Discussion Paper #91 - DOJ - 31

企業モデルに基づく
投資関数の導出と計測

中島　隆信

1991年9月

要旨

HicksによるIS-LM分析以来、マクロ経済理論に登場する投資関数といえば専ら利子率の関数として扱われてきた。また、投資の実証分析を行なう際には、利子率のみでは説明力に欠けるため、利潤原理、加速度原理などと結合した投資決定式を設定し、推定に用いていた。現在でもマクロモデルにおける投資関数は基本的にこうした捉え方を踏襲している。そして推定式のあてはまりが悪い場合は、さまざまな要因を説明変数として追加し決定係数を高めるといったad hocな方法がとられている。このような投資理論の不完全性を批判し、Econometricな投資理論を最初に確立したのはJorgensonである。彼の投資理論は新古典派のミクロ経済理論を基礎とし、それと資本ストック形成のためのラグ構造を組み合わせたものであった。それから６年後の1969年に、Tobinは金融市場の一般均衡理論を構築する上で、実物市場との接続として投資理論を展開した。いわゆるTobinの q 理論は、元来マクロモデルの構成要素であったにもかかわらず、Jorgensonの投資関数モデルに比べて実証的扱いが容易であったことも相俟って、投資関数単独の推定にさかんに用いられるようになった。このすぐれてマクロ経済学的な q 投資理論にミクロ経済学的解釈を与えたのが吉川 洋氏である。吉川氏は、Uzawaモデルを用いて、Tobinの q 理論が企業価値最大化原理に基づくミクロ企業行動理論と整合的であることを示した。さらに、近年、Morrison等によって可変費用関数に基づく内生的稼働率理論が紹介され、これとTobinの q 理論との整合性が明らかになった。この稼働率モデルを用いることにより、Jorgensonの投資理論、Tobinの q 理論、さらにはad hocと見られていた利潤原理や加速度原理に基づく投資決定式は相互に密接に関連しあっていることがわかる。

本論文は、これらの投資理論に関する遺産を統合し、標準的な企業行動モデルから一般均衡モデルと接合可能な投資関数を導き出すことを目的とする。分析内容は次のように要約される。

(1) Morrison流の可変費用関数を用い、企業の資本収益フロー最大化の動学モデルを解くことにより投資関数を導いた。

(2) 導出された投資関数の現実説明力を1968年から1988年までの日本の製造業のデータによってチェックした結果、推定式の統計的あてはまりは90 %弱であり、資本の限界効率と資本コストの比率の項のパラメタは有意に計測された。

(3) 投資関数とここでの企業モデルから導かれる労働需要関数を用い、一時的な生産量拡大が労働および資本投入に与える動学的効果を調べた。結果は労働供給者の賃金に対する反応に大きく依存し、反応が鈍感なケースでは労働需要増によって賃金が大幅に上昇するため生産量拡大効果の波及経路で労働と資本の代替が隔年で発生することになる。

企業モデルに基づく
投資関数の導出と計測

未定稿

中島隆信：通商産業省通商産業研究所特別研究官

１９９１年９月

1 はじめに

Keynesは資本の限界効率と利子率との関係から投資理論を構築したが、HicksによるIS-LM分析以来、投資関数といえば専ら利子率の関数として扱われてきた。投資の実証分析を行なう際には、利子率のみでは説明力に欠けるため、利潤原理、加速度原理などと結合した投資決定式を設定し、推定に用いていた。現在でもマクロモデルにおける投資関数は基本的にこうした捉え方を踏襲している。そして推定式のあてはまりが悪い場合は、さまざまな要因を説明変数として追加し決定係数を高めるといった *ad hoc* な方法がとられている[1]。

このような投資理論の不完全性を批判し、Econometricな投資理論を最初に確立したのはJorgensonである。彼の論文からそのくだりを引用してみよう。

> ... the econometric literature on business investment consists of *ad hoc* descriptive generalizations such as the "capacity principle," the "profit principle," and the like. Given sufficient imprecision, one can rationalize any generalizaion of this type by an appeal to "theory." However, even with the aid of much ambiguity, it is impossible to reconcile the theory of the econometric literature on investment with the neoclassical theory of optimal capital accumulation. The central feature of the neoclassical theory is the response of the demand for capital to changes in relative factor prices or the ratio of factor prices to the price of output. This feature is entirely absent from the econometric literature on investment...(from Jorgenson[9],pp.247)

Jorgensonの投資理論は、企業のネットキャッシュフロー最大化行動という新古典派のミクロ経済理論を基礎とし、それと資本ストック形成のためのラグ構造を組み合わせたものであった。それから6年後の1969年に、Tobinは金融市場の一般均衡理論を構築する上で、実物市場との接続として投資理論を展開した[2]。いわゆるTobinのq理論は、実物資産に関して金融市場で評価される価格と財市場で評価される価格とのギャップに注目し、そのギャップを投資の説明変数とみなすものである。このq理論は、元来マクロモデルの構成要素であったにもかかわらず、Jorgensonの投資関数モデルに比べて実証的扱いが容易であったことも相俟って、投資関数単独の推定にさかんに用いられるようになった。このすぐれてマクロ経済学的なq投資理論にミクロ経済学的解釈を与えたのが吉川 洋氏である[3]。吉川氏は、調整コストを考慮した動学的最適化を基礎とするUzawaモデルを用いて、Tobinのq理論が企業価値最大化原理に基づくミクロ企業行動理論と整合的であることを示した[4]。また、吉川氏は、Jorgensonの投資理論が最適資本ストック水準を導くところまでは理論と呼べるものだが、そこから投資額を決定する部分は理論ではないと批判し、Tobinの投資理論の優位性を強調している[5]。

しかし、近年、Morrison等によって可変費用関数に基づく内生的稼働率理論が登場するにあたり、これとTobinのq理論とが整合的であることが明らかになってきた[6]。稼働率内生型モデルは、現在の資本ストック水準がJorgensonのいうところの現在の生産量に見合う最適資本ストック

[1] 例えば、森口[11]では、能力原理と利潤原理を組合せ、さらに投資の調整速度を含めた式を投資関数の計測に用いている。また、高林[2]では、利子率に加えて能力原理と資本ストック調整原理を投資の決定要因とする推定式が設定されている。両者とも推定式のあてはまりは非常に良好で、前者の決定係数は0.989、後者は0.985を示している。

[2] Tobin[12]。

[3] Yoshikawa[14]、吉川[5]。

[4] Uzawa投資モデルは、投資の調整費用を考慮した上で、企業の動学的最適化問題を解くことにより投資関数を導くものである。詳しくは、例えば、Uzawa[13]を参照。

[5] 吉川[5]pp.142。

[6] Morrison[11]。

水準に等しいとき稼働率が100%であると定義し、その水準より低い場合に100%を超えて生産が行なわれているとみなすものである。このモデルを用いれば、稼働率が100%を超えているとき、すなわち資本ストックが最適水準を下回っているときには Tobin の qも 1 を超えていることが示されるのである[7]。従って、稼働率が100%を超える状態では、資本の限界効率は資本コストを上回っていることになるから、利潤も増加する。さらに、最適資本ストックは現在の生産量に適した水準として定義されているが、投資を行なう企業家が過去の実績に照らし将来の生産量に関して強気の予想を立てるならば、来期の最適資本ストックはより大きくなる可能性もある。こうしてみると、Jorgenson の投資理論、Tobin の q理論、さらには *ad hoc* と見られていた利潤原理や加速度原理に基づく投資決定式は相互に密接に関連しあっていることがわかる。

この論文は、これらの投資理論に関する遺産を統合し、標準的な企業行動モデルから一般均衡モデルと接合可能な投資関数を導き出すことを目的とする。その上で、導出された投資関数の現実説明力を 1968 年から 1988 年までの日本の製造業のデータによってチェックしてみることにしたい。

[7] この点については本論 2 節および Appendix A で再述する。

2 企業モデル

まず、財の供給主体である企業が次のような生産関数に基づいて生産活動を行なっているものとしよう。

$$Y = F(L, K) \tag{1}$$

ただし、L は労働、Kは期首資本ストック、Yは生産物を表わすものとし、生産関数 Fについては L と Kに関する 1 次同次性を仮定する。ここで、企業は短期的には期首資本ストック Kを所与として財を生産するものと仮定しよう。すると、企業の短期費用は、可変費用部分 G と固定費用部分に分けて次のように表わすことができる。

$$C = G(w, K, Y) + r_K pK \tag{2}$$

ただし、wは賃金、r_Kは資本コスト、p は (資本) 財価格を表わす。また、G が可変費用関数であるためには、wと Yに関する単調増加性、Kに関する単調減少性、wに関する一次同次性、Kと Yに関する quasi-convexity の諸条件を満たしていなければならないが、以下では満たされていることを前提として議論を進めよう。ここで (2) 式に (1) 式を代入すれば次式を得る。

$$C = G(w, K, F(L, K)) + r_K pK \tag{3}$$

この式を L と Kによって偏微分すれば、

$$\frac{\partial C}{\partial L} = \frac{\partial G}{\partial Y}\frac{\partial F}{\partial L} = G_Y F_L = w \tag{4}$$

$$\frac{\partial C}{\partial K} = \frac{\partial G}{\partial K} + \frac{\partial G}{\partial Y}\frac{\partial F}{\partial K} + r_K p = G_K + G_Y F_K + r_K p = r_K p \tag{5}$$

を得る。これを整理すると、

$$F_L = \frac{w}{G_Y}, \qquad F_K = -\frac{G_K}{G_Y} \tag{6}$$

となり、労働と資本の限界生産力を可変費用関数 G によって表現することができる。また、企業が完全競争市場において短期利潤最大化を行なうものと仮定すれば、

$$MR = p = G_Y = MC \tag{7}$$

が成り立つから、(6) 式は

$$F_L = \frac{w}{p}, \qquad F_K = -\frac{G_K}{p} \tag{8}$$

と書き換えられる。

企業は短期的には期首の資本ストックを所与として利潤を最大化する一方、長期的には設備投資を通じて資本ストック水準の調整を行なっている。企業が当期期間中に投資を行なう場合、その投資額は、投資によって得られる収益から投資のための調整費用を差し引いたネット収益を最大化するように決定されるものと仮定しよう。また、ここでは簡単化のため、今期の投資決定に際して企業は来期における投資を考慮しないものとする[8]。さて、この最大化問題は以下の式で表

[8] この仮定は、今期の投資額が来期投資を行なわないという前提の下で決定されることを意味している。この仮定を緩めれば、投資額は一般的な投資決定の動学モデルの解として得られることになる。一般的な動学的最適化を想定した場合のここでの企業モデルの展開については **Appendix B** を参照されたい。

現することができる。

$$\text{Max}_{K_1} \quad \left[\frac{-G_K}{p} - \phi(\frac{K_1-K_0}{K_0})\right] K_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \left[\frac{\frac{-G_K}{p}}{(1+r_K)^t}\right] K_1 \tag{9}$$

ここで、K_0およびK_1はそれぞれ今期と来期の資本ストック水準を表わし、その収益率は(8)式より求められる限界生産力$-G_K$によって表わされている[9]。また、ϕは投資によってかかる調整費用関数であり、以下の条件を満たすものとする。

$$\phi' > 0, \quad \phi'' > 0, \quad \phi(0) = 0, \quad \phi'(0) = 1 \tag{10}$$

この問題を解くと、次式を得る。

$$\frac{\frac{-G_K}{p}}{r_K} = \phi' \tag{11}$$

ここで、(11)式左辺は投資の収益率を資本コストで割ったものであり、トービンのqとみなすことができる[10]。よって、(11)式は、企業家の最適行動の結果として調整費用の偏導関数の値がトービンのqに等しくなることを意味するものである。トービンのqが1のとき、(11)式は次のようになる。

$$-\frac{G_K}{r_K p} = 1 \tag{12}$$

(12)式が成り立つときのKの水準をK^*とおけば、(11)式は、

$$\frac{G_K}{G_{K^*}} = \phi' \tag{13}$$

と書き換えられる。

こうして新たに定義されたK^*は、費用関数(2)上でも重要な意味を持っている。(2)式の対数をとりlnYについて微分すれば、次式を得る。

$$\frac{dlnC}{dlnY} = \frac{\partial lnC}{\partial lnY} + \frac{\partial lnC}{\partial lnK}\frac{dlnK}{dlnY} = \frac{\partial G}{\partial Y}\frac{Y}{C} + (\frac{\partial G}{\partial K} + r_K p)\frac{K}{C} = 1 \tag{14}$$

ここで生産関数Fの一次同次性のために$\frac{dlnK}{dlnY} = \frac{dlnC}{dlnY} = 1$が成り立っていることに注意しよう。ここで、左辺は資本ストックを可変としたときの生産物に関する長期費用弾力性であり、右辺第1項は資本ストックを所与とする短期費用弾性である。右辺第2項の存在により、この式は企業が短期的には必ずしも短期平均費用(SAC)と長期平均費用(LAC)が一致した点で生産を行なっているとは限らないことを意味している。逆にいえば、SACとLACが一致しているときには第2項がゼロ、すなわち$-G_K = r_K p$が成り立っていなければならない。この$SAC = LAC$を実現する点を所与の資本ストック水準に対応する最適生産量水準と定義すれば、$-G_K = r_K p$を満たすようなKは最適資本ストックとみなすことができる。これは(11)式から導かれるトービンのqが1に等しいときの資本ストック水準K^*と一致している。(11)式とϕ関数の性質から、トービンのqが1を超えるとき、$-\frac{G_K}{p} > r_K$が成り立ち、またϕ'関数のアーギュメントである投資率がプラスになることは容易に示される。これは、資本の限界生産力が資本コストを上回っている状態、

[9] (9)式の設定から明らかなように、ここでは収益率、財価格および賃金に関して静学的期待を仮定している。

[10] いうまでもなく、ここでのトービンのqはいわゆる「平均のq」に相当する。

すなわち最適水準を超えて生産が行なわれていることを意味する。従って、Morrison[11] などに見られる一連の可変費用関数による生産性測定モデルは、$K=K^*$のときを資本の稼働率 100%と定義した上で、$K^*>(<)K$は 100%を上回って (下回って) いる状態とみなすという考え方に基づくものであるが、これは理論的にはトービンの qとそのまま対応するものなのである[11]。

さて、我々は (11) 式を見ることにより、投資率関数 Iの説明変数を次のように表わすことができるであろう。

$$\frac{K_1-K_0}{K_0}=I(w,p,Y,K^*,K_0) \tag{15}$$

ここでの最適資本ストック水準 K^*は (12) 式を解くことによって求められるから、

$$K^*=K^*(w,r_K,p,Y) \tag{16}$$

と表現できる。あるいは、(16) 式を (15) 式に代入し、

$$\frac{K_1-K_0}{K_0}=I(w,r_K,p,K_0,Y) \tag{17}$$

と表わしてもよい。この (15) 式、(16) 式のアーギュメントに関する偏微係数の符号条件を調べるため、可変費用関数 G と調整費用関数ϕに関して若干の情報量を追加することにしよう。はじめに、(14) 式を変形して次式を得る。

$$\frac{\partial G}{\partial Y}\frac{Y}{G}+\frac{\partial G}{\partial K}\frac{K}{G}=\frac{C}{G}-\frac{r_KpK}{G}=1 \tag{18}$$

これより、G 関数は Yと Kに関して一次同次であることがわかる。さらに、ここでは生産要素として L と Kだけを考慮しており、短期的には L の投入量は Yと Kの水準が決まれば生産関数から直ちに決定するので、G 関数は次のような形で表現することが可能である。

$$G(w,K,Y)=g\left(\frac{K}{Y}\right)wY \tag{19}$$

一方、調整費用関数については、(10) の条件を考慮しつつ、以下のように原点廻りで 2 次項までテーラー展開してみよう。

$$\phi(z)=\frac{1}{2}\phi''(0)z^2+z=\frac{1}{2}az^2+z, \qquad a>0 \tag{20}$$

ただし、$z=\frac{K_1-K_0}{K_0}$である。はじめに、(19) 式を用いて (12) 式を書き直すと、

$$-g'=\frac{r_Kp}{w} \tag{21}$$

となる。可変費用関数の性質から、g関数は $g'<0,\ \ g''>0$ だから、(21) 式より解かれる $\frac{K}{Y}$は $\frac{r_Kp}{w}$の減少関数となる。よって、(16) 式で示される最適資本ストック関数 K^*は、w、Yの増加関数、r_K、p の減少関数であることがわかる。次に、(13) 式を (19)、(20) 式を用いて次のように書き換えよう。

$$\frac{wg'}{wg^{*\prime}}=\frac{g'}{g^{*\prime}}=az+1 \tag{22}$$

[11] この点については **Appendix A** を参照。

ただし、$g^{*\prime} = g'(\frac{K^*}{Y})$である。(22)式を$z$について解けば、

$$z = \frac{1}{a}\left(\frac{g'}{g^{*\prime}} - 1\right) \tag{23}$$

としてzの解が求められる。これを来期資本ストック決定式の形に書き直せば、

$$K_1 = K_0 + \frac{K_0}{a}\left(\frac{g'}{g^{*\prime}} - 1\right) \tag{24}$$

となる。または、(21)式を用いて(24)式から$g^{*\prime}$を消去すれば、

$$K_1 = K_0 + \frac{K_0}{a}\left(-\frac{wg'}{r_K p} - 1\right) \tag{25}$$

と表わすこともできる。我々は、(23)、(24)、(25)式を用い、各変数がzおよびK_1に与える効果の方向を調べてみることにしよう。結果は以下のようになる[12]。

$$\frac{\partial z}{\partial w} > 0,\ \frac{\partial z}{\partial p} < 0,\ \frac{\partial z}{\partial r_K} < 0,\ \frac{\partial z}{\partial K^*} > 0,\ \frac{\partial z}{\partial K} < 0,\ \frac{\partial z}{\partial Y} > 0 \tag{26}$$

$$\frac{\partial K_1}{\partial w} > 0,\ \frac{\partial K_1}{\partial p} < 0,\ \frac{\partial K_1}{\partial r_K} < 0,\ \frac{\partial K_1}{\partial K^*} > 0,\ \frac{\partial K_1}{\partial Y} > 0 \tag{27}$$

ここで、K^*による効果は(24)式を前提とし、r_Kによる効果は(25)式を前提として計算されている。(27)において、KからK_1への効果は一意的に決定できない。簡単な微分計算からわかるように、$z < 0$のケース、すなわちトービンのqが1を下回っているケース、あるいは資本稼働率が100%を下回っているケースに限り、マイナスの効果を持つことが示されるのみである[13]。$z > 0$のときは、他の変数および調整費用の加速度の大きさ、そして可変費用関数の形状によって正負両方の効果を持ちうるのである。また、調整費用の加速度の大きさaがzおよびK_1に与える効果の方向も、現在の資本ストックが最適レベルより大きいか小さいかによって変化する。この大小関係は(23)式における$-g^{*\prime}$と$-g'$の大小関係と対応し、$K > (<) K^*$、すなわち$-g' - (-g^{*\prime}) > (<) 0$のケースでは$\frac{\partial z}{\partial a} < (>) 0$、$\frac{\partial K_1}{\partial a} < (>) 0$となることがわかる。

次にこのモデルと整合的な財の供給関数を導こう。既述の財市場における完全競争の下での企業の短期利潤最大化条件$p = G_Y$から、供給関数は、

$$p = wg - wg'\frac{K}{Y} \tag{28}$$

と導かれる。この供給関数はYとwに関する増加関数、Kに関する減少関数となっている[14]。また、労働需要関数は周知のShephardの補題から、

$$L = gY \tag{29}$$

として求めることができる。この式から、ここでの労働需要はYの増加にともなって増加し、Kの増加にともなって減少することがわかる。

最後にこれまで得られた結果を表にまとめておこう。

[12] K^*の効果については、(23)ないし(24)式から$\frac{\partial z}{\partial g^{*\prime}}\frac{\partial g^{*\prime}}{\partial K^*}$を計算することによって求められる。それ以外は(25)式を直接偏微分すればよい。

[13] これはある意味で自明の結果である。なぜなら、資本ストック水準が最適レベルを超えているときには、その超過分が大きければ大きいほど調整速度は早くなると想定されるからである。

[14] (28)式右辺を$\frac{K}{Y}$で微分すれば、$-wg''\frac{K}{Y} < 0$が得られる。

各関数の特性

	w	p	r_K	K^*	K_0	Y
最適資本ストック (K^*)	+	−	−			+
来期資本ストック (K_1)	+	−		+	?	+
財供給関数 (p)	+				−	+
労働需要関数 (L)					−	+

3 部分モデルの実証

ここでは、前節の企業モデルを日本の製造業に適用し、部分的ながらその説明力チェックを行なってみることにしよう。推定にあたり、g関数を次のように特定化しよう。

$$g(\frac{K}{Y}) = (\alpha_0 - \alpha_1 ln\frac{K}{Y})$$

従って、可変費用関数 G は次のように表わされる。

$$G(w, K, Y) = (\alpha_0 - \alpha_1 ln\frac{K}{Y})wY \tag{30}$$

ここで、(30) 式が費用関数として妥当するための条件を検討しておこう。まず、wに関する一次同次性の条件は、あらかじめ (30) に課されている。Kに関する単調減少性の条件と Kおよび Yに関する quasi-convexity の条件は$\alpha_1 > 0$ によって満たされる。さらに、wと Yに関する単調増加性条件は、以下で導かれる財供給関数、労働需要関数の存在条件と一致しているため問題はない。

我々は、この可変費用関数 gを用いて投資関数を特定化することができる。ここでは、計測のための投資関数として (23) 式を採用しよう。ただし、可変費用関数の計測以前では、(23) に入っている最適資本ストックレベル K^*の大きさが未知なので、K^*の定義式である (21) 式を用いて (23) 式から K^*を消去した形で推定を行なう。よって、推定式は次式となる。

$$\begin{aligned}
\frac{K_1 - K_0}{K_0} &= \frac{1}{a}\left(-\frac{wg'}{pr_K} - 1\right) \\
&= \frac{1}{a}\left(\frac{\alpha_1 wY}{pr_K K} - 1\right)
\end{aligned} \tag{31}$$

次に、企業の短期利潤最大化原理に基づき、(30) 式から財供給関数を導こう。それは次のように表わされる。

$$p = w\left(\alpha_0 - \alpha_1(ln\frac{K}{Y} - 1)\right) \tag{32}$$

そして、労働需要関数は (30) 式より、次のように示される。

$$L = \left(\alpha_0 - \alpha_1 ln\frac{K}{Y}\right)Y \tag{33}$$

ここでさらに、生産関数 (1) 式の一次同次性と完全競争下での企業の利潤最大化条件から導かれる関係式を追加しておこう。財および要素市場の完全競争と 1 次同次生産関数を前提とすれば、最適資本ストックレベルが実現されているとき企業の超過利潤はゼロになっていなければならない。(12) および (14) 式より最適水準における資本の限界生産力は r_Kに等しいことがわかっているから、費用関数 (2) において、次式は常に成り立っていることになる。

$$pY = G(w, K, Y) - G_K K = wgY - wg'K$$

労働需要関数 $L = gY$を先取りすれば上式は、

$$pY - wL = -wg'K$$

と表わすこともできる。これに (30) を代入すると、

$$pY - wL = \alpha_1 wY \tag{34}$$

が得られる[15]。

本モデルの推定にあたり、本来ならばこれらの式に消費関数と労働供給関数、ならびに財および労働の需給均衡式を加えてモデル体系を完成させた上で、同時推定法を適用することが望ましいであろう。しかし本論では、より完全なモデルへ向けての第1次的接近の意味において、一部の方程式のみを取り出した形で推定を行なうことにした。さきに「部分的」といっているのはこの意味においてである。ここでの計測のための基本データは、通産省『工業統計表』より引用した。また、観測期間は、1968年から1988年までの21年間である[16]。

まず、(34)式と(33)式からα_0、α_1の推定値を求めよう。結果は[表1]に示されている。この実証モデルでは、技術変化の効果は明示的に取り扱われていない。従って、それはパラメタの時間経過に伴うシフトとしてインプリシットに表わされることになろう。[図1]は両パラメタの時系列的変化を表わしたものである。これをみると時間の経過と共にα_0は増加傾向、α_1は減少傾向にあることがわかる。また、その傾向は最近時点に近づくに従って逓減的であり、特にα_0は第1次石油危機以降はほぼ水平状態にある。この結果を見る限りでは、技術変化の方向は労働使用的になっているとみなされる。この点は、資本ストックの伸びが生産量の伸びに比して非常に大きく通常の生産関数に基づくならば労働投入の減少が想起されるにもかかわらず、観測される従業者数はそれほど減少していないという観測事実を反映するものである[17]。以上の図表は技術変化に関して何らかの系統的要因が存在する可能性を示すものであるが、ここではそれをパラメタのシフトとして扱い、[表1]の数値をそのまま各年の計測に用いることとする。

[表1]　g関数パラメタおよびq推定値

年	α_1	α_0	q	年	α_1	α_0	q	年	α_1	α_0	q
1968	0.495	-0.485	11.988	1975	0.251	0.081	3.498	1982	0.220	0.017	4.030
1969	0.446	-0.366	10.238	1976	0.249	0.036	4.004	1983	0.215	0.019	4.004
1970	0.406	-0.255	8.297	1977	0.239	0.045	4.018	1984	0.214	0.006	4.187
1971	0.355	-0.114	6.380	1978	0.239	0.042	4.276	1985	0.196	0.046	3.448
1972	0.332	-0.061	5.965	1979	0.239	0.014	4.661	1986	0.202	0.026	4.009
1973	0.314	-0.064	5.908	1980	0.236	0.001	4.280	1987	0.203	0.017	4.319
1974	0.281	-0.007	4.518	1981	0.227	0.014	4.071				

次に、投資関数(31)式の計測に移ろう。(31)式右辺の$\dfrac{\alpha_1 wY}{pr_K K}$はトービンの$q$に相当する[18]。しかし、実際に$q$を計算すると、[表1]に示されるように観測期間全般に亘って1を大幅に上回る数値となり、理論との整合性に欠ける。こうなる理由は様々考えられるが、ここではqの計算値のレベル自体には問題があるとはいうものの、その変動は信頼するに足るものとみなし、(31)式をここで計算されるqの一次関数に置き換えて投資関数の計測を行なうこととした[19]。結果は[表2]に

[15] (34)式は(32)(33)式から簡単に導くことができる。従って、(34)式は(32)と(33)式とは独立ではない。

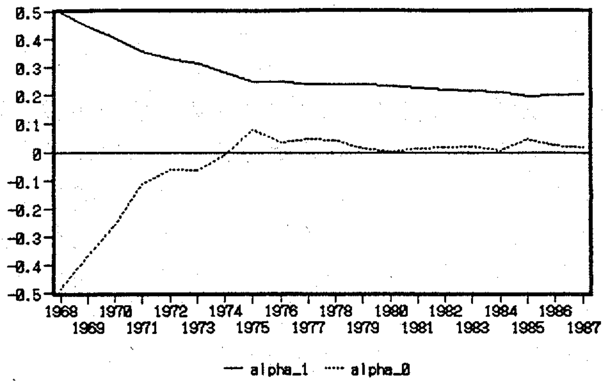
[16] 上記変数のうち、Y、K、L、wは工業統計表よりそのまま引用した。また、資本コストr_Kの代理変数として何が適当かについては多くの議論があるが、ここでは全国銀行平均約定金利を投資家の要求利回りとみなし、そこに減価償却率を加えてr_Kとしている。

[17] 黒田[1]における日本30部門産業別価格関数の計測においても、ここと同様の労働使用的技術変化が観測されている。

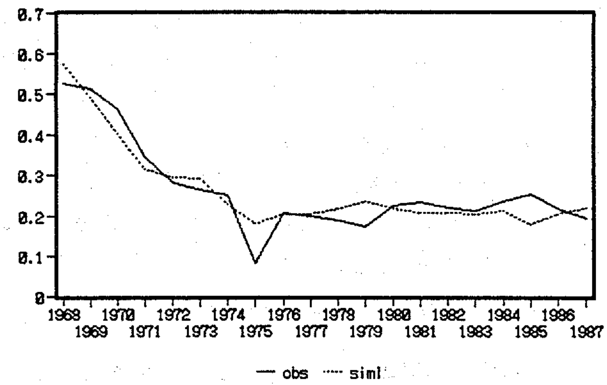
[18] これは、(34)式より$-\frac{G_K}{p} = \frac{\alpha_1 wY}{pK}$となることから明らかである。

[19] このようなqの計算値が得られた理由として、第1にr_Kの特定化があげられよう。r_Kは本来、Modigliani and Miller[10]で定義される投資家の要求利回りであるが、ここでは銀行の貸出約定金利プラス減価償却率としてある。こ

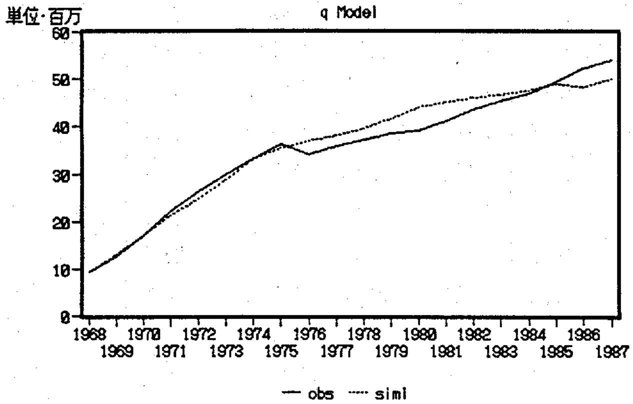
[図1] q関数のパラメタ計算値



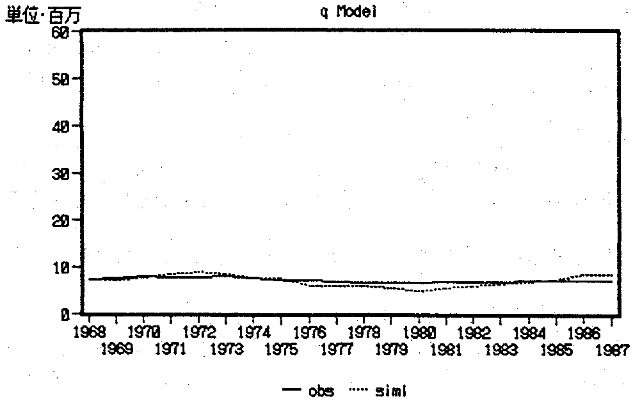
[図2] q投資関数



[図3] 資本ストック
q Model



[図3] 労働インプット
q Model



示されている。切片項は統計的に有意ではないが、qにかかる係数はプラスでしかも有意に推定されている。[図 2] は q投資関数から計算される理論値と観測値の動きを示したものであるが、高度成長期の高投資率水準から第1次石油危機後の落込みと、それ以降最近までの2%近辺での安定化がよく説明されている。

[表 2]　投資関数推定結果

	Estimate	t-value
$\bar{R}^2$	0.877	
切片項	0.019	0.458
q	0.046	11.313

こうして求められたパラメタ推定値を用い、資本ストックの動学的累積過程を取り込んだ内挿テスト (ファイナルテスト) をしてみよう。ここでは、簡単化のため K_1と L のみを内生変数とし、各期について外生変数が与えられたときに解かれる K_1および L とそれらの観測値を比較する[20]。ファイナルテストであるから、K_1は来期の K_0となって連鎖的に理論値が受け継がれていくことになる。結果は [図 3] に示される。これをみると、Kに関しては、第1次石油危機を挟んでそれ以前は過小推定、以後は過大推定となっており、これが1985年で再び逆転する。他方、L は生産関数における Kとの代替関係から、Kが過大 (過小) 推定の期間で過小 (過大) 推定となっている。観測値との誤差率は観測期間を通して10%程度で安定している。

次に、上で計算された理論値を基準ケースとし、外生変数を動かしたときのシミュレーションを行なおう。ここでは、1968年の生産量 Yを1%増加させたとき、投資関数を経由してなされる資本ストックの累積過程を通じて Kと L の系列にどのような変化が生じるかを調べる。さらに、このモデルでは労働供給関数を明示的に取り入れていないけれども、労働市場の存在を考慮するならば、労働供給の賃金弾力性の大きさの変化に伴う内生変数の動きを見ておく必要があろう。[表 3] と [表 4] はともに Y変化の効果をみたものであるが、前者は賃金弾力性が非常に大きいケース、後者は小さいケースを扱っている。よって、前者の場合、生産量増加によって追加的労働需要が発生しても賃金はそれほど増加しないが、後者では大幅な賃金上昇が生じることになる。投資関数は Yとともに賃金の増加関数でもあるから、賃金上昇は生産量増加による投資増を増幅させる効果を持つ。この点に注意しながらこれら2つの表を見てみよう。

れは資金調達の負債サイドのみを見るものであり、不十分であることはいうまでもない。しかし、時系列的に負債の利回りが資本コストとパラレルに変動するとみなせるならば、約定金利を資本コストの代理変数とすることができるであろう。実際、『日本銀行月報』1991年6月号所収の経済動向調査において試算されている「総資本コスト」をみると、数値にして約定金利より2～3%ポイント高くなっているものの、両者の相関係数は1979～88年で0.947を示し、その動きがきわめて接近していることがわかる。第2に資本ストック Kの計測精度の問題があげられる。工業統計表に掲載される有形固定資産は簿価表示である。よって、実質額でも名目額でもない。本分析では、実質の K系列を作成する際に、1968年を基準年とし、それ以降は増加分を実質化して積み増すという方法をとっている。従って、1968年の Kに過小評価があれば、それがそのまま最終年まで引きずられることになる。これら2つの問題点はきわめて深刻であるが、ここでは (31) を qの一次関数として特定化し、これら問題点から生じうるバイアスをパラメタに押し込めるという形をとることにしたい。

[20]推定方法の部分で既述したように、労働需要関数 (33) 式のパラメタ推定値は観測期間内で観測値と整合するように求められている。よって、ここでのテストにおいて見いだされる観測誤差は労働需要関数からは発生せず、すべて投資関数 (31) 式によるものである。

[表 3]　生産量増加の動学的効果 (1968 年のみ 1%増)

賃金弾力性 10000000 のケース

	$\bar{L}$	$\hat{L}$	$\bar{K}$	$\hat{K}$	$\frac{\hat{L}-\bar{L}}{\bar{L}}$	$\frac{\hat{K}-\bar{K}}{\bar{K}}$	$(\frac{\bar{I}}{K})$	$(\frac{\hat{I}}{K})$
1968	7276336	7457048	9234366	9234366	0.0245	0.0000	0.345	0.349
1969	6990458	6915638	13034566	13085797	-0.0107	0.0039	0.274	0.272
1970	7745740	7696056	17140774	17184655	-0.0064	0.0025	0.212	0.211
1971	8493328	8463162	21187373	21224865	-0.0035	0.0017	0.157	0.156
1972	8759716	8737991	24787877	24820160	-0.0024	0.0013	0.152	0.152
1973	8483270	8465883	28854547	28882655	-0.0020	0.0009	0.140	0.139
1974	7514053	7502652	33178029	33202397	-0.0015	0.0007	0.068	0.068
1975	7437076	7429995	35523204	35544199	-0.0009	0.0005	0.039	0.039
1976	6045486	6039133	36943501	36961859	-0.0010	0.0005	0.030	0.030
1977	6052178	6047064	38082647	38098430	-0.0008	0.0004	0.037	0.037
1978	5933723	5929369	39533476	39547104	-0.0007	0.0003	0.050	0.050
1979	5578045	5574082	41560935	41572719	-0.0007	0.0002	0.059	0.059
1980	4953732	4950377	44102659	44112807	-0.0006	0.0002	0.025	0.025
1981	5546657	5543937	45215977	45224597	-0.0004	0.0001	0.016	0.016
1982	6060804	6058536	45948321	45955598	-0.0003	0.0001	0.017	0.017
1983	6463995	6462112	46747616	46753731	-0.0002	0.0001	0.020	0.020
1984	6795902	6794239	47687161	47692299	-0.0002	0.0001	0.024	0.024
1985	7293898	7292742	48838786	48843068	-0.0001	0.0000	-0.011	-0.011
1986	8351711	8350609	48303415	48306960	-0.0001	0.0000	0.035	0.035
1987	8313810	8312876	50020592	50023550	-0.0001	0.0000		
合計	140089918	140023499	715925820	716271816	-0.0004	0.0004		

$\bar{K}$と$\bar{L}$はファイナルテストの過程で計算された基準ケースの理論値である。

はじめに賃金弾性無限大のケースをとりあげよう。まず 1968 年に生産量増加の直接的影響として労働需要量が約 2.4%増える。当期には資本ストックを増やすことができないから、Kの変化はゼロである。1969 年になると前期の生産増加の効果が前期投資を経由して資本ストック増加の形で現われる。このシミュレーションでは、1968 年以外の生産量は一定のままにしてあるため、Kが増加すればその分だけ L の投入が減少する。1969 年以降は、1968 年に行なわれた設備投資によって増加した資本ストックを調整するために基準ケースの投資率 $(\frac{I}{K})$ より低い投資率で投資を行ない、1987 年でほぼ調整が完了するようになっている。そして最終的な 1968 年の生産量増加の効果は、基準ケースより労働投入 0.04%減、資本ストック 0.04%増ということになる。

[表 4]　**生産量増加の動学的効果 (1968 年のみ 1%増)**
賃金弾力性 0.3 のケース

	$\bar{L}$	$\hat{L}$	$\bar{K}$	$\hat{K}$	$\frac{\hat{L}-\bar{L}}{\bar{L}}$	$\frac{\hat{K}-\bar{K}}{\bar{K}}$	$(\frac{\bar{I}}{\bar{K}})$	$(\frac{\hat{I}}{\hat{K}})$
1968	7276336	7457048	9234366	9234366	0.0245	0.0000	0.345	0.380
1969	6990458	6308659	13034566	13508921	-0.1026	0.0357	0.274	0.138
1970	7745740	9697471	17140774	15502803	0.2247	-0.1004	0.212	0.465
1971	8493328	5883703	21187373	24688780	-0.3670	0.1529	0.157	-0.221
1972	8759716	12513247	24787877	19795868	0.3566	-0.2248	0.152	0.516
1973	8483270	6003281	28854547	33153470	-0.3457	0.1388	0.140	-0.187
1974	7514053	10431005	33178029	27496010	0.3280	-0.1878	0.068	0.329
1975	7437076	6561853	35523204	38214350	-0.1252	0.0730	0.039	-0.037
1976	6045486	6080440	36943501	36842652	0.0057	-0.0027	0.030	0.034
1977	6052178	6040915	38082647	38117416	-0.0018	0.0009	0.037	0.036
1978	5933723	5937325	39533476	39522204	0.0006	-0.0002	0.050	0.050
1979	5578045	5576303	41560935	41566114	-0.0003	0.0001	0.059	0.059
1980	4953732	4955118	44102659	44098466	0.0002	-0.0001	0.025	0.025
1981	5546657	5545498	45215977	45219650	-0.0002	0.0000	0.016	0.016
1982	6060804	6061527	45948321	45946003	0.0001	-0.0000	0.017	0.017
1983	6463995	6463599	46747616	46748901	-0.0000	0.0000	0.020	0.020
1984	6795902	6796108	47687161	47686523	0.0000	-0.0000	0.024	0.024
1985	7293898	7293793	48838786	48839175	-0.0000	0.0000	-0.011	-0.011
1986	8351711	8351728	48303415	48303359	0.0000	-0.0000	0.035	0.035
1987	8313810	8313803	50020592	50020612	-0.0000	0.0000		
合計	140089918	142272424	715925820	714505645	0.0154	-0.0019		

$\bar{K}$と$\bar{L}$はファイナルテストの過程で計算された基準ケースの理論値である。

次に、賃金弾性が 0.3 のケースをみてみよう。このケースと前の弾力性無限大ケースとの大きな違いは、L と Kに関する基準ケースとの乖離がプラス方向とマイナス方向で交互に生じながら収束しているという点である。このような結果が得られた理由は、労働者数を増やす際に賃金が大きく上昇するためである。1968 年に生じた 2.45%の L の増加は賃金を約 8%も上昇させる。(31) 式の投資関数において賃金上昇は生産量増加と同じ効果を持つから、8%の賃金上昇により、生産量 1%増加とあわせて 9%の増加効果となる。すると、1968 年になされる投資は拡大し、1969 年の資本ストックを増加させる。翌 1969 年には資本ストックの増加に代替して労働投入は基準ケースより減少する。この労働需要減は賃金を大幅に下落させるため、1969 年の設備投資が抑えられることになる。従って、1970 年の Kは基準ケースを下回るのである。そして最終的には L は 1.5%の増加、Kは 0.2%の減少となる[21]。

以上のシミュレーション結果は、2 つの重要な点を示唆している。第 1 は、本モデルのような短期費用関数を用いると、一時的な需要拡大によって生産が刺激されたとき、その効果が異時点

[21] 中島 [3] では、これと類似したシミュレーションが静学モデルを用いてなされている。すなわち、生産量の拡大による労働需要増加が賃金上昇をもたらし、それが労働と資本の代替につながるという一連の効果をシミュレーションの形で示したものである。しかし、[表 4] では、投資を通じた動学的波及経路を考慮したため、賃金の大幅な上下動が最終的に資本より労働を使用するという静学モデルとは逆の結果につながった。

に及ぶということである。生産量の増加は短期的には労働需要を増加させる。しかし、異時点間にわたって最適化行動をとる企業は、来期へ向けて設備投資を行なうのである。よって、来期以降は多くの資本ストックを抱えることになるから、来期以降の需要が以前の水準に落ち着いた場合には、代替によって労働投入が節約され、あわせて投資率が下落して資本ストックの調整過程にはいることになる。第2は、その異時点に及ぶ影響が労働供給者の行動に大きく依存する点である。ここでは、賃金弾性によってこれを表現しているが、弾力性が小さい場合には賃金水準が大きく変動し、L と K間代替が交互になされることになる。しかも、[表 4] の結果が示すように需要拡大直後の数期間は調整の過程でオーバーシューティングが起きる可能性が存在するのである[22]。従って、この企業モデルを一般均衡モデルに取り込む際には、これらの点に注意しておく必要があるといえるだろう。

4　むすびにかえて

以上、単純な企業モデルから投資関数、労働需要関数をリデュースし、その説明力を日本の製造業のデータによって調べてみた。実証の結果、投資関数の説明力はファイナルテストの段階で誤差率 10%程度のものであった。もちろん、誤差率は小さければ小さいほど好ましいのは当然であるが、資本の収益率と資本コストの比率だけでこれだけのフィットを示せばほぼ満足すべき結果と言っていいだろう[23]。

ここで問題があるとすれば、高度成長期から第1次石油危機へ向けての投資率の減少トレンドはきわめてよく追えているものの、その後の安定期における投資の上下変動については観測値と逆の動きを示すケースもみられる点であろう。この点の原因と関連して、第2節の投資決定モデルにおいて資本の収益率$-G_K$に関する静学的期待を仮定しているのは不適切といえるかもしれない。投資は企業の将来収益率の予測形成に多く依存する。現在の外生変数が一定でも、強気の予想をすれば投資率は高まるであろう。従って、投資関数の説明力をより高めるためには、企業の期待形成をモデルに明示的に取り入れる必要があるように思われる[24]。

[22]賃金弾性を 0.2 にしたケースでは、L と K系列は途中で発散してしまい、収束しない。

[23]吉川 [5] では、投資が当期のリアルなファクターによって強い影響を受けることに対する理論的解明の必要性が論じられている。吉川氏はこの例として、pp.153 に図 6-5 を掲げ、設備投資と設備稼働率の相関がきわめて高いことを指摘している。Morrison[11] 等の稼働率モデルによれば、トービンの qは現在資本ストックの最適水準からの乖離率の指標とも解釈できるのでこの点は説明が容易につく。また、利潤率に代表される当期のリアルファクターに当期の投資が影響を受けるのは、本論における$-G_K$導出の過程をみれば明らかなことといえよう。

[24]期待形成についても *ad hoc* の誹りを免れるような設定方法を考慮する必要があろう。

Appendix A

ここでは、本論2節で述べた内生的資本稼働率モデルと投資理論との関連について図を用いて説明しよう。[図4]には、説明に必要な各種の曲線が描かれている。このうち、$LAC = LMC$と記された直線は、労働と資本に関する一次同次の生産関数から導かれた長期平均・限界費用曲線である。ここでの「長期」とは資本ストック水準を自由に動かすことができる状態を意味するから、この直線上では横軸の生産量に見合う最適な資本ストック水準が実現されているとみなすことができる。他方、$SAC(K_0)$と$SAC(K_0^*)$は短期平均費用曲線である。「短期」は資本ストックを固定インプットとして扱わざるを得ない時間概念である。したがって、この2本の平均費用曲線は、それぞれ所与の資本ストック水準K_0およびK_0^*に対応して描かれている(ただし、$K_0^* > K_0$)。そして、$SMC(K_0)$は、K_0に対応する短期限界費用曲線である。ここで、当期の価格水準がp_0であったとしよう。図で示されるような生産・費用構造を持つ企業は、当期において資本ストック水準を動かすことはできないから、短期利潤の最大化を目指すであろう。このとき企業が実現する生産量水準は、p_0と短期限界費用が等しいB点によって決まる。したがって、当期の生産量はY_0である。そして当期の平均費用はC点で表わされる。しかし、当期Y_0における生産は、短期利潤を最大にしているものの最良の生産効率を実現しているわけではない。現在の資本ストックレベルK_0に対応する最も効率のよい生産量は短期平均費用を最小にするA点、すなわちY_0^*である。あるいは、次のようにいってもよい。当期生産量Y_0に対して最適な資本ストック水準はK_0ではない。Y_0に対してK_0は過小規模であり、資本ストックを自由に動かせるならば、最適規模はDでの生産を可能にするK_0^*である。

Morrison や Hulten 等はこの図を用いて稼働率内生型モデルを説明している。彼らはAないしDにおける生産状態を資本稼働率100%と定義し、B点のようにそれ以上の生産量が実現されている場合には稼働率が100%を超える過小設備の状態とみなすのである。Jorgenson 投資理論で定義される最適資本ストック水準とは、短期平均費用と長期平均費用が一致する点、すなわちAにおけるK_0、そしてD点におけるK_0^*に相当する。もし、現実にB点で生産が行なわれているならば、Y_0に対応する最適資本ストック水準Dを実現すべくK_0からK_0*へ向けてラグ構造をともなう投資が行なわれることになる。他方、Tobin のq理論は、A点とB点のギャップを収益率の違いによって捉えるものである。A点での資本収益率は資本が最適状態を実現しているので資本コストに等しくなっている。他方、B点では設備が最適状態を超えて稼働し、資本コストを上回る収益を生み出している。したがって、資本コストと資本の限界効率のギャップを計算し、後者が前者を上回っていれば、投資が行なわれるとみなすことができる。Tobin のqはこの両者の比率を表わすものである[25]。

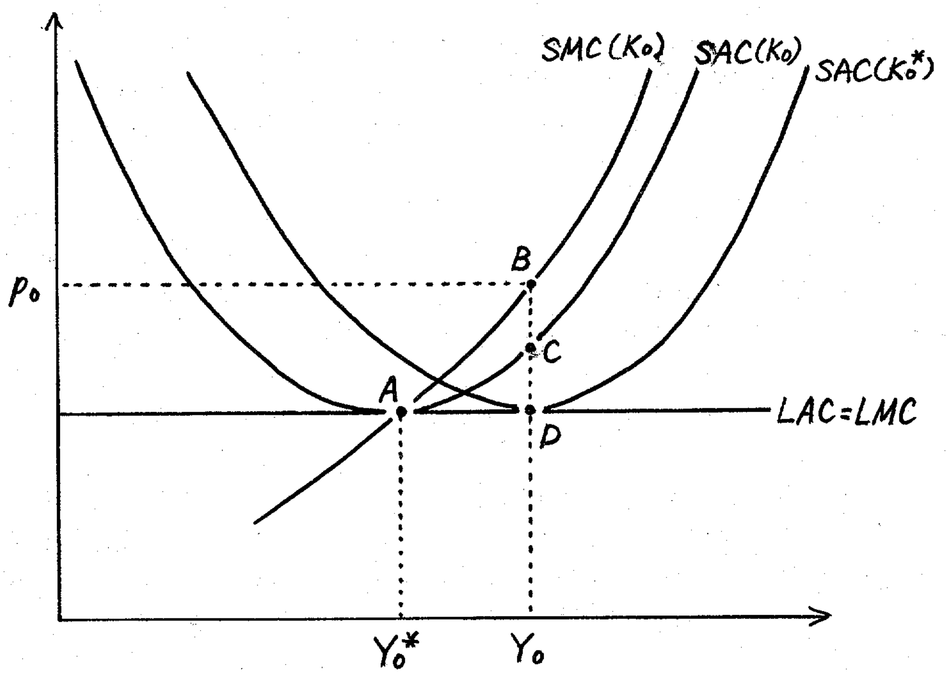
従って、これらのモデルは捉え方の差こそあれ、すべてA点とB点のギャップに注目したものであり、その理論における本質的な違いはそれほど大きいものではないといえよう[26]。本論文で提示されたモデルは、Morrison 流の可変費用関数を設定した上で、そこからB点での資本収益率を求め、その値と資本コストの比により投資額の決定がなされるという形をとっている。

---

[25] ただし、実際の実証分析においては、B点での収益率(予想される将来収益率)は株価、A点での収益率は資本財価格に反映されるものとみなし、両者の比をqとして推定を行なっている。

[26] このなかで、Jorgenson による資本形成のラグ構造を *ad hoc* だとする意見は多い。しかし、ラグ構造が *ad hoc* で投資の調整コストが *ad hoc* ではないという明確な実証的裏付けはなされておらず、この点について結論を導くことは困難である。むしろ、企業が来期へ向けて想定する最適資本ストック水準をどう設定するかについての方が、投資理論における重要な課題といえよう。

[図4]



Appendix B

ここでは、本論で展開した企業の投資決定モデルをより一般的な動学モデルの図式に従って示すことにしよう。企業が投資によって得られる収益から調整費用を差し引いたネット収益の将来に亘る流列の現在価値を最大化していると仮定すれば、投資額は以下の最適化問題の解として求められる。

$$\max_{z(t)} \quad \int_0^\infty \left(-\frac{G_K}{p} - \phi(z_t)\right) K_t e^{-r_K t} dt \tag{35}$$

ただし、$z_t = \frac{\dot{K}}{K}$であり、$-\frac{G_K}{p}$は本論と同様に(8)式で示される資本の限界生産力を表わす。この最適化問題を解くと、

$$\frac{-\frac{G_K}{p} - \phi(z^*)}{r_K - z^*} = \phi'(z^*) \tag{36}$$

が得られる。(36)式におけるz^*は資本の最適伸び率を意味しているから、これをz^*について解けば、投資関数を求めることができる[27]。

ここで、(36)式について少し検討してみよう。(36)式から得られる微分方程式の解、すなわちKの最適時間経路は$K = K_0 e^{z^* t}$と表わすことができる。これを用いて以上の最適化行動をとる企業の市場で評価される価値を求めると、

$$\int_0^\infty \left(-\frac{G_K}{p} - \phi(z_t^*)\right) K_0 e^{-(r_K - z^*)t} dt = \frac{-\frac{G_K}{p} - \phi(z^*)}{r_K - z^*} K_0$$

となる。他方、企業の実際の価値はK_0に他ならないから、その比である$\phi'(z^*)$はトービンのqであることがわかる。トービンのqが1のとき、(36)式は次のようになる。

$$-\frac{G_K}{r_K p} = 1 \tag{37}$$

(12)式が成り立つときのKの水準をK^*とおけば、(36)式は、

$$\frac{-\frac{G_K}{p} - \phi(z^*)}{-\frac{G_{K^*}}{p} - z^*} = \phi'(z^*) \tag{38}$$

と書き換えられる。(38)式から本論と同様の投資関数を求めると、

$$\dot{K} = I(w, p, Y, K^*, K) \tag{39}$$

となる。また、最適資本ストック水準K^*は、

$$K^* = K^*(w, r_K, p, Y) \tag{40}$$

と表わされるから、投資関数は、

$$\dot{K} = I(w, r_K, p, K, Y) \tag{41}$$

[27] これと同様の投資関数は、企業による費用最小化の動学モデルからも導くことができる。企業が、投資によって生じる調整コストを考慮した上で将来に亘る費用流列の最小化を行なうものとすれば、この最適化問題は、

$$\min_{K,\dot{K}} \quad \int_0^\infty \left(G(w, K, Y) + p\phi(\frac{\dot{K}}{K})K\right) e^{-r_K t} dt$$

という変分問題に帰着する。ここから導かれるオイラーの微分方程式が上の投資モデルと全く同じ形となることは容易に示すことができる。

としてもよい。ここで、G関数とϕ関数について本論と同様の特定化を採用しよう。すると、(38)式をは次のように書き換えられる。

$$\frac{-\frac{w}{p}g' - \frac{1}{2}az^2 - z}{-\frac{w}{p}g^{*\prime} - z} = az + 1 \tag{42}$$

(42) 式は次のようなzに関する2次方程式として表わすことができる。

$$z^2 + 2\frac{w}{p}g^{*\prime}z + \frac{2}{a}\frac{w}{p}(g^{*\prime} - g') = 0 \tag{43}$$

(43) 式を解けば、

$$z = -\frac{w}{p}g^{*\prime} - \sqrt{\left(\frac{w}{p}g^{*\prime}\right)^2 - \frac{2}{a}\frac{w}{p}(g^{*\prime} - g')} \tag{44}$$

としてzの解が求められる[28]。これを投資関数の形に書き直せば、

$$\dot{K} = -\frac{w}{p}g^{*\prime}K - K\sqrt{\left(\frac{w}{p}g^{*\prime}\right)^2 - \frac{2}{a}\frac{w}{p}(g^{*\prime} - g')} \tag{45}$$

となる。または、本論 (21) 式を用いて (45) 式から$g^{*\prime}$を消去すれば、

$$\dot{K} = r_K K - K\sqrt{r_K^2 + \frac{2}{a}r_K + \frac{2}{a}\frac{w}{p}g'} \tag{46}$$

と表わすこともできる。

以上、可変費用関数を用いた一般的な動学モデルからそれと整合的な投資関数が導かれた。各変数のzおよび$\dot{K}$に与える効果の方向性が本論7ページの表と一致することは、(45) および (46) 式を吟味することにより簡単に確かめることができる。

[28] ここでは、zの2つの解のうち理論と整合的なもののみ記載した。整合的かどうかは$q = 1$のとき$z = 0$となっているか調べればよい。

参考文献

[1] 黒田昌裕『一般均衡の数量分析』 岩波書店 1990.

[2] 高林喜久生『日本経済のマクロ・パフォーマンス』 東洋経済新報社 1988.

[3] 中島隆信「経済成長と労働・資本間代替」 通商産業研究所リプリントシリーズ 1991.

[4] 森口親司「日本経済のマクロ計量モデル分析」 森口他編『日本経済の構造分析』第1章 創文社 1983.

[5] 吉川 洋『マクロ経済学研究』 東京大学出版会 1984.

[6] Berndt,E.R. and Fuss,M.A.,"Productivity Measurement with Adjustments for Variations in Capacity Utilization and Other Forms of Temporary Equilibrium," *Journal of Econometrics*, 1986.

[7] Hicks,J.,"Mr. Keynes and the 'Classics'," *Econometrica*, April, 1937.

[8] Hulten,C.R.,"Productivity Change, Capacity Utilization, and the Sources of Efficiency Growth," *Journal of Econometrics*, 1986.

[9] Jorgenson,D.W.,"Capital Theory and Investment Behavior," *American Economic Review*, 1963.

[10] Modigliani,F. and Miller,M.,"The Cost of Capital, Corporation Finance and Theory of Investment," *American Economic Review*, June, 1958.

[11] Morrison,C.J.,"Quasi-Fixed Inputs in U.S. and Japanese Manufacturing: A Generalized Leontief Restricted Cost Function Approach," *The Review of Economics and Statistics*, 1988.

[12] Tobin,J.,"A General Equilibrium Approach to Monetary Theory," *Journal of Money, Credit and Banking*, 1969.

[13] Uzawa,H.,"Time Preference and the Penrose Effect in a Two-Class Model of Economic Growth," *Journal of Political Economy*, 1969.

[14] Yoshikawa,H.,"On the 'q' Theory of Investment," *American Economic Review*, 1980.

A Model of a Firm's Investment Behavior

by

TAKANOBU NAKAJIMA

Faculty of Business and Commerce, Keio University
(Research Associate, Research Institute of International Trade and Industry)

August 1991

Abstract

Keynes built the investment theory on the relationship between marginal efficiency of capital and interest rate, although since the introduction of IS-LM analysis by Hicks investment function has been treated as that of interest rate. In an empirical analysis, an investment determination equation including "capacity principle" and "profit principle" was used because of inferiority of fitness in the equation that included only interest rate. Even at present, an investment function in a macroeconomic model fundamentally follows the *ad hoc* method described above, and some explanation variables are added as the argument of investment function when the statistical fitness is not desirable.

Jorgenson criticized the incompleteness of the past investment theory and established a new econometric investment theory for the first time. Jorgenson's investment model is based on the neoclassical microeconomic theory of producer's net cash flow maximization and combines lag structure of capital formation with it. In 1969, six years after Jorgenson's model was born, Tobin developed his investment theory through the process of building a general equilibrium model of financial sectors. His 'q theory' focused on a gap between real asset price evaluated in the capital goods market and that in the financial market, and the gap was treated as an explanation variable of investment. Although 'q theory' is originally a component of the macroeconomic model, it has been used for the estimation of an investment function because of its convenience in the empirical operation. The 'q theory', which seems very macroeconomic, was given micro foundation by Yoshikawa. He showed that 'q theory' is consistent with microeconomic theory by using Uzawa's investment model which is based on a firm's value maximization principle. In addition to that he insisted on the superiority of Tobin's theory, pointing out that Jorgenson's theory can be called 'theory' only confined to the process of reducing optimal capital stock level, not of determining the investment after that.

In recent years, however, an endogenous capital utilization model was introduced by Morrison, Hulten and et al., and it was made clear that this model is consistent with 'Tobin's q investment theory'. In the endogenous capital utilization model we define 100% capital utilization when present capital stock is equal to the optimal level defined in Jorgenson's model. Using this model, it can be shown that when the utilization ratio is more than 100%, that is, a present capital stock level is less than the optimal level, Tobin's q is also more than unity. Therefore, in the case of utilization ratio over 100%, because marginal efficiency of capital is greater than capital cost, profit increases. Furthermore, if

a firm's managers anticipate bullish prospects looking over the past economic performance, the optimal capital stock of the next term might be determined at the higher level even if present exogenous conditions remain unchanged. These mentioned above show that Jorgenson's investment theory, Tobin's q theory, and even "capacity principle" and "profit principle", which seem *ad hoc*, are connected with each other.

The purpose of this paper is to integrate these heritages of investment theory and to reduce an investment function from a standard producer's model which is connected with a general equilibrium model. The essence of this paper can be summarized as follows.

- We derive the investment function through the producer's dynamic net return of capital maximization by using a variable cost function where capital stock is defined as fixed input.

- As the estimation result of the derived investment function with the data of Japanese manufacturing industry from 1968 to 1988, the statistical fitness is good, and the coefficient of the ratio of marginal productivity of capital to capital cost was estimated significantly.

- Using both the investment function and the labor demand function which is consistent with this model, we simulated the impact of the temporary output expansion on the investment and labor demand through the dynamic capital accumulation process included in the model.

- As the result of the simulation, the adjustment process of labor and capital highly depends on the behavior of a labor supplier. Because the movement of wage rate affects the investment behavior, with lower wage elasticity of a labor supplier the substitution between labor and capital occurs every other year.