



RIETI Discussion Paper Series 03-J-015

**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**

元橋 一之
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

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

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

元橋 一之

(一橋大学イノベーション研究センター・経済産業研究所)

要旨

本論文においては、日本における産学連携の実態に関して詳細な調査を行った RIETI 産学連携実態調査と企業活動基本調査（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た。分析のフォーカスとしては、大企業と中小企業の規模間格差、企業の年齢による産学連携の効果の違いに置いた。まず、RIETI 産学連携調査からは、中小企業は大企業と比較して技術相談や共同研究を通じて、より製品化に近い技術の獲得を目指していることが分かった。その一方で大企業においては技術力の状況や人材育成など長期的なメリットをねらった産学連携により大きなウェイトをおいている。また、産学連携への取り組み度合いは企業規模と正の相関関係を持つが、規模の小さい企業においては企業年齢の若い企業ほど活発な取り組みを見せており、技術開発リソースに乏しい中小企業においては、積極的に外部リソースの活用を図り、産学連携に対するコミットも大きいことを示している。更に、産学連携は企業の研究開発や生産活動における生産性に対してポジティブな影響を持つことが確認された。また、この影響については、企業年齢の若い企業において強く現れていることが分かった。日本のイノベーションシステムは、大企業を中心とした「自前主義」と言われており、産学連携についてもこれまで活発に行われてこなかったが、このところ中小企業、特に企業年齢が若い企業においてその成果があがりつつある。今後、イノベーションシステムをネットワーク型でオープンなものに変えていくためにも産学連携におけるダイナミックな研究開発型中小企業の活動を一層促進することが重要である。

JEL Classification: L25, O32, O33

キーワード：産学連携、研究開発型中小企業、生産性、イノベーションシステム

本論文に対しては、一橋大学におけるコンファレンス「企業改革と企業パフォーマンス」、経済産業研究所における「中小企業研究会」及びリサーチセミナーにおいて多くの貴重なコメントを頂いた。特に、John Walsh 氏(東京大学)、浦田秀次郎氏(早稲田大学)、安田武彦氏(中小企業庁調査室)及び鶴光太郎氏(経済産業研究所)に感謝したい。また、RIETI - DP としての公表に際して内部レフェリーからも貴重なコメントを頂いた。更に、企業活動基本調査の個票データ利用を許可頂いた経済産業省調査統計部にも感謝したい。なお、本論文で示された見解は筆者個人のものであり、その組織のものではない。

1. はじめに

2001年から2006年までの国の科学技術政策の基本的方向性を示す第2次科学技術基本計画には企業のイノベーション活動を促進するためのイノベーションシステム改革の方向性が強く打ち出されている。産学連携の推進はその中核的な政策イシューであり、国全体としてのイノベーション活動を活性化させるために、大学や公的研究機関と企業の連携を強化するための制度改革が、最近急速に進んでいるところである。例えば、1998年のTLO法によって、大学や公的研究機関におけるTLOの設置が進み、また、2000年に成立した産業技術力強化法には、大学等における研究者の兼業規制緩和や国立大学における民間からの資金受け入れ円滑化措置が盛り込まれている。

このような最近の政策的措置に対応して、具体的な産学連携に対する取り組みが進みつつあるところであるが、1980年代に産学連携に関する各措置が整備された米国と比べるとまだまだその動きは遅れている。産学連携の状況に関する日米格差については、政策的な取り組みが遅れとともに、日米両国でイノベーションシステムが違ふことの影響も大きい。米国においては、ベンチャーキャピタル等による直接金融市場が充実しており、また人材の流動性がより活発であることから、外部市場を活用した企業間や産官学連携が日本と比較してより容易であると考えられる。それに対して、日本においては各企業がそれぞれの研究所を中心として研究開発を行ってきており、研究面における大学や公的研究機関との連携は活発に行われてこなかった。このような大企業を中心とする「自前主義」が日本において産学連携を阻害する一因となっているのではないかと指摘もなされているところである。(元橋(2001))

このような状況において、今後の日本における産学連携の活性化の鍵を握っているのが研究開発型中小企業の役割である。自前の研究所は研究スタッフなどの研究開発資源を豊富に有している大企業と比較して、中小企業、とりわけ技術開発型のベンチャー企業は研究開発において外部資源を積極的に活用していく必要がある。経済産業研究所における「日本のイノベーションシステムに関するアンケート調査」によると、大学との共同研究を積極的に行っている研究開発型中小企業は、大企業と比べてより具体的な製品化に向けたハンズオンの研究を行っていることがわかっている(経済産業研究所(2001))。また、中小企業は、官僚的な意思決定機構に侵されがちな大企業と比較して、スピーディな経営判断でダイナミックに新規分野に進出する'agents of changes'であるといわれている(Audretsch(1999))。

本稿では、産学連携の実態について大企業と中小企業を比較することによって、日本の自前主義イノベーションシステムの変革を担う研究開発型中小企業の役割について考察することとする。産学連携の実態は、技術相談のようなものから契約ベースの共同研究まで多様な形態が存在し、ITやバイオなど技術分野によってもその内容は大きく異なる。2003年2月に行われた経済産業研究所の産学連携実態調査は、大規模な企業アンケート調査を行うことによって、このような個々のケースにおける産学連携の異質性にも立ち入りなが

ら、その実態についての全体像を提供している。(経済産業研究所(2003))この調査で得られた個票データを用いて、企業規模によって産学連携の実態がどのように異なるか見ていくこととする。また、経済産業省の企業活動基本調査とのリンケージデータを用いて、産学連携の決定要因や産学連携と企業パフォーマンスの関係に関する定量的な分析を行うこととする。

本稿の構成としては、まず次節において企業規模別に見た産学連携の形態、目的、問題点などの産学連携の実態に関するデータから、産学連携に関する大企業と中小企業の違いを明らかにする。次に第3節においては、企業活動基本調査とのリンクデータを用いて、産学連携の決定要因、企業の研究開発活動やビジネスパフォーマンスに対する影響についての定量分析の結果を示す。最終章においては、これらの分析結果を基に日本のイノベーションシステムを改革していく際の研究開発型中小企業の役割と政策的含意について述べることとする。

2. 産学連携の実態と企業規模による特徴

産学連携の実態については、大学サイド、企業サイドの両面からとらえていくことが可能であるが、わが国においてはこれまでいくつかの調査が行われてきている。例えば、大学に対する調査を行った事例としては、三菱総合研究所(2002)が、企業サイドに対する調査としては、経済産業省(2003a)、経済産業省(2003b)、中小企業金融公庫(2002)が存在する。また、経済産業研究所(2001)は、NEDOによる補助金の対象となっている産学連携プロジェクトについて、大学、企業の双方からデータを得ている。これらのアンケート調査から大学、企業それぞれの産学連携に対する取り組みの状況、双方の問題意識、問題点などが明らかになっている。また、公的助成を受けた産学連携プロジェクトについて、関係する企業数、地理的広がり、分野別のプロジェクト数などの実態について詳細に分析した研究成果が存在する。(Wen and Kobayashi (2001))ただし、これらについては、産学連携の状況に関する定性的な情報が中心で、例えば共同研究の年間予算額や委託研究の本数などの定量的な情報は取られていない。また、これまでの調査結果は、対象企業や対象プロジェクトが公的助成を受けたものに限られていたり、調査対象が大企業に偏りがあるなどサンプル設計に問題があるなどの問題がある。¹

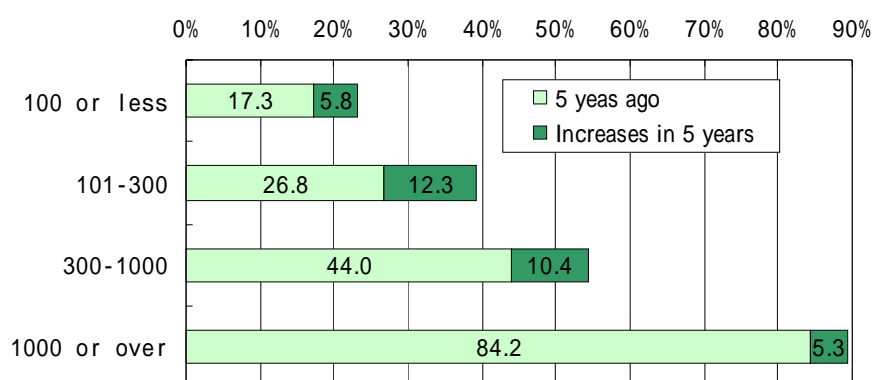
このような既存の調査の問題点を踏まえて、経済産業研究所(以下、「RIETI」と略す。)では、産学連携に関する定量的な情報も含めて、経済産業省の企業活動基本調査の調査対象(従業員数50人以上かつ資本金3000万円以上の製造業、卸小売業の属する企業)のうち研究開発を行っている企業7,442社全数に対する調査が行われた。調査時点は2003年の2月で、主に各企業の2002事業年度の状況について調査を行い、802企業からの有効回答が得られた。有効回答サンプルのうち製造業に属する企業は694社となっており、本論文

¹ サンプル設計に関する問題がない事例として例外的なのは、中小企業白書用に調査された統計調査(経済産業省(2003b))が存在する。

においては主に製造業における産学連携の傾向を示したものであるということが出来る。² 調査の内容は企業の研究開発において、他の企業や大学も含めた外部研究機関との連携の実態、産学連携にフォーカスし、その規模などの定量的な情報も含めたより詳細な調査、産学連携に対する評価や課題の大きく3本立てとなっている。³ここでは、このRIETI調査のデータを用いて企業規模による産学連携の実態の違いについて明らかにする。

まず産学連携も含めた研究開発に関する外部連携の状況であるが、研究開発を行っている企業のうち約7割が何らかの形で行っており、大学との連携(産学連携)についても約4割の企業が行っている。日本のイノベーションシステムは「自前主義」が特徴であるといわれているが、研究開発の外部連携という点ではかなりの広がりをもっていることがわかった。この調査では2002年の現状と同時に5年前の状況との比較についても調べている。Figure1は大学との連携についての実施状況を企業の従業員規模別に見たものである。

Fig. 1 Share of firms collaborating with university



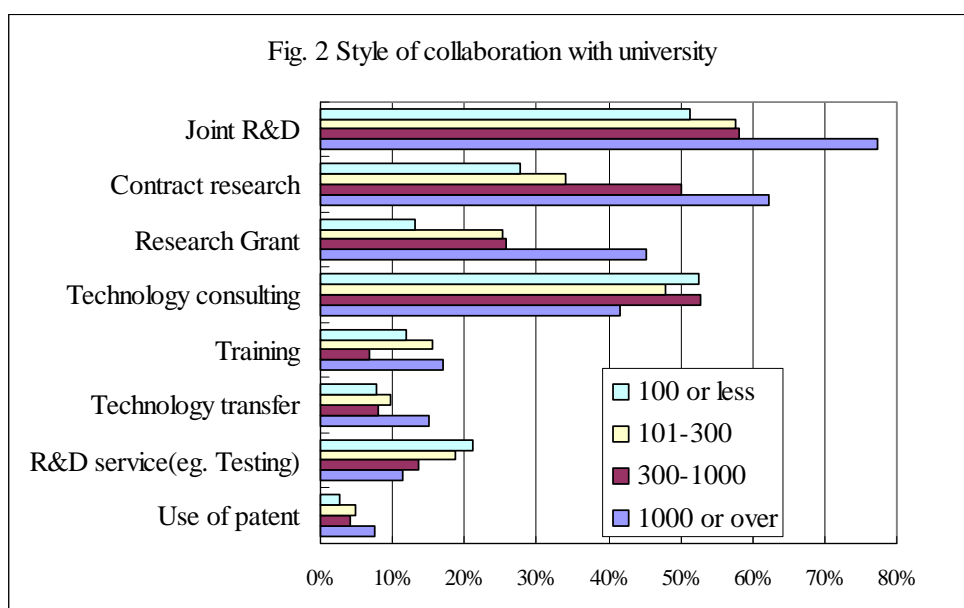
産学連携の特徴としては、企業間の連携と比べて企業規模による連割合の格差が大きいことである。例えば1001人以上の企業については89.5%の企業が何らかの大学との連携を行っているのに対して、100人以下の企業ではこの割合が23.1%に落ち込む。これが大企業との連携については、1001人以上の企業の連携割合が65.0%であるのに対して、100人以下の企業は26.1%である。ただし、ここ5年間の動向を見ると中小、中堅企業において大学との連携を行う企業が増えてきており、産学連携のすそ野が広がってきているというこ

² また、卸売業に分類される企業は71社存在するが、ここには製造活動の子会社化していることによって製造業には分類されない企業も含まれている。

³ サンプル設計や回収率等の調査方法に関する詳細や調査項目の詳細については、経済産業研究所のホームページ (<http://www.rieti.go.jp/jp/projects/innovation-system/index.html>) を参照されたい。なお、本調査における有効回答率は10.8%と低いものとなっているが、非回答サンプルに対するフォローアップ調査を同時に行い、調査結果に対する non response bias の影響については比較的小さいものに留まっていることを示している。また同サイトではここで紹介する調査結果概要の他、結果の詳細を記載した報告書についても電子ファイルでダウンロードできるようになっているので併せて参照されたい。

とができる。また、この調査においては、外部連携の今後の動向についても併せて調査している。大学との連携については 42.3%の企業が連携を強化する（51.7%が現状並みで 5.9%が減少）としており、その割合は大企業や中小企業、国立研究機関などとの連携と比べて大きい。企業において産学連携に対する期待は高まっているものと考えられる。

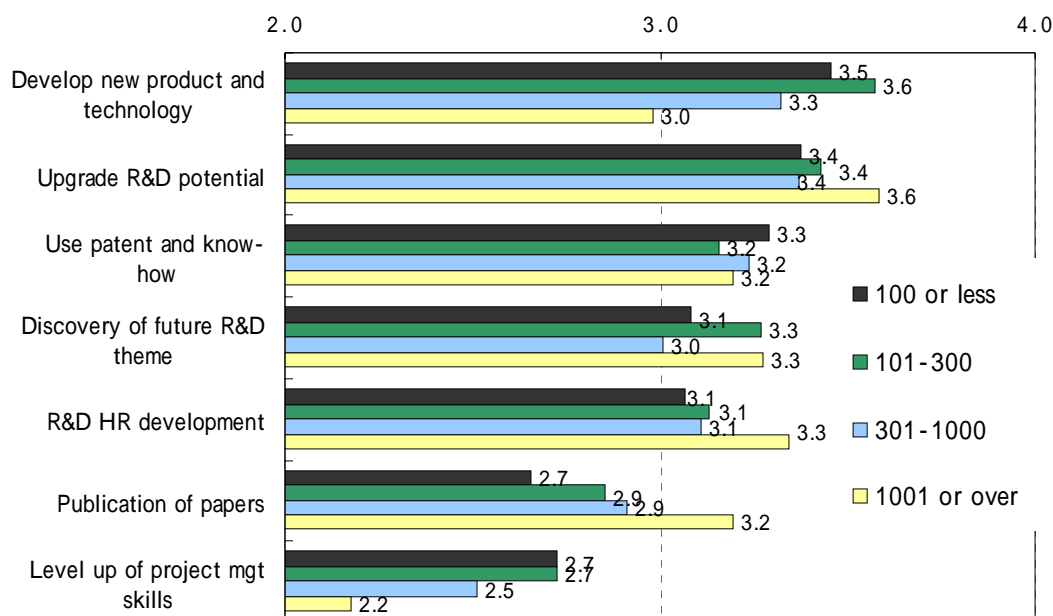
産学連携には多様な形態がありうる。「共同研究」や「委託研究」のような研究開発活動を伴うものの他に、「技術相談」や「人材派遣・研修」のようなよりソフトな技術移転を期待するもの、また「特許やノウハウのライセンス」に見る特定の技術の導入まで幅広い内容を含んでいる。Figure 2 は、産学連携を行っている企業についてこの形態別の連携割合について企業規模別を見たものであるが、大企業と中小企業では産学連携の内容がかなり異なっていることがわかる。



他の機関との研究開発連携と比べて、産学連携の場合「共同研究」の割合が比較的高いが、1001人以上の企業においては大学との連携を行っている企業の8割近くが共同研究を行っている。また、これらの大企業においては、「委託研究」、「奨学寄附金」がその次に続いている。一方で規模の小さい企業においては、「技術相談」の割合が高くなっており、「共同研究」と同様、産学連携を行っている企業の約半分がその内容として挙げている。なお、企業の規模によらず、総じて「特許の利用」を挙げている企業の割合が少ない。つまり、産学連携においては、特許のようにすでに技術が確定してものを導入するというのではなく、産学が連携して共同で技術開発を行っていく、あるいは大学における基礎的知見を企業内における研究開発戦略に役立てているというケースが多いといえる。

Figure3は産学連携を行っている企業について、産学連携に対する評価について企業規模別の違いについて見たものである。それぞれの項目について5段階のリッカードスケールの平均を示しており、その値が大きいほどよりその内容について評価していることを示している。

Fig 3. Evaluation of collaboration with university



1001人以上の大企業については、「自社の研究開発ポテンシャルの向上」や「将来の研究テーマの発掘」などのスコアが高くなっている一方で、中小企業においては「新製品や新技術の開発」、「自社の研究開発ポテンシャルの向上」などに対する評価が高い。産学連携の形態に関する状況(図2)と併せて見ると、中小企業においては「技術相談」や「共同研究」を通じてより製品化に近い技術の獲得を目指していることに対して、大企業においては、おなじ「共同研究」でも自社の研究能力の向上をはかり長期的なイノベーションにつながることを期待した基礎的・基盤的なものにウェイトをおいていることが分かる。これは、社内研究所など研究開発に対するリソースが豊富な大企業とそうでない中小企業においては、産学連携に対する時間的なスコープが異なること原因であると考えられる。Santoro and Chakrabarti (2002)は、米国企業に対する分析結果から、中小企業の産学連携は自社のコア技術の問題解決にフォーカスしたものが中心であることに対して、大企業においては新たな分野等に研究領域を広げる方向のプロジェクトが多いとしているが、今回の日本企業に対する調査結果とも整合的である。

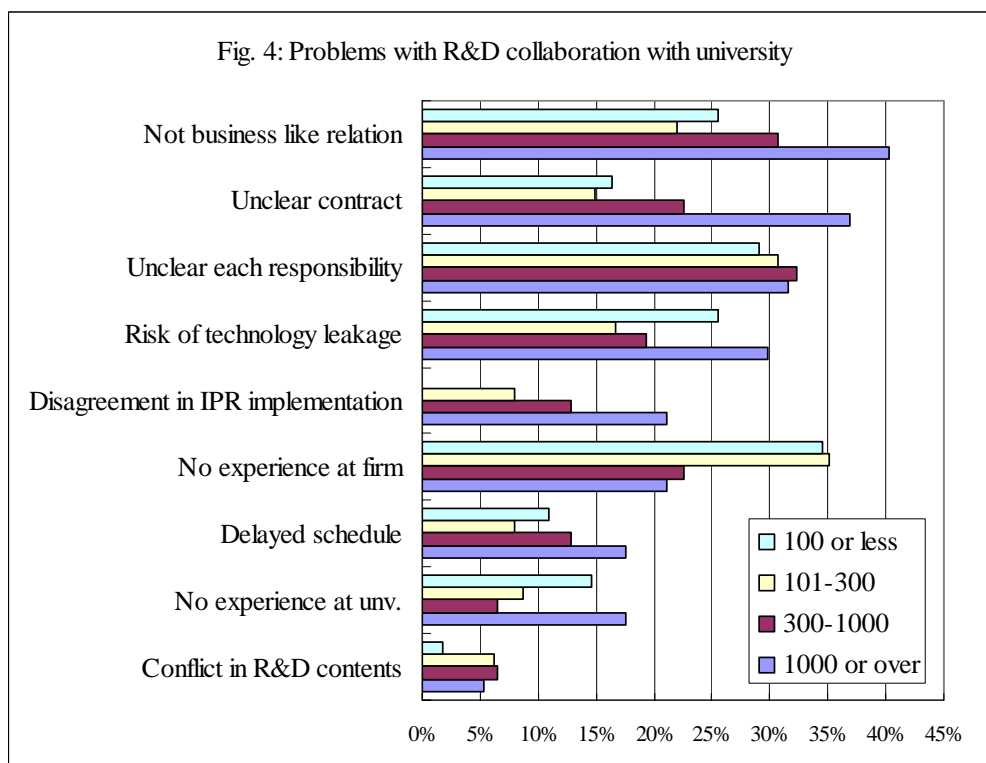
このように中小企業においては、具体的な製品化につながるような短期的メリットをねらった産学連携プロジェクトを志向しているが、共同研究の規模については大企業と比べても遜色ないことが分かっている。Table 1は共同研究の実態について企業規模別に見たものである。

Table 1 : Collaborative R&D by firm size

| | Budget per project (million yen) | | | Project duration (month) | Share of public fund (%) |
|--------------|----------------------------------|--------------|------|--------------------------|--------------------------|
| | Total budget | # of project | | | |
| All | 14.1 | 62.8 | 4.5 | 13.5 | 17.8 |
| 100 or less | 20.3 | 34.8 | 1.7 | 12.2 | 20.6 |
| 101-300 | 14.5 | 33.9 | 2.3 | 13.1 | 19.7 |
| 300-1000 | 6.8 | 17.9 | 2.7 | 12.8 | 16.8 |
| 1000 or over | 14.2 | 226.5 | 16.0 | 16.7 | 9.9 |

2002年の共同研究に関する年間予算額、プロジェクト数について共同研究を行っている企業の1社あたり平均を見ると、全体で予算総額が62.8百万円、4.5プロジェクト、つまり1件あたり14.1百万円の予算となっている。これを企業規模別に見ると、プロジェクト数について企業間格差はあるものの、1件あたりの予算額はそう大きな違いはない。大企業と比べてより短期的なメリットをねらったプロジェクトが多いことが考えられるが、その規模が小さいということでは決してない。ただ、大企業の方がより広い技術領域をカバーすることが必要であることから、幅広い分野において数多くの産学連携を行っているということが考えられる。1件あたりのプロジェクト期間についても企業規模によってそう大きな違いはないが、中小企業において公的資金の助成割合はやや高くなっている。

最後に産学連携に関する政策的インプリケーションを考える上で重要な産学連携を行う上での障害についての調査結果を紹介する。(Figure 4)



共同研究を行っている企業について規模別の集計を行ったものであるが、ここでも大企業と中小企業の間には明確な違いが見られる。まず、特に規模の小さい企業において「自社が産学連携に不慣れ」を挙げる声が高い。これまで述べてきたように産学連携は大学にある技術や知識を企業に一方的に導入するものではなく、共同研究などを通じた双方の共進化のプロセスが重要な役割を担う。従って、産学連携を効果的に行うためには自社内の研究開発に関するキャパシティ（*absorptive capacity*: Cohen and Levinthal (1989)）を高めることが重要である。また、この項目については規模の大きな企業では低い値となっているが、これは、大企業においては産学連携に関して比較的多くの経験を有しており、また自社の研究リソースが充実しているとの認識によるものであると考えられる。

その一方で、規模の大きな企業においては「ビジネスライクな関係になれない」、「取り決め内容が明確でない」、「実施の責任や役割が不明確」などの内容において問題ありとする割合が高くなっている。これらは共同研究が多くの不確実性を伴い、事前に役割分担や成果の取り決めを明確な契約にすることは困難であることを示している。より基礎的、基盤的な内容のものをねらった大企業のプロジェクトは、中小企業の共同研究よりも不確実性が高く、契約の不完備性がより強く現れている可能性がある。また、規模の小さい企業においては「実施の責任や役割が不明確」という認識が高い一方で契約の内容に関する問題を指摘する声が小さい。これは、大企業の方が企業内の意思決定を行うためにより明確な契約書が必要となるのに対して、中小企業の方は経営者が直接コミットして実質的な話が責任者同士で合意されるケースが多いことを示唆している。⁴

3. 産学連携に関する定量的分析

(1) データ

RIETI 産学連携実態調査の結果から、産学連携において、大企業は主に自社の技術力強化や長期的なメリットをねらった共同研究に取り組んでいるのに対して、中小企業においては技術相談の割合が比較的高く、また共同研究においてはより具体的な製品化に近いプロジェクトを志向していることが分かった。ここでは、RIETI 産学連携実態調査と経済産業省の企業活動基本調査のリンケージデータを用いて、企業サイドから見た産学連携の決定要因やその経済的効果についての定量的分析を行う。産学連携の評価軸としては様々なものが考えられるが、ここでは企業のイノベーション活動に対する経済的な効果にフォーカスして分析を進めていくこととする。⁵

RIETI 産学連携実態調査は、企業活動基本調査の対象企業を母集団としてサンプル設計

⁴ 中小企業において経営者が直接コミットするケースが多いことについては、産学連携を行っている大学サイドの研究者に対するインタビュー結果から支持されている。（経済産業研究所（2002））

⁵ 産学連携に関する分析の全体像を示すレビューについて、Bozeman(2000)を参照されたし。

されたものであることから、企業活動基本調査とのリンケージが可能である。企業活動基本調査は、1991年に調査が始まり、第2回の1994年調査以降は毎年調査が行われており、最新のデータは2000年のものが入手可能である。企業の生産性や収益性を計測するための財務諸表に関するデータの他、研究開発投資や保有特許数などのイノベーション関係データ、3桁産業分類や設立年などの企業属性データが利用可能となっている。

ここでは、1995年から2000年までの企業活動基本調査とRIETI産学連携実態調査を接続して分析に用いたが、企業の開廃業や企業活動基本調査の対象企業は従業員数などで裾きりが行われていることなどの要因によって、すべての期間において同じ企業が対象となっているとは限らない。今回対象とした年次別にRIETI産学連携実態調査とマッチできた企業数についてはTable 2のとおりであるが、このように分析時点においてサンプル数が異なることについて以下の分析においては留意されたい。

Table 2. Number of samples by timing of BSBSA

| BSBSA data year | # of samples |
|-----------------|--------------|
| 1995 | 687 |
| 1996 | 702 |
| 1997 | 720 |
| 1998 | 759 |
| 1999 | 801 |
| 2000 | 751 |

(2) 産学連携に関する決定要因

企業において産学連携を行うかどうかについては様々な要因によって左右される。大学における技術やノウハウは新製品に直結するものではなく、企業においてそれを実用化するためには追加的な研究開発が必要となることが考えられることから、まず企業サイドにおいて技術的キャパシティ (Absorptive Capacity) が必要とされることが考えられる。ただし、その一方で、自前の研究リソースが豊富に存在する大企業の場合、あえてランザクションコストの高い外部連携には取り組まないという競合効果も考えられる。また、イノベーションに関する経営リソースが不足しがちなハイテクベンチャーにおいては、外部の技術シーズを取り込んでいくインセンティブがより大きいという効果も考えられる。このように企業規模と産学連携の関係については、米国のケースを中心にこれまでもいくつかの分析事例が示されている。例えば、Cohen et. al. (2002)は、中小企業と比べて大企業の方が産学連携に活発に取り組んでいることを示している。⁶ その一方で Acs et. al. (1994)

⁶ ただし、医薬品関係のスタートアップ企業（従業員500人以下で創業後5年以内の企業）は例外的に産学連携に活発に取り組んでいることも示している。

は、新製品などのイノベーション活動について中小企業の方が大学における研究成果を有効に活用しており、自社内の研究リソースが乏しい場合により外部資源を活発に活用する傾向があることを示している。

ここではまず、企業規模や企業年齢などの要因によって、産学連携に対する取り組みがどのように異なるかについて見ることにする。Table 3 は、RIETI 産学連携調査における 2002 年に大学とのなんらかの連携を行っているか否か、2002 年の大学と共同研究を行っているか否か、大学との共同研究のプロジェクト数、大学との共同研究の予算額(自然対数をとったもの)のそれぞれを被説明変数として、産学連携の決定要因に関する回帰分析結果を示したものである。説明変数として用いたものは以下のとおりである。⁷

- ・ 2000 年時点での企業規模（従業員数の自然対数）：企業活動基本調査
- ・ 2000 年時点での R&D 投資（自然対数）：企業活動基本調査
- ・ 2000 年時点で R&D の外部委託額(自然対数)：企業活動基本調査
- ・ 2000 年時点での特許保有件数(自然対数)：企業活動基本調査
- ・ 2000 年時点で独立した研究所を有しているかどうか：企業活動基本調査
- ・ 2000 年時点での企業年齢（自然対数）：企業活動基本調査
- ・ 企業規模(従業員数の自然対数)と企業年齢(自然対数)の交差項：企業活動基本調査
- ・ 研究開発戦略において重要視する項目（Table 3 参照）：産学連携実態調査

なお、被説明変数の産学連携に関するデータは 2002 年時点でのものであるが、企業活動基本調査については、2003 年 11 月の時点で入手可能な最新データである 2000 年データを用いた。また、すべてのモデルにおいて 40 の産業ダミーを入れて推計している。

(Table 3)

まず、「2002 年に大学とのなんらかの連携を行っているか否か」と「2002 年の大学と共同研究を行っているか否か」に関する分析結果(モデル(1)～モデル(8))を見ると、統計的に有意になっている項目は異なるものの符合についてはほぼ同様の結果が得られている。研究開発費と特許保有件数は正で統計的に有意な係数を示しており、まず産学連携の決定要因として技術キャパシティが重要であることを示している。また研究開発の外部連携（RD outsourcing）についても正の係数を示しており、技術キャパシティの他 R&D に関する外部連携指向が強い企業はより産学連携を行う確率が高いといえる。企業規模（Log(emp)）との関係については、企業年齢（Log(Age)）を入れないモデルでは、研究開発費（Log(RD)）でコントロールした上で更にも統計的に有意で正の係数を示しており、技術的キャパシティ以外の規模要因も影響していることが考えられる。しかし、企業規模

⁷ これらの説明変数のうち R&D 外部委託額や特許保有件数は 0 とする企業が多く存在し、Log をとることができないことから具体的にはすべてのデータの 1 を足して Log を取っている。0 を含む変数の Log の取り扱いについては本論文において以下同様である。

(Log(EMP))の影響は、企業年齢(Log(age))と規模と年齢の交差項を入れたモデルでは負で統計的有意となる。この関係をより明確に示すために、回帰分析結果をLog(EMP)で編微分した係数(例えば、モデル(3)においては $-0.80+0.29\text{Log(Age)}$)を見ると企業年齢(Age)が小さい企業においては係数がマイナスになり、企業規模が小さいほど産学連携に対する取り組みが活発であるということを示している。また、同様に企業年齢による影響を見るために回帰分析結果をLog(Age)で編微分した係数(モデル(3)においては $-1.52+0.29\text{Log(EMP)}$)を見ると、企業規模の小さい企業においては係数がマイナスとなり、若い企業ほど産学連携に対する取り組みが活発になるということを示している。このように企業規模と産学連携の非線形な関係は、企業年齢が若いグループにおいては成立しなくなっており、Cohen et. al. (2002)におけるスタートアップ企業の特徴と同様の傾向を示している。⁸

また、RIETI産学連携実態調査においては、研究開発戦略として重要な項目(具体的にはTable3の9項目)に関する調査を行っており、これらの項目と産学連携の関係についても分析を行った。結果としては、「研究開発リードタイムの短縮」、「研究開発テーマのフォーカス」及び「新たな研究テーマの探索」に力点を置いている企業がより産学連携に積極的であることが分かった。

Table3のモデル(9)～モデル(12)は、大学との共同研究のプロジェクト数や予算額(自然対数)という産学連携に対する取り組みの度合いを被説明変数とした回帰分析結果である。モデル(1)～モデル(8)と概ね同様の結果を示しているが、特許保有件数の影響がやや強く現れている。また、共同研究プロジェクト数を被説明変数とするモデルにおいては、企業規模や企業年齢による影響が現れていないことが特徴的である。

このような産学連携の決定要因がここ5年間でどのように変化してきているかを見るために、Table4においては同様の回帰分析を5年前のデータで行ったものを示した。産学連携実態調査には、5年前に大学との連携を行っていたかどうかについても調査しており、この変数を被説明変数として、企業活動基本調査における説明変数は2000年から5年前の1995年時点のものを用いている。

(Table 4)

Table3と同様、技術キャパシティ要因(Log(RD))と研究開発に関する外部連携要因(RD outsourcing)の影響が大きく現れている。また、企業規模要因(Log(EMP))の影響も見られるが、最近の状況と異なり企業年齢による非線形な関係はあまり見られない。また、最近の状況においては統計的有意ではなかった「独立の研究所を有していること」に

⁸ Cohen et. al (2002)におけるスタートアップ企業が活発に産学連携を行っているという傾向は、医薬品産業のみにおいて見られるものとされているが、ここでは製造業全体として見られることを示している。

対する係数が正で統計的有意となっている点も特徴的である。「独立の研究所の存在」は研究開発に関するキャパシティを示すとともに、企業が基礎的な研究にも力を入れていることを示す変数とも考えられ、5年前はこれらの企業が産学連携により積極的に取り組んできたことを示唆している。ここ5年間における産学連携の決定要因の変化をより明確に見るために、非説明変数としてここ5年間に大学との連携を開始した企業をとって Table4 と同様の回帰分析を行った。(Table 5)

(Table 5)

「独立した研究所」については、すべてのモデルにおいてマイナスで統計的有意となっている。つまり、「独立した研究所」を有している研究開発キャパシティの大きな企業は5年前から既に産学連携に取り組んでおり、過去5年間に取り組みを開始した企業は研究所をもたないものが中心的であったということである。この5年間に独立した研究所を持たないキャパシティが比較的小さい企業においても産学連携に対する積極的な取り組みが進んできたことを示している。この点については、技術キャパシティに関する $\text{Log}(\text{RD})$ の係数が統計的に有意ではないことから明らかである。また、モデル(2)において企業年齢に関する係数が負で統計的有意となっているが、ここ5年間において特に企業年齢の若い企業において産学連携が広まったことを示している。

(3) 産学連携と研究開発活動の生産性

研究開発活動は、研究開発投資や産学連携などをインプットとして新たな製品や生産技術の開発などのアウトプットを生み出す活動であると言えることができるが、ここでは自社で開発した特許の保有件数をアウトプットとして産学連携の研究開発活動の生産性に対する影響について分析を行う。

被説明変数としては、特許の自社開発特許の保有件数の Log をとったものを取り、説明変数としては、研究開発投資額(自然対数)の他、企業規模(従業員数の自然対数)、研究開発外部委託額(自然対数)、1997年時点での大学との連携の有無、企業年齢(自然対数)及び企業年齢(自然対数)と産学連携に有無の交差項を用いた。Tobit モデルを用いて、40の産業ダミーを入れて推計している。Table 6 に示すとおり、産学連携以外の変数(企業活動基本調査からの被説明変数と説明変数)は、1997年から99年までの毎年のデータを用い、まずそれぞれの年についてクロスセクションで回帰分析を行った結果を示した。⁹その次にすべての年のデータをプールして、企業年齢グループ別(高度成長期前(1950年以前)

⁹ 2000年の企業活動基本調査においては、使用している特許の保有件数に対する調査は行われているが、イノベーションのアウトプットとしてより適当な使用していないものも含めた開発保有特許件数に対する調査は行われていない。従って、ここでは1999年までのデータを用いて分析を行った。

に設立された企業、高度成長期中(1951年～70年)に設立された企業、高度成長期後(1971年以降)に設立された企業の3グループ)に推計した結果を示した。¹⁰

(Table 6)

特許を被説明変数とする際の研究開発投資は、本来は適当なラグをおいた系列の加重平均を取るべきであるが、研究開発データは通常 serial correlation が強いため、同時点のデータを用いてもその結果に大きな違いが見られないことが米国において観察されている(Hall and Ziedonis (2001))。Log(RD)の係数は時点を変えたクロスセクション分析でほぼ安定して結果が得られたが、これは研究開発投資の serial correlation が高く、米国のデータと同様、研究開発投資のデータを用いる問題は小さいことを示している。

産学連携の研究開発の生産性に対する影響については、クロスセクション分析(モデル(1)～モデル(3))のうち1999年のみポジティブな関係が見られる。また産学連携と企業年齢の交差項については、有意な関係が見られなかった。なお、ここでの被説明変数は、自社開発特許の保有数であることから、規模が大きく年齢が高い企業において、特許化するイノベーションのチャンスがより大きいことから、これらの係数が正で統計的に有意であることは自然である。

Table 5 のモデル(4)～モデル(6)は、同様の推計を企業年齢によるグループ毎に行ったものである。ここでは企業年齢が高いグループ(モデル(4))と企業年齢が低いグループ(モデル(6))において産学連携の効果が観察された。両者とも産学連携と企業年齢の交差項についても統計的に有意となったことから、産学連携の効果を見るために Co-RD で編微分すると例えばモデル(4)においては、 $11.82-2.94\text{Log}(\text{Age})$ となる。Age が小さいほどこの係数は大きいことから、企業年齢が低いほど産学連携の効果が大きいということを示している。モデル(6)についてもモデル(4)の係数と同じ符号となっており、同様のことが言える。モデル(5)は、高度成長期に誕生した企業グループにおける推計結果を示したものであるが、このような産学連携と企業年齢についての明確な関係は観察されなかった。1951年から70年までの創業企業という限定されたグループにおいては、企業年齢による効果が十分に現れなかったと考えられる。ここでは特許1件あたりの質がコントロールできていないため、これらの分析結果がイノベーションの生産性に対する影響を示しているとは言い切れない部分はあるが、¹¹イノベーションのインプットに対する開発保有特許数で見た生産性に対する

¹⁰ 企業グループ別分析においては、産業ダミーの他、データの年ダミーを入れている。なお、ここでは各年毎のクロスセクション分析と比較して結果を見るために企業ダミーを入れた固定効果モデルにはしていない。

¹¹ 若い企業ほど特許1件あたりの質が低く、開発技術の特許性向が高いという可能性もある。特許の質については、米国では特許の引用データを用いた分析が進んでいるが(Hall, Jaffe and Trajtenberg (2001))、日本においては米国と同様のデータベースは開発されていない。

る産学連携の影響は、総じて若い企業ほど強く現れているといえる。

(4) 産学連携と生産活動の生産性

産学連携によって研究開発やイノベーションの生産性が高まったとするとひいては企業の生産活動の生産性にも影響を与えることが考えられる。ここでは産学連携と企業の生産プロセスにおける生産性で見た企業パフォーマンスとの関係について分析する。

分析のフレームワークは、企業の付加価値をアウトプットとして、雇用や資本ストックなどの生産要素をインプットとする生産関数アプローチである。ここでは以下のコブダグラス型生産関数を推計した。

$$\ln VA_i = \alpha \ln EMP_i + \beta \ln CAP_i + \gamma \ln RD_i + \mu UNIV_i + \nu UNIV_i * \ln RD_i + \zeta UNIV_i * AGE_i + Ind_dummy + \varepsilon_i \quad (1)$$

ここで VA:付加価値額、EMP:従業者数(ただし研究開発従業者を除く)、CAP:有形固定資産残高、RD:研究開発投資額、UNIV:5年前(1997年)に産学連携が行われていたかどうかの産学連携ダミー、AGE:企業年齢である。ダミー変数以外は自然対数を取り、1997年~99年の各年のデータによってクロスセクションで推計した。それぞれの年において、すべての企業をサンプルとして推計した結果と、企業年齢によるグループ(前節と同様の3グループ)毎に推計した結果を示している。(Table 7)

(Table 7)

まず、すべての企業についての分析結果(モデル(1)、モデル(5)及びモデル(9))を見ると各年とも産学連携と研究開発投資の交差項が正で統計的有意になっており、産学連携を行っている企業は研究開発の付加価値に対する弾性値がより大きいことを示している。なお、産学連携の単独項の係数は正になっているものの統計的有意とはなっていない。従って、産学連携の効果は、企業の全要素生産性に直接働くのではなく、研究開発のアウトプットの弾性値の上昇を通じて企業パフォーマンスに貢献するということが分かる。

また、企業年齢によるグループ毎に行った分析結果を見ると、企業年齢が最も若いグループ(1971年以降に設立された企業)において、産学連携と研究開発の交差項の係数が最も大きくなっていることが観察される。つまり、産学連携が研究開発のアウトプット弾性値に与える影響は、企業年齢の若い企業において特に顕著であるということである。

このようなクロスセクションの分析は(1)式のエラー項()が説明変数と独立であればconsistentな推計結果が得られるが、通常、生産性の説明変数であるが観測されない変数(例えば企業の経営者の能力)がエラー項に含まれており、それが説明変数と正の相関関係を持つ場合、説明変数の係数がオーババイアスとなる問題点が指摘されている。このよう

な問題を排除するために、被説明変数、説明変数のそれぞれの伸び率を用いた回帰式も推計した。具体的には以下のとおりである。

$$\ln VA_i^t / VA_i^{t-1} = \alpha \ln EMP_i^t / EMP_i^{t-1} + \beta \ln CAP_i^t / CAP_i^{t-1} + \gamma \ln RD_i^t / RD_i^{t-1} + \mu UNIV_i + \nu UNIV_i * \ln RD_i^t / RD_i^{t-1} + Ind_dummy + Ind_year + \varepsilon_i \quad (2)$$

説明変数、被説明変数とも(1)式と基本的に同様であるが、それぞれについて伸び率となっているのが異なっている。なお、付加価値については企業活動基本調査の3桁産業分類のデフレーター、資本ストックについても資本ストックデフレーターによって実質化している。期間については、産学連携ダミーのタイミングである1997年以降、1年間(1997年から98年の伸び率)、2年間(1997年から99年の伸び率)及び3年間(1997年から2000年の伸び率)のそれぞれの伸び率をとって推計を行った。(Table 8)

(Table 8)

インターバルの期間が短いとモデル(1)～モデル(3)の資本ストックに対する係数がマイナスになっているように説明変数の観測誤差によって係数がアンダーバイアスになるという問題がより大きくなる。(Woodridge(2002))そこでそのような問題がより小さいと考えられるモデル(4)～モデル(9)の結果を見ると産学連携と企業年齢の交差項がマイナスで統計的に有意となっている。これは、企業年齢の若い企業において、産学連携の生産性伸び率への効果がより高くなっていることを示しており、Table 7のクロスセクション分析の結果と整合的な内容となっている。

4. 結論

これまでの分析結果をまとめると概ね以下のとおりである。

- ・ 産学連携の形態としては、大企業においては自社の研究ポテンシャル向上などの長期的なメリットをねらった共同研究が中心である。これに対して中小企業においては、新製品の開発などより具体的な成果を目指した共同研究や技術相談の割合が高くなっている。
- ・ 産学連携の決定要因としては、研究開発投資などの研究ポテンシャル要因と企業規模要因においてポジティブな関係が観察される。ただし、企業年齢や企業規模と企業年齢の交差項を入れた推計を行うと、規模が小さい企業においては、年齢が若い企業ほど産学連携を活発に行うという傾向が見られた。
- ・ 産学連携の決定要因の変化について見ると、ここ5年間で独立した研究所を有しない比較的研究キャパシティの小さく、かつ年齢の若い企業に産学連携が広がってきているこ

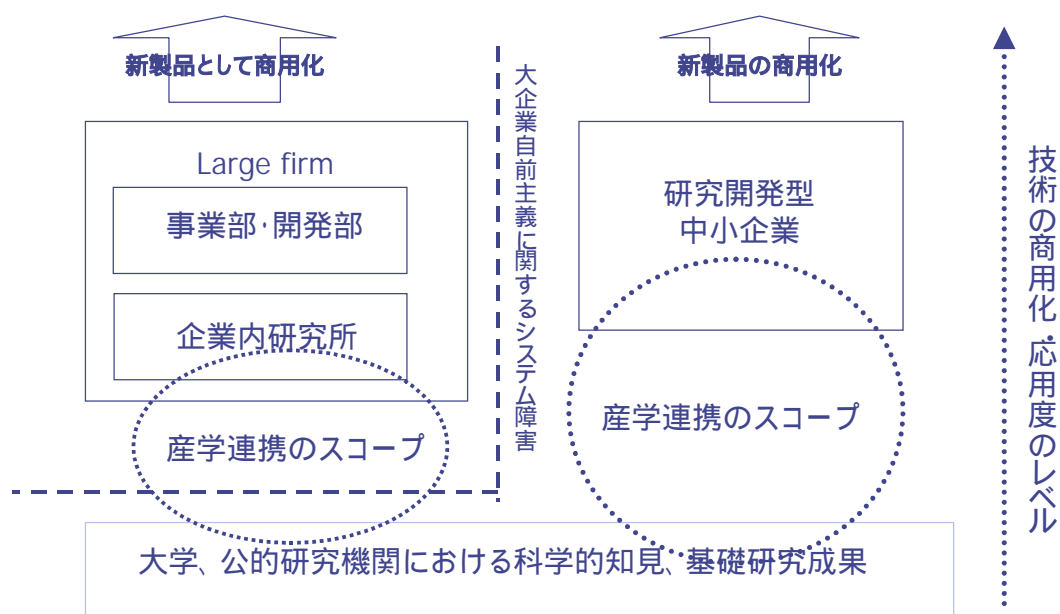
とが分かった。

- ・ 産学連携を行っている企業は、自社開発特許の保有件数をアウトプットとして見た研究開発活動の生産性が産学連携を行っていない企業と比べて高いという傾向が見られた。また、企業年齢の若い企業ほど生産性に対する効果が高いことが観察された。
- ・ 産学連携と研究開発投資は企業の生産活動に関する生産性に対して補完的な関係がある。つまり研究開発投資のアウトプットに対する弾性値は産学連携を行っている企業においてより高いことが示された。また、この傾向については、企業年齢の若い企業においてより顕著に見られた。

企業年齢と企業規模は正の相関関係を持つことから、企業年齢が若い研究開発型中小企業は、産学連携を行うことによって研究開発活動や生産活動における高い生産性を確保している。これらの企業においては、大企業と比較して資金や人材などのリソースが豊富に存在しないことから、外部連携に積極的に取り組み、新商品の開発などのより製品化に近い産学連携を目指していることが考えられる。ただし、この生産性の高さは産学連携を行っていない同種の若い企業と比較して見られる相対的なものである。従って、これらの企業すべてが産学連携に成功しているのではなく、むしろ経営資源が豊富でない企業において、リスクに高い産学連携に取り組んだ結果として成功した企業は高いリターンを得ていると解釈するのが自然である。

このようなリスクをとって産学連携などの研究開発に関する外部連携を進める企業は、高い成長ポテンシャルを有しているとともに、大企業が中心の日本のイノベーションシステム変革の起爆剤となる可能性がある。図5は日本のイノベーションシステムの改革における研究開発型中小企業の位置づけについて模式的に示したものである。

図5：研究開発型中小企業の産学連携とイノベーション改革における役割



日本のイノベーションシステムは、硬直的は労働市場や技術市場が未発達であることなどのシステム的な障害があることから、研究開発に関する外部連携が活発に行われてこず、大企業が自社の研究開発リソースを用いたイノベーションが中心的な役割を果たしてきた。しかし、このような自前主義では、IT 革命に見るように技術進歩が急速に進む分野においては、イノベーション競争に乗り遅れる可能性がある（安藤・元橋（2002））。また、バイオ技術の進展によって医薬品の研究開発プロセスが大きく変わってきており、遺伝子機能解析などの科学的知見を有する大学等と有効に連携することが重要になっている（元橋（2003））。このように IT やバイオなどのハイテク分野においては、イノベーションにおける外部連携を重視したネットワーク型のシステムが比較優位をもつようになってきている。

研究開発型中小企業においては、大企業のように研究開発リソースに恵まれていないため、システム的な障害を乗り越えて、新製品の開発など具体的な成果に結びつく産学連携に乗り出すインセンティブが強い。また、大学サイドにおいても、基礎的な研究シーズを志向する大企業と比べて、中小企業と連携する方が研究成果の実用化というインセンティブが満たされる可能性が高い。このような、研究開発型中小企業によるシステム的な障害を乗り越えた産学連携が活発化することによって、システム全体をより流動的なものに変わって行く可能性が高い。このところ、規模が小さく、年齢が若い企業における産学連携に対する取り組みが進んできていることが観察されたが、このような研究開発型の産学連携に対する取り組みは社会的便益の面でもメリットの大きいものであり、政策的にも一層推進すべきものであると考えられる。

Table 3: Determinants of University Industry Collaboration in 2002

| | Collaboration with university in 2002 (Probit) | | | | Joint R&D with university in 2002 (Probit) | | | | # of co-R&D projects (Negative binomial) | Log (co-R&D budget) (Tobit) | | |
|---------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) |
| Log(employment) | 0.25 (0.0%) | 0.26 (0.0%) | -0.80 (7.2%) | -0.75 (10.8%) | 0.28 (0.0%) | 0.27 (0.0%) | -0.69 (12.8%) | -0.68 (14.8%) | -0.04 (93.7%) | 0.18 (70.7%) | -2.08 (12.6%) | -1.97 (14.6%) |
| Log(R&D investment) | 0.12 (0.0%) | 0.12 (0.0%) | 0.12 (0.0%) | 0.10 (0.3%) | 0.05 (9.2%) | 0.05 (9.6%) | 0.05 (9.2%) | 0.03 (35.4%) | 0.07 (8.2%) | 0.06 (19.6%) | 0.30 (4.8%) | 0.16 (27.8%) |
| Log(R&D outsourcing) | 0.16 (0.5%) | 0.16 (0.5%) | 0.17 (0.4%) | 0.19 (0.3%) | 0.07 (12.8%) | 0.08 (12.1%) | 0.08 (12.0%) | 0.08 (14.8%) | 0.12 (7.0%) | 0.11 (10.6%) | 1.47 (0.8%) | 1.41 (1.1%) |
| Log(# of patent owned) | 0.07 (5.6%) | 0.07 (4.9%) | 0.06 (10.6%) | 0.05 (18.1%) | 0.04 (22.0%) | 0.04 (25.9%) | 0.03 (45.3%) | 0.02 (64.2%) | 0.11 (4.8%) | 0.11 (5.9%) | 1.28 (0.4%) | 1.30 (0.3%) |
| Separate R&D center | -0.07 (71.3%) | -0.06 (73.2%) | -0.11 (54.5%) | -0.11 (56.2%) | 0.04 (82.2%) | 0.03 (85.1%) | -0.01 (96.6%) | -0.03 (86.4%) | 0.24 (40.1%) | 0.23 (41.6%) | -0.31 (62.7%) | -0.28 (65.8%) |
| Log(age of firm) | | -0.06 (57.6%) | -1.52 (1.4%) | -1.46 (2.4%) | | 0.09 (48.7%) | -1.24 (4.7%) | -1.23 (5.9%) | -0.85 (21.5%) | -0.55 (43.9%) | -3.62 (5.5%) | -3.56 (5.7%) |
| Log(emp)*log(age) | | | 0.29 (1.7%) | 0.27 (3.0%) | | | 0.25 (3.2%) | 0.25 (4.2%) | 0.13 (26.5%) | 0.07 (56.8%) | 0.64 (6.5%) | 0.62 (7.3%) |
| Shorten lead-time of R&D | | | | 0.25 (3.7%) | | | | 0.23 (6.3%) | | 0.05 (78.1%) | | 0.91 (3.6%) |
| Focus R&D theme | | | | 0.24 (4.8%) | | | | 0.22 (8.2%) | | 0.36 (6.1%) | | 0.72 (9.3%) |
| Cost reduction of R&D | | | | -0.13 (35.0%) | | | | 0.00 (98.0%) | | 0.14 (55.4%) | | 0.01 (98.2%) |
| Reduction of R&D staffs | | | | -0.01 (96.0%) | | | | -0.08 (76.3%) | | -0.18 (64.1%) | | -0.48 (60.2%) |
| Explore new research fields | | | | 0.57 (0.0%) | | | | 0.60 (0.0%) | | 0.71 (0.0%) | | 1.17 (0.7%) |
| Identify marked needs | | | | 0.08 (51.0%) | | | | 0.18 (14.0%) | | 0.06 (75.4%) | | -0.05 (90.8%) |
| Commercialization of R&D seeds | | | | 0.23 (13.2%) | | | | 0.18 (29.0%) | | 0.12 (63.1%) | | 0.14 (80.5%) |
| Upgrading technology foundation | | | | 0.17 (28.4%) | | | | -0.07 (67.3%) | | 0.11 (65.8%) | | 0.73 (19.7%) |
| Absorbing external technologies | | | | 0.15 (34.3%) | | | | 0.09 (57.0%) | | 0.06 (81.2%) | | 0.85 (11.1%) |
| Industry dummy | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes |
| # of observations | 724 | 724 | 724 | 724 | 679 | 679 | 679 | 679 | 751 | 751 | 751 | 751 |

Note: Each cell shows regression coefficient and probability > |t-value|. Bold type if it is statistically significant at 10%.

Table 4: Determinants of UIC in 1997

| | Collaboration with univ. in 1997 (Probit) | | |
|------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| | (1) | (2) | (3) |
| Log(employment) | 0.22 (0.3%) | 0.22 (0.4%) | -0.33 (48.3%) |
| Log(R&D investment) | 0.06 (8.6%) | 0.06 (8.6%) | 0.06 (8.2%) |
| Log(R&D outsourcing) | 0.24 (0.0%) | 0.25 (0.0%) | 0.25 (0.0%) |
| Log(# of patent owned) | 0.10 (2.1%) | 0.10 (2.9%) | 0.09 (4.1%) |
| Separate R&D center | 0.35 (7.1%) | 0.34 (8.4%) | 0.32 (10.7%) |
| Log(age of firm) | | 0.09 (47.4%) | -0.70 (30.0%) |
| Log(emp)*log(age) | | | 0.15 (23.5%) |
| Industry dummy | yes | yes | yes |
| # of observations | 629 | 628 | 628 |

Table 5: Determinants of UIC starting from 1997 to 2002

| | Started collaboration with univ in these 5 years (PROBIT) | | |
|------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| | (1) | (2) | (3) |
| Log(employment) | 0.04 (69.1%) | 0.06 (49.1%) | -0.01 (98.1%) |
| Log(R&D investment) | 0.03 (47.1%) | 0.03 (48.7%) | 0.03 (49.2%) |
| Log(R&D outsourcing) | -0.09 (24.1%) | -0.10 (18.9%) | -0.10 (19.4%) |
| Log(# of patent owned) | -0.02 (77.4%) | -0.01 (85.3%) | -0.01 (84.3%) |
| Separate R&D center | -1.24 (0.4%) | -1.22 (0.4%) | -1.23 (0.5%) |
| Log(age of firm) | | -0.23 (8.2%) | -0.34 (67.3%) |
| Log(emp)*log(age) | | | 0.02 (89.0%) |
| Industry dummy | yes | yes | yes |
| # of observations | 575 | 574 | 574 |

Note: Each cell shows regression coefficient and probability > | t-value |. Bold type if it is statistically significant at 10%.

Table 6: University industry collaboration and R&D productivity

| | Patent (by year) | | | Patent (by age groups of firm) | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| | 1997 | 1998 | 1999 | -1950 | -1970 | 1971- |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| Log(R&D investment) | 0.38 (0.0%) | 0.43 (0.0%) | 0.55 (0.0%) | 0.60 (0.0%) | 0.47 (0.0%) | 0.30 (0.0%) |
| Log(employment) | 0.61 (0.0%) | 0.59 (0.0%) | 0.44 (0.0%) | 0.48 (0.0%) | 0.13 (21.8%) | 0.28 (7.9%) |
| R&D outsourcing | 0.17 (1.6%) | 0.13 (5.9%) | 0.09 (18.7%) | 0.24 (0.0%) | 0.04 (61.3%) | 0.23 (1.8%) |
| Co-R&D with Univ in 1997 | 1.43 (33.7%) | 0.42 (76.6%) | 2.39 (6.8%) | 11.82 (2.1%) | -2.63 (46.9%) | 4.05 (0.8%) |
| Log(age of firm) | 0.84 (0.1%) | 0.58 (1.0%) | 0.73 (0.2%) | 0.03 (97.4%) | 0.85 (16.6%) | 1.26 (0.0%) |
| Co-RD in 97*Log(AGE) | -0.25 (54.1%) | 0.05 (89.0%) | -0.47 (19.3%) | -2.94 (2.2%) | 0.94 (34.9%) | -1.13 (4.0%) |
| Industry Dummy | yes | yes | yes | yes | yes | yes |
| Year Dummy | - | - | - | yes | yes | yes |
| Number of observations | 707 | 744 | 786 | 1188 | 1630 | 819 |

Note: Each cell shows regression coefficient and probability > |t-value|. Bold type if it is statistically significant at 10%.

Table 7: University industry collaboration and production productivity level

| | Cross section (1997) | | | | Cross section (1998) | | | | Cross section (1999) | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | all firms | -1950 | -1970 | 1971- | all firms | -1950 | -1970 | 1971- | all firms | -1950 | -1970 | 1971- |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) |
| Log(employment) | 0.77 (0.0%) | 0.73 (0.0%) | 0.73 (0.0%) | 0.75 (0.0%) | 0.78 (0.0%) | 0.77 (0.0%) | 0.73 (0.0%) | 0.76 (0.0%) | 0.75 (0.0%) | 0.80 (0.0%) | 0.70 (0.0%) | 0.71 (0.0%) |
| Log(capital stock) | 0.18 (0.0%) | 0.23 (0.0%) | 0.23 (0.0%) | 0.14 (0.0%) | 0.17 (0.0%) | 0.23 (0.0%) | 0.20 (0.0%) | 0.11 (0.1%) | 0.18 (0.0%) | 0.21 (0.0%) | 0.22 (0.0%) | 0.13 (0.0%) |
| Log(R&D investment) | 0.05 (0.0%) | 0.05 (0.1%) | 0.04 (1.3%) | 0.06 (0.6%) | 0.05 (0.0%) | 0.02 (23.1%) | 0.04 (0.6%) | 0.09 (0.1%) | 0.09 (0.0%) | 0.05 (2.5%) | 0.08 (0.0%) | 0.11 (0.1%) |
| Co-R&D with Univ in 1997 | 0.22 (26.2%) | -0.38 (65.6%) | 0.23 (78.3%) | 0.63 (20.0%) | 0.16 (45.2%) | -0.35 (69.1%) | -1.18 (17.5%) | 0.69 (27.5%) | 0.14 (47.0%) | 0.26 (78.2%) | -0.86 (34.2%) | -0.32 (42.9%) |
| LogRD*Co-R&D in 1997 | 0.03 (1.1%) | 0.02 (31.6%) | 0.03 (18.8%) | 0.08 (4.5%) | 0.03 (4.2%) | 0.04 (10.7%) | 0.02 (35.0%) | 0.04 (46.3%) | 0.03 (3.9%) | 0.02 (36.7%) | 0.04 (16.5%) | 0.09 (8.5%) |
| Log(Age)*Co-R&D in 1997 | -0.07 (19.6%) | 0.09 (66.3%) | -0.07 (77.4%) | -0.32 (5.2%) | -0.05 (35.8%) | 0.07 (77.1%) | 0.32 (17.7%) | -0.27 (22.7%) | -0.08 (14.8%) | -0.10 (68.3%) | 0.20 (42.4%) | 0.04 (77.6%) |
| # of observation | 705 | 234 | 318 | 153 | 741 | 239 | 333 | 169 | 786 | 249 | 351 | 186 |

Note: Each cell shows regression coefficient and probability > |t-value|. Bold type if it is statistically significant at 10%.

Table 8: University industry collaboration and productivity growth

| | Growth from 1997 to 98 | | | Growth from 1997 to 99 | | | Growth from 1997 to 2000 | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| Log(employment):growth | 0.49 (0.0%) | 0.49 (0.0%) | 0.49 (0.0%) | 0.60 (0.0%) | 0.59 (0.0%) | 0.58 (0.0%) | 0.50 (0.0%) | 0.50 (0.0%) | 0.49 (0.0%) |
| Log(capital stock):growth | -0.09 (10.0%) | -0.09 (10.0%) | -0.10 (8.7%) | 0.01 (88.8%) | 0.01 (83.8%) | 0.01 (88.8%) | 0.12 (0.4%) | 0.12 (0.4%) | 0.12 (0.5%) |
| Log(R&D investment): growth | 0.01 (11.1%) | 0.01 (13.2%) | 0.01 (13.1%) | 0.01 (20.5%) | 0.00 (70.9%) | 0.00 (70.4%) | 0.00 (50.4%) | 0.01 (25.3%) | 0.01 (25.1%) |
| Co-R&D with Univ in 1997 | -0.01 (74.5%) | -0.01 (76.5%) | 0.23 (76.5%) | -0.02 (45.8%) | -0.03 (27.0%) | 0.55 (27.0%) | 0.02 (40.6%) | 0.02 (44.7%) | 0.54 (44.7%) |
| LogRD*Co-R&D in 1997 growth | - - | 0.00 (76.6%) | 0.00 (77.0%) | - - | 0.03 (13.7%) | 0.03 (20.7%) | - - | -0.01 (34.6%) | -0.01 (22.3%) |
| Co-R&D*Log(Age) | - - | - - | -0.06 (10.8%) | - - | - - | -0.16 (0.1%) | - - | - - | -0.14 (0.8%) |
| Industry dummy | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes |
| # of observations | 688 | 688 | 688 | 705 | 705 | 705 | 664 | 664 | 664 |

Note: Each cell shows regression coefficient and probability > |t-value|. Bold type if it is statistically significant at 10%.

参考文献

- Acs, Z., D. Audretsch and M. Feldman (1994), R&D Spillover and Recipient Firm Size, *Review of Economic and Statistics*, vol. 76, pp. 336-340
- Audretsch, D. (1999), Small Firms and Efficiency, in *Are Small Firms Important?: Their Role and Impact*, Z. J. Acs ed, Kluwer Academic Pub
- Bozeman, B. (2000), Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory, *Research Policy*, vol. 29, pp. 627-655
- Cohen, W., R. Nelson and J. Walsh (2002), Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D, *Management Science*, vol. 48, no. 1, January 2002, pp. 1-23
- Cohen, W. and D. Levinthal (1989), Innovation and Learning: Two Faces of R&D, *Economic Journal*, vol. 99, No. 397 (Sep., 1989), pp. 569-596
- Hall, B. , A. Jaffe and M. Trajtenberg (2001), The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools, NBER Working Paper Series 8498
- Hall, B. and R. Ziedonis (2001), An Empirical Study of Patenting in the US Semiconductor Industry, 1979-1995, *Rand Journal of Economics*, Vol. 32, No. 1 pp. 101-128
- Santoro, M. D. and A. K. Chakrabarti (2002), Firm Size and Technology Centrality in Industry-University Interactions, *Research Policy*, vol.31 pp. 1163-1180
- Wen, J. and S. Kobayashi (2001), Exploring collaborative R&D network: some new evidence in Japan, *Research Policy*, vol. 30, pp. 1309-1319
- Woodridge (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press
- 安藤晴彦・元橋一之 (2002) 『日本経済 競争力の構想：スピード時代に挑むモジュール化戦略』日本経済新聞社
- 経済産業研究所(2003)、「本格的な産学連携の時代に向けて、産学連携の実態に関する調査結果報告書」、2003年5月
- 経済産業研究所(2001)、「日本のイノベーションシステムに関する研究会報告書」、2001年7月
- 経済産業省 (2003a) 「産業界の大学、公的研究機関との連携について」、経済産業省産業技術環境局技術調査室、2003年4月25日
- 経済産業省(2003b)、『平成15年版中小企業白書』、経済産業省中小企業庁、2003年5月
- 中小企業金融公庫 (2002) 「中小企業にとっての産学連携の現状と課題」、中小企業公庫レポート No.2001-4、2002年2月
- 三菱総合研究所 (2002) 「平成13年度中小企業の経営革新に関する調査研究報告書」、平

成 13 年度中小企業庁委託事業報告書、2002 年 3 月

元橋一之(2003)、バイオテクノロジーの進展と医薬品の研究開発プロセスの変化：イノベーションシステムの視点からの検証、一橋大学イノベーション研究センター
WP#03-07

元橋一之(2001)、日本のイノベーションシステムの現状と課題、「日本のイノベーションシステムに関する研究会報告書」経済産業研究所、2001 年 7 月