

特許からの論文引用に関する定量的 評価指標の検討

—日本の研究機関についての試行的分析—

Exploration of new performance indicator of academic paper citations from patents

国立研究開発法人科学技術振興機構 情報企画部情報分析室研究員

山下 泰弘

独立行政法人産業技術総合研究所技術と社会研究センター特別研究員、文部科学省科学技術政策研究所客員研究員、山形大学評価分析室准教授等を経て現職。計量書誌学研究に従事。修士（学術）

✉ yasuhito.yamashita@jst.go.jp

☎ 03-5214-8439

国立研究開発法人科学技術振興機構 情報企画部情報分析室調査役

治部 眞里

ノートルダム清心女子大学情報理学研究所助教授、文部科学省科学技術政策研究所上席研究員を経て現職。2013年より2年間経済協力開発機構（OECD）、2015年から1年間に閣府に出向。専門は科学技術政策。MBA、博士（医学）

✉ m2jibu@jst.go.jp

☎ 03-5214-8439

1 はじめに

第5期科学技術基本計画における主要指標として取り上げられたことから、科学から技術への知識の流れの評価指標として特許に引用された非特許文献（Non-Patent Literature：NPL）への注目が高まっている。NPLに基づく特許の評価指標としては、サイエンス・リンケージが広く知られている。Sungaらによると、Narinによってサイエンス・リンケージが提案されたのは1991年であり、その定義は「米国特許のフロントページに記載されたNPL数の平均」である（Sunga, Wang, Huang, & Chen 2015）。一方、NPLを特定の論文データベースにマッチング（同定）することにより、論文側からみた評価指標としてもNPLを利用することができる。例えば、Narinらは、特許に引用された論文の著者所属国や、その源泉となった公的ファンドなどの分析を試みている（Narin, Hamilton & Olivastro 1997）。近年では、Thomson Reuters社（現Clarivate Analytics社）の論文データベースWeb of Scienceカスタムデータ（以下WoS）、特許データベース（Derwent World Patent Index）、特許引用情報データベース（Derwent Patents Citation

Index）、それらをリンケージしたデータベース（DIIリンクテーブル）を用いた独自の指標を開発した治部らの研究（治部・松邑・斎藤2012）、米国特許に限定すれば、NPLの同定と精度検証を行った研究（Shirabe 2014）、NPL引用のカテゴリ化に踏み込んだ研究（富澤2014）などの取り組みがなされている。近年では、OECDにおいても指標として取り上げられた他（OECD 2015）、文部科学省科学技術・学術政策研究所が発行する科学技術指標においても取り上げられるなど（文部科学省科学技術・学術政策研究所2017）、指標としての活用も広がりつつある。しかしながら、NPL引用を論文側の評価指標として捉えた研究は、NPLが包括的かつ精緻に同定され、論文データベースにリンクされた、利用可能なデータが存在しなかったため、これまで十分な研究がなされておらず、その性質についても未知の部分が多い。

本稿では、特許による論文引用の性質を分析し、それを踏まえた引用指標を開発する。その上で、学術分野および研究種（セクタ）ごとの研究成果の特性を分析する。特許からの論文引用を、論文の「技術的インパクト」の代理指標とみなし、「学術的インパクト」の代理指標としての論文からの論文引用と対置する。それによって、

各学術分野・各セクタの論文の、学術・技術的両側面へのインパクトとその変化に対する、視覚・構造的な把握を試みる。

なお、本稿は著者らの私見であり、著者らが所属する機関の意見・見解を表明するものでない点に留意願いたい。

2 使用するデータとその精査

2.1 使用するデータ

本研究では、特許データとして欧州特許庁が発行する統計用データベースである PATSTAT の 2016 Spring Edition を使用し、被引用論文は、WoS における 1981 年から 2015 年までの論文を対象とした。PATSTAT に含まれる NPL に対して、独自に WoS 収録論文との突合を行い、両者を分析可能な形でリンクさせた¹。これらのデータを用いて、以下の条件で集計を行った。

2.1.1 特許データ

本研究では、総体としての特許による論文引用を指標化するため、特定の特許庁に限定することなく、全世界からの引用を対象とした。集計条件は、「科学技術指標 2016」のテクニカル・ノート（文部科学省科学技術・学術政策研究所 2016 p.145）を参考に、以下のよう設定した。

(1) 集計単位

特許は、同一発明内容のものが複数国で出願され得るため、公報に記載された引用をすべて集計すると、実質的な引用より過剰な値となり得る。発明単位で引用を把握するために、引用はすべて DOCDB ファミリー単位で集計した。「科学技術指標 2017」では複数国に出願された特許を集計対象としているが、本研究では出願国についての限定はしなかった。パテントファミリー単位での正確な引用の把握を行うため、本研究では 2012 年出願までの集計対象とした。

(2) 出願日

パテントファミリーの出願日は、DOCDB ファミリー中でもっとも古い出願日とした。

2.1.2 論文データ

WoS には約 250 の Subject Category が割り当てられているが、統計分析には細か過ぎるため、排他かつ安定した学術分野分類である、同社の Essential Science Indicators (ESI) データベースで使用されている 22 学術分野を、独自に割り当てて使用する。ESI ではジャーナルを 22 学術分野に割り振ることで論文に学術分野を付与しているが、そのうちの Multidisciplinary 分野のジャーナルについては、個々の収録論文を、当該論文に記載された引用論文及び当該論文を引用する論文の割り振られた学術分野に基づいて、他の 21 学術分野に分類した。このプロセスによって分類できなかった論文については、Multidisciplinary 分野に再区分した。従って、本研究における Multidisciplinary 分野の論文は、学際的というよりむしろ分野不明を意味するので、分析結果の表示から除外した（ただし、特に記載がなければ集計には含めている）。分析で使用する ESI 学術分野は表 1 の通りである。以下、図表中では略号で表示している。

WoS の収録論文には、書誌事項の一部として著者の所属機関や住所が記載されているが、名寄せされておらず、セクタも付与されていない。そのため、論文が日本のどの種類の機関の研究者によって発表されたものであるかを判別するためには、別途 WoS における機関名や住所表記を、整理されたセクタに振り分ける必要がある。本研究では、科学技術・学術政策研究所から公開されている「WoSCC-NISTEP 大学・公的機関名辞書対応テーブル」²（以下、WoS 対応テーブルと呼ぶ）に基づいて論文発表機関の整理を行った。このテーブルは、WoS の論文 ID を機関名・セクタに対応づけたテーブルであり、1998 年から 2015 年までのデータを含んでいる。WoS には多様な種類の文献が収録されているが、WoS

1 実際には WoS のみではなく、Elsevier 社の Scopus Custom Data、科学技術振興機構の J-Global の論文データとも突合されているが、本研究ではそのうちの WoS とのリンクデータを使用する。

2 「WoSCC-NISTEP 大学・公的機関名辞書対応テーブル」（原著作者名：文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) Copyright 2017 - Clarivate Analytics. All rights reserved. URL : <http://www.nistep.go.jp/research/scisip/data-and-information-infrastructure>)

表 1 本研究における学術分野区分

略号	学術分野	略号	学術分野
AGS	Agricultural Sciences	MTS	Materials Science
BBI	Biology & Biochemistry	MIC	Microbiology
CHE	Chemistry	MOL	Molecular Biology & Genetics
CLM	Clinical Medicine	NEB	Neuroscience & Behavior
CPS	Computer Science	PHT	Pharmacology & Toxicology
ECB	Economics & Business	PHY	Physics
ENE	Environment/Ecology	PLA	Plant & Animal Science
ENG	Engineering	PSS	Psychiatry/Psychology
GSC	Geosciences	SPA	Space Science
IMU	Immunology	SSS	Social Sciences, general
MAT	Mathematics		

表 2 本研究における機関のセクタ区分

本研究で使用するセクタ区分	WoS 対応テーブルにおけるセクタ区分
大学	国立大学、公立大学、私立大学、大学共同利用機関
公的機関	国の機関、特殊法人・独立行政法人、地方自治体の機関
企業	会社

対応テーブルにはそのうち Article と Review の 2 文献種のデータが収録されている。従って、本稿においても 1998 年以降のこれら 2 文献種を分析対象とした。WoS 対応テーブルでは、機関に対して 16 種類のセクタが付与されているが、本研究では、そのうち 8 セクタを 3 セクタ（大学、公的機関、企業）に再区分して使用した（表 2）。表 2 に記載のないセクタについては、全体の集計には含めているが、セクタ別での分析対象からは除外している。

3 分析方法

本章では、次章の分析に先立ち、分析枠組の設定を行う。特許からの論文引用については未知の面が多く、実データの性質を踏まえて枠組を決める必要がある。そこで、ここではデータを概観し、それに適合するよう分析枠組を設定する。

3.1 論文の集計期間の設定

本稿の分析では、各発行年の論文について、特許からの引用を同一の条件で計測するため、引用ウィンドウを設ける。一方、本研究では、時系列での分析も行うが、集計対象となる論文の年数は、引用ウィンドウの長さによって制約される。そこで、分析に先立ち、論文が発行

後の各年に特許から受ける引用数の分布を調査した³。

1998-2000 年の 3 年間に発行された論文が、各年に引用された回数を図 1 に示す。論文発行 2 年後をピークに緩やかに減少し、12 年後にピークの 50% 未満となっている。13 年後以降減少がやや急になるが、これは DOCDB ファミリーを構成する公報がまだ一部公開されていないことによると考えられる。なお、一部論文の発行年が引用する特許の出願年と逆転しているが、これは DOCDB ファミリー中の新しい出願が最新の論文を引用したためと考えられる。

この結果より、引用を DOCDB ファミリー単位で十分に把握するためには 12 年以上の計測期間が必要と考えられるが、本研究では、限られた分析可能期間の範囲で時系列での変化を分析するため、より短期の引用ウィンドウを設定する必要がある。そこで、本研究では、計測された引用の 50% 以上が引用ウィンドウに含まれることを条件とする。また、合わせて、多くの論文を生産する国立大学の法人化の時期（2004 年）を区切りとする分析期間を設定することとする。これらの条件から、論文発行 6 年後までの引用を集計することとし、分析

3 米国特許については同様の分析が富澤によってなされているが（富澤 2014）、米国以外の特許も含む本研究のデータの特性を踏まえる必要があるため、本研究においても分析を行った。

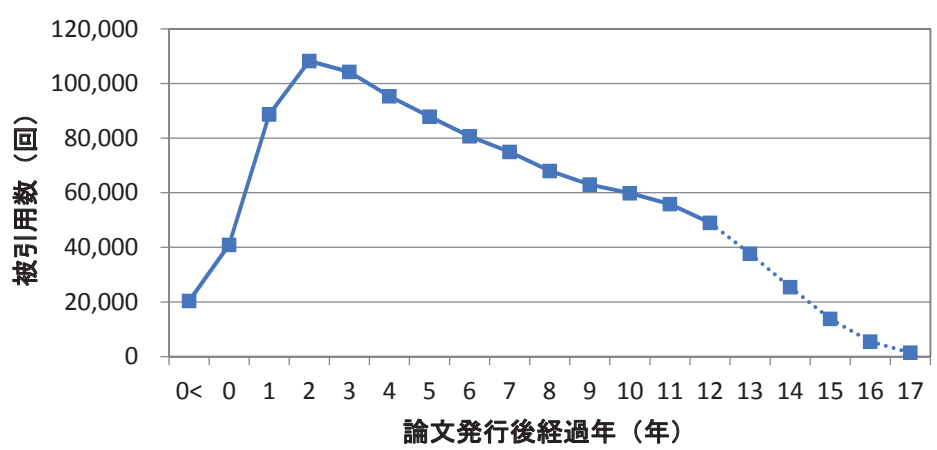


図1 1998-2000年発表論文の特許からの被引用数の推移

可能な1998年から2006年まで9年間を、3期(1998-2000、2001-2003、2004-2006)に区分する。なお、論文からの論文引用についても、同一の引用ウィンドウ(論文発行6年後まで)を使用する。

3.2 特許からの論文引用指標の設定

3.2.1 「特許からの論文引用」の性質

図2に2004-2006年における世界全体の論文数及びその特許からの被引用割合を示す。統計分析を行う上では、引用された論文の割合だけでなく、数も重要なので、横軸に母数となる学術分野別論文数を表示する。

全体的に医薬・バイオ系の各学術分野は特許に引用さ

れた論文割合が高く、20%前後となっている。一方、社会科学系・地球・宇宙科学・数学関連分野は総じて特許から引用される論文割合が低く、いずれも5%未満であり、かつ論文数規模も100,000件未満と小さいため、特許に引用された論文の数も少ない。

論文の引用数は、極めて多く引用される一部の論文とあまり引用されない多数の論文からなる、非常に偏った分布をするため、論文間の引用分析においては、平均値ではなくパーセンタイルが使用されることが多い。しかしながら、本研究で使用するデータにおいては特許から引用される論文割合は、最も高いImmunologyでも21.4%、もっとも低いSpace Scienceでは0.3%に

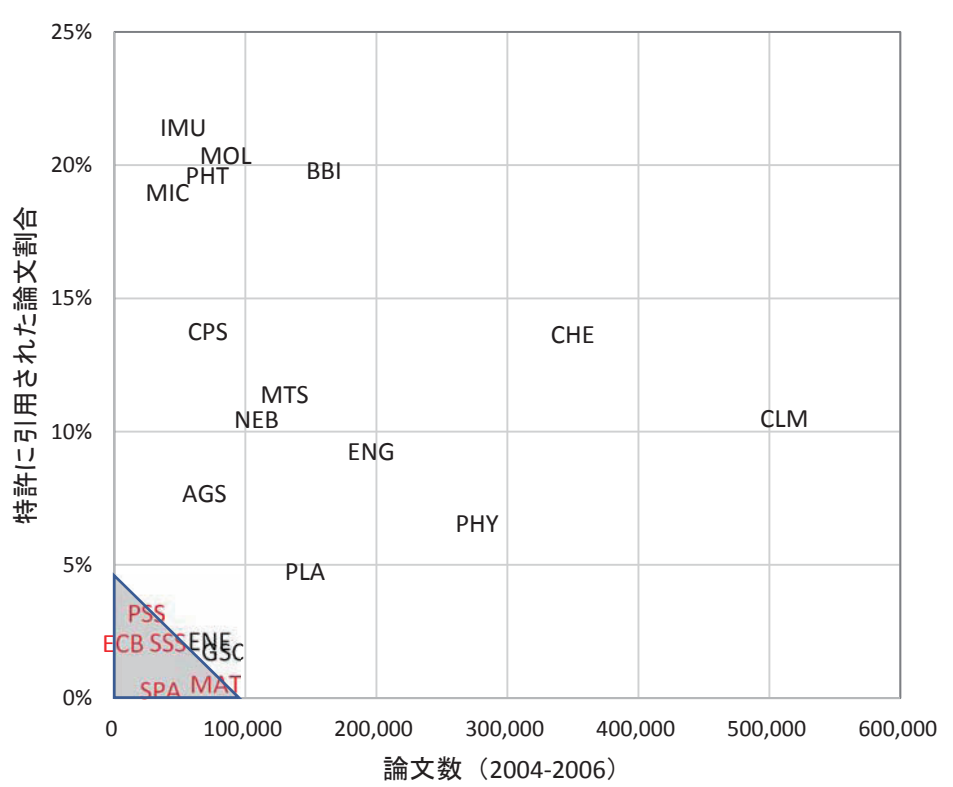


図2 学術分野別の論文数と特許から引用された論文割合 (2004-2006)

過ぎず、論文による論文引用以上に、限られた一部の論文しか引用されていないと言える。また、比較的論文数・特許による引用割合とも低い Agricultural Sciences ではパーセンタイルを Top 1% に設定した場合、引用の閾値は 4 回と小さくなり、より下位の論文との引用数の差が小さいため、引用数の多寡で区別する必然性は薄くなる。そこで、本研究では、パーセンタイルではなく、特許に引用された論文割合に基づいて分析を行う。

また、特許に引用された論文の総数が少ない学術分野については、分析結果の統計的な有意性が乏しいため、図 2 において左下の三角形の領域に含まれる 5 学術分野 (Economics & Business, Mathematics, Psychiatry/Psychology, Space Science, Social Sciences, General) については分析結果の表示は行わない。

3.2.2 特許による論文引用指標の設定

前項の知見を踏まえて、本項では、日本および日本の各セクタの論文が特許から受けた引用数の相対指標を設定する。本研究では、世界全体と比較して相対的な強み弱みを明らかにするため、Clarivate Analytics 社の InCites データベース等で用いられている相対指標 Normalized Citation Impact (NCI)⁴ を援用した特許・論文引用指数 (Patent-Paper Citation Index : PPCI) を(1)式のように定義する。

$$p_{ij} = \frac{(n'_{ij}/n_{ij})}{(N'_i/N_i)} \quad (1)$$

ここで、

- n_{ij} : 集計対象期間における学術分野 i における国またはセクタ j の論文数
- n'_{ij} : 特許に引用された、集計対象期間における学術分野 i の国またはセクタ j の論文数
- N_i : 集計対象期間における学術分野 i の全論文数
- N'_i : 特許に引用された、集計対象期間における学術分野 i の論文数

見やすくするために、(2)式により数値を -1 以上 1 未

満の範囲に正規化する。

$$P_{ij} = \frac{(p_{ij} - 1)}{(p_{ij} + 1)} \quad (2)$$

以下では、正規化した(2)式の値を PPCI として使用する。

3.3 「論文からの論文引用」指標の設定

論文からの論文引用の指標については、特許からの特許引用指標と対比させるため、同様の定義とすることが望ましい。しかしながら、論文からの論文引用は、特許からの論文引用と比較して稀な事象ではなく、過半の論文が引用されるので、1~2 回程度の引用を受けたことを評価する必然性は薄い。そこで、論文からの論文引用については、被引用数に基づく NCI を使用する。Clarivate Analytics 社の定義では学術分野・出版年・文献種ごとに正規化することとされているが、本研究では文献種については区別しない。また、本研究において Multidisciplinary は、前述の通り、ESI において Multidisciplinary 分野に区分されるジャーナルの論文を他の 21 分野に振り分けられた際、いずれの分野にも振り分けられなかった論文に付与した区分であり、そのほとんどが引用されていない。そのため、Multidisciplinary 分野の論文は、わずかに引用されただけでも相対値が非常に高くなる傾向にあるため、NCI の集計から除外している。

個別論文の NCI は(3)式で定義される。

$$q_{ijk} = \frac{C_{ijk}}{(C_{iy}/N_{iy})} \quad (3)$$

ここで、

- C_{ijk} : 学術分野 i における国またはセクタ j の y 年の特定の論文 k が得た引用数
- C_{iy} : 学術分野 i における y 年の論文が得た引用数
- N_{iy} : 学術分野 i における y 年の全論文数

q_{ijk} は個々の論文について算出されるので、学術分野・期等の集計単位ごとの平均値をとる。見やすくするために、分析対象期間における学術分野 i のセクタ j について算出された NCI の平均値 (\bar{q}_{ij}) は(4)式により正規化する。

$$Q_{ij} = \frac{(\bar{q}_{ij} - 1)}{(\bar{q}_{ij} + 1)} \quad (4)$$

4 NCI については下記を参照されたい。
Thomson Reuters, InCites Indicators Handbook, <https://services.anu.edu.au/files/system/indicators-handbook.pdf>

以下では正規化した(4)式の値を NCI として使用する。

4 分析結果

4.1 日本の論文の特許からの引用状況

各期における世界全体および日本全体での論文数と、そのうちの特許から引用された割合を図3および図4に示す。各期における WoS の論文数は 1998-2000 年の 2,106,363 件から 2004-2006 年の 2,605,433 件まで漸増している。一方、特許に引用された論文割合は 10% 超でほぼ安定している。日本についても論文数は 1998-2000 年の 212,610 件から 2004-2006 年までの間に 8.2% の増加を示しており、特許に引用された論文の割合もこの期間に微増し、2004-2006 年には 11.7% に達している。各期とも世界平均を上回っており、日本の論文は特許から相対的に

に多く引用されていると考えられる。

4.2 日本の機関の論文の学術的・技術的インパクト

4.2.1 全体的な傾向

各期における日本の各セクタの NCI と PPCI の布置を図5に示す。X軸が NCI、Y軸が PPCI、円の大きさは特許から引用された論文数を示している。以下では、X軸を「学術的インパクト」、Y軸を「技術的インパクト」の軸として捉え、二次元空間における各セクタ・学術分野の布置を分析する。

3セクタとも、各期において、平均以上の技術的インパクトを示している。各セクタの布置は、大学はほぼ日本全体に近い性質を示し、総じて公的機関は学術的インパクト、企業は技術的インパクトの面で質の高い論文を生産していることが分かる。大学においては技術的インパクトが継続的に増加し、企業においては学術的インパ

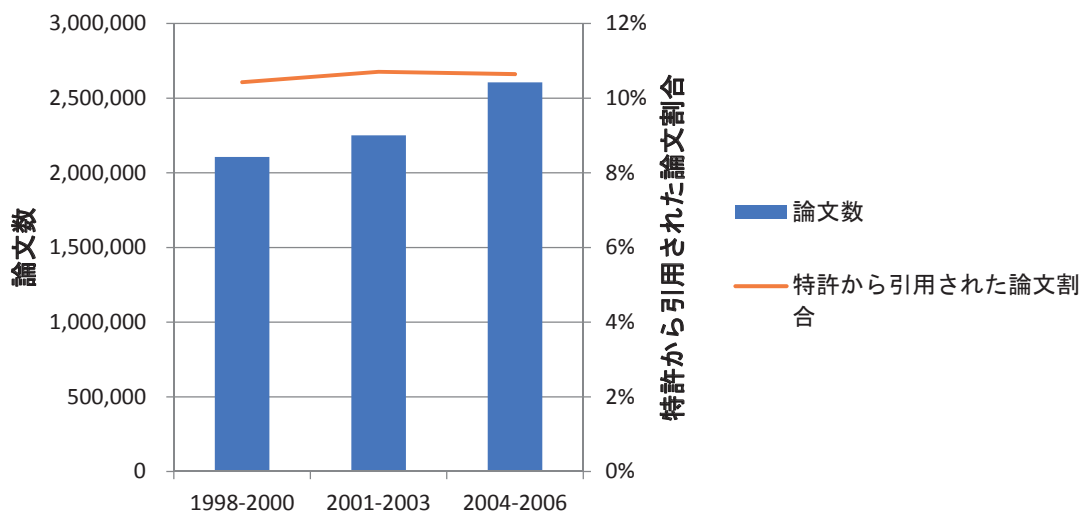


図3 各期の全論文数と特許から引用された論文割合

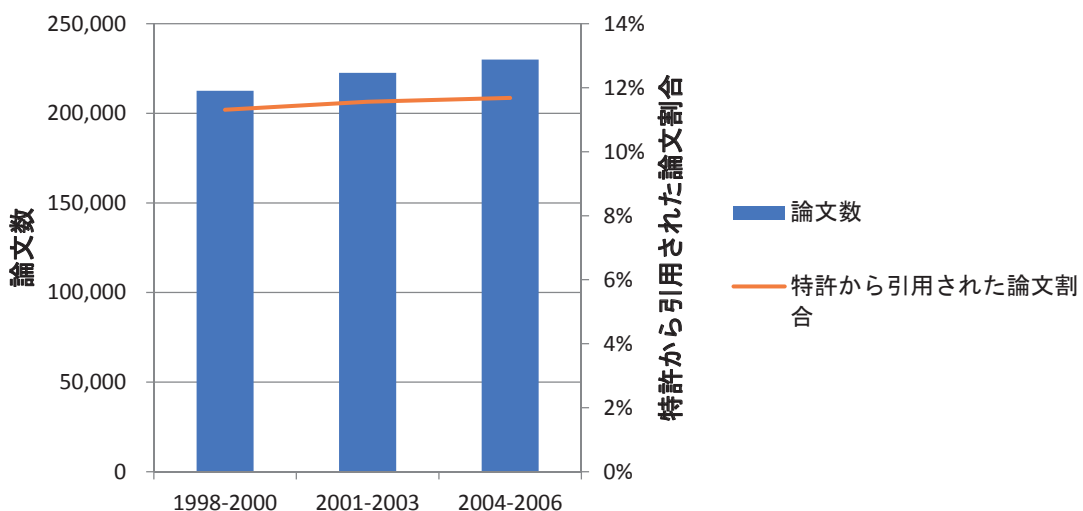


図4 各期の日本の論文数と特許から引用された論文割合

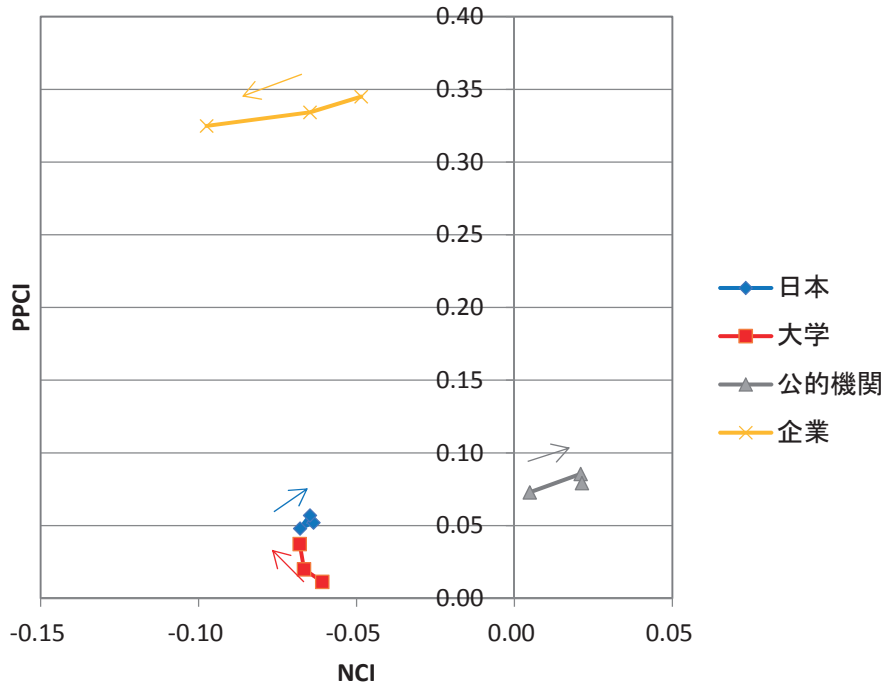


図5 日本のNCIとPPCIの推移

クトが期を追って減少している。公的機関においては、2001-2003年に平均的な学術的インパクトが高まる方向で変化したが、2004-2006年にはほとんど変化していない。日本全体では、3期を通じて学術・技術的インパクトとも安定している。

次に学術分野別に時系列での変化を見る(図6)。ここでは、時系列での変化を表すため、同色で表示が薄いものが1998-2000年、中間が2001-2003年、もっとも濃いものが2004-2006年の状況を表している。

2004-2006年において、学術的インパクト・技術的インパクトとも高い第1象限には、Immunologyが含まれる。Immunologyは3期を通じてこの象限に布置し、期を追って学術的インパクトが増大している。この象限には、3期を通じてImmunology以外の分野は布置していない。

相対的に学術インパクトは高くないが技術的インパクトは高い第2象限には、Agricultural Sciences、Biology & Biochemistry、Chemistry、Clinical Medicine、Physicsなど8分野が布置している。中でもPlant & Animal Scienceは、高い技術的インパクトを示しており、かつ学術的インパクトも増加傾向にある点が特徴的である。Biology & Biochemistryは、1998-2000年には第3象限に布置していたが、ほぼ技術的インパクトが徐々に増加し、2001-2003年以降は第2象限に布置している。

2004-2006年において学術的インパクト・技術的インパクトとも相対的に低い学術分野(第3象限)には、Computer Sciences、Molecular Biology & Genetics、Pharmacology & Toxicologyなど7分野が含まれる。前述のBiology & Biochemistryが第2象限に移行したが、同時期にMaterials Scienceが第2象限から第3象限に移行したことにより、この象限に含まれる学術分野数は3期を通じて7学術分野で変化していない。

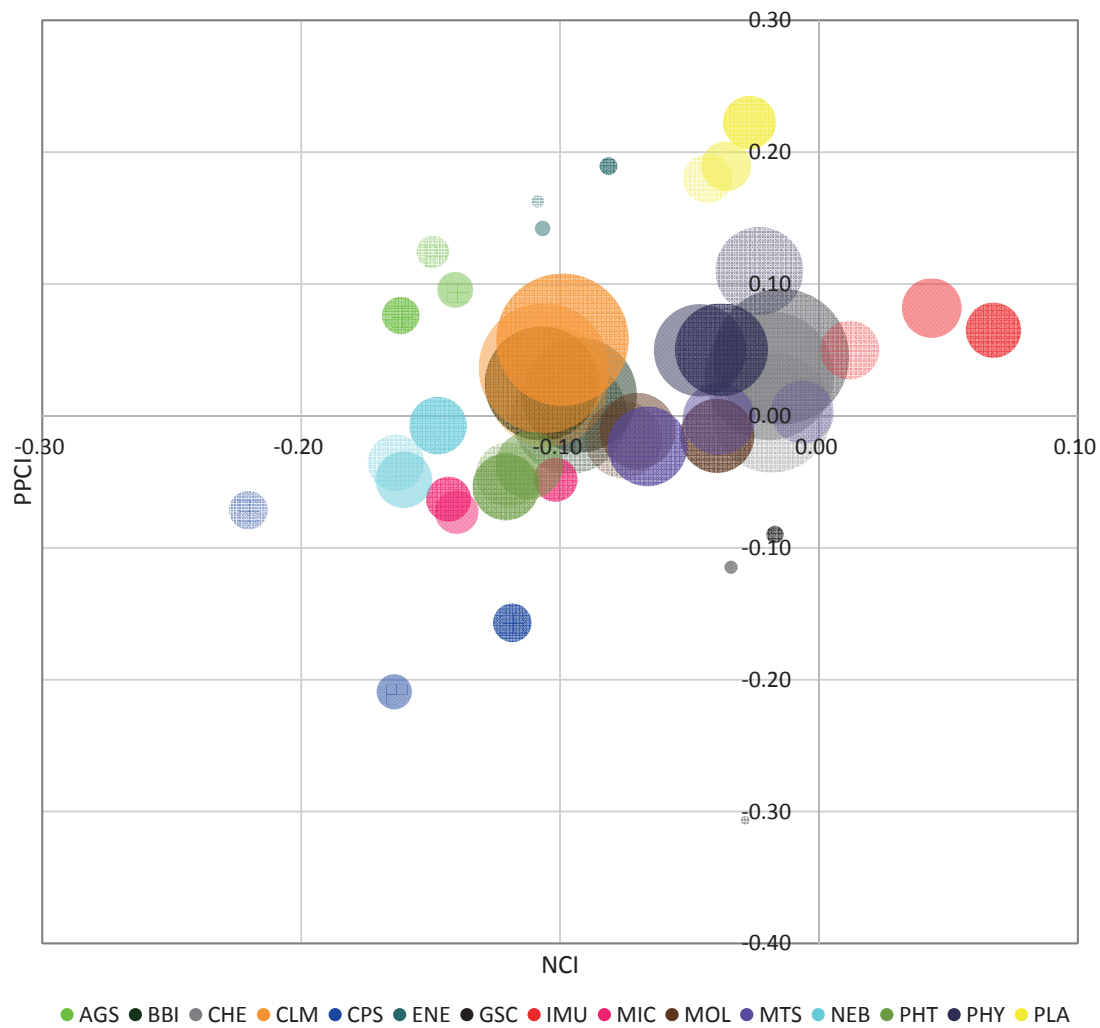
相対的な学術的インパクトが高く、技術的インパクトが低い第4象限には、3期を通じてどの学術分野も布置していない。

3期を通じて、Computer Scienceが学術的インパクトを大幅に高める方向、Geosciencesが技術的インパクトを大幅に高める方向に変化を示しているが、象限レベルで見るとBiology & Biochemistry、Materials Science以外に変化は見られず、日本全体としては非常に安定した構造を示している。

4.2.2 各セクタの傾向

各セクタの傾向については、詳細に把握するために、2004-2006年の布置を俯瞰した上で、3期の間で象限を移動した学術分野についての分析を行う。

2004-2006年の状況を見ると、大学においては、日本の論文の過半を占めていることもあり、各学術分野



同色のマーカーは淡い順に1998-2000、2001-2003、2004-2006の各期を表す

図6 日本の各学術分野のNCIおよびPPCIの推移

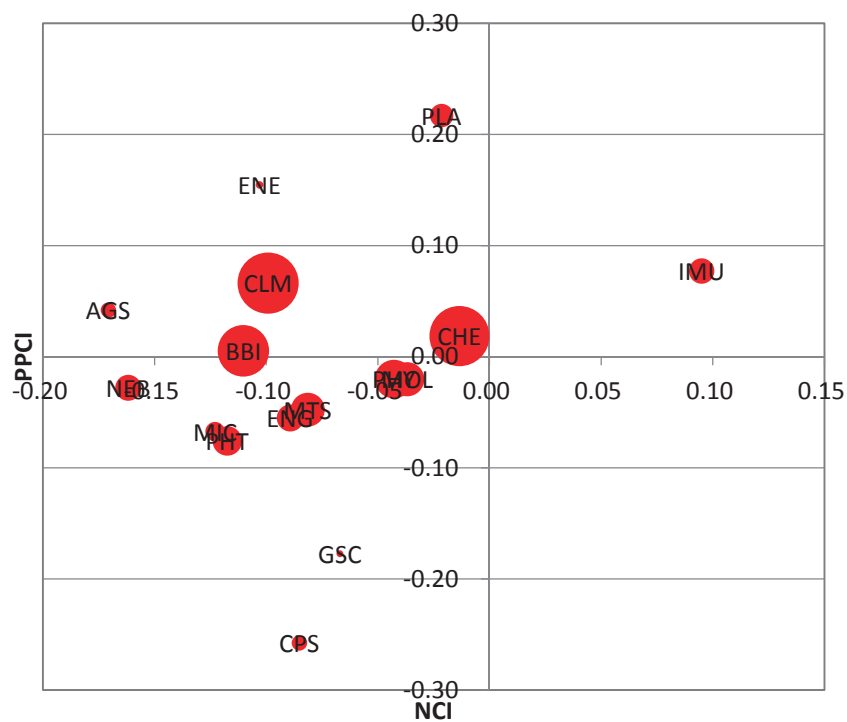


図7 大学のNCIとPPCI (2004-2006)



の布置は日本全体と大きな差異はないが、日本全体では第2象限に布置する Engineering と Physics が第3象限にあるなど、総じて技術的インパクト面が日本全体より低くなる傾向がある (図7)。

公的機関においては、日本全体では学術的インパクトにおいて世界平均を下回る Chemistry、Physics、Plant & Animal Science が学術・技術的ともインパクトが高い第1象限に布置するなど、他セクタよりも

多い6 学術分野が第1象限に布置している (図8)。また、日本全体では布置する学術分野が存在しない第4象限にも Engineering、Geosciences が布置しており、総じて学術的インパクトが高い。

企業においては、すべての分野において技術的インパクトが平均を上回り、学術的インパクトが平均を下回る第2象限に布置しており、技術的インパクトの面で突出している (図9)。

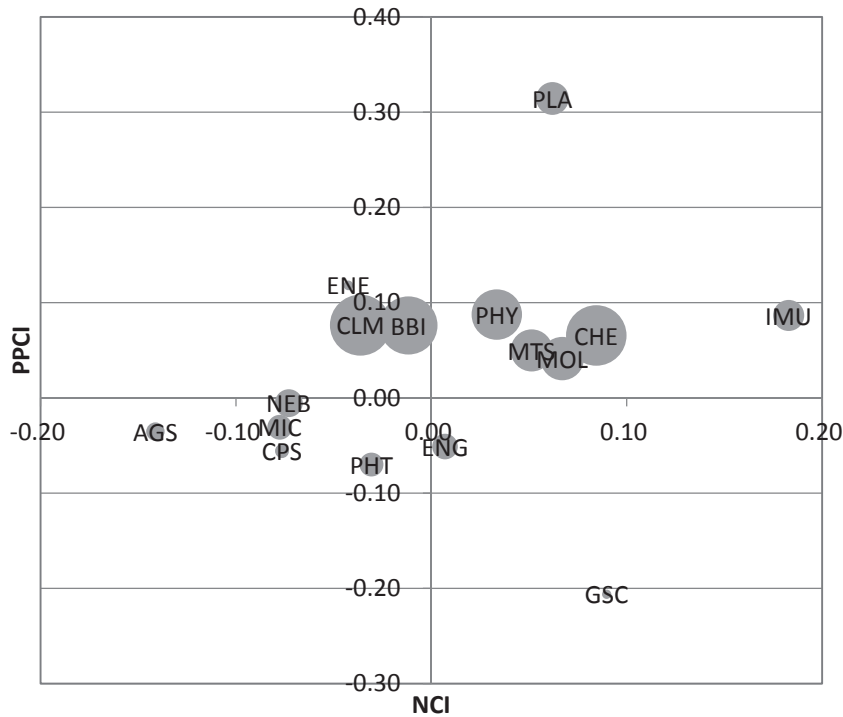


図8 公的機関のNCIとPPCI (2004-2006)

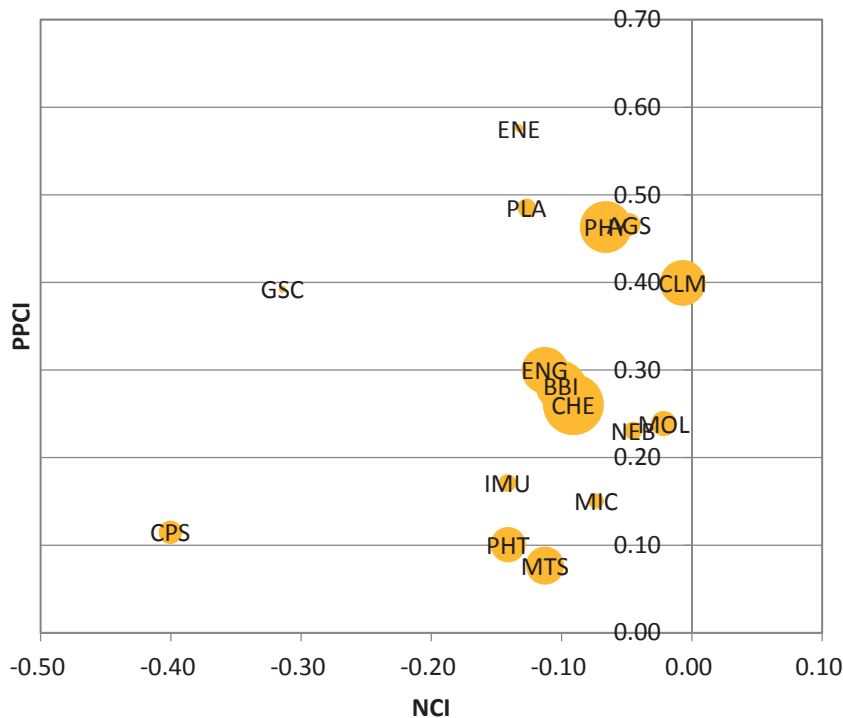


図9 企業のNCIとPPCI (2004-2006)

次に各セクタにおける学術・技術的インパクトの布置の各期における変化を分析する。ここでは、特に各セクタにおいて3期間に布置する象限が変わった分野に着目して、その特徴を考察することとする。

図10~12にそれぞれ大学・公的機関・企業について、NCIとPPCIのプロットにおける布置する象限が3期間で変わった学術分野を示す。布置が変わった学術分野は、大学・公的機関におけるBiology & Biochemistry、公的機関・企業におけるAgricultural Sciencesが共通する以外それぞれ異なっており、3セクタに共通する変化は見られない。

大学においては、Biology & BiochemistryとChemistryが第3象限から第2象限に移動し、Materials Scienceが第4象限から第3象限に移動している以外に象限の変化はなく、比較的变化は少ないと考えられる(図10)。

一方、公的機関においては、5学術分野において布置する象限の変化が生じており、そのうちAgricultural Sciences、MicrobiologyおよびNeuroscience & Behaviorは技術的インパクト、Biology & BiochemistryおよびComputer Sciencesは学術的インパクトの減少を示している(図11)。5学術分野において学術・技術的インパクトのいずれかの低下を示しているが、図

5に示した通り、セクタ全体としてはいずれのインパクトも低下傾向を示しておらず、当該セクタのトレンドとは異なっている。

企業においては、技術的インパクトは4学術分野ともほぼ安定しており、学術的インパクトのみ減少傾向を示している(図12)。特に1998-2000年においては図12の4学術分野が第1象限に布置していたが、期を追って第2象限に移行し、2004-2006年には全学術分野が第2象限に布置している。企業においては、セクタ全体のトレンドも同様の傾向を示しており、セクタ自体が技術的インパクトに重点を置く方向に構造変化していると考えられる。

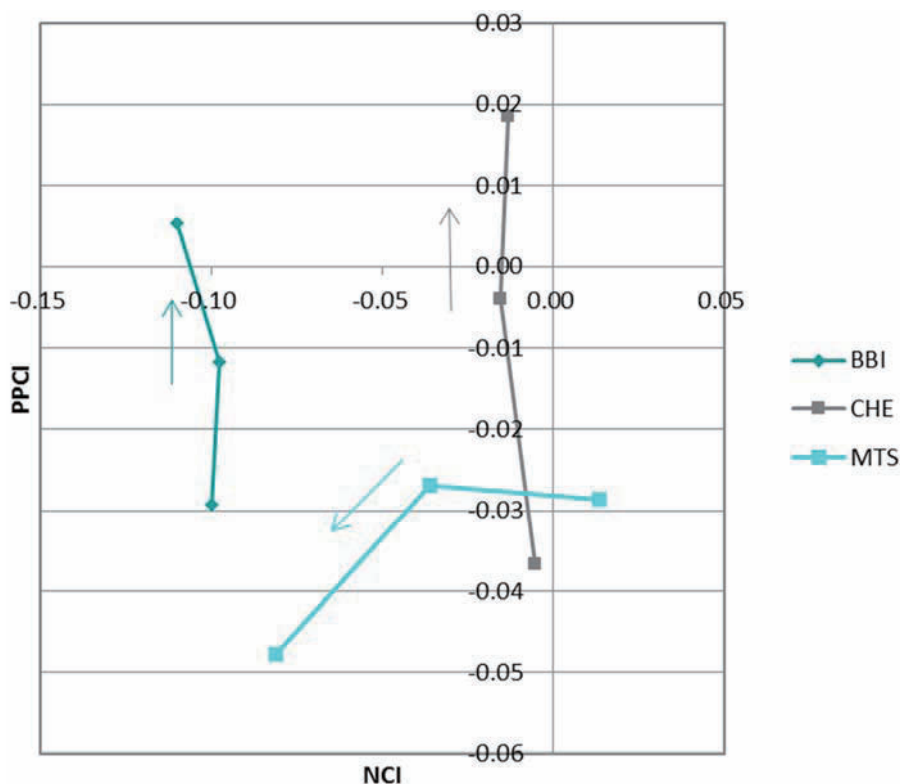


図10 布置する象限が変わった学術分野 (大学)

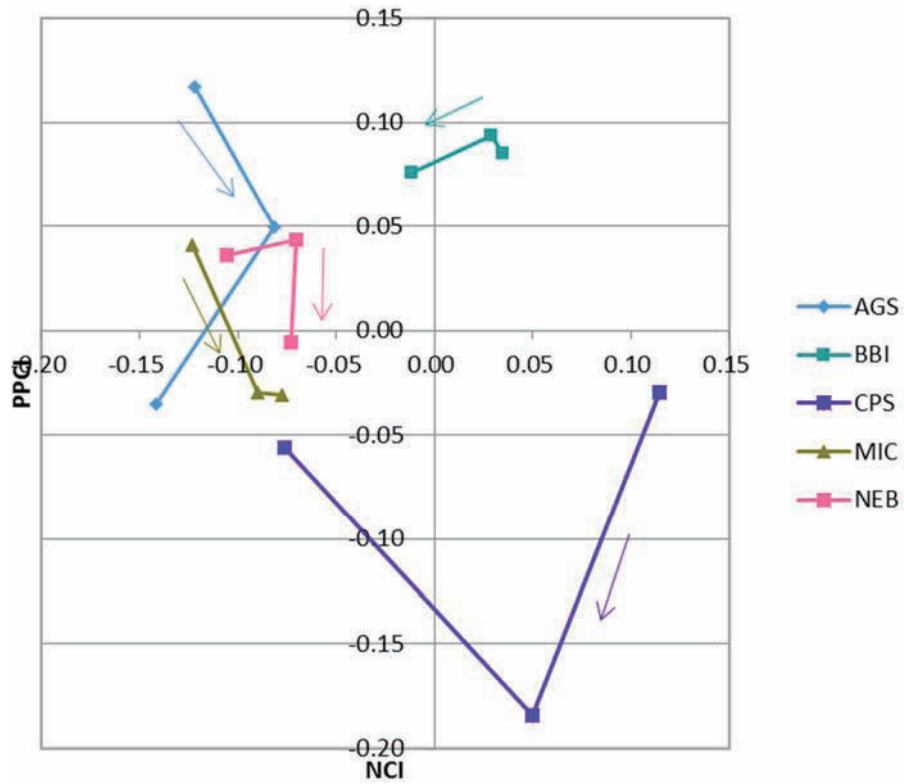


図 11 布置する象限が変わった学術分野（公的機関）

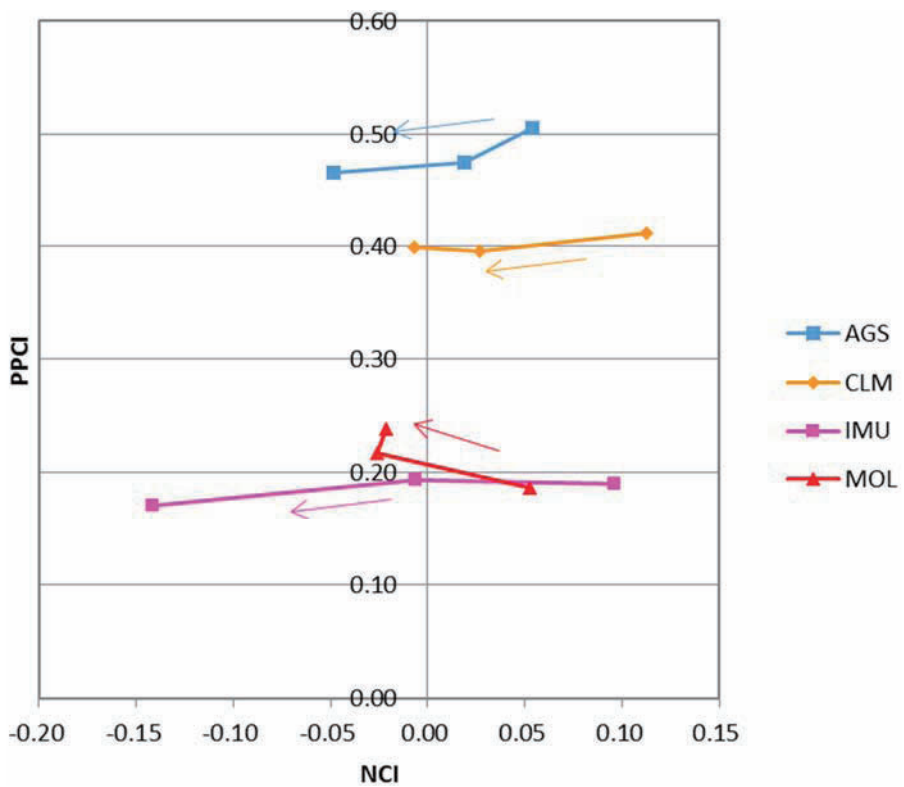


図 12 布置する象限が変わった学術分野（企業）

5 まとめ

本研究では、特許に引用された論文の割合に着目した、論文の技術的インパクトの評価指標を開発し、それを用いて日本の研究機関の研究成果のインパクトの分析を試みた。

本研究より、日本の研究活動について、例えば次のような知見を得た。(1)セクタ単位では、日本の各セクタ(大学、公的機関、企業)は、いずれも1998年以降安定して世界平均以上の技術的インパクトを示しており、特に企業において高い値を示している。特許出願における日本の基礎研究成果へのニーズは概して高いと考えられる。(2)論文の学術的インパクトと技術的インパクトは必ずしも相関するものではなく、学術分野や研究を実施したセクタの特性にも依存する可能性が高い。特に企業は、年々技術的インパクトへの特化が進んでおり、他セクタとの性質の差が広がる傾向にある。(3)2004-2006年において学術・技術的インパクトの観点から日本が強い学術分野として Immunology が見出され、技術的インパクトが高い分野として Agricultural Sciences 等の8分野が見出された。技術的インパクトが高い8分野の中でも、Plant & Animal Science は、技術的インパクトが顕著に高く、かつ年々学術・技術的インパクトを高めており、以後の推移についても注目される。

本研究で導入した指標(PPCI)は、引用自体が稀な「特許からの論文引用」の分析のために、特許に引用された論文数に基づく形を採った。引用の稀さにより、PPCIにおいてもかなりの変動が発生し得るが、本研究においては、Computer Science、Geosciences においてやや大きな布置の変動は見られたものの、それ以外の学術分野については比較的安定した傾向を示した。3期を通して、日本全体で象限を越えた変化を示したのが Biology & Biochemistry と Materials Science の2学術分野のみという点からも、総体としてこの指標は安定していたと考えられる。その要因としては、各期の各セクタ・学術分野の多くにおいて、安定した数の論文が引用を得ていたことが挙げられよう。特許からの安定した引用がどのような要因に基づいて発生するかについては、論文のみならず引用する特許の特性も踏まえた検討が必要となる。それについては今後の課題としたい。

参考文献

- Narin, F., Hamilton, K. S., & Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, 26(3), pp.317-330.
- OECD. (2015). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*. OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en
- Shirabe, M. (2014). Identifying SCI covered publications within non-patent references in US utility patents. *Scientometrics*, 101(2), pp.999-1014.
- Sunga, H. Y., Wang, C. C., Huang, M. H., & Chen, D. Z. (2015). Measuring science-based science linkage and non-science-based linkage of patents through non-patent references. *Journal of Informetrics*, 9(3), pp.488-498.
- 治部 眞里, 松邑 勝治, 斉藤 隆行. (2012). 「J-GLOBAL foresight の構築について」, *情報管理*, Vol.54(10), pp.639-651.
- 富澤 宏之. (2014). 「特許における科学論文引用の機能について：引用のカテゴリー化による分析」. 研究・技術計画学会第29回年次学術大会・講演要旨集, pp. 367-372, 2014年10月.
- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 (2016), 科学技術指標 2016, 調査資料-241, 2016年8月, <http://hdl.handle.net/11035/3143>
- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所. (2017). 科学技術指標 2017, 調査資料-261, 2017年8月, <http://hdl.handle.net/11035/3178>