NISTEP REPORT No.111

平成19年度　科学技術振興調整費　調査研究報告書

イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究

報告書

2008年3月

文部科学省　科学技術政策研究所

Study on the Measurement of Innovation

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
JAPAN

本報告書は、科学技術振興調整費による業務として、科学技術政策研究所が実施した「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究（平成 19 年度）」の成果を取りまとめたものです。

本報告書の複製、転載、引用等には科学技術政策研究所の承認手続きが必要です。

＜報告書　作成者（掲載ページ順）＞

イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究推進委員会委員

調　麻佐志　東京農工大学　大学教育センター　准教授　【Ⅱ－１．１．２】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官

鈴木　潤　政策研究大学院大学　教授　【Ⅱ－１．２】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官

伊地知寛博　成城大学　社会イノベーション学部　教授
【Ⅱ－１．２、Ⅱ－１．３、Ⅱ－４．１．２】
科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官

榊原　清則　慶應義塾大学　総合政策学部　教授　【Ⅱ－２．１】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官

中馬　宏之　一橋大学　イノベーション研究センター　教授　【Ⅱ－２．２】
科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官

深尾　京司　一橋大学　経済研究所　教授　【Ⅱ－３．１】
科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官

小田切宏之　一橋大学　経済学研究科　教授　【Ⅱ－３．２】
科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官

大橋　弘　東京大学　大学院経済学研究科　准教授　【Ⅱ－３．３】
科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員総括主任研究官

永田　晃也　九州大学　大学院経済学研究院産業マネジメント部門　准教授
【Ⅱ－４．１．１】
科学技術政策研究所　第２研究グループ　客員総括主任研究官

角南　篤　政策研究大学院大学　准教授　【Ⅱ－４．２】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官

共同研究者

山下　泰弘　山形大学　評価分析室　准教授　【Ⅱ－１．１．３】
科学技術政策研究所　科学技術基盤調査研究室　客員研究官

富澤　宏之　OECD（経済協力開発機構）科学技術産業局　主席行政官
【Ⅱ－１．１．１】

辻本　将晴　芝浦工業大学　専門職大学院工学マネジメント研究科　専任講師
【Ⅱ－２．１】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官

松本　陽一　慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科　博士後期課程大学院生
【Ⅱ－２．１】

近藤　章夫　科学技術政策研究所　第１研究グループ　研究員　【Ⅱ－２．２】

権　赫旭　日本大学　経済学部　専任講師　【Ⅱ－３．１】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官

目　次

報告書作成者
概要

第Ⅰ部　総論

序章　調査の目的及び内容等 1
　序．１　調査の背景と目的 1
　序．２　調査の内容と調査体制 3
　　序．２．１　調査の内容 3
　　序．２．２　推進委員会の設置 4
第１章　　イノベーションとイノベーション計測をめぐる政策動向 6
　１．１　イノベーション政策をめぐる国際的動向 6
　　１．１．１　米国の動向 6
　　１．１．２　欧州の動向 7
　　１．１．３　OECD の動向 9
　　１．１．４　わが国の動向 10
　１．２　イノベーション計測をめぐる諸外国等の動向 12
　　１．２．１　米国の動向 12
　　１．２．２　欧州の動向 15
　　１．２．３　OECD の動向 16
第２章　イノベーション測定手法の開発 18
　２．１　本調査研究の枠組み 18
　２．２　主な成果の概要 20
　　２．２．１　科学の技術への波及プロセス 20
　　２．２．２　イノベーティブな企業・産業と科学研究の結び付き 25
　　２．２．３　全要素生産性や企業価値に研究開発が及ぼした効果：ミクロベースでの分析 29
　　２．２．４　科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響 34
　２．３　産業別に分析手法を当てはめたケース 41
　　２．３．１　家電産業、半導体産業を含む電機産業におけるイノベーション分析のケース 41
　　２．３．２　医薬品産業におけるイノベーション分析のケース 44
第３章　今後の方向性と課題 45

第Ⅱ部　分担研究の報告

金　榮愨　　一橋大学　経済研究所　経済制度センター　非常勤研究員
【Ⅱ－３．１】
羽田　尚子　　駒澤大学　経営学部　専任講師　【Ⅱ－３．２】
科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官
中村　豪　　東京経済大学　経済学部　准教授　【Ⅱ－３．３】
科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官
大西宏一郎　　科学技術政策研究所　第２研究グループ　研究員【Ⅱ－４．１．１】
小山田和仁　　日本学術振興会　国際事業部地域交流課　研究員　【Ⅱ－４．２】
稲葉　尚子　　政策研究大学院大学　大学院生　【Ⅱ－４．２】
江間　有沙　　東京大学大学院　総合文化研究科　修士課程大学院生【Ⅱ－４．２】

文部科学省　科学技術政策研究所　　【第Ⅰ部】

渡邊　康正　　科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　総括上席研究官
三橋　浩志　　科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　上席研究官

「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究」の概要

１．本調査研究の背景と目的

(1) 国内外で相次ぐイノベーション創出政策

グローバリゼーションの進展、新興工業国の台頭と国際競争の激化の下、イノベーションの創出は我が国をはじめ世界各国において喫緊の政策課題となっている。

【主な国内外のイニシアティブ】

日本：「革新的技術戦略」、「環境エネルギー技術革新計画」、「研究開発力強化法」
米国：「全米競争力イニシアティブ」、「米国競争力法（America COMPETES Act)」
欧州：リスボン戦略・新リスボン戦略、“Creating an Innovative Europe(Aho レポート)”、第７次フレームワーク・プログラムと“Competitive-ness and Innovation Framework Programme”、“European Institute of Innovation and Technology (EIT)”
OECD：「OECD イノベーション戦略」の策定（～2010 年)

(2) イノベーション測定に向けた政策ニーズの高まり

各国共に、イノベーション創出政策の進展に併せて、イノベーションに関する理解を深め、効果的に政策を実施するニーズが高まっている。従来の静的でマクロな指標ではイノベーションのダイナミズムを充分に捉えられないとの認識から、イノベーションのプロセスに即して様々な手法を組み合わせてイノベーションを測定し、科学技術がイノベーションに与える効果を測定・評価する手法や指標を開発することで、エビデンスに基づいた政策の構築や評価に活かそうとしている。

(3) 調査研究の目的

本調査研究は、科学技術研究と密接に関係したイノベーションを、イノベーションのプロセスに即して分析するため、2006 年度の「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」で抽出された各テーマ・アプローチに対して、実際に分析用データベースを構築すると共に、データを用いて分析することを目的とする。

２．調査研究の内容

「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究推進委員会」（座長：榊原清則慶應義塾大学教授）を設置し、以下のテーマ・アプローチについて調査研究を実施した。

①科学研究の技術への波及プロセスを明らかにするため、計量書誌学的手法を用いて特許と科学論文のリンケージを分析した。また、イノベーション関連データをミクロ（企業）レベルで企業名等で参照できるように時系列で接続し、分析した。

②これらの分析と並行して、イノベーション・プロセスについての理解を深め、企業・産業と科学研究の結びつきを明らかにするため、企業と学会の関係や、研究者・技術者がイノベーションのプロセスにおいて担う役割について分析した。

③生産性上昇等への研究開発の寄与を定量的に明らかにするため、ミクロ（企業）レベルのイノベーション関連データに基づく計量経済分析を実施した。企業の研究開発投資が TFP

（全要素生産性）に及ぼす効果の分析とともに、研究開発投資や知的資産が企業価値の形成に及ぼす影響を分析した。さらに、具体的技術に基づくイノベーションの効果についても分析した。

④科学技術システム改革やイノベーション・システムのガバナンスがイノベーション創出に与えた効果をマクロ（国）レベルで明らかにするため、ナショナル・イノベーション・システムの階層的分析や、国際比較分析を行うとともに、科学技術政策に関する研究者の意識を分析した。

3．調査研究の主な成果

(1) イノベーション関連のミクロ（企業）データの接続

科学技術研究調査、企業活動基本調査、特許データを接続した3,131社（民間研究開発投資額の約9割に相当）のデータと産学連携データ、全国イノベーション調査データ等を企業名等で参照できるように接続し、時系列のミクロ分析を行う基盤を構築した。

(2) 研究開発と生産性上昇の関係

接続したデータを用いてTFP（全要素生産性）を被説明変数とする計量経済モデルで分析した結果、研究開発投資やイノベーション活動が、TFP（全要素生産性）の上昇に寄与していること、その寄与の程度は産業により異なることが明らかになった。なお、このような研究は1990年代初め以降ほとんど行われていなかったため、その後の期間をカバーする分析事例となった。

(3) 研究開発と企業価値形成の関係

接続したデータを用いて、医薬品産業について企業価値を被説明変数とする計量経済モデルにより分析した。企業が将来産み出すキャッシュフローへの期待を反映した株価に基づく企業価値の形成に、研究開発投資の対売上高比率が寄与していることが明らかになった。また、保有特許が既に大きい時は研究開発投資の企業価値への寄与が逓減する、といった傾向もみられた。

(4) 技術的イノベーションの経済効果の計量

ある技術的イノベーションが実現したケースと実現しなかったケースを比較し、イノベーションがもたらした経済効果を計量した。具体的には、1960年代の鉄鋼産業を事例として、多孔ランスとOG装置（当時導入されたLD転炉の問題点を解決した技術）について分析した。その結果、同技術が我が国の鉄鋼産業において23.2%の生産量増加に寄与したことがが明らかになった。この手法を用いて、個別の技術が産業にどの様なインパクトを与えているのかを定量的に測定する可能性が示唆された。

(5) 科学と技術のリンケージ

米国特許（約160万件）に引用された論文（約270万論文）のデータベースを構築し、特許が引用する学術論文について、論文を引用している特許の比率、特許における平均引用論文数、特許出願年と引用論文刊行年との時間差を分析することで、科学と技術のリンケージの特徴を把握した。例えば、家庭電器関連の技術分野は、新しい科学的知見を参照する傾向

にあることが明らかになった。また、論文掲載雑誌名から学術分野を把握し、特許に引用された論文の学術分野の構成が、1995年と1999年で変化が小さいことが明らかになった。

論文執筆者の所属機関についてセクター分類を行い（主要国の英文論文の執筆者の所属機関について、約9割をセクター分類）、特許が引用している論文を産み出しているセクターを把握した。その結果、例えば特許が引用する論文のうち企業が執筆者に含まれるものを見ると、大学との共著が増えるなど、公的研究開発の役割が高まっていることが明らかになった。

(6) 既存産業が科学との関係を深める「既存産業のサイエンス型化」が進展

既存産業が学会（科学）との関係を強め、技術提携や商談の機会として学会を利用する傾向を、企業向けアンケート調査より把握した。このようにサイエンス型化する傾向が近年顕著になっている産業は「自動車・航空機・産業用運搬車両産業」であることが明らかになった。日本の自動車産業の競争力の要因のひとつとして、今後この点が注目される。

このことは、イノベーションの測定・把握のための指標体系や分析手法の検討に際して、バイオ産業やＩＴ産業のように、科学研究の成果が直接的に製品化されて新産業が興るモデルのみではなく、既存産業がサイエンスとの関係を深めながらサイエンス型産業に変革する「産業のサイエンス型化」というモデルも反映させる必要性があることを示唆している。

(7) 基礎的な研究段階と製品の具現化・市場化段階の間で知識の受け渡しが弱いケースが存在

半導体関連産業に関連する学会（情報通信学会、日本物理学会、応用物理学会）の会員に、イノベーションのプロセスで各人が担当する活動への質問票調査をもとに、リニア・モデル的なグループなのか、連鎖モデル的なグループなのかを分析した。その結果、企業研究者が多い情報通信学会、大学研究者が多い日本物理学会、両者が同程度の応用物理学会のどのグループも、研究・開発・設計・生産系活動とマーケティング・営業技術系活動を結びつける人材が比較的少なく、研究者の知識の受け渡し関係が弱いことが示唆された。

４．今後の課題

ミクロ（企業）レベルのデータの接続と分析は国際的にも緒に就いたところであり、イノベーションの把握には、このようなミクロデータを継続的に整備・活用することが今後も重要である。このためには、経済、経営、統計、技術等の複数の専門分野の研究者が結集するとともに、所要のデータを蓄積・提供できる研究プラットフォームの形成が必要である。OECDや各国で進められているイノベーション計測プロジェクトとの協力を円滑かつ効果的に進めていく上でも、このようなプラットフォームの重要性は大きい。

イノベーション測定を深めるには、イノベーション・プロセスのケーススタディをはじめとするイノベーションに関する基礎的研究を併行して進め、指標体系や測定手法に反映することが必要である。例えば、今回明らかになった企業が科学との関係を変化させながら科学的知見を取り入れて企業の変革を図り競争力を獲得する「既存産業のサイエンス型化」や、企業内部にイノベーション・プロセスを反映した測定手法や指標の構築等も挙げられる。また、計量経済分析における説明変数として、例えば、今後は社外の技術知識のストックの波及効果や知的財産の質的な評価や、特許と論文のリンケージにとどまらない人材養成、人材の交流や組織間移動を通じた知識ストックの形成や知識の伝播の効果を測定に反映させることが課題である。

第Ⅰ部

総　論

序章 調査の目的及び内容等

序．1 調査の背景と目的

産業の国際競争力強化に向けた、科学技術を基盤としたイノベーションの創出は、世界各国で喫緊の課題となっている。わが国でも、イノベーションの創出を通じたわが国の科学技術力の社会への還元を謳った第3期科学技術基本計画の策定（2006年）、長期戦略指針「イノベーション25」の閣議決定（2007年）、「革新的技術戦略」及び「環境エネルギー技術革新計画」の決定（総合科学技術会議、2008年）など、次々とイニシアティブが打ち出されている。また、我が国からの絶え間ないイノベーション創出に向けた「研究開発力強化法（研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律）」も制定された（2008年）。米国ではブッシュ政権が2006年2月に発表した「全米競争力イニシアティブ」に呼応して2007年夏には「米国競争力法（America COMPETES Act）」[1]も制定された。欧州においてはリスボン戦略・新リスボン戦略の下、"Creating an Innovative Europe"(Aho レポート)を受け、"Putting knowledge into practice: a broad-based innovation strategy for the EU"(2006年)を始めとした政策文書が発表されるとともに、戦略的学際領域で産学官連携によりイノベーションの創出を進める"European Institute of Innovation and Technology (EIT)"の設立も進められている。

これらイノベーション創出に向けた取組とともに、科学技術政策やイノベーションに関するより深い理解に基づき科学技術政策やイノベーションの経済・社会的効果を把握し、政策をより効果的に進める必要があるとの認識も高まっている。欧州においては、既に5回にわたり「共同体イノベーション調査(Community Innovation Survey: CIS)」が実施されるとともに、2001年以来、毎年、「欧州イノベーション・スコアボード」をとりまとめEU及び加盟国におけるイノベーションのパフォーマンスの評価と国際比較を行っている。米国では、マーバーガー大統領補佐官の提唱に基づきNSFが“Science of Science and Innovation Policy: Sci SIP” プログラムを進めているとともに、商務省は「21世紀経済におけるイノベーションの計測に関する諮問委員会」における検討を進め、全要素生産性や知的資産の計測、そのための経済統計や統計データ利用の改善と関連研究の推進などを勧告した。こうした流れを受け、我が国においても、2006年度科学技術振興調整費により「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」を実施し、我が国における経済、統計、評価、科学技術等の専門家を結集した調査体制の確立とイノベーション計測に向けた調査研究の方向性の検討を行った。

本調査「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究」は2006年度の「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」で提案された調査研究手法を踏まえ、実際分析に用いるデータベースを整備し、それに基づきイノベーションの測定・分析を試行したものである。試行に際しては具体的にいくつかの産業をケースとして選定し、各ケースにおけるイ

[1] America Competes Act: America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act

ノベーションのプロセスを、各手法を組み合わせることにより多面的に明らかにするよう努めた。本試行的分析を通じ、これまで検討されてきた手法の有効性の確認と、今後の科学技術イノベーションの効果の測定に向けた示唆を得ること目指した。

序．２　調査の内容と調査体制

序．２．１　調査の内容

本調査では、科学技術研究と密接に関係したイノベーションを、イノベーションのプロセスに即して分析するため、平成 2006 年度の「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」で示された各アプローチを実際のケースに対し、実際のデータを用いて適用することとした。

具体的には、①まず、科学研究の技術への波及プロセスを明らかにするため、計量書誌学的手法による特許と科学論文のリンケージの分析と、イノベーション関連データのミクロ（企業）レベルでの接合と分析を行った。②次いで、これらの分析と並行して、イノベーション・プロセスについての理解をケースを通じて深め、イノベーティブな企業・産業と科学研究の結びつきを明らかにするため、既存産業における企業の研究開発と科学の関係の分析と、研究者・技術者がイノベーションのプロセスにおいて担う役割の分析を行った。③さらに、イノベーションの効果を定量的に明らかにするため、イノベーション関連データのミクロ（企業）レベルでの接合を踏まえ、ミクロ（企業）レベルのデータに基づく計量経済分析を行った。企業の研究開発活動が全要素生産性に及ぼす効果の分析、研究開発や知的資産が企業価値に及ぼす影響の分析、そして、具体的技術に基づくイノベーションの効果の分析である。

以上のミクロ分析とともに、④科学技術システム改革やイノベーション・システムのガバナンスがイノベーション創出に与えた効果をマクロ（国）レベルで明らかにするため、ナショナル・イノベーション・システムの階層分析とガバナンスに関する研究者の意識の分析を行った。

序．２．２　推進委員会の設置

本調査研究の実施のため、科学技術政策研究所に本調査を分担するイノベーション研究の専門家、及びイノベーションに関連する知見を有した専門家・有識者等からなる委員で構成された「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究推進委員会」を設置した。推進委員会の委員及び開催状況は以下のとおりである。

「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究推進委員会」

＜敬称略、五十音順＞

（座長）

榊原　清則　　慶應義塾大学　総合政策学部　教授

（委員）

有本　建男　　科学技術振興機構　研究開発戦略センター　副センター長
伊地知寛博　　成城大学　社会イノベーション学部　教授
　　科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官
大橋　　弘　　東京大学大学院　経済学研究科　准教授
　　科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員総括主任研究官
小川　智也　　理化学研究所　横浜研究所長
　　科学技術振興機構　研究開発戦略センター　シニアフェロー
長我部信行　　日立製作所　基礎研究所長
小田切宏之　　一橋大学　経済学研究科　教授
　　科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官
調　麻佐志　　東京農工大学　大学教育センター　准教授
　　科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官
鈴木　　潤　　政策研究大学院大学　教授
　　科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官
角南　　篤　　政策研究大学院大学　准教授
　　科学技術政策研究所　第３調査研究グループ　客員研究官
中馬　宏之　　一橋大学　イノベーション研究センター　教授
　　科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官
長岡　貞男　　一橋大学　イノベーション研究センター長・教授
永田　晃也　　九州大学大学院　経済学研究院産業マネジメント部門　准教授
　　科学技術政策研究所　第２研究グループ　客員総括主任研究官
深尾　京司　　一橋大学　経済研究所　教授
　　科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官
元橋　一之　　東京大学大学院　工学系研究科　教授
　　科学技術政策研究所　第１研究グループ　客員研究官
渡部　俊也　　東京大学　国際産学・共同研究センター　センター長・教授

（科学技術政策研究所）
木村　良　　科学技術政策研究所　所長
後藤　晃　　科学技術政策研究所特別客員研究官・政策研究大学院大学客員教授
桑原　輝隆　科学技術政策研究所　総務研究官
渡邊　康正　科学技術政策研究所　第3調査研究グループ　総括上席研究官
三橋　浩志　科学技術政策研究所　第3調査研究グループ　上席研究官

●「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究」推進委員会の開催状況

第1回：平成19年9月20日（木）18:00～20:00
第2回：平成20年3月24日（月）18:00～21:00

●「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究」セミナーの開催状況

第1回：平成19年10月29日（月）18:00～20:00
長岡貞男委員（一橋大学　イノベーション研究センター長・教授）
「発明者から見た日本のイノベーション過程：RIETI 発明者サーベイの結果概要」
第2回：平成19年11月9日（金）18:00～20:00
鈴木　潤委員（政策研究大学院大学　教授）
「科学技術研究調査」のミクロデータの構造および企業活動・特許データとの接続
第3回：平成19年11月20日（火）18:00～20:00
富澤宏之氏（OECD(経済協力開発機構）科学技術産業局　主席行政官）
調　麻佐志委員（東京農工大学　大学教育センター　准教授）
山下泰弘氏（山形大学　評価分析室　准教授）
「学術文献と特許の連関分析に向けて」
第4回：平成20年1月30日（水）18:30～20:00
岡村浩一郎氏（科学技術振興機構研究開発戦略センターアソシエイトフェロー）
「イノベーション・スコアカード」について：日本版競争力指標に開発に向けた取組

第1章　イノベーションとイノベーション計測をめぐる政策動向

１．１　イノベーション政策をめぐる国際的動向

１．１．１　米国の動向

米国では、“Innovate America”や“Rising Above the Gathering Storm”といった報告を受けて2006年1月にはブッシュ大統領の一般教書演説においてイノベーションに関する政策提言が盛り込まれ、2006年2月にこれを具体化した「全米競争力イニシアティブ：イノベーションで世界をリードする」が発表された[2]。2007年8月には同イニシアティブに呼応し、「研究開発を通じイノベーションに投資し米国の競争力の向上を図る」ため、“America COMPETES Act (America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act)”が制定された。しかし、2008会計年度予算では議会による十分な全米競争力イニシアティブ関連の予算配分が十分ではなかったとの認識に立ち、ブッシュ政権は2009会計年度予算においても全米競争力イニシアティブ関連予算の増額を求めているところである[3]。

１．１．１．１　“America COMPETES Act”

“America COMPETES Act”（“America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act”：米国競争力法）は、“Innovate America”や“Rising Above the Gathering Storm”、そして「全米競争力イニシアティブ」を背景に、議会超党派の支持により、2007年8月に制定されたものである。

同法ではまず、科学技術政策局（OSTP: Office of Science and Technology Policy）に国家科学技術サミットの開催、全米科学アカデミーを通じたイノベーションの障害に関する研究、小・中学校における年2回の科学・技術・工学・数学の日の導入、サービス科学の研究、大統領イノベーション・競争力委員会の設置等を求めている。そして米航空宇宙局（NASA）、国立標準技術局（NIST）、国立海洋大気局（NOAA）、エネルギー省（DOE）、国立科学財団（NSF）の研究教育プログラムの強化と336億ドルの予算権限の授権や教員の支援、数学教育や語学教育の強化などを求めている。同法に含まれるプロジェクトとしては、NISTの先端技術プログラム（ATP: Advanced Technology Program）に代わる技術イノベーションプログラム（TIP: Technology Innovation program）の導入、DOEにおける基礎研究の強化やエネルギー先進研究プロジェクト局（ARPA-E: Advanced Research Projects Agency-Energy）の設置によるエネルギー技術関連の長期的かつリスクの高い技術障壁の克服などが挙げられる。

---

[2] NISTEP(2007)
[3] “2008 State of the Union Address by the President (January 28,2008)”

１．１．１．２　2009 会計年度予算：ブッシュ政権によるイノベーションの推進

2007 年 8 月の “America COMPETES Act” は米国の競争力強化を謳い、「全米競争力イニシアティブ」関連のイノベーションや教育関連の施策の推進と予算増額の方針を規定するものとして注目を集めた。ブッシュ政権は、しかし、「米国の競争力を将来にわたり維持するためには、科学者・技術者の技能を信じ、明日のブレイク・スルーを探求させなければならないが、“America COMPETES Act” を制定した議会はそれに相応した予算配分を行わなかった。」と述べ「予算配分は最先端の科学技術の維持に不可欠であり、物理科学分野の基礎研究への連邦予算を倍増するよう」求めた。この方針は 2009 会計年度予算要求に反映されており、連邦研究開発予算要求は前年比 3.4%増の 1474 億ドル、特に「全米競争力イニシアティブ」関連省庁である DOE（科学研究）、NSF、NIST の物理科学関連予算要求が突出して伸びる内容となっている。

１．１．２　欧州の動向

欧州では、包括的でダイナミックな知識基盤経済を構築し、持続的な経済成長の加速、完全雇用と社会的連帯を実現するため、2000 年 3 月に 10 年間に及ぶ経済戦略（「リスボン戦略」）が策定され、さらに、戦略の焦点を「より強力かつ持続的な成長」と「より良い、より多くの雇用の創出」に絞って見直した具体的なアクションプログラム「新リスボン戦略」が 2005 年に取りまとめられた[4]。これを受けて 2006 年 1 月には “Creating an Innovative Europe”（通称、Aho レポート）が、そして、2006 年 9 月には欧州委員会による “Putting knowledge into practice: a broad-based innovation strategy for the EU” が取りまとめられている。

また、研究面では、第 7 次フレームワークプログラム（FP7）[5]と競争力・イノベーション・フレームワークプログラム（CIFP）[6]が進められていえる。FP7 にはキーテクノロジー分野に焦点を当てた産学官による共同研究開発プログラム、研究基盤の開発、充実

---

[4] 「新リスボン戦略」の柱のうち、「成長のための知識とイノベーション」においては、

・IT、バイオテクノロジー、エコ・イノベーションといった分野を中心とした知識社会のビジョンの実現

・官民における研究開発投資の増大、新しい研究フレームワークプログラム及び競争力とイノベーションに関する新プログラムの早期策定

・欧州の中小企業を中心とした研究とイノベーションの支援

・欧州高等教育圏の実現による世界トップクラスの大学の実現、欧州工科大学の創設

・基礎研究を製品に結び付けるイノベーションの極の形成

・エコ・イノベーションの推進

・「ガリレオ計画」の経験を踏まえた欧州テクノロジーイニシアティブによる産学官連携の推進

といった政策が挙げられている。

[5] “Seventh Framework Programme (FP7)”

[6] “Competitiveness and Innovation Framework Programme(CIFP)”

や中小企業の研究開発、地域クラスター支援などを含む“Capacities”プログラムといったイノベーション関連の特徴的なプログラムが設けられている。FP7 を補完する競争力・イノベーション・フレームワークプログラム（CIFP）は、「研究とイノベーションのギャップ」を結び付け、あらゆる形態のイノベーションを促進するものとされており、起業とイノベーションプログラム、情報通信技術政策支援プログラム、エネルギー効率の向上と再生可能エネルギーを推進する「インテリジェント　エネルギーヨーロッパプログラムなどが進められている。

以下では、最近の動向として“Putting knowledge into practice: a broad-based innovation strategy for the EU”と EIT の創設について詳述する。

１．１．２．１　“Putting knowledge into practice: a broad-based innovation strategy for the EU”

本戦略は、ビジネス環境をよりイノベーション促進的なものとすべきと報告した“Creating an Innovative Europe”（Aho レポート）を受け、「欧州は真に知識に基づいたイノベーション促進的社会にならなければならない」との確信に基づき、2006 年に欧州理事会に対して取りまとめられた枠組政策文書である。

戦略は、以下のように優先度の高いアクション 10 項目を掲げており、アクションは EU や加盟国の予算措置や個別事項に関する政策文書を通じて実施されることとなっている。

・教育への公的支出の増額とイノベーション促進的な社会に向けた教育システムの整備、特に大学の近代化を加盟国に要請。
・産学による EIT（European Institute of Technology）の創設。
・EU および加盟国による域内でのまた、産学間での研究者の流動性を高めるための競争的でオープンな単一の研究者労働市場の構築。
・大学・公的研究機関と産業界の間の知識の移転の促進。
・全加盟国による地域イノベーションの推進・
・加盟国は、国の研究開発支援を研究・イノベーション活動を妨げる市場の失敗を対象としたものにする。また、研究開発税制を改善。
・より包括的な知的財産戦略の策定。
・新たなデジタル製品、サービス、ビジネスモデルの開発に促進的な法体系の整備。特に著作権料に関するイニシアティブの推進。
・新技術導入の潜在的障壁を明らかにするとともに、イノベーション促進的なリードマーケット戦略を策定。
・新たな調達指令に基づく加盟国の政府調達を通じたイノベーションの促進

１．１．２．２ “European Institute of Innovation and Technology (EIT)”

“European Institute of Innovation and Technology (EIT)”は新リスボン戦略において「世界の最高の頭脳とアイデアをひきつけるためその設置を検討する」とされた機関である。これを受けて欧州委員会において検討が進められ、“Putting knowledge into practice: a broad-based innovation strategy for the EU”では、「当時はEuropean Institute of Technology と呼ばれていた）は科学、ビジネス、教育を統合したパートナーシップであり、すべてのイニシアティブにおける卓越性を体現したものとなり」、「戦略的な学際分野におけるイノベーションの推進に中心的な役割を担い、新たなイノベーションのモデルとなることを意図している。」と述べている。

EITは独立した法人格を持つ欧州の機関として設立され、理事会（Governing Board）と“Knowledge and Innovation Communities(KICs)”から構成される予定である。理事会は高等教育、研究、ビジネスとイノベーション関係者18名で構成される予定であり、EITの活動の戦略的優先順位付け、KICの選定、KICの活動の調整や評価などを行うとされている。戦略分野ごとに形成されるKICは、大学、研究機関、企業の7～15年にわたる長期のパートナーシップによりイノベーション、研究、教育の３つを統合的に進めるものである。KICはEIT理事会により競争的に選定され、その目標はEITとの契約により定められるが、組織、運営、知的財産管理などについて高い自律性を有するものとされている。また、KICではイノベーションに関連した修士、博士レベルの教育訓練を行い、参加大学を通じてEIT修士、博士学位を授与することも予定されている。

EUでは、2008～2013年の6年間に合計約3億ユーロ（約492億円）を配分する予定であり、2008年4月にはEIT規則の発効、6月には理事会の設置と本部の設置場所の決定、2009年には最初のKICの発足を予定している。最初のKICの戦略分野としては、気候変動、再生可能エネルギー、次世代情報通信技術などが想定されている。

１．１．３ OECDの動向

OECDでは、科学技術指標の策定に積極的に取り組んできた歴史がある。2005年公表の現行の「オスロ・マニュアル」では、イノベーションを「新しい又はかなり改善されたプロダクト（商品又はサービス）あるいはプロセス、新しいマーケティング方法、事業慣行、職場の組織、または対外関係における新しい組織的な方法の実施」であると定義している。これに基づき、欧州のみならずOECDメンバー各国で企業に対するイノベーション調査が実施されている。また、“Science ,Technology & Industry Outlook”において、各国の科学技術やイノベーションに関する状況を記載する等、イノベーションに関連する幅広い活動を展開している。

一方、2007年7月のOECD閣僚理事会において、イノベーションの成否が各国の経済発

展、生産性の向上及び各国の国際競争力にとって重要な要素であること、及び気候変動等の地球的な課題を解決する重要な鍵となっていることが確認された。また、イノベーションの促進に向けて、製品や労働市場の一層の開放や統合、民間・公共投資の必要性、教育システムの重要性、科学技術知識へのアクセスやネットワークの重要性等も確認された。そして、OECD 閣僚理事会において、各国政府の政策立案に貢献することを目的に、「OECD イノベーション戦略」の策定が決定された。「OECD イノベーション戦略」は、イノベーションによる社会への貢献を強化するために、戦略的で包括的に各国政府を横断する政策展開を支援するものとして検討されており、2010 年春頃までに最終報告書が作成され、閣僚理事会に報告されるスケジュールである。

「OECD イノベーション戦略」では、エビデンスに基づく分析とベンチマーキング、政策担当者が政策をレビューするための枠組み、イノベーションと経済を結びつける指標、イノベーションに適した環境などのテーマに対する分析等が計画されている。また、イノベーションに関連する OECD の既存活動を幅広く集約することで、戦略を策定することが計画されている。このようにして策定される「OECD イノベーション戦略」には、環境や健康等の地球的な課題、イノベーションのグローバル化対応、イノベーション政策の評価、国別分析等、策定作業を通じて各国政府を横断する活動が期待されている。

戦略策定に向けた作業を大きく分けると、①統計、指標、実証分析、②分野ごとの分析、③国ごとの分析と提言、の３分野があり、それぞれにモジュールと呼ばれる作業単位が割り振られている。そして、モジュールごとに作業を進め、最後にそれを取りまとめる予定である。アウトプットは報告書としての「OECD イノベーション戦略」に加えて、策定作業を通じて各分野におけるイノベーションに関する既存の取組みを一つの包括的フレームワーク（one single overarching framework）につなげていくことも予定されている。

１．１．４　わが国の動向

わが国では、1995 年に制定された科学技術基本法に基づき、これまで３期にわたり科学技術基本計画が策定されてきた。これらのうち、イノベーションの創出に向けた方向性が明示されたのは第 2 期科学技術基本計画からである。経済のグローバル化と国際競争の激化の中、産業競争力の低下と雇用創出力の停滞、少子高齢化に直面する我が国は、科学技術の成果の活用により技術の創造から市場展開までの間で絶え間なく技術革新が起きる環境を創成し、産業競争力の強化を図り、「国際競争力があり持続的発展ができる国の実現」を目指すとし、研究開発の重点化を図るとともにイノベーションの持続的創出を目指した技術革新システムの構築を図るとしている。

2006 年に策定された第 3 期科学技術基本計画ではさらに、イノベーションの創出に向けた戦略的投資と投資がもたらす成果の社会への還元に向けたシステム改革を戦略の基本の一つとして位置け、環境と経済の両立とイノベーター日本＝革新を続ける強靭な経済・社会の実現を科学技術政策の六大目標の一つとしている。そして、科学技術の戦略的重点化に際してもイノベーションへの貢献を考慮することとイノベーショ

ンの絶えざる創出に向けたシステム改革を謳っている。

第 3 期科学技術基本計画の策定後も、総合科学技術会議による「イノベーション創出総合戦略」のとりまとめ（2006 年）、長期戦略指針「イノベーション 25」の閣議決定（2007 年）など、イノベーション創出に向けたイニシアティブが打ち出された。

2008 年には福田総理の「国際競争力が激化する中、他国の追随を許さない技術を持ち続けることが我が国の成長に不可欠である」、また、「地球温暖化問題の根本的な解決に向けて、温室効果ガスの排出を究極的にゼロとするような革新的技術開発を行わなければならない」との認識の下、総合科学技術会議により「革新的技術戦略」と「環境エネルギー技術革新計画」が策定された。

「革新的技術戦略」においては、産業の国際競争力強化、健康な社会の構築、食料、資源、環境問題や感染症など日本と世界の安全保障、の３つの目標を達成するための革新的技術の重点的推進と「革新的技術推進費」の創設やスーパー特区制度の活用などの新たな仕組みの整備、さらに、革新的技術のシーズの創出・育成のための研究資金の供給や人材の確保などの革新的技術を持続的に生み出す環境整備が謳われている。また、「環境エネルギー技術革新計画」においては、低炭素社会実現に向けた短中期及び中長期の我が国の技術戦略と関連する社会制度の改革、温室効果ガス削減に向けた国際貢献策、革新的環境エネルギー技術開発の推進方策などが取りまとめられている。

さらに、公的研究機関、大学、民間も含めた我が国の研究開発力の強化と効率性の向上により、イノベーションを創出し、日本の競争力を強化することを目指した「研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律」（研究開発力強化法）が議員立法により制定されたところである。

１．２　イノベーション計測をめぐる諸外国等の動向

国際競争の下、各国・地域でイノベーション創出に向けた取組が展開されるとともに、科学技術政策、イノベーション政策やイノベーションの効果を把握し、よりよい政策の立案・実施に役立てようというニーズも国際的に高まってきている。2006年度の科学技術振興調整費による「イノベーションの測定に関する基礎的調査」やこれを受けた本調査もそうした動向の中で実施されたものであるが、その間にも、諸外国においてもイノベーションの効果の測定・把握に向けた取り組みは新たな展開を見せ続けている。本節では、そうした諸外国等の動向について、最近のものを中心に概観する。

１．２．１　米国の動向

１．２．１．１　NSFの取組：「科学イノベーションの科学」と科学・工学指標2008

米国は、従来からNSFが科学技術関係の統計調査を実施し、全米科学会議（NSB）が「科学・工学指標」（“Science and Engineering Indicators”）を隔年で公表するなど、科学技術指標への取組において世界をリードしてきた[7]。

しかし、１．１．１で述べたように、イノベーション推進の政策的方向性が顕著となり、また、近年、米国の科学関係予算が「第二の黄金期」ともいうべき伸びを示すとともに、科学技術政策やイノベーションの効果を計測し、政策に役立てようという動きも顕著になっている。米国のマーバーガー大統領補佐官は、科学技術政策の政策決定ツールが現状では不十分であるとの認識の下、変化のスピードが速い経済社会のダイナミズムを捉えたエビデンスに基づいた科学技術政策の立案やイノベーション政策を推進するため、「科学政策のための科学（Science of Science Policy）」と「エビデンスに基づく科学政策」を提唱した。これを受けて具体的研究プログラムとして進められているのが、NSFによる「科学・イノベーション政策のための科学」（“Science of Science and Innovation Policy”：SciSIP）である。

SciSIPでは、①エビデンスに基づく科学政策の基盤となる知識と理論の開発、②科学計量、データベース、分析ツールの開発と拡充、③SciSIPに焦点をあてた連邦機関や関連研究者のコミュニティの構築の３点を目標に、①SciSIPのフレームワーク作りに向けたワークショップ、②科学技術・イノベーション関連研究への競争的ファンディング（科学と技術イノベーションの関係の理論的・概念的モデル化、科学技術への投資の効果の計量経済的評価ツールの開発、定性的評価ツールの開発、計量書誌学的分析ツールの開発等）、③科学技術・イノベーション関連データの開発（研究開発・イノベーションに関する企業単位、事業単位のデータ、研究開発資金源とイノベーション活動に関するデータ、関連人材デー

[7] 当初は「科学指標」“Science Indicators”という名称だったが、1987年より現在の名称に変更されている。

タ、知的資産の推計、科学・技術とイノベーション活動の社会的効果に関するデータ)、④データマイニングなどの情報科学の手法とスーパーコンピューターを組み合わせてデータ収集・モデル化解析基盤を構築するとともに、多くの分野の研究者を結集させた取組（機関を超えた研究者の結集によるバーチャルな研究組織の構築を NSF では Colaboratories と呼んでいる）などを行っている。

SciSIP と並行して、2008 年 1 月、NSB により科学・工学指標 2008 が公表された。科学・工学指標では、各種指標を①初中等教育、②科学・工学系の高等教育、③科学・工学系の労働力、④研究開発の国内トレンドと国際的結びつき、⑤学術機関における研究・開発、⑥産業・技術と世界市場、⑦国民の科学技術に対する態度と理解、⑧州指標に整理して示している。また、2008 年版では“Digest of Key Science and Engineering Indicators 2008”(科学・工学指標 2008 の主要な指標の概要)も発行されており、「知識アウトプット」としては、論文数、3 極特許数、米国特許における論文引用数が、「世界市場の指標」としては、国別 GDP シェア、生産性の年次成長率、ハイテク製造業の付加価値額の世界シェア、知識関連サービス業の付加価値額の世界シェアが挙げられている。

なお、NSF では、現在進めている SciSIP による研究の成果を 2010 年発表予定の次期科学・工学指標に反映することを目指している

１．２．１．２　米国商務省の取組：「21 世紀経済におけるイノベーションの計測に関する諮問委員会」における検討

米国では、NSF における「科学イノベーション政策の科学」の取組とともに商務省（DOC）においてもイノベーションの計測に関する検討が進められてきた。DOC による検討は、①米国経済の活力にとってイノベーションは重要であり、イノベーションが生産性と経済成長に及ぼすインパクトについて理解することが重要である、②イノベーションがどのように経済に寄与するかをより良く理解することは、継続的な成長と繁栄に向けた政策の立案に役立つ、との認識の下、2006 年 8 月 4 日にグテイエレツ商務長官自らが設置を発表した「21 世紀経済におけるイノベーションの計測に関する諮問委員会」と、これに対応した省内タスク・フォースにより検討が行われた。この諮問委員会は、カール・シュラム氏（ユーイング・マリオン・カウフマン財団会長・CEO）を座長に、S．J．パルミサーノ氏（IBM 社会長・CEO)、S．バルマー氏（マイクロソフト社 CEO)、G．バックレー氏（3M 社 CEO)、D．W．ジョルゲンソン教授（ハーバード大）など、産学のリーダー15 名から構成されている点が特徴である。諮問委員会は 2007 年 2 月から会合を重ね、2008 年 1 月 18 日に「イノベーション計測－米国経済におけるイノベーションの状況を追跡する」と題した報告書を発表した。

報告書では、まずイノベーションを、「顧客に対する新たな価値と企業に対する利益を創出することを目的とした、新たなあるいは改良された製品・サービス・プロセス・システム・組織構造、あるいはビジネスモデルの設計・発明・開発及び／または実施」と定義している。

次いで、報告書はイノベーション計測の実施指針として、イノベーションに関するデー

タの収集は、企業が自らのイノベーティブな活動の効果を評価する方法に沿って行われるべきである、法規制の効果の計測も考慮すべきである、イノベーションの指標は、事業所、企業、産業、国、国際、また、できれば地域レベルでの分析が可能とすべきである、等の６点を挙げ、以下に述べるような「イノベーションの計測のため政府が取り組むべきこと」、「イノベーションの計測に産業界はいかに貢献できるか」、「イノベーションの計測に必要とされる研究」を勧告している。そして、「勧告の実施は、我が国が、経済に与えるイノベーションのインパクトを効果的に計測することに大いに貢献するであろうし、イノベーションの理解とより良い政策の策定に必須である。委員会は政府、産業界、研究者が協働してイノベーションの理解と計測の向上に取り組むことを求める。」と結んでいる。

具体的には、政府が取組むべきこととして、産業レベルでの年次全要素生産性計測や無形資産(intangibles)の計測方法の改善など国民経済におけるイノベーションの特定・計測のための強固な枠組みの構築を、産業界が貢献すべきこととして、イノベーション計測のベストプラクティスの開発、イノベーション関連情報の提供を、さらに、イノベーション計測に向けて今後特に必要とされる研究として、イノベーションのアウトカムの計測、不足データの特定と取得方法の検討、イノベーションと協力関係、イノベーションのパフォーマンス、企業業績の関係の分析などを挙げている。

米国では、NSFの「科学・イノベーション政策のための科学」を通じた研究ファンディングや新たな科学技術指標の整備と上記のDOCによる経済統計の整備（イノベーション計測)、の２つのイニシアティブが、役割分担と連携のもとに進められている。

NSFは科学や研究開発関係の指標を担うとともに、前述のようにSciSIPの成果を「科学・工学指標2010」に反映させることを目指している。また、DOCによりイノベーション計測の柱のひとつとして挙げられている無形資産の推計については、すでに、DOCの経済分析局（BEA：Bureau of Economic Analysis）がNSFとの協力により「研究開発サテライト・アカウント」の推計を実施しており、2007年秋には、「研究開発支出を無形資産を形成する投資とみなせば1959年から2004年にかけての名目GDPは毎年約３％高かったと推計される」との報告もなされている

イノベーション計測に関する米国の動向については、省庁を超えた連携による取組みの例として、引き続き注目していく必要がある。

１．２．２　欧州の動向

１．２．２．１「欧州イノベーション・スコアボード」によるイノベーションの評価

EU では、リスボン戦略に対応し、EU 及び各加盟国におけるイノベーションのパフォーマンスを評価し、国際比較するため、2001 年から毎年「欧州イノベーション・スコアボード（European Innovation Scoreboard: EIS)」をとりまとめ公表しており、最近では、2008 年 2 月に EIS2007 が公表されている[8]。

EIS2007 では SII（Summary Innovation Index）に基づき、分析した国を「イノベーションの先導国」、「イノベーションの追随国」、「適度にイノベーションが行われている国」、「キャッチアップしようとしている国」に分類しており、スウェーデン、フィンランド、日、米、英、独、イスラエルなどが「イノベーションの先導国」に、ベルギー、フランス、カナダ、オーストラリアなどが「イノベーションの追随国」とされている。

また、指標面から見ると日本と米国はイノベーションにおいて欧州に先行しているがそのギャップは縮まりつつあることが示されている。さらにテーマ分析では、信頼関係といったソーシャル・キャピタルや知識のフローがイノベーションのパフォーマンスを左右する重要な要因であること、EU 加盟国ではイノベーションのインプットをアウトプットにつなげる「効率性」の改善の余地があること、研究開発に依拠しないイノベーションも研究開発駆動型イノベーションと同様に広がっていることが示されている。

なお、今後の EIS の課題としては、ユーザー・イノベーション、オープン・イノベーション、サービスイノベーションといった新たな形態のイノベーションの計測、総合的なイノベーションパフォーマンス評価の改良、国・国際・地域レベルでの比較性の向上、イノベーションの進歩や時間変化などイノベーションのダイナミックスの計測を挙げている。

---

[8] EIS2007 では、EU27 カ国およびクロアチア、トルコ、アイスランド、ノルウェイ、スイス、日本、米国、オーストラリア、カナダ、イスラエルを対象国としている。EIS では 25 の指標を
・イノベーションの推進力指標（20 代の人口に占める科学・工学系卒業者数、高等教育修了人材、ブロードバンド普及率、生涯学習参加率、20 代前半の人口に占める高校卒業以上の者の割合）
・知識創造指標（公的研究開発投資、企業の研究開発投資、先端技術等の研究開発割合、公的支援を受けている企業割合）
・イノベーション及びアントレプレナーシップ指標（イノベーションを行う中小企業割合、イノベーティブな中小企業における他社との協力割合、イノベーション支出の売上高比率、アーリーステージベンチャーキャピタル、情報通信支出、組織的イノベーションを活用している中小企業割合）
・応用指標（ハイテクサービスの雇用、製品輸出におけるハイテク製品の割合、新製品の売り上げ比、企業にとっての新製品売り上げ比、先端技術等の雇用割合）
・知的財産指標（人口当たり欧州特許数、米国特許数、日米欧三極特許数、新商標数、新意匠数）
の５区分に分類し、さらに、イノベーションの推進力指標、知識創造指標、イノベーション及びアントレプレナーシップ指標を「インプット」、応用指標及び知的財産指標を「アウトプット」と位置づけて分析している。指標は EU の平均値に対する０～１の相対指標に計算しなおされ、相対指標の平均によりイノベーション要約指標（Summary Innovation Index : SII）が算出される。

１．２．３　OECDの動向

OECDには、1.1.3でも述べたように、科学技術指標の策定に積極的に取り組んできた歴史がある。国際比較可能な科学技術指標の開発に不可欠な統計調査の方法や概念の定義（「フラスカティ・マニュアル」等の公表)、企業等におけるイノベーション活動に関する統計データの収集と解釈のための「オスロ・マニュアル」[9]の公表、“Main Science and Technology Indicators”、“OECD Science, Technology and Industry Outlook”、” OECD Science and Technology and Industry Scoreboard” といった指標レポートの定期的なとりまとめや公表といった活動である。

さらに、OECDの科学技術政策委員会(CSTP)傘下の会合では、科学技術やイノベーション関連の指標に関する議論、各国のイノベーション政策や民間のイノベーション活動のレビュー、イノベーション・システムのガバナンスやミクロ統計データの分析といったイノベーション研究における新たな視点や課題の検討も行われている。

こうした活動は、先に言及した、「OECD イノベーション戦略」における実証分析の基盤ともなるものである。特に、「OECD イノベーション戦略」において統計・測定は重視する分野として“THE OECD INNOVATION STRATEGY Progress Report”にも明示されており、測定に向けた手法の開発と各種政策分析の連携が計画されている。その前提として、2006年に9月にカナダ・オタワで開催された“Blue Sky Ⅱフォーラム”においてイノベーション研究者、政策担当者、統計専門家等により提示された「イノベーションのプロセスを踏まえた指標や分析のあり方が重要である」との主張を踏まえたものである。また、2008年末の報告を目指した「ミクロデータ・プロジェクト」は、各国がミクロデータに基づくイノベーションに関する様々な研究成果を持ち寄って検討が進められており、その際は経済的な分析に加えて、人的資本、企業化能力、市民による市場創出等の多面的な視点からの議論が行われている。そして、政策担当者にとって、何がイノベーションのパフォーマンスに影響を及ぼすかについての理解を深め、ダイナミックなイノベーションのプロセスのなかでその要因を検討するエビデンスの基盤としての役割が期待されている。

また、ミクロレベルでのイノベーション活動を、部門別のマクロ経済的に集計されたパフォーマンスへとつなげていく試みも取り組まれており、その一つとして「イノベーション・サテライト勘定」の開発が計画されている。無形資産の測定に関する各国の取り組みについて情報を共有し、これらの取り組みを国際比較可能とするような国際的な調和が計画されている。

2010年の閣僚理事会に報告予定の「OECDイノベーション戦略」におけるイノベーション測定のパートは、各国の政策担当者にとってダイナミックなイノベーションのプロセスを理解し、イノベーション政策を評価するエビデンスを提供する役割が期待されている。

一方、OECDでは、2007年から「公的研究開発の社会経済的インパクトの評価」にも

---

[9] イノベーション調査の国際的な実施状況については、第Ⅱ部第１章「１．３ OECD 等におけるイノベーション調査関連動向の把握」の伊地知報告を参照

取り組んでおり、2008年6月には“Workshop on Assessing the Socio-economic Impacts of Innovation and Technology Policy”が開催されるところである。

第２章　イノベーション測定手法の開発

第 1 章では、国内外におけるイノベーションに関する近年の政策動向とそれらの推進のためにエビデンスへのニーズが増大しイノベーション測定の重要性が高まっている状況を概観した。

第 2 章では、2006 年度の「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」で示された各アプローチを実際のケースに対し、実際のデータを用いて適用した分担調査分析の結果をレビューする。

２．１　本調査研究の枠組み

本調査では、2006 年「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」により抽出されたイノベーション測定に向けた

a）科学研究の技術への波及プロセス
b）イノベーティブな企業・産業と科学研究との結び付き
c）生産性などの変化
d）科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響

の各アプローチについて、サイエンス型産業（半導体産業、ライフサイエンス産業）やサイエンスとの関係を変えながら変化してきた既存産業（ディスプレイ産業、鉄鋼産業）及びこれらに関連する科学技術を中心に具体的ケースを設定して図表 2.1.1 の分担により分析を行った。また、実施に際しては、各分析テーマ間の連携により、各産業ケースについて、イノベーションのプロセスが多面的に示されるよう留意した。

図表 2.1.1　調査研究テーマと研究担当者

調査研究テーマ	研究担当者
1．科学研究の技術への波及プロセス	
（1）特許-科学論文リンケージ分析のための論文書誌データの同定	調 麻佐志 山下泰弘 富澤宏之
（2）イノベーション関連データのミクロレベルでの接続と分析	鈴木 潤 伊地知寛博
2．イノベーティブな企業・産業と科学研究との結び付き	
（1）既存産業における企業の研究開発と科学(サイエンス)との関係	榊原清則 辻本将晴 松本陽一
（2）『サイエンス型産業におけるイノベーション・プロセス調査』のインプリケーション	中馬宏之 近藤章夫
3．生産性などの変化	
（1）研究開発と生産性上昇 - 企業レベルのデータによる実証分析 -	深尾京司 権 赫旭 金 榮愨
（2）知的資産と企業価値の分析	小田切宏之 羽田尚子
（3）ユーザーによるイノベーションとその評価－戦後鉄鋼技術に関する実証分析－	大橋 弘 中村　豪
4．科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響	
（1）ナショナル・イノベーション・システムに関する調査研究	永田晃也 大西宏一郎 伊地知寛博
（2）イノベーション・システムのガバナンスに関する比較制度研究	角南　篤 小山田和仁 稲葉尚子 江間ありさ

２．２　主な成果の概要

２．２．１　科学の技術への波及プロセス

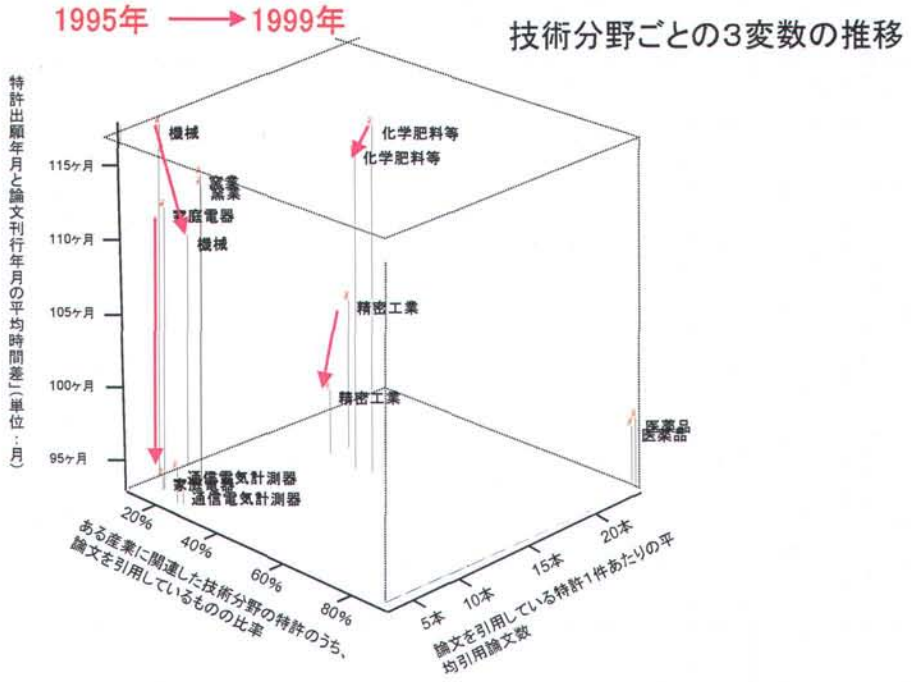
２．２．１．１　技術分野と科学分野の対応関係の測定

イノベーションの源泉である科学研究の成果が、技術にどのように連関しているかを分析するデータとして、特許における「特許以外の引用文献(NPR： Non Patent Reference)」が注目を集めている。本テーマでは、NPR 情報が充実している米国特許に引用された学術論文に着目して科学研究と技術の連関を包括的に分析する手法を試みた。

具体的には、まず、1995 年から 2005 年の米国特許約 160 万件の技術分野（IPC コードに基づく 27 分野)、出願日、申請日、引用論文書誌データとこれらに引用された学術論文と推定される約 290 万件の発行年及び Journal Citation Report2006 に基づく学術誌の学術分野のデータの特定を雑誌名を手がかりに行った。これら学術論文と推定された約 290 万件の NPR の雑誌名は 12396 件にのぼったが、突合作業の結果、約 93%にあたる 270 万件に対し学術誌名を同定することができ、しかも、論文の 90%近くの学術誌もしくはその後継誌が JCR に収録されていた。また、米国特許の出願年と登録年の関係の分析から、出願年ベースの分析を行うには、出願から６年後までの登録特許を分析すれば十分な精度が確保できることも判明した。

そこで、このように作成した米国特許－学術論文データベースを利用して、出願年別、学術分野別、技術分野別に主として「登録特許のうち論文を引用した比率」、「引用特許あたり論文引用数」、「論文引用ラグ（特許出願年月と論文刊行年月の時間差)」を分析した結果、「登録特許のうち論文を引用した比率」と「引用特許あたり論文引用数」には強い正の相関があるが、これらと「論文引用ラグ」には相関関係がないことが明らかになった。このことから、前２者は科学と技術の連関の強さに、論文引用ラグは科学が技術に転換するのに要する時間に関係があると示唆された。

これを具体的な産業のケースに当てはめてみよう。例えば、家電の場合には、「11.76%（1995 年）→9.36%（1999 年)」の特許が学術論文を引用しており、引用論文数は「2,367（1995 年）→2,099（1999 年)」と変化はほとんど無い。また、論文の学術分野構成も変化は小さい。しかし、タイムラグ（特許出願日と論文発行日の差）は「113.5ヶ月（1995 年）→95.9ヶ月（1999 年)」に変化しており、家電は新しい科学成果に依拠する傾向にあることが示唆されると言えるだろう。



図表 2.2.1.1.1　米国特許に引用された論文の「引用特許比率」、「平均引用数」、「平均タイムラグ」（引用数が年 500 論文を超える主要７技術分野のみ）

２．２．１．２　技術の基盤となる科学を生産したセクターの測定

２．２．１．１では、イノベーションの源泉である科学研究の成果が、技術にどのように連関しているかを明らかにするため、特許における「特許以外の引用文献(NPR： Non Patent Reference)」に含まれる学術論文の分析を試行した。それでは、特許が依拠する科学知識は社会のどのセクター、あるいはセクター間の協力によりで産み出されているのだろうか。科学論文の生産量を分析することにより、各セクターによる科学知識の生産活動、ひいては、イノベーション・システムの特質の把握に貢献することを目指して、本テーマでは、Thomson 社の Web of Science (WoS) データベースを用いた分析を行った。

具体的にはまず WoS (収録期間 1980 年～2006 年) に含まれる文献のうち、著者の所属機関が記載されている約 2,055 万件を対象に、所属機関をセクター分類するための「研究機関シソーラス」を構築した。このシソーラスは、大学評価・学位授与機構の林隆之准教授による日本の研究機関に関する「林シソーラス」と科学技術政策研究所で作成した日本と主要国の研究機関に関する「NISTEP シソーラス」を統合し、研究機関を追加したものである。本シソーラスに加えキーワードによる照合により、国ごとに異なるが、86～99%の論文の著者のセクターが特定された。

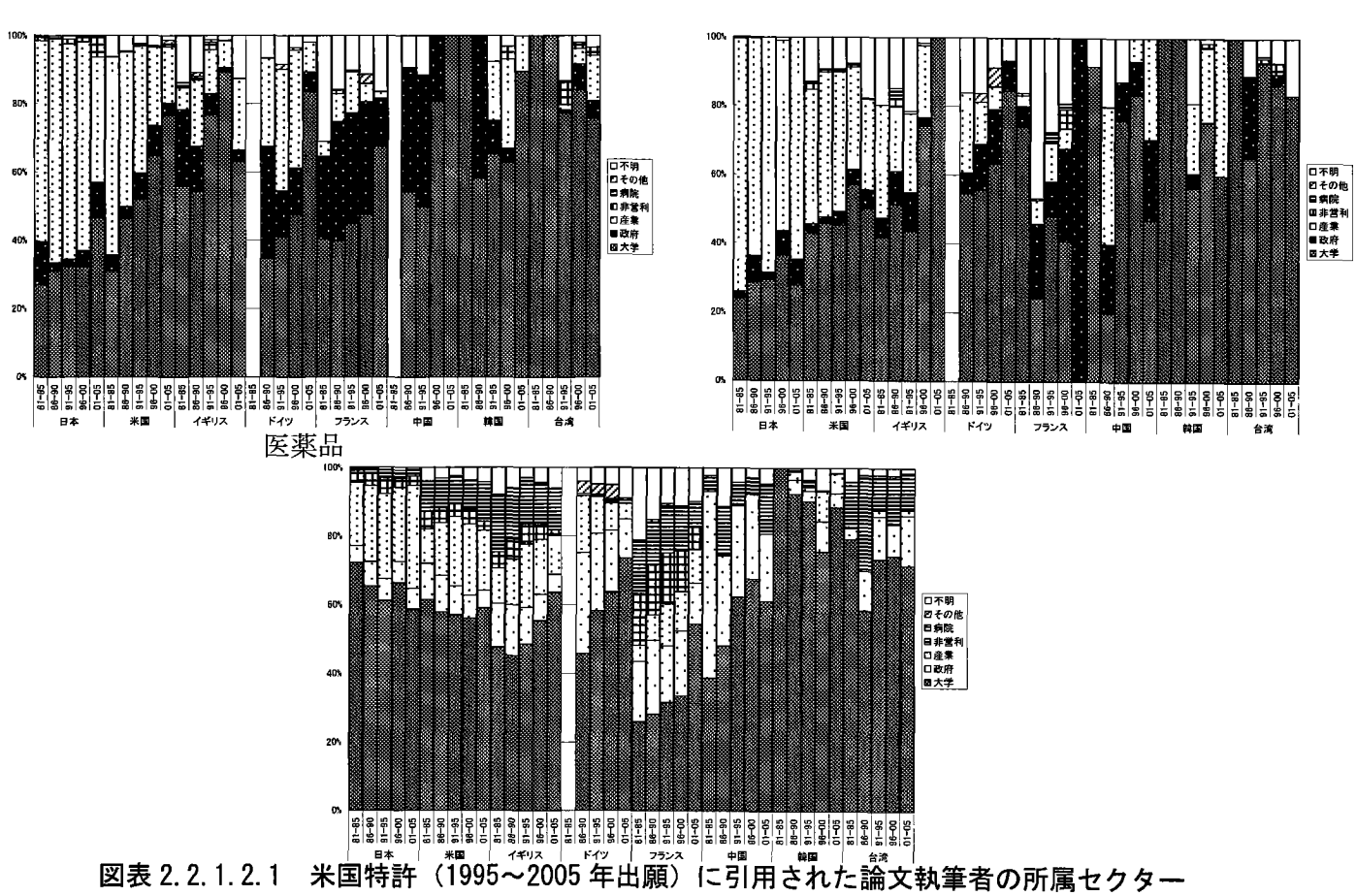
次いで、このようにして構築された論文データベースに基づき、主要国の各セクターについて、論文生産状況の分析、論文数シェアと有力特許における論文費引用シェアの論文

被引用シェアの国際比較分析、論文数シェアと３技術分野（医薬品・ディスプレイ・半導体）の特許における論文被引用シェアの比較分析を行った。その結果、各セクターの生産論文数シェアと有力特許における引用シェアの比較から、以下のような点が明らかになった。

日本では両者における大学シェアはいずれも７割以上でシェア差も少ないのに対し、たとえば米国では企業セクターのシェアは有力特許における引用のほうが高くなり、大学のシェアは逆に低下している、といった、有力特許に対する産学セクターの貢献の構造の違いが確認された。

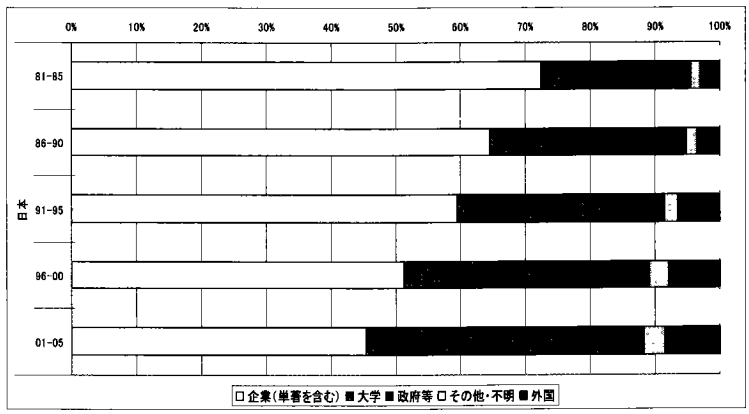
３分野の特許に引用された論文については、医薬品特許に引用された論文は大学発が60%を超えており、大学等の公的研究機関の論文引用比率が高い技術分野である。また、半導体製造装置やディスプレイの特許に引用された論文は、大学発は30%から40%であるが、例えば半導体製造装置の新しい論文に関しては、大学等の公的研究機関の比率が高まる傾向が見られた。

なお、いずれの分野についても、特許に最も引用された科学分野で論文数シェアと特許による論文引用シェアを比較すると、後者において産業セクターの比率が高く、特にディスプレイ分野の特許に最も引用される電気・電子工学分野では企業のシェアは 85%に上っている。ディスプレイ分野に特許出願する際に依拠する電気・電子工学分野の知識については、日本企業は自らが産み出した科学知識に基づく傾向が強いことが推測された。

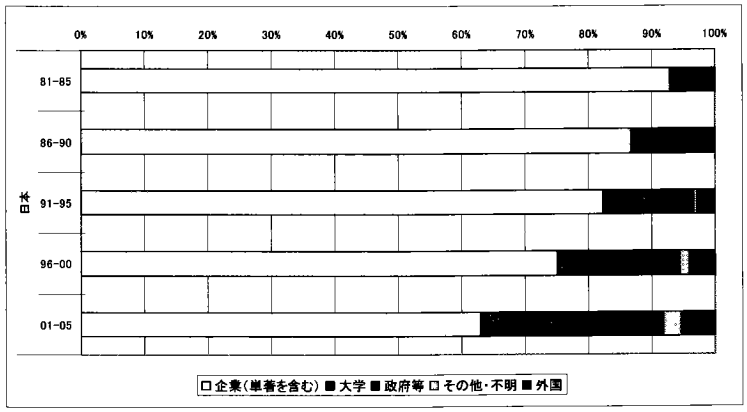


図表 2.2.1.2.1　米国特許（1995～2005 年出願）に引用された論文執筆者の所属セクター

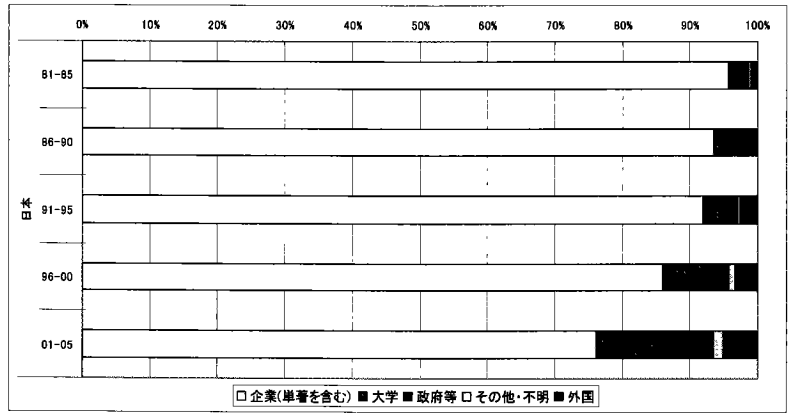
また、医薬品特許、半導体製造装置特許、ディスプレイ特許の各特許に最も多く引用された生化学分野、応用物理分野、電気電子工学分野の論文のなかで、特に企業が執筆者に含まれている論文の共著者を日本について分析すると、各分野ともに大学との共著が増加しており、特に生化学分野では企業が含まれていても著者の所属機関の約 35%は大学、10%弱は政府研究所等となっており、技術（特許）が参照とする科学（論文）において、公的研究開発との繋がりが強まりつつある傾向が示唆された。



図表 2.2.1.2.3　医薬品特許に引用された企業が執筆者に含まれる生化学分野の論文の著者・共著者



図表 2.2.1.2.4　半導体製造装置特許に引用された企業が執筆者に含まれる応用物理分野の論文の著者・共著者



図表 2.2.1.2.5　ディスプレイ特許に引用された企業が執筆者に含まれる電気電子工学分野の論文の著者・共著者

２．２．１．３　イノベーション関連データのミクロレベルでの接続と分析

イノベーション関連データのミクロレベルでの接続と分析においては、昨年度の調査研究の成果を踏まえ、まず、サブ・ミクロレベルの企業データのパネル化と接続を行い、次いで得られたデータベースを科学技術政策研究所の「産学連携データベース」及び「全国イノベーション調査」と接続した。

サブ・ミクロレベルの企業データとしては、総務省の「科学技術研究調査」のデータについては、のべ 5,414 社の合計 58,725 企業・年度のレコードをとりこみデータベース化を行った。バランス・パネルにできる企業数は時系列の長さによるが、たとえば、1997 年度から 2006 年度の 10 年間の場合には 1,595 社のデータが完全バランス・パネルデータとして利用可能となった。この 5,414 社について、企業活動基本調査とのマッチングを行い、3,131 社のデータを接続した。また、これら企業が 1983 年から 2005 年までに出願した特許のデータを検索し、5,528,548 件の特許に関するデータを接続した[10]。

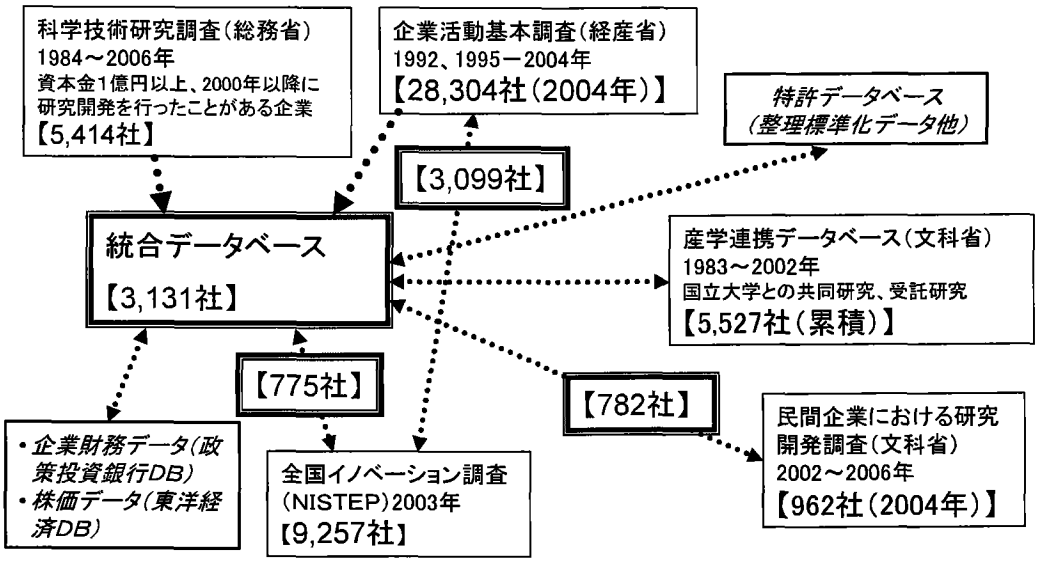
次に、これらデータに含まれる 3,131 社と科学技術政策研究所の「産学連携データベース」に含まれる企業のマッチングにより、国立大学等と産学連携を行った 1,059 社の接続を行った。また、「全国イノベーション調査」と「科学技術研究調査」、「企業活動基本調査」の接続も行い、前者については 334 社、後者については 2,405 のデータを接合した。

さらに本テーマでは、これらデータを用いて国立大学との産学連携が企業の研究開発活動に及ぼす効果、産学連携がイノベーション・プロセスに及ぼす効果の分析を行った。国立大学との産学連携が企業の研究開発活動に及ぼす効果については、基礎研究投資が産学連携開始後 3～5 年で、研究者数が産学連携開始後 1 年で、特許出願数が産学連携開始年と開始後 2 年で増加し、その後減少するといった影響が見られた。全体として国立大学との産学連携は、複数の局面で企業の研究開発活動に効果を及ぼしている可能性が示唆された。

---

[10]本節（サブ・ミクロレベルの企業データのパネル化と接続）に記載したデータ整備部分の内容は、経済産業省の委託調査「イノベーションデータ分析基礎に関する調査事業」（平成 19 年度産業技術調査事業：研究代表者　元橋一之）の成果に基づいている。

産学連携がイノベーション・プロセスに及ぼす効果については、構造方程式モデリングの手法を用いた分析から、産学連携、すなわち、企業と大学・研究機関のネットワークは、直接イノベーションに影響を及ぼすというよりも、外部情報の活用や組織経営戦略を介した間接的な影響を企業におけるイノベーション、とりわけ強い影響をプロダクト・イノベーションに与えることが示唆された。



図表 2.2.1.3.1　データの接合の関係図

２．２．２　イノベーティブな企業・産業と科学研究の結び付き

２．２．２．１　既存産業における企業の研究開発と科学（サイエンス）との関係

科学に依拠した新技術、新製品が登場し、さらに、科学に依拠してイノベーションが行われ新しい産業が興ってくるとともに、科学との関連性が強くなる産業分野が増加し、産業における科学の意義に対する関心が高まっている。従来から「サイエンス型産業」として注目されてきたIT産業やバイオテクノロジー産業は、科学に依拠してイノベーションが行われ、まったく新しい産業が興ってきた例だが、従来、科学との関係が必ずしも強くなかった産業においても、科学の知見の重要性が増加し産業自体が変革しつつある例も散見される。ディスプレイ産業に見られるように、既存産業がいわば、「サイエンス型化」しつつある場合である。

本テーマでは、「サイエンス型化」しつつある産業の例を取り上げ、イノベーション・プロセスの概念化を行うとともにその測定に向けての示唆を得ることを目的に、質問票調査とケーススタディーを通じた企業と科学の関係の分析を行った。質問票調査においては、産業の「サイエンス型化」と並行して観察される学会の「商業化」現象に着目した。学会の「商業化」とは、学会を研究成果を発表し知識を共有する場ととらえる従来の見方に対し、学会を商談、人材獲得、買収、パートナー探しといった活動の場として重視する見方

２．２．２．２　「サイエンス型産業におけるイノベーション・プロセス調査」のインプリケーション

科学技術研究の成果が市場を通じて社会に変革をもたらすサイエンス・イノベーションへの関心が高まっている。しかし、科学技術に基づく「サイエンス型産業」においては、必要とする技術の複雑化の一方で、製品ライフサイクルの短期化、製品上市後のライバル企業のキャッチアップによる価格の急落傾向を受け、長期にわたる研究開発を通じた科学的知見の獲得とともに、市場動向に的確に応えて製品を投入する"Speed-to market"が経営上の課題となっている。このように技術と市場の複雑性が急増する状況では、知識の創造・融合に従事する者と市場動向に応えながら技術を活用する者が不可避的に専門・分化するため、両者の知識の結集がイノベーションの実現に必須となる。

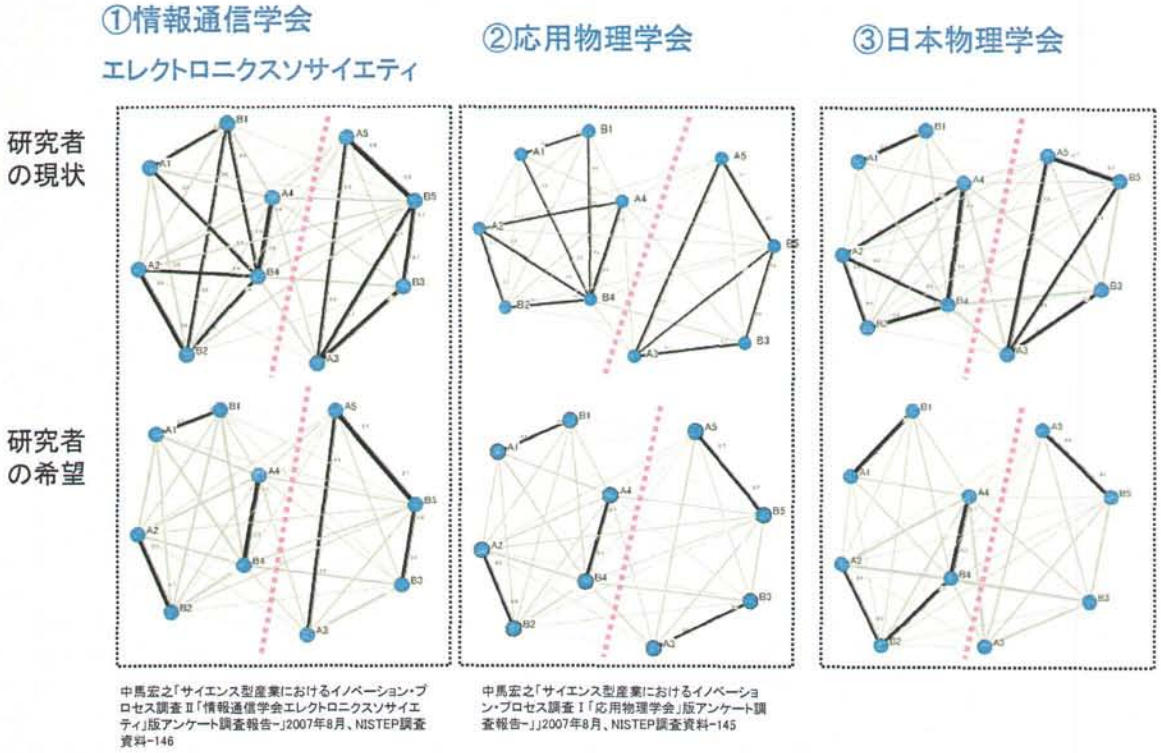
日本のサイエンス型産業の中では、残念ながら、こうした異分野にまたがる知識の結集速度が上がらないため、市場に的確に対応したイノベーションを実現できないケースも散見される。

そこで、本調査では、半導体産業に関連する学会（日本物理学会、応用物理学会、電子情報通信学会エレクトロニクスソサエティ[11]）の学会員を対象に、質問票調査を行い各人がイノベーション・プロセスにおいてどのような役割を担っているのか、各人はどのような役割に向いているかを把握するための意識調査を実施した。

意識調査の結果をネットワーク分析したところ、3 学会の会員の意識では、研究→開発・設計→試作→製品化・量産といったリニアモデル的な発想が残っているとともに、「科学知識を技術知識に具現化する」活動と「製品知識に基づいて技術知識に気付く」活動の両方に携わる人材は比較的少なく、両者の関係が弱いことが示唆された。

これらの結果から、半導体関連の産業分野によっては、基礎的な研究段階とそれを製品に具現化する段階にギャップが存在することに留意する必要があることが明らかになった。

[11] 本調査においては、質問票調査は日本物理学会員に対して行い、既に科学技術政策研究所で実施されていた応用物理学会、電子情報通信学会エレクトロニクスソサエティ会員への調査結果と併せて分析を行った。



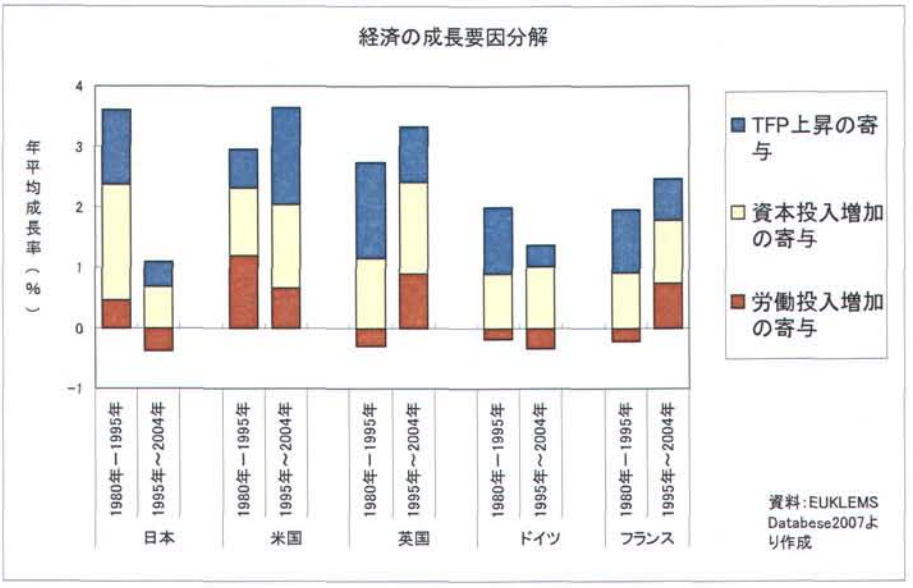
図表 2.2.2.2.1　学会員の意識に関するネットワーク分析の結果（関連３学会）

２．２．３　全要素生産性や企業価値に研究開発が及ぼした効果：ミクロベースでの分析

２．２．３．１　全要素生産性に与えた効果の測定

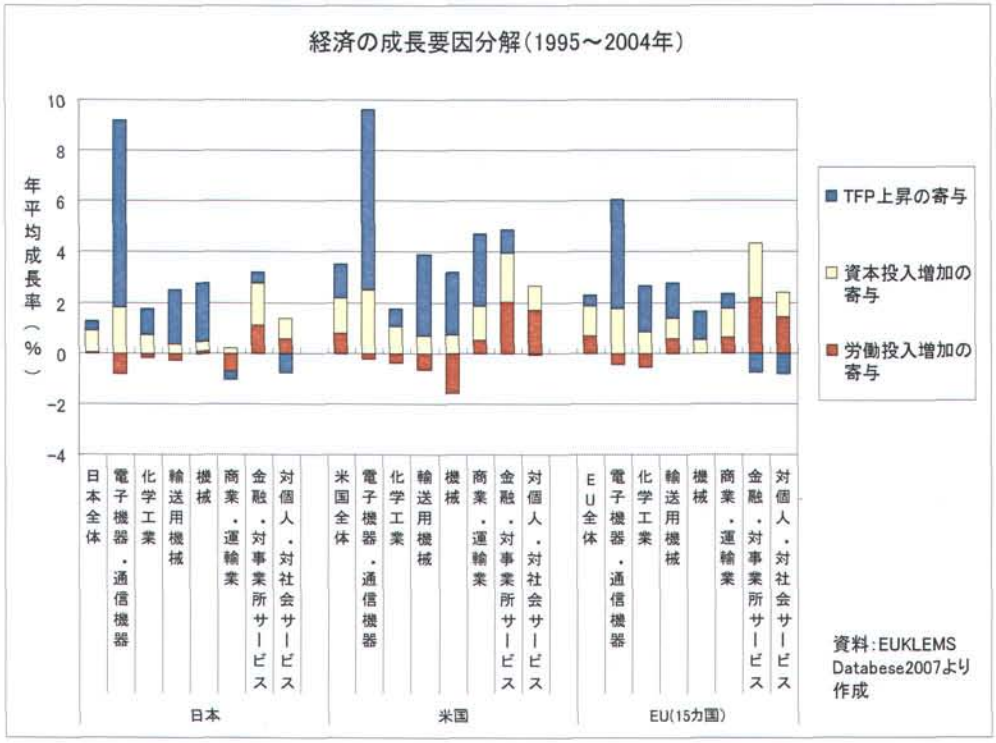
1990 年代のわが国経済の低成長の原因として、全要素生産性（TFP）上昇率の低下が指摘されている。たとえば、日本は、1995～2004 年において経済成長が鈍化しており、労働投入、資本投入、TFP（全要素生産性）の全ての要因が低下している。これに対し米国では 3 つの要因のうち TFP の上昇が最も成長に寄与している。

図表 2.2.3.1.1　経済の成長要因分析（主要国）



我が国の TFP 上昇率の下落の要因として、市場から撤退すべき TFP が相対的に低い企業が存続するためにイノベーティブな企業が参入できない、あるいは再生可能性が低い「ゾンビ企業」が存続していることを挙げた例がある。また、産業別に見ると、日本では金融を除く非製造業分野では、TFP が低下しているものの、電子機器・通信機器製造業、化学、輸送用機械、機械の各産業は、TFP の上昇が成長に寄与している。特に、電子機器・通信機器製造業での寄与は大きい。

図表 2.2.3.1.2　経済の成長要因分析（主要国の産業別）



このように、我が国の TFP 下落の要因や産業別の TFP 上昇率については議論がなされているが、TFP 上昇率の決定要因の一つである研究開発投資と 1990 年代における日本の TFP 上昇率の関係に関する分析は多くない。

このため、本テーマでは、TFP 上昇率と研究開発集約度を回帰して得られる「研究開発収益度」の推計を通じて研究開発投資の効果を分析した。本分析では、研究開発支出額について上場企業の財務データよりも正確であると言われる「科学技術研究調査報告」のデータを用いたこと、また、「科学技術研究調査報告」を用いることにより、各生産要素の投入額と投入コストから研究開発のための生産要素の投入額とコストを差し引き二重計算問題を処理して TFP を計測することができた点が特徴である。

さらに、科学技術政策研究所の全国イノベーション調査のデータを企業活動基本調査のデータと接続して、企業におけるイノベーション活動の決定要因とイノベーションが TFP 上昇率に与える効果について多項ロジットモデルを用いて分析した。両者のデータを接続しての分析は、我が国では最初のものである。

分析の結果は、大きく以下のとおり要約できる。

まず、研究開発投資が TFP 上昇に及ぼす効果は、今回分析したいずれのデータや推計式によっても統計的に有意に正だった

図表 2.2.3.1.3　TFP 上昇率への研究開発投資の効果

	全産業	製造業
R&D集約度	0.209 ***	0.209 ***
	(0.023)	(0.023)
R-squared	0.214	0.234
サンプルサイズ	8,769	7,456

(注)推計は、付加価値ベースの TFP 上昇率。

(注)被説明変数は1期前と当期の TFP 上昇率。説明変数(R&D 集約度)は、1 期前の実質研究開発投資額を1期前の実質粗生産額で除した値。

(注)推計期間:1986～2005 年。

(注)* p<.1, ** p<05, *** p<.01

産業別、時期別に分割して推計しても研究開発投資は TFP 上昇率に有意な正の効果を与えていた。時期別には、1990 年代前半は研究開発投資が TFP 上昇率に与える効果は低下したものの、全時期を通じて研究開発投資は TFP 上昇率にプラスの効果を与えていた。しかし、電機産業と機械産業は研究開発投資が TFP の上昇率に与える効果が大きいなど、産業別の研究開発投資の効果は大きく異なっていた。このことから、産業内の技術機会などの差が TFP 上昇に直結する可能性が示唆された。

図表 2.2.3.1.4　産業別にみた研究開発投資の TFP 上昇率への効果

	電機産業	化学産業	輸送用機械産業	機械産業
R&D集約度	0.253 ***	0.155 ***	0.0792 ***	0.228 ***
	(0.033)	(0.026)	(0.028)	(0.049)
R-squared	0.444	0.182	0.244	0.211
サンプルサイズ	1,183	1,546	756	1,255

(注)注記は図表 2.2.3.1.3 と同じ

図表 2.2.3.1.5　製造業における時期別にみた研究開発投資の TFP 上昇率への効果

	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005
R&D集約度	0.283 ***	0.163 ***	0.242 ***	0.235 ***
	(0.053)	(0.028)	(0.025)	(0.035)
R-squared	0.287	0.196	0.262	0.244
サンプルサイズ	1,539	1,640	1,805	2,472

(注)注記は図表 2.2.3.1.3 と同じ

また、基礎研究、応用研究、開発研究の性格別に見た場合には、応用研究と開発研究が TFP 上昇に与える効果は大きく、非常に安定的だった。基礎研究は電機産業と機械産業の TFP 上昇に大きく寄与していた。

図表 2.2.3.1.6　性格別研究開発投資の TFP 上昇率への効果

	全期間
R&D集約度　基礎研究	0.301 ***
	(0.109)
R&D集約度　応用研究	0.233 ***
	(0.063)
R&D集約度　開発研究	0.193 ***
	(0.021)
R-squared	0.235
サンプルサイズ	7,333

(注)注記は図表 2.2.3.1.3 と同じ

企業におけるイノベーション実現の決定要因については、プロセス・イノベーションの場合には専有可能性や共同研究・事業などの協力関係は重要ではないが、プロダクト・イノベーションの場合にはこれらのことが非常に重要な要因であること、研究開発活動を行わない企業ではプロセス・イノベーションとプロダクト・イノベーションを同時に実現することはできないこと、などが明らかになった。

イノベーションの実現がTFP上昇率に与える効果については、プロダクト・イノベーションはTFP上昇に有意な影響を与えること、また、イノベーションがTFP上昇率に与える効果の差は企業間よりもむしろ産業間で大きく、電機産業ではその他の製造業に属している企業よりも3%、機械産業と科学産業ではその他の製造業より約2%高いことが明らかになった。

図表 2.2.3.1.7　イノベーション実現と TFP 上昇率への効果

	被説明変数:全要素生産性上昇率(lnTFP(2003)-lnTFP(2001))	
	係数値	t値
(Only Product Innovation) (1999-2001)	0.011	3.12 ***
(Only Process Innovation) (1999-2001)	0.002	0.26
(Both Innovation) (1999-2001)	0.010	2.67 ***
lnTFP(2001)	-0.067	-3.34 ***
化学産業ダミー	0.024	5.18 ***
電機産業ダミー	0.036	6.78 ***
輸送用機械ダミー	0.008	2.45 **
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.026	4.79 ***
金属製品・窯業産業ダミー	0.005	1.66 *
定数項	-0.007	-3.14 ***
R-squared	0.0735	
サンプル数	1523	

(注) *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

今後は、企業と外部との連携の変化等を踏まえ、例えば外部への研究費支出の増減と TFP の変化等を勘案したモデルの改良が課題である。また、ストックとしての研究人材の状況、保有特許、R&D ストック等が TFP に与える影響もモデルに反映することが必要と考えられる。

２．２．３．２　企業価値の形成に与えた効果の測定

企業が競争優位を築く源泉として、たとえば製造業の研究開発投資により形成される「技術力」のような目に見えない資産（intangible assets）の重要性が幅広く認識されている。一方、株価は、企業が将来産み出すキャッシュフローを期待して反応すると考えられる。

そこで、本テーマでは、製薬企業を対象に、目に見えない資産（intangible assets）が企業価値に及ぼす影響を分析する「企業価値アプローチ」を試みた。具体的には、分析期間を 1980 年～2004 年とし、企業価値と技術力（研究開発ストック、研究開発ニュース、研究開発集約度）、ブランド力（広告ストック、広告ニュース、広告集中度）との関係を推計した。また、保有特許との関係についても推計を行った。

その結果、技術力指標の中では、研究開発投資の対売上高比率が企業価値に有意に正の影響を及ぼしていた。また、特許保有との関係については、保有特許数が既に大きいときには研究開発投資の効果が逓減する、すなわち、研究開発投資の効率性の経年的な低下の傾向が見られた。

図表 2.2.3.2.1　研究開発投資の企業価値形成への効果

Estimated Coefficient

	Intercept	EAR / BV	RDS / BV	RDN / BV	RDI	ADVS /BV	ADVN / BV	ADVI	D83	D84	D85	D86	D87	D88	D89	D90	D91
Model1	0 95827	2 8933	0.50979			0.9615				1 2242	1.4651	1 4145	1 12775	1 20861	0 74198	0 534703	
	(4 91)***	(2 60)***	(1 13)			(2 31)**				(6 61)***	(7 95)***	(7 71)***	(6 14)***	(6.58)***	(4 05)***	(2 92)***	
Model2	0 92595	2 31521		3 72989			3 11868			1 19855	1 44277	1 31065	1 37591	1 12208	1 1961	0 72535	0 52839
	(5 62)***	(2 11)**		(1 79)*			(2 71)***			(6 57)***	(7 94)***	(7 22)***	(7 58)***	(6 17)***	(6.58)***	(4 00)***	(2.91)***
Model3	0.72086	2 64638			7 95729			·0 76414	0 44268	1 31626	1 53683	1 34795	1.44492	1 15686	1 273	0 733897	0.58103
	(4 02)***	(2 53)**			(6 09)***			(-0 85)	(2 46)**	(7 35)***	(8 56)***	(7 53)***	(8 09)***	(6 45)***	(7 10)***	(4 10)***	(3 25)**

今後は、推計の制度を向上させるための特許の質的な情報（前方引用件数、引用論文数、出願国数、請求項数等）の活用や企業価値計測の精緻化が課題である。

２．２．３．３　技術導入が生産量の増加に与えた効果の測定

イノベーションの中には、その技術を利用する主体が自ら開発したものがあり、近年、そうした「ユーザー・イノベーション」の重要性が指摘されている。本テーマでは、そうしたユーザー・イノベーションの重要性の定量的な観点からの分析を行った。

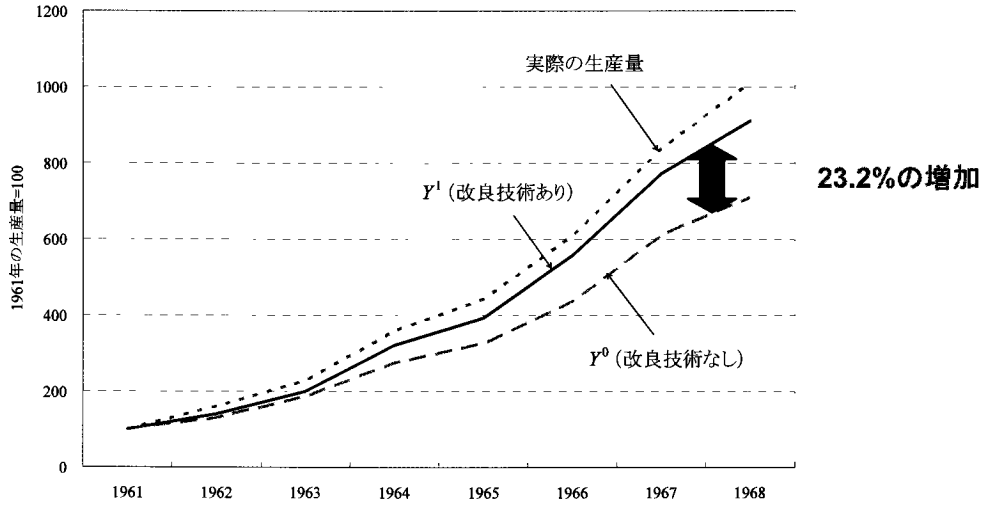
具体的には、鉄鋼業界における生産技術の改良である多孔ランスと OG 装置を事例に、企業の財務資料より個別プラント導入状況、プラントレベルの投入・産出データ等を収集し、生産関数の推定を行った。そして、これら技術の導入がなかったと仮定した場合との比較によりイノベーションの効果を推計した。

分析の結果、多項ランスと OG 装置の導入により、1960 年代における純酸素吹き上げ転炉（BOF）の生産性上昇の 4 割近くが説明されること、また、1962～68 年の間における BOF による粗鋼生産が産業全体で 23%上昇たことが推計された。そして、これらの分

析を通じ、具体的なイノベーションの事例の経済的な効果が定量的に計測された。

今後の課題としては、イノベーションをもたらした技術の開発に要した費用の取扱が困難だった点が挙げられる。直接観察はきわめて困難ではあるものの、開発費用に関する情報を分析に加えれば、イノベーションがもたらした経済厚生の大きさが評価できたであろう。また、技術のリード・ユーザーであった企業（八幡製鉄）以外がイノベーションにおいて果たした役割や、リード・ユーザーと他の企業間での技術情報の共有、改良技術のフィードバックがもたらした利益の評価も課題として挙げられる。これにより、より一般的なオープン・イノベーションの議論に寄与することも期待されるところである。

図表 2.2.3.3.1　プロセス・イノベーションが生産増加に及ぼした効果



２．２．４　科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響

２．２．４．１　ナショナル・イノベーション・システムに関する調査研究

科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響を把握するために、ナショナル・イノベーション・システムのパフォーマンスの変化を測定する。ナショナル・イノベーション・システムのパフォーマンス測定は、階層的なナショナル・イノベーションの概念を踏まえたデータ体系を構築し分析を試行した。

分析の枠組みとして、ナショナル・イノベーション・システムを「資源（政府研究機関、高等教育機関、産業部門の研究者数）」、「制度（承認 TLO 数、ビジネスインキュベーションセンター数）」、「ダイナミクス・相互作用（国立大学共同研究件数、国立大学受託研究件数）」の３階層で捉えた。そして、イノベーションの成果として「アウトプット（自然科学・工学の論文発表数、特許出願件数）」、「アウトカム（大学発ベンチャー数、技術輸出額）」を

被説明変数とし、説明変数は二段階最小二乗法を用いて「資源」、「制度」の合成指標である主成分スコアを操作変数として「相互作用」のスコアを予測し、その予測値と「アウトプット」、「アウトカム」の関係を推計した。その結果、共同研究件数、受託研究数（ダイナミクス・相互作用）は、論文発表数、特許出願件数（アウトプット）と大学発ベンチャー企業数、技術輸出額（アウトカム）に有意に正の効果を与えていることが明らかになった。詳細に見ると、論文や特許（アウトプット）よりも大学発ベンチャー企業数や技術輸出額（アウトカム）への寄与が高い結果となっており、イノベーションの成果として重要であることが示唆された。

さらに、政府研究機関、高等教育機関、産業部門の研究者数（資源）や承認 TLO 数、ビジネスインキュベーションセンター数（制度）が、共同研究件数、受託研究数（ダイナミクス・相互作用）の増加に対して有意に効果を発揮していることが明らかになったことから、「資源」、「制度」、「ダイナミクス・相互作用」の各階層間で依存関係にあることが示唆された。

表3 主成分分析による変数の合成

原データ	合成指標	第1主成分の寄与率
政府研究機関の研究者数 **高等教育部門の研究者数** **産業部門の研究者数**	資源	87.60
承認TLO許可数(累積) ビジネスインキュベーションセンター数	制度	98.68
国立大学共同研究件数 国立大学受託研究件数	相互作用	96.20
論文発表件数(自然科学・工学) 特許出願件数	アウトプット	90.14
大学発ベンチャー企業数 技術輸出額	アウトカム	98.29

表4 二段階最小二乗法によるNISパフォーマンスの推定

	アウトプット	アウトカム
定数項	0.000	0.000
相互作用	0.860 **	0.999 **
調整済みR^2	0.713	0.984
F	38.248 **	921.391 **

注1. **:1%水準で有意。*:5%水準で有意。
注2. 操作変数は資源および制度の各主成分スコア。

表5 階層間の分析

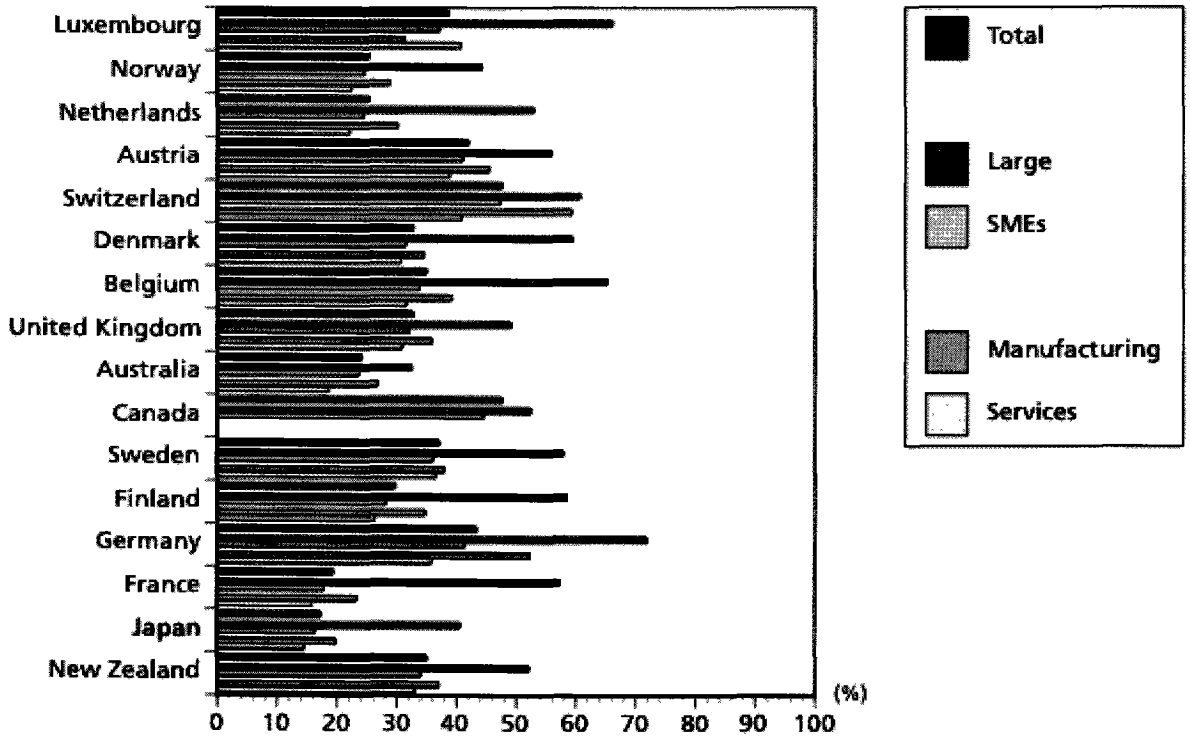
	相互作用	VIF
定数項	0.000	
資源	0.478 **	4.504
制度	0.543 **	4.504
調整済みR^2	0.978	
F	332.831 **	

**:1%水準で有意。*:5%水準で有意。

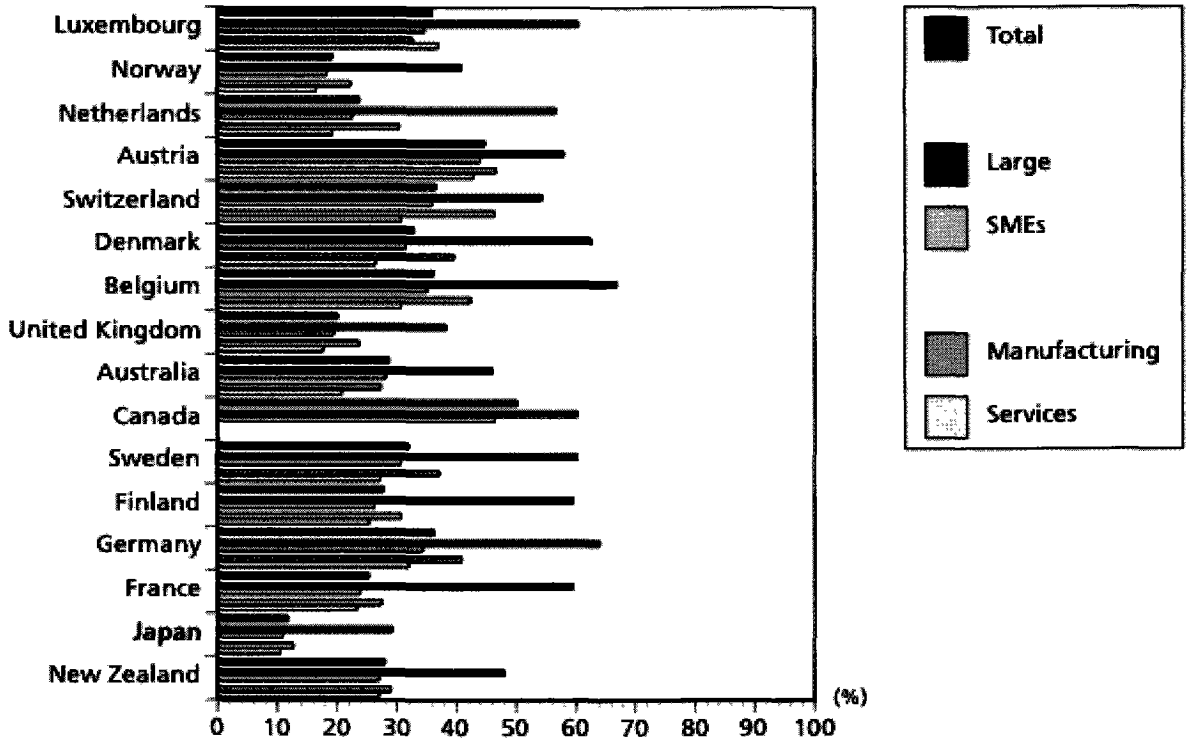
一方、OECDの「オスロ・マニュアル」を踏まえて各国で実施されているイノベーション調査により、各国におけるイノベーション実現企業の比率、イノベーション実現と対象市場の関係等を国際比較することが可能となっている。このような国際比較可能なデータを用いることで、相対的に我が国のナショナル・イノベーン・システムの特徴を把握することが可能となる。例えば、プロセス・イノベーション、プロダクト・イノベーション共に日本は実現企業の比率が諸外国と比較して低く、特に中小企業における実現企業の比率が国際的にみて低いことが明らかになった。また、プロダクト・イノベーション実現企業がターゲットとしている市場等を国際比較すると、日本は国内市場を対象に他社において同種のプロダクトを実現しているものを修正して市場に投入する企業の比率が高いことが明らかになった。このように、日本は国内市場が一定の規模を有していることもあり、国内を対象とした他社追従型のイノベーションをまず志向する傾向にある。国際市場や極めて新規性の高いイノベーションを志向する企業は企業数ベースでは国際的に低いことから、今後は国際市場を対象とした新規性の高いイノベーションを志向する企業支援に対する重要性が示唆される。

イノベーション調査のような企業を単位としたイノベーションの状況を調査する統計的データは、一国内で時系列分析、ミクロデータを接続することによる計量経済分析等に活用することはもとより、OECD等による国際的調和に基づいて調査が実施されることで国際比較が可能になる。

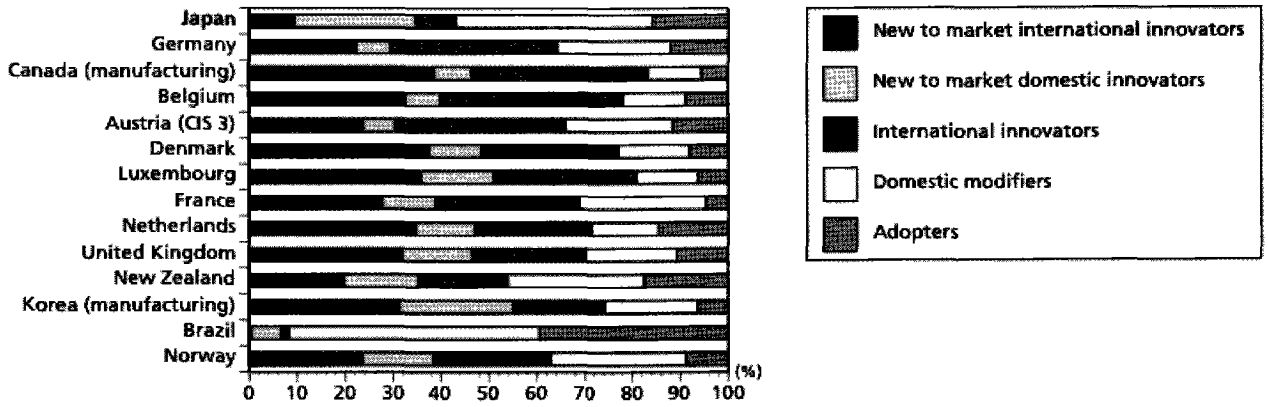
図表 2.2.4.1.1　プロダクト・イノベーション実現企業の比率（企業数ベース）



図表 2.2.4.1.2　プロセス・イノベーション実現企業の比率（企業数ベース）



図表 2.2.4.1.3　イノベーション・モード別の比率
（プロダクト・イノベーション実現企業における割合・企業数ベース）



２．２．４．２　イノベーション・システムのガバナンス

社会・経済活動のグローバル化は、知識、人材、資金の国際流動化等を通じて、我が国のナショナル・イノベーション・システムに大きな影響を与えており、その結果、ガバナンス上の課題を生じさせている。このような課題に適切に対応するためのガバナンス体制を構築する前提として、イノベーション・システムへのガバナンスの影響を分析すること

が必要となるが、その際は政策課題を中心としたアプローチが必要である。政策課題例としては、知的財産と技術移転、技術標準、人材の国際流動化、海外投資、安全・安心に対する国際的管理体制などが挙げられる。それぞれの政策課題を変数とし、その結果が当該産業のイノベーションに関するアウトプットにどう影響を与えたかを定量化することが求められる。つまり、ガバナンスとイノベーション・システムの間に存在しているギャップがどういった形でイノベーションに影響を与えているかをまずは捉えることが必要となる。

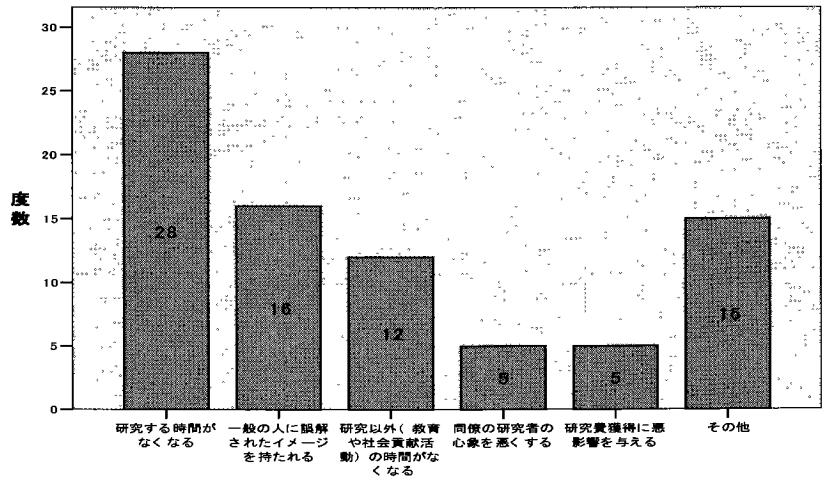
ガバナンスは政府だけではなく、企業や NGO、国際機関等を含む多様なアクターをマネジメントする総体の概念である。そのため、政策や制度の直接的な影響に留まらず、各アクターが政府や政策に対してどの様な意識を持っており、それが実際の行動にどの様に反映されているかを把握することが重要である。そこで、研究者への意識調査をもとに、政府による研究支援に対する考え、研究者と政治プロセスとの関係等の把握を試みた。

今回の予備調査の結果、研究者が研究費や研究人材の育成・確保面での政府の役割を高めるべきと意識していることが明らかになった。また、科学者が政策に関与しない理由として、研究時間がなくなることを懸念している状況も明らかになった。つまり、ガバナンス体制の設計について具体的ニーズを研究者が持ちつつも、それを反映させることが制度的に阻害されている可能性があり、その結果、制度設計を担当する政治・行政と研究者コミュニティとの間に、情報の非対称性がある可能性が考えられる。

図表 2.2.4.2.1　政府の役割に対する科学者の意識

	現状のままでよい	今より政府の役割を増やすべきである	今より政府の役割を減らすべきである
研究費配分について（有効回答数 53）	14（26%）	29（55%）	10（19%）
政府による研究に対する規制・ガイドラインについて（有効回答数 53）	25（47%）	11（21%）	17（32%）
研究人材の育成・確保について（有効回答数 53）	7（13%）	39（74%）	7（13%）

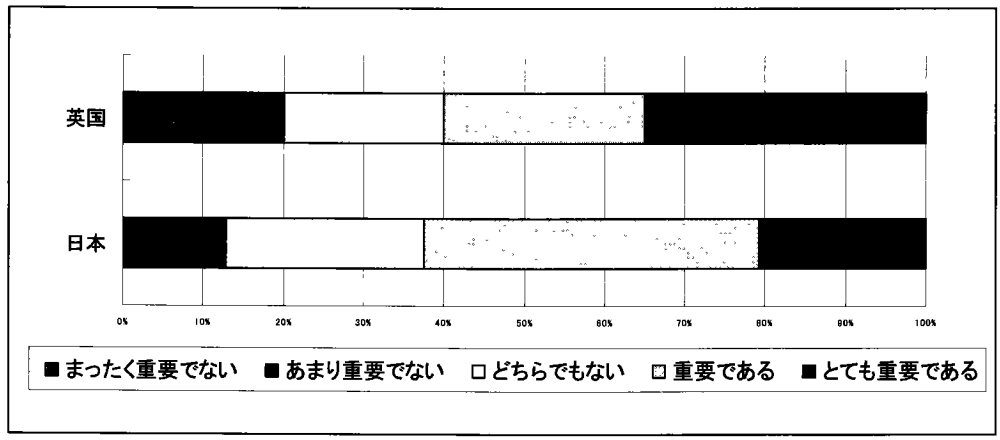
図表 2.2.4.2.2　科学者が政治家・行政官とコンタクトが持ちづらい理由



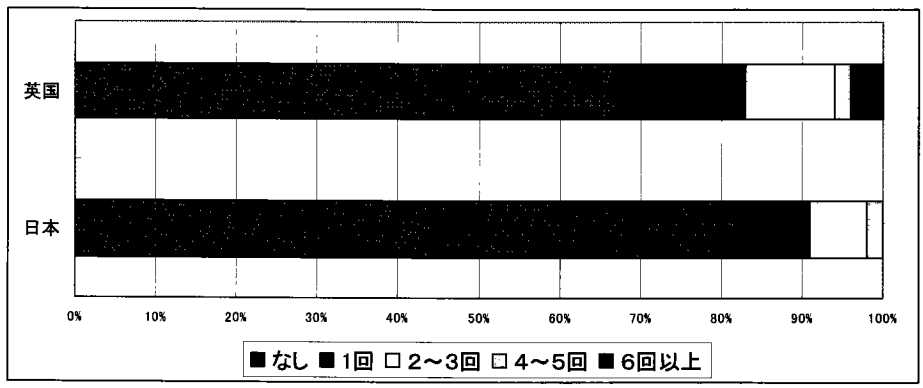
このような政治家・行政官とのコミュニケーションについて、研究者がどのような意識をもっており、また実際にどのくらいコミュニケーションをとっているのかについて、英国において実施された同種の調査結果と比較すると、「政治家・行政官」とのコミュニケーションについては、日本、英国両国において、重要性は高いと認識されているが、その一方、実際に政治家・行政官と話をした回数では、両国ともに１年間で実際に話をしたことがほとんどないという人が大多数を占めており、重要性は認識しつつも、実際にはそれほど行われていないという、政治・行政と研究者コミュニティとの間のコミュニケーションのギャップが存在することが明らかになった。

今後は、研究者の具体的政策ニーズが実際にどのような経路を経て政策につながっていくかを明らかにするために、行政や政治と研究者コミュニティとの間に存在するギャップを国際比較可能な形で定量的に把握する重要性が示唆された。このようにして得られた知見は、行政や政治と研究者コミュニティの両者を媒介し、コミュニケーションのギャップを解消するための制度や組織、英国王立協会などが実施している国会議員と研究者の交流プログラムなどのような取り組みなどの具体的設計に貢献することができる。このような両者を媒介する制度や組織は、アクターのニーズや情報を制度設計に適切に反映させることにつながり、イノベーション・システムとガバナンスとのギャップの解消に貢献することが期待される。

図表 2.2.4.2.3　政治家・行政官とのコミュニケーションの重要性



図表 2.2.4.2.4　過去 1 年間に政治家・行政官と実際に話をした回数



２．３　産業別に分析手法を当てはめたケース

２．２では、本調査研究で試みた各分析手法の成果を概観した。それでは、これら手法を通じて得られた知見を組み合わせたとき、具体的産業ケースにおけるイノベーション・プロセスはどのように浮かび上がって来るのだろうか。

「家電産業、半導体産業を含む電機産業」と「医薬品産業」を事例に議論を行ってみたい。

２．３．１　家電産業、半導体産業を含む電機産業におけるイノベーション分析のケース

（１）電機産業では研究開発投資が全要素生産性の上昇に有意に寄与

近年の我が国の全要素生産性（TFP）の伸びは、欧米に比べて近年低いと言われている。しかし、TFP の伸びは産業別にまちまちであり、なかでも電機産業は、欧米に遜色のない TFP の伸びを示している。

TFP の伸びにはさまざまな要因が寄与するが、従来からサイエンス型産業といわれる電機産業では、企業の研究開発活動は TFP 上昇にどのように寄与しているのだろうか。TFP の上昇率と企業の研究開発投資やイノベーション活動との関係を分析した結果、研究開発投資が TFP 上昇率に高い効果を及ぼしていることが明らかになった。また、電機産業は他産業と比較して基礎研究やイノベーションの実現も TFP 上昇率に与える効果が大きいことが明らかになった。

しかし、企業内部の研究開発活動に科学研究はどのようなかかわりを持っているのだろうか。電機産業のうちでも、家電産業と半導体産業をとりあげ、より詳細に企業と科学知識の関係を検討する。

（２）電機産業と科学知識の関係：家電産業の場合

①家電分野では、近年は新しい科学的知見や大学等との結び付きが強まる

そこで、本調査ではまず、企業の研究活動と科学のかかわりについて特許に引用された論文の書誌情報と論文の関係の分析を試みた。主な変数としては、家電分野の特許における「論文の引用比率」、論文を引用している特許あたりの「引用論文数」、「特許出願年月と論文刊行年月の差（ラグ）」を用い、技術が科学分野をどの程度参照としているのか、どの程度新しい科学を参照しているのかを分析した。

その結果、家電分野は 1995 年と 1999 年の間で「論文を引用している特許の比率」、「論文を引用している特許における平均引用論文数」にあまり変化はみられないが、「特許出願年月と論文刊行年月の差（ラグ）」には縮小が見られ、より新しい科学知識

を参照とする傾向が把握された。

また、特にディスプレイ関連特許に引用された論文の執筆者の所属機関に基づき、技術に引用されている知識がどのようなセクターで産み出されたものであるか、についても分析を行った。

その結果、ディスプレイ関連特許に引用された論文の著者の所属機関のセクターは従来から企業の比率が高いものの近年は大学・政府の比率も上昇していることが明らかになった。さらに、ディスプレイ関連の特許に最も引用されている学術分野（電気電子工学分野）の論文の著者に企業が含まれる場合について、共著者を分析した結果、大学等との共著の比率が増加傾向にあることが見られた。

このように、家電分野の技術はより新しい科学的知見を参照する傾向が認められ、また、関連技術が依拠する科学の創出における大学や公的研究機関の貢献が大きくなりつつあることも見られた。

②近年、家電業界では科学との関係に抑制的な傾向も見られる

しかし、家電業界と科学研究の関係においては、懸念材料も見受けられた。企業の学会での活動状況や学会に対する意識調査や学会発表に関するケーススタディーから、電気機器・情報通信機器産業は、かつては国際学会等で積極的に発表し、学会への露出度が高かったが、近年は学会発表を抑制する傾向が見られ、新技術の発表や商談の場となる「学会の併設展示会」を重視している傾向が見受けられた。また、電気機器・情報通信機器産業の学会への意識は、「科学の共有地的なあり方」が中心であった。

このように企業がサイエンスとの距離を置きつつある背景としては、いわゆる「中央研究所の再編」の影響、学会発表の戦略的位置づけの変化、技術戦略上の特許やノウハウと学会発表の位置づけの変化などが考えられる。しかし、企業が近年、従来以上に警戒的で防衛的な技術戦略をとる一方、本分野での大学や公的研究機関の存在感が弱いとすれば、今後企業が必要とする知識の吸収や活用に限界が生まれるのではないかと懸念されるところである。

（３）電機産業と科学知識の関係：半導体産業の場合

①半導体産業においても大学等との関係が強まっている

家電産業と同様、半導体産業についても特許に引用された論文の書誌情報と論文の関係の分析を試みた。通信電機計測器分野（半導体産業を含む）では、1995 年と 1999 年の間で「論文を引用している特許の比率」、「論文を引用している特許における平均引用論文数」、「特許出願年月と論文刊行年月の差（ラグ）」にあまり変化はみられなかった。

しかし、特許に引用された論文の執筆者の分析から、は家電分野の場合と同様に、半導体製造装置関連の特許に引用された論文の執筆者の所属機関は企業の比率が高いが、近年

は大学・政府の比率も上昇していること、特に、半導体製造装置関連の特許に最も引用されている学術分野（応用物理分野）の論文の執筆者に企業が含まれる場合、共著者をみると大学等との比率が増加する傾向にあることが明らかになった。

このように、半導体分野においても産業は大学や公的研究機関との協力を強めているとともに、関連技術が依拠する科学の創出における大学や公的研究機関の貢献が大きくなりつつあることも見られた。

②半導体産業に関連した学会の関係者の意識では、基礎研究段階と製品化段階で知識の受け渡しの関係が弱い

しかし、半導体産業については、企業内のイノベーション・プロセスにおける知識の結集・活用力の弱さという問題点も示唆された。

半導体に関連した「情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ」、「応用物理学会」、「日本物理学会」の関係者が企業内のイノベーション・プロセスにおいてどのような役割を担っているのか、各人はどのような役割に向いているかを把握するための意識調査を実施した結果、基礎的な研究段階の内部での結びつきや技術を製品に具現化するマーケティングや営業段階における結びつきは強いものの、両者の橋渡しを担う人材が少なく、両段階の間での知識の受け渡しの関係が弱いとの意識が明らかになった 。

また、イノベーション・システムを研究→開発・設計→試作→製品化・量産といったリニアモデル的にとらえる発想も見受けられた。こうした傾向は、研究段階と、マーケティングや営業といった製品具現化段階の間での知識の結集・活用、ひいてはイノベーションを妨げる可能性も危惧されるところであり、今後は、研究段階と製品化段階の連携により、一層効率的に製品化・市場化に繋げる必要性が示唆された。

２．３．２　医薬品産業におけるイノベーション分析のケース

(1) 医薬品を含む化学産業においても研究開発投資やイノベーション活動が全要素生産性の上昇に寄与。また、研究開発投資が企業価値（株価）の形成に寄与

医薬品を含む化学産業においても、計量経済分析の結果、研究開発投資が TFP 上昇率に効果を及ぼしていることが明らかになった。また、イノベーション活動も TFP 上昇率に寄与していることが明らかになった。さらに、製薬企業については、目に見えない資産（intangible assets）が企業価値に及ぼす影響を分析する「企業価値アプローチ」を試みた。その結果、企業の無形資産の一つである特許と企業価値の関係については有意な結果は得られなかったものの、研究開発投資が企業価値の形成に貢献していることが明らかになった。今後は、知的資産の質的な側面を勘案した測定手法の開発が課題である。

(2) 医薬品産業は新しい科学研究の成果を多数参照。大学等との関係も密接。

では従来からサイエンス型産業の代表例とされてきた医薬品産業では、企業の研究活動と科学のかかわりはどのようになっているのだろうか。電機産業の場合と同様、特許に引用された論文の書誌情報と論文の関係の分析を試みた。

その結果、医薬品産業の特許は、論文を引用している特許の比率が大きく論文を引用する１特許あたりの平均論文数も他産業と比較して多いとともに、新しい科学的知見を参照としていることが見出された。また、医薬品の特許に引用された論文は、大学から産み出されている論文が多いことが明らかになった。さらに、医薬品の特許に引用された論文（生化学分野）のなかで企業が執筆者に含まれる論文の共著者をみると、大学等との共著の比率が増加傾向にあり、公的な研究開発との関係が密接であることが示唆された。

(3) 医薬品産業を含む化学産業は、「サイエンスを重視する傾向」が近年強まる。

医薬品産業についても企業と科学の関係を、電機産業の場合と同様、企業と学会の関係から分析した。その結果、化学産業（医薬含む）では、ここ 10 年で「サイエンスの知見の重要性」が高まるとともに、 新技術の発表や商談の場となる「学会の併設展示会」の重要性も高まっていることが示唆された。

第3章　今後の方向性と課題

本調査研究では、イノベーションのプロセスを踏まえた分析により、科学技術イノベーションが経済社会に及ぼした影響を実際のデータを用いた試行を行った。まず、企業単位の統計データを接続したデータベースを構築し、そのデータを用いて計量経済モデルを分析することで、研究開発投資やイノベーション活動が、全要素生産性の上昇や企業価値の形成に有意に寄与していることが明らかになった。また、導入技術が生産量の増加にどの程度寄与しているのかを把握する手法についても鉄鋼産業を事例に試行した。

一方、特許に引用された論文情報をデータベース化し、特許にはどの様な科学が参照されているのか、その論文はどのようなセクターから産み出されているのか分析した。さらに、企業や産業が学会とのつながりをどの様に変化させているのかを意識調査により把握し、産業により学会との関係に変化が見られること、産業内で基礎研究段階と製品化段階での知識の受け渡しが弱いことが示唆された。

また、マクロなアプローチとして、ナショナル・イノベーション・システムのパフォーマンス分析と統計的データを用いた国際比較、研究者の政策形成等に関する意識調査によるガバナンスへの影響の把握について試行した。

このような試行を通じて、イノベーション計測の今後に向けては以下のような課題も抽出された。

（1）イノベーション関連ミクロデータの構築に関する課題

今回の調査では、企業 3,131 社について科学技術研究調査、企業活動基本調査、特許データを接続したデータベースに、文部科学省・科学技術政策研究所の産学連携データ、民間企業の研究活動に関する調査、全国イノベーション調査の個票データを接続して分析を試行した。

政府統計等のミクロ（企業）レベルでのデータの接続・分析は、各国でも緒に就いたところであり、今回の試行を通じて我が国においてもミクロデータを活用した分析が行われたことは意義が深い。

しかしながら、イノベーションをダイナミックに計測し、最策に寄与するエビデンスを提供する観点からは、こうしたミクロデータベースが継続的に整備され、活用し得ることが望ましい。また、イノベーションの多様なプロセスの状況を明らかにするためには、今回接続を行ったデータにとどまらず、さらに多様なデータを接続することも必要であろう。

このため、たとえば統計間の調査客体 ID のコンバーターや統計データ接続のための共通の客体コード、さらに、これまでに蓄積されたデータ接合手法を一種の共通プラットフォームとして、関係研究機関や府省が協力してより幅広いデータを継続的に接合できる体制の構築と、データを活用したイノベーションの分析の蓄積が今後とも必要であろう。

（２）イノベーションの経済効果の計量に関する課題

今回の調査における研究開発とTFPの関係の分析は、科学技術研究調査のミクロデータを使って分析した事例であるとともに、1990年代初頭の分析以降の分析事例である。また、企業のイノベーション活動とTFPの関係の分析としては我が国で最初のものである。

今後の課題としては、今回は考慮できなかった技術知識のストックの波及効果を考慮することと、研究開発の促進施策、知的財産制度の効果、産学連携の効果などイノベーションに関連したシステム改革の効果を考慮することなどが挙げられる。特に、研究開発や知的財産権を含む無形資産（intangible asset）投資は、米国BEAが国民経済計算のサテライト・アカウントとしての試算を発表したように、有形資産と同様に生産性を説明する要素として重要視されており、知識ストックの波及効果を考慮するにあたってもその計量は不可欠である。

これらの基盤としても前述したミクロデータの継続的拡充が求められるところである。また、特に技術と科学、あるいは、企業における研究活動と大学等における公的研究活動の間のmissing linkを埋める公的研究活動とイノベーションの関係を分析する一つの手法として、また、企業が保有する知的資産である特許の質的な評価を織り込み分析の制度を上げる観点からも、後述する特許と論文の関係の分析は重要である。

（３）特許における論文引用データと論文書誌データのマッチング

前述のように、特許における論文引用データは、技術と科学の関係を定量的に分析する指標として有力である。今回の分析では、ジャーナル名のマッチングや著者の所属機関のセクター分類を試行し、9割近い精度を得たが、セクター分類のカバレッジの向上など精度の高い網羅的なマッチングが行われれば、ある論文集合のうちどの程度の割合の論文が特許に引用されたかを明らかにすることも可能となり、特許・論文リンケージ、さらには科学研究のスピルオーバーの定量的分析が可能になるだろう。

（４）人材ストック、人を介した知識伝播の効果の反映

科学知識と技術の関係について、本調査研究では上記のように特許に引用された論文といった形式的に把握可能なデータの分析を中心に実施した。しかし、「産業のサイエンス型化」現象の中で見出された「商業化する学会」における暗黙知の伝播に見られるように、研究者・技術者の交流、人材の組織間移動、また、教育を通じた人材育成など、人を介した知識のストックや伝播が多数展開されていると思われる。今後は、こうした知識の伝播を把握する手法や指標の開発も必要となるであろう。

（５）産業におけるイノベーションの実態を踏まえたイノベーションの把握、測定

イノベーション関連指標の構築や計測にあたっては、基礎となるイノベーションの実態把握とイノベーションモデルの構築が不可欠である。そうした意味で、今回の調査において企業と学会の関係の分析から提起された日本型の「既存産業のサイエンス型化」モデルは重要な論点であろう。

医薬品やITといった、研究開発による科学の成果が直接的に商品などに展開される「サイエンス型産業」モデルでは、研究開発の成果から創出された特許に基づき研究開発型のベンチャー企業などを新規に創出し、それが競争力のある新企業・新産業に発展するというプロセスが想定されやすい。研究費・論文・特許・企業価値・・・・といったデータセットは、こうしたプロセスの説明に沿ったものであるともいえる。

しかし、本調査研究でも明らかになったように、日本においては、既存企業が科学との関係を変化させながら科学的知見を取り入れ、企業の変革を図り競争力を獲得するといった「既存産業のサイエンス型化」モデルも見出された。特に、「自動車・航空機・産業用運搬車両産業」が近年「サイエンス型化」を進めてきた日本的な「サイエンス型産業」の代表例であるという指摘は、イノベーションの計測のあり方にも重要な示唆を与える。

今後は、こうした日本特有のイノベーション・プロセスについての理解を深めるとともに、得られたモデルを踏まえたイノベーションの把握、測定手法の構築が必要であろう。

第Ⅱ部

分担研究の報告

目　次

第１章　科学研究の技術への波及プロセス
１．１　特許−科学論文リンケージ分析のための論文書誌データの同定
　　― 網羅的マッチングの開発 ―　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1
・ 調 麻佐志（東京農工大学　大学教育センター　准教授）
・ 山下泰弘（山形大学　評価分析室　准教授）
・ 富澤宏之（OECD（経済協力開発機構）科学技術産業局　主席行政官）

１．２　イノベーション関連データのミクロレベルでの接続と分析・・・・・・・・・・・・　62
・ 鈴木　潤（政策研究大学院大学　教授）
・ 伊地知寛博（成城大学　社会イノベーション学部　教授）

１．３　OECD 等におけるイノベーション調査関連動向の把握・・・・・・・・・・・・・　121
・ 伊地知寛博（成城大学　社会イノベーション学部　教授）

第２章　イノベーティブな企業・産業と科学研究との結び付き
２．１　既存産業における企業の研究開発と科学(サイエンス)との関係・・・・・・・・　138
・ 榊原清則（慶應義塾大学　総合政策学部　教授）
・ 辻本将晴（芝浦工業大学　専門職大学院 工学マネジメント研究科　専任講師）
・ 松本陽一（慶應義塾大学　大学院　博士後期課程　大学院生）

２．２　『サイエンス型産業におけるイノベーション・プロセス調査』のインプリケーション：
　　日本物理学会・電子情報通信学会・応用物理学会の事例から・・・・・・・・・・　232
・ 中馬宏之（一橋大学　イノベーション研究センター　教授）
・ 近藤章夫（科学技術政策研究所　第１研究グループ　研究員）

第３章　生産性などの変化
３．１　研究開発と生産性上昇 - 企業レベルのデータによる実証分析 -　・・・・・・　300
・ 権　赫旭（日本大学　経済学部　専任講師）
・ 深尾京司（一橋大学　経済研究所　教授）
・ 金　榮愨（一橋大学　経済研究所　経済研究所　経済制度センター　非常勤研究員）

３．２　知的資産と企業価値の分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　345
・ 小田切宏之（一橋大学　経済学研究科　教授）
・ 羽田尚子（駒澤大学　経済学部　専任講師）

３．３　ユーザーによるイノベーションとその評価：
　　戦後日本の鉄鋼技術に関する実証分析　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　361
・ 大橋　弘（東京大学　大学院経済学研究科　准教授）
・ 中村　豪（東京経済大学　経済学部　准教授）

第４章　科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響
４．１　ナショナル･イノベーションに関する調査
４．１．１　ナショナル・イノベーション・システムのパフォーマンス評価に関する試行・389
・　永田晃也（九州大学大学院　経済学研究院産業マネジメント部門　准教授）
・　大西宏一郎（科学技術政策研究所　第２研究グループ　研究員）

４．１．２　既存のミクロレベル・データに基づくイノベーション・システムの分析・・・395
・　伊地知寛博（成城大学社会イノベーション学部　教授）

４．２　イノベーション・システムのガバナンスに関する比較制度研究　・・・・・・・・450
・　小山田　和仁（独立行政法人 日本学術振興会　国際事業部地域交流課　研究員）
・　稲葉　尚子（政策研究大学院大学　大学院生）
・　江間　有沙（東京大学大学院　総合文化研究科　修士課程　大学院生　）
・　角南　篤（政策研究大学院大学　准教授）

第１章　科学研究の技術への波及プロセス

１．１　特許-科学論文リンケージ分析のための論文書誌データの同定

― 網羅的マッチング手法の開発 ―

調麻佐志（東京農工大学　大学教育センター　准教授）
山下泰弘（山形大学　評価分析室　准教授）
富澤宏之（OECD（経済協力開発機構）科学技術産業局　主席行政官）

１．１．１　特許における論文引用データと論文書誌データのマッチング

富澤宏之（OECD（経済協力開発機構）科学技術産業局　主席行政官）

１．１．１．１　特許データベースにおける科学論文引用データの問題点

特許による科学論文引用についての統計的分析（計量書誌学的分析）を行うためには、引用された科学論文の書誌情報に基づく集計が必要である。そして、そのような集計をコンピュータで行うためには、整備された書誌データが不可欠である。例えば、特許に引用された科学論文の国別シェアを計算するためには、各論文の著者の所属機関の所在地データが集計可能な形で整備されている必要がある。

本来、特許による科学論文の引用は、特許ドキュメント内に引用文献として示された科学論文のリストが情報源であり、米国特許商標庁や欧州特許庁の特許データベースは、それをそのまま収録している。原理的には、これを用いた分析、すなわち、特許データベースのみを用いた計量書誌学的分析もある程度は可能である。

しかし、特許データベースにおける非特許参照文献（NPR: Non patent reference）のデータは、書誌情報として充分なものではない。例えば、多くの場合、論文の第一著者（first author）名は掲載されているものの、その所属機関についての情報は掲載されていないことが多い上に、第一著者以外の著者についての情報が全く無いことも多い。そのため特許データベースのみを用いた分析は、限られた範囲でしか可能ではなく、論文の特性を明らかにする上で不充分である。

それに加えて、特許データベースにおける非特許参照文献（NPR）のデータには、質的な問題がある。すなわち、情報が標準化されておらず精度も高くないのである。

情報が標準化されていないとは、上述のように、書誌情報の項目にバラツキがあることを指しているだけでなく、それぞれの書誌項目の表現方法にもバラツキがある、という意味でもある。例えば、ある科学論文について、掲載されたジャーナルの巻号とその掲載ページを表記する場合、「vol.32, pp.58-74」、「32:58-74」、「V32, P58-74」のように様々な表記方法が使われている。

一方、情報の精度が高くないのは、著者名の綴りの誤記、論文掲載巻号・ページの数値の誤記、あるいは、類似ジャーナル名との混同、などのエラーデータがあるためである。エラーデータについては、科学文献データベースにおいても完全には免れ得ないが、データベース作成機関はそ

れをできる限り生じないようにするために多大な手間をかけている。一方、特許データベースでは、その元となる特許ドキュメント（特許明細書や審査報告書、あるいは特許出願書類）の段階で既に相当な割合のエラーがあり、データベース化の段階でそれが除去されることは無いのが普通である。

このようなデータの質的な問題は、当然、特許データベースのみを用いた分析の障害となる。なんらかの項目について集計が可能となった場合でも、得られた統計データの精度が充分でないことも多い。特に、特許-科学論文リンケージ分析における基本指標である「特許による科学論文の被引用回数」を集計するためには、それぞれの NPR データが論文として一意的に同定されることが必要不可欠である。つまり、複数の類似する NPR データについて、それらが同一の論文を指しているのか、あるいは単に似ているだけかを明確に判断する必要がある。特許からの引用に限らないが、論文の被引用回数の集計は、このような重複排除のプロセスなのである。

１．１．１．２　文献書誌データのマッチングの必要性

前節に述べたようなデータの質的な問題を解消するための一つの方法は、特許データベースの NPR データの名寄せやデータ・クリーニングを行うことである。例えば、先に述べたような科学論文の掲載巻号・ページの多様な表記を統一的な表記に修正する、といった作業を行うことにより、複数の類似した NPR の名寄せはある程度、可能であろう。しかし、この方法では、得られるデータの精度は決して高くない上に、書誌情報源としては充分ではない NPR データを用いるため、得られる指標やデータは限られている。ただし、入手が比較的容易である特許データベースのみで実施可能であることは利点であろう。

より有力な方法は、科学論文データベースとのマッチングを行うことである。科学論文データベースには、特許データベース中の NPR データと比較して遥かに精度の高い書誌データが収録されている。したがって、ある NPR データが指し示している論文が科学論文データベースのなかで見つかれば、ほぼ正確な書誌情報を得ることができるわけである。科学論文データベースでは書誌情報が標準化・構造化されており、計量書誌学的分析のための集計も比較的容易である。また、NPR データには含まれていない各種情報を得ることも可能である。特に、論文書誌データベースでは、各論文についてユニークな ID が付与されているので、被引用回数の集計を正確かつ高速に行うことが可能となる。

ただし、このようなマッチング作業を行うためには、網羅的な科学論文データベースを保有していることが必要であり、しかも、多くの科学論文データベースのようなオンライン型のものではなく、マッチング作業を行うコンピュータ上に置かれたデータセットである必要がある。

１．１．１．３　先行研究

（１）　Narin らの先駆的研究

特許による科学論文引用に基づく特許-科学論文リンケージの定量的分析については、既に様々な先行研究があるが、そのなかでアメリカの Narin らの一連の研究は先駆的なものとして良く知られている。Narin らの研究は、米国特許データベースの NPR データを分析対象としているが、計量文献学でよく用いられる科学文献データベースである Science Citaion Index (SCI)とのマッチングを行うことにより、特許に引用された科学論文の国別シェアなどのデータを算出してい

る。この分析により、1980 年代後半以降の特許-科学論文リンケージの急増を示したことは、科学技術政策上の議論にも大きな影響を及ぼした。Narin らは、さらに、特許に引用されたそれぞれの論文について、図書館で原論文を参照することにより論文の謝辞情報を調べ、その論文を産み出した研究がどのような資金によって実施されたかを分析している。その結果、特許に引用された科学論文の多くが、政府による資金で実施された研究から産み出されたものであることを明らかにしている。

しかし、Narin らの論文では、SCI とのマッチングの具体的な手法がほとんど述べられていないだけでなく、マッチングに成功した論文の数や割合についての具体的な情報を示していない。そのため、Narin らの論文に示された分析結果が、どの程度の精度であるのか不明である。

（２） 欧州委員会の網羅的研究

欧州委員会が実施した特許-科学論文リンケージの網羅的研究（2002 年）は、その報告書が９巻から成る大規模なものであり、これまでになされた研究のなかでも最も網羅的なものの一つである。この研究においても、特許データベース（米国特許と欧州特許）の NPR データを分析対象とし、SCI とのマッチングをベースとしている。

この研究の報告書の第 2 巻は方法論に当てられており、具体的な分析手法がかなり詳しく述べられている。それによると、マッチングに用いた基本的な情報（「match-key」と呼ばれている）は、①筆頭著者名、②論文出版年、③論文掲載巻号、④論文掲載ページ（開始ページ）、の四項目とのことである。また、この四項目が全てマッチしていない場合でも、そのうちの三項目がマッチした場合（ただし筆頭著者名は必須）もマッチングに成功したものとしている、と述べられている。

一方、NPR に通常含まれている情報のうち「ジャーナル名」を使わなかった理由として、過去の計量文献学研究によって、いくつかの問題が指摘されていたためであると述べている。具体的には、略記が頻繁に用いられ、しかも略記の方法が多様であること、ミススペリングが多いこと、をあげている。また、特に具体的な説明は無いが、NPR に含まれていることの多い「論文タイトル」も「match-key」として用いていないが、「論文タイトル」にもミススペリングや表記のゆれ（句読点の有無など）が多いことは良く知られており、「ジャーナル名」と同様の理由で用いなかったと推測できる。

そして、この研究で用いられたマッチング手法の特徴は、NPR データのデータフィールドの標準化・統合が中核となっている点である。つまり、SCI とのマッチングに先立ち、NPR データの様々な表記から前述の四項目をはじめとする書誌情報を抜き出し、それを標準化・統合することに多くの労力を割いている。その結果得られた書誌情報を SCI に照合してマッチングを行っているのである。なお、この方法には原理的に限界があると考えられるが、それについては次節（「４．本研究におけるマッチングの方法」）において述べる。

欧州委員会の研究では、このような方法でのマッチング結果について、「達成率」という概念（数量）を用いて示している。本来、マッチングの達成率を測定することは、母数となる論文全体（当然、そこにはマッチングできなかった論文も含まれる）の数が不明であるため、100%のマッチングに成功しない限り原理的に不可能である。しかし、この研究では、無作為抽出のサンプルデータによる評価などを用いて、達成率を示している。それによると、欧州特許データに基づく分析

では、1992－1996年に出版された論文について、45～65%（平均で60%程度）のマッチング達成率であったとのことである。また、米国特許データに基づく分析では、1980～1996年出版論文について39%の達成率であったという。

１．１．１．４　本研究におけるマッチングの方法

著者らは、前節までに述べた内容を踏まえ、特許-科学論文リンケージ分析のための論文書誌データの同定のために、出来るだけ網羅的なマッチングを行うことを試みている。これまでの作業により、かなり網羅性の高いマッチングが可能であることを確認できたので、以下に、その方法を述べる。

著者らの方法の特徴の一つは、NPRに含まれた書誌情報の標準化には重点を置かずに、SCIに含まれる情報からの照合を行った点である。例えば、「H. Kagechika et al., Journal of Medicinal Chemistry, 1989, 32, pp. 1098-1108.」というNPRデータについて、欧州委員会の方法は、①筆頭著者名、②論文出版年、③論文掲載巻号、④論文掲載ページ（開始ページ）、の四項目のデータを抽出するというものであるが、筆者らはそれを行わなかった。その代わりに、SCIのなかに、筆頭著者名が「Kagechika」である論文のデータが収録されているので、単に「Kagechika」という語の含まれているNPRを見つけ出すという方法を用いた。もちろん、筆頭著者名が「H. Kagechika」である論文はSCIのなかに複数収録されている可能性があるが、それについてはそれ以外のデータの組み合わせによってマッチしたかどうかを判定するのである。この方法では、前記のNPRでどの部分が筆頭著者名であるかを明らかにする必要は無い。

著者らの方法のもう一つの特徴は、テキストの類似性測度を導入することにより、論文のタイトルやジャーナル名をマッチングのキーとして用いたことである。具体的には、NPRとSCIのの類似性を、共通する単語の数（ないし割合）によって測定した。SCIには、論文のタイトルやジャーナル名について、精度の高い情報が収録されているので、そこから単語を一つづつ取り出し、照合先のNPRに何語、含まれているかを調べるのである。この時、英単語の大文字と小文字の違いは無視し、また、英字と数字以外の文字情報も無視した。この方法を用いることにより、論文の掲載された巻号や開始ページの示されていないNPR（そのようなNPRはかなりの割合で含まれていた）についてもマッチングが可能となる。

以上のような二つの原理によってマッチングを行ったが、この方法を用いた場合に生じる困難は、マッチングのプログラムの実行時間が膨大になること、および、マッチングの判定基準が曖昧であることである。

マッチング・プログラムの実行時間については、マッチングの対象となるNPRとSCIの両方のデータが膨大（それぞれが数百万件のデータ）であるため、その全ての組み合わせについて照合することは、照合件数が天文学的数字になる。この問題の解決方法は、NPRとSCIの両方のデータを構造化・グループ化し、照合件数を減らすことである。例えば、あるNPRデータのなかに、論文の出版年と考えられる「1996」という情報が含まれていた場合、照合対象のSCIの範囲を1996年出版の論文に限定するのである。このようなグループ化は、論文の出版年のほかに、論文の掲載されたジャーナル名も用いて行った。筆者らが用いた米国特許データでは、あらかじめ、NPRのなかからジャーナル名と考えられる部分を抽出してあったため、この方法は容易に実現することが出来た。なお、そのようなジャーナル名の抽出は、マッチングそのもので重要な役割を果た

しておらず、単に照合の組み合わせを減らすために用いただけであるので、データの精度が高いことは必ずしも必須ではない。

マッチングの判定基準の曖昧さの問題については、マッチング結果の評価と密接に関係するので、次節で述べる。

１．１．１．５　マッチング結果とその評価

実施したマッチングの概要は次の通りである。

（１）　マッチング対象データ

① 特許データ（NPR データ）

米国特許商標庁に 1995-2005 年に登録された全特許のデータがソースであり、それらの特許において引用された全 4,863,560 件の NPR（非特許参照文献）を対象とした。元々の NPR は単なる英文テキストであり、フィールドに区分されていないが、著者らが用いた ipIQ データベースでは、ジャーナルフラグ（ジャーナル論文か否かを示す）、論文出版年、ジャーナル名称（フル名称および略称）が独立したフィールドに収録されている。ただし、それらのフィールドのデータの精度は必ずしも充分に高くない（おそらく 99%程度の精度）。

全 486 万件のうち、ジャーナル論文と分類されているのは 270 万件程度。このうち WoS データの収録範囲と一致する 1980 年以降出版と分類されているのは 240 万件程度。この約 240 万件がマッチングの対象となる。

② 科学論文データ

科学論文データベースは、科学技術政策研究所では WoS データ（1980-2006 年；全 22,522,605 レコード）を用いたが、OECD ではその使用ライセンスを得ていないため、WoS を使用せず、Scopus のサンプルデータおよび Web 上で無料で公開されている PubMed のデータを用いた。

（２）マッチングのユニーク・キー

①基本キー

NPR と科学論文データベースのレコードについて、ａ．ジャーナル名、ｂ．巻号（vol）、ｃ．ページ（開始ページと終了ページ）、の３つが完全に一致している場合、ある程度の精度で両者は同一の論文であると判断できた。その精度を正確に評価することは困難であるが、エラーの混入する確率は 3～4%程度と考えられる。

② 追加キー

ａ．～ｃ．によるマッチングの精度を高めるため、また、そもそもａ．～ｃ．の情報が不十分な NPR もあるため、ｄ．論文出版年、ｅ．筆頭著者名（last name のみ）、ｆ．論文タイトル、も用いた。ｆ．については両方の論文タイトルの類似度を測定した。その具体的な方法は、前述（１．１．１．４）に述べたとおりである。

（３）　巻号＆ページのインデックス化とデータの構造化

前項（２）に示したマッチング・キーを用いることにより、原理的にはマッチングを機械的

に行うことは可能であるが、マッチング対象のデータ件数が膨大であるため、プログラムの実行時間が遅く実用的でない。そこで、個別レコードのインデックス付与と構造化（グループ化とソート）を行った。すなわち、NPR データや科学論文のデータセットを丸ごと用いるのではなく、「ジャーナル名」および「論文出版年」によってグループ化した。

さらに各論文のレコードに「巻号とページ」をキーとして付与し、高速に検索できるようにした。ただし、このようなキーを全ての NPR について作ることは困難であるため、この方法については全ての NPR を対象とせず、ジャーナル名、巻号、ページ（開始ページと終了ページ）が確実に得られるもののみを対象とした。そのような NPR はマッチング対象の約 240 万件のうち約 130 万件であった。

（４）マッチング判定基準

以上に述べた方法では、キーとテキストの類似度を用いており、類似度がある一定の値（閾値）を超えたデータを一旦、全てリストアップし、その後で、それを精査して同定するというアプローチをとっている。類似度の閾値、すなわち、どの程度の類似度であれば同一の論文と判断するかを事前に決定することは困難であり、その判定基準は経験的に決める他にない。例えば、論文タイトルが NPR と SCI で 100%一致していれば両者はマッチしたと判定しても良いと考えられるが、70%の一致率であった場合は、巻号や開始ページも一致していることを必要条件とする、といった方法が必要である。この基準については、現在、どの程度の類似度の時に良いマッチング結果となるかを調べており、それに基づいて決定する予定である。

（５） マッチングの精度の評価

現時点でマッチング作業は完了していないため、その精度を正確に評価することは不可能であるが、WoS とのマッチングに関しては、マッチング可能と考えられるデータの少なくとも 60%程度のマッチングに成功したと考えられる。

１．１．１．６　今後の展望

本節で述べたマッチングは、それ自体が科学技術政策に示唆を与えるような分析ではなく、純粋に分析方法の開発を目指したものである。しかし、本研究が目指す網羅的なマッチング（少なくとも 90%以上のデータのマッチング）を実現できれば、これまでに無く精度の高い引用データを得ることになり、その価値は極めて高い。例えば、ある論文の集合のうち、どの程度の割合の論文が特許に引用されたか、をかなり高い精度で明らかにすることができる。それによって、特許-科学論文リンケージ、ひいては科学研究のスピルオーバーについて、様々な定量的研究が可能となるであろう。

参考文献

[1] Francis Narin, Kimberly S. Hamilton and Dominic Olivastro. “The Increasing Linkage between U.S. Technology and Public Science,” Research Policy, Volume 26, Issue 3 (1997), pp.317-330.

[2] European Commission, Directorate-General for Research, "Linking Science to Technology, Bibliographic References in Patents," Vol.1–9, Community Research, Project Report EUR20492/1– EUR20492/9, Brussels, 2002.

[3] 玉田俊平太, 児玉文雄, 玄場公規, 鈴木潤, 「特許化された技術の源泉」, 研究・技術計画学会第 19 回年次学術大会・講演要旨集, pp.167–170, 2004 年 10 月.

[4] 玉田俊平太,『特許と論文等とのリンケージに関する研究』(東京大学学位論文), 2003 年 3 月.

[5] 文部科学省科学技術政策研究所, NSITEP REPORT No.88,『基本計画の達成効果の評価のための調査 : 科学技術研究のアウトプットの定量的及び定性的評価』(平成 15 年度～16 年度科学技術振興調整費調査研究報告書), 2005 年 3 月.

１．１．２　学術分野に着目した特許と学術論文の連関分析

調　麻佐志（東京農工大学　大学教育センター　准教授）

１．１．２．１　分析の枠組み

技術の変化や科学と技術の連関を分析するためのデータとして注目を集めている「特許以外の引用文献（NPR: Non Patent Reference)」は、学術論文の他、会議録や書籍、さらに工業標準などの非科学的文献を含むあらゆる印刷媒体への参照（引用）を含んでいる。とりわけ学術論文の引用は科学研究と技術の連関を分析する上で要となるデータを提供する。本セクションでは、米国特許に引用された学術論文に着目して科学研究と技術の連関を分析する手法、なかでも包括的に特許を分析する手法について検討する。

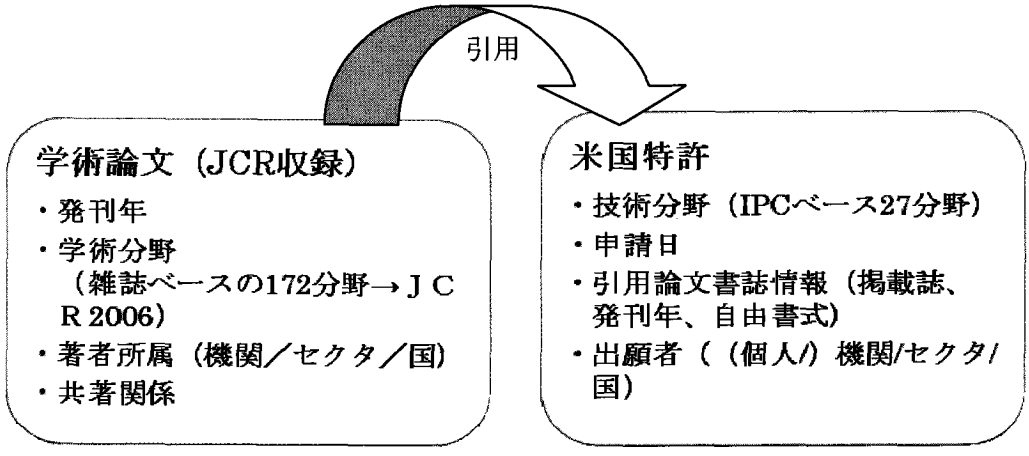
包括的分析には様々な障害があるが、特にNPRの件数が問題である。すなわち、特許による論文引用を分析するにはNPRとして記載された様々な文献から学術論文だけを同定する必要があるが、 NPR群を対象として各NPRが学術論文であるかを判断し、さらに（既存のデータベース等に照らして）どの論文に該当するか、あるいはどのような性質の論文であるかを確定することは極めて困難な作業である。確かに、少数のNPRを抽出して人手によりこれら作業を完遂することはそれほど困難ではない。しかし、2005年登録の特許でNPRは55万件超えており、量的なハードルゆえに導入可能な手法は限られてしまう。実際、複数年にわたる数100万件のNPR群を対象として各NPRがどの学術文献に対応するかを同定すること（論文レベルの同定）は、コスト面から極めて困難であるといえよう。

そこで、本セクションでは包括的な分析を実施するために、各NPRの論文レベルの同定に代えて学術誌レベルの同定　- 各NPRを特定の学術論文データベースに収録された学術誌に掲載されているか否かを基準に学術論文であるかの判定を行い、あわせて当該掲載誌を同定すること -を試みる。学術論文か否かの基準となる収録誌データベースとしては、Thomson 社の Journal Citation Report（JCR）の最新版（2006年版）を用いる。

論文レベルの同定を行うには、「雑誌名」「巻号」「発刊年」「掲載頁」「(筆頭）著者名」などの照合が必要であるのに対して、学術誌レベルの同定においては最低限「雑誌名」の照合が実施できればよい。米国特許におけるNPRの書誌情報は自由書式であるため、各々の項目は表現形態が多様であるのはもちろんのこと、欠落もかなり含まれているので、複数項目の照合では精度が急激に落ち、結果として自動化を試みても人手に頼る部分がかなり残ってしまう。一方、「雑誌名」だけの照合であれば、同一雑誌であっても記載形態にはブレや誤記は当然あるものの、そのブレなどのパタンそのものを抽出して人手による照合を経てデータベース化することにより、バリエーションにも半自動的に対処できるという利点がある。実際、（JCR収録誌にかぎらず）米国特許NPR内に含まれる学術誌名については、専門業者にはすでに誤表記パタンや手順等の蓄積があり、ゼロベースで実施するよりも信頼性が高く、また欠落部分についても人海戦術で対応する業者もある。今回の分析を実施するにあたっても、そのような専門業者の一つに雑誌名および発刊年の抽出作業の下処理を委託している。

本セクションで分析に用いるデータは、米国特許によるJCR論文引用を同定した上で、その特

許が属す技術分野（本研究プロジェクトメンバーの鈴木潤教授提供の IPC コードをベースとした 27 分野）、特許が申請された年月日（分析の中心は年）、被引用論文の発刊年および所属する学術分野（2006 年版 JCR による 172 分野）である（図表 1.1.2.1）。さらに、これらの分析と並行して、被引用学術論文に着目した科学研究と技術の連関分析の手法を検討することが本セクションの狙いである。



図表 1.1.2.1　分析の見取り図

１．１．２．２　米国特許に引用された学術論文の学術誌レベルの同定

初めに米国特許に引用された学術論文の学術誌レベルでの同定について報告する。

対象とした米国特許は 1995 年から 2005 年に登録されたものである。図表 1.1.2.2 に対象となった特許数および NPR 数、推定論文数を示している。推定論文数は、対象となった NPR の中で業務委託を行った専門業者[1]が論文として抽出したものの数を示しており、該当 NPR については雑誌名ならびに発刊年（記載がある場合）が自由書式のテキストから抽出され、付与されている。

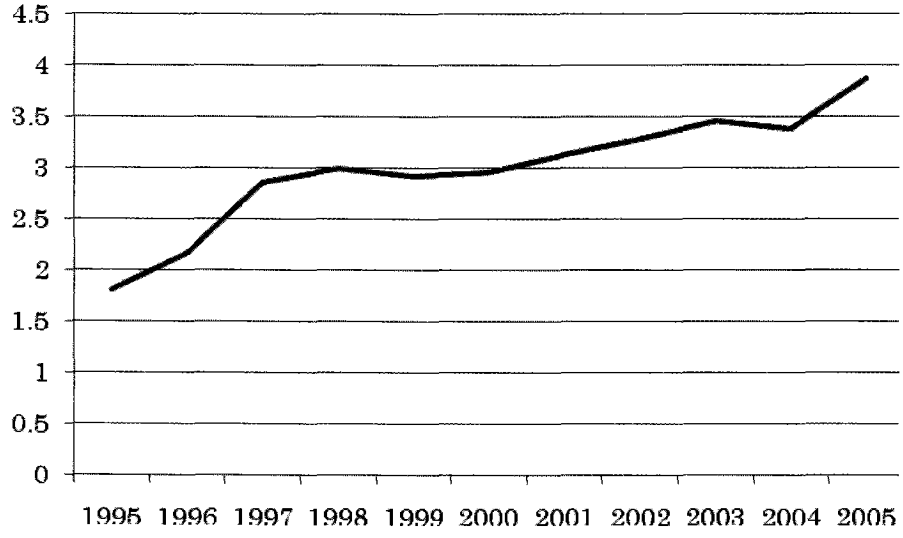
図表 1.1.2.2　米国特許の登録数と NPR 数

登録年	1995	1996	1997	1998	1999	2000
特許数	101417	109642	111982	147510	153482	157489
NPR 数	183470	237708	319917	441284	449298	465203
推定論文数	97638	133956	195392	273398	270973	270623
登録年	2001	2002	2003	2004	2005	
特許数	166033	167326	169020	164291	143804	
NPR 数	519514	548650	584916	556703	556886	

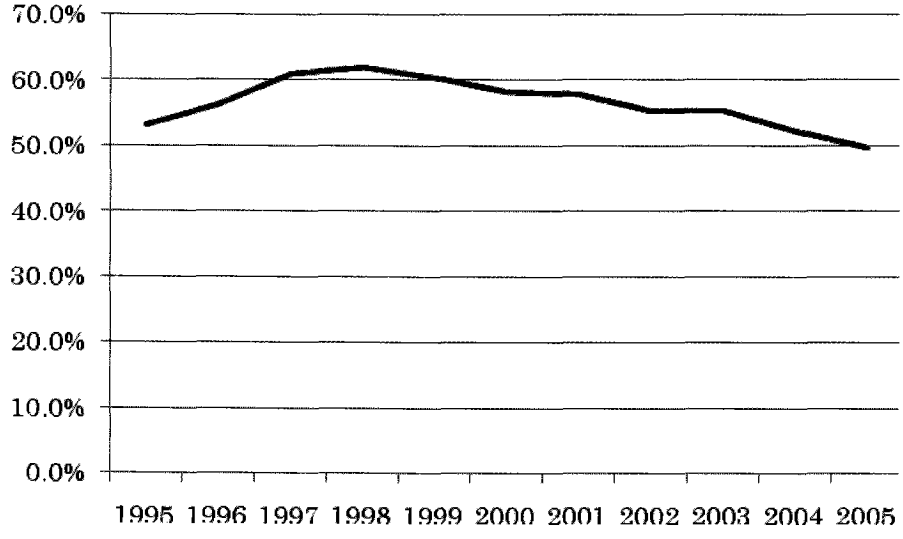
[1] 今回は米 ipIQ 社（旧 CHI 社）に委託した。

推定論文数	300750	303636	323920	290206	276682

図表 1.1.2.2 から明らかなように、米国特許に引用された推定論文数は 2003 年をピークとしながら、1995～2000 年の間に平均的には特許数を上回る伸びを示している。しかし、図表 1.1.2.3 および図表 1.1.2.4 に示されているように、学術論文の引用数よりも NPR 数全体の伸びが急激であり、NPR 中の論文の割合は 1998 年をピークに減少傾向にある。したがって、NPR の記載動向に変化が生じた可能性があり、必ずしも米国特許が学術論文に依存する度合が高まっていると判断することはできない。



図表 1.1.2.3　特許一件当たりの NPR 数



図表 1.1.2.4　NPR 中の推定論文比率

これら論文と推定された NPR に対して付与された雑誌名は 12396 件[2]であり、それに対して JCR

[2] 学術的ではない定期刊行物（商業誌、業界誌など）に加えて、JCR に収録されていない学術誌や学術

の 2006 年版（以下、JCR2006 とする）に収録されている雑誌名との対応をとることが、米国特許に引用された学術論文の学術誌レベルでの同定に必要な作業である。この作業においては学術誌の統廃合や誌名変更への対処が必要なため、詰めにはそれなりの工数を要する。

具体的な対応を照合する作業は以下の概略に沿って実施した。

1. 自明なものを突合
   - たとえば Nature=Nature
2. 構成語について先頭から X 文字が一致するものを候補として、目視によって対応を確認
   - たとえば ASIAN PAC J ALLERGY=A P J ALLER
3. ２の条件を少しずつ変えて繰り返す
4. And, &, in, the などを外して同様の作業を実施
5. 表記の癖を反映して照合
   - AEU-INT J ELECTRON C＝INT J ELECT
   - CURR OPIN UROL=CUR OP UROL
   - CURR OPIN NEPHROL HY＝CUR O NEP H
6. 特許による引用数上位学術誌について大幅に条件を緩和して対応の候補を抽出し、目視で照合
7. 被引用論文収録数上位から手作業で確認し、雑誌の統廃合や誌名変更が生じたもの等についてチェック（上位 10%）

この照合により図表 1.1.2.5 および図表 1.1.2.6 に示されるようなカバレッジで対応が取れた。全体としては学術論文と推定された論文数に対して約 93%に相当する学術誌が同定されており、まずまずの結果が得られたといえる。なお、特許の登録年が直近になるにつれて判明率は上昇している。これは JCR2006 を基準としているため古い論文ほど掲載誌判明率が低くなりやすく、半ば必然的に生じてしまう現象である。さらに、判明した掲載誌のうち JCR 掲載誌（単独）となったものが全体の 87%、未収録判明分等を加えると 90%あり、JCR 掲載誌のみを学術論文として取り扱っても、許容レベル内で分析が実施できる[3]ことが判明した。そこで次節より、これらの照合結果を利用して科学と技術の連関の分析を行う。

会議予稿集なども含まれており、そもそも全件数の一致はありえない。

[3] とくに、以下の分析からは省いた複数後継誌のケース　- 特許に引用された学術誌が発刊されたときの掲載誌がその後分割などしたために複数の後継誌ができあがり、JCR2006 基準で区分ができなくなったケース -　についても分析時に比例配分等の考え方を導入することで、実質的にも判明分として扱うことができるので、さらに分析の精度をあげることができる。

図表 1.1.2.5 NPR 中の学術論文の判別状況

	登録年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	計
判明	JCR 掲載誌(単独)	79558	111434	165758	234007	234321	235022	263900	267778	285537	256252	245096	2378663
	商業誌	100	144	166	293	336	265	221	35	24	20	7	1611
	未収録	3278	4135	5938	7826	7363	7203	7901	7669	8639	8003	7330	75285
	小計(分類可能)	82936	115713	171862	242126	242020	242490	272022	275482	294200	264275	252433	2455559
	複数後継誌	3934	4900	6801	8756	8661	8520	10043	10446	11103	9500	9467	92131
	判明分計	86870	120613	178663	250882	250681	251010	282065	285928	305303	273775	261900	2547690
不明		10768	13343	16729	22516	20292	19613	18685	17707	18616	16426	14781	189476
	被引用論文合計	97638	133956	195392	273398	270973	270623	300750	303635	323919	290201	276681	2737166

図表 1.1.2.6 NPR 中の学術論文の判別状況(%)

	登録年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	計
判明	JCR 掲載誌(単独)	81.48%	83.19%	84.83%	85.59%	86.47%	86.84%	87.75%	88.19%	88.15%	88.30%	88.58%	86.90%
	商業誌	0.10%	0.11%	0.08%	0.11%	0.12%	0.10%	0.07%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.06%
	未収録	3.36%	3.09%	3.04%	2.86%	2.72%	2.66%	2.63%	2.53%	2.67%	2.76%	2.65%	2.75%
	小計(分類可能)	84.94%	86.38%	87.96%	88.56%	89.32%	89.60%	90.45%	90.73%	90.83%	91.07%	91.24%	89.71%
	複数後継誌	4.03%	3.66%	3.48%	3.20%	3.20%	3.15%	3.34%	3.44%	3.43%	3.27%	3.42%	3.37%
	判明分計	88.97%	90.04%	91.44%	91.76%	92.51%	92.75%	93.79%	94.17%	94.25%	94.34%	94.66%	93.08%
不明		11.03%	9.96%	8.56%	8.24%	7.49%	7.25%	6.21%	5.83%	5.75%	5.66%	5.34%	6.92%
	被引用論文合計	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

JDR 掲載誌 (単独) : Thomson 社の Journal Citation Report (JCR) 2006 に掲載されているジャーナル誌

複数後継誌 : 当時のジャーナル誌がその他の複数のジャーナル誌と統合しているケース

１．１．２．３　米国特許に引用された学術論文の分析による科学と技術の連関の分析

（１）出願年／登録年の取扱

はじめに、直接引用を取り扱うわけではないが、今後の分析で必要な特許の出願年と登録年の取扱について議論する。

すでに述べたように、本セクションは全体として特許に引用された学術論文の動向を通じた科学研究と技術の連関についての検討を目的としている。したがって、ある時点で生み出された特許（∈技術知識）とそれが関連する学術論文（∈科学知識）とのリンクが最も重要な情報であり、原則として出願年ベースで特許の分析を実施することが望ましい[4]。ところが、特定時点（たとえば、特定年）に出願された特許の全貌が明らかになるのは原理的には無限時間後、現実的にもそれなりの時間が経過してからであり、出願年ベースで分析を行う際には、その点の見極めが必要である。以下、その見極めのためにデータの検討を行う。

図表 1.1.2.7 および図表 1.1.2.8 は 1995 年から 2005 年に登録された特許が各々どの年に出願されたかをクロスで集計したものである。わずかではあるが OCR の読み取りエラーに起因すると推測される異常値（赤網かけ部分）が見られるものの、登録された特許の多くは出願年の翌年から 3 年後までに登録されていることがわかる。また、登録数が最大となるのが出願後 2 年目である。

さらに、登録数が最大となる出願後 2 年目の登録件数を 100 として、登録特許数の出願後経過年による推移を示したのが図表 1.1.2.9 である。グラフの形状に関する出願年による違いはわずかであるが、出願後 4 年・5 年後の登録件数が年を追って上昇する傾向がみられる。それでも、出願後 7 年以降は登録件数が激減しており（ピーク時の 2%未満）、この部分のデータが欠けても全体の傾向に大きな影響を及ぼすことはないと推定できる。実際、2005 年までに登録された 1995 年出願特許の 98.8%が 6 年目の 2001 年までに登録されており、出願後 6 年までをカバーすれば最低限必要な精度は十分確保できると推測できる[5]。そこで、以下、出願年ごとの集計を行う際、1995 年から 99 年出願分を対象とする。

---

[4] ただし、NPR に含まれた学術論文のすべてが出願人や発明者によって掲載されたものではなく、審査官の引用も無視できない割合で含んでいるので、「特許に引用された論文＝発明者が参照した論文」といった単線的な理解はさけなければならない。

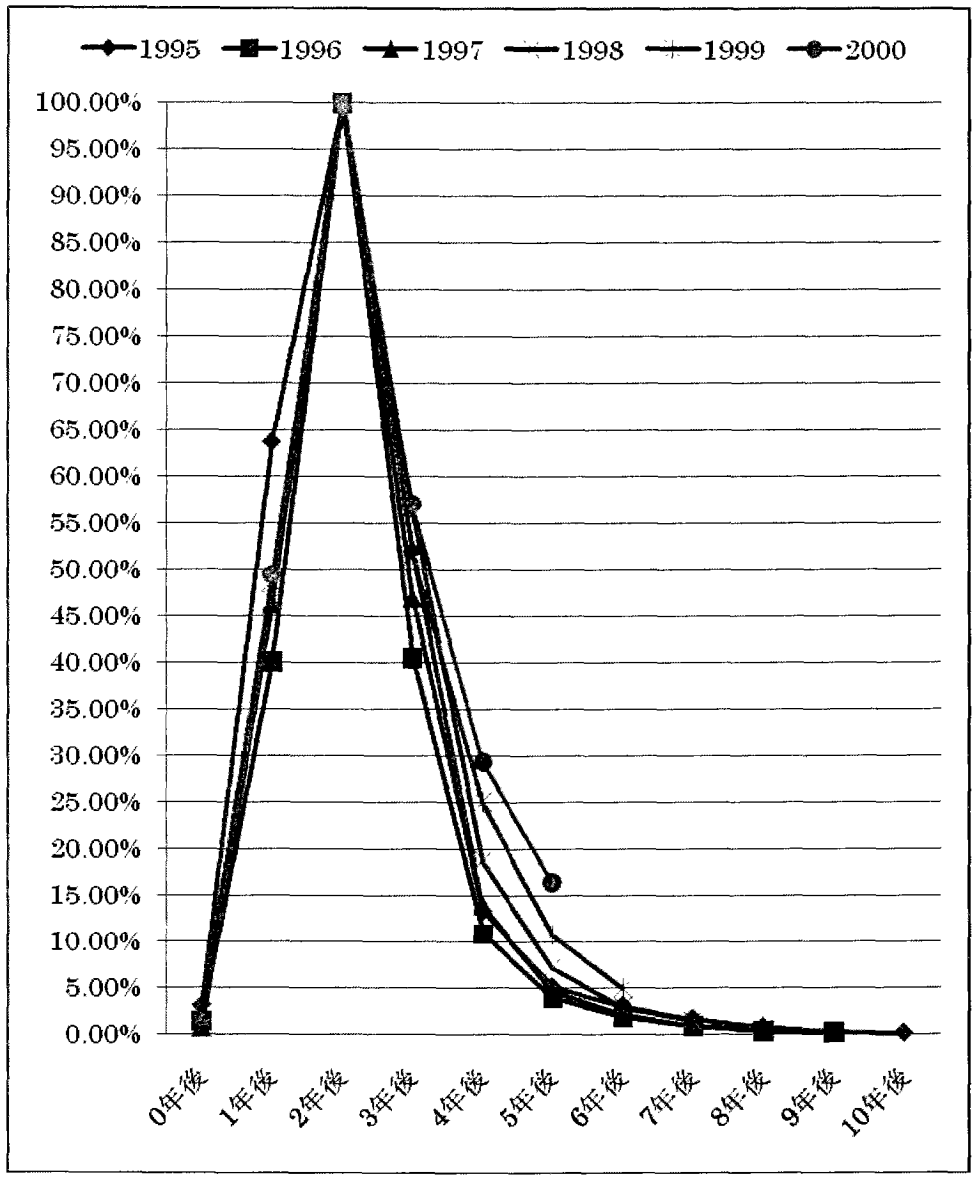
[5] 登録までの期間の変動は常に生じえるので、新しいデータを加えて分析を実施する際には、この期間についても見直しが必要である。

図表 1.1.2.7 米国特許の出願年と登録年

登録年 | 出願年	19990 以前	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1995	1047	2322	11203	46272	**38730**	1839										
1996	574	705	2400	12988	**54155**	**37794**	1025									
1997	314	374	949	3067	**18392**	**59269**	**28969**	648								
1998	184	198	642	1367	5375	**30827**	**72202**	**36198**	517							
1999	138	198	475	937	1702	7911	**29265**	**78033**	**33263**	1560						
2000	129	110	301	698	1231	3031	7846	**36693**	**71300**	**35135**	1015					
2001	132	60	168	477	979	1838	2880	10935	**39893**	**72062**	**35083**	1526				
2002	68	37	68	150	399	1023	1377	3610	13411	**37240**	**70938**	**37341**	1664			
2003	49	12	41	70	173	478	674	1677	5180	18103	**40522**	**69028**	31949	1064		
2004	44	7	19	40	86	209	236	736	2149	7774	20871	**39933**	66057	25365	765	
2005	22	9	7	21	35	91	137	380	1087	3555	11672	22963	39567	48543	15114	601
	2701	4032	16273	66087	121257	144310	144611	168910	166803	175430	180101	170791	139237	74972	15879	601

図表 1.1.2.8 米国特許の出願年と登録年(比率)

登録年 | 出願年	1990 以前	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1995	38.76%	57.59%	68.84%	70.02%	**31.94%**	1.27%										
1996	21.25%	17.49%	14.75%	19.65%	**44.66%**	**26.19%**	0.71%									
1997	11.63%	9.28%	5.83%	4.64%	**15.17%**	**41.07%**	**20.03%**	0.38%								
1998	6.81%	4.91%	3.95%	2.07%	4.43%	**21.36%**	**49.93%**	**21.43%**	0.31%							
1999	5.11%	4.91%	2.92%	1.42%	1.40%	5.48%	**20.24%**	**46.20%**	**19.94%**	0.89%						
2000	4.78%	2.73%	1.85%	1.06%	1.02%	2.10%	5.43%	**21.72%**	**42.75%**	**20.03%**	0.56%					
2001	4.89%	1.49%	1.03%	0.72%	0.81%	1.27%	1.99%	6.47%	**23.92%**	**41.08%**	**19.48%**	0.89%				
2002	2.52%	0.92%	0.42%	0.23%	0.33%	0.71%	0.95%	2.14%	8.04%	**21.23%**	**39.39%**	**21.86%**	1.20%			
2003	1.81%	0.30%	0.25%	0.11%	0.14%	0.33%	0.47%	0.99%	3.11%	10.32%	**22.50%**	**40.42%**	22.95%	1.42%		
2004	1.63%	0.17%	0.12%	0.06%	0.07%	0.14%	0.16%	0.44%	1.29%	4.43%	11.59%	**23.38%**	47.44%	33.83%	4.82%	
2005	0.81%	0.22%	0.04%	0.03%	0.03%	0.06%	0.09%	0.22%	0.65%	2.03%	6.48%	13.45%	28.42%	64.75%	95.18%	100.00%



図表 1.1.2.9　出願後経過年による出願年別登録特許数の推移（出願後 2 年=100）

（2）JCR 論文の引用状況概況

ここでは、1995 年から 1999 年に出願された米国特許が、JCR2006 に収録された学術誌（およびそれを唯一の後継誌とする学術誌）に掲載された論文（以下、JCR 論文とする）を引用する状況について、分析する。図表 1.1.2.10 が結果の概要である。

登録特許数はカバレッジの違いによる数%の減少（推定）があるにもかかわらず、出願年が新しくなるにつれて増えており、この期間の特許出願活動自体が活発化していることがわかる。また、JCR 論文を引用している特許数は 95 年出願特許において外れ値とみられる動きがあるものの、JCR 論文を引用する特許は年々増加している。しかし、JCR 論文を引用している特許の比率は 1995 年の異常値を除くとほぼ横ばいであり、JCR 論文の引用が必要となる特許が相対的には増えているわけではない。

JCR 論文の被引用数はこの間に激増しており、登録特許全体を対象とした JCR 論文の平均引用数も 5 年で 2.4 倍程度に増えている。さらに、既にのべたように JCR 論文引用特許そのものは相対的に増えていないので、全特許ではなく JCR 論文引用特許を分母とした JCR 論文の平均引用数はこの 5 年で

さらに劇的に増えている。一方、JCR 論文引用ラグ（特許の出願日と被引用 JCR 論文の発行日の差[6]）の平均[7]についてはこの期間で大きな変動はない。

図表 1.1.2.10　出願年別 JCR 論文引用状況

出願年	1995	1996	1997	1998	1999
登録特許数　(①)	144,310	144,611	168,910	166,803	175,430
うち JCR 論文引用特許数　(②)	30,132	23,100	28,101	27,238	29,049
被引用 JCR 論文数　(③)	79,558	111,434	165,758	234,007	234,321
JCR 論文引用ラグ(月)　(④)	92.32	98.13	97.62	98.60	96.31
JCR 論文引用率　(②/①)	20.9%	16.0%	16.6%	16.3%	16.6%
JCR 論文平均引用数(対登録特許)　(③/①)	0.55	0.77	0.98	1.40	1.34
JCR 論文平均引用数(対引用特許)　(③/②)	2.64	4.82	5.90	8.59	8.07

まとめると、1995 年から 99 年に出願された米国特許の JCR 論文引用状況においては一種の二極化が進んでおり、JCR 論文を引用する特許においては引用件数が増加しているものの、そもそもの JCR 論文引用特許の割合には変化がない。

（3）学術分野別 JCR 論文の引用状況

本項では、全特許を対象に、JCR2006 で分類された 172 の学術分野を用いて、特許が引用した JCR 論文の掲載誌がどの学術分野に属すかを分析する。なお、学術分野と学術誌の関係は多対 1 で指定されているが、今回、分数カウントではなくフルカウントにより集計は実施した。また分野数が 172 と多いと一覧性に欠けるので、各学術分野の JCR 論文を引用した特許数の 1999 年から 95 年の合計で上位 30 分野のみに対象を絞った。

図表 1.1.2.11 および図表 1.1.2.12 は、上位 30 分野に属す学術誌に収録された論文を引用した特許の数の推移を表す。当然ながら、ここでも 1995 年に外れ値とみられる値が表れており、図表 1.1.2.11 に示された実数では動きが理解しにくい。しかし、図表 1.1.2.12 のように各出願年度の JCR 論文引用特許の総数で除して比率に換算すると、「電気・電子工学」「電気通信」「学際物質科学」「光学」「ハードウェア・アーキテクチャ」「物理化学」などの学術分野の論文を引用する特許が着実に増加していることがわかる。一方で医学系・バイオ系の分野の多くで、相対的な減少が目立っている。

---

[6] 被引用 JCR 論文の発行日は年単位でしか確定しないため、便宜的に各年 6 月 30 日を発刊日として扱った。また、差は月単位に換算している。

[7] 平均は、JCR 引用論文ごとの平均を、さらに JCR 引用論文全体にわたって平均して求めている。ラグの分布に歪みがあるので、（特に前者については）中央値を利用することが望ましいが、利用したデータベースソフトの関数および計算時間やメモリ消費量による制約のため、今回は平均による分析にとどめている。

図表 1.1.2.11 学術分野別 JCR 論文引用特許数の推移

出願年	1995	1996	1997	1998	1999
電気・電子工学	6371	6141	7335	7518	7616
生化学・分子生物学	9263	4961	6648	6599	7368
総合	8854	4624	6140	5871	6526
細胞生物学	5955	2929	4085	4101	4601
学際化学	4865	2846	3672	3544	4110
応用物理学	3768	3350	4080	3842	3940
薬理学・薬学	4785	2461	3253	3232	3751
生物工学・応用微生物学	4315	2303	3173	3175	3675
免疫学	4359	2000	2604	2598	2750
有機化学	3691	2084	2588	2529	2916
遺伝子学・遺伝学	3431	1825	2662	2758	3099
生化学研究方法論	3664	1785	2449	2369	2761
生物物理学	3572	1755	2384	2322	2775
実験・基礎医学	3617	1659	2337	2352	2764
医化学	2984	1585	2088	1964	2303
腫瘍学	2983	1470	2032	2100	2244
医学一般・内科学	2968	1382	1800	1799	2024
微生物学	2592	1380	1908	1829	2068
電気通信	1513	1554	1881	2014	2265
分析化学	2263	1326	1765	1700	1959
学際物質科学	1528	1336	1595	1549	1871
血液学	2085	1064	1447	1374	1697
光学	1369	1263	1562	1650	1705
ハードウェア・アーキテクチャ	1336	1259	1590	1610	1659
外科学	1669	1009	1328	1342	1456
高分子化学	1364	1181	1395	1314	1419
ソフトウェア	1121	1162	1497	1364	1413
神経科学	1552	869	1199	1239	1445
化学工学	1401	1094	1298	1186	1290
物理化学	1136	967	1230	1225	1505
登録特許数	144310	144611	168910	166803	175430

図表 1.1.2..12 学術分野別 JCR 論文引用率の推移

出願年	1995	1996	1997	1998	1999
電気・電子工学	21.14%	26.58%	26.10%	27.60%	27.96%
生化学・分子生物学	30.74%	21.48%	23.66%	24.23%	27.05%
学際	29.38%	20.02%	21.85%	21.55%	23.96%
細胞生物学	19.76%	12.68%	14.54%	15.06%	16.89%
学際化学	16.15%	12.32%	13.07%	13.01%	15.09%
応用物理学	12.50%	14.50%	14.52%	14.11%	14.47%
薬理学・薬学	15.88%	10.65%	11.58%	11.87%	13.77%
生物工学・応用微生物学	14.32%	9.97%	11.29%	11.66%	13.49%
免疫学	14.47%	8.66%	9.27%	9.54%	10.10%
有機化学	12.25%	9.02%	9.21%	9.28%	10.71%
遺伝子学・遺伝学	11.39%	7.90%	9.47%	10.13%	11.38%
生化学研究方法論	12.16%	7.73%	8.71%	8.70%	10.14%
生物物理学	11.85%	7.60%	8.48%	8.52%	10.19%
実験・基礎医学	12.00%	7.18%	8.32%	8.63%	10.15%
医化学	9.90%	6.86%	7.43%	7.21%	8.46%
腫瘍学	9.90%	6.36%	7.23%	7.71%	8.24%
医学一般・内科学	9.85%	5.98%	6.41%	6.60%	7.43%
微生物学	8.60%	5.97%	6.79%	6.71%	7.59%
電気通信	5.02%	6.73%	6.69%	7.39%	8.32%
分析化学	7.51%	5.74%	6.28%	6.24%	7.19%
学際物質科学	5.07%	5.78%	5.68%	5.69%	6.87%
血液学	6.92%	4.61%	5.15%	5.04%	6.23%
光学	4.54%	5.47%	5.56%	6.06%	6.26%
ハードウェア・アーキテクチャ	4.43%	5.45%	5.66%	5.91%	6.09%
外科学	5.54%	4.37%	4.73%	4.93%	5.35%
高分子化学	4.53%	5.11%	4.96%	4.82%	5.21%
ソフトウェア	3.72%	5.03%	5.33%	5.01%	5.19%
神経科学	5.15%	3.76%	4.27%	4.55%	5.31%
化学工学	4.65%	4.74%	4.62%	4.35%	4.74%
物理化学	3.77%	4.19%	4.38%	4.50%	5.53%

次いで、当該学術分野の学術誌に収録された論文を引用している特許における当該分野論文の平均引用数を示すのが図表 1.1.2.13 である。表によると「分析化学」「光学」「物理化学」の分野で平均引用数が年を追って着実かつ大きく上昇しており、一方、Nature や Science などを含む「総合」のほか、「細胞生物学」「微生物学」の分野では平均引用数の低下が相対的に目立っている。特に「光学」「物理化学」の分野は引用特許数も着実に増えており、この間に技術と両科学分野の結びつきが強化されたと考えられる。

図表 1.1.2.13　学術分野別 JCR 論文平均引用数（対引用特許）の推移

出願年	1995	1996	1997	1998	1999
電気・電子工学	2.33	2.11	2.34	2.29	2.49
生化学・分子生物学	8.07	6.62	6.98	6.90	7.51
総合	6.36	4.35	4.56	4.68	4.78
細胞生物学	4.99	4.23	4.27	4.21	4.30
学際化学	2.67	2.58	2.94	2.80	3.00
応用物理学	2.68	2.45	2.73	2.60	2.69
薬理学・薬学	2.89	2.89	3.09	3.25	3.34
生物工学・応用微生物学	2.73	2.71	2.58	2.72	2.90
免疫学	5.94	4.42	4.53	4.59	5.11
有機化学	3.26	3.15	3.50	3.65	3.45
遺伝子学・遺伝学	3.45	3.29	3.19	3.28	3.43
生化学研究方法論	2.18	2.20	2.10	2.25	2.56
生物物理学	2.21	2.14	2.18	2.06	2.23
実験・基礎医学	2.85	2.46	2.50	2.58	2.83
医化学	2.42	2.46	2.65	2.48	2.56
腫瘍学	3.86	3.73	3.42	3.72	3.98
医学一般・内科学	2.24	2.12	2.25	2.14	2.29
微生物学	3.89	3.39	3.33	3.31	3.28
電気通信	2.04	1.85	1.85	1.90	2.17
分析化学	2.10	2.45	2.34	2.94	3.16
学際物質科学	2.07	1.84	1.84	1.98	1.93
血液学	3.61	2.93	3.05	2.83	2.85
光学	2.15	2.18	2.29	2.34	2.92
ハードウェア・アーキテクチャ	1.71	1.69	1.74	1.82	1.66
外科学	3.39	2.95	3.25	3.20	3.59
高分子化学	2.80	2.48	2.63	2.56	2.67
ソフトウェア	1.91	1.87	2.04	2.10	1.91
神経科学	4.19	3.45	3.95	3.90	3.77
化学工学	1.67	1.74	1.74	1.75	1.89
物理化学	1.74	1.94	1.81	2.08	2.14

さらに、平均引用ラグの推移を表したのが図表 1.1.2.14 である。この期間は、「電気通信」「物理化学」の分野でラグの短縮が着実かつ大きく、逆に「医化学」「神経科学」分野ではラグが増加している。

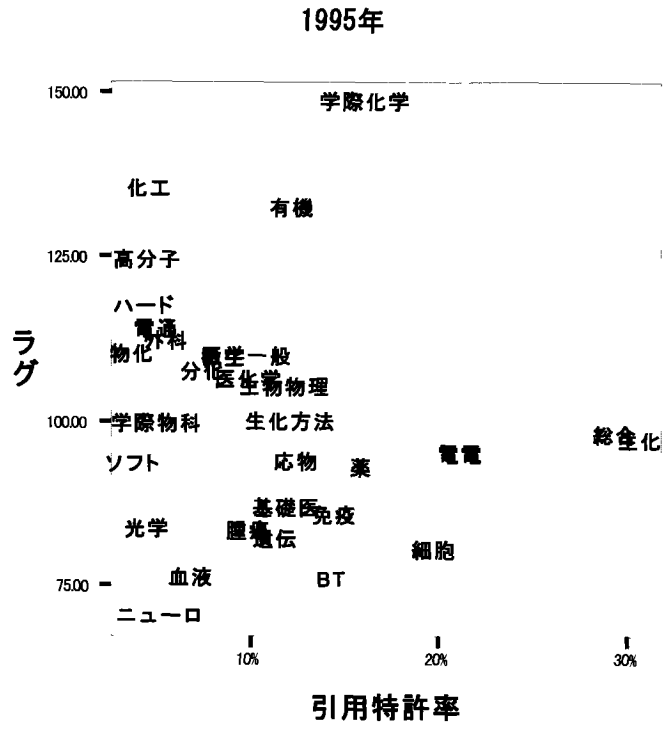
図表 1.1.2.14　学術分野別 JCR 論文平均引用ラグ（月）の推移

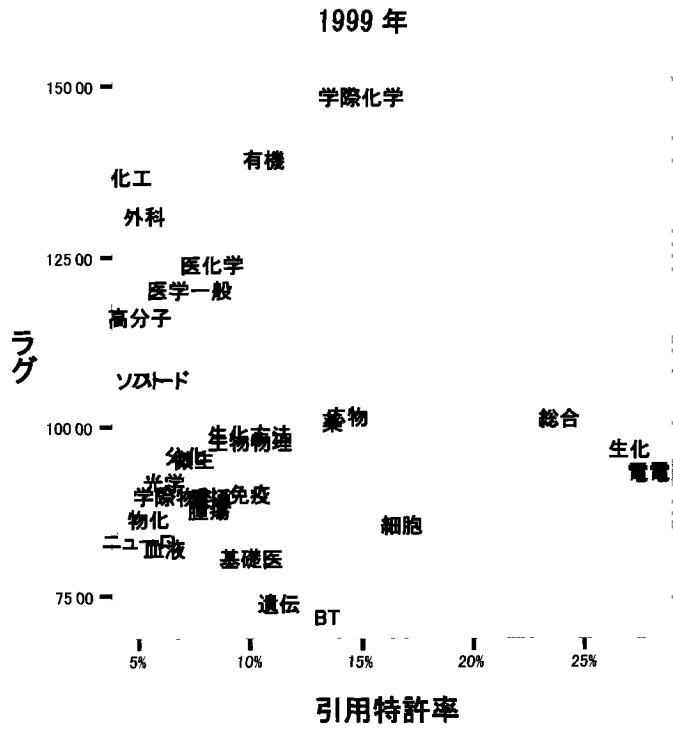
出願年	1995	1996	1997	1998	1999
電気・電子工学	94.98	85.83	87.87	84.16	92.97
生化学・分子生物学	96.83	84.48	90.82	93.03	96.57
総合	97.95	85.78	92.96	96.59	100.99
細胞生物学	80.27	69.49	75.23	79.02	85.33
学際化学	148.33	152.19	148.46	151.28	148.26
応用物理学	93.60	87.51	90.95	88.21	101.55
薬理学・薬学	92.82	89.87	95.63	98.79	100.62
生物工学・応用微生物学	75.99	65.92	70.13	69.10	71.90
免疫学	85.48	75.66	84.00	90.23	89.98
有機化学	132.47	137.61	139.96	139.74	139.14
遺伝子学・遺伝学	82.17	65.54	67.63	69.07	73.89
生化学研究方法論	99.95	87.72	95.54	96.81	98.79
生物物理学	105.11	92.46	102.11	99.32	97.81
実験・基礎医学	86.75	72.49	79.85	78.14	80.65
医化学	106.43	106.10	109.21	113.99	123.74
腫瘍学	83.11	72.73	77.37	81.38	87.67
医学一般・内科学	109.88	107.20	113.41	119.18	120.00
微生物学	109.50	82.74	90.28	94.02	94.99
電気通信	113.99	94.53	91.84	85.19	89.43
分析化学	107.50	91.93	97.76	93.05	95.55
学際物質科学	99.55	80.92	85.07	79.33	89.77
血液学	76.03	74.31	79.26	81.81	82.03
光学	83.52	76.05	80.28	81.98	91.61
ハードウェア・アーキテクチャ	117.54	96.74	103.90	93.44	106.89
外科学	112.21	113.77	122.94	127.28	130.86
高分子化学	124.32	126.45	119.43	111.38	115.93
ソフトウェア	93.31	87.12	94.73	96.11	106.95
神経科学	70.30	70.61	74.33	77.20	83.06
化学工学	135.25	132.11	144.87	133.34	136.75
物理化学	110.21	86.78	89.39	90.00	86.18

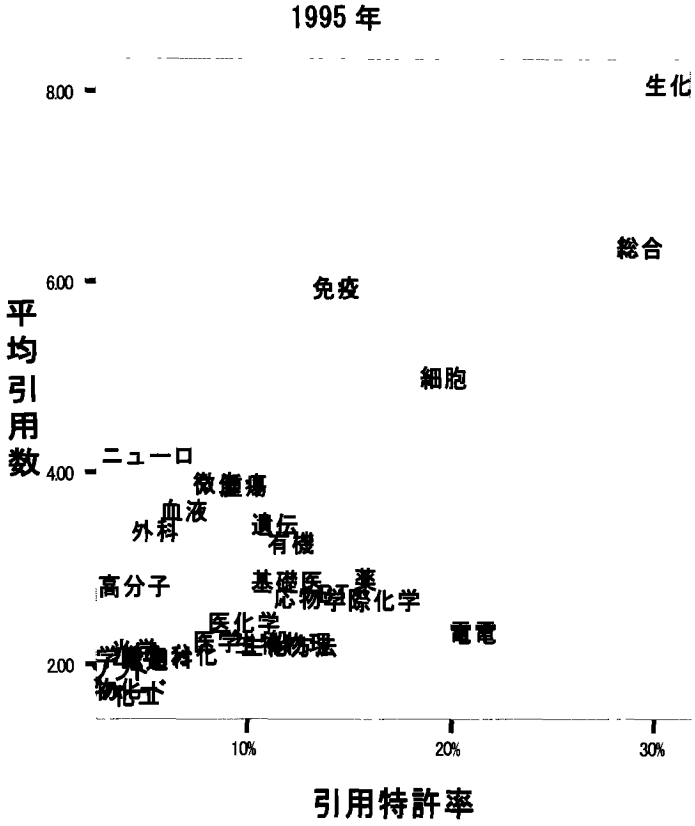
さらに 1995 年出願特許および 1999 年出願特許における各分野の 3 変数（JCR 論文引用特許比率、平均被引用数、平均引用ラグ）を図示したのが、次の図表 1.1.2.15 である。グラフからも明らかなように、JCR 論文引用特許比率と平均被引用数には強い正の相関があり（1995 年に 0.72、99 年では 0.56 といずれも 1%水準で有意）、Science Linkage が当該特許の科学依存の度合も示すことの傍証となっている。一方、ラグと他の変数の間には相関がない。また、学術分野間の相対的な位置関係は、

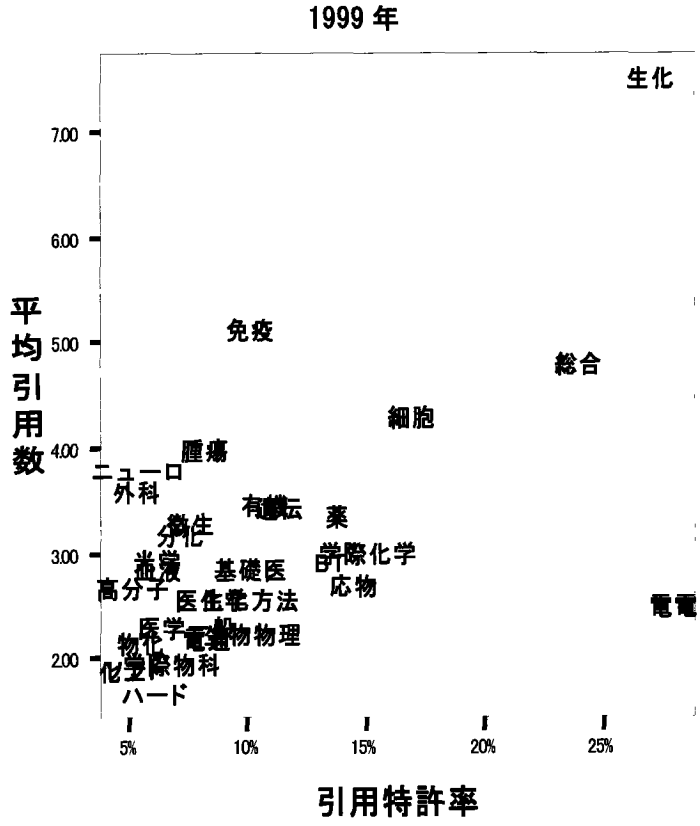
1995 年と 99 年でかなり似通っている。また、比較的類似の学術分野が近隣に配置されており、たとえば、「有機化学」「化学工学」「高分子」といったグループはその一例となる。

図表 1.1.2.15









（4）技術分野別 JCR 論文の引用状況

前項とは逆に、本項では、特許が所属する技術分野別の JCR 論文引用状況について分析する。なお、技術分野の区分については、プロジェクトの参加者でもある政策研究大学院大学・鈴木潤教授より提供いただいた IPC サブクラスによる区分を用いた。

図表 1.1.2.16 は技術分野別の特許数とそのうち JCR 論文を引用した特許の数を、また図表 1.1.2.17 は各技術分野で JCR 論文を引用した特許の比率を表している。「医薬品」を筆頭に、「食料品」「農林

図表 1.1.2.16　技術分野別特許数および JCR 論文引用特許数

出願年	1995		1996		1997		1998		1999	
	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数
ゴム	167	5111	115	5149	122	5666	116	5534	129	5560
その他工業製品	71	4870	52	5275	56	5834	71	5684	65	5729
その他輸送 A	25	1142	37	1095	51	1224	44	1337	40	1295
パルプ	102	806	69	826	96	895	56	791	55	724
医薬品	12981	16743	7151	10174	9322	12883	9027	12461	10068	13818
化学繊維	24	95	14	59	30	92	15	68	17	120
化学肥料等	3960	12209	3035	10344	3566	11799	3341	10978	3758	11540
家庭電器	526	4471	519	4849	545	5511	518	5050	453	4842
機械	1356	22589	1281	23073	1454	25868	1195	25127	1358	26563
金属製品	140	3408	138	3495	113	3787	127	3838	136	4078
建築土木	72	2442	84	2539	94	2953	84	3001	73	3032
鉱業	1	50		44	1	34		30		58
自動車	107	6271	111	6693	96	7396	102	7416	124	7681
出版印刷	4	426	6	434	3	502	10	486	9	422
食料品	301	1069	270	1065	313	1176	285	1111	380	1264
精密工業	4922	20504	4169	20811	5040	24012	5142	23887	5645	25977
石油製品	137	628	157	619	187	802	179	832	201	867
繊維	75	978	57	1001	59	1113	46	1102	38	1041
船	6	578	6	556	4	668	6	731	7	703
他化学	337	2345	305	2459	343	2607	302	2425	306	2452
通信電気計測器	7213	37721	7039	43314	8501	53587	8649	55240	8840	58712
鉄鋼	131	955	110	1009	122	1085	99	1097	108	1127
電気機械器具	322	5863	318	6473	390	7338	384	7725	387	8279
農林水産	499	2001	360	1783	427	2174	525	2200	641	2410
非鉄	226	778	202	767	204	836	178	805	182	854
油脂塗料		2		1	2	4	1	5		5
窯業	561	4061	492	3741	529	4417	532	4046	519	4205

水産」などのバイオ関連分野でJCR論文引用特許の比率が高く、また、「化学繊維」「化学肥料等」「石油製品」などの化学工業関連分野や「精密工業」「非鉄（金属）」も同じく高い。

図表1.1.2.17　技術分野別JCR論文引用特許率

出願年	1995	1996	1997	1998	1999
ゴム	3.27%	2.23%	2.15%	2.10%	2.32%
その他工業製品	1.46%	0.99%	0.96%	1.25%	1.13%
その他輸送A	2.19%	3.38%	4.17%	3.29%	3.09%
パルプ	12.66%	8.35%	10.73%	7.08%	7.60%
医薬品	77.53%	70.29%	72.36%	72.44%	72.86%
化学繊維	25.26%	23.73%	32.61%	22.06%	14.17%
化学肥料等	32.44%	29.34%	30.22%	30.43%	32.56%
家庭電器	11.76%	10.70%	9.89%	10.26%	9.36%
機械	6.00%	5.55%	5.62%	4.76%	5.11%
金属製品	4.11%	3.95%	2.98%	3.31%	3.33%
建築土木	2.95%	3.31%	3.18%	2.80%	2.41%
鉱業	2.00%		2.94%	0.00%	0.00%
自動車	1.71%	1.66%	1.30%	1.38%	1.61%
出版印刷	0.94%	1.38%	0.60%	2.06%	2.13%
食料品	28.16%	25.35%	26.62%	25.65%	30.06%
精密工業	24.01%	20.03%	20.99%	21.53%	21.73%
石油製品	21.82%	25.36%	23.32%	21.51%	23.18%
繊維	7.67%	5.69%	5.30%	4.17%	3.65%
船	1.04%	1.08%	0.60%	0.82%	1.00%
他化学	14.37%	12.40%	13.16%	12.45%	12.48%
通信電気計測器	19.12%	16.25%	15.86%	15.66%	15.06%
鉄鋼	13.72%	10.90%	11.24%	9.02%	9.58%
電気機械器具	5.49%	4.91%	5.31%	4.97%	4.67%
農林水産	24.94%	20.19%	19.64%	23.86%	26.60%
非鉄	29.05%	26.34%	24.40%	22.11%	21.31%
油脂塗料	0.00%		50.00%	20.00%	0.00%
窯業	13.81%	13.15%	11.98%	13.15%	12.34%

図表1.1.2.18は各技術分野の特許が引用したJCR論文の延べ本数および(JCR論文の引用を行った)特許一件当たりの平均JCR論文引用数を示している。後者については、JCR論文引用特許率が高い分野が上位に並んでいるものの、最上位は「医薬品」ではなく「農林水産」分野となっているなどいくつかの違いも観察される。被引用論文数の多い分野について経年変化をみると、「機械」および「電気機械器具」分野で特許一件あたりの論文引用数が上昇しており、科学と結びつきが強まっている可能性が示唆される。

図表 1.1.2.19 は各技術分野の特許の出願日と引用した JCR 論文の発行日との差、引用ラグの平均を月単位で示している。「化学繊維」分野でラグの急激な短縮がみられるものの、被引用論文数や引用特許数自体が少なく、しかも減少傾向にあるために生じた一過性の事象の可能性が高い。

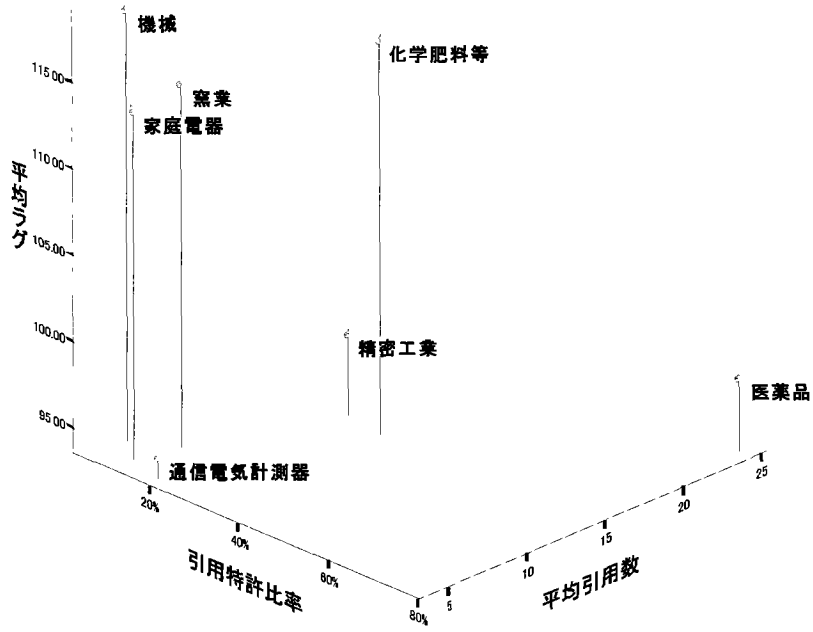
図表 1.1.2.18 被引用 JCR 論文数および平均引用数の推移

	被引用 JCR 論文数					引用特許一件当たり引用数				
出願年	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
ゴム	1438	551	812	1350	868	8.61	4.79	6.66	11.64	6.73
その他工業製品	382	430	192	250	234	5.38	8.27	3.43	3.52	3.60
その他輸送 A	118	107	140	87	156	4.72	2.89	2.75	1.98	3.90
パルプ	462	484	467	422	398	4.53	7.01	4.86	7.54	7.24
医薬品	317897	136897	189479	189375	231493	24.49	19.14	20.33	20.98	22.99
化学繊維	363	216	186	72	116	15.13	15.43	6.20	4.80	6.82
化学肥料等	56806	31147	46042	43339	52855	14.34	10.26	12.91	12.97	14.06
家庭電器	2367	1824	1883	1918	2099	4.50	3.51	3.46	3.70	4.63
機械	7865	6412	8365	8289	10487	5.80	5.01	5.75	6.94	7.72
金属製品	906	791	540	645	742	6.47	5.73	4.78	5.08	5.46
建築土木	485	243	337	357	362	6.74	2.89	3.59	4.25	4.96
鉱業	6		32			6.00		32.00		
自動車	572	413	369	491	541	5.35	3.72	3.84	4.81	4.36
出版印刷	13	10	6	80	25	3.25	1.67	2.00	8.00	2.78
食料品	5031	2925	2986	3842	5431	16.71	10.83	9.54	13.48	14.29
精密工業	72484	42985	55331	64773	86079	14.73	10.31	10.98	12.60	15.25
石油製品	934	877	792	840	1532	6.82	5.59	4.24	4.69	7.62
繊維	466	475	476	286	362	6.21	8.33	8.07	6.22	9.53
船	10	8	9	12	10	1.67	1.33	2.25	2.00	1.43
他化学	2887	1934	2526	1889	2286	8.57	6.34	7.36	6.25	7.47
通信電気計測器	28332	22906	31045	33692	36203	3.93	3.25	3.65	3.90	4.10
鉄鋼	1278	717	626	725	747	9.76	6.52	5.13	7.32	6.92
電気機械器具	1151	1125	1730	1965	2085	3.57	3.54	4.44	5.12	5.39
農林水産	23531	14739	16651	19990	23081	47.16	40.94	39.00	38.08	36.01
非鉄	1363	1137	1010	1135	1355	6.03	5.63	4.95	6.38	7.45
油脂塗料			117	1				58.50	1.00	
窯業	3938	3459	3964	3658	3441	7.02	7.03	7.49	6.88	6.63

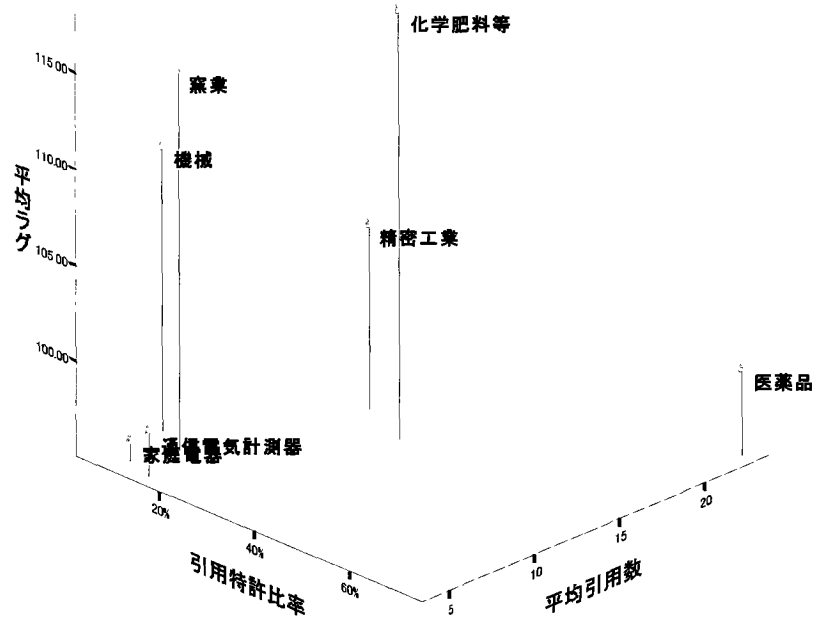
図表 1.1.2.19　技術分野別平均引用ラグ（月）

出願年	1995	1996	1997	1998	1999
ゴム	119.72	150.57	147.69	113.09	146.85
その他工業製品	165.35	118.56	135.39	93.37	130.40
その他輸送 A	94.64	115.97	123.05	99.03	130.04
パルプ	139.30	127.87	171.92	155.21	134.68
医薬品	97.57	88.63	94.91	96.43	99.42
化学繊維	169.93	102.48	128.88	81.28	59.75
化学肥料等	116.10	115.07	122.25	116.35	117.21
家庭電器	113.51	94.84	103.18	94.26	95.94
機械	118.23	105.51	113.99	103.70	109.64
金属製品	97.55	104.96	110.52	91.95	94.00
建築土木	118.53	106.20	133.18	137.01	117.69
鉱業	73.70		142.16		
自動車	111.27	117.73	109.83	119.14	106.34
出版印刷	199.79	200.73	82.54	76.85	96.46
食料品	121.40	118.62	133.28	131.41	128.20
精密工業	98.09	96.46	101.58	102.83	104.56
石油製品	130.88	92.57	105.50	129.53	114.90
繊維	161.17	146.55	145.39	126.78	151.29
船	104.14	121.59	74.21	128.97	146.88
他化学	142.15	136.92	133.39	131.15	135.69
通信電気計測器	94.48	87.86	92.26	87.60	97.15
鉄鋼	87.02	89.38	96.61	134.79	108.07
電気機械器具	93.58	81.95	97.94	93.45	103.93
農林水産	98.45	94.44	94.95	98.83	98.68
非鉄	92.02	104.28	105.12	97.84	100.25
油脂塗料			266.11	95.18	
窯業	114.36	109.46	113.64	112.81	114.69

さらに、JCR 論文引用特許数の平均が年 500 件を超えている 7 技術分野（「医薬品」「化学肥料等」「家庭電器」「機械」「精密工業」「通信電気計測器」「窯業」）について、引用特許比率、平均論文引用数、平均引用ラグの三軸でプロットしたのが図表 1.1.2.20 である。学術分野に関する分析の際にみられたのと同様に、引用特許比率と平均論文引用数の間には強い相関があり（1995 年に 0.92、99 年は 0.90 でいずれも 1%水準で有意）、一方で、平均引用ラグと他の 2 変数の間には相関がみられない。各分野の位置関係については、「家庭電器」分野を除けば大きな変動がないものの、「家庭電器」では平均引用ラグの著しい短縮がみられる。すなわち、比較的新しい科学の成果を取り込む技術が多く誕生したことが示唆される。



1995



1999

図 1.1.2.20　技術分野ごとの３変数の推移

（５）技術分野と学術分野の双方を利用した分析

前項の「家庭電器」分野における変化は、（１）技術と連関する科学知識の内容に変化が生じた、つまり、新しい科学知識を必要とする分野への参照が相対的に増加した可能性と、（２）これまで通りの科学分野と連関しながらも、より新しい知識を参照するようになった可能性の二つが主として考

えられる。そこで、95年と99年の引用特許数および被引用JCR論文数に関する学術分野×技術分野のクロス表を使って、多次元尺度法により技術分野を配置したのが図 1.1.2.21 と図 1.2.22、図 1.1.2.23 である。なお、多次元尺度法を実施する際にはいずれの値も度数なので、$\chi 2$ 値を距離の尺度として採用した。したがって、スケールの効果は反映されない結果であることには注意が必要である。

図7の引用特許数に関する結果で、相対的な位置関係をみると、各技術分野の95年から99年の変化はほとんど見られない。またx軸方向は左からソフト→ハード→マテリアル→化学→バイオと並ぶ傾向がみられるが、y軸方向には一見して明らかな特徴はない。

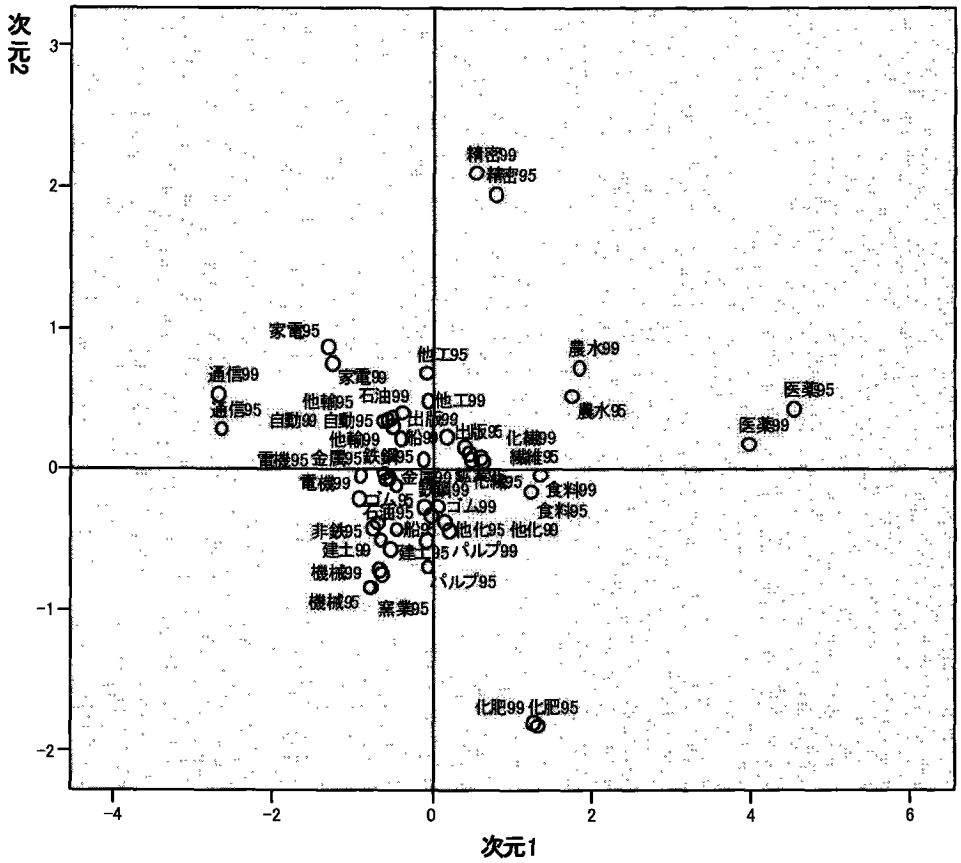


図 1.1.2.21　JCR論文引用特許数による技術分野の配置

一方、図表 1.1.2.22 の被引用JCR論文数による分析では、もともとJCR論文引用数の少ない「鉄鋼」「建築土木」「金属製品」「繊維」などの分野で大きな変動が生じているだけではなく[8]、引用数の多い「窯業」でも大きく変動が生じている。しかし、特に引用率の高いバイオ系を除いて配置した図表 1.1.2.23 では「窯業」の大きな変動は消失しており、図表 1.1.2.22 で観察されたものが擬似的な変動であったと考えられる。さらに、図表 1.1.2.22 と図表 1.1.2.23 での分野間の相対的な位置関係には解釈可能な特徴はあらわれていない。

この二つの結果から最終的な判断を下すことはできないものの、技術分野間の関係を見るには、引用特許数に基づくものが適切という感触は得られる。実際、学術分野ごとの平均被引用数の違いを考

[8] 被引用数が少ない場合には、たまたま当該年に出願された引用数の多い一特許の引用パターンが分野全体を引きずってしまうことがあり、結果の妥当性が欠けている可能性は無視できない。

慮すれば（図表 1.1.2.13 参照）、引用があった場合には同一分野の論文が多く引用されやすい分野とそうでない分野があるので、被引用 JCR 論文数による分析は不安定になりやすいことは推測できる。この点について、もちろん、更なる分析の蓄積は必要ではある。

最後に、本項のはじめに述べた「家庭電器」の変化であるが、明らかに図表 1.1.2.21～図表 1.1.2.23 のように分野としての「家庭電器」と連関する科学知識の構成にはほとんど変化がない。したがって、ラグの短縮は「家庭電器」がより急速に新しい「科学知識」を必要とすることになったことの表れと考えられる。すなわち、「家庭電器」技術の急速な「高度化」が当該期間に生じた可能性が示唆される。

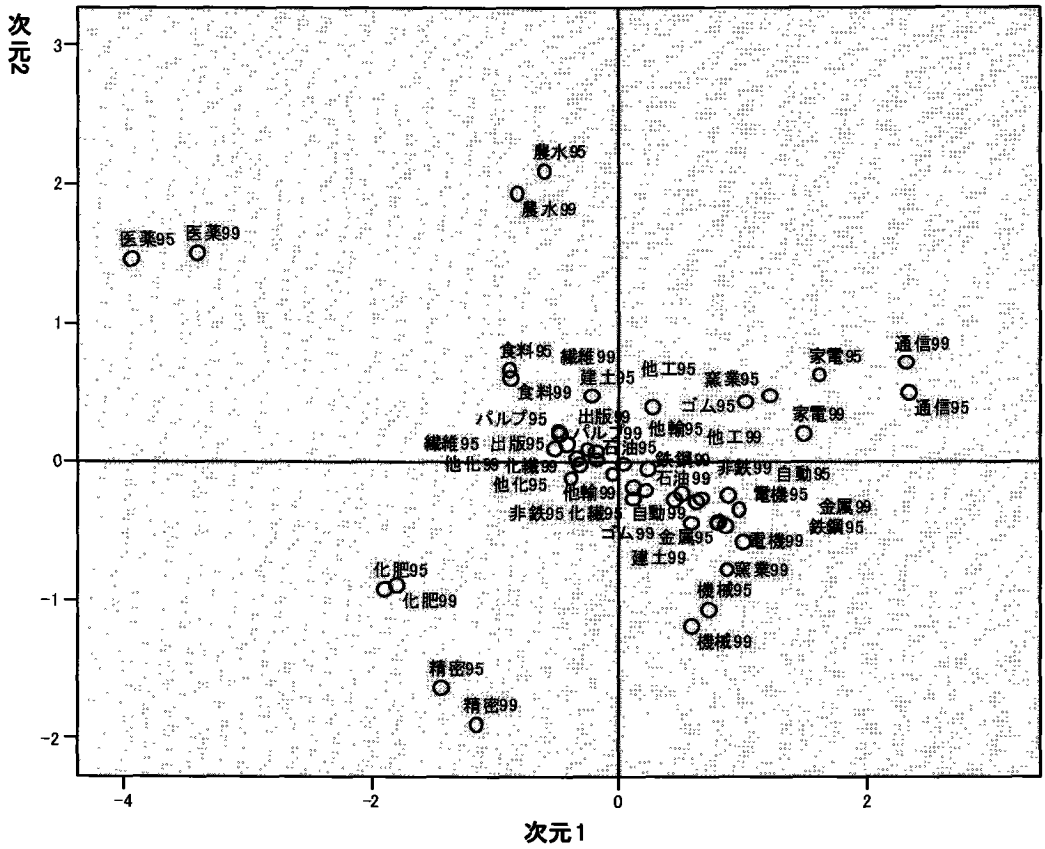


図 表 1.1.2.22　被引用 JCR 論文数による技術分野の配置

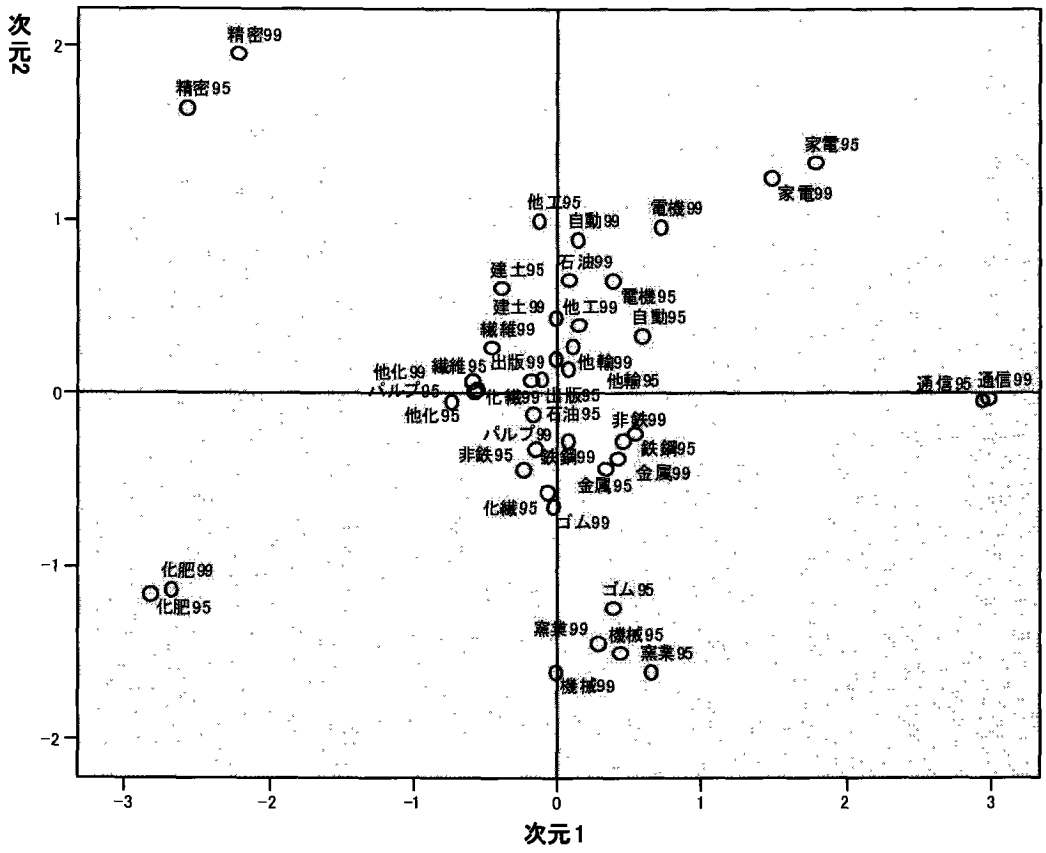


図 表 1.1.2.23 被引用 JCR 論文数による（バイオ系を除く）技術分野の配置

１．１．２．４　まとめ

本セクションでは、米国特許に引用された学術論文を学術誌レベルで同定し、科学と技術の連関を包括的に分析する手法を検討するために、いくつかの分析を試みた。

その結果、まず分析の前提となる学術誌レベルの論文の同定は概ね機能し、判別率も 1995 年から 2005 年の計で 93%を超えることが確認された。しかも、論文の 90%近くが JCR に収録された学術誌であるか、または継続誌が JCR に収録されていた。したがって、少なくとも米国特許に引用された学術論文について分析するのであれば、JCR（ないし Web of Science）を学術誌データベースとして利用することは適切であることが明らかになった。ついで、分析の前提について確認するために米国特許の出願年と登録年の関係についても検討を行い、出願年ベースで分析を行う際には、ある出願年の特許を分析するには、出願年から 6 年後までの登録特許を分析すれば十分なカバレッジが得られることを明らかにした。

本題の科学と技術の連関に関しては、主として JCR 論文引用する米国特許の比率、米国特許の JCR 論文引用数[9]（＝JCR 論文の被引用数）の平均値、JCR 論文平均引用ラグに注目して分析を実施した。

その結果、（１）技術分野若しくは学術分野のいずれで集計しても、論文引用特許比率と論文平均引用数との間には強い正の相関がある一方で、（２）平均引用ラグとこの 2 つの指数の間には相関関係はないことが明らかになった。相関がある前 2 指数は理屈の上では特許と論文の結びつきの強度を示すものであり、特許（技術分野）側からみれば特許における論文（学術分野）への依存度を、論文（学術分野）から見れば論文の特許（技術分野）への貢献度を表すと考えられる。すなわち、この 2 つの相関は引用特許数や論文引用数をベースとした技術若しくは学術分野の特徴を表す指標にある程度の妥当性ないしは一貫性があることを示唆する。一方、これら 2 つの指数と平均引用ラグとの間には相関がなく、たとえば、「医薬品」技術では科学と技術の連関は強く、しかも引用までのラグも短いが、「機械」技術分野ではその逆であり、「通信電気計測器」では連関は強くないものの、引用までのラグは非常に短い。つまり、連関の強さがすなわち科学が技術に転換するのにかかる期間[10]の短さにはつながっていない。このことから、科学と技術の連関には少なくとも 2 種類の性質（①特許における論文への依存、又は論文の特許への貢献、②科学が技術に転換する期間）があることが示唆される

さらに、これらの指標に関するクロス表を用いて、技術分野や学術分野の具体的な配置について分析した。特に引用特許比率を用いた配置は、ソフト→ハード→マテリアル→化学→バイオと技術分野が並ぶなど技術の性質をよく反映しており、有効な分析手法であるといえる。

---

9 特許一件当たりで求めたものが、いわゆる Science Linkage であることには注意が必要である。
10 リニアモデルに基づいていることには注意が必要。

１．１．２．５　分析例：「家庭電器」分野における技術と科学の連関

本項では、ここまでの議論に基づいて「家庭電器」分野を例とした技術と科学の連関の分析を行う。分析にはこれまで同様 1995 年から 99 年に出願された特許を用いる。

当該期間に出願された「家庭電器」分野の特許の状況は図表 1.1.2.24 の通りであり、JCR 論文の引用比率は 95 年出願分で他分野と同様に相対的に大きな値を示しているものの、その年を除けば比較的安定して推移している。図表 1.1.2.25 および図表 1.1.2.26 は、当該分野の特許による JCR 論文の延べ引用数および JCR 論文を引用した特許一件当たりの引用数、引用ラグを示している。1995 年について異常値を示していることについては他分野と同様であるが、それを除くと特許一件当たりの引用数には明確なトレンドがあり増加傾向を示している。平均引用ラグについても 95 年に突出した値をとっているが、その他の年度には明確な傾向はない。

すなわち、全体的な傾向としては、JCR 論文を引用している特許の比率には変化がないものの、Science Linkage（特許一本当たりの論文引用数）から判断すると科学との連関が強化されており、科学との連関に関する二極化が家電分野で生じていると考えられる。

図表 1.1.2.24　家庭電器分野の出願特許総数およびJCR論文引用特許数の推移

1995		1996		1997		1998		1999	
引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数	引用特許数	特許総数
(%)		(%)		(%)		(%)		(%)	
526	4471	519	4849	545	5511	518	5050	453	4842
11.76%		10.70%		9.89%		10.26%		9.36%	

図表 1.1.2.25　JCR論文の引用状況

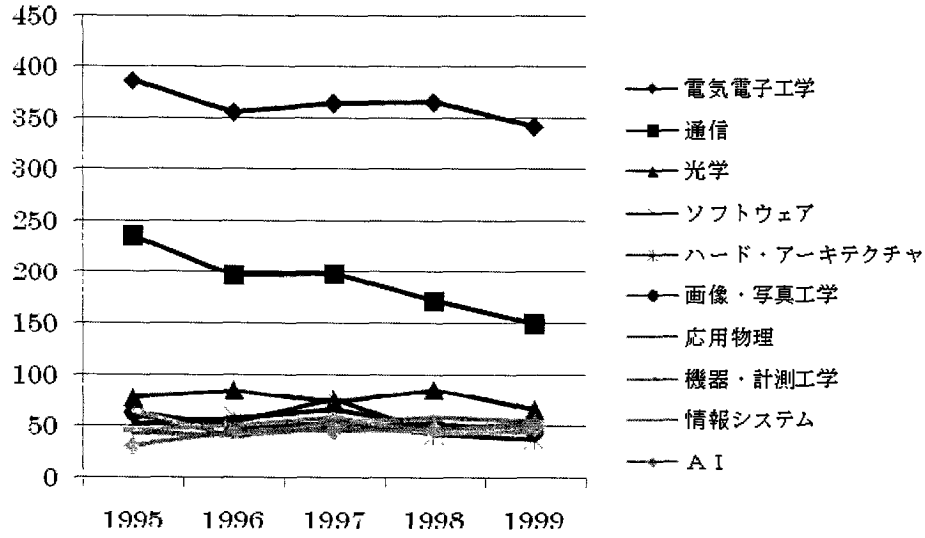
出願年	1995	1996	1997	1998	1999
被引用 JCR 論文延べ数	2367	1824	1883	1918	2099
引用特許一件当たり引用数	4.50	3.51	3.46	3.70	4.63

図表 1.1.2.26　平均引用ラグ（月）

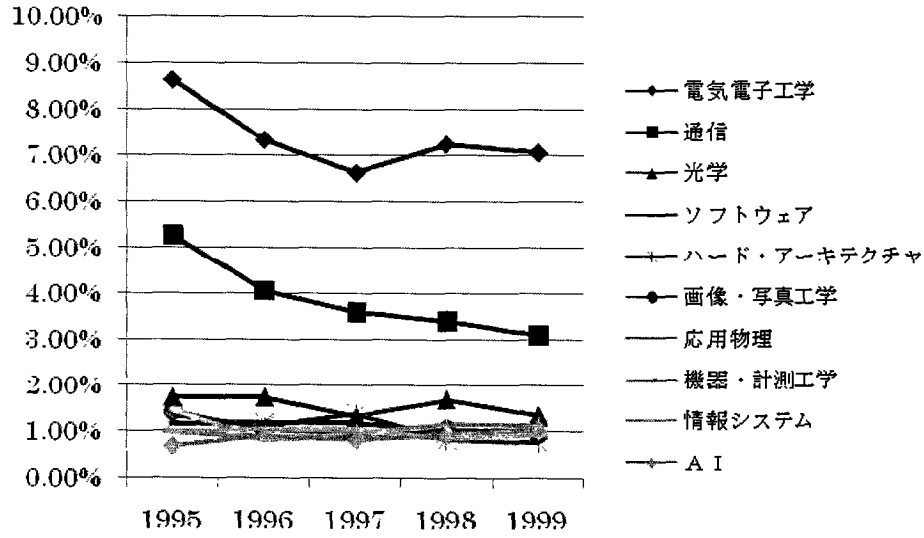
出願年	1995	1996	1997	1998	1999
引用ラグ	113.51	94.84	103.18	94.26	95.94

さらに科学との関係の詳細を分析するために、学術分野に関する分析を行った。図表 1.1.2.27 は家庭電器分野に所属する各学術分野の論文を引用した特許の数を、引用特許上位 10 分野について示したものである。なお、1995 年から 99 年のトータルで、上位 10 分野を引用した特許は全体の 76%を占めている。上位 2 分野については減少傾向がみられるものの、分野別引用特許数は当該年度に出願された特許の数や当該年度に論文を引用した特許の割合などに影響を受けるので注意を要する。そこで、そのような影響を排除するためにシェアを求めたのが図表 1.1.2.28 および図表 1.1.2.29 である。再三述べている 1995 年の異常値を除けばほとんどの分野でシェアの推移に傾向がない中で、通

信分野に関しいては着実にシェアが減少している。この期間、家庭電器分野における通信分野の重要性が低下していると考えられる。一方で、全体に占める割合はまだ小さいものの、AI 分野のシェアが徐々に上昇しており、制御系の高度化に伴って、家電技術にとっての AI 科学の重要性がこの期間に高まっていると解釈できる。すなわち、いわゆる IT 家電の技術の内訳において、相対的にではあるが、ネット家電の比重が下がり単体のＩＴ化が進展していることが観察された。



図表 1.1.2.27　JCR 学術分野別引用特許数の推移

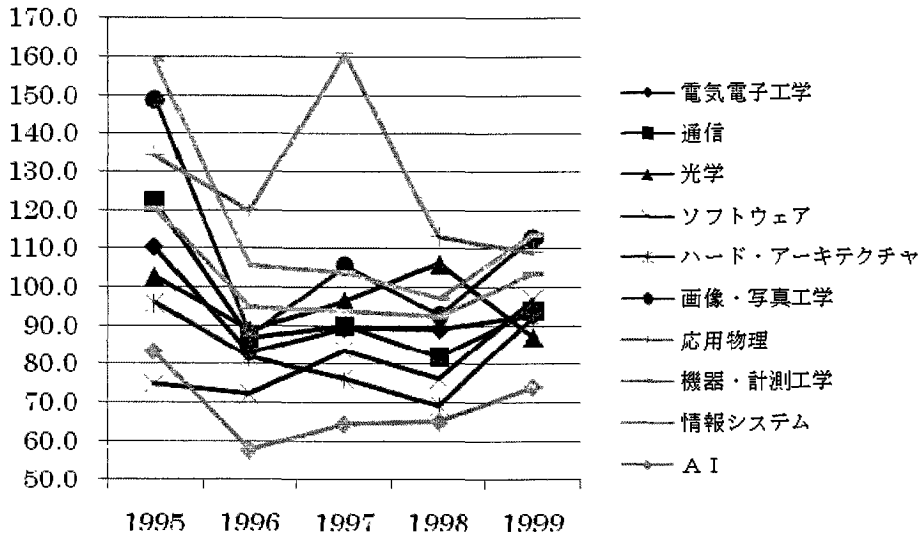


図表 1.1.2.28　当該学術分野の論文を引用した特許のシェアの推移

図表 1.1.2.29 家庭電器分野の特許に占める当該学術分野の論文を引用した特許のシェアの推移

	1995	1996	1997	1998	1999
電気電子工学	8.66%	7.34%	6.62%	7.25%	7.06%
通信	5.28%	4.06%	3.61%	3.41%	3.10%
光学	1.74%	1.75%	1.32%	1.70%	1.36%
ソフトウェア	1.16%	1.20%	1.20%	0.99%	1.05%
ハード・アーキテクチャ	1.34%	1.09%	1.38%	0.83%	0.76%
画像・写真工学	1.43%	1.03%	0.96%	1.03%	0.95%
応用物理	0.98%	0.85%	0.96%	1.15%	1.12%
機器・計測工学	1.45%	0.82%	0.91%	0.87%	0.93%
情報システム	1.01%	1.05%	1.05%	0.85%	0.95%
AI	0.69%	0.93%	0.83%	0.93%	1.05%

さらに、平均引用ラグについても集計したのが図表 1.1.2.30 であるが顕著な傾向は見られなかった。



図表 1.1.2.30 学術分野別平均用ラグ（月）

以上まとめると、家庭電器分野技術においても科学への依存に関しては二極化が観察されるとともに、いわゆる IT 家電の技術に関して、技術変化の方向にネットワーク化から単体制御の高度化という変化の兆候があることが明らかになった。

１．１．３　科学論文における著者のセクタ構造

山下泰弘（山形大学評価分析室　准教授／科学技術政策研究所客員研究官）

科学知識の生産様式は、国やセクタによって異なり、当然のことながら、生産された科学知識がイノベーションに生かされる度合も同様である。各国のイノベーション・システムの特質を把握するためには、その源泉である科学知識がどのセクタ、あるいはセクタ間の連携によって生産されているかを知ることが重要である。各セクタの科学知識生産のアクティビティを定量的に把握する上では、科学論文の生産量が有用な指標となり得る。

そこで本セクションでは、Thomson 社の Web of Science（WoS）データベースを用いて、イノベーションにおける知識の源泉としての科学論文がどのセクタにおいて生み出されているかを分析するために、セクタ情報を含む論文データベースの構築を行う。それを踏まえて、主要国（日本、米国、イギリス、フランス、ドイツ、中国、韓国、台湾）について、1995～2005 年に登録された医薬品、ディスプレイ、半導体製造装置の３技術分野の米国特許において、もっとも多く引用された学術分野の分析を試行する。

Web of Science（WoS）には、速報性の高い Meeting Abstract を含め、多様な種類の文献が収録されている。科学計量学においては、その中からいくつかの文献種（例えば Article、Letter、Note、Review）を「論文」と看做して集計対象とすることが多いが、特許において必ずしもそれらのみが引用されるとは限らないことを考慮して、ここでは全文献種を対象に集計する。すなわち、論文数、特許における論文の引用数とも、WoS 収録全文献に基づいて集計している[11]。

なお、本セクションでは、セクタの集計には分数カウント、学術分野の集計にはフルカウントを採用している。したがって、分野 A 及び B に分類される雑誌における日本の大学が２、政府研究機関が１、外国機関が１含まれる論文は、分野 A と B それぞれにおいて、大学 2/4、政府 1/4、外国機関 1/4 がカウントされる。ただし、一部の分析において、セクタの集計にフルカウントも併用しており、その場合は、「当該セクタが著者に含まれる論文数」ないし「フルカウントでの論文数」と表記している。

１．１．３．１　科学論文のデータベース構築

本セクションでは、「科学論文」として、WoS（収録期間 1980～2006 年）に含まれる文献のうち、著者の所属機関が記載されているもの 20,545,365 件を使用する。Web of Science には、論文の書誌事項、分野、被引用数などの情報が含まれているが、著者の所属機関については著者が記載した通りに入力されているため、その表記にはばらつきがあり、また、セクタに分類されていない。本研究では、主要国各セクタの発表論文数と特許における論文引用数に注目した分析を行うため、セクタ情報の付与を行う必要がある。ここでは、以下のプロセスにより論文へのセクタ分類を付与し、データベースの構築を行った。

---

11 論文数の集計時のみ文献種を限定する方法も考えられるが、論文と特許による引用論文との条件を揃えた方が比較しやすいため、双方とも「全文献」とした。

（1）研究機関シソーラスの構築

研究機関をセクタに分類する上では”Univ”、”Corp”などセクタを象徴するキーワードに基づく方法が簡便であり、複数国の全論文を扱うような大規模な調査には適している。しかしながら、キーワードが常に正しいセクタに対応する保証はなく、またすべての機関が分類可能なキーワードを含む訳でもない。したがって、より精緻な分析を可能にするためには、少なくとも論文数の多い機関については、個別に調査を行い、正しく分類しておく必要があるため、研究機関の論文中での名称と正式名、セクタ情報を対応させたシソーラスを構築する。

研究機関シソーラスの構築は非常に人手を要し、調査の度にゼロベースで構築することは些か効率が悪いため、既存のシソーラスを随時更新しながら使用するべきである。幸いにして、本調査のために、大学評価・学位授与機構の林隆之准教授より、Science Citation Index (SCI)の CD-ROM 版に基づく網羅性の高い日本の研究機関シソーラスをご提供いただいた。また、科学技術政策研究所においても、同じデータソースに基づく主要国の研究機関シソーラスが作成されている。これらを統合し、さらに研究機関を追加することにより、調査対象国のシソーラスの構築を進めている(図表 1.1.3.1)。両シソーラスの概要は以下の通りである。

(a) 科学技術政策研究所によるシソーラス（以下、NISTEP シソーラス）[12]

1991、1996、2001 の各年において各分野で 2003 年までの被引用数上位 10%に入る論文（article、letter、note、review の４文献種）を対象とし、日本、米国、イギリス、フランス、ドイツ、中国、韓国を含む 12 カ国の著者の所属機関を分類したものである。上記 3 ヵ年の上位 10%論文データに対して、79.5%～96.6%のカバレッジで名寄せ及びセクタ分類がなされている。

(b)林隆之准教授（大学評価・学位授与機構）による日本の機関シソーラス（以下、林シソーラス）[13]

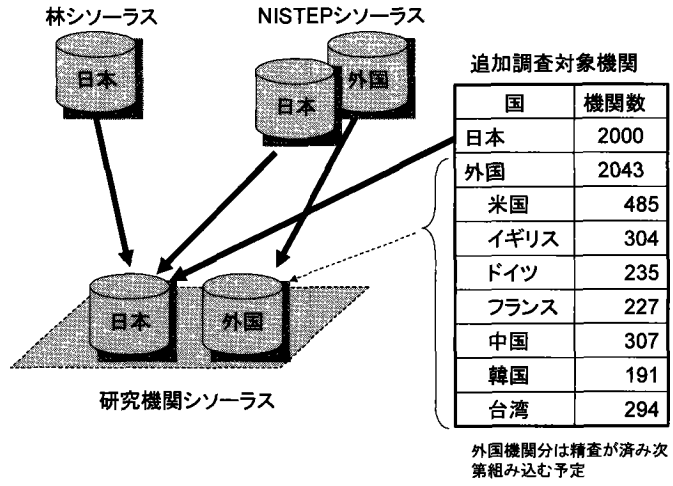
本研究のために大学評価・学位授与機構の林准教授に提供していただいた同シソーラスは、1982～2002 年までの SCI 収録論文に含まれる日本の機関を対象として作成されている。日本の機関のみを対象としているが、この期間の全論文を対象として作成されているため科学技術政策研究所のシソーラスよりも網羅性が高い。また、機関単位での照合と、キーワードのマッチングによるセクタ付与を併用してカバー率を上げている。機関ごとにコードが付与されているため、カバー率の高い大学セクタ等については機関単位での分析が可能である。

---

12 科学技術政策研究所,「基本計画の達成効果の評価のための調査　科学技術研究のアウトプットの定量的及び定性的評価」, NISTEP Report No.88, 2005 年 3 月

13 Hayashi, T. and Tomizawa, H.,” Restructuring the Japanese national research system and its effect on performance”, Scientometrics,68(2),pp241-264, 2006

図表 1.1.3.1　研究機関シソーラスの構築プロセス



国	機関数
日本	2000
外国	2043
米国	485
イギリス	304
ドイツ	235
フランス	227
中国	307
韓国	191
台湾	294

日本については、上記２シソーラスを統合して一つのシソーラスに再構成した。その際、セクタの分類枠組みは原則として林シソーラスのものを採用した。さらに、データソースとして使用した Web of Science の収録雑誌数が Science Citation Index の CD 版より広いこと、調査対象期間を 2006 年まで取ったことにより、多くの未整理機関が生じたため、論文数の多い 2000 機関を対象として追加的に整理を行い、うち 1684 機関について機関レベルで同定した。

外国機関についても同様に、計 2043 の不明機関について個別に調査を行い、下表のようなセクタに区分したが、一部作業が完了していないため、現時点では論文データベースには適用されていない。なお、ドイツについては、東西統一後のみを対象として調査を行ったが、東西統一前の論文も特許に多く引用されているため、今後は統一前の組織に対して本シソーラスが適用可能であるか検討を行い、適用範囲の拡大を図る必要がある。

本シソーラスのセクタ分類は図表 1.1.3.2 の通りである。左列の分類は日本・外国とも共通である。

図表 1.1.3.2　研究機関シソーラスの区分

分類	分類（日本）	分類（外国）
大学	大学（国立・公立・私立）、短期大学（国立・公立・私立）、放送大学、高等専門学校、大学校、短期大学校、大学共同利用機関	大学
政府	国立研究所・試験研究機関、公設試験研究機関、特殊法人、独立行政法人	政府
産業	企業	産業
非営利	社団法人、財団法人、NPO、技術研究組合	非営利
病院	病院	病院
その他	各種学校、その他	その他、国際機関
不明	不明	不明

本シソーラスにおいては、機関が合併・分割され、かつ新旧両機関の名称が異なる場合には、それぞれを別機関とした（科学技術振興機構／科学技術振興事業団については、例外的に新技術事業団と

同一組織として扱っている)。一方、名称が変わらずに民営化等によりセクタのみ変わる場合には、ケースバイケースで対応している。このような場合、セクタが変わった年の論文から新セクタを適用するという方法も考えられるが、論文が投稿されてから発表されるまでに要する期間も考慮するならば、厳密な分類は期待できないので、採用しなかった。

独立行政法人については、英語での名称ないし略称が国立研究所・国立試験研究機関・特殊法人時代から変わらない組織が多いため、新たに設立された機関のみを「独立行政法人」セクタに分類したが、分析を行う上では不十分なため、実際の分析においては国立試験研究機関や特殊法人等と合わせて「政府」とした。また、企業については、子会社のレベルまで完全に同定されていないので、今後より精緻化する必要がある。

（2）キーワードによる照合

本研究で使用するWeb of Science はSCIのCD-ROM版より収録対象誌が広いこと、より分析対象期間が長いことから、上記シソーラスの適用のみでは、外国機関のカバー率が低くなる。そこで、日本以外の機関については、図表1.1.3.3に挙げたキーワードの照合によるセクタ分類も補完的に実施した[14]。

図表 1.1.3.3　外国機関のセクタ分類付与に使用したキーワード

セクタ	キーワード
大学	UNIV、COLL、MED SCH、SCH MED、INST TECHNOL、ECOLE（仏）、TH（独、語頭）、CHU（仏）
病院	HOSP、HOP、CLIN(語尾)、MED CTR、CANC CTR、
政府	NATL、PREF、PREFECTURAL、MUNICIPAL、STATE、CNRS（仏）、INRA（仏）、INSERM（仏）、CEA（仏）、UPR（仏）、ACAD
企業	CORP、CO、LTD、IND（語尾）、WORKS（語尾）、SA（仏、語尾）、AG（独、語尾）、GMBH（独、語尾）、MBH（独、語尾）、GESMBH（独、語尾）
非営利	FDN、ASSOC、GGMBH

注：キーワードの適用は上から順に優先した。したがって、UNIV でマッチングした場合、以降のキーワードの照合処理は行われず、「大学」に分類される

上記処理を行った結果、分析対象国のカバー率は図表1.1.3.4の通りである。概して、アジアのカバー率が高く、欧州諸国は低い。キーワードでの照合を含む数値なので、精度については別途評価を行う必要がある。特に台湾については、30機関程度のシソーラスに基づいており、今後、別途作成した論文数上位機関のシソーラスも適用して、より精度を確保する必要がある。

14 キーワードは、各国の企業等を表す代表的なキーワードを割り振った他、1語～3語までの連について統計を取り、頻度10000以上の物の中から目視で抽出した。

図表 1.1.3.4　各国の論文数とカバー率

国名	論文数	カバー率
日本	1,518,945.9	99.1%
米国	7,079,109.2	94.2%
イギリス	1,630,216.8	90.8%
ドイツ（東西統一後）	947,874.5	88.8%
フランス	988,516.6	86.1%
中国	507,078.6	95.1%
韓国	199,746.0	95.9%
台湾	157,535.4	96.5%

注：論文数は分数カウントによる

１．１．３．２　セクタに注目した科学論文生産と特許における科学論文引用の分析

ここでは、以上により構築した論文データベースと、別途構築を進めている米国特許における特許引用論文と WoS における科学論文を突合したコンコーダンステーブルに基づき、各セクタの科学論文生産の状況と、その米国特許における引用状況について、基礎的な分析を試みる。両データとも精度向上の余地があるため、提示するデータは暫定的なものである[15]。

（１）セクタ別論文数シェアの推移

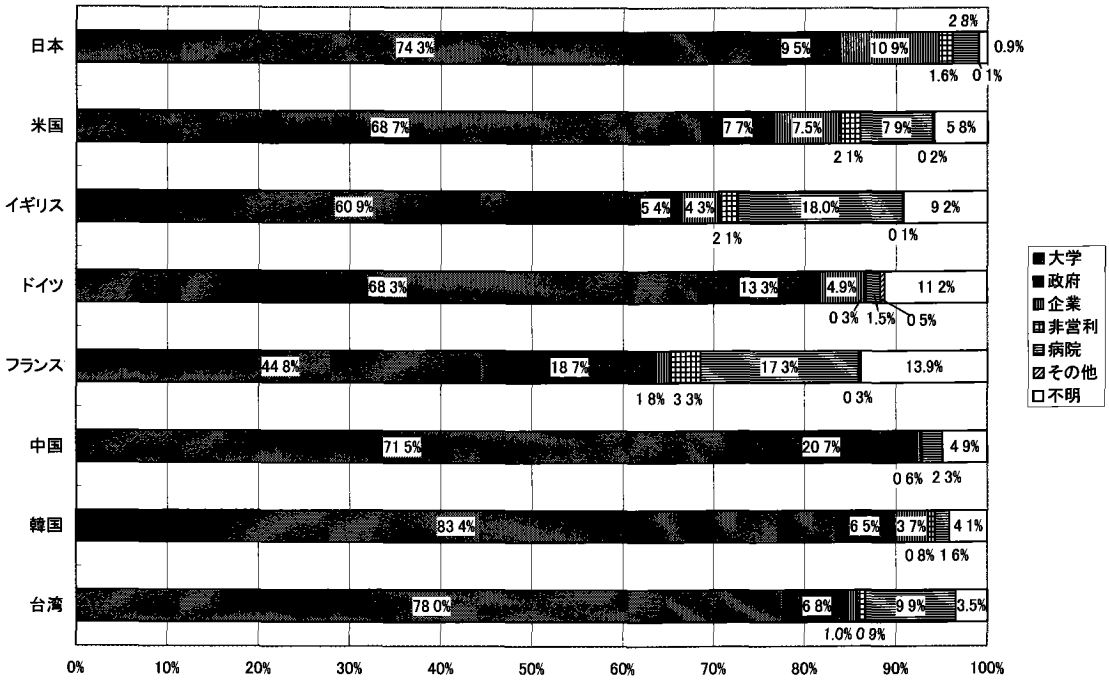
WoS における対象国の各セクタの論文数シェアは、図表 1.1.3.5、図表 1.1.3.6 の通りである。日本以外のアジア諸国については、初期においてカバー率が低いが、90 年代以降は概ね 90%を越えている。台湾は現段階で 30 機関分しかシソーラスが適用されていないが、カバー率は高い。イギリス・ドイツ・フランス・については、対象期間を通じて 80%強とやや低い。

欧州諸国についてはこのようにカバー率が低いため正確な傾向を見出しにくいが、韓国・ドイツ・日本を除く各国は大学のシェアが増加している。日本と米国は産業、イギリス・フランスは病院の比率が他国と比べて高い。また、フランスは CNRS、中国は中国科学院が多数の論文を生産しており、政府セクタの割合が他国よりも高い。フランスの場合、機関名が大学とされていても、実際は CNRS との混合ユニットである場合が多いので、実質的にはさらに政府セクタの割合が高いものと考えられる。

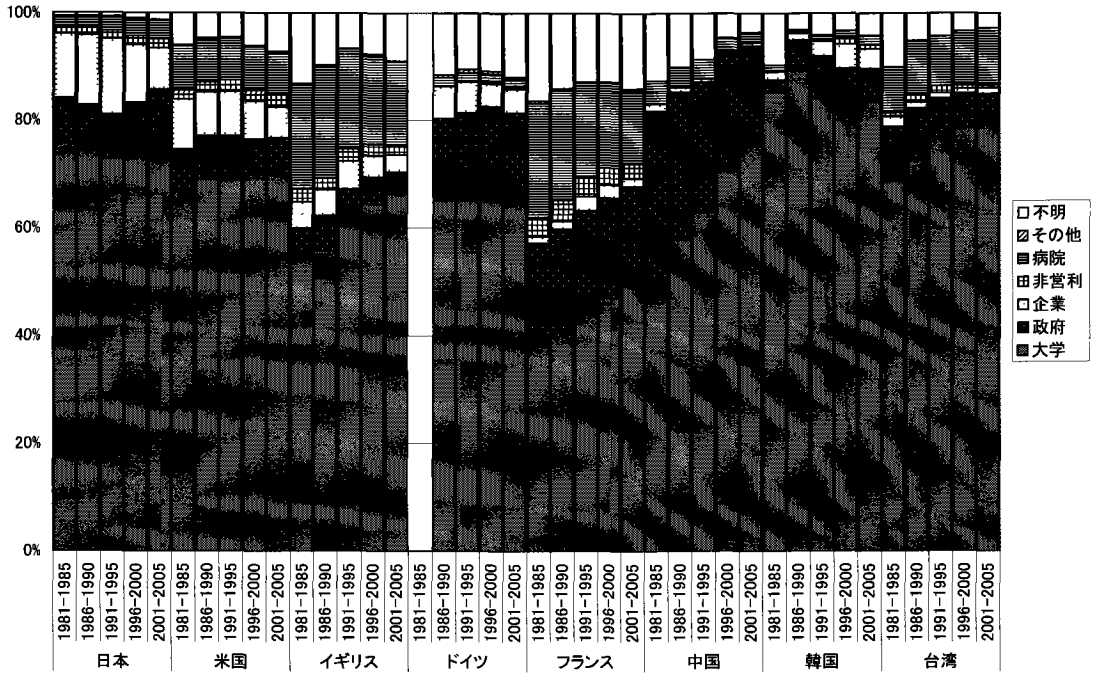
---

15 米国特許における引用科学論文については、Journal Citation Report 収録誌の論文であることが判明した NPR を 100%としたとき、医薬品分野 74.2%、ディスプレイ分野 63.2%、半導体分野 68.3%について、個別論文レベルでの紐付けがなされている。

図表 1.1.3.5　WoS における各国のセクタ別論文数シェア（1980-2006）



図表 1.1.3.6　各国のセクタ別論文数シェアの変化



（2）各セクタにおける論文生産とセクタ間共著の状況

次に、それぞれのセクタがどのような体制で論文生産を行っているかを、著者のセクタ構成に基づいて分析する。特定セクタが含まれる論文数（フルカウントでの当該セクタの論文数）の推移を図表 1.1.3.7（a）～図表 1.1.3.11(a)、各セクタのシェアの推移を図表 1.1.3.7(b)～図表 1.1.3.11(b)に示す。それぞれのグラフにおいて、全体がフルカウントでの当該セクタの論文数を表し、内訳として

表れる各セクタは分数カウントでの各セクタの論文数を表す。

いずれの国においても、大学セクタが含まれる論文の数は増加傾向にある。大学セクタについては、論文数の著者内訳として表れる大学の寄与分についても増加傾向を示している点が特徴的である。

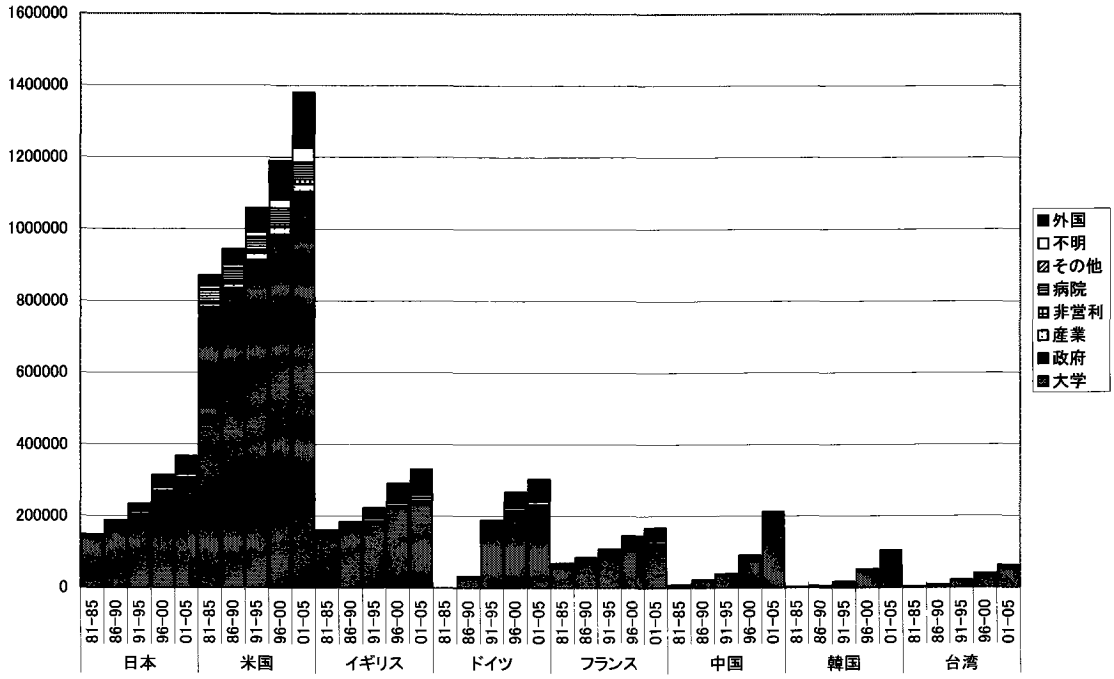
政府セクタが含まれる論文数は、イギリスが 2001～05 年に減少している以外、いずれの国でも増加傾向を示している。しかしながら、米国では 1991～95 年以降内訳としての政府の実質的な寄与分（分数カウントでの政府論文数）は停滞しており、政府セクタが含まれる論文数の増加に寄与しているのは、大学と外国である。

産業セクタが含まれる論文については、日本、イギリス、フランスにおいて、1996～2000 年をピークに減少しており、一方それ以外の国は増加傾向を示している。ただし、日本及び欧米諸国については、内訳としての産業セクタの寄与が停滞ないし減少傾向を示している。これは、産業セクタにおいて、より他のセクタとの連携で論文を生産する傾向が増していることを示している。

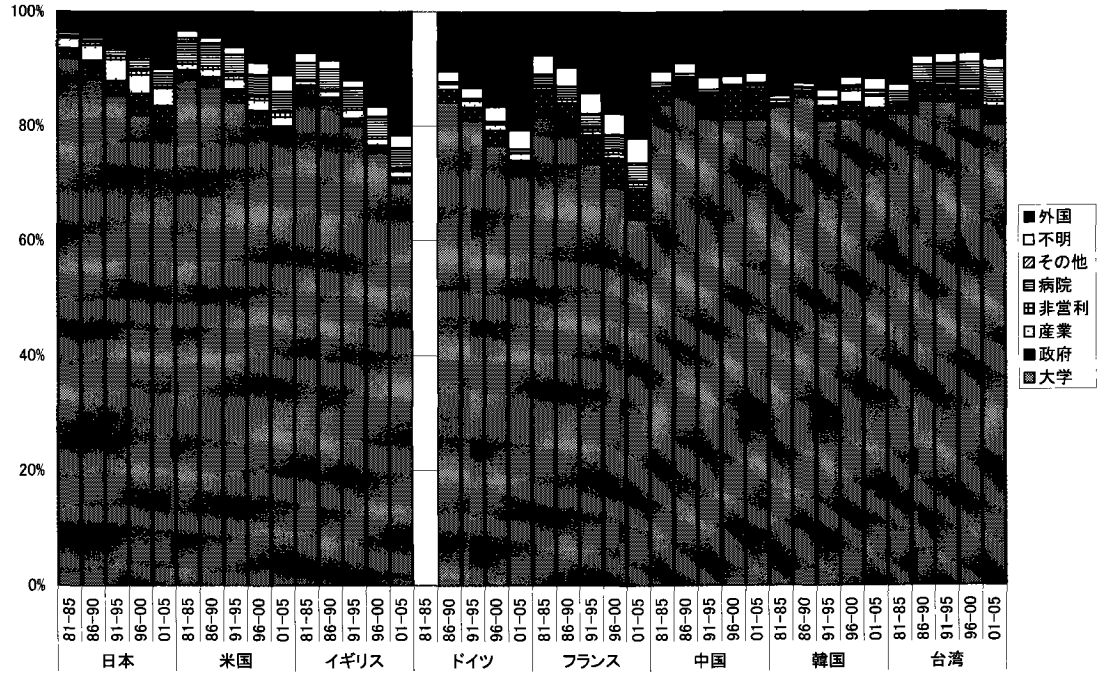
非営利セクタにおいては、他セクタとの連携により論文を生産する傾向が強まっており、2001 年以降の「非営利セクタが含まれる論文」の内訳を見るといずれの国においても非営利セクタの寄与分は 4～50%程度である。すなわちフルカウントで「非営利セクタの論文」としてカウントされる論文でも、5～60%をそれ以外のセクタが占めていることになる。

病院セクタについては、イギリス・フランスの論文数が相対的に多く、両国については、内訳における病院の比率も高い。すなわち、イギリス、フランスの病院は研究機能が強く、他国と比べて他セクタとの連携に頼らずに論文生産する傾向があると考えられる。日本及び米国の病院は、80 年代から他セクタとの連携で論文生産をする傾向が強く、1981～85 年においても「病院が含まれる論文」への病院の寄与度は 70%に満たない。

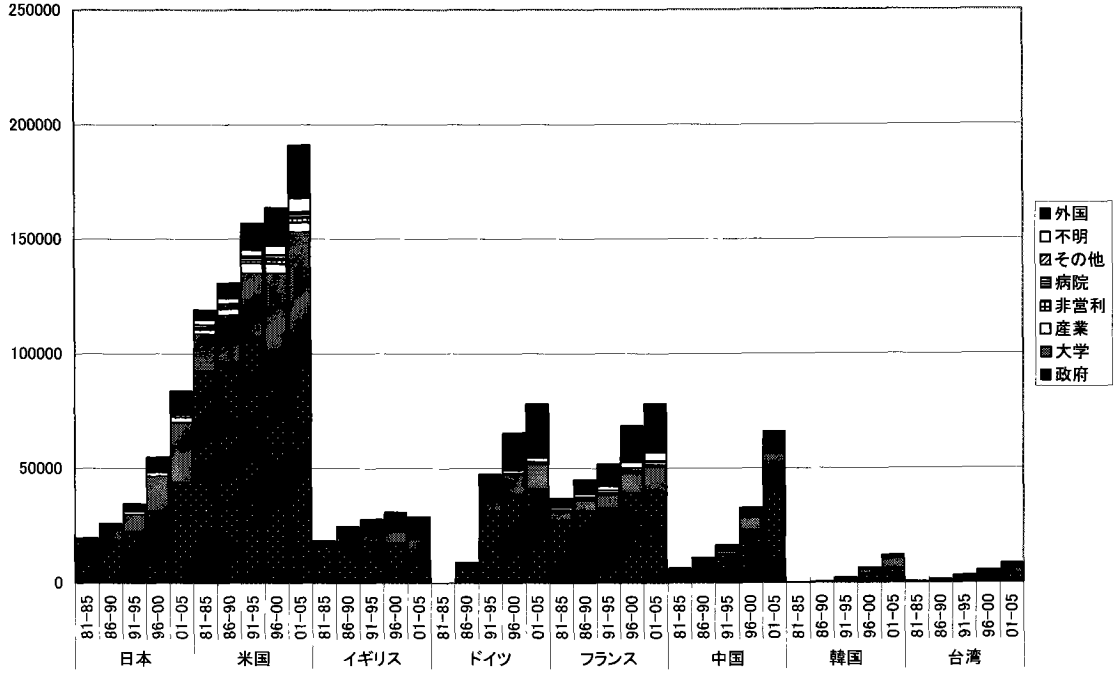
図表 1.1.3.7(a) 「大学セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（論文数）



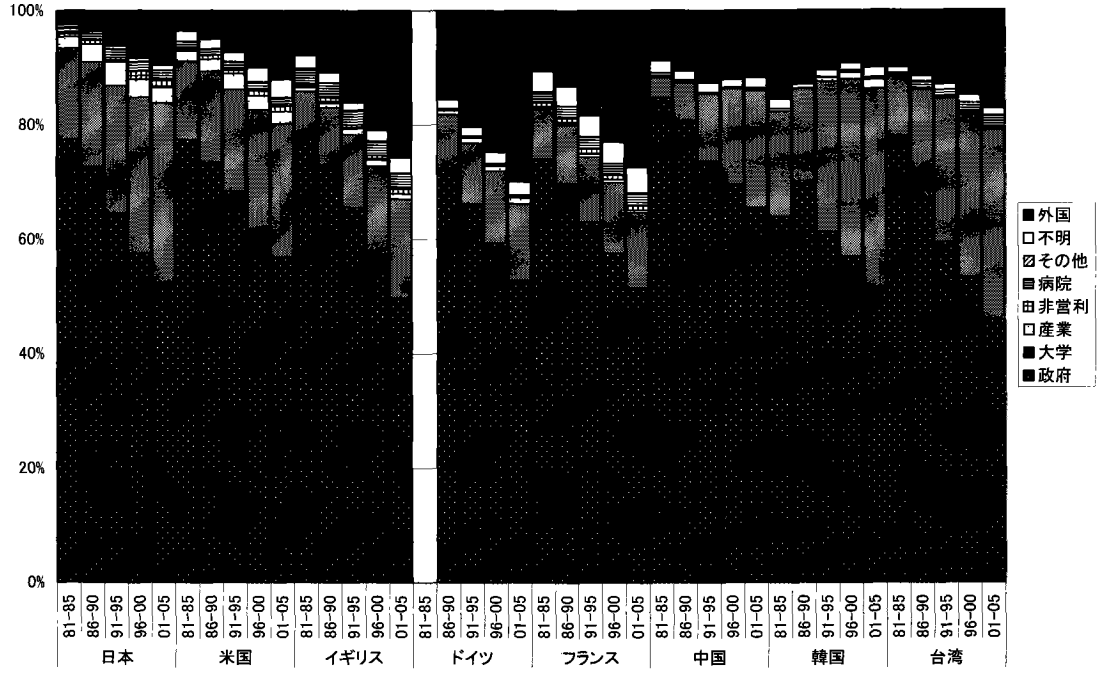
図表 1.1.3.7(b) 「大学セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（シェア）



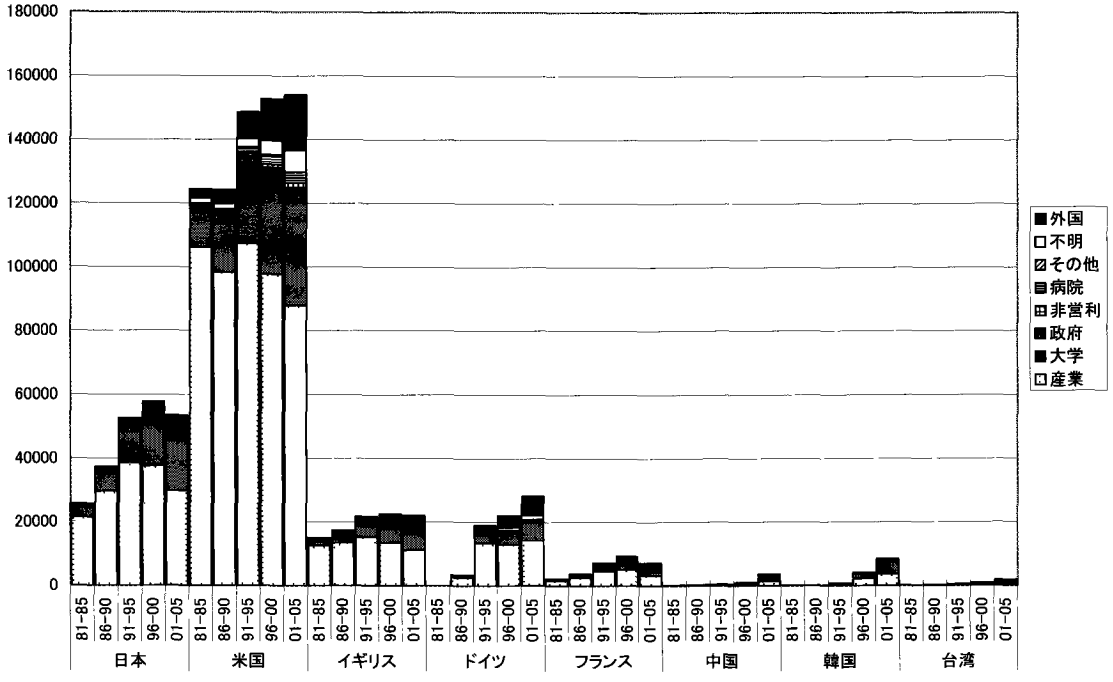
図表 1.1.3.8(a) 「政府セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（論文数）



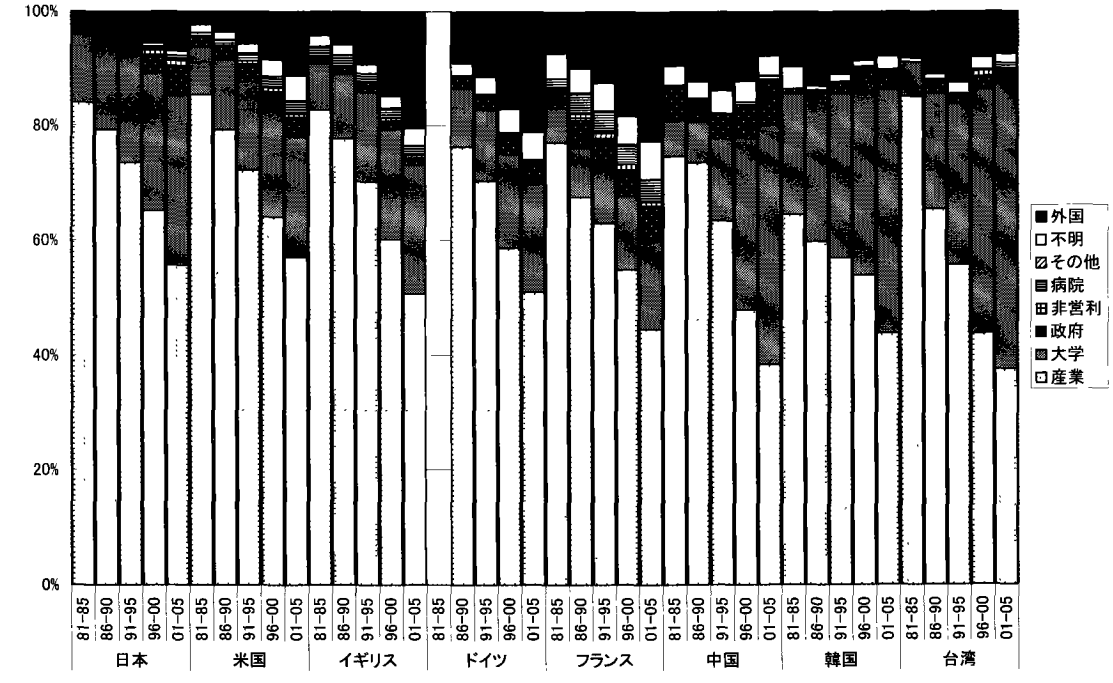
図表 1.1.3.8(b) 「政府セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（シェア）



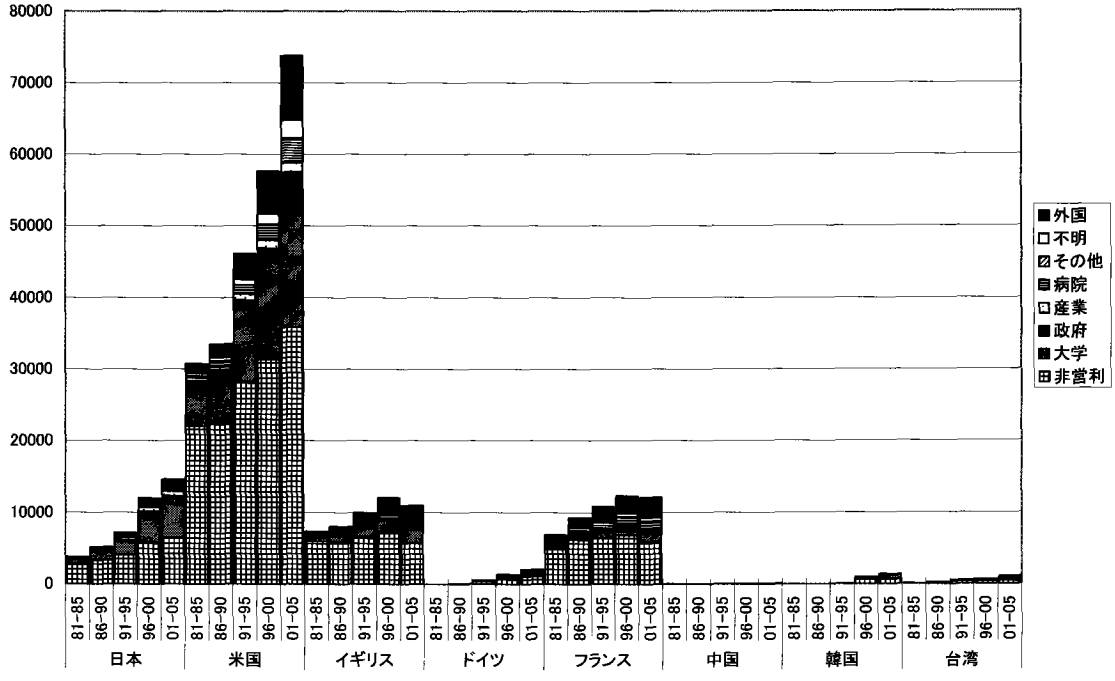
図表 1.1.3.9(a) 「産業セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（論文数）



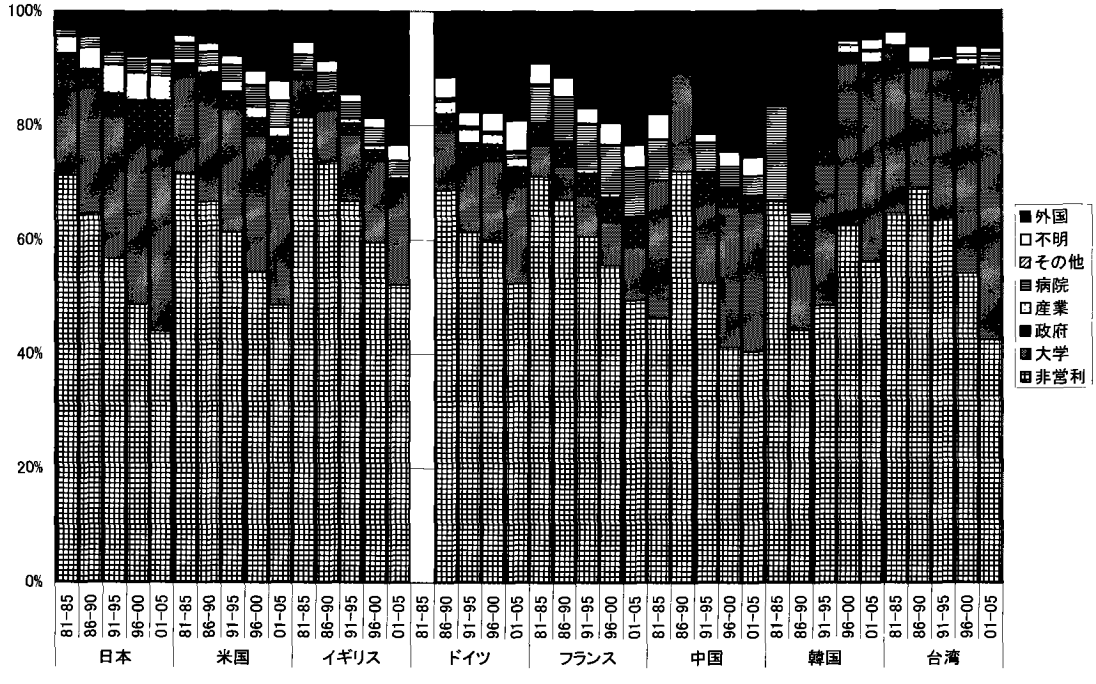
図表 1.1.3.9(b)「 産業セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（シェア）



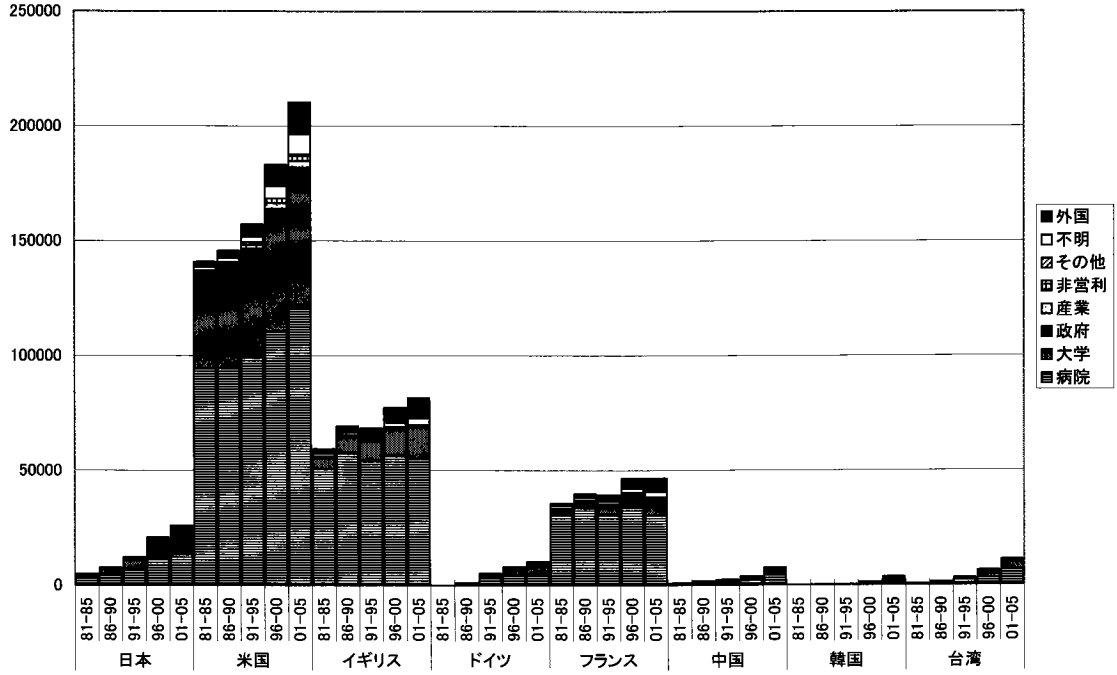
図表 1.1.3.10(a) 「非営利セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（論文数）



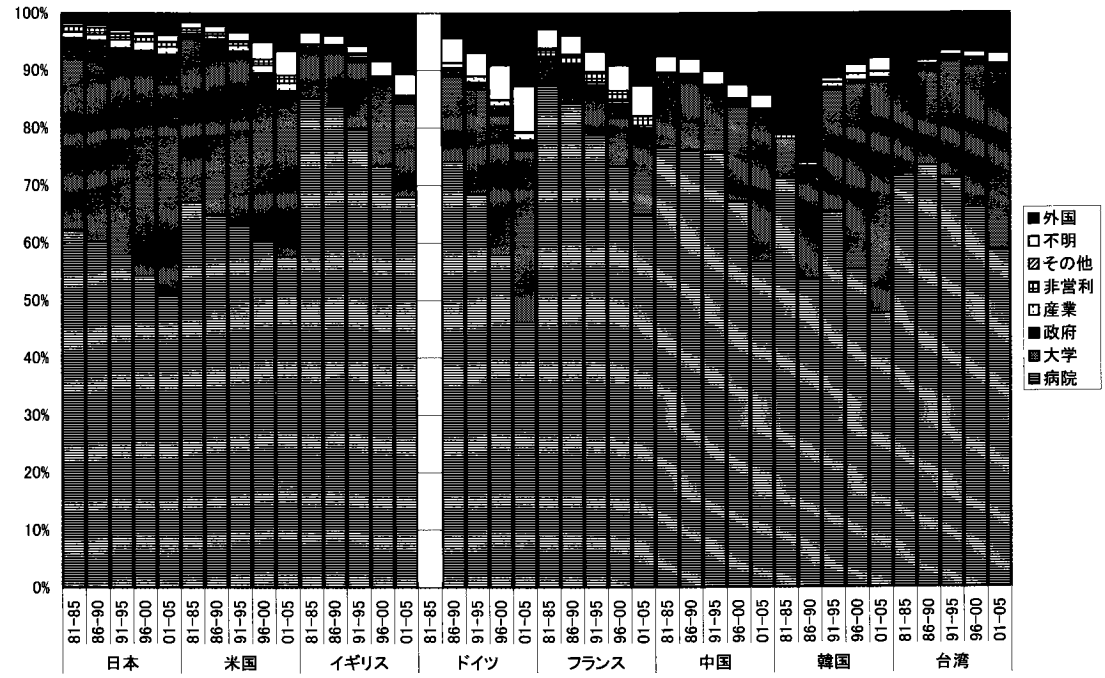
図表 1.1.3.10(b) 「非営利セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（シェア）



図表 1.1.3.11(a)「病院セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（論文数）



図表 1.1.3.11(b)「病院セクタが著者に含まれる論文」の著者内訳（シェア）



（３）「有力特許に引用された科学論文の計量書誌学的分析」結果との比較

次に、「基本計画の達成効果の評価のための調査」の一環として実施された有力特許に引用された科学論文の計量書誌学的分析[16]における、セクタごとの被引用数シェア分析の結果との比較を試みる。同調査は1996～2000年に登録された米国特許において特許による被引用数上位500件の特許(Top500特許）を対象とし、それが引用している科学論文の著者のセクタごとに被引用数シェアを分析している。実施条件が異なるため、直接的な比較は困難であるが、同調査において特許に引用された最新の論文が1999年のものであるので、ここでは、第一次近似として1980～1999年にWeb of Scienceに収録された論文について、各セクタのシェアを比較する。すなわち、有力特許おける論文の被引用数シェアと、それら被引用論文とほぼ同期間に発表された国ごとの各セクタのシェアの比較を行う。

米国、イギリス、日本についてのデータを図表1.1.3.12に示す[17]。本調査においてカバーできる範囲で、特許が引用した論文を網羅できるよう範囲を設定しているが、特許が引用している論文の発表年が1980～1999年の期間に渡り均等ではなく、偏りがあること、本調査が論文の発表年ではなく、データベースへの登録年に基づくこと、などに起因するバイアスは避けられない。しかしながら、この期間の米国における企業の論文数シェアは、いずれの年においても10%に満たないため、Top500特許での企業論文の被引用数シェアは突出していると言える。同様に、イギリスの政府、病院のシェアも論文数シェアに対して多く引用されており、一方、大学の論文は相対的に引用されない傾向がある。

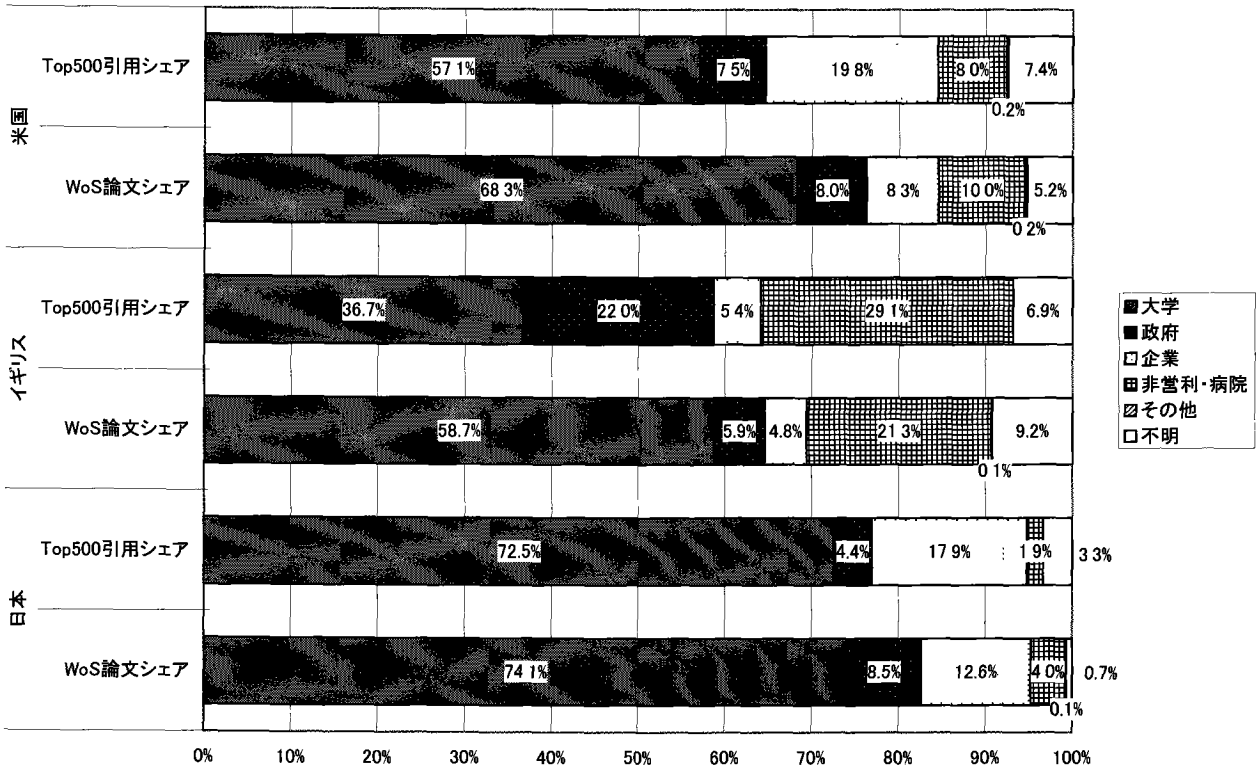
日本の論文については、Top500特許における被引用数シェアが論文数シェアよりやや大きく、一方政府のシェアは逆に小さい。大学については、両者のシェアにはあまり差がなく、科学研究におけるシェアに応分に有力特許に対しても影響を及ぼしているように見える。

---

16 富澤宏之他，「有力特許に引用された科学論文の計量書誌学的分析」，情報管理，49(1)，2006，pp2-10の図8

17 富澤他（2006）ではドイツについてもデータを提示しているが、現段階では東西統一以前の機関については未整理のため除外した。

図表 1.1.3.12　有力特許における論文の被引用数シェアと WoS における 1980～1999 年の論文数シェア



注：特許は 1996～2000 年に登録された米国特許のうち特許による被引用数上位 500 位までのもの、論文は 1980～1999 年に Web of Science に収録された論文を対象とする

出典：Top500 引用シェアは富澤他（2006）に基づき作成。論文シェアは Web of Science の 1980-1999 年収録論文に基づき科学技術政策研究所が集計した

１．１．３．３　各技術分野に関連した学問分野の被引用論文における各セクタのシェア

本節では、医薬品、ディスプレイ、半導体製造装置の３技術分野の特許において、どのセクタで生産された論文が引用されているかを分析する。まず、上記３分野で引用された論文のデータベース登録年ごとに分析し、さらに踏み込んで、各技術分野においてもっとも引用された学術分野について、特許における被引用数とWoSにおける論文数の比較を試みる。

（１）各セクタの論文の特許における被引用数及びシェア

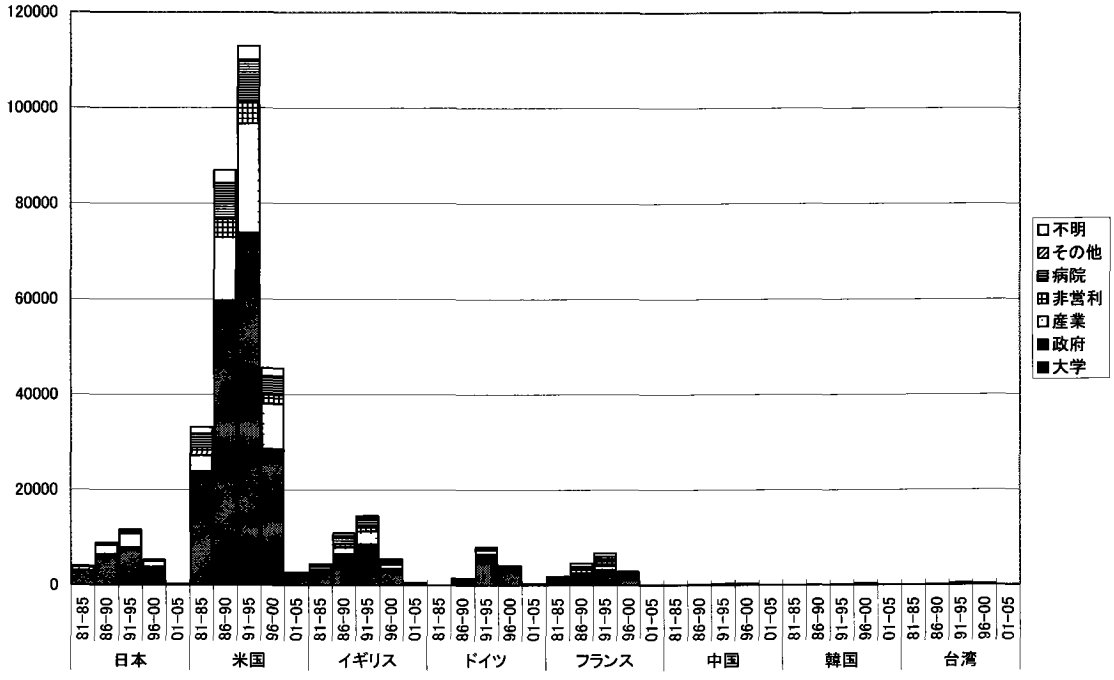
各セクタの論文の３技術分野の特許における被引用数とシェアを図表 1.1.3.13(a)～図表 1.1.3.15(b)に示す。

医薬品分野においては、米国の論文被引用数が突出しており、被引用数のピークの 1991～95 年において、２位のイギリスの 8 倍近い。日本以外のアジア諸国は、いずれも極めて被引用数が少ない。シェアを見ると日本・米国とも 60%程度を大学が占めており、まだ被引用数が極めて少ない 2001～05 年を捨象するとやや低下気味に見える。一方、欧州諸国では大学のシェアが増加傾向にある。

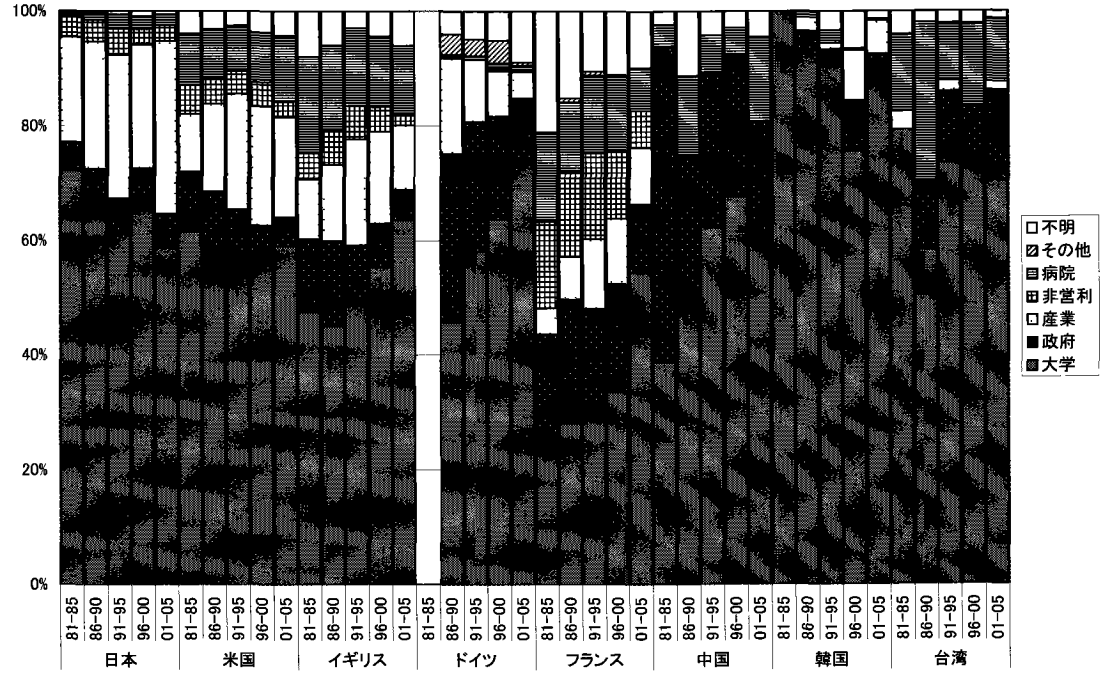
ディスプレイ分野においては、日本は米国の３分の１弱のシェアを占め、米国は医薬品分野ほど突出していない。大学のシェアについては、不明が多く評価が難しいフランスを除くと、日本は最も低く、最も大きい 1996～00 年でも 37%程度に過ぎない。時系列で見ると、被引用数が極めて少ない 2001～05 年を除外すると、日本・米国・ドイツにおいて大学の被引用数シェアが増加傾向にあり、1991～95 年に一時低下したイギリスも 1996～2000 年に大幅にシェアを増やしている。

半導体製造装置分野においても、ディスプレイ分野と同様に日本は米国に次いで第２位の位置にあり、相対的な強みを示している。米国において 2001～05 年の被引用数が 150 を超えるなど、ディスプレイ分野と比べてやや新しい論文の引用が目立つ。時系列で見ると、日本・米国・イギリス（2001～05 年を除く）・ドイツ・フランスにおいて、大学の被引用数シェアの増加が見られ、特に米国においては、1981～85 年の 31%から、1996～2000 年 65%、2001～05 年には絶対数は少ないが 76%にまで増加している。

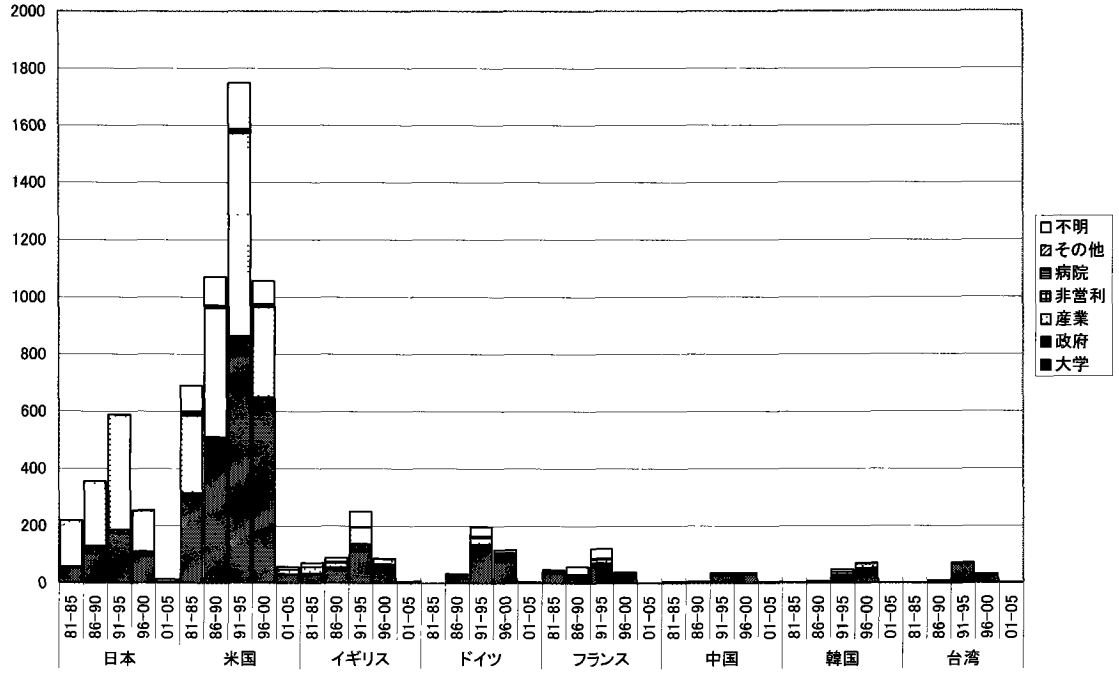
図表 1.1.3.13(a)　医薬品分野におけるセクタ別論文被引用数



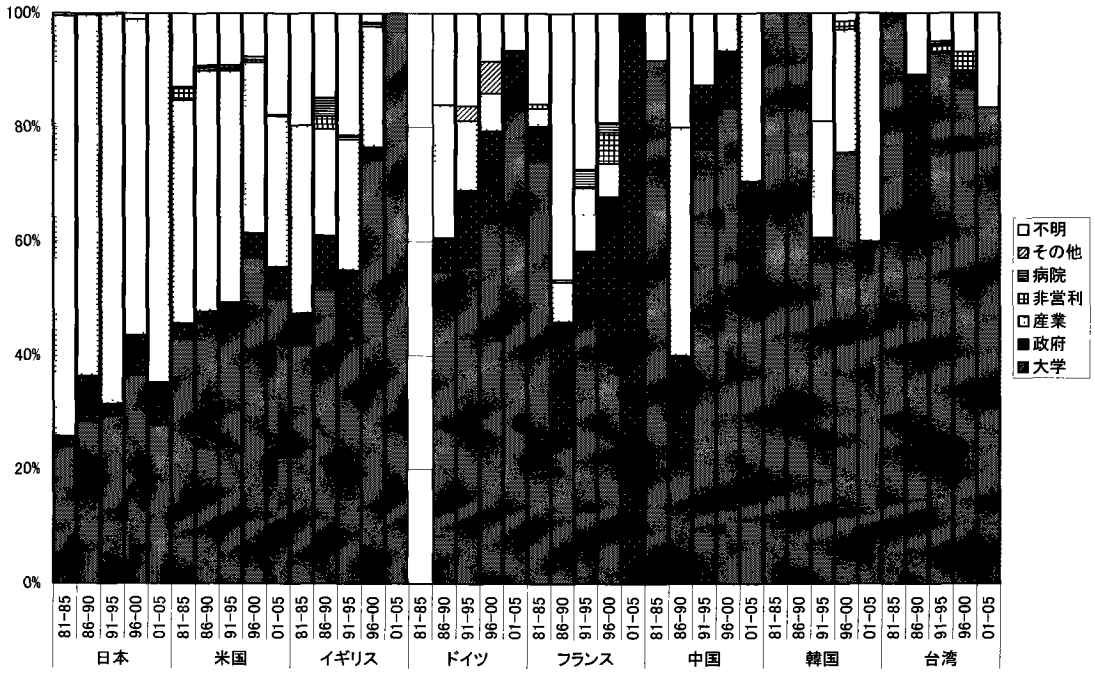
図表 1.1.3.13(b)　医薬品分野におけるセクタ別論文被引用数シェア



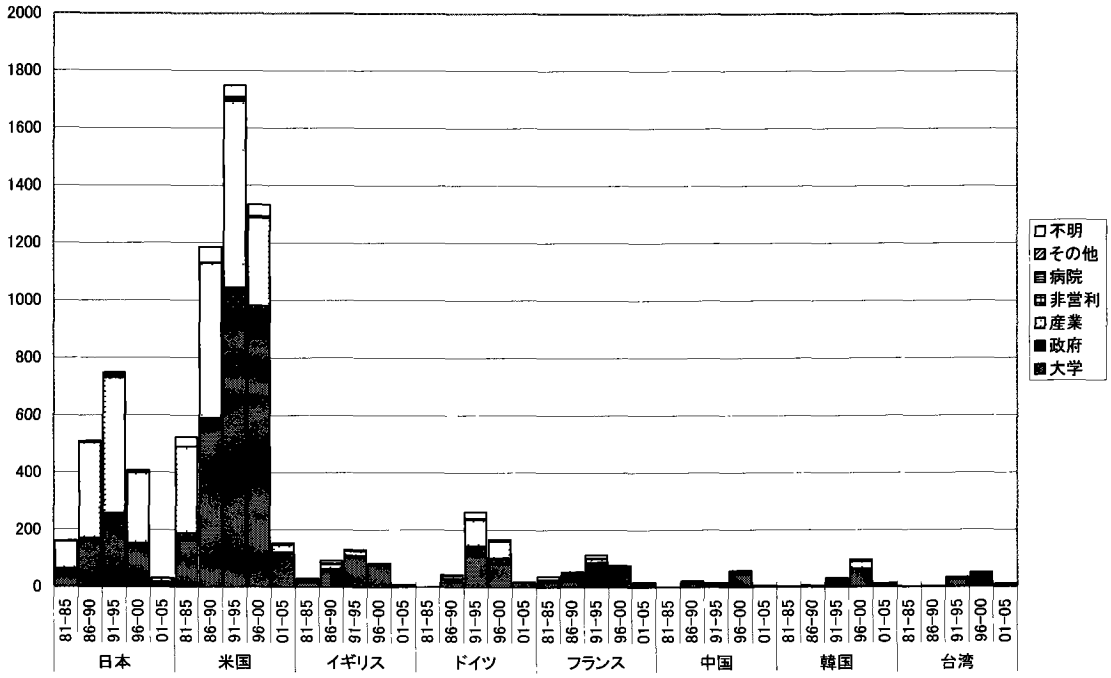
図表 1.1.3.14(a)　ディスプレイ分野におけるセクタ別論文被引用数



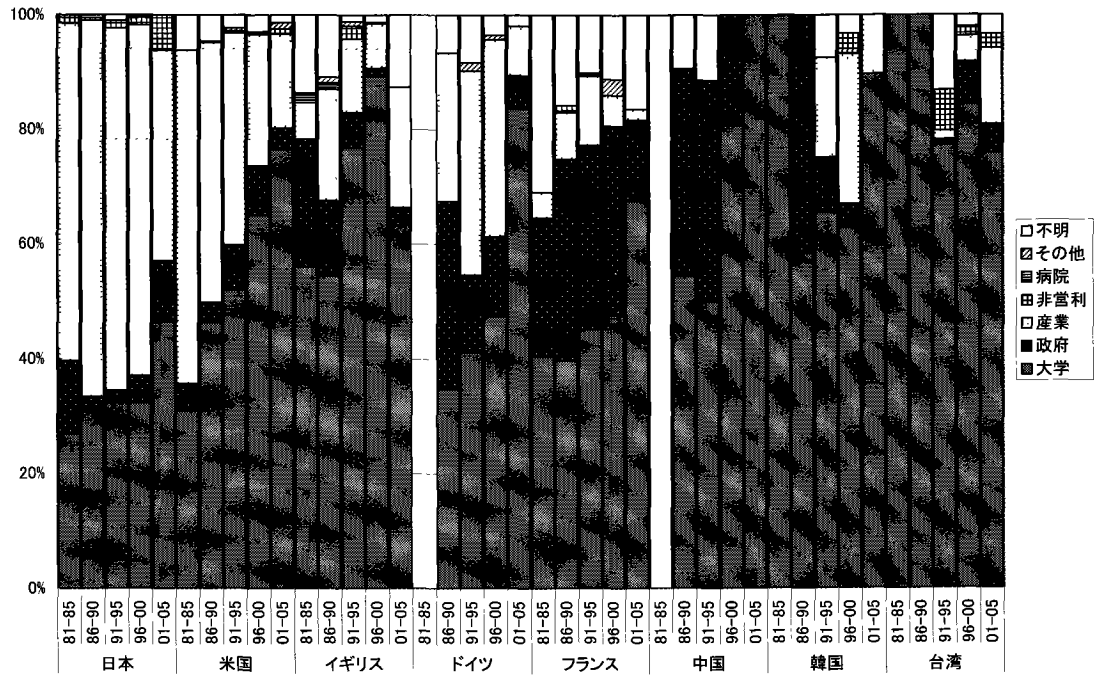
図表 1.1.3.14(b)　ディスプレイ分野におけるセクタ別論文被引用数シェア



図表 1.1.3.15(a)　半導体製造装置分野におけるセクタ別論文被引用数



図表 1.1.3.15(b)　半導体製造装置分野におけるセクタ別論文被引用数シェア



（2）特許に引用された論文の学術分野

ここでは、医薬品、ディスプレイ、半導体製造装置の３技術分野の米国特許において、最も引用されている科学分野を対象とし、各セクタの論文の特許における被引用数シェアと、WoS の収録論文数シェアの比較を行い、さらに産業セクタについては、共著者の内訳を分析する。比較対象としての WoS の科学論文については、米国特許に引用されている論文のうち最新のものに合わせて、2005 年までの

データを対象とする。なお、ここでは、論文の被引用数のセクタ別の内訳を分析することを目的としているため、著者のアドレスを含まない論文については、被引用数の集計対象から外している。

上記３技術分野の特許によって引用された科学論文のうち、WoS の個別論文に紐付けされたものの内訳を見ると、それぞれ生化学・分子生物学（Biochemistry Molecular Biology、21.5%）、電気・電子工学（Engineering, Electrical & Electronic、38.5%）、応用物理（Physics, Applied、47.5%）の３分野のものが多い（図表 1.1.3.16）。以下では、これら３学術分野について分析を行う。

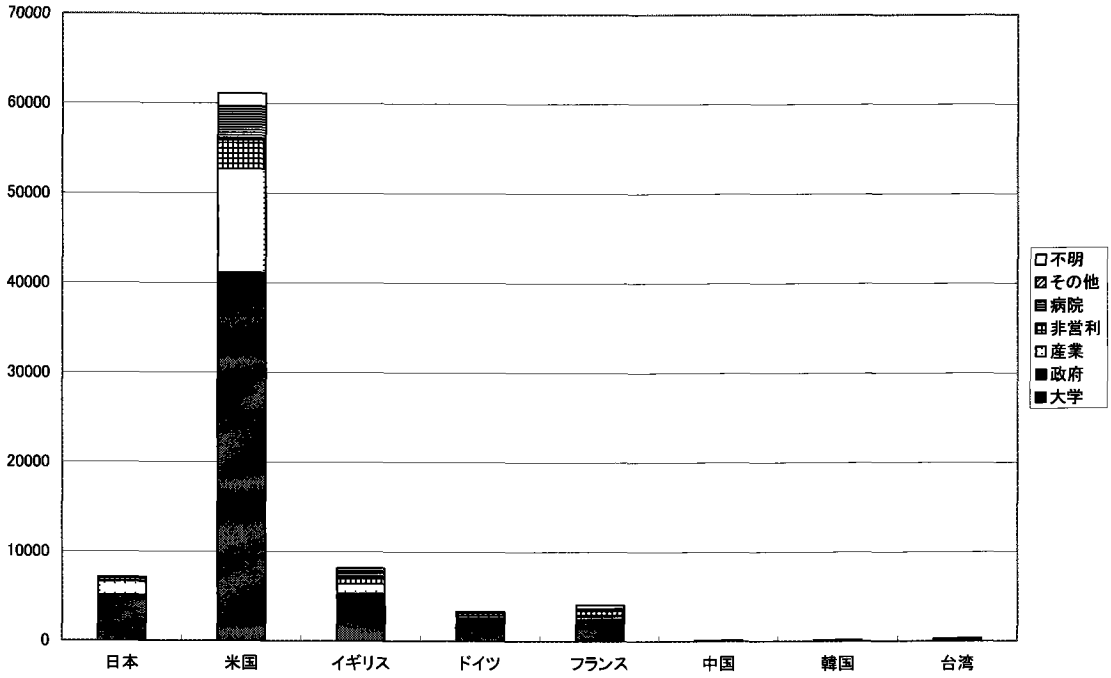
図表 1.1.3.16　３技術分野の特許により引用された論文の科学分野（フルカウント）

	学術分野	被引用数	シェア
医薬品	学術論文の被引用数計	484,478	100.0%
	Biochemistry Molecular Biology	104,306	21.5%
	Multidisciplinary Sciences	61,322	12.7%
	Immunology	51,624	10.7%
ディスプレイ	学術論文の被引用数計	9,495	100.0%
	Engineering, Electrical & Electronic	3,659	38.5%
	Telecommunications	1,754	18.5%
	Physics, Applied	1,436	15.1%
半導体製造装置	学術論文の被引用数計	9,840	100.0%
	Physics, Applied	4,678	47.5%
	Engineering, Electrical & Electronic	2,286	23.2%
	Materials Science	1,078	11.0%

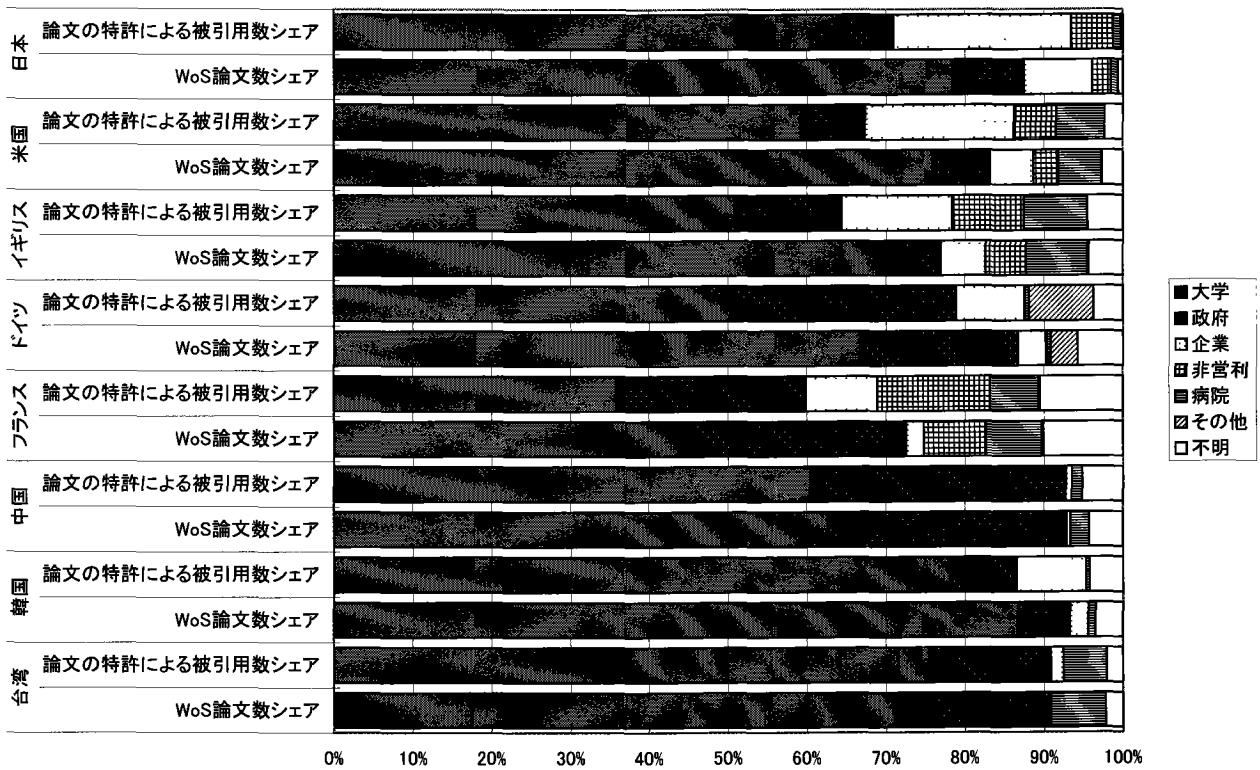
３技術分野すべてにおいて、米国の科学論文が突出して多く特許に引用されており、生化学・分子生物学、応用物理学においては産業セクタだけで他国の１国分以上の引用を受けている。（図表 1.1.3.17（a）～図表 1.1.3.19(a)）。特に、医薬品分野における被引用数は突出しており、対象国中２位のイギリスの７倍以上に達している。韓国・台湾は、電気・電子工学において、他の２分野より強みを持っており、被引用数シェアがフランスを上回っているが、そのほとんどを大学の論文が占めている点が特徴的である。

国ごとの各セクタの被引用数シェアを見ると、台湾以外は、３技術領域すべてにおいて、大学においては WoS 論文数シェアに比べて低い値となっている。逆に、多くの国において、産業セクタは WoS 論文数シェアに比して論文の特許による被引用数シェアが大きい傾向があることが分かる。特に、電気・電子工学及び応用物理学分野における日本は、その傾向が顕著であり、論文の特許による被引用数シェアは WoS 論文数シェアの半分に満たない。正確なデータを得るためには出願人の分析をする必要があるが、直観的にはディスプレイ及び半導体製造装置の技術分野において、産業セクタが自らのイノベーションに必要な科学知識を自前で生産する傾向が、他国より強いと思われる。

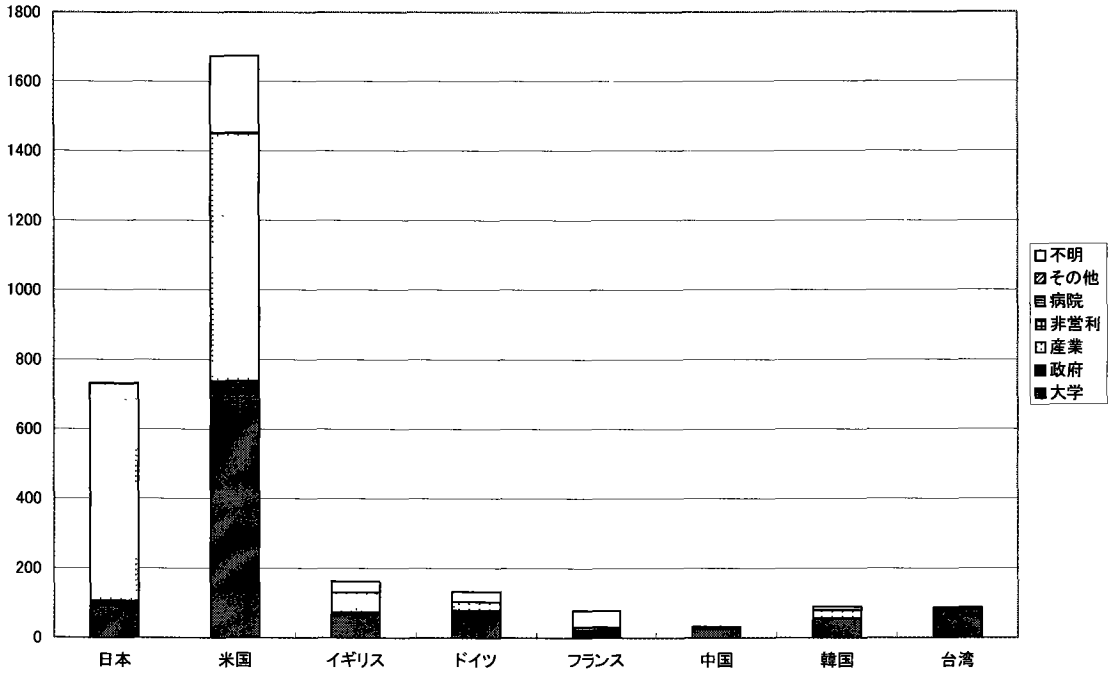
図表 1.1.3.17(a)　医薬品分野の特許における生化学・分子生物学論文の国別・セクタ別被引用数



図表 1.1.3.17(b)　生化学・分子生物学論文の医薬品分野の特許における被引用数シェアとWoSにおける論文数シェア（国別・セクタ別）



図表 1.1.3.18(a)　ディスプレイ特許における電気・電子工学論文の国別・セクタ別被引用数



図表 1.1.3.18(b)　ディスプレイ特許における電気・電子工学論文の被引用数シェアと WoS における論文数シェア（国別・セクタ別）

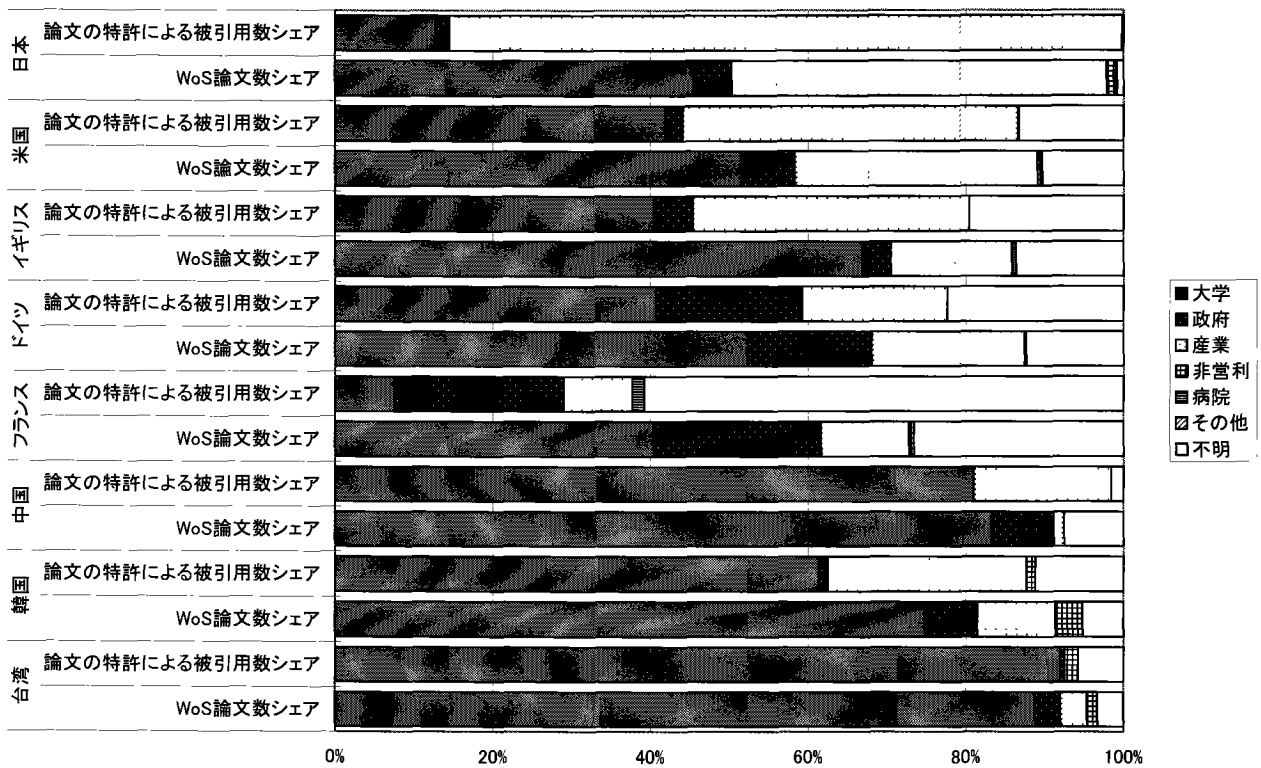


図 1.1.3.19(a)　半導体製造装置特許における応用物理学論文の国別・セクタ別被引用数

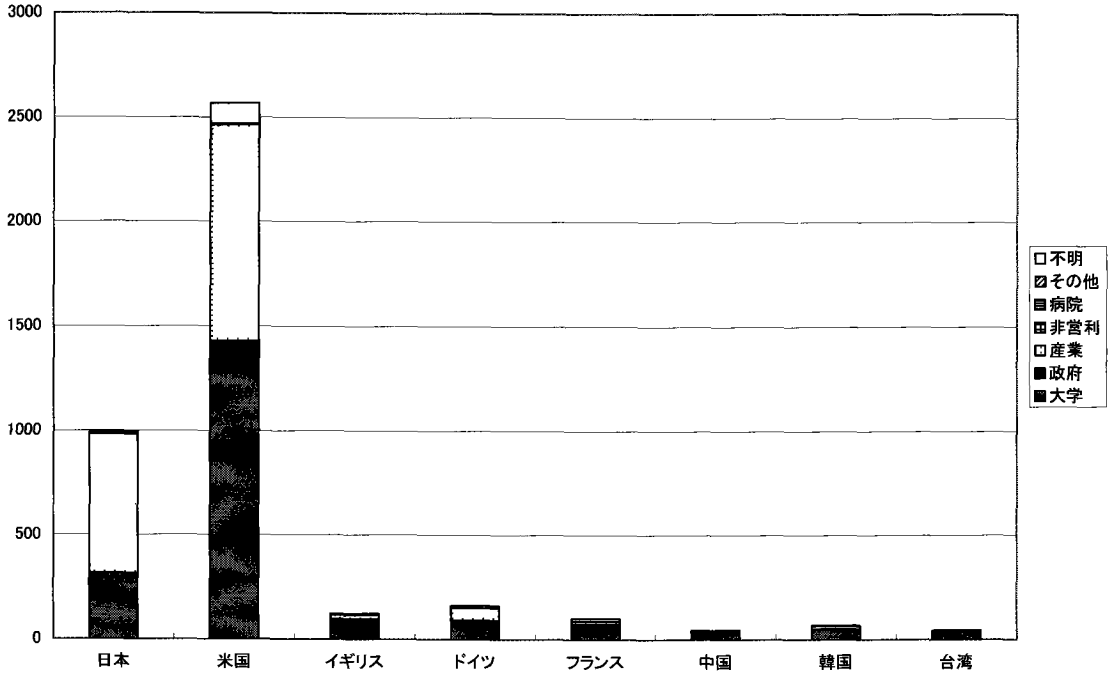
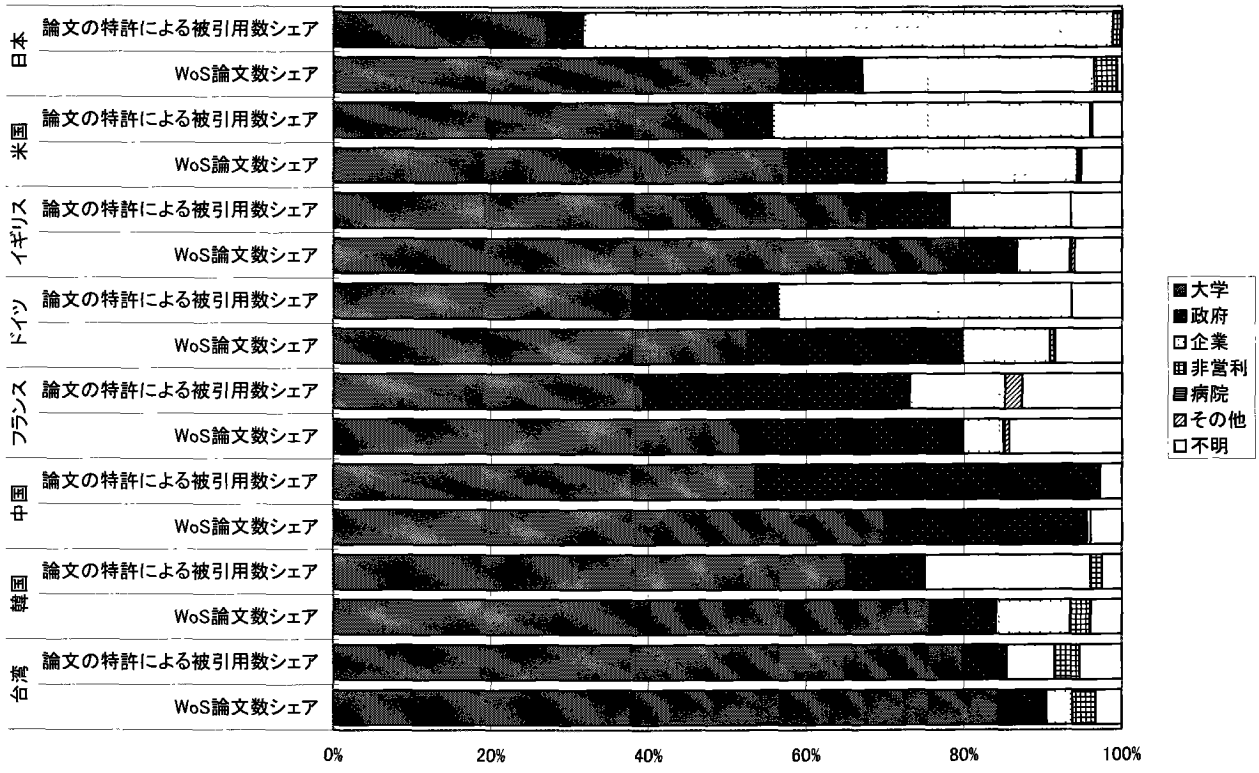


図 1.1.3.19(b)　半導体製造装置特許における応用物理学論文の被引用数シェアと WoS における論文数シェア（国別・セクタ別）



次に、３技術分野に引用された３学術分野の論文のうち、産業セクタの著者が含まれる被引用論文（フルカウントでの各セクタの論文）の著者の内訳（被引用数シェア）を分析する。産業セクタのみを対象とする理由は、３学術分野すべてで十分に引用されていることによる。

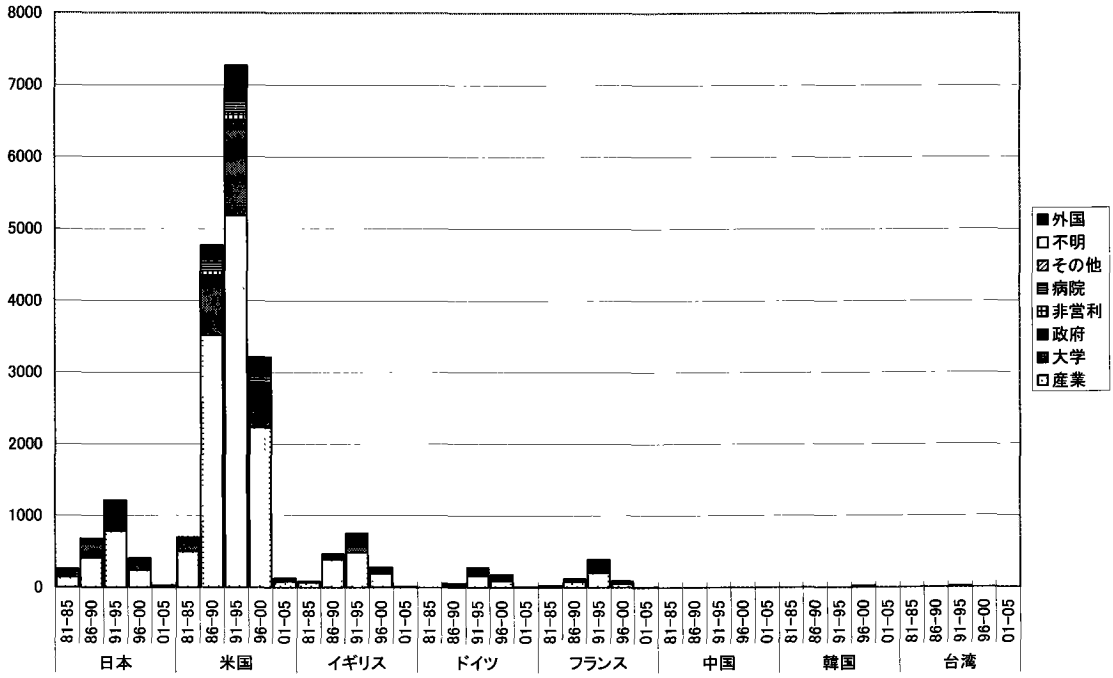
「産業セクタが著者に含まれる生化学論文」の医薬品分野での被引用数は、大学セクタの場合と同様、米国が突出して多く、日本、イギリスの順となっているが、日本とイギリスの差がやや大きい（図表 1.1.3.20(a)）。被引用数シェアでは、日本は産業セクタの比率が米国、イギリスよりやや低く 60%前後である。一方、大学は 17～35%を占め、米国（14～17%）、イギリス（5～10%）よりも比率が高い（図表 1.1.3.20(b)）。

「産業セクタが著者に含まれる電気・電子工学論文」のディスプレイ分野での被引用数は、米国（844回）と日本（647 回）が他国より突出して多い（図表 1.1.3.21(a)）。この分野では日本が米国を肉薄しており、1986～90 年の論文は、米国より多く引用されている。内訳を見ると、日本は産業セクタの寄与が多く、各期で 85～97%を占めている（図表 1.1.3.20(b)）。一方、米国は、日本と比較して大学の比率が高く、被引用数の少ない 2001 年以降を除くと 6～16%を占めている（日本は 2~9%）。

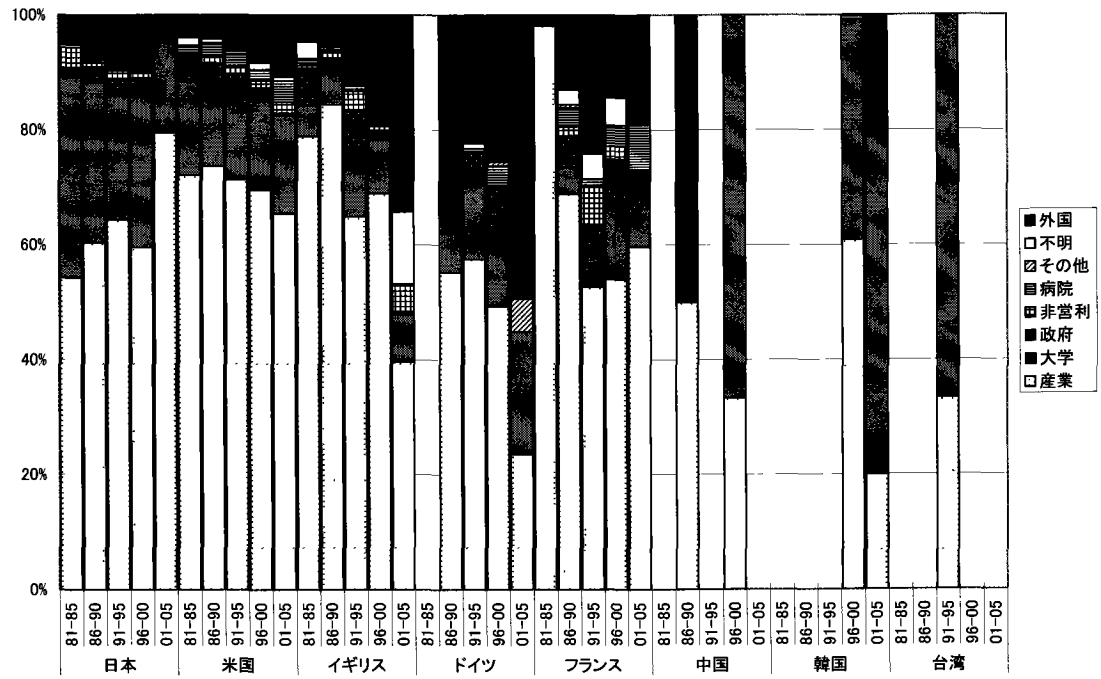
「産業セクタが著者に含まれる応用物理学論文」の半導体製造装置分野での被引用数は、米国（1327回）、日本（734 回）の順であり、他の６カ国は最も多いドイツでも 100 回に満たない（図表 1.1.3.22(a)）。被引用数の少ない 2001 年以降を除いた日米の内訳は、日本は産業が 85～92%、米国は 64～89%となっている（図表 1.1.3.20(b)）。大学セクタの比率は、日本が 5～10%程度であるのに対し、米国は 1981～85 年の 4%を例外とすると 14～24%と相対的に多い。また、米国において、比率は少ないものの政府セクタのシェアが増しており、1996～2000 年の論文では 6%となっている。

すなわち、「医薬品特許に引用されている生化学論文」に着目した場合、日本の産業は他国と比較して大学との共著論文が相対的に多く引用されているが、日本の産業界が相対的に強みを持つ後の２分野（「ディスプレイ特許に引用されている電気・電子工学論文」、「半導体製造装置特許に引用されている応用物理学論文」）においては逆の傾向があると言えよう。

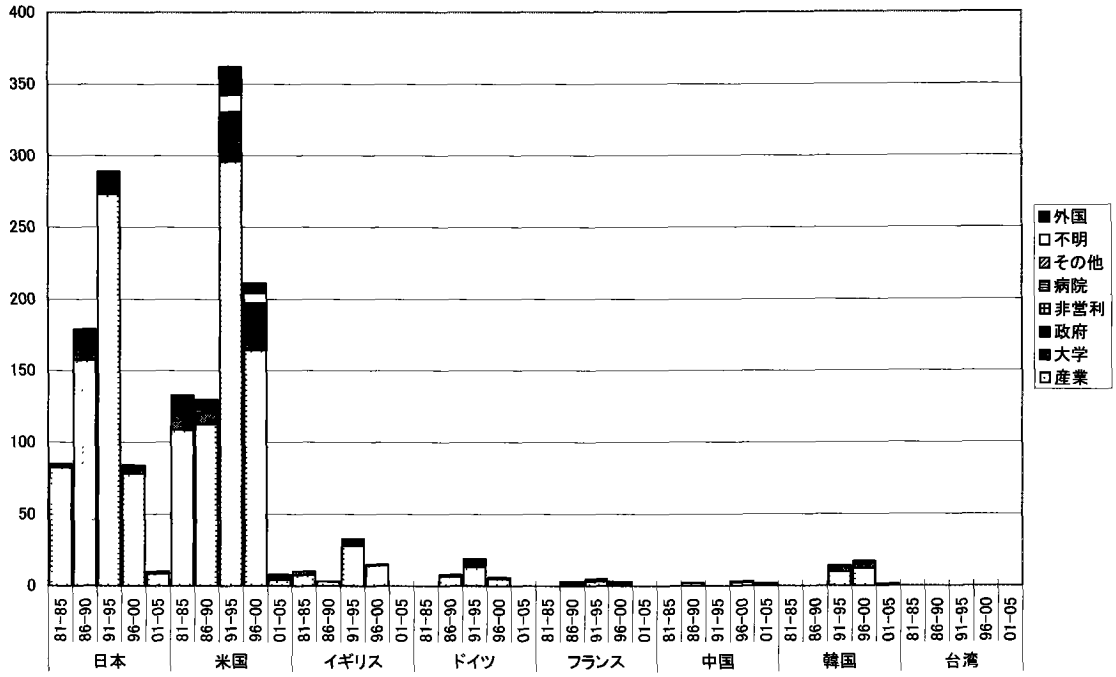
図表 1.1.3.20(a)　医薬品特許に引用された「産業セクタが著者に含まれる生化学論文」の著者内訳（被引用数）



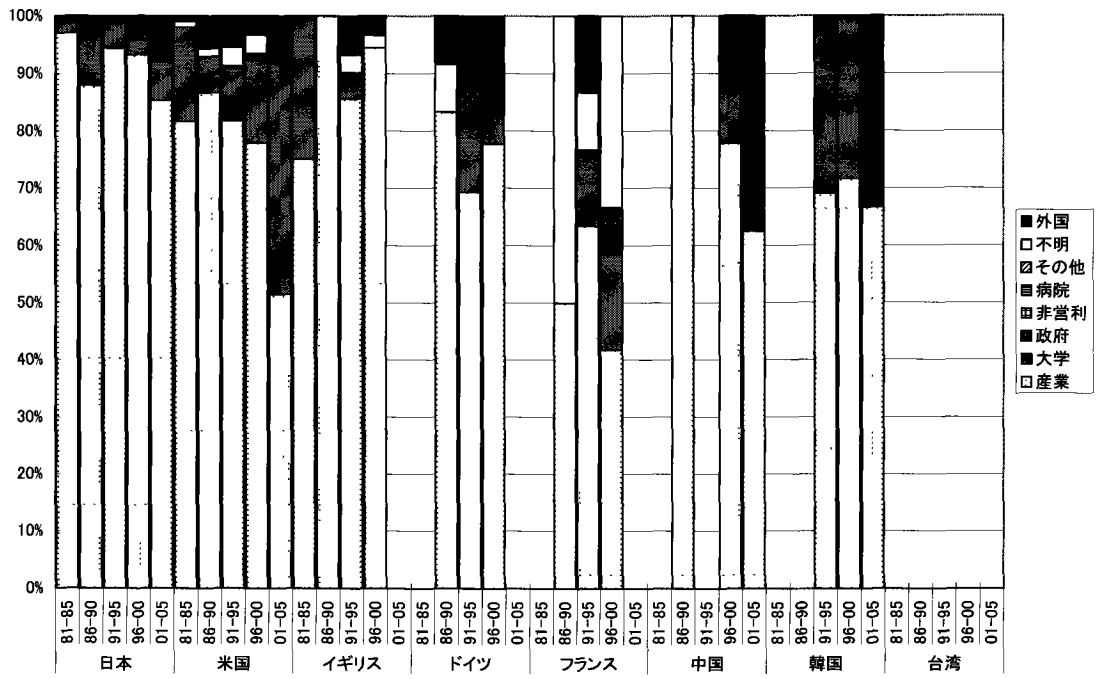
図表 1.1.3.20(b)　医薬品特許に引用された「産業セクタが著者に含まれる生化学論文」の著者内訳（被引用数シェア）



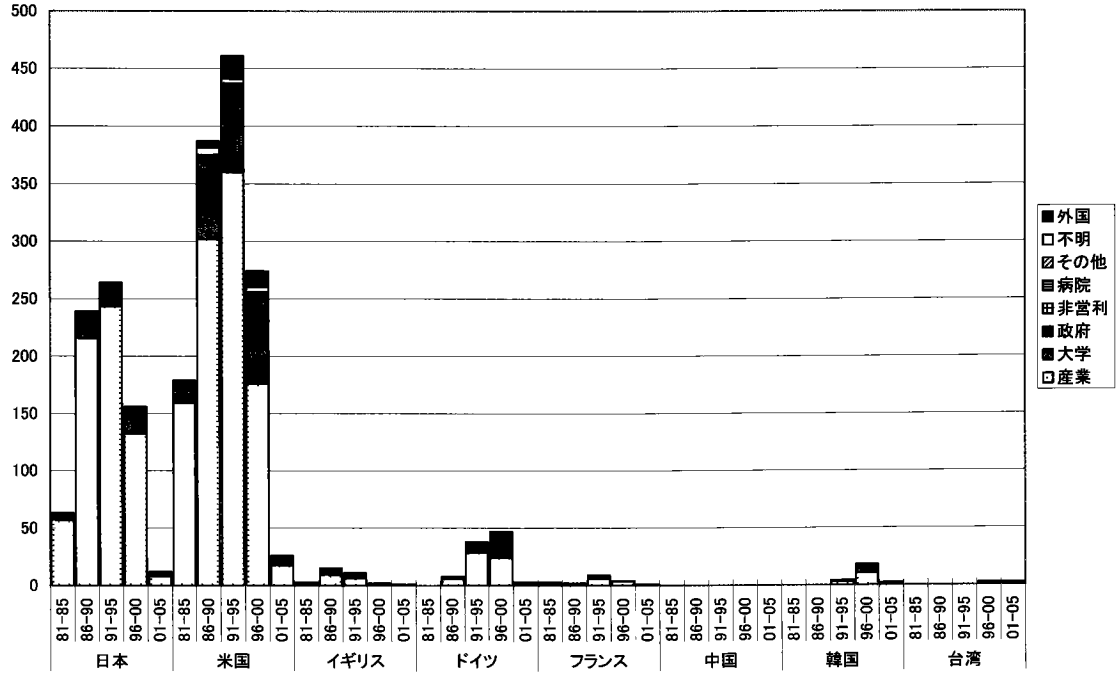
図表 1.1.3.21(a)　ディスプレイ特許に引用された「産業セクタが著者に含まれる電気・電子工学論文」の著者内訳（被引用数）



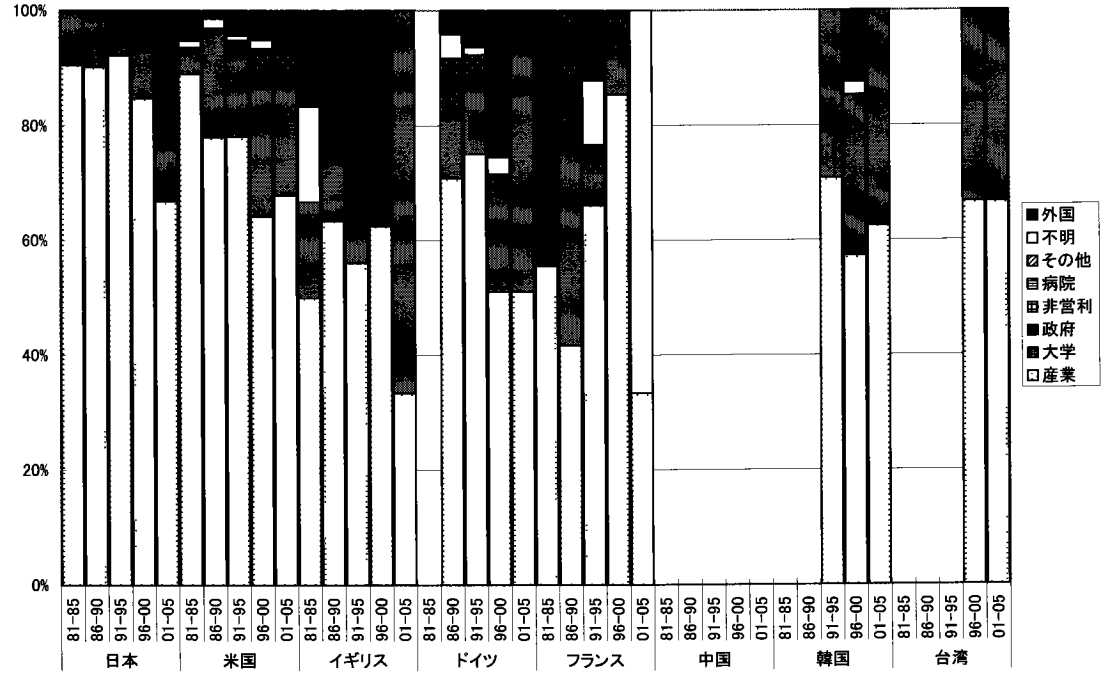
図表 1.1.3.21(b)　ディスプレイ特許に引用された「産業セクタが著者に含まれる電気・電子工学論文」の著者内訳（被引用数シェア）



図表 1.1.3.22(a)　半導体製造装置特許に引用された「産業セクタが著者に含まれる応用物理学論文」の著者内訳（被引用数）



図表 1.1.3.22(b)　半導体製造装置特許に引用された「産業セクタが著者に含まれる応用物理学論文」の著者内訳（被引用数シェア）



１．１．３．４　まとめ

本セクションでは、特許のベースとなる科学知識が社会のどのセクタで生産されているかを分析するために行った、主要国の研究機関のシソーラス並びにそれに基づく論文データベースの構築について報告を行い、試行的な分析を行った。

ここで構築したシソーラスは、本セクションで試行した特許における論文引用の分析のみならず、科学論文に関わる多様な計量分析に資するものである。しかしながら、十分な精度で分析を行うためには、特に欧州諸国については、セクタ分類のカバレッジを上げる必要があり、日本については、科学技術研究調査等の個票データとのリンクを可能にするために、機関単位の同定精度を上げ、一意に同定できるコード付与も必要となる。

本データベースは、対象期間が 27 年に及び、対象国の範囲も７カ国に及ぶ。このような大規模なデータを構築・管理する上ではいくつかの問題がある。まず考えなければならないのが、機関の改編・消滅等の影響である。研究機関シソーラスは原則として、名称に基づいて組織を分類しているので、民営化・法人化等でセクタが変わっても、必ずしも正確にそれを反映できない。また、特に早い時期に解消された機関については、十分な情報が得られないケースも多い。

第二には、制度の異なる国を同じ枠組みで取り扱うことによる問題である。複数セクタによる混合ユニットが多く存在するフランスの研究機関は、単一のセクタに分類することが困難である。一方、複数セクタに区分すると，単純に論文における所属機関名の先頭に表れる機関に名寄せすることができなくなり，研究機関単位での整理が困難になる。他の国についても国ごとの制度的な違いを捨象している面があることは否めない。

後半においては、構築したデータベースに基づき、主要国各セクタについて、①論文生産状況の分析、②論文数シェアと論文の有力特許における被引用数シェアの比較分析、③論文数シェアと３技術分野の特許における論文被引用数シェアの比較分析を試みた。現時点ではカバー率がやや低いこともあり、ごく基礎的なデータを示したに過ぎないが、科学論文の生産と、それが特許において利用される度合の相違についての知見を得た。今後、データの精度を上げるとともに、共著ネットワークの分析等、より高度な分析も導入し、特許において利用される科学知識と、その源泉とも言える各科学分野における論文生産構造の関係について掘り下げる必要があろう。

ここで得た知見は以下の通りである。

１）各セクタの生産論文数シェアと有力特許における被引用数シェアを比較すると、日本は両者の大学セクタのシェア差が少ない。企業セクタは日本・米国・イギリスとも有力特許における被引用数シェアの方が大きい。特に米国については、後者のシェアが前者の倍以上と大きく開いている。

２）医薬品分野の特許において米国の論文が突出して引用されており、その約 60%は大学によって生産されている。日本・米国において、大学の論文被引用数シェアは停滞気味であるが、イギリス、ドイツ、フランスにおいては増加傾向にある。

３）半導体製造装置、ディスプレイ分野における論文の被引用数については、日本は相対的な強みを有しており、調査対象国中で米国について第 2 位である。引用されている日本の論文の大半は産業セクタによるものであるが、2000 年までの期間において徐々に大学がシェアを増している。同じ期間に米国・ドイツを始め多くの国において大学のシェア増加が見られ、特許への大

学で生産された知識の寄与が相対的に増している。

4） 3技術分野の特許に最も引用された科学分野については、図表 1.1.3.18(b)の台湾を例外として、いずれも論文数シェアよりも特許による被引用数シェアにおいて産業セクタの比率が大きい。特に、ディスプレイ分野の特許によりもっとも引用される電気・電子工学分野においては、日本の大学の被引用数シェアは 13%に過ぎず、85%が企業である。図表 1.1.3.14(b)に示した通り、ディスプレイ分野全体では大学が 30%程度のシェアを占めているので、関連科学分野すべてにおいて大学のシェアが低いという訳ではない。しかしながら、ディスプレイ分野の特許を出願する際に、電気・電子工学については、日本の企業は自らが生み出した科学知識に依拠する傾向があるのではないかと推測される。その正確な分析には、出願人の情報もリンクする必要があるが、今後の課題としたい。

１．２　イノベーション関連データのミクロレベルでの接続と分析

鈴木　潤（政策研究大学院大学　教授）

１．２．１　サブ・ミクロレベルの企業データのパネル化と接続*

昨年度の調査研究では、科学技術研究調査のサブ･ミクロデータ（企業ごとの技術分野別研究費）を時系列方向に接続し、バランス･パネルデータを作成し、企業活動基本調査のサブ・ミクロデータ（企業ごとの産業分類別売上データ）約930社と企業単位で接続した。企業活動基本調査のデータは、時間的制約からパネル化するにはいたらず 2003 年度の単年度データを用いた。また昨年は特許データベースのサブ・ミクロデータ（企業ごとの技術分野別特許出願データ）とも接続を行ったが、こちらも時間的制約からパネル化するには至らず、1999 年から 2001 年までの 3 年間のプールデータを用いた。それらの作業を通じて、①データベース内の時系列方向の接続に利用する企業 ID の特定、②データベース間の接続に用いる企業 ID 間のコンバータ、③データベース間のサブ・ミクロレベル分類体系のマッチングに利用するコンコーダンス・テーブルの整備を行った。これにより、イノベーション･データベース構築に必要な知見を得ることができた。

今年度の調査研究では、昨年度の成果を活用して、(1) 科学技術研究調査のミクロデータの時系列方向の接続をアンバランス･パネル化することで対象企業を増やす、(2)企業活動基本調査のミクロデータのパネル化（1991 年、1994 年～2005 年）と科学技術研究調査とのパネルデータでの接続、(3)特許データのパネル化と科学技術研究調査・企業活動基本調査とのパネルデータでの接続を行った。本節では、統合パネルデータ構築の概要について述べる。

１．２．１．１　科学技術研究調査からのアンバランス・パネルデータの構築

総務省「科学技術研究調査」の調査票項目数は、127, 130, 180 の 3 種類が存在する。127 項目（1984 年から 1998 年まで）と 130 項目（1999 から 2001 年まで）の調査票の違いは、特定目的別研究費が 3 項目（ライフサイエンス、エネルギー、エネルギーのうち原子力）追加されている点のみである。2002 年以降に使用されている 180 項目の調査票では、フォーマットが大きく変更されるとともに、設問構成や選択肢も部分的に大きく変更されている。図表１.2.1.1 にデータベースに取り込んだ変数の一覧を示す。総務省統計局から提供される RAW データは、固定長で単年度ごとに別ファイルとなっており、フィールド名等も付けられていない。このため、利用する際には利用者自身がデータフォーマットを精読し、固定長のデータ区切り方法とフィールド名を指定して、PC で扱えるようなリレーショナル・データベースに読み込む必要がある。さらに、時系列方向の接続とデータベース間接続に必要な、各レコードのヘッダー情報（調査客体の企業属性に関する情報）は、2002 年～2006 年調査の「受入れファイル」という名称で別ファイルとなっており、これも別に読み込む必要がある。受入れファイルとは、おそらく調査票発送時の宛名作成用に「事業所企業調査」から受け入れた情報ファイルという

---

* 本節（サブ・ミクロレベルの企業データのパネル化と接続）に記載したデータ整備部分の内容は、経済産業省の委託調査「イノベーションデータ分析基礎に関する調査事業」（平成 19 年度産業技術調査事業：研究代表者　元橋一之）の成果に基づいている。

意味だと思われる（未確認）。企業活動基本調査や特許データベースとの接続に必要な企業名は、この「受入れファイル」の情報から得られる。ただし、企業名のフィールドは、2002年のレコードについては先頭に文字化けが相当の頻度で発生しているため、利用にあたって注意が必要である。

昨年度調査では、2002年の「受入れファイル」のみを用いて企業名を同定したが、今年度は2002年から2006年まで利用できる全ての受入れファイルを用いてあらかじめユニオン（和集合）を作成し、企業の同定に使用した。これにより、2002年調査では漏れていたが2003年から2006年の調査で1度以上データの取られた企業は、全て統合データベースに取り込むことができた。科学技術研究調査では従来、企業IDとして「科学コード」という名称の10桁のコードが利用されてきた。ただし、この旧「科学コード」は2002年までで使用が停止され、2002年以降は7桁の新「科学コード」が使用されている。新旧の科学コードの対応付けは2002年の「受入れファイル」にのみ記載されているため、2001年以前のレコードにのみ出現する旧科学コードの企業は、企業名の特定や他のデータベースとの接続が現状では不可能である。企業の産業分類（産業格付け）は、2002年以降の「受入れファイル」に記載されている。このソースは不明であるが、事業所企業調査から企業名簿を受け入れた際に、その企業の本社に付与された産業格付けが転写されている可能性が高いものと考えられる。

図表1.2.1.2に示したように、科学技術研究調査の統合データベースに取り込んだトータルのレコード数は、58,725（企業・年度）であるが、時系列方向に接続してバランス・パネルにできるレコードは、時系列の長さに依存する。たとえば1997年から2006年の10年間を完全バランス・パネルデータとして利用することができるのは、1,595社×10年で15,950オブザベーションである。

製品分野別研究費は、科学技術研究調査では“その他分野”を除くと31分野に分類されているが、企業活動基本調査の売上データとあわせるために、25分野の集約分類（Ind25）へと集約した。もともとの製品分野分類（RAW_DB）とInd25の対応関係を図表1.2.1.3に示す。

１．２．１．２　企業活動基本調査からのアンバランス・パネルデータの構築と接続

企業活動基本調査データのパネル化は、既に松浦らが報告しており、企業IDとしては「永久企業番号」が利用可能であるため、企業の同定と時系列方向の接続についてはここでは詳述しない。本調査では、企業活動基本調査から「売上高合計」と「仕入高合計」、「売上高の内訳」の項目を抽出した。売上高の内訳は、「自社鉱産品・製造品売上高」と「加工賃収入」を事業分類（3桁コード）とのペアで抽出した。なお、企業別・事業分類別の売上高の1991年～2005年の総レコード数は、822,425件であった。これらの事業分類として付与されている3桁コードは、日本標準産業分類の改定に合わせて変更されているため、経済産業研究所が公開している「産業分類コンバータ」によって企活統一産業分類（cind）に変換し、さらにそれらを科学技術研究調査の技術分野分類とあわせるために、25分野の集約分類（Ind25）へと集約した。CindとInd25の対応表を図表1.2.1.3に示す。ただし、科学技術研究調査の調査客体企業とマッチングできた企業活動企業調査の客体企業には、Ind25のコードで“S農水”、“S土建”、“S他”に相当する分野の売上が存在しなかったため、実際に売上として統合データベースに収録したのは、上記3分野以外の22分野である。

図表 1.2.1.1　科学技術研究調査：変数名一覧

84.01調査項目(130項目)	84.01変数名
調査年	調査年
科学コード	旧コード_a
項目数	項目数
902	902_a
研究実施の有無	研究有無
産業分類	産業分類_a
従業者総数	従業者
資本金	資本金
総売上高	売上高
営業利益高	営業利益
001	001_a
研究関係従業者数総数	研従業
うち女	研従業女
本務者	研本務
うち女	研本務女
兼務者	外部研兼_a
うち女	外部研兼女_a
研究補助者	研補助
うち女	研補助女
技能者	技能者
うち女	技能者女
研究事務その他	研事務
うち女	研事務女
社内研究兼務者	社内研兼
うち女	社内研兼女
009	009_a
本務者専門別合計	本務専計
うち女	本務専計女
数学・物理	専数物
うち女	専数物女
化学	専化学
うち女	専化学女
生物	専生物
うち女	専生物女
地学	専地学
うち女	専地学女
機械・船舶・航空	専機械
うち女	専機械女
電気・通信	専電通
うち女	専電通女
土木・建築	専土建
うち女	専土建女
鉱山・金属	専鉱金
うち女	専鉱金女
繊維	専繊維
うち女	専繊維女
農林	専農林
うち女	専農林女
獣医・畜産	専獣畜
うち女	専獣畜女
水産	専水産
うち女	専水産女
医学・歯学	専医歯
うち女	専医歯女
薬学	専薬学
うち女	専薬学女
その他	専他工
うち女	専他工女
人文・社会科学	専人社
うち女	専人社女
027	027_a
社内使用研究費総額	研究費総
人件費	人件費
原材料費	原材料費
有形固定資産購入費	有固資費
土地・建物など	有固資土建
機械・器具・装置など	有固資機器
その他の固定資産	有固資他
その他の経費	他研究費
031	031_a
有形固定資産の減価償却費	減価償却
037	037_a
性格別研究費総額	性格別総額
基礎研究費	基礎研究
応用研究費	応用研究
開発研究費	開発研究
042	042_a
社外から受け入れた研究費総額	受入総額
国	受入国
地方	受入地方
国・公立大学	受入国公大
国・公営の研究機関	受入国公研
その他の国・地方	受入他国地
研究所・事業団等	受入公的研
公団・特殊会社等	受入公特金_a
他会社	受入他社
私立大学	受入私大
民営の研究機関	受入民研
その他の民営	受入他民_a
外国	受入外国
055	055_a
社外から受け入れた研究費うち	受内使総額
国	受内使国
地方	受内使地方
国・公立大学	受内使国大
国・公営の研究機関	受内使国研
その他の国・地方	受内使他国
研究所・事業団等	受内使公研
公団・特殊会社等	受内使特金_a

02.06調査項目(187項目)	02.06変数名
調査年	調査年
科学コード	新コード_c
項目数	項目数
従業者数	従業者
資本金	資本金
総売上高	売上高
営業利益高	営業利益
【3】研究実施の有無	研究有無
研究関係従業者数総数	研従業
うち女性	研従業女
研究者実数	研究者_c
うち女性	研究者女_c
主に研究に従事する者実数	研本務
うち女性	研本務女
研究を兼務する者実数	社内研兼
うち女性	社内研兼女
按分値	社内研兼按_c
研究補助者	研補助
うち女性	研補助女
按分値	研補助按_c
技能者	技能者
うち女性	技能者女
按分値	技能者按_c
研究事務その他の関係者	研事務
うち女性	研事務女
按分値	研事務按_c
研究者のうち博士号取得者	研博士_c
【5】採用・転入者数	採用転入_c
新規採用者	新規採用_c
転入_会社	転入会社_c
うち親子会社	転入会社子_c
転入_非営利団体	転入非営利_c
転入_公的機関	転入公機関_c
転入_大学等	転入大学_c
転入_その他	転入他_c
転出研究者数	転出_c
うち親子会社	転出会社子_c
【7】研究者の専門別内訳・総数	本務専計
うち女性	本務専計女
自理学	専数物
うち女性	専数物女
自化学	専化学
うち女性	専化学女
自生物	専生物
うち女性	専生物女
自地学	専地学
うち女性	専地学女
その他自然	専他自然_c
うち女性	専他自女_c
工機械・船舶・航空	専機械
うち女性	専機械女
工電気・通信	専電通
うち女性	専電通女
工土木・建築	専土建
うち女性	専土建女
工材料	専鉱金
うち女性	専鉱金女
工繊維	専繊維
うち女性	専繊維女
その他工学	専他工
うち女性	専他工女
農林	専農林
うち女性	専農林女
獣医・畜産	専獣畜
うち女性	専獣畜女
水産	専水産
うち女性	専水産女
その他農学	専他農_c
うち女性	専他農女_c
医学・歯学	専医歯
うち女性	専医歯女
薬学	専薬学
うち女性	専薬学女
その他保険	専他保_c
うち女性	専他保女_c
人文・社会科学部門	専人社
うち女性	専人社女
社内使用研究費総額	研究費総
人件費	人件費
原材料費	原材料費
有形固定資産購入費総額	有固資費
うち土地・建物など	有固資土建
うち機械・器具・装置など	有固資機器
うちその他有形固定資産	有固資他
リース料	リース料_c
その他の経費	他研究費
有形固定資産減価償却費	減価償却
性格別研究費総額	性格別総額
基礎研究費	基礎研究
応用研究費	応用研究
開発研究費	開発研究
分野別研究費合計	分野研究費
農林・水産品	農林水産
鉱業	鉱業製品
建築・土木	建築土木
食料品	食料品
繊維	繊維
パルプ・紙	パルプ
出版・印刷	出版印刷

統合データベース変数名
調査年
旧コード_a
新コード_c
項目数
産業分類_a
従業者
資本金
売上高
営業利益
研究有無
研従業
研従業女
研究者_c
研究者女_c
研本務
研本務女
外部研兼_a
外部研兼女_a
社内研兼
社内研兼女
社内研兼按_c
研補助
研補助女
研補助按_c
技能者
技能者女
技能者按_c
研事務
研事務女
研事務按_c
研博士_c
採用転入_c
新規採用_c
転入会社_c
転入会社子_c
転入非営利_c
転入公機関_c
転入大学_c
転入他_c
転出_c
転出会社子_c
本務専計
本務専計女
専数物
専数物女
専化学
専化学女
専生物
専生物女
専地学
専地学女
専他自然_c
専他自女_c
専機械
専機械女
専電通
専電通女
専土建
専土建女
専鉱金
専鉱金女
専繊維
専繊維女
専他工
専他工女
専農林
専農林女
専獣畜
専獣畜女
専水産
専水産女
専他農_c
専他農女_c
専医歯
専医歯女
専薬学
専薬学女
専他保_c
専他保女_c
専人社
専人社女
研究費総
人件費
原材料費
有固資費
有固資土建
有固資機器
有固資他
リース料_c
他研究費
減価償却
性格別総額
基礎研究
応用研究
開発研究
分野研究費
農林水産
鉱業製品
建築土木

図表 1.2.1.1

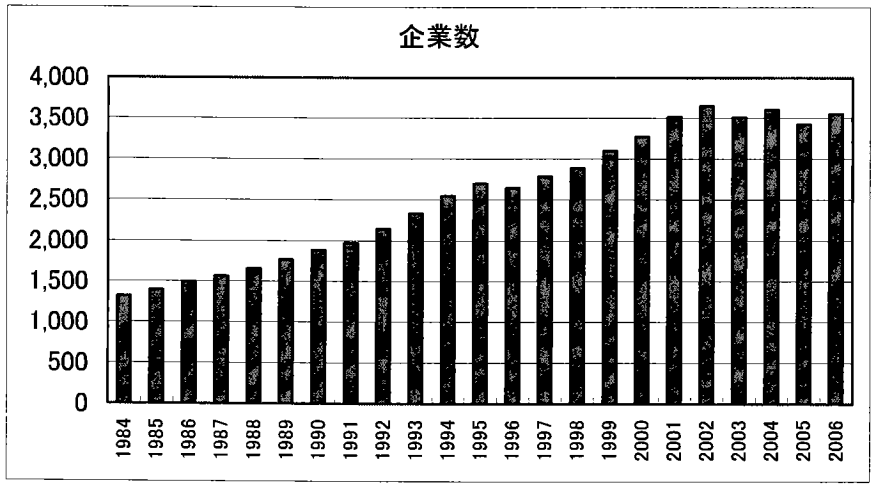
84-01調査項目(130項目)	84-01変数名
他会社	受内使他社
私立大学	受内使私大
民営の研究機関	受内使民研
その他の民営	受内使他民_a
外国	受内使外国
068	068_a
社外へ支出した研究費総額	外支出総額
国・公立大学	外支国公大
国・公営の研究機関	外支国公研
その他の国・地方	外支他国地
研究所・事業団等	外支公研
公団・特殊会社等	外支特会_a
他会社	外支他社
私立大学	外支私大
民営の研究機関	外支民研
その他の民営	外支他民_a
外国	外支外国
079	079_a
社外へ支出した研究費うち自己	外支自総額
国・公立大学	外支自国大
国・公営の研究機関	外支自国研
その他の国・地方	外支自他国
研究所・事業団等	外支自公研
公団・特殊会社等	外支自特会_a
他会社	外支自他社
私立大学	外支自私大
民営の研究機関	外支自民研
その他の民営	外支自他民_a
外国	外支自外国
091	091_a
サービス・製品分野別研究費合	分野研究費
農林・水産品	農林水産
鉱業製品	鉱業製品
建築・土木	建築土木
食料品	食料品
繊維	繊維
パルプ	パルプ
出版・印刷	出版印刷
化学肥料等	化学肥料等
化学繊維	化学繊維
油脂・塗料	油脂塗料
医薬品	医薬品
他の化学工業製品	他化学
石油製品	石油製品
ゴム製品	ゴム製品
窯業製品	窯業製品
鉄鋼	鉄鋼
非鉄金属	非鉄金属
金属製品	金属製品
一般機械器具	一般機械
家庭電器製品	家庭電器
通信・電気計測器等	通信電気
電気機械器具	電気機械
自動車	自動車
船舶	船舶_a
航空機	航空機
車両	車両
その他の輸送用機械	他輸送機
精密工業製品	精密工業
その他の工業製品	他工業品
電気・ガス	電気ガス
その他	他分野
132	132_a
宇宙開発	宇宙開発
海洋開発	海洋開発
情報処理	情報処理
環境の保護	環境保護
ライフサイエンス	ライフ
エネルギー	エネルギ
うち原子力	エネ原子_a

02-06調査項目(187項目)	02-06変数名
化学肥料、無機・有機化学工業製	化学肥料等
化学繊維	化学繊維
油脂・塗料	油脂塗料
医薬品	医薬品
その他の化学工業製品	他化学
石油・石炭	石油製品
ゴム製品	ゴム製品
窯業・土石	窯業製品
鉄鋼	鉄鋼
非鉄金属	非鉄金属
金属製品	金属製品
一般機械器具	一般機械
家庭電器製品	家庭電器
電気機械器具	電気機械
情報通信機械器具・電子部品	通信電気
自動車	自動車
航空機	航空機
鉄道車両	車両
その他の輸送用機械	他輸送機
精密工業製品	精密工業
その他の工業製品	他工業品
電気・ガス	電気ガス
ソフトウェア・情報処理	ソフト_c
その他分野1	他分野
その他分野2	他分野2_c
その他分野3	他分野3_c
その他分野4	他分野4_c
特定ライフサイエンス分野	ライフ
特定情報通信分野	情報処理
特定環境分野	環境保護
特定物質・材料分野	物質材料_c
特定ナノテクノロジー分野	ナノテク_c
特定エネルギー分野	エネルギ
特定宇宙開発分野	宇宙開発
特定海洋開発分野	海洋開発
【12】社外受入研究費	受入総額
うち社内使用	受内使総額
受入国から	受入国
うち社内使用	受内使国
受入地方公共団体	受入地方
うち社内使用	受内使地方
受入国・公立大学	受入国公大
うち社内使用	受内使国大
受入国・公営研究機関	受入国公研
うち社内使用	受内使国研
受入その他国公営機関	受入他国地
うち社内使用	受内使他国
受入特殊法人・独立行政法人研究	受入公的研
うち社内使用	受内使公研
受入公庫・公団等	受入公庫_c
うち社内使用	受内使公庫_c
受入その他特殊法人・独立行政法	受入独法_c
うち社内使用	受内使独法_c
受入会社	受入他社
うち社内使用	受内使他社
受入私立大学	受入私大
うち社内使用	受内使私大
受入非営利団体	受入民研
うち社内使用	受内使民研
受入外国	受入外国
うち社内使用	受内使外国
【13】社外支出研究費	外支出総額
うち自己資金	外支自総額
支出国・公立大学	外支国公大
うち自己資金	外支自国大
支出国・公営研究機関	外支国公研
うち自己資金	外支自国研
支出その他国・地方公共団体	外支他国地
うち自己資金	外支自他国
支出特殊法人・独立行政法人研究	外支公研
うち自己資金	外支自公研
支出公庫・公団等	外支公庫_c
うち自己資金	外支自公庫_c
支出その他特殊法人・独立行政法	外支独法_c
うち自己資金	外支自独法_c
支出会社	外支他社
うち自己資金	外支自他社
支出私立大学	外支私大
うち自己資金	外支自私大
支出非営利団体	外支民研
うち自己資金	外支自民研
支出外国	外支外国
うち自己資金	外支自外国

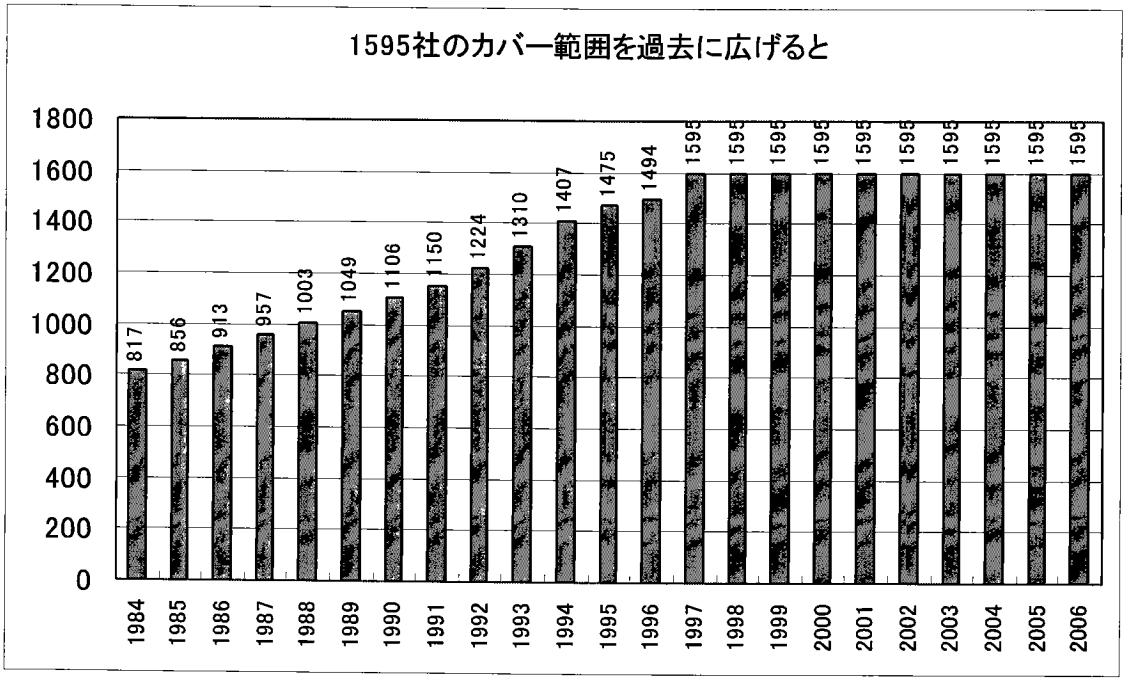
注)
_aの添え字の変数は130項目調査票のみの項目
_cの添え字の変数は187項目調査票のみの項目
を表す。

統合データベース変数名
食料品
繊維
パルプ
出版印刷
化学肥料等
化学繊維
油脂塗料
医薬品
他化学
石油製品
ゴム製品
窯業製品
鉄鋼
非鉄金属
金属製品
一般機械
家庭電器
電気機械
通信電気
自動車
船舶_a
航空機
車両
他輸送機
精密工業
他工業品
電気ガス
ソフト_c
他分野
他分野2_c
他分野3_c
他分野4_c
ライフ
情報処理
環境保護
物質材料_c
ナノテク_c
エネルギ
エネ原子_a
宇宙開発
海洋開発
受入総額
受内使総額
受入国
受内使国
受入地方
受内使地方
受入国公大
受内使国大
受入国公研
受内使国研
受入他国地
受内使他国
受入公的研
受内使公研
受入公特会_a
受内使特会_a
受入公庫_c
受内使公庫_c
受入独法_c
受内使独法_c
受入他社
受内使他社
受入私大
受内使私大
受入民研
受内使民研
受入他民_a
受内使他民_a
受入外国
受内使外国
外支出総額
外支自総額
外支国公大
外支自国大
外支国公研
外支自国研
外支他国地
外支自他国
外支公研
外支自公研
外支特会_a
外支自特会_a
外支公庫_c
外支自公庫_c
外支独法_c
外支自独法_c
外支他社
外支自他社
外支私大
外支自私大
外支民研
外支自民研
外支他民_a
外支自他民_a
外支外国
外支自外国

調査年	企業数
1984	1,315
1985	1,395
1986	1,493
1987	1,564
1988	1,654
1989	1,763
1990	1,884
1991	1,972
1992	2,140
1993	2,335
1994	2,548
1995	2,698
1996	2,650
1997	2,784
1998	2,891
1999	3,103
2000	3,272
2001	3,518
2002	3,650
2003	3,510
2004	3,607
2005	3,425
2006	3,554
計	58,725



のべ(重複なし)	5414社
2002年のみ	3650社
2001__2002(2年バランス)	3120社
2001__2003(3年バランス)	2820社
2000__2003(4年バランス)	2481社
1999__2004(6年バランス)	2118社
1998__2005(8年バランス)	1784社
1997__2006(10年バランス)	1595社



図表 1.2.1.2　科学技術研究調査の時系列方向接続データベース

図表 1.2.1.3　製品技術分野分類（RAW_DB）と集約 25 分類（Ind25）の対応表

RAW_DB	Ind25	産業16分類	産業8分類
農林水産	R農水	1次産業	1次産業
鉱業製品	R鉱業	1次産業	1次産業
建築土木	R土建	建築土木	建設土木
食料品	R食品	食品	食繊紙パ
繊維	R繊維	繊維紙パ	食繊紙パ
パルプ	R紙パ	繊維紙パ	食繊紙パ
化学肥料等	R化学	化学	化学系
化学繊維	R化学	化学	化学系
他化学	R他化	化学	化学系
油脂塗料	R他化	化学	化学系
医薬品	R医薬	医薬品	化学系
石油製品	R石油	石油プラ	化学系
ゴム製品	Rゴム	石油プラ	化学系
窯業製品	R窯業	窯業	化学系
鉄鋼	R鉄鋼	金属	金属系
非鉄金属	R非鉄	金属	金属系
金属製品	R金製	金属	金属系
一般機械	R機械	機械	機械系
家庭電器	R家電	電機	電機電子
電気機械	R電機	電機	電機電子
通信電気	R通電	通信電子	電機電子
自動車	R車	輸送機械	機械系
[illegible]	R他輸	輸送機械	機械系
航空機	R他輸	輸送機械	機械系
車両	R他輸	輸送機械	機械系
他輸送機	R他輸	輸送機械	機械系
精密工業	R精密	精密	機械系
出版印刷	R印刷	他工業	他工業
他工業品	R他工	他工業	他工業
電気ガス	R他	その他	その他
ソフト_c	R他	その他	その他
他分野	R他	その他	その他
他分野2_c	R他	その他	その他
他分野3_c	R他	その他	その他
他分野4_c	R他	その他	その他

図表 1.2.1.4　企活統一産業分類（cind）と集約 25 分類（Ind25）の対応表

Ind25	科調_16	産業8分類	large	industry_name	cind
S農水	1次産業	1次産業	農業	農業	010
S農水	1次産業	1次産業	林業	林業	020
S農水	1次産業	1次産業	漁業	漁業・水産養殖業	030
S鉱業	1次産業	1次産業	鉱業	金属鉱業	051
S鉱業	1次産業	1次産業	鉱業	石炭・亜炭鉱業	052
S鉱業	1次産業	1次産業	鉱業	原油・天然ガス鉱業	053
S鉱業	1次産業	1次産業	鉱業	非金属鉱業	054
S土建	建築土木	建設土木	建設業	建設業	060
S食品	食品	食繊紙パ	食品	畜産食料品製造業	121
S食品	食品	食繊紙パ	食品	水産食料品製造業	122
S食品	食品	食繊紙パ	食品	精穀・製粉業	123
S食品	食品	食繊紙パ	食品	その他の食料品製造業	129
S食品	食品	食繊紙パ	食品	清涼飲料・酒類・茶・たばこ製造業	131
S食品	食品	食繊紙パ	食品	飼料・有機質肥料製造業	132
S繊維	繊維紙パ	食繊紙パ	繊維	製糸・紡績業	141
S繊維	繊維紙パ	食繊紙パ	繊維	織物・ニット生地製造業	142
S繊維	繊維紙パ	食繊紙パ	繊維	染色整理業	143
S繊維	繊維紙パ	食繊紙パ	繊維	その他の繊維工業	149
S繊維	繊維紙パ	食繊紙パ	衣服	織物・ニット製衣服製造業（衣服製造	151
S繊維	繊維紙パ	食繊紙パ	衣服	身の回り品・その他の繊維製品製造	152
S他工	他工業	他工業	製材・木製品	製材・合板製造業	161
S他工	他工業	他工業	製材・木製品	その他の木製品製造業	169
S他工	他工業	他工業	家具	家具・装備品製造業	170
S紙パ	繊維紙パ	食繊紙パ	パルプ・紙	パルプ・紙製造業	181
S紙パ	繊維紙パ	食繊紙パ	パルプ・紙	紙加工品製造業	182
S印刷	他工業	他工業	出版・印刷	新聞業	191
S印刷	他工業	他工業	出版・印刷	出版業	192
S印刷	他工業	他工業	出版・印刷	印刷・同関連産業	193
S化学	化学	化学系	化学	化学肥料・無機化学工業製品製造業	201
S化学	化学	化学系	化学	有機化学工業製品製造業	202
S化学	化学	化学系	化学	化学繊維製造業	202
S他化	化学	化学系	化学	油脂加工製品・石けん・合成洗剤・界	204
S医薬	医薬品	化学系	化学	医薬品製造業	205
S他化	化学	化学系	化学	その他の化学工業製品製造業	209
S石油	石油プラ	化学系	化学	石油精製業	211
S石油	石油プラ	化学系	化学	その他の石油製品・石炭製品製造業	219
S石油	石油プラ	化学系	化学	プラスチック製品製造業	220
Sゴム	石油プラ	化学系	ゴム製品	タイヤ・チューブ製造業	231
Sゴム	石油プラ	化学系	ゴム製品	その他のゴム製品製造業	239
S他工	他工業	他工業	皮革・皮革製品	なめし革・同製品・毛皮製造業	240
S窯業	窯業	化学系	窯業・土石	ガラス・同製品製造業	251
S窯業	窯業	化学系	窯業・土石	セメント・同製品製造業	252
S窯業	窯業	化学系	窯業・土石	その他の窯業・土石製品製造業	259
S鉄鋼	金属	金属系	鉄鋼	銑鉄・粗鋼・鋼材製造業	261
S鉄鋼	金属	金属系	鉄鋼	鋳鍛造品・その他の鉄鋼製品製造業	262
S非鉄	金属	金属系	非鉄金属	非鉄金属精錬・精製業	271
S非鉄	金属	金属系	非鉄金属	非鉄金属加工品製造業	272
S金製	金属	金属系	金属製品	建設用・建築用金属製品製造業	281
S金製	金属	金属系	金属製品	その他の金属製品製造業	289
S機械	機械	機械系	一般機械	金属加工機械製造業	291
S機械	機械	機械系	一般機械	特殊産業用機械製造業	292
S機械	機械	機械系	一般機械	事務用・サービス用機械器具製造業	293
S機械	機械	機械系	一般機械	その他の機械・同部分品製造業	299
S電機	電機	電機電子	電気機械	産業用電気機械器具製造業	301
S家電	電機	電機電子	電気機械	民生用電気機械器具製造業	302
S通電	通信電子	電機電子	電気機械	通信機械器具・同関連機械器具製造	303
S通電	通信電子	電機電子	電気機械	電子応用装置	304
S通電	通信電子	電機電子	電気機械	電子計算機・電子応用装置製造業	304
S通電	通信電子	電機電子	電気機械	電子部品・デバイス製造業（電子・通	305
S電機	電機	電機電子	電気機械	その他の電気機械器具製造業	309
S車	輸送機械	機械系	輸送機械	自動車・同附属品製造業	311
S他輸	輸送機械	機械系	輸送機械	その他の輸送用機械器具製造業	319
S精密	精密	機械系	精密機械	医療用機械器具・医療用品製造業	321
S精密	精密	機械系	精密機械	光学機械器具・レンズ製造業	322
S精密	精密	機械系	精密機械	時計・同部分品製造業	323
S精密	精密	機械系	精密機械	その他の精密機械器具製造業	329
S他工	他工業	他工業	その他製造業	武器製造業	330
S他工	他工業	他工業	その他製造業	その他の製造業	340
S他	その他	その他	電・ガス・水	電気業	350
S他	その他	その他	電・ガス・水	ガス業	350
S他	その他	その他	電・ガス・水	熱供給業	350
S他	その他	その他	電・ガス・水	水道業	350
S他	その他	その他	運輸	道路貨物運送業	410
（以下同）	（以下同）	（以下同）	（以下省略）	（以下省略）	（以下省略）

科学技術研究調査と企業活動基本調査の企業データは、2002年の「受入れファイル」に含まれる企業名称から“(株)”および“(有)”を除去した文字列と、2002年の企業活動基本調査の企業名称から“株式会社”および“有限会社”を除去した文字列を完全マッチングさせることにより接続した。科学技術研究調査から抽出したのべ5,414の企業名（重複なし）のうち、企業活動基本調査の企業名とマッチングさせることができたのは3,131社であった。マッチさせることができなかった2,283社の多くは、1次産業や建築・土木産業、情報通信産業に属しており、これらの産業では企業活動基本調査のカバー範囲が限られていることが、ミスマッチの大きな原因であると考えられる。

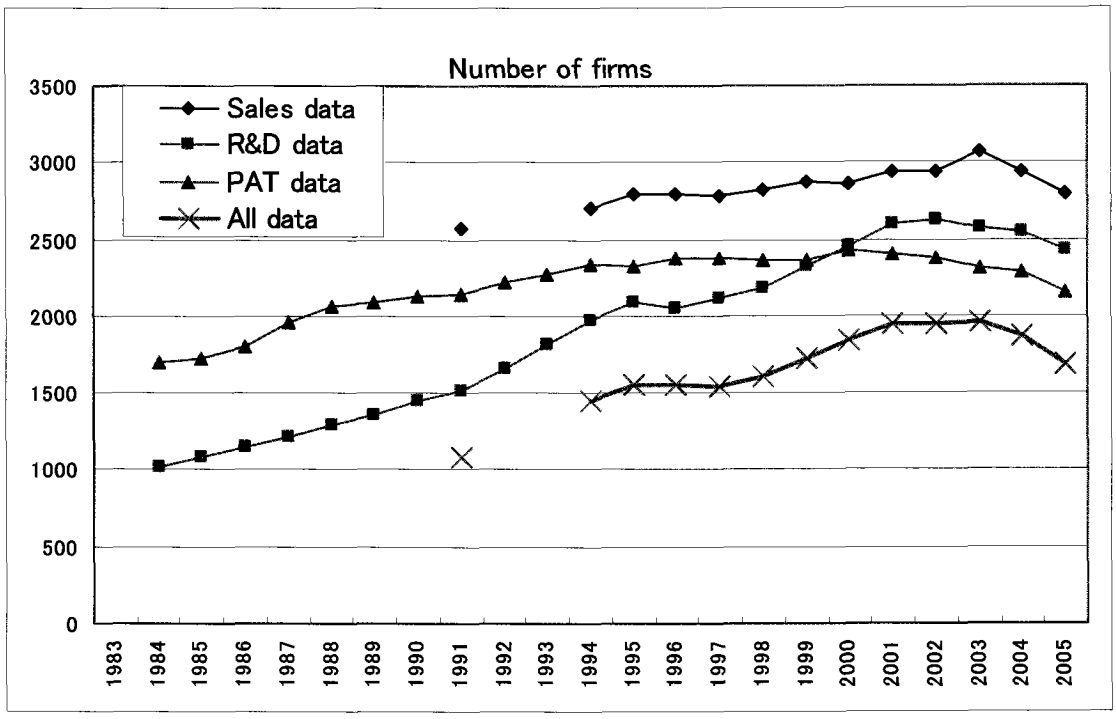
科学技術研究調査と企業活動基本調査から得られる金額ベースの変数は、国民経済計算の長期時系列GDPデフレータにより実質化した。1993年以前のGDPデフレータは、旧方式によるものである。

１．２．１．３　特許データベースからのデータ抽出と接続

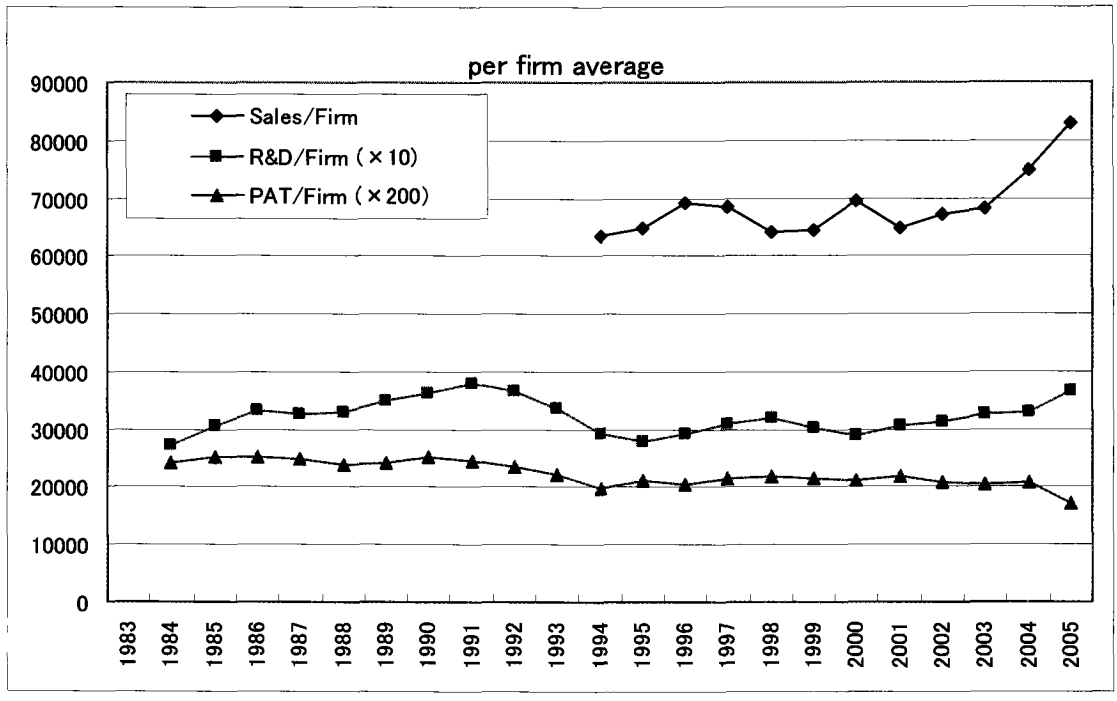
企業活動基本調査の永久企業番号によって接続した企業の、全年度のデータから抽出した企業名称を用いて、特許データベースPatR0705から出願人の名称を検索し、それらの出願人が1983年から2005年までに出願した全ての特許の出願番号とIPCサブクラス、出願時の請求項数を抽出した。出願件数はトータルで5,528,548件、付与されたIPCサブクラスの数は10,449,537個であった（筆頭IPCかどうかの区別はしていない）。これらのIPCサブクラスを昨年度に作成したIPC-産業分類コンコーダンス・テーブルを利用してInd25に変換し、企業・年度別に合計数を集計した。なお、2005年出願特許のデータは、PTC出願などのデータベースへの収録が完全ではないため、見かけ上少なくなっている。

図表1.2.1.5、図表1.2.1.6、図表1.2.1.7に、統合データベースに取り込んだ、企業別の売上と研究費と特許のデータの時系列変化を示す。図表1.2.1.5は3種類それぞれのデータを利用できる（Nullでない）企業の数および、3種類全てのデータを利用できる企業数の推移、図表1.2.1.6は有効データから算出した1企業あたりの売上高と研究費と特許出願数の推移、図表1.2.1.7は1出願あたりIPCサブクラス数と1出願あたりInd25分類数と全出願数の推移である。

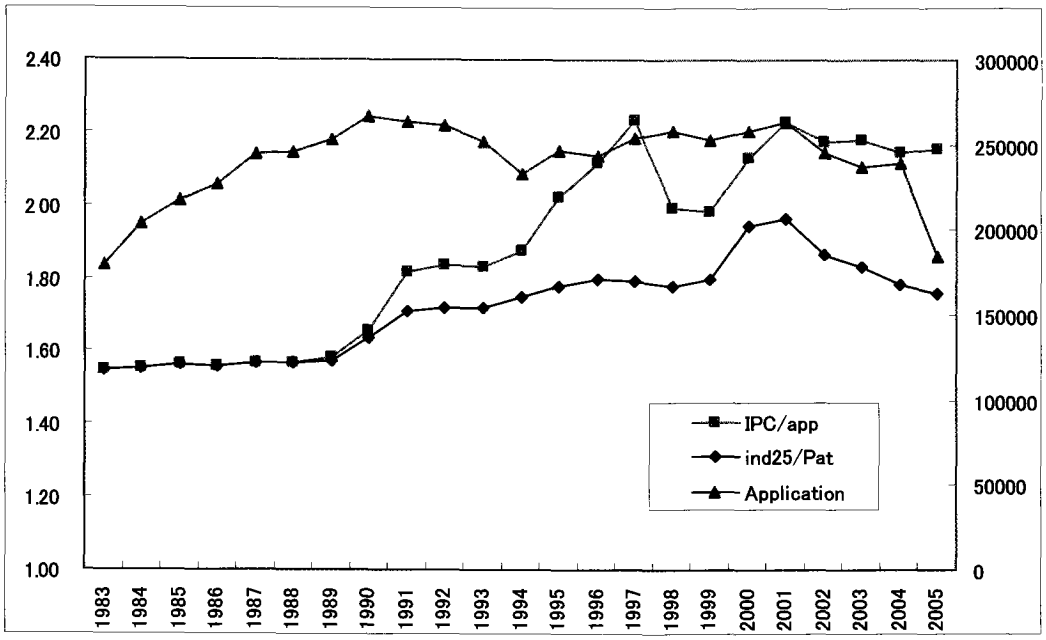
図表1.2.1.8に、最終統合データベース中のフィールド名を示す。



図表 1.2.1.5　統合データベース中のデータ種別企業数のカウント
（それぞれのデータが Null でない企業の数）



図表 1.2.1.6　１企業あたりの売上高、研究費、特許出願数の推移
（Null データは平均値計算から除外してある）



図表 1.2.1.7　抽出した特許の 1 出願あたり IPC サブクラス数と 1 出願あたり Ind25 分類数と全出願数の推移

図表 1.2.1.8　最終統合データベースのフィールド名

フィールド名	source
永久企業番号	企活
事業年度	それぞれ
Cind	企活
Ind25	企活
従業員数	科調
研究者総数	科調
売上総額	企活
仕入総額	企活
研究費総額	科調
特許総数	Pat
R農水	科調
R鉱業	科調
R土建	科調
R食品	科調
R繊維	科調
R紙パ	科調
R化学	科調
R他化	科調
R石油	科調
Rゴム	科調
R医薬	科調
R窯業	科調
R鉄鋼	科調
R非鉄	科調
R金製	科調
R機械	科調
R家電	科調
R電機	科調
R通電	科調
R車	科調
R他輸	科調
R精密	科調
R印刷	科調
R他工	科調
R他	科調

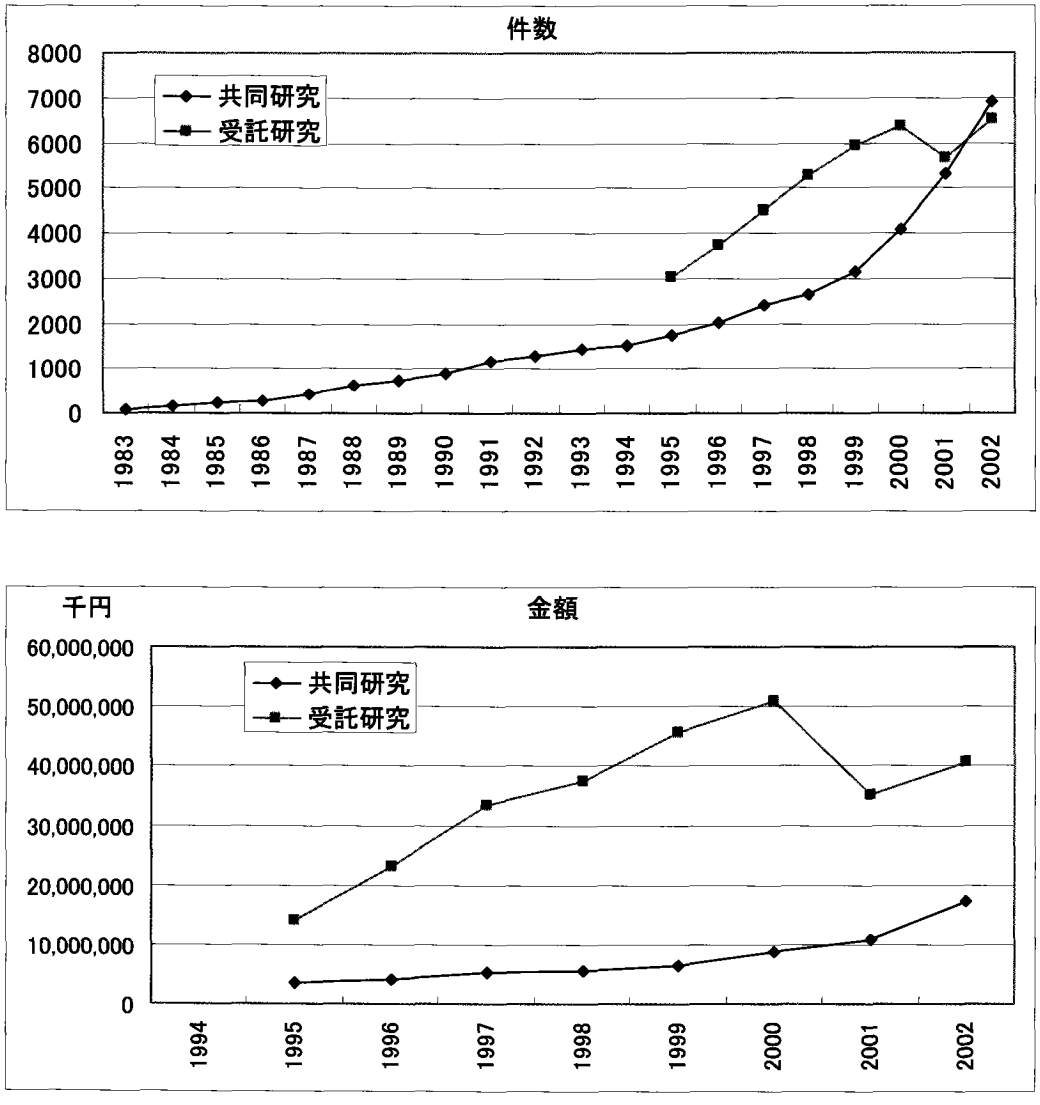
フィールド名	source
P農水	Pat
P鉱業	Pat
P土建	Pat
P食品	Pat
P繊維	Pat
P紙パ	Pat
P化学	Pat
P他化	Pat
P石油	Pat
Pゴム	Pat
P医薬	Pat
P窯業	Pat
P鉄鋼	Pat
P非鉄	Pat
P金製	Pat
P機械	Pat
P家電	Pat
P電機	Pat
P通電	Pat
P車	Pat
P他輸	Pat
P精密	Pat
P印刷	Pat
P他工	Pat
P他	Pat
S農水*	企活
S鉱業	企活
S土建*	企活
S食品	企活
S繊維	企活
S紙パ	企活
S化学	企活
S他化	企活
S石油	企活
Sゴム	企活

フィールド名	source
S医薬	企活
S窯業	企活
S鉄鋼	企活
S非鉄	企活
S金製	企活
S機械	企活
S家電	企活
S電機	企活
S通電	企活
S車	企活
S他輸	企活
S精密	企活
S印刷	企活
S他工	企活
S他*	企活

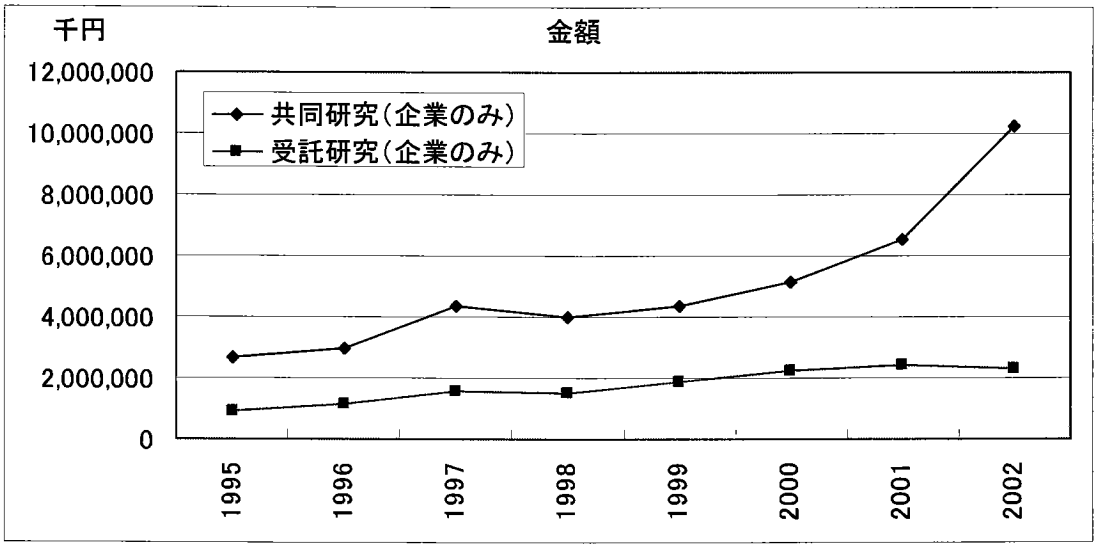
注)*のフィールドは実際には存在しない

１．２．２　NISTEP 産学連携 DB との接続

科学技術政策研究所では、文部科学省が各国立大学・高等専門学校（以後、「国立大学等」と記す）から収集した産学連携に関するデータ（1983 年から 2002 年まで）をデータベース化してきた（図表 1.2.2.1）。このデータベースの構築と国立大学等における産学連携活動の分析については、NISTEP 調査資料 119（「国立大学の産学連携: 共同研究（1983 年 - 2002 年）と受託研究（1995 年 - 2002 年）」、2005 年 11 月、第２研究グループ）、として発表されている。文部科学省による国立大学等からの詳細な情報収集は 2002 年までしか行われていないため 2003 年以降のデータは得られていないが、今回、本プロジェクトの一環として、上記の産学連携データを企業単位で集計し、科調-企活-特許統合データベースへの接続をおこなった。



図表 1.2.2.1　NISTEP 産学連携データベースによる共同研究と受託研究の件数（上）と合計金額（下）



図表 1.2.2.2　企業を相手とする共同研究および受託研究の合計金額

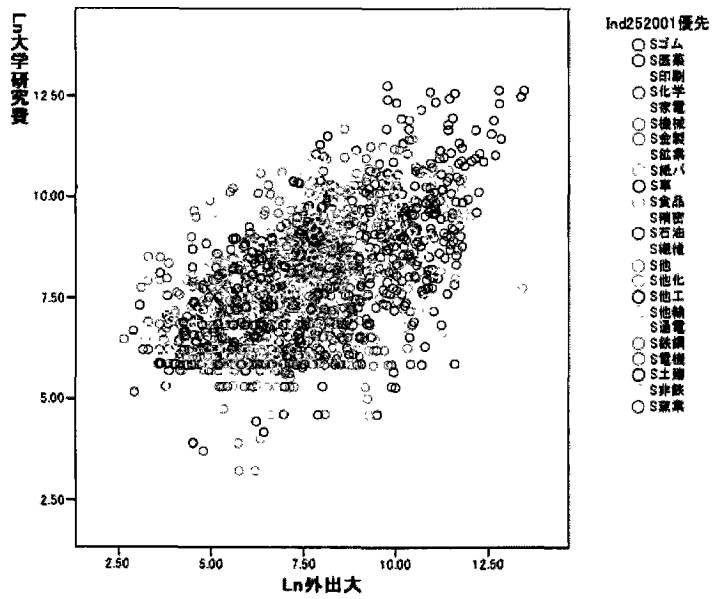
NISTEP 調査資料 119 でも触れられているが、国立大学等が受け入れる共同研究や受託研究（特に受託研究）の金額の多くの部分は、国や特殊法人・独立行政法人からの委託研究によるものであり、企業を相手とするもののみで集計すると共同研究では約半分、受託研究では 1/20 程度になる（図表 1.2.2.2)。今回、接続するデータとしては、企業側から見た相手先の大学等は区別せず、また共同研究と委託研究も区別をせずに、企業・年度別に件数と企業側の負担金額のみを抽出した。

両方のデータベースから得られる企業名称から「株式会社」および「有限会社」を除いた文字列で完全マッチングさせたところ、統合データベース中の全企業 3,131 社のうち、1,059 社を接続することができた。産学連携を行っている企業の割合は、業種別に見ると鉱業、医薬品、精密機械業などで高く、石油、金属製品、印刷･出版業などで低くなっている（図表 1.2.2.3)。NISTEP 産学連携 DB から得られる「民間負担研究費（大学の受入額)」と科学技術研究調査から得られる「外部支出研究費うち国公立大学等への支出分」を、同一企業・同一年度についてプロットしたものが図表 1.2.2.4 である。本来、これらの金額はほぼ一致することが期待されるが、図表 1.2.2.4 に示したとおり、正の相関はあるものの相関係数はあまり高くない（ｒ＝0.55)。

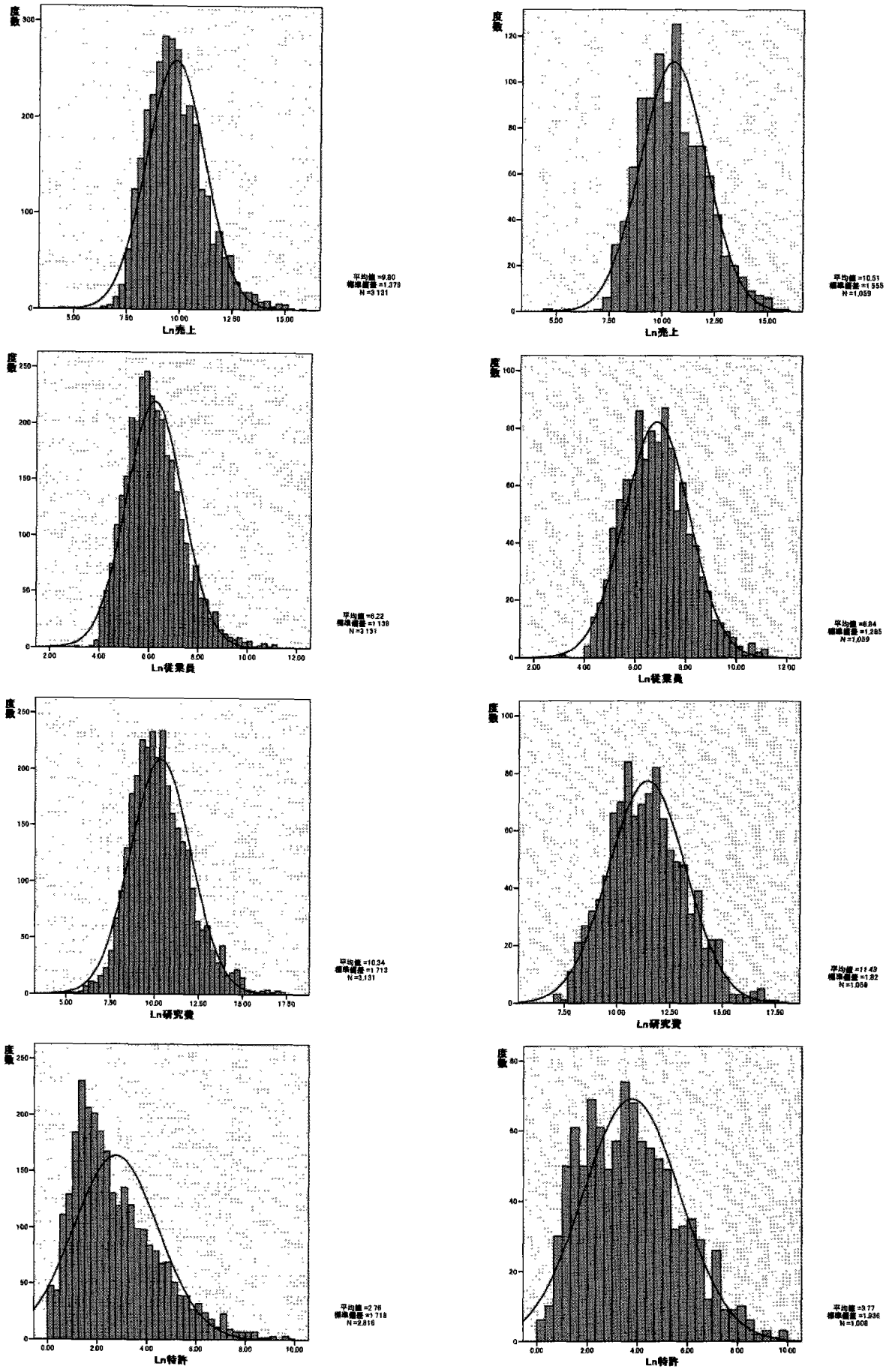
これら企業の 22 年間（1984 年から 2005 年まで）の売上、従業員数、研究開発費、特許出願数の平均を比較したものが図表 1.2.2.5 である。産学連携企業は、データベース中全企業の平均と比較するとやや大企業よりに偏っているといえる。なお、統合データベース中の 3,131 社自体、既にかなり大企業に偏った構成になっている（もともと、科学技術研究調査の対象企業が、研究開発を行っている大企業に偏っているため）ことに留意する必要がある。

図表 1.2.2.3　統合 DB と接続した産学連携企業 1,059 社の産業別うちわけ

業種(Ind25対応)	統合DB企業数	産学連携企業数	産学連携割合
農林水産	1	0	0.0%
鉱業	7	5	71.4%
建築土木	40	16	40.0%
食料品	248	62	25.0%
繊維	60	17	28.3%
紙パルプ	48	15	31.3%
総合化学	182	78	42.9%
その他化学	192	69	35.9%
医薬品	113	68	60.2%
ゴム・プラスチック	42	13	31.0%
石油	141	30	21.3%
窯業	117	45	38.5%
鉄鋼	80	23	28.8%
非鉄金属	98	43	43.9%
金属製品	167	35	21.0%
一般機械	397	125	31.5%
家庭電器	20	5	25.0%
電気機械	172	60	34.9%
通信・電子機械	310	125	40.3%
自動車	208	60	28.8%
その他輸送機械	50	16	32.0%
精密機械	96	48	50.0%
印刷・出版	22	5	22.7%
その他工業	86	20	23.3%
その他分野	234	76	32.5%
計	3,131	1,059	33.8%



図表 1.2.2.4　産学連携における民間負担研究費（縦軸）と企業の外部支出研究費うち大学分（横軸）



図表 1.2.2.5　統合 DB 中の全企業（3,131 社：左）と産学連携企業（1,059 社：右）の基本属性

１．２．３　国立大学との産学連携が企業の研究開発活動に及ぼす効果の分析

NISTEP 調査資料 120（「日本企業の重要特許の成立過程における公的部門の寄与」）では、民間企業研究者への質問票調査の結果として「公的機関の基礎研究が自社の開発の可能性を提示してくれた」ケースが多いことが示されているが、本節では、産学連携活動が実際に企業の研究開発に影響を与えているかどうか、今回作成した統合データベースを用いて実証分析を行う。

１．２．３．１　データの観察

図表 1.2.2.4 に示した NISTEP 産学連携 DB の「民間負担研究費（大学の受入額）」と科学技術研究調査から得られる「外部支出研究費うち国公立大学等への支出分」は、支出する側の企業の規模をコントロールしていない。ここでは、まず以下の指標を作成して、1 社あたりの産学連携研究費の割合と時系列変化を観察する：

ExURI＝「科学技術研究調査」外部支出研究費うち大学等／社内使用研究費総額
CoURI=「NISTEP 産学連携 DB」民間負担研究費／社内使用研究費総額

図表 1.2.3.1 に ExURI と CoURI を示すが、ExURI で見ると 0.8～0.9%程度、CoURI で見ると 0.4%程度であり、1 社あたりの比率の平均値はあまりシステマチックな変化の傾向を示していない。すなわち、大学側から見た場合明らかな近年における産学連携活動の活性化は、関与する企業数の増加によるものであり、1 企業あたりの産学連携活動の規模にはあまり変化が無いことがわかる。

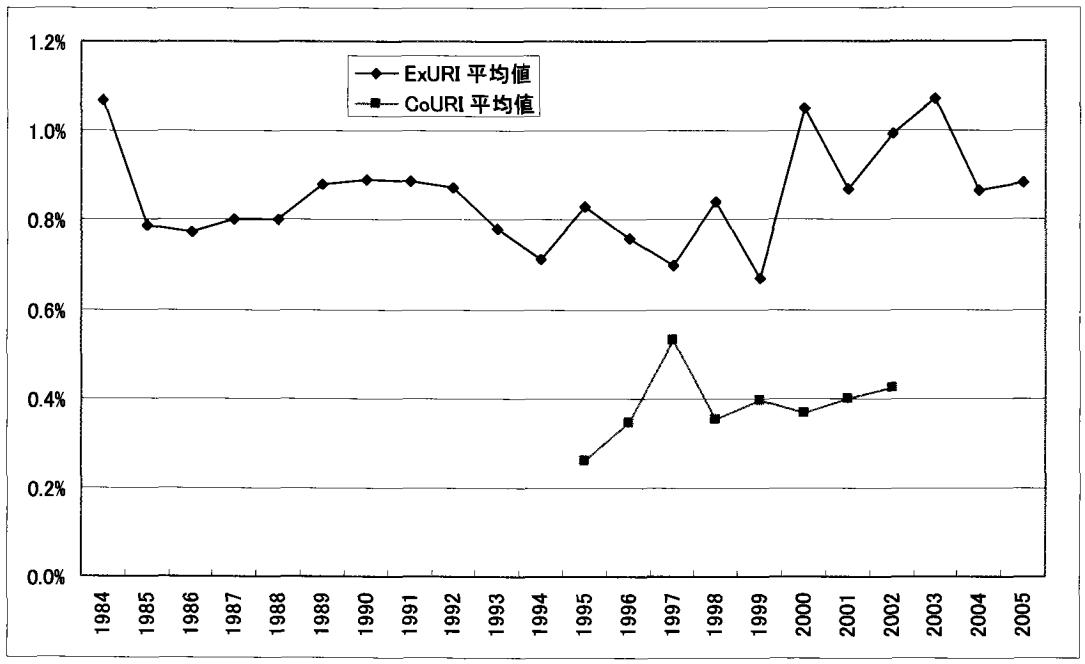
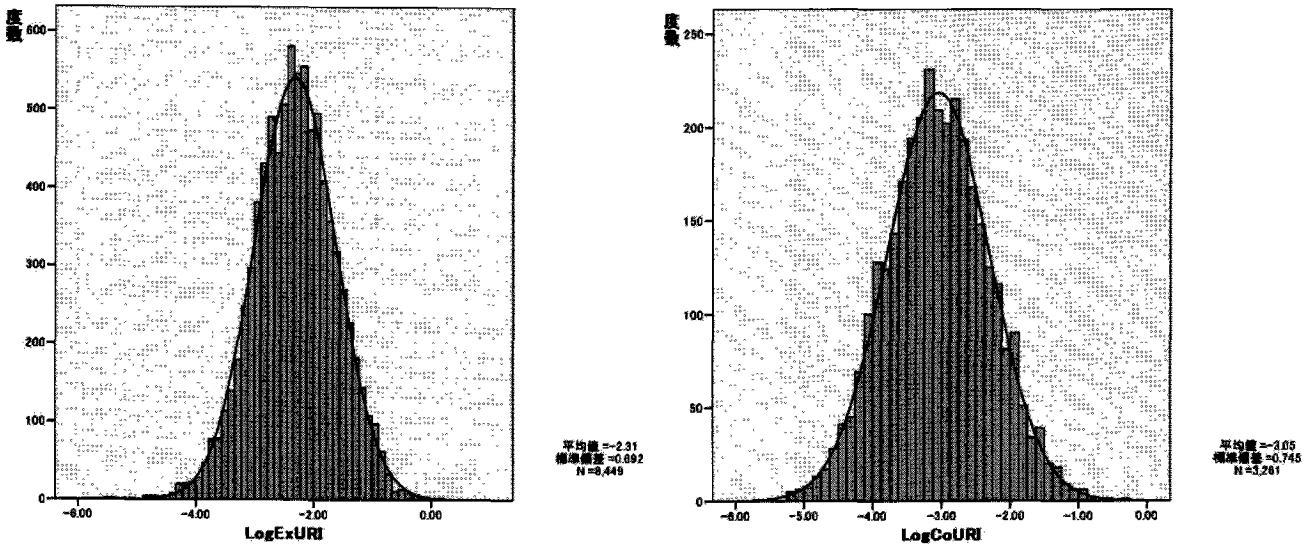


図 1.2.3.1　企業の社内使用研究開発費総額に対する産学連携研究費（外部支出）の比率



図表 1.2.3.2　ExURI と CoURI の分布ヒストグラム

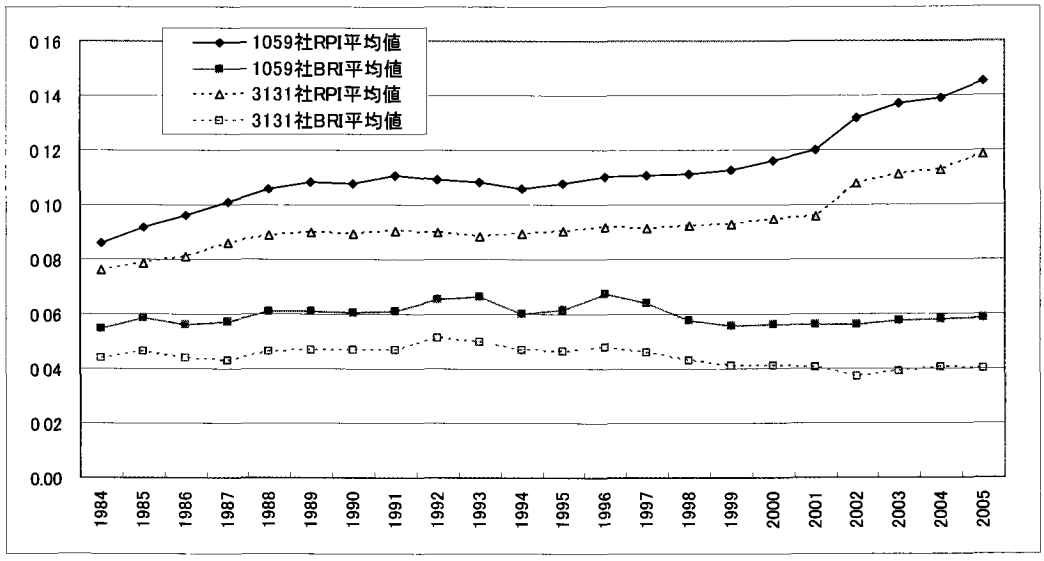
また、図表 1.2.3.2 に示すように ExURI, CoURI はともに、ほぼ完全な対数正規型の分布形状を有しており、言葉を変えるならこれらの指標は小さい値に大きく偏っているということである。このように、企業の行っている研究開発活動全般から見ると、産学連携活動に費やされる金額はごくわずかなものである。

さらに、企業側の研究開発活動の性質そのものを示す指標も見ておこう。図表 1.2.3.3 は、国立大学等との産学連携にかかわった 1,059 社の、研究開発活動に関する以下の２種類の指標（いずれも科学技術研究調査データから計算）の平均の推移を DB 中の全企業の平均と比較したものである：

RPI＝ 研究開発従業者数／従業員総数
BRI＝ 社内使用基礎研究費／研究開発費総額

すなわち、RPI はその企業が「どれだけ研究開発人材を重視しているか」、また BRI はその企業が「どれだけ基礎研究志向を有しているか」の指標である。図から明らかなように、22 年間を通じて BRI 指標はほとんど変化が無いが、RPI 指標は 1980 年代に上昇し、1990 年代の停滞を経て 2000 年代には再びゆるやかに上昇している。これらの傾向は産学連携企業も他の企業もほとんど同じであり、産学連携に関与した企業の指標が特に他と異なる傾向を持つというような証拠は見つからない。産学連携企業の方が RPI、BRI ともに全体平均よりも高いが、これは前述のように企業規模の違いが反映されている可能性が高いであろう。

このように、マクロの時系列で比較する限り、産学連携の効果はほとんど検出できない。それではここで、観察の視点を企業単位に移してみる。今回構築したデータベースからは、1995 年から 202 年までは各企業が産学連携に使用した研究費の情報が得られるが、1983 年から 1994 年までは国立大学等と共同研究・委託研究を実施したかどうかしかわからない。そこで相手先の大学



図表 1.2.3.3　産学連携にかかわった企業（1,059 社）と全企業（3,131 社）の RPI と BRI 指標の推移

や共同研究の規模等の違いを考慮せずに、国立大学等との共同研究を実施したかどうかだけに焦点を当て、企業別に 1983 年から 2002 年まで時系列データを作成した。図 1.2.3.4 はその一部を示している（国立大学との産学連携活動があった年のみ”1”を入力)。このデータからわかるのは、個別の企業にとって国立大学との産学連携が「持続的な関係」というよりは「短期間しか持続しないイベント」としての性格を強く持っているのではないかということである。個別企業にとっての産学連携活動が「イベント」としての性格を強く持つのであれば、時系列データの分析にとっては好都合である。なぜなら、そのようなイベントがもし何らかの影響を企業の活動に与えているのであれば、タイムラグを伴って企業活動にもスパイク状のシグナルが観測されることが期待されるためである。次節ではその仮説の検証を行う。

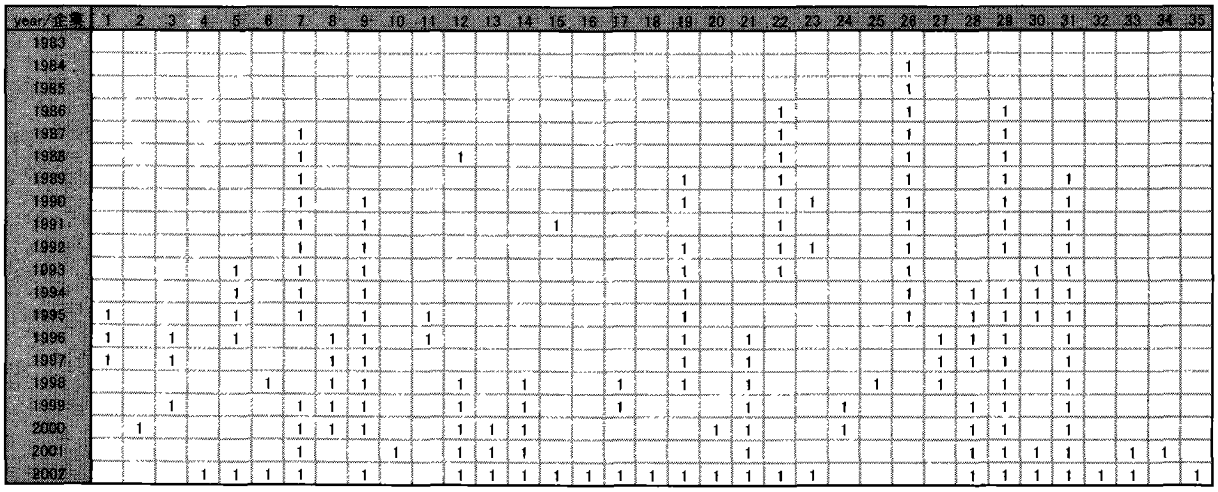


図 1.2.3.4　個別企業の時系列で見た産学連携活動（一部）

１．２．３．２　パネルデータの分析

本節では、企業にとっての国立大学との産学連携活動をイベントとして捉え、そのイベントの開始と終了がタイムラグを伴って企業の研究開発活動の諸指標（研究費総額の増減、基礎研究費の増減、研究者数の増減、特許出願数の増減）に影響を与えるかどうかを回帰分析により検証する。また、参考として企業が産出する付加価値額を企業活動基本調査の「売上高」－「仕入高」から計算し、従属変数に加える。これら従属変数は全て対数変換し、系列相関の影響を避けるために１階の階差をとる処理を施した。説明変数は、産学連携活動の開始年度から最大５年後までのラグをとった年度ダミー変数と、産学連携活動の終了年度から最大５年後までのラグをとった年度ダミー変数、企業規模をコントロールするための従業員数、固定年度ダミー変数、産業ダミー変数である。すなわち、各指標の“対前年比”が産学連携の開始と終了から数年後に一定の変化をする傾向があるかどうかを検証することになる。

図表 1.2.3.5 に分析結果の概略をまとめて示す(詳しい結果は付表 1～5 を参照のこと)。全般的に、国立大学等との産学連携を開始して数年後に複数の研究開発活動指標の変化率にプラスの効果が表れ、終了後数年を経過するとマイナスの効果が現れることが確認された。

指標を個別に確認していくと、研究費総額の変化率には特にプラスの効果は見られず、終了後２年の時点に研究費総額が減少する効果のみが見られる。社内使用基礎研究費については、産学連携の開始後３年ないし５年の時点で増加し、終了後２から３年でやや減少する傾向が見られる。研究者数は産学連携の開始後１年で増加し、終了後２年で減少する傾向が見られる。特許数については、産学連携を開始した年と開始後２年の時点で増加し、終了後にも減少は見られない。付加価値額にはプラスの影響もマイナスの影響も見られない。

本分析を通じて、国立大学等との産学連携は、企業全体としてみると相対的には小規模な活動であり、直接的に企業の産出そのものに影響するものではないが、研究開発活動にはかなり大きな影響を与えている可能性が示された。

図表 1.2.3.5　国立大学との産学連携が企業の研究開発に与える影響

	研究費総額	基礎研究	研究者数	特許出願数	付加価値額
開始年				＋＋＋	
開始後1年			＋＋		
開始後2年				＋＋＋	
開始後3年		＋			
開始後4年					
開始後5年		＋＋＋			
終了年					
終了後1年					
終了後2年	－－－	－	－－		
終了後3年		－			
終了後4年					
終了後5年					
企業規模大			－－	＋＋＋	

*＋／－の個数は１個が 10%有意、２個が 5%有意、３個が 1%有意を表す

付表１　研究費総額の変化率の回帰分析結果

Independent Variable	⊿Ln研究費	Number of Obs.	9,118
Estimation	OLS		
Adj. R^2	0.014	Durbin-Watson	1.98
F-value	5.06	Degree of Freedom	31
Outlier control	Cook's Distance < 0.01		

Variables	Coeff.	S.E.	β	t-value	p-value	VIF
(Constant)	0.074	0.023		3.156	0.002	
Ln従業員	−0.004	0.003	−0.014	−1.275	0.202	1.106
d開始ラグ0	0.006	0.013	0.006	0.506	0.613	1.200
d開始ラグ0_1	0.019	0.013	0.016	1.388	0.165	1.280
d開始ラグ0_2	0.010	0.014	0.009	0.729	0.466	1.329
d開始ラグ0_3	−0.020	0.014	−0.017	−1.384	0.166	1.331
d開始ラグ0_4	−0.003	0.015	−0.002	−0.200	0.841	1.301
d開始ラグ0_5	−0.019	0.015	−0.015	−1.295	0.195	1.264
d終了ラグ0	0.010	0.015	0.007	0.655	0.512	1.202
d終了ラグ0_1	−0.005	0.015	−0.004	−0.325	0.745	1.225
d終了ラグ0_2	−0.042	0.016	−0.031	−2.618	0.009	1.279
d終了ラグ0_3	−0.012	0.017	−0.009	−0.740	0.459	1.285
d終了ラグ0_4	−0.014	0.017	−0.010	−0.827	0.408	1.272
d終了ラグ0_5	−0.003	0.017	−0.002	−0.196	0.844	1.199
d1989	0.035	0.018	0.025	1.893	0.058	1.578
d1990	0.048	0.018	0.035	2.663	0.008	1.598
d1991	0.039	0.018	0.029	2.167	0.030	1.616
d1992	−0.008	0.018	−0.006	−0.448	0.654	1.634
d1993	−0.043	0.017	−0.033	−2.444	0.015	1.661
d1994	−0.085	0.017	−0.067	−4.960	0.000	1.701
d1995	−0.054	0.017	−0.044	−3.219	0.001	1.736
d1996	−0.005	0.017	−0.004	−0.313	0.754	1.724
d1997	0.006	0.017	0.005	0.373	0.709	1.721
d1998	−0.014	0.017	−0.012	−0.851	0.395	1.734
d1999	−0.053	0.017	−0.044	−3.189	0.001	1.753
d2000	−0.044	0.016	−0.038	−2.718	0.007	1.799
d食品	−0.017	0.015	−0.013	−1.123	0.261	1.149
d医薬	0.014	0.015	0.011	0.964	0.335	1.173
d化学系	−0.017	0.010	−0.021	−1.724	0.085	1.415
d金属系	−0.010	0.013	−0.009	−0.758	0.448	1.210
d電気系	0.021	0.011	0.024	1.962	0.050	1.371
d輸送系	0.009	0.014	0.007	0.620	0.536	1.219

付表２　基礎研究費の変化率の回帰分析結果

Independent Variable	⊿Ln基礎	Number of Obs.	3,596
Estimation	OLS		
Adj. R^2	0.006	Durbin-Watson	1.91
F-value	1.66	Degree of Freedom	31
Outlier control	Cook's Distance < 0.01		

Variables	Coeff.	S.E.	β	t-value	p-value	VIF
(Constant)	0.051	0.068		0.753	0.452	
Ln従業員	-0.008	0.008	-0.017	-0.989	0.323	1.130
d開始ラグ0	0.045	0.034	0.025	1.354	0.176	1.208
d開始ラグ0_1	0.057	0.035	0.031	1.619	0.106	1.287
d開始ラグ0_2	0.009	0.036	0.005	0.264	0.792	1.320
d開始ラグ0_3	0.063	0.036	0.034	1.761	0.078	1.316
d開始ラグ0_4	0.027	0.035	0.014	0.751	0.453	1.245
d開始ラグ0_5	0.105	0.036	0.054	2.921	0.004	1.218
d終了ラグ0	-0.017	0.039	-0.008	-0.442	0.658	1.155
d終了ラグ0_1	-0.014	0.039	-0.007	-0.367	0.714	1.179
d終了ラグ0_2	-0.069	0.042	-0.031	-1.651	0.099	1.256
d終了ラグ0_3	-0.075	0.043	-0.033	-1.757	0.079	1.276
d終了ラグ0_4	-0.022	0.043	-0.010	-0.514	0.607	1.269
d終了ラグ0_5	0.016	0.043	0.007	0.377	0.706	1.201
d1989	0.128	0.049	0.056	2.600	0.009	1.676
d1990	0.145	0.049	0.065	2.989	0.003	1.693
d1991	0.069	0.048	0.031	1.434	0.152	1.711
d1992	0.052	0.048	0.024	1.087	0.277	1.741
d1993	0.004	0.047	0.002	0.088	0.930	1.756
d1994	-0.038	0.047	-0.018	-0.818	0.414	1.771
d1995	-0.005	0.047	-0.002	-0.097	0.923	1.795
d1996	0.042	0.046	0.020	0.900	0.368	1.815
d1997	0.048	0.046	0.023	1.033	0.302	1.821
d1998	0.019	0.047	0.009	0.405	0.685	1.797
d1999	-0.029	0.046	-0.014	-0.636	0.525	1.819
d2000	-0.023	0.046	-0.011	-0.497	0.619	1.820
d食品	-0.033	0.037	-0.017	-0.880	0.379	1.306
d医薬	0.001	0.034	0.001	0.027	0.979	1.402
d化学系	-0.036	0.027	-0.029	-1.328	0.184	1.695
d金属系	-0.022	0.037	-0.011	-0.576	0.565	1.317
d電気系	-0.001	0.034	0.000	-0.025	0.980	1.401
d輸送系	-0.032	0.041	-0.015	-0.774	0.439	1.286

付表３　研究者数の変化率の回帰分析結果

Independent Variable	⊿Ln研究者	Number of Obs.	9,027
Estimation	OLS		
Adj. R^2	0.007	Durbin-Watson	1.98
F-value	3.12	Degree of Freedom	31
Outlier control	Cook's Distance < 0.01		

Variables	Coeff.	S.E.	β	t-value	p-value	VIF
(Constant)	0.042	0.020		2.127	0.033	
Ln従業員	-0.005	0.002	-0.022	-2.007	0.045	1.106
d開始ラグ0	0.005	0.011	0.006	0.485	0.628	1.198
d開始ラグ0_1	0.023	0.011	0.025	2.073	0.038	1.278
d開始ラグ0_2	0.002	0.012	0.002	0.166	0.868	1.327
d開始ラグ0_3	-0.001	0.012	-0.001	-0.060	0.952	1.331
d開始ラグ0_4	0.006	0.012	0.006	0.524	0.601	1.300
d開始ラグ0_5	0.000	0.012	0.000	0.036	0.971	1.264
d終了ラグ0	0.004	0.012	0.004	0.364	0.716	1.199
d終了ラグ0_1	-0.003	0.013	-0.003	-0.223	0.823	1.224
d終了ラグ0_2	-0.033	0.014	-0.029	-2.476	0.013	1.277
d終了ラグ0_3	-0.001	0.014	-0.001	-0.067	0.946	1.284
d終了ラグ0_4	0.006	0.014	0.005	0.397	0.691	1.271
d終了ラグ0_5	-0.014	0.015	-0.011	-0.988	0.323	1.201
d1989	0.023	0.015	0.020	1.510	0.131	1.581
d1990	0.033	0.015	0.029	2.193	0.028	1.600
d1991	0.066	0.015	0.059	4.447	0.000	1.619
d1992	0.028	0.015	0.026	1.909	0.056	1.638
d1993	-0.001	0.015	-0.001	-0.052	0.958	1.664
d1994	-0.002	0.014	-0.002	-0.169	0.865	1.703
d1995	-0.016	0.014	-0.016	-1.151	0.250	1.735
d1996	0.003	0.014	0.003	0.222	0.824	1.724
d1997	-0.018	0.014	-0.018	-1.307	0.191	1.722
d1998	0.001	0.014	0.001	0.049	0.961	1.734
d1999	-0.008	0.014	-0.008	-0.552	0.581	1.751
d2000	-0.021	0.014	-0.021	-1.513	0.130	1.798
d食品	-0.021	0.013	-0.018	-1.637	0.102	1.149
d医薬	-0.003	0.012	-0.003	-0.221	0.825	1.176
d化学系	-0.014	0.008	-0.022	-1.746	0.081	1.422
d金属系	-0.012	0.011	-0.012	-1.045	0.296	1.212
d電気系	0.020	0.009	0.027	2.221	0.026	1.374
d輸送系	0.014	0.012	0.014	1.222	0.222	1.221

付表 4　特許出願数の変化率の回帰分析結果

Independent Variable	⊿Ln特許	Number of Obs.	7,925
Estimation	OLS		
Adj. R^2	0.105	Durbin-Watson	1.88
F-value	30.87	Degree of Freedom	31
Outlier control	Cook's Distance < 0.01		

Variables	Coeff.	S.E.	β	t-value	p-value	VIF
(Constant)	-0.197	0.058		-3.420	0.001	
Ln従業員	0.030	0.007	0.048	4.284	0.000	1.106
d開始ラグ0	0.090	0.029	0.036	3.082	0.002	1.190
d開始ラグ0_1	0.048	0.031	0.019	1.561	0.119	1.261
d開始ラグ0_2	0.113	0.032	0.043	3.517	0.000	1.303
d開始ラグ0_3	0.026	0.033	0.010	0.797	0.425	1.302
d開始ラグ0_4	0.041	0.033	0.015	1.249	0.212	1.269
d開始ラグ0_5	0.025	0.034	0.009	0.732	0.464	1.252
d終了ラグ0	-0.048	0.034	-0.016	-1.419	0.156	1.179
d終了ラグ0_1	-0.045	0.035	-0.015	-1.278	0.201	1.204
d終了ラグ0_2	-0.010	0.037	-0.003	-0.285	0.776	1.262
d終了ラグ0_3	-0.033	0.038	-0.010	-0.851	0.395	1.267
d終了ラグ0_4	0.001	0.039	0.000	0.024	0.981	1.244
d終了ラグ0_5	-0.024	0.040	-0.007	-0.599	0.549	1.190
d1989	0.090	0.049	0.023	1.829	0.067	1.356
d1990	0.078	0.048	0.020	1.619	0.105	1.379
d1991	1.005	0.042	0.313	23.760	0.000	1.536
d1992	0.045	0.040	0.015	1.110	0.267	1.609
d1993	0.034	0.040	0.012	0.855	0.392	1.649
d1994	-0.016	0.039	-0.006	-0.406	0.685	1.692
d1995	0.083	0.038	0.030	2.177	0.030	1.709
d1996	0.006	0.038	0.002	0.159	0.874	1.697
d1997	-0.016	0.038	-0.006	-0.421	0.673	1.714
d1998	-0.063	0.038	-0.023	-1.655	0.098	1.719
d1999	-0.105	0.038	-0.039	-2.793	0.005	1.746
d2000	0.102	0.037	0.039	2.755	0.006	1.785
d食品	-0.078	0.039	-0.023	-2.025	0.043	1.122
d医薬	-0.019	0.035	-0.006	-0.534	0.593	1.159
d化学系	0.014	0.023	0.008	0.625	0.532	1.402
d金属系	0.047	0.032	0.017	1.462	0.144	1.186
d電気系	-0.002	0.024	-0.001	-0.070	0.944	1.355
d輸送系	0.038	0.033	0.013	1.147	0.251	1.221

付表５　企業が産出する付加価値額の変化率の回帰分析結果

Independent Variable	⊿Ln付加価値	Number of Obs.	5,341
Estimation	OLS		
Adj. R^2	0.012	Durbin-Watson	2.04
F-value	3.65	Degree of Freedom	25
Outlier control	Cook's Distance < 0.01		

Variables	Coeff.	S.E.	β	t-value	p-value	VIF
(Constant)	-0.027	0.031		-0.890	0.374	
Ln従業員	0.002	0.004	0.007	0.524	0.600	1.089
d開始ラグ0	-0.016	0.016	-0.014	-0.957	0.339	1.224
d開始ラグ0_1	-0.003	0.018	-0.003	-0.167	0.867	1.275
d開始ラグ0_2	0.027	0.018	0.023	1.470	0.142	1.315
d開始ラグ0_3	-0.011	0.019	-0.009	-0.598	0.550	1.287
d開始ラグ0_4	-0.014	0.019	-0.011	-0.724	0.469	1.263
d開始ラグ0_5	-0.018	0.019	-0.014	-0.945	0.344	1.237
d終了ラグ0	0.014	0.019	0.011	0.739	0.460	1.203
d終了ラグ0_1	-0.010	0.020	-0.007	-0.493	0.622	1.211
d終了ラグ0_2	0.000	0.021	0.000	0.003	0.998	1.253
d終了ラグ0_3	0.006	0.021	0.004	0.271	0.786	1.246
d終了ラグ0_4	0.002	0.022	0.002	0.101	0.919	1.237
d終了ラグ0_5	0.024	0.022	0.016	1.099	0.272	1.175
d1995	0.053	0.018	0.051	2.933	0.003	1.608
d1996	0.098	0.018	0.094	5.473	0.000	1.609
d1997	0.047	0.018	0.045	2.630	0.009	1.600
d1998	-0.052	0.018	-0.051	-2.938	0.003	1.612
d1999	0.024	0.017	0.024	1.396	0.163	1.652
d2000	0.035	0.017	0.036	2.043	0.041	1.669
d食品	-0.004	0.022	-0.003	-0.201	0.841	1.136
d医薬	-0.002	0.021	-0.002	-0.111	0.911	1.176
d化学系	-0.023	0.014	-0.028	-1.719	0.086	1.400
d金属系	-0.038	0.018	-0.032	-2.112	0.035	1.210
d電気系	-0.015	0.015	-0.016	-1.038	0.299	1.365
d輸送系	-0.019	0.019	-0.015	-0.973	0.330	1.224

１．２．４　産学連携の効果に関するイノベーションプロセスの構造分析

全国イノベーション調査のデータを用いて、構造方程式モデリングの手法により、大学等との産学連携が企業のイノベーション活動に対してどのように影響を及ぼすのかをモデル化し、検討を行った。

分析に用いたデータは、全国イノベーション調査の「Q6 イノベーションの効果」と「Q8.3 イノベーションのための協力パートナーのタイプ別重要度」、「Q9 イノベーションのための情報源の重要度」、「Q12 企業における重要な戦略的および組織的変化」である。変数の記述統計を図表 1.2.4.1 に、また変数名の対応表を図表 1.2.4.2 に示す。

潜在変数としては「プロダクト・イノベーション」、「プロセス・イノベーション」、「大学・研究機関とのネットワーク」、「外部情報の活用」、「組織経営戦略」の５つを仮定した。これらの潜在変数は、図表 1.2.4.2 に示したようにそれぞれ 3～４種類の観測変数によって測定されるものとした。なお、「組織経営戦略」の観測変数である SumStr、SumMgt、SumOrg の 3 変数は、それぞれ図表 1.2.4.2 に示したオリジナルの 2 値変数（StrPdt など）4～6 個の値を単純合計して得られる合成変数である。他の観測変数はいずれも４段階の回答（1:重要度高、2:重要度中、3:重要度低、4:無関係、など）をスコアとしてそのまま用いた。構造モデルでは、プロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションを最終的な目的変数（内生変数）とし、大学・研究機関とのネットワークが直接２種類のイノベーションに影響を与えるモデル（Model-1）と、間接的に外部情報の活用や組織経営戦略への影響を通じてイノベーションに影響を与えるモデル（Model-2）を比較した。モデルの自由度は 113 である。構造方程式のモデリングと推計のツールには AMOS 16.0 を使用し、推定法としては欠損値の存在を許容する“完全情報最尤法”を用いた*。全国イノベーション調査の RAW データでは観測変数全てが欠損値となるようなデータも多いが、それらを分析から除外した結果、オブザベーション数は 3,202 となった。

推計結果を図表 1.2.4.3 と図表 1.2.4.4 に示す。各図の右肩に表示した 4 種類のモデル適合度指標は、AIC(赤池情報量基準)、CMIN（カイ二乗値)、RMSEA（Root Mean Square Error of Approximation）の３種類はより低い値が、また CFI（Comparative Fit Index）は高い（1 に近い）ほどモデルの適合が良いことを示す（CMIN によるカイ二乗検定は、サンプル数が多い場合にはあまり有用でない)。本分析に用いた観測変数はほとんどが心理的尺度変数であり、非標準化係数の値にはあまり実質的な意味はないが、標準化係数を比較することにより変数間の影響度の相対的大きさを検討することは可能である。図中の矢印の添え字は、標準化された係数の推定値を、また潜在変数と観測変数の添え字は重相関係数の二乗値を表している。

推定の結果、大学・研究機関とのネットワーク（産学連携）が、直接プロダクトおよびプロセス・イノベーションに影響を及ぼすことを仮定した Model-1 では、産学連携からイノベーションへの影響がいずれもネガティブな値になっており係数の絶対値も小さい（影響度も小さい)。一方、産学連携は外部情報の活用や組織経営戦略を介した間接的な影響のみをイノベーションに与えると仮定した Model-2 では、産学連携の影響はいずれもポジティブでかなり強い影響を与えており、特に外部情報

---

* ここで用いた変数のほとんどは順序付カテゴリー変数であり、厳密にはこれらを単純にスケール変数にマッピングして最尤法による推定を行うことには慎重であるべきである。AMOS 16.0 では、オプションとしてカテゴリー変数に関するマルコフ連鎖モンテカルロ法によるベイズ推定が提供されている。詳細は割愛するが、ベイズ推定を適用した結果もほぼ同様であった。

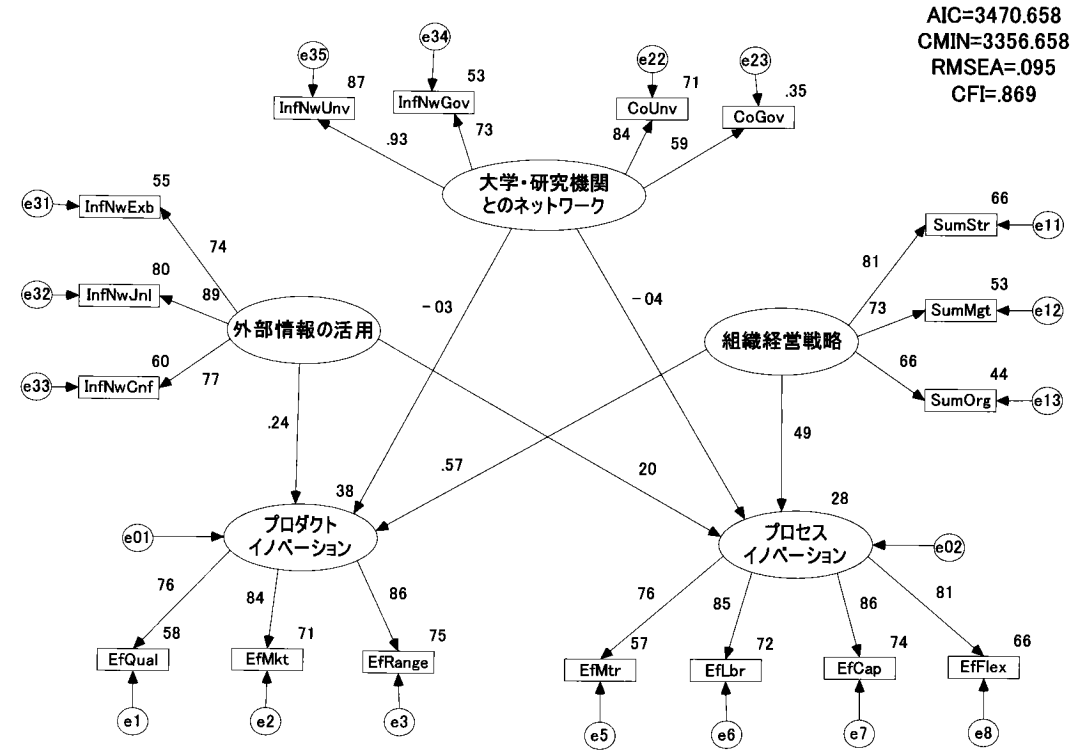
の活用を介してプロダクト・イノベーションに与える影響が強いという結果となった。Model-1 と Model-2 では、実際のデータへの適合度を示す適合度指標も Model-2 のほうが良い値を示しており、産学連携は企業の外部情報活用能力や経営戦略などを通じて、間接的にイノベーションに影響を与えるというモデルが支持されることを示している。

図表 1.2.4.1　変数の記述統計

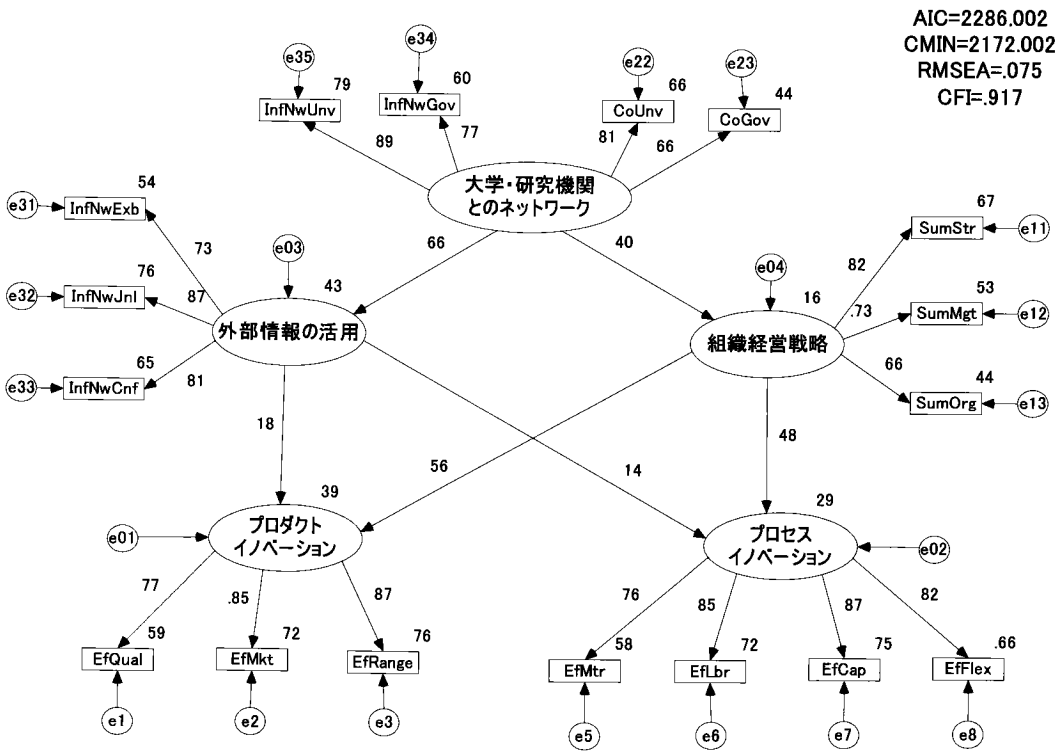
	Obs.	Min.	Max.	Mean	S.D.	Skewness	Kurtosis
EfRange	2,931	1	4	2.49	1.15	0.09	-1.42
EfMkt	2,918	1	4	2.70	1.08	-0.20	-1.26
EfQual	2,935	1	4	2.47	1.12	0.15	-1.36
EfFlex	2,859	1	4	2.87	1.11	-0.37	-1.29
EfCap	2,865	1	4	2.87	1.12	-0.40	-1.29
EfLbr	2,868	1	4	2.94	1.07	-0.49	-1.12
EfMtr	2,849	1	4	3.17	0.96	-0.79	-0.58
CoUnv	990	1	4	2.96	1.21	-0.57	-1.32
CoGov	941	1	4	3.27	1.11	-1.11	-0.39
InfNwUnv	2,683	1	4	3.38	1.02	-1.36	0.38
InfNwGov	2,654	1	4	3.51	0.90	-1.70	1.57
InfNwCnf	2,675	1	4	3.10	1.06	-0.74	-0.85
InfNwJnl	2,673	1	4	2.95	1.04	-0.48	-1.08
InfNwExb	2,697	1	4	2.84	1.05	-0.34	-1.16
SumStr	2,823	1	7	4.04	1.91	0.05	-1.07
SumMgt	2,931	1	6	4.45	1.42	-0.65	-0.52
SumOrg	2,871	1	5	3.53	1.30	-0.47	-0.91

図表 1.2.4.2　構造方程式モデリングに用いた変数の説明

潜在変数	観測変数	original name	サーベイQ#	説明
プロダクト・イノベーション	EfRange	←	6_1	商品あるいはサービスの範囲を拡大させた
	EfMkt	←	6_2	市場および市場シェアを拡大させた
	EfQual	←	6_3	商品あるいはサービスにおける質を向上させた
プロセス・イノベーション	EfFlex	←	6_4	生産の柔軟性を向上させた
	EfCap	←	6_5	生産能力を拡大させた
	EfLbr	←	6_6	生産単位当たりの労働コストを削減させた
	EfMtr	←	6_7	生産単位あたりの材料およびエネルギーを削減させた
大学・研究機関とのネットワーク	CoUnv	←	8_3	協力における大学等の高等教育機関の重要度
	CoGov	←	8_3	協力における政府あるいは民間非営利機関の重要度
	InfNwUnv	←	9_11	情報源としての大学あるいは高等教育機関の重要度
	InfNwGov	←	9_12	情報源としての政府あるいは民間非営利機関の重要度
外部情報の活用	InfNwCnf	←	9_13	情報源としての専門的な会議・会合の重要度
	InfNwJnl	←	9_14	情報源としての専門的な雑誌、学術誌の重要度
	InfNwExb	←	9_15	情報源としての見本市、展示会の重要度
組織経営戦略	SumStr	StrPdt	12_1	他社とは異なる独自プロダクトを提供するための戦略を実施
		StrDmn	12_2	従来プロダクトを提供していた分野とは異なる分野への進出
		StrMkt	12_3	特定プロダクトの市場拡大または占有率を高める戦略を実施
		StrCst	12_4	プロダクトのコストを低減させる戦略を実施
		StrRsc	12_5	競争上の核となる内部資源を構築するための戦略を実施
		StrOth	12_6	上記以外の目的を持った戦略を実施
	SumMgt	MgtPlc	12_7	ナレッジマネジメントに係る文書化されたポリシーを実施
		MgtShr	12_8	知識共有を促進することを意図した価値観体系・企業文化
		MgtRtn	12_9	従業者の引き留めを意図したポリシーやプログラム
		MgtAcq	12_10	知識獲得のための他社とのパートナーシップ・戦略的提携
		MgtOth	12_11	SCMやシックスシグマなどの先進的な経営技法
	SumOrg	OrgRe	12_12	効率化を図るための業務プロセスの組み替え
		OrgInt	12_13	新しい機能部門または職能の内部化（取り込み）
		OrgExt	12_14	新しい機能部門または職能の外部化（外部からの調達）
		OrgOth	12_15	上記以外の組織構造の変更



図表 1.2.4.3　産学連携の効果：Model-1 推計結果



図表 1.2.4.4　産学連携の効果：Model-2 推計結果

１．２．５ イノベーション関連データの接合に関する分析

伊地知寛博（成城大学　社会イノベーション学部　教授）

１．２．５．１ イントロダクション－問題意識と目的

- イノベーションの状況のマッピングやイノベーションのメカニズムに関する理解を深めるために，イノベーション調査をはじめとする，イノベーションに関するさまざまなデータソースを活用して分析を進めることが，世界的に取り組まれている．別項において後述するように，日本を含めて各国で実施されてきているイノベーション調査のミクロデータに基づき，国際的に協調された方法（指標の設定・選定ならびに各指標の値の算出）で国際比較可能なデータを導出し，これを踏まえて国のイノベーション・システムを明らかにしようとすることも行われている．
- また，このような分析においてミクロデータを用いることは，個々の企業や組織等の異質性（heterogeneity）を認めた上で，それぞれのアクターのイノベーション・プロセスやメカニズム，またそれらの相互関係を明らかにする上で不可欠である（例．Colecchia [2007]）．そうしたことから，企業レベルといったミクロ・レベルで，異なる統計調査等から得られたミクロデータを接合して分析を進めることに対して期待が示され，また実際に，さまざまな研究や分析において試みられてきている．
- そこで，本プロジェクトにおいても，イノベーションに関して，第3 回共同体イノベーション調査(CIS 3: the third Community Innovation Survey）をはじめとする調査と国際比較可能な統計調査として実施された「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所実施；承認統計調査）からのミクロデータを，研究開発実施企業等に関する調査である「科学技術研究調査」（総務省統計局実施；指定統計調査）からのミクロデータ，ならびに，企業活動全般に関してより詳細な情報を含む調査である「企業活動基本調査」（経済産業省調査統計部実施；指定統計調査）からミクロデータと接合して，イノベーション測定の可能性をさらに開拓する試みが行われた（これらの詳細については，別項［鈴木；権］に記載されている）．
- ただし，たとえ，複数の統計調査から得られたミクロデータを接合できたとしても，それが分析対象としているある全体を適切に代表していないとすれば，その接合されたデータから得られる分析や調査結果については，かなりの注意を払って利用・解釈される必要がある．
- そこで，本項では，まず，今回行ったデータ接合の概要について述べるとともに，得られた接合データの特徴を明らかにする．そして，全体に対してどのような特徴があるかを示し，また偏倚があるとすればそれはどのようなものであるかを述べることとする．
- また，これらの経験を通じて，今後さらにイノベーション活動に関してデータ接合から豊富な情報・分析をしていくにあたって必要とされる，各種の統計調査等に対する示唆を提供する．

１．２．５．２　接合される元の統計調査ならびに利用可能であったデータの概要

・ 本項では，まず，本プロジェクトにおいて接合された3 つの統計調査－「全国イノベーション調査」，「科学技術研究調査」，「企業活動基本調査」－，ならびにそれらの調査から接合のために利用可能であったデータの概要について述べる．

（１）「全国イノベーション調査」

・ 「全国イノベーション調査」は，2003 年に，文部科学省科学技術政策研究所において，旧統計報告調整法（昭和27 年法律第148 号）に基づく，総務大臣による承認を受けた統計報告の徴集（いわゆる“承認統計調査”で，承認番号は23, 198 である）として実施された，イノベーションに関する我が国で初めての公式の統計調査である．国際比較可能性の確保を考慮して調査票や調査方法論が計画され，調査が実施された．この調査結果については，『全国イノベーション調査統計報告』として，文部科学省科学技術政策研究所よりすでに公表されている[1]．[2]

・ 「全国イノベーション調査」の母集団，標本，実現標本の概要は，以下のとおりである：

- 母集団：　調査の対象については，『全国イノベーション調査統計報告』にも記載されているとおりである．対象経済活動は，「農業」，「林業」，「漁業」，「鉱業」，「製造業」，「電気・ガス・熱供給・水道業」，「卸売業」，「運輸・通信業」，「金融・保険業」，「電子計算機・同関連機器賃貸業」，「ソフトウェア業」，「学術研究機関」，情報処理・提供サービス業」，「土木建築サービス業」であった．また，企業規模については，「従業者数が10 人以上の民間企業」であった．

- 標本：　標本抽出にあたっては，経済活動と企業規模とによる層化抽出法が用いられた．なお，従業者数が250 人以上である大規模企業の層については悉皆調査で行われた，また，全体としての標本抽出率は，20% であった．なお，経済活動別ならびに企業規模別の抽出率の詳細については，『全国イノベーション調査統計報告』において公表されている．

- 実現標本：　回収率（実現標本の率）については，全体として21% であった．なお，経済活動別ならびに企業規模別の抽出率の詳細についても同様に，『全国イノベーション調査統計報告』において公表されている．

・ 本プロジェクトは，文部科学省科学技術政策研究所において実施された．そのため，今回のミクロデータの接合にあたっては，これら実現標本のデータすべてが利用可能であった．

（２）「科学技術研究調査」

・ 「科学技術研究調査」は，総務省統計局において，前統計法（昭和22 年法律第18 号）に基づく指定統計第61 号を作成するための調査として，毎年，実施されている，「我が国における科学技術に関する研究活動の状態を調査し，科学技術振興に必要な基礎資料を得ることを目的とする」（科学技術研究調査規則（昭和56 年5 月22 日総理府令第33 号）第2 条）統計調査である．

1　http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat110j/pdf/mat110j.pdf.

2　全部改正された統計法（平成 19 年 5 月 23 日法律第 53 号）が制定され，統計報告調整法は廃止されることとなっているが，現時点では一部のみ施行されており，統計報告調整法の廃止を含む部分についてはまだ施行されていない．そこで，これらの状況を考慮して区分して表記するために，本稿では，統計報告調整法は“旧統計報告調整法”と，改正前の統計法（昭和 22 年 3 月 26 日法律第 18 号）は“前統計法”と，また，改正後で一部施行されている統計法は“新統計法”と，それぞれ表記することとする．

・　「科学技術研究調査」の母集団，標本，実現標本の概要は，以下のとおりである：

- 母集団：　調査の対象については，科学技術研究調査規則第4 条に記載されているとおりである．具体的には，企業等については「「農業」，「林業」，「漁業」，「鉱業」，「建設業」，「製造業」，「電気・ガス・熱供給・水道業」，「情報通信業」，「運輸業」，「卸売・小売業のうち各種商品卸売業，繊維・衣服等卸売業，飲食料品卸売業，建築材料，鉱物・金属材料等卸売業，機械器具卸売業，その他の卸売業」，「金融・保険業のうち銀行業，貸金業，投資業等非預金信用機関，証券業，商品先物取引業，補助的金融業，金融附帯業，保険業（保険媒介代理業，保険サービス業を含む．）」及び「サービス業（他に分類されないもの）のうち専門サービス業（他に分類されないもの），学術・開発研究機関，その他の事業サービス業」（以上日本標準産業分類による．）を営む資本金1000 万円以上の会社，特殊法人等及び独立行政法人（非営利団体・公的機関及び大学等に含まれるものを除く．）である」とされている[3]．したがって，経済活動については，上記の日本標準産業分類により設定されており，また，企業規模については，会社は資本金額に基づきカット・オフされている．なお，統計審議会による諮問第278 号の答申「科学技術研究調査の改正について」（平成13 年12 月14 日）を受けて，平成14 年（2002 年）調査より，調査票とともに調査方法論が変更されており，とくに，母集団について，経済活動の範囲としては，『*Frascati Manual*（フラスカティ・マニュアル）』[OECD, 2002] における勧告を前提として，広義でのサービス業内の多くの産業に拡大された[4]．

- 標本：　標本は，過去の調査結果に基づき，層化抽出されているようである．「研究活動の有無，資本金階級（8 区分）及び産業（38 区分）の各層から所要の企業数を抽出」するとされている[5]．経済活動別ならびに企業規模別の抽出率については，ここで接合の対象とした平成14 年調査ではあまり詳細には示されていないが，最新の平成19 年調査では，層別の母集団数ならびに標本数が公表されている［総務省統計局，2008］．

- 実現標本：　平成19 年調査においては，企業等については，回収率は約78% であった，とされている[6]．なお，経済活動や企業規模といった層別の実現率については，公表されていないようである．

・ 本プロジェクトに際しては，平成20 年総務省告示第27 号（『官報』，第4750 号，平成20 年1 月21 日）のとおり，文部科学省科学技術政策研究所に対してミクロデータが開示された．
・ なお，ここでのミクロデータの接合に際しては，基盤となる「全国イノベーション調査」が，1999 年－2001 年を観測期間（2001 年を参照年）としていることから，これと同じ時期を観測・参照年とする，「科学技術研究調査」の平成14 年（2002 年）調査のデータを，接合に際して利用することとした．
・ 開示されたデータを個別に見ていくと，「科学技術研究調査」のデータは，継続的かつ内部で研究開発を実施している企業となっている．これを，研究開発統計調査に関する国際標準的なガイドラインである『*Frascati Manual*（フラスカティ・マニュアル）』[OECD, 2002] における勧告

---

[3] http://www.stat.go.jp/data/kagaku/2007/a3_19you.htm

[4] 参考. http://stat.go.jp/data/kagaku/a4_minao.htm

[5] http://www.stat.go.jp/data/kagaku/2007/a2_19gai.htm

[6] http://www.stat.go.jp/data/kagaku/2007/a2_19gai.htm

（参照．パラグラフ435 ）と対照させると，『フラスカティ・マニュアル』では，継続的のみならず断続的に実施され，また，内部のみならず外部において実施される企業等も含むべきとされている．このことから，開示されたミクロデータは，『フラスカティ・マニュアル』に示される研究開発実施企業の範囲よりはかなり限定的であることがうかがえる．

- さらに．開示請求に際して「1999 年から2006 年の8 年間にわたって全てデータが存在する」という限定が付された．このことから，改訂によって平成14 年（2002 年）調査から範囲が拡大されて含められることとなったサービス業の企業が，開示されたミクロデータには含まれていない．
- 加えて．同じく開示請求では，資本金による企業規模でカット・オフされているので（開示対象の範囲が「資本金1 億円以上の会社等又は企業等」に限定された），開示されたミクロデータは，概して，大規模・中規模の企業に限定されている．

（3） 「企業活動基本調査」

- 「企業活動基本調査」は，経済産業省調査統計部において，前統計法（昭和22 年法律第18 号）に基づく指定統計第118 号を作成するための調査として，毎年，実施されている，「企業の活動の実態を明らかにし、企業に関する施策の基礎資料を得ることを目的とする」（経済産業省企業活動基本調査規則（平成4 年9 月22 日通商産業省令第56 号）第2 条）統計調査である．
- 「企業活動基本調査」の母集団，標本，実現標本の概要は，以下のとおりである：
  - 母集団： 結果（速報値）が出されている最新の平成19 年調査においては，「鉱業，製造業，電気業・ガス業，ソフトウェア業，情報処理・提供サービス業，インターネット付随サービス業，映画・ビデオ制作業，テレビ番組制作業，新聞業，出版業，卸売業，小売業，一般飲食店（バー，酒場等その他の飲食店を除く），クレジットカード業，割賦金融業，外国語会話教室，フィットネスクラブ，カルチャー教室（総合的なもの），サービス業」の一部の業種に該当する「業種の事業所を持つ企業のうち従業者50 人以上かつ資本金又は出資金3,000 万円以上の会社」が対象であるとされている[7]．近年，サービス業を中心として調査対象業種の拡大が行われている．なお，以下に述べるとおり，本ミクロデータ接合において対象とした平成14 年調査においては，製造業，鉱業，卸売・小売業，電気・ガス業，クレジットカード業，割賦金融業，その他に，サービス業のうち経済産業省の所管業種を中心とした業種の一部が対象に含められていた．
  - 標本： 標本調査であるが，経済活動別や企業規模別などに応じた抽出率の設定などに係る標本抽出法の詳細は公表されていないようである．なお，調査対象数は，38,420 社（平成19 年調査）とされている[8]．
  - 実現標本： 回収率は79.4% （平成18 年調査速報）であるとされている[9]．なお，経済活動別や企業規模別の実現率といった詳細に関する情報は公表されていないようである．

- 本プロジェクトに際しては，平成20 年総務省告示第1 号（『官報』，第4743 号，平成20 年1 月9 日）のとおり，文部科学省科学技術政策研究所に対してミクロデータが開示された．
- なお，ここでのミクロデータの接合に際しては，基盤となる「全国イノベーション調査」が，1999 年－2001 年を観測期間（2001 年を参照年）としていることから，これと同じ時期を観測・参照年とする，「企業活動基本調査」の平成14 年（2002 年）調査のデータを，接合に際して利用す

---

7 http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kikatu/gaiyo.html.
8 http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kikatu/gaiyo.html.
9 http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kikatu/gaiyo.html.

ることとした.

1．2．5．3 接合プロセスについて

- 本項では，ミクロデータの接合プロセスの概略について述べる.
- 「全国イノベーション調査」（以下，簡単のために“J-NIS 2003 ”と記す）のデータと，「企業活動基本調査」平成14 年調査（以下，簡単のために“BSJBSA 2002 ”と記す）のデータならびに「科学技術研究調査」平成14 年調査（以下，簡単のために“RDS 2002 ”と記す）のデータとに共通して，個別企業を識別できる可能性のある情報（企業名，所在地の住所や郵便番号，企業に付与されているコード）や個別企業を特徴づける可能性のある情報（企業産業分類，従業員数等）を選び出した．そして，たとえば，企業名については，設立形態の名称の記載の仕方などが調査間で異なり得ること（データ上，一方では「（株）」となっているが，他方では「株式会社」となっているような場合等）も考慮して，対応付けに用いるための情報を整理した.
- その上で，まず，単純に対応付けを行った．なお，接合に用いるための情報の種類が少ない場合（たとえば，企業名だけに基づくような場合）には，異なる企業にもかかわらず，対応してしまう可能性がたいへん大きい．そこで，複数の情報を用いて，まず対応させた.
- ただし，対応付けに用いるための情報の種類が増えると，本来は同一企業として対応すべきものが，調査間では異なる企業として取り扱われる可能性がある．たとえば，企業の所在地が異なる場合（移転の可能性），企業の名称が異なる場合（会社名の変更や企業の吸収・合併等の可能性）などがあり得る．そこで，その対応の当否を確認して正確を期するために，インターネットで公開されている情報や，直接対応には用いなかったものの整理していた情報をもとに，個別にも目視で確認した．これはかなりの手間を要する作業であった.
- なお，一般に，従業員数で見て企業規模が大きい企業については，単純な対応付けでは異なっていても，企業の本所の移転や企業の名称の変更等が調査間であって，実際には同一企業であるとみなすことが多かった．他方，企業規模が小さい企業については，単純な対応付けにおいては，名称が同一で，さらには企業産業分類でも同一である場合もあったにもかかわらず，他の情報から判断して，互いに異なる企業とみなすことが多かった.
- また，企業の所在地の郵便番号については，一方の調査では通常の郵便区番号と町域番号の組み合わせであるのに対して，他方の調査では大口事業所の個別番号等であって，単純には一致しないものが少なからずあった．また，住所については，とくに近年の，地方における，いわゆる市町村合併に伴う変更に留意する必要があった.
- なお，このような手続きを経て，実際に接合させることのできたデータの範囲については，以下，「実現・被開示・接合標本の範囲」において詳しく述べることとする.

1．2．5．4 接合プロセスで明らかになった課題

- 本項では．こういた接合プロセスで明らかになった課題と改善のための示唆について述べる.
- 企業レベルの統計情報をより活用していこうとする場合，異なる調査間であっても，潜在的にはデータを接合していけるような工夫を施しておくことが有用であろう.そのためには,たとえば,従来の「事業所・企業統計調査」に代わって実施されることが予定されている「経済センサス-基礎調査」等に基づいて，統一した企業コードが付与され，これがさまざまな統計調査においても活用されることが期待される[10] [11].

---

[10] http://www.stat.go.jp/index/seido/10-3.htm

・ また，今回の接合作業において，個別の統計調査における企業情報に関する課題として，BSJBSA 2002 では，本所ではない事業所が企業の所在地となっていることも挙げられる．これは，当該統計調査における統計実施体制（調査系統）にも依存する課題ではないかと考えられる．
・ また，接合を正確に実施していくのみならず，接合プロセスを通じて，元の統計調査自体のあり方についても，注意を要する課題が浮かび上がった．
・ まず，単体の「企業」を統計単位とする統計調査として，近年の会社制度の変容による影響を考慮する必要がある．とくに，持株会社化等により，（事業部から独立した）「企業」が増加し得るので，全体の状況を把握できるように，これら新設・改廃企業を，常に適切に把握して母集団情報を維持・更新するとともに，調査の目的に対応する企業（たとえば，「科学技術研究調査」は研究開発実施企業を対象とする調査であることから，従業者数が大きい企業については標本に含められる必要がある）については，標本対象としても遺漏無く含めていく必要がある．
・ また，とくに，「科学技術研究調査」のように，実質的にパネル調査の形態となっている統計調査の長所と短所についても留意する必要があろう．パネル調査の長所は，同一企業に関する長期的な分析を可能とする点である．他方で，調査のための標本数が限定されている状況では，標本抽出率が小さくなり，本来なら研究開発実施企業として同定されるべき企業が，標本に含まれないままとなるという可能性が生じる．そこで，パネル調査の良さを活かしつつ，実際の全体の状況を十分に把握できるよう，新規の企業も十分に標本対象として含められるような標本抽出の設定が行われるべきである．とくに，持株会社等により我が国では企業組織が頻繁に新設・改廃される状況となっているので，注意を要する．

１．２．５．５ 実現・被開示・接合標本の範囲

・ 異なる統計調査から得られるミクロデータを接合させて，企業の異質性(heterogeneity) を考慮した分析や新たな表章等を行うことの有用性が指摘されている．ただし，統計調査によって母集団や実現している標本が異なることから，このように接合されたミクロデータが，必ずしも元の各調査と同じ母集団を代表するものとなっているとは限らない．そのため，実際にこのような接合されたミクロデータを分析等に利用するためには，その可能性と限界について予め把握しておき，適切な理解を踏まえて上で利用される必要がある．

・ そこで，ここでは，本プロジェクトにおけるJ-NIS 2003 とBSJBSA 2002 の接合データの概要と特性，ならびに，J-NIS 2003 とRDS 2002 の接合データの概要と特性について述べる．なお，BSJBSA 2002 およびRDS 2002 のデータに関する厳密な分析に際しては，母集団に関する詳細な情報，標本抽出に関する詳細な情報，実現標本に関する詳細な情報が不可欠であるが，本被開示においては利用可能でない情報も多くあることから，可能な範囲で検討を行った．

（１）「全国イノベーション調査」(J-NIS2003) と「企業活動基本調査」平成14 年調査(BSJBSA2002) との接合

・ まず，J-NIS 2003 側から見た，実現・被開示・接合標本数（企業規模別）の状況は，以下のとおりである：

---

[11] http://www.stat.go.jp/info/kenkyu/e-census/kaigi.htm

- 大規模企業1,092 社，中規模企業1,291 社，小規模企業22 社；計2,405 社

このように，標本数で見れば，大規模企業（従業者数250 人以上の企業）と中規模企業（従業者数50 人以上249 人以下の企業）がほとんどなっている．

・ また，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合（企業規模別）の状況は，以下のとおりである：

- 大規模企業62% ，中規模企業42% ，小規模企業1% ；全体26%

このように，大規模企業と中規模企業では，元々のJ-NIS 2003 で実現したデータ・セットのうち，約半数がBSJBSA 2002 とも接合している．

・ さらに，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合を，経済活動・企業規模別に示したのが図表1.2.5.1 である．

図表1.2.5.1 ミクロデータの接合：「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」平成14年調査－「全国イノベーション調査」側から見た状況

（単位：%）

J-NIS 2003

id_strata_1	id_strata_2 1	2	3	総計
01	40	18	0	10
02		0	0	0
03		4	0	1
04		0	0	0
05		0	0	0
06		100	100	100
07			0	0
08	100	50	2	16
09	70	29	0	36
10	83	59	1	19
11	100			100
12	90	58	0	24
13	48	36	0	24
14	50	26	1	8
15	67	46	0	20
16	64	58	0	26
17	75	53	1	29
18	60	75	0	23
19	90	60	1	32
20	76	42	1	26
21	70	36	0	21
22	82	45	0	20
23	91	65	2	35
24	72	53	0	28
25	79	39	0	28
26	76	63	1	44
27		100		100
28	65	34	0	26
29	75	44	1	42
30	86	46	2	36
31	85	41	2	26
32	82	47	1	42
33	63	51	1	25
34	82	52	0	26
35	53	31	0	14
36	86	89	0	54
37	100	70	6	34
38		0	0	0
39	0	0	0	0
40	100	58	0	20
41	70	54	0	37
42	66	48	0	33
43	73	62	0	42
44	86	65	0	66
45	81	36	2	46
46	42	9	0	9
47	6	0	0	2
48	10	0	0	6
49	0	0	0	0
50	0	0	0	0
51	9	8	0	5
52	0	4	0	1
53		0		0
54	21	23	0	12
55	0	0	0	0
58	5	0	0	1
59	0	9	0	3
60	50	60	0	26
61	0	0	0	0
62	50	67	0	18
63	66	58	0	39
64	17	22	0	7
65	53	28	0	26
66	0	2	0	1
総計	62	42	1	26
	61.625	41.632	0.502	25.980

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14年企業活動基本調査」，経済産業省，2003.

ここで，紺字は，J-NIS 2003 の層を示し，“Id_starata_1 ”は経済活動を，“Id_starata_2 ”は企業規模を示す．なお，“Id_starata_1 ”のコードの定義は，附録1 の「全国イノベーション調査」において調査実施の層として用いた経済活動に示されるとおりである．また，“Id_starata_2” のコードは，“1”が「大規模企業（従業者数250 人以上の企業）」を，“2”が「中規模企業（従業者数50 人以上249 人以下の企業）」を，“3”が「小規模企業（従業者数10 人以上49 人以下の企業）」を，それぞれ表している．また，表中，橙字で示されている層は，接合した標本数が元々の実現標本数に対して占める割合が，当該企業規模の平均を下回っており，とくに，赤地白字で示されている層は，元々の実現標本が存在するにもかかわらず接合した標本が存在しなかったことを示している．また，空欄となっている層は，元々実現標本が存在しなかったことを示している

- この結果より，サービス業の多くの経済活動において，標本が含まれていないか，あるいは含まれていたとしてもその割合が，企業規模別平均よりも下回っていることがわかる．
- 続いて，BSJBSA 2002 側から見てみる．実現・被開示・接合標本数（企業規模別）は，次のとおりである：

  - 大規模企業1,023 社，中規模企業1,382 社；計2,405 社

  なお，J-NIS 2003 との相違は，調査間による企業による回答の相違，ならびに当該従業員数データに関する観測時期の相違によるものと考えられる．ただし，調査間による企業による回答の相違については，ごく一部の標本については，その相違が著しいものもあった．

- 実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合（企業規模別）は，次のとおりである：

  - 大規模企業13% ，中規模企業7% ；全体9% ；小規模企業はなし

  小規模企業について存在しなかったのは，BSJBSA 2002 における母集団の設定によると見られる．また，接合標本の割合は，J-NIS 2003 とBSJBSA 2002 のそれぞれの実現率（回収率），ならびに，とくに中規模企業については，各調査における標本抽出率も反映した結果となっているものと考えられる．

- さらに，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合を，経済活動・企業規模別に示したのが図表1.2.5.2 である．

図表1.2.5.2 ミクロデータの接合：「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」平成14年調査－「企業活動基本調査」平成14 年調査側から見た状況

(単位：%)

BS,JBSA 2002

SICJ11_2dig \ size	1	2	総計
01	33	25	29
02	0	0	0
03		25	25
05	0	25	22
06	6	1	2
09	19	5	9
10	16	24	21
11	23	15	16
12	20	11	12
13	14	25	23
14	29	21	23
15	13	15	14
16	15	7	9
17	18	13	15
18	21	26	24
19	14	11	12
20	16	21	19
21	0	15	14
22	21	12	13
23	27	17	20
24	14	21	19
25	18	8	10
26	18	7	10
27	23	7	12
28	16	17	17
29	20	7	12
30	22	14	17
31	20	13	15
32	12	10	10
33	42	42	42
34	18	28	26
35		100	100
37	17	10	14
38	0	0	0
39	12	3	6
40		25	25
41	13	7	9
44	20	7	11
47	100	17	29
48	20	14	18
50	14	8	9
51	12	3	4
52	11	4	5
53	15	2	5
54	17	4	8
56	1	2	1
57	2	1	2
58	2	0	1
59	4	4	4
60	3	1	2
61	14	0	6
64	22	21	22
68	25	0	7
69	0	0	0
70	1	0	1
71	0	0	0
72	0	0	0
73	0		0
76	0	0	0
77	0	0	0
80	6	3	5
81	33	0	13
82	0	0	0
83	0	0	0
84	0	1	1
86	0	0	0
87	6	1	3
88	6	3	3
89	0	1	1
90	0	0	0
93	1	2	2
総計	13	7	9
	12,762	6,964	9,543

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14年企業活動基本調査」，経済産業省，2003.

ここで，橙字の“SICJ11_2digit”は日本標準産業分類（11 訂版）の2 桁レベルで示される経済活動を，“size”は企業規模を示す．なお，“SICJ11_2digit”のコードの定義は，附録2 にある日本標準産業分類（11 訂版）に示すとおりである．また，“size”のコードは，“1”が「大規模企業（従業者数250 人以上の企業）」を，“2”が「中規模企業（従業者数50 人以上249 人以下の企業）」を示している．

- この結果から，サービス業の多くの経済活動において，割合が企業規模別平均よりも下回っていることがわかる．
- なお，J-NIS 2003 の母集団に含まれない経済活動では，当然割合が小さいが，皆無ではない部分も少なからずある．これは，調査において企業の経済活動の種類（産業分類等）が利用可能であるが，接合する調査間で企業の経済活動が変容した可能性があることを示唆している．詳細については，別項で後述する．

（２） 「全国イノベーション調査」(J-NIS 2003) と「科学技術研究調査」平成14 年調査(RDS 2002) との接合

- まず，J-NIS 2003 側から見た，実現・被開示・接合標本数（企業規模別）の状況は，以下のとおりである：

  - 大規模企業257 社，中規模企業70 社，小規模企業7 社；計334 社

  このように，標本数で見れば，大規模企業が全体の77% を占める一方で，小規模企業もわずかながら存在している．

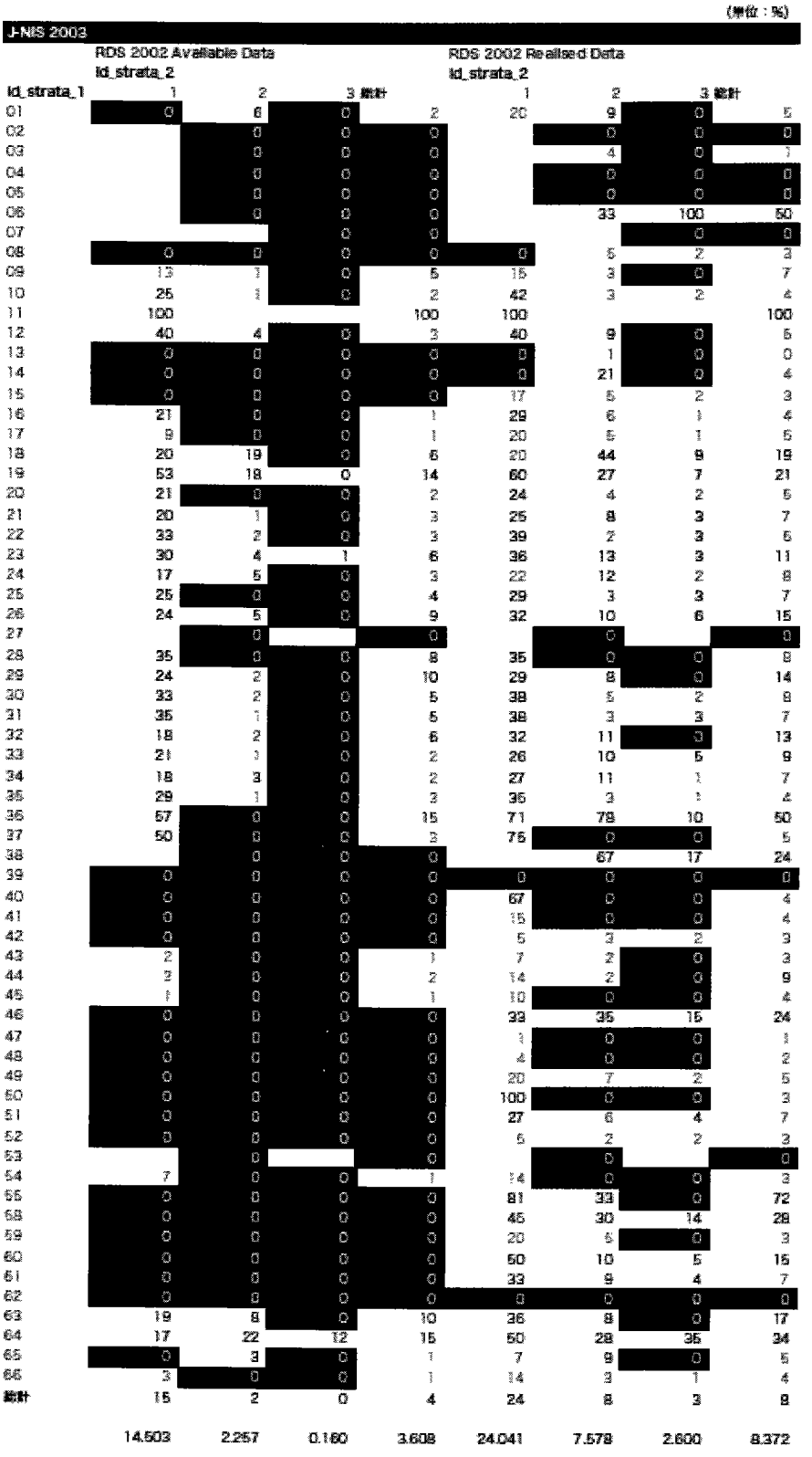
- また，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合（企業規模別）の状況は，以下のとおりである：

  - 大規模企業15%，中規模企業2%，小規模企業0% ；全体4%

  このように，元々のJ-NIS 2003 で実現したデータ・セットのうち，大規模企業では15% ，全体としては4% が，RDS 2002 と接合している．ただし，RDS 2002 については，開示されたデータ・セットは，上述のとおり，「1999 年から2006 年の8 年間にわたって全てデータが存在する」という限定が付されていることから，企業自体の変更がなく（あるいは継続しており），さらに，継続的に研究開発が実施されてきている企業に限定されている．『全国イノベーション調査統計報告』に示されているとおり，内部研究開発継続的実施機関が全企業に占める割合は，大規模企業で37% ，全体で8% であった．このように，ここでの接合標本の割合は，各調査における実現率（回収率），標本抽出率とともに，開示されたRDS 2002 データが継続的研究開発実施機関に限定されたデータ・セットであるという特性にも依存している．

- さらに，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合を，経済活動・企業規模別に示したのが図表1.2.5.3 である．

図表1.2.5.3 ミクロデータの接合：「全国イノベーション調査」と「科学技術研究調査」平成14年調査ー「全国イノベーション調査」側から見た状況



(単位：%)

J-NIS 2003

	RDS 2002 Available Data Id_strata_2				RDS 2002 Realised Data Id_strata_2			
Id_strata_1	1	2	3	総計	1	2	3	総計
01	0	6	0	2	20	9	0	5
02	0	0	0	0		0	0	0
03	0	0	0	0		4	0	1
04	0	0	0	0		0	0	0
05	0	0	0	0		0	0	0
06	0	0	0	0		33	100	50
07			0	0			0	0
08	0	0	0	0	0	6	2	3
09	13	1	0	5	15	3	0	7
10	25	1	0	2	42	3	2	4
11	100			100	100			100
12	40	4	0	3	40	9	0	5
13	0	0	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	0	0	21	0	4
15	0	0	0	0	17	5	2	3
16	21	0	0	1	29	6	1	4
17	9	0	0	1	20	5	1	5
18	20	19	0	6	20	44	9	19
19	53	18	0	14	60	27	7	21
20	21	0	0	2	24	4	2	5
21	20	1	0	3	25	8	3	7
22	33	2	0	3	39	2	3	6
23	30	4	1	6	36	13	3	11
24	17	5	0	3	22	12	2	8
25	25	0	0	4	29	3	3	7
26	24	5	0	9	32	10	6	15
27		0		0		0		0
28	35	0	0	8	35	0	0	8
29	24	2	0	10	29	8	0	14
30	33	2	0	5	38	5	2	8
31	35	1	0	5	38	3	3	7
32	18	2	0	6	32	11	3	13
33	21	1	0	2	26	10	5	9
34	18	3	0	2	27	11	1	7
35	29	1	0	3	35	3	1	4
36	57	0	0	15	71	79	10	50
37	50	0	0	3	75	0	0	5
38		0	0	0		67	17	24
39	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	67	0	0	4
41	0	0	0	0	15	0	0	4
42	0	0	0	0	5	3	2	3
43	2	0	0	1	7	2	0	3
44	2	0	0	2	14	2	0	9
45	1	0	0	1	10	0	0	4
46	0	0	0	0	33	35	15	24
47	0	0	0	0	1	0	0	1
48	0	0	0	0	4	0	0	2
49	0	0	0	0	20	7	2	5
50	0	0	0	0	100	0	0	3
51	0	0	0	0	27	6	4	7
52	0	0	0	0	5	2	2	3
53		0		0		0		0
54	7	0	0	1	14	0	0	3
55	0	0	0	0	81	33	0	72
58	0	0	0	0	45	30	14	28
59	0	0	0	0	20	5	0	3
60	0	0	0	0	50	10	5	15
61	0	0	0	0	33	9	4	7
62	0	0	0	0	0	0	0	0
63	19	8	0	10	36	8	0	17
64	17	22	12	15	50	28	35	34
65	0	3	0	1	7	9	0	5
66	3	0	0	1	14	3	1	4
総計	15	2	0	4	24	8	3	8
	14.503	2.257	0.160	3.608	24.041	7.578	2.600	8.372

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年科学技術研究調査」，総務省統計局，2002.

ここで，紺字の“Id_starata_1”と“Id_starata_2”の意味は，すでに述べたとおりである．また，表は2 つの部分から構成されており，左側の“RDS 2002 Available Data ”は，今回，開示された変数についてのデータを含むミクロデータが利用可能であった標本に関する状況を，右側の“RDS 2002 Realised Data ”は，今回の開示の対象には含まれていない標本も含め，RDS 2002 において実現した（回答された）と見られる標本全体に関する状況を，それぞれ示している．「科学技術研究調査」が本来対象とする研究開発実施機関だけに留まらない可能性はあるが，開示される範囲が限定されなければ，最大で，大規模企業で1.66 倍，全体では2.32 倍より多くの標本が利用可能であった可能性がある．

- 次に，RDS 2002 側から見た状況について述べる．実現・被開示・接合標本数（企業規模別）は，次のとおりである：

  - 大規模企業257 社，中規模企業70 社，小規模企業7 社；計334 社

  ここで，企業規模の区分は，J-NIS 2003 と同じ基準にしているので，この分布は上述したJ-NIS 2003 から見た場合と同じとなる．

- また，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合（企業規模別）の状況は，以下のとおりである：

  - 全体3%

- さらに，実現・被開示標本全体に対する接合標本の割合を，経済活動・企業規模別に示したのが図表1.2.5.4 である．

図表1.2.5.4 ミクロデータの接合：「全国イノベーション調査」と「科学技術研究調査」平成14 年調査－「科学技術研究調査」平成14 年調査側から見た状況

(単位：%)

RDS 2002

	2002年データ利用可能性	
Id_strata_1	1	総計
01	5	11
02	0	0
03	0	9
04	0	0
05	0	0
06	0	4
07	0	0
08	0	5
09	5	6
10	4	10
11	100	100
12	5	8
13	0	1
14	0	18
15	0	8
16	2	6
17	2	9
18	4	12
19	6	10
20	2	6
21	4	12
22	5	9
23	7	14
24	4	10
25	2	4
26	3	5
27		
28	13	13
29	5	7
30	7	11
31	5	8
32	5	13
33	4	15
34	4	12
35	4	6
36	11	35
37	8	12
38	0	20
39	0	0
40	0	11
41	0	5
42	0	2
43	0	2
44	1	5
45	1	4
46	0	27
47	0	1
48	0	1
49	0	6
50	0	6
51	0	9
52	0	3
53		
54	1	3
55	0	19
58	0	12
59	0	2
60	0	7
61	0	13
63	3	5
64	6	13
65	1	4
66	1	8
総計	3	7
	3,220	7,472

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年科学技術研究調査」，総務省統計局，2002.

・ なお，J-NIS 2003 とRDS 2002 の母集団は，一部で異なっている．RDS 2002 で実現した11,911 社（研究開発不実施企業を含む）のうち，10,372 社（87.1% ）がJ-NIS 2003 と同じ母集団（経済活動）に含まれている（一部，企業経済活動が変動した企業も含まれる）．
・ ただし，J-NIS 2003 と共通する母集団であっても，サービス業の多くの経済活動のほか（これは，開示条件に基づく），鉱業，製造業のうち衣服・その他の繊維製品製造業，なめし革・同

製品・毛皮製造業，木材・木製品製造業（家具を除く），それから，熱供給業，水道業については接合標本が含まれていない．

（3） 実現・被開示・接合標本の範囲や特性に関する分析からの所見

・ 本項では，J-NIS 2003 のミクロデータと，本プロジェクトのために開示されたBSJBSA 2002 ならびにRDS 2002 のミクロデータを接合して得られたデータ・セットの範囲や特性について分析した．
・ この結果，経済活動や企業規模の点で偏っており，今回用いたデータ・セットでは，概して，製造業・大規模企業に偏っていることがわかった．
・ このように接合して得られたデータ・セットは，元の調査自体が有する母集団の範囲とは異なるところもあることから，接合データ自体についての分析を行い，接合データが代表し得る範囲を確認し，その結果を解釈・説明する際にも非常に注意を要すべきことが示唆された．
・ さらに，今後，このようなミクロデータの接合による分析等を積極的に実施していくにあたっては，接合して得られる標本が，想定する母集団全体（経済活動全般，企業規模全般）を十分に代表し得るものであることが求められる．接合して得られるデータ・セットは，接合される元の統計調査における標本抽出の状況や実現（回収）の状況に依存する．したがって，複数の統計調査に基づくミクロデータを接合して用いた分析や表章を行っていくに際しては，当該統計調査だけによる利用を念頭に置いている以上に，標本抽出率を上げたり実現率を上げたりするなど，統計調査の精度や品質を向上させることが重要であることも示唆された．

１．２．５．６ 類似した活動（研究開発，特許保有）に関する調査間の相違

・ 調査の特性について理解するには，仮想的には，同一の質問について得られる回答の状況を対照したり，そこから推計される情報を比較したりすることができれば望ましい．しかし，統計調査では，それぞれの目的に応じて情報が収集されるが，回答者の重複を排除するように留意が払われている．そこで，近似的に，類似した活動に関する回答の状況を調査間で対照させることで，それぞれの統計調査が有する特徴を明らかにしようとするのが，本項でのねらいである．このような活動として，研究開発（研究開発活動の実施）と特許の保有を選び，以下に述べることとする．

（1） 研究開発（研究開発活動の実施）

・ J-NIS 2003 では，イノベーションに関連する場合に限定して，イノベーションに係る内部研究開発の実施の有無と，実施している場合には，実施の状況（継続的か否か）を把握している．他

方，RDS 2002 では，研究開発の実施の有無を把握している．ここで，イノベーションに係る内部研究開発を継続的か否かにかかわらず実施している場合には，イノベーション活動を実施しているとJ-NIS 2003 におけるイノベーション活動の定義からみなされる．また，イノベーション実現とは，参照期間内にプロダクト・イノベーションあるいはプロセス・イノベーションが実現した場合を指す．したがって，内部研究開発が実施されても，この参照期間内にイノベーションが実現しなかった場合には，イノベーション活動実施であるもののイノベーション非実現として区分されることとなる．また，ここでは，J-NIS 2003 については，イノベーションに関連しており，かつ，内部（社内）での実施について研究開発活動が限定されている一方，非継続的実施までも含むものとなっている．

さて，ここで，J-NIS 2003 におけるイノベーションに係る内部研究開発の実施状況と，RDS 2002 における研究開発の実施状況を対比させて示しているのが，図表1.2.5.5 である．

図表1.2.5.5 研究開発実施状況の対照：「全国イノベーション調査」と「科学技術研究調査」平成14 年調査，研究開発実施

（単位：件）

J-NIS 2003			RDS 2002		
イノベーションに係る内部研究開発実施			研究開発実施		
			被開示・接合企業群	非被開示・接合企業群	接合可能企業群全体
			研究実施有無		
イノベーション活動実施	イノベーション実現	イノベーションに係る内部研究開発実施	実施	（データ無し）	総計
実施	実現	（非回答）	13	14	27
		継続的実施	220	95	315
		非継続的実施	7	24	31
		不実施	3	25	28
	実現 計		243	158	401
	非実現	（非回答）	3	13	16
		継続的実施	19	9	28
		非継続的実施	1	4	5
		不実施		6	6
	非実現 計		23	32	55
実施 計			266	190	456
不実施	非実現	（回答対象外）	68	251	319
	非実現 計		68	251	319
不実施 計			68	251	319
総計			334	441	775

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年科学技術研究調査」，総務省統計局，2002.

- まず，RDS 2002 の被開示・接合企業群に着目すると，研究開発実施企業である334 件のうち（イノベーションに係る内部研究開発の実施を合算した）247 件は，イノベーションに係る内部研究開発の実施をしているが，68 件はイノベーションに関連しない研究開発を実施していた可能性があることを示唆している．
- ついで，RDS 2002 の非被開示・接合企業群に着目すると，これについては研究開発実施企業で

あるか否かが判別できないが，441 件のうち251 件についてはJ-NIS 2003 から見てもイノベーション非実現企業であるが，（イノベーションに係る内部研究開発の実施を合算した）132 件についてはイノベーションに係る内部研究開発の実施をしている．このことから，RDS 2002 の非被開示・接合企業群は，研究開発実施企業も不実施企業も同程度に含んでいる可能性のあることが推測される．また，被開示・接合企業群における分布と比較して，イノベーションに係る内部研究開発を非継続的に実施していた企業の割合もかなり多くなっている．これらのことから，RDS 2002 について今回開示されたデータ・セットは，元のRDS 2002 のデータ・セットよりも，開示の条件にあるように継続的に研究開発活動が実施されている企業に絞られており，そのため，元のRDS 2002 のデータ・セットとは標本全体の性質が異なっていることが示されている．

- 次に，同じく，J-NIS 2003 とRDS 2002 について，前者ではイノベーションに係る内部研究開発実施者数の状況，後者では研究関係従業者数FTE ならびに研究者数FTE の状況を対比させる．図表1.2.5.6 がその結果である．

図表1.2.5.6 研究開発実施状況の対照：「全国イノベーション調査」と「科学技術研究調査」平成14年調査，研究開発実施者

（単位：件）

J-NIS 2003 イノベーションに係る内部研究開発実施				RDS 2002 研究開発実施		
				被開示・接合企業群	非被開示・接合企業群	接合可能企業群全体
				研究関係従業者数FTE		
				回答	（非回答）	
				研究者数FTE		総計
イノベーション活動実施	イノベーション実現	イノベーションに係る内部研究開発実施	イノベーションに係る内部研究開発実施者数	回答	（非回答）	
実施	実現	（非回答）		13	14	27
		（非回答） 計		13	14	27
		継続的実施	有	202	80	282
			（非回答）	18	15	33
		継続的実施 計		220	95	315
		非継続的実施	有	7	23	30
			（非回答）		1	1
		被継続的実施 計		7	24	31
		不実施		3	25	28
		不実施 計		3	25	28
	実現 計			243	158	401
	非実現	（非回答）		3	13	16
		（非回答） 計		3	13	16
		継続的実施	有	18	7	25
			（非回答）	1	2	3
		継続的実施 計		19	9	28
		非継続的実施	有		4	4
			（非回答）	1		1
		非継続的実施 計		1	4	5
		不実施			6	6
		不実施 計			6	6
	非実現 計			23	32	55
実施 計				266	190	456
不実施	非実現	（回答対象外）		68	251	319
		計		68	251	319
	非実現 計			68	251	319
不実施 計				68	251	319
総計				334	441	775

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年科学技術研究調査」，総務省統計局，2002.

- 被開示・接合企業群に着目すると，イノベーション活動実施企業266 件のうち，RDS 2002 では研究関係従業者数FTE ならびに研究者数FTE について回答されているものの，J-NIS 2003 でイノベーションに係る内部研究開発実施者数において回答されていない企業が，合計で36 件ほどある．また，非被開示・接合企業群についても，イノベーションに係る内部研究開発実施者数に回答した企業も回答していない企業も存在する．
- これも，そもそもの調査上の用語の定義により，J-NIS 2003 におけるイノベーションに係る内部研究開発実施者については，自社内で従事していた場合に限定される一方で，RDS 2002 における研究開発従業者ならびに研究者については，見直し前の状況を引きずって，必ずしも自社内での従事に限られず，自社において雇用されている者全体についての回答となっている可能性がある．したがって，両調査間の差は，当該企業のための研究開発が自社内における研究者の従事として実施されているか，それとも社外における研究者の従事として実施されているかの相違に由来することも考えられる．いずれにせよ，回答企業数にして1 割強の相違があることには留意することが示されている．
- こんどは，J-NIS 2003 におけるイノベーションに係る内部研究開発の実施の状況と，BSJBSA 2002 における自社研究開発費ならびに委託研究開発費から見た研究開発の実施の状況とを対比させる．その結果を示しているのが，図表1.2.5.7 である．

図表1.2.5.7 研究開発実施状況の対照：「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」平成14年調査，研究開発実施

（単位：件）

J-NIS 2003 イノベーションに係る内部研究開発実施			BSJBSA 2002 研究開発（自社研究開発費，委託研究開発費）				
						研究費	
イノベーション活動実施	イノベーション実現	イノベーションに係る内部研究開発実施	研究開発不実施（研究開発費が	研究開発実施	社外委託研究開発のみ	（非回答）	総計
実施	実現	（非回答）	3	39	1	42	85
		継続的実施	15	545	18	168	746
		非継続的実施	10	36		67	113
		不実施	8	6		57	71
	実現 計		36	626	19	334	1015
	非実現	（非回答）	4	18	1	46	69
		継続的実施	1	48	2	24	75
		非継続的実施		9		10	19
		不実施		2		11	13
	非実現 計		5	77	3	91	176
実施 計			41	703	22	425	1191
不実施	非実現	（回答対象外）	95	316	18	785	1214
	非実現 計		95	316	18	785	1214
不実施 計			95	316	18	785	1214
総計			136	1019	40	1210	2405

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年企業活動基本調査」，経済産業省，2003.

- この表にあるように，J-NIS 2003 において観測されるイノベーションに係る内部研究開発を実施している企業がBSJBSA 2002 において観測される研究開発実施企業でもある件数は合計で638 件あった．他方，J-NIS 2003 では実施されているもののBSJBSA 2002 では不実施あるいは非回答となっている件数は合計で295 件，また，BSJBSA 2002 では実施されているもののJ-NIS 2003 では回答対象外となっている件数が合計で334 件あった．また，J-NIS 2003 ではイノベ

ーションに係る内部研究開発実施企業であるにもかかわらずBSJBSA 2002 では研究開発不実施，すなわち，研究開発費が0 である企業となっている合計26 件については，調査間で回答が不整合となっている可能性が高い．

- この結果から，研究開発活動を実施している企業の多くが，両調査においても，多少定義は異なるが研究開発活動を実施している旨の回答をしていると推測される一方で，少なからぬ企業が，調査項目の配列や自発的非回答といった理由を問わず，片方の調査についてのみ回答している様子もうかがわれる．
- 以上に示されていることから，各調査において非回答を減らして個々の統計調査データの精度を向上させると同時に，異なる調査のあいだでもできるだけ整合的に回答されるような工夫が求められるべきことも示唆される．なお，RDS 2002 やBSJBSA 2002 では，研究開発実施と回答されているにもかかわらず，J-NIS 2003 でのイノベーションに係る内部研究開発の実施については回答対象外となっていて推計に用いられていない企業群が存在した．これは，調査項目の配列など，調査票の設計にも関わる課題である．今後，「全国イノベーション調査」の設計にあたっては，イノベーション実現の状況とは独立に，個別にイノベーションに係る内部研究開発の実施の状況を把握できるようにしておくことが望ましいであろう．

（2） 特許の所有

- 続いて，特許の所有について対照する．J-NIS 2003 では，イノベーションを保護している効力を有する特許の有無について観測しており，BSJBSA 2002 では，特許権を所有しているかについて観測している．両者の定義を比較すると，J-NIS 2003 では，「イノベーションを保護している」という条件が付いている．また，「効力を有する特許」となっていることから，回答者が，特許権に限らずに解釈している可能性もある．
- この，J-NIS 2003 におけるイノベーションを保護している効力を有する特許の状況と，BSJBSA 2002 における特許権の所有の状況とを対比させて示しているのが，図表1.2.5.8 である．

図表1.2.5.8 特許の所有の対照：「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」平成14 年調査

（単位：件）

J-NIS 2003				BSJBSA 2002			
イノベーションを保護している効力を有する特許				特許権の所有			
				所有している特許権			
イノベーション活動実施	イノベーション実現	イノベーションに係る内部研究開発実施	イノベーションを保護している効力を有する特許	特許非所有（所有している特許件数0）	所有	（非回答）	総計
実施	実現	（非回答）	有		8	5	13
			無			9	9
			（非回答）	3	25	35	63
		（非回答）計		3	33	49	85
		継続的実施	有	9	318	95	422
			無	11	43	51	105
			（非回答）	13	73	133	219
		継続的実施 計		33	434	279	746
		非継続的実施	有	1	16	8	25
			無	3	5	13	21
			（非回答）	4	11	52	67
		非継続的実施 計		8	32	73	113
		不実施	有		5	6	11
			無	1		12	13
			（非回答）	4	3	40	47
		不実施 計		5	8	58	71
	実現 計			49	507	459	1015
	非実現	（非回答）	有		3	2	5
			無		1	7	8
			（非回答）	3	13	40	56
		（非回答）計		3	17	49	69
		継続的実施	有		20	6	26
			無		8	6	14
			（非回答）	2	12	21	35
		継続的実施 計		2	40	33	75
		非継続的実施	有		1	2	3
			無	1	1	2	4
			（非回答）		4	8	12
		非継続的実施 計		1	6	12	19
		不実施	有				
			無			4	4
			（非回答）			9	9
		不実施 計				13	13
	非実現 計			6	63	107	176
実施 計				55	570	566	1191
不実施	非実現		有	2	53	15	70
			無	10	26	128	164
			（非回答）	57	144	779	980
		計		69	223	922	1214
	非実現 計			69	223	922	1214
不実施 計				69	223	922	1214
総計				124	793	1488	2405

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年企業活動基本調査」，経済産業省，2003.

- これによると，回答企業のうち，J-NIS 2003 ではイノベーションを保護している効力を有する特許を有すると回答し，BSJBSA 2002 では特許権を所有していると回答している企業が多くを占めていることがわかる．また，J-NIS 2003 における上述の定義や解釈に関連するが，イノベーションを保護している効力を有する特許は有しなくとも特許権は所有していると回答している企業や，イノベーションを保護している効力を有する特許は有しているものの特許権は所有していないと回答している企業も存在する．
- ただし，ここでも注意すべきなのは，J-NIS 2003 ではイノベーションを保護している効力を有する特許を有すると回答しているにもかかわらず，BSJBSA 2002 ではこの変数について非回答となっている件数が少なからずあることである．イノベーションに係る内部研究開発を継続的に実

施している企業では，イノベーションを保護している効力を有する特許を有する企業がより多く存在している，また，イノベーションに係る内部研究開発を非継続的に実施しているかまたは内部研究開発を実施していない企業では，イノベーションを保護している効力を有する特許を有する企業と有しない企業とが同等かあるいは有しない企業のほうが少し多く存在している．BSJBSA 2002 において，この変数における非回答企業が全体の推計に際してどのように取り扱われているかはわからないが，回答企業とは異なった分布をしている可能性が高いことから，できるだけ非回答を回避するように図られることが重要であろう．

１．２．５．７ 企業の主たる経済活動の変動

- ミクロデータを用いて分析・表章することの意義の一つは，部門別の情報をより細かく取り扱える可能性がある点である．パネル調査であっても，同一の企業について，時期により異なる経済活動に対応する分野が付与されていれば，その間の変動を追跡することができる．
- さて，今回，上述のとおり，J-NIS 2003 をRDS 2002 やBSJBSA 2002 とミクロデータを接合させた．その中で，それぞれの調査において利用可能な企業産業分類のデータの種類が異なっていた．このことを活用して，時期による企業別の経済活動の変動の影響をアセスメントしようとするのが，本項のねらいである．
- 具体的には，J-NIS 2003 の経済活動と，BSJBSA 2002 について開示されたデータに含まれている“H18 産業格付小分類”と呼ばれる平成18 年（2006 年）での企業の産業分類コードである．したがって，J-NIS 2003 がその母集団の設定と標本抽出に際して依拠していた「平成13 年事業所・企業統計調査」の結果における企業の主たる経済活動（産業分類）と，BSJBSA 2002 について開示された当該企業の主たる経済活動（産業分類）とを対比して，この間の経済活動の変動の状況を示すこととする．すなわち，両調査が依拠するデータには，基礎となる調査が異なっているということのほかに，約5 年の差があることになる．
- J-NIS 2003 データでの経済活動とBSJBSA 2002 開示データの経済活動とを対比して示しているのが図表1.2.5.9 である．上表は接合された標本数で，下表は接合された標本数全体に占めるそれぞれのセルの割合を示している．縦軸はJ-NIS 2003 での分類を，横軸はBSJBSA 2002 での分類を示しており，橙字のアルファベットは，日本標準産業分類（11 訂版）の大分類を表している．J-NIS 2003 については，該当する分類に対応させた．また，各表の最上段は，J-NIS 2003 とBSJBSA 2002 での経済活動が，中分類レベルでも同一であったことを示し，それ以下の段は，少なくとも中分類レベルで異なっていたことを示している．

図表1.2.5.9 企業の主たる経済活動の変動：「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」

(単位：件)

		BSJBSA 2002													
		A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Q	
J-NIS 2003	identical	2	1	10	0	1351	30	73	7	231	17	0	0	5	1727
	others A	0				3				2				1	6
	C		0												0
	D			0		3	1			2					6
	E														0
	F			2	8	336		28	1	104		1	3	8	491
	G						1			3					4
	H					2		3	5	5			1	5	21
	I				1	2		1	4	4				2	14
	J			1	2	46		2	2	65				5	123
	K							1		1	1			3	6
	L														0
	M														0
	Q					2		2		2				1	7
															2405

		A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Q	
J-NIS 2003	identical	0.08%	0.04%	0.42%	0.00%	56.17%	1.25%	3.04%	0.29%	9.60%	0.71%	0.00%	0.00%	0.21%	71.81%
	others A	0.00%				0.12%				0.08%				0.04%	0.25%
	C		0.00%												0.00%
	D			0.00%		0.12%	0.04%			0.08%					0.25%
	E														0.00%
	F			0.08%	0.33%	13.97%		1.16%	0.04%	4.32%		0.04%	0.12%	0.33%	20.42%
	G						0.04%			0.12%					0.17%
	H					0.08%		0.12%	0.21%	0.21%			0.04%	0.21%	0.87%
	I				0.04%	0.08%		0.04%	0.17%	0.17%				0.08%	0.58%
	J			0.04%	0.08%	1.91%		0.08%	0.08%	2.70%				0.21%	5.11%
	K							0.04%		0.04%	0.04%			0.12%	0.25%
	L														0.00%
	M														0.00%
	Q					0.08%		0.08%		0.08%				0.04%	0.29%
															100.00%

データソース：「全国イノベーション調査」，文部科学省科学技術政策研究所，2004；「平成14 年企業活動基本調査」，経済産業省，2003.

・ この結果より，全体の72% だけが，J-NIS 2003 とBSJBSA 2002 とで経済活動が一致しており，それ以外については何らかの変動があったことが明らかとなった．同じ製造業内（J-NIS 2003 －F；BSJBSA 2002－F）においても変動している企業が14% もあった．さらに，J-NIS 2003 では製造業(F)であったものの，BSJBSA 2002 では卸売・小売業(J) となっている企業が全体で4% 強も見られていることにも留意すべきである．なお，企業の経済活動は，企業単体における売上高の割合に基づいて付与される．したがって，連結で見た企業グループ全体と当該企業との経済活動は異なることは十分にあり得る．実際に，一般には，製造業における代表的な大企業と考えられるような企業であっても，ここでの定義に従って，企業の経済活動としては卸売業として付与されているケースも見られる．この点については，この種の統計調査の結果やこれらの調査データを用いた分析に際して，十分な注意を要する点である．

１．２．５．８ 結論と含意

・ 本プロジェクトにおいて，J-NIS 2003 のミクロデータと，RDS 2002 ならびBSJBSA 2002 について開示されたミクロデータとの接合を行った．そして，接合されたデータ・セットの特徴を明らかにするとともに，接合されたデータ・セットを利用する際に注意すべき点や，今後，さらに複数の統計調査に基づくミクロデータを接合して分析や作表に供していくに際して統計調査自体に

期待される改善の方向性当を示した．さらに，接合されたデータ・セットを利用して，調査間のデータの類似・相違性を明らかにした．

- 具体的には，今回のデータ・セットに基づく実現・被開示・接合標本は，対象（各調査の母集団）と比較して偏っていることが示された．したがって，今回接合されたデータ・セットに基づく分析やそれに基づく解釈について，データ・セット自体の特性にも配慮して，十分な注意を要することが示された．
- 複数の統計調査に基づくミクロデータを接合して多様な分析や作表をしていこうとすることが有益であると考えられており，また世界的にもそのような方向性で進むことが潮流となっていることから，今後のための示唆を以下に記す．
- ミクロデータ接合は，企業に関して利用可能なデータを広げるという点で有効な方法である．しかし，通常，調査ごとに母集団や標本抽出の方法が異なっていて，接合標本の範囲が偏倚していることから，単一の調査からのデータを用いる以上に，分析やその解釈においてさらなる注意を要する．
- ミクロデータ接合の対象となり得る各調査において，十分な範囲・規模（経済活動，企業規模，標本抽出率，実現率）や然るべき定義に基づく調査が実施されるように，改善・精度の向上が図られることが期待される．
- 調査間による相違がある現状を踏まえると，イノベーションに係る活動や要因等について把握するには，「全国イノベーション調査」のような，イノベーション活動を主たる目的として測定する統計調査が継続的に実施されていく必要があろう．
- 調査間をまたがって整合的な回答を得るためには，（各調査を実施する統計実施機関による工夫はもとより）回答者である各企業による協力・理解を得ることも重要である．

参考文献

Colecchia, A., 2007, “Looking Ahead: What Implications for STI Indicators Development?”, In OECD, *Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs*, pp. 285-298, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD, 2002, *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development - Frascati Manual*, sixth edition, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

伊地知寛博・岩佐朋子・小田切宏之・計良秀美・古賀款久・後藤晃・俵裕治・永田晃也，平野千博，2004，『全国イノベーション調査統計報告』，調査資料- 110 ，文部科学省科学技術政策研究所，2004 年12 月．

総務省統計局，2008，『平成19 年科学技術研究調査報告』，総務省統計局，2008 年3 月．

附録1

「全国イノベーション調査」において調査実施の層として用いた経済活動と国際標準産業分類3 訂版(ISIC Rev.3) ならびに日本標準産業分類10 訂版(SICJ Rev.10) における経済活動との対応表

全国イノベーション調査 経済活動別層 J-NIS 2003 stratification by economic activity			国際標準産業分類 3訂版 ISIC Rev.3			
01	農業	Agriculture and related service activities	A	Agriculture, hunting and forestry	01	Agriculture, hunting and related service activities
02	林業	Forestry and related service activities			02	Forestry, logging and related service activities
03	漁業	Fisheries and related service activities	B	Fishing	05	Fishing, operation of fish hatcheries and fish farms; service activities incidental to fishing
04	水産養殖業	Aquaculture and related service activities				
05	石炭・亜炭鉱業	Mining of coal and lignite	C	Mining and quarrying	10	Mining of coal and lignite; extraction of peat
06	原油・天然ガス鉱業	Extraction of crude petroleum and natural gas and related service activities			11	Extraction of crude petroleum and natural gas; service activities incidental to oil and gas extraction excluding surveying
07	金属鉱業	Mining of metal ores			13	Mining of metal ores
08	非金属鉱業	Mining of non-metallic mineral ores			14	Other mining and quarrying
09	食料品製造業	Manufacture of food products	D	Manufacturing	15	Manufacture of food products and beverages
10	飲料・飼料製造業	Manufacture of beverages and feed				
11	たばこ製造業	Manufacture of tobacco products			16	Manufacture of tobacco products
12	繊維工業	Manufacture of textiles			17	Manufacture of textiles
13	衣服・その他の繊維製品製造業	Manufacture of wearing apparel, fabrics and other textile products			18	Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur
14	なめし革・同製品・毛皮製造業	Tanning and dressing of leather; manufacture of leather goods and fur skins			19	Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, handbags, saddlery, harness and footwear
15	木材・木製品製造業（家具を除く）	Manufacture of lumber and wood products, except furniture			20	Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials
16	パルプ・紙・紙加工品製造業	Manufacture of pulp, paper and paper products			21	Manufacture of paper and paper products
17	出版・印刷・同関連業	Publishing, printing and related service activities			22	Publishing, printing and reproduction of recorded media
18	石油製品・石炭製品製造業	Manufacture of petroleum and coal products			23	Manufacture of coke, refined petroleum products and nuclear fuel

日本標準産業分類 10 訂版
SICJ Rev.10

A	農業	01	農業	A	Agriculture	01	Agriculture
B	林業	02	林業	B	Forestry	02	Forestry
C	漁業	03	漁業	C	Fisheries	03	Fisheries
		04	水産養殖業			04	Aquaculture
D	鉱業	06	石炭・亜炭鉱業	D	Mining	06	Coal and lignite mining
		07	原油・天然ガス鉱業			07	Crude petroleum and natural gas production
		05	金属鉱業			05	Metal mining
		08	非金属鉱業			08	Non-metallic mineral mining
F	製造業	12	食料品製造業	F	Manufacturing	12	Manufacture of food
		13 less 135	飲料・たばこ・飼料製造業 less 135			13 less 135	Manufacture of beverages, tobacco and feed less 135
		135	たばこ製造業			135	Tobacco manufactures
		14	繊維工業			14	Manufacture of textile mill products, except apparel and other finished products made from fabrics and similar materials
		15	衣服・その他の繊維製品製造業			15	Manufacture of apparel and other finished products made from fabrics and similar materials
		24	なめし革・同製品・毛皮製造業			24	Manufacture of leather tanning, leather products and fur skins
		16	木材・木製品製造業（家具を除く）			16	Manufacture of lumber and wood products, except furniture
		18	パルプ・紙・紙加工品製造業			18	Manufacture of pulp, paper and paper products
		19	出版・印刷・同関連産業			19	Publishing, printing and allied industries
		21	石油製品・石炭製品製造業			21	Manufacture of petroleum and coal products

全国イノベーション調査 経済活動別層 J-NIS 2003 stratification by economic activity			国際標準産業分類 3 訂版 ISIC Rev.3			
19	化学工業	Manufacture of chemicals and chemical products	D	Manufacturing (continued)	24	Manufacture of chemicals and chemical products
20	プラスチック製品製造業	Manufacture of plastic products			25	Manufacture of rubber and plastics products
21	ゴム製品製造業	Manufacture of rubber products				
22	窯業・土石製品製造業	Manufacture of ceramic, stone and clay products			26	Manufacture of other non-metallic mineral products
23	鉄鋼業	Manufacture of iron and steel			27+37	Manufacture of basic metals + Recycling
24	非鉄金属製造業	Manufacture of non-ferrous metals and products				
25	金属製品製造業	Manufacture of fabricated metal products			28	Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment
26	一般機械器具製造業	Manufacture of machinery and equipment			29	Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
27	武器製造業	Manufacture of ordnance and accessories				
28	電子計算機・同附属装置製造業	Manufacture of computers and accessories			30	Manufacture of office, accounting and computing machinery
29	電気機械器具製造業（電子計算機・同附属装置製造業，通信機械器具・同関連機械器具製造業を除く）	Manufacture of electrical machinery, equipment and supplies, except computers and accessories, and communication equipment and related products			31	Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c.
30	通信機械器具・同関連機械器具製造業	Manufacture of communication equipment and related products			32	Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus
31	精密機械器具製造業	Manufacture of precision instruments and machinery			33	Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks
32	自動車・同附属品製造業	Manufacture of motor vehicles, parts and accessories			34	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
33	輸送用機械器具製造業（自動車・同附属品製造業を除く）	Manufacture of transportation equipment, except motor vehicles, parts and accessories			35	Manufacture of other transport equipment
34	家具・装備品製造業	Manufacture of furniture and fixtures			36	Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
35	その他の製造業	Manufacturing n.e.c.				
36	電気業	Production, collection and distribution of electricity	E	Electricity, Gas, Heat Supply and Water	40	Electricity, gas, steam and hot water supply
37	ガス業	Manufacture of gas; distribution of gaseous fuels				
38	熱供給業	Heat supply				
39	水道業	Collection, purification and distribution of water, collection, processing and disposal of sewage			41	Collection, purification and distribution of water

F	製造業（続き）	20	化学工業	F	Manufacturing (continued)	20	Manufacture of chemical and allied products
		22	プラスチック製品製造業（別掲を除く）			22	Manufacture of plastic products, except otherwise classified
		23	ゴム製品製造業			23	Manufacture of rubber products
		25	窯業・土石製品製造業			25	Manufacture of ceramic, stone and clay products
		26	鉄鋼業			26	Manufacture of iron and steel
		27	非鉄金属製造業			27	Manufacture of non-ferrous metals and products
		28	金属製品製造業			28	Manufacture of fabricated metal products
		29	一般機械器具製造業			29	Manufacture of general machinery
		33	武器製造業			33	Manufacture of ordnance and accessories
		305	電子計算機・同附属装置製造業			305	Electronic data processing machines, digital and analog computers, equipment and accessories
		30 less, 304, 305	電気機械器具製造業 less 304, 305			30 less, 304, 305	Manufacture of electrical machinery, equipment and supplies less 304, 305
		304	通信機械器具・同関連機械器具製造業			304	Communication equipment and related products
		32	精密機械器具製造業			32	Manufacture of precision instruments and machinery
		311	自動車・同附属品製造業			311	Motor vehicles, parts and accessories
		31 less 311	輸送用機械器具製造業 less 311			31 less 311	Manufacture of transportation equipment less 311
		17	家具・装備品製造業			17	Manufacture of furniture and fixtures
		34	その他の製造業			34	Miscellaneous manufacturing industries
G	電気・ガス・熱供給・水道業	35	電気業	G	Electricity, Gas, Heat Supply and Water	35	Production, collection and distribution of electricity
		36	ガス業			36	Manufacture of gas
		37	熱供給業			37	Heat supply
		38	水道業			38	Collection, purification and distribution of water, and sewage collection, processing and disposal

全国イノベーション調査 経済活動別層 J-NIS 2003 stratification by economic activity		国際標準産業分類 3 訂版 ISIC Rev.3				
40	各種商品卸売業	Wholesale trade of general merchandise	G	Wholesale and retail trade; repair of motor	51	Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles
41	繊維・衣服等卸売業	Wholesale trade of textiles and apparel				
42	飲食料品卸売業	Wholesale trade of food and beverages				
43	建築材料，鉱物・金属材料等卸売業	Wholesale trade of construction materials, minerals and metals				
44	機械器具卸売業	Wholesale trade of machinery and equipment				
45	その他の卸売業	Wholesale trade n.e.c.				
46	鉄道業	Railway transport	I	Transport, storage and communications	60	Land transport; transport via pipelines
47	道路旅客運送業	Road passenger transport				
48	道路貨物運送業	Road freight transport				
49	水運業	Water transport			61	Water transport
50	航空運輸業	Air transport			62	Air transport
51	倉庫業	Storage and warehousing			63	Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies
52	運輸附帯サービス業	Supporting and auxiliary transport activities				
53	郵便業	Postal services			64	Post and telecommunications
54	電気通信業	Telecommunications				
55	銀行・信託業	Monetary intermediation and financial leasing	J	Financial intermediation	65	Financial intermediation, except insurance and pension funding
58	証券業，商品先物取引業	Security and future broking				
59	保険業	Insurance and pension funding			66	Insurance and pension funding, except compulsory social security
60	非預金信用貸金業，投資業	Non-deposit financial leasing and credit granting, and fund management			67	Activities auxiliary to financial intermediation
61	補助的金融業，金融附帯業	Financial intermediation auxiliary activities				
62	電子計算機・同関連機器・事務用機械器具賃貸業	Renting of office machinery and equipment, including computers	K	Real estate, renting and business activities	72	Computer and related activities
63	ソフトウェア業	Software consultancy and supply				
64	研究開発業	Research and development			73	Research and development
65	情報処理・提供サービス業	Data processing and information services			72	Computer and related activities
66	土木建築サービス業	Engineering and architectural services			742	Architectural, engineering and other technical activities

註：「国際標準産業分類 3 訂版 (ISIC Rev.3)」は "International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Third Revision" を指す．また，「日本標準産業分類 (SICJ Rev.10)」の英語名は "Standard Industrial Classficication for Japan, Tenth Revision" である．

註：全国イノベーション調査の経済活動別層に対して付されたコードのうち，56 と 57 は欠番である．

註：全国イノベーション調査の経済活動における「62 電子計算機・同関連機器・事務用機械器具賃貸業」に直接に対応する日本標準産業分類 10 訂版の産業分類は「7932 電子計算機・同関連機器賃貸業」であるが，これに対応する母集団の情報が利用可能でなかったことから，代わりに「793 事務用機械器具賃貸業」を調査に用いている．

出所：全国イノベーション調査，文部科学省科学技術政策研究所．

日本標準産業分類 10 訂版 SICJ Rev.10							
I	卸売・小売業，飲食店	48	各種商品卸売業	I	Wholesale and Retail Trade, Eating and Drinking Places	48	Wholesale trade, general merchandise
		49	繊維・衣服等卸売業			49	Wholesale trade (textile and apparel)
		50	飲食料品卸売業			50	Wholesale trade (food and beverage)
		51	建築材料，鉱物・金属材料等卸売業			51	Wholesale trade (building materials, minerals and metals, etc.)
		52	機械器具卸売業			52	Wholesale trade (machinery and equipment)
		53	その他の卸売業			53	Miscellaneous wholesale trade
H	運輸・通信業	39	鉄道業	H	Transport and Communications	39	Railway transport
		40	道路旅客運送業			40	Road passenger transport
		41	道路貨物運送業			41	Road freight transport
		42	水運業			42	Water transport
		43	航空運輸業			43	Air transport
		44	倉庫業			44	Warehousing
		45	運輸に附帯するサービス業			45	Services incidental to transport
		46	郵便業			46	Postal services
		47	電気通信業			47	Telecommunications
J	金融・保険業	62	銀行・信託業	J	Finance and Insurance	62	Banks and trust banks
		68	証券業，商品先物取引業			68	Securities and futures
		69	保険業（保険媒介代理業等を含む）			69	Insurance institutions, including insurance agents, brokers and services
		66	貸金業，投資業等非預金信用機関			66	Non-deposit money corporations engaged in the provision of finance, credit and investment
		67	補助的金融業，金融附帯業			67	Financial auxiliaries
L	サービス業	7932	電子計算機・同関連機器賃貸業（793 事務用機械器具賃貸業）	L	Services	7932	Electronic computers and related apparatus rental (793 Office machinery rental)
		821	ソフトウェア業			821	Computer programming and other software services
		92	学術研究機関			92	Scientific research institutes
		822	情報処理・提供サービス業			822	Data processing and information services
		845	土木建築サービス業			845	Engineering and architectural services

附録2 日本標準産業分類10 訂版・11 訂版対照表

日本標準産業分類１０訂版	日本標準産業分類１１訂版
A 農業 01農業	A 農業 01農業
B 林業 02林業	B 林業 02林業
C 漁業 03漁業 04水産養殖業	C 漁業 03漁業 04水産養殖業
D 鉱業 05金属鉱業 06石炭・亜炭鉱業 07原油・天然ガス鉱業 08非金属鉱業	D 鉱業 05鉱業
E 建設業 09総合工事業 10職別工事業(設備工事業を除く) 11設備工事業	E 建設業 06総合工事業 07職別工事業(設備工事業を除く) 08設備工事業
F 製造業 12食料品製造業 13飲料・たばこ・飼料製造業 14繊維工業(衣服、その他の繊維製品を除く) 15衣服・その他の繊維製品製造業 16木材・木製品製造業(家具を除く) 17家具・装備品製造業 18パルプ・紙・紙加工品製造業 19出版・印刷・同関連産業 20化学工業 21石油製品・石炭製品製造業 22プラスチック製品製造業(別掲を除く) 23ゴム製品製造業 24なめし革・同製品・毛皮製造業 25窯業・土石製品製造業 26鉄鋼業 27非鉄金属製造業 28金属製品製造業 29一般機械器具製造業 30電気機械器具製造業 31輸送用機械器具製造業 32精密機械器具製造業 33武器製造業 34その他の製造業	F 製造業 09食料品製造業 10飲料・たばこ・飼料製造業 11繊維工業(衣服、その他の繊維製品を除く) 12衣服・その他の繊維製品製造業 13木材・木製品製造業(家具を除く) 14家具・装備品製造業 15パルプ・紙・紙加工品製造業 16印刷・同関連業 17化学工業 18石油製品・石炭製品製造業 19プラスチック製品製造業(別掲を除く) 20ゴム製品製造業 21なめし革・同製品・毛皮製造業 22窯業・土石製品製造業 23鉄鋼業 24非鉄金属製造業 25金属製品製造業 26一般機械器具製造業 27電気機械器具製造業 28情報通信機械器具製造業 29電子部品・デバイス製造業 30輸送用機械器具製造業 31精密機械器具製造業 32その他の製造業
G 電気・ガス・熱供給・水道業 35電気業 36ガス業 37熱供給業 38水道業	G 電気・ガス・熱供給・水道業 33電気業 34ガス業 35熱供給業 36水道業
	H 情報通信業 37通信業 38放送業 39情報サービス業 40インターネット附随サービス業 41映像・音声・文字情報制作業

日本標準産業分類１０訂版	日本標準産業分類１１訂版
H 運輸・通信業 39鉄道業 40道路旅客運送業 41道路貨物運送業 42水運業 43航空運輸業 44倉庫業 45運輸に附帯するサービス業 46郵便業 47電気通信業	I 運輸業 42鉄道業 43道路旅客運送業 44道路貨物運送業 45水運業 46航空運輸業 47倉庫業 48運輸に附帯するサービス業
I 卸売・小売業，飲食店 48各種商品卸売業 49繊維・衣服等卸売業 50飲食料品卸売業 51建築材料，鉱物・金属材料等卸売業 52機械器具卸売業 53その他の卸売業 54各種商品小売業 55織物・衣服・身の回り品小売業 56飲食料品小売業 57自動車・自転車小売業 58家具・じゅう器・家庭用機械器具小売業 59その他の小売業 60一般飲食店 61その他の飲食店	J 卸売・小売業 49各種商品卸売業 50繊維・衣服等卸売業 51飲食料品卸売業 52建築材料，鉱物・金属材料等卸売業 53機械器具卸売業 54その他の卸売業 55各種商品小売業 56織物・衣服・身の回り品小売業 57飲食料品小売業 58自動車・自転車小売業 59家具・じゅう器・機械器具小売業 60その他の小売業
J 金融・保険業 62銀行・信託業 63中小企業等金融業（政府関係金融機関を除く） 64農林水産金融業（政府関係金融機関を除く） 65政府関係金融機関（別掲を除く） 66貸金業，投資業等非預金信用機関（政府関係金融機関を除く） 67補助的金融業，金融附帯業 68証券業，商品先物取引業 69保険業（保険媒介代理業，保険サービス業を含む）	K 金融・保険業 61銀行業 62協同組織金融業 63郵便貯金取扱機関，政府関係金融機関 64貸金業，投資業等非預金信用機関 65証券業，商品先物取引業 66補助的金融業，金融附帯業 67保険業（保険媒介代理業，保険サービス業を含む）
K 不動産業 70不動産取引業 71不動産賃貸業・管理業	L 不動産業 68不動産取引業 69不動産賃貸業・管理業
	M 飲食店，宿泊業 70一般飲食店 71遊興飲食店 72宿泊業
	N 医療，福祉 73医療業 74保健衛生 75社会保険・社会福祉・介護事業

	M 飲食店，宿泊業 70一般飲食店 71遊興飲食店 72宿泊業 N 医療，福祉 73医療業 74保健衛生 75社会保険・社会福祉・介護事業 O 教育，学習支援業 76学校教育 77その他の教育，学習支援業 P 複合サービス事業 78 郵便局（別掲を除く） 79 協同組合（他に分類されないもの）
日本標準産業分類１０訂版	日本標準産業分類１１訂版
L サービス業 72洗濯・理容・浴場業 73駐車場業 74その他の生活関連サービス業 75旅館，その他の宿泊所 76娯楽業（映画・ビデオ制作業を除く） 77自動車整備業 78機械・家具等修理業（別掲を除く） 79物品賃貸業 80映画・ビデオ制作業 81放送業 82情報サービス・調査業 83広告業 84専門サービス業（他に分類されないもの） 85協同組合（他に分類されないもの） 86その他の事業サービス業 87廃棄物処理業 88医療業 89保健衛生 90社会保険，社会福祉 91教育 92学術研究機関 93宗教 94政治・経済・文化団体 95その他のサービス業 96外国公務 M 公務（他に分類されないもの） 97国家公務 98地方公務 N 分類不能の産業 99分類不能の産業	Q サービス業（他に分類されないもの） 80専門サービス業（他に分類されないもの） 81学術・開発研究機関 82洗濯・理容・美容・浴場業 83その他の生活関連サービス業 84娯楽業 85廃棄物処理業 86自動車整備業 87機械等修理業（別掲を除く） 88物品賃貸業 89広告業 90その他の事業サービス業 91政治・経済・文化団体 92宗教 93その他のサービス業 94外国公務 R 公務（他に分類されないもの） 95国家公務 96地方公務 S 分類不能の産業 99分類不能の産業

１．３ OECD 等におけるイノベーション調査関連動向の把握

伊地知寛博（成城大学　社会イノベーション学部　教授）

１．３．１ 概要

・ 本項では，現在，OECD をはじめとして世界で取り組まれているイノベーション調査に関連する活動の動向の概要について整理することを目的とする．

・ イノベーションの測定に関連した取り組みとしては，-既に実施されているイノベーション調査のデータに基づき，これまで実施されていないような多様な分析を行う活動

- また，イノベーションの測定のあり方について基本に立ち帰って検討を行うような活動

- 『オスロ・マニュアル』第3 版[OECD and Eurostat, 2005] で確立された新たなイノベーションの定義に基づくイノベーション調査の定期的な実施，ならびに，新たな国々でのイノベーション調査の実施などがある．これらに加えて，上のような測定や分析に係る活動をもとにして，-とくに，EU において顕著であるように，政策分析・形成に役立てるために，新たな指標の開発やこれに基づく国際比較分析など多様な内容に取り組む活動-これらの分析や研究に基づき，イノベーションの測定・指標に関連して開催される会合-イノベーションの測定・指標に関する専門家等のネットワークの形成-イノベーションの測定に関する文献の公表といった活動も見られる．

・ 以下で，これらの概要について述べていく．

１．３．２ OECD における取り組み

１．３．２．１ NESTI-WPIA イノベーション・ミクロデータ・プロジェクト

・ “NESTI-WPIA Innovation Microdata Project (NESTI-WPIA イノベーション・ミクロデータ・プロジェクト）”[12] [13] [14]は，2006 年5 月に開催されたNESTI 会合ならびに2006 年11 月に開催されたSWIC 会合での決定を受けて，2006 年11 月から2007 年11 月にかけて実施されたプロジェクトである．OECD メンバー国を中心として，全部で約20 か国からの専門家が参加して実施された．

・ プロジェクトの内容は，各国がそれぞれ実施しているイノベーション調査のミクロデータに基づき，一つは“指標”に関するプロジェクトとして，もう一つは“分析”に係るプロジェクトとして実施された．

・ 前者の“指標”については，イノベーション調査で得られている変数から，20 の変数について，

---

12 OECD のNESTI と WPIA という2 つのワーキング･パーティが合同して実施されたプロジェクトである．

13 NESTI: Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators （科学技術指標各国専門家ワーキング・パーティ）; NESTI は，CSTP: Committee for Scientific and Technological Policy （科学技術政策委員会）のもとにあるワーキング・パーティの一つである．

14 WPIA: Working Party on Industry Analysis （産業分析ワーキング･パーティ）;WPIA は,CIIE: Committee on Industry, Innovation and Entrepreneurship （産業・イノベーション・企業化能力委員会）のもとにあるワーキング・パーティの一つである．

国際比較可能なように，企業規模階級と部門区分を揃えてデータを算出する“単純指標(simple indicators)”と，複数の変数を組み合わせることによって，企業が取っているモードを新たに整理し，それに基づいて国ごとに分布の特徴を明らかにしようとする“合成指標(composite indicators)”とが，それぞれ開発された．なお，この内容の詳細で，とくに，日本に焦点を置いた分析については，後段（4. イノベーション・システムのパフォーマンスとガバナンス，a) ナショナル・イノベーション・システムの分析手法に関する検討，(2) 既存のミクロレベル・データに基づくイノベーション・システムの分析）で述べる．

- 一方，後者の“分析”については，当初は4 つのトピックが置かれたが，結果的には，次の3 つのトピックについて一定の成果が得られている：

  - イノベーションと生産性
  - イノベーションと知的財産権
  - 技術的イノベーションと非技術的イノベーション

- 「イノベーションと生産性」というトピックは，Crépon, Duguet, Mairesse [1998] において提案され，現在，“CDM モデル”とよく呼ばれている計量経済学モデルに基づいて，イノベーションと生産性との関係を明らかにしようとしたものである．各国で実施するために，単純なモデルが採用され，変数もイノベーション調査から利用可能なものとされた．このプロジェクトから得られた，比較的各国に共通して得られた予備的な所見としては，以下のようなものがある（以下，いずれも，OECD [2008] に拠る）．まず，イノベーション活動を実行する可能性が高まることに関わっているのは，企業の規模が大きいことと国際市場において営業しているということであった．また，イノベーションのために投資する額（イノベーション支出額）が多くなることは，イノベーションための協力を行っていること，ならびに，イノベーションのための公的財政支援を受けていることと，それぞれ関連していた．イノベーションと生産性との関連については，従業員1 人当たりのプロダクト・イノベーションによる売上高の増加が，労働生産性の増加と相関していた．他方，プロセス・イノベーションについては，相関がないか，あるいは，労働生産性の減少と相関するという結果であった，とされている．
- 「イノベーションと知的財産権」というトピックは，Arora, Ceccagnoli and Cohen [2007] ならびにDuguet and Lelarge [2006] によって示された回帰分析に基づくなどして，企業のイノベーション行動に関して特許（あるいは商標）といった知的財産権の経済的インパクトを評価しようとするものである．結果からは，国による多少の相違が見られるが，特許制度には，企業がイノベーション行動を取ることに対して“誘引効果(incentive effects)”あることが示唆された．一方，商標については，そのようなことは見いだされなかった．
- 「技術的イノベーションと非技術的イノベーション」というトピックは，イノベーションのタイプに関する変数を組み合わせ，因子分析およびクラスター分析を用いることで，タイプ間の類似性・関連性を明らかにしようとするものである．各国で実施されているイノベーション調査の変数に国際比較を行う上でまだ制約があったり，各国のイノベーション・システムの相違なども想定されたりして，各国に一貫した所見が確実に得られているというわけではない．しかし，技術的イノベーション（プロダクト・イノベーションやプロセス・イノベーション）と非技術的イノベーション（組織イノベーションやマーケティング・イノベーション）とがそれぞれ関連しているということが示されている．

・ なお，このプロジェクトの成果の概要は，OECD［2008］で公表される見込みである[15]．

1．3．2．2 「OECD イノベーション戦略」

・ 「OECD イノベーション戦略(OECD Innovation Strategy)」とは，2007 年5 月に開催されたOECD 閣僚級会合(OECD Council at Ministerial Level) において，OECD および非OECD 経済圏におけるイノベーションのパフォーマンスの向上とイノベーションによる成長への寄与をめざした戦略を策定することが決定された[16]．これを受けて，政策の形成や展開に役立つようなイノベーション・システムに関する理解を向上させることを全体的な目的として，現在，これに関連した作業が進められている．現時点では，5 つの構成要素からなっている：

- 変化するイノベーションのありようへの対応
- イノベーションのグローバリゼーション（グローバル化）への適応
- イノベーションのための人的資産の育成
- イノベーションのマーケット（市場）およびガバナンス（統治）のための新しい政策の展開
- イノベーションの測定

このように，イノベーションの“測定(measurement)”が「OECD イノベーション戦略」の重要な構成要素の一つとなっている．

15 http://www.oecd.org/document/2/0,3343,en_2649_37417_40132674_1_1_1_37417,00.html
16 http://www.oecd.org/document/22/0,3343,en_2649_33721_38604566_1_1_1_1,00.html

１．３．３　イノベーション測定のあり方

１．３．３．１　United States における検討

- United States（米国）では，1990 年代より，公の場においてイノベーションをいかに測定していくかについて専門家を中心として検討が進められてきており，2000 年代にはいってもそのような検討が断続的に続けられ，その検討の成果が公表されてきていた（例. Brown *et al.* [2004]）.
- 2000 年代半ばになり，ようやく産学官一致して，イノベーションの促進が重要であるという認識が得られるようになってきた（例. [Council on Competitiveness, 2005]）. また，現在のScience Advisor to the President （科学担当大統領補佐官）兼OSTP: Office of Science and Technology Policy （科学技術政策庁）のDirector （長官）であるDr. John H. Marburger III （ジョン・M・マーバーガー3 世博士）は，2005 年に開催された30th Annual AAAS Forum on Science and Technology Policy （第30 回年次AAAS 科学技術政策フォーラム）において講演を行い[17]，科学技術・イノベーション政策の形成を科学的に根拠づけることができるような“SciSIP: Science of Science and Innovation Policy （科学・イノベーション政策学）”の展開の必要性を提言した（例. Marburger [2005]）. それ以来，この提言に呼応して，行政内部においてもイノベーションの測定に係る取り組みがより活発になってきた（たとえば，NSF は，このSciSIP の領域における研究を促進すべく，公募要領に応じて提案される研究プロジェクトに対して競争的に資金配分を行うプログラムを2007 年より実施している[NSF, 2007; NSF, 2008]. ）.
- そのような活動の一つと言えるのが，DOC: Department of Commerce （商務省）のEconomics and Statistics Administration （経済・統計局）に設置されたMeasuring Innovation in the 21st Century Economy Advisory Committee（21 世紀経済下イノベーション測定助言委員会）における検討である. この委員会は，産業界のリーダーと学界の有識者からなるメンバーで構成され，2006 年8 月10 から2008 年1 月18 日にかけて検討された. ここでの検討は，“*Innovation Measurement: Tracking the State of Innovation in the American Economy*”：*A Report to the Secretary of Commerce by The Advisory Committee on Measuring Innovation in 21st Century Economy*（「“イノベーション測定：アメリカ経済におけるイノベーションの状態の追跡”：21 世紀経済下イノベーション測定助言委員会による商務省長官への答申」）[Measuring Innovation in the 21st Century Economy Advisory Committee, 2008] という報告書として取り纏められ，公表されている.
- この報告書の要点（附録参照）では，測定されるべきイノベーションの定義と，イノベーションとその経済へのインパクトを測定することのあり方に関する考え方の原則を定めた上で，政府・産業界・研究者それぞれの立場でなすべきこと，協力が望まれること，必要とされることが示された. 政府については，統計調査を実施したり，データを分析したり，指標を示したりする上での留意点が示された. U.S. における国の状況や統計機構のあり方なども反映されており，日本とは異なる部分もあるが，イノベーションの測定についての課題を把握するにはたいへん参考となる検討の成果といえよう.
- なお，すでに並行的に検討されてはいたようであるが，この検討を受けて，従来，企業の研究開発活動を測定するための統計調査であるSIRD: Survey of Industrial Research and Development （産業研究開発調査）（NSF: National Science Foundation （国立科学基金）が策定して，商務省経済・統計局内の部局であるBureau of the Census （センサス部）が実施している）を大幅に

[17] http://www.aaas.org/news/releases/2005/0421marburgerText.shtml.

見直して，企業からの回答を求める新たな統計調査BRDS: Business Research and Development Survey （企業研究開発調査）の実施を計画している．この計画されている統計調査の概要から，この報告書での主要な提言が反映されているように見受けられる．

・ また，米国におけるこのようなイノベーション測定に係る検討の概要については，The Journal of Technology Transfer において特集号が組まれ，ここにペーパーが所収されている（たとえば，Mori, Jankowski and Perolle [2008], Jaffe [2008], Howentine [2008], Atrostic [2008], Kerr and Fu [2008]）．

１．３．４　イノベーション調査の実施状況

１．３．４．１　中国における初めての全国的統計調査としてのイノベーション調査の実施

・ イノベーション調査は，すでに，欧州諸国やほとんどのOECD メンバー国をはじめとして世界各国で実施されてきているが，今般，中国で，全国的な統計調査としては初めて，「全国工业企业创新调查」と呼ばれるイノベーション調査が2007 年に実施された．この統計調査は，EU のCIS 4 と比較可能な調査として設計・実施され，初めてのイノベーション調査であることから，中国と同じく集中型の統計機構を有しているEU メンバー国であるスウェーデンとフィンランドが支援して，国家統計局において実施された．なお，調査票の配布・回収等は，国家統計局が直接実施するのではなく，各省市の統計委員会を通じて実施されたようである．

・ 「全国工业企业创新调查」という名称にも示されているとおり，対象母集団は，部門では，鉱業，製造業，電気・ガス・水道業に限定されていた．しかし，企業規模は大企業から小企業にまで及び，約8 万社の企業が回答したと言われている．

・ 調査結果の概略と統計表が，現時点では中国語のみであるが，インターネットを通じて公表されている[18] [19]．

１．３．４．２ EEA 諸国（EU Member States + Norway + Iceland）－CIS 2008 の準備

・ EEA 諸国では，法令により，2 年に1 度イノベーション調査を実施し，そのうち，4 年に1 度は全般的な調査となることが定められている．これに則り，2008 年に，「CIS 2008: Community Innovation Survey 2008（2008 年共同体イノベーション調査）」が実施されることとされており，現在，そのための調査票の作成や調査方法論の策定といった作業が進んでいるようである．このCIS 2008 は，測定されるべきイノベーションの範囲が拡大され，組織イノベーションやマーケティング・イノベーションといった非技術的イノベーションも含められるようになった現行の『オスロ・マニュアル』第3 版[OECD and Eurostat, 2005] の定義や概念が本格的に適用される初めてのイノベーション調査となる．

１．３．４．３ 韓国におけるイノベーション調査の準備

・ 韓国では，・・・・・・・・・（科學技術政策研究院(STEPI)）が，CIS 2008 と比較可能な調査の実施を計画している．なお，韓国では，これが，第5 ラウンドの調査となる．

---

18 http://www.stats.gov.cn/tjdt/gjtjjdt/t20080104_402456344.htm.

19 http://www.stats.gov.cn/tjsj/qtsj/2006cxdc/.

1．3．5 EU における取り組み

1．3．5．1 PRO INNO Europe

・ EU では，欧州全体，すなわち，EU とEU メンバー国全体における，イノベーションの政策分析・政策学習・政策展開を図るために，Directorate-General for Enterprise and Industry （企業・産業総局）が，PRO INNO Europe と呼ぶイノベーション政策イニシアティブを展開している[20]．このイニシアティブでは，政策分析・政策学習・政策展開が3 つの柱となり，EU メンバー国間の政策の調整も活動の一部となっているが，とくに，イノベーションの“測定”については，政策分析の1 つを構成する“INNO-Metrics ”と呼ばれる活動が行われている．

・ “INNO-Metrics ”は，現在，EIS: European Innovation Scoreboard の作成と，Innobarometer とからなっている[21]．EIS では，イノベーションに関する指標が設定されて，これに基づく分析や国際比較が実施され，レポートが，2000 年以来，毎年公表されている（最新版は，European Commission [2008a] である）．この中では，EU 全体としての特徴や動向，いくつかの非EU 諸国とのEU の相対比較などが示され，EU やEU メンバー国におけるイノベーション政策の基礎資料とされている．さらに，新たな指標の開発やデータに基づく分析の展開も，この中で実施されており，それらの成果を反映するなどして，年を重ねるごとに少しずつ改良が図られている．

・ 一方，Innobarometer は，EIS から得られた結果を補完すべく，テーマを決めて企業等を対象にして実施される調査を通じて，企業に対するイノベーションの公的支援の施策やプログラムについての評価を行う活動である．2001 年以来，毎年公表されている．この活動でも，テーマに応じて，イノベーションに関する多様なデータが観測されている．

・ このほか，PRO INNO Europe における政策分析の柱には，“INNO-Metrics”以外に，“INNO-Policy TrendChart”，“INNO-Appraisal”，“INNO-Grips ”といった活動も含まれている．

・ “INNO-Policy TrendChart ”は，EU 全体のイノベーション政策の展開や動向を国レベル・地域レベルで把握して記述し，これに基づき分析を行う活動である．ここでの成果は，次の“INNO-Appraisal ”にも関連する，イノベーション政策における意思決定の基盤を改善することにあるとされている[22]．“INNO-Appraisal ”は，EU 全体におけるイノベーション政策の評価や意思決定についての一種のメタ評価を行い，そこから良好な実践を抽出して，イノベーション政策の評価と意思決定の継続的な改善を図ろうとする活動である[23]．“INNO-Grips ”は，イノベーション政策決定や企業におけるイノベーション，イノベーションに関する学界での議論に関する情報などが集約され，イノベーション政策に関するオープンで容易に利用可能な“知識プール（knowledge pool）”を構成しようとする活動である[24]．

・ また，欧州委員会では，FP6: the sixth Framework Programme （第6 次フレームワーク・プログラム）[25] SPP: Scientific Support to Policies （政策に対する科学的支援）イニシアティブのもとで，欧州の研究機関ならびに統計機関の専門家からなるグループによる“KEI:

---

20 http://www.proinno-europe.eu/

21 http://www.proinno-europe.eu/index.cfm?fuseaction=page.display&topicID=5&parentID=51

22 http://www.proinno-europe.eu/index.cfm?fuseaction=page.display&topicID=104&parentID=52

23 http://www.proinno-europe.eu/index.cfm?fuseaction=page.display&topicID=53&parentID=53

24 http://grips.proinno-europe.eu/?CFID=127310&CFTOKEN=12956034.

25 正式名称は，the sixth framework programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities, contributing to the creation of the European Research Area and to innovation 動のための欧州研究圏の創設とイノベーションに寄与する欧州共同体第6 次フレームワーク・プログラム）である．

Knowledge Economy Indicators: Development of Innovative and Reliable Indicator Systems （知識経済指標：革新的で信頼できる指標システムの開発）”プロジェクトを，2004 年から2007 年にかけて支援していた．この成果は，プロジェクトを構成していたグループごとに出されているようである．

- このように，EU では，より良いイノベーション政策の立案・執行を支えるべく，さまざまな測定やデータ収集に基づく定量的・定性的分析を踏まえて，イノベーション政策の分析のための活動が実施され活用されている[26]．

1．3．6 イノベーションの測定・指標に関連した会合等

- イノベーションの測定や指標の重要性が増すにつれて，これに関連したさまざまな会合や発表がなされるようになってきている．ここでは，ごく最近の事例について触れる．
- イノベーションの測定・指標に限られるわけではないが，研究開発・技術政策における実践，経験的に得られている証拠，そして課題となっている研究開発等のプロセスに対する理論的な理解との間の隔たりを埋めることを目的として，世界中からこの領域における著名な研究者や政策形成者が参加して，2007 年6 月17 日－22 日に，EPFL: École Polytechnique Fédérale de Lausanne（ローザンヌ連邦工科大学）-CDM: Collège du Management de la Technologie （技術経営研究科）-CEMI: Chaire en économie et management de l’innovation （イノベーション経済・経営学講座）の主催により，モンテ・ヴェリタ（スイス）において，Conference on the Economics of Technology Policy （技術政策経済学コンファレンス）が開催されている[27]．この中で，たとえば，政策評価に関するセッションにおいて，イノベーション調査からのデータの活用やデータの接合による分析などが紹介されている．
- DRUID: Danish Research Unit for Industrial Dynamics （デンマーク産業ダイナミクス研究ユニット）も，世界から研究者を集めて，定期的かつ頻繁（年2 回）に，コンファレンス等を開催してきており，こういった場においてもイノベーションに関連したデータに基づく研究が発表されている[28]．
- ZEW: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH （欧州経済研究センター有限責任会社 [Centre for European Economic Research] ）は，ドイツのマンハイムに拠点を置く世界有数の研究・イノベーション研究機関の一つである．2008 年6 月13 日－14 日には，このZEW が主催してthe third ZEW Conference on the Economics of Innovation and Patenting （第3 回イノベーションと特許権利化の経済学に関するZEW 会議）が開催される．世界中から，イノベーション研究，とりわけ，イノベーションに関するデータを用いた実証的研究が発表されることとなっている．
- NICe: Nordisk InnovationsCenter （北欧イノベーション・センター）は，北欧地域間の協力を

---

26 このように，EU におけるイニシアティブや活動には造語が用いられているが，概ね，次のような意味を表していると考えられる：PRO INNO Europe （プロ・イノ・ヨーロッパ）－欧州イノベーション・イニシアティブ；INNO-Metrics （イノ-メトリクス）－イノベーション測定法；Innobarometer （イノバロメタ）－イノベーション動向指標；INNO-Policy TrendChart （イノ-ポリシー・トレンドチャート）－イノベーション政策動向図；INNO-Appraisal （イノ・アプレイズル）－イノベーション政策評価；INNO-Grips （イノ-グリップス）－イノベーション知識・情報プラットフォーム

27 http://etp-monteverita.epfl.ch/.

28 http://www.druid.dk/.

図るための北欧閣僚会議(Nordisk Ministerråd) の機関であり，革新的で知識集約的な北欧の産業を促進することをめざしている[29]．このNICe では，イノベーション政策の評価やイノベーション政策の立案により役立つような指標の開発等に関連した以下のようなプロジェクトを，2006 年から2008 年にかけて，順次，支援してきた：

- IGNOREd: Innovation and Growth in the Nordic Economies （北欧経済におけるイノベーションと成長）
- NIND: Policy relevant Nordic innovation indicators （政策に関連した北欧のイノベーション指標）
- ServINNo: Service Innovation in the Nordic Countries -Key Factors for Policy Design （北欧諸国におけるサービス・イノベーション：政策デザインのための要素）

今般，それらの成果を踏まえて，2008 年5 月27 日に，オスロにおいて，“Seminar: Evaluation of innovation for policymaking and better use of innovation indicators （セミナー：政策形成のためのイノベーションの評価とイノベーション指標の活用）”が開催されることとなっている[30]．

- CEIES: European Advisory Committee on Statistical Information in the Economic and Social Spheres
（欧州経済社会領域統計情報助言委員会）は，欧州共同体における統計プログラムの妥当性について提言を行って，欧州理事会と欧州委員会を支援するための機関であり，定期的に，こういった提言に活かすためにセミナーが開催されている．その中で，イノベーション統計についても取り上げられてきており，最近では，2007 年2 月に，第32 回CEIES セミナーとして，“Innovation Indicators - More Than Technology? （イノベーション指標－技術のみならず？）”と題されて，オーフス（デンマーク）で開催された．セミナーで発表された予稿を含む報告書[European Commission, 2008b] も公表され，イノベーション統計調査やここで得られるデータの活用に係る課題についての改善に役立てられることとなっている．

１．３．７ イノベーションの測定における研究者・専門家間のネットワーク等

- イノベーションの測定や指標の重要性が学術的にも増すにつれて，1.3.6 で述べたような会合のみならず，より定常的に研究者・専門家間の連携が図られるようになっている．従来からある，OECD やEU 等における各国の科学技術・イノベーション統計や科学技術・イノベーション政策分析の専門家からなる公式の場に加え，欧州委員会によって支援される研究プロジェクトの一環として，あるいは，この分野の研究者による自律的な活動として，科学技術・イノベーション指標や科学技術・イノベーション政策に関する研究者や専門家からなるネットワークが構築されるようになっている．ここでは，ごく最近の事例について触れる．
- PRIME-ENID: Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area, European Network of Indicators Designers （欧州経済圏に向けた研究・イノベーションのための政策－欧州指標設計者ネットワーク）は，欧州経済圏に向けた研究・イノベーションのための政策に関する長期的な研究や共有基盤の構築を図るためのネットワーク・オブ・エクセレ

29 http://www.nordicinnovation.net/.
30 http://www.nordicinnovation.net/article.cfm?id=1-853-571.

ンス(network of excellence) の一つで，FP6 による支援を受けているPRIME[31]と連携しつつ，PRIME に含まれるプロジェクトのメンバー以外にも開かれた，新しい科学技術指標の設計のための研究者・専門家間のネットワークである[32]．このネットワークの下で，研究プロジェクトが実施されているほか，コンファレンスや，若手専門家・研究者のための短期スクールなどが開催されている．また，PRIME 自体においても，2008 年5 月28 日－30 日に，オスロにおいて，“2nd PRIME Indicators Conference on STI Indicators for Policy: Addressing New Demands of Stakeholders （政策のための科学技術・イノベーション指標に関する第2 回PRIME 指標コンファレンス：ステークホルダーからの新しい要求の提起）”が開催されることとなっている[33]．

- PRIME と同様に，FP6 による支援を受けているネットワーク・オブ・エクセレンスとして，DIME: Dynamics of Institutions and Markets in Europe （欧州制度・市場ダイナミクス）もある[34]．イノベーションの測定に直接に関連するプロジェクトは見あたらないようであるが，イノベーションのデータ等に基づく実証的研究が実施され，実際の政策形成への寄与も考慮されており，この活動についても注目すべきであろう．
- GLOBELICS: The Global Network for the Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems （学習・イノベーション・能力構築システム・グローバル・ネットワーク）は，“イノベーションと能力構築のシステム”という概念を分析枠組みとする学者の世界的ネットワークであるとされている[35] [36]．とくに，先進国におけるのみならずグローバルな観点から，イノベーションや能力構築のシステムについて理解と知識の共有を図ることがめざされており，そのために，国際コンファレンスが毎年開催されたり，インターネット等を通じてさまざまな内容と形態で知識や情報の共有が図られたりしている．なお，関連する活動として，とくに，アジアを中心としたAsialics: The Asian Network for Learning, Innovation, and Competence Building Systems や，中国を中心としたCicalics Academy: the China Innovation Circles and Academy -Learning, Innovation and Competence Systems などもある．

1．3．8 その他のイノベーションの測定に関連した出版物や会合等に関する状況

- 1.3.6, 1.3.7 で挙げた以外にも，イノベーションの測定に関連した会合が開催され，その一部について，会合での発表をもとにした出版物も公表されている．以下では，それらの中から，最近の例を挙げる．
- “Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs （変わりゆく世界における科学技術・イノベーション指標：政策ニーズへの対応）”[OECD, 2007] が，OECD より2007 年に発刊された．本書は，OECD のNESTI が，さらに今後10 年間程度を見通して，科学技術・イノベーションに関する新しい指標を開拓すべき領域を検討し，将来の作業について展望するために開催された“Blue Sky II Forum （ブルー・スカイII・フォーラム）”[37] での発表から，さらに推敲されるなどして，このフォーラムからの成果を広く伝えるために出版

---

31 http://www.prime-noe.org/.

32 http://www.prime-noe.org/index.php; http://www.enid-europe.org/presentation.html.

33 http://www.enid-europe.org/conference.html.

34 http://www.dime-eu.org/

35 http://www.globelics.org/index.php.

36 http://www.globelics.org/index.php?module=htmlpages&func=display&pid=16.

37 2006 年9 月25 日－27 日に，オタワ（カナダ）において，カナダ統計庁，OECD ，米国NSF ，カナダ産業省の支援により開催された．

された[38].

- このフォーラムをリードしたGault [2007, 2008] は，このフォーラム全体から得られた成果として，今後，科学技術・イノベーション指標を展開する際の方向性について，次のように整理している：

  - 状況を物語る指標
  - 活動の測定からインパクトの測定への移行
  - 国内外の統計・指標関係機関間の調整・重点化・総合
  - マクロデータ分析からミクロデータ分析への移行
  - 科学・イノベーション政策学の発展

  このほか，このフォーラムで，多くの発表や議論から提起された重要とされる領域についても言及されている．指標開発において，分野横断的に重要とされる課題としては，人材の測定，国際標準分類や指針の維持・更新，企業の特性の把握，持続可能性(sustainability) が挙げられている．

- 特許データも科学技術・イノベーション政策のために活用されつつある．こういった動きを促進すべく，EPO: European Patent Office （欧州特許庁）とOECD とが主催して，“Conference on Patent Statistics for Policy Decision Making （政策意思決定のための特許統計に関するコンファレンス）”が，毎年開催されており，2007 年については，2007 年10 月2 日－3 日にヴェニス（イタリア）において開催されている[39].

- すでに，1.3.2.1 で述べたが，OECD においてNESTI-WPIA イノベーション・ミクロデータ・プロジェクトが実施された．このプロジェクトの締めくくりにあたり，OECD が主催して“Using Microdata for Informing Innovation Policy (NESTI-WPIA innovation micro-data project final conference) （イノベーション政策に情報提供するためのマイクロデータの利用 (NESTI-WPIA イノベーション・ミクロデータ・プロジェクト最終コンファレンス)）”が，2007 年11 月にパリにおいて開催された．
- 人材も科学技術・イノベーション指標の展開において重要な領域とされている．米国では，NSF が主催して“Using Human Resource Data from SRS to Study the S&E Workforce （科学・工学労働力を調査するためにSRS からの人材データの利用）”が，2006 年・2007 年と毎年開催されてきており，人材データのさらなる活用を図るとともに，データの内容や活用を向上させるためのフィードバックを得ることをめざしているようである[40] [41].
- Ewing Marion Kauffman Foundation （ユーイング・マリオン・カウフマン財団）は，企業化能力(entrepreneurship)の促進を主要な目的の一つとする，米国に拠点を置く財団である．このカウフマン財団が主催して“Kauffman Symposium on Entrepreneurship and Innovation Data （企

38 http://www.oecd.org/document/24/0,3343,en_2649_34451_37075032_1_1_1_1,00.html.
39 http://application.epo.org/ipcal/i_event.php?id=590.
40 http://www.nsf.gov/events/event_summ.jsp?cntn_id=106957&org=NSF.
41 http://www.nsf.gov/events/event_summ.jsp?cntn_id=109863.

業化能力・イノベーション・データに関するカウフマン・シンポジウム）”が，2007 年に開催された[42] [43] [44]．このシンポジウムは，企業化能力とイノベーションに関するデータの利用可能性を追求し，これらを活用してこの領域での研究を促進させるとともに，データ収集の改善・向上を図ることをめざしている．そのため，シンポジウムの構成も特徴的で，政府機関によるものか民間機関によるものかを問わず特定の統計調査あるいは行政記録等に基づくデータ・セットの紹介を主目的として，専門家・研究者らによる発表が行われている．2008 年にも，再び，このシンポジウムが開催されることとなっている．

１．３．９ 示唆

- 以上，世界における，イノベーション調査等から得られたデータに基づく分析やこれに基づく研究プロジェクトや研究会合等に関する最近の状況を整理した．ここから，いくつかの示唆を得ることができよう．
- 一つは，イノベーション調査から得られているデータが，イノベーション政策の立案・分析を支える基盤として活用されていることである．加えて，政策形成に直接的に関連するだけではなく，イノベーションのプロセスやメカニズム等に関する学術研究にも重要なデータソースの一つとして利用されつつある．U.S.は，国による公式の統計調査としては，いまだイノベーション調査を実施していないが，こういった他国での経験を踏まえ，Measuring Innovation in the 21st Century Economy Advisory Committee [2008] は，イノベーションに関するデータの収集において，定性的データを許容することを求めている．これは，現在，NSF 等において計画されている新たな統計調査BRDS: Business Research and Development Survey （企業研究開発調査）において，世界各国で実施されているイノベーション調査とほぼ同様の質問項目を含めることにつながっている．EEA 諸国をはじめとする世界各国における動向を踏まえると，このように世界中で定期的に実施されているイノベーションに関する統計調査が，イノベーションの状況に関するダイナミクスを含む分析や科学技術・イノベーション政策の立案に際して，今後ますます，基本的に備えるべき重要なデータソースとなることがわかる．
- イノベーションに係る状況を把握し政策形成に活かしていくためには，イノベーション調査から得られるデータだけでは不十分であることも，これまでの経験から明らかであろう．たとえば，研究開発調査から得られるデータに限らず，特許データ，人材データ，企業財務情報等，さまざまなものが活用され，イノベーションの測定のために補完されている．すでに，指摘されているところでもあるが（例．Gault [2007, 2008] ; Measuring Innovation in the 21st Century Economy Advisory Committee [2008]），イノベーションの測定を考慮して，他の既存の調査から得られるデータのさらなる活用や，イノベーション調査のみならず関連する調査における対象範囲（母集団）の拡大や精度の向上（標本抽出法の改善や標本の拡大等）といったことも必要である．もちろん，各セクターの取り組みや協力・調整も重要であろう．
- 詳細については個々の分析活動（例．NESTI-WPIA イノベーション・ミクロデータ・プロジェク

---

[42] http://www.kauffman.org/datasymposium/.

[43] http://papers.ssrn.com/sol3/Jeljour_results.cfm?nxtres=1&form_name=journalBrowse&journal_id=1005250&Net work=no&SortOrder=ab_title&stype=asc&lim=false.

[44] http://papers.ssrn.com/sol3/Jeljour_results.cfm?nxtres=21&form_name=journalBrowse&journal_id=1005250&Ne twork=no&SortOrder=ab_title&stype=asc&lim=false.

ト，PRO INNO Europe におけるさまざまな分析等）や研究等に当たる必要があるが，これまでの活用の状況を全体として踏まえると，イノベーション調査において把握（測定）される必要のある情報は，それぞれの企業に関する基本的情報に加え，

- イノベーション活動やイノベーション実現の有無
    * イノベーションの定義（プロダクト・イノベーションやプロセス・イノベーションといった技術的イノベーションだけでなく，組織イノベーションやマーケティング・イノベーションといった非技術的イノベーションを含み，また，それぞれのイノベーションが，たとえば，プロダクトは商品ならびに／またはサービスであるか，また，プロセス，組織，マーケティングであってもそれぞれより詳細に把握される必要がある；また，イノベーションの新規性の程度やプロダクト・イノベーションが導入される市場の範囲もよく利用されていて重要である）
- イノベーション支出（イノベーションに係る研究開発費を含む）
- イノベーションのインパクト（売上高に対する寄与等）
- イノベーションのための情報源
- イノベーションのための協力・連携
- 政策・制度等（知的財産権，戦略，政策手段（施策）等）に関わる事項

であることがわかる．CIS （共同体イノベーション調査）あるいはこれに対応する世界各国でのイノベーション調査や，現在，U.S. で計画されている新たな調査における質問項目は，いずれもさまざまな観点からイノベーションを理解し，イノベーション政策を分析・立案するために不可欠なものとなっている，あるいはなることが見込まれていることがわかる．

- ところで，実際に調査を実施し，結果を分析しまた研究を行い，政策形成への活用やイノベーションに関する知見の拡大に務めるのは，イノベーションの測定に関わる研究者や専門家である．ところが，研究者や専門家のネットワークが，そもそも欧米中心であって，日本からのプレゼンスはたいへん限られているように見受けられる．これは，科学技術・イノベーション政策の分析や形成にも活用されることを狙って支援されるような，研究者側からの提案に基づく研究プロジェクトが，我が国ではまだ少なく，そういったこともあって学術研究の層が相対的に薄いことにも起因しているかもしれない．イノベーションの推進が，政策展開において一時の流行ではなく非可逆的な方向性であることは，すでに諸外国における経験からも伺われ，そのためには，イノベーションに対する理解をさらに深め，とくに政策分析や政策形成に活用するためにも，その基盤をなすイノベーションの測定を着実に実施していくことが肝要であろう．

参考文献

Arora A., Ceccagnoli, M. and Cohen, W. M., 2008, "R&D and the Patent Premium", *International Journal of Industrial Organization*, forthcoming.

Atrostic, B. K., 2008, "Measuring U.S. Innovation Activity: Business Data at the U.S. Census Bureau", *The Journal of Technology Transfer*, *33*, 153-171.

Brown, L.D., Plewes, T. J., and Gerstein, M. A. (eds.), Panel on Research and Development Statistics at the National Science Foundation, National Research Council, 2004, *Measuring Research and Development Expenditures in the U.S. Economy*, The National Academies Press.

Council on Competitiveness, 2005, *Innovate America: National Innovation Initiative Summit and Report.*

Crépon, B., Duguet E. and Mairesse, J., 1998, "Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level", *Economics of Innovation and New Technology*, *7*, 115-156.

Duguet E. and Lelarge, C., 2006, "Does Patenting Increase the Private Incentives to Innovate? A Microeconometric Analysis", *CREST Working Paper*, n° 2006-09.

European Commission, 2008a, "European Innovation Scoreboard 2007: Pro Inno Europe, InnoMetrics report.

European Commission, 2008b, *32nd CEIES Seminar: Innovation Indicators - More Than Technology?*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Gault, F., 2007, "Science, Technology and Innovation Indicators: The Context of Change", *Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs*, pp. 9-23, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Gault, F., 2008, "How Far And Fast Can We Go?", *32nd CEIES Seminar: Innovation Indicators - More Than Technology?*, pp. 273-283, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Howentine, N., 2008, "Innovation-related Data in Bureau of Economic Analysis International Economic Surveys", *The Journal of Technology Transfer*, *33*, 141-152.

Jaffe, A. B., 2008, "The "Science of Science Policy" : Reflections on the Important Questions and the Challenges They Present", *The Journal of Technology Transfer*, *33*, 131-139.

Kerr, W. R, Fu, S., 2008, "The Survey of Industrial R&D - Patent Database Link Project", *The Journal of Technology Transfer*, *33*, 173-186.

Marburger, J., 2005, "Wanted: Better Benchmarks", *Science*, *308*, 1087.

Measuring Innovation in the 21st Century Economy Advisory Committee, 2008, "Innovation Measurement: Tracking the State of Innovation in the American Economy" : A Report to the Secretary of Commerce by The Advisory Committee on Measuring Innovation in 21st Century Economy.

Moris, F., Jankowski, J., and Perrolle, P., 2008, "Advancing Measures of Innovation in the United States", *The Journal of Technology Transfer*, *33*, 123-130.

NSF (National Science Foundation), 2007, "Science of Science and Innovation Policy (SciSIP)",

FY2007, Program Solicitation, NSF 07-547.

NSF (National Science Foundation), 2008, "Science of Science and Innovation Policy (SciSIP)", FY2008, Program Solicitation, NSF 08-520.

OECD, 2007, *Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD, 2008 (forthcoming), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD and Eurostat, 2005, *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data - Oslo Manual*, third edition, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

附録

『イノベーション測定：アメリカ経済におけるイノベーションの状態の追跡』21 世紀経済下イノベーション測定助言委員会による商務省長官への答申

要点の日本語仮訳

第２章

イノベーション測定のための指導的原則

- イノベーション・データを収集する取り組みは，企業が自社のイノベーティブな活動の有効性について評価（アセスメント）するような方法の上に構築されるべきである．
- 市場におけるイノベーションについて定量化するより良い方法を開発しようとする際には，イノベーションに関する法令や規制のインパクトを測定することにも留意がなされるべきである．
- イノベーションの性質から，とりわけ，イノベーション・プロセスは協働作業によるという性質から，定性的また主観的な測度も許容される必要がある．
- イノベーション測定は，静的であってはならない．測定は，‘プロジェクト’というよりは，継続する‘対話’のようなものとして取り扱われる必要がある反復するプロセスである．そのプロセスの各段階において，学習や改善が得られるべきである．
- イノベーションの測度は，事業所，企業，産業，国，国際のレベルで，また可能であれば，地域レベルにおいても，分析できるようになっているべきである．
- コストと潜在的なベネフィット（便益）との間のトレードオフを考慮して，また，資源や規制による制約を熟慮して，どのような新しいデータ収集の取り組みにおいても，用心深い（保守的な）アプローチが取られるべきである．新しいデータ収集の取り組みにおけるコストとベネフィットを見積もるためにパイロット・プロジェクトを実施することが奨励される．可能な範囲で，新しいイノベーションの測度は，‘過去に遡って検証’できるようになっているべきである；すなわち，歴史的データに当てはめれば，その測度により期待されるイノベーションの関係が生成されるようになっているべきである．

第３章

政府は何を為すべきか

1. 政府は，国全体の経済におけるイノベーションを同定し測定するためのより強力な枠組みを創設すべきである．

- イノベーションによる経済成長への寄与を矛盾無く推定できるようにするために，他の統計機関によって作成されているデータと統合したより完全で整合的な勘定の集合を創設するために，国民所得・生産勘定(NIPAs) を再構成することによって，年次かつ産業レベルでの全要素生産性の測度を開発すべきである．
- イノベーション・インプットの範疇を拡張し，これらのインプットが産業間を流れるものとして追跡することができるようにするために，国民所得・生産勘定(NIPAs) に関する補足的イノベーション勘定のようなものを創設すべきである．
- 統合GDP／生産性勘定や補足的イノベーション勘定からの推定値を改善するために必要とされるデータを供給するために，サービス部門のデータを改善し，調査の対象範囲を拡大すべきである．
- 無体物，とりわけ知的財産について，現在，NSF で実施されている作業をもとにして，測定を改

善すべきである．知的財産のライセンスの支出や収入といった重要な無形資産を含む取引に関するデータの収集を行うための最良の方法を検討すべきである．また，商務省は，特許や商標の出願人から得られる付加的な個別情報により，有用なデータを共有することができそうか調査すべきである．

2. 政府は，イノベーションによるGDP や生産性の勘定への寄与について整合的に推定できるようにするために，また，イノベーションについて理解をより広く深く理解するために，政府の統計機関間にある既存のデータをより良く梃子入れすべきである．

・ 既存データ内ならびに既存データ間の接合を開発すべきである；たとえば，推定においてより整合性を高めるためにも，また，研究者により広範なイノベーションのデータを提供するためにも，事業所に基づくデータ・セットと企業に基づくデータ・セットとの間の接合を開発すべきである．
・ より頑健な分類方法を開発すべきである；たとえば，企業を，国内活動基準とともに国際活動基準によっても分類すべきである．
・ データへのニーズと機密保持とをバランスさせつつ，イノベーションの測度の質を改善するために，省庁間のデータの共有あるいは同調をさらに拡大するような法律に基づいて設置される機関を求めるべきである．

3. 政府は，より頑健なイノベーション研究を容易にするために，データへのアクセスを向上させるべきである．

・ タグ付けあるいは同様の処理を施したデータの利用を助長することにより，公的データの透明性とこれへのアクセスを向上させるべきである．
・ 政府外での研究をより奨励するために，公共利用ファイルをより制作するべきである．
・ 高い機密のための基準を維持しつつ，事業のダイナミクスに関することを含むような機密ミクロデータへのアクセスを政府外研究者に拡大すべきである．

4. 政府は，イノベーションの駆動要因，障碍要因，可能化要因について議論するために，商務省長官の主催によるワークショップあるいはフォーラムを招集するべきである．
5. 政府は，イノベーションの測定や分析に関連した国際的な対話への参加を継続し，確実にU.S. の取り組みが可能な限り国際的に互換可能となるようにすべきである．
6. 政府は，データ収集についてもイノベーションの駆動要因に関する分析もより多くの作業が進んだ際には，国のイノベーション指標といったものの開発を検討すべきである．
7. 政府は，上述の勧告を実施するために必要となる資金を支援すべきである．

第４章

産業界はどのように支援し得るか

1. 本助言委員会による勧告として，産業界は，イノベーションの企業ならびに産業レベルでの測度を創設，拡張，評価（アセスメント）し，イノベーション測定の最良の実践を開発すべきである．

・ 特定の測度と既知のイノベーションとの相関を検証するために，また，企業におけるイノベーションと企業の業績へのそのインパクトを測定するために，企業レベルのイノベーションの測度を制定すべきである．そのような測度として可能性があるものは，市場シェアあるいはイノベーション強度に基づくものであろう．
・ イノベーションのマネジメントと会計における最良の実践を開発し実施すべきである．

2. 本助言委員会による勧告として，産業界は，研究活動に参画し，適切であれば，イノベーションの情報を研究者が利用可能となるようにすべきである．

・ イノベーションに関連する広範なデータを集める手段として，協働プロジェクトに参画すべきで

ある.

・ オプションとして，公開報告をXBRL 形式でファイルすべきである[45] [46] [47].

第５章

研究はどこに必要とされるか

1. イノベーション・アウトカム測度の同定と評価（アセスメント）

・ イノベーションの測度としての市場シェアに基づく測度の有効性，および，そのような測度を開発する実現可能性，コスト，負担の評価（アセスメント）

・ イノベーション強度という測度を開発する実現可能性，コスト，負担の評価（アセスメント）で，この領域における他国での経験の再検討やパイロット・プロジェクトの検討を含む

・ イノベーション・アウトカムに関する特定の駆動要因，障碍要因，可能化要因の定性的・定量的インパクトの分析

2. イノベーションのデータにおける欠落部分とそれらを埋める方法の同定

・ イノベーションを測定する際に有用であると見込まれる新しいデータの同定

・ 知的財産取引に関するデータの実現可能性，コスト，負担の評価（アセスメント）

・ 無体物投資に関する歴史的な測度の欠落部分や短所を克服する方法の同定

3. イノベーション活動と協働，イノベーションのパフォーマンスと企業のパフォーマンス（業績）との関係の分析

・ 企業レベルのミクロデータを用いたイノベーションと専門的雇用との関係の分析

・ 高いイノベーション強度を有している企業が，他の点では同様でも低いイノベーション強度を有している企業よりもよいパフォーマンス（業績）を示しているかどうかの評価（エヴァリュエーション）

・ イノベーション・アウトカムに関する協働の効果の評価（アセスメント）と，良い結果をもたらす協働活動の重要な要素の同定

・ 企業に関して，公的に保存される財務ならびに他の種類のデータの分析；とくに，そういったデータがよりユーザ・フレンドリになれば，イノベーティブな実践や企業を同定することを目的として

・ 事業のダイナミクスの記述および説明，ならびに，可能な範囲で，長期的な事業データベースを用いた事業のダイナミクスとイノベーションとの関係の分析

・ 企業のイノベーティブなパフォーマンスと新たな規制環境の存在との間に相関があるかどうかを決定するために，利用可能なデータを有するさまざまに異なるデータソースの利用の探索

---

45 XBRL: eXtensible Business Reporting Language とは，企業の財務諸表などを記述するための，コンピュータ上の XML ベースの標準的な言語である.

46 http://www.xbrl-jp.org/.

47 http://www.tse.or.jp/rules/td/xbrl/about.html.

第２章　イノベーティブな企業・産業と科学研究との結び付き

２．１　既存産業における企業の研究開発と科学(サイエンス)との関係

榊原清則（慶應義塾大学　総合政策学部　教授）
辻本将晴（芝浦工業大学　専門職大学院　工学マネジメント研究科 専任講師）
松本陽一（慶應義塾大学　大学院博士後期課程　大学院生）

２．１．１　概要（Executive Summary）

科学（サイエンス）との関連性が強くなる産業分野が増え、産業におけるサイエンスの意義に対する関心が高まり、イノベーション・プロセスの概念化とその測定に対して新たなアプローチの必要性と可能性が生まれている。

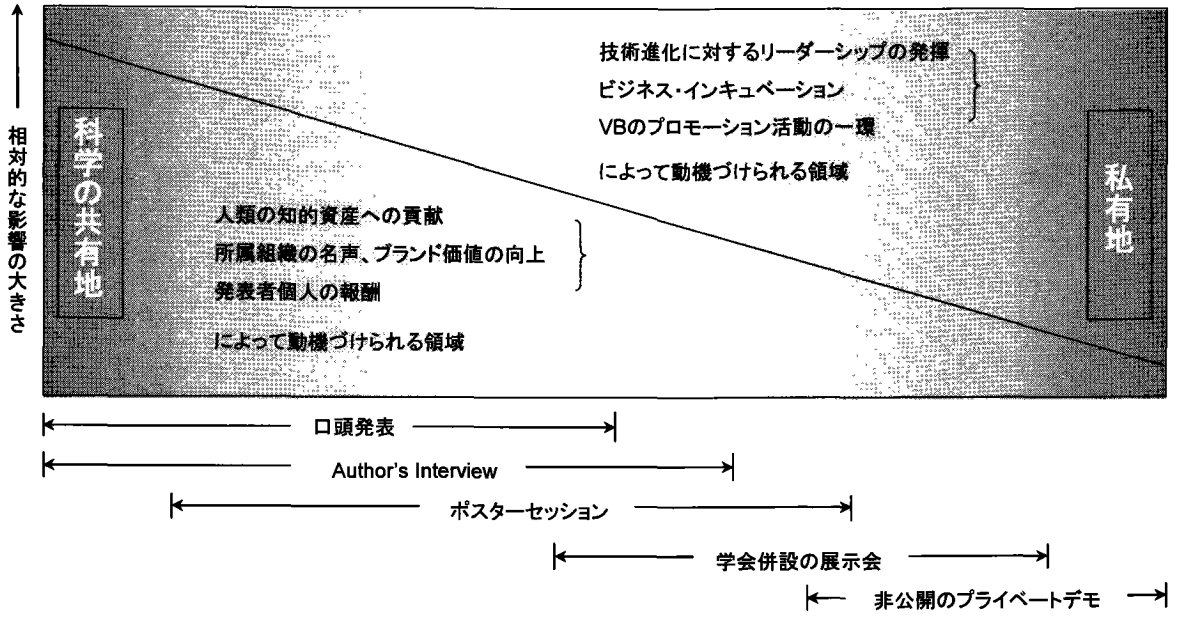
既存産業の「サイエンス型化」

サイエンスと産業との関係性のあり方を議論するとき、新興産業における場合と既存産業における場合とでは、たがいに区別して考えたほうがよい。一方で、サイエンスを基盤としていわばゼロから新規産業が興るバイオテクノロジー関連産業のようなケースがある。他方で、既存産業がサイエンスの影響を受けて変化してゆくケースがあり、テレビ産業はその一例とみられる。前者は「サイエンス型産業」であり、後者は「サイエンス型化する産業」である。このなかでわれわれは後者のケースに関心を寄せている。

商業化する学会

サイエンスとの関係のあり方を関連学会との相互作用で観察するとき、学会を「科学の共有地」とみる伝統的な見立ては今日必ずしも十分なものではない。既存産業と密接に関わっている一部の学会では、科学の共有地に加えて「私有地」の側面がそこには含まれるようになり、その意味で学会自体が二面性を持つようになっているからだ。

図表 2.1.1.1　科学の共有地と私有地と：学会の二面性



学会の中に「私有地」が含まれるようになる現象を、われわれは「学会の商業化」とよぶ。学会の商業化を推進するおもな担い手は、その学会に関わる企業である。しかし、集客を競う学会自体の取り組みもまた、学会の商業化に影響している。いずれにせよ学会の商業化という現象は、上述した既存産業の「サイエンス型化」と同時並行して起きている現象である。

一方で既存産業がサイエンス型化し、同時に他方で学会が商業化するとき、イノベーション・プロセスの概念化において何が重要か。第一に、サイエンスと産業とがそれぞれ別個のものとして存在するのではなく、相互に浸透的であり、たがいに入り組んだダイナミックな影響関係にあるという洞察が重要である。第二に、その影響関係を規定するひとつの重要な要因は、関係企業の技術戦略のあり方である。その結果、第三に、サイエンスと産業との関係性の多くは暗黙的なカテゴリにとどまる可能性が高い。少なくとも、企業による学会での発表が自動的に知識の形式知化を意味するわけでは必ずしもないのである。学会自体のなかに暗黙的なカテゴリに属する「私有地」的な部分があり、しかもその部分が増えているからだ。

ところで、特許及びその引用情報に着目した一群のイノベーション研究は、知識の流れという無形のとらえがたい現象を形式知によって可視化することに成功し、イノベーション研究を飛躍的に進展させてきた。しかし、既存産業の「サイエンス型化」と学会の商業化は、それとは別種のイノベーション研究の必要性を示唆している。

報告書の構成

既存産業に属するわが国企業は近年サイエンスとの関係性においてどう変化しているだろうか。あるいは変化していないだろうか。一般にはサイエンスとの関連性が高まっていると予想されるけれども、その点に関する産業別の実態はどうだろうか。

こういう問題に関心を持ったわれわれの調査研究活動は、大きく２つの構成要素からなっている。その第一は、主としてエレクトロニクス関連産業に焦点を当て、学会と産業との関係性をとりあげた概念的および実証的調査研究（2.1.2、2.1.5、2.1.6）である。第二は、企業の研究開発とサイエンスおよ

び学会との関係に関し、日本の幅広い産業間比較を意図した、大規模な郵送質問票調査(サーベイ・リサーチ)による統計的分析（2.1.3、2.1.4）である。

サーベイの発見事実

そのうち、まず第二の部分のサーベイ・リサーチの結果から、おもな発見事実として次の５点が明らかになった。

１．サイエンスを重視したサイエンス型産業を最も典型的に代表する産業は、多くの先行研究（たとえば小田切、2006年；Pisano, 2006）が示すところによると、米国ではバイオ医薬品産業なのだろうが、それに対して日本におけるサイエンス型産業の代表は「自動車・航空機・産業用運搬車両産業」(以下、自動車産業と略称)である。この点が、サーベイ・リサーチの結果に基づき第一に指摘すべき点であり、今回のファインディングのなかで最も注目すべき点である。回答者の認知に基づくわれわれのサーベイ・データは、この点を明確に示している。

２．上記の点に関連したデータをもう少し詳しく記述すると、自動車産業は「サイエンスを重視する産業」であると同時に、「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」であるということを、われわれのサーベイ・データは一貫して示している。自動車産業と学会との関係性には、従来のサイエンス型産業における「科学の共有地」という傾向に加えて、「学会の商業化」、すなわち商談や人材獲得、買収、技術提携、パートナー探しといった活動の場として学会を重視する傾向が認知データに強く現れている。少なくとも最近１０年間に、このような傾向を日本の自動車産業が相対的に強く持っていたことは明らかである。

３．このファインディングは、通説とは違った新たな論点を示唆する。通説とは、日本の自動車産業の近年における強さの基盤を主として生産開発現場における「ものづくり」の組織能力に求めるものである。それに対してここでのサーベイ・データはサイエンス型産業としてのわが国自動車産業の特徴を浮き彫りにしている。１０年スパン程度で見て、日本の自動車産業の強さの背後には「サイエンス型」産業としての産業の取り組みがあるのかもしれない。もしそうだとすれば、それはわれわれがこれまで十分には気づいてこなかった「静かな」取り組みである。

４．日本の化学（医薬含む）産業は、１０年前からサイエンス型産業であった。認知スコアだけでいうと、１０年前には自動車産業以上にサイエンス型産業であったと言ったほうが正確である。その後当該産業におけるサイエンスの意義はわれわれのデータでも高まっているが、その変化は自動車産業で見られるほど大きな変化ではない。

５．日本の電気機器・情報通信機器産業（以下、エレクトロニクス産業と略称）は、われわれのサーベイ・データによるかぎり、自動車産業ほどサイエンス重視の産業ではない。ただしエレクトロニクス産業では、「科学の共有地」として学会を捉える従来型の見方は強い。また、海外学会での併設展示会を重視する傾向がある。

以上のサーベイ・リサーチの結果のなかで、自動車産業のデータと共にわれわれの注意を惹いたのは、自動車産業と比較して見たエレクトロニクス産業のスコアであり、自動車産業ほどサイエンス重視の産業ではないというその特徴である。

エレクトロニクス産業は、半導体分野を中心として１９８０年代から９０年代初頭にかけてサイエンス型産業の日本における代表例と見られてきた。半導体関係の世界的学会で日本企業のプレゼンスが顕著に高かった事実もある(山口ほか、2000；山口、2006)。そのエレクトロニクス産業にいったい何が起

きているのだろうか。

ＳＩＤでの発表件数

次に、報告書の第一の構成要素の調査研究から、エレクトロニクス関連の学会における発表件数をトレースした作業を紹介する。ＳＩＤ(Society for Information Display、以下SIDと略)に代表されるディスプレイ関連学会での発表動向を技術分野別に追跡したわれわれの調査によれば、当該学会での日本の発表件数はかつて世界最多であったものが、近年総じて減少していることが明らかになった。わが国民間企業が学会発表を抑制しているのが主因と思われる。その結果、２０００年前後をさかいに、発表件数の国別集計で韓国が日本を抜いて最多国となり、液晶技術の分野では台湾もまた韓国と並んで発表件数を増やしている。

日本のこの相対的「後退」は何を示唆するか。おもな論点は次の２点である。第一に、日本のナショナル・イノベーション・システムにおける民間企業以外のイノベーション・セクター、すなわち大学および公的研究機関の存在感が弱いことで、これは昔からいわれてきたが改めて確認できる重要な論点である。少なくともディスプレイ関連の科学技術分野では、そういえる。第二に、商業化が進む学会において日本企業は近年この分野であえて露出度を抑えているという点である。

日韓逆転の原因については、この分野の日本の技術水準自体が低下したからだというストレートな解釈もあり得るし、その可能性はゼロではない。しかし、その仮説をわれわれはとらない。現実の製品展開等をみると、未だそう断定できないように思われる。

日本のエレクトロニクス企業は、かつては多くの国際学会で積極的に発表し、露出度がきわめて高かった。そうした過去の一時期に比べると、現在はサイエンスとの間にやや距離を置く傾向が出ているのではないだろうか。1990年代に見られたいわゆる「中央研究所の再編」の影響があるのかもしれない。学会発表の戦略的位置づけが変化したのかもしれない。学会でのプレゼンスを高めること以上に、特許やノウハウの技術戦略上の意義がより高まったという経営判断が影響しているかもしれない。

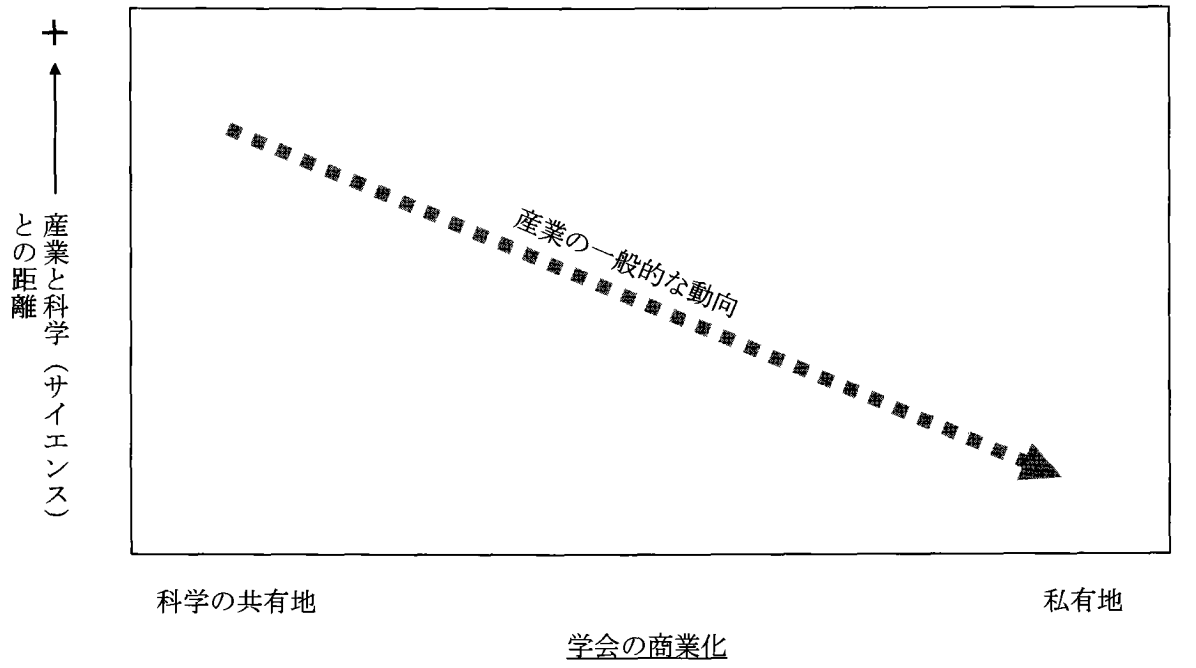
なお、2.1.6はintensiveな事例研究であり、ＳＩＤをひとつの媒介として米ベンチャー企業と日本の大企業がどうやりとりしたか、その知識フローの詳細を跡づけている。

概念図による概観

最後に、調査結果の委細からはやや自由に、今後の議論のひとつの叩き台として、概念的なラフ・スケッチを描いてみよう。ねらっているのは、サイエンスとの関係に着目したときに、自動車産業とエレクトロニクス産業という日本を代表する二大産業に何が起きているのかということであり、そのコントラストを大きく浮き彫りにするような絵を描いてみようということである。

まず一般論からいうと、既存産業の多くは近年の動向として、従来以上にサイエンスと密接な関係を構築し、そういう意味で「サイエンス型化」しつつあるといえそうである。学会という場それ自体のなかに「私有地」の部分が増える、いわゆる「学会の商業化」の動きがこれに関わっている。要するに学会が商業化する過程で、既存産業とサイエンスとの距離が一般的に短くなっているのであり、それを図示すると、図表2.1.1.2の点線で示される推移のようになるだろう。この動向は、科学技術創造立国をめざす日本の産業動向として、正しいものであり、望ましいものでもあろう。

図表 2.1.1.2　既存産業と学会との関係：一般的な動向



われわれの産業間比較データによると、日本の既存産業のなかでは、相対的に言って自動車産業がまさにこの一般的な動向に沿った動きを示し、しかもその先頭に立っているようである。学界の中にある「私有地」的な部分の活用も含めて、内外の学会とのコンタクトに積極的であり、しかもその積極性は近年顕著に高まっている。

背景として、自動車を支える基本的な技術やアーキテクチャが変わる、まさに時代の転換点にあることが大きな要因ではあるまいか。自動車に関わる伝統的な研究分野のみならず、他の分野の多様なサイエンス成果にも広範にアクセスし、幅広い研究成果を結集して、日本自動車産業はその転換点を大きく曲がろうと意図しているのだろう。

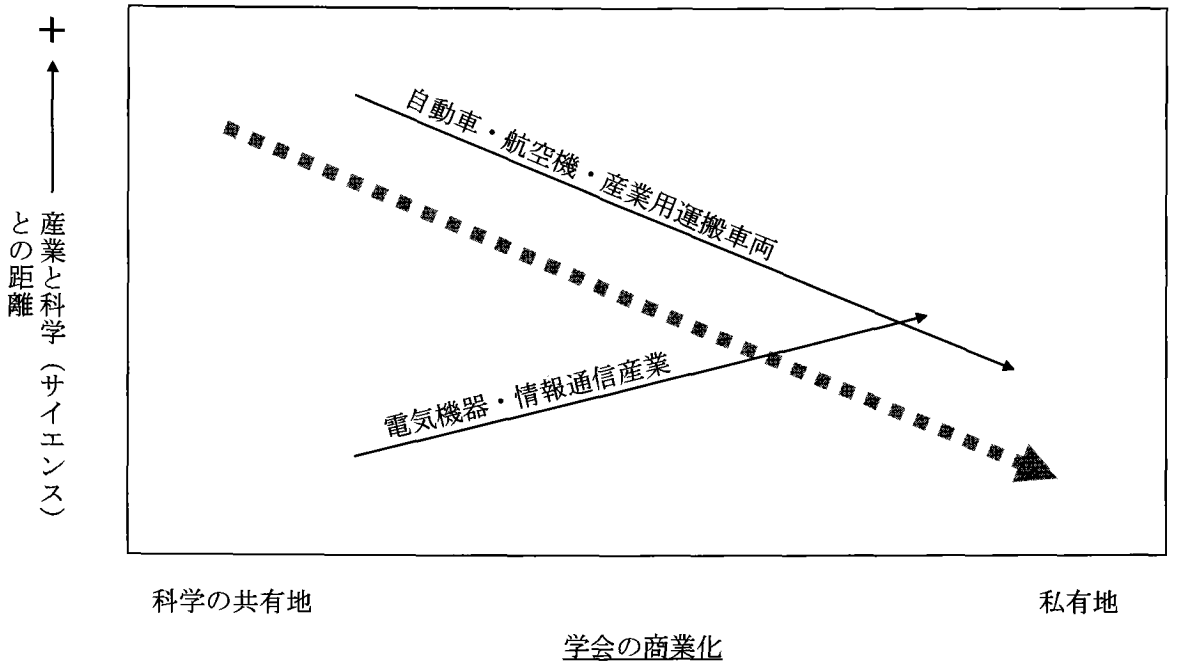
それに対して、日本のエレクトロニクス産業は、サイエンスとの間に一定の距離を置く、いわば正反対の方向の取り組みをおこなっている節がある。学会を「科学の共有地」と見、学会での成果モニタリングにはこれまでどおり注力するとしても、少なくとも自らおこなう学会発表に対しては、ひところに比べて抑制的である。

この点は、認知スケールに基づく今回のサーベイ・データが示しているところであるが、それだけではなく、ディスプレイ関連学会での発表動向を追跡したわれわれの調査でも示唆されている（2.1.5）。また、他の先行研究でも同様のパターンがレポートされている。たとえば山口栄一（2000年；2006年）は、物理学会での発表件数の経年変化をトレースし、日立、NEC、NTTの発表件数が1990年代初頭をさかいに増大から減少へ転じたことを報告している。エレクトロニクス系のわが国の代表的企業は、ある時期以降、学会発表に対して抑制的に取り組むようになったのであり、その転換点は1990年代初頭であったようである。

もちろん、学会での発表件数の動向だけから断定を下すのは早計かもしれない。エレクトロニクス産業では近年、口頭発表を抑える一方、併設展示会を重要するようになった節もある。しかし、利用可能な情報を総合判断し、日本の二大産業を対比する単純化した仮説的表現として、図表2.1.1.3のような

グラフを描いてみた。

図表 2.1.1.3　　産業の「サイエンス型化」マップ



この図自体は、あえてコントラストを強調したラフ・スケッチに過ぎない。しかし、断片的な調査結果が共通に示唆する重要なポイントは、日本のエレクトロニクス産業にいま、サイエンスとの関係で「内向き志向」が見られるということであり、もし事実とすれば、これは懸念材料だろう。知識生産のグローバル・ウエブの中に自らを組み込み、その網の目の中で露出度を十分に高めておかないと、知識の吸収能力（absorptive capacity）や知識活用に限界が生まれる可能性があるが、そういう恐れはないだろうか。

かつて世界を主導していた日本のエレクトロニクス産業は、いま厳しいグローバル競争に直面している。エレクトロニクス産業のなかには、半導体のように世界市場での国別シェアの低下傾向が止まらない分野もある。市場におけるタフな競争が技術戦略面でいわばdefensiveな姿勢を生み、従来以上に警戒的で閉鎖的な研究開発体勢になっているとすれば、一種の「ネガティブ・スパイラル」（負の循環）ともいえるが、それが現実の姿でないかどうか気になるところである。

ただし、発表件数の減少がすなわちサイエンスとの距離拡大を意味すると看做すここでの見立ては、単純化過剰かもしれない。学会の商業化が進むと、企業による学界へのアクセスは一般に複雑化し、その過程で暗黙的かつ非公開的な知識フローが増えると推測されるからだ。このことはわれわれの概念図の改善を迫るのみならず、特許およびその引用情報に着目し知識フローの計量化に貢献してきた近年のイノベーション研究の限界と、それに代替する調査研究の必要性をも示唆している。

参考文献

小田切宏之、『バイオテクノロジーの経済学』、東洋経済新報社、2006年。

Pisano, Gary P., *Science business: the promise, the reality, and the future of biotech*, Harvard Business School Press, 2006（ゲイリー・Ｐ・ピサノ著、『サイエンス・ビジネスの挑戦』、日経ＢＰ社、2008年）.

山口栄一、『イノベーション：破壊と共鳴』、ＮＴＴ出版、2006年。

山口栄一・水上慎士・藤村修三、「技術創造の社会的条件」、『組織科学』、第34巻第1号、30-44頁、2000年。

２．１．２　科学の共有地の商業化：ディスプレイ産業における企業の技術戦略と関連学会との関係

榊原清則・松本陽一

２．１．２．１　分析対象の産業

科学（サイエンス）との関連性が強くなる産業分野が増え、産業におけるサイエンスの意義に対する関心が高まっている（後藤・小田切、2003)。

科学と産業との関連性のあり方を議論するとき、新興産業における場合と既存産業における場合とでは、たがいに区別しておいたほうが適切である。

第一に、科学に依拠してイノベーションがおこなわれ、それによってまったく新しい産業が興る場合がある。ライフサイエンスなどを用いたバイオテクノロジー関連産業にはその典型例が多く、バイオマス、バイオメカニクス、バイオエレクトロニクスの諸産業など、「サイエンス型産業」（science-based industries）として注目度が高まっている（後藤・長岡、2003；小田切、2006)。第二に、これまでどちらかといえば科学とは縁が薄いと思われてきた既存の産業のなかで、科学の知見の重要性が増大する例がある。既存産業がいわば「サイエンス型化」しつつある場合である。ブラウン管から液晶表示装置やプラズマディスプレイパネル（PDP）へとキーデバイスが変化し、さらにその先の有機 EL や電界放出ディスプレイ（FED）など、次世代ディスプレイ技術の研究も増えているテレビ産業は、こうした産業の一例だろう。

本稿では上記２つの場合のなかの後者、すなわち「サイエンス型化」しつつある既存産業のカテゴリに属するテレビ産業をとりあげ、関連する学界と産業との関係を議論する。テレビは産業としては古い歴史をもつが、従来支配的だったブラウン管から近年液晶表示パネルや PDP へとキーデバイスが置き換えられつつあり、さらに次世代ディスプレイ技術の提案もあって、科学の知見の重要度が増してきている産業である。

既存産業と関連学会との関係をみるとき、学会を「科学の共有地」とみる伝統的な見立ては必ずしも適切なものではない。その点を意識し、本稿では、学会を「科学の共有地」とみる伝統的な見方に対して、それとは異なる見立てを含んだ試論をスケッチする。伝統的な形式論でいえば学会は「科学の共有地」であるが、そうした形式論は今日の学会の実態と機能を正しく理解するうえでは十分でないことが指摘される。具体的には、近年における学会の変貌をとりあげ、「商業化する学会」という論点を提起したい。

「商業化」する学会という現象は、上述した既存産業の「サイエンス型化」と同時並行して起きている現象である。「サイエンス型化」する既存産業の分野では、学会を「科学の共有地」とみる伝統的・形式的理解だけでは、産業における科学の意義を十分に理解することができないように思われる。

本稿で試論的に提起される「学会の商業化」という現象は、イノベーションの本質の理解に影響し、ひいてはイノベーション研究のあり方にも影響する可能性がある。近年のイノベーション研究は計量書誌学的なアプローチによって飛躍的に進展してきた（最近の代表的成果の一例は Jaffe and Trajtenberg, 2002)。特許およびその引用情報に着目したこの種の研究は、知識の流れという無形のとらえがたい現象をおおすじ可視化することに成功し、イノベーション研究を飛躍的に発展させてきた。

それに対して、ここで提起される「商業化」する学会というアイデアは、科学と産業とがそれぞれ別個のものとして存在するのではなく、相互に浸透的であり、あるいはたがいに入り組んだダイナミックな影響関係にあることを暗示している。知識の流れに新たな視点と洞察を提供するわれわれのアイデアは、代表的なイノベーション研究の流れである計量書誌学的なイノベーション研究の動向に一石を投じるものであろう。

２．１．２．２　学会は「科学の共有地」か？

学会をどういう場としてとらえたら良いか・とらえるべきかに関して、以下、ディスプレイ技術関係の代表的な学会である情報ディスプレイ学会（Society for Information Display、以下 SID と略）をおもに念頭に置きつつ、まずは簡単な概念的スケッチを試みてみよう。

一般的な形式論でいえば、学会とは科学知識を共有する場であり、ネルソン（Nelson, 2004）のいわゆる「科学の共有地」（scientific commons）である。学会で研究成果を発表するということは、その共有地に知識を置くということ、すなわち「知識の共有化」であり、新しい知識をいわば公共財とし、競合性や流通性を与えるということを意味する。それが科学にとっても技術にとっても有用だという信念が、背後には存在する。

この形式論によれば、学会において口頭発表などのかたちで研究成果を発表するということは、世の中に対して新知識を公知にするということを意味する。ここで、次の二点が重要である。第一に、公知になった知識に対しては誰でも容易にアクセスできるため、知的財産としての価値は当然低くなる。しかしそれと引き換えに、その知識を生み出した者は、新知識の「生みの親」としての名誉を手に入れることができる。第二に、学会発表をせずに、新しい知識はたとえば特許化することで私的財に変換することもできる。しかし自らは権利化することを希望しないが、他人の権利化を防ぎたい場合には、研究成果をいち早く公知にすることがある。

（１）学会のなかの私有地

しかしながら、以上の一般的な形式論とは異なり、学会が成長・拡大する過程で、最近は学会自体のなかに「私有地」の要素が少なからず含まれるようになった。このことを、SID を例として（SID は必ずしも典型例ではないが）模式的に表現するため、一方における発表形態の種別と、他方における科学の共有地か私有地かに着目すると、次のように表すことができる。

	共有地	形式知(分析知)	Biz 関連性 Low
①口頭発表	↑	↑	↑
②Authors’ Interview	|	|	|
③ポスターセッション	|	|	|
④学会併設の展示会	|	|	|
⑤非公開のプライベート・デモ	↓	↓	↓
	私有地	総合知	High

この模式化のなかには共有地か私有地かの区別に加えて、そこで伝えられる知識の種類（形式知にかぎられるか、あるいは暗黙的カテゴリの知識をも含む総合的な知識か）、およびビジネス関連性（Biz 関連性）の高低も付加されている。

SID には、参加者・聴衆とのおもなやりとりの方法として、①口頭発表、②Authors' Interview、③ポスターセッション、④学会併設の展示会、⑤非公開のプライベート・デモがある。

第一に、学会発表を最も代表するのは昔も今も口頭発表（oral presentation）である。口頭発表は若干の質疑応答を含むけれど、基本的には研究成果の一方向的な提示であり、知識の種類でいえば中心になるのは形式知あるいは分析知である。

第二に、口頭発表の内容は、発表当日の夕方にアレンジされる「Authors' Interview」の機会に補足することができる。Authors' Interview は発表者自身が口頭発表を補足する場であり、口頭発表を聞いて関心をもった聴衆と発表者とのやりとりの場である。デバイスなどのデモもできるので、口頭発表での発表とは違って暗黙的なカテゴリの知識をも含めたやりとりが可能である。商談の要素は小さいがその可能性はゼロではない。

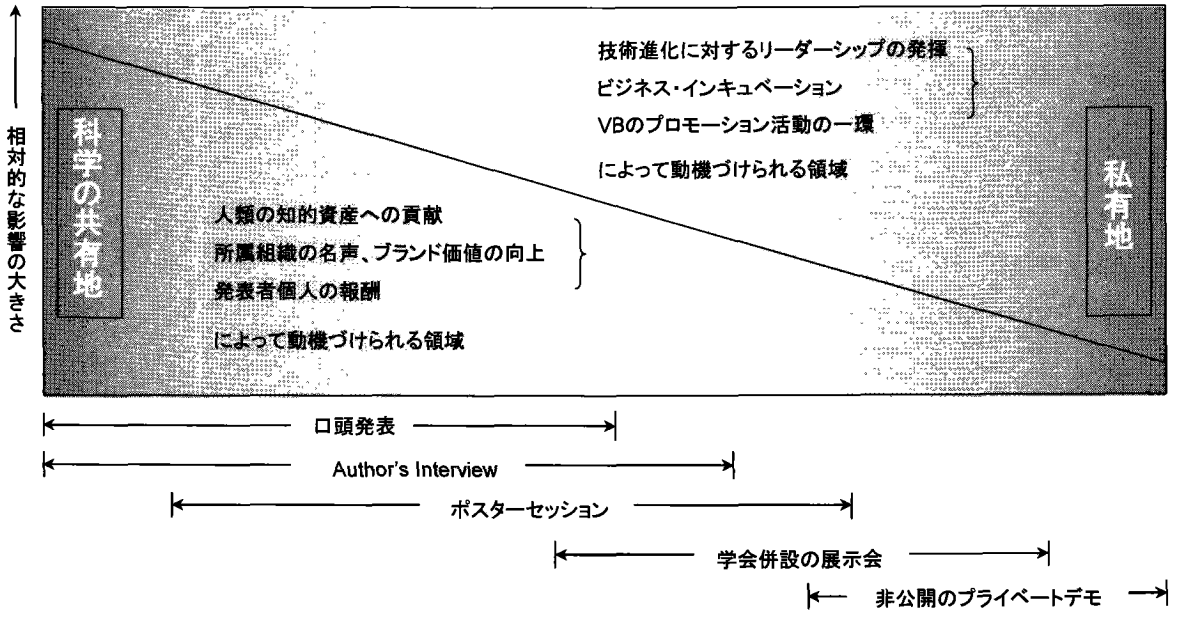
第三に、SID には通常の口頭発表以外にポスターセッションが設けられている。ポスターセッションにおける発表とはポスターを掲示し、発表者がそのポスターのそばで内容を説明する形式の発表である。SID では 1993 年以降（1998 年を除き）毎年ポスターセッションが設けられている。ポスターセッションは「Authors' Interview」以上に相互作用的なやりとりの場であり、時間の制約も少ない。デモも可能であり、暗黙的な知識が含まれる余地は大きい。口頭発表やそれを補う Authors' Interview に比べ、商談の可能性はより大きくなるが、誰でも立ち寄れる公開の場なので、商談には限界もある。

第四に、SID では学会自体のアレンジで展示会が併設されるのが普通である。学会併設なので、新技術を中心とした展示会である点が一般の新製品展示会との違いである。この学会併設の展示会では、形式知だけではなく、トータルな知識が示され、ビジネス関連性は顕著に高くなる。

最後に、SID では学会会場の周辺ホテルの各種スペースを用いて、非公開のプライベート・デモが多数アレンジされるのが普通である。公開ではないので、誰もがアクセスできるわけではない。非公開のプライベート・デモは基本的には「私有地」のカテゴリに属する。多くの場合、これはまさに商談を目的とした場である。

こうして、SID のような学会の現実的機能をみると、そこには文字どおりの「科学の共有地」の側面と、同時にまた「私有地」の側面との、二面性が含まれているのである。その 2 つは、どこかで線が引けるというものではなく、相互に浸透している。それゆえその全体イメージは、科学の共有地と私有地とを両極とする一種の連続体（continuum）として表現することができる（図表 2.1.2.1 参照）。

図表 2.1.2.1　科学の共有地と私有地と：学会の二面性



まず口頭発表と Author’s Interview の 2 つにおいては、「科学の共有地」の性格が最も強い。ポスターセッションには商談の可能性が含まれ、私有地の要素が入ってくるものの、以上の 3 つは基本的には研究成果を発表する場である。それに対して、学会併設の展示会は、多くの場合発表と連動する展示の場ではあるが、私有地としての性格が強く出てくる。最後に非公開のプライベート・デモは主として商談直結の、私有地に属する場である。

このようにイメージされる最近の学会は、科学の共有地と私有地の二面性をもっている。言い換えると「共有化された知識と私有化された知識とが交わる交差点」が学会であり、そういうものとして学会は催されている。このような特徴は典型的にはアメリカの学会で多くみられるものである。そして、共有地と私有地の両方の側面を兼ね備えているという二面性と、それを支える運営の柔軟性のゆえに、アメリカの学会には大きな集客力があるのであろう。

（2）企業はなぜ学会で発表するのか

このような性格をもった学会で発表する民間企業のねらいは何であろうか。以下では、図表 2.1.2.1 のなかに書き込まれた「発表の動機」のバリエーションを概説する。

企業の学会発表のねらいについて、従来からよく指摘されてきたのは、（1）人類の知的資産への貢献、（2）所属企業（組織）の名声、企業価値・ブランドの向上、（3）発表者個人への報酬（名誉、金銭的報酬、動機づけ等々）である。これらのねらいは、明らかに学会の「科学の共有地」としての特徴に由来するものと考えられ、それゆえ図 2.1.2.1 のなかでは、相対的に左側の位置に書き込まれている。

しかし、それのみではなく、学会の「私有地」としての側面を考慮すると、学会に参加する企業のねらいとしては今日、種類の異なる次の三つも重要であることがわかる。

第一は、自社技術をアッピールし技術進化に対して幅広いリーダーシップを発揮するねらいである。技術面でいわば「トレンドセッター」の役割をめざす一環として、学会でのプレゼンスを高める意義は

大きい。技術進化にイニシアティブを発揮できれば、周辺の部材メーカー等がその流れに乗ってくることが期待できるし、ビジネス上のパートナーの裾野が拡がるからである。この点では、口頭発表やポスター発表のみならず、併設される展示会での企業のプレゼンスの高さも重要になる。SID における最近のサムスン電子、LG の派手な活動はこのねらい、すなわち技術進化に対して幅広いリーダーシップを発揮するねらいをもって、おこなわれているようである。

第二に、「ビジネス・インキュベーションのきっかけ」というねらいがある。新しい技術は、それに対してどのような応用(アプリケーション)があり得るかが、当の企業自身にとって明確ではないことが多い。新規性の高い技術であれば、試行錯誤的に新しい事業ドメインを模索する必要があるが、その場合には形式知だけでなく暗黙知をも含めて重要になる場合がある。また、事業化へ向けたスケールアップのために計測技術や生産技術が必要になる場合も多い。このような場合には、ビジネスとの直接間接の関連性を念頭において、企業は、学会でのプレゼンスを高める方法を一つあるいは複数組み合わせて選択し利用する必要がある。

第三に、学会に参加する企業が新興のいわゆる「ベンチャー企業」(start-ups) である場合、その企業の文字どおりの販売促進 (プロモーション) として、あるいは特定の商品を販売するためのパンフレットのようなものとして、学会への参加がおこなわれる場合がある。極端な場合には、ベンチャーキャピタルへの自社の売り込みや、あるいは存続をかけた既存他企業への身売り、すなわちベンチャー企業のいわゆる exit 戦略 (出口戦略) のねらいをもって、学会発表がおこなわれる場合もある。後述する米プラズマコ社の事例はその一例である。

以上に列挙した３つのねらいは、明らかに学会の「私有地」としての特徴に由来するものと考えられ、それゆえ図表 2.1.2.1 のなかでは、相対的に右側の位置に書き込まれている。

要するに、学会に共有地と私有地の二面性が生れるとともに、企業による学会参加のねらいもまた多様化していく。学会への参加は、科学の共有地に知識を置く口頭発表だけにはかぎられないのである。

参考文献

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、2003 年。

後藤晃・小田切宏之編、『日本の産業システム③　サイエンス型産業』、NTT 出版、2003 年。

科学技術政策研究所、『平成 16 年版科学技術指標―データ集―2005 年改訂版』、調査資料No.117、文部科学省科学技術政策研究所、2005 年 4 月。

小松裕司、「平面ディスプレイ技術の研究開発動向」、『科学技術動向』、文部科学省科学技術政策研究所、No. 41、2004 年 8 月、13-24 頁。

交流協会、『アジアのフラットパネルディスプレイ産業』、財団法人交流協会、2005 年。

McMillian G. Steven, Francis Narin and David L. Deeds, "An Analysis of the Critical Role of Public Science in Innovation: The Case of Biotechnology," *Research Policy*, 29, 2000, pp. 1-8.

Nelson, Richard R., "The Market Economy, and the Scientific Commons," *Research Policy*, 33, 2004, pp. 455-471.

小田切宏之、『バイオテクノロジーの経済学――「越境するバイオ」のための制度と戦略』、東洋経済新報社、2006年。

小笠原敦・松本陽一、「テレビ産業の競争と利益獲得方法の多様化」、榊原清則・香山晋編著、『イノベーションと競争優位――コモディティ化するデジタル機器』、ＮＴＴ出版、2006年、163～196頁。

特許庁編、『平成15年度特許出願技術動向調査4――ＰＤＰ表示制御』、社団法人発明協会、2004年。

特許庁編、『平成16年度特許出願技術動向調査報告書――プラズマディスプレイパネルの構造と製造方法』、特許庁、2005年3月。

特許庁編、『平成17年度特許出願技術動向調査報告書――液晶表示装置の画質向上技術』、特許庁、2006年3月。

Jaffe, Adam B., and Manuel Trajtenberg, *Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*, MIT Press, 2002.

Zucker, Lynne G. and Michael R. Darby, "Capturing Technological Opportunity via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firm's Biotech Patents and Products," *Journal of Technology*, 26, 2001, pp. 37-58.

Zucker, Lynne G., Michael R. Darby and Jeff S. Armstrong, "Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology," *Management Science*, 48, 2002, pp. 138-153.

２．１．３　企業の研究開発と科学（サイエンス）および学会との関係性に関する産業間比較
―　自動車産業におけるサイエンス型産業特性の分析　―

辻本将晴・松本陽一・榊原清則

２．１．３．１　はじめに

本稿では、郵送質問票調査「企業の研究開発と科学（サイエンス）及び学会の関連性に関する調査」[1]を通じて得られたデータを主に用いて、化学・医薬品産業、機械産業、電機機器産業、自動車産業を比較分析する[2]。

分析の狙いは、科学（サイエンス）および学会との関連性という観点から、次の３点を明らかにすることである。第一に、既存産業を、「サイエンスを重視する産業」、「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」および、「どちらでもない産業」に区分できるか。

第二に、区分できる場合、それらの間の共通傾向および差異はどのようなものか。第三に、有意な差異がある場合、それらを生み出している要因、メカニズムはどのようなものか。

我々の想定は、既存産業の中でも上記のような区分を行うことが可能であり、それらの間には、科学（サイエンス）および学会との関連性からみたイノベーションプロセスにおいて様々な違いがあるというものである。

すなわち、サイエンスを重視する産業においては、アカデミアによって科学研究が継続的に行われ、企業が学会を通じて科学研究を受容しつつ企業主体で権利化し、高い専有性のもとで商業化するというプロセスが想定されているように思われる。時にはアカデミア自身が商業化までのプロセスを担うようなアカデミックアントレプレナーとして活動することもありうるだろう。

一方でサイエンスを重視する傾向を近年強めている産業においては、企業が学会への関与を急速につよめ、アカデミアを刺激し、その影響で学会の一部に商業化の色合いを強くもつ研究内容や発表形態が生じ、時には学会における技術買収や人材採用（hiring）が行われていることが想定される。必ずしも企業主体の権利化と高い専有性の確保が前提とはならず、企業内での関連技術の統合が最優先であり、そのために必要であれば権利化することもありうるが、むしろ人材を採用し技術の統合に関与させることを望む傾向があると想定される。また、これまでは存在しなかったアカデミックアントレプレナーも現れていると思われる。しかしそれはサイエンス産業における場合と異なり、大企業への技術売却（Exit）をゴールとして学会を媒介に用いている可能性が高い。

そのどちらでもない産業においては、学会との関連は薄く、相互に無関係に近い存在であると想定される。このような想定にたって産業間比較を行っている。

---

[1] 質問票は添付資料を参照。質問票作成に際しては後藤・永田（1997）を参照した。産業コード表は「全国イノベーション調査」において伊地知らが作成したものをそのまま利用しており、日本標準産業分類11訂版（平成14年3月改訂）を基本とするものである。

[2] 本稿における産業分類の詳細は（2）を参照。

（1）調査概要

ここで、「企業の研究開発と科学（サイエンス）及び学会の関連性に関する調査」の概要を簡単にまとめておく。

調査対象は東京証券取引所1部、2部及びマザーズ上場の建設業と製造業に属する民間企業の研究開発担当者である。回答者として指定したのは、技術担当の最高経営責任者（CTO）、あるいは経営企画部門の研究開発担当者である。

これらの対象に対して、2007年11月13日から2007年11月28日の間に調査票を郵送で配布し、回収した。発送数は1,179件であり、そのうち175件の有効な回答を得た。したがって、有効回答の回収率は14.8%である。

なお本稿では（2）でのべる産業分類に属する企業81社のみを分析対象としている。

（2）産業分類

本稿において用いる産業分類を定義する。本稿では、図表2.1.3.1に示すとおり産業分類コードの2桁、3桁コードを併用して産業分類を行っている。4つの産業分類に所属する企業数もあわせて図表2.1.3.1に記入している。

サンプル数が十分ではないため、各産業を正確に代表しているかどうかについては注意して解釈しなければならない。しかし、比較においてノンパラメトリック検定を用いることで母集団分布の非正規性やサンプル数の少なさに起因する推定上の問題はある程度解消される。実際に産業内所属企業をみると、様々な角度から見てバランスよくサンプリングされていると考えられる。したがってここではこのまま比較分析を継続するものとする。

図表2.1.3.1　産業分類

3桁／2桁分類	コード	業種名	所属企業数
17	1	化学(医薬含む)	24
26	2	一般機械器具	32
27,28	3	電気機器・情報通信機器	14
301,304,305	4	自動車・航空機・産業用運搬車両	11

（3）産業間比較分析

先に定義した4つの産業分類を用いて、比較分析を行う。

比較に際しては、先にあげた3点にそって順に分析を進めていく。すなわち、第一に、既存産業を、「サイエンスを重視する産業」、「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」および、「どちらでもない産業」に区分できるか。第二に、そのように区分できる場合、それらの間の共通傾向および差異はどのようなものか。第三に、有意な差異がある場合、それらを生み出している要因、メカニズムはどのようなものか。

分析の方法は次の通り。第一に個別の質問項目について産業間での回答傾向を平均値によってみる。第二に個別の質問項目について産業間でクラスカル・ウォリス検定を行い、産業間に有意差があるかどうかを検定し、解釈を行う[3][4]。第三に、設問群のうち因子分析によって因子を構成するのが適切なものについては因子分析を行った上で、同様の検定を行い、結果を解釈する。

① 産業の性質による区分

第一に、既存産業を、「サイエンスを重視する産業」、「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」および、「どちらでもない産業」に区分できるかについて、分析をおこなう。

a. 科学（サイエンス）及び学会との関連性

10年前の科学（サイエンス）及び学会との関連性

設問8において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表2.1.3.2の通りである。

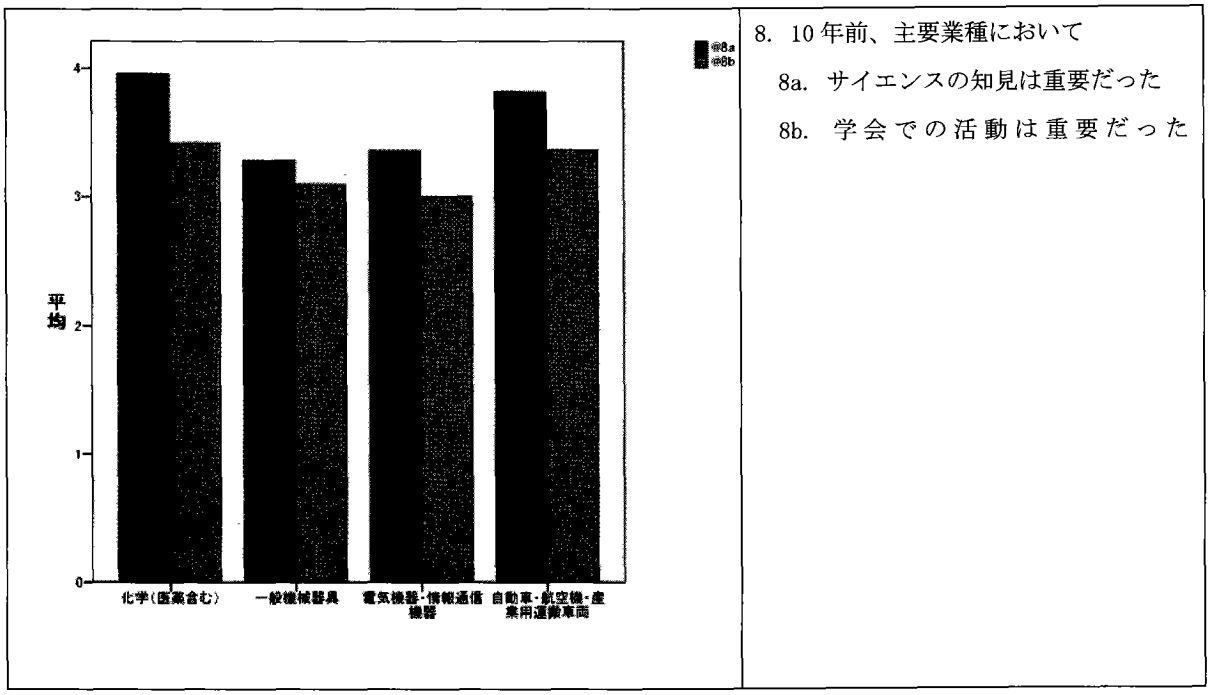
サイエンスの知見の重要性については予想通り、「化学（医薬含む）」（以下、化学・医薬）が最も高い数値を示している。続いて「自動車・航空機・産業用運搬車両産業」（以下、自動車）が高い数値を示している。「電気機器・情報通信機器」（以下、電機・情報通信）、「一般機械器具」（以下、一般機械）の数値は相対的に低い。学会での活動の重要性についてもほぼ同様の傾向であるが、電機・情報通信が最も低い数値となっている。

この設問について、1つの項目で有意差がみられた[5]。すなわち10年前における「サイエンスの知見の重要性」である（図表2.1.3.3）。

[3] ここでの有意差は5%有意水準（$p<0.05$）とする。

[4] 検出力が低下するため、「第二種の過誤」をおかす可能性が高まる。すなわち帰無仮説が偽であるときにそれを採択してしまう可能性が高まる。言い方を変えると本来的には有意差があるのにもかかわらずそれを検出できない可能性が高いということである。

[5] 平均ランクが高いほど回答スコアの平均数値が大きいことを意味する。



図表 2.1.3.2：10 年前の科学（サイエンス）及び学会との関連性[6]

図表 2.1.3.3　10 年前の科学（サイエンス）及び学会との関連性[7]

	サイエンスの知見の重要性（10年前）
化学(医薬含む)	49.42
一般機械器具	34.28
電気機器・情報通信機器	36.21
自動車・航空機・産業用運搬車両	48.27
p-value	0.048

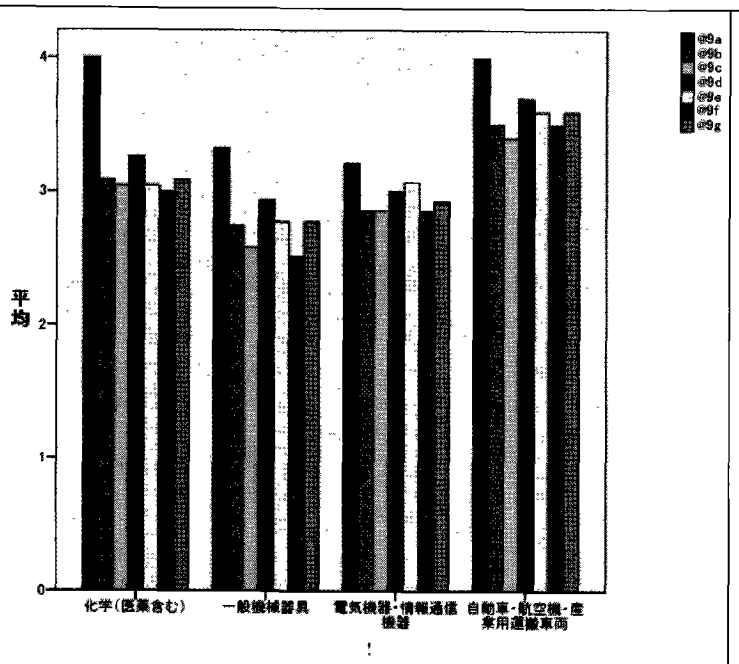
「10 年前」という時間指定に問題があった可能性があるが、本稿の分析においては自動車産業も「サイエンスを重視する産業」に分類可能といえる。

10 年間の科学（サイエンス）及び学会との関連性の変化

設問 9 において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表 2.1.3.4 の通りである。サイエンスの知見の重要性の高まりについて、化学・医薬と自動車がほぼ同様の高い数値を示している。一般機械と電機・情報通信は低い数値である。自動車は学会を重視する度合いが高まったかどうかに関する設問について総じて高い数値を示している。

[6] 重要性を 1 点から 5 点で回答している回答の平均値

[7] 1 点から 5 点の回答に対して、1 から 5 に向けて順位（1 位、5 位、15 位、30 位・・・・105 位）を振っていき、それを産業別に加算（順位和）を各産業のサンプル数（24 社、32 社、14 社、11 社）で除した数字。数値が大きいということは順位が大きい、すなわち重要度が高い「5」に近い回答の企業が多かったということになる。以下、指標の数値化は同じ。



a. サイエンスの知見の重要性は高まった
b. 国内の学会で発表する意義は高まった：研究発表
c. 国内の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会
d. 国内の学会に出席する意義は高まった
e. 海外の学会で発表する意義は高まった：研究発表
f. 海外の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会
g. 海外の学会に出席する意義は高まった

図表 2.1.3.4：10 年間の科学（サイエンス）及び学会との関連性の変化

この設問について 4 つの項目で有意差がみられた。すなわち、「サイエンスの知見の重要性」「国内学会発表：研究発表の重要性」「国内学会：出席の重要性」「海外学会発表：併設展示会」における 10 年間の変化である（図表 2.1.3.5）。

図表 2.1.3.5　10 年間の科学（サイエンス）及び学会との関連性の変化

	サイエンスの知見の重要性	国内学会発表:研究発表の重要性
化学(医薬含む)	49.98	45.06
一般機械器具	32.26	34.36
電気機器・情報通信機器	32.21	38.39
自動車・航空機・産業用運搬車両	50.86	54.77
p-value	0.004	0.042
	国内学会:出席の重要性	海外学会発表:併設展示会
化学(医薬含む)	44.27	44.29
一般機械器具	34.97	32.95
電気機器・情報通信機器	37.36	41.00
自動車・航空機・産業用運搬車両	56.05	54.85
p-value	0.037	0.037

最近 10 年間で最もサイエンスの知見の重要性が高まったとするのは自動車産業であり、化学・医薬がほぼ並ぶ。国内学会発表における研究発表や出席については自動車産業が単独で高い数値を示す。海外学会の併設展示会においては、自動車産業が最も高い数値を示すが次いで化学・医薬および電気・情報通信機器も相対的に高い数値を示す。

総じて、化学・医薬および自動車は「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」であり、その傾向は全般に自動車のほうが強い。電機・情報通信は海外学会における併設展示会については重視する傾向を近年強めているといえるだろう。

ここで特に電機・情報通信に着目すると、海外学会での研究発表と併設展示会での発表の 2 つについ

て、他の項目との比較において高い数値を示している。ここでも２．１．６で示すプラズマコ社の事例を全体の中で意義づけるような結果が出ているともいえるだろう。

サイエンス型とサイエンス型化因子

ここで、設問８と設問９に対する因子分析を行い、サイエンス型因子とサイエンス型化因子を抽出し、産業間で比較する。因子を抽出する理由は、この２つの因子が本稿における鍵となる概念の一部だからである[8]。

設問８の２つの項目からサイエンス型因子を抽出した。因子抽出は固有値1.5以上を基準としたところ、一つの因子が抽出され、寄与率は55.7%であった。

次に、サイエンス型化に関する設問９のうち一部を用いて、サイエンス型化因子を抽出した[9]。同様に一つの因子が抽出され、寄与率は53.4%であった。

サイエンス型因子とサイエンス型化因子の因子得点を用いて変数化し、産業間で比較分析した（図表2.1.3.6）。

図表2.1.3.6　サイエンス型化／サイエンス型

	サイエンス型	サイエンス型化
化学（医薬含む）	48.81	43.98
一般機械器具	35.67	32.27
電気機器・情報通信機器	33.75	37.68
自動車・航空機・産業用運搬車両	48.68	54.15
p-value	0.076	0.040

サイエンス型因子については、5%有意水準での有意差はなく、10%有意水準であるため参考としてみる必要があるが、化学・医薬と自動車がほぼ同じ数値を示している。先述の通り、10年前（間）という時間設定に問題があった可能性はあるが、いわゆるサイエンス型産業である化学・医薬と自動車が同様の傾向を示しており、それはこの因子に関するものに限らない。

サイエンス型化因子については、自動車産業が最も高い数値を示し、次いで化学・医薬、電機・情報通信機器となっている。最近10年間では自動車産業が産業全体としては最もサイエンス型化した可能性がある。

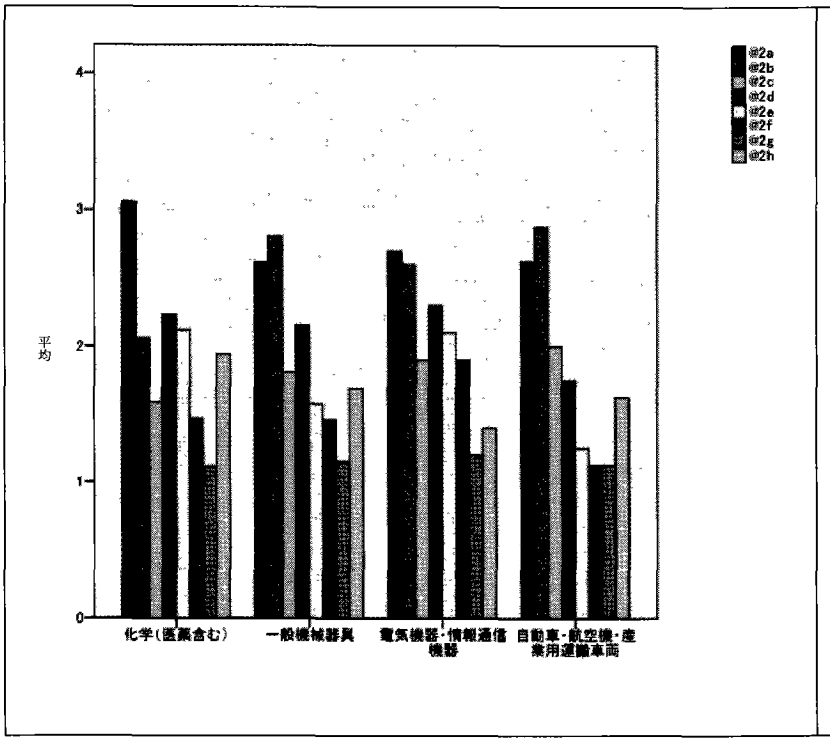
まとめると、「サイエンスを重視する産業」は化学・医薬および自動車である。「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」は自動車が最も顕著であり、化学・医薬が次ぐ。電機・情報通信も一部の製品分野ではサイエンスを重視する傾向が強まっている可能性もある。「どちらでもない産業」は一般機械である。ここで特徴的なのは、自動車産業の傾向である。この点に注目しながら、以下、すべての設問について産業間の回答傾向を比較分析する。

[8] 具体的には主因子法による因子分析とバリマックス回転を行い、因子得点の変数化によって変数化した。
[9] ｄおよびｇは「出席」に関する設問であるためここでは除いた。

② 設問ごとの回答傾向と差異の産業間比較分析

a. 研究開発プロジェクトの目的（過去 3 年間）

設問 2 において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表 2.1.3.7 のとおりである。



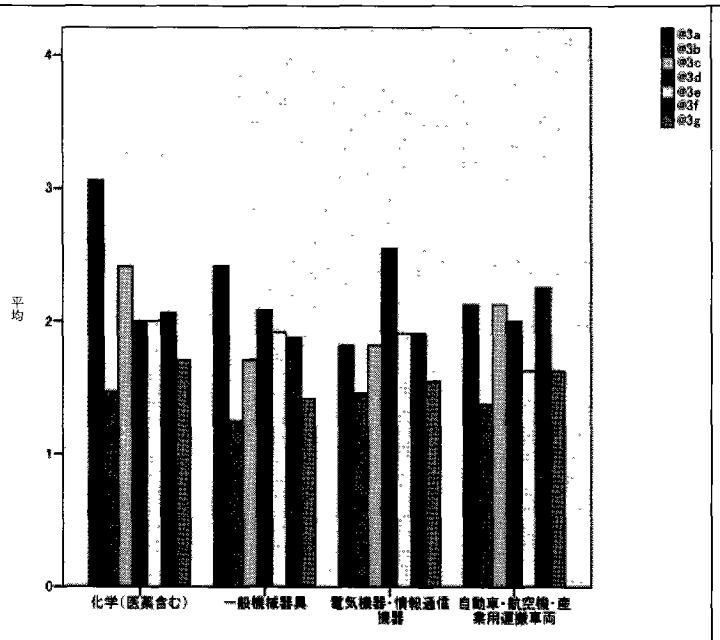
図表 2.1.3.7：研究開発プロジェクトの目的（過去 3 年間）

ここで有意差がみられる設問はないが、特徴的な傾向として、化学・医薬において新製品開発が高い数値を示している。その他の産業では既存製品の機能・品質の向上が最も高い数値を示している。

電機・情報通信では国内、海外における新市場の創出の重要性が高いとの回答傾向がみられる。市場シェアの維持・拡大の重視度合いも高い。

b. イノベーションから得られる競争優位を確保する上での効果（過去3年間）

設問3において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表2.1.3.8のとおりである。



a. 特許による保護
b. 他の法的保護（意匠登録、半導体回路配置の登録や著作権など）
c. 技術情報の秘匿
d. 製品の先行的な市場化
e. 製品の販売・サービス網の保有・管理
f. 製品の製造設備やノウハウの保有・管理
g. 生産、製品設計の複雑性

図表2.1.3.8：イノベーションから得られる競争優位を確保する上での効果（過去3年間）

有意差のある項目を除く回答傾向としては、電機・情報通信における製品の先行的な市場化の効果をみとめる度合いの高さが顕著である。次に、化学・医薬における技術情報の秘匿の効果を認める度合いが高い。自動車では製品の製造設備やノウハウの保有と管理の効果を認める度合いが高い。

ここでは、1つの項目で有意差がみられた。すなわち「特許による保護」である。平均ランクと漸近有意確率を図表2.1.3.9にまとめている。

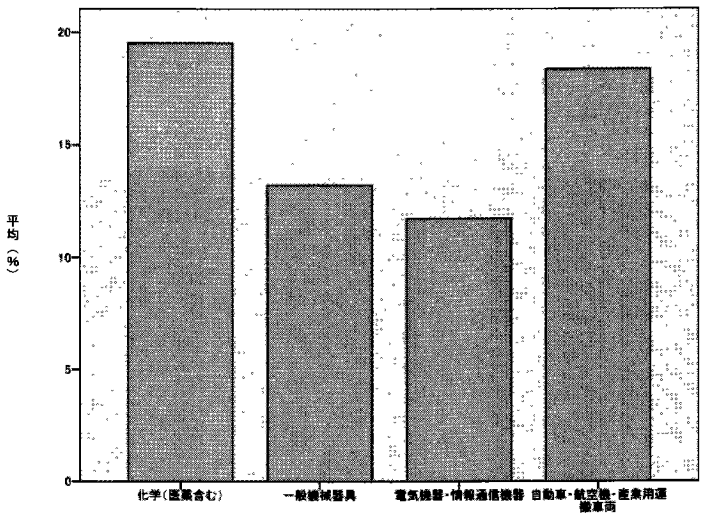
図表2.1.3.9　競争優位確保の上での効果

	特許による保護
化学(医薬含む)	48.3
一般機械器具	38.84
電気機器・情報通信機器	29.46
自動車・航空機・産業用運搬車両	32.14
p-value	0.049

「特許による保護」については、化学・医薬が最も高い数値を示している。続いて一般機械である。電機・情報通信は最も低い。これは一製品について時には100以上の特許が関与する製品を取り扱う当該産業の特徴が出ているとも解釈できるだろう。

c. 鍵となる専門的知識を社外に求めたプロジェクトの割合（過去3年間）

設問4において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表2.1.3.10のとおりである。

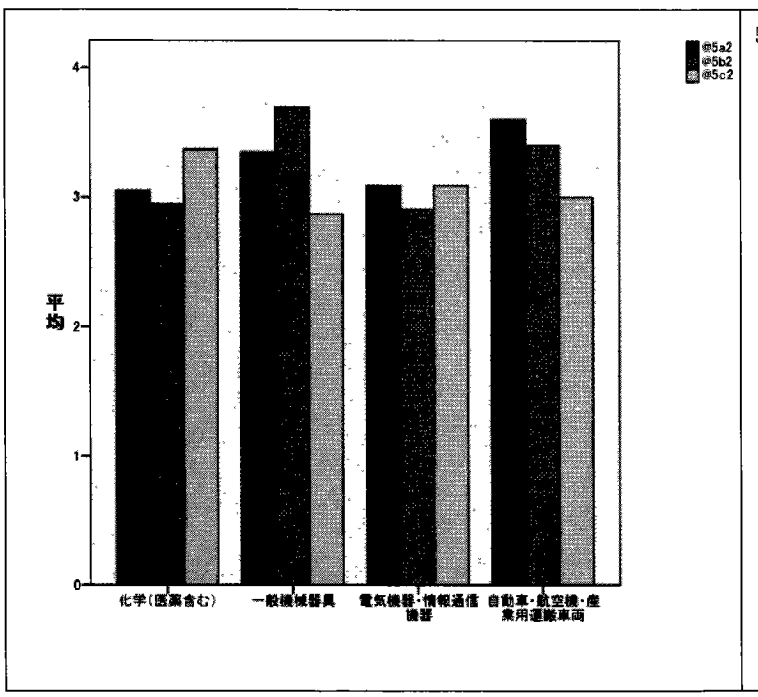


図表2.1.3.10：鍵となる専門的知識を社外に求めたプロジェクトの割合（過去3年間）

ここで有意差はみられないが、化学・医薬と自動車で高い数値がみられる。オープンイノベーションの進展とサイエンス重視、サイエンス重視傾向の強化に関連があることが示唆されているだろう。

d. 職能部門との対面情報の交換頻度

設問5において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表2.1.3.11のとおりである。



5. 貴社の主要業種の研究開発部門は、どの位の頻度で下記の職能部門と対面情報の交換を行っていますか。

5a. 営業・販売部門

5b. 生産部門

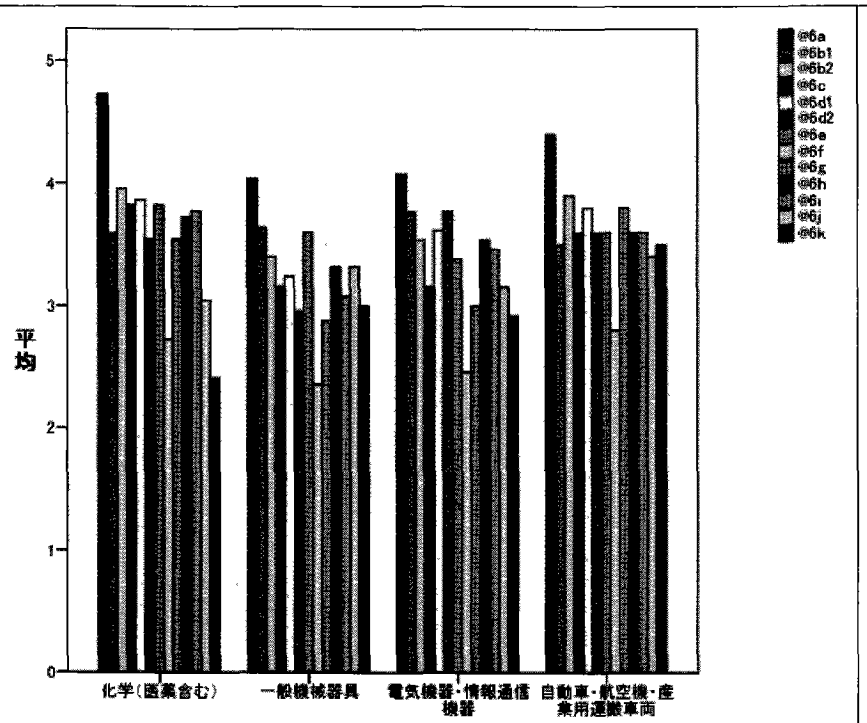
5c. その他の研究開発部門

図表2.1.3.11：職能部門との対面情報の交換頻度

ここでは有意差は見られないが、生産部門との対面情報の交換頻度は一般機械が最も高く、次いで自動車である。営業・販売部門とは、自動車産業が最も高い頻度を示している。研究開発部門とは、化学・医薬がもっとも高い頻度で対面情報を交換しているようである。

e.　外部の研究開発ないしイノベーションに関する活動を知るための情報源

設問6において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表2.1.3.12のとおりである。



a. 特許
b. 出版物・報告書
b1 新聞・一般雑誌・一般図書
b2 学術論文
c. 公開の研究集会
d. 学会
d1 研究発表
d2 併設の展示会
e. インフォーマルな情報交換
f. 最近採用した技術系の人材
g. ライセンス供与された技術
h. 研究開発の共同事業、ジョイントベンチャー
i. 他社との研究契約
j. 製品（例：リバースエンジニアリング）
k. 事業者団体

図表2.1.3.12：外部の研究開発ないしイノベーションに関する活動を知るための情報源

ここでは、6つの項目で有意差がみられた。すなわち、「特許」「公開の研究集会」「併設の展示会」「ライセンス供与された技術」「他社との研究契約」「事業者団体」である（図表2.1.3.13）。

「特許」については当然、化学・医薬が最も高い数値を示している。しかしそれに続いて「自動車」が高い数値を示している。「公開の研究集会」「他社との研究契約」においても同様の傾向がみられる。

一方、「ライセンス供与された技術」「事業者団体」については自動車が最も高い数値を示している。前者については、自動車産業において外部からの技術ライセンス取得が活発に行われていることを示唆していると考えられる。後者については自動車産業の業界としての特徴を反映したものかもしれない。

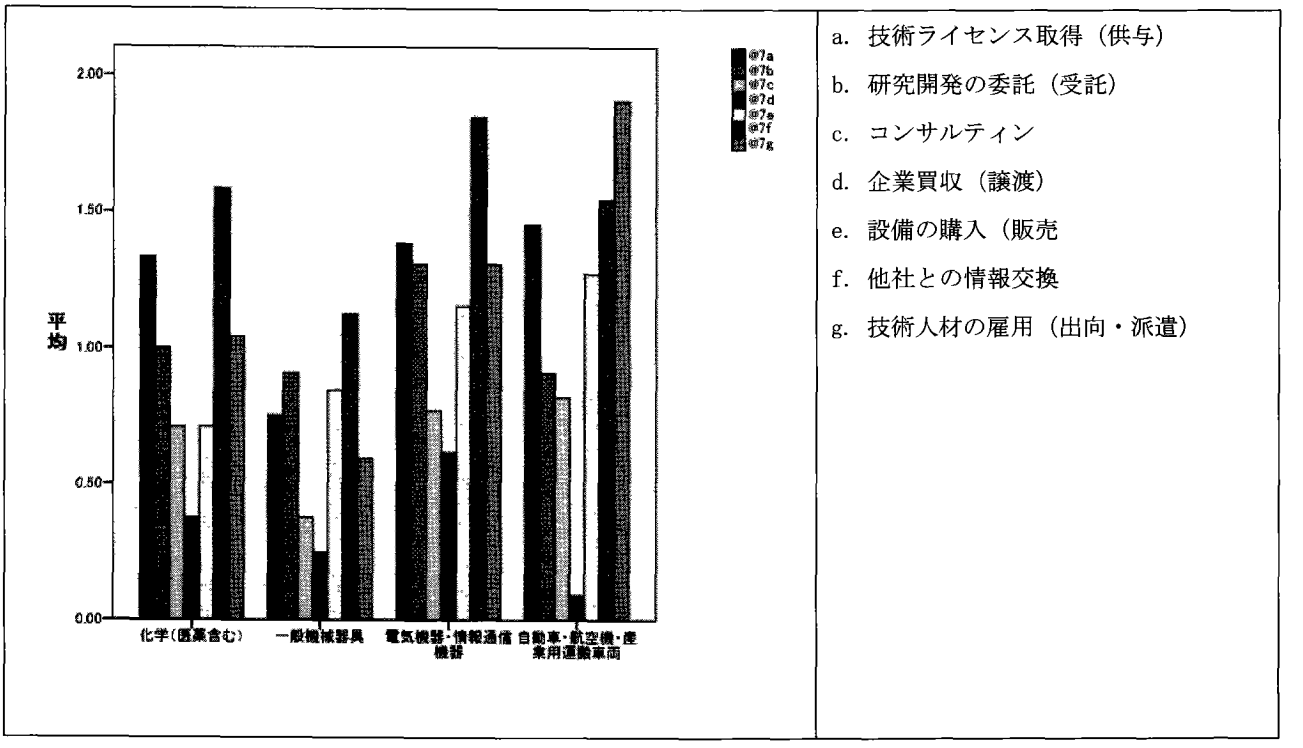
併設の展示会については電気・情報通信機器が最も高い数値を示している。これはたとえばプラズマコ社のケースにおけるSIDのような学会のあり方と対応していると思われる（榊原・松本, 2007）。

図表2.1.3.13　外部R&D情報の情報源

	特許	公開の研究集会	併設の展示会
化学(医薬含む)	50.17	52.13	44.26
一般機械器具	33.45	32.91	31.11
電気機器・情報通信機器	35.39	34.18	51.29
自動車・航空機・産業用運搬車両	45.77	46.32	46.23
p-value	0.021	0.005	0.016
	ライセンス供与された技術	他社との研究契約	事業者団体
化学(医薬含む)	44.59	47.84	30.11
一般機械器具	29.41	30.65	41.45
電気機器・情報通信機器	35.82	41.61	43.11
自動車・航空機・産業用運搬車両	51.45	45.09	53.75
p-value	0.01	0.026	0.031

f. 主要業種・主要技術における新技術の外部導入・外部移転（2006 年度中）

設問 7 において上記の内容をたずねている。国内、海外別に技術導入、技術移転の有無をたずねているが、ここでは項目別に「有り」を意味するチェックがついた数を合計し、比較している。



図表 2.1.3.14：主要業種・主要技術における新技術の外部導入・外部移転（2006 年度中）

有意差のある項目以外の回答傾向をみると、他社との情報交換は電機・情報通信が最も高い数値を示している。技術ライセンスの取得（供与）は一般機械以外が高い。企業買収（譲渡）は電機・情報通信が最も高い。設備の購入(販売)は自動車が高い。

有意差が見られた項目はひとつであり、「技術人材の雇用（出向・派遣）」である。自動車が最も高く、次いで電機・情報通信である。数値の水準としては 2.0 を下回っており決して高いわけではない（最大 4.0）が、これらの産業では国内・海外における人材の流動性が相対的に大きいと思われる。

図表 2.1.3.15　主要業種・主要技術における新技術の外部導入・外部移転（2006 年度中）

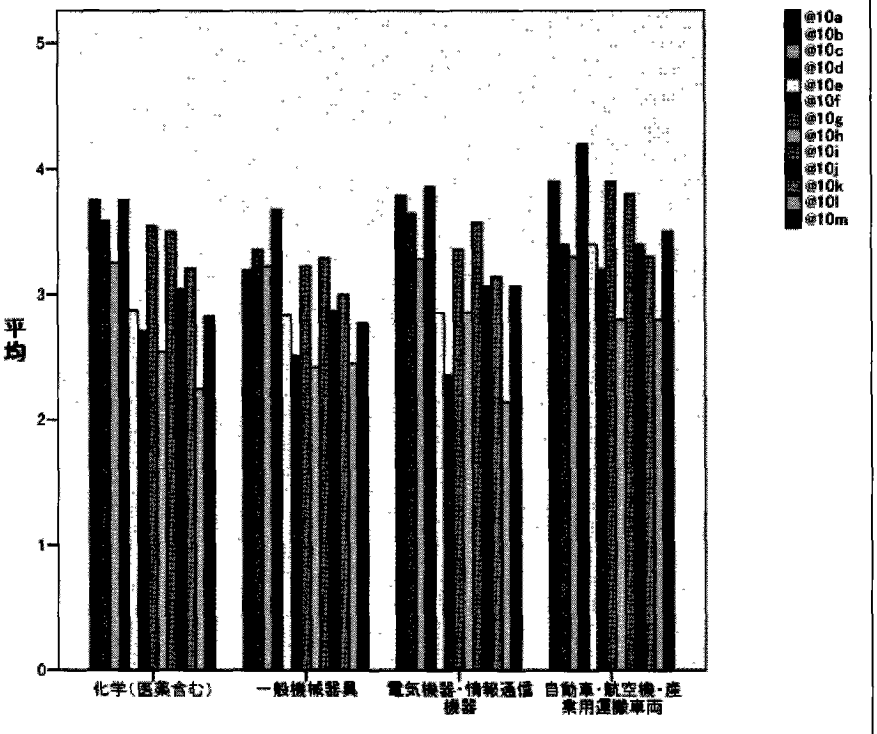
	技術人材の雇用(出向・派遣)
化学(医薬含む)	42.46
一般機械器具	31.41
電気機器・情報通信機器	45.81
自動車・航空機・産業用運搬車両	56.41
p-value	0.006

図表 2.1.3.15　主要業種・主要技術における新技術の外部導入・外部移転（2006 年度中）

	技術人材の雇用(出向・派遣)
化学(医薬含む)	42.46
一般機械器具	31.41
電気機器・情報通信機器	45.81
自動車・航空機・産業用運搬車両	56.41
p-value	0.006

g. 学会との関係性（国内学会）

設問 10 において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表 2.1.3.16 のとおりである。



a. 先端的な知識を獲得できる
b. 発表者個人のインセンティブになる
c. 所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる
d. 技術進化の動向を把握できる
e. 技術進化に対するリーダーシップを発揮できる
f. 商談や取引につながる
g. インフォーマルな（技術的）情報交換ができる
h. 有能な人材の獲得につながる
i. 人的交流・ネットワークづくりの面で有意義
j. 自社技術の本質的な優位性の発見につながる
k. 自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる
l. 自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる
m. 自社技術開発のパートナー獲得につながる

図表 2.1.3.16：学会との関係性（国内学会）

有意差がみられた以外の項目以外の回答傾向を見ると、「技術進化の動向把握」が自動車で最も高く、次いで電機・情報通信となっている。「技術進化に対するリーダーシップ」や「商談や取引につながる」も自動車が最も高い。「自社技術開発のパートナー獲得」についても自動車と電機・情報通信が高い数値を示している。

ここでは、2 つの項目で有意差がみられた。すなわち、「先端的知識の獲得」「インフォーマルな情報交換」である（図表 2.1.3.17）。

両方の項目で自動車産業が最も高い数値を示しており、その他の産業と比較して自動車における国内学会の重要性がより高く、特に先端的知識の獲得、インフォーマルな情報交換といった項目でその傾向が顕著であることが示されている。

h.「科学の共有地」因子と「学会の商業化」因子（国内学会）

ここで、設問 10 に対する因子分析を行い、学会との関係性に関する因子を抽出する。先述と同じ方法と基準で因子抽出を試みたところ、2 つの因子が抽出され、図表 2.1.3.18 のような因子行列が得られた。

特徴的なのは設問 1「自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる」であり、最も顕著に 2 つの因子を区分している。

2 つの因子の因子行列構造をみると、明らかに因子 1 は「科学の共有地」に関する因子であり、因子 2 は「学会の商業化」に関する因子であると考えられる。そこでこれら 2 つの因子について、因子得点を変数として用いて変数化し、産業間で比較分析を行った（図表 2.1.3.19）。

図表 2.1.3.18　因子行列（国内学会）

		因子1	因子2
10a	先端的な知識を獲得できる	**0.525**	0.181
10b	発表者個人のインセンティブになる	**0.485**	0.075
10c	所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる	**0.665**	0.171
10d	技術進化の動向を把握できる	**0.581**	0.103
10e	技術進化に対するリーダーシップを発揮できる	**0.527**	0.339
10f	商談や取引につながる	0.381	**0.467**
10g	インフォーマルな（技術的）情報交換ができる	**0.547**	0.281
10h	有能な人材の獲得につながる	0.364	**0.463**
10i	人的交流・ネットワークづくりの面で有意義	**0.648**	0.195
10j	自社技術の本質的な優位性の発見につながる	**0.45**	0.382
10k	自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる	0.283	**0.445**
10l	自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる	−0.069	**0.931**
10m	自社技術開発のパートナー獲得につながる	0.187	**0.568**

図表 2.1.3.19　2 因子の産業間比較（国内学会）

	「科学の共有地」因子（国内）	「学会の商業化」因子（国内）
化学（医薬含む）	44.58	37.92
一般機械器具	31.00	39.65
電気機器・情報通信機器	44.36	32.79
自動車・航空機・産業用運搬車両	**50.80**	**56.20**
p-value	0.038	0.087

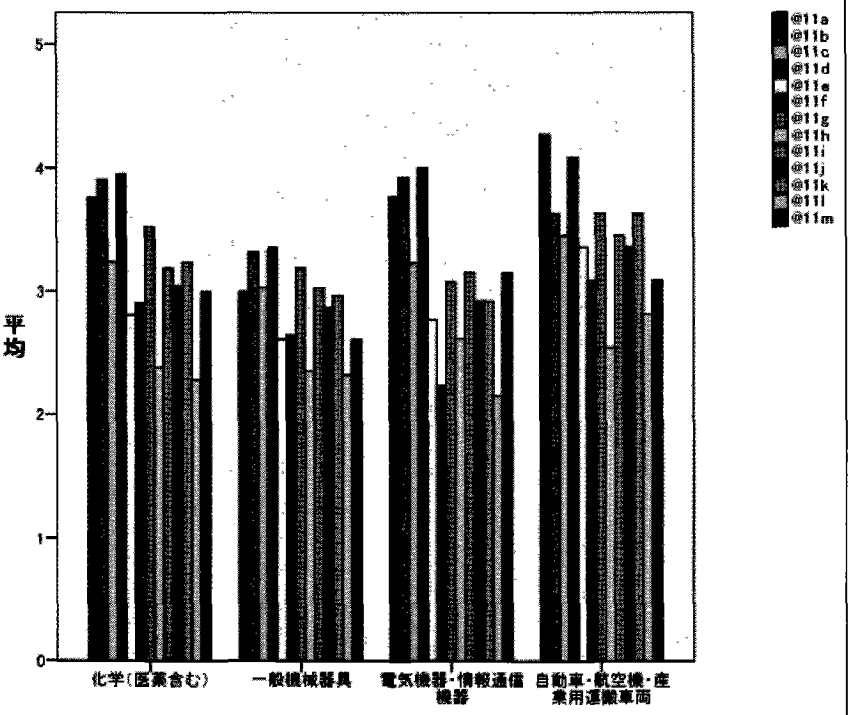
「科学の共有地」因子、「学会の商業化」因子ともに自動車産業が最も高い数値を示しており、他産業との比較において、当該産業における学会の位置づけは両方が同時に成立していることがわかる[10]。従来的なあり方としての科学の共有地だけではなく、新たなあり方としての学会の商業化が同時に起こっていることが示唆されている。

10 「学会の商業化」因子については 10%有意水準であるので解釈に注意が必要である。

一方で化学・医薬品では「科学の共有地」因子は高い数値を示しているが、「学会の商業化」因子は低い数値となっている。電気・情報通信機器も同様である。これは当該産業にとって学会はあくまで従来的なあり方がメインであることを示唆している。

i. 学会との関係性（海外学会）

設問 11 において上記の内容をたずねており、その回答傾向は図表 2.1.3.20 のとおりである。



a. 先端的な知識を獲得できる
b. 発表者個人のインセンティブになる
c. 所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる
d. 技術進化の動向を把握できる
e. 技術進化に対するリーダーシップを発揮できる
f. 商談や取引につながる
g. インフォーマルな（技術的）情報交換ができる
h. 有能な人材の獲得につながる
i. 人的交流・ネットワークづくりの面で有意義
j. 自社技術の本質的な優位性の発見につながる
k. 自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる
l. 自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる
m. 自社技術開発のパートナー獲得につながる

図表 2.1.3.20：学会との関係性（海外学会）

有意差が見られた項目以外の項目をみると、「自社技術開発のパートナー獲得」について電機・情報通信がもっとも高い数値を示しているのが特徴的である。次いで自動車が高い数値を示している。「自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる」については自動車が最も高く、次いで化学・医薬となっている。

ここでは、4 つの項目で有意差がみられた。すなわち、「先端的知識の獲得」「発明者個人のインセンティブ」「技術進化の動向把握」「技術進化に対するリーダーシップ」である（図表 2.1.3.21）。

「先端的知識の獲得」「技術進化に対するリーダーシップ」については自動車産業が最も高い数値を示している。「発明者個人のインセンティブ」については化学・医薬と電気・情報通信機器が高い数値を示しており、「技術進化の動向把握」については自動車と電気・情報通信機器が高い数値を示してい

る。これは、自動車産業については学会の商業化に近い傾向が抽出されており、化学・医薬は科学の共有地に近い傾向が抽出されているとみることもできるだろう。電機・情報通信機器はある意味では両者の中間、あるいは独特の傾向をもっていることが示唆される。

図表 2.1.3.21　学会との関係性（海外学会）

	先端的知識の獲得	発明者個人のインセンティブ
化学(医薬含む)	45.14	47.80
一般機械器具	27.31	31.83
電気機器・情報通信機器	46.32	48.18
自動車・航空機・産業用運搬車両	58.59	37.77
p-value	<0.000	0.016
	技術進化の動向把握	技術進化に対するリーダーシップ
化学(医薬含む)	43.95	41.20
一般機械器具	29.33	34.42
電気機器・情報通信機器	47.42	38.46
自動車・航空機・産業用運搬車両	50.82	55.77
p-value	0.003	0.037

j.「科学の共有地」因子と「学会の商業化」因子（海外学会）

海外学会についても国内学会と同じ方法と基準で因子抽出を試みたところ、2 つの因子が抽出され、図表 2.1.3.22 のような因子行列が得られた。国内学会との相違は項目 11 の質問のみであるが、解釈上大きな影響はないだろう。

2 つの因子の因子行列構造をみると、明らかに因子 1 は「科学の共有地」に関する因子であり、因子 2 は「学会の商業化」に関する因子であると考えられる。そこでこれら 2 つの因子について、因子得点を変数として用いて変数化し、産業間で比較分析を行った（図表 2.1.3.23）。

図表 2.1.3.22　因子行列（海外学会）

		因子1	因子2
11a	先端的な知識を獲得できる	0.692	0.228
11b	発表者個人のインセンティブになる	0.685	0.048
11c	所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる	0.711	0.284
11d	技術進化の動向を把握できる	0.732	0.202
11e	技術進化に対するリーダーシップを発揮できる	0.525	0.472
11f	商談や取引につながる	0.423	0.534
11g	インフォーマルな(技術的)情報交換ができる	0.562	0.41
11h	有能な人材の獲得につながる	0.221	0.601
11i	人的交流・ネットワークづくりの面で有意義	0.614	0.395
11j	自社技術の本質的な優位性の発見につながる	0.436	0.565
11k	自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる	0.411	0.597
11l	自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる	-0.013	0.811
11m	自社技術開発のパートナー獲得につながる	0.208	0.572

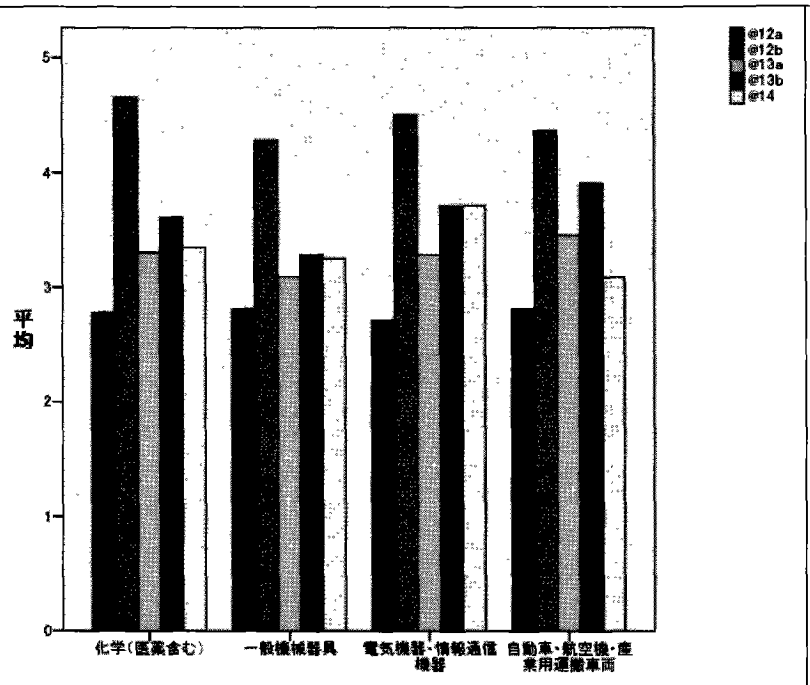
図表 2.1.3.23　2 因子の産業間比較（海外学会）

	「科学の共有地」因子（海外）	「学会の商業化」因子（海外）
化学（医薬含む）	44.76	37.52
一般機械器具	29.26	37.29
電気機器・情報通信機器	42.31	31.54
自動車・航空機・産業用運搬車両	48.09	52.00
p-value	0.022	0.136

国内学会と同様の傾向がみられる。「学会の商業化」因子については統計的有意性がみられないが、参考として掲載する。やはり自動車産業が最も高い数値を示している。

k.　学会発表・大学の研究の質・事業部からの学会参加

上記の項目について設問 12 から 14 でたずねており、その回答傾向は図表 2.1.3.24 のとおりである。



12. 主要業種における学会での発表について、
  12a. 先進的な技術は早く発表すべき
  12b. 発表するか否かはビジネスへの影響を考慮すべき
13. 主要業種に関連するアカデミックな意味での大学の研究の質について、
  13a. 日本の大学の研究の質は高い
  13b. 海外の大学の研究の質は高い
14. 主要業種では、研究所だけではなく事業部からも学会に参加する

図表 2.1.3.24：学会発表・大学の研究の質・事業部からの学会参加

有意差がみられた項目以外の項目の特徴をみると、全般に学会発表するか否かはビジネスへの影響を考慮すべきとの回答傾向が高い。特に化学・医薬が高く、ついで電機・情報通信となっている。それに対して、「先進的な技術は早く発表すべき」との回答は全般に 3 を下回っている。事業部からの学会参加傾向は電機・情報通信が最も高い。

ここでは、海外の大学の研究の質に関して有意な差が見られた（図表 2.1.3.25）。

図表 2.1.3.25　海外の大学の研究の質

	海外大学の研究の質
化学(医薬含む)	43.48
一般機械器具	31.88
電気機器・情報通信機器	45.93
自動車・航空機・産業用運搬車両	52.45
p-value	0.017

自動車が最も高い数値を示し、次いで電気・情報通信機器である。化学・医薬はこれら2つの産業より相対的に低い。この結果の示すことの解釈は難しいが、これら2つの産業が海外大学の研究に目を向けて高く評価していることは確かだろう。

（4）まとめ

本稿では、あらかじめ4つの産業を分類したうえで、次の3段階で分析をおこなった。第一に、既存産業を、「サイエンスを重視する産業」、「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」および、「そのどちらでもない産業」に区分できるか。第二に、区分できる場合、それらの間の共通傾向および差異はどのようなものか。第三に、有意な差異がある場合、それらを生み出している要因、メカニズムはどのようなものか。ここでは第一、第二の分析についてまとめたうえで、第三の点について考察する。

第一の分析については、「サイエンスを重視する産業」は化学・医薬および自動車である。「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」は自動車が最も顕著であり、化学・医薬が次ぐ。電機・情報通信も一部の製品分野ではサイエンスを重視する傾向が強まっている可能性もある。「そのどちらでもない産業」は一般機械である。ここで特徴的なのは、自動車産業の傾向である。

第二の分析の特徴をまとめる。

専有可能性については従来通り、化学・医薬における特許の重要性が明確に現れた。

研究開発における内部・外部連携においては、鍵となる技術を外部に求める割合が、自動車と化学・医薬では高かった。

また、自動車産業がライセンス供与された技術から外部技術情報を得ており、電気・情報通信機器産業が学会併設の展示会から外部技術情報を得ているという傾向が見られた(図表 2.1.3.13 参照)。ここから、自動車産業においても技術開発における外部連携がライセンス供与を通じてなされている可能性が示唆されているとともに、部分的にではあるが、プラズマコ社の事例につながっていると考えることもできるだろう。

国内・海外学会との関係性においては、化学・医薬産業および電機・情報通信は「科学の共有地」として学会を認識しているのに対して、自動車産業は「科学の共有地」に加えて「学会の商業化」という認識を同時に持っているという傾向が見られた。同様に自動車産業、電気・情報通信機器産業は海外の大学の研究の質に対しても肯定的な評価をしている。

全体をとおして、特に自動車産業が「サイエンスを重視する産業」であると同時に、「サイエンスを重視する傾向を近年強めている産業」であるという傾向が一貫して示されている。自動車産業と学会との関係性には、従来のサイエンス型産業における「科学の共有地」という傾向に加えて、「学会の商業化」、すなわち取引や商談、人材獲得、企業買収、技術アライアンスパートナー獲得といった活動の場であるという傾向が強くあらわれている。少なくとも最近10年間はこのような傾向を自動車産業がも

っていたことはほぼ明らかであり、十分には指摘、検証されていない自動車産業の競争優位の源泉の一側面を示している可能性がある。

また、化学・医薬におけるサイエンスとのかかわりと比較して、自動車においてはセットメーカーよりも部品メーカーが各専門領域において最先端の科学を常に意識し、積極的に参加するとともに情報収集している可能性がある。それら部品メーカーはそれぞれの特殊な領域に特化し、その最先端の情報をもつことで競争優位を実現しており、セットメーカーに対する情報提供を通じて取引を継続させるとともに、交渉力を強めようとしている可能性もある。

本稿で用いたデータはサンプル数が少ないことによって分析手法と検出力が制限されているという面があり、本来あるべき傾向が十分には検出されていない可能性がある。たとえば、電気・情報通信機器産業は複数箇所でサイエンス型化産業の特徴とも思える傾向、あるいは独自の傾向を示す項目が見られたが、有意な差として検出されていない場合が多かった。今後さらに大規模なデータセットの形成による検証が行われることで、自動車産業のみならず電気・情報通信機器産業においても特徴のあるイノベーションプロセスが見いだせる可能性がある。

今後、たとえば自動車産業における学会との関係などのフィールドスタディや書誌分析を用いたサイエンス型化産業としての自動車産業の複雑なイノベーションプロセスの検証が行われることが必要であろう。

参考文献

後藤晃・永田晃也、「イノベーションの専有可能性と技術機会：サーベイデータによる日米比較研究」、『NISTEP REPORT』、No. 48、科学技術政策研究所,、1997 年。

後藤晃・小田切宏之編、『日本の産業システム③　サイエンス型産業』、NTT 出版、2003 年。

榊原清則・松本陽一「科学の共有地の商業化：ディスプレイ産業における企業の技術戦略と関連学会との関係」印刷中、2007 年

榊原清則・松本陽一「プラズマコ社における PDP の技術開発と学会との関係」印刷中、2007 年

Nelson, Richard R., "The Market Economy, and the Scientific Commons," *Research Policy*, 33, 2004, pp. 455-471.

２．１．４　「科学の共有地」を商業化する企業群の特徴

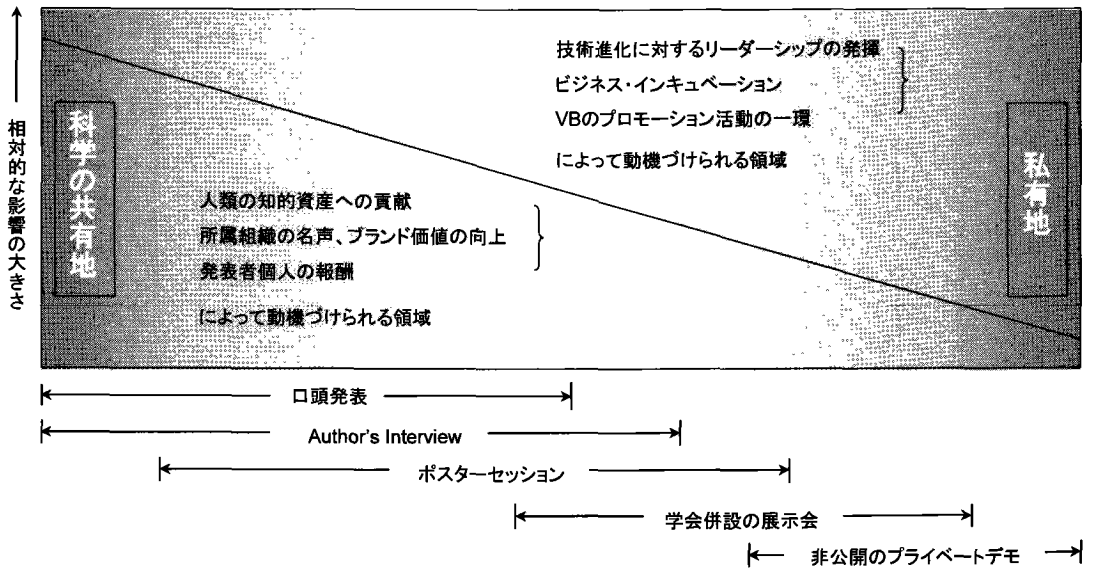
辻本将晴・松本陽一・榊原清則

２．１．４．１　はじめに

本稿では、「企業の研究開発と科学（サイエンス）及び学会の関連性に関する調査」[11]で得られたデータを用いて、企業と学会との関係性について改めて分析、考察する。

一般に学会とは科学知識を共有する場であり、「科学の共有地」(scientific commons) である (Nelson, 2004)。しかし学会が成長・拡大する過程で、最近は学会自体のなかに「私有地」の要素が少なからず含まれるようになった（榊原・松本, 2007)。この「共有地」と「私有地」を連続体としてとらえたのが図表 2.1.4.1 である。

図表 2.1.4.1　科学の共有地と私有地と：学会の二面性



（榊原・松本、2007 より抜粋）

このように学会の中に「私有地」があらわれ、そこで何らかの商業的な活動が行われることを「学会の商業化」とよび、「科学の共有地」としての学会の在り方と同時に成立しうる、しかし概念的に対立するものと考える。

本稿ではこの２つの対立概念を質問票調査の結果から変数化し、さらに当該変数を用いて企業を学会に対する認識によって類型化し、比較分析する。

---

11 質問票は添付資料を参照。質問票作成に際しては後藤・永田（1997）を参照した。産業コード表は「全国イノベーション調査」において伊地知らが作成したものをそのまま利用しており、日本標準産業分類 11 訂版（平成 14 年 3 月改訂）を基本とするものである。

２．１．４．２　「科学の共有地」因子と「学会の商業化」因子の抽出と変数化

国内学会に関する設問 10 と、海外学会に関する設問 11 に対する因子分析をそれぞれ行い、学会との関係性に関する因子を抽出した[12]。因子抽出は固有値 1.5 以上を基準としたところ、国内および海外の学会についてそれぞれ二つの因子が抽出され、図表 2.1.4.2 および図表 2.1.4.3 のような因子行列が得られた。

2 つの因子の因子行列構造をみると、明らかに因子 1 は「科学の共有地」に関する因子であり、因子 2 は「学会の商業化」に関する因子であると考えられる[13]。そこでこれら 2 つの因子について、因子得点を変数として用いて変数化し、企業の類型化を行い、比較分析を試みた。

		因子1	因子2
10a	先端的な知識を獲得できる	**0.542**	0.275
10b	発表者個人のインセンティブになる	**0.478**	0.177
10c	所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる	**0.669**	0.302
10d	技術進化の動向を把握できる	**0.582**	0.169
10e	技術進化に対するリーダーシップを発揮できる	**0.611**	0.393
10f	商談や取引につながる	**0.508**	0.48
10g	インフォーマルな(技術的)情報交換ができる	**0.624**	0.352
10h	有能な人材の獲得につながる	0.491	**0.553**
10i	人的交流・ネットワークづくりの面で有意義	**0.684**	0.279
10j	自社技術の本質的な優位性の発見につながる	**0.547**	0.407
10k	自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる	0.407	**0.438**
10l	自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる	0.209	**0.97**
10m	自社技術開発のパートナー獲得につながる	0.357	**0.578**

図表 2.1.4.2　因子行列（国内学会）

		因子1	因子2
11a	先端的な知識を獲得できる	**0.733**	0.443
11b	発表者個人のインセンティブになる	**0.66**	0.263
11c	所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる	**0.759**	0.497
11d	技術進化の動向を把握できる	**0.759**	0.429
11e	技術進化に対するリーダーシップを発揮できる	**0.656**	0.614
11f	商談や取引につながる	0.581	**0.64**
11g	インフォーマルな(技術的)情報交換ができる	**0.666**	0.561
11h	有能な人材の獲得につながる	0.41	**0.644**
11i	人的交流・ネットワークづくりの面で有意義	**0.709**	0.564
11j	自社技術の本質的な優位性の発見につながる	0.608	**0.677**
11k	自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる	0.595	**0.697**
11l	自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる	0.269	**0.757**
11m	自社技術開発のパートナー獲得につながる	0.39	**0.621**

図表 2.1.4.3　因子行列（海外学会）

[12] 具体的には最尤法による因子分析とプロマックス回転を行い、因子得点の変数化によって変数化した。
[13] 国内学会の 10f については逆になっているが、ほぼ同様の数値であるためここではこのまま変数化した。

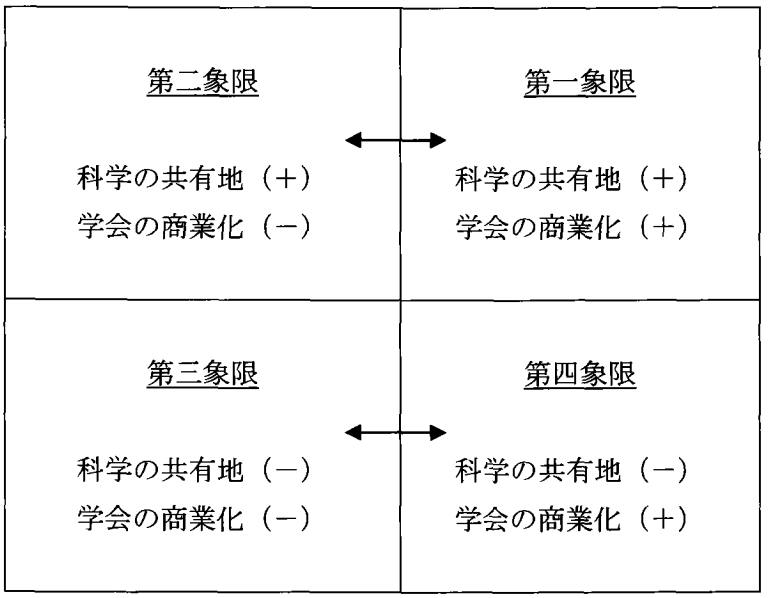
２．１．４．３　類型化

類型化にあたっては、学会を「科学の共有地」と考える程度によってまず一般的な意味での学会との関係性が相対的に近いか、遠いかを分類する。続いて、それぞれについて「学会の商業化」認識が高いか、低いかを分類し、それぞれを比較分析する。なお本稿では特に関心のある海外の学会についてのみ分析する。

このような方法をとる理由は、本稿の焦点である「学会の商業化」という事象にも、二通りあると考えるからである。すなわち、もともと学会との距離が近い企業群における「学会の商業化」と、そうではない企業群における「学会の商業化」である。この類型化と比較分析の考え方を図表 2.1.4.4 に示す。

なお、各セルの境界は、標準化された因子得点が 0 であることを意味する。縦軸は「科学の共有地」因子、横軸は「学会の商業化」因子である。

図表 2.1.4.4　類型化と比較分析



２．１．４．４　比較分析

先に定義した 4 つの類型を用いて、比較分析を行う。分析の方法は次の通り。第一に個別の質問項目について類型間（第一象限と第二象限の比較（C1）、第三象限と第四象限の比較（C2））でマン・ホイットニーの U 検定を行い、類型間に有意差があるかどうかを検定し、解釈を行う[14][15]。第二に設問群のうち因子分析によって因子を構成するのが適切なものについては因子分析を行った上で、同様の検定を行い、解釈を行う。場合によっては χ 二乗検定を行う。

[14] 本稿では 10%有意水準以下を有意差とする。
[15] 検出力が低下するため、「第二種の過誤」をおかす可能性が高まる。すなわち帰無仮説が偽であるときにそれを採択してしまう可能性が高まる。言い方を変えると本来的には有意差があるのにもかかわらずそれを検出できない可能性が高いということである。

（1）R&Dの目的

設問2において上記の内容をたずねており、C2において3つの項目で有意差がみられた。すなわち「市場シェアの維持・拡大」「国内の新市場の創出」「海外の新市場の創出」である。

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@2d	3:共有-商業-	50	32.43	1621.50
	4:共有-商業+	20	43.18	863.50
	合計	70		
@2e	3:共有-商業-	49	32.33	1584.00
	4:共有-商業+	21	42.90	901.00
	合計	70		
@2f	3:共有-商業-	47	31.31	1471.50
	4:共有-商業+	19	38.92	739.50
	合計	66		

	@2d	@2e	@2f
Mann-Whitney の U	346.500	359.000	343.500
Wilcoxon の W	1621.500	1584.000	1471.500
Z	-2.105	-2.183	-1.744
漸近有意確率 (両側)	.035	.029	.081

いずれも学会の商業化意識の高い企業群の数値が高い。これまで学会を科学の共有地と認識するレベルが低かった企業群の中での学会の商業化には、シェア拡大・維持のための新市場創出が関係していることが示唆されているのだろう。

（2）イノベーションから得られる競争優位を確保する上での効果

設問3において上記の内容をたずねており、C1で1つの項目、C2で3つの項目で有意差がみられた。すなわちC1は「特許による保護」であり、C2はそれに加えて「他の法的保護（意匠登録、半導体回路配置の登録や著作権など)」「製品の製造設備やノウハウの保有・管理」である。

C1

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@3a	2:共有+商業-	25	35.56	889.00
	1:共有+商業+	60	46.10	2766.00
	合計	85		

	@3a
Mann-Whitney の U	564.000
Wilcoxon の W	889.000
Z	-1.888
漸近有意確率 (両側)	.059

C2

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@3a	3:共有-商業-	51	34.37	1753.00
	4:共有-商業+	23	44.43	1022.00
	合計	74		
@3b	3:共有-商業-	48	31.97	1534.50
	4:共有-商業+	19	39.13	743.50
	合計	67		
@3f	3:共有-商業-	49	31.99	1567.50
	4:共有-商業+	20	42.38	847.50
	合計	69		

	@3a	@3b	@3f
Mann-Whitney の U	427.000	358.500	342.500
Wilcoxon の W	1753.000	1534.500	1567.500
Z	-1.952	-1.686	-2.070
漸近有意確率 (両側)	.051	.092	.038

学会を科学の共有地と認識するレベルが高い企業群（以下、学会近接企業群）において、学会の商業化に関する意識レベルが高い企業群ほど特許による保護の効果を強く認識している。もともと学会を科学の共有地と認識するレベルが低い企業群（以下、学会非近接企業群）においてはそれに加えて、ノウハウや他の法的保護の効果を強く意識している企業群の学会の商業化に関する意識レベルが高い。これは、学会の商業化が権利化、あるいはノウハウによる専有可能性の高さと関係していることを示している。

（３）外部の研究開発ないしイノベーションに関する活動を知るための情報源

設問 6 において上記の内容をたずねており、C1 で 6 つ、C2 で 2 つの項目で有意差がみられた。すなわち、C1「インフォーマルな情報交換」「最近採用した技術系の人材」「ライセンス供与された技術」「他社との研究契約」「製品（例：リバースエンジニアリング）」「事業者団体」であり、C2「学会：併設の展示会」「最近採用した技術系の人材」である。

C1

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@6e	2:共有+商業-	24	36.90	885.50
	1:共有+商業+	62	46.06	2855.50
	合計	86		
@6f	2:共有+商業-	25	36.44	911.00
	1:共有+商業+	63	47.70	3005.00
	合計	88		
@6g	2:共有+商業-	26	36.63	952.50
	1:共有+商業+	61	47.14	2875.50
	合計	87		
@6i	2:共有+商業-	26	37.19	967.00
	1:共有+商業+	63	48.22	3038.00
	合計	89		
@6j	2:共有+商業-	26	36.96	961.00
	1:共有+商業+	62	47.66	2955.00
	合計	88		
@6k	2:共有+商業-	26	35.81	931.00
	1:共有+商業+	62	48.15	2985.00
	合計	88		

	@6e	@6f	@6g	@6i	@6j	@6k
Mann-Whitney の U	585.500	586.000	601.500	616.000	610.000	580.000
Wilcoxon の W	885.500	911.000	952.500	967.000	961.000	931.000
Z	-1.641	-1.970	-1.874	-1.960	-1.902	-2.186
漸近有意確率 (両側)	.101	.049	.061	.050	.057	.029

C2

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@6d2	3:共有-商業-	54	36.01	1944.50
	4:共有-商業+	23	46.02	1058.50
	合計	77		
@6f	3:共有-商業-	55	34.66	1906.50
	4:共有-商業+	21	48.55	1019.50
	合計	76		

	@6d2	@6f
Mann-Whitney の U	459.500	366.500
Wilcoxon の W	1944.500	1906.500
Z	-1.909	-2.604
漸近有意確率 (両側)	.056	.009

総じて、C1ではインフォーマルな情報を重視する度合いが高い。学会近接で学会の商業化意識が高い企業群は、フォーマルな情報に加えてインフォーマルな情報をR&Dにおいて重視しているといえるだろう。C2では併設の展示会と人材を重視する度合いが高い。学会非近接で学会の商業化意識が高い企業群

は、併設の展示会における、おそらくプラズマコ社事例にみられるような非公開の情報のやり取りを学会においてより重視していると思われる。

（4）科学（サイエンス）及び学会との関連性

10年間の科学（サイエンス）及び学会との関連性の変化

設問9において上記の内容についてたずねており、C1で4つ、C2で4つの有意差が見られた。すなわちC1では「国内の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会」「海外の学会で発表する意義は高まった：研究発表」「海外の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会」「海外の学会に出席する意義は高まった」であり、C2では「サイエンスの知見の重要性は高まった」「国内の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会」「国内の学会に出席する意義は高まった」「海外の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会」である。

C1

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@9c	2:共有+商業-	26	36.42	947.00
	1:共有+商業+	62	47.89	2969.00
	合計	88		
@9e	2:共有+商業-	26	36.46	948.00
	1:共有+商業+	62	47.87	2968.00
	合計	88		
@9f	2:共有+商業-	26	31.75	825.50
	1:共有+商業+	62	49.85	3090.50
	合計	88		
@9g	2:共有+商業-	26	37.29	969.50
	1:共有+商業+	62	47.52	2946.50
	合計	88		

	@9c	@9e	@9f	@9g
Mann-Whitney の U	596.000	597.000	474.500	618.500
Wilcoxon の W	947.000	948.000	825.500	969.500
Z	-2.087	-2.022	-3.203	-1.829
漸近有意確率 (両側)	.037	.043	.001	.067

C2

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@9a	3:共有-商業-	53	35.37	1874.50
	4:共有-商業+	23	45.72	1051.50
	合計	76		
@9c	3:共有-商業-	55	36.05	1982.50
	4:共有-商業+	23	47.76	1098.50
	合計	78		
@9d	3:共有-商業-	55	36.67	2017.00
	4:共有-商業+	23	46.26	1064.00
	合計	78		
@9f	3:共有-商業-	55	36.68	2017.50
	4:共有-商業+	23	46.24	1063.50
	合計	78		

	@9a	@9c	@9d	@9f
Mann-Whitney の U	443.500	442.500	477.000	477.500
Wilcoxon の W	1874.500	1982.500	2017.000	2017.500
Z	-2.025	-2.270	-1.892	-1.823
漸近有意確率 (両側)	.043	.023	.058	.068

C1では海外の学会の意義の高まりを認める度合いが高い中で、国内においても併設の展示会の意義が高まっている。C2ではサイエンスの知見の重要性が高まると共に、国内・海外ともに併設の展示会の意義が高まっている。ここでも併設の展示会の意義が広範に高まっていることが確認されたといえるだろう。

サイエンス型とサイエンス型化因子

次に、設問8および設問9から上記の因子を示す変数を作成し、分析した[16]。

C1

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
サイエンス型化2	2:共有+商業-	26	32.98	857.50
	1:共有+商業+	61	48.70	2970.50
	合計	87		
サイエンス型2	2:共有+商業-	26	40.69	1058.00
	1:共有+商業+	62	46.10	2858.00
	合計	88		

	サイエンス型化2	サイエンス型2
Mann-Whitney の U	506.500	707.000
Wilcoxon の W	857.500	1058.000
Z	-2.657	-.916
漸近有意確率 (両側)	.008	.360

[16] 設問 8 は主因子法、設問 9 は最尤法で因子得点を算出した。

C2

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
サイエンス型化2	3:共有-商業-	53	35.41	1876.50
	4:共有-商業+	23	45.63	1049.50
	合計	76		
サイエンス型2	3:共有-商業-	54	38.46	2077.00
	4:共有-商業+	23	40.26	926.00
	合計	77		

	サイエンス型化2	サイエンス型2
Mann-Whitney の U	445.500	592.000
Wilcoxon の W	1876.500	2077.000
Z	-1.856	-.326
漸近有意確率 (両側)	.063	.745

C1、C2ともに、サイエンス型化が有意な影響を示している。すなわち学会の商業化はサイエンス型化の進展を伴っているといえる。

学会での発表

設問12において、学会での発表のタイミングについてたずねており、C2で1つ有意差のある項目が見られた。すなわち「発表するか否かはビジネスへの影響を考慮すべき」である。学会非近接で学会の商業化意識の高い企業群は、学会発表においてビジネスへの影響を考慮すべきと考えている。すなわち、「科学の共有地」としての学会の前提にある、研究成果の即時公開と共有の原則が崩れている可能性がある。

C2

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@12b	3:共有-商業-	55	36.89	2029.00
	4:共有-商業+	23	45.74	1052.00
	合計	78		

	@12b
Mann-Whitney の U	489.000
Wilcoxon の W	2029.000
Z	-1.699
漸近有意確率 (両側)	.089

（５）研究開発の概要

設問15から17で上記の内容をたずねており、C2で4つの項目で有意差が見られた。すなわち「研究開発費総額（百万円）」「主要業種の研究開発費（百万円）」「主要業種の研究者数」「うち博士号取得

者の人数」である[17]。

C2

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@15a	3:共有-商業-	53	40.28	2135.00
	4:共有-商業+	21	30.48	640.00
	合計	74		
@15b	3:共有-商業-	49	38.57	1890.00
	4:共有-商業+	20	26.25	525.00
	合計	69		
@17b	3:共有-商業-	53	40.25	2133.50
	4:共有-商業+	21	30.55	641.50
	合計	74		
@17c	3:共有-商業-	50	40.27	2013.50
	4:共有-商業+	21	25.83	542.50
	合計	71		

	@15a	@15b	@17b	@17c
Mann-Whitney の U	409.000	315.000	410.500	311.500
Wilcoxon の W	640.000	525.000	641.500	542.500
Z	-1.769	-2.315	-1.751	-2.778
漸近有意確率 (両側)	.077	.021	.080	.005

学会非近接で学会の商業化意識が高い企業は、そうではない企業と比較して相対的に研究開発費と研究員人員の規模が小さい。一つの可能性は、R&Dを内部で大規模に持っていないが故に、産業のサイエンス型化に伴い学会へのアクセスを強め、商業化を推し進めているということがいえるかもしれない。また、単に規模の小さな企業が新市場開拓によるシェア拡大に積極的にチャレンジする一貫なのかもしれない。

[17] 金額及び人数であるため数値にかなりの開きがあるが、U検定では数値をすべて順位に置き換えるため、対数化などの変換は必要ない。

（６）規模：従業員数、売上、シェア

設問21から23で上記の内容をたずねており、C2で4つの項目で有意差がみられた。すなわち「総従業員数（人）」「主要業種の従業員数（人）」「総売上高（百万円）」「主要業種の売上高（百万円）」である。

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@21a	3:共有-商業-	53	39.25	2080.00
	4:共有-商業+	19	28.84	548.00
	合計	72		
@21b	3:共有-商業-	51	38.71	1974.00
	4:共有-商業+	19	26.89	511.00
	合計	70		
@22a	3:共有-商業-	54	40.50	2187.00
	4:共有-商業+	20	29.40	588.00
	合計	74		
@22b	3:共有-商業-	54	40.32	2177.50
	4:共有-商業+	18	25.03	450.50
	合計	72		

	@21a	@21b	@22a	@22b
Mann-Whitney の U	358.000	321.000	378.000	279.500
Wilcoxon の W	548.000	511.000	588.000	450.500
Z	-1.859	-2.159	-1.972	-2.685
漸近有意確率 (両側)	.063	.031	.049	.007

ここでもやはり、学会非近接で学会の商業化に関する意識レベルが高い企業群は相対的に規模が小さいという傾向がみられる。逆にいえば、学会近接の企業群においてはこのような規模の差は見られないということである。

（７）操業開始

設問18で上記の内容についてたずねており、C1で有意差が見られた。

	海外類型	N	平均ﾗﾝｸ	順位和
@18	2:共有+商業-	25	32.60	815.00
	1:共有+商業+	61	47.97	2926.00
	合計	86		

	@18
Mann-Whitney の U	490.000
Wilcoxon の W	815.000
Z	-2.592
漸近有意確率 (両側)	.010

すなわち、学会近接で学会の商業化に関する意識レベルが高い企業群は相対的に操業開始が新しい企

業群であるといえる。

２．１．４．５　今後の課題

本稿の分析では学会の商業化に焦点をあてているが、科学の共有地と学会の商業化の両方に焦点をあてた分析の必要がある。すなわち第一象限と第三象限の比較分析である。

さらに、個別の変数の分析だけではなく、これらの変数を同時に一つの式に入れた分析によって影響関係の係数を見る分析を試みる必要がある。これによって、産業区分などの変数をコントロールしたうえで、学会の商業化を説明する変数とその説明力をみることができるだろう。これらの分析により、学会を重要な主体、場の一つとして組み込んだ新たなイノベーションプロセスの発見と分析およびそのプロセスの測定手法の開発につながる可能性がある。

添付資料

（秘）　　整理番号 [　　]

企業の研究開発と科学（サイエンス）及び学会の関連性に関する調査

1. このアンケート調査は、文部科学省科学技術政策研究所が行う科学技術振興調整費による調査の一環として、我が国民間企業における研究開発活動と科学（サイエンス）及び学会との関連を把握することを目的に、慶應義塾大学総合政策学部教授の榊原清則をリーダーとする調査研究チームが担当して実施するものです。
2. 調査対象は東京証券取引所１部、２部及び東証マザーズ上場の建設業と製造業に属する民間企業の研究開発担当者等の方々です。
3. 主な質問の内容は、貴社の研究開発や科学（サイエンス）及び学会に対する意識に関するものです。技術担当の最高経営責任者（CTO）、あるいは経営企画部門の研究開発担当者にご回答いただけますと幸いです。また、ご回答に際して他に適切な部署がある場合には、お手数ですがそちらにご回状ください。
4. ご回答いただいた調査票は統計的に処理し、個別名称とご回答内容とが特定できる形で公表することはありません。
5. ご回答に際しては、特に説明のない限り該当する選択肢ひとつに○印をつけてください。
6. ご記入いただきました調査票は、同封の返信用封筒にて**11 月 28 日（水）までに**ご投函ください。
7. ご回答いただいた企業には、後日、集計結果の概要レポートをお送りいたします。
8. 設問の内容に不明な点等がございましたら、下記までお問い合わせください。
   問い合わせ先：（**可能な限りメールでのご連絡を宜しくお願いします**）

慶應義塾大学　総合政策学部　榊原研究室（担当：松本・佐藤）
e-mail:ym@sfc.keio.ac.jp　電話：0466-47-5111（内線：53837）

会　社　名	（外資系の場合、親会社の国籍をご記入ください。：　　）
本社所在地	〒　　電話　　－　　－
記　入　者	部署：　　役職：　　氏名：

用語の定義

この調査では、「研究開発」および「イノベーション」という用語を、以下のような意味で用います。

研究開発

事物、機能、現象などについて新知識をえるため、または既存の知識の新しい活用の道を開くために行われる創造的な努力および探求をいいます。また、製品および生産・製造工程などに関する開発や、技術的改善を図るために行われる活動も含みます。研究開発は、その性格によって以下のように区分されます。

基礎研究：

特定の応用、用途を考慮することなく仮説や理論を形成するため、または現象に関する新知識をえるために行われる理論的、実証的研究。

応用研究：

特定の目標を定めて、実用化の可能性を確かめる研究。および既に実用化されている方法に関して新たな応用方法を探索する研究。

開発：

新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入、または既存のこれらのものの改良を目的とする活動。

イノベーション

イノベーションは革新的な製品または製造工程の開発に必要とされる設計、研究開発、市場調査などの活動によって生み出されます。イノベーションには以下のようなタイプがあります。

製品イノベーション：

新製品または改良した既存製品の市場への導入を言います。製品イノベーションには機能、性能、設計、材料、部品などが質的に変化した新製品の導入や、既存製品における技術的な高度化が含まれます。技術的な機能や性能の変化を伴わずに、単なる装飾的な外観の変化によって差別化された製品は、製品イノベーションには含まれません。

工程イノベーション：

新工程または顕著に改良された工程の導入を言います。工程イノベーションは、新製品の製造のために、または既存製品を製造する工程の能率を向上させるために行われます。

I　研究開発部門の概要

2. 別添の産業分類表より、貴社が研究開発を行っている主要な分野を一つ選び、コード番号を下欄にご記入ください。

これを貴社の主要業種と呼びます。以下の設問で研究開発部門についてお聞きする場合、とくに断りのない限りこの主要業種に関する研究開発部門のみについてお考えください。

3. 貴社が主要業種において過去 3 年間に実施した研究開発プロジェクトのうち、以下のような目的をもったものは、各々、全体のプロジェクト件数の何%を占めますか。なお、一つのプロジェクトが複数の目的を持つことがありますので、合計は 100%にならなくても結構です。

	10%未満	10~40%	41~60%	61~90%	91%以上
i. 新製品開発	1	2	3	4	5
j. 既存製品の機能・品質の向上	1	2	3	4	5
k. 生産コストの削減	1	2	3	4	5
l. 市場シェアの維持・拡大	1	2	3	4	5
m. 国内の新市場の創出	1	2	3	4	5
n. 国外の新市場の創出	1	2	3	4	5
o. 柔軟な生産調整を可能にするため	1	2	3	4	5
p. 顧客に対する技術的サービスの向上	1	2	3	4	5

4. 過去 3 年間に以下のような方法は、貴社が主要業種のイノベーションから得られる競争優位を確保する上で、どの程度の効果がありましたか。効果を持ったプロジェクト件数の、全体の件数に占める割合でお答えください。

	10%未満	10~40%	41~60%	61~90%	91%以上
a. 特許による保護	1	2	3	4	5
b. 他の法的保護（意匠登録、半導体回路配置の登録や著作権など）	1	2	3	4	5
c. 技術情報の秘匿	1	2	3	4	5
d. 製品の先行的な市場化	1	2	3	4	5
e. 製品の販売・サービス網の保有・管理	1	2	3	4	5
f. 製品の製造設備やノウハウの保有・管理	1	2	3	4	5
g. 生産、製品設計の複雑性	1	2	3	4	5

5. 貴社が主要業種において過去 3 年間に実施した研究開発プロジェクトのうち、鍵となる専門的知識を社外に求めたプロジェクトの件数は、全体の何%を占めますか。

＿＿＿%

6. 貴社の主要業種の研究開発部門は、どの位の頻度で下記の職能部門と対面情報の交換を行っていますか。（当該職能部門が無い場合は、NA をチェックしてください）

	NA	全くない	ごくまれ	月ごと	週ごと	毎日
a. 営業・販売部門	□	1	2	3	4	5
b. 生産部門	□	1	2	3	4	5
c. その他の研究開発部門	□	1	2	3	4	5

7. 貴社の主要業種の研究開発部門は、外部の研究開発ないしイノベーションに関する活動を知るための情報源として、以下の各項目はどの程度重要ですか。

	重要でない ←		どちらとも言えない		→ きわめて重要
a. 特許	1	2	3	4	5
b. 出版物・報告書					
● 新聞・一般雑誌・一般図書	1	2	3	4	5
● 学術論文	1	2	3	4	5
c. 公開の研究集会	1	2	3	4	5
d. 学会					
● 研究発表	1	2	3	4	5
● 併設の展示会	1	2	3	4	5
e. インフォーマルな情報交換	1	2	3	4	5
f. 最近採用した技術系の人材	1	2	3	4	5
g. ライセンス供与された技術	1	2	3	4	5
h. 研究開発の共同事業、ジョイントベンチャー	1	2	3	4	5
i. 他社との研究契約	1	2	3	4	5
j. 製品（例：リバースエンジニアリング）	1	2	3	4	5
k. 事業者団体	1	2	3	4	5

8. 貴社の主要業種・主要技術において 2006 年度中に下記のような方法で何らかの新技術を外部から導入、あるいは外部へ移転しましたか。導入あるいは移転した場合は、相手先の地域別に、該当する箇所すべての欄をチェックしてください。

	技術導入		技術移転	
	日本国内	海外	日本国内	海外
a. 技術ライセンス取得（供与）	□	□	□	□
b. 研究開発の委託（受託）	□	□	□	□
c. コンサルティング	□	□	□	□
d. 企業買収（譲渡）	□	□	□	□
e. 設備の購入（販売）	□	□	□	□
f. 他社との情報交換	□	□	□	□
g. 技術人材の雇用（出向・派遣）	□	□	□	□

II　科学（サイエンス）及び学会について

問 8~14 は、ご自身の同意の程度に該当すると思われる番号を一つ選んで○印をつけてください。
（1．全くそう思わない、2．あまりそう思わない、3．どちらとも言えない、4．まあそう思う、5．全くそう思う）

	全くそう思わない ←→ 全くそう思う				
9. 10 年前、主要業種において					
a. サイエンスの知見は重要だった	1	2	3	4	5
b. 学会での活動は重要だった	1	2	3	4	5
10. 昨年度までの過去 10 年間に、主要業種において					
a. サイエンスの知見の重要性は高まった	1	2	3	4	5
b. 国内の学会で発表する意義は高まった：研究発表	1	2	3	4	5
c. 国内の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会	1	2	3	4	5
d. 国内の学会に出席する意義は高まった	1	2	3	4	5
e. 海外の学会で発表する意義は高まった：研究発表	1	2	3	4	5
f. 海外の学会で発表する意義は高まった：併設の展示会	1	2	3	4	5
g. 海外の学会に出席する意義は高まった	1	2	3	4	5
11. 主要業種において、国内の学会に参加すると、					
a. 先端的な知識を獲得できる	1	2	3	4	5
b. 発表者個人のインセンティブになる	1	2	3	4	5
c. 所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる	1	2	3	4	5
d. 技術進化の動向を把握できる	1	2	3	4	5
e. 技術進化に対するリーダーシップを発揮できる	1	2	3	4	5
f. 商談や取引につながる	1	2	3	4	5
g. インフォーマルな（技術的）情報交換ができる	1	2	3	4	5
h. 有能な人材の獲得につながる	1	2	3	4	5
i. 人的交流・ネットワークづくりの面で有意義	1	2	3	4	5
j. 自社技術の本質的な優位性の発見につながる	1	2	3	4	5
k. 自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる	1	2	3	4	5
l. 自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる	1	2	3	4	5
m. 自社技術開発のパートナー獲得につながる	1	2	3	4	5

12. 主要業種において、海外の学会に参加すると、	全くそう思わない ← → 全くそう思う				
a. 先端的な知識を獲得できる	1	2	3	4	5
b. 発表者個人のインセンティブになる	1	2	3	4	5
c. 所属組織の名声・ブランド価値の向上につながる	1	2	3	4	5
d. 技術進化の動向を把握できる	1	2	3	4	5
e. 技術進化に対するリーダーシップを発揮できる	1	2	3	4	5
f. 商談や取引につながる	1	2	3	4	5
g. インフォーマルな（技術的）情報交換ができる	1	2	3	4	5
h. 有能な人材の獲得につながる	1	2	3	4	5
i. 人的交流・ネットワークづくりの面で有意義	1	2	3	4	5
j. 自社技術の本質的な優位性の発見につながる	1	2	3	4	5
k. 自社技術のビジネス面の可能性の発見につながる	1	2	3	4	5
l. 自社事業の発展に有効な技術を保有する企業の買収につながる	1	2	3	4	5
m. 自社技術開発のパートナー獲得につながる	1	2	3	4	5

13. 主要業種における学会での発表について、					
a. 先進的な技術は早く発表すべき	1	2	3	4	5
b. 発表するか否かはビジネスへの影響を考慮すべき	1	2	3	4	5

14. 主要業種に関連するアカデミックな意味での大学の研究の質について、					
a. 日本の大学の研究の質は高い	1	2	3	4	5
b. 海外の大学の研究の質は高い	1	2	3	4	5

15. 主要業種では、研究所だけではなく事業部からも学会に参加する	1	2	3	4	5

III　研究開発の概要

16. 最近の会計年度における貴社全体の研究開発費総額と、主要業種に関する研究開発費の額をご記入ください。なお研究開発費には、研究開発にかかる人件費、原材料費、有形固定資産の減価償却費とその他の経費を含めてお考えください。また主要業種の研究開発費には、社内の組織区分に関わりなく、当該製品分野に関連して支出された全ての研究開発費を含めてください。

a. 研究開発費総額　　＿＿＿＿百万円

b. 主要業種の研究開発費　　＿＿＿＿百万円

17. 主要業種の研究開発費について、以下の性格別におよその構成比をご記入ください。

a. 基礎研究　　＿＿＿％

b. 応用研究　　＿＿＿％

c. 開発　　＿＿＿％

計　100%

18. 貴社全体の研究者数と、主要業種の研究開発に関する研究者数をご記入ください。主要業種の研究者数には、社内の組織区分に関わりなく、当該製品分野に関連している全ての研究者を含めてください。

a. 研究者数　　＿＿＿＿人

b. 主要業種の研究者数　　＿＿＿＿人　→ c. うち博士号取得者の人数　　＿＿＿人

IV　会社の概要

19. 貴社が主要業種において操業を開始したのは何年ですか

西暦＿＿＿＿年

20. 本調査で特定していただいた主要業種以外に、貴社が関係している製品分野がありますか。

1　ある

2　ない

21. 以下の各地域に、貴社は主要業種に関する生産拠点、研究開発拠点を持っていますか。また以下の各地域で製品の販売を行っていますか。該当する箇所すべてをチェックしてください。

	日本国内	北米地域	欧州地域	東アジア地域	その他の地域
a. 生産拠点がある地域	□	□	□	□	□
b. 研究開発拠点がある地域	□	□	□	□	□
c. 販売を行っている地域	□	□	□	□	□

22. 貴社の国内における総従業員数と、主要業種に関わる従業員数をご記入ください

a. 総従業員数　＿＿＿＿人

b. 主要業種の従業員数　＿＿＿＿人

23. 最近の会計年度における貴社の総売上高と、主要業種の売上高をご記入ください。また、主要業種の売上高に占める国内売上高のおよその比率をご記入ください。

a. 総売上高　＿＿＿＿百万円

b. 主要業種の売上高　＿＿＿＿百万円　→ c. うち国内売上高の比率　＿＿＿＿%

24. 過去 3 年間の貴社の主要業種における売上高は、当該業種の国内市場で、およそ何%のシェアを占めていますか。

＿＿＿＿%

☆☆☆ご協力まことにありがとうございました☆☆☆

２．１．５　ディスプレイ関連学会の発表動向の分析

松本陽一・榊原清則

２．１．５．１　分析対象と構成

科学(サイエンス)との関連性が強くなる産業分野が増え、産業におけるサイエンスの意義に対する関心が高まっている（後藤・小田切、2003)。特許にみる「サイエンス・リンケージ」(科学連鎖)への注目度の高まりはそのひとつの現れである。サイエンス・リンケージとは特許１件当たりの科学論文の引用件数をさし、科学の成果が産業にどの程度影響するかの代表的指標である。世界的な傾向としてサイエンス・リンケージは1985年以降上昇傾向にある（科学技術政策研究所，2005，p.268)。

科学と産業の関連性が高まっているというとき、そこには互いに区別すべき二つの場合がありうる。第一は、科学に依拠してイノベーションが行われ、それによってまったく新しい産業が興る場合である。ライフサイエンスなどを用いたバイオテクノロジー関連産業にはその典型例が多く、バイオマス、バイオメカニクス、バイオエレクトロニクスの諸産業など、「サイエンス型産業」(science-based industries）として注目度が高まっている（後藤・長岡，2003；小田切，2006)。第二は、これまでどちらかといえば科学とは縁が薄いと思われてきた在来の産業のなかで、科学の知見の重要性が増大する例がある。既存産業がいわば「サイエンス型化」しつつある場合である。ブラウン管から液晶表示装置やプラズマディスプレイパネル（PDP）へとキーデバイスが変化し、さらにその先の有機ELや電界放出ディスプレイ（FED）など、次世代ディスプレイ技術の研究も増えているテレビ産業は、こうした産業の一例だろう。

従来の研究では、たとえば生化学・微生物学や有機化学、医学・獣医学といったバイオテクノロジー関連の分野においてサイエンス・リンケージが高いことが指摘されてきた。この分野における諸科学と新興サイエンス型産業を対象とした先行研究がこれまで多数蓄積されてきている（たとえばMcMillian et al., 2000; Zucker et al., 2001; Zucker et al., 2002; 小田切、2006)。それに比べると、科学の重要性が近年増大し「サイエンス型化」しつつある既存産業に関する研究はあまり多くない。今後この分野で研究を蓄積していく必要がある。

本稿では上記２つの場合のなかの後者、すなわち「サイエンス型化」しつつある既存産業のカテゴリに属するテレビ産業をとりあげる。テレビは産業としては古い歴史をもつが、従来支配的だったブラウン管から近年液晶表示パネルやPDPへとキーデバイスが置き換えられつつあり、さらに次世代ディスプレイ技術の提案もあって、科学の知見の重要度が増してきている産業である。

以下本節では、大別３つの課題に取り組んでいく。

第一に、ディスプレイ関連学会の発表件数において従来日本は主導的立場にあったが、その日本を最近韓国が逆転したというレポートが出ているので、その点が事実かどうか事実関係を究明する。その結果、独自のデータセットをつくって行われたわれわれの精査でも、発表件数の総数をみるかぎり「日韓逆転」が起きていることがわかる。

第二に、その「日韓逆転」の背後にある要因として学会における発表形態の違いに着目し、(1)口頭発表と(2)ポスターセッションにおける発表という発表形態の種別を考慮した分析をおこなう。その結果、韓国はポスターセッションでの発表が急増し、それが日韓逆転の背景となっていることが明らかにされる。この点がどういう意味をもっているかは、学会での発表の意義をどうとらえるかにかかっている。学会という場の意義を改めて考察する必要がある。

そこで、第三に（別の論文において)、学会を「科学の共有地」(Scientific Commons)とみる伝統的な見方に対し、それとは異なる見立てを含んだ試論をスケッチする。具体的には、近年における学会の変貌をとりあげ、「商業化する学会」という論点を提起したい。伝統的な形式論でいえば学会は「科学の共有地」であるが、そうした形式論は今日の学会の実態と機能を正しく理解するうえで十分ではないことが指摘される。

「商業化」する学会という現象は、上述した既存産業の「サイエンス型化」と同時並行して起きている現象である。「サイエンス型化」する既存産業の分野では、学会を「科学の共有地」とみる伝統的・形式的理解だけでは、産業における科学の意義を十分に理解することができないように思われる。

ここで試論的に提起される「学会の商業化」という現象は、イノベーション研究のあり方に影響し、延いては「イノベーションの測定」にも影響する可能性がある。近年のイノベーション研究は計量書誌学的なアプローチによって飛躍的に進展してきた（最近の代表的成果はJaffe and Trajtenberg, 2002)。特許およびその引用情報に着目したこの種の研究は、知識の流れという無形のとらえがたい現象をおおすじ可視化することに成功し、イノベーション研究を飛躍的に発展させてきた。

それに対して、ここで提起される「商業化」する学会というアイデアは、科学と産業とがそれぞれ別個のものとして存在するのではなく、相互に浸透的であり、あるいは互いに入り組んだダイナミックな関係にあることを暗示している。知識の流れに新たな視点と洞察を提供するわれわれのアイデアは、計量書誌学的なイノベーション研究のポテンシャルを拡大するものだろう。

２．１．５．２　薄型ディスプレイ用パネルの学会発表

薄型ディスプレイ用パネルの技術開発は長い歴史をもつ。この分野の技術開発では、液晶表示技術でもPDP技術でも歴史的に日本企業が先行してきた。技術開発面のその先行性を基盤として、関連製品の事業化・商品化・市場化においても日本企業が世界の先頭を走

ってきた（浅田，1996；沼上，1999；相良，2001；船田，2007)。たとえば世界で初めて液晶表示装置を実用化したのは日本のシャープであり、1973年に液晶表示電卓が発表されている。またPDP技術は、富士通や松下、パイオニア、日立など多くの日本企業による、30年以上におよぶ努力の結果実用化された（萩原，2003)。しかし最近になって、薄型パネルの生産設備能力や販売量比較で韓国メーカーや台湾メーカーが大きなシェアを獲得するようになった（交流協会，2005)。

それだけではない。上述したのは現実の製品市場に関連したビジネス上の変化であるが、それにとどまらず、科学の知見の重要度が増している薄型パネルの分野にあって、関連学会における研究成果発表の面で、従来先行していた日本を最近韓国が逆転したというレポートがある。学会発表の動向は、市場における現実の競争状況の先行指標という意味合いがあるから、事実とすれば衝撃的で、市場における将来の競争状況を展望すると見過ごすことができない。本稿ではこの問題をとりあげる。

２．１．５．３．特許庁報告書の衝撃

薄型テレビ向け表示装置におけるサイエンス関連の取り組みに関して、日本の特許庁が相次いで注目すべき調査結果を公表した（特許庁編，2004；2005；2006)。三編とも特許動向の内外比較を主たる目的とする報告書であるが、特許文献情報以外の情報についても言及があり、なかでもディスプレイ関係の代表的学会であるSIDの学会発表を対象とした書誌情報（発表者所属機関）の抽出・解析が重要である。

SIDには最も代表的な大会であるSID International Symposium(以下SIDシンポと略)のほかに、International Display Research Conference（以下IDRCと略）[18]、International Display Workshop（以下IDWと略）[19]の２つの大会があり、総称して三大大会とよばれている。いずれも年１回開催である。特許庁の３編の報告書が対象としてとりあげている大会、技術分野、期間はそれぞれ次の通りである。

① 特許庁編（2004）：SID三大大会、PDP、1992年から2003年まで
② 特許庁編（2005）：SID三大大会、PDP、1992年から2004年まで
③ 特許庁編（2006）：SIDシンポ、液晶、1998年から2005年まで

第一に、報告書の①と②はPDP表示制御技術[20]に関して、SID三大大会における近年の

---

[18] IDRCは北米、アジア、ヨーロッパにおいて交替制で開催される。アジアで開かれるときはAsia Display、ヨーロッパで開かれるときはEuro Displayと呼ばれる。
[19] 日本人の学会参加者某氏の証言によると、IDWは日本で開かれるのが慣例である。
[20] PDP表示制御技術は大別すると(1)画質改善に関する技術、(2)高信頼性化に関する技術、(3)低消費電力化に関する技術、(4)低コスト化に関する技術に分類できる。これらの詳細については特許庁編(2004、2005)を参照。

国・地域別発表件数の推移をまとめている。富士通を中心にPDP方式のテレビ製品が発売、大画面化していく1990年代前半は、学会発表でも日本の件数が突出していた。しかし1996年頃から韓国の発表が急増し、1998年に初めて日本の発表件数を上回って以降、その差は開く傾向である。直近（2004年）のシェア対比は韓国54%、日本29%である（②, p.204）。

第二に、報告書の③は液晶表示装置の画質向上技術[21]を対象とした特許分析および、液晶関連技術全般を対象としたSIDシンポと学術論文の発表動向を調査している。SIDシンポについては近年の国・地域別発表件数の推移をまとめている。この液晶関連技術の分野では従来米国と日本の発表件数が多く、ヨーロッパが少し離れた第3位につけていた。このパターンはしかし、2000年以降韓国の発表件数の急増によって崩れた。韓国は2003年にヨーロッパを抜き、翌年の2004年には日本をも抜いて、首位米国に迫っている。台湾からの発表件数も増えている。直近(2005年)の主要国・地域別シェアは米国29%、韓国25%、日本18%、欧州14%、台湾9%であり、以上5カ国・地域で全体の95%を占めている（③, p.35）。

このように、薄型ディスプレイの学会発表での韓国と台湾の台頭は、液晶とPDPの両方で近年の顕著な現象であり、とくに韓国の伸びが大きい。特許庁調査によると学会発表件数にみる日韓のシェア逆転は、PDPでは1998年、液晶では2004年に起きている。このデータの委細とその背後にある要因を立ち入って分析することは、日本にとって意義が大きい。

本稿では特許庁の調査に倣ってSIDに着目し、とくにSIDシンポにおける学会発表に焦点をあてて、独自のデータベースを構築し、おもに日韓2カ国の研究開発動向を比較する。上述したように、特許庁編（2006）ではこの分析と同じくSIDシンポの発表動向がまとめられている。それに対して、特許庁編（2004, 2005）ではSIDシンポの予稿集のほかにIDRCとIDWというSIDの他の二つの大会のデータも併せ用いられている。ここでは、(1)SID三大大会のなかで最大かつ最も代表的な大会であり、(2)データが長期にわたってウェブ上で入手可能である、という二つの理由から、SIDシンポの予稿集のみを調査対象とした。

特許庁調査が液晶とPDPを調査したのに対して、ここではさらに有機ELを調査対象に加えた。有機ELは次世代の薄型ディスプレイ技術方式の有力な候補である。すでに液晶とPDPの技術は製品に応用され、本格的な市場が形成されている。それに対して有機ELは今後市場が形成されると見られる技術である。科学における発見があり、技術開発が行われ、製品として市場に出るというリニアモデルを想起すると、学会における活動は市場での競争の先行指標と考えることができる。有機ELに関する学会での活動を調査することは、将来の薄型ディスプレイ産業における競争を先取りすると思われる学会の様子を観察する意図が含まれている。

以下の議論で詳細にレポートするが、結論を先取りしていえば調査対象のこの違いは観察結果の基本的結論には影響していない。韓国の顕著な台頭と、その結果としての日韓逆

---

[21] 液晶の画質向上技術のなかでも特に重要な課題である「広視野角化」に関連する要素技術を主たる調査対象としている。詳細は特許庁編（2006）の3頁以下を参照。

転という特許庁の調査と同様の結果は、われわれが作成したデータベースでも確認することができる。すなわち液晶とプラズマ、そして有機 EL でも、日韓の逆転現象が見られたということである。

２．１．５．４　独自データベースの作成

この調査でわれわれが注目したのは、ディスプレイ関連の世界的学会のひとつである SID における学会発表のデータである。SID には 6000 名に及ぶ会員がいる。彼らの専門分野は研究、設計、製造からマーケティングや販売など多岐にわたっている。実際の学会発表をみても、液晶、プラズマ、有機 EL などの薄型パネルから投射型ディスプレイなど幅広い分野をカバーしている。SID の支部は世界各地にあり、ディスプレイに関する国際的なコミュニティづくりに貢献している。

ここではディスプレイ関連の世界の研究動向を大きく鳥瞰する目的で、特許庁調査に倣って、SID の学会発表に狙いをしぼった。世界中で進められているディスプレイ関連の研究活動の全てを SID における学会発表だけで観察できるとはもちろんいえないから、この点は本調査の限界である。

調査対象としたのは、SID が毎年開催しているシンポジウムの予稿集に掲載された論文のうち、1990 年から 2006 年までの論文 4814 本である[22]。SID の論文は、会員であればホームページで閲覧することができる。ここで用いたデータのうち、1990 年から 2002 年までのデータはホームページから予稿集を閲覧入手した。また SID シンポの予稿集は SID によって CD-ROM が作成・販売されており、2003 年から 2006 年までのデータはその CR-ROM を用いた。なお、この CD-ROM は SID のホームページで一般に販売されている。

それぞれの論文は PDF 形式のファイルで保存されており、そのままではデータとして扱うことができない。そこでわれわれは上記の総数 4814 本の掲載論文のなかから目視によって液晶、PDP、有機 EL それぞれの関連論文を抽出した。その具体的な抽出手順をのべると、まず液晶については、学会のセッション名に液晶（liquid crystal）と銘打ってあるものをセッション単位で抽出し、それ以外のセッションからも論文の発表題目に液晶（liquid crystal）と記してあるものを論文単位で抽出した。同様にして、LC と LCD という略語を用いたセッション・発表を抽出し、それぞれの略語が液晶を意味するかどうか定かでない場合にはアブストラクトを読んで判断した[23]。次に PDP についても液晶と同じ手順を踏み、

---

22 予稿集に掲載されたと思われる論文のなかにはホームページや CD-ROM から全文が閲覧できないファイルがあり、ここでの数値にはそれらの論文は含んでいない。

23 この方法では、実際に液晶ディスプレイに関連している発表でも抽出されない論文があり得る。たとえば TN や STN といった液晶の方式のみが題名に表示されている論文は抽出されない。液晶ディスプレイの技術は多岐にわたって様々なかたちで応用されており、論文の抽出範囲が広くなりすぎる恐れがあるため、特に液晶ディスプレイに焦点を当てた発表を抽出するという意図に基づいて本稿ではこのような方法をとった。したがって、この

プラズマ（plasma）と銘打ってあるセッションおよび論文を抽出し、さらにPDとPDPという略語を用いたセッションと発表を抽出した。こちらもPDとPDPがプラズマディスプレイを意味するかどうか定かでない場合にはアブストラクトを読んで判断した。そして有機ELについては、セッション名に有機EL（Organic Electroluminescence, Organic EL）またはOLED（Organic Light Emitting Diode）と銘打ってあるものをセッション単位で抽出し、それ以外のセッションからも論文の発表題目に有機ELまたはOLEDと記してあるものを論文単位で抽出した。なお、サンプルの抽出方法については複数の業界関係者へのインタビューを参考にした。

このようにして抽出されたサンプルは液晶1781件、PDP357件、有機EL419件である。そのうち液晶の30件、PDPの6件、有機ELの2件については発表者の所属や所属組織の所在地が不明であるためサンプルから除外した。結果として液晶1751件、PDP351件、有機EL417件を過去の学会発表のサンプルとした[24]。

このサンプルを用いて、本調査に独自のデータベースを作成した。論文の表紙には論文題目、著者名、著者の所属組織、所属組織の所在地が記載されている。その情報と予稿集の年次、セッション名称をもとに、発表された年、著者の人数、筆頭著者から第10著者までの所属組織の国籍とセクター（企業・大学・公的研究機関の別）、発表の種別（口頭発表・ポスター発表の別）、発表者に含まれるセクターごとの人数、をそれぞれデータ化した。

本稿では、このようにして作成したデータベースの一部を用いて、1990年以降の液晶、PDP、有機ELに関する日本と韓国の学会発表の動向を比較検討する。

２．１．５．５　学会発表にみる韓国の躍進

上記の手順で作成したデータベースを用いて、まずはSIDにおける活動を国別に見てみよう。以下、液晶関連技術、PDP関連技術、有機EL技術の順に学会発表数の推移をまとめる。

図表2.1.5.1は1990年から2006年までの、SIDにおける液晶関連の発表のうち日本とアメリカ、韓国、台湾の組織に所属する研究者が筆頭著者である発表の件数推移である（本論文の末尾に添付した付表1に、図表2.1.5.1～図表2.1.5.3で用いたデータのうち日韓の数値の詳細を記した）。

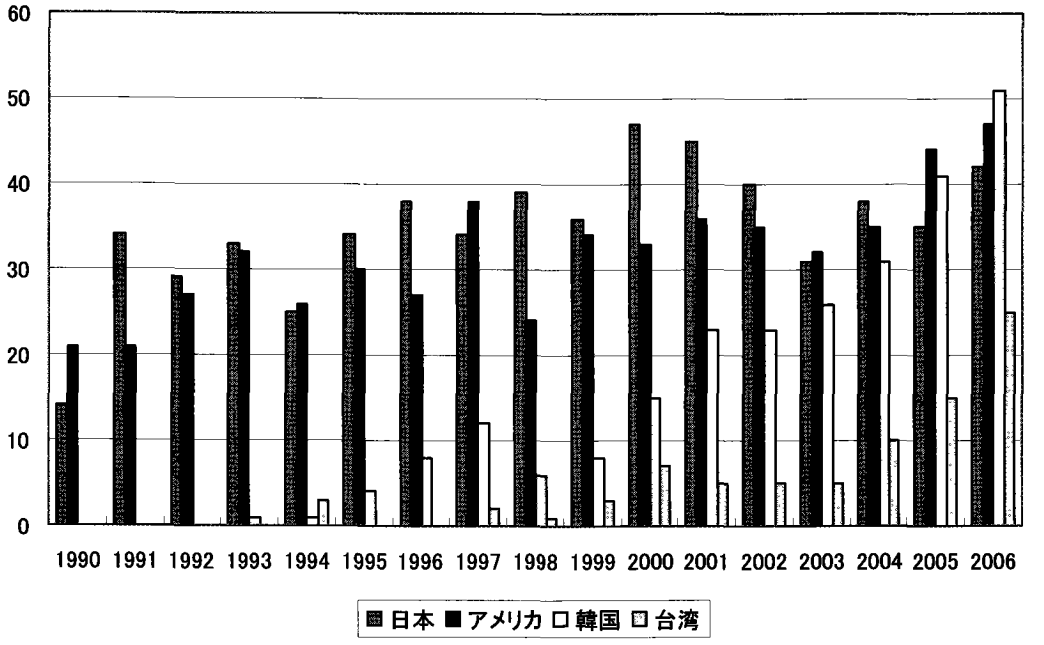
サンプルは実際の液晶関連の発表よりも過小見積もりとなる可能性がある。サンプルの抽出方法の改善はこの研究のひとつの課題である。

[24] なお、ここではセクターごと、国ごとの発表件数を筆頭著者の所属組織によって分類している。著者のなかには同時に複数の組織に所属している例があり、その場合には重複してカウントしているので、結果として全発表数を足し合わせた数値と単純な発表の総数とは一致しない。また、所属組織の国籍はそれぞれの論文に記載されたものを採用しているため、同じ企業であっても異なる国籍としてカウントされる場合がある（例：IBM、シャープなど）。

まず日本の動向をみると、日本勢の発表件数は一貫して多い。1991年に34件に増加して以降、1990年代は安定的に30件前後の発表件数を維持し、さらに2000年には47件に達した。それ以降も40件をはさんで推移している。それに対して、韓国が学会発表に現れるのは1993年以降のことであり、その後1997年まで増加傾向にあったが、1998年にいったん減少した。この減少の理由は、ひとつには韓国経済の一時的停滞が考えられ[25]、また1998年には後述するポスターセッションが学会でおこなわれなかったことも影響しているかもしれない。その後、1999年に8件だった発表件数は、それ以来一貫して増え、直近の2006年には51件に達している。台湾勢は94年に初めて発表したのち、95年と96年には発表がなかったが、97年からは5件前後の発表を毎年行っている。2004年には発表数が10件に増加すると、その後2006年には25件と発表件数を増やしている。

韓国、台湾ともに発表件数を急激に伸ばしているが、とりわけ増加が顕著なのは韓国勢である。日本勢が2000年以降40件をはさんで推移しているのに対して、韓国勢の発表件数はその間一貫して増えており、結果として2005年に日韓の逆転が起きている。韓国は翌2006年にはアメリカをも追い抜いてしまった。

図表 2.1.5.1　日米韓台のSIDにおける発表件数の推移（液晶）



注）筆頭著者の所属組織の国籍によって分類した。筆頭著者が複数の組織に所属している場合には重複してカウントした。

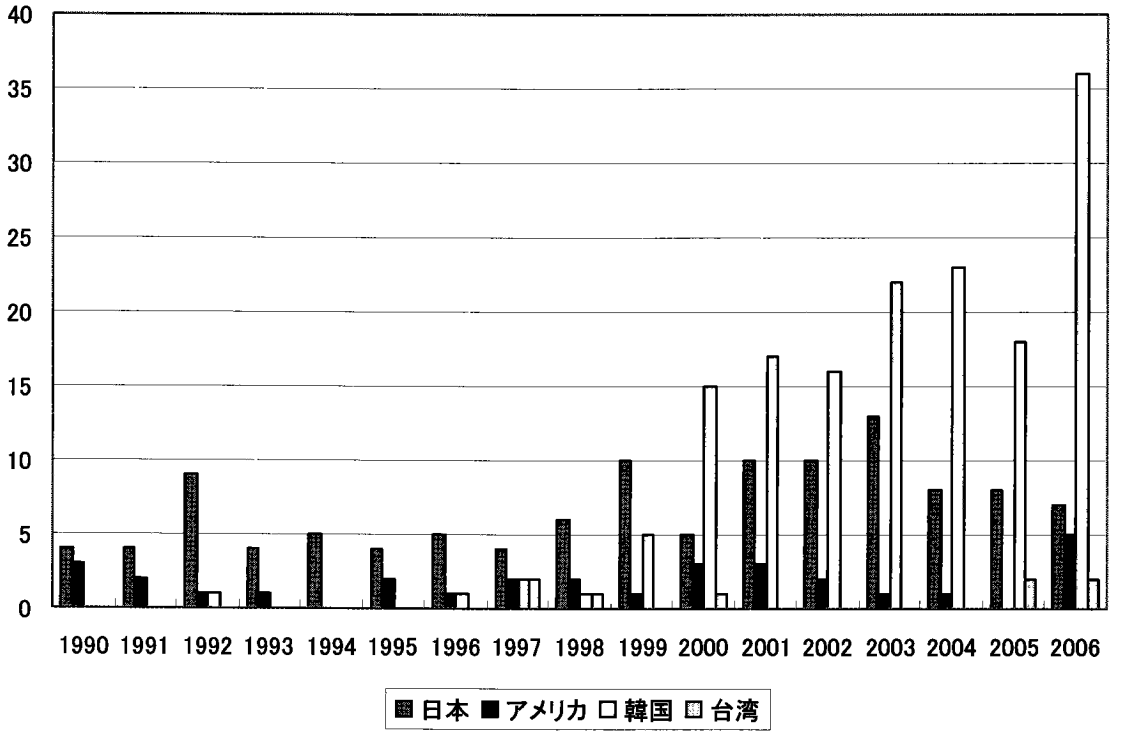
次にPDP関連の発表における日韓の推移をみていこう。図表2.1.5.2は1990年から2006

[25] 韓国が経済危機に直面し、国際通貨基金(IMF)の緊急融資を軸に各国の協調融資合意が成立したのは1997年12月のことである。

年までの、SIDにおけるPDP関連の発表のうち日本と韓国の組織に所属する研究者が筆頭著者である発表の件数推移である。なお液晶の場合と同様に、図表2.1.5.2のグラフ中には参考までにアメリカと台湾の件数推移も記した。

まず日本勢の発表件数の推移からみると、日本勢の発表は5件程度から10件までの間を行き来しており、1990年代には一貫して世界トップである。グラフの範囲内で、日本の発表件数のピークは2003年の13件である。それに対して、韓国勢は液晶の場合とほとんど同じ動向である。すなわち学会発表に韓国が現れるのは（1992年の1件を除くと）1996年以降のことであり、その後1998年に一時的に減少するものの、それ以後発表件数を増加させている。その結果PDPの場合には、2000年以降は日本を上回って、発表件数でみた日韓の立場は逆転し、その後差が開きつつある。PDP関連の台湾勢の発表件数はあまり多くない。

図表2.1.5.2　日米韓台のSIDにおける発表件数の推移（PDP）



注）筆頭著者の所属組織の国籍によって分類した。筆頭著者が複数の組織に所属している場合には重複してカウントした。

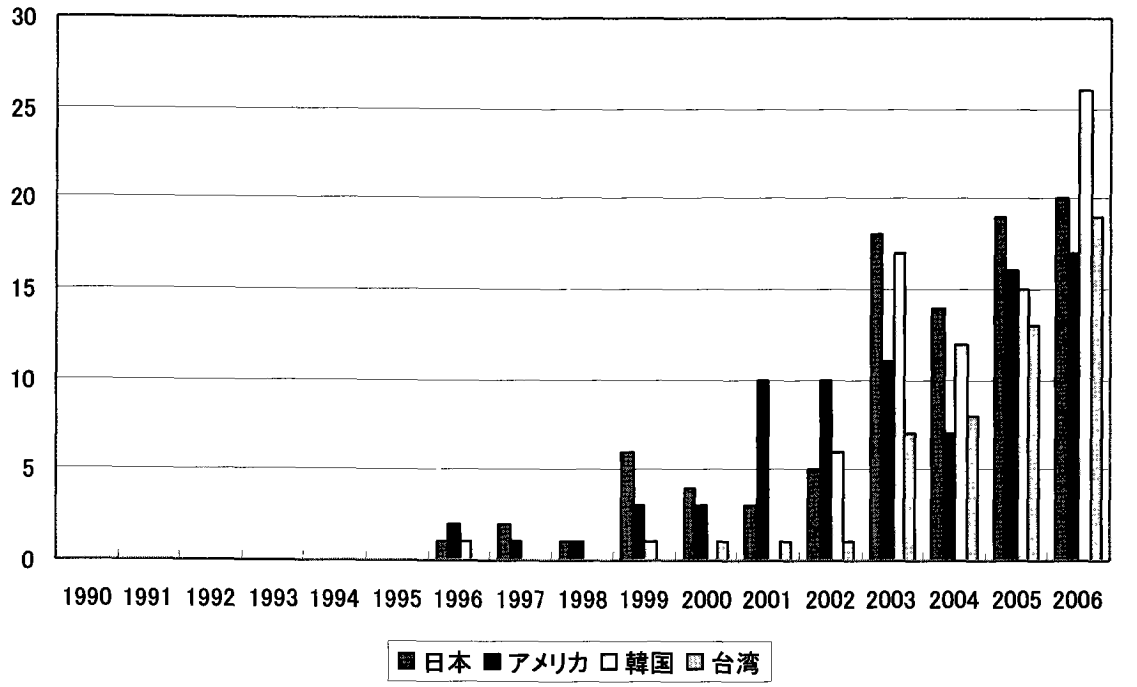
図表2.1.5.3は1990年から2006年までの日本と韓国、アメリカ、台湾の組織の有機EL関連発表数の推移を比較したものである。

データベースの限りでは、SIDにおける有機EL関連の発表は1996年から行われている。

一方で、日本の組織所属の研究者による発表は、2002年までは5件前後であったが、2003年から急激に増加して15件から20件になっている。他方で、韓国のそれは2002年に6件行われてから急激に増加し、2006年には26件と日本の数値を上回った。この分野で日本の発表数は右肩上がりに増えているが、韓国の発表数はそれを上回るペースで伸びている。台湾の発表は2000年から行われ、2003年以降その件数は急激に増加している。2003年に7件だった発表数は2006年には19件になっている。台湾勢は日本勢の発表数を超えていないものの、アメリカ勢の発表件数を上回っている。

液晶とPDPのSIDにおける学会発表件数において、2000年以降に日韓の逆転が起きたことはすでに見た通りである。有機ELはそれら2つの技術と比べて産業の規模がいまだ小さく、次世代技術の有力な候補のひとつである。その有機ELでは日韓の学会発表件数の逆転現象がすでに起きている。学会での活動が産業の動向の先行指標であるとすれば、この事実は衝撃的である。

図表 2.1.5.3　日米韓台のSIDにおける発表件数の推移（有機EL）



注）筆頭著者の所属組織の国籍によって分類した。筆頭著者が複数の組織に所属している場合には重複してカウントした。

上述したように、特許庁の報告書は液晶、PDPのいずれにおいても学会発表件数で韓国勢が日本勢を逆転したことを伝えている（特許庁編，2004；2005；2006）。逆転が起きたのは、液晶2004年、PDP1998年である。それに対してわれわれの調査でも、特許庁報告

書と同様に、液晶、PDPの両方で日韓逆転が観察された。一方の液晶では2005年に、他方のPDPでは2000年に、ともに韓国が日本を逆転している。逆転が起きた年は完全に同じではないが、データベースが違うことを考慮すれば、発見事実の類似性のほうが重要だろう。すなわち、薄型ディスプレイ関連の学会における韓国の台頭はいずれの調査でも顕著であり、学会発表件数でみるかぎり2000年ごろを境目に韓国が日本を上回った[26]。それだけでなく、有機ELにおいても2006年には韓国が日本を上回った。つまり、異なるデータベース、異なる技術において、同じように日韓の発表件数の逆転という顕著な現象が観察されているのである。

２．１．５．６　セクター別、所属組織別の発表件数

以上においては国別にみた発表件数の総数の推移をみてきた。次に、(1)産官学のセクター別にみた発表件数の内訳が日韓2カ国でどうなっているか、(2)所属組織別にみたときに発表件数の多いリストにどういう企業・大学・機関名が並んでいるか、の2点を簡単に見ておこう。

図表2.1.5.4は、液晶とPDP、有機ELそれぞれについて、産官学のセクター別の発表件数の割合を日韓の別に示したものである。それによると、液晶、PDP、有機EL いずれにおいても日本は民間企業の比率が高い反面、大学の比率が低い。これらの分野では、日本は学会というサイエンスの場でも民間企業が中心であり、企業主導で研究・技術開発を進め、成果を社内の事業部門に移転するのみならず、学会でも企業が積極的に発表しているのである。それに対して韓国では液晶39%、PDP56%、有機EL37%と、大学の研究発表比率が日本よりも高い。このように学会発表において、企業と並んで大学のプレゼンスが高いのが韓国の特徴である。なお公的研究機関は、液晶とPDPに関連した学会発表では数%を占めるにすぎず、日韓両国でともに限定的なプレゼンスにとどまっている。

---

[26] なお半導体の分野では、関連学会における日本の論文数が大幅に減少しているという報告がある。一例だけあげれば、2007年2月に米国で開かれるISSCC（国際固体素子回路会議）で、日本の論文数が大幅に減少し、韓国と台湾に肉薄されると報道されている（『日本経済新聞』2006年12月22日）。しかし本稿でとりあげたディスプレイ技術関連でわれわれが観察できるのは、日本の減少というよりも韓国の顕著な台頭であり、その結果としての日韓逆転である。ディスプレイ関連分野では、日本の発表件数が減少していると断言することは現段階ではできないのではないか。

図表 2.1.5.4　国別、セクター別の発表件数（液晶・PDP・有機 EL）

	液晶		PDP		有機 EL	
	日本	韓国	日本	韓国	日本	韓国
企業	86%	58%	65%	40%	87%	52%
大学	12%	39%	25%	56%	12%	37%
公的研究機関	2%	3%	9%	4%	1%	11%
合計	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	(601)	(258)	(118)	(158)	(94)	(79)

注）カッコ内数は実数。筆頭著者が複数の組織に所属している場合には重複してカウントしているため、国別の単純集計と数が合わない場合がある。

次に図表 2.1.5.5 は、SID における液晶関連の発表件数順に、筆頭著者の所属組織を上位20位までリストアップしたものである。その表から分かるとおり、第1位はアメリカの Kent State University（KSU）である。KSU は古くから液晶材料に焦点を当てた研究拠点（Liquid Crystal Institute）を持ち、この分野の人材を広く内外から結集してきたことで知られている。2 位は韓国のサムスン電子、3 位は IBM、4 位はヨーロッパのフィリップスである。その後に日本勢がきて、5 位シャープ、6 位日立、7 位 NEC、8 位東芝と続き、ひとつ飛んで、さらに 10 位に三菱電機が入っている。9 位はアメリカの Brown University である。

この図表 2.1.5.5 において、上位 20 位までにリストアップされた組織数を国別にカウントすると、日本 9、アメリカ 4、韓国 3、その他 4 であり、日本が最多である。日本 9 の内訳は企業 8、大学 1 であり、民間企業がほぼすべてを占めている。韓国は LG. Philips LCD（LG とフィリップスとの合弁会社）をカウントしても 3 に過ぎない。液晶関連にみる韓国の近年における発表件数の大幅な伸びは限られたごく少数の組織によって担われていることがわかる。

なお、液晶関連の発表件数で、上記の上位 20 位までにランクインした組織の発表件数の年々の推移を辿った付表 2 を論文末尾に添付した。韓国のサムスン電子、LG. Philips LCD、Pusan National University の 3 組織がいずれも 2000 年前後から発表件数を急増させていることがその表から見てとれる。

図表 2.1.5.5　発表件数の多い組織（液晶）

順位	組織名称	件数
1	Kent State University（米）	91
2	Samsung Electronics（韓）	71
3	IBM（米）	68
4	Philips（蘭）	56
5	シャープ	54
6	日立製作所	44
7	NEC	43
8	東芝	40
9	Brown University（米）	30
10	三菱電機	29
11	LG. Philips LCD（韓）	25
11	Pusan National University（韓）	25
13	Corning（米）	24
13	Hong Kong University of Science and Technology（中国）	24
15	ITRI（台湾）	23
15	ソニー	23
17	University of Stuttgart（独）	22
18	松下電器産業	20
18	東北大学	20
20	富士通	19

注）IBM の発表件数には日本 IBM の発表数を含む。

以上は液晶に関連した集計結果であるが、今度は PDP について図表 2.1.5.5 と同じ表を作成した。図表 2.1.5.6 がそれである。この表を見ると、PDP においては液晶の時より以上に韓国勢の躍進が明らかであり、上位 10 位のなかで 6 組織を韓国勢が占めている。日本関係を見ると、5 位富士通に続き、電通大、広島大、NHK が上位 10 位に入っている。PDP テレビで市場シェアの高い松下電産は 14 位である。なお松下電産の研究発表 7 件のなかには、同社が買収した米プラズマコ社による発表 3 件が含まれている。

図表 2.1.5.6 で上位 20 位までにリストアップされた組織数を国別にカウントすると、韓国 11、日本 9、その他 3 であり、韓国が最多である。韓国 11 の内訳は企業 4、大学 6、公的研究機関 1 であり、大学の貢献が大きいことが韓国の特徴である。

なお、PDP 関連の発表件数で、上記の上位 20 位までにランクインした組織の発表件数の年々の推移を辿った付表 3 を論文末尾に添付した。韓国の企業と大学の多くが 2000 年前後

を境に学会発表を軒並み急増させていることが見てとれる。

図表 2.1.5.6　発表件数の多い組織（PDP）

順位	組織名称	件数
1	LG Electronics（韓）	23
2	Samsung SDI（韓）	22
3	Seoul National University（韓）	20
4	Kyungpook National University（韓）	19
5	富士通	18
6	Hongik University（韓）	13
7	Sejong University（韓）	12
7	電気通信大学	12
9	広島大学	11
9	NHK	11
11	Thomson（仏）	10
12	富士通日立プラズマディスプレイ	9
13	South East University（中国）	8
14	松下電器産業	7
14	NEC	7
14	Philips（蘭）	7
14	パイオニア	7
18	Samsung Advanced Institute of Technology（韓）	6
19	Orion Electric（韓）	5
20	Inha University（韓）	4
20	Korea Institute of Science and Technology（韓）	4
20	松下電子	4
20	Pusan National University（韓）	4

注）松下電器産業の発表件数には米プラズマコ社の発表数を含む。

最後に有機 EL についても同じ表を作成した。図表 2.1.5.7 がその結果である。この表を見ると、液晶や PDP とは異なり、有機 EL においては発表件数の多い組織がさまざまな国・地域に散らばっていることがわかる。上位 10 位のなかでは韓国 3、日本 3、米国 2、台湾 2、その他 2 である。日本勢では、7 位に日立製作所と半導体エネルギー研究所が並び、続いて 9 位に出光興産がランクインしている。SID における発表件数だけを見れば、有機 EL における日本勢の位置づけは、たくさんある有力なプレイヤーのうちのひとつ（one of them）

だと言える。

図表 2.1.5.7 で上位 20 位までにリストアップされた組織数を国別にカウントすると、日本 5、アメリカ 5、韓国 4、台湾 3、ドイツ 3、その他 2 であり、日本とアメリカが最多である。日本の内訳は全て企業であるのに対して、韓国の内訳は企業 2、大学 2 と、大学の貢献が相対的に大きい。

なお、有機 EL 関連の発表件数で、上記の上位 20 位までにランクインした組織の発表件数の年々の推移を辿った付表 4 を論文末尾に添付した。液晶や PDP と同じように韓国の企業と大学の多くが 2000 年前後を境に学会発表を軒並み急増させていることが見てとれる。それに加えて、有機 EL ではアメリカや台湾の組織の発表もまた多い。

図表 2.1.5.7　発表件数の多い組織（有機 EL）

順位	組織名称	件数
1	Eastman Kodak（米）	22
2	National Chiao Tung University（台湾）	19
3	Samsung SDI（韓）	18
4	Hong Kong University of Science and Technology（中国）	14
5	Philips（蘭）	11
6	National Taiwan University（台湾）	10
7	日立製作所	9
7	半導体エネルギー研究所	9
9	出光興産	8
9	Kyung Hee University（韓）	8
9	Seoul National University（韓）	8
9	Universal Display Corporation（米）	8
13	エプソン	7
14	AU Optronics（台湾）	6
14	Covion Organic Semiconductors（独）	6
14	Fraunhofer Institute（独）	6
14	eMagin Corporation（米）	6
18	IBM（米）	5
18	Institut fur Hochfrequentztechnik（独）	5
18	パイオニア	5
18	Samsung Electronics（韓）	5
18	University of Michigan（米）	5

注）IBM の発表件数には日本 IBM の発表数を含む。

２．１．５．７　発表形態：口頭発表かポスター発表か

SIDの学会活動において日韓の発表件数が逆転したとすれば、そのような現象はなぜ起きたのだろうか。ここではその理由を考えるひとつの手がかりとして、日韓における学会活動の発表形態の違いに着目する。

SIDに参加した経験のある日本企業関係者へのインタビューによれば、韓国勢の発表についてポスターセッションでの発表が多いという印象があり、そのなかには若手研究者のエクササイズとしての発表が少なからず含まれているのではないかという。これは印象に基づく推測にすぎないが、もしも若手研究者のエクササイズとしての意味合いがあるとすれば、その発表は科学のフロンティアを切り拓く、真に水準の高い研究成果の発表というよりもむしろ、学習途上にある若手研究者による研究成果の披瀝であり、その発表には研究･学習意欲を刺激する教育上の配慮が多少とも働いている可能性がある。そこで本稿では、次に学会のポスターセッションの動向を分析することによって、発表形態にみる日韓の違いを検討することにした。

発表形態の種別でいうと、広義の学会発表には口頭発表（oral presentation）とポスターセッションでの発表とがある。学会発表の中心は伝統的に口頭発表であるが、最近はその口頭発表のセッションに加えてポスターセッションを提供する学会が多い。ポスターセッションでの発表とはポスターを掲示し、発表者がポスターのそばで内容を説明する形式の発表である。SIDでは1993年以降（1998年を除き）毎年ポスターセッションがおこなわれている。

SIDの2007年の投稿規程によれば、ポスターセッションは著者と聴衆との間のやりとりの機会を提供するものである。新しい技術やコンセプト、現象のデモンストレーションによって補完できる論文は、ポスターセッションでの発表に適している。口頭発表とポスター発表の審査基準は同一であり、成果公表（publication）の手続き上も両者は同等に扱われる。発表希望者は口頭発表かポスターセッションかを希望することができるが、最終的な割り振りはプログラム委員の判断によって決められる。ポスター発表者は名刺以外に配布物を頒布してはいけない。

２．１．５．８　ポスター発表が多い韓国

このポスター発表の動向を液晶とPDP、有機ELそれぞれについて日韓で比較してみよう。まず液晶関連について、ポスターセッションの発表動向を日韓の別にみると(付表１)、日本勢は1993年に11件のポスター発表があり、翌1994年に3件に減少したが、その後は毎年10件前後のポスター発表でほぼ安定的に推移している（1998年はポスターセッション自体がなかった)。それに対して、韓国勢によるポスターセッションでの発表は、1993年に1件おこなわれ、その後1997年に4件に増えたが、まとまった数のポスター発表がお

こなわれるようになるのは2001年以降のことである。すなわち2001年に12件に増えて以降、少ない年でも10件以上のポスター発表が毎年おこなわれ、直近の2006年には26件もの発表がポスターセッションでおこなわれた。学会発表を全体としてみた場合の、韓国勢による発表件数の近年における顕著な伸びには、たしかにポスターセッションでの発表件数の増大が大きく寄与しているようである。

次にPDP関連の発表件数とポスターセッションの推移をみてみよう。まず日本勢に着目すると、多くの年でポスターセッションは0件であり、多い年でも2件しかおこなわれていない。PDPの分野では、ポスターセッションによる発表を日本勢はほとんどおこなってきていないのだ。それに対して韓国をみると、1999年以降ポスターセッションでまとまった件数の発表がおこなわれるようになり、直近の2006年には総数で36件の発表中21件をポスター発表が占めるに至っている。つまり韓国勢の発表では近年ポスターセッションでの発表が高い割合を占めているのである。

最後に有機EL関連の発表件数とポスターセッションの推移を見てみる。まず日本勢は多くの年でポスターセッションが0〜2件と少ない。2005年と2006年はポスターセッションの件数が増加しそれぞれ4件と6件である。有機ELの分野では日本勢はポスターセッションによる発表をほとんど行ってこなかったが、近年すこしずつその件数が増える傾向にあるといえるだろう。それに対して、韓国は2002年まではポスターセッションによる発表はほとんど行っていない（そもそも有機EL関連の発表自体が少ない）。それが2003年からはポスターセッションでの発表件数が急激に増加し、2006年には13件と全発表の半数を占めている。

要約として、調査対象の全期間にわたる日韓両国のポスター発表の総数を3つの技術分野別にカウントすると、液晶においては日本130件、韓国111件であり、発表件数全体のそれぞれ22%、44%を占めている。またPDPにおいては日本10件、韓国94件であり、発表件数全体のそれぞれ9%、60%を占めている。そして有機ELでは日本16件、韓国40件であり、発表件数のそれぞれ17%、51%を占めている。液晶でもPDPでも有機ELでも、ポスター発表の比率が日本は低いのに対し、韓国は高いことがわかる。

日本と韓国の発表に占めるポスターセッションの割合を見ると、両国では発表全体に占めるポスター発表の比率に大きな違いがあることがわかる。すでにのべたように、ポスターセッションでの発表は科学のフロンティアを切り拓く、真に水準の高い研究成果の発表というより、学習途上にある若手研究者による研究成果の披瀝であり、そこには研究・学習意欲を刺激し強化する教育上の配慮が多少とも働いている可能性がある。そうであれば、学会発表における韓国勢の近年の件数増加の、少なくともその一部は、ピュアアカデミックなインパクトという点では割り引いて考えることができるかもしれない。

もちろんポスターセッションでの発表のすべてを「教育的配慮に基づく発表」と決めつけるのは正しくないだろう。ポスターセッションでの発表とはどういうものであるかを、関係者の証言を参照しつつ、もう少し立ち入って考察してみよう。

２．１．５．９　ポスター発表のおもな担い手

SID の投稿規程によれば、口頭発表とポスター発表の審査基準は同一であり、形式的にはそこに優先順位の前後や上下関係は存在しない。発表希望者は口頭発表かポスターセッションかを希望することができるが、最終的にはプログラム委員の裁量によってどちらかに割り振られる。

ポスター発表の審査基準に関する学会の形式的記述は以上に尽きているが、ポスターセッションでの発表を実質的にどう位置づけるべきかについて、SID への参加経験者に尋ねたところ、互いにニュアンスの違う複数の証言が得られた。それを整理すると大別二種類の意見に集約できる。第一に、既述のように主として教育的配慮からポスターセッションが利用されているという証言があり、これが正しければその発表の学術的レベルは必ずしも高くないかもしれない。事実 SID への参加経験をもつ、上述の企業関係者とは別の日本企業関係者の証言によれば、口頭発表とポスター発表とは「階層的」（hierarchical）な関係にあり、もっと直截的にいえば「口頭発表の選に漏れたものがポスターセッションに回る」のだという。この証言が正しいとすれば、口頭発表とポスター発表との間に、形式的にはともかく実質的にはレベルの上下差があることになる。

しかしながら第二に、口頭発表に比べるとポスターセッションのほうがカジュアルで、説明だけでなくデバイスや装置のデモが可能であり、商談につながるやりとりが場合によってはできるので、企業関係者にはメリットが大きいという証言がある。ポスターセッションには口頭発表とは別個の独自のメリット、とりわけビジネス上のメリットがあるという証言である。

以上の二種類の証言から、ポスターセッションでの発表の位置づけとしては、前者の「教育的配慮」仮説に基づくものと、後者の「ビジネスメリット」仮説に基づくものと、大別二種類の位置づけが可能であろう。そしてこのように整理すると、この二つの仮説との関係では、ポスターセッションでの発表の主たる担い手が誰なのかが重要になってくる。ポスター発表のおもな担い手が、①もしも大学関係者であれば「教育的配慮」仮説が、②もしも企業関係者であれば「ビジネスメリット」仮説が、それぞれ妥当性が高いと推測できるからである。

以下では調査対象の全期間にわたる、日本と韓国におけるセクター別の学会発表件数と、そのなかでポスターセッションにおける発表件数の動向をみていく。特に企業と大学という異なるセクターに所属する研究者がそれぞれどの程度ポスターセッションを活用しているかが注目点である。

まず図表 2.1.5.8 と図表 2.1.5.9、図表 2.1.5.10 の左側のデータに着目し、公的研究機関を除く企業か大学かのセクター種別と、口頭発表かポスター発表かの発表形態の違いと、の関係をみると、液晶、PDP、有機 EL の全てにおいて、企業の発表では 7 割以上が口頭発表であり、口頭発表が圧倒的に多い。それに対して大学の発表ではポスター発表が増え、

液晶の 51%、PDP の 53%、有機 EL の 60%がポスター発表であり、口頭発表が半分を少し割り込んでいる。企業か大学かというセクター種別は発表形態の違いに影響しているようにみえる。

しかし次に、国の違いをコントロールした図表 2.1.5.8 と図表 2.1.5.9 と図表 2.1.5.10 の右側のデータに着目すると、企業か大学かというセクターの違いは日韓両国で違った意味をもっていることがわかる。すなわち、一方で日本においては、セクターの違いを問わず液晶、PDP の両分野で口頭発表が中心であり、ポスター発表は比較少数にかぎられている。他方で韓国においては、大学による発表の 60%（液晶）、67%(PDP)、76%（有機 EL）と、いずれの技術分野でも大学の発表の比較多数がポスター発表で占められている。

図表 2.1.5.8　発表形態別、セクター別、国別の発表件数の割合（液晶）

				日本		韓国	
	企業	大学		企業	大学	企業	大学
口頭	77%	49%	口頭	81%	61%	64%	40%
ポスター	23%	51%	ポスター	19%	39%	36%	60%
	100%	100%		100%	100%	100%	100%
	(668)	(171)		(519)	(71)	(149)	(100)

注）カッコ内数は実数。

図表 2.1.5.9　発表形態別、セクター別、国別の発表件数の割合（PDP）

				日本		韓国	
	企業	大学		企業	大学	企業	大学
口頭	74%	47%	口頭	91%	90%	54%	33%
ポスター	26%	53%	ポスター	9%	10%	46%	67%
	100%	100%		100%	100%	100%	100%
	(140)	(119)		(77)	(30)	(63)	(89)

注）カッコ内数は実数。

図表 2.1.5.10　発表形態別、セクター別、国別の発表件数の割合（有機 EL）

				日本		韓国	
	企業	大学		企業	大学	企業	大学
口頭	78%	40%	口頭	83%	82%	68%	24%
ポスター	22%	60%	ポスター	17%	18%	32%	76%
	100%	100%		100%	100%	100%	100%
	(123)	(40)		(82)	(11)	(41)	(29)

注）カッコ内数は実数。

ポスター発表に対しては上述のごとく「教育的配慮」仮説と「ビジネスメリット」仮説という二つの仮説があり得ることを指摘してきたが、日韓両国に関するわれわれのデータをみるかぎり、後者の「ビジネスメリット」仮説を支持するデータは存在しない。それに対して「教育的配慮」仮説については、韓国においてのみこの仮説は一定の妥当性をもっているといえるかもしれない。韓国では日本よりも大学による発表の比率が高く、しかも大学による発表の半分以上がポスターセッションでの発表で占められているからである。

２．１．５．10　日本の技術ポテンシャルにかげり？

本稿ではディスプレイ関連学会の発表動向をみてきた。調査結果は、ここでとりあげたディスプレイ関連学会において韓国の発表が顕著に増え、発表件数の総数で日本を上回ったことを示している。もちろんわれわれが確認したように、韓国勢の学会発表のなかには大学関係者を中心とするポスターセッションでの発表が相当数含まれている。その学術的なレベルは、多少とも割り引いて考えることができるかもしれない。しかしポスターセッションでの発表の多さも含めて、科学コミュニティへの積極的な関与とそこでの露出度の高さは、この技術分野における韓国の産と学の顕著な特徴であり、注目に値する。

このような調査結果をわれわれはどうみるべきだろうか。日本の技術ポテンシャルにかげりが出ているというべきだろうか。

たしかに、ディスプレイ関連学会の発表動向にみられる「日韓逆転」を産業競争力の先行指標としてストレートに受け止め、この分野における日本の技術ポテンシャルに警鐘を乱打することは議論として可能である。しかしそれはあり得る議論のひとつであって、違った議論もまた可能であるように思われる。この点でヒントになるのは日本企業の学会ウォッチャーの声である。

ヒヤリングによれば、学会発表における「韓国の躍進」と「日本の後退」は、学会ウォッチャーの間で広く共有されている実感だ。けれども日本の技術ポテンシャルへの懐疑説には彼らの間に根強い異論がある。学会発表における日本の大きな特徴は民間企業のプレゼンスが高いことだが、その主役の民間企業が、近年個別の経営判断として液晶とPDPの分野で学会発表に抑制的あるいは消極的だったというのだ。

なぜ抑制的あるいは消極的だったのか。①現実の製品市場での競争激化、②企業（事業）再編の動き、③ディスプレイ技術のなかで液晶とPDPは日本の企業内サイエンティストにとって最早フロンティアの研究課題ではないという各社の判断（次世代ディスプレイ技術に研究の焦点が移った？）、等々が考えられるが、詳細はわからない。ただし、次世代技術であるはずの有機ELの発表件数ですでに逆転現象が観察されることから、もし日本企業が学会発表に消極的だったとすれば、それは③の技術的な問題というよりはむしろ、①や②といった現実の競争との関係で日本企業は学会発表に抑制的だと考える妥当性が高いように思われる。学会発表に見られる日韓企業のコントラストの背景にはどのような理由が存

在するのか、さらに詳細な調査が必要だろう。

ともあれ、事実において日本企業が学会発表に抑制的あるいは消極的だったとすれば、本稿の調査結果はその姿勢の集合的な投影にすぎず、したがって「日本の技術ポテンシャルへの懐疑説は当たっていない」という主張は一定の説得力をもっていることになろう。むしろ、企業が学会から身を引けば国全体のプレゼンスが後退するという、ナショナルイノベーションシステムの「底の浅さ」が日本の問題だというべきかもしれない。大学と公的研究機関の影が薄いのだ。

いずれにせよ、テレビ産業のような「サイエンス型化」しつつある産業において、関連学会での発表における動向変化が、この技術分野の現状における市場競争力とどう関わっているか、将来の市場競争力への意味はどうか、そもそもSIDのような学会の機能を産業競争との関連でどうみるか等々、究明すべき課題は多い。

参考文献

浅田篤，1996.「シャープ株式会社」，山之内昭夫編著，『テクノマーケティング戦略：技術とマーケティングの融合』，産能大学出版部，第3章（101-132頁）.

中馬宏之・橋本哲一，2007.「ムーアの法則がもたらす複雑性と組織限界：DRAMビジネス盛衰の現代的意義」，『一橋ビジネスレビュー』，第54巻第4号，22-45頁.

船田文明，2007.「液晶はいかにして巨大産業に成長したか：第2回事業創出と発展戦略」，『日経マイクロデバイス』，2007年5月号，75-81頁.

後藤晃・長岡貞男編，2003.『知的財産制度とイノベーション』，東京大学出版会.

後藤晃・小田切宏之編，2003.『日本の産業システム③：サイエンス型産業』，NTT出版.

荻原博之，2003.「開発の軌跡：プラズマテレビ」，『日経メカニカル』，日経BP，2003年10月～2004年3月.

科学技術政策研究所，2005.「平成16年版科学技術指標―データ集―2005年改訂版」，『調査資料』，№117，文部科学省科学技術政策研究所.

交流協会，2005.『アジアのフラットパネルディスプレイ産業』，財団法人交流協会.

McMillian G. S., F. Narin, & D. L. Deeds, 2000. "An Analysis of the Critical Role of Public Science in Innovation: The Case of Biotechnology," *Research Policy,* Vol.29 (1), pp.1-8.

後藤晃・永田晃也，1997.「イノベーションの専有可能性と技術機会：サーベイデータによる日米比較研究」,『NISTEP REPORT』, No.48, 文部科学省科学技術政策研究所.

沼上幹，1999.『液晶ディスプレイの技術革新史：行為連鎖システムとしての技術』，白桃書房.

小田切宏之，2006.『バイオテクノロジーの経済学：「越境するバイオ」のための制度と戦略』，東洋経済新報社.

Pakes, A. & Z. Griliches, 1984. "Patents and R&D at the Firm Level: A First Look," Z. Griliches eds., *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago: University of Chicago Press, Chapter 3, pp.55-72.

相良岩男，2001.「NETs 連載講座『日経エレクトロニクス』で振り返る 30 年：カラー液晶ディスプレイ実用化までの道のり」,『日経エレクトロニクス』, 2001 年 8 月 13 日号～2002 年 12 月 2 日号，日経 BP 社.

Teece, D. J., 1986. "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy," *Research Policy*, Vol.15 (6), pp.285-305.

特許庁編，2004.『平成 15 年度特許出願技術動向調査 4：ＰＤＰ表示制御』，社団法人発明協会.

特許庁編，2005.『平成 16 年度特許出願技術動向調査報告書：プラズマディスプレイパネルの構造と製造方法』，特許庁.

特許庁編，2006.『平成 17 年度特許出願技術動向調査報告書：液晶表示装置の画質向上技術』，特許庁.

Zucker, L. G., & M. R. Darby, 2001. "Capturing Technological Opportunity via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firm's Biotech Patents and Products,"

Journal of Technology Transfer, Vol.26 (1/2), pp.37-58.

Zucker, L. G., M. R. Darby, & J. S. Armstrong, 2002. "Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology." *Management Science,* Vol.48 (1), pp.138-153.

付表 1　SID における日韓の発表件数

年	液晶		PDP		有機 EL	
	日本(PS)	韓国(PS)	日本 (PS)	韓国 (PS)	日本(PS)	韓国(PS)
1990	14(0)	0(0)	4(0)	0(0)	0(0)	0(0)
1991	34(0)	0(0)	4(0)	0(0)	0(0)	0(0)
1992	29(0)	0(0)	9(0)	1(0)	0(0)	0(0)
1993	33(11)	1(1)	4(1)	0(0)	0(0)	0(0)
1994	25(3)	1(0)	5(0)	0(0)	0(0)	0(0)
1995	34(8)	4(1)	4(0)	0(0)	0(0)	0(0)
1996	38(10)	8(2)	5(0)	1(0)	1(0)	1(1)
1997	34(6)	12(4)	4(1)	1(2)	2(0)	0(0)
1998	39(0)	6(0)	6(0)	1(0)	1(0)	0(0)
1999	36(13)	8(2)	10(2)	5(4)	6(1)	1(1)
2000	47(12)	15(4)	5(2)	14(11)	4(1)	0(0)
2001	45(8)	23(12)	10(0)	17(7)	3(0)	0(0)
2002	40(14)	23(15)	10(0)	16(11)	5(1)	6(2)
2003	31(11)	26(12)	13(2)	22(16)	18(2)	17(10)
2004	38(9)	31(10)	8(1)	22(14)	14(1)	12(7)
2005	35(12)	41(22)	8(0)	18(8)	19(4)	15(6)
2006	42(13)	51(26)	7(1)	36(21)	20(6)	26(13)

注) 日本のデータは、筆頭著者が日本の組織に所属している発表件数、韓国のデータは、筆頭著者が韓国の組織に所属している発表件数、をそれぞれ示す。カッコ内数はポスターセッション(Poster Session)での発表件数。

付表 2　筆頭著者の所属組織でみた発表件数上位 20 位の発表件数推移（液晶）

順位	組織名称	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
1	Kent State University (米)	1	0	3	0	4	7	5	7	7	■	■	5	8	9	5	5	3
2	Samsung Electronics (韓国)	0	0	0	0	0	1	3	1	3	1	6	4	3	7	■	■	■
3	IBM (米)	3	1	3	4	2	2	9	5	7	7	9	9	4	3	0	0	0
4	Philips (蘭)	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	4	4	8	5	9	■	3
5	シャープ	2	0	4	6	3	2	3	1	4	4	3	4	4	1	5	5	3
6	日立	0	4	1	3	2	4	2	2	5	1	3	2	3	2	0	5	5
8	NEC	1	2	1	3	2	4	6	3	2	1	3	4	2	1	2	3	3
7	東芝	0	4	4	4	4	4	5	2	2	4	1	2	1	1	0	2	0
9	Brown University (米)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	6	4	2	3	4
10	三菱電機	1	2	1	2	1	1	0	3	4	0	1	1	2	5	2	1	2
11	LG. Philips LCD (韓国)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	6	6	5
11	Pusan National University (韓国)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4	3	3	3	5	4
13	Corning (米)	0	1	1	1	1	2	1	1	0	0	3	1	3	1	4	3	1
13	Hong Kong University of Science and Technology (香港)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	1	4	3	8
15	ITRI (台湾)	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	4	3	2	2	5	1	2
15	ソニー	0	0	1	0	0	1	2	1	1	1	4	0	2	3	3	1	3
17	University of Stuttgart (独)	2	1	2	2	3	2	1	3	2	1	3	0	0	0	0	0	0
18	松下電産	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	2	0	1	0	0
18	東北大学	0	0	0	2	1	1	2	1	0	4	2	2	0	0	1	1	3
20	富士通	2	2	1	0	1	0	1	1	1	2	4	1	2	1	0	0	0

注）4-9 件が薄い網掛け、10 件以上が濃い網掛け

付表３　筆頭著者の所属組織でみた発表件数上位20位の発表件数推移（ＰＤＰ）

順位	組織名称	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
1	LG Electronics（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	3	0	5	1	1	5
2	Samsung SDI（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	2	3	4	5
3	Seoul National University（韓国）	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	3	2	2	5
4	Kyungpook National University（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	4	3	5
5	富士通	0	1	1	1	0	0	1	0	1	2	1	3	2	3	1	1	0
6	Hongik University（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	2	4
7	Sejong University（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	2	2
7	電気通信大学	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	広島大学	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	NHK	0	1	1	1	2	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1
11	Thomson（仏）	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
12	富士通日立プラズマディスプレイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	0	1
13	South　East University（中国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	2
14	松下電産	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	1	1
14	NEC	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
14	Philips（蘭）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	1
14	パイオニア	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	2
18	Samsung Advanced Institute of Technology（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1	0
19	Orion Electric（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0
20	Inha University（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
20	Korea Institute of Science and Technology（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
20	松下電子	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Pusan National University（韓国）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1

注）2−4件が薄い網掛け、5件以上が濃い網掛け

付表 4　筆頭著者の所属組織でみた発表件数上位 20 位の発表件数推移（有機 EL）

順位	組織名称	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
1	Eastman Kodak (米)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	5	5
2	National Chiao Tung University (台湾)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	5
3	Samsung SDI (韓)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	5	5
4	Hong Kong University of Science and Technology (中国)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	2	3	2
5	Philips (蘭)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	4	0
6	National Taiwan University (台湾)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	4
7	日立製作所	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	2
7	半導体エネルギー研究所	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4	1
9	出光興産	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
9	Kyung Hee University (韓)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4
9	Seoul National University (韓)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1
9	Universal Display Corporation (米)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2
13	エプソン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	1	0	1
14	AU Optronics (台湾)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1
14	Covion Organic Semiconductors (独)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	1	0
14	Fraunhofer Institute (独)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
14	eMagin Corporation (米)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0
18	IBM (米)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0
18	Institut fur Hochfrequentztechnik (独)	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1
18	パイオニア	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0
18	Samsung Electronics (韓)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
18	University of Michigan (米)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1

注）2−4 件が薄い網掛け、5 件以上が濃い網掛け

２．１．６　事例：プラズマコ社におけるPDPの技術開発と学会との関係[27]

榊原清則・松本陽一

２．１．６．１　創業の経緯

米プラズマコ社の創業は1987年である。この80年代後半というのは、それまで大企業を中心に進められてきたプラズマディスプレイ技術の研究開発が、アメリカにおいて曲がり角を迎えたタイミングに当たっている。

プラズマディスプレイ技術は1960年代以降、有望な次世代ディスプレイ技術のひとつとして世界中のコンピュータメーカーの関心の的になっていた。アメリカのコンピュータメーカーも例外ではなく、多くの会社がそれをとりあげ、研究開発に着手し、しかし実用化までの困難に気づいて撤退していった。1980年代の後半までに、Owens-Illinois、AT&T、Texas Instruments、スペーリー、バローズ、NCR、等々の有力大企業が軒並みプラズマ・プロジェクトを中止していた。そのなかでIBM一社は最後まで粘っていたが、1987年に同社もついにプラズマディスプレイの取り組みを中止することになり、ニューヨーク州キングストンの拠点閉鎖を決定する。

皮肉なことにちょうどそのころ、イリノイ大学でプラズマディスプレイの新技術の開発に成功したラリー・ウェーバー（Larry F. Weber）は、SIDの古いメンバーだったIBMのJim Greesonの仲介で、IBMに新技術を提案しようとしていた。その技術を使えば実用化に向かって前進させることができるとウェーバーは期待したのだ。しかしIBMの拠点閉鎖決定で、彼の新技術には行き場がなくなってしまった。

ウェーバーは大きなショックを受け、1ヶ月間ほど落ち込んだが、気を取り直して新会社設立を思い立つ。そしてまずJim Greesonに再度コンタクトし、新会社設立に興味を持つ人間がIBM社内にいないかどうかを尋ね、適当な人間を紹介してもらった。それがJim KehoeとKehoeの部下Everton Henriquesの二人である。この二人にはプラズマディスプレイパネルの製造ノウハウがあり、そしてウェーバーには電子工学の専門知識があったから、この組み合わせは理想的だった。もう一人、大学院生時代にウェーバーの研究室に所属していたMike Marenticもリクルートされた。MarenticはNCR、AT&T、Interstate Electronicsで働いた経歴を持ち、プラズマの実務経験が豊富だった。

プラズマコ社はイリノイ大学の准教授（研究系）だったLarry Weberと教え子Mike Marentic、IBMのJim Kehoeとその部下Everton Henriquesの4人を共同設立者として1987年に設立された。この4人がマネジメントチームを組み、KehoeがCEO（最高経営責任者）、大学を辞めたウェーバーがCTO（技術担当最高責任者）にそれぞれ就いた。大企業の多くが

---

[27] プラズマコ社の事例の記述についてはWerner (1994)、Birk (1997)、Lieberman (1997)、Ramstad (2000)、Murtha et al. (2001)、荻原 (2004) を参考にした。

開発を断念したときに、それと入れ替わる形でベンチャー企業が舞台に登場したのである。

２．１．６．２　初期の技術開発とSIDでの発表

1988･89年：創業初期の発表

プラズマコ社はニューヨーク州に拠点をおき、IBMからプラズマディスプレイパネルの製造設備を譲り受けて、1987年の秋に創業した。事業拠点は、閉鎖されたIBMのキングストン工場から20マイル離れたりんごジュース工場跡におかれた。IBMから譲り受けた製造設備、特許、および技術と、イリノイ大学でのウェーバーの技術開発成果と、の２つが出発点の基盤だった。

プラズマコ社の事業内容は差し当たりパネルのプロトタイプの開発に限定された。設備譲渡を受け生産をめざしたけれど、資金不足から創業時点では生産には踏み込めなかったのだ（IBMから譲り受けた設備は倉庫に保管された)。当面の開発ターゲットは1988年５月のSIDシンポジウム（於：カリフォルニア）での発表だった。資金不足のため、最初のクリーンルームは1988年の４月になってようやく完成する。したがって５月のSIDシンポジウムに間に合わせるのは乱暴な計画だったが、ウェーバーらの徹夜のかいもあって、1988年のSIDシンポジウムで実験的なデバイスをデモし、プラズマコは晴れてデビューを果たした(図表2.1.6.1＃1)。

1987年10月の株式暴落によって、プラズマコ社はスタート時から資金調達に苦しみ、その後もずっと資金不足だった。IBMとイリノイ大学という、プラズマ研究で評価の高い２つのパイオニア的組織から技術を受け継いでいたが、それでも当初確保できたのは開発資金６ヶ月分のみ。その後２年分まで確保したものの、売上げゼロなので資金を食いつぶす毎日だった。SIDのたびごとに開発成果を発表し、短サイクルで成果を示して次の資金獲得につなげるという、文字どおりその日暮らしの連続だった。SIDでの発表が、ベンチャー企業のサバイバルと直接に結びついていたのである。

プラズマコは1988年のSID発表に引き続き、ウェーバーの技術を用いたディスプレイの開発を進め、1989年のSIDで10インチ・プロトタイプ（640×400モノクロ）を発表する（図表2.1.6.1＃2)。

図表 2.1.6.1　SID におけるプラズマコ社の発表

#	年	発表内容	発表種別
1	1988 年	最初のディスプレイ装置	展示
2	1989 年	640×400 モノクロ・プロトタイプ	展示
3	1990 年	640×400 モノクロ量産モデル	展示
4	1991 年	1280×1024 モノクロ・プロトタイプ	展示
5	1992 年	1280×1024 モノクロ量産モデル	展示
	1993 年		
6	1994 年	同社初のカラーディスプレイ(21 インチ)	展示
7	1995 年	21 インチ高輝度カラーディスプレイ	口頭発表
8	1996 年	21 インチカラーディスプレイ(100%ディジタルビデオ付き)	展示
9	1997 年	42 インチカラーディスプレイ	展示

注）Table 1 in Birk, 1997, p. 26 をベースとし、発表形態の種別に
関するわれわれの判別結果を追加して作成した。

1990-92 年：大画面パネルの発表

1989 年 8 月になって、プラズマコ社はついにまとまった資金獲得に成功し、パネル製造に踏み出すことになる。IBM から譲り受け、しかしそれまで倉庫で眠っていた設備を運び出し、追加のクリーンルームも作って、1990 年 12 月に 10 インチのパネル製造を開始した。SID で量産モデル（図表 2.1.6.1＃3）を公開するとともに、販売を開始する。ようやく売上げが立つ体制になったのだ。

こうして売上げが期待された 10 インチパネルはおもにヨーロッパで販売されたが、1991 年のヨーロッパの不景気で売れ行きは低調だった。対策として大画面化に努力し、21 インチのプロトタイプを 91 年に（図表 2.1.6.1＃4）、その量産モデルを 92 年に（図表 2.1.6.1＃5）、それぞれ SID で発表し、市場に投入した。しかしカラー液晶の台頭で、10 インチ、21 インチいずれも売れなかった。

プラズマコ社は 1993 年までモノクロパネルのみを生産し販売していた。しかし、たとえば 1993 年に販売された 10 インチ製品の製造コストは 1750 ドル、販売価格は 500 ドルで、作れば作るほど赤字が膨らむ状態だった。経営は完全に行き詰った。93 年の 6 月に、取締役会はウェーバー以外の共同設立者 3 人を解任し、事業再生の専門家をスカウトする。けれども彼はすぐにさじを投げ逃げていった。

最後の手段として取締役会は CEO にウェーバーを指名し、学者肌の彼も渋々それを受諾した。彼以外に、なり手がいなかったのだ。モノクロパネルの製造停止と、従業員 70 名中半分のレイオフにも踏み込んだ。明らかに、カラー化への対応が会社生き残りの唯一の策だった。しかし必要資金の当てはなかった。

1994年：最初のカラーパネル発表

ウェーバーはどうしたか。1994年1月のSID生産技術会議(SID Manufacturing Technology Conference) でヒントを得たウェーバーは、モノクロ用の既存設備を用いて21インチカラーパネルを作れると主張した。彼はそのアイデアがものになると言っただけではなく、驚くべきことに5ヵ月後のSIDでデバイスを発表できると主張した。SIDでの発表を条件として、銀行および投資家からの資金的支援を引き出そうとしたのだ。この努力は奏功し、何とか会社を存続させることができた。ウェーバーはカラーパネルの研究プログラムを立ち上げる。

約束した1994年6月のSIDシンポジウムで新しい技術を発表するため、ウェーバーはプロトタイプを持ってサンホゼ (San Jose) へと向かった。そのときまでにパネルと制御部分は組み立てられていたが、ディスプレイは機能せず、スイッチを入れても反応しなかった。

ウェーバーは一旦持ち込んだ装置を展示ブースから撤去し、SIDシンポジウム開催の4日間知人宅のガレージにこもって、ディスプレイを映すため不眠不休で不具合を直した。その間プラズマコのブースではマーケティング担当の Jane Birk が「21インチカラーPDPを展示する」と掲示だけして、立ち続けていた。

展示も残りわずか 2 時間となった最終日の正午ごろ、ウェーバーは再び展示フロアに戻り、フルカラーのプラズマパネルをデモした。このプロトタイプは 8 色の帯の静止画を映しただけだったが、当時のほかの PDP と比較して明るく、コントラストが高かった (図表2.1.6.1#6)。この展示は学会で一躍注目を集めることになる。1994年のプラズマコの展示は、SIDのホームページの「SIDシンポジウムにおけるプラズマディスプレイ発展の40年」で歴史的展示のひとつとしてあげられている。ウェーバーは 1995 年に SID の Special Recognition Award を受賞している。

1994 年時点でカラーPDP の商業生産をしていたのは、世界で富士通1社だった。その当時のインタビューによれば、ウェーバーは、富士通製パネルを買手が購入する際の、セカンドソースの位置をプラズマコが獲得できるとみていたようである (Werner, 1994, p. 29)。買手からすれば、デバイス購入を 1 社に依存するのは危険だからだ。いずれにせよ、94年のSID発表によってプラズマコ社は死なずに済んだ。

学会発表とVCの登場

SID発表が成功し、何とかサバイバルしたとはいえ、プラズマコ社の資金は依然底をついたままだった。集金の電話がかかってくるのでウェーバーは電話に出られない有様だったし、電気も電話もサービスを止められそうだった。経費節約のため、従業員の多くは週 2 日勤務体制だった。

カラー技術のポテンシャルに目をつけたベンチャーキャピタリストのグループが1994年

9月になって新たにプラズマコに出資し、この窮地を救う。6月のSIDでの発表(図表2.1.6.1 #6) が役立ったのだ。おかげで、当面のキャッシュアウトは再度回避された。開発努力が続行され、21インチの24ビットカラーで動画を表示できるディスプレイが1994年12月のFlat Information Displays Conferenceで公開された。

大きな成功を得るためには、しかしさらに追加資金が必要だった。プラズマコの資金獲得のために、このベンチャーキャピタリストたちは重要な役割を果たした。彼らは資金を投じたのみならず、手を尽くしてあらゆる可能性を探索した。探索のなかには日本企業も含まれていた。

２．１．６．３　日本メーカーの技術開発

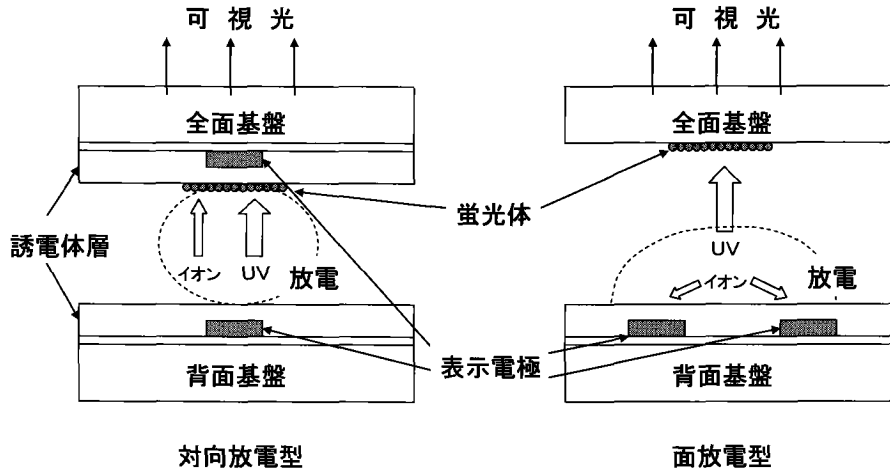
ここで当時の日本メーカーの開発状況にふれておこう。PDPには交流（AC）と直流（DC）という大きく二つの技術方式があり、プラズマコ社はそのうち交流方式の PDP を開発していた。90 年代に至るまで日本メーカーの開発はその二方式に分かれていた。直流方式を追求していたのは、NHKを初めとして松下電子工業、日立製作所、ソニーといった多くの有力メーカーであった。交流方式を追求していたのは、富士通であった。この競争は、富士通が 92 年のエレクトロニクスショーに 21 インチのカラープラズマディスプレイを出展し、93 年から月産 100 台規模でパネル生産を開始した時点で、大勢が決まる。交流方式が本命になる流れがはっきりしたのだ。直流方式の開発を推進してきた陣営は、技術開発で窮地に立たされた。松下もそのなかの１社だった。

富士通の技術

交流型 PDP にはカラー化に当たって乗り越えなければならない技術的な課題がいくつかあったが、富士通は先行しておもな課題を克服していた。代表的な成果は、同社の三電極面放電技術と ADS 特許である。

三電極面放電　PDP は電極間の放電によって発生した紫外線が蛍光体を励起することで可視光を放射する仕組みである。カラーの場合には、赤・緑・青の蛍光体をそれぞれ塗布したセルを光らせることでカラー画像を表示する。AC 型 PDP には放電の方式で対向放電型と面放電型との 2 種類がある。対向放電型の場合、向かい合った電極間で放電させるが、放電の際にイオンが蛍光体に当たって蛍光体が劣化するので、製品寿命に難点があった。これを解決したのが面放電である。面放電では蛍光体を塗布した面とは反対側の面にある電極で放電するので、イオンが蛍光体に直接当たらず蛍光体が劣化しにくい(図表 2.1.6.2)。この面放電を可能にしたのが富士通による三電極面放電である。富士通ではこの三電極面放電に加えて、蛍光体を背面基板上に塗布し、前面基板からの放電による発光を反射させることで発光効率を高めている。

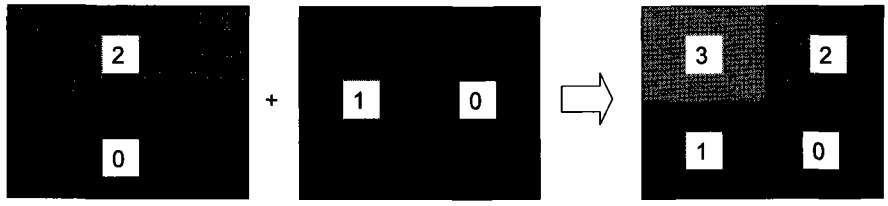
図表 2.1.6.2　PDP の 2 つの放電方式



注）内池（2006 年、100 頁）をもとに筆者が作成。

ADS 特許技術　カラー化を実現するためには階調表示が必要である。階調表示とは、たとえば真っ白から真っ黒までの中間のグレーを表示することである。階調を細かくでき、多種類のグレーを表現できるほど、きれいなカラー表示が可能になる。PDP の場合、それぞれのセルは発光状態（ON）か非発光状態（OFF）かという 2 つしかないので、階調を表現するには工夫が必要である。PDP は静止画（フレーム）を断続的に表示することで動画表示を実現している。そこで、この 1 フレームを発光時間がそれぞれ異なるさらに細かいサブフレームに分けて明るさをコントロールしている。たとえばサブフレームが 2 つ（2 ビット）の場合、最初のサブフレームで発光する部分としない部分、2 つ目のサブフレームで発光する部分としない部分との組み合わせによって 0～3 まで 4 段階の階調を表現することができる（図表 2.1.6.3）。これを実現したのが通称 ADS（Address Display period Separated）特許と呼ばれる特許で、これもまた富士通が開発した技術である。なお、近年の製品では 16 ビットの階調表示を実現したものもある。

図表 2.1.6.3　PDP の階調表示法



注）村上（1996 年、24 頁）をもとに筆者が作成

このように交流型 PDP がカラーの本命となったときに既に、富士通は重要技術を開発済みで、基本的な特許をおさえていた。1993 年に発売された富士通のカラーPDP は業界最初の商業モデルであった。同社は 2002 年度の発明協会総理大臣賞を受賞する。他社が PDP の事業化を検討する際には、富士通特許への対策がひとつの重要なポイントだった。

２．１．６．４　松下電器産業による買収

既述のように、プラズマコ社による 1994 年の SID 発表（図表 2.1.6.1＃6）は反響が大きく、多くの参加者が興味を示した。そのなかに松下のエンジニアがいた。その数ヵ月後、松下の重役がプラズマコ社を訪問し、ウェーバーはその訪問客に動画を映すコントラストが高いディスプレイを見せる。

こうした経緯があって、結局 1995 年 5 月に、プラズマコは松下と共同開発契約を結ぶことになる。その後数ヶ月間プラズマコと松下の間で協議が続き、その結果 1996 年 1 月にプラズマコは松下の完全子会社になる。買収金額は推定 2600 万ドルである。プラズマコからみれば、これはベンチャー企業の「出口戦略」（exit strategy）の事例である。

この買収に際しては、液晶に続いて PDP でも日本が優位に立つとしてアメリカ政府関係者の間に懸念を示す動きがあった。プラズマコ社はアメリカにおける「PDP 開発の元祖」的存在であり、米政府が資金援助していた米ディスプレイ・コンソーシアム（USDC）の会員企業でもある。しかし同社は研究開発の資金繰りが厳しく、事業化の道筋をつけるために日本企業の傘下に入ることを決断し、アメリカ政府も結局これを認可した（『日本経済新聞』、1996 年 1 月 9 日）。

プラズマコ社の重要な技術は、高安定放電を実現するためにランプ型（緩やかな傾斜の意）の波形を描くように電圧を少しずつ印加する技術である。PDP の階調表示形式について

は既に説明したが、それまでの技術は、確実に放電させるため高い電圧を一気に引火していた。そうすると確かに放電するが、ちょうどコップにバケツで水を注ぐようなもので、種火がもれて周囲が明るくなり、きれいな黒を表現するのが難しかった。これに対して、プラズマコ社の技術は、コップにやかんで少しずつ水を注ぐようなものであり、放電するのにちょうど良い程度まで徐々に電圧を高めていく。そのため種火が漏れる心配が少なく、黒をきれいに表示できた。

この技術をプラズマコ社はいつ開発し、そして特許化したのか。ウェーバーは1995年のIDRCで自社製品を紹介した際に、暗室でのコントラスト（暗コントラスト）比200対1を達成したと記している（図表2.1.6.1#7)。暗コントラスト比は画面の黒をより黒く（暗く）することで向上するが、プラズマコ社は独自に電圧の立ち上げと消去の波形を開発することで、これを達成したという記述がIDRCの予稿集に見られる。その予稿集には技術の詳細は記されていないが、それこそがランプ型波形を利用した上記の特許に関わる技術であると推測される。IDRCの1ヵ月後の1995年11月に、同社はこの技術をアメリカ特許商標庁に特許申請し、1998年4月に認可されている（米国特許：5745086)。

既に触れたように、松下は1995年5月にプラズマコと共同開発契約を結んでいる。論文や特許という形式知化された成果が公開される前に、松下はプラズマコの技術に目をつけていたのである。

プラズマコの買収によって松下は交流方式へ転換し、同社の技術を利用できるようになった。プラズマコの特許は富士通の特許と補完的関係にある。それを取得した松下は富士通との特許問題を解決し、プラズマテレビの事業化を一気に加速することができた。プラズマコ社買収とそれ以後の松下のおもな動きを摘記すると、

- 1996年1月　　プラズマコ社買収、AC方式へ転換
  ＜富士通との特許交渉＞
- 1997年12月　　松下初のAC型カラーPDPテレビ（42PM1）発売
- 1998年8月　　PDP事業部発足
- 1998年12月　　業界最高画質PDP（42PM2）発売
- 1999年11月　　業界最大PDP（60型）発表

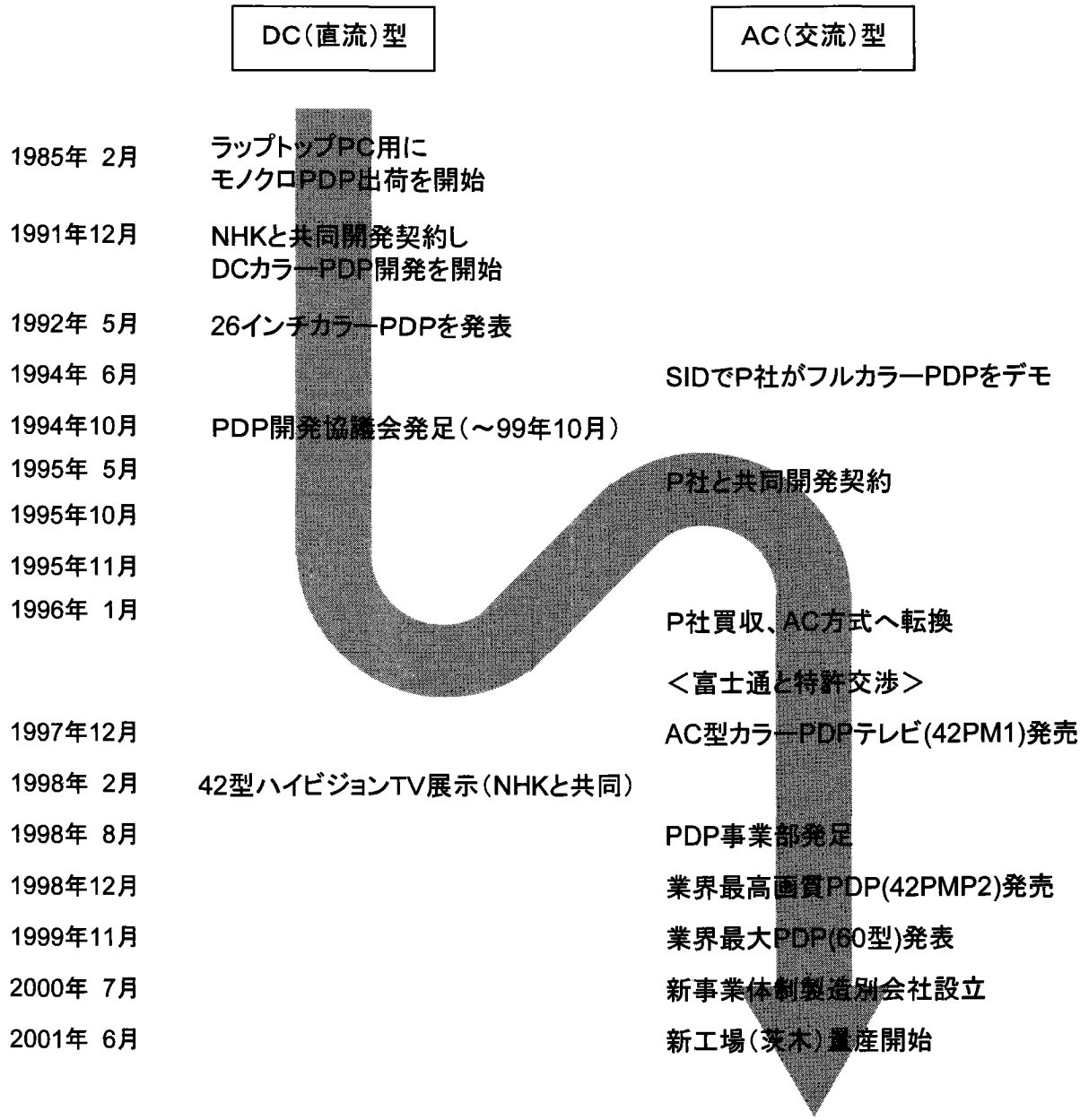
等々。1997年年末に同社初のAC型カラーPDPテレビ（42PM1）を出してからは、文字どおり矢継ぎ早の展開である（図表2.1.6.4参照)。

一方、松下の完全子会社となったプラズマコは、その後安定的な資金的支援のもとで、研究開発特化型の独立企業のように技術開発を推進している[28]。ウェーバー自身もプラズマコで研究を続け、PDPの大画面化と低コスト化に貢献し、その研究成果の一端はSIDでの発表(図表2.1.6.1#8、#9)にも見られるが、2004年にリタイアしている。

---

28 ウェーバーの希望を容れて、プラズマコ社は製造機能も持っている。

図表 2.1.6.4　松下におけるＰＤＰ開発の軌跡



２．１．６．５　プラズマコの学会発表

改めて図表 2.1.6.1 をみれば気づくように、創業以来プラズマコ社はほとんど毎年のように SID で発表してきた。最初の発表は創業翌年の 1988 年で、その後 1993 年を除くすべての年に SID で発表している。1993 年は経営体制が揺れ動き、モノクロからカラーへ開発

ターゲットが変化した年で、さすがに学会発表どころではなかったのだろう。だがそれ以外は毎年必ず学会に登場していたわけで、プラズマコ社にとって学会でのプレゼンスの高さがいかに重要だったかが分かる。ここでの問題は、プラズマコ社の学会発表がどのような形態のものだったかということである。

1994年にウェーバーがPDPを発表したのは、学会併設の展示会においてであったと思われる[29]。なぜなら数日間にわたってブースが開き続けている（つまりバークが立ち続けられる）のは学会併設の展示会だけだからだ。他の機会では時間が細かく設定されている。1994年の展示会では200以上のブースが並び、最新のディスプレイ、部品、装置などが展示された。展示は火曜日の午前9時に始まり木曜日の午後2時までであった（Farrell et al., 1994, p.21）。ウェーバーがようやくPDPを展示できたのは、したがって木曜日の正午ごろのことだったと推測される。学会併設の展示会はSIDの参加者に見せるのが目的で、展示内容は新規技術に関わるものが中心だ。シンポジウムの論文報告と展示会での展示とはセットになっている場合が多いが、展示会を見るだけでも価値がある。

SIDでの発表の形態としては、口頭発表およびそれと併せておこなわれるAuthor's Interview、ポスターセッションでの発表、学会併設の展示会とあり、さらに非公開のプライベートデモもある。そのうちで事後的に同定可能なのは口頭発表とポスター発表であり、このいずれかであれば予稿集に発表の形跡が残る。それに対して、学会併設の展示会の場合、予稿集には発表の形跡が残らない（非公開のプライベートデモも学会の公式記録には残らない）。したがって予稿集を見れば、それが口頭発表あるいはポスター発表か、それとも併設の展示会かという識別が可能である。この三種類の発表形態を比較すると、前二者は学会の科学の共有地としての性格が強い発表形態である。それに対して後一者は学会の私有地としての性格が強い発表形態である。

図表2.1.6.1の右側の列は、Birk(1997)記載のプラズマコによるSID発表（1988年から97年まで）が、学会の予稿集に掲載されているかどうかに基づいて発表形態の種別を判断した結果を示している。SIDのホームページでは会員用に過去の記事を検索できる機能が提供されている。ここでは、そのうち1998年以前の記事を検索する機能を用いた。この機能では過去の記事をタイトル、著者、所属組織、キーワード、出版物、出版年によって検索することができる。検索できる雑誌（予稿集）はSID Proceedings（1976~1991）、SID Journal(1993~1997)、Information Display(1994~1997)、SID Symposium Digest(1990~1998)、IDRC(1989~1997)である。これを用いて、所属組織がPlasmacoである著者の記事を検索した。加えて著者がWeberである発表を検索し、所属組織としてプラズマコ社以外を登録しているウェーバーの発表を抽出した。なお、例年日本で開催されるIDW（International Display Workshop）は検索対象からもれているため、ここでのチェックが網羅的だと主張することはできない。

---

[29] なお1994年のSID International Symposiumは正式名称をthe Society for Information Display's 1994 International Symposium, Seminar, and Exibitionといい、展示会は学会の公式の催し物である。

既に述べたように、プラズマコ社は1988年から1997年まで、1993年を除く全ての年にSIDで発表している。しかし、われわれの検索の結果によると、プラズマコ社の発表として学会の予稿集に記録が残っているのは1995年の発表だけである。これはIDRC（International Display Research Conference）でのウェーバーの招待講演であり、そのなかでウェーバーはプラズマコ社のカラーPDPを例示し、PDPの技術的な特性や利点を述べている。この年のIDRCは日本の浜松で10月に開催された。プラズマコ社は同じ年の5月に松下と共同開発契約を結んでいたから、学会での活動をビジネスに直結させようという点での緊急性は以前と比べて低かったと考えられる。また、プラズマコ社としてではないもののウェーバーは1990年にもSIDシンポジウムで口頭発表している。これはイリノイ大学の研究者として発表したもので、ウェーバーの名前が第2著者に記載されている。

以上の検討の結果、この文献検索では、プラズマコ社はSID発表の多くを学会併設の展示会でおこなったのだと推定することができる。

２．１．６．６　プラズマコの特許状況

次にプラズマコの特許取得状況をみておこう。われわれは米国特許商標庁のホームページから同社の特許を検索し調査した。特許の検索手順は次のとおりである。まず出願人がPlasmacoである特許を検索したところ、同社のLarry F. WeberとRobert G. Marcotteの二人が同社の特許を発明していることが分かったので、その二人が発明者として登録されている特許を全数検索した。その結果、合計23件の特許が見つかった（本論文の末尾に添付した付表1を参照）。

それを見ると、おもな出願人はイリノイ大学関係からプラズマコへ、さらには松下電器産業へシフトしている。1987年のプラズマコ創業時点でウェーバーは大学を辞めているはずだが、それにもかかわらずそれ以後も彼を発明者とする特許が大学関係から出願されている。詳細不詳ながら受託（委託）か何かで、研究上の関係だけは続いていたのではないか。

以下、プラズマコ保有の特許に議論を限定すれば、同社保有の特許は23件中わずかに4件である。既述のように松下によるプラズマコ社への最初のコンタクトは1994年後半のことだが、それとの関係で時間的前後関係を注意してみると、最初のコンタクト以前にプラズマコ社によって出願された特許は4件中1件にすぎない。プラズマコは当初、特許取得に対して消極的あるいは回避的だったのだ。しかし松下のコンタクト後すぐに特許が3つ出願されている。なかでも95年11月に出願された特許（米国特許：5745086）は、既述のとおりプラズマコの最も代表的な特許として重要である（図表2.1.6.5）。

図表2.1.6.5：プラズマコ社の特許の概要

特許番号（米国特許）	発明者	出願日	特許の概略
5430458	Larry F. Weber	1991/9/6	ＡＣ型プラズマディスプレイでフレームレート（一定の単位時間あたりに何回画面を書き換えることができるかを表す指標）が低い場合にフリッカー（画面のちらつきのこと。フレームレートが低いと、人間の目が残像を捉えてしまうために起こる）を抑えるために、電圧を加える対象となる水平電極と同時に、ダミーの水平電極に電圧を加えるシステムとその方法
5990854	Larry F. Weber	1995/2/1	ＡＣ型プラズマディスプレイパネルにおいてパネルの電極を覆う絶縁体層が高電圧の蓄積によって破損することを防ぐための電極の配置方法とパネルの構造
5642018	Robert G. Marcotte	1995/11/29	ＡＣ型プラズマディスプレイパネルにおいて省電力を実現するために電圧の印加のタイミング（保持信号ドライバの作動）を最適化するための駆動回路
5745086	Larry F. Weber	1995/11/29	高コントラストを実現するために、ランプ型波形の電圧を印加する方法を用いたＡＣ型プラズマディスプレイパネル

つまり、プラズマコは従来ほぼ一貫して特許に対して消極的あるいは回避的だったという点と、松下によるコンタクト後にその基本姿勢が変化したと思われる点が注目点である。特許に対し消極的あるいは回避的だったものが、逆に特許化を急ぐようになったのだ。関連して、次の２つが重要である。

第一はプラズマコの技術戦略上の論点であり、学会での露出に一貫して積極的だったプラズマコが特許に消極的あるいは回避的だったということは、技術戦略上独自技術の権利化よりも、ノウハウとして社内に留保する選択肢をとっていたと推測されることである。創業以来プラズマコ社はパネルの自社製造をめざしていた。技術の内部留保はこの点からも合理的である。製造機能を持たない技術特化型の会社をめざしていたのなら、特許化を急ぎライセンスビジネスへと結実させる取り組みがおこなわれたはずだからだ。いずれにせよ技術の権利化より内部留保を選んでいたとの推測が正しいとすれば、学会での発表形態としておもに展示会が選ばれたことも納得的である。展示会であれば、デバイスの内部構造や機能解析に立ち入る必要がなく、ノウハウの秘匿が相対的に容易だからだ。

第二は基本姿勢の変化の原因であり、端的にいえばある時期以降にプラズマコが特許化を急ぐようになったのは何故かということである。たまたまそのタイミングで重要技術が発明されたから、という単純明快な理由が大きいのかもしれない。だがそれに加えて、

① 松下との交渉上有利に働くというプラズマコ社の独自判断

② 将来の富士通との特許交渉を考えた松下のアドバイスの結果

の 2 つも関連する要因ではないだろうか。そして、恐らくは両者の合成の結果としてプラズマコの基本姿勢が変化し、特許化を急ぐようになったのであろう。

いずれにせよ、こういう経緯を経てプラズマコは特許を相次いで取得し、そうして松下の子会社となる。その後どうなったか。プラズマコの技術を得た松下は、富士通との特許交渉を済ませ、PDP テレビの事業推進を一気に加速して、産業の離陸とその巨大化に突き進んでいったのである。この過程で、松下グループの内部に長年にわたり蓄積されてきた PDP の自社技術、とりわけモノクロ PDP 事業の製造ノウハウが大いに役立ったことも、忘れてならないポイントである[30]。

２．１．６．７　まとめ

事例を簡単にまとめておこう。プラズマコ社は資金調達の交渉の際にしばしば SID での発表を条件にあげ、また最終的には学会を通じて日本の松下との共同開発契約、松下による買収へと至った。そしてプラズマコ社の技術は松下の PDP テレビの事業化推進過程で重要な役割を果たした。こうしたことから、プラズマコ社の事例は学会での活動をビジネスに直結させた事例であると考えられるが、そうした活動の場として、学会のなかでもとくに暗黙的なカテゴリの知識のやりとりが可能であるような発表形態をおもに選んでいたと推定されることは興味深い。実際に松下がプラズマコ社との共同開発契約を結んだのは同社の重要技術が特許として出願される以前のことであり、形式化された知識のみのやりとりであれば難しかった知識の授受が、そこには既にあったのだと考えられる。もちろん知識の授受の場は必ずしも SID だけとはかぎらないし、プラズマコ社が学会をいかに重視していたとしてもその事実を松下が同様に重視していたかどうかは分からない。とはいえ、プラズマコ社による積極的な学会活用の事例は学会の活用の仕方、参加の仕方が単一ではなく多様であり、学会の機能もまた多様であることを示唆している。その多様さは、学会を科学の共有地として形式的に理解しているだけでは把握できず、文献情報の相互関連を跡づけることによっても解明できないものである。

さて、近年の計量書誌学的な研究では、特許と他の特許・非特許文献との関連性を跡づけることで、知識生産の流れを可視化し定量化することに貢献してきた(最近の代表的成果は、例えば Jaffe and Trajtenberg, 2002)。その種の研究のイノベーション研究に与える

---

[30] 1980 年代にモノクロ PDP の開発･生産で先行し、市場で勝利したのは松下グループの松下電子工業である。業界に先駆けた同社の実績としては、①1985 年 2 月にラップトップパソコン向けモノクロ PDP 出荷開始、②その販売台数累計が 1990 年 3 月に 100 万台突破、等々があり、技術的には直流方式だった。松下のこのモノクロ PDP 事業は、液晶の出現により短期間で消滅する。しかしその製造人員は社内に残存し撮像管などを作っていた。彼らは、経験で得た製造プロセスのノウハウを活用して、カラーPDP テレビ事業の迅速な展開の即戦力になったと伝えられている。

意義は、疑いなく大きい。しかし特許から出発するその系譜の研究は、研究方法論的にプロパテント（特許重視）のバイアスを持ち、またサイエンスの成果＝出版物という単純な見立てに立っている。それに対して、本稿でとりあげたプラズマコ社の事例は、サイエンス重視･学会重視でありながら、学会は暗黙的な知識のやりとりの場として活用され、出版物は限定的であり、特許に対しても消極的あるいは回避的であった。それがあるタイミングで特許重視に転じ、論文が現れ、新産業が離陸して、急成長へとつながる。暗黙的な知識のやりとりと論文や特許による知識の明示化の使い分けとでも言うべき特徴をプラズマコ社の事例はもっているが、一大イノベーションに結実したこの事例の知識フローについては、計量書誌学的研究でその顕著な特徴を浮き彫りにするのは困難である。

改めて確認すれば、プラズマコ社はサイエンスとの関係が本質的に重要である事例だといえる。学会での露出が同社のライフラインになっていたことは確かだからだ。しかしそれでも、学会や特許をどう位置づけ活用するかは個別企業がどのような技術戦略を選択するかによって変わってくるということを、本事例は示している。別言すれば、本事例のように既存産業がサイエンスと密接な関係を持つ場合、当該産業内での競争状況とそこでの企業のあり方、とりわけ技術戦略上の選択が、サイエンスとの関係性のなかに深く入り込んでくるのである。その様相は、サイエンスを基盤としてまったくゼロから新産業が興る場合とは大きく違っている。

既述のように、科学（サイエンス）と産業との関連性が高まっているというとき、われわれの見立てでは、なおそこに互いに区別すべき２つの場合があり得る。第一は、科学に依拠してイノベーションがおこなわれ、それによってまったく新しい産業が興る場合であり、ライフサイエンスなどを用いたバイオテクノロジー関連産業にはその典型例が多い。第二は、これまでどちらかといえば科学とは縁が薄いと思われてきた在来の産業のなかで、科学の知見の重要性が増大する例がある。既存産業がいわば「サイエンス型化」しつつある場合である。

この区別に立つとき、計量書誌学的研究がおもに明らかにしてきたのは、出版物として同定できるインパクトのある科学の成果が特許化され産業化される道筋であり、あるいはその相互作用であって、方法論上のバイアスとして、第一のカテゴリの産業における知識フローを強調した議論である疑いがある。今後、イノベーションの計量的研究においては、第二のカテゴリの産業における知識フローの特徴をも考慮した取り組みが望まれると共に、特定事例を深く掘り下げた事例分析の蓄積もまた必要である。

参考文献

Birk, Jane D., "The Perils of Plasmaco," *Information Display*, Vol.13, No.12, 1997, pp.26-29.

Farrell Joyce E., and Terence J. Nelson, "SID '94: Everything You Ever Wanted to Know About Information Display," *Information Display*, Vol. 10, No. 3, 1994, pp. 18-21.

Jaffe, Adam B., and Manuel Trajtenberg, *Patents, Citations and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*, The MIT Press, 2002.

Lieberman, David, "Plasma Goes for the Gold" in *Electronic Engineering Times*, CMP Media Inc., October 30, 1997.

Murtha, Thomas P., Stefanie Ann Lenway and Jeffrey A Hart, "*Managing new industry creation: global knowledge formation and entrepreneurship in high technology: the race to commercialize flat panel display,*" Stanford University Press, Stanford, California, 2001.

Ramstad, Evan, "A Passion for Plasma Helps Fuel Advances in Flat-Screen Technology --- How Larry Weber Rescued Plasmaco, Seeks to Make High-Tech TVs Cheaper," in *Wall Street Journal*, August 30, 2000.

Werner, Ken, "The Way to San Jose," *Information Display,* Vol. 10, No. 9, 1994, pp. 22-34.

内池平樹、「PDP：基礎技術と構成材料および関連技術の今後の展開」、『日経 FPD 2006：基礎技術編』、日経 BP、2006 年、92～116 頁。

荻原博之、「開発の軌跡：プラズマテレビ」、『日経メカニカル』、日経 BP、2003 年 10 月～2004 年 3 月。

村上宏、「カラーPDP の現状と今後の展望」、『カラーPDP 技術』、シーエムシー、1996 年、18～38 頁。

付表１：プラズマコ社の関係者による米国特許

特許番号	発明者	出願人	出願日	引用数（特許）	引用数（非特許）	被引用数（特許）
3800296	Weber LF	University of Illinois Foundation	1972/4/26	6	0	4
3946381	Johnson, RL Weber, LF	National Science Foundation	1973/5/14	6	0	8
4180762	Weber, LF	Interstate Electronics Corp.	1978/5/5	2	0	12
4574280	Weber, LF	The Board of Trustees of the University of Illinois	1983/1/28	5	2	6
4550274	Weber, LF	Interstate Electronics Corp.	1984/10/3	6	0	10
4772884	Weber, LF Younce, RC	University Patents, Inc.	1985/10/15	15	5	26
4866349	Weber, LF Warren, KW Wood, MB	The Board of Trustees of the University of Illinois	1986/9/25	6	3	79
4924218	Weber, LF Younce, RC	The Board of Trustees of the University of Illinois	1988/7/11	6	0	19
5081400	Weber, LF Warren, KW Wood, MB	The Board of Trustees of the University of Illinois	1989/4/14	3	3	54
5250936	Warren, KW Weber, LF	The Board of Trustees of the University of Illinois	1990/4/23	5	0	7
5430458	Weber, LF	Plasmaco, Inc.	1991/9/6	11	0	10
5247288	Warren, KW Weber, LF	The Board of Trustees of the University of Illinois	1992/1/3	5	2	11
5990854	Weber, LF	Plasmaco, Inc.	1995/2/1	6	1	2
5745086	Weber, LF	Plasmaco, Inc.	1995/11/29	14	4	75
5642018	Marcotte, RG	Plasmaco, Inc.	1995/11/29	9	0	20
5852347	Marcotte, RG	Matsushita Electric Industries	1997/9/29	4	1	14
5998935	Marcotte, RG	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	1999/5/12	2	1	11
6184848	Weber, LF	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd	1999/5/12	14	2	17
6118214	Marcotte, RG	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	1999/5/12	5	0	21

6411035	Marcotte, RG	記載なし	1999/9/22	12	1	5
6850213	Marcotte, RG	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	2001/11/9	15	0	2
6693389	Marcotte, RG Isobe, N	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	2002/11/27	7	2	4
6853144	Marcotte, RG	Matsushita Electric Industries	2003/6/10	10	0	3

注）プラズマコ社の関係者による特許を米国特許商標庁のホームページから検索し、一覧にした（検索日：2007年5月30日）。検索の手順は次の通り。まず出願人がPlasmacoである特許を検索したところ、Larry F. WeberとRobert G. Marcotteの二人が同社の特許を発明していることが分かったので、その二人が発明者として登録されている特許を検索した。検索の結果、23件の特許が見つかった。米国特許では冒頭にその特許の引用文献情報が記載されている。引用文献には米国特許、外国特許、特許以外の文献の三種類がある。付表では米国特許と外国特許とを合わせて「特許」としてカウントし、特許以外の文献を「非特許文献」としてカウントした。「非特許文献」の大半は科学文献である。

２．２　『サイエンス型産業におけるイノベーション・プロセス調査』のインプリケーション：日本物理学会・電子情報通信学会・応用物理学会の事例から

中馬宏之（一橋大学　イノベーション研究センター　教授）
近藤章夫（科学技術政策研究所　第１研究グループ　研究員）

要旨
本論の目的は、2006 年から 2008 年にかけて実施された日本物理学会、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ、応用物理学会の会員に対して実施された『イノベーション・プロセス調査』に基づき、日本におけるイノベーション・プロセスの一般的な特徴を探ることである。分析結果は、イノベーションを効率よく生み出すためには、人々の旺盛な知識欲、目的意識の高さ、社会的関心の深さ、それらを醸成するための組織・事業経営が重要であることを示唆している。また、人々の意識に色濃く残っている旧来のリニア型研究開発志向が、イノベーションの律速要因となっている様子がうかがえる。

キーワード：サイエンス型産業、イノベーション、リニア型モデル、連鎖型モデル

２．２．１　はじめに

科学技術分野で生み出される創造的な発明・発見・改良が市場を通じて社会生活に変革をもたらすという意味での“サイエンス・イノベーション”（以後イノベーションと呼ぶ）への関心が高まってきている。このような傾向は、半導体産業やバイオ・医薬品に代表される“サイエンス型産業”（サイエンス上の新たな知見が産業化に直結しやすい産業）において特に著しい。

イノベーションへの関心の高まりの大きな要因の一つは、サイエンス型産業において必要とされるテクノロジーの複雑性が急増する一方で、様々な製品ライフサイクル（導入から衰退までの期間）の短期化傾向や製品出現後の価格急落傾向が顕著化してきているためである。そのため、新たな知見獲得に際して長期に渡る継続的かつ大規模な研究開発投資が不可欠なサイエンス型産業においても、“Speed-to-Market”（市場動向をジャストインタイムで市場に投入すること）が事業・組織経営上の最重要課題となってきている。
テクノロジーと市場の複雑性が急増する状況では、知識の創造・融合に従事する人々とそれらの応用・実践に従事する人々とが不可避的に専門・分化する。そして、創造・融合された知識（“Ω知識”）の蓄積量がある閾値を超えると、それらを応用・実践するための知識（“λ知識”）が桁違いに速い速度で組合せ爆発していく。1),2) しかも、二つのタイプの知識が新たに生成・蓄積されていく速度自体が、Ω・λ知識間の緊密かつ迅速な交流を促すオープンな社会的仕組みに大きく規定される。

上記のオープンな社会的仕組みの必要性は、1990 年代後半以降、歴史上類例のない形で

高まりつつある。「人」を含むあらゆる情報媒体間の広範囲なネットワーク化・常時接続化により、即時処理による情報伝達、ジャストインタイムでの情報利用、分析視点のズームイン・ズームアウト（拡大・縮小）が自在な情報活用、それらの有効活用によって可能となる幅広く深い情報共有が実現しつつあるためである。
このような状況下で Speed-to-Market に対処しつつイノベーションを実現するためには、関連異分野にまたがるΩ・λ知識の結集速度が決定的に重要となる。そのためには、各分野の専門知識の全体像を異分野の専門家にも分かりやすく正確に鳥瞰可能とする社会的工夫が不可欠である。さもなければ、異分野の専門家間における円滑で深いレベルのコミュニケーションを実行できない。

残念ながら、日本のサイエンス型産業の中には、異分野にまたがる知識の結集速度がなかなか上がらないため、Speed-to-Market への対処に苦慮するケースが少なからず観察される。その一つの要因は、個々人の仕事上の守備範囲や自由度が比較的広くて大きいため、各自に体化している知識が所属組織・専門分野内で“暗黙知”（言葉などで表現が難しい経験や勘に基づく知識・ノウハウ）化しがちなためである。また、そのような傾向には、日本の職場で一般的に観察される各部署の自律性を重んじた良き伝統でもある“おまかせ”方式の影響も大きい。

その結果、特にサイエンス型産業において、個別分野では数多くの発見・発明・改良が活発に生み出されているにも関わらず応用・実践スピードが遅れがちなために、競争力が相対的に弱体化していく傾向が出現しつつある。3)

本論の目的は、このような問題意識のもとで、2006 年から 2008 年にかけて実施された日本物理学会、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ、応用物理学会の会員に対して実施された『イノベーション・プロセス調査』に基づきつつ、三つの学会の会員によって担われているイノベーション・プロセスの一般的な特徴（含む強みや弱み）を探り、効果的なイノベーション・プロセス構築のための重要な手がかりを模索することである。
上記の３つの学会は、素粒子論や理論核物理などの純粋理論・実験などに関連する日本物理学会、純粋理論的な色彩の濃い量子エレクトロニクスや超伝導などに加えてシリコンテクノロジーやオプトエレクトロニクス、バイオエレクトロニクスなど物理学と工学にまたがって幅広い分野をカバーする応用物理学会、VLSI 設計技術、情報理論、非線形電気・電子回路、各種エレクトロニクス等々のより工学寄りで我々の暮らしや産業に近い分野が多い電子情報通信学会といった特徴づけが可能である。従って、この３つの学会員へのアンケート調査を包括的に分析することにより、日本における物理学・工学に関連した研究、開発・設計、量産、製品化プロセスの相互関連性について一般的な特徴を把握することが可能になると考えられる。

従って、本稿報告書の第 1 部では三つの学会への調査結果を総合して展望する形の分析を行う。各々の学会への調査の詳細な分析は、第２部で実施される。第３部には、単純集計表や統計分析結果の詳細が示される。

２．２．２　『イノベーション・プロセス調査』の総合分析

２．２．２．１　３つの学会への『イノベーション・プロセス調査』の概要

日本物理学会、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ、応用物理学会の会員に対して 2006 年から 2008 年に渡って実施された『イノベーション・プロセス調査』の実施主体は、文部科学省科学技術政策研究所・第一研究グループ（責任者は中馬）である。これらの調査の一般的な概要は、図表 2.2.2.1 に示されている。

日本物理学会は、国内外の物理学（特に理論物理学・理論実験物理学）の研究者・教育者・技術者約 18,000 名を擁する組織である。その発足は 1877 年であり、163 年の歴史を持っている。設立当初は数学を含んでいたが、1946 年に数学分野と分離し、日本物理学会として新しいスタートした。（詳細は、http://wwwsoc.nii.ac.jp/jps/gakkai/katudou.html 参照されたい。）図表 2.2.2.1 第 2 欄に示されているように、アンケート調査は 2007 年 12 月 10 日～2008 年 1 月 28 日の期間中にほぼ全員の学会員に対して実施され、2,903 名の方々に御回答いただいた（回収率：16%）。

電子情報通信学会は、我が国を代表する電子・情報・通信関連の最も伝統かつ権威ある学会であり、会員数約 35,000 名（2006 年 3 月末時点）を誇っている（http://www.ieice.org/jpn/about/gaiyou.html）。その起源は、明治期の逓信省電気試験所内に発足した研究会にある。同学会は、基礎境界・通信・エレクトロニクス・情報システム・ヒューマンコミュニケーショングループの五つのソサイエティから構成されている。その中で、本調査の実施を受け入れていただいたエレクトロニクスソサイエティは、通信・情報システムについで 2 番目に大きい。アンケート調査の対象は、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティの会員である 7,448 名（ほぼ全員） の方々である。アンケート調査は、2006 年 11 月 20 日～2006 年 12 月末日の期間中に、前述の同ソサイエティ会員 7,448 名に対して実施され、その内の 1,488 名に御回答いただいた（回収率：20%）。

応用物理学会は、戦前からの 70 年を超える歴史を持つ我が国を代表する工学と物理学の接点としての学会である。個人会員数約 24,000 名と 400 の法人会員（2006 年 3 月末時点）から構成されている。その起源は、東京大学工学部と理化学研究所の有志の間で 1930 年頃から行われていた応用物理談話会にある。アンケートは、2006 年 3 月 13 日～2006 年 4 月 30 日の期間中に、前述の同学会員からランダム抽出された 9,996 名に対して実施され、1,608 名の方々に御回答いただいた（回収率：16%）。

各学会への調査の詳細は第 2 部で紹介するが、この節では、まず、三つの調査結果の個人属性概要について紹介する。

（年齢・男女比率）

回答者の平均年齢は、図表 2.2.2.1 に示されているように、45 歳を越えており高めである。高い理由の一つは、60 歳以上の方々（退職者を含む）は、いずれの調査でも数多く含まれているためである。男女比率はいずれも 100%に近い。

（学歴）

最終学歴に関しては、三つの調査で大きく異なっている。日本物理学会では、大学院博士卒が 59%と大勢しめるが、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ（以下電子情報通信学会と呼ぶ）では 22%、応用物理学会では 39%となっている。一方、大学院修士卒は、日本物理学会で 28%、電子情報通信学会・応用物理学会で各々48%、41%である。日本物理学会では博士号を保有する人々（学部卒を含む）も 72%と、電子情報通信学会の 48%、応用物理学会の 41%に比べ群を抜いている。このような差は、日本物理学会員の大半（63%）が大学等に所属しているためだと思われる。

（転職率）

転職率に関しては 3 学会でほとんど差がないが、高い順にならべると、日本物理学会＞応用物理学会＞電子情報通信学会となっている。大学関係者の転職率の方が、民間会社員の転職率より高いということであろう。

（海外留学・勤務経験）

海外留学・勤務経験者は、日本物理学会が 39%と、応用物理学会・電子情報通信学会の 24%に比べ高くなっている。この差も、大学勤務者の比率が高いためだと思われる。

図表 2.2.2.1：三つの学会調査の概要

	日本物理学会	電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ	応用物理学会
アンケート実施年次・期間	07 年 12/10～08 年 1/28	06 年 11/20～12/31	06 年・3/13～4/30
回答数	2903 名	1488 名	1608 名
回収率	16.0%	20.0%	16%
年齢（平均）	46 歳	50 歳	46 歳
男性比率	96%	99%	97%
＜博士・修士比率＞			
大学院博士卒比率	59%	22%	39%
大学院修士卒比率	28%	48%	41%
博士号取得者比率	72%	48%	37%
転職経験者比率	41%	33%	37%
海外留学・勤務経験者	39%	24%	24%
＜所属組織比率＞			
民間企業比率	20%	69%	57%
大学等比率	63%	25%	30%
国公立試験研究機関・独立行政法人・特殊法人研究機関等	13%	4%	11%
内外公刊論文数（過去 5 年間）	18 本	7 本	12 本
英語公刊論文数（過去 5 年間）	16 本	6 本	11 本
内外学会発表件数（過去 5 年間）	23 件	22 件	23 件
国内外特許出願件数（過去 5 年間）	2 件	11 件	10 件
内外公刊論文数なしの比率	4%	33%	21%
英語公刊論文なしの比率	5%	37%	24%
内外学会発表なしの比率	10%	25%	16%
国内外特許出願なしの比率	63%	26%	20%
過去 5 年間にサイエンス・イノベーション有りの比率	25%	48%	40%
＜職位トップ 3＞			
第 1 位	教授、統括部長・センター長・室長クラス（21%）	課長・グループリーダークラス（19%）	大学講師・研究助手、主席研究員（技師）クラス（23%）
第 2 位	助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在）、部長・プロジェクト長（14%）	教授、統括部長・センター長・室長クラス（18%）	教授、統括部長・センター長・室長クラス（17%）
第 3 位	大学講師・研究助手、主席研究員（技師）クラス（13%）	助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在）、部長・プロジェクト長（18%）	助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在）、部長・プロジェクト長（16%）

（所属・組織構成）

日本物理学会員には民間企業出身者が少なく 20%に過ぎないが、電子情報通信学会の70%、そして応用物理学会員の 57%が民間企業出身者である。他方、日本物理学会員には大学関係者が 63%もおり、国公立試験研究機関・独立行政法人・特殊法人研究機関等の 13%を加えると非民間比率が 76%に達する。他方、電子情報通信学会や応用物理学会の大学関係者比率は、各々25%、30%と日本物理学会の半分以下の数値である。

（論文・学会活動・特許出願）

最近 5 ヵ年の論文・特許出願数については、論文については日本物理学会、特許出願については電子情報通信学会・応用物理学会が他の学会に比べて圧倒的に多くなっている。この点は、論文・特許出願の全くない会員の比率の違いにも顕著に反映されている。より具体的に見ると、論文数では日本物理学会＞応用物理学会＞電子情報通信学会、特許出願数では電子情報通信学会＞応用物理学会＞日本物理学会の順になっている。この辺りにも、三つの学会における大学関係者比率の違いが大きく影響していると思われる。なお、国内外の学会における発表件数については、三学会でほぼ同じである。

（イノベーション）

最後に、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出された“イノベーション”（設問では「市場を通じて社会生活に変革をもたらす創造的な発見・発明・改良」と定義）の件数については、「有り」の比率が最も高いのが電子情報通信学会の 48%、次が応用物理学会の 40%、そして応用物理学会の 25%となっている。このような比率の違いも、大学関係者比率の違いを反映していると思われる。

２．２．２．２　調査分析方法と結果

本報告書では、いずれの学会のアンケート調査についても統計分析とネットワーク分析を実施した。従って、以下では、各々について分析方法と結果の概略を紹介する。なお、電子情報通信学会と応用物理学会に関する単純集計結果を含む両分析の詳細については、次の URL の中の電子情報通信学会ならびに応用物理学会に関する論文参照されたい。

http://www.nistep.go.jp/achiev/results01.html

なお、日本物理学会に関する詳細な分析結果に関しては、本報告書の第三部に付録として添付されている。

（1）統計分析の方法と結果

A．分析方法

統計分析は、三つの学会へのアンケート調査結果に対して別々に行われた。各統計分析では、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出されたイノベーションの数（＝被説明変数）が、回答者の様々な属性の違いをコントロール（制御）しながら、14 大項目に属する 64 の設問への回答（＝説明変数）とどのような相関関係にあるかを検討した。ただし、64 の設問への回答としての説明変数の間には、統計的な意味での独立性を十分に確保できない。さらに、イノベーションの数は、5 つの間隔値（0、1～2 件、3～5 件、5～10 件、10 件以上）でしか与えられていない。従って、単純な多重回帰分析の適用はふさわしくない。

本報告書では、上記のデータ上の制約を勘案して次のような回帰分析を行った。具体的には、イノベーションの数を被説明変数とし、回答者の年齢等の個人属性を示す変数を説明変数[31]として常に用いた。そして、もう一つの説明変数として、64 個の設問への回答状況（0 か 1 の値をとるダミー変数として表現）を、一つずつ出し入れする形の回帰分析を行い、各々の設問への回答状況がイノベーションの数に与える影響度について統計的な有意性を検討した。[32] 推定方法としては、被説明変数が間隔値であるという制約を勘案し、経済学で良く用いられている順序プロビット推定法 4) と呼ばれる方法を用いた。

例えば、質問票（巻末付録参照）にある前述の 14 大項目の一つである「関心のある事柄」に関する推定結果（電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ調査利用）の一部を示しているのが図表 2.2.2.2 である。この表で変数 q1_1Agree は、第 1 番目の質問項目「未知・未開拓な現象の背後に潜む因果関係の探求に関心がある」に対する選択肢（1. 全くそう思う、2. まあそう思う、3. どちらとも言えない、4. あまりそう思わない、5. 全くそう思わない）の中で、「1. 全くそう思う」か「2. まあそう思う」を選んでいれば 1 を、そうでなければ 0 の値をとるダミー変数である。

変数 q1_2Agree、q1_3Agree、q1_4Agree も、各々「未知・未開拓な現象の発見・気づきの感度を高めることに関心がある」、「未知・未開拓な現象を技術として具現化することに関心がある」、「未知・未開拓な現象を製品コンセプト（概念）として具現化することに関心がある」という回答に対応して q1_1Agree と同じように定義されている。

図表 2.2.2.2 の第 2 欄は、変数 q1_1Agree に関わる係数の推定値、第 3 欄は同推定値の有意水準を示している。q1_2Agree、q1_3Agree、q1_4Agree についても、同じように係数の推定値とその有意水準が示されている。推定結果によれば、帰無仮説（＝「q1_iAgree（i＝1、2、3、4）は、生み出された“イノベーション”数に有意な影響を与えていない」）は、q1_3Agree と q1_4Agree で棄却できない（図表 2.2.2.2 で色で明示）。しかも、両変数は、

---

[31] 個人属性とは，例えば、年齢，博士の有無，転職経験の有無，担当領域（研究、開発・量産、マーケティング，研究分野、海外留学・勤務経験の有無、民間企業勤務の有無，退官・退職の有無，国内外学術論文の有無，国内外特許出願の有無などである。

[32] イノベーションの数と各設問回答状況とのクロス表を作成し，分割表としての有意性に関するカイ自乗検定などを行う方法も考えられる．ただし，この方法では，個人属性のコントロールを十分に行うことができない．

いずれも1%以下の水準で有意である。従って、未知・未開拓な現象を技術や製品コンセプトとして具現化することに関心がある人々の居る職場で、イノベーション”の出現確率が有意に高くなっていると言える。

図表 2.2.2.2　関心のある事項：順位プロピット推計結果（サンプル数＝1,441）

生みだされた"イノベーション"数	推定係数	P>|z|：有意水準	推定係数	P>|z|：有意水準	推定係数	P>|z|：有意水準	推定係数	P>|z|：有意水準
q1_1Agree	-0.082	0.35						
q1_2Agree			0.073	0.42				
q1_3Agree					0.275	0.00		
q1_4Agree							0.187	0.01

B．分析結果

3つの学会アンケート調査の分析結果については第2部に別々に示されているが、ここでは、日本における物理学・工学に関連した研究、開発・設計、量産、製品化プロセスの相互関連性について一般的な特徴を把握することを目的とする。そのため、特に3つの分析に共通に観察される有意な推定結果に注目し、そこから 3 つの学会に見られる共通点について指摘する。

図表 2.2.2.3：　**3つの学会アンケート調査の統計分析結果**
（有意性が二つ以上の分析で有意であったもの明示）

	質問項目	日本物理学会	電子情報通信学会	応用物理学会
関心のある事柄	技術として具現化	***	***	**
	製品コンセプトとして具現化	***	***	***
仕事上の実感	真理の探求感		**	***
	社会に貢献	***	***	***
	自組織（自社）に貢献	***	***	***
	知識・ノウハウの累積的な研ぎ澄まされ感	***	***	***
学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション	人的ネットワーク拡大に有用（学会）	**	**	
	自組織異分野専門家と週1回以上交流	***	***	***
	他組織専門家と週1回以上交流	***		**
職場における知識・情報共有の仕組み	幅広く深いレベルで共有	***	***	***
	高い電子データベース化	***	***	***
	データベースに平等にアクセス可能	**	**	
	知識の互換性・再利用性向上策痛感	***		**
	強い知識・ノウハウの属人性	**(−)	*(−)	*(−)
IT技術の効用	他組織（他社）専門家とのコミュニケーション効率向	***	***	***
	自組織（自社）内のコミュニケーション効率向上	***	**	*
	自分の専門分野の知識向上	***	***	
	異分野に関する自らの知識の幅と深さ向上	***	***	
	互いの貢献状況・貢献度の透明性・客観性向上	***	***	***
	各自の行動が全体最適につながる度合い向上	***	***	***
学びたい人文・社会科学	仕事に人文・社会科学的知識の必要性なし	**(−)	*(−)	
	学びたい人文・社会科学分野特になし	***(−)	***(−)	***(−)
	経済学	***	*	***
	社会学	*	**	
職場での活動の自由度と評価・育成環境	失敗のもたらす学習機会尊重	***	***	***
	長期的な人材育成実行		***	***
	もう少し長い目で見守って貰いたい	**		*
所属職場と社会の近接度・貢献度	暮らし等に大きな影響与えた過去の成果有り	***	***	***
	人々の暮らしや産業構造への影響意識	***	***	***
	自組織（自社）と社会・関連市場との接点見えやすさ	***	***	***
	学科・研究室間・部門間相互依存性の見えやすさ	***	***	***
	メンバー間の貢献状況や貢献度の見えやすさ	***	***	
職場での発見・発	職場への市場ニーズが明確	***	***	***
組織内外での協力・協調の幅と深さ	自組織（自社）内での専門家間協力・協調良好	***	***	***
	自・他組織（他社）の専門家間協力・協調良好	***	***	
増大する複雑性・リスクへの対応	複雑性増大を事後柔軟性の確保で補う仕組有り	***	***	***
	組織内で職場機能の再モジュール化導入	***	***	***
	外部組織との分業・協業導入	**	***	

***:1%以下で有意、**:2～5%で有意、*:6～10%で有意、括弧内のマイナスは負の有意性明示

3つの学会に関する統計分析の結果は、図表 2.2.2.1-3 に示されている。この表の第1欄

目には、3 つの調査で共通に用いたアンケート表（巻末参照）の中の 14 大項目のうち二つ以上の学会で（統計学的に）有意であった 11 項目が示されている。第 2 欄目には、それらの 11 項目の中でさらに二つ以上の学会で有意であった個別の質問項目が示されている。第 3 欄目は日本物理学会、第 4 欄目は電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ、第 5 欄目は応用物理学会での各質問項目の有意水準が示されている。***の印は 1 %以下で有意、**の印は 2～5%で有意、*の印は 6～10 で有意であることを意味する。また、これらの印にマイナスの印が付いているのは、推定値の値がマイナスであることを意味する。
この図表 2.2.2.1～2.2.2.3 に基づいて、3 つの学会に共通の下記のような特徴を導出することができる。

（関心のある事柄）
・未知・未開拓な現象・性質・機能を技術や製品コンセプトとして具現化することに関心がある。

（仕事上の実感）
・ふだんの仕事の中で「社会に貢献している」「自組織（自社）に貢献している」「知識・ノウハウが累積的に研ぎ澄まされていく」という実感がある。

（学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション）
・自組織（含む海外）の異分野の専門家と平均週 1 回以上ディスカッションしている。

（職場の異分野度・異質度）
・職場の「理工系人材中の“生え抜き（新学・院卒で入職してきた人々）”比率」、「理工系人材（大学の場合、院生を含む）中の同一分野の専門家比率」は 90%以上である。

（職場における知識・情報共有の仕組み）
・知識・ノウハウが幅広く深いレベルで互いに共有化される仕組みがある。
・知識・ノウハウがかなり電子データベース化されている。
・知識・ノウハウが実質的にほとんど属人的なものとなっている。

（IT（情報技術）の効用）
・ＩＴの利用により他組織（他社）の専門家とのコミュニケーション効率が格段に高まっている。
・ＩＴの利用により自組織（自社）内のコミュニケーション効率が格段に高まっている。
・ＩＴの利用により「互いの貢献状況・貢献度の透明性・客観性が格段に高まっている。
・ＩＴの利用により各自の行動が全体最適につながる度合いが格段に高まっている。

（人文・社会科学の必要度）
・学びたい人文・社会科学の分野は特にない。
・経済学を学びたいと考えている。

（職場での活動の自由度と評価・育成環境）
・失敗のもたらす学習機会の重要性が尊重されている。
・各自の成果が長期的な観点から評価される傾向が強く、長期的に人を育てようとしている。

（所属職場と社会の近接度・貢献度）
・自組織（自社）の発見や発明で、人々の暮らしや産業構造に大きな影響を与えたものがある。
・成果が人々の暮らしや産業構造にどのような影響を与えるかを意識している。
・自社（自組織）と社会や関連する市場との接点が見えやすい。
・「部門間や学科・研究室間の相互依存性が見えやすい。

（職場での発見・発明・改良に関する市場の特徴と相関）
・市場ニーズが明確なため発見・発明・改良を市場開拓のために活かしやすい。

（組織内外での協力・協調の幅と深さ）
・自組織（自社）内での専門家間との協力・協調がおおむね最適な幅と深さで実施されている。
・他組織（他社）の専門家との協力・協調がおおむね最適な幅と深さで実施されている。

（増大する複雑性・リスクへの対応）
・事前の的確な方向性の見定めにくさを事後的な柔軟性の確保で補う仕組みが導入されている。
・職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化[33]が進んでいる。

C．分析の含意

これらの分析結果によれば、イノベーションが起こりやすい職場では、人々に技術・製品としての具現化意欲が高く、しかも社会科学への関心が高い。さらに、旺盛な知識欲や

[33] 質問票では、「既存モジュールを整理・統合し互いに独立性の高いモジュールに再構成すること」と定義されている。

社会・自社・自組織に貢献しているという実感の高さも有意に顕著である。また、職場の成果が暮らしや産業構造に与える影響も常に意識している。従って、イノベーションの出現確率の向上には、人々の意欲の大きさ・社会的関心の深さが重要な役割を果たしていることがうかがえる。

加えて、そのような職場では、失敗のもたらす学習機会が尊重しされている。そして、職場内での知識・ノウハウの共有度やコミュニケーション効率を高める仕組みがある。しかも、その際、特にＩＴが、データベースの電子化だけにとどまらず、様々な形で有効活用されている。また、異分野・他組織（含む他社）にまたがる日常的な交流がかなり推奨されている。

また、イノベーションが起こりやすい職場は、社会との接点が見えやすい立ち位置にあることが多く、そのために市場ニーズが捉えやすくなっている。さらに、学科・研究室間（民間企業では部門間）の相互依存状況が見えやすいことも効いている。この点は、冒頭で述べた「各分野の専門知識の全体像を異分野の専門家にも分かりやすく正確に鳥瞰可能とする工夫」がなされていることを示唆している。

上記の点は、「職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化が進んでいる」、「不確実な事象に直面した際の組織的な柔軟性が確保されている」という職場特性がイノベーションにプラスに効いていることでも確かめられる。これらの点は、イノベーションの出現確率を上げることに、組織経営上の仕組みの良し悪しが大きな影響を与えていることを示唆している。

他方、人々の人文・社会科学への興味が薄い職場、知識・ノウハウの属人度が高い職場でイノベーションが生まれにくくなっているという推定結果は、人々の目的意識性や組織経営上の仕組みの重要性を再確認する意味でも興味深い。

これらの結果から判断すると、ノベーションを効率よく生み出すためには、小手先ではなく、長期的な視点に立ち、腰の据わった組織・事業経営が求められているようである。

２．２．２．３　ネットワーク分析の方法と結果

Ａ．分析方法

経済学では、研究開発システムを、大きく連鎖型モデルとリニア型モデルに分けている。連鎖型研究開発システムとは、図表 2.2.2.4 に示されているような、技術革新のシーズ（種）・ニーズが、研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門や市場との間の重複した連鎖関係によって結びつけられながら市場化されていくシステムをさしている。一方、リニア型研究開発システムとは、技術革新のシーズ（種）が、研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されていくとする技術プッシュ型のシステムをさしている。

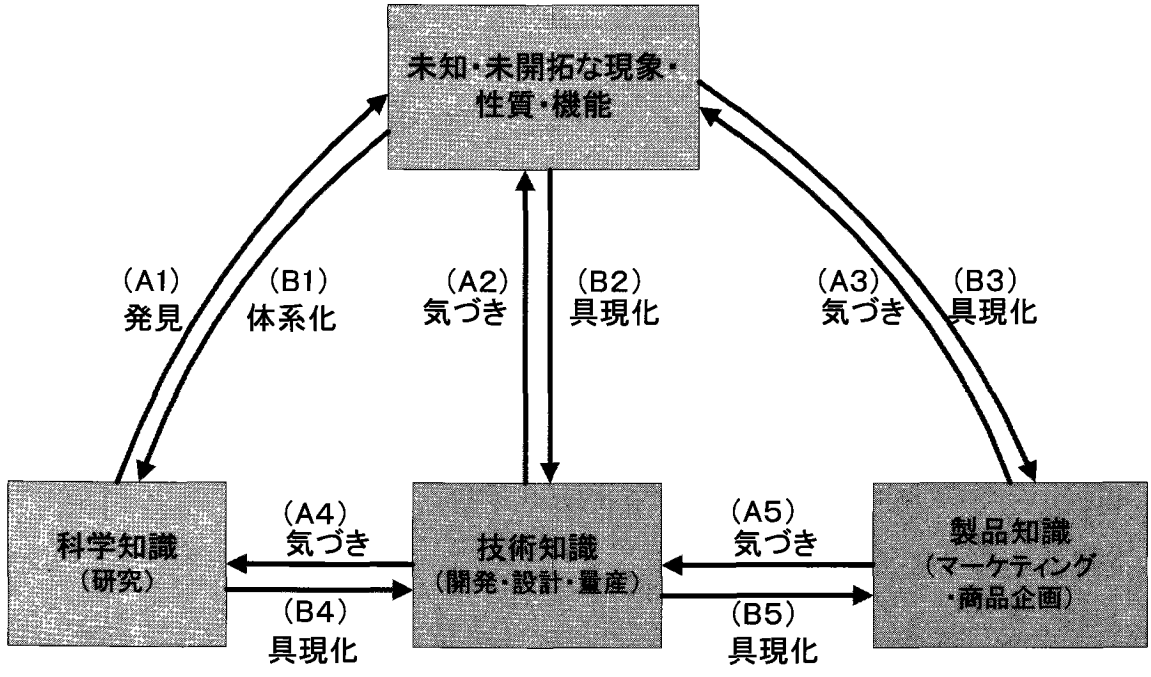
本アンケート調査では、回答者達が所属する企業・組織の研究開発システムの特性を知るために、図表 2.2.2.4 の中の（A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5）として示さ

れている領域の中から、重複を許して“自分が現在担当している領域”と“自分に向いていると思う領域”を選んでいただいた。そして、それぞれの領域を図表 2.2.2.4 に示される研究開発ネットワーク上のノード（結節点）と見なし、回答者全体がそれらのノード間に渡ってどのような頻度で“掛け持ち”をしているかの数値を求めてノード間のネットワーク状況を描いてみた。

分析は、日本物理学会、電子情報通信学会、応用物理学会の全データをウェイト付けをせず短銃に合体したデータ（サンプル数＝5999 名）に対して行われた。[34] 技術革新のシーズ（種）・ニーズが、研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門や市場との間の重複した連鎖関係によって結びつけられながら市場化されていくシステムの特徴を日本全体の規模で知るためである。なお、各々の学会調査に対するネットワーク分析も第２部で実施されているが、合体して行った調査とほぼ同じような分析結果が得られている。このことから、次節で示される研究開発システムが、あたかもフラクタル図形のように各所にビルトインされている可能性が高い。

図表 2.2.2.4：連鎖型研究開発システムの概念図

<研究・開発・量産・製品化プロセスの相互依存状況>



B．分析結果

[34] なお、日本物理学会調査、電子情報通信学会調査は全数調査であるが、応用物理学会は約半数の会員に対する無作為抽出調査である。従って、３者の単純に合体することにはやや難点があることに注意されたい。

Ｂ－１．自分が現在担当している領域

“自分が現在担当している領域”については、表２Ａに示される結果が得られた。この表の縦軸の項目（A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5）は、上記図表 2.2.2.4 の領域に対応している。表２Ａの縦軸の A1 と横軸の A1 の交わる所には 2971 と記されているが、この数値は、図表 2.2.2.4 の A1（“科学知識”を使って“未知・未開拓な現象・性質・機能”を発見する領域）に従事する人々が 2971 名（サンプル全体の 50%）いることを示している。A1 や B1 が多くなっているのは、表では、800 名以上のマス目に色づけがされている。

第１列 A1 に対応する行をさらに右方向に見ていくと、A1（縦）と B1（横）の交わる所を 1935 名が担当している。この数値は、図表 2.2.2.4 の A1 に加え B1（“未知・未開拓な現象・性質・機能”を科学知識として体系化する領域）を担当している人々の数をさしている。その他の縦軸と横軸の交わる点の数値も、すべて同じように定義されている。

表２A：現状の担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	2971	1935	821	731	125	144	806	1095	122	189
B1	1935	2313	580	646	104	115	650	902	96	126
A2	821	580	1554	1057	186	178	807	863	291	411
B2	731	646	1057	1710	166	247	695	1017	293	460
A3	125	104	186	166	296	192	121	121	186	175
B3	144	115	178	247	192	390	113	178	153	238
A4	806	650	807	695	121	113	1525	1222	333	416
B4	1095	902	863	1017	121	178	1222	2464	391	682
A5	122	96	291	293	186	153	333	391	764	571
B5	189	126	411	460	175	238	416	682	571	1402

表２Ａによれば、回答者が最も多いのは、A1 を担当している 2971 名である。それに、B4（科学知識を技術知識に具現化する）の 2464 名、B1 の 2313 名、A1 かつ B1 の 1935 名、B2（“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の 1710 名、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 1554 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 1525 名が続いている。

なお、A1 や B1 が多くなっているのは、日本物理学会サンプルの 2971 名が全体（5999 名）の 48%を占めていることが大きく影響しているためである。実際、例えば学会別に A1 を担当している人々を見ると、日本物理学会＝1942 名、電子情報通信学会＝377 名、応用物理学会＝652 名となっており、日本物理学会が圧倒的に多い。同じく B2 を学会別に見てみると、日本物理学会＝535 名、電子情報通信学会＝584 名、応用物理学会＝591 名となっており、サンプル数が少ない後者の２学会の方がおおくなっている。このような逆転傾向は、B５（技術知識を製品知識に具現化する）では日本物理学会＝343 名、電子情報通信学会＝626

名、応用物理学会＝433名ともっと顕著となる。

(A1,B1) は研究領域、(A2,B2)、(A4,B4) は開発・設計領域と見なすことができるので、これらのことから、3つの学会の合体サンプルにおいては、多くの回答者が研究や開発・設計といった領域の仕事に従事していることが分かる。市場に近い製品企画・マーケティング領域 (A3、B3) に従事している人々やはかなり少ない。(A3、B3) ほど顕著ではないが、同じ傾向は量産系 (A5,B5) についても該当する。

さらに、各領域を担当する人々が、そのような担当領域に加えてどれほど多彩な領域の仕事に携わっているかを示したのが表２Ｂである。表２Ｂの対角要素の右側（左側）にある比率は、表２Ａの各行の対角要素の右側（左側）にある数値を当該行（当該列）の対角値で割って求めた値である。表中では、0.50 以上の比率を示すマス目（対角点をのぞく）に色づけしてある。

表２Ｂによれば、一般的に(A1、B1)、(A2、B2)、・・、(A5、B5)と対になった部分での値が大きい。特に (A4、B4)と (A5,B5) の組合せの数値が高い。これらの領域では“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に依存していることを示している。各マス目の比率の大きさから判断すると、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）や B4（科学知識を技術知識に具現化する）に属する開発・設計領域を担当している人々に、その他の領域を幅広く担当している人々が多い。

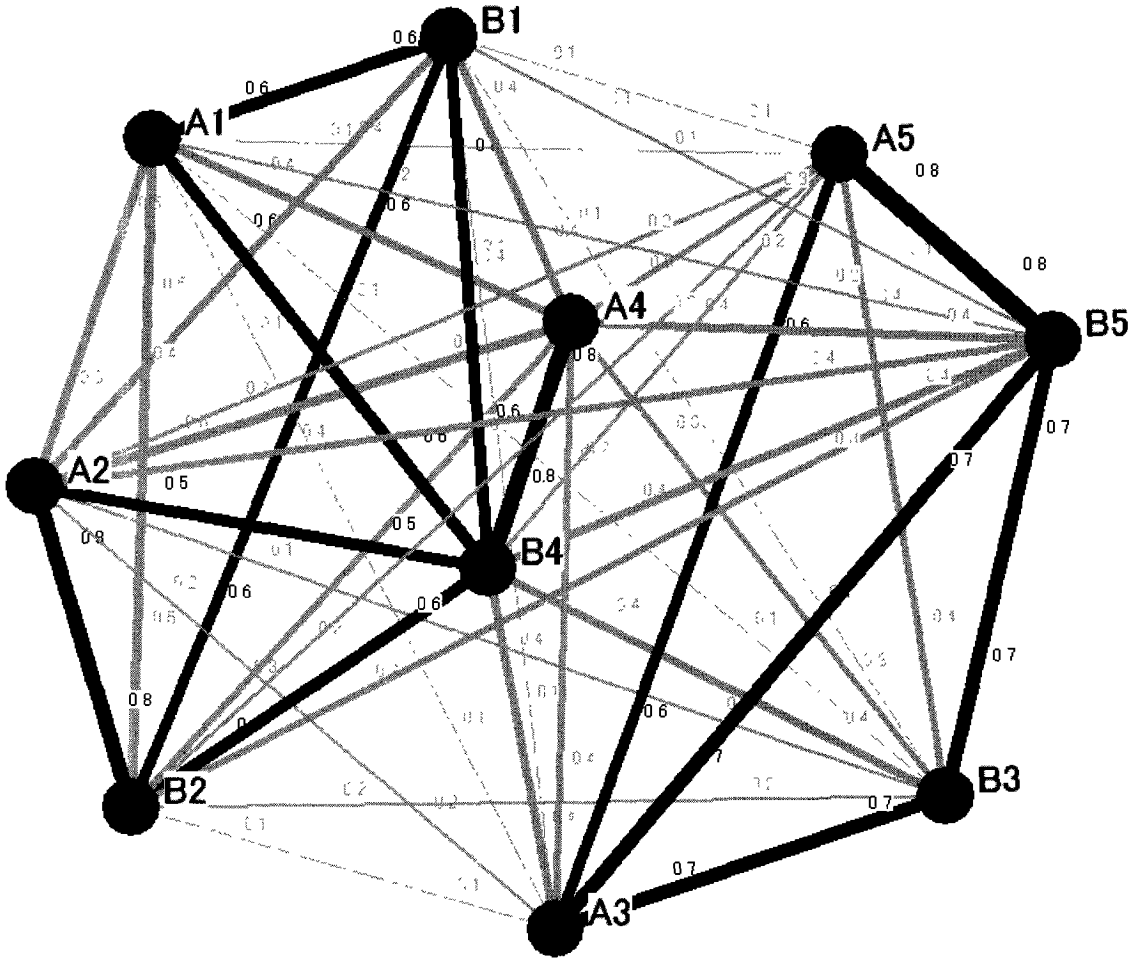
このような状況をより分かりやすく一目瞭然化したものが図表 2.2.2.5 である。図表 2.2.2.5 は、表２Ｂの領域をネットワーク・グラフ上のノードと見なし、表２Ｂの比率をノード間の連鎖関係の強さと解釈して図式化したものである。しかも、ノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれ、比率が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わるように描かれている。線の長さには意味がない。また、図中には、表２Ｂに対応した数値が明示してある。なお、図中では、A1-B2 や A2－A4 間の結び付きの強さが 0.5 と明示されているにもかかわらず灰色の線で示されている。これは、表２Ｂに示されているように、両者間での結び付きが 0.46 以上であるためである。

表２B：現状の担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.65	0.28	0.25	0.04	0.05	0.27	0.37	0.04	0.06
B1	0.65	1.00	0.25	0.28	0.04	0.05	0.28	0.39	0.04	0.05
A2	0.28	0.25	1.00	0.68	0.12	0.11	0.52	0.56	0.19	0.26
B2	0.25	0.28	0.68	1.00	0.10	0.14	0.41	0.59	0.17	0.27
A3	0.04	0.04	0.12	0.10	1.00	0.65	0.41	0.41	0.63	0.59
B3	0.05	0.05	0.11	0.14	0.65	1.00	0.29	0.46	0.39	0.61
A4	0.27	0.28	0.52	0.41	0.41	0.29	1.00	0.80	0.22	0.27
B4	0.37	0.39	0.56	0.59	0.41	0.46	0.80	1.00	0.16	0.28
A5	0.04	0.04	0.19	0.17	0.63	0.39	0.22	0.16	1.00	0.75
B5	0.06	0.05	0.26	0.27	0.59	0.61	0.27	0.28	0.75	1.00

図２によれば、「現在担当している領域」に基づくと、研究・開発・設計系グループ｛(A1、B1)、(A2、B2)、(A4、B4)｝、マーケティング・営業技術・量産系グループ｛(A3、B3)、(A5、B5)｝のそれぞれにおいて、各グループ内での（同時に従事している度合いで測った）連結性は高い。しかし、両グループ間の連結性は、両グループ内の連結に比べるとかなり低い。ただし、開発・設計系に従事している回答者（A4、B4)、特にB4（科学知識を技術知識に具現化する→開発・設計）分野がメインな人々は、広範囲な領域に従事している。つまり、上記の両グループ間の連結性の低さは、開発・設計系従事者によって補完されている。

図表 2.2.2.5：現状の担当領域間の連鎖状況



Ｂ－２．自分に向いている領域

「自分に向いている領域」に対する回答結果に基づけば、「自分が現状担当している領域」に対する回答結果と同じような図表を作成することができる。具体的には、表２Ａに対応するのが表３Ａ、表２Ｂに対応するのが表３Ｂである。

表３Ａによれば、回答者が最も多いのは、A1 を担当している 2814 名である。それに、B1（“未知・未開拓な現象・性質・機能”を科学知識として体系化する領域）の 2302 名、B4（科学知識を技術知識に具現化する）の 2274 名、A1 かつ B1 の 1723 名、B2（“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の 1635 名、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 1507 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 1486 名が続いている。

表２Ａと比べて特に対照的な点は、B5（技術知識を製品知識に具現化する）が 891 名と、実際に担当している 1402 名から大幅に減少している点である。また、マーケティング・営業技術分野（A3、B3）は、担当している領域と同じく担当したいとする人々がかなり少な

い。従って、回答者の多くは、製品に直結する量産分野（B5）やマーケティング・営業技術分野（A3、B3）はあまり自分に向いていないと考えている。

表３Ａ：向いていると回答した担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	2814	1723	742	604	120	106	696	883	95	130
B1	1723	2302	490	599	89	101	561	779	81	121
A2	742	490	1507	906	162	109	656	629	178	224
B2	604	599	906	1635	112	182	503	820	157	281
A3	120	89	162	112	280	148	93	84	129	99
B3	106	101	109	182	148	332	63	125	82	158
A4	696	561	656	503	93	63	1486	1056	236	255
B4	883	779	629	820	84	125	1056	2274	228	456
A5	95	81	178	157	129	82	236	228	520	350
B5	130	121	224	281	99	158	255	456	350	898

表３Ａの数値を、前述の方法に基づいて比率化したが表３Ｂである。この表によれば、表２Ｂと同じく(A1、B1)、(A2、B2)、・・、(A5、B5)と対になった所での値が大きい。特に(A4、B4)と(A5、B5)の比率が高い。従って、各々領域で、“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に依存している様子が分かる。なお、各マス目の比率の大きさから判断すると、表２Ｂほど顕著ではないが、(A4、B4)、特にB4に属した領域を担当している人々に、その他の領域を幅広く担当することに自分が向いていると考えている人々が多い。

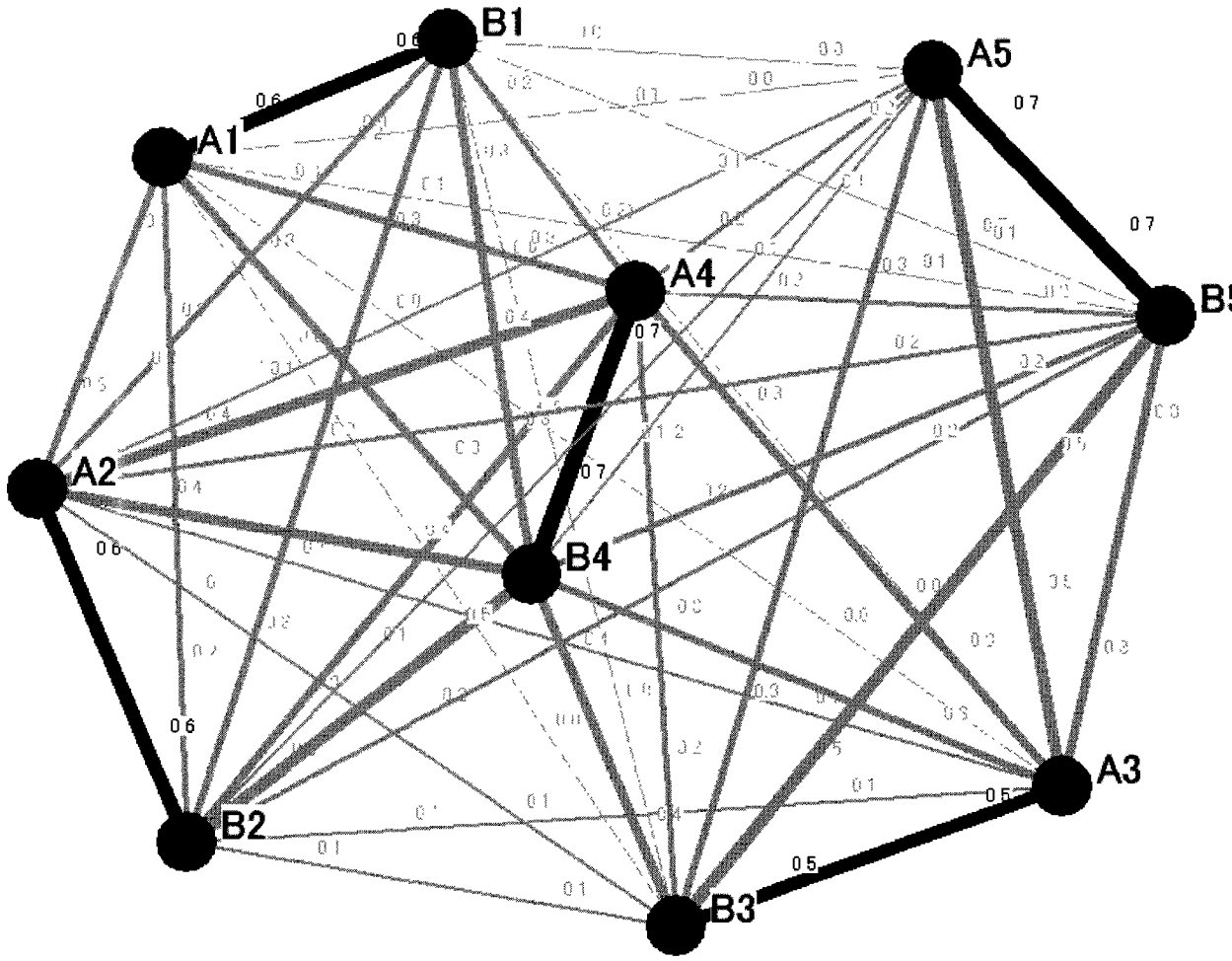
表３Ｂ：向いていると回答した担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.61	0.26	0.21	0.04	0.04	0.25	0.31	0.03	0.05
B1	0.61	1.00	0.21	0.26	0.04	0.04	0.24	0.34	0.04	0.05
A2	0.26	0.21	1.00	0.60	0.11	0.07	0.44	0.42	0.12	0.15
B2	0.21	0.26	0.60	1.00	0.07	0.11	0.31	0.50	0.10	0.17
A3	0.04	0.04	0.11	0.07	1.00	0.53	0.33	0.30	0.46	0.35
B3	0.04	0.04	0.07	0.11	0.53	1.00	0.19	0.38	0.25	0.48
A4	0.25	0.24	0.44	0.31	0.33	0.19	1.00	0.71	0.16	0.17
B4	0.31	0.34	0.42	0.50	0.30	0.38	0.71	1.00	0.10	0.20
A5	0.03	0.04	0.12	0.10	0.46	0.25	0.16	0.10	1.00	0.67
B5	0.05	0.05	0.15	0.17	0.35	0.48	0.17	0.20	0.67	1.00

表３Ｂの状況を一目瞭然化したものが、図表 2.2.2.6 である。図表 2.2.2.6 でも、図表 2.2.2.5 と同様にノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が

引かれ、しかも、比率が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わるように描かれている。線の長さには意味はない。また、図中には、表３Ｂに対応した数値が明示してある。なお、図中では、A3-A5 間の結び付きの強さが 0.5 と明示されているにもかかわらず灰色の線で示されている。これは、両者間での結び付きが 0.500 未満であるためである。

図表 2.2.2.6：向いているとする担当領域間の連鎖状況



図表 2.2.2.6 を図表 2.2.2.5 と比較すると、ノード間の関係がかなり薄くなっていることが一目瞭然である。実際、各々のペア(Ai、Bi) i＝1、2、3、4、5 では結び付きが強いが、ペアとペアの間の結び付きがかなり弱くなっている。このことから、「自分に向いている領域」に基づくと、多くの回答者が「現状の担当領域」よりもかなり狭い範囲の仕事を望んでいる様子が分かる。また、図表 2.2.2.6 によれば、研究・開発・設計系グループ{(A1、B1)、(A2、B2)、(A4、B4)}とマーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3、B3)、(A5、B5)}との間の連結性が図表 2.2.2.5 に比べてより低下している。加えて、開発・設計系 (A4、B4) の連結機能もかなり低下している。

また、表３Ｂが示しているように（縦軸の A3、B3、A5、B5 に対応する行参照)、回答者

の多くが自らは研究・開発・設計系{(A1、B1)、(A2、B2)、(A4、B4)}には向いているが、製品化に直結する量産系(A5、B5)やマーケティング・営業技術系(A3、B3)は向いていないと考えている。そして、やや驚きであるが、同じく表３Ｂから（縦軸のA4、B4に対応する行参照)、研究開発の成果を市場と結びつける要（かなめ）の位置を占めている開発・設計系（A4、B4）の人々でも、A4（科学知識に基づいて技術知識に具現化する）の人々はB3（未知・未開拓な現象・性質・機能を製品に具現化する）が、そして、B4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の人々はA5（製品知識に基づいて技術知識に気づく）が向いていないと考えている。

上記の点は、担当したい分野と（現在）担当している分野との下記のクロス表（表４A）と前述の担当したい分野の表３Ａとを利用すると、もっとハッキリと理解することができる。表４Ａの第１行には現在担当している分野が、そして、第１欄には担当したい分野が示されている。従って、例えば、第１欄のA1と第１行のB1に該当する1631名は、「A1を担当したいが、現在B1を担当している」人々の数を示している。他の数値も、すべて同じように定義されている。また、必ずしも対角行列の部分が非対角行列の値より大きいとは限らない。例えば、「A3を担当したいが実際にA5を担当している」人々の数（１４０名）は、「A3を担当したくて実際にもＡ３を担当している」人々の数（１２０名）より多くなっている。なお、定義より、表４Aは対称行列ではない。

表４Ａ：　担当したい分野と担当している分野のクロス表

		担当している分野									
		A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
担当したい分野	A1	2332	1631	763	704	115	139	745	1054	166	288
	B1	1663	1789	549	643	87	113	603	904	139	250
	A2	753	518	986	787	145	155	653	753	262	417
	B2	683	589	743	1074	124	195	567	896	282	492
	A3	112	104	120	118	120	101	90	114	117	140
	B3	125	102	114	164	89	155	85	159	104	163
	A4	727	586	651	597	121	115	987	977	306	424
	B4	988	823	732	875	137	175	950	1674	393	699
	A5	109	92	177	183	106	92	206	256	331	332
	B5	194	147	270	314	121	153	281	437	346	647

表４Aの各コラムの数値を表３Aの対応するコラムの数値で割ったものが、下記の表４Bである。表４Ｂの値、例えば第１欄のA1と第１行のB1が交わる数値は0.95は、(A1を担当したいが現在B1を担当している人々の数)／(A1を担当したいがB1も担当したい人々の数）として定義されている。従って、この数値が高い（低い）ほど“嫌々”度が高い（低い）と見なすことができる。表４Bでは、このような解釈に基づいて1.30超の値を示すマ

ス目と 0.7 未満の値を示すマス目を異なる色で色づけている。

結果を見ると、対角線上にあるマス目の数値は、他のマス目に比べて相当に低くなっている。対角線上の数値、例えば（A3,A3）の場合、(A3 を担当したくて現在 A3 を担当している人々の数）/（A3 を担当したい人々の数）と定義されている。従って、“嫌々”度が低くなるのは自然である。他方、(A5,B5）に相当するコラムや（A3,B3）に対応するコラム、特に前者では 1 を遙かに超える数値になっている。例えば、第 1 列の A1 や B1 と第 1 行の B5 が交わる数値は、2.22、2.07 と最も高い数値になっている。この数値は、(A1（あるいは B1）を担当したいが現在 B5 を担当している人々の数）/（A1（あるいは B1）も B5 も担当したい人々の数）であるから、研究系の人々は、B5 の量産系の領域を好んでいない様子が分かる。

このような解釈から研究開発系と量産・マーケティング系を結ぶ要のポジションにある開発・設計系の人々（第 1 列の A4、B4 に相当する人々）を横に見てみると、彼らの“嫌々”度は、(A3,B3）や（A5,B5）でかなり高くなっている。この点は、前述した図 3 の解釈をサポートしていて興味深い。

表 4B：　担当したい分野と現在担当している分野が示す”嫌々“度

		担当している分野									
		A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
担当したい分野	A1	0.83	0.95	1.03	1.17	0.96	1.31	1.07	1.19	1.75	2.22
	B1	0.97	0.78	1.12	1.07	0.98	1.12	1.07	1.16	1.72	2.07
	A2	1.01	1.06	0.65	0.87	0.90	1.42	1.00	1.20	1.47	1.86
	B2	1.13	0.98	0.82	0.66	1.11	1.07	1.13	1.09	1.80	1.75
	A3	0.93	1.17	0.74	1.05	0.43	0.68	0.97	1.36	0.91	1.41
	B3	1.18	1.01	1.05	0.90	0.60	0.47	1.35	1.27	1.27	1.03
	A4	1.04	1.04	0.99	1.19	1.30	1.83	0.66	0.93	1.30	1.66
	B4	1.12	1.06	1.16	1.07	1.63	1.40	0.90	0.74	1.72	1.53
	A5	1.15	1.14	0.99	1.17	0.82	1.12	0.87	1.12	0.64	0.95
	B5	1.49	1.21	1.21	1.12	1.22	0.97	1.10	0.96	0.99	0.72

２．２．２．４　おわりに

本調査結果の統計分析によれば、（日本物理学会員、電子情報通信学会員、応用物理学会員が所属している）イノベーションが起こりやすい職場では、人々に技術・製品としての具現化意欲が高く、しかも社会科学への関心が高い。さらに、旺盛な知識欲や社会・自社・自組織に貢献しているという実感の高さも有意に顕著である。また、職場の成果が暮らしや産業構造に与える影響も常に意識している。この点は、間接的ながら、人々の人文・社会科学への興味が薄い職場で有意にイノベーションが起こりにくくなっている点にも現れ

ている。

加えて、そのような職場では、失敗のもたらす学習機会が尊重しされている。そして、職場内での知識・ノウハウの共有度やコミュニケーション効率を高める仕組みがある。しかも、その際、特にＩＴが、データベースの電子化だけにとどまらず、様々な形で有効活用されている。これらの点の重要性は、知識・ノウハウの属人度が高い職場でイノベーションが生まれにくくなっているという結果によってさらに再認識できる。また、異分野・他組織（含む他社）にまたがる日常的な交流がかなり推奨されている。この点は、「職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化が進んでいる」、「不確実な事象に直面した際の組織的な柔軟性が確保されている」という職場特性がイノベーションにプラスに効いていることでも確かめられる。

これらの結果から判断すると、イノベーションを効率よく生み出すためには、人々の旺盛な知識欲、目的意識の高さ、社会的関心の深さなどが重要な要因であることがうかがえる。しかも、それらを醸成するためには、長期的な視点に立ち、IT を有効活用した職場・部門・会社間にまたがる“見える化”による情報共有・同期化に配慮した組織経営が求められている。イノベーションの出現確率向上に王道はないということだと思われる。
本調査結果のネットワーク分析は、日本のサイエンス型産業において異分野にまたがる知識の結集速度がなかなか上がらない要因の一端を垣間見せてくれている。

テクノロジーや市場の複雑性急増に直面している現代社会において、需要の潜在化現象（職場で生み出される科学・技術の有用性を自組織・自社内だけで十分に評価できないという現象）が不可避である。このような現象に的確に対処するためには、研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門が連鎖状に結び付いて情報の同期化・共有度を高める連鎖型研究開発システムが強く志向される。

ところが、ネットワーク分析によれば、人々の意識レベルには、技術革新のシーズ（種）が研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されるとする旧来のリニアモデル的発想が色濃く残っている。しかも、そのような傾向が、研究系のみならず研究開発成果を市場と結びつける要の位置にある開発・設計系の人々にも顕著である。このような特徴は、3 学会の合体データのみならず、第 2 部の個別学会でも等しく観察することができる。このような現況は、今後さらにテクノロジーや市場の複雑性が増大していくに連れて、イノベーション出現速度を律速させる大きなボトルネック（隘路）要因となっていく可能性を秘めている。

参考文献

1) Mokyr, Joel, The gifts of Athena: historical origins of the knowledge economy, Princeton University Press, Princeton, New Jersey (2002)

2) Mattick, S., and M. J. Gagen., “Mathematics/ computation: ccelerating networks,”

Science, 307(571):856-58 (2005)
3) Hiroyuki Chuma、 "Increasing complexity and limits of organization in the microlithography industry: implications for science-based industries," Research Policy、Volume 35 Issue 3、 pp.394-411 (2006)
4) William H. Greene、Econometric analysis、5th Edition、Prentice-Hall、Upper Saddle River、 New Jersey (2007)

２．２．３　『イノベーション・プロセス調査』の個別分析

２．２．３．１　日本物理学会調査

（１）『イノベーション・プロセス調査』の概要

本調査実施主体は、文部科学省科学技術政策研究所・第一研究グループ（責任者は筆者）である。[35] アンケート調査の対象は、日本物理学会の個人会員17911名（ほぼ全員）の方々である。　調査は、2007年12月10日～2008年1月28日の期間中に実施され、2903名の方々に御回答いただいた（回収率：16.2%）。回答状況の結果を、項目別に以下に記す。なお、各項目の数値は、未回答者を除くものである。

（年齢・男女比率）　回答者の平均年齢は、46歳と比較的高い。高い理由の一つは、60歳以上が全体の23%であることによる。男女比率は、男性94%、女性は6%であった。
（学歴）　最終学歴に関しては、大学院博士卒が59%と最も多く、大学院修士卒28%、大学卒 12%、高校・高専・その他 1%となっている。また、博士号を保有する人々（学部卒を含む）は、72%とかなり多い。
（転職）　転職は、41%が転職経験有りと答えている。ただし、転職経験回数を見ると、１回が51%と最も高い。さらに転職経験２回を含めると、全回答者の77%となる。
（研究分野）　主なる研究分野（複数可）として多いのは、統計力学、物性基礎論、応用数学、力学、流体物理分野（15%）、原子・分子、量子エレクトロニクス、放射線物理分野（12%）、半導体、メゾスコピック系・局在分野（12%）、磁性、磁気共鳴分野（12%）、表面・界面、結晶成長分野（11%）、光物性分野（11%）、金属、超低温、超伝導・密度波分野（11%）、強相関系分野－高温超伝導、強相関ｆ電子系など（10%）、誘電体、格子欠陥、Ｘ線・粒子線、フォノン物性分野(9%)、ソフトマター物理、化学物理、生物物理分野(9%)、プラズマ基礎・プラズマ科学・核融合・プラズマ宇宙物理（8%）、素粒子論（７%）、宇宙線・宇宙物理（6%）、実験核物理（5%）、ビーム物理領域（5%）、物理教育、物理学史、環境物理分野（5%）、分子性固体・有機導体分野（5%）、素粒子実験（4%）、理論核物理（4%）となっている。
（海外留学・勤務経験）　海外留学・勤務経験者は、39%とほぼ５人中２人の割合である。ただし、経験者のうち78%が３年未満である。
（所属・組織構成）　所属組織別構成は、大学等（学生含む）が 63%、民間企業が 20%、国公立試験研究機関・独立行政法人・特殊法人研究機関等が 13%、その他（公益法人研究

[35] 本調査実施に至るプロセスにおいては、日本物理学会の鹿児島誠一会長（東京大学）をはじめ、永井治男・総務担当理事、学会事務局マネージャーの冨樫衛氏他事務局の方々から全面的な御協力をいただいた。これらの皆様ならびに調査に御協力をいただいた多数の会員の皆様に深く御礼申し上げたい。なお，本アンケート調査に関するすべての責任は，実施責任者（中馬宏之）が負う．

機関等）が 4%となっている。民間企業では、従業員規模 1000 人以上の大企業に属する人々が 70%と圧倒的に多い。なお、日本物理学会 HP によれば、同学会員の約 45%が大学、15%が民間企業、12%が公的研究機関に所属しており、大学院生を含む学生の割合は約 14%となっている。これらの比率は、回答者のサンプル特性とほぼ同じであるから、アンケート自体の結果は、十分な代表性を持つと考えられる。

回答者の職位で最も多いのは、「教授、統括部長・センター長・室長クラス」21%で、それに「助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在）、部長・プロジェクト長」14%、「大学講師・研究助手、主席研究員（技師）クラス」13%、「その他（院生、学生、研究補助員等）」13%、「主任・一般研究員（技師）クラス」12%、「退官、退職された方」10%、「ポスト・ドクタークラス」8%、「課長・グループリーダークラス」5%、「学部長、研究所長クラス以上」4%と続いている。

（論文・学会活動・特許出願）　最近 5 カ年の論文・特許数については、査読付きの国内外学術論文総数の平均件数が 18 本、英語論文が平均 16 本、国内外での学会発表が平均 23 件、国内外特許出願が 2 件となっている。なお、英文での学術論文を 1 本以上公刊した人々に限っても、国内外学術論文総数の平均論文数は 19 本とわずかに増加するだけである。実際、国内外学術論文を公刊している人々の 95%が英語でも論文を公刊している。なお、査読付きの国内外学術論文がない人々、英文学術論文がない人々、国内外での学会発表がない人々、国内外特許出願がない人々は、各々4%、5%、10%、63%である。

（イノベーション）　最後に、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出された“イノベーション”（設問では「市場を通じて社会生活に変革をもたらす創造的な発見・発明・改良」と定義）の件数については、「特になし」が 75%と最も多い。「有」と答えている回答者のうち、「1～2 件」が 16%、「3～5 件」が 6%、「5～10 件」が 2%、「10 件以上」が 1%である。なお、イノベーションが有りと答えている人々の 65%は、大学や国公立試験研究機関等の機関に所属している。

（２）調査分析方法と結果

本論では、統計分析とネットワーク分析を実施した。従って、以下では、各々について分析方法と結果の概略を紹介する。（なお、単純集計結果については、巻末付録 1 を参照されたい。）

①統計分析の方法

統計分析では、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出されたイノベーションの数が、回答者の様々な属性の違いをコントロール（制御）しながら、14 大項目に属する 64 の設問への回答とどのような相関関係にあるかを検討した。ただし、64 の設問への回答間には、統計的な意味での独立性を十分に確保できない。さらに、イノベーションの数は、5 つ

の間隔値（0、1～2件、3～5件、5～10件、10件以上）でしか与えられていない。従って、単純な多重回帰分析の適用はふさわしくない。

本分析では、上記のデータ上の制約を勘案し、イノベーションの数を被説明変数とし、回答者の年齢等の個人属性を示す16個の変数を説明変数として常に用いた。しかも、もう一つの説明変数として、64個の設問への回答状況（0か1の値をとるダミー変数）を、一つずつ出し入れする形の回帰分析を行った。推定方法としては、被説明変数が間隔値であるという制約を勘案し、経済学で良く用いられている順序プロビット推定法 2)と呼ばれる方法を用いた。

②統計分析の結果

上記14の大項目に関する推定式に基づいて逐次検討した有意な結果は、下記のようにまとめることができる。

（関心のある事柄）

・未知・未開拓な現象・性質・機能を技術や製品コンセプトとして具現化することに関心がある。

（仕事上の実感）

・ふだんの仕事の中で「社会に貢献している」「自組織（自社）に貢献している」「知識・ノウハウが累積的に研ぎ澄まされていく」という実感がある。

（学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション）

・所属学会は、自らの人的なネットワークを広げるために重要な役割を果たしている。

・「自組織（含む海外）の異分野の専門家」「他組織（含む海外）の専門家」と平均週1回以上ディスカッションしている。

（職場における知識・情報共有の仕組み）

・知識・ノウハウが「幅広く深いレベルで互いに共有化される仕組みがある」「かなり電子データベース化されている」。

・職場では、情報データベースが、職場での上下関係に関係なく平等にアクセス可能である。

・職場では、各自保有の知識・ノウハウの互換性・再利用性を高める必要性が痛感されている。

・職場では、情報データベースが、おもに管理目的で利用されている。

（IT（情報技術）の効用）

・ＩＴの利用により「他組織（他社）の専門家とのコミュニケーション効率」「自組織（自社）内のコミュニケーション効率」、「自分の専門分野」、「異分野に関する自らの知識の幅と深さ」、「互いの貢献状況・貢献度の透明性・客観性」「各自の行動が全体最適につながる度合い」が格段に高まっている。

（人文・社会科学の必要度）

・経済学・経営学・法律学・心理学を学びたい。
（職場での活動の自由度と評価・育成環境）
・失敗のもたらす学習機会の重要性が尊重されている。
・自組織（自社）には、重要だが途絶えてしまった（あるいは、途絶えてしまいそうな）技術がある。
・ふだん「もう少し長い目で見守って貰えれば“ひらめき”が生まれるのに・・・」と思うことが多い。
（所属職場と社会の近接度・貢献度）
・成果が人々の暮らしや産業構造にどのような影響を与えるかを意識している。
・「自組織（自社）と社会や関連する市場との接点」、「学科・研究室間（民間企業では部門間）」、「各メンバー間の貢献状況や貢献度」が見えやすい。
（職場での発見・発明・改良に関する市場の特徴と相関）
・市場ニーズが明確なため発見・発明・改良を市場開拓のために活かしやすい。
（組織内外での協力・協調の幅と深さ）
・「自組織（自社）内での専門家間」「自・他組織（他社）の専門家間」の協力・協調がおおむね最適な幅と深さで実施されている。
・協力・協調で難しいのは、成果に対する互いの知的貢献度の適正な量的・質的評価である。
・協力・協調で難しいのは、互いの立場の違いがもたらす利益の相反である。
（研究開発対象・プロセスの特徴）
・研究開発対象・プロセスの複雑性増大が、事後的な柔軟性確保の重要性を増大させている。
（増大する複雑性・リスクへの対応）
・事前の的確な方向性の見定めにくさを事後的な柔軟性の確保で補う仕組みが導入されている。
・科学・技術とマーケットの複雑化に対処のため、「科学技術創造の場と商品化の場が分離」「外部組織との分業・協業」が進展している。
・職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化（既存モジュールを整理・統合し互いに独立性の高いモジュールに再構成すること）が進んでいる。

他方、イノベーションの出現確率に有意なマイナスの影響を与えがちな「職場環境」の条件は、下記のようになっている。

（職場における知識・情報共有の仕組み）
・知識・ノウハウが実質的にほとんど属人的なものとなっている。
（人文・社会科学の必要度）

・ふだんの仕事の中で人文・社会科学的な知識の必要性を感じたことはない。
・人文・社会科学分野の中で学びたいものは特にない。
（所属職場での発見・発明・改良に関連するマーケットの特徴との相関）
職場で生み出される科学・技術は、産業化されるまでの期間が長い。

なお、有意ではないが、職場の理工系人材（院生を含む）中の「外国人比率」「女性比率」が10%未満の職場であること、研究開発対象・プロセスの複雑性増大が科学技術的な知識・ノウハウの統合を難しくしていること、はイノベーションの出現確率にマイナスの影響を与えている。

③統計分析の含意

これらの分析結果によれば、イノベーションが起こりやすい職場では、人々に技術・製品としての具現化意欲が高い。しかも、社会科学への関心も高い。さらに、未知・未開拓な現象・性質・機能への知識欲や社会・自社・自組織に貢献しているという実感の高さも有意に顕著である。また、職場の成果が暮らしや産業構造に与える影響も常に意識している。これらの点は、人々の人文・社会科学への興味が薄い職場でイノベーションが生まれにくくなっているという推定結果とも整合的である。

加えて、協力・協調で難しいのは互いの貢献度の評価や当事者間の利益相反問題であると強く意識している職場ほど、実際にはイノベーションが生まれやすくなっている。同じことは、各自が保有している知識・ノウハウの互換性・再利用性を高める必要性や重要な技術が途絶えてしまうことへの危機感、長期的な視点から個々人のひらめきを重視する必要性について強く意識している職場についても当てはまる。
イノベーションが起こりやすい職場では、失敗のもたらす学習機会を尊重し、人々を長期的な視点から評価している。そして、職場内での知識・ノウハウの共有度やコミュニケーション効率も高い。しかも、その際、ＩＴが特に有効に活用されている。この点は、知識・ノウハウの属人度が高い職場でイノベーションが生まれにくくなっているという結果と整合的である。

また、学科・研究室間（民間では部門間）や職場内での貢献度が、関係当事者にとって見えやすくなる工夫がなされている。さらに、異分野・他組織との交流もかなり推奨されている。加えて、イノベーションが起こりやすい職場は、社会との接点が見えやすい立ち位置にあることが多く、市場ニーズが捉えやすい。この点は、イノベーション出現確率が、職場で生み出される科学・技術が産業化されるまでに長い期間が必要だとする職場で有意に低下するという結果とも整合的である。ただし、いずれの職場でも、不確実な事象に直面した際の組織的な柔軟性も確保されているし、科学・技術やマーケットへの複雑化に対処するために外部組織との分業・協業などにも積極的である。

従って、イノベーションの出現確率を上げるには、人々の意欲の大きさ・社会的関心の

深さが重要な役割を重視することに加え、それらを自律的に生み出すための組織経営上の仕組みが不可欠であることを示唆している。

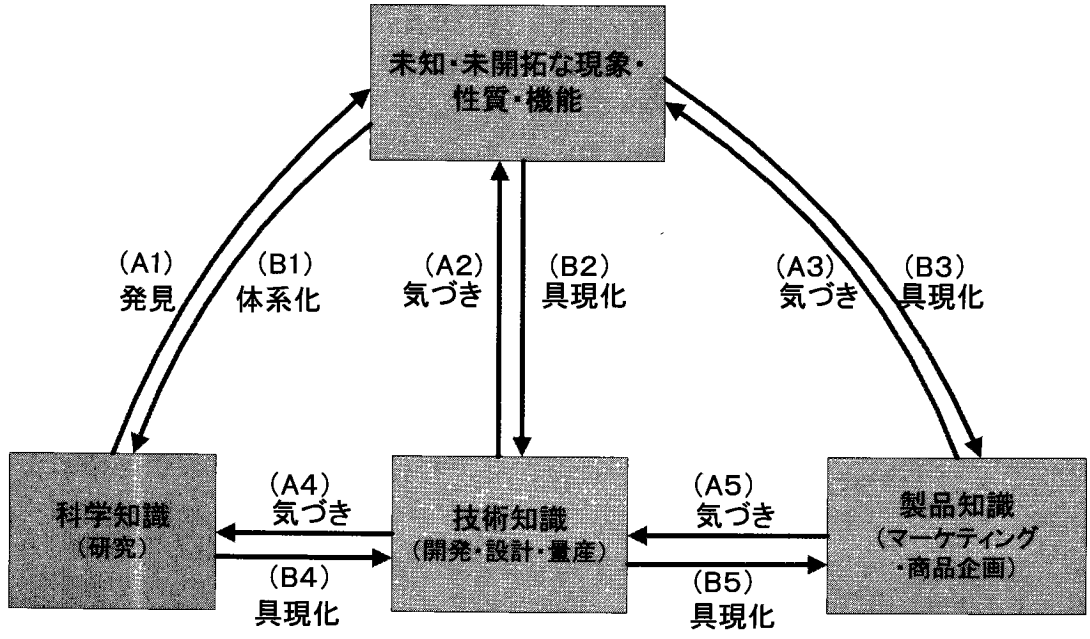
（3）ネットワーク分析の方法

経済学では、研究開発システムを、大きく連鎖型モデルとリニア型モデルに分けている。連鎖型研究開発システムとは、図表 2.2.2.7 に示されているような、技術革新のシーズ（種）・ニーズが、研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門や市場との間の重複した連鎖関係によって結びつけられながら市場化されていくシステムをさしている。一方、リニア型研究開発システムとは、技術革新のシーズ（種）が、研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されていくとする技術プッシュ型のシステムをさしている。

本アンケート調査では、回答者達が所属する企業・組織の研究開発システムの特性を知るために、図表 2.2.3.1 の中の（A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5）として示されている領域の中から、重複を許して“自分が現在担当している領域”と“自分に向いていると思う領域”を選んでいただいた。そして、それぞれの領域を図表 2.2.3.1 に示される研究開発ネットワーク上のノード（結節点）と見なし、回答者全体がそれらのノード間に渡ってどのような頻度で“掛け持ち”をしているかの数値を求めてノード間のネットワーク状況を描いてみた。

図表 2.2.3.1：連鎖型研究開発システムの概念図

〈研究・開発・量産・製品化プロセスの相互依存状況〉



①ネットワーク分析の結果

A．自分が現在担当している領域

“自分が現在担当している領域”（表２Ａ）の縦軸の項目（A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5）は、上記図表 2.2.3.1 の各領域に対応している。表１Ａの縦軸の A1 と横軸の A1 の交わる所の数値は、図表 2.2.3.1 の A1（“科学知識”を使って“未知・未開拓な現象・性質・機能”を発見する領域）に従事する人々が 1942 名いることを示している。表では、300 名以上のマス目が色づけされている。

表２A：現状の担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1942	1289	395	298	44	45	398	533	45	66
B1	1289	1504	270	271	42	45	328	449	40	52
A2	395	270	595	347	56	45	308	320	82	96
B2	298	271	347	535	45	62	245	330	72	100
A3	44	42	56	45	84	52	36	37	50	44
B3	45	45	45	62	52	101	27	47	38	50
A4	398	328	308	245	36	27	613	472	86	105
B4	533	449	320	330	37	47	472	929	96	171
A5	45	40	82	72	50	38	86	96	185	133
B5	66	52	96	100	44	50	105	171	133	343

第１列 A1 に対応する行をさらに右方向に見ていくと、A1（縦）と B1（横）の交わる所の 1289 名は、図表 2.2.3.1 の A1 に加え B1（“未知・未開拓な現象・性質・機能”を科学知識として体系化する領域）を担当している人々の数をさしている。その他の数値も、すべて同じように定義されている。

表２Ａによれば、回答者が最も多いのは、日本物理学会であることを反映し、Ａ１（科学知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能を発見する）を担当する 1942 名と B1（未知・未開拓な現象・性質・機能に気づいて科学知識を体系化する）の 1504 名が圧倒的に多い。これらに続くのが、B4（科学知識を技術知識に具現化する）の 929 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 613 名、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 595 名、B2（“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の 535 名である。

他方、市場に近い製品企画・マーケティング領域（A3、B3）に従事している人々は、各々 84 名、1001 名となっており、研究に従事する人々に比べてほぼ二桁少ない。また、A5（技術知識に基づいて製品に具現化する）の人々も 185 名と少ない。

各領域を担当する人々が、どれほど多彩な領域の仕事に携わっているかを示したのが表２Ｂである。表２Ｂの対角要素の右側にある比率は、表２Ａ対角要素の右側にある数値を

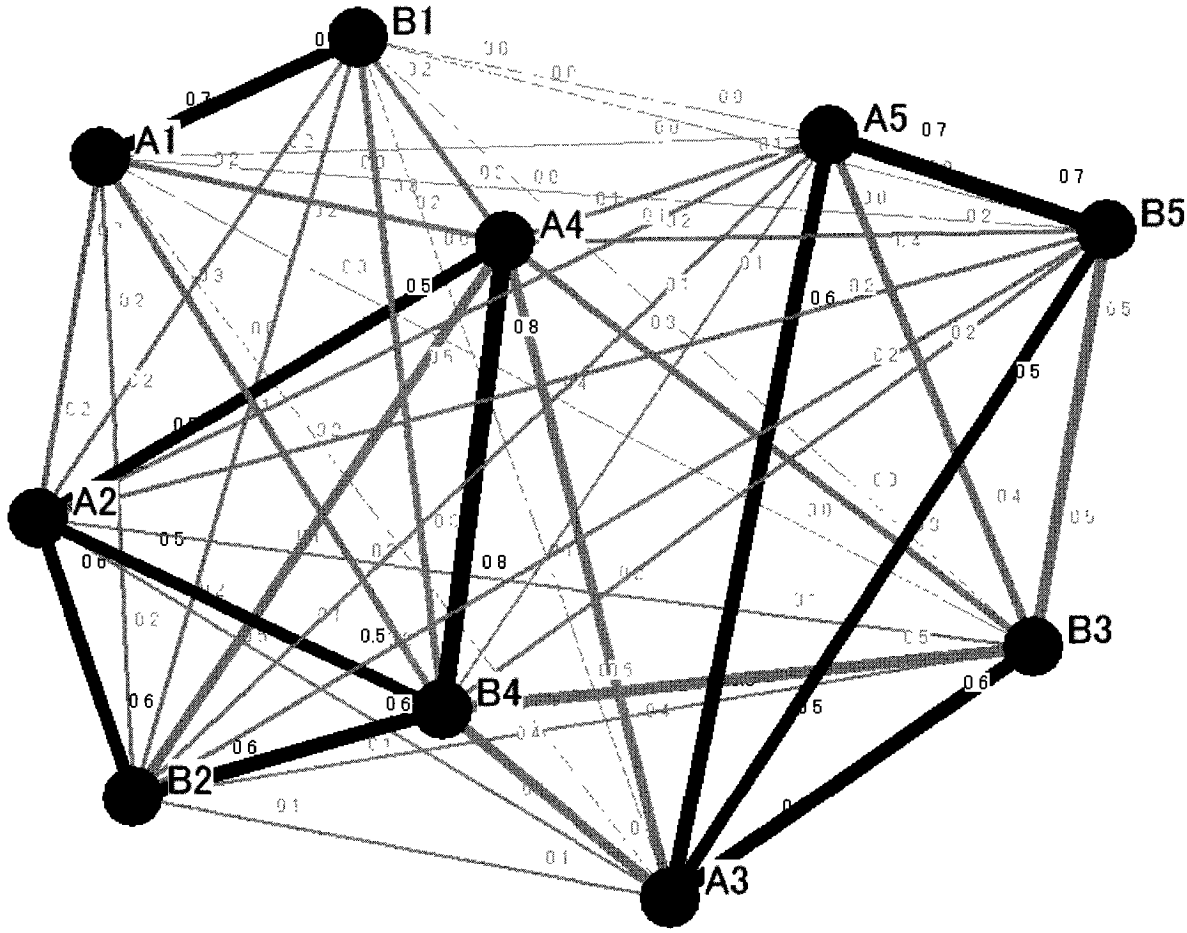
当該行の対角値で割って求めた値である。表は対称な行列である。表中では、0.50 以上の比率を示すマス目（対角点をのぞく）に色づけしてある。

表２Ｂによれば、一般的に(A1、B1)、(A2、B2)、・・、(A5、B5)と対になった部分での値が大きい。従って、これらの領域では“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に関連している。各マス目の数値から判断すると、B4（科学知識を技術知識に具現化する）とA3（製品知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく)、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく)、B5（技術知識に基づいて製品知識に気づく）に属する領域を担当している人々に、幅広く担当している人々が多い。

表２B：現状の担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.66	0.20	0.15	0.02	0.02	0.20	0.27	0.02	0.03
B1	0.66	1.00	0.18	0.18	0.03	0.03	0.22	0.30	0.03	0.03
A2	0.20	0.18	1.00	0.58	0.09	0.08	0.52	0.54	0.14	0.16
B2	0.15	0.18	0.58	1.00	0.08	0.12	0.46	0.62	0.13	0.19
A3	0.02	0.03	0.09	0.08	1.00	0.62	0.43	0.44	0.60	0.52
B3	0.02	0.03	0.08	0.12	0.62	1.00	0.27	0.47	0.38	0.50
A4	0.20	0.22	0.52	0.46	0.43	0.27	1.00	0.77	0.14	0.17
B4	0.27	0.30	0.54	0.62	0.44	0.47	0.77	1.00	0.10	0.18
A5	0.02	0.03	0.14	0.13	0.60	0.38	0.14	0.10	1.00	0.72
B5	0.03	0.03	0.16	0.19	0.52	0.50	0.17	0.18	0.72	1.00

図表 2.2.3.2：現状の担当領域間の連鎖状況



このような状況をより分かりやすく一目瞭然化したのが図表 2.2.3.2 である。図表 2.2.3.2 は、表２Ｂの領域をネットワーク・グラフ上のノード（結節点）と見なし、表２Ｂの比率をノード間の連鎖関係の強さと解釈して図式化したものである。ノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれている。比率が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わるよう描かれている。線の長さには意味がない。

また、図中には、見えにくいが、表２Ｂに対応した数値が明示してある。なお、B3-B4 や B3-B5 間の結び付きの強さは 0.5 と明示されているが、灰色の線になっている。これは、実際には両者間での結び付きが 0.50 未満であるためである。

図表 2.2.3.2 によれば、全体の中で研究グループ(A1、B1）が“離れ小島”化している。他方、開発・設計系グループ｛（A2、B2)、(A4、B4)｝とマーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3、B3)、(A5、B5)}の各々において、(同時に従事している度合いで測った）連結性は高い。他方、これらの二つのグループ間の連結性は、両グループ内の連結性に比べるとかなり低くなっている。ただし、両グループ間の連結性の低さは、開発・設計系（A4、B4)、特に B4 によって補完されている。ただし、(A4、B4）と量産・技術営業（A5,B5)との間にはほとんど行き来がない。

Ｂ．自分に向いている領域

「自分に向いている領域」に対する回答結果に基づいた表が、表３Ａと表３Ｂである。表２A と同じく、表３Ａでも、A１（科学知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能を発見する）を担当する 1811 名と B1（未知・未開拓な現象・性質・機能に気づいて科学知識を体系化する）の 1479 名が圧倒的に多い。これらに続くのが、B4（科学知識を技術知識に具現化する）の 881 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 660 名、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 630 名、B2（“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の 573 名である。これらの傾向は、表３A とほぼ同じである。表２Ａと比べて特に対照的な点は、B5（技術知識を製品知識に具現化する）が 210 名と、実際に担当している 343 名から大幅に減少している点である。また、マーケティング・営業技術分野（A3、B3）を担当したいとする人々は依然としてかなり少ないが、表２A の数値とほぼ同じである。

これらの点から、回答者の多くは、研究領域（A1,B1）を最も望んでおり、開発・設計領域｛(A2、B2)、(A4、B4)｝への志向も高い。ただし、製品に直結する量産分野（A5,B5）やマーケティング・営業技術分野（A3、B3）は自分に向いていないと考えている。

表３Ａ：向いていると回答した担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1811	1148	402	297	58	45	402	474	52	58
B1	1148	1479	258	296	50	41	315	417	42	54
A2	402	258	630	337	67	39	302	272	63	67
B2	297	296	337	573	43	60	218	311	43	74
A3	58	50	67	43	105	52	45	34	43	33
B3	45	41	39	60	52	104	26	45	27	47
A4	402	315	302	218	45	26	660	452	71	74
B4	474	417	272	311	34	45	452	881	60	114
A5	52	42	63	43	43	27	71	60	136	80
B5	58	54	67	74	33	47	74	114	80	210

表３Ａの数値を、表２Ｂに習って比率化したが表３Ｂである。この表では、表２Ｂと同じく(A1、B1)、(A2、B2)、・・、(A5、B5)と対になった所の値が大きい。従って、各々領域で、“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に依存している様子が分かる。なお、各マス目の比率の大きさから判断すると、表２Ｂほど顕著ではないが、開発・設計系｛(A2,B2) と (A4,B4)｝の人々に、その他の領域をも幅広く担当することに自分が向いていると考えている人々が比較的多い。ただし、実際に担当している状況を示した表２Ｂのと比べると、これらの人々の他領域への志向はかなり弱くなっている。

表３Ｂ：向いていると回答した担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.63	0.22	0.16	0.03	0.02	0.22	0.26	0.03	0.03
B1	0.63	1.00	0.17	0.20	0.03	0.03	0.21	0.28	0.03	0.04
A2	0.22	0.17	1.00	0.53	0.11	0.06	0.48	0.43	0.10	0.11
B2	0.16	0.20	0.53	1.00	0.08	0.10	0.38	0.54	0.08	0.13
A3	0.03	0.03	0.11	0.08	1.00	0.50	0.43	0.32	0.41	0.31
B3	0.02	0.03	0.06	0.10	0.50	1.00	0.25	0.43	0.26	0.45
A4	0.22	0.21	0.48	0.38	0.43	0.25	1.00	0.68	0.11	0.11
B4	0.26	0.28	0.43	0.54	0.32	0.43	0.68	1.00	0.07	0.13
A5	0.03	0.03	0.10	0.08	0.41	0.26	0.11	0.07	1.00	0.59
B5	0.03	0.04	0.11	0.13	0.31	0.45	0.11	0.13	0.59	1.00

図表 2.2.3.3：向いているとする担当領域間の連鎖状況

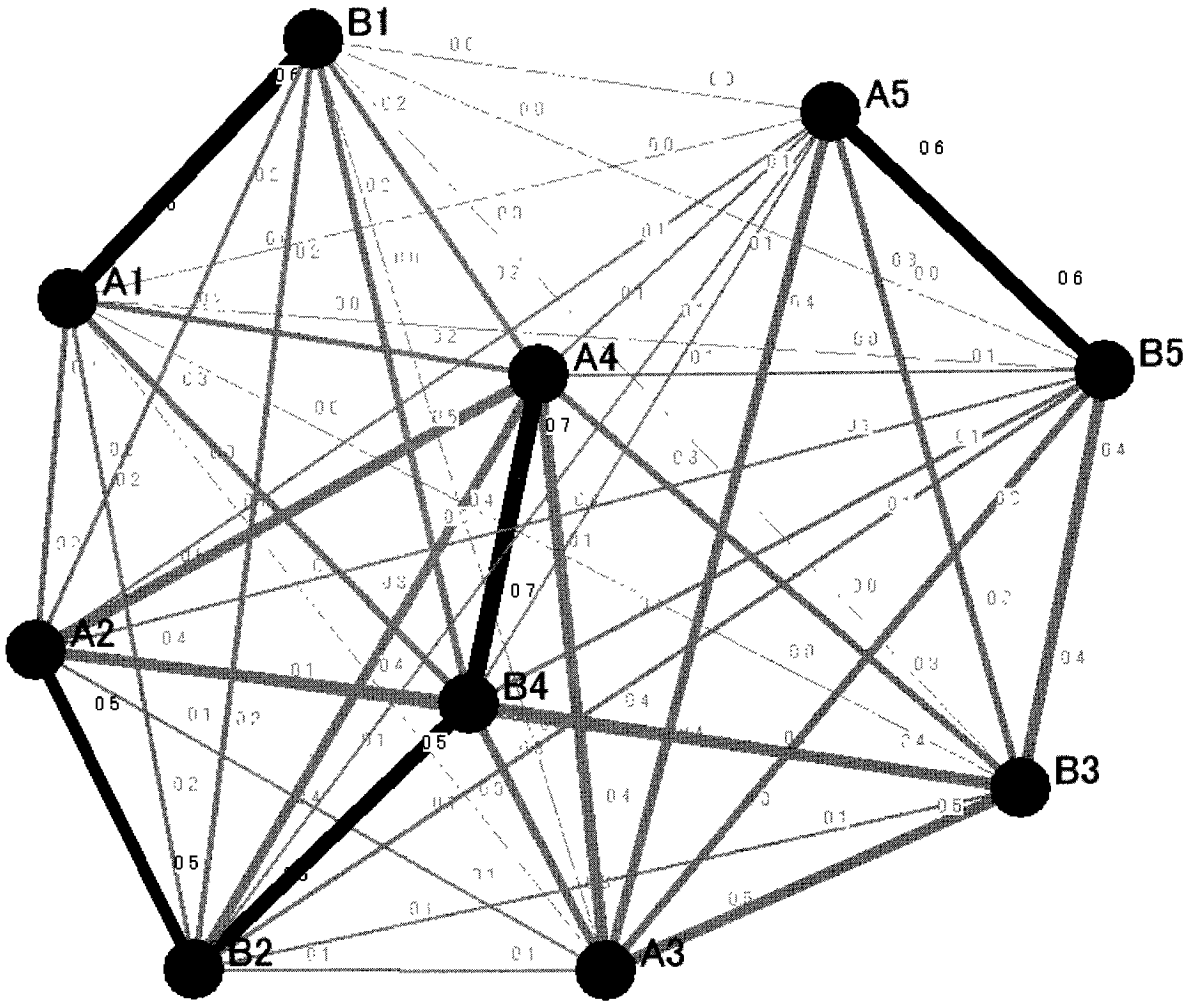


表３Ｂの状況を、一目瞭然化したものが図表 2.2.3.3 である。図表 2.2.3.3 でも、ノー

ド間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれている。値が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わる。線の長さには意味はない。また、図中には、表３Ｂに対応した数値が明示してある。なお、A2-A4 間や A3-B3 間の結び付きの強さが 0.5 と明示されているが、線は灰色である。これは、両者間での結び付きが 0.500 未満であるためである。

図表 2.2.3.3 を図表 2.2.3.2 と比較すると、研究系の“離れ小島”化状況など全体的な特性は変わらないが、ノード間の関係がかなり薄くなっている。実際、各々のペア(Ai、Bi) i ＝1、2、3、4、5 では結び付きが強いが、ペアとペアの間の結び付きがかなり弱い。従って、多くの回答者は、「現状の担当領域」よりもかなり狭い範囲の仕事を望んでいる。また、図表 2.2.3.3 によれば、開発・設計系グループ{ (A2、B2)、(A4、B4)}内、マーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3、B3)、(A5、B5)}内での連結性が、図表 2.2.3.2 に比べてかなり低下している。同じことが、両グループ間の連結性についても言える。その結果、開発・設計系 (A4、B4) の連結機能の低下も顕著である。そして、やや驚きであるが、同じく表３Ｂから (縦軸の A4、B4 に対応する行参照)、研究開発の成果を市場と結びつける要 (かなめ) の位置を占めている開発・設計系 (A4、B4) に向いているとする人々でも、A5 (製品知識に基づいて技術知識に気づく) や B5(技術知識に基づいて製品知識に気づく) に示される量産系が向いていないと考えている。

（４） おわりに

本調査結果の統計分析によれば、イノベーションを効率よく生み出すためには、人々の旺盛な知識欲、目的意識の高さ、社会的関心の深さが重要であることがうかがえる。しかも、それらを自律的に醸成するために、長期的な視点に立ち腰の据わった組織・事業経営の仕組みが求められている。イノベーションの出現確率向上に王道はないということだと思われる。

ネットワーク分析によれば、人々の意識レベルには、技術革新のシーズ (種) が研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されるとする旧来のリニアモデル的発想が色濃く残っている。しかも、驚きでもあるが、そのような傾向が、研究系のみならず研究開発成果を市場と結びつける要の位置にある開発・設計系の人々にも顕著である。

上記の特徴は、日本物理学会への調査前後に実施した応用物理学会ならびに電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティへの調査でも同じく確認することができる。このような分析結果は、日本のサイエンス型産業において異分野にまたがる知識の結集速度がなかなか上がらない要因の一端を垣間見せてくれている。

２．２．３．２　電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ調査

（１）電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ『イノベーション・プロセス調査』の概要

本調査実施主体は、文部科学省科学技術政策研究所・第一研究グループ（責任者は筆者）である。[36]　アンケート調査の対象は、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティの個人会員7448名（ほぼ全員）の方々である。　調査は、2006年11月20日～2006年12月末日の期間中に実施され、1488名の方々に御回答いただいた（回収率：20.0%）。回答状況の結果を、項目別に以下に記す。なお、各項目の数値は、未回答者を除くものである。

（年齢・男女比率）　回答者の平均年齢は、50歳と比較的高い。高い理由の一つは、60歳以上が全体の23%であることによる。男女比率は、男性99%、女性は1%であった。平均勤続年数は、18年と『賃金構造基本統計調査』（厚生労働省）による従業員1000人以上の大企業平均15年をも越えている。

（学歴）　最終学歴に関しては、大学院修士卒が48%と最も多く、大学卒27%、大学院博士卒 22%、高校・高専・その他 3%となっている。また、博士号を保有する人々（学部卒を含む）は、48%とかなり多い。

（転職率）　転職率は、33%が転職経験有りと答えている。ただし、転職経験回数を見ると、1回が71%と最も高い。さらに転職経験2回を含めると、全回答者の91%となる。

（研究分野）　主なる研究分野として多いのは、光エレクトロニクス（19%）、電子デバイス（18%）、集積回路（13%）、マイクロ波（11%）、電子部品・材料（10%）となっている。

（海外留学・勤務経験）　海外留学・勤務経験者は、24%とほぼ4人に一人の割合である。ただし、圧倒的多数が3年未満である。

（所属・組織構成）　所属組織別構成は、民間企業が69%、大学等が25%、国公立試験研究機関・独立行政法人・特殊法人研究機関等が4%、その他（公益法人研究機関等）が2%となっている。民間企業では、従業員規模1000人以上の大企業に属する人々が77%と圧倒的に多い。

回答者の職位で最も多いのは、「課長・グループリーダークラス」19%、次に「部長・プロジェクト長、助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在）」18%、「総括部長・センター長・室長、教授クラス」18%、「主任・一般研究員（技師）クラス」16%と続いている。この4つで71%を占めている。

---

[36] 本調査実施に際しては、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティの保立和夫・会長（東京大学大学院 工学系研究科電子工学専攻・教授）をはじめ、同企画会議メンバー、立野公男氏（当時科学技術政策研究所）、学会事務局の方々から全面的な御協力をいただいた。これらの皆様ならびに調査に御協力をいただいた多数の会員の皆様に深く御礼申し上げたい．なお，本アンケート調査に関するすべての責任は，実施責任者（中馬宏之）が負う．

（論文・学会活動・特許出願）　最近 5 カ年の論文・特許数については、査読付きの国内外学術論文総数の平均件数が 7 本、うち英語論文が平均 6 本、国内外での学会発表が平均 22 件、国内外特許出願が 11 件となっている。なお、英文での学術論文を 1 本以上公刊した人々に限ると、国内外学術論文総数の平均論文数は 11 本に上昇する。査読付きの国内外学術論文がない人々、英文学術論文がない人々、国内外での学会発表がない人々、国内外特許出願がない人々が、各々33%、37%、25%、26%いる。

（イノベーション）

最後に、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出された“イノベーション”（設問では「市場を通じて社会生活に変革をもたらす創造的な発見・発明・改良」と定義）の件数については、「特になし」が 52%と最も多い。「有」と答えている回答者のうち、「1～2 件」が 30%、「3～5 件」が 13%、「5～10 件」が 2%、「10 件以上」が 3%である。

（2）調査分析方法と結果

本論では、統計分析とネットワーク分析を実施した。従って、以下では、各々について分析方法と結果の概略を紹介する。

①統計分析の方法

統計分析では、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出されたイノベーションの数が、回答者の様々な属性の違いをコントロール（制御）しながら、14 大項目に属する 64 の設問への回答とどのような相関関係にあるかを検討した。ただし、64 の設問への回答間には、統計的な意味での独立性を十分に確保できない。さらに、イノベーションの数は、5 つの間隔値（0、1～2 件、3～5 件、5～10 件、10 件以上）でしか与えられていない。従って、単純な多重回帰分析の適用はふさわしくない。

本分析では、上記のデータ上の制約を勘案し、イノベーションの数を被説明変数とし、回答者の年齢等の個人属性を示す 16 個の変数を説明変数として常に用いた。しかも、もう一つの説明変数として、64 個の設問への回答状況（0 か 1 の値をとるダミー変数）を、一つずつ出し入れする形の回帰分析を行った。推定方法としては、被説明変数が間隔値であるという制約を勘案し、経済学で良く用いられている順序プロビット推定法 2)と呼ばれる方法を用いた。

②統計分析の結果

上記 14 の大項目に関する推定式に基づいて逐次検討下結果は、下記のようにまとめることができる。

（関心のある事柄）　未知・未開拓な現象・性質・機能を技術や製品コンセプトとして具現化することに関心がある。

（仕事上の実感）　ふだんの仕事の中で「真理の探求をしている」「社会に貢献している」「自組織（自社）に貢献している」「知識・ノウハウが累積的に研ぎ澄まされていく」という実感がある。

（科学・技術に関する一般的な印象・意識）　ふだんの仕事の中で科学的知識と技術的知識の違いを意識している。

（学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション）所属学会は、自らの人的なネットワークを広げるために重要な役割を果たしている。出身学校とのつながりは、自らの人的なネットワークを広げるために重要な役割を果たしている。自組織（含む海外）の異分野の専門家と平均週１回以上ディスカッションしている。

（職場の異分野度・異質度）　職場の「理工系人材中の“生え抜き（新学・院卒で入職してきた人々）”比率」、「理工系人材（大学の場合、院生を含む）中の同一分野の専門家比率」は９０％以上である。

（職場における知識・情報共有の仕組み）　知識・ノウハウが「幅広く深いレベルで互いに共有化される仕組みがある」「かなり電子データベース化されている」。職場では、情報データベースが、職場での上下関係に関係なく平等にアクセス可能である。

（IT（情報技術）の効用）　ＩＴの利用により「他組織（他社）の専門家とのコミュニケーション効率」「自組織（自社）内のコミュニケーション効率」、「異分野に関する自らの知識の幅と深さ」、「互いの貢献状況・貢献度の透明性・客観性」「各自の行動が全体最適につながる度合い」が格段に高まっている。

（人文・社会科学の必要度）　社会学を学びたい。

（職場での活動の自由度と評価・育成環境）　失敗のもたらす学習機会の重要性が尊重されている。各自の成果が長期的な観点から評価される傾向が強く、長期的に人を育てようとしている。

（所属職場と社会の近接度・貢献度）　成果が人々の暮らしや産業構造にどのような影響を与えるかを意識している。「自社（自組織）と社会や関連する市場との接点」、「部門間や学科・研究室間の相互依存性」、「各メンバーの貢献状況や貢献度」が見えやすい。

（職場での発見・発明・改良に関する市場の特徴と相関）　市場ニーズが明確なため発見・発明・改良を市場開拓のために活かしやすい。

（組織内外での協力・協調の幅と深さ）　「自組織（自社）内での専門家間」「「他組織（他社）の専門家との」協力・協調がおおむね最適な幅と深さで実施されている。

（増大する複雑性・リスクへの対応）　事前の的確な方向性の見定めにくさを事後的な柔軟性の確保で補う仕組みが導入されている。テクノロジーと市場の複雑化に対処のため、外部組織との分業・協業が進展している。職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化（既存モジュールを整理・統合し互いに独立性の高いモジュールに再構成すること）が進んでいる。

他方、イノベーションの出現確率に有意なマイナスの影響を与えがちな「職場環境」の条件は、下記のようになっている。

（職場における知識・情報共有の仕組み）　知識・ノウハウが実質的にほとんど属人的なものとなっている。
（人文・社会科学の必要度）　人文・社会科学は学びたくない。

③統計分析の含意

これらの分析結果によれば、イノベーションが起こりやすい職場では、人々に技術・製品としての具現化意欲が高く、しかも社会科学への関心が高い。さらに、未知・未開拓な現象・性質・機能への知識欲や社会・自社・自組織に貢献しているという実感の高さも有意に顕著である。また、職場の成果が暮らしや産業構造に与える影響も常に意識している。従って、イノベーションの出現確率を上げるには、まず人々の意欲の大きさ・社会的関心の深さが重要な役割を果たしていることがうかがえる。

加えて、そのような職場では、失敗のもたらす学習機会を尊重し、人々を長期的な視点から評価している。そして、職場内での知識・ノウハウの共有度やコミュニケーション効率も高い。しかも、その際、ＩＴが特に有効活用されている。また、異分野・他組織との交流もかなり推奨されている。また、イノベーションが起こりやすい職場は、社会との接点が見えやすい立ち位置にあることが多く、市場ニーズが捉えやすい。ただし、いずれの職場でも、不確実な事象に直面した際の組織的な柔軟性も確保されている点は興味深い。これらの点は、イノベーションの出現確率を上げることに、組織経営上の仕組みが大きな影響を与えていることを示唆している。
さらに、人々の人文・社会科学への興味が薄い職場、知識・ノウハウの属人度が高い職場でイノベーションが生まれにくくなっているという推定結果は、人々の目的意識性や組織経営上の仕組みの重要性を再確認する意味でも興味深い。

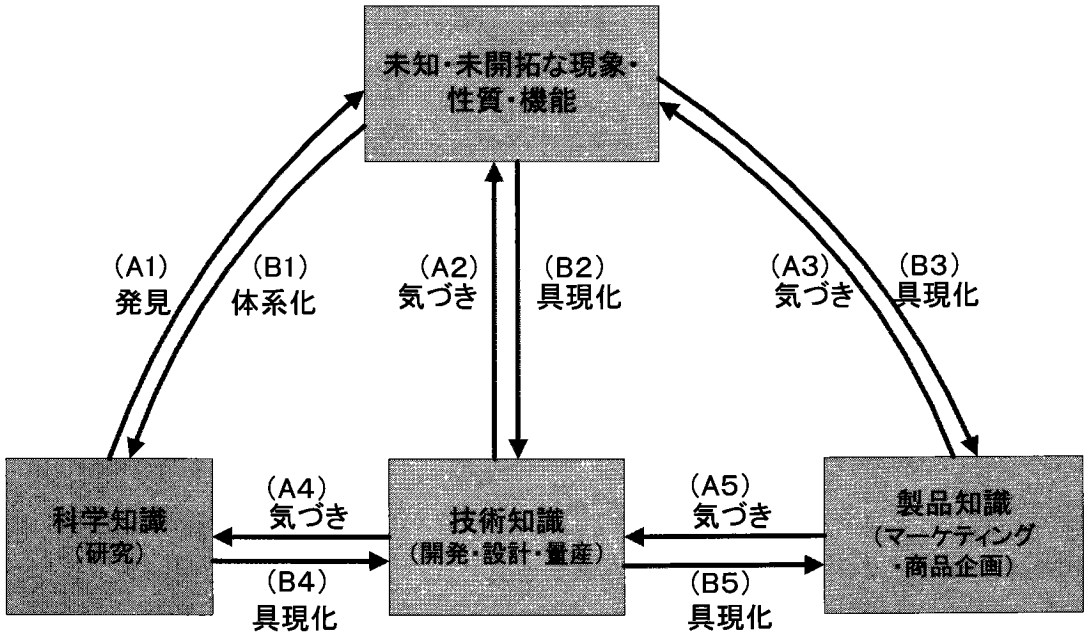
（２）ネットワーク分析の方法

経済学では、研究開発システムを、大きく連鎖型モデルとリニア型モデルに分けている。連鎖型研究開発システムとは、図表 2.2.3.4 に示されているような、技術革新のシーズ（種）・ニーズが、研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門や市場との間の重複した連鎖関係によって結びつけられながら市場化されていくシステムをさしている。一方、リニア型研究開発システムとは、技術革新のシーズ（種）が、研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されていくとする技術プッシュ型のシステムをさしている。
本アンケート調査では、回答者達が所属する企業・組織の研究開発システムの特性を知るために、図表 2.2.3.4 の中の（A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5）として示され

ている領域の中から、重複を許して“自分が現在担当している領域”と“自分に向いていると思う領域”を選んでいただいた。そして、それぞれの領域を図表 2.2.3.4 に示される研究開発ネットワーク上のノード（結節点）と見なし、回答者全体がそれらのノード間に渡ってどのような頻度で“掛け持ち”をしているかの数値を求めてノード間のネットワーク状況を描いてみた。

図表 2.2.3.4：連鎖型研究開発システムの概念図

<研究・開発・量産・製品化プロセスの相互依存状況>



（３）ネットワーク分析の結果

Ａ．自分が現在担当している領域

“自分が現在担当している領域”（表２Ａ）の縦軸の項目（A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5）は、上記図表 2.2.3.4 の各領域に対応している。表１Ａの縦軸の A1 と横軸の A1 の交わる所の数値は、図１の A1（“科学知識”を使って“未知・未開拓な現象・性質・機能”を発見する領域）に従事する人々が 377 名いることを示している。表では、300 名以上のマス目が色づけされている。

第１列 A1 に対応する行をさらに右方向に見ていくと、A1（縦）と B1（横）の交わる所の 221 名は、図表 2.2.3.4 の A1 に加え B1（“未知・未開拓な現象・性質・機能”を科学知識として体系化する領域）を担当している人々の数をさしている。その他の数値も、すべて同じように定義されている。

表２Ａによれば、回答者が最も多いのは、B4（科学知識を技術知識に具現化する）を担当している 709 名である。それに、B5（技術知識を製品知識に具現化する）の 626 名、B2（“未

知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の 584 名、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 471 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 438 名が続いている。

このことから、多くの回答者が開発・設計・量産といった領域の仕事に従事していることが分かる。また、研究（A1、B1）領域に従事している人々も比較的多い。他方、市場に近い製品企画・マーケティング領域（A3、B3）に従事している人々はかなり少ない。

表２A：現状の担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	377	221	190	185	40	42	163	222	29	58
B1	221	304	136	169	32	34	132	174	28	39
A2	190	136	471	353	70	62	229	252	108	169
B2	185	169	353	584	65	98	202	323	120	198
A3	40	32	70	65	114	75	43	47	66	76
B3	42	34	62	98	75	153	43	68	57	103
A4	163	132	229	202	43	43	438	357	132	176
B4	222	174	252	323	47	68	357	709	158	290
A5	29	28	108	120	66	57	132	158	324	262
B5	58	39	169	198	76	103	176	290	262	626

各領域を担当する人々が、どれほど多彩な領域の仕事に携わっているかを示したのが表２Ｂである。表２Ｂの対角要素の右側にある比率は、表２Ａ対角要素の右側にある数値を当該行の対角値で割って求めた値である。表は対称な行列である。表中では、0.50 以上の比率を示すマス目（対角点をのぞく）に色づけしてある。

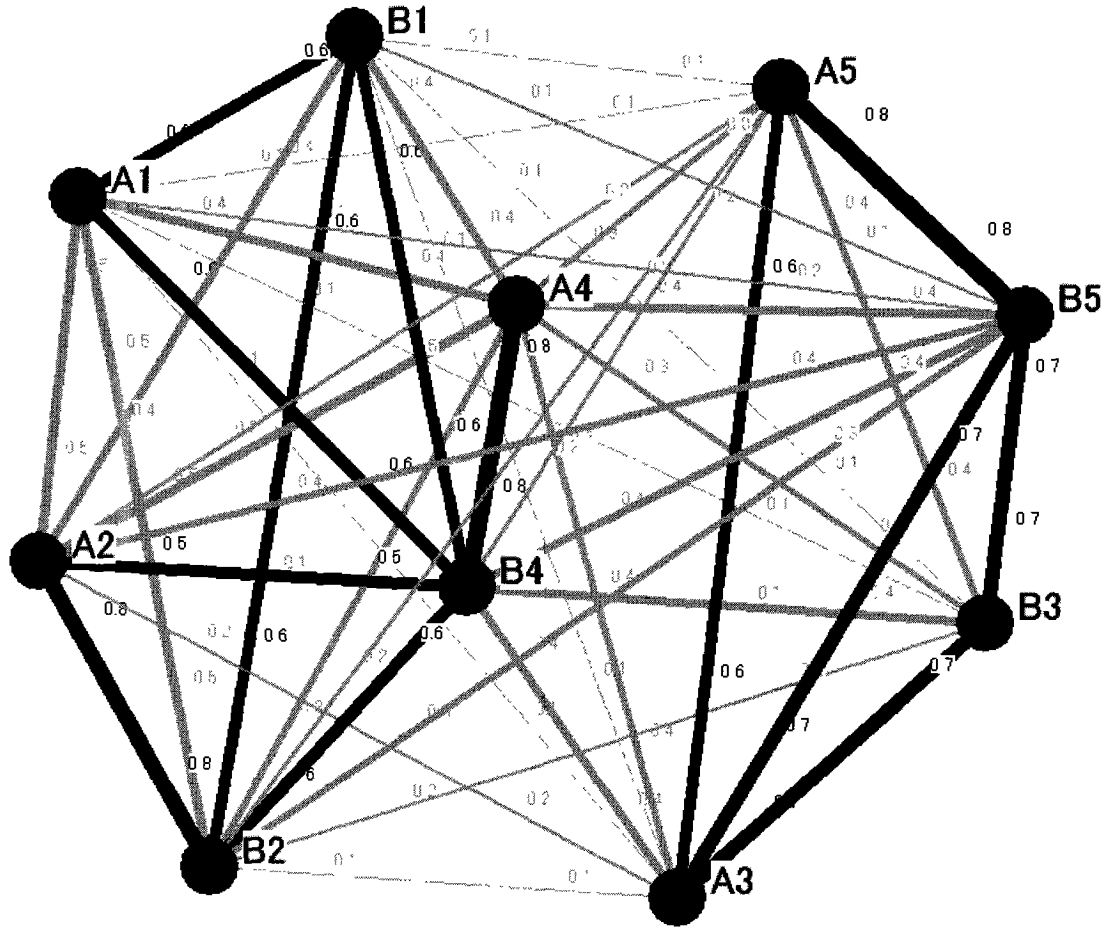
表２Ｂによれば、一般的に(A1、B1)、(A2、B2)、・・、(A5、B5)と対になった部分での値が大きい。従って、これらの領域では“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に関連している。各マス目の数値から判断すると、B4（科学知識を技術知識に具現化する）に属する領域を担当している人々に、幅広く担当している人々が多い。

表２B：現状の担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.59	0.50	0.49	0.11	0.11	0.43	0.59	0.08	0.15
B1	0.59	1.00	0.45	0.56	0.11	0.11	0.43	0.57	0.09	0.13
A2	0.50	0.45	1.00	0.75	0.15	0.13	0.49	0.54	0.23	0.36
B2	0.49	0.56	0.75	1.00	0.11	0.17	0.35	0.55	0.21	0.34
A3	0.11	0.11	0.15	0.11	1.00	0.66	0.38	0.41	0.58	0.67
B3	0.11	0.11	0.13	0.17	0.66	1.00	0.28	0.44	0.37	0.67
A4	0.43	0.43	0.49	0.35	0.38	0.28	1.00	0.82	0.30	0.40
B4	0.59	0.57	0.54	0.55	0.41	0.44	0.82	1.00	0.22	0.41
A5	0.08	0.09	0.23	0.21	0.58	0.37	0.30	0.22	1.00	0.81
B5	0.15	0.13	0.36	0.34	0.67	0.67	0.40	0.41	0.81	1.00

このような状況をより分かりやすく一目瞭然化したのが図表 2.2.3.5 である。図表 2.2.3.5 は、表２Bの領域をネットワーク・グラフ上のノード（結節点）と見なし、表２Bの比率をノード間の連鎖関係の強さと解釈して図式化したものである。ノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれている。比率が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わるよう描かれている。線の長さには意味がない。

図表 2.2.3.5：現状の担当領域間の連鎖状況



また、図中には、見えにくいが、表２Ｂに対応した数値が明示してある。なお、A1-B2 や A2－A4 間の結び付きの強さは 0.5 と明示されているが、灰色の線になっている。これは、表２B に示されているように、両者間での結び付きが 0.50 未満であるためである。

図表 2.2.3.5 によれば、研究・開発・設計系グループ｛(A1、B1)、 (A2、B2)、(A4、B4)｝とマーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3、B3)、(A5、B5)}の各々において、(同時に従事している度合いで測った) 連結性は高い。他方、両グループ間の連結性は、両グループ内の連結性に比べるとかなり低い。ただし、両グループ間の連結性の低さは、開発・設計系に従事している回答者 (A4、B4)、特に B4 (科学知識を技術知識に具現化する→開発・設計) 分野がメインな人々によって補完されている。

Ｂ．自分に向いている領域

「自分に向いている領域」に対する回答結果に基づいた表が、表３Ａと表３Ｂである。表３Ａによれば、回答者が最も多いのは、B4 (科学知識を技術知識に具現化する) を担当している 682 名である。それに、B2 (“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する) の 535 名、A2 (技術知識に基づいて“未知・未開拓な現象・性質・機能に気づ

く）の 439 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 416 名が続いている。
表２Ａと比べて特に対照的な点は、B5（技術知識を製品知識に具現化する）が 391 名と、実際に担当している 626 名から大幅に減少している点である。また、マーケティング・営業技術分野（A3、B3）は、担当したいとする人々がかなり少ない。従って、回答者の多くは、図表 2.2.3.4 の（A2、B2）と（A4、B4）に対応する開発・設計グループ入りは望んでいるが、製品に直結する量産分野（B5）やマーケティング・営業技術分野（A3、B3）は自分に向いていないと考えている。

表３Ａ：向いていると回答した担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	356	194	142	120	24	21	116	153	16	28
B1	194	315	99	131	15	25	93	143	16	30
A2	142	99	439	294	46	31	170	165	64	79
B2	120	131	294	535	29	61	137	252	63	116
A3	24	15	46	29	90	45	23	20	49	34
B3	21	25	31	61	45	115	18	43	31	70
A4	116	93	170	137	23	18	416	301	98	102
B4	153	143	165	252	20	43	301	682	97	193
A5	16	16	64	63	49	31	98	97	228	158
B5	28	30	79	116	34	70	102	193	158	391

表３Ａの数値を、表２Ｂに習って比率化したが表３Ｂである。この表では、表２Ｂと同じく(A1、B1)、(A2、B2)、・・、(A5、B5)と対になった所の値が大きい。特に(A4、B4)と(A5、B5)の比率が高い。従って、各々領域で、“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に依存している様子が分かる。なお、各マス目の比率の大きさから判断すると、表２Ｂほど顕著ではないが、(A4、B4)、特にB4に属した領域を担当している人々に、その他の領域を幅広く担当することに自分が向いていると考えている人々が多い。

表３Ｂ：向いていると回答した担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.54	0.40	0.34	0.07	0.06	0.33	0.43	0.04	0.08
B1	0.54	1.00	0.31	0.42	0.05	0.08	0.30	0.45	0.05	0.10
A2	0.40	0.31	1.00	0.67	0.10	0.07	0.39	0.38	0.15	0.18
B2	0.34	0.42	0.67	1.00	0.05	0.11	0.26	0.47	0.12	0.22
A3	0.07	0.05	0.10	0.05	1.00	0.50	0.26	0.22	0.54	0.38
B3	0.06	0.08	0.07	0.11	0.50	1.00	0.16	0.37	0.27	0.61
A4	0.33	0.30	0.39	0.26	0.26	0.16	1.00	0.72	0.24	0.25
B4	0.43	0.45	0.38	0.47	0.22	0.37	0.72	1.00	0.14	0.28
A5	0.04	0.05	0.15	0.12	0.54	0.27	0.24	0.14	1.00	0.69
B5	0.08	0.10	0.18	0.22	0.38	0.61	0.25	0.28	0.69	1.00

図表 2.2.3.6：向いているとする担当領域間の連鎖状況

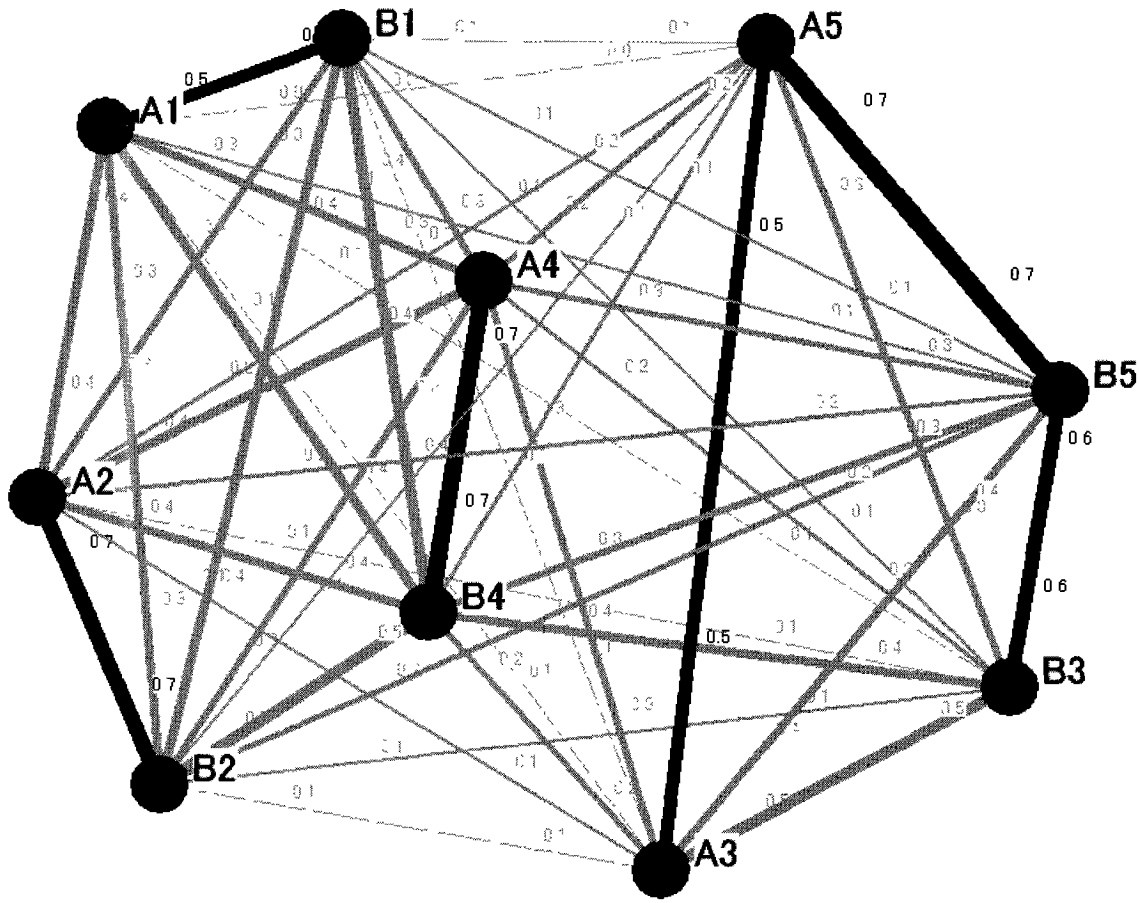


表３Ｂの状況を一目瞭然化したものが、図表 2.2.3.6 である。図表 2.2.3.6 でも、ノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれている。値が 0.50

を越えると線の色が灰色から黒色に変わる。線の長さには意味はない。また、図中には、表３Ｂに対応した数値が明示してある。なお、B2－B4 間や A3-B3 間の結び付きの強さが 0.5 と明示されているが線は灰色である。これは、両者間での結び付きが 0.500 未満であるためである。

図表 2.2.3.6 を図表 2.2.3.5 と比較すると、ノード間の関係がより薄くなっている。実際、各々のペア(Ai、Bi) i＝1、2、3、4、5 では結び付きが強いが、ペアとペアの間の結び付きがかなり弱い。従って、多くの回答者は、「現状の担当領域」よりもかなり狭い範囲の仕事を望んでいる。また、図表 2.2.3.6 によれば、研究・開発・設計系グループ{(A1、B1)、(A2、B2)、(A4、B4)}とマーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3、B3)、(A5、B5)}との間の連結性が図表 2.2.3.5 に比べてより低下している。加えて、開発・設計系（A4、B4）の連結機能もかなり低下している。

また、表３Ｂが示しているように（縦軸の A3、B3、A5、B5 に対応する行参照)、回答者の多くが自らは研究・開発・設計系{(A1、B1)、(A2、B2)、(A4、B4)}には向いているが、製品化に直結する量産系(A5、B5)やマーケティング・営業技術系(A3、B3)は向いていないと考えている。そして、やや驚きであるが、同じく表３Ｂから（縦軸の A4、B4 に対応する行参照)、研究開発の成果を市場と結びつける要（かなめ）の位置を占めている開発・設計系（A4、B4）の人々でも、A4（科学知識に基づいて技術知識に具現化する）の人々は B3（未知・未開拓な現象・性質・機能を製品に具現化する）が、そして、B4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の人々は A5（製品知識に基づいて技術知識に気づく）が向いていないと考えている。

（４）おわりに

本調査結果の統計分析によれば、イノベーションを効率よく生み出すためには、人々の旺盛な知識欲、目的意識の高さ、社会的関心の深さが重要であることがうかがえる。しかも、それらを醸成するために、長期的な視点に立ち腰の据わった組織・事業経営が求められている。イノベーションの出現確率向上に王道はないということだと思われる。

ネットワーク分析によれば、人々の意識レベルには、技術革新のシーズ（種）が研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されるとする旧来のリニアモデル的発想が色濃く残っている。しかも、驚きでもあるが、そのような傾向が、研究系のみならず研究開発成果を市場と結びつける要の位置にある開発・設計系の人々にも顕著である。

上記の特徴は、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティへの調査前後に実施した応用物理学会ならびに日本物理学会への調査でも同じく確認することができる。このような分析結果は、日本のサイエンス型産業において異分野にまたがる知識の結集速度がなかなか上がらない要因の一端を垣間見せてくれている。

２．２．３．３．応用物理学会エレクトロニクスソサイエティ調査

（１）　応用物理学会『イノベーション・プロセス調査』の概要

本調査実施主体は、文部科学省科学技術政策研究所・第一研究グループ（責任者は筆者）である。[37]　アンケート調査の対象は、応用物理学会の個人会員のうち無作為に抽出された9996名（約44%）の方々である。[38]　調査は、2006年3月13日～2006年4月30日の期間中に実施され、1608名の方々に御回答いただいた（回収率：16%）。[39]　回答状況の結果を、項目別に以下に記す。なお、各項目の数値は，未回答者を除くものである。

（年齢・男女比率）　回答者の平均年齢（標準偏差）は、46歳（12歳）と比較的高い。高い理由の一つは、50歳以上が全体の33%である一方、30歳未満が5%しかいなかったことによる。男女比率は、男性 97%、女性は 3%であった。平均勤続年数（標準偏差）は、15年（10年）と『賃金構造基本統計調査』（厚生労働省）による従業員1000人以上の大企業平均とほぼ同じである。ただし、散らばり具合が大きい。60歳以上が13%で、その中には勤続30年以上を超える人々（最長60年）が50%もいることによる。

（学歴）　最終学歴に関しては、大学院修士卒が41%と最も多く、大学院博士卒39%、大学卒19%、高校・高専・その他１%となっている。また、博士号（Ph.D.）を保有する人々（学部卒を含む）は、37%とかなり多い。博士号を有と回答した人々の内訳は，民間企業が39%，大学等が45%，国公立試験研究機関・独立行政法人・特殊法人研究機関等が14%，その他が2%である．

（転職率）　転職率は、37%が転職経験有りと答えている。ただし、転職経験回数を見ると、１回が64%と最も高い。さらに転職経験2回を含めると、全回答者の86%となる。

（研究分野）　主なる研究分野は、薄膜・表面（13%）、半導体Ａ：シリコン（11%）、半導体Ｂ：探索的材料・物性・デバイス（10%）、光エレクトロニクス（9%）、光（7%）、結晶工学（7%）、有機分子・バイオエレクトロニクス（6%）、放射線・プラズマエレクトロニクス（5%）、計測・制御（5%）、ビーム応用（5%）、応用物性（4%）、量子エレクトロニクス（3%）、応用物理一般（3%）、超伝導（3%）、非晶質・微結晶（2%）、その他（7%）となっている。

（海外留学・勤務経験）　海外留学・勤務経験者は、24%とほぼ4人に一人の割合である。ただし、3年以上の留学・勤務経験者は4%とかなり少なく、経験者の圧倒的多数が3年未

---

[37] 本調査実施に至るプロセスにおいては，応用物理学会の榊裕之・前会長（東京大学），尾浦憲治郎・現会長（大阪大学）をはじめ，久間和生・（当時）広報教育担当理事（三菱電機先端技術総合研究所（当時））、深田哲生氏（三菱電機）ならびに学会事務局の方々から全面的な御協力をいただいた．これらの皆様ならびに調査に御協力をいただいた多数の会員の皆様に深く御礼申し上げたい．なお，本アンケート調査に関するすべての責任は，実施責任者（中馬宏之）が負う．

[38] 調査時点では，全個人会員の４８%が企業，２９%が大学，７%が官公庁，１２%が学生であった．数値は，調査の際にいただいた同学会パンフレット（『社団法人　応用物理学会の概要』）による．

[39] 調査の実施に際しては，同学会事務局の全面的な御支援・御協力をいただき，個人情報保護の観点から匿名性・機密性の維持等々を含め最大限の配慮をさせていただいた．

満である。なお、民間企業勤務者に限定すると、海外留学・勤務経験者比率は 16%に低下する。一方、大学勤務者の同比率は47%とかなり高くなる。

（所属・組織構成）　所属組織別構成は、民間企業が 57%、大学等が 30%、国公立試験研究機関・独立行政法人・特殊法人研究機関等が 11%、その他（公益法人研究機関等）が 2%となっている。標本には学生も含まれているので、構成比率で見ると、調査実施当時の応用物理学会個人会員の母集団比率（前述）に比べて民間企業の比率がかなり高くなっている。また、民間企業では、従業員規模 1000 人以上の大企業に属する人々が 79%と圧倒的に多い。

回答者の職位で最も多いのは、「主任・一般研究員（技師）クラス」23%で、以下「総括部長・センター長・室長、教授クラス」17%、「部長・プロジェクト長、助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在)」16%、「課長・グループリーダークラス」16%、「主任研究員（技師）・大学講師・研究助手クラス」14%の 5 つである。これらの 5 つの職位で全体の 85%を占めている。この他、「退官、退職された人」4%、「研究所長、学部長クラス以上」4%、「ポスト・ドクタークラス」4%、「その他（研究補助員等)」3%となっている。

（論文・学会活動・特許）　最近 5 カ年の論文・特許数については、査読付きの国内外学術論文総数の平均件数が 12 本、うち英語論文が平均 11 本、国内外での学会発表が平均 23 件、国内外特許出願が 10 件となっている。なお、英文での学術論文を 1 本以上公刊した人々に限ると、国内外学術論文総数の平均論文数は 15 本に上昇する。

査読付きの国内外学術論文がない人々、英文学術論文がない人々、国内外での学会発表がない人々、国内外特許出願がない人々が、各々21%、24%、16%、20%いる。ただし、この数値は、博士号を持っている人々に限ると、7%、9%、6%、20%と、特許出願を除く前 3 項目について大幅に低下する。さらに、これらの比率を（研究補助員等の人々を除いた）大学・国研等に勤めている人々に限定すると、2%、3%、1%、28%とさらに前三項目が急減するとともに、国内外特許出願のない人々の比率も増える。

（イノベーション）　最後に、回答者が所属する職場で最近 5 年間に生み出された“イノベーション”（設問では「市場を通じて社会生活に変革をもたらす創造的な発見・発明・改良」と定義）の件数については、「特になし」が 60%と最も多い。「有」と答えている回答者のうち、「1～2 件」が 28%、「3～5 件」が 10%、「5～10 件」が 2%、「10 件以上」が 2%である。これらの回答状況から判断すると、調査におけるイノベーションの定義に主観性が入っている余地もあるが、回答者の多くに“比較的大きな影響を社会に与えたイノベーション”と解釈して貰えているようである。

（2）　調査分析方法と結果

本論では、統計分析とネットワーク分析を実施した。従って、以下では、各々について分析方法と結果の概略を紹介する。

①統計分析の方法と結果

A．分析方法

統計分析では、回答者が所属する職場で最近５年間に生み出されたイノベーションの数（＝被説明変数）が、回答者の様々な属性の違いをコントロール（制御）しながら、14 大項目[40]に属する 64 の設問への回答（＝説明変数）とどのような相関関係にあるかを検討した。ただし、64 の設問への回答としての説明変数の間には、統計的な意味での独立性を十分に確保できない。さらに、イノベーションの数は、5 つの間隔値（0、1～2 件、3～5 件、5～10 件、10 件以上）でしか与えられていない。従って、単純な多重回帰分析の適用はふさわしくない。

本報告書では、上記のデータ上の制約を勘案して次のような回帰分析を行った。具体的には、イノベーションの数を被説明変数とし、回答者の年齢等の個人属性を示す 18 個の変数を説明変数[41]として常に用いた。そして、もう一つの説明変数として、64 個の設問への回答状況（0 か 1 の値をとるダミー変数として表現）を、一つずつ出し入れする形の回帰分析を行い、各々の設問への回答状況がイノベーションの数に与える影響度について統計的な有意性を検討した。[42] 推定方法としては、被説明変数が間隔値であるという制約を勘案し、経済学で良く用いられている順序プロビット推定法 3)と呼ばれる方法を用いた。

B．分析結果

14 の大項目の一つである「関心のある事柄」に関する推定結果を示しているのが表１である。この表で変数 q1_1Agree は、第１番目の質問項目「未知・未開拓な現象の背後に潜む因果関係の探求に関心がある」に対する選択肢（1. 全くそう思う、2. まあそう思う、3. どちらとも言えない、4. あまりそう思わない、5. 全くそう思わない）の中で、「1. 全くそう思う」か「2. まあそう思う」を選んでいれば１を、そうでなければ０の値をとるダミー変数である。

変数 q1_2Agree、q1_3Agree、q1_4Agree も、各々「未知・未開拓な現象の発見・気づきの感度を高めることに関心がある」、「未知・未開拓な現象を技術として具現化することに関心がある」、「未知・未開拓な現象を製品コンセプト（概念）として具現化することに関心がある」という回答に対応して q1_1Agree と同じように定義されている。

---

[40] 大項目：“関心のある事柄”，“仕事上の実感”，“科学技術に関する一般的な印象”，“学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション”，“職場の異分野・異質度”，“職場における知識・情報共有の仕組み”，“IT 活用”，“人文・社会科学の印象・必要度”，“職場での評価・育成環境”，“職場の社会との接近度及び貢献度”，“職場での発見・発明・改良に関連するマーケットの特徴との相関”，“職場内外での協力・協調の幅と深さ”，“研究開発対象・プロセスの特徴”，“増大する複雑性・リスクへの対応”

[41] 個人属性とは，下記に関連する変数である：「年齢」，「博士の有無」，「転職経験の有無」，「担当領域（研究，開発・量産，マーケティング）」，「研究分野（電子デバイス，電子部品・電子材料，マイクロ波，集積回路，光エレクトロニクス）」，「民間企業勤務の有無」，「退官・退職の有無」，「国内外学術論文の有無」，「国内外特許出願の有無」

[42] イノベーションの数と各設問回答状況とのクロス表を作成し，分割表としての有意性に関するカイ自乗検定などを行う方法も考えられる．ただし，この方法では，個人属性のコントロールを十分に行うことができない．

図表2.2.3.7　関心のある事柄：順序プロビット推定結果（サンプル数＝1538）

生みだされた"イノベーション"数	推定係数	P>|z|：有意水準	推定係数	P>|z|：有意水準	推定係数	P>|z|：有意水準	推定係数	P>|z|：有意水準
q1_1Agree	-0.040	0.69						
q1_2Agree			0.081	0.41				
q1_3Agree					0.220	0.02		
q1_4Agree							0.245	0.00

図表 2.2.3.7 の第 2 欄は、変数 q1_1Agree に関わる係数の推定値、第 3 欄は同推定値の有意水準を示している。q1_2Agree、q1_3Agree、q1_4Agree についても、同じように係数の推定値とその有意水準が示されている。推定結果によれば、帰無仮説（＝「q1_iAgree（i＝1,2,3,4)は、生み出された“イノベーション”数に有意な影響を与えていない」）は，q1_3Agree と q1_4Agree で棄却できない（図表 2.2.3.7 で色で明示)。しかも、両変数は、各々２％あるいは１％未満の水準で有意である。従って、未知・未開拓な現象を技術や製品コンセプトとして具現化することに関心がある人々の居る職場で、イノベーション”の出現確率が有意に高くなっていると言える。

上記のような推定結果を残りの 13 の大項目についての推定式に基づいて逐次検討すると、本アンケート調査で定義した“イノベーション”（市場を通じて社会生活に変革をもたらす創造的な発見・発明）の出現確率を高める「職場環境」の条件を以下のようにまとめることができる。[43]

（仕事上の実感）
・ふだんの仕事の中で「真理の探求をしている」「社会に貢献している」「自組織（自社）に貢献している」「知識・ノウハウが累積的に研ぎ澄まされていく」という実感がある。
（学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション）
・「自組織内の異分野」「他組織」の専門家と平均１回以上ディスカッションしている。
（職場における知識・情報共有の仕組み）
・知識・ノウハウが「幅広く深いレベルで互いに共有化される仕組みがある」「かなり電子データベース化されている」。
・各自保有の知識・ノウハウの互換性・再利用性を高める必要性が痛感されている。
（IT（情報技術）の効用）
・IT の利用により「他組織（他社）の専門家とのコミュニケーション効率」「互いの貢献状況・貢献度の透明性・客観性」「各自の行動が全体最適につながる度合い」が格段に高まっ

[43] 以下では有意性５％以下の水準で判断している．ただし，ほぼすべてが１％以下の高い水準で有意となっている．

ている。
（人文・社会科学の必要度）
・経済学・法律学・歴史学・哲学を学びたいと考えている。
（職場での活動の自由度と評価・育成環境）
・失敗のもたらす学習機会の重要性が尊重されている。
・長期的に人を育てようとしている。
（所属職場と社会の近接度・貢献度）
・成果が人々の暮らしや産業構造にどのような影響を与えるかを意識している。
・「自社（自組織）と社会や関連する市場との接点」や「部門間や学科・研究室間の相互依存性」が見えやすい。
（職場での発見・発明・改良に関するマーケットの特徴と相関）
・市場ニーズが明確なため発見・発明・改良を市場開拓のために活かしやすい。
（組織内外での協力・協調の幅と深さ）
・自組織（自社）内での専門家間の協力・協調がおおむね最適な幅と深さで実施されている。
（増大する複雑性・リスクへの対応）
・事前の的確な方向性の見定めにくさを事後的な柔軟性の確保で補う仕組みが導入されている。
・職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化（既存モジュールを整理・統合し互いに独立性の高いモジュールに再構成すること）が進んでいる。

他方、イノベーションの出現確率に有意なマイナスの影響を与えがちな「職場環境」の条件は、下記のようになっている。

（職場における知識・情報共有の仕組み）
・知識・ノウハウが実質的にほとんど属人的なものとなっている。
（人文・社会科学の必要度）
・（人々が）人文・社会科学は学びたくないと考えている。
（職場での発見・発明・改良に関するマーケットの特徴と相関）
・職場で生み出される科学・技術の有用性を自組織（自社）内だけで十分に評価できない。つまり、“需要の潜在化現象”が顕著である。

C．分析の含意

これらの分析結果によれば、イノベーションが起こりやすい職場では、人々に技術・製品としての具現化意欲が高く、しかも社会科学への高い関心がある。さらに、未知・未開拓な現象・性質・機能への高い知識欲や社会・自社・自組織に貢献しているという実感が

高さも貢献も大きいようである。つまり、イノベーションの出現確率を上げるには、まず人々の意欲の大きさ・社会的関心の深さが重要な役割を果たしていることがうかがえる。加えて、そのような職場では、人を長期的な視点から大切にしており、職場内での知識・ノウハウの共有度やコミュニケーション効率も高い。また、異分野・他組織との交流もかなり推奨されている。また、職場と社会との接点が見えやすい立ち位置にあることが多く、そのために市場ニーズが捉えやすいようである。ただし、このような職場でも、不確実な事象に直面した際の組織的な柔軟性も確保されている点は興味深い。これらの点は、イノベーションの出現確率を上げることに、組織経営上の仕組みが大きな影響を与えていることを示唆している。

さらに、人々の人文・社会科学への興味が薄い職場、知識・ノウハウの属人度が高い職場、需要の潜在化現象が顕著な職場でイノベーションが生まれにくくなっているという推定結果は、人々の目的意識性や組織経営上の仕組みの重要性を再確認する意味でも興味深い。これらの結果から判断すると、ノベーションを効率よく生み出すためには、小手先ではなく、長期的な視点に立ち腰の据わった組織・事業経営が求められているようである。イノベーションの出現確率向上に王道はないということだと思われる。

（3）ネットワーク分析の方法と結果

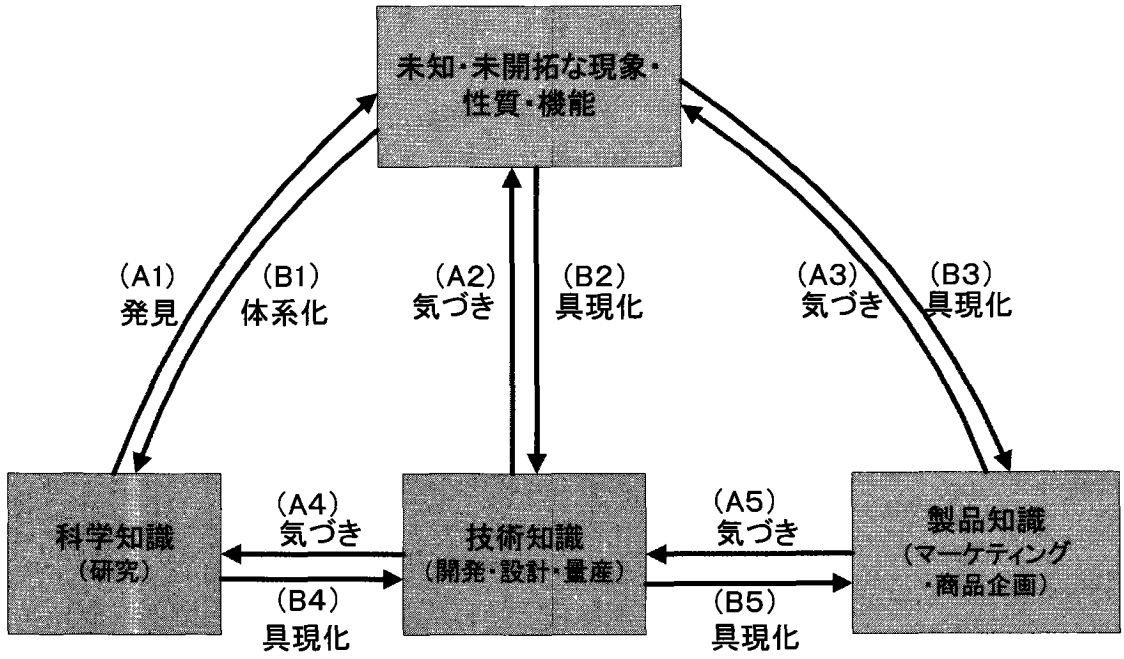
A．分析方法

ネットワーク分析では、所属する職場における研究開発システムの平均的な特性を分析対象とした。経済学では、研究開発システムを、大きく連鎖型モデルとリニア型モデルに分けている。連鎖型研究開発システムとは、図表 2.2.3.8 に示されているような、技術革新のシーズ（種）・ニーズが、研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門や市場との間の重複した連鎖関係によって結びつけられながら市場化されていくシステムをさしている。一方、リニア型研究開発システムとは、技術革新のシーズ（種）が、研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されていくとする技術プッシュ型のシステムをさしている。

本アンケート調査では、回答者達が所属する企業・組織の研究開発システムの特性を知るために、図表 2.2.3.8 の中の（A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5）として示されている領域の中から、重複を許して“自分が現在担当している領域”と“自分に向いていると思う領域”を選んでいただいた。そして、それぞれの領域を図表 2.2.3.8 に示される研究開発ネットワーク上のノード（結節点）と見なし、回答者全体がそれらのノード間に渡ってどのような頻度で“掛け持ち”をしているかの数値を求めてノード間のネットワーク状況を描いた。

図表 2.2.3.8：連鎖型研究開発システムの概念図

〈研究・開発・量産・製品化プロセスの相互依存状況〉



B．分析結果

B－1．自分が現在担当している領域

“自分が現在担当している領域”については、表2Aに示される結果が得られた。この表の縦軸の項目（A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5）は、上記図表 2.2.3.8 の領域に対応している。表1Aの縦軸のA1と横軸のA1の交わる所には652と記されているが、この数値は、図表 2.2.3.8 のA1（“科学知識”を使って“未知・未開拓な現象・性質・機能”を発見する領域）に従事する人々が652名いることを示している。表では、300名以上のマス目に色づけしている。

さらに、この行を右方向に見ていくと、A1（縦）とB1（横）の交わる所を425名が担当しているが、これは、図表 2.2.3.8 のA1に加えB1（“未知・未開拓な現象・性質・機能”を科学知識として体系化する領域）を担当している人々の数をさしている。その他の縦軸と横軸の交わる点の数値も、すべて同じように定義されている。

表２Ａによれば、回答者が最も多いのは、B4（科学知識を技術知識に具現化する）を担当している 826 名である。それに、A1（科学知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能を発見する）の 652 名、B2（“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の591名、B1（未知・未開拓な性質・性能を科学知識として体系化する）505名、A2（技術知識に基づいて未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 488 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の474名、B5（技術知識を製品知識に具現化する）の433名が続いている。

表２A：現状の担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	652	425	236	248	41	57	245	340	48	65
B1	425	505	174	206	30	36	190	279	28	35
A2	236	174	489	357	60	71	270	291	101	146
B2	248	206	357	591	56	87	248	364	101	162
A3	41	30	60	56	98	65	42	37	70	55
B3	57	36	71	87	65	136	43	63	58	85
A4	245	190	270	248	42	43	474	393	115	135
B4	340	279	291	364	37	63	393	826	137	221
A5	48	28	101	101	70	58	115	137	255	176
B5	65	35	146	162	55	85	135	221	176	433

これらのことから、回答者の多くが研究・開発・設計といった研究開発システムの上流領域に従事していることが分かる。ただし、かなり市場に近い製品企画・マーケティング領域に従事している人々も少なからずいる。

さらに、各領域を担当する人々が、そのような担当領域に加えてどれほど多彩な領域の仕事に携わっているかを示したのが表２Ｂである。表２Ｂの対角要素の右側（左側）にある比率は、表２Ａの各行の対角要素の右側（左側）にある数値を当該行（当該列）の対角値で割って求めた値である。表中では、0.50 以上の比率を示すマス目（対角点をのぞく）に色づけしてある。

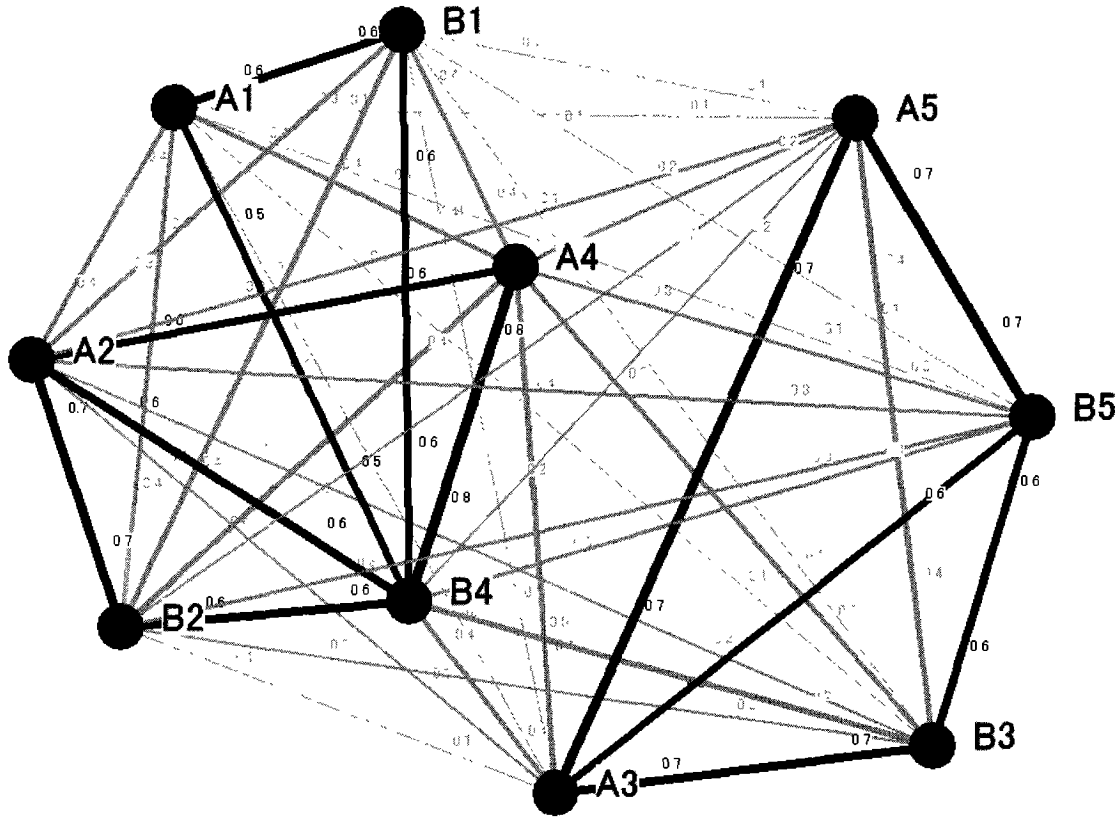
表２B：現状の担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.65	0.36	0.38	0.06	0.09	0.38	0.52	0.07	0.10
B1	0.65	1.00	0.34	0.41	0.06	0.07	0.38	0.55	0.06	0.07
A2	0.36	0.34	1.00	0.73	0.12	0.15	0.55	0.60	0.21	0.30
B2	0.38	0.41	0.73	1.00	0.09	0.15	0.42	0.62	0.17	0.27
A3	0.06	0.06	0.12	0.09	1.00	0.66	0.43	0.38	0.71	0.56
B3	0.09	0.07	0.15	0.15	0.66	1.00	0.32	0.46	0.43	0.63
A4	0.38	0.38	0.55	0.42	0.43	0.32	1.00	0.83	0.24	0.28
B4	0.52	0.55	0.60	0.62	0.38	0.46	0.83	1.00	0.17	0.27
A5	0.07	0.06	0.21	0.17	0.71	0.43	0.24	0.17	1.00	0.69
B5	0.10	0.07	0.30	0.27	0.56	0.63	0.28	0.27	0.69	1.00

表２Ｂによれば、一般的に(A1,B1),(A2,B2),・・,(A5,B5)と対になった部分での値が大きい。特に(A2,B2)と(A4,B4)の組合せの数値が高いことから、これらの領域では“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に依存していることを示している。他方、(A1,B1),(A3,B3),(A5,B5)では、相互依存性は 0.65、0.66、0.69 と高いものの、より独立性（分離性）が高くなっている。

加えて、各マス目の比率の大きさから判断すると、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）と B4（科学知識を技術知識に具現化する）に属する領域を担当している人々に、その他の領域を幅広く担当している人々が多い。このような状況をより分かりやすく一目瞭然化したものが図表 2.2.3.9 である。図表 2.2.3.9 は、表２Ｂの領域をネットワーク・グラフ上のノードと見なし、表２Ｂの比率をノード間の連鎖関係の強さと解釈して図式化したものである。

図表 2.2.3.9：現状の担当領域間の連鎖状況



しかも、ノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれ、比率が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わるように描かれている。線の長さには意味がない。また、図中には、表２Ｂに対応した数値が明示してある。なお、図中では、B3－B4 間の結び付きの強さが 0.5 と明示されているにもかかわらず灰色の線で示されている。これは、表２Ｂに示されているように、両者間での結び付きが 0.46 であるためである。図表 2.2.2.15 によれば、「現在担当している領域」に基づくと、研究・開発・設計系グループ｛(A1,B1），(A2,B2),(A4,B4)｝、マーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3,B3),(A5,B5)}のそれぞれにおいて、各グループ内での（同時に従事している度合いで測った）連結性は高い。しかし、両グループ間の連結性はかなり低い。ただし、開発・設計系に従事している回答者（A4,B4）は広範囲な領域に従事しているので、グループ間の連

結性の低さは、開発・設計系従事者によって補完されている。

Ｂ－２．自分に向いている領域

「自分に向いている領域」に対する回答結果に基づけば、「自分が現状担当している領域」に対する回答結果と同じような図表を作成することができる。具体的には、表２Ａに対応するのが表３Ａ、表２Ｂに対応するのが表３Ｂである。

表３Ａによれば、回答者が最も多いのは、B4（科学知識を技術知識に具現化する）を担当している 711 名である。それに、A1（科学知識に基づいて未知・未開拓な性質・性能を発見する）の 647 名、B2（“未知・未開拓な現象・性質・機能を技術知識に具現化する）の 527 名、B1（未知・未開拓な性質・性能を科学知識として体系化する）の 508 名、A2（技術知識に基づいて“未知・未開拓な現象・性質・機能に気づく）の 438 名、A4（技術知識に基づいて科学知識に気づく）の 410 名が続いている。

表３Ａ：向いていると回答した担当領域（実数）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	647	381	198	187	38	40	178	256	27	44
B1	381	508	133	172	24	35	153	219	23	37
A2	198	133	438	275	49	39	184	192	51	78
B2	187	172	275	527	40	61	148	257	51	91
A3	38	24	49	40	85	51	25	30	37	32
B3	40	35	39	61	51	113	19	37	24	41
A4	178	153	184	148	25	19	410	303	67	79
B4	256	219	192	257	30	37	303	711	71	149
A5	27	23	51	51	37	24	67	71	156	112
B5	44	37	78	91	32	41	79	149	112	297

表２Ａと比べて特に対照的な点は、B5（技術知識を製品知識に具現化する）が 297 名と、実際に担当している 433 名から大幅に減少している点である。従って、回答者の多くは、図表 2.2.2.14 の（A2,B2）と（A4,B4）に対応するグループ（開発・設計グループ）入りは望んでいるが、製品に直結する仕事はあまり自分に向いていないと考えている。

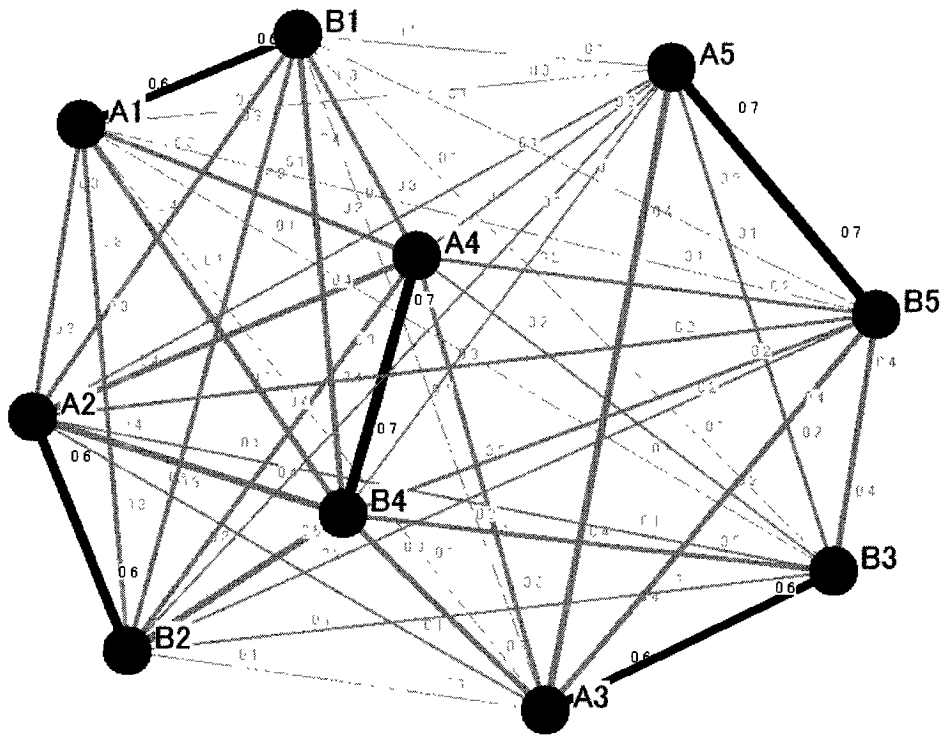
表３Ａの数値を、前述の方法に基づいて比率化したが表３Ｂである。この表によれば、表２Ｂと同じく(A1,B1),(A2,B2),・・,(A5,B5)と対になった所での値が大きい。特に(A4,B4)と(A5,B5)の比率が高い。従って、各々領域で、“具現化”と“気づき”という行為が相互に密接に依存している様子が分かる。他方、(A1,B1),(A2,B2),(A3,B3)の相互依存性は 0.59、0.63、0.60 と 0.5 を越えているが、他の領域に比べて独立性（分離性）が高い。なお、各マス目の比率の大きさから判断すると、表２Ｂほど顕著ではないが、(A4,B4)に属した領域を担当している人々に、その他の領域を幅広く担当することに自分が向いていると考えている人々が多い。

表３Ｂ：向いていると回答した担当領域（比率）

	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
A1	1.00	0.59	0.31	0.29	0.06	0.06	0.28	0.40	0.04	0.07
B1	0.59	1.00	0.26	0.34	0.05	0.07	0.30	0.43	0.05	0.07
A2	0.31	0.26	1.00	0.63	0.11	0.09	0.42	0.44	0.12	0.18
B2	0.29	0.34	0.63	1.00	0.08	0.12	0.28	0.49	0.10	0.17
A3	0.06	0.05	0.11	0.08	1.00	0.60	0.29	0.35	0.44	0.38
B3	0.06	0.07	0.09	0.12	0.60	1.00	0.17	0.33	0.21	0.36
A4	0.28	0.30	0.42	0.28	0.29	0.17	1.00	0.74	0.16	0.19
B4	0.40	0.43	0.44	0.49	0.35	0.33	0.74	1.00	0.10	0.21
A5	0.04	0.05	0.12	0.10	0.44	0.21	0.16	0.10	1.00	0.72
B5	0.07	0.07	0.18	0.17	0.38	0.36	0.19	0.21	0.72	1.00

表３Ｂの状況を一目瞭然化したものが、図表 2.2.3.10 である。図表 2.2.3.10 でも、図表 2.2.3.9 と同様にノード間の比率が高ければ高いほどノード間に 10 段階に別れた太い線が引かれ、しかも、比率が 0.50 を越えると線の色が灰色から黒色に変わるように描かれている。線の長さには意味はない。また、図中には、表３Ｂに対応した数値が明示してある。なお、図中では、B2－B4 間の結び付きの強さが 0.5 と明示されているにもかかわらず灰色の線で示されている。これは、表３Ｂに示されているように、両者間での結び付きが 0.49 であるためである。

図表 2.2.2.10：向いているとする担当領域間の連鎖状況



図表 2.2.3.10 を図表 2.2.3.9 と比較すると、ノード間の関係がより薄くなっていること

が一目瞭然である。実際、各々のペア(Ai,Bi) i＝1,2,3,4,5 では結び付きが強いが、ペアとペアの間の結び付きがかなり弱くなっている。このことから、「自分に向いている領域」に基づくと、多くの回答者が「現状の担当領域」よりもかなり狭い範囲の仕事を望んでいる様子が分かる。また、図表 2.2.3.10 によれば、研究・開発・設計系グループ{(A1,B1),(A2,B2),(A4,B4)}とマーケティング・営業技術・量産系グループ{(A3,B3),(A5,B5)}との間の連結性が図表2.2.3.9に比べてより低下している。加えて、開発・設計系(A4,B4)の連結機能もかなり低下している。

また、表３Ｂが示しているように（縦軸のA5,B5に対応する行参照)、回答者の多くが自らは研究・開発・設計系{(A1,B1),(A2,B2),(A4,B4)}やマーケティング・営業技術系(A3,B3)は向いているが、製品化に直結する量産系（A5,B5）はあまり向いていないと考えている。そして、やや驚きであるが、同じく表３Ｂから（縦軸のA4,B4に対応する行参照)、研究開発の成果を市場と結びつける要（かなめ）の位置を占めている開発・設計系(A4,B4)の人々は、量産系の領域(A5,B5)だけではなくマーケティング・営業技術系(A3,B3)にも向いていないと考えている。

（４）むすび

本調査結果の分析によれば、少なくとも応用物理学会員が所属している（あるいは所属したことのある）イノベーションが起こりやすい職場では、次のような特長がある。まず、人々に技術・製品としての具現化や社会科学への高い関心があり、彼らの未知・未開拓な現象への高い知識欲や社会・自社・自組織に貢献しているという実感が高い。さらに、そのような職場では、人を長期的な視点から大切にしており、職場内での知識・ノウハウの共有度やコミュニケーション効率も高い。また、異分野・他組織との交流もかなり推奨されている。

さらに、社会との接点が見えやすい立ち位置にあることが多く、そのために市場ニーズが捉えやすいようである。ただし、このような職場でも、不確実な事象に直面した際の組織的な柔軟性も確保されている点は興味深い。

他方、人文・社会科学への興味が薄い人々がおり、知識・ノウハウの属人度がかなり高い職場では、なかなかイノベーションが生まれにくいようである。さらに、「職場で生み出される科学・技術の社会的な有用性を、自組織（自社）内だけで十分に評価できない」という意味での需要の潜在化現象が顕著な状況に直面している職場では、予想通り、イノベーションの実現がより難しくなっている。

これらの結果から判断すると、各職場が直面している市場ニーズの見えやすさや需要の潜在化の程度といった市場特性に規定されるものの、イノベーションを効率よく生み出すためには、小手先ではなく、長期的な視点に立ち腰の据わった組織・事業経営が求められているようである。イノベーションの（事前の意味での）出現確率向上に王道はないとい

うことではないだろうか。

なお、上記の需要の潜在化現象は、テクノロジーや市場の複雑性急増に直面している現代社会において不可避な現象である。このような現象が顕著な状況下で各種組織がリニア型研究開発システムに固執すると、社会全体としても事前・事後の事業・組織運営上の柔軟性を確保した対応がなかなかできにくくなり、結果としてイノベーションの出現確率が低下していく。従って、このような状況の下では、個別の部門・組織のみならず社会全体の中で研究、開発・設計、量産、マーケティング・商品企画の諸部門や市場が連鎖状に結び付いている連鎖型研究開発システムが強く志向されることとなる。4)

ただし、ネットワーク分析によれば、人々の意識レベルには、技術革新のシーズ（種）が研究→開発・設計→試作→製品化・量産といった単線的な流れに沿って市場化されるとする旧来のリニアモデル的発想が色濃く残っている。そして、その傾向は、特に、研究開発成果を市場と結びつける要の位置にある開発・設計系の人々に顕著である。しかも、このような特徴は、応用物理学会への調査の後に実施した電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティへの調査でも同じく確認することができた。このような現況は、今後さらにテクノロジーや市場の複雑性が増大していく中、イノベーション出現確率向上を図っていく際に、大きなボトルネック（隘路）要因となる可能性がある。

巻末　日本物理学会用アンケート調査票

１．以下の設問について御自身の同意の程度に該当すると思われる番号を１つ選んで○を付けてください。なお、退官や退職された方は、退官・退職前の状況について御回答下さい。
（１．全くそう思う、２．まあそう思う、３．どちらとも言えない、４．あまりそう思わない、５．全くそう思わない）

＜関心のある事柄＞
未知・未開拓な現象の背後に潜む因果関係の探求に関心がある。　（１、２、３、４、５）
（注：本アンケートで“未知・未開拓な現象”とは、人々の潜在ニーズをも含むとします。）
未知・未開拓な現象の発見・気づきの感度を高めることに関心がある。　（１、２、３、４、５）
（注：本アンケートで“発見”とは、世界で初めて見い出す営為とします。）
未知・未開拓な現象を技術として具現化することに関心がある。　（１、２、３、４、５）
未知・未開拓な現象を製品コンセプトとして具現化することに関心がある。　（１、２、３、４、５）
＜仕事上の実感＞
ふだんの仕事の中で「真理（現象の根幹）の探究をしている」という実感がある。（１、２、３、４、５）
ふだんの仕事の中で「社会（人々の生活）に貢献している」という実感がある。　（１、２、３、４、５）
ふだんの仕事の中で「自組織（自社）に貢献している」という実感がある。　（１、２、３、４、５）
（注：本アンケートで“組織”とは、企業・大学・国研・技術研究組合・その他の法人的な組織全体とします。）
ふだんの仕事の中で「知識・ノウハウが累積的に研ぎ澄まされていく」という実感がある。（１、２、３、４、５）
＜科学・技術に関する一般的な印象・意識＞
科学は、技術よりも社会的な評価・ステータス（位置づけ）が高いという印象がある。（１、２、３、４、５）
研究は、開発よりも社会的な評価・ステータス（位置づけ）が高いという印象がある。（１、２、３、４、５）
ふだんの仕事の中で科学的知識と技術的知識の違いを意識している。　（１、２、３、４、

5）
ふだんの仕事の中で技術者と科学者の違いを意識している。　（1、2、3、4、5）

＜学会等の役割と異分野・異組織間のコミュニケーション＞
所属学会は、最先端の知識を得るために重要な役割を果たしている。　（1、2、3、4、5）
所属学会は、自らの人的なネットワークを広げるために重要な役割を果たしている。（1、2、3、4、5）
出身学校とのつながりは、最先端の知識を得るために重要な役割を果たしている。（1、2、3、4、5）
出身学校とのつながりは、自らの人的なネットワークを広げるために重要な役割を果たしている。
（1、2、3、4、5）
自組織（含む海外）内の異分野の専門家と平均週１回以上ディスカッションをしている。（1、2、3、4、5）
他組織（含む海外）の専門家と平均週１回以上ディスカッションをしている。　（1、2、3、4、5）

＜職場の異分野・異質度＞　（この設問のみ、「1．そうである」、「5．そうではない」で回答下さい）
職場の理工系人材中の“生え抜き（新学・院卒で入職してきた人々）”比率は９０％以上である。
（1、5）
（注：本アンケートで“職場”とは、“組織”内で自らが属する比較的小さな集団（グループ、研究室等）とします。）
職場の理工系人材（院生を含む）中の同一分野の専門家比率は９０％以上である。
（1、5）
職場の理工系人材（院生を含む）中の外国人比率は１０％未満である。
（1、5）
職場の理工系人材（院生を含む）中の女性比率は１０％未満である。　（1、5）
＜職場における知識・情報共有の仕組み＞
Q２３
職場には、各自保有の知識・ノウハウが、幅広く深いレベルで互いに共有される仕組みがある。

（1、2、3、4、5）
職場では、各自保有の知識・ノウハウが、かなり電子データベース化されている。（1、2、3、4、5）
職場では、各自保有の知識・ノウハウが、実質的にはほとんど属人的なものである。（1、2、3、4、5）
職場では、各自保有の知識・ノウハウの互換性・再利用性を高める必要性が痛感されている。
（1、2、3、4、5）
職場では、情報データベースが、職場での上下関係に関係なく平等にアクセス可能である。
（1、2、3、4、5）
職場では、情報データベースが、おもに管理目的で利用されている。　（1、2、3、4、5）

＜IT の効用＞
IT の利用により、他組織（他社）の専門家とのコミュニケーション効率が格段に高まっている。
（1、2、3、4、5）
（注：本アンケートで“IT”とは、組織内外で利用可能な電子ジャーナルや電子データ・資料なども含みます。）
IT の利用により、自組織（自社）内のコミュニケーション効率が格段に高まっている。
（1、2、3、4、5）
IT の利用により、自分の専門分野に関する自らの知識の幅と深さが格段に高まっている。

（1、2、3、4、5）
IT の利用により、自分の異分野に関する自らの知識の幅と深さが格段に高まっている。
（1、2、3、4、5）
IT の利用により、互いの貢献状況・貢献度の透明性・客観性が格段に高まっている。

（1、2、3、4、5）
IT の利用により、職場での各自の行動が全体最適につながる度合いが格段に高まっている。

（1、2、3、4、5）

＜人文・社会科学の印象・必要度＞

「人文・社会科学の場合、仮説の検定が難しいので、学問になりにくい」という印象がある。
（1、2、3、4、5）
ふだんの仕事の中で人文・社会科学的な知識の必要性を感じたことはない。　（1、2、3、4、5）
仕事上の必要性から下記の人文・社会科学分野の中に学びたいものがある。（複数○可）
（1．経済学、2．経営学、3．会計学、4．法律学、5．社会学、6．心理学、7．哲学、8．歴史学、9．特になし）

＜職場での評価・育成環境＞
職場では、研究テーマ設定の自由度が高い。　（1、2、3、4、5）
職場では、失敗のもたらす学習機会の重要性が尊重されている。　（1、2、3、4、5）
職場では、各自の成果が長期的な観点から評価される傾向が強い。　（1、2、3、4、5）
職場では、長期的に人を育てようとしている。　（1、2、3、4、5）
自組織（自社）には、重要だが途絶えてしまった（あるいは、途絶えてしまいそうな）技術がある。
（1、2、3、4、5）
ふだん「もう少し長い目で見守って貰えれば“ひらめき”が生まれるのに・・・」と思うことが多い。
（1、2、3、4、5）
（注：　“ひらめき”とは、「自他ともに認める仕事上の創造的なアイデア」とします。）

＜所属職場と社会との接近度及び貢献度＞
自組織（自社）の発見や発明で、人々の暮らしや産業構造に大きな影響を与えたものがある。
（1、2、3、4、5）
（注：本アンケートで“発明”とは、基本発明のみならず、それらに付随する各種の応用発明をも含みます。）
所属職場での成果が人々の暮らしや産業構造にどのような影響を与えるかを意識している。

（1、2、3、4、5）
所属職場からは、自組織（自社）と社会や関連する市場との接点が見えやすい。（1、2、

３、４、５）
所属職場からは、学科・研究室間（民間企業では部門間）の相互依存状況が見えやすい。
（１、２、３、４、５）
所属職場内では、各メンバーの貢献状況や貢献度が互いに見えやすい。（１、２、３、４、５）

＜所属職場での発見・発明・改良に関連するマーケットの特徴との相関＞
職場で生み出される科学・技術は、産業化されるまでの期間が長い。（１、２、３、４、５）
職場で生み出される科学・技術は、産業化するための投資規模・リスクが大きい。（１、２、３、４、５）
職場で生み出される科学・技術は、有用性を自組織（自社）内だけで十分に評価できない。
（１、２、３、４、５）
（以下の３問には民間の方のみお答え下さい）
市場ニーズの多様化・潜在化が、関連市場開拓のための技術・製品を絞り込みにくくしている。
（１、２、３、４、５）
（注：“市場ニーズの潜在化傾向”＝「人々が自分自身で欲求を明確にできない傾向」）
市場ニーズの激しい変化が、関連市場開拓のための技術・製品を絞り込みにくくしている。
（１、２、３、４、５）
市場ニーズの明確さが、職場での発見・発明・改良を市場開拓のために活かしやすくしている。
（１、２、３、４、５）

＜組織内外での協力・協調の幅と深さ＞
自組織（自社）内での専門家間の協力・協調は、おおむね最適な幅と深さで実施されている。
（１、２、３、４、５）
他組織（他社）の専門家との協力・協調は、おおむね最適な幅と深さで実施されている。
（１、２、３、４、５）
協力・協調で難しいのは、成果に対する互いの知的貢献度の適正な量的・質的評価である。

（１、２、３、４、５）
協力・協調で難しいのは、互いの立場の違いがもたらす利益の相反である。
（１、２、３、４、５）
協力・協調で難しいのは、互いの知識・ノウハウの互換性・再利用性の確保である。

（1、2、3、4、5）

＜研究開発対象・プロセスの特徴＞
研究開発対象・プロセスの複雑性増大が、各種の専門家間の連携を難しくしている。
（1、2、3、4、5）
研究開発対象・プロセスの複雑性増大が、科学技術的な知識・ノウハウの統合を難しくしている。
（1、2、3、4、5）
研究開発対象・プロセスの複雑性増大が、統率力に優れたリーダーの育成を難しくしている。
（1、2、3、4、5）
研究開発対象・プロセスの複雑性増大が、事前の的確な方向性の見定めを難しくしている。

（1、2、3、4、5）
研究開発対象・プロセスの複雑性増大が、事後的な柔軟性確保の重要性を増大させている。
（1、2、3、4、5）

＜増大する複雑性・リスクへの対応＞
事前の的確な方向性見定めの難しさを、事後的な柔軟性の確保で補う仕組が導入されてる。
（1、2、3、4、5）
科学・技術とマーケットの複雑化に対処のため、科学技術創造の場と商品化の場が分離している。
（1、2、3、4、5）
科学・技術とマーケットの複雑化に対処のため、外部組織との分業・協業が進展している。

（1、2、3、4、5）
Q68
職場間情報共有の容易化のため、組織内で各種の職場機能の再モジュール化が進んでいる。
（1、2、3、4、5）
（注：“再モジュール化”＝既存モジュールを整理・統合し互いに独立性の高いモジュールに再構成すること）

以下の図は、社会における研究・開発・量産（製品・商品化）プロセスの連鎖状況を示したものです図の中から下記の二つの質問に該当する領域（A1～A5、B1～B5）を選んでください。なお、図中の矢印の方向は、「始点の事柄に基づいて終点の事柄を生み出す」を意味します。例えば、“未知・未開拓な現象”から“科学知識”への矢印（→）は、前者を“体

系化”して後者を生み出すことを意味します。

＜自分が現在担当している領域＞

・　現在あなたが担当している領域に○を付けてください（複数可）。

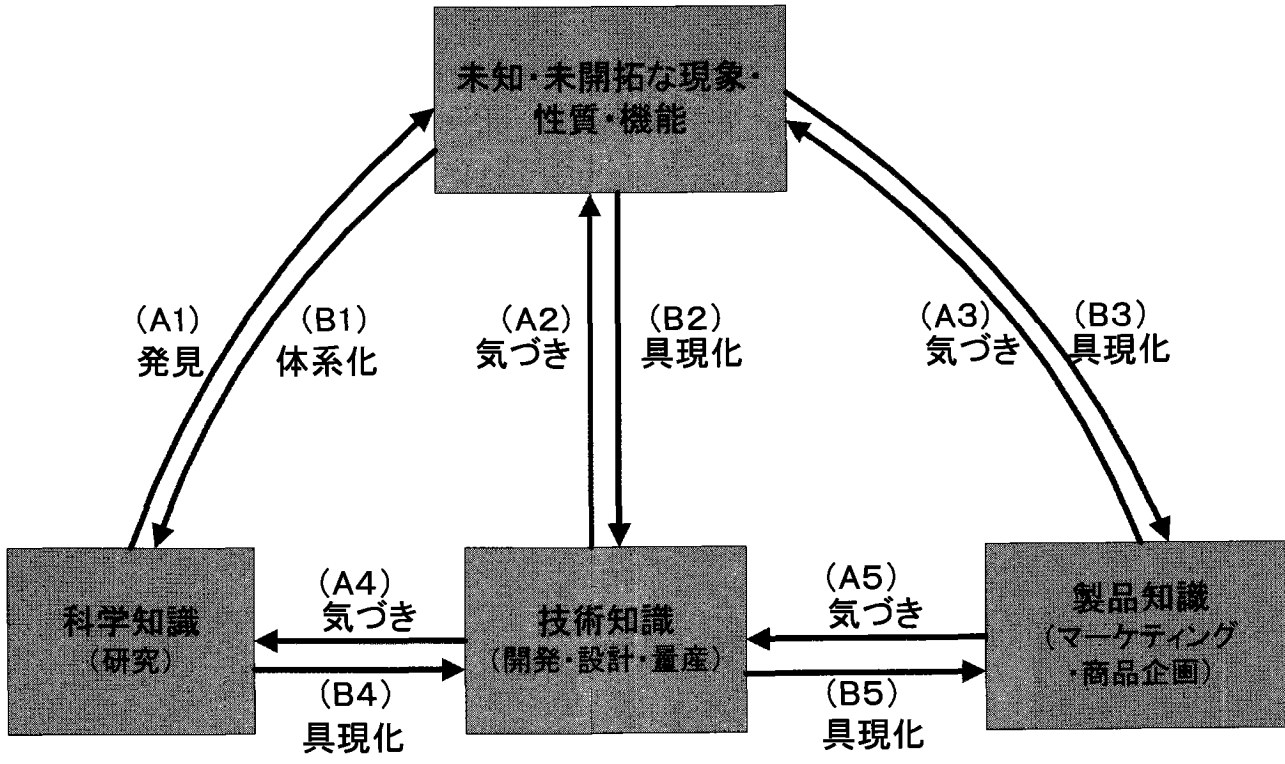
（A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5）

＜自分に向いていると思う領域＞

・　あなたに向いていると思う領域に○を付けてください（複数可）。

（A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5）

〈研究・開発・量産・製品化プロセスの相互依存状況〉



あなたご自身のことについてうかがわせてください。

・　年齢：　　（満　　歳）

・　性別：　　1．男性、　　2．女性

・　最終学歴：1．高卒、　　2．高専卒、3．大卒、4．大学院修士卒、5．大学院博士卒、6．その他

・　博士号：　　1．なし、　　2．あり

・　大学・大学院卒業後の転職経験（転籍出向は含まず）：　1．あり　（　　回）、　2．なし

・　主たる研究領域・分野：　最も近いものについて、該当する番号を選んで○印を付けてください（複数可）。

１．素粒子論、２．素粒子実験、３．理論核物理、４．実験核物理、５．宇宙線・宇宙物理、６．ビーム物理領域、７．原子・分子、量子エレクトロニクス、放射線物理分野、８．プラズマ基礎・プラズマ科学・核融合プラズマ・プラズマ宇宙物理、９．磁性、磁気共鳴分野，１０.半導体、メゾスコピック系・局在分野，　１１．光物性分野、１２．金属、超低温、超伝導・密度波分野、１３．分子性固体・有機導体分野、１４．強相関系分野―高温超伝導、強相関ｆ電子系など、１５．表面・界面、結晶成長分野、１６．誘電体、格子欠陥、X線・粒子線、フォノン物性分野、１７．統計力学、物性基礎論、応用数学、力学、流体物理分野、１８．ソフトマター物理、化学物理、生物物理分野、１９．物理教育、物理学史、環境物理分野

・　海外留学・勤務経験：　該当する番号を１つ選んで○印を付けてください。

経験なし、　２．１年～３年未満、　３．　３年以上５年未満、　４．　５年以上

・　現在所属する組織・企業：　該当する番号を１つ選んで○印を付けてください。

１．大学等（大学共同利用機関、高等専門学校を含む）、

２．国公立試験研究機関、独立行政法人、特殊法人研究機関等、

３．民間企業（従業員規模：　ａ．１００人未満、　ｂ．１００～５００人未満、ｃ．５００～１０００人未満、ｄ．１０００人以上）、

４．その他（公益法人研究機関等）

・　現在の職位：　最も近いものについて、該当する番号を１つ選んで○印を付けてください。

（注：下記では、書面の便宜上、大学と企業での職位が併記されていますが、対応関係があるわけではありません。）

学部長、研究所長クラス以上

教授、統括部長・センター長・室長クラス

助教授クラス（研究チーム内のサブリーダー的存在）、部長・プロジェクト長、

課長・グループリーダークラス

大学講師・研究助手、主席研究員（技師）クラス

主任・一般研究員（技師）クラス

ポスト・ドクタークラス

退官、退職された方

その他（院生、学生、研究補助員等）

・　論文・特許など：　最近５カ年の論文・特許について教えてください。

１．　査読付きの国内外学術論文数（含む共著）　　（　　）本　（うち英文のもの　　）本

２．　国内外での学会発表（含む共同発表）　　（　　）件

３．　国内外特許出願件数（含む共同出願）　　（　　）件

・　職場で生み出された“サイエンス・イノベーション”の件数：　職場で過去に生み出された発見・発明の中で、最近の５年間に市場を通じて社会生活に変革をもたらしたと考えられるものの件数について、該当する番号を１つ選んで○を付けてください。

1．１～２件、　２．３～５件、　３．　５～１０件、　４．　１０件以上、

５．　特になし

（注：ここでは、“サイエンス・イノベーション”を、「市場を通じて社会生活に変革をもたらす様々な科学・技術上の創造的な発見・発明」と定義しています。）

第3章 生産性などの変化

３．１　研究開発と生産性上昇 - 企業レベルのデータによる実証分析 -

権　赫旭（日本大学　経済学部　専任講師）
深尾京司（一橋大学　経済研究所　教授）
金　榮愨（一橋大学　経済研究所　経済制度センター　非常勤研究員）

３．１．１　研究開発と TFP 上昇の関係分析

３．１．１．１　はじめに

1990 年代における日本経済の記録的な低成長の原因が、Hayashi and Prescott (2002)、Fukao et al. (2003)などの一連の研究では全要素生産性（以下では TFP と呼ぶ）上昇率の低下にあったと指摘している[1]。日本経済の低成長の主要な要因が TFP 上昇率の下落であることに対してはコンセンサスが形成されているが、なぜ TFP 上昇率が下落したかについては依然として様々な観点から分析がなされている。　TFP 上昇率下落の理由に関する代表的な研究として、90 年代の日本経済の TFP 上昇率がなぜ低下したのかに関して、Nishimura, Nakajima, and Kiyota (2005)と Fukao and Kwon(2006)の研究のように、退出企業と参入・存続企業間の資源再配分の観点から撤退・縮小すべき TFP が相対的に低い企業が存続するために、新しい技術や経営方式を持った企業が参入できず、結果として創造的な破壊機能低下を招き、TFP 上昇率が低下した可能性を指摘する研究と Caballero, Hoshi and Kashyap (2006)の研究のように、再生可能性がないにもかかわらず銀行の貸出で延命している「ゾンビ企業」の存在が象徴する日本の金融機能不全による資源配分機能の非効率性が日本経済の TFP 上昇率の下落をもたらした可能性に関する研究がある。しかし、TFP 上昇率の決定要因である研究開発投資と 90 年代日本経済における TFP 上昇率の下落の間の関係を分析した研究はあまり行われてこなかった。例外として、Branstetter and Nakamura (2003) は企業の特許データと研究開発投資データを用いて、電気機械産業を除く産業において研究開発投資による特許取得への寄与が 90 年代に低下したことを指摘している。

本研究では、Branstetter and Nakamura (2003)のような知識生産関数のアプローチでは

なく、研究開発投資の経済成長への寄与を明らかにする実証研究の一つの方法としてよく利用されるTFP上昇率と研究開発集約度を回帰することで得られる研究開発収益率の推計をすることで、研究開発投資効果を分析する。

企業レベルのデータを用いた研究開発収益率推計に関する研究分野における本研究の寄与は以下のように考えられる。第一に、日本の上場企業の財務データで報告している研究開発支出額は過小で、正確ではないと指摘があった（Suzuki（1993））。本研究では、より正確であると言われている「科学技術研究調査報告」の研究開発支出額の個票データと上場企業の財務データを接合することにより、研究開発支出額に関するデータの質がどの程度結果の差異をもたらすかについて確認できた。第二に、「科学技術研究調査報告」の研究開発支出額は、人件費などの研究開発支出額構成要素別に報告されているため、これらの情報を利用して、各生産要素の投入額と投入コストから研究開発のための生産要素の投入額とそのコストを引くことで二重計算問題を処理してTFPを計測することができた。二重計算問題を処理する前後の結果の比較を通じて、二重計算問題がもたらすバイアスの大きさを明らかにした。第三に、1986年から2005年までの長期間で、大規模のパネルデータを用いることで、日本経済の低成長時期と日本経済が他の先進国に比べて高い成長を実現していた時期の期間別と産業別に分けて研究開発投資の効果を比較することができた。第四に、日本企業はアメリカ企業に比べて、基礎研究よりは応用研究や開発研究に重点を置いてきたという指摘がある（Mansfield（1980））。「科学技術研究調査報告」は性格別に研究開発支出額を報告しているので、基礎研究、応用研究や開発研究の収益率を推計することができた。第五に、研究開発収益率には減価償却率を含む粗収益率とそれを除いた純収益率がある。予想としては、減価償却率を含んでいる粗収益率が純収益率より大きくなると考えられるが、既存研究の推計結果によると逆になるケースも存在する（Harhoff（1998））。粗収益率と純収益率を同時に推計することで、日本の技術知識ストックの減価償却率も間接的に推計できた。

本研究の構成は以下のとおりである。2節で研究開発投資とTFP上昇の関係に関する既存研究の簡単なサーベイを行い、3節では推計モデルとTFP測定に関して説明し、4節では実証分析の結果を示して、最後には結論と今後に残された課題について簡単に述べる。

---

[1] 日本経済におけるTFP上昇率に関する研究のサーベイは乾・権（2005）を参照されたい。

３．１．１．２　既存研究

企業レベルのデータを用いた研究開発投資の生産性への寄与を分析した主要な既存研究の推定結果・手法などに関してサーベイを行っている論文としては、Mairesse and Sassenou (1991) と Wieser (2005) がある。図表 3.1.1.1 はサーベイ論文の結果をまとめたものである。また、日本の製造業における企業レベルの研究開発投資と TFP 上昇に関する代表的な既存研究としては Odagiri and Iwata (1986) と Goto and Suzuki (1989) が、生産関数の推計による研究開発収益率を計測した既存研究として、Griliches and Mairesse (1990) と Kwon and Inui (2003) があげられる。

図表 3.1.1.1　企業レベルにおける研究開発投資の収益率

研究	企業数	分析期間	モデル	推計方法	直接収益率	
米国						
Mansfield(1980)	16（石油・化学）	1960－76	TFP(付加価値)	一階差分	0.275	**
Link(1981)	174	1971－76	TFP(付加価値)	一階差分	0.000	
Link(1981)	19(輸送用機械)	1971－76	TFP(付加価値)	一階差分	0.150	
Link(1981)	33(化学)	1971－76	TFP(付加価値)	一階差分	0.070	**
Link(1981)	34(機械)	1971－76	TFP(付加価値)	一階差分	0.050	
Link(1983)	302	1975－79	TFP(売上高)	一階差分	0.060	
Griliches and Mairesse(1983)	343	1973－78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.190	**
Griliches and Mairesse(1983)	57(医薬品)	1973－78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.410	**
Griliches and Mairesse(1983)	62(化学)	1973－78	労働生産性(売上高)	一階差分	-0.100	
Griliches and Mairesse(1983)	65(電子)	1973－78	労働生産性(売上高)	一階差分	-0.060	
Griliches and Mairesse(1983)	47(電機装置)	1973－78	労働生産性(売上高)	一階差分	-0.440	
Griliches and Mairesse(1983)	112(機械)	1973－78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.110	
Griliches and Mairesse(1990)	525	1973－80	労働生産性(売上高)	一階差分	0.410	**
Griliches and Mairesse(1990)	525	1973－80	労働生産性(売上高)、産業ダミー	一階差分	0.270	**
日本						
小田切(1983)	123(Science sectors)	1969－81	TFP(売上高)	一階差分	0.256	**
小田切(1983)	247(その他)	1969－81	TFP(売上高)	一階差分	-0.475	
小田切と岩田(1986)	135	1966－73	TFP(付加価値)	一階差分	0.201	*
小田切と岩田(1986)	135	1966－73	TFP(付加価値)、産業ダミー	一階差分	0.170	
小田切と岩田(1986)	135	1974－82	TFP(付加価値)	一階差分	0.169	**
小田切と岩田(1986)	135	1974－82	TFP(付加価値)、産業	一階差分	0.113	*

			ダミー			
Sassenou(1988)	394	1973－81	労働生産性(売上高)	一階差分	0.690	**
Sassenou(1988)	394	1973－81	TFP(付加価値)	一階差分	0.220	**
Sassenou(1988)	394	1973－81	TFP(付加価値)、産業ダミー	一階差分	-0.020	
後藤と鈴木(1989)	13(医薬品)	1976--84	TFP(付加価値)	一階差分	0.420	**
後藤と鈴木(1990)	5(電機装置)	1976－84	TFP(付加価値)	一階差分	0.220	**
後藤と鈴木(1991)	3(自動車)	1976－84	TFP(付加価値)	一階差分	0.330	**
Griliches and Mairesse(1990)	406	1973-80	労働生産性(売上高)	一階差分	0.560	**
Griliches and Mairesse(1990)	406	1973-80	労働生産性(売上高)、産業ダミー	一階差分	0.300	*
権と乾(2003)	3830	1995-98	労働生産性(付加価値)、産業ダミー	一階差分	0.163	**
フランス						
Griliches and Mairesse(1983)	185	1973-78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.310	**
Griliches and Mairesse(1983)	47(医薬品)	1973-78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.270	*
Griliches and Mairesse(1983)	30(化学)	1973-78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.000	
Griliches and Mairesse(1983)	37(電子)	1973-78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.120	
Griliches and Mairesse(1983)	34(電機装置)	1973-78	労働生産性(売上高)	一階差分	0.450	*
Griliches and Mairesse(1983)	39(機械)	1973-78	労働生産性(売上高)	一階差分	-0.550	
Hall and Mairesse(1995)	197	1980-87	労働生産性(付加価値)	一階差分	0.231	**
Hall and Mairesse(1995)	197	1980-87	労働生産性(付加価値)、二重計算調整	一階差分	0.273	**
Hall and Mairesse(1995)	197	1980-87	労働生産性(付加価値)	長期差分	0.036	
Hall and Mairesse(1995)	197	1980-87	労働生産性(付加価値)、二重計算調整	長期差分	0.065	
英国						
Wakelin(2000)	98	1988-96	労働生産性(売上高)	一階差分	0.340	**
Wakelin(2000)	98	1988-96	労働生産性(売上高)、産業ダミー	一階差分	0.280	
オランダ						
Bartelsman et al.(1996)	209	1985-89	労働生産性(付加価値)、二重計算調整	長期差分	0.218	**
Bartelsman et al.(1996)	159	1989-93	労働生産性(付加価値)、二重計算調整	長期差分	0.173	**

注)Mairesse and Sassenou (1991), Wieser(2005)と各論文。 **、*はそれぞれ5%、10%有意であることを示す。

Odagiri and Iwata (1986)と Goto and Suzuki (1989)の研究は、製造業に属している企業のみを分析対象にし、研究開発投資が TFP 上昇率に与えた効果について分析している。これらの研究に使用されたデータは1970年代後半から1980年代前半のデータであり、他の先進国に比べて日本経済の成長が高い期間における推計結果といえる。135 企業を対象にして研究開発収益率を推計した Odagiri and Iwata (1986)は 0.17～0.20 といった収益率が得られている。Goto and Suzuki (1989)では産業別に研究開発収益率を推計し、医薬

品産業で0.42、発送配電用・産業用電気機械で0.22、自動車産業で0.33と高い収益率の結果を得ており、1970年代の研究開発投資が生産性の向上に大きく寄与していたことがわかる。 Griliches and Mairesse (1990)と Kwon and Inui (2003)のように労働生産性上昇率と研究開発投資間の関係を分析した結果をみると、70年代末の研究開発収益率が30%に対して、90年代は16%である。サンプル数や生産性の指標が異なることなどを考慮しても、研究開発収益率はかなり減少したと言える。

欧米諸国に関する近年の研究として Harhoff(1998)、Hall and Mairesse(1995,1996)、Smith et al.(2004)、Wakeline(2001)等がある。これらの研究をみると研究開発収益率は0.22～0.27の範囲にある。

３．１．１．３　推計モデルと TFP の測定

（１）推計モデル

研究開発投資が生産性上昇に与える効果を分析するために、我々は次のようなCobb-Douglas型生産関数を導入する。

$$Y_i = Z_i^{\eta_z} R_i^{\alpha} e^{\mu t} \qquad (1)$$

ここで、Yは企業iの付加価値額、Zは技術知識ストック以外の生産要素 - 資本ストック、労働投入量 - を表し[2]、μは技術進歩率を表している。Rは技術知識ストックである。

(1) 式の両辺に対数をとって、時間に対して微分すると次の式のように表わすことができる[3]。

$$\frac{\hat{Y}_i}{Y_i} = \mu + \eta_z(\frac{\hat{Z}_i}{Z_i}) + \alpha(\frac{\hat{R}_i}{R_i}) \qquad (2)$$

(2) 式の右辺の第2項を両辺から引くと、次の (3) 式が得られる。

$$TFPG_t = \frac{\hat{Y}_i}{Y_i} - \eta_z(\frac{\hat{Z}_t}{Z_i}) = \mu + \alpha(\frac{\hat{R}_t}{R_i}) \qquad (3)$$

ここで、*TFPG*はTFP上昇率である。TFP上昇率は伝統的な成長会計方法から、付加価値

---

[2] 時間を表す下付き文字 t は省略した。

[3] 対数値の時間に対する微分は次のように表記する： $\frac{\hat{X}}{X} = \frac{\partial \ln X}{\partial t}$.

額の成長率から生産要素の投入量の増加率を引いた残差として求められる。ここで、(3)式のαは技術知識ストックに対する付加価値弾力性になる。たとえば、αは次のように書くことができる。

$$\alpha = \frac{\partial Y_i}{\partial R_i}\frac{R_i}{Y_i} \qquad (4)$$

(4)式を利用して、(3)を次のように変更できる。

$$TFPG_i = \mu + \rho(\frac{\hat{R}_i}{Y_i}) \qquad (5)$$

ρは技術知識ストックの限界生産力であるので、技術知識ストックの純収益率となる。

(5)式はGriliches (1984)が示したように、技術知識ストックの減価償却率を0とすると純技術知識ストック増分の集約度と研究開発投資フローの集約度が等しくなるので、(5)式は次のように表わすことができる。

$$TFPG_i = \mu + \rho(\frac{E_i}{Y_i}) \qquad (6)$$

ここで、Eは研究開発支出額である。

(6)式の研究開発支出額を性格別研究開発支出額に分けると次のように表わすことができる。

$$TFPG_i = \mu + \rho_b(\frac{B_{E,i}}{Q_i}) + \rho_a(\frac{A_{E,i}}{Q_i}) + \rho_d(\frac{D_{E,i}}{Q_i}) \qquad (7)$$

下付きのEは性格別研究開発支出額で、Bは基礎研究、Aは応用研究、Dは開発研究の支出額を意味する。研究開発集約度に関するデータの詳細な説明は補論Aを参照されたい。

我々は政策投資銀行の『財務データバンク』のデータと総務省の『科学技術研究調査報告』のデータを接合したデータを用いて、(5)式と(6)式を推計することで、研究開発純収益率と粗収益率を計測する。

（2）TFP 計測

TFP 上昇率は次のように計測した。

$$TFPG_t = \ln(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}) - \frac{S_{L,it-1}+S_{L,it}}{2}\ln(\frac{L_{it}}{L_{it-1}}) - \frac{S_{K,it-1}+S_{K,it}}{2}\ln(\frac{K_{it}}{K_{it-1}})$$

ここで、 Y,、L、 K、 は企業の産出額、労働投入量（従業者数×労働時間）、純資本ストックである。S_L,、S_K は総費用に占める各生産要素のシェアを示す。このように計測された全要素生産性は企業間投入シェアの差異と生産物市場に不完全競争を考慮できるという良い面もあるが、規模に対する収益不変、生産要素市場の完全競争を仮定しなければならないといった短所もある。

長期間の TFP 上昇率を分析対象にする場合、要素投入量とコストシェアーの定義に問題の可能性があるため、以下で定義される TFP のレベルの差で上昇率を定義した。企業 i の t 期の TFP レベル は Good, Nadiri, and Sickles (1997) と Aw, Chen, and Roberts (1997) などに従って、以下の式のように計算した。

$$\ln TFP_{i,t} = (\ln Y_{i,t} - \overline{\ln Y_t}) - \sum_{n=1}^{N}\frac{1}{2}(S_{n,i,t} + \overline{S_{n,t}})(\ln X_{n,i,t} - \overline{\ln X_{n,t}})$$

$$where\ t = 0,$$

$$\ln TFP_{i,t} = (\ln Y_{i,t} - \overline{\ln Y_t}) - \sum_{n=1}^{N}\frac{1}{2}(S_{n,i,t} + \overline{S_{n,t}})(\ln X_{n,i,t} - \overline{\ln X_{n,t}})$$

$$+ \sum_{s=1}^{t}(\overline{\ln Y_s} - \overline{\ln Y_{s-1}}) - \sum_{s=1}^{t}\sum_{n=1}^{N}\frac{1}{2}(\overline{S_{n,s}} + \overline{S_{n,s-1}})(\overline{\ln X_{n,s}} - \overline{\ln X_{n,s-1}})$$

$$where\ t \neq 0.$$

ただし、$Y_{i,t}$、$S_{n,i,t}$、$X_{n,i,t}$は、それぞれ、企業 i の t 期の産出、企業 i の t 期の投入要素 n のコストシェアー、企業 i の t 期の投入要素 n の投入量を表す。各変数の上にバーがついているのは、企業が属している産業の、その変数の平均を表わす。基準年は 1981 年と

した。TFP 上昇率の計測に必要なデータに関する詳細な説明は補論 A に記載されている。

TFP 上昇率と研究開発集約度に関する記述統計は図表 3.1.1.2 に示されている。

図表 3.1.1.2　記述統計（付加価値ベース）

年度	全産業							製造業						
	TFP上昇率	TFP上昇率(二重計算調整)	研究開発集約度(DBJデータ)	研究開発集約度(科学技術調査報告データ)	基礎研究集約度(科学技術調査報告データ)	応用研究開発集約度(科学技術調査報告データ)	開発研究集約度(科学技術調査報告データ)	TFP上昇率	TFP上昇率(二重計算調整)	研究開発集約度(DBJデータ)	研究開発集約度(科学技術調査報告データ)	基礎研究集約度(科学技術調査報告データ)	応用研究開発集約度(科学技術調査報告データ)	開発研究集約度(科学技術調査報告データ)
1986 サンプル数	403	341	403	403	382	403	403	339	283	339	339	318	339	339
平均値	-0.099	-0.108	0.099	0.207	0.015	0.050	0.141	-0.109	-0.118	0.116	0.243	0.018	0.059	0.166
標準偏差	0.188	0.192	0.137	0.245	0.038	0.089	0.177	0.198	0.201	0.144	0.252	0.041	0.095	0.183
1987 サンプル数	385	323	385	385	384	385	385	320	265	320	320	320	320	320
平均値	0.024	0.013	0.107	0.199	0.014	0.048	0.135	0.033	0.020	0.126	0.235	0.017	0.057	0.160
標準偏差	0.191	0.197	0.142	0.236	0.033	0.085	0.174	0.204	0.212	0.149	0.243	0.036	0.091	0.181
1988 サンプル数	349	290	349	349	345	349	349	286	233	286	286	283	286	286
平均値	0.106	0.094	0.125	0.189	0.014	0.048	0.126	0.116	0.104	0.150	0.227	0.017	0.058	0.150
標準偏差	0.192	0.194	0.150	0.201	0.033	0.080	0.145	0.206	0.210	0.155	0.203	0.036	0.085	0.149
1989 サンプル数	364	298	364	364	361	364	364	300	242	300	300	298	300	300
平均値	0.093	0.079	0.122	0.190	0.014	0.048	0.125	0.107	0.094	0.145	0.227	0.017	0.058	0.149
標準偏差	0.200	0.197	0.144	0.205	0.033	0.078	0.139	0.214	0.212	0.149	0.208	0.036	0.083	0.142
1990 サンプル数	388	319	388	388	385	388	388	322	262	322	322	320	322	322
平均値	0.083	0.080	0.120	0.191	0.015	0.050	0.126	0.087	0.086	0.141	0.224	0.018	0.059	0.149
標準偏差	0.166	0.174	0.143	0.212	0.039	0.084	0.154	0.179	0.188	0.148	0.217	0.043	0.090	0.160
1991 サンプル数	402	330	402	402	400	402	402	334	271	334	334	332	334	334
平均値	0.010	-0.002	0.118	0.185	0.014	0.050	0.119	0.010	-0.003	0.138	0.218	0.016	0.059	0.140
標準偏差	0.143	0.147	0.142	0.188	0.032	0.079	0.128	0.153	0.158	0.147	0.189	0.034	0.084	0.130
1992 サンプル数	400	326	400	400	395	400	400	334	270	334	334	330	334	334
平均値	-0.049	-0.046	0.121	0.192	0.015	0.051	0.126	-0.053	-0.048	0.141	0.225	0.018	0.059	0.147
標準偏差	0.171	0.153	0.140	0.190	0.038	0.077	0.140	0.183	0.163	0.144	0.191	0.041	0.082	0.144
1993 サンプル数	396	320	396	396	393	396	396	329	263	329	329	327	329	329
平均値	-0.025	-0.038	0.124	0.189	0.016	0.050	0.124	-0.023	-0.035	0.144	0.222	0.019	0.059	0.146
標準偏差	0.145	0.142	0.139	0.195	0.041	0.086	0.146	0.155	0.153	0.142	0.198	0.044	0.091	0.151
1994 サンプル数	394	317	394	394	390	394	394	327	262	327	327	324	327	327
平均値	0.037	0.035	0.119	0.174	0.014	0.046	0.115	0.061	0.058	0.138	0.204	0.016	0.053	0.135
標準偏差	0.150	0.142	0.131	0.168	0.036	0.066	0.131	0.141	0.130	0.134	0.169	0.039	0.070	0.134
1995 サンプル数	392	315	392	392	390	392	392	329	264	329	329	327	329	329
平均値	0.072	0.067	0.114	0.175	0.013	0.043	0.118	0.090	0.082	0.132	0.204	0.015	0.050	0.137
標準偏差	0.164	0.153	0.125	0.181	0.032	0.067	0.151	0.170	0.158	0.129	0.184	0.034	0.071	0.158
1996 サンプル数	397	313	397	397	391	397	397	334	262	334	334	329	334	334
平均値	0.085	0.078	0.113	0.166	0.013	0.041	0.112	0.098	0.091	0.131	0.193	0.015	0.047	0.131
標準偏差	0.154	0.147	0.127	0.175	0.032	0.057	0.147	0.161	0.154	0.130	0.178	0.035	0.060	0.153
1997 サンプル数	413	314	413	413	402	413	413	348	262	348	348	339	348	348
平均値	0.062	0.062	0.105	0.161	0.012	0.039	0.111	0.079	0.081	0.121	0.186	0.014	0.045	0.129
標準偏差	0.186	0.183	0.120	0.172	0.029	0.056	0.144	0.193	0.191	0.124	0.176	0.031	0.059	0.150
1998 サンプル数	405	315	405	405	399	405	405	341	264	341	341	335	341	341
平均値	-0.059	-0.062	0.109	0.171	0.012	0.040	0.120	-0.071	-0.073	0.126	0.199	0.013	0.046	0.139
標準偏差	0.155	0.154	0.122	0.176	0.025	0.060	0.149	0.163	0.163	0.126	0.178	0.027	0.063	0.154
1999 サンプル数	408	310	408	408	396	408	408	343	260	343	343	334	343	343
平均値	0.085	0.077	0.109	0.160	0.012	0.036	0.112	0.100	0.093	0.127	0.185	0.014	0.041	0.130
標準偏差	0.208	0.208	0.116	0.153	0.025	0.051	0.130	0.213	0.210	0.119	0.154	0.027	0.053	0.134
2000 サンプル数	548	405	548	548	536	548	548	477	351	477	477	468	477	477
平均値	0.122	0.127	0.134	0.135	0.009	0.029	0.098	0.138	0.144	0.151	0.152	0.010	0.032	0.110
標準偏差	0.183	0.184	0.125	0.132	0.022	0.044	0.111	0.182	0.186	0.126	0.133	0.023	0.047	0.114
2001 サンプル数	577	425	577	577	567	577	577	508	372	508	508	499	508	508
平均値	-0.055	-0.038	0.136	0.157	0.010	0.031	0.116	-0.065	-0.046	0.151	0.175	0.011	0.034	0.130
標準偏差	0.246	0.219	0.124	0.154	0.023	0.047	0.132	0.256	0.230	0.124	0.155	0.024	0.049	0.135
2002 サンプル数	576	416	576	576	567	576	576	502	365	502	502	496	502	502
平均値	0.071	0.073	0.144	0.148	0.010	0.029	0.109	0.078	0.080	0.162	0.167	0.011	0.032	0.123
標準偏差	0.187	0.169	0.130	0.149	0.025	0.042	0.129	0.187	0.177	0.130	0.150	0.026	0.044	0.133

３．１．１．４　分析結果

（１）研究開発の収益率

（６）式の推計結果は、図表 3.1.1.3 に報告されている。推計方法として、企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した OLS と説明変数の内生性 (Endogeneity) 問題を排除するために System GMM を利用した。すべての推計において、研究開発集約度は１期ラグにかえて利用した。図表 3.1.1.3 において、(1) - (4) は付加価値ベースの TFP 上昇率と研究開発集約度を利用した推計結果で、(5) - (8) は産出ベースの TFP 上昇率と研究開発集約度を利用した推計結果である。特に、(3)、(4) と (7)、(8) は二重計算問題を処理した後の研究開発収益率の推計結果である。全サンプルだけではなく、製造業に限定した推計も行った。全サンプルに占める製造業企業の割合が８割以上であるために全サンプルを利用した推計結果と製造業企業のみを対象にした推計結果はほとんど一致している。パネル A が基本的な結果で、パネル B は産業ダミーを含んだ推計結果、パネル C は System GMM の推計結果で、パネル D は４年間の TFP 上昇率と４期ラグの研究開発集約度を回帰した結果である。

図表 3.1.1.3　R&D 粗収益率の推計結果

パネルA(年ダミー含む)

	全産業	製造業	全産業	製造業	全産業	製造業	全産業	製造業
OLS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
研究開発集約度	0.260 ***	0.260 ***	0.253 ***	0.254 ***	0.196 ***	0.170 ***	0.161 ***	0.129 ***
	(0.018)	(0.019)	(0.022)	(0.024)	(0.014)	(0.015)	(0.015)	(0.016)
R-squared	0.187	0.205	0.199	0.212	0.160	0.176	0.167	0.182
サンプルサイズ	8,769	7,456	6,889	5,809	8,889	7,575	6,983	5,893

パネルB(年・産業ダミー含む)

	全産業	製造業	全産業	製造業	全産業	製造業	全産業	製造業
OLS	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)	(4)	(5)	(6)
研究開発集約度	0.209 ***	0.209 ***	0.209 ***	0.209 ***	0.011	0.011	-0.026 *	-0.026 *
	(0.023)	(0.023)	(0.028)	(0.028)	(0.014)	(0.014)	(0.014)	(0.014)
R-squared	0.214	0.234	0.230	0.244	0.214	0.232	0.231	0.245
サンプルサイズ	8,769	7,456	6,889	5,809	8,889	7,575	6,983	5,893

パネルC(GMM、年ダミー含む)

研究開発集約度	0.322 ***	0.303 ***	0.265 ***	0.261 ***	0.337 ***	0.332 ***	0.354 ***	0.358 ***
	(0.023)	(0.022)	(0.025)	(0.025)	(0.063)	(0.072)	(0.057)	(0.064)
サンプルサイズ	8,769	7,456	6,889	5,809	8,889	7,575	6,983	5,893
Sargan J Statistic	226.1	233.0	198.7	194.1	136.8	135.6	99.5	99.2
Sargan p value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

パネルD(4年間の成長、OLS、年ダミー含む)

研究開発集約度	0.144 ***	0.136 ***	0.171 ***	0.160 ***	0.224 ***	0.194 ***	0.205 ***	0.172 ***
	(0.028)	(0.027)	(0.017)	(0.018)	(0.015)	(0.016)	(0.017)	(0.018)
R-squared	0.314	0.296	0.335	0.310	0.259	0.232	0.271	0.244
サンプルサイズ	1,835	1,575	1,423	1,208	1,860	1,597	1,447	1,227

(注1)(1)-(4)推計に付加価値TFP上昇率を、(5)-(8)推計に産出TFP上昇率利用した。特に(3)、(4)と(7)、(8)は二重計算を調整したTFP上昇率を利用した推計結果である。
(注2)被説明変数は過去4期間のTFP上昇率。説明変数は、4期前の研究開発集約度
(注3)推計期間:1986～2005年。
(注4)括弧内の数字はOLSの場合に企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した標準偏差で、GMMの場合には不均一分散を考慮した標準偏差である。
(注5)* p<.1, ** p<.05, *** p<.01

推計結果の傾向が考慮した推計式による差異があまりなかったため、推計結果は推計式(1)と（3）をベースにしてまとめる。パネルAの結果から、研究開発粗収益率が26%であることがわかる。図表3.1.1.2に示されているように、全期間の研究開発集約度が0.164であるため、（4）式を利用すると研究開発の弾力性を計算できる。研究開発弾力性が0.043になるので、研究開発支出額が10%上昇すると付加価値額が0.4%増加することになる。「日本産業生産性データベース（Japan Industrial Productivity Database）2008年版（以下ではJIP2008と略記）」によると本研究の分析期間である1986年から2005年までの日本経済全体の付加価値年成長率が2%であるので、0.4%という付加価値に対する研究開発弾力性は小さい数字ではない。

既存研究は、外生的な技術進歩などによる産業間の技術進歩の差が、企業の生産性上昇に影響を与えるという結果が得られている。そのため、産業ダミーを含んだ推計と含まない推計の結果を比べると、研究開発収益率の大きさが異なることが確認できる。産業ダミーを含んだ場合の研究開発収益率が 0.5%ほど低くなっている。このことから、産業内に蓄積された技術知識ストックによる技術機会拡大が、企業の生産性上昇を説明する上で重要であると言える。

また、研究開発に含まれている研究員の数と有形固定資産を、労働や資本から分離するという二重計算の調整が、研究開発の真の収益率を検証する上で重要であるといわれている。図表3.1.1.1に示されるように、フランスでは二重計算を調整することにより、研究開発収益率を 4.2%押し上げる結果を得ている。権と乾（2003）の研究も二重計算問題の処理が、研究開発弾力性を 2%押し上げる効果があることを確認している。既存研究の結果と異なり、本研究では二重計算問題を処理した効果が 0.7%のみでありく、産業ダミーを考慮するとそのわずかな効果も消えることがわかる。

研究開発集約度の内生性問題を処理するために行ったSystem GMMの推計結果はパネルのC としてまとめた。操作変数としては研究開発集約度の２期と３期ラグ変数を使った。サーガンテストの結果から、操作変数による内生性のコントロールが十分ではないといえる。そのため、研究開発集約度のラグ変数以外の有効な操作変数に対する工夫が必要であろう。

TFP 上昇率の測定における測定誤差のバイアスを除くため、長期差分による推計も行った。研究開発収益率が低くなっているが、研究開発はTFP上昇率に対してまだ正の効果を

与えている。既存研究の結果をみると、フランスでは有意な結果が得られていないが、オランダでは有意な結果が示されている。これらの結果は、研究開発収益率の推計において測定誤差によるバイアスの大きさは、国によって異なる可能性があることを反映していると考えられる。

付加価値ベースのTFP上昇率と研究開発集約度の代わりに、産出ベースのTFP上昇率と研究開発集約度を使った場合については、産業ダミーを含んだOLSの推計結果以外には付加価値ベースの結果の傾向と概ね一致していることがわかった。

図表 3.1.1.4　企業財務データの研究開発データと科学技術研究調査の研究調査データのR&D収益率比較

パネルA(年ダミー含む)				
	全産業	製造業	全産業	製造業
1998年以前、OLS、産出を使ったTFP上昇率				
研究開発集約度(DBJ)(注1)	0.158 ***	0.126 ***		
	(0.01667)	(0.01759)		
研究開発集約度(科調)(注1)			0.157 ***	0.138 ***
			(0.01355)	(0.01496)
R-squared	0.152	0.178	0.158	0.182
サンプルサイズ	5,239	4,391	5,175	4,335
1999年以降、OLS、産出を使ったTFP上昇率				
研究開発集約度(DBJ)	0.208 ***	0.166 ***		
	(0.03199)	(0.03284)		
研究開発集約度(科調)			0.280 ***	0.244 ***
			(0.03069)	(0.03355)
R-squared	0.015	0.009	0.028	0.020
サンプルサイズ	3,783	3,300	3,714	3,240
パネルB(年・産業ダミー含む)				
	全産業	製造業	全産業	製造業
1998年以前、OLS、産出を使ったTFP上昇率				
研究開発集約度(DBJ)(注1)	0.054 ***	0.049 ***		
	(0.01573)	(0.01584)		
研究開発集約度(科調)(注1)			0.015	0.014
			(0.01664)	(0.01656)
R-squared	0.201	0.225	0.198	0.221
サンプルサイズ	5,239	4,391	5,175	4,335
1999年以降、OLS、産出を使ったTFP上昇率				
R&D集約度(DBJ)	0.052 *	0.053 **		
	(0.02646)	(0.02681)		
R&D集約度(科調)			0.059 **	0.055 **
			(0.02741)	(0.02735)
R-squared	0.205	0.221	0.203	0.219
サンプルサイズ	3,783	3,300	3,714	3,240
パネルC (年ダミー含む)				
1998年以前、OLS、付加価値を使ったTFP上昇率(注2)				
R&D集約度(DBJ)(注1)	0.241 ***	0.239 ***		
	(0.027)	(0.029)		
R&D集約度(科調)(注1)			0.239 ***	0.245 ***
			(0.022)	(0.024)
R-squared	0.171	0.187	0.210	0.227
サンプルサイズ	5,076	4,232	5,017	4,182
1999年以降、OLS、付加価値を使ったTFP上昇率(注2)				
R&D集約度(DBJ)	0.247 ***	0.218 ***		
	(0.032)	(0.034)		
R&D集約度(科調)			0.334 ***	0.315 ***
			(0.030)	(0.033)
R-squared	0.107	0.125	0.134	0.150
サンプルサイズ	3,820	3,331	3,752	3,274
パネルD (年・産業ダミー含む)				
1998年以前、OLS、付加価値を使ったTFP上昇率(注2)				
研究開発集約度(DBJ)(注1)	0.202 ***	0.205 ***		
	(0.036)	(0.036)		
研究開発集約度(科調)(注1)			0.221 ***	0.220 ***
			(0.030)	(0.030)
R-squared	0.200	0.216	0.220	0.236
サンプルサイズ	5,076	4,232	5,017	4,182
1999年以降、OLS、付加価値を使ったTFP上昇率(注2)				
研究開発集約度(DBJ)	0.190 ***	0.190 ***		
	(0.032)	(0.032)		
研究開発集約度(科調)			0.266 ***	0.259 ***
			(0.030)	(0.030)
R-squared	0.186	0.208	0.199	0.220
サンプルサイズ	3,820	3,331	3,752	3,274

(注1)"DBJ"は、「日本政策投資銀行企業財務データバンク」から、"科調"は、科学技術研究調査からデータを作成したことを示す。
(注2)付加価値＝産出額-中間投入額
(注3)括弧内の数字はOLSの場合に企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した標準偏差である。
(注4)* p<.1, ** p<.05, *** p<.01

図表 3.1.1.4 には企業財務データの研究開発支出額を使った場合と「科学技術研究調査」の研究開発支出額を使った場合の研究開発収益率に差異があるかどうかを検証した結果がまとめてある。図表 3.1.1.2 で示されたように、企業財務データからの研究開発集約度には 2000 年を前後に大きな断層があることがわかる。2000 年以降については、企業財務データと「科学技術研究調査」の研究開発集約度はほぼ一致している。図表 3.1.1.4 の結果をみると、企業の研究開発支出額を過小に報告した時期とその後の時期を分けて、企業財務データの研究開発支出額を用いた推計と「科学技術研究調査」の研究開発支出額を用いた推計の間に大きな差がないことがわかる。この結果は研究開発支出額データの質によるバイアスがあまり大きくない可能性を示唆していると考えられる。

技術知識ストックの純増分を付加価値で割ったものと、TFP 上昇率を回帰することで求める研究開発純収益率の推計結果を示したものが図表 3.1.1.5 である。研究開発の純収益率は 2%ぐらいで非常に小さい。理論的に、減価償却率を除いている研究開発純収益率はそれを含んでいる粗収益率よりも小さくなることが期待されるが、その通りの実証結果になっている。研究開発の粗収益率と純収益率の推計から日本の技術知識ストックの減価償却率が 20%- 25%ぐらいであると推測できる。これは企業の技術知識ストックの減価償却率が 15%であるといわれる既存研究の結果よりやや高い数字である。

図表 3.1.1.5　R&D 純収益率の推計結果

パネルA(年ダミー含む)

	全産業	製造業	全産業	製造業
OLS	(1)	(2)	(3)	(4)
研究開発集約度	0.022 ***	0.021 ***	0.024 ***	0.024 ***
	(0.005)	(0.006)	(0.004)	(0.005)
R-squared	0.136	0.152	0.147	0.161
サンプルサイズ	6,938	5,850	6,889	5,809

パネルB(年・産業ダミー含む)

	全産業	製造業	全産業	製造業
OLS	(3)	(4)	(5)	(6)
研究開発集約度	0.014 **	0.015 **	0.017 ***	0.019 ***
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.005)
R-squared	0.190	0.206	0.205	0.219
サンプルサイズ	6,938	5,850	6,889	5,809

(注1)すべての推計に付加価値TFP上昇率利用した。特に(3)、(4)は二重計算を調整したTFP上昇率を利用した推計結果である。
(注2)推計期間:1986～2005年。
(注3)括弧内の数字はOLSの場合に企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した標準偏差である。
(注4)* p<.1, ** p<.05, *** p<.01

（2）産業別推計結果

研究開発集約度が高い電気産業、化学産業、輸送用機械産業と機械産業に分割して推計した結果が図表 3.1.1.6 である。研究開発が生産性上昇に統計的に有意で正の効果を与えることは産業別に分割した推計もおいても観察できる。全サンプルの結果と同様に、二重計算問題を処理しても、推計された研究開発収益率にはあまり影響しないことが確かめられた。

大規模のデータセットを使ったことや分析期間の違いなどはあるが、Goto and Suzuki (1989)の研究と比べて、輸送用機械産業においてはかなり低い水準になっている一方で、電気機械産業においては同水準であることもわかる。90 年代以降の日本経済成長を牽引した輸送用機械産業において研究開発投資効果が低かった理由については、より厳密な分析が必要と考えられる。

図表 3.1.1.6　産業別 R&D 粗収益率の推計結果

パネルA:二重計算調整前				
	電機産業	化学産業	輸送用機械産業	機械産業
OLS				
研究開発集約度	0.253 ***	0.155 ***	0.0792 ***	0.228 ***
	(0.033)	(0.026)	(0.028)	(0.049)
R-squared	0.444	0.182	0.244	0.211
サンプルサイズ	1,183	1,546	756	1,255
製造業、4期間の成長、OLS(注2)				
研究開発集約度	0.0829 ***	0.115 ***	0.0888 ***	0.203 ***
	(0.017)	(0.032)	(0.024)	(0.040)
R-squared	0.566	0.159	0.171	0.408
サンプルサイズ	258	312	163	271
パネルB:二重計算調整後				
	電機産業	化学産業	輸送用機械産業	機械産業
OLS				
研究開発集約度	0.262 ***	0.14 ***	0.0992 **	0.177 ***
	(0.040)	(0.030)	(0.041)	(0.055)
R-squared	0.447	0.191	0.23	0.23
サンプルサイズ	835	1,218	567	947
製造業、4期間の成長、OLS(注2)				
研究開発集約度	0.113 ***	0.0675 ***	0 113 ***	0.128 ***
	(0.026)	(0.021)	(0.030)	(0.033)
R-squared	0.588	0.073	0.176	0.449
サンプルサイズ	177	242	124	199

(注1)被説明変数は過去4期間のTFP上昇率。
　　説明変数は、4期前の実質研究開発集約度。
(注2)推計期間:1986～2005年。
(注3)被説明変数はすべて、付加価値TFP上昇率で、年ダミー含む。
(注4)括弧内の数字はOLSの場合に企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した標準偏差である。
(注5)* p<.1, ** p<.05, *** p<.01

（3）期間別推計結果

全期間を 5 年ごとと 10 年ごとに分割して推計した結果が、図表 3.1.1.7 である。1995 年以前、1996 年以降の 10 年間ずつ分割して推計した結果を見ると、年ダミーと産業ダミーを一緒に考慮した推計では、二重計算問題処理の有無と関係なく、研究開発収益率は、この 2 期間で大きく変化がないことがわかる。産業ダミーを除いた推計では、「バブル経済」崩壊直後の期間を含む前期に比べて、後期において研究開発収益率 0.5%程度高くなっている。

10 年間の長期間の結果と同様に、5 年間ずつ分割して行った推計結果も「バブル経済」崩壊直後の期間（1990 年から 1995 年）を除くと研究開発収益率の変化は見られなかった。このような結果は、特許データを用いて日本企業の研究開発の効果を分析した Branstetter and Nakamura (2003)の結果とは異なる。

図表 3.1.1.7　期間別 R&D 粗収益率の推計結果

	全産業						製造業			
パネルA:二重計算調整前							パネルC:二重計算調整前			
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	1986-1995	1996-2005		1986-1990	1991-1995	1996-2000
OLS(年ダミー)							OLS(年ダミー)			
研究開発集約度	0.255 ***	0.198 ***	0.322 ***	0.283 ***	0.233 ***	0.307 ***	研究開発集	0.269 ***	0.195 ***	0.31
	(0.038)	(0.019)	(0.022)	(0.035)	(0.026)	(0.020)		(0.041)	(0.021)	(0.023)
R-squared	0.25	0.136	0.206	0.128	0.208	0.159	R-squared	0 262	0.155	0.22
サンプルサイズ	1,857	1,968	2,124	2,820	3,825	4944	サンプルサ	1,539	1,640	1,805
OLS(年・産業ダミー)							OLS(年・産業ダミー)			
研究開発集約度	0.285 ***	0.163 ***	0.245 ***	0.242 ***	0.235 ***	0.234 ***	研究開発集	0.283 ***	0.163 ***	0.242
	(0 053)	(0.029)	(0.025)	(0.035)	(0.036)	(0.022)		(0.053)	(0.028)	(0.025)
R-squared	0.283	0.178	0.251	0.212	0.228	0.208	R-squared	0.287	0.196	0.262
サンプルサイズ	1,857	1,968	2,124	2,820	3,825	4944	サンプルサ	1,539	1,640	1,805
パネルB:二重計算調整後							パネルD:二重計算調整後			
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	1986-1995	1996-2005		1986-1990	1991-1995	1996-2000
OLS							OLS			
研究開発集約度	0.251 ***	0.211 ***	0.313 ***	0.242 ***	0.236 ***	0.286 ***	研究開発集	0.264 ***	0.211 ***	0.297
	(0.045)	(0.017)	(0.022)	(0.047)	(0.031)	(0.024)		(0.048)	(0.019)	(0.023)
R-squared	0.244	0.156	0.206	0.122	0.215	0.159	R-squared	0.257	0.176	0.219
サンプルサイズ	1,571	1,608	1,657	2,053	3,179	3710	サンプルサ	1,285	1,330	1,399
OLS(年・産業ダミー)							OLS(年・産業ダミー)			
研究開発集約度	0.283 ***	0.187 ***	0.232 ***	0.197 ***	0.245 ***	0.208 ***	研究開発集	0.281 ***	0.188 ***	0.229
	(0.060)	(0.024)	(0.027)	(0.047)	(0.042)	(0.025)		(0.060)	(0.024)	(0.027)
R-squared	0.289	0.205	0.255	0.224	0.242	0.214	R-squared	0.292	0.223	0.266
サンプルサイズ	1,571	1,608	1,657	2,053	3,179	3710	サンプルサ	1,285	1,330	1,399

(注1)推計期間:1986～2005年。
(注2)被説明変数はすべて、付加価値TFP上昇率である。
(注3)括弧内の数字はOLSの場合に企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した標準偏差である。
(注4)* p<.1, ** p<.05, *** p<.01

（４）性格別推計結果

図表 3.1.1.8 には企業の研究開発支出額を基礎研究、応用研究、開発研究に分けて、各性格別研究開発の収益率を推計した結果がまとめてある。基礎研究の集約度は 2 期ラグを、応用研究集約度と開発研究集約度は共に 1 期ラグをとった推計を行った。性格別研究開発の収益率の推計は、サンプルを製造業に限定して行った。

パネル A と B の結果を見ると、全期間をプールした場合の推計結果は、変数や推計式の変化に影響されず、統計的に有意で正の研究開発収益率が得られた。産業ダミーを含んだ推計式では、基礎研究の収益率が一番高い一方で、年ダミーだけを考慮した推計式では開発研究の収益率が最も高くなっている。

時期別に分割した結果で、産業ダミーが含まれた結果を見ると、90 年以前の基礎研究の収益率が高く、最近になるほど基礎研究の TFP 上昇に対する効果が減少していることがわかる。また、応用研究と開発研究の TFP 上昇への寄与は時期によってあまり大きく変化していないことがわかる。この結果から応用研究と開発研究が日本企業の TFP 上昇を支えてきたといえる。

パネル C は基礎研究集約度と開発研究集約度の交差項を新たに含んだ推計結果と、基礎研究集約度と各産業ダミーの交差項を導入した推計結果をまとめてある。基礎研究は直接 TFP 上昇率に効果を与えるだけではなく、開発研究を促進させることで間接的に TFP 上昇率に寄与する可能性も考えられる。全サンプルを利用した推計結果からは、その間接的な効果を確認することができたが、期間別に分割した場合には有意な結果が得られなかった。産業ダミーとの交差項の結果を見ると、電気機械産業においては基礎研究の寄与が大きいが、その他の産業においては基礎研究を活用するといった結果はみられない。

図表 3.1.1.8　性格別 R&D 粗収益率の推計結果

パネルA:二重計算調整前

	全期間	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005
製造業、OLS(年ダミー)					
研究開発集約(Basic)	0.222 *	0.361 **	0.215 *	0.330 *	−0.294 **
	(0.119)	(0.182)	(0.116)	(0.194)	(0.131)
研究開発集約(Applied)	0.238 ***	0.282 **	0.173 ***	0.286 ***	0.252 ***
	(0.053)	(0.115)	(0.040)	(0.084)	(0.092)
研究開発集約(Development)	0.272 ***	0.245 ***	0.200 ***	0.316 ***	0.342 ***
	(0.020)	(0.043)	(0.032)	(0.026)	(0.047)
R-squared	0.205	0.261	0.154	0.224	0.157
サンプルサイズ	7,333	1,491	1,629	1,774	2,439
製造業、OLS(年・産業ダミー)					
研究開発集約(Basic)	0.301 ***	0.456 ***	0.205	0.387 **	−0.005
	(0.109)	(0.138)	(0.126)	(0.184)	(0.133)
研究開発集約(Applied)	0.233 ***	0.355 ***	0.137 ***	0.240 ***	0.200 **
	(0.063)	(0.133)	(0.040)	(0.082)	(0.082)
研究開発集約(Development)	0.193 ***	0.211 ***	0.165 ***	0.239 ***	0.267 ***
	(0.021)	(0.056)	(0.037)	(0.028)	(0.040)
R-squared	0.235	0.292	0.195	0.265	0.248
サンプルサイズ	7,333	1,491	1,629	1,774	2,439

パネルB:二重計算調整後

	全期間	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005
製造業、OLS(年ダミー)					
研究開発集約(Basic)	0.125	0.373 *	0.083	−0.013	−0.331 **
	(0.155)	(0.195)	(0.086)	(0.171)	(0.148)
研究開発集約(Applied)	0.205 ***	0.262 **	0.157 ***	0.252 ***	0.144
	(0.061)	(0 126)	(0.039)	(0.076)	(0.101)
研究開発集約(Development)	0.285 ***	0.248 ***	0.237 ***	0.323 ***	0.321 ***
	(0.023)	(0.054)	(0.021)	(0 027)	(0.063)
R-squared	0.214	0.261	0.175	0.222	0.147
サンプルサイズ	5,809	1,285	1,330	1,399	1,795
製造業、OLS(年・産業ダミー)					
研究開発集約(Basic)	0.270 **	0.508 ***	0.101	0.115	−0.042
	(0.129)	(0.136)	(0.096)	(0.178)	(0.133)
研究開発集約(Applied)	0.190 ***	0.339 **	0.120 ***	0.171 **	0.050
	(0.073)	(0.143)	(0.040)	(0.076)	(0.083)
研究開発集約(Development)	0.206 ***	0.204 ***	0.206 ***	0.242 ***	0.244 ***
	(0.025)	(0.070)	(0.025)	(0.030)	(0.056)
R-squared	0.245	0.300	0.221	0.266	0.246
サンプルサイズ	5,809	1,285	1,330	1,399	1,795

パネルC:二重計算調整後

	全期間	1986-1990	1991-1995
製造業、OLS(年・産業ダミー)			
研究開発集(Basic)	0.044	0.359	−0.055
	(0.104)	(0.359)	(0.120)
研究開発集(Applied)	0.196 ***	0.342 **	0.122 ***
	(0.071)	(0.143)	(0.041)
研究開発集(Developme	0.196 ***	0.199 ***	0.186 ***
	(0.026)	(0.070)	(0.029)
Basic*development	0.422 ***	0 159	0.972
	(0.074)	(0.263)	(0.701)
R-squared	0.246	0.301	0 223
サンプルサイズ	5,809	1,285	1,330
製造業、OLS(年ダミー)			
研究開発集(Basic)	−0.257	−0.418	−0.083
	(0.295)	(0.686)	(0.261)
研究開発集(Applied)	0.222 ***	0.286 **	0.166 ***
	(0.060)	(0.126)	(0.040)
研究開発集(Developme	0 270 ***	0.234 ***	0.226 ***
	(0.024)	(0.056)	(0.024)
Basic*電機産業	0.991 ***	1.110	0 807 **
	(0.354)	(0.725)	(0.397)
Basic*化学産業	0.118	0.238	0.166
	(0.289)	(0.686)	(0.263)
Basic*輸送用機械産業	0.143	0.811	0.518
	(0.327)	(0.698)	(0.572)
Basic*機械産業	−0.109	0.319	−0.256
	(0.355)	(0.909)	(0.426)
R-squared	0.221	0.274	0.178
サンプルサイズ	5,809	1,285	1,330

(注1)推計期間.1986～2005年。
(注2)被説明変数はすべて、付加価値TFP上昇率である。
(注3)括弧内の数字はOLSの場合に企業レベルの系列相関と不均一分散を考慮した標準偏差である。
(注4)* p<.1, ** p<.05, *** p<.01

３．１．１．５　結論及び今後の課題

研究開発投資が、TFP 上昇率にどのような影響を与えるのかについて、日本企業の財務データとより正確な研究開発データを利用して分析を行った。分析結果をまとめると次のようになる。

第一に、研究開発投資の効果は、いずれのデータや推計式を用いても統計的に有意な正の効果がみらた。

第二に、産業別、期間別に分割して推計を行っても、研究開発投資は有意な正の効果をTFP 上昇率に与えたことに変わりはなく、期間別の推計結果には大きな変化がなかった一方で、産業別の研究開発投資の効果が大きく異なった。これは、産業内の技術機会などの差が TFP 上昇に直結する可能性を示唆している。

第三に、研究開発を性格別に分けた場合に、開発研究と応用研究が TFP 上昇率に与える効果は高く、非常に安定的であった。また、基礎研究は電気機械産業の TFP 上昇に大きく寄与したと言える。

残された研究課題は以下の通りである。

まず、技術知識ストックのスピルオーバー効果が TFP 上昇の重要な源泉であることは言うまでもない。そのため、推計モデルの中にスピルオーバーの変数を考慮して、スピルオーバー効果を明示的に推計する必要がある。

次に、研究開発投資を促進するための政策、知的財産制度の効果や産学連携の効果も分析する必要がある。

最後に、技術知識ストックが生産性を上昇させるまでの中間過程を明らかにする必要がある。製品イノベーションと工程イノベーションは生産性上昇のみに影響を与えるだけではなく、経営組織や市場競争環境の変化などを通じて、研究開発活動にも影響を及ぼすこともあり得る。つまり、生産性の上昇が高い産業、企業がより研究開発活動を活発に行っているといった逆の因果関係に関する分析の必要性がある。

補論 A. TFP 上昇率と R&D 集約度の計測のためのデータについて

1. 産出

本論文では、産出の指標として産出額 (Gross output)と付加価値額 (Value-added)の 2 種類を利用する。名目産出額は売上高に在庫増減を足して求めた。ただし、商業の場合は、名目産出額から仕入額を引いた額を名目産出額とした。実質産出額は、名目産出額を産出デフレーターで割ることによって求めた。名目産出額を実質化するための産出デフレーターは JIP2008 の産出デフレーターを DBJ の産業分類に合わせて作成した。産出額が 0（零）また負の場合、サンプルから除いた。実質付加価値額は、実質産出額から実質中間投入額を引いて求めた。

2. 中間投入

以下のように中間投入額を求めた。

売上原価＋販売費・一般管理費－(賃金総額＋減価償却費＋研究開発費)

ただし、商業に関しては、産出額と同様に、仕入額を除くことにした。

売上原価＋販売費・一般管理費－(賃金総額＋減価償却費＋研究開発費＋仕入額)

実質化のための中間投入デフレーターは JIP2008 の中間投入デフレーターを DBJ の産業分類に合わせて作成した。

3. 資本

各企業の実質純資本ストック ($K_{f,t}$)は、以下のように恒久棚卸法 (Perpetual Inventory Method: PI 法)によって作成した。

$$K_{f,t} = (1-\delta_t)K_{f,t-1} + I_{f,t}$$

初期値は 1970 年の土地を除いた、簿価表示の有形固定資産額 ($KNB_{f,t}$)を JIP2008 の投資デフレーター(P^k_t)で割ることによって求めた[4]。δ_t は、企業 f が属する産業の資本減耗率である[5]。有形固定資産に対する実質投資額 ($I_{f,t}$)は、土地を除いた各企業の簿価表示の有形固定資産額の増加分に、有形固定資産額に対する会計上の減価償却額 ($DEP_{f,t}$)を足して、投資デフレーターで割って求めた。上記の内容は以下の式で表すことができる。

---

[4] 投資デフレーターは JIP2008 の資本データを DBJ の産業分類にあわせて調整し、再集計することによって作成した。

[5] 資本減耗率は、JIP2008 の資本データを DBJ の産業分類に基づいて再分類し、資本財ストックと資本減耗額を再集計することによって作成した。産業別の資本財構成の変化による資本減耗率を考慮しているため、ここで求めた減耗率は時間とともに変わるため、添え字 t が付いている。

$$I_{f,t} = \frac{KNB_{f,t} - KNB_{f,t-1} + DEP_{f,t}}{P_t^k}$$

4. 労働

各企業の労働投入は、期末従業者数に産業の平均労働時間を掛けて算出した。平均労働時間は JIP2008 のデータを利用した。

5. 各生産要素のコスト

(1) 資本コスト

資本のユーザー・コスト ($c^k_{f,t}$)は以下のように計算されている。

$$c^k_{f,t} = \frac{1-z_{f,t}}{1-u^i_t} P^k_t \left\{ \lambda_{f,t} r_t + (1-u_t)(1-\lambda_{f,t}) i_t + \delta^i_t - (\frac{\dot{P}^k_t}{P^k_t}) \right\}$$

ここで、$z_{f,t}$ は、1 単位の投資に対する固定資本減耗の節税分、u_t は法人実効税率、$\lambda_{f,t}$ は企業の自己資本比率、r_t は長期市場金利(利付き国債利回り(10 年のもの))、i_t は長期貸出金利(長期貸出プライムレート)を、それぞれ表わしている。固定資本減耗の節税分 ($z_{f,t}$)と、法人実効税率 (u_t)は以下のように計算した。

$$z_{f,t} = \frac{u_t \cdot \delta^i_t}{\lambda_{f,t} r_t + (1-u_t)(1-\lambda_{f,t}) i_t + \delta^i_t}.$$

$$u_t = \frac{u^n_t \cdot (1+u^l_t) + u^c_t}{1+u^c_t}$$

ここで、u^n_t、u^l_t、u^c_tはそれぞれ、法人税率、住民税率、事業税率である。

(2) 労働コスト

労働コストとして、従業者に対する賃金総額を使った。

(3) 中間投入コスト

名目中間投入額を中間投入コストとした。

6. 研究開発集約度

研究開発集約度は、実質研究開発支出額を実質産出額で割って求めた。実質研究開発支出額は、名目研究開発支出額を「科学技術白書」の研究開発デフレーターで割った値である。本論文では、2 種類の産出の概念を利用するため、産出研究開発集約度と付加価値研

究開発集約度の2種類を作成した。

7. 研究開発ストック

企業fのt期の研究開発ストック ($K^R_{f,t}$)は、以下のようにPI法によって作成された。

$$K^R_{f,t} = (1-\delta^R)K^R_{f,t-1} + I^R_{f,t}$$

ただし、実質研究開発投資額 ($I^R_{f,t}$)は、「科学技術研究調査報告」の名目研究開発支出総額を「科学技術白書」の研究開発デフレーターで割って求めた。また、δ^Rは、Goto and Suzuki (1989)で求めた産業別研究開発ストックの減耗率である。

8. 二重計算問題の処理

研究開発のための投入要素が、産出のための投入要素としても計上されるため、産出及び生産性指数には研究開発のための投入要素の寄与も含まれることになる。「科学技術研究調査報告」では、研究開発支出額の構成要素である人件費、有形固定資産の購入額、原材料額を分けて報告している。これらの情報を利用して、各生産要素の投入額と投入コストから研究開発のための生産要素の投入額とそのコストを引くことで二重計算問題を処理した上で、TFPを計測した。

参考文献

後藤晃（1993）「日本の技術革新と産業組織」　東京大学出版会

Bartelsman, E. J., van Leeuwen, G. Nieuwenhuijsen, H. and Zeelenberg, K. (1996) "R&D, and Produtettctivity Growth: Evidence from Firm-level Data in the Netherlands," *Netherlands Official Statistics*, Vol.11, pp.52-69.

Branser, L. and Y. Nakamura (2003) "Is Japan's Innovative Capacity in Decline?,"*NBER Working Paper*, No.9428.

Caballero, R. J., T. Hoshi and A.K. Kashyap (2006) "Zombie Lending and Depressed Restructuring in Japan," *NBER Working Paper*, No.12129.

Goto, A. and Suzuki, K. (1989) "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing," *Review of Economics and Statistics,* Vol. 71, pp.555-564.

Griliches, Z. (1979) "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics*, Vol.10, pp.92-116.

Griliches, Z. and Mairesse, J. (1990) "R&D and Productivity Growth: Comparing Japanese and US Manufacturing Firms," in C. Hulten (ed.), *Productivity Growth in Japan and United States*, Chicago: University of Chicago Press, pp.317-348.

Griliches, Z. (1998) *R&D and Productivity: the Econometric Evidence,* Chicago: University of Chicago Press.

Hall, B. and Mairesse, J. (1995) "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms," *Journal of Econometrics*, Vol.65, pp.263-293.

Harhoff, D. (1998) "R&D and Productivity in German Manufacturing Firms," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.6, pp.28-49.

Kwon, H. and Inui, T. (2003) "R&D and Productivity Growth in Japanese Manufacturing Firms," ESRI Discussion Paper Series, No.44

Mairesse, J. and Hall, B. (1996) "Estimating the Productivity of Research and Development in French and United States Manufacturing Firms: An Exploration of Simultaneity Issues with GMM Methods," *NBER Working Paper*, no.5501.

Mairesse, J. and Sassenou, M. (1991) "R&D and Productivity: a Survey of Econometric Studies at the Firm Level," *NBER Working Paper*, no.3666.

Nishimura, K.G., T. Nakajima and K. Kiyota (2005) "Does the Natural Selection Mechanism Still Work in Severe Recessions? Examination of the Japanese Economy in the 1990s," *Journal of Economic Behavior and Organization* , Vol.58, pp.53-78.

Suzuki, K. (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, pp.573-591.

Wakelin, K. (2001) "Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms," *Research Policy,* Vol.30, pp.1079-1090.

Wieser, R. (2005) "Research and Development Productivity and Spillovers: Empirical Evidence at the Firm Level," *Journal of Economic Survey*, Vol.19, pp.587-621.

３．１．２　イノベーションと生産性上昇

３．１．２．１　はじめに

失われた 10 年と呼ばれる低成長の時代を抜け出すために、高齢化や人口減少に直面している直面している日本経済の持続的な成長のためにも、イノベーションの決定要因とイノベーションが全要素生産性（以下では TFP と呼ぶ）上昇率に与える効果を分析することは非常に重要であることは言うまでもない。

イノベーション調査と企業財務データを接続して、イノベーションと生産性上昇率の関係に関する研究はヨーロッパ諸国を対象にして多く行われてきたが[6]、データの制約のためにイノベーションの決定要因とイノベーションと TFP 上昇率の関係に対する分析が行われてこなかった。本研究の目的は、『企業活動基本調査』の個票データと『全国イノベーション調査』の個票データを接続することにより、日本では、最初にイノベーションと TFP 上昇率の関係を明確にすることである。

本研究の構成は以下の通りである。次節では、本研究で用いたデータと企業レベルの TFP の測定について説明する。第 3 節では、イノベーションの決定要因とイノベーションが TFP 上昇に与える効果に関する分析を行うためのモデルと分析結果を提示する。最終節では、結果をまとめる。

３．１．２．２　実証分析に利用したデータと TFP 測定について

（１）データについて

本研究で用いるデータは経済産業省の『企業活動基本調査』の個票データと文部科学省科学技術政策研究所『全国イノベーション調査』である。『企業活動基本調査』は指定統計の一つであり、従業者 50 人以上かつ資本金または出資金 3,000 万円以上の企業を対象にした全数調査である。『企業活動基本調査』のデータは平成 14 年調査以前には主に鉱業、製造業、卸売業、小売業に属している企業のみを調査対象にしていたが、平成 14 年以降から金融業、電力・水道・ガス業とサービス業などに対しても調査することになった。『企業活

動基本調査』は企業の財務状況、生産状況、研究開発、ライセンスや企業ネットワーク導入など企業活動に関して調査している。『企業活動基本調査』からはTFPの計測に必要なすべてのデータを得られる。

『全国イノベーション調査』は従業者10人以上で、農林水産業、製造業を含む鉱工業、一部のサービス業といった産業に属する民間企業を対象に、従業者数250人以上の企業は悉皆調査、従業者数250人未満の企業に対しては標本調査を行った。回答を得た企業は9257社で、回答率は21%であった。調査項目としては、発生したイノベーションのタイプ、イノベーションを起こすための投入、保護するための手段などイノベーションについて包括的な調査である。

『企業活動基本調査』からの企業のパフォーマンスで、イノベーションの結果物を表すTFP 上昇率とイノベーションの過程における中間的な要素であるイノベーションの間の関係を分析するためには、『企業活動基本調査』と『全国イノベーション調査』を接続する必要がある。『企業活動基本調査』において2001年から調査対象産業を拡大したことで、2001年前後に断層が見られることもあって、2001年の『企業活動基本調査』と『全国イノベーション調査』を接続した。接続できた全企業数は2404社で、製造業が1745社、非製造業は659社であった。

（2）企業レベルのTFPの測定

各企業の産出量と産業平均産出量の差から各生産要素について各企業の投入量と産業平均投入量の乖離に各企業の生産要素シェアと産業平均生産要素シェアの平均値を掛けた値を引いて求めた Caves, Christensen, and Diewert(1982)の生産性指数にディヴィジア指数の離散時間型による時系列接続方法を使って、Good, Nadiri, and Sickles(1997)によって開発されたTFP指数を利用して、企業fの t 期のTFP水準 は、以下の式のように計算した。

$$\ln TFP_{f,t} = (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{2}(S_{n,f,t} + \overline{S_{n,t}})(\ln X_{n,f,t} - \overline{\ln X_{n,t}})$$

$$where\ t = 0,$$

---

[6] Crepon, Duguet, and Mairesse(1998)を参照。

$$\ln TFP_{f,t} = (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{2}(S_{n,f,t} + \overline{S_{n,t}})(\ln X_{n,f,t} - \overline{\ln X_{n,t}})$$
$$+ \sum_{s=1}^{t} (\overline{\ln Q_s} - \overline{\ln Q_{s-1}}) - \sum_{s=1}^{t} \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{2}(\overline{S_{n,s}} + \overline{S_{n,s-1}})(\overline{\ln X_{n,s}} - \overline{\ln X_{n,s-1}})$$
$$where\ t \neq 0.$$

ただし、$Q_{f,t}$、$S_{n,f,t}$、$X_{n,f,t}$は、それぞれ、企業fのt期の産出、企業fのt期の投入要素nのコストシェアー、企業fのt期の投入要素nの投入量を表す。各変数の上の傍線は各変数の産業平均を表す。『企業活動基本調査』の個票データを用いて1994年度から2005年度の商業について各企業のTFP水準を測定した。我々は商業を15産業（卸売業：10、小売業：5）に分類し、各産業の平均的な産出量、投入量、生産要素のシェアを持つ代表的企業を導出した。また、基準年はデータの初期時点である1994年にした。TFPの計測に必要なデータについては補論Aで詳述する。

このように計測されたTFP水準は企業間投入シェアの差異と生産物市場に不完全競争を考慮できるいい面があるが、規模に対する収益不変、生産要素市場の完全競争を仮定しなければならない短所もある。

３．１．２．３　実証分析モデルと結果

（１）どのような企業でイノベーションが起きるのか

どのような属性の企業がイノベーションを起こすのかを多項ロジットモデル(Multinomial Logit Model)で分析する。我々はイノベーションのタイプをプロダクト・イノベーションのみ、プロセス・イノベーションのみ、二つのタイプのイノベーションが同時の場合に分ける。各企業にイノベーションが起きる確率は次のようになる。

$$\Pr ob(I_{ft} = s) = \frac{\exp(\beta_s Z_{ft})}{1 + \sum_{k=1}^{3} \exp(\beta_k Z_{ft})}$$

s=1, 2, 3である。

ここで、$I_{f,t}$はｔ期に企業ｆにおいて起きたイノベーションのタイプ、つまりプロセス・イノベーション（s=1)、プロダクト・イノベーション（s=2)、プロセスとプロダクト・イノベーションが同時（s=3）とイノベーションが起きなった（s=0)、を表す。$Z_{f,t}$は企業ｆのｔ期におけるイノベーションの決定要因として考えられる企業特性変数である。企業の特性に関する変数$Z_{f,t}$として以下の変数を用意する。

1. TFP のレベル：企業の技術水準を表す。
2. 企業の従業者数の対数値：企業規模を表す。
3. 企業の研究開発の有無を表すダミー変数：
   企業が研究開発を全く行わない：１、それ以外：0
4. 研究開発拠点の存在有無に関するダミー変数
   アメリカ研究開発拠点ダミー：アメリカに研究拠点ある：１、ない：０
   国内研究開発拠点ダミー：国内に研究拠点ある：１、ない：０
5. 企業のオーナーシップ関係変数
   外資系ダミー：外国企業のグループに属している企業（外資出資比率 50%以上）の企業：1、それ以外：0
   国内グループ会社ダミー：国内企業のグループに属している企業（出資比率 50%以上）の企業：1、それ以外：0
6. 共同研究開発や共同事業のような協力関係があるかどうかに関するダミー変数
   何らかの協力関係があれば１で、それ以外は 0
7. 企業の国際化程度を示すダミー変数
   企業の市場範囲が国際的な企業は 1、それ以外は 0
8. イノベーションのための公的支援の有無に関する変数
   地方・中央政府や公共機関から補助金や助成金をもらったことがある：1、ない：0
   地方・中央政府や公共機関から貸付金や信用保証をもらったことがある：1、ない：0
9. イノベーションの専有可能性に関する変数
   イノベーションの保護のために制度的な手段を使った経験ダミー：開発されたイノベーションを保護するために特許の出願や意匠登録・商標・著作権を使ったことがある：

1、ない：0

イノベーションを保護するために戦略的な手段を使った経験ダミー：開発されたイノベーションを保護するために企業秘密・設計の複雑性・リードタイムを使ったことがある：1、ない：0

10. 新規設立会社ダミー：1999-2001年の間に新たに設立された会社1、それ以外0

11. マーケットシェア：属している産業に占める企業の売上高の割合

上記の企業の特性を表す変数以外に産業特性をコントロールするために産業ダミーも考慮した。製造業と非製造業のイノベーションは大きく異なると言われているので、製造業と非製造業に分けて推計を行った。図表3.1.2.1と3.1.2.2に推計結果が示されている。

まず、図表3.1.2.1の製造業の結果をみると、イノベーションのタイプによって結果がかなり異なることが分かる。プロセス・イノベーションのみが起きたケースでは、TFPレベルが高く、研究開発を行わないが国内に研究開発の拠点を持っている企業ほどプロセス・イノベーションの起きる確率が高いことになっている。他方で、外資系企業と新規設立された企業はそれ以外の企業に比べて約4%プロセス・イノベーションの確率が有意に減少する。

プロダクト・イノベーションのみのケースの推計結果がプロセス・イノベーションと大きく異なる点として、企業規模、国内企業のグループに属しているかどうかや専有可能性を表すイノベーションの保護手段に関する変数が非常に重要になることをあげられる。この結果は、プロダクト・イノベーションはプロセス・イノベーションより開発されたイノベーションが保護されて、イノベーションからの利益を専有できる可能性が高いほどイノベーションが起きる確率が高くなることを示唆している。プロセス・イノベーションのみの場合と同様に、研究開発を行わない企業の方でプロダクト・イノベーションが起きる確率が高くなるとの結果になっている。このことは企業内で起きているイノベーションは企業の研究開発活動とあまり関係しない可能性を示していると考えられるので、より深層的な研究が必要であろう。

また、プロダクトとプロセス・イノベーションが同時に起きた場合の推計結果をみると、プロセス・イノベーションのみとプロダクト・イノベーションのみの推計結果と違って、

外資系企業、協力関係を結んだ経験や地方・中央政府から財政支援を受けた企業ほどイノベーションが起きる確率が高くなる傾向がみられる。もう一つ大きな違いは研究開発活動をしない企業ダミーの係数値が有意ではないが負であることである。これらの結果はプロダクトとプロセス・イノベーションを同時に起こすためには自社内研究開発活動や共同研究開発活動が重要であることを示していると考えられるし、企業の多様なタイプの研究開発活動とイノベーションとの関連を考える上で興味深い。

図表 3.1.2.2 は非製造業におけるイノベーションの決定要因を分析した結果である。プロセス・イノベーションのみの推計結果をみると、製造業の推計結果とは大きく異なった傾向を示している。企業規模、国内グループ会社ダミーや協力経験あるダミーの係数値が有意に正の値として推計されている。国内研究拠点の役割も大きく異なることも見られる。他方、製造業と同様に、イノベーションの専有可能性とプロセス・イノベーションが起きる確率とは関係がない。推計結果を全体的にみると、非製造業におけるプロセス・イノベーションの性格が製造業とはかなり異なるように見受けられる。

プロダクト・イノベーションのみの推計結果と製造業の結果の差がそれほど顕著ではない。TFP の水準、戦略的な保護手段の利用や公共機関からの信用保証の効果が製造業とは違う結果になっている。非製造業においても製造業と同様に、研究開発活動を行わなくてもプロダクト・イノベーションの確率を高めることができる。プロダクト・イノベーションのみのケースでは、オーナーシップ関連変数や企業規模などのイノベーションからの利益を守るために重要と思われる変数の寄与が大きいといえよう。

プロダクトとプロセス・イノベーションが同時の場合の推計結果も基本的な傾向において、製造業と大きな差はあまりない。

以上の結果を要約すると、産業区分と関係なく、プロセス・イノベーションの場合には専有可能性や共同研究・事業などの協力関係は重要ではないが、プロダクト・イノベーションの場合にこれらのことが非常に重要な要因になる。また、研究開発活動を行わないと一つのタイプのイノベーションを起こすことができるが、タイプが違うイノベーションを同時に起こすことはできない。

図表 3.1.2.1　製造業企業に対する多項ロジットモデル(Multinomial Logit Model)の推計結果：どのような企業でイノベーションが起きるのか

	プロセス・イノベーションのみ			プロダクト・イノベーションのみ			プロセスとプロダクト・イノベーション同時		
	係数値	標準偏差		係数値	標準偏差		係数値	標準偏差	
TFPレベル(2001)	0.050	0.026	*	0.081	0.108		0.126	0.097	
企業規模	0.004	0.004		0.042	0.016	***	0.063	0.015	***
研究開発有無ダミー	0.169	0.054	**	0.356	0.080	***	-0.013	0.071	
アメリカ研究開発拠点ダミー	-0.002	0.020		-0.166	0.047	***	-0.040	0.090	
国内研究開発拠点ダミー	0.026	0.006	***	0.096	0.039	**	0.012	0.049	
外資系ダミー	-0.037	0.005	***	0.215	0.148		0.235	0.143	*
国内グループ会社ダミー	0.017	0.010		0.177	0.037	***	0.272	0.037	***
協力経験あるダミー	0.007	0.007		0.015	0.026		0.047	0.025	*
市場範囲が国際的な企業ダミー	-0.007	0.010		0.018	0.037		0.056	0.036	
中央・地方政府機関から補助金支援ダミー	0.009	0.014		0.079	0.054		0.105	0.053	**
中央・地方政府機関から信用保証ダミー	0.018	0.026		0.053	0.072		0.257	0.081	***
イノベーションを保護するために特許などの制度的な手段を使った経験ダミー	-0.009	0.008		0.173	0.031	***	0.110	0.028	***
イノベーションを保護するために戦略的な手段を使った経験ダミー	0.008	0.008		0.137	0.030	***	0.147	0.029	***
新規設立会社ダミー(1999－2001)	-0.043	0.006	***	0.017	0.106		0.129	0.091	
マーケットシェア(2001)	-0.045	0.047		-0.354	0.226		-0.064	0.218	
化学産業ダミー	-0.007	0.010		0.072	0.053		-0.032	0.039	
電機産業ダミー	-0.013	0.009		0.010	0.041		-0.001	0.037	
輸送用機械ダミー	-0.015	0.008	*	0.004	0.044		-0.023	0.038	
一般機械(精密機械含む)ダミー	-0.015	0.008	*	0.064	0.045		0.005	0.039	
金属製品・窯業産業ダミー	0.002	0.009		0.008	0.038		-0.020	0.033	
PseudoR-squared					0.2697				
サンプル数					1714				

注)1.イノベーションがなかった企業がベース
2.標準偏差は不均一分散を考慮した値である。 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01
3 係数値は限界効果である。

図表 3.1.2.2　非製造業企業に対する多項ロジットモデル(Multinomial Logit Model)の推計結果：どのような企業でイノベーションが起きるのか

	プロセス・イノベーションのみ			プロダクト・イノベーションのみ			プロセスとプロダクト・イノベーション同時		
	係数値	標準偏差		係数値	標準偏差		係数値	標準偏差	
TFPレベル(2001)	0.000	0.008		-0.187	0.093	**	0.032	0.103	
企業規模	0.005	0.002	***	0.024	0.020		0.081	0.026	***
研究開発有無ダミー	0.018	0.011		0.483	0.121	***	0.094	0.113	
アメリカ研究開発拠点ダミー	-0.024	0.006	***	0.175	0.147		-0.049	0.097	
国内研究開発拠点ダミー	-0.009	0.005	*	0.181	0.043	***	0.041	0.057	
外資系ダミー	-0.013	0.003	***	0.539	0.244	**	0.018	0.218	
国内グループ会社ダミー	0.014	0.009	*	0.159	0.074	**	0.454	0.077	***
協力経験あるダミー	0.009	0.005	*	-0.002	0.041		-0.052	0.051	
市場範囲が国際的な企業ダミー	0.012	0.012		-0.010	0.083		0.124	0.112	
中央・地方政府機関から補助金支援ダミー	0.027	0.023		0.124	0.133		0.203	0.165	
中央・地方政府機関から信用保証ダミー	-0.015	0.004	***	0.296	0.176	*	0.438	0.176	**
イノベーションを保護するために特許などの制度的な手段を使った経験ダミー	0.003	0.006		0.210	0.061	***	0.052	0.059	
イノベーションを保護するために戦略的な手段を使った経験ダミー	-0.003	0.005		0.035	0.053		0.351	0.080	***
新規設立会社ダミー(1999－2001)	-0.016	0.004	***	0.132	0.159		-0.146	0.065	**
マーケットシェア(2001)	0.000	0.018		-0.165	0.317		-0.384	0.259	
商業ダミー	0.010	0.007		0.098	0.077		0.091	0.120	
サービス業ダミー	0.012	0.016		0.184	0.123		0.091	0.150	
PseudoR-squared					0.3435				
サンプル数					565				

注)1.イノベーションがなかった企業がベース
2.標準偏差は不均一分散を考慮した値である。 2 *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01
3 係数値は限界効果である。

（2）イノベーションは企業のTFPを上昇させるのか

『全国イノベーション調査』のデータは1999年から2001年までにおいて、イノベーションがあったかどうかを調査しているので、イノベーションが起きた後にTFPが上昇したかどうかを分析する上で基準年の設定が重要であると考えられる。本研究では、2001年を基準年にして、2年後、3年後と4年後のTFP上昇率に与えるイノベーションの効果を分析する。

したがって、実証モデルは次のようになる。

$$\ln TFP_{f,t+\tau} - \ln TFP_{f,t} = \alpha + \beta_1 \mathrm{Pr}odinnDummy_{f,t} + \beta_2 \mathrm{Pr}ocinnDummy_{f,t} + \beta_3 BothinnDummy_{f,t} + Z_{f,t} + IndsustryDummy_{J,t} + \varepsilon_{f,t}$$

$\ln TFP_{f,t+\tau}$は企業fのイノベーションが起きたt期のτ年後におけるTFPレベルを表す。

イノベーションによる生産性上昇効果が表れるまでは少なくとも数年の時間を要すると考えられる。このようなタイムラグを考慮するため、イノベーションが起きた年を2001年と考えて、その年のTFPレベルと比較して、イノベーションが起きた2年後、3年後、4年後のTFPが上昇したかどうかを検証する。

説明変数としては、我々が一番注目しているプロダクト・イノベーションのみ起きた企業のダミー変数（ProdinnDummy）、プロセス・イノベーションのみ起きた企業のダミー変数（Procinndummy）、二つのタイプのイノベーションが同時に起きた企業のダミー変数（Bothinndummy）といくつかの企業の特性を表す追加的な変数を用いている。$Z_{f,t}$は企業fのt期における企業特性変数である。企業特性を表す変数として、ITネットワーク利用変数、企業の所有構造を表す変数（本研究では、外資系企業ダミー変数と企業グループ企業ダミー変数を利用した）、企業のマーケットシェア変数と市場範囲を示す変数と新規設立したかどうかを示すダミー変数を使った。イノベーションがTFP上昇へ与える効果を分析する上で産業間の差異をコントロールするために、全サンプルを製造業と非製造業に分けて推計を行っただけではなく、推計式に産業ダミーを入れた。図表3.1.2.2の4列に示されたようにイノベーションが起きた企業のTFP水準は高いので、イノベーションが起きた

時点における企業間 TFP レベルの差をコントロールするためと生産性フロンティアから遠く離れている企業ほど早く成長する収束効果をみるために、2001 年の TFP レベルを説明変数として含めた。

イノベーションによる TFP 上昇効果に関する製造業と非製造業の推計結果は図表 3.1.2.3、3.1.2.4、3.1.2.5 に示されている。製造業の結果は図表 3.1.2.3 と図表 3.1.2.4 である。図表 3.1.2.3 は製造業全サンプルを用いた推計結果である。図表 3.1.2.4 は企業内のスピルオーバーが TFP 上昇させた効果を除くためにグループに属していない独立企業に限定して推計した結果である。Suzuki(1993)と Branstetter (2000) が発見したようにグループ企業の場合に企業間のスピルオーバー効果が存在する。しかし、本研究ではそのスピルオーバー効果を明示的に考慮するのができないのでサンプルを独立企業のみに限定する方法を取った。

図表 3.1.2.3　イノベーション効果分析結果（製造業）：独立会社とグループ会社

	2年後			3年後			4年後					
	被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2003)-ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2004)-ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2005)-ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性レベル(ln TFP(2001))		
パネルA：	係数値	t値		係数値	t値		係数値	t値		係数値	t値	
ProdinnDummy （1999-2001）	0.011	3.12	***	0.006	2.10	**	0.006	2.55	**	0.027	3.47	***
ProcinnDummy （1999-2001）	0.002	0.26		-0.003	-0.42		0.001	0.29		0.040	3.34	***
BothinnDummy （1999-2001）	0.010	2.67	***	0.006	1.96	**	0.006	2.09	**	0.048	5.85	***
TFPレベル(2001)	-0.067	-3.34	***	-0.064	-3.60	***	-0.046	-3.02	***			
化学産業ダミー	0.024	5.18	***	0.025	6.30	***	0.022	6.32	***	0.079	6.46	***
電機産業ダミー	0.036	6.78	***	0.035	7.04	***	0.034	7.76	***	0.126	9.45	***
輸送用機械ダミー	0.008	2.45	**	0.009	3.79	***	0.010	5.11	***	0.015	2.01	**
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.026	4.79	***	0.024	5.60	***	0.023	6.74	***	0.015	1.76	*
金属製品・窯業産業ダミー	0.005	1.66	*	0.003	1.26		0.001	0.24		0.021	3.13	***
定数項	-0.007	-3.14	***	-0.002	-1.21		0.000	-0.06		-0.042	-8.90	***
R-squared	0.0735			0.0932			0.1193			0.1475		
サンプル数	1523			1491			1435			1714		
パネルB：												
ProdinnDummy （1999-2001）	0.009	2.46	**	0.004	1.53		0.005	1.92	*	0.020	2.56	**
ProcinnDummy （1999-2001）	0.000	0.01		-0.004	-0.65		0.000	0.03		0.033	2.82	***
BothinnDummy （1999-2001）	0.006	1.46		0.004	1.19		0.004	1.47		0.025	3.11	***
TFPレベル(2001)	-0.073	-3.45	***	-0.065	-3.52	***	-0.045	-2.84	***			
企業間ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.001	0.23		-0.002	-0.69		0.001	0.27		0.009	1.58	
企業内ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.007	1.88	*	0.007	2.38	**	0.005	2.42	**	0.011	1.52	
国内グループ会社ダミー(1999-2001)	0.006	1.84	*	0.007	2.99	***	0.005	2.59	***	0.028	4.68	***
外資系ダミー(1999－2001)	0.006	0.38		-0.003	-0.17		-0.005	-0.39		0.114	2.70	***
市場範囲が国際的な企業ダミー(1999－2001)	0.016	3.49	***	0.013	3.20	***	0.011	3.45	***	0.002	0.19	
マーケットシェア(2001)	0.001	0.04		-0.027	-1.90	**	-0.037	-2.39	**	0.319	6.50	***
新規設立会社ダミー(1999－2001)	-0.001	-0.08		-0.012	-1.33		0.000	-0.02		0.013	0.51	
化学産業ダミー	0.021	4.51	***	0.023	5.58	***	0.020	5.67	***	0.074	6.34	***
電機産業ダミー	0.032	6.01	***	0.032	6.14	***	0.031	6.69	***	0.122	9.09	***
輸送用機械ダミー	0.005	1.57		0.007	2.62	***	0.008	3.41	***	0.018	2.39	**
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.021	3.96	***	0.020	4.68	***	0.020	5.74	***	0.017	1.93	*
金属製品・窯業産業ダミー	0.004	1.20		0.002	0.82		-0.001	-0.26		0.018	2.69	***
定数項	-0.014	-3.71	***	-0.008	-2.73	***	-0.005	-2.1	**	-0.068	-8.91	***
R-squared	0.0888			0.1136			0.1396			0.2038		
サンプル数	1523			1491			1435			1714		

注）1　t値は不均一分散を考慮した値である。 2　*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

図表 3.1.2.3 のパネル A の結果は企業特性変数を除いて、イノベーションの変数と産業ダミーだけを用いて推計した結果である。この結果をみると、プロダクト・イノベーションとプロダクト・プロセスイノベーションが同時に起きた場合に 2 年後の製造業企業の TFP が約 1%、3 年と 4 年後には 0.6%統計的に有意に上昇させていることがわかる。この結果を基にすると、プロダクト・イノベーションは TFP 上昇に持続的に有意な効果を与えると言える。一方で、プロセス・イノベーションの効果はすべての期間において統計的に有意ではなく、3 年後の TFP 上昇率に対しては負の効果を与えている。このような結果は新たなプロセスは技術的に既存プロセスより効率的で優れたものであるにもかかわらず、既存プロセスに慣れている労働者の適応期間の必要性や新たなプロセスに適合性がある組織再編などの調整費用がかなり掛かることで短期的には TFP 上昇と有意に正の関係を示さない可能性を示唆していると考えられる。本研究で得た、プロダクト・イノベーションがプロセス・イノベーションより企業の TFP を上昇させるために重要であることとプロセス・イノベーションが TFP 上昇に有意な効果を与えない結果はイギリス、フランスやオランダのデータを用いて分析した既存研究の結果と整合的である[7]。

産業間の技術機会などの産業固有の特性をコントロールするために考慮した産業ダミーの係数値をみると、イノベーションによる企業間の TFP 上昇率の差より産業間の格差が大きいことがわかる。電気産業に属している企業の TFP 上昇率はその他の製造業に属している企業に比べて 3%以上高く、機械産業と化学産業では 2%ぐらい高いことが観察される。

図表 3.1.2.3 のパネル B は TFP 上昇率の決定要因として考えられる企業特性変数を推計式に入れて推計した結果である。パネル A の結果と異なる点は、プロダクト・プロセスイノベーションが同時に起きた場合の効果が正であるが、統計的に有意ではないことである。プロダクト・イノベーションとプロセスイノベーションダミー変数の係数値はパネル A と同様な傾向を示している。

TFP 上昇率の決定要因別の効果をみると、TFP 上昇率に与える企業の国際化の程度（企業の市場範囲を代理変数とした場合）の効果が一番大きく、プロダクト・イノベーション効果の倍ぐらいになっている。この結果は Kimura and Kiyota (2007) と Castellani (2002) などが発見した輸出企業と対外直接投資を行っている企業がより TFP 上昇率が高いという

[7]スウェーデンに関する既存研究としては Loof and Heshmati(2002), フランスについては、Duguet (2004), オランダについては Klomp and van Leeuwen (2001)を参照されたい。

結果と一致している。

また、グループ企業ダミー変数の係数値も正で統計的に有意である。この結果はグループ企業内にスピルオーバー効果が存在するというSuzuki(1993)とBranstetter（2000）の結果と整合的である。グループ企業内にスピルオーバー効果はプロダクト・イノベーションの効果の大きさと同レベルである。この結果は企業内にイノベーションを起こすための努力がなくてもグループや系列の中に属することでTFPを上昇させることができることを意味する。

ITネットワークとTFP上昇率は正の関係にあることは多くの既存研究によって確認されてきた（Motohashi(2007), Atrostic and Nguyen (2002)を参照)。二つのタイプ（企業間、企業内）のITネットワークの中で企業内のITネットワークのみがTFPを上昇させていることが確認できる。

外資系企業のダミーと新規企業ダミーは統計的に有意ではなかった。図表3.1.2.3の2列-3列で、マーケットシェアは3年後以降のTFP上昇率に有意に負の効果を持つことが示されている。この結果は市場競争が企業の生産性を上昇させるというNickell (1996)とOkada（2005）の結果と整合的である。

図表3.1.2.4は製造業のサンプルを独立企業に限定して行った推計結果である。イノベーションに関する効果は概ね全サンプルを利用した推計結果と同様の傾向か見られる。企業の国際化程度を表す変数のみが有意に正の効果を与える結果になっている。独立企業のみに限定した場合に統計的に有意であった企業内のITネットワークの効果の有意性はなくなっている。

図表 3.1.2.4　イノベーション効果分析結果（製造業）：独立会社のみ

	2年後			3年後			4年後		
	被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2003)-ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2004)-ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2005)-ln TFP(2001))		
パネルA：	係数値	t値		係数値	t値		係数値	t値	
ProdinnDummy （1999-2001）	0.016	3.62	***	0.008	2.15	**	0.008	2.55	**
ProcinnDummy （1999-2001）	0.011	1.23		0.007	0.77		0.004	0.52	
BothinnDummy （1999-2001）	0.006	1.27		0.006	1.73	*	0.003	0.84	
TFPレベル(2001)	-0.099	-3.47	***	-0.084	-3.53	***	-0.077	-3.71	***
化学産業ダミー	0.029	5.00	***	0.028	5.36	***	0.029	6.56	***
電機産業ダミー	0.031	4.41	***	0.031	4.35	***	0.035	5.64	***
輸送用機械ダミー	0.011	2.95	***	0.007	2.41	**	0.012	4.97	***
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.018	3.14	***	0.019	4.10	***	0.023	5.85	***
金属製品・窯業産業ダミー	0.008	2.01	**	0.003	0.83		0.003	0.98	
定数項	-0.010	-3.75	***	-0.004	-2.16	**	-0.004	-2.07	**
R-squared	0.0996			0.1115			0.1572		
サンプル数	917			914			874		
パネルB：									
ProdinnDummy （1999-2001）	0.014	3.17	***	0.007	1.92	**	0.006	2.11	**
ProcinnDummy （1999-2001）	0.009	1.06		0.006	0.64		0.003	0.35	
BothinnDummy （1999-2001）	0.002	0.48		0.005	1.37		0.001	0.25	
TFPレベル(2001)	-0.104	-3.45	***	-0.085	-3.35	***	-0.078	-3.52	***
企業間ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.002	0.58		0.001	0.41		0.002	0.97	
企業内ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.005	1.15		0.004	1.07		0.004	1.27	
外資系ダミー(1999－2001)	0.012	0.73		-0.001	-0.04		-0.002	-0.15	
市場範囲が国際的な企業ダミー(1999－2001)	0.018	2.96	***	0.008	1.58		0.010	2.48	**
マーケットシェア(2001)	-0.002	-0.07		-0.012	-0.50		-0.004	-0.20	
新規設立会社ダミー(1999－2001)	-0.006	-0.73		-0.018	-0.85		-0.030	-1.71	*
化学産業ダミー	0.026	4.26	***	0.026	4.85	***	0.028	6.12	***
電機産業ダミー	0.026	3.64	***	0.029	3.85	***	0.032	4.96	***
輸送用機械ダミー	0.008	2.17	**	0.006	1.90	*	0.011	4.14	***
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.012	2.17	***	0.016	3.66	***	0.020	5.26	***
金属製品・窯業産業ダミー	0.007	1.83	**	0.002	0.75		0.003	0.93	
定数項	-0.014	-3.17	***	-0.007	-2.05	**	-0.007	-2.38	**
R-squared	0.1148			0.1178			0.1691		
サンプル数	917			914			874		

注）1. t値は不均一分散を考慮した値である。 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

製造業と非製造業の区分による違いをみるために、全サンプルを非製造業に分けて推計した結果が図表 3.1.2.5 である。推計結果をみると、イノベーションが非製造業の TFP 上昇率に与える効果は製造業と比べて大きく異なることがわかる。『全国イノベーション調査』と『企業活動基本調査』のマッチングデータは『企業活動基本調査』のデータの制約のために多くのサービス業に属している企業とマッチできない部分があることは推計結果の解釈に注意する必要がある。製造業とは違って、プロダクト・プロセスイノベーションが同時に起きた場合の係数値が一貫して負である。プロダクト・イノベーションの効果は有意ではないが、すべての推計式において正である。製造業では、プロダクト・イノベーションが 2 年後の TFP 上昇率に与える効果が大きいが、非製造業では有意ではないものの 3 年後の TFP 上昇率への寄与がより大きいことが確認できる。この結果はイノベーションが TFP 上昇に効果を与えるために必要な期間が製造業と非製造業間で異なることを示唆している。製造業の結果と大きく違って、すべての企業特性変数は非製造業に属する企業の TFP 上昇に有意な効果を与えない結果を得た。この結果から、製造業と非製造業間の TFP 上昇率の決定要因はかなり異なることが推測できる。

図表 3.1.2.5　イノベーション効果分析結果（非製造業）：独立会社とグループ会社

	2年後			3年後			4年後				
	被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2003)−ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2004)−ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性上昇率(ln TFP(2005)−ln TFP(2001))			被説明変数：全要素生産性レベル(ln TFP(2001))	
パネルA:	係数値	t値		係数値	t値		係数値	t値		係数値	t値
ProdinnDummy （1999-2001）	0.004	0.32		0.012	1.30		0.006	0.79		−0.051	−1.81 *
ProcinnDummy （1999-2001）	0.006	0.3		0.006	0.37		0.009	0.75		0.019	0.42
BothinnDummy （1999-2001）	−0.013	−1.19		−0.004	−0.57		−0.009	−1.48		0.015	0.52
TFPレベル(2001)	−0.152	−6.77	***	−0.122	−7.10	***	−0.072	−4.98	***		
商業ダミー	0.018	1.57		0.026	2.13	**	0.009	0.91		0.040	1.85 *
サービス業ダミー	0.032	2.47	**	0.034	2.60	***	0.027	2.44	**	0.077	2.75 ***
定数項	−0.002	−0.15		−0.022	−1.85	*	−0.005	−0.54		−0.023	−1.31
R-squared	0.1421			0.1576			0.122			0.0118	
サンプル数	481			467			456			565	
パネルB:											
ProdinnDummy （1999-2001）	0.005	0.39		0.011	1.28		0.006	0.69		−0.061	−2.11 **
ProcinnDummy （1999-2001）	0.006	0.29		0.005	0.35		0.006	0.54		0.014	0.30
BothinnDummy （1999-2001）	−0.013	−1.13		−0.006	−0.74		−0.012	−1.90	*	0.007	0.24
TFPレベル(2001)	−0.150	−6.71	***	−0.119	−7 33	***	−0.071	−5.06	***		
企業間ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.004	0.41		0.000	−0.03		0.006	1.13		0.015	0.68
企業内ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.017	1.61		0.033	3.98	***	0.016	2.23	**	−0.027	−0.87
国内グループ会社ダミー(1999-2001)	−0 005	−0.37		−0.003	−0.33		0.001	0.08		0.031	1.02
外資系ダミー(1999－2001)	−0.036	−0.67		−0.023	−0.63		−0.004	−0.16		−0.034	−0.38
市場範囲が国際的な企業ダミー(1999 -2001)	−0.006	−0.26		−0.004	−0.27		0.010	0.76		0.043	0.89
マーケットシェア(2001)	0.029	0.61		0.032	0.92		0.029	0.89		0.159	0.94
新規設立会社ダミー(1999－2001)	−0.008	−0.18		−0.042	−1.41		−0.041	−2.38	**	0.240	1.95 *
商業ダミー	0.020	1.63		0.026	2.21	**	0.009	0.94		0.046	1.71 *
サービス業ダミー	0.029	2.07	**	0.027	2.14	**	0.025	2.21	**	0.088	2.81 ***
定数項	−0.017	−1.30		−0.047	−3.64	***	−0.022	−1.94	**	−0.027	−0.79
R-squared	0.1576			0.1839			0.1436			0.032	
サンプル数	481			467			456			565	

注）1. t値は不均一分散を考慮した値である。 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

３．１．２．４　おわりに

本研究では、『企業活動基本調査』の個票データと『全国イノベーション調査』の個票データを接続したデータを用いて、イノベーションの決定要因とイノベーションがTFP上昇率に与える効果について実証分析を行った。

イノベーションをタイプ別に分けて、多項ロジットモデルを用いてイノベーションの決定要因を分析し、プロセス・イノベーションの場合には専有可能性や共同研究・事業などの協力関係は重要ではないが、プロダクト・イノベーションの場合にこれらのことが非常に重要な要因であることと研究開発活動を行わないとタイプが違うイノベーションを同時に起こすことはできないとの結果を得た。

イノベーションがTFP上昇へ与える効果については、プロダクト・イノベーションはTFP上昇に持続的に有意な効果を与えるが、プロセス・イノベーションの効果はすべての期間において統計的に有意ではない結果を発見した。

本研究で得られた結果だけで、イノベーションと生産性上昇間の関係をすべて明らかにしたわけではない。多くの残された課題がある。その中で次の二つの課題はできるかぎり早く解決したい。まず、イノベーション、研究開発、生産性上昇率の推計式を同時に推計することで、内生性を解決することではなく、互いの関係をより明確にする必要がある。次に、『全国イノベーション調査』で調査された調査項目をより多く使う必要がある。

補論 A. TFP 測定のためのデータの加工方法について

1. 産出

名目産出額として売上高を使った。ただし、商業の場合は、売上高から仕入れ額を引いた額を名目産出額とした。名目産出額を実質化するために適用したデフレーター（2000 年基準）は JIP2008 のデフレーターを「企業活動基本調査」の 3 桁産業分類に合わせて、再集計して求めたものである。0 以下の産出額はサンプルから除いた。

2. 中間投入

中間投入額は以下の通りである。

売上原価＋販売費・一般管理費－(賃金総額＋減価償却費)

ただし、商業に関しては、賃金総額、減価償却費と仕入額を売上原価と販管費の合計か羅引いたものを中間投入額とした。

実質化のための中間投入デフレーターは JIP2008 の中間投入デフレーターを「企業活動基本調査」の 3 桁産業分類に合わせて作成した。

3. 資本

各企業の実質純資本ストック ($K_{f,t}$)は、土地を除いた各企業の簿価表示の有形固定資産額 ($KNB_{f,t}$)に、その企業が属している産業の資本ストックの毎年の時価・簿価比率 (K^i_t/KNB^i_t) を掛けることによって求めた。

$$K_{f,t} = KNB_{f,t} \cdot \frac{K^i_t}{KNB^i_t}$$

ただし、「企業活動基本調査」で報告されている有形固定資産額には土地を含まれている。土地に関する報告は 1995 年と 1996 年しかされてない。ここでは、有形固定資産額に対する土地の割合の産業平均を 1995 年と 1996 年のデータで計算し、各年の簿価の有形固定資産額からこの割合の分を引くことによって土地を除いた簿価表示の有形固定資産額 ($KNB_{f,t}$)を求めた。

産業 i の実質純資本ストック (K^i_t)は 1975 年『法人企業統計調査』の「その他の有形固定資産額期末値」を JIP2008 の投資デフレーター[8]によって 2000 年価格に変換し、実質純資本ストックの初期値にしたうえで、恒久棚卸法 (perpetual inventory method)により 1975 年以降の各年の純資本ストックを推定した。恒久棚卸法の計算式は次のとおりである。

$$K^i_t = (1-\delta^i_t)K^i_t + I^i_t$$

8 『法人企業統計調査』の産業分類に基づいて投資デフレーターを再集計し、作成した。

I^i_tは、産業iのt期の名目投資（＝当期末その他の有形固定資産－前期末その他の有形固定資産＋減価償却費）を投資デフレーターによって実質化したものであり、δ^i_tは、JIP2008から求めた、産業iのt期の資本減耗率[9]である。

KNB^i_tは、産業iのt期の簿価の「当期末その他の有形固定資産」である。

4. 労働

労働投入は、各企業の常用従業者数に産業の平均労働時間を掛けて算出した。平均労働時間はJIP2008から取った。

5. 資本コスト

資本のユーザーコスト$(c^k_{f,t})$は以下のように計算されている。

$$c^k_{f,t} = \frac{1-z_{f,t}}{1-u^i_t} p^i_t \{\lambda_{f,t} r_t + (1-u_t)(1-\lambda_{f,t}) i_t + \delta^i_t - (\frac{\dot{p}^i_t}{p^i_t})\}$$

ここで、$z_{f,t}$は、1単位の投資に対する固定資本減耗の節税分、u_tは法人実効税率、$\lambda_{f,t}$は企業の自己資本比率、r_tは長期市場金利(利付き国債利回り(10年のもの))、i_tは長期貸出金利(長期貸出プライムレート)、p^i_tは投資デフレーターを、それぞれ表わしている。固定資本減耗の節税分$(z_{f,t})$と、法人実効税率(u_t)は以下のように計算した。

$$z_{f,t} = \frac{u_t \cdot \delta^i_t}{\lambda_{f,t} r_t + (1-u_t)(1-\lambda_{f,t}) i_t + \delta^i_t}.$$

$$u_t = \frac{u^n_t \cdot (1+u^l_t) + u^c_t}{1+u^c_t}$$

ここで、u^n_t、u^l_t、u^c_tはそれぞれ、法人税率、住民税率、事業税率である。

9 時期による資本財構成の変化による資本減耗率の変化を考慮するため、JIP2008の実質資本ストックと資本財別の償却率を用いて、『法人企業統計調査』産業分類別・年別に償却率を計算している。

参考文献

Atrostic, B.K. and Nguyen, S. (2002) "Computer Networks and US Manufacturing Plant Productivity: New Evidence from CNUS Data," *Working Paper 02-01*, Center for Economic Studies.

Branstetter, L. (2000) "Vertical Keiretsu and Knowledge Spillovers in Japanese Manufacturing: An Empirical Assessment," *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.14, pp.73-104.

Castellani, D. (2002) "Firms' Technological Trajectories and the Creation of Foreign Subsidiaries," *International Review of Applied Economics*, Vol. 16, pp.359-371.

Crepon, B., E. Duguet, and J. Mairesse (1998) "Research and Development, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.7, pp.115-158.

Duguet, E. (2004) "Innovation Height, Spillovers and TFP growth at the Firm level:Evidence from French Manufacturing," *Economics of Innovation and New Technology*, forthcoming.

Good, D. H., M. I. Nadiri and R. C. Sickles (1997) "Index Number and Factor Demand Approaches to the Estimation of Productivity," in M.H. Pesaran and P. Schmidt (eds.), *Handbook of Applied Econometrics: Vol. 2. Microeconometrics*, Oxford, England: Basil Blackwell, pp. 14-80.

Goto, A. and Suzuki, K. (1989) "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing," *Review of Economics and Statistics,* Vol. 71, pp.555-564.

Griliches, Z. (1998) *R&D and Productivity: the Econometric Evidence,* Chicago: University of Chicago Press.

Kimura, F. and K. Kiyota (2007) "Exports, FDI, and Productivity: Dynamic Evidence from Japanese Firms," *Review of World Economics,* forthcoming.

Klomp, L. and G. van Leeuwen (2001) "Linking Innovation and Firm Performance: A new approach.," *International Journal of the Economics of Business*, Vol.8, pp.343-364.

Loof, H. and A. Heshmati (2002) "Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm Level Innovation Study," *International Journal of Production Economics*, Vol.76, pp.61-85.

Motohashi, K. (2007) "Firm-Level Analysis of Information Network Use and Productivity in Japan," *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.21, pp.121-137.

Nickell, S. (1996) "Competition and Corporate Performance," *Journal of Political Economy*, Vol.104, pp. 724-746.

Okada, Y. (2005) "Competition and Productivity in Japanese Manufacturing Industries," *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.19, pp.586-616.

Suzuki, K. (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, pp.573-591.

３．２　知的資産と企業価値の分析

小田切宏之（一橋大学　経済学研究科　教授）
羽田尚子（駒澤大学　経済学部　専任講師）

３．２．１　分析の目的

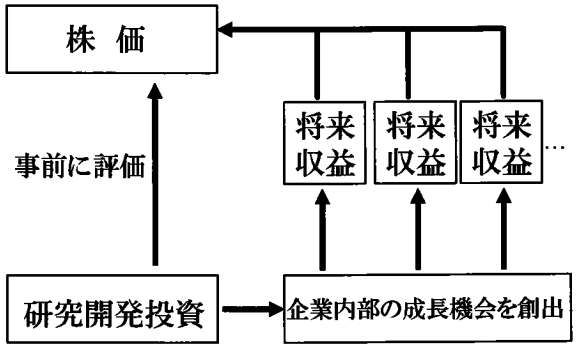
企業が競争優位を築く源泉として，バランスシートに記載されている資産（tangible assets）だけではなく，むしろそれ以上に，目に見えない資産（intangible assets）の重要性が幅広く認識されるようになってきた．例えば，製造業における研究開発投資額は，「技術力」という目に見えない資産を形成し，これが企業の競争優位構築に大きな役割を担うと考えられている．研究開発投資から得た技術力は，新製品の開発，現有製品の改良，製品システムや販売システムの高度化などを通じて，経営の革新と企業の成長を促進し，企業価値を創造するドライバーとしての役割が存在するからである．

しかし，わが国の会計基準では，研究開発投資額は，投資額を実施したときのその支出額として，その年度に全額費用計上されている．企業が設備投資を実施したときには，その支出額全額を資産計上した上で，耐用年数にわたって費用処理するのとは対照的である．榊原等（2006）によると，この対照的な会計処理は，将来便益の不確実性の程度が研究開発投資において特に高いこと，および研究開発投資支出と将来収益の間に直接の因果関係を明示できないことが，この主たる原因と考えられる．

一方，株価は，企業が将来生み出すキャッシュフローを見越して反応する．研究開発投資から得た技術力が，将来の収益増加や費用削減に貢献すると期待されるのであれば，将来の純利益の増加を事前に評価して，株価はポジティブに反応するであろう．このように，企業の会計情報と株価との間には，その視点の違いから差が存在する．

目に見えない資産（intangible assets）が，株式市場で決まる企業価値に及ぼす影響を考察することにより，その評価を行う分析手法を，企業価値アプローチ（Market Value Approach）と呼ぶ．企業価値アプローチの考え方を図示したのが，図表 3.2.1.1 である．決算により決定した会計上の純利益の増加によって，過去に行った研究開発投資の成果が本年度に発現したことを確認することとなる．

図表 3.2.1.1



出所 榊原・奥三野・鄭・古澄(2006)

本分析は、この企業価値アプローチにより，企業の有する目に見えない資産が，製薬企業の将来収益にどの程度貢献しているか実証的に裏付けることを目的としている．目に見えない資産には技術力があるが，製品への信頼性を表すブランド力も同様に株価形成に織り込まれているため，これらの代理変数を含めた分析を行っている． 企業価値アプローチによる技術力の評価には利点がある．一般的に，研究開発投資がなされてから，その効果が生産性や企業収益に反映されるまでにはラグがあり，また、技術的にも経済的にも不確実性が高く，このことは医薬品産業において特に顕著である．このため、生産関数アプローチや利潤関数アプローチによって技術の効果を測定するには，ラグ構造を明らかにする必要がある．さらに，不確実性のためにモデルの当てはまりも悪くなる．一方、株式投資家の予想が合理的であると前提できる限り，こうした長期的な影響や確率的な影響も反映されて株価は決定されるはずであり，この意味において株価データを用いた分析の有利性があり，医薬品産業において，この有利性は特に強いと想定されるからである．

３．２．２ 分析手法とデータ

３．２．２．１ モデル

企業価値は，企業保有の資産から見込まれる収益の Discount Value に等しくなるよう株式市場で決定されるはずである．企業の保有する資産には，有価証券，土地，建物等の有形資産と，目に見えない資産ではないが，将来収益に貢献すると予測される無形資産で構成されるものとする．投資家は，企業の将来収益を期待して投資を行うと仮定する．

Ohlson(1995)，Herschey(2001) のモデルに従い解説する． 時点 t のある企業の株価収益 E_t は，その企業が t 時点で保有する有形資産 BV_t からの平均的収益 $R_N(BV_t)$ と，それ以外の資産（無形資産）から得る株価収益 E_t^a で構成される．

$$E_t = R_N(BV_t) + E_v^a \tag{1}$$

株式市場で決まる企業価値 V_t は、現有資産から将来期間に生み出される収益の割引現在価値合計であるので，割引率 δ （$0 < \delta < 1$）を用いて次のように表すことができる．

$$V_t = \sum_t^{\infty} \delta E_t \tag{2}$$

(1)　および (2) 式から次の式を得る：

$$V_t = \beta_1 BV_t + \beta_2 E_t^a \tag{3}$$

(3) 式は，株式市場で決まる企業価値は，有形資産とそれ以外の資産（無形資産）から将来にわたり得られる収益の合計と等しいことを意味する．両辺を有形資産 BV_t で割り，次の式を得る．

$$q_t = \frac{V_t}{BV_t} = \beta_1 \frac{1_t}{BV_t} + \beta_2 \frac{E_v^a}{BV_t} \qquad (4)$$

(4) 式左辺は企業価値を有形資産の時価評価額で割ったものであり，トービンのｑと呼ばれるものである．本分析では，E_t^q に貢献する資産に，製品開発能力とブランドとを考え，これらが株価にポジティブに織り込まれているか検証するものである．

３．２．２．２ データ

本小節では，(4) の推計に用いるデータの作成方法について概略を説明するにとどめ，具体的な計算手法は，補論に記載する．

分析対象は上場企業製薬企業のうち，研究開発投資と広告販売費を計上している 28 社とした．分析対象期間は 1980- 2004 年とした．株価には，企業内部の成長機会と現有事業の収益性が織り込まれていると仮定し，説明変数に次の 3 変数を用いる：技術力，ブランドイメージ，現有事業からの収益力である．

第１の技術力は，企業成長のドライバーとなり，成長機会を創出すると株式市場が評価すると考えられる．株式市場が技術力として評価する指標が異なる可能性を考慮し，本分析では技術力の代理変数に，①研究開発ストック(RDS)，②研究開発ニュース（RDN）および③研究開発集約度（RDI）の 3 変数を用いることにする．

①研究開発ストックは，当該年次以前の研究投資額から計測したストックデータである．新技術は，その時点までに蓄積された技術能力がどれだけあるかに依存し，また，どのような技術が開発され，普及していくかはそれまでの技術発展経路がどのようなものであったかに依存する．企業保有の技術知識の多くは，過去の研究開発投資により生み出された知識や経験の積み重ねによるものである．研究開発に失敗した場合でも，ネガティブデータとして知識・経験が得られ，将来の研究開発活動に生かされていく．したがって，成長機会の創出を考えた場合，研究開発投資のストックを用いるのが自然であり，適切であると考えたためである．②研究開発ニュースは，当該年度の研究開発投資額であり，フローデータである．研究開発投資が将来の収益増加に貢献すると期待される場合，これを事前に評価して，株価は瞬時に反応すると考えられるからである．③研究開発集約度は，当該年度売上に占める研究開発投資額である．③は，②今期研究開発投資額そのものよりも，企業の研究開発投資性向をより強く表すものであり，株式市場が企業の投資性向も含めた将来の成長機会創出を評価するのであれば，株価に影響を与えると考えたためである．

第２のブランドイメージは，技術力以外に成長機会を創出すると考えられるものである．医薬品は生命に関わる製品であるため，医療現場や薬局店頭を通じ，企業名や製品名を公に認知されることにより，信頼や安心感を得ることが，企業の将来収益に貢献すると推測できるからである[10]．技術力の指標と同様に，株式市場の評価が異なる可能性を考慮し，ブランド力を表す指標の代理変数に　①広告ストック（ADVS)，②広告ニュース（ADVN)，③広告集中度（ADVI）を用いることにする．

第３は，現有事業からの収益力を表す指標である．本分析では，現有事業からの収益力

---

[10] Hirschey(1982)は，広告は研究開発が収益に与える効果と同程度の効果を持つことを示した．ただしこの効果は，企業間の差が大きい．

を表す指標に，当期純利益（EAR）を用いている．他の指標として考えられるものに，売上高で測定した成長率があるが，本分析の推計結果では，説明変数として有意でなかったため除外した．またOhlson，Hirscheyは推定式(4)で説明変数に有形資産の逆数を含めているが，これも同様の理由により，本分析では代理変数から除外した．各変数の記述等計量と相関は，図表3.2.2.1にまとめた．

図表3.2.2.1 基本等計量1980-2004

						Correlation Matrix								
	obs	Mean	Std Dev	Min	Max	MV	BV	RDS	RDN	RDI	ADVS	ADVN	ADVI	EAR
企業価値(MV)	700	3.47e+08	571,000,000	4,193,000	6,000,000,000	1								
有形資産時価(BV)	700	195,000,000	236,000,000	6,449,961	1,940,000,000	0.8765	1							
R&Dストック(RDS)	700	51,000,000	65,600,000	131,080	435,000,000	0.8008	0.9341	1						
R&Dニュース(RDN)	700	8,408,128	10,300,000	25,956	72,500,000	0.7929	0.9249	0.9805	1					
R&D集中度(RDI)	700	0	0	0	0	0.1763	0.2047	0.3665	0.3901	1				
広告ストック(ADVS)	700	25,100,000	23,300,000	825,378	117,000,000	0.6587	0.8055	0.7837	0.7911	0.2223	1			
広告ニュース(ADVN)	700	8,053,708	7,595,830	3,605	39,800,000	0.6572	0.7739	0.7409	0.7651	0.2103	0.9798	1		
広告集中度(ADVI)	700	0	0	0	0	-0.2146	-0.2678	-0.2807	-0.2604	-0.2204	0.0347	0.0719	1	
当期純利益(EAR)	700	9,234,579	19,400,000	-36,900,000	235,000,000	0.8756	0.8703	0.7848	0.7872	0.1476	0.6306	0.6306	-0.1774	1

３．２．３　推計結果と考察

３．２．３．１ 推計結果

推計結果は図表3.2.3.1に示した．Cockburn and Griliches(1998)によれば，企業の研究開発および特許取得行動は，所属する産業固有要因が影響する．株価形成には，企業戦略や資産運用能力等の企業固有の要因が影響するため，企業ダミーを割り当てる固定効果モデルでの推定を検討すべきであろう．しかし企業の固有要因を考慮した固定効果推定では，各企業に対して企業ダミーを割り当てるために自由度が著しく低下することになる．このような理由から，Hirschey(2004)は，固定効果を個別企業に割り振らず，産業分類に割り振ることで自由度を可能な限り維持する方法を選択している．本分析では，ハウスマン検定結果で，ランダム効果推定が説明変数と相関しえないという帰無仮説を棄却できなかったため，誤差項を企業固有の部分とその他に分けて考えることにより，企業固有の部分を確立変数で捉えるランダム効果推定を採用した．一方，株価は景気変動の影響を大きく受けるため，Hirschey(2004)を参考に，年次ダミーを含めたランダム効果推計を行なうことにした．

図表3.2.3.1のModel1，2および3は，技術力とブランド力指標の組み合わせを変えた推計結果である．Model1は，技術力指標に①研究開発ストック（RDS），ブランドイメージ指標に①広告ストック(ADVS)を用いたものであり，Model2は，フローデータである②研究開発ニュース(RDN)と②広告ニュース(ADVN)，Model3は，③研究開発集約度(RDI)と③広告集約度(ADVI)となっている．

図表 3.2.3.1 無形資産価値 1980-2004, n=700

	Estimated Coefficient																
			R&D Strength			Brand			Year Dummies								
	Intercept	EAR / BV	RDS / BV	RDN / BV	RDI	ADVS /BV	ADVN / BV	ADVI	D83	D84	D85	D86	D87	D88	D89	D90	D91
Model1	0 95827	2 8933	0 50979			0 9615				1 2242	1 4651	1 4145	1 12775	1 20861	0 74198	0 534703	
	(4 91)***	(2 60)***	(1 13)			(2 31)**				(6 61)***	(7 95)***	(7 71)***	(6 14)***	(6 58)***	(4 05)***	(2 92)***	
Model2	0 92595	2 31521		3 72989			3 11868			1 19855	1 44277	1 31065	1 37591	1 12208	1 1961	0 72535	0 52839
	(5 62)***	(2 11)**		(1 79)*			(2 71)***			(6 57)***	(7 94)***	(7 22)***	(7 58)***	(6 17)***	(6 58)***	(4 00)***	(2 91)***
Model3	0 72086	2 64638			7 95729			-0 76414	0 44268	1 31626	1 53683	1 34795	1 44492	1 15686	1 273	0 733897	0 58103
	(4 02)***	(2 53)**			(6 09)***			(-0 85)	(2 46)**	(7 35)***	(8 56)***	(7 53)***	(8 09)***	(6 45)***	(7 10)***	(4 10)***	(3 25)**

The number of firms is 28

Panel estimation with random effects with year dummies D83-D91

In parentheses are z-statistics *, ** and *** mean p < 0 1, p <0 05, and p < 0 01 respectively

図表 3.2.3.1 全体から，全ての推計式において決定係数は小さいものの，現有資産に対する当期純利益(EAR)は，企業価値に対して有意な影響を及ぼしていることがわかる．例えば Model1 では，当期純利益の弾力性は 2.89 となっており，現有資産に対する当期純利益が 1 パーセント増えると，トービンの q が約 3 パーセント増大することを意味する．他の技術指標およびブランド力指標を用いた Model2, Model3 でも，当期純利益が 1 パーセント増えると，トービンの q が約 2.3, 2.6 パーセント増大するというおおむね一致した結果になっている．

一方，Model1 および 2 の結果から，技術指標の①研究開発ストックおよび②研究開発ニュースは，企業価値形成に対しておおむね有意な影響を与えていないようである．昨年報告した，技術指標に関する先行研究のサーベイから，研究開発投資額は株価形成に結びつかず，技術力指標として有益でないことが複数の先行研究で報告されている[11]．本分析の結果も，研究開発投資が株価にポジティブに織り込まれているが，その影響は有意ではなく，株式市場が，研究開発投資による企業内部の成長機会の創出を事前に期待しているとはいえない．

技術力指標で株価形成に有意に影響を及ぼしているのは,③研究開発投資集約度である．Model3 は，研究開発集約度と広告集約度を用いた推計式であるが，研究開発投資集約度が高い企業は，株価時価総額が大きいことが榊原他（2006）の分析で示されており，本分析でもこれを支持する結果となった．研究開発投資性向が高い企業は，成長機会の創出が期待できるものと株式市場が評価しているといえよう．

企業の内部成長機会を創造するブランド力では，広告ストックとフローが，企業価値に対して有意な影響を及ぼしている．Model2 では，広告販売費用が 1% 増加すると，トービンの q が約 3 パーセント増大することがわかる．また，Moldel1 の広告ストックは，これが 1%増えると，トービンの q が約 0.96 パーセント増大することが示されており，過去から蓄積したブランド力が株価に折り込まれていることがわかる．

更に本分析では，株価形成に各年の景気変動が影響すると仮定し，年次ダミーを含めた

11 Greehalga and Rogers(2006)は，基礎的研究が特許化しづらく，技術のスピルオーバーが大きい点をこの理由にあげている

推計を行っている．分析対象期間は1980年から2004年であり，この間，日本はバブル経済とその崩壊、その後の長期景気低迷期を経験しているためである．図表 3.2.3.1 の D83 から D91 は，それぞれ 1983 年から 1991 年の年次ダミーを表している．尚，1980-82 年および 1992-2004 年の年次ダミーは有意でなかったので推計から除外している．結果の掲載は割愛したが，90 年代後半の景気低迷期の年次ダミーは，有意ではないが正であり，その係数は縮小していき，2000 年には 1991 年度の約 1/5 程度であることを補足しておく．推計結果から，1983 年から 1991 年では，景気変動が企業価値決定にポジティブな影響を与えたことが読み取れる．Model1，Molde12 および Molde13 いずれの推計結果でも，有意な年次ダミーはおおむね一致しており，差はみられなかった．

３．２．３．２　企業規模別推計

図表 3.2.3.1 推計結果から，Model1①研究開発ストックは，企業価値に対して有意な影響を与えていない．この理由に，企業規模の影響を考慮しなかった点があげられる．研究開発には最小最適規模(MES)が存在するため，ある一定規模の人材や設備が必要であるが，MES が大きければ，これ以下でしか生産できない企業は研究開発を行うことが難しくなるため，企業規模は研究開発成果に影響を与える要因と考えられるからである．例えば Connolly and Hirschey(2005)は，企業価値に研究開発投資が与える影響を企業規模別に推計し，研究開発投資の限界的な効果は，企業規模が拡大する程小さくなる傾向があることを示している．

そこで図表 3.2.3.1 の分析と同一のパネルで，企業規模の影響を考慮し，株価形成に企業規模が与える影響の検証をあわせて行うことにした．企業規模は，有形資産時価評価額により 3 グループに分類した：企業規模 40000000，200000000，400000000 である．構成比はそれぞれ，19.71，47.57，32.71 となり，企業規模 200000000～400000000 に該当する企業数が，約半数となった．企業規模は，規模別のダミー変数を用いた．切片および各変数の係数が，企業の規模により異なると仮定し，図表 3.2.3.1 の説明変数に企業規模ダミーを加えて推計を行うものとする．

結果は図表 3.2.3.2 に示した．説明変数として有意でなかったものは除外しており，firm D は，企業規模 200000000～400000000 に該当する企業を表すダミー変数（この企業規模の企業に 1 を投入，他はゼロを投入）である．この規模の企業では，当期純利益の係数は正で有意であった．技術力指標とブランド力指標の組み合わせを変えた各モデル，Model1，2 および 3 の推計結果いずれにおいても，この規模の企業では，当期純利益の係数は，それ以外の規模の企業と比べ大きいことがわかる．

一方，技術力およびブランド力指標の係数は，企業規模ダミーを入れたものの，係数は有意ではなく，説明変数から除外した．したがって，技術力およびブランド力は，企業規模により違いがあるとは言えないようである．規模の影響が見られたのは，当期純利益のみであった．

図表 3.2.3.2　無形資産価値 1980-2004, n=700 規模別

	Estimated Coefficient															
				R&D Strength			Brand			Year Dummies						
	Intercept	EAR / BV	EAR*firm D	RDS / BV	RDN / BV	RDI	ADVS /BV	ADVN / BV	ADVI	D83	D84	D85	D86	D87	D88	D89	D90
Model1	1 01555	1 13456	4 975449	0 35434			0 80719				1 20471	1 43162	1 31736	1 39101	1 09319	1 18376	0 72927
	(5 22)***	(0 92)	(3 25)***	(0 78)			(1 94)*				(6 55)***	(7 81)***	(7 20)***	(7 62)***	(5 98)***	(6 49)***	(4 01)***
Model2	0 96836	0 81231	4 681331		3 05625			2 67203			1 18775	1 41801	1 29139	1 36269	1 09243	1 17676	0 7178
	(5 98)***	(0 68)	(3 06)***		(1 48)			(2 33)**			(6 54)***	(7 83)***	(7 15)***	(7 54)***	(6 02)***	(6 50)***	(3 97)***
Model3	0 70338	0 77745	5 443831			8 08388			-0 80047	0 39154	1 29533	1 49954	1 31902	1 42276	1 12378	1 25181	0 72311
	(3 97)***	(0 67)	(3 68)***			(6 24)***			(-0 90)	(2 19)**	(7 29)***	(8 41)***	(7 42)***	(8 03)***	(6 31)***	(7 04)***	(4 07)***

The number of firms is 28

Panel estimation with random effects with year dummies D83-D91 and firm-size dummy firmD

In parentheses are z-statistics *, ** and *** mean p < 0 1, p <0 05, and p < 0 01 respectively

3．3．3．3　特許データを含めた推計

図表 3.2.3.1 の推計結果で①技術ストックの係数が有意でなかったことを受け，補足 1 では企業規模の影響を考慮した分析を行った．しかし依然として，研究開発ストックは，企業価値に対して有意な影響を与えていないことが，推計結果図表 3.2.3.2 から読み取れる．研究開発ストックが企業価値に影響を与えない理由の 1 つに，製薬企業の取り組む技術の性質があると考えられる．小田切(2002)によれば，製薬企業で中心となる最近の技術進歩，とくにバイオテクノロジーの発展は，基礎研究と応用・開発との距離を縮めており，基礎研究の特許取得の難しさやスピルオーバーの大きさが，研究開発ストックと企業価値との関係に影響を与えていると推測できる．このため、最終製品により近いという意味から，特許データを含めた推計を実施することにした．

分析に用いる特許情報は，経済産業省の「企業活動基本調査」を使用している．「企業活動基本調査」で利用可能であったデータは 1992 年および 1995 年から 2007 年までであり，分析対象企業の制約もあったため，図表 3.2.3.1 および図表 3.2.3.2 の推計で用いたパネルとは，異なるパネルを作成し，分析に用いている． このため，分析対象期間は 1992 年，1995 から 2004 年の 11 年となり，分析対象企業は製薬企業 31 社となっている．推計方法には，前小節の分析と同様，ハウスマン検定の結果から，ランダム効果推定を選択した．

「企業活動基本調査」には，特許保有件数，特許使用件数，技術取引件数等の複数の特許情報が含まれているが，本分析では保有特許数(PAT)を利用し，特許と研究開発投資の関係を見る目的で，保有特許数（PAT）と今期研究開発投資（RDN）との交差項を加えた推計を行うことにした．この交差項の係数の正負により，研究開発投資と保有特許数が補完的な関係であるか(研究投資が増えれば特許数が増える)もしくは代替的な関係であるか(投資が増えれば特許数が減る）確認することができるからである．また，景気変動による株価の差異をコントロールする目的で，年次ダミーも含めた推計を行っているが，変数として有意だったのは 1992 年（D92）のみであった．このため，非有意な年次ダミーは分析から除外している．

推計結果は図表 3.3.3.1 に示した．Model1，2 および 3 全ての推計式において，技術力の指標である①研究開発ストック，②研究開発ニュース，③研究開発集約度は，企業価値に対しておおむね有意な影響を与えていない． 保有特許数と研究開発投資額の交差項（RDN×PAT / BV）の係数は，非有意であり，マイナスの値をとる．このことは，今期研究開発投資の効果が，特許数が少ない企業もしくは年の方が大きいこと（または，特許の効果が今期研究開発投資が少ない年もしくは企業の方が，大きいこと）を意味している．こ

の結果から，特許保有による企業内部の成長機会の創出は，保有特許数が大きいときには研究開発効投資の効果が逓減する傾向があることが読み取れる．

図表 3.3.3.1　無形資産 1992，1995-2004，n=217

	Estimated Coefficient											
	Intercept	EAR / BV	RDS / BV	RDN / BV	RDI	RDN*PAT/ BV	ADVS /BV	ADVN / BV	ADVI	D92	RDI^2	Adj R^2
Model1	1.13671	2.59582	0 04812			-.000209	0.427763			4466807		0.106
	(7.42)***	(3.34)***	(0 13)			(-1.17)	(0.77)			(4 31)***		
Model2	1.10982	0.81231		0.78225		-.0002735		0.4546336		.4291568		0.120
	(8.74)***	(0.68)		(0.96)		(-1.45)		(0.80)		(4 22)***		
Model3	0.95556	2.73537			2.29623	-0 0001981			0.77695	0.44845	-34.29057	0.112
	(5.92)***	(3.54)***			(2 04)**	(-1.12)			(0.73)	(4.43)**	-0.009	

The number of firms is 31.

Panel estimation with random effects with year dummies D92.

In parentheses are z-statistics. *, ** and *** mean p < 0.1, p <0.05, and p < 0.01 respectively

この逓減効果が，経年的なものから起こるのか，企業間の差異により起こるのかこの推計結果から定かではなかったため，これを確かめる目的で，企業ダミーを加えた推計もあわせて行っている．しかし，企業ダミーを加えた推計結果でも，研究開発投資と特許の交差項の係数はマイナス（ただし非有意）であったため，逓減効果は企業間の差異から生じるものではなく，経年的な変化だと推測するに至った．同様に逓減効果を見る目的で，研究開発投資比率の 2 乗項（RDI^2）も加えた推計を行っており，その結果は図表 3.2.3.2 に記載した．しかし説明変数として有意であったのは，Model3 のみであった．

この経年的な逓減効果は，一般的に製薬業界で言われている研究開発の効率性低下の影響かもしれない．研究開発の効率性低下とは，医薬品の研究開発が近年になるほど高費用になってきており，１製品あたりの投資費用が増加しているという議論である．研究開発の効率性低下の議論は，Hashimoto and Haneda (2006) の実証研究により支持されている．これは，インプットに研究開発投資額，アウトプットに保有特許数と新製品数を用いた DEA Malmquist 指数により，製薬企業の研究効率性推移を検証したものであるが，製薬企業の研究開発効率の低下を明示化するものとなっている．

製薬企業における経年的な研究開発投入の効率性変化をみるために，本分析では，今期研究開発投資額と年次トレンド項の交差項（RDN×TREND）を導入することにした．年次トレンド項（TREND）は外征的な趨勢要因を表す変数であり，1992=1，1995=2，1996=3，1997=4 …2004=11 をとるものである． 図表 3.3.3.2 は，逓減経過が確認できた Model 3 に，研究開発投資とトレンド項の交差項を導入したものであるである．

図表 3.3.3.2　Model3 逓減効果

	Estimated Coefficient					
	Intercept	EAR / BV	RDI	ADVI	TREND＊RDN	Adj R^2
Model3	0.872	2.77217	2.44031	2.01122	-9.91E-10	0.06
	(6.54)***	(4.41)***	(2.52)**	(2.27)**	(-2.34)**	

The number of firms is 31.

Panel estimation with random effects with year year-trend-dummies TREND.

In parentheses are z-statistics. *, ** and *** mean p < 0.1, p <0.05, and p < 0.01 respect

図表 3.3.3.2 から，研究開発投資とトレンド項の交差項は負の値をとり，統計的に有意であることがわかる．このことは，今期研究開発投資の効果が、外征的な趨勢が小さい方が大きくなることを意味している．これにより，特許数が大きい時，研究開発効率の低下がもたらされるという，研究開発投資の経年的な効率性低下が示された．

３．３．４　おわりに

株価は，さまざまな開発段階にある製薬の評価はもちろん，流通・マーケティング・組織能力といった企業保有の多様な経営資源への評価を含んでいると推測していた．しかしながら、技術力の指標は企業価値に対し，おおむね有意な影響を与えていない．

特許保有による企業内部の成長機会の創出は，保有特許数がすでに大きい時には，研究開発投資の効果が逓減する傾向が見られた．この逓減効果は，研究開発投資の経年的な効率性低下によるものであった．ただし，保有特許数を一律ではなく，技術的に重要なものに限定しても，同様に逓減効果が存在するか否かは確認できていない．

課題としては，推計の精度を高めることが必要である．そのためには，言うまでもなく，サンプル数の充実や特許の質的な情報（前方引用件数、引用論文数、出願国数、請求項数といった特許の属性を表すもの）の活用，企業価値計測の精緻化が必要である．

補論　使用データについて

1. 引用データ

主なデータソースには，日本政策投資銀行「企業財務データバンク」，東洋経済新聞社「株価情報」を用いた．

2. 分析対象企業および期間

本分析では「企業財務データバンク」に収録されている，１・２部上場企業のうち医薬品に分類された企業を対象にしている．分析対象期間は1980年から2004年とした．研究開発費および広告宣伝費を計上していない企業を分析対象から除き，最終的に28企業の完備パネルデータを作成した．[12]

3. 算出方法

(1) 企業価値

株価総額と有利子負債の合計で定義した．株価は短期間の変動の影響を取り除くため，期中最高株価と期中最低株価の平均値を用いた．有利子負債は，短期借入金，社債合計，長期借入金，1年以内償却社債，1年以内返却長期借入金で計算した．有利子負債は簿価のままであるが，株価総額は時価評価している．

(2)資本ストック評価額

(1) 建物，(2) 構築物，(3) 機械装置，(4) 車両運搬具，(5) 工具機具備品　の５資産種別ごとに名目設備投資額を計算し，最終的に集計する方法で実質資本ストックをもとめた．名目設備投資額は以下の式で定義される．

当期名目設備投資額＝当期末有形固定資産残高－前期末有形固定資産残高
＋　当期減価償却額＋当期有形固定資産除却額

なお，除却とは償却を行った場合に最終的に償却期末に残っていた簿価額を，廃棄時に費用として落とすものであり，有形固定資産減少額を意味する．Hayashi and Inoue (1991) で，売却資産残高と滅失毀損資産残高，および有形固定資産除却額を合算したものの簿価が計算できることに注目し，これらをまとめて時価評価することを試みている．本文席ではこの項目を各資産毎に性格に計算することはデータの制限により困難であるため，除外している．『企業活動基本調査』（経済産業省）では，1996年（平成８年）から2005年（平成17年）まで合算されたものが記載されているが，分析対象企業数が大幅に減少する点[13]　およびこの項目が投資額全体に占める割合が比較的小さいと考えたためである[14]．

---

[12] 標本数を維持する目的で1990年以降上場した企業48社を対象に不完備パネルデータでの分析もあわせて行った．

[13]記載があるのは，当初分析対象としていた48企業中28企業であった(1996年度)．

[14]堀・斎藤・安藤（2004）も同様の理由でこの項目を捨象している．『企業活動基本調査』の有形固定資産減少額項目を利用し，上式の当期名目投資額（合計）に対する比率を計算したところ，1996年度で約0.05パーセントであった．

こうしてもとめた資産種別毎の名目投資額を，対応する価格指数で実質化し，ベンチマークとなる資本ストック額を基準にそれぞれ種目別に恒久棚卸法により作成した．実質化には，国内企業物価指数（2000 年＝１）（日本銀行）の各資産種別に対応する価格指数を用いた．具体的には，(1) 建物および (2) 構築物には建設用材料の価格指数，(3) 機械装置および (5) 工具器具備品には機械器具の価格指数，(5) 船舶および車両運搬具には輸送用機器の価格指数（参考指数）を用いている．価格指数はそれぞれ，実質資本ストックを推計する際にベンチマークとした年度の指数を１として計算している．

実質資本ストックの計算式は次のようになる．

$$K_t = I_t + (1-\delta)K_{t-1}$$

K_t : t年度末の実質資本ストック額

I_t : t年度末の投資額

δ : 減価償却率

恒久棚卸法に用いた償却率は，(1) 建物：0.047，(2) 構築物：0.0564，(3) 機械装置：0.09489，(4) 船舶：0.1470，(5) 車両運搬具：0.1570，(6) 工具器具備品：0.08338　とした[15]．

資本ストックのベンチマークは，データが入手可能な最も古い年次のデータとし，この年度には簿価と時価が等しいと仮定している．1977 年度以前から上場している企業については 77 年度のデータをベンチマークとし，77 年度以降上場した企業については，上場した年のデータがベンチマークとなっている[16]．

(3) トービンの q

平均の q を用いた．平均の q は企業価値を広義の資本ストック（企業の保有資産全体）の再調達価格で割った値でもとめられる．本分析では，以下の計算式で導いている．

$$q \equiv \frac{\dfrac{(\text{期中最高株価}+\text{期中最低株価})}{2} \times \text{発行済株式数} + \text{有利子負債}}{\text{前期末資産合計} - \text{前期末有形固定資産} + \text{前期末実質資本ストック評価額}}$$

広義の資本ストックの再調達価格は，土地等を除く有形固定資産については実質値をもとめ，ベースイヤーの価格を１とする価格指数で時価評価されているが，それ以外の項目はすべて簿価のままである．

本分析で用いる広義の資本ストックには，有価証券や在庫品も含まれるが，土地および

[15] Hayashi and Inoue(1999)を参照.

[16] 1976 年以前は，減価償却額が各資産項目ごとに入手できないためである.

賃貸用固定資産等は除外した[17]．堀・斎藤・安西（2004）は土地を除外した平均のｑと，Hayashi and Inoue(1991)，浅子・国則・井上・村瀬（1997）の先行研究で用いられた平均のｑとを比較を行っている．結果，平均のｑ分母に土地等を含めるかどうかは，平均のｑの値に大きな影響を及ぼさないことを示している．

本分析では（1）土地，その他有形固定資産等の簿価額を分母に加えたもの（これをq_1とする）　および 時価簿価比率（q_2とする）を計算し，計算方法の違いと平均のｑとの関係を調べた．

表４　平均ｑの比較

	平均	標準偏差	最小値	最大値
q	1.604706	1.149088	0.363515	13.60081
q1	1.514687	1.106429	0.354544	13.06476
q2	1.639083	1.182177	0.368309	13.67515

表５　平均ｑの相関関係

	q	q1	q2
q	1		
q1	0.997572	1	
q2	0.985652	0.989036	1

表１および２は，q，q_1，q_2の基本等計量である．これらの３方法で計測したｑの値は，統計的性質が非常に近い．このため，本分析ではｑの分母に土地等を含めるか否かは，平均ｑに大きな影響を及ぼさないと判断した[18]．また，qと時価簿価比率であるq_2が統計的に近いことは，Perfect and Wiles(1994)，宮島・有川・斎藤（2001）で示されている．

(4)研究開発ストック

研究開発ストックを計算するための名目研究開発投資額は，政策投資銀行データベースを用いた．不足分は『科学技術調査』のデータを用いた．

名目研究開発投資額は『科学技術白書』の研究開発デフレータ（1995年基準）で実質化

[17] Haneda and Odagiri(1993)　では1955年を基準年とし，この年の土地帳簿価格は時価評価額に等しいと仮定し，以下の式で土地の時価評価を行っている：今年度の土地時価評価額＝前年度土地時価評価額×地下上昇率＋帳簿価格の対前年度比増加分．尚，土地上昇率については「市街地価格指数」（財団法人日本不動産研究所）を参考としている．本分析では，1990年代の土地高騰の影響で適切な時価評価が行われない限り，計算にバイアスが生じると考えこの方法は採用しなかった．

[18] 土地の時価評価以外では，保有金融資産の時価評価額推計，税制の影響を考慮した精緻な計算が必要である．しかしながら本文席ではこれらの点を深く追求せず，分析目的のために十分だと考えられる簡便な方法を採用した．

した．2004年度以降は，入手できなかったので，2003年度と同じ値を用いた．こうして求めた実質研究開発費を用いて，恒久棚卸法により，技術知識ストックを推計した．なお，技術陳腐化率は，1985年『科学技術白書』の医薬品産業の陳腐化率を用いている．計算式は以下である：

$$R_t = RF_{t-1} + (1-\delta)R_{t-1}$$

RF_{t-1}：$t-1$期における実質研究開発投資額
R_t：t期における研究開発ストック
δ：技術陳腐化率

なお，研究開発のラグは考慮していない[19]．研究開発ストックは，毎年一定の消耗率δで減少していくと仮定する．研究開発ストックの減耗は，以下の要因で起こる．まず，より優れた技術が生み出された場合である．既存技術が知識として残存していても，生産過程で用いられなくなればその知識は陳腐化し，知識全体の一部が消耗したことになる．もう１つは時間の経過とともにある企業が開発した技術が他企業に広がっていく場合である．その技術を開発した企業の収益は，他社もその技術を使うことにより低下する．産業レベルでは新技術が広がることにより，新規参入が増加し，産業全体の収益は低下していく．

ベンチマークとなる年t=1の研究開発ストックは，それ以前の実質研究開発投資額の増加率が，毎年g（＞0）であったと過程し，以下のように求める．

$$R_1 = RF_0 + (1-\delta)R_{-1} + (1-\delta)^2 R_{-2} + \cdots$$

$$= RF_0 + \left(\frac{1-\delta}{1+g}\right)RF_0 + \left(\frac{1-\delta}{1+g}\right)^2 RF_0 + \cdots$$

$$= \frac{RF_0}{1-\left(\frac{1-\delta}{1+g}\right)} = \frac{RF_0(1+g)}{g+\delta} = \frac{RF_1}{g+\delta}$$

ベンチマークとなる年は，データが入手可能な最も古い年次とした． 1975年度以前から上場している企業については75年度のデータをベンチマークとし，75年度以降上場した企業については，上場した年をベンチマークとした．なお，ベンチマークとなる年の技術知識ストックは以下のように計算している．研究開発フローの年平均は，データが入手できる最初の年から10年間の年平均値を用いた．ベンチマークとなる年の研究開発ストックの推計には，初期時点以前の研究開発投資額の伸び率が必要であるが，実際には初期時点以降の伸び率で大体することになるので，推計値の誤差が大きくなる．しかし時間の経過と共に誤差が小さくなるため，ストックは1975年から推計し，1980年から用いている．

(5)広告費ストック

広告費ストックは当該企業のブランドイメージの代理変数に用いられるが（Cummins, J.G.，2003）本分析では，広告宣伝および販売奨励により企業イメージが構築されると解釈し，広告宣伝費と販売促進費の合計額を用いた．販売促進費は，販売店への販売奨励金，

[19] 5年～2年のラグを入れた研究開発ストックも計算したが，結果は大きく変わらなかった．

カレンダーやペン等の無料景品費用といった販売促進諸経費が該当する．製薬の場合，MR（Medical Representative）の販売促進活動が，医療現場や薬局での製品普及と企業名の認知につながると考えたためである．

広告販売費のストックのデフレータは，企業物価指数平均（日本銀行）を，陳腐化率は30パーセントを用いて，研究開発ストックと同様の方法で計算している．

(6)特許数

特許については，ストックを用いず，特許保有件数フローデータを用いている．

参考文献

浅子和美，国則守生，井上徹，村瀬英彰（1991）「土地評価とトービンのｑ／Maltiple q の計測」日本開発銀行設備投資研究所　経済経営研究 Vol110-3.

小田切宏之(2002)「医薬品研究開発における企業の境界」，南部鶴彦編，『医薬品産業組織論』，東京大学出版会.

榊原茂樹，興三野禎倫，鄭義哲，古澄英男（2006）「企業の研究開発投資と株価形成」証券アナリストジャーナル Vol 7.

堀敬一，斎藤誠，安藤浩一（2004）「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」日本政策投資銀行設備投資研究所　経済経営研究 Vol25-4.

本間正明，跡田直澄，林文夫，秦邦昭（1990）「設備投資と企業税制」経済企画庁経済研究所　研究シリーズ#41.

宮川努（1997）「設備投資理論の進展と実証分析の多様化」，浅子和美・大滝雅之編，『現代マクロ経済動学』，東京大学出版会.

Cockburn, I. and Griliches, Z.,(1988) " Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R&D and Patents, " *The American Economic Review*
78(2), 419—423.

Connolly,A., and Hirschey, M.,(2005) "Firm size and the effect of R&D on Tobin's q," *R&D Management* 35(2), 217—223.

Cummines, J.G.,(2003), " A New Approach to the Valuation of Intangible Capital," *NBER Working Paper* No.9924.

Greenhalga,,Christine and Rogers,Mark (2006) "The value of innovation: The interaction of competition, R&D and IP," *Research Policy,* 35, 563—580.

Hashimoto,A., and S. Haneda(2006) "Measuring the Change in R&D Efficiency of the Japanese Pharmaceutical Industry-Revised," Department of Social Systems and Management Discussion Paper Series, 1145, University of Tsukuba.

Hayashi, F., and T. Inoue(1991) , "The Relation between Firm Growth and Q with

Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms," *Econometorica*, 59, 735—753.

Hirschey,M.(1982), ""Intangible Capital Aspects of Advertising and R&D Expenditures,"
The Journal of Industrial Economics, No.4, 375—390.

Hirshey, M. (2001), "Value Relevance of Nonfinancial Information : The case of Patent Data," *Review of Quantatative Finance and Accounting*, 17, 223—235.

Ohlson,J.A.,"Earnings (1995), "Book Values, and Dividends in Equity Valuation," *Contemporary Accounting Research* , 11, 661—687.

３．３　ユーザーによるイノベーションとその評価：戦後日本の製鋼技術に関する実証分析*

大橋　弘（東京大学大学院経済学研究科　准教授）
中村　豪（東京経済大学経済学部　准教授）

概 要

イノベーションの中には、その技術を利用する主体が自ら開発したものがある。近年さまざまな事例から、技術利用者が生み出したイノベーション（以下、ユーザー-イノベーションとよぶ）の重要性が指摘されている。しかし、ユーザー-イノベーションの重要性を定量的な観点から分析した研究はこれまで存在しない。本稿は、1950～60年代の日本において開発された2つの製鋼に関わる技術（多孔ランスとOG装置）を分析対象として、ユーザー-イノベーションの定量的な評価を行なった最初の論文となる。これらの2つの製鋼技術は、八幡製鉄など製鋼技術の利用者が中心となって開発したものである。独自に構築したパネルデータを用いて製鋼プロセスをモデル化し推定することにより、本稿では当該2つのユーザー-イノベーションが、鉄鋼業の生産性や生産量、企業利益にもたらした影響を測定した。本分析の結果、分析期間中の鉄鋼生産性上昇のうち4割、また生産量増加のうち25%がユーザー-イノベーションの登場により説明されることが明らかになった。多孔ランスとOG装置を生み出した八幡製鉄は、(1) 鉄鋼業の中でも先端的な技術的課題にいち早く直面しており、(2) イノベーションによる利益が他のどの企業よりも大きいというリード-ユーザーとしての性質を持つことも確認された。

３．３．１　イントロダクション

従来のイノベーションに対するイメージは、製品や設備などの作り手（メーカー）が技術開発を担い、利用者（ユーザー）はメーカーが生み出した新製品や生産技術の単なる受け手として扱われるというものが主であった。これに対して、技術のユーザーが同時にイノベーションを生み出す役割も果たしていることに、近年注目が集まっている。von Hippel (2005)が示した既存研究のサーベイによれば、8つの製品分野について、およそ10～40%のユーザーが何らかの形で製品の改良・変更を行っている。ユーザーは、イノベーションから直接効用を得ることから、技術に対するニーズや望ましい技術開発・技術改良の方向についての情報を持っているといえる。そのため、ユーザーがイノベーションに関わることで、商業的にも魅力あるイノベーションが実現されるという期待も持たれている。

ユーザーが生み出したイノベーション（以下「ユーザー-イノベーション」とよぶ）が重要なものになりうるという指摘は、von Hippel (2005)においても具体的な事例とともに述

* 本稿の作成に当たっては、小田切宏之（一橋大学）から貴重なコメントをいただいた。本稿におけるありうるべき誤りについては、全て筆者の責任である。

べられているが、ユーザー-イノベーションがどの程度の経済的な効果を生み出しうるかについての定量的な分析は、筆者の知る限りこれまでに例はない[20]。本稿は、ユーザーが中心となって進められたあるイノベーションを題材としてとりあげ、詳細なデータに基づいて、この空隙を埋めようという試みである。

本稿の分析対象は、1950年代～60年代における日本の鉄鋼業である。この当時、日本の鉄鋼企業は、BOF（Basic Oxygen Furnaceの略。純酸素上吹き転炉、あるいはLD転炉ともいう）とよばれる画期的な生産技術を導入し、それを活用することで大きな発展を遂げた。しかしBOFは、導入当初いくつかの重大な技術的課題を抱えており、普及に当たってはそれらの課題が解決される必要があった[21]。この課題を解決する改良技術を生み出したのは、日本の鉄鋼企業、すなわちBOFのユーザーであった。1960年代の前半に、日本の鉄鋼企業が多孔ランスとOG装置という2つの技術を開発した。この2つの技術が、本稿で「ユーザー-イノベーション」としてとりあげるものである。

BOFの改良において、ユーザーである鉄鋼企業が重要な役割を果たした背景には、鉄鋼生産技術の持つ特質があると考えられる。鉄鋼を生産するプロセスは、高温下で激しい化学反応を生じさせるものであり、しかも原料の性質などさまざまな条件によって反応の生じ方も変わってくる。そのように複雑なプロセスに改良を加えるには、実際にBOFによる操業を重ね、解決すべき課題の性質や、改良技術がさまざまな条件下でも望むような効果を持つことを確かめる必要があった。日常的にBOFを操業している鉄鋼企業であれば、こうした作業を行う環境が十分整っており、技術改良の担い手として望ましい性質を備えていたといえる。

多孔ランスとOG装置は、比較的短期間のうちに日本の主要な鉄鋼企業の間に広まった[22]。Rogers（2003）は、ある技術が普及する過程でre-invention、すなわち技術のユーザーが何らかの改良・修正を行うことの重要性を指摘しているが、日本の鉄鋼業の経験は、その一つの好例であるといえよう。多孔ランスとOG装置の登場によってBOFの技術的な課題が解消され、かつ主要企業での採用も速やかに進んだことから、日本では他の主要国よりも

---

[20] Henkel and von Hippel（2005）は、ユーザーによるイノベーションが社会厚生の点から重要であることを示す分析がなされていないことを指摘した上で、メーカーだけでなくユーザーがイノベーションの担い手となることによって、社会厚生が高まることを理論的に論じている。

[21] アメリカの鉄鋼企業は、こうした課題があることを理由に、この新技術の導入には消極的であったといわれている（Lynn（1982））。

[22] この背景としては、多孔ランスやOG装置の技術情報が、開発を主導した企業のみならず、他の日本の鉄鋼企業にも早いうちから共有されたことが挙げられる。BOFに関する技術情報は、企業間の意見交換の場や、学術論文として公表されることを通じて、盛んにやりとりされていた。これに加えて、BOFの導入を決めた際に、日本の鉄鋼企業はその改良技術の情報を無料で交換し合うことも取り決められていた。ただし海外の企業に対してはこの限りではなく、特にOG装置に関しては、海外の企業に有償でライセンス供与された。

早くBOFが普及し[23]、その結果日本の鉄鋼業の著しい発展がもたらされたと考えられる。

多孔ランスとOG装置は、BOFという鉄鋼生産技術に対する改良であることから、これらがもたらした効果を定量的に把握するには、BOFの生産性がどれだけ向上したかを見ることが出発点になる。この生産性変化の大きさを定量的に捉えるには、投入および産出についての詳細なデータが利用できることに加え、多孔ランスやOG装置が採用されているか否かについての明示的な情報が必要である。本稿では、個々のプラントにおける多孔ランスおよびOG装置の採用状況に関する情報を集めた上で、プラントレベルの投入・産出のデータを含むパネルデータセットを構築した。このデータセットに基づいて生産関数を推定することから、2つのイノベーションがBOFの生産性に及ぼした影響の大きさを定量的に把握することができる。さらに推定結果を用いて、日本の鉄鋼業の成長に対する影響など、その経済的な効果をさまざまな観点から捉えることになる。

分析の結果、多孔ランスとOG装置が用いられたことで、1960年代におけるBOFの生産性上昇のうち4割近くが説明されることが分かった。これにより、1962～68年の間にBOFによる粗鋼生産は産業全体で23%上昇したと推計された。これは、同時期における粗鋼生産増の25%に当たる。この結果から、戦後日本の鉄鋼業が成長する上で、2つの技術改良が大きな役割を果たしたことが窺える。

また本稿では、多孔ランスとOG装置を生み出した企業の性質にも着目した。まず、この企業はBOFを日本で最初に導入した企業である。そしてその後の発展においても他の企業に先行しており、BOF関連技術の開発においても優れた存在であった。加えて本稿におけるシミュレーション分析によって、多孔ランスとOG装置を開発した企業は、2つのイノベーションによる利益を最も享受しており、その大きさは、2番目に大きな利益を得ている企業と比べて、3割近く上回るという結果が得られた。

こうした性質は、von Hippel (1986)のいう「リード-ユーザー」が持つ属性に当てはまる。リード-ユーザーとは、[a]やがて他のユーザーも経験すると考えられる課題に、先んじて直面しており、なおかつ[b]技術改良が実現し、その課題が解決されることで得られる期待利益が大きい、という特徴を持つ。Franke and von Hippel (2003)は、ユーザーによるイノベーションの場合、こうしたリード-ユーザーとしての性質を持つユーザーが行ったものほど、より重要な成果が得られていると指摘しており、本稿がとりあげる日本の鉄鋼業における事例は、Franke and von Hippel (2003)の議論と整合的な結果を示しているといえる。

本稿の構成は以下のようになる。第3.3.2節では、1950年代～60年代における日本の鉄鋼業を、特に技術進歩に関わる点を中心に描写する。BOFが抱えていた課題と、それを克服するためにどのような改良技術が開発されたのかについて、その技術的な背景と経緯を

---

[23] Meyer and Herregat (1974)によれば、1968年時点で日本におけるBOFの普及率は80%程度であったのに対し、アメリカや西ドイツは40～50%程度、BOFの開発国であるオーストリアでも70%程度となっている。

述べている。第3.3.3節では分析に用いるデータを紹介している。本稿では、改良技術の採用の有無を含め、生産関数の推定に必要なプラントレベルでのパネルデータセットを構築している。第3.3.4節では、まず生産関数を推定して、ユーザーによるイノベーションがどの程度生産性上昇に貢献したかを見た上で、その結果に基づいて、ユーザーによって開発されたイノベーションがもたらした経済的な効果を、シミュレーションを用いて定量的に評価している。第3.3.5節はまとめである。

3．3．2　1960年代の日本の鉄鋼業における改良技術

1950年代から60年代にかけて、日本の鉄鋼業は重要な技術革新を経験した。それまで主流であったOHF（Open-Hearth Furnaceの略。平炉ともいう）から、BOFへと製鋼技術が変化したのである[24]。BOFは1950年代初頭にオーストリアで開発された技術であり、20世紀の鉄鋼業において最も重要な技術革新の一つであると言われる。日本には1957年に導入された。BOFはOHFと比べて、さまざまな点で異なる技術であるが、最も重要な違いとしては、製鋼時間の大幅な短縮が挙げられる。OHFでは1回の製鋼時間が6時間程度であったのに対し、BOFではわずか45分程度で済むことになった。その生産性の高さから、OHFからBOFへと転換する企業が相次ぎ、それに伴って日本の鉄鋼業は大きく発展を遂げるに至った[25]。

しかし導入された当初のBOFは、技術としては依然として未成熟な部分を残しており、その潜在的な生産性の高さにもかかわらず、すぐにはOHFからの転換が生じたわけではなかった。BOFは、図表3.3.2.1のように炉内の溶銑（鉄鋼原料である銑鉄が高温で溶けた状態のもの）に勢いよく酸素ジェットを吹き付けることで激しい反応を起こすという技術である。これにより格段に短い時間での精錬が可能になるが、その一方で2つの大きな問題を生じることになった。第一に、酸素を勢いよく吹き込むことから溶銑が激しく運動し、精錬の最中に溶銑が炉外に飛び散り（スロッピングとよばれる現象である）、歩留まりを悪化させるという問題があった。第二には、BOFを稼働させたときに大量の排ガスが発生するため、その処理方法を考えなければならなかった[26]。

24　日本におけるBOFの導入および普及のプロセスと、その技術的な背景については中村（2007）を参照。

25　Nakamura and Ohashi (2007a)では、この技術転換が鉄鋼業の生産性と生産量に及ぼした影響を詳細に分析している。

26　小田切・後藤（1998）は、これらに加え、BOFの炉内を覆う耐火物の問題を指摘している。BOFの内部では高温で激しい反応が引き起こされるため、そのような高温に耐えうるレンガが必要となり、やはり日本の鉄鋼メーカーが関与する形で開発が進められた。ただし、各プラントがどのような耐火物を使用しているかについてのデータはなく、この点について、本稿における定量的な分析では直接扱うことはしない。

第一の問題については、炉内に酸素を吹き込む方法を工夫することで、溶銑の運動を緩和する方法が探られた。そこで登場したのが多孔ランスという技術である。ランスとはBOFに酸素を吹き込む管のことであり、当初は口径の大きな孔が一つあいているだけの単孔ランスが用いられていた。これをより小さな口径の孔を複数あけるように変更したものが多孔ランスである。多孔ランスを使用すると、単孔ランスを使用した場合に比べて、精錬に必要な酸素を吹き込んでも溶銑の激しい運動が抑えられる。その結果、歩留まりが向上することとなった[27]。

第二の問題に対しては、OG装置という技術が生み出された。当初は大型のボイラーで排ガスを燃焼するという対応をとっていたが、これは設備費の負担を重くする一因となっていた。OG装置は、よりコンパクトな設備を用いて高温の排ガスを未燃焼のまま回収する技術であり、回収した排ガスを燃料として用いることも可能にした。これにより、排ガスによる大気汚染の問題が解決されるだけでなく、燃料費の節約も図られるようになった。また、製鋼歩留まりの向上にも寄与している。

多孔ランスもOG装置も、ともに1962年に実用化された技術である。図表3.3.2.2に見られるように、この時期にはまだ製鋼技術の主流はOHFであったわけだが、これらの技術が開発されて程なくBOFとOHFの立場は逆転し、以後短い間にBOFが大半の生産を担うようになる[28]。これと軌を一にして日本の鉄鋼業も発展していった。そしてさらに重要なことに、これらの技術は基本的にBOFの利用者である鉄鋼メーカーが開発主体となっており、ユーザー主導の技術開発であったという特徴を持つ。BOFによる生産プロセスは複雑で激しい反応を伴うため、技術改良を進めるためには実際に炉を稼働させて、さまざまな条件下で望むような効果を得るための試行錯誤を繰り返さねばならず、ユーザーが開発を主導する必要性は高かったものと考えられる。

多孔ランスの開発は1960年に着手された。当時既にBOFを実稼働させていた八幡製鉄の戸畑第1転炉工場において、まず多孔ランスの使用試験が実施され、適切な使用条件の確認がなされた。精錬中に溶銑がどのような運動をするかについては、十分な解明がなされておらず、有効性を確かめるには実際に多孔ランスを取り付けた炉で操業実験をする必要があったためである。このような実験により、ある程度の効果が確認されたため、1962年3月から稼働開始した戸畑第2転炉工場[29]で初めて多孔ランスが実用化されることになった。当時BOFを導入していた企業は日本LD技術懇談会（発足時にはLD委員会という名称であった）を結成し、研究発表や見学を通じて、BOFに関する技術情報を企業間で速やかに共

---

27 日本鉄鋼協会（1982）p.361。中村（2007）も参照。

28 Nakamura and Ohashi（2007b）では、BOFのOHFに対する生産性の優位が高まることが、BOFの普及において重要な要因の一つであることを見いだしている。

29 1960年の使用試験においては、多孔ランスの効果は大型炉では十分認められるが、小型炉については優位性が確認できず、より大型（130トン）の炉を持つ戸畑第2転炉工場での実用化が先行した。

有できていた。このため、実用化後は他の企業もすぐに多孔ランスの採用に踏み切り、さらに改良も加えられ、1965年までには全てのBOFを使用するプラントで多孔ランスが導入されることになった（図表3.3.2.3）。

OG装置の開発にはボイラーメーカーである横山工業など[30]も携わっているが、実用化試験に際して八幡製鉄の試験転炉が用いられるなどしており、開発を主導したのは、やはり八幡製鉄であるといえる。BOFから出る排ガスは、酸素の吹き込みが行われている間に集中して発生するが、酸素の吹き込みが終わって出鋼し、次の吹き込みを行うまでの間には発生しない。排ガスを未燃焼のまま回収するには、このように間歇的なガス発生のパターンに応じて装置を稼働させねばならず、その操業条件を探るためには、やはり実際にBOFを稼働させながら実験を進める必要があった。

1959年に八幡製鉄の本社技術部を中心としてOG委員会が発足し、その後2年半にわたって試験炉を用いた実験を重ねた末、1962年の戸畑第2転炉工場の稼働開始に合わせてOG装置も実用化された。その結果、環境への負荷が軽減され、燃料費の節約、歩留まりの向上という効果も生まれた。また従来のボイラーで排ガスを燃焼するという方式に比べて設備があまり大きくならないという利点も持ち、より小規模な鉄鋼メーカーがBOFを導入することを促したと考えられる。多孔ランスと比べると、OG装置は既存のBOFについて採用するのが難しく、普及の速度は遅いものの、開発されてから6年で3分の1程度のBOFがOG装置を備えたものになっていることが、図表3.3.2.3から認められる。

以上見てきたように、多孔ランスもOG装置も、ユーザーである鉄鋼企業が開発主体となるべき理由があり、実際にそのようになっていたわけだが、どちらの技術も最初に実用化した企業は八幡製鉄であった。この企業は、技術開発の担い手として、技術的および経済的に興味深い特質を備えていた。

第一に、BOFに関して常に先端的な課題に取り組んでいたことが指摘できる。八幡製鉄は日本で最初にBOFを稼働させた企業であり、その後のBOFの発展においても他社に先んじていた。図表3.3.2.4は、各企業が保有するBOFのうち、炉容[31]が最大のものの推移を見たものであるが、八幡製鉄は常に国内でも最大級か、それに匹敵する大きさのBOFを稼働させている。炉を大きくすることは、従来の規模の炉とは異なる操業状態の制御や、設備費の抑制など、さまざまな解決すべき技術的課題を伴う。このことは、多孔ランスとOG装置が導入されたことを契機として、急激に炉が大きくなったことからも示唆される。従って、他の企業に先んじて炉の大型化を進めていた八幡製鉄は、それだけBOFに関する先端的な課題に直面していたといえる。

また2つの技術が開発されていた時期の特許・実用新案の出願状況から、他企業に先んじてランスの改良やOG装置の開発に取り組んでいたことが確認できる。図表3.3.2.5はこの当時のランス関連特許・実用新案の一覧、図表3.3.2.6は同じくガス回収・集塵装置に

---

30 計器については、電気機器メーカーである富士電機製造が関与している。

31 BOFの大きさは、通常1回の製鋼プロセスで生産できる粗鋼の量で示される。

関するものの一覧である[32]。図表 3.3.2.5 において、多孔ランスが開発される 1962 年までに出願されたものについて見ると、31 件中 3 件が八幡製鉄によるものである（1963 年にもう 1 件出願されている）。これは富士製鉄、川崎重工業の 4 件に次いで多く、日本鋼管およびルクセンブルグの企業と並んでいる。多孔ランスそのものについての特許・実用新案を見いだすことはできなかったが、ランスの改良に対して八幡製鉄が早い時期から積極的に取り組んでいたことが分かる。

さらに図表 3.3.2.6 からは、ガス回収・集塵装置の開発においても、八幡製鉄が主導的な役割を果たしていたことが顕著に見てとれる。OG 装置が開発された 1962 年までに出願された特許・実用新案は 54 件あるが、そのうちの実に 28 件が八幡製鉄によるもの（その大半は横山工業との共同出願となっている）であり、過半数を占めている。それ以降のものを含めても、明らかに八幡製鉄の存在は際立っており、当該技術の開発において中心的な存在であったことが窺える。

開発主体としての八幡製鉄が持つもう一つの特徴としては、そのような技術を開発することで得られるであろう潜在的な利益が、他社よりも大きいと思われるということが挙げられる。1950～60 年代において、八幡製鉄は日本最大の鉄鋼メーカーであった。多孔ランスと OG 装置が実用化される前年の 1961 年において、八幡製鉄が粗鋼生産に占めるシェアは 22.5%で、BOF による粗鋼生産に占めるシェアに限れば 43.8%に達する。八幡製鉄に次ぐシェアを占めるのは、粗鋼全体で見れば富士製鉄、BOF 生産シェアで見れば日本鋼管であって、1961 年時点でのシェアはそれぞれ 15.9%、28.3%であった。従って、これらの企業と比べても八幡製鉄のシェアは非常に大きいものであったことが分かる。このように大きなシェアを占めていたことから、八幡製鉄にとって、生産性の上昇によって得られる利益は、他の企業のそれを遙かに凌いでいたと考えられる。

興味深いことに、八幡製鉄が持っていた上述の性質は、von Hippel (1986)のいう「リード-ユーザー」としての性質に合致しているといえる。von Hippel (1986)では、リード-ユーザーの特質として、

[a] 他の多くの企業もやがて直面するであろう技術的な課題に対して、数ヶ月ないし数年先んじて直面している。

[b] その課題が解決されることで、非常に大きな利益が得られる立場にある。

という 2 点を挙げている。上で述べた八幡製鉄の技術水準およびシェアに関する議論は、八幡製鉄が[a]・[b]ともに満たしていることを示唆している。Franke and von Hippel (2003)は、ユーザー中心の技術開発の中でもより重要なものが、こうしたリード-ユーザーたちによってなされていることを指摘している。本稿で分析対象とする多孔ランスや OG 装置についても、リード-ユーザーが開発した技術であると考えることが出来る。そこで、日本の鉄鋼業の発展においてこれらが果たした役割の大きさを定量的に評価し、このケースについ

32 これらの一覧の作成方法については、補論Aを参照のこと。

て上述の議論が妥当であるかを検証する。

多孔ランス、OG 装置とも、BOF の発展において重要な技術であったということは、どちらの技術も日本で開発された後、海外の鉄鋼メーカーでも積極的に採用されたことからも窺える。特に OG 装置は、1963 年には早くも西ドイツの企業へのライセンス契約が成立するなど海外から高い評価を受け、1970 年代半ばには世界の BOF の約 6 割で採用された。本稿ではこれらの技術が生産性に及ぼした効果を計測し、それに由来する利益の大きさを求めようという試みであるが、改良技術の開発は、このようなライセンス料収入の形でも開発企業に利益をもたらすことに留意が必要である。

3．3．3　データ

本稿の分析の主眼は、多孔ランスおよび OG 装置が鉄鋼の生産性に及ぼす影響を定量的に評価するところにある。この目的のために、本稿ではプラントレベルのパネルデータを構築した。サンプル期間は、BOF が最初に導入された 1957 年から 1968 年までである。サンプルには 18 のプラント（8 つの企業に属する[33]）が含まれ、104 の観測値を持つ非バランス・パネルデータになっている。

各プラントにおける多孔ランスおよび OG 装置の採用状況については、日本鉄鋼協会(1982)によった。どちらの技術も BOF の技術的な発展において重要であり、かつそれぞれの炉の設備として捉えることができるため、極めて詳細な情報が得られる。多孔ランスについては、一つの工場（ほとんどの場合、一つのプラントには一つの工場が対応するが、ごく一部の大きなプラントについては、さらに複数の工場に分けられた形の扱いとなっている）単位で採用が記録されており、日本鉄鋼協会（1982：表 4.3, pp. 166-167)よりその採用の年月が分かる。ここから、もしプラント内で稼働している全ての工場で多孔ランスが用いられていれば 1、一部の工場のみで多孔ランスが用いられていれば 0.5（このような観測値は 6 個存在する)、多孔ランスが用いられていなければ 0 となるような変数 *MHL* を作成した[34]。

OG 装置については、個々の炉のレベルで採用されているか否かが分かる。日本鉄鋼協会(1982：表 4.1, pp. 156-161)は、個々の炉の建設年月および排ガス処理方式を一覧表にまとめており、ここから各プラントにおいて OG 装置を備えた BOF が全体に占める割合 *OGS* を計算し、各プラントにおける OG 装置の採用の指標とした。一度建設された BOF について排ガス処理方式を変更するためには、かなり大規模な改修が必要になるため、本稿で分析

33　サンプル期間中に他企業に合併されて消滅した尼崎製鉄と東海製鉄は含まない数である。

34　なお、単なる多孔ランス使用ダミー（全ての工場で用いられている場合でも、一部の工場のみで用いられている場合でも 1 をとり、全く用いられていなければ 0 となる）を用いて生産関数を推定しても、定性的な結果には変わりはない。

対象とする期間内にはそのような事例は見られなかった[35]。

生産性をプラントレベルで計測するには、プラントレベルで投入と産出のデータが必要になる。粗鋼生産量、従業員数、燃料消費量については、日本鉄鋼連盟「製鉄業参考資料・工場別篇」各年版よりデータを得ている。ただし従業員数については製鋼部門全体の値が利用できるのみであり、OHF と BOF の両方を持つプラント（このようなプラントは 13 存在する）の場合、OHF の操業に携わる従業員も含まれてしまっていることに留意が必要である。この従業員数に、産業レベルでの労働時間の値をかけたものを、労働投入のデータとしている。炉容については、各企業の有価証券報告書と通商産業省「鉄鋼生産設備の現況」（1958 年および 1961 年に発行）の情報を利用している[36]。

また、生産性を左右する要因として、BOF の操業年数も考慮する。BOF の操業年数が大きくなることは、生産性に対して正負 2 つの効果をもたらすと考えられる。正の効果としては、操業年数が大きくなるにつれて学習効果（learning-by-doing）が働き、生産性が向上するというものが挙げられる。鉄鋼業においては、学習効果は生産性を向上させる重要な要因である。BOF の炉内反応は複雑であり、適切な操業条件を見いだすには操業経験を積むことが必要とされるが、多孔ランスや OG 装置の効果をそのような学習効果と区別するために、BOF の操業年数も説明変数に加えることとする[37]。これに対して負の効果としては、BOF の操業年数が大きくなるにつれて設備の減耗・劣化が進むため、生産性は低下するという影響が考えられる[38]。生産関数における操業年数のパラメータは、これら 2 つの効果を総合したものとして解釈される。パラメータの符号が正ならば、学習効果の方が勝ったということになる。

図表 3.3.3.1 に主要な変数の記述統計量をまとめている。全観測値のうち、およそ 4 分の 3 において多孔ランスが採用されているのに比べると、OG 装置の普及度は少し低いが、

---

35 ボイラー方式からOG装置に変更した最初の事例は、1972 年の新日本製鉄（旧：八幡製鉄）の八幡におけるものである。

36 炉容のデータを作成する方法については、Nakamura and Ohashi (2007a)のAppendixにおいて詳しく述べている。

37 学習効果を表す変数としては、操業年数の代わりに累積生産量を用いる手法があり、Nakamura and Ohashi (2007a)においてはそちらを採用している。そこで累積生産量を用いた生産関数推定も行ったが、次節で述べるものと定性的には同様の推定結果が得られた。ただし経験年数の代わりに累積生産量を用いることは、後に示すシミュレーションを複雑にする。また、古い技術であるOHFの経験がBOFの操業経験に役立つという、技術間での経験のスピルオーバーも想定しうる。Nakamura and Ohashi (2007a)ではこの点も明示的に考慮した生産関数を推定しているが、このような技術間でのスピルオーバーは、経験の影響をほとんど左右しないという結果を得ている。さらにプラント間での経験のスピルオーバーについては、統計的に有意ではないという結果を得ている。

38 操業年数はプラントレベルで定義されるので、厳密には各々の炉の年齢ではないが、一つのプラント内で分析対象期間中に新たに炉が追加されるケースは少なく、そのような観測値は、104 個中 17 個に留まり、そのほとんどが 1 つだけ炉が追加されるというものである。

全ての炉にOG装置を取り付けたプラントも、この時期既に存在していたことが分かる。

３．３．４ 改良技術の経済的な評価

本節では、多孔ランスとOG装置という、BOFについて生じた2つの改良技術の経済的な効果を評価する。評価の方法は次の通りである。まず多孔ランスおよびOG装置の有無を明示的に取り入れた生産関数を推定し、これらの改良技術が生産性をどれだけ変化させたかを見る。次に、この推定された生産関数に基づいて、企業の利潤最大化問題を解く。多孔ランス・OG装置の採用状況が実際の値をとるときの解と、これらの技術が全く利用されなかったと仮定したときの解は、生産性水準が違うことから異なった値となり、その結果それぞれの場合における生産量や利潤も異なったものになる。この生産量や利潤の差異は、多孔ランス・OG装置が使用されたことにより、どれだけ生産量や利潤が増大したのかを表すものと解釈できる。これにより、本稿で着目したユーザー-イノベーションが、この時期における日本の鉄鋼業の発展に貢献した度合いを定量的に評価することができる。

３．３．４．１ 生産関数の推定

生産関数の推定は、次のようなコブ=ダグラス型の関数形を仮定して行った。プラントiのt年における粗鋼生産量（対数値）y_{it}は、

$$y_{it} = a_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_x x_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_z z_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \qquad (1)$$

のように表される（l_{it}：労働投入、x_{it}：電力使用量、k_{it}：炉容の合計（capacity size）、z_{it}：BOFの操業年数、いずれも対数値）。ε_{it}は通常の仮定に従う誤差項である。プラント間でその技術的な効率性は異なると考えられるため、プラント固有の効果λ_iを考慮している。これにより、効率的なプラントほど資源が投入されるという内生性バイアスをコントロールする。さらに、多孔ランスやOG装置以外にも、耐火物の進歩など、他の外生的な技術進歩の影響も受けているものと考えられる。多孔ランスやOG装置の採用とは異なり、これらの技術進歩はデータとして明示的に捉えることはできないため、各年に固有の影響μ_tとして考慮する。

多孔ランスとOG装置は、歩留まりの向上や燃料費の節約という効果を持つので、これらの効果はTFPの上昇として捉えられると考えられる。そのため、a_{it}に2つの改良技術の影響が現れるものと定式化する。すなわちa_{it}は、

$$a_{it} = \gamma_0 + \gamma_{MHL} MHL_{it} + \gamma_{OGS} OGS_{it} \qquad (2)$$

のように、前節で定義した変数MHL_{it}とOGS_{it}とに依存するものと仮定する[39]。サンプルのうち、多孔ランスもOG装置も備えていない（$MHL_{it}=0$かつ$OGS_{it}=0$）観測値は23あり、このようなケース（$a_{it}=\gamma_0$）と比べて、多孔ランスを採用したものやOG装置を備えたものが、どの程度高い生産性を享受しているかを見ることで、γ_{MHL}とγ_{OGS}が同定される。

(1)を固定効果推定したものが図表3.3.4.1である。β_l、β_x、β_kはいずれも有意に正の値として推定されており、β_zも有意に正であることから、多孔ランスやOG装置の採用とは別に学習効果が働いており、なおかつその効果は設備の減耗の効果を上回っていたことが分かる。

OG装置の導入により生産性が有意に上昇することも認められた。OG装置を初めて導入した八幡製鉄・八幡では、当初7基のBOFのうち2基にOG装置がつけられていたため（$OGS=.286$）、これによって11.8%生産性が向上した計算になる。一方で多孔ランスの効果については、有意な結果は得られなかった。ただし点推定の値からは、多孔ランスをプラント全体で用いれば、6.4%の生産性上昇が見込まれるということになる。日本鉄鋼協会（1982: p.169)によれば、多孔ランスの導入当初、歩留まりが0.8～1.7%向上したほか、製鋼時間が1～2分短縮している。この当時のBOFによる製鋼時間は40～50分程度といわれているため、製鋼時間は最大で5%程度短縮したことになる。従って、歩留まりの効果と製鋼時間短縮の効果の上限値を合計したものに近い値が、推定結果として得られたといえる。

それでは多孔ランスやOG装置は、鉄鋼業の生産性を考える上で、どのくらい重要であったのだろうか。この点を考えるために、図表3.3.4.1の推定結果から各プラントのTFPを計算し、それを各プラントの産出量をウェイトとして加重平均をとって、産業レベルでの生産性を計算した。ここでのTFPは、

$$TFP_{it}=\exp\left[y_{it}-(\hat{\beta}_l l_{it}+\hat{\beta}_x x_{it}+\hat{\beta}_k k_{it})\right] \qquad (3)$$

として定義されており（$\hat{\beta}_s$はβ_s（$s\in\{l,x,k\}$）の推定値である)、学習効果による生産性の上昇も反映している。多孔ランス・OG装置導入の前年（1961年）からサンプル末年（1968年）にかけて、BOFのTFPは35.6%の上昇を見せたが、多孔ランスを導入したことによる

---

39 ここではMHL_{it}、OGS_{it}はいずれも外生的なものとして扱っている。しかし観察されないプラント属性によって、多孔ランスやOG装置の導入が左右されるとすれば、誤差項ε_{it}と、MHL_{it}やOGS_{it}の間に内生性バイアスの問題が生じる可能性がある。この点については、Nakamura and Ohashi（2008)において詳しく論じており、この内生性バイアスの問題は、推定上重要ではないという結果を得ている。

TFP 上昇は 6.4%ポイント、また OG 装置の導入による TFP 上昇は 16.5%ポイントと計算された。従って、これら 2 つの改良技術の効果を合わせると、BOF における TFP 上昇のほぼ 4 割が説明されるという結果になった。

３．３．４．２ シミュレーションによる経済効果の評価

このように、多孔ランスや OG 装置の導入は、鉄鋼業の生産性に相当程度の影響を与えたことが推定結果から明らかになった。次にこの生産性の上昇が、鉄鋼業の生産量と利益に及ぼした影響を計算する。まず、生産性の変化が生産量に及ぼす影響を評価する。生産性が変化すれば、それに応じて要素投入量も変わるため、生産量の変化を評価するにはモデルを用いて要素投入量の変化を考慮したシミュレーションを行う必要がある。シミュレーションに用いる価格データについては、補論 B に詳述した。

シミュレーションを行うに当たっては、次の前提を置いている。まず、生産水準の意思決定主体は企業ではなく、個々のプラントである。また各プラントは、価格を所与として行動する。そして、ここでは短期的な利潤最大化に注目し、可変的な生産要素は電力のみとする。日本企業の場合、雇用水準は景気動向にあまり左右されず、生産設備と同様短期的には固定的な生産要素と考えられるといわれている。

これらの前提をおくと、プラントレベルの生産関数(1)に基づいて、鉄鋼価格、電力価格、および電力以外の要素投入水準を所与とする下で、利潤を最大にするように電力使用量 を毎期決定する形でシミュレーションを行うことになる。この利潤最大化問題は、次のように書ける：

$$\max_{X_{it}} pY_{it} - wX_{it} - FC_{it}$$

$$\text{s.t.} \quad Y_{it} = \exp(\gamma_0 + \gamma_{MHL} MHL_{it} + \gamma_{OGS} OGS_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it}) \cdot L_{it}^{\beta_l} X_{it}^{\beta_x} K_{it}^{\beta_k} Z_{it}^{\beta_z} \tag{4}$$

p ：鉄鋼の価格[40]、w ：電力の価格、FC ：(短期的な) 固定費用である。ここでFCには資本レンタル料、賃金支払いなどが含まれる。またY_{it}、L_{it}、X_{it}、K_{it}、Z_{it}は、それぞれy_{it}、l_{it}、x_{it}、k_{it}、z_{it}の指数をとったものである。MHL_{it}、OGS_{it}が実際の値をとる下での最適な生産量は、(4)を解くことによって求められる。これに対して、仮に多孔ランスも OG 装置も用いられなかったとした場合、すなわちMHL_{it}、OGS_{it}ともに 0 である時の最適な生産量は、

---

40 正確には、鉄源（銑鉄、鉄屑）の投入も(4)で考慮しなければならない。大まかに粗鋼生産には同量の鉄源が必要であるとすれば、p は粗鋼価格－鉄源価格を表すものと考えることができる。

$$\max_{X_{it}} pY_{it} - wX_{it} - FC_{it}$$

$$\text{s.t.} \quad Y_{it} = \exp(\gamma_0 + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it}) \cdot L_{it}^{\beta_l} X_{it}^{\beta_x} K_{it}^{\beta_k} Z_{it}^{\beta_z} \qquad (5)$$

を解くことによって求められる。多孔ランスおよびOG装置が生産に及ぼした影響については、(4)を解いて得られる生産量が、(5)を解いて得られる生産量をどのくらい上回るかによって評価することが出来る。

シミュレーションにおけるパラメータ β_l、β_x、β_k、β_z、γ_{MHL}、γ_{OGS} には、図表 3.3.4.1 で得られた推定値を当てはめ、$\gamma_0 + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it}$ は推定残差

$$y_{it} - (\hat{\gamma}_{MHL} MHL_{it} + \hat{\gamma}_{OGS} OGS_{it} + \hat{\beta}_l l_{it} + \hat{\beta}_x x_{it} + \hat{\beta}_k k_{it} + \hat{\beta}_z z_{it}) \qquad (6)$$

で置き換える。

図表 3.3.4.2 は、このようなシミュレーションによって得られた 2 つの生産量、および実際に観察された生産量の推移を、1961 年（多孔ランスおよび OG 装置が実用化される前年）を 100 として描いたものである。上で述べたシミュレーションを各プラントについて行い、それによって得られる生産量を合計して、産業レベルのデータを作成している。(4)を解いて得られる生産量（以下 Y^1 とよぶ）は、実際に観察された生産量と比べると、やや低い伸びであるが、年々の成長率の変動については、ほぼ実際の値を再現しているといえる。

Y^1 と、(5)を解いて得られる生産量（以下 Y^0 とよぶ）とを比較することで、2 つの改良技術が産業に与えた影響を評価することが出来る（なお、$Y^1_{i,1961} = Y^0_{i,1961}$ である）。仮に多孔ランスも OG 装置もなければ、1961 年から 1968 年にかけて BOF による粗鋼生産は 7 倍程度に拡大したのみであったが、これらの改良技術が開発されたことで 9 倍程度の高成長を遂げられた。生産量の大きさで見ると、全てのプラントで多孔ランスが採用され、OG 装置の普及も進んだ 1968 年においては、Y^1 は Y^0 を 28.2%上回っている。1962～68 年の累計で見ると、この差は 23.2%になる。故に、ユーザーが中心となって開発した改良技術の登場により、2 割から 3 割程度生産が拡大したことが分かる。

こうした大幅な生産の増加は、各企業にも大きな利益をもたらしたものと推測される。特に多孔ランスや OG 装置の開発を担った八幡製鉄は、他社よりもさらに大きな利益を得ていたことが予想される。

この点も、上述のシミュレーションの結果を利用して確かめることが出来る。FC の値に関する情報は利用できないものの、仮に資本レンタル料や賃金支払いが改良技術の影響を受けないとすれば、多孔ランスや OG 装置の有無にかかわらず FC は一定ということになる。この仮定の下では、Y^1 に対応する利潤 Π^1 と、Y^0 に対応する利潤 Π^0 の差は、

$$\begin{aligned}\Pi^1-\Pi^0 &= (pY^1-wX^1-FC)-(pY^0-wX^0-FC)\\ &= p(Y^1-Y^0)-w(X^1-X^0)\end{aligned} \quad (7)$$

のように、利用可能な情報、すなわち価格 p と w、Y^1 と Y^0、および X^1 と X^0（それぞれ Y^1、Y^0 に対応する最適電力使用量）の値に基づいて、その大きさを求めることが出来る。

こうして計算された利益を企業間で比較したものが図表 3.3.4.3 である。予想された通り、八幡製鉄にとっての利益が最も大きい。八幡製鉄にとっての利益増は、2 番目に大きい富士製鉄をほぼ 30%上回っており、最も小さい神戸製鋼と比べると、18 倍以上の開きがある。第 3.3.2 節で論じたように、八幡製鉄は BOF の技術的な課題に対していち早く対応する立場にあった。その点に加え、本節の議論より、それらの技術的な課題を解決することから得られる利益が、他社と比べて非常に大きかったことが明らかになった。以上をまとめると、八幡製鉄には von Hippel (1986)のいうリード-ユーザーとしての特質が、2 つとも備わっていたということになる。多孔ランス及び OG 装置は、日本の鉄鋼業の発展において重要な役割を果たした。そのような改良技術を生み出した企業が、リード-ユーザーとしての特質を持つことは、どのようなユーザーが重要なイノベーションを行いうるかという議論に対して、興味深い示唆を持つと言えよう。

３．３．５　結語

本稿では、近年注目を集めているユーザー主導によるイノベーションの事例をとりあげ、その経済的な効果を定量的に計測した。1960 年代に日本の鉄鋼業において、ユーザーである日本の鉄鋼企業が行った 2 つのイノベーション、すなわち多孔ランスと OG 装置についてその効果を計測した結果、これら 2 つのイノベーションは、BOF の生産性上昇の約 4 割を説明し、産業全体での BOF による生産量を、1962～68 年の累計で 23.2%増加させた。本稿で分析したものは、あくまでもユーザー主導によるイノベーションの一例に過ぎないが、このようなイノベーションが、産業の発展において重要なものになりうる可能性を示すものであるといえよう。この生産の増加により、各社に大きな利益がもたらされたが、特に 2 つのイノベーションの開発者である八幡製鉄は、これらのイノベーションを採用した企業のうちで最大の利益を得ている。多孔ランスと OG 装置を導入したことで生じた利益の増分を見ると、他の企業は八幡製鉄が得た利益増の 5～77%程度にとどまっていたものと評価される。この点と、BOF の技術的な課題にいち早く直面していた点とを考え合わせると、八幡製鉄は BOF という技術に関してリード-ユーザーとしての特質を備えていたといえる。

本稿において残された課題は以下の 2 点である。まず本稿では、多孔ランスや OG 装置を開発したことから得られる利益について分析したが、開発に要した費用の大きさについては扱ってこなかった。開発費用については直接観察することが極めて困難で、そのデータの制約から分析の対象外としていたが、費用についての確かな情報があれば、これらの技

術がもたらした経済厚生の大きさを評価できたはずである。さらに、八幡製鉄以外の企業について、仮に開発に取り組んだとしたときの費用や開発に要する時間を推測することができれば、八幡製鉄が開発を担ったことの利益をより詳細に論ずることができる。

第二には、八幡製鉄以外の企業が技術改良において果たした役割は、どの程度のものだったかという問題が挙げられる。図表 3.3.2.5 および図表 3.3.2.6 からは、富士製鉄や日本鋼管など他の主要な鉄鋼企業も、当該分野における技術開発に取り組んでいたことが窺える。そして BOF という技術が発展・成熟していく過程において、これらの企業の取り組みと、八幡製鉄による開発とが、相互に関連しあっていた可能性が指摘できる。八幡製鉄は多孔ランスや OG 装置に関する技術情報をさまざまな形で公開しており[41]、八幡製鉄以外の企業が技術改良に取り組む際に、そうした情報を利用することが可能であった。もし八幡製鉄以外の企業が技術改良において果たした役割が大きければ、改良技術に関する情報が公開されていることの社会的な意義も大きかったということになる[42]。

他方で、他の企業による多孔ランスや OG 装置の改良によって、八幡製鉄自身が利益を享受できたことも考えられる。Harhoff, Henkel, and von Hippel (2003)は、企業が開発した技術情報を自発的に公開するインセンティブの一つとして、技術を公開すれば他社がさらに改良を施すことになり、その恩恵が技術を公開した開発企業に返ってくるという点を挙げている[43]。多孔ランスや OG 装置については、八幡製鉄の意思決定によって公開されたというよりも、当初の BOF 導入契約のあり方から技術情報が共有されたものであるが、いずれにしてもこのような技術改良のフィードバックの大きさや、それにより開発企業、すなわち八幡製鉄が享受した利益を評価することができれば、より一般的なオープン-ソース-イノベーションの議論にも寄与する成果が得られると期待される。技術情報の流れについて詳細な情報が得られれば、こうした点も明らかにできると考えられる。

---

[41] 例えば、BOFを使用していた企業は、日本LD懇談会の場で頻繁に技術情報を交換していた。また日本鉄鋼協会が発行する雑誌「鉄と鋼」に、OG装置の開発経緯や技術的な性質を紹介する論文（著者は八幡製鉄の技術責任者）が、実用化翌年の 1963 年に掲載されている。そのほか、多孔ランスやOG装置が実用化した後で、八幡製鉄は他企業の見学を許している。

[42] Allen (1983)は、19 世紀後半のイギリス・アメリカにおける鉄鋼技術の進歩を分析し、各企業が「集団的に」技術開発に貢献したと述べている。「集団的に」というのは次のような意味である。この時期の鉄鋼技術の進歩は特許化が難しく、ある企業が設備の改良に成功すると、他企業が新規の設備を導入する際に、その成果を自由に反映させることができた。一つ一つの漸進的な改良は別個の企業が生み出したものだが、それらが新規設備の建設を通じて積み重ねられていった。これが「集団的なイノベーション」とよばれる現象であり、それによって技術の専有可能性が低い状況下でも鉄鋼技術が発展したと論じられている。19 世紀後半のイギリス・アメリカと、本稿が分析対象としている日本の鉄鋼業を取り巻く環境が、どの程度似通ったものと言えるかについては慎重に検討すべきであるが、個々の企業が行った改良が、BOF という技術の進歩にどのように取り込まれていったのかを調べる意義はあると考えられる。

[43] このほかに、技術を公開することによって、開発企業の評判が高まることや、技術がいち早く普及することでネットワークの経済性が働く点などを挙げているが、これらは日本の鉄鋼業においては、あまり重要ではないと考えられる。

補論：

A. ランスおよびガス回収・集塵装置に関連する特許について

図表 3.3.2.5 および図表 3.3.2.6 に掲げられた特許については、以下の手順によって収集した。

特許・実用新案の技術分類に関する国際標準は IPC（International Patent Classification）であるが、日本の特許庁はこれをさらに細分化した FI というコードも付与している。図表 3.3.2.5 および図表 3.3.2.6 にまとめられた特許・実用新案の情報は、この IPC と FI のコードを用いて特許電子図書館の特許・実用新案検索（http://www.ipdl.inpit.go.jp/Tokujitu/tokujitu.htm）で特許分類検索することから得られている（検索は 2007 年 12 月に行った）。

検索に用いたコードは、特許庁 (2007)に基づいて定めた。ランスについては、FI コードが C21C5/46,101 および C21C5/46,102 のものを抜き出している。これらは、「転炉の細部構造または付属物」（IPC コード C21C5/46）のうちの「酸素ランス」（FI コード C21C5/46,101）および「酸素ランスの付属物」（FI コード C21C5/46,102）に関する特許・実用新案である。

ガス回収・集塵装置については、IPC コードが C21C5/38 および C21C5/40 のものを抜き出している。前者は「転炉による鋼の製造」のうちの「廃ガスまたは粉じんの除去」に関する特許・実用新案であり、後者は「転炉廃ガスまたは粉じんの除去または分離装置」に関するものとなっている。

検索に当たっては、比較的マイナーな開発についても捉えるために、特許だけでなく実用新案も含めた。また、検索対象期間は公知日・発行日によって指定することになっている。多孔ランスも OG 装置も 1962 年には実用化された技術であるが、開発プロセスはそれに先行している一方、発明から出願まで、さらに出願から公告までのラグも考慮して、1955～69 年に公知されたものを集めた。これを出願日で見ると、ランスについては 1953～66 年にかけて出願されたもの、ガス回収・集塵装置については 1956～66 年にかけて出願されたものが対象となっている。

B. 鋼材価格の導出について

鉄鋼の生産における重要な生産要素は、銑鉄などの鉄源である。鉄源を BOF などの製鋼炉で精錬することで、粗鋼が生産される。本稿の生産関数は、この鉄源から粗鋼への変換を表すものであり、明示的な生産要素として鉄源が福間得ていない。シミュレーションにおける鉄鋼価格 p は、この点を考慮して、鋼材価格から鉄源の価格を差し引いたものとして定義している。

鋼材価格は、新日本製鐵 (1981)から八幡製鉄の鋼材売上数量・金額のデータが得られるため、金額のデータを数量のデータで割ったものを用いた。この値は、各種鋼材の価格を売上数量に占める割合で加重平均[44]したものであるといえる。

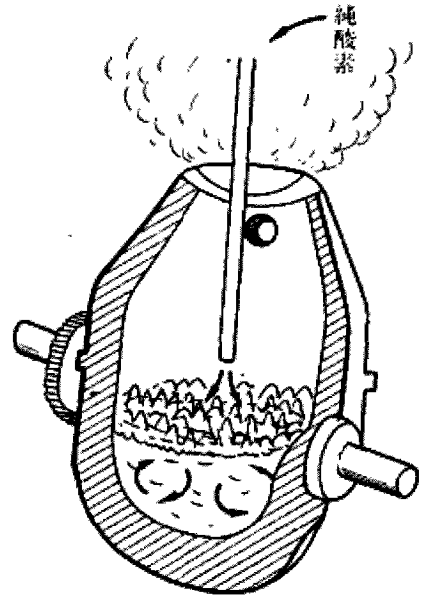
鉄源の価格としては、BOF では主として銑鉄を用いるため、銑鉄価格を採用する。実際には銑鉄は市場での取引を通じて供給されるのではなく、プラント内にある高炉で生産されたものを使用するのが通常であるが、ここでは製鋼用銑 1 号の市中価格を用いることにした。

電力価格は、鉄鋼向けの大口電力供給価格を用いている。銑鉄価格と電力価格については、鉄鋼新聞社「鉄鋼年鑑」各年版に依っている。

---

[44] 鋼材価格は、鋼材の種類によって異なる。例えば 1962 年について見ると、棒鋼 19 ㎜は 32,934 円/トン、普通線材 5.5 ㎜は 40,319 円/トン、薄板（1.6×914×1829）は 49,389 円/トンなどとなっている（いずれも市価）。これらはいずれも規格品の価格であり、規格外の製品にはさらにエキストラ価格がつけられる場合もある。そのため、鋼材価格を見る際には、これらさまざまな値を生産量でウェイト付けした加重平均を求めることが必要になる。

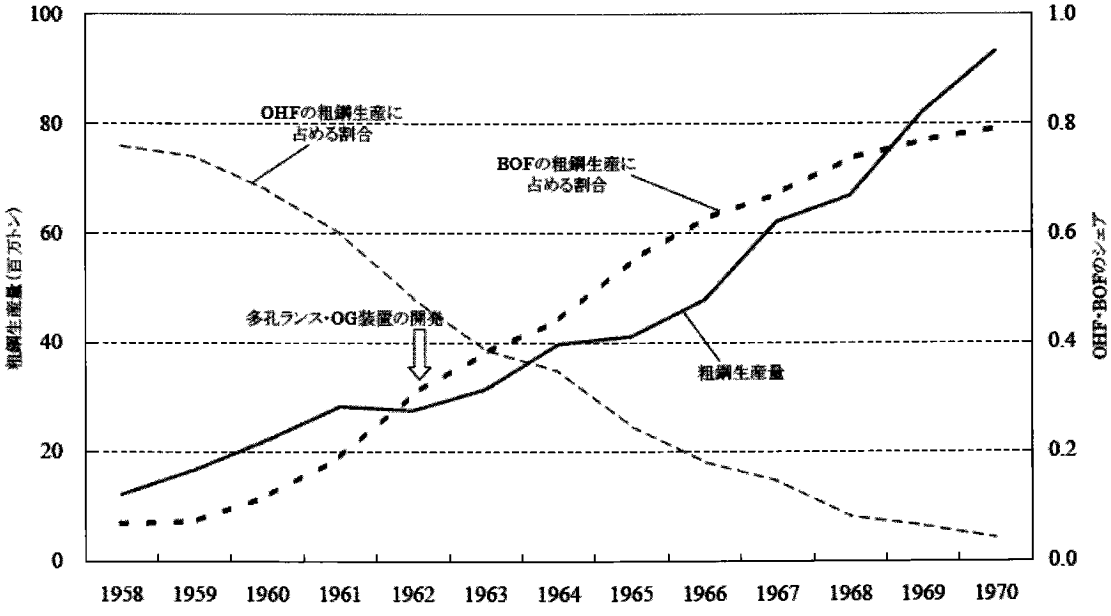
図表 3.3.2.1. BOF の模式図



炉の上から純度の高い（99.5%以上）酸素を溶銑に向かって吹き付けて、精錬を行う。精錬が終わると炉を傾けて出鋼する。

出所：鉄鋼界 1961 年 1 月号, p.77。

図表 3.3.2.2. BOF の普及と日本の鉄鋼業の発展

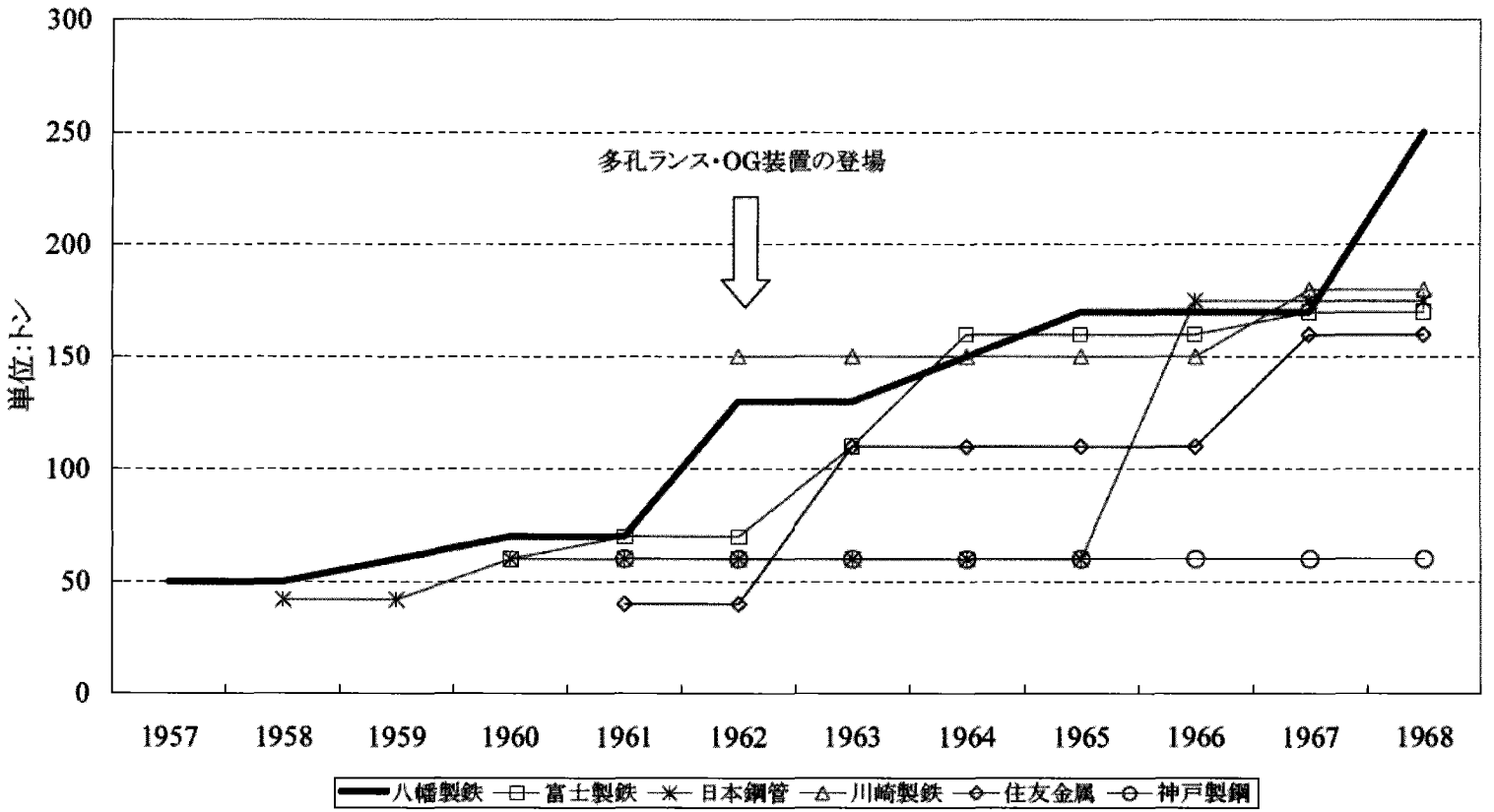


図表 3.3.2.3. 多孔ランス・OG 装置の普及

	BOF使用			多孔ランス使用			OG使用		
	企業数	プラント数	炉数	企業数	プラント数	炉数	企業数	プラント数	炉数
1957	1	1	2	0	0	0	0	0	0
1958	2	2	4	0	0	0	0	0	0
1959	2	2	6	0	0	0	0	0	0
1960	4	5	13	0	0	0	0	0	0
1961	5	8	19	0	0	0	0	0	0
1962	6	9	25	3	3	6	1	1	2
1963	6	11	29	5	5	15	2	2	4
1964	7	13	35	7	12	32	4	4	8
1965	8	16	42	8	16	42	5	7	14
1966	8	17	47	8	17	47	5	7	15
1967	8	18	55	8	18	55	5	8	18
1968	8	19	59	8	19	59	5	9	20

注) 多孔ランスについては、正確には炉のレベルではなく、プラントのレベルでしか情報が得られない。プラントにおいて多孔ランスが導入された時点で、そのプラントのBOFが全て多孔ランスを採用したものとしている。

図表3.3.2.4. BOF最大炉容の推移:大手6社・1957～68年



注) このほか、尼崎製鉄(1960)、大阪製鋼(1964)、日新製鋼(1965)がBOFを使用していた(カッコ内はBOFを導入した年)が、いずれも最大炉容は30～60トンにとどまっていた。

図表 3.3.2.5. ランスに関する特許・実用新案の一覧（公知日が1955～69年のもの）

文献番号	発明の名称	出願年月日	出願者	出願者国籍
特公昭31-007012	製鋼用送風装置	1953/06/19	デマーグ	ドイツ
特公昭34-010001	製鋼用酸素吹き込み管	1957/11/11	西淳	
特公昭38-000149	耐久性高い酸素溶錬用ランスパイプの製造方法	1957/12/13	東洋カロライジング	
特公昭37-018356	酸素上吹き転炉などにおける酸素吹き込み用ランス上下機構	1959/04/22	川崎重工業	
特公昭36-003952	ランスパイプ	1959/05/12	栄興フルマー工業	
特公昭36-008908	焔熔射による耐熱コーティングを施したランス・パイプの製造方法	1960/02/09	河嶋千尋	
特公昭35-017451	溶融金属中へのガス噴入用二重噴入筒装置	1960/02/10	アシェリー・レユニー・ド・ブルバッハ・アイヒドウゲランデ・ソシエテ・アノニム	ルクセンブルグ
特公昭36-015152	溶融金属の上部よりガスを噴入する方法	1960/07/12	アシェリー・レユニー・ド・ブルバッハ・アイヒドウゲランデ・ソシエテ・アノニム	ルクセンブルグ
特公昭36-021151	純酸素上吹き転炉ランスの昇降装置	1960/10/20	日本鋼管	
実公昭36-033923	酸素吹精ランス	1961/02/08	八幡製鉄	
特公昭38-010001	金属精錬用ガス噴入筒中に耐摩滅性の筒口を固定する装置	1961/03/09	アシェリー・レユニー・ド・ブルバッハ・アイヒドウゲランデ・ソシエテ・アノニム	ルクセンブルグ
実公昭37-021507	吹精ランスの操業装置	1961/04/19	八幡製鉄	
実公昭37-028020	酸素上吹き転炉におけるランスの構造	1961/05/12	川崎重工業	
特公昭38-001859	転炉用ランスノズル製造法	1961/06/08	後藤合金鋳工所	
特公昭38-006604	酸素ランス制御装置の改良	1961/06/20	コッパース	アメリカ
特公昭38-005951	転炉吹き付け用ランスの保持装置	1961/09/20	グーテホッフヌングス・フュッテ・シュテルグラーデ	ドイツ
特公昭44-003683	酸素上吹き転炉などのランス昇降装置	1961/09/25	日立造船	
特公昭43-012484	金属溶融炉中の抜き差し自在の吹管に関する改良	1962/03/16	グーテホッファン・ダスフュッテ・シュテルクラーゲ	ドイツ
実公昭40-001124	転炉吹錬用テーパーランス	1962/04/13	富士製鉄	
実公昭39-022109	転炉用ランスのチップ部の構造	1962/04/26	川崎重工業	
特公昭39-020626	製鋼用転炉に対する、廃ガスフードにおける吹管保持および案内装置	1962/05/18	ピンチュ・バーグAGクワイクニーデル・ラースング・ケルン・バイエンタール	ドイツ
特公昭42-000641	転炉ランス位置計	1962/07/20	日本鋼管	
特公昭38-003551	酸素ランス	1962/07/30	コンセット・アイアン	イギリス
特公昭40-006601	酸素吹き込み管	1962/09/05	富士製鉄	
実公昭41-021141	上吹き転炉吹錬装置	1962/10/06	富士製鉄	
特公昭40-024962	純酸素転炉操業法	1962/10/27	日本鋼管	
実公昭40-003613	地金付着を防止する酸素吹き込みランス	1962/11/06	八幡製鉄	
実公昭39-034043	製鋼用酸素吹き込み管	1962/11/17	明知耐火煉瓦	
特公昭38-026053	上吹き精錬方法および方法実施のための装置	1962/11/26	住友機械工業	
実公昭41-021142	転炉用ランス位置計	1962/12/20	川崎重工業	
実公昭39-034044	製鋼用ランス主副流ノズル	1962/12/25	富士製鉄	
特公昭39-025861	ランス装置に関する改良	1963/01/08	コッパース	アメリカ
特公昭42-014283	数本の吹き込み植を持った転炉用酸素吹き込み装置	1963/02/20	デマーグ	ドイツ
特公昭38-026052	酸素吹精用ノズル	1963/05/24	日本鋼管	
特公昭41-007922	吹きつけ法を実施するための吹き込み装置	1963/08/17	フェルアイニヒテ・エーステルライヒッシェ・アイゼン・ウント・シュタールウェルケ	オーストリア
実公昭40-003605	地金の付着防止あるいは剥離を容易にする水冷ランス	1963/10/25	八幡製鉄	
実公昭41-012169	酸素吹き込み転炉などにおける酸素吹き込み用ランスの換装機構	1964/02/05	川崎重工業	
特公昭41-009402	酸素吹き込み用ランス装置	1964/04/15	日本鋼管	
特公昭41-018922	純酸素上吹き転炉用酸素ランスの取り替え方法	1964/04/21	富士製鉄	
特公昭42-000361	酸素による上吹き精錬用吹き込みランス	1964/04/21	ベタイリグングス・パテントフェルウァルングス	ドイツ

図表 3.3.2.5 ランスに関する特許・実用新案の一覧（公知日が1955～69年のもの）≪続≫

文献番号	発明の名称	出願年月日	出願人	出願人国籍
実公昭39-024209	製鋼炉用ランスノズル	1964/05/29	後藤合金鋳工所	
特公昭42-012332	転炉のごときヤ金用容器中に導入可能なランス(噴口)を交換する装置	1964/06/08	フェルアイニヒテ・エーステルライヒッシェ・アイゼン・ウント・シュタールウェルケ	オーストリア
特公昭44-007803	酸素および燃料の吹き込みノズル	1964/06/16	日本鋼管	
特公昭42-000521	純酸素転炉ランス交換装置	1964/06/22	日本鋼管	
特公昭43-029842	製鋼および鉄精錬用ランス	1964/06/22	サウス・アフリカン・アイロン・アンド・スチール・インダストリアル	南アフリカ
実公昭41-014644	水冷式ランス	1964/07/24	川崎重工業	
特公昭40-019564	吹錬装置	1964/08/25	日本鋼管	
特公昭42-001841	製鋼用多孔型ノズル	1964/08/25	日本鋼管	
特公昭44-007811	製鋼転炉用酸素噴射装置	1964/11/07	USスチール	アメリカ
実公昭40-023126	放散角度の調整可能な製鋼用ランス	1964/11/10	アンスティテュート・デ・リシェルシェ・ド・ラ・シデルールジー・フランセーズ	フランス
実公昭42-002417	転炉用送酸素管フレキシブルチューブ	1964/11/10	東洋螺旋管工業	
実公昭39-026522	水冷酸素ランス	1964/11/18	富士製鉄	
特公昭42-008441	溶解炉中にガスを導入するためのランス	1964/11/25	デイルリンゲル・ヒュッテンウェルケ	ドイツ
特公昭42-018882	耐溶損ノズル	1964/12/02	日本鋼管	
実公昭40-023125	酸素吹き込み管	1964/12/29	ダグラス・ノーマン・マントン	イギリス
特公昭41-016921	ランスの水漏れ検出装置	1965/01/08	川崎重工業	
特公昭43-019507	上吹き転炉におけるランス駆動部の自動制御装置	1965/01/26	住友機械工業	
特公昭44-007804	酸素・燃料多孔ノズル	1965/02/05	日本鋼管	
特公昭41-000961	精錬用ランス	1965/02/24	日本鋼管	
特公昭41-011601	酸素による上部吹き込み用吹管	1965/03/15	住友機械工業	
特公昭43-017048	酸素上吹き転炉用上下台車式ランス装置	1965/04/10	川崎重工業	
特公昭42-011881	金属溶融物上または金属溶融物中にガスを吹き込むための装置	1965/04/28	ドルトムント・ヘンデル・ヒュッテンユニオン	ドイツ
実公昭42-005047	製鋼装置用ランス	1965/04/30	ザ・スチール・コムパニイ・オブ・ウェールズ	イギリス
特公昭43-025801	冶金用ランス	1965/05/04	ユニオン・カーバイド	アメリカ
実公昭41-009681	酸素吹き込み管	1965/06/11	ダグラス・ノーマン・マントン	
特公昭43-017481	炉用ガス注入管	1965/06/26	ザ・ブリティッシュ・オキシゲン	イギリス
特公昭43-026966	噴射ランスノズル	1965/08/09	ウォルター・ピアル・ペリイ	アメリカ
特公昭43-017047	転炉用ランス昇降装置	1965/08/11	石川島播磨重工業	
特公昭42-001962	銑鉄溶解における上吹き精錬のための吹き込みランス	1965/09/03	ベタイリグングス・パテントフェルウァルングス	ドイツ
特公昭44-012244	ランスパイプの製造法	1965/09/21	中村留市	
実公昭44-002646	酸素上吹き転炉来燃焼排ガス回収装置用酸素ランスソケットシール装置	1965/11/29	川崎重工業	
特公昭42-012321	多孔式酸素吹き込みランス	1965/12/13	ベタイリグングス・パテントフェルウァルツングス	ドイツ
実公昭44-009291	回転ランス	1965/12/21	間宮睦雄	
特公昭43-022483	酸素上吹き転炉用ランスの吊り下げ位置設定装置	1966/04/01	川崎重工業	
特公昭42-026361	金属の酸素吹錬法	1966/04/10	日本鋼管	
特公昭42-012323	大容量多重ジェット式酸素送気棒	1966/05/14	ユニオン・カーバイド	アメリカ
実公昭43-002970	酸素上吹き転炉におけるランス昇降用カウンタエイト装置	1966/05/19	川崎重工業	
実公昭44-002645	転炉ランス昇降装置	1966/08/29	石川島播磨重工業	
特公昭44-018042	ランス	1966/10/14	ケネコウトコパー	アメリカ
特公昭44-017004	溶融金属処理用吹き込み管	1966/10/21	コッパース	アメリカ

注）八幡製鉄による特許・実用新案には色を塗ってある。出願者国籍が空欄のものは、日本の出願者によるもの。

図表 3.3.2.6 ガス回収・集塵装置に関する特許・実用新案の一覧（公知日が1955～69年のもの）

文献番号	発明の名称	出願年月日	出願者	出願者国籍
特公昭33-003504	特に鋼の酸素精錬の際に生じる廃ガスの清浄方法	1956/07/06	メタルゲゼルシャフトAG	ドイツ
特公昭35-006502	酸素上吹き転炉の廃ガス通路気密装置	1958/01/10	横山工業	
特公昭36-017251	酸素上吹き転炉の排ガスから原料ガスを採取する方法	1959/07/04	八幡製鉄、横山工業	
特公昭36-020353	溶銑の空気精錬より発生するガスの冷却および排気方法	1960/01/25	アンステテュート・デ・リシェルシェ・ド・ラ・シデルールジー・フランセーズ	フランス
実公昭37-021506	エヤーカーテンを装置するゲート	1960/03/23	今村製作所	
実公昭38-002507	転炉炉口およびフード入り口の改良	1960/04/14	川崎重工業	
特公昭37-006703	転炉廃ガスの処理方法	1960/04/16	川崎重工業	
特公昭37-013302	酸素吹き込みコンバーターの廃ガス処理装置	1960/04/21	コンパニー・デ・アテリエ・エ・フォルジュ・ド・ラ・ロール・サンシャモン・フィルミューサン・エチエンヌ・ジャコブ・ホルツェル	フランス
特公昭38-012810	転炉廃ガスを用いる溶鉱炉の操業方法	1960/05/04	八幡製鉄	
特公昭44-021417	酸素上吹き転炉の廃ガスからアンモニア合成原料ガスを製造する方法	1960/05/21	横山エンジニアリング	
特公昭39-016757	転炉プラント酸素吹き込みプラントおよび類似プラントにおけるCOガス回収用N_2ガスまたは水蒸気噴出空気遮断装置	1960/05/30	川崎重工業	
実公昭38-002506	転炉における炉口と排気ダクトの連結装置	1960/08/05	川崎重工業	
特公昭42-023681	上吹き転炉排出ガス回収装置	1960/08/13	川崎重工業	
特公昭38-014802	転炉プラント酸素吹き込みプラントおよび類似プラントにおけるCOガス回収用液体膜空気遮断装置	1960/09/13	川崎重工業	
特公昭38-005405	銑鉄の吹錬の際に可燃性ガスを回収する方法	1960/10/29	クルト・ハウム	ドイツ
特公昭38-006603	純酸素転炉より高濃度の一酸化炭素を回収する方法	1960/11/24	鋼管化学	
特公昭37-011856	転炉排出COガス回収プラントと結合したCOガス転換塔付きガスタービン発電装置	1960/12/27	川崎重工業	
特公昭38-019804	転炉などのCOガス非燃焼回収用保護リング付不活性ガス噴出空気遮断装置	1960/12/27	川崎重工業	
特公昭38-006352	酸素上吹き転炉における廃ガス回収法	1961/02/09	八幡製鉄、横山工業	
特公昭38-006353	酸素上吹き転炉の廃ガス回収冷却器の内圧調整装置	1961/02/09	八幡製鉄、横山工業	
特公昭38-024551	上吹き転炉の廃ガス回収操業法	1961/02/10	八幡製鉄、横山工業	
実公昭38-023007	酸素上吹き転炉用移動フード	1961/02/18	八幡製鉄、横山工業	
特公昭38-024552	酸素上吹き転炉の廃ガス回収における部分燃焼気密法	1961/02/18	八幡製鉄、横山工業	
特公昭43-026970	転炉ガスを吸出し、燃焼させ、あるいは化学的に利用するための転炉ガスの捕集方法および装置	1961/02/25	ペタイリグングス・パテントフェルウァルツングス	ドイツ
特公昭38-006354	廃ガス回収方法	1961/03/01	日本鋼管	
特公昭37-018354	酸素上吹き転炉から転化ガスを得る方法とその装置	1961/03/27	八幡製鉄、八幡化学工業、横山工業	
特公昭41-004569	酸素上吹き転炉から転化ガスを得る方法	1961/03/27	八幡製鉄、八幡化学工業、横山工業	
特公昭41-007328	酸素上吹き転炉から転化ガスを得る装置	1961/03/27	八幡製鉄、八幡化学工業、横山工業	
特公昭37-018355	酸素上吹き転炉廃ガスの選択回収装置	1961/04/10	八幡製鉄、横山工業	
特公昭42-023682	酸素上吹き転炉の生成廃ガスの一部燃焼による回収法	1961/05/19	八幡製鉄、横山エンジニアリング	
実公昭39-012806	酸素上吹き転炉の未燃焼廃ガス回収装置	1961/09/26	八幡製鉄、横山工業	
特公昭42-023683	酸素上吹き転炉の未燃焼ガス回収における異常操業法	1961/10/17	八幡製鉄、横山エンジニアリング	
特公昭37-018855	酸素上吹き転炉の未燃焼廃ガス回収法	1961/11/02	八幡製鉄、横山工業	
実公昭44-005985	酸素上吹き転炉未燃焼廃ガス回収装置	1961/11/09	八幡製鉄、横山エンジニアリング	
特公昭38-019815	酸素上吹き転炉の炉内反応探知法	1961/11/09	八幡製鉄、横山工業	
実公昭38-020416	酸素上吹き転炉用ガスホルダー	1961/12/28	八幡製鉄、城水鉄工所	
実公昭39-003306	酸素上吹き転炉用ガスホルダーのガス出入管	1961/12/28	八幡製鉄、城水鉄工所	
実公昭39-003307	酸素上吹き転炉廃ガス回収装置	1961/12/28	八幡製鉄、横山工業	
特公昭39-008351	多層有水式ガスホルダの圧力急増忌避法	1961/12/28	八幡製鉄、城水鉄工所	
実公昭38-028604	酸素上吹き転炉未燃焼様ガス回収装置	1962/03/15	八幡製鉄、横山工業	

図表 3.3.2.6 ガス回収・集塵装置に関する特許・実用新案の一覧（公知日が1955～69年のもの）≪続≫

文献番号	発明の名称	出願年月日	出願者	出願者国籍
特公昭40-021961	酸素上吹き転炉の生成未燃焼排ガス回収法	1962/04/24	八幡製鉄、横山工業	
特公昭40-023765	酸素上吹き転炉の未燃焼廃ガス回収装置	1962/05/02	八幡製鉄、横山工業	
特公昭40-000802	純酸素上吹き転炉排出ガスの冷却回収方法	1962/05/11	八幡製鉄、横山工業	
特公昭39-015516	精錬過程における金属浴の炭素含有量の変化を測定する方法およびその装置	1962/07/16	アンステテュート・デ・リシェルシェ・ド・ラ・シデルールジー・フランセーズ	フランス
実公昭41-006893	酸素上吹き転炉未燃焼ガス回収装置	1962/07/19	八幡製鉄、横山工業	
特公昭38-021451	湯の空気精錬、特に純酸素による精錬から発生する気体の捕集並びに回収方法	1962/07/21	アンステテュート・デ・リシェルシェ・ド・ラ・シデルールジー・フランセーズ	フランス
特公昭40-023766	酸素上吹き転炉未燃焼廃ガス回収装置	1962/08/06	八幡製鉄、横山工業	
実公昭40-003612	転炉における注銑時の集塵装置	1962/09/24	神戸製鋼所	
特公昭39-030031	酸素上吹き転炉の未燃焼ガス冷却機内圧制御装置	1962/10/04	八幡製鉄、横山工業	
特公昭43-020346	転炉ガス焚開放サイクルタービン駆動純酸素製造用動力装置付発電プラント	1962/11/22	富士電機製造、川崎重工業	
特公昭43-020347	転炉ガス焚密閉サイクルタービン駆動純酸素製造用動力装置付発電プラント	1962/11/22	富士電機製造、川崎重工業	
特公昭40-003006	フード装置	1962/11/30	コンバッション・エンジニアリング	アメリカ
特公昭42-020606	フード装置	1962/11/30	コンバッション・エンジニアリング	アメリカ
特公昭40-003007	酸素上吹き転炉排ガスの回収装置	1962/12/29	川崎重工業	
特公昭40-022161	酸素上吹き転炉排ガス回収装置	1963/02/16	川崎重工業	
特公昭41-015405	低溶融合金による非燃焼式転炉フード密封方法	1963/02/21	富士製鉄	
実公昭41-021147	酸素上吹き転炉排ガス捕集フード	1963/02/26	川崎重工業	
実公昭43-022248	転炉排ガス回収設備の不活性ガス流量制御装置	1963/03/04	八幡製鉄、横山エンジニアリング、富士電機製造	
特公昭40-010684	酸素転炉ガス回収系のガスシール法	1963/04/27	八幡製鉄、横山工業	
実公昭44-028086	水封切替弁	1963/05/07	川崎重工業	
特公昭41-015406	酸素上吹き転炉の廃ガス回収装置	1963/08/12	富士電機製造	
実公昭41-021146	転炉ガス回収装置用天蓋型フード	1963/10/29	八幡製鉄、横山工業	
特公昭41-016762	純酸素上吹き転炉の未燃焼ガスの回収方法	1964/01/06	横山工業	
実公昭41-014654	酸素上吹き転炉の廃ガス回収装置に於ける気密装置	1964/04/09	八幡製鉄、横山工業	
特公昭41-020321	粉塵の炉壁付着防止法	1964/05/01	松尾政治	
特公昭44-014992	ガス管炉用水封逆止弁装置	1964/08/10	川崎重工業	
特公昭42-009242	製鋼転炉用フード	1964/08/11	コンバッション・エンジニアリング	アメリカ
特公昭42-016725	転炉の排煙防止装置	1964/08/25	日本鋼管	
特公昭42-022127	酸素上吹き転炉排ガスの回収方法	1964/09/02	川崎重工業	
特公昭42-003361	転炉廃ガスの冷却方法	1964/11/18	富士製鉄	
特公昭42-000241	銑鉄の精錬に際し可燃ガスを製出する方法	1964/12/23	フェルアイニヒテ・エーステルライヒッシェ・アイゼン・ウント・シュタールウェルケ	オーストリア
特公昭43-014569	転炉廃ガススラッジ処理装置	1965/02/05	川崎重工業	
実公昭43-007128	転炉ガス回収装置の輻射部除滓用マンホール	1965/05/27	住友金属工業	
特公昭44-006568	酸素吹錬処理の際に発生する転炉ガスを吸出、除塵し場合によっては熱回収もしくは蒸気発生のために燃焼する方法	1965/08/02	フリードリッヒ・クルップ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング	ドイツ
実公昭44-004754	水封式逆止器	1965/08/10	横山エンジニアリング	
特公昭44-003684	ガス管路密閉装置	1965/11/30	川崎重工業	
特公昭44-003685	酸素上吹き転炉の廃ガス回収装置	1966/02/25	富士製鉄	
実公昭44-022805	転炉廃ガス用ボイラ内ダスト固着防止装置	1966/03/28	富士製鉄	
実公昭44-022321	酸素上吹き転炉の赤煙漏洩防止装置	1966/10/15	川崎製鉄	
特公昭44-003686	純酸素上吹き転炉の廃ガス処理設備	1966/10/22	富士製鉄	

注）八幡製鉄による特許・実用新案には色を塗ってある。出願者国籍が空欄のものは、日本の出願者によるもの。

図表 3.3.3.1. 主要な変数の記述統計量

	単位	平均	標準偏差	最大	最小
生産量	1000*t*	1791.52	1551.48	7622.22	274.78
労働投入	1000人×時間	177.05	133.16	639.95	33.23
電力	1000*MWh*	28.86	32.55	208.53	2.12
capacity size	*t*	197.43	146.24	550.45	39.81
BOF操業年数	年	4.13	2.66	12.00	1.00
MHL	-	0.74	0.42	1.00	0.00
OGS	-	0.25	0.39	1.00	0.00

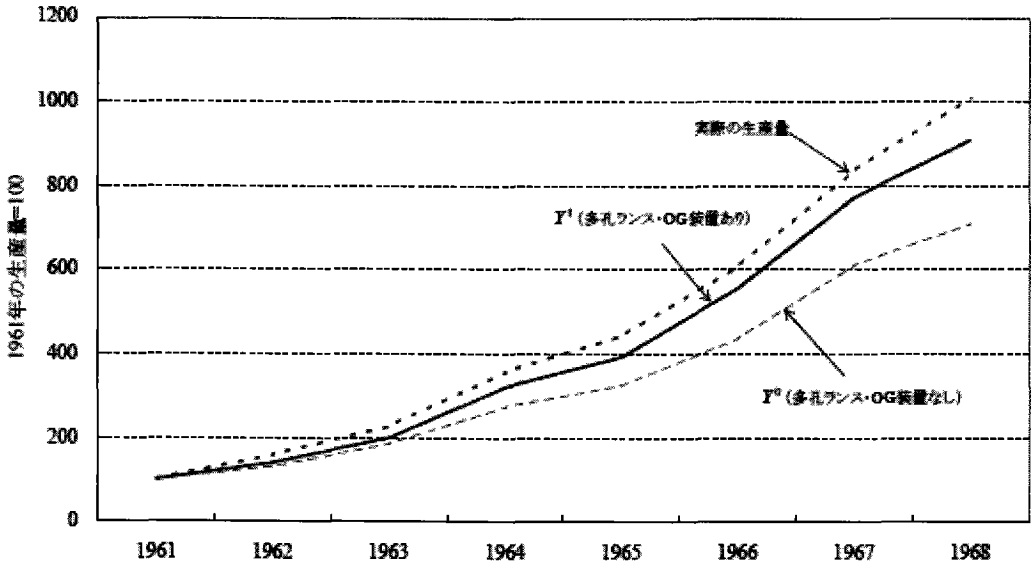
観測値数=104。

図表 3.3.4.1. 生産関数の推定結果

	coef.	s.e.	
労働投入	0.264	0.089	a
電力	0.139	0.041	a
capacity size	0.382	0.066	a
BOF操業年数	0.211	0.061	a
MHL	0.064	0.078	
OGS	0.413	0.168	b
Adj R-sq	0.788		
with plant fixed effects			
F test for all u_i=0	89.32		a

観測値数=104。
a: 1%水準で有意
b: 5%水準で有意

図表 3.3.4.2. 多孔ランス・OG 装置が産業全体の生産に及ぼした効果



図表 3.3.4.3. 多孔ランス・OG 装置導入による利潤増：神戸製鋼を 100 とした値

企業名	利潤増の大きさ
八幡製鉄	1875.1
富士製鉄	1444.6
住友金属	1284.5
日新製鋼	828.9
日本鋼管	365.8
川崎製鉄	306.1
大阪製鋼	158.1
神戸製鋼	100.0

各プラントが、実際に記録された水準で多孔ランス・OG装置を用いた場合の利潤と、多孔ランス・OG装置を全く用いない場合の利潤との差を、各企業毎にまとめた上で、1962年またはBOF稼働開始年～68年の平均をとり、その大きさが最小となる神戸製鋼の値を100に基準化したものを示している。

なおサンプル期間中に合併した企業については、合併後の企業にまとめてある。すなわち、富士製鉄には東海製鉄のデータが、神戸製鋼には尼崎製鉄のデータが含まれている。

参考文献

[1] Allen, Robert C. (1983) "Collective Invention," *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 4(1), pp.1-24.

[2] Franke, Nikolaus and Eric von Hippel (2003) "Finding Commercially Attractive User Innovations: An Exploration and Test of 'Lead User' Theory," MIT Sloan School of Management Working Paper No. 4402-03.

[3] Harhoff, Dietmar, Joachim Henkel, and Eric von Hippel (2003) "Profiting from voluntary information spillovers: How users benefit by freely revealing their innovations," *Research Policy*, vol.32 (10), pp. 1753-1769.

[4] Henkel, Joachim and Eric von Hippel (2005) "Welfare Implications of User Innovation," *Journal of Technology Transfer*, vol. 30 (1/2), pp. 73-87.

[5] Meyer, J. R. and G. Herregat (1974) "The Basic Oxygen Steel Process," in L. Nabseth and G. F. Ray eds., *The Diffusion of New Industrial Process*, Cambridge, Cambridge University Press.

[6] Nakamura, Tsuyoshi and Hiroshi Ohashi, (2007a), "Effects of Technology Adoption on Productivity and Industry Growth: A Study of Steel Refining Furnaces," *The Journal of Industrial Economics,* forthcoming.

[7] Nakamura, Tsuyoshi and Hiroshi Ohashi (2007b) "Productivity, Capital Utilization, and Intra-firm Diffusion: A Study of Steel Refining Furnaces," University of Tokyo, CIRJE discussion paper series, CIRJE-F-471.

[8] Nakamura, Tsuyoshi and Hiroshi Ohashi (2008) "Effects of User Innovation on Industry Growth: Evidence from Steel Refining Technology," mimeo.

[9] Lynn, Leonard H. (1982) *How Japan Innovates: A Comparison with the U.S. in the Case of Oxygen Steelmaking*, Boulder, Colorado, Westview Press. 遠田雄志訳 『イノベーションの本質 — 鉄鋼技術導入プロセスの日米比較』 東洋経済新報社, 1986.

[10] Rogers, Everett M. (2003) *Diffusion of Innovations*, 5th edition, New York, New York, Free Press.

[11] von Hippel, Eric (1986) "Lead Users: A Source of Novel Product Concepts," *Management Science*, vol.31 (7), pp. 791-805.

[12] von Hippel, Eric (2005) *Democratizing Innovation*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press. サイコム・インターナショナル監訳 『民主化するイノベーションの時代』 ファーストプレス, 2006.

[13] 小田切 宏之・後藤 晃 (1998) 「鉄鋼業」 『日本の企業進化』第7章 東洋経済新報社.

[14] 新日本製鐵 (1981) 『炎とともに：八幡製鐵株式會社史』 新日本製鐵.

[15] 特許庁 (2007) 『特許検索ガイドブック — 金属の精製・精錬 —』

(http://www.jpo.go.jp/shiryou/s_sonota/pdf/pat_guidebook/14_kinzoku18.pdf).

[16] 中村 豪 (2007)「戦後日本における技術導入と普及：鉄鋼業におけるBOFの受容」 東京経大学会誌 第253号, pp. 177-214.

[17] 日本鉄鋼協会 (1982)『わが国における酸素製鋼法の歴史』 日本鉄鋼協会.

第４章　科学技術システム改革がイノベーション創出に与えた影響

４．１　ナショナル・イノベーションに関する調査

４．１．１ナショナル・イノベーション・システムのパフォーマンス評価に関する試行

永田晃也（九州大学大学院　経済学研究院産業マネジメント部門　准教授）
大西宏一郎（科学技術政策研究所　第２研究グループ　研究員）

４．１．１．１　はじめに

本章では、一国におけるナショナル・イノベーション・システム（national innovation system: 以下 NIS）のパフォーマンスを評価・測定するための方法を検討する。我々は、この課題に取り組むに当たって、既に先行研究のレビューを踏まえて NIS 概念の整理を行い、また NIS の競争力評価を試行した各国のレポートにおいて用いられてきた分析のフレームワークと指標を批判的に検討してきた。その上で、日本の NIS に関するパフォーマンスを測定するための新たなフレームワークを提示した（永田・大西 2007）。

ここでは、現在利用可能なデータを我々のフレームワークに適用して、日本の NIS に関するパフォーマンス評価を試行した結果について報告する。今回の試行により、NIS の構造的な記述を指向する我々のフレームワークは、パフォーマンス評価に際して一定の有用性を持つことが確認されたが、我々はこの作業過程において、特に NIS の制度的側面やダイナミクスに関する集計データが不足しているという問題に直面した。そこで、この点に若干の考察を加え、NIS のパフォーマンス評価に伴う基礎データの整備を今後の検討課題として提起しておきたい。

４．１．１．２　フレームワーク

一般的に NIS の概念は、イノベーションの中心的な担い手である企業が、政府、大学等のアクターとの間で、知識をはじめとする諸資源のフローを伴うインタラクションを形成する場として理解されている。このようなシステムとしてのパフォーマンスは、システムのアウトプットであるイノベーションのみならず、システムの構成要素と作動、すなわち諸資源のストックとフロー、諸資源を組み合わせる制度配置、制度間ないしアクター間のインタラクションといった側面からも評価される必要がある。このような観点から我々は、NIS をつぎのような三つの階層からなるものとして捉えるモデルを提唱した。

（１）イノベーション活動の資源
一国の政府、企業、大学等のアクターが有する研究開発資金、研究開発人材、知的財産権、データベース、組織ルーティンなどのイノベーション活動に用いられる資源の集合、およびイノベーション活動に寄与する共通基盤。

（２）イノベーションに関連する制度
資源のコンフィギュレーションないしアーキテクチャを規定する諸制度。例えば、科学技術政策に関連する法制度、知的財産制度、競争政策、委託開発事業、研究開発補助金、ベンチャーキャピタル、優遇税制、低利融資制度、技術研究組合、技術移転制度、産学連携推進政策、研究開発会計基準、技術標準などが含まれる。

（3） イノベーション・プロセスにおけるダイナミクス

研究開発人材の流動性、産学連携（共同研究、技術移転等の形態を含む）の活性度、サイエンスリンケージなどによって捕捉されるアクター間の相互作用、競争政策によるライセンス規制や共同研究規制などに現れる制度間の補完関係、およびグローバルな環境下でのシステム間競争を通じたシステムの内部構造へのフィードバック。

すなわち、この階層モデルは NIS のパフォーマンスを、イノベーションに必要な資源が保有されているか否か、それらの資源を適所に配置し活用するシステムが存在しているか否か、それらの資源が実際に活用されるプロセスにおいて NIS を進化させるダイナミクスが作用しているか否か、という三つの側面から評価しようとするものである。

さらに、このモデルをフレームワークとする NIS のパフォーマンス評価は、つぎのような３段階のフェーズに分けて行うことを計画した。

（1）フェーズ１

国別に、上記の階層ごとの状況を、個別の指標に基づいて評価する。このフェーズには、階層ごとのベンチマーキングが含まれる。

（2）フェーズ２

アウトプットとしてのイノベーションの指標（特許出願件数、科学論文数、技術貿易収支等の時系列データ）を選択し、あるいは主成分分析によりそれらの変数を主成分スコアに統合した後、これを従属変数として、フェーズ１で使用された３階層の変数に回帰させるモデル分析を国別に行う。これより、イノベーションに対する各階層の寄与度を推定する。

（3）フェーズ３

フェーズ２の分析を、全ての国のデータを連結して行う。推定された各独立変数の寄与度をウエイトとして、将来に亘る各国のアウトプット指標の予測値を求め、各国のパフォーマンスを比較する。その際、制度のグローバルな変化を考慮した複数シナリオを設定し、政策のインパクトに関する予測シミュレーションを試行する。

４．１．１．３　データ

上記の計画に沿って日本における NIS のパフォーマンスを国際比較の観点から評価するためには、イノベーション・システムの多様な側面に関する国別の時系列データが必要となる。そのうち特に研究開発費や研究者数などの研究開発活動の投入要素については、OECD によって調査統計の標準化が推進されてきたことから、多くの先進国について長期に亘り比較可能なデータが整備されている。また、論文、特許等の研究開発活動のアウトプットの一部については、各種のデータベースによって各国における出力状況を把握することができる。

しかし、イノベーションに関連する諸制度については、既存データをサーベイした結果、国際比較可能なデータが非常に乏しく、同一の観測期間について利用可能な諸制度の国別・時系列データに至っては、ほぼ皆無であることが明らかになった。また、アウトプットの指標についても、研究開発活動のアウトプットに限らず、そのアウトカムないしイノベーション・プロセス全体としてのアウトプットについて捕捉しようとすると、国際比較可能な指標は著しく限定されることが分かった。

そこで本年度は、差し当たり日本についてのみ利用可能なデータを用いて、前述のフレームワークに沿った分析を試行してみた。使用したデータは、図表 4.1.1.1 に示すとおりである。

図表 4.1.1.1　使用データ一覧

	政府研究機関の研究者数	高等教育部門の研究者数	産業部門の研究者数	承認TLO認可数(累積)	ビジネスインキュベーションセンター数	国立大学共同研究件数	国立大学受託研究件数	論文発表数(自然科学・工学)	特許出願件数(日本人)	大学発ベンチャー企業数	技術輸出額
	GRDP	HRDP	IRDP	TLO	BI	COR	CNTR	PAP	PAT	UBV	TT
1990	29322	205509	313948	0	6	869	2203	44037	333230	40	339352
1991	29516	209898	330996	0	8	1139	2121	45779	335933	48	370552
1992	29603	214462	340809	0	9	1241	2189	51721	338019	57	377691
1993	29894	222006	356406	0	12	1392	2432	51548	332345	73	400362
1994	29907	229164	367278	0	13	1488	2586	55443	319938	85	462128
1995	30263	235702	376639	0	14	1704	3027	58218	334612	101	562077
1996	30346	242862	384100	0	20	2001	3714	60978	340101	118	703033
1997	30241	248275	400361	0	22	2362	4499	61552	350807	151	831563
1998	30212	253165	404232	4	27	2568	5288	67196	359381	203	916098
1999	30910	256440	429195	10	30	3129	5898	68920	360180	293	960800
2000	30987	259012	433758	16	39	4029	6368	68159	387364	430	1057853
2001	31228	259759	421363	24	69	5264	5701	70606	386767	598	1246814
2002	35992	257833	430688	28	96	6767	6584	69205	369458	791	1386769
2003	36052	257792	431190	36	137	8023	6986	75074	362711	1018	1512189
2004	36268	261369	458845	39	161	9378	7827	68090	368416	1265	1769428
2005	36725	267688	455868	41	173	11362	9008	74697	367960	1477	2028286
単位	人	人	人	件	件	件	件	件	件	件	100万円
出典	科学技術政策研究所『科学技術指標』	科学技術政策研究所『科学技術指標』	科学技術政策研究所『科学技術指標』	経済産業省	日本新事業支援協議会(JANBO)	文部科学省『大学等における産学連携等実施状況について』	文部科学省『大学等における産学連携等実施状況について』	科学技術政策研究所『科学技術指標』	科学技術政策研究所『科学技術指標』	経済産業省『大学発ベンチャーに関する基礎調査』	科学技術政策研究所『科学技術指標』

ここで、政府研究機関、高等教育部門および産業部門の各々における研究者数は「イノベーション活動の資源」、承認 TLO 認可数（累積）とビジネスインキュベーションセンター数は「イノベーションに関連する制度」、国立大学の共同研究件数および受託研究件数は「イノベーション・プロセスにおけるダイナミクス」（就中、産学間の相互作用）を表す変数として設定されている。また、論文発表数と特許出願件数は研究開発活動のアウトプット、大学発ベンチャー企業数と技術輸出額はアウトカムの変数として設定したものである。なお、資源に関する指標としては、上記の他、セクター別の研究開発費などのデータを利用することができるが、制度やダイナミクスに関する時系列データには、ほとんど選択の余地がない(注)。

図表 4.1.1.2 に使用データの相関係数マトリクスを示す。全ての変数間に有意な正の相関が認められた。

図表 4.1.1.2　使用データの相関係数マトリックス

	GRDP	HRDP	IRDP	TLO	BI	COR	CNTR	PAP	PAT	UBV
HRDP	0.685 **									
IRDP	0.768 **	0.979 **								
TLO	0.945 **	0.741 **	0.817 **							
BI	0.965 **	0.702 **	0.784 **	0.973 **						
COR	0.957 **	0.761 **	0.833 **	0.979 **	0.991 **					
CNTR	0.854 **	0.921 **	0.955 **	0.907 **	0.882 **	0.924 **				
PAP	0.722 **	0.977 **	0.956 **	0.779 **	0.733 **	0.785 **	0.918 **			
PAT	0.550 *	0.817 **	0.810 **	0.723 *	0.597 *	0.656 **	0.823 **	0.803 **		
UBV	0.956 **	0.728 **	0.809 **	0.981 **	0.994 **	0.998 **	0.908 **	0.753 **	0.646 **	
TT	0.916 **	0.872 **	0.917 **	0.955 **	0.952 **	0.977 **	0.978 **	0.878 **	0.764 **	0.966 **

**:1%水準で有意。*:5%水準で有意。

４．１．１．４　試行的評価

今回実施した試行的評価においては、まず上記の変数グループごとに主成分分析を行い、各々の分析結果から資源、制度、相互作用、アウトプットおよびアウトカムの主成分を導出した（図表 4.1.1.3)。このような指標の合成は、観測データが 16 時点と少ないため、特に独立変数を制限することを目的としている。

図表 4.1.1.3　主成分分析による変数の合成

原データ	合成指標	第1主成分の寄与率
政府研究機関の研究者数 高等教育部門の研究者数 産業部門の研究者数	資源	87.60
承認TLO許可数(累積) ビジネスインキュベーションセンター数	制度	98.68
国立大学共同研究件数 国立大学受託研究件数	相互作用	96.20
論文発表件数(自然科学・工学) 特許出願件数	アウトプット	90.14
大学発ベンチャー企業数 技術輸出額	アウトカム	98.29

はじめに、資源、制度、相互作用の主成分スコアとタイムトレンドを独立変数とし、アウトプットおよびアウトカムの主成分スコアを各々従属変数として重回帰分析を行った。しかし、前掲の相関係数マトリクスでみたように、使用した変数の間には、資源、制度、相互作用といった階層の枠を超えて強い相関関係が存在しているため、明らかな多重共線性が発生し、意味のある推定結果を得ることができなかった。なお、共線性の診断を行ったところ、特に制度と相互作用の変数間に強い依存関係が確認された。

通常、このような多重共線性を回避するためには、説明変数の制限の他、リッジ回帰や二段階最小二乗法などの手法が採られている。ここでは、階層間に相互関係が存在することを考慮して、二段階最小二乗法を適用することにした。すなわち資源および制度の各主成分スコアを操作変数として相互作用のスコアを予測した上、その予測値によってパフォーマンス指標を説明するモデルを推定した。推定結果は図表 4.1.1.4 に示すとおりである。

図表 4.1.1.4　二段階最小二乗法による NIS パフォーマンスの推定

	アウトプット		アウトカム	
定数項	0.000		0.000	
相互作用	0.860	**	0.999	**
調整済みR^2	0.713		0.984	
F	38.248	**	921.391	**

注1．**:1%水準で有意。*:5%水準で有意。
注2．操作変数は資源および制度の各主成分スコア。

アウトプットとアウトカムの指標を従属変数としたモデルの推定結果は、いずれも相互作用が有意に正の効果を持つことを示している。また、モデルの適合度は、アウトプットを従属変数とした式よりも、アウトカムを従属変数とした式において相対的に高くなっていることが注目される。この点は、産学共同研究のようなアクター間の相互作用プロセスが、単に論文や特許といった研究成果の産出に寄与する要因であるというよりも、むしろ

大学発ベンチャー企業の創出や、国際的なロイヤリティ収入を生み出す技術の蓄積のような、事業化段階の成果をもたらす要因として重要であることを示唆している。

つぎに、上記モデルの第一段階における予測精度をみておくため、資源および制度の主成分スコアを説明変数として、相互作用のスコアを回帰させるモデルを推定した。推定結果は、図表 4.1.1.5 に示すとおりである。

図表 4.1.1.5　階層間の分析

	相互作用		VIF
定数項	0.000		
資源	0.478	**	4.504
制度	0.543	**	4.504
調整済みR^2	0.978		
F	332.831	**	

**:1%水準で有意。*:5%水準で有意。

この結果は、資源および制度の拡充が、相互作用の活性化に対して、いずれも有意に正の効果を持つことを示している。モデルの適合度は非常に高いが、多重共線性の尺度である VIF の値からは、明らかな共線性が生じているとは判定できない。

多重共線性を回避するために便宜的に導入された二段階最小二乗法であるが、以上の分析結果は、階層間の依存関係が、もとより考慮すべき NIS の構造的な特質であることを示唆していると言えよう。

４．１．１．５　まとめと今後の課題

今回の試行的な分析結果から得られた知見は、以下のように要約できる。

(1) 一国の NIS を分析する上では、その構造をイノベーションに関する資源、制度、ダイナミクスという三つの階層からなるものとして捉えるフレームワークが有用である。
(2) イノベーション活動の資源および関連する制度の拡充は、NIS のダイナミクスであるアクター間の相互作用を活性化させている。
(3) 産学連携のようなアクター間の相互作用は、研究開発のアウトプットを増大させるばかりでなく、事業化段階の成果に寄与することによって NIS にアウトカムをもたらしている。

最後に、残された検討課題について述べておく。

本稿の試行的な分析をさらに発展させ、当初の我々の構想に沿って国際比較の観点から NIS のパフォーマンス評価を実行するには、現状ではイノベーションの制度的側面やダイナミクスに関するデータが決定的に不足している。研究開発ないしイノベーションに関する国レベルの集計データについては、その標準化を推進するための検討が OECD 等において重ねられ、既に体系的なデータベースが構築されている。しかし、既存のデータベースは研究開発活動のインプットおよびアウトプットに関するデータを中心に構成されており、いまだ各国のイノベーション・プロセスをシステムとしての全体像において把握するに足るだけのデータを提供していないのである。このような既存データに依拠する限り、Porter

and Stern(1999)や Florida(2005)のように各国の「イノベーション・インデックス」を特許件数によって測定するアプローチに止まらざるを得ない。あるいは国際比較による相対評価を放棄して対象を一国に絞り、当該国におけるイノベーション・システムを可能な限り多面的に捉えることを指向し、それらの側面がアウトプットないしアウトカムに寄与する程度を計測しようとしても、我々の試みが直面したようなデータの制約という問題は避けられない状況にある。

もとよりイノベーションに関連する諸制度は国ごとに異なるため、それらについて標準化された国別データを整備することは困難である。しかし、諸制度の整備状況についてスコアボードを設計し、指標化する試みは既に行われている。例えば、Bloom, et al.(2002)では各国の研究開発優遇税制の強度が指標化され、Park and Wagh (2002)では、各国における知的財産権の強度が 1995 年および 2005 年の定点調査に基づいて評価されている。これらは日本における当該制度の強度についても指標を提供しているものの、いずれも観測期間が 10 年程度に限られていたため、我々は本章の分析では使用しなかったが、今後このような制度に関する指標化の試みを発展させることは、NIS のパフォーマンスを測定する上で不可避の課題になると考えられる。

【注】

都道府県別のクロスセクション・データを用いる場合は、この限りではない。例えば、(独) 工業所有権総合情報館『地域における独自の強みを生かす知財関連施策に関する調査研究』(2005 年) からは、知財基本計画と関連施策の推進状況や、研究開発等に関する財政的支援措置の導入状況といった制度のデータが得られる。また、制度が新しいためにデータの観測期間は限られるものの、地域コンソーシアムの組成件数、SBIR (中小企業技術革新制度) 適用企業数、中小企業創造法認定企業数などの都道府県別データが利用できる。なお、平田・永田 (2007) では、地域イノベーション・システムを構造的に捉える上で3階層のモデルを設定し、そのパフォーマンスを、都道府県別データを用いて評価している。

【参考文献】

Bloom, N., R. Griffith and J. V. Reenen (2002), 'Do R&D Tax Credit Work? Evidence from a Panel of Countries 1979-1997,' *Journal of Public Economics*, 85, pp.1-31.

Florida, Richard (2005), *The Flight of the Creative Class*, HarperCollins. (井口典夫訳『クリエイティブ・クラスの世紀』ダイヤモンド社、2007.)

平田実・永田晃也 (2007)、「地域イノベーション・システムのパフォーマンス評価手法に関する考察」、研究・技術計画学会『第 22 回年次学術大会講演要旨集』CD-ROM.

永田晃也・大西宏一郎 (2007)、「ナショナル・イノベーション・システムのパフォーマンス測定手法に関する予備的考察」、文部科学省科学技術政策研究所『イノベーションの測定に向けた基礎的調査報告書』pp.243-256.

Park, Walter G. and Smita Wagh (2002), 'Index of Patent Rights,' *Economic Freedom of the World: 2002 Annual Report*, Chapter 2, pp.33-43.

Porter, Michael E. and Scott Stern (1999), The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index, Council on Competitiveness.

４．１．２　既存のミクロレベル・データに基づくイノベーション・システムの分析

伊地知寛博（成城大学　社会イノベーション学部　教授）

４．１．２．１　イントロダクション

- 本分析の目的は，日本を含めて各国で実施されてきているイノベーション調査のミクロデータに基づき，国際的に協調された方法（指標の設定・選定ならびに各指標の値の算出）で国際比較可能なデータを導出し，これを踏まえて国のイノベーション・システムを明らかにしようとすることである．
- 一国内のデータだけでも，規模や分布などの情報を把握することができる．しかしながら，国際比較を通じることによって，一国の，たとえば日本の，諸外国との相対的な位置づけや特徴をも明らかにすることができる．
- 企業のイノベーション活動に関する統計的測定は，国際的に調和された統計調査（イノベーション調査）によって実現している．そして，このようなイノベーションに関するデータの収集と解釈を行うための国際標準的なガイドラインとして『*Oslo Manual*（オスロ・マニュアル）』[OECD and Eurostat, 2005] が定められ，OECD メンバー国ならびにEEA 締結国[1] では，この『オスロ・マニュアル』が，各国・地域においてイノベーション調査を実施するに際して，その中で用いられる調査内容ならびに方法上の概念の基礎となっている．とくに，EEA 諸国では，2008 年に実施される調査から現行版（第3版）の内容に準拠することとなっている．また，OECD メンバー国あるいはEEA 締結国ではなくとも，イノベーション調査はどこでもほぼこのガイドラインに拠っており，とくに，現行版では附属資料として，Annex A: Innovation Surveys in Developing Countries （附属資料A：発展途上国におけるイノベーション調査）が加えられ，世界的にこのガイドラインに基づくデータの収集と解釈とが行われることが見込まれている．
- とりわけ，EEA 諸国では共通の質問票と調査方法論が策定され，それに基づいてイノベーション調査が実施されているが，それのみならず，非EEA 締結国であってもこの質問票や調査方法論が十分に参照されていて，このイノベーションに関する統計調査が世界中で国際比較可能性を確保して実施されているという，大きな特長を有している[2]．

---

[1] EEA（欧州経済領域）とは，EU メンバー国（現在27 か国）と，スイスを除くEFTA メンバー国（現在3 か国）とからなる取り決めに基づく機構で，EFTA メンバー国がEU （欧州連合）に加盟することなく欧州単一市場へ参加することを可能とする．EEA のもとで，超国家的統治が行われる枠組みであるEuropean Community （欧州共同体）において取り扱われる活動領域の一部が実施されている．統計はこのような活動領域の一つである．そのため，EEA にも適用されるEU の法令のもとで，現在は，EEA 締結各国が統計調査を実施して，定められた共通する研究開発・イノベーション指標に当たる数値をEurostat （欧州共同体統計局）に提供することが定められている．

[2] 研究開発統計調査においても，国際標準のガイドラインとしての「*Frascati Manual*（フラスカティ・マニュアル）」[OECD, 2002] が整備され，各国においてこれに沿った統計調査の実施が期待されている．しかし，それでもなお，国により質問票や調査方法論に大きな差異があり，結果として，専門家の観点からは国際比較可能性が確保されないまま指標等が国際比較に利用され懸念されることもある．

- イノベーションの分析に利用されるミクロデータは，論文書誌情報や特許情報といった，特定企業あるいは各国・地域機関により取りまとめられて公表されている情報によるものもあるが，多くは統計調査に基づき企業単位で回答された情報に基づく．このことから，各国における統計情報を有する当該統計の実施機関において，あるいは各国の法令に基づいて許可されている範囲においてのみしか，これらミクロデータから特定の指標に対応した数値の算出を行うことができない[3]．このような制約があるなかで，イノベーション調査のデータから政策策定に向けてより有用な情報を引き出そうとする試みが国際的にも取り組まれており，今回，本課題を遂行するなかで国際的に参画して実施された“NESTI-WPIA Innovation Microdata Project（NESTI-WPIA イノベーション・ミクロデータ・プロジェクト）”[4]も，その一つである．
- 日本に限らず各国とも上述のような制約があるなかで，国際的に共通した指標やそのための算出方法が検討され，それに基づいて，各国のなかで，それぞれが依拠するイノベーション調査のミクロデータを用いて指標ごとに数値が算定された．このような国際的な取り組みであるために，また，日本のデータとして依拠している「全国イノベーション調査」［伊地知ら，2004 ］の調査項目やデータが，他の諸国と比較して若干遡ることもあり[5]，共通して取られる指標の量や種類が限定されている面もあるが，国際的には初めての試みであり，今後，国際的に展開されることが見込まれる作業の礎ともなり得るものである．その点から，国際的には挑戦的な取り組であるとしての評価が期待されるものである．なお，この国際的に協働して進められた作業の成果は，2008 年秋に公表されるOECD［2008］の一部を構成することが予定されている．
- 本節では，これらの作業に基づき，日本の相対的位置づけに関する分析に主眼をおいて述べていく．国際的に協調して実施された枠組みにおいて国際比較可能なイノベーション指標の開発とそれに基づく分析に関する活動が実施され，本プロジェクトの中でこの活動へ日本からも寄与してきたことから，4,1,2,2 と4.1.2.3 では，とくに日本に焦点を置いて，ここで開発された“合成イノベーション指標”ならびに“単純イノベーション指標”の内容と，そこからうかがえる日本のイノベーション・システムの特徴について述べる．続いて，すでに，OECD やEU では，イノベーション調査から得られる指標

---

[3] Eurostat に提供することが求められているのは，定められている指標に当たる数値であり，従来は，EUから実施に補助を受けるなどの条件がないかぎり，Eurostat にはミクロデータは集積されていない．

[4] OECD の NESTI と WPIA という 2 つのワーキング・パーティが合同して実施されたプロジェクトである．; NESTI: Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators （科学技術指標各国専門家ワーキング・パーティ）．NESTI は，CSTP: Committee for Scientific and Technological Policy （科学技術政策委員会）のもとにあるワーキング・パーティの一つである．; WPIA: Working Party on Industry Analysis （産業分析ワーキング・パーティ）．WPIA は，CIIE: Committee on Industry, Innovation and Entrepreneurship （産業・イノベーション・企業化能力委員会）のもとにあるワーキング・パーティの一つである．

[5] EEA 諸国では，主として，2002 年- 2004 年を観察期間とするCIS 4: the fourth Community Innovation Survey （第4 回共同体イノベーション調査）に基づいているものが多かったが，1999 年- 2001 年を観察期間とする「全国イノベーション調査」は，その1 ラウンド前のCIS3: the third Community Innovation Survey （第3 回共同体イノベーション調査）と比較可能となるように設計されたものであった．さらに，「全国イノベーション調査」は，我が国特有の状況を鑑みて，調査票ならびに調査方法論が設計されたものであった．

や他のデータソースを活用して，各国のイノベーションの状況を提示し国際比較する分析がなされレポート等が公表されているが，これらについても，4.1.2.4 ならびに 4.1.2.5 において，日本に焦点を置いて改めて概観し，前項の内容を補完する．最後に．4.1.2.6 で，全体を簡単にまとめる．

4．1．2．2 アウトプットに基づくイノベーション・モードから見た分析－“合成指標”の活用

（1） 概要と指標の定義

- 本項では，イノベーション調査による複数の変数を組み合わせることによって生み出された新たな指標－これは複数の変数の組み合わせによることから“composite indicators （合成指標）”と呼ばれる－によって，その国の企業におけるイノベーション活動の特徴を明らかにしようとする分析について述べる．
- “合成指標”は，国全体のイノベーション実現企業の状況について，イノベーション調査から得られる複数の変数を組み合わせることで，特徴に応じて分解して表示させることができる利点を有する．一方で，変数の組み合わせについて先験的に定める必要があり，また，国際的に協調・協働し実際にデータを用いた計算は各国においてそれぞれ行わなければならないという作業上の特性から，容易には組み合わせを変更したり，“合成指標”の定義を変更したりということができないという制約もある．
- ここで取り上げられる“合成指標”は，Output-based innovation modes （アウトプットに基づくイノベーション・モード）と呼ばれる．このようなイノベーション調査データに基づく“合成指標”の先駆的作業であるArundel and Hollanders [2005] をもとにし，さらに，今回，この国際プロジェクト内での検討を踏まえて，この新たな指標が定義された．この指標では，企業のイノベーション活動の特徴を示す区分であると考えられる，イノベーションの新規性の程度，企業の市場（国際／国内），ならびにそのイノベーションの開発主体（自社による開発／他者で開発されたイノベーションの採択）によって，技術的イノベーション企業が，以下のような5 つのタイプに分類されている：

  * New to market international innovators
    （市場最新・国際的イノベーション実現企業）国際市場にとって新しいプロダクト・イノベーションを実現し，それが自社内によって開発された企業

  * New to market domestic innovators
    （市場最新・国内的イノベーション実現企業）（国内市場でしか活動していないところで）国内市場にとって新しいプロダクト・イノベーションを実現し，それが自社内によって開発された企業

  * International innovators
    （国際的イノベーション実現企業）（国際市場において新しいわけではなく，すでに他社が同種のプロダクトを導入しているが）プロダクト・イノベーシ

ョンを実現し，国際市場に導入している企業で，それが自社内によって開発された企業

＊ Domestic modifiers
（国内・修正的イノベーション実現企業）（国内市場において新しいわけではなく，すでに他社が同種のプロダクトを導入しているが）プロダクト・イノベーションを実現し，国内市場に導入している企業で，それが自社内によって開発された企業

＊ Adopters
（他者開発採択的イノベーション実現企業）他者によって開発されたプロダクトを採択して，プロダクト・イノベーションを実現した（自社にとって新しいプロダクトを市場に導入した）企業

・これらの5 タイプを表に整理すると，以下［図表4.1.2.1］のように示すことができる：

図表4.1.2.1 アウトプットに基づくイノベーション・モードの分類

タイプ	イノベーションの新規性	市場	イノベーションの開発主体
New to market international innovators（市場最新・国際的イノベーション実現企業）			自社
New to market domestic innovators（市場最新・国内的イノベーション実現企業）		国内	自社
International innovators（国際的イノベーション実現企業）	自社にとって新しい		自社
Domestic modifiers（国内・修正的イノベーション実現企業）	自社にとって新しい	国内	自社
Adopters（他社開発採択的イノベーション実現企業）	自社にとって新しい	－	他者

分類に基づき作成した.

・なお，“合成指標”としては，アウトプットも基づくイノベーション・モード以外にも，以下のような指標も定義された：

-Innovation status **（イノベーション・ステータス）：企業内部におけるイノベーションの能力と他者との協力・連携の状況との組み合わせから，一国内における企業の分布を見ようとするものである．そのために，具体的には，内部研究開発の実施または特許の出願の有無，イノベーションのための協力またはイノベーションの実現に際して他者との共同あるいは他者からの採択の有無といった変数に基づいて区分する．なお，この指標は，** Arundel and Hollanders [2006] **ではじめに開発された．**

-Technological and non-technological innovation **（技術的ならびに非技術的イノ**

ベーション）：技術的イノベーションの実現（すなわち，プロダクト・イノベーションの実現，または，プロセス・イノベーションの実現）と，非技術的イノベーションの実現（すなわち，組織イノベーションの実現，または，マーケティング・イノベーションの実現）との同時生起の有無について区分する．

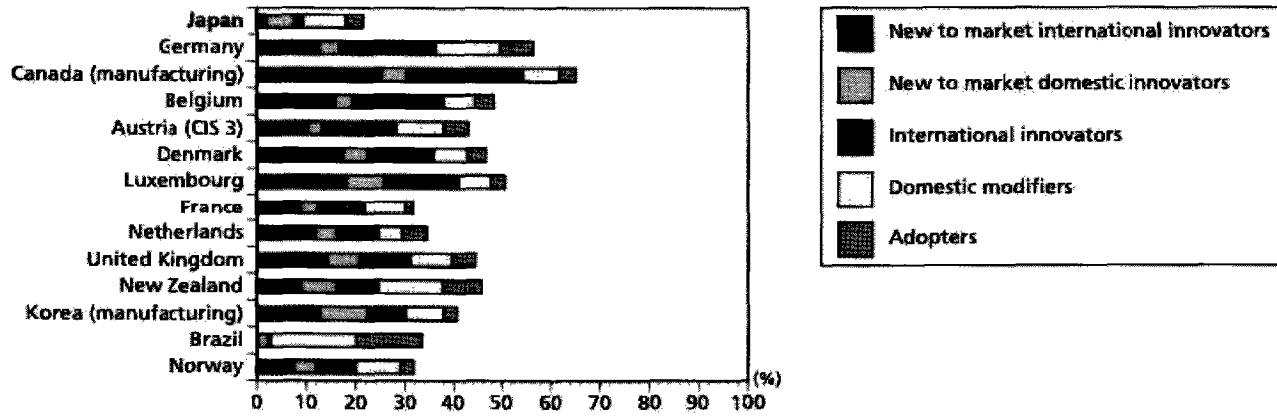
-Dual innovators **（商品・サービス二重のイノベーション実現企業）：製造業とサービス業の企業において実現されたプロダクト・イノベーションにおけるプロダクトの交差状況について区分する．**

- ただ，たとえば，Dual innovators については，CIS 4 の調査結果から利用可能な情報であった．具体的には，企業の経済活動（産業）分類として，製造業のうちに分類されていても，そのプロダクト・イノベーションであった“プロダクト(products)”が，有形の“商品(goods)”である場合と無形の“サービス(services)”である場合とを，それぞれ区分して把握しようとするものであった．したがって，CIS 3 と比較可能な我が国での「全国イノベーション調査」では両者を区分するための質問事項が含まれておらず，集計上は，製造業の企業が生み出した“プロダクト”は有形の“商品”であり，サービス業の企業の企業が生み出した“プロダクト”は無形の“サービス”であるという仮定に基づかざるを得なかった．そのため，この指標で狙いとする“二重性”は，日本については把握できないものとなっていた．
- 以下では，“Output-based innovation modes （アウトプットに基づくイノベーション・モード）”に基づく分析を見ていく．

（２） 分布に関する所見

- まず，企業数ベースでの分布の状況について見てみる．
- 企業数ベースで見れば，日本の（技術的）イノベーション実現企業の割合は，国際比較では他国より少ない [図表4.1.2.2]．しかし，これは，それぞれの国の産業構造（どのような規模のどういった産業（経済活動）の企業がどのように分布しているか）に依存することに留意する必要があり．企業数ベースでは，小規模企業も大規模企業も同じ1社として扱われるからである．もちろん，この視点から表示からも有益な情報が得られるが，経済活動の規模をより反映していると考えられる“従業員数ベース”については，後段で扱うこととする．なお，以下に示す図では，国際比較を容易にするために，日本についで各国は，従業員数ベースで見た場合の技術的イノベーション実現企業の割合が多い順に配列している．

図表4.1.2.2 アウトプットに基づくイノベーション・モード別割合，全企業に対する割合（企業数ベース）



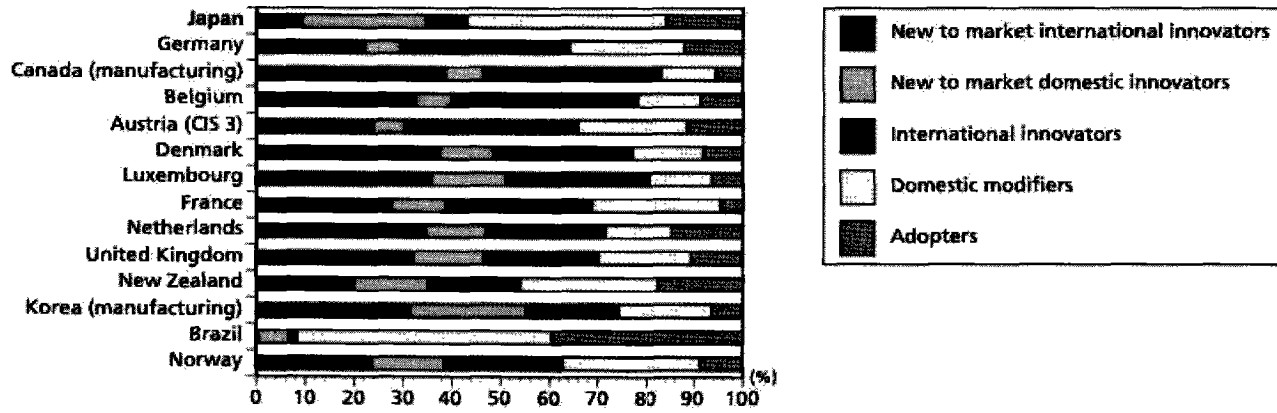
データソース：日本は「全国イノベーション調査」（観察期間：1999 年- 2001 年）［文部科学省科学技術政策研究所，2003］；他国は，それぞれの国で実施されたイノベーション調査に基づいてOECD に開示されたデータ（概ね，観察期間：2002 年- 2004 年）である．これらのデータに基づいて図を作成した．

註：未確定の数値もあり，あくまでも暫定での表示である．

註：同じデータに基づく一部の図は，OECD［2008］に所収される見込みである．

・ （技術的）イノベーション実現企業だけをみて，他国と比較すると，（企業規模の分布で中小企業の割合が相対的に多いからかもしれないが），市場にとって新しいか否かにかかわらず，国際市場よりも国内市場を対象とするイノベーション実現企業の割合が多い［図表4.1.2.3］．これは，国際比較から日本の特徴として浮かび上がっている点である．

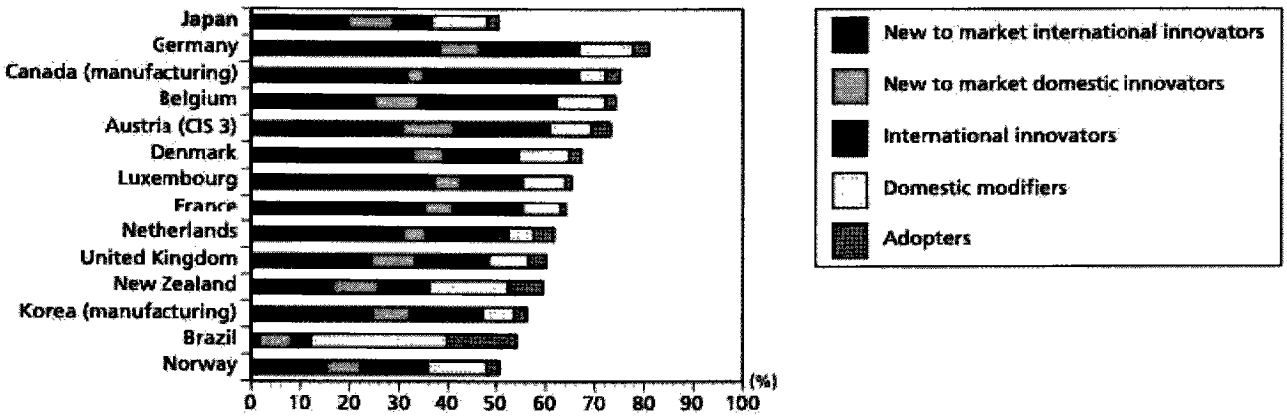
図表4.1.2.3 アウトプットに基づくイノベーション・モード別割合，プロダクト・イノベーション実現企業における割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.2 参照．

・続いて，従業員数ベースでの分布の状況について見てみる．
・企業による経済活動の規模をより反映するようにするために，従業員数によって重み付けして表示する．
・（図示されているデータの元となる調査の参照期間（調査において回答の対象としている期間）が日本と他国とは少し異なっていることもあるかもしれないが）（技術的）イノベーション実現企業が企業全体に占める割合は，対照可能な欧州諸国の低位レベルと同程度であって，“企業数ベース”で見るほど極端に割合が少ないわけではない［図表4.1.2.4］．

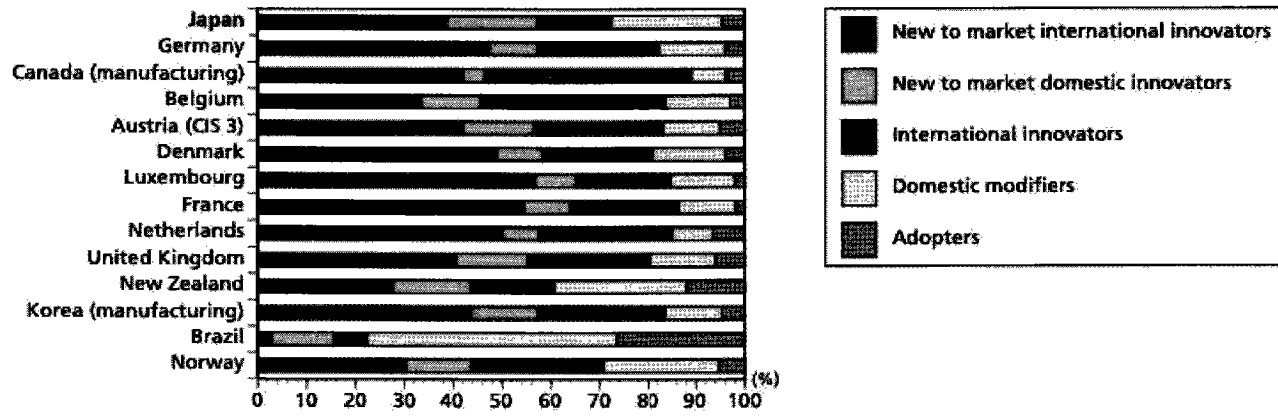
図表4.1.2.4 アウトプットに基づくイノベーション・モード別割合，全企業に対する割合（従業員数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.2 参照．

・（技術的）イノベーション実現企業の中においては，市場にとって新しいプロダクトを導入している企業（New to market international innovators とnew to market domestic innovators を合わせた部分）が占める割合は，国際比較しても，日本は中位のレベルにあることがわかる［図表4.1.2.5］．ただ，多くの欧州諸国と比較した場合に特徴的であるといえるのは，国内市場において他社と類似したプロダクトを市場に導入する企業（Domestic modifiers ）の割合が相対的に多いことである．

図4.1.2.5 アウトプットに基づくイノベーション・モード別割合，プロダクト・イノベーション実現企業における割合（従業員数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.2 参照.

（3） 分布から見る政策への含意

- ここまで，アウトプットに基づくイノベーション・モード別に分布状況を国際比較して示したが，従業員数ベースのほうが，経済活動の規模をより反映し，また，一国内における（規模別の企業の分布に係る）産業構造の影響を受けにくいと考えられる．そこで，従業員数ベースによる分析をもとにして，これら分布の所見から想定することのできる政策への含意について記す.
- まず，（イノベーション非実現の理由として，阻碍要因があるとする企業の割合は少なく，市場状況のために不要と回答している企業がかなり多い［伊地知ら，2004］，ということが調査結果に示されている．このことから，政策介入（政策的な施策・支援の方法）は難しいかもしれないが）（技術的）イノベーション実現企業が，経済活動の規模という点でも，全企業に占める割合が多くなるよう，企業全般に対してイノベーションの重要性を（引き続き）喚起することが必要かもしれない.
- 加えて，従来，日本には一定の規模をもった国内市場があるために，市場にとって新しいプロダクトを市場に導入する場合であっても，（すでに市場に他社による類似のプロダクトがあって，後発として）自社にとっては新しいプロダクトを市場に出す場合であっても，国内市場を対象としている企業の割合が多い．しかしながら，グローバリゼーションのなかで，もちろん経済活動の種類によるところもあるかもしれないが，国際市場をめざそうとするイノベーション実現企業の割合をより増やすような方向性をもたせてもよいかもしれない.

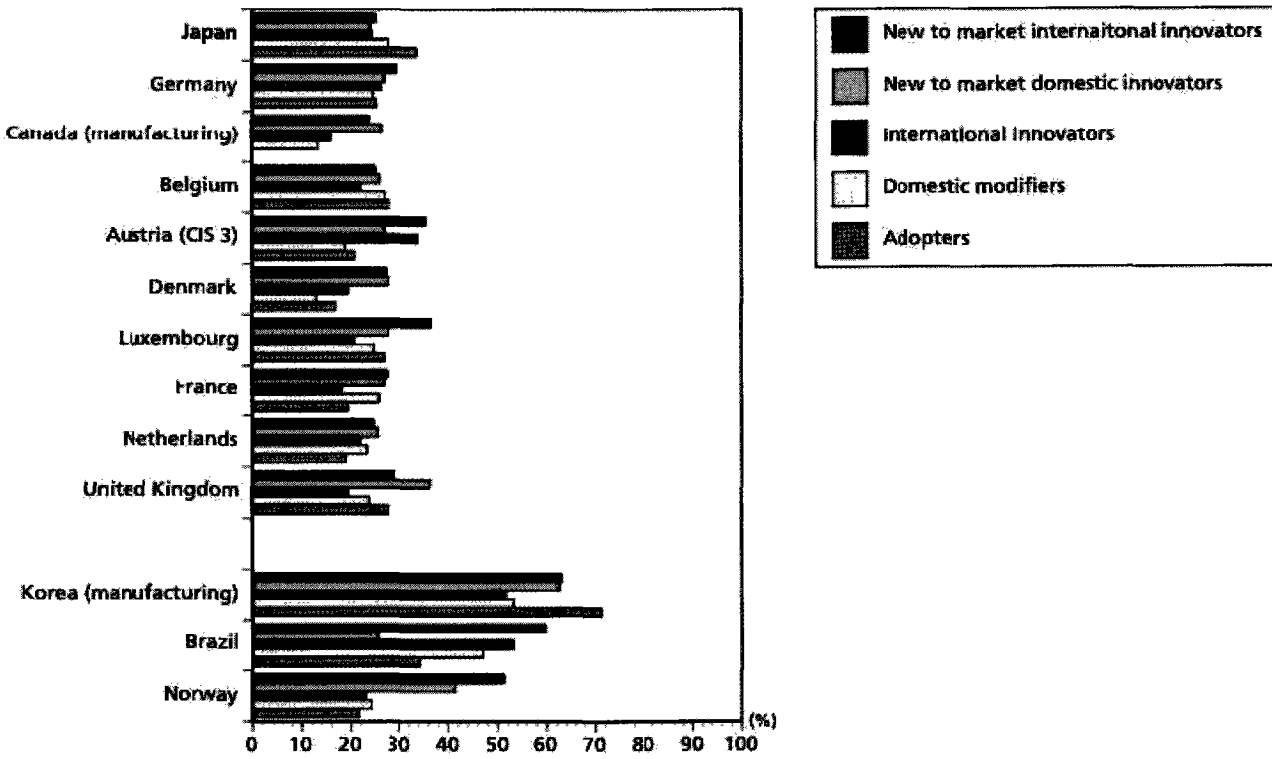
（4） プロダクト・イノベーションによる売上への寄与－所見と政策的含意

- 続いて，プロダクト・イノベーションの売上高に占める割合について，先に定義したアウトプットに基づくイノベーション・モード別に算出し，その特徴について見てみる.

このことにより，イノベーションの新規性の程度，市場の範囲，あるいは開発の主体といった，それぞれ単独の場合ではなく，これらの組み合わせのタイプごとに分解して，より詳細に状況を把握することが可能になる．なお，ここでのデータの算出は，企業数ベースに基づいている．

・ さて，その結果を見てみると．企業の主たる市場の範囲（国際市場か国内市場か）や，プロダクト・イノベーションの新規性の程度の相違（市場にとって新しいか否か）にあまりよることなく，日本も主な欧州諸国等も，売上高全体に占めるプロダクト・イノベーションによる売上高の割合は，概ね一定（20%～30% 程度）である［図表4.1.2.6］．ただし，ここに示される割合は，タイプ内における平均であり，企業間の相違は大きい．

図表4.1.2.6 プロダクト・イノベーションによる売上高の総売上高に占める割合，アウトプットに基づくイノベーション・モード別



データソース，註：図表4.1.2.2 参照.

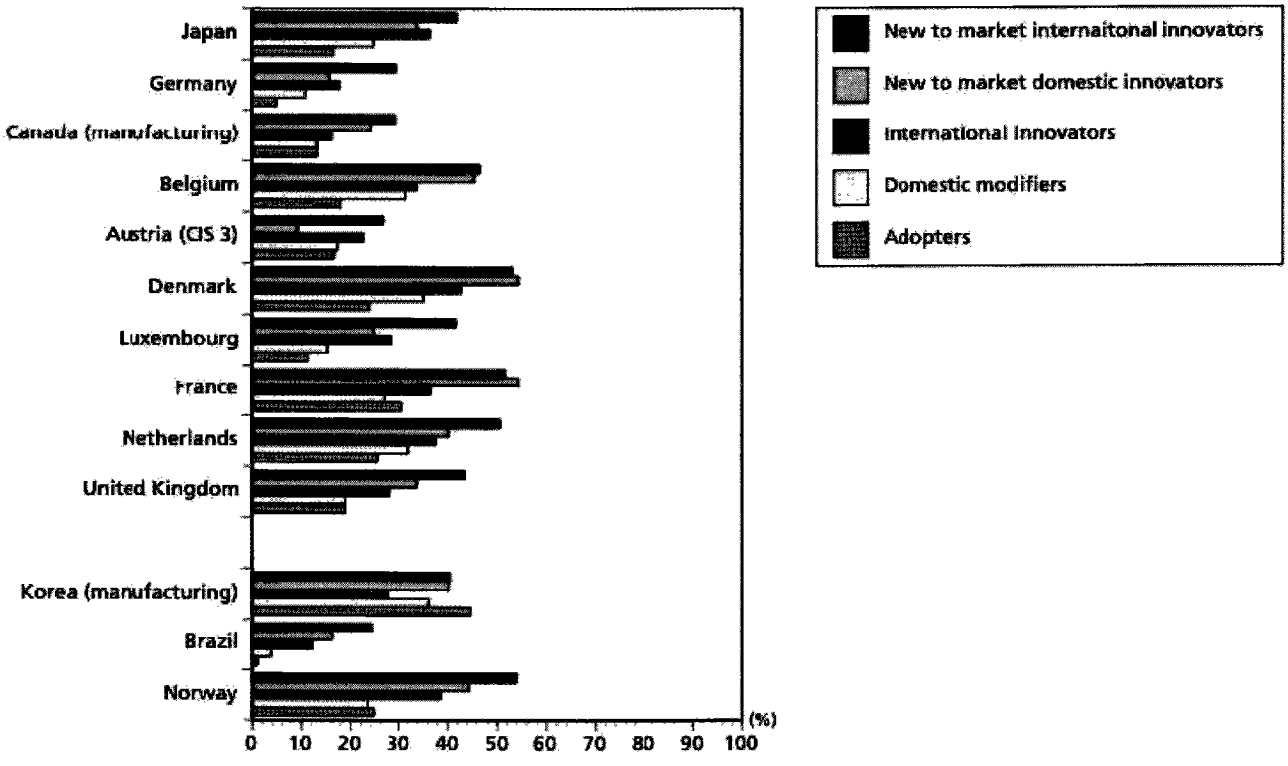
・ このことから，次のような政策的含意が示唆される．
・ （ここでは，イノベーション調査において，観察期間（イノベーション活動の有無や実現の有無について判定する期間）が3 年となっていることに留意する必要があるが）売上高全体に占めるプロダクト・イノベーションによる売上高の割合は，企業の市場の範囲やプロダクト・イノベーションの新規性の程度によらないことや，その割合が平均してみれば概ね20%~30% 程度であることを理解しておくことが重要であろう．すなわち，ある限定された期間におけるプロダクト・イノベーションからの経済的効果については，総じて見れば，プロダクト・イノベーションの新規性等によらず，ほぼ一定の水準にあるということである[6]．

（５） イノベーションのための協力の状況－所見と政策的含意

・ さらに続いて，イノベーションのための協力を行っている企業の割合について，先に定義したアウトプットに基づくイノベーション・モード別に算出し，その特徴について見てみる．この場合についても同様に，分解してより詳細に状況を把握することが可能になる．なお，ここでのデータの算出は，やはり同じく企業数ベースに基づいている．
・ （日本も含め）各国とも概ね共通して，新規性の程度が高い，また，主たる市場の範囲が広い（国際的である）ほど，イノベーションのための協力を行っている企業の割合が高くなっている．しかし，特定のタイプの企業群だけに特徴的であるとはいえない[図表4.1.2.7]．たとえば，市場にとって新しいプロダクト・イノベーションを導入する企業であってもイノベーションのための協力を行っていない企業の割合も多い一方で，市場にとっては新しくなく国内を主たる市場としている企業であっても，割合は少ないがイノベーションのための協力を行っていない企業群がある．また，イノベーションのための協力を行っている企業の割合について，日本が，他国と比較して劣後しているというような状況には見られない．

[6] ただし，この指標では，企業の市場の範囲やプロダクト・イノベーションの新規性の程度によって区分されたタイプごとに，企業においてベースとなる総売上高自体にそもそも差があるかどうかについては考慮されていないので，解釈には注意が必要である．

図表4.1.2.7 イノベーションのための協力を実施している企業の割合，アウトプットに基づくイノベーション・モード別



データソース，註：図表4.1.2.2 参照.

- このことから，次のような政策的含意が示唆される.
- プロダクト・イノベーションの新規性の程度や主たる市場の範囲と，イノベーションのための協力を行う企業の割合とには関連が見られることから，より新規で広範な市場をめざす企業を支援するという観点で，企業によるさまざまな協力・連携活動を促進・奨励するような政策が有効かもしれない.
- ただし，イノベーションのための協力の有無とプロダクト・イノベーションの新規性の程度や主たる市場の範囲とが明確に区分されるわけではないことから，イノベーションのための協力・連携活動の促進・奨励にあたっては，対象となり得る企業の性向には多様性があり得ることも理解しておく必要があろう．すなわち，企業が望ましいと考える協力・連携のあり方（たとえば，新規性を確保するために国際的に行うのか，あるいは，自社にとっての解決を図るために地域内など局所的に行うのか）が，企業の状況によって変わり得るということである.

4．1．2．3 多様な局面から見たイノベーション活動の状況－“単純指標”の活用

（1） 概要と指標の定義

- 本項では，イノベーション活動に関する，いわゆる“simple indicators（単純指標）”について，これらによる国際比較と，それに基づく日本の状況についての分析について

述べる．“合成指標”は，上述のとおり利点と制約があるが，“単純指標”についても，同様に利点や制約を挙げることができる．利点としては，イノベーション調査で把握されている多くの質問項目に基づき，多様な局面からイノベーション活動の状況を相互比較できることにある．なお，このようなことが比較的容易に実現できるのは，そのもととなる各国で実施されているイノベーション調査が，そもそもその結果について相互に国際比較可能となるよう，調査票や調査方法論が共通して定められ，あるいはまたそれに準拠して実施されてきているという，これまでに確立されてきた基盤が備わっているからである．他方で，そもそも“合成指標”を開発するきっかけになったことでもあるように，たとえば，単にイノベーション実現企業の割合を示したとしても，そのようなことが，イノベーション・システムにおいて企業が果たしている状況をそのまま比較可能なものとして表現しているわけではないために，まだ解釈に細心の注意を要する，といったような制約も挙げることができる．

- ここでも，日本以外の数値は暫定であり，日本以外の数値については，今後，データが更新等されていく可能性がある．

・　今回の国際協働プロジェクトにおいて取り上げられたのは，以下の20 の指標である：

図表4.1.2.8 イノベーション単純指標として取り上げられた指標群

指標	グループ
Firms having introduced a product innovation （プロダクト・イノベーション実現企業）	Technological innovation （技術的イノベーション）
Firms having introduced a process innovation （プロセス・イノベーション実現企業）	
Firms having introduced either a product or a process innovation （技術的イノベーション実現企業（プロダクト・イノベーションまたはプロセス・イノベーション実現企業））	
Firms having developed an in-house technological innovation (product or process) （技術的イノベーション社内開発・実現企業（プロダクト・イノベーションまたはプロセス・イノベーション社内開発・実現企	
Firms having introduced a new-to-market product innovation （市場にとって新しいプロダクト・イノベーション実現企業）	
Firms having introduced a marketing innovation （マーケティング・イノベーション実現企業）	Non-technological innovation （非技術的イノベーション）
Firms having introduced an organisational innovation （組織イノベーション実現企業）	
Firms having introduced a non-technological innovation (marketing or organisational) （非技術的イノベーション実現企業（マーケティング・イノベーションまたは組織イノベーション実現企業））	
Expenditure on innovation as a % of total turnover （イノベーション支出対総売上高比）	Innovation inputs （イノベーション・インプット）
Expenditure on innovation by type (as a % of total innovation expenditure) （種類別イノベーション支出対イノベーション総支出比）	
Firms that performed R&D (as a % of all firms) （研究開発実施企業対全企業比）	
Firms that performed continuous R&D (as a % of all firms) （継続的研究開発実施企業対全企業比）	
Share of turnover from product innovations (as a % of total turnover) （プロダクト・イノベーションからの売上高対総売上高比）	Innovation outputs （イノベーション・アウトプット）
Share of turnover from new-to-market product innovations (as a % of total turnover) （市場にとって新しいプロダクト・イノベーションからの売上高対総売上高比）	
Firms that were active on international markets (as a % of all firms) （国際市場活動企業対全企業比）	Key policy-relevant characteristics （政策に関連した重要な特徴）
Firms that received public financial support for innovation (as a % of all firms) （イノベーションのための公的財政被支援企業対全企業比）	
Firms that collaborated on innovation activities (as a % of all firms) （イノベーション活動に関する協働実施企業対全企業比）	
Firms that collaborated with HE or GOV institutions on innovation activities (as a % of all firms) （高等教育機関または政府研究機関等とのイノベーション活動に関する協働実施企業対全企業比）	
Firms that collaborated with foreign partners on innovation activities (as a % of all firms) （国外パートナーとのイノベーション活動に関する協働実施企業対全企業比）	
Firms that applied for one or more patents to protect their innovations (as a % of all firms) （イノベーションの保護を目的として特許出願した企業対全企業比）	

・　これらの20 の指標は，次の5 つのカテゴリーに区分できるものである：

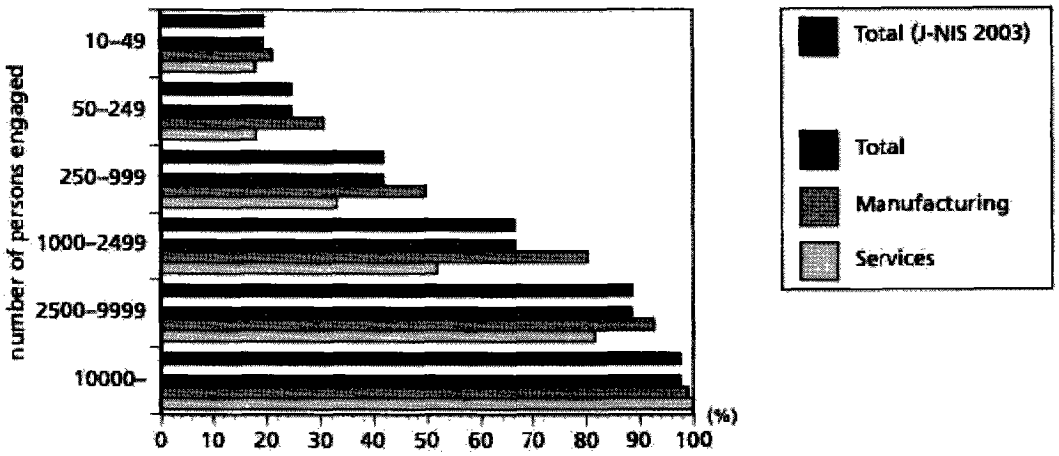
- Technological innovation （技術的イノベーション）
- Non-technological innovation （非技術的イノベーション）
- Innovation inputs （イノベーション・インプット）

- Innovation outputs （イノベーション・アウトプット）

- Key policy-relevant characteristics （政策に関連した重要な特徴）

・ 容易に数値を導出できるよう，今回のプロジェクトで設定された指標は，“企業数ベース”で算出されるものとなっている．他方で，そのため，国の中の産業構造に留意して解釈を行う必要がある[7].

図表4.1.2.9 技術的イノベーション実現企業，企業規模（従業員数）階級別



註：「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所）ミクロデータに基づき作成した．

[7] とくに，どういった規模の企業がどの程度の割合存在するかという点が関連しており，“企業数ベース”では，企業規模に関わらず1社の回答は同じウェイトで取り扱われる．とくに，全体ならびに大規模企業については解釈に注意を要する必要がある．たとえ大規模企業には国際標準分類に従って従業員数250 人以上の企業であるとしても，従業員数のきわめて多い企業も250 名を若干上回る企業も同じ大規模企業に含まれ，どちらの企業による回答も同じ1社分として計算される．一般に，従業員数が増えるほどイノベーション活動実施性向が高まることが明らかになっていることから［伊地知ら，2004］，多くの割合の従業員数のきわめて多い企業がイノベーション活動を実施している状況では，たとえば“従業員数ベース”など，経済活動の規模に概して対応するような指標で比較する場合にくらべ，相対的に過小に示される傾向がある．なお，従業員数(number of persons engaged) 別に企業規模階級をより細かく設定し，「全国イノベーション調査」での経済活動（産業）全体(total (J-NIS 2003))／ 国際比較の対象となる中核的な経済活動（産業）全体(total) ／製造業(manufacturing) ／サービス業(services) 別に，(技術的) イノベーション実現企業の割合を図示したのが，図表4.1.2.9 である．この図より，従業員数が2,500 人以上となるようなとくに規模の大きな企業においては，製造業，サービス業とも，かなりの割合の企業において，技術的イノベーションが実現されていることがわかる．ここでは，調査で回答された従業員数に従って企業規模階級に区分し，また，調査で層化する際に用いられた企業規模階級とここでの企業規模階級とが大きく相違する場合には，その標本については除外している．そのため，『全国イノベーション調査統計報告』［伊地知ら，2004 ］に示されている数値とは，若干の相違がある．

・ 日本の結果の全体を取りまとめると次の表［表4.1.2.10 ］のようになる：

図表4.1.2.10 イノベーション単純指標（数表）－日本

（単位：%）

Indicators （指標）	All firms （全企業）	SMEs （中小企業）	Large （大企業）	Manufacturing （製造業）	Services （サービス業）
Firms having introduced a product innovation （プロダクト・イノベーション実現企業）	17.3	16.3	40.6	19.8	14.6
Firms having introduced a process innovation （プロセス・イノベーション実現企業）	11.7	10.9	29.2	12.7	10.5
Firms having introduced either a product or a process innovation （技術的イノベーション実現企業（プロダクト・イノベーションまたはプロセス・イノベーション実現企業））	21.6	20.5	46.9	24.4	18.5
Firms having developed an in-house technological innovation (product or process) （技術的イノベーション社内開発・実現企業（プロダクト・イノベーションまたはプロセス・イノベーション社内開発・実現企	18.1	17.0	43.4	20.5	15.5
Firms having introduced a new-to-market product innovation （市場にとって新しいプロダクト・イノベーション実現企業）	11.5	10.9	25.9	13.6	9.3
Firms having introduced a marketing innovation （マーケティング・イノベーション実現企業）	8.3	8.1	13.9	7.7	9.1
Firms having introduced an organisational innovation （組織イノベーション実現企業）	55.6	54.8	74.9	57.3	53.7
Firms having introduced a non-technological innovation (marketing or organisational) （非技術的イノベーション実現企業（マーケティング・イノベーションまたは組織イノベーション実現企業））	55.8	55.0	75.2	57.8	53.7
Expenditure on innovation as a % of total turnover （イノベーション支出対総売上高比）	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Expenditure on innovation by type (as a % of total innovation expenditure) （種類別イノベーション支出対イノベーション総支出比）	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Firms that performed R&D (as a % of all firms) （研究開発実施企業対全企業比）	21.8	20.7	47.9	27.9	15.0
Firms that performed continuous R&D (as a % of all firms) （継続的研究開発実施企業対全企業比）	14.2	13.0	42.8	17.9	10.1
Share of turnover from product innovations (as a % of total turnover) （プロダクト・イノベーションからの売上高対総売上高比）	4.8	4.5	9.4	4.8	4.8
Share of turnover from new-to-market product innovations (as a % of total turnover) （市場にとって新しいプロダクト・イノベーションからの売上高対総売上高比）	2.2	2.1	3.2	2.4	2.0
Firms that were active on international markets (as a % of all firms) （国際市場活動企業対全企業比）	9.3	8.3	32.6	12.0	6.5
Firms that received public financial support for innovation (as a % of all firms) （イノベーションのための公的財政被支援企業対全企業比）	5.9	5.6	12.7	7.8	3.7
Firms that collaborated on innovation activities (as a % of all firms) （イノベーション活動に関する協働実施企業対全企業比）	7.4	6.5	27.9	8.4	6.2
Firms that collaborated with HE or GOV institutions on innovation activities (as a % of all firms) （高等教育機関または政府研究機関等とのイノベーション活動に関する協働実施企業対全企業比）	2.4	1.9	15.6	3.3	1.4
Firms that collaborated with foreign partners on innovation activities (as a % of all firms) （国外パートナーとのイノベーション活動に関する協働実施企業対全企業比）	1.2	0.9	9.9	1.6	0.8
Firms that applied for one or more patents to protect their innovations (as a % of all firms) （イノベーションの保護を目的として特許出願した企業対全企業比）	8.6	7.4	35.9	11.3	5.5

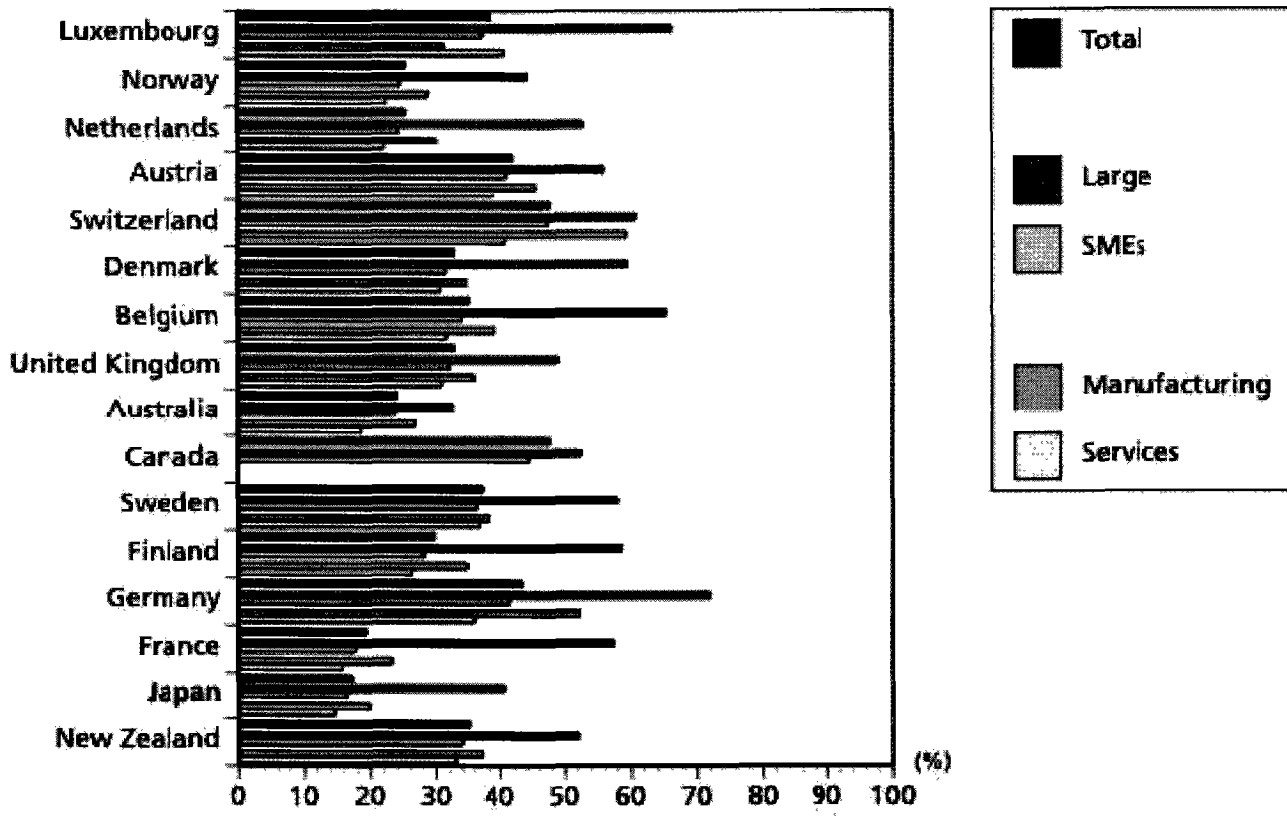
註：「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所）ミクロデータに基づき作成した。
本表での、All firms（全企業）とは、国際比較のために設定された鉱工業・サービス業からなる経済活動（産業）全体ならびに規模階級全体からなる企業を指す。
「全国イノベーション調査」で対象とした経済活動（産業）の範囲全体と比較して、農林水産業ならびに研究開発業が含まれておらず、狭くなっている。

・ 以下では，表に掲げた指標の中からいくつか選択して国際比較を示し，そこに示される日本の特徴ごとに所見を記していく．なお，本項では，のちに（図表4.1.2.21 で）示すように，利用可能な国について，1 人当たりGDP（GDP per capita）の順に配列した．1 人当たりGDP が高い国は，先進国の中で比較的人口が少なく特定の産業に経済活動が集中しているようなところが多い．一方，日本と1 人当たりGDP が同程度の先進国（ドイツ，フランス等）は，人口も比較的多く，さまざまな産業に経済活動が広がっているようなところである．こういった点について留意しつつ，図を参照いただきたい．

（2） イノベーション実現の状況

・　まず，イノベーションの実現の状況について示す．プロダクト・イノベーションを実現した企業が全企業に占める割合は図表4.1.2.11 ，プロセス・イノベーションを実現した企業が全企業に占める割合は図表4.1.2.12 のとおりである．

図表4.1.2.11 プロダクト・イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）

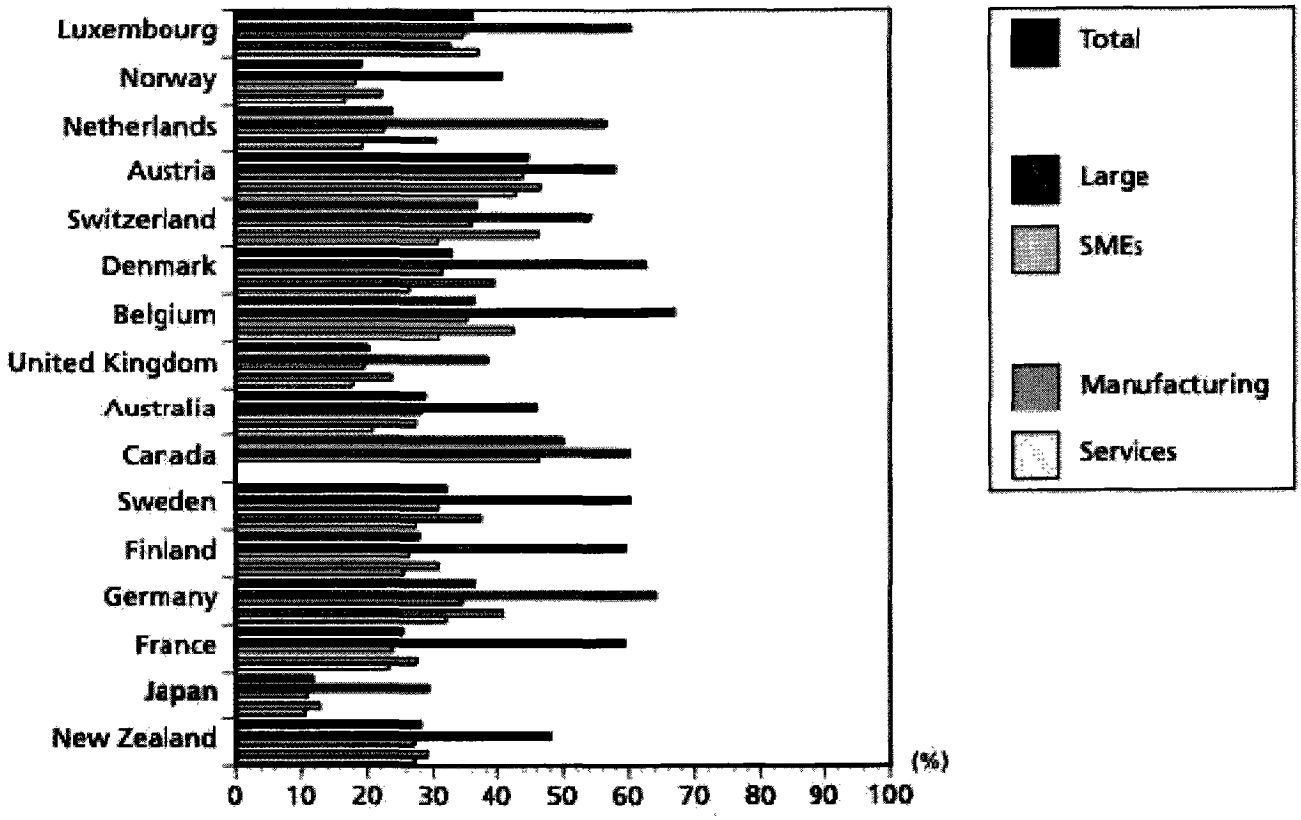


データソース：日本は「全国イノベーション調査」（観察期間：1999 年－2001 年）［文部科学省科学技術政策研究所，2003］；他国は，それぞれの国で実施されたイノベーション調査に基づいてOECD に開示されたデータ（概ね，観察期間：2002 年－2004 年）である．これらのデータに基づいて図を作成した．

註：未確定の数値もあり，あくまでも暫定での表示である．

註：同じデータに基づく一部の図は，OECD［2008］に所収される見込みである．

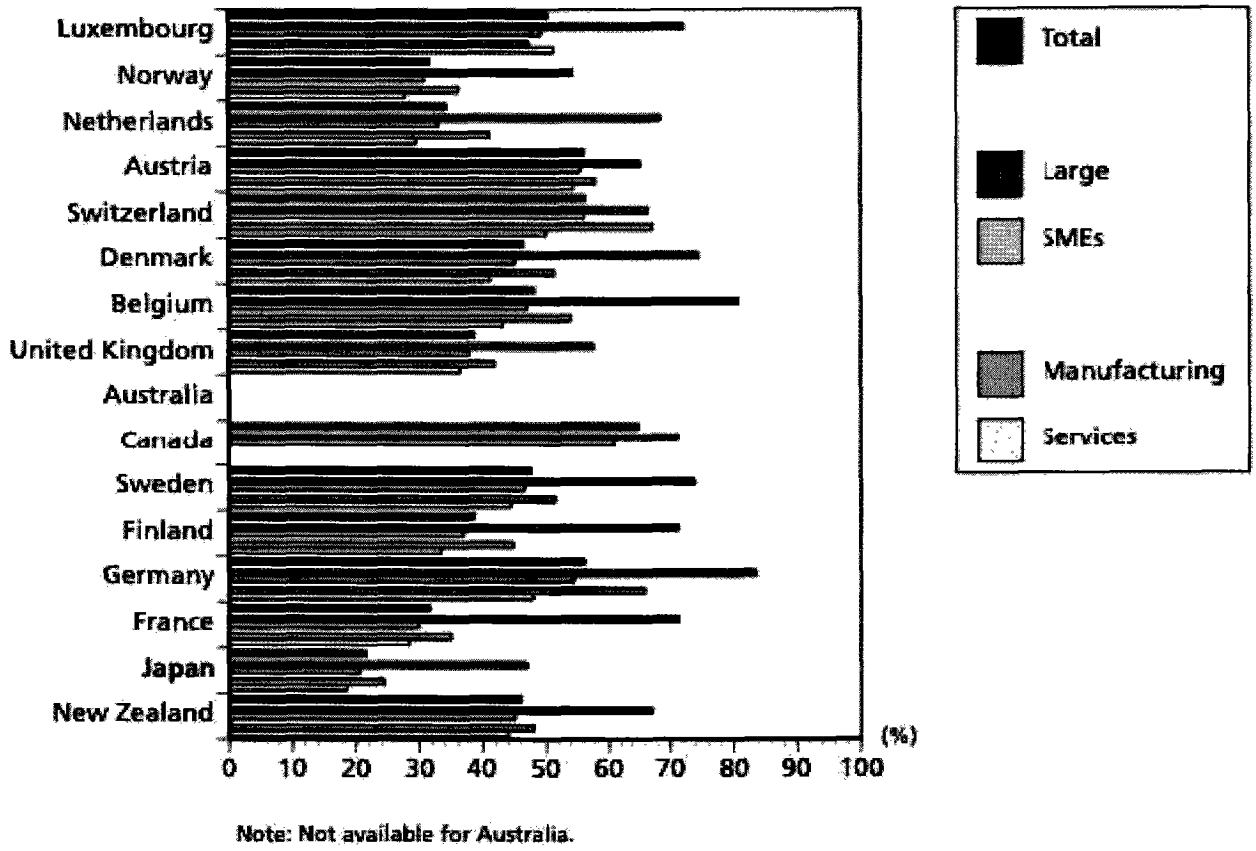
図表4.1.2.12 プロセス・イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

・ また，プロダクト・イノベーション実現かプロセス・イノベーション実現のいずれかを含む技術的イノベーション実現企業が全企業に占める割合は，図表4.1.2.13 のとおりである.

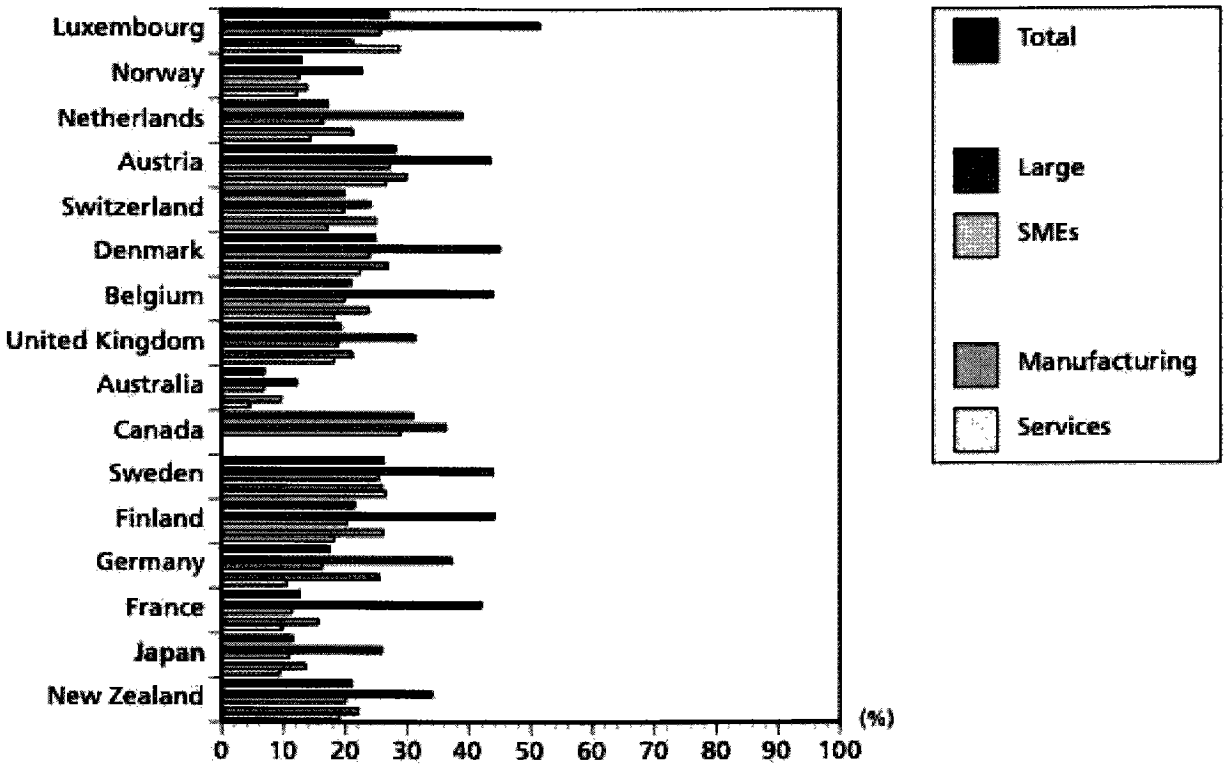
図表4.1.2.13 技術的イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

- プロダクト・イノベーションの新規性を識別する方法として，市場に導入するプロダクトが，単に当該企業にとって新しいのみならず，“市場にとっても新しい”ということが重要な変数であるとして考えられている．すなわち，企業が，たとえば，単に“新製品”を市場に投入したということだけではなく，当該企業がプロダクトを導入する市場にとっても“新製品”であるかどうかという点である．このような市場にとって新しいプロダクト・イノベーション実現企業が全企業に占める割合を示しているのが，図表4.1.2.14 である．

図4.1.2.14 市場にとって新しいプロダクト・イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）

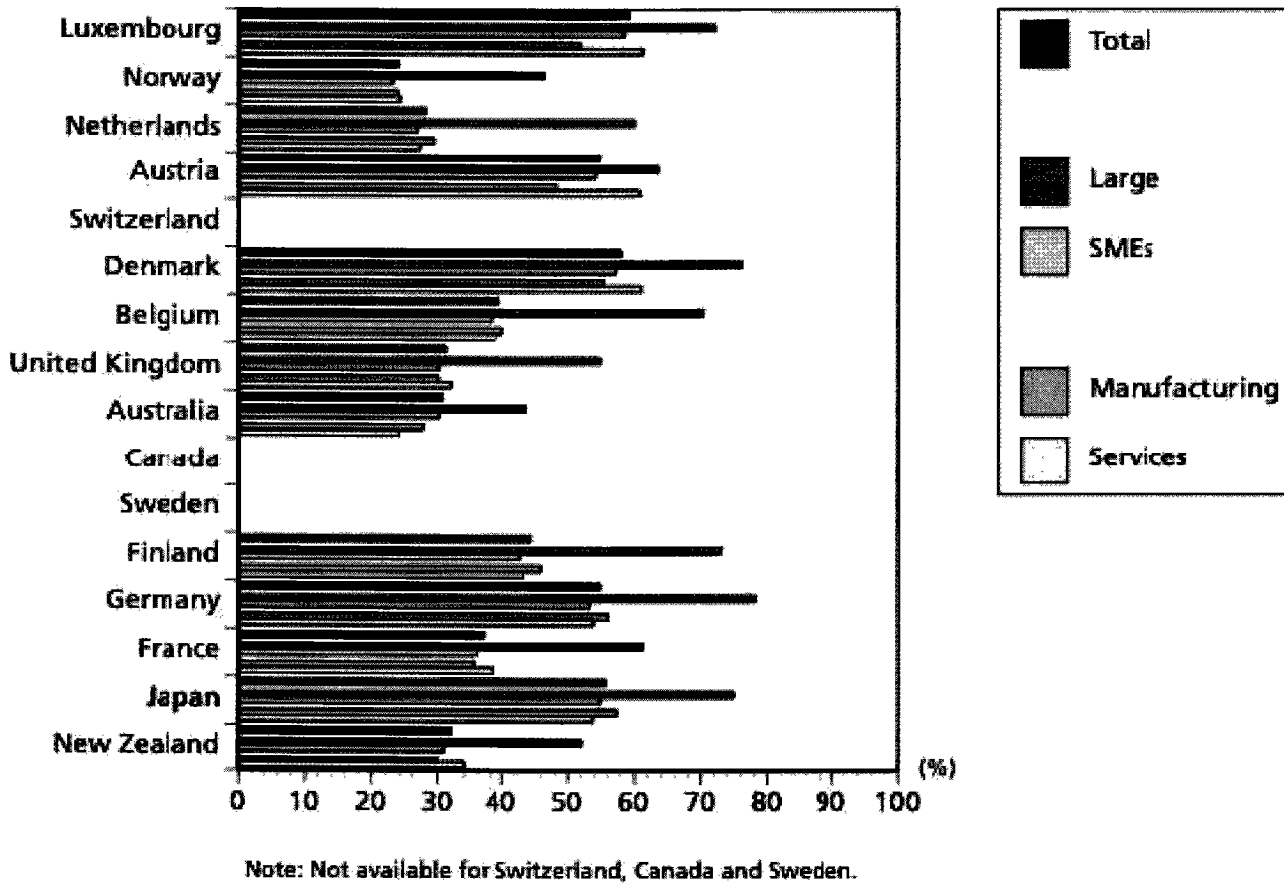


データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

- これらより，日本の技術的イノベーションは，国際比較してみると，相対的に少ない割合の企業によって実現されていることがわかる．ただし，このことは，上述のとおり，“企業数ベース”で表示されていることに留意する必要がある．
- こんどは，非技術的イノベーションについて見てみる．図表4.1.2.15 は，組織イノベーション実現企業が全企業に占める割合，図表4.1.2.16 はマーケティング・イノベーション実現企業が全企業に占める割合，図表4.1.2.17 は，組織イノベーションかマーケティング・イノベーションの少なくともいずれかを実現した非技術的イノベーション実現企業が全企業に占める割合を，それぞれ示している[8]．

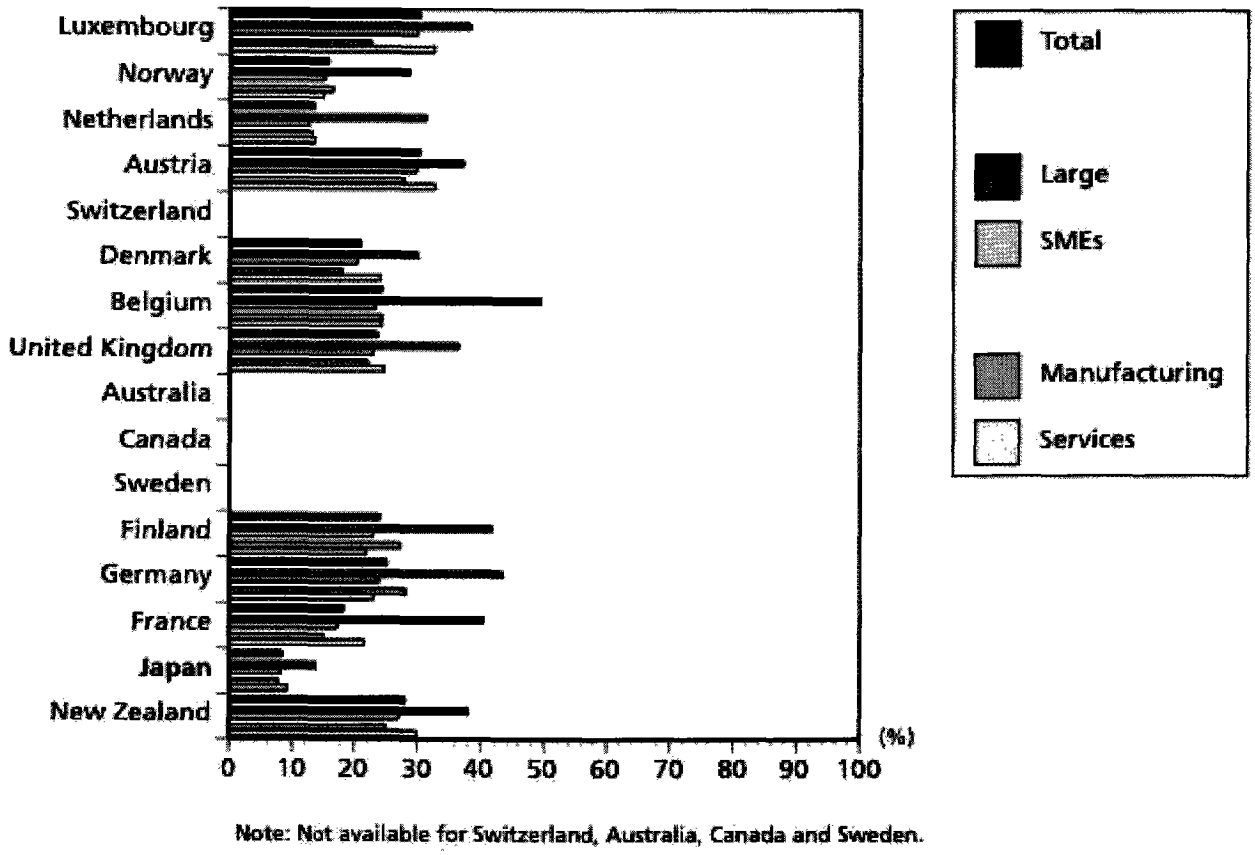
8 組織イノベーションおよびマーケティング・イノベーションのイノベーション測定における国際標準的な定義については，OECD and Eurostat [2005] を，また，このデータの基となっている欧州諸国で実施されたCIS 4 における組織イノベーションおよびマーケティング・イノベーションの定義やこれらに関連した質問事項については，たとえば，European Commission [2008b] に含まれるCIS 4 **中核質問事項を参照していただきたい**.

図表4. 1. 2. 15 組織イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



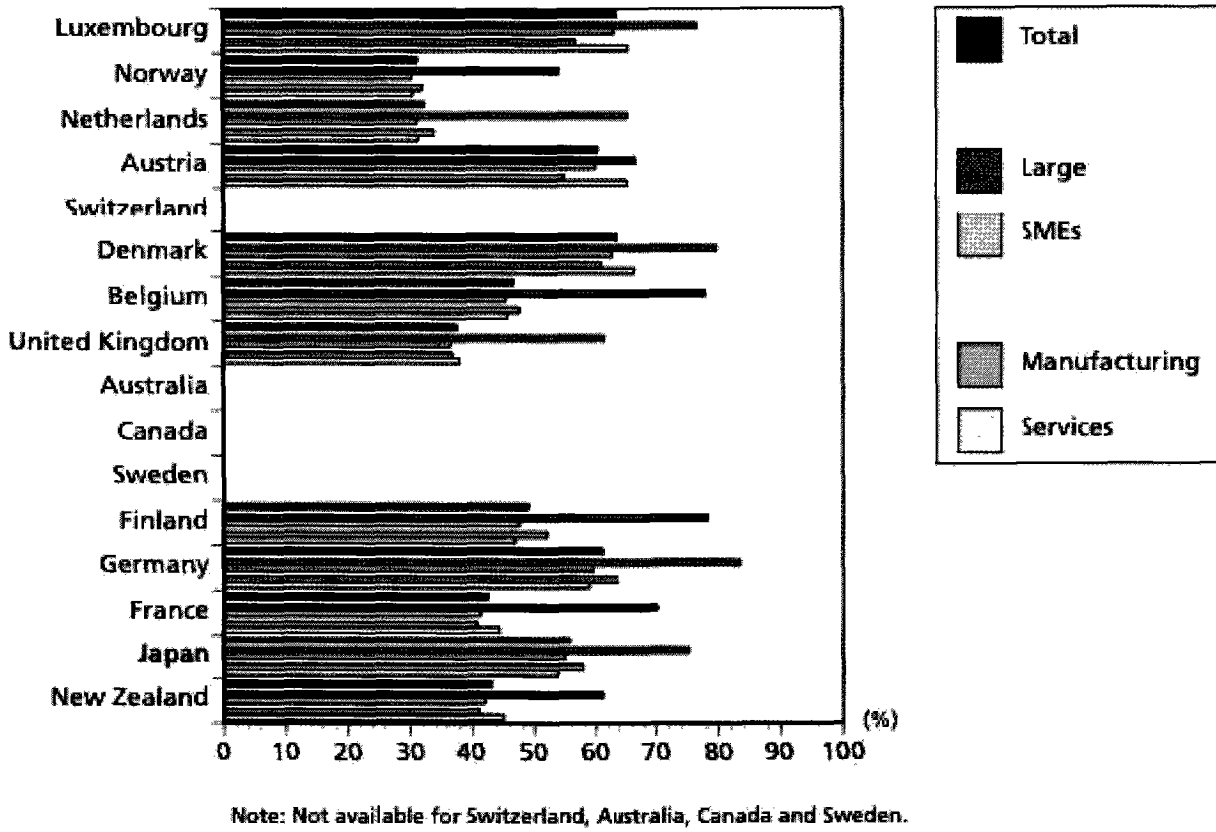
データソース，註：図表4. 1. 2. 11 参照.

図表4. 1. 2. 16 マーケティング・イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4. 1. 2. 11 参照.

図表4.1.2.17 非技術的イノベーション実現企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



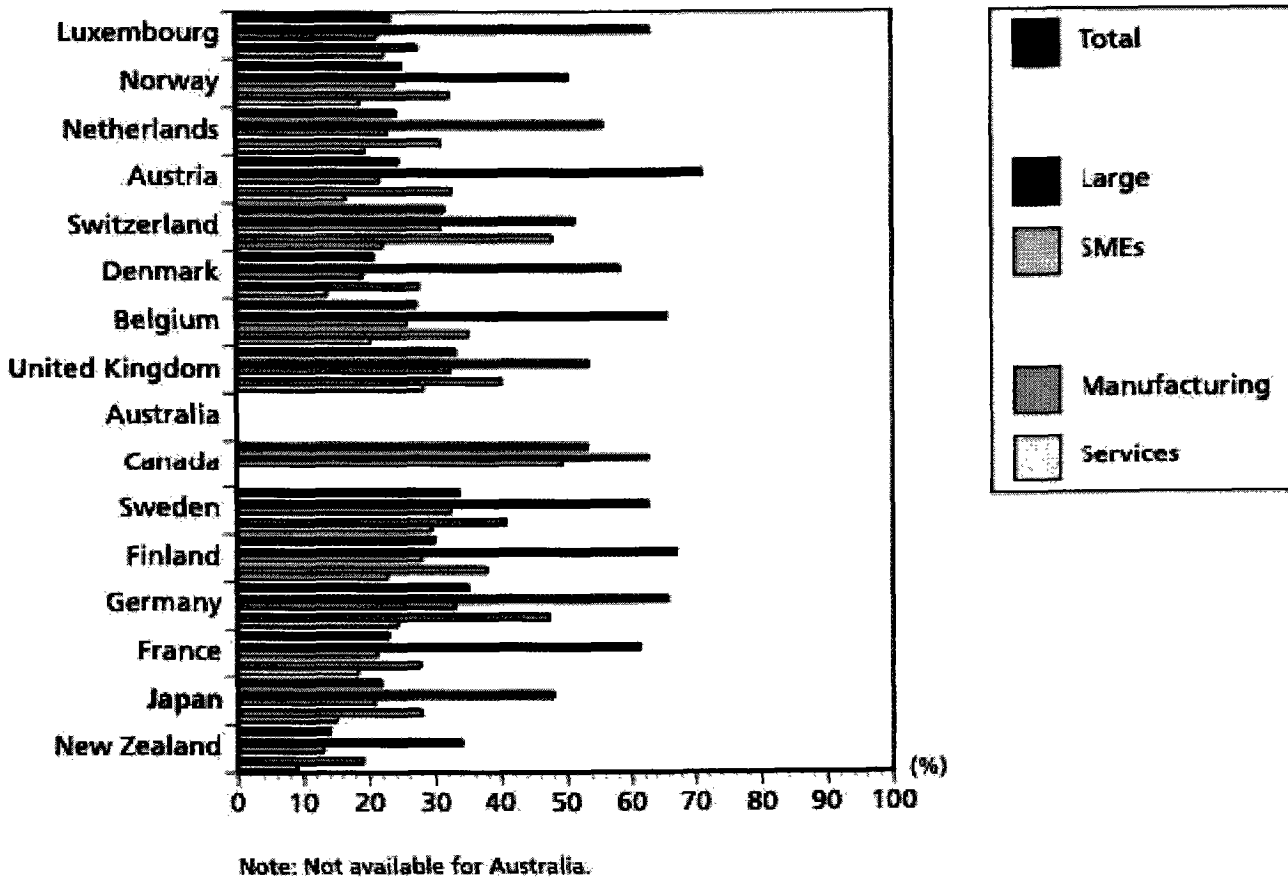
データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

・ このように，非技術的イノベーション，とりわけ組織イノベーションが，日本では相対的に多い割合の企業によって実現されている．この点については，すでに，Ijichi [2008] にも述べているとおり，日本のイノベーション・システムの特徴として挙げることができよう．すなわち，技術的イノベーションの実現は少ない割合の企業によって担われている一方で，多い割合の企業においては，市場内において（自社・他社を問わず）既存のプロダクトから同種あるいは少しの改善・変化を伴ったプロダクトを導入する，あるいは，既存のプロダクトについて，（広義のプロセス・イノベーションとも捉えることのできる）組織イノベーションを通じて生産性向上・効率化等を図っている様子が，データからは伺える．

（3） “イノベーション・インプット”

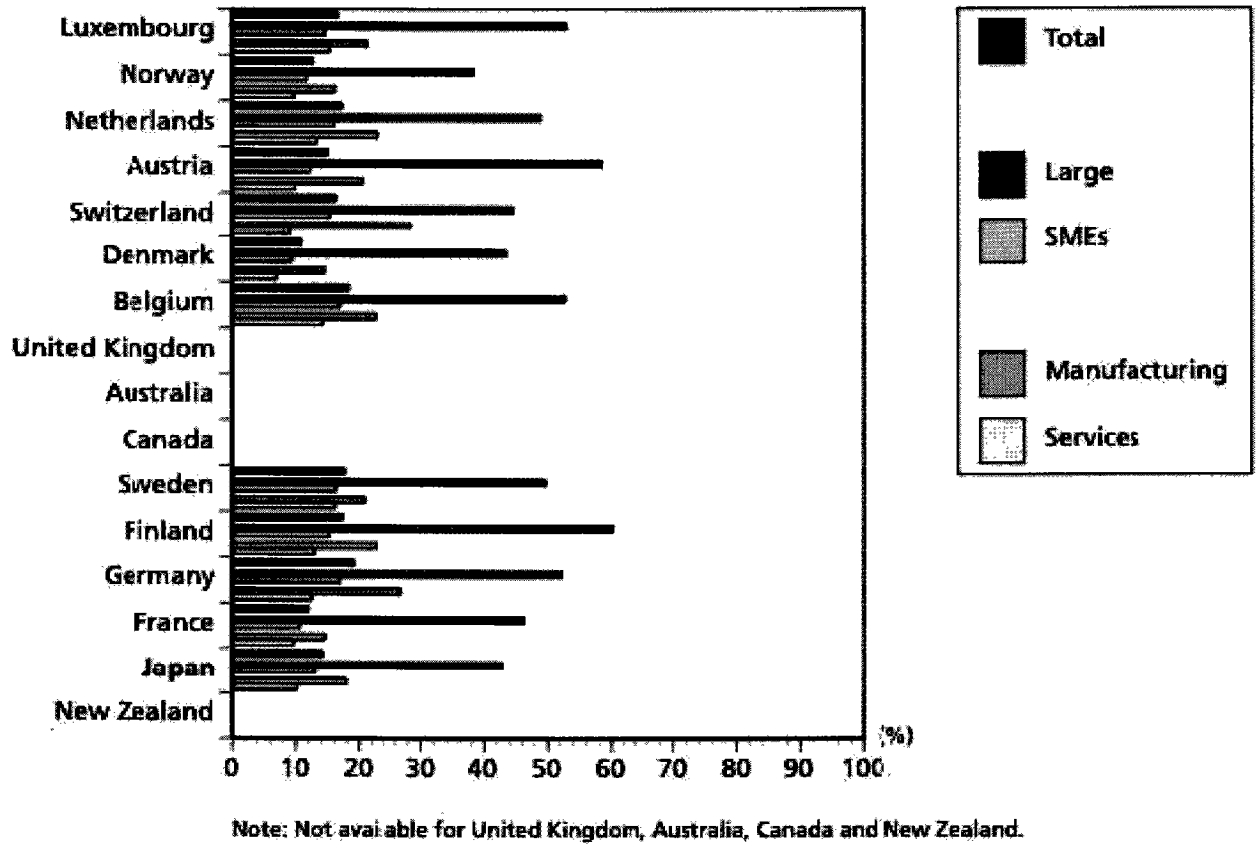
・ 次に，“イノベーション・インプット”について見てみる．“イノベーション・インプット”の指標として研究開発活動の実施が含まれている．研究開発活動は，「オスロ・マニュアル」にもあるとおり，イノベーション活動の一部であるとされている．図表4.1.2.18 は，研究開発活動を実施した企業が全企業に占める割合を，図表4.1.2.19 は，継続的に研究開発活動を実施した企業が全企業に占める割合を，それぞれ示している．

図表4.1.2.18 研究開発実施企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

図表4.1.2.19 継続的研究開発実施企業，全企業に対する割合（企業数ベース）

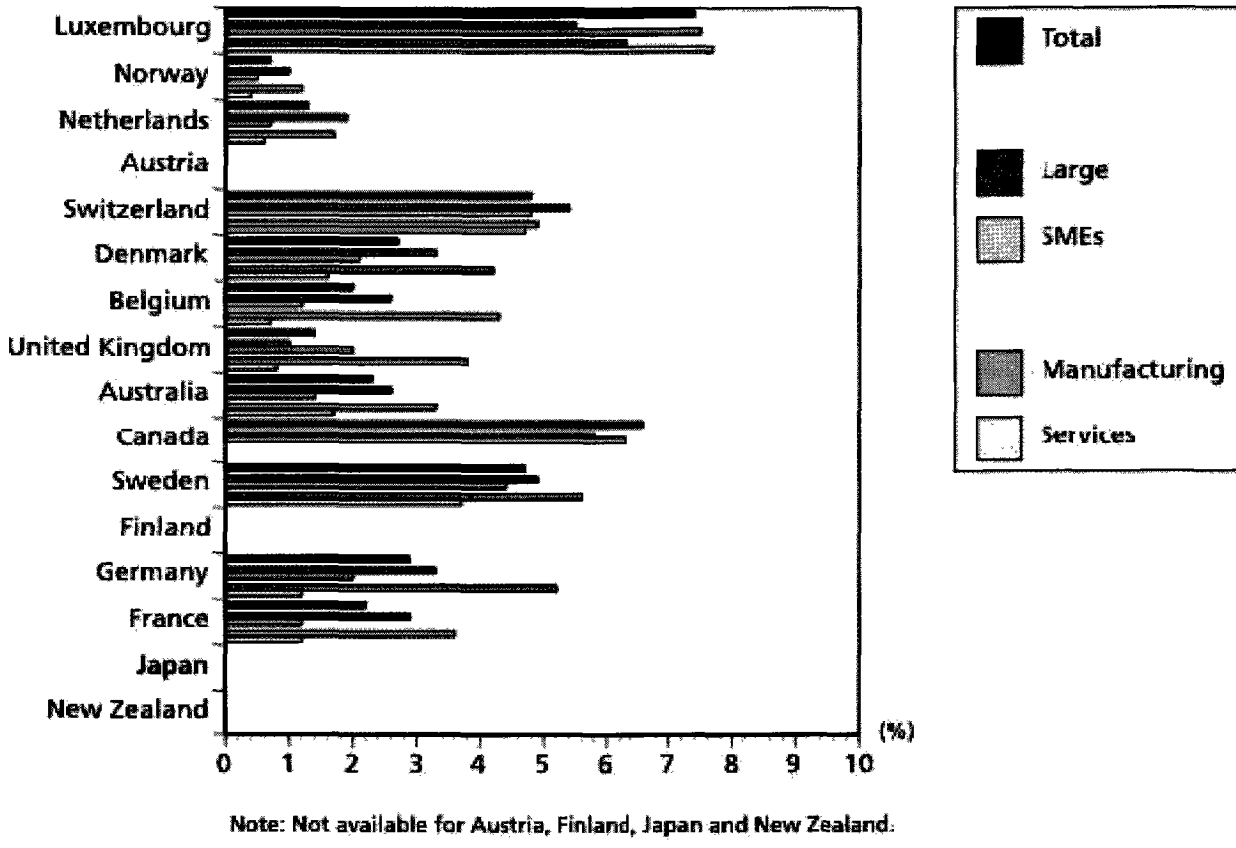


データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

- これらから研究開発活動の状況について見てみると，日本は，全体としては，技術的イノベーションの実現の状況と同様に，少ない割合の企業によって担われている．ただし，継続的研究開発活動に限ってみると，他国とほぼ同程度の割合の企業によって担われている．
- なお，日本を含む複数の国では利用可能ではないが，国全体としてのイノベーションへの資金上のインプットの状況を示すイノベーション支出額がGDP に占める割合[9] に関する指標（イノベーション支出対総売上高比）がある．国によって違いはあるが，ドイツ，フランス，スウェーデン等で見ると，これは，研究開発支出対GDP 比の約1.5~2 倍の規模となっている．

[9] 研究開発支出対売上高比を“研究開発強度(R&D intensity)”と呼ぶ場合があることから，それとの対比で，この指標を“イノベーション強度(innovation intensity)”と呼ぶ場合がある．

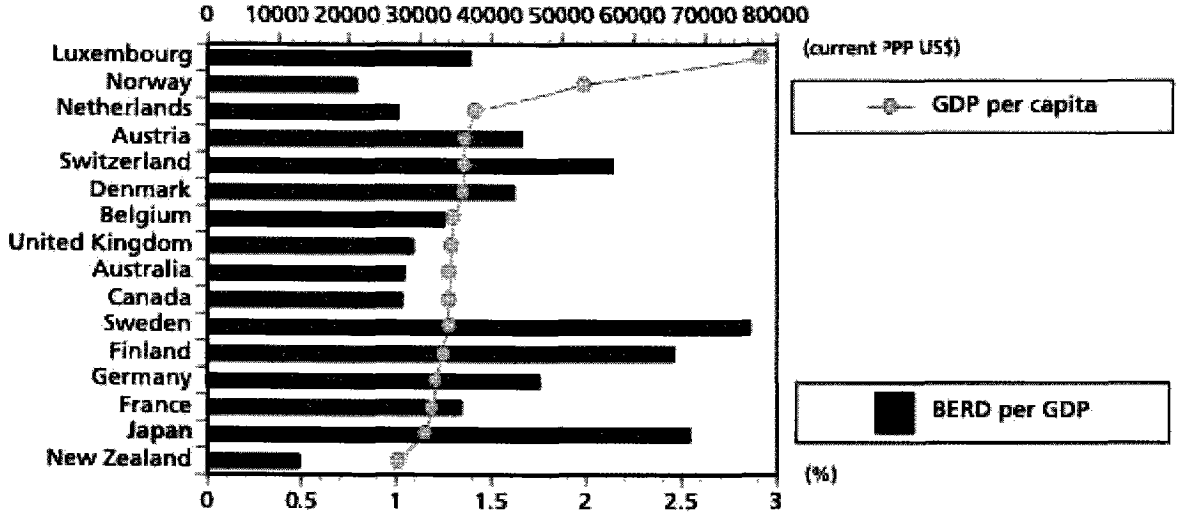
図表4.1.2.20 イノベーション支出対総売上高比（企業数ベースによる平均）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

・ 他方で，我が国全体としてみれば，民間研究開発支出対GDP 比は国際的に見ても高い水準である［図表4.1.2.21］．このことを鑑みれば，技術的イノベーション活動全般に対するインプットとしては，国全体としてみれば，量的にはある程度の投入がされているのではないかと推定される.

図表4.1.2.21 民間研究開発支出対GDP 比，1 人当たりGDP



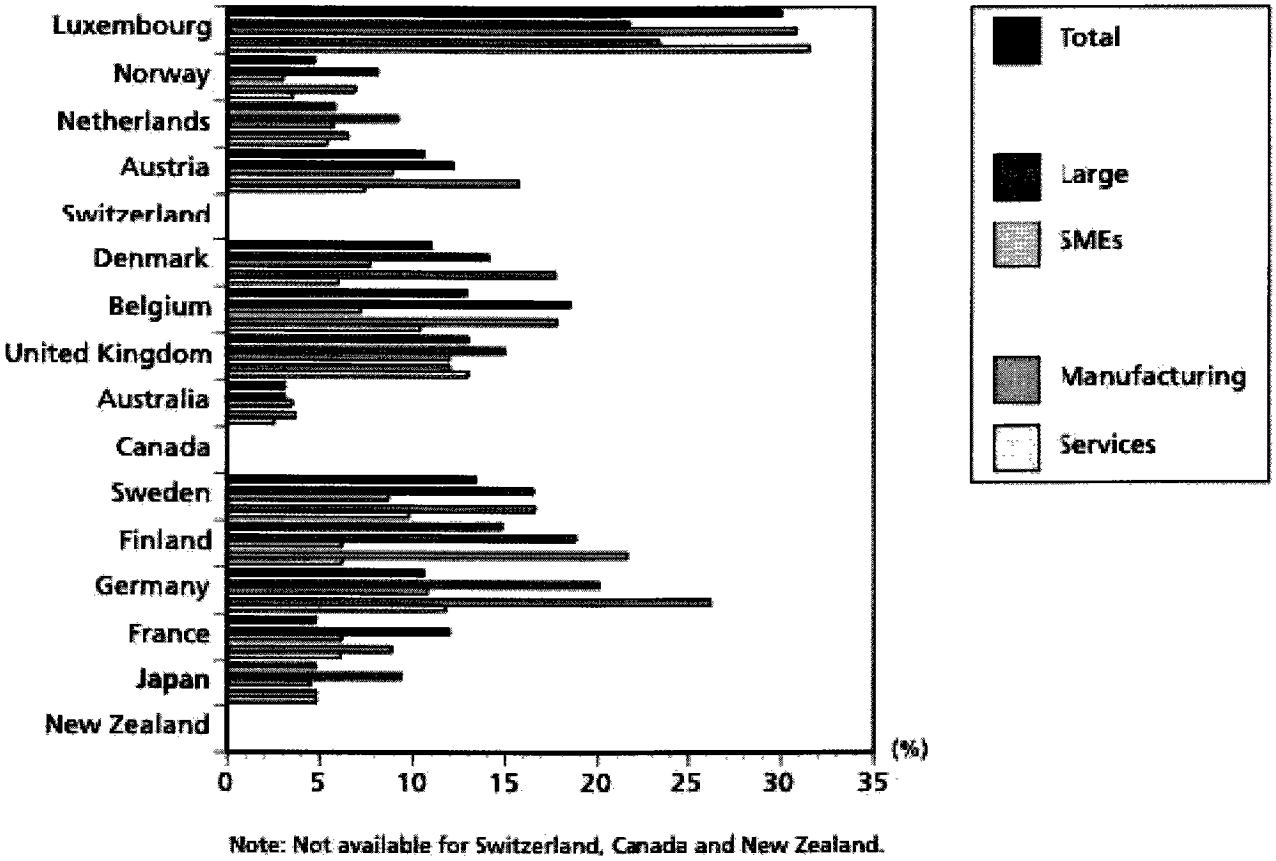
データソース：OECD, Main Science and Technology Indicators 2007-2, October 2007.

註：上記のデータに基づき作成した．データは直近で利用可能な年であり，オーストラリア，カナダ，日本，ニュージーランドが2005 年で，他の国が2006 年である．

（4） “イノベーション・アウトプット”

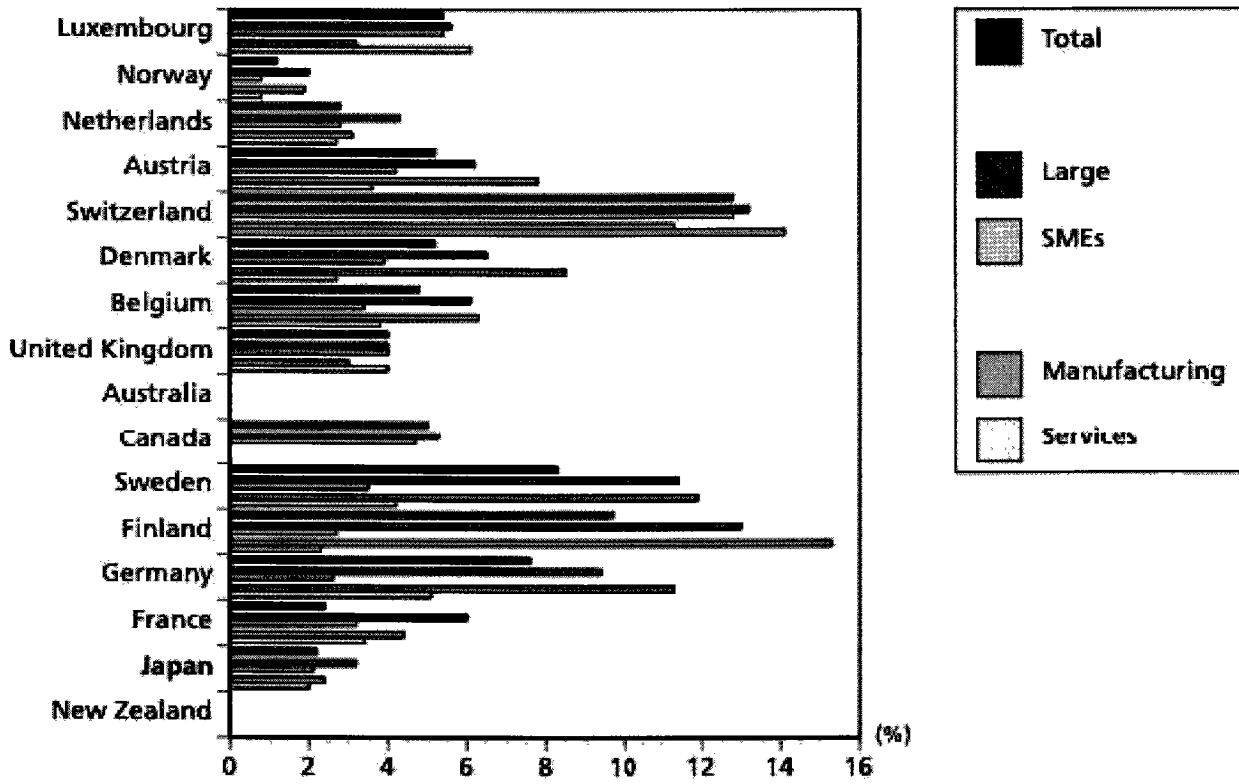
・次に，“イノベーション・アウトプット”の指標であるプロダクト・イノベーションによる売上高対総売上高比［図表4.1.2.22］，市場にとって新しいプロダクト・イノベーションによる売上高対総売上高比［図表4.1.2.23 ］を見てみる．そもそも，プロダクト・イノベーション実現企業の割合が相対的に少ないこともあり（これら，プロダクト・イノベーション非実現企業については，ここでのプロダクト・イノベーションによる売上高は0%と仮定される），これらの指標でも少ない割合を示している．しかしながら，フランスと比較して概ね同程度であることを鑑みれば，この指標をもって我が国におけるイノベーション活動の売上への寄与が少ないとは言い難く，さらに経済活動の規模を反映した指標による表示が期待される．

図表4.1.2.22 プロダクト・イノベーションによる売上高対総売上高比（企業数ベースによる平均）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

図表4.1.2.23 市場にとって新しいプロダクト・イノベーションによる売上高対総売上高比
（企業数ベースによる平均）



Note: Not available for Australia and New Zealand.

データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

（５） 国際市場での活動，公的財政被支援，イノベーションのための協力，特許活動

- 最後に，政策との関連が重要とされている指標について見ていく．そもそも，技術的イノベーション実現企業の割合が相対的に少ないこともあり，全企業をベースに取るいずれの指標をとっても，日本の値は相対的に小さく出る．そこで，各指標において，国際比較して示す図に加え，技術的イノベーション実現企業の指標（全企業に占める技術的イノベーション実現企業の割合）とそれぞれ対象とする指標とを国別に散布させて表現し，傾向線に対する日本の相対的位置もあわせて概観することで，日本の特徴を示していくこととする．
- まず，国際市場で活動する企業の割合を示しているのが図表4.1.2.24 であり，これを，技術的イノベーション実現企業の割合とともに散布させて示しているのが，図表4.1.2.25 である．日本は，他国と比較して明らかに国際市場で活動する企業の割合が少ない．大企業に限定しても，同様の傾向が見て取れる．もちろん，比較対象となっている他国では，欧州諸国では欧州単一市場の進展，他の国々では隣接する国との密接な経済関係など，それぞれ国際化を進展させる状況がある一方で，我が国の場合は大きな

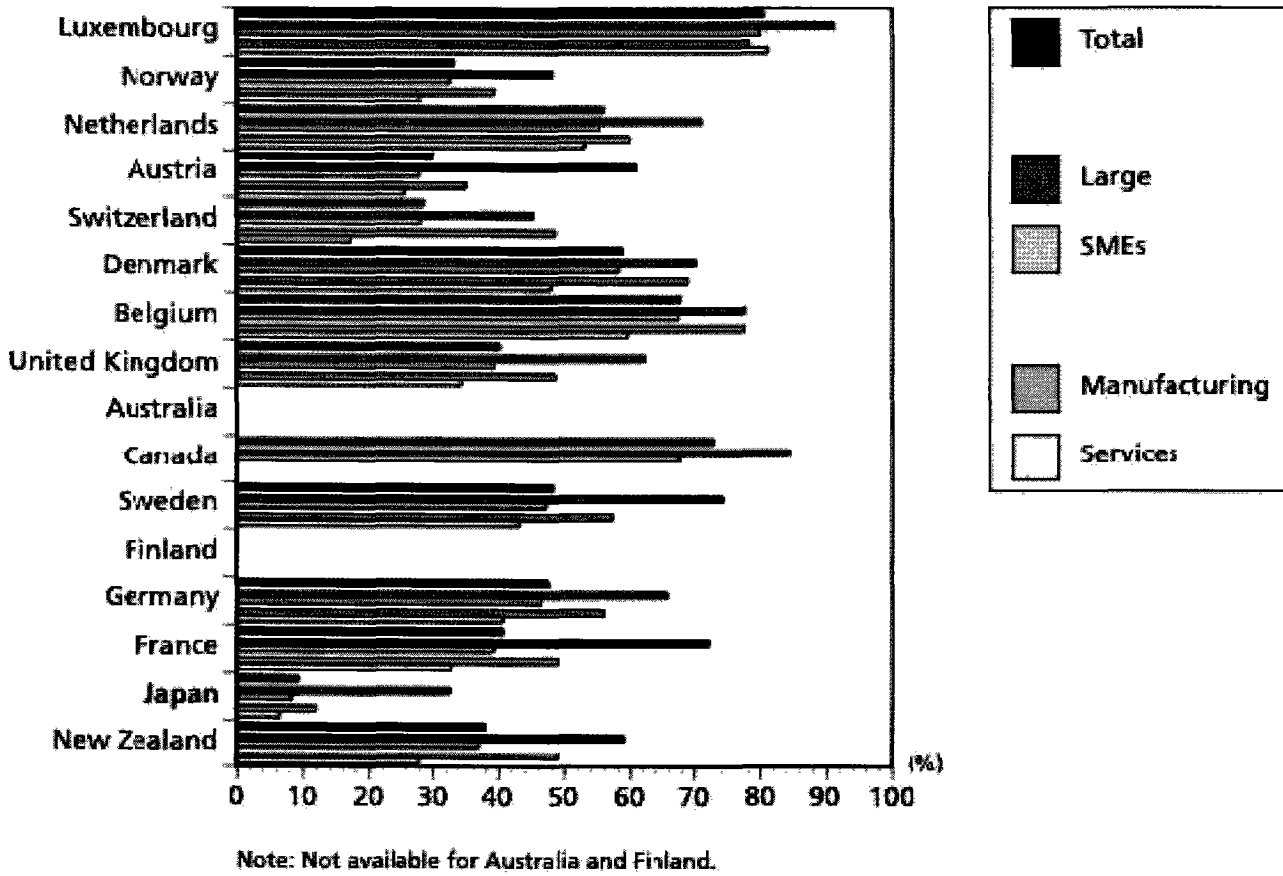
国内市場を有しているという相違があることも容易に理解される．それでもなお，事実として，国際市場で活動する企業の割合が少ないという我が国の特徴については，経済活動のグローバリゼーションが進展しているなかで，留意する必要があろう．

- より詳しく見れば，たとえば，企業間の供給-購買の関係などの点から見て，直接的には国際市場で活動せず，もっぱら国内市場での活動で十分な企業の割合が多いかもしれない．しかしながら，国際市場で活動する企業の割合は技術的イノベーション実現企業の割合と関連があることが示唆されることから，イノベーションの促進という点では，企業に国際市場での活動を奨励するということは有効かもしれない[10]．

47

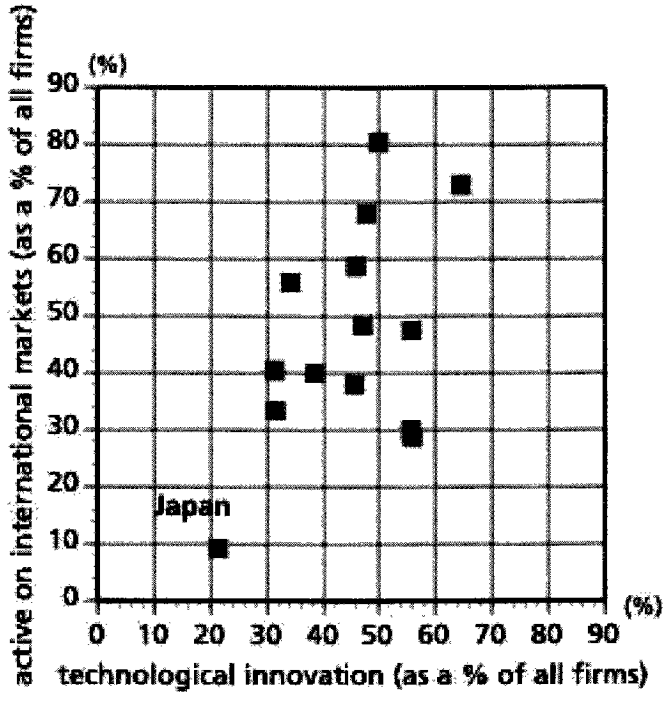
[10] イノベーション調査のミクロデータを用いたイノベーションの生産性に関する分析からも，イノベーション支出またはプロダクト・イノベーションの実現は，企業規模とともに国際市場での活動が関連することが明らかになっている[OECD, 2008]．

図表4.1.2.24 国際市場活動企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

図表4.1.2.25 国際市場活動企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）

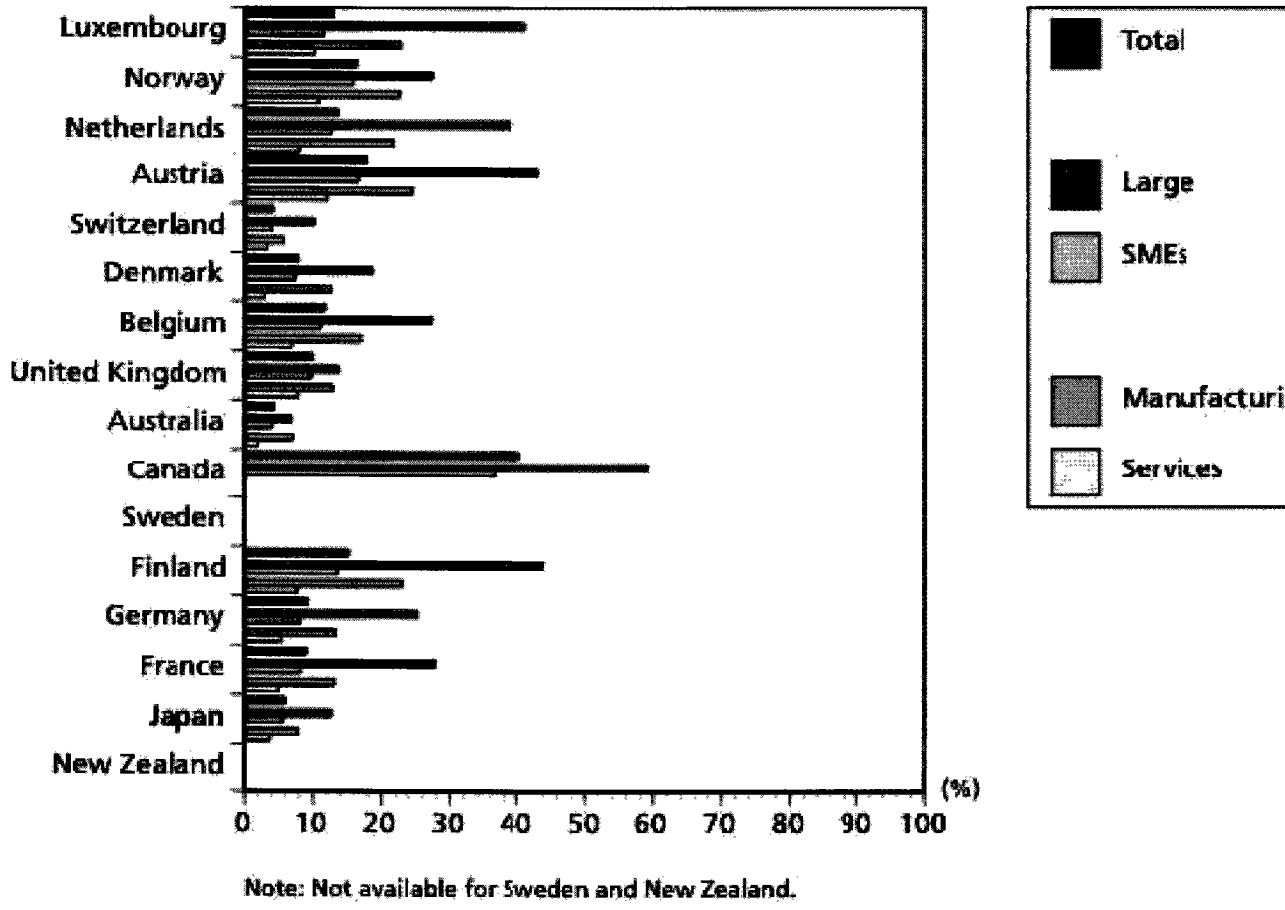


データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

・イノベーションに関する公的財政被支援企業が全企業に占める割合，ならびに，これと技術的イノベーション実現企業の割合との散布を示しているのが，図表4.1.2.26 ならびに図表4.1.2.27 である．日本は相対的に低位である．ただ，技術的イノベーション実現企業の割合とはあまり関連性が見いだされないことから，イノベーションのための公的財政支援の効果については，さらに注意して検討していく必要があろう[11]．

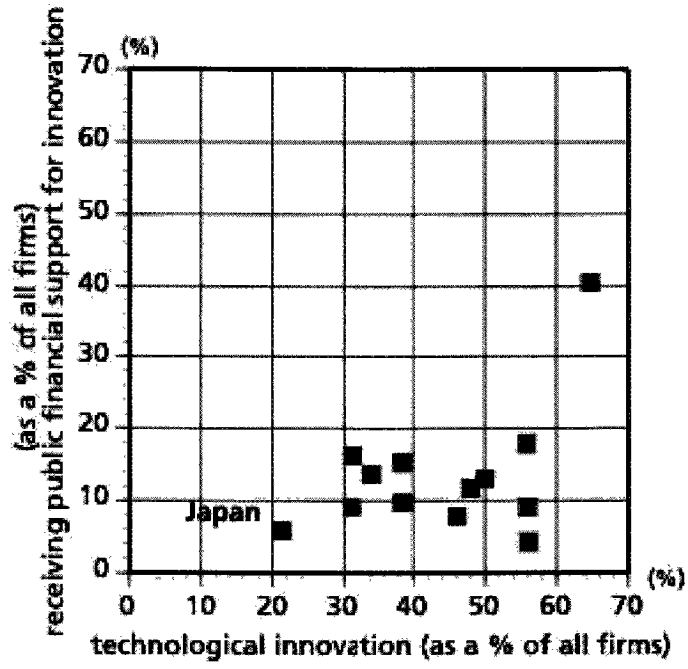
[11] たとえば，スイスのように，日本より少ない割合の企業しか支援を受けていない国もある．経済活動（産業）によっては，その性格上，かえって研究開発補助金など政府からの直接的な財政支援を受けないことをよしとするところもあるようであり，可能ならば，（企業規模に加えて）経済活動（産業）別についてより詳細に見ていくことが必要かもしれない．

図表4. 1. 2. 26 イノベーションのための公的財政被支援企業，全企業に対する割合
（企業数ベース）



データソース，註：図表4. 1. 2. 11 参照.

図表4.1.2.27 イノベーションのための公的財政被支援企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）

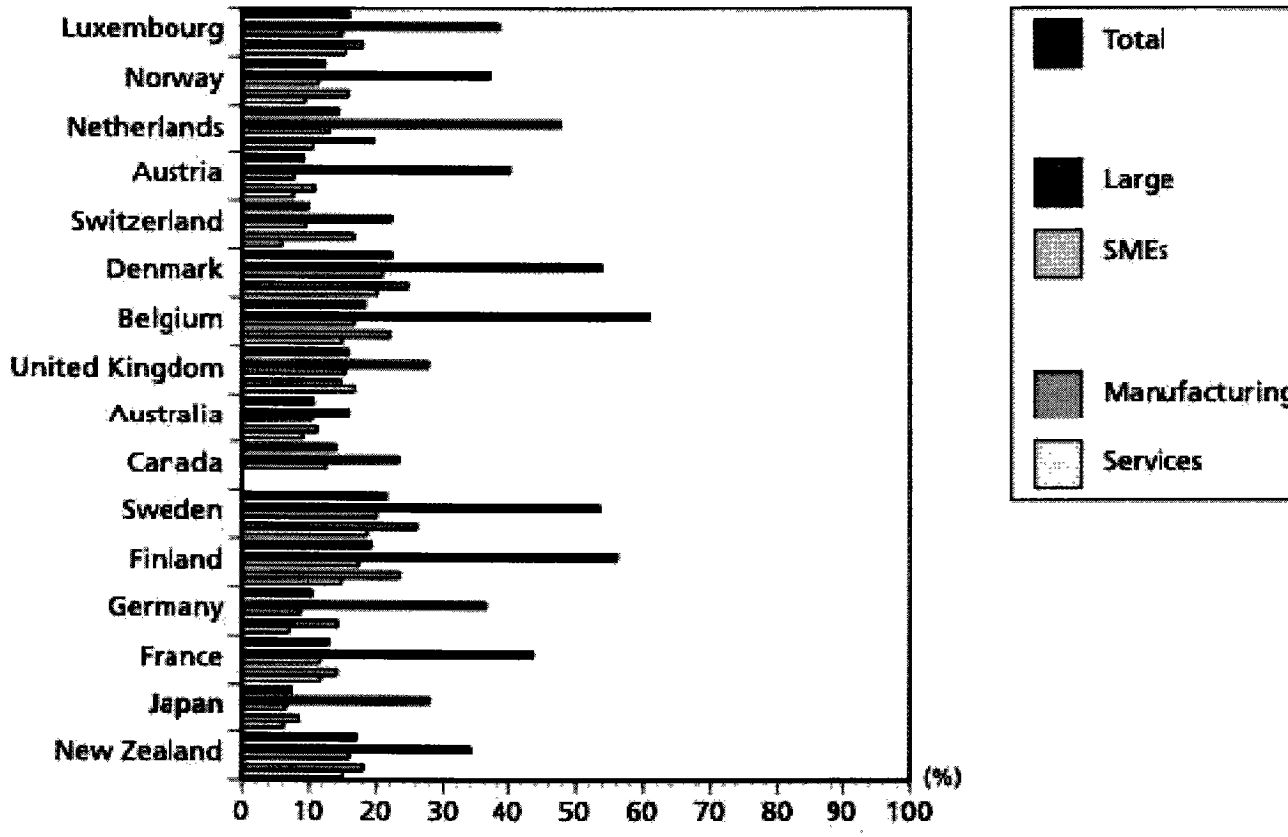


データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

- 続いて，イノベーション活動に関する協働の状況について示す．図表4.1.2.28 は，全企業に対してイノベーション活動に関する協働を実施している企業の割合を，図図表4.1.2.29 はこれを技術的イノベーション実現企業の割合とあわせて散布して示している．また，そのような協働の中で，とくに，高等教育機関（大学等）や政府研究機関等との協働を行っている企業の割合，ならびに，これと技術的イノベーション実現企業の割合との散布を示しているのが，図表4.1.2.30 ならびに図表4.1.2.31 である．これらを見ると，同じく“企業数ベース”であることに留意する必要があるかもしれないが，他国と比較して，日本のイノベーション活動に関して協働を実施している企業の割合は，相対的に少ない．大規模企業に限定しても低位である．ただ，技術的イノベーション実現企業の割合と対比させて見てみると，国の間での分散が大きいので確実とはいえないが，これら協働の状況は技術的イノベーション実現の状況に相応していると見ることもできよう[12].

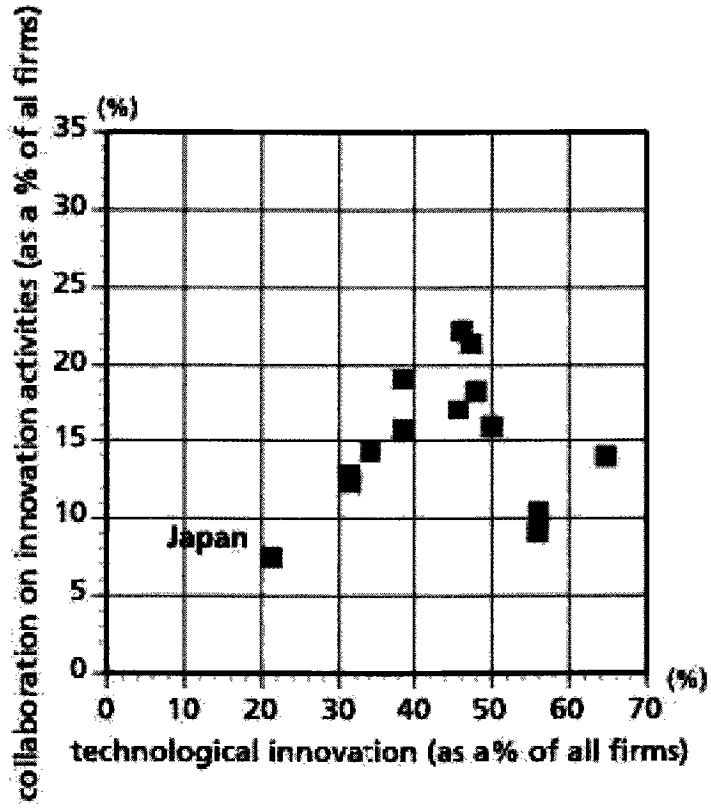
[12] なお，ここでは取り扱われておらず国際比較をすることができないが，間接的な経路として，論文や学会等を情報源とするイノベーション活動の実施の状況も，政策分析の観点から重要である.

図表4.1.2.28 イノベーション活動に関する協働実施企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



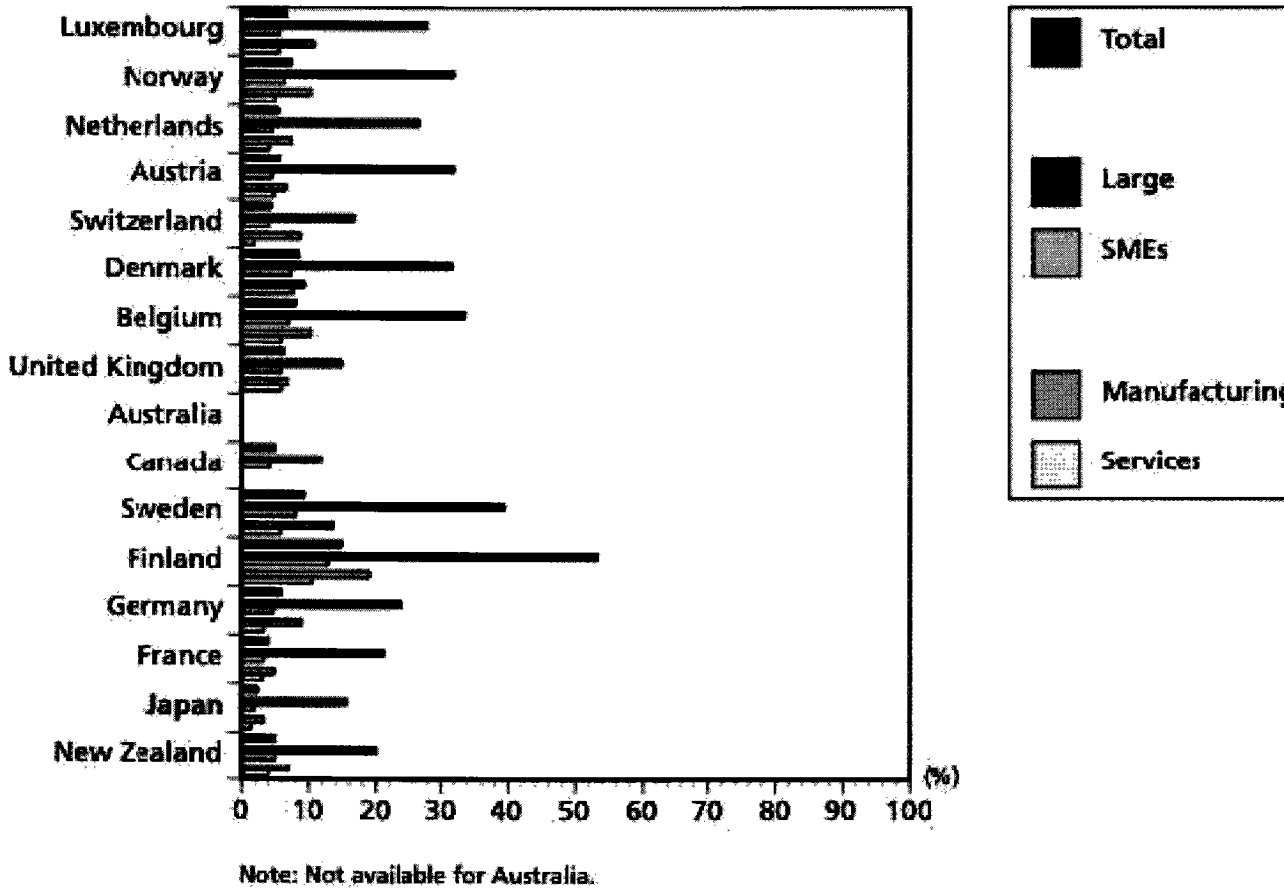
データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

図表4.1.2.29 イノベーション活動に関する協働実施企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）



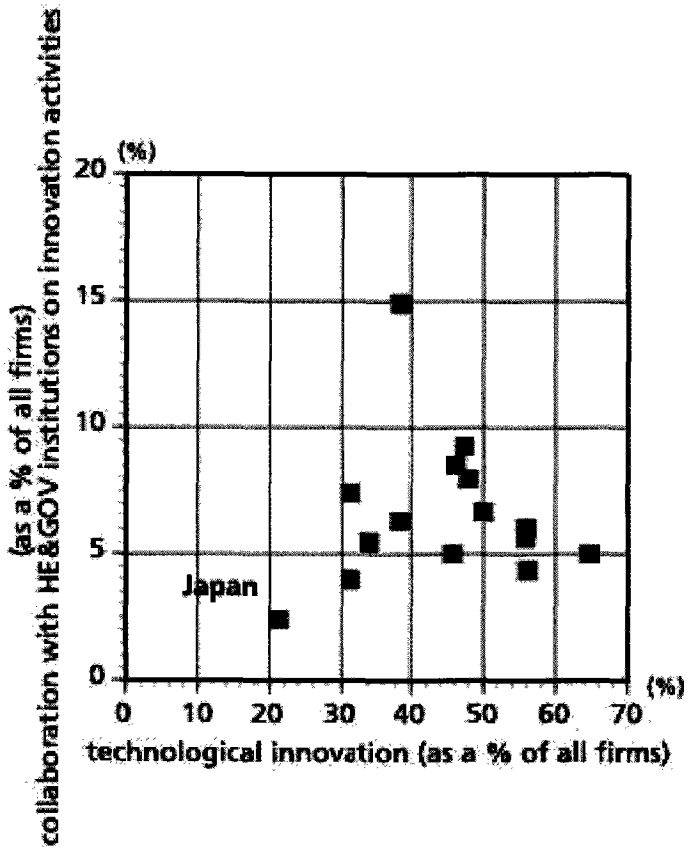
データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

図表4. 1. 2. 30 高等教育機関または政府研究機関等とのイノベーション活動に関する協働実施企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4. 1. 2. 11 参照.

図表4.1.2.31 高等教育機関または政府研究機関等とのイノベーション活動に関する協働実施企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）

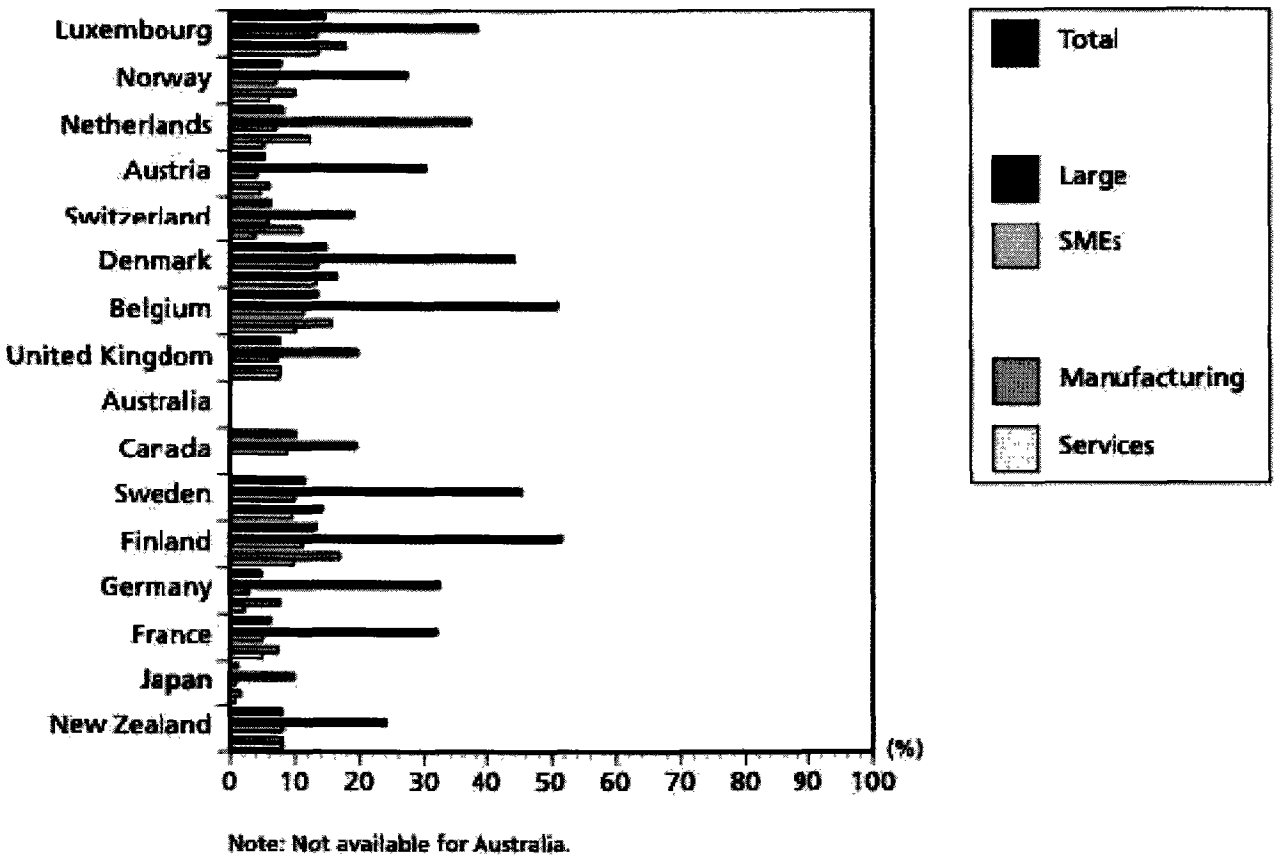


データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

- 続いて，イノベーション活動に関する国外のパートナーとの協働について示しているのが，図表4.1.2.32 ならびに図表4.1.2.33 である．日本は，協働全般については，技術的イノベーション実現の状況に相応しているかもしれないが，国外のパートナーとの協働については，それでもなお相対的に低い水準に留まっている[13]可能性がありそうに見える．

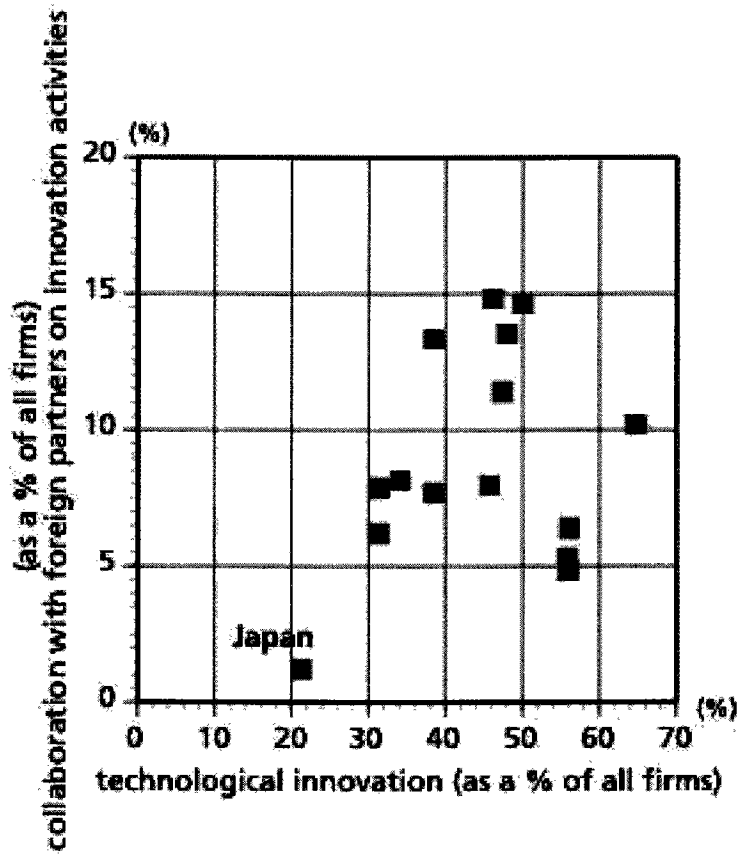
[13] ここでの意味は，相対的により少ない割合の企業しか協働していないということである．

図表4. 1. 2. 32 国外パートナーとのイノベーション活動に関する協働実施企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4. 1. 2. 11 参照.

図表4.1.2.33 国外パートナーとのイノベーション活動に関する協働実施企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）

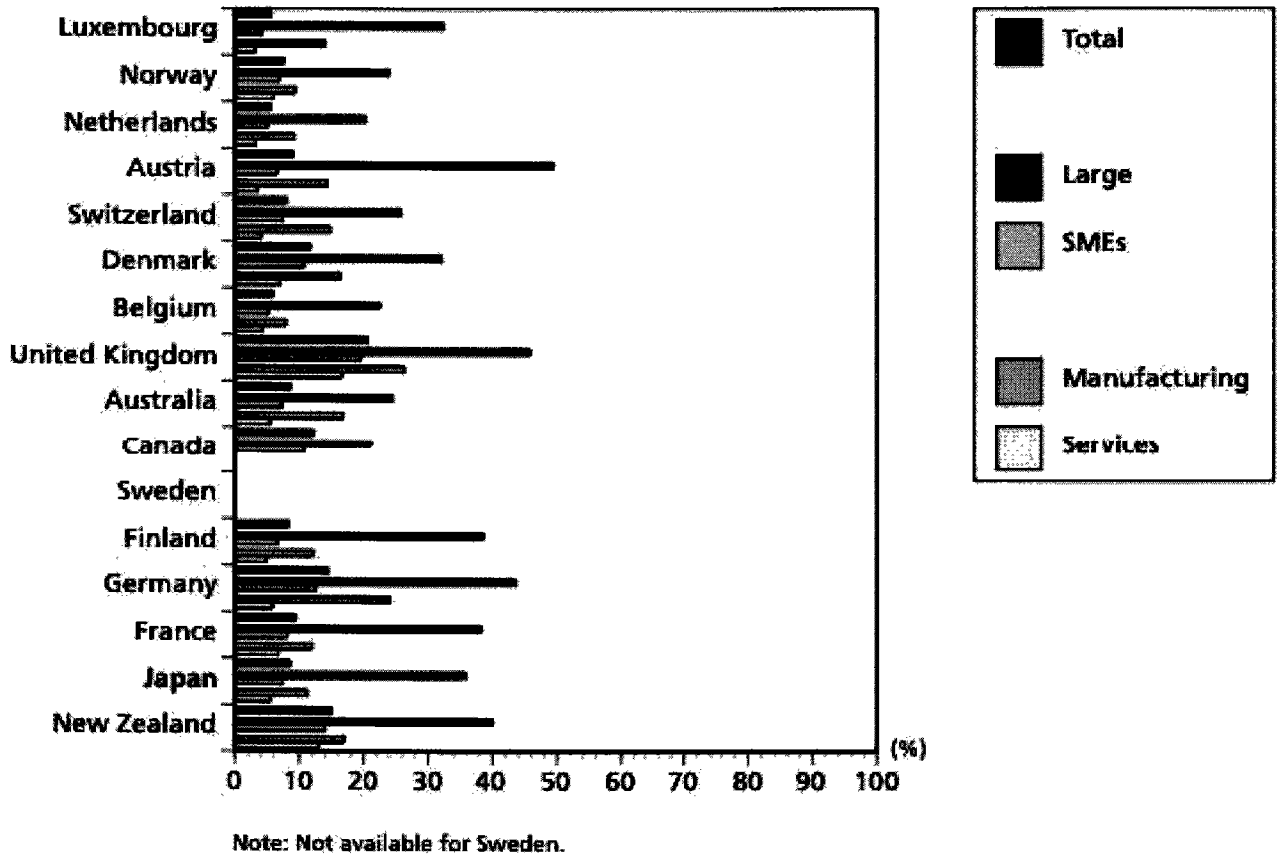


データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

・ 他方，イノベーションの保護を目的とした特許活動については，図表4.1.2.34 ならびに図表4.1.2.35 に示すとおりである．他国と比較して日本は相対的に高い水準にあること[14]がうかがえる．なお，日本と同様に，技術的イノベーション実現企業の割合と対比させた場合に相対的に多くの割合の企業が特許出願をしているという傾向を示している国は，連合王国である．

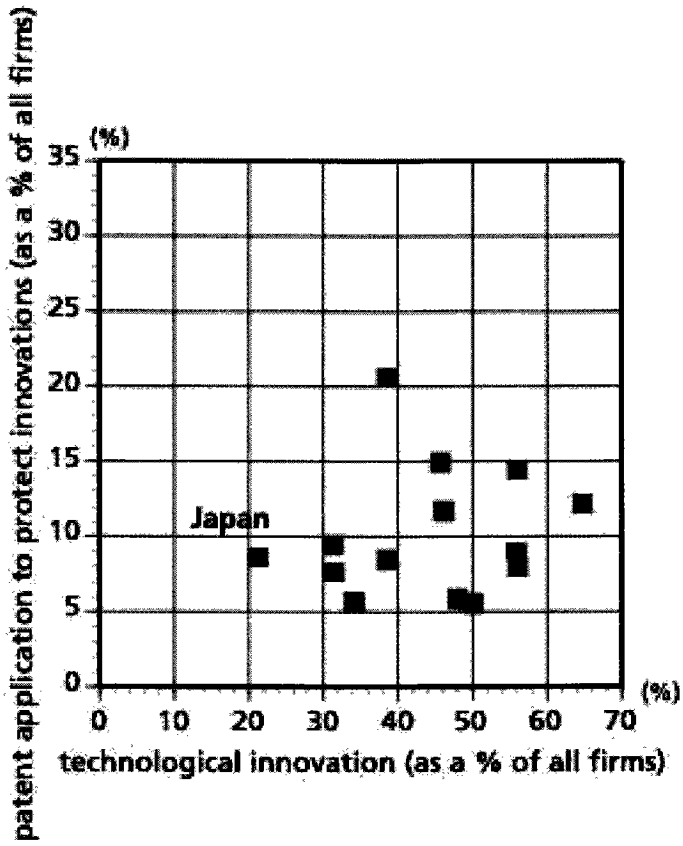
[14] ここでは，相対的により多い割合の企業が特許出願しているということを意味する.

図表4. 1. 2. 34 イノベーションの保護を目的として特許出願した企業，全企業に対する割合（企業数ベース）



データソース，註：図表4. 1. 2. 11 参照.

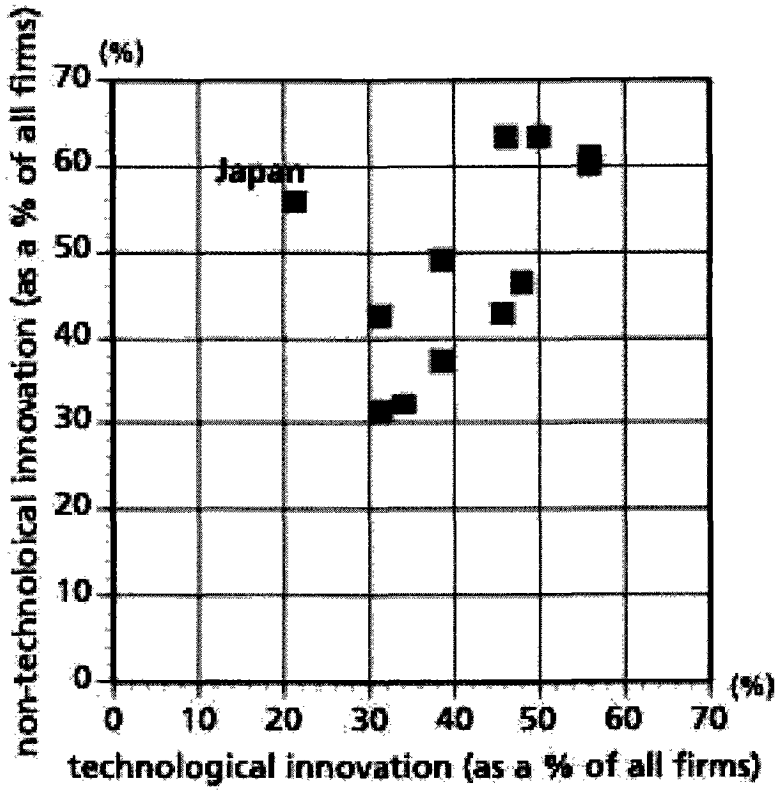
図表4.1.2.35 イノベーションの保護を目的として特許出願した企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

・ ところで，すでに述べたとおり，非技術的イノベーション活動（とりわけ，組織イノベーション活動）は，諸外国と比較しても，日本では相対的に多い割合の企業によって実施されている．そして，技術的イノベーション活動と比べて非技術的イノベーション活動が多くの割合の企業によって実施されていることは，我が国のイノベーション・システムの一つの特徴である．図表4.1.2.36 から，他国では，概ね，技術的イノベーション活動実施企業の割合と非技術的イノベーション活動実施企業との割合が同程度となっており，日本が他国とは異なっていることがわかる．

図表4.1.2.36 非技術的イノベーション実現企業比と技術的イノベーション実現企業比の散布（企業数ベース）



データソース，註：図表4.1.2.11 参照.

（6）政策への含意

- これらの指標に基づいて表されているのは国全体の企業の分布であり，しかも，国によってそれぞれの企業が置かれている状況は異なるため，必ずしもすべてにわたって日本の民間企業によるイノベーション・システムの特徴がこれらの指標により明確に示されているというわけではない．しかし，国際比較を通じることで，一国だけを見ているだけではわからない点も明らかになっている．その結果をもとに，とくに，政策への含意が示唆できる点について，以下に述べる．
- まず，イノベーション政策，とりわけ，技術的イノベーション活動に対する財政的支援など企業に対する直接的支援のような施策については，企業全体からみれば対象となる企業が限られていることから，企業を見極め，適切な企業に対して選択的に実施し、そうした取組が他の企業に大きな波及効果を与えるようなモデル的取組にしていくことが，他国に比べてより重要である．これは，このほか，イノベーション実現企

業の割合や，研究開発実施企業の割合，特許出願企業の割合などが，他国と比較して相対的に少ないことからも共通して示唆される点である．

- 他方，非技術的イノベーション活動については，すでに多くの割合の企業によって実施されており，ますます非技術的イノベーションの重要性が指摘されてきているなかで，企業による自主的・自律的な取り組みを引き続き奨励していくことが重要であろう．

- 特許活動については，国際的に見てもかなり活発であることが伺えることから，イノベーション政策の推進にあたっては，引き続き知的財産制度・政策との連携を図ることが重要であることが示唆される．

- 従来，日本は一定の規模の国内市場を有していることから，企業規模あるいは経済活動（産業）によっては国際市場や国際的連携をあまり要しないような状況があったかもしれない．しかしながら，他国の状況を鑑みると，イノベーション活動を促進し，また，そこから売上など経済的価値を生み出していくうえでは，国際市場を対象とすることがたいへん重要であることが示されている．我が国においても，企業による国際的（あるいは，グローバルな）市場の開拓や，イノベーションのための連携などを奨励することが重要であろう．

（7）測定に関する含意

- ここでの国際比較では，まだ緒についたばかりであるということもあって，“企業数ベース”[15]に留まっている．経済活動の規模を表した指標を得るには，今後は，“企業数ベース”のみならず，たとえば，“従業員数ベース”[16]によるデータも，国際的に得られるようにしていくことが重要であろう．そのためには，各国イノベーション統計調査実施機関が，この“従業員数ベース”によるデータを算定した上で，OECD 事務局に開示するという作業を行うことが必要になる．“従業員数ベース”によるデータを得ることが，政策分析・形成上で我が国にとって有効であると認められるようであれば，各国ならびにOECD 事務局にはたらきかけ，また，我が国がその活動をリードするなどして，データを得られるようにしていくことが肝要であり，また，そのための政策的支援も重要である．

---

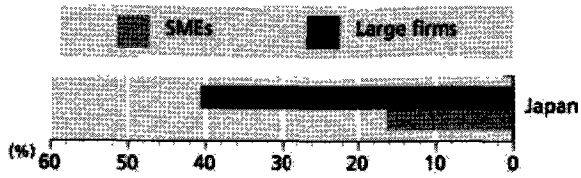
[15] 標本調査であるイノベーション調査の結果として得られたデータに基づいて全体を推定する際に，標本の企業の数と母集団の企業全体の数という“企業数”に基づいて重み付け(weighting) を行う方法を指す．

[16] 標本調査であるイノベーション調査の結果として得られたデータに基づいて全体を推定する際に，標本の企業における従業員数と母集団の企業全体の従業員数という“従業員数”に基づいて重み付けを行う方法を指す．

４．１．２．４ OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007 に表れる日本の状況

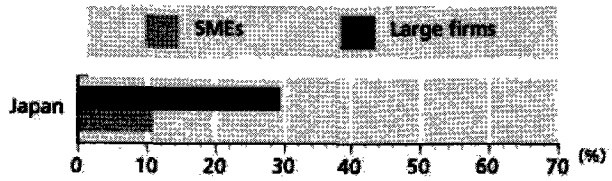
- OECD では，隔年で，科学・技術・イノベーションに関連した指標集（多様な指標について，OECD 加盟国を中心として国際比較するグラフとその所見を示した出版物）を公表しているが，2007 年に発行されたOECD [2007] では，副題に“Innovation and Performance in the Global Economy （グローバル経済におけるイノベーションとパフォーマンス）”とあるように，イノベーションの状況とそのパフォーマンスに関心の中心が置かれたものとされている．
- この指標集では，イノベーションに関する主要な情報源として，各国で実施されたイノベーション調査のデータが用いられている．これは，イノベーション政府が各国政府においてますます重要となり，そのために不可欠の情報源としてイノベーション調査のデータが見なされていることの証左であろう．このイノベーション調査の日本のデータについては，「全国イノベーション調査」をもととし，本プロジェクトの中において，ミクロデータから対応する指標に関する数値を算出したうえで，OECD 事務局にその数値を開示し，これをもとにOECD においてこの出版物に活用されている．そこで，本プロジェクトの成果の一環として，とくに，日本を他国と比較する観点から，以下に記述することとする．なお，言及する図については，直接，OECD [2007] を参照していただきたい．また，ここで示されるデータは，いずれも“企業数ベース”となっている点は，解釈において留意を必要とする．指標において，単に値が低いことが望ましくないことを意味しているわけではない．
- なお，以下の指標では，データソースとしては，欧州諸国では，2002 年－2004 年を観察期間としたCIS 4 （第4 回共同体イノベーション調査），その他のOECD 諸国の多くでは，CIS 4 と対応可能な直近の調査となっている．日本については，我が国でこれまで唯一のイノベーションに関する公式の統計調査である「全国イノベーション調査」に拠っていることから，観察期間は1999 年－2001 年となっている．
- また，図は，企業規模別では，大企業と中小企業の値が示されており，国は大企業での率によって配列されている．企業部門別では，製造業とサービス業の値が示されており，国は製造業での率によって配列されている．
- それから，すでに図表4.1.2.11 と図表4.1.2.12 において国際比較の中で日本の値も示されているが，プロダクト・イノベーション実現企業ならびにプロセス・イノベーション実現企業が全企業に占める割合は，以下に掲げるOECD [2007] の各図を見ていく際に日本のベースとして把握しておくことが必要となるので，以下に，OECD [2007] の表示形式にあわせて再掲する．

図表4.1.2.37 プロダクト・イノベーション実現企業，規模別，1999 年－2001 年，全企業に対する率



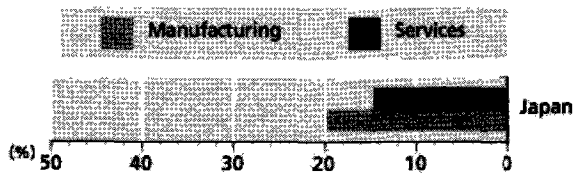
註：「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所）ミクロデータに基づき作成した.

図表4.1.2.38 プロセス・イノベーション実現企業，規模別，1999 年－2001 年，全企業に対する率



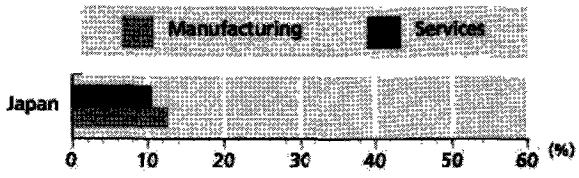
註：「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所）ミクロデータに基づき作成した.

図表4.1.2.39 プロダクト・イノベーション実現企業，部門別，1999 年－2001 年，全企業に対する率



註：「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所）ミクロデータに基づき作成した.

図表4.1.2.40 プロセス・イノベーション実現企業，部門別，1999 年－2001 年，全企業に対する率



註：「全国イノベーション調査」（文部科学省科学技術政策研究所）ミクロデータに基づき作成した.

（1） 所見

C.5. Collaboration with Public Research Organisations By Innovating Firms （イノベーション実現企業による公的研究機関との協働）

① Firms collaborating in innovation activities, by size, 2002-04, As a percentage of all firms（イノベーション活動において協働している企業，規模別，2002年－2004年，全企業に対する率）

② Firms collaborating in innovation with higher education institutions, by size, 2002-04, As a percentage of all firms （イノベーションにおいて高等教育機関と協働している企業，規模別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）

3 Firms collaborating in innovation with government institutions by size, 2002-04, As a percentage of all firms （イノベーションにおいて政府機関と協働している企業，規模別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）

参照：OECD [2007] (pp. 76- 77)[17]

・単純な比較は困難であるが，技術的イノベーション実現企業の全企業に対する割合やその指標で見た場合の日本の国際的な位置から判断すれば，イノベーション活動において協働している企業，また，イノベーションにおいて高等教育機関あるいは政府機関と協働している企業の全企業に対する割合は，相応の程度であるように見受けられる．ただ，他国のデータと比較して，また，日本の技術的イノベーション実現企業の全企業に対する割合の指標のデータから判断して，中小企業においては，高等教育機関や政府機関と協働している企業の割合は，相対的に低い程度にとどまっていることがうかがえる．

D.6. Innovation within Companies （企業内におけるイノベーション）

① In-house product innovators by size, 2002-04, As a percentage of all firms （自社によるプロダクト・イノベーション実現企業，規模別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）

② In-house process innovators by size, 2002-04, As a percentage of all firms （自社によるプロセス・イノベーション実現企業，規模別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）

③ In-house product innovators by sector, 2002-04, As a percentage of all firms （自社によるプロダクト・イノベーション実現企業，部門別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）

④ In-house process innovators by sector, 2002-04, As a percentage of all firms （自社によるプロセス・イノベーション実現企業，部門別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）

参照：OECD [2007] (pp. 94- 95)[18]

・4 つある指標のなかで，大企業が自社における開発によってプロダクト・イノベーションを実現している点が，とくに相対的に高い割合となっていることがうかがえる．

D.7. Innovation and Economic Performance （イノベーションと経済的パフォーマンス）

[17] http://dx.doi.org/10.1787/117662727550.

[18] http://dx.doi.org/10.1787/117802327327.

① Firms with new-to-market product innovations by size, 2002-04, As a percentage of all firms （市場にとって新しいプロダクト・イノベーション実現企業，規模別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）
② Share of turnover due to new-to-market product innovations by size, 2002-04, As a percentage of turnover (for all firms) （市場にとって新しいプロダクト・イノベーションからの売上高の割合，規模別，2002 年－2004 年，（全企業の）総売上高に対する率）
参照：OECD [2007] (pp. 96- 97)[19]

・(1) の指標については，日本は，ベースとなるプロダクト・イノベーション実現企業の割合（図表4.1.2.11 ，図表4.1.2.39 参照）を考慮しても，相対的に低い割合にとどまっているかもしれない．ただし，この指標については，他国においてそのデータの算出や表示について変動する可能性があり（図表4.1.2.23 参照），断定的には分析を行いがたい．(2) の指標については，OECD [2007] を作成するためにOECD 事務局より照会があった時点では，日本のデータは利用可能でなかったため，ここに日本のデータは含まれていない．なお，国際比較を行っている日本の状況は，図表4.1.2.23 に示しているとおりである．

D.8. Non-Technological Innovation （非技術的イノベーション）
① Non-technological innovators by size, 2002-04, As a percentage of all firms （非技術的イノベーション実現企業，規模別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）
② Non-technological innovators by sector, 2002-04, As a percentage of all firms （非技術的イノベーション実現企業，部門別，2002 年－2004 年，全企業に対する率）
参照：OECD [2007] (pp. 98- 99)[20]

・非技術的イノベーション実現企業が全企業に占める割合については，規模（大企業／中小企業）や部門（製造業／サービス業）によらず，国際比較上，高い割合となっていることがわかる．

（2） 含意

・これらの指標は，いずれも，一国全体の中で，イノベーション活動に特定の役割を果たしている企業が構成されている割合や，イノベーションが売上高のような経済的パフォーマンスに寄与している割合を知る上では有用であろう．ただし，C.5.，D.6.，D.7. の指標群についてはいずれも，ベースとして，技術的イノベーション実現企業（あるいは，プロダクト・イノベーション実現企業，プロセス・イノベーション実現企業）の割合についても同時に把握しておく必要があろう．そもそもこのベースが，日本が諸外国と比較して少ない割合であることから，これらの他の指標においても，かりに他国と同じ傾向であるならば，相対的に少ない割合として示されることになる．
・こういった点を踏まえて，改めてここに掲げられている指標で日本の状況を見てみると，

[19] http://dx.doi.org/10.1787/117824480262.
[20] http://dx.doi.org/10.1787/117840413722.

以下の点が指摘できよう．非技術的イノベーション実現企業が全企業に占める割合は，企業の規模や部門にかかわらず，全般的に高い．他方，技術的イノベーション実現企業が全企業に占める割合は，“企業数ベース”で見れば国際的にはそれほど割合は高くない．このこと以上に，大企業では自社でプロダクト・イノベーションを実現できる企業の割合も一定程度あり，他者，とりわけ，高等教育機関や政府機関との協働が行われているが，中小企業では，自社における開発能力ならびに高等教育機関や政府機関との協働において，他国と比較して，相対的ではあるが，積極的ではない可能性があることは指摘しておくべきであろう．加えて．規模によらず，市場にとって新しいプロダクト・イノベーション実現企業の割合が相対的に少ない可能性があるなど，経済変革の原動力をリードするとされる企業の割合が少ない点についても，留意する必要があるかもしれない．

・ 測定に関する含意として，OECD [2007] に用いられている指標が“企業数ベース”に留まったままであり，さらに，たとえば，“従業員数ベース”など，経済活動の規模に応じた指標も加えるなど，国全体の状況を示す指標を拡張することの必要性を指摘することができよう．“企業数ベース”の場合には，規模別では，大企業／中小企業に区分されて表示されているとはいえ，大企業の中でもその企業の規模には大きな開きがあり，また，部門別では，これら企業規模が考慮されないので，当然，中小企業の状況が反映されて表示される．もちろん，個々の企業を単位として見ているという点から，これらによってそれぞれ有用な情報が提供される．しかし，経済的パフォーマンスの関連から，国全体のレベルで判断しようとする場合には，経済活動の規模に応じた指標も利用可能であることが望ましい．

・ そして，こういった国際比較可能な指標を作成する際に，ミクロデータはそれぞれ統計を実施した機関でしか利用可能でないというような制約が多くの国々にある状況では，“企業数ベース”に加え，経済活動の規模に応じた，たとえば，“従業員数ベース”での指標も作成できるよう，（単に集計のための回答用の表の様式だけではなく）算出に必要なソフトウェア・プログラムを各国に配布することなどを行い，定期的に回答を求めて，OECD において国際的に利用可能な指標とその数値が集積されていくことが，我が国を含め各国の政策形成・分析のためには有用であろうと考えられる．

4．1．2．5 European Innovation Scoreboard 2007 に表れる日本の状況

（1）European Innovation Scoreboard 2007 の概要と，これに用いられている日本の指標群

・ 本節では，European Innovation Scoreboard 2007 [European Commission, 2008a] に表れる日本の状況について記述する．European Innovation Scoreboard 2007 (EIS 2007) は，本来は，欧州全体，ならびに，EU メンバー各国におけるイノベーションを促進し，研究・イノベーション政策の形成・展開を支援するための作業の一つであるが，欧州を相対的に位置づけるために，米国とともに日本がベンチマークされている．このことを利用して，逆に，日本の状況を，欧州の視点からではあるが，相対的に見てみようとするのが趣旨である．

・ 2000 年に最初のEIS: European Innovation Scoreboard （欧州イノベーション・スコアボード）が公表されたのち，毎年，少しずつ改善を重ねながら，また，取り扱われる指標の入れ替えやそれらを用いた合成指標の算出方法の改良を繰り返しながら公表されてき

ており，今回のEIS 2007 が8 回目となる．実際の作業については，このレポートは，その発行元であるDG Enterprise （欧州委員会企業総局）からの発注のもとに，UNU-MERIT: Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology （国際連合大学マーストリヒト・イノベーション・技術・経済社会研究・訓練センター）の専門家により作成されており，欧州委員会のJRC: Joint Research Centre (Institute for the Protection and Security of the Citizen)（共同研究センター（市民保護・保安研究所））の支援を受けている．また，いくつかの指標の元となるデータの一部は欧州委員会のEurostat （欧州共同体統計局）から利用可能となっており，データへのアクセスにEurostat は協力している．

・ 図表4.1.2.41 は，EIS 2007 に用いられている指標群を示している．インプットとアウトプットの次元からなる，5 群で（インプットが3 群，アウトプットが2 群），合計25 の指標から構成されている．日本については，25 指標のうち14 指標が利用可能とされている（European Commission [2008a] のAnnex A も参照）．

図表4.1.2.41 European Innovation Scoreboard 2007 に用いられている指標群

次元	指標群	指標	CIS indicators CIS（共同体イノベーション調査）をデータソースとする指標	non-CIS indicators CIS（共同体イノベーション調査）をデータソースとしない別の推定において従来使用	日本について利用されている指標	日米欧比較に用いられた指標群
Input（インプット）	Innovation Drivers（イノベーション駆動要因）					
		1.1. S&E graduates per 1000 population aged 20-29（20歳-29歳人口1000人当たり理工系卒業者数）		✓	✓	✓
		1.2. Population with tertiary education per 100 population aged 25-64（25歳-64歳人口100人当たり高等教育修了者数）		✓	✓	✓
		1.3. Broadband penetration rate (number of broadband lines per 100 population)（ブロードバンド普及率（人口100人当たりブロードバンド回線数）		✓	✓	✓
		1.4. Participation in life-long learning per 100 population aged 25-64（25歳-64歳人口100人当たり生涯学習参加者数）		✓		
		1.5. Youth education attainment level (% of population aged 20-24 having completed at least upper secondary education)（青年教育達成水準（最低でも中等教育を修了している20歳-24歳人口の割合））		✓		
Input（インプット）	Knowledge Creation（知識創造）					
		2.1. Public R&D expenditures (% of GDP)（公的研究開発支出（対GDP比））		✓	✓	✓
		2.2. Business R&D expenditures (% of GDP)（産業研究開発支出（対GDP比））		✓	✓	✓
		2.3. Share of medium-high-tech and high-tech R&D (% of manufacturing R&D expenditures)		✓	✓	✓
		2.4. Share of enterprises receiving public funding for innovation（イノベーションのための公的財政被支援企業の割合）	✓			
Input（インプット）	Innovation & Entrepreneurship（イノベーションと企業家能力）					
		3.1. SMEs innovating in-house (% of all SMEs)（自社内開発によるイノベーション実現中小企業数（対全中小企業数比））	✓			
		3.2. Innovative SMEs co-operating with others (% of all SMEs)（他者と協力するイノベーション活動実行中小企業数（対全中小企業数比））	✓			
		3.3. Innovation expenditures (% of total turnover)（イノベーション支出（対全売上高比））	✓			
		3.4. Early-stage venture capital (% of GDP)（初期段階ベンチャー投資額（対GDP比））		✓		✓
		3.5. ICT expenditures (% of GDP)（情報通信技術支出（対GDP比））		✓	✓	✓
		3.6. SMEs using organisational innovation (% of all SMEs)（組織イノベーション実現中小企業数（対全中小企業数比））	✓			
Output（アウトプット）	Applications（活用）					
		4.1. Employment in high-tech services (% of total workforce)（ハイテクサービス業における雇用者数（対全労働力数））		✓		
		4.2. Exports of high technology products as a share of total exports（ハイテク・プロダクトの輸出額（対全輸出額））		✓	✓	✓
		4.3. Sales of new-to-market products (% of total turnover)（市場にとって新しいプロダクトの割合（対全売上高比））	✓			
		4.4. Sales of new-to-firm products (% of total turnover)（自社にとって新しいプロダクトの割合（対全売上高比））	✓			
		4.5. Employment in medium-high and high-tech manufacturing (% of total workforce)		✓	✓	✓
Output（アウトプット）	Intellectual Property（知的財産）					
		5.1. EPO patents per million population（人口百万人当たりEPO（欧州特許庁）特許数）		✓	✓	✓
		5.2. USPTO patents per million population（人口百万人当たりUSPTO（米国特許商標庁）特許数）		✓	✓	✓
		5.3. Triad patents per million population（人口百万人当たり三極特許数）		✓	✓	✓
		5.4. New community trademarks per million population（人口百万人当たり新規の共同体商標数）		✓	✓	✓
		5.5. New community designs per million population（人口百万人当たり新規の共同体意匠数）		✓	✓	✓

註：European Commission［2008］に基づき作成した.

・ また，これら25 指標をもとに，国全体としてのイノベーションの状況を表す指数として，各指標から得られる，SII: Summary Innovation Index （要約イノベーション指数）という指数が提案されている．そして，この値やその以前からの変化の状況に基づいて，それぞれの国の位置づけや方向性が提示されている[21]．日本のデータについては，EIS 2007 には，イノベーション調査に基づく指標は含まれていない．それから，現在，米国では，イノベーション調査に対応する統計調査が公式にはなされていないため，イノベーション調査に関連する指標のデータが得られない．そのためもあってか，日米欧比較をするにあたって，イノベーション調査に関連しない指標群が用いられている．
・ 以上述べたような方法論に基づいていることから，日本のSII の値は，イノベーション調査に関連する指標については，すべて欧州諸国全体と同じであるという仮定に基づいて計算されている．したがって，すべての指標群に関する数値が揃っている欧州諸国と比較して，実態が表す位置よりも偏倚している可能性があることに留意しなければならない．
・ これらの点を踏まえた上で，以下のことが読み取れる．

（2） 結果

・まず，SII の値に従い，分析対象とされている37 か国が，上位から，4 つのグループに区分されている．日本は，スウェーデン，スイス，フィンランド，イスラエル，デンマーク，ドイツ，連合王国，米国とともに，4 つの中で最上位であり，EU-27 全体の平均をはるかに上回る“innovation leaders（イノベーション・リーダー）”に分類されている．ただし，日本の場合には，元の指標に含まれないイノベーション調査からの指標について，欧州諸国全体と同様であるという仮定に基づく点が留保されるべきである．また，指標群ごとにもランクが示されており，日本は5 指標群のうち3 指標群についてその中の指標が相互比較において利用可能であるため結果が示されているが，“innovation drivers（イノベーション駆動要因）”，“knowledge creation （知識創造）”，“intellectual property （知的財産）”のいずれに指標群においても，概ね上位に位置している．
・EU と日本ならびに米国のそれぞれのSII の値の差とその年次変化の推移を調べており，“イノベーション・ギャップ”として，EU から見て，日本や米国とのイノベーションにおけるギャップがどのように変動しているのかを整理している．2007 年現在で，14 指標のうち12 指標で，日本がEU-27 をまだ上回っているものの，その差は縮まりつつあるということが示されている（European Commission [2008a] の第4 章）．なお，EU が上回っている指標は，「共同体商標(Community trademarks)」と「共同体意匠(Community design)」であり[22]，その内容から判断して，EU が上回っていても当然と考えられる指標であろう．しかしながら，日本が比較優位にある12 指標のうち，9 指標については，少

---

[21] SII の算出にあたっては，まず，イノベーション調査に関連しない18 の指標のデータに基づき，すべての国について，“non-CIS SII（非イノベーション調査要約イノベーション指数”が計算される．ついで，クロアチアを除く欧州諸国について，non-CIS SII を説明変数，SII を説明変数として回帰分析が行われる．ここで推定された係数ならびに定数を用いて，日本を含む他の国のSII が推計されている．

[22] 「共同体商標」ならびに「共同体意匠」とは，条約により，欧州共同体の OHMI: Office for Harmonization in the Internal Market (Trade Marks and Designs) （内部市場（商標・意匠）調和庁）に登録出願するなどして，すべての EU メンバー国で保護が受けられるようにされた商標権ならびに意匠権のことである．

なくとも1 国のEU メンバー国が上回っており，日本がいずれのEU メンバー国よりも優位にある3 指標は，「25 歳-64 歳人口100 人当たり高等教育修了者数」と，知的財産関連の「人口百万人当たりUSPTO （米国特許商標庁）特許数」および「（人口百万人当たり三極特許数）とされている．また，上述のとおり，日本は“イノベーション・リーダー”に区分されているが，EIS で分析対象とされている国々全体のイノベーション・パフォーマンスは，日本も含めて収斂する傾向が見られる．すなわち，SII では高い数値を示しているものの，その数値は年々減少する傾向にあり，低いSII 数値を示す国々ではその数値が年々増加している傾向と対をなしている．言い換えれば，日本も他のイノベーション先進国と同様，より競争的な環境に置かれるようになっていることを示唆している．

（3） 示唆

- EIS において，日本が，EU からベンチマークされていることにより，異なった視点からその位置づけや推移が整理されることは，政策分析・形成にとってたいへん参考となろう．とりわけ，数あるまた多様に考えられる得る指標の中から，国のイノベーションのパフォーマンスを測る上で，選択されている指標群は，グローバルな競争環境のもとで多様な視点を得ることができ，政策分析・形成をより頑健にするために有効であると考えられる．
- EIS には，イノベーション調査に由来する多くの指標が活用されている．EIS 2007 では，上述のとおり，日本のイノベーション調査のデータは含まれていない．このかぎりにおいて，少しずつEU とのギャップが縮まってきているとはされるが，依然，全体としては，日本は高いイノベーションのパフォーマンスを示していることがうかがえる．
- 今後，最新の状況を観察するイノベーション調査が日本において実施され，これを踏まえた分析がなされることになれば，さらに日本の特徴を浮かび上がらせ，政策形成に有益となることが期待される．

4．1．2．6 まとめ

（1） 全般的まとめと留意点

- 「全国イノベーション調査」（観測期間：1999 年－2001 年，参照年：2001 年，調査実施年：2003 年）のデータに基づき，日本全体としての企業におけるイノベーション・システム全般の特徴について，国際的に協調した取り組みの中での国際比較を通じて明らかにした．
- 調査実施時期は，産業界も含めて，我が国において「イノベーション」という概念や言葉がまだあまりなじみがなかった．調査実施上では，それでも，この「イノベーション」という語で表される内容が，回答する企業において容易に理解されるよう工夫して定義や

説明を行っており，また，『全国イノベーション調査統計報告』でも述べているとおり非回答分析においても明確といえるほどの差は見いだされていないことから，当時の実態を，この統計調査の精度の範囲内において妥当に反映していると考えられる．しかしながら，調査が実施されてから約5 年，また，参照年から約7 年が経過していることを考えると，直近の日本のイノベーション・システムの状況を示しているとはいいがたいことにも留意されたい．

（2） 結果

- 国際比較を可能とするイノベーション指標は，国全体の状況を表そうとして開発されている．そのため，一国の状況が直裁的には表現されがたいであろう．しかし，多面的また多元的に国際的に比較分析されていることから，一国単独のデータを見ただけでは気づかれない，さまざまな特徴が浮かび上がっている．
- 市場の国際指向性ならびに企業規模とイノベーション活動の実施とのあいだには国際的に頑健な相関が見られている［OECD, 2008］．その上で，まず，合成指標からも，“従業員数ベース”で見れば，市場にとって新しい国際市場を指向する企業がプロダクト・イノベーション実現の大きな割合を占めているとともに，イノベーションのための協力もより多くの割合の企業において実施されていることがわかる．これは，日本についても同様に観察されている．
- また，企業規模との関連では，日本においても，企業規模が大きいほど（技術的）イノベーション実現企業が占める割合が増加していることが示されている．
- ただし，（技術的）イノベーション実現企業だけをみて，他国と比較すると，（企業規模の分布で中小企業の割合が相対的に多いからかもしれないが），市場にとって新しいか否かにかかわらず，国際市場よりも国内市場を対象とするイノベーション実現企業の割合が多く，この点は，国際比較からわかる日本の特徴として浮かび上がっている．
- なお，日本企業全体として見れば，少なくとも“企業数ベース”では，（技術的）イノベーション実現企業が全企業に占める割合は，国際比較すると相対的に小さい．しかし，“従業員数ベース”など，企業による活動の規模に対応させるなどして，イノベーション活動が国の経済全般に及ぼす寄与などを見てみると，他のOECD 諸国と比較してさほど変わりがない水準にある可能性がある．この点については，今後，経済的観点からよく活用されるような変数の測定と指標の開発・集計によってさらに改良され，より的確に把握されていくことが期待される．
- 他方，非技術的イノベーション（とくに，組織イノベーション）については，小規模・中規模も含め企業全体に浸透していることが伺える．この点も，日本企業全体としてのイノベーション活動の特徴を表しているともいえよう．
- 我が国は参加していないが，国際的に実施されたプロジェクトの結果から，技術的イノベーションと非技術的イノベーションとの関連[23]も示唆されている．

---

[23] イノベーション調査のミクロデータを用い，因子分析ならびにクラスター分析を行うことによって，技術的イノベーションと非技術的イノベーションとの生起は関連しているとともに，国際比較を通じて，イノベーションの実行について概ね次の 4 つの共通するモードを見いだすことができたとしている：i) 自社ならびに普及された技術に基づく“市場にとって新しいイノベーション”，ii) “マーケティングに基づく後続”，iii) 埋め込まれた技術や訓練に基づく“マーケティングに基づく後続”，iv) マーケティング・イノベーションや組織イノベーションと関連した“広範なイノベーション”［OECD, 2008］.

（3） 政策への示唆

- これまでに示したさまざま所見等を踏まえて，全体として，日本におけるイノベーション政策の展開に対して示唆できる点を，以下に示す．
- まず，“企業数ベース”で見れば，（技術的）イノベーション実現企業の割合が小さいことからは，イノベーション政策の実施にあたって，その対象となる企業群に適切に焦点を絞り，当該企業群に適合した施策の展開が図られるべきことが示唆される．
- それから，技術的イノベーション活動のさらなる実施が経済成長に寄与するという前提のもとでは，市場の国際指向性とイノベーション活動の実施との相関があることから，企業のイノベーション活動における市場の国際指向性を促進する施策が有効であると考えられる．日本では，まだ国内市場を指向する企業の割合が国際比較から相対的に多いことから，企業行動に変化をもたらす余地があるものと見られる，また，技術的イノベーション活動を支援する面でも，すでに，国際市場へのプロダクト（商品・サービス）の導入を主として行っている企業，あるいは，今後国際市場への導入を中心に行うことを狙っている企業に対して焦点を絞っていくことも有効であると考えられる．
- 他方，非技術的イノベーション（とくに，組織イノベーション，具体的には，企業の事業慣行や職場の組織あるいは対外関係における新しい組織的な方法[OECD and Eurostat, 2005]）や，それ以外の取り組み（たとえば，マーケティング・イノベーションなど）については，引き続き，企業による自律的な取り組みを支援するような施策が望まれよう．

（4）測定と指標開発への示唆

- イノベーションの状況を表す指標や指数等については，イノベーション調査のように，企業を統計単位としこれを調査対象とした定期的な統計調査によってデータを収集したり，特定の産業あるいは資格に該当する人口等，投資活動，知的財産活動のように，別の統計調査によってデータを収集したり行政業務データから集計するなどして，さまざまな指標が開発されてきている．まだ，定型とされるような指標群が定まっているとはいえず，世界的に見ても試行錯誤が繰り返されている．しかし，集計や分析における国際協調の進展やミクロデータの活用などを通じて，着実に進展してきており，国際的にイノベーション測定の重要性が認識された1990年代前半から比較すれば[24]，格段の進歩が見られている．
- 指標については，合成指標の開発や，単純指標の集計でも集計方法の再検討等で，さまざまに展開することは比較的容易であるが，指標のもととなる統計調査等の変数ならびにそこに含まれるデータについては，収集しない限り利用可能ではない．こういった点を考えると，測定については，継続して定期的に実施していき，イノベーション・システムの変容を，できるだけ客観的に把握できるような基盤を構築しておいておくことが望ましいであろう．とくに，さまざまなタイプのイノベーションの実現の有無や新規性の程度，イノベーションの開発者，イノベーション活動の内容，イノベーションのための情報源や協力の状況，公的施策についての被支援の状況，イノベーション活動にお

[24] 1990年代前半における画期的な取り組みとして，たとえば，最初の共同体イノベーション調査の実施や，初版の『オスロ・マニュアル』の策定を挙げることができる．）

ける阻害要因，イノベーションに係る知的財産に関する状況といった定性的情報のみならず，イノベーション支出の内容や売上高への寄与などの定量的情報もすでにたいへん活用されており，重要な変数であることが指摘できる．

・ その上で，指標やさまざまな変数に基づく分析については，データが利用可能であれば，さまざまに試みることが可能である．また，多種の変数や多様な分析方法から，多面的にイノベーション・システムを把握しようとすることは，そもそもイノベーションの“システム性(systemicity)”からも必然的に要請されることであろう．イノベーションに関する指標開発や分析については，今後も多様な試みが奨励され，その妥当性・有用性等について，適宜，フィードバックを受けつつ，より進化させていくことが期待される．

参考文献

Arundel, A. and Hollanders, H., 2005, “EXIS: An Exploratory Approach to Innovation Scoreboards,” European Trend Chart on Innovation Papers, DG Enterprise, European Commission.

Arundel, A. and Hollanders, H., 2006, “2006 European Innovation Scoreboard -Methodology report: Searching the forest for the trees: “Missing” indicators of innovation”, Brussels: European Commission, DG Enterprise.

European Commission, 2008a, “European Innovation Scoreboard 2007: Pro Inno Europe, InnoMetrics report.

European Commission, 2008b, *32nd CEIES Seminar: Innovation Indicators – More Than Technology?*, pp. 88–101, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Ijichi, T., 2008, “Measuring Non-technological Innovation: Experience from the Japanese Innovation Survey”, European Commission, *32nd CEIES Seminar: Innovation Indicators – More Than Technology?*, pp. 88–101, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

OECD, 2002, *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development – Frascati Manual*, sixth edition, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD, 2007, *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD, 2008 (forthcoming), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD and Eurostat, 2005, *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data – Oslo Manual*, third edition, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

伊地知寛博・岩佐朋子・小田切宏之・計良秀美・古賀款久・後藤晃・俵裕治・永田晃也，平野千博，2004，『全国イノベーション調査統計報告』，調査資料- 110，文部科学省科学技術政策研究所，2004 年12 月．

４．２　イノベーション・システムのガバナンスに関する比較制度研究

小山田　和仁（独立行政法人 日本学術振興会　国際事業部地域交流課　研究員）
稲葉　尚子（政策研究大学院大学　大学院生　）
江間　有沙（東京大学大学院総合文化研究科　広域科学専攻　修士課程　大学院生）
角南　篤（政策研究大学院大学　准教授）

４．２．１　本調査の概要

本調査は、1990 年代以降のグローバル化の進展によるイノベーション・システムの変化によって、新たなガバナンスのあり方（グローバル・イノベーション・ガバナンス）が問われているという問題意識を背景として、イノベーション・システムのガバナンスにおける課題とそれに対する新しいガバナンスのあり方を検討する上での検討事項や理論的枠組みの整理を行うため、文献調査、研究ワークショップへの参加、海外調査を行った。

また、ガバナンスは従来の政府（ガバメント）を超えて多様なアクターが相互に影響しあう動的なシステムであることから、イノベーション・システムのガバナンスのあり方を検討する上では、関係する公式の制度（政府の組織構造や関連法制、資金メカニズムなど）だけでなく、ガバナンスに関わる主体（アクター）がどのような認識を持ち、行動しているかを明らかにすることが重要である。そこで、我が国のイノベーション・システムのガバナンスにおける主体の認識と実際の行動を知るためのサーベイ調査を、我が国の研究者を対象として試験的に実施した。

イノベーション・システムのガバナンスについてはまだ十分な研究蓄積はなされていない。たとえば経済開発協力機構（OECD）では、これまでもナショナル・イノベーション・システムを重要な研究と位置付け、各国のイノベーション政策をサーベイし「ベストプラクティス」を紹介してきた。そして、2005 年の MONIT (Monitoring and Implementing National Innovation Policies) プロジェクトでは、イノベーション政策の有効性を高めるためイノベーション・システムのガバナンスに関する課題を分析した上で、新たな実効性のあるイノベーション政策を考えるというフェーズに移行することを目指した。具体的には、個々のイノベーション政策に関する「組織や制度、課題設定や優先分野設定のための手続きや方法、政策実施と政策学習（" institutional set-ups, procedures and practices for agenda setting and prioritization, implementation and policy learning"）」についての各国の事例分析を行い、重点領域の設定や資源配分の重点化などの政策過程における経路依存的な制度の特性を明らかにすることを目指した。しかしながら、これまでの研究では、重点領域の設定、資源配分の意思決定過程そして人的資源の管理体制といった、イノベーション・システムの成立に大きな影響を及ぼす政策システムの制度的側面について、十分な事例研究が行われているとは言い難い。またこのような公的制度の調査分析に加えて、アクターの意思や行動に注目しそのモデル化を目指した研究も、欧州を中心としてなされているが（European Commission, 2003）、まだ欧州各国及び特定分野（バイオテクノロジー政策）に限定されたものである。このため我が国のイノベーション・システムのガ

バナンスのあり方についての事例を蓄積していくことは、このような国際的研究動向及び政策的ニーズに貢献できるものと考えられる。

本調査研究において得られた知見は以下の通りである。

（1） グローバル化は、知識、人材、資金の国際的流動化を通じて、イノベーション・システムに影響を与えており、ガバナンス上の課題（ガバナンス・ギャップ）を生じさせている。そのようなガバナンス・ギャップは、①調整の問題、②公共財の不足、③外部性の発生、という形で現れている。これらのガバナンス・ギャップに対して適切な対応ができるようなガバナンス体制（グローバル・イノベーション・ガバナンス）を構築することが必要になっている。

（2） そのようなガバナンス体制の構築を検討する上で、イノベーション・システムへのガバナンスの影響を検討することが必要であるが、その検討を行うためには、政策課題を中心とした分析アプローチの重要性であることを確認した。そのような課題の例としては、①知的財産と技術移転、②技術標準、③人材の国際的流動化、④海外投資、政府系ファンド、⑤「安全・安心」に対する国際的管理体制、などが挙げられる。

（3） ガバナンスは、政府（ガバメント）だけでなく、企業や非政府組織（NGO）、国際機関等を含む多様なアクターをマネジメントする制度の総体である。そのためガバナンスにおける政府の役割を考える上では、政策や制度の直接的影響だけでなく間接的な影響も考慮する必要がある。またさらに政策の実質的な内容だけでなく、政策過程に注目する必要がある。そのため、ガバナンスのイノベーションに与える影響を調査するためには、各アクターが政府や政策に対してどのような意識を持っており、それが実際の行動にどのように反映されているかという点を調査する必要がある。その上でも関係するアクターの認識や行動についての質的調査は重要である。

（4） 本調査では、上記のイノベーションのガバナンスにおけるアクターの認識と行動についての質的調査の一環として、科学者への我が国における科学と政治の関係についての意識調査を試験的に実施した。その結果、英国と同様、我が国でも、研究者が政治家・行政官といった政策担当者とのコミュニケーションの重要性を認識しつつも、実際にコミュニケーションをする機会がないというコミュニケーション・ギャップの存在が示唆された。

４．２．２　グローバル化によるイノベーション・システムの変化

1990 年代以降の情報通信技術の発達と経済の自由化がもたらしたグローバル化は、イノベーション・システムにも影響を与えている。これまでイノベーション・システムは、国

家を単位とした国家イノベーション・システムや、シリコン・バレーに象徴されるように、大学や大企業等の知的財産や人材を生み出す拠点を中心とした地域を単位とする地域イノベーション・システムといった枠組みで捉えられてきた。しかしながら、グローバル化がもたらす影響は、このようなイノベーションについての地理的な概念が拡大しただけでなく、その質的な変化に及んでいる。

４．２．２．１ 多国籍企業の活動とその影響

企業の活動はますますグローバル化し、製造拠点だけでなく研究開発拠点も海外に置くようになり、それらを情報通信ネットワークで相互に結ぶことで24時間、世界規模のオペレーションを実施するようになっている。これにより世界各地の人材や知的財産を活用するとともに、各地の市場に対応した活動を行うことが可能になっている。また、このような多国籍企業のネットワークは、各国の人的資源と知的資源の国際的流動化のチャンネルとしても機能するようになっている（Ernst, 2006）。企業はこのような活動を通じて、国家の枠を超えて、イノベーションに影響を与えるようになっている。

４．２．２．２ 人材の国際的流動化と越境的技術コミュニティの形成

人材、特に高度技術人材はイノベーションの源泉として、各国は人材育成を重要な政策課題の一つとして認識している。人材の育成には多くの時間と資源を必要とするが、人材育成のそのような特徴により、短期的には人材の増加には制約がある。その一方でグローバル化は国際的な人材の流動化を促し、米国を中心とする先進国への人材の移動という現象を生み出している。このような人材の移動はかつて「頭脳流出（Brain Drain）」として認識され、流出元となる国の発展を妨げているという認識がなされていたが、政府による人材の呼び戻しや経済発展による自国の諸条件の向上などにより、そのような人材が逆に戻り、留学先の国との資金や知識のネットワークも維持しつつ活動を行うというような「頭脳循環（Brain Circulation）」という状況が生まれている(Saxenian, 2006)。このようにして培われた越境的な技術コミュニティ（Transnational Technical Community）もまた、知識や資金の流通の経路としてイノベーションに重要な影響を与えている。

４．２．２．３ 人材、知的財産、資金のグローバルな市場の形成

このようなグローバル化による人材、知的財産、資金の国際的な流動化の増大は、これらの財についての世界規模での市場を形成しており、そのことが各国のイノベーション・システムに影響を及ぼしている。

すでに述べたように、人材はイノベーションの源泉として重要な政策課題となっており、各国は高度技術人材を積極的に受け入れることで自国のイノベーション能力の向上を図ろうとしている。特に世界的に人材が不足している分野については、世界的な人材獲得競争といった現象を生じさせている。

また、情報通信技術の発達に伴い、世界各地で生み出される形式知（Codified Knowledge）は、低コストで瞬く間に世界中に流通できるようになっている。このような知識の流通はイノベーションを促進することにつながるが、一方では模倣を生みやすくすることにもつながり、発明のインセンティブの低下や国家間の摩擦や知的財産の囲い込みといった自体が生じかねない。このため知識の適切な流通と発明を促しイノベーションを生み出すための、知的財産権の体制構築が求められている。

経済の自由化と資金の国際流動性の増加は、イノベーションの資金についての世界規模での市場の形成を促している。いまや米国のベンチャーキャピタルは人材と市場が期待できる中国やインドなどの海外へと投資先を求めるようになってきている。また政府系ファンド（Sovereign Wealth Fund）といった新しいアクターも登場している。このようなアクターによる海外直接投資をどのように活用し先進国にキャッチアップしていくかは、新興国、途上国の経済発展とイノベーションの重要な課題である。このように金融面を中心にグローバル化が進む反面、政府の公的資金、特に研究開発投資は国際的な活動に対しては制約が多く、地球環境問題や感染症等の地球規模での課題に対して十分な水準の投資ができない可能性が指摘されている。

４．２．３　グローバル化がもたらすイノベーションのガバナンスにおける課題

前述のように、グローバル化はイノベーション・システムの質的な変化をもたらしているが、そのような変化はガバナンス上の課題を生じさせている。そのような課題は、①各アクターや諸制度間の調整、②公共財（特に科学的知識の生産と流通）の不足、③外部性の発生である。このような課題に対して適切に対処を行えるガバナンスの体制の構築が求められている(Ernst and Hart, 2007)。

４．２．３．１　調整の問題

グローバル化により、国家や企業が世界市場という一つの市場において競争を行うようになっている。それは製品やサービスのみならず、人材や知識、資本などの面でも生じている。このような競争の激化の中で各アクターが自己利益の向上を図る行動をとることにより、「テクノナショナリスト」的な経済摩擦が生じることも想定される。また経済学での「底辺の競争」がすすみ、総体的な利益が減少することも想定される。そのような自体を避けるために、国家や企業などの各アクターや関連する諸制度の適切な調整とそのためのメカニズムが必要になる。

４．２．３．２　公共財としての科学知識の流通の阻害と不足

前述のように人材育成や基礎研究の基盤形成は長期的な投資が必要である。グローバル化により知識や人材の流動化が進むと流出先の国による「ただ乗り」というような認識につながり、流出元の国による囲い込みが生じる可能性がある。結果として、長期的には世

界全体の利益につながるような公共財、特に科学知識の流通と生産が阻害され、世界規模での公共財の不足につながる可能性がある。

４．２．３．３　外部性の問題

イノベーションやグローバル化などの大きな社会的変化は、それらの恩恵を受けるものとそうでないものを生み出す。国内レベルでは産業構造の変化や職能の変化による失業や貧富の拡大となり、また国際レベルでは国家間での人材や資源をめぐる競争の激化というような形で生じる。このようなイノベーションのコストがそれを負担しきれない集団に過度に課されることで、イノベーションやグローバル化への反発が生じることが想定される。このようなコストを公平に負担するような仕組みを作ることが、世界規模でのイノベーション・システムの持続的な発展には不可欠である。

４．２．４　イノベーション・システムのガバナンスのモデル化に向けての課題

４．２．４．１　政策課題ごとの国際比較の必要性

これまで述べてきたように、グローバル化はイノベーション・システムそのものの変化を促しており、ガバナンスについても新たな課題を生じさせている。このような課題にどのように対処すべきかについては、実際にイノベーションに対して、そのガバナンスのあり方そしてそこにおける政府の役割がどのような影響を与えているかについての知見を集積する必要がある。そのようなガバナンスのあり方は、単一の解が存在するわけではなく、政策課題ごとに異なっているため、適切な政策課題を選択し検討を行う必要がある。これについては欧米の研究者を交えたワークショップにおいて検討した結果、①人材の国際的流動化、②知的財産と技術流出、③「安全・安心」に関する国際的管理体制、④資金、⑤技術標準、という分野が国際的な重要性も踏まえて抽出された(Ernst and Hart, 2007)。

また、多様なアクターが関係するガバナンスのメカニズムは、そのようなアクターや諸制度の長い時間をかけて進化的に発展してきたものであるため、そのようなシステムを検討する上では国際的な比較によって初めて有意義な知見を得ることができる。したがって今後は上記の共通の政策課題ごとに相互に比較可能な手法・理論枠組みによって国際的な比較研究を行っていくことが必要である。

４．２．４．２　ガバナンスにおける政府の役割

ガバナンスは、政府（ガバメント）だけでなく、企業や非政府組織（NGO）、国際機関等を含む多様なアクターをマネジメントする制度の総体である。そのような複雑なシステムでは、政府の政策や諸制度はその対象とするアクターや政策目標以外にも様々な影響を与えることになる。例えば、9.11テロ後に米国の安全保障上の理由から入国管理制度の強化・厳格化が図られたが、その結果は海外の潜在的留学生に対して米国への留学に対するイン

センティブを下げることになり、米国への留学生数が減少することとなった。この結果産業界から米国の長期的なイノベーションにとってマイナスであるという評価がなされ、政府に対して制度の改正が求められることなった。このように政府の政策はその直接的対象や目標以外にも、様々なアクターの行動や認識へ直接・間接の影響を与える。その結果もまた様々な経路を経て、政府、企業、その他のアクターへ影響する(Hart, 2001; 2002; 2006)。

このような動的なガバナンスの過程において政府の役割を考える上では、政策や制度の直接的影響だけでなく間接的な影響も考慮する必要がある。またさらに政策の実質的な内容だけでなく、政策過程に注目する必要がある。そのため、ガバナンスのイノベーションに与える影響を調査するためには、各アクターが政府や政策に対してどのような意識を持っており、それが実際の行動にどのように反映されているかという点を調査する必要がある。そのためにも関係するアクターの認識や行動についての質的調査は重要である。

４．２．５　我が国におけるイノベーション・システムのガバナンスにおける研究者の意識と実際の行動ついての予備的調査

４．２．５．１　アンケート調査の概要

地球温暖化問題の国際交渉過程において科学的知見を提供する役割を担った気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2007 年のノーベル平和賞を受賞したことに象徴されるように、科学技術が社会の重要な要素となっている現在において、社会的課題を発見・認識し、解決策を検討するためには、科学技術の専門家の持つ知識が不可欠となっている。

このような科学と政治との連携をどのように構築していくかは、イノベーションのガバナンスにおいても非常に重要な意味を持っている。英国では、王立協会（Royal Society）が研究者と国会議員との交流プログラム（MP Scientist Pairing Scheme）が 2001 年より始まっており、これまでに約 140 組の科学者政治家ペアが参加している。

このような科学と政治との連携を考える上の前提として、現在の我が国の科学と政治との関係の理解が重要である。そのために、我が国の科学技術の研究者個人が、科学技術と政治との関係についてどのような意識をもち、またどのような行動をとっているかという実態を把握する必要がある

また多様なアクターが関係するイノベーション・システムのガバナンスのあり方を検討する上では、そこに参加するアクターがどのような意識を持ち、どのように行動しているかという点についての実態を把握することが、検討の前提となる。

そこで本調査では、上記の事項についての本格的な調査の検討を行うため、研究者個人に対する政治との関係についての意識調査を行った。その際に、2006 年に英国の王立協会（Royal Society）が行った、研究者個人に対するサイエンス・コミュニケーションについての意識・実態調査（Royal Society, 2006a, 2006b）を参考にした。

本調査では、各分野別に抽出された 150 名の研究者個人に対して、以下の項目について質問紙調査を実施した。

- 研究者の研究者コミュニティ以外のグループ（外部）とのコミュニケーションに対する意識と実態
- 国際共同研究に対する政府の支援への意識
- 科学技術政策における政府の役割への意識
- 研究資金の目的についての意識
- 政治家・行政官との接触することへの意識と実態
- 科学技術政策担当者という役割への意識

４．２．５．２　調査対象

本調査の対象は、我が国の人文・社会科学分野を除く研究者個人である。対象者の抽出に当たっては、独立行政法人科学技術振興機構が運用する研究開発支援総合ディレクトリ（Read）（http://read.jst.go.jp/）を用いた。登録されている研究者のうち、人文学、社会学を抜いた 9 研究分野 53 研究領域のうち登録研究者数が多い以下の 15 研究領域を選び、各領域から 10 名、合計 150 名を調査対象として抽出した。

情報学(6,983 件)、環境学(3,392 件)、数学(2,679 件)、物理学(4,306 件)、地球惑星科学(2,441 件)、複合化学(3,910 件)、機械工学(5,491 件)、材料工学(5,491 件)、電気電子工学(6,638 件)、生物科学(5,496 件)、農学(2,356 件)、農芸化学(3,504 件)、薬学(3,250 件)、基礎医学(7,424 件)、内科系臨床医学(7,340 件)

* ()内は登録件数

各研究領域からの研究者の抽出には系統抽出法を用い、該当する番号の研究者情報に住所が含まれていない場合には、その前後 5 人程度で住所記載のある人を代わりに抽出した。なお、その際に複数人該当者がいた場合は女性を優先して抽出した。

４．２．５．３　設問

本調査では、問１～問 8 の質問は、英国王立協会の調査を参考にして作成している。英国の調査との相違点としては、問３および問５が英国では自由記述形式であったのに対して、本調査では、英国の調査結果を参考にして作成した選択式の質問形式になっている点である。

４．２．５．４　調査方法

本調査の調査方法は以下の通り。

<u>調査法</u>

- 郵送での送付・回収による質問表調査

調査実施時期

・ 2008年3月3日～3月20日（調査表の回収は4月30日まで継続）

4．2．6　アンケート調査結果と分析

4．2．6．1　回答者について

（1） 回収率・男女比

回答者数は54名（回収率36%）、うち男性は34名（64%）、女性は19名(36%)、無回答1名であった。

図表 4.2.6.1　調査票発送・回収状況

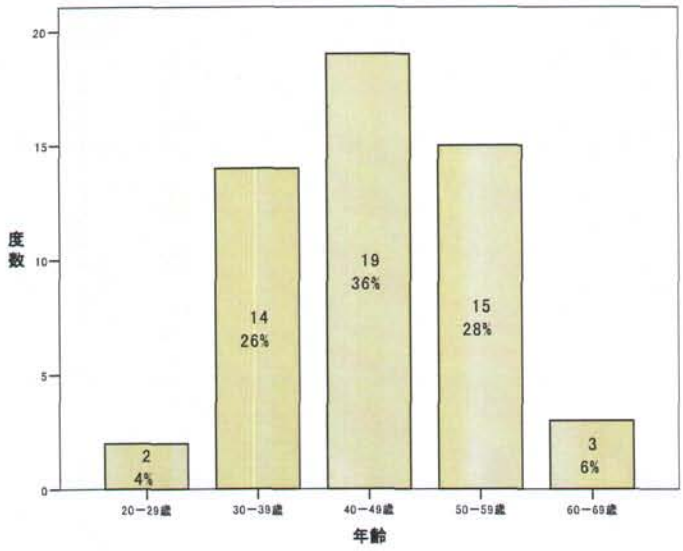
研究分野（登録件数）	発送件数	有効回答件数	回収率
情報学　(6,983件)	10　件	3　件	30%
環境学　(3,392件)	10　件	4　件	40%
数学　(2,679件)	10　件	3　件	30%
物理学　(4,306件)	10　件	4　件	40%
地球惑星科学(　2,441件)	10　件	2　件	20%
複合化学　(3,910件)	10　件	5　件	50%
機械工学　(5,491件)	10　件	3　件	30%
薬学　(3,250件)	10　件	5　件	50%
材料工学　(5,491件)	10　件	2　件	20%
電気電子工学　(6,638件)、	10　件	2　件	20%
生物科学　(5,496件)	10　件	0　件	0%
農学　(2,356件)	10　件	8　件	80%
農芸化学　(3,504件)	10　件	2　件	20%
基礎医学　(7,424件)	10　件	4　件	40%
内科系臨床医学　(7,340件)	10　件	3　件	30%
その他		1　件	
回答なし		2　件	
合計	150　件	54　件	36%

（2008年4月30日現在）

（2） 年齢

回答者の年齢の分布を図表4.2.6.2に示す。40～49歳が19名（36%）ともっとも多く、つづいて50～59歳（15名、28%）、30~39歳（14名、26%）となっている。

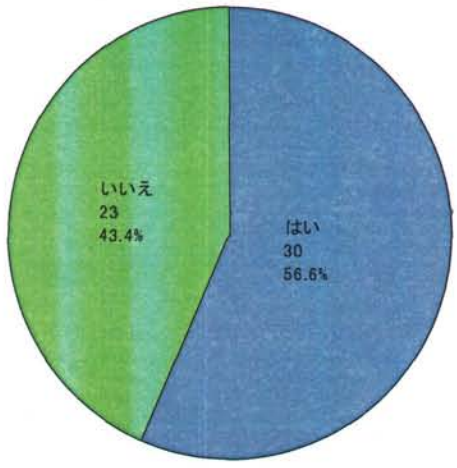
図表 4.2.6.2　回答者の年齢（有効回答 54 名）



（3）競争的資金の獲得の有無

現在競争的資金を獲得しているか否かについては、53 名中 30 名（57%）が何らかの形での競争的資金を得ていると回答している（図表 4.2.6.3）。

図表 4.2.6.3　競争的資金の獲得の有無（有効回答 53 名中）



（4）研究分野

また、研究分野ごとの回答状況については、農学分野では 8 名（80%）から回答を得たが、生物科学からは回答がなかった（**図表 4.2.6.1** 参照）。

４．２．６．２　結果と考察

（１）外部のグループとのコミュニケーションの重要性についての意識

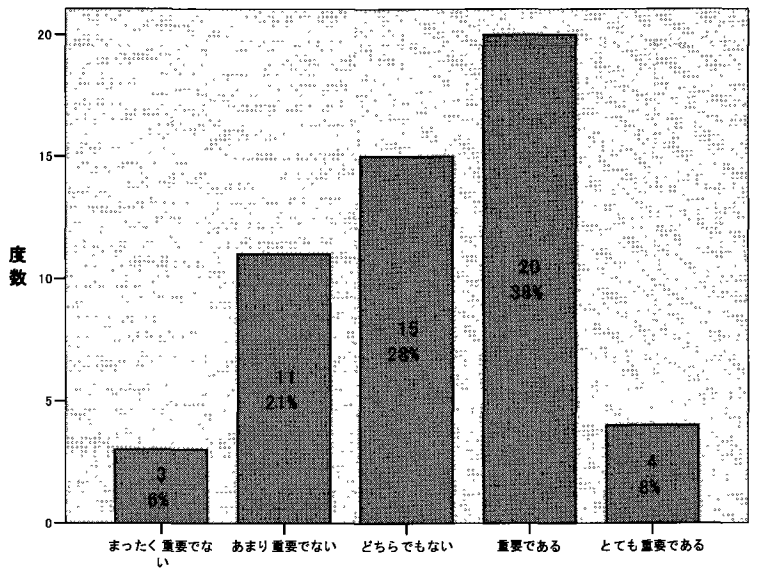
研究者の外部とのコミュニケーションについての意識・実態についての問い（問１～問８）については以下のような回答を得た。

研究者がどのような相手とのコミュニケーションを重要と意識しているかについて調査した問１の結果を図表 4.2.6.4～ 図表 4.2.6.12 に示す。

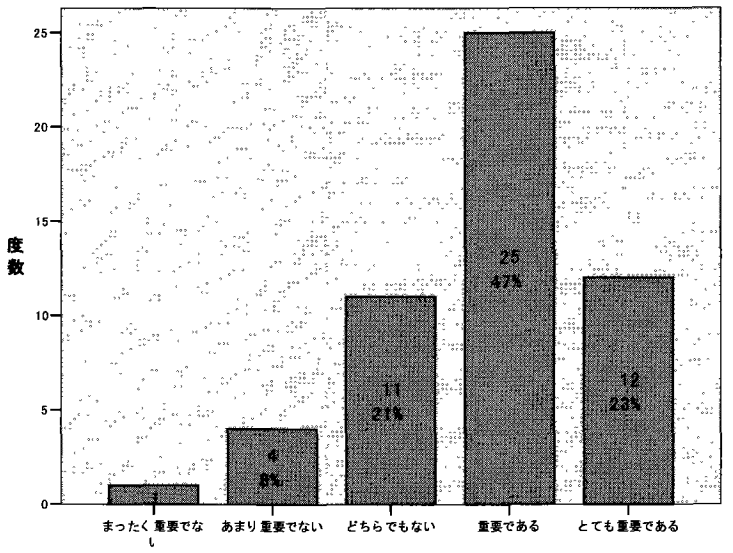
このうち、半数（50%）以上が「重要である」または「とても重要である」と回答しているコミュニケーション相手としては、「科学ジャーナリスト」（37 名、70%）、「学生・教育関係者」（48 名、92%）、「政治家・行政官」（33 名、62 %）、「実業界・産業界」（36 名、68%）となっている。

その一方、「その他メディア（ノンフィクション作家など）」に対しては、約半数（27 名、49%）が「まったく重要でない」あるいは「あまり重要でない」と答えている。

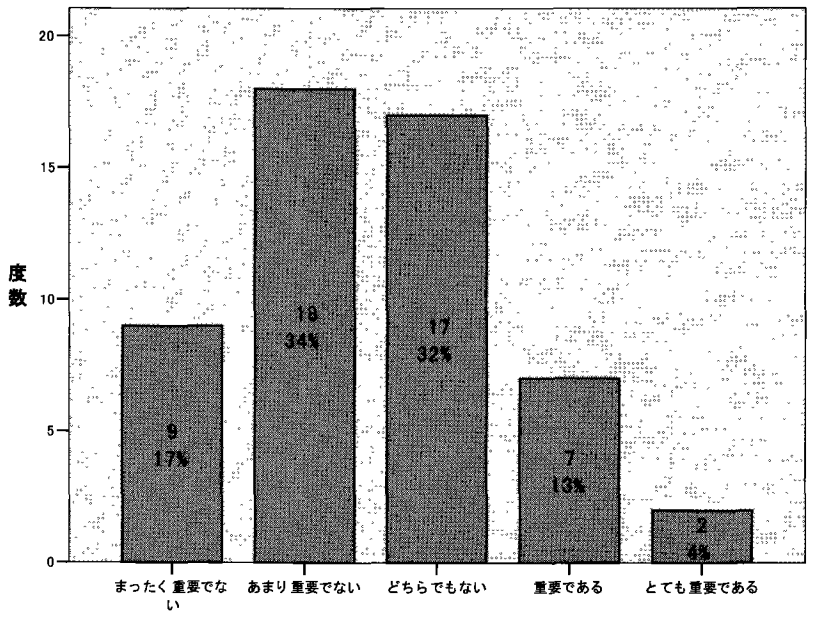
図表 4.2.6.4 コミュニケーションの重要性：ジャーナリスト一般（新聞、テレビ、ラジオ）



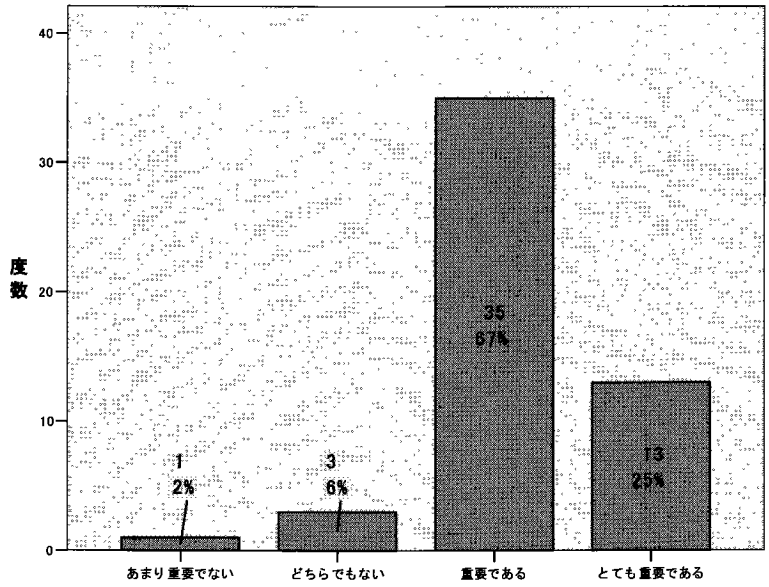
図表 4.2.6.5　コミュニケーションの重要性：科学ジャーナリスト（科学雑誌）



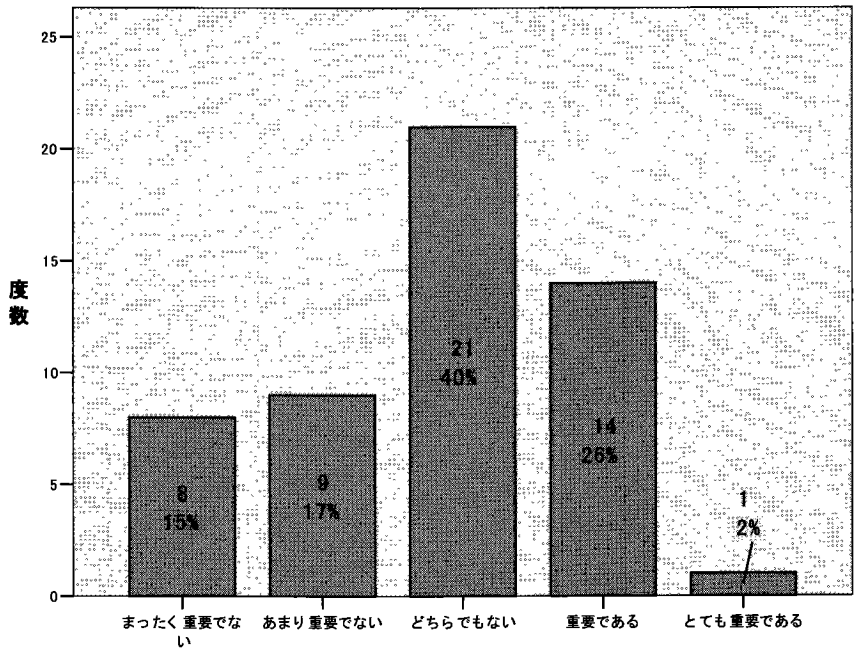
図表 4.2.6.6　コミュニケーションの重要性:その他メディア（ノンフィクション作家など）



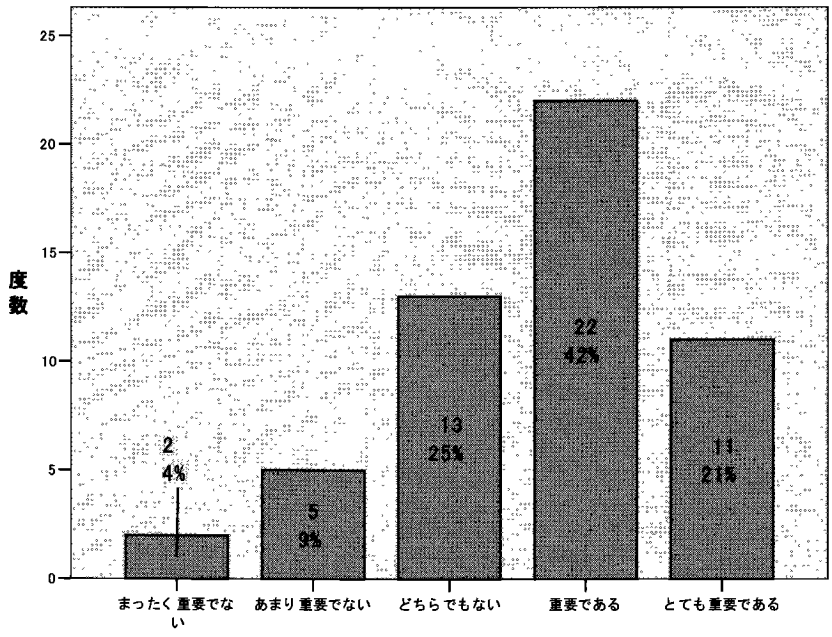
図表 4.2.6.7　コミュニケーションの重要性：学生・教育関係者（教師含む）



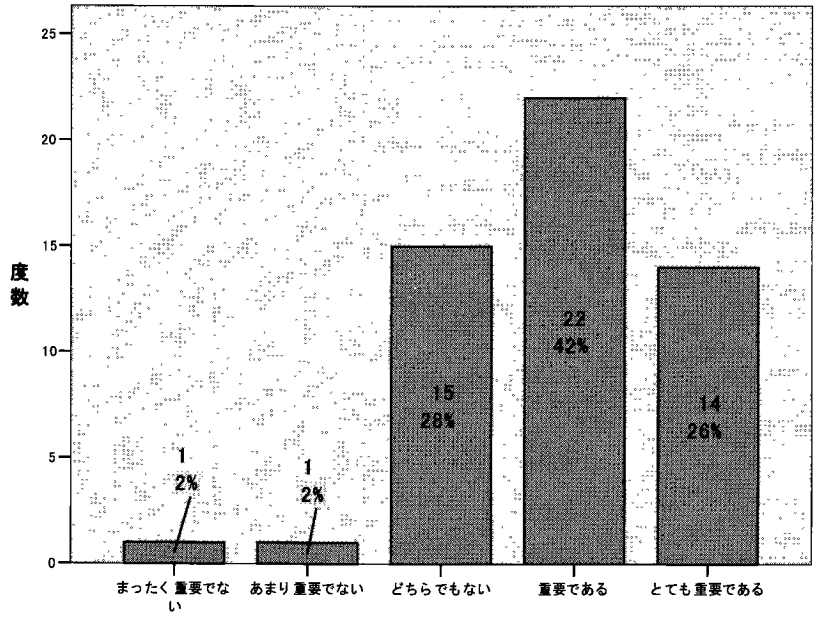
図表 4.2.6.8　コミュニケーションの重要性：学生以外の若者一般



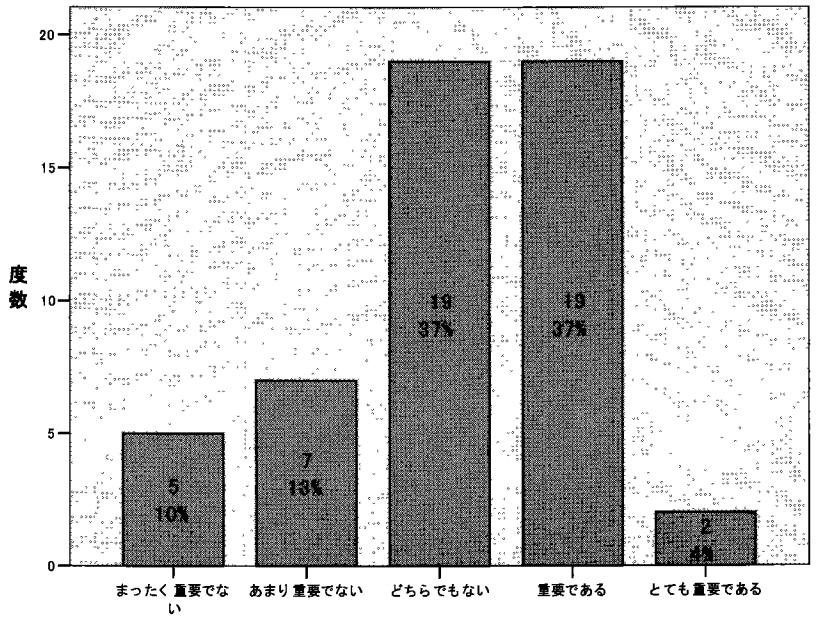
図表 4.2.6.9　コミュニケーションの重要性：政治家・行政官



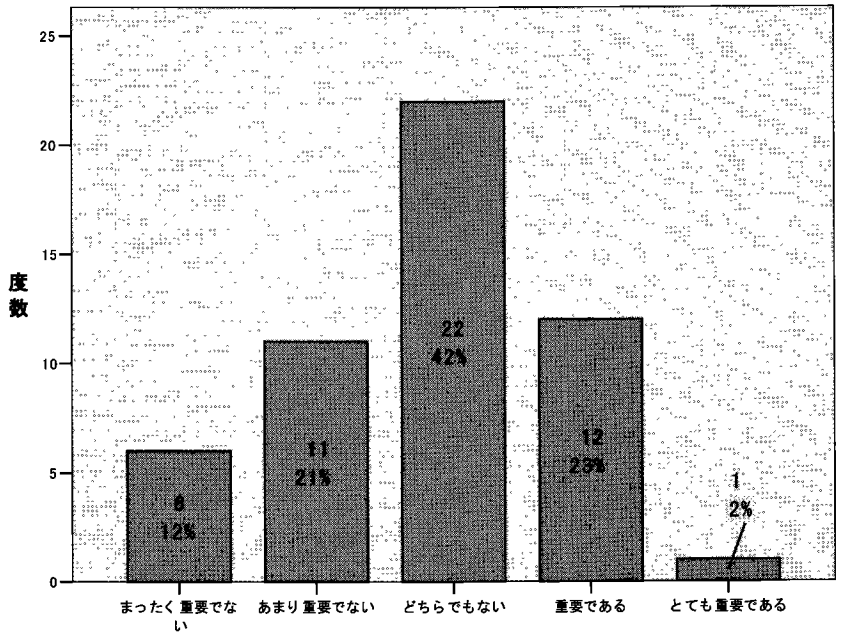
図表 4.2.6.10　コミュニケーションの重要性：実業界・産業界



図表 4.2.6.11　コミュニケーションの重要性：一般大衆



図表 4.2.6.12　コミュニケーションの重要性：NGO



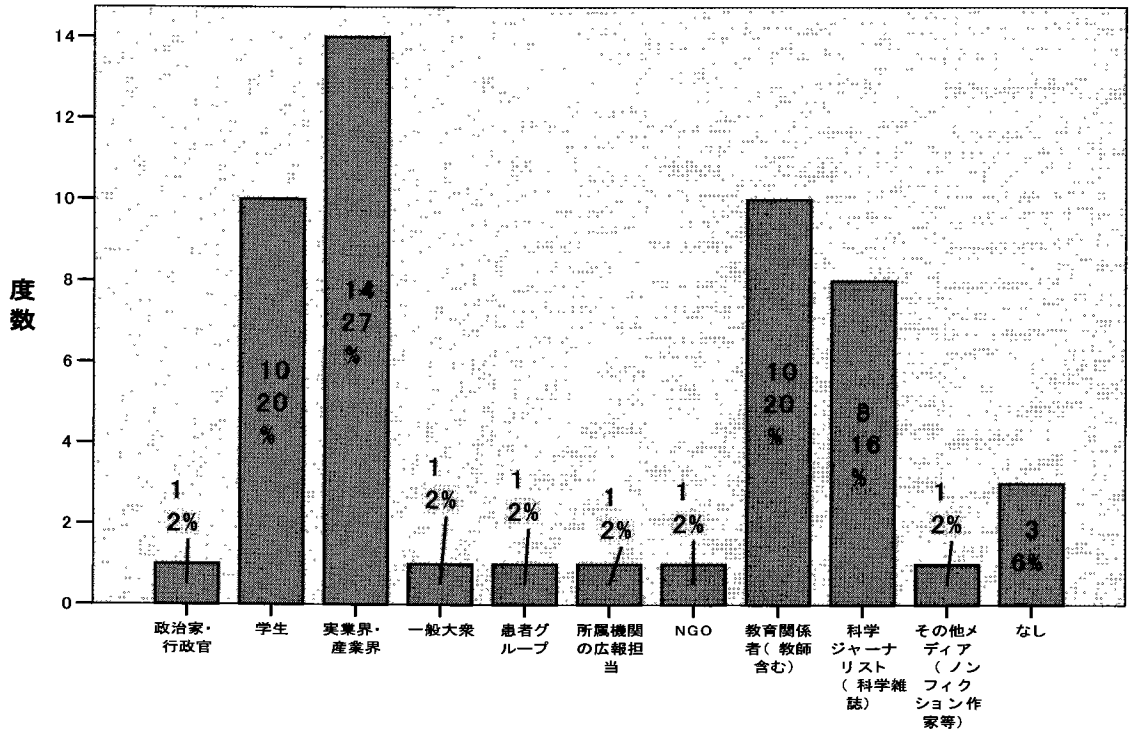
（２） 研究者のコミュニケーション相手との関係（距離）についての意識

研究者の外部とのコミュニケーションの相手との関係性（距離）についての意識を尋ねた問２から問５までの回答は図表 4.2.6.13 から図表 4.2.6.16 となっている。

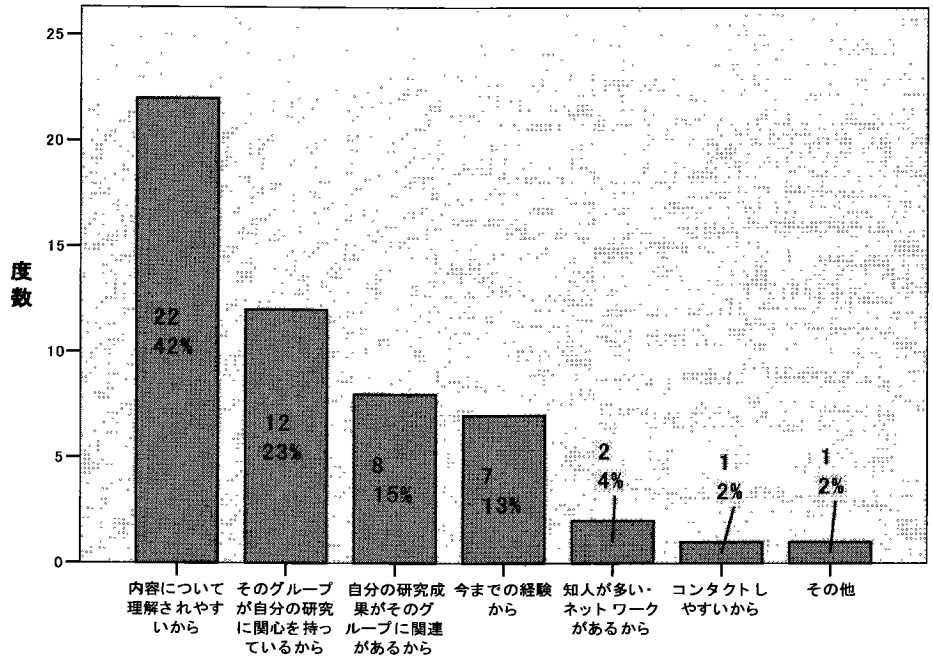
この中でもっとも話しやすい対象として挙げられているのが、「実業界・産業界」(14 名、27%) 次いで「教育関係者」、「学生」（ともに 10 名、20%)、「科学ジャーナリスト」(8 名、16%) となっている。

これらのグループは、「科学ジャーナリスト」を除き、通常の研究者の活動で、日常的にコミュニケーションをとっているグループと考えられるが、話をしやすい理由として挙げられているのは、「内容について理解されやすいから」(22 名、42%)、「そのグループが自分の研究に関心を持っているから」(12 名、23%) というように、相手の理解能力や自身の研究についての関心などが理由として挙げられている（図表 4.2.6.14)。

図表 4.2.6.13 最も話しやすいグループ

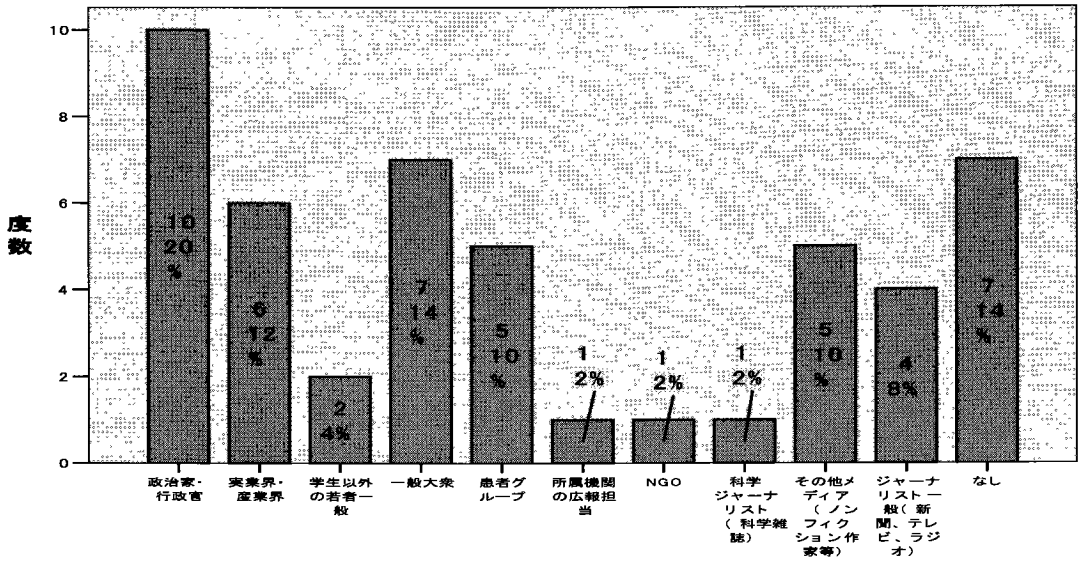


図表 4.2.6.14 「最も話しやすい」と感じる理由

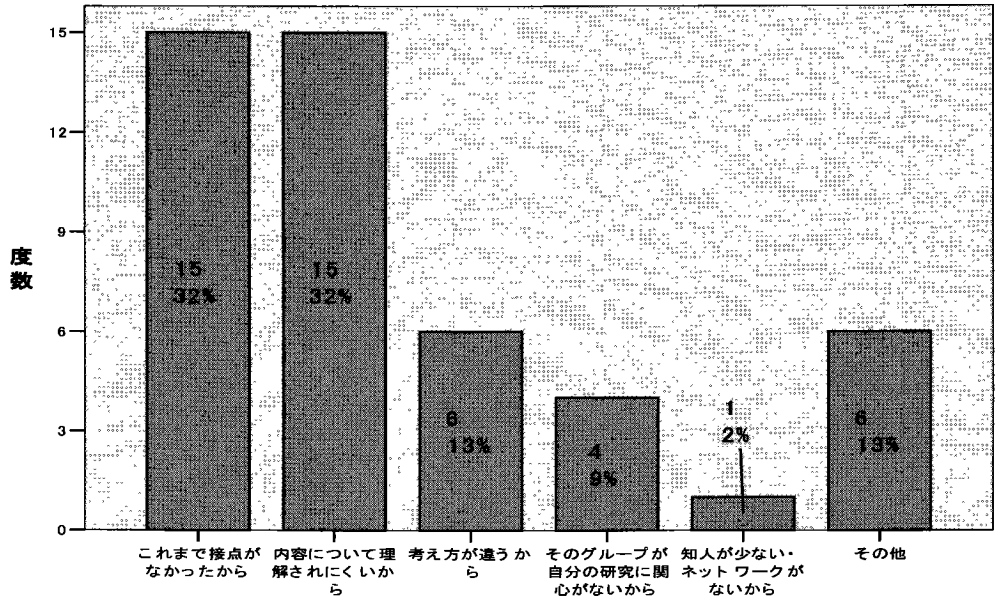


反対に研究者がもっとも話しづらいと感じるグループ（図表 4.2.6.16）は、「政治家」が最も多く（10 名、22%）、次いで「一般大衆」（7 名、14%）、「実業界・産業界」（6 名、12%）、「その他メディア（ノンフィクション作家等）」（5 名、10%）となっている。図表 4.2.6.16 によると、その理由としては、「内容について理解されにくいから」とともに、「これまで接点がなかったから」を 15 名（32%）の回答者が挙げており、「話しやすい」場合とは異なり、コミュニケーションの機会の少なさが「話しづらい」と感じられる第一の理由となっていることが示されている。

図表 4.2.6.15　もっとも話しづらいと感じるグループ



図表 4.2.6.16「もっとも話しづらい」と感じる理由



（3）外部とのコミュニケーションの実態

（2）で見たように、研究者が「話しづらい」と感じる理由として、コミュニケーションの機会がないことが示唆されたが、実際に研究者はどの程度その研究・教育活動の「外部」とコミュニケーションを行っているかについて尋ねたのが問6である。その結果、過去1年間で、自身の研究について話した回数を相手ごとに整理したものが図表 4.2.6.17 である。これによると、「実業界・産業界」に対しては半数以上が、「行政官」とは半数近くが、1回以上話をしたことがあるのに対して、政治家やNGOに対しては80%以上が過去1年間で自身の研究について話した経験がないとしている。

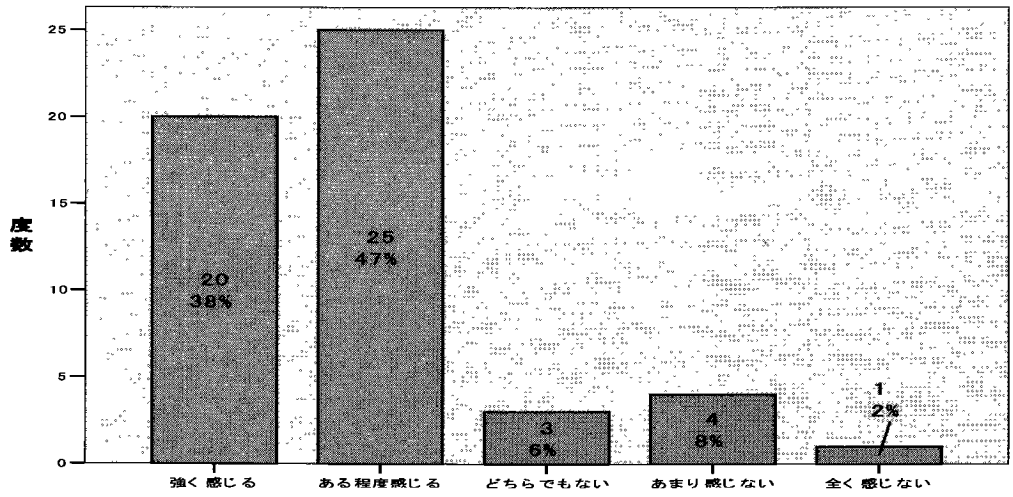
図表 4.2.6.17　過去1年間に実際に話をした回数

相手	なし	1回	2～3回	4～5回	6回以上	合計
政治家	39	5	3	1	1	49
	80%	10%	6%	2%	2%	100%
行政官	27	7	8	3	6	51
	53%	14%	16%	6%	12%	100%
ジャーナリスト	30	7	8	3	3	51
	59%	14%	16%	6%	6%	100%
NGO	43	3	3	0	1	50
	86%	6%	6%	0%	2%	100%
実業界・産業界	22	6	7	5	12	52
	42%	12%	13%	10%	23%	100%

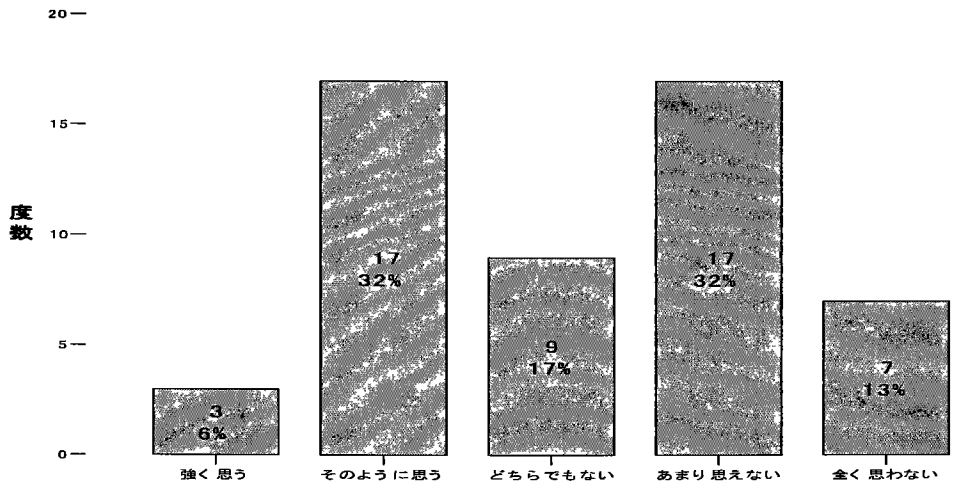
（4）外部とのコミュニケーションについての意識

科学者・技術者以外の人々に自身の研究の意義を理解してもらう必要性（問7、図表4.2.6.18）については、85%（45 名）が、「強く感じる」「ある程度感じる」と回答しており、非常に多くの研究者が関心を有していることが示されている。その一方で、実際に自身の研究者がそのような人々に理解されているか（問8、図表 4.2.6.19）については、38%（20 名）が理解されていると認識しているが、同時に 45%（27 名）が、「あまり思えない」「まったく思わない」と答えており、このことは、高い必要性に対して外部との十分なコミュニケーションが図られていないと感じられていることを示している。

図表 4. 2. 6. 18　科学者・技術者以外の人々に自身の研究の意義を理解してもらう必要性



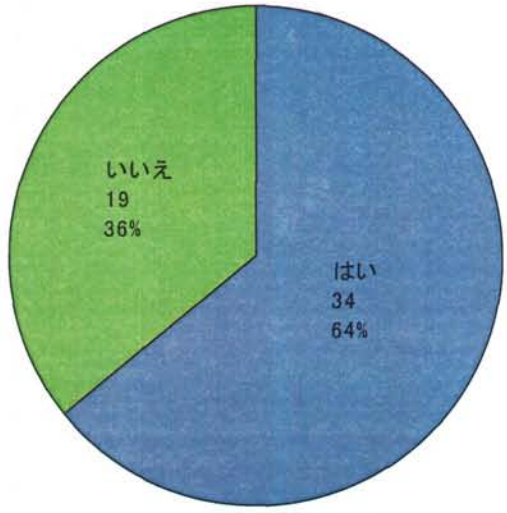
図表 4.2.6.19　科学者・技術者以外の人々に研究の意義を理解されていると感じるか否か



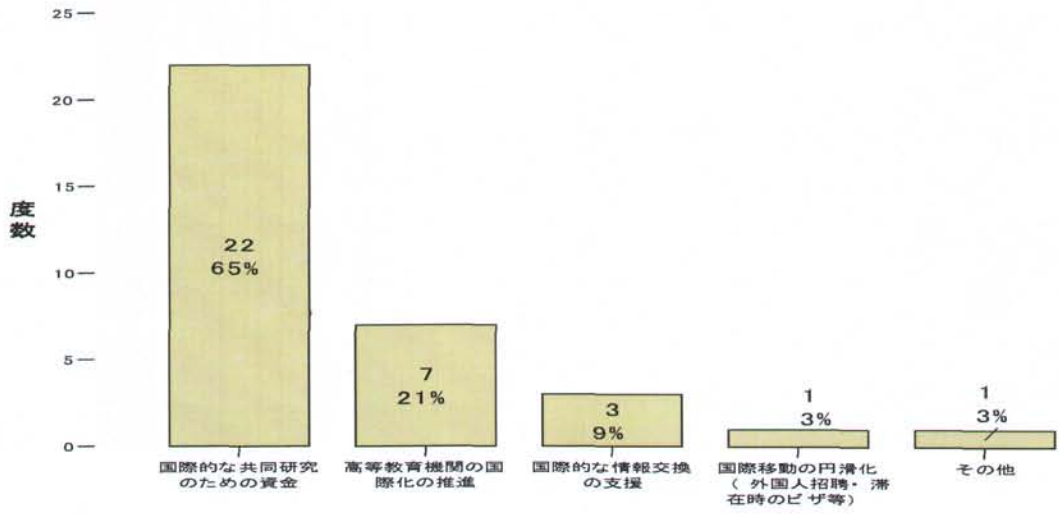
（５）国際的共同研究への参加

問 9～問 11 では研究者の国際共同研究への参画とそれに対する支援策、および参加をしない理由を尋ねた。外国人研究者との共同研究またはなんらかの国際共同研究プロジェクトに参加している研究者は 64%（34 名）であった（図表 4.2.6.20)。この参加している研究者が必要としている支援策としては、国際共同研究のための資金が 65%（22 名）ともっとも多く、続いて高等教育機関の国際化の推進（7 名、21%)、国際的な情報交換の支援（3 名、9%）となっている（図表 4.2.6.21)。また、国際共同研究に参加していない研究者が挙げている理由としては、国際共同研究のための情報がないこと、制度的に国外での活躍が難しいこと、（ともに 26%、5 名）などが挙げられている（図表 4.2.6.22)。

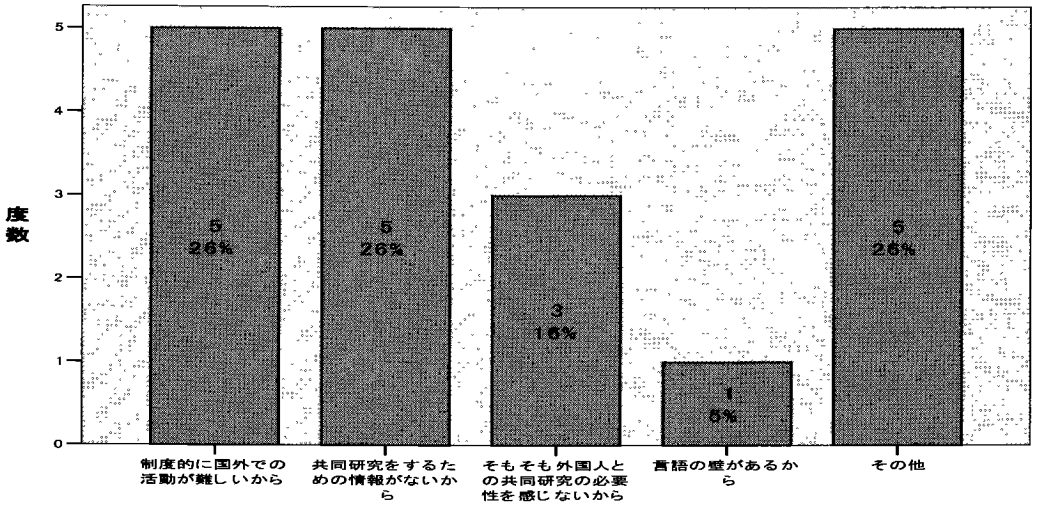
図表 4.2.6.20　外国人研究者との共同研究または国際的プロジェクトへの参加



図表 4.2.6.21　国際共同研究に対して必要と認識されている支援策



図表 4.2.6.22　国際共同研究をしていない理由



（6）　政府の役割について

科学技術政策における政府の役割として代表的な、研究費配分、研究に対する規制・ガイドライン、研究人材の育成・確保、について意識を尋ねた結果が図表 4.2.6.23 である。

これによると、研究費配分については、「政府の役割を増やすべき」が 55%（29 名）と最も多く、「現状のままでよい」が 26%（14 名）、「減らすべである」が 19%（10 名）となっている。

研究に対する規制・ガイドラインについては、「現状のまま」が 47%（25 名）であり、ついで「減らすべき」が 32%（17 名）、「増やすべき」が 21%（11 名）となっている。

研究人材の育成・確保については、74%（39 名）が政府の役割を増やすべきと考えている。

図表 4.2.6.23　政府の役割の増減に対する意識

	現状のままでよい	今より政府の役割を増やすべきである	今より政府の役割を減らすべきである	合計（有効回答）
研究費配分について	14	29	10	53
	26%	55%	19%	100%
政府による研究に対する規制・ガイドラインについて	25	11	17	53
	47%	21%	32%	100%
研究人材の育成・確保について	7	39	7	53
	13%	74%	13%	100%

（７） 研究資金に対する認識

法人化と競争的環境の整備ともない、研究者にとって外部資金の獲得が重要とされるようになった現在において多様な研究資金が大学・研究機関に入るようになっているが、どのような目的の研究資金に対して研究者が抵抗を感じるかについて尋ねた結果を取りまとめたのが図表 4.2.6.24 である。これによると、軍事目的の研究に倒しては、58%（31 名）の研究者が「抵抗を感じる」または「とても抵抗を感じる」と答えているのに対して、原子力、ES 細胞やクローン生物の実用化では、それぞれ同様に答えているのが、21%（11 名）、22%（12 名）となっている。また企業利益に研究に対しては、「まったく抵抗を感じない」あるは「抵抗を感じない」という答えが 60%（32 名）となっている。

図表 4.2.6.24 どのような目的の研究資金に対して抵抗を感じるか

	まったく抵抗を感じない	抵抗を感じない	どちらでもない	抵抗を感じる	とても抵抗を感じる	合計（有効回答）
軍事	5	7	10	14	17	53
	9%	13%	19%	26%	32%	100%
原子力	9	14	18	6	5	52
	17%	27%	35%	12%	10%	100%
ES 細胞やクローン生物などの実用化	12	9	20	8	4	53
	23%	17%	38%	15%	8%	100%
企業利益	12	20	12	5	4	53
	23%	38%	23%	9%	8%	100%

（８）政治家・行政官とのコンタクト

問 14 でも挙げている科学技術政策の代表的政策である、研究費配分、研究に対する規制・ガイドライン、研究人材の育成・確保、において、政治家、もしくは行政官とコンタクトを取ることの重要性についての研究者の意識を尋ねた結果をまとめたのが図表 4.2.6.25 である。

これによると、3 つの政策すべてにおいて、政治家よりも行政官とのコンタクトの方が重要とする答え方が多くなっている。このことから、我が国の研究者が政策の変更や修正の必要性を感じた場合、政治家よりはむしろ行政担当者に対して接触を図ることが示唆される。

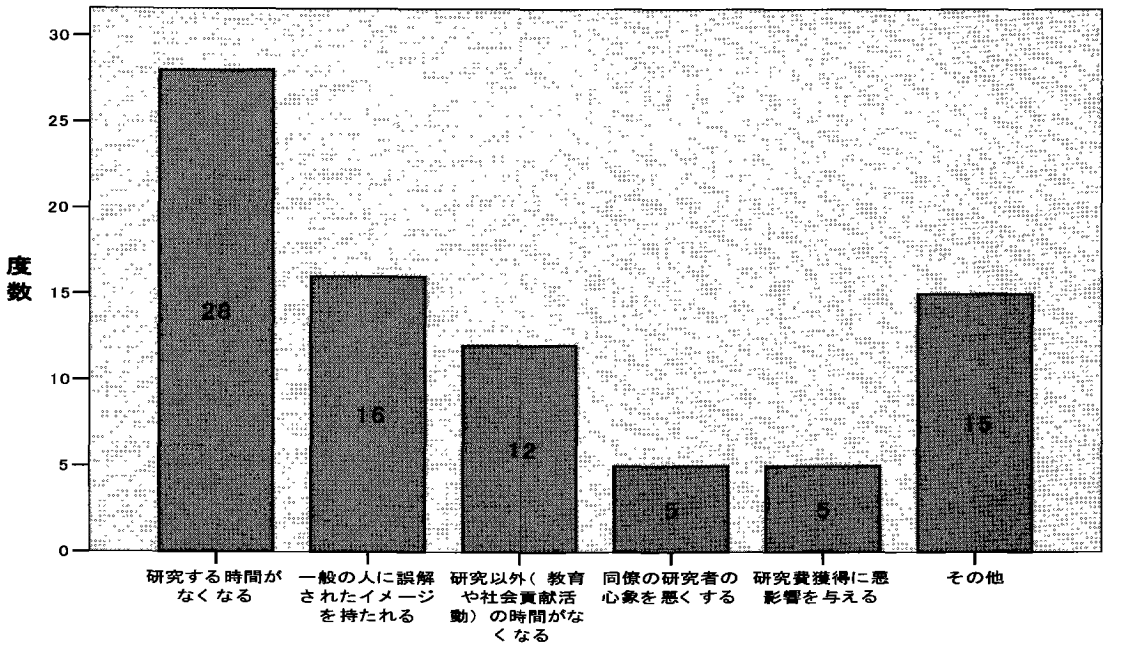
また、研究者が政治家・行政官とコンタクトが持ちづらい理由を尋ねた問 15（複数回答）

の結果をまとめたものが図表 4.2.6.26 である。これによると一番多い理由は「研究する時間がなくなる」(28 名) であり、次いで「一般の人に誤解されたイメージをもたれる」(16 名)、「研究以外の時間がなくなる」(12 名) となっている。

図表 4.2.6.25 政治家あるいは行政官とコンタクトをとることの重要性についての認識

	どちらかというと政治家が重要	どちらかというと行政官が重要	両方とも重要	両方とも重要でない	合計（有効回答）
研究費配分について	3	25	15	9	52
	6%	48%	29%	17%	100%
政府による研究に対する規制・ガイドラインについて	3	22	17	8	50
	6%	44%	34%	16%	100%
研究人材の育成・確保について	7	19	19	6	51
	14%	37%	37%	12%	100%

図表 4.2.6.26　科学者が政治家・行政官とコンタクトが持ちづらい理由



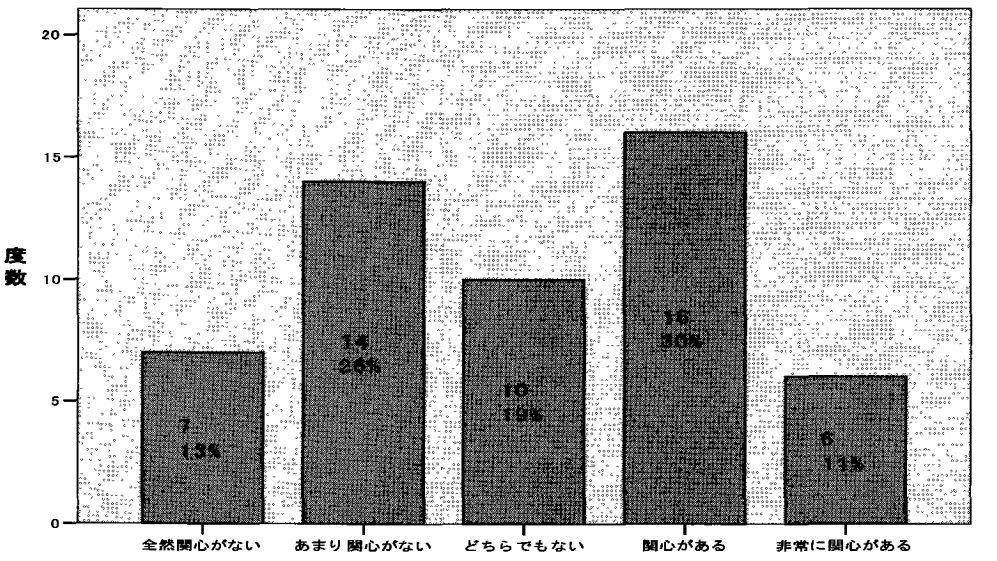
（９）科学技術政策担当者というキャリアへの意識

研究者が科学技術政策の担当者として一定期間従事するというキャリアについての意識を尋ねたのが問 16 であり、その結果をまとめたものが

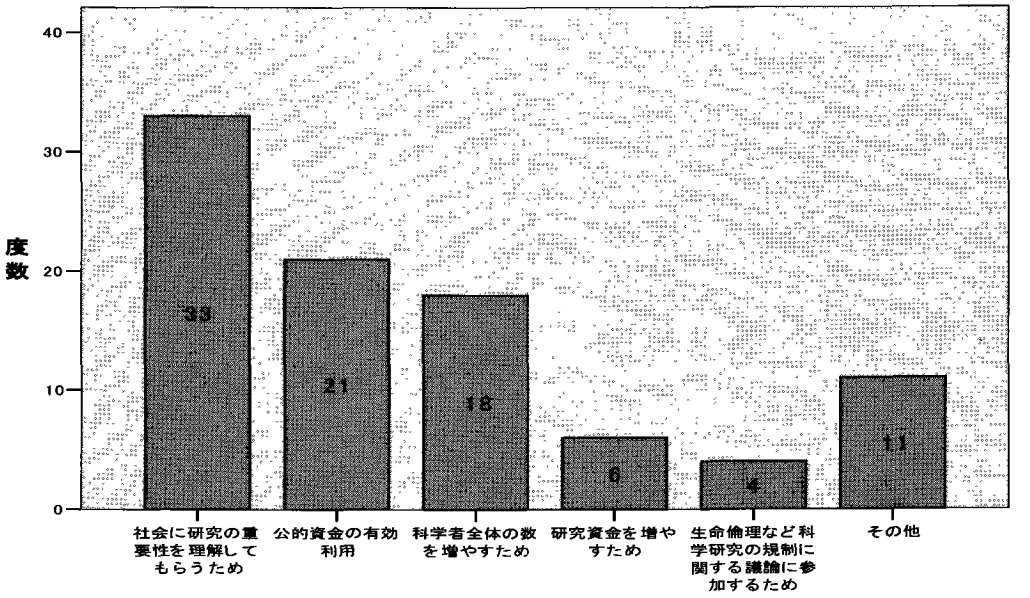
図表 4.2.6.27 である。これによるとこのようなキャリアに「関心がある」もしくは「非常に関心がある」と答えたのが、42%（22 名）であり、「全然関心がない」もしくは「あまり関心がない」という答えが、41%（21 名）となっており、両者同程度の答えとなっている。

また、そのような立場に研究者が従事することの正当と考えられる理由（問 17、複数回答）としては、「社会に研究の重要性を理解してもらうため」が最も多く（30 名）、ついで公的資金の有効利用（21 名）、「科学者全体の数を増やすため、理科に関心のある学生を増やす」（18 件）となっている。「社会に研究の重要性を理解してもらうため」や「科学者全体の数を増やすため、理科に関心のある学生を増やす」が多いことは、このような立場への従事がひとつの社会とのコミュニケーションの一環として研究者に認知されている可能性を示唆している。

図表 4.2.6.27　科学技術政策担当者としてのキャリアに対する関心



図表 4.2.6.28　研究者が政策担当者として従事することの理由



４．２．６．３　英国での調査との比較

今回の予備調査の結果からみられる傾向を英国での同種の調査（Royal Society, 2006a; 2006b）の結果と、イノベーション・システムのガバナンスという観点から重要と思われる、「政治家・行政官」とのコミュニケーションを中心に比較検討を行った。

研究者以外のグループとのコミュニケーションの重要について、今回の予備調査の結果と英国の調査結果をまとめたものが図表 4.2.6.29 である。今回の予備調査のこの項目は英国調査を参考に、比較可能な形式となっている。これによると、「政治家・行政官」（英国調査では”policy maker”）とのコミュニケーションについての重要性については、「とても重要である」あるいは「重要である」という答えが日本では 62%に対して、英国では 60%となっており、両国とも「政治家・行政官」とのコミュニケーションの重要性は高いと認識されている。一方、過去 1 年間で実際に話をした回数では、比較可能な「政治家・行政官」（”policy maker”）とＮＧＯ（非政府組織）に対する回答を比較したものが、図表 4.2.6.30 であるが、両国ともに、「政治家・行政官」と 1 年間で実際に話をしたことがほとんどないものが大多数を占めている。これらの点から両国ともに、「政治家・行政官」とのコミュニケーションについて、その重要性は認識しつつも、実際にはそれほど行われていないという、政治・行政と研究者コミュニティとの間のコミュニケーションのギャップが存在することが想定される。

英国ではこのような行政や政治に対するギャップの存在を埋めるための取り組みとして、先述のように国会議員と研究者との交流プログラムが開始されているが、上記の結果より、研究者コミュニティの方から行政や政治に対してこのギャップを埋める必要性があるという認識は、英国と同様に日本においても存在する可能性がある。

このようなギャップがある一方で、政府の役割については、研究費配分や研究人材の育成・確保には政府のより多くの関与を求める声がある。また、研究に対する規制に対しては政府の関与の低減してもらいたいという意見もある（図表 4.2.6.23）。このような研究者の具体的政策ニーズが実際にどのような経路を経て政策につながっていくか（あるいはつながっていないか）ということについては、行政や政治と研究者コミュニティとの間に存在するギャップをより明らかにしていくような調査を進め、長期的には、研究開発のアウトプットに対するガバナンス・システムの影響を比較可能な形で定量化していくための努力が今後続けられることが望ましい。

図表 4.2.6.29　外部のグループとのコミュニケーションの重要性

	まったく重要でない	あまり重要でない	どちらでもない	重要である	とても重要である
ジャーナリスト一般(新聞、テレビ、ラジオ)	3	11	15	20	4
	6%	21%	28%	38%	8%
英国	22%	22%	22%	21%	10%
科学ジャーナリスト(科学雑誌)	1	4	11	25	12
	2%	8%	21%	47%	23%
英国	11%	18%	25%	27%	18%
その他メディア(ノンフィクション作家など)	9	18	17	7	2
	17%	34%	32%	13%	4%
英国	20%	21%	26%	23%	10%
学生・教育関係者(教師含む)	0	1	3	35	13
	0%	2%	6%	67%	25%
英国	14%	15%	21%	30%	20%
学生以外の若者一般	8	9	21	14	1
	15%	17%	40%	26%	2%
英国	17%	19%	26%	24%	14%
政治家・行政官	2	5	13	22	11
	4%	9%	25%	42%	21%
英国	9%	11%	20%	25%	35%
実業界・産業界	1	1	15	22	14
	2%	2%	28%	42%	26%
英国	12%	17%	24%	25%	22%
一般大衆	5	7	19	19	2
	10%	13%	37%	37%	4%
英国	11%	19%	31%	27%	12%
NGO	6	11	22	12	1
	12%	21%	42%	23%	2%
英国	15%	19%	31%	23%	11%

図表 4.2.6.30　過去1年間に実際に話をした回数

調査	相手	なし	1回	2～3回	4～5回	6回以上
日本	政治家 （有効回答 49）	82%	9%	7%	2%	0%
	行政官 （有効回答 51）	55%	15%	15%	6%	9%
英国	政策決定者 (policy makers) （有効回答 1447）	67%	16%	11%	2%	4%
日本	NGO （有効回答 50）	87%	7%	7%	0%	0%
英国	NGO （有効回答 1440）	77%	9%	8%	2%	4%

４．２．６．４　本格的調査に向けての検討課題

本調査では、自然科学・工学系研究者研究者個人を調査対象としている。現時点で研究者個人の研究分野や連絡先住所についての総合的なデータベースは、科学技術振興機構が運用する研究開発支援総合ディレクトリ（ReaD）であり、本調査でもReaDの登録情報を元に調査対象者の抽出を行った。抽出にあたっては、人文・社会科学領域を除く9研究分野53研究領域のうち登録研究者数が多い以下の15研究領域を選び、各領域から10名、合計150名を調査対象として抽出した。しかしながら実際の母集団の研究分野ごとの構成を反映させるためには、各研究領域の登録件数に比例した形での標本抽出が望ましいと考えられる。今回の調査で参考にした英国王立協会の調査では、調査の設計段階で、英国内の大学、研究機関に対して所属研究者の情報提供を依頼し、得られた統計データに基づいて、母集団と研究分野ごとの研究者数を推定し、それに対応する形で調査対象の抽出を行っている（Royal Society, 2006b）。

また、本調査では回答者の年齢について尋ねているが、ポスドク研究員や、教授、順教授、主任研究員等、どのようなキャリア段階もしくは役職にいるかも今回の調査のような場合、重要な影響を与えると考えられる。そのため調査対象の抽出に当たってはこのような要素も考慮する必要があると考えられる。

参考文献

Ernst, D., 2006, INNOVATION OFFSHORING: Asia's Emerging Role in Global Innovation Networks, East-West Center Special Report, in cooperation with the U.S. Asia-Pacific Council, 2 July

Ernst, D. and Hart, D. M., 2007, "Governing the Global Knowledge Economy: Mind the Gap!," , 2007 Atlanta Conference on Science, Technology and Innovation.

European Commission 2003, *Final report: Efficiency of Innovation Policies in High Technology Sectors in Europe (EPOHITE),* EUR 20904, European Commission.

Lord Sainsbury of Turville, 2007, *The Race to the Top: A Review of Government's Science and Innovation Policies,* HM Treasury.

Advisory Committee on Measuring Innovation in the 21st Century Economy, 2008, *Innovation Measurement: Tracking the State of Innovation in the American Economy.*

OECD, 2005, *Governance of Innovation System: Synthesis Report,* Vol.1, OECD.

Hart, D. M., 2001, "Government Organization: Implications for Science and Technology Policy," in de la Mothe, J., ed., *Science, Technology, and Governance,* Continuum Books.

Hard, D. M., 2002, "Private Technological Capabilities as Products of National Innovation Systems: Four Ways of Looking at the State," *Science and Public Policy* 29: pp.181-188.

Hart, D. M., 2006, "From Brain Drain to Mutual Gain: New Opportunities to Share the Benefits of High-Skill Migration," Issues in Science and Technology, Fall, 2006, pp.53-62.

Palmisano, S.J., 2007, "Innovation Measurement. Response to Federal Register Notice and Request for Comments", Department of Commerce Advisory Committee Measuring Innovation in the 21st Century, 11 May

Saxenian, A.L., 2006, The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy, Harvard University Press.

Royal Society, 2006a, "Survey of Factors Affecting Science Communication by Scientists and Engineers," http://royalsociety.org/downloaddoc.asp?id=3074

Royal Societ, 2006b, "Technical Report Outlining the Methodology," http://royalsociety.org/downloaddoc.asp?id=3048

Royal Society: MP Scientist Pairing Scheme, http://royalsociety.org/page.asp?id=6998

アンケート調査表

２００８年３月３日

「研究者における政治研究支援との関わりに関するアンケート」へのご協力のお願い

政策研究大学院大学
准教授　角南　篤

拝啓、時下ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。
日頃より本学の活動に対し種々ご支援を賜り、心より御礼申し上げます。

さて、私共、政策研究大学院大学は、文部科学省科学技術政策研究所及び科学技術振興機構との連携により、我が国の研究者に対してガバナンス（政治）に関わる意識調査を進めております。政府による研究支援に対しての考え、また研究者と政治プロセスとの関係について調査を行っております。

本アンケートのご回答は、すべて統計処理を行い、個別の機関名、個人情報は一切公表いたしません。また、本アンケートは回答者の方が所属する組織や団体についてのお考えではなく、科学者個人としてのご見解をお伺いするものであります。率直なご回答・ご意見をお聞かせください。

なお、本アンケートは、設問 22 問（5 ページ）からなり、回答には 10 分程度の時間が必要です。

ご多忙のところ誠に恐れ入りますが、是非、本アンケートの趣旨をご理解いただき添付のアンケート調査票への回答を賜りたく、何卒宜しくお願い申し上げます。

【ご回答期限：返信用封筒にて、２００８年３月２０日（木）まで】

調査の主旨に関する問合せ先：
政策研究大学院大学　角南研究室　岡田みゆき
TEL：03-6439-6330　　FAX：03-6439-6010

科学と政治に関するアンケート

問1　あなたは、現在行っている研究について、以下のグループと直接意見交換することがどの程度重要だと考えますか。あてはまる番号それぞれ1つに○をつけてください。

	まったく重要ではない	あまり重要ではない	どちらでもない	重要である	とても重要である
ジャーナリスト一般（新聞、テレビ、ラジオ）	1	2	3	4	5
科学ジャーナリスト（科学雑誌）	1	2	3	4	5
その他メディア（ノンフィクション作家など）	1	2	3	4	5
学生・教育関係者（教師含む）	1	2	3	4	5
学生以外の若者一般	1	2	3	4	5
政治家・行政官	1	2	3	4	5
実業界・産業界	1	2	3	4	5
一般大衆	1	2	3	4	5
NGO	1	2	3	4	5

問2　あなたが自分の研究成果について、最も話しやすいと感じるのは以下のどのグループですか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．政治家・行政官	2．学生	3．実業界・産業界
4．学生以外の若者一般	5．一般大衆	6．患者グループ
7．所属機関の広報担当	8．NGO	8．教育関係者（教師含む）
9．科学ジャーナリスト（科学雑誌）	10．その他メディア（ノンフィクション作家等）	
11．ジャーナリスト一般（新聞、テレビ、ラジオ）	12．なし	

問3　そう感じる理由は何ですか。あてはまる番号1つに○をつけてください。その他の方はその理由もご記入ください。

1　そのグループが自分の研究に関心を持っているから
2　内容について理解されやすいから
3　自分の研究成果がそのグループに関連があるから
4　今までの経験から
5　知人が多い・ネットワークがあるから
6　コンタクトしやすいから
7　その他（　　）

問4　あなたが自分の研究成果について、最も話しづらいと感じるのは以下のどのグループですか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．政治家・行政官	2．学生	3．実業界・産業界
4．学生以外の若者一般	5．一般大衆	6．患者グループ
7．所属機関の広報担当	8．NGO	8．教育関係者（教師含む）
9．科学ジャーナリスト（科学雑誌）	10．その他メディア（ノンフィクション作家等）	
11．ジャーナリスト一般（新聞、テレビ、ラジオ）	12．なし	

問5　そう感じる理由は何ですか。あてはまる番号1つに○をつけてください。その他の方はその理由もご記入ください。

1. これまで接点がなかったから
2. 考え方が違うから
3. 内容について理解されにくいから
4. そのグループが自分の研究に関心がないから
5. 知人が少ない・ネットワークがないから
6. コンタクトしづらいから
7. その他　（　　）

問6　過去1年間で以下のグループと、自身の研究について話したことがありますか。ある場合は何回ですか。あてはまる番号それぞれ1つに○をつけてください。

	なし	1回	2～3回	4～5回	6回以上
政治家	1	2	3	4	5
行政官	1	2	3	4	5
ジャーナリスト	1	2	3	4	5
NGO	1	2	3	4	5
実業界・産業界	1	2	3	4	5

問7　あなたは科学者・技術者以外の（科学的知見を持ち合わせない）政治家・行政官・ジャーナリスト・一般大衆に自身の研究の意義を理解してもらう必要性を感じていますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．強く感じる	2．ある程度感じる	3．どちらでもない
4．あまり感じない	5．全く感じない	

問8　あなたは科学者・技術者以外の（科学的知見を持ち合わせない）政治家・行政官・ジャーナリスト・一般大衆に、自身の研究が行っているような研究の意義を理解してもらえていると思いますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．強く思う	2．そのように思う	3．どちらでもない
4．あまり思えない	5．全く思わない	

問9　あなたは外国人と共同研究をしていますか。あるいは国際的なプロジェクトに参加していますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．はい（問10へお進みください）	2．いいえ（問11へお進みください）

問10　問9で「1．はい」と回答された方にお尋ねします。より国際的に研究活動するために必要な支援は何だと思いますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。その他の方はその理由もご記入ください。

1．国際的な共同研究のための資金　　2．高等教育機関の国際化の推進 3．国際的な情報交換の支援　　4．国際移動の円滑化（外国人招聘・滞在時のビザ等） 5．その他（　　）

問11　問9で「2．いいえ」と回答された方にお尋ねします。その理由にあてはまる番号1つに○をつけてください。その他の方はその理由もご記入ください。

1．そもそも外国人との共同研究の必要性を感じないから　　2．言語の壁があるから 3．共同研究をするための情報がないから　　4．制度的に国外での活躍が難しいから 5．その他（　　）

問12　あなたは、研究に対する政府の役割について、どう考えていますか。あてはまる番号それぞれ1つに○をつけてください。

	現状のままでよい	今より政府の役割を増やすべきである	今より政府の役割を減らすべきである
研究費配分について	1	2	3
政府による研究に対する規制・ガイドラインについて	1	2	3
研究人材の育成・確保について	1	2	3

問13　あなたは自分の研究に資する場合、以下の目的の研究資金を受けることに抵抗を感じますか。あてはまる番号それぞれ1つに○をつけてください。

	まったく抵抗を感じない	抵抗を感じない	どちらでもない	抵抗を感じる	とても抵抗を感じる
軍事	1	2	3	4	5
原子力	1	2	3	4	5
ES細胞やクローン生物などの実用化	1	2	3	4	5
企業利益	1	2	3	4	5

問14　以下の事項について政治家とコンタクトを持つことはどのくらい重要だと思いますか。あてはまる番号それぞれ1つに○をつけてください。

	どちらかというと政治家が重要である	どちらかというと行政官が重要である	両方とも重要である	両方とも重要ではない
研究費配分について	1	2	3	4
政府による研究に対する規制・ガイドラインについて	1	2	3	4
研究人材の育成・確保について	1	2	3	4

問15　科学者が政治家・行政官と関係を持ちづらくする理由は何だと考えますか。あてはまる番号2つに○をつけてください。その他の方はその理由もご記入ください。

1．同僚の研究者の心象を悪くする
2．研究費獲得に悪影響を与える
3．一般の人に誤解されたイメージをもたれる
4．研究する時間がなくなる
5．研究以外（教育や社会貢献活動）の時間がなくなる
6．その他（　　）

問16　一定期間、（数年）科学技術政策で一定の影響力を行使できる立場でのキャリアに従事することに関心がありますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．全然関心がない　　2．あまり関心がない　　3．どちらでもない
4．関心がある　　5．非常に関心がある

問17　問16のようなキャリアに従事する、もっとも正当な理由は何だと考えますか。あてはまる番号2つに○をつけてください。その他の方はその理由もご記入ください。

1．公的資金の有効利用
2．社会に研究の重要性を理解してもらうため
3．生命倫理など科学研究の規制に関する議論に参加するため
4．研究資金を増やすため
5．科学者全体の数を増やすため、理科に関心のある学生を増やす
6．その他（　　）

あなたご自身について以下の項目にお答えください。これまでの回答を統計数字としてまとめるために重要ですので、是非ご記入くださいますようお願いいたします。

Q1. あなたの性別をお答えください。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1　男性　　2　女性

Q2. あなたの年齢をお答えください。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1．20歳未満	2．20－29歳	3．30－39歳	4．40－49歳
5．50－59歳	6．60－69歳	7．70歳以上	

Q3. あなたの研究分野に最も近い番号を1つ選んで○をつけてください。

1．情報学	2．環境学	3．数学	4．物理学	5．地球惑星科学
6．複合化学	7．機械工学	8．薬学	9．材料工学	10．電気電子工学
11．生物科学	12．農学	13．農芸化学	14．基礎医学	
15．内科系臨床医学	16．その他（　　）			

Q4. 現在、競争的研究資金を得ていますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1　はい　　2　いいえ

Q5. 現在、日本学術振興会科学研究費補助金（科研費）を得ていますか。あてはまる番号1つに○をつけてください。

1　はい　　2　いいえ

以上で質問は終わりです。ご協力いただきありがとうございました。

最後に、この調査に対する感想や意見などがございましたら、ご記入ください。

イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究

報告書

2008年3月

文部科学省　科学技術政策研究所

〒100-0013
東京都千代田区霞が関3-2-2　中央合同庁舎７号館（東館）16階

TEL：03-3581-2419　　FAX：03-3581-9089　　e-mail：3pg@nistep.go.jp