

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00448

研究課題名(和文)サイエンスリンケージの分野横断性に着目した論文・特許間引用の分析

研究課題名(英文)An analysis of citation between academic articles and patents: in consideration of the cross-disciplinarity of scientific linkages

研究代表者

芳鐘 冬樹 (YOSHIKANE, Fuyuki)

筑波大学・図書館情報メディア系・教授

研究者番号：30353428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、特許の引用元論文の分野の調査を通して、引用元論文を同定する際の問題点を洗い出しつつ、サイエンスリンケージにおける分野の対応を明らかにした。出願番号や公開番号で参照される特許引用文献とは異なり、非特許引用文献は、しばしば書誌記述が不統一・不完全であり、そのため、書誌同定できず、キーワードや分類を調べられないケースが多かった。生活必需品、化学;冶金、電気分野の特許では、引用元論文の分野数がそれぞれ60を超えており、幅広い分野から論文を引用していることが分かった。ただし、電気分野の特許では、ジニ係数が高く、特定の分野からの引用が偏って多かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

短期的に利益を上げるといふより、長期的視野のもとで研究開発を活性化させるための示唆(学術研究の技術革新への影響に関する、研究機関・国の科学技術政策への示唆)が得られると期待できる。また、サイエンスリンケージ(特許と学術論文の引用関係)の分野横断性と、廃れが遅い論文・特許との関係について、分野ごとの傾向を明らかにすることで、潜在的に需要のある既存の知識・技術の発見と、その分野横断的な利用の促進に資する知見が得られると期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study aims to clarify the relationship between fields in scientific linkages, while shedding light on problems that can arise when identifying cited papers. The bibliographic information of non-patent citations is often inconsistent and incomplete. Typical cases are as follows. (1) Missing a part of bibliographic information: e.g., the journal name or the article title is not described. (2) Fluctuation of description: e.g., the journal name is abbreviated, or alphabets are transliterated into katakana characters. In addition, many typographical errors were observed. Thus, there were many cases in which we could not find relevant bibliographic records in the databases. The number of cited categories exceeded 60 in human necessities, chemistry; metallurgy, and electricity, that is to say, patents of these sections were citing articles from a wide range of fields. As for electricity, however, Gini's index was high, that is, citations were relatively concentrated in specific fields.

研究分野：計量書誌学

キーワード：図書館情報学 情報図書館学 引用分析 科学社会学 科学計量学 計量情報学 計量書誌学

1. 研究開始当初の背景

実際の技術がどのくらい学術的知見に依拠しているか、換言すれば、技術革新への学術研究の影響を把握することは、研究の中長期的な経済効果の見積りにもつながり重要である。研究(論文)と技術開発(特許)との関係はサイエンスリンケージと呼ばれ、特許の論文引用数でその程度が計測される。一方、今日、研究の高度化や専門分化が進み、専門知識を補い合うための分野横断的な研究協力や技術開発の重要性が増している。そのような背景を踏まえ、これまで、論文と特許、各々について、分野横断性に注目した研究を進めてきた。前者については、分野横断的な研究協力が生産性に及ぼす影響を明らかにするなど、学際的研究論文の特性に関する分析を行った。後者については、分野横断的な技術基盤に基づく特許は被引用数が多い傾向を示すなど、その特殊性が示唆される結果を得た。これらの経緯から、両者をつなぐサイエンスリンケージの分析においても、異なる分野間の引用、すなわち引用の分野横断性に注目する必要があるという考えに至った。それによって、論文と特許、各々個別の調査では捉えられない知識・技術の系譜の全体像が把握できるようになると考える。

サイエンスリンケージに関する既往研究の多くは、特許の側の分野のみ考慮した分析を行っている。しかしながら、上で述べたように、分野横断的な研究開発が盛んになっている今日、引用されている論文の分野が特許と同じであるとは限らず、両者の異種性を考慮に入れない分析では不十分と言える。また、そもそも、特許の特性に関する既往研究は、権利取得後の短期的な経済価値などを分析しているものが多く、技術的な価値そのもの、つまり、知識・技術の系譜の中での位置づけや重要性については、これまで十分に研究されてこなかった。論文の場合と同じように、影響の表れ(技術再活用・累積的な技術革新の明示)として引用を捉える研究はあるが、サイエンスリンケージの分野横断性を考慮に入れて引用分析を行った研究はほとんどない。本研究は分野横断的な知見や技術の利用、つまり引用の分野横断性に着目する。具体的には、日本の出願特許とそれらが引用する論文を対象に、引用ネットワークの中で担う役割と廃れ(オブソレッセンス)の速さを計測し、分野横断的なサイエンスリンケージをもつ論文と特許の特性について分析する。

2. 研究の目的

特許出願において、既存の特許だけでなく学術論文が先行技術文献として引用されることもある。発明の発想やインスピレーションを与えた論文などが引用される。特許と学術論文の引用関係、いわゆるサイエンスリンケージは、技術革新への科学の影響(すなわち、科学への依存)を測る視点として重要視されている。さらに、特許の質との関わりからも、サイエンスリンケージは分析されている。サイエンスリンケージの実態を調査した研究はいくつも存在するが、それらの多くは、引用先特許と引用元論文が同じ分野であることを暗黙に想定しており、引用先の分野ごとの調査はしていても、引用元の分野にまで注意を払った分析は行っていない。特許に"引用されている"論文でなく、特許を"引用している"論文の分野を調査している、引用元論文ではなく、発明者自身の発表論文と関連する分野を分析している、引用元論文に着目しているが、論文の分野と引用先特許の分野との対応までは見ていない、などである。

学際的研究が進展し、技術融合型特許が増加している背景を踏まえ、本研究は引用、すなわち、サイエンスリンケージの分野横断性に配慮する。しかしながら、特許における引用文献(特に、日本特許の出願者引用)の記載は、学術論文におけるそれらの記載と比べて、記述形式の不統一や情報の欠落が多く、正確にそれらを書誌同定して分野を調査することは困難である。そこで、本研究は、まずはじめに、特許の引用元論文の分野の調査を大規模に進める準備として、予備的な調査を実施する。調査を通して、引用元論文を同定する際の問題点を洗い出しつつ、把握できる範囲でサイエンスリンケージにおける分野の対応を明らかにすることを目的とする。

その上で、日本の出願特許とそれらの引用論文を対象に、引用ネットワークの中で担う役割、引用の廃れの速さ、そして分野横断性を計測し、分野横断的なサイエンスリンケージをもつ論文と特許の特性に関する知見を得ることが、本研究の主たる目的である。

具体的には、以下の視点から分野横断的なサイエンスリンケージをもつ論文と特許の特性を明らかにする。

・知識・技術系譜ネットワークの中で担う役割

引用ネットワーク(被引用側から引用側にアークを張る有向グラフ)の中での論文・特許の重要性を計測し、サイエンスリンケージの分野横断性ととの関係を明らかにする。具体的には、ネットワーク上のハブあるいはブリッジとしての役割、特に、知識・技術を仲介する役割における重要度を媒介中心性で測るのに加え、ネットワークの大域的構造を反映する重要度を見るのに、これまでに提案しているネットワーク指標群を応用する。

・知識・技術再活用における廃れ(オブソレッセンス)の速さ

これまでの研究で、特許に関しては既に、多様な技術基盤に立脚した技術融合型の特許は、

長期的に被引用数が多く引用の廃れが遅いことを示唆する結果を得ている。ただし、分野によってその傾向の程度に差異があり、廃れの速さとの関連が明確に観察されない分野もあった。これは、特許同士の引用を中心に分析しており、論文・特許間の引用は十分に考慮しなかったことに起因している可能性がある。本研究ではその不足点を補い、分野横断的なサイエンスリンケージをもつ論文・特許は廃れが遅い傾向にあるという仮説を改めて立て、妥当性を分野ごとに検証する。

3. 研究の方法

まず、焦点を当てる「サイエンスリンケージの分野横断性」に操作的定義を与えた上で、知識・技術系譜のネットワークの中で担う役割、知識・技術の再活用における廃れ（オブソレッセンス）の速さ、それぞれを観察するための観点と指標の定義について、緻密に検討し具体化する。また、分析を行う準備として、各情報源から必要項目を抽出し、データの整形を進める。

・サイエンスリンケージの分野横断性について操作的定義を設定する

特許の分野を示すものとしては、付与分類（国際特許分類，FI，F ターム）と、明細書から抽出したキーワードに注目する。論文に関しては、キーワード、引用文献の掲載誌、掲載誌に付与された分類に注目する。それらに基づき、以下の観点から分野横断性を測る指標を定義する。

(a) 引用先（特許）と引用元（論文）の異種性：サイエンスリンケージ（つながり）そのものの分野横断性

(b) 引用元（論文）の多様性：つながっている相手の多様性

(b-1) 広がり：分野の多さ

(b-2) 偏り：その頻度分布における集中度

いくつかの指標を候補として考え、試行的に調査しているが、それらの結果も踏まえて定義の検討を行う。

・知識・技術系譜ネットワークの中で担う役割について操作的定義を設定する

中長期的な影響の波及効果も考慮に入れられるよう、引用ネットワークにおける直接的な関係の多さ（ハブの役割）だけでなく、媒介性（ブリッジの役割）に関する指標も検討する。後者に関しては、提案している HITS アルゴリズムを応用した指標も適用する。

・知識・技術再活用における廃れの速さについて操作的定義を設定する

被引用数の経年による減少を、通時的および共時的に観察するための指標を検討する。通時的オブソレッセンスと共時的オブソレッセンスは、異なる観点から廃れという現象を捉えるため（前者は公開年から辿る観点、後者は特定の被引用年に注目する観点）、それぞれが意味するところを慎重に検討する。論文を対象にする指標としては、引用半減期、被引用半減期、プライス指数などが利用されている。これらの指標を、解釈に留意しつつ特許にも準用する。

・特許・論文のデータを各情報源から抽出する

1993年～2018年公開の特許出願を対象に、出願・公開日、主・副分類（国際特許分類，FI），F ターム，引用特許・非特許引用文献（出願者引用），キーワードなどを特許公開公報から抽出する。抽出した非特許引用文献のうち、雑誌論文と図書について、キーワード、分類などの詳細情報を調査した。英文論文は Web of Science，和文論文は CiNii Articles，和文図書は CiNii Books を調査に用いた。

次に、検討・設定した観点と指標を用いて、特許・論文が属す分野ごとに、分野横断的なサイエンスリンケージをもつものを特定し、知識・技術系譜ネットワークの中で担う役割と、再活用における廃れの速さの点から、それらの特徴を調査する。

・各特許・論文について、引用ネットワークにおける直接的な関係の多さ、間接的な媒介性・大域的な構造を考慮する影響度を、それぞれ指標で測る。それらの値に基づいてサイエンスリンケージの分野横断性が高い群と低い群とを比べ、前者の特徴を調査する。

・各特許・論文について、廃れの速さを指標で測る。廃れの速さとサイエンスリンケージの分野横断性との基本的な相関分析と併せて、機械学習法の1つであるランダムフォレストによる判別・回帰分析も行う。発明者（著者）数、ページ数、引用文献数などの付随的要因とともに、サイエンスリンケージの分野横断性を特徴量として投入し、廃れの速い群と遅い群の自動分類を行い、分類への寄与から、分野横断性の影響の大きさを推測する。

・得られた結果に基づき、分野横断的なサイエンスリンケージをもつ特許・論文の特性に関し

て、各分野の傾向を整理する。また、その傾向の背後にある要因について検討する。

4. 研究成果

主な研究成果として、調査を通して洗い出した、引用元論文を同定する際の問題点、および、サイエンスリンケージにおける分野の対応を明らかにした結果について述べる。

IPC のセクションごとに、種別（雑誌論文/図書/その他（ウェブページなど））、言語別（英語/それ以外（主に日本語））の非特許引用文献の数を調査したところ、1 特許あたりの非特許引用文献数は、全体として 0.2 前後であった。各年、セクション C（化学;冶金）が最も高く、A（生活必需品）と H（電気）がそれに続いた。非特許引用文献の半数以上が、英語の雑誌論文であった。

出版年の記載がある非特許引用文献について、引用年齢の内訳を調査したところ、セクション E（固定構造物）、G（物理学）、H（電気）は、引用年齢 5 年以下の割合が比較的大きく、新しい文献がよく引用されている傾向があった。ただし、E（固定構造物）は、件数が非常に少ないため、明確な傾向とまでは言えない。

キーワードや分類が特定できた非特許引用文献について、特定に用いた情報源の内訳を調査したところ、上述のとおり英語の雑誌論文の割合が大きいため、Web of Science の割合が大きくなっていった。キーワードや分類が特定できなかったものの割合も大きく、全体の 3 割以上を占めた。出願番号や公開番号で参照される特許引用文献とは異なり、非特許引用文献は、しばしば書誌記述が不統一・不完全であり、そのため、書誌同定できず、キーワードや分類を調べられないケースが多かった。例えば、1) 書誌事項の欠落：掲載誌名や論文の標題が記載されていない等、2) 表記のゆれ：掲載誌名が略記されていたり、英名がカタカナ表記されている等のケースが多かったほか、誤字も多数観察された。

Web of Science でキーワードが特定できた論文について、引用先特許のセクションごとに、キーワードの頻度の集計し（複数のキーワードが付与されている文献は、すべてのキーワードを数えた）、上位のキーワードを分析したところ、Chemistry, Multidisciplinary など、学際的分野が多く挙がっていた。また、セクション C（化学;冶金）で、Physics, Applied が 3 位に挙がるなど、他の分野からの引用も多いことが確認できた。さらに、キーワードの種数と、頻度の偏り（ジニ係数）を調査したところ、A（生活必需品）、C（化学;冶金）、H（電気）は、種数が 60 を超えており、幅広い分野から論文を引用していることが分かった。ただし、H（電気）はジニ係数が高く、特定の分野からの引用が偏って多かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Takei, Chizuko; Yoshikane, Fuyuki and Itsumura, Hiroshi	4. 巻 28(1)
2. 論文標題 Diversity of researchers' fields of specialization: an analysis of interdisciplinarity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 LIBRES	6. 最初と最後の頁 34-39
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 武井 千寿子, 芳鐘 冬樹, 逸村 裕	4. 巻 64(1)
2. 論文標題 学際性の分野間比較：研究者の専門分野の多様性に着目して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本図書館情報学会誌	6. 最初と最後の頁 19-31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Takei, Chizuko; Yoshikane, Fuyuki and Itsumura, Hiroshi
2. 発表標題 Analysis of the relationships between academic research fields based on co-occurrence of journal categories
3. 学会等名 ISSI 2019 (17th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武井 千寿子, 芳鐘 冬樹, 逸村 裕
2. 発表標題 多様性に着目した研究者の専門分野のネットワーク分析
3. 学会等名 第66回日本図書館情報学会研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takei, Chizuko; Yoshikane, Fuyuki and Itsumura, Hiroshi
2. 発表標題 Diversity of researchers' fields of specialization: an analysis of interdisciplinarity
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference on Library & Information Education & Practice 2017 (A-LIEP 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshimoto, Ryosuke; Takei, Chizuko; Suzuki, Takafumi and Yoshikane, Fuyuki
2. 発表標題 Network structure analysis of the articles in the Japanese Civil Code
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference on Library & Information Education & Practice 2017 (A-LIEP 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田 大輔, 芳鐘 冬樹
2. 発表標題 学術論文の引用分類における観点間の差異
3. 学会等名 情報メディア学会第19回研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----