

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—*

鵜 飼 康 東**
竹 村 敏 彦***

概 要

本研究では、情報システム技術に関連した無形資産、すなわち「ソフトウェア及びシステム関連の資産」（以下、ソフトウェア資産と略す。）が銀行の金融市場での企業価値にどのような影響を与えるかについて、証券取引法第24条に基づく有価証券報告書をもとにパネルデータ分析を行った。その結果、従業員一人当たりのソフトウェア資産が1ポイント増加すれば金融市場での従業員一人当たりの企業価値が約19ポイント増加することがわかった。

キーワード：情報技術、投資、ソフトウェア、会計、銀行

経済学文献季報分類番号：02-27；02-03；09-14

Keyword：Information Technology, Investment, Software, Accounting, Bank

JEL Classification：D24, G21, L86

1 序論

R. Solow (1987) の「You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics」という言葉が意味するように、情報技術 (Information Technology; IT) 投資は生産性になんら影響がないという「ソローの生産性パラドックス」が1980年代後半に米国の

* 本研究は科学研究費補助金交付課題「金融危機における情報システム投資の経済学的評価手法の開発」（平成11-14年度・課題番号11553001・基盤研究 B2・研究代表者鵜飼康東）の研究成果の一部である。草稿に対して、岩村充（早稲田大学アジア太平洋研究センター）、須田一幸（神戸大学経済経営研究所）、柴健次（関西大学商学部）、長岡壽男（大和銀総合管理）、渡邊真治（大阪府立大学）武田浩一（法政大学経済学部）、中室牧子（日本銀行金融市場局）、南雲聡（金融情報システムセンター）、横沢正明（金融情報システムセンター）の各氏より助言を賜った。記して深謝の意を表す次第である。

** 関西大学総合情報学部教授 E-mail: ukai@res.kutc.kansai-u.ac.jp

*** 大阪大学大学院経済学研究科博士課程在籍 E-mail: TakemuraToshihiko@srv.econ.osaka-u.ac.jp

マクロ経済学者を中心に主張された。米国のGNPレベル及び、製造業及びサービス業における産業レベルの実証研究がこの頃盛んに行われた。そしてその結果のほとんどがこのソローの生産性パラドックスを肯定するものであった¹⁾。

これに対し、Brynjolfsson and Hitt (1995,1996) は、企業レベルでのIT投資と生産性について研究を行った。その結果、IT投資は企業レベルの生産性に貢献していることがわかり、「The “productivity paradox” disappeared by 1991, at least in our sample of firms」と彼らは結論付けている。また産業レベルに関しても McGuckin, Streitwieser and Doms (1996) によれば、製造業の研究を行った結果、各部門にわたるITの普及率が本質的に異なるという事実を発見した。Brynjolfsson and Hitt (1995,1996) の企業レベルの研究を踏まえて、生産性の議論は産業レベルでの分析だけでなく、さらに企業レベルでの分析へと深化することも必要とされた²⁾。

企業レベルでのIT投資と生産性の関係を明らかにするアプローチとして、(I)投入と算出の関係を明示する生産関数を用いて分析する、(II)金融市場における企業価値とIT投資の関係を明示するTobin's q理論を用いて分析するといった2つの流れがある。

Brynjolfsson and Hitt (1995) の研究では、公表されたデータに基づき、米国の製造業及びサービス業に属する企業に関して(I)のアプローチを行い、生産関数を推計した。その結果、IT投資の生産弾力性が他の投資よりもかなり大きいことを発見し、上述したようにIT投資は企業の生産性に大きな影響を与えることを実証した。これを受けて、松平(1998) は、日本の製造業及び非製造業の企業におけるIT投資の生産性について、主としてアンケート調査に基づいて、(I)のアプローチを行い、生産関数を推計した。その結果、製造業に関してはIT投資への投資の限界リターンは正であり、また他の設備への投資の限界リターンよりも約10%大きいという結果を得、逆に非製造業に関しては、ソローの生産性のパラドックスを肯定すべく、IT投資に対するリターンはほとんど0に近いことを発見した。この結果は、産業レベルで分析した McGuckin, Streitwieser and Doms (1996) の結論を補完するものである。

Brynjolfsson and Yang (1999) は、Hayashi and Inoue (1991) や R. Hall (1999) などの手法を適用し、(II)のアプローチを米国の製造業及びサービス業に属する企業に関して

1) Brynjolfsson(1993) では、主要な研究の評価及び生産性のパラドックスの解釈について述べられている。鶴飼(2000) では、その後の日米の研究動向について要約している。

2) 本稿では、企業レベルでの分析を行う。米国のGNPレベルでの分析に関しては Jorgenson and Stiroh (1999) を、また日本の産業レベルでの分析に関しては、篠崎(1999)、伊藤(2001)などを参照されたい。

パネルデータを用いて分析を行った。その結果、IT投資に関する Tobin's q の値は1.0ポイントをはるかに上回り、約10ポイントであることを発見した。Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) では、これに組織変数（チームワーク、社員教育、組織的慣習など）を導入して更なる分析を行った。この結果、IT投資に関する Tobin's q の値は1.0ポイントをはるかに上回る結果を得た。鶴飼・渡邊（2001）は日本の銀行業においてアンケート調査を実施し、パネルデータを用いて分析を行った。その結果、IT投資に関する Tobin's q の値は1.0をはるかに上回り、約17ポイントであることを発見した。これは Brynjolfsson and Yang (1999) の米国の製造業及びサービス業に関する結果と類似し、日米の情報技術革命の効果に大差はないと彼らは結論付けている。

近年、日本において国内総生産に占める情報関連投資の割合は年々上昇しており、中でもソフトウェアの比率は飛躍的に上昇している³⁾。したがって Brynjolfsson たちのように電算機器中心の分析と同様にソフトウェアに関しての分析も行われるべきである。Scacchi (1994) は、ソフトウェアの生産性の測定手法やそれらに関するサーベイを行い、ソフトウェアの生産性に影響を与える組織的知識ベース (knowledge-base) システムの可能性について言及しているが実証的な研究はなされていない。そこで本研究では (II) のアプローチを用い、IT投資のうちソフトウェア資産に関する Tobin's q の値を推計するために、パネルデータ分析を行う。

本研究と先行研究との比較を行うために、表1に Brynjolfsson and Yang (1999)、Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000)、鶴飼・渡邊 (2001) と本研究についてまとめている。

Brynjolfsson and Yang (1999) 及び Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) の分析対象は非金融業（製造業及びサービス産業で金融業を除く）で、IT投資を主として電算機としているのに対し、鶴飼・渡邊 (2001) では分析対象は銀行業で、電算機だけでなくソフトウェアも含めてIT投資としている⁴⁾。

本稿の構成は以下のとおりである。次節で、Brynjolfsson and Yang (1999) 及び Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) のモデルと本稿で用いる分析手法について述べ、3節では2節で展開したモデルを分析するために使用するデータセットに関して解説を加える。4節において、バランスパネルデータ分析及び非バランスパネルデータ分析を行い、それらの結果を示す。そして最後の節で、結論及び今後の課題・展望について述べる。

3) 伊藤 (2001) を参照されたい。

4) Brynjolfsson and Yang (1999), Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) では電算機は取り付けベースで、重要とされるソフトウェアなどを一部見逃している。

表1：企業レベルの研究における比較

	Brynjolfsson and Yang(1999)	Brynjolfsson, Hitt and Yang(2000)	鶴飼・渡邊(2001)	鶴飼・竹村(2001)
分析対象	非金融業	非金融業	銀行業	銀行業
推計期間	1987-1994	1987-1994	1995, 1996, 1998	1993-1999
説明変数	電算機資産 非電算機資産 制御変数	電算機資産 非電算機資産 制御変数 組織変数	電算機資産 (ソフトウェアを含む) 貸出金	ソフトウェア資産 貸出金 制御変数
ITに関する係数	約10ポイント	5ポイント	約17ポイント	約19ポイント (従業員一人当たり)
採択モデル	固定効果モデル	固定効果モデル	変量効果モデル	固定効果モデル
除かれた変数	ソフトウェア 組織変数	ソフトウェア	制御変数 組織変数	電算機 組織変数
データの出所	データベース	データベース	アンケート	有価証券報告書

2 モデルと分析手法

本稿では、Brynjolfsson and Yang (1999) 及び Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) で用いられている動学的最適化行動を記述したモデルを考える。Brynjolfsson and Yang (1999) 及び Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) では、無限期間生存する代表的個人モデル (representative agent model) が採用されており、また1種類の財が生産及び消費されるような経済 (one sector economy) を想定している⁵⁾。彼らのモデルの特徴は、Tobin's q 理論に見られる企業価値と資産投資の関係を基礎とし、有形資産に(測定不能な)関連無形資産を組み込んでいるところである。

以下、簡単に彼らのモデル及び分析手法について述べる。

2.1 基本モデル

各銀行は J 種類の資産 $K_j(\cdot)$ ($j=1, \dots, J$) と L 種類の可変投入 $N_l(\cdot)$ ($l=1, \dots, L$) (労働力や事務用品など) を用いて生産活動を行い、生産関数 $F(\cdot, \cdot)$ を通じてサービスなどに変換される。ここで、資本投資を行う際に生じる追加費用である組織的調整費用 (organizational adjustment cost) $\Gamma(\cdot, \cdot)$ が存在すると仮定する。言い換えると、組織的調整費用は追加的資本を企業に統合するまでの生産過程での損失量を表す。

5) 本稿のみならず、一般的に、いくつかの企業は倒産などしていることを考えると無限期間生存する企業の仮定は不自然な感じがする。しかしながら、多くの企業が活動する資本主義経済を近似するにはこのフレームワークは単純であるが、市場が完備されていれば、多くの主体が活動している経済を代表的個人モデルによって記述することは妥当だと考えることができる。

銀行は短期的な利潤、及び長期的な企業価値 $V(0)$ を最大にすることを目的に各資本投資 $I_j(\cdot)$ ($j=1, \dots, J$) を行うとしよう。短期的な $\pi(\cdot)$ を割引関数 $u(\cdot)$ でもって割引現在価値にし、それらの総和をとったものが企業価値 $V(0)$ である。銀行は企業価値を最大化すると同時に、個々の減価償却率 δ_j ($j=1, \dots, J$) で割引いた異なった資産の蓄積についても考慮しなければならない。

この時、銀行は調整費用を考慮した生産活動を無限期間にわたって行い、銀行の企業価値をあらゆる割引現在価値 $V(0)$ を資産の蓄積に関する J 本の制約条件の下で最大化する以下の動学的最適化問題 (P1) に直面する。

$$\begin{aligned} \max_{\{I(t)\}_{t=0}^{\infty}} \int_0^{\infty} \pi(t) u(t) dt &\equiv V(0) \\ \text{subject to } \frac{dK_j(t)}{dt} &= I_j(t) - \delta_j K_j(t) \quad \text{for all } j = 1, \dots, J \\ \text{ただし、} \pi(t) &= [pF(K(t), N(t)) - \Gamma(I(t), K(t))] - \sum_{i=1}^L N_i(t) - \sum_{j=1}^J K_j(t) \end{aligned}$$

$K(\cdot)$ 、 $N(\cdot)$ 、 $I(\cdot)$ 及び δ はそれぞれ $K_j(\cdot)$ を要素とする資産ベクトル、 $N_i(\cdot)$ を要素とする可変投入ベクトル、 $I_j(\cdot)$ を要素とする投資ベクトル、 δ_j を要素とする減価償却率のベクトルである⁶⁾。

生産関数は資産と可変投入に関して1次同次で2階微分可能、さらに稲田条件 (Inada Condition) を満たすものとする。さらに、組織的調整費用関数には、投資と資産に関して1次同次で2階連続微分可能な凸関数を仮定し、さらに固定費用はなく ($\Gamma(0, K(\cdot)) = 0$) で非負象限で定義されているとする。生産関数及び組織的調整費用関数にこれらを仮定することと Appendix にある横断条件 (Transversality Condition; TVC) を課すことで、(P1) は解をもつ⁷⁾。

この動学的最適化問題に関しては、Appendix 及び Wildasin (1984) を参照されたい。

組織調整費用が完全に資本を使用するために必要とされるならば、企業価値は各々の資産の価値を超過しているかもしれず、各資産が企業に統合される時に作り出される追加的な無形資産 (intangible asset) をその高い価値を表していると考えられる。この時、(P1) を解くことによって得られる最適な企業価値は組織的調整費用の大きさと加重をつけた各資産の総和とみなすことができる。さらにこの組織的調整過程から作り出される無形資産だけでなく、組織的調整過程以外から作り出される各資産と関連のある無形資産 (unmeasured cor-

6) 時間と減価償却率以外は、貨幣価値で表している。また、 p に関して、本稿すべての節を通じて、 $p=1$ と仮定している。

7) この解の存在証明に関しては、Halkin (1974) を参照されたい。

related intangible)をも考慮し、Brynjolfsson and Yang (1999) 及び Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) は次の動学的最適化問題 (P2) を考えた。

$$\max_{\{I_j(t)\}_{t=0}^{\infty}} \int_0^{\infty} \bar{\pi}(t) u(t) dt \equiv V(0) \quad (1)$$

$$\text{subject to } \frac{d\bar{K}_j(t)}{dt} = \bar{I}_j(t) - \delta_j \bar{K}_j(t) \quad \text{for all } j = 1, \dots, J \quad (2)$$

$$\text{ただし、} \bar{\pi}(t) = [pF(\bar{K}(t), N(t)) - \Gamma(\bar{I}(t), \bar{K}(t))] - \sum_{i=1}^L N_i(t) - \sum_{j=1}^J \bar{K}_j(t)$$

ここで、 $\bar{K}(\cdot)$ 及び $\bar{I}(\cdot)$ はそれぞれ、 $v_j(\cdot)K_j(\cdot)$ を要素とする資産ベクトル、 $v_j(\cdot)I_j(\cdot)$ を要素とする投資ベクトルである。ただし、 $v_j(\cdot) - 1$ は資産 $K_j(\cdot)$ に対応する関連無形資産の大きさを表している。

測定不能な関連無形資産として、Brynjolfsson and Yang (1999) はソフトウェアを例としてあげている。ソフトウェアの購入は組織調整費用もしくはコンピュータのハードウェアの投資と関連のある測定不能な投資のいずれかであると考えられる。オペレーティング・システムやネットワーク管理プログラムのようなソフトウェアは組織調整費用として考えられるが、他方統計過程制御などに関するソフトウェアはコンピュータのハードウェアの調整過程と適度に関連のある無形資産として考えることができる⁸⁾。

(P2) は (P1) と同様に簡単に解くことができ、測定不能な関連無形資産まで考慮した銀行の企業価値は、以下の関係を満たす。

$$V^*(0) = \sum_{j=1}^J \lambda_j^*(0) [(v_j^*(0) - 1) + 1] K_j^*(0) = \sum_{j=1}^J \lambda_j^*(0) v_j^*(0) K_j^*(0) \quad (3)$$

ただし、 $V^*(0)$ は最適企業価値、 $\lambda_j^*(0)$ は初期の資産 $K_j(0)$ のシャドウ・プライス (shadow price) を表し、 $\lambda_j^*(0) (v_j^*(0) - 1) K_j^*(0)$ 及び $\lambda_j^*(0) K_j^*$ はそれぞれ初期の最適な資産 $K_j^*(0)$ に対する測定不能な関連無形資産及び組織的調整過程により作り出された無形資産を表している。

2.2 パネルデータ分析

経済主体の動学的最適化行動を検証する場合、個々の企業のマイクロデータを用いてパネルデータ分析を利用することが多く、本稿においても、式(3)における関係を推計するために、パネルデータ分析を行う。パネルデータ分析を行うことで、時間にわたり一定である企業行動の違いを把握でき、企業の異質性を制御することが可能である。

8) しかしながら、実際これらを明確に区別することは困難である。

まず、標本の異質性を考慮するために、資産のタイプと企業価値に影響を与え得る制御変数 (control variable) を特定化する必要がある⁹⁾。

最適化行動の結果である式(3)を以下の誤差項 $\epsilon_i(\cdot)$ を含む推計式で考える。

$$V_i(t) = \alpha_i + \sum_{j=1}^J \lambda_j K_{j,i}(t) + \sum_{m=1}^M \beta_m X_{m,i}(t) + \epsilon_i(t), \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T \quad (4)$$

ただし、 i は銀行 i を表し、 α_i は銀行 i の属性、 $K_{j,i}(\cdot)$ は銀行 i の資産 j 、 $X_{m,i}(\cdot)$ ($m = 1, \dots, M$) は制御変数 (control variable) を表す。我々は、式(4)を考えることで、各係数パラメータのベクトル α 、 λ 、 β をそれぞれ推計する¹⁰⁾。

本稿では、資産を2つのカテゴリー—ソフトウェア資産 $K_s(\cdot)$ とソフトウェア以外の資産 $K_o(\cdot)$ —に分ける¹¹⁾。ただし、その他資産に関しては、貸借対照表の資産の内、大きなシェアを占める「貸出残高」で代表させる。制御変数には従業員数、システム運用期間及び新基準をそれぞれ用いることにする。

よって、式(4)は

$$V_i(t) = \alpha_i + \lambda_s K_{s,i}(t) + \lambda_o K_{o,i}(t) + controls(t) + \epsilon_i(t) \quad (5)$$

と書き改めることができる¹²⁾。ただし、 $controls(\cdot)$ は制御変数をまとめて表したものである。

この計量モデルにおいて、各銀行 i の属性を表す α_i は個別効果 (individual effect) と呼ばれる。この個別効果は、銀行 i の観測することのできない特有な経営資源のような変数として

9) Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) では、Brynjolfsson and Yang (1999) の拡張として組織変数を導入した分析も行っている。本稿では、データの制約上、組織変数を編成することができないので、分析を行わない。

10) 注意すべきことは、この推計される係数パラメータは、蓄積された調整費用の効果と関連無形資産の効果とを区別することはできない。

11) Brynjolfsson and Yang (1999)、鶴飼・渡邊 (2001) では3つのカテゴリー—コンピュータ資産、固定資産 (動産・不動産など)、貸借対照表上の資産 (売掛金、在庫、のれん、現金、その他資産)—で分析を行っている。さらに、Brynjolfsson and Yang (1999) では、制御変数として資産に対する R&D の資産の割合、資産に対する広告費の比率、時間を考えている。

鶴飼 (1997)、Brynjolfsson and Yang (1999)、Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000)、鶴飼・渡邊 (2001) において、情報システム投資を(1)メインフレーム、ワークステーション、パソコン及び CD 機械、ATM 等を含む端末機器の設備費用、(2)ソフトウェアの購入料及び使用料、で定義している。しかしながら、本稿では現在のところ、(2)ソフトウェアの購入料および使用料しか考えていない。

12) この式(5)は、企業価値や企業の量においてクロスセクションや時系列データを用いた各資産のシャドープライスを推計するヘドニック回帰 (hedonic regression) の一例と考えることができる。詳しくは、B. Hall (1999) を参照されたい。

みなす。この α_i の違いを無視し、一時点のクロスセクションデータでモデルを推定すれば、資産 $K_{j,i}(\cdot)$ の係数パラメータ λ_j は過少に計測されることになる。各銀行の属性 α_i が行動に大きな効果を与えるモデルでは、パネルデータ分析が必要不可欠となる。パネルデータ分析では、各銀行 i の α_i を確率変数として扱うか、非確率変数として扱うかが問題となり、前者を変量効果モデル (random effect model)、後者を固定効果モデル (fixed effect model) とよぶ。

式(5)における個々の定数項 α_i が説明変数と相関があるときは一致性がなくなる。この相関がないことを検定するために、固定効果と変量効果の差に対する Hausman 検定を行う。この際、帰無仮説は「定数項の条件付期待値と説明変数の平均値には線形の見られない」、つまり「定数項と説明変数との間には相関はない」といったものである。4節で本稿における推計モデルの解釈について説明を行う。さらに詳しい説明に関しては、和合・伴 (1995)、Greene (1997) などを参照されたい。

3 データセット

この分析に用いるデータセットは1993年度から1999年度までにソフトウェア資産を証券取引法第24条に基づく有価証券報告書に記載している銀行のコンピュータ資本と企業価値評価のデータのパネルである。

ソフトウェア資産を有価証券報告書に記載している銀行は、93年度は32行、94年度は32行、95年度は38行、96年度は39行、97年度は38行、98年度は43行、99年度は61行存在した。7年間で81行、283データが得られた。この内2年以上明記している銀行の数は53行であり、7年間明記している銀行は13行である。詳しくは竹村 (2001) に掲載の予定である。

以下、各データの説明と加工について説明をする。

総市場価値 株式市場価値は、株価と発行済株式総数とで求めることができる。本稿では、単に会計年度末3月における各銀行の最高株価と最低株価の単純平均を株価とし、それと発行済株式総数をかけあわせたものを用いることにする。この株式市場価値に負債の簿価を加えることで、総市場価値とする。

ソフトウェア資産 1998年度に大蔵省企業会計審議会(1998) (現在は金融庁の管轄下) は「研究開発費等に係る会計基準の設定に関する意見書」(以下、新基準と略す)を公表した。この新基準により1999年度以降の有価証券報告書でソフトウェア資産(システム開発費用を含む)が明記されるようになった。しかしながら、それ以前はソフトウェア資産について明確な指

針がなかったため、明記されていないか、経常費用計上されていたりと統一されていないか。そこで、新基準適用以前のソフトウェアの有価証券報告書への計上に関して、資産計上と費用計上を特に明確な区別をせずにソフトウェア資産とみなし、分析を用いる。

貸出残高 ソフトウェア以外の資産として、貸出残高を採用する。しかしながら、銀行業において貸出残高には、近年問題になっている不良債権が含まれている。分析では、貸出金額から不良債権額を差し引いたものを用いる¹³⁾。ここで不良債権は、1998年以降に関しては、各事業年度期末日現在における破綻先債権額、延滞債権額、3ヶ月以上延滞債権額及び貸出条件緩和債権額の合計、それ以前に関しては、各事業年度期末日現在における破綻先債権額、延滞債権額、金利減免債権額及び経営支援先に対する債権額の合計としている¹⁴⁾。

制御変数 Brynjolfsson, and Yang (1999)、Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000)では、制御変数の時間をダミー変数として用いることで、株式市場における評価の一般的な経済のトレンドを制御していると考えてる。本稿では、1999年度の新基準をダミー変数として用いることにする。すなわち、新基準導入前を0、導入以後を1と割り当てている。さらに、有価証券報告書より得られる情報をもとに、制御変数としてシステム運用期間及び従業員数を考える。ここでいうシステム運用期間とは、有価証券報告書に記載されている導入されたオンラインシステムの経過期間を意味するものとする。つまりこのシステム運用期間が長ければ長いほ

13) 現実問題として、実際の不良債権額は日増しにその額を増やし、このような変数の加工で、本当に総市場価値を追跡できているかは疑問の余地がある。

14) 破綻先債権とは、元本又は利息の支払の遅延が相当期間継続していることとその他の事由により元本又は利息の取立て又は弁済の見込みがないものとして未収利息を計上しなかった貸出金（貸倒償却を行った部分を除く。以下「未収利息不計上貸出金」という。）のうち、法人税法施行令第96条第1項第3号のイからホまでに掲げる事由または同項第4号に規定する事由が生じている貸出金である。延滞債権とは、未収利息不計上貸出金であって、破綻先債権及び債務者の経営再建又は支援を図ることを目的として利息の支払を猶予した貸出金以外の貸出金である。3ヶ月以上延滞債権とは、元金又は利息の支払いが、約定支払日の翌日を起算日として3ヶ月以上延滞している貸出金で破綻先債権及び延滞債権に該当しないものである。貸出条件緩和債権とは、経済的に困難に陥った債務者の債権・支援を図り、当該債権の回収を促進することなどを目的に、債務者に有利な一定の譲歩（金利の減免、金利の支払猶予、経営支援、元金の返済猶予、債権放棄、代物弁済の受入、債務者の株式の受入などを実施した貸出金である。金利減免等債権とは、債権者の再建・支援を図るため、約定条件改定時において公定歩合以下の水準にまで金利を引き下げた貸出金及び利鞘が確保されていないスプレッド貸出金、ならびに金利棚上げの措置を講じ未収利息を収益不計上としている貸出金である。経営支援策に対する債権とは、債務者の債権・支援のため、損金経理について税務当局の認定を受けて債権放棄等を行い、経営支援している先に対する貸出金である。

ど組織及び顧客に適したシステムが導入されていることになる。しかしながら逆に、その銀行は古いシステムをまだ用いていることも意味する。また従業員に関しては本来平均賃金を用いて貨幣価値に変換し人的資本 (human capital) とみなし、変数に用いるべきであるが、本稿においては、平均賃金を用いず、そのまま従業員数を変数として用いた¹⁵⁾。次節の分析において、従業員一人当たりで分析を行うが、そのときは従業員数は制御変数と見なさない。

制御変数を除く変数は全て簿価で表示されている。そのため、分析に用いる際時価変換を行わなければならない。しかしながら、ソフトウェア資産及びその他資産についての適切な価格指数が入手できなかったため、本稿においては簿価を用いて分析を行う。

4 分析結果

本稿では、まず7年間を通じて有価証券報告書にソフトウェア資産を明記している13行に関してバランスパネル分析を行う。続いて、1年以上ソフトウェア資産を有価証券報告書に明記している81行に関して、非バランスパネル分析を行う¹⁶⁾。

4.1 バランスパネルデータ分析

7年間有価証券報告書にソフトウェア資産の有無を明記している銀行に関して、バランスパネルデータ分析を行う。この際、われわれは (i) そのままの変数を用いた場合と (ii) 従業員一人当たりの変数を用いた場合を考えた¹⁷⁾。

これらの13行に関してパネルデータ分析を行う前に、まず説明変数間の多重共線性について見てみる。表2に説明変数間の相関係数を示している。VIF (Variance Inflation Factors)

表2：相関係数マトリックス1-1 (N=13)

	ソフトウェア	貸出	従業員数	新基準	運用期間
ソフトウェア	1.00000				
貸出	0.92534	1.00000			
従業員数	0.88449	0.99117	1.00000		
新基準	0.024461	-0.015837	-0.055710	1.00000	
運用期間	0.36595	0.40491	0.37514	0.29120	1.00000

15) 従業員の賃金の格差が一部大きいことなどが理由としてあげられる。

16) 非バランス・パネルデータとは、「各クロスセクション単位に対して観測数が異なるデータ」のことをいう。つまり、非バランス・パネルを用いることで、観測値が連続している場合でも、欠損値がある場合でも分析を行うことができるのである。

17) 生産関数、組織的調整費用関数に関する仮定及び、従業員の変化率を0と仮定することで、一人当たりに変換しても (P1) 及び (P2) のモデルをそのまま適用することができる。実際に各銀行の従業員の変化率はほぼ0に近い状態であった。

基準を採択するのであれば、「ソフトウェア資産と貸出残高」、「貸出残高と従業員数」にそれぞれ多重共線性が発生していることがわかる¹⁸⁾。よってそれぞれの場合において、いずれかの変数を外す必要がある。

ソフトウェア資産と貸出残高には VIF 基準において多重共線性が生じているので、貸出残高を外し分析を行った。その分析結果は表 3 に示している。

表 3：バランスパネルデータ分析 I-1

市場価値	Pooled OLS	Between	Fixed Effect	Random Effect
R^2	0.994	0.997	0.999	0.993
観測数	91	91	91	91
ソフトウェア資産	379.560*** (11.653)	623.671*** (4.435)	-44.267 (-0.997)	275.118*** (13.812)
従業員	2531.03*** (41.253)	2090.97*** (7.942)	1257.42*** (7.187)	2575.15*** (47.697)
新基準	687652 (1.409)	-0.300E+08*** (-4.842)	220250 (0.927)	759669*** (3.346)
運用期間	124957** (2.388)	176090 (1.049)	-5881.90 (-0.154)	140672*** (4.326)
切片	-0.467E+07*** (-14.716)	0.000 (0.000)		-0.430E+07*** (-8.222)

*は10%で有意、**は5%で有意、***は1%で有意である。

() 内は t 値を表す。

表 3 を見てわかるように、決定係数は全て 0.99 以上でかなり高い。これらのうち、ソフトウェア資産が総市場価値に影響を与える 1%水準で有意なものは、プール形式の回帰モデル (Pooled OLS)、平均による回帰モデル (Between)、変量効果モデル (Random Effect) である¹⁹⁾。これらのモデルに関しては、正の係数パラメータが得られた。しかしながら、パネルデータ分析に関して、Hausman 検定を行うと、自由度 3 の χ^2 統計量が 67.906 となり、帰無仮説を棄却することで誤る確率を表す p 値が 0.00% なので固定効果モデルが採択されることとなる。固定効果モデルでは、ソフトウェア資産、新基準およびシステム運用期間は総

18) VIF は

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

で求められる。 R^2 は決定係数を表す。通常 VIF の値が 10 を超えた時、多重共線性が発生しているとみなす。

19) プール形式の回帰モデルは単に各銀行の特異性を制御する変数を導入していただきたいためあくまでも他の推計モデルとの比較のために示している。また、平均による回帰モデルは、「個々の平均間では全ての係数パラメータがクロスセクション単位ごとに同じである」という関係を仮定しており、クロスセクションに用いるデータのグループの平均によって回帰を行っているモデルである。

市場価値に影響を与えない。このモデルで1%水準で有意であるのは従業員数だけである。よって、ソフトウェア資産が総市場価値に与える影響はないと結論付けることができる。

次に、従業員一人当たりの変数を用いた場合について見てみる。表4には一人当たりに変換した変数の相関係数マトリックスが示されている。

表4：相関係数マトリックスⅠ-2 (N=13)

	ソフトウェア	貸出	新基準	運用期間
ソフトウェア	1.00000			
貸出	0.43931	1.00000		
新基準	0.00067794	0.11345	1.00000	
運用期間	-0.16239	0.50356	0.29120	1.00000

従業員一人当たりの変数を用いた場合、VIF基準では多重共線性は発生していないとみなすことができる。したがって、これらの変数を分析に用いることができる。これらの分析結果は次の表5に示している。

表5：バランスパネルデータ分析Ⅰ-2

市場価値	Pooled OLS	Between	Fixed Effect	Random Effect
R^2 観測数	0.980 91	0.987 91	0.997 91	0.978 91
ソフトウェア 資産	25.622 (1.540)	58.791 (0.866)	18.061** (2.128)	11.355 (1.366)
貸出残高	1.652*** (42.790)	1.584*** (12.252)	1.177*** (16.915)	1.439*** (28.162)
新基準	-30.161 (-0.945)	-1550.33** (-2.636)	50.687*** (3.578)	23.939* (1.786)
運用期間	5.256 (1.240)	19.421 (1.196)	-1.157 (-0.489)	-3.796* (-1.668)
切片	-169.333*** (-5.834)	0.000 (0.000)		99.677** (1.955)

*は10%で有意、**は5%で有意、***は1%で有意である。

()内はt値を表す。

表5にあるように、決定係数は0.99前後でかなり高いものである。ソフトウェア資産に関して、固定効果モデルが5%水準で有意であり、さらに総市場価値に正の影響を与えている。他の変数に関しても1%水準で貸出残高と新基準が有意で総市場価値に正の影響を与えていることが分かる。パネルデータ分析に関して Hausman 検定を行うと、自由度3の χ^2 統計量は34.764となり、またp値も0.00%であるので、固定効果モデルが採択される。さらにこの結果で興味があることとして、他の資産を代表している貸出残高の係数パラメータが約1.2であるのに対し、ソフトウェア資産の係数パラメータが約18とかなり高いという結果を得た。よって、従業員一人当たりで考えた場合、ソフトウェア資産は総市場価値に正の影響を与え

ると結論付けることができる。またその際、ソフトウェア資産のほうが他の資産よりも効果がかかなり大きいと考えられる。

4.2 非バランス・パネルデータ分析

少なくとも1年以上有価証券報告書にソフトウェア資産の有無を明記している銀行に関して、非バランスパネルデータ分析を行う。非バランスパネルデータであるため、1年しか有価証券報告書にソフトウェア資産の有無を明記していない銀行も28行存在していることに注意されたい。

バランスパネルデータ分析と同様の手順で、まず多重共線性について見てみる。その相関係数マトリックスは表6に示している。

表6：相関係数マトリックスⅡ-1

ソフトウェア	貸出	従業員数	新基準	運用期間	
ソフトウェア	1.00000				
貸出	0.82504	1.00000			
従業員数	0.82275	0.97538	1.00000		
新基準	0.041986	-0.040913	-0.078111	1.00000	
運用期間	-0.033348	0.037572	0.010991	0.23683	1.00000

この場合、多重共線性の存在が認められるのは、「貸出残高と従業員数」である。よって、従業員数を外し、分析を進める。

表7：非バランスパネルデータ分析Ⅰ-1-1 (N=70)

市場価値	Pooled OLS	Between	Fixed Effect	Random Effect
R^2	0.987	0.989	0.999	0.986
観測数	249	249	249	249
ソフトウェア 資産	136.629*** (5.922)	306.867*** (5.853)	74.178*** (5.469)	42.175*** (3.370)
貸出残高	1.635*** (69.734)	1.513*** (29.165)	2.378*** (37.846)	1.844*** (69.698)
新基準	225471 (0.698)	323268 (0.667)	251790 (1.476)	88171.1 (0.543)
運用期間	-34738 (-1.461)	-4392.45 (-0.152)	-4821.43 (-0.213)	-17613.1 (-0.925)
切片	-286483 (-1.285)	-403552 (-1.142)		-667175** (-2.174)

*は10%で有意、**は5%で有意、***は1%で有意である。

() 内はt値を表す。

表7において、全てのモデルにおいて決定係数が0.99前後とかなり高い。全てのモデルにおいてソフトウェア資産の係数パラメータは有意で、かつ正の値をとることが分かった。ま

た全てのモデルにおいて、新基準とシステム運用期間の係数パラメータは有意ではないことともわかった。つまり、総市場価値に新基準もシステムの運用期間も影響を与えない。続いて Hausman 検定を行うと、自由度4の χ^2 統計量は104.60となり、また p 値も0.00%であるので、固定効果モデルが採択される。貸出残高に関しては全てのモデルを通して1%水準で有意である。しかしながら、制御変数である新基準とシステム運用期間に関しては有意ではなかった。そこで制御変数を除いて分析を行った。その結果を表8に示している。この結果プール形式のOLSと固定効果モデルがソフトウェア資産に関して1%水準で有意であり、全てのモデルにおいて1%水準で貸出残高は有意であった。ソフトウェア資産及び貸出残高は総市場価値に対して正の影響を与えることもわかった。また Hausman 検定の結果、自由度2の χ^2 統計量は57.452で p 値が0.00%で固定効果モデルが採択される。

表8：非バランスパネルデータ分析Ⅰ-1-2 (N=81)

市場価値	Pooled OLS	Between	Fixed Effect	Random Effect
R^2	0.987	0.985	0.998	0.987
観測数	280	280	280	280
ソフトウェア 資産	73.891*** (3.601)	68.472 (1.506)	69.697*** (4.548)	22.374* (1.704)
貸出残高	1.675*** (76.522)	1.688*** (33.232)	2.261*** (33.737)	1.790*** (73.073)
切片	-469665*** (-3.195)	-243172 (-0.968)		-593543** (-2.353)

*は10%で有意、**は5%で有意、***は1%で有意である。

()内は t 値を表す。

よって、ソフトウェア資産が総市場価値に与える影響は正であり、またその時の効果は他の資産の効果よりもかなり大きいと考えることができる。

最後に非バランスパネルデータ分析に従業員一人当たりの変数に加工した方式で行う。表9には従業員一人当たりに変換した説明変数の相関係数マトリックスを示している。

表9：相関係数マトリックスⅡ-2

	ソフトウェア	貸出	新基準	運用期間
ソフトウェア	1.00000			
貸出	0.52894	1.00000		
新基準	0.10735	0.063955	1.00000	
運用期間	-0.13346	0.054962	0.23683	1.00000

VIF基準を用いると、説明変数間に多重共線性が生じていないと見なすことができる。よって、これらの変数を用いて分析することができる。全ての変数を用いて分析を行った結果を表10に示している。

表10：非バランスパネルデータ分析Ⅱ－2－1（N=70）

市場価値	Pooled OLS	Between	Fixed Effect	Random Effect
R^2	0.951	0.962	0.996	0.949
観測数	249	249	249	249
ソフトウェア 資産	84.337*** (4.686)	142.887*** (3.287)	19.360** (1.954)	39.286*** (4.168)
貸出残高	1.775*** (55.136)	1.827*** (25.252)	1.363*** (20.139)	1.776*** (48.366)
新基準	40.777 (1.226)	75.250 (1.034)	19.261 (1.158)	-17.183 (-1.138)
運用期間	-1.182 (-0.475)	-1.570 (-0.362)	0.455 (0.215)	-1.474 (-.807)
切片	-249.107*** (-7.567)	-300.781*** (-4.324)		-140.608*** (-3.366)

*は10%で有意、**は5%で有意、***は1%で有意である。
() 内は t 値を表す。

全てのモデルにおいて決定係数はかなり高く、全てのモデルを通じてソフトウェア資産の係数パラメータはプール形式の OLS、平均による回帰、変量効果モデルで1%水準で有意、固定効果モデルで5%水準で有意である。貸出残高に関しては全てのモデルにおいて1%水準で有意である。しかしながら、新基準とシステム運用期間は有意ではなかった。次に Hausman 検定を行うと、自由度4の χ^2 統計量が68.331で、その時の p 値が0.00%であることより、固定効果モデルが採択される。

さらに、有意でなかった制御変数を外して分析を行った結果が、表11に示されている。

表11：非バランスパネルデータ分析Ⅱ－2－2（N=81）

市場価値	Pooled OLS	Between	Fixed Effect	Random Effect
R^2	0.954	0.954	0.996	0.954
観測数	280	280	280	280
ソフトウェア 資産	67.738*** (4.062)	101.076** (2.503)	20.615*** (2.031)	38.089*** (3.968)
貸出残高	1.774*** (59.208)	1.836*** (25.922)	1.369*** (22.722)	1.743*** (50.675)
切片	-238.465*** (-8.723)	-269.325*** (-4.780)		-131.827** (-3.387)

*は10%で有意、**は5%で有意、***は1%で有意である。
() 内は t 値を表す。

この結果、ソフトウェア資産に関して平均による回帰モデルが5%で有意で、残りのモデルは1%水準で有意であるという結果が得られた。同時に、貸出残高に関しても全てのモデルが1%水準で有意であった。このことより、ソフトウェア資産及び貸出残高ともに総市場価値に正の影響をもたらすことがわかる。Hausman 検定を行うと、自由度2の χ^2 統計量が

62.839で、その時の ρ 値が0.00%であることより、固定効果モデルが採択される。

従業員一人当たりで分析を行った場合でも、ソフトウェア資産は総市場価値に正の効果を与え、その値はかなり大きなものであることがわかった。

バランスパネルデータ分析および非バランスパネルデータ分析を行った結果、ソフトウェア資産の総市場価値に与える影響は正であることがわかった。ソフトウェア資産の係数パラメータは資産のシャドープライスであることを考えると、かなり高い価格付けがソフトウェア資産に関して行われるとみなすことができる。さらに全ての分析で、変量効果モデルではなく固定効果モデルが採択された。これは、各銀行は観測できないような個別の経営資源をもっていることを意味する。この結果は、Brynjolfsson and Yang (1999) と Brynjolfsson, Hitt and Yang (2000) の見解と一致する。制御変数に関して言えば、システム運用期間は総市場価値に影響を与えることはない結論付けることができる。

バランスパネルデータ及び非バランスパネルデータを通じて、貸出残高の係数パラメータは約1.5程度であるのに対し、ソフトウェア資産の係数パラメータに関しては分析によって大きく変わっている。そこで、分析に用いた銀行の基本統計量を参考として以下に示しておく。表12はバランスパネルデータ分析に用いた13行の基本統計量であり、表13は非バランスパネルデータ分析に用いた81行の基本統計量である²⁰⁾。それぞれの表を比較してわかるように、総市場価値を含む説明変数の基本統計量(平均、標準偏差、メディアン、最小値、最大値)に

表12：バランスデータ分析に用いた銀行の基本統計量Ⅰ(N=13)

	総市場価値	ソフトウェア資産	貸出残高	従業員数	運用期間
平均	1.12D+07	6538.69	6985220.734	947.263	5.75
標準偏差	1.85D+07	10654.12	1.12D+07	55754.68	3.50
メディアン	3484589.5	2152	2208221	2583	6
最小値	1471469	0	1006274	1190	0
最大値	5.76D+07	38271	3.5D+07	22355	13

表13：バランスデータ分析に用いた銀行の基本統計量Ⅱ(N=81)

	総市場価値	ソフトウェア資産	貸出残高	従業員数	運用期間
平均	9760139.55	5082.30	5846508.764	283.61	7.33
標準偏差	1.71D+07	9858.85	9701408.774	679.20	5.52
メディアン	2810384.5	1045	1921857	2490	6
最小値	459850.75	0	356667	663	0
最大値	8.91D+07	54624	4.26D+07	22355	27

20) 後者の銀行群にはもちろん前者の銀行群を含んでいることに注意されたい。

関しては差異が見られる。

本稿では、従業員一人当たりに変換した場合と変換していない場合の分析を行った。この節の最後にこの意味について考える。

従業員一人当たりに変換した理由として次の2つが挙げられる。1つ目として、表2と表6と見て分かるように、統計学的な問題としてソフトウェア資産と貸出残高に多重共線性が見られる。しかしながら従業員一人当たりに変換した場合、表4と表9にあるように変数間に多重共線性は見られない。よって、多重共線性の問題をクリアにするために一人当たりに変換した変数を分析に用いた。2つ目として、経済学的な意味がある。従業員一人当たりに変換することで、従業員一人当たりのIT資本装備率及び非IT資本装備率を求めることができる。また、モデルの仮定により、得られた結果は銀行の最適化行動の結果と見なすことができる。

5 結論と今後の展望

本稿では、情報システム投資の中でもソフトウェア資産に注目してバランスパネルデータ分析および非バランスパネルデータ分析を行った。その結果、従業員一人当たりのソフトウェア資産と関連付けられる銀行の従業員一人当たりの総市場価値の増加は1ポイントよりもかなり高い価値を与えていることがわかった。これは、Brynjolfsson and Yang (1999)、Byrnjolfsson, Hitt and Yang (2000)、鶴飼・渡邊 (2001) と類似した結果であり、日本の銀行業のIT投資、特にソフトウェア資産においてソロー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。

さらに分析の結果、各銀行は銀行ごとに企業特性を持ち、その企業特性は銀行の長期的及び短期的な最適化行動に影響を与えうることにもわかった。これは、日本の銀行の協調的行動、いわゆる護送船団方式が少なくとも1993年以後は当てはまらなくなっている可能性を示唆している。

本稿では主としてソフトウェア資産に注目して分析を行った。しかしながら、IT投資の市場価値への効果を見るためには、ハードウェアやATMなどの端末機器までを考え、さらに資産をよりカテゴリーわけし、組織変数をモデルに導入して分析を行わなければならない。

最後に、本稿の会計学的、経営学的意義について考察する。現実には、投資収益率や売上増加率、営業収入といった財務指標で短期的な経営判断を行う企業経営者が多く存在していると考えられる。しかし、このような経営者たちは、長期の企業目的を達成するための新しい評価指標を怠っているとみなすことができる。例えば、Kaplan and Norton (1996) では、財務的視点(financial perspective)だけでなく、社内業務プロセスの視点(internal business

perspective)、顧客の視点 (customer perspective) 及びイノベーションと学習の視点 (innovation & learning perspective) で総合的に企業の経営を判断するバランス・スコアカード (balanced scorecard) を企業の評価に用いるべきであるとされている。本稿ではこれらの視点のうち、財務的視点及びイノベーションと学習の視点について分析を行ったとみなせる。さらに今後導入する組織変数は残りの2つの視点を補完するものであると考えられる。

参考文献

- 1) Brynjolfsson E., (1993): "The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment," *Communications of the ACM*, 35, 66-77.
- 2) Brynjolfsson E., and L. M. Hitt (1995): "Information Technology as a Factor of Production: The Role of Differences Among Firms," *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 183-200.
- 3) Brynjolfsson E., and L. M. Hitt (1996): "Paradox Lost? Firm-level Evidence on the Returns to Information Systems Spending," *Management Science*, 42, 541-558.
- 4) Brynjolfsson E., and L. M. Hitt (2000): "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", *Journal of Economic Perspectives*, 14, (4), Fall 2000, pp.23-48.
- 5) Brynjolfsson E., L. M. Hitt and S. Yang (2000): "Intangible Assets: How the Interaction of Computers and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations," MIT Sloan School Mimeo.
- 6) Brynjolfsson E. and S. Yang (1999): "The Intangible Costs and Benefits of Computer Investments: Evidence from the Financial Markets," MIT Sloan School Mimeo.
- 7) Greene W. H. (1997): *Econometric Analysis (Third Edition)*, Princeton Hall International, Inc, New Jersey.
- 8) Gould J. P. (1968), "Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm," *Review of Economic Studies*, 35, 47-55.
- 9) Halkin H. (1974): "Necessary Conditions for Optimal Control Problems with Infinite Horizons," *Econometrica*, 42, 267-272.
- 10) Hall, Bronwyn H. (1999): "Innovation and Market Value," *NBER Working Paper*, No.6984.
- 11) Hall, Robert E. (1999): "The Stock Market and Capital Accumulation," *NBER Working Paper*, No.7180.
- 12) Hayashi F. and T. Inoue (1991): "The Relation between Firm Growth and Q with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms," *Econometrica*, 59, 731-753.
- 13) 伊藤由樹子 (2001): 「IT革新と日本経済の活性化」【研究レポート】(富士通総研 (FRI) 経済研究所) No.102, 30-50.
- 14) Jorgenson D. W. and K. J. Stiroh (1999): "Information Technology and Growth," *American Economic Review*, 89, 109-115.
- 15) Kaplan and Norton (1996): *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*, Harvard Business School Press, Boston.
- 16) 松平 Jordan (1998): 「日本企業におけるIT投資の生産性」, FRI Review, 10, 43-57.
- 17) McGuckin R. H., M. L. Streitwieser and M. E. Doms (1996): "The Effect of Technology Use on Productivity Growth," Center for Economic Studies, Discussion Paper.

- 18) 大蔵省企業会計審議会（1998）：「研究開発費等に係る会計基準の設定に関する意見書」.
- 19) Scacchi W. (1994): "Understanding Software Productivity," Draft.
- 20) 篠崎彰彦（1999）：「情報革命の構図」東洋経済新報社,東京.
- 21) Solow R. M. (1987): "We'd Better Watch Out," *New York Times Book Review*, July 12, 36.
- 22) 竹村敏彦（2001）：「銀行における情報システムに関する情報開示の実態（仮題）」, unpublished.
- 23) 鶴飼康東（1997）：「JMPver.3.1 ソフトウェアによる銀行業情報システム投資横断面分析」【第16回日本 SAS ユーザー会総会および研究発表会論文集】，321-332.
- 24) 鶴飼康東（2000）：「情報化投資は生産性の向上をもたらしたのか?」【関西大学経済論集】第 50 巻 2 号，145-153.
- 25) 鶴飼康東・渡邊真治（2001）：「日本の銀行業における情報技術投資の経済効果—パネルデータ分析による試算—」【関西大学経済論集】第 51 巻第 2 号，179-209.
- 26) 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，東京.
- 27) Wildsin D. E. (1984): "The q Theory of Investment with Many Capital Goods," *American Economic Review*, 74, 203-743.
- 28) Yoshikawa H. (1980): "On the "q" Theory of Investment," *American Economic Review*, 70, 739-743.