

企業規模と研究開発活動*

—産業別計測—

土井教之

I はじめに

研究開発活動において規模の大きい企業ほど優位に立ち、したがって大企業は技術進歩のプロモーターである、としばしば考えられている。こうした主張は、シェンペーター[9]やガルブレイス[2]などによって強く唱えられ彼等にちなんで「シェンペーター仮説」あるいは「ガルブレイス仮説」と称されるが、それはつきのような考えに基づいている。¹⁾すなわち、

- (1) 研究開発活動を進めるためには巨額の資金が必要であるが、大企業ほどその調達を有利に行なうことができる。
- (2) 研究開発活動には大きなリスクを伴うが、それを負担できるのは大企業である。
- (3) 研究開発活動には規模の経済が存在する。
- (4) 多くの大企業は多様化 (diversification) を行なっており、したがってそれだけ内部に発明の機会が大きい。

以上のような企業規模と研究開発活動との関係は、従来、一つの主要な方法として、研究開発を実施している大企業を対象にしながら、企業の研究開発活動が規模の関数として遞増的なスピードで増加しているかどうかを明らかにすることによって検討されてきた。こうした分析結果によると、一般的には、企業の研究開発活動は、企業規模が拡大するにつれてある規模水準までは確かに

* 本稿は、前稿では紙幅の都合上割愛した分析結果を示したもので、産業組織と技術進歩効率に関する研究の一部である。

1) 企業規模と研究開発活動との関係の整理は、越後[1]、シェアラー[8]などを参照。

企業規模と研究開発活動

比例以上に増加するが、それを越えると比例以下にしか増加せず、そしてときとして極大点に達した後減少し始めることさえある。わが国では、植草教授[11]によって企業規模と研究開発支出との関係の、こうしたパターンが確認されている。また、本分析でも全製造業についてほぼ同様な結果がえられた。すなわち、

- (1) 研究開発支出(1972年)は企業規模とほぼ比例的な関係にある。
- (2) 特許の公告件数(1975年)および所有件数(1973年)はともにある規模までは遞増的に増加するが、しかしそれを過ぎると遞減的にしか増加せずやがて極大点に達し減少し始める。したがって、屈折点および極大点の存在が認められる。

これまでの研究は、同時に産業によって企業規模と研究開発活動との関係のパターンが多様であることを明らかにしている。こうした多様性は、技術機会の相違に大きく左右されるものと考えられる。わが国でも、今井教授[4]および植草教授[11][12]が産業別の多様性を明らかにしている。

本稿の目的は、「シェンペーター仮説」への反証の一つとして、多少異なる時期と資料を用いて企業規模と研究開発活動との関係の産業別計測を行ないその多様性を確認することにある。

II 分析方法

企業規模と研究開発活動について計測するためのモデルの構造はつきの通りである。¹⁾

$$(1) \log \frac{\{RD\}}{\{PT\}} = \alpha_0 + \alpha_1 \log(FS) + \mu$$

$$(2) \frac{\{RD\}}{\{PT\}} = b_0 + b_1(FS) + b_2(FS)^2 + b_3(FS)^3 + \mu$$

$$(3) \frac{\{RD\}}{\{PT\}} = c_0 + c_1(\log FS) + c_2(\log FS)^2 + c_3(\log FS)^3 + \mu$$

1) 本稿の分析方法はすべて前稿[14]と同じである。

企業規模と研究開発活動

ここでは, RD は研究開発支出, PT は特許数 (但し, 公告件数 PT_n と所有件数 PT_0 を含む), FS は売上高で測定された企業規模, a_i, b_i, c_i ($i=0, 1, 2, 3$) は推定されるパラメーター, そして μ は攪乱項である.

方程式(1)はハンバーグ[3]やウォーリー[13]の用いたものであり, その回帰係数は企業規模に対する研究開発変数 (研究開発支出, 特許公告件数および特許所有件数) の弹性値を示している. 他方, 方程式(2)および(3)は, 屈折点の存在を明らかにするためにシェアラー[6][7]の用いたものである.

つぎに, 以上のモデルを構成する変数を説明しよう.

(1) 研究開発支出 (RD). 企業の研究開発活動の努力面を表わすものとして使用する指標であり, 1972年の東京証券取引所第一部および二部上場企業の『有価証券報告書』における損益計算書の一般管理費・販売費内の構成項目, あるいは同費用と独立に計上された関連費用であり, 「研究開発費」, 「試験研究費」あるいは「技術研究費」などに該当する.

(2) 特許数 (PT_n および PT_0). 特許数は研究開発活動の成果面を表わすものとして選定したものであり, 公告件数についてはダイヤモンド社『経営開発情報』より1975年の, 東証第一部および二部上場企業ならびに若干の非上場企業の件数, そして所有件数については日本経済新聞社『会社年鑑—上場会社版・1974—』より1973年前半調査の, 東証第一部および二部上場企業の国内登録件数を利用した.

特許数は, しかしながら, 企業の研究開発活動を計測する指標として利用する場合いくつかの難点を有している. それは, (1)企業の特許出願性向が規模の違いによって変化するかもしれないこと, (2)特許数は特許の質的重要性を必ずしも反映しないこと, (3)特許出願前に発明の移動があるために, その真の発明者と特許出願者とが一致しないかもしれないこと, などである. また, 本稿で用いる特許所有件数は過去の研究開発活動の累積的成果であるために, それはその時点の研究開発活動の大きさを必ずしも反映するものではないことに留意しなければならない.

企業規模と研究開発活動

(3) 企業規模 (*FS*). 企業規模の測定にはいくつかの指標があるが、本分析では売上高を用いた。それは、総資産あるいは従業員数などの他の規模指標を用いても結果に大差はないと考えられるからである。¹⁾ 研究開発支出については1972年の売上高、特許公告件数については発明から出願を経て公告に至るプロセスで生じるタイムラグを考慮して公告時点より4年前の1971年の売上高、そして特許所有件数についてはそれに対応させる規模の時期の確定が困難なために1972年の売上高、を用いた。

最後に、サンプルについて言及しておこう。企業規模と研究開発活動について産業別に検討するとき、4桁産業レベルの分析が望ましいと思われるが、しかし各産業のサンプル数が極端に少なくなるので、サンプル企業を2桁産業に分類した。しかしながら、産業別サンプル数に大きな差があり、サンプル数の少ない産業の推定については信頼度に欠けると思われる。ここでは、三つの研究開発指標を通じて10企業以上からなる産業を選定した。それは、食料品、繊維、化学、窯業、鉄鋼、非鉄金属、機械、電気機械、輸送用機械および精密機械、の10産業である。なお、各産業において、三つの研究開発指標の分析の間にはサンプル企業の構成にギャップが存在する。各産業のサンプル数は表Iの通りである。

表I 産業別サンプル数

産業 研究開発	食料品	繊維	化学	窯業	鉄鋼
研究開発支出	24	29	82	13	16
特許公告件数	15	21	89	12	16
特許所有件数	16	26	73	19	21
産業 研究開発	非鉄金属	機械	電気機械	輸送用機械	精密機械
研究開発支出	18	37	49	23	15
特許公告件数	16	54	88	28	17
特許所有件数	15	78	77	28	15

資料出所：研究開発支出は『有価証券報告書』。

特許公告件数はダイヤモンド社『経営開発情報』。

特許所有件数は日本経済新聞社『会社年鑑一上場会社版・1974-』。

1) 企業規模の測定指標については前稿[14]を参照。

III 推定結果

上に示した方法にしたがって推定された結果を、単回帰分析、弹性値分析および三次式の推定分析、の順に検討しよう。

(1) 単回帰分析

まず、単回帰分析を通して企業規模と研究開発活動との関係を検討しよう。その分析結果は表Ⅱの通りである。

ほとんどの産業が三つの研究開発指標において正の有意な相関をもつ。したがって、研究開発活動は企業規模とともに増加する。しかし、研究開発支出および特許所有件数では食料品および非鉄金属、そして特許公告件数では精密機械がそれぞれ明確な関係を示していない。

こうした一次式の推定結果から、定数が負の符号をもつ産業では、研究開発支出一売上高比率あるいは売上高10億円当たりの特許数は企業規模の拡大につれて増加することが予想される。しかし、この結論は、後に行なう分析まで保留しなければならない。

(2) 弹性値分析

上で検討した一次回帰式は企業規模と研究開発活動との関係を必ずしも正確に反映しない。両者の間に正の関連が存在していてもその関係はもっと複雑であり、研究開発が企業規模の増加と比例以上に増加するのか、あるいは比例以下にしか増加しないのか、それとも企業規模と比例して増加するのかは明らかではない。こうした関係の性質を明らかにするために、ウォーリーやハンバーグなどの用いた方程式(1)に基づいて企業規模に対する研究開発の弹性値を求めたものが表Ⅲである。¹⁾ その回帰係数がその弹性値を表わしている。もし回帰係

1) 弹性値分析を応用したものにハンバーグ[3]やウォーリー[13]の他にヨハニソン＝リンドストローム[5]がある。

企業規模と研究開発活動

表 II 単回帰分析の結果

産業	研究開発支出 (1972年)			特許公報件数 (1975年)			特許所有件数 (1973年)		
	定 数	FS	\bar{R}^2	定 数	FS	\bar{R}^2	定 数	FS	\bar{R}^2
食料品	102.015	2.457 (1.891)	0.101 [2.472]	2.474 (2.464)	0.207 [6.006]	0.316	35.058 (0.443)	0.047	-0.057 —
繊維	-384.883	15.772 (8.720)	0.728 [72.265]	-18.125 (7.557)	0.948 [53.243]	0.737	-145.119 (4.014)	13.089 [14.523]	0.377
化学生業	202.041	13.461 (5.264)	0.248 [26.383]	2.147 (12.085)	0.720 [143.159]	0.622	22.759 (9.062)	6.634 [80.064]	0.530
窯業	-158.002	12.954 (18.326)	0.965 [303.286]	2.277 (4.867)	0.477 [20.581]	0.673	-37.335 (7.334)	4.079 [49.667]	0.745
鋳鋼	-14.934	2.264 (11.867)	0.903 [130.330]	-0.625 (14.992)	2.297 [208.222]	0.937 [208.222]	17.016 (12.341)	1.707 [143.393]	0.883
非鉄金属	278.337	4.074 (1.786)	0.114 [2.059]	5.679 [2.059]	0.530 [2.023]	0.171 [2.888]	208.245 [2.888]	2.294 [0.969]	-0.004 —
機械	28.867	6.608 (5.635)	0.461 [29.935]	9.709 [7.858]	0.516 [59.588]	0.534 [59.588]	-86.198 [6.757]	12.290 [44.063]	0.367
電気機械	181.483	6.214 (6.722)	0.479 [43.211]	-21.548 (4.749)	2.333 [2238.324]	0.963 [2238.324]	-52.714 [17.787]	12.638 [311.598]	0.806
輸送用機械	-260.934	9.665 (8.924)	0.781 [74.890]	22.720 (4.496)	0.188 [18.521]	0.416 [18.521]	-29.823 [8.872]	2.681 [74.775]	0.742
精密機械	-397.742	39.965 (4.053)	0.524 [14.311]	25.567 (1.633)	0.725 [1.038]	0.094 [1.038]	-51.442 [7.512]	13.450 [51.356]	0.798 [51.356]

注:(1) () 内は t 値, [] は F 値, \bar{R}^2 は自由度調整決定係数。

(2) 企業規模単位は10億円, 研究開発支出単位は100万円, 特許数単位は件数。

表 III 弾性値分析の結果

産業	研究開発支出(1972年)				特許公告件数(1975年)				特許所有件数(1973年)	
	定 数	log FS	R ²	定 数	log FS	R ²	定 数	log FS	R ²	
食料品	0.835	0.690 (1.861)	0.097 [2.363]	0.143	0.554 (2.438)	0.310 [5.841]	0.127	0.685 (1.927)	0.153 [2.529]	
織維学	-0.047	1.380 (9.337)	0.755 [83.204]	-0.090	0.904 (6.593)	0.680 [40.375]	0.289	1.117 (5.655)	0.553 [29.691]	
化業	0.998	1.010 (7.130)	0.381 [49.241]	0.475	0.604 (9.134)	0.484 [81.605]	0.505	1.094 (8.927)	0.522 [77.536]	
窯業	-0.110	1.512 (6.273)	0.762 [35.218]	0.337	0.599 (2.834)	0.390 [6.393]	0.740	0.615 (2.055)	0.152 [3.047]	
鉄鋼	0.255	0.976 (6.061)	0.704 [33.297]	0.223	0.667 (6.456)	0.731 [38.045]	0.081	1.001 (6.277)	0.658 [36.556]	
非鐵金属	1.007	0.820 (3.251)	0.360 [9.000]	0.162	0.696 (2.638)	0.284 [5.553]	0.664	0.817 (2.183)	0.212 [3.497]	
機械	0.974	0.741 (2.926)	0.174 [7.373]	0.829	0.349 (4.121)	0.232 [15.708]	0.758	0.805 (5.483)	0.274 [28.683]	
電気機械	0.938	0.905 (5.426)	0.372 [27.841]	0.297	0.917 (17.292)	0.774 [294.531]	0.511	1.185 (12.808)	0.682 [160.849]	
輸送用機械	0.340	1.406 (7.623)	0.722 [54.540]	0.360	0.599 (6.617)	0.613 [41.183]	0.203	0.899 (3.802)	0.333 [12.981]	
精密機械	0.152	1.585 (4.093)	0.529 [14.601]	0.575	0.695 (3.528)	0.417 [10.729]	0.558	1.267 (3.711)	0.477 [11.857]	

注：表IIの注に同じ。

企業規模と研究開発活動

数が 1 よりも大きければ、研究開発は企業規模の拡大について比例以上に増加し、そして反対に回帰係数が 1 よりも小さければ、研究開発は企業規模の拡大について比例以下にしか増加しない。もし回帰係数が 1 に等しければ、研究開発は企業規模に比例して増加する。

推定結果を検討してみると、つぎのように整理することができる。

(1) 研究開発支出については、10産業のうち、繊維、化学、窯業、輸送用機械および精密機械、の 5 産業が 1 よりも大きな弾性値を示し、そして化学および精密機械の 2 産業を除いてその差は 5 % あるいは 10 % 水準で統計的に有意である。この中で意外と思われる的是繊維産業である。その産業が遞増的増加パターンをとるのは、化学工業に含めることのできる化学繊維関係の企業が繊維産業に入っていることによる。

他方、残りの、食料品、鉄鋼、非鉄金属、機械および電気機械、の 5 産業は 1 よりも小さな弾性値をもつが、その差は統計的に有意ではない。

(2) 特許公告件数については、すべての産業が 1 よりも小さな弾性値をもち、そしてその差は、食料品、化学、窯業、鉄鋼、機械および輸送用機械、の 6 産業において 10 % あるいはそれよりも高い水準で統計的に有意である。したがって、半分以上の産業で、特許公告件数は企業規模の拡大について比例以下にしか増加していないことになる。

(3) 特許所有件数については、繊維、化学、鉄鋼、電気機械および精密機械、の 5 産業が 1 よりも大きな弾性値をもつが、その差が統計的に有意なのは電気機械産業のみである。他方、残りの、食料品、窯業、非鉄金属、機械および輸送用機械、の 5 産業の弾性値は 1 よりも小さいが、その差はいずれの産業でも統計的に有意ではない。

以上の推定された弾性値をあらためて整理・比較したものが表IVである。この弾性値分析からつぎの点が注目に値する。

まず第一に、最も重要な点は、産業別にみると弾性値が異なっていることである。つまり、研究開発が企業規模の拡大について加速度的なスピードで増加

企業規模と研究開発活動

表IV 弾性値の比較

産業	研究開発支出	特許公告件数	特許所有件数
食料品	0.690 (-0.828)	0.554 (-1.963)	0.685 (-0.886)
織維	1.380 (-2.571)	0.904 (-0.700)	1.117 (0.592)
化学生	1.010 (0.071)	0.604 (-5.989)	1.094 (0.767)
窯業	1.512 (-2.124)	0.599 (-1.897)	0.615 (-1.286)
鉄鋼	0.976 (-0.149)	0.667 (-3.223)	1.001 (0.063)
非鉄金属	0.820 (-0.713)	0.696 (-1.152)	0.817 (-0.489)
機械	0.741 (-1.023)	0.349 (-7.687)	0.805 (-1.328)
電気機械	0.905 (-0.570)	0.917 (-1.565)	1.185 (1.999)
輸送用機械	1.406 (-2.201)	0.599 (-4.430)	0.899 (-0.427)
精密機械	1.585 (-1.511)	0.695 (-1.548)	1.267 (0.782)

注：()内は、弾性値が1に等しいという帰無仮説が棄却しうるかどうかを検定するためのt値。

するという関係はすべての産業で認められるわけではない。したがって、研究開発活動において規模の大きい企業ほどますます優位に立つという仮説は普遍的妥当性をもっていない。

つぎに、三つの研究開発指標の間には企業規模と研究開発との関係のパターンに一致のみられない産業が多い。これはつぎのような理由によるものと考えられる。すなわち、(1)三つの指標の間には時間的差異があり、時期によって関係のパターンが変化すること、(2)同一産業でも三つの指標の間にはサンプル企業の構成にギャップが存在していること、(3)各産業において技術機会の性格あるいは産業組織上の理由などによって研究開発支出の生産性（研究開発支出が成果となって発現する効率であり、例えは研究開発支出に対する特許数の弹性値で測定することができる）が大きいか、もしくは小さいこと、などである。

以上の推定結果から、したがって、一つの興味ある問題に逢着するであろう。それは、研究開発支出の生産性はその支出の大きさあるいは企業規模とどのように関連しているか、という問題である。これは、産業の性格を考慮に入れながら今後検討していくかなければならない課題である。

企業規模と研究開発活動

(3) 三次式の推定分析

また、企業規模と研究開発活動との関係の性格を分析するためにもう一つの方法を用いることができる。¹⁾ それは方程式(2)および(3)の推定である。もしその推定式の二次導関数が正であれば一般的に研究開発は企業規模の増加以上の率で増加し、反対に二次導関数が負の場合はその逆の関係になる。シェアラーは、この三次式の推定を通して、企業規模と研究開発活動との関係が弾性値分析の示すほど単調なものではなく、多くの場合屈折点が存在することを指摘している。本分析においてこうした三次式の推定結果は、非対数型回帰式（方程式(2)）

表V 三次方程式の推定結果：研究開発支出（1972年）

産業	定数	FS	FS^2	FS^3	R^2
食料品	151.305	-5.221 (-0.533)	0.167 (1.313)	-0.730×10^{-3} (-1.662)	0.261 [2.355]
繊維	-176.383	11.040 (1.037)	-0.019 (-0.229)	0.135×10^{-3} (0.714)	0.734 [22.995]
化学	197.811	7.098 (0.517)	0.166 (1.116)	-0.655×10^{-3} (-1.576)	0.285 [10.364]
窯業	83.114	-7.507 (-1.697)	0.335 (4.640)	-0.134×10^{-2} (-4.542)	0.988 [246.999]
鉄鋼	-10.790	2.028 (1.140)	0.289×10^{-2} (0.106)	-0.933×10^{-5} (-0.085)	0.887 [31.398]
非鉄金属	2.912	7.188 (0.543)	0.061 (0.453)	-0.342×10^{-2} (-0.948)	0.358 [2.602]
機械	-112.365	19.524 (1.637)	-0.203 (-1.119)	0.657×10^{-3} (1.109)	0.449 [8.964]
電気機械	95.327	7.036 (3.119)	0.026 (2.301)	-0.499×10^{-4} (-3.110)	0.579 [20.629]
輸送用機械	-392.436	19.394 (2.824)	-0.055 (-2.052)	0.585×10^{-4} (2.415)	0.852 [36.459]
精密機械	-614.530	128.132 (2.348)	-4.583 (-2.532)	0.049 (3.074)	0.805 [15.137]

注：表IIの注と同じ。

1) 規模と異なる変数を入れながら企業規模と研究開発活動の関係を分析したものにスミス＝サムエルス＝ツアノス[10]がある。

企業規模と研究開発活動

については表V, VI, VII, そして対数型回帰式（方程式(3)）については付表I, II, IIIの通りである。

表VI 三次方程式の推定結果：特許公告件数（1975年）

産業	定数	FS	FS ²	FS ³	\bar{R}^2
食料品	-33.858	2.581 (2.152)	-0.042 (-2.314)	0.202×10^{-3} (2.511)	0.573 [4.920]
織維	-11.645	10.304 (0.926)	-0.439×10^{-2} (-0.483)	0.156×10^{-4} (0.765)	0.741 [16.212]
化学	4.649	0.958 (3.197)	-0.869×10^{-2} (-2.450)	0.370×10^{-4} (3.482)	0.733 [77.784]
窯業	-11.199	2.038 (2.786)	-0.037 (-2.831)	0.190×10^{-3} (3.181)	0.882 [19.932]
鉄鋼	16.546	0.044 (0.261)	0.478×10^{-3} (1.092)	-0.217×10^{-6} (-0.859)	0.951 [77.633]
非鉄金属	37.628	-2.301 (-1.782)	0.041 (3.113)	-0.134×10^{-3} (3.624)	0.632 [6.870]
機械	8.910	0.996 (2.493)	-0.015 (-2.280)	0.615×10^{-4} (2.729)	0.641 [29.759]
電気機械	-1.288	1.629 (6.092)	0.706×10^{-3} (0.615)	0.487×10^{-6} (0.433)	0.972 [971.999]
輸送用機械	20.302	-0.067 (-0.271)	0.168×10^{-2} (2.198)	-0.149×10^{-5} (-2.708)	0.624 [13.277]
精密機械	4.069	0.799 (0.323)	0.065 (1.136)	-0.581×10^{-3} (-1.765)	0.608 [6.721]

注：表IIの注と同じ。

ほとんどの産業で非対数型回帰式は対数型回帰式に比べて良好なフィットを示しているために、以下では主に非対数型回帰式に基づきながら各産業のパターンを整理してみよう。

1) 研究開発支出の分析

食料品工業では、重相関係数は統計的に有意ではない。したがって、はじめの分析結果をも含めて考えるならば、企業規模と研究開発支出との間には明

企業規模と研究開発活動

表VII 三次方程式の推定結果：特許所有件数（1973年）

産業	定数	FS	FS ²	FS ³	\bar{R}^2
食料品	-51.054	-1.348 (-0.854)	0.017 (1.287)	-0.331×10 ⁻⁴ (-1.431)	0.290 [1.634]
織維	-456.945	32.737 (1.093)	-0.151 (-0.606)	0.296×10 ⁻³ (0.529)	0.334 [3.678]
化学	-49.475	14.592 (3.955)	-0.124 (-3.016)	0.404×10 ⁻³ (3.491)	0.606 [35.376]
窯業	-7.846	4.759 (0.998)	-0.084 (-0.810)	0.501×10 ⁻³ (1.059)	0.815 [22.027]
鉄鋼	-126.771	6.640 (6.270)	-0.012 (-4.780)	0.585×10 ⁻⁵ (4.772)	0.944 [95.524]
非鉄金属	19.632	1.720 (0.103)	0.076 (0.467)	-0.315×10 ⁻³ (-0.742)	0.059 [0.230]
機械	145.771	-10.410 (-0.948)	0.233 (1.398)	-0.557×10 ⁻³ (-1.010)	0.416 [17.571]
電気機械	180.027	-1.919 (-0.393)	0.068 (3.998)	-0.616×10 ⁻⁴ (-4.344)	0.845 [132.656]
輸送用機械	112.999	-2.442 (-1.261)	0.020 (2.481)	-0.173×10 ⁻⁴ (-2.301)	0.787 [29.559]
精密機械	-127.274	2.985 (1.544)	-0.688 (-1.051)	0.665×10 ⁻² (1.166)	0.804 [15.041]

注：表IIの注と同じ。

確な関係は見い出されない。¹⁾織維工業では、三次式よりもつぎの二次式の方がフィットが良好である。²⁾

$$RD = -110.436 + 5.493(FS) + 0.037(FS)^2 \quad \bar{R}^2 = 0.739 \\ (0.762) \quad (1.470) \quad F\text{ 値} = 36.808$$

すると、研究開発支出は企業規模の拡大につれて遞増的に増加する。すなわち、研究開発支出一売上高比率は企業規模の拡大につれて絶えず増加する。これは、化学織維関係の企業が含まれていることによると考えられる。

化学工業では、研究開発支出ははじめ遞増的に増加するが、しかし売上高 845

1) 食料品工業に関するこのような結果は、今井および植草両教授の結果と一致する。

2) 以下の各推定式の回帰係数の下の()内は t 値である。

企業規模と研究開発活動

億円の屈折点を越えると遞減的にしか増加せずやがて極大点に達し減少する。

窯業では、研究開発支出ははじめ少し減少しその後遞増的に増加し、売上高 872 億円の屈折点を越えると遞減的な増加となる。

鉄鋼業では、最良のフィットを示すのは三次式や二次式ではなく、つぎのような、はじめに検討した一次式である。

$$RD = -14.934 + 2.264(FS) \quad \bar{R}^2 = 0.903 \\ (11.867) \quad F\text{値} = 130.330$$

すると、企業規模と研究開発支出との間には比例的な関係が存在すると考えられる。ただし、この推定には、鉄鋼業において大きな比重を占めている鉄鋼一貫メーカーである上位企業がその研究開発支出データが利用不可能なために含まれていないことには留意すべきであろう。

非鉄金属工業では、三次式よりもつぎの二次式の方がフィットが良好である。

$$RD = -158.138 + 18.497(FS) - 0.065(FS)^2 \quad \bar{R}^2 = 0.363 \\ (3.247) \quad (-2.692) \quad F\text{値} = 4.274$$

すると、この産業では、研究開発支出は遞減的に増加しやがて極大点に達した後減少する。

機械工業では、研究開発支出は企業規模の拡大とともにはじめ遞減的に増加しやがて極大点に達し、それから少し減少しました増加に転じる。この多少複雑なパターンは、上位 2 社がかなり高い研究開発支出を示していることによる。もしこれら 2 社を除くと、他のすべての企業は、遞減的増加→減少、のパターンの範囲に入り、この産業は全体的傾向としては、递減的増加→減少、のパターンに入るかもしれない。

電気機械工業では、研究開発支出は売上高 1,736 億円の規模水準までは递增的に増加し、それを越えると递減的にしか増加しない。

輸送用機械工業では、研究開発支出ははじめ递減的に増加するが、売上高 3,134 億円の屈折点水準を越えると递增的な上昇を示す。

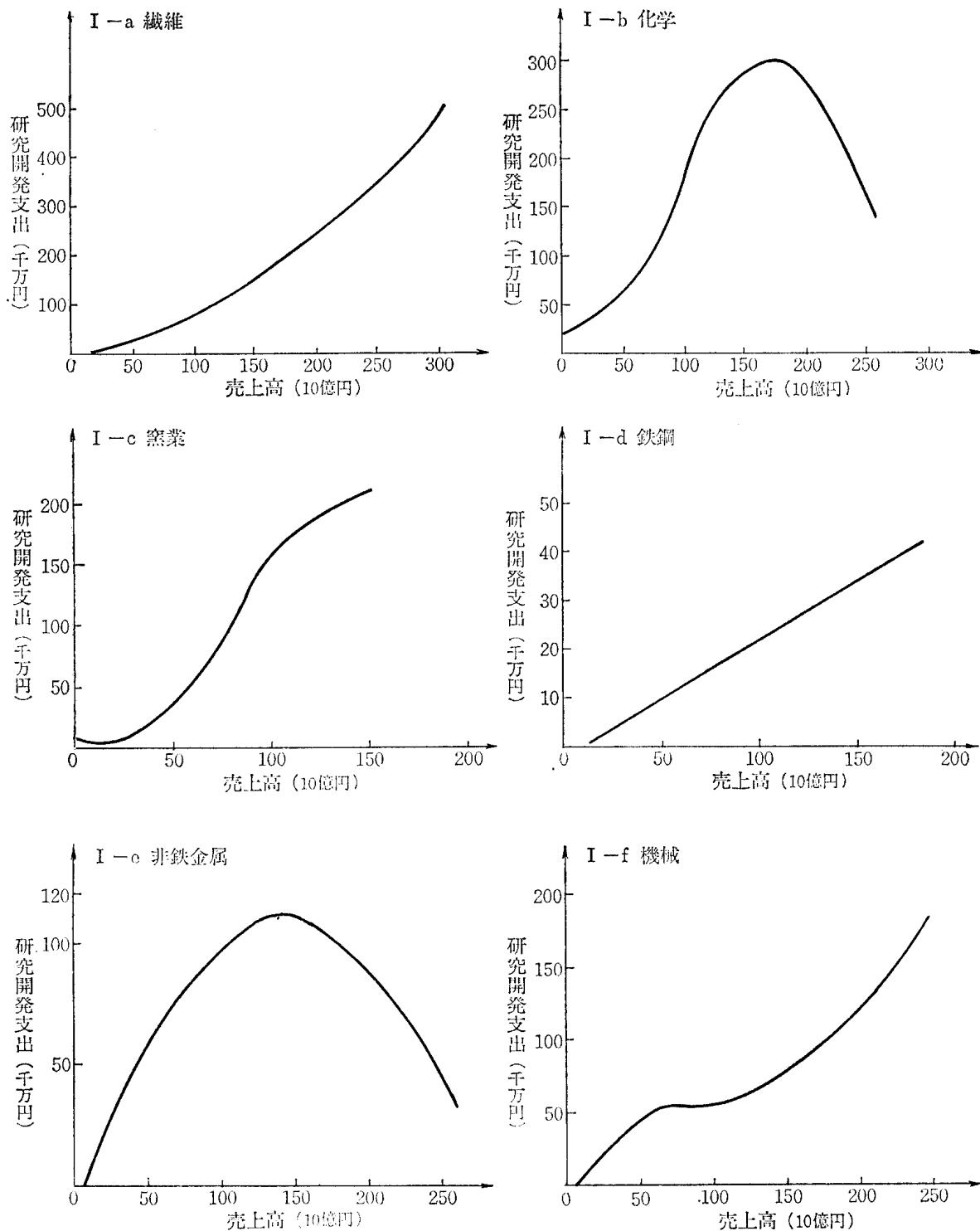
精密機械工業では、研究開発支出ははじめ递減的に増加しやがて極大点に達した後少し減少しました急激な増加に転じる。この場合、屈折点は売上高 312 億

企業規模と研究開発活動

円である。

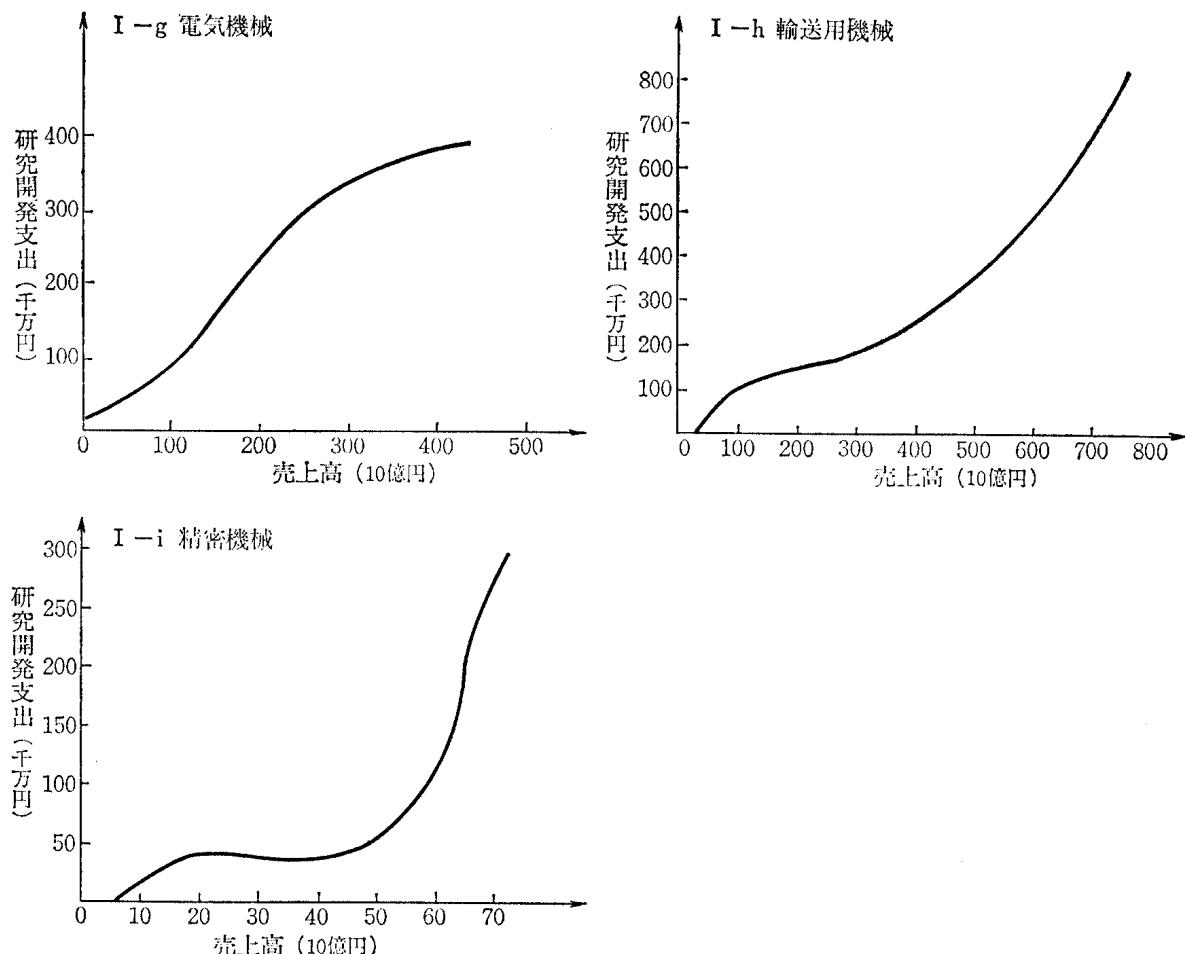
以上の各産業のパターンを図示したものが図Iである。

図I 企業規模と研究開発支出（その1）



企業規模と研究開発活動

図 I 企業規模と研究開発支出（その 2）



2) 特許公告件数の分析

食料品工業では、特許公告件数は企業規模の拡大につれてまずははじめは遞減的に増加し極大点に達した後少し減少し、またやがて増加に転じる。屈折点は売上高 693 億円である。

繊維工業では、三次式よりもつぎの二次式の方がわずかながらフィットがよい。

$$PT_n = 2.201 + 0.283(FS) + 0.002(FS)^2 \quad R^2 = 0.747$$

(0.539)	(1.306)	<i>F</i> 値 = 26.573
---------	---------	---------------------

一次式と比べてあまり大きなフィットの改善がえられないことから、この産業は、特許公告件数がわずかながら遞增的に増加するというパターンをとるものと考えられる。

企業規模と研究開発活動

化学工業では、特許公告件数ははじめ遞減的に増加し、売上高 783億円の屈折点を越えると遞増的に増加する。

窯業では、食料品工業とほぼ同様な、遞減的增加→減少→递増的增加、のパターンがみられる。屈折点は売上高 649億円である。

鉄鋼業では、三次式よりもつぎの二次式の方がフィットが良好である。

$$PT_n = 10.103 + 0.183(FS) + 0.104 \times 10^{-3}(FS)^2 \quad \bar{R}^2 = 0.952 \\ (3.540) \quad (2.325) \quad F\text{ 値} = 128.917$$

これから、特許公告件数はわずかながら¹⁾递増的に増加する。

非鉄金属工業では、特許公告件数ははじめ減少しやがて递増的增加に転じ、その後売上高 1,019億円の屈折点水準を越えると递減的に増加し極大点に達した後また減少する。

機械工業では、食料品工業や窯業とほぼ同様な、递減的增加→減少→递増的增加、のパターンがみられる。屈折点は売上高 813億円である。

電気機械工業では、三次式よりも二次式の方がわずかながらフィットがよい。その二次式はつぎの通りである。

$$PT_n = 0.449 + 1.532(FS) + 0.119 \times 10^{-2}(FS)^2 \quad \bar{R}^2 = 0.973 \\ (10.698) \quad (5.847) \quad F\text{ 値} = 153.574$$

これから、この産業は递増的增加型である。

輸送用機械工業では、特許公告件数ははじめ递増的に増加し、売上高 3,758億円の屈折点水準を越えると递減的にしか増加せずやがて極大点に達し減少し始める。このパターンは全製造業についてみられたものとほぼ同じである。

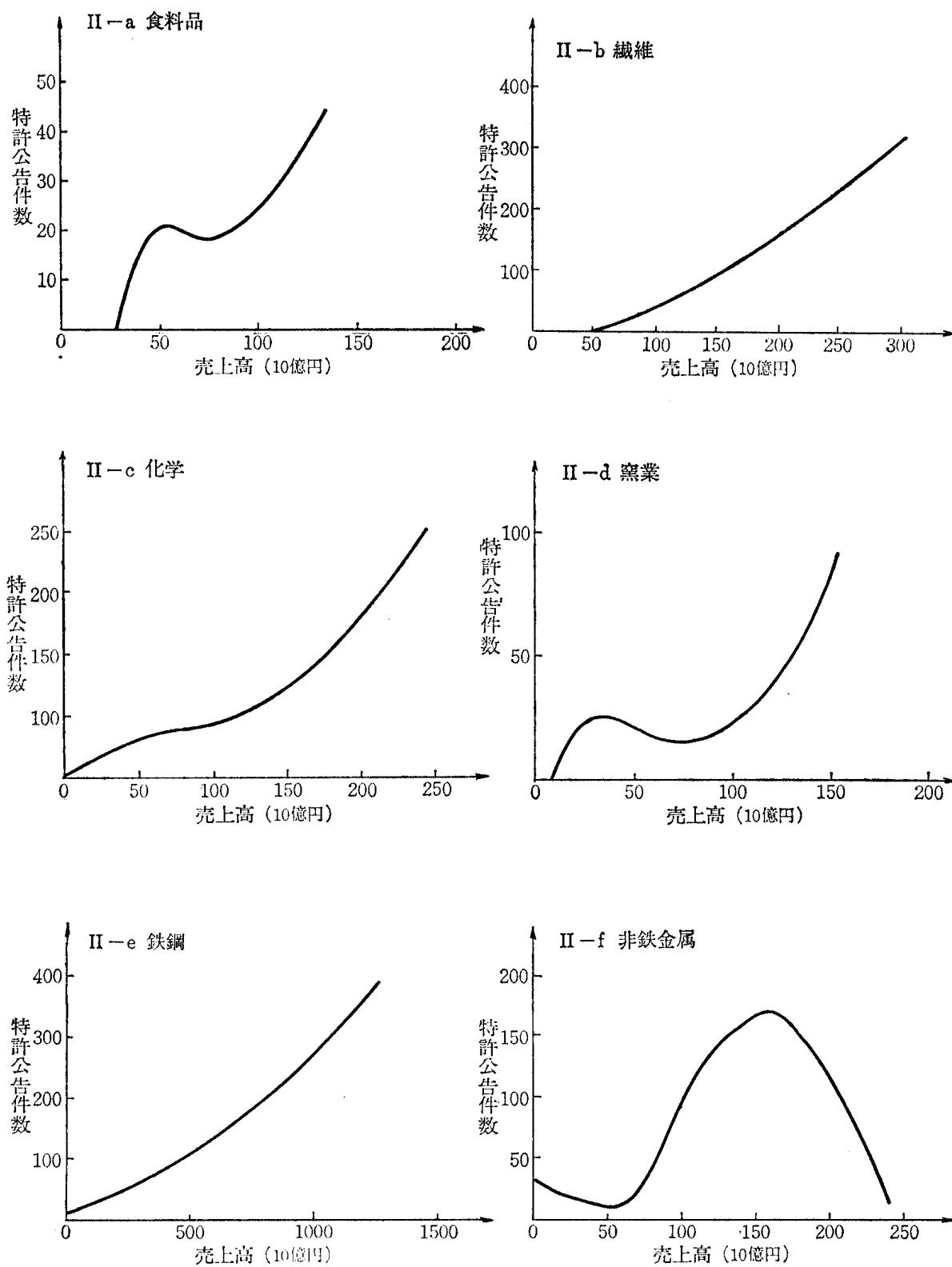
精密機械工業では、輸送用機械工業とほぼ同様な、递增的增加→递減的增加→減少、のパターンがみられる。この場合の屈折点は売上高 373億円である。

以上の各産業のパターンを図示したものが図Ⅱである。

1) 特許件数については鉄鋼業のサンプル企業は、研究開発支出の場合と異なっていわゆる一貫メーカーとよばれる上位企業を含んでいる。

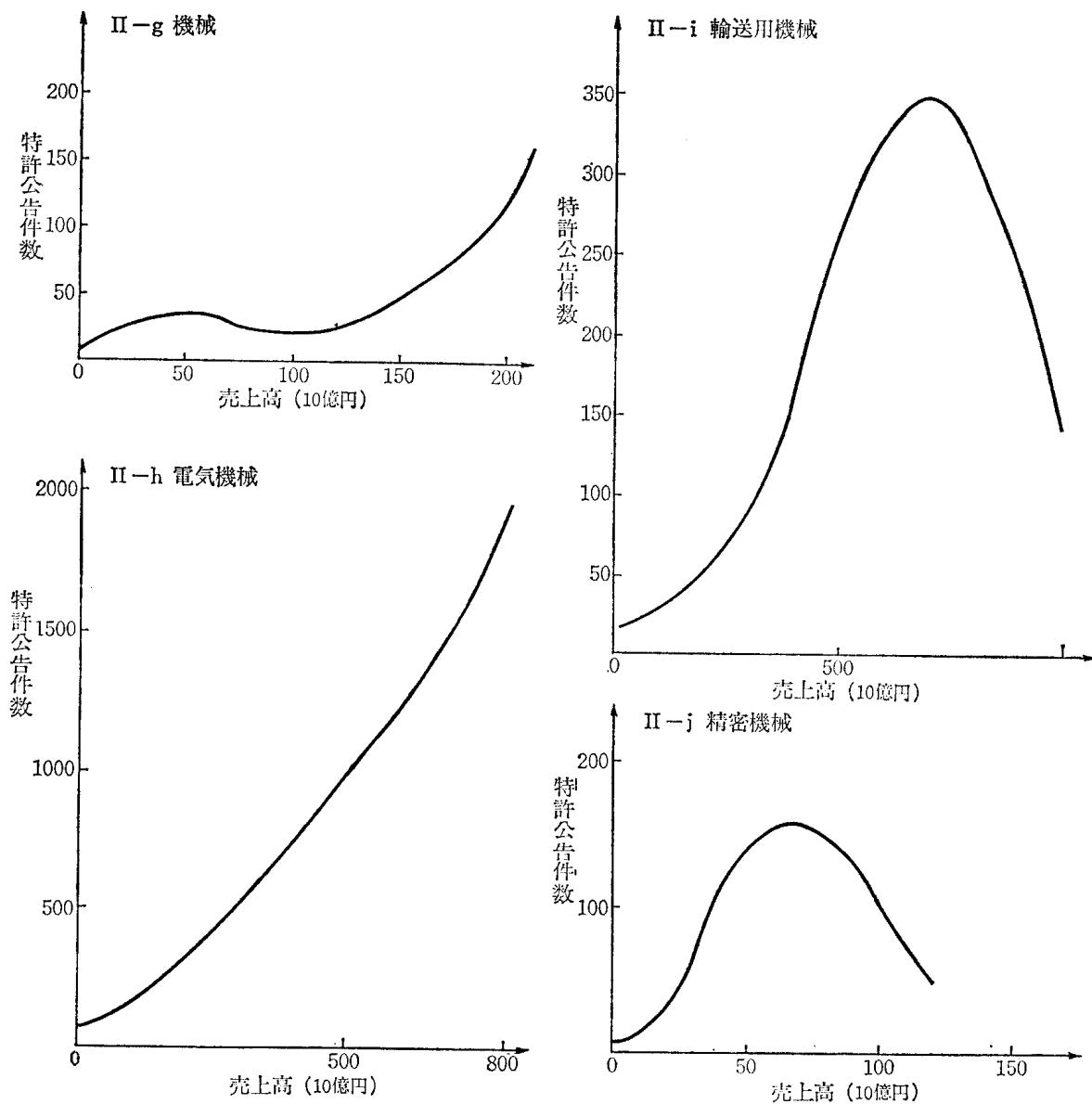
企業規模と研究開発活動

図 II 企業規模と特許公告件数（その 1）



企業規模と研究開発活動

図 II 企業規模と特許公告件数（その 2）



3) 特許所有件数の分析

食料品工業では、いずれの推定式についてもその重相関係数は統計的に有意ではない。したがって、研究開発支出の場合と同様に、企業規模と特許所有件数との間には一定の関係は認められない。

繊維工業では、つきの一次式が最もフィットがよい。

企業規模と研究開発活動

$$PT_0 = -145.119 + 13.089(FS) \quad \bar{R}^2 = 0.377 \\ (4.014) \quad F\text{値} = 14.523$$

すると、企業規模と特許所有件数との間には比例的な関係が存在するものと考えられる。

化学工業では、特許所有件数ははじめ遞減的に増加するが、しかし売上高1,030億円の屈折点水準を越えると遞増的に増加する。

窯業では、化学工業とほぼ同様な、遞減的增加→遞増的增加、のパターンがみられる。屈折点は売上高560億円である。

鉄鋼業では、特許所有件数ははじめ遞減的に増加しやがて極大点に達した後少し減少し、そしてまた増加に転じる。屈折点は売上高6,838億円である。

非鉄金属工業では、いずれの推定式についてもその重相関係数は統計的に有意ではない。したがって、この産業では、企業規模と特許所有件数との間には明確な関係はみられない。

機械工業では、特許所有件数ははじめ少し減少した後急激な上昇に転じる。屈折点は売上高1,394億円である。

電気機械工業では、特許所有件数は企業規模の拡大につれてはじめは遞增的に増加し、売上高3,680億円の屈折点を越えると递減的にしか増加せずやがて極大点に達した後減少する。これは全製造業についてみられたパターンと同じである。

輸送用機械工業では、特許所有件数ははじめ減少し底に達した後増加に転じ、売上高3,850億円の屈折点を越えると递減的にしか増加しない。

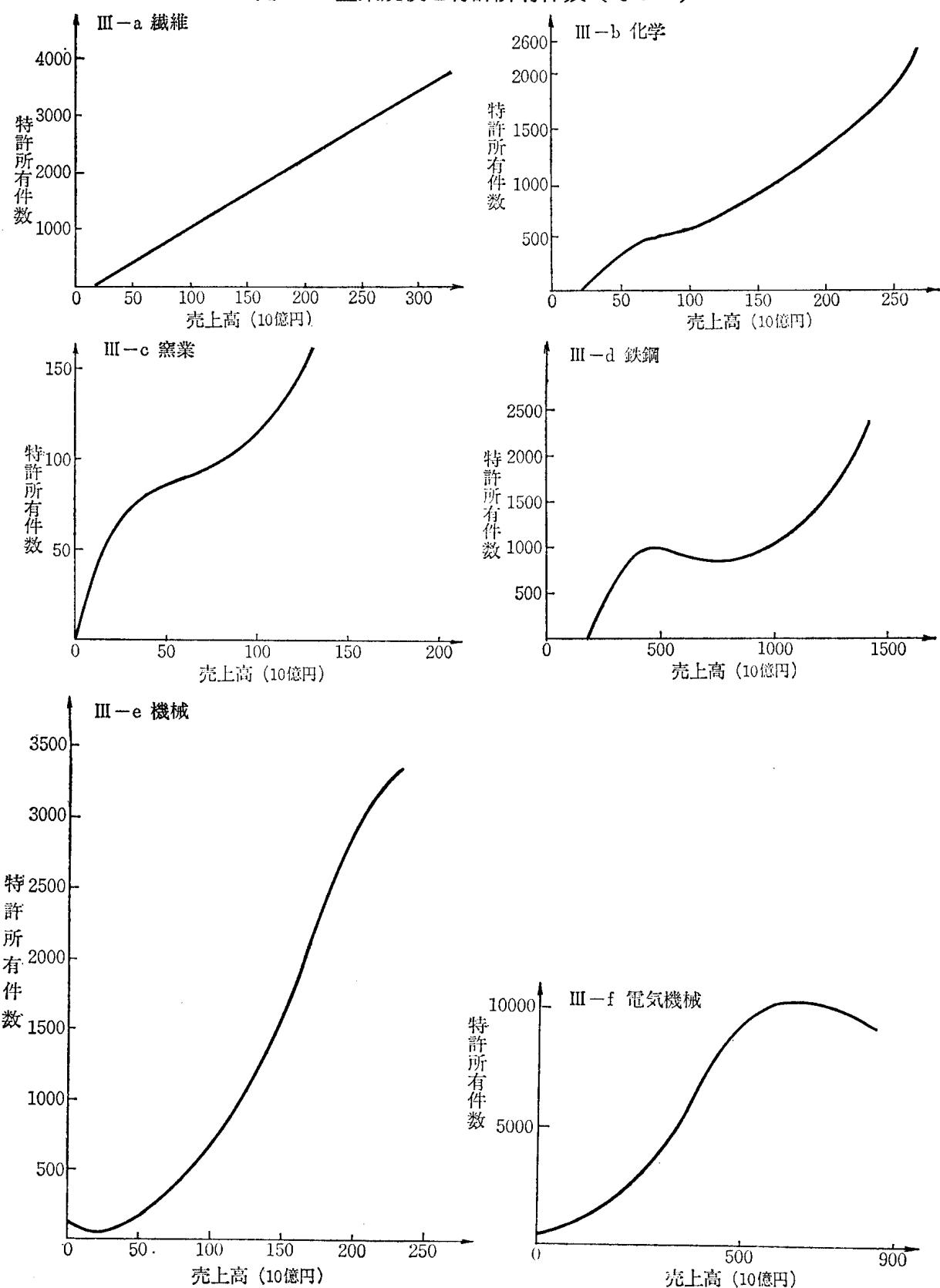
精密機械工業では、化学工業とほぼ同様な、递減的增加→递増的增加、のパターンがみられる。屈折点は売上高350億円である。

以上の各産業のパターンを図示したものが図Ⅲである。

以上、三つの研究開発指標についてそれぞれ産業別に企業規模と研究開発活動との関係を計測した。しかし、「シェンペーター仮説」が主張するような、

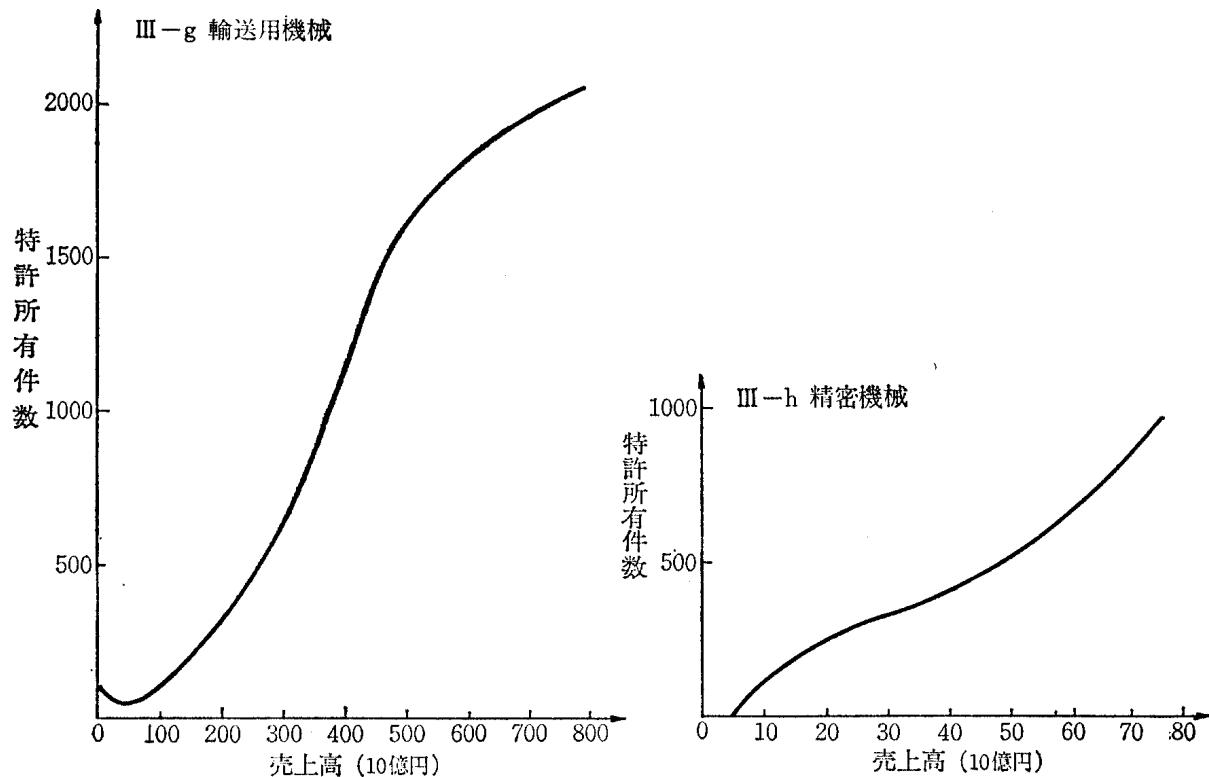
企業規模と研究開発活動

図 III 企業規模と特許所有件数（その1）



企業規模と研究開発活動

図 III 企業規模と特許所有件数（その 2）



「研究開発は企業規模の拡大とともに遙増的なスピードで増加する」というような関係は一部の産業を除いてみられない。また、企業規模と研究開発との関係のパターンが三つの研究開発指標の間で異なる産業が多い。¹⁾

IV 結　び

以上の分析を通して得られた結果はつきの通りである。

(1) 研究開発支出、特許公告件数および特許所有件数のおのおのにおいて、企業規模と研究開発活動との関係を産業別に計測してみると、多様なパターン

1) 技術者数、研究開発支出および特許所有件数について同一のサンプル企業を用いて分析した今井教授[4]の推定結果は、この問題を考える場合興味深い。つまり、同一のサンプル企業を利用しているにもかかわらず、三つの指標の間に一致のみられない産業が認められる。ただし、特許所有件数の利用には先に指摘した難点を有しているために、他の指標の場合と同様なパターンを示さないことも考えられる。

企業規模と研究開発活動

がみられる。確かに多くの産業で研究開発努力や成果は企業の規模とともに増加するが、しかしその増加テンポが規模の伸び率以上である産業が支配的であるとは思われない。したがって、「シュンペーター仮説」の実証的根拠は弱いと考えられる。

(2) 研究開発の努力と成果との間には企業規模と研究開発活動との関係のパターンに一致のみられない産業が多い。したがって、研究開発努力の生産性の問題が企業規模との関連であらためて検討されなければならない。

以上は、実証分析に伴う制約のためにテンタティブな結論であり、今後より精緻な分析を追加していかなければならないだろう。その一つの方向が分析を4桁産業レベルまで掘り下げる事である。つまり、2桁産業分類あるいは計量分析のために漏れる情報を考慮に入れて分析を展開する個別産業研究が必要であろう。

参考文献

- [1] 越後和典『寡占経済の基礎構造』、新評論、1969年。
- [2] Galbraith, J. K., *American Capitalism*, Rev. ed., 1956. (藤瀬五郎訳『アメリカの資本主義』、時事通信社、1955年)
- [3] Hamberg, D., "Size of Firm, Oligopoly, and Research : The Evidence," *Canadian Journal of Economics and Political Science*, Feb., 1964.
- [4] 今井賢一「情報、技術、企業規模—展望と若干の実証—」、村上・筑井・今井『情報と技術の経済分析』、日本経済研究センター、1969年。
- [5] Johannesson, B., and Lindström, C., "Firm Size and Inventive Activity," *Swedish Journal of Economics*, Dec., 1971.
- [6] Scherer, F. M., "Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions," *American Economic Review*, Dec. 1965.
- [7] _____, "Size of Firm, Oligopoly and Research : A Comment," *Canadian Journal of Economics and Political Science*, May 1965.
- [8] _____, *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Rand McNally, 1970.
- [9] Schumpeter, J. A., *Capitalism, Socialism and Democracy*. (中山・東畑訳『資本主義、社会主義、民主主義』、東洋経済新報社、1969年)

企業規模と研究開発活動

- [10] Smyth, D. J., J. M. Samuels, and J. Tzoannos, "Patents, Profitability, Liquidity and Firm Size," *Applied Economics*, vol. 4, 1972.
- [11] 植草益「産業組織とイノベーション」, 土方・宮川編『企業行動とイノベーション』, 日本経済新聞社, 1973年.
- [12] _____ 「研究開発」『寡占産業の市場成果の計量的分析』(昭和47年度委託調査報告書) 公正取引委員会, 1973年.
- [13] Worley, J. S., "Industrial Research and the New Competition," *Journal of Political Economy*, April 1961.
- [14] 土井教之「企業規模, 市場支配力および研究開発」『経済学論究』, 第31巻第3号, 1977年.

付表 I 三次方程式の推定結果：研究開発支出（1972年）

産業	定数	$\log FS$	$(\log FS)^2$	$(\log FS)^3$	R^2
食料品	-224.085	212.464 (0.285)	70.387 (0.119)	-11.911 (-0.066)	0.068 [0.486]
繊維	-2348.385	7594.715 (1.152)	-7251.055 (-1.541)	2139.131 (2.082)	0.723 [21.751]
化学	232.947	-651.150 (-0.156)	474.089 (0.149)	112.774 (0.147)	0.250 [8.667]
窯業	-227.601	1360.853 (0.501)	-1897.890 (-0.987)	783.951 (1.815)	0.974 [112.385]
鉄鋼	64.684	-3.221 (-0.005)	-138.585 (-0.317)	89.688 (0.897)	0.899 [35.604]
非鉄金属	2350.374	-6624.078 (-1.048)	5350.680 (1.174)	-1193.567 (-1.178)	0.209 [1.233]
機械	-134.251	786.518 (0.158)	-937.808 (-0.276)	382.498 (0.522)	0.433 [8.400]
電気機械	661.854	-1030.010 (-0.232)	370.501 (0.131)	128.783 (0.228)	0.495 [14.703]
輸送用機械	-7792.559	17019.190 (1.522)	-11838.860 (-1.842)	2685.599 (2.302)	0.740 [18.026]
精密機械	-3138.473	11918.160 (1.277)	-13165.500 (-1.503)	4573.668 (1.803)	0.519 [3.956]

注：(1) () 内は t 値, [] 内は F 値, R^2 は自由度調整済決定係数.

(2) 企業規模単位は10億円, 研究開発支出は100万円.

企業規模と研究開発活動

付表 II 三次方程式の推定結果：特許公告件数（1975年）

産業	定数	$\log FS$	$(\log FS)^2$	$(\log FS)^3$	\bar{R}^2
食料品	-4741.789	8586.656 (2.324)	-5106.141 (-2.342)	999.632 (2.365)	0.492 [3.551]
織維	-204.555	603.922 (0.884)	-530.431 (-1.136)	147.321 (1.496)	0.724 [14.865]
化学	-166.427	482.458 (3.470)	-406.730 (-4.004)	112.154 (4.819)	0.628 [47.832]
窯業	-353.006	800.650 (0.985)	-579.077 (-1.113)	139.041 (1.288)	0.652 [4.996]
鉄鋼	-564.867	1137.362 (3.219)	-705.809 (-3.798)	141.253 (4.575)	0.934 [56.606]
非鉄金属	840.681	-1803.930 (-1.119)	1160.682 (1.099)	-224.457 (-1.032)	0.169 [0.813]
機械	-25.945	144.491 (1.878)	-149.574 (-2.329)	49.434 (3.034)	0.507 [17.140]
電気機械	-416.101	1375.203 (7.699)	-1281.546 (-10.254)	368.586 (14.050)	0.952 [555.333]
輸送用機械	125.397	-221.157 (-0.508)	115.441 (0.468)	-11.632 (-0.268)	0.447 [6.467]
精密機械	6.021	-107.450 (-0.456)	186.915 (1.107)	-55.316 (1.292)	0.246 [1.414]

注：(1) () 内は t 値, [] 内は F 値, \bar{R}^2 は自由度調整済決定係数.

(2) 企業規模単位は10億円, 特許数単位は公告件数.

企業規模と研究開発活動

付表 III 三次方程式の推定結果：特許所有件数（1973年）

産業	定数	$\log FS$	$(\log FS)^2$	$(\log FS)^3$	\bar{R}^2
食料品	936.335	-1687.376 (-1.444)	995.337 (1.565)	-184.439 (-1.623)	0.114 [0.515]
織維	-4421.801	11765.500 (0.796)	-9601.434 (-0.905)	2514.529 (1.085)	0.370 [4.307]
化学	-207.377	890.164 (1.029)	-959.081 (-1.321)	372.545 (2.003)	0.492 [22.276]
窯業	-1023.591	2895.570 (2.376)	-2503.843 (-2.719)	699.797 (3.234)	0.799 [19.876]
鉄鋼	-559.085	1464.027 (0.935)	-1177.698 (-1.249)	315.908 (1.846)	0.862 [35.396]
非鉄金属	1639.569	-4853.438 (-0.690)	3835.170 (0.744)	-835.701 (-0.728)	-0.068 —
機械	-708.182	3207.267 (1.961)	-3722.675 (-2.547)	1282.903 (3.311)	-0.372 [14.611]
電気機械	-780.133	3636.267 (1.903)	-4156.348 (-2.964)	1432.476 (4.739)	0.799 [96.728]
輸送用機械	-3319.377	7147.363 (2.843)	-4812.789 (-3.310)	1042.050 (3.913)	0.773 [27.242]
精密機械	-675.467	2217.142 (0.696)	-2279.000 (-0.858)	838.464 (1.189)	0.763 [11.805]

注：(1) () 内は t 値, [] 内は F 値, \bar{R}^2 は自由度調整済決定係数.

(2) 企業規模単位は10億円, 特許所有件数単位は件数.