

Title	自社研究開発と外部技術が生産性に与える影響
Author(s)	中西, 敏之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 411-414
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11746
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

自社研究開発と外部技術が生産性に与える影響

○中西敏之（神戸大学）

1. はじめに

近年、技術が多様化するとともに高度化し、自社の製品に関係する技術を自社のみで開発することは困難になっている。外部の技術を活用するにはいくつかの方法がある。例えば、大学と共同研究する方法、他社と共同研究する方法、他社と特許ライセンスを交わす方法、技術集約型の部品を他社から購入しそれを自社の製品に組み込む方法などである。本稿では、技術研究協力という面ではなく、他社技術の活用という面から、特許使用料として支払われる金額に注目した。各企業の特許料支払い金額は企業の財務データから得ることができる。また、各企業の研究開発費も企業財務データから得ることができる。そこで、本稿では、株式を上場している日本企業を対象として、財務データをもとに各企業の相対的 TFP（全要素生産性）を計算し、これを被説明変数として、自社での研究開発と他社への特許料支払いが生産性に及ぼす影響を分析した。

2. 日本企業の自社での研究開発と他社技術の活用

社内等の組織内での研究に対して、外部との共同研究はどのような傾向にあるかを調べた。外部との連携が、金額的にどのように推移しているか、総務省の科学技術研究調査報告からまとめたのが図1である。自己負担研究費に占める社内使用研究費に対する社外支出研究費の比率を表している。

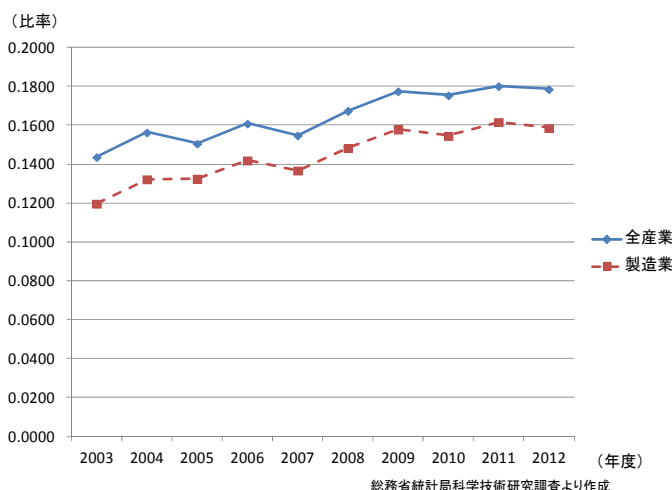


図1 社内使用研究費に対する社外支出研究費の比率

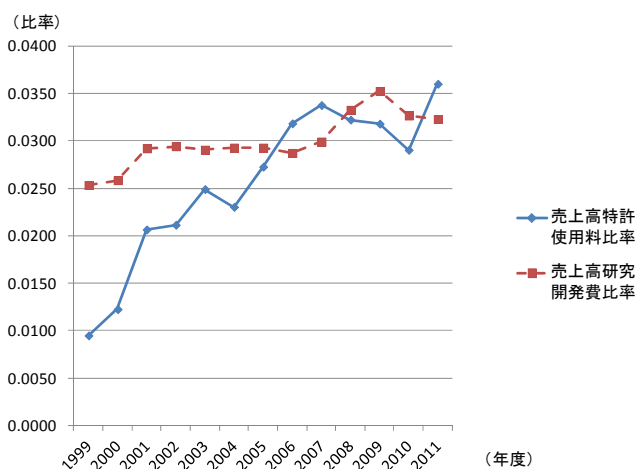


図2 特許使用料と研究開発費の売上高に対する比率推移

図1に示すように2003年以降9年間で30%程度の緩やかな上昇が見られる。研究開発の他社との協力は徐々にではあるが増加しているようである。他社の技術を活用するという意味では、社外との共同研究以外に、他社の特許を使用することも考えられる。この場合の他社特許の使用料については、日本政策投資銀行の「財務データバンク」のデータから各社の各年度の特許使用料を得ることができるのでパネル分析が可能である。本稿の分析に用いた日本政策投資銀行「財務データバンク」の株式上場企業データをもとに、外部への特許使用料支払いをまとめたのが図2である。図2では、上場企業の内、研究開発を行っている企業の一社当たりの売上高研究開発費比率の年度平均と特許使用料の支払いのある企業の一社当たりの売上高特許使用料比率の年度平均の推移を示す。図2から明らかなように、売上高研究開発費比率の伸びに比べて売上高特許使用料比率の伸びはかなり大きい。2000年以降を見ると、外部との共同研究より、外部の特許活用という形で他社技術の活用が、割合としては伸びている。この事実から、他社の技術が事業に活かされているものと考え、これらの技術が企業の全要素生産性（TFP）の向上に役立っていると仮定し以下の仮説を立てる。
仮説：他社への特許料支払い額の売上高に占める比率の増加は、生産性（TFP）の向上に正の効果がある。

3. 分析データと分析方法

3. 1 分析データ

本稿では、まず、企業の TFP（全要素生産性）を企業財務データより計算した。次に、TFP を被説明変数に、研究開発投資、他社への特許使用料支払い、企業規模、一人当たりの人件費を説明変数にし、パネル分析を行った。そのために企業の財務データを用いた。企業財務データとしては、日本政策投資銀行「財務データバンク 2012 年度版」（以下、「企業財務データ」と記す）を用いた。

分析対象の企業を表 1 に示す 9 産業に分類した。特許使用料が得られた企業数が 200 社程度であり多くなく、細かく分類すると、グループに属する他社特許使用企業数が少なくなりデータの偏りが大きくなることを避けるためである。それぞれの産業に属する企業数も表 1 に示す。

表 1 分析対象企業数

グループ名	グループ内産業	グループ内企業数	他社特許使用企業数	売上高特許使用料比率会社別グループ別平均	売上高特許使用料比率平均（他社特許使用会社）	売上高研究開発費比率会社別グループ別平均	売上高研究開発費比率平均（研究開発会社）
生活関連産業	食料品、繊維、木材等	369	7	0.000242	0.014034	0.010608	0.012690
基礎素材産業	化学、石油、ゴム、鉄鋼、金属等	550	13	0.000151	0.006570	0.024298	0.024428
医薬品産業	医薬品	66	10	0.001714	0.014639	0.135098	0.176610
一般機械産業	一般機械、精密機械等	516	30	0.000645	0.012476	0.029682	0.031050
電気機械産業	産業用、民生用電気機械等	329	45	0.001300	0.009553	0.053768	0.055901
輸送用機械産業	自動車、鉄道、船舶、航空機等	160	12	0.000246	0.003876	0.027905	0.027647
卸売小売産業	卸売、小売	640	13	0.000212	0.014857	0.003533	0.007520
基盤産業	工業、建設業、金融、不動産、電気、ガス等	924	31	0.000509	0.015308	0.000812	0.005467
サービス産業	ホテル、放送、教育、情報サービス等	840	72	0.003654	0.056999	0.012505	0.026154
合計		4394社	233社	4394社	233社	4394社	2717社

他社に特許使用料を支払っている企業は、「企業財務データ」に特許使用料が記入されている企業数を記している。売上高特許使用料比率、売上高研究開発費比率は会社別の年度平均を取り、その値からグループ別の平均値を計算している。他社への特許料支払いの売上高に対する比率が高いのはサービス産業である。サービス産業には情報・通信関連企業が多く含まれるが、これらの企業は海外の企業に多くの特許使用料を支払っているものと考えられる。逆に、基礎素材産業、電気機械産業、輸送用機械産業では売上高特許使用料比率が低く、自社の技術が製品に活かされている割合が高いと考えられる。

売上高研究開発費は、3 年のストック変数を定額減価償却法で作成した。すなわち、2 年前の研究開発費を 3 分の 1 にし、前年の研究開発費を 3 分の 2 にし、当年の研究開発費に加え、その値を当年の売上高で除している。文部科学省科学技術政策研究所「平成 21 年度 民間企業の研究活動に関する調査報告」によると、製品の研究開発に約 3 年かかることが多く、研究開発から市場に出すまで 1, 2 年かかっている企業が多いことからこの方法を用いた。これらの企業の内、表 2 に示した分析には、異常値や非常に高い人件費等を示すサンプルは削除した。

3. 2 分析方法

下記の式 (1) により、相対的 TFP を計算した。計算には、Baily, Hulten and Cambell(1992)、中島(2001)の方法（式 (1)）を用いた。この方法は、値の循環性を保証するために相対的な値を求めておりパネル分析には向いている。また、本稿では TFP を年度間、産業間の比較で用いるために相対的な値を用いることに問題はない。

$$\ln RTFP_f(t) = (\ln Y_f(t) - \ln Y(t) + \sum_{s=1}^t (\ln Y(s) - \ln Y(s-1)) - \frac{n}{\sum_{i=1}^n [1/2(S_{if}(t) + S_i(t))(\ln X_{if}(t) - \ln X_i(t)) + \sum_{s=1}^t \sum_{i=1}^n 1/2(S_i(s) + S_i(s-1))(\ln X_i(s) - \ln X_i(s-1))]) \quad (1)$$

$RTFP_f(t)$:相対的 TFP、 $Y_f(t)$:生産高（売上高）、 $X_{if}(t)$:生産要素 i の投入量、 $S_{if}(t)$:生産要素 i のコストシェア、 f, t は企業 f の t 年度の値を示す。

ここで、 $RTFP_f(t)$ は相対的 TFP で f 企業の t 年度の基準からの相対的な値を表す。基準は、開始年（1999 年度）の各変数の平均値を変数として持った架空の企業を考え、その企業を基準とし、その企業の開始年の TFP を 1 とする。上傍線は各変数の平均を表す。生産要素としては、中間投入、労働投入、資本ストックを用いた。

中間投入は、売上原価から労務費を引いた値をデフレータで除した値である。デフレータは、日本銀行の国内企業物価指数を用いた。このデフレータは他の生産要素、生産高、更には、下記の式

(2)、式(3)の分析に用いた変数にも用いている。労働投入は、従業員数に産業別の年間労働時間数を乗じて求めた。産業別労働時間数は国民経済計算年報(内閣府)より求めた。資本ストックは、有形固定資産から土地と建設仮勘定を引いたものに時価簿価比率を掛け、更に稼働率を掛けて求めた。時価簿価比率としては、法人企業統計の有形固定資産額と経済社会総合研究所の民間企業資本ストックの比率を用いた。稼働率は経済産業省の鉱工業指数の稼働率を用いた。

コストシェアは、中間投入コストについては投入額を、労働投入コストについては労務費と一般管理費の人件費を合計したものを、資本投入コストについては、資本ストックの稼働率をかける前の値を用いた。

上に述べた、相対的 TFP を被説明変数として、下記の式(2)と式(3)を用いて、その要因をパネル分析した。式(3)では、各産業グループのダミー変数と売上高特許使用料比率との交差項、各産業グループのダミー変数と売上高研究開発費比率の交差項を加え、各産業でのこれらの変数の効果も分析している。

$$\ln RTFP_f(t) = a PAT_f(t) + b RD_f(t-2) + c \ln HC_f(t) + d GAIC_f(t) + e ADV_f(t) + f SPH_f(t) + g YearD + k + \varepsilon_f(t) \quad (2)$$

$$\ln RTFP_f(t) = a PAT_f(t) + b RD_f(t-2) + c \ln HC_f(t) + d GAIC_f(t) + e ADV_f(t) + f SPH_f(t) + h SPAT_f(t) + i SRD_f(t) + g YearD + k + \varepsilon_f(t) \quad (3)$$

$RTFP_f(t)$: 相対的 TFP (対数値)、 $PAT_f(t)$: 売上高特許使用料比率、 $RD_f(t)$: 売上高研究開発費比率(3年ストック、ラグ2年)、 $HC_f(t)$: 期末従業員数(対数値)、 $GAIC_f(t)$: 売上高外注費比率、 $ADV_f(t)$: 売上高広告宣伝費比率、 $SPH_f(t)$: 一人当たりの人件費、 $SPAT_f(t)$: $PAT_f(t)$ と企業fの産業分類ダミーとの交差項、 $SRD_f(t)$: $RD_f(t)$ と企業fの産業分類ダミーとの交差項、 $YearD$: 年度ダミー、 $\varepsilon_f(t)$: 誤差項、 a, b, c, d, e, g, h, i はそれぞれの係数、 k は定数項、 f, t は企業fのt年度の値を示す。

4. 分析結果

式(2)と式(3)のパネル分析の結果を表2に示す。産業別には一般機械産業を基準としている。表2の式(2)の結果から、売上高特許使用料比率、企業規模(期末従業員数の対数値)、売上高広告宣伝費比率は生産性(TFP)に対して1%の水準で有意に負の効果を示している。売上高研究開発費比率、売上高外注費比率、一人当たりの人件費は生産性に対して1%の水準で有意に正の効果を示している。企業規模(期末従業員数の対数値)の効果が負になっており、規模の経済が働いていないようであるが、生産性の落ち込んでいるこの時期特有のものと思われる。この件についてはさらなる検討が必要である。

産業分類ごとに見ると、基準とした一般機械産業では、売上高特許使用料比率の係数はやはり負で1%の水準で有意である。また、売上高研究開発費比率に対しては、係数は正で1%の水準で有意である。他産業の売上高特許使用料比率の係数を、一般機械産業を基準に計算すると次のようになる。生活関連産業(5.9737)、基礎素材産業(-6.3771)、医薬品産業(3.6455)、一般機械産業(-4.7697)、電気機械産業(-2.7531)、輸送用機械産業(-5.7012)、卸売小売産業(-1.1637)、基盤産業(4.9414)、サービス産業(-0.9886)、これらの値から、生活関連産業、医薬品産業、基盤産業において他社特許を使用したときに生産性向上効果が有ると考えられる。仮説「他社への特許料支払い額の売上高に占める比率の増加は、生産性(TFP)の向上に正の効果が有る。」は生活関連産業、医薬品産業、基盤産業においてのみ成立する。ところで、他社特許使用料の支払いと同様に他社からの特許使用料収入も考える必要があるが、「企業財務データ」には特許収入のデータがない。文部科学省科学技術政策研究所の「平成21年度 民間企業の研究活動に関する調査報告」によると、化学工業、非鉄金属、機械器具、電気機械、自動車等において特許ライセンス収入が、支出を上回っており実際にはコストになっていない可能性が有る。また、表2に示したように基礎素材産業、一般機械産業、電気機械産業、輸送用機械産業では売上高研究開発費比率が比較的高く他社の特許を必要としていないことも考えられる。しかしながら、これらは同時に、研究開発の自前主義が徹底されておりオープン化が進んでいないことを表していると考えられることもできる。少なくとも他社技術の活用という意味では、基礎素材産業、電気機械産業、一般機械産業、輸送用機械産業では生産性の向上のために有効に働いていないようである。一方、生活関連産業、医薬品産業、基盤産業においては他社特許を使用したときに生産性向上効果が見られる。今後、製品に係る技術を一社で開発するのが困難になるにつれて、どの産業においても他社特許の有効活用を検討し生産性の向上に繋げる必要がある。

表2 分析結果

被説明変数: 相対的TFP(対数値)	式(2)		式(3)	
売上高特許使用料比率	-1.0188	(0.2775) ***	-4.7697	(1.7053) ***
売上高研究開発費比率(3年ストック2年ラグ)	0.1086	(0.0229) ***	0.2454	(0.0669) ***
期末従業員数(対数値)	-0.0534	(0.0045) ***	-0.0530	(0.0045) ***
売上高外注費比率	0.0852	(0.0324) ***	0.0861	(0.0324) ***
売上高広告宣伝費比率	-1.3923	(0.1131) ***	-1.3737	(0.1131) ***
一人当たりの人件費	0.0047	(0.0007) ***	0.0048	(0.0007) ***
生活関連産業売上高特許使用料比率交差項			10.7434	(4.9467) **
基礎素材産業売上高特許使用料比率交差項			-1.6074	(6.1430)
医薬品産業売上高特許使用料比率交差項			8.4152	(5.0127) *
電気機械産業売上高特許使用料比率交差項			2.0166	(2.7474)
輸送用機械産業売上高特許使用料比率交差項			-0.9315	(5.5657)
卸売小売産業売上高特許使用料比率交差項			3.6060	(3.9680)
基盤産業売上高特許使用料比率交差項			9.7111	(2.6301) ***
サービス産業売上高特許使用料比率交差項			3.7811	(1.7296) **
生活関連産業売上高研究開発費比率交差項			-0.2038	(0.1155) *
基礎素材産業売上高研究開発費比率交差項			0.5646	(0.1175) ***
医薬品産業売上高研究開発費比率交差項			-0.0844	(0.0809)
電気機械産業売上高研究開発費比率交差項			-0.2371	(0.0819) ***
輸送用機械産業売上高研究開発費比率交差項			0.0041	(0.1696)
卸売小売産業売上高研究開発費比率交差項			0.0356	(0.1262)
基盤産業売上高研究開発費比率交差項			-0.0572	(0.6717)
サービス産業売上高研究開発費比率交差項			-0.2698	(0.0783)
年度ダミー	Yes		Yes	
定数項	0.1817	(0.0297) ***	0.1793	(0.0297) ***
サンプルサイズ	33932			
企業数	4171			
within	0.0307		0.0337	
R二乗値: between	0.0020		0.0005	
overall	0.0010		0.0002	
Fテスト Prob > F	0.0000		0.0000	
Breush and Paganテスト Prob > Chi2	0.0000		0.0000	
ハウスマンテスト結果 Prob > Chi2	0.0000		0.0000	
採用モデル	固定効果		固定効果	

注: ***は1%、**は5%、*は10%の水準で統計的に有意であることを示す。

表題の式番号は、本文中の式の番号を示す。

社の技術を全て賄うことは不可能になっているという現実を考えると、他社や公的機関との共同研究を進める方法以外にも、生活関連産業、医薬品産業、基盤産業で行われているように他社の特許を生産性向上に有効に活用することが必要であると考えられる。

5. まとめと今後の課題

研究開発費は生産性（TFP）に対して有意に正の効果を示すが、売上高特許使用料比率は、生産性に対する効果が産業によってまちまちで、生活関連産業、医薬品産業、基盤産業においてのみ他社への特許使用料支払いが生産性の向上に結び付いていることがわかった。図2に示したように売上高に対する他社特許使用料の比率が増加していることから、他社技術の活用が活発になっていることは推測できる。どの産業においても他社技術の活用を生産性に結びつける工夫が必要である。

本稿では、企業財務データの特許使用料をもとに他社技術の活用状況を分析したのであるが、大学や他社との共同研究や共同開発によって、特許使用料として表れない、研究開発費、研究委託費なども存在する。これらのデータを含めて総合的に自前の研究開発とオープンイノベーションの生産性への効果を検討することを今後の課題とする。

参考文献

- Baily,M.N.,Huiten,C. and Campbell,D. (1992) “Productivity Dynamics in Manufacturing Plants, Brookings Papers on Economic Activity”, *Microeconomics*, 1992, 187-267
 総務省統計局、科学技術研究調査各年版
 中島隆信「日本経済の生産性分析」、日本経済新聞社（2001）
 文部科学省科学技術政策研究所（2010）、「平成21年度 民間企業の研究活動に関する調査報告」

同様に、売上高研究開発費比率の係数を見ると、生活関連産業(0.0416)、基礎素材産業(0.8100)、医薬品産業(0.1610)、一般機械産業(0.2454)、電気機械産業(0.0083)、輸送用機械産業(0.2495)、卸売小売産業(0.2810)、基盤産業(0.1881)、サービス産業(-0.0244)となり有意に係数の符号が負を示す産業はない。先行研究と同様に、研究開発の生産性向上効果は概ね正である。他社特許使用料の生産性の向上に対する効果が低かった、基礎素材産業、電気機械産業、一般機械産業、輸送用機械産業では比較的高い研究開発の生産性向上効果が見られ、自社の技術を蓄積しているために他社の技術を使う必要がないことも考えられる。しかしながら同時に自社で