

「STI ネットワークの研究」

ー日本企業の本業回帰と新規技術取り込みの分析ー

2005 年 3 月 15 日

鈴木 潤¹・児玉 文雄²

概要

本稿では、我が国においてようやく利用環境が整えられてきた特許データを重点的に用いて、企業の研究開発におけるコア技術分野の変遷や技術分野間の関係等を分析した。

分野により多少の違いは認められるが、全般的に特許の出願時における技術分野のシェアと登録時のシェアの相関は高かった。すなわち、特許出願から登録に向けては、技術分野の「選択と集中」はほとんど生じていない事が明らかとなった。これは、調べた限りでは業種を問わず、また年代を問わず、普遍的に見られる現象である。さらに、業種単位ではなく企業単位のコア技術分野について見ても、出願と登録はほぼ同じシェアであり、コア技術分野の変化は見られなかった。すなわち、業種単位で見た場合の出願時と登録時の技術分野の関係は、そのまま企業単位の分析にも当てはめることが可能であると考えられる。

技術分野はそれぞれが独立して変化しているのではなく、組織の内外で相互に影響を及ぼしあいながら共進化を続けている。我々は特に、企業内部での技術分野間の長期的な関係に注目し、いくつかの新たな方法論を利用し、技術分野間の関係の分析をおこなった。すなわち、IPC の Co-occurrence の概念を用いて、企業内技術ドメインのクラスター分析やそれらの間の関係を分析することが可能であることを示し、さらにより長い期間を対象として、企業内の技術軌道の分析を試みた。

第 1 のケースとして取り上げたキヤノンの事業は、原則的に既存のコア技術を近隣の技術分野へと徐々に展開し、それを新規事業へとつなげて多角化していくことで急成長を遂げてきたことを示した。このようなコア技術の多角化は、“proximal diversification (近接性多角化) モデル”と呼ぶことを提案した。一方、第 2 のケースで取り上げた武田薬品の技術軌道の変化とその融合過程の分析からは、少なくとも遺伝子工学という新たな破壊的技術が出現した初期には、新しい技術を担当するチームと従来技術を担当するチームの間で意図的な情報遮断が行われており、結果的に十分な期間を経た後でそれらの技術を既存のコア技術へと取り込んでいくというマネジメントが行われたことが明らかとなった。技術的なギャップを乗り越えていくために有効であると考えられるこのようなアプローチを、“ベンチャー挿入モデル”と呼ぶことを提案した。

¹ 財団法人 未来工学研究所 主席研究員

² 芝浦工業大学工学マネジメント研究科長・東京大学名誉教授・経済産業研究所ファカルティフェロー

はじめに

近年、特に製造業においては、企業の成長と繁栄が科学的知識とそれに基づく技術に大きく依存するようになりつつあるとの指摘がある（後藤・小田切、2003）。競争力強化の戦略として既に企業経営における stylized fact（定型化された事実）と見なされている“選択と集中”は、あくまでも事業に関するものであり、研究開発や技術開発については慎重な議論が必要である。すなわち、新製品やサービスを産み出し、改善していくための資源としての技術や研究開発は、一般的に企業の事業範囲を広く超えて広がっている。O. Granstrand は、企業の技術の多角化は日米欧いずれの地域でも増加しつつあり、高成長企業は技術の多角化の後に製品 and/or 市場の多角化のパターンに従うこと、また、Multi-Product/Multi-Tech Company の成立は欧米では一般的にラディカルな業界再編の結果であるが、特に日本企業においては、組織的な進化の結果である面が強いことを指摘している（O. Granstrand, 1998）。生物界においては、種のレベルにおいても遺伝子のレベルにおいても、多様性の喪失は環境の変化に対する適応力や回復力を失うことを意味し、絶滅の危険性を増大させる。同様の考察は経済の分野でも有効であり、研究開発や事業の多様性は、企業の盛衰や国のイノベーション・システムと深い関係を持つものと考えられる。

一般的に技術依存型の企業の活動において、過去の技術的蓄積が何もない領域から、新たな発想が生まれることは希であるし、それがイノベーションへと結びつくのはさらに希なことであろう。また、たとえ外部から導入した知識を基にして産業上有意義な技術を開発しようとする場合でも、外部の技術的知識を解釈し、咀嚼するためには内部的な知識の蓄積が基盤として必要である。このような背景から、企業は自社が依って建つ中核的な技術分野における知識の蓄積をその重要な経営資源であると認識し、それを強化しようとするにより、技術開発の経路依存性が生じるものと考えられる。

R. Nelson と S. Winter は、企業の研究開発の多角化を“サーチ (search)”活動という概念から論じた (Nelson, R. and Winter, S. 1982)。すなわち、企業は生産や投資の意思決定を行うのみならず、各企業が保有し経路依存的に発展させている技術的資産の近傍を探索するサーチ活動を行う。そしてそのサーチは確率的に成否が決まり、成功か失敗かによって産業の進化的プロセスが決定される。つまりサーチ活動とは、企業の遺伝子である“ルーチン (routines)”に突然変異を生じさせるプロセスの一つであると位置づけられている。

コア・コンピタンス経営の提唱者である G. Hamel らは、企業の競争力強化のためにはコア・コンピタンス構築と資源集中が重要であることを説く一方、コア・コンピタンスを中心とした多角化が、長期間の成長のための必須条件であることを述べている (Hamel, G., and Prahalad, C.K. July 1994)。しかしまた、コア・コンピタンスと無関連な研究開発の過度の多角化は、企業競争力の強化には結びつきにくいことも指摘して

いる。研究開発活動を多角化することによって技術知識の多様性を確保することの重要性は、N. Rosenberg (1982)や、井上 (1999) らも指摘している。これらの指摘によれば、研究開発活動の多角化は必ずしも事業そのものの多角化が主たる目的ではなく、技術知識の幅を広げることによって、本業に密接に関わる技術分野（コア技術分野）へのフィードバック効果や新たな視点を得ることを目的とするものも多いものと考えられる。つまり、研究開発の多角化は事業の多角化そのものよりは範囲が広いが、あくまでもコアとなる技術分野との関連性を視野に入れて進める必要があると考えられる。

このようなミクロレベルでのモデルの実証や解析の多くは、特許データを活用して行われてきた。P. Patel and K. Pavitt (1997)は、米国の特許データを用いて世界的な大企業 400 社の特許登録分野を調べ、それらが極めて強い経路依存性をもっていることを示した。大企業は年々活動分野を複数の分野へと広げており、しかも技術分野は製品分野よりはるかに多様化しているが、各企業が特許を取得する技術分野はその主要な製品分野に大きく依存しており、それゆえ多角化の方向性も経路依存性を有していると結論している。また Malerba, F. and Orsenigo, L. (1999) や Cefis, E., Orsenigo, L., (2001) は、欧州特許庁のデータを用いて技術分野を 49 に分類し、特定分野へ特許を出願した企業名の数をカウントすることによって、その分野への企業の参入／退出動向の分析を行った。彼らは、初めての参入者と旧来の参入者を区別し、多くの occasional innovators が存在する反面、少数の persistent innovators が存在し、後者がトータルの特許出願で見ると大きなシェアを占めていることを見出している。さらに、S. Breschi らは、産業分類と技術分類のコンコルダンス・テーブルを用いて、各産業内における技術の多角化を特許データにより分析し、技術の多角化が主として近隣の技術分野に対して進められることを示した (Breschi, S. et. al. 2003)。IPC 分類と産業分類の対応関係については、カナダ特許庁による Producer-User Industry 分類付与を利用する方法や、IPC の定義からの経験的分類などが利用されている (Verspagen, B. 1996、Grupp, H. 1996 など)。

日本企業における研究開発活動の多角化を分析した例としては、Kodama が研究開発支出における産業分類と技術分類の関係を分析している (Kodama, F. 1986)。これは、総務省統計局の「科学技術研究調査報告」から得られる「どのような業種の企業が、どのような分野に研究開発費を投入したか」という研究開発支出データを解析したものである。また、玄場らは総務省統計局の上記データに加えて、「工業統計表（多角化等調査編）」等のデータを用い、エントロピーを指標として製造業の研究開発多角化の進展を分析した (玄場、児玉 1999)。これにより、医薬品や自動車など一部の業種を除いては、研究開発の多角化は事業（売り上げ）の多角化の度合いを上回っていることが明らかにされている。

本研究の第一の目的は、長い業績低迷期を経てようやく復活の兆しが見てきた日本企業が、1980 年代から 1990 年代にその技術的な能力をどのように発展させてきたのか、また、技術的な面から見た場合に、事業と同様な“選択と集中”の戦略を見出すことがで

きるのかどうかを実証的に分析することである。そのために、我が国においてもようやく利用環境が整えられてきた特許データを積極的に利用する。

先行研究による技術進歩のプロセスの詳細な分析は、「漸進的 (Incremental) イノベーション」と「不連続 (Disruptive) イノベーション」とでも呼ぶべき、2種類のイノベーションが存在することを明らかにしてきた。漸進的イノベーションが数多くの改良や小規模なブレークスルーの積み重ねによって徐々に技術を進歩させていくのに対し、不連続イノベーションとは、それまでの技術の延長上にはない全く新たな技術（不連続技術）が出現し、過去に数多くの改良を経て蓄積されてきた技術体系を根本的に変えてしまうような現象を言う。クーンのパラダイムの概念を技術進歩のプロセスに拡張した M. Tushman らは、支配的デザインの確立によって開始される「漸進的技術改良期」(era of incremental technological progress) と、急進的技術革新によって開始される「技術的揺籃期」(era of technological ferment) とが交互に訪れながら技術が発展すると主張した (Tushman, M. and Anderson, P., 1986)。続いて Dosi は、「ある技術パラダイム内における『通常』の問題解決活動（すなわち漸進的進歩）パターン」を「技術軌道」と定義し、企業や国家が保有する技術の経路依存性を論じた (Dosi, G., 1989)。G. Dosi は、一定の技術軌道に沿って発展してきた技術システムが、その発展の方向を変えて異なる技術軌道を歩むようになるという、脱成熟化と多様化現象の存在を指摘している。C. Christensen は、ハードディスク産業における世代交代の事例研究から、不連続技術を獲得した新規参入者が、主要顧客の要求に過剰適応した優良大企業から市場競争力を奪っていくメカニズムを明らかにした (Christensen C. 2000)。また児玉は、産業創出・技術サイクル論として、技術の蓄積性が技術進化の主役を演じる時期と、異業種間競争によって技術の多様性が広がる時期が交互に繰り返されるモデルを提示している (佐藤・児玉 2000)。

本研究の第二の目的は、このような不連続なイノベーションに直面した際の、技術の多角化と統合化を進めるための戦略を考察することである。そのために、いくつかのデータを用いながら、そのような変革期を乗り越えてきた企業の事例を分析する。

2. コア技術分野と本業回帰に関する分析

(1) 分析対象の業種について

本研究では業種単位の分析を行うため、まず 2001 年時点での東京証券取引所（東証）一部上場の製造業約 800 社を対象として、20 業種へのマッピングを行った³。個別企業が属する業種をはっきりさせる作業は一定の曖昧さを伴うが、本研究では「日経会社年鑑」や「会社四季報」に記載されている各社の主たる事業分野や、東証の分類と日本標準産業分類を参考にしつつ、各企業を特定の 1 業種にマッピングした。20 業種の中から、医薬品、自動車、鉄鋼、通信・電子機器（以下、“通信電子”と略記）の 4 業種を分析対象として抽出した。これら 4 業種に含まれる企業数は、医薬品 38 社、自動車 45 社、鉄鋼 36 社、通信電子 103 社の合計 222 社である。

1979～1981 年、1989～1991 年、1999～2001 年の 3 つの年代区分（以下それぞれ 1980 年、1990 年、2000 年のデータとして記述）を対象として、PATOLIS データベースから、これら 222 社が出願した特許および登録した特許を抽出した。各業種の全出願数および登録数を表 1 に示す。

表 1： 各業種・年代区分の特許出願数と登録数

業種	年	出願数	登録数
医薬	1980 (1979～1981)	4,363	1,427
	1990 (1989～1991)	7,848	2,063
	2000 (1999～2001)	5,055	2,844
自動車	1980 (1979～1981)	20,614	3,095
	1990 (1989～1991)	45,967	7,077
	2000 (1999～2001)	37,041	22,307
鉄鋼	1980 (1979～1981)	18,625	4,339
	1990 (1989～1991)	31,286	4,543
	2000 (1999～2001)	16,911	10,766
通信電子	1980 (1979～1981)	184,792	27,974
	1990 (1989～1991)	347,489	35,998
	2000 (1999～2001)	211,284	109,586

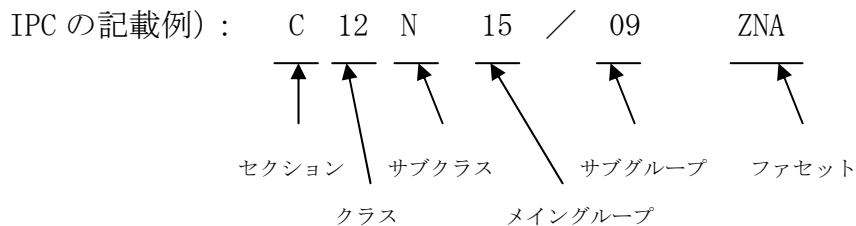
³ 総務省の「科学技術研究調査報告」における製造業の分類にならっている。

(2) 特許分類について

特許広報に記される IPC (International Patent Classification) 分類とは、国際間における特許文献の円滑な利用を図ることを目的に作成された世界共通の特許分類であり、1975 年 10 月に発効した「国際特許分類に関するストラスブール協定」に加盟している各国の特許文献に記載されているものである。IPC は発明に関する全技術分野を段階的に細分化しており、技術分野を A~H の 8 つの「セクション」に分け、各セクションをクラス、サブクラス、メイングループ、サブグループと階層的に細展開する体系を有している[29]。我が国では、IPC は公開特許については 1971 年出願分から、また広告（登録）特許については 1960 年から IPC による検索が利用可能である。特許庁は、特許出願者に対して出願者自らが出願内容を反映した IPC 記号を付与して出願するよう求めているが、公報に記載する IPC は最終的には特許庁の専門の審査官の判断にゆだねられており、信頼性の高いものとなっている。

本研究では、上記の IPC に加えて一部ファセット分類記号をも利用している。ファセット分類記号とは、IPC 分類表の全範囲あるいは所定の範囲（例えば、サブクラス又は複数のグループの範囲）にわたって、IPC の分類展開とは異なる観点から展開される記号のことであって、これにより IPC とは別の観点からの検索が可能となる（例えば医薬品の「薬効」などの観点から）。ファセット分類は我が国独自の分類体系であり、IPC を補完する展開記号と位置づけられている。ファセット分類記号には 3 個の英文字が使用され、第 1 番目の英文字は通常、該当するセクション記号と同一であるが、複数の分野にまたがる技術の横断的なサーチを効率よく行うために設けられた広域ファセット分類記号では、「Z」が用いられる。また、第 2 番目及び第 3 番目の英文字は、「I」と「O」を除いた英文字が使用され、これら 3 文字からなるファセット分類記号は、重複しないようになっている。特許分類には IPC とファセット以外にもファイル・インデックス (FI) や F タームがあるが、本研究では使用しない。

IPC とファセットは、特許公報上では併記され、下記の例のように記載される（ファセットは全ての IPC に付加されるとは限らない）。



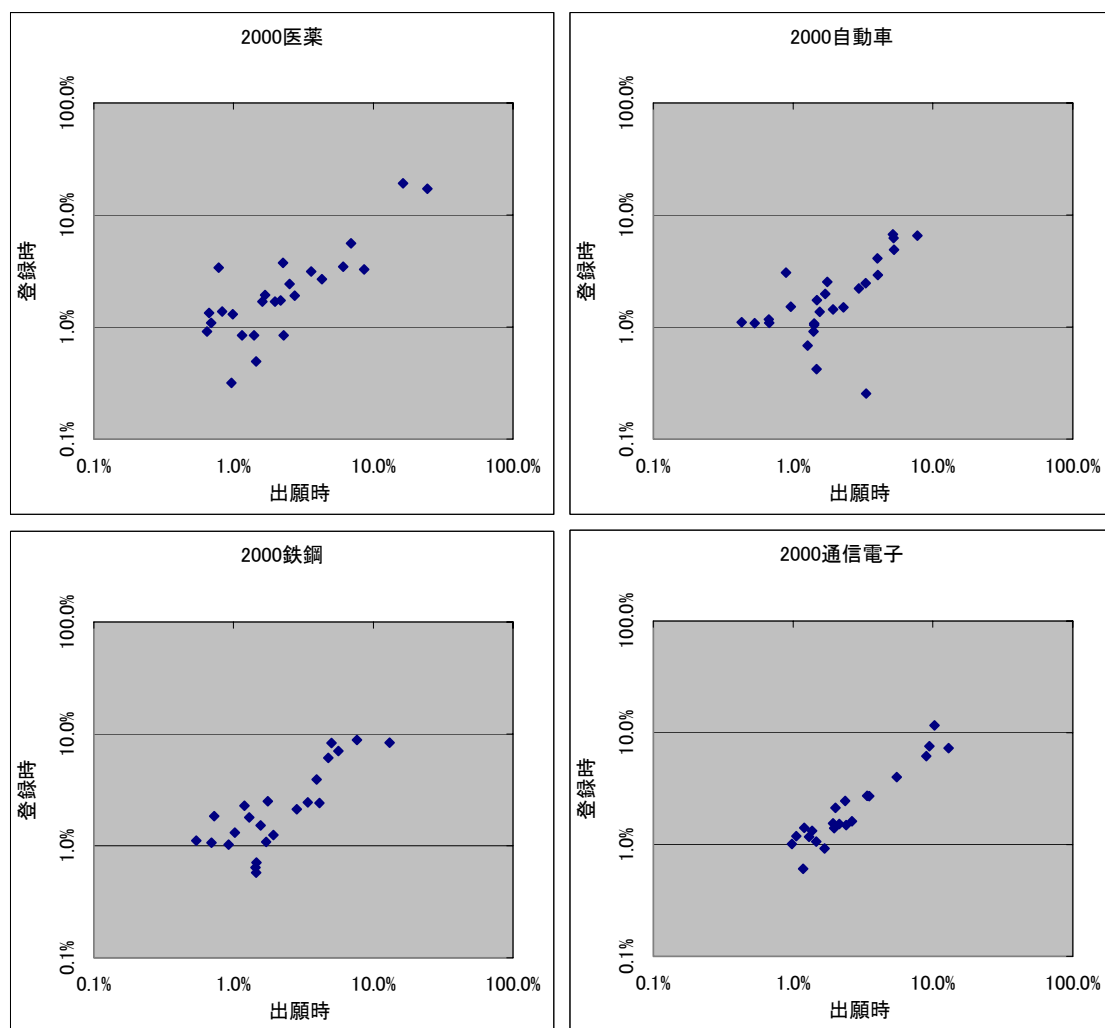


図 1： 出願 IPC と登録 IPC (top20) のシェアの相関 (2000 年)

なお、米国や欧州での特許出願においても、IPC 記号は利用されている。ただし、特に米国においては IPC とは全く異なる分類体系を持つ独自の特許分類 (USPC) が重視されており、併記されている IPC の信頼性は高くないとされている。本研究の方法論そのものは米国特許データに対しても応用することが可能であると考えられるが、USPC と IPC の対応を慎重に検討することが必要であると考えられる。米国特許や欧州特許データを用いた国際比較は、本研究の展開として残された課題である。

(3) 出願と登録の相関

図 1 は、2000 年の出願特許および登録特許に付与された筆頭 IPC のサブクラスを集計し、それぞれ上位 20 までを抽出して、各サブクラスの全出願件数中のシェアを水平軸

表 2： 上位 20 位までの IPC サブクラスの出願時シェアと登録時シェアの相関係数

	1980 年	1990 年	2000 年
医薬	0.965	0.948	0.926
自動車	0.650	0.880	0.848
鉄鋼	0.881	0.642	0.863
通信電子	0.896	0.941	0.927

に、全登録件数中のシェアを縦軸にプロットしたものである。分野により多少の違いは認められるが、全般的に出願時の技術分野のシェアと登録時のシェアの相関は高い。この結果は、出願から登録に至る過程で特定の技術分野のみが選択的に残されるというモデルではなく、出願された特許の一定割合が技術分野によらず登録されるというモデルを支持している。すなわち、出願時から登録時への技術分野の「選択と集中」は、一般的には認められないということを示唆するものである。

2000 年以外にも、1980 年および 1990 年における、出願 IPC と登録 IPC のシェアの相関を調べたが、ほぼ同様の結果であった。表 2 にこれらの相関係数をまとめて示す。この間に、特に出願から登録に至る間での技術分野の「選択と集中」が進んだという証拠は、これらのデータからは見出すことはできない。一般的に防衛特許の出願が多く、登録率が低いと言われる通信電子分野においても、出願時の IPC と登録時の IPC はほぼ同じ構成を保っており、技術分野による大きな差は認められない。

図 2 は、2000 年時点の登録数の多い IPC 上位 12 分野の、出願数と登録数をレーダーチャートに示したものである。各分野の出願の分布と登録の分布はよく似た形状を示しており、図 1 の結果を裏付けるものとなっている。なお、図 2 に示したチャートでは、出願数と登録数の差が小さくなっているが、これは 1996 年の公告制度の廃止に伴い、特許登録件数が急増したことが原因であると考えられる。1990 年以前には、出願数と登録数の差はかなり大きいものの、シェアにはさほど差はない。

このように、特許出願から登録に向けては、サブクラス廃止など IPC 分類体系そのもの変更による特殊事例を除いて、技術分野の「選択と集中」はほとんど生じていない事が明らかとなった。ある業種で登録数の多い特定のコア技術分野は、他の非コア技術分野よりも高い登録率（登録／出願）を有するのではなく、もともとその業種で出願される数が多いのである。これは、調べた限りでは業種を問わず、また年代を問わず、普遍的に見られる現象である。

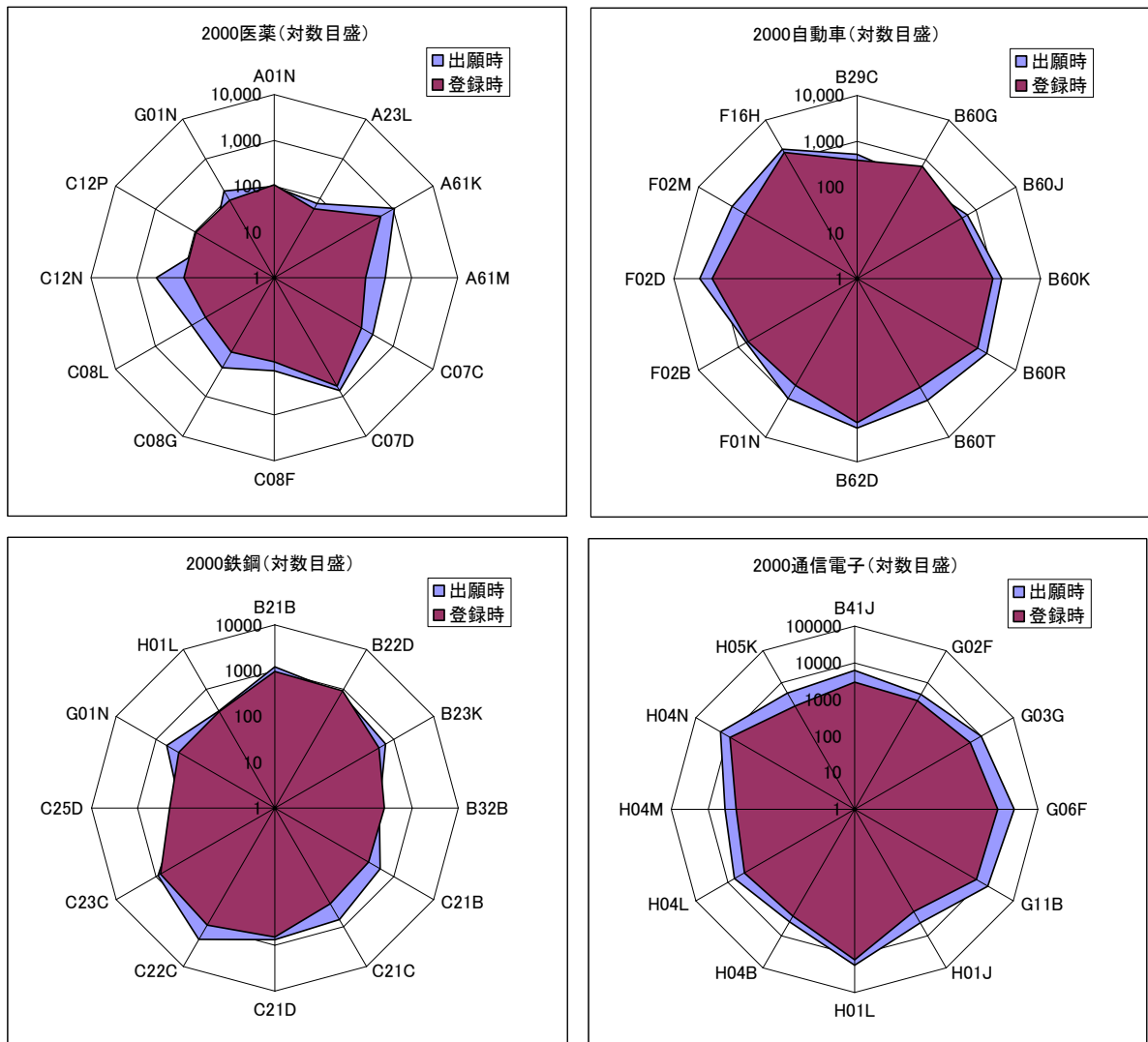


図 2： 登録数の上位 12 分野における出願数と登録数（2000 年）

それでは次に、このような業種特異的なコア技術分野への「選択と集中」が、時代とともに変化しているのかを個別に見てみたい。図 3-13-2 は、各業種で過去 20 年間の合計出願数の多い上位 12 分野を抽出し、1980 年、1990 年、2000 年の出願数の変化を見たものである。

各グラフの中で濃く着色した IPC サブクラス（例えば「医薬」の C07D、A61K、C12N、C12P）は、先行研究における「産業分類－IPC 分類コンコーダンス（対応表）」において、それぞれの業種を代表する技術分類として位置づけられたサブクラスである (U. Schmoch et. al. 2003)。

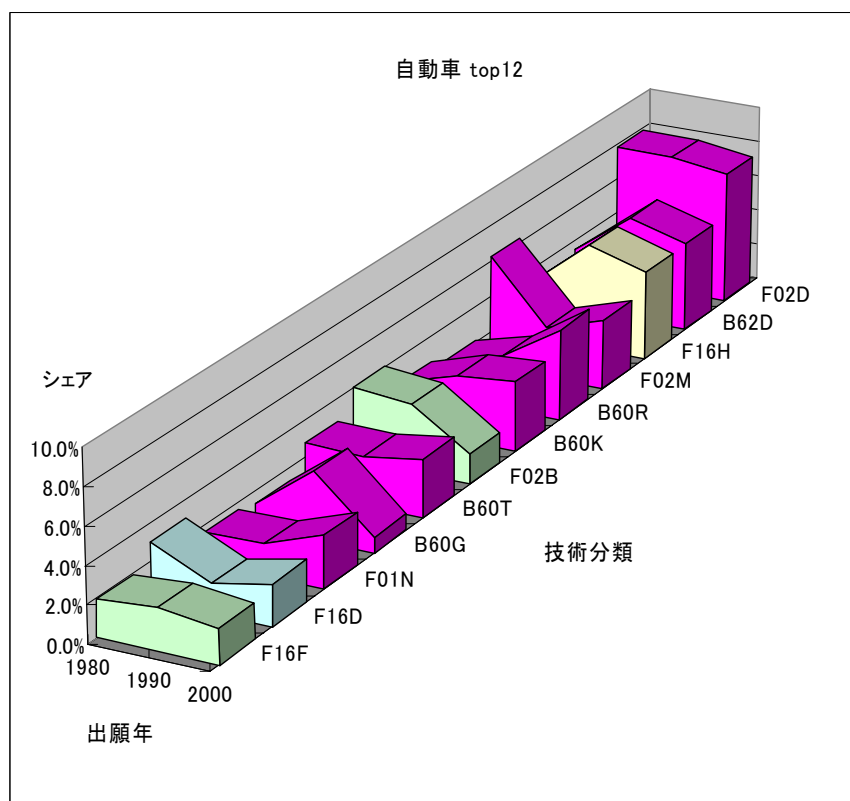
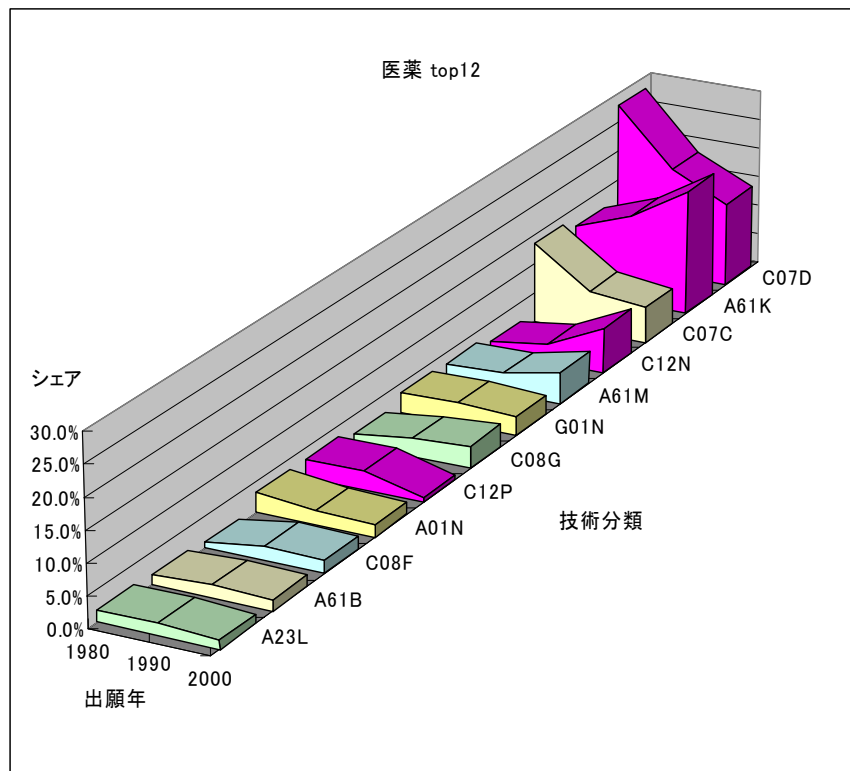


図 3-1： コア技術分野における出願数の変化（医薬、自動車）

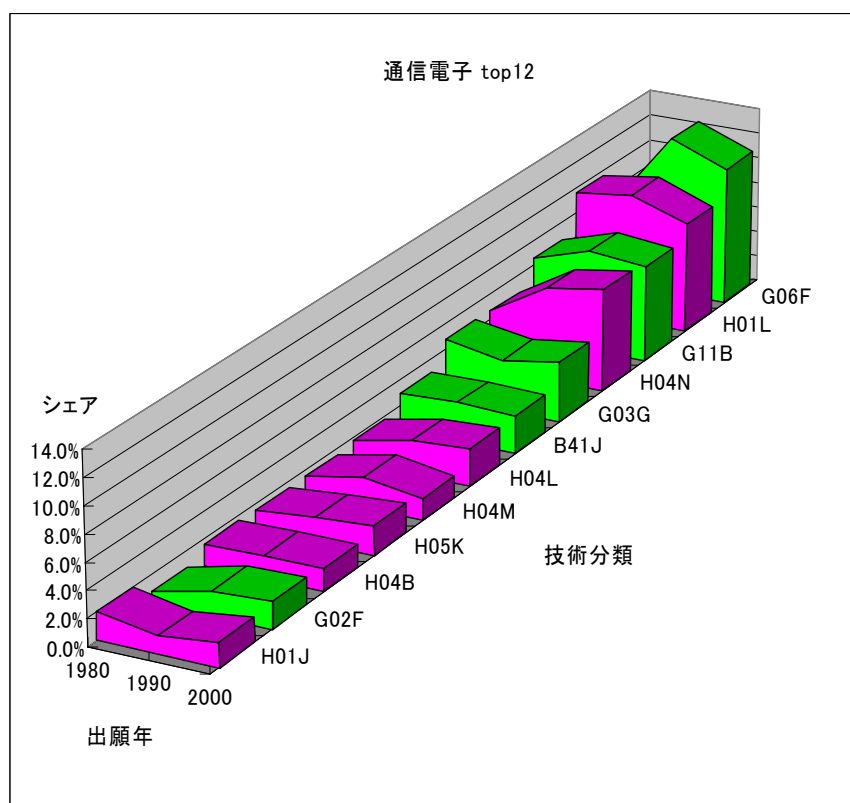
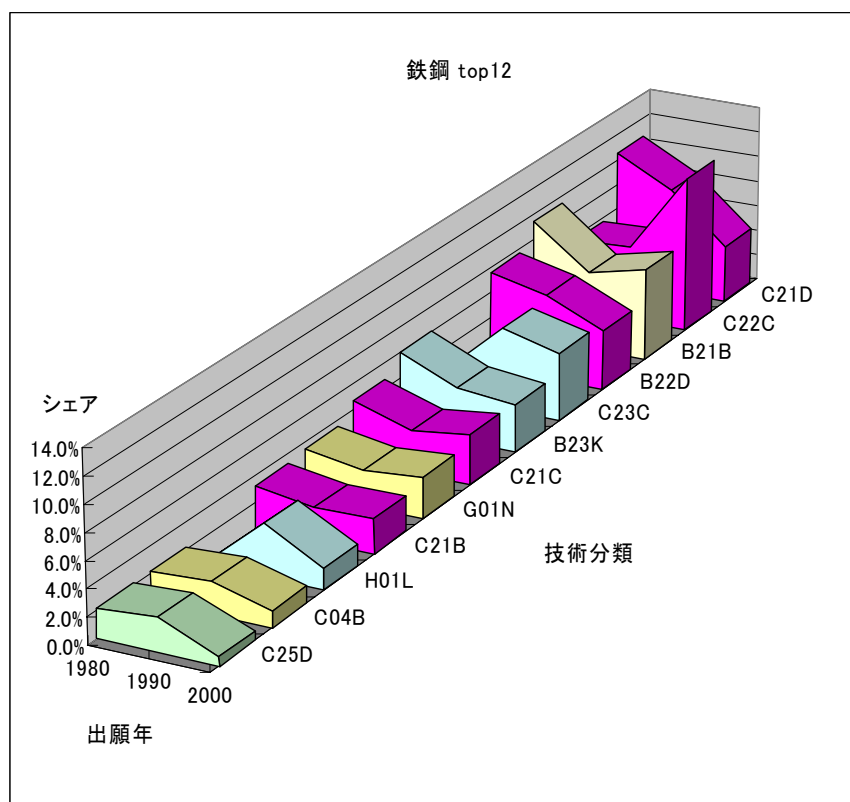


図 3-2 : コア技術分野における出願数の変化（鉄鋼、通信電子）

「医薬」業種では、C07D（複素環式化合物）、C07C（非環式化合物または炭素環式化合物）、C12P（発酵または酵素の使用）がシェアを大きく減少させており、逆に A61K（医薬用、歯科用又は化粧品用製剤）、C12N（微生物または酵素）、A61M（人体の中へ、または表面に媒体を導入する装置）などのシェアが増加している。すなわち、有機合成や発酵から、遺伝子工学や製剤、ドラッグ・デリバリー関連へと主役技術の変化と集中化が生じているものと考えられる。

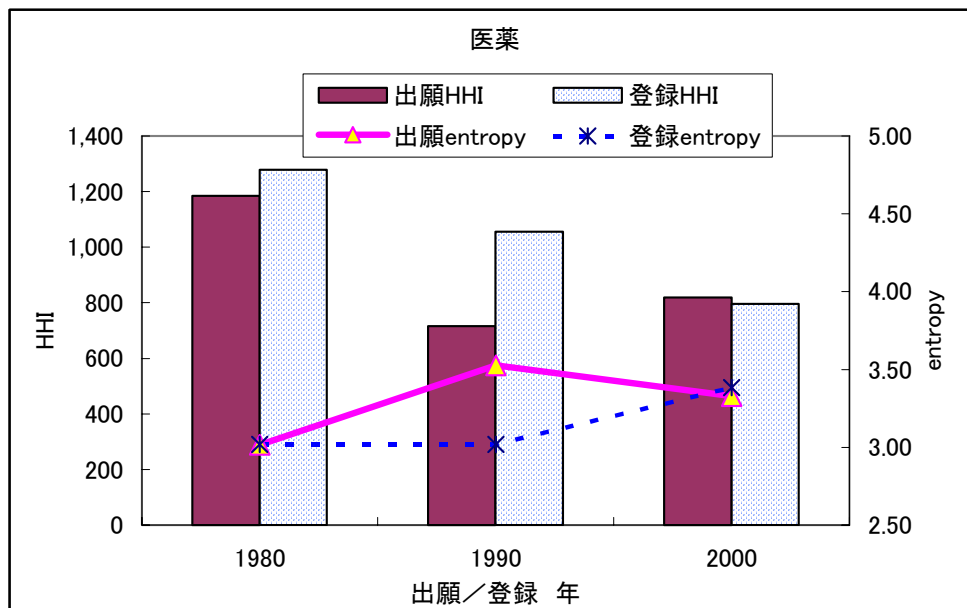
「自動車」業種では、F02D（燃焼機関の制御）や B62D（自動車）、F16H（伝動装置）のシェアにはあまり大きな変動はないが、F02M（燃焼機関への可燃混合物またはその成分の供給）や F02B（内燃式ピストン機関）が大きくシェアを下げ、代わって B60R（他に分類されない車両、車両付属具、または車両部品）が大きく増加している。エンジンそのものよりは、その制御やアクセサリーに関する技術の開発へとコア技術分野がシフトしつつあるものと考えられる。

「鉄鋼」業種では、シェアと順位の変動が大きい。1980 年時点のトップ 4 分野である C12D（鉄系金属の物理的構造の改良）、B21B（金属の圧延）、B22D（金属の casting）、B23K（ハンダ付、溶接）は全て大きくシェアを下げ、代わって C22C（合金）、C23C（金属質への被覆）がシェアを増加させた。鉄鋼業においても、技術開発が鉄そのものの加工から、合金や表面処理関連の技術へと移りつつあることを示しているものと考えられる。

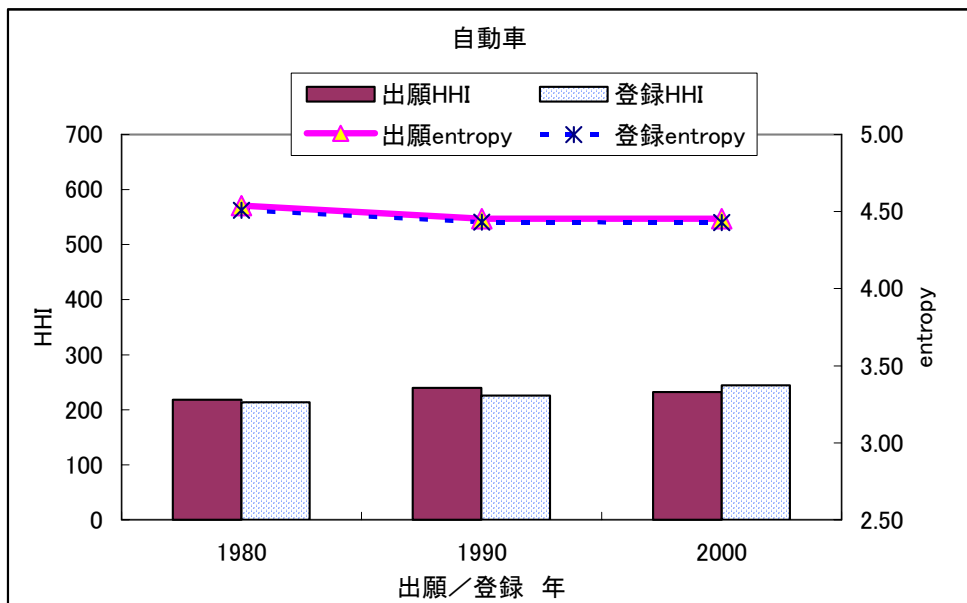
「通信電子」分野では、技術分野の順位やシェアの変動は大きくない。G06F（電氣的デジタルデータ処理）や H04N（画像通信、テレビジョン）はシェアを増加させているが、H01L（半導体装置）はシェアを下げた。G11B（記録担体と変換器との間の相対運動に基づいた情報記録）や G03G（エレクトログラフイー；電子写真）にはあまり大きな変動はない。G06F は様々な話題を呼んでいるビジネス・モデル特許関連の主分類であり、H04N は高解像度のデジタル画像通信や放送の実用化と関係が深いものと考えられる。一方で、1980 年代のエレクトロニクス業界の主役であった半導体関連の技術は、2000 年にはシェアを落としている。

このように、業種ごとに技術分野の盛衰を分析すると、元々存在した多様な技術の中から選択と集中を進めると言うよりは、新たな技術機会の出現に対応し、資源の多くを投入するコア技術分野をシフトさせていっているという実態があらかとなった。

また、特定技術分野への集中度（上位集中度）や、シェア及び順位の変動の激しさは業種ごとに大きく異なっている。図 4-1 および 4-2 は、各業種の上位集中度および裾野の広がり（ハーフィンダール指数（HHI）とエントロピーで表現したものである（HHI とエントロピーの適用に関する議論については、Gemba, K., Kodama, F., 2001 を参照）。

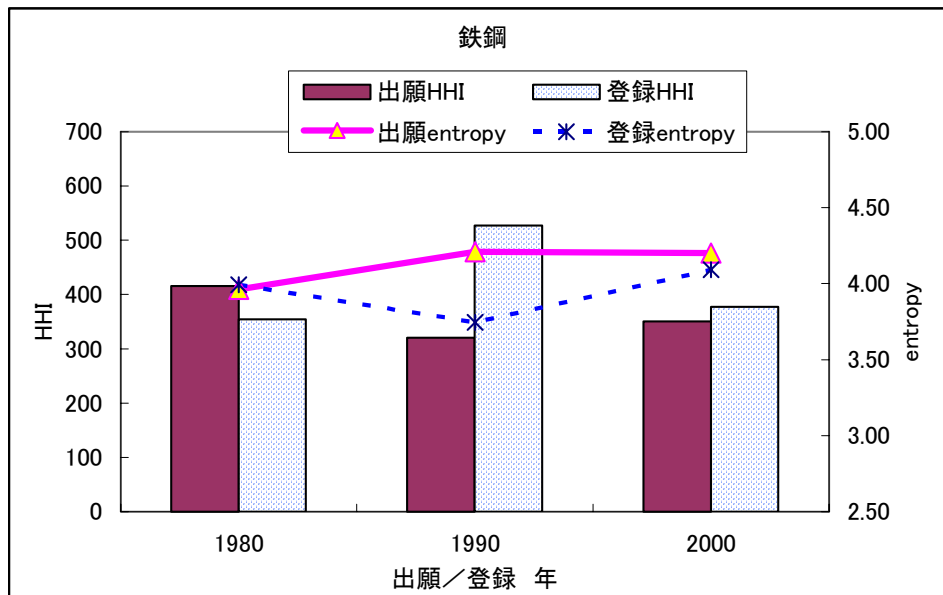


		HHI		entropy	
		出願HHI	登録HHI	出願entropy	登録entropy
医薬	1980	1,185	1,279	3.01	3.02
	1990	717	1,056	3.53	3.02
	2000	819	796	3.33	3.38

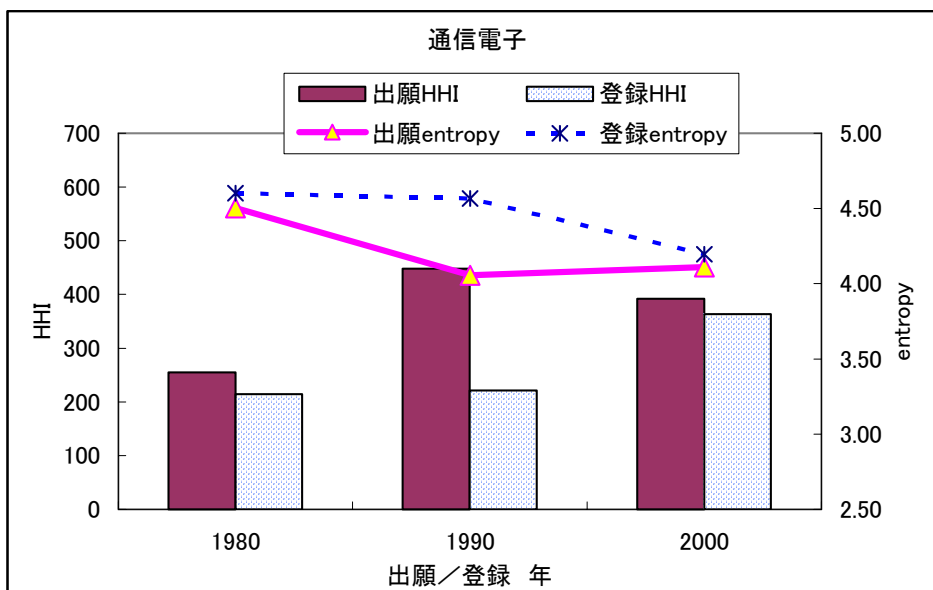


		HHI		entropy	
		出願HHI	登録HHI	出願entropy	登録entropy
自動車	1980	218	214	4.54	4.51
	1990	240	226	4.45	4.43
	2000	232	244	4.46	4.43

図 4-1： 特許出願分野および登録分野の HHI とエントロピー（医薬、自動車）



鉄鋼	年	HHI		entropy	
		出願HHI	登録HHI	出願entropy	登録entropy
	1980	416	354	3.96	3.99
	1990	320	527	4.21	3.75
	2000	350	377	4.20	4.09



通信電子	年	HHI		entropy	
		出願HHI	登録HHI	出願entropy	登録entropy
	1980	255	214	4.50	4.60
	1990	448	222	4.06	4.57
	2000	392	363	4.11	4.20

図 4-2： 特許出願分野および登録分野の HHI とエントロピー（鉄鋼、通信電子）

HHI とエントロピーは、いずれも事象分布のランダム性を計る指標として用いられる。これらの数値は、基本的には逆の挙動（HHI が増加する場合にはエントロピーが減少）を示すが、HHI がシェアの高い上位要素への集中の程度をよく反映するのに対して、エントロピーはシェアの低い要素がどの程度広く分布しているかに、より敏感であるとされている。

これらの指標を見ると、まず「医薬」では出願、登録ともに上位の技術分野への集中度が他の業種に比べて非常に大きいことが判る。ただし、登録分野の上位集中度は年代とともに低下し、あわせてエントロピーが増大しつつある。このことから、医薬業種においては過去 20 年間に、コア技術の多角化が進められてきたものと考えられる。

これに対して、「通信電子」では登録分野の上位集中度が増加し、エントロピーの減少が見られる。すなわち、通信電子業種においては、医薬とは逆にコア技術の選択と集中が進められていることが示唆される。また、変化の割合は小さいが、「自動車」も通信電子と同様に、登録分野の上位集中度の増加とエントロピーの減少が見られる。

「鉄鋼」においては、1990 年に一旦上位集中度が上昇した後、2000 年には再び低下しており、持続的なトレンドは見られない。

(4) 企業単位の分析

上述のように産業単位で見ると、出願時と登録時における技術分野のシェアにはさほど違いが無く、コア技術分野を同定するためにはどちらの指標を用いても大きな差はないものと考えられる。ただし、この考え方が企業単位のコア技術分野に、そのままあてはまるかどうかは検証する必要がある。すなわち、企業単位で見た場合にも、出願時の技術分野のシェアと登録時の技術分野のシェアに大きな差はないのであろうか？我々は、武田薬品とキヤノンケースとして取り上げ、この点の検証を試みた。

図 5 は武田薬品とキヤノンについて、出願数の多い 12 の技術分野の、出願および登録の件数を示したものである。いずれの企業、技術分野についても、出願と登録はほぼ同じシェアであり、コア技術分野の変化は見られない。すなわち、産業単位で見た場合の出願時と登録時の技術分野の関係は、そのまま企業単位の分析にも当てはめることが可能であると考えられる。

ただし、各企業がどのような分野を重視しているのかは、当然の事ながら業界全体の傾向とは異なっている。図 6 は、医薬品業界と武田薬品の、また通信電子業界とキヤノンのコア技術分野の分布を比較したものである。

武田薬品については、A61B（診断；手術）や A61M（人体の中へ、または表面に媒体を導入する装置）が業界一般のシェアよりも少なく、逆に A23L（食品、食料品；栄養改善）が多いことがわかる。またキヤノンについては、H01L（半導体装置）や G11B（記録担体と変換器との間の相対運動に基づいた情報記録）のシェアが通信電子業界よりも少なく、

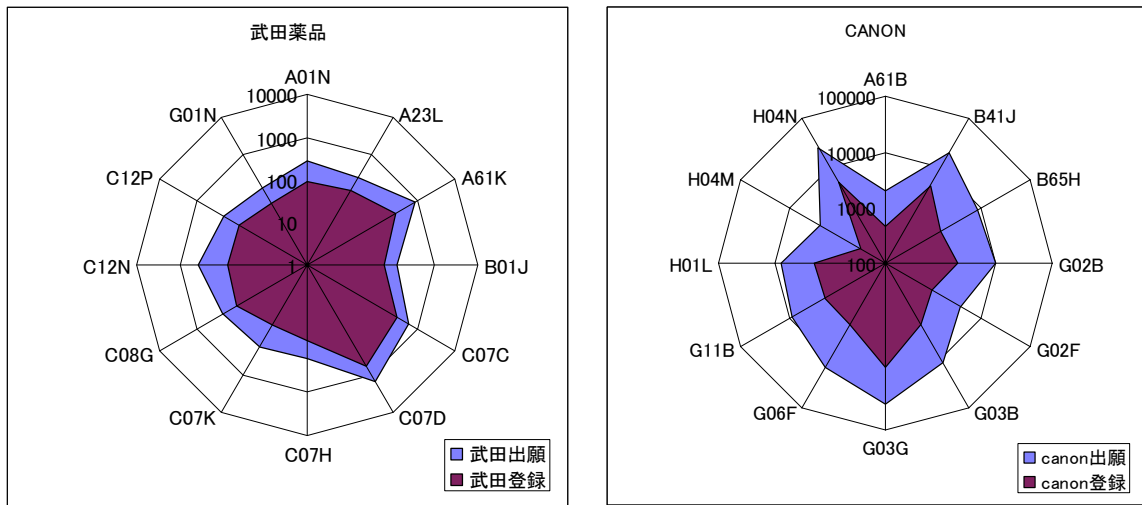


図 5： 武田薬品とキヤノンの特許出願時及び登録時の技術分野（トップ 12）

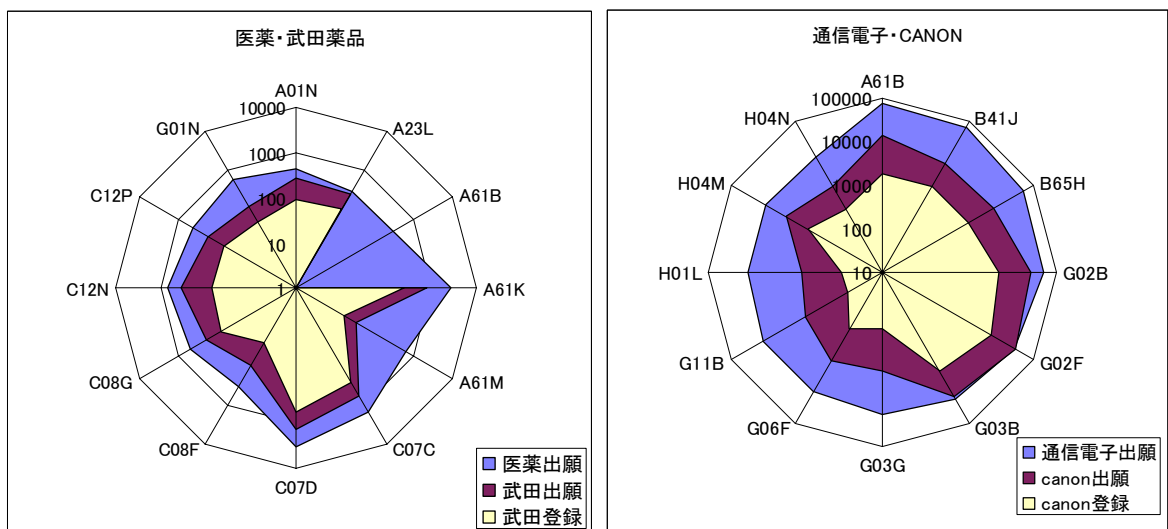


図 6： 医薬品業界と武田薬品および通信電子業界とキヤノンのコア技術分野

逆に G02B（光学装置）、G02F（光の強度，色，位相，偏光または方向の制御）、G03B（写真を撮影するための装置）のシェアが多い。キヤノンについては、通信電子業界と精密機械（カメラ）業界の中間的な性格を有することが、コア技術分野のシェアから見てもあきらかである。

図 7 は、武田薬品とキヤノンのコア技術上位 6 分野の年単位の出願件数の推移を見たものである（3 年間移動平均）。図 3-1 に示した医薬業界全体の動向と同じく、武田薬品

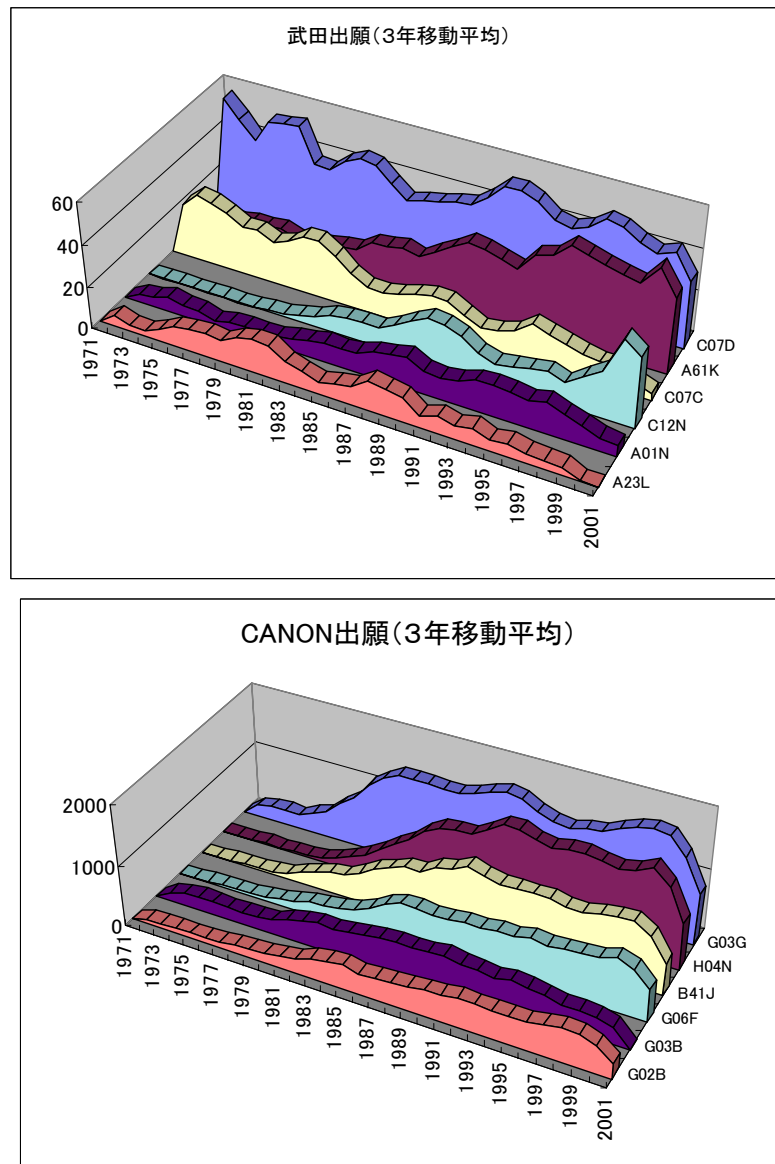


図7： 武田薬品とキヤノンのコア技術分野の推移

のコア技術も C07D（複素環式化合物）がシェアを減少させ、逆に A61K（医薬用，歯科用又は化粧品用製剤）や C12N（微生物または酵素）のシェアが増加していることがわかる。

特に C12N は 2000 年、2001 年に急増している。またキヤノンについては、G03B（写真を撮影するための装置）や G03G（エレクトログラフィー；電子写真）が早くから立ち上がり、H04N（画像通信，テレビジョン）や B41J（タイプライタ；選択的プリンティング機構）、G06F（電氣的デジタルデータ処理）が後を追って増加している。

以上、いくつかの業界や企業を取り上げ、特許出願と登録からコア技術分野の選択と集中の実態を明らかにした。その結果、これらのコア技術分野が新たな技術機会の出現や成熟化などに伴い、長い間にはかなり大きく変動していることが明らかとなった。本研究の背景と目的に述べたように、技術分野はそれぞれが独立して変化しているのではなく、組織の内外で相互に影響を及ぼしあいながら共進化を続けている。我々は特に、企業内部での技術分野間の長期的な関係に注目したい。その是非はともかくとして、我が国の企業は社内の研究開発を重視し、自社のコア技術を主として社内で発展させて来たことは明らかなからである。

次節では、いくつかの新たな方法論を利用し、技術分野間の関係を分析してみたい。

(5) 筆頭 IPC と IPC Co-occurrence の分析

1 件の特許出願には、通常 1 つないし複数の IPC が付与される（「分類不能」として IPC が付与されないケースは極まれである）。図 8 に示すように、公開特許公報に記載される IPC のうち、先頭に記載される IPC は、その発明を代表する分類（特に「筆頭 IPC」あるいは「第 1 特許情報」と呼ばれる[31]）であり、筆頭 IPC 以外の IPC は、一義的にはその発明をカバーしないが非常に関連の深い情報を示す分類となっている。

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)【公開番号】特開平8-14XXXX
(43)【公開日】平成8年(1996)6月7日

(51)【国際特許分類第6版】

C12N 15/09	ZNA
C12N 5/10	
A61K 38/00	ADU
C07H 21/04	
C07K 14/54	

【審査請求】未請求【請求項の数】1【出願形態】OL【全頁数】4

(21)【出願番号】特願平6-28YYYY
(22)【出願日】平成6年(1994)11月21日

(71)【出願人】
【識別番号】00000ZZZZ
【氏名又は名称】〇〇〇〇株式会社
【住所又は居所】〇〇県〇〇市〇〇番地
(72)【発明者】〇〇太郎

筆頭IPC

IPC記号

「医薬品」分野に分類されるIPC

「総合化学」分野に分類されるIPC

Co-occurrence

図 8 : 公開特許公報の特許分類記載イメージ

つまり図 8 に示した発明は、「C12N 15/09（組換え DNA 技術）」を本体とする発明であり、その応用範囲として「C12N 5/10（外来遺伝物質の導入によって修飾された細胞）」や「A61K 38/00（ペプチドを含有する医療製剤）」などをカバーするものであることを示している。

上記のように、複数の IPC が付与される特許出願においてそれらが異なる技術分野に属する IPC である場合、本研究では“異分野に属する IPC が共出現している”と言う意味で“IPC の Co-occurrence”と呼ぶ。図 8 の場合、「C12N 15/09」や「C12N 5/10」、「A61K 38/00」は、産業レベルで見た場合にはいずれも医薬品産業に最も深く関係する IPC であり、医薬品産業のコア技術分野にマッピングされる（後述）が、「C07H 21/04」や「C07K 14/54」は総合化学産業のコア技術分野にマッピングされる技術である。よって、産業レベルのコア技術分野で見た場合には、図 8 のケースは「医薬品」と「総合化学」の IPC の Co-occurrence であるとも言える。一方、図 8 のケースをより細かい技術分野で見ると、「C12N 15/09」や「C12N 5/10」は遺伝子工学関連の技術であり「A61K 38/00」は医療製剤関連の技術である。また「C07H 21/04」は核酸関連の、「C07K 14/54」はペプチド関連の技術である。よって、このケースはこれら細分化された技術分野の IPC の Co-occurrence と見なすこともできるだろう。

以下、キャノンをケースとして、IPC の co-occurrence 指標に基づくクラスター分析により、企業内のコア技術分野間の関係の分析を行う。

(6) キャノンのコア技術

対象とする特許は、1993 年 1 月から 2002 年 12 月までに公開されたキャノンの特許（公開、公表、再公表を含む）である。

この期間中のキャノンの全出願件数（筆頭 IPC 記号が付与された数）は、90,842 件、またキャノンの出願特許全てに付与された IPC の総数は、160,323 個であった。キャノンの出願特許に付与された全 IPC をサブクラスレベルでカウントし、上位 50 種を抽出した。これら上位 50 種の IPC が筆頭 IPC として付与されている数は 86,595 個（全体に占める比率 95.3%）、また、これら 50 種が順序に関係なく出現する数は、148,094 個（全体に占める比率 92.4%）である。

図 9 に、上位 50 種のさらに半分 25 種の出現数（筆頭 IPC 数および全 IPC 数）を示す。

これら、上位 50 種類の IPC の Co-occurrence に関するマトリックス・データを作成し、マトリックスの縦をケース、横を変数とみなして、統計処理パッケージソフトウェア SPSS を用いてクラスター分析を行った。クラスター分析のために、ケースごとに 0 から 1 の範囲で値を標準化し、ケースクラスターを形成させた。クラスター化の方法は Ward 法で、距離の測定方法は、平方ユークリッド距離を用いた。

図 10 に、クラスター化の結果のデンドログラムを示す。

生成されたクラスターの構成要素を観察すると、第一のクラスターは主なものとして

- G06T： イメージデータ処理または発生一般 (5,308 個)
- H04N： 画像通信，例．テレビジョン (22,538 個)
- B41J： タイプライタ；選択的プリンティング機構 (18,706 個)
- G06F： 電氣的デジタルデータ処理 (13,500 個)

などを含んでいる。これらは、デジタル処理によって画像データを生成し印刷するという機能、すなわち「プリンター」に関連する技術の集合であると考えられる。ゆえに、このクラスターを「プリンター技術ドメイン」と命名した。以下同様に、

第二のクラスターは、主要構成要素である

- G03G： エレクトログラフイー；電子写真；マグネトグラフイー (21,702 個)
- B65H： 薄板状または線条材料の取扱い (6,373 個)

から「複写機技術ドメイン」、

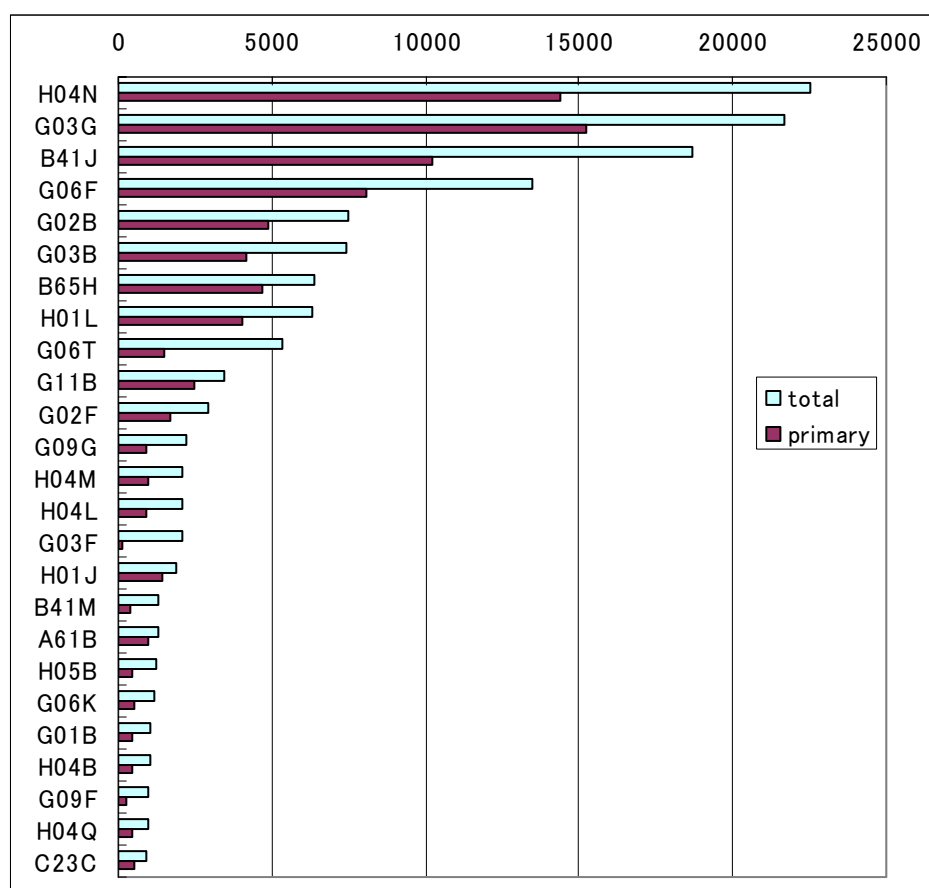


図 9： キヤノンの出願 IPC サブクラス上位 25 種

第三のクラスターは、主要構成要素である

- H01L： 半導体装置，他に分類されない電氣的固体装置（6,290 個）
- G03F： フォトメカニカル法による凹凸化又はパターン化された表面の製造（2,074 個）

から「半導体製造技術ドメイン」

第四のクラスターは、主要構成要素である

- G02B： 光学要素，光学系，または光学装置（7,489 個）
- G03B： 写真を撮影するためのまたは写真を投影もしくは直視するための装置または配置（7,435 個）

から「カメラ技術ドメイン」と命名した。

表 3 に、各技術ドメインを構成する IPC サブクラスをまとめた。

表 3： キヤノンの各技術ドメインを構成する IPC サブクラス

プリンタ	複写機	半導体製造	カメラ
G06T	H02M	G01B	G02B
H03M	G05F	G01N	G03B
H04N	H02J	G01D	G01C
G09G	H05B	H01L	A61B
B41J	G05D	G03F	G02F
G06F	G03G	B23Q	G09F
G06K	F16C	C23C	C09K
G10L	C08L	G01R	B41M
H04B	B65H	G05B	C09D
H04J	H02N	H01S	B29C
H04M	H02P		B29L
H04Q			G11B
H04L			H01J
			H05K
			H02K
			C03B

これら技術ドメインごとの IPC 数をドメイン単位でアグリゲートし、その年次推移を見たものが図 11 である。プリンタの技術ドメインは他の技術ドメインより大きく、半導体製造の技術ドメインは他よりも小さい。サイズの違いを標準化すると、プリンタ、複写機、半導体製造の各ドメインはいずれも 10 年間に 1.5 倍程度に増加しているが、カメラのドメインはほとんど変化がないことが判った。

次に、これら技術ドメイン間の 10 年間の IPC Co-occurrence 件数を集計したものが、表 4 である。上段は実数で左右対称の直行表、下段は行単位で合計を 100%とした場合の比率を示している。すなわち、プリンタ技術のドメインから見た場合、複写機技術のドメインとの Co-occurrence が 45%、半導体製造技術ドメインとの Co-occurrence が 8.3%、カメラ技術との Co-occurrence が 46.7%であり、半導体製造技術との関係は非常に低いことがうかがわれる。また、複写機技術ドメインから見ると、Co-occurrence はプリンタ技術ドメインに集中しており、これらの間には非常に深い関係があることを示している。

さらに、これら Co-occurrence の年次変化を見たものが、図 12 である。プリンタと複写機の技術ドメイン間の Co-occurrence は、件数は多いものの増加率はあまり高くなく、逆に半導体製造技術とプリンタやカメラ技術ドメイン間の Co-occurrence の増加率が大きい。これは、カメラのデジタル化やプリンタおよび複写機技術のデジタル化の流れを反映しているものであろうか。

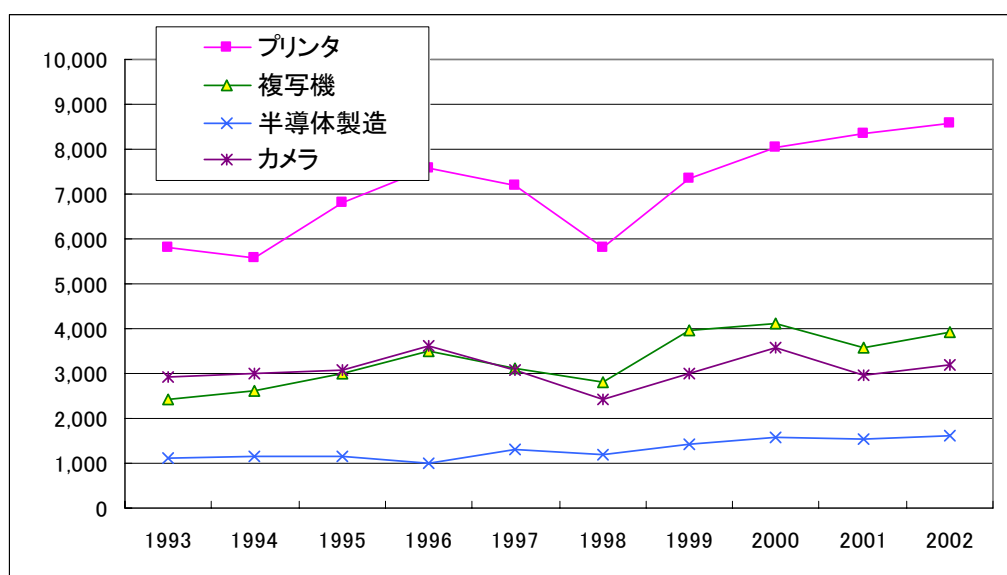


図 11： キヤノンの各技術ドメインの IPC 出現数

表 4： キヤノンの各技術ドメイン間の Co-occurrence（10 年間まとめ）

	プリンタ	複写機	半導体製造	カメラ	計
プリンタ		10,928	2,023	11,355	24,306
複写機	10,928		1,486	2,068	14,482
半導体製造	2,023	1,486		3,256	6,765
カメラ	11,355	2,068	3,256		16,679

	プリンタ	複写機	半導体製造	カメラ	計
プリンタ		45.0%	8.3%	46.7%	100.0%
複写機	75.5%		10.3%	14.3%	100.0%
半導体製造	29.9%	22.0%		48.1%	100.0%
カメラ	68.1%	12.4%	19.5%		100.0%

図 13 には、各技術ドメイン内での Co-occurrence の件数を示した。各技術ドメインとも IPC 出現数の増加率よりも、Co-occurrence の伸び率の方が明らかに上回っていることがわかる。

上述のように、IPC の Co-occurrence の概念を用いて、企業内技術ドメインの動向およびそれらの間の関係を分析することが可能である。第 3 章では、より長い期間を対象として、企業内の技術軌道の分析を試みる。

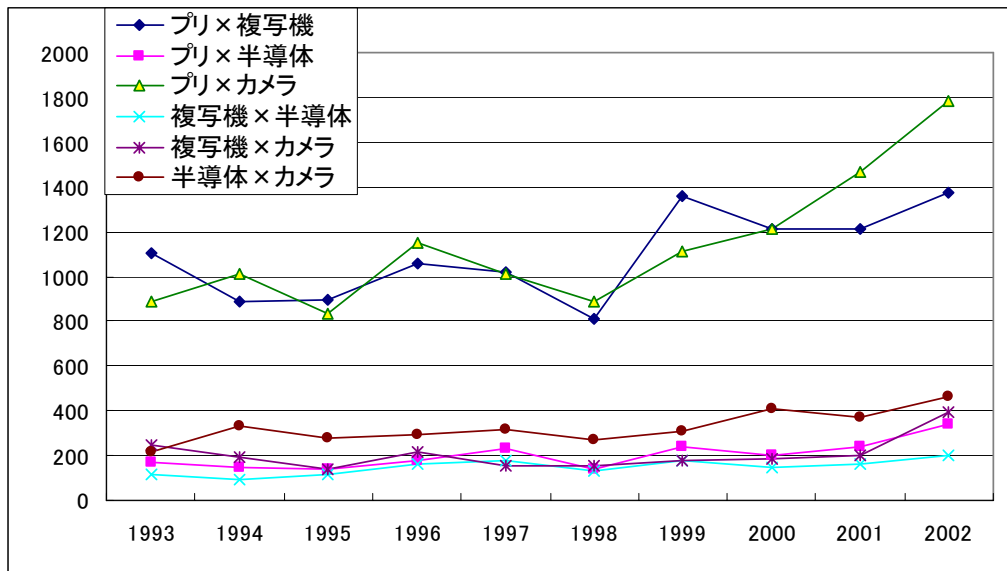


図 12： キヤノンの各技術ドメイン間の Co-occurrence 数

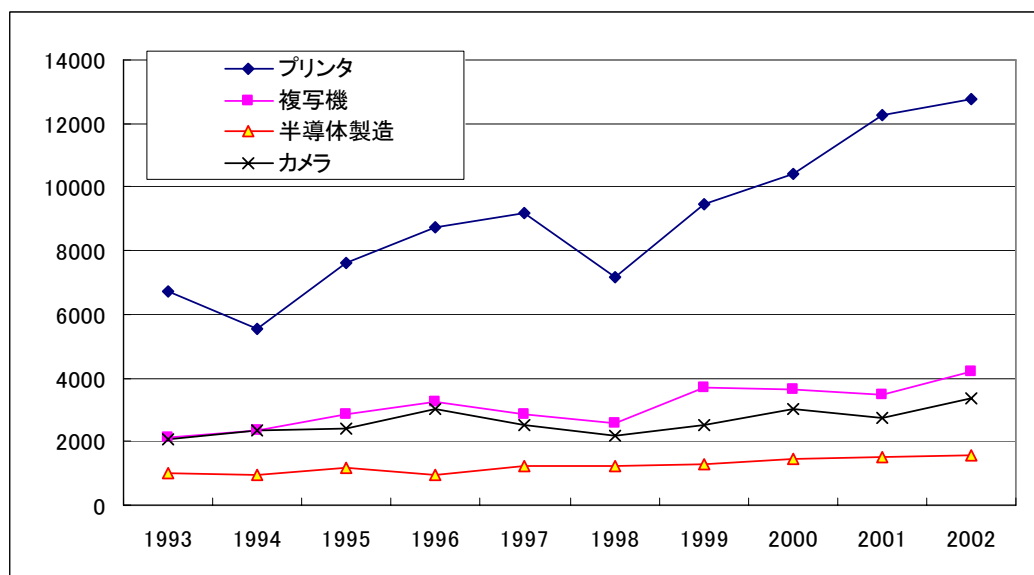


図 13： キヤノンの各技術ドメイン内の Co-occurrence 数

3. Persistent Innovator の技術軌道の分析

(1) キヤノンの事業多角化と技術軌道

キヤノンは1937年の創業以来、事業の多角化とグローバル化を積極的に推進し、2003年度決算のグループ全体での売上げは3兆1,980億円に達している。このうち日本国内の売上げ高は8,014億円であり、売上高の海外比率は75%である⁴。

キヤノンは創業以来永らく、我が国の代表的なカメラメーカーとして精密機械業界を代表する企業であったが、事業多角化の結果1980年代には売上げ構成の中で事務機・エレクトロニクス製品部門の比率が高まり、カメラや光学機器部門の比率を逆転した（図14）⁵。このため、現在の証券コード協議会の業種分類では、通信・電子機械製造業へと分類されているが、本事例研究では過去からの技術軌道を追跡するため、元々のキヤノンの本業である精密機械技術分野を出発点とする。

キヤノンは、国産の高級カメラ製作を目的に、1937年、精機光学工業株式会社として設立された。当初は外国産カメラのリバースエンジニアリングを行い、それに独自技術を付加して純国産カメラを製造するというカメラ専門メーカーであった。キヤノンが多角化の道を探り始めるのは、1957年に開発に着手した『シンクロリーダー』が最初である。2年後に発売された『シンクロリーダー』は商品としては成功しなかったが、その開発に伴って採用された電気・磁気関係の技術者たちや、開発途上で獲得した各種の技術及びノウハウは、後のOA・電子機器開発へとつながる多角化の基盤を形成することとなった。

図15に、キヤノンの事業分野（売上げ）の多様性をエントロピー値で定量的に測定した結果を示す。長期的にはエントロピーが増大しており多様性が増大する方向にあるが、短期的に見ると1960年代後半と1980年代前半に多様性の急激な増加が見られ、1970年代と1990年代は横這いしないし、やや減少している。1960年代後半の多様化は電卓事業の立ち上げを、また1980年代の多様化はプリンタやワープロ・ファクシミリなどの情報通信機器事業の立ち上げ時期を反映するものである。複写機の事業は1970年代に立ち上がっているが、この時期は電卓事業の縮小期と重なっており、電卓事業を代替するような形で複写機事業が伸びたため、キヤノン全体としての事業の多様性はあまり増加しなかった。

⁴ キヤノンストーリー 2001、キヤノンの歩み、キヤノンファクトブックなどを参照した。これらはキヤノンのホームページ <http://www.canon.co.jp/about/> で公開されている。

⁵ 東洋経済新報社“会社四季報”（昭和40年版～2001年版）各新春号を参照した。

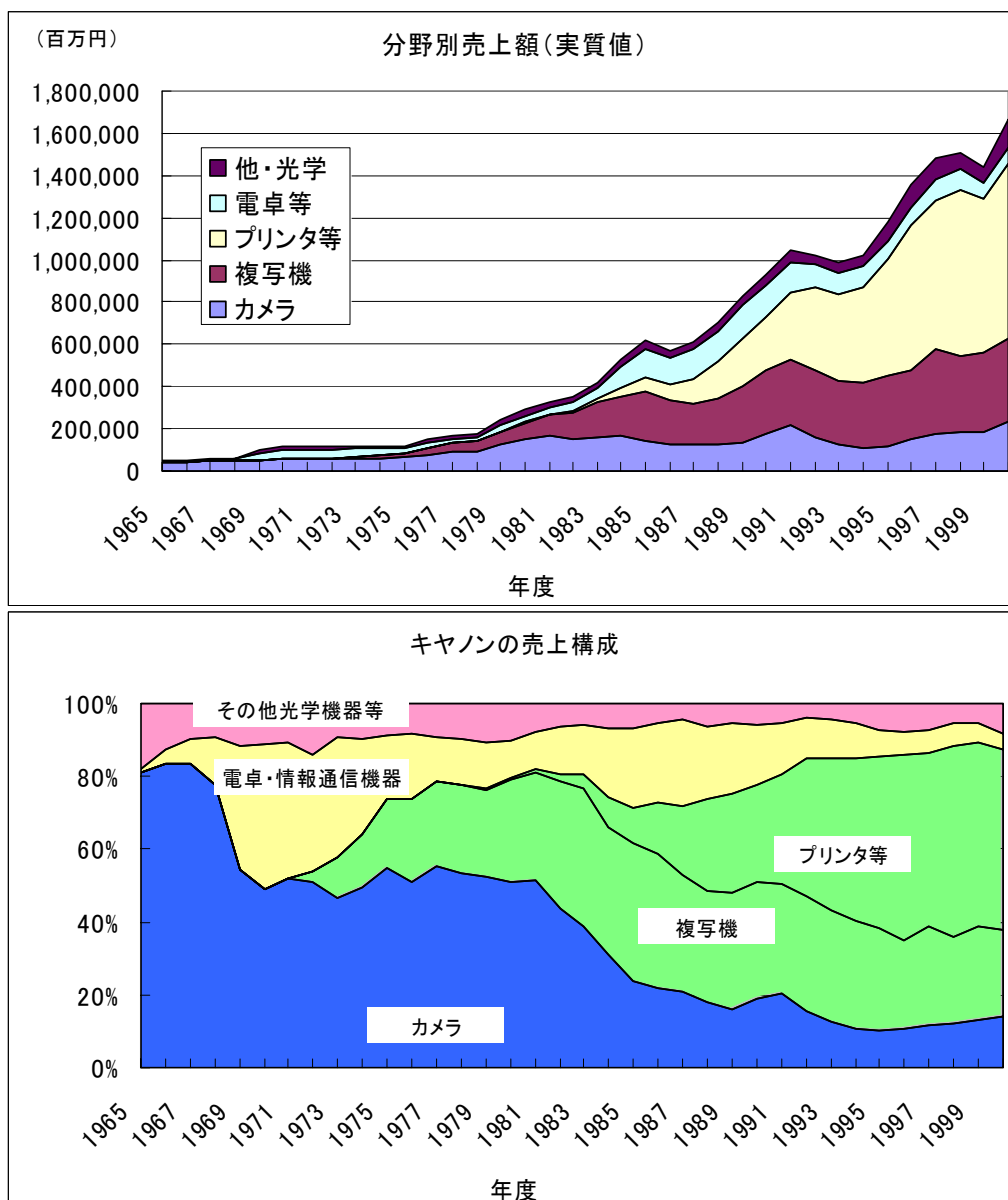


図 14： キヤノンの売上げとその構成

キヤノンが社内で培ってきた技術を長期間の技術軌道の観点から見ると、大きく4つの流れが認められる。第一は、創業時からのコア技術分野である「カメラ及び精密光学技術」である。これに加えて、『シンクロリーダー』関連の電子回路技術をその源とし電卓やワープロ・パソコンへと繋がる「電子機器技術」、電子写真技術を源とする「複写機・プリンタ技術」、精密光学技術から派生した「半導体製造装置技術」が後に加わった

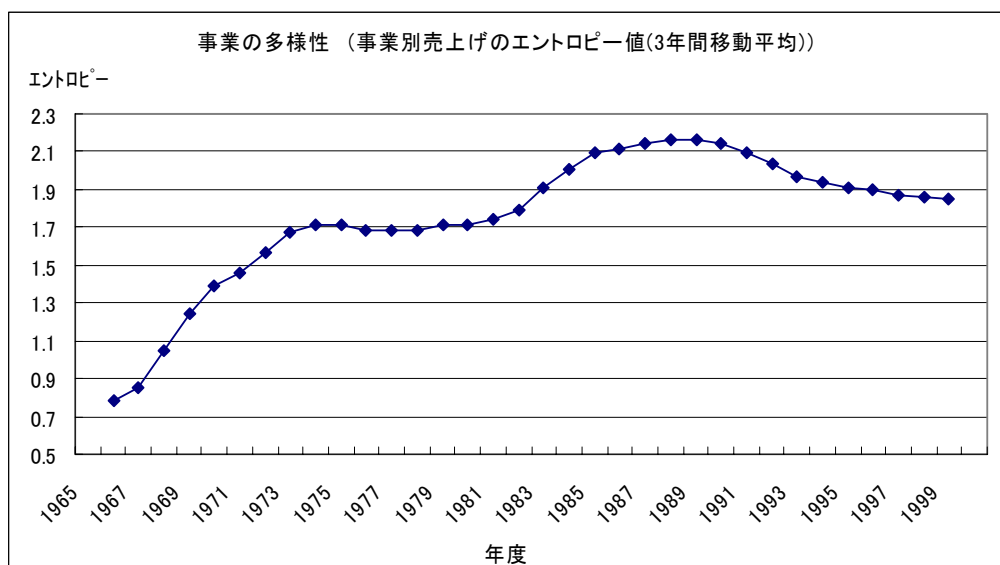


図 15： キヤノンの売上構成の多様性

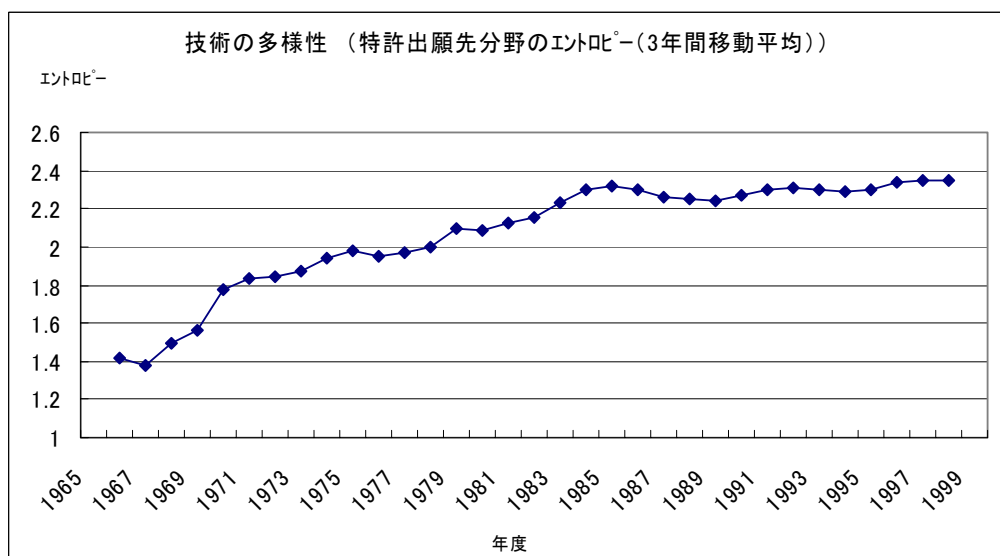


図 16： キヤノンの技術の多様性

⁶[34][35]。これら以外にも、化学材料系の研究はかなり初期から行われていたが、事業としての独立性は高くないのでここでは取り上げない。

⁶山下達哉、中村元一、“キヤノン・世界「共生」をめざす 21 世紀ビジョン。” 1991 年、ダイヤモンド社、岩井正和、“独創するキヤノン—バブルジェットプリンタ開発の軌跡—”、1997 年、ダイヤモンド社、等

キヤノンの技術の多様性の変化をエントロピー値で測定したものが図 16 である。1980 年代中頃までは徐々に多様性が増大してきたが、1980 年代半ば以降は横這いの状態となっており、事業の多様化の傾向とほぼ一致する結果となっている。

(2) キヤノンの技術軌道間の相互作用

先に述べた“筆頭 IPC と Co-occurrence”を利用して、キヤノンの技術軌道間の関係を定量的に解析する。ここで取り上げるのは、カメラの技術軌道と半導体製造装置の技術軌道の関係である。

キヤノンの出願した特許の中で、カメラ関連の IPC を付与された特許の集合と、半導体製造装置関連の IPC を付与された特許の集合との積集合が、Co-occurrence 特許である。この Co-occurrence 特許の中でも、筆頭 IPC がカメラであるものと、筆頭 IPC が半導体であるものが存在する（Co-occurrence 特許にはその他の技術が筆頭 IPC であるものも存在するが、ここでは特に論じない）。それらの関係を図 17 に示す。これらの特許件数が、どのような推移をたどって変化してきたのかを見てみよう。図 18 に、キヤノンの、カメラと半導体製造装置技術分野の、売上げ及び特許出願件数の推移を示す。

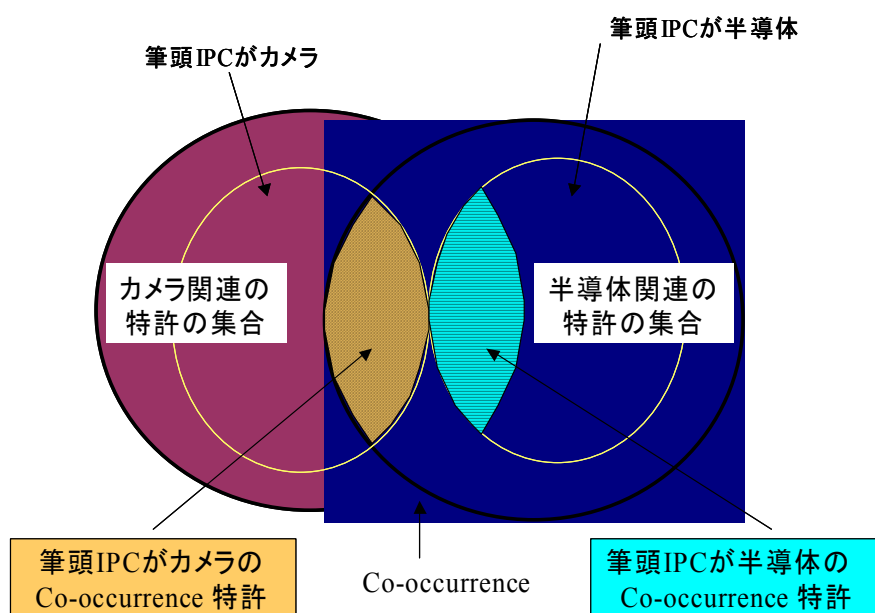


図 17： Co-occurrence と筆頭 IPC の関係

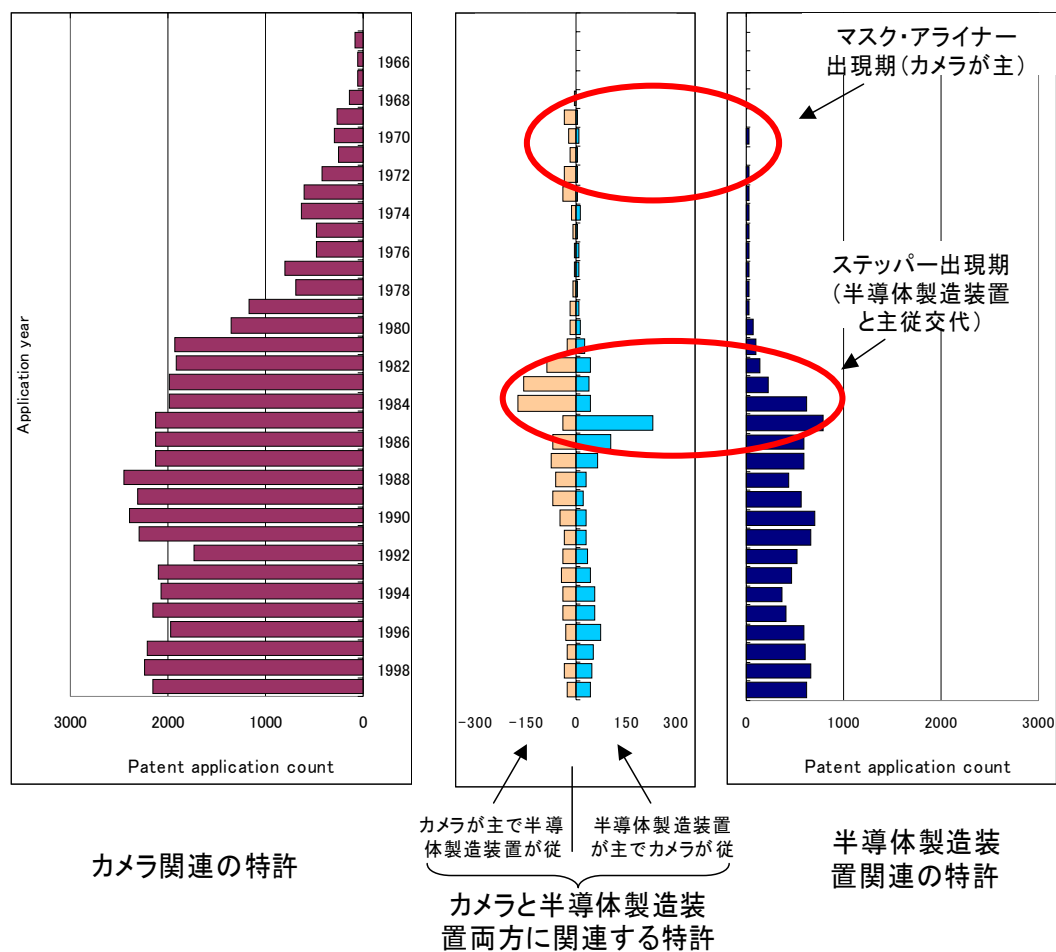


図 18： カメラと半導体製造装置関連の特許および Co-occurrence 特許出願の推移

半導体製造装置に関する技術分野の特許出願は、1970 年代のアライナーに関する小ピークを形成した後、1980 年代に急速に増加するが、これはちょうどアライナーからステッパーへの切り替わりの時期に相当する。その後、1980 年代から 1990 年代にかけてのいくつかの小ピークは、半導体製造プロセスルールの縮小（半導体世代交代）に伴う使用光源の改良や、ポスト・ステッパー技術などによるものであると考えられる。

カメラと半導体製造装置の両方に関係する Co-occurrence 特許（カメラと半導体製造装置それぞれの技術分野に属する複数の IPC 記号をもつ特許）については、非常に特徴的なパターンが見られる。

まず、1960 年代後半から 1970 年代前半にかけてのカメラから半導体製造装置への技術

の流れを示す小ピーク（Co-occurrence のうち筆頭 IPC がカメラで、その他 IPC に半導体製造装置を含むもの）は、この時期に開発されたアライナーに関連するものである。アライナー時代における（カメラ）→（半導体製造装置：アライナー）という技術の展開の後、再び 1982 年～1984 年には（カメラ）→（半導体製造装置：ステッパー）という展開のピークが現れた直後に、1985 年以降は半導体製造装置を筆頭 IPC とするものが極端に多くなっているのである。これは、1985 年を境として半導体製造装置の技術が独り立ちし、新たな技術コアを形成していったことを示すものと考えられる。

ステッパーで培ったフォトリソグラフィによるキヤノンの微細加工技術は、最近ではバブルジェットプリンタの心臓部である吐出ノズルの製造にも応用され、高精細のフルカラーBJ プリンタ開発に大きく貢献している。また、複写機やレーザープリンタの心臓部である感光ドラムについて、キヤノンは世界で初めてアモルファスシリコン薄膜を実用化したことで知られているが、半導体製造技術は大面積の金属性シリンドー上にアモルファスシリコン薄膜を形成する工程でも不可欠なものであったという。半導体メーカーに対してアライナーを供給していた頃は、キヤノンが市場を支配していたとはいってもその売上金額は大きくなかったが、ステッパーの売上げが計上され始めた 1984 年頃には、半導体製造装置の売上げの貢献もかなり大きなものとなっている。

このようにキヤノンの事業は、原則的に既存のコア技術を近隣の技術分野へと徐々に展開し、それを新規事業へとつなげて多角化していくことで急成長を遂げてきた。これは、O.Granstrand の提示した、技術主導のインクリメンタルな多角化モデルに良く当てはまっている。このようなコア技術の多角化は、“proximal diversification（近接性多角化）”と呼ぶことができるだろう。

一方、冒頭で述べたように、技術の進歩は時に不連続なジャンプを起こすが、優良企業はそのような変化を乗り越えて事業を展開していく。第 1 節で示したように、医薬品業界が経験したバイオ分野の急速な技術的進歩は、そのような事例を分析するための良いケースを提供してくれるだろう。次節では、武田薬品の技術軌道の変化とその融合過程を分析する。

(3) 武田薬品の事業多角化と製品技術

武田薬品は、国内の医薬品専門メーカーのトップ企業として業界の先導役を果たしてきた。株式会社としての設立は 1925 年、上場は 1949 年であるが、創業は江戸時代にまで遡る⁷。

武田薬品は、売上の 4 分の 3 以上を占める医薬品のほか、食品、農薬、生活環境製品等の研究開発・製造・販売を行ってきた、2003 年度決算の連結売上げ高は 10,864 億円（単独で 7,641 億円）に達している。このうち海外での売上げ高は 4,619 億円であり、連結決算で見た売上高中の海外比率は 42.5%である。なお、米アボット社との合弁会社である米 TAP 社（50%出資であるため連結決算対象からは除外されている）は、2003 年度に米国内で約 4,000 億円相当を売り上げており、扱っている商品のほとんどは武田薬品の製品であることから、武田薬品の世界市場における実質的な売上高（関連会社を含む）は 1 兆 4800 億円程度であり、海外比率は約 58%となる。このように、武田薬品は国内市場依存度の高い我が国の製薬業界にあって、グローバル化に成功した数少ない企業の一つであると言える。

武田薬品は、明治維新後間もない 1871 年に西洋薬の輸入を開始しているが、医薬品メーカーとしての体制を確立したのは、1895 年に大阪に自社工場を設立し、塩酸キニーネ（抗マラリア薬）などの生産を開始して以降のことである。

武田薬品は研究開発活動の歴史も長く、1915 年に「武田研究所」を設立し、1933 年には「武田京都薬草園」を開設、1936 年には現在の創薬研究本部の前身となる大阪の研究所を新設した。以来、代表的な研究開発型企业として、業界第 2 位の三共と共に独自開発路線を重視している。

武田薬品の経営陣は、研究開発力を基盤としてめざましい発展を遂げた米国のメルク社を自社のモデルとして強く意識していると言われている。両社に共通するのは研究開発における「革新性」を重視して来た点であるが、メルク社が医療分野ごとに明確な目標を定めて研究を進めるニーズ指向のプロジェクト研究を推進してきたのに対し、武田薬品では微生物の生産する新規物質の発見と応用に重点を置いてきたため、そこから生まれる新製品は医薬品以外の農薬や食品へと広がった反面、医薬品としての展開が遅れることになったと言われている⁸。しかし、1970 年代以降、武田薬品においてもターゲットとなる疾患領域を定めたプロジェクト型研究が主流となり、経営資源を医薬品に集中させようとする方向性が打ち出されてきた。

武田薬品の 2000 年度の売上げを事業分野ごとの収益状況データで見ると、売上高では

⁷ 「武田薬品工業株式会社の歴史」などを参照 <http://www.takeda.co.jp/pr/history/index.html>

⁸ 武田薬品工業前会長の森田氏のインタビュー、Pharmaceutical Executive、1991, Jan.

医薬品が 76%、食品・ビタミンが 7%、化学品が 12%、その他 5%となっている。しかし、実は各事業の営業利益に占めるウェイトでは、医薬品が 102%となり、非医薬品事業はほとんど利益に貢献していない。このため武田薬品は、医薬品への経営資源集中の道を選択し、1999 年～2003 年にかけて非医薬品事業のビタミン原料製造部門を独 BASF 社に営業譲渡し、化学品事業のウレタン部門を三井化学との合弁会社に、食品事業をキリンビールとの合弁会社に、農薬事業を住友化学との合弁会社に、その他事業のうち飼料関連部門を独 BASF 社に、動物用医薬品部門を米シェリング・プラウとの合弁会社にそれぞれ移管している。つまり、「医薬品」と「それ以外」という事業区分で見た場合、最近の武田薬品は明らかに多角化に逆行し、医薬品事業への集中を選択する方針を見せている。

図 19 に、1965 年～2000 年までの、武田薬品の事業別売上げと売上げ構成の推移を示す。1960 年代から 1970 年代の前半までは、武田薬品においても事業の多角化（医薬品以外の分野への進出）が進められていたが、1970 年代の後半以降は、次第に医薬品への依存度が高まりつつあることが判る。図 20 に、事業分野の多様性をエントロピー値で定量的に測定した結果を示すが、1974 年頃をピークとして長期的にはエントロピーが減少している。

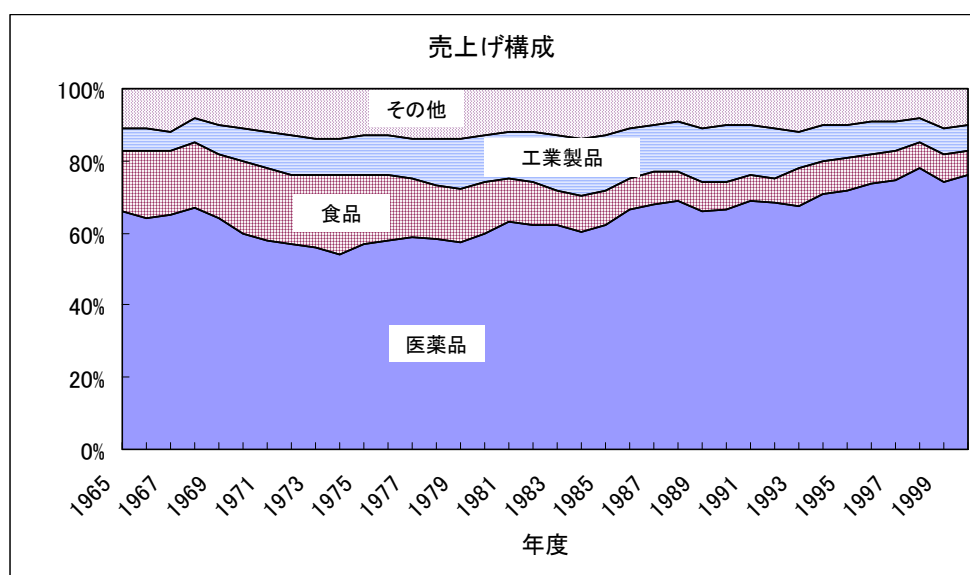
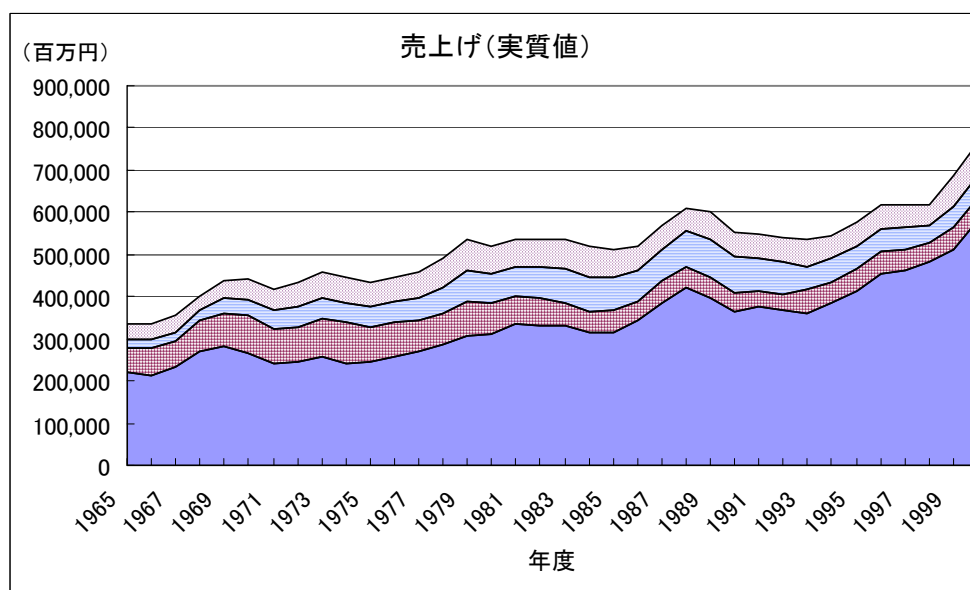


図 19： 武田薬品の売上げ（上）と売上げ構成の推移（下）
 売上げの実質化には 1995 年を基準とする GDP デフレーターを用いた

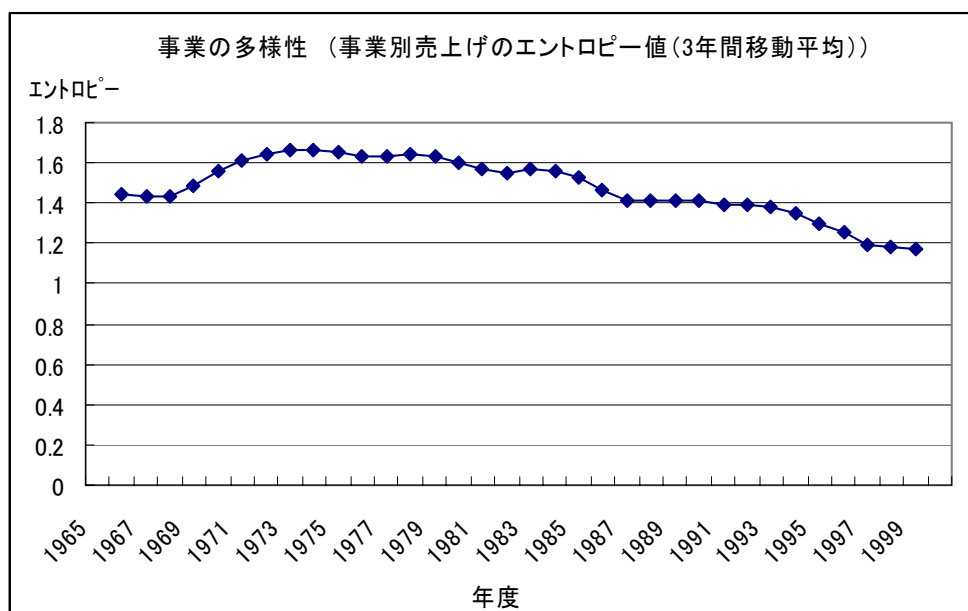


図 20： 武田薬品の事業の多様性

しかし、武田薬品の製品ラインアップを主力製品分野である医薬品の中の多様性で見ると、別の傾向が明らかになる。図 21 は武田薬品が出願した医薬品関連の特許出願（IPC 分類として“A61K”とファセット記号の両方を付与された出願）について、ファセット記号に従って主要な薬効別に出願数を見たものである。用いた IPC 記号とファセット記号を表 5 に示す。武田薬品は、薬効別の製品の売上げをデータとして公表していないので事業としての実績を直接把握することはできないが、製品に直結する特許出願（ファセット記号の形で実際に薬効としての記述を有する出願）としては 1970 年代や 1980 年代に見られた特定分野への集中的な出願が、1990 年代には平均化されている。

この医薬品内での多様化の変化をエントロピー値で測定したものが図 22 である。1980～1990 年代にかけて、エントロピー値が上昇していることが判る。つまり、武田薬品の 1980 年代から 1990 年代にかけての医薬品分野での製品技術の軌道は、多様性を増大させる方向に発展したものと考えられる。

武田薬品工業の薬効別医薬品特許出願件数の変化（1970～1999）

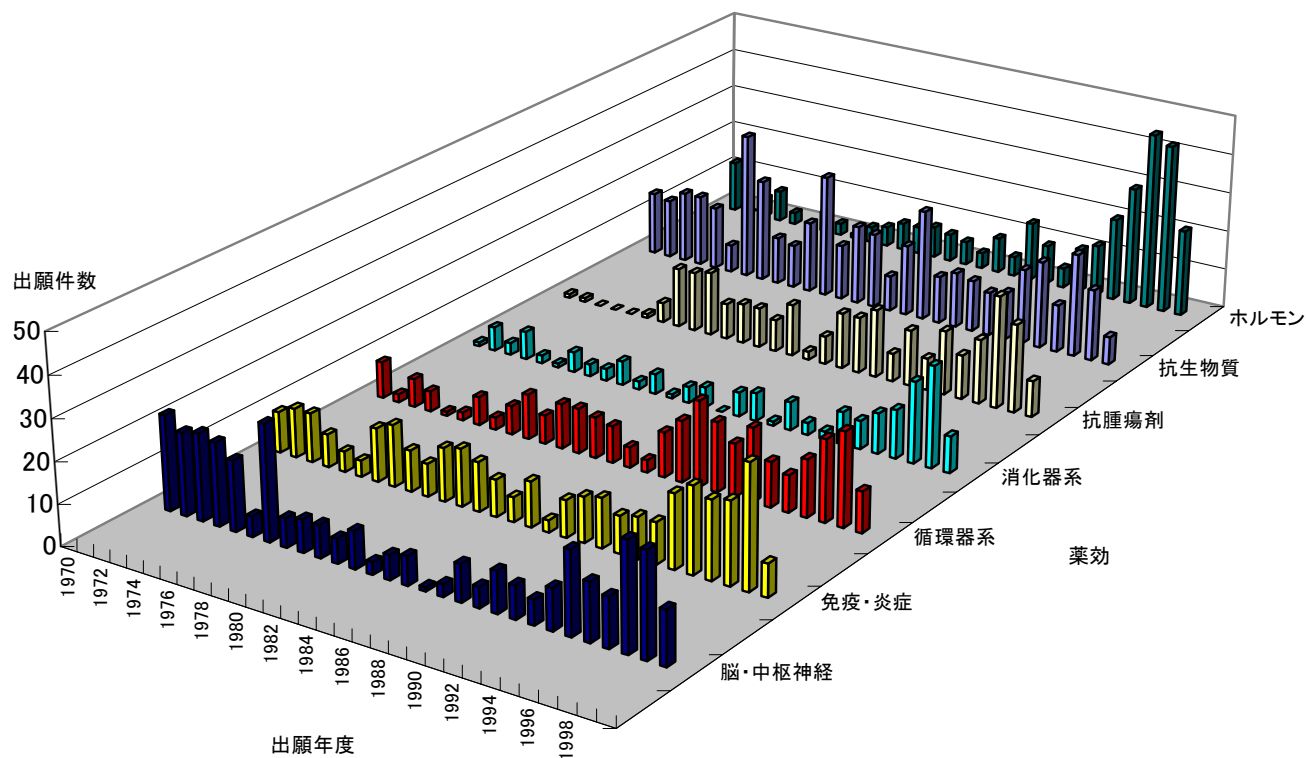


図 21： 武田薬品が出願した医薬品関連の特許出願

IPC として“A61K”のサブクラスとファセット記号“AAA～AGZ”の両方を付与された特許出願の推移である。薬効とファセットの対応関係については、表 5 を参照のこと。

表 5 : 武田薬品の技術軌道を表す IPC 記号とファセット記号

技術分野	IPC	A61Kファセット
食品・ビタミン	A23L1 A61K+	ADE ADF ADG ADH ADJ ADK ADL
農薬・殺虫剤	A01N	
医薬品	A61K	
脳・中枢神経	A61K+	AAB AAC AAD AAE AAF AAG AAH AAJ AAK AAL AAM AAN
免疫・炎症	A61K+	ABA ABB ABC ABD ABE ABF ABG ABH
循環器系	A61K+	ABN ABP ABQ ABR ABS ABT ABU ABV ABW ABX
消化器系	A61K+	ACJ ACK ACL ACM ACN ACP ACQ ACR ACS ACT ACU
抗腫瘍剤	A61K+	ADU ADV
抗生物質	A61K+	ADW ADX ADY ADZ AEA AEB AEC
ホルモン	A61K+	AED AEE AEF AEG AEH AEJ AEK AEL AEM AEN AEP AEQ
遺伝子・蛋白工学	C07K C12N C12Q A61K37 A61K38 A61K48	
微生物・発酵	C12P C12R	
有機化学	C07B C07C C07D C07F C07G C07H C07J C07M	

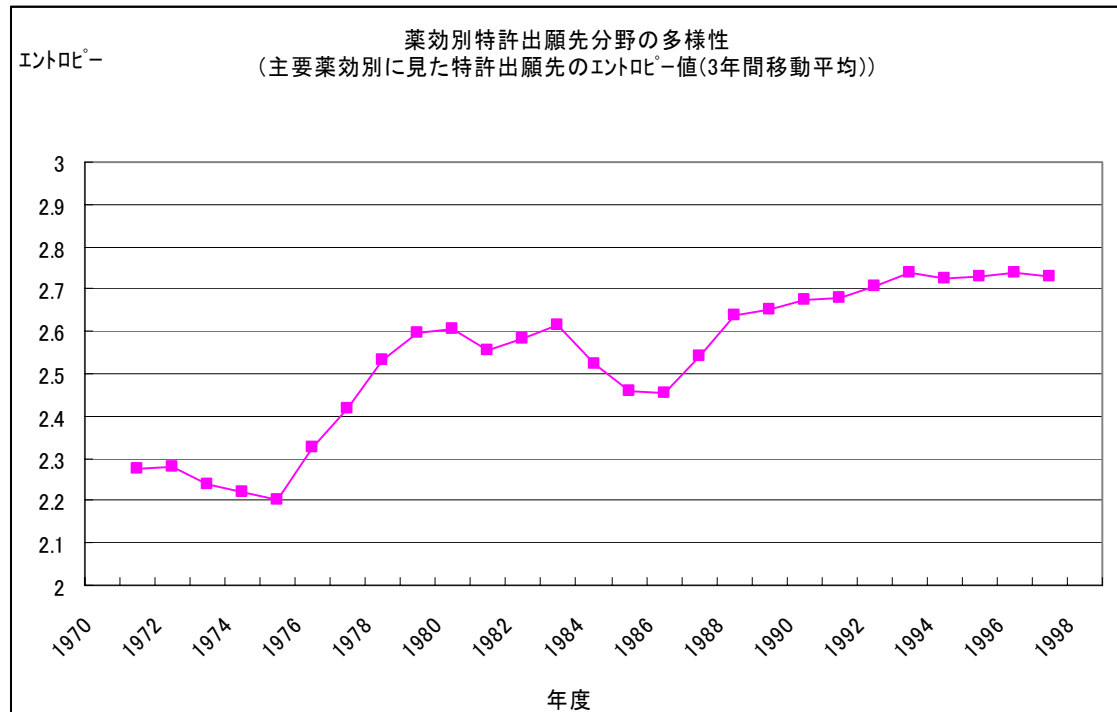


図 22 : 武田薬品の製品技術（薬効別特許出願先分野）の多様性
各薬効別の出願数の構成をエントロピー値として測定した

このような医薬品の製品分野での技術軌道の多様化は、実際に近年、武田薬品が市場投入した大型の新薬⁹が、前立腺肥大・前立腺ガン治療薬（リュープリン：1992 年承認）、消化性潰瘍治療薬（タケプロン：1992 年承認）、高血圧治療薬（ブロプレス：1997 年承認）、糖尿病治療薬（アクトス：1999 年承認）のように、いずれも抗生物質やビタミンではなく多様な薬効分野に分散しているという事実反映されている。そして、これらの大型新薬は、国内市場のみならず、米国や欧州においても大きな市場を創出しており、武田薬品の世界進出を支える柱となっている¹⁰。

(4) 武田薬品の基盤技術軌道

武田薬品は、1936 年にビタミン C の合成法、1950 年には葉酸の合成法、1952 年にはビタミン B1 誘導体（アリナミン）の合成法を開発するなど、元々有機合成の技術力には定評があった。リボタイドやグルタミン酸ソーダなどの調味料の合成も、早くから事業化している。また、1955 年にはジヒドロストレプトマイシン（抗生物質）生産菌株を発見したり、1960 年代から 1970 年代にかけてはリラシリンやバンスポリンなどの抗生物質を開発したり、1972 年には第 3 世代セファロsporin の基本特許を出願するなど、抗生物質に関連して微生物や発酵関係の技術蓄積が高かった（以前は「ビタミンと抗生物質のタケダ」とも呼ばれていた）。

武田薬品における基盤技術軌道である「有機化学」、「微生物・発酵」、「遺伝子・蛋白質工学」と、それらの間の関係について、IPC の Co-occurrence による解析を行った結果が図 23 である。図 23 の最左列は、「微生物・発酵」関連の特許出願件数である。1970 年代の前半に一度小ピークがあり、その後 1980 年代に再び増加し始め、1990 年頃にピークを形成した後、暫減傾向を示している。これに対し、最右列は「有機化学」関連の特許出願件数である。有機化学関連は、7 年程度を周期として増減を繰り返している。図 23 の中央列は「微生物・発酵」と「有機化学」の Co-occurrence 件数を示している。中央左が「微生物・発酵」を筆頭 IPC とするもの、また中央右が「有機化学」を筆頭 IPC とするものである。

1970 年代前半の Co-occurrence はそのほとんどが「微生物・発酵」を筆頭 IPC としており、微生物の作り出す有機化合物を分析した結果が特許として出願されていたものと考えられる。これに対して 1980 年代には有機化学を筆頭 IPC とする Co-occurrence が急増しており、化学合成した新規物質の微生物に対する効果を請求範囲とするものが物質特許として出願されているものと考えられる。「微生物・発酵」→「有機化学」という

⁹ これらの大型新薬の合計売上額は 2000 年度に 6100 億円に達しており、連結ベースで武田薬品の医薬品売上げの 84%を占めると推定されている[37]。

¹⁰ 森田桂、『新薬はこうして生まれる』、2000 年、日本経済新聞社

Co-occurrence の変化は、抗生物質を中心として発酵から有機合成へと技術軌道の比重が変化していったことを反映するものであろう。しかし、抗生物質の研究開発において生産菌としての微生物の重要性が低下していった割に「微生物・発酵」それ自体の出願件数はさほど劇的に低下していない。これは、次に述べる「遺伝子・蛋白質工学」の技術軌道と深い関係があるものと考えられる。

コーエンとボイヤーは、1974 に遺伝子組み替え技術の基本特許を出願したが、我が国においては1980年頃を境として、遺伝子工学関連の特許（IPC 記号 C12N15）が急増し始める。武田薬品の「遺伝子・蛋白質工学（IPC：C12N、C12Q、C07K 等の和集合）」も1980年代に増加し始めており、武田薬品においても1980年代からは遺伝子工学や蛋白質工学の技術によるレセプターやリガンド、生体内生理活性物質の研究が開始されたものと考えられる。

図 24 は、「遺伝子・蛋白質工学」と「有機化学」関連の特許出願件数である。「遺伝子・蛋白質工学」の出願は1980年代に増加し始め、1990年頃にピークを形成した後、暫減傾向を示している。1980年代～1990年代の変化のパターンは、前述の「微生物・発酵」のパターンとよく似ており、実際にこの時期の「遺伝子・蛋白質工学」の特許は「微生物・発酵」とのセットで出願されたものが非常に多い。

図 24 の中央列は「遺伝子・蛋白質工学」と「有機化学」の Co-occurrence 件数を示している。中央左が「遺伝子・蛋白質工学」を筆頭 IPC とするもの、また中央右が「有機化学」を筆頭 IPC とするものである。図 24 の「遺伝子・蛋白質工学」を筆頭 IPC とする Co-occurrence は図 23 の「微生物・発酵」を筆頭 IPC とする Co-occurrence とは逆に、1980年代から増え始め1990年代にピークを有している。「遺伝子・蛋白質工学」と「有機化学」の Co-occurrence は、1980年代には組み換え体による生理活性物質の製造に対する関心を、また1990年代にはレセプターやリガンドの遺伝子に対する関心を反映しているものと考えられる。

図によると、1977年には最初の取り込みが出現し、1983年からはその取り込み戦略の効果が確かなものとして定着している。その後、一時的中断や過剰状態を経験するが、1995年以降は「遺伝子・蛋白質工学」が平均して50%を超すまでに成長している。

以上の分析が明らかにした「有機化学」と「遺伝子・蛋白質工学」の筆頭 IPC の主・従関係の逆転現象は、有機合成の技術をコアとしつつも、遺伝子工学や蛋白質工学（最近ではゲノム創薬）などの技術を融合させることにより、武田薬品工業がその基盤技術を再構築したことを示している。このような経緯を経て再構築された基盤技術が、同社の医薬品という製品分野に多様性をもたらす原動力となったことを如実に示すものでもある。

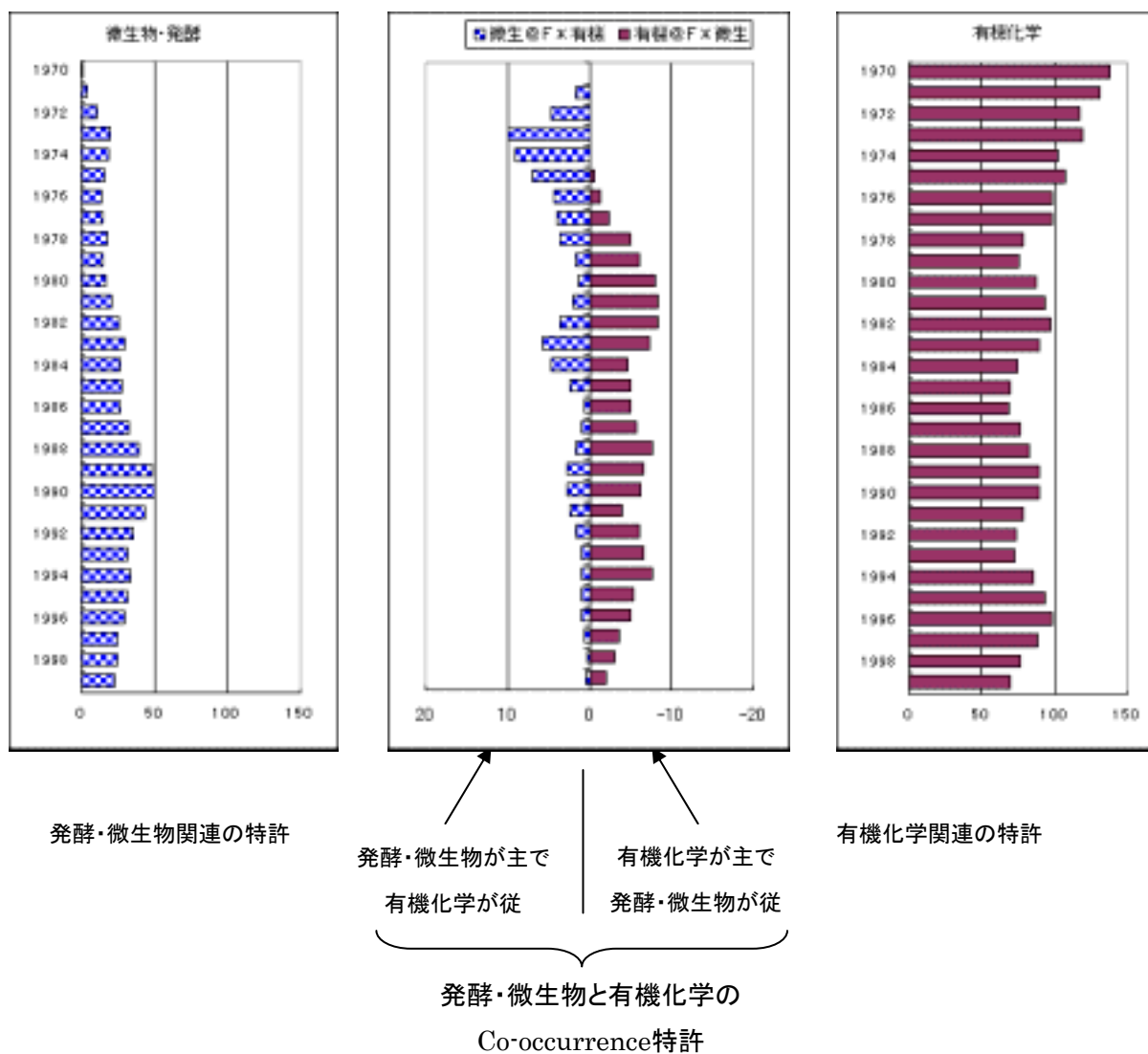


図 23: 武田薬品の「発酵・微生物」と「有機化学」関連の特許出願件数および Co-occurrence の件数

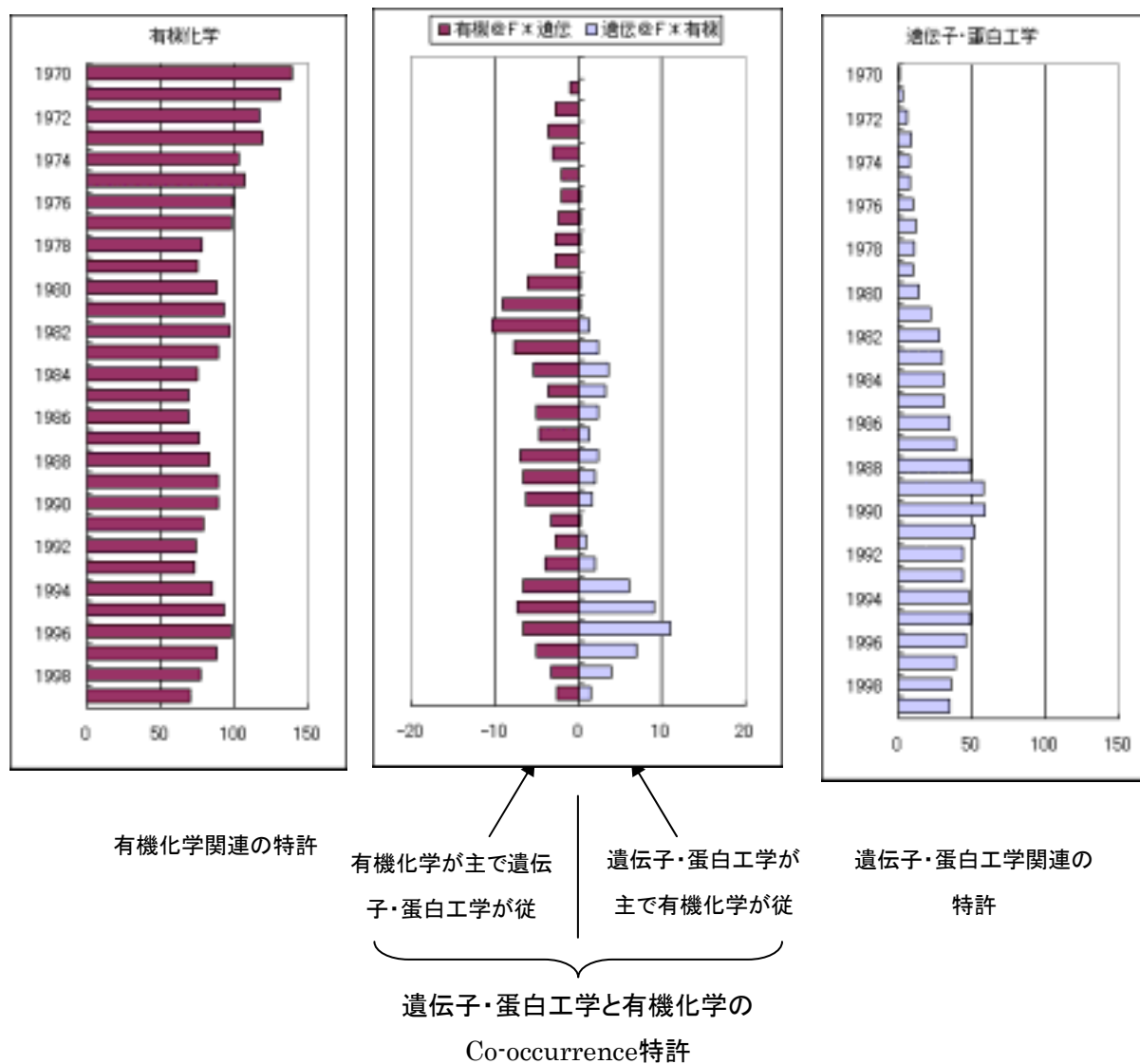


図 24： 武田薬品の「遺伝子・蛋白質工学」と「有機化学」関連の特許出願件数および Co-occurrence の件数

(5) 研究所の新設と新しい技術分野の取り込み

武田薬品が社内で培ってきた、有機合成関連の技術とオールドバイオとも言える発酵技術という基盤技術に支えられていた従来の医薬品事業は、1973 年のコーエンとボイヤーによる遺伝子工学技術の完成を端緒とするニューバイオ技術の出現によって、不連続な技術的ギャップを経験する。

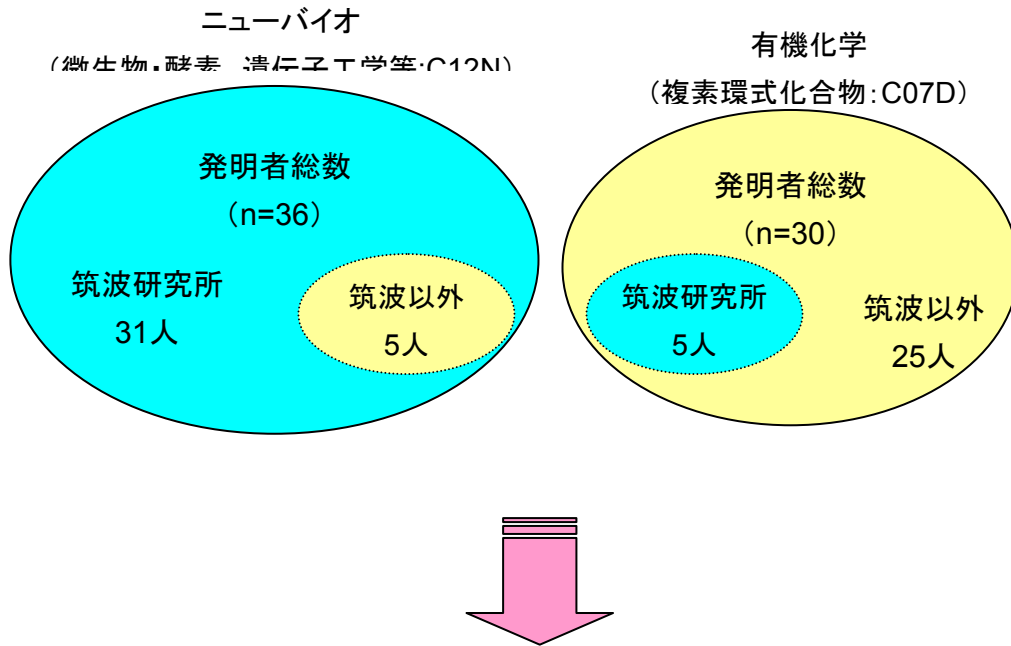
上述のように、Co-occurrence の分析からは有機化学とニューバイオの融合が進みつつあることがうかがわれるが、この背景にはどのようなマネジメントが存在したのであるうか？そこには、キヤノンのケースで見たように、既存のコア技術の近隣分野へと徐々に技術軌道を展開していくようなアプローチとは異なるやり方が必要だったのではないだろうか？

社史を調べてみると 1988 年には遺伝子工学と蛋白質工学の研究に特化した部門として、つくばに独立の研究所が新設され、最近ではそれにバイオインフォマティクスやゲノム創薬関連の研究が加わっている。大阪の中央研究所が 1,000 人規模であったのに対し、つくば研究所は 50 人規模と圧倒的に小さく、また地理的にも組織的にも、中央研究所からは独立した組織として設計された。

小規模な組織として発足したつくば研究所であるが、武田薬品の特許を調べてみると 1980 年代～1990 年代前半にかけて順調に遺伝子工学関連の特許が出願されており、この分野では優秀な業績を上げていたものと考えられる。しかしながら、この時期には有機化学技術との Co-occurrence があまり多くなく、従来のコア技術分野との融合はあまりスムーズに進展していなかったことがうかがわれる。実際に、上記のような高い独立性を意図して組織設計されていた設立当初の思想からして、それは当然の帰結でもあろう。そのような時期に開始されたのが、武田薬品前社長の武田圀男氏による研究所改革であった。武田圀男氏は 1993 年に社長に就任した後、研究開発組織の本格的な改革や経営との統合を断行した¹¹。図 25 は、その研究開発組織の改革の進展度を、出願された特許の発明者情報から分析した結果である。一般的に、企業が出願人となる職務発明の特許では、発明者の住所が企業の本社所在地や事業所の所在地とされることが多いが、武田薬品の場合には発明者本人の住所が記されている。この発明者の住所情報を元に、茨城県に住所をもつ発明者を「筑波研究所」の所属と考え、それ以外の住所（ほとんどは関西であった）が記載されている発明者を「筑波以外」として、筆頭 IPC に C12N（ニューバイオの典型）が付与された特許出願と C07D（有機化学の典型）が付与された特許出願について、発明者の所属を推計したのが図 25 である。研究所改革初期の 1995 年の出願では、ニューバイオと有機化学の発明は、筑波と大阪に別れてそれぞれの地域で閉じる傾向が強いが、2000 年の出願では両地域の研究者がお互いの分野の発明にかなりクロスオーバーして貢献していることがわかる。

¹¹ 武田圀男 “私の履歴書” 日経産業新聞 2004 年 11 月

1995年の出願特許の筆頭IPCと発明者



2000年の出願特許の筆頭IPCと発明者

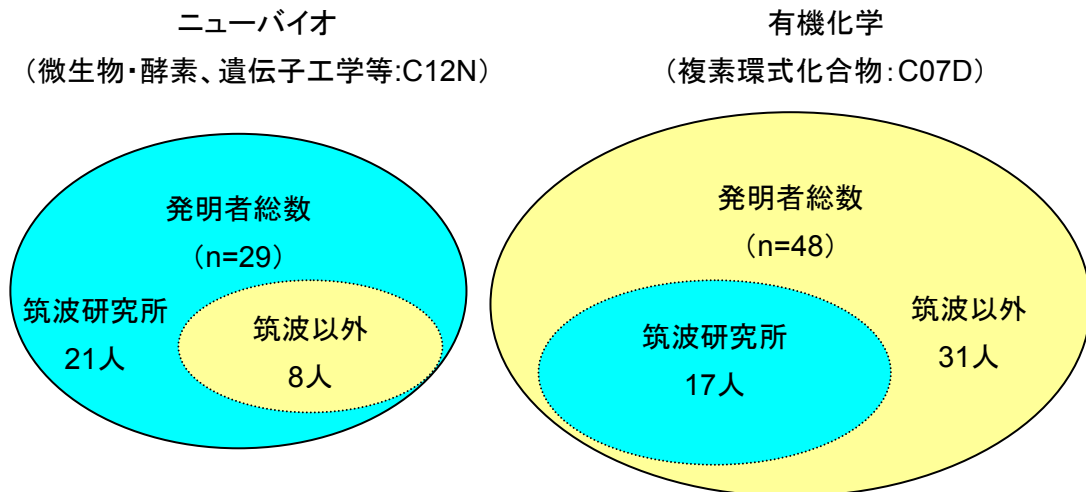


図 25： 武田薬品の発明者の所属から見たコア技術分野の融合

柴田・児玉（2005）は工作機械のケースを取り上げ、新たに破壊的な新規技術が出現した場合の企業の対応策として、企業内部で新旧の技術分野に取り組む独立した研究チームを併存させ、意図的に情報遮断を行って、破壊的技術に対応するコンピテンスを育成するアプローチが有効であることを示した。ここで述べた武田薬品のケースも、少なくとも初期には新しい破壊的技術を担当するチームと従来技術を担当するチームの間で、意図的な情報遮断が行われており、柴田らの述べたアプローチに非常に近いマネジメントが行われたものと解釈することができる。しかしながら、新しい技術を既存コアコンピテンスへと融合していくためには、いずれかの時点で組織的な変革を実施することが必要であることが、我々の研究によって示唆された。

武田薬品のケースを一般化するならば、長い伝統を持つ企業が、新たに外部（この場合は外国）からもたらされた技術（遺伝子工学、蛋白工学、ゲノム創薬）を自社のコア技術に融合させ、元々自社が属する医薬品という業種内での製品技術と製品系列を多様化させ、競争力を飛躍的に高めることに成功した物語でもある。

一般的に、我が国の大企業は、基礎研究から開発まですべてを自社で行う中央研究所モデルか、あるいは大企業が直接大学との共同研究を設定する大学—大企業産学連携モデルの2つを展開してきた。一方、新規の技術機会が出現しギャップ発生状態にある研究テーマに対して、科学と事業の間にブリッジをかけ研究開発を継続するためには、組織体を新たに編成するモデルが有効となる場合がでてくる。この形態を「ベンチャー挿入モデル」と呼ぶ。すなわち、ベンチャー企業が大学と既存企業の間を仲介しつつ、研究開発活動を実施するようなモデルである。

この武田薬品工業のケースは表面的には企業内研究モデルであるが、そう簡単には言い切れない。独立性に配慮して新設された筑波研究所は、中央研究所に属していないため、社外に設けられた起業家集団であったとも考えられる。少なくとも、社内ベンチャー的な研究所であったことは否定できない。そして、この研究所が、大学で創出された「遺伝子工学」・「蛋白質工学」という新しい科学を既存大企業へ技術移転する、仲介の役割を十二分に果たしたことは、我々の分析により実証された。従って、この武田薬品工業のケースも、擬似的には後者の「ベンチャー挿入モデル」であるとみなすこともできよう。

4. おわりに

本稿では、我が国においてようやく利用環境が整えられてきた特許データを重点的に用いて、企業の研究開発におけるコア技術分野の変遷や技術分野間の関係等を分析した。

我が国の企業は、1980年代から1990年代にその技術的な能力をどのように発展させてきたのか、また、技術的な面から見た場合に、事業と同様な“選択と集中”の戦略を見出すことができるのであろうか。

分野により多少の違いは認められるが、全般的に特許の出願時における技術分野のシェアと登録時のシェアの相関は高かった。この結果は、出願から登録に至る過程で特定の技術分野のみが選択的に残されるというモデルではなく、出願された特許の一定割合が技術分野によらず登録されるというモデルを支持している。すなわち、出願時から登録時への技術分野の「選択と集中」は、一般的には認められないということを示唆するものである。また、1990年から2000年に至る期間の変化として、特に出願から登録に至る間での技術分野の「選択と集中」が進んだという証拠は、データからは見出すことはできなかった。一般的に防衛特許の出願が多く、それらの登録率が低いと言われる通信電子分野においても、出願時のIPCと登録時のIPCはほぼ同じ構成を保っており、技術分野による大きな差は認められない。

このように、特許出願から登録に向けては、技術分野の「選択と集中」はほとんど生じていない事が明らかとなった。これは、調べた限りでは業種を問わず、また年代を問わず、普遍的に見られる現象である。すなわち、業種ごとに技術分野の盛衰を分析すると、元々存在した多様な技術の中から選択と集中を進めると言うよりは、新たな技術機会の出現に対応し、資源の多くを投入するコア技術分野をシフトさせていっているという実態があきらかとなった。

上述のように業種単位で見ると、出願時と登録時における技術分野のシェアにはさほど違いが無いが、この見方が企業単位のコア技術分野に、そのままあてはまるかどうかは検証する必要がある。結果的に述べると企業単位でも、出願と登録はほぼ同じシェアであり、コア技術分野の変化は見られなかった。すなわち、業種単位で見た場合の出願時と登録時の技術分野の関係は、そのまま企業単位の分析にも当てはめることが可能であると考えられる。

以上、いくつかの業界や企業を取り上げ、特許出願と登録における技術分野の実態を明らかにした。その結果、出願から登録に向けたコア技術の選択と集中は、一般的には見られないこと、そして、これらのコア技術分野が新たな技術機会の出現や成熟化などに伴い、長い間にはかなり大きく変動していることが明らかとなった。技術分野はそれぞれが独立して変化しているのではなく、組織の内外で相互に影響を及ぼしあいながら

共進化を続けている。我々は特に、企業内部での技術分野間の長期的な関係に注目し、いくつかの新たな方法論を利用し、技術分野間の関係の分析をおこなった。すなわち、多数の特許が出願される技術分野間の IPC の Co-occurrence に関するマトリックス・データを作成し、クラスター分析を行った。その結果、複数の事業ドメインに対応するような技術ドメインを判別することができた。また、特定の技術ドメイン間に特に深い関係があることが示唆された。さらに、IPC の Co-occurrence の概念を用いて、より長い期間を対象として、企業内の技術軌道の分析を試みた。

第1のケースとして取り上げたキヤノンの事業は、原則的に既存のコア技術を近隣の技術分野へと徐々に展開し、それを新規事業へとつなげて多角化していくことで急成長を遂げてきた。これは、O. Granstrand の提示した、技術主導のインクリメンタルな多角化モデルに良く当てはまっている。このようなコア技術の多角化は、“proximal diversification (近接性多角化)” モデルと呼ぶことができるだろう。

一方、冒頭で述べたように、技術の進歩は時に不連続なジャンプを起こすが、優れたマネジメント上のコンピタンスを有する企業はそのような変化を乗り越えて事業を展開していく。第2のケースで取り上げた武田薬品の技術軌道の変化とその融合過程の分析からは、同社が有機合成の技術をコアとしつつも遺伝子工学や蛋白質工学、そして最近ではゲノム創薬などの技術を融合させることにより、医薬品という製品技術分野に多様性をもたらす原動力となっていることが示唆された。武田薬品が社内で培ってきた、有機合成関連の技術とオールドバイオとも言える発酵技術という基盤技術に支えられていた従来の医薬品事業は、1973 年のコーエンとボイヤーによる遺伝子工学技術の完成を端緒とするニューバイオ技術の出現によって、不連続な技術的ギャップを経験するが、Co-occurrence の分析からは有機化学とニューバイオの融合が進みつつあることがうかがわれた。

そこで、武田薬品の発明者情報を分析した結果、少なくとも新たな技術が出現した初期には新しい破壊的技術を担当するチームと従来技術を担当するチームの間で、意図的な情報遮断が行われており、結果的に、十分な期間を経た後でそれらの技術を既存のコア技術へと取り込んでいくというマネジメントが行われたことが明らかとなった。このようなアプローチが普遍的に見られることは他の研究からも明らかにされており、これは“ベンチャー挿入モデル”と呼ぶことができるだろう。

新しい技術を既存コアコンピタンスへと融合していくためには、いずれかの時点で遮断から融合へと組織的な変革を実施することが必要であるが、そのためにどのようなアプローチが有効であるのかは、今後に残された課題である。

本研究は、経済産業省・経済産業研究所における S-T-I ネットワーク研究会の活動の一環として実施したものである。S-T-I ネットワーク研究会のメンバーからは、折に触れて貴重な示唆や研究への協力を提供していただいた。関係諸氏に深い感謝の意を表すものである。

参考文献

- 後藤晃、小田切宏之、“日本の産業システム 3－サイエンス型産業－”、2003 年、NTT 出版
- Ove Granstrand 1998, “Towards a theory of the technology-based firm” , Research Policy 27, pp465-489
- Nelson, R. and Winter, S. 1982, “An Evolutionary Theory of Economic Change” , The Berknap Press of Harvard University Press
- Hamel, G., and Prahalad, C.K. (July-August 1994). "Competing for the future," Harvard Business Review
- Rosenberg, N. 1982, “ Inside the Black Box : Thecnology and Economics” ,Cambridge University Press
- 井上義朗, エヴォルーションナリー・エコノミクスー批判的序説ー, 有斐閣, 105-117, 1999
- P.Patel and K.Pavitt, 1997 “The technological competencies of the world’s largest firms : complex and path-dependent, but not much variety” , Research Policy 26
- Malerba, F. and Orsenigo, L. 1999 “Technology entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data” , Research Policy 28
- Cefis, E., Orsenigo, L., 2001. The persistence of innovative activities: A cross-countries and cross-sectors comparative analysis. Research Policy 30, 1139-1158.
- Breschi, S., Lissoni, F. and Malerba, F., 2003. Knowledge relatedness in firm technological diversification. Research Policy 32, 69-87.
- Verspagen , B., 1996. Measuring Intersectral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases. Economic Systems Research

9(1), 47-65.

Grupp, H., 1996. Spillover effects and the science base of innovations reconsidered: an empirical approach. *Journal of Evolutionary Economics* 6, 175-197.

Kodama, F., 1986, Technological diversification of Japanese industry. *Science* 233, 291-296.

玄場公規, 児玉文雄, わが国製造業の多角化と収益性の定量分析, 研究技術計画, 14, 179-189 (1999)

Tushman, M. and Anderson, P. ,1986 “ Thecnological Discontinuities and Organazational Environment.” *Administrative Science Quartery* 31.

Dosi, G. ,1989 “Technological Paradigms and thecnological trajectories” , *Research Policy* 11

Christensen, C. “The Innovator's Dilemma” (玉田俊平太監訳『イノベーションのジレンマ』、翔泳社、2000 年)

佐藤純一・児玉文雄・金山寛 “岩波講座 現代工学の基礎〈4〉計算電磁気学（空間系4）, 社会・技術相関（技術連関係2）”、岩波書店、2000 年

Ulrich Schmoch, Francoise Laville, Pari Patel and Rainer Frietsch, 2003, “Linking Technology Areas to Industrial Sectors; Final Report to the European Commission” , DG Research, November 2003

Gemba, K., Kodama, F., 2001. Diversification dynamics of the Japanese industry. *Research Policy* 30, 1165-1184.

柴田友厚、児玉文雄 “技術選択のジレンマを超えて—ファナックにおけるジレンマの超克—”、経済産業研究所 ディスカッション・ペーパー、2005 年 4 月 (Forthcomming)