



中国の国有ソフトウェア企業の配分非効率性と費用構造

劉, 震

(Citation)

国民経済雑誌, 194(5):1-15

(Issue Date)

2006-11

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00056111>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00056111>



中国の国有ソフトウェア企業の 配分非効率性と費用構造

劉

震

レフェリー付き論文

初稿受付日 2005年8月15日 採択決定日 2006年7月19日

本論文は急発展している中国国有ソフトウェア産業について、その費用構造を計量的に分析している。特に、ソフトウェア開発労働を1つの生産要素として、ソフトウェア開発労働と普通労働の配分非効率性を明示し、ソフト開発労働と普通労働の代替弾力性、規模の経済性、各生産要素の成長寄与度、最適な生産要素投入量等の問題を議論する。利用するデータは中国22都市の国有ソフトウェア会社、2002年のクロスセクションデータである。分析方法は資本を準固定要素として取り扱う一般化可変費用関数である。

推定結果はソフトウェア開発労働と普通労働の配分非効率性が存在することを証明した。企業は全般的に資本が不足、ソフト開発労働が過剰、普通労働が過小である。また、ソフト開発労働と普通労働は代替的な効果があり、強い規模の経済性が認められる。

キーワード 中国ソフトウェア産業、一般化可変費用関数、配分非効率性、規模の経済性

1 はじめに

中国では、改革・開放政策を背景に、IT産業が急速に発展している。1996年から始まった「九・五計画」(第9次五ヶ年計画 1996～2000年)期において、中国のIT産業部門は他の部門とは一桁異なる驚異的な成長率を達成した。IT産業では売上高の拡大とともに上位企業への集中度が大きくなり、規模の経済性を通じたトップ企業のさらなる成長が見込まれている。また、国有企業をも含めた各企業が輸出実績やR&Dを重視するなど質的な国際競争力の向上を実現している。さらに90年代後半以降、IT分野での大規模な外資の導入が見られ、競争や技術移転を通じて中国IT企業の質的向上をもたらし、輸出構造の高付加価値化が見られるようになった。

中国国家情報産業部2004年度報告書 (<http://www.mii.gov.cn/mii/hyzw/tjxx.html>) によると、中国のIT産業の規模は2003年に世界第3位となり、中国経済成長の主要源の一つとなっている。その内ソフトウェアはIT産業のリード部門として、毎年20%以上成長している。中国政府は、ソフトウェア産業を優先的に発展させ、戦略的産業にすることを決めており、ソフトウェア産業の迅速な発展を促すため、その発展環境の健全化を目指している。

ソフトウェアの特徴はハードウェアと異なっている。ソフトの開発と生産は設備が簡単なもので済むため初期投資が小さく、人的資本が主な投入となっている。人的資本とは、他の産業と同様の普通労働（マーケティング、管理など）の人材とソフト開発労働（プログラミング、設計など）の人材の二つがある。ソフト開発の人材に関しては、教育を充実させることが重要である。中国も、巨大な人口をバックに、教育に力を入れながら、プロフェッショナルの能力を発揮できるような環境を整備できれば、発展の余地が十分にある。

しかし、急成長している中国ソフトウェア産業に問題点も数多くある。2000年のIT業界に発生したITバブルによって、ソフト開発労働者の賃金の一時的な高騰が生じたが、逆にITバブル崩壊以後、中国IT人材市場には人件費の大幅な下落が発生している。高レベルの技術者の求人難によって賃金高騰は容易に生じるが、実際に大量に雇用された技術者の能力がその賃金水準に見合うものであったかどうかは疑問である。ソフト開発労働者の雇用が効率的に行われているかどうか検証する必要がある。

次に、ソフト開発労働者に対する需要は今後増大して、ソフト開発労働賃金は上昇すると予想される。その結果、ソフト開発企業のコスト増により、ソフトウェア産業の発展が阻害されるかもしれない。もしソフト開発労働の賃金が増加した場合には、ソフト開発労働者が行っている業務の一部を普通労働者に代替させることができ、ソフト開発労働者がより専門的な業務に集中できれば、ソフト開発のコスト増をそれだけ抑制することができる。しかしソフト開発労働と普通労働が補完的であるならば、ソフト開発労働賃金の上昇は、そのままソフト開発費用に転嫁される。こうした観点から、ソフト開発労働と普通労働の間の代替可能性を計測することに意味がある。

また、中国のソフトウェア産業は少数の比較的大規模な国有企業と、多数の非国有小企業から成る。このことは、小規模の新規参入を促進するよりも、大規模企業を育成する方が有利であることを意味するだろうか。こうした観点から、ソフトウェア産業の規模の経済性を計測することは重要である。

また、中国の国有ソフトウェア産業の中で多くの企業は、PC、ネットワーク、サーバー、管理システムなど資本ストックの不足が問題となっている。実際にどれだけ資本ストックが不足しているか計測することも興味深い。最適資本ストックの計算も重要である。

以上の論点を考慮して、本論文では、資本を準固定要素とするトランスログ型一般化可変

費用関数モデルを使って、ソフトウェア開発労働と普通労働の配分非効率性が存在するかどうかを検証し、ソフト開発労働と普通労働の間の代替弾力性、規模の経済性および最適資本ストック水準の計測を行う。ここで配分非効率性とは、投入要素の価格比と限界代替率が等しくなることを言う。配分非効率が存在すれば、企業は費用を最小化していない。一般化費用関数モデルは、このような非効率を許容するモデルで、Atkinson and Halvorsen (1984) により提案されたものである。具体的には配分非効率を固定効果とみなし、限界代替率と価格比の遠離を表わすパラメータとして推定する。電力業に対する応用として、Koh, Berg and Kenny (1996) や小林 (1996) が、水道事業への応用として中山 (2001) がある。

本論文が利用するデータは中国22都市のソフト開発企業に関する2002年のクロスセクションデータである。中国のIT産業に関する研究論文は数多くあるが、実際のデータを利用した実証的研究はほとんど無い。中国全国をカバーするソフトウェア産業の統計が利用可能となるのは2002年からであり、ソフトウェア産業の実証研究に関しては、まだデータの蓄積が十分でないことからほとんど先行研究がない。劉 (2005) は生産費用構造の分析を行っているが、非効率の存在を仮定しない研究である。

ソフトウェア開発労働と普通労働の配分非効率性の分析に関しては、本稿が先駆的取り組みである。その分析結果から得た規模の経済性指数、生産要素の最適投入量は中国の政府と企業に対して、大変重要である。

本論文の構成は次の通りである。第二章はトランスログ型一般化可変費用関数モデルの説明及び規模の経済性、各要素の成長寄与度、最適生産要素投入量の計算方法を説明する。第三章はデータについて説明する。第四章は計測結果を示す。第五章はまとめと今後の課題である。

2 トランスログ型一般化可変費用関数

2.1 可変費用関数の特定化

この論文では費用の最小化を仮定しない一般化費用関数の考え方をを用いる。一般化可変費用関数は、シャドー価格の概念を作った配分非効率の可能性を考慮する関数である。この節では一般化可変費用関数のモデルを定式化する。

本論文にはソフトウェアを生産する主なインプットは資本と労働と考えられる。中間投入は、生産に利用する電気、あるいは紙、インクなど事務用品が主要な要素である。しかし、これらは総費用の中に非常に小さいウェイトしか占めないため、生産に対する影響があまりないという特性がある¹⁾。また、限られたデータの下で、推定できる費用関数のパラメータに限界があると考えられることから、資本と労働以外のインプットはここでは無視する。

可変生産要素はソフト開発労働 X_s と普通労働 X_o 二種類と設定し、 P_s と P_o はソフト開

発労働の価格と普通労働の価格とする。資本ストック K を短期固定要素, Y を産出として, 生産関数 $Y = F(X_s, X_o, K)$ を考える。一定の産出制約の下で費用最小化すると仮定すれば, 限界代替率は要素価格の比率に等しい。

$$\frac{f_s}{f_o} = \frac{P_s}{P_o} \quad f_i = \partial F(x)/\partial X_i \quad i = s, o \quad (1)$$

現実には配分非効率があるため, 企業は市場価格に基づく費用最小化を行わず, インプットの配分に歪みがあると仮定する。そして, 要素間の技術的限界代替率は要素価格比と異なり, 以下のようにシャドー価格比に等しくなるものとする。

$$\frac{f_s}{f_o} = \frac{P_s^*}{P_o^*} \quad P_i^* = k_i P_i \quad i = s, o \quad (2)$$

P_i^* は P_i のシャドー価格であり, k_i は P_i のシャドー係数である。シャドー係数が1の時, 配分の非効率性は存在せず, シャドー価格は市場価格に等しい。シャドー係数が1より大きいならば, 投入要素は相対的に過小投入されている。シャドー係数が1より小さいならば, 投入要素は相対的に過剰投入されている。

また, 資本は固定要素であり短期的には所与と考える。企業は市場コスト最小化ではなく, 可変シャドーコスト $\sum P_i^* X_i$ を所与の生産量と固定要素の下で最小化するものと仮定する。シャドー価格と市場価格が等しくない限り, シャドーコスト最小化は市場コスト最小化を意味せず, したがって生産に配分非効率が存在することになる。この時, シャドー可変費用関数は次のように表現される。

$$VC^s(P_i^*; Y, K) = \min \{ \sum P_i^* X_i \mid Y \leq f(X_s, X_o, K) \} \quad (3)$$

シャドー可変費用関数は 1) シャドー可変要素価格に関する一次同次性, 2) シャドー可変要素価格に関する非減少性, 3) 生産量に関する非減少性, 4) シャドー可変要素価格に関して凹関数であること, 5) 固定的生産要素に関する非増加性, 6) 固定的生産要素に関して凸関数であることが必要である。

シェパートの補題によって, 要素投入量は

$$X_i = \partial VC^s / \partial k_i P_i \quad i = s, o \quad (4)$$

したがって, 実際に観測される可変費用関数は次のようになる,

$$VC \equiv \sum_{i=s,o} P_i X_i = \sum_{i=s,o} P_i (\partial VC^s / \partial k_i P_i) \quad (5)$$

要素 X_i のシャドーコストシェアを

$$S_i^s \equiv k_i P_i X_i / VC^s = \frac{\partial \ln(VC^s)}{\partial \ln(k_i P_i)} \quad i = s, o \quad (6)$$

とすると, 実際の可変費用関数は(5)より

$$VC = VC^s \sum_{i=s,o} k_i^{-1} S_i^s \quad (7)$$

と書ける。推定のため、シャドー可変費用関数をトランスログ型で特定化する。

$$\begin{aligned} \ln VC^s = & \alpha_0 + \sum_{i=s,0} \alpha_i \ln(k_i P_i) + \beta_K \ln K + \beta_Y \ln Y \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=s,0} \sum_{j=s,0} \gamma_{ij} \ln(k_i P_i) \ln(k_j P_j) + \frac{1}{2} \gamma_{KK} (\ln K)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 \\ & + \sum_{i=s,0} \gamma_{Ki} \ln K \ln(k_i P_i) + \sum_{i=s,0} \gamma_{Yi} \ln Y \ln(k_i P_i) + \gamma_{YK} \ln Y \ln K \end{aligned} \quad (8)$$

(7)より、実際可変費用関数は下の式である。

$$\begin{aligned} \ln VC = & \alpha_0 + \sum_{i=s,0} \alpha_i \ln(k_i P_i) + \beta_K \ln K + \beta_Y \ln Y \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=s,0} \sum_{j=s,0} \gamma_{ij} \ln(k_i P_i) \ln(k_j P_j) + \frac{1}{2} \gamma_{KK} (\ln K)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 \\ & + \sum_{i=s,0} \gamma_{Ki} \ln K \ln(k_i P_i) + \sum_{i=s,0} \gamma_{Yi} \ln Y \ln(k_i P_i) + \gamma_{YK} \ln Y \ln K \\ & + \ln \left(\sum_{i=s,0} k_i^{-1} (\alpha_i + \gamma_{Yi} \ln Y + \gamma_{Ki} \ln K + \sum_{j=s,0} \gamma_{ij} \ln(k_j P_j)) \right) \end{aligned} \quad (9)$$

要素 X_i の実際コストシェアは(6)(7)(8)より、次の式である。

$$S_i^A = P_i X_i / VC = \frac{k_i^{-1} (\alpha_i + \gamma_{Yi} \ln Y + \gamma_{Ki} \ln K + \sum_{j=s,0} \gamma_{ij} \ln(k_j P_j))}{\sum_{i=s,0} k_i^{-1} (\alpha_i + \gamma_{Yi} \ln Y + \gamma_{Ki} \ln K + \sum_{j=s,0} \gamma_{ij} \ln(k_j P_j))} \quad (10)$$

推定に利用するのは実際可変トランスログ費用関数の式(9)と可変要素 X_i の実際コストシェア式(10)である。また、コストシェアを足すと1になるので、1本を除く。ただし、1次同次、対称性の仮定より

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \\ \sum_i \gamma_{Yi} &= 0 \quad \sum_i \gamma_{Ki} = 0 \quad i, j = s, 0 \\ \sum_i \gamma_{ij} &= \sum_j \gamma_{ij} = \sum_i \sum_j \gamma_{ij} = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

である。シャドー係数の推定について、VCと S_i は k_i について0次同次であって、 k_i の絶対値は推計できない。しかし、適切に基準化して、相対的価格効率性の検定を行うこともできる。本論文では可変要素は2つしかないので、1つの生産要素のシャドー係数を1に基準化する。ここでは、 $k_s = 1$ として、もう一つの生産要素のシャドー係数 k_0 を推定する。²⁾

2.2 計測指数

2.2.1 代替弾力性

固定要素を所与として、要素間の短期代替弾力性（アレンの偏代替弾力性）は次の式のように表現される。

$$\sigma_{so} = \frac{\gamma_{so} + S_s^S S_o^S}{S_s^S S_o^S}$$

$$\sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^S (S_i^S - 1)}{S_i^{S^2}} \quad i = s, o \quad (12)$$

ここで、 S_i^S はシャドー可変コストシェアで、 $S_i^S = \frac{\partial \ln VC^S}{\partial \ln X_i}$ である。

$\sigma_{so} > 0$ なら代替的な効果、 $\sigma_{so} < 0$ なら補完的な効果を意味する。

短期自己価格弾力性は

$$\varepsilon_{ii} = \sigma_{ii} S_i^S \quad i = s, o \quad (13)$$

である。

2.2.2 短期と長期の規模の経済性

規模の経済性の指標は、資本を固定するかどうかにより、短期と長期を区別して考える。まず短期の規模の経済性について考えると、規模の経済性をシャドー費用関数に基づく拡張経路の上で定義するか、実際費用関数の上で定義するかにより二通りの指標が考えられる。

シャドー費用に関する規模の経済性の短期指標は、次のように定義される。

$$SCE^S = \left(\frac{\partial \ln VC^S}{\partial \ln Y} \right)^{-1} \quad (14)$$

一方、実際費用に関する規模の経済性の短期指標は

$$SCE^A = \left(\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y} \right)^{-1} \quad (15)$$

である。規模の経済性指標が1より大きいなら、規模の経済性がある。規模の経済性指標が1より小さいなら、規模の不経済性がある。

シャドー費用に関する規模の経済性の短期指標は、各可変要素の生産寄与度と関係がある。いま生産要素それぞれの生産に対する寄与度を、限界生産弾力性として定義する。限界生産弾力性をシャドー費用関数に基づく拡張経路に沿って計測すると、ソフト開発労働の生産寄与度 CR_s は次のようになる。

$$CR_s = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_s} = \frac{S_s^S}{S_Y^S} \quad \text{ただし, } S_Y^S = \frac{\partial \ln VC^S}{\partial \ln Y} \quad (16)$$

同様に、その他労働の成長寄与度 CR_o は以下の式で計算する

$$CR_o = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_o} = \frac{S_o^S}{S_Y^S} \quad (17)$$

この結果、 $S_s^S + S_o^S = \frac{1}{S_Y^S}$ より、

$$CR_s + CR_o = \frac{1}{S_Y^S} \quad (18)$$

となり、これはシャドー費用に関する短期の規模の経済性の指標 SCE^S に一致する。

次に、規模の経済性の長期指標を定義する。シャドー費用関数に基づく規模の経済性の長期指標は、

$$L_{SCE^S} = \left(\frac{\partial \ln (VC^S + P_k K)}{\partial \ln Y} \right)^{-1} \quad (19)$$

により定義する。ここで(19)を資本の長期最適値 K^* で評価する。 K^* は所与のシャドー係数の下で長期費用を最小化する資本の最適値で

$$\frac{\partial (VC^S + P_k K)}{\partial K} = 0 \quad (20)$$

の解である。ただし P_k は資本のサービス価格とする。この時、

$$L_{SCE^S} = \left(1 - \frac{\partial \ln VC^S}{\partial \ln K} \right)_{K=K^*}^{-1} \times \left(\frac{\partial \ln VC^S}{\partial \ln Y} \right)_{K=K^*} \quad (21)$$

となる。一方、

$$CR_k = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln K} = - \frac{S_K^S}{S_Y^S} \quad \text{ただし、} S_K^S = \frac{\partial \ln VC^S}{\partial \ln K} \quad (22)$$

で計算できることから、

$$CR_s + CR_o + CR_k = L_{SCE^S} \quad (23)$$

が成立することがわかる。

実際費用関数に基づく規模の経済性の長期指標は、 L_{SCE^S} においてシャドー係数を1と置いて得られる。すなわち

$$\begin{aligned} L_{SCE^A} &= \left(\frac{\partial \ln (VC + P_K K)}{\partial \ln Y} \right)^{-1} \\ &= \left(1 - \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln K} \right)_{K=K^*}^{-1} \times \left(\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y} \right)_{K=K^*} \end{aligned} \quad (24)$$

である。短期指標と同様に、規模の経済性は1より大きいなら、規模の経済性がある。規模の経済性は1より小さいなら、規模の不経済性がある。

シャドー費用に関する規模の経済性は、シャドー価格 P_i^* によって決まる拡張経路上で、規模の拡大がシャドー平均費用を増加させるか減少させるかを見るものである。したがってシャドー係数の値を変えれば拡張経路が変わり、規模の経済性指標の値も変わる。シャドー係数を1とすれば、配分非効率が無い通常の拡張経路の上で規模の経済性を評価することになる。これに対し、実際費用に基づく規模の経済性指標は、シャドー価格 P_i^* によって決まる拡張経路上で、規模の拡大が実際の平均費用を増加させるか減少させるかを見るものである。シャドー係数が1の時は、シャドー費用に基づく規模の経済性指標と実際費用に基づく規模の経

済性指標は一致する。

2.2.3 配分非効率なしの生産費用と最適生産要素投入量

シャドー係数は1にして、式(5)と式(6)に代入すると、配分非効率がない時の可変費用 VC^* とコストシェア S_i^* を計算できる。実際の可変費用を VC^* と比較することで、配分非効率の大きさを見ることができる。それを使って、最適な可変要素投入量は

$$X_i^* = \frac{S_i^* VC^*}{P_i} \quad i=s, o \quad (25)$$

で計算できる。この時生産要素不足率は、次のように定義できる

$$R_i = \frac{X_i^*}{X_i} \quad i=s, o \quad (26)$$

$R_i < 1$ ならば、生産要素が過剰、 $R_i > 1$ ならば、生産要素が過小である。

3 データの出所と加工

本論文で用いた主なデータは中国情報産業部と国家統計局が共同公表した「2002年中国ソフトウェア産業統計調査報告」と国家統計局が公表した「2002年ソフトウェア開発活動統計資料」である。このデータは中国の35主要都市 (Main Social and Economic Indicators of Provincial Capitals and Separate Planning Cities) の3740社ソフトウェア開発企業について、生産、開発、研究などの情報を集計したものである。本論文では、これらのうち国有企業についてのデータを用いる。残念ながら、個別企業の個票データは利用可能ではない。利用できるのは35主要都市の集計統計データである。ここで35主要都市は中国各省の省都と各省の経済、政治に支配的地位を有する大都市である。北京、上海、天津など省級地方直轄市も含んでいる。そのうち、国有企業のデータは25都市から取れる。

ただし、ソフトウェア企業に対する全国範囲の統計調査は中国では初めてであり、統計データの不完全、統計基準の不統一などの問題が避けられない恐れがある。特にデータの中にソフトウェア売上の比率が非常に低いものと設備投資が異常に少ないものが存在する。そこで、ソフトウェア売上の全売上に占める比率と設備投資の全売上に対する比率について、すべてのデータが平均 ± 3 ×標準偏差の範囲に入るように異常値を除去する。つまり、まず最も極端なデータ1つを取り除き、その結果まだ偏差が3倍の標準偏差を超えるようなデータがあれば、それをさらに取り除き、すべてのデータが平均 ± 3 ×標準偏差の範囲に入るようにした。その結果、25主要都市のうち3都市が除かれ、22都市のデータを分析に用いた。

データは大別して以下の7つの項目から成る。

- 1) 基本状況 2) 開発スタッフ状況 3) 開発資金 4) 開発費用支出
- 5) R&D スタッフと経費収支 6) 特許 7) プロジェクト状況

都市別データによって、中国の国有ソフト企業が大都市に集っていることがよくわかる。今回調査された国有ソフト開発企業の178社のうち、北京市は48社が集中している、経済発展の著しい東部地方は約121社がある。

本論文では、トランスログ型可変費用関数を推定するが、産出をソフトウェア、可変生産要素をソフト開発労働と非ソフト開発労働（普通労働）、固定要素を資本として、以下のよう

産 出：ソフト売り上げ
 ソフト労働：ソフト開発人数
 ソフト労働価格：ソフト開発用人件費 / ソフト開発人数
 非ソフト労働：従業員総人数－ソフト開発人数
 資 本：設備購入費³⁾

以上を、「2002年中国ソフト産業統計調査報告」から取り、他に非ソフト労働価格は2002年中国統計年鑑によって、各省の国有企業の平均的な賃金を利用する。資本サービスの価格は、利率と資本減耗率の和に資本財価格を乗じた資本の単位使用者費用を計算する。そのための利率は中国人民銀行が公表している2002年長期貸出金利を用いる。その出所は中国人民銀行のホームページである、資本減耗率は中国株式上場会社のうち電子機器メーカーの減耗率を用いる。その出所は『中国統計年鑑 1990-2003』である。資本財価格は、2002年の中国統計年鑑に公表されている物価指数を採用した。利率と資本減耗率は全国同じであり、資本財価格は各都市で異なる。

4 推 定 結 果

4.1 トランスログ型一般化可変費用関数の推定結果

式(9)と式(10)から成る方程式体系に加法的に誤差項を付加し、それらが平均0の2変量正規分布に従うことを仮定して、最尤法によりトランスログ型一般化可変費用関数を推定する。推定結果は表1に示されている。中段は標準誤差であり、下段はt値（推定係数値 / 標準誤差）である。

表1 一般化可変費用関数の推定結果

標本数：22

	α_s	β_K	β_Y	γ_{ss}	γ_{KK}	γ_{YY}	γ_{sK}	γ_{oK}	γ_{sY}	γ_{oY}	γ_{KY}	$\ln k_o$
推 定 値	0.269	-1.638	1.882	0.029	0.348	0.091	0.111	0.330	-0.079	-0.236	-0.206	2.045
標準誤差	0.169	0.619	0.455	0.028	0.217	0.164	0.083	0.087	0.058	0.063	0.191	1.025
t 値	1.596	-2.647	4.134	1.030	1.602	0.553	1.346	3.771	-1.364	-3.745	-1.080	1.996

推定結果を見るとソフト労働価格、非ソフト労働価格、資本投資、産出量の1次項については、おおむね有意である。2次項と交差項については有意でないものもある。一般化決定

4) 数は0.998で、当てはまりは良好である。不均一分散に関するラグランジュ乗数検定（帰無仮説は均一分散，対立仮説は不均一分散）のP値は式(9)と(10)に対して，それぞれ0.108と0.226であった。どちらも0.05より大きく，推定式の誤差項に関して，分散が均一であるという帰無仮説は棄却されない。

表2 費用関数の計算結果

$\frac{\partial VC^s}{\partial Y}$	$\frac{\partial VC^s}{\partial P_s}$	$\frac{\partial VC^s}{\partial P_o}$	$\frac{\partial VC^s}{\partial K}$	$\frac{\partial^2 VC^s}{\partial P_s^2}$	$\frac{\partial^2 VC^s}{\partial P_o^2}$	$\frac{\partial^2 VC^s}{\partial K^2}$
1.055	130.752	751.988	-7.902	-0.129	-0.129	3.145

可変費用関数の性質について，表2にサンプルの平均で評価した偏微分の値を示している。これを見ると生産要素価格に関する非減少性の性質，生産量に関する非減少性の性質，生産要素価格に関して凹関数の性質，固定費用生産要素に関する非増加の性質，固定費用生産要素に関して凸関数であるという性質は全てサンプルの平均で満たされている。

シャドー係数 $\ln k_o$ について，P値は0.046なので， $\ln k_o = 0$ という帰無仮説は有意水準5%で棄却される。よって，中国国有ソフト開発企業は市場価格に従った費用最小化を行っていない。シャドー係数が1より大きいことから，相対的にソフト労働者のシャドー賃金市場賃金よりが低く，ソフト開発労働が過剰である可能性が示されている。

4.2 計測指数と解釈

表3 自己価格弾力性と代替弾力性

ϵ_s	ϵ_o	σ_s	σ_o	σ_{so}
-0.396	-0.183	-1.879	-0.265	0.579

普通労働，ソフト開発労働賃金の自己価格代替弾力性はともに0より小さい。ソフト開発労働者の賃金が1%上昇すると，ソフト開発労働者が0.396%減少する。ソフト開発労働の自己価格弾力性は普通労働の自己価格弾力性より小さい。原因は大学卒業者を中心にソフト開発労働者の供給が急増する一方，需要側の労働者の質に対する選別が強くなり，ソフト開発労働市場が流動化していることが原因と考えられる。

ソフト開発労働と普通労働の代替弾力性は正で，ソフト開発労働と普通労働は代替的である。ソフト開発労働の自己価格弾力性が高いことのもう一つの原因は普通労働がソフト開発労働で代替可能なことにあると考えられる。⁵⁾つまり，ソフト開発労働者が販売，営業，管理など普通労働を行い得るということである。

4.3 成長寄与度と規模の経済性

表4に，生産要素の寄与度と規模の経済性指標を示す。ソフト開発労働の生産寄与度は普

通労働の生産寄与度より大きい。長期の場合、ソフト開発労働の寄与度は資本よりも大きい。これはソフト開発会社の特徴である。生産要素の寄与度の合計はシャドー費用に基づく規模の経済性に等しい。しかし、配分非効率の存在のため、これは実際費用に基づく規模の経済性と一致しない。短期の場合、シャドー平均費用は規模の経済性を示すが、実際には規模の経済性は存在しない。

表4 各生産要素の寄与度と規模の経済性

	ソフト開発労働の 寄与度 CR_s	その他労働の 寄与度 CR_o	資本の 寄与度 CR_K	SCE^S	SCE^A
短期	0.643	0.175	—	0.818	1.444
長期	0.938	0.301	0.396	1.636	1.785

SCE^S の短期は(14)、長期は(21)、 SCE^A の短期は(15)、長期は(24)により計算した

全体的には長期の規模の経済性が存在する。近年、中国は各地のソフト会社が合併して、大きいソフト開発グループを作る場合が多くある。中国政府もソフトウェア産業における国際市場での発展促進政策として、2003年上海市、大連市、深セン市、天津市、西安市の5都市にソフトウェア輸出基地、11の国家ソフトウェア開発基地を建設することを決定した。中国政府が大規模化戦略を実施して、コア競争力のあるソフトウェア企業を重点的に育成していく方針を示した。本論の計算結果はこれらの政策を支持するものである。

4.4 最適可変費用と最適生産要素投入量

表4-5は推定されたシャドー可変費用関数から計算された。サンプル平均における所与のシャドー係数の下での実際費用とシャドー係数を1にした時の最適費用である。

表5 生産費用

実際コスト	非効率なしのコスト
1460	1067

表5を見ると、配分非効率がない時の可変費用は1067億人民元、実際費用の73%である。よって、中国国有ソフト産業が配分非効率を改善するならば、27%の費用を削減できる。

表6 生産要素不足率

	ソフト開発労働 R_s	普通労働 R_o
全国平均生産要素不足率	0.35	2.25

表6は推定した中国の国有ソフト会社の各生産要素の不足率である。全体的にはソフト開発労働の過大、普通労働の不足を示している。2002年のソフト市場は好調のため、政府でも

企業でもソフト開発労働者を大量に雇用した。しかし、中国での大学の規模拡大や、他産業からソフト業界へ流入する技術者が多数あり、市場の拡大と共に、ソフト技術者の質の低下という問題が浮上した。このため、特に経験がすくない新卒に対して、賃金が大きく下落したが、ソフト開発労働の限界生産力（シャドー価格）はそれよりもさらに低く、過剰な雇用が存在している。

上海復旦大学が公開した「上海復旦大学卒業生就職事態調査白書」によれば、2000年、復旦大学卒業生はIT産業に就職すると平均月給約5000人民元、2002年3500人民元、2003年2400人民元である。中国若手ソフト開発人材振興会（China Youth Software Promotion Project）2004年の調査によると、大学卒業生ソフト技術者の平均月給は2000人民元まで下落した。質の高いソフト技術者に対する需要は非常に高く、賃金高騰の要因である。しかし最近の賃金下落は、供給側の急激な拡大による質の低下を反映している。推定結果が正しく、なおソフト開発労働が過剰であるとする、さらに賃金が低下し優秀な人材の退出を招く恐れがある。

表7 地域別、最適—実際資本比率 (K^*/K)

東 部		中 部		西 部	
北 京 市	1.21	大 連 市	3.53	呼和浩特市	5.28
上 海 市	1.23	長 春 市	1.41	成 都 市	2.82
南 京 市	1.10	哈 尔 滨 市	0.66	昆 明 市	1.63
厦 門 市	1.93	濟 南 市	1.23	西 安 市	2.16
青 島 市	1.01	鄭 州 市	1.50	蘭 州 市	1.02
广 州 市	1.69	武 漢 市	6.65		
深 圳 市	0.58	長 沙 市	2.05		
東部平均値	1.25	中部平均値	2.43	西部平均値	2.58
前国平均	2.04				

K^* はシャドー係数 (k_0) を1として求めている。

表7は地域別に最適資本ストックの実際資本に対する比率を示している。ここで K^* は長期においては配分非効率が消滅されるものとして、シャドー係数に1を代入して求めている。中国の国有ソフト企業の資本は不足していることが良く分かる。平均的には資本を倍に増加すべきである。全国的にみると、経済が発展している東部の資本不足率が小さい。中部と西部の資本不足率は非常に高い。これは中国中部と西部の国有ソフト企業を発展させるための大きな課題である。

表7のデータの中に、非常識的に大きいデータがある。これらの都市には国有企業がすくなく、統計のデータに異常値が存在する可能性が十分考えられる。しかし、このデータはをはずしても、中国中部と西部において発展している東部の資本不足率がより大きいとする結論

に変更はない。

5 最 後 に

以上、トランスログ型一般化可変費用モデルを利用して、中国22都市別の国有ソフトウェア会社2002年のクロスセクションデータを実証分析した。本論文の分析結果を以下に要約する。

1. ソフト開発労働と普通労働の間に配分非効率性が存在していることを証明した。中国国有ソフト開発企業は市場価格に従った費用最小化を行っていないことを示している。全体的にはソフト開発労働が過剰、普通労働は不足である。中国国有ソフトウェア産業は配分非効率を改善するならば、27%の費用を削減できる。

2. ソフト開発労働の自己価格弾力性は普通労働の自己価格弾力性より絶対値で大きい。また、ソフト開発労働と普通労働は代替である。ソフト開発労働と普通労働の代替可能性はソフト開発労働者が販売、営業、管理など普通労働を行い得ることを意味する。

3. ソフト開発労働の成長寄与度は普通労働の成長寄与度より大きい。これはソフト開発会社の特徴である。全体的に強い長期の規模の経済性がある。これは中国政府が大企業戦略を実施する上で理論的な証拠となる。

4. 中国の国有ソフト企業の資本は不足している。平均的には資本を倍に増加する必要がある。全国的にみると、経済が発展している東部の資本不足率が小さい。中部と西部の資本不足率が非常に高い。

一方、本論文の問題点及び今後の課題を考えると、データにはなお多くの問題がある。サンプル数の不足のため、安定した推定結果を得ることが困難である。また、同種の調査は2002年以後行われておらず、2002年のみのクロスセクションデータであるため、技術進歩など多くの重要な問題について分析ができない。資本のデータは不備のため、その年の設備投資のデータで代用している。

今後、中国の国有ソフトウェア企業の生産の成長力は維持され、市場が一層大きくなる可能性をもっている。今後もソフトウェア関連統計の整備を見据えながら継続的にソフトウェア生産を分析していきたい。

注

本論文作成にあたり、日頃より暖かい御指導を賜りました根本二郎先生に心から感謝致します。計算式の推定、論文題目の選択、参考文献の収集、コンピューターの使い方などいろいろな面で、根本二郎先生の細かいご指導がなくしたら、この論文は完成できませんでした。また、有益な御意見を頂いた根本研究室の皆様には感謝致します。最後、お忙しい時間を割いて、貴重なご意見をお寄せ下さったレフェリーの先生に感謝申し上げます。ここで助けていただいた皆様に感謝の意を表し

ます。

- 1) 中国のソフトウェア企業の財務データ (<http://www.neusoft.com/aboutus/0026/> など) で見ると、これらの費用のウェイトは1%以下である。
- 2) 式(9)に $\ln k_o$, 式(10)に k_o が現れるが、 k_o は $\exp(\ln k_o)$ の形に書き換えて、 $\ln k_o$ をパラメータとして推定する。
- 3) 設備投資に関する時系列データは利用可能ではない。ここでは設備購入費が資本ストックに比例するものと仮定する。つまり、設備購入費は毎年一定率で拡大し、かつ割引率と減耗率も一定であるものとする。同様の方法は佐々木 (2002) でも行われている。
- 4) 推定された残差共分散行列の行列式を D_1 , 定数項を除く全ての係数を0に制約して推定した時の残差共分散行列を D_0 として、一般化決定係数は $1 - D_0/D_1$ で定義される。
- 5) 式(12)(13)より、 $\varepsilon_s + \varepsilon_o = -\sigma_{so}$ が成り立つ。よって、ソフト開発労働と普通労働の代替可能性はそれぞれの自己価格弾力性の大きさに帰せられる。

参 考 文 献

- Atkinson, S. E. and C. Cornwell "Parametric estimation of technical and allocative inefficiency with Panel Data" *International Economic Review*, 1984, 35(1), pp. 231-243.
- Atkinson, S. E. and R. Halvorsen "A test of relative and absolute price efficiency in regulated utilities" *The Review of Economics and Statistics*, 1980, 62(1), pp. 81-88.
- Atkinson, S. E. and R. Halvorsen "Parametric efficiency tests, economies of scale, and input demand in U. S. electric power generation" *International Economic Review*, 1984, 25(3), pp. 647-662.
- Atkinson, S. E. and R. Halvorsen "The relative efficiency of public and private firms in a regulated environment: the case of US electric utilities" *Journal of Public Economics*, 1986, 29, pp. 281-294.
- Atkinson, S. E. and R. Halvorsen "Tests of allocative efficiency in regulated multi-product firms" *Resources and Energy*, 1990, 12(1), pp. 65-77.
- Bhattacharyya, A., E. Parker, and K. Raffiee "An examination of the effect of ownership on the relative efficiency of public and private water utilities" *Land Economics*, 1994, 70(2), pp. 197-209.
- Koh, D. S., S. Berg, and W. Kenny, "A comparison of costs in privately-owned and publicly-owned electric utilities: the role of scale" *Land Economics*, 1996, 72, pp. 56-65.
- Kumbhakar, S. C. "Estimation of technical inefficiency in panel data models with firm- and time-specific effects" *Economic Letters*, 1991, 36, pp. 43-48.
- Nemoto, J. and M. Goto "Technological externalities and economies of vertical integration in the electric utility industry" *International Journal of Industrial Organization*, 2004, 22(1), pp. 67-81.
- 中国国家统计局 (2003)『软件开发活动统计资料 (2002)』。
- 中国国家统计局 (2004)『中国统计年鉴1990-2003』中国统计出版社。
- 北村美香, 根本二郎 (1999)「複数財対称一般化マクファデン費用関数を用いた費用構造分析: わが

国電気事業の垂直統合の経済性」『電力中央研究所報告』第42号，1-13頁。

衣笠達夫（2005）『公益事業の生産性分析』中央経済社。

小林千春（1996）「一般化費用関数に基づく配分の非効率性の検定と規模の経済性—日本の電力産業への適用—」『六甲台論集』第43巻第1号，46-59頁。

佐々木文之（2002）「IT化のマクロ的インパクトの論点整理と実証」『郵政研究所月報』第164号，4-19頁。

中山徳良（2001）「水道事業の一般化費用関数の推定」『日本経済政策学会年報』第49号，124-131頁。

劉震（2005）「中国ソフトウェア産業の費用構造分析」『経済科学』第53巻第3号，52-81頁。