

産学連携における大学の知識の効果に関する実証分析

著者	金間 大介
著者別表示	Kanam Daisuke
雑誌名	金沢大学経済論集
巻	39
号	2
ページ	179-200
発行年	2019-03-29
URL	http://doi.org/10.24517/00054852



産学連携における大学の知識の 効果に関する実証分析

金 間 大 介

I はじめに

企業はイノベーションの創出を目指す活動の中で、様々な問題に直面する。そしてこれらの問題を解決するプロセスでは、社会に広く分布している知識を活用し、新たな知識を生み出していくことが必要となる。とりわけ、技術が高度化し複雑化していくと、自社の活動にとって必要な様々な知識の修得も単一の企業では困難になってくる。このような状況の中では、他の組織と連携し、そこから学習しつつ、事業における全体最適を目指すことが求められる。有効な知識は、サプライヤー、ユーザ、大学、競合他社、異業種の企業など、あらゆる外部組織からもたらされる可能性がある。したがって、企業は組織外にあるこれらの知識の獲得、利用を効果的に行うことが求められる。

そこで本研究では、組織間の知識移転経路の1つとして、近年急速に結びつきが強くなった企業と大学の関係に注目する。一般的に、これらの関係においては、大学から企業への技術移転が重要な要素として受け取られ、大学から企業へ科学的知見、製品アイデア、特許など、既にできあがった技術的知識が流れる事実に関心が寄せられる傾向にあった。しかし、大学と企業の相互関係は、これらの狭い意味での知識移転に限定されるものではない。産学連携における大学から企業へのサービスは、多くの場合、大学から企業へのコンサルティングという形式で提供される。つまり、大学と企業間の知識移転とは、主体間に知識やアイデアが流れ、イノベーション機会が提供されるだけでなく、イノベーションからの利益を得られる能力が移転される

こととして理解される (Breschi & Lissoni, 2001; 馬場・後藤, 2007)。

そこで本研究では、知識の価値化がなされる局面として、企業がイノベーション活動を行うにあたり直面する隘路に着目した。イノベーション活動は不確実性が高く長期的な取り組みが求められるが故に、企業は資金や人材の確保、市場の変化への対応、標準や規制への対応など、様々な隘路に直面する。直面する隘路が異なることによって、効果的な外部知識の獲得経路や知識源も異なることは容易に想像される。

本研究では、企業は様々なイノベーション活動上の隘路を解決するために、外部組織の知識を戦略的に獲得し活用する取り組みを行っているものと仮定し、どのような隘路に直面した時、大学の知識にアクセスしているのかを、日本の企業を対象とした質問票調査結果を用いて計量的に探索した。さらに、隘路の違いや、大学の知識の活用の有無が、企業のイノベーション活動の成果にどのような影響を与えているのかについても分析した。

II 先行研究と本研究の問題意識

外部知識の効果的な活用の重要性が高まることに伴い、急速に産業界と大学や公的研究機関の結びつきは強くなった (Katz & Martin, 1997; Inzelt, 2004; Agrawal, 2001; Rahm, 1994)。企業においては、いかに既存の外部知識を吸収しそれに新しい知見を付け加えるかというダイナミックな知の創出プロセスが注目される (後藤・小田切, 2003; Nelson & Winter, 1982)。

そしてこれらの効果を総合的に評価しようという実証研究も行われるようになった。例えばThursbyらは、米国とカナダをフィールドに産学連携活動における知識移転に関する調査を行った (Thursby & Thursby, 2001)。この結果によると、大学の研究活動の成果を移転するプロセスにおける重要な活動として、非公式な会合も含めた企業と大学の研究者同士の交流が一番に挙げられた。またCohenらは、主に製造業に属し、かつ研究開発活動を実施している企業の研究部門に対し、企業の研究活動に対する大学等の公的研究活動の知識源を4段階で評価してもらうよう求めた (Cohen, Nelson & Walsh, 2002)。この結果より、企業が大学等の知識源として有効活用しているのは、学術論文、

非公式な交流、学会や研究会であることがわかった。

これらの研究から、一般的に企業は、イノベーション活動における知識源として大学に一定の評価を与えていることがわかる。企業が大学から知識を得る際の媒体やチャンネルとしては、学術論文、非公式な交流、学協会が最も活用されている。

また、どのようなタイプの企業が大学と共同研究を行っているかという視点において、Veugelers & Cassiman (2005) は、ベルギーの748社を対象とした質問票調査の結果から、中小企業よりも大企業の方が大学へアクセスする頻度が高く、主にコストシェアリングを目的としたものであることを示した。また、López-Fernández, Serrano-Bedia & García-Piqueres (2008) は、スペインの3,964社を対象とした質問票調査を用いて、大学と共同で研究開発を実施する要因について分析を行った。その結果、企業規模、内部研究開発費売上高比率、事業規模等が大学と共同研究開発を実施する要因として影響していることを示した。

これらの先行研究の結果からは、大学の知識源を利用する要因として、企業規模や研究開発比率の大きさが影響していることがわかる。しかし、企業のイノベーション活動において直面する隘路と、大学の知識へアクセスする要因の関係に関する実証分析はごく一部に限定されている。先に述べたように、企業がイノベーション活動を行う際には様々な隘路に直面している。それらの隘路が異なれば、アクセスすべき外部知識の獲得チャンネルや知識源も異なることが予想される。したがって、大学の知識源やその活用経路も、これらの隘路によって変化すると考えるべきである。そこで本研究では、科学技術・学術政策研究所が実施した「第2回全国イノベーション調査」(以下、J-NIS2009)の個票データ(企業レベル)を用いて、企業はどのような隘路に直面した時に、より頻繁に大学の知識へアクセスしているのかについて、探索的な分析を試みた。

また、アクセスした大学の知識は企業のイノベーション活動に一定の影響を与えていると考えられる。つまり直面する隘路によって知識源へのアクセスが変化するとすれば、イノベーションの達成度も異なってくると考えられる。そこでJ-NIS2009を用いて、大学の知識の活用の有無による実際のイノ

バージョンの達成度を、技術面と収益面の2面から分析した。このように本研究では、①イノベーション活動における隘路と大学へのアクセスの関係、ならびに②大学へのアクセスとイノベーションの成果の関係を連続的に捉えることを目的とした。さらに本研究では、イノベーションの成果を技術と収益の両面から探索することで、先行研究に対する新たな発見事実の提供を試みた。

Ⅲ 方 法

1. 分析データ

本研究で用いるJ-NIS2009は2009年に実施され、2006-2008年度にかけての民間企業のイノベーション活動の実態を調査している。調査対象は従業者数10人以上の農林水産業、鉱業、製造業、建設業、サービス業に属する民間企業であり、調査票配布数は15,789社、有効回答数は4,579社だった。このうちプロダクト・イノベーションを実現したのは1,440社であった。本研究では、これらプロダクト・イノベーションを実現した企業を対象に、直面した隘路と大学の知識活用の関係、大学の知識の活用の有無による実際のイノベーションの達成度を分析した。なお、各産業に含まれる企業数を表1にまとめた。

また上で述べたように、企業のイノベーション活動には様々な隘路が存在し、隘路の性質によってアクセスすべき外部知識も異なるとことが予想される。さらに、大学への期待は既にできあがった技術的知識の移転だけではなく、イノベーションからの利益を得られる能力が移転されることにある(馬場・後藤, 2007)。本研究でもこの考えに基づいて、企業が大学の知識にアクセスする際の動機を、完成された技術的知識の獲得に限定するのではなく、大学から知識や能力が移転されることによってもたらされる様々な隘路の解決を分析の対象とする。そこで本研究では、J-NIS2009において設定されているプロダクト・イノベーションの隘路の中から、技術的な要因に加え、資金的な要因、人材に関する要因、規制に関する要因、新製品やサービスへの需要に関する要因も合わせて抽出した。

表1 産業別標本数

	企業数 (社)	比率 (%)		企業数 (社)	比率 (%)
ローテク製造業			ハイテク製造業		
1 食料品製造業	36	3.6	25 医薬品製造業	16	1.6
2 飲料・たばこ・飼料製造業	24	2.4	26 電子計算機・同附属装置製造業	14	1.4
3 繊維工業(4を除く)	23	2.3	27 電子部品・デバイス・電子回路製造業	24	2.4
4 衣服製造業	10	1.0	28 情報通信機械器具製造業(26を除く)	18	1.8
5 なめし革・同製品・毛皮製造業	5	0.5	29 業務用機械器具製造業	33	3.3
6 木材・木製品製造業(9を除く)	7	0.7	30 時計・同部分品製造業	5	0.5
7 パルプ・紙・紙加工品製造業	20	2.0	31 航空機・同附属品製造業	7	0.7
8 印刷・同関連業	12	1.2			
9 家具・装備品製造業	15	1.5	ハイテクサービス業		
10 その他の製造業(30を除く)	20	2.0	32 ソフトウェア業	19	1.9
			33 情報サービス業(32を除く)	12	1.2
メディアム・ローテク製造業			34 インターネット附属サービス業	3	0.3
11 石油製品・石炭製品製造業	6	0.6			
12 プラスチック製品製造業	23	2.3	非製造業		
13 ゴム製品製造業	11	1.1	35 農林水産業	8	0.8
14 窯業・土石製品製造業	20	2.0	36 鉱業・採石業・砂利採取業	2	0.2
15 鉄鋼業	18	1.8	37 建設業	31	3.1
16 非鉄金属製造業	24	2.4	38 電気・ガス・熱供給・水道業	6	0.6
17 金属製品製造業	32	3.2	39 情報通信業	61	6.1
18 船舶製造・修理業・船用機関製造業	4	0.4	40 運輸業・郵便業	19	1.9
			41 卸売・小売業	132	13.2
メディアム・ハイテク製造業			42 金融業・保険業	32	3.2
19 化学工業(1を除く)	36	3.6	43 不動産業・物品賃貸業	18	1.8
20 はん用機械器具製造業	29	2.9	44 宿泊業・飲食サービス業	37	3.7
21 生産用機械器具製造業	45	4.5	45 その他サービス業	48	4.8
22 電気機械器具製造業	42	4.2			
23 自動車・同附属品製造業	19	1.9			
24 輸送用機械器具製造業(18, 23, 31を除く)	9	0.9			

2. 検証方法

(1) 直面した隘路と大学の知識活用の関係

まず直面した隘路によって、知識源である大学の活用の程度が異なるかを検証する推定モデルを提示する。推定モデルの被説明変数は知識源としての大学の利用で、利用した場合は1、それ以外は0となる。本稿のような被説明変数が2値変数のケースにおいて、最小二乗法を用いて推定を行うと、誤差項が正規分布に従うという仮定が満たされない。そのため、本稿ではプロビットモデルを用いて推定を行った。

本分析の鍵となる隘路に関する説明変数には、上で記した5つのプロダク

ト・イノベーションの隘路を用いた。特定の隘路の直面した際、それを解決するために大学の知識を利用する傾向にある場合、これら説明変数の係数は正の値となる。

ただし、知識源として大学を利用するか否かを決定する際に、イノベーションの隘路以外の多くの要因が影響を与えているはずである。これら要因をコントロールすることを目的に、本稿ではVeugelers & Cassiman (2005)に基づき、売上高(対数)、内部研究開発費売上高比率、大学以外に利用した知識源の数、イノベーションから得られる収益を確保する際の法的保護の有効性、戦略的手段の有効性を用いた。

また、Veugelers & Cassiman (2005)では産業の異質性をコントロールするため、国際産業標準分類の中分類に基づく産業ダミーを使用している。本稿でも日本標準産業分類中分類に基づき、産業ダミーを作成することが考えられたが、変数が0か1となるため、標本数の少ない産業で全企業が同じ回答をし、推定できない問題が生じた。そのため、本稿では産業の異質性をコントロールする変数として、OECD (2011)が提示する区分に従い、製造業をハイテク(High-technology)、ミディアム-ハイテク(Medium-high-technology)、ミディアム-ローテク(Medium-low-technology)、ローテク(Low-technology)の4つに区分した。同区分は売上高・研究開発支出比率と付加価値・研究開発支出比率を基準に分類が行われている。サービス業についても、Schricke, Zenker & Stahlecker (2012)による区分(ハイテク-サービス、マーケット型サービス業、金融業、その他サービス業)を用いることが考えられるが、こちらについても標本数の少ない産業で推定できないケースが生じたため、本稿では上の区分のうち、イノベーション活動と比較的関連していると想定されるハイテク-サービス業のみ区別し、残りを農林水産業、鉱業、建設業と一括にして非製造業として扱った。

なお企業活動および成果については、産業間の異質性だけでは除去できない産業内の異質性の影響が大きいことをSyverson (2004)は指摘している。本稿では、各企業が直面する市場構造を示す競合他社数、市場規模拡大の有無をモデルに組み込み、この産業ダミーでは捉えきれない各企業が直面する市場環境の影響もコントロールしたモデルも推定した。各変数の詳細および定

義は表 2 に記している。

表 2 変数の説明

変数	定義
技術的優位性	表 3 で a と回答した企業は 1, b と回答した企業は 2, …, f と回答した企業は 6 となる
プロダクト・イノベーションの収益割合	表 4 で 1 と回答した企業は 1, 2 と回答した企業は 2, …, 6 と回答した企業は 6 となる
知識源としての大学の活用	イノベーション活動の知識源として大学を利用した企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
技術的な要因	イノベーション活動における隘路として, 技術不足に直面した企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
資金的な要因	イノベーション活動における隘路として, 資金不足に直面した企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
人材に関する要因	イノベーション活動における隘路として, 人材不足に直面した企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
規制に関する要因	規制への対応がイノベーション活動における隘路となった企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
新製品・サービスの需要に関する要因	新製品・サービスの需要の不確実性がイノベーション活動における隘路となった企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
売上高(対数)	2006年度の売上高の対数値
内部研究開発費売上高比率	2006年度の売上高に占める内部研究開発費の比率
大学以外に利用した知識源の数	大学以外の知識源としてアクセスした組織(グループ企業, 供給業者, クライアント, 民間研究機関, 公的研究機関, 競合他社)の数
法的保護の有効性	イノベーションから得られる収益の確保手段として, 特許等の法的保護が有効だった企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
戦略的手段の有効性	イノベーションから得られる収益の確保手段として, 市場への先行投入, 設計等の複雑化, 秘匿が有効だった企業は 1, それ以外は 0
競合他社数 I	競合他社が 2 社以下の企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数(推定の際の基準として利用)
競合他社数 II	競合他社が 3 ~ 5 社の企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
競合他社数 III	競合他社が 6 ~ 10 社の企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
競合他社数 IV	競合他社が 11 ~ 20 社の企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
競合他社数 V	競合他社が 21 社の企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
市場規模拡大の有無	国内・海外市場を問わず, 自社の主要製品の市場規模が拡大した企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
ローテック製造業	表 1 のローテック製造業に含まれる企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
ミディアム・ローテック製造業	表 1 のミディアム・ローテック製造業に含まれる企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
ミディアム・ハイテック製造業	表 1 のミディアム・ハイテック製造業に含まれる企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
ハイテック製造業	表 1 のハイテック製造業に含まれる企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数
ハイテックサービス業	表 1 のハイテックサービス業に含まれる企業は 1, それ以外は 0 のダミー変数

次に大学の知識活用がイノベーションの成果に及ぼす影響を検証するモデルを提示する。推定モデルの被説明変数には、実現したプロダクト・イノベーションの技術的な成果を示す変数として、「実現したプロダクト・イノベーションと同等の製品・サービスを競合他社が実現するのに要する期間(技術的優位性)」を用いた。高い技術を有した製品・サービスほど競合他社の模倣が困難となるため、この数値が大きいほど技術的なインパクトが大きいと評価した。これらの変数は表3のように質問されているので、順序ある離散値として扱った。したがって、推定にはオーダード・ロジットモデルを用いた。

プロダクト・イノベーションの収益面での影響を示す変数には、全売上高に占めるプロダクト・イノベーションの売上高の割合(プロダクト・イノベーションの収益割合)を用いた。この全売上高に占めるプロダクト・イノベーションの売上高の割合も、J-NIS2009では表4のように1～6の順序ある選択肢として調査されているので、本稿では被説明変数を順序ある離散値として扱った。表4からもわかる通り、この数値が大きくなるほど実現したイノベーションから得られた収益は大きいため、自社にもたらす金銭的な影響は大きいことになる。

ここで鍵となる説明変数

表3 J-NIS2009における質問方法
(技術的優位性)

実現したプロダクト・イノベーションと同等のプロダクト・イノベーションを競合他社が実現するまでの期間
a. 半年未満
b. 半年～1年未満
c. 1年～3年未満
d. 3年～5年未満
e. 5年～10年未満
f. 10年以上

表4 J-NIS2009における質問方法(プロダクト・イノベーションの収益割合)

	0%以上	1%以上	5%以上	10%以上	25%以上	50%以上
	未満	未満	未満	未満	未満	未満
a. プロダクト・イノベーションが2008年度の売上高に占める割合	1	2	3	4	5	6
b. 市場にとって新しいプロダクト・イノベーションの有無	1. あり	2. なし				
市場にとって新しいプロダクト・イノベーションが2008年度の売上高に占める割合	1	2	3	4	5	6

は知識源としての大学の利用の有無(大学の知識利用の有無)である。この変数の係数の値が正であれば、大学の知識の利用が技術的もしくは収益的に大きな成果をもたらしたことになる。また、イノベーションの成果に影響を及ぼすその他の要因を検討するに当たって、Cohen(2010)を参照した。Cohen(2010)はイノベーションの成果に影響を及ぼす要因として、企業規模、技術機会、専有可能性、産業の異質性を指摘している。企業規模を示す指標は数多く挙げられるが、本稿ではデータを得ることができた売上高を用いた。技術機会には先行研究を参考に内部研究開発費売上高比率と大学以外に利用した知識源の数、専有可能性にはイノベーションから得られる収益を確保する手段の有効性、産業の異質性には産業ダミーを用いている。産業ダミーの内容は上の推定で用いたものと同様である。なお、本項の推定モデルでも産業の異質性に加え、産業内の異質性を示す変数として、市場の競合他社数、市場規模拡大の有無を加えた。

ただし、本項の推定を行うにあたっては、説明変数の内生性の問題を考慮する必要がある。知識源としての大学の利用が説明変数の鍵となるが、先と同様、企業側は把握できているが、分析者が捉えることのできない企業の戦略が誤差項に含まれることで、同変数と誤差項が相関している可能性が高い。例えば、大きな成果を期待できるプロジェクトを行っている企業ほど大学の知識を利用する傾向にある場合、この大きなプロジェクトの存在を分析者が把握し、説明変数に加えることができれば問題ないが、データとして捉えることができず説明変数から除かれると、各説明変数の係数が過剰もしくは過少に推定されることが指摘されている(Griliches & Mairesse, 1985)。

そこで本稿では内生性の問題に対処するため、産業レベルでの大学の知識活用の平均値を操作変数とする、操作変数法を用いて推定を行った。具体的にはJ-NIS2009に回答した企業全社に対し、産業別に大学の知識を活用した企業の割合を計算した。望ましい操作変数の性質として、①内生変数である説明変数との相関は強いが、②先に示した変数化されていない企業の戦略と相関しないことが挙げられる。①については、大学の知識を利用する傾向にある産業に属する企業の方が大学の知識にアクセスする確率が高いと直感的に考えられる。実際に、大学の知識活用の有無を被説明変数、産業レベルでの

大学の知識利用の平均値および第1段階で外生と仮定した変数を説明変数に用いてプロビット分析を行ったところ、産業レベルでの大学の知識利用の平均値は1%水準で有意という結果が得られた。

他方、産業レベルでの大学の知識活用は企業の外で決定している以上、企業の戦略とは独立しているはずである。企業側からみても、産業内の全社をライバルと見做しているのではなく、一部の企業(競合他社)をベンチマークに行動すると想定されるため、産業レベルでの大学の知識利用の度合いが1つの企業の戦略に影響を及ぼすという状況は現実的ではない。

この他、先に外生変数と仮定した売上高(対数)、内部研究開発費売上高比率、大学以外に利用した知識源の数、法的保護の有効性、戦略的手段の有効性を用いて、2段階推定における誘導形を作成した。ただし、本稿のような被説明変数および内生性の疑いのある変数がともに離散値の場合、Heckman(1979)が提唱した2段階推定法では一致推定量が得られないことが指摘されている(Wooldroge, 2002)。この問題に対応するため、本稿ではCohen(2010)に基づき構築した推定モデルと、上で示した内生変数に対する誘導形のモデルを同時に推定した。

IV 結 果

1. 隘路と大学の知識へのアクセスの関係

表5にイノベーション活動の隘路と大学の知識へのアクセスの関係について推定した結果を示した。売上高(対数)、内部研究開発費売上高比率、法的保護の有効性、戦略的手段の有効性で統計的に有意な数値が得られている。売上高(対数)および内部研究開発費売上高比率の係数は正であるため、売上高の値が大きな企業ほど、また研究開発活動が活発なほど、イノベーション活動において大学の知識を活用している傾向にある。

法的保護の有効性の係数についても正の符号が得られている。したがって、実現したイノベーションから得られる収益を確保するにあたって、法的保護が有効な企業ほど大学の知識を活用している状況にある。これは法的保護を受けることで、排他的に製品・サービスを提供できる環境が大学の知識利用

を促進させることを示唆している。また、戦略的手段の有効性の係数についても正の符号で有意となっている。つまり、競合他社に先駆けた製品・サービスの市場への投入や、生産方法や製品設計の複雑化による模倣対策、技術的ノウハウの秘匿の徹底などの取り組みが、大学の知識へのアクセスを促進させることが示されている。

産業ダミーを確認すると、ローテク産業ではほとんどの係数は0に近く、ミディアム・ローテク産業以上の技術レベルを示す産業において大学へのアクセスは正で有意な関係を示している。やはり技術レベルが高い産業において大学を活用する傾向にある。また、サービス業ダミーでは負の係数が現れているが、統計的に有意な数値ではない。さらに、国内の市場規模が拡大している場合に、より大学へアクセスしていることがわかる。拡大する市場の獲得を狙って、新製品の開発に着手するケースなどが想定される。

次にイノベーションの隘路と大学の知識利用の関係を確認していく。表5からは本研究で取り上げた5つの隘路のうち、資金面での隘路、技術ノウハウに関する隘路、新製品・サービスの需要に関する隘路に直面した場合、企業は大学の知識にアクセスする傾向にあることが示された。一方、統計的に有意はついてないため確定的な議論はできないものの、人材に関する隘路に直面した場合には係数がマイナスとなっている。適切な能力を持つ人材が不足している時には、大学へのアクセス頻度が低くなる可能性がある。

最後に、大学以外の知識源の活用状況との関係を見てみると、正で有意となっていることから、大学の知識へアクセスするような企業は他にも様々な知識源へアクセスしている様子が伺える。

2. 大学の知識へのアクセスとイノベーションの成果の関係

ここからは、大学の知識へのアクセスとプロダクト・イノベーションの技術的優位性および収益割合の関係を推定したモデルの結果を示す。まず表6に、どのような隘路に直面したかは関係なく全てのサンプルにおける推定結果を示す。この表から、大学の知識へのアクセスは、プロダクト・イノベーションの技術的優位性を築くのに正の効果があることが確認できる。一方、プロダクト・イノベーションの収益割合との関係からは負の効果が現れてい

表5 隘路と大学の知識へのアクセスに関する推定結果

	大学の知識活用の有無 (probit model)			
	推定値	標準偏差	推定値	標準偏差
売上高(対数)	0.098***	0.029	0.092***	0.030
内部研究開発費売上高比率	1.373**	0.684	1.221*	0.692
大学以外に利用した知識源の数	0.242***	0.032	0.246***	0.033
法的保護の有効性	0.551***	0.104	0.546***	0.105
戦略的手段の有効性	0.237**	0.111	0.222**	0.113
競合他社数Ⅱ			-0.11	0.163
競合他社数Ⅲ			-0.29*	0.173
競合他社数Ⅳ			0.00	0.208
競合他社数Ⅴ			-0.18	0.164
市場規模拡大の有無			0.252**	0.121
ローテック製造業	0.016	0.145	-0.004	0.147
ミディアム・ローテック製造業	0.316**	0.149	0.273*	0.152
ミディアム・ハイテック製造業	0.298**	0.139	0.249*	0.143
ハイテック製造業	0.333**	0.161	0.274*	0.166
ハイテックサービス業	-0.244	0.298	-0.263	0.299
資金的な要因	0.319**	0.128	0.295**	0.129
人材に関する要因	-0.103	0.120	-0.098	0.121
技術的な要因	0.215*	0.121	0.215*	0.122
規制に関する要因	0.220	0.246	0.251	0.248
新製品・サービスの需要に関する要因	0.188*	0.105	0.176*	0.105
定数項	-2.881***	0.283	-2.706***	0.304
対数尤度		-465.158		-460.728
Pseudo R ²		0.231		0.239
標本数			1001	

る。文字通り、大学の知識へのアクセスは、企業におけるイノベーションの収益化にマイナスの影響があることを示している。

この結果と全く逆の傾向を示しているのが、大学以外の知識源のアクセス数である。表5からは、大学以外の知識源へのアクセスが多様になるほど、技術的な成果は得られなくなる傾向が現れている。一方、収益割合の面では正で有意な結果が示されている。このことから、外部知識源へのアクセスの多様性がプロダクト・イノベーションの収益割合にポジティブな影響を与えていると言える。

収益確保ダミーからは、戦略的な手段の採用が技術面、収益割合面の両面でポジティブな結果となった。競争ダミー、産業ダミーの結果については、

表6 大学の知識へのアクセスとアウトカムの推定結果

	技術的優位性 (orderd logit model)		プロダクト・イノベーションの収益割合 (orderd logit model)	
	推定値	標準偏差	推定値	標準偏差
大学の知識活用の有無	0.900***	0.274	-0.927***	0.209
売上高(対数)	0.001	0.021	-0.031	0.021
内部研究開発費売上高比率	0.236	0.557	0.349	0.543
大学以外の知識源の数	-0.068**	0.031	0.104***	0.027
収益確保ダミー(法的手段)	0.113	0.094	0.122	0.087
収益確保ダミー(戦略的手段)	0.278***	0.081	0.187**	0.080
競争ダミー(競合他社3~5社)	-0.066	0.117	0.281**	0.121
競争ダミー(競合他社6~10社)	-0.038	0.126	0.246*	0.129
競争ダミー(競合他社11~20社)	-0.117	0.154	0.365**	0.155
競争ダミー(競合他社21社以上)	-0.209*	0.119	0.023	0.120
国内市場規模拡大ダミー	0.072	0.096	0.251***	0.096
製造業ダミー(ローテク)	0.030	0.102	-0.032	0.101
製造業ダミー(ミディアムテク)	0.139	0.115	-0.118	0.114
製造業ダミー(ミディアム-ハイテク)	0.140	0.104	0.145	0.105
製造業ダミー(ハイテク)	0.083	0.121	0.309**	0.121
サービス業ダミー(ハイテク)	0.275	0.195	0.238	0.203
対数尤度	-1844.772		-1981.192	
Pseudo R ²	0.044		0.020	
標本数	1001			

隘路別のサンプルを用いた分析結果とともに述べる。

次に、イノベーション活動において直面した隘路別に、大学の知識を利用することが技術的な優位性に結び付いたかどうかを検討する。表7に示した通り、技術ノウハウに関する隘路に直面した企業が大学の知識を利用した場合は、技術的な成果を得られる傾向にあることがわかった。表5では、技術ノウハウ面での隘路を持つ企業は、より大学の知識へアクセスする傾向にあることが示された。したがってこのような隘路を持つ企業は、積極的に大学の知識を利用し、実際に技術的な成果を挙げていると思われる。ただし表5では、資金面、需要面に関する隘路に直面した企業も積極的に大学の知識源を利用する傾向が示されたが、このようなケースでは技術的な優位性を確保できるとは必ずしも言えない結果となった。また、人材面での隘路に直面した企業においても、大学へのアクセスが技術的優位性に結びつくとは言えない結果となった。これらの結果についても次節で述べる。

市場構造に関するダミーとして挿入した競合他社の数に関する傾向を見てみると、全体的に競合他社の数が多いほど負の係数が大きく、かつ統計的に有意となる傾向にある。これは、同一市場内における競合他社数が多いほど、企業が直面する隘路の内容を問わず、技術的優位性を築くことが難しいことを意味している。

法的保護および戦略的手段の有効性について見てみると、需要の不確実性の隘路に直面したグループにおいて正で有意となっている。市場に近いところにおけるこれらの保護手段の採用が、技術的優位性に効果を発揮していると考えられる。

次に、隘路別に見た大学の知識の利用の有無とイノベーションの収益割合の関係を確認する(表8)。技術的な隘路に直面した企業、人材不足の隘路に直面した企業、新製品・サービスの需要の不確実性に直面した企業にとって、大学の知識を利用することは負の経済的効果がある可能性が示唆された。つまり、このような企業にとっては、大学の知識を利用せずに実現したイノベーションの方が、収益面での成功につながる可能性があるという結果が提示された。また、表7では技術面での隘路に直面した企業が大学の知識を利用することによって技術的優位性を獲得するに至っていることが示されたが、そのようなケースにおいても、大学の知識の利用は、少なくともすぐには経済的な成果には直結しない可能性が示された。ただし、資金的な隘路に直面した企業だけは、正で有意な結果が得られた。

産業ダミーでは、全体的にハイテクになるにしたがって、係数は正で有意となる傾向が出ている。技術的に高度な産業になるにしたがって、プロダクト・イノベーションからの収益割合が高くなるのは、イノベーションの性質から見て自然なことと思われる。

法的保護の有効性としては、資金不足に直面した企業のみが負となった。資金不足に直面した中での法的保護は、プロダクト・イノベーションからの収益割合の向上には寄与しないという結果が示された。一方、資金面、需要面での隘路に直面した企業にとって、戦略的手段の採用はプロダクト・イノベーションの収益割合に正の効果があるという結果となった。

表7 陥路別に見た技術的優位性の推定結果

	技術的優位性 (ordered logit model)							
	資金的な要因		人材に関する要因		技術的な要因		新製品・サービスの需要に関する要因	
	推定値	標準偏差	推定値	標準偏差	推定値	標準偏差	推定値	標準偏差
大学の知識活用の有無	0.637	0.410	0.623	0.679	0.804**	0.365	0.129	0.363
売上高(対数)	0.061	0.046	-0.009	0.042	0.005	0.032	0.012	0.036
売上高・研究開発比率	2.751	2.280	-0.471	0.771	-0.157	0.929	1.115	0.824
大学以外の知識源の数	-0.108*	0.059	-0.054	0.057	-0.061	0.044	-0.050	0.052
収益確保ダミー(法的手段)	0.134	0.223	0.222	0.172	0.029	0.142	0.310**	0.158
収益確保ダミー(戦略的手段)	-0.030	0.195	0.146	0.124	0.175	0.122	0.438**	0.153
競争ダミー(競合他社3~5社)	-0.272	0.276	-0.239	0.175	-0.184	0.177	-0.167	0.214
競争ダミー(競合他社6~10社)	0.060	0.310	-0.112	0.178	-0.114	0.184	-0.090	0.227
競争ダミー(競合他社11~20社)	-0.357	0.348	-0.557**	0.221	-0.434**	0.222	-0.286	0.254
競争ダミー(競合他社21社以上)	-0.494*	0.273	-0.331*	0.175	-0.438**	0.183	-0.442**	0.214
国内市場規模拡大ダミー	-0.120	0.216	0.045	0.131	0.101	0.122	0.238	0.150
製造業ダミー(ローテク)	-0.222	0.241	-0.092	0.155	-0.023	0.153	-0.108	0.179
製造業ダミー(ミディアムテク)	0.406	0.272	0.295*	0.163	0.116	0.156	0.058	0.218
製造業ダミー(ミディアム・ハイテク)	-0.177	0.287	0.000	0.155	-0.083	0.152	-0.195	0.196
製造業ダミー(ハイテク)	-0.075	0.265	0.010	0.185	-0.013	0.170	0.004	0.211
対数尤度	-319.227		-857.874		-902.546		-594.162	
Pseudo R ²	0.063		0.032		0.036		0.053	
標本数	173		440		478		315	

注) 推定上の問題より、説明変数からサービス業ダミー(ハイテク)を除いた。また、誘導係部分においても競争ダミー、国内市場規模拡大ダミーを用いると、同様の問題が生じたため、誘導係部分の推定ではこれら説明変数も除いた。

表8 階層別に見たプロダクト・イノベーションの収益割合の推定結果

	資金的な要因			人材に関する要因			技術的な要因			新製品・サービスの需要に関する要因		
	推定値	標準偏差	標準偏差	推定値	標準偏差	標準偏差	推定値	標準偏差	標準偏差	推定値	標準偏差	標準偏差
大学の知識活用の有無	0.617***	0.126	0.492	-0.287	0.492	0.440	-0.513	0.440	0.440	-0.896	0.587	0.587
売上高(対数)	-0.007	0.023	0.036	-0.053	0.036	0.032	-0.027	0.032	0.032	-0.075**	0.038	0.038
売上高・研究開発比率	-3.026	2.721	0.884	0.150	0.884	1.429	1.474	1.429	1.429	0.376	0.989	0.989
大学以外の知識源の数	0.137***	0.026	0.047	0.077*	0.047	0.047	0.115**	0.047	0.047	0.202***	0.066	0.066
収益確保ダミー(法的手段)	-0.501***	0.084	0.152	0.116	0.152	0.153	0.163	0.153	0.153	0.159	0.182	0.182
収益確保ダミー(戦略的手段)	0.523***	0.126	0.119	0.161	0.119	0.117	0.102	0.117	0.117	0.336**	0.156	0.156
競争ダミー(競合他社3~5社)	0.406***	0.114	0.181	0.428**	0.181	0.187	0.248	0.187	0.187	0.280	0.220	0.220
競争ダミー(競合他社6~10社)	0.266*	0.137	0.185	0.433**	0.185	0.192	0.364*	0.192	0.192	0.596***	0.225	0.225
競争ダミー(競合他社11~20社)	0.338***	0.131	0.221	0.638***	0.221	0.221	0.453**	0.221	0.221	0.662**	0.262	0.262
競争ダミー(競合他社21社以上)	0.599***	0.127	0.179	0.274	0.179	0.188	0.114	0.188	0.188	0.452**	0.216	0.216
国内市場規模拡大ダミー	-0.194	0.120	0.132	0.081	0.132	0.123	0.127	0.123	0.123	0.254	0.157	0.157
製造業ダミー(ローテク)	0.121	0.125	0.147	-0.114	0.147	0.146	-0.065	0.146	0.146	0.071	0.188	0.188
製造業ダミー(ミディアムテク)	0.355***	0.121	0.159	-0.241	0.159	0.154	-0.050	0.154	0.154	0.017	0.227	0.227
製造業ダミー(ミディアム-ハイテク)	0.342**	0.135	0.149	-0.038	0.149	0.149	0.028	0.149	0.149	0.410*	0.218	0.218
製造業ダミー(ハイテク)	0.502***	0.149	0.175	0.278	0.175	0.169	0.213	0.169	0.169	0.223	0.222	0.222
対数尤度	-333.208			-913.457			-985.464			-625.361		
Pseudo R ²	0.055			0.027			0.019			0.046		
標本数	173			440			478			315		

注) 推定上の問題より、説明変数からサービス業ダミー(ハイテク)を除いた。また、誘導系部分においても競争ダミー、国内市場規模拡大ダミーを用いると、同様の問題が生じたため、誘導系部分の推定ではこれら説明変数も除いた。

V まとめと考察

本研究では、プロダクト・イノベーションを実現した企業が、どのような隘路に直面した時に大学の知識にアクセスしているのか、また大学の知識がどのようにイノベーションの成果に影響を及ぼしているのかについて探索を行った。推定結果より、下記の3点が明らかになった。

1. イノベーション活動における隘路と大学へのアクセスの関係

表5より、日本の企業はイノベーション活動における資金面、技術ノウハウ面、市場の需要面における隘路に直面した時、大学の知識を利用していた。企業は解決の糸口となる知識を持つ可能性のある大学の研究室を見つけ出しアクセスしていることが考えられる。

企業はイノベーションの創出を目指す活動の中で、様々な問題に直面する。技術ノウハウの不足や需要の不確実性の問題に対しては、大学に蓄積する技術やスキルを積極的に活用することで対応していく企業の姿勢が伺える。一般に、外部組織の知識を活用する場合、一定のサーチコストが発生する(Li, Eden, Hittほか, 2008; Kang & Kang, 2009)。企業は、このコストを上回る成果が得られると判断した場合に、大学へのアクセスに踏み切ると考えられる。需要の不確実性に直面した場合には、例えば、大学協力の下、試作品を作るなどして顧客の創造に努めるケースなども考えられる(野村総合研究所, 2005)。日本の産学連携活動が活性化した1990年代後半以降、大学は企業に対する窓口を一元化しワンストップサービスを提供したり、TLO等と連携して積極的にマーケティング活動を展開していることも、こうした隘路に直面した企業のサーチングコストを押し下げている可能性がある(渡部, 2009)。

ただし表5では、適切な能力を持つ人材が不足している時には、大学へのアクセス頻度が低くなる可能性が示された。上述したサーチ活動を行えるような適切な能力を持った人材が社内にはいない場合には、大学へアクセスするという行動も起こせない可能性が示唆される。企業の研究開発の狙いは技術の不確実性と複雑化を解消するためにあるものの(Bayona, Garca-Marco & Huerta, 2001)、これを達成するためには企業には一定の内部知識と人材が必

要とされる。

2. 隘路別に見た大学の知識の技術的效果

表7より、技術ノウハウに関する隘路に直面した企業が大学の知識を利用した場合に、技術的な優位性が得られる傾向にあった。ただし、企業が直面する隘路の内容を問わず、競合他社数が多いほど技術的優位性を築くことが難しくなっていた。

これまでは、イノベーション活動において技術的なボトルネックを抱えた企業は、大学に限らず様々な外部知識に活発にアクセスし、技術的優位性を実現しているのではないかと考えられた。しかし表7からは、全てのアクセス先から有用な知識を得て、技術的課題の解決へとつなげている訳ではないことがわかった。表6における「大学以外の知識源の数」を見ると、技術的優位性に対しマイナスの係数が現れている。これは全ての隘路において見られることであり、特に資金面の隘路では統計的にも有意となっている。つまり、技術的隘路に直面した時の大学の知識は技術的成果をもたらす一方、それ以外の知識へのアクセスを多様に行っても技術的成果にはつながりにくいことを示唆している。つまり、企業は技術的優位を獲得するために大学の知識を活用し、新製品の収益拡大のために大学以外の知識を活用すると、より成果につながりやすい傾向にある。

このことについて、企業の外部知識と内部知識のバランスについて調べた Berchicci (2013) は、ある点までは企業は外部知識を効果的に活用し成果を高める一方、その点を超える量の外部知識は企業のイノベーションのパフォーマンスを低下させると報告した。すなわち、外部知識の量とイノベーションのパフォーマンスは、逆U字の関係にあるとした。同様に、Kang & Kang (2009) は共同研究数とイノベーションのパフォーマンスを調査した結果、これらは逆U字型の関係にあることを示した。これらの先行研究と本研究の結果を一概に比較することはできないが、企業が技術ノウハウに関する隘路に直面した時、やみくもに多様な知識を取り込むことは効果的ではないことが反映された結果ではないかと思われる。

3. 隘路別に見た大学の知識の経済的効果

表8より、大学の知識利用とプロダクト・イノベーションからの収益割合の関係からは、イノベーション活動において資金不足に直面した場合に正で有意な結果が得られた。逆にその他の隘路においては大学の知識を利用しない方がイノベーションの収益割合の増加につながる可能性が示唆された。この理由について次の3点の角度から整理する。

1つ目として、産学連携の目的の達成度は、具体的な技術的問題の解決を目的とする場合に比べて、R&Dの費用や時間の節約を目的とする場合の方が高いという研究報告がある(岡室, 2006)。また、元橋(2003)によると、外部連携の効果として、自社単独でも行える研究のコスト削減を挙げる企業が一定数存在していることがわかる。特に基礎研究は、一企業が単独で実施することが難しく、コンソーシアム等を組んで共同で研究する例も少なくなく、大学もコンソーシアムに参加し、中心的な役割を担う場合が多い(Gibson, Kehoe & Lee, 1994)。このように多くの企業が他の組織と研究開発費をシェアすることで費用の削減に努めている(Okamuro, 2007)。つまり、コスト削減を目的とした企業が大学の知識へアクセスし、実際にその成果を挙げていると考えられる。

2つ目として、表8において資金面以外の隘路で負の関係が現れていることについては、大学以外の知識源の数がヒントとなる。表8におけるこの係数が全ての隘路において正で有意となっている。つまり、大学以外の知へのアクセスが多様なほどプロダクト・イノベーションの収益割合は高まることを示している。つまり、企業は技術的優位を獲得するために大学の知識を活用し、新製品の収益拡大のために大学外の知識を活用していると考えられる。

Becker & Dietz(2004)は、どの知識源が企業のプロダクト・イノベーションの成功に寄与しているかを検証した結果、サプライヤーからの知識は影響がなく、ユーザや競合他社からの知識は正の効果があった。一方、大学等からの知識は、プロダクト・イノベーションにネガティブの効果を与えていた。本研究の結果は、この結果と一定の整合性を示している。改めて企業は、直面する隘路や目標(技術的優位や収益)によって、外部知識へのアクセスを効果的に使い分けることが期待される。

3つ目として、大学の知識源にアクセスするような研究開発の場合、技術的な指標による高い目標設定がなされる場合が多い。実際に本研究の結果からは、技術的な隘路に直面している企業ほど大学の知識にアクセスし、かつ技術的優位性を獲得しているという傾向が示されている。したがって、このような企業ほど技術的にハイエンドな製品開発をターゲットにしている可能性があり、本研究の産業分類の変数もその傾向を示している。

また、本研究で用いたJ-NIS2009は単年度のデータであるため、イノベーションが企業に及ぼすダイナミックな影響を捉えることができない。そのため、収益面の成果については、2006 - 2008年度の3年間に限定したものとなる。加えて、プロダクト・イノベーションを実現した時期を特定することができないため、2006年度の前半したものと2008年度の後半に実現したものを同等に扱うことになる。これらが影響し、収益面の成果についてバイアスのある結果となった可能性が考えられる。これらの問題点に対処するには、英国で実施されたSPRUといった、個別の製品・サービスに着目し、長期的な動向を捉えるデータベースを用いる必要がある。このイノベーションが企業に及ぼすダイナミックな影響を加味した分析については、今後の課題である。

参考文献

- Agrawal, A. 2001 University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, 3 (4), 285-302.
- Bayona, C., Garca-Marco, T. & Huerta, E. 2001 Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firms. *Research Policy*, 30, 1289-1307.
- Becker, W. & Dietz, J. 2004 R&D cooperation and innovation activities of firms: Evidence for the German manufacturing industry *Research Policy*, 33, 209-223.
- Berchicci, L. 2013 Towards an open R&D system: Internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance. *Research Policy*, 42, 117-127.
- Breschi, S. & Lissoni, F. 2001 Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. *Industrial and Corporate Change*, 10, 975-1005.
- Cohen, W. M. 2010 Chapter 4- Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance. *Handbook of the Economics of Innovation*, 1, 129-213.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R. & Walsh, J. P. 2002 Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D, *Management Science*, 48, 1-23.

- Gibson, V., Kehoe, A. & Lee, K. 1994 Collaborative research as a function of proximity, industry, and company: a case study of an R&D consortium, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 41, 255-263.
- Griliches, Z. & Mairesse, J. 1985 Production Functions: The Search for Identification, NBER Working Paper No. 5067.
- Heckman, J. 1979 Sample selection bias as a specification error, *Econometrica*, 47, 153-161.
- Inzelt, A. 2004 The evolution of university-industry-government relationships during transition. *Research Policy*, 33, 975-995.
- Kang, K. & Kang, J. 2009 How do firms source external knowledge for innovation? Analysing effects of different knowledge sourcing methods. *International Journal of Innovation Management*, 13, 1-17.
- Katz, J. S. & Martin, B. R. 1997 What is research collaboration? *Research Policy*, 26, 1-18.
- Li, D., Eden, L., Hitt, M. & Ireland, D. 2008 Friends, acquaintances, or strangers? Partner selection in R&D alliances. *Academy of Management Journal*, 51, 315-334.
- López-Fernández, M. C., Serrano-Bedia, A. M. & García-Piqueres, G. 2008 Exploring determinants of company-university R&D collaboration in Spain: A contrast between manufacturing and service sectors. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19, 361-373.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. 1982 *An evolutionary theory of economic change*. MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- OECD 2011 ISIC REV. 3 TECHNOLOGY INTENSITY DEFINITION : Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities.
- Okamuro, H. 2007 Determinants of successful R&D cooperation in Japanese small businesses : The impact of organizational and contractual characteristics. *Research Policy*, 36, 1529-1544.
- Rahm, D. 1994 Academic perceptions of university-firm technology transfer. *Policy Studies Journal*, 22, 267-278.
- Schricke, E, Zenker, A, & Stahlecker, T. 2012 Knowledge-intensive (business) services in Europe. European Commission.
- Syversen, C. 2004 Market Structure and Productivity: A Concrete Example. *Journal of Political Economy*, 112, 1181-1222.
- Thursby, J. G. & Thursby, M. C. 2001 Industry perspectives on licensing university technologies: sources and problems. *Industry and Higher Education*, 15, 289-294.
- Veugelers, R. & Cassiman, B. 2005 R&D cooperation between firms and universities: Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 23, 355-379.
- Wooldridge, J. 2002 *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.

- 岡室博之 2006 中小企業による産学連携相手の選択と連携成果. 中小企業総合研究, 5, 21-36.
- 後藤晃・小田切宏之 2003 日本の産業システム3:サイエンス型産業 NTT出版. 野村総合研究所 2005 研究人材の活性化と流動化に着目した研究組織マネジメントに関する研究.
- 馬場靖憲・後藤晃 2007 産学連携の実証研究 東京大学出版.
- 元橋一之 2003 産学連携の実態と効果に関する計量分析:日本のイノベーションシステム改革に対するインプリケーション RIETI Discussion Paper 03-J-015.
- 渡部俊也 2009 大学の知財力-技術の不確実性を削減する組織的能力として. 日本知財学会, 6, 37-48.