



RIETI Discussion Paper Series 05-J-002

中小企業の産学連携と研究開発ネットワーク： 変革期にある日本のイノベーションシステムにおける位置づけ

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/>

中小企業の産学連携と研究開発ネットワーク：
変革期にある日本のイノベーションシステムにおける位置づけ¹

2005年1月

元橋 一之（東京大学先端科学技術研究センター&経済産業研究所）

要旨

日本のイノベーションシステムは、大企業の自前主義が特徴であると言われているが、イノベーションに関する国際競争の激化や研究開発内容の複雑化・高度化に従って、このところ研究開発の外部連携を進める動きが広まっている。本稿においては、このような研究開発ネットワークの形成において重要な役割を担っている研究開発型の中小企業やベンチャー企業の産学連携について、「研究開発外部連携実態調査」（経済産業研究所）のデータを用いた分析結果を示す。

まず、企業年齢が若く企業規模の小さ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において高い生産性を確保していることが分った。大学等における基礎的な研究成果を社内の研究開発プロセスに役立てていくためには、自社の技術的キャパシティ（Absorptive Capacity）が重要であるが、研究開発型中小企業においては、具体的な製品開発などその内容についてより明確な成果を意識した産学連携を行うことによって効果をあげてきている。また、このような産学連携などの外部連携を通じて活発なイノベーション活動を行っている中小・ベンチャー企業は研究開発の連携相手としても重要な役割を担っている。特に最近では、研究開発競争が激化する中、自社研究開発の選択と集中を進める大企業にとって、独自の技術を有する多様な中小・ベンチャー企業との連携を進めることの意義は大きい。このように中小企業やベンチャーの研究開発ネットワークは、自前主義では立ち行かなくなった日本のイノベーションシステム改革の起爆剤として今後とも政策的に推進すべきであると考えられる。

（キーワード）

研究開発型中小企業、ベンチャー企業、産学連携、日本のイノベーションシステム

¹ 本論文は、経済産業研究所における研究プロジェクト「研究開発に関する外部連携とイノベーション」の研究成果をベースとし、国民生活金融公庫『調査季報』17年2月号の原稿として用意されたものである。本稿の作成にあたっては経済産業研究所における吉富勝所長、細谷祐二研究調整ディレクター、児玉俊洋上席研究員から貴重なコメントを頂いた。感謝の意を表したい。なお、本稿における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

日本のイノベーションシステムの特徴の1つとして、大企業が中心的な役割を果たし、中小企業の位置づけが欧米諸国と比較して低いといわれている。科学技術研究調査（総務省）における企業等の研究開発費は約 11.8 兆円（平成 15 年度）であるが、一方で日本経済新聞の調査によると 2004 年度計画の上位 10 社の合計は約 4.4 兆円となっている。つまり、日本の民間企業における研究開発費のうち 4 割近くが上位 10 社によって行われていることになる。このように研究開発費の金額で見ると日本のイノベーションシステムにおける大企業の役割は依然として大きい。

大企業の研究開発プロセスは、社内研究所など自前の研究リソースが比較的潤沢であることから、産学連携も含めた外部連携には消極的になりがちである。このような大企業の自前主義は、NIH (Not Invented Here) シンドロームとも呼ばれ、欧米の企業においても見られる現象である。しかし、長期的雇用慣行やメインバンクシステムといったいわゆる日本型の経済システムのもとで、大企業の自前主義はより整合的に説明することができる。つまり、企業間や企業と大学間で研究人材の交流が活発に行われなことから、企業という組織を越えた研究協力やネットワークがなかなか育たない。また、銀行を中心とした間接金融が中心的な役割を担っている資金市場においては、本来ベンチャーキャピタルなどの直接金融が担うべきリスクマネーを供給する機能がどうしても弱くなってしまう。従って、内部資金が潤沢である大企業が研究開発の中心的な役割を担い、ベンチャー企業が育たないということになる。（元橋、2001）

しかしながら、最近ではこのような大企業を中心とした日本のイノベーションシステムにも変革の兆しが見えつつある。すなわち大企業においても積極的に研究開発に関する外部連携を模索する動きが強まっていることである。2004 年 2 月に行われた経済産業研究所 (RIETI) による研究開発外部連携実態調査によると、5 年前と比較して研究開発の外部連携に対する取り組みは業種や企業規模によらず高まっている。（経済産業研究所、2004）その背景としては、経済のグローバル化の進展や、特に韓国や中国などの東アジア諸国のキャッチアップによるイノベーション競争の激化によって、大企業としてもすべての研究開発を自社内で賄うことは困難になっていることを挙げることができる。また、バイオテクノロジーの進展に伴う医薬品産業の研究開発プロセスの変化に見るように、研究開発における科学的知見の重要性が高まりが、外部連携を積極化させる要因となっている業種も存在する（元橋、2003b）。

このように日本のイノベーションシステムが大企業の自前主義から、外部連携によるネットワーク型に変わっていく中で、イノベーションシステム全体の鍵を握るのが研究開発型中小企業の役割である。中小企業は、大企業のように豊富な経営資源を有しないことから外部連携に対してはより積極的に取り組んでいることが各種調査から分かっている。（経済産業研究所、2003；経済産業研究所、2004）また、日本の大企業が外部連携型の研究開発マネジメントを模索する中、連携先としての技術力のある中小企業の存在

は重要である。グローバルに事業展開を行う大企業においては、海外のベンチャー企業との提携も活発化させているが、共同研究や研究協力を有効に進めていく上での言語や地理的な隔たりの壁は大きい。このように競争力のある研究開発型中小企業の育成は、日本のイノベーションシステム全体にとって重要な課題である。

また、日本のイノベーションシステムの変革の鍵を握るもう一つの要素は産学連携の活発化である。1998年のTLO法の制定、2000年の産業競争力強化法、2004年の国立大学の法人化などによって産学連携を円滑に推進するための制度面での整備は急速に進んでいる。それに従って、民間企業においても産学連携に対する動きを積極化させている。しかしながら、これまで大企業の自前主義的なイノベーションプロセスが中心的な役割の果たしてきた日本のイノベーションシステムにおいて、産学連携は限定的な役割に留まってきた。企業と大学といった組織間の壁を乗り越えて、効果的な産学連携を進めている成功事例は、やはり中小企業に多く見られている。(児玉、2003) 大学における科学的知見の産業化の形態としては、産学による共同研究だけではなく、大学からのスピナウトベンチャーという形でも実現する。経済産業省の調査によると2004年4月時点で200大学から約800社の大学発ベンチャーが生まれている。(経済産業省、2004) このような大学からのスピナウトによって、イノベーションシステムの変革はより進んでいくものと考えられる。

本稿においては、中小企業の産学連携を中心とした研究開発外部連携の動きについて、日本のイノベーションシステムの変革という大きなコンテキストの中で捉えて論じることとする。まず、次章においては2004年に経済産業研究所(RIETI)において行われた「研究開発外部連携実態調査」のデータを用いて中小企業も含めたわが国企業の研究開発の外部連携の実態について述べる。同調査においては外部連携の相手として、大企業、中小・ベンチャー企業、大学、公的研究機関などのそれぞれにおいて連携の内容や効果について詳細な調査が行われている。従って、中小企業の産学連携について、他の連携形態の違いや連携先としての中小・ベンチャー企業の役割など幅広い観点からの分析が可能である。

次に、中小企業の産学連携についてフォーカスして、研究開発の生産性に対する効果に関する定量分析の結果を示す。元橋(2003a)、元橋(2004)においては、2003年のRIETI産学連携実態調査のデータを用いて中小企業は大企業と比べて、産学連携をより効果的に活用していることを示しているが、ここでは連携の内容などより詳細な分析を行うこととする。最後にこれまでの分析結果をベースとして、日本のイノベーションシステムが大企業を中心とする自前主義からネットワーク型へ変革していくための中小・ベンチャー企業のイノベーションの役割について検討を行い、政策的なインプリケーションについて述べることとする。

2. 研究開発外部連携の実態と中小企業の位置づけ

(1)RIETI 研究開発外部連携実態調査

企業間の共同研究や大学などとの産学連携の実態については、科学技術研究調査（総務省）においても外部支出研究費として把握されている。同調査は日本の企業、大学、公的研究機関などにおける研究開発活動のマクロレベルの動向を見る上では有益な統計であるが、多様な形態がありうる外部連携のミクロな実態を調べるものとしては不適當である。また国が行う指定統計であり、アカデミアによる個票利用は事実上不可能な状況となっている。そこで RIETI においては、企業を取り巻く研究開発環境の変化と研究開発外部連携の実態を詳細に把握するためのアンケート調査を 2004 年 2 月に実施した。

なお、これまで行われた同様の調査として、産学連携に関するものであればいくつかのものが行われている。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。²

このような問題意識に従って、RIETI においては、2003 年に産学連携にフォーカスした産学連携実態調査を、経済産業省の「企業活動基本調査」の調査対象企業のうち研究開発を行っている企業に対して行った。センサス統計の調査名簿に基づく母集団設計を行うことによって、これまでの調査とは異なり、経済全体の実態をよりの確に把握できるものとなっている。しかしながら、「企業活動基本調査」が一定規模以上の製造業か卸小売業に対して行う調査³であることから、研究開発型のベンチャー企業については規模が小さかったり、業種としては研究サービス業に分類されるためサンプルから漏れるという問題があった。そこで 2004 年の研究開発外部連携調査は特許庁における特許出願人リストをベースとした母集団設計を行うことにした。具体的には、平成 13 年に特許を年間 3 件以上出願した企業から 5,000 企業を抽出してアンケート調査を行い、556 社から有効回答を得た。5,000

² 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。

³ 規模の基準は従業員数 50 人以上でかつ資本金 3000 万円以上となっている。また、平成 13 年度調査から対象業種として、情報サービス業やレンタル業など一部のビジネスサービスが加わった。

件のうち 175 件は住所不明などで調査の実施ができなかったため、有効サンプル数は 4,825 社で回答率 11.5%である。調査項目としては、研究開発の外部連携に関する外部連携の動向とその背景となる要因、知的財産権ベースの他社研究成果の利用（ライセンス）状況、研究開発を巡る環境の変化と自社研究、外部連携の切り分けに関する実態など多岐にわたっている。⁴

(2) 研究開発外部連携の実態と動向

まず、研究開発に関する外部連携の現状であるが、回答のあった企業のうち 7 割以上の企業が企業、大学、公的研究機関など何らかの相手との連携を行っているということが分かった。また、この調査では 2003 年時点の状況について聞いているが、その 5 年前である 1998 年ごろの状況との比較については、相手が大企業との連携については、31.2%から 37.5%、中小企業との連携については 22.2%から 28.7%、また大学との連携については 39.7%から 51.3%とすべての相手先について連携企業の割合が増えている。このようにわが国企業はその研究開発プロセスにおいて、自前主義から外部資源活用型にスタンスを変えつつあることが明らかになった。また、連携の相手先別に見ると、大学との連携、つまり産学連携に取り組む企業の数が最も高まっており、かつ半数以上の企業が行っていることが示すように産学連携を行う企業の裾野が広がっていることが分かる。

それではこれを企業規模別に見るとどうであろうか？図 1 は研究開発に関する外部連携の割合（研究開発費に占める割合）について調査を行った結果を企業規模別に見たものである。まず、何らかの形で外部連携を行っている企業の割合は、大企業ほど高くなっている。ただし、規模の小さい企業においては半数近い企業において連携を行っていないことに対して、2000 人以上の企業はほとんどの企業で行っている。しかし、外部連携を行っている企業の外部連携割合を見ると規模が非常に小さい企業においては、その割合が逆に高まるというパターンが見られる。例えば、従業員数が 20 人以下の小企業においては、外部連携割合が研究開発費の 50%以上を占めるという企業が 20%以上存在する。このような企業の割合は、301 人から 1000 人のカテゴリーまで減少し、それ以上の企業規模については逆に上昇するという U 字型のパターンとなっている。⁵

(図 1)

企業規模の非常に小さい企業の多くは設立年齢の若いベンチャー企業であるが、これら

⁴ RIETI 研究開発外部連携実態調査の内容、調査結果の詳細については経済産業研究所(2004)を参照されたい。

⁵ この U 字形パターンは、企業の規模分布に業種別・技術別の偏り（例えば小規模企業はバイオベンチャーや IT ベンチャーで占められているなど）によるものではなく、業種横断的な特徴として表れている。規模別・業種別サンプル数については、経済産業研究所(2004)参照。

の企業においては、自社内に十分な研究リソースが存在しないことから外部連携を積極的に行うインセンティブが強いと考えることができる。その一方で、研究開発の外部連携は、技術を単に外部から導入するのではなく、それを自社内の研究開発プロセスに生かしているための追加的な研究開発が必要であるとも言われている。そのような技術的キャパシティ (Absorptive Capacity) の存在が重要である場合は、外部連携を行うためにはある程度規模が大きい方が効率的であるということになる。(Cohen and Levinthal, 1990) 図1の結果はこの両者の効果がそれぞれ現れているものであるという解釈をすることができる。なお、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いくつかの分析事例が示されている。例えば、Cohen et. al. (2002)は、米国において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)は、同じく米国の研究事例として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。2003年にRIETIで行われた「産学連携実態調査」を用いた分析では、規模の大きい企業ほど産学連携を行っている企業の割合は高まるが、この5年間においては中小企業における産学連携が活発化していることが示されている。(元橋、2003a) 2004年の調査においては、新たに研究開発費に占める外部連携割合に関する調査も行っているが、外部連携の実施企業割合で見ると比較して、より規模の小さい企業における積極的な外部連携活動が明確に現れている。⁷

この点についてより詳細な検討を行うために、図2は大企業又は中小企業と研究開発に関する連携を行った際にその効果について調査した結果を企業規模別に集計したものである。効果について、それぞれの内容に関して該当すると答えた企業の割合を示している。まず、従業員数20人以下の小規模企業は、「研究開発のスピード上昇」、「コスト削減」、「研究設備の利用」について、最も高い割合となっている。また、21人から300人程度までの中規模企業では、「自社単独でできない新たなR&Dの実現」や「新商品開発」の割合が高い。300人を超える大企業は際立った特徴が現れていないが、強いていえば「専門技術習得」の割合が高い。

(図2)

これらの結果の解釈であるが、まず小規模企業については研究資金や研究設備などの研究リソースが乏しいことから、これらの外部連携で補おうとする姿勢が明らかになってい

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。

⁷ 2004年調査と2003年調査の大きな違いの1つは2004年調査では、企業規模の非常に小さなベンチャー企業もそのサンプルに含まれていることである。これらの企業は外部連携を積極的に行っていることから、このようなサンプル設計の違いも結果の違いに大きく影響している。

る。また、研究開発ステージにあるベンチャー企業においては、十分な売上がたっていない場合が多いので研究開発のスピード上昇は至上命題といえる。次に中規模企業は、図 1 で見ると研究開発費の外部連携に占める割合は小さく、比較的小規模の外部連携で新商品につながる R&D の幅を広げていこう戦略が見て取れる。最後の大企業については、新商品開発の比率は縮小し、新たな R&D や専門技術の習得などのより長期的な自社の研究開発キャパシティの向上を狙った外部連携が多いことが考えられる。このように、研究開発の外部連携は、その企業がおかれている環境によって大きく異なり、同じ中小企業においても多様性があることを認識することが重要である。

(3) 中小企業における産学連携に対する取り組み

企業間規模による産学連携に対する取り組みの違いについては、2003 年の RIETI 調査を用いた元橋(2004)及び元橋(2003a)において詳細に述べられている。そのポイントについては、以下のとおりである。

- ・ 企業規模の大きい企業ほど産学連携に取り組んでいる割合が高くなり、企業間規模による導入比率の格差は、企業との共同研究に比べて大きい。ただし、その格差はここ 5 年間で縮小しつつある。
- ・ 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のに対して、中小企業においては新製品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。
- ・ 産学連携に対する障害として、中小企業においては「自社が産学連携に不慣れ」を挙げる声が高いことに対して、大企業では「取り決めが明確ではない」や「責任や役割分担が不明確」などの契約や手続き面に関する項目の割合が高くなっている。

このように産学連携に対して、中小企業と大企業の取り組みは異なり、それぞれ独自の問題を抱えていることが分かった。大学における研究内容は多種多様であり、かつ産学連内容についても、共同研究の他、技術相談や研究者派遣などの様々な形態が存在する。それぞれの企業のおかれる状況に対応した取り組みを進めていることが分かっている。2004 年調査においても、導入率の企業規模による違いや産学連携の目的についてはほぼ同様の結果が得られている。これらの内容に加えて、今回の調査では、研究開発の連携を行う場合の想定するおおよその商品化時期についても聞いている。図 3 はその回答を企業規模別にまとめたものである。

(図 3)

規模の小さい企業においては、比較的短期的な効果をねらっている企業の割合が高いのに対して、企業規模は大きくなるほど長期的なメリットを挙げる声が高くなっている。20 人以下の企業では、2 割近い企業が 1 年以内の商品化を、2～3 年先までを入れると 8 割以

上の企業が含まれる。これは、図2でも見たように研究開発リソースに乏しい中小企業はより短期的なメリットをねらった外部連携を進めていく必要性に駆られているという観察とも整合的である。一般的には大学においては基礎的な研究が行われているところであり、産学連携はその科学的知見を生かした長期的なメリットを狙ったものであるという認識がなされることが多いが、そうとも限らないことが分かった。従業員数が2000人を超える大企業においても、4割近い企業が商品化時期として2～3年先と考えており、ほとんどの企業で最大でも5年先程度というスパンで研究開発成果を考えている。

企業規模による産学連携に対する取り組みの違いをより詳細に検討するために、図4では産学連携を行うにあたっての障害についてまとめた結果を示している。従業員数20人以下の企業においては「資金不足」をあげる声が圧倒的に突出している。また、規模の小さい企業では「自社能力不足」の割合が概して高く、外部連携を行う際に **Absorptive Capacity** の必要性を示唆する内容となっている。その一方で規模の大きい企業においては、「連携先技術が実用的でない」と「知財関係の問題」の割合が高くなっている。前者について、規模の大きい企業ほど長期的な共同研究を指向する傾向にあるが、ビジネスにつなげていく段階で当初の目論見とのズレが生じているものを考えられる。その一方で中小企業においては、研究開発のスコープが短期的で、大企業ほど「実用的でない」という認識が小さいことは興味深い。また、「知財関係の問題」については、TLOの設立や国立大学の法人化などの大学改革の流れの中で、大学における知財管理を強化していこう方向性を企業サイドでも敏感に察知したものと解釈することができる。大学における知財管理に対する取り組みは始まったばかりであり、今後、米国において見られるような大学における知財に対する過度の権利強化が産学連携の障害にならないように動向を注視する必要がある。

(図4)

最後に「契約の手続きが煩雑である」という意見が、規模の大きい企業においてやや高くなっていることは注目に値する。契約手続きは、本来は中小企業にとって深刻な問題であり、スタッフが充実している大企業は、同様の手続きであれば中小企業より負担が小さいはずである。この解釈については元橋(2003a)が明らかにしているように、大企業と中小企業の間で産学連携の契約のスタンスが異なることに起因すると考えられる。すなわち、大企業の方が研究内容や成果の取り扱いに対してより明確な契約の締結を要求するのに対して、中小企業は経営者が大学との交渉の直接コミットすることが多くスムーズな契約が行われやすいという点である。⁸ また、これまで述べてきたように中小企業の方が産学連携に対してよりクリアな成果のイメージを持っており、契約の締結も比較的容易であると解釈することもできる。なお、この項目は他に比べてかなり低くなっており、全体として、

⁸ この点については、産学連携に携わった大学関係者に対するインタビュー結果においても明らかになっている。(経済産業研究所、2001)

大学における産学連携に対する取り組みがかなり進んでいることを評価すべきである。大学サイドで契約等の事務手続きが不慣れであることが産学連携の障害になっていると言われることがあるが、その実態については企業サイドに問題がある場合もありえる。

(4)研究開発環境の変化と外部連携

このように研究開発の外部連携の実態は多様であり、企業規模によってそれぞれ特徴があることが分かったが、ここでは企業を取り巻く研究開発環境の変化と外部連携の関係について述べたい。図5は、研究開発を進めるにあたって重視している項目について企業規模別に集計したものである。

(図5)

全体的な傾向としていえるのは、「市場ニーズへの対応」と「リードタイム短縮」の割合が高くなっていることである。市場競争が激化する中で、マーケットニーズをすばやく把握して、それを研究開発に生かしていくという姿勢を重要視していることが分かる。また、「テーマの絞込み」とともに「新規テーマ発掘」についての割合が高くなっている。一見すると矛盾する調査結果であるが、市場ニーズの変化に対して研究開発のリフォーカスを弾力的に行っていこうとすることに現れであると考えられる。その一方で、「基礎から応用へのシフト」や「基礎研究能力の向上」については低い割合に留まった。「市場ニーズへの対応」は、応用研究シフトを意味するものではないことを示している。ただ、基礎研究を更に充実していく余裕はないという企業の実態を明らかにしているものといえよう。

企業規模別の状況について見ると、20人以下の小企業においては、「リードタイム圧縮」や「市場ニーズ対応」とともに「自社シーズ市場化」の割合が高くなっている。これは「市場ニーズへの対応」とは相反する方向であるが、規模が非常に小さい研究開発型中小企業においては、自社技術の商品化がより差し迫った課題であることを示している。20人を超え300人までの中堅中小企業では、「市場ニーズへの対応」と「新規テーマの発掘」が他のグループより高くなっている。ある程度の規模に企業が育ってくると、新商品開発を市場に継続的に送り出していくことが重要になってくる。最後に大企業であるが、特に規模の大きい企業においては、「テーマの絞込み」の割合が他のグループと比べて高い。その一方で「新規テーマ発掘」の低くないので、前述したように市場ニーズにあわせて研究開発の内容を見直そうとしていると解釈できる。

これらの研究開発に関して重視する項目と研究開発に関する外部連携の関係について調べるために、大企業、中小・ベンチャー及び大学をそれぞれ相手とする連携の有無を説明変数とする記述的な回帰分析を行った。被説明変数としては、表1に示す9つの研究開発環境に関する変数とコントロール変数として研究開発費の対数値、企業年齢(年)の対数値及

び 35 の産業分類ダミーを入れた。更にこれらの関係が大企業と中小企業によってどのように異なるか明らかにするために、サンプル全体を従業員数 300 人以下の中小企業とそれを超える大企業に分けてそれぞれについて回帰分析を行った。表 1 は研究開発の環境に関する係数が 10% レベルで統計的に有意である場合のみその係数の符号と有意度を示している。

(表 1)

まず、大企業との連携については、中小企業は「新規テーマの発掘」や「自社シーズの市場化」を重視する企業において活発となっている。特にベンチャー企業において、自社の技術を製品化する際には、製造設備やマーケティング力のある大企業との連携は重要である。また、大企業間の連携は開発リードタイムの短縮を重視している企業に多い。中小・ベンチャー企業との連携については、際立ったパターンは現れなかった。中小企業で「基礎研究能力向上」と、大企業で「研究テーマ絞込み」とそれぞれネガティブな関係が示されている。

最後に産学連携であるが、中小企業においては「研究コスト圧縮」、「基礎から応用シフト」及び「自社シーズの市場化」とポジティブな関係が現れている。産学連携の内容は基礎的なものであることが想定されるので、基礎研究は大学との連携によって行い、自社研究は技術の市場化など応用研究にシフトさせようとする戦略が現れているものと考えられる。また、大企業については、これらの項目に加えて「開発リードタイムの短縮」、「研究テーマの絞込み」及び「新分野テーマの発掘」などが正の関係を示している。やはり、基礎的な研究を大学との共同で行い、社内の研究プロセスの効率化し、市場に近い研究を重点的に行っているものと考えられる。

(5) 研究開発に関する企業の境界のマネジメント

このように研究開発を巡る環境が変化する中で、企業の研究開発プロセスは変化している。研究開発に関する外部連携を進めるためには、自社研究開発との関係を整理することが必要になる。つまり、研究開発に関する企業の境界をどのようにマネージしていかかが企業全体としてのイノベーションに関するパフォーマンスを決定する大きな要因となってきた。 (Nakamura and Odagiri, 2003) 最後に研究開発の内容に応じて、自社開発と外部連携をどのように使い分けているのかに関する調査結果を示すこととする。図 6-1 ~ 図 6-4 はそれぞれ研究開発の内容毎に、自社で行う場合が多いか、あるいは外部連携を行う場合が多いか、外部連携を行う場合は相手先としてどのような機関が多いかについてまとめたものである。

(図 6-1 ~ 6-4)

まず、全体的な動向については、「商品化に近い研究開発」や「スピードを重視する研究開発」については、自社で行うことが多く、逆に「基礎的な研究開発」や「自社にない新規分野の研究開発」については中小・ベンチャーや大学との連携で行うことが多くなっている。特に「基礎的な研究開発」については、ほとんどの場合「大学」との連携によって行っており、自社で行う企業の割合は1割～2割程度となっている。このように、研究開発において基礎研究の重要性は認識しつつも、自社の研究リソースは商品化に近い研究開発にフォーカスさせ、基礎研究は産学連携で行おうとする企業が多いことを示している。また、自社にない新規分野の研究開発は、研究に適した人材や設備が自社にないことから外部連携に頼る割合が多くなることは自然であるが、連携先として大学とともに中小・ベンチャー企業との連携を行っている企業が多いことは注目に値する。特にこの傾向は大企業において高くなっており、大企業の研究開発プロセスにおいても、研究開発型のベンチャー企業の存在意義が高まっていることを示している。

これらのグラフを企業規模別に見ると、「商品化に近い研究開発」=自社開発という図式は特に大企業に強く、また「スピードを重視する研究開発」=自社開発という図式は特に中小企業に強くなっている。前者について、特に規模の小さいベンチャー企業は、自社技術の製品化を大企業などとのアライアンスで行うことが多いので、その影響が現れているものと考えられる。後者については、大企業においては研究開発に関する外部連携を自社研究開発のスピードを上げるために活用しているという点で興味深い。その中には試験・研究サービスの外注や自社製品に必要となる要素技術を他社から導入するというものが含まれていると考えられる。

3. 産学連携を中心とする外部連携と研究開発の生産性

(1) 分析のフレームワーク

これまで、最近の研究開発環境の変化と研究開発に関する外部連携の動向を企業規模別に見てきたが、本章では、これらの活動と研究開発に関する生産性の関係について見ていくこととする。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。このような研究開発活動の生産性を分析するためには、当該活動のアウトプットを何らかの方法で捉えることが必要となるが、ここでは特許出願数を用いることとする。

イノベーションのアウトプットとして特許を用いることには、様々な問題が考えられる。例えばすべてのイノベーションが特許として保護されるとは限らず、営業秘密として保持することもありうるし、特に製造技術のようなプロセスイノベーションについては特許にはなじまないとされている。特許による技術の専有可能性は医薬品において特に高いなど技術分野によっても異なることが分かっている。(Cohen et. al.,2002) また、個々の特許によってその質には大きなばらつきがあり、特許数の単純集計ではイノベーションのアウト

プットを的確に反映できないという問題もある。⁹

しかしながら、特許データは研究開発活動の成果を示す貴重な公開データであり、業種横断的な指標としては唯一のものといってよく、イノベーションの計量分析には幅広く用いられている。(Griliches, 1990) 従って、ここでは特許数を被説明変数として、以下の各種変数を説明変数とするイノベーション生産関数を推計することによって、産学連携の評価を行うこととする。

- ・ lrd: 研究開発投資額 (対数値)
- ・ lemp: 企業規模 (従業員数の対数値)
- ・ Cord: 研究開発外部連携の有無
- ・ lage: 企業年齢 (年: 対数値)
- ・ lage2: 企業年齢の対数値の 2 乗項
- ・ univ: 5 年前(1998 年時点)での大学との連携の有無
- ・ 35 の産業ダミー

なお、被説明変数としては、2001 年における特許出願数と調査時点(2003 年 2 月)における特許保有数の両方を用いた。また、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。

(2) 分析結果

表 2 に 2001 年における特許出願数を被説明変数とした結果を示している。なお、調査時点 (2003 年 2 月) における特許保有数を被説明変数とした分析もほぼ同様の結果を示しているのでここでは記載を省略する。表 2 は、まず全体のサンプルについて、企業年齢を入れない基本モデル (モデル(1)) と企業年齢を入れたモデルの結果を示し、次に企業年齢によって全サンプルを 3 つに分割して、それぞれについて分析した結果(モデル(3)~(5))を示している。

(表 2)

まず、モデル (1) であるが、1998 年時点での産学連携に関する変数の係数が正で統

⁹ 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。

計的有意となっているように、産学連携の実施は、研究開発の生産性に対してポジティブな影響があるという結果となっている。この係数は企業年齢を入れたモデルでも大きな変化はない。企業年齢については、*lage* のみを入れたモデルでは統計的に有意な関係を得られなかったため、2乗項である *lage* を入れると両者とも統計的に有意な係数が得られた。これらの係数の符号が示すように、研究開発の生産性は企業年齢が大きくなると徐々に低下するが、ある程度のところでまた上昇する U字型のパターンを示している。

このような企業年齢と産学連携の効果を見るために、モデル(3)～モデル(5)は企業の設立年別の推計結果を示している。モデル(3)がもっとも設立年が古いグループ、モデル(4)、モデル(5)と企業年齢の若いグループとなっている。産学連携の効果については年齢が最も若いグループにおけるモデル(5)のみで有意な結果が得られている。つまり企業年齢が若い比較的規模の小さい企業においては、産学連携によって高い研究開発に関する生産性を達成しているということである。なお、他のグループの結果を見ると、モデル(4)では統計的に有意ではないが正の係数、モデル(5)ではマイナスの係数となっている。この結果は、2003年の RIETI 産学連携実態調査のデータを用いた元橋(2003a)と整合的な内容となっている。元橋(2003a)は、この解釈として以下のように述べている。

- ① 中小・ベンチャー企業は産学連携において新商品の開発などより製品化に近い研究を行っており、開発の成果につながりやすいこと、
- ② その背景としては中小・ベンチャー企業は、資金的、人的な経営資源に制約があり、大企業より短期的なスコープで研究開発に取り組む必要があること、
- ③ 中小・ベンチャー企業は、経営資源の制約によって大企業と比べて産学連携プロジェクトにおいてより大きなリスクに晒されている、従ってそのリスクを乗り越えて産学連携を行っている企業にはより大きなリターンがもたらされうること

2004年データを用いたこれまでの分析結果においても、中小企業の産学連携は想定される商品化時期としてより短いタイムスパンのものが行われていることや、中小企業は様々な研究リソースの制約に対する認識が強いことが明らかになっており、①及び②と整合的である。また、表2のモデル(4)～(6)の R-Squared を比べると、若い企業のグループの方が低くなっている。これは、若い企業グループの方がパフォーマンスの分散が大きく、ここで用いた説明変数によって説明できない部分の割合が大きくなっていることを示している。これは③のリスクに違いによる説明を間接的にサポートする内容である。

(3) 産学連携と自社開発の内容に関する分析

前節の分析結果においては、企業年齢が若く規模の小さい企業において、産学連携を行うことによる研究開発の生産性が高いことが示されているが、最も企業年齢の古い企業グループにおいても、統計的には有意ではないが、産学連携の係数は正となった。産学連携によって企業の生産性を高めるためには、大学における基礎的な知見を社内のイノベーションプロセスに取り入れていくための技術キャパシティ (Absorptive Capacity) が必要に

なる。従って、規模の大きい企業の方が産学連携を有効に活用する上で有利であると考えられることもできる。表 2 の結果は前述した規模が小さいことによるメリットと技術キャパティによる要因の両方が働いていることから、企業年齢が上がると産学連携の効果を一旦下がるが、一定の年齢以上になると上昇する U 字型のパターンを示しているようにもとることができる。なお、2003 年調査結果を用いた元橋(2003a)においても、同様のパターンが見られる。

この U 字型の関係を更に詳細に検討するために、ここでは自社研究の内容と産学連携の関係について企業年齢別に見ることとする。第 2 章第 5 節で示したように、RIETI 研究開発外部連携実態調査においては、自社研究と相手先別の外部連携について、それぞれどのような研究開発の内容を行っているのかについて調査している。例えば「商品化に近い研究開発」については自社研究で、「基礎研究」や「自社にない新規分野の研究開発」については産学連携によって行うことが多いことが分かっている。ただし、規模の小さい企業においては、「商品化に近い研究開発」においても外部連携で行ったり、独自の研究所を有する大企業においては、「基礎研究」もある程度自社で行っていることが考えられる。このような自社の研究開発に関するスコープの違いが、産学連携のパフォーマンスにも影響を与えるのではないかというのが本節の分析の動機である。

この問題について検討するために、前節のモデルを拡張した以下の回帰モデルを推計する。

$$\ln Patent2001 = \alpha_0 + \alpha_1 \ln RD + \alpha_2 \ln EMP + \gamma \cdot (\beta_1 \ln Age + \beta_2 \ln Age^2) + \varepsilon \quad (1)$$

$$\gamma = 1 + \gamma_1 univ + \gamma_2 univ \cdot RD_own$$

前節では $\nu = 1$ の場合と、企業グループ別の推計においては、 ν が係る説明変数としては *univ* のみを考えたモデルの推計を行った。ここでは、上記のような *Age* と *univ* の交差項及び自社開発における研究内容 (*RD_own*) との交差項を導入することによってこれらの関係を明確化する。なお、被説明変数は 2001 年の特許出願数を用い、*RD_own* 以外の説明変数は前節と同じである。*RD_own* は自社研究開発として行っている研究内容のそれぞれに関するダミー変数となっている。また、自社開発に関する研究開発の内容に関する調査は、産学連携など外部連携の内容との対比で行われていることから、外部連携を行っている企業についてのみ存在する。従って、ここでの推計は外部連携を行っている企業について行われるものであり、前節とはサンプルが異なることに留意されたい。推計結果を表 3 に示す。

(表 3)

モデル 1 は *RD_own* の効果を入れないベースモデルである。ここでは産学連携が研究

開発の生産性に与える効果が年齢によって U 字型になるという特性を踏まえて、**lage** とその 2 乗項を説明変数に加えている。**lage** と **univ** の交差項の係数はマイナスであり、企業年齢が高くほど産学連携の効果が下がっていくが、**lage2** と **univ** の係数がプラスであり、ある程度のところから上昇する U 字型となることを示している。モデル 2～モデル 7 は、自社開発の研究内容によってそれぞれ ν の内訳が異なるが、 ν が交差する企業年齢の項はすべて **lage** の 2 乗項まで含めたこの企業年齢の非線形性を取り入れたものとしている。

ここで取り上げた自社開発の研究内容としては、「商品化に近い研究開発」、「基礎的な研究開発」、「スピードを重視する研究開発」、「自社のコア技術の開発」、「周辺技術開発」及び「自社にない新規研究開発」の 6 つである。まず、これらの **RD_own** を説明変数に加えたことによって、モデル 1 で用いた説明変数の係数に大きな変化は見られず安定的である。新たに追加した説明変数に対して、統計的に有意な結果が得られたのは、「基礎研究」、「周辺技術」及び「新規技術」である。「基礎研究」については、**univ*lage** との交差項の係数がプラスになっており、**univ*lage2** との交差項の係数はプラスとなっている。「周辺技術」と「新規技術」については、これとは逆の符号の係数となった。

「基礎研究」に関する解釈であるが、産学連携の効果に関する企業年齢の影響 (**univ** と **lage** の交差項) は、その企業が自社開発として基礎研究を行っているかどうかによっても影響を受け、基礎研究を行っている企業においては、企業年齢が高いほど産学連携の効果が高いということを示している。ただし、**univ*lage2** との交差項の係数がマイナスとなっているので、この傾向はある程度の年齢でピークに達してあとは下降する逆 U 字型となる。「周辺技術」や「新規技術」についてはこれとは逆のパターンとなる。すなわち、自社においてコアとなる技術の周辺開発や新規開発に取り組んでいる企業は、産学連携の効果は企業年齢が高くなるほど低くなる。ただし、この傾向はある程度の企業年齢で下げ止まり、それ以降は上昇する U 字型となる。

このように、産学連携の効果が企業年齢によって U 字型となるのは、それぞれの企業における自社開発のフォーカスの違いの影響を受けていることが分かった。企業年齢が高く研究基盤がしっかりしている大企業においては、産学連携と補完的な関係にある基礎研究を自社で行っており、その効果がより明確に現れている。逆に、企業年齢が低く研究リソースに制約が大きい企業においては、新規研究開発に積極的に取り組んでいる企業が産学連携の効果を上げている。これらの企業における産学連携の内容は、大企業と比べてより商品化までのスコープが短いものであり、産学連携に対して明確な方向性を持って取り組んでいるものと思われる。

(4) 日本のイノベーションシステムにおける中小・ベンチャー企業の役割

これまで日本企業のイノベーションプロセスの中での産学連携の役割とその効果について述べてきた。日本のイノベーションシステムは、大企業が中心的な位置を占めてきたが最近では、研究開発型の中小企業やベンチャー企業も産学連携活動を活発化させており、

大企業と比較して、新商品開発などのフォーカスを絞った共同研究でその成果を上げてきている。それでは、このような中小企業やベンチャー企業の躍進が日本のイノベーションシステムに対してどのようなインパクトをもたらすであろうか？ここでは、RIETI 研究開発外部連携調査における中小・ベンチャー企業との研究開発の連携に関する状況に関するデータを用いた分析結果を示す。

まず、中小・ベンチャー企業との連携の内容について企業年齢によるグループ毎の状況を示す。図 7 を見るように、中小・ベンチャー企業との連携は、多様な内容に広がっている。その中で割合が高いのが、「自社にない新規技術の開発」と「商品化に近い R&D」である。前者については、独自の技術を有した研究開発型の中小企業との連携によって自社の研究開発の幅を広げること、後者については研究サービスなどで中小企業を用いるパターンであると考えられる。また、最近では大学における技術をベースにスピントアウトする大学発ベンチャーが増えてきているが、これらの企業との連携は「新規技術の開発」にあてはまることが多いのではないかと考えられる。

(図 7)

また、「研究開発のスピードを重視する研究」、「自社コア技術の周辺技術開発」及び「低コスト化」を上げる声も比較的高い。研究開発環境が激化する中、研究開発のスピードの向上や研究開発のある程度の幅を確保するために研究開発の外部連携が進んでいるが、自社の研究開発プロセスを効率化するための様々なニーズに対応して、多様な中小・ベンチャー企業から連携先を選んでいるものと考えられる。企業年齢グループとの関係では、「商品化に近い研究開発」では、比較的年齢の低いグループにおいて割合が高くなっており、「新規技術開発」においては、逆に設立年が古い規模の大きい企業で高くなっている。大企業においては、新たな技術開発のシーズを開拓するために中小・ベンチャー企業を活用していることを示している。

このような様々な中小・ベンチャー企業との連携の決定要因について、より詳細に見るために、連携の有無を被説明変数、*lage*、*lrd*、7 種類の *RD_own* (自社研究の内容に関する変数) 及び産業ダミーを説明変数とする回帰分析を行った。Probit により分析を行い、その結果を表 4 に示している。なお、前節の分析と同様に、*RD_own* は外部連携を行っている企業に対してのみ利用可能な変数であることから、推計に用いたサンプルは何らかの外部連携を行っている企業となっている。

(表 4)

モデル 1 とモデル 2 は、まず 5 年前、現在のそれぞれの時点において中小・ベンチャー企業との連携を行った企業がどのような属性を持つかを示している。両者とも企業年齢が

高く、研究開発費が大きい大企業の方が中小・ベンチャー企業との連携をより活発に行っていることを示している。自社研究の内容に関する変数については、「基礎研究の実施」が特に現在においてポジティブに影響している。つまり、自社において基礎研究を行っている企業は、特に最近時点では中小・ベンチャーとの連携をより行っているということである。中小・ベンチャー企業が大企業におけるイノベーションプロセスにおいても重要な役割を担ってきていることを示している。

モデル3からモデル7は、中小・ベンチャー企業との連携内容ごとに同様の回帰分析を行った結果を示したものである。連携の内容については多岐に亘っているため、*lrd* との関係についても様々である。例えば、「商品化に近い研究開発」を中小・ベンチャー企業と行っているのは比較的研究開発費の小さい企業であるのに対して、「スピードを重視する研究」や「自社にない新規研究開発」については研究開発費の大きい企業が行っている。自社の研究内容に関する変数については、「自社のコア技術」にフォーカスしている企業は、「商品化に近い研究開発」、「スピードを重視する研究」及び「周辺技術に関する研究開発」において中小・ベンチャー企業との連携を活発に行っている。自社の研究内容をコア技術にフォーカスし、周辺技術や研究開発のスピードを上げるために必要なサービスなどは外部連携によって対応する、研究開発に関する選択と集中が進んでいる結果であると解釈することができる。このように多様な中小・ベンチャー企業が存在することは、企業において研究開発の選択と集中を進める上での重要な意義があるということができる。

4. 中小企業のイノベーションと日本のシステム改革に対するインプリケーション

企業年齢が若く比較的規模が小さ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において高い生産性を確保していることが分った。大学等における基礎的な研究成果を社内の研究開発プロセスに役立てていくためには、自社の技術的キャパシティ (*Absorptive Capacity*) が重要であるが、研究開発型中小企業においては、より市場化に近く成果のイメージがより明確な内容にフォーカスした産学連携を行うことによってその効果をあげている。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内容の研究を行うインセンティブが高い。ただし、経営資源が豊富でない中小企業にとって産学連携への取り組みはリスクの大きい投資であると考えられる。従って、中小企業はその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適当である。

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研究開発型中小企業は、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。このところ中小・ベンチャー企業を研究開発の連携先として活用する企業が増えてきており、特に最近では自社で基礎研究

を行っている大企業が利用するパターンが多くなっていることが分った。グローバルに事業を展開する大企業としては、必要とする技術についてもグローバルなアライアンスを行っているものと考えられるが、地理的に近接したアライアンス先が見つかることが理想的である。従って、日本において技術力のある多様な中小・ベンチャー企業が育つことは大企業のイノベーション活性化という観点からも重要である。

また、研究開発型中小企業の躍進は日本のイノベーションシステムというマクロな視点からも重要である。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、2003b）。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。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。従って、研究開発型中小企業の産学連携に対する取り組みは、日本のイノベーションシステム全体の改革を促すものとして、意義が大きく政策的にも一層推進すべきである。

ベンチャー企業や研究開発型中小企業のイノベーションを促進するためには、補助金や税制等による直接的な支援のほか、日本のイノベーションシステムをネットワーク型に改革していくための制度整備を進めていくことが重要である。RIETI 調査によると連携を進める上での問題点として「知的財産権を巡る問題の可能性」をあげる声が強かった。特許のライセンスについて今後海外の企業や大学からの実施許諾が高まると答えた企業が多かったが、特許を巡る国際的な紛争の対する取り組みの重要性が高まっていることを示している。安定的な知的財産制度の下での技術市場の活性化は、製造やマーケティングなどに十分に経営資源を投下することが困難なハイテクベンチャーが育つための必須条件である。（Hall and Ziednis, 2001）また、産学連携については、国立大学や国研の改革によってこれらの機関がより主体的に企業との連携を行うことができるようになった。研究開発型の中小企業による産学連携を活性化や、大学における技術シーズをベースとしたすピンオフ

企業である大学発ベンチャーを支援する制度についても充実してきている。また、そのためのリスクマネーを円滑に供給するための資本市場整備やベンチャーキャピタルの育成についても重要な課題である。最後の多種多様なプレイヤーが連携をしながらイノベーションあふれる経済社会を構築していくために重要なのは人材の流動性である。企業や研究機関における硬直的な人事制度が効果的な企業間連携や産学連携の障害になることがある。人材の流動化が進むと研究者にとっても多様なキャリアプランを描くことが可能になり、より優秀な人材が集まるようになってイノベーションシステム全体の活性化にもつながるものと思われる。人材の流動化については、組織規定や雇用制度、慣習が複雑に絡み合った難しい問題であるが、ベンチャー・中小企業のイノベーション活性化をベースとした新たなイノベーションシステムを構築していく上で根幹的な課題であり抜本的な取り組みを行っていくことが必要である。

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
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990), Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.128-152
- Cohen, W., A. Goto, A. Nagata, R. Nelson and J. Walsh (2002), R&D spillovers, patents and the incentives to innovate in Japan and the United States, *Research Policy*, vol. 31, pp. 1349-1367
- 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
- Griliches, Z. (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey," *Journal of Economic Literature*
- 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
- Nakamura, K. and H. Odagiri (2003), Determinants of R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Study of Commissioned R&D, Joint R&D, and Licensing with Japanese Company Data, NISTEP Discussion Paper No. 32
- Wen, J. and S. Kobayashi (2001), Exploring collaborative R&D network: some new evidence in

Japan, *Research Policy*, vol. 30, pp. 1309-1319

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(2004)、「平成 15 年度研究開発外部連携実態調査報告書」、2004 年 6 月

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(2004)、「平成 15 年度大学発ベンチャーに関する基礎調査」結果について (速報)」2004 年 4 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

児玉俊洋 (2003)、「TAMA 企業の技術革新力とクラスター形成状況—アンケート調査結果を踏まえて—」、RIETI Policy Discussion Paper Series 03-P-004

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(2004)、「産学連携の実態と研究開発型中小企業の重要性—日本のイノベーションシステムに対するインプリケーション」、開発技術、第 10 号、2004 年 6 月 25 日

元橋一之 (2003a)、「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 Series 03-J-015

元橋一之 (2003b)、「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

図 1 :

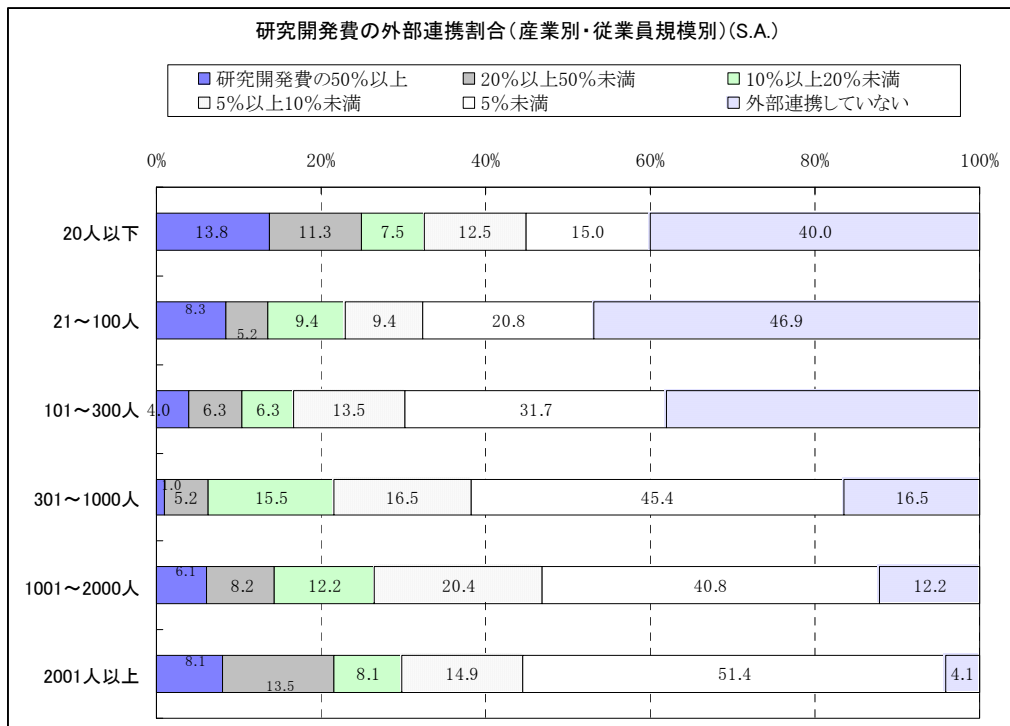


図 2 : 企業との研究開発連携の効果

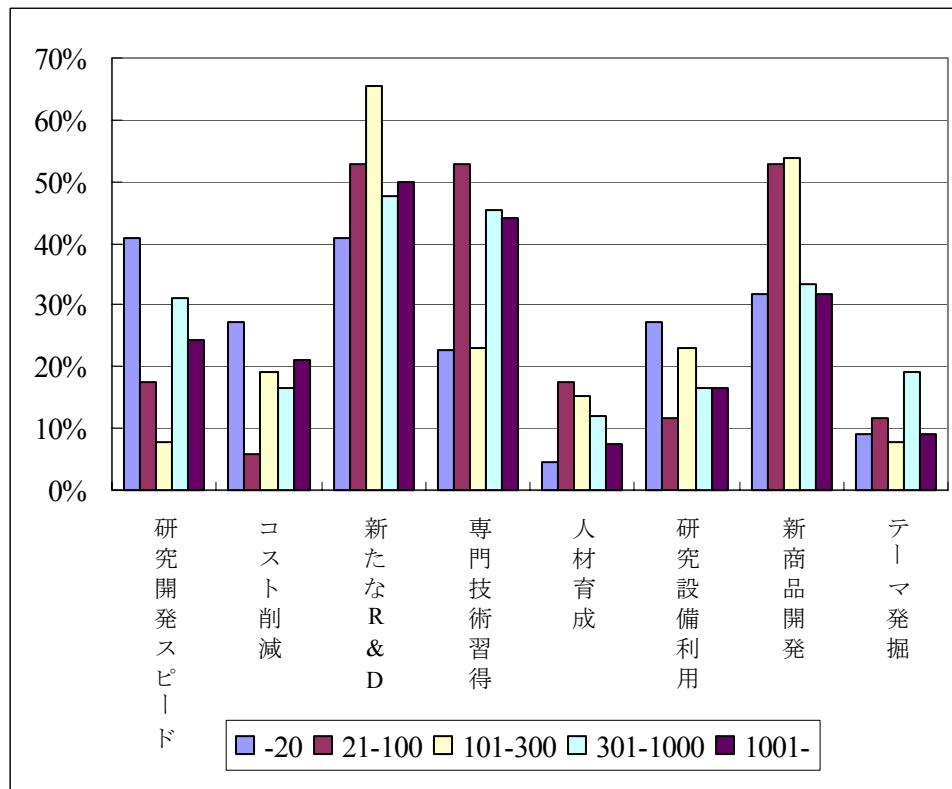


図 3 :

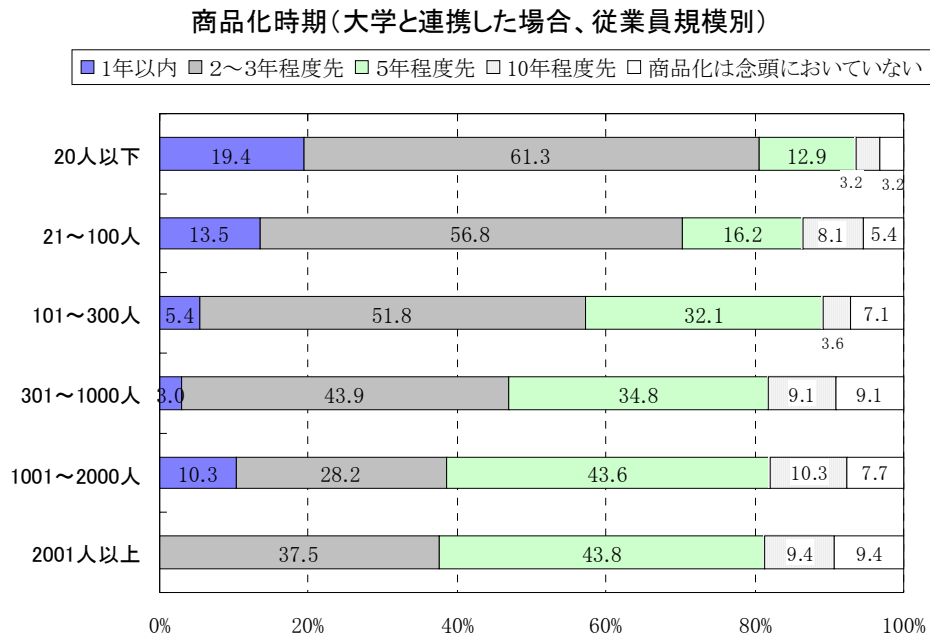


図 4 : 産学連携を進めるにあたっての課題

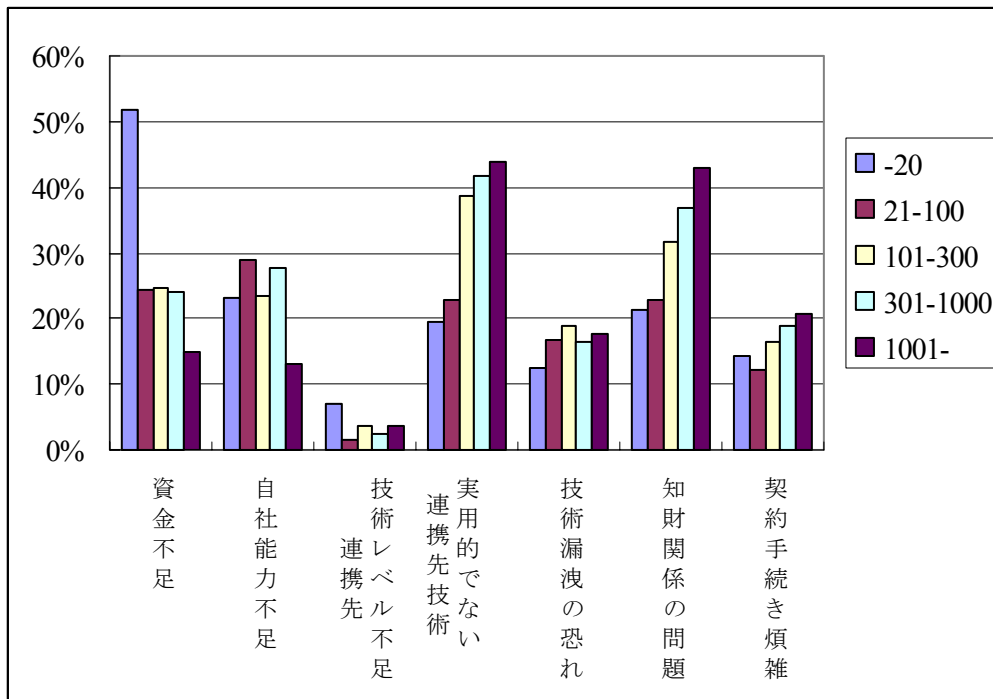


図5：研究開発を行うにあたって重視している項目

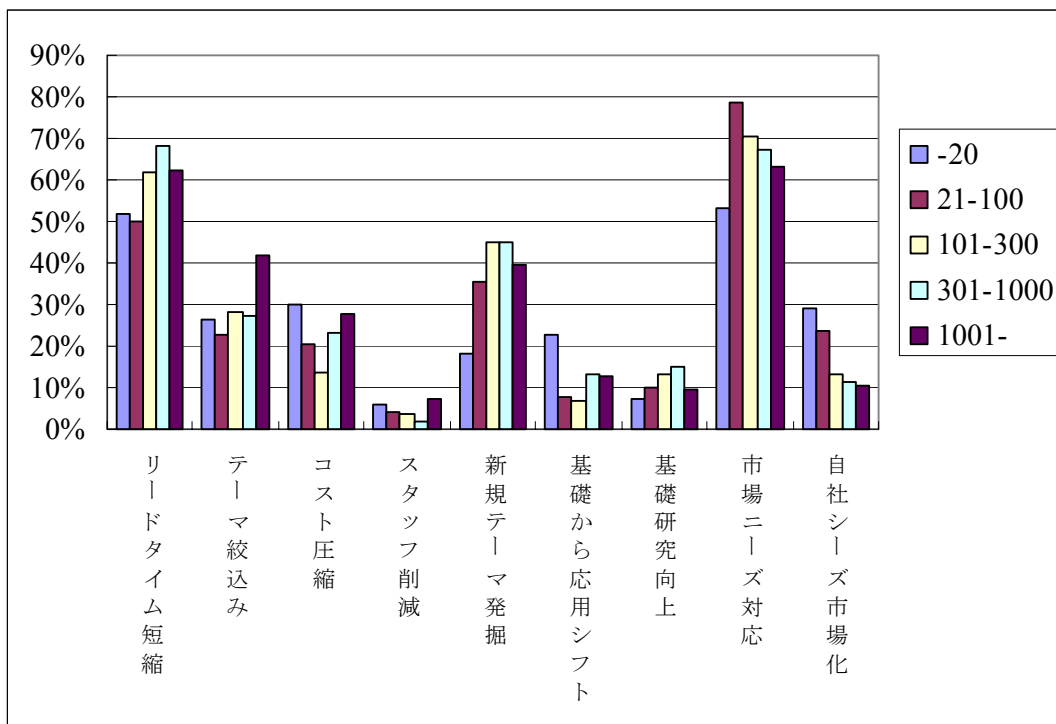


図6-1～6-4：研究内容別に見た自社開発と外部連携

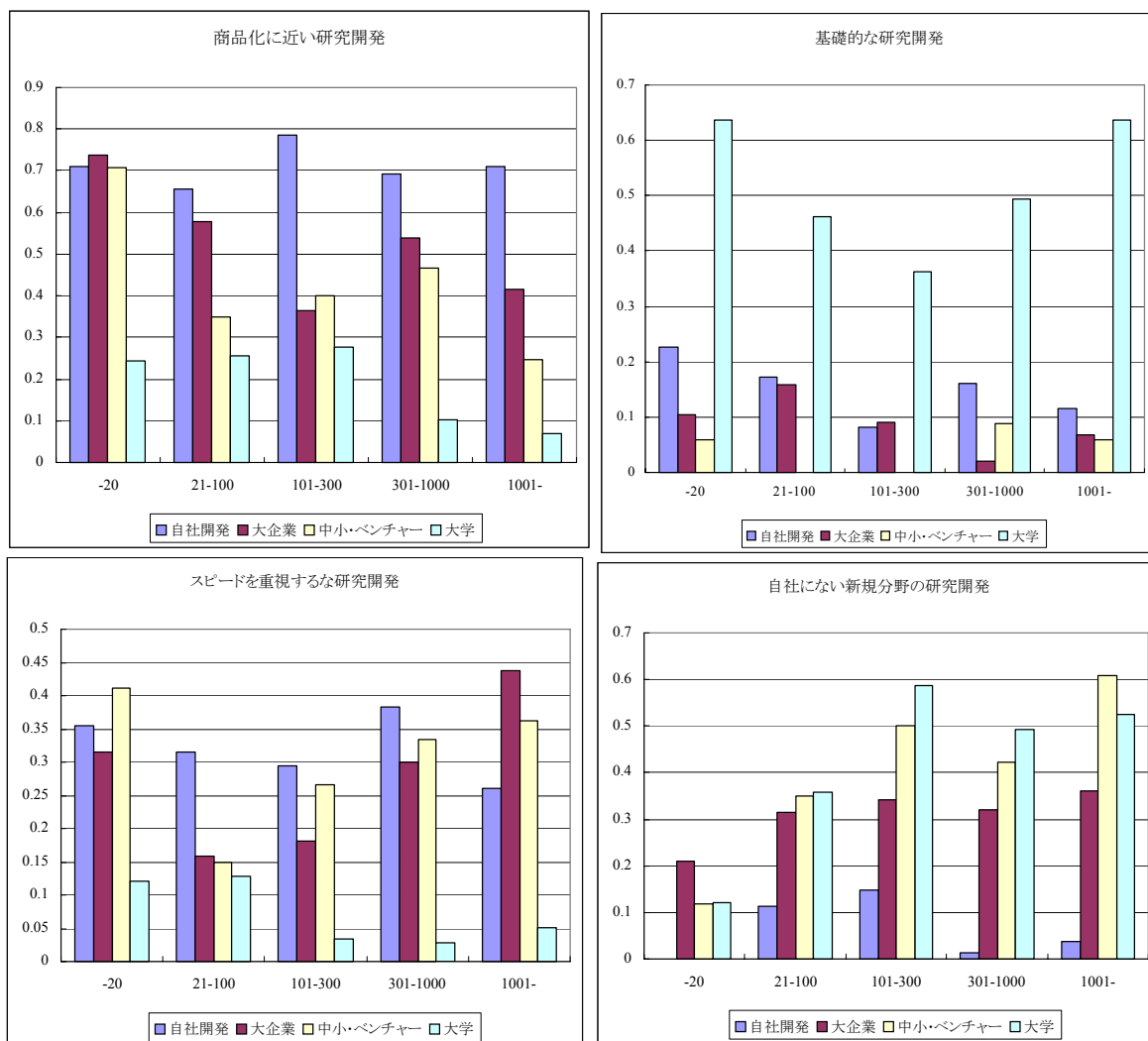


表 1：外部連携と研究開発環境に関する分析結果

連携先	大企業		中小・ベンチャー		大学	
	中小企業	大企業	中小企業	大企業	中小企業	大企業
開発リードタイムの短縮		++				++
研究テーマ絞込み				--		++
研究コスト圧縮					+	
研究スタッフの省人化						
新分野研究テーマ発掘	+++					++
基礎から応用シフト					++	++
基礎研究能力向上			--			
市場ニーズを取り組んだR&D						
自社シーズの市場化	++				++	+

(note)

- +++: positive coefficient and statistically significant at 1%
- ++: positive coefficient and statistically significant at 5%
- +: positive coefficient and statistically significant at 10%
- : negative coefficient and statistically significant at 1%
- : negative coefficient and statistically significant at 5%
- : negative coefficient and statistically significant at 10%

表 2：研究開発の生産性と産学連携

	all	all	-1950	1951-70	1971-
	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
lrd	0.276 (7.81)**	0.260 (7.19)**	0.434 (5.61)**	0.183 (3.05)**	0.109 (2.29)*
lemp	0.250 (6.08)**	0.246 (5.41)**	0.397 (3.72)**	0.315 (3.30)**	0.131 (2.84)**
cord	-0.030 (0.23)	-0.056 (0.45)	-0.131 (0.53)	0.146 (0.67)	-0.169 (1.06)
univ1	0.377 (3.21)**	0.355 (3.05)**	0.203 (0.95)	-0.077 (0.33)	0.348 (2.09)*
lage		-2.402 (4.81)**			
lage2		0.360 (4.86)**			
Constant	-1.683 (7.10)**	2.302 (2.57)*	-4.257 (8.51)**	-1.188 (2.83)**	0.439 (1.30)
Industry Dummies	yes	yes	yes	yes	yes
Observations	450	438	168	134	136
R-squared	0.62	0.64	0.77	0.55	0.49

Absolute value of t statistics in parentheses

* significant at 5%; ** significant at 1%

表3：産学連携と自社開発の内容に関する分析結果

	lpat2001 (1)	lpat2001 (2)	lpat2001 (3)	lpat2001 (4)	lpat2001 (5)	lpat2001 (6)	lpat2001 (7)
lrd	0.293 (6.97)**	0.294 (7.04)**	0.285 (6.84)**	0.295 (7.06)**	0.285 (6.76)**	0.300 (7.11)**	0.290 (6.94)**
lemp	0.221 (4.22)**	0.214 (4.09)**	0.220 (4.25)**	0.216 (4.13)**	0.214 (4.13)**	0.220 (4.22)**	0.226 (4.35)**
lage	-0.280 (0.80)	-0.313 (0.89)	-0.320 (0.91)	-0.320 (0.91)	-0.314 (0.90)	-0.251 (0.71)	-0.291 (0.83)
lage2	-0.008 (0.12)	0.001 (0.02)	0.003 (0.04)	0.001 (0.02)	0.002 (0.02)	-0.012 (0.16)	-0.003 (0.05)
univ*lage	-0.671 (2.88)**	-0.621 (2.23)*	-0.764 (3.21)**	-0.710 (2.89)**	-0.427 (1.58)	-0.576 (2.42)*	-0.618 (2.65)**
univ*lage2	0.193 (3.22)**	0.172 (2.43)*	0.213 (3.48)**	0.205 (3.25)**	0.120 (1.72)+	0.167 (2.74)**	0.178 (2.98)**
商品化開発*univ*lage		-0.076 (0.29)					
商品化開発*univ*lage2		0.032 (0.50)					
基礎研究*univ*lage			0.766 (2.22)*				
基礎研究*univ*lage2			-0.162 (2.00)*				
スピード重視*univ*lage				0.171 (0.58)			
スピード重視*univ*lage2				-0.056 (0.76)			
コア技術*univ*lage					-0.357 (1.39)		
コア技術*univ*lage2					0.106 (1.65)		
周辺技術*univ*lage						-0.550 (1.65)	
周辺技術*univ*lage2						0.139 (1.69)+	
新規技術*univ*lage							-1.277 (1.85)+
新規技術*univ*lage2							0.330 (1.87)+
Constant	-0.647 (1.20)	-0.621 (1.15)	-0.550 (1.02)	-0.612 (1.14)	-0.538 (0.99)	-0.751 (1.38)	-0.656 (1.22)
Observations	345	349	349	349	349	349	349
R-squared	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

Absolute value of t statistics in parentheses

+ significant at 10%; * significant at 5%; ** significant at 1%

図7：中小・ベンチャーに対する外部連携の内容

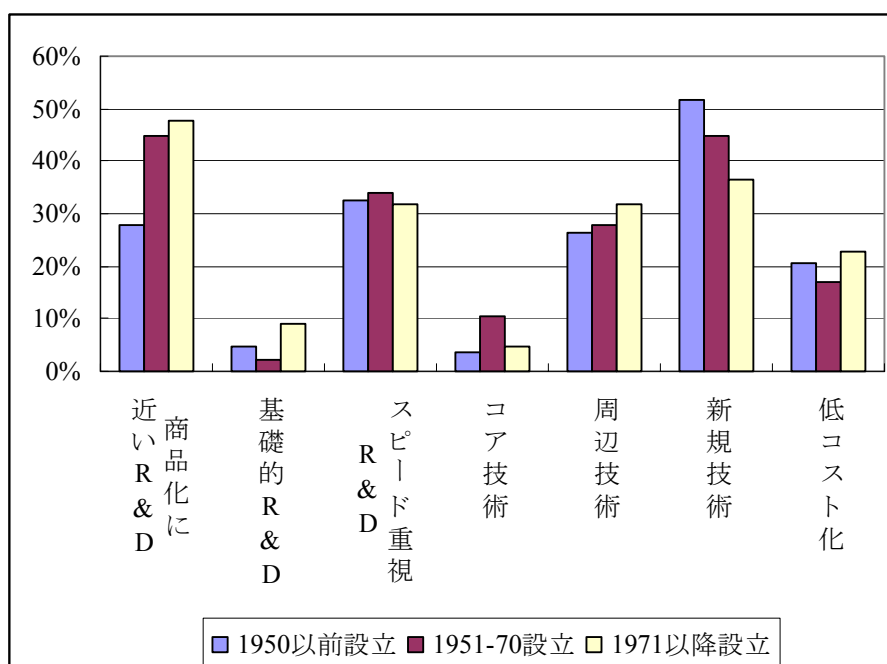


表4：中小・ベンチャーとの連携の決定要因

	中小・ベンチャー企業との連携の内容						
	5年前 (1)	現在 (2)	商品化 (3)	スピード (4)	周辺 (5)	新規 (6)	低コスト (7)
Age	0.048 (0.26)	0.281 (2.58)*	0.096 (0.76)	-0.121 (1.03)	0.068 (0.53)	0.120 (1.01)	-0.065 (0.47)
lrd	0.144 (2.76)**	0.035 (0.80)	-0.120 (2.32)*	0.092 (1.80)+	-0.047 (0.87)	0.125 (2.53)*	0.074 (1.33)
商品化開発	0.259 (1.09)	-0.003 (0.01)	0.233 (0.93)	-0.517 (2.05)*	-0.067 (0.27)	-0.038 (0.16)	0.267 (0.88)
基礎的な研究	0.590 (1.80)	1.172 (3.57)**	0.587 (1.91)+	0.151 (0.46)	0.188 (0.53)	0.019 (0.06)	-0.081 (0.20)
スピード重視研究	0.017 (0.08)	0.138 (0.67)	-0.363 (1.42)	-0.097 (0.39)	0.345 (1.43)	0.065 (0.29)	0.004 (0.01)
自社のコア技術	0.236 (1.03)	0.307 (1.49)	0.409 (1.65)+	0.627 (2.25)*	0.471 (1.82)+	0.379 (1.63)	0.050 (0.17)
周辺技術	0.003 (0.01)	-0.186 (0.88)	-0.193 (0.77)	-0.187 (0.71)	-0.030 (0.12)	-0.190 (0.82)	0.423 (1.49)
新規分野技術	0.008 (0.02)	0.056 (0.14)	-0.284 (0.58)	0.448 (0.95)	0.751 (1.84)+	0.105 (0.24)	0.346 (0.68)
研究開発低コスト化	0.209 (0.51)	0.400 (1.00)	1.183 (2.82)**	-0.820 (1.35)	0.346 (0.79)	-1.271 (1.97)*	0.375 (0.76)
Constant	-1.795 (1.59)	-1.141 (1.14)	0.303 (0.30)	-0.533 (0.48)	-0.229 (0.19)	-2.310 (2.01)*	-1.176 (0.90)
Observations	205	232	218	231	219	228	198

Absolute value of z statistics in parentheses

+ significant at 10%; * significant at 5%; ** significant at 1%