としての色彩が強いとされる（したがって、地理的なスピルオーバー効果が現れやすいと推測される）自動車産業関連分野と、製品開発に関してはクローズドな状況で行う一方、大学などの研究機関との産学連携を自社の研究開発に活かす傾向がある（小田切 [2007]）とされる、医薬品関連分野を取り上げ、先行研究のデジタル伝送技術特許との比較を行う。その中で、各技術領域の知識のスピルオーバー効果に見られる共通点と相違点を整理し、地理的な集中傾向の特徴を比較分析することを目的とする。

3. データと分析方法

上述した通り、本研究の目的は小林 [2012] の発展として、領域の異なる3つの分野を取り上げ、知識のスピルオーバー効果の地理的集中の傾向を比較分析することにある。前回の研究では、比較的モジュール型分業構造に近い領域であると考えられ、かつ、近年急速に成長してきた分野である、デジタル情報の伝送の特許を例に分析を行ってきた。今回はそれと比較対照する観点から、①相対的に摺合せ型分業構造に近いと考えられる技術領域、②民間での分業については相対的にクローズドな研究開発体制がとられていると推測される技術領域を選択した。具体的には、以下の3分野を比較の対象とした。

- ①デジタル情報の伝送（国際特許分類：H04L）
- ②車両の推進装置または動力伝達装置の配置または取付け（同：B60K）
- ③医薬用、歯科用又は化粧品用製剤（同：A61K）

その他のデータの抽出方法は、比較分析上のデータの整合性を確保するため、基本的に小林 [2012] で実施した方法と同様である。以下に要点を記す。

(1) 分析対象期間

本研究での分析対象期間は、1990 年～2009 年までの約 20 年間としている。同期間、インターネットや携帯電話など、情報通信インフラを通じた知識・情報の伝達方法が急速に進化し、また平成不況に入った後、産業活動のグローバル化が急速に進展する中、地域の産業集積の在り方も少なからず変容を遂げてきた。そうした現代の産業活動の状況下における分析とするため、現在とは明らかに状況が異なる高度成長期から安定成長期、バブル期までの期間を除外し、低成長下にある 1990 年代以後を分析対象とした。

(2) データベースの構築方法

①被引用－引用対応のあるデータ構築

最初に、筆頭 IPC が上記 3 分野である特許で、後の特許に引用された実績のあるものを抽出する。さらに、その中で被引用特許の公開から 5 年以内に引用された実績のある特許を抽出する³⁾。次に、被引用特許、引用特許ともに、①発明者住所が海外であるもの、②自己引用であるものを除外する。なお、1 つの特許に関して複数の発明者が存在する場合もある。この様な場合は先行研究と同様、それぞれを 1 件としてカウントした⁴⁾。

被引用－引用の対応付けは、全て発明者住所を元に作成した。日本の場合、多くの特許を出願する大企業の本社所在地が東京・大阪をはじめとする大都市圏に集中しており、出願人住所に基づいて被引用－引用を対応付けて距離を測定した場合、実際の研究開発活動を反映したものにならなくなってしまう。そのため、実際の活動が行われている場所を極力反映する目的から、発明者住所を採用した。

3) 全ての被引用実績のある特許を対象とすると、古い特許の方がより長期間にわたり引用される期間があるため、データに偏りが生じると考えられる。無論、今回の選択方法により偏りが完全に除去されるわけではないが、かなり改善されることが期待される。

4) 例えば被引用特許の発明者住所が 2 か所、引用特許の発明者住所が 3 か所存在する場合は、 $2 \times 3 = 6$ 組の被引用－引用の対応付けのデータが構築されることになる。

②コントロールサンプルの構築

産業クラスターや地場産業集積地域の形成に象徴的に現れるように、同一産業や比較的近い技術特性を持った産業活動は地理的に集中する傾向がある。そのため、仮に被引用—引用の関係のある特許データの組み合わせが地理的に近接しているとしても、単に当該技術領域の産業活動の地理的集中を示しているに過ぎない可能性がある。

上記のようなバイアスを取り除いたうえで、なおかつ知識のスピルオーバー効果が地理的に集中しているか否かを検証するために、被引用—引用の関係を除いて同じ性質をもつ特許の組み合わせのデータを構築する⁵⁾。これを「コントロールサンプル」と呼ぶ。

コントロールサンプルは、被引用特許のデータはそのまま用い、対応する特許データとして、引用特許データの代わりに、

- a. 引用特許と同一の公開年、IPC（サブクラスレベル）である
- b. 原則として引用している特許がない（条件を満たす特許がない場合、引用特許が少数であり、かつ引用対象が被引用特許ではない）

という性質を満たす特許を抽出し、被引用特許と一対の特許データの組み合わせを構築する。被引用—引用特許データベースとコントロールサンプルの比較により、産業活動の地理的集中のバイアスを除くことが可能になる。

(3) 計測データ・方法

①計測データ

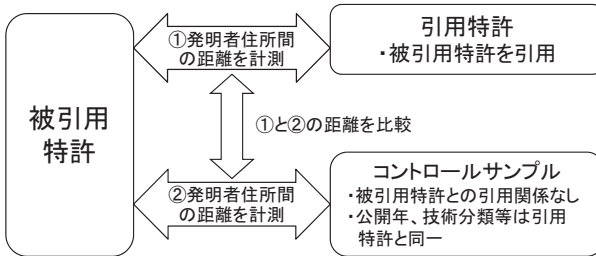
被引用—引用特許とコントロールサンプルの2組の patents の組み合わせに関して、発明者住所間の距離を計測する。既存研究では2地点間の距離の計測方法として、事業所が立地している地方自治体の中心（地理的中心や、県庁・市役所等の所在地）間の直線距離を用いていることが多い⁶⁾。しかし、生産拠

5) この手法は、Jaffe, A. B., M. Trajtenberg and R. Henderson [1993] を参考にしている。

6) 自治体間の直線距離を用いて2地点間の距離を計測して実証研究に活用した研究例として、大阪産業経済リサーチセンター [2012]、林 [2012] などがあげられる。これらは、2地点間の距離を正確に測定する意味では限界がある（2地点間が同一自治体に含まれている場合や、測定基点と自治体と生産・研究開発活動の中心となっている地域が地理的に離れている場合等）が、概ね的確な距離を比較的簡便に測定する方法としては利便性が高い。

点や研究開発拠点の場合は、地域の経済活動の中心とは必ずしも近接しない場合がある。そのため、本研究では、被引用データ-引用データの距離計測は、それぞれの住所を元に、2点間の道路距離を算出して用いた⁷⁾。また、道路距離による分析に加えて、所要時間を用いた計測を行い、結果を比較した⁸⁾。

図表 2 知識の地域的なスピルオーバー効果の測定方法



出所) 筆者作成

②計測方法

日本における特許の地理的分布は一樣ではなく、大都市圏に集中する傾向が見られる。それに伴い、被引用-引用の関係性、およびコントロールサンプルの対応関係も、大都市圏内や大都市圏間に集中する傾向が認められ、通常の正規分布、あるいは距離に反比例して件数が減少していく形状にはなっていない。そのため、母集団の分布に正規性・等分散性などを仮定せずに分析を行う必要があることから、いわゆるノンパラメトリック検定を行う。

本研究で分析対象としているデータは、被引用-引用関係のあるデータとコントロールサンプルが、それぞれ1対1で対応付けが行われている。対応付けのある2つの変数の組に対して、代表値(本研究では平均値)に差があるか

7) 2地点間の道路距離の算出には、元になる道路地図として、全国デジタル道路地図(PowerAtlas2012年版、住友電工システムソリューション製)を用いている。その意味で厳密な2地点間の距離計測を行っており、既存研究よりも正確な距離計測を行っている。

8) 一般道路走行時を時速40km、高速道路走行時を時速80kmとして計算を行っている。

否かを検定するため、ウィルコクソンの順位和検定⁹⁾を用いて分析を行う。

4. 分析結果

(1) 記述統計量

①被引用—引用特許のタイムラグ

図表3は、被引用—引用特許の間のタイムラグ（被引用特許の公開日と、引用特許の公開日から算出される、両者の時間差）を示したものである。ここからもわかるように、両者の間のタイムラグは、技術領域によって傾向が異なる。具体的には、医薬品関連分野では、平均が約2.9年と最も短く、次いでデジタル情報伝送（約3.4年）、車両の推進装置（約6.0年）となっている。特に自動車産業関連技術である車両の推進装置関連特許では、7年以上のタイムラグのある特許の被引用—引用関係が全体の3分の1以上を占めており、他の2領

図表3 被引用—引用特許間のタイムラグ別件数

年差	デジタル情報伝送		車両の推進装置		医薬用製剤	
	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)
0	632	3.1	293	1.6	1,406	9.5
1	1,623	8.0	564	3.0	2,013	13.7
2	4,742	23.5	2,768	14.8	4,722	32.0
3	4,215	20.8	2,333	12.5	2,861	19.4
4	3,550	17.6	2,163	11.6	1,377	9.3
5	2,851	14.1	1,916	10.3	734	5.0
6	2,506	12.4	1,654	8.9	410	2.8
7年以上	102	0.5	6,994	37.4	1,217	8.3
合計	20,221	100.0	18,685	100.0	14,740	100.0
平均年差	3.38		6.03		2.94	
標準偏差	1.69		3.89		2.52	

出所) 筆者作成

9) ウィルコクソンの順位和検定は、2つの母集団の分布の位置に差があるかどうかを、データを順位に置き換えて検定する手法である。検定対象は、2組のデータを1つにまとめ、昇順（または降順）に並べた時の、各データの順位との和である。検定の仮説は、帰無仮説 H_0 : 2つの母集団の分布の位置は等しい、対立仮説 H_1 : 1つ目のサンプルの母集団は、対応する2つ目のサンプルの母集団とは異なる（片側検定の場合、右あるいは左にずれている）というものになる（石村[1992]）。

域と比較してタイムラグが大きくなっている。デジタル情報伝送技術関連特許は、タイムラグではわずかに医薬品関連分野よりも若干長いものの、7年以上のタイムラグのある被引用—引用関係が全体の0.5%にとどまっており、また標準偏差（1.7年）が他の2つの領域よりも小さくなっている。これは、当該分野の近年における技術革新のペースの速さを示唆しているといえる。

②被引用件数分布

図表4は、各技術領域における被引用件数の分布を示したものである。被引用件数の平均は、デジタル情報伝送技術が最も多く1件当たり9.47件、次いで車両の推進装置（7.95件）、医薬用製剤（4.92件）となっている。但し、今回の研究では被引用—引用の対応付けを国内間に限定しているため、他の2分野と比較して外国との被引用—引用の関係を有する特許の割合が相対的に高い医薬用製剤の特許に関しては、使用できない被引用—引用特許の組み合わせのサンプルが相対的に多くなっている。

本研究では、国内における地理的な近接性がスピルオーバー効果に与える影

図表4 被引用件数の分布状況

年差	デジタル情報伝送		車両の推進装置		医薬用製剤	
	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)
1	974	4.8	1,903	10.2	2,952	20.0
2	2,178	10.8	2,344	12.5	2,501	17.0
3	2,061	10.2	2,135	11.4	1,989	13.5
4	1,952	9.7	1,902	10.2	1,619	11.0
5	1,730	8.6	1,597	8.5	1,337	9.1
6	1,632	8.1	1,228	6.6	912	6.2
7	1,064	5.3	1,166	6.2	676	4.6
8	1,096	5.4	835	4.5	530	3.6
9	846	4.2	682	3.6	434	2.9
10	980	4.8	658	3.5	338	2.3
11-	5,708	28.2	4,235	22.7	1,452	9.9
合計	20,221	100.0	18,685	100.0	14,740	100.0
平均値	9.47		7.95		4.92	
中央値	6		5		3	
最大値	70		72		68	

出所) 筆者作成

響を分析しているため、技術領域の近接性が被引用—引用関係に与える影響、民間企業間と産学連携等の相対的なウェイト、および海外拠点とのスピルオーバー効果については、考察の対象とできていない。これらの点に関しては、今後の研究課題としたい。

③被引用—引用特許の地域分布

図表5は、対象とする3つの技術分野における被引用特許—引用特許の発明者住所で多い都道府県の組み合わせを、上位20位まで示したものである。デジタル情報伝送特許では、東京都・神奈川県を中心とした首都圏に圧倒的に集中しており、次いで大阪府等が含まれる。上位20位までの組み合わせで、

図表5 各技術分野の被引用特許—引用特許の発明者住所の都道府県別件数
(上位20組)

順位	デジタル情報の伝送			車両の推進装置			医薬用製剤		
	被引用	引用	件数	被引用	引用	件数	被引用	引用	件数
1	東京	東京	5,538	愛知	愛知	1,168	神奈川	神奈川	781
2	神奈川	東京	3,368	愛知	神奈川	1,021	東京	東京	546
3	東京	神奈川	2,833	神奈川	愛知	941	東京	神奈川	530
4	神奈川	神奈川	1,369	東京	愛知	915	神奈川	東京	508
5	東京	大阪	767	愛知	東京	555	大阪	大阪	371
6	大阪	東京	653	東京	神奈川	552	東京	大阪	302
7	神奈川	大阪	458	愛知	埼玉	497	大阪	東京	258
8	大阪	神奈川	287	神奈川	神奈川	493	神奈川	大阪	224
9	東京	愛知	186	埼玉	愛知	462	大阪	神奈川	220
10	愛知	東京	184	広島	愛知	458	千葉	東京	169
11	東京	福岡	167	神奈川	東京	439	東京	埼玉	163
12	東京	静岡	159	神奈川	埼玉	429	東京	千葉	157
13	東京	京都	155	埼玉	神奈川	356	千葉	千葉	146
14	茨城	東京	147	東京	東京	352	神奈川	千葉	144
15	静岡	東京	125	東京	埼玉	351	埼玉	東京	136
16	神奈川	愛知	122	広島	神奈川	343	神奈川	栃木	135
17	大阪	大阪	120	愛知	静岡	318	千葉	神奈川	132
18	東京	埼玉	117	愛知	広島	285	東京	兵庫	126
19	福岡	東京	112	静岡	愛知	260	大阪	兵庫	119
20	東京	宮城	105	広島	埼玉	259	大阪	埼玉	114
合計			16,972			10,454			5,281
割合			83.9%			55.9%			35.8%

出所) 筆者作成

総数の 84%に達しており、特定の地域間の引用—被引用の密度が顕著に高いことがうかがえる。

同様に車両の推進装置関連特許では、最上位の愛知県をはじめ、神奈川県、埼玉県、広島県、静岡県等、自動車関連産業の集積がみられる地域が上位に名を連ねている。上位の組み合わせへの集中度は 56%と、デジタル情報伝送技術と比較するとやや低い水準にある。医薬用製剤関連特許では、デジタル情報伝送特許と同様に、神奈川県、東京都、大阪府などが上位に位置づいている。但し、上位集中度は 36%とさらに低い水準になっており、被引用—引用の地域間の組み合わせは相対的に分散傾向を示している。

(2) 被引用—引用の地理的集中傾向の分析

図表 6～図表 8 は、今回対象とした 3 分野の、被引用—引用関係のある特許とコントロールサンプルの 2 地点間の距離、および所要時間の違いを見たものである。結果を元に、全体的な共通項および各分野の特徴的な傾向を見ていく。

図表 6 デジタル情報伝送技術の被引用—引用特許とコントロールサンプルの 2 地点距離・所要時間の比較

被引用—引用特許年差	件数	距離				所要時間			
		引用特許 (km)	C.S. (km)	ウィルコクソンの検定統計量		引用特許 (時間)	C.S. (時間)	ウィルコクソンの検定統計量	
				統計量	有意性 (片側)			統計量	有意性 (片側)
全データ	20,221	159.4	180.5	-12.52	***	2.32	2.58	-12.06	***
0 年	632	167.1	190.2	-2.18	**	2.42	2.70	-2.22	**
1 年	1,623	144.5	171.3	-5.68	***	2.12	2.48	-5.66	***
2 年	4,742	158.4	180.1	-7.12	***	2.31	2.59	-6.92	***
3 年	4,215	153.6	181.5	-6.00	***	2.26	2.60	-5.73	***
4 年	3,550	166.4	177.8	-2.36	***	2.41	2.54	-2.13	**
5 年	2,851	164.3	181.7	-5.11	***	2.37	2.59	-4.88	***
6 年	2,506	165.1	185.7	-4.15	***	2.39	2.64	-4.01	***
7 年以上	102	121.3	183.3	-0.95	-	1.96	2.58	-0.86	-

注) 表中の「C.S.」はコントロールパテントを表す。また有意性の印は、***：1%、**：5%の水準 (片側検定) で有意であることを示す。

出所) 筆者作成

**図表 7 車両の推進装置技術の被引用—引用特許とコントロールサンプルの
2 点間距離・所要時間の比較**

被引用—引用特許年差	件数	距離				所要時間			
		引用特許 (km)	C.S. (km)	ウィルコクソンの検定統計量		引用特許 (時間)	C.S. (時間)	ウィルコクソンの検定統計量	
				統計量	有意性 (片側)			統計量	有意性 (片側)
全データ	18,685	290.6	314.0	-12.07	***	3.84	4.15	-12.58	***
0 年	293	289.7	304.8	-1.22	-	3.79	4.04	-1.10	-
1 年	564	299.2	313.0	-1.44	*	3.93	4.14	-1.73	**
2 年	2,768	287.3	308.3	-4.09	***	3.80	4.09	-4.26	***
3 年	2,333	290.5	307.1	-3.43	***	3.84	4.08	-3.80	***
4 年	2,163	287.7	308.7	-3.70	***	3.82	4.09	-3.88	***
5 年	1,916	275.4	309.1	-5.55	***	3.68	4.10	-5.57	***
6 年	1,654	289.0	312.6	-3.28	***	3.85	4.15	-3.44	***
7 年以上	6,994	296.7	322.3	-8.02	***	3.91	4.23	-8.24	***

注) 有意性の印は、***：1%、**：5%、*：10%の水準（片側検定）で有意であることを示す。
出所) 筆者作成

**図表 8 医薬用製剤技術の被引用—引用特許とコントロールサンプルの
2 点間距離・所要時間の比較**

被引用—引用特許年差	件数	距離				所要時間			
		引用特許 (km)	C.S. (km)	ウィルコクソンの検定統計量		引用特許 (時間)	C.S. (時間)	ウィルコクソンの検定統計量	
				統計量	有意性 (片側)			統計量	有意性 (片側)
全データ	14,740	285.7	339.4	-21.0	***	3.99	4.65	-20.6	***
0 年	1,406	271.7	319.5	-6.34	***	3.83	4.44	-6.30	***
1 年	2,013	265.8	317.2	-7.29	***	3.77	4.42	-7.23	***
2 年	4,721	273.1	337.6	-13.88	***	3.86	4.62	-13.53	***
3 年	2,862	286.2	333.3	-9.06	***	3.97	4.57	-8.88	***
4 年	1,377	303.3	369.1	-7.66	***	4.18	5.02	-7.93	***
5 年	734	310.1	363.0	-4.48	***	4.23	4.88	-4.27	***
6 年	410	318.7	372.1	-2.33	***	4.34	5.00	-2.53	***
7 年以上	1,217	336.8	362.0	-2.78	***	4.57	4.83	-2.28	**

注) 有意性の印は、***：1%、**：5%の水準（片側検定）で有意であることを示す。
出所) 筆者作成

①被引用—引用のある発明者間の地理的近接性が観測できる。

第一に、3つの分野に共通する傾向として、被引用—引用の関係を有する特許の発明者住所間の距離が、コントロールサンプルと比較して、距離・所要時

間両面において有意に近いことがわかる。被引用—引用の間のタイムラグを考慮しない全てのデータでみた場合、3 分野ともに、距離、所要時間の両面において、1%の有意水準で、被引用—引用の関係を有するデータがコントロールパテントよりも近くなっている。これは、知識のスピルオーバー効果が地理的に集中する傾向が、特許の引用—被引用関係を通じて一定程度追跡可能であるという既存研究¹⁰⁾を改めて裏付ける結果であるといえる。

②被引用—引用関係のある住所間の距離は、基本的には産業の集積する地域に規定される面が強い。

前項で述べたように、被引用—引用の関係のある 2 住所間の距離は、対応するコントロールパテントよりも有意に近接している傾向は、3 技術領域すべてで認められる。しかし、その絶対的な距離は、3 分野ごとにかなり異なる。

発明者住所の都道府県別の件数の所で概観した通り、デジタル情報の伝送技術の特許の発明者住所は、東京・神奈川を中心とした首都圏に圧倒的に集中している。また、車両推進装置の関連技術では、愛知県、神奈川県、東京都、埼玉県、広島県等、自動車産業の集積地域間の被引用—引用関係が多く、医薬用製剤分野では、神奈川県、東京都、大阪府、千葉県等が多い。このように、各領域の被引用—引用の住所間の距離は、基本的に各技術領域が関連する産業が集積している地域間の距離を反映した水準になっている。コントロールパテントとの距離の相違は、そうした産業集積状況による被引用—引用の平均的な距離の現れ方に上乘せる形で、近隣地域での密度の濃いスピルオーバーが行われている状況を示していると考えられる。

③被引用—引用関係のタイムラグと地理的集中傾向の現れ方は、技術領域によって若干異なる。

第 3 に、被引用—引用関係を有する特許のタイムラグと、それに伴う地理的な集中の関係性が、技術領域によって若干異なる点を指摘することができる。

車両の推進装置技術領域 (図表 7) では、全データ、および被引用—引用の

10) 水野 [2011]、Jaffe *et al.* [1993] [2000] 等。

年差が2年以上ある場合においては、全て1%水準での有意性を示しており、2者間に有意な差が存在することがわかる。特に、被引用—引用特許間の年差が大きい場合、情報の伝達・普及が進み、知識のスピルオーバー効果に地理的要因が与える影響が減衰すると推測されるが、同技術分野では、両者の年差が大きくなっても被引用—引用関係が地理的に集中する傾向が維持されている点は特徴的である。一方、被引用—引用の年差がない（0年）ものに関しては、2者間に統計的に有意な差は見いだせない。

デジタル伝送技術分野（図表6）では、被引用—引用の特許間の年差が7年以上の場合、近接性に関する有意性を喪失する。また医薬用製剤分野については、いずれの年差においても被引用—引用関係のある特許の組み合わせ（図表8）に地理的近接性が存在することは有意に認められるものの、被引用—引用特許間の年差が小さいほど有意性が強く、年差が拡大するほど低下する傾向がある。この点は、統計的な頑健性が年差が拡大しても全く低下しない車両の推進装置技術とは対照的である¹¹⁾。

これらの結果から、デジタル情報伝送技術と医薬用製剤の2分野では、知識のスピルオーバー効果の地理的な集中傾向が、時間の経過とともに減衰する可能性が伺える。一方、車両の推進装置技術分野では、他の2分野とは異なり、被引用—引用の年差が大きくなっても、地理的近接性が有意に効いている。本分析のみからでは断定的なことは言えないが、一つの可能性として、自動車産業のような摺合せ型分業構造が一般化している領域では、同じ産業集積の中における日常的な取引関係が、技術のスピルオーバー効果に対してもより強く影響していることが考えられる。

11) 表中には示していないが、被引用—引用特許間の年差が10年以上の場合を見ると、車両の推進装置（n=3,497）では、ウィルクソンの検定統計量が距離で-6.55、所要時間で-6.61と、ともに1%水準で有意である。それに対して、医薬用製剤分野では、年差10年以上の場合（n=492）距離順位、所要時間順位ともに、同値が-1.03、-0.95となっており、有意性を満たしていない。

(3) 特許の被引用頻度とスピルオーバーの地理的集中傾向の分析

次に、被引用特許の頻度と、被引用—引用関係の地理的集中傾向の関係性について分析を行う。特許の場合、被引用—引用の関係性は常に 1 対 1 ではなく、特定の特許を多数の後発特許が引用する場合も存在し、特に被引用件数が多い特許の場合、当該技術領域における重要性が高いとみることができる。特許の重要性と、それが知識のスピルオーバー効果に対して与える影響を分析することは、当該技術領域における知識伝達上の特徴を考察するうえで有益な情報を与えてくれると考えられる。

図表 9 被引用件数別に見た被引用—引用特許間の距離比較

分野	統計量		被引用件数	
			1～5 件	6 件以上
デジタル 情報伝送	該当特許数		8,895	11,326
	距離	平均距離 (km)	155.3	162.7
		平均順位	9,628	10,453
		ウィルコクソンの検定統計量	-10.43	
		有意性 (片側検定)	***	
	所要時間	平均所要時間 (分)	134.5	143.0
		平均順位	9,625	10,456
		ウィルコクソンの検定統計量	-10.50	
		有意性 (片側検定)	***	
	車両推進装置	該当特許数		9,881
距離		平均距離 (km)	296.4	284.0
		平均順位	9,428	9,158
		ウィルコクソンの検定統計量	2.29	
		有意性 (片側検定)	**	
所要時間		平均所要時間 (分)	235.9	224.8
		平均順位	9,467	9,114
		ウィルコクソンの検定統計量	3.32	
		有意性 (片側検定)	***	
医薬品用製剤		該当特許数		10,398
	距離	平均距離 (km)	292.8	268.8
		平均順位	7,453	7,165
		ウィルコクソンの検定統計量	3.66	
		有意性 (片側検定)	***	
	所要時間	平均所要時間 (分)	244.2	227.4
		平均順位	7,452	7,169
		ウィルコクソンの検定統計量	3.59	
		有意性 (片側検定)	***	

出所) 筆者作成

図表 9 は、3 分野毎の被引用件数の多寡による、被引用—引用特許間の距離、所要時間の値が、統計的に有意に異なるかを分析した結果である。ここから、デジタル情報伝送技術に関しては、被引用件数が少ない（1～5 件）特許のほうが、多い（6 件以上）の特許よりも、発明者間の平均距離・時間が有意に短いことがわかる。一方、車両推進装置と医薬用製剤においては被引用件数が多い特許のほうが少ない特許よりも、同数値が有意に小さくなっている。やや議論を一般化すると、情報通信分野では都市の集積の中で、一般には顕在化していない情報へのアクセス利便性を生かしながらスピルオーバー効果を楽しんでいる一方、自動車産業関連分野では比較的長期・安定的な取引関係の中で、知識の伝達・共有作業が行われている。そして医薬品の分野では、産業活動内では比較的クローズドな開発体制を敷いているといったそれぞれの特性が、こうした特許の重要性とスピルオーバーの距離との関係性に現れていると推測される。

5. 考察および今後の検討課題

図表 10 は、これまで分析してきた 3 分野の特許の被引用—引用関係の特徴をまとめたものである。3 分野の共通点、および各分野の特徴として、下記の点を指摘することができる。

まず、知識のスピルオーバー効果が地理的に集中する傾向を有することは、3 つの技術領域に共通して認められる。被引用—引用関係を有する特許の組み合わせは、コントロールパテントとの組み合わせと比較して、いずれの分野においても 2 地点間の距離・所要時間ともに短く、統計的にも有意である。すなわち、各技術領域を体現する産業立地の地理的な集中傾向をコントロールしても、知識のスピルオーバー効果が地理的に近接した所で頻度高く行われる傾向が認められることが分かる。

同時に、各分野におけるスピルオーバー効果は、それぞれの技術開発が行われている産業集積の分布状況と密接な関係を有していることもわかった。つまり、特許の被引用—引用は専ら地理的に近い所のみで行われるのではなく、例えば車両推進装置関連技術であれば、自動車産業の集積地域間での引用関係がみられるといったように、各産業の集積地域間においてもかなり頻度高く行わ

れる傾向がある。欧米の先行研究における発見と同様、地理的な近接性と同様に、技術領域的な近さもまた、知識のスピルオーバーの重要な要因であることが明らかになった。

次に、今回対象とした 3 つの分野のそれぞれの特徴を見ていく。

デジタル情報伝送技術は、発明者住所の東京、神奈川、大阪などの大都市部への集中傾向が特に強い。また特許の被引用件数が多いことが、その技術の重要性を示す指標になっており、重要性が高いほど地理的な制約条件を超えて被引用—引用関係が進展する様子がうかがえる。換言すれば、引用件数が少ない、比較的顕在化していない特許については近隣地域間での被引用—引用の対応が相対的に多くなっており、都市部におけるフェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションが、知識のスピルオーバー効果の触媒となっている可能性が推測される。

車両推進装置に関しては、特許の発明その及び被引用—引用関係が、基本的に自動車産業の集積地域に集中している。先行研究からも明らかにされている通り、自動車産業における取引構造は、近年生産活動拠点の多角化、海外現地生産化もかなり進展してきているものの、依然として完成車メーカーを頂点

図表 10 3 技術領域の知識のスピルオーバー効果の特徴のまとめ

項目 \ 技術領域	デジタル情報伝送	車両推進装置	医薬品用製剤
スピルオーバー効果の地理的集中傾向	あり	あり	あり
被引用—引用の地理的距離	短い（首都圏に集中）	長い（自動車産業集積地域間の被引用—引用あり）	長い（分散型の被引用—引用関係）
被引用—引用のタイムラグ	短い（平均 3.4 年）	長い（平均 6.0 年）	短い（平均 2.9 年）
タイムラグと地理的距離の関係	タイムラグが大きくなると、地理的集中傾向が若干減衰する	タイムラグと地理的集中傾向の間の関係性はない。	タイムラグが大きくなると、地理的集中傾向が若干減衰する
1 件当たり被引用件数	多（平均 9.5 件）	中（平均 8.0 件）	少（平均 4.9 件）
被引用件数の多寡と地理的距離の関係	被引用件数が少ないと、地理的集中傾向が強まる。	被引用件数が多いと地理的集中傾向が強まる。	被引用件数が多いと地理的集中傾向が強まる。

出所) 筆者作成

とする、いわゆる系列取引が他産業と比較して相対的に強い。そのため、愛知県、広島県などに代表されるように、完成車メーカーの本社所在地には、関連産業が一定エリアに集積する産業クラスターを形成しており、そこでの取引関係が依然として開発・生産における重要な位置を占めている。反面、情報通信分野の特許と異なり、被引用件数が比較的多い特許において、地理的に近接した地域での被引用—引用関係が頻度高く表れている。これは、自動車産業の系列的な取引が、一定程度の地理的集中を伴って行われていることと関係していると考えられる。継続的な取引の中で互いの知識の交換が行われており、そのことが被引用件数と地理的近接性の相関性に表れているのではないかと推測される。

医薬品関連分野では、生産拠点や研究機関は、大都市部に若干多いものの比較的全国に分散している。そのため、特許の被引用—引用関係から見るスピルオーバー効果は地理的に集中する傾向が認められるが、総合的な被引用—引用特許間の距離は、分散型の生産・開発拠点の配置状況を反映して、相対的に長くなっている。また、今回の分析の対象とはなっていないが、他の2分野と比較して海外との共同研究や被引用—引用関係の割合が高い点も特徴である。

医薬品分野における被引用—引用関係のその他の特徴として、①タイムラグが比較的短い(平均2.9年)、②タイムラグが大きくなると、地理的集中傾向がやや減衰する、③被引用特許1件あたりの平均的な被引用件数は少ない(4.9件)、④被引用件数が増加すると、地理的な集中傾向が強まる点がある。これらの特徴から推測されることとして、当該分野においては特許化と製品化の間に密接な関係があり、そのことが特許引用のタイムラグの小ささの要因になっていると考えられる。また、重要性の高い特許ほどスピルオーバー効果の地理的集中傾向が強まること、およびタイムラグが大きくなるほど地理的拡散傾向が強まることは、重要性の高い特許ほど、同一企業あるいは少数のクローズな関係性を有する拠点間のスピルオーバーを現していると推測される。

ここまで見てきたように、全体としてみると地理的なスピルオーバー効果の集中傾向は認められる一方で、被引用—引用の関係性の現れ方は、3分野それぞれに特徴があることがわかった。そして、これらの関係の現れ方は、知識の

スピルオーバー効果が、地理的近接性を一つの重要な要因としつつも、他の要因、とりわけ技術的な近接性や、生産・開発拠点の集中・分散の程度、および製品化・事業化の展開速度等の影響を受けていると考えられる。これらの複合的な要因の相互関係や、スピルオーバー効果に与える相対的な影響の大きさ等については、今回の研究では十分に明らかにできておらず、今後の研究課題としたい。

参考文献

- Aldieri, L. [2011], “Technological and Geographical Proximity Effects on Knowledge Spillovers: Evidence from the US Patent Citations,” *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 20, No. 6, pp. 597-607.
- Fischer, M. M., T. Scherngell and E. Jansenberger [2009], “Geographic Localisation of Knowledge Spillovers: Evidence from High-tech Patent Citations in Europe,” *The Annals of Regional Science*, Vol. 43, pp. 839-858.
- Jaffe, A. B., M. Trajtenberg and R. Henderson [1993], “Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, No. 3, pp. 577-98.
- Jaffe, A. B., M. Trajtenberg, and M. S. Fogarty [2000], “Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors,” *The American Economic Review*, Vol. 90, No. 2 pp.215-218.
- Koo, J., [2005], “Knowledge-based Industry Clusters: Evidenced by Geographical Patterns of Patents in Manufacturing,” *Urban Studies*, Vol. 42, No. 9, pp. 1487-1505.
- Marshall, A. [1922], *Principles of Economics (Eighth Edition)* (馬場啓之助訳『経済学原理』、東洋経済新報社、1966年)。
- Maurseth, P. B. and B. Verpagen [2002], “Knowledge Spillovers in Europe: A Patent Citations Analysis,” *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 104, No. 4, pp. 531-545.
- Paci, R., E. Marrocu and S. Usai [2014], “The Complementary Effects of Proximity Dimensions on Knowledge Spillovers,” *Spatial Economic Analysis*, Vol. 9, No. 1, pp. 9-30.
- 石村貞夫 [1992]、『分散分析の話』、東京図書。

大阪産業経済リサーチセンター [2012]、「製造空間としての大阪の強みと弱み～工場立地要因分析による検証～」大阪府。

小田切宏之 [2007]、「オープン&クローズド・サイエンスの共存を求めて～「全国イノベーション調査」の含意」、『一橋ビジネスレビュー』、2007年春号、pp.62-75。

小林伸生 [2012]、「地域における知識のスピルオーバー効果の実証分析 デジタル伝送技術特許を例に」、関西学院大学経済学部研究会『経済学論究』第66巻第3号、pp.97-116。

林亮輔 [2012]、「集積の利益と地域経済～企業活動に関する最適空間構造のシミュレーション分析から～」、日本経済研究センター『日本経済研究』第66号、pp.88-103。

藤本隆宏 [2004]、『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社。

水野真彦 [2011]、『イノベーションの経済空間』京都大学学術出版会。