

R&D のスピルオーバー効果分析*

—日本のハイテク産業における実証—

富田 秀昭[†]

(日本政策投資銀行設備投資研究所)

* 本稿の作成に当たって、浅子和美先生（一橋大学）、柳沼寿先生（法政大学）、山崎福寿先生（上智大学）等経済研究ワークショップ参加者、鈴木興太郎先生（一橋大学）をはじめとする制度設計研究会参加者、並びに設備投資研究所でのセミナー参加者の方々から有益なコメントを頂いた。また、データ処理作業では、設備投資研究所の川口早苗氏、八牧佳菜子氏に多大なご協力を頂いた。以上の方々に対し、記して感謝したい。もちろん、あり得べき誤りは全て筆者の責任である。

[†] E-mail: hitomit@dbj.go.jp

Analysis of R&D Spillover Effects:
An Empirical Study in Japanese High-tech Industries
Economics Today, Vol. 26, No. 2, June, 2005
Hideaki TOMITA
Research Institute of Capital Formation
Development Bank of Japan

要 旨

本稿においては、研究開発投資を活発に行っている日本のハイテク 5 産業（化学，一般機械，電気機械，輸送用機械，精密機械）349 社を対象として，外部から財に体化しない形で得られる公共財的な技術知識が自社の生産性向上に寄与するとされる，いわゆるスピルオーバー効果について検証を行った．個別企業の特許データを用いて各社間の技術距離を算出し，別途作成した技術知識ストックにより，サンプル企業各社がスピルオーバー効果の源泉として想定するスピルオーバープールを構築した．推計は伝統的な生産関数のフレームワークを用いてパネル推計により分析した．分析結果は以下のとおりである．

第 1 に，企業の直面する市場競争状況をコントロールした上で，公共財的な技術知識のスピルオーバー効果を検証したところ，概ね有意な生産性向上効果が確認された．ただし，医薬分野では有意なスピルオーバー効果が観察されなかった．第 2 に，企業は技術距離の近い同一技術クラスター内の他企業から，新製品開発やコストダウン，生産性向上のために真に有用な技術知識，情報を得ているという仮説を検証した．その結果，自社の技術分野外の他の技術クラスタープールを導入したケースでも，自社技術クラスタープールによるスピルオーバー効果の推計結果と有意な差異がなく，想定とは逆の結果が得られた．これは，企業が事業多角化の一環として推進する技術開発分野が複数あるケースや異なる技術分野間での技術融合を目指して研究を行っている事例に見られるように，いわゆる産業間（技術間）スピルオーバー効果によるものと考えられる．スピルオーバープールとして両者を合算したトータルプールを導入したケースでも，ほぼ同一の結果となった．

キーワード：R&D，スピルオーバー効果，技術距離，技術クラスター，
スピルオーバープール

JEL classification: D24, O30

目 次

I	はじめに	1
II	先行研究と本稿の位置付け	3
	1. これまでの主要な実証研究	3
	2. 本稿の位置付け	5
III	モデルとデータセット	6
	1. モデルの設定	6
	2. データセットの構築	10
	(1) サンプル企業	10
	(2) サンプル企業の技術ポジション	11
	(3) データの構築	15
	(4) 主要指標	25
IV	スピルオーバー効果の実証分析	29
	1. 仮説と実証分析の枠組	29
	2. 推計結果	31
V	結論	37
	付注	39
	参考文献	40
	付図・付表	44

I はじめに

1990年代初頭におけるバブル経済の崩壊以降の日本経済にあって、それまで高い伸びを示していた日本企業の研究開発投資も、90年代半にかけて伸び率鈍化ないし減少局面を迎え、単調な拡大基調ではなくなってきたように思われる。企業による研究開発投資は、ネガティブ・データ（失敗データ）も含めて、技術知識ストックとして企業内に蓄積され、当該企業の中長期的な生産性を高めていく原動力となるものである。

1970年代以降、生産関数のフレームワークを用いて、研究開発投資の生産性上昇への貢献分（研究開発投資の収益率）を推計する試みは活発に行われてきたが、Griliches（1979）は自社の研究開発投資以外にも生産性上昇に影響を与える重要な要因として、他企業が行う研究開発のスピルオーバー効果（spillover effects）の存在を指摘した。そこでは、スピルオーバー効果として、以下の2つが挙げられている。1つは財に体化されたスピルオーバー効果である。他の産業の研究開発努力の結果、当該産業が生産する製品の品質、性能がアップした場合、その製品を中間財、投資財として購入する企業は、売手企業から間接的に研究開発投資のメリットを享受する。中間財、投資財市場は企業間競争が激しい市場構造となっているため、製品の品質、性能を完全に反映した価格形成がなされないためである¹。

もう1つのスピルオーバー効果は、研究開発を実施した企業が得た技術知識・アイデアそのものが財という形を取らずに伝播し、他社により生産活動に利用されるものである²。こうした技術知識・アイデアは、既存の patents から着想を得た改良、業界紙、あるいは技術者の移動を通じて自由に広まっていく。さらには、リバース・エンジニアリング（分解工学）により製造技術が漏出するルートも考えられる。これらの技術知識・アイデアは公共財的な性格を有するもので、知的財産権保護が強化されても、自由に伝播することが考えられる。

¹ Griliches（1979）は、中間財・投資財購入を通じたスピルオーバーに関して、品質変化を反映した価格測定の問題であると述べている（ヘドニック価格の測定により解決可能）。

² 第1のスピルオーバー効果との対比で、財に体化されないスピルオーバー効果と称される。具体的事例としては、戦後日本においてソニーにより半導体（トランジスタ）が大量生産されるようになったプロセスが挙げられる。トランジスタは1947年にベル研究所で発明されていたが、ソニー創業者（社長）の井深大はウェスタン・エレクトリック社（WE）がその基本特許を売り出すことを知り、自社で開発しようとしていた携帯ラジオに応用しようと考えた。その際、トランジスタの基本技術は購入できたものの、提供対象となっていなかった生産ノウハウを得るために、ソニーは岩間和夫（かつて海軍技術研究所に在籍、後に同社社長）をWEに派遣した。工場見学、質問のみ許可された岩間は生産プロセスを記憶に焼き付けて、後日装置の図面や詳細なノートを作成した。それらを基にして、本社の技術者たちが装置の製作や生産の実験に取り組み、1954年ついに製品を作り上げたとされている。また、同じ戦後の時期に、航空機のエンジン設計等を手掛けていた技術者が自動車産業に移動し、同産業の技術開発の担い手となったのは、産業間スピルオーバーの代表的な事例とされている。以上の事例の詳細については、小田切・後藤（1998）を参照。

本稿は、研究開発投資を活発に行っている日本のハイテク 5 産業³（化学、一般機械、電気機械、輸送用機械、精密機械）に焦点を当て、伝統的な生産関数のフレームワークを用いることにより、第 2 の公共財的な知識スピルオーバー効果を検証することを目的とする。その際、技術知識ストック、企業間の技術距離（技術的近接性）等のデータセットを新たに構築し、サンプル企業の技術分野への clustering を行った上で、スピルオーバー効果の源泉となるスピルオーバープールを定式化する。企業の技術特性を反映した形でスピルオーバープールを設定することにより、スピルオーバー効果を適切に把握することが可能となる。

本稿の構成は以下の通りである。まず、第 II 章においては、研究開発投資と生産性上昇との関係、特に、上記スピルオーバーを通じた生産性上昇効果について、過去の実証研究を確認し、本稿の位置付けについて述べる。第 III 章では、実証分析のモデルを設定し、サンプル企業の技術分野への格付け、技術知識ストック関連指標等の作成を行う。第 IV 章においては、生産関数モデルを推計し、スピルオーバー効果について検証する。最後の第 V 章では、結論と今後の課題について述べる。

³ 代表的な定義として用いられることが多いのは、米国商務省（Department of Commerce: DOC）によるハイテク製品に関する商務省定義 3（DOC3）である。この定義によれば、「産業連関表による中間投入まで含めた上で、製品価格に直接ないし間接に含まれる研究開発費の割合が 5%以上のもの」がハイテク製品とされる（松本・花崎（1989））。また、OECD は製造額に対する研究開発費の割合を産業別に求め、当該数値の大きい 5 産業（航空・宇宙、事務機器・電子計算機、電子機器、医薬品、医用・精密・光学機器）をハイテク産業と称している（文科省編（2003））。本稿においては、産業ベースの研究開発費売上高比（R&D 集約度）が平均（約 3%）より大きい化学・機械系の製造業 5 産業をハイテク産業としている。

II 先行研究と本稿の位置付け

1. これまでの主要な実証研究

以下では、スピルオーバー効果に関する代表的な実証研究を紹介する。個別企業データを用いてスピルオーバー効果を検証した代表的な研究は、Jaffe (1986, 1988) である。Jaffe (1986) は米国企業 432 社のクロスセクション・データを用いて、自社 R&D ストック、スピルオーバープール、両者の交差項を含む収益関数を推計し、直接効果を表すスピルオーバープールの係数が 1%水準で有意に負になることを確認した。スピルオーバー効果による収益上昇はあるが、収益を低下させる市場での競争効果がそれを上回ったためであるとしている。他方、交差項（間接効果）の符号は正となり、スピルオーバープールにより自社の R&D への収益が高まっていると結論づけている⁴。また、米国企業 573 社のクロスセクション・データで分析を行った Jaffe (1988) においては、自社が属する技術クラスター外のプール（アウトオブクラスタープール）から得られるスピルオーバー効果はほぼゼロであることを示している。

また、インド企業を分析対象とした Basant and Fikkert (1996) は、生産関数に①自社技術ストック、②海外からの購入技術ストック、③国内企業からの R&D スピルオーバーストック、④海外企業からの R&D スピルオーバーストックを導入し、アウトプットに対する正のスピルオーバー効果（直接効果）を確認した⁵。ただし、同時に導入した交差項において、①と②に有意な負の関係（代替関係）、①と④に有意な正の関係（補完関係）を見出し、後者においては海外技術を国内に定着させるために adaptive R&D が必要であるとしている。

その他、Capron and Cincera (2000) は世界企業を分析対象とし、スピルオーバーストックをいくつかの類型に分割した上で、米国は国内スピルオーバーストックから、日本は海外スピルオーバーストックからそれぞれ生産性向上の成果を享受しているとしている。日米企業データにより分析を行った Branstetter (2001) は、スピルオーバーストックを国内ストック、海外ストックに区分し、国内ストックからのスピルオーバー効果を確認している⁶。

一方、日本における先行研究は主として産業データを用いたものである。Goto and Suzuki (1989) は、概ね産業 3 桁分類に対応する 45 産業のクロスセクション・データを用いて、エレクトロニクス関連 4 産業からその他産業が享受する技術知識のスピルオーバー効果を推計

⁴ 当該推計においては、技術クラスターダミーが有意に効いており、技術分野の相違をコントロールすることの重要性が指摘されている。

⁵ ただし、④については正で有意な係数を得ていない。

⁶ 生産関数等に導入された海外スピルオーバープールの係数は一部で負値を示しており、競争効果等の影響であるとしている。

したが、その結果は正かつ有意であった。また、Odagiri and Kinukawa (1997) は、ハイテク 4 産業の技術知識ストックが他産業の生産性上昇率に与えた効果を時系列データにより検証した⁷。そこでは、産業間のスピルオーバー効果は、source 産業、receiving 産業により様々であるとして、他産業すべての R&D ストックを用いた集計ベースのスピルオーバープールにより効果を計測すれば実態を正確に把握できない可能性があると考えられた。Odagiri and Kinukawa (1997) は、対象 4 産業に関して、各産業との中間財購入を通じた R&D フロー、技術距離を計測することにより、上位業種のみをスピルオーバー source 産業の候補として取り上げて計測を行った。その結果、化学からの中間財購入を通じて電気機械が、金属製品との R&D 分野が近いことにより一般機械・輸送用機械が、それぞれコスト削減のスピルオーバー効果を楽しんでいるのが観察された。最近の研究では、絹川 (1999) が産業別のパネルデータを用いて産業外からのスピルオーバー効果を計測しているが、マイナスの結果を得ている。そこでは従来の手法により、他産業すべての加重和としてスピルオーバープールを定義しており、産業・技術特性をコントロールしていないことも結果に影響していると思われる。

以上、先行研究の実証分析結果をみると、生産性向上に寄与するスピルオーバー効果の検証に当たっては、負の競争効果も観察されることから、ネットでどちらの効果が支配的か先験的に判断することは困難である。そこには、スピルオーバープールとしてどこまでの範囲を想定するか、産業・技術特性をコントロールできるか等様々な要因が影響していると思われる。

⁷ 計測は trans-log cost function により行われている。

2. 本稿の位置付け

前節において述べたように、Odagiri and Kinukawa (1997) の指摘によれば、従来の産業集計データを用いたスピルオーバー効果の分析、すなわち、すべての他産業を対象とした aggregate spillover pool による分析は実態を正確に捉えていない可能性がある。すなわち、各企業は、似通った技術ポジションにある競合他社等、限定された企業の技術知識に注目しつつ研究開発を行っていると考えるのが妥当である。こうした技術距離の近い企業の技術知識が自社の生産性向上にとって有用であると考えられるからである。

以上の議論を踏まえて、本稿においては、基本的に Jaffe (1986) の手法を用いて、日本のハイテク 5 産業における個別企業データを新たに構築し、公共財的技術知識のスピルオーバー効果について検証することとしたい。本稿の特徴は以下の通りである。

- ① 日本のハイテク 5 産業の個別企業データ (349 社) を用いた比較的大規模な分析である。
- ② 個別企業の特許データを用いて、各社の技術ポジションを特定し、技術分野への格付けを実施する。従来の産業分類による分析ではなく、各社の研究開発・技術開発の方向性をより反映した定式化を行うことにより、スピルオーバー効果をよりの確に捉えうると考えられる。
- ③ 研究開発費データを新たに収集し、技術知識ストックデータを構築している。
- ④ 同一技術分野のクラスタープール (真の源泉) によるスピルオーバー効果の存在を検証する。合わせて構築した複数のスピルオーバーソース、すなわちアウトオブクラスタープール (自社技術分野外スピルオーバープール)、トータルプール (前 2 者の合計) についてもスピルオーバー効果を計測し、クラスタープールの結果との比較検討を行う。

Ⅲ モデルとデータセット

1. モデルの設定

(1) 技術距離とスピルオーバープール

第Ⅲ章においては、研究開発投資のスピルオーバー効果を検証するためのモデルを設定する。その道具立ての1つとして、技術距離の概念とスピルオーバーの源泉となるスピルオーバープールについて定式化する。

企業は長期的な発展の原動力となる新技術・新製品の開発やコストダウンを図るべく、様々な分野で研究開発を行っている。Jaffe (1986) は、研究開発費の分野別配分比率ベクトル（分野数： k ）によって、企業 i 固有の技術ポジション（technological position）を以下のように表現した⁸。

$$T_i = (T_{i1}, \dots, T_{ik}) \quad (1)$$

T_i : 企業 i の技術ポジションベクトル

ただし、ベクトル T_i の各要素は、企業 i が各分野で行う R&D の配分比率を表す。さらに、企業 j についても同様な技術ポジションベクトルを考え、企業 ij 間の技術距離（technological distance）を定義した。

$$P_{ij} = \frac{T_i T_j'}{[(T_i T_i')(T_j T_j')]^{1/2}} \quad (2)$$

P_{ij} : 企業 ij 間の技術距離 ($0 \leq P_{ij} \leq 1$)

技術距離 P_{ij} （2 企業の角度）は「技術的な近接性（類似性）」を測る指標であり、2 企業の技術ポジションが類似するにつれて 1 に近づく⁹。

このように定義された技術ポジションベクトル、技術距離を基にして、自社の生産性に影響を与えると考えられる他社による技術知識ストック、すなわちスピルオーバープールを以下のように定式化することができる。

⁸ 本稿においては、Jaffe (1986) にならい、技術ポジション、技術距離は通時的に一定としている。

⁹ 坂下他 (1985) 第 5 章は、日本の産業において 80 年代に進展した研究開発投資の多角化を分析すべく、R&D 多角化ベクトルを用いて、産業間の技術融合度を独自に計測している。

$$S_{it} = \sum_{\substack{j \\ j \neq i}} P_{ij} R_{jt} \quad (3)$$

S_{it} : 企業 i の t 期末のスピルオーバープール

R_{jt} : 企業 j の t 期末の技術知識ストック¹⁰

すなわち、 i 企業のスピルオーバープールは、他社との技術距離をウェイトとして、当該他社の技術知識ストックを加重した総和と考えることができる¹¹。

なお、既述のように、本稿において分析対象とするスピルオーバー効果は、財に体化しない (disembodied) 公共財的な性格を持つ技術知識、情報である。

(2) 生産関数モデル

まず、スピルオーバープールを考慮しない基本的な生産関数モデルを考えることとする。基本モデルとして、Hall and Mairesse (1995) 等にならい、資本ストック、労働、技術知識ストックを生産要素とする Cobb-Douglas 型生産関数を想定し、以下のように対数線形方程式として表す (小文字は各変数の対数值)¹²。

$$y_{it} = \theta_i + \lambda t + \alpha k_{it} + \beta r_{it} + \gamma l_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

y_{it} : 企業 i の t 期の付加価値

θ_i : 企業 i の個別効果

λ : 体化されない技術進歩率

k_{it} : 企業 i の t 期末の実質資本ストック

r_{it} : 企業 i の t 期末の技術知識ストック

l_{it} : 企業 i の t 期の労働投入量

ε_{it} : 攪乱項

α, β, γ : 付加価値の資本、技術知識、労働それぞれに関する弾力性

¹⁰ Jaffe (1986) においては、研究開発支出フローが用いられている。

¹¹ いわゆる技術知識の専有可能性条件 (appropriability conditions) が企業間、技術分野間で変わらないことを前提としている (Jaffe (1986))。保有する技術知識に対する企業の専有可能性が完全であれば、外部に漏出する部分はゼロとなり、逆に全く不完全である場合には、当該技術知識は純公共財となる。専有可能性がどの程度であれ、全企業について同一であると想定することは非常に強い仮定といわざるをえないが、以下、専有可能性条件は企業間、技術分野間で一定であるとして分析を進める。

¹² ここでは、とりあえず固定効果モデルとして生産関数を表現している。

(4)式において、3投入要素の要素弾力性の和 $\mu = \alpha + \beta + \gamma$ が1であれば、規模に関する収穫一定が成立する。(4)式を収穫一定からの乖離を明示する形に変形すれば、(5)式が得られる¹³。

$$(y_{it} - l_{it}) = \theta_i + \lambda t + \alpha(k_{it} - l_{it}) + \beta(r_{it} - l_{it}) + (\mu - 1)l_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

上式における労働投入の係数 $(\mu - 1)$ が、収穫一定からの乖離幅を示す尺度となる。モデルの右辺第1項には、技術、アウトプットが企業間で相違すること等による各企業の異質性 (heterogeneity) を個別効果として導入している。こうした企業固有の個別効果が存在するかどうかについては、実証分析の際にモデル選択および特定化のチェックを行う。

以上を踏まえて、本稿における分析の主眼であるスピルオーバー効果を検証するために、推計する生産関数を以下のように修正・拡張する¹⁴。なお、統計的検証により企業の個別効果が確認され、固定効果モデルが支持された場合には、**Within Estimates** によるパラメータを採用することとし、別途、企業ダミーを導入した推計は行わない。

$$\ln(YL)_{it} = \alpha \ln(KL)_{it} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \sum_j \beta_j D_j \ln(SL)_{it-1} + (\mu - 1)L_{it} + \delta \ln(MS)_{it} + \lambda \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$YL_{it} = \frac{Y_{it}}{L_{it}}, KL_{it} = \frac{K_{it-1}}{L_{it}}, RL_{it} = \frac{R_{it-1}}{L_{it}}, SL_{it-1} = \frac{S_{it-2}}{L_{it-1}}$$

Y_{it} : 企業 i の t 期の付加価値, K_{it} : 企業 i の t 期末の実質資本ストック,

R_{it} : 企業 i の t 期末の技術知識ストック, L_{it} : 企業 i の t 期の労働投入量,

S_{it} : 企業 i の t 期末のスピルオーバープール, MS_{it} : 企業 i の t 期の市場占有率,

$CR5_{kt}$: 産業 k の t 期の売上高上位5社集中度, D_j : 技術クラスターダミー,

ε_{it} : 攪乱項

¹³ この定式化は予め規模に関する収穫一定の条件を課さない定式化で、いくつかの研究で用いられている。ただし、パラメータ推計に当たって当該方程式を使用するためには、インプットの先決性が要請される。詳細は Hall and Mairesse (1995) を参照。後述するように、本稿では、同時性の問題を緩和するためにも、インプットにラグを導入している。

¹⁴ Cobb-Douglas 型の一般的な生産関数では、(4)、(5)式のように財に体化されない技術進歩を表す項としてタイムトレンドを加えることが多い。しかしながら、財に体化されない技術進歩要因の1つとしてスピルオーバー効果を考察する本稿では、タイムトレンド項を除いた推計式を採用することとする。詳細は後述する。

技術知識ストック関連の説明変数としては、自社の技術知識ストックに加え、他社から得られる技術知識の源泉としてのスピルオーバープールを導入している。ここでは同プールを S_{it} として一括しているが、推計に当たっては、a) 同一技術クラスター内プール、b) 他の技術クラスタープール、c) それらの合計の3 ケースを想定して効果を検証する。

生産関数による推計の際に常に問題となるのは同時性の問題である¹⁵。それを緩和するために、ここでは資本ストック、自社技術知識ストックについては、1 期前（前期末）の値をとっている。他方、スピルオーバー効果を考えると、同一技術分野に強みを持つ他社から新たな技術知識を取得したとしても、それを受容・吸収し自社製品等に取り入れるための **adaptive R&D** が必要となる。その製品が販売されて付加価値に結びつくには、さらに幾分かラグがあるものと考えられる。こうしたラグに関するデータを得ることは困難であり、データ期間に制約もあることから、本稿においては2 期前に得た技術知識を1 期間かけて自社のアウトプットに結実させていくものと仮定した。スピルオーバープールに関しては、技術カテゴリー毎にスピルオーバー効果が異なる可能性を考慮し、スピルオーバープールと技術クラスターダミーのクロス項を導入している。

さらに、産業あるいは企業の利潤率は、生産物市場の競争状況の影響を受けて変動することが知られている。こうした産業組織論の研究成果によれば、市場の競争状況をコントロールしなければ、研究開発のスピルオーバー効果がたとえあったとしても正しく把握できない。ここでは、Jaffe (1986) 等にならって、各企業の市場占有率および各産業の集中度（売上高上位5 社集中度）を加えて、市場の競争状況をコントロールすることとする¹⁶。

¹⁵ 林 (2002) は、社会資本の同時性の問題について、先行研究を整理しつつサーベイしている。

¹⁶ 生産物市場が競争的でないとき、それが企業の利潤に及ぼす影響は、①当該企業自身の市場シェアに依存する部分、②当該産業の全般的な競争構造に依存する部分、の2つに分けられる (Jaffe (1986))。

2. データセットの構築

(1) サンプル企業

本稿では、分析対象業種として、製造業の中で研究開発投資を活発に行っている、いわゆるハイテク産業5業種（化学、一般機械、電気機械、輸送用機械、精密機械）を取り上げている。サンプル企業は、日本政策投資銀行「企業財務データバンク」に収録されている東京・大阪・名古屋の3証券取引所の第1部・第2部上場の上記5産業のうち、1980年度から1997年度（一部企業は1996年度）まで存続している企業をベースとしつつ、大幅な合併等があった企業を除いて選定した。さらに、他のデータソースから抽出した研究開発、特許出願データについて一定の収録状況を満たす企業を抽出し、最終的に349社をサンプル企業とした¹⁷。以上のサンプル企業の業種別分布を示したものが表1である。全体の約3分の1（112社）を化学が占めているが、機械系産業では、精密機械が19社と少ないことを除き、一般機械74社、電気機械83社、輸送用機械61社と概ねバランスのとれた社数分布となっている。

表1 サンプル企業の業種別分布

業種中分類	社数
化学工業	112
（うち医薬品）	（ 33）
一般機械	74
電気機械器具	83
輸送用機械器具	61
精密機械器具	19
5業種 計	349

実際の分析に利用するデータ期間については、バブル崩壊後の1992年度以降のデータに限定している。これは、後述するように、研究開発費に関する時系列データが1986年度以降しか利用できず、恒久棚卸法（Perpetual Inventory Method）によるストック変数作成を行っている関係上、同系列の誤差を緩和するためには、ある程度の経過期間をみざるを得ないためである¹⁸。また、データの終期を1997年度とせざるを得なかったのも、研究開発、特許データ

¹⁷ 上場企業の子会社で活発な研究開発を行っているケースも考えられるが、サンプルが上場企業であるため、本稿においては分析対象としていない。

¹⁸ 10年前後の年数経過を盛り込むケースが多いが、ここではデータ終期の関係で6年としている。

の制約によるものである¹⁹。さらに、個別企業データの一部欠落等もあるため、本稿は非バランス型パネルデータ（unbalanced panel data）による分析となる。

なお、財務データバンクに関しては、個別企業決算ベースで、決算期変更がある場合には、同一年度の複数決算データのうち、決算月数最大の決算データを当該年度代表データとみなして年換算した正規化データを利用した。各社による決算月の相違については、当該年4月から翌年3月までに決算期を迎えた企業の決算を当該年度期末決算データとしている。

（2）サンプル企業の技術ポジション²⁰

実証分析のための準備として、まず、サンプル企業各社を技術分野に格付けする作業を行う。

各企業が技術的にどのようなポジションにあるかを把握し、各企業間の技術距離（技術的近接度）を算出するためには、技術分野別にみた研究開発費配分比率を用いるのが望ましいが、個別企業レベルでそれらを得ることは困難である²¹。そのため、本稿においては、Jaffe（1986, 1988）の手法にしたがって、技術分野別特許出願件数の分布を研究開発費配分比率の proxy として利用する²²。しかしながら、サンプル企業各社について、日本国内における特許出願件数の分布を得ることは事実上不可能である²³。

そこで、サンプル企業各社の日本国内と米国における特許出願分布は同一であるとみなし、NBER によって無償で提供されている米国特許引用データファイル（NBER U.S. Patent Citations Data File, 以下「NBER データ」と称する）により分析を行うこととする²⁴。NBER データは、1963 年から 1999 年までの期間を対象として、米国以外の世界各国からの出願・登録分も含めて、米国特許庁で出願を受理した特許約 3 百万件の情報を収録している。登録

¹⁹ 特許データベースにおける平均的な出願データの最終利用年次が 1997 年度であることに加え、一部企業の研究開発時系列データが、1996 年度までしか得られなかったことによる。

²⁰ 本稿における技術ポジションベクトルの考え方によれば、各企業の技術の方向性のみが問題となる。企業間での絶対的な技術力の差（規模要因）を表現できないが、サンプル企業が上場している大企業であることを考慮すれば、この点はそれほど問題にならないと考えられる。

²¹ 産業レベルでは、総務省統計局「科学技術研究調査報告」に収録されている産業、製品分野別社内使用研究費データがあり、坂下他（1985）をはじめとして、当該データを利用した多くの研究がある。

²² 特許件数を研究開発の output と考えるとしても、すべての研究開発成果が必ずしも特許申請されるわけではないためである。

²³ 1993 年以降に公開された特許（公報に掲載されたもの、全出願特許は出願から 1 年 6 ヶ月で原則公開される）について、特許庁の特許電子図書館から個別特許情報を検索することは可能であるが、サンプル企業の全出願特許をカバーするデータを整備するには多大なコストを要する。

²⁴ Hall, Bronwyn H., Adam B. Jaffe and Manuel Trajtenberg (2001), "The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights, and Methodological Tools," NBER Working Paper 8498. データのダウンロードに関しては、<http://www.nber.org/patents/> を参照されたい。

された特許毎に ID number が振られ、特許出願・登録年、技術カテゴリー分類、当初発明者の国名、特許権取得者 (assignee) 等、膨大な情報が詳細に記載されている。個人発明者によって生みだされた発明の特許権は、対価の受け取りにより企業、大学、政府機関等に譲渡されるケースが多いが、ここでは発明者個人ではなく、特許権取得者ベースで分析を進めることとする²⁵。

以下、NBER データからサンプル企業 349 社の特許出願・登録分を抽出、集計する手順について簡単に述べる²⁶。

- ① NBER データの特許出願・登録データファイル (“pat63_99”) より、日本人による発明分を抽出する (計 421 千件、総件数の 14%)。
- ② 特許権取得者の ID number、取得者名を記載したファイル (“coname”) を参照しつつ、サンプル企業の英文名称とのマッチングを行う。同ファイルには 175 千件の特許権取得者名がリストアップされているが、社名変更等を反映して同一企業でも複数企業名での登録、日本式ローマ字社名と英文社名の併存、類似表記が多い米国現法の登録等が数多く見受けられた。同名他社のケースも存在することから、識別に当たっては、各社ウェブサイトにより過去を含む英文表記企業名、製品・技術分野等をチェックし、原則として一致するものを当該サンプル企業とみなしている。
- ③ サンプル企業に該当する特許権取得者 ID number を付与された特許出願・登録データを抽出し、NBER データの技術サブカテゴリー (36 分類) により時系列集計する。

特許データの集計は、収録データ数が比較的安定している 1980 年以降を対象とし、97 年までの期間で行うこととした²⁷。同期間において、最終的に集計対象となったサンプル企業全体の特許出願・登録件数は約 195 千件となった。サンプル企業によっては、数年に一度の出願となっている企業もあるが、こうした企業では出願件数こそ少ないが、出願分野は安定していることから、当該企業の技術空間における位置を表すものとしてサンプルに加えている²⁸。以上のデータ集計の結果、サンプル企業毎に技術サブカテゴリー別の技術空間ベクト

²⁵ 和田 (2003) は、NBER データを用いて個人発明について分析している。

²⁶ 特許出願・登録件数は、引用の多寡など特許の質 (quality) を考慮したものとはなっていない。

²⁷ オリジナルデータは特許登録年ベースでソートされているが、ここでは Patent Office の審査期間の影響を受けない出願年によってデータを整理し直している。出願から登録までの期間は平均 2 年程度となっているため、出願分の登録がほぼカバーされる 1997 年出願分までを分析対象としている。詳細は、Hall et al. (2001) を参照。

²⁸ 各社につき最低 2 年にわたって出願・登録が行われた企業をサンプルとして採用している。なお、1 件の

ルが導かれることとなる²⁹.

算出された技術空間ベクトルを基にして、サンプル企業 349 社を技術分野に格付けしたものが表 2 である。最大の特許出願ウェイトを有する技術サブカテゴリーをベースとして各社を格付けした結果、6 つの技術カテゴリーでみると、機械が 100 社と最大となり、化学は医薬 (38 社) と分割されて 90 社、さらに業種区分による電気機械が電気・電子 (64 社)、コンピュータ・通信 (25 社) に格付けされることとなった。業種分類でみた一般機械、電気機械でその他化学に格付けされる企業が目立つ。なお、技術カテゴリー「化学 (1)」～「機械 (5)」と「その他 (6)」での出願ウェイトが同一の場合には、様々な技術分野が混在している「その他」への格付けは劣後扱いとしている点、留意を要する³⁰。

出願でも、複数の請求項目 (claims) を含む出願も可能である。

²⁹ 本稿の分析においては、推計対象期間が 5 年程度の短期間であることもあり、各企業の技術空間の通時的なシフトは考えないこととする。なお、技術サブカテゴリーベースで集計したサンプル企業の特許出願・登録件数分布については、付図 1 を参照。

³⁰ 技術カテゴリー「その他」は、1～5 のカテゴリーいずれにも属さない様々なサブカテゴリーから構成されており、技術分野としてコントロールされているとは言い難いが、カテゴリー区分を見直して細分化してもサンプル数が確保できないと考えられるため、オリジナルの区分を採用することとする。

表2 サンプル企業の技術分野への格付け

技術分野		社数	業種内訳				
カテゴリー (6)	サブカテゴリー (36)		化学	一般機械	電気機械	輸送用機械	精密機械
1 化学 (90社)	11 農業・食料・織物	2	2				
	12 塗装	6	3	2	1		
	13 ガス	0					
	14 有機化合物	22	22				
	15 合成樹脂	29	28	1			
	19 その他化学	31	14	8	6	2	1
2 コンピュータ・通信 (25社)	21 通信	17		1	15	1	
	22 コンピュータ機器・ソフトウェア	4		2	2		
	23 コンピュータ周辺機器	0					
	24 情報記憶装置	4		1	3		
3 医薬 (38社)	31 医薬	34	34				
	32 手術用・医療用機器	1			1		
	33 バイオテクノロジー	2	2				
	39 その他医薬	1					1
4 電気・電子 (64社)	41 電気機器	12		1	11		
	42 電気照明装置	4			2	2	
	43 計測機器	11	1	1	6		3
	44 核・X線検査装置	2			1		1
	45 発電機器	20		1	15	2	2
	46 半導体デバイス	6			6		
	49 その他電気	9		2	7		
5 機械 (100社)	51 データ処理・制御	19	1	13	1	3	1
	52 金属加工	10	1	4	1	4	
	53 電動機・エンジン・同部品	39		10	2	27	
	54 光学	7		1			6
	55 輸送	9		4		5	
	59 その他機械	16		11		5	
6 その他 (32社)	61 農業・畜産・食料	1		1			
	62 玩具	1		1			
	63 衣料品・繊維製品	5		5			
	64 土木	0					
	65 家具・備品	0					
	66 暖房(加熱)装置	3		1		2	
	67 導管・ジョイント	2				2	
	68 ソケット	0					
	69 その他	20	4	3	3	6	4
合計		349	112	74	83	61	19

(注)

1. 技術カテゴリーは米国特許分類システム（1999年12月31日現在）を基に作成された“NBER Patent Citations Data File”による。
2. サンプル企業の米国特許出願件数分布をベースに、最大のウェイトを有する技術分野に各社を格付けした。複数分野で同一出願比率の場合、製品分野等を勘案して割り当てる。
なお、カテゴリー1～5とその他6での出願ウェイトが同数の場合、その他への格付けは劣後扱いとする。

(3) データの構築

生産関数の推計のために必要なデータ系列を構築した。以下では、各変数のデータ構築方法について述べる。

1) 技術知識ストック

企業が行う生産活動にとって、新製品開発あるいは新しい生産技術に関するアイデア、ノウハウは、過去に行われた研究開発努力の蓄積によるものである。こうした考え方にに基づき、過去から現在までの年々の研究開発投資を積み上げた技術知識ストック（あるいは R&D ストック）に関する推計が行われてきた。技術知識ストックを求めるに当たっては、研究開発投資ラグ（懐妊期間）と技術知識の陳腐化率が必要になる。

研究開発ラグは、研究開発投資が技術知識ストックとして定着し、かつ企業の生産に影響を与えるまでの期間であり、対象プロジェクトが何か、あるいはどの研究段階にあるかによって変化するのが一般的である。実際の推計の際には、①期間を通じて一定の平均ラグを用いるケース、②ラグ分布を想定するケース等があり、簡便な方法として一般的には前者が用いられることが多い³¹。一定の平均ラグを用いた例として、米国においては Pakes and Schankerman (1984) 等の研究が知られている。日本では、堀内他 (1984)、Goto and Suzuki (1989)、後藤 (1993) 等が平均ラグを用いた分析を行っている。そこで共通して用いられているデータは、1982年1月に経済企画庁が実施した「企業行動に関するアンケート調査」(上場企業約600社対象)により算出されたものであり、化学4年、一般機械・輸送用機械・精密機械3年、電気機械2年等となっている³²。近年においては、研究開発期間に関して利用可能な包括的調査が実施されていないため断定はできないが、1998年に実施された経団連のアンケート調査によれば、製品開発リードタイム(製品開発開始より販売開始までの期間)は10年前と比較して短縮傾向にあり(除く医薬品)、研究開発の平均ラグに影響を与えているものと推察される³³。本稿においては、後述するように、サンプル企業各社の推計された技術知識ストック系列が安定するのに十分な期間の研究開発フローデータが確保できないため、対象業種について一律1年の平均ラグを想定することとした³⁴。

³¹ 後者の例としては、アンケートデータを基にしてラグ分布を想定した柳沼他(1982)がある。なお、柳沼先生から、R&Dのラグ分布に関しては業種別に平均、標準偏差が得られれば、対数正規分布で近似可能であるとの指摘をいただいた。

³² 基礎、応用、開発研究の段階別に、それぞれ企業化までに要する期間を加重平均したものである。

³³ 調査対象は経団連会員企業に限定され、回答社数も123社と少ない(調査対象280社)。

³⁴ ただし、生産関数の推計に当たっては、技術知識ストックが生産に影響を与えるまでに、さらに1年のラグを想定した。

技術知識の陳腐化率については、大きく分けて、①特許の残存件数データにより年々の消滅率を求め、陳腐化率とする方法 (Bosworth (1978))、②技術の平均的寿命 (特許収入期間) の逆数として求める方法、の2つがある³⁵。Goto and Suzuki (1989)、後藤 (1993) が指摘するように、①の方法を採用する場合、次のような問題がある。すなわち、保有特許を特許料を支払って更新するかどうかを決定する際に、保有特許の多い企業では見直しコストが膨大となるために、特許を保有し続ける傾向にある。そのため、特許残存件数による陳腐化率の推計が、実態よりも過小推計になる可能性がある。本稿においては、②の方法により陳腐化率を想定することとする。ただし、堀内他 (1984) も指摘しているように、陳腐化率のデータに関しては決定的なものがなく、多くの先行研究でも推計結果に影響しないことを確認しつつ、10、15、20%といった数値を適用している。以下、若干古いものではあるが、1985年に科学技術庁によって行われた「民間企業の研究活動に関する調査」(科学技術庁編「科学技術白書 昭和60年版」所収)によるデータを用いて推計を行う³⁶。この調査では、業種毎に特許収入期間が得られており、その逆数をとることにより、陳腐化率を推計することができる³⁷。それらを整理すると表3の通りであり、対象とするハイテク産業の陳腐化率は、精密機械工業 (24.6%)、通信・電子・電気計測器工業 (14.5%) で大きく、総合化学工業 (7.9%) などの化学工業で小さくなっている。

³⁵ ①の方法により、Bosworth (1978) は英国製造業の陳腐化率を10~15%と算出している。

³⁶ 深尾他 (2003) での技術知識ストック推計にも用いられている。

³⁷ 特許収入期間とは、社外から特許収入の得られた期間、または社内で適用する製品等により収益を上げることができた平均期間である。

表3 技術知識ストックの陳腐化率

産業名	DBJ対応業種名	特許収入期間 (年)	陳腐化率 (δ)	(参考) 業種単純平均
全産業		10.22	0.098	
化学工業			0.101	化学関連産業
総合化学工業	その他化学肥料 ソーダ工業 圧縮ガス・液体ガス その他無機 合成樹脂 合成ゴム その他有機 石油化学	12.59	0.079	
油脂・塗料工業	油脂・石けん 塗料	7.60	0.132	
医薬品工業	医薬品	10.00	0.100	
その他化学工業	農業 その他(化学工業)	10.56	0.095	
機械工業	ボイラ・原動機 金属工作機械 金属加工機械 機械工具 その他金属加工機械 繊維機械 農業機械 建設鉱山機械 化学機械 事務民生用機械 特殊産業用機械 一般産業用機械 一般機械部品	13.81	0.072	
電気機械工業			0.137	電気機械関連産業
電気機械器具工業	電力用機器 その他産業用電機器具 民生用電気機器 電球照明器具 その他(電気機械器具)	7.74	0.129	
通信・電子・電気計測器工業	通信機器 ラジオ・テレビ受信機 音響機器 交通信号保安装置 その他産業用通信機器 電子計算機 その他産業用電子応用装置 電気計測器 半導体素子 集積回路	6.92	0.145	
輸送用機械工業			0.124	輸送用機械関連産業
自動車工業	四輪車 部品 車体	9.48	0.105	
その他の輸送用機械工業	鉄道車輛・同部品 二輪車 船舶製造修理 航空機製造 その他輸送用機械器具	7.04	0.142	
精密機械工業	計測器試験機 医療用機器 光学機器 時計・同部品 その他精密機械器具	4.06	0.246	

(注) 特許収入期間とは、社外から特許収入の得られた期間、または社内で適用する製品等によって収益を上げることができた平均期間であり、特許が与えられた日以降の特許残存期間と必ずしも同じではない。

(資料) 科学技術庁編「科学技術白書(昭和60年版)」により作成。
(原資料: 科学技術庁「民間企業の研究活動に関する調査(昭和60年度)」)

技術知識ストック算出のベースとなるサンプル企業の毎期の名目研究開発投資額は、1986年度から97年度（一部企業96年度）までにつき、原則として東洋経済新報社「会社四季報」のデータを抽出した³⁸。また、実質化に際しては、深尾他（2003）のJIPデータベースに収録されている産業別研究費デフレーター（1990年基準）を用いた。以上のデータを基に、恒久棚卸法（Perpetual Inventory Method）により、技術知識ストックを推計した。

$$R_{it} = E_{it-1} + (1 - \delta)R_{it-1}$$

R_{it} : i 企業の t 期末の技術知識ストック

E_{it} : i 企業の t 期の実質研究開発投資

δ : 陳腐化率（産業毎に一定）

なお、ベンチマークとなる1986年度の技術知識ストックを次式により求めた（添字 i を省略）。

$$R_{86} = \frac{E_{87}}{(g + \delta)}$$

R_{86} : 1986年度末の技術知識ストック

E_{87} : 1987年度の実質研究開発投資

g : 実質研究開発投資の平均成長率

実質研究開発投資の平均成長率としては、JIPデータベースによる1970～87年までの平均成長率（産業別）を採用した³⁹。

³⁸ 日本経済新聞社「会社年鑑」によるデータ収録状況のチェックも行った。「会社年鑑」の収録データは公表決算ベースの研究開発費であるが、「会社四季報」収録データに比し、かなり過小計上となっている（除く医薬品産業）。Goto and Suzuki（1989）、後藤（1993）によれば、研究者の賃金支払分が一般の人件費に計上されていること、研究所のコストのみが研究費とされ、生産現場に近い所で行われている研究の費用が計上されていないこと、などが原因である。以上により、本稿では、「会社四季報」データに依拠して分析を進める。ただし、90年代後半以降においては、両データソース間の研究開発費の乖離幅は縮小しているようである。決算期変更の影響により、12ヶ月に満たない変則決算で計上されている研究開発費については、「財務データバンク」と同様の方法で年換算を行っている。なお、各企業が他社からライセンスにより導入した技術（含む技術輸入）も技術知識ストックの源泉として重要な役割を果たすが、データ制約の問題もあり、本稿においては導入技術によるストックは考慮していない。

³⁹ 通常、ベンチマーク以前の実績が不明であるため、以後の実績値で代用するが、JIPデータベースより過去の産業平均伸び率が利用可能なので、当該データで近似する。

2) 技術マトリックス

サンプル企業各社の技術ポジションを表すベクトルを用いて、サンプル企業間の技術的近接性を表す技術距離を算出する。各社の技術ポジションベクトルは、既述のように 36 要素(技術サブカテゴリー数)より構成される。Jaffe (1986, 1988) に基づく技術距離の定義を再掲すれば、以下の通りである。ここで、各社の技術空間ポジションは分析期間を通じて変化せず、2 企業間の技術距離も一定と仮定し、時間 t は省略している。

$$P_{ij} = \frac{T_i T_j'}{\left[(T_i T_i') (T_j T_j') \right]^{1/2}}$$

P_{ij} : 企業 i, j 間の技術距離

$$T_i = (T_{i1}, \dots, T_{i36})$$

$$T_j = (T_{j1}, \dots, T_{j36})$$

T_i, T_j : 各々企業 i, j の技術ポジションベクトル

サンプル企業 349 社に対して、自社を除く企業との技術距離を算出すると、60,726 個 (= $349 \times 348 \times (1/2)$) の要素から成る技術マトリックス(三角行列)が得られた⁴⁰。各社間の技術距離は、同一サブカテゴリーに属する企業間で大きく、異なるサブカテゴリーに格付けされる企業間では小さい傾向にある⁴¹。

3) スピルオーバープール

サンプル企業の技術ポジションを確定した上で、各社の技術知識ストックおよび各社間の技術距離が得られたので、これらを基にして、スピルオーバー効果を生み出す源泉となるスピルオーバープールを導出する。

各企業による新製品開発やコストダウンといったイノベーションにとって、真に有用な技術知識、ノウハウは、同じ技術カテゴリーに属する技術距離の近い企業のそれである。後藤(1993)も述べているように、技術距離が近い企業同士では取り扱う製品の構成も類似して

⁴⁰ 技術マトリックス概念図および技術サブカテゴリー別の技術マトリックス(サンプル企業平均)については、付図 2、付表を参照。

⁴¹ ただし、特許出願分野が多様化し、サブカテゴリー間での出願構成差が明確でない企業については、同一サブカテゴリーに属する企業との間の技術距離であっても大きくなりにくい。

おり、他社の技術知識を容易に生かせる既存の生産・販売等のインフラを既に保有しているため有利であり、技術知識を吸収する能力も高い。こうしたことから、同一技術カテゴリ内で各企業が活発な研究開発を行い、技術知識ストックを蓄積している場合には、スピルオーバープールも大きくなり、自社の生産性を高める機会が豊富であるといえる。

スピルオーバープールを算出するに当たって重要なのは、clusteringの方法である⁴²。既述のように、ハイテク産業間のスピルオーバー効果を計測した Odagiri and Kinukawa (1997) も、R&D スピルオーバーの効果およびチャネルは産業によって多様であるため、他産業を aggregate してスピルオーバープールを作成した場合、真の効果を捉えることはできないとしている。

こうした先行研究を受けて、本稿においては、技術分野の clustering をきめ細かくすべく、36 分類のサブカテゴリによりサンプル企業の格付け等を行ったが、各クラスターのサンプル数確保のため、6 分類技術カテゴリによりスピルオーバープールを算出することとした⁴³。後述する実証分析において、clustering の相違とスピルオーバー効果の関係を検証するために、本稿では3つのスピルオーバープールを作成し、各プールによる計測結果を比較することとする。作成するスピルオーバープールは、Jaffe (1988) にならい、以下の通りとする。

- ①クラスタープール (Cluster Pool ; CP) : 同一技術クラスター内プール
- ②アウトオブクラスタープール (Out of Cluster Pool ; OCP) : 他の技術クラスタープール
- ③トータルプール (Total Pool ; TP) : ①と②の合計

本来的なスピルオーバーの源泉になると想定される①に対して、②は技術的な関係が希薄であるプール、③は従来の研究で使われることが多かったプール概念である⁴⁴。いずれも、対象企業の技術知識ストックに2社間の技術距離でウェイトを付け、対象クラスター内全社につき合計したものとして算出する。

⁴² Jaffe (1986), Capron and Cincera (2000) は、clustering 手法を用いたグルーピングを行っている。

⁴³ 従来から行われてきた産業分類による clustering に比し、技術サブカテゴリ基準の clustering では、同一クラスター内企業間で技術距離の値が明らかに大きくなる等、技術特性をよりコントロールできていることが確認できた。

⁴⁴ ただし、トータルプールに関しては、本稿で対象としているハイテク5産業によるものである。

4) その他のデータ

以下のデータについては、日本政策投資銀行「企業財務データバンク」に収録されているサンプル企業の個別決算データを基にして、一部を除き 1980～97 年度までの期間について作成した⁴⁵。

① 付加価値

名目付加価値額として、営業損益、人件費、賃借料、租税公課および減価償却費の合算として求めた⁴⁶。名目付加価値額の実質化に当たっては、日本銀行「国内企業物価指数」により、サンプル企業が属する産業の物価指数をデフレータとして用いた（1990 年基準）⁴⁷。

なお、以上のようにして作成したデータのうち、一部のサンプル企業で付加価値がマイナスとなるケースが発生したが、推計時の支障を除くため、外れ値として処理した。

② 資本ストック

投入要素としての実質資本ストックは、1980 年度末値をベンチマークとし、次式のように、一般的に用いられている恒久棚卸法により算出した。

$$K_{it} = (1 - \delta)K_{it-1} + I_{it}$$

K_{it} : i 企業の t 期末の実質資本ストック

I_{it} : i 企業の t 期の実質設備投資

δ : 資本減耗率

具体的な計算に当たっては、サンプル企業の有形固定資産を、(a)非住宅建物、(b)構築物、(c)機械装置、(d)車両運搬具、(e)工具器具備品、(f)その他有形固定資産の 6 種類に区分し、それぞれについて上式により実質資本ストックを作成する。それらを企業毎に合計し、業種別稼働率を乗じることにより、生産活動への資本ストック投入量を求めた。なお、本稿での資本ストックは、資産老朽化や摩耗による生産能力減少等も考慮した純資本ストック概念とする。以下、資本ストック系列作成過程での各変数の作成方法について述べる。

⁴⁵ なお、データ制約により、資本ストック K 、従業員 L は研究者、研究関連施設・設備を含んだままのデータとなっている。すなわち、ここでは **double count** の問題は調整していない。

⁴⁶ 日本政策投資銀行「産業別財務データハンドブック」の定義を参考に算出した。

⁴⁷ サンプル企業が属する産業（「企業財務データバンク」産業中分類）に対し、日本銀行「国内企業物価指数」の製品別物価指数（化学製品、一般機械、電気機器、輸送用機器、精密機器）を適用した。

i) 名目設備投資額

名目設備投資は、当該決算期中の有形固定資産増加額から除却・売却による減少額を控除したネットの設備投資として、次式に基づいて算出した。ここで、有形固定資産減少分については、簿価による処分が行われるものと想定した。

$$\begin{aligned} \text{[当期名目設備投資額]} &= \text{[当期有形固定資産増 (取得価額)]} - (\text{[当期除却(取得価額)]} \\ &\quad - \text{[当期除却資産償却累計]}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[当期除却資産償却累計]} &= \text{[前期資産償却累計額]} + \text{[当期償却額]} \\ &\quad - \text{[当期資産償却累計額]} \end{aligned}$$

ii) 資産別・産業別資本財価格

日本銀行「国内企業物価指数」を用いて、名目設備投資を実質化する。具体的な採用系列は以下の通り。まず、(a)非住宅建物、(b)構築物には建設用材料価格を、(d)車両運搬具には輸送用機器価格を、(f)その他有形固定資産には工業製品価格を用いた。(c)機械装置、(e)工具器具備品については、総務庁「産業連関表」の固定資本マトリックス(1990年)を用いて産業別に投資財別ウェイトを作成、対応する国内企業物価指数を加重平均して資本財価格とした(価格指数はいずれも1990年基準)⁴⁸。

iii) 実質資本ストックのベンチマーク

実質設備投資から実質資本ストック系列を求めるためには、1980年度末時点におけるベンチマークを算出する必要がある。本稿においては、時価換算したベンチマークを求めるべく、「企業財務データバンク」により得られる簿価ベースの資本ストックを時価換算することとした。すなわち、財務データの資本ストック簿価に、別途推計された1980年時点の産業ベース時価簿価比率(実質純資本ストック/資本ストック簿価)を乗じて、ベンチマークを作成した。

ここで、分子の実質純資本ストック(産業別:1990年基準)は、経済企画庁「昭和45年国富調査」を基に1970年ベンチマークを作成し、内閣府「国民経済計算」、「民間企業資本ストック」を用いながら、恒久棚卸法により算出した⁴⁹。他方、分母の資本ストック簿価につ

⁴⁸ 対象5業種を18の細分類業種に区分した上で、資産を機械装置(除く輸送用機械)3品目、工具器具備品3品目として、業種毎に対応する物価指数を加重平均した。

⁴⁹ 品田(2002)および宮川(1996)を参考とした。詳細は付注参照。

いては、財務省「法人企業統計年報」により産業別有形固定資産簿価（「その他有形固定資産」、除く土地、建仮）を用いた。

iv) 資本減耗率

Hayashi and Inoue (1991) で推計された資産別の物理的償却率を用いた。すなわち、(a)非住宅建物 4.7%、(b)構築物 5.64%、(c)機械装置 9.489%、(d)車両運搬具 14.7%、(e)工具器具備品および(f)その他有形固定資産 8.838%である。

v) 稼働率

実質純資本ストックを実稼働ベースとするために、資本ストック系列に業種別稼働率指数を乗じた。稼働率は、経済産業省「鉱工業指数年報」より中分類産業区分に対応する指数を採用した（1990年基準）。

③ 労働投入量

労働投入量は労働者数に労働時間を乗じて、man-hour ベースで算出した。サンプル企業の労働者数データは、期末従業員数の他、期末従業員に含まれない臨時従業員・嘱託、役員等を合計した。労働時間については、厚生労働省「毎月勤労統計調査年報」の産業別総実労働時間指数（事業所規模 30 人以上；1990年平均=100）を利用した⁵⁰。

④ 市場の競争状況を表す変数

以下については、対象とするハイテク 5 産業の各企業（1997 年度時点 749 社）を自社の売上規模が最大の業種に分類して指標を作成した⁵¹。なお、いずれの指標も本来は製品別に算出されるべきものであり、複数の製品を販売している企業が一般的であるとすれば、各企業の売上高全体から市場シェア、集中度を測定するには正確性に欠ける面があり、留意が必要である。

i) 市場占有率 (Market Share)

各企業ベースの売上高を当該企業が属する業種の合計売上高で除することにより、当該企業の産業内における売上高市場占有率を算出した。

⁵⁰ 長期接続系列より、企業財務データの産業中分類に対応する業種別総実労働時間指数を採用した。

⁵¹ 業種分類としては、政策投資銀行による細分類 52 業種を用いた。

ii) 売上高上位 5 社集中度 (5-firm Concentration Ratio)

業種別に売上高上位 5 社の合計売上高を当該業種の合計売上高で除することにより、売上高上位 5 社集中度を求めた。

(4) 主要指標

以上の手続きを経て構築された原データセットの各変数に対して、異常値による振れを回避するためにデータクリーニングの処理を施した。すなわち、各変数につき前年差をとった上でその分布をチェックし、それぞれの平均から標準偏差の3倍の範囲を超えているデータを異常値として取り除いている⁵²。このようにして得られた推計のためのデータセットは、ラグ変数を含んだモデルであるため、1994～1997年度までの4年分の unbalanced panel data となる。全サンプルの基本統計量、主要変数の一社平均値をまとめると、表4および表5の通りである。

表4 全サンプルの基本統計量 (1994-97年度)

(Obs. =1313)						
変数名	平均値	メディアン	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
LNYL	2.467	2.457	0.318	0.129	0.692	3.944
LNKL	2.675	2.661	0.576	0.215	1.101	4.232
LNRL	2.509	2.595	0.820	0.327	-0.108	4.276
LNL	7.498	7.316	1.144	0.153	5.018	11.182
LNCPL(-1)	7.130	7.295	1.339	0.188	3.000	10.099
LNOCP(-1)	7.522	7.657	1.074	0.143	4.136	10.375
LNTPL(-1)	8.172	8.281	1.016	0.124	5.074	10.940
LNMS	1.364	1.353	1.466	1.075	-1.929	4.605
LNCR5	4.131	4.191	0.364	0.088	3.549	4.605

(注) 表中の変数名はラグ付きで煩雑になるため、簡単に表記している。本来の定義は以下の通り。

LNYL=LN(Y/L)
 LNKL=LN(K(-1)/L)
 LNRL=LN(R(-1)/L)
 LNL=LN(L)
 LNCPL(-1)=LN(CP(-2)/L(-1))
 LNOCP(-1)=LN(OCP(-2)/L(-1))
 LNTPL(-1)=LN(TP(-2)/L(-1))
 LNMS=LN(MS)
 LNCR5=LN(CR5)

表5 主要変数の一社平均値

	(百万円/man-hour)			
	1994	1995	1996	1997
Y/L	11.40	12.01	13.35	12.89
K(-1)/L	18.69	19.72	20.71	21.03
R(-1)/L	23.07	24.76	26.24	26.18
CP(-2)/L(-1)	690.69	741.11	793.21	836.03
OCP(-2)/L(-1)	877.19	938.66	999.39	1055.59
TP(-2)/L(-1)	1567.87	1679.77	1790.39	1891.62

⁵² 業種レベルで算出している売上高上位5社集中度については、サンプル数確保の観点から異常値除去をしていない。異常値除去後のサンプルによる推計も試みたが、結果にほとんど差異は見られなかった。

基本統計量をみると、市場競争度を表す2変数を除けば、技術知識ストック関連諸変数（自社およびスピルオーバープール）の分布状況と他の変数の分布状況がやや違うことがわかる。すなわち、前者では平均値がメディアンよりも小さく、裾野が左に長い分布になっているのに対し、他の変数では、右に裾野が長い逆の形の分布となっている。

また、データのばらつきをみると、man-hour 当たりの技術知識ストックの変動係数がやや大きい。サンプル企業のデータを観察すると、多くの企業の研究開発投資は91~92年頃をピークとして、以降減少に転じているが、94年頃をボトムとして回復の兆しが見られている。高々数年タームのデータから断定することはできないが、そうした研究開発投資の回復度合いの強弱により、技術知識ストック蓄積の企業間格差が出ているものと思われる。市場競争度に関する2指標の変動係数を比較すると、企業ベースの市場占有率のばらつきが大きいのがわかる。

表5をみると、86年のベンチマーク設定時の測定誤差の問題はあるものの、技術知識ストックのレベルは、同資本ストックのそれを上回っているのが観察される。

最後に、個別企業データを6つの技術カテゴリー毎に集計し、スピルオーバープールの規模を概観する。表6は技術カテゴリー別に集計したスピルオーバープール（CP、OCP、TP）に加え、算出の基礎となる技術マトリックスと技術知識ストック（R&Dストック）を合わせて示したものである（1996年度）⁵³。まず、技術マトリックスから対角要素となる同一技術クラスター内に属する企業間で技術距離が大きい（近い）のが見て取れるが、医薬分野（技術カテゴリー3）で最も技術距離が大きいのがわかる。非対角要素のセルは自社と異なる技術分野に属する企業との間の平均技術距離を表すが、化学と医薬（技術カテゴリー1と3）、コンピュータ・通信と電気・電子（同2と4）で比較的技術距離が大きい。非対角要素の正の数値は、多角化等により主たる技術分野以外にR&D投資を行っている技術分野の存在を示し、値が大きいほど他の分野での技術開発をも活発に行っていると言える。

スピルオーバープールは技術カテゴリー間の技術距離と各技術カテゴリーのR&Dストックを基に計算される。既述のように、本稿では3つのスピルオーバープールを算出しているが、クラスタープール（CP）は自社が格付けされた各カテゴリー内の企業間技術距離に各カテゴリーのR&Dストックを乗じたもの、アウトオブクラスタープール（OCP）は自社が格

⁵³ 表6で示した技術マトリックスは個別企業間の技術距離を6分野の大分類技術カテゴリーベースで平均したラフなデータであるのに対し、付表の技術マトリックスは個別企業データを技術サブカテゴリーベースで平均したより詳細なデータである。ここでは、スピルオーバープールの規模について、技術カテゴリー別に大まかに描写しようとするを目的としているため、前者の集計結果を用いることとする。

付けされた技術カテゴリー以外の5つのカテゴリーにつき、自社が属する技術カテゴリーと他のカテゴリー間の技術距離にそれぞれ当該カテゴリーの R&D ストックを乗じて加えたもの、トータルプール (TP) は両者を合算したものである。

以上のようにして計算された CP, OCP, TP の各々につき、平均を 1.00 とする指数により技術カテゴリー別に表すと、CP では概ね R&D ストックの大きさを反映して、機械 (技術カテゴリー5)、コンピュータ・通信 (同2)、化学 (同1) の順に規模が大きくなっている。ただし、カテゴリー内技術距離が最も大きい医薬で、R&D ストックが平均の約半分と小さく、CP の規模も平均を下回る水準となっているのが注目される。また、OCP では、他の技術カテゴリーの R&D ストック規模と技術距離を反映して、その他 (技術カテゴリー6)、電気・電子 (同4) が平均を上回る規模を示している (CP を基準とした指数で見ても、両者の規模は他の技術カテゴリーを圧倒している)。医薬については、化学を除いた分野との技術距離が小さいこともあり、OCP の規模でも平均の6割の水準にとどまっている。CP と OCP を合算した TP の水準を見ると、平均規模を上回る技術カテゴリーは CP と同一分野となっている。

表6 技術カテゴリー別スピロオーバープール

[技術マトリックス]

	cat#	1	2	3	4	5	6
cat#	サンプル数	90	25	38	64	100	32
1	90	0.47					
2	25	0.07	0.51				
3	38	0.21	0.01	0.75			
4	64	0.09	0.21	0.02	0.29		
5	100	0.10	0.12	0.02	0.14	0.35	
6	32	0.17	0.11	0.04	0.14	0.19	0.36
計	349						

上記技術距離の平均: 0.21

[技術カテゴリー類型(cat#)]

1	化学
2	コンピュータ・通信
3	医薬
4	電気・電子
5	機械
6	その他

(注)

1. 技術マトリックスの太枠内は同一技術カテゴリー内に属する企業間の平均技術距離、それ以外のセルは異なる技術カテゴリーに属する企業間の平均技術距離を示す。
2. スピロオーバープールにおいて、CP、OCP、TPはそれぞれ、クラスタープール、アウトオブクラスタープール、トータルプールを表す。

スピロオーバープール(1996年度)

(十億円)

cat#	R&Dストック計	CP	OCP	TP
1	7,247	3,414	3,144	6,558
2	6,995	3,575	3,248	6,823
3	3,363	2,510	2,089	4,599
4	5,373	1,536	3,979	5,515
5	12,622	4,392	2,533	6,926
6	868	312	5,203	5,515
平均	6,078	2,623	3,366	5,989

(平均=1.00)

cat#	R&Dストック計	CP	OCP	TP
1	1.19	1.30	0.93	1.10
2	1.15	1.36	0.96	1.14
3	0.55	0.96	0.62	0.77
4	0.88	0.59	1.18	0.92
5	2.08	1.67	0.75	1.16
6	0.14	0.12	1.55	0.92
平均	1.00	1.00	1.00	1.00

(CP=1.00)

cat#	CP	OCP	TP
1	1.00	0.92	1.92
2	1.00	0.91	1.91
3	1.00	0.83	1.83
4	1.00	2.59	3.59
5	1.00	0.58	1.58
6	1.00	16.65	17.65
平均	1.00	1.28	2.28

IV スピルオーバー効果の実証分析

1. 仮説と実証分析の枠組

第Ⅲ章で設定したモデルとデータセットに基づいて、生産関数の推計を行う。自社が蓄積した技術知識ストックによる生産性向上の効果は、これまで数多くの実証分析で確認されてきている。したがって、以下の実証分析では、新たに構築したデータセットにより、主としてスピルオーバー効果の検証を行うこととしたい。ここでは、以下の仮説を設定する。

[仮説(1)]

ある企業の生産性上昇には、他社から得られる公共財的な技術知識、情報がスピルオーバー効果としてプラスに寄与する。

スピルオーバー効果としては、他社の技術知識ストックが当該企業の生産性に直接に作用する効果について検討する⁵⁴。スピルオーバー効果の符号条件に関して、先行研究ではマイナスの推計結果も報告されている。これは、プラスのスピルオーバー効果はあるものの、企業収益を低下させる方向に働く市場における負の競争効果が前者を上回ったものとされている。以上のことから、他社から得られる公共財的な技術知識、情報のスピルオーバー効果をより正確に把握するためには、企業を取り巻く製品市場の競争状況が当該企業収益に及ぼす影響を除去する必要がある。本稿においては、こうした市場競争状況をコントロールする指標として、Jaffe (1986) にならい、各企業の市場占有率及び業種別の売上高上位 5 社集中度を推計式に加えることとする。このことにより、スピルオーバー効果としては、プラスの符号を想定することができる。スピルオーバープールを生産関数に導入するに当たっては、資本ストック、自社の技術知識ストックより 1 期分長い懐妊期間（計 2 期間）を仮定し、自社の製造技術等への応用を経て、スピルオーバー効果が生産性上昇に結実する設定としている⁵⁵。

既述のように、Jaffe (1986, 1988), Odagiri and Kinukawa (1997) 等の先行研究においては、

⁵⁴ Jaffe (1986) は、スピルオーバー効果として、①当該企業の生産性に直接作用する直接効果、②自社技術知識ストックの産出弾性値への作用を通じた間接的な効果（自社技術知識ストックとスピルオーバープールのクロス項）の 2 つのルートを設定し、①についてはマイナス、②はプラスの結果を得ている。本稿においても、同様の定式化により推計を行ったが、②のクロス項と自社技術知識ストックとの間に多重共線性が観察されたため、採用を断念した。

⁵⁵ ラグの置き方はアドホックなものであるが、分析データの制約もあり、最小限のラグ設定とした。なお、Jaffe (1986) の研究は 2 ポイントのクロスセクション・データを用いたものであるが、スピルオーバープールから手にした技術知識が当該年の製品等に結実し、すぐに収益に結び付くとは考えにくい。

産業・技術特性をコントロールする重要性が指摘されている。本稿では、設定した技術クラスター毎にスピルオーバー効果の現れ方が相違するかどうかを直接に検証すべく、各技術クラスターダミーとスピルオーバープールとのクロス項を導入することとする。

なお、市場競争度を表す2つの指標、各企業の市場占有率及び業種別の売上高上位5社集中度の符号条件に関しては、企業データを用いた過去の実証研究結果から以下のことが言われている⁵⁶。すなわち、各企業の市場占有率は企業利潤率⁵⁷に有意な正の効果を及ぼしている。他方、企業利潤率と集中度の相関をみると、効率的な生産が可能な大企業では正、中小企業ではほとんど相関関係が観察されないとの結果が出ている。上記2変数を同時に入れた推計式でも、各企業の市場占有率が有意な正の値となっている。以上を踏まえると、市場占有率に関しては有意な正の符号を期待できるが、集中度の符号については明確には言い難い。

[仮説(2)]

各企業にとって、新製品開発やコストダウン等を行い、生産性を高めるために真に有用な技術知識、情報は、技術距離の近い同一技術クラスター内の企業から得ることができる。

技術カテゴリーを適切に区分して、同一技術クラスターによるスピルオーバープールを定式化できれば、最も明確にスピルオーバー効果を観察することが可能である。比較検討の対象とするスピルオーバープールは以下の3ケースである。

- ①クラスタープール：同一技術クラスター内プール
- ②アウトオブクラスタープール：他の技術クラスタープール
- ③トータルプール：①と②の合計

スピルオーバー効果の真の源泉になると想定される①に対して、②は相対的に技術距離が離れているプール、③は主として先行研究で使われることが多かったプール概念である。これらのプール変数をそれぞれ個別に導入して生産関数を推計することにより、係数の有意性等について比較検討する。上記仮説によれば、①のクラスタープールを生産関数に導入した場合に、スピルオーバー効果が有意に観察されるものと期待される。なお、通常②を単独でスピルオーバープールとして導入することは考えにくい。技術クラスターを考慮しない場合、どのように結果が相違するかを比較するために検討対象とした。

⁵⁶ この点に関して、詳しくは長岡・平尾（1998）を参照。

⁵⁷ 被説明変数としている企業別付加価値は企業利潤率とは相違するが、Jaffe（1986）等の先行研究でも代替指標として企業収益などが用いられ、有意な結果を得ていることから、本稿でも当該変数を用いることとする。

2. 推計結果

生産関数の推計は (6) 式のスピルオーバープールに前述の 3 通りのプール変数を当てはめて行う (なお, 以下では, L の係数 $(\mu-1)$ を γ に置き換えている).

$$\begin{aligned} \ln(YL)_{it} &= \alpha \ln(KL)_{it} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \sum_j \beta_j D_j \ln(CPL)_{it-1} + \gamma L_{it} \\ &\quad + \delta \ln(MS)_{it} + \lambda \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \ln(YL)_{it} &= \alpha \ln(KL)_{it} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \sum_j \beta_j D_j \ln(OCPL)_{it-1} + \gamma L_{it} \\ &\quad + \delta \ln(MS)_{it} + \lambda \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \ln(YL)_{it} &= \alpha \ln(KL)_{it} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \sum_j \beta_j D_j \ln(TPL)_{it-1} + \gamma L_{it} \\ &\quad + \delta \ln(MS)_{it} + \lambda \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (9)$$

$$YL_{it} = \frac{Y_{it}}{L_{it}}, KL_{it} = \frac{K_{it-1}}{L_{it}}, RL_{it} = \frac{R_{it-1}}{L_{it}},$$

$$CPL_{it-1} = \frac{CP_{it-2}}{L_{it-1}}, OCPL_{it-1} = \frac{OCP_{it-2}}{L_{it-1}}, TPL_{it-1} = \frac{TP_{it-2}}{L_{it-1}}$$

Y_{it} : 企業 i の t 期の付加価値,

K_{it} : 企業 i の t 期末の実質資本ストック,

R_{it} : 企業 i の t 期末の技術知識ストック,

L_{it} : 企業 i の t 期の労働投入量,

CP_{it} : 企業 i の t 期末のクラスタープール,

OCP_{it} : 企業 i の t 期末のアウトオブクラスタープール,

TP_{it} : 企業 i の t 期末のトータルプール,

MS_{it} : 企業 i の t 期の市場占有率,

$CR5_{kt}$: 産業 k の t 期の売上高上位 5 社集中度, D_j : 技術クラスターダミー,

ε_{it} : 攪乱項

(7)~(9) 式について, 個別効果の存在に関する F 検定を行った後, 個別効果が存在する場合には, モデル特定化の検定 (Hausman Test) により適切なモデルを選定した. その結果, いずれのケースでも固定効果モデルが支持された. 推計結果については, 固定効果モデルと変量効果モデルに加え, Hausman 検定統計量, p 値についても併記した.

表7 生産関数の推計結果 (1)

(1) スピルオーバープール：クラスタープールのケース

[被説明変数：LNYL]

(推計期間：1994-97年度)

固定効果モデル (Fixed effects)	推計1		推計2		推計3	
LNKL	0.211	(2.708) ***	0.261	(3.189) ***	0.208	(2.801) ***
LNRL	0.165	(2.216) **	0.113	(1.278)	0.169	(2.355) **
D1LNCPL(-1)	0.269	(2.891) ***	0.269	(2.641) ***	0.267	(2.876) ***
D2LNCPL(-1)	0.794	(2.220) **	0.664	(1.670) *	0.807	(2.212) **
D3LNCPL(-1)	-0.041	(-0.305)	-0.150	(-1.022)	-0.024	(-0.169)
D4LNCPL(-1)	0.962	(8.813) ***	0.770	(6.431) ***	0.966	(8.876) ***
D5LNCPL(-1)	0.591	(6.048) ***	0.501	(4.766) ***	0.591	(6.051) ***
D6LNCPL(-1)	0.572	(4.399) ***	0.558	(3.824) ***	0.568	(4.393) ***
LNL	-0.542	(-5.716) ***	-0.343	(-3.312) ***	-0.539	(-5.648) ***
LNMS	0.704	(12.430) ***			0.704	(12.446) ***
LNCR5			-0.153	(-0.451)	-0.128	(-0.389)
<i>Adj. R²</i>	0.903		0.878		0.903	

変量効果モデル (Random effects)	推計1		推計2		推計3	
LNKL	0.239	(8.872) ***	0.246	(8.860) ***	0.227	(8.411) ***
LNRL	0.139	(6.348) ***	0.130	(5.859) ***	0.140	(6.447) ***
D1LNCPL(-1)	0.090	(4.434) ***	0.073	(3.502) ***	0.086	(4.239) ***
D2LNCPL(-1)	0.096	(4.574) ***	0.080	(3.742) ***	0.087	(4.152) ***
D3LNCPL(-1)	0.115	(5.197) ***	0.088	(3.882) ***	0.103	(4.660) ***
D4LNCPL(-1)	0.127	(5.707) ***	0.100	(4.416) ***	0.121	(5.481) ***
D5LNCPL(-1)	0.091	(4.690) ***	0.069	(3.479) ***	0.083	(4.306) ***
D6LNCPL(-1)	0.159	(5.237) ***	0.129	(4.130) ***	0.148	(4.901) ***
LNL	0.022	(0.973)	0.053	(2.393) **	0.010	(0.421)
LNMS	0.059	(5.041) ***			0.084	(6.104) ***
LNCR5			-0.016	(-0.386)	-0.167	(-3.477) ***
C	0.485	(1.677) *	0.561	(1.613)	1.318	(3.556) ***
<i>Adj. R²</i>	0.206		0.213		0.221	

サンプル数	1314	1329	1314
Hausman test	$\chi^2(10)=316.31$	$\chi^2(10)=159.69$	$\chi^2(11)=330.25$
p値	p=0.000	p=0.000	p=0.000

(注)

1. Hausman Testにより、いずれも固定効果モデルが支持された。
2. ()内はt値。***は1%、**は5%、*は10%で有意であることを示す。なお、t値は誤差項の分散不均一性を考慮したHCSE(Heteroscedasticity Consistent Standard Error)を用いて算出した。

表8 生産関数の推計結果 (2)

(2) スピルオーバープール：アウトオブクラスタープールのケース

[被説明変数：LNYL]

(推計期間：1994-97年度)

固定効果モデル (Fixed effects)	推計1		推計2		推計3	
LNKL	0.204	(2.643) ***	0.252	(3.104) ***	0.201	(2.723) ***
LNRL	0.167	(2.233) **	0.111	(1.265)	0.172	(2.383) **
D1LNOCP(-1)	0.241	(2.763) ***	0.254	(2.649) ***	0.239	(2.748) ***
D2LNOCP(-1)	0.800	(2.264) **	0.675	(1.725) *	0.813	(2.264) **
D3LNOCP(-1)	-0.010	(-0.060)	-0.142	(-0.755)	0.011	(0.063)
D4LNOCP(-1)	0.892	(9.307) ***	0.717	(6.759) ***	0.896	(9.370) ***
D5LNOCP(-1)	0.629	(5.642) ***	0.542	(4.578) ***	0.629	(5.656) ***
D6LNOCP(-1)	0.596	(4.420) ***	0.588	(3.908) ***	0.591	(4.413) ***
LNL	-0.542	(-5.692) ***	-0.343	(-3.315) ***	-0.538	(-5.606) ***
LNMS	0.705	(12.481) ***			0.704	(12.506) ***
LNCR5			-0.173	(-0.512)	-0.144	(-0.437)
<i>Adj. R</i> ²	0.903		0.878		0.903	

変量効果モデル (Random effects)	推計1		推計2		推計3	
LNKL	0.250	(9.370) ***	0.252	(9.198) ***	0.233	(8.749) ***
LNRL	0.137	(6.269) ***	0.129	(5.810) ***	0.137	(6.344) ***
D1LNOCP(-1)	0.106	(4.254) ***	0.096	(3.711) ***	0.115	(4.644) ***
D2LNOCP(-1)	0.108	(4.367) ***	0.099	(3.882) ***	0.111	(4.550) ***
D3LNOCP(-1)	0.133	(4.823) ***	0.112	(3.963) ***	0.135	(4.938) ***
D4LNOCP(-1)	0.127	(5.264) ***	0.110	(4.422) ***	0.135	(5.626) ***
D5LNOCP(-1)	0.111	(4.402) ***	0.095	(3.649) ***	0.116	(4.641) ***
D6LNOCP(-1)	0.117	(4.892) ***	0.103	(4.181) ***	0.122	(5.146) ***
LNL	0.030	(1.214)	0.066	(2.697) ***	0.027	(1.078)
LNMS	0.054	(4.603) ***			0.086	(6.229) ***
LNCR5			-0.048	(-1.200)	-0.209	(-4.369) ***
C	0.287	(0.826)	0.417	(1.111)	1.130	(2.885) ***
<i>Adj. R</i> ²	0.195		0.207		0.214	

サンプル数	1313	1328	1313
Hausman test	$\chi^2(10)=324.85$	$\chi^2(10)=158.54$	$\chi^2(11)=333.77$
p値	p=0.000	p=0.000	p=0.000

(注)

1. Hausman Testにより、いずれも固定効果モデルが支持された。
2. ()内はt値。***は1%、**は5%、*は10%で有意であることを示す。なお、t値は誤差項の分散不均一性を考慮したHCSE(Heteroscedasticity Consistent Standard Error)を用いて算出した。

表9 生産関数の推計結果 (3)

(3) スピルオーバープール：トータルプールのケース

[被説明変数：LNYL]

(推計期間：1994-97年度)

固定効果モデル (Fixed effects)	推計1		推計2		推計3	
LNKL	0.210	(2.706) ***	0.259	(3.179) ***	0.207	(2.794) ***
LNRL	0.161	(2.154) **	0.110	(1.238)	0.166	(2.292) **
D1LNTPL(-1)	0.257	(2.842) ***	0.262	(2.641) ***	0.255	(2.829) ***
D2LNTPL(-1)	0.799	(2.248) **	0.669	(1.694) *	0.812	(2.244) **
D3LNTPL(-1)	-0.040	(-0.271)	-0.161	(-1.001)	-0.020	(-0.133)
D4LNTPL(-1)	0.911	(9.210) ***	0.729	(6.669) ***	0.915	(9.271) ***
D5LNTPL(-1)	0.607	(5.929) ***	0.514	(4.680) ***	0.608	(5.935) ***
D6LNTPL(-1)	0.596	(4.425) ***	0.585	(3.892) ***	0.592	(4.420) ***
LNL	-0.545	(-5.741) ***	-0.345	(-3.324) ***	-0.542	(-5.665) ***
LNMS	0.707	(12.497) ***			0.706	(12.513) ***
LNCR5			-0.161	(-0.476)	-0.135	(-0.412)
<i>Adj. R²</i>	0.903		0.878		0.903	

変量効果モデル (Random effects)	推計1		推計2		推計3	
LNKL	0.239	(8.919) ***	0.246	(8.919) ***	0.224	(8.348) ***
LNRL	0.135	(6.165) ***	0.128	(5.757) ***	0.135	(6.258) ***
D1LNTPL(-1)	0.174	(6.063) ***	0.143	(4.805) ***	0.175	(6.167) ***
D2LNTPL(-1)	0.176	(6.159) ***	0.147	(4.959) ***	0.173	(6.104) ***
D3LNTPL(-1)	0.201	(6.548) ***	0.160	(5.037) ***	0.196	(6.432) ***
D4LNTPL(-1)	0.199	(6.881) ***	0.161	(5.379) ***	0.200	(6.964) ***
D5LNTPL(-1)	0.174	(6.206) ***	0.139	(4.771) ***	0.172	(6.187) ***
D6LNTPL(-1)	0.194	(6.577) ***	0.159	(5.186) ***	0.192	(6.578) ***
LNL	0.083	(3.033) ***	0.107	(3.842) ***	0.075	(2.744) ***
LNMS	0.062	(5.298) ***			0.910	(6.616) ***
LNCR5			-0.025	(-0.627)	-0.192	(-4.025) ***
C	-0.717	(-1.742) *	-0.421	(-0.911)	0.145	(0.317)
<i>Adj. R²</i>	0.200		0.209		0.217	

サンプル数	1314	1329	1314
Hausman test	$\chi^2(10)=311.29$	$\chi^2(10)=153.85$	$\chi^2(11)=321.46$
p値	p=0.000	p=0.000	p=0.000

(注)

1. Hausman Testにより、いずれも固定効果モデルが支持された。
2. ()内はt値。***は1%、**は5%、*は10%で有意であることを示す。なお、t値は誤差項の分散不均一性を考慮したHCSE(Heteroscedasticity Consistent Standard Error)を用いて算出した。

まず、仮説(1)をクラスタープールのケース(表7)により検証する。

固定効果モデルにより、スピルオーバー効果を表すクラスタープールの符号を見ると、技術クラスター3(医薬分野)を除き、1%ないし5%水準で有意な結果となっており、仮説(1)を支持する結果が得られた。市場競争度を示す企業別市場占有率、業種別売上高上位5社集中度の係数は、仮説で検討したように、前者が有意なプラスの符号となっており、後者では有意性は見られなかった⁵⁸。以上のように、医薬分野を除く技術カテゴリーにおいては、市場競争状況をコントロールした上で、他社から得られる公共財的な技術知識、情報が当該企業の生産性上昇に寄与していることが概ね確認できた。

技術クラスター3(医薬分野)のクラスタープールの符号は、固定効果モデルのいずれのケースでもマイナスで、かつ有意性を満たしていない。医薬分野の研究開発は、他の技術分野に比し、基礎研究に近い部分のウェイトが相対的に高く、スピルオーバー効果が発現するまでのラグが長いと考えられる。製品開発のリードタイムが極めて長く、かつ従来よりも長期化しているとの調査結果もある⁵⁹。スピルオーバープールから医薬品各社が獲得する生産性向上効果を捉えるには、本推計で想定している2年のラグでは十分ではない可能性がある。また、スピルオーバープールの大きさは同一技術クラスター内他社との技術距離と他社のR&Dストックの加重和から決定されるが、医薬分野ではR&Dストック水準が相対的に小さいため、スピルオーバーのポテンシャルが小さいことも結果に影響しているかも知れない。医薬分野のスピルオーバー効果を的確に把握するためには、同業他社の技術知識、情報だけでなく、基礎研究に近い分野で結び付きが強いと考えられる大学の研究機関等からのスピルオーバーを考慮することも必要であろう。

なお、推計結果におけるクラスタープールの係数がやや大きいのが、各企業が共通して直面する時系列的なノイズも含まれると考えられる点、留意を要する。経済環境の変化等のノイズを除去するために年ダミーを入れて推計するケースもあるが、本稿で主たる考察の対象としているスピルオーバー効果も財に体化されない技術進歩要因の1つとしてタイムトレンドで捉えることも考えられるため、年ダミーを導入した推計は当該効果も吸収してしまうおそれがある。したがって、ここでは年ダミーを除いた推計としている。

⁵⁸ 市場競争度を示す2変数を除いた推計を実行したところ、係数の有意性が全般的に低下する結果となった。

⁵⁹ 既出の1998年の経団連調査によれば、医薬品の開発リードタイムは、10年前の9.9年から現在の13.2年へと長期化している(経団連(1998))。

次に、仮説(2)の検証のために、3つのスピルオーバープール間で推計結果を比較する(表7~9)。各プールの固定効果モデルによる推計結果をみると、仮説(1)と同様に医薬分野の結果を除き、符号条件、有意性ともに概ね満たしており、ほぼ同一の結果を示している。特に、自社の技術分野と相違するアウトオブクラスタープールを導入した推計結果は、自社技術クラスタープールによるものとほとんど差がなく、想定とは逆の結果が得られた。すなわち、各企業は生産性を高めるために有用な技術知識、情報を他の技術クラスターに属する企業のスピルオーバープールからも得ているという結果となった。また、スピルオーバープールとして両者を合算したトータルプールのケースでも、結果に有意な差異が見られなかった。

アウトオブクラスタープールを導入した推計で、医薬分野を除き正で有意なスピルオーバー効果が観察された要因として考えられるのは、企業が多角化の一環として自社の本業以外の分野でも事業を行い、そのために研究開発を必要とする技術分野が複数あるケースや異なる技術分野間での技術融合を目指して研究を行っているケースが挙げられよう。例えば、2企業が2つの技術分野でそれぞれ事業・研究活動を行っており、技術ポジションベクトルから両社がそれぞれの技術分野に格付けされたとき、技術ポジションにほとんど差がなく技術距離が大きいとしても、それぞれのスピルオーバープールは他方のアウトオブクラスタープールとして技術知識を生み出す源泉となる。このとき、異なる技術クラスターに位置付けられる両社間でスピルオーバー効果が観察されることは十分にあり得る。以上の結果は、Odagiri and Kinukawa (1997)等の先行研究で実証された産業間スピルオーバー効果⁶⁰に該当するものと考えられる。

なお、アウトオブクラスタープールのストック規模から見ると、全技術カテゴリー平均比で、技術カテゴリー6(その他)、同4(電気・電子)、同2(コンピュータ・通信)が大きく、これらの技術カテゴリーのスピルオーバー効果には規模要因が影響している可能性がある。

⁶⁰ 本稿の文脈では、技術間スピルオーバー効果と称するのが適当かも知れない。

V 結論

本稿においては、研究開発投資を活発に行っている日本のハイテク 5 産業（化学，一般機械，電気機械，輸送用機械，精密機械）349 社を対象として，外部から財に体化しない形で得られる公共財的な技術知識が自社の生産性向上に寄与するとされる，いわゆるスピルオーバー効果について検証を行った．スピルオーバー効果を的確に把握するために，個別企業の特許データを用いて各社の技術ポジションを特定し，技術分野への格付けを実施した．その上で，各社間の技術距離を算出し，別途作成した技術知識ストックを用いて，サンプル企業各社がスピルオーバー効果の源泉として想定するスピルオーバープールを構築した．推計は伝統的な生産関数のフレームワークを用いて行った．分析結果は以下のように要約される．

1. 企業の直面する市場競争状況をコントロールした上で，公共財的な技術知識が，スピルオーバー効果として企業の実産性にプラスに寄与するかどうか検証したところ，概ね有意な生産性向上効果が確認された．スピルオーバープールを生産関数に導入するに当たっては，技術知識を消化し，自社の製造技術等への応用を経て，スピルオーバー効果として生産性向上に結実するまでのラグを考慮した．また，設定した技術クラスター毎にスピルオーバー効果の現れ方が相違するかどうかを検証すべく，各技術クラスターダミーとスピルオーバープールのクロス項を導入したが，医薬分野では有意なスピルオーバー効果が確認できなかった．医薬分野の研究開発は，他の技術分野に比し，基礎研究に近い部分のウェイトが相対的に高く，スピルオーバー効果が発現するまでのラグが長いと見られ，本推計で想定している 2 年のラグでは十分ではない可能性があること等が考えられる．

2. 次に，企業は技術距離の近い同一技術クラスター内の他企業から，新製品開発やコストダウン，生産性向上のために真に有用な技術知識，情報を得ているという仮説を検証した．その結果，自社の技術分野外の他の技術クラスタープールを導入したケースでも，自社技術クラスタープールによるスピルオーバー効果の推計結果と有意な差異がなく，想定とは逆の結果が得られた．これは，企業が多角化の一環として自社の本業以外の分野でも事業を行い，そのために研究開発を必要とする技術分野が複数あるケースや異なる技術分野間での技術融合を目指して研究を行っている事例に見られるように，いわゆる産業間（技術間）スピルオーバー効果によるものと考えられる．スピルオーバープールとして両者を合算したトータルプールを導入したケースでも，ほぼ同一の結果となった．

最後に、本稿で十分に検討できなかった問題と今後の課題について述べる。

第1に、研究開発投資が技術知識ストックに結実し、企業の生産に影響を与えるまでのラグ（懐妊期間）および陳腐化率についてである。開発リードタイムや製品ライフサイクルが大きく変化してきている近年の状況を適切に表す情報が利用できないため、測定誤差を生み、実証分析の際に無視できない影響が出ていることも考えられる。医薬分野で有意なスピルオーバー効果を見出すことができなかったことも、この問題と関係している可能性がある。この点の改善が今後の検討課題である。

第2に、本稿では36分類の技術カテゴリーにより技術距離を算出しているが、各社の技術分野への格付け、スピルオーバープール作成時に、サンプル数確保のために6つの技術カテゴリーに集計している。このため、各社の技術カテゴリーを厳密にコントロールできているとは言い難い。技術分野別にスピルオーバー効果を計測する際には、サンプル数を確保しつつ、多様な技術特性を考慮してサンプルを細分化する必要がある点、今後の課題としたい。

第3に、ここでは各企業の技術ポジションを一定として分析しているが、企業は技術機会、製品需要動向などの変化に合わせて、中長期的には徐々に自らの技術ポジションを変えていくものと考えられる。企業の技術ポジションを用いた中長期的な分析では、この点についても考慮する必要があるだろう。

付注 産業別実質純資本ストックの算出

1. 産業別純資本ストックのベンチマーク（1970年）

経済企画庁「昭和45年国富調査」より、1970年の産業別純資本ストックをとる。当該ストックを内閣府「国民経済計算」（参考表）の「純固定資産の構成」におけるデフレーターを用いて、1990年実質化基準に転換する。

2. 産業別設備投資（1971～80年）

内閣府「民間企業資本ストック統計」より、法人企業の産業別新設投資額（1990年価格、取付ベース）を用いる。なお、ここでの設備投資は粗投資概念である。

3. 固定資本減耗率（1971～80年）

内閣府「国民経済計算」の「純固定資産の構成」、「形態別の総資本形成」より、建物、構築物、輸送用機械、機械器具等の資産別に固定資本減耗額を算出する。求めた固定資本減耗額を前期末（当期末）の純固定資本額で除すことにより、固定資本減耗率を求める。さらに、各資産の固定資本減耗率を、「国富調査」の産業別資産ウェイトを用いて加重平均する業種別固定資本減耗率を算出した。

4. 産業別実質純資本ストック（1971～80年）

上記1～3で求めた系列を用いて、恒久棚卸法により産業別実質純資本ストックを求める。

参考文献

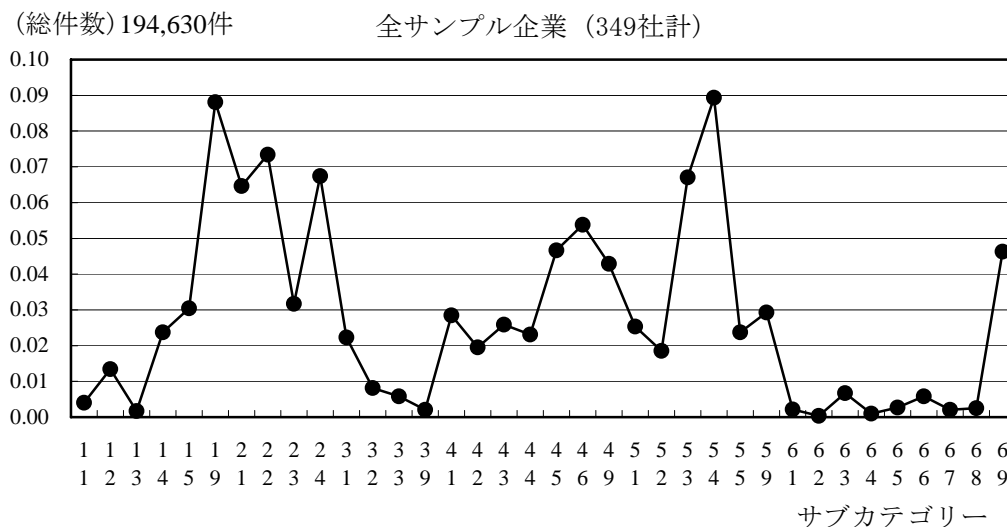
- Basant, Rakesh and Brian Fikkert (1996), “The Effects of R&D, Foreign Technology Purchase, and Domestic and International Spillovers on Productivity in Indian Firms,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol.78, No.2 (May), pp. 187-199.
- Bernstein, Jeffrey I. and M. Ishaq Nadiri (1988), “Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries,” *The American Economic Review*, Vol.78, Issue2, Papers and Proceedings of the One-Hundredth Annual Meeting of the American Economic Association (May), pp. 429-434.
- Bernstein, Jeffrey I. and M. Ishaq Nadiri (1989), “Research and Development and Intra-industry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality,” *The Review of Economic Studies*, Vol.56, Issue2 (Apr.), pp. 249-267.
- Bernstein, Jeffrey I. (1988), “Costs of Production, Intra- and Interindustry R&D Spillovers: Canadian Evidence,” *The Canadian Journal of Economics*, Vol.21, Issue2 (May), pp. 324-347.
- Bernstein, Jeffrey I. (1989), “The Structure of Canadian Inter-Industry R&D Spillovers, and the Rates of Return to R&D,” *The Journal of Industrial Economics*, Vol.37, Issue3 (Mar.), pp. 315-328.
- Bosworth, D. L. (1978), “The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge—A Note,” *The Journal of Industrial Economics*, Vol.26, Issue3 (Mar.), pp. 273-279.
- Branstetter, Lee G. (2001), “Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Microeconomic Evidence from the U.S. and Japan,” *The Journal of International Economics*, Vol.53, Issue1 (Feb.), pp. 53-79.
- Branstetter, Lee and Yoshiaki Nakamura (2003), “Is Japan’s Innovative Capacity in Decline?” *NBER Working Paper*, No. 9438.
- Capron, Henri and Michele Cincera (2000), “Exploring the Spillover Impact on Productivity of World-Wide Manufacturing Firms,” in Encaoua, David, Bronwyn H. Hall, François Laisney and Jacques Mairesse eds., *The Economics and Econometrics of Innovation*, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, pp. 543-565.
- Cuneo, Philippe and Jacques Mairesse (1984), “Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing,” in Griliches, Zvi, ed., *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 375-392.

- Englander, A. Steven, Robert Evenson and Masaharu Hanazaki (1988), "R&D, Innovation and the Total Factor Productivity Slowdown," *OECD Economic Studies*, No.11, pp. 7-42.
- Goto, Akira and Kazuyuki Suzuki (1989), "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries," *The Review of Economics and Statistics*, Vol.71, Issue4 (Nov.), pp. 555-564.
- Griliches, Zvi (1979), "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics*, Vol.10, No.1, pp. 92-116.
- Griliches, Zvi and Jacques Mairesse (1984), "Productivity and R&D at the Firm Level," in Griliches, Zvi, ed., *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 339-374.
- Griliches, Zvi and Jacques Mairesse (1990), "R&D and Productivity Growth: Comparing Japanese and U.S. Manufacturing Firms," in Hulten, Charles R. ed., *Productivity Growth in Japan and the United States*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 317-340.
- Hall, Bronwyn H. and Jacques Mairesse (1995), "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms," *Journal of Econometrics*, Vol.65, No.1 (Jan.), pp. 263-293.
- Hall, Bronwyn H., Adam B. Jaffe, and Manuel Trajtenberg (2001), "The NBER Patent-Citations Data File: Lessons, Insights, and Methodological Tools," *NBER Working Paper*, No. 8498.
- Hayashi, Fumio and Toru Inoue (1991), "The Relation Between Firm Growth and Q with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms," *Econometrica*, Vol.59, No.3 (May), pp. 731-753.
- Jaffe, Adam B. (1986), "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value," *The American Economic Review*, Vol.76, Issue5 (Dec.), pp. 984-1001.
- Jaffe, Adam B. (1988), "Demand and Supply Influences in R&D Intensity and Productivity Growth," *The Review of Economics and Statistics*, Vol.70, Issue3 (Aug.), pp. 431-437.
- Jaffe, Adam B. and Manuel Trajtenberg (2002), *Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kaiser, Ulrich (2002), "Measuring Knowledge Spillovers in Manufacturing and Services: an Empirical Assessment of Alternative Approaches," *Research Policy*, Vol.31, pp. 125-144.
- Kwon, Hyeong Ug and Tomohiko Inui (2003), "R&D and Productivity Growth in Japanese

- Manufacturing Firms,” *ESRI Discussion Paper Series*, No.44, Economic and Social Research Institute, Cabinet Office.
- Odagiri, Hiroyuki and Shin-ya Kinukawa (1997), “Contributions and Channels of Interindustry R&D Spillovers: An Estimation for Japanese High-tech Industries,” *Economic Systems Research*, Vol.9, No.1, pp. 127-142.
- Pakes, Ariel and Mark Schankerman (1984), “The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources,” in Griliches, Zvi, ed., *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 73-88.
- Stoneman, Paul ed. (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, UK: Blackwell Publishers Ltd.
- Suzuki, Kazuyuki (1993), “R&D Spillovers and Technology Transfer among and within Vertical Keiretsu Groups: Evidence from the Japanese Electrical Machinery Industry,” *International Journal of Industrial Organization*, Vol.11, No.4, pp.573-591.
- 岩本康志・大内聡・竹下智・別所正 (1996), 「社会資本の生産性と公共投資の地域間配分」, 大蔵省財政金融研究所『フィナンシャル・レビュー』第41号, pp. 27-52.
- 小田切宏之・後藤晃 (1998), 「日本の企業進化—革新と競争のダイナミック・プロセス—」 東洋経済新報社.
- 科学技術庁編 (1985), 「昭和60年版 科学技術白書—研究開発の新展開と連携の時代—」大蔵省印刷局.
- 絹川真哉 (1999), 「日本の製造業における R&D 生産性の再検討」, 株式会社富士通総研『FRI 研究レポート』No. 64.
- 後藤晃 (1993), 「日本の技術革新と産業組織」東京大学出版会.
- 坂下昇・木下宗七・柳沼寿・鈴木和志・花崎正晴 (1985), 「設備投資研究’85—主要国の設備投資と我が国における R&D 投資の構造的特色—」, 日本開発銀行設備投資研究所『経済経営研究』Vol. 6(4).
- 品田直樹 (2002), 「日本企業の生産性と技術進歩—企業財務データを用いた産業内格差の分析—」, 日本政策投資銀行『調査』No. 44.
- (社)経済団体連合会出版グループ編 (1998), 「産業技術力強化のための実態調査 報告書」 経団連資料 No. 16.
- 内閣府編 (2002), 「平成14年版経済財政白書—改革なくして成長なしII—」.

- 長岡貞男・平尾由紀子 (1998), 「産業組織の経済学—基礎と応用—」日本評論社.
- 林正義 (2002), 「社会資本の生産性と同時性」, 内閣府経済社会総合研究所『ESRI ディスカッションペーパー・シリーズ』No. 21.
- 深尾京司・宮川努・河合啓希・乾友彦・岳希明・奥本佳伸・中村勝克・林田雅秀・中田一良・橋川健祥・奥村直紀・村上友桂子・浜潟純大・吉沢由羽希・丸山士行・山内慎子 (2003), 「産業別生産性と経済成長：1970-98年」, 内閣府経済社会総合研究所『経済分析』第170号.
- ブランステッター, リー (1998), 「日本の製造業における生産系列と知識スピルオーバー」, 大蔵省財政金融研究所『フィナンシャル・レビュー』第46号, pp. 72-86.
- 堀内行蔵・鈴木和志・花崎正晴・大滝雅之 (1984), 「設備投資研究’84—変貌する研究開発投資と設備投資—」, 日本開発銀行設備投資研究所『経済経営研究』Vol. 5(4).
- 増田宗人 (2000), 「資本ストック統計の見方—市場評価資本ストックの試算—」, 日本銀行調査統計局『ワーキングペーパー・シリーズ』No. 00-5.
- 松本和幸・花崎正晴 (1989), 「日・米・アジア NIEs の国際競争力—為替レート変動との相互関連」東洋経済新報社.
- 宮川努 (1996), 「設備投資変動と産業連鎖」, 一橋大学経済研究所『経済研究』Vol. 47, No. 4, pp. 301-312.
- 文部科学省編 (2003), 「平成 15 年版 科学技術白書—これからの日本に求められる科学技術人材—」国立印刷局.
- 柳沼寿・堀内行蔵・中西正己・宮川努 (1982), 「設備投資研究’81—研究開発投資の経済的効果—」, 日本開発銀行設備投資研究所『経済経営研究』Vol. 3(4).
- 和田哲夫 (2003), 「第 4 章 個人発明家と企業内発明者—米国特許データからみた個人の発明生産性とその決定要因—」, 後藤晃・長岡貞男編『知的財産制度とイノベーション』東京大学出版会, pp. 131-166.
- 渡辺千仞編 (2001), 「技術革新の計量分析」日科技連.

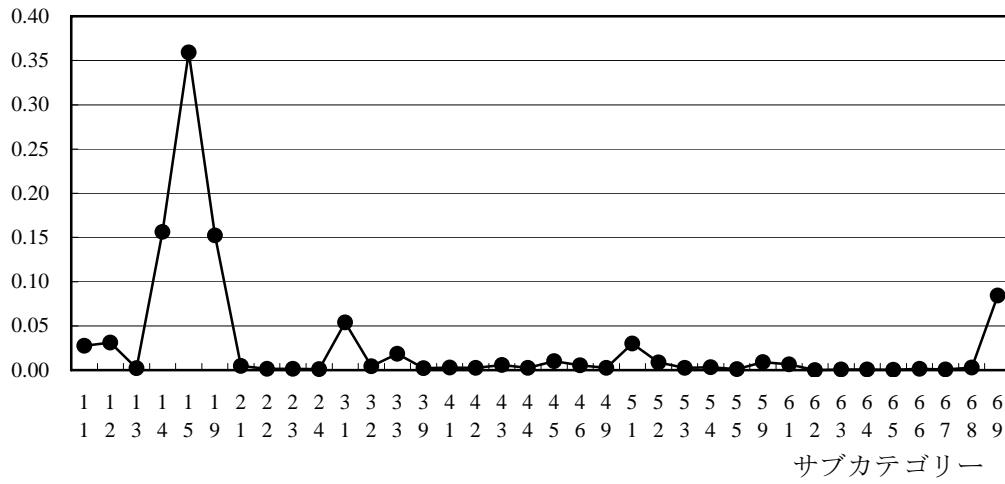
付図1 サンプル企業の米国特許出願・登録件数分布（1980～97年累計）



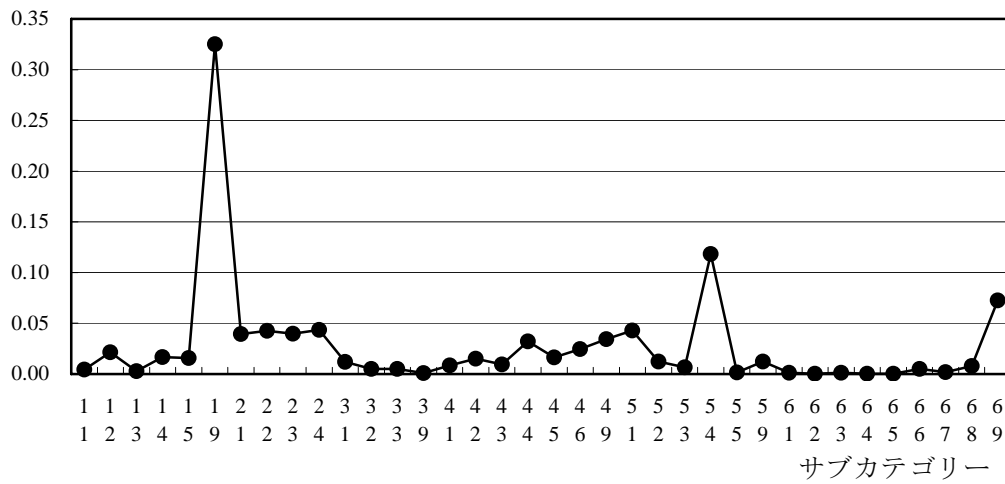
(注) 1. 上記分布はサンプル企業全体のサブカテゴリー別特許件数割合を示す。
 2. 次頁以降の技術サブカテゴリー別特許件数分布は、当該サブカテゴリーに格付けされたサンプル企業ベースで集計して作成。
 (データ出所) "NBER Patent-Citations Data File" (以下同じ)

[技術分野]	カテゴリー	サブカテゴリー
1	化学	11 農業・食料・織物
		12 塗装
		13 ガス
		14 有機化合物
		15 合成樹脂
		19 その他化学
2	コンピュータ・通信	21 通信
		22 コンピュータ機器・ソフトウェア
		23 コンピュータ周辺機器
		24 情報記憶装置
3	医薬	31 医薬
		32 手術用・医療用機器
		33 バイテクノロジー
		39 その他医薬
4	電気・電子	41 電気機器
		42 電気照明装置
		43 計測機器
		44 核・X線検査装置
		45 発電機器
		46 半導体デバイス
5	機械	49 その他電気
		51 データ処理・制御
		52 金属加工
		53 電動機・エンジン・同部品
		54 光学
		55 輸送
6	その他	59 その他機械
		61 農業・畜産・食料
		62 玩具
		63 衣料品・繊維製品
		64 土木
		65 家具・備品
		66 暖房(加熱)装置
		67 導管・ジョイント
		68 ソケット
		69 その他

(総件数)12,196件 サブカテゴリー15: 合成樹脂 (29社計)

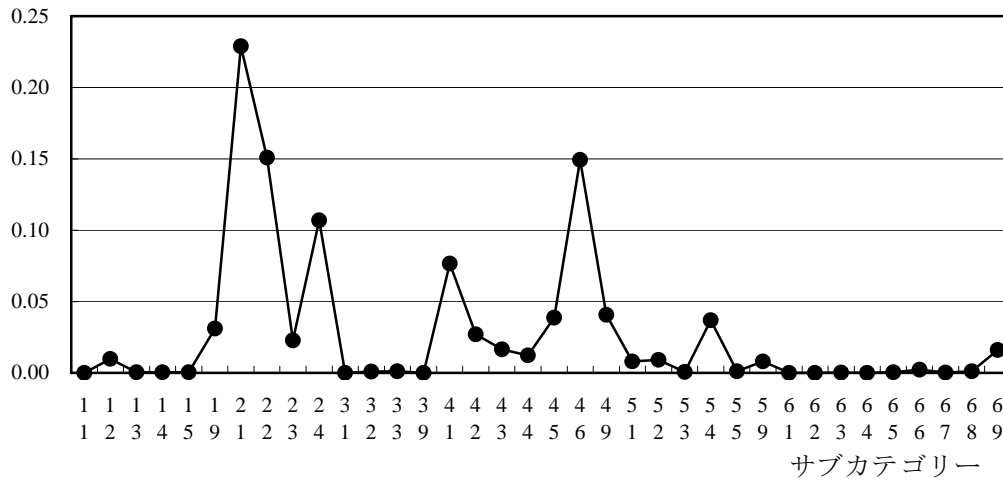


(総件数)21,239件 サブカテゴリー19: その他化学 (31社計)

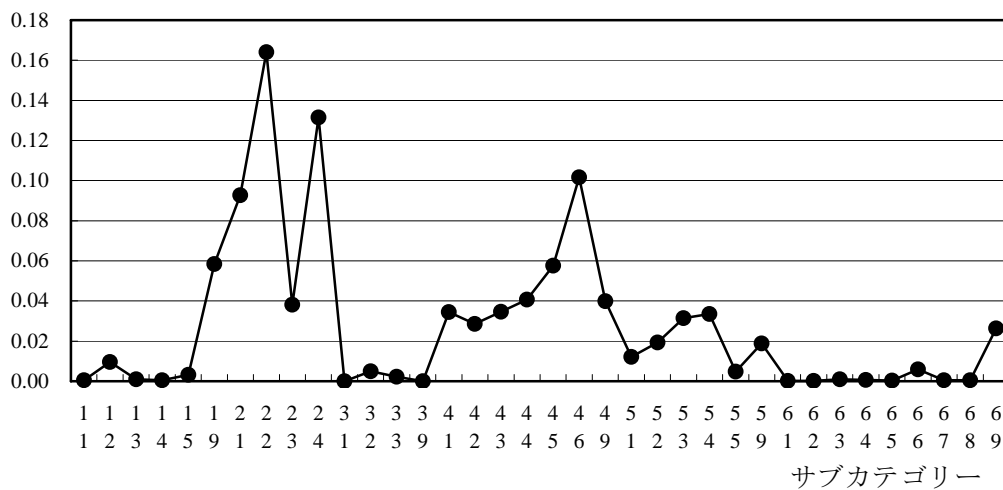


[カテゴリー2: コンピュータ・通信]

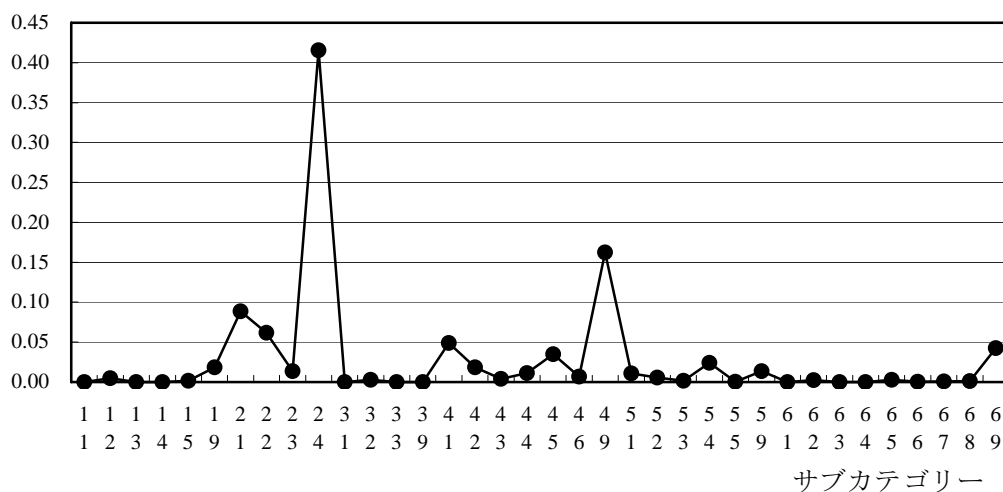
(総件数) 12,401件 サブカテゴリー21: 通信 (17社計)



(総件数) 23,326件 サブカテゴリー22: コンピュータ機器・ソフトウェア (4社計)



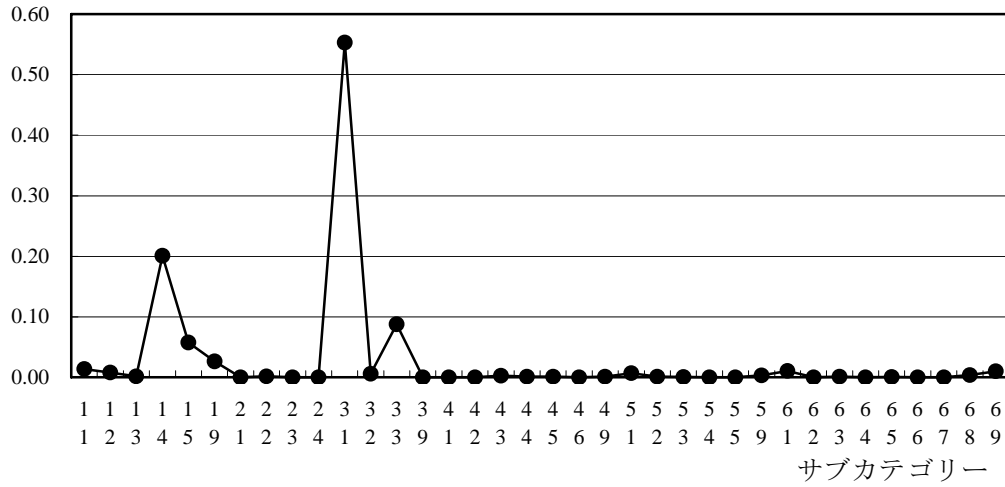
(総件数) 3,011件 サブカテゴリー24: 情報記憶装置 (4社計)



[カテゴリ3: 医薬]

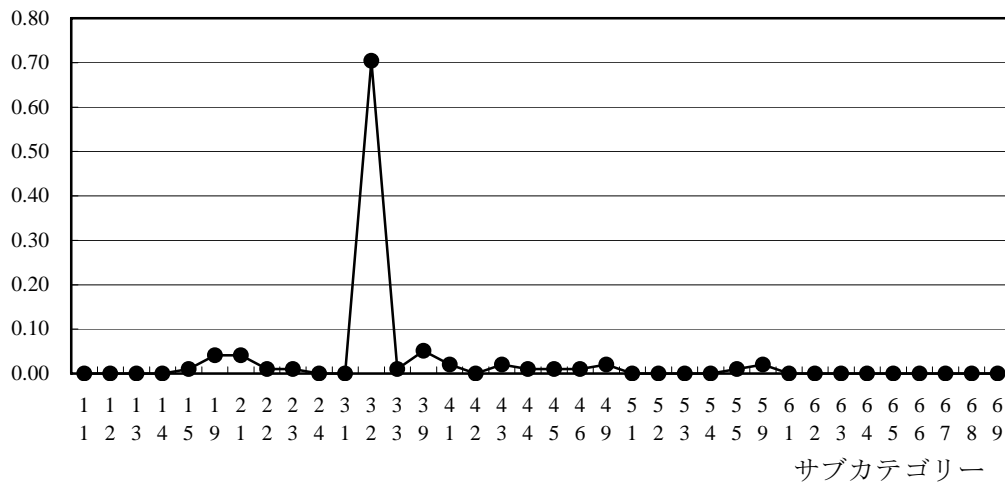
(総件数) 5,370件

サブカテゴリ-31: 医薬 (34社計)



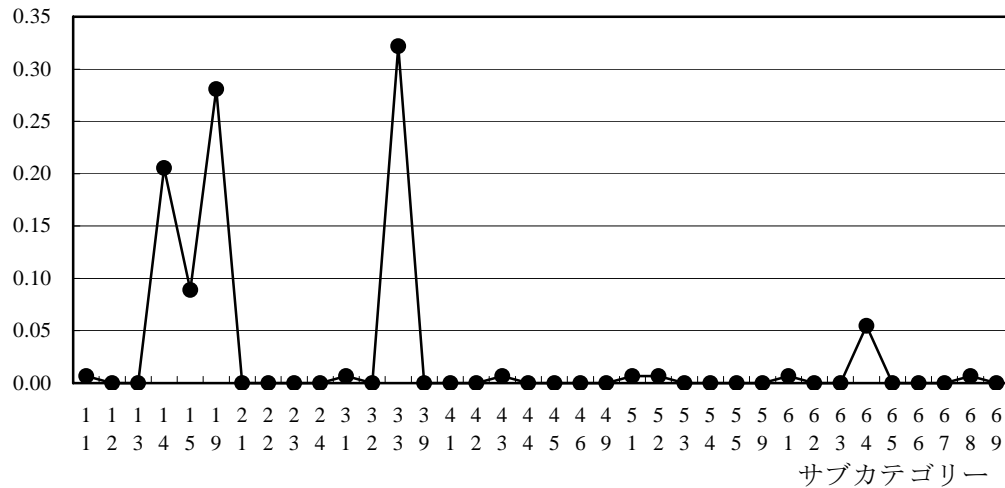
(総件数) 98件

サブカテゴリ-32: 手術用・医療用機器 (1社)



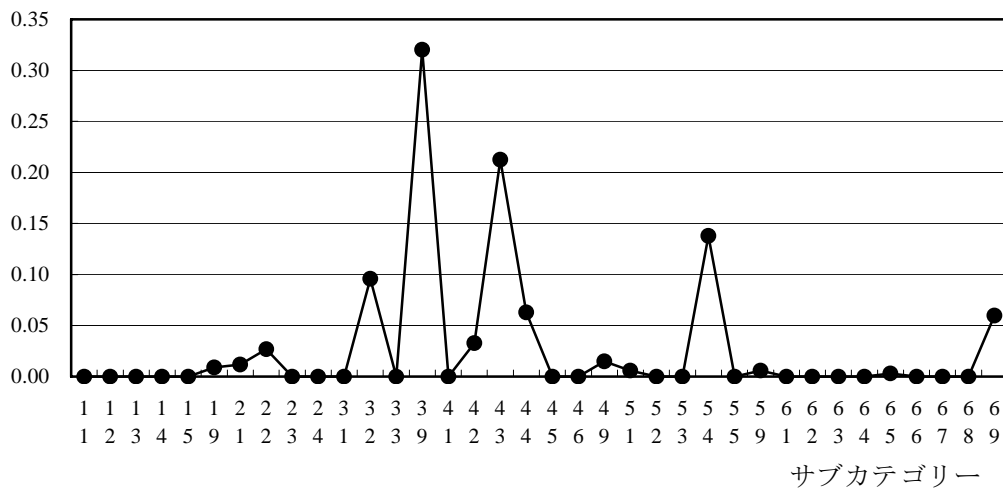
(総件数) 146件

サブカテゴリ-33: バイオテクノロジー (2社計)



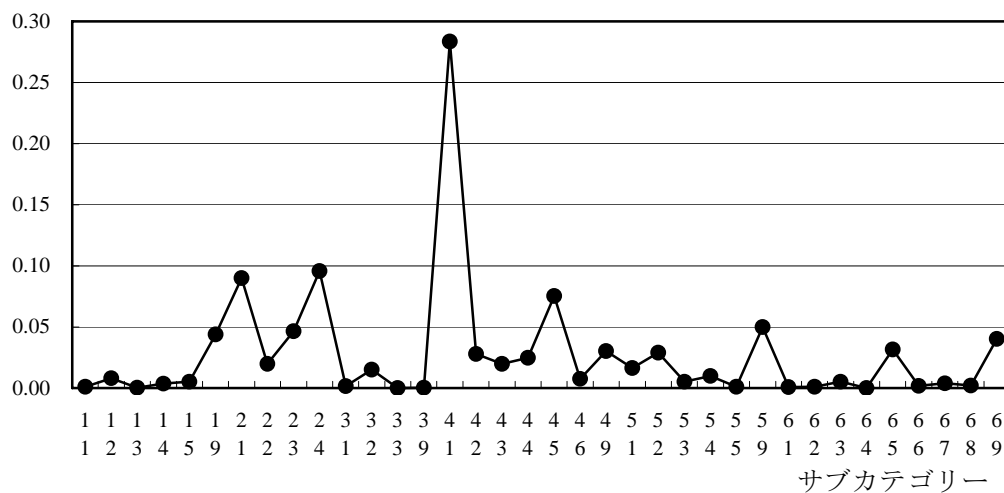
(総件数)334件

サブカテゴリ-39: その他医薬 (1社)

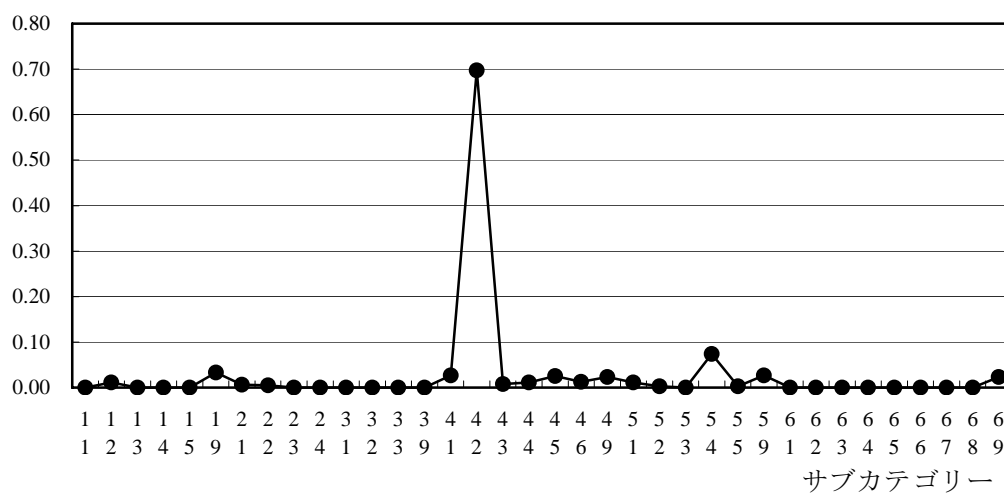


[カテゴリ4: 電気・電子]

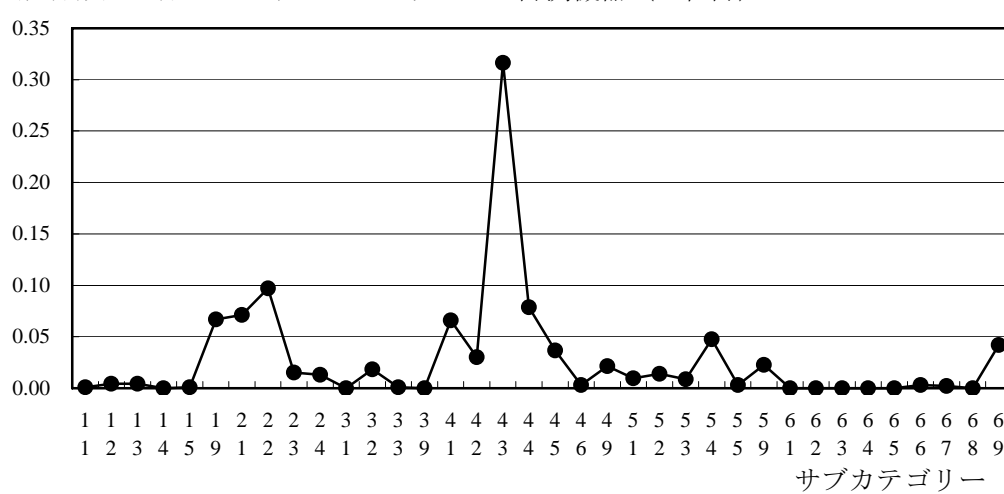
(総件数) 2,723件 サブカテゴリ41: 電気機器 (12社計)



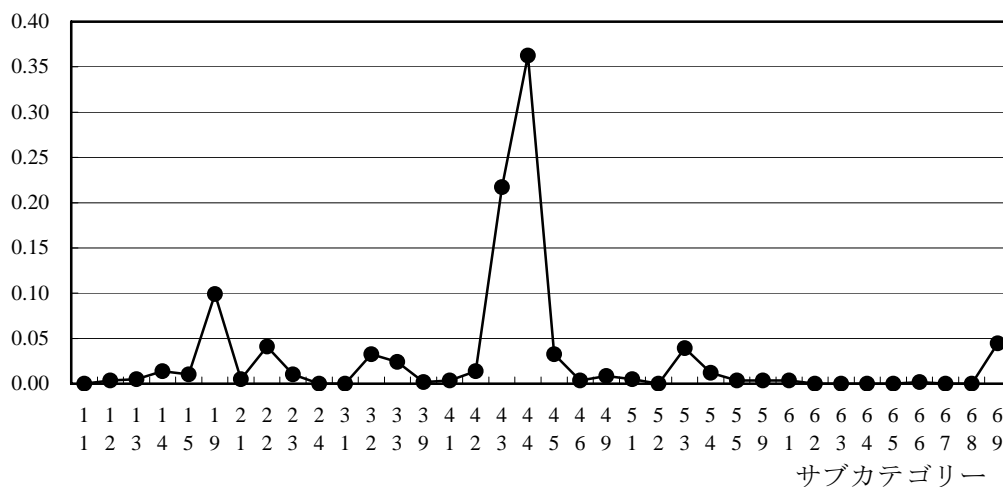
(総件数) 637件 サブカテゴリ42: 電気照明装置 (4社計)



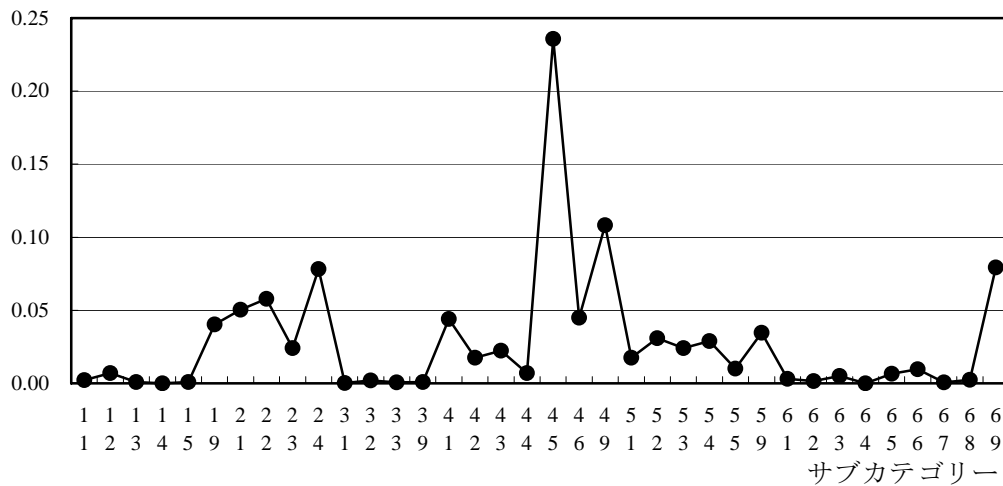
(総件数) 926件 サブカテゴリ43: 計測機器 (11社計)



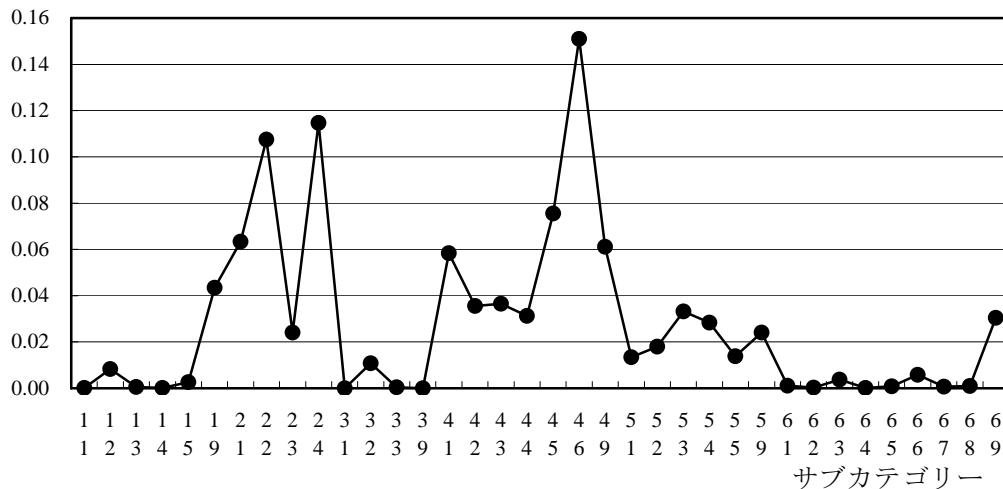
(総件数) 585件 サブカテゴリ-44: 核・X線検査装置 (2社計)



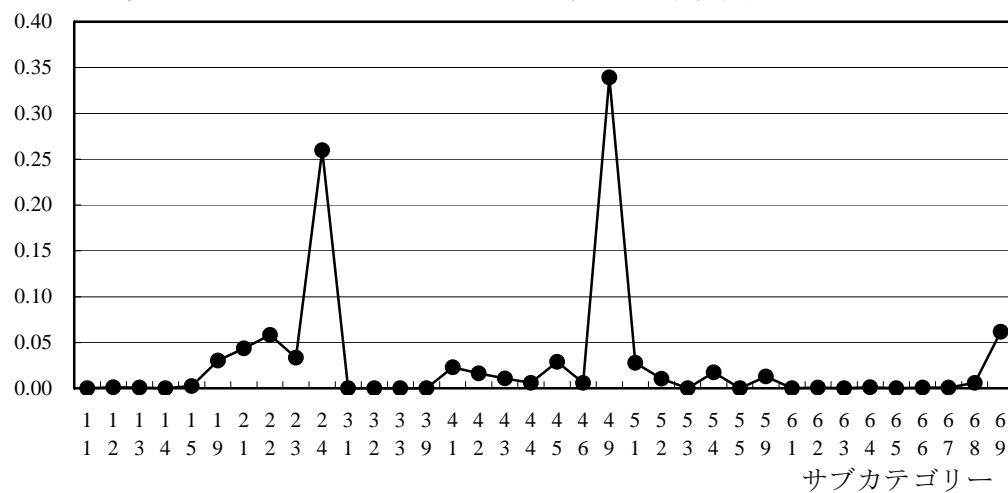
(総件数) 3,181件 サブカテゴリ-45: 発電機器 (20社計)



(総件数) 29,658件 サブカテゴリ-46: 半導体デバイス (6社計)

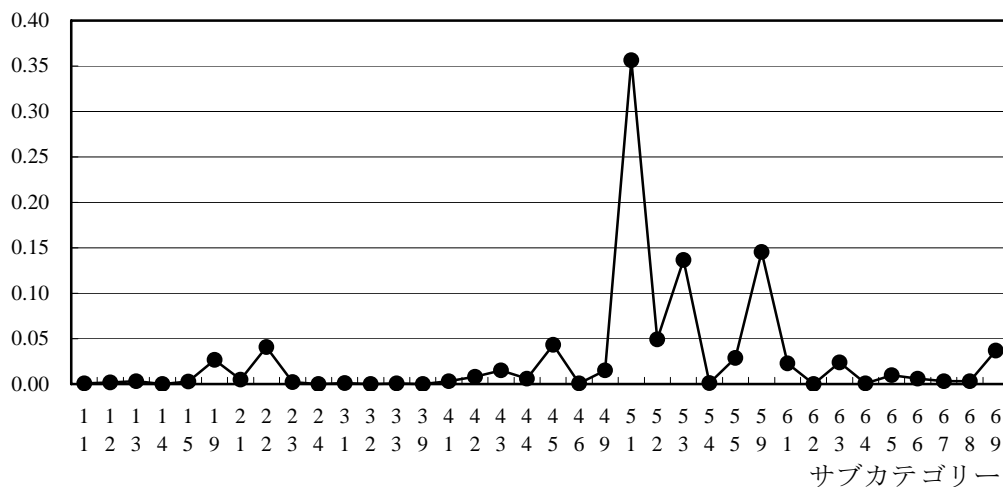


(総件数) 1,648件 サブカテゴリ-49: その他電気 (9社計)

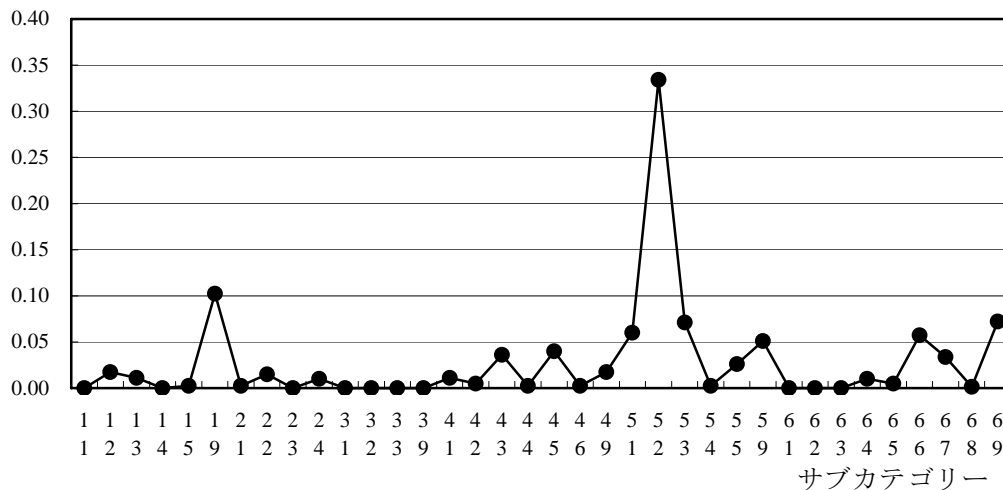


[カテゴリ5: 機械]

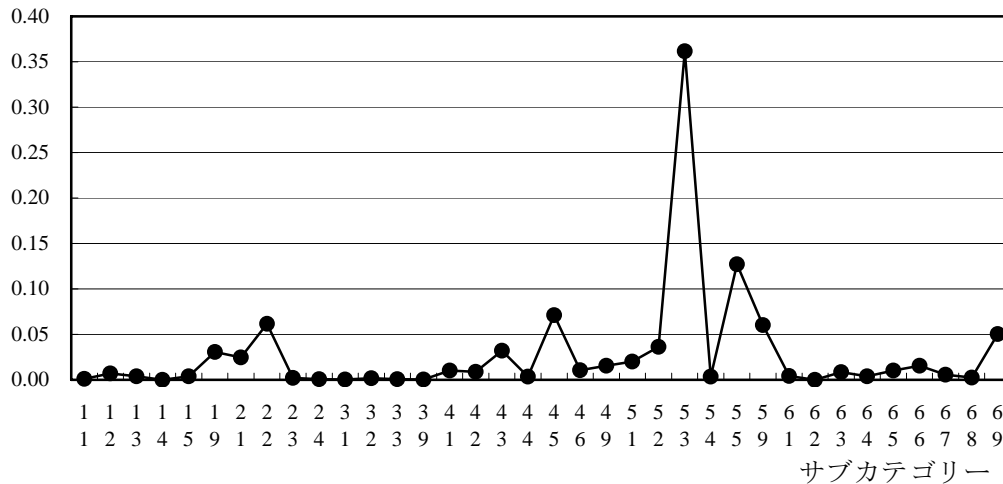
(総件数)1,843件 サブカテゴリ51: データ処理・制御 (19社計)



(総件数)802件 サブカテゴリ52: 金属加工 (10社計)

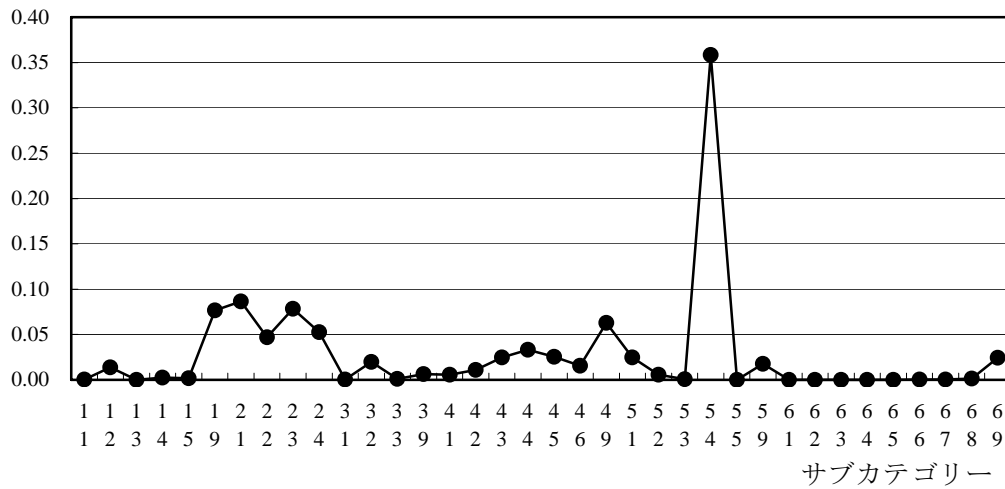


(総件数)28,927件 サブカテゴリ53: 電動機・エンジン・同部品 (39社計)



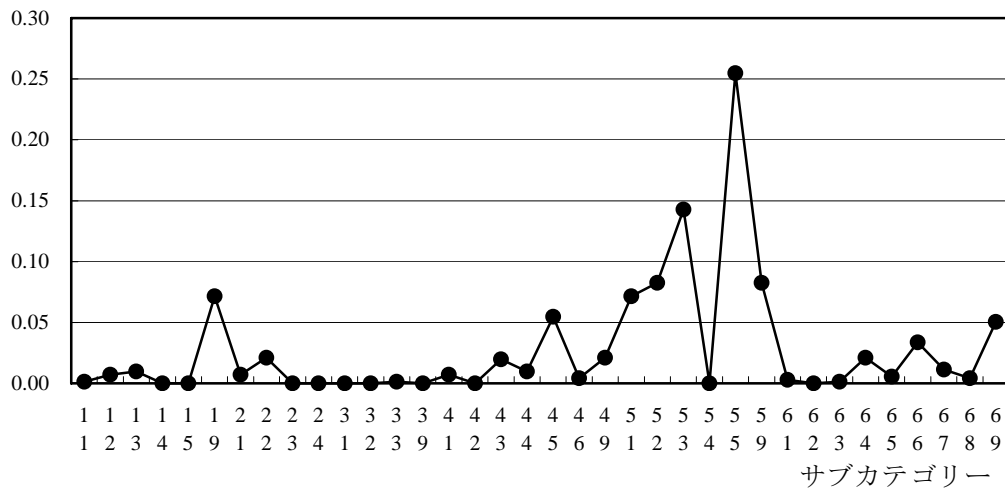
(総件数) 33,252件

サブカテゴリー54: 光学 (7社計)



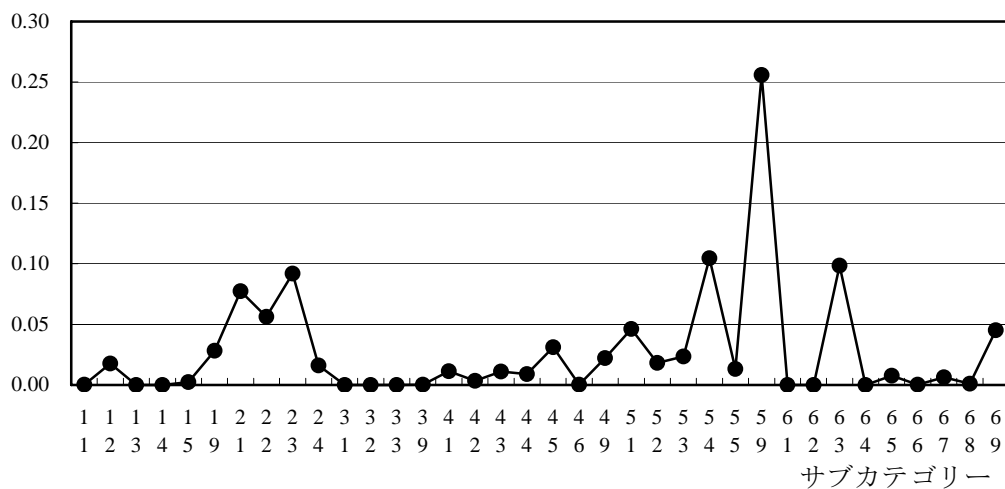
(総件数) 714件

サブカテゴリー55: 輸送 (9社計)



(総件数) 2,895件

サブカテゴリー59: その他機械 (16社計)



付図2 技術マトリックス概念図

			cat	1	2	3	4	5	6
			subcat	11・・・19	21・・・24	31・・・39	41・・・49	51・・・59	61・・・69
cat	subcat	smp1#		1・・・5	6・・・10	11・・・15	16・・・20	21・・・25	26・・・30
1	11	1	A						
	・	・							
	・	・							
2	19	5							
	・	・							
	・	・							
3	24	10							
	・	・							
	・	・							
4	31	11							
	・	・							
	・	・							
5	39	15							
	・	・							
	・	・							
6	41	16							
	・	・							
	・	・							
5	49	20							
	・	・							
	・	・							
6	51	21							
	・	・							
	・	・							
6	59	25							
	・	・							
	・	・							
6	61	26							
	・	・							
	・	・							
		69	30						

B C

(注)

1. 上図においてcatは技術カテゴリー、subcatは技術サブカテゴリーを示す（サンプル企業数を計30社と想定）。
2. 太線の大きな三角形ABCが全体の技術マトリックス（三角行列）を表す。ただし、本稿においてはサブカテゴリーベースを同一技術クラスターとみなして技術距離を算出している。

付表 技術マトリックス (技術サブカテゴリ別平均：サンプル企業 349 社)

技術 距離	サブ カテゴリ 数	11	12	14	15	19	21	22	24	31	32	33	39	41	42	43	44	45	46	49	51	52	53	54	55	59	61	62	63	66	67	69				
11	2	0.67																																		
12	6	0.04	0.68																																	
14	22	0.20	0.21	0.82																																
15	29	0.08	0.27	0.48	0.82																															
19	31	0.04	0.32	0.33	0.37	0.73																														
21	17	0.00	0.08	0.03	0.06	0.12	0.73																													
22	4	0.00	0.13	0.04	0.08	0.18	0.32	0.64																												
24	4	0.00	0.04	0.01	0.04	0.08	0.26	0.37	0.72																											
31	34	0.49	0.12	0.40	0.20	0.10	0.01	0.01	0.00	0.91																										
32	1	0.00	0.02	0.02	0.04	0.06	0.10	0.05	0.03	0.02																										
33	2	0.04	0.19	0.35	0.27	0.40	0.04	0.05	0.01	0.18	0.76																									
39	1	0.00	0.10	0.02	0.05	0.08	0.12	0.16	0.04	0.01	0.30	0.01																								
41	12	0.00	0.11	0.03	0.06	0.11	0.22	0.19	0.16	0.01	0.06	0.03	0.06	0.73																						
42	4	0.00	0.10	0.03	0.04	0.11	0.07	0.13	0.06	0.01	0.01	0.03	0.14	0.19	0.84																					
43	11	0.01	0.15	0.03	0.07	0.14	0.24	0.28	0.10	0.01	0.08	0.05	0.49	0.16	0.10	0.72																				
44	2	0.00	0.20	0.09	0.11	0.22	0.12	0.23	0.04	0.03	0.10	0.13	0.38	0.08	0.09	0.47	0.81																			
45	20	0.02	0.12	0.04	0.08	0.15	0.17	0.32	0.19	0.01	0.04	0.04	0.09	0.21	0.17	0.18	0.16	0.65																		
46	6	0.00	0.14	0.05	0.09	0.21	0.29	0.51	0.34	0.01	0.07	0.06	0.11	0.29	0.18	0.21	0.18	0.38	0.73																	
49	9	0.03	0.08	0.03	0.06	0.10	0.19	0.18	0.25	0.01	0.04	0.02	0.10	0.12	0.13	0.16	0.08	0.17	0.22	0.67																
51	19	0.02	0.13	0.06	0.12	0.17	0.07	0.26	0.09	0.04	0.01	0.04	0.06	0.08	0.05	0.09	0.08	0.16	0.16	0.14	0.76															
52	10	0.01	0.24	0.10	0.13	0.27	0.09	0.26	0.08	0.02	0.02	0.10	0.07	0.09	0.05	0.17	0.12	0.17	0.16	0.17	0.31	0.70														
53	39	0.01	0.07	0.04	0.08	0.13	0.07	0.19	0.08	0.02	0.02	0.04	0.05	0.08	0.06	0.10	0.13	0.23	0.18	0.08	0.20	0.23	0.79													
54	7	0.00	0.10	0.05	0.06	0.19	0.22	0.24	0.21	0.01	0.09	0.06	0.37	0.09	0.21	0.22	0.16	0.13	0.22	0.15	0.08	0.09	0.05	0.87												
55	9	0.01	0.06	0.03	0.06	0.13	0.08	0.19	0.11	0.01	0.03	0.05	0.04	0.06	0.04	0.08	0.10	0.18	0.15	0.12	0.23	0.21	0.34	0.06	0.63											
59	16	0.00	0.09	0.04	0.10	0.18	0.12	0.23	0.23	0.01	0.04	0.04	0.10	0.08	0.05	0.14	0.12	0.19	0.15	0.11	0.31	0.23	0.25	0.11	0.34	0.69										
61	1	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.02	0.07	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04	0.05	0.02	0.03	0.24	0.11	0.01	0.03	0.01	0.07	0.02	0.05	0.01	0.06									
62	1	0.00	0.04	0.03	0.03	0.10	0.06	0.08	0.09	0.01	0.02	0.04	0.01	0.12	0.05	0.04	0.04	0.19	0.14	0.26	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.01									
63	5	0.03	0.04	0.03	0.05	0.08	0.04	0.09	0.05	0.01	0.04	0.03	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.08	0.06	0.04	0.19	0.07	0.08	0.03	0.07	0.18	0.01	0.02								
66	3	0.04	0.18	0.05	0.08	0.16	0.03	0.06	0.04	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.02	0.04	0.05	0.09	0.06	0.05	0.11	0.20	0.25	0.03	0.33	0.17	0.00	0.08	0.04							
67	2	0.00	0.17	0.08	0.17	0.18	0.03	0.12	0.03	0.02	0.01	0.06	0.05	0.07	0.03	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.32	0.27	0.37	0.05	0.19	0.16	0.00	0.01	0.07	0.20	0.81					
69	20	0.02	0.24	0.12	0.25	0.27	0.12	0.22	0.16	0.05	0.07	0.08	0.17	0.14	0.09	0.19	0.14	0.21	0.19	0.21	0.24	0.31	0.19	0.12	0.14	0.24	0.02	0.05	0.11	0.13	0.25	0.70				

(注) 1. 技術マトリックスの対角要素(枠内太字部分)は同一技術サブカテゴリに属する企業間の平均技術距離を示す。また、イタリックの数値は、異なる技術サブカテゴリに属する企業との技術距離が全サブカテゴリの平均技術距離(0.14)を上回るものを示す。

2. サンプル数が1社の技術サブカテゴリについては、同一技術サブカテゴリ内の企業間で技術距離を定義していない(あえて定義すれば、自社に対する技術距離=1となる)。

経済経営研究目録

(1980年7月より2005年6月まで)

Vol. No. 発行年月

◇経済一般理論・実証◇

日本の景気循環の推計 －Markov Switching Dynamic Factor Model を用いた検討－	26 (1)	2005. 5
経済の情報化と IT の経済効果	22 (1)	2001. 11
日米経済と国際競争	20 (4)	2000. 3
現金収支分析の新技法	16 (3)	1995. 11
日米独製造業の国際競争力比較 －実質実効為替レートを利用した要因分析－	12 (1)	1991. 6
レーガノミックスの乗数分析	10 (1)	1989. 5
為替レートのミスアラインメントと日米製造業の国際競争力	9 (1)	1988. 7
貯蓄のライフ・サイクル仮説とその検証	2 (3)	1982. 1
今後のエネルギー価格と成長径路の選択 －期待されるエネルギーから資本への代替－	1 (1)	1980. 7

◇設備投資◇

R&D のスピルオーバー効果分析 －日本のハイテク産業における実証－	26 (2)	2005. 6
1990年代の設備投資低迷の背景について －財務データを用いたパネル分析－	25 (4)	2004. 12
設備投資と不確実性 －不可逆性・市場競争・資金制約下の投資行動－	25 (2)	2004. 9
大都市私鉄の運賃改定とその過程の研究 －1985～1995年－	16 (6)	1996. 1
大都市私鉄の運賃改定とその過程の研究 －1966～1984年－	16 (2)	1995. 11
大都市私鉄の運賃改定とその過程の研究 －1945～1965年－	15 (1)	1994. 12

大都市私鉄の投資と公的助成	14 (1)	1993. 4
－地方鉄道補助法とその評価－		
鉄道運賃・収支と設備投資	13 (2)	1992. 7
大都市圏私鉄の設備投資について	12 (3)	1991. 8
設備投資と資金調達	11 (4)	1991. 2
－連立方程式モデルによる推計－		
土地評価とトービンの q / Multiple q の計測	10 (3)	1989. 10
我が国の設備機器リース	9 (5)	1989. 3
－その特性と成長要因－		
設備の償却率について	9 (3)	1988. 9
－わが国建設機械の計測例－		
設備投資の決定要因	6 (5)	1986. 3
－各理論の実証比較と VAR モデルの適用－		
設備投資研究 '85	6 (4)	1985. 9
－主要国の設備投資とわが国における R&D 投資の構造的特色－		
設備投資研究 '84	5 (1)	1984. 7
－変貌する研究開発投資と設備投資－		
設備投資研究 '82	4 (2)	1983. 7
－調整過程における新たな企業行動－		
投資促進施策の諸類型とその効果分析	4 (1)	1983. 7
設備投資研究 '81	3 (4)	1982. 7
－研究開発投資の経済的効果－		
税制と設備投資	3 (3)	1982. 7
－調整費用、合理的期待形成を含む投資関数による推定－		
時系列モデルの更新投資への適用	3 (2)	1982. 7
設備投資研究 '80	2 (2)	1981. 7
－投資行動分析の新しい視角－		
◇金融・財政◇		
日本企業のガバナンス構造	24 (1)	2004. 1
－所有構造、メインバンク、市場競争－		

非対称情報下の投資と資金調達	23 (3)	2003. 2
－負債満期の選択－		
－投資非効率と企業の規模－		
メインバンク関係は企業経営の効率化に貢献したか	21 (1)	2000. 8
－製造業に関する実証研究－		
ドル・ペッグ下における金融危機と通貨危機	20 (3)	1999. 8
アメリカ連邦政府の行政改革	20 (1)	1999. 6
－GPRRA を中心にして－		
なぜ日本は深刻な金融危機を迎えたのか	19 (1)	1998. 9
－ガバナンス構造の展望－		
国際機関投資家の新潮流	16 (4)	1995. 9
アメリカの金融制度改革における銀行隔離論	13 (1)	1992. 6
メインバンクの実証分析	12 (4)	1992. 3
Asset Bubble のミクロ的基礎	11 (3)	1990. 12
資産価格変動とマクロ経済構造	11 (2)	1990. 7
貯蓄・投資と金利機能	11 (1)	1990. 6
金融構造の変化について	10 (2)	1989. 8
公的部門の金融活動	9 (4)	1988. 10
－米国での動きとわが国との対比－		
クラウドディング・アウトについての研究	8 (1)	1987. 11
－国債発行の国内貯蓄および金融仲介への影響－		
アメリカの金融システムの特徴と規制緩和	7 (1)	1986. 10
アメリカの金融自由化と預金保険制度	6 (3)	1985. 6
西ドイツの金融自由化と銀行収益および金融制度の安定	6 (2)	1985. 7
西ドイツの公的金融		
－その規模と特徴－		
アメリカの公的金融	6 (1)	1985. 7
－フェデラル・ファイナンスンギング・バンクと住宅金融－		
金融市場の理論的考察	5 (2)	1984. 7
債券格付に関する研究	2 (1)	1981. 7

資本市場に於ける企業の資金調達 －発行制度と資金コスト－	1 (2)	1980. 10
◇資源・環境◇		
カーボンファイナンスの評価と今後の可能性 －モンテカルロ法によるシミュレーション分析－	25 (5)	2004. 12
地域経済と二酸化炭素排出負荷	24 (4)	2004. 3
エネルギー問題に関する理論および実証のサーベイ	1 (3)	1981. 2
◇会計・企業・財務◇		
税効果会計と利益操作 －倒産企業による実証分析－	25 (6)	2005. 3
コーポレート・ガバナンスの世界的動向 －欧米、中国・韓国における法制度を中心とする最近の展開 ならびに「会社法制の現代化に関する要綱試案」の動向－	25 (3)	2004. 9
コーポレート・ガバナンス改革の現状と課題 －経営機構改革の具体例の検討、内部統制システム等 に関する考察を中心として－	24 (5)	2004. 3
利益の質による企業評価 －利質分析の理論と基本的枠組み－	24 (3)	2004. 3
企業の再生と挫折 －UALにおけるターンアラウンド戦略の評価－	24 (2)	2004. 3
商法改正後の新しいコーポレート・ガバナンスと企業経営 －社外取締役、監査役会など米国型機構、従来型機構の検討を中心として－	23 (6)	2003. 3
日本の製造業 －長期データに基づく収益力の再検証－	23 (5)	2003. 3
利益操作の研究 －不当な財務報告に関する考察－	23 (4)	2003. 2
バブル崩壊後の企業財務の推移と課題	18 (3)	1998. 3
連結決算 20 年のデータで見る日本企業の資本収益性低下	18 (2)	1998. 3
日米医療 NPO（非営利組織）の経済分析	17 (2)	1997. 3
企業のリストラクチャリングについて	16 (1)	1995. 5

日本主要企業の資本構成	12 (2)	1991. 7
企業における情報行動の分析	7 (2)	1987. 3
－職場における情報行動に関する調査報告－		
ビジネス・リスクと資本構成	3 (1)	1982. 4
◇産業構造・労働◇		
技術進歩と人的資本	25 (1)	2004. 5
－スキル偏向的技術進歩の実証分析－		
我が国の半導体産業とイノベーション	23 (7)	2003. 3
－イノベーション経営研究会報告書－		
我が国製造業の打開策を探る	23 (2)	2002. 11
－プロダクション・ニューパラダイム研究会報告書－		
貿易と雇用	23 (1)	2002. 11
－グローバル化の産業と地域への影響－		
グローバル化と労働市場	21 (2)	2000. 11
－日本の製造業のケース－		
偏向的技術進歩と日本製造業の雇用・賃金	20 (2)	1999. 6
－コンピュータ投資にみる技術進歩の影響－		
戦間期日本における農工間賃金格差	19 (3)	1998. 12
日本の労働市場と失業	9 (2)	1988. 8
－ミスマッチと女子労働供給の実証分析－		
産業調整問題に関する理論および実証	3 (5)	1982. 8
◇地域政策◇		
地域・目的別社会資本ストックの経済効果	19 (2)	1998. 11
－公共投資の最適配分に関する実証的分析－		
地域間所得移転と経済成長	18 (1)	1998. 3
アジアにおける地域の国際ネットワーク化試論	17 (1)	1997. 3
－ネットワークの理論的考察とその応用としてのアジア重層ネットワーク構想－		
新しい町づくりの試みサステイナブル・コミュニティ	16 (5)	1995. 10
－真のベター・クオリティ・オブ・ライフを求めて－		

首都圏を中心としたハイテクゾーンの現状と将来

6 (6) 1986. 3