

## R & D の多角化と技術のスピルオーバー効果\*

後藤 晃・鈴木 和志

### 1. 序 論

近年の日本経済を産業、企業といったレベルでみた時の1つの注目すべき傾向に、産業の垣根が低くなり異業種からの参入が増加したりあるいは潜在的競争の程度が強まったりしているという点があげられることが多い。例えば、香西[5]は、ニュー・セラミックス産業へ多様な業種からの参入があったことなどの例をひきつつ、異業種からの参入が1970年代における製造業の市場集中度の低下傾向の一因となったと指摘している。高度成長期には最小最適規模の拡大のスピードを上回って現実の市場規模が拡大したため、製造業の多くで集中度が低下した。1970年代初め頃には、成長率の鈍化とともに多くの産業で市場規模の拡大のスピードが低下し、集中度の上昇が懸念された。しかし、実際には1970年代を通じて集中度はほぼ変化しておらず、製造業各産業の集中度の単純平均でみると微増、加重平均でみると微減という傾向を示している。このような集中度の上昇を防いだ要因の1つとしてあげられるのが異業種からの活発な参入である。上述したニュー・セラミックスの他にもよく引かれる例として電卓メーカーの腕時計の生産への参入があげられる。また、鉄鋼、造船、繊維などの産業の企業は新規事業の開発に注力しており、このような成熟産業における動向は、多くの産業に対して現実のあるいは潜在的な競争要因としてはたらいっているものと思われる。

また、公正取引委員会経済調査研究会の報告書

\* 本論文の作成の過程で秀れた research assitant として協力してくれた故中川喜博君(一橋大学・シカゴ大学大学院)に本論文を捧げる。

『経済構造の変化と産業組織』[6]においても新しい競争促進要因としてこのような「業際化」の動きに注目するとともに、他方でこれに対応した新しい競争政策のとりくみ方を模索している。

このような傾向の背景にある大きな理由の1つは、技術革新の動向である。上述した例では、電卓等で発展してきたデジタル技術をもって電卓メーカーが時計の業界に参入したケースは、技術革新の展開と市場における新しい競争要因の出現の1つの例である。また鉄鋼メーカーは、高炉の中の反応の過程のモニタリングと制御のために開発してきたエレクトロニクス関連の技術を用いてコンピューター産業に参入しようとしている。技術の発展により従来では思いもよらない異業種からの参入が可能となり、現実となっている。

かつて Nelson [7] は、製品の多角化が進んでいる企業ほど、研究開発(とりわけ、基礎研究)のインセンティブが強いと主張した。すなわち、研究開発、とりわけ基礎研究には、研究の成果に関してどのようなものがえられるかという点で不確実性が大きい。さらにえられた技術知識ないし知見がどのような製品に体化されるか、あるいはどのような製品の製法に用いられるかという点となると一層、不確実性が大きくなる。ところが、製品の多角化の進んでいる企業ほど、おもいがけない研究開発の成果を自社内で利用できる可能性が高くなる。そこで研究開発のインセンティブも大きくなるというわけである。

しかし、この主張には、問題が残されている。Teece [9] も主張しているように、研究開発の成果を新製品ないし新製法に結実させ利益をあげるためには、生産設備、マーケティング能力などの補完的な資源が必要となる。しかし、これらの資

源をすべて一社内にもち R & D から生産、マーケティングまでを垂直統合してしまう必要はなく、適切な知的所有権保護のフレームワークがあれば、これら補完的な資源をもつ企業との間に契約を結び R & D の成果を利用していくことも可能である。

今ここでより重要なポイントは、日本の産業で起こっている上述したような技術革新に基づく新しい競争要因の出現という状況は、Nelson の想定している状況よりもはるかにダイナミックなプロセスである、という点である。すなわち、企業は積極的に研究開発を進めその技術的ポテンシャルを高め、これを利用して活発な多角化や本業の再活性化をはかっている。このような企業の行動が伝統的な産業の枠組をゆさぶっているのである。また、別の観点からみると、このような企業の行動が技術集約的な産業構造への転換を実際に担っているのである。

技術革新と産業をめぐる論点で、上述した技術革新が産業間の垣根を低くし異業種からの参入を促進する、という点と関わるもう 1 つのポイントは、近年の技術革新が産業横断的に広汎な影響を与える、という点がある。特に、近年のエレクトロニクス技術の発達は単にコンピューター産業のような元来、関連の深い産業だけではなく、金属、機械等々の産業にも大きなインパクトを与えている。エレクトロニクス関連産業の研究開発活動の成果が他産業の生産性の上昇などに大きなインパクトを間接的に与えることとなっている。このことを逆の面からみると、エレクトロニクス産業で開発された技術を受け入れる側の産業の技術ポテンシャルが問題となる。研究開発活動を多角化し本業の研究開発とともにエレクトロニクスの研究開発もおこなっているような、エレクトロニクス産業との“技術距離”の近い産業ほど、エレクトロニクス産業の研究開発の恩恵を強くうけるに違いない。

本論文では企業の研究開発の多様化をめぐるこれらの論点を念頭におきつつ、以下の点を検討する。まず第 1 に、日本の製造業各産業の近年における研究開発の多角化の動向を概観する。第 2 に、

かつて Griliches [2] によって示唆され、Jaffe [3] により最近具体化された「技術距離」の概念を用いて、エレクトロニクス産業の研究開発が他産業の生産性上昇率に与えた影響を定量的に明らかにすることを試みる。

## 2. わが国製造業における研究開発の多角化の動向

本節では、わが国の製造業 54 産業における研究開発の多角化の動向および、26 の製品分野に関する研究開発の産業別分布の動向を昭和 50 年度から 57 年度について概観する。その前に、ここで用いられた研究費のデータについて簡単に説明しておこう。

研究費のデータのソースとして最もよく用いられるのが総務庁統計局『科学技術研究調査報告』である<sup>1)</sup>。これには、農林水産業、鉱業、建設業、製造業、運輸・通信・公益業の産業別に、資本金 1 億円以上の会社等の社内使用研究費が、31 の製品分野にわたってどのように支出されたかが記載されている。このうち、製造業はさらに 16 の産業へ分類され、そのうちさらに化学工業が 4 産業へ、電気機械工業が 2 産業へ、輸送用機械工業が 2 産業へと細分類されている。

総務庁統計局においては、産業分類をより細かくしたものが作成されている。これは 66 産業からなり、うち製造業は主要な産業についてほぼ工業統計表 3 桁分類に対応する 54 産業に分類されている(産業分類については表 1 を参照)。以下では、このデータを利用し、特に製造業を分析の対象とする。このデータから、このレベルの産業がそれぞれ、31 の製品分類(うち製造業関連の製品分野は 26)に対してどのように研究費を使用したかという点が明らかになる(製品分野については表 2 を参照)。すなわち、昭和 50 年度—57 年度の各年度について、製造業 54 産業×製品分野 26 分野のマトリックスがえられたことになる。

1) 企業レベルでの研究費については、有価証券報告書がデータ・ソースとして用いられることがある。しかし、これには難点が多い。この点については、以下を参照。後藤・本城・鈴木・滝野沢 [1]。

表1 産業別研究開発多角化度  $D_i$  (57年度)

食 品	0.543	農業用機械	0.282
紡 績	0.799	建設機械・鉱山機械	0.093
織 維	0.442	金属加工機械	0.494
織維製品	0.330	織 維 機 械	0.490
紙 製 品	0.183	特殊産業用機械	0.268
パルプ・紙製品	0.498	一般産業用機械装置	0.515
出版印刷	0.513	事務用サービス民生用機械器具	0.618
化学肥料	0.586	その他機械・同部品	0.484
無機化学	0.755	発電・送電・配電用, 産業用電気機械器具	0.705
有機化学	0.608	民生用電気機械器具	0.737
化学繊維	0.792	電球電気照明器具	0.770
油脂加工品等	0.642	その他電気機械器具	0.280
医 薬 品	0.112	通信機械器具	0.612
その他化学	0.299	電子応用装置	0.066
石油製品	0.524	電気計測器	0.151
石炭製品	0.740	電子機器・通信機器用部品	0.687
ゴム製品	0.274	自動車・同付属品	0.127
ガラス・同製品	0.416	鉄道車輛・同部品	0.751
セメント・同製品	0.739	船舶製造修理	0.417
その他窯業	0.492	航空機・同付属品	0.547
鉄鋼業 I (鉄鉄・粗鋼・鉄鋼圧延製品)	0.385	その他輸送機械器具	0.204
鉄鋼業 II (鋳鍛鋼品)	0.687	計量・測定・分析機器・試験機	0.780
非鉄金属地金	0.674	医 療 機 械	0.605
電線・ケーブル	0.575	理化学機器	0.238
非鉄金属1次製品	0.389	光学機器レンズ(含眼鏡)	0.426
金属製品	0.701	時計・同部品	0.774
ボイラー・原動機	0.0	その他工業	0.715

以下では、このデータを基礎に各産業分野および各製品分野における研究開発の動向を検討していくが、そこで用いられるいくつかの指標についてのべておこう。いまここで第  $i$  産業の研究費のうち第  $j$  分野に支出された研究費の割合を  $F_{ij}$  とすると、第  $i$  産業の 26 分野にわたる研究費の支出の分布は次のベクトル  $F_i$  であらわすことができる。

$$F_i = (F_{i1}, F_{i2}, \dots, F_{ij}, \dots, F_{i26})$$

このベクトル  $F_i$  を Jaffe[3] にならってこの産業の technological position と呼ぼう。これはこの産業の研究開発がどのような分野にわたってどのようなウェイトでおこなわれているのか、という点を示している。ただ、ここで注意しなければならないのは、Jaffe[3] の元来の意図は、各企業の研究開発の技術的特性をこれによってとらえることにあり、そのため、企業の研究費の技術分野の分布をとるべきだとしている(ただしこのデータが入手できなかったために、彼は特許データで

代用している)。これに対しわれわれのデータは、産業の研究費の製品分野別の分布に基づいている。技術分野と製品分野とは必ずしも対応しておらず両者の意味に違いがでてくるが、我々の製品分野別の分布に基づく技術ポジションは、企業(産業)が既存の製品あるいはこれから参入を目標している製品にわたってどのように研究費を配分しているかを示すものと考えることができる。

以上の点を念頭におきつつ、次の2つの指標を用いながら各産業の研究開発の多角化についてみていこう。まず第1の指標は研究開発の本業率である。表1および表2の産業分類および製品分類から知られるように、産業と製品分野をマッチングさせることができる。これを用いて、例えば食品工業の研究費のうち食料品分野の研究に支出された比率をとり、これを食品工業の研究開発における本業率と呼ぶこととする。

もう1つの指標は、ハーフィンダール指数を用いた研究開発の多角化度指数である。ここで第  $i$

表2 製品分野別研究開発多角化度(57年度)

食料品	0.239
繊維	0.622
バルブ紙	0.611
出版印刷	0.679
化学肥料・無機有機化学工業製品	0.818
化学繊維	0.595
油脂・塗料	0.417
医薬品	0.425
その他化学工業製品	0.797
石油製品	0.246
ゴム製品	0.163
窯業製品	0.759
鉄鋼	0.164
非鉄金属	0.751
金属製品	0.821
一般機械	0.914
家庭電気製品	0.419
通信・電子・電気計測器	0.794
電気機器	0.733
自動車	0.166
船舶	0.486
航空機	0.584
車輛	0.745
その他輸送機械	0.514
精密工業製品	0.754
その他工業製品	0.508

産業の研究開発の多角化度指数を  $D_i$  とすると、

$$D_i = 1 - \sum_{j=1}^{26} F_{ij}^2$$

ここで  $F_{ij}$  は上述したように第  $i$  産業の研究費のうち第  $j$  分野へ支出された研究費の割合である<sup>2)</sup>。なお、 $0 \leq D_i \leq 1$  で、1 製品分野の研究開発に特化している場合は、 $D_i$  は 0 となり、研究開発の多角化がすすむにつれて 1 に近づく。表 1 に 54 産業すべての 57 年度における研究開発多角化度  $D_i$  を示した。

他方で、製品分野の側からみると、ある製品についての研究開発が、どのような産業を本業とする企業によ

2) 研究開発の多角化度指数のハーフィンダール指数の部分  $\sum_{j=1}^{26} F_{ij}^2$  は、各産業の technological position のベクトルの長さになっている。

表3 食品・紡績・化学系産業の研究開発の本業率と医薬品分野への参入比率(年度)

産 業	分 野	50	53	55	57
食 品	食 品	0.681	0.676	0.679	0.596
	医 薬 品	0.153	0.195	0.235	0.316
紡 績	繊維・化学繊維	0.565	0.422	0.399	0.287
	化学肥料・無機有機・その他化学(計)	0.187	0.287	0.311	0.307
	医 薬 品	(0.752)	(0.709)	(0.710)	(0.594)
化 学 肥 料	化学肥料・無機有機・その他化学	0.793*	0.827	0.777	0.780
	医 薬 品	0.102*	0.163	0.204	0.195
無 機 化 学	化学肥料・無機有機・その他化学	0.795	0.689	0.628	0.612
	医 薬 品	0.057	0.118	0.135	0.183
有 機 化 学	化学肥料・無機有機・その他化学	0.824	0.827	0.866	0.784
	医 薬 品	0.070	0.058	0.063	0.091
化 学 繊 維	化学肥料・無機有機・その他化学	0.476	0.550	0.498	0.514
	化 学 繊 維	0.352	0.314	0.323	0.257
	医 薬 品	0.034	0.031	0.036	0.073

注 1) 各産業の上の段はそれぞれの産業の研究費のうち本業の製品分野の研究開発に使用された比率、下の段は医薬品の研究開発に使用された比率。  
2) \* は 51 年度の数字。

表4 金属・機械系産業の研究開発の本業率と通信・電子等の分野への参入比率(年度)

産 業	分 野	50	53	55	57
非鉄金属地金	非鉄金属	0.828	0.695	0.718	0.524
	通信・電子・電気計測器	0	0	0.026	0.194
電線ケーブル	非鉄金属	0.870	0.652	0.604	0.611
	通信・電子・電気計測器	0	0.194	0.187	0.217
金属製品	金属製品	0.550	0.494	0.434	0.480
	家電・電気機器	0.147	0.289	0.258	0.313
金属加工機械	一般機械	0.772	0.706	0.673	0.686
	通信・電子・電気計測器	0.068	0.083	0.102	0.074
一般産業用機械	一般機械	0.819	0.809	0.817	0.688
	通信・電子・電気計測器	0	0.017	0.019	0.047
事務・サービス・民生用機器	一般機械	0.513	0.689	0.502	0.565
	通信・電子・電気計測器	0.179	0.103	0.150	0.236
	精密機械	0	0.004	0.040	0.044
計量・測定分析機械	精密機械	0.334	0.284	0.457	0.241
	家電・通信・電子・電気計測器	0.496	0.469	0.320	0.445
時計・同部品	精密機械	0.882	0.970	0.967	0.649
	家電・通信・電子・電気計測器	0.047	0.030	0.018	0.294

注) 表3の注参照。

ってなされているかという点が明らかになる。製品分野別の研究開発の多角化が進んでいるほど研究開発競争が活発で、さらには潜在的競争も含めた競争が活発であるとみることができよう。表2に、26の製品分野の研究開発の多角化度が示されている<sup>3)</sup>。

これらの産業、製品分野それぞれの研究開発の多角化度は、いうまでもなく産業分類、製品分類の分類方法にも依存するし、また、企業の産業格付けの仕方にも依存するという点に留意しておかねばならない。ここでは、これらのデータから、わが国の企業のハイテクノロジー分野の研究開発をめぐるダイナミックな動きに注目してみよう。現在、ハイテク分野については、2つの大きな流れが注目されている。一方では、食品、繊維、化学産業のバイオテクノロジーを利用した医薬品分野の研究開発への参入であり、他方は、金属、一般機械、精密機械産業のエレクトロニクス分野の研究開発への参入である。

表3は、前者の動向を概観したものである。先ず食品工業では、昭和50年度から57年度に至る8年間に研究開発の本業率は68.1%から59.6%へと低下しているのに対して、医薬品への参入比率(すなわち、食品工業の研究費のうち医薬品分野に投下された比率)は15.3%から31.6%へと倍増している。また紡績工業では、本業率は8年間に56.5%から28.7%へと半減する一方で、医薬品への参入比率は7%から30%へと急増し、今や成熟化した本業分野を追い抜く勢いにある。化学系産業の中では、化学肥料と無機化学が、比率的には最も医薬品分野への参入度合いが高く、いずれも20%近くに達している。また有機化学、化学繊維も緩やかながら徐々に医薬品分野への参入比率を高めてきている。その結果、医薬品工業自身の医薬品分野への研究開発支出額は、この8年間に3.2倍にも達しているにもかかわらず、当該分野における総研究開発費の内、医薬品工業以外の異分野産業の占める比率は、昭和50年度の15%から昭和57年度には25%へと10%ポイ

ントも上昇している。またこの異分野産業の医薬品分野への参入比率の上昇のペースをみると、15%から20%へ5%ポイント上昇するのに5年間も要したのに、55年度から57年度の間にも同比率は20%から25%へと5%ポイントも加速度的に上昇している。特に先行する医薬品工業と、それに追隨する異分野産業との間で研究開発支出額増加のパターンをみると、55年度以降は増加のペースが同時進行的傾向を強めている。

表4は、エレクトロニクス(通信・電子・電気計測器分野)を巡るもう一方の研究開発動向を概観したものである。

先ず非鉄金属の2産業、非鉄金属地金、電線ケーブルでは、昭和50年度から57年度に至る8年間に本業率は80%台から大きく後退する一方で、通信・電子分野への参入比率は、皆無からそれぞれ19%、22%へと急激な上昇をとげている。

また金属製品工業では、本業率は8年間に55%から48%へと低下する一方で、家電・電気機器分野への参入比率は15%から31%へと急上昇している。一般機械系産業の中では、事務・サービス・民生用機器が通信・電子分野への参入比率が最も高くこの8年間で18%から24%へと上昇している。次いで、金属加工機械、一般産業用機械でもゆるやかながら同比率を高めている。その間両業種とも本業率は10%強低下している。精密機械系産業の中では、計量・測定分析機械と時計・同部品工業が家電・通信・電子・電気計測器分野への参入比率が最も高く、前者では同比率が5割弱にも達している。また後者でも5%弱から30%弱へと参入比率を上昇させている。その結果、上記業種以外も含めた異分野産業の通信・電子分野への研究開発支出額は、昭和50年度から57年度の8年間に2.7倍の水準に増大している。しかし通信・電子系4産業の本業分野における研究開発支出増大がこの8年間に3.6倍の水準に達しているために、異分野産業の当該分野への参入比率は、その水準自体は高いもののバイオの場合とは逆に、50年度の50%から57年度には43%へと7%ポイントもの低下をみている。また異分野産業の中から電気系4産業を除くと、そ

3) 54産業の多角化度の平均値の推移および26分野の多角化度の平均値の推移は表6に示されている。

の参入比率は50年度の28%から57年度には24%へと4%ポイントの低下となっている。やや繰り返しになるがこの現象は、通信・電子系産業が50年代後半以降、当該分野への研究開発支出額増加のペースを年率26%(57/54年度)と、それ以前の年率16%(54/50年度)から急速に早めたため生じたものである。因に電気系4産業を除いた異分野産業をみると、当該分野への研究開発支出額増加のペースは、50年代後半には年率18%(57/54年度)と、それ以前の年率12%(54/50年度)を大きく上回っており、むしろ当該分野における研究開発の多角化は一層加速化されつつあるとみられることもできよう。

### 3. 研究開発のスピルオーバー効果

かつてGrilichesは、研究開発投資の収益率の計測についての展望論文[2]において、ある企業の生産性の上昇に貢献する要因は自らのおこなう研究開発努力の他にも様々に存在しており、そのうちとりわけ重要なものの1つとして、他の企業がおこなう研究開発のスピルオーバー効果をあげている。

他の企業の研究開発は、2つのルートを通じて当該企業の生産性を上昇させると考えられる。第1のルートは、他の企業が研究開発をおこないその結果、その企業の製品の品質、性能が向上した場合、その製品を中間財、投資財として購入している企業は、間接的に売手企業の研究開発の恩恵を受けることとなる。というのは、中間財、投資財市場は通常、競争的な市場構造をしているから、製品の品質、性能の向上を完全に反映した形での価格づけはなされえず、結果的には買手企業が、売手企業の研究開発の果実の一部を享受することとなる。これは、中間財・投資財の売手企業の研究開発の成果が中間財・投資財に体化された形で買手企業へ影響を与えるという意味で、財に体化されたスピルオーバー効果とよぶことができよう。筆者らは、かつて日本の製造業においてこのような体化されたスピルオーバー効果が、買手産業の総要素生産性の上昇に有意なプラスの影響を与えていることをみいだした(後藤・本城・鈴木・滝

野沢[1])。

ある企業の研究開発が他の企業の生産性上昇率に影響を与えるもう1つのルートは、研究開発をおこなった企業が新たに技術知識、知見をみだし、この技術知識、知見を他の企業が自らの生産において利用する、というルートである。このルートは、第1のルートと異り、企業間の取引の有無とは関係なく存在する。知識、情報という財は、よく指摘されるごとく、公共財的性格をもち、きわめて小さな限界費用で追加的な主体によって利用される。特許制度などの知的所有権を保護する制度の下でも、技術知識は結果的にはかなり自由に伝播していく。例えば、リバース・エンジニアリングによって製品に体化された新技術知識は広まっていく場合も多い。その他にも学会誌、業界誌等を通じて、また技術者の移動等を通じて、技術知識は多くの企業へ伝わっていく。

このことを別の観点からみると、ある企業が研究開発によって新たな技術知識、知見を生み出した、ということは、その社会がその時点で利用することができる技術知識、知見のプールが増加した、ということになる。各企業はこの技術知識、知見のプールから自らに必要なものをひきだして利用していき、これにより自らの生産性の上昇を実現していく。

しかしこのプールは、同質的な技術知識からなっているのではなく、個々の多様な技術知識の集合であり、ある企業にとってそのすべてが有用であるわけではない。むしろ、個々の企業にとって有用な技術知識は、その時代のその社会の技術知識のプールの中のほんの一部であるに違いない。つまり個々の企業の立場からは、その生産性の上昇にとって重要なのは社会全体の技術知識のプールの大きさというよりもむしろその中の自らにとって有用な技術知識の量ということになる。自らの企業にとって有用な技術知識が自らの手であるいは他企業によって生産されるのに応じて、自らの生産性の上昇が可能となるのである。

ここで、自らの企業にとって有用な技術知識は、自らの企業と技術距離が近い企業、あるいは別の言い方をすれば、技術ポジションが類似している

企業の研究開発によって生み出されると考えることができる。これには2つの意味がある。第1は、自らの企業と技術ポジションが類似した企業とは、例えば製品構成等も類似しているため、そのような企業で開発された技術知識を生かして利益をあげていくのに必要な他の補完的資産、すなわち製造設備やマーケティングのネットワークを既に当該企業が所有しており、そのためそのような企業で開発された技術知識は利用が容易である。第2は、利用する側の企業の技術吸収能力の問題で、類似した技術ポジションを持っている企業で開発された技術は、吸収、利用するのが容易である。

これらの理由から、技術ポジションの類似した企業が活発な研究開発をおこない次々と新しい技術知識を生みだしている場合には、当該企業はそれを利用して生産性を上昇させていく機会に恵まれているといえよう。

そこで、ここでは、近年急速な技術進歩がみられるエレクトロニクス関連の産業による活発な研究開発が、これと技術距離の近い産業の生産性の上昇にどのように貢献しているかをみるため、次のモデルを計測した。

$$\frac{\dot{T}}{T} = \lambda + a_1 \frac{E_1}{Q} + a_2 \frac{E_2}{Q} + \epsilon \quad (1)$$

ここで  $\frac{\dot{T}}{T}$  は総要素生産性の上昇率、 $\lambda$  は定数、 $a_1, a_2$  はパラメーター、 $Q$  は付加価値、 $E_1$  は当該産業自らの研究費、 $E_2$  はエレクトロニクス関連産業の研究開発の成果が上述の第2のルートを通じて当該産業にスピルオーバーしてくる部分に対応する変数である。

それぞれの変数およびデータについては以下の通りである。各産業の総要素生産性の上昇率は、付加価値の増加率から、資本の増加率に資本分配率を乗じたものおよび労働の増加率に1-資本分配率を乗じたものを差し引いて求めた。各産業の総要素生産性の算出に必要なデータは総務庁統計局からえられなかったため、別途、日本開発銀行の企業財務データベースから算出した。このデータベースに含まれる企業を製造業54産業分類にあわせて分類した。対象企業は979社である。各

産業に分類された企業の付加価値、資本、労働の合計された額をそれぞれ産業の値とし、これに基づいて各産業の総要素生産性上昇率を計算した。

付加価値は、営業利益+減価償却費+人件費・労務費とした。デフレーターは、日本銀行の「物価指数年報」製造業部門別投入・産出物価指数のグロスウェイトベース部門別投入・産出価格指数(昭和50年基準)を利用し、各業種ごとにそれぞれ関係する産出物価指数を指数の基準時点におけるウェイトで加重平均して算出した。

資本については、生産能力が減価償却に見合う形で低下するよりは、耐用年数に達すると急速に減少するとみる方が現実的である。そこで、各企業の期首有形固定資産取得原価額をとり、これに過去の償却累計額を加えさらにこれを時価に転換しさらにデフレートすることで実質資本ストックの系列を作成する。ただ、実際の算出においては、簿価から時価へ転換する際に用いられる資本財価格と、時価の粗資産額を実質化する際に用いられる資本財価格が相殺されるので、実質資本ストックは簿価の資産額を、当該資産を取得した時点の資本財価格で除することでえられる。資産の取得年は、紺谷・若杉[4]の償却資産についての業種別平均経過年数の推計値を利用した。資本財デフレーターは、各産業ごとに購入されるそれぞれの資本財の価格指数を購入額のウェイトで加重平均し、各産業の資本財デフレーターを作成した。価格指数は卸売物価指数、ウェイトは産業連関表(昭和55年)の固定資本形成マトリックスを用いた。なお、上述のようにして求めた実質資本ストックに、通産統計の稼働率指数を乗じて最終的に資本投入量を求めた。

労働は、各企業の期末従業員数に総実労働時間を乗じて労働投入量を求めた。総実労働時間は毎月勤労統計を用いた。

資本分配率は付加価値に占める営業利益と減価償却費の合計額の比率を用いた。

以上のデータを用いた(1)式の被説明変数である総要素生産性の年平均上昇率を54産業について昭和51年度~58年度の間について算出した。

第1の説明変数  $\frac{E_1}{Q}$  については、まず分子の  $E_1$

は総務庁統計局の 54 産業の 51 年度の研究費である。これに対応する分母の各産業の付加価値は、総務庁統計局のデータベースからは利用可能でない。しかし各産業の売上高は利用可能であるので、これを利用して、日本開発銀行のデータベースに収録された企業を 54 産業に分類したものから、各産業の付加価値-売上高比率を計算し、これに上述の売上高を乗じて各産業の 51 年度の付加価値を求めた。

第 2 の説明変数  $\frac{E_2}{Q}$  のうち、分母については上と同様である。重要なのは、 $E_2$  すなわち、エレクトロニクス関連産業からのスピルオーバーに対応する項である。これは、上述した如く、エレクトロニクス関連産業と技術距離の近い産業、あるいは technological position の類似した産業ほど、エレクトロニクス関連産業からのスピルオーバー効果をより受けると考えられるから、エレクトロニクス関連産業の研究費に、当該産業とエレクトロニクス関連産業との技術距離をウェイトとして乗じたものを  $E_2$  とした。ここで技術距離は Jaffe [3] に従い、当該産業の technological position をあらわすベクトルとエレクトロニクス関連産業のそれとの角度として次のように定義される<sup>4)</sup>。

$$P_{ie} = \frac{F_i F_e'}{[(F_i F_i')(F_e F_e')]^{1/2}} \quad (2)$$

ここで  $P_{ie}$  は第  $i$  産業とエレクトロニクス関連産業との間の技術距離、 $F_i, F_e$  は第 1 節でのべたように、第  $i$  産業、エレクトロニクス関連産業の technological position ベクトルである。 $P_{ie}$  は 0 と 1 の間にあり、両産業の technological position が類似するに従って 1 に近づく。第  $i$  産業がエ

4) 筆者の 1 人(鈴木)は、既に Jaffe [3] とは異なる観点から、2 つの産業の研究開発の多角化ベクトル同士の内積関係を利用して、産業の“融業化”現象を定量化した。詳しくは鈴木 [8] を参照。

表 6 産業別・製品分野別研究開発多角化度の推移 (年度)

	50	51	52	53	54	55	56	57
産業別多角化度	0.471	0.495	0.481	0.468	0.476	0.467	0.477	0.492
製品分野別多角化度	0.557	0.567	0.563	0.533	0.544	0.561	0.553	0.565

注) 産業は製造業 54 産業、製品分野は 26 分野の平均値である。

表 5 研究開発およびスピルオーバー効果の生産性上昇への貢献

$\lambda$	$a_1$	$a_2$	$\bar{R}_2$
1.921 (2.72)	0.243** (2.33)	0.070** (2.33)	0.20

注 1) カッコ内は  $t$  値。\*\*は 5% 水準で有意であることを示す。  
2)  $\lambda$  は定数、 $a_1$  は  $E_1/Q$  の係数、 $a_2$  は  $E_2/Q$  の係数である。

クトロニクス関連産業から受けるスピルオーバー効果は、

$$E_{2i} = P_{ie} \cdot E_e$$

で定義される変数  $E_{2i}$  でとらえられる。ここで  $E_e$  はエレクトロニクス関連産業の研究費である。

各産業の technological position は 1 節で説明された各産業の製品分野別研究費より作成される。またここでエレクトロニクス関連産業とは、表 1 の産業のリストの中の、通信機械器具から、電子機器、通信機器用部品までの産業を示している。なお、エレクトロニクス関連産業の研究費は 51 年度のものを用い、また技術距離は 57 年度について計測されたものを用いた。

モデル(1)を通常最小二乗法を用いて推定した結果は、表 5 に示されている。(ただし、ここではエレクトロニクス関連産業間のスピルオーバーやこれと関連の深い産業へのスピルオーバーという自明の関係を除くために、推定にあたっては上述のエレクトロニクス関連の 4 産業および発電・送電・配電用、産業用電気機械器具以下の 4 産業を除いて計算をおこなった。また、データの入手できなかった繊維製品、石炭製品、医療機械の 3 産業も除いた。)これから、研究費-付加価値比率は総要素生産性にプラスの効果があること、およびエレクトロニクス関連産業と technological position が類似している産業ほど総要素生産性の上昇率が大きいことが知られる。このように、エレクトロニクス産業と技術距離の近い産業は、エレクトロニクス産業における活発な研究開発からうみだされる技術知識、知見を利用して自らの産業の総要素生産性を上昇させているのである。



## 4. 結 語

わが国の産業は、活発な研究開発の多角化をおこなっており、これを通じて新製品の開発や生産工程の革新をおこなっている。各産業の研究開発の様々な分野への拡がり、その産業の研究開発の特性をあらわすものとして technological position とよばれる。類似した technological position をもつ産業の間では、研究開発のスピルオーバーがおこり、相手の研究開発によってうみだされた技術知識、知見を利用して自らの産業の生産性を高めていくことが可能となる。今日の日本の産業では、エレクトロニクス産業の活発な研究開発が、これと技術距離の近い産業の生産性の上昇に貢献していることがみいだされた。

(成蹊大学・日本開発銀行)

## 参 考 文 献

[1] 後藤晃・本城昇・鈴木和志・滝野沢守「研究

開発と技術進歩の経済分析」『経済分析』第103号(1986年9月), pp. 1-95.

[2] Griliches, Z., "Issues in Assessing the Contribution of R & D to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics*, 10(Spring, 1979), pp. 92-116.

[3] Jaffe, A., "Technological Opportunity and Spillovers of R & D," *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5(December 1986), pp. 984-1001.

[4] 紺谷典子・若杉敬明「資本収益率とトービンの  $q$  ——再推計」日本証券経済研究所計測室テクニカルペーパー No. 55(1981年), pp. 47-139.

[5] 香西泰「産業社会の変化と日本の企業」『日本労働協会雑誌』312号(1985年5月), pp. 2-10.

[6] 経済調査研究会『経済構造の変化と産業組織』公正取引委員会(1987年).

[7] Nelson, R., "The Simple Economics of Basic Scientific Research," *Journal of Political Economy*, Vol. 67, No. 3(June 1959), pp. 297-306.

[8] 鈴木和志「研究開発投資と産業組織構造に関する実証分析」『経済経営研究』6巻4号(1985年9月).

[9] Teece, D., "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy," *Research Policy*, Vol. 15, No. 3(Dec. 1986), pp. 285-305.