

サイエンスベースのイノベーション実現のための  
吸収能力：  
全国イノベーション調査を用いた実証分析  
Absorptive Capacity for  
Science-Based Innovation Propensity:  
An Empirical Analysis  
Using the Japanese National Innovation Survey

2023 年 3 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

第 1 研究グループ

元橋一之 池内健太 山口晃

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からの御意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、必ずしも機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

The DISCUSSION PAPER series is published for discussion within the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) as well as receiving comments from the community.

It should be noticed that the opinions in this DISCUSSION PAPER are the sole responsibility of the author(s) and do not necessarily reflect the official views of NISTEP.

【執筆者】

元橋一之

東京大学大学院工学系研究科 教授  
文部科学省科学技術・学術政策研究所 客員研究官  
独立行政法人経済産業研究所 ファカルティフェロー

池内健太

独立行政法人経済産業研究所 上席研究員  
文部科学省科学技術・学術政策研究所 客員研究官

山口晃

文部科学省科学技術・学術政策研究所 研究員

【Authors】

MOTOHASHI Kazuyuki Professor, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo  
Affiliated Fellow, National Institute of Science and Technology Policy  
(NISTEP), MEXT  
Faculty Fellow, Research Institute of Economy, Trade, and Industry  
(RIETI)

IKEUCHI Kenta Senior Fellow, Research Institute of Economy, Trade, and Industries (RIETI)  
Affiliated Fellow, National Institute of Science and Technology Policy  
(NISTEP), MEXT

YAMAGUCHI Akira Research Fellow, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

本報告書の引用を行う際には、以下を参考に出典を明記願います。  
Please specify reference as the following example when citing this paper.

元橋一之・池内健太・山口晃(2023)「サイエンスベースのイノベーション実現のための吸収能力：全国イノベーション調査を用いた実証分析」, *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.221, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp221>

MOTOHASHI Kazuyuki, IKEUCHI Kenta, YAMAGUCHI Akira (2023) “Absorptive Capacity for Science-Based Innovation Propensity: An Empirical Analysis Using the Japanese National Innovation Survey,” *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.221, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp221>

**サイエンスベースのイノベーション実現のための吸収能力：全国イノベーション調査を用いた実証分析**  
文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第1研究グループ

**要旨**

最近の米国企業の研究開発活動を見ると、基礎研究から手を引いて、開発に注力する傾向がみられる。日本においても企業が基礎研究から手を引く状況は、企業に所属する著者による科学論文数の低下などにみられる。しかし、その一方で、産業のイノベーション・プロセスにおいて科学的知識の重要性は高まっている。本研究は、科学的知見に基づく（サイエンスベースな）画期的なイノベーションを実現するために必要となる吸収能力の内容について、研究開発投資（財政的資源）と科学技術人材（人的資源）の両面に着目して実証分析を行っている。具体的には、学術論文及び特許を用いた書誌情報と全国イノベーション調査による企業データとを接続することによって、科学的知見が企業の画期的なイノベーションにつながっているのか否か、また、画期的なイノベーションを実現するために必要となる補完的な経営資源は何かに焦点をあてて分析を行った。分析の結果、科学的知見は、それ自体では必ずしも画期的イノベーションに結び付いていないが、研究開発投資が多く、また科学技術人材が多ければ、科学的知見は画期的イノベーションに有意に正の相関があることが分かった。これは、科学的知見の活用において、研究開発投資や科学技術人材といった吸収能力が重要であることを示唆している。

**Absorptive Capacity for Science-Based Innovation Propensity: An Empirical Analysis Using the Japanese National Innovation Survey**

First Theory-Oriented Research Group, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

**ABSTRACT**

Looking at recent R&D activities of U.S. firms, there is a trend of the firms pulling back from basic research and focusing on development. In Japan, firms are also withdrawing from basic research, as evidenced by the decline in the number of scientific papers written by authors who are inside of firms. On the other hand, scientific knowledge is becoming increasingly important in the industrial innovation process. This study conducts an empirical analysis of the content of absorptive capacity required to realize radical innovations based on scientific knowledge, focusing on both R&D investment and human resources in science and technology. Specifically, by connecting bibliographic information of academic papers and patents with firm data from the Japanese National Innovation Survey, we analyzed whether scientific knowledge led to radical innovations, and what resources were needed complementally to radical innovation. We find that scientific knowledge alone may not be associated with radical innovation. However, we also find that scientific knowledge is significantly and positively correlated with radical innovation if the firms have a higher level of R&D investment, as well as a higher level of human resources in science and technology. This highlights the role of absorptive capacity, such as R&D investment and human resources in science and technology, in promoting the utilization of scientific knowledge.

[空白のページ]

サイエンスベースのイノベーション実現のための吸収能力：  
全国イノベーション調査を用いた実証分析

## 1 はじめに

最近の米国企業の研究開発活動を見ると、基礎研究から手を引いて、開発に注力する傾向が見られると言われている。その原因については、大企業の選択と集中（基礎研究より特定分野の応用開発に集中）、中国などの新興国の台頭と競争激化（短期的なイノベーション指向）、基礎研究を担う大学など公的な研究機関との役割分担（Division of Innovative Labor）などが挙げられている（Arora et al., 2021）。

日本においても、企業が基礎研究から手を引く状況は、企業に所属する著者による科学論文数の低下などに見られる（西川・黒木・伊神, 2021）。しかしその一方で、産業のイノベーション・プロセスにおいて科学的知識の重要性は高まっている。日本企業に対するアンケート調査やヒヤリングの結果から見て、企業でのイノベーションにおけるサイエンスの位置づけは高まっている（元橋・上田・三野, 2012; 元橋, 2014）。この傾向はITやライフサイエンスの大部分におけるハイテク分野に特に見られる。デジタル技術の進展やインターネットの普及によってイノベーション・プロセスに変革が見られるが、AI分野においては企業に所属する研究者による論文発表と特許出願が同時に進んでいる（Hartmann and Hankel, 2020）。また、ヒトの遺伝子機能解析によって医薬品の研究開発プロセスも大きく変化し、大手製薬メーカーにおいても大学発ベンチャーなどとの連携によって最新の科学的知見を研究開発に取り込むことが重要になっている（元橋, 2009）。

更に、日本においては2004年に行われた国立大学の法人化など、公的研究機関のシステムの改革が行われ、その結果として国立大学等における特許の機関帰属が可能となり、大学からの知財ライセンスや産学共同研究が活発に行われるようになった（池内・絹川・塚田, 2021、池内・元橋・Kwon, 2022）。一方、企業サイドにおいては、イノベーションのサイエンス化が進展する中で、より画期的なイノベーションを生み出すために産学連携等のオープン・イノベーション活動を活発化させている（Marx and Fuegi, 2020）。

ただし、これまで自社になかった科学的な知見をイノベーション・プロセスに取り入れて、画期的なイノベーションを進めていくことは、企業にとって大きなリスクを抱えることになる（Arora et al., 2016）。まず、科学的知見は原理的に可能であることを示しているだけで、実際に商品等のイノベーションとして成立させるための概念実証（Proof of Concept）ができていない。従って、開発に伴う技術的リスクが存在する。また、その結果として生まれた商品等は、画期的である反面、既存顧客又は新しい顧客に受け入れられるかどうか不確実である。つまり、マーケットリスクも大きいこととなる。

また、特に外部から技術シーズを取り入れて、イノベーションとして実現するためには、自社における吸収能力(Absorptive Capacity)が重要であることが指摘されている（Cohen and Levinthal, 1990）。更にその吸収能力は外部から技術を吸収する潜在吸収能力（PAC：

Potential Absorptive Capacity) と得られた技術をイノベーションとして実現させる実現吸収能力 (RAC: Realized Absorptive Capacity) に分類することができ、企業組織内でその両者をバランスよく機能させることが重要であるとされている (Zahra and George, 2002)。ここでは、科学的知見をベースに画期的なイノベーションを実現するために必要となる吸収能力の内容について、研究開発投資 (財政的資源) と科学技術人材 (人的資源) の両面に着目して実証研究を行った。

企業のサイエンスリンケージ (科学的知見との関係性) と画期的イノベーションの関係については、これまで多くの研究が行われている。例えば、Veugelers and Wang (2019) においては、サイエンスベースのイノベーションにおいて、科学的な新規性とイノベーションの技術的インパクトには正の相関関係があることを示している。また、Cassiman et al.(2018)は、科学的知見とイノベーションとの間のギャップを埋めるための要因として、産学間の人材流動と共同研究等の関係性に着目して分析を行っている。ただし、これらの分析はイノベーションのアウトプット指標として特許データを用いており、イノベーションが商品等として結実するまでのプロセスについて分析しているものではない。新商品等の分析については、イノベーション調査等 (「共同体イノベーション調査 (CIS)」や「全国イノベーション調査」など、又はそれに類するアンケート調査) によるデータを用いた実証分析が行われている (Arora et al., 2016; Kani and Motohashi, 2017; Laursen and Salter, 2006)。これらの分析は主に知識の源泉としての大学等とその他の機関、例えば顧客やサプライヤーと比較したものである。イノベーション調査を用いたサイエンスベースのイノベーション・プロセスを分析したものとしては、Mention(2011)や Kobarg et al.(2018)が挙げられる。Mention(2011)では企業が得る情報がサイエンスベースである方が、市場にとって新しいイノベーションへと結びつくことを明らかにしている。ただし、本研究で用いるような吸収能力については考慮されていない。Kobarg et al. (2018) においては、産学連携と急進的/漸進的なイノベーションとの関係について、内部研究開発や人的資本等を吸収能力として見立て、急進的又は漸進的なイノベーションに対する産学連携の効果にどのような影響があるかを調べている。本研究はこれに近いが、本研究ではイノベーション・アウトカムについて、{イノベーション実現なし/企業にとって新しい/市場にとって新しい/世界にとって新しい}といった順序を立てて分析をしている。

本研究では、学術論文及び特許を用いた書誌情報と全国イノベーション調査による企業データとを接続することによって、科学的な知見を起点として、それが企業の画期的なイノベーションにつながっているのか否か、また、画期的なイノベーションを実現するために必要となる補完的な経営資源は何かに焦点を当てて分析を行った。

以下、次節においては、実証研究で検証するための仮説について述べる。次に第 3 節において、分析に用いたモデル及びデータとデータ特性について述べる。第 4 節では、仮説検証のためのモデル及びその分析結果について述べる。最後に第 5 章で全体をまとめたうえで、今後の研究課題について述べる。

## 2 検証仮説

企業のプロダクト・イノベーション実現は急進的（Radical）イノベーションと漸進的（Incremental）イノベーションに分類される。急進的か漸進的かは主に、イノベーションのアウトプット、つまり新製品やサービスが、既存のものと比較してどの程度異なるかで判断される。イノベーション調査においては、プロダクト・イノベーションの新規性について、市場にとって新しい新製品・サービス、企業にとって新しい新製品・サービスなどと分類されている。

急進的なイノベーションは、これまでの商品とは異なる技術が用いられていることが多い。従って、急進的なイノベーションの実現については、自社に存在しない技術等に関して、探索的な活動（Exploration）が伴うことが多い。イノベーションは、最終的には自社の経営資源を活用（Exploitation）し、新製品等のアウトプットとなって結実するが、画期的なイノベーション（世界にとって新しい等、後述）においては、多くの探索的活動が必要となると同時に、それを実現するために、より大きな補完的経営資源が必要となる。Daneels (2002)は、Exploration と Exploitation のバランスについて、市場面と技術面に分解し、その相互プロセスにおいて画期的なイノベーションが実現されるとした。

プロダクト・イノベーションのうち新たな科学的知見が発端となって生まれるものを、サイエンスベースのイノベーションと定義する。典型的には、何らかの科学的原理を利用することで、既存技術が抜本的に改良され、最終的に既存製品と大きく異なる画期的なイノベーションが生まれる。つまり、技術的な Exploration が先行し、製品化が可能な有効な製品技術として確立し（概念実証の確立）、その後市場における Exploration（新規顧客開発、あるいは既存顧客における既存商品とは異なるニーズの把握）と Exploitation（最終的な商品仕様の決定）のプロセスを経ることが一般的と考えられる。従って、以下の仮説が導かれる。

H1. サイエンスベースの研究開発に取り組む企業ほど、より画期的なイノベーションを実現しやすい。

科学的知見は、科学技術・学術活動を行っている大学等の公的研究機関によって生まれることが多い。大学等の公的研究機関は営利を主たる目的として研究開発を行っておらず、一方でアカデミック・コンペティション（学術的な競争）においては研究成果の新規性を主たる尺度とした評価が行われる。従って、公的資金に基づく大学等の研究成果は新規性の高いものが生まれやすいと考えられる。一方、科学的知見の獲得を目的とした研究開発は企業においても行われているが、企業の研究開発投資全体における割合は小さい。また、営利目的の企業において、自社単独で行う研究開発と比較して、産学連携による共同研究開発は、新規性の高いイノベーションを目標とする可能性が高い。更に、科学的知見としての新規性は、イノベーションの技術的インパクトと正の相関関係があることとされている。

る (Veugelers and Wang, 2019)。従って、以下の仮説が導かれる。

H2. 産学連携に取り組む企業ほど、より画期的なイノベーションを実現しやすい。

科学的知見をベースにイノベーションを実現させるためには、自社内における補完的な経営資源が重要となる。産学連携（オープンイノベーション等）による科学的知見をベースにした画期的なイノベーション実現のためには、技術面でも市場面でも探索的な活動が大きくなる (Veugelers and Wang, 2019 ; Arora et al., 2016)。特に技術面においては、科学的知見を商品化可能な技術に落とし込むための概念実証が必要となる。その上で既存の技術的資産を組み合わせ、市場に関する情報と併せて、最終的な製品開発のプロセスが必要となる。それぞれの段階において、企業内のより大きな吸収能力を必要とする。従って、以下の仮説が導かれる。

H3. より大きな吸収能力を有する企業ではそうでない企業と比べて、サイエンスベースの研究開発及び産学連携が画期的イノベーションに効果を与えやすい。

この吸収能力、あるいはサイエンスベースのイノベーションを実現するための補完的な経営資源について、より詳細に見ていきたい。まず、科学的知見を商品化可能な技術に落とし込むためには、科学的知見に対する理解と商品開発の知識の両方の能力を有する人材が必要である (Murovec and Pordan, 2009; Kobarg et al., 2018)。科学的研究と企業内の研究開発の両方の経験が必要となるので、具体的には、大学において科学的研究の経験がある企業内の研究開発人材、あるいは、企業内で科学的研究を行っている企業内の研究者がその対象となる。これらの企業内人材は、産学連携等によって得られた科学的知見を産業技術の観点から解釈し、具体的な商品としての活用可能性の探索、そのための概念実証を実施して新商品として結実させる上で重要な役割を有する。従って、以下の仮説が導かれる。

H3a. より多くの科学技術人材を有する企業はそうでない企業に比べて、サイエンスベースの研究開発及び産学連携が画期的イノベーションに与える効果を与えやすい。

また、外部の科学的知見を企業内の技術資産として取り込み、それを商品化していくためには、当該商品の技術、市場両面の新規性のゆえ、通常の研究開発プロジェクトと比較して多くの研究開発コストが必要となると考えられる。従って、イノベーション実現のためには、積極的な研究開発投資を行うことにより、企業内により多くの技術資産を有することが必要である (Murovec and Pordan, 2009; Kobarg et al., 2018)。従って、以下の仮説



が導かれる。

H3b. より大きな研究開発投資を行っている企業はそうでない企業に比べて、サイエンススペースの研究開発及び産学連携が画期的イノベーションに与える効果を与えやすい。

### 3 データ、モデル、記述統計およびデータの特性

はじめに、データセットの作成について記す。本研究で使ったデータは「全国イノベーション調査 2015 年調査（第 4 回全国イノベーション調査）」と「IIP パテントデータベース」である。さらに、Web of Science 収録の学術論文データを用いて、論文著者と特許発明者のマッチング結果及び論文要旨と特許の概要のテキスト情報を用いた内容の類似性の測定結果を用いる（元橋・小柴・池内, 2021）。IIP パテントデータベースについては特許出願に関するデータを用いており、2019 年までの情報が収載されている<sup>1</sup>。

ここで、「全国イノベーション調査」は企業単位の情報であり、「IIP パテントデータベース」は特許単位の情報であるため、「全国イノベーション調査」の対象企業を特許出願人に対応付ける。そこで、まず「IIP パテントデータベース」に含まれる特許出願人の社名の情報のみを抜き出し、それが ida（特許 id）と結び付けられるように別ファイルを残す形で、全国イノベーション調査の社名と IIP パテントデータベースの社名の 2 つのデータについて、Stata のアドインプログラムである Matchit を用いて接合を行った。この際、類似度の閾値は「0.75」に設定した。Matchit による接合は多対多になるので、最も類似度が高いものを残し、さらに、住所情報から緯度及び経度の情報を得て<sup>2</sup>、緯度及び経度の差の絶対値の合計について「0.15」を超えるものをサンプルから落とした。全国イノベーション調査には 12,526 社についての情報が含まれるが、このうち 2,029 社について接合ができた。したがって先述した企業名（企業 id）と特許 id が紐づくファイルを利用することで、特許単位のデータセットが構築できることになる（同一企業の特許に対し、同一のイノベーション調査の回答結果が結びつくデータセットが完成したことになる）。ここにさらに特許属性に関する情報を接合し最終的なデータセットを作成した。

なお、「全国イノベーション調査 2015 年調査（第 4 回全国イノベーション調査）」の参照期間は 2012 年から 2014 年までであり、参照期間より前の 3 年間（2009 年から 2011 年まで）に出願された特許を対象とした。また、分析は被説明変数が企業単位（企業がどの程度のイノベーションを実現したか）となるため、後述するように何らかの方法で特許単位のデータセットを企業単位に集計しなければならない。これらの特許属性の情報の付加できた最終的なサンプルサイズは 602 社となった。

---

<sup>1</sup> なお、「IIP パテントデータベース」については池内・元橋(2019)において発明者の名寄せ処理をしたデータを活用している。

<sup>2</sup> これには東京大学空間情報科学研究センターの「CSV アドレスマッチングサービス」を用いた。

次に、分析するモデルについて説明する。本研究では、先述のようにサイエンスリンケージと画期的イノベーションの関係について調べている。画期的イノベーションの指標は、全国イノベーション調査 2015 年調査での調査項目では、「イノベーションを実現しなかった」、「企業にとって新しいイノベーションを実現した」、「市場にとって新しいイノベーションを実現した」及び「世界にとって新しいイノベーションを実現した」に分類される。これを被説明変数に用いるため、順序変数として取り扱うことが自然であるので、順序プロビット分析モデルを用いることとした。その際、以下のように画期的イノベーションの指標を設定して、従属変数として用いた。

表 1：画期的イノベーションの指標

イノベーションの種類	割り当てる数値
イノベーションを実現しなかった	0
自社にとって新しいイノベーション	1
市場にとって新しいイノベーション	2
世界にとって新しいイノベーション	3

本研究で注目する独立変数はサイエンスリンケージの指標であり、表 2 のように整理される。まず、産学連携の代理指標として「アカデミア発明者特許（比率）」及び「アカデミック特許の引用数」を用いて、仮説の H2 及び H3b を検証する。「アカデミア発明者特許（比率）」は、その企業が出願した特許数のうち、大学または公的研究機関に所属する研究者との共同発明特許の数の比率であり、その企業の産学連携活動への取り組みの程度を示していると考えられる。一方、「アカデミック特許の引用数」はその企業の出願特許が（後方）引用したアカデミック特許（大学または公的研究機関に所属する研究者による発明特許）の数の平均値であり、産学連携に取り組む企業では共同研究相手先である大学や公的研究機関の特許を引用する傾向が高いため、この指標は高い値を取ると考えられる。そのため、産学連携の指標として「アカデミア発明者特許（比率）」の代わりに、「アカデミック特許の引用数」を用いた分析も行うことで結果の頑健性を確認する。

次に、企業の研究開発のサイエンスベースの程度をあらわす指標として「類似度 10 位（50 位、100 位）以内の論文数」を用いて、仮説 H1 及び H3a を検証する。「類似度 10 位（50 位、100 位）以内の論文数」はその企業が出願した特許のテキスト情報に基づいて、相対的に内容が類似している学術論文の数の平均値である。例えば、類似度 10 位以内の論文数が 3 の特許の場合、その他の特許及び論文との内容の類似性を評価した時に、類似度の高い 10 位の中に論文は 3 本入っていて、残りの 7 つは特許であることを示している。科学的知見をベースとした研究開発に取り組む企業の場合、その研究開発の成果としての特許には発明の元になった科学的知見が含まれる論文が存在し、その特許の内容は論文の内容との類似性が高くなると考えられる。他方、科学的知見を研究開発のベースにしていな

い企業の特許には内容の類似する論文は少ないと考えられる。なお、類似性の程度の閾値として、類似度 10 位以内、50 位以内、100 位以内のそれぞれの指標で分析を行い、結果の頑健性を確認する。

表 2：サイエンスリンケージの指標

アカデミア発明者特許（比率）	企業において、2009 年から 2011 年までに当該企業が出願人として含まれる特許出願について、大学又は公的研究機関に所属する者がその発明者に含まれる共同発明特許出願数を、出願特許の総数で除したもの
アカデミック特許の引用数	2009 年から 2011 年に企業が出願した特許が後方引用したアカデミック特許（大学または公的研究機関に所属する研究者による発明特許）の数を特許単位で平均したもの
類似度 10 位以内の論文数	企業において、2009 年から 2011 年までに当該企業が出願人として含まれる特許出願について、その発明の要旨に
類似度 50 位以内の論文数	対してその内容が最も類似するとして同定された文献（特許・学術論文）10 位、50 位、100 位のうちに占める学
類似度 100 位以内の論文数	術論文の数を特許出願単位で平均したもの

次に、これらサイエンスリンケージの指標の単独項に加え、サイエンスリンケージの指標に吸収能力の代理指標を掛け合わせた交差項を説明変数に加えて分析を行い、それぞれのサイエンスリンケージの指標に対して、どのようなタイプの吸収能力の指標が影響を与えているかを検証する。科学技術人材の吸収能力としての効果に関する仮説（H3a）につ

いては、吸収能力の代理指標として「従業者に占める大学院修了者割合」（主に修士課程修了者）を用いる。研究開発投資の吸収能力としての効果に関する仮説（H3b）については、吸収能力の代理指標として従業者一人当たりの研究開発投資額（単位：100 万円）の自然対数「一人当たり R&D（対数）」を用いる。

また、モデルに含まれるコントロール変数は従業者数（自然対数）、従業者一人当たりの R&D（R&D に 1 を足し従業者数で割ったもの、対数）、従業者に占める大学院修了者の割合（単位：%）、海外進出ダミー<sup>3</sup>（海外で製品・サービスを販売・提供したことのある場合に 1 を取るダミー変数）及び産業ダミー（69 種）である。

最後に、データの特性について記述する。まず、基本統計量と相関行列を示した後、イノベーションに関する指標のヒストグラムについて記す。

基本統計量については以下の表 3 を得た。

表 3：分析に用いたデータセットの基本統計量

	サンプル サイズ	平均値	標準偏差	最小値	最大値
イノベーション（順序、世界・市場・企業）	602	0.678	0.985	0	3
従業者数（対数、2012）	602	4.347	1.473	2.303	10.989
一人当たり R&D（対数）	602	-2.831	2.157	-8.830	3.253
従業者に占める大学院修了者の割合（%）	602	4.185	8.907	0	80
海外進出ダミー	602	0.432	0.496	0	1
アカデミア発明者特許（比率）	602	0.060	0.200	0	1
アカデミック特許の引用数	602	0.100	0.302	0	2.833
類似度 10 位以内の論文数	602	0.358	1.013	0	10
類似度 50 位以内の論文数	602	2.193	5.259	0	38
類似度 100 位以内の論文数	602	4.835	10.928	0	81

相関行列については、次の表 4 を得た。

<sup>3</sup> イノベーションの種類の 1 つに「世界にとって新しい」が含まれるため、当該企業が海外進出をしているか否かはコントロールすべきである。

表 4：分析に用いたデータの相関行列

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1    イノベーション（順序，世界・市場・企業）	1.0000									
2    従業者数（対数，2012）	0.1111	1.0000								
3    一人当たり R&D（対数）	0.5522	-0.2447	1.0000							
4    従業者に占める大学院修了者の割合（％）	0.0863	0.1418	0.1864	1.0000						
5    海外進出ダミー	0.2234	0.2021	0.2488	0.1580	1.0000					
6    アカデミア発明者特許（比率）	0.0201	-0.0297	0.0669	0.0846	-0.0113	1.0000				
7    アカデミック特許の引用数	-0.0131	-0.0246	0.0666	0.1232	0.0554	0.2972	1.0000			
8    類似度 10 位以内の論文数	-0.0072	-0.0114	0.0267	0.1691	0.0466	0.1117	0.0716	1.0000		
9    類似度 50 位以内の論文数	-0.0012	-0.0103	0.0452	0.1767	0.0629	0.1297	0.1193	0.9208	1.0000	
10   類似度 100 位以内の論文数	-0.0029	-0.0044	0.0452	0.1749	0.0639	0.1339	0.1361	0.9003	0.9893	1.000

イノベーション指標の分布については、以下の図 1 を得た。分析対象の半数以上がイノベーションを実現していないこと等が見て取れる。なお、0 がイノベーションを実現しなかった、1 が自社にとって新しいイノベーション、2 が市場にとって新しいイノベーション、3 が世界にとって新しいイノベーションである。

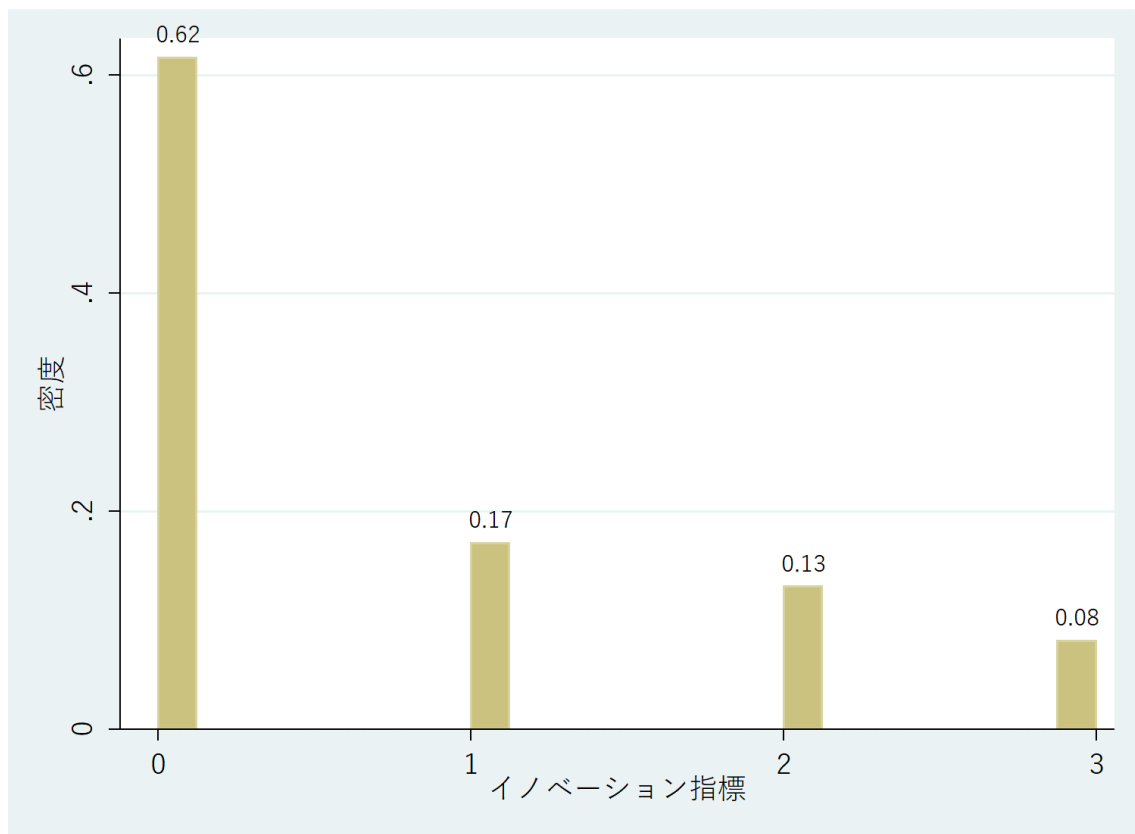


図1：イノベーション指標のヒストグラム

#### 4 分析結果

本節では、画期的イノベーションの指標を被説明変数におき、サイエンスリンケージの指標を説明変数として用いた順序プロビット分析の結果を示す。まず、第1に吸収能力がない場合の結果を示す。次に、吸収能力として、一人当たり R&D と従業者に占める大学院修了者割合の両方を交差項として用いた結果を示す。さらに、吸収能力としての交差項を従業者一人当たり R&D と従業者に占める大学院修了者割合とをそれぞれ別に説明変数として用いた分析を示す<sup>4</sup>。

##### 4.1 吸収能力無しの場合

表5は吸収能力の差を考慮しない場合の画期的イノベーションの順序プロビット回帰分析の係数の推定結果を示している。サイエンスリンケージの指標（アカデミア発明者特許（比率）、アカデミック特許の引用数、類似度10位）の単独項について一つも有意になるケースがなかった。産学連携（アカデミア発明者特許（比率）及びアカデミック特許の引

<sup>4</sup> なお、イノベーション活動の分業化を考えると、親企業や子会社がない企業に限り分析をする必要があるようにも思われるが、サンプルサイズがかなり限られ、いずれの定式化においても有意な結果は得られなかった。

用数)についても、サイエンスベース度(類似度 10 位以内、50 位以内、100 位以内の論文数)についても、サイエンスリンケージの指標のいずれも画期的イノベーションに対して統計的に有意な効果が見られなかった。そのため、仮説 H1 及び H2 は支持されなかった。

表 5：吸収能力無しの場合の推定結果

	(1)	(2)	(3)	(4)
従業者数（対数，2012）	0.139*** (0.048)	0.139*** (0.048)	0.139*** (0.048)	0.139*** (0.048)
一人当たり R&D（対数）	0.491*** (0.042)	0.491*** (0.042)	0.490*** (0.042)	0.490*** (0.042)
従業者に占める大学院修了者の割合	-0.000 (0.007)	-0.000 (0.007)	-0.000 (0.007)	-0.000 (0.007)
海外進出ダミー	0.082 (0.133)	0.079 (0.132)	0.082 (0.133)	0.083 (0.132)
アカデミア発明者特許（比率）	0.108 (0.257)		0.118 (0.257)	0.125 (0.257)
アカデミック特許の引用数		-0.0887 (0.198)		
類似度 10 位以内の論文数	0.033 (0.050)	0.036 (0.049)		
類似度 50 位以内の論文数			0.004 (0.009)	
類似度 100 位以内の論文数				0.001 (0.005)
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	602	602	602	602

カッコ内はロバスト標準誤差

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意であることを示す。

## 4.2 吸収能力としての従業者一人当たり R&amp;D と大学院修了者割合を用いた場合

以下では、一人当たり R&D を「rd」、大学院修了者割合を「ma」と表記する。表 6 は吸収能力の指標として、従業者一人当たり R&D と大学院修了者割合の二つを用い、サイエンスリンケージとの交差項として用いた場合の結果である。(5)から(7)にかけてアカデミア発明者特許（比率）と大学院修了者割合および一人当たり R&D との交差項は有意に正である。また、近傍論文数（類似度 10 位以内、50 位以内、100 位以内の論文数）については、(5)から(8)にかけて、単独項および一人当たり R&D との交差項は有意に正である。また、(8)においてはアカデミック特許引用数と大学院修了者割合との交差項が有意に正である。また、コントロール変数としての従業者数および一人当たり R&D 自体も有意に正である。

これらの結果から、仮説 H3a は部分的に支持される。すなわち、産学連携を通じた科学的知識の獲得においては科学技術人材の有無が吸収能力として重要であるが、サイエンス



ベースの研究開発については科学技術人材の有無との補完性は確認されなかった。

一方、従業者一人当たり研究開発費については、サイエンスベースの研究開発との交差項、産学連携との交差項の係数がいずれも統計的に有意に正であった。そのため、企業のサイエンスベースの研究開発及び産学連携のいずれにおいても、研究開発投資との補完性があると解釈でき、仮説 H3b は支持される。

表 6：吸収能力としての一人当たり R&D と大学院修了者割合を含めた場合の結果

	(5)	(6)	(7)	(8)
従業者数（対数，2012）	0.135*** (0.048)	0.136*** (0.048)	0.136*** (0.048)	0.138*** (0.048)
一人当たり R&D（対数）	0.452*** (0.045)	0.447*** (0.045)	0.446*** (0.045)	0.449*** (0.045)
従業者に占める大学院修了者の割合	-0.002 (0.010)	-0.001 (0.010)	-0.001 (0.010)	-0.002 (0.009)
海外進出ダミー	0.087 (0.135)	0.096 (0.135)	0.099 (0.135)	0.098 (0.135)
アカデミア発明者特許（比率）	0.478 (0.436)	0.492 (0.460)	0.487 (0.472)	
ma * アカデミア発明者特許（比率）	0.049** (0.022)	0.053** (0.022)	0.053** (0.022)	
rd * アカデミア発明者特許（比率）	0.322** (0.153)	0.308** (0.156)	0.305* (0.160)	
類似度 10 位以内の論文数	0.270*** (0.102)			0.270*** (0.095)
ma * 類似度 10 位以内の論文数	-0.005 (0.009)			-0.002 (0.004)
rd * 類似度 10 位以内の論文数	0.098*** (0.030)			0.101*** (0.032)
類似度 50 位以内の論文数		0.037** (0.016)		
ma * 類似度 50 位以内の論文数		-0.001 (0.002)		
rd * 類似度 50 位以内の論文数		0.016*** (0.005)		
類似度 100 位以内の論文数			0.016** (0.007)	
ma * 類似度 100 位以内の論文数			-0.001 (0.001)	
rd * 類似度 100 位以内の論文数			0.007*** (0.002)	
アカデミック特許の引用数				-0.088 (0.269)
ma * アカデミック特許の引用数				0.027** (0.013)
rd * アカデミック特許の引用数				0.226* (0.123)
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	602	602	602	602

カッコ内はロバスト標準誤差

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意であることを示す。

#### 4.3 吸収能力として一人当たり R&D を用いた場合

次に、表 7 は一人当たり R&D のみを吸収能力の交差項として扱った場合の結果である

が、(12)以外、サイエンスリンケージの指標は単独項でも交差項でも有意に正である。また従業者数、一人当たり R&D の単独項に関する係数も表 6 と比して安定している。また、表 6 では有意でなかったアカデミア発明者特許（比率）の単独項についても有意に正となっている。

表 7：吸収能力として一人当たり R&D を用いた場合の推定結果

	(9)	(10)	(11)	(12)
従業者数（対数，2012）	0.133*** (0.048)	0.132*** (0.048)	0.132*** (0.048)	0.137*** (0.048)
一人当たり R&D（対数）	0.447*** (0.044)	0.443*** (0.044)	0.442*** (0.044)	0.444*** (0.044)
従業者に占める大学院修了者の割合	0.000 (0.008)	-0.000 (0.008)	-0.000 (0.008)	0.002 (0.008)
海外進出ダミー	0.076 (0.135)	0.084 (0.135)	0.086 (0.135)	0.093 (0.135)
アカデミア発明者特許（比率）	0.935** (0.474)	0.973** (0.490)	0.984** (0.495)	
rd * アカデミア発明者特許（比率）	0.459** (0.194)	0.448** (0.195)	0.451** (0.197)	
類似度 10 位以内の論文数	0.255*** (0.085)			0.250*** (0.092)
rd * 類似度 10 位以内の論文数	0.102*** (0.029)			0.098*** (0.033)
類似度 50 位以内の論文数		0.033** (0.013)		
rd * 類似度 50 位以内の論文数		0.017*** (0.005)		
類似度 100 位以内の論文数			0.014** (0.006)	
rd * 類似度 100 位以内の論文数			0.007*** (0.002)	
アカデミック特許の引用数				0.163 (0.231)
rd * アカデミック特許の引用数				0.307** (0.141)
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	602	602	602	602

カッコ内はロバスト標準誤差

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意であることを示す。

#### 4.4 吸収能力として大学院修了者割合を用いた場合

最後に、大学院修了者割合のみを吸収能力として用いた場合の推定結果が表 8 であるが、ここでは(13)から(15)において、サイエンスリンケージの指標に関して大学院修了者とアカデミア発明者特許（比率）との交差項のみが有意になっており、また、(16)においてはアカデミック特許の引用数と大学院修了者割合との交差項のみが有意になっている。類似度が 10 位、50 位、100 位以内の論文数については有意な結果が得られなかった。

表 8：吸収能力として大学院修了者割合を用いた場合の推定結果

	(13)	(14)	(15)	(16)
従業員数（対数，2012）	0.139*** (0.048)	0.139*** (0.048)	0.139*** (0.048)	0.142*** (0.047)
一人当たり R&D（対数）	0.490*** (0.042)	0.489*** (0.042)	0.489*** (0.042)	0.492*** (0.042)
従業員に占める大学院修了者の割合	-0.006 (0.009)	-0.005 (0.010)	-0.006 (0.010)	-0.004 (0.009)
海外進出ダミー	0.098 (0.133)	0.098 (0.133)	0.098 (0.132)	0.089 (0.133)
アカデミア発明者特許（比率）	-0.255 (0.257)	-0.242 (0.258)	-0.235 (0.259)	
ma * アカデミア発明者特許（比率）	0.077*** (0.022)	0.078*** (0.022)	0.078*** (0.022)	
類似度 10 位以内の論文数	0.052 (0.060)			0.061 (0.058)
ma * 類似度 10 位以内の論文数	-0.003 (0.004)			-0.004 (0.003)
類似度 50 位以内の論文数		0.008 (0.011)		
ma * 類似度 50 位以内の論文数		-0.001 (0.001)		
類似度 100 位以内の論文数			0.003 (0.005)	
ma * 類似度 100 位以内の論文数			-0.000 (0.000)	
アカデミック特許の引用数				-0.315 (0.231)
ma * アカデミック特許の引用数				0.033** (0.013)
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	602	602	602	602

カッコ内はロバスト標準誤差

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意であることを示す。

#### 4.5 結果を踏まえた考察

表5の吸収能力を考慮しない分析結果では、サイエンスベースな研究開発（類似度10位以内、50位以内、100位以内の論文数）と産学連携（アカデミア発明者特許（比率）及びアカデミック特許の引用数）の指標のいずれも画期的イノベーションに対して統計的に有意な効果が見られなかったため、仮説H1及びH2は支持されなかった。

一方、表6の吸収能力を考慮した分析結果（表9に主要な分析結果の概要を示す）では、サイエンスベースの研究開発の代理変数（類似度10位以内、50位以内、100位以内の論文数）及び産学連携の代理変数（アカデミア発明者特許（比率）及びアカデミック特許引用数）の全てにおいて、従業者一人当たりR&Dとの交差項の係数が統計的に有意に正であった。そのため、企業のサイエンスベースの研究開発と研究開発費には補完性があると解釈でき、仮説H3bは支持される。

他方、産学連携特許と科学技術人材（従業者に占める大学院修了者の比率）との交差項は統計的に有意に正であるが、サイエンスベースの研究開発と科学技術人材との交差項の係数は統計的に有意ではなく、仮説H3aは部分的に支持される結果である。すなわち、産学連携を通じた科学的知識の獲得においては科学技術人材の有無が吸収能力として重要であるが、サイエンスベースの研究開発については科学技術人材の有無との補完性は確認されなかった。

まず、仮説1が支持されなかったことについて、サイエンスベースの研究開発を行うことによって、必ず画期的なイノベーションが生まれるということではなく、漸進的なイノベーションに対するサイエンスベースの研究開発もありうるということである。また、仮説2は産学連携とイノベーションの種類に関するものであるが、やはり漸進的なイノベーションを目的とした産学連携も存在することから、画期的イノベーションとの明確な関係が得られなかったものと考えられる。つまり、科学的な研究成果は多様性があり、それが新商品等のイノベーションとして結実する際には、必ずしもこれまで市場で見られなかった独創性の高い製品等につながるわけではないということである。

一方で、サイエンスベースの研究開発や産学連携が画期的なイノベーションとして結実するためには、補完的資産を必要とする（仮説3）。ただし、仮説H3a（サイエンスベースの研究開発に対する大学院人材の補完的効果）は支持されなかった。この結果は、ここでのサイエンスベースの研究開発（つまり論文と内容の類似性が高い特許）は外部の科学的知識を活用した発明を必ずしも意味していないことに留意が必要である。この指標は、学術論文と内容的に類似性の高い特許を抽出したものであり、産学連携への取り組みをコントロールした上での影響としては、自社内において科学的な領域に踏み込んだ研究を行っていることを反映したものと考えられる。大学院レベルの人材は、主に大学等における先端技術社内イノベーションに取り込むための必要技術の探索活動において期待される経営資源であり、すでに社内において科学研究活動が行われている場合は、大学院レベルの人材か否かの違いによる影響が小さくなると考えられる。

また、Kobarg et al. (2018)においては産学連携における補完的資産の役割として、高度研究人材と企業内 R&D 投資のそれぞれが画期的イノベーション、漸進的イノベーションのそれぞれにどのような影響をもたらしているのか明らかにしている。具体的には、企業内 R&D 投資（自社技術ストック）は画期的イノベーションについては補完性を持つが、漸進的イノベーションにおいては大学からの技術吸収の障害となり、代替的となるという結果を示している。一方で、高度研究人材はイノベーションのタイプ（画期的か漸進的か）を問わず産学連携によるイノベーションについて補完性を持つとしている。本研究においては、イノベーションの新規性を説明変数としているので、研究人材は、画期的なイノベーションに対しても漸進的なイノベーションに対しても、外部技術に対する探索能力という観点で補完的な効果を有していることから、そのサイエンスベースの研究開発に対する媒介効果は小さくなると考えられる。

表 9：主要な分析結果の概要

	吸収能力	
	科学技術人材 (大学院修了者比率) <H3a>	一人当たり R&D <H3b>
サイエンスベースの研究開発 (論文と類似度の高い特許)		(+)
産学連携 (アカデミアとの共同発明)	(+)	(+)

(+) は有意に正の関係がある事を示す。

## 5 おわりに

本稿においては、全国イノベーション調査と特許情報を接続した企業レベルデータを用いて、企業における科学的知見の活用と画期的イノベーションとの関係についての実証研究を行った。特許における科学論文の引用を用いたサイエンスベースの発明と当該特許の新規性については様々な研究が行われているが (Veugelers and Wang, 2019; Cassiman et al., 2018)、新商品などのイノベーションのアウトプットとの関係について分析を行ったものは多くない。大学等における科学的知見は、それを実用化するための概念実証が完成しておらず、また商品化した場合もそれがマーケットに受け入れられるかどうかのリスクが存在する。サイエンスベースの発明が新規性やインパクトの大きい特許になりやすい傾向は確認されているが、本稿においては、それが画期的なイノベーションのアウトプットとして結実するのか否かについて検証を行った。

分析の結果、科学的知見は、それ自体では必ずしも画期的イノベーションに結び付いて



いないが、研究開発投資が多く、また科学技術人材が多ければ、科学的知見は画期的イノベーションに有意に正の相関があることが分かった。これは、科学的知見の活用において、研究開発投資や科学技術人材といった吸収能力が重要であることを示唆している。具体的には、実用化研究や商品開発を含めた研究開発によって培われる技術ストックや科学的な研究能力を有する人材の補完性である。前者については、産学連携とサイエンスベースの研究開発の両者と補完的であり、後者については産学連携との補完性が確認できた。

我が国においては、企業に所属する著者による科学論文数が低下しており、企業内の研究開発について、基礎的な研究活動を縮小し、応用研究や商品開発を重視する姿勢が見られる。しかし、その一方でイノベーションに関する国際的な競争環境が激化する中で、画期的イノベーションの重要性が高まっている。そのためのインプットとして科学的知見は重要であり、産学連携等のオープン・イノベーション活動を活発化させている。ここで、産学連携を成功させるために重要なのは、吸収能力としての自社内における技術ストックや自社が活用できる科学技術人材である。

<参考文献>

- Arora, Ashish, Wesley M Cohen, and John P Walsh (2016) “The acquisition and commercialization of invention in American manufacturing: Incidence and impact,” *Research Policy*, Vol. 45, No. 6, pp. 1113–1128.
- Arora, Ashish, Sharon Belenzon, and Lia Sheer (2021) “Knowledge spillovers and corporate investment in scientific research,” *American Economic Review*, Vol. 111, No. 3, pp. 871–98.
- Cassiman, Bruno, Reinhilde Veugelers, and Sam Arts (2018) “Mind the gap: Capturing value from basic research through combining mobile inventors and partnerships,” *Research Policy*, Vol. 47, No. 9, pp. 1811–1824.
- Cohen, Wesley M and Daniel A Levinthal (1990) “Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation,” *Administrative Science Quarterly*, pp. 128–152.
- Danneels, Erwin (2002) “The dynamics of product innovation and firm competences,” *Strategic Management Journal*, Vol. 23, No. 12, pp. 1095–1121.
- Hartmann, Philipp, and Joachim Henkel(2020). “The rise of corporate science in AI: Data as a strategic resource,” *Academy of Management Discoveries*, Vol. 6 No.3, pp.359-381.
- Kani, Masayo and Kazuyuki Motohashi (2017) “Determinants of demand for technology in relationships with complementary assets among Japanese firms,” *China Economic Journal*, Vol. 10, No. 2, pp. 244–262.
- Kobarg, Sebastian, Jutta Stumpf-Wollersheim, and Isabell M Welp (2018) “University-industry collaborations and product innovation performance: The moderating effects of absorptive capacity and innovation competencies,” *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 43, No. 6, pp. 1696–1724.
- Laursen, Keld and Ammon Salter (2006) “Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms,” *Strategic*

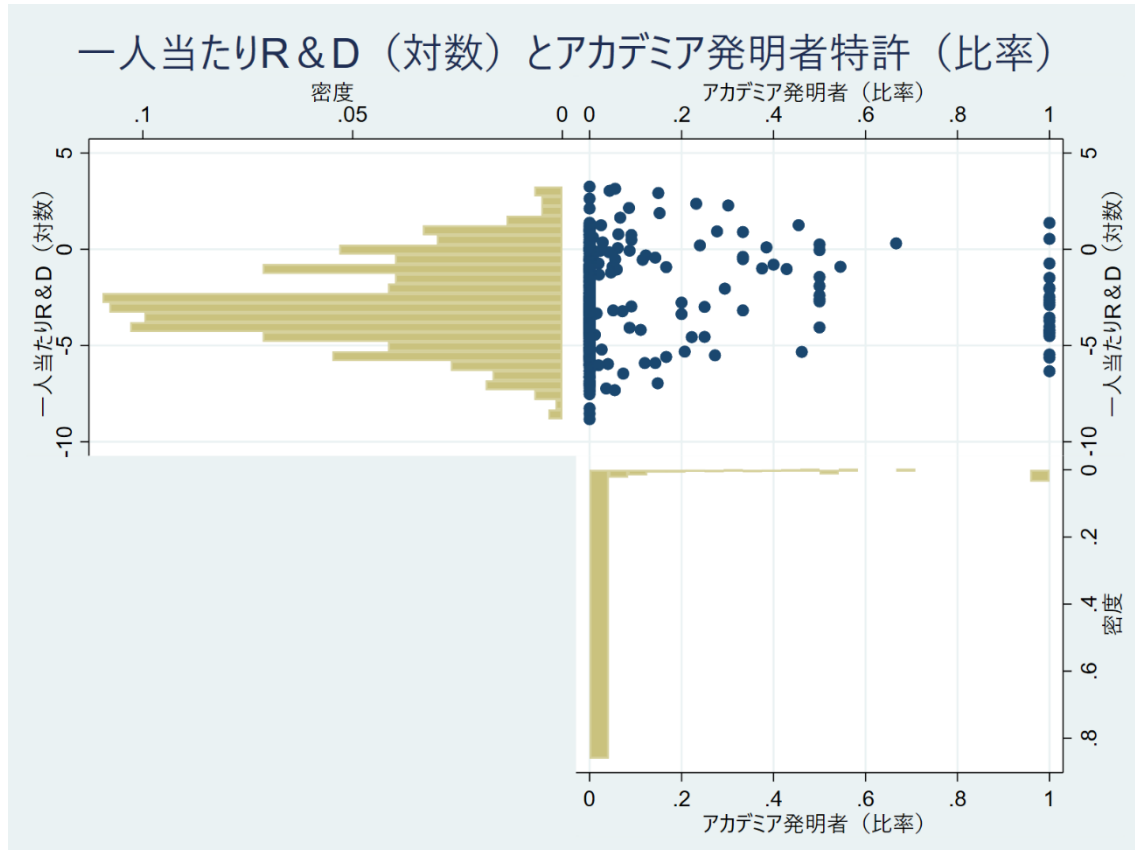
- Management Journal*, Vol. 27, No. 2, pp. 131–150.
- Marx, Matt, and Aaron Fuegi (2020). Reliance on science: Worldwide front - page patent citations to scientific articles. *Strategic Management Journal*, 41(9), 1572–1594.
- Mention, Anne-Laure (2011) “Co-operation and co-opetition as open innovation practices in the service sector: Which influence on innovation novelty?” *Technovation*, Vol. 31, No. 1, pp. 44–53.
- Murovec, Nika, and Igor Prodan (2009) “Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model,” *Technovation*, Vol.29, No.12, pp. 859-872.
- Veugelers, Reinhilde and Jian Wang (2019) “Scientific novelty and technological impact,” *Research Policy*, Vol. 48, No. 6, pp. 1362–1372.
- Zahra, Shaker A and Gerard George (2002) “Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension,” *Academy of Management Review*, Vol. 27, No. 2, pp. 185–203.
- 池内健太, 絹川真哉, 塚田尚稔 (2021) 「特許発明の奨励は大学の基礎研究を阻害するのか?」, *NISTEP Discussion Paper*, No.191.
- 池内健太, 元橋一之 (2019) 「特許データと意匠データのリンケージ: 創作者レベルで見る企業における工業デザイン活動に関する分析」, *NISTEP Discussion Paper*, No.171.
- 池内健太, 元橋一之, Seokbeom Kwon (2022) 「国立大学法人化による大学特許に対する影響: 研究者レベルの実証分析」, *RIETI Discussion Paper*, 22-J-017.
- 西川開, 黒木優太郎, 伊神正貫 (2021) 「科学研究のベンチマーキング 2021」, *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No. 312.
- 元橋一之, 上田洋二, 三野元靖 (2012) 「日本企業のオープンイノベーションに関する新潮流: 大手メーカーに対するインタビュー調査の結果と考察」, *RIETI Policy Discussion Paper Series*, 12-P-015.

元橋一之(2009)『日本のバイオイノベーション:オープンイノベーションの進展と医薬品産業の課題』, 白桃書房.

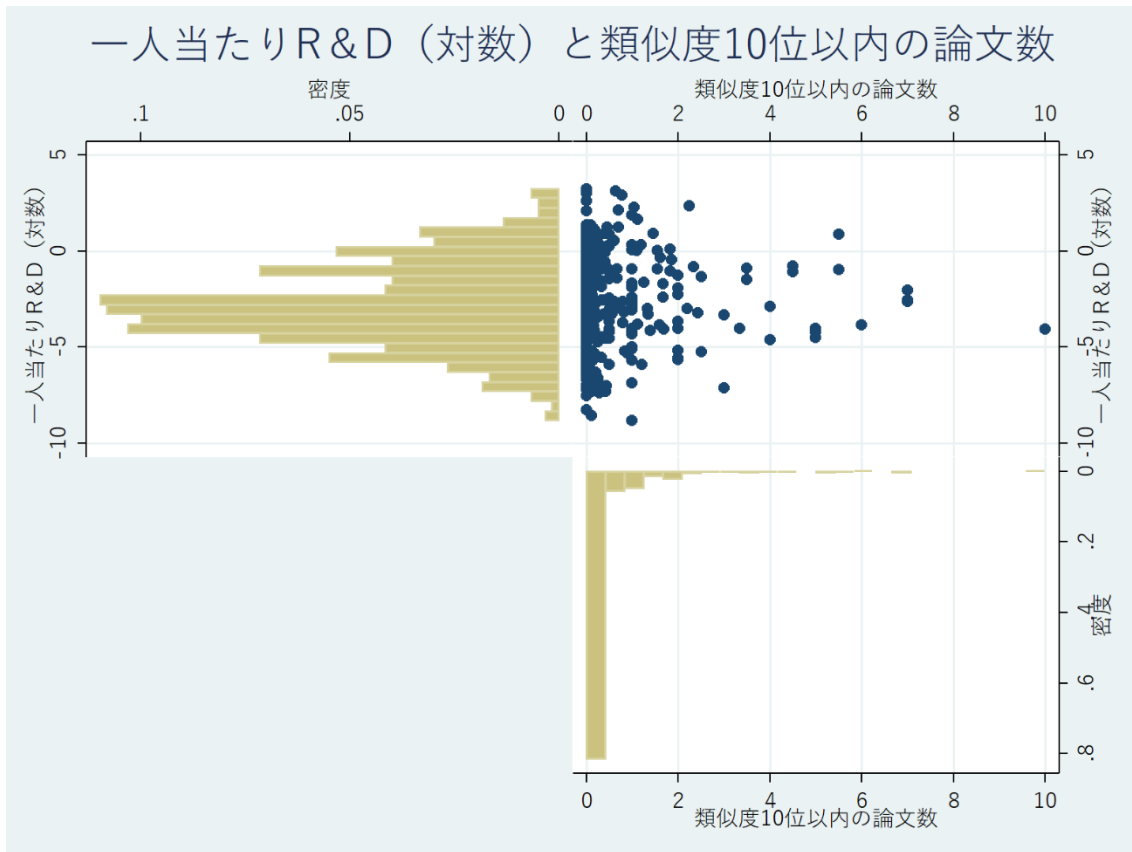
元橋一之(2014)『日はまた高く産業競争力の再生』, 日本経済新聞出版社.

元橋一之, 小柴等, 池内健太(2021)「論文・特許のテキストデータを使った科学と技術の連関分析」, *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.192.

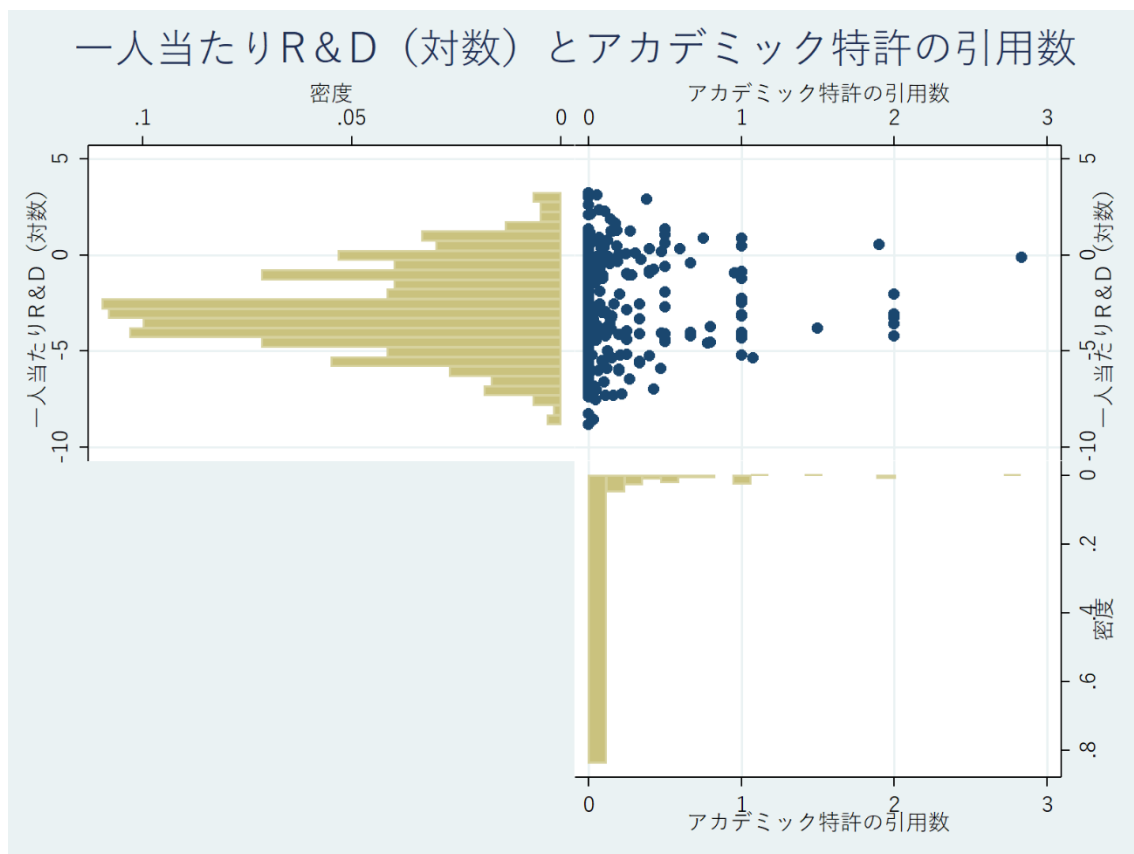
<附録：吸収能力とサイエンスリンケージとの同時分布>



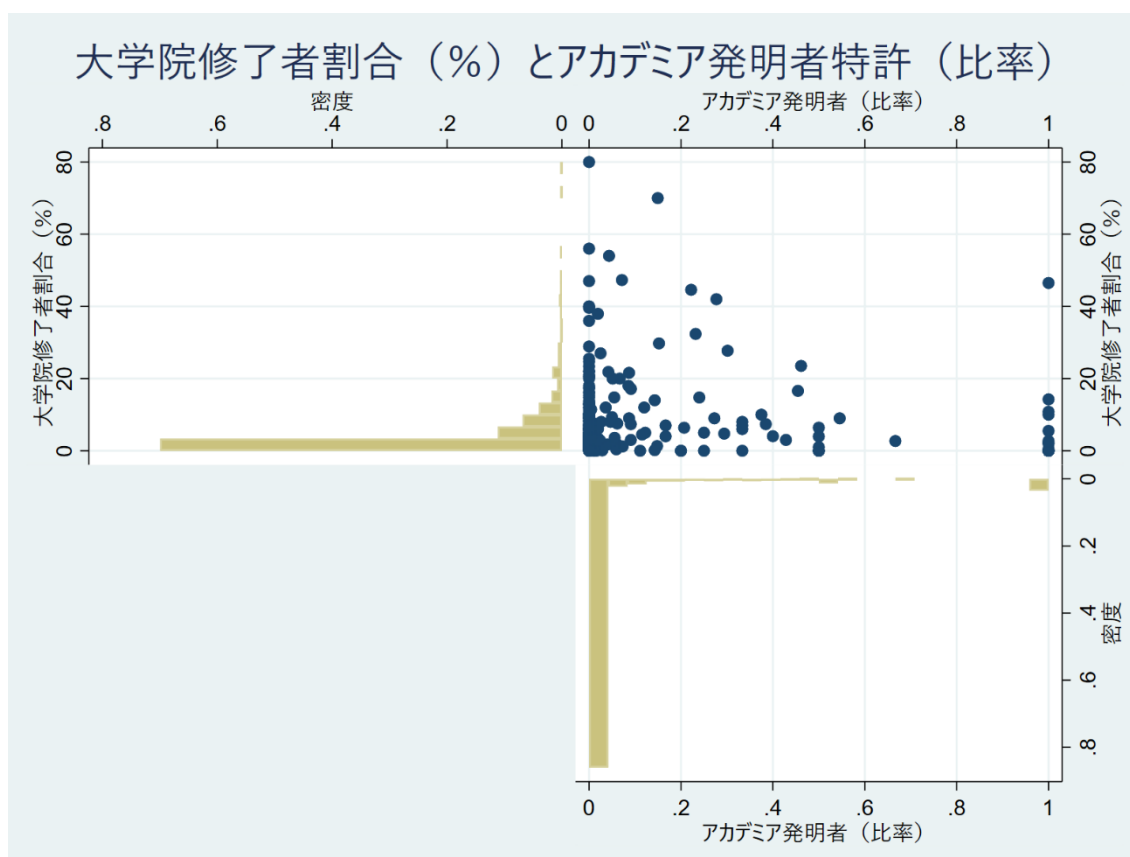
附図 1：一人当たり R&D (対数) とアカデミア発明者特許 (比率) の同時分布



附図2：一人当たり R&D（対数）と類似度 10 位以内論文数の同時分布

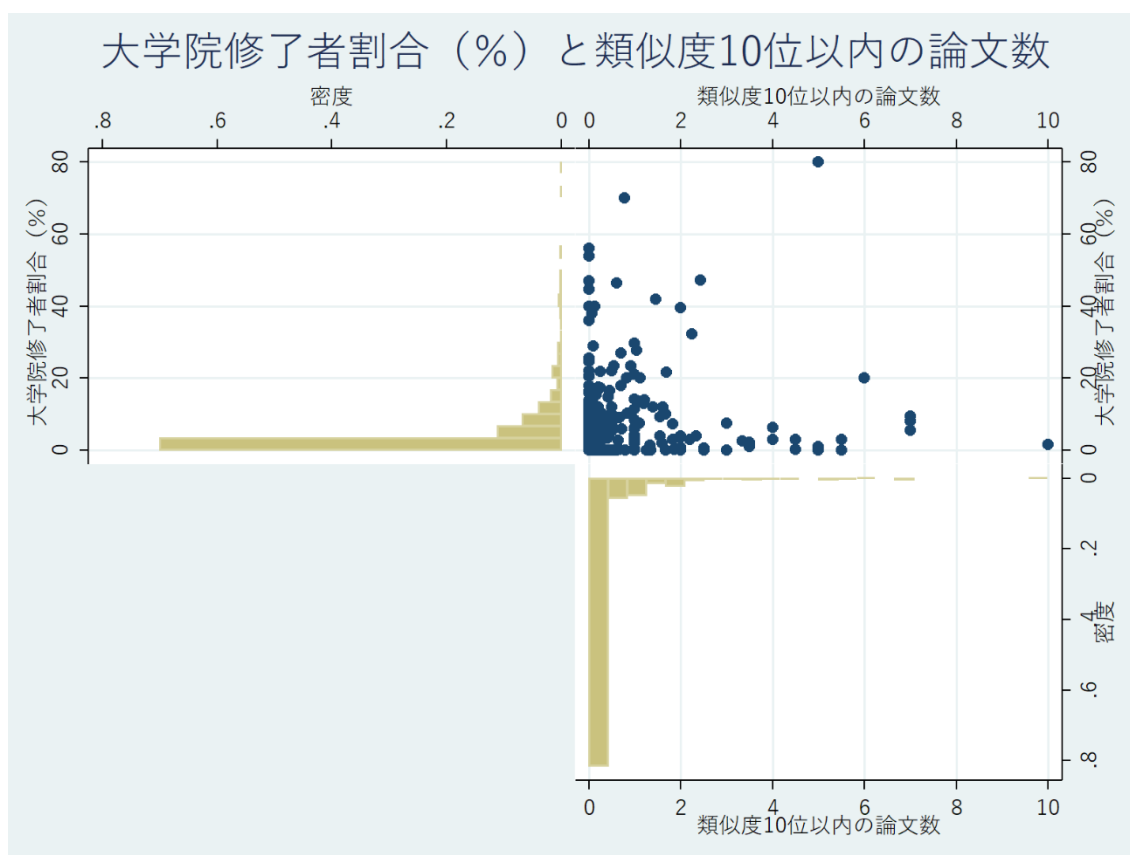


附図3：一人当たり R&D（対数）とアカデミック特許の引用数の同時分布

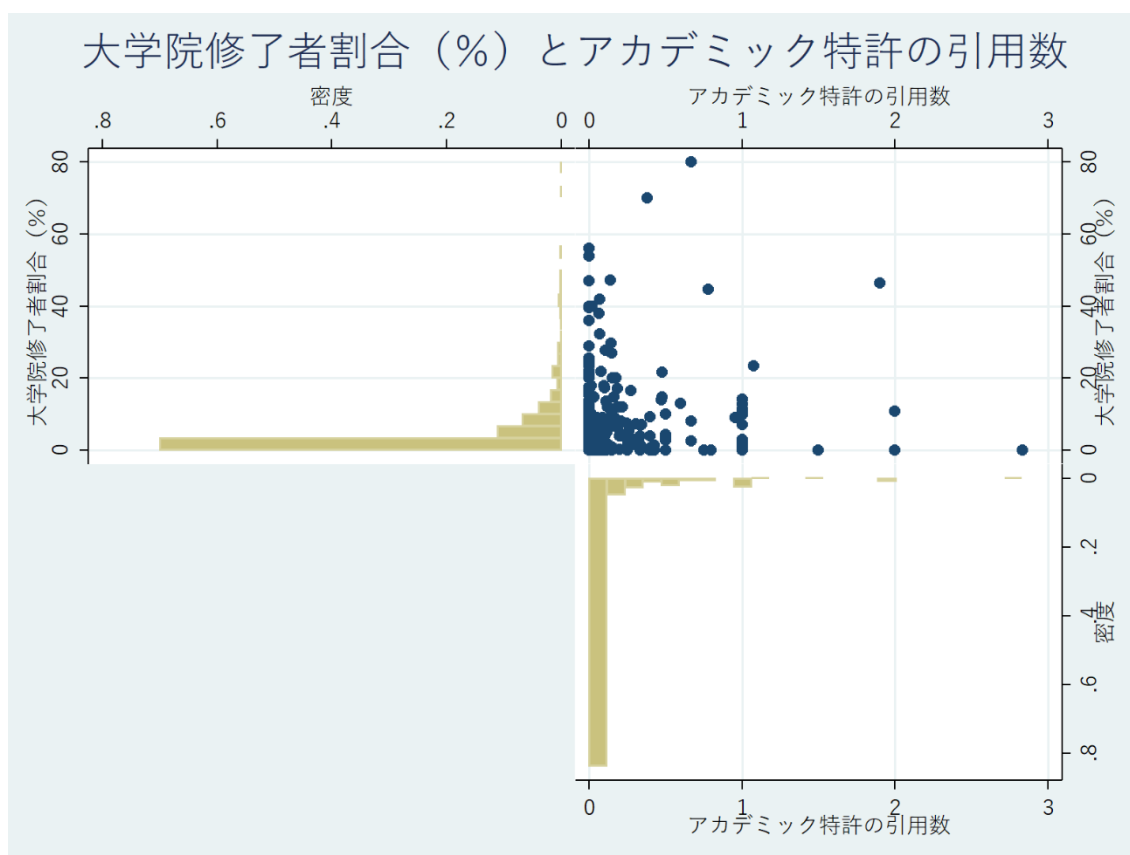


附図 4：大学院修了者割合とアカデミア発明者特許（比率）の同時分布





附図 5：大学院修了者割合と類似度 1 0 位以内の論文数の同時分布



附図 6：大学院修了者割合とアカデミック特許の引用数の同時分布

[空白のページ]

DISCUSSION PAPER No.221

サイエンスベースのイノベーション実現のための吸収能力：全国イノベーション調査を用いた実証分析

2023 年 3 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第 1 研究グループ

元橋一之・池内健太・山口晃

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第 7 号館 東館 16 階

TEL: 03-3581-2396 FAX: 03-3503-3996

Absorptive Capacity for Science-Based Innovation Propensity:  
An Empirical Analysis Using the Japanese National Innovation Survey  
March 2023

MOTOHASHI Kazuyuki, IKEUCHI Kenta, YAMAGUCHI Akira

First Theory-Oriented Research Group

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/dp221>



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