Osaka University Knowledge Archive

Title	銀行業におけるソフトウェア資本の最適投資 -日経NEEDS銀行財務データを用いたパネルデータ分析-
Author(s)	村上, 裕太郎; 竹村, 敏彦
Citation	大阪大学経済学. 2005, 55(2), p. 70-84
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/16920
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

銀行業におけるソフトウェア資本の最適投資*

– 日経 NEEDS 銀行財務データを用いたパネルデータ分析 –

村　上　裕太郎† ・竹　村　敏　彦‡

概　　要

本稿では，日経 NEEDS 銀行財務データを用いて，まず 1999 年度から 2002 年度までの日本の銀行業における（従業員数一人当たりの）ソフトウェア資本の生産性についてパネルデータ分析を行い，次に，その推計結果を用いて，ソフトウェア資本の最適投資比率に関する分析を行っている。

本稿では以下の 3 点についてわかった。まず，分析期間において，銀行の生産物に対するソフトウェア資本の生産性は正の値をとった。この期間では，ソローの意味での生産性パラドックスは観測されないといえる。次に，ソフトウェア資本の生産性は，貸出債権に占める不良債権の比率が大きい銀行ほどソフトウェア資本の生産性は小さくなっていることがわかった。最後に，最適投資比率を計算したところ，日本の銀行は，ソフトウェア資本について過剰投資を行っている傾向があることがわかった。このことは，日本の銀行が相対的に限界生産力が低い資本に投資を行っているという意味で，「IT 投資に関する銀行業のパラドックス」が存在するといえる。特に，都市銀行は地方銀行に比べて過剰投資の程度は大きいものになっている。

Keywords : Software Investment, Panel Data Analysis, Bank, Optimum Investment Ratio, Productivity
JEL Classification : C23, D21, D24, M41

1　序論

Solow (1987) は New York Times 誌上で “You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics.” と述べ，米国では膨大な IT（Information Technology）投資が行われているのにも関わらず，その生産性上昇効果が統計として確認されないことを指摘した[1]。この現象がいわゆる「生産性パラドックス」もしくは「ソローパラドックス」と呼ばれるものである[2]。実際，米国では多くの企業がこぞって IT 投資を行

* 本稿の作成にあたっては，鵜飼康東氏（関西大学ソシオネットワーク戦略研究センター）と篠﨑彰彦氏（九州大学大学院経済学研究院）から有益な助言を頂いた。また，関西大学ソシオネットワーク戦略研究センター綜合研究会の参加者からも貴重なコメントを頂いた。ここに記して謝意を表したい。もちろん残る誤りは，筆者らの責に帰すものである。

† 大阪大学大学院経済学研究科・博士後期課程，〒 560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-7 大阪大学大学院経済学研究科 E-mail: murakamiyutaro@srv.econ.osaka-u.ac.jp

‡ 関西大学ソシオネットワーク戦略研究センター・ポストドクトラル・フェロー，〒 564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学経済・政治研究所 E-mail: takemura@rcss.kansai-u.ac.jp

[1] 篠﨑(2003) で言及されているように，このフレーズは Cohen and Zysman (1987) に対する書評の一文であり，もともとは「1973 年に始まった米国経済における生産性の長期停滞の原因は何か」という問題提起をしているものであった。

[2] 国・産業・企業レベルの日米の IT 投資のサーベイとして，国際協力銀行 (2002)，篠﨑(2003)，UNCTAD (2003)，Watanabe and Ukai (2005) や Watanabe, Ukai and Takemura (2005) 等がある。

い，社会全体としても相当のIT投資が行われたにもかかわらず，目に見える効果がなかなか現れなかった。そのため，IT投資のマクロ経済のパフォーマンスに失望感が漂っていた。こうした現実は研究者の関心をひきつけ，主として米国マクロ経済学者たちによって，特に国レベルや産業レベルの研究が盛んに行われた。1990年代後半まで，そのほとんどの国レベルや産業レベルの実証研究の結果は生産性パラドックスの主張に適うものであった。

しかしながら，IT投資の経済効果について否定的な見解が多かった状況は，米国の景気回復期に入った1990年代初めに，企業レベルの実証研究で正のIT投資の経済効果が見られるようになったことで変化し始めた。この代表的な研究としてBrynjolfsson and Hitt (1996) が挙げられる。彼らは，1987年から1991年の間に，Fortune誌に掲載された金融業を除く全産業367社の企業データを用いてIT投資と生産性の関係について分析している。その結果，一般の資本ストックの限界投資利益率は6.3%であるにも関わらず，IT資本の限界投資利益率は81%と相対的に高いことを発見した[3]。さらに，製造業のみならずサービス業においてもIT投資の生産性上昇効果を確認している。

このような米国の流れを受けて，日本においても1990年代半ばからIT投資の経済効果に関する研究が盛んに行われるようになった。松平 (1998) は，日本における企業レベルの代表的な研究の一つである。Brynjolfsson and Hitt (1996) と同様に，彼の研究では，日本の金融業を除く全産業228社を対象にIT資本と生産性の関係について分析している。その結果，製造業においてIT資本の産出弾力性は88%であり，他の資本の産出弾力性20%に比較してかなり大きいことを発見している。一方，非製造業においてIT投資は生産物に有意に貢献しておらず，生産性パラドックスを否定できないと結論付けている[4]。そして，この非製造業におけるIT投資の経済効果を調べるためには，より深化させた研究（IT資本に関するデータセットの構築や分析手法）が必要であると主張している。

本稿では，以上のような松平の主張をふまえ，日経NEEDS銀行財務データを用いて，非製造業の中でも特に銀行業においてソフトウェア投資が正の生産性をもたらすかどうか，つまりソローの意味での生産性パラドックスが観測されるか否かを検証する[5]。この検証には，Brynjolfsson and Hitt (1996) や松平 (1998) と同様の手法（生産関数アプローチ）を用いる。

生産関数アプローチを用いた銀行業におけるIT投資の分析はかなり少ないといえる。米国の銀行業を対象としたものとしてFranke (1987) とPrasad and Harker (1997)，また，カナダの銀行業を対象としたものとしてParsons *et al*. (1993) が挙げられる[6]。これらの研究において共通しているのは，IT投資の生産性は非正であり，銀行業において生産性パラドックスが存在することを否定するには至っていない点である[7]。これに対し，日本の銀行業を対象とした竹村 (2003a) では，1990年代半ばまでコンピュータ関連資本およびソフトウェア資本の正の生産性を確認している。

本稿は，主としてPrasad and Harker (1997) および竹村 (2003a) のフレームワークをもとに，IT資本の一つで重要な役割を果たしているソフト

[3] なお，減価償却等を除いたネットベースの限界投資利益率でも67%に達している。

[4] 松平 (1998) では，この原因として，非製造業では過剰なIT投資が行われている，あるいは，製造業では生産性向上のためにITを効果的に活用しているが，非製造業ではこれができていないと述べている。

[5] 銀行業に注目する理由として，1990年代に入って（ポスト第3次オンラインシステム期において），ITインフラの普及と共にインターネットバンキングやモバイルバンキング等のシステム構築のためにIT投資が盛んに行われたことを挙げることができる。

[6] Franke (1987) は産業レベルでの分析を行っており，Prasad and Harker (1997) と Parsons *et al*. (1993) は企業レベルでの分析を行っている。

[7] それぞれの研究については竹村 (2003a) を参照されたい。

ウェア資本に注目して分析を行う[8]。

本稿の貢献として，以下の 3 点を挙げることができる。まず，1999 年度から 2002 年度までの比較的新しい推計期間で分析を行っており，これは竹村 (2003a) の追随研究となっている。次に，ソフトウェア資本の生産性は，貸出債権に占める不良債権の比率が大きい銀行ほどソフトウェア資本の生産性は小さくなっていることを発見している。最後に，日本の銀行業におけるソフトウェア資本の最適投資比率の分析を行った結果，竹村 (2003b) が指摘していた「日本の都市銀行における過剰投資の存在」を確認している。

本稿の構成は次の通りである。次節において生産関数モデルに関して簡単な説明を行う。3 節では，銀行の生産物，生産要素の定義，データセットの構築および推計手法についての説明を与えている。4 節では，推計結果を示し，その考察を行っている。そして，最後の節で結論と今後の展望を述べる。

2　モデル

本稿では，生産関数アプローチを用いて分析を行う。一般的に，このアプローチは労働，資本等をインプット X として，その結果アウトプット Y が生み出されるという考え方に基づいている。これを表したものが，以下の式である。

$$Y = f(X)$$

ただし，$f : X \to \Re$ は生産関数で，単調性と準凹性を満たすと仮定している。

なお，銀行業においても，製造業等による生産活動と同様のものとみなすことで，このアプローチを適用することができる。

[8] 理論的フレームワークは異なるが，鵜飼・竹村 (2001) はソフトウェア資本の重要性ににいち早く注目し，ソフトウェア資本に関する Tobin's q を推計し，その値が 1.0 ポイントを大きく超えていることを発見している。

生産関数アプローチによる IT 投資の研究では，Cobb-Douglas 型生産関数が一般的に仮定される。本稿では，生産関数の形状を Cobb-Douglas 型に特定化し，生産関数の推計を行っていく[9]。以下，簡単に生産関数と最適投資の理論について説明を加える。

2.1　Cobb-Douglas 型生産関数

銀行 i の生産量を y_i，生産要素 j（$j = 1, 2, \ldots, J$）を x_{ij}，生産要素 j に対する生産物の弾力性を β_j とすると，Cobb-Douglas 型生産関数は以下のように表現される。

$$y_i = \beta_{0i} \prod_{j=1}^{J} x_{ij}^{\beta_j} \tag{1}$$

式 (1) を対数変換することによって，

$$\ln y_i = \ln \beta_{0i} + \sum_{j=1}^{J} \beta_j \ln x_{ij} \tag{2}$$

を得る。ここで，生産要素 x_{ij} が生産量に対して貢献しているならば弾力性 β_j は正の値をとらなければならない。これを表現すると，以下の式になる。

$$\frac{\partial \ln y_i}{\partial \ln x_{ij}} = \beta_j > 0 \tag{3}$$

本稿では，まずソフトウェア資本に関して，式 (3) が成立するかどうかを確認する。

2.2　最適投資比率

銀行 i における任意の生産要素 x_{im}（$m = 1, 2, \ldots, J$）の弾力性 β_m が正であっても，企業の意思決定として，生産要素 x_{im} に対する投資

[9] 村上・竹村 (2005) において，トランスログ型生産関数についても推計を行っている。しかしながら，総じて有意な結果を得ることはできなかった。

を拡大し続けることが常に望ましいとは限らない。企業は常に予算制約に直面し，各生産要素の生産性を考慮しながら資金の投資先を決めるため，利用技術によって適正な生産要素 x_{im} の水準がある。本稿における生産要素 x_{im} の最適投資比率とは，生産物を最大にするような生産要素 x_{im} の生産要素 x_{in}（$n = 1, 2, \ldots, J, n \neq m$）に対する比率であり，それを求めるために，式 (2) を以下のように変形する。

$$
\begin{aligned}
\ln y_i &= \ln\beta_{0i} + \beta_m \ln x_{im} + \beta_n \ln x_{in} \\
&\quad + \sum_{j\neq m,n}^{J} \beta_j \ln x_{ij} \\
&= \ln\beta_{0i} + \beta_m \ln x_{im} + \beta_n \ln x_{in} + \beta_m \ln x_{in} \\
&\quad - \beta_m \ln x_{in} + \sum_{j\neq m,n}^{J} \beta_j \ln x_{ij} \\
&= \ln\beta_{0i} + \beta_m \frac{\ln x_{im}}{\ln x_{in}} + (\beta_m + \beta_n) \ln x_{in} \\
&\quad + \sum_{j\neq m,n}^{J} \beta_j \ln x_{ij} \\
&= \ln\beta_{0i} + (\beta_m + \beta_n) \ln \bar{x}_i + (\beta_m + \beta_n) \ln \frac{1}{1 + R_i} \\
&\quad + \beta_m \ln R_i + \sum_{j\neq m,n}^{J} \beta_j \ln x_{ij} \\
&= \ln\beta_{0i} + (\beta_m + \beta_n) \ln \bar{x}_i \\
&\quad + (\beta_m + \beta_n) \ln \frac{R_i^{\beta_m}}{(1 + R_i)^{\beta_m + \beta_n}} + \sum_{j\neq m,n}^{J} \beta_j \ln x_{ij}
\end{aligned}
\tag{4}
$$

ただし，$\bar{x}_i$ は生産要素 x_{im} と生産要素 x_{in} の合計であり，$\bar{x}_i \equiv x_{im} + x_{in}$ で表される。また，R_i は生産要素 x_{im} の生産要素 x_{in} に対する投資比率であり，$R_i \equiv x_{im}/x_{in}$ である。最適投資比率は式 (4) の右辺を最大にする R_i^* なので，式 (4) を R_i で偏微分してゼロとすることで求めることができる。

$$
\frac{\partial \ln y_i}{\partial R_i} = 0 \tag{5}
$$

これを R_i^* について解くと，最適投資比率

$$
R_i^* = \frac{\beta_m}{\beta_n} \tag{6}
$$

が求まる。これは生産要素 x_{im} と生産要素 x_{in} の限界生産力が一致していることを意味している。そして，実際の投資比率 R_i が R_i^* よりも大きい場合は過剰投資を意味し，逆に小さい場合は過少投資を意味している。

3 データセットと推計方法

3.1 分析対象と分析期間

本稿では，日本の銀行業における企業レベルでのソフトウェア資本の経済効果を推計するために，日本経済新聞社が作成している日経 NEEDS 銀行財務データを用いる。推計期間は，1999 年度から 2002 年度までの 4 年間である。なお，都市銀行，地方銀行，第 2 地方銀行および信託銀行の中でソフトウェア資本が日経 NEEDS 銀行財務データに存在しているものを分析の対象としている[10]。ただし，推計期間中における銀行の廃止・統合，ソフトウェア資本の非計上や日経 NEEDS 銀行財務データの欠損値が存在する等の理由で，データセットはアンバランスなパネルデータとなっている。

推計の対象となる銀行数（サンプル数）と全銀行数は表 1 で示している。

表 1: サンプル数と全銀行数

年度	1999	2000	2001	2002
サンプル数	16	34	40	52
全銀行数	142	138	139	140

なお，ソフトウェア資本を計上していない銀

[10] 本稿では日経 NEEDS 銀行財務データのみを用い，他のデータベースを用いての補完等は一切行っていない。

行および日経 NEEDS 銀行財務データにおける欠損値が多数あるため，銀行数に占めるサンプル数の割合は非常に小さく，1999 年度は 11%，2000 年度は 25%，2001 年度は 29%，2002 年度は 37%となっている[11]。

3.2　生産物・生産要素の特定化

本稿では，分析を行うに際して銀行の規模をコントロールする必要がある。なお，企業規模をコントロールするために従業員数を用いる[12]。つまり，推計では，生産物と生産要素を「従業員数」で除した「従業員一人当たりの生産物」および「従業員一人当たりの生産要素」を用いる。

3.2.1　生産物

IT 投資の分析に限らず，銀行業を対象にした生産関数の推計を行う際，最も見解が相違するのが「生産物の定義」である。銀行の経済分析において広く用いられているものとして，資産アプローチ，ユーザーコストアプローチや付加価値アプローチ等がある。いずれのアプローチを用いるかによって，生産物および生産要素の定義が異なる。これらのアプローチについて，Prasad and Harker (1997) や大森・中島 (2000) で簡単な説明が与えられているので参照されたい。

たとえば，大森・中島 (2000) は銀行の仲介機能に注目し，ユーザーコストアプローチに基づいて分析を行っている。また，Prasad and Harker (1997)，松浦・竹澤 (2001a) や竹村 (2003a) は銀行の提供するサービスの多様性に注目し，付加価値アプローチに基づいて分析を行っている。大森・中島 (2000) では「貸出」や「貸出件数」を生産物とし，また松浦・竹澤 (2001a) では「資金運用収益 + 役務取引収益」等を生産物として用いている。さらに，銀行業の IT 投資の分析を行っている Prasad and Harker (1997) では，「業務純益」と「預金 + 貸出」を生産物とし，竹村 (2003a) では「預金 + 貸出 – 不良債権」と「業務純益」を生産物として用いている。

本稿では，Prasad and Harker (1997) および竹村 (2003a) にならい，付加価値アプローチに基づいた分析を行う[13]。

本稿では，銀行業の生産物（付加価値）として「預金 + 貸出（不良債権控除後）」および「資金運用収益 + 役務取引収益」を用いる[14]。

$$Y[1] = \frac{\text{預金} + (\text{貸出} - \text{不良債権})}{\text{従業員数}} \quad (\text{銀行法}) \tag{7}$$

$$Y[2] = \frac{\text{預金} + \text{正常債権}}{\text{従業員数}} \quad (\text{金融再生法}) \tag{8}$$

なお，不良債権の定義が金融再生法と銀行法で若干異なる点を考慮して 2 つの生産物を考えている[15]。直感的に解釈するならば，$Y[1]$ は預金と貸出という銀行の本業のみに着目した生産物であり，他方，$Y[2]$ は本業以外の債権も含む生産物である。

表 2 と表 3 はそれぞれ $Y[1]$ と $Y[2]$ に関する

[11] 竹村 (2005a, 2005b) は，有価証券報告書から独自にデータセットを作成している。竹村 (2005a, 2005b) によると，当該推計期間において有価証券報告書にソフトウェア資本を記載している銀行の割合は約 60%～80%となっている。このことから，日経 NEEDS 銀行財務データの欠損値が多いことがうかがえる。ただし，日経 NEEDS 銀行財務データと有価証券報告書のデータとでは，銀行の母集団が異なる点には注意が必要である。

[12] 鵜飼・竹村 (2001) や竹村 (2003b) でも同様に，企業規模をコントロールする際，従業員数を用いている。

[13] 付加価値アプローチを用いることによって，中間投入についての問題点もクリアになっていると考えられる。例えば，中間投入に関する議論については，Brynjolfsson and Hitt (1996) や松平 (1998) を参照されたい。また，金融業における中間投入については，吉岡 (1989) が詳しい。

[14] 松浦・竹澤 (2001a) でも指摘されているように，健全債権と不良債権を区別することが可能であれば，貸出等のストック変数を生産物として把握するのは望ましいと考えられる。近年において不良債権の情報開示と査定の厳格化が進んでいる状況を考えれば，貸出債権等を生産物の一つとして用いる妥当性は高いといえる。

[15] 銀行法における不良債権（リスク管理債権）は，破綻先債権，延滞債権，三ヶ月以上延滞債権，貸出条件緩和債権の 4 つに分類され，貸出金のみを対象にしているのに対し，金融再生法は支払承諾見返などの貸出金以外の債権も対象にしている。

基本統計量を示したものである。ただし，それぞれの単位は百万円である。

表 2: 生産物 $Y[1]$ の基本統計量

	平均	中央値	標準偏差	最小	最大
1999	2069.044	1841.879	810.478	949.525	4383.955
2000	2196.089	1950.404	887.225	943.326	4914.478
2001	2312.732	2142.168	906.940	981.844	5126.591
2002	2430.624	2257.512	975.694	985.581	5592.947

表 3: 生産物 $Y[2]$ の基本統計量

	平均	中央値	標準偏差	最小	最大
1999	2069.798	1869.936	803.109	953.928	4640.117
2000	2244.061	1976.136	949.239	944.413	5259.539
2001	2355.248	2179.252	960.303	985.510	5413.582
2002	2466.489	2280.619	1019.253	990.724	5855.641

表 2 と表 3 を見てわかるように，各年における $Y[1]$ と $Y[2]$ の平均値は倍以上の違いがあり，また，両者の平均値は年々上昇傾向にある。

近年において ROE（Return on Equity）をはじめとする銀行の収益性が重視されている状況を考慮し，以下を生産物として定義する[16]。$Y[3]$ は $Y[1]$ および $Y[2]$ に比べ，より短期的な視点から見た生産物と考えることができる。

$$Y[3] = \frac{\text{資金運用収益} + \text{役務取引収益}}{\text{従業員数}} \tag{9}$$

なお，$Y[3]$ の基本統計量を示したものが表 4 である。ただし，単位は百万円である。表 4 を見ると，$Y[3]$ の平均値は年々減少傾向にあることがわかる。

表 4: 生産物 $Y[3]$ の基本統計量

	平均	中央値	標準偏差	最小	最大
1999	37.058	30.485	21.906	16.122	117.327
2000	36.761	31.244	20.373	15.676	113.297
2001	35.566	30.670	17.246	16.232	108.289
2002	32.772	30.575	13.096	5.794	73.679

3.2.2　生産要素

生産物と同様に，「生産要素の定義」についても見解の相違がある。本稿では，生産要素として，ソフトウェア資本，動産不動産および店舗数を用いる。

まず，生産要素として無形固定資産の 1 つであるソフトウェア資本を考える。本来であれば，IT 資本でもって分析を行うべきであるが，日経 NEEDS 銀行財務データには，ハードウェア等に関するデータが明確に定義されていない[17]。そのため，われわれはこの種のデータを得ることができなかった。しかしながら，鵜飼・竹村 (2001) でも主張されているように，ソフトウェア資本が IT 資本の中でも特に重要な役割を果たしていることを考えると，ソフトウェア資本だけで分析を行うことに意義を見出せると考えられる。さらに，日本において 1999 年 4 月以降取得のソフトウェアに関して改正後の会計基準（研究開発費等に係る会計基準）が適用されるまで，ソフトウェアの会計処理が任意に行われていた[18]。

[16] 松浦・竹澤 (2001a) では「資金運用収益 + 役務取引収益」のほかに，資金運用収益と役務取引収益から貸倒引当金および貸出金償却を控除した生産物も考慮している。しかしながら，本稿の分析期間においては不良債権処理の加速等の影響が大きく，貸倒引当金等を控除後の収益が負となるサンプルが多いため，前者のみを分析対象とした。$Y[1]$ および $Y[2]$ が不良債権を控除したものであるのに対し，$Y[3]$ は不良債権に対応する貸倒引当金を控除していないことから，$Y[3]$ は他の 2 つの生産物とは同列に扱うことができない点に注意されたい。

[17] IT 投資の定義に関して，いろいろ見解がある。これらについては，松本 (2001) や鵜飼 (2003) 等を参照されたい。

[18] 改正後の会計基準（研究開発費等に係る会計基準）では，従来は企業によって会計処理がまちまちであったソフトウェアの会計処理のなかで，特に市場販売目的のソフトウェアと自社利用のソフトウェアについて，統一的な会計処理が提供されることとなった。市場販売目的のソフトウェアについては最初に製品化された製品マスターの完成以後の制作費用は無形固定資産に計上され，販売見込

そのために，データの信頼性や有用性に疑問の余地があったが，本稿ではこれらの問題は改善されていると考えられる[19]。ゆえに，1 つ目の生産要素を以下のように定義する。

$$X[1] = \frac{\text{ソフトウェア資本}}{\text{従業員数}} \tag{10}$$

表 5 は $X[1]$ の基本統計量を示している。なお，単位は百万円である。表 5 を見てわかるように，ソフトウェア資本の平均は推計期間を通じて上昇傾向にある。

表 5: 生産要素 $X[1]$ の基本統計量

	平均	中央値	標準偏差	最小	最大
1999	0.688	0.357	0.868	0.013	3.360
2000	0.933	0.715	1.136	0.015	5.608
2001	1.259	0.923	1.318	0.075	5.587
2002	1.446	1.089	1.337	0.002	5.089

次に，2 つ目の生産要素として動産不動産を考える。動産不動産を用いる理由は，桜井 (2003) にもあるように，費用性資産が用役潜在力 (service potentials) をもつという会計上の理論に依拠している。そして，この費用性資産の中でもっとも大きな割合を占めるのが動産不動産である。ゆえに，2 つ目の生産要素を以下のように定義する。

$$X[2] = \frac{\text{動産不動産}}{\text{従業員数}} \tag{11}$$

表 6 は $X[2]$ の基本統計量を示している。なお，単位は百万円である。表 6 を見てわかるように，動産不動産の平均は推計期間を通じて上昇傾向にあるがほとんど変化していない。

表 6: 生産要素 $X[2]$ の基本統計量

	平均	中央値	標準偏差	最小	最大
1999	21.274	18.983	9.770	7.717	55.179
2000	21.998	19.724	10.179	7.955	57.562
2001	22.427	20.169	9.796	8.404	61.461
2002	22.723	20.747	9.592	8.185	61.569

3 つ目の生産要素として店舗数を考える。店舗数を用いる理由は，店舗戦略が銀行の重要な経営戦略の 1 つとみなすことができるからである。特に，経営の合理化の進展によって店舗のスリム化が進んだことは，銀行の生産性に大きな影響を与えている可能性がある。ゆえに，3 つ目の生産要素を以下のように定義する。

$$X[3] = \frac{\text{店舗数}}{\text{従業員数}} \tag{12}$$

表 7 は $X[3]$ の基本統計量を示しており，$X[3]$ の単位は店である。表 7 を見てわかるように，店舗数の平均は推計期間を通じて上昇傾向にあるがほとんど変化していない。また，中央値と平均値はほぼ一致しているのが特徴である。

表 7: 生産要素 $X[3]$ の基本統計量

	平均	中央値	標準偏差	最小	最大
1999	0.056	0.058	0.016	0.011	0.086
2000	0.059	0.061	0.018	0.016	0.097
2001	0.061	0.062	0.019	0.010	0.100
2002	0.063	0.063	0.020	0.012	0.107

数量等に基づいて減価償却が行われることとなった。また，自社利用目的のソフトウェアについては，収益獲得または費用削減が確実と認められる場合には無形固定資産に計上し，減価償却によって 5 年以内に費用化することとされた。

[19] 竹村 (2003c) は，IT 関連資本に関する会計処理についてまとめ，日本の銀行業における IT 資本等について考察を与えている。

3.3 パネルデータ分析

本節では，パネルデータ分析の検定プロセスを簡単に説明する[20]。まず，式 (8) において β_{0i} が経済主体ごとに異なるかどうかを検定する。β_{0i} は企業の属性を考慮する変数で個別効果 (individual effect) と呼ばれ，観測することのできない企業に特有な経営資源のような変数である。具体的には $\beta_{0i} = \beta_0$ という帰無仮説に対する F 検定を行い，この帰無仮説が棄却されなければ，古典的回帰モデルが採択され，推計には最小 2 乗法が用いられる。帰無仮説が棄却されれば，企業特性が存在すると判断され，次に Hausman 検定（特定化のテスト）を行う。具体的には，$E(\beta_{0i}|X_{it}) = 0$ (X は説明変数のベクトル) という帰無仮説に対する検定を行う。帰無仮説が棄却されなければ β_{0i} を確率変数として扱う変量効果モデル (random effect model) が採択され，推計には一般化最小 2 乗法 (GLSE) が用いられる。帰無仮説が棄却されれば，β_{0i} を非確率変数として扱う固定効果モデル (fixed effect model) が採択され，推計には内部変動からの回帰 (within estimator) が用いられる。

理論モデルをもとに推計式を定式化する。式 (2) の Cobb-Douglas 型生産関数に誤差項 ε_{it} をつけることで以下の推計式を得る。

$$\ln Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 \ln X[1]_{it} + \beta_2 \ln X[2]_{it} + \beta_3 \ln X[3]_{it} + \varepsilon_{it} \tag{13}$$

なお，β_{0i} は個別効果，$\beta_j\,(j = 1, 2, 3)$ は推計すべき係数パラメータである。次節では，この式 (13) を推計していく。

[20] パネルデータ分析の詳細は Greene (2002)，浅野・中村 (2000) や和合・伴 (1995) を参照されたい。

4 推計結果

4.1 Cobb-Douglas 型生産関数の推計

表 8 には，式 (13) の推計結果を示している。なお，推計結果 1，推計結果 2 と推計結果 3 はそれぞれ生産物 $Y[1]$，$Y[2]$ および $Y[3]$ に対応している。表の中の F-value は $\beta_{0i} = \beta_0$ という帰無仮説に対する F 統計量である。また，χ^2 は $E(\beta_{0i}|X_{it}) = 0$ という帰無仮説に対する χ^2 統計量を示している。さらに，FE model と RE model はそれぞれ固定効果モデル (fixed effect model) と変量効果モデル (random effect model) を表している。

表 8 の F-value を見ると，すべての推計結果において 1%水準で帰無仮説を棄却したので，観測することのできない企業特性が存在すると判断した。次に Hausman 検定の結果，すべての推計式において 1%水準で帰無仮説を棄却したので固定効果モデル (fixed effect model) が採択された。

次に各生産要素の生産性 ($\hat{\beta}_j, j = 1, 2, 3$) について見ていく。推計結果 1 と推計結果 2 の係数パラメータの値には大きな差はないことがわかる。つまり，$Y[1]$ と $Y[2]$ どちらの区分においても推計結果に差はないと考えてよいだろう。また，推計結果 1 と推計結果 2 においては，ソフトウェア資本に対する弾力性 ($\hat{\beta}_1$) が 5%水準で正に有意であり，またそれ以外の係数パラメータが 1%水準で正に有意となっている。ここで，$\hat{\beta}_1$ が正となっていることから，ソローの意味での生産性パラドックスは生じていないと結論付けることができる。これは，竹村 (2003a) でソフトウェア投資の生産性が 1998 年度および 1999 年度においてソローの意味での生産性パラドックスの存在を否定できないとした見解とは異なるものである。

推計式 3 においては，動産不動産は 1%水準で正に有意となっているが，ソフトウェア資本

表 8: 推計結果 I

	推計結果 1		推計結果 2		推計結果 3	
	FE Model	RE Model	FE Model	RE Model	FE Model	RE Model
$\hat{\beta}_{0i}$		6.500*** (30.630)		6.491*** (30.628)		0.928*** (3.366)
$\hat{\beta}_1$	0.013** (2.750)	0.021*** (4.505)	0.012*** (2.513)	0.020*** (4.246)	−0.025*** (−3.385)	−0.021*** (−3.011)
$\hat{\beta}_2$	0.329*** (4.777)	0.562*** (11.423)	0.333*** (4.931)	0.565*** (11.584)	0.913*** (8.575)	0.556*** (8.157)
$\hat{\beta}_3$	0.659*** (9.074)	0.174*** (3.645)	0.643 *** (9.03835)	0.170*** (3.576)	−0.4577*** (−4.077)	−0.285*** (−4.4047)
Adj.R^2	0.989	0.152	0.990	0.155	0.980	0.372
	$F(55, 83) = 104.18$ $\chi^2(3) = 91.495$		$F(55, 83) = 110.75$ $\chi^2(3) = 92.368$		$F(55, 83) = 62.727$ $\chi^2(3) = 23.695$	

* は 10%水準，** は 5%水準，*** は 1%水準でそれぞれ有意である。() 内の値は t 値。

と店舗数については負で有意となっている。したがって，ソローの意味での生産性パラドックスを否定することはできなかった。

以上より，推計結果 1 と推計結果 2 は推計結果 3 とソフトウェア資本の係数パラメータの値に関して異なる結果が得られた。それは，生産物の選択の違いによるものであると考えられる。つまり，$Y[1]$ および $Y[2]$ を長期的な視点の生産物とし，一方で $Y[3]$ を短期的な視点の生産物ととらえるならば，この事実は，短期的にはソフトウェアの経済効果は負になるものの，長期的にはその効果は正に転じるということを暗に意味しているのかもしれない。

4.2　銀行の分類とソフトウェア資本の生産性

4.1 節では，銀行業のソフトウェア資本が正の生産性を持つことを見た。ここでは，さらに銀行の特性に注目し，その特性の違いによってソフトウェア資本の生産性が異なるかどうかを調べる。具体的には，分類した銀行グループごとにダミー変数を用いてソフトウェア資本の弾力性を推計していく。

ここでは，貸出債権に占める不良債権の割合（不良債権比率）が大きい銀行と小さい銀行に分類する。ここでは，ソフトウェア資本が不良債権処理行動よりも貸出増大行動に寄与すると考えられるため,「不良債権が大きい銀行ほどソフトウェア資本の生産性が小さい」という仮説をたてている[21]。パネルデータを扱っているため，この分類（不良債権比率）については同一銀行でも全期間を通じて同じグループに属しているとは限らないということに注意されたい。

なお, 銀行の分類を考慮した推計式は式 (13) を用いて以下のように書き換えることができる[22]。

$$\ln Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 \ln X[1]_{it} + \beta_1' D \ln X[1]_{it} + \beta_2 \ln X[2]_{it} + \beta_3 \ln X[3]_{it} \qquad (14)$$

D は銀行を分類するためのダミー変数である。なお，各年度におけるグループごとのサンプル

[21] 不良債権が銀行の行動に影響を与えたとする先行研究として，松浦・竹澤 (2001b) および須田 (2003) を挙げることができる。松浦・竹澤 (2001b) では，不良債権比率が貸出行動に負の影響を与えていたことを示唆している。また，須田 (2004) では，不良債権の大きな銀行ほど（自己資本比率を上げるため）繰延税金資産を大きく計上していたことを示している。

[22] 本稿では，ソフトウェア資本の生産性のみに注目し，他の変数について生産性の相違は考慮しない。

数は表 9 に記載している。

$$D = \begin{cases} 1 & \text{不良債権比率} \geq \text{平均不良債権比率} \\ 0 & \text{不良債権比率} < \text{平均不良債権比率} \end{cases}$$

ただし，不良債権比率 (%) とは不良債権/貸出債権 ×100 によって求められる指標で，平均不良債権比率は 7.2%である。

表 9: 分類における銀行数

年度	1999	2000	2001	2002
$D = 1$	4	12	24	33
$D = 0$	12	22	16	19

表 8 の推計結果と同様に，生産物については $Y[1]$ を用いても $Y[2]$ を用いても結果にほとんど差は見られなかった。分類による推計結果は表 10 にまとめてある。推計結果 4 と推計結果 5 における $\hat{\beta}'_1$ の値が 5%水準で負で有意となっている。このことから，不良債権比率が大きい銀行は小さい銀行よりもソフトウェア資本の生産性が低く（弾力性が小さく）なっていることがわかる。

表 10: 推計結果 II

	推計結果 4		推計結果 5	
	FE Model	RE Model	FE Model	RE Model
$\hat{\beta}_{0i}$		6.541^{***} (31.145)		6.534^{***} (31.158)
$\hat{\beta}_1$	0.020^{***} (3.501)	0.026^{***} (4.619)	0.019^{***} (3.320)	0.024^{***} (4.406)
$\hat{\beta}'_1$	-0.013^{**} (−2.099)	-0.010 (−1.529)	-0.013^{**} (−2.130)	-0.009 (−1.528)
$\hat{\beta}_2$	0.292^{***} (4.175)	0.547^{***} (11.095)	0.296^{***} (4.323)	0.550^{***} (11.252)
$\hat{\beta}_3$	0.667^{***} (9.356)	0.173^{***} (3.675)	0.651^{***} (9.328)	0.169^{***} (3.619)
Adj. R^2	0.989	0.144	0.990	0.146
	$F(55, 82) = 105.16$ $\chi^2(4) = 97.628$		$F(55, 82) = 111.97$ $\chi^2(4) = 98.737$	

* は 10%水準，** は 5%水準，*** は 1%水準でそれぞれ有意である。() 内の値は t 値。

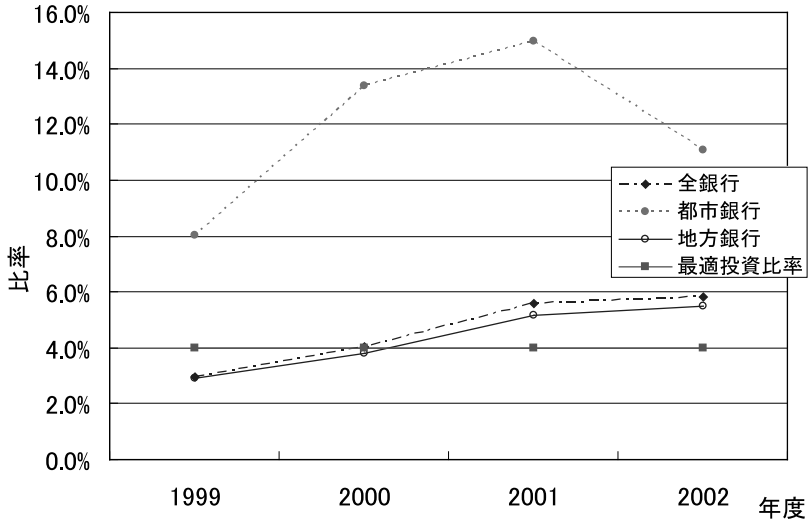

図 1: 最適投資比率と銀行別の平均投資比率

4.3　ソフトウェア資本の最適投資比率

4.1 節と 4.2 節ではソフトウェア資本の生産性について見てきた。しかしながら，これだけでは「どれくらい投資すべきなのか」あるいは「現在の投資水準は適正か」という規範的分析を行うことができない。実際，1990 年代初めから IT 投資の研究が行われているが，企業レベルでの最適投資比率を求めた研究はまだ少ない[23]。

生産物 Y[1] を用いて式 (6) に従って計算した最適投資比率と，平均投資比率（日本の銀行業における動産不動産に対するソフトウェア資本の比率）を図示したものが図 1 である。

図 1 において，推計結果 1 の弾力性から導かれた最適投資比率と各年度における平均投資比率（全銀行，都市銀行および地方銀行）を示している。推計期間を通じた最適投資比率は約 4.06% となった。地方銀行の平均投資比率は 3%～5.5% となっており，最適投資比率の周辺で推移している。これに対し，都市銀行の平均投資比率は 8%～15% となっており，最適投資比率を大きく上回る水準で推移している。このことから，日本の銀行業は過剰なソフトウェア投資を行っている傾向があるといえる。特に，都市銀行は地方銀行に比べて過剰投資の程度は大きなものとなっている[24]。この差異が生じた理由として，地方銀行のソフトウェア投資（情報システム投資）は主としてシステムの維持が目的であり，一方都市銀行は経営戦略の 1 つとしてソフトウェア投資を行っているためと推測できる[25]。

[23] 国レベルのデータを用いた最適投資比率の研究について代表的なものは，荒井・安藤 (2001) および篠﨑(2003) 等である。

[24] この結果は，竹村 (2003b) が指摘した「日本の都市銀行における情報システム資本の過剰投資」と整合的である。また，都市銀行の過剰投資の程度が地方銀行のそれよりも大きい原因として，サンプル数の大幅な違いが考えられる。つまり，地方銀行に比べて都市銀行のサンプル数が少ないので，最適投資比率が主に地方銀行のデータに偏ったものになっている可能性を否定できない。

[25] 都市銀行における情報システム投資の経済効果は短期的でなく，長期的に測定していかなければならないということが指摘されている。それゆえに，時間的なズレを考慮した分析が必要である。これは今後の課題のひとつである。

5　結論と今後の展望

本稿では，日経 NEEDS 銀行財務データを用いて，1999 年度から 2002 年度までの日本の銀行業における（従業員数 1 人当たりの）ソフトウェア資本の生産性についてパネルデータ分析およびソフトウェア資本の最適投資比率に関する分析を行った。その結果，推計期間において，生産物として預金と不良債権控除後の貸出債権との合計額を用いた場合，ソフトウェア資本の弾力性は有意に正の値をとり，ソローの意味での生産性パラドックスは観測されなかった。

次に，ソフトウェア資本の生産性は，貸出債権に占める不良債権の比率が大きい銀行ほどソフトウェア資本の生産性は小さくなっていることがわかった。先行研究で「不良債権比率が銀行の貸出行動に負の影響を与えている」と指摘されていたことを考慮すると，この分析結果はソフトウェア資本が貸出増大行動に寄与していることが推測できる。今後，不良債権の処理が進めば，ソフトウェア投資の生産性が上昇する可能性があるといえる。

さらに，最適投資比率を計算したところ，日本の銀行は過剰なソフトウェア投資を行っている傾向があることがわかった。このことは，日本の銀行は相対的に限界生産性が低い資本に投資を行っていることを意味する。つまり，日本において「IT 投資に関する銀行業のパラドックス」が存在することになる。これはソローの意味の（生産要素の弾力性が非正となる）生産性パラドックスとは異なる新たなる研究課題であるといえる。

最後に，IT 資本に関するデータベースの問題点を述べておく必要がある。日本において IT 投資の分析を行う場合，銀行業のみならず，すべての産業でデータの質と量が問題となるのは数多くの研究において指摘されている。たとえば，国レベルにおいて，宮川 (2003) が，「IT 資産の範囲について，ハードの面でもソフトの面でも日本の既存の統計は，国際比較に耐えられるような形式になっていない」と指摘している[26]。もちろん，産業レベルと企業レベルにおいても同様の問題点が指摘されている。

本稿の分析で用いた日経 NEEDS 銀行財務データは有価証券報告書をベースに作成されている。日経 NEEDS 銀行財務データも 1998 年度からの会計基準の変更にともない，ソフトウェア資本が項目として存在するようになった。しかしながら，会計基準変更後まもないということともあいまって，必ずしも実際の有価証券報告書を反映したものになっておらず，欠損値の存在が顕著となっていた。これは本稿のような IT 投資の研究を行う際，分析対象であるサンプル数を減少させるので最もネックな問題となる。このほかにも，定義されているデータ項目が少ないといった質的な問題もある。たとえば，有価証券報告書では動産不動産の詳細を知ることができるが，日経 NEEDS 銀行財務データでは詳細なデータを取り扱っていない。たとえば，本来 IT 投資の分析対象となるコンピュータやサーバ，事務機械について有価証券報告書では明記されているにもかかわらず，日経 NEEDS 銀行財務データではデータ項目として存在していない。この種の問題も IT 投資の研究を行う際のネックとなる。今後，持続的な企業レベルでの IT 投資の研究を行っていくためには，質および量を充実させ，また他のデータと整合性をもつデータベースの構築が必要である[27]。

（大阪大学大学院経済学研究科博士後期課程）
（関西大学ソシオネットワーク戦略研究センター・ポストドクトラル・フェロー）

[26] 同様の問題点は松本 (2001), 西村・峰滝・白井・黒川 (2002), 内閣府経済社会総合研究所 (2002) においても指摘されている。

[27] 近年，注目を浴びている XBRL はこの問題への解決方法の一つであると考えられる。

参考文献

[1] 浅野哲・中村二郎 (2000),『計量経済学』 有斐閣.

[2] 荒井信幸・安藤浩一 (2001),「日米の設備投資」『フィナンシャルレビュー』（財務省財務総合政策研究所）, July-2001, pp.8-48.

[3] 鵜飼康東 (2003),「アンケート調査の経過および調査概要」鵜飼康東 編著『銀行業情報システム投資の経済分析』多賀出版, pp.111-126.

[4] 鵜飼康東・竹村敏彦 (2001),「日本の銀行業におけるソフトウェア資産のパネルデータ分析－有価証券報告書記載データによる推計－」『関西大学経済論集』, 第 51 巻, pp.333-351.

[5] 大森徹・中島隆信 (2000),「日本銀行業における全要素生産性と仲介・決済サービス」『金融研究』（日本銀行金融研究所）, 第 4 巻, pp.239-288.

[6] 国際協力銀行 (2002)「IT 化のマクロ経済的インパクト」国際協力銀行・開発金融研究所.

[7] 桜井久勝 (2003), 『財務諸表分析』 中央経済社.

[8] 篠﨑彰彦 (2003),『情報技術革新の経済効果—日米経済の明暗と逆転』 日本評論社.

[9] 竹村敏彦 (2003a),「日本銀行業における情報システム投資と生産性および効率性－確率論的フロンティアアプローチを用いた企業レベルでの検証－」*RCSS Discussion Paper*, 関西大学, No.11.

[10] 竹村敏彦 (2003b),「公表データによる情報システム投資の分析」鵜飼康東 編著『銀行業情報システム投資の経済分析』多賀出版, pp.195-218.

[11] 竹村敏彦 (2003c),「情報システム試算に関する情報公開とその実態」鵜飼康東 編著『銀行業情報システム投資の経済分析』多賀出版, pp.127-148.

[12] 竹村敏彦 (2005a),「日本の銀行業における情報システム資本のパネルデータ分析: Tobin's Q 理論による検証」, mimeo. <http://www.rcss.kansai-u.ac.jp/~takemura/>, cite on.

[13] 竹村敏彦 (2005b),「日本の銀行業における情報システム資本の生産性と最適投資比率: 有価証券報告書データによる推計」, mimeo. <http://www.rcss.kansai-u.ac.jp/~takemura/>, cite on.

[14] 須田一幸 (2004), 『会計制度改革の実証分析』 同文舘出版.

[15] 内閣府経済社会総合研究所編 (2002), 『IT 関連経済分析の拡充と統計整備に関する研究会報告書』.

[16] 長岡壽男 (2003), 「都市銀行における情報システム戦略」鵜飼康東 編著『銀行業情報システム投資の経済分析』多賀出版, pp.31-57.

[17] 西村清彦・峰滝和典・白井誠人・黒川太 (2002),「産業経済の変容－『ニューエコノミー』は日本に存在するか」奥野正寛・竹村彰道・新宅純二郎 編著『電子社会と市場経済』新世社.

[18] 和合肇・伴金美 (1995),『TSP による経済データの分析 [第 2 版]』, 東京大学出版会, pp.73-101.

[19] 松浦克己・竹澤康子 (2001a),「われわれは金融機関をどのように選別すればよいか－フロンティア生産関数による効率性分析－」松浦克己・竹澤康子・戸井佳奈子 編『金融危機と経済主体』日本評論社, pp.165-186.

[20] 松浦克己・竹澤康子 (2001b),「銀行の中小企業向け貸出供給と担保, 保証, 不良債権」郵政研究所ディスカッションペーパーシリーズ, No.2001-01.

[21] 松平 Jordan (1998),「日本企業における IT 投資の生産性」, *FRI Review*, Vol.10, pp.43-57.

[22] 松本和幸 (2001),「経済の情報化と IT の経済効果」『経済経営研究』（日本政策投資銀行設備投資研究所）, vol.22-1.

[23] 宮川努 (2003),「失われた 10 年と産業構造の転換－なぜ新しい成長産業が生まれないのか－」岩田規久男・宮川努 編『失われた 10 年の真因は何か』東洋経済, pp.39-61.

[24] 村上裕太郎・竹村敏彦 (2005),「日本の銀行業におけるソフトウェア資本の最適投資に関する分析－日経 NEEDS 財務データを用いたパネルデータ分析－」, *RCSS Discussion Paper*, 関西大学, No.27.

[25] 吉岡完治 (1989),『日本の製造業・金融業の生産性分析: 規模の経済性・技術変化の実証研究』東洋経済新報社.

[26] Brynjolfsson, E. and L. M. Hitt (1996), "Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending," *Management Science*, Vol.42, pp.541-558.

[27] Cohen, Stephen S. and John, Zysman (1987) *Manufacturing Matters: The Myth of the Post-Industrial Economy*, New York, Basic Books, Inc.（大岡哲・岩田悟志訳『脱工業化社会の幻想:「製造業」が国を救う』TBS ブリタニカ, 1990 年）

[28] Franke, R. H. (1987), "Technological Revolution and Productivity Decline: Computer Introduction in the Financial Industry," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.31, pp.143-154.

[29] Greene, W. H. (2002), *Econometric Analysis (Fifth Edition)*, Prentice-Hall, Inc.

[30] Parsons, D. J., C. C. Gotlieb and M. Denny (1993), "Productivity and Computers in Canadian Banking," *Journal of Productivity Analysis*, Vol.4, pp.95-113.

[31] Prasad, B., and P. T. Harker (1997), "Examining the Contribution of Information Technology toward Productivity and Profitability in U.S. Retail Banking," Working Paper, Wharton Financial Institutions Center, University of Pennsylvania, Vol.97-09.

[32] Solow, R. M. (1987), "We'd Better Watch Out," *New York Times Book Review.* July 12, 1987, p.36.

[33] UNCTAD (2003), "E-Commerce and Development Report 2003," United Nations publication, New York and Geneva, <http://www.unctad.org/ecommerce>, cite on.

[34] Watanabe, S and Y. Ukai (2005), "Limit of Aggregate Level Analysis of Information System Investment," Ukai Y. (Edit) *Econmic Analysis of Information System Investment in Banking Industry*, Springer, pp.55-70.

[35] Watanabe, S, Y. Ukai and T. Takemura (2005), "Firm-Level Analysis of Information Systems Investment," Ukai Y. (Edit) *Econmic Analysis of Information System Investment in Banking Industry*, Springer, pp.71-87.

Optimum Investment of the Software Capital in the Banking Industry
The Panel Data Analysis by Using the Nikkei NEEDS Bank Financial Data

Yutaro Murakami and Toshihiko Takemura

The authors carry out panel data analysis concerning the productivity of the software capital per employee in the 1999-2002, by using the Nikkei NEEDS bank financial data. Furthermore, they analyze the optimum investment ratio of software capital in the banking industry. The following results were deduced. First, we found that the productivity of the software capital took positive value in that period. That is, “productivity paradox” was not observed in the banking industry in the sense of R. Solow. Next, we found that the productivity of software capital was lower when the ratio of bad debt in loan and bills discounted was higher. Finally, they found that Japanese banks tended to over-invest in software capital. It would imply that “paradox of the banking regarding IT investment” existed because they invested in the capital whose marginal productivity was lower than the others. Especially, the nationwide banks over-invested in more software capital in comparison with the regional banks.

Keywords : Software Investment, Panel Data Analysis, Bank, Optimum Investment Ratio, Productivity
JEL Classification : C23, D21, D24, M41