



RIETI Discussion Paper Series 23-J-035

## 産学連携と企業の研究パフォーマンス

乾 友彦

経済産業研究所

枝村 一磨

神奈川大学

Russell Thomson

Swinburne University of Technology



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

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

## 産学連携と企業の研究パフォーマンス<sup>1</sup>

乾友彦（学習院大学/RIETI）

枝村一磨（神奈川大学）

Russell Thomson（Swinburne University of Technology）

### 要 旨

本稿では、2001年から2020年までの日本の企業データを用いて、産学連携が企業の研究活動や生産性に与える影響を定量的に分析する。まず、産学連携を行う企業の特徴を、研究開発インプットやアウトプット、生産性等の観点で分析する。次に、産学連携を行う企業の特徴を踏まえて、産学連携をする企業とそうでない企業を傾向スコアマッチング法でマッチングし、産学連携の実施が生産性や研究費、特許に与える影響を Difference in Differences 法で定量的に検証する。研究規模や生産性、在籍する研究者の特徴が等しく、産学連携の実施有無のみが異なる企業を比較した結果、産学連携後に研究費が増加し、特に応用開発研究費が増加していることが確認された。また、産学連携の前後で、以前から取り組んでいた技術分野の特許件数に変化はなかったが、以前に取り組んでいなかった技術分野の特許件数に増加傾向がみられた。

キーワード：産学連携、研究開発、特許、生産性、傾向スコアマッチング  
JEL classification: O31, O32, O36

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

---

<sup>1</sup>本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「人的資本（教育・健康）への投資と生産性」の成果の一部である。本稿の分析に当たっては、科学技術研究調査報告、企業活動基本調査を利用した。本稿には、研究会のメンバー及び経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。研究にあたり、JSPS 科研費（課題番号 20H00071、18H01029）の支援を受けた。

## 1. はじめに

2009 年の世界金融危機後において先進国の多くの国において労働生産性の低迷が指摘されている。労働生産性低迷の背景には、全要素生産性（Total factor productivity, TFP）の上昇率の低迷等が指摘される。経済全体の TFP を上昇させるには、企業の研究開発活動等を通じたイノベーションの実現、またそのイノベーションの成果が他の企業にスピルオーバーすることが望まれる。

Aerona et al. (2021) が指摘するようにイノベーションの実現にはサイエンス（基礎・応用研究の成果）が重要な役割を果たす。しかしながら、アメリカ企業による基礎・応用研究開発費が全体の研究開発費総額に占める割合は、1980 年代および 1990 年代の 30%弱から、2000 年代は 20%程度に減少している。日本においても総務省の「科学技術研究調査」によると、基礎・応用研究費が全体の研究開発費に占める割合は 1993 年度において 28.1%であったのが、2021 年度において 23.6%に減少している。Griliches (1986)は、基礎研究のシェアの高い企業ほど生産性が高いことを示している。Akcigit, Hanley and Serrano-Velarde (2021)はフランス企業のデータを使用して、基礎研究は応用研究に比して他企業へのスピルオーバー効果が高いことを見出している。このことから基礎研究費の割合の減少は、経済全体の TFP の上昇率の停滞の一因であることが予想される。

このような企業における基礎研究費のシェアの低下を補完することを期待されるのが大学や公的研究機関との連携である。連携を通じて、それらの機関のもつ高度な知識を民間企業が活用することが期待できる。このような期待を受けて、産学官連携を促進する政策が科学技術基本計画の開始された 1990 年代後半以降実施されてきた。2021 年に閣議決定された第 6 期科学技術・イノベーション基本計画では「産学官共創システムの強化」が謳われている。産学連携によって、企業は大学にある最先端の知識や技術を取り入れることによって、企業は効率的に研究開発活動を行うことが可能となり、企業のパフォーマンスが向上することが期待できる。しかしながら、産学連携が企業のパフォーマンスに与える影響を分析した研究は後述の通り限定的である。

本研究は、2001 年から 2020 年の期間において経済産業省「経済産業省企業活動基本調査」と総務省「科学技術研究調査」の調査票情報を企業レベルで接合して、これに IIP パテントデータベースから得た特許情報を加えたデータベースを作成して分析を実施した。最近年までカバーした包括的な企業データベースを使用し、企業の産学連携の参加に関する内生性に一定の配慮した分析を実施したことが、本研究の貢献である。

本論文の次節以降の構成は以下の通りである。第 2 節では先行文献に関して簡単なサーベイを行う。第 3 節では分析手法、第 4 節では分析に用いたデータを説明する。第 5 節では分析結果と結果に基づいたディスカッションを行う。そして第 6 節で本研究と今後の課題について述べる。

## 2. 先行研究

日本における産学あるいは産学官の連携が企業のパフォーマンスに与える影響を分析した研究は限られる。Motohashi (2005) は、経済産業研究所による産学連携実態調査と経済産業省企業活動基本調査（経済産業省）の接続データを用いて、産学連携の決定要因、企業の研究開発や生産活動における生産性への影響について定量的な分析を行っている。産学連携の取組は、企業規模と正の相関をもっているが、規模の小さい企業においては企業年齢の若い企業ほど取組に積極的であることが判明した。また産学連携の取組は、企業の研究開発活動や生産性と正の相関があるとしている。本研究はクロスセクションによる分析であり、因果関係を検証しているものではない。

Nishimura and Okamuro (2011) は、産学連携を行った中小企業 229 社のうち、クラスター支援事業に参加が、参加した企業の 2002 年から 2004 年における研究生産性（特許申請数等で計測）に与えた影響を計測した。その結果、産学連携によって研究生産性は向上したものの、クラスター支援事業への参加については効果が認められなかった。本研究はクラスター支援事業の参加の内生性については考慮する一方で、産学連携を実施に関する内生性は考慮に入れられていない。

より最近の研究としては、岡室・池内 (2019)、Okamuro, Ikeuchi, and Kitagawa (2023)がある。岡室・池内 (2019) は文部科学省が 2002 年度から 2009 年度まで実施したクラスター支援事業（産官学の連携）を研究対象として、総務省「科学技術研究調査」と経済産業省「工業統計調査」の調査票情報データを用いたパネル固定効果分析により、クラスター事業に参加した大学・公的研究機関と民間企業の研究費、参加企業とクラスター地域の製造業事業所の生産性への効果を研究している。クラスター支援政策の効果として、「大学・研究機関との共同研究開発によって企業の生産性等の経営成果が上昇することが期待される」及び「クラスター事業に参加した大学・研究機関・企業からクラスター事業に参加していない地域の企業・事業所への知識スピルオーバーがあれば、クラスター対象地域の製造業事業所の生産性は、クラスター事業開始後に上昇することが期待される」としている。これらの仮説が指示されるかどうかを検証したところ、その結果は、クラスター事業に参加企業の労働生産性は向上しておらず、またクラスター地域における非参加企業の労働生産性も全体的には向上していないことから、スピルオーバーが観察されないことが判明した。Okamuro, Ikeuchi, and Kitagawa (2023)は、岡室・池内 (2019) と同様に文部科学省によるクラスター支援事業による効果の分析を行い、当該クラスター支援事業の参加が、大学や公的研究機関の特許出願を増やす一方、企業の学術論文を増やすことで地域におけるイノベーションを促進したことが確認された。しかしながら、両者の研究ともにクラスター支援事業（産官学の連携）への参加の内生性がコントロールされていない等、因果関係の分析とはなっていない。

本研究ではクラスター支援事業の参加に限定せず、産学連携全般が企業のパフォーマ

ンスに与えた影響を産学連携の実施の内生性に一定の配慮を行いながら、包括的でより最近年におけるデータを使用して分析を実施した。

### 3. 分析方法とデータ

本研究では、産学連携を初めて実施した企業と、外部組織と連携していない企業について、企業のパフォーマンスを比較する。産学連携の実施以前の状態はほぼ同一であると考えられる企業を統計的に抽出し、産学連携実施後のパフォーマンスを比較する必要がある。そこで、産学連携を初めて実施した企業群をトリートメントグループ、外部組織と連携していない企業群をコントロールグループとして、傾向スコアマッチング (Propensity score matching, PSM) と差の差 (Difference in differences, DID) 分析を用いる。分析に用いるデータは、科学技術研究調査や経済産業省企業活動基本調査の調査票情報、IIP パテントデータベース、日本産業生産性 (Japan Industrial Productivity, JIP) データベースである。

#### 3.1 分析方法

産学連携を初めて実施した企業と、外部組織と連携していない企業をマッチングし、産学連携の実施の有無以外は同一と考えられる企業を統計的に抽出するため、PSM を行う。まず、産学連携を実施する確率を仮想的に計算するため、以下の式を probit モデルによって推計する。

$$D = f(\text{生産性, 研究インプット})$$

$D$  は産学連携を初めて実施した場合に 1、外部組織と連携していない場合に 0 をとるダミー変数である。本研究では、PSM の共変量を生産性や研究インプットと考える。つまり、企業の研究活動に影響を与えるのは生産性や研究インプットであると考え、産学連携を実施する以前に生産性や研究インプットが同等である企業を抽出する。生産性は全要素生産性 (Total factor productivity, TFP)、研究インプットは開発研究費ストック、基礎応用研究費ストック、理工系研究者数を代理変数として用いる。

次に、算出された確率を用いて、マッチングを行う。分析結果の頑健性を考慮するため、本研究ではトリートメントグループ 1 社につきコントロールグループ 5 社をマッチングさせる最近傍 (Nearest Neighbors) マッチングと、カーネル・マッチングを行う。

マッチングを行った後、DID 分析を行う。分析対象期間において、産学連携を初めて行った企業をトリートメントグループ、大学だけでなくどの外部組織とも連携を行ったことがない企業をコントロールグループとする。産学連携実施の効果をより詳細に確認するため、産学連携実施の 1 年前と 1 年後、2 年後、3 年後の平均成長率を比較する。

比較を行うアウトカムは、TFP、売上高、研究費、研究集約度、特許出願件数、研究費1万円あたり特許出願件数である。各変数の算出方法等については次節で説明する。

### 3.2 データ

本研究では、企業の研究活動を定量的に把握するため、科学技術研究調査の調査票情報を用いる。科学技術研究調査は総務省が実施する基幹統計であり、特に本研究で用いる甲調査は、資本金又は出資金が1千万円以上の企業が対象となっている。調査自体は1953年から実施されているが、他のデータベースと接合可能である電子データが利用可能なのは2002年調査からである。直近2022年の企業に対する調査では、13500企業を対象としており、回答率は89%となっている。日本における研究活動を包括的に調査するものであり、総売上高等の基本情報や、社内で使用された研究費、基礎研究、応用研究、開発研究に支出された性格別の研究費、大学等の外部組織に支出された社外支出研究費の金額、専門分野別の研究者数等が調査されている。

本研究において、科学技術研究調査で調査されている社外支出研究費の情報を用いて、企業が産学連携を実施しているか否かを判断する。公的機関等の機関別に、社外に支出されている研究費の内訳を活用する<sup>2</sup>。具体的には、「国・公立大学」と「私立大学」にのみ、1万円以上の支出がある場合、産学連携を実施したと定義する<sup>3</sup>。また、社外支出研究費が0である企業については、外部組織と連携していないと定義する。

科学技術研究調査の他の項目から、研究費と研究者の情報を利用する。本調査では社外支出研究費だけでなく、社内使用研究費、社内使用研究費の性格別内訳として基礎研究費、応用研究費、開発研究費の金額が調査されている。社内使用研究費と社外支出研究費を合計して、研究費合計とする。また、PSMの共変量で用いる基礎応用研究費ストックは、基礎研究費と応用研究費を合計し、Corrado, Hulten, and Sichel(2009)を参考に陳腐化率を20%と仮定して、恒久棚卸法により算出する。開発研究費ストックについても、開発研究費を用いて恒久棚卸法により算出する。理工系研究者数は、専門別の研究者数のうち、「理学」と「工学」の研究者数を合計して算出する。研究集約度は、JIPデータベースの無形資産投資データから算出した「科学的研究開発」デフレーターを用いて実質化した社内使用研究費を、JIPデータベースの産出デフレーターで実質化した「総売上高」で除して産出する。研究費1万円あたり特許出願件数は、後述するIIPデータベースを用いて算出した特許出願件数を、JIPデータベースの「科学的研究開発」デフレーターで実質化した研究費合計で除して算出する。

本研究では、TFPを算出するため、経済産業省企業活動基本調査の調査票情報を用

---

<sup>2</sup> 科学技術研究調査において調査されている社外支出研究費の内訳は、国・公立大学、国・公営。独立行政法人等の研究機関、公営企業・公庫等、公的機関その他、会社、親子会社、私立大学、非営利団体、海外会社、海外親子企業、海外大学、海外政府機関、海外民間非営利団体、海外その他、である。

<sup>3</sup> 科学技術研究調査で調査が行われている金額の単位は万円である。

いる。経済産業省企業活動基本調査は経済産業省が実施する基幹統計である。調査対象は従業者 50 人以上かつ資本金額又は出資金額が 3000 万円以上の企業であり、1992 年と 1996 年から直近まで毎年調査が行われている。直近 2022 年の企業に対する調査では、44,813 企業を対象としており、回答率は 90.0%となっている。日本における企業活動を包括的に調査するものであり、売上高等の損益計算書に関連する情報や、有形固定資産等の貸借対照表に関連する情報、従業者数等が調査されている。

TFP を算出するため、経済産業省企業活動基本調査の売上高、有形固定資産、従業者数、売上原価、販売費及び一般管理費、給与総額、減価償却費を用いる。産出として、JIP データベースの産出デフレーターで実質化した売上高を用いる。資本ストックは、有形固定資産の当期取得額を JIP データベースの投資データから算出した投資デフレーターを使って実質化し、Hayashi and Inoue(1991)で示された器具・備品(instruments and tools)の償却率 8.838%を用いて恒久棚卸法により算出した<sup>4</sup>。労働投入については、JIP データベースの部門別従業者一人あたり年間総実労働時間を、従業者数に乗じてマンアワーとして算出した。中間投入は、売上原価に販売費及び一般管理費を加え、給与総額と減価償却費を差し引いた後、JIP データベースの中間投入デフレーターを用いて実質化して算出した。算出した産出、資本ストック、労働投入、中間投入を用いて、Levinsohn and Petrin(2003)の方法によって TFP を算出した。

本研究では、研究活動のアウトプットを測るため特許データを用いるため、IIP パテントのデータベースを利用する。本データベースは一般財団法人知的財産研究教育財団知的財産研究所が、特許庁の整理標準化データを基に特許統計分析用に開発したデータベースである<sup>5</sup>。本研究で用いた最新バージョンには、1964 年以降に出願され、特許庁が 2019 年 9 月 16 日までに入力した、14,303,616 件の特許書誌情報が収録されている。

分析に用いる際には、IIP パテントデータベースから抽出した出願特許データを、出願人と出願年をもとに集計する。集計する前には、出願人名をクリーニングする<sup>6</sup>。また、研究費 1 万円あたり特許出願件数を算出する際には、集計した特許出願件数を、前述した研究費合計で除して算出する。

PSM と DID 分析を行う際には、科学技術研究調査と経済産業省企業活動基本調査の調査票情報と、出願人と出願年で集計した IIP パテントデータベースを接合する。ま

---

<sup>4</sup> Hayashi and Inoue (1991)では、資産別に以下のような償却率を示している。建物 4.7%、構築物 5.64%、機械装置 9.489%、輸送機器 14.70%、器具・備品 8.838%。本研究では資産別の有形固定資産の投資情報が利用できないため、示された 5 つの資産別償却率のうち、中央値である器具・備品 8.838%を用いることとした。なお、他の 4 つの資産別償却率を用いても、結果に大きな差は無いことを確認している。

<sup>5</sup> 詳しくは後藤・元橋(2005)、中村(2016)、中村(2020)、Goto and Motohashi(2007)を参照。

<sup>6</sup> 出願人名に含まれるスペースや「・」等を取り除いたり、「ガス」と「瓦斯」の記述を統一する等の作業を行っている。

ず、企業レベルで調査されている科学技術研究調査に、企業名と調査年で経済産業省企業活動基本調査の調査票情報を接合する<sup>7</sup>。接合する際には、IIP パテントデータベースを出願人レベルで集計した際と同様に、企業名のクリーニングを行う。また、科学技術研究調査において企業名の情報を利用できるのが 2002 年調査以降であるので、経済産業省企業活動基本調査についても 2002 年調査以降の情報を接合する。続いて、経済産業省企業活動基本調査を接合した科学技術研究調査に、出願人と出願年で集計した IIP パテントデータベースの特許出願情報を接合する。

本研究で構築するデータは、産学連携が企業のパフォーマンスに与える影響を分析する上で最適である。従来研究では、産学連携の実施状況を企業へのアンケート調査結果や、論文、特許データから判断していた。アンケート調査は回答の信憑性が高いかもしれないが、予算等の制約や回答率が高くなりにくい等の理由から、サンプル数は少なくなってしまう、網羅的な分析を行うことが難しい。論文データや特許は研究活動のアウトプットであると考えられるので、企業の研究者と大学の研究者が共著または共同発明者となっている場合産学連携が実施されていると定義すると、研究インプットとしての産学連携を考慮することができない。

本研究では、日本企業の多くを網羅する科学技術研究調査を用いて、研究インプットである社外支出研究費の情報を利用している。研究インプットとしての産学連携が、研究アウトプットや企業パフォーマンスに与える影響を、時系列的な不自然さがなく、サンプル数もある程度確保した上で分析を行うことができる。科学技術研究調査、経済産業省企業活動基本調査、IIP パテントデータベースを接合して企業レベルのパネルデータとして分析を行った研究は今までになく、本研究は産学連携を包括的に分析した研究と言える。また、科学技術研究調査のような企業の研究活動に関する情報、経済産業省企業活動基本調査のような生産活動に関する情報、特許情報を接合し、多角的に分析を行うのは世界的に行われておらず、本研究で用いるデータは世界的に類を見ないものであると言える。

#### 4. 分析結果

分析に用いる変数について基本統計量をまとめたのが表 1 である。また、産学連携ダミーの推移をまとめたのが表 2 である。産学連携をしている企業が 1 年に 17 から 84 までの間で推移しており、2001 年から 2020 年までの間で 581 社となっている。産

---

<sup>7</sup> 住所情報も利用できればより精緻な接合ができる可能性があるが、本研究では住所を利用することができない。科学技術研究調査は企業の研究部門を対象に調査をするのに対し、経済産業省企業活動基本調査は本社を対象に調査を行う。同一企業であっても住所が合致するとは限らず、住所をマッチングのキーに用いることはできない。一方、住所を考慮しない場合、同名企業が接合される可能性がある。本研究では、複数の同名企業がある場合、最も売上高が大きい企業をサンプルに含めて、データを接合している。同名企業の存在よりも、住所の不一致によるサンプルの欠落防止を本研究では優先した。



学連携を初めて実施したサンプルの割合は全体の 1.5%程度となっている<sup>8</sup>。

表 1 基本統計量

		Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
産学連携ダミー		39,609	0.015	0.120	0	1
TFP		39,609	3.261	0.738	1.639	6.569
Sales	売上高	39,609	42.778	241.579	0.086	10481.620
total R&D	研究費合計	39,609	0.371	7.052	0	406.882
internal R&D	社内使用研究費	39,609	0.371	7.052	0	406.882
R&D basic	基礎研究費	39,609	0.027	0.810	0	56.221
applied R&D	応用研究費	39,609	0.087	2.510	0	152.355
develop R&D	開発研究費	39,609	0.255	4.254	0	250.645
applied & develop R&D	応用開発研究費	39,609	0.341	6.526	0	389.615
basic & applied R&D	基礎応用研究費	39,609	0.114	3.065	0	164.284
R&D intensity	研究集約度	38,989	1.338	6.304	0	555.957
patent	特許出願件数	39,609	7.160	143.604	0	7929
patent/R&D	特許/研究費	39,609	0.000	0.030	0	5.939
	開発研究費ストック	39,609	1.305	22.489	0	1135.729
	基礎応用研究費ストック	39,609	0.616	16.184	0	732.138
	理工系研究者数	39,609	17.253	221.376	0	12038

※売上高や研究費、研究費ストックは単位を 10 億円としている。特許/研究費は、研究費 1 万円あたり特許出願件数である。

<sup>8</sup> もしある年に企業が国・公立大学や私立大学だけでなく、独立行政法人等の公的研究機関にも研究費を 1 万円以上支出している場合、産学連携ではなく産学官連携に分類されることには注意されたい。

表 2 産学連携ダミーの推移

year	連携なし 0	産学連携 1	Total
2001	1,991	84	2,075
2002	1,800	29	1,829
2003	2,042	53	2,095
2004	2,008	37	2,045
2005	1,775	29	1,804
2006	1,815	27	1,842
2007	1,924	21	1,945
2008	1,919	23	1,942
2009	2,000	22	2,022
2010	1,868	26	1,894
2011	1,986	21	2,007
2012	2,198	22	2,220
2013	2,177	15	2,192
2014	1,991	22	2,013
2015	1,925	25	1,950
2016	2,029	31	2,060
2017	1,865	26	1,891
2018	1,941	26	1,967
2019	1,836	17	1,853
2020	1,938	25	1,963
Total	39,028	581	39,609

PSM を行うために共変量を用いて産学連携の確率を計算する probit モデルの結果を示したのが表 3 である。推計された係数は全て 1% または 10% で統計的に有意である。

表3 プロビットモデルの推計結果

ln(TFP)	-0.3220*** (0.092)
ln(基礎応用研究費ストック)	0.0544*** (0.005)
ln(開発研究費ストック)	0.0378*** (0.004)
ln(理工系研究者数)	0.0293* (0.016)
Cons	-2.3374*** (0.110)
N	39609
pseudo R2	0.102

※\*\*\*は1%、\*は10%有意を示す。

算出されたプロペンシティスコアをもとにマッチングを行い、バランシングテストを行った結果が表4である。トリートメントグループとコントロールグループの間にはTFP、基礎応用研究費ストック、開発研究費ストック、理工系研究者数に平均的な差がなく、ある程度うまくマッチングができています。

表4 バランシングテスト

	Mean			t-test	
	Treated	Control	%bias	t	p>t
ln(TFP)	1.126	1.134	-3.6	-0.63	0.53
ln(基礎応用研究費ストック)	9.479	9.802	-7.3	-1.5	0.134
ln(開発研究費ストック)	4.701	4.363	8	1.13	0.259
ln(理工系研究者数)	2.215	2.131	6.3	0.94	0.346

産学連携を初めて行ったトリートメントグループの企業が産学連携を実施した1年前から1年後の平均成長率と、外部組織と連携を行わなかったコントロールグループの企業の同年の平均成長率を比較したのが表5と表6である。トリートメントグループ1に対してコントロール5の近傍マッチングの結果とカーネル・マッチングの結果をあわせて確認すると、研究費合計と社内使用研究費、応用開発研究費、研究集約度においてプラスで統計的に有意となっている。また、特許出願件数について、産学連携前に多

く出願した技術分野の特許出願件数 *pat\_before* と、産学連携後に多く出願した技術分野の特許出願件数 *pat\_after* についても同様に DID 分析を行った。その結果、産学連携後に多く出願した特許出願件数がプラスで統計的に有意となった。産学連携を実施すると、研究費合計や社内使用研究費、応用開発研究費が翌年に増加し、研究集約度も上昇することを示している。産学連携によって企業の研究開発活動が促進されていることが示唆されている。また、産学連携前に多く出願していた技術分野の特許出願件数には統計的に有意な変化はないが、産学連携後に多く出願した技術分野の特許出願件数は産学連携の翌年に増加していることが示されている。産学連携によって新たな技術分野の研究開発活動が促進されていることが示唆されている。

トリートメントグループの企業が産学連携を実施した 1 年前から 2 年後の平均成長率と、外部組織と連携を行わなかったコントロールグループの企業の同年の平均成長率を比較したのが表 7 と表 8 である。トリートメントグループ 1 に対してコントロール 5 の近傍マッチングの結果とカーネル・マッチングの結果をあわせて確認すると、研究費合計と社内使用研究費、開発研究費、応用開発研究費、研究集約度について、プラスで統計的に有意となっている。また、産学連携後に多く出願した特許出願件数がプラスで統計的に有意となった。産学連携を実施すると、研究費合計や社内使用研究費、開発研究費、応用開発研究費が 2 年後に増加し、研究集約度も上昇することを示している。産学連携によって企業の研究開発活動が促進される効果が 2 年後も持続していることが示唆されている。また、産学連携後に多く出願した技術分野の特許出願件数が、産学連携してから 2 年後も増加していることが示されている。産学連携によって新たな技術分野の研究開発活動が促進されていることが示唆されている。

トリートメントグループの企業が産学連携を実施した 1 年前から 3 年後の平均成長率と、外部組織と連携を行わなかったコントロールグループの企業の同年の平均成長率を比較したのが表 9 と表 10 である。トリートメントグループ 1 に対してコントロール 5 の近傍マッチングの結果とカーネル・マッチングの結果をあわせて確認すると、産学連携後に多く出願した特許出願件数のみがプラスで統計的に有意となった。産学連携を実施すると、2 年後まで継続した研究費合計や社内使用研究費、応用開発研究費の増加はなくなった。一方、産学連携後に多く出願した技術分野の特許出願件数が、産学連携してから 3 年後も増加していることが示されている。産学連携によって新たな技術分野の研究開発活動が促進される効果は、3 年間は継続することが示唆されている。

表5 産学連携1年前と1年後を比較したDIDの結果(1)

	TFP	Sales	total R&D	internal R&D	R&D basic	applied R&D	develop R&D
Matching	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)
ATT	0.002	0.021	0.113**	0.101**	-0.023	0.159	0.081*
sd	(0.005)	(0.013)	(0.049)	(0.050)	(0.173)	(0.170)	(0.045)
t	0.371	1.582	2.294	2.019	-0.134	0.933	1.807
NT	172	176	161	161	29	51	157
NU	1192	1200	1105	1105	91	280	1067
N	1364	1376	1266	1266	120	331	1224
Matching	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel
ATT	0.002	0.014	0.088**	0.076*	-0.058	0.105	0.036
sd	(0.004)	(0.011)	(0.044)	(0.039)	(0.101)	(0.137)	(0.036)
t	0.647	1.217	1.983	1.941	-0.58	0.766	1.006
NT	172	176	161	161	29	51	157
NU	8856	8940	4786	4786	425	1156	4614
N	9028	9116	4947	4947	454	1207	4771

※\*\*は5%、\*は10%有意を示す。

表6 産学連携1年前と1年後を比較したDIDの結果(2)

	applied & develop R&D	basic & applied R&D	R&D intensity	patent	Patent before	Patent after	patent/R&D
Matching	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)
ATT	0.116**	0.117	0.086*	0.021	0.082	0.234**	0.036
sd	(0.049)	(0.139)	(0.051)	(0.058)	(0.088)	(0.093)	(0.080)
t	2.39	0.846	1.682	0.368	0.94	2.514	0.445
NT	160	54	161	110	107	88	101
NU	1100	289	1105	611	187	187	572
N	1260	343	1266	721	294	275	673
Matching	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel
ATT	0.078**	0.086	0.080*	0.024	0.032	0.158**	-0.042
sd	(0.037)	(0.127)	(0.046)	(0.055)	(0.058)	(0.062)	(0.068)
t	2.102	0.676	1.766	0.443	0.554	2.563	-0.624
NT	160	54	161	110	107	88	101
NU	4760	1199	4785	3460	967	967	2575
N	4920	1253	4946	3570	1074	1055	2676

※\*\*は5%、\*は10%有意を示す。

表 7 産学連携 1 年前と 2 年後を比較した DID の結果(1)

	TFP	Sales	total R&D	internal R&D	R&D basic	applied R&D	develop R&D
Matching	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)
ATT	0.001	0.015	0.098**	0.088**	-0.129	-0.106	0.092*
sd	(0.005)	(0.011)	(0.038)	(0.034)	(0.140)	(0.106)	(0.047)
t	0.154	1.357	2.57	2.553	-0.919	-1.002	1.96
NT	151	154	144	144	26	49	141
NU	1011	1025	959	959	84	241	927
N	1162	1179	1103	1103	110	290	1068
Matching	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel
ATT	0.003	0.013	0.082***	0.072**	-0.063	-0.138*	0.068*
sd	(0.003)	(0.009)	(0.028)	(0.030)	(0.098)	(0.077)	(0.036)
t	1.097	1.368	2.943	2.437	-0.636	-1.799	1.878
NT	151	154	144	144	26	49	141
NU	7626	7738	4198	4198	381	1030	4048
N	7777	7892	4342	4342	407	1079	4189

※\*\*\*は 1%、\*\*は 5%、\*は 10%有意を示す。

表 8 産学連携 1 年前と 2 年後を比較した DID の結果(2)

	applied & develop R&D	basic & applied R&D	R&D intensity	patent	Patent before	Patent after	patent/R&D
Matching	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)
ATT	0.089***	-0.092	0.081**	0.05	0.158**	0.289***	0.065
sd	(0.034)	(0.101)	(0.040)	(0.062)	(0.071)	(0.082)	(0.073)
t	2.667	-0.908	2.044	0.804	2.226	3.528	0.893
NT	144	51	144	102	98	79	93
NU	955	248	959	537	168	168	502
N	1099	299	1103	639	266	247	595
Matching	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel
ATT	0.071**	-0.104	0.069**	0.051	0.071	0.188***	0.033
sd	(0.028)	(0.080)	(0.027)	(0.046)	(0.059)	(0.054)	(0.065)
t	2.503	-1.304	2.527	1.117	1.201	3.491	0.505
NT	144	51	144	102	98	79	93
NU	4176	1067	4196	3124	880	880	2324
N	4320	1118	4340	3226	978	959	2417

※\*\*\*は 1%、\*\*は 5%有意を示す。



表 9 産学連携 1 年前と 3 年後を比較した DID の結果(1)

	TFP	Sales	total R&D	internal R&D	R&D basic	applied R&D	develop R&D
Matching	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)
ATT	-0.002	0.008	0.047	0.043	-0.105	0.025	0.001
sd	(0.004)	(0.010)	(0.036)	(0.039)	(0.160)	(0.092)	(0.040)
t	-0.552	0.747	1.294	1.1	-0.653	0.274	0.023
NT	130	134	130	130	21	43	128
NU	891	907	852	852	73	213	823
N	1021	1041	982	982	94	256	951
Matching	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel
ATT	0.001	0.008	0.039	0.036	-0.015	-0.053	-0.012
sd	(0.003)	(0.008)	(0.030)	(0.027)	(0.122)	(0.087)	(0.035)
t	0.43	1.027	1.315	1.306	-0.124	-0.611	-0.35
NT	130	134	130	130	21	43	128
NU	6680	6826	3753	3753	338	921	3624
N	6810	6960	3883	3883	359	964	3752

表 10 産学連携 1 年前と 3 年後を比較した DID の結果(2)

	applied & develop R&D	basic & applied R&D	R&D intensity	patent	Patent before	Patent after	patent/R&D
Matching	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)	Nearest neighbor (1:5)
ATT	0.043	0.068	0.042	0.02	0.084	0.210**	0.026
sd	(0.038)	(0.108)	(0.036)	(0.074)	(0.079)	(0.086)	(0.070)
t	1.15	0.63	1.172	0.269	1.063	2.445	0.373
NT	130	45	130	95	91	77	87
NU	848	219	852	494	150	150	464
N	978	264	982	589	241	227	551
Matching	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel	kernel
ATT	0.03	0.024	0.041	0.031	0.074	0.179***	-0.014
sd	(0.027)	(0.086)	(0.028)	(0.062)	(0.064)	(0.059)	(0.053)
t	1.09	0.283	1.452	0.503	1.156	3.008	-0.262
NT	130	45	130	95	91	77	87
NU	3734	949	3752	2840	801	801	2117
N	3864	994	3882	2935	892	878	2204

※\*\*\*は 1%、\*\*は 5%有意を示す。

## 5. おわりに

本研究では、企業の研究活動に関する科学技術研究調査と、生産活動に関する経済産業省企業活動基本調査、特許データベースである IIP パテントデータベースを企業レベルで接合し、パネルデータを構築して、産学連携が企業のパフォーマンスに与える影響を定量分析した。分析期間中に産学連携を初めて実施した企業群をトリートメントグループ、外部組織と連携したことがない企業群をコントロールグループと設定して PSM、DID 分析を行った。TFP、基礎応用研究費ストック、開発研究費ストック、理工分野の研究者数を共変量とした PSM を行って DID 分析を行ったところ、産学連携後 2 年間は、研究費合計や社内使用研究費、応用開発研究費が増加し、研究集約度が上昇することが示唆された。また、産学連携後に多く出願した技術分野の特許出願件数は、産学連携後 3 年間、増加の効果が継続することが示唆された。

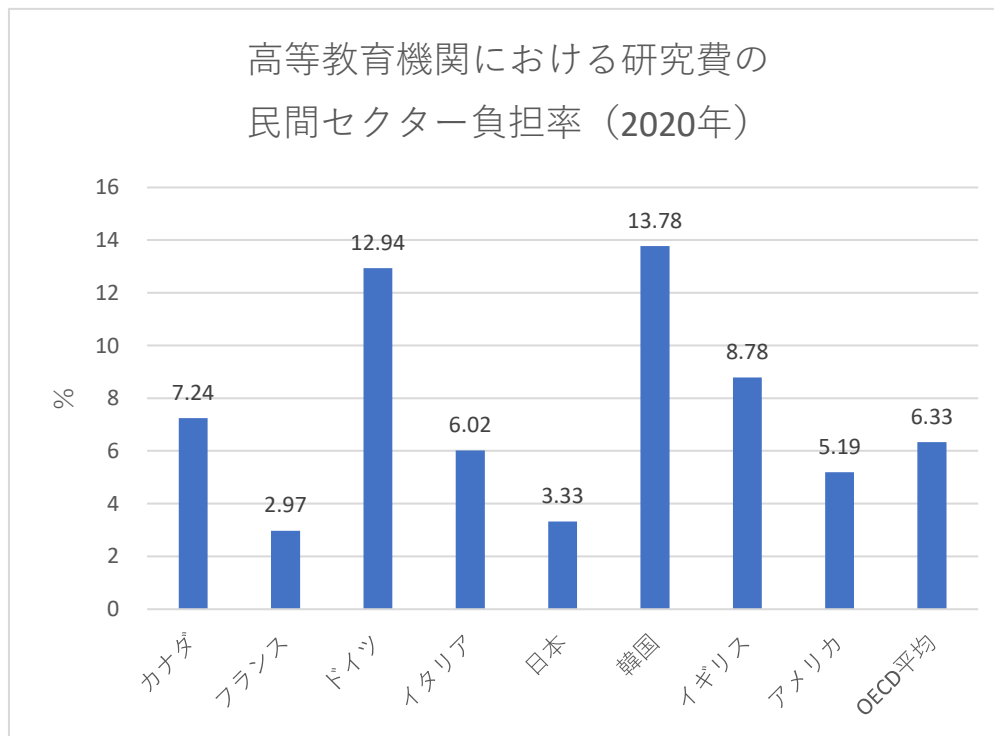
産学連携後に研究費合計や社内使用研究費、応用開発研究費が増加したのは、産学連携によって企業の研究活動が活発化しただけでなく、オープンイノベーションが機能している可能性を示唆している。一般的に、大学は基礎研究を行い、企業は応用研究、開発研究を行うインセンティブが高いと言われる。本研究の結果は、企業にとって研究を行うインセンティブが高くない基礎研究の知識を産学連携によって企業が獲得し、それを応用研究、開発研究に発展させていることの証左であると考えられる。

産学連携前に多く出願した技術分野の特許出願件数に変化はなく、産学連携後に多く出願した技術分野の特許出願件数が増加したという結果についても、オープンイノベーションが機能している可能性を示していると考えられる。企業は産学連携によって大学から得られた基礎研究の知識を応用開発し、その成果を特許としてアウトプットすることに成功している。

産学連携によって研究費合計や社内使用研究費、応用開発研究費、研究集約度が増加したという本研究の分析結果は、今まで実施されてきた産学連携施策が企業の研究インプットを押し上げる効果があったことを示唆している。実際、経済産業省や文部科学省が、研究開発税制（オープンイノベーション型）の改正や、センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム、産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）等の政策を実施している。産学連携関連施策によって、政府が企業による産学連携への取組をサポートし、それが企業の研究インプットを増加させている可能性がある。

産学連携によって企業の研究インプットが増加するという本研究の分析結果は、日本において産学連携が過小になっている可能性も示唆している。OECD “Main Science and Technology Indicators”によると、大学等の高等教育機関における研究費の民間セクター負担率は、日本において 3.33%となっている。一方、ドイツでは 12.94%、イギリスでは 8.78%、アメリカでは 5.19%、韓国では 13.78%となっており、OECD 平均は 6.33%となっている。G7（カナダ、フランス、ドイツ、イタリア、日本、イギ

リス、アメリカ)の中では、フランス(2.97%)に次ぎ、低くなっている。日本は他の先進国と比較して、産学連携が活発に行われていない。



出典：OECD “Main Science and Technology Indicators”より筆者作成

図1 高等教育機関における研究費の民間セクター負担率 (2020年)

なぜ、日本ではG7諸国やOECD平均と比較して、産学連携が過小となっているのか。1つの理由として、国としてイノベーションを実現するシステムである「ナショナル・イノベーション・システム」が諸外国と日本で異なることが考えられる。例えばドイツでは、公的研究機関であるフラウンホーファー協会が、企業と大学の橋渡しとなり、産学連携を推進している。経済産業省の資料によると<sup>9</sup>、フラウンホーファーは「大学等の優れた科学を活用しつつ、デマンド・ドリブンな研究を行い、新製品につながる研究開発サービスを産業界に提供することを産学の橋渡し機能として捉えてミッションを設定」しているという。また、大学等との広範かつ緊密な連携を確立し、研究所長や部門長等が大学教授を兼務する等、産学連携に備えて技術シーズをくみ上げる仕組みを作っている。さらに、博士課程学生やポスドクを積極的に受入れ、彼らを企業とのプロジェクトに関与させている。日本でも企業と大学をつなぐ公的研究機関はあるが、規模はフラウンホーファー協会より小さい。日本では企業と大学の連携を促すような仕組み

<sup>9</sup> 第2回 産業構造審議会 産業技術環境分科会 研究開発・評価小委員会 資料2「ドイツ等欧州の公的研究機関の特徴」

が弱い。今後、企業と大学の連携を効率的かつ効果的に行うことができるような仕組みを政策的にバックアップしていくことができれば、産学連携が適正な水準へと誘導されるであろう。

本研究では、産学連携が企業に与える影響を分析したが、大学に与える影響の分析も必要である。企業だけでなく大学も産学連携のステークホルダーである。本研究の結果は産学連携が企業の研究インプットや特許出願活動を促進する可能性を示したが、大学の研究活動にプラスの効果を与えていなければ、産学連携は持続可能ではない。産学連携が大学の研究活動に与える影響を分析したものと、古澤他(2023)がある。日本の産学連携に関する大学レベルのパネルデータを分析した彼女らの分析結果によると、産学連携は大学の研究活動を活発化させるとともに、産学連携以外の研究活動も活発化させるといふ。今後、産学連携を企業レベルだけでなく大学レベルでも分析する研究の蓄積が望まれる。

もし産学連携が企業と大学の双方にメリットがあるのであるとすると、日本が先進各国と比較して産学連携が進んでいないのはなぜだろうか。考えられる理由として、企業と大学における研究活動のインセンティブの違いが考えられる。企業は私的利益の追求をインセンティブとするのに対し、大学は社会的利益の追求をインセンティブとする。もし産学双方に連携のメリットがあるとしても、研究活動へのインセンティブが異なるのであれば、連携が行われないうちかもしれない。研究活動における産学のインセンティブの違いを適切に調整する方策の一つは政策である。産学の連携をスムーズにするような産学連携政策は、今後もイノベーションを促進させる上で重要な政策オプションとなりうる。

本研究の結果は、政策的インプリケーションを持つ。産学連携後に企業の研究インプットが増加するだけでなく、新たな技術分野の特許出願も増加し、研究アウトプットが増加することが本研究から示唆されている。企業による産学連携を促進する政策が、当該企業の研究活動を促進させる効果があることが示されている。現在、産学連携を促進する政策は行われているが、今後も継続して産学連携を促すことで、日本企業の研究活動が促される可能性がある。産学連携は大学にとっても研究費の獲得などのメリットがある。企業、大学ともにメリットのある産学連携を支援する政策を継続することで、日本全体の研究水準の引き上げが期待できる。

#### 参考文献

- Akcigit, U., Hanley, D., and Serrano-Velarde, N. (2021) “Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy and Growth,” *Review of Economic Studies*, 88(1), 1-43.
- Arora, A., Belenzon, S., and Sheer, L. (2021) “Knowledge spillovers and

- corporate investment in scientific research,” *American Economic Review*, 111(3), 871-898.
- Corrado, C., C. Hulten, and D. Sichel (2009) “Intangible Capital and U.S. Economic Growth,” *Review of Income and Wealth*, 55(3), pp. 661-685.
- Goto A. and K. Motohashi (2007) “Construction of a Japanese Patent Database and a First Look at Japanese Patenting Activities,” *Research Policy*, 36 (9), 1431-1442.
- Griliches, Z. (1986) “Productivity, R&D, and the basic research at the firm level in the 1970s,” *American Economic Review*, 76(1), 141-154.
- Hayashi, F. and T. Inoue, (1991) “The Relation between Firm Growth and  $q$  with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms,” *Econometrica*, 59, 731-53.
- Levinsohn, J. and A. Petrin, “Estimating production functions using inputs to control for unobservables,” *The review of Economic Studies*, 2003, 70(2), 317-341.
- Motohashi, K. (2005) “University-industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System,” *Research Policy*, 34(5), 583-594
- Nishimura, J., and Okamuro, H. (2011). “R&D productivity and the organization of cluster policy: An empirical evaluation of the Industrial Cluster Project in Japan,” *Journal of Technology Transfer*, 36, 117-144.
- Okamuro H., Ikeuchi, K., and Kitagawa F. (2023) “The impact of cluster policy on academic knowledge creation and regional innovation: Geography of university-industry collaboration in Japan,” *NISTEP Discussion Paper*, No.223, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.
- 岡室博之・池内健太(2019) 「知的クラスター政策による産学官連携支援の効果」、企業家研究、第16号、25-44.
- 後藤晃・元橋一之(2005) 「特許データベースの開発とイノベーション」, 知財研フォーラム, 63, 43-49.
- 中村健太(2016) 『IIP 特許データベース』の開発と利用, 国民経済雑誌, 214(2), 75-90.
- 古澤陽子、枝村一磨、高橋真木子、吉岡徹、渡邊万記子、隅藏康一(2023) 「研究支援人材が日本の産学連携活動に与える影響」 GRIPS Discussion Paper、forthcoming