

国際技術連携と海外拠点

鈴木真也（武蔵大学）

池内健太（経済産業研究所）

要 旨

日本企業による国際的な研究開発活動が進展する中で、海外大学と共同研究を実施するなどして連携する企業も多い。本研究においては、日本企業が海外大学との間で技術面での連携を行う際に、当該企業が連携パートナーの所在国に海外拠点を保有していることや、連携パートナーの所在国のタイプがどのような影響を及ぼすのかを明らかにした。製造業に属する日本の上場企業のサンプルを分析した結果、第一に、連携パートナーの海外大学の所在地に企業の子会社などの海外拠点が存在している場合には、当該企業の研究開発パフォーマンスが高まることがわかった。第二に、連携パートナーの海外大学の所在地が先進国である場合には、当該企業の研究開発パフォーマンスが高まることがわかった。国際連携をどのように実施するか、あるいはどのような国の連携相手を選択するかにより企業の研究開発活動の成果が影響を受けることが示唆された。

キーワード：国際技術連携、研究開発活動、産学連携、海外現地法人

JEL classification: F23, M16, O32

I. はじめに

学術研究から得られた知識の産業上の利用を促進する方法として、大学等の研究機関と企業との連携がますます重要になってきている。既存研究では、大学と企業との強い連携が大学から企業への技術移転を促進することが示されている (Markiewicz, 2004)。また、大学との共同研究が企業の研究開発 (R&D) 活動の研究成果と生産性を高めることを示した研究もある (Cockburn and Henderson, 1998; Darby and Zucker, 2001)。これまでに、多くの研究者が、産学連携に影響を与える要因 (D'este and Patel, 2007; Fontana et al., 2006; Petruzzelli, 2011) および共同研究のパフォーマンス効果 (Belderbos et al., 2004; Cassiman et al., 2008 年; Gambardella, 1992 年; Zucker et al., 2002 年) を明らかにしてきた。例えば、Cassiman et al. (2010) は、ベルギーの企業のイノベーションパフォーマンスと科学的知見に接する機会の豊富さとの間の関係を調べ、科学研究と関わりの強い企業は優れたイノベーションパフォーマンスを示す傾向があると指摘した。さらに近年では、Maietta (2015) が、1995 年から 2006 年のイタリアのデータを使用して、産学連携による共同研究開発が企業のイノベーションに与える影響を調べ、パートナーと地理的に近い場所に立地していることがプロセスイノベーションのパフォーマンスに良い影響を与えることを示した。

一方で、研究開発活動の国際化という近年の傾向を反映して、研究パートナーとして外国の組織を選ぶ企業も増えている。国際ビジネス研究の分野では、国境を越えた企業間の研究開発面での提携関係について多くの研究が取り組んでいる。例えば、国際的な提携の形成に関連する要因 (Lichtenthaler and Lichtenthaler, 2004; Osborn et al., 1998) および技術面でのパフォーマンスへの影響 (例えば、Nielsen and Gudergan, 2012) に焦点を当てた研究が多くなされている。

しかし、企業と大学との間の国際連携については十分な研究がなされていない。鈴木 (2013) によれば、2003 年から 2009 年の期間中に大学所属研究者との共著論文を出版した企業のうち、所属研究者が海外大学所属研究者との共著論文を出版した企業の割合は 44%であった。これに対して、56%の企業は所属研究者が日本国内の大学所属の研究者とのみ共著論文を出版していた。これを見ると、大学との連携を実施している企業のうち、約半数近くの企業が海外大学との共同研究を実施していると思われる。上述のように、先行研究の多くは、国内の文脈では産学間の関係を明らかにしているが、国際的な文脈での研究は主として企業間の提携の分析に限られている。そのため、国際的な産学連携の成果に関する既存のエビデンスは十分ではない。そこで、本研究では、効果的な国際産学連携の実施に重要な要因を明らかにすることを目的とする。

本論文においては、国際的な産学技術連携が企業の研究開発活動の成果に与える影響を検証する。具体的には、国際技術連携と企業の持つ海外拠点の関係および国際技術連携のパートナーとなる大学の所在国の特徴が企業の研究開発活動の成果に与える影響を明らかにすることを旨とした分析を行うこととする。そのために、国際産学技術連携を企業の海外拠点の存在する国の大学と実施することや、それらの海外拠点の研究開発力が高いことが、当

該企業の研究開発活動の成果を高める、また、国際産学技術連携のパートナー機関の所在地が先進国であることは、当該企業の研究開発活動の成果を高める、といった仮説を検証する。検証のために、科学分野における学術出版物のデータベースの情報に基づいて、2001年から2004年までの期間に海外の大学との技術面での連携を実施したと考えられる日本の製造業上場企業のパネルデータセットを構築し分析を行う。

まず、連携パートナー大学の所在する国での海外拠点の存在や連携パートナー大学所在国の特性が、当該企業の研究開発成果に対してどの程度の影響を与えているのかを見るために、国際連携を実施せず国内連携のみを実施している企業との比較も交えながら記述統計を用いた分析を行う。その結果、全体としては国内連携のみ実施の企業の方が研究開発の効率性が高いように見えるが、国際連携のパートナー大学の所在する国に当該企業の海外拠点が存在する割合が高い企業や、国際連携のパートナー大学の所在する国が先進国中心である企業は、国際連携を実施していても研究開発の効率性が高くなっていることを示す。一方、国際連携のパートナー大学の所在する国が新興国である割合の高い企業は、技術面での成果の効率性は高くはないが、海外売上上の成長率が相対的に高い傾向にあることも示す。

また、連携パートナー大学の所在する国での海外拠点の存在や連携パートナー大学所在国の特性の影響についてより詳細に見るために回帰分析を行う。分析結果からは、連携パートナー大学の所在する国に当該企業の拠点が存在する割合が高いほど、海外大学との連携は当該企業の研究開発活動の成果を高めること、連携パートナー大学所在国が先進国である割合が高いほど、海外大学との連携は当該企業の研究開発活動の成果を高めることなどが示される。

本論文の構成は次のとおりである。第II章では、関連する理論を簡潔に概観し、それらと関係づけて本研究にて検証する仮説を提示する。第III章では、分析に用いるデータ、方法、変数について詳細に説明する。第IV章では分析結果を示し、第V章では、分析結果のまとめと結果に基づいたディスカッションを行い、結論を示すこととする。

II. 理論的背景と仮説

大学などの研究機関との共同研究の実施が企業のイノベーションパフォーマンスを向上させることは多くの文献により示されている（例えば、Cassiman et al., 2008年； Cockburn and Henderson, 1998年； Cohen et al., 2002年； Zucker et al., 2002年）。大学は様々な面で企業のイノベーション活動に影響を与える可能性がある。

まず、大学は科学者や技術者といった熟練労働力を教育・訓練して企業に供給するとともに、専門的な問題に対応できるコンサルタントとなる人材も養成する。加えて、基礎・応用研究における共同研究パートナーとしての役割も持ち、新たな試作品や初期段階の技術を企業に移転することもある（Branstetter and Kwon, 2004; Hall et al., 2003年）。

学術研究は科学的知識を生み出し、企業はそれに基づいて自分たちのより応用的な研究

開発活動の基盤を築くことができる (Klevorick et al., 1995)。また、関連分野における科学の発展を認識し、それを吸収できる企業は、自分たちが新しい発明を模索している技術の持つ将来の見通しについて、より深い理解を持つことができる可能性がある (Fleming and Sorenson, 2004; Rosenberg, 1990)。例えば、研究や実験の結果を企業はよりの確に予測することができ、それによって潜在的に多く存在する研究の方法論について優先順位をつけ、価値の低い結果しか生まないにもかかわらず金銭的成本や時間のかかる研究を避けることができる (Fabrizio, 2009; Fleming and Sorenson, 2004)。さらに、科学的知識は、企業が実施する応用研究の成果を評価し、その経済的影響をより適切に判断するのに役立つ可能性がある (Rosenberg, 1990)。

さらに、企業の競争優位の視点から、大学との連携の重要性を強調する先行研究もある。革命的な科学上の発見は応用的な研究開発活動における全く新しい分野を切り開くことができ、基礎研究の分野でもたらされた革新的な成果を応用研究における技術開発という成果として最初に得ることができるのは、大学との共同研究などを通して科学研究に密接に関わっている企業であることが予想される (Fabrizio, 2009)。

一方、企業は、事業活動のための提携パートナーを必ずしも自国の組織から選択する必要はない。例えば、ビジネスの世界では、多くの企業が自社の資源と能力を補完するために外国企業との研究開発提携を実施している (Bamford and Ernst, 2002)。先行研究では、企業間の国際的提携の形成に関連する様々な要因が特定されている (Lichtenthaler and Lichtenthaler, 2004; Narula and Hagedoorn, 1999; Osborn et al., 1998)。さらに、他の研究では、国際的な企業間の戦略的提携が企業の業績に対して与える影響が検証されている。特に、研究開発集約度と技術上の吸収能力が、提携における企業の技術パフォーマンスに影響を与える重要な要因であることが指摘されている (Lin et al., 2012)。

さらに、国際間の協力活動は、ビジネスだけでなく、科学分野における新しいアイデアの源として、研究者にとって魅力的である (Wagner, 2008 年)。それゆえ、国境を越えた大学間の共同研究も近年増加している (Archibugi and Coco, 2004)。この傾向を反映して、イノベーション研究の分野では、学術研究者間の国際共同研究についての検証が行われてきた。例えば、Hoekman et al. (2010) は、33 のヨーロッパ諸国に関する地域レベルのデータを使って、ヨーロッパにおける科学分野での共同研究の空間的パターンに対する地理的境界の影響は時間とともに減少していることを示した。

このような国際的な提携・協力活動においては、国内提携の場合には考慮しなくてよいような様々な課題に直面する。国際的な提携を実施する企業は、国レベル、地域レベル、そして組織レベルで、提携パートナー間の文化的差異に対処しなければならない (Sirmon and Lane, 2004)。同様に、本国以外の研究機関と共同プロジェクトを実施する大学も、多くの場合、国や言語の違いに対処しなければならない (Hoekman et al., 2010)。

しかし、このような困難がありつつも、国際的な提携の利点がコストを上回るがために、多くの企業や大学は提携・協力関係を発展させている。例えば、国際的な提携を実施するこ

とにより、企業は自社の目的に合った適切な知識へのアクセスを、より広範囲の候補の中から見つけることができる。これにより、企業は国内の相手との提携だけでは実現できなかった最先端の技術を用いたイノベーションを実現できる可能性を高めることができる。

自社の外部の知識へのアクセスを得るためには、企業は現地のイノベーションコミュニティに参加し、地元の企業や研究機関と密接な関係を築き、イノベーションシステムに組み込まれる必要がある（Andersson et al., 2005; Belderbos, 2003; Frost, 2001; Lane and Lubatkin, 1998; Phene and Almeida, 2008; Santangelo, 2011）。特に、イノベーションシステム内の他の参加者が当該企業をコミュニティの仲間と見なす場合、その企業は現地のイノベーションシステムにうまく組み込まれているといえる。このような立場を獲得するためには、拠点を設立するなどして、地域での研究開発活動に対してかなり積極的な関与をすることが求められるであろう（Cantwell, 2009; Cantwell and Mudabmi, 2011; Frost, 2001; Song et al., 2011）。また、連携相手の大学との直接のコミュニケーションにおいても、現地拠点の存在は大きな助けとなるはずである。したがって、連携相手のパートナー大学の国で製造や研究開発活動に従事している子会社等の拠点がある場合には、パートナー大学の知識から企業が得ることのできる利益はより大きくなると考えられる。

また、このような効果は、企業の海外拠点の研究開発活動に関する能力にも依存する可能性が高い。例えば、技術力の高い拠点であれば、現地のパートナー大学からより多くの知識を獲得することができると考えられる。

仮説 1: 産学共同研究における連携パートナー大学の所在国に企業の海外拠点が存在する割合が高いほど、当該企業の研究開発成果は高くなる。

仮説 2: 産学共同研究における連携パートナー大学の所在国に存在する企業の海外拠点の研究開発力が高いほど、当該企業の研究開発成果は高くなる。

国際連携と一口に言っても、実際にはどのような国の大学との連携であるかによって、その効果に違いが出てくることも考えられる。例えば、鈴木・永田（2012）では、日本企業が日本国内の大学ではなく敢えて海外大学との共同研究を選択した理由について質問票調査を用いて訊いている。その結果によると、先進国においては「日本の大学でも同様の研究は行われていたが、海外の大学の方が研究水準が高かった」の割合が最も多く 53%であり、次いで「研究者ネットワークの形成等、その後の研究活動への影響を考えると、海外大学との共同研究の方が魅力的だった」が 38%で続いている。ここからわかるように、海外先進国の大学の中には日本の大学を上回る研究上の魅力を持つ大学が存在し、それを目的として共同研究に乗り出すというケースがかなり存在している。一方、新興国に所在する大学との国際連携においては「現地市場での事業展開など、ビジネス面の波及効果を考えると、海外大学との共同研究の方が魅力的だった」の割合が 51%と圧倒的に多く、市場アクセス目

的の共同研究の多さが反映されている。このように同じ国際連携といえども、連携パートナー大学の所在地が先進国であるか、新興国であるかにより、企業の目的はかなり異なっていると考えられる。

このことは、連携の成果にも影響すると考えられ、技術面での成果を求めて実施することの多い先進国の大学との連携が多いほど、研究開発成果は高くなるものと考えられる。

仮説3：連携パートナー大学の所在国が先進国である割合が高いほど、当該企業の研究開発成果は高くなる。

III. データと分析手法

サンプル

本研究においては企業と大学との技術面での連携を捕捉するために、それぞれに所属する研究者により共同で執筆された学術論文の情報を利用した。そのために、エルゼビア社により提供されている学術論文データベース SCOPUS を使用した。SCOPUS は、科学・技術・医学・社会科学・人文科学分野等幅広い分野の学術論文を収録しているデータベースである。また、共同執筆論文は、多くの先行研究においても共同研究の指標として使用されている (Archibugi and Coco, 2004; Butcher and Jeffrey, 2005)。具体的には、以下のような手順で分析用のデータセットを構築した。

まず、収録されている学術論文のうち、著者の所属機関として大学が記載されている論文を抽出した。抽出に際しては、各国の言語で大学（あるいは大学に相当する高等教育機関）に相当する単語¹を含む機関に所属している研究者を著者として含む論文を抽出した²。次に、それらの大学所属研究者が著者となっている論文のうち、さらに日本所在の企業に所属する研究者を共著者として含む論文のみを抽出した。抽出に際しては、文部科学省の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（データ・情報基盤整備）の一環として文部科学省科学技術・学術政策研究所科学技術・学術基盤調査研究室により整備された『NISTEP 大学・公的機関名辞書』を使用した。上記作業の結果、日本企業に所属する研究者と国内外の大学に所属する研究者との間で執筆された産学共著論文を含むデータベースを構築した。そして、SCOPUS に含まれる論文上に記載されている著者の所属機関の所在地に関する情報を用いて、共著者の所属する大学が、日本国内の大学なのか、国外に所在する大学なのかを識別し、外国大学の研究者と共同執筆論文を出版している製造業上場

¹ 具体的には、機関名に"University", "College", "Institute of Technology", "Polytechnic", "Medical School", "Graduate School"の各語及びその派生形や略語、他言語での相当する語を含む場合、大学あるいは大学に相当する高等教育機関と見做した。

² 従って、例えば、大学所属研究者が共著者に含まれていない、(大学以外の) 公的研究機関に所属する研究者のみとの共著論文等は除かれている。

企業を特定した。この情報をもとに、企業に所属する研究者が学術論文を外国大学の研究者と共同で執筆している場合、先行研究 (Lavie and Miller, 2008; Lin et al., 2012) に従い、その出版年以前の 3 年間に当該企業が外国大学との間で国際的な技術連携を実施しているものとみなした。このようにして、2001 年から 2004 年までの期間に外国の大学との技術連携を実施した日本の製造業上場企業のデータセットを構築した。これらの企業が共同執筆論文を出版した外国大学は 59 개국・地域に分布している。

また、これらの企業による国際産学技術連携と当該企業の研究開発成果との関係を調べるために、これらの企業により出願された特許に関する情報と各種企業特性に関する情報を上記データセットに接続した。特許関連情報については、知的財産研究所 (IIP) によって提供された IIP パテントデータベースから抽出し、利用した。IIP パテントデータベースは日本特許庁によって整理標準化され提供されたデータに基づいて作成されており、出願、発明者、および引用に関連する広範な特許情報を含んでいる (Goto and Motohashi, 2007)。この情報を用いて、国際産学技術連携を実施した後の期間におけるサンプル企業の研究開発成果を評価するために、各企業が連携の実施後 3 年間にわたって日本特許庁へ出願した特許を特定した上で、特許発明の技術的・経済的な重要性を加味するために、それらの特許が一定期間内 (3 年間) に他の特許により引用された数 (被引用数) を集計した (Hall et al., 2005 年; Harhoff et al., 1999 年)。引用された特許の価値を測るためにその被引用数を利用することの妥当性は、日本特許庁へ出願された特許においても、多くの先行研究により確かめられている (後藤, 玄場, 鈴木, 玉田, 2006; 山田, 2010)。

一方、各種企業特性に関する情報については、経済産業省の「経済産業省企業活動基本調査」および「海外事業活動基本調査」の調査項目を用いて、販売活動や研究開発活動をはじめとした日本企業およびその海外拠点の経済活動を把握した。

以上の手順によって構築したデータセットに含まれる外国の大学との国際技術連携を実施した企業とはどのような特徴を持つ企業なのかを見るために、同様の基準により抽出した「国内大学との技術連携は実施しているが外国大学との技術連携は実施していない企業」との比較を以下に示す。2001 年から 2004 年までの期間に、国内連携のみを実施した企業は 225 社、国際連携を実施した企業は 168 社となっている。

まず、国内連携のみを実施した企業と、国際連携を実施した企業の主な企業特性を示したものが表 1 である。これを見ると、売上高、従業員数いずれの基準でも、国際連携実施企業の方が国内連携のみ実施企業と比べ規模が大きいことがわかる。また、研究開発費の大きさ、研究開発集約度ともに国際連携実施企業の方が上回っており、国際連携実施企業は研究開発活動にもより力を入れていることがわかる。

表1 国内連携のみ企業と国際連携企業の企業特性の比較（2001年－2004年）

	国内連携のみ		海外連携あり	
	N	平均	N	平均
売上高	425	176522.2	405	639543.4
従業者数	425	2889.8	405	8429.1
研究開発費	425	6728.9	405	37589.2
研究開発集約度	425	4.7%	405	5.7%

また、企業の研究開発成果を見るために、各企業の持つ特許が受けた引用数の平均値を、国内連携のみを実施した企業と、国際連携を実施した企業、それぞれについて示したものが表2である。総被引用数を見ると、国内連携のみを実施した企業の平均が41.19に対し、国際連携を実施した企業の平均は214.98となっている。このことから、国際連携を実施した企業の特許の方が、総数で言えばかなり多くの引用を他の特許から受けていることがわかる。

しかし、総被引用数は企業の規模の影響を受けると考えられるため、企業の事業規模を考慮するために、次に、売上高あたりの被引用数を比較した。これを見ると、国内連携のみを実施した企業の平均が0.22に対し、国際連携を実施した企業の平均は0.26となっている。規模当たりで見ると、わずかではあるが国際連携実施企業の特許の方がより多くの引用を他の特許から受けている。

また、各社の研究開発活動の効率性を見るために、研究開発費あたりの被引用数を比較した。これを見ると、国内連携のみを実施した企業の平均が6.61に対し、国際連携を実施した企業の平均は6.31となっている。売上高あたりの被引用数と異なり、研究開発費あたりの被引用数で見ると、国内連携実施企業の特許の方が逆により多くの引用を他の特許から受けていることがわかる。³

全般に、総数としては国際連携実施企業の特許の方が多くの引用を受けているが、売上高あたりや研究開発費あたりで見ると、大きな差異は見られないものの、売上高あたりでは国際連携実施企業の、研究開発費あたりでは国内連携実施企業の方が多くの引用を受けていることがわかる。なお、国際連携を実施した企業のほとんどは同時に国内連携も実施していることもあり、これらの差異の原因を必ずしも国際連携の実施有無のみに帰することができるわけではないことに留意する必要がある。

³ このような違いは国際連携実施企業と国内連携のみ実施企業との間の研究開発集約度の差異にも影響されているものと考えられる。

表2 国内連携のみ企業と国際連携実施企業の研究開発成果の比較（2001年－2004年）

	国内連携のみ		海外連携あり	
	N	平均	N	平均
特許被引用数	425	41.19	405	214.98
特許被引用数/売上高	425	0.22	405	0.26
特許被引用数/R&D費	425	6.61	405	6.31

また、表3は国際連携実施企業の属する産業の分布を示したものである。なお、業種分類については、日本標準産業分類中分類を使用している。最も多くのサンプル企業が属しているのは化学工業（55）であり、次に多いのは電気機械器具製造業（27）である。その後、一般機械器具製造業（18）、輸送用機械器具製造業（14）が続いている。大きく見ると、化学関連産業（医薬品を含む化学品）と機械関連産業（電気機械、一般機械、輸送機械）の2つが、データセットに含まれる企業の特により産業となっていることがわかる。

表3 サンプル企業の業種分布

業種	企業数	割合
化学工業	55	32.7%
電気機械器具製造業	27	16.1%
一般機械器具製造業	18	10.7%
輸送用機械器具製造業	14	8.3%
食料品製造業	13	7.7%
非鉄金属製造業	10	6.0%
窯業・土石製品製造業	9	5.4%
精密機械器具製造業	7	4.2%
鉄鋼業	7	4.2%
ゴム製品製造業	4	2.4%
その他	4	2.4%
合計	168	100%

仮説に関する予備的分析

本節では、国際連携実施企業を対象として、前章で提示した仮説に関して記述統計に基づいた分析を行う。前節で示した研究開発成果に関する 2 つの指標（売上高あたりの被引用数、および研究開発費あたりの被引用数）について、仮説で取り上げた 2 つの要因（国際連携における海外拠点の存在、およびパートナー大学の所在国の特性）がどのような影響を与えているかを検証した。1 つ目の国際連携における海外拠点の存在については、各企業の連携パートナーである海外大学の所在する国のうち、当該企業の海外拠点のある国の割合を用いた。各企業の海外拠点の所在地に関する情報は、海外事業活動基本調査から抽出した。例えば、ある企業の連携パートナーである海外大学の所在する国すべてに海外拠点を保有している場合この値は 1、半数の国に保有している場合は 0.5 となり、それらの国に全く海外拠点を保有していない場合この値は 0 をとる。2 つ目のパートナー大学の所在国の特性については、連携パートナーである海外大学の所在する国々に占める先進国の割合を用いた。先進国としては分析期間における OECD 開発援助委員会メンバー国⁴を含めた。

これら 2 つの要因を表す割合それぞれにつき、平均以下の数値である企業群と平均より大きい数値である企業群とに分割し、研究開発成果に関する 2 つの指標の平均値を比較したものが表 4 である。加えて、2 つの要因を表す割合がともに平均より大きい数値である企業群とそれ以外の企業群との比較も示した。

4 オーストラリア、オーストリア、ベルギー、カナダ、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、アイルランド、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、ニュージーランド、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリス、アメリカ、日本、欧州連合であるが、それらから日本と欧州連合を除いた国々を先進国と分類した。

表4 国際連携実施企業の研究開発成果に関する分析: 海外拠点保有比率と先進国割合の高低による比較 (2001年-2004年)

	N	平均値	N	平均値
海外拠点保有比率		平均以下	平均より高い	
特許被引用数	241	160.94	164	294.39
特許被引用数/売上高	241	0.22	164	0.33
特許被引用数/R&D費	241	6.2	164	6.5
先進国割合		平均以下	平均より高い	
特許被引用数	170	231.72	235	202.87
特許被引用数/売上高	170	0.23	235	0.28
特許被引用数/R&D費	170	5.9	235	6.6
海外拠点保有比率と先進国割合		いずれかが平均以下	ともに平均より高い	
特許被引用数	300	188.81	105	289.75
特許被引用数/売上高	300	0.22	105	0.37
特許被引用数/R&D費	300	6	105	7.1

まず、各企業の連携パートナーである海外大学の所在する国のうち当該企業の海外拠点のある国の割合がどのように影響しているかについて見てみる。総被引用数を見ると、海外拠点のある国の割合が平均以下の企業の平均的な総被引用数は160.94に対し、平均より大きい企業の平均的な総被引用数は294.39となっている。売上高あたりの被引用数を見ると、平均以下の企業ではその平均値は0.22と国内連携のみ企業とほぼ同じであるのに対し、平均以上の企業では0.33と大きく上回っている。また、研究開発費あたりの被引用数を比較してみると、平均以下の企業ではその平均値は6.2である一方、平均以上の企業では6.5となっている。国内連携のみ企業の平均値は6.6なので、ともに国内連携のみ企業を下回ってはいるが、平均以上の企業ではその差が縮小していることがわかる。

次に、各企業の連携パートナーである海外大学の所在する国の特性の影響について見てみる。総被引用数を見ると、連携パートナーである海外大学の所在国に占める先進国の割合が平均以下の企業の平均的な総被引用数は231.72に対し、平均より大きい企業の平均的な総被引用数は202.87となっている。売上高あたりの被引用数を見ると、平均以下の企業ではその平均値は0.23、平均以上の企業では0.28となっている。また、研究開発費あたりの被引用数を比較してみると、平均以下の企業ではその平均値は5.9である一方、平均以上の企業では6.6となっている。国内連携のみ企業の平均値は6.6なので、平均以上の企業では国内のみ企業と同レベルになっていることがわかる。

最後に、連携パートナーである海外大学の所在する国のうち当該企業の海外拠点のある

国の割合と連携パートナーである海外大学の所在する国に占める先進国の割合を同時に考慮した上でその影響を見てみる。ここでは、海外拠点の存在する国の割合と連携パートナーである海外大学の所在する国に占める先進国の割合がともに平均を超えている企業とそれ以外の企業とに分けて分析を行う。総被引用数を見ると、海外拠点の存在する国の割合と連携パートナーである海外大学の所在する国に占める先進国の割合のいずれかが平均以下の企業の総被引用数は 188.81 に対し、ともに平均より大きい企業の平均的な総被引用数は 289.75 となっている。売上高あたりの被引用数を見ると、いずれかが平均以下の企業ではその平均値は 0.22、ともに平均以上の企業では 0.37 となっている。また、研究開発費あたりの被引用数を比較してみると、いずれかが平均以下の企業ではその平均値は 6.0 である一方、ともに平均以上の企業では 7.1 となっている。海外拠点割合と先進国割合がともに高い企業では研究開発費あたりの被引用数がかなり高くなっていることがわかる。

以上の結果を図として示したものが、図 1 および図 2 である。

図1 研究開発成果（売上高あたりの被引用数）：海外拠点保有比率と先進国割合の高低による比較

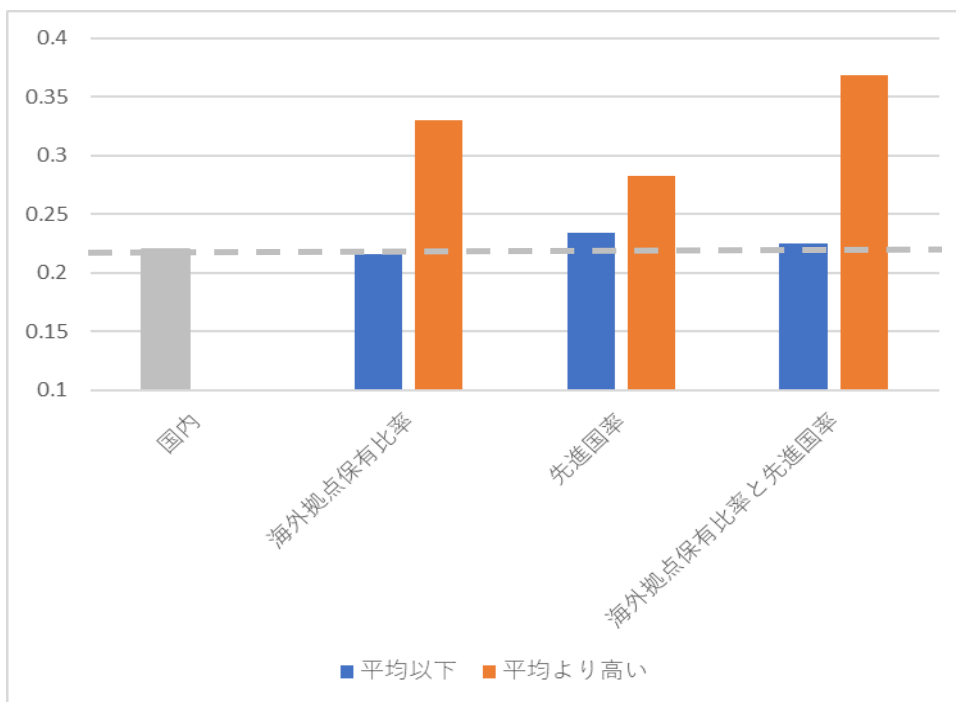
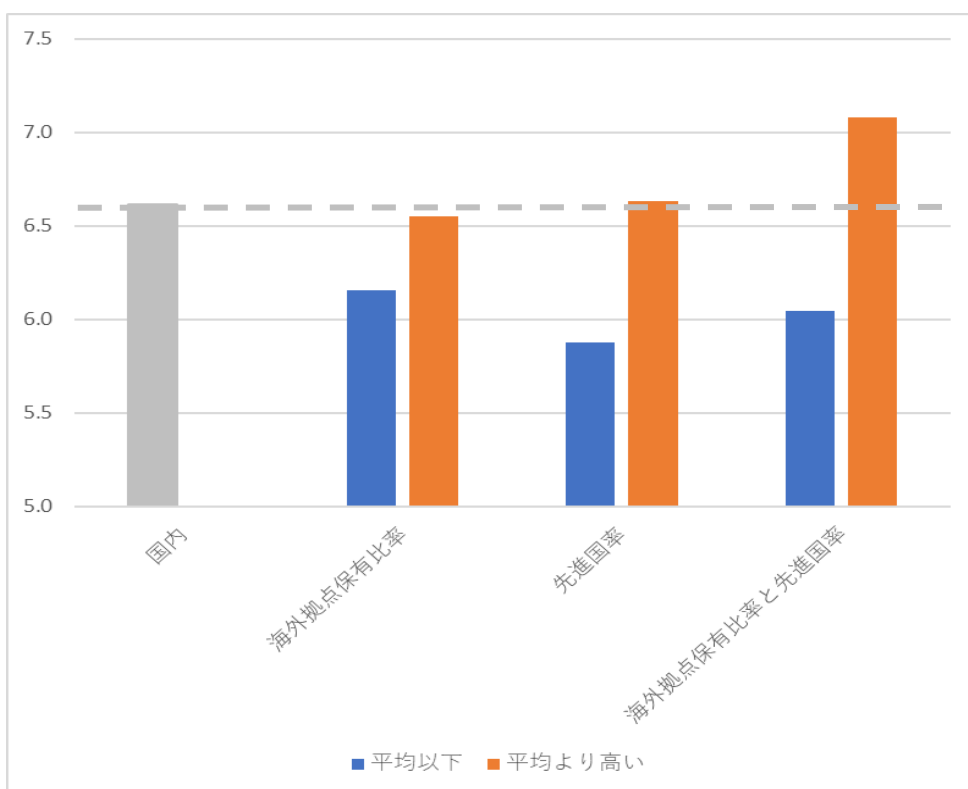


図2 研究開発成果（研究開発費あたりの被引用数）：海外拠点保有比率と先進国割合の高低による比較



なお、連携パートナーである海外大学の所在する国に占める先進国の割合については、研究開発成果に対して負の効果が見られたが、その原因としては、前章で示したように、新興国の大学との連携を実施している企業は技術面でのパフォーマンスを重要視していない可能性が考えられる。そのような企業はむしろ現地における売上高の増加を目指している。この点を検証するために、連携パートナーである海外大学の所在国に占める先進国の割合が平均以下の企業と平均より高い企業とにわけて、海外売上高の成長率を比較したものが表5である。これを見ると、先進国の割合が平均以下の企業（新興国大学との連携中心）では海外売上高の増加率は8.6パーセントである一方、平均より高い企業（先進国大学との連携中心）では7.9パーセントとなっている。これを見ると、新興国大学との連携の割合の高い企業では、海外売上高の増加率が高くなっていることがわかる。

表 5 海外売上高と海外売上高増加率: 先進国大学との連携割合低い企業と高い企業の比較 (2001年－2004年)

	先進国割合が平均以下		先進国割合が平均より高い	
	N	平均	N	平均
海外売上高	141	228705.2	191	224535.8
海外売上高増加率	141	8.6%	191	7.9%

回帰分析

前節で行った記述統計による分析結果をより厳密に検証するために、本節では上記のように構築された2001年から2004年までの期間に外国の大学との技術連携を実施したと考えられる日本の製造業上場企業105社を含むパネルデータセットを用いた回帰分析を行った⁵。

分析手法と従属変数

本研究においては、国際的な産学技術連携と企業の研究開発成果との関係を調べることを目的としているため、回帰分析における従属変数として研究開発成果の指標を用いる。国際産学技術連携を実施した後の期間におけるサンプル企業の研究開発成果を評価するために、各企業が連携の実施後3年間にわたって日本特許庁へ出願した特許を特定した上で、特許発明の技術的・経済的な重要性を加味するために、それらの特許が一定期間内(3年間)に他の特許により引用された数を集計した。この変数を構築するために、特許出願および引

⁵ 国際連携実施企業の抽出基準は前節の予備的分析と同様であるが、回帰分析においてはその推計過程で除外された標本があるため、以降の分析では予備的分析とは標本数が異なっている。

用に関する情報を、知的財産研究所（IIP）によって提供された IIP パテントデータベースから抽出し、利用した。

この従属変数は負でない整数値に限定されるため、負の二項分布モデルを用いて従属変数を一連の説明変数に回帰することで分析を行った。また、観察されない各企業固有の特性の影響をコントロールするために、構築したパネルデータを用いて固定効果を含めた分析を行った。

説明変数

説明変数として以下の変数を含めた。まず、海外拠点の存在が海外大学との技術的連携の効果を高めるかどうかを検証するために、各企業の連携パートナーである海外大学の所在する国のうち、当該企業の海外拠点のある国の割合を用いた。各企業の海外拠点の所在地に関する情報は、海外事業活動基本調査から抽出した。

また、企業の海外拠点の研究開発力が海外大学との技術的連携の効果を高めるかどうかを検証するために、連携パートナーである海外大学の所在する国に保有する当該企業の海外拠点で費やされた R&D 費を含めた。

さらに、パートナー大学の所在国のタイプが海外大学との技術的連携の効果にどう影響するかを検証するために、連携パートナーである海外大学の所在する国に占める先進国の割合を含めた。

コントロール変数

また、企業の技術的パフォーマンスに影響を与える可能性があるその他の企業特性についてもコントロールするための変数を含めた。まず、企業規模をコントロールするために、各企業の売上高を含めた。また、技術面でのパフォーマンスは各企業の研究開発活動への投資水準に影響されるため、過年度における企業の研究開発集約度を含めた。企業の海外拠点の広がり度を考慮するために、各企業の海外拠点が存在する国の数を変数として含めた。企業間の科学志向の違いをコントロールするため、過去 1 年間に各企業が出版した科学分野における学術論文の数を含めた。さらに、各企業の実施した大学との間の共同研究の経験を考慮するため、国内外の大学との共同執筆論文の数を含めた。加えて、特許出願性向における企業間の潜在的な差異を考慮するために、研究開発費 1 単位に対する特許出願件数を含めた。また、パートナー大学の科学研究の水準を考慮するために、2003 年に上海交通大学によって発行された「世界の大学の学術ランキング（The Academic Ranking of World Universities）」に掲載された情報に基づいて測定したパートナー大学の学術研究水準を変数として含めた。具体的には、ランキング中の各パートナー大学のスコアをもとに、各企業のパートナー大学の平均的なスコアを算出した。その際には、企業と各提携大学が 1 年間に共同執筆した論文数で各大学のスコアを加重平均した。最後に、企業の特許出願数に影響を与える可能性のある時間による要因を考慮するため年ダミーを含めた。これらの説明

変数およびコントロール変数は、従属変数の年の 1 年前の数値を使用している。分析に用いた変数の記述統計および相関係数を表 6 および表 7 に示す。

表 6 記述統計 (N=327)

変数	平均	分散	最小	最大
特許被引用数(DV)	260.57	649.96	0	4073
海外拠点保有比率	0.39	0.42	0	1
海外拠点のR&D費	1.28	5.06	0	40.77
先進国比率	0.69	0.33	0	1
売上高 (対数)	12.65	1.44	8.06	16.01
R&D集約度	0.06	0.04	0	0.27
特許出願性向	0.13	0.41	0	5.51
科学志向	3.50	1.13	0.69	6.91
海外拠点所在国数	7.51	8.06	0	35
海外大学との産学共著論文数 (対数)	1.28	1.01	0	4.26
国内大学との産学共著論文数 (対数)	2.71	1.10	0	5.73
海外パートナー大学の学術水準	11.14	1.22	10.00	18.06

表7 相関係数

(N=327)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 特許被引用数(DV)	1											
2 海外拠点保有比率	0.08	1										
3 海外拠点のR&D費	0.10	0.23	1									
4 先進国比率	0.00	0.13	0.01	1								
5 売上高 (対数)	0.48	0.19	0.23	0.05	1							
6 R&D集約度	0.12	0.05	0.24	0.05	-0.14	1						
7 特許出願性向	-0.01	-0.06	-0.05	-0.08	-0.25	-0.16	1					
8 科学志向	0.34	0.10	0.27	0.04	0.56	0.21	-0.05	1				
9 海外拠点所在国数	0.29	0.74	0.33	0.06	0.36	0.02	0.00	0.28	1			
10 海外大学との産学共著論文数 (対数)	0.28	0.05	0.24	-0.01	0.45	0.25	-0.12	0.80	0.18	1		
11 国内大学との産学共著論文数 (対数)	0.30	0.06	0.22	0.05	0.48	0.20	-0.02	0.95	0.25	0.75	1	
12 海外パートナー大学の学術水準	0.00	0.06	0.06	0.15	-0.07	0.24	-0.09	-0.11	-0.08	0.18	-0.20	1

IV. 分析結果

回帰分析の結果を表8に示す。モデル1では、コントロール変数のみを含め、モデル2～4では、企業の研究開発成果に影響を与えると予想される説明変数がひとつずつ個別に追加されている。そして、モデル5では、仮説を検証するためのすべての説明変数が同時に含まれている。すべての変数を含めたモデル5の結果を見ると、パートナー大学がある国に海外拠点がある比率は正かつ有意な係数を示している。一方で、海外拠点での研究開発費の大きさについては有意な影響を見出すことはできなかった。また、パートナー大学の所在国の先進国割合については正かつ有意な係数を示した。これらのことから、パートナー大学の所在国に海外拠点がある比率が高い場合、企業は大学との国際共同研究からより大きな恩恵を受けることができ、その研究開発成果も向上することが示唆される。また、国際共同研究と一口に言っても、先進国の大学との共同研究の割合が高い方が、当該企業の研究開発成果は高くなるということが示された。

表8 国際産学連携と研究開発成果の分析 (Fixed Effect Negative Binomial Model)

被説明変数：特許被引用数	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5
海外拠点保有比率		0.1237* (0.0666)			0.1210* (0.0694)
海外拠点のR&D費			-0.0013 (0.0054)		-0.0059 (0.0061)
先進国比率				0.1063* (0.0560)	0.0955* (0.0568)
売上高	0.2131** (0.1086)	0.1958* (0.1162)	0.2172** (0.1096)	0.2211* (0.1128)	0.1973* (0.1165)
R&D集約度	3.1663** (1.4917)	2.4174 (1.8028)	3.2313** (1.5149)	2.3243 (1.8187)	2.7345 (1.8438)
特許出願性向	0.2099 (0.1797)	0.2104 (0.1805)	0.2128 (0.1803)	0.2093 (0.1819)	0.2472 (0.1803)
科学志向	0.0891 (0.0895)	0.0530 (0.0933)	0.0914 (0.0900)	0.0880 (0.0900)	0.0559 (0.0914)
海外拠点所在国数	-0.0058 (0.0047)	-0.0087* (0.0051)	-0.0058 (0.0047)	-0.0065 (0.0048)	-0.0087* (0.0050)
海外大学との産学共著論文数	-0.0261 (0.0319)	-0.0176 (0.0325)	-0.0263 (0.0319)	-0.0162 (0.0323)	-0.0088 (0.0322)
国内大学との産学共著論文数	-0.0767 (0.0720)	-0.0580 (0.0739)	-0.0774 (0.0721)	-0.0958 (0.0738)	-0.0768 (0.0742)
海外パートナー大学の学術水準	-0.0215 (0.0242)	-0.0298 (0.0250)	-0.0219 (0.0243)	-0.0416 (0.0270)	-0.0512* (0.0273)
年ダミー	Included	Included	Included	Included	Included
定数項	-0.4820 (1.5432)	-0.0590 (1.6632)	-0.5414 (1.5586)	-0.3088 (1.6085)	0.1575 (1.6713)
標本数	327	327	327	327	327
企業数	105	105	105	105	105

注) ()内は標準誤差。**, *はそれぞれ5%, 10%の有意水準を表す。

V. 結論

本研究では、外国の大学との国際技術連携の中で企業の研究開発成果に影響を与える要因を調べるために、共同執筆論文の情報を用いて国際技術連携を実施している日本の製造業上場企業のパネルデータセットを構築し、分析を行った。

まず、連携パートナー大学の所在する国での海外拠点の存在や連携パートナー大学所在国の特性が、当該企業の研究開発成果に対してどの程度の影響を与えているのかを見るために、国内連携のみの企業との比較も交えながら記述統計を用いた分析を行った。

国内の大学のみと連携している企業と海外大学とも連携をしている企業を比較すると、国内連携のみの企業の方が研究開発活動の成果に関する効率性が高いように見える。しかし、国際連携のパートナー大学の所在する国に当該企業の海外拠点が存在する割合が平均より高い企業は国際連携を実施した場合においても研究開発成果の効率性が高くなっている。同様に、国際連携のパートナー大学の所在する国が先進国中心である企業は国際連携においても効率性が高くなっている。一方、国際連携のパートナー大学の所在する国が新興国中心である企業は、技術面での成果の効率性は高くはないが、海外売上上の成長率が相対的に高い傾向にある。

次に、連携パートナー大学の所在する国での海外拠点の存在や連携パートナー大学所在国の特性の影響についてより詳細に見るために回帰分析を行った。分析結果からは、連携パートナー大学の所在する国に当該企業の拠点が存在する割合が高いほど、海外大学との連携は当該企業の研究開発活動の成果を高めることが示された。また、連携パートナー大学所在国が先進国である割合が高いほど、海外大学との連携は当該企業の研究開発活動の成果を高めることもわかった。一方で、連携パートナー大学所在国の海外拠点の研究開発力が高いほど、海外大学との連携は当該企業の研究開発活動の成果を高める、という効果は確認できなかった。

これらの結果を考察すると、以下のような示唆が得られる。まず、国際産学技術連携を実施している企業の研究開発成果は、国内の産学技術連携のみを実施している企業に比べ、必ずしもその費用対効果が高いわけではないことがわかる。企業が外国の研究機関との国際技術連携に乗り出す際には、注意を要する点であろう。その一方で、企業の持つ海外拠点などの様々な経営資源をうまく活用することで、国際連携を実施していても効果的な研究開発パフォーマンスを発揮することができると思われる。逆に、海外拠点所在地と無関係に国際連携をしている企業は、研究開発成果の効率性が低くなっている。

また、所在国のタイプという意味で国際連携パートナーの機関を適切に選択することで、国際連携を実施しつつも高い研究開発パフォーマンスを発揮することもいえる。しかし、このことはむしろ企業の国際連携の目的がパートナー機関の所在国のタイプによって異なっていることを示唆していると考えるのが自然であろう。つまり、研究開発成果の獲得だけが国際的な産学技術連携の目的ではない。新興国中心の産学技術連携を実施して

いる企業は売上高成長率がより高いことがこのことを裏付けていると思われる。

一方で、本研究にはいまだ多くの残された課題もある。第一に、本研究では分析対象企業やその海外拠点により海外で出願された特許の影響を考慮していないことである。国際技術連携を実施している企業であれば、日本以外の国での特許出願も多く実施している可能性が高い。また、それらの特許は海外の他の出願特許からも多くの引用を受けているものと考えられる。そのような特許を研究開発成果として考慮しないことは、当該企業の研究開発成果を実際よりも過小評価していることになる。特許被引用数を日本特許庁への出願特許からの引用に限定することなく、当該企業により海外で出願された特許も含めた分析をすることが望ましい。第二に、本研究においては、特許や論文などの書誌データを用いて分析を行う上で様々な仮定を置いており、その仮定の妥当性は慎重に検討されなければならない。例えば、企業と大学の所属研究者の間で共同執筆された論文が技術連携や知識移転をどの程度表しているか、あるいは連携の期間に関する仮定は妥当か、などの点はより綿密に検証される必要がある。第三に、分析対象期間が2001年から2004年までの期間であり、やや古いことがあげられる。近年の国際化の急激な進展を考えれば、より直近のデータを補い期間を延長した分析を実施することが望ましい。

本研究の今後の発展の方向性としては以下の点が挙げられる。まず、本研究においては企業を分析単位とした検証を行ったが、技術連携の結果出版された論文に焦点を当ててより詳細な研究者レベルや文献レベルの分析を行うことや、技術連携から生まれた発明に基づく出願特許を特定することにより技術連携が企業の研究開発成果に与える影響をより直接的に検証することが考えられる。また、本研究では技術連携と研究開発成果の関係を絞ったが、両者と企業の海外での市場戦略との関係を明らかにすることも今後の課題としたい。

参考文献

- 後藤晃・玄場公規・鈴木潤・玉田俊平太 (2006) 『重要特許の判別指標』, RIETI Discussion Paper Series 06-J-018, 経済産業研究所.
- 鈴木真也・永田晃也 (2015) 『アンケート調査から見た日本企業による国際産学共同研究の現状』, NISTEP Discussion Paper No 125, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.
- 鈴木真也 (2014) 『共著論文から見た日本企業による国際産学同研究の現状』, NISTEP Discussion Paper No.109, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.
- 山田節夫 (2010) 『審査官引用は重要か』, 経済研究 61(3), 203-213.
- Andersson, U., Björkman, I. & Forsgren, M. (2005) Managing subsidiary knowledge creation: the effect of control mechanisms on subsidiary local embeddedness. *International Business Review*, 14(5), 521–38.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2004) International partnerships for knowledge in business and academia A comparison between Europe and the USA. *Technovation*, 24(7), 517–528.
- Bamford, J., & Ernst, D. (2002). Managing an alliance portfolio. *McKinsey on Finance*, 5, 6–10.
- Belderbos, R. A. (2003) Entry mode, organizational learning, and R&D in foreign affiliates: Evidence from Japanese firms. *Strategic Management Journal*, 24(3): 235-259.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004) R&D cooperation and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477-1492.
- Branstetter, L., & Kwon, H. (2004) The restructuring of Japanese research and development: The increasing impact of science on Japanese R&D. *RIETI Discussion Paper Series* 04-E-021.
- Butcher, J., & Jeffrey, P. (2005) The use of bibliometric indicators to explore industry–academia collaboration trends over time in the field of membrane use for water treatment. *Technovation*, 25(11), 1273-1280.
- Cantwell, J. (2009) Location and the multinational enterprise. *Journal of International Business Studies*, 40(1): 35–41.
- Cantwell, J. A., & Mudambi, R. (2011) Physical attraction and the geography of knowledge sourcing in multinational enterprises. *Global Strategy Journal*, 1(3–4), 206–232.
- Cassiman, B., Veugelers, R., & Zuniga, P. (2008) In search of performance effects of (in) direct industry science links. *Industrial and Corporate Change*, 17(4), 611-646.
- Cassiman, B., Veugelers, R., & Zuniga, P. (2010) Diversity of Science Linkages: A Survey of Innovation Performance Effects and Some Evidence from Flemish Firms. *Economics*, 4, 2010-33.
- Cockburn, I., & Henderson, R. (1998) Absorptive Capacity, Co-authoring behaviour, and the Organization of Research in Drug Discovery. *Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Cohen, W., Nelson, R., & Walsh, J. (2002) Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1-23.
- Darby, L., & Zucker, M. (2002) Commercializing knowledge: university science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.

- D'Este, P., & Patel, P. (2007). University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy*, 36(9), 1295–1313.7.
- Fabrizio, K. (2009) Absorptive capacity and the search for innovation. *Research Policy*, 38(2), 255-267.
- Fleming, L., & Sorenson, O. (2004) Science as a map in technological search. *Strategic Management Journal*, 25, 909-928.
- Fontana, R., Geuna, A. & Matt, M. (2006) Factors affecting university-industry R&D projects: The importance of searching, screening and signalling. *Research Policy*, 35(2), 309-323.
- Frost T. (2001) The geographic sources of foreign subsidiaries' innovation. *Strategic Management Journal*, 22(2), 101–124.
- Gambardella, A. (1992) Competitive advantages from in-house scientific research: The US pharmaceutical industry in the 1980s. *Research Policy*, 21(5), 391-407.
- Goto, A. & Motohashi, K. (2007) Construction of a Japanese Patent Database and a First Look at Japanese Patenting Activities. *Research Policy*, 36(9), 1431-1442.
- Hall, B., Link, A., & Scott, J. (2003) Universities as Research Partners, *The Review of Economics and Statistics*, 85(2), 485-491.
- Hall, B., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005) Market value and patent citations. *Rand Journal of Economics*, 36(1), 16-38.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F., & Vogel, K. (1999) Citation frequency and the value of patented inventions. *Review of Economics and Statistics*, 81(3), 511-515.
- Hoekman, J., Frenken, K., & Tijssen, R. (2010) Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Research Policy*, 39(5), 662-673.
- Klevatorick, A., Levin, R., Nelson, R., Winter, S. (1995) On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, 24(2), 185-205.
- Lane, P. J., & Lubatkin, M. (1998) Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 19(5), 461–477.
- Lavie, D. & Miller, S. (2008) Alliance portfolio internationalization and firm performance. *Organization Science*, 19(4), 623–646.
- Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2004). Alliance functions: implications of the international multi-R&D-alliance perspective. *Technovation*, 24(7), 541–552.
- Lin, C., Wu, Y. J., Chang, C. C., Wang, W., Lee, C. Y. (2012) The alliance innovation performance of R&D alliances — the absorptive capacity perspective. *Technovation*, 32(5), 282–292.
- Maietta, O. (2015) Determinants of university-firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. *Research Policy*, 44, 1341-1359.
- Markiewicz, K. (2004) Absorptive Capacity and Innovation: Evidence from Pharmaceutical and Biotechnology firms, *working paper*, UC-Berkeley.

- Narula, R., & Hagedoorn, J. (1999) Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements. *Technovation*, 19, 283–294.
- Nielsen, B., & Gudergan, S. (2012) Exploration and exploitation fit and performance in international strategic alliances. *International Business Review*, 21(4), 558-574.
- Osborn, R., Hagedoorn, J., Denekamp, J., Duysters, G., & Baughn, C. (1998) Embedded Patterns of International Alliance Formation. *Organization Studies* 19, 617-638.
- Petruzzelli, A. (2011) The impact of technological relatedness, prior ties, and geographical distance on university-industry collaborations: A joint-patent analysis. *Technovation* 31, 309-319.
- Phene, A., & Almeida, P. (2008) Innovation in multinational subsidiaries: The role of knowledge assimilation and subsidiary capabilities. *Journal of International Business Studies*, 39(5), 901–919.
- Rosenberg, N. (1990) Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy*, 19(2), 165-174.
- Santangelo, G. (2011) The tension of information sharing: Effects on subsidiary embeddedness. *International Business Review*, 21(2), 180–195.
- Simon, D., & Lane, P. (2004) A model of cultural differences and international alliance performance. *Journal of International Business Studies*, 35(4), 306-319.
- Song, J., Asakawa, K., & Chu, Y. (2011) What determines knowledge sourcing from host locations of overseas R&D operations?: A study of global R&D activities of Japanese multinationals. *Research Policy*, 40(3), 380–390.
- Wagner, C. (2008) *The new invisible college: Science for Development*. Washington: Brookings Institution Press.
- Zucker, L., & Darby, M. (2001) Capturing Technological Opportunity via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firms' Biotech Patents and Products. *The Journal of Technology Transfer*, vol. 26(1), 37-58.
- Zucker, L., Darby, M., & Armstrong, J. (2002) Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.