SFC ディスカッションペーパー
SFC-DP 2012-003

不完全競争下の規模の経済と動学的価格形成
—コスト関数からのアプローチ—

小坂弘行

慶應義塾大学総合政策学部非常勤講師
慶應義塾大学名誉教授

hkosaka@sfc.keio.ac.jp

2012 年 7 月

不完全競争下の規模の経済と動学的価格形成

—コスト関数からのアプローチ—

小坂弘行
慶応義塾大学総合政策学部
〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤 5322

要約
多部門計量経済モデルの分析用に，近年色々なデータが提供されてきている．国内多部門表、地域間多部門表、多国間多部門表等々．こうした表を利用して多部門モデルを構築する方策は，殆どが CGE モデルになっている．しかし 1 時点のみのデータを利用する CGE モデルでは，多部門表で提供される長い時系列データの情報を十分には汲み取れないとの欠陥があり，長い時系列データを使った多部門計量経済モデルが必要不可欠であると思われる．その際の重要なモデリングの原理は，如何に市場の不完全競争を表現するか，またその結果として，価格の形成を如何に利潤極大化と結びつけて論じるかにある，と思われる．本稿はそうした要求をみたすべく，コスト関数を前面に押し出すことで問題の克服をおこなった．

目次

1.　はじめに

冷戦崩壊後，メガコンペティションの時代に突入し国内経済は国際競争に晒されている．その傾向は貿易財のみならず，従来非貿易財であった産業にも影響を与えている．東関東大震災によってクローズアップされた電力業界，また秋入学で話題の大学教育然りである．競争による資源配分のあり方の実態分析は,経済学の重要な課題の一つである．取りわけ産業連関表による詳細な産業の見取り図は，こうした社会の要請に対する学会側の回答でもある．

周知のように産業連関表の構成は，ミクロ的な財の流れを示すとともに，それを俯瞰しながら全体の国民経済の姿をも描いている．そこからミクロ経済が相互に絡み合いながらマクロ経済に融合する姿が読み取れる．産業連関表のデータに対するモデル分析のアプローチは，今まで 2 つのものがなされてきた．一つはその創始者であるレオンチェフによるもので，専ら短期を問題にして投入係数はじめ幾つかの強い仮定の上に全体のモデルを構築するものである．財の流れはほぼ技術をベースになされており，市場の存在は軽視される．1 期のデータを基礎に，所謂構造分析を中心とするアナリシスを志向するものである．モデルの観点からは生産高決定モデルを援用しており，そこでは価格は外生扱いされている．しかしこのレノンチェフの所謂「ＩＯ分析」と言われるツールは，現在でも各方面で積極的に利用されている．廃棄物処理，公共投資の建設効果等々．また 70 年代以降のＣＧＥモデルはミクロ経済，特に一般均衡的モデリングに依拠しているが，基本的にレオンチェフ同様，1 期のデータを使用してカリブレーションを経て通常各行動につき 1 つのパラメータを明らかにし，以降の分析をおこなうものである．何れのアプローチも長い時系列のデータのもつ情報を十分に汲み取っているとは言えない．経済は相互依存の科学といわれながら，横の相互依存は取り入れているが，縦の相互依存，すなわち経済のもつ動学的側面は 2 つのアプローチからは欠落している．

本稿はこうした実情を鑑み，長期時系列のもつ情報をフルに分析フレームに取り込みが可能なものにするため，a)ミクロ経済学の基礎の上に計量経済学的なモデルを構築し，さらに，b)そこから産業のもつ競争状態を明らかにしつつ,価格形成までも一貫した枠組の中で明らかにしようとするものである．今回の作業は幾つかの特徴的な産業を取り上げ，分析をおこなうもので，産業全体に対する分析はおこなわない．産業連関表のデータに対する要素需要と価格を利潤極大化という原理にしたがい，一体的に分析する分析枠組を用意する．最初に分析の始点としてコスト関数を設定し，要素需要の推定を通して元のコスト関数を間接的に推定し，限界コスト，平均コストを明らかにし，そこから規模の経済を算出し，最後に価格の動学経路を明らかにする．また市場競争の状態を表すラーナー独占度指標は簡単に計算できる．ＴＦＰ，技術進歩率の計算も可能だが今回は計算しなかった．

2 節でモデルについて述べ，使用するデータ，供給行動，需要行動について記す．3 節で実証結果について述べ，4 節で結語とする．

2.　基本モデル

2.1　多部門モデルの構成

さて本稿では，集計化されたデータの上に分析を進めるが，市場に対峙する際には，需給が均衡しているとみるか，不均衡とみるかを最初に峻別しなければならない．不均衡とみなしている立場では，不均衡が財やサービスの資源配分に決定的な影響を与えていると見なしている．銀行の貸出市場，ケインズ的マクロ市場分析に典型的にみられる．一方の均衡とみなしている場合では，当然需要と供給が一致しているとみるが，その場

合でも需要があってそれに供給が合わせているとみなす需要主導か，逆に供給があってそれに自動的に需要が合うようにみなす供給主導かの違いがある．後者の典型は成長モデルである．本稿の立場は，需給一致を前提にしており，かつ不完全競争とみなしている．すなわち国民経済の分割された第 j 番目の市場が，超過需要の状態（$X_j^D > X_j^S$）であるなら，フル稼働の状態に価格がそれを調整するか，需要の一部が切り捨てられ，需給一致が図られる仮定する．また超過供給の状態（$X_j^D < X_j^S$）であるなら，遊休設備を使って需要を満たすことができる（稼働率調整）．したがって需要に合わせるように供給がなされると仮定している．以上は見込生産であるが，受注生産は需要に合わせるように供給がなされており，生産途中のものは仕掛品在庫となる．

以下で供給側の行動に焦点を当てて述べるが，要素需要の行動と価格設定の行動をどのような行動原理に結びつけて決定するかが問われる．本稿は要素需要にはコスト関数をあてがい，シェファードの補題を通して決定し，価格決定には利潤極大化をあてがう．多部門モデルのモデル化において，レオンチェフ以降，最初にミクロ基礎の上に理論展開したのは,L.Johansen(1960)である．そこでは完全競争下で利潤極大化から要素需要が決まるので，価格の内生化は残念ながらおこなわれなかった．ただし規模の経済は容認されている．また M.Saito(1974)は，基本的にミクロの蜘蛛の巣理論の延長上に理論展開を図り，要素需要は完全競争下の利潤極大化の上になされ，価格は需給調整を図るように動学的に決定するとした．規模の経済一定で利潤はゼロになる．また辻村･黒田(1973)は，不完全競争下で，要素需要について SFS 型需要で説明をおこない，利潤極大化で価格を決定しているが，静学的決定で動学化は図られていない．また，伝統的なミクロ経済学の世界では，ごく大雑把に言って，要素需要は考慮されないので，利潤極大化から価格を論じている．CGE でも要素需要は利潤極大化からなされるので，価格は会計的積み上げよりなされる．本稿は不完全競争下での独占企業を想定している．独占的競争下での競争でも記述可能と思われるが，その場合，企業数などの扱いが必要となり，その煩雑性を避けるために，より単純な扱いが可能な独占を想定した．

2.2　要素需要の行動―コスト関数からのアプローチ―

以下で多部門モデルの需要者と供給者のモデルを提示したい．供給行動では，分析枠組として，多部門表の縦の関係から要素需要と価格を利潤極大化という原理にしたがい，一体的に分析することを意図する．先ずコスト関数を与え，そこから要素需要を求め，さらに同じ枠組から価格決定に至る．そのため資本を含めた長期のコスト関数を考える．ここここでは，W.E.Diewert & K.J.Fox(2004)を参考に議論を進める．集計化された第 j 産業の利潤を考え，価格を戦略変数とするベルトラン型競争を展開する．需要 X_j^D と供給 X_j^S とは明確に区別している．

企業組織の中に 2 つの agent があり，それら協働の結果として供給行動がなされるとみる．上位の決定として利潤極大化から価格を決めるプロセス（agent1 の役割）と，下位の生産関数の制約下でコスト最小化から要素需要を決めるプロセス（agent2 の役割）からなる．順序としてコスト最小化の行動を先に説明する．多部門モデルの中の第 j 産業の生産を考える．

まず価格と生産の指令 X_j^S （生産関数の制約）の下でコスト最小化を満たすように要素需要の組み合わせを決定する.

$$C_j(X_j^S, P, w_j, r, t) = \min_{\tilde{x}_j, L_j, K_j}\left(\sum_{i=1}^{N} p_i x_{ij} + w_j L_j + rK_j\right) \quad j = 1,..,N \tag{2.2}$$

C_j:第 j 産業のコスト関数　　$\tilde{x}_j = \{x_{ij}; i = 1,2,..,N\}$

価格集合 $P = \{p_i; i = 1,..,N\}$　p_i : i 産業の製品価格　r ：資本コスト

下位の決定が最初にあり，その最適化の結果を使って上位の決定がなされる．それはシュタッケルバルグの追随者の如く，生産と価格集合をパラメータとして最適な要素需要の組み合わせを決定し，それを上位の決定に渡す．上位では最適化されたコスト関数を与えられたものとして利潤を最大化するように価格を決める．シュタッケルベルグの先導者の行動に似ている．

さてコスト最小化（agent1）を具体的に説明する．上のコスト関数についてこれまで幾つかの関数が提示されてきた．コスト関数が特殊な挙動をする関数でないことから，L.R.Christensen,D.W.Jorgenson and L.J.Lau(1973)は，テイラー展開の 3 次項以上を無視して生産関数として提示し，コスト関数に転用したものがトランスログ型コスト関数である．しかしコスト関数がでてくる背景には経済合理性が必要である．レオンチェフの中間投入にまつわる投入係数からレオンチェフ型コスト関数が導かれるが，そこから一般化レオンチェフ・コスト関数を提示した M.Fuss(1977)の展開は注目に値する．一般型を示せば以下である．

$$C(y, p, t) = \sum_i \sum_j h_{ij}(y, t)\sqrt{p_i}\sqrt{p_j} \tag{2.3}$$

p_i ：第 i 要素価格　y ：産出　$h_{ij}(y,t)$ ：対称で concave

上の M.Fuss では具体的な $h_{ij}(y,t)$ を明示しなかったため，その後，多くの提案がなされてきた．さてわれわれの分析対象は後で述べるように,過去 40 年余りの長期の日本経済の姿であり，資本の調整も分析期間内で完了するような，謂わば長期のコスト関数を想定して分析をおこなう．いま $C_j(X_j^S, P, w_j, r, t)$ の代わりに $C_j^K(X_j^S, P, w_j, r, t)$ なるコスト関数を考える．すなわち，$x_{ij} = \partial C_j^K / \partial p_i$，$L_j = \partial C_j^K / \partial w_j$，$K_j^{CM} = \partial C_j^K / \partial r$ の如く，資本のみは現実の資本でなく，コスト最小から決まる資本 K_j^{CM} をだすものと仮定する．ここで拡張されたコスト関数 $\tilde{C}_j$ を考え，R.S.Pindyck & J.J.Rotemberg(1983)がおこなったような資本の調整概念を導入する．ただし調整されるのは，長期のコスト関数で実現される資本需要 K_j^{CM} である．望ましい資本ストックを K_j^* として以下をえる．$\partial K_j^* / \partial K_j = 0$ と仮定する．

$$\tilde{C}_j = \min_{K_j}\left\{C_j^K(X_j^S, P, w_j, r, t) + \frac{1}{2}c_{K1}\left(K_j - K_j^*\right)^2 + \frac{1}{2}c_{k2}\left(K_j - K_{j,-1}\right)^2\right\}$$

$$= \min_{K_j}\left\{C_j^K(X_j^S, P, w_j, r, t) + \frac{1}{2}c_{K1}\left(K_j - K_j^*\right)^2 + \frac{1}{2}c_{k2}\left(K_j - K_{j,-1}\right)^2\right\} \quad (2.4)$$

ここから最適化の一次条件 $c_{K1}\left(K_j - K_j^*\right) + c_{k2}\left(K_j - K_{j,-1}\right) = 0$ を得る。変形して

$$K_j - K_{j,-1} = \frac{c_{K1}}{c_{K1} + c_{K2}}\left(K_j^* - K_{j,-1}\right) \quad (2.5)$$

が得られる．これは古くから知られる資本ストックの調整原理を表している．（例えば L.R.Klein(1983)）ここで事後的に $K_j^* = K_{j,-1}^{CM}$ としてもよいし，$K_j^* = K_j^{CM}$ でも構わない．

さて実証するにあたり先の $h_{ij}(y,t)$ を具体的に特定化する必要がある．以下では S.Nakamura(1990)にしたがい特定化をおこなう．

$$C(y, p, t) = [\sum_i b_{ii} p_i y^{b_{yi}} \exp(b_{ti} t) + \sum_{i \neq j} b_{ij} \sqrt{p_i p_j}\, y^{b_y} \exp(b_t t)] \quad (2.6)$$

$$h_{ii}(y,t) = b_{ii} y^{b_{yi}} \exp(b_{ti} t) \qquad i = 1,2,..,m$$

$$h_{ij}(y,t) = b_{ij} y^{b_y} \exp(b_t t) \qquad i, j = 1,2,..,m$$

われわれはここで上の 2 次形式の対角要素のみに着目する．それを多部門モデルの記号で書けば以下となる．

$$C_j^K(X_j^S, P, w_j, r, t) = \sum_{i=1}^{N} b_{ii} p_i (X_j^S)^{b_{Xi}} \exp(b_{ti} t)$$

$$+ b_{wj} w_j (X_j^S)^{b_{wj}} \exp(b_{twj} t) + b_{Kj} r (X_j^S)^{b_{Kj}} \exp(b_{tKj} t) \quad (2.7)$$

さらに分析では，新たに当該価格の期待 p_j^e を付加して，S.Shishido & O.Nakamura(1992) による修正を加味している．（文末注 1 参照）これは価格競争から促される当該価格の低下によって要素投入がプロセス･イノベーション等を通して削減される効果を表現している．

$$C_j^K(X_j^S, P, w_j, r, t) = \sum_{i=1}^{N} b_{ii} p_i (X_j^S)^{b_{Xi}} \exp(b_{ti} t)(p_j^e)^{b_{pj}}$$

$$+ b_{wj} w_j (X_j^S)^{b_{wj}} \exp(b_{twj} t)(p_j^e)^{b_{wpj}} + b_{Kj} r (X_j^S)^{b_{Kj}} \exp(b_{tKj} t)(p_j^e)^{b_{rpj}} \quad (2.8)$$

シェファードの補題を適用することによって中間財需要 $\partial C_j^K / \partial p_i$，労働需要 $\partial C_j^K / \partial w_j$，資本需要 $\partial C_j^K / \partial r$ を導き出すことができる．ここで注目すべき点は，コスト関数から導き出された要素需要関数を実際にデータから推計すれば，その係数から間接的にコスト

関数が分かることである．ただし $X_j^S = X_j^D = X_j$ として推計している．

2.3　動学的価格決定

先に述べたコスト関数から導き出された要素需要関数を実際にデータから推計すると，推計された係数から間接的にコスト関数を計算することができる．独占企業の利潤極大化から独占価格を導けるが，独占価格は現実の価格に等しくはならない．それは現実の価格は独占企業の利潤極大化から導きだせないことを意味している．利潤極大化に，別のメカニズムを付加しなければならない必要性を物語っている．そこで T.Shibata & H.Kosaka(2011)では，日本の全国九地域間産業連関モデルではあるが，臆測変動を導入することで利潤極大化を図り，それを通して現実の価格の決定を論じた．しかし本稿では臆測変動を使用せず，利潤極大化に関連して動学的価格決定の方策について述べたい．利潤極大化は，$\max_{p_j} \pi_j = \max_{p_j}\left\{p_j X_j^D - \tilde{C}_j(X_j^S, P, w_j, r, t)\right\}$ となる．ここで X_j^D は，T.Negishi(1961)の言う企業家が担う主観的需要関数(Subjective Demand Function)であるとする．現実の需要でもよいし，現実と異なる主観的なものでも構わない．企業のおこなう利潤極大化に付される需要である．

かつて A.W.Phillips(1954)は，マクロの安定化政策において，反応関数という形で比例政策，微分政策，積分政策を提示し，乗数加速度モデルの中で政策の安定性効果を検証したが，反応関数と対をなす社会厚生関数で言うと，そこに様々な 2 次損失を込めた展開ができる．（文末注 2 を参照）本稿との関連でいえば，利潤の中に，付加的に価格に関する 2 次損失コストを追加することであり，利潤と 2 次損失のコストを最小化するように，価格を決定すると考える．独占企業がどうして利潤極大化を離れて，付加的な価格の変動にまで配慮しなければならないか．逆説的であるが，独占企業であるが故に，社会の企業を見る目が厳しく，そうした配慮を社会から強いられると仮定する．したがって価格の変化についても資本ストックでみたと同様な急激な変化を好まない性向を考慮した価格設定の行動を企画する．付加される 2 次損失コストは，上昇率志向と階差志向の 2 種があるとする．上昇率の 2 次損失コストは，価格の上昇率$\left(p_j - p_{j,-1}\right)/p_{j,-1}$ をある水準 b に近づけるよう行動すると仮定し，$\left(p_j - (1+b)p_{j,-1}\right) = 0$ を志向するものと解すことができ，2 次損失 $c_{p1}(p_j - c_{p2}p_{j,-1})^2$ $(c_{p1} > 0)$ という形で取り上げる．また階差志向の場合，付加される 2 次損失コストは $c_{p3}(p_j - p_{j,-1} - c_{p4})^2$ $(c_{p3} > 0)$ で，価格変化が特定な水準 c_{p4} となるよう，つまり $p_j - p_{j,-1} = c_{p4}$ を志向するとする．したがって利潤関連コストは以下のように変更を受ける．

$$\max_{p_j} \tilde{\pi}_j = \max_{p_j}\left\{-\frac{1}{2}c_{P1}(p_j - c_{p2}p_{j,-1})^2 - \frac{1}{2}c_{P3}(p_j - p_{j,-1} - c_{p4})^2 + \frac{1}{X_j^*}\left(p_j X_j^D - \tilde{C}_j\right)\right\} \tag{2.9}$$

X_j^*は，価格を決める際に利潤を単位利潤にするための正常な恒常的な生産水準とし，

$\partial X_j^* / \partial p_j = 0$と仮定する．最適化を施すと以下のようになる．

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_j}{\partial p_j} = -c_{P1}(p_j - c_{p2} p_{j,-1}) - c_{p3}(p_j - p_{j,-1} - c_{p4})$$

$$+\frac{1}{X_j^*}\left(p_j \frac{\partial X_j^D}{\partial p_j} + X_j^D - MC_j \frac{\partial X_j^S}{\partial p_j} \right) = 0 \qquad (2.10)$$

価格について整理すると価格の動学方程式が得られる．

$$p_j = \frac{c_{P3} c_{P4}}{\left(c_{P1} + c_{P3}\right)} + \frac{(c_{P1} c_{p2} + c_{p3})}{(c_{P1} + c_{p3})} p_{j,-1}$$

$$+\frac{1}{(c_{P1} + c_{p3})} \times \left(\frac{1}{X_j^*} \right) \times \left(X_j^D + p_j \frac{\partial X_j^D}{\partial p_j} - MC_j \frac{\partial X_j^S}{\partial X_j^D} \frac{\partial X_j^D}{\partial p_j} \right) \qquad (2.11)$$

つぎに需要行動であるが，周知のように，多部門モデルの需要項目が詳細に記述される．その中で財別消費は，A.S.Deaton & J.Muellbauer(1980)の AIDS 等，精緻化された多品目消費行動で分析すべきであろうが，ここでは推計された主観的需要関数から $\partial X_j^D / \partial p_j = -\beta_j \times \left(X_j^D / p_j \right)$ を算出し，さらに$X_j^* = X_j^D$とおく．また需要の単位当たりの変化は供給の増加を促すが，生産は価格に正に比例するように変化するだろうから $\partial X_j^S / \partial X_j^D = \delta_j p_j$ とする．これらを(2.11)に代入すると価格方程式は以下となり，最終的に推定に付される動学的価格決定式となる．

$$p_j = \frac{c_{P3} c_{P4} + 1 - \beta_j}{\left(c_{P1} + c_{P3}\right)} + \frac{(c_{P1} c_{p2} + c_{p3})}{(c_{P1} + c_{p3})} p_{j,-1} + \frac{\beta_j \delta_j}{(c_{P1} + c_{p3})} MC_j \qquad (2.12)$$

式より限界コストの上昇は価格の上昇を促し，$MC_j = AC_j / SE_j$ より規模の経済SE_jの上昇は価格を低下させ，ラーナーの独占度指標$LX_j = \left(p_j - MC_j \right) / p_j$の上昇は，変形すると$MC_j = p_j \left(1 + LX_j \right)$より，価格の上昇を招くことが分かる。

以上を総括すれば，特定産業の需要関数，供給側の原材料需要，労働需要，資本需要，総コスト，限界コスト，平均コスト，規模の経済，産業価格を内生変数とする計量経済モデルを構成することになる．上で述べた特定産業を対象にしたモデルを，産業全体に広げれば一般均衡の計量経済モデルを構成することができる．以下で2つの代表的な産業を取り上げて実証分析に付し，モデルの有効性を問う．

2.4　ナーロブの適応的期待形成

価格決定について，上で述べたものと異なる別の可能性を提示する．M.Nerlove(1958)はつぎのような価格期待形成の考えを述べた．

適応的期待形成　　$p_t^e - p_{t-1}^e = \beta(p_{t-1}^* - p_{t-1}^e)$　　(2.13)

期待の実現　　$p_t - p_{t-1} = \alpha(p_t^e - p_{t-1})$　　(2.14)

(2.13)式と(2.14)式から以下を得る．正確には(2.14)式と時間を 1 期遅らしたものを(2.13)式に代入して期待価格 p_t^e と p_{t-1}^e を消去すると

$$p_t = \alpha\beta p_{t-1}^* + [(1-\alpha)+(1-\beta)]p_{t-1} - (1-\alpha)(1-\beta)p_{t-2} \quad (2.15)$$

が得られる．(2.15)式がナーロブの期待価格を介在させた価格形成の動学方程式である．さてここで(2.13)式を

$$p_t^e - p_{t-1}^e = \beta(p_t^* - p_{t-1}^e) \quad (2.16)$$

と変更すると，(2.15)式は

$$p_t = \alpha\beta p_t^* + [(1-\alpha)+(1-\beta)]p_{t-1} - (1-\alpha)(1-\beta)p_{t-2} \quad (2.17)$$

となるので，変更されたものについて，以下の議論を展開する．

ナーロブの価格決定の考えをアプリオリにではなく，利潤極大化と結びつけて価格決定の方程式として蘇生する．そのために以下の 2 次損失を利潤に付加して考える．

$$\max_{p_j, p_j^e, p_j^*}\left\{-\left(\frac{1}{2}c_{p1}\left(p_j^e - p_j^*\right)^2 + \frac{1}{2}c_{p2}\left(p_j^e - p_{j,-1}^e\right)^2\right) - \left(\frac{1}{2}c_{p3}\left(p_j - p_j^e\right)^2 + \frac{1}{2}c_{p4}\left(p_j - p_{j,-1}\right)^2\right)\right.$$
$$\left. + \frac{1}{X_j^*}\left(p_j^* X_j^D - \tilde{C}_j\right)\right\} \quad (2.18)$$

上で第 1 項は(2.16)式に対応し，第 2 項は(2.14)式に対応している．第 3 項は本来の利潤である．

3 つの項があるが、最初に p_j^* について偏微分する．関与するのは第 1 項と第 3 項となる．そうすると最適化条件は，

$$c_{p1}\left(p_j^e - p_j^*\right) + \left(1 - \beta_j + \beta_j \delta_j MC_j\right) = 0 \quad (2.19)$$

となり，

$$c_{p1}p_j^* = c_{p1}p_j^e + \left(1 - \beta_j + \beta_j \delta_j MC_j\right) \quad (2.20)$$

が得られる．これを $p_j^* = f(p_j^e, MC_j)$ と表す．ここで $\partial f / \partial p_j = 0$ となる．最適化された結果を(2.18)式に代入すると(2.21)式となる．

$$\max_{p_j, p_j^e}\left\{-\left(\frac{1}{2}c_{p1}\left(p_j^e - f(p_j^e, MC_j)\right)^2 + \frac{1}{2}c_{p2}\left(p_j^e - p_{j,-1}^e\right)^2\right)\right. \quad (2.21)$$
$$\left. -\left(\frac{1}{2}c_{p3}\left(p_j - p_j^e\right)^2 + \frac{1}{2}c_{p4}\left(p_j - p_{j,-1}\right)^2\right) + \frac{1}{X_j^*}\left(f(p_t^e, MC_j)X_j^D - \tilde{C}_j\right)\right\}$$

つぎに(2.21)式を価格 p_j について最適化する．第 2 項のみが関与する．

$$c_{p3}\left(p_j - p_j^e\right) + c_{p4}\left(p_j - p_{j,-1}\right) = 0 \qquad (2.22)$$

ここから価格について解き，$p_j = \left(c_{p3}p_j^e + c_{p4}p_{j,-1}\right) / \left(c_{p3} + c_{p4}\right) = g(p_j^e, p_{j,-1})$ と変形でき，$\partial g / \partial p_j^e = c_{p3} / \left(c_{p3} + c_{p4}\right)$ である．最適な価格 p_j を(2.21)式に代入する．

$$\max_{p_j^e}\left\{-\left(\frac{1}{2}c_{p1}\left(p_j^e - f(p_j^e, MC_j)\right)^2 + \frac{1}{2}c_{p2}\left(p_j^e - p_{j,-1}^e\right)^2\right)\right. \qquad (2.23)$$

$$\left. -\left(\frac{1}{2}c_{p3}\left(g(p_j^e, p_{j,-1}) - p_j^e\right)^2 + \frac{1}{2}c_{p4}\left(g(p_j^e, p_{j,-1}) - p_{j,-1}\right)^2\right) + \frac{1}{X_j^*}\left(f(p_t^e, MC_j)X_j^D - \tilde{C}_j\right)\right\}$$

最後に(2.23)式を期待価格 p_j^e で偏微分する．第 1 項の偏微分は以下となる．

$$c_{p1}\left(p_j^e - f(p_j^e, MC_j)\right) + c_{p2}\left(p_j^e - p_{j,-1}^e\right) \qquad (2.24)$$

また第 2 項の偏微分は以下となる．

$$c_{p3}\left(g(p_j^e, p_{j,-1}) - p_j^e\right)\left(\frac{-c_{p4}}{c_{p3} + c_{p4}}\right) + c_{p4}\left(g(p_j^e, p_{j,-1}) - p_{j,-1}\right)\left(\frac{c_{p3}}{c_{p3} + c_{p4}}\right) \qquad (2.25)$$

第 3 項の偏微分はゼロとなる. したがって上の 2 つをゼロと置いて期待価格 p_j^e で解く.

$p_j^e = F(p_{j,-1}^e, p_{j,-1}, MC_j)$ と表され，また $p_j = g(p_j^e, p_{j,-1})$ であるから $p_j^e = h(p_j, p_{j,-1})$ となり， $p_{j,-1}^e = h(p_{j,-1}, p_{j,-2})$ とも表現されるので， $p_j^e = F(p_{j,-1}^e, p_{j,-1}, MC_j)$ は，

$$h(p_j, p_{j,-1}) = F(h(p_{j,-1}, p_{j,-2}), p_{j,-1}, MC_j) \qquad (2.26)$$

と別表現される．これを価格 p_j について解くと，

$$p_j = G(p_{j,-1}, p_{j,-2}, MC_j) \qquad (2.27)$$

となる．これはナーロブの価格形成の動学式に外ならない．

3.　実証分析

本稿では市場競争の激しい自動車産業と競争が抑制されている金融業をとりあげる．

3.1　データ

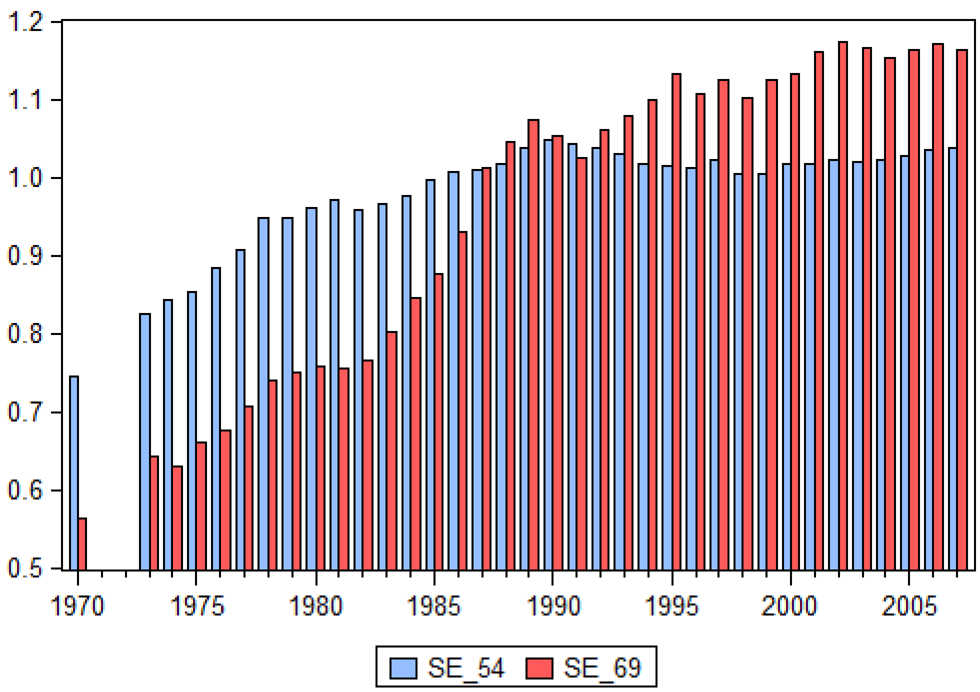
一橋大学経済研究所 jip データは産業連関表の枠組でデータが提供されている．部門分類は 108 部門であるが最後の 108 部門は分類不明となっている．縦の列は投入構造，横の行は販路構成を示している．ここでのハイライトは，上のモデルにしたがって実証されたシステムから，市場の状態を表現する限界コスト，平均コスト，規模の経済の計

算を試みること，市場競争をみるためのラーナー指標を計算すること，また価格の決定について論ずることにある．規模の経済の計算法には幾つかあって,単純な回帰からみるものは, コストと生産の単純な回帰から係数の弾力性をみて判断することがおこなわれた．生産の側からみるものもあり，通常の計算法である．本稿はコスト関数を最初に提示したことから，コスト関数から規模の経済を眺めている．トランスログ型を仮定して求めるものが多くを占めるが，本稿ではコスト関数を要素需要から間接的に推計し，そこから限界コストや平均コストを計算している. 平均コストと限界コストの比率から規模の経済が得られる.

3.2　自動車産業の推計結果と解釈

吉岡(1989)は，指数論に依拠して輸送用機械の 64 年~82 年のデータを使い，1.0021~1.0250 の規模の経済値を算出している．また M.A.Fuss&L.Waverman(1992)は日米，ドイツ，カナダの自動車産業の包括的な研究を行っている．データは，車種について大きさ別，投入は集計化されているが，日本については 68 年~84 年までのパネルデータを使って,1.07 という規模の経済値を算出している. 因みにカナダ 1.17，米国 1.09，ドイツ 1.10 となっている．Figure1 は本稿において計算された自動車産業の規模の経済を時系列的に示している．54 のセクターが自動車産業である．80 年代後半以降，1 を上回る数値をだしている.

Figure1.　規模の経済－自動車産業と金融業－



戦後から 50 年代初期までは，欧米の自動車メーカーが席巻，トラック市場では国産が中心となる．50 年代後半には日本メーカーも乗用車に進出し，1965 年には自動車貿易自由化，1971 年には自動車事業への投資自由化が図られる．ここに至り，欧米メーカ

ーは，三菱クライスラー，いすずと GM，マツダとフォードなどの提携が行われた．自動車産業は 7 割，原材料消費が占めていると言われ，設備段階でのコスト削減努力が可能となる．60 年代から 80 年代にかけて新工場が建設され，トランスファーマシーン，トランスファープレス，ＮＣ工作機械，溶接ロボット，塗装ロボットなどが導入され，これらが規模の経済を推進させたと考えられる．特に 70 年代後半以降は，規模の経済が拡大している．70 年代は国内外で排出ガス規制や品質の良さで 80 年代に日米の間で貿易摩擦に陥り，現地生産が行われて産業空洞化が進展したが，規模の経済は拡大している．90 年代以降は国境を越えた自動車メーカーの，環境技術や情報技術を背景に，合併や連携が進んだ．90 年代以降，規模の経済は低迷している．2000 年代になると，自動車マーケットは，アジア，東欧，中南米，中東，アフリカと世界に拡大し，グローバル市場での闘いが始まる．

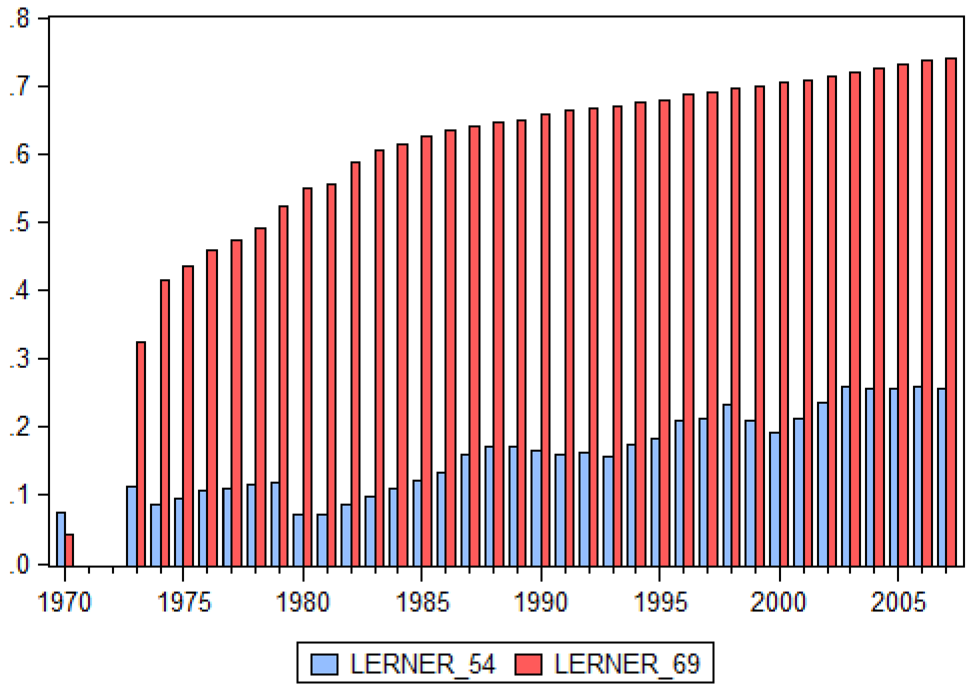
3.3　金融業の推計結果と解釈

吉岡(1989)は，都銀の 74 年~84 年のデータを使い（幾つか提示されているモデルの内のモデル 1 を使用），74 年 1.18946，75 年 1.23539，76 年 1.23900，77 年 1.27315，78 年 1.30416，79 年 1.34333，80 年 1.33003,81 年 1.39042，82 年 1.45630，83 年 1.50585，84 年 1.51099 と自動車より高い規模の経済の数値を出している．また吉岡・中島(1987)は，財務諸表データを使用し，指数論から規模の経済を検証し，その存在を肯定している．本稿での計測は，Figure1 に示してある．セクター69 がその数値である．1990 年以降，バブル経済の崩壊とともに金融界は再編の動きを見せ，1998 年に銀行持株会社が解禁されたことで銀行の統合・再編の動きは大きく進展した．みずほ，三菱東京 UFJ，三井住友の 3 グループが誕生した．

3.4　競争と価格決定

限界コストからラーナーの独占度指標 $LX_j = \left(p_j - MC_j\right) / p_j$ を計算したものが，Figure2 のラーナーの独占度指標である．自動車産業と金融業が同時に示されている．

Figure2　ラーナー独占度指標―自動車と金融―



これをみると自動車産業では国際競争力から競争が激しく,数値的には 0.2 以下にある.一方の金融業では時系列的に上昇の一途をたどり，近年では 0.7 辺りまで達している.こうしたことの背景は金融業の保護規制にあると思われる.

つぎに価格決定についてみよう. Table1 は自動車産業の価格方程式の推計結果である.

Table1　自動車の価格方程式

Dependent Variable: P_54
Method: Least Squares
Date: 07/13/12　Time: 00:56
Sample (adjusted): 1974 2007
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.596104	0.083804	7.113058	0
P_54(-1)	0.136843	0.087791	1.558748	0.1292
MC_54	0.374255	0.050856	7.359178	0

R-squared	0.735246	Mean dependent v	1.082184
Adjusted F	0.718165	S.D. dependent va	0.045376
S.E. of reg	0.024089	Akaike info criteric	-4.53002
Sum squar	0.017989	Schwarz criterion	-4.39534
Log likelihc	80.01028	Hannan-Quinn crit	-4.48409
F-statistic	43.04487	Durbin-Watson stε	1.271945
Prob(F-sta	0		

ここから計算される長期均衡値は， $p = 0.6906 + 0.4336 \times MC$ であり，限界コストに収束してゆく訳ではないことを示している．

また金融業の価格方程式は，Table2となっている．

Table2　金融業の価格方程式

Dependent Variable: P_69
Method: Least Squares
Date: 07/13/12　Time: 00:57
Sample (adjusted): 1974 2007
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficien	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.349117	0.087484	3.990644	0.0004
P_69(-1)	0.550612	0.08162	6.746083	0
MC_69	0.345868	0.079236	4.365047	0.0001

R-squared	0.714089	Mean dependent v	1.073289
Adjusted F	0.695643	S.D. dependent va	0.088318
S.E. of reg	0.048724	Akaike info criteric	-3.12119
Sum squar	0.073595	Schwarz criterion	-2.98651
Log likelihc	56.06028	Hannan-Quinn crit	-3.07526
F-statistic	38.71272	Durbin-Watson sta	1.502117
Prob(F-sta	0		

この場合も長期均衡値は， $p = 0.7769 + 0.7696 \times MC$ である．2つの業種とも限界コストそのものに収束するのではない．

何れの推定結果においても限界コストの係数は統計的有意性が高く，価格を説明する上で重要な変数であることが分かる．また 1 期前の係数は何れも 1 より小さく、産業を個別でみる限り安定していることが分かる．

4.　おわりに

本稿でのアプローチは，コスト関数を予め与えておいて分析を進めるものである．それを，多部門モデルの特定産業に対し，コスト関数から原材料需要，労働需要，資本需要とそこから逆算できるコスト関数より，限界コスト，平均コスト，規模の経済，ラーナーの独占度指標の算出し，また価格の形成について論じ，一連の過程の実証をおこなった．それによれば提示された結果は，概ね現実経済と整合するものである．今後，産業を日本経済全体にまで広げ，国民経済の全体像の把握にまで至りたい．

本稿は理論展開において不確実性を考慮していない．現今の状況，マクロ経済学では確率項の存在を積極的に認める R.Frisch 以来の伝統が息づいている．こうした事柄への積極的な展開も今後試みたい．

文末注１：技術進歩の３つの区別

S.Shishido & O.Nakamura(1992)は，技術進歩について 3 つを区別している．一つはヒックス型であり時間で表現されている．2 番目は特定産業の価格に依存するもので特定産業の価格の変化が当該産業の要素需要に反映される．何れもストーンの RAS で表現さ

れている．特徴的なのが 3 番目で特に 90 年代以降に国際競争上の価格競争から当該価格の変化が当該産業に要素需要全体に影響をあたえるというものである．

文末注２：フィリップスのマクロ安定化政策
S.J.Turnovsky(1977)にしたがえば，つぎのように書き表せる．

比例政策　$G = -\gamma_p (Y - Y^*) \quad \gamma_p > 0$

積分政策　$\frac{dG}{dt} = -\gamma_i (Y - Y^*)$

微分政策　$G = -\gamma_d \frac{dY}{dt}$

混合政策　$\frac{dG}{dt} = -\gamma_1 \frac{dY}{dt} - \gamma_2 (Y - Y^*) - \lambda_3 \frac{d_2 Y}{dt^2}$

ただし簡便のため混合政策の所得には 2 階階差がとられている．
さて反応関数と最適化されるべき社会厚生関数（目的関数）は表裏一体をなすもので，上の 3 つの反応関数の裏には特定な社会厚生関数が対応していたと考えなければならない．フィリップスは連続型で示したが，離散型で示せば以下であると考えられる．

比例政策の社会厚生関数　$f_p = w_p (Y - Y^*)^2 + G^2$

積分政策の社会厚生関数　$f_i = w_i (Y - Y^*)^2 + (G - G_{-1})^2$

微分政策の社会厚生関数　$f_d = w_d (Y - Y_{-1})^2 + G^2$

比例微分積分混合政策の社会厚生関数

$$f_m = w_p (Y - Y^*)^2 + w_i (Y - Y_{-1})^2 + w_d (Y - 2Y_{-1} + Y_{-2})^2 + (G - G_{-1})^2$$

比例政策（離散型）　$G = -w_p (Y_t - Y^*) \frac{\partial Y}{\partial G}$

積分政策（離散型）　$G - G_{-1} = -w_i (Y - Y^*) \frac{\partial Y}{\partial G}$

微分政策（離散型）　$G = -w_d (Y - Y_{-1}) \frac{\partial Y}{\partial G}$

混合政策（離散型）

$$G = G_{-1} - w_p (Y - Y^*) \frac{\partial Y}{\partial G} - w_i (Y - Y_{-1}) \frac{\partial Y}{\partial G} - w_d (Y - 2Y_{-1} + Y_{-2}) \frac{\partial Y}{\partial G}$$

また G.C.Chow(1974)，さらに一般な社会厚生関数を設定した．

$$f_c = w_c(Y - Y^*)^2 + (G - G^*)^2$$

参考文献

01)辻村江太郎･黒田昌裕(1973),日本経済の一般均衡分析,筑摩書房.
02)筒井義郎(2005)，銀行業における競争と効率性，東洋経済新報社.
03)吉岡完治・中島隆信(1987),わが国銀行業の規模の経済性について，日銀金融研究，第 6 巻第 2 号，1 頁-30 頁.
04)吉岡完治(1989)，日本の製造業・金融業の生産性分析，東洋経済新報社.
05)G.C.Chow(1974),Analysis and Control of Dynamic Economic Systems,JohnWiley and Sons,North-Holland.
06)L.R.Christensen,D.W.Jorgenson & L.J.Lau(1973),”Transcendental Logarithmic Production Function,”Review of Economics and Statistics,Vol.55,No.1,pp.28-45.
07)A.S.Deaton and J.Muellbauer(1980),”An Almost Ideal Demand System,” American Economic Review,Vol.70,312-326.
08)W.E.Diewert and K.J.Fox,(2004),”On the Estimation of Returns to Scale, Technical Progress and Monopolistic Markup,” Discussion Paper No.04-09,Department of Economics, University of British Columbia.
09)M.Fuss(1977),”The Structure of Technology Over Time,”Econometrica,Vol.45,pp.1797-1822.
10)M.A.Fuss&L.Waverman(1992),Costs and Productivity in Automobile Production,Cambridge University Press.
11)C.C.Holt,F.Modigliani,J.F.Muth and H.A.Simon(1960),Planning Production, Inventries and Work Force,Englewood Cliffs,Prentice Hall.
12)L.R.Klein,1983,Lectures in Econometrics, North-Holland, Amsterdam.
13)C.D.Kolstad & JT.Lee(1993),”The Specification of Dynamics in Cost Function and Factor Demand Estimation,” Review of Economics and Statistics,Vol.75,No.4,721-726.
14)H.Kosaka(2011),”Multi-Country and Multi-Sector Modeling for the World Economy,”G-SEC Working Paper,No.29,Keio University.
15)N.Kulatilaka(1987),”The Specification of Partial Static Equilibrium Model,” Review of Economics and Statistics,Vol.69,No.2,327-335.
16)L.Johansen(1962),”A Multi-Sector Study of Economic Growth, North-Holland, Amsterdam.
17)C.Morrison(1988),”Quasi-fixed Inputs in the U.S. and Japanese Manufacturing: a Generalized Leontief Restricted Cost Function Approach,” Review of Economics and Statistics,Vol.70,No.2,275-287.13)S.Nakamura(1990)”A Nonhomothetic Generalized Leontief Cost Function Based on Pooled Data”,The Review of Economics and Statistics Vol.72, No.4, pp.649-656
18)T.Negishi(1961),”Monopolistic Competition and General Equilibrium,” Review of Economic Studies,Vol.28,No.3,pp.196-201.
19)M.Nerlove(1958),”Adaptive Expectations and Cobweb Phenomena,”The Quarterly Journal of Economics,Vol.72,No.2,pp.227-240.
20)A.W.Phillips(1954),”Stabilization Policy in a Closed Economy,” Economic Journal,Vol.64,No.254,pp.290-323.
21)R.S.Pindyck & J.J.Rotemberg(1983),”Dynamic Factor Demands and the Effects of Energy

Price Shocks,"AER,Vol.73,No.5,1066-1079.
22)T.Shibata & H.Kosaka(2011),"Modeling for the Nine Interregional System of the Japanese Economy,
23)S.Shishido & O.Nakamura(1992),"Induced Technical Progress and Structural Adjustment: A Multi-Sectoral Model Approach to Japan's Growth Alternatives", Journal of Applied Input Output Analysis,Vol.1,No.1.
24)S.J.Turnovsky(1977),Macroeconomic Analysis and Stabilization Policy, Cambridge University Press, Cambridge.