

市場シェア、研究開発投資の効率性と β 値の関係について

小 谷 田 文 彦

1 はじめに

資本資産評価モデル（CAPM）の理論によれば、個別企業の株式による期待収益率は、当該市場における市場平均ポートフォリオ¹の期待収益率と相関がある。そして、個別企業の株式と市場平均ポートフォリオの収益率との相関を示す指数は、 β 値と呼ばれている。よって、 β が高い企業の株価は市場平均ポートフォリオの期待収益率に比較して大きく変化することになり、ハイリスクな銘柄となる。

株価が当該企業の収益を元にして決定されるとするならば、株価の変動は企業の収益を決定する要因によって左右されることになる。本稿では企業の収益を決定する重要な要因として、市場における当該企業のシェア、技術開発の効率性の二つの要因を取り上げ、この二つが企業の株式の特性（ β ）にどのような影響を与えるのかを考察する。

この分野の先行研究研究には、Donald and Thistle(1999)、Wong(1995)がある。Donald and Thistle(1999)は生産物市場の競争状態と β の関連について実証分析を行い、市場集中度と β には逆U字型の関係があることを示している。Wong(1995)は、もし、各企業の技術特性が同一であるなら、市場シェアと β 、Tobinの q と β はともに負の相関があることを理論モデルを用いて示している。

本論文ではこれら二つのモデルに研究開発の効率性を導入し、研究開発の効率性と β 、市場シェアと β の関係を理論的に検討する。その後、我が国における、電気機器、機械の両産業を対象に、理論モデルから得られた結果が現実と整合的かどうか検証する。

2 モデル

2-1 投資の調整費用と企業価値

逆需要関数を、

$$(1) \quad \tilde{P}(X_t) = (1 + \tilde{\varepsilon})P(X_t) = \Phi P(X_t)$$

¹市場平均ポートフォリオとは、当該市場で選択可能なすべてのリスク資産（本論文では株式のみを想定する）によって構成されるポートフォリオのことである。

とする、ここで、 ε 、 X は需要のショック、当該市場の財の生産量を示し、

$$E(\tilde{\varepsilon})=0$$

であるとする。

代表的企業の生産関数を、

$$(2) \quad x_t = K_t^\alpha T_t^{1-\alpha}$$

とする²。ここで、 x_t 、 K_t 、 T_t はそれぞれ、企業の t 時点における生産量、資本ストック、技術に関する知識のストックである。

資本ストック、知識ストックは、各期の資本投資額、研究開発投資によって蓄積される。これを示すと、

$$(3) \quad K_t = (1 - \delta_K)K_{t-1} + I_t$$

$$(4) \quad T_t = (1 - \delta_T)T_{t-1} + R_t$$

となる。ここで、 δ_K 、 δ_T 、 I_t 、 R_t は資本減耗率、技術の陳腐化率、企業における t 時点の資本投資額、研究開発投資額とする。

企業の t 時点におけるキャッシュフロー (Y_t) を、

$$(5) \quad Y_t = \Phi P(X_t)x_t - I_t - R_t$$

として表わす。

資本ストックを示す (4) 式は、この企業が無限期間操業すると仮定すると、

$$(6) \quad K_t = \sum_{s=0}^{\infty} (1 - \delta_{K,t}) I_{t-s}$$

²以下のモデルにおいては企業の生産要素として資本、技術のみで十分分析可能である。よって簡単化のために、労働やその他の生産要素は生産関数に含めずに議論をすすめる。

と書き直すことが出来る。さらに議論の本質とは無関係であるので、簡単化のために資本減耗率は存在しない（ $\delta_{K,t}=0$ ）と仮定すると、

$$(7) \quad K_t = \sum_{s=0}^{\infty} I_{t-s}$$

となる。この式は、各期の資本投資額が全て資本として蓄積されることを示している。しかし、各期の資本投資が比例的に資本ストックとして蓄積されとすることは現実的ではない。通常、資本ストックの追加的な蓄積には既存の資本ストックの大きさ次第となる。具体的には既存の資本ストックが大きい程、資本ストックの追加的な増加にはより多くの資本投資が必要になる³。これは、既存の資本ストックが大きい場合には、資本ストックを追加的に1%増加するために、資本ストック1%分以上の資本投資（フロー）が必要であることを示唆している⁴。そこで、資本ストックと資本投資（フロー）の関係を以下のように表す。

$$(8) \quad \frac{I_t}{K_t} = \psi\left(\frac{\Delta K_t}{K_t}\right) \equiv \psi(g_{K,t})$$

ここで、 $g_{K,t}$ は資本の成長率である。 ψ 関数は、 $g_{K,t}$ に関して、 $g_{K,t} > 0$ のとき、 $\psi'(g_{K,t}) > 1$ かつ、 $\psi''(g_{K,t}) > 0$ であるとする。これは、資本の急速な増加を目指すほど、相対的に大きな投資額が必要になることを示す。この資本ストックと投資額の関係は、知識ストックと研究開発投資にも同様に当てはまると考えられる。具体的には、既存の知識ストックが小さい場合と大きい場合を比較すると、同量の知識ストックの増加を目指したとしても、後者の方がより大きな研究開発投資を必要とするということである。よって、知識ストックに関しても $\delta_{R,t}=0$ を簡単化のために仮定したうえで、同様に表現すると、

$$(9) \quad \frac{R_t}{T_t} = \xi\left(\frac{\Delta T_t}{T_t}\right) \equiv \xi(g_{R,t})$$

となる。ここで、 ξ 関数は、 $g_{R,t}$ に関して、 $g_{R,t} > 0$ のとき、 $\xi'(g_{R,t}) > 1$ かつ、 $\xi''(g_{R,t}) > 0$ とする。

企業の企業価値 V は各期のキャッシュフローの割引現在価値であるから、

$$(10) \quad V = \sum_{t=0}^{\infty} d^{t+1} (\tilde{P}(X_t)x_t - I_t - R_t)$$

³例えば、人的資本はより高度なものを求める程、追加的な人材採用には大きな費用をかけなければならない。工場等、資本設備の立地条件に関しても同様なことが言える。

⁴これは投資におけるベンローズ効果と呼ばれる。

として表わされる。ここで、 $d=\frac{1}{1+i}$ (i は市場利子率)である。上述の資本、知識ストックに関する(8)、(9)式を変形すると、

$$(11) \quad I_t = \psi(g_{K,t})K_t$$

$$(12) \quad R_t = \xi(g_{R,t})T_t$$

となる。以下においては議論が煩雑になるのを避けるために、資本、研究開発の成長率は等しい($g_{K,t}=g_{R,t}=g$)と仮定する。よって、(11)、(12)式における資本、知識ストック蓄積の効率性は、 ψ 、 ξ の両関数によって示される。

資本、知識ストック蓄積のための効率性は、双方で異なっていると考えるのが自然である。以下では関数形によって暗に示される違いをより明確にするために、資本蓄積の効率性を基準にし、知識ストック蓄積の効率性は一定の比例定数 μ を用いることにより表せると仮定する。これにより、資本知識ストックの形成は、

$$(13) \quad I_t = \psi(g)K_t$$

$$(14) \quad R_t = \frac{1}{\mu}\psi(g)T_t$$

とすることができる。 μ が大きいほど、効率的に知識ストックを形成できることになるので、 μ は研究開発の効率性を示す変数と解釈できる。

以上の仮定により企業価値(10)式は、

$$(15) \quad V = \sum_{t=0}^{\infty} d^{t+1} [\Phi P(X_t)x_t - \psi(g)K_t - \frac{1}{\mu}\psi(g)T_t]$$

となる。さらに、資本ストック、知識ストックは仮定により同一の成長率 g で成長し、企業は無限期間操業することが仮定されているから、 t 期の資本、知識ストックは、

$$(16) \quad K_t = K_0(1+g)^t$$

$$(17) \quad T_t = T_0(1+g)^t$$

と書くことも出来る。また、

$$(18) \quad \frac{V}{K_0} = v$$

とすると、生産関数が一次同次であることから、

$$(19) \quad v = \sum_{t=0}^{\infty} d^{t+1} [\Phi P(X_t) f(\tau_t) - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0] (1+g)^t$$

と変型可能である。ここで、

$$(20) \quad \tau_t = \frac{T_t}{K_0}$$

であり、これは資本当たり知識ストック比率である。以上により、企業価値は、

$$(21) \quad v = \frac{\Phi P(X_t) f(\tau_t) - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0}{i-g}$$

となる。なお、以下では $i > g$ が成立していることを仮定する。この (21) 式において、

$$(22) \quad \theta = \Phi P(X_t) f(\tau_t)$$

としてさらに書き直すと、

$$(23) \quad v = \frac{\theta - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0}{i-g}$$

となる。

(23) 式より明かであるように、この θ が大きいほど、企業価値は大きい (θ は資本投資、研究開発投資のなされる前の資本当たり利益率である)。また、研究開発の効率性を示す μ も企業価値に正の効果を与えることが分かる。さらに、利子率 i は低いほど、また、資本、知識の成長率 g の増加は利子率を超えない限り企業価値を高めることも分かる。

企業の株主にとっては、企業価値が最大化されることが望ましい。しかし、それが達成されるかどうかは、資本、知識ストックの成長率 g が経営者に適切に選ばれるかどうかに依存する。そこで、企業価値 v を最大化する最適な成長率 g を求める。最適な成長率を決定するための一階の条件は、

$$(24) \quad \frac{dv}{dg} = \frac{[-\psi'(g) - \frac{1}{\mu}\psi'(g)\tau_0](i-g) + [\theta - \psi(g) - \frac{1}{\mu}\psi(g)\tau_0]}{(i-g)^2}$$

より、

$$(25) \quad \frac{dv}{dg} = -\frac{1}{i-g} [\psi'(g) + \frac{1}{\mu}\psi'(g)\tau_0 - v]$$

となる。よって、企業価値 v を最大化する最適な成長率 g は、

$$(26) \quad \psi'(g) + \frac{1}{\mu}\psi'(g)\tau_0 = v$$

を満たさなければならない。この一階の条件を用いて、企業価値 v と成長率 g の関係を調べると、

$$(a) \text{ もし、 } g < g^* \text{ ならば、 } v > \psi'(g) + \frac{1}{\mu}\psi'(g)\tau_0 \text{ であるから、 } \frac{dv}{dg} > 0$$

$$(b) \text{ もし、 } g > g^* \text{ ならば、 } v < \psi'(g) + \frac{1}{\mu}\psi'(g)\tau_0 \text{ であるから、 } \frac{dv}{dg} < 0$$

となっていることが分かる、よって、最適な成長率 g^* の左側では、成長率 g と企業価値 v は正の傾きをもち、右側で負の傾きをもつ。この理由は、資本ストック、知識ストックの成長率 g が、企業価値 v に対して将来の利益を大きくする効果を持つ一方で、同時に、より多くの調整費用という企業価値に対する負の効果を持つからである⁵。

2-2 研究開発の効率性と β

既に述べたように β は市場平均ポートフォリオの収益率と個別企業の株式収益率との相関を示す値である。市場平均ポートフォリオの収益率を \tilde{R}_m 、代表的企業の株式による収益率を \tilde{R} 、リスクのない資産の確実な収益率を r とすると、それらの間には、

$$E(\tilde{R}) - r = \beta \{E(\tilde{R}_m) - r\}$$

という関係がCAPM理論より成立する。ここで、

$$(27) \quad \beta = \frac{Cov(\tilde{R}, \tilde{R}_m)}{Var(\tilde{R}_m)}$$

⁵以上の企業価値と資本、知識ストックの関係はHiroyuki Odagiri (1981)および、小田切(2000)のモデルを参考にしている。

であり、これが β 値である。以下において代表的企業の株式による収益率は、株式の値上がり益のみによって達成されると仮定する。また、企業価値（株価総額）は各期に生み出されるキャッシュフローの現在割引価値により決定されるから、期首の企業価値を v 、期末の企業価値を \tilde{y} とすると代表的企業の株価収益率は、

$$(28) \quad R = \frac{\tilde{y}}{v} - 1$$

となる。よって、(28) 式を β の定義式である (27) に代入すると、

$$(29) \quad \beta = \frac{Cov(\tilde{y}, \tilde{R}_m)}{v \text{Var}(\tilde{R}_m)}$$

を得る。さらに、(29) 式に (23) 式で示される企業価値 v を代入すると、

$$(30) \quad \beta = \frac{(i-g) \text{Cov}(\tilde{R}, \tilde{R}_m)}{[\theta - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0] \text{Var}(\tilde{R}_m)}$$

となる。この式より、研究開発の効率性 μ の上昇は、企業価値を高めることを通じて、 β を低下させることがモデルから導き出される。さらに、以上の研究開発の効率性と市場構造を関連づけるためにTobinの q をモデルに組み入れる。Tobinの q とは、企業の企業価値の総資産に対する比率であるから、

$$(31) \quad q = \frac{v}{k}$$

として定義する。(23) 式で示される企業価値 v をこのTobinの q に代入すると、

$$(32) \quad q = \frac{[\theta - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0]}{(i-g)k}$$

となる、最適な k を求めるために、

$$(33) \quad \Pi = v - k = \frac{[\theta - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0] - (i-g)k}{(i-g)}$$

と定式化し Π を最大化する k を求める。一階の条件は、

$$(34) \quad (i-g)k = \Phi[P(\tilde{X}_t) + P'(\tilde{X}_t)x_t]ax_t$$

となる、これは、

$$(35) \quad \eta_t = - \frac{P'(X_t)X_t}{P(X_t)}$$

$$(36) \quad s_t = \frac{x_t}{X_t}$$

とすると、

$$(37) \quad (i-g)k = \Phi P(X_t)(1-\eta_t s_t) a x_t$$

と書き換えることが出来る。これをTobinの q の定義式に代入すると、

$$(38) \quad q = \frac{[\theta - \psi(g) - \frac{1}{\mu} \psi(g) \tau_0](i-g)}{\Phi P(X_t)[1 - \eta_t s_t] a x_t}$$

となる。これにより、研究開発投資の効率性の上昇はTobinの q を増加させることが分かる。また(39)式を変形して、(30)式の β に代入すると、

$$(40) \quad \beta = \frac{(i-g)Cov(\bar{y}, \bar{R}_m)}{\Phi P(X_t)[1 - \eta_t s_t] a x_t q Var(R_m)}$$

となる。この式により、市場シェア、Tobinの q と β には負の相関があることが分かる。

3 データによるモデルの検討

以下において、これまでのモデル分析で得られた結論が、どの程度現実と符合しているのかを検討する。 β を示す(27)式より、 β は市場平均ポートフォリオの収益率 \bar{R}_m を代表的企業の株式の収益率 \bar{R} に回帰することによって推計することができる。表1はこれにより求めた β の値を示している。対象は電気機器、機械産業に属する72企業である⁶。

これからの企業は、『ダイヤモンド特許データファイル』（ダイヤモンド社）において、99年における研究者一人当りの特許開発数が公表されており、かつ、98年の株式データを取得できた企業である。ここに一年のラグを設ける理由は、研究開発の成果である特許が公開される時期は、研究開発が行われた時期と乖離していると考えからである。もちろん、この乖離を事前に特定する

⁶具体的な企業名は表1を参照。

ことは極めて難しいが、ある年の研究開発投資がすぐに特許に結びつき、同年中に公開されることは稀であろう。また、ここで用いる研究者一人当りの特許開発数を本論文では知識ストックを取得するための研究開発の効率性と解釈する⁷。

株式による収益率には日足の株式データを用い、一日ごとの株価の変化率を用いた。市場平均ポートフォリオとして採用したのは、TOPIXである。こちらも日足データを用いて、同様に変化率を計算し、収益率とした。各企業の売上高は、『企業財務データバンク』（日本経済研究所）をもとにしている。また、市場シェアを計算するために用いた市場別の売上高は、『法人企業統計調査』（財務省）を用いた。売上高、市場別の売上高もそれぞれ98年の値を採用している。

企業のデータを産業データと関連付けて分析する際に、常に問題になるのが産業分類である。現在の企業は多様な多角化形態をとっており、グループ分けをするのは困難である。よって、敢えて行うのならば恣意的にならざるを得ない。本稿では、株式市場における産業分類を採用した。

モデルによって示され、ここで現実のデータで検証する仮説は、1：市場シェアと β の負の相関、2：研究開発の効率性と β の負の相関、の二つである。図1、図2、図3は市場シェアと β に関して、標本全体、機械産業、電気機器産業についての散布図である。これを見ると、標本全体、電気機器産業において、右下がりの関係が見られる。しかし、実際に回帰分析を行ってみると、係数の有意性は非常に小さい。また、市場シェアの小さい企業と大きい企業で二つのグループに別れる傾向が見られる。研究開発の効率性に関しては、明確な関連は見られなかった⁸。

4 おわりに

本論文では、資本ストック、研究開発投資による生産関数に、資本、知識ストックの調整費用と研究開発の効率性を導入し、企業価値を定式化した。そして、1：研究開発の効率性 μ と構造的リスクを示す β 、2： μ とTobinの q 、3：市場シェア s と β の関係を検討した。結論として、 μ と β は負、 μ と q は正、 q 、 s と β はともに負の関係があることを導いた。

しかし、実際のデータを用いて検証してみたところ、残念ながら有意となる結果は得られなかった。しかし、散布図を眺めてみると必ずしも悲観すべき結果とは言えないと考えている。今後は、データ数を増やし、比較的大きい企業と小さい企業、産業ごとの特性を勘案しながらさらなる分析を進めていきたいと思っている。また、今回、データの制約からTobinの q に関する分析は行わなかった。こちらについても何らかの手段を講じたい。

⁷モデルにおける定義においては、研究開発の効率性は研究開発投資をもとに決定されていた。しかし、研究開発投資は、計上されていたとしてもその内訳を知ることが出来ない。また、さまざまな会計、税制上の特例が認められている。よって、研究開発の効率性を論じるためには、確実に研究開発に携わっていることが確認されている研究者一人当りの特許数を用いる方が望ましいと考える。

⁸それぞれの場合における回帰分析も行ったが、有意な結果とならなかったので省略する。

また、企業の収益を決定するのは、市場シェア、研究開発投資だけではなく、企業の多角化、他企業との相互依存関係など様々な要因がある。異なった環境においてどのような結論が得られるかも検討してみたいと考えている。

参考文献

- Donald L. Alexander and Paul D. Thistle (1999), "Market Power, Efficiency and the Dispersion of Systematic Risk", *Review of Industrial Organization*, 14, 377-390.
- Kit Pong Wong (1995), "Cournot Oligopoly and Systematic Risk", *Journal of Economics and Business*, 47, 385-395.
- Hiroyuki Odagiri (1981), *The Theory of Growth in a Corporate Economy: Management Preference, Research and Development, and Economic Growth*, Cambridge University Press.
- 小田切宏之(2000),『企業経済学』東洋経済新報社

図1: 市場シェアと β (機械、電気機器産業)

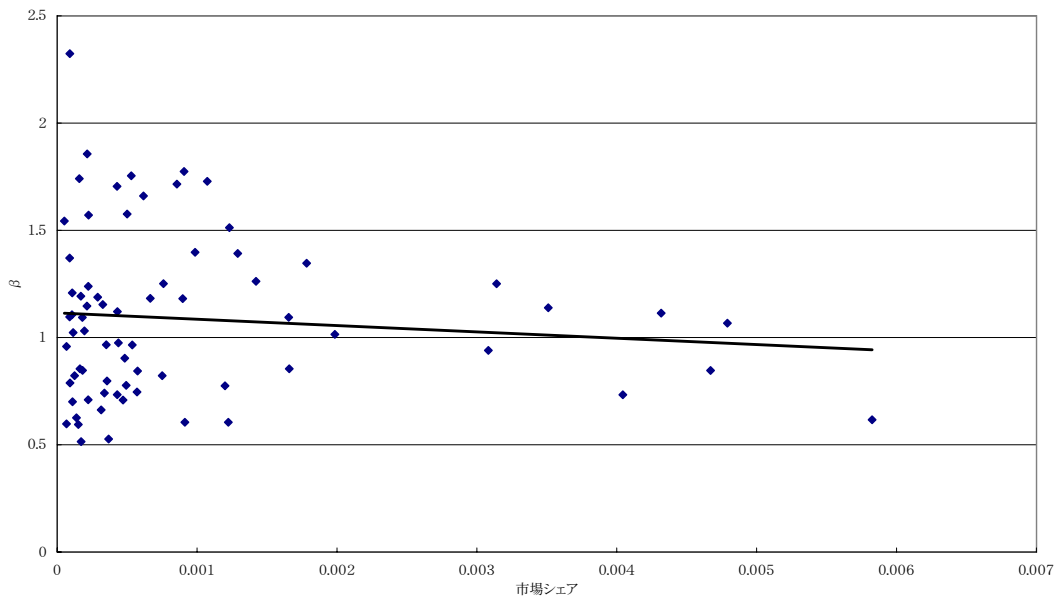


図2: 市場シェアと β (機械産業)

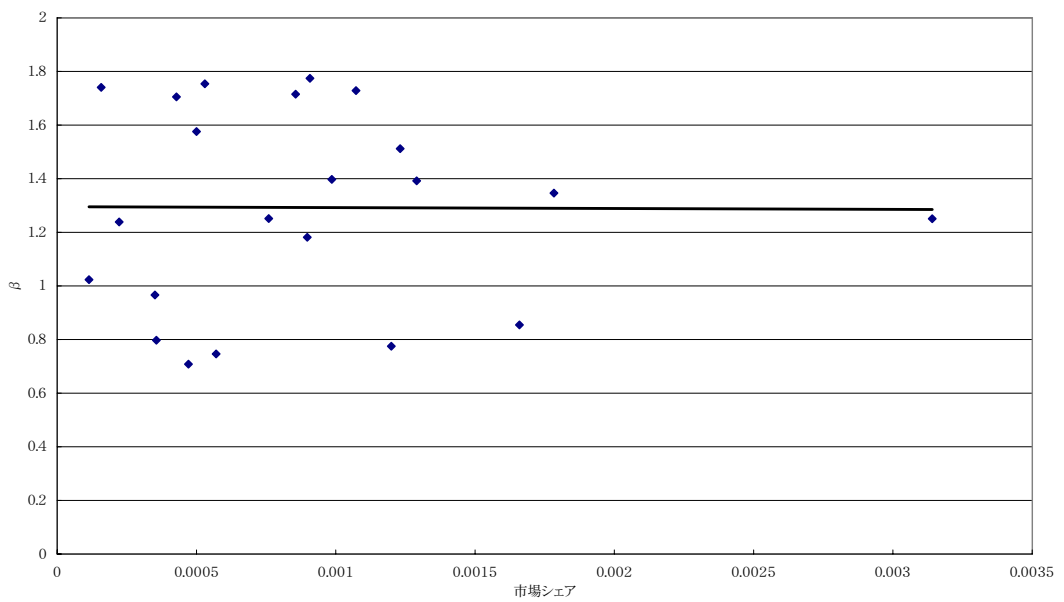


図3: 市場シェアと β (電気機器産業)

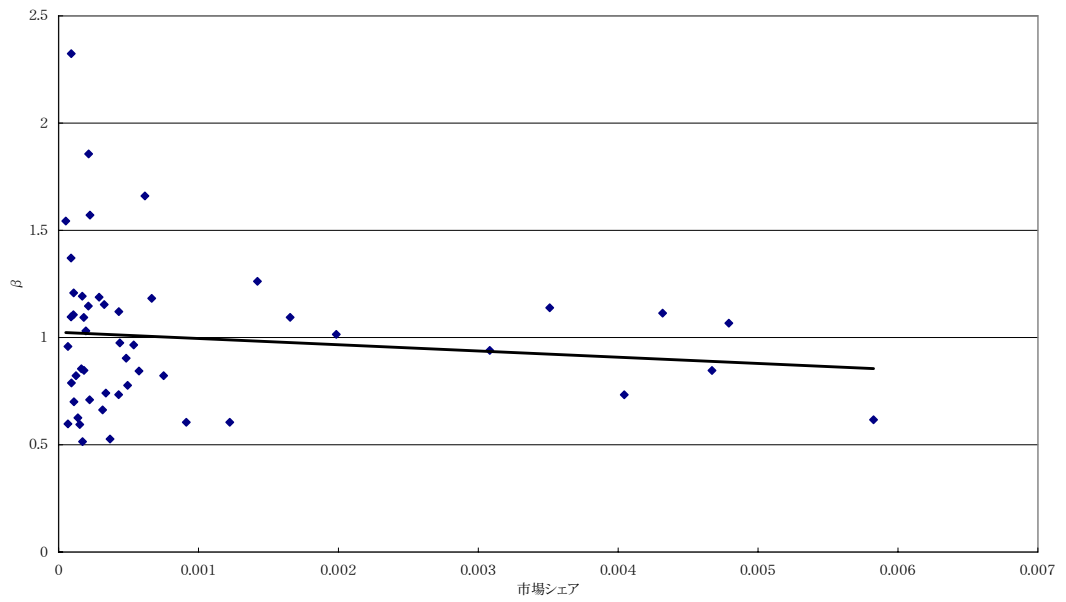


図4: 研究開発の効率性と β (機械、電気機器産業)

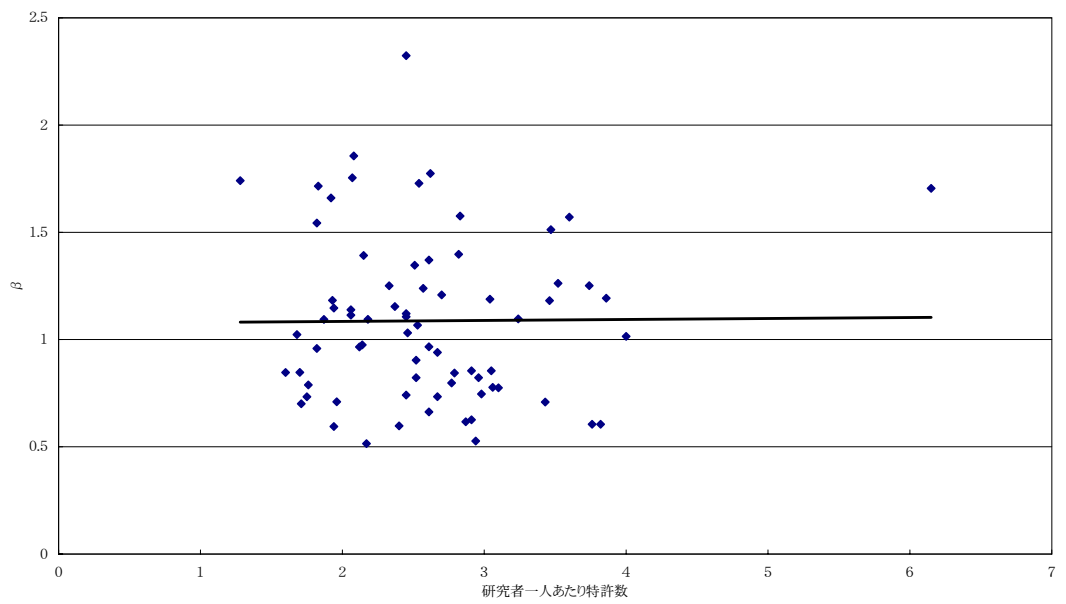


図5: 研究開発の効率性と β (機械産業)

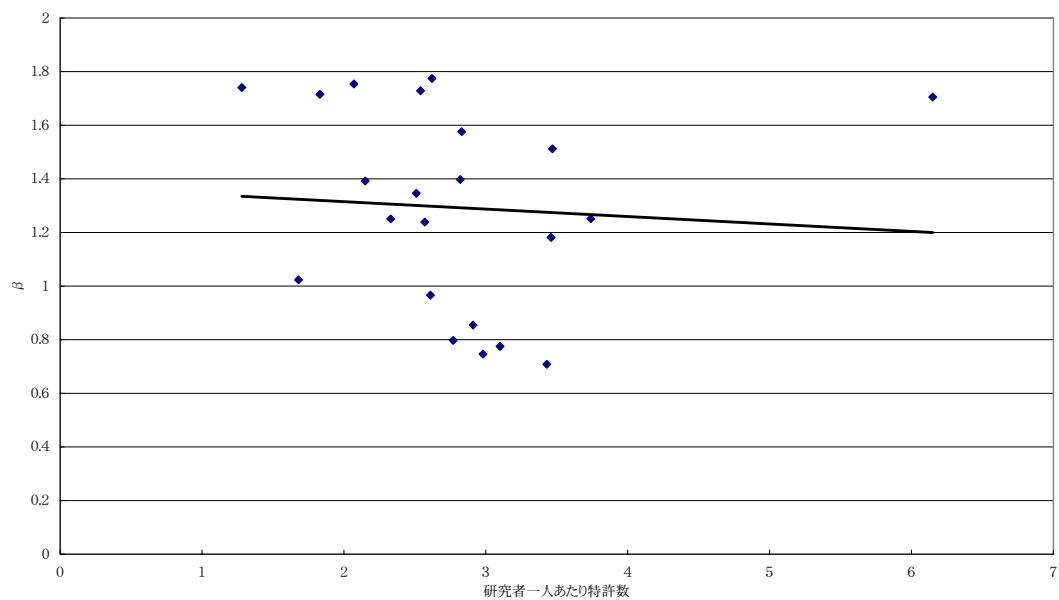


図6: 研究開発の効率性と β (電気機器産業)

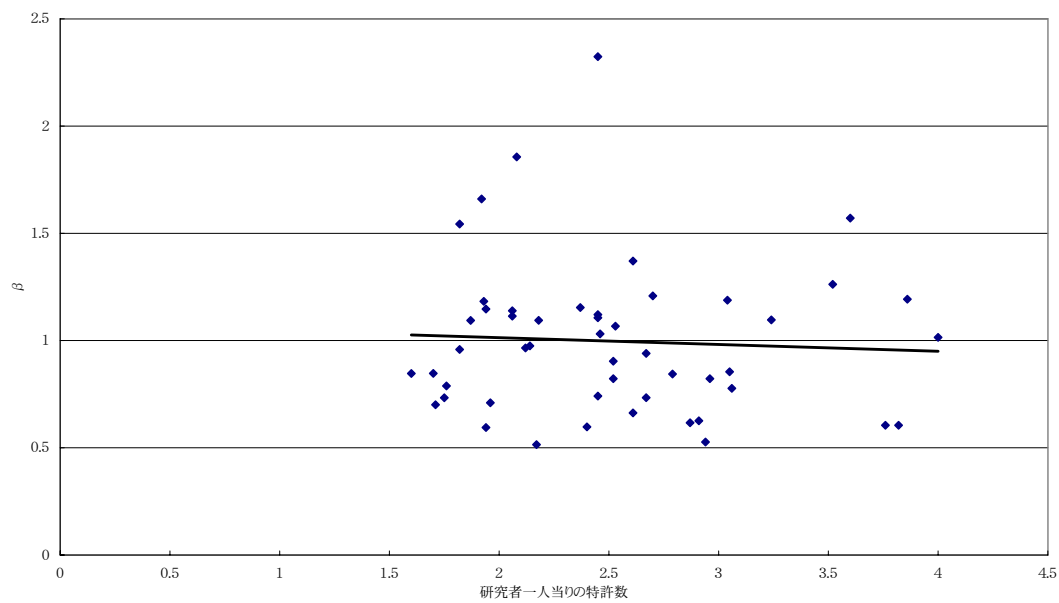


表1：β値

産業分類	企業名	β
機械	(株)新潟鐵工所	1.75
機械	東芝機械(株)	0.80
機械	(株)アマダ	0.97
機械	東芝タンガロイ(株)	1.02
機械	(株)小松製作所	1.35
機械	住友重機械工業(株)	1.39
機械	日立建機(株)	1.18
機械	井関農機(株)	1.71
機械	東洋エンジニアリング(株)	1.72
機械	三菱化工機(株)	1.74
機械	(株)佳原製作所	0.85
機械	ダイキン工業(株)	0.77
機械	オルガノ(株)	1.24
機械	栗田工業(株)	0.71
機械	サンデン(株)	0.75
機械	ブラザー工業(株)	1.25
機械	日本精工(株)	1.51
機械	エヌティエヌ(株)	1.77
機械	光洋精工(株)	1.40
機械	日立造船(株)	1.58
機械	三菱重工業(株)	1.25
機械	石川島播磨重工業(株)	1.73
電気機器	(株)日立製作所	1.07
電気機器	(株)東芝	1.11
電気機器	三菱電機(株)	1.14
電気機器	富士電機(株)	1.18
電気機器	(株)安川電機	0.51
電気機器	神鋼電機(株)	1.37
電気機器	(株)明電舎	1.86
電気機器	日立工機(株)	0.82
電気機器	松下精工(株)	0.79
電気機器	東芝テック(株)	1.19
電気機器	日新電機(株)	1.11
電気機器	オムロン(株)	0.90
電気機器	日本電気(株)	0.85
電気機器	富士通(株)	0.73
電気機器	沖電気工業(株)	1.66
電気機器	岩崎通信機(株)	1.54
電気機器	松下電器産業(株)	0.62
電気機器	シャープ(株)	1.09
電気機器	アンリツ(株)	0.70
電気機器	(株)富士通ゼネラル	1.57
電気機器	ソニー(株)	0.94
電気機器	(株)トーキン	1.10
電気機器	ティーディーケイ(株)	0.78
電気機器	三洋電機(株)	1.26
電気機器	(株)ケンウッド	1.15
電気機器	ミツミ電機(株)	0.66
電気機器	アルプス電気(株)	0.73
電気機器	パイオニア(株)	1.12
電気機器	日本ビクター(株)	0.82
電気機器	クラリオン(株)	1.03
電気機器	日立マクセル(株)	0.85
電気機器	横河電機(株)	1.15
電気機器	(株)山武	0.59
電気機器	スタンレー電気(株)	1.09
電気機器	日本電池(株)	1.21
電気機器	(株)ユアサコーポレーション	2.32
電気機器	新神戸電機(株)	0.60
電気機器	日本電子(株)	0.96
電気機器	カシオ計算機(株)	0.98
電気機器	ファナック(株)	0.71
電気機器	ローム(株)	0.74
電気機器	京セラ(株)	0.84
電気機器	太陽誘電(株)	0.63
電気機器	(株)村田製作所	0.53
電気機器	松下電工(株)	0.60
電気機器	(株)小糸製作所	0.85
電気機器	大日本スクリーン製造(株)	1.19
電気機器	キヤノン(株)	1.01
電気機器	(株)リコー	0.60
電気機器	東京エレクトロン(株)	0.97

表 2： β 値

	機械	電気機器	全体
平均	1.29253	0.99696	1.08727
標準誤差	0.07895	0.05023	0.04510
中央値	1.29879	0.96187	1.04905
標準偏差	0.37032	0.35521	0.38267
分散	0.13713	0.12618	0.14644
尖度	-1.33493	3.12124	0.32117
歪度	-0.20377	1.41136	0.78321
範囲	1.06605	1.80890	1.80890
最小	0.70837	0.51464	0.51464
最大	1.77442	2.32354	2.32354
標本数	22	50	72

表 3：研究者一人当り特許数

	機械	電気機器	全体
平均	2.81136	2.51620	2.60639
標準誤差	0.20532	0.08856	0.08848
中央値	2.69500	2.45000	2.52500
標準偏差	0.96304	0.62619	0.75078
分散	0.92745	0.39211	0.56368
尖度	6.40678	-0.18228	5.71421
歪度	1.87495	0.70590	1.61077
範囲	4.87000	2.40000	4.87000
最小	1.28000	1.60000	1.28000
最大	6.15000	4.00000	6.15000
標本数	22	50	72

表 4：市場シェア

	機械	電気機器	全体
平均	0.00089	0.00095	0.00093
標準誤差	0.00015	0.00021	0.00015
中央値	0.00081	0.00032	0.00043
標準偏差	0.00068	0.00146	0.00127
分散	0.00000	0.00000	0.00000
尖度	4.64932	3.15069	4.56370
歪度	1.81218	2.05782	2.25146
範囲	0.00303	0.00577	0.00577
最小	0.00011	0.00005	0.00005
最大	0.00314	0.00583	0.00583
標本数	22	50	72