

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 4 月 5 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25590074

研究課題名(和文)論文から特許へのサイエンス・リンケージの計量分析と実装

研究課題名(英文) Quantitative Analysis and Social Deployment of Science Linkage from Academic Paper to Patent

研究代表者

依田 高典 (Ida, Takanori)

京都大学・経済学研究科(研究院)・教授

研究者番号：60278794

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：大学の優れた研究成果が学界でどのように評価されるか。そして、特許化やライセンスを通じて、産業界でどのように応用されるか。このような学術の研究成果と産業の研究開発のつながりを「サイエンス・リンケージ」と呼ぶ。このサイエンス・リンケージの計量経済学的解明は、未だ十分になされてこなかった。我々は大規模な論文・特許被引用データベースを構築し、生命科学分野の研究者トップ100について、このサイエンス・リンケージが存在することを定量的に検証した。

研究成果の概要(英文)：We analyze the distributions of paper; paper and paper-patent citations and estimate the relationship between them, based on a 4763-paper sample among the top 100 researchers in the life and medical sciences fields in Japan. We find that paper; paper citations peak at a 4-year average, while the corresponding lag for paper-patent citations is 6 years. Moreover, we show that paper quality is important for being cited by a patent. An inverse U-shaped relationship exists between the research grant and research quality, whereas a U-shaped relationship exists between research quality and total number of papers

研究分野：応用経済学

キーワード：計量書誌学 サイエンスリンケージ リサーチアドミニストレーター

1. 研究開始当初の背景

第4期科学技術基本計画では、「研究資金の効果的・効率的な審査及び配分」、「優れた研究成果をイノベーションにつなげる仕組みづくり」を課題に掲げている。そのためには国内研究の特徴を客観的な手法で把握し、研究費を戦略的に配分することが不可欠であるが、論文から特許への被引用関係を見たサイエンス・リンケージが未解明であり、どのような分野でどのような学術価値を持つ論文が、産業界を巻き込んだイノベーション活動に結びつくのかを経営学的な視点から明らかにすることが必要である。

学術的価値を持つ科学研究と産業的価値を持つ科学研究には同様の傾向があるのか、学術的価値では強いインパクトを持つが産業的には活用できないのか(あるいはその反対)等を明らかにする。さらに、学術論文の論文数・学術論文への被引用数・特許への被引用数を被説明変数とし、様々な研究者個人属性、所属、分野、獲得研究費を説明変数として回帰分析し、学術的・産業的価値を生成するメカニズムを計量的に明らかにし、それらの成果を科学技術政策に実装化する。

先行研究では産業技術と学術研究の関連性を調査する際に、「特許を主体」としていたのに対して本プロジェクトでは「学術論文を主体」とした分析を行う。つまり、国内のトップ研究者の学術論文を基軸として、それらを引用している特許とのリンケージを調査する。学術研究がどのような知的なインパクトを経済・産業に与えたのかを分析するには、本プロジェクトで行う「学術論文を主体」とした分析が適している。

創出しようとする成果・効果配下のようまとめられる。

- 科学研究が学術論文にどれだけ引用されるのかという「学術的価値」、特許にどれだけ引用されるのかという「産業的価値」を指標化する。
- 学術研究の学術論文への被引用数・特許への被引用数を被説明変数とし、研究分野・大学学科専攻・学生スタッフ数・PI キャリア・研究費獲得実績など各種要因を説明変数として、「サイエンス・リンケージ生成のメカニズム」を計量的に分析する。
- 研究プロジェクトを進めるプロセスで、研究チームが論文・特許被引用を含む論文データベースを揃え、その自己評価結果を研究プロジェクトのPDCAに活用していく。
- 優れた研究成果をイノベーションにつなげる仕組みを実装化するために大学間ネットワークを構築し、将来の政策のための科学を担うリサーチ・アドミニストレーターの人材育成に取り組む。

2. 研究の目的

本プロジェクトの新規性・意義は次の三点にある。

- 本プロジェクトでは「学術論文を主体」としたサイエンス・リンケージの計量的な分析を行う。つまり、国内のトップ研究者の学術論文を基軸として、それらを引用している特許とのリンケージを調査する。学術研究がどのような知的なインパクトを経済・産業に与えたのかを分析するには、本プロジェクトの「学術論文を主体」とした分析の方が適している。
- 本プロジェクトの計量的な分析では、既に過去3年間先行して取り組んできた21世紀COEプログラムの研究成果促進効果の調査で作成済みの日本のトップ研究者6,000名の論文データを拡張して行うので、我々にはデータベースの構築においてアドバンテージがある。これほどの大規模データを用いて、論文から特許へのサイエンス・リンケージを計量的に分析するプロジェクトは今まで世界的に見ても例がない。
- 本プロジェクトは、学術的研究にとどまるものではなく、京都大学内外の「アカデミック・イノベーション・マネジメント研究会」「政策のための科学」人材育成拠点整備事業において、成果の実装のための「仕掛け」を幾つも用意しているので確実性が高い。

以上を踏まえて、本プロジェクトの第一の目的は科学技術イノベーション政策の政策形成プロセスの可視化にあるが、そこで得られる知見はその他の政策課題の解決にも貢献する。例えば、「新成長戦略」(平成21年12月30日閣議決定)において「ライフ・イノベーションによる健康大国戦略」がうたわれており、ES/iPS細胞基礎研究とその臨床応用研究が中心テーマに位置づけられている。本プロジェクトは中辻憲夫拠点長・山中伸弥教授をメンバーに含む物質・細胞統合融合システム拠点(iCeMS)との共催である「アカデミック・イノベーション・マネジメント研究会」を母体としており、本プロジェクトの研究成果を日本のES/iPS細胞研究経営にも役立てていく。iCeMSのイノベーション・マネジメント室は、次世代のイノベーションを担う人材に対してアントレプレナーシップ及びリーダーシップの涵養を図るための教育プラットフォームを開発・実践・提案しており、研究経営手法確立実践の場としての一般性も高い。

3. 研究の方法

本プロジェクトでは、学術的価値を持つ科学研究と産業的価値を持つ科学研究には、同様の傾向があるのか、あるいは学術的価値では強いインパクトを持つが産業的には活用できないのか、反対に学術的価値は低いが生

業的に強いインパクトを持つ研究があるのか等を明らかにする。

2013(H25)年度では、A)学術的・産業的価値の指標化、B)サイエンス・リンケージ生成メカニズムの解明、2014(H26)年度以降では、C)アカデミック・イノベーション・マネジメントの確立、D)サイエンス・リンケージ分析の社会的実装化に取り組む。

まず、本プロジェクトでは、2013(H25)年度に、サイエンス・リンケージの計量分析に向けたアプローチとして、次のような取組を行う。

A) 学術的・産業的価値の指標化

生命科学など自然科学分野の日本人トップ研究者が、どのような知的インパクトを産業技術に与えているのかを可視化するための指標を構築する。具体的には、ある科学研究が学術論文にどのような時系列でどれだけ引用されるのかという「学術的価値」、特許にどのような時系列でどれだけ引用されるのかという「産業的価値」をデータベース化し、両者の相関関係を研究者別に把握する。分析対象とするのは、その論文の責任著者(Corresponding author)として発表している査読付き学術論文(Article)とする。

データベース化の具体的な内容は以下の通りである。

まず、基本となる各研究者の論文データは既に構築できている。そのデータを用いて責任著者(Corresponding author)となっている論文の、論文発表年次以降から現在までに他の論文から得ている年次ごとの被引用数を、論文1本ずつに対して検索して最新の被引用データを入手する。

次に、研究費のデータは、科学研究費補助金データベースなどから構築する。科研費データはKakenデータベースなどから研究者ごとに取得済みである。科研費データは各研究者が代表者となっているデータを使用する。さらに、科学技術振興機構の研究費データとの総合もはかる。

最後に、サイエンス・リンケージ指標であるが、同様に論文1本ずつを対象に、「学術論文を主体」として特許データとの結びつけ作業を実施する。学術データベースにはエルゼビア社のScopusを使用する。Scopusでは各論文が特許にどれだけ引用されているかを検索することが可能であり、5つの特許庁データベース(World Intellectual Property Organization(WIPO)、European Patent Office、US Patent Office、Japanese Patent Office、UK Intellectual Property Office)とのリンケージを検索できる。

B) サイエンス・リンケージ生成メカニズムの解明

A)の調査で得た、学術研究の学術論文への被引用数・特許への被引用数を被説明変数とし、研究分野・大学学科専攻・学生スタッフ数・PIキャリア・研究費獲得実績など各種要因を説明変数として連立方程式化し、学術的

価値のみならず、産業的価値につながるサイエンス・リンケージ生成のメカニズムを計量的に明らかにする。

- 学術的価値の分析では、他の論文に何年に引用されているのかを分析することで、その論文の発表から学術的な価値を得るまでにかかるタイムスパンを調査することができ、またどのような被引用の分布を持つのかを明らかにすることができる。

- 産業的価値の分析では、学術論文が特許にどのように引用されているのかを分析することで、論文を発表してから産業技術に活用されるまでにかかるタイムスパンを調査し、どのような学術論文が産業技術に寄与するのかを分析できる。

- さらに、学術論文への被引用数・特許への被引用数を被説明変数とし、様々な研究者個人属性、所属、分野、獲得研究費を説明変数として回帰分析し、学術的・産業的価値を生成するのに必要なサイエンス・リンケージのメカニズムを実証分析し計量的に明らかにする。

加えて、本プロジェクトでは、2014(H25)年度以降、成果の実装・定着に向けたアプローチとして、次のような取組を行う。

C) アカデミック・イノベーション・マネジメントの確立

A)B)の指標化・メカニズム解明と合わせて、そうした研究成果を大型競争的研究費を獲得した研究チームがイノベーション・マネジメントに活用する手法を確立する。具体的には、京都大学経済学研究科(依田高典教授・後藤励准教授・後藤康雄准教授)・物質・細胞統合融合システム拠点(iCeMS)(仙石慎太郎准教授)・経営管理大学院(若林直樹教授)が共同運営する文理融合型の大学の研究開発活動促進のプラットフォームである「アカデミック・イノベーション・マネジメント研究会」を母体とし、世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)における研究経営をサポートする。

具体的には、世界的にも注目の高いES/iPS細胞の基礎研究と再生医療に向けた応用開発のサイエンス・リンケージをつなぐための研究経営・研究支援のための討議を行い、iCeMSの国際認知度を高めたり、WPI事後評価に資するような計量書誌学的エビデンス提供を行う。iCeMSのイノベーション・マネジメント室は次世代のイノベーションを担う人材に対してアントレプレナーシップ及びリーダーシップの涵養を図るための教育プラットフォームを開発・実践・提案しており、実装化された成果は研究経営手法としての一般性が高い。

D) サイエンス・リンケージ分析の社会的実装化

C)の成果を土台にして、優れた研究成果をイノベーションにつなげる仕組みを実装化するために大学間ネットワークを活用する。

具体的には、京都大学学術研究支援室ならびに当室が参画している日本の主要大学ネットワークを利用し、個別の大型研究プロジェクトの研究経営のベスト・プラクティスを共有し、将来の研究経営の向上を目指すワークショップを開催する。

さらに、「科学技術イノベーション政策における『政策のための科学』基盤的研究・人材育成拠点整備事業」(大阪大学・京都大学)の教育プログラムと連携して、将来のリサーチ・アドミニストレーター人材育成に取り組む。そこでは、大学の知と社会の知をつなぐ「社会学連携」の実践と、そこに学生が主体的に関与することも含めた教育を目指し、一般市民やNGO/NPOなど市民社会の公共的関与と活動への参画を促進することにより、地域社会のニーズや事情、課題をよりの確に反映した科学技術イノベーション政策や研究開発の立案・企画に貢献していく。

4. 研究成果

研究の結果、以下のような成果が得られ、次のような形で公表された。

[1] Ida, T. and N. Fukuzawa (2013) "Effects of Large-Scale Research Funding Programs: A Japanese Case Study," *Scientometrics* vol. 94.3: 1253-1273.

本研究では、エルゼビア社の学術ナビゲーションサービスである Scopus(スコパス)を用いて、文部科学省の大型研究資金助成事業のさきがけである 21 世紀 COE プログラムの研究成果促進効果の調査を行い、全 11 分野のうち、学際・複合・新領域・革新的な学術分野を除く、8 分野について分析を終了した。

内閣府行政刷新会議ワーキンググループによる「事業仕分け」第二弾が 2010 年春に開催され、科学技術予算の投資効果に対する国民の注目が集まると同時に、研究者側の説明意識が高まっている。さらに、文部科学省は、客観的根拠に基づく政策形成の実現に向け、科学技術イノベーション政策における『政策のための科学』推進事業を 2011 年度より開始した。今後も研究活動の可視化および公正な評価に有効なツールや、評価指標に関する議論が続くと思われる。

本研究は 21 世紀 COE プログラムの採択によって、研究者一人あたり年間論文数がどれだけ伸びたか(研究の量的指標)、論文一本あたりの被引用数がどれだけ伸びたか(研究の質的指標)を計量経済学的手法を用いて統計的に検証した。全 8 分野のうち、論文数、被引用数のそれぞれで統計的に有意な効果があったのは以下の分野である。

【論文数で研究成果促進効果が観察された分野】

- 生命科学分野 伸び率 23%
- 人文科学分野 伸び率 32%
- 医学系分野 伸び率 25%
- 機械・土木・建築・その他工学 伸び率 38%

【被引用数で研究成果促進効果が観察された分野】

- 生命科学分野 伸び率 16%
- 情報・電気・電子分野 伸び率 25%
- 医学系分野 伸び率 14%

このように全 8 分野のうち 5 分野で、量または質の観点から、21 世紀 COE プログラムが研究成果の促進をもたらしたことが具体的に検証された。

生命科学や医学のように、論文数、被引用数の両方で研究成果の促進が観察された分野がある一方で、研究促進効果が観察されなかった分野もある。しかしながら、論文の出版、被引用には分野毎に研究スタイルの相違があり、今後の研究成果の評価においては、こうした研究スタイルの相違にも考慮する必要があろう。

また、このように論文、被引用数による計量的な評価結果と、21 世紀 COE プログラム委員会の評価結果の間では傾向の相違があり、今後は審査委員会方式の評価と客観的なエビデンスベースの評価の補完的役割分担を検討吟味することも重要である。

さらに、今後は、学術論文間の被引用だけではなく、学術論文が特許にどのように引用されたかについても調査研究を進め、学術研究がどのように産業界でも応用されていくのかというサイエンス・リンケージの解明も重要になる。

[2] Fukuzawa, N. and T. Ida (2016) "Science Linkages between Scientific Articles and Patents for Leading Scientists in the Life and Medical Sciences Field: The Case of Japan," *Scientometrics* vol. 106.2: 629-644.

その要旨は以下のようにまとめられる。

- 論文から論文への被引用数が多いトップ 10 論文に注目すると、山中伸弥教授が Cell に 2006 年に発表した論文の被引用数が最も多く、2,670 回引用されている。同じ研究者が数回登場しており、数名のトップ研究者が牽引していることが示唆される。
- 論文から特許への被引用数が多いトップ 10 論文に注目すると、山中伸弥教授

がCellに2007年に発表した論文の被引用数が最も多く、414回引用されている。論文への引用が多いトップ10論文は特許にも多数引用されており、Yamanaka (Cell 2006)、Yamanaka (Cell 2007)、Akira (Nature 2000)は論文・特許双方の高被引用トップ10にランクされている。

- 論文-論文被引用については発表されてから2年-5年が最も多く、3年目に1本あたり最大6.57回引用され、その後緩やかに減少していく。発表してからの2年間で急激に引用が増加しており、学術界へはすぐにインパクトを与えることが分かる。
- 論文-特許被引用については論文が発表されてから5年-10年で最も多くの引用を得ており、5年目に1本あたり最大0.47回引用される。引用され続ける期間が長い特徴がみられる。特許に実用化されるまでには論文と比べるとある程度の年数を要する。
- 論文-特許被引用と論文-論文被引用の関係を見るために、被説明変数には論文-特許被引用数、説明変数には論文-論文被引用数を使用して回帰分析した。その限界効果は0.036で、1%水準で統計的に有意であった。つまり、論文から論文への被引用数が100増えると、特許への被引用数は3.6増えて、論文-論文被引用数は論文-特許被引用数と正に有意な関係があり、学術界で質が高い論文は特許にもより多く引用されることが分かった(正のサイエンス・リンケージ)。
- 各研究者の総額研究費と論文の被引用数の間には、逆U字の関係がみられる。研究費は年間1億9千万円の場合に、最も論文の質が高くなる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

[1] Ida, T. and N. Fukuzawa (2013) "Effects of Large-Scale Research Funding Programs: A Japanese Case Study," *Scientometrics* vol. 94.3: 1253-1273.

[2] Fukuzawa, N. and T. Ida (2016) "Science Linkages between Scientific Articles and Patents for Leading Scientists in the Life and Medical Sciences Field: The Case of Japan," *Scientometrics* vol. 106.2: 629-644.

〔学会発表〕(計 0件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/~ida/4Hoka/21coe/coe.htm>

6. 研究組織

(1)研究代表者

依田高典 (TAKANOTRI IDA)

京都大学・経済学研究科・教授

研究者番号：60278794

(2)研究分担者

該当者なし

(3)連携研究者

該当者なし