

SHIBAURA MOT DISCUSSION PAPER

芝浦工業大学大学院工学マネジメント研究科

ディスカッションペーパー

ソフトウェア投資が企業業績に与える効果に関する実証分析

馬場 康志 ・ 稲村 雄大 ・ 渡辺 孝

Discussion Paper No. 2011-03

Shibaura Institute of Technology

Graduate School of Engineering Management

芝浦工業大学大学院

工学マネジメント研究科

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

芝浦工業大学大学院工学マネジメント研究科(MOT)ディスカッションペーパーは、研究科の教職員と学生の専門的かつ独創的な研究の促進を図り、広く学術の振興及び教育の発展に資するために、研究成果をワーキングペーパーとして公表するものです。ディスカッションペーパーの著作権は著作者に帰属します。

The MOT Discussion Paper Series is published as a working paper.
The copyright is retained by the author(s).

ソフトウェア投資が企業業績に与える効果に関する実証分析

The Effect of Software Investment on Firm Performance

馬場 康志*・稲村 雄大**・渡辺 孝***

Yasushi Baba・Katsuhiro Inamura・Takashi Watanabe

Abstract

Previous studies revealed that Information and Communication Technologies (ICT) contributes to productivity growth in Japan and US. But recently, many manufacturing companies in Japan doubt whether the investment for ICT truly contributes to the improvement of firm performance. This paper examines the effect of the software investment on firm performance. The result in the Linear correlation analysis shows that the software investment has positive but weak effect on firm performance. However, in the Non-Linear analysis where we divide companies into three groups by the scale of software asset, we found that this effect is significant in the group with small or large scale software asset, but in the group with middle scale software asset which includes most of the companies, the effect is not significant.

要旨

本稿では、IT投資の収益改善効果に否定的な企業が過半を占め、企業のIT投資の約8割をソフトウェア投資が占めている日本の現状を踏まえ、ソフトウェア投資が日本の製造業企業の収益性にどの程度寄与しているか、線形・非線形の両観点から分析した。従業員一人あたりのソフトウェア資産の大きさをサンプルを3群(低位・中位・高位)に分けROAに対する寄与を分析した結果、低位・高位では寄与が明確だが、多くの企業を含む中位では、その寄与を確認することができなかった。

Keywords : Information Technology; Software Investments; Firm Performance; Linear Splines; Regression Analysis

キーワード : IT、ソフトウェア、ROA、一次スプライン関数、回帰分析

* 株式会社朝日新聞社, baba-y@asahi.com

** 芝浦工業大学大学院, inamura@sic.shibaura-it.ac.jp

*** 芝浦工業大学大学院, watataka@sic.shibaura-it.ac.jp

1. はじめに

「IT投資が業績向上につながらない」、近年そのような不満が、日本企業の中で高まっている。

経済産業省「情報処理実態調査」の平成19年度調査では、IT投資が「業務革新、業務効率化につながった」と回答した企業が、全回答企業中87.8%を占めたにもかかわらず、「売上又は収益改善につなが

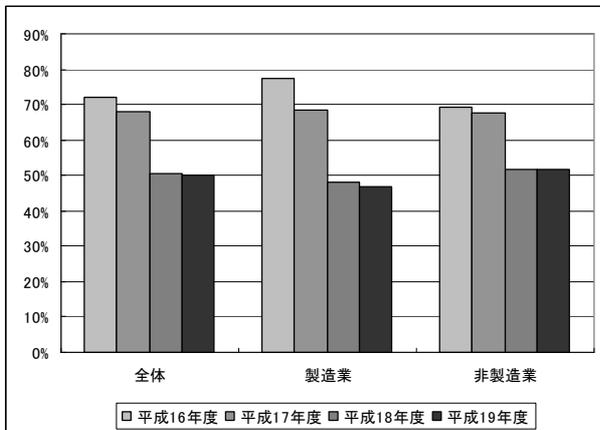


図1：IT投資が売上又は収益改善に効果があったとする企業の割合

った」と回答した企業の割合は49.9%にすぎない。また、図1に示すように、平成16年度調査では、71.9%の企業が「売上又は収益改善につながった」としていたにもかかわらず、この割合は年々低下し続け、平成19年度調査までに20ポイント以上も落ち込んでいる。この傾向は、製造業において特に顕著に見られる。

本当にIT投資は企業の収益改善に寄与していないのか、本研究ではこの問題の実証分析を試みる。

2. 先行研究

2.1. IT投資と企業の生産性・収益性の関係

IT投資が、企業の生産性や収益性に寄与しているかという問題は、主に1990年代に広く議論されてきた。

IT投資と生産性の関係に関する、いわゆる「生産性パラドクス」問題については、主に1990年代後半以降の実証研究により、マクロレベル、産業レベル、企業レベルのいずれにおいても、IT投資が生産性に大きく寄与していることが、日米で確認されている(例:元橋, 2005[23])。

しかし、企業のIT投資と収益性の関係については、米国の先行研究では一致した結論は得られておらず、日本ではほとんど検証されていない。

米国では、会計上の利益と市場価値の両方の観点から、収益性とIT投資との関係が分析されてきた。Hitt & Brynjolfsson(1996)[5]は、米国企業370社に関して1988～92年のコンピューター資産額と関連人件費の和と、ROA、ROEなど会計的な収益率との関係を検証したが、部分的に弱い相関があることを確認したにとどまった。しかし、Rai et al.(1997)[9]は、米国企業124社に関する1994年のIT資産額とROAの相関を検証して、5%水準で有意な正相関であるとした。また、市場価値の観点からは、Bharadwaj et al.(1999)[1]が米国企業397社についてTobin's QとIT投資額・売上高比率の関係について検証し、1989～91年では1%有意、1992～93年は5%有意でいずれも正相関であるとした。

一方、日本ではIT投資と生産性の関係に議論が集中しており、企業の収益性とIT投資の関係に関する検証は極めて少ない。その中では、実積他(2002)[13]が日本企業57社について、IT資産を従業員実稼働数で除した値とROAとの関係を検証しているが、有意な結果を得ていない。

2.2. 「弱い相関」の要因

IT投資と収益性の関係について、無相関ないし極めて弱い相関しか観測できない原因については、

いくつかの可能性が指摘されてきた。

Brynjolfsson(1993)[2]は、IT 投資と生産性・収益性との関係について先行研究をレビューした上で、相関が明瞭に観察されない原因を、①産出・投入に関する測定の誤り、②学習と調整に要する時間の考慮、③IT 導入と組織整備のマネジメント、などに大別した。

このうち②は、IT 導入に伴う教育・研修や業務プロセスの調整に時間がかかり、IT 投資と効果発現に「タイム・ラグ」が生じるとする仮説である。しかし、Lee & Kim(2006)[6]は1期前までのIT 投資額と収益性との関係を検証し、ROC や ROE については過去のIT 投資額を算入してもモデルの説明力は向上しないことを示している。また、Rai et al.(1997)[9]も「タイム・ラグ」効果には否定的な立場を取り、IT 資産額とROA について同年のデータを用いて有意な結果を得ている。

また③については、IT の導入に合わせて必要となる組織のマネジメントに失敗した結果、スラックのみが増大して産出や収益性の向上に寄与しなくなるとする仮説である。Brynjolfsson et al.(2002)[3]は、業務チームの自主運営や決定権限の分散化などの組織的实践(以下、組織要因と呼ぶ)とコンピューター資産額の両方が高水準にある企業は、どちらか一方が高水準にある企業よりも市場価値が高いことを示した。しかし同時に、同じサンプルを使用してコンピューター資産額と市場価値の相関も明瞭に検出できることを示しており、③がIT 資産の効果を決定的に弱める要因ではないことを示唆している。

したがって、Dedrick et al.(2003)[4]も指摘する通り、①に対応してIT 投資や収益性に関する測定法を見直し、さらに収益性に対する適切なコントロール変数を選択することで、両者の相関をより明瞭に検出できる可能性が残されていると考えられる。

2.3. ソフトウェアの重要性

企業のIT 資産額を正確に捕捉するためには、ハードウェア、ソフトウェア、通信機器など、どの範囲までをIT 資産に算入するかを定義しなければならない。過去の生産性パラドクスに関する実証分析では、ソフトウェアのIT 資産への算入が重要な影響を及ぼしてきた。

生産性パラドクスに関する90年代前半までの実証分析では、情報化投資の寄与に否定的なものも多く、例えばOliner & Sichel(1994)[7]は、コンピューター資産が資産全体に占める割合があまりに小さいため、産出の伸びに対する寄与は極めて小さいと分析していた。

90年代末以降の実証研究では、情報化投資の生産性への寄与を確認する結果が多く得られるようになったが、その理由について米国商務省(2000)[21]は、米国経済分析局(BEA)がソフトウェア支出を投資項目に編成替えたことで、研究者がソフトウェアを情報化投資に含めて分析可能になった点を指摘している。BEA 発表の数値を用いて、Oliner & Sichel (2000)[8]は1996年から1999年の米国の労働生産性伸び率2.57%のうち、0.96%までがIT 資産の寄与だと分析し、Oliner & Sichel (1994)[7]における推計値との差違について考察しているが、その違いを産んだ原因の一つとして、統計にパッケージソフト以外のソフトウェアが含まれるようになった点をあげている。

近年の日本における企業レベルの推計でも、黒川・峰滝(2006)[12]は実質付加価値に対する各投入の寄与を推計し、ソフトウェアによる寄与がハードウェアを大きく上回るという結果を得ている。また、経済産業省の「情報処理実態調査」では、2008年度のソフトウェア投資が企業の情報処理関連投資の中で占める割合は77%に上り、コンピューター・周辺機器投資の19%を大きく上回るとした。

このように、IT 資産におけるソフトウェアの位置づけが、近年急速に重要性を増している。

2.4. 仮説

上述したように、日本では企業の IT 資産と収益性の関係について、ほとんど検証されていない。米国では少なくとも弱い相関にあるとする先行研究もあることから、日本でもこの相関が確認できないか、なお試みる価値はある。

IT 資産に関しては、本研究ではソフトウェア資産に注目する。その第一の理由は、収益性に対して IT 資産がもつ影響力が、ソフトウェアに集中しつつあると考えるからである。上述したように、いまや企業の IT 投資額の大部分をソフトウェア投資が占めている。さらに、日本では各企業固有の業務・生産プロセスに合わせてソフトウェアをカスタマイズすることが多く、そのためソフトウェアを企業独自の資産と見なせる場合も多いが、他方でコンピューター・周辺機器、通信機器を企業が独自にカスタマイズすることは少なく、汎用品が大量に普及しコモディティ化しつつある。稀少性、模倣困難性の観点も加えて IT 資産を評価すれば、企業の収益力の源泉たる競争力に寄与する力は、投資額の偏り以上にソフトウェアに集中していると考えられる。

また第二の理由として、企業ごとに確実に資産額が捕捉可能であることが上げられる。平成 11 年 4 月から適用された会計基準により、「将来の収益獲得及び費用の削減が確実なもの」と認識される自社利用ソフトウェアが、無形固定資産として計上されることになった。有価証券報告書を公開する企業に関しては、明白に収益性向上を目的として取得された資産として、ソフトウェア資産額を捕捉可能である。

そこで、本研究では以下の仮説を検証する。

【H1】企業のソフトウェア資産規模と収益性は正相関にある

また、本研究では IT 資産と収益性の相関を弱めている要因として、両者が非線形な相関関係にある可能性について検証する。

ストラスマン(1994)[16]は、従業員一人あたりの情報化コストと利益額について、コストが年間 7,000ドル以下の企業で利益額と正の相関、それ以上の企業では無相関か負の相関である可能性を示唆した。また、前述したように Brynjolfsson et al.(2002)[3]は、組織要因とコンピューター資産額、市場価値の三者の関係を示しているが、組織要因に関する評価が高い場合はコンピューター資産額と市場価値は単純な正相関に近いが、それ以外の場合はコンピューター資産額の平均値周辺で無相関になる領域があることをグラフで示しており、両者が単純な正相関ではない可能性を示唆している。

特にソフトウェアに関しては、開発規模が大きくなるにつれ機能 1 単位を追加するために必要となるコストが大きくなり、収穫逨減となる傾向がある。経済産業省・日本情報システムユーザー協会(2009)[11]は、パッケージ製品以外のソフトウェア開発における機能 1 単位(ファンクション・ポイント法により計測)あたりの開発コストについて、開発規模 10 人月未満の小規模なものでは 4.4 万円だが、規模が大きくなるにつれ順次増加し、500 人月以上の大規模なものでは 15.6 万円にも達するとしている。これは、ソフトウェアの規模と機能が増大すると、一つの機能がより多くの機能と連携するようになるため、連携の多さに対応してテスト工数や改修工数が増加してしまうことが一因となっている。

また、ソフトウェアの規模・機能が増大すれば、利用する部門や利用者数も増加し、業務プロセスの見直しなど部門間連携に関する調整にもより困難さが増すことから、ソフトウェアを適切に補完する組織要因の形成に失敗する可能性も高くなると考えられる。したがって、ソフトウェアの規模・機能が企業の収益

性と相関し、その関係が組織要因と交互作用を有するとすれば、小規模なソフトウェアが局所的な業務プロセスに参与しているうちは収益性への寄与が明瞭だが、ソフトウェア資産の規模が増大するにつれ不明瞭になるという性質を示すと考えられる。

そこで、以下の仮説について検証する。

【H2】企業のソフトウェア資産規模と収益性の相関には非線形性があり、資産が小規模な段階では正相関だが、資産が増大するにつれ無相関に近づく。

3. 分析方法

3.1. モデル

独立変数としては従業員一人あたりのソフトウェア資産額を使用するが、資産額としては単体財務諸表の付属明細表「有形固定資産等明細表」記載の簿価(差引当期末残高)と当期末残高を併用する。当期に生産活動に投下された資産として簿価を採用するのが自然であるが、計上される自社利用目的ソフトウェアの償却期間5年は会計基準が一律に定めるもので、実際には過去のソフトウェア投資が、設計情報の再利用などを通じて償却後もかなり長期間にわたって資産価値に影響を及ぼす場合がある。これら簿価と当期末残高を従業員数で除した値の対数値をとり、それぞれ「ソフトウェア(簿価)装備率」「ソフトウェア装備率」と呼ぶ。

従属変数の会計上の収益性としては、資産利益率(ROA)を採用する。IT投資がもたらすはずの収益改善効果を、各企業は経営に用いる一般的な収益性指標を通じて観察しているはずで、その中でも資産投下により達成される利益率としてのROAには注目していると考えられる。また、上述したように米国でもいくつかの先行研究で、IT投資とROAの弱い相関を観測している。

ROAに対するコントロール変数としては、意思決定機関の規模、事業多角化の度合い、過去ROA、企業規模を使用する。Yermack(1996)[10]や鈴木・胥(2000)[15]は、取締役会人数とROAが負相関にあることを示し、役員数の増加が意思決定の非効率性を招き、収益性に影響を及ぼしている可能性があるとした。また平元(2002)[20]は、事業多角化が収益性指標も含む企業価値に対してネガティブな影響を与えることを示した。一方、ROAについては過去のROAと時系列相関があるとされており、鈴木・胥(2000)[15]なども当期ROAに対して前期・前々期ROAをコントロール変数として使用している。

なお、「タイム・ラグ」仮説については、先行研究も踏まえて本研究では否定的立場をとり、上記変数についてはすべて同年時の値を使用する。

3.2. 分析対象とデータ

IT投資がもたらす経営効果については、図1に見るように、非製造業よりも製造業において不満が高い。一方、総務省(2008)[17]では2000年から2006年における産業ごとの労働生産性の成長要因を分析しているが、製造業では「電気機械」、「化学」、「その他製造業」、「食料品」、「石油・石炭」の順で、IT資産の寄与が高いとしている。そして、これら5業種でも、平成19年度「情報処理実態調査」でIT投資が売上・収益改善に寄与したとする企業の割合は、34.5%から55.6%と低調である。そこで、これら5業種について2008年9月16日時点の東証一部上場の企業を分析対象とし、データとしては2007年10月1日から2008年9月30日までを決算日とする決算数値を使用した。なお、本稿記載時点における最新期の数値を使用しないのは、2008年9月のリーマン・ショックの影響を排除するためである。また、従業員数

が単体で 100 名以下の企業は分析対象外とした。これは、ソフトウェア投資の生産性への寄与が限定的と考えられる持株会社を排除する目的だが、実際には自らも生産活動を行う事業持株会社も存在し、これらを厳密に区別することは難しいことから、便宜上従業員数に閾値を設けたものである。

本研究では、自社利用目的のソフトウェアが収益性に及ぼす効果に注目するため、ソフトウェア資産として市場販売目的のソフトウェアを計上する企業は、有価証券報告書により識別可能な範囲で分析対象から除外している。また、使用する資産額が単体財務諸表の数値となるため、ROA やコントロール変数も単体財務諸表の数値を使用する。

収益性指標である ROA の分子としては、純利益を用いる。ソフトウェアが収益性に及ぼす効果は、企業の主たる生産活動のみならず、投資活動やグループ資産の管理、節税活動なども含めた企業活動全般に波及すると考えられるからである。

意思決定機関の規模については、先行研究と同様に取締役の人数を使用する。ただし、田中(1999)[18]が指摘するように、日本企業の取締役会については執行機能が未分化で純粋な意思決定機関とは見なせず、むしろ常務会などの上位機関が実質的な意思決定機能を果たしているとの見方もある。そこで、本研究では、取締役の人数の他に、常務以上の人数も意思決定規模を表す指標として使用する。なお、常務以上の人数とは、委員会設置会社では「会長・社長・副社長、専務・常務執行役」、それ以外の会社では「会長・社長・副社長、専務・常務取締役」の人数とした。

また、企業規模については従業員数の対数値を、過去 ROA については 2 期分を、それぞれ使用する。多角化の度合いについては、事業セグメント数を使用する先行研究も多いが、各セグメントの事業規模が不均一な場合、説明能力の不足が懸念される。そこで、本研究では各事業セグメントの売上高シェアの二乗和を使用する。

以上のデータについては、基本的に各社の有価証券報告書の記載内容のみを使用するが、データ収集の都合上、役員数についてはダイヤモンド社「会社職員録 2008」によりカウントした。また、決算数

値は株式会社イーオーエルの企業情報 DB

「EOL」により収集したが、欠損データについては可能な限り有価証券報告書から補完した。

調査対象についてデータ収集後、上記各変数の値が「仮平均±標準偏差の 3 倍」の範囲に入るかを評価して、異常値を含むサンプルについては分析対象から除外した。調査対象としたサンプル数と、分析から除外した数について、表 1 に示す。

表 1：分析対象としたサンプル

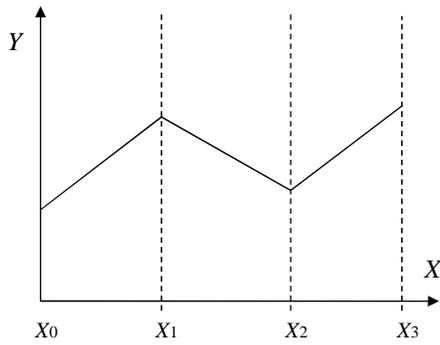
業種	調査対象	データ欠損・条件不適合	異常値を含むため除外	分析対象
電気機器	165	40	15	110
化学	120	13	2	105
その他製品	47	12	4	31
食料品	73	14	6	53
石油・石炭	11	2	2	7
計	416	81	29	306

3.3. 分析方法

分析は、まず上述したモデルについて重回帰分析を行う。

次に、相関の非線形性を検証するため、各変数についてそれぞれ 2 乗項、3 乗項を順次モデルに導入し、F 値の変化について有意性が認められるかを検証する。そして、F 値の有意な変化と決定係数の上昇がみられる場合には、多項式曲線を下記のように 1 次スプライン関数で近似した上で、再度重回帰分析を行う。

いま、図 2 の各区間において、被説明変数 Y と説明変数 X の間に以下のような関係があるとする。



$$\begin{aligned}
 [X_0, X_1]: Y_t &= \alpha_0 + \beta_0(X_t - X_0) \\
 [X_1, X_2]: Y_t &= \alpha_1 + \beta_1(X_t - X_1) \\
 [X_2, X_3]: Y_t &= \alpha_2 + \beta_2(X_t - X_2) \\
 \alpha_1 &= \alpha_0 + \beta_0(X_1 - X_0) \\
 \alpha_2 &= \alpha_1 + \beta_1(X_2 - X_1)
 \end{aligned} \tag{1}$$

図 2 : 1 次スプライン関数

蓑谷(1985)[22]によれば、以下のように Z_{it} を定義し、

$$\begin{aligned}
 Z_{1t} &= \begin{cases} X_t - X_0 & X_0 \leq X_t < X_1 \\ X_1 - X_0 & X_1 \leq X_t \end{cases} & Z_{3t} &= \begin{cases} 0 & X_t < X_2 \\ X_t - X_2 & X_2 \leq X_t \end{cases} \\
 Z_{2t} &= \begin{cases} 0 & X_t < X_1 \\ X_t - X_1 & X_1 \leq X_t < X_2 \\ X_2 - X_1 & X_2 \leq X_t \end{cases}
 \end{aligned} \tag{2}$$

下式により Y に対する回帰を行うことで、(1)式の関係を求めることができる。

$$Y_t = \alpha_0 Z_{1t} + \beta_1 Z_{2t} + \beta_2 Z_{3t} + u_t \tag{3}$$

この方法を用いるとき、1 次スプライン関数の節点となる X_1, X_2 を適切に選択する必要がある (X_0 には区間内の X の最小値を採用)。本研究では、以下のような近似的な方法により、節点を求める。まず、次式に示すモデル全体について回帰を行い、 α_i をそれぞれ求める。

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_i + \varepsilon \tag{4}$$

X_n について仮に節点 X_{n1}, X_{n2} を決定し、(3)式への変換を行うと、(4)式は次式のように表せる。

$$Y_t = \sum_{i=1}^{n-1} \alpha_i X_i + \sum_{j=1}^m \beta_j Z_j(X_{n1}, X_{n2}) + \delta \tag{5}$$

(4)式による回帰で求めた α_i を使用し、(5)式の両辺の差を最小とするような節点 X_{n1}, X_{n2} を最小二乗法によって求める。さらに、求めた節点により Z_j を再定義し、再び(5)式による回帰で最終的な $\alpha_i, \beta_j, \delta$ を算出し直す。

4. 分析結果

4.1. 回帰分析結果

回帰分析結果を表 2 に示す。全説明変数について VIF 値が 2 以下であり、多重共線性は発生していないことを確認した。

企業規模を表す変数には従業員数の対数値を用いているが、総資産、売上高を使用しても、係数が有意でないことに変わりはない。これは、被説明変数の ROA が分母として総資産を用いており、すでにある程度企業規模により調整された値となっていることから、企業規模に関する変数の説明能力が小さくなっているものと考えられる。

表 2 : 回帰分析結果

被説明変数:ROA				
説明変数	(1)	(2)	(3)	(4)
切片(t値)	1.541	1.306	1.334	1.117
ソフトウェア(簿価)装備率	.079 **	.075 *		
	2.003	1.908		
ソフトウェア装備率			.070 *	.068 *
			1.778	1.747
意思決定機関規模 (取締役人数)		.129 ***		.128 ***
		3.184		3.161
意思決定機関規模 (常務以上の人数)	.098 **		.094 **	
	2.445		2.360	
前期ROA	.606 ***	.614 ***	.607 ***	.614 ***
	11.555	11.807	11.559	11.804
前々期ROA	.153 ***	.150 ***	.153 ***	.150 ***
	2.930	2.902	2.923	2.898
企業規模 (log(従業員数))	-.049	-.067	-.047	-.065
	-1.209	-1.608	-1.141	-1.564
多角化度 (HHI/10000)	-.050	-.050	-.047	-.047
	-1.281	-1.281	-1.212	-1.213
Sample Size	306	306	306	306
F-Statistic	61.412	62.930	61.100	62.710
Adj R-squared	.543	.549	.542	.548

値は上段が標準化偏回帰係数、下段がt値

*, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%の水準で有意であることを示す

ROA と負の相関にあることを報告しており、今回の分析結果とは整合しない。鈴木・胥(2000)では、取締役数が一定数以上の場合に ROA 平均が急激に低下し、その影響もあって全体として負相関と分析している。本研究でも異常値を含めれば同様の傾向となるが、取締役数が多く ROA が低下する部分を異常値として除去しているため、結果として正相関となっている。

なお、分析では、多角化度については負の相関となっているが有意ではない。この点については、非線形性の観点から次節において検証する。

4.2. 相関における非線形性の確認と近似

ソフトウェア(簿価)装備率に関して、表 2(1)のモデルを M1、これに 2 乗項を導入したモデルを M2、さらに 3 乗項を導入したモデルを M3 とし、モデル間の F 値変化を分析した結果を表 3 に示す。

表 3 : ソフト(簿価)装備率の非線形性

	変化		
	R2乗 変化量	F値 変化量	有意確率 F値変化量
M1→M2	.000	.183	.669
M2→M3	.009	6.294	.013
M1→M3	.010	3.240	.041

M1 から M2 への F 値変化は有意ではないが、M1 から M3、M2 から M3 の F 値変化は 5%水準で有意であり、決定係数も上昇している。したがって、直線、2 次曲線を用いた回帰モデルより、3 次曲線を用いた回帰モデルの方が、説明力が高いと判断できる。

次に、この相関の非線形性について、1 次スプライン関数による近似を試みる。変曲点を 2 つ持つ 3 次曲線の近似となるため、1 次スプライン関数について節点を 2 つ((1)式の x_1, x_2) 求めることになる。それぞれ、(5)式の両辺を最小とする値を最小二乗法で求めたところ、 x_1 は -1.56、 x_2 は 0.52 となった。ソフトウェア(簿価)装備率は対数値となっているため、上記値を従業員一人あたりの簿価額に換算すると、約 3 万円と約 328 万円になる。

この節点を用いると、ソフトウェア(簿価)装備率は、従業員一人あたりの簿価額が約 3 万円を割り込むグループ(低位と呼ぶ)、約 3 万円から約 328 万円のグループ(中位と呼ぶ)、約 328 万円を越えるグル

さて、主たる説明変数であるソフトウェア(簿価)装備率、ソフトウェア装備率について偏回帰係数の符号は正で、それぞれ 5%、10%の水準で有意であるとする結果を得た。特に、ソフトウェア装備率について 10%水準ながら有意な結果を得たことにより、分析時点ですでに償却済みのソフトウェア資産も分析時の ROA に寄与し、ソフトウェア投資の効果が長期間波及している可能性があることが確認された。この分析結果から、仮説 H1 は支持される。

意思決定機関の規模については、取締役数、常務以上人数がともに符号が正で有意とする結果となった。鈴木・胥(2000)は、取締役数、常務以上人数が

ープ(高位と呼ぶ)に分けられ、ソフトウェア(簿価)装備率を(2)式により変換して得られる3つの変数で、各グループを代表させることができる。

なお、ソフトウェア(簿価)装備率以外の説明変数についても相関の非線形性を検証したが、多角化度について2次曲線による回帰モデルの説明力が高いと判断できた。モデル間のF値変化量については省略するが、1次スプライン関数の節点はハーフィンダール指数値に換算すると6131となり、この値の前後でサンプルを2グループに分けた上で、2変数により代表させる。

表4：スプライン関数近似による回帰結果

被説明変数: ROA		
説明変数	表2(1)	スプライン 近似後
切片(t値)	1.541	- .720
ソフトウェア(簿価)装備率	.079 **	
	2.003	
ソフトウェア(簿価)装備率・低位		.112 ***
		2.676
ソフトウェア(簿価)装備率・中位		-.006
		-.144
ソフトウェア(簿価)装備率・高位		.088 **
		2.161
意思決定機関規模 (常務以上の人数)	.098 **	.098 **
前期ROA	2.445	2.509
	.606 ***	.566 ***
前々期ROA	11.555	10.859
	.153 ***	.182 ***
	2.930	3.489
企業規模 (log(従業員数))	-.049	-.035
多角化度 (HHI/10000)	-1.209	-.871
多角化度・高位		-.164 ***
		-3.567
多角化度・低位		.121 ***
		2.632
Sample Size	306	306
F-Statistic	61.412	45.800
Adj R-squared	.543	.569

値は上段が標準化偏回帰係数、下段がt値
*, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%の水準で有意であることを示す

このような変数変換をした上で、(5)式による回帰を行った結果を、表4に示す。ここでも、全説明変数についてVIF値が2以下であり、多重共線性は発生していないことを確認した。

基本的に同じ変数の組み合わせながら、表2(1)の結果よりも、ソフトウェア(簿価)装備率と多角化度を1次スプライン関数により近似した結果の方が、調整済み決定係数が大きくなっている。

また、ソフトウェア(簿価)装備率については、低位と高位で係数の有意性が高く、中位では有意でないという結果になった。表4に示すソフトウェア(簿価)装備率に関する1次スプライン関数と、ROAから他の変数により説明される効果を除去した値(以下、モデル残差と呼ぶ)との関係を図3に示す。

高位と低位ではソフトウェア(簿価)装備率の増加がROA向上に大きく寄与しているが、中位では回帰線がほぼ水平となっており、ソフトウェア(簿価)装備率とROAの関係は無相関に近い。

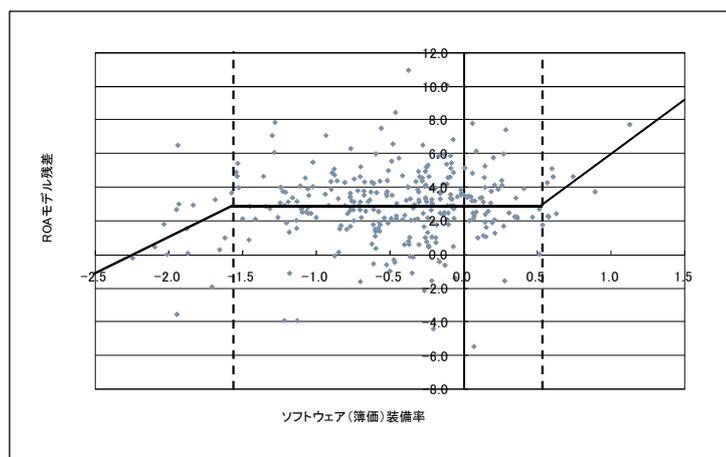


図3：ROAモデル残差とソフトウェア(簿価)装備率の相関
(1次スプライン関数近似)

5. 考察

ソフトウェア(簿価)装備率によりサンプルを3群に分けて分析した結果、ソフトウェア(簿価)装備率とROAの関係は、各群で性質が大きく異なることが判明した。特に中位は、従業員一人あたりの簿価額が約3万円から約328万円と幅広く、大多数のサンプルが含まれるにもかかわらず、ソフトウェア投資とROAの関係が無相関に近い。このことが、図1に示される企業の不満に、少なからず関連していると考ええる。

仮説H2では、ソフトウェア資産規模の増大に対して、具備する機能の増加率は逡減する傾向にあり、さらに増加する機能を適切に補完する組織要因の形成が困難さを増すことで、収益性との相関が徐々に弱まることを想定していた。ソフトウェア(簿価)装備率は、従業員一人あたりのソフトウェア簿価額の対数値をとったものであるから、この指標を使用することで資産規模における収穫逡減の傾向はある程度補正される可能性がある。しかし、低位・中位の傾向が依然として仮説H2を支持する結果となったのは、ソフトウェア機能の増大を補完する業務慣行への移行に失敗する企業が多いことを示唆していると考えられる。

低位と中位の節点は、従業員一人あたりのソフトウェア簿価額約3万円の位置であった。この節点が、パソコンソフトなど基本的な業務ツールを個人に装備させることが収益性に直接寄与する領域と、ソフトウェアが組織的な業務能力に作用し始めるため業務慣行の改革が必要となる領域とを分ける、「分水嶺」なのかもしれない。

一方、高位に見られる傾向は、仮説H2では想定していなかったものである。高位に属するサンプルは10社に過ぎず、分析結果の統計的有意性には疑問がある。しかし、Brynjolfsson et al.(2002)[3]も、組織要因の水準に関わらず、コンピューター資産が一定額を越える領域では、市場価値と正相関になることをグラフで示唆しており、今回得られた高位に関する分析結果も、同種の傾向を示唆している可能性がある。

では、この高位の傾向は「ある水準以上のIT資産を保有すれば、組織に関わる補完財の整備に関わらず、収益性の有意な向上が得られる」ことを意味するのだろうか。実証的にこの結論を得るためには、IT資産と収益性の関係に有意に作用する組織要因とは何であるかを識別し、確実にコントロールする必要がある。しかし、日本においてはIT資産と収益性の関係自体の検証が進んでおらず、まして何が有効な組織要因であるかの解明は、将来的な課題といえる。また、日本において比較的検証の進んでいるIT資産と生産性の関係についても、いくつかの先行研究で分権化されたフラットな組織形態が有意な交互作用をもたらすかについて検証されているが、その結果は一致していない(例:内閣府, 2004[19]; 実積, 2005[14]; 黒川・峰滝, 2006[12])。

しかし、IT資産は人間・組織が運用して初めて経営効果を発揮するものであり、何らかの組織要因が、経営効果を増幅させている可能性はある。あるいは、高位に属する企業は、経験的にその組織要因を学び取り、その効果に確信を持つからこそ、大規模なIT投資が可能になっているという可能性もある。高位グループの存在を再検証した上で、高位の企業に共通するIT投資行動と組織整備行動の連携を詳細に分析すれば、IT投資がもたらす経営効果に不満を持つ多くの企業に、さらに有用な知見を提供できるかもしれない。

7. 参考文献

- [1] Bharadwaj, A.S., Bharadwaj, S.G., and Konsynski, B.R., (1999), "Information Technology Effects on Firm Performance as Measured by Tobin's q," *Management Science*, Vol.45, No.6, pp.1008-1024.
- [2] Brynjolfsson, E., (1993), "The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment," *Communication of ACM*, Vol.36, No.12, pp.66-77.
- [3] Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., and Yang, S., (2002), "Intangible Assets: How the Interaction of Computers and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations," *Brookings Papers on Economic Activity*, No.1, pp.137-199.
- [4] Dedrick, J., Gurbaxani, V., and Kraemer, K.L., (2003), "Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence," *ACM Computing Surveys*, Vol.35, No.1, pp.1-28.
- [5] Hitt, L.M., and Brynjolfsson, E., (1996), "Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value," *MIS Quarterly*, Vol.20, No.2, pp.121-142.
- [6] Lee, S., & Kim, S.H., (2006), "A Lag Effect of IT Investment on Firm Performance," *Information Resources Management Journal*, Vol.19, No.1, pp.43-69.
- [7] Oliner, S.D., and Sichel, D.E., (1994), "Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?" *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol.1994, No.2, pp. 273-334.
- [8] Oliner, S.D., and Sichel, D.E., (2000), "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?" *The Journal of Economic Perspectives*, Vol.14, No.4, pp.3-22.
- [9] Rai, A., Patnayakuni, R., and Patnayakuni, N., (1997), "Technology Investment and Business Performance," *Communication of ACM*, Vol.40, No.7, pp.89-97.
- [10] Yermack, D., (1996), "Higher Market Valuation of Companies with a Small Board of Directors," *Journal of Financial Economics*, Vol.40, pp.185-211.
- [11] 経済産業省・日本情報システムユーザー協会 (2009), 『ユーザー企業ソフトウェアメトリクス調査 2009』, 日本情報システムユーザー協会.
- [12] 黒川太・峰滝和典 (2006), 「日本企業の IT 化の進展が生産性にもたらす効果に関する実証分析－企業組織の変革と人的資本面の対応の役割－」, 『経済分析』, Vol.178.
- [13] 実積寿也・三友仁志・鬼木甫 (2002), 「わが国企業および産業における IT 投資の効果発現メカニズム－日本型シナリオ特徴の探索」, 『地域学研究』, Vol.32, No.1, pp.231-244.
- [14] 実積寿也 (2005), 『IT 投資効果メカニズムの経済分析』, 九州大学出版会.
- [15] 鈴木誠・胥鵬 (2000), 「取締役人数と企業経営」, 『証券アナリストジャーナル』, Vol.38, No.9, pp.47-65.
- [16] ポール・A・ストラスマン (1994), 『コンピューターの経営価値』, 日経 BP 出版センター, pp.63.
- [17] 総務省情報通信政策局情報通信経済室 (2008年), 「ICTの経済分析に関する調査 報告書」(委託先・アクシスリサーチ研究所).
- [18] 田中一弘 (1999), 「日本企業のトップ・マネジメントと意思決定: 企業統治の観点から」, 『国民経済雑誌』, Vol.181, No.2, pp.91-103.

- [19] 内閣府政策統括官室 (2004), 「企業の IT 化と生産性」, 『政策効果分析レポート』, No.19.
- [20] 平元達也 (2002), 「事業の多角化と企業価値」, 『現代ファイナンス』, No.12, pp31-55.
- [21] 米国商務省 (2000), 『デジタル・エコミー2000』, 東洋経済新報社, pp.73.
- [22] 蓑谷千風彦 (1985), “線形スプライン関数,” 『回帰分析のはなし』, 東京図書, pp.267-p272.
- [23] 元橋一之 (2005), 『IT イノベーションの実証分析－日本経済のパフォーマンスはどう変化したか』, 東洋経済新報社.