



日本銀行ワーキングペーパーシリーズ

## IT と生産性に関する日米比較 ：マクロ・ミクロ両面からの計量分析

元橋一之\*

motohashi@tmi.t.u-tokyo.ac.jp

No.10-J-2  
2010年1月

日本銀行  
〒103-8660 郵便事業（株）日本橋支店私書箱第30号

\*東京大学工学系研究科

日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、日本銀行員および外部研究者の研究成果をとりまとめたもので、内外の研究機関、研究者等の有識者から幅広くコメントを頂戴することを意図しています。ただし、論文の中で示された内容や意見は、日本銀行の公式見解を示すものではありません。

なお、ワーキングペーパーシリーズに対するご意見・ご質問や、掲載ファイルに関するお問い合わせは、執筆者までお寄せ下さい。

商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行情報サービス局までご相談下さい。転載・複製を行う場合は、出所を明記して下さい。

# IT と生産性に関する日米比較：マクロ・ミクロ両面からの計量分析<sup>1</sup>

東京大学工学系研究科教授

元橋一之

## 1. はじめに

コンピュータ、ソフトウェア、通信機器などの IT 産業の技術革新は、ムーアの法則（「半導体集積回路の集積度は 18 ヶ月毎に 2 倍になる」）に象徴されるように著しいスピードで進んでいる。半導体の集積度はコンピュータの高速化・小型化をもたらし、その性能はここ 10 年間で数百倍になっている。また、インターネットの普及によって、情報機器のネットワーク化が進み、社会全体としての情報システムの利便性は格段に向上した。IT はその適用分野の広さにおいても他の技術革新とは異なることが特徴的である。情報システムは製造業、サービス業といった業種を問わず、経済全体に深く浸透しており、我々の社会生活や公共サービスのあり方を大きく変えるポテンシャルを有している。IT は典型的な汎用技術（General Purpose Technology）であり、IT イノベーションは、コンピュータなどの IT 産業のみならず、マクロ経済全体に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

このように IT はマクロレベルで見た経済成長や生産性に影響を与えるものとして、これまで成長要因会計のフレームワークを用いた多くの分析が行われてきた。この中には日本をはじめとして、米国やヨーロッパなどの比較的統計の整備が進んでいる先進国を対象としたものが中心であるが、韓国や中国などのアジア諸国を対象としたもの、中南米やアフリカも含めた世界の IT 投資と経済成長に関する分析事例も存在する。

ここでは、Jorngenson and Motohashi (2005) のフレームワークに従って、マクロレベルで見た IT と生産性に関する日米比較について述べる。まず、経済全体をコンピュータ、ソフトウェア、通信機器などを産出する IT セクターとそれ以外の IT 利用セクターに分ける。IT セクターにおいては、ムーアの法則やインターネットの進展などのイノベーションが見られる。このような急速に進む

---

<sup>1</sup> 本稿は、東京大学金融教育研究センター・日本銀行調査統計局による第三回コンファレンス「2000年代のわが国生産性動向 — 計測・背景・含意 —」（2009年11月26、27日開催）において報告した論文を加筆修正したものである。討論者である峰滝和典氏（関西大学）をはじめ多くの参加者から貴重なコメントを頂いた。また、本研究は経済産業研究所における「IT と生産性に関する実証研究」の成果を取りまとめたものである。ここに感謝の意を表したい。なお、本稿における有うべき誤りは筆者の責任に帰するものであり、また本稿の内容は筆者の個人的な見解を示すものであり、筆者の属する組織あるいは日本銀行によるものではないことに留意されたい。

イノベーションの結果として IT セクターの生産性向上が見られ、マクロレベルの生産性上昇に寄与することになる。一方、IT セクターにおける著しい生産性の上昇を反映して、コンピュータや通信機器などの IT 製品において急速な性能向上と価格低下が見られる。その結果として、IT 利用セクターにおいては旺盛な IT 投資が行われ、新たな IT システムの導入によるイノベーションが見られる。例えば、IT システムの導入とともに企業内の業務プロセスを改革することによって生産性上昇を実現することが可能となる。IT の導入は間接部門の人件費の削除など効果をもたらすだけでなく、企業内の業務プロセスを「見える化」し、タイムリーで効果的な経営判断を実現するための強力なツールとなりうる。また、企業間取引を効率的に行うための SCM (Supply Chain Management) システムも生産性に関する大きな効果を可能とするアプリケーションの 1 つである。このように、マクロ経済を IT セクターと IT 利用セクターに分割し、それぞれにおける IT に関する技術進歩が生産性に与える影響をまず定量的にとらえることとする。

次に IT セクターと IT 利用セクターのそれぞれについて、技術革新と生産性の関係についてより詳細に見ることとする。IT セクターにおいては IT イノベーションをドライブするムーアの法則の生産性に対する影響を見ることが重要である。ここでは産業連関表のフレームワークを用いて半導体における技術革新がコンピュータや通信機器といった IT セクターを構成する最終製品にどの程度の影響度をもつか定量的に評価する。また、日米の IT セクターの大きな違いはソフトウェア産業にあるので、ソフトウェア産業におけるイノベーションと生産性の関係についてもレビューを行う。

IT の利活用と生産性に対する影響度については、企業レベルなどのマイクロデータを活用した計量分析が進んでいる。まず日米両国で比較可能なマイクロデータを用いて行った情報ネットワークと企業レベルの生産性に関する分析結果を紹介する。また、IT システムの導入によって企業パフォーマンスの向上を実現するためには、業務プロセスの見直しや企業経営と IT 経営の統合化など、IT 経営の高度化を図ることが重要であるといわれている。この点では経済産業研究所において行われた調査において、日米の企業で IT 経営の手法が異なることが分かっており、このデータを用いた分析結果についても述べることとする。

最後にここまでの IT と生産性に関するレビュー結果を踏まえて、日本において IT を用いた生産性主導の経済成長を実現するために必要な政策面や企業のマネジメント面におけるインプリケーションについて述べる。

## 2. IT と経済成長に関する日米比較

1973 年～2007 年までの日本における成長要因会計分析の結果を表 1 に示す。

IT と生産性について分析を行う上での節目として、インターネットの普及が進むとともにいわゆる IT バブルに沸いた 1995 年～2000 年の期間を考え、それ以前（1973 年～1995 年）と以後（2000 年～2007 年）のトレンドを比較した。上段はセクター別の算出面からみた状況を、下段については生産要素の投入と全要素生産性の寄与度に関する分析結果を示している。結果の読み取りに入る前にいくつか留意すべき点について述べたい。まず、GDP 成長率であるが、日米比較を行うことをにらんでいくつか日本の公式 SNA 統計と異なる点がある。まず、現行の GDP 統計においては、公的固定資本の減価償却分を政府消費として取り扱っているが、公的固定資本の資本サービス分をすべてカウントしていることにはならない。その差額（公的固定資本の資本サービスに関する利子分と資本財価格変動分）が GDP の一部として追加されている。これらについて、アウトプットは資本財が対応する該当する部分それぞれに、インプットについては資本投入のうちやはり該当する部分それぞれに算入している。また、家計の耐久消費財に関する資本サービス額が追加している。このうち IT 資産にかかる部分については、アウトプット、インプットとも IT サービスとして計上されている。非 IT 資産に係る部分については、アウトプットについては非 IT セクターに、インプットについては非 IT 資産の資本サービスに算入している。また、連鎖指数方式で IT 関係の製品について価格指数を作り直していること、アウトプットについても連鎖指数を用いて掲載していることなども公式統計と異なる点である。

(表 1)

表 1 の結果について見ると 95 年以前の 3.38% から、95 年代以降は 1.23% と大幅に低下し、2000 年以降はやや回復しているものの 1.45% となっている。これに対応して TFP の伸び率も 0.86% から 0.50% に低下して、2000 年以降も 0.57% と低い伸びにとどまった。経済成長率と TFP の動向を時系列的により詳細に見るために両者のトレンドをグラフにした (図 1)。なお、ここではそれぞれの系列について 5 年間の移動平均をとって毎年の変動を平滑化している。1990 年代において、経済成長率、TFP 成長率がともに低下し、2000 年を底として経済成長率のトレンドはやや盛り返しているように見えるが、TFP の追従が見られない。

(図 1)

表 1 に戻ってその内容を検討すると、90 年代後半と 2000 年代ではインプット

の内容が大きく変化していることが分かる。90年代については、非IT資本投入の寄与度が大きい一方で労働投入がマイナスの寄与度となっている。90年代の労働投入のマイナスは週休二日制の普及や労働時間の短縮などの影響が大きいことが分かっている（Jorgenson and Motohashi, 2005）。2000年代以降は非IT資本ストックの寄与度が小さくなり、労働投入がプラスに転じている。なお、景気変動に対して、資本ストックの調整はどうしても時間がかかる。2000年代に非IT資本ストックの寄与度が小さくなったのは、日本企業が90年代に設備投資を抑えてきたことの表れとも取れるが、その一方で労働投入が増えており、生産性の上昇にはつながっていない。

また、経済成長に対するITの影響度は、期間を通じて徐々に高まっていることが分かる。アウトプットサイドを見ると90年代後半に大きく上昇したが2000年代は低下している。2000年代はIT耐久消費財の資本レンタルサービスの伸びが見られるので、これを除くとITのアウトプット寄与度は大きく低下していることになる。インプットサイドのIT資本投入の貢献度についても全体としては高まっているが、やはりIT耐久消費財の伸びによるものである。これを除くとほぼ横ばいの状況となっている。更にその内訳についてみるとソフトウェア資産の積み上がりがみられる一方でハードウェアの寄与度は低下している。

同様の結果を米国についてみたものが表2である。日本とは対照的に米国においては、95年を境にして経済成長率の上昇がみられたが、2000年以降はやや低下した。それでも2000年以降の経済成長率は2.79%と日本のそれを大きく上回っている。全要素生産性の伸びについては、経済成長と同様90年代後半に一度高まり、2000年以降やや低下している。2000年以降のTFP伸び率は0.76%と日本よりもやや高い値となっている。日米の経済成長率の違いをインプットサイドでみると労働投入と非IT資本ストック投入において米国の伸び率が高いことが影響している。一方IT資本ストックは90年代後半に急上昇したが、2000年以降は0.55%と日本と同等レベルにとどまっている。これは90年代後半のITバブルによってIT投資が拡大したことの反動が表れたものであるとも考えられる。また、IT資本ストックの内訳をみると日本と比較すると通信機器の寄与度が高い。

(表2)

次に、TFPの伸び率におけるITセクターの影響についてみるために価格サイドからみたIT品目別のTFP貢献度に関する分析結果を表3に示す。90年代後半から2000年代にかけて0.07%の伸び率上昇がみられるが、その内訳はITセクターが0.02%、非ITセクターが0.07%となっている。2000年代のTFP成長率

0.57%のうち、0.25%ポイントが IT セクターによる貢献分であり、産出シェアで見ると 3.5%と小さいが、IT セクターのイノベーションはマクロレベルの生産性に大きな影響を与えていることが確認できた。なお、IT セクターの内訳について産出シェアで見るとソフトウェアの割合が大きい、生産性に対する貢献の大部分はコンピュータや通信機械から来ている。

(表 3)

同様の TFP の分解結果を米国についてみたものが表 4 である。米国においては 90 年代後半から 2000 年代にかけて TFP 成長率が 0.09%低下しているが、それは IT セクターの TFP 寄与度が大きく低下していることによる。IT セクターのシェア低下も見られるが、コンピュータの価格低下率が鈍化したことの影響が大きい。一方非 IT セクターの TFP 貢献度は 0.34%~0.44%に上昇している。2000 年代を見た TFP 上昇率の日米の違いは 0.19%となっているが、IT セクターにおいて 0.07%、非 IT セクターにおいて 0.12%となっている。なお、日米の両国において、IT セクターが経済全体に占める割合は数パーセントと小さいが、これらのセクターの技術革新が全体に与える寄与率は 4 割程度となっており、今後のマクロレベルの生産性を考える上で重要なファクターといえる。

(表 4)

### 3. IT セクターのイノベーションと生産性

#### 3-1. ムーアの法則と IT イノベーション

コンピュータや通信機器といった IT 製品の技術革新は半導体素子や集積回路の性能向上によるところが大きい。半導体の集積度はムーアの法則に従って、18 か月~24 か月で 2 倍になっており、集積度の上昇がコンピュータなどの処理速度の上昇につながっている。前節でみたコンピュータや通信機械の全要素生産性の向上は、これらの製品において性能あたりの単価が低下していることによるが、このような生産性向上の源泉はムーアの法則に従って技術革新がすすむ半導体集積回路にあるといっても過言ではない。ここでは、これらの半導体素子や集積回路における技術革新が、コンピュータや通信機器といった IT 機器の生産性に対してどの程度の影響度を持っているか検証する。

半導体集積回路の性能向上がコンピュータ価格に与える影響については、ヘドニック関数の推計によってコンピュータの性能のうち半導体集積回路にかかるものの寄与度を計測することが可能である。例えば、日本銀行の企業物価指数 (2000 年基準) においてはパーソナルコンピュータやサーバにいついてヘド

ニック法によって価格指数が作成されている。ここでは CPU やキャッシュメモリに関するダミー変数が説明変数として用いられているが、これ以外にも画面サイズやハードディスク容量など、半導体に直接関係のない変数も用いられている（日本銀行、2007）。ヘドニック関数の説明変数のうち半導体集積回路に関するものを取り出して、それが全体にどの程度の影響度を持っているのかについて、シミュレーションを行うことは可能である。しかし、ヘドニック関数の推計にあたっては、対象となる機器の単価と様々な性能に関するデータを収集することが必要となる。また、今回想定している IT セクター全体に対する半導体イノベーションの影響度を見るためには、個々の機器単位で対応が必要となるヘドニック法は適当な手法とはいえない。

従って、ここではコンピュータ及び通信機器のコスト構造に着目して、半導体集積回路の技術革新に関する影響度を見た分析結果（元橋、2009）を紹介する。元橋（2009）は半導体の価格指数低下の割合を当該セクターにおける技術革新の結果（全要素生産性の上昇分）によるものと考え、コンピュータや通信機器のコスト構造から、これらの製品の価格低下にどの程度の影響を及ぼしたのかを算出している。半導体セクターの定義としては産業連関表基本表（2005年表）の「集積回路」、「半導体素子」、「液晶素子」の3つのセクターを取りあげ、まずこれらの分類に対応する品目別 CGPI を用いて、それぞれのセクターにおける連鎖指数を作成した（図2）。これらの3つのセクターのうち集積回路の価格下落率が最も大きく、2007年の価格指数は17.7（1995年基準）で、価格下落率は年率13.4%となっている。もし、ムーアの法則に従って価格の低下がおきるとすると、24か月で半分になるとして年率29.3%となる。これと比較すると価格低下率はかなり緩やかなものになっているが、集積度の上昇とともに設備投資が膨大になり資本サービス価格が上昇していることが影響しているものと考えられる。従って、集積回路セクターの全要素生産性については、ムーアの法則に従って上昇しても、価格はそれほど下落せず、下流セクターへの影響度として13.4%という数字は大きくはずれたものではないといえる。集積回路ほどではないが、液晶素子についても急速な価格低下が見られ、コンピュータや通信機器の生産性に大きな影響を与えているものと考えられる。

（図2）

これらの半導体関係セクターにおける価格低下率にコンピュータ、通信機器のそれぞれのコストシェアをかけて、価格低下の波及効果を見たものが表5である。なお、集積回路、半導体素子及び液晶素子のコストシェアは合計で、コンピュータについては2割～3割、通信機器については1割～2割となっている。

2000年～2007年の数字で見ると、ITセクターのTFP寄与率は0.25%であるが、そのうち0.04%は半導体の技術革新によるものであることが分かった。半導体の影響を差し引くことによって、コンピュータと通信機器の寄与率はそれぞれ0.02%ポイント程度低下している。また、半導体は自動車や家電製品などITセクター以外でも幅広く使われているものであることから、非ITセクターを通じたTFP寄与率についても計算を行った。この寄与度は2000年～2007年については0.09%となり、ITセクター分の0.03%を加えると0.57%の全要素生産性のうち0.13%ポイントは半導体の生産性スピルオーバー効果によるものである。この半導体のTFP寄与率は1990年代の0.16%ポイントからやや低下しているが、これは半導体の価格低下率がやや鈍化していることによる。半導体の微細化が進むにつれてその設備投資コストが膨大になっている。従って、価格の鈍化が半導体イノベーションのスピードの低下によるものかどうかについてはより詳細な分析を行う必要があるが、いずれにしても半導体技術革新の動向がマクロレベルの生産性にとっても重要な意味を持つということがいえる。

(表5)

### 3-2. ソフトウェアの生産性に関する日米比較

本論文におけるITセクターの定義はコンピュータ、通信機器及びソフトウェア産業としているが、最初の2セクターは国際的な厳しい競争にさらされており、日米比較においてその内容について大きな違いはないものと考えられる。表3及び表4の価格変化についてみると、コンピュータについては米国下落率が大きく、通信機械については逆に日本の方が大きく下落している。コンピュータについては、価格下落率が大きいサーバやパソコンなどへのダウンサイジングが米国においてより早いスピードで進んでいるものと考えられる。その一方で通信機械については、価格下落率が大きい携帯電話のシェアが日本において高い。なお、日米両国の価格指数については、2000年以降は詳細品目をベースに連鎖指数を算出するなどハーモナイゼーションを行っているが、それ以前の日本のコンピュータの価格指数は上方バイアスがかかっている可能性が高い。1995年基準のWPIはラスパイレス方式によるもので、価格指数の下落率が大きいパソコンのウェイトが過小になっているからである(Jorgenson and Motohashi, 2005)。2000年までのコンピュータに関する価格下落率は両国において大きく異なっているが、これは統計上の問題も影響していることに留意することが必要である。

ITセクターにおいて両国で大きな違いがあるのはソフトウェア産業である。ソフトウェア産業は貿易統計で見た国際競争力が低く、欧米と比較して生産性



のレベルが低いと考えられる（今井・石野、1991）。その要因としては規模の経済性が働くパッケージソフトの比率が低く、クライアント毎に対応が必要な受注ソフトの割合が高いことが考えられる（田中、2003；元橋、2005）。また、ソフトウェア企業の多くが生産性の低い中小企業であり、元請けの大手企業と下請け企業からなる重層的な業界構造となっていることも影響していると考えられる。

この点については、表3と表4を比べて、日本のソフトウェア産業はITセクターのTFP上昇にほとんど寄与していないのに対して、米国においては0.1%ポイント近い寄与度となっていることから確認できる。ソフトウェアはパッケージソフト、受注ソフト及び自社開発の3種類に分類できる。このうち受注ソフトと自社開発ソフトは日米両国とも、その価格指数としてコスト指数を用いている。テーラーメイドの製品であることからアウトプット価格を直接計測することが困難であるからである。つまりこれらのソフトウェアについては生産性の上昇率がゼロであるという前提で価格指数が作られている。一方パッケージソフトについては、市場で流通しているソフトウェアの値段をベースに価格指数が作成される。日本については、2000年基準改定によってパッケージソフトが企業向けサービス価格指数（CSPI）の系列に加えられたが、米国のNIPA（National Income and Product Account）においては、古くからパッケージソフトの市場価格にヘドニック法による品質改善分も加えた方法で推計されている。このようにパッケージソフトについては日米両国において若干の手法の違いがあるものの、2000年以降はその動向に大きな違いはない（図3）。

（図3）

日米両国において大きく違うのは、価格下落率が大きいパッケージソフトの割合が日本において小さいことである。図4と図5は日米それぞれについて、ソフトウェア投資のタイプ別構成割合を見たものである。日本におけるパッケージソフトの割合は1割以下であるのに対して、米国においては全体の約3割を示している。一方で日本におけるソフトウェア投資のほとんどは受注ソフトになっており、これがソフトウェア産業の重層的下請構造とも関係している。

（図4）、（図5）

日本のソフトウェア産業の重層的構造については、峰滝・元橋（2008）が、企業活動基本調査（経済産業省）と特定サービス産業実態調査（経済産業省）を個票レベルで接続したパネルデータを用いて、日本のソフトウェア企業の生

産性について分析している。日本のソフトウェア産業は、大規模の受注システム開発を大手のソフトウェア会社が引き受け、それを小口化して下請ソフトウェアハウスに発注するという重層的な構造となっていることが特徴的である（峰滝・元橋、2007）。このような下請構造を構成している企業とそうではない独立系企業の生産性を比較するために、ここではソフトウェア企業を「独立型」、「元請型」、「中間下請型」、「最終下請型」の4つのタイプに分類している。それぞれのタイプについて全要素生産性の比較を行った結果、「独立型」ソフトウェア企業の実産性は、他のタイプ、すなわち、元請→中間下請→最終下請と重層的なソフトウェア産業を構成する企業よりも高いことが分かった。また、パテントやR&Dで見たイノベーション活動や従業員に占めるSE比率やプログラマー比率などの人材の質に関するファクターが生産性に与える影響についても分析を行っている。その結果、イノベーション活動については特に元請型企業において、人材の質については独立型企業において、生産性の決定要因として重要であることを示している。

それではこのような重層的なソフトウェア産業の構造は日本のソフトウェア産業の実産性の低さと関係あるのであろうか？ソフトウェア産業の階層構造は受注ソフトにおいて特に顕著に見られるものと考えられるので、パッケージソフトが中心となっている欧米と単純に比較することはできない。ただ、西村・峰滝(2004)は、「特定サービス産業実態調査」を用いた分析で、情報サービス企業の実産性分析において外注化が必ずしも効率的に行われていない結果、情報サービス産業が低い生産性の伸び率に陥っていると分析している。今回の分析によって、パッケージソフトの売上高比率が高い独立系ソフトウェア企業の実産性が高いことが分かったが、これは日本のソフトウェア産業が重層的下請構造を解消し、それぞれの企業が独自の技術やビジネス方法によって競争するシステムに移行していくことによって、産業全体の生産性が上昇する可能性を示唆している。

#### 4. 企業レベルデータで見た IT イノベーションと生産性

マクロレベルの成長要因会計分析において、TFP は経済成長から資本や労働といった生産要素の寄与度を引いた残差項であり、IT 化以外の様々な要因が影響していることに留意することが必要である。例えば、サービス産業においては規制改革が進むことによって、産業全体の効率性が高まり生産性が上昇することが考えられる。また、研究開発の効率が上がることによって TFP を押し上げるという要因もありえる。このように、マクロレベルの成長要因分析の結果は、IT 化と生産性の因果関係を示すものではない。IT 化の実産性の関係について分析を深めるためには企業レベルのデータを用いて回帰分析を行うこと

が必要である。

Motohashi (2007)は、企業活動基本調査（経済産業省）の企業レベルデータを用いて IT ネットワークの利用と生産性に関する定量的な分析を行っている。企業活動基本調査は製造業、卸小売業及び一部のサービス業に属する一定規模以上（従業員数 50 人以上でかつ資本金 3000 万以上）のすべての企業に対する調査で、経済産業省における企業に対する統計調査の母集団として用いられる基盤的な統計である。同調査は 1992 年度(1991 年データ)にはじまり、1995 年度からは毎年調査が行われている。調査項目としては、企業の業績や財務状況に関する項目の他、海外営業活動、生産委託などの外部連携活動、研究開発や特許などのイノベーション活動等、幅広い内容について調査が行われている。

このような大規模データによる定量分析の結果、情報ネットワークと生産性には確かに正の関係があり、企業内ネットワークにおいてその関係が徐々に強くなってきていることが分かった。97 年～2000 年の生産性伸び率について見ると、企業内ネットワークを利用している企業は利用していない企業と比べて、製造業で年率約 2%、卸売業で約 4%伸び率が大きくなっている。その一方で企業間ネットワークによる生産性伸び率の違いは 1%～2%程度と比較的小さいレベルにとどまっている。企業間ネットワークについては、取引先からの依頼という消極的な理由によって導入されているケースも含まれる。このような場合、自社のビジネスプロセスを効率化するために自発的に取り組むケースと比べて生産性に対する影響は小さいものに留まることが影響していると考えられる。

同様の分析を日米で比較したのを見ると、日本企業における情報ネットワーク活用の生産性に対する影響は米国企業のものより小さいことが明らかになっている (Atrostic et. al, 2008)。米国においては、工業統計にあわせて CNUS (Computer Network User Survey) が 2000 年に行われており、前述した企業活動基本調査を用いたものと同種の分析が可能となっている。両国のデータを整合化して、比較分析を行うと情報ネットワーク活用の有無による生産性の違いは、日本企業において約 2%であるのに対して、米国企業においては約 4%となっている。また、生産管理や流通支援など用途別のネットワークに関する結果について、米国においてはすべてプラスの効果が見られるが日本においては一部マイナスの結果も見られる。このようなに日米企業で IT 利活用の生産性効果を比較すると、米国企業と比べて日本企業は IT のポテンシャルを十分に活かしてないことを示している。

この点について掘り下げて分析を行うために、経済産業研究所において「IT 戦略に関する国際比較アンケート調査」が行われた。同調査は、IT システム導入の状況、経営戦略における IT 利活用の位置づけ、社内外における IT 関連組織などについて、日米韓 3 カ国の上場企業に対してアンケート調査を行ったも

のである。従って、ここで比較の対象となっているのは、規模の大きい企業であり、社内に導入されている多様な IT システムを企業全体としてどのように活用しているかという観点から比較を行っている。調査の対象業種としては、製造業の他、小売や金融業も含めたサービス関係の企業も含まれている。なお、ここでは企業の業種や規模による違いの影響を受けないような統計的分析を行った結果を示す（元橋、2007）。

まず、日本企業は、米国企業と比較すると人事・給与関係などの間接部門向けシステムの導入割合が高いのに対して、経営戦略サポート、市場分析・顧客開発、設計支援・技術情報管理などのいわゆる「情報系」システムへの取組みが遅れていることが分かった。間接部門や受発注管理などの定常的なオペレーションを効率化するための「基幹系」システムは IT による業務合理化を実現するための典型的なシステムといえる。現に、日本企業においては「間接部門コスト削減」や「在庫コスト削減」など基幹系システムによる効果が相対的に大きいとする回答が多かった。逆に、米国企業においては「新商品・サービス・事業開拓」や「主要事業の競争力強化」といった情報系システムによって実現する項目の貢献度が大きくなっている。

企業全体として IT システムの効果的な活用を実現するためには、3 年～5 年程度の中期経営計画の中で IT システムの役割を明確化し、中期的な IT 投資計画（IT 戦略）に反映させることが重要である。この経営戦略における IT 戦略の位置づけについては図 6 に示したように、米国企業において IT 戦略が経営戦略に明確に位置づけられているとする企業が多い。一方、日本企業は「IT 戦略が経営戦略に明記されていないが方針は一致」とする企業の割合が高く、韓国企業については、日本企業より「両者の関係が薄い」とする企業の割合が高いことが分かった。

（図 6）

IT システムの経営戦略における位置づけは、企業における CIO（最高情報責任者）の設置状況を見ることによっても分かる。CIO は企業内の情報システムの企画、構築、運用に関する責任者であり、かつ企業経営全体について責任をもつ役員レベルにあるポストを示す。役員レベルではない情報処理担当部門の長を CIO と称する企業も存在するが、企業経営全体に責任を有していない場合、情報処理システムの最高責任者であっても CIO と呼ぶべきではない。また、役員クラスの CIO を設置しているが、他の業務との兼任で行っている場合も IT 経営の位置づけがやや低いといえる。このような観点から調査結果を見ると（図 7）、米国は専任 CIO の比率、日本は兼任 CIO、韓国は CIO をおいていない比率

が高く、ここでも米国、日本、韓国の順になることが分かった。

(図 7)

日本企業において兼任 CIO が多いのは、日本版 SOX 法に対する対応を進めるために総務や財務関係の役員が情報システムの担当も兼務しているという一時的な要因が影響していることが考えられる。また、大手企業に対して何社かインタビューを行った際の印象であるが、日本の大手企業はここ数年、業務改革の推進には相当力を入れてきている。例えば SCM (Supply Chain System) の導入に伴って取引先も含めた部品の調達や製販連携を進め、大きな効果を上げている企業がいくつか見られる。今回の調査でも、日本企業において SCM の導入率は米国や韓国と比べて高いという結果が出た。しかしその一方で、SCM が企業内の基幹的 IT システムである ERP (Enterprise Resource Planning) と一体的に運用されている割合は低いことが分かった。このように日本企業は特定の製品分野や業務分野に IT システムを導入し、個々の業務分野においては大きな成果を上げているが、そこで得られたデータを企業全体の経営戦略の策定や新規事業開発の投資判断に使うという点では遅れている。

日本企業が得意である受発注管理などの定常的業務を効率化する「基幹系システム」は汎用コンピュータの導入が進んだ 1970 年代から見られるクラシカルな IT 適用事例といってよい。その一方で、日本企業が苦手なのは、「基幹系システム」において生成されるデータを経営意思判断や市場競争分析などに活用するためにより複雑な分析を行う「情報系システム」である。「情報系システム」についても 1970 年代から MIS (Management Information System) や DSS (Decision Support System) などというコンセプトが存在していたが、実用に供されるようになったのはコンピュータ能力の向上によって大容量のデータを高速に処理できるようになった 1990 年代からである。企業内に散在するデータを統合して管理するデータウェアハウスが構築され、そこからデータマイニングによって企業経営に有益な情報を引き出すことが行われるようになった。なお、2000 年以降はよりユーザーフレンドリーな IT 環境として経営者や企画部門における一般ユーザーがアクセス可能なシステムである BI (Business Intelligence) というコンセプトが打ち出されている。日本企業が IT システムを活用についてもう一段高いステージにあがり、企業全体としてのパフォーマンス向上につなげて行くためには、このような個別システムのデータを統合し、経営判断に活かして行くことに取り組むことが重要である。

これらの IT 利活用のタイプや IT 戦略の有無と生産性の関係については Motohashi (2008) において更に詳細に分析を行っている。「IT 戦略に関する国際

比較アンケート調査」は上場企業に対して行った調査であるため、上場企業の財務諸表から全要素生産性指標を算出し、それを IT 利活用のタイプや IT 戦略の有無などの変数で回帰分析を行っている。全要素生産性指標については、2003年と2006年（米国企業については2005年）の財務諸表から、相対的な TFP 指数（企業の属する産業・規模平均からのそれぞれの企業の TFP の乖離度、Bailey et. al (1992)）を算出している。IT 利活用に関する変数については、人事システム、会計システム、在庫管理など 11 種類のタイプ別システムの導入有無に関するデータについて主成分分析を行い、以下の 3 つの主成分を取り出した。

- ・ Component1: 全体的な IT 利活用度（すべてプラスの係数）
- ・ Component2: 情報系システム（情報系システムについてプラスの係数）
- ・ Component3: バックオフィス系システム（バックオフィス系システムについてプラスの係数）

また、これ以外に日本企業ダミー（JAPAN、ベースは米国企業）、IT 戦略に関する変数（IT Strategy : 「企業戦略に明確に記述」）を説明変数として回帰分析を行った結果が表 6 である。なお、ここでは企業レベルの TFP についてアウトライヤーを排除して回帰分析を行ったため、Motohashi (2008) とは結果が異なっている。更にここでの回帰分析は OLS によるものであり、TFP と IT 変数の間の相関関係を見たものであって、因果関係を特定するものではないことに留意されたい。

(表 6)

まずモデル 1 を見ると生産性に対して効果があるのは、全体的な活用度合い (Component1) と「情報系システム」の度合い (Component2) が正の関係にあることが分かる。これの国別の違いをみるために日本ダミーをいれて計算したものがモデル (2) である。ここでは全体的活用度合いがやはり正で統計的有意となるが、「情報系システム」の係数は正であるが統計的有意ではなくなった。一方「バックオフィスシステム」が正で統計的有意となった。しかし、これは日本ダミーと「バックオフィスシステム」の交差項が負で統計的有意になっているからであり、「バックオフィスシステム」度合いと生産性は日本企業については負の関係、米国企業については正の関係があることが分かった。

次にモデル 3 は経営戦略と IT 活用の整合性と生産性の関係をみたものである。IT 戦略が経営戦略に明確に位置付けられている企業においては、他の企業と比べて生産性が高いことが分かった。この変数と日本ダミーの交差項は負となっている。したがって、両者の正の相関関係は米国企業において見られるものである。モデル 4 とモデル 5 はこの IT と経営の整合性と生産性との関係がどのよ

うな IT システムで特にみられるのかについて検証したものである。その結果、IT と経営の整合性は情報システムのタイプによってその重要性が異なるのではなく、IT システム全体について言えることであるということが分かった。

これらの回帰分析の結果をまとめると、以下のとおりである。

- ・ 全体的な IT 活用度と「情報システム」度合いはおおむね企業レベルの生産性と正の相関関係にある、この動向は日米の両国で変わらない
- ・ しかしながら、「バックオフィスシステム」の度合いは日本企業は負、米国企業は正と異なることが分かった。
- ・ 経営戦略における IT 戦略の明確な位置づけは、企業レベルの生産性と正の関係がある。この傾向は特に米国企業において見られる。

このように米国企業と比べると日本企業においては、いくつかの点で IT システムを十分に使いこなせていない可能性がある。一つはバックオフィスシステムの度合いが高まると生産性が下がるという現象である。また、経営戦略と IT 戦略の整合性が企業レベルの生産性につながらないという点も問題である。これは、日本企業において、IT システムが特定の部門の効率化を行うものが中心となっていて、企業全体で業務を最適化するためのツールや企業競争力を向上させるためのツールとなっていないことによるものと考えられる。

## 5. まとめ

本稿においては、IT と生産性の関係について、日米比較を行いながら、マクロとミクロの両面から計量分析を行った結果を紹介した。まず、マクロレベルの分析によると、2000 年以降の全要素生産性の伸び率は日本が 0.57%、米国が 0.76%となっている。経済成長率がそれぞれ 1.45%、2.79%なので成長率と比較して生産性の伸び率について大きな差はないことが分かった。両国の経済成長率の違いは主に労働投入と非 IT 資本の寄与度によるもので、IT 資本の寄与度についても大きな違いは見られない。ただし、米国においては 90 年代後半における IT 資本の寄与度が日本の倍以上となっており、2000 年代はこの IT バブルの反動減の影響があることが考えられる。従って、90 年代後半以降を均して考えれば、日本における IT 資本寄与度は米国よりもやや小さいといえる。

次にマクロの生産性動向を IT セクターとそれ以外のセクターに分けて、それぞれについて詳細に見た。IT セクターのイノベーションと生産性について考える際に重要なのは、ムーアの法則にみられる半導体集積回路の微細化の進展である。日本の IT セクターにおける 2000 年以降の生産性寄与度は 0.25%であるが、このうち 0.04%は半導体の技術革新によるものであることが分かった。また、半導体は自動車や家電などの IT セクター以外でも用いられている汎用技術なので、これらの非 IT セクターにおける生産性寄与度は 0.09%、合計でマクロ

レベルの数字である 0.57%のうち 0.13%の生産性押し上げ効果があることが分かった。半導体集積回路の微細化の進展は限界に達してきており、ムーアの法則も今後 5 年程度でその継続が危ぶまれているが、マクロレベル生産性に対する影響の面からもその動向については注視することが必要である。

また、IT セクターにおける 2000 年以降の日米の生産性寄与度はそれぞれ 0.25%と 0.32%である。この 0.07%の違いは主にソフトウェアセクターの生産性伸び率の違いに起因している。その背景には日本においてパッケージソフトの導入が進んでいないことが影響していると考えられる。日本のソフトウェア産業は受注ソフトの割合が高く、重層的な下請構造が生産性向上の足かせになっている。下請ソフトウェアハウスが独自の技術をベースにより付加価値の高いビジネスを行っていくためには、ソフトウェア産業における人材育成やイノベーションを推進することが必要である。90 年代後半から段階的に認められるようになったソフトウェア特許の影響で、下請企業の自立化が進んだという分析結果も存在する (Motohashi, 2009)。ソフトウェア産業において、業界構造の改革を進めて生産性の上昇を図るためには、イノベーションに関する振興策の他、知財制度や競争政策など制度的な整備を進めていくことが必要である。

IT 以外のセクターの日米の生産性寄与度をみると、それぞれ 0.32%、0.44%もここでも米国が日本を上回る結果となった。ここでは IT の利活用と生産性の関係について把握することが重要となるが、両者の因果関係を特定するために企業レベルデータを用いた分析結果を紹介した。IT の生産性に対する影響度を日米で比較した結果によると、米国企業は日本企業の 2 倍の効果が観察されている。ここでは両国における IT 利活用の違いを明らかにするために、「IT 戦略に関する国際比較アンケート調査」(経済産業研究所)を用いた分析結果を示した。ここでは、日本企業は、米国企業と比べて IT と経営の融合度が低いこと、専任の CIO を置いている企業の割合が小さいこと、情報系システムに対する投資が遅れていることなどが明らかになっている。生産性との分析結果を見るとこれらの違いが日本企業において IT の経営効果が小さいことの原因になっていると考えられ、IT 経営に対する取組を充実させる必要性を示唆している。

IT 経営については、経済産業省が IT 経営指標を開発して、その内容について詳細にホームページ (IT 経営ポータル)<sup>2</sup>で紹介している。IT 経営のレベルについて、経済産業省は 4 つ段階に分け、日本企業の IT 経営のレベルは米国企業と比べて低いレベルにとどまっているという調査結果を示している。ここでは、会社内の IT システムが部門間や業務によって分断されているのではなく、全社的に最適化されているかという考え方をベースにしたレベル分けが行われているが、その結果は IT 戦略と経営戦略の融合度を測った「IT 戦略に関する国際比

<sup>2</sup> [http://www.meti.go.jp/policy/it\\_policy/it\\_keiei/index.html](http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/it_keiei/index.html)



較アンケート調査」と整合的である。日本企業が IT の活用によってより高い生産性レベルを目指すためには、全社的な IT システムの再構築が必要となる。また、そのためには経営戦略の中でどの部分を IT によって実現するか、経営陣レベルにおける IT 戦略の策定が必要となる。

このような IT 経営の高度化を支援するために政府の取り組みとしては、前述した IT 経営ポータルのような啓蒙普及活動や主に中小企業を対象とした IT 経営応援隊（研修事業、ベストプラクティスの収集と普及など）などを挙げることができる。また、企業における戦略的な IT 投資を推進するための政策も重要である。平成 20 年度税制改正で IT 投資減税（情報基盤強化税制）の対象設備に「連携ソフトウェア」（部門間や企業間の壁を超えた情報資産の連携を行うためのソフトウェア）が対象となったが、着実な実施を図っていくことが重要である。ただし、経営戦略が企業によって異なるのと同じで、IT 戦略は企業がそれぞれの経営環境を踏まえて作成されるべきものである。このような IT 戦略の多様性に配慮した弾力的な措置を講じていくことが重要である。

#### 参考文献

- Atrostic, B. K., Kazuyuki Motohashi and Sang V. Nguyen (2008),  
“Computer Network Use and Firms' Productivity Performance: The  
United States VS. Japan”, US Census Bureau Center for Economic  
Studies Discussion Paper 08-30, 2008/9
- Baily, M. N., C. Hulten, and D. Campbell (1992): “Productivity dynamics in  
manufacturing plants.” *Brookings Papers on Economic Activity,  
Microeconomics*, 187-267
- Jorgenson, D. W. and K. Motohashi, “Information technology and the  
Japanese economy?”, *Journal of the Japanese and International  
Economies* 19(4), December 2005, pp.460-481
- Motohashi, K. (2009) “Software Patent and its Impact on Software  
Innovation in Japan”, *RIETI Discussion Paper Series 09-E-038*,  
2009/8
- Motohashi, K. (2008) “Comparative Analysis of IT Management and  
Productivity between Japanese and U.S. Firms”, *RIETI Discussion  
Paper Series 08-E-007*, 2008/03
- Motohashi, K. (2007), Firm-level analysis of information network use and  
productivity in Japan, *Journal of The Japanese and International  
Economies*, 21(2007) 121-137

- 今井賢一・石野福弥(1991)、日本のソフトウェア、『ビジネスレビュー』、Vol. 41、  
No. 1、pp. 1-18、東洋経済新報社
- クスマノ、マイケル・A (2004)、『ソフトウェア企業の競争戦略』、サイコムイ  
ンターナショナル (翻訳)、ダイヤモンド社、2004年12月
- 田中辰雄(2003)、「ソフトウェア産業」、『サイエンス産業』(後藤晃・小田切宏  
之編)第8章、NTT出版社
- 西村清彦・峰滝和典(2004)、『情報技術革新と日本経済「ニューエコノミーの  
幻を超えて」』、有斐閣、2004年5月
- 日本銀行(2007)、パーソナルコンピュータに関するヘドニック回帰式(再推計  
結果)、日本銀行調査統計局、2007年9月
- 峰滝和典・元橋一之(2008)、「ソフトウェア産業の重層的下請構造：イノベーション  
と生産性に関する実証分析」、RIETI Discussion Paper Series 09-J  
-002、2008年12月
- 峰滝和典・元橋一之(2007)、「日本のソフトウェア産業の業界構造と生産性に関  
する実証分析」、RIETI Discussion Paper Series 07-J-018、2007年4  
月
- 元橋一之(2009)、「ITイノベーションと経済成長：マクロレベル生産性にお  
けるムーアの法則の重要性」、RIETI Discussion Paper Series 09-J-016、  
2009年5月
- 元橋一之(2007)、「日米韓企業のIT経営に関する比較分析」、RIETI Discussion  
Paper Series 07-J-029、2007/07
- 元橋一之(2005)、『ITイノベーションの実証分析』、東洋経済新報社、2005年3  
月

表 1 : 成長要因会計の結果 (日本)

	1975-95	1995-00	2000-07
Gross Domestic Product	3.38%	1.23%	1.45%
Contribution of Information Technology	0.27%	0.44%	0.41%
Computers	0.16%	0.16%	0.09%
Software	0.06%	0.10%	0.12%
Communications Equipment	0.04%	0.08%	0.03%
Information Technology Services	0.01%	0.10%	0.17%
Contribution of Non-Information Technology	3.12%	0.79%	1.04%
Gross Domestic Income	2.52%	0.73%	0.88%
Contribution of Information Technology Capital Services	0.27%	0.45%	0.51%
Computers	0.15%	0.17%	0.15%
Software	0.06%	0.08%	0.13%
Communications Equipment	0.06%	0.10%	0.06%
Information Technology Services	0.01%	0.10%	0.17%
Contribution of Non-Information Technology Capital Ser	1.53%	0.55%	0.23%
Contribution of Labor Services	0.71%	-0.28%	0.14%
Total Factor Productivity	0.86%	0.50%	0.57%

表 2 : 成長要因会計の結果 (米国)

	1960-95	1995-00	2000-06
Gross Domestic Product	3.31%	4.29%	2.79%
Contribution of Information Technology	0.29%	0.88%	0.17%
Computers	0.13%	0.43%	0.11%
Software	0.08%	0.28%	0.06%
Communications Equipment	0.09%	0.18%	0.00%
Contribution of Non-Information Technology	3.02%	3.41%	2.63%
Gross Domestic Income	2.75%	3.44%	2.03%
Contribution of Information Technology Capital Services	0.34%	1.01%	0.55%
Computers	0.16%	0.59%	0.26%
Software	0.08%	0.25%	0.14%
Communications Equipment	0.11%	0.18%	0.14%
Contribution of Non-Information Technology Capital Ser	1.23%	1.13%	0.85%
Contribution of Labor Services	1.18%	1.30%	0.63%
Total Factor Productivity	0.56%	0.85%	0.76%

図1：アウトプットとTFPのトレンド

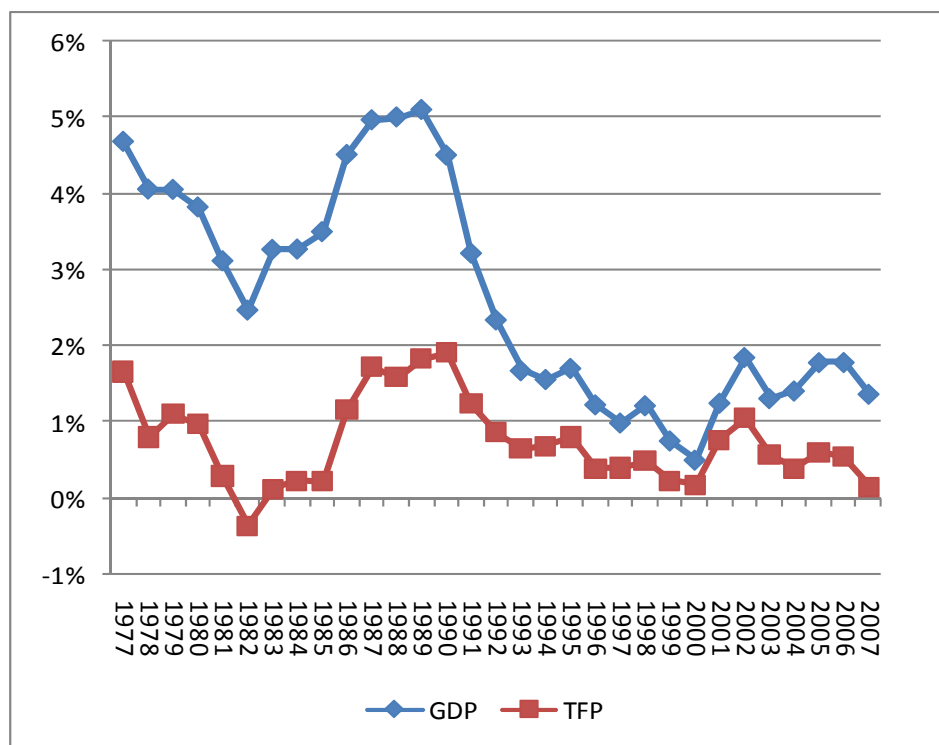


表3：TFPの要因分解（日本）

	1975-95	1995-00	2000-07
Total Factor Productivity Growth	0.86%	0.50%	0.57%
<b>Contributions to TFP Growth:</b>			
Information Technology	0.04%	0.23%	0.25%
Computers	0.07%	0.16%	0.16%
Software	-0.03%	-0.01%	0.01%
Communications Equipment	0.01%	0.08%	0.07%
Non-Information Technology	0.82%	0.27%	0.32%
<b>Relative Price Changes:</b>			
Computers	-7.53%	-12.14%	-18.39%
Software	5.19%	0.83%	-0.64%
Communications Equipment	-1.23%	-9.09%	-12.84%
<b>Average Nominal Shares:</b>			
Information Technology	2.21%	3.56%	3.50%
Computers	0.91%	1.29%	0.89%
Software	0.63%	1.37%	2.03%
Communications Equipment	0.67%	0.90%	0.58%
Non-Information Technology	97.79%	96.44%	96.50%

表 4 : TFP の要因分解 (米国)

	1960-95	1995-00	2000-06
Total Factor Productivity Growth	0.56%	0.85%	0.76%
<b>Contributions to TFP Growth:</b>			
Information Technology	0.16%	0.51%	0.32%
Computers	0.10%	0.37%	0.15%
Software	0.03%	0.06%	0.08%
Communications Equipment	0.04%	0.08%	0.04%
Non-Information Technology	0.40%	0.34%	0.44%
<b>Relative Price Changes:</b>			
Computers	-22.57%	-36.40%	-20.40%
Software	-4.45%	-3.60%	-4.10%
Communications Equipment	-5.24%	-5.60%	-9.10%
<b>Average Nominal Shares:</b>			
Information Technology	2.46%	4.02%	3.75%
Computers	0.60%	1.02%	0.77%
Software	0.82%	1.68%	1.93%
Communications Equipment	1.04%	1.32%	1.04%
Non-Information Technology	97.54%	95.98%	96.25%

図 2 : 半導体価格指数

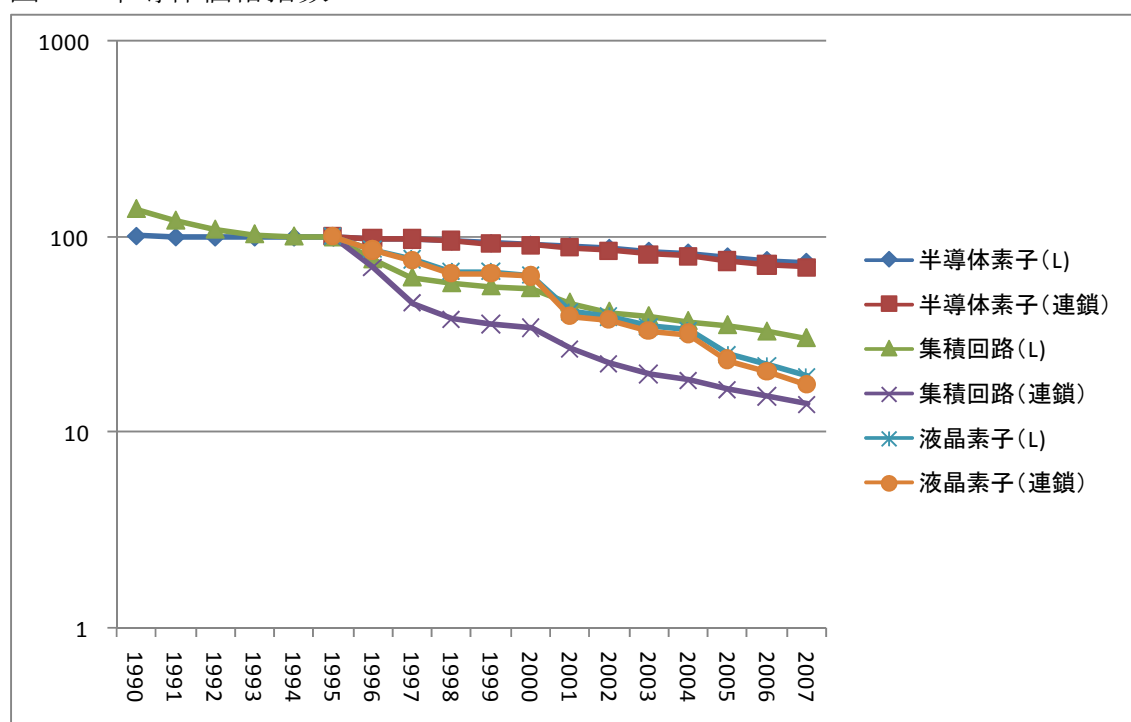


表5：マクロレベル生産性に対する半導体技術革新の影響

	1990-95	1995-00	2000-07
Aggregated TFP Growth Rate	0.65%	0.50%	0.57%
<b>Contributions to TFP Growth:</b>			
Information Technology	0.11%	0.23%	0.25%
Computers	0.08%	0.11%	0.14%
Software	0.00%	-0.01%	0.01%
Communications Equipment	0.01%	0.06%	0.06%
Semiconductor	0.02%	0.07%	0.04%
Non-Information Technology	0.55%	0.27%	0.32%
Semiconductor	0.02%	0.09%	0.09%
(Semiconductor Total)	0.04%	0.16%	0.13%
<b>Relative Price Changes:</b>			
Computers	-7.78%	-12.14%	-18.39%
Software	0.55%	0.83%	-0.64%
Communications Equipment	-2.08%	-9.09%	-12.84%
Semiconductor	-5.64%	-16.63%	-12.62%

図3：ソフトウェア価格指数の日米比較（2000年=100）

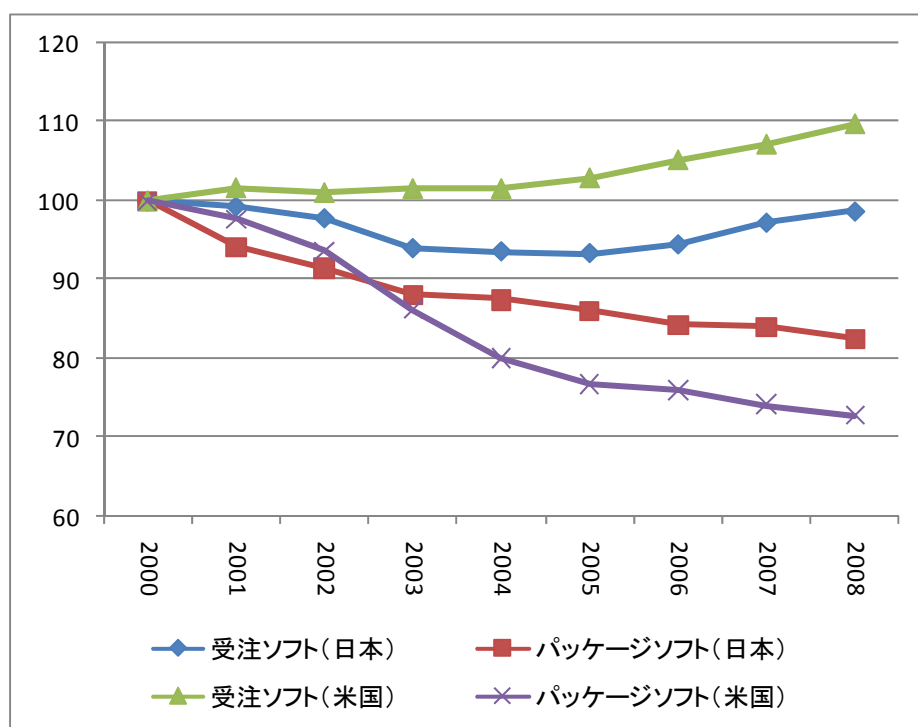


図4：日本のソフトウェアタイプ別投資額構成

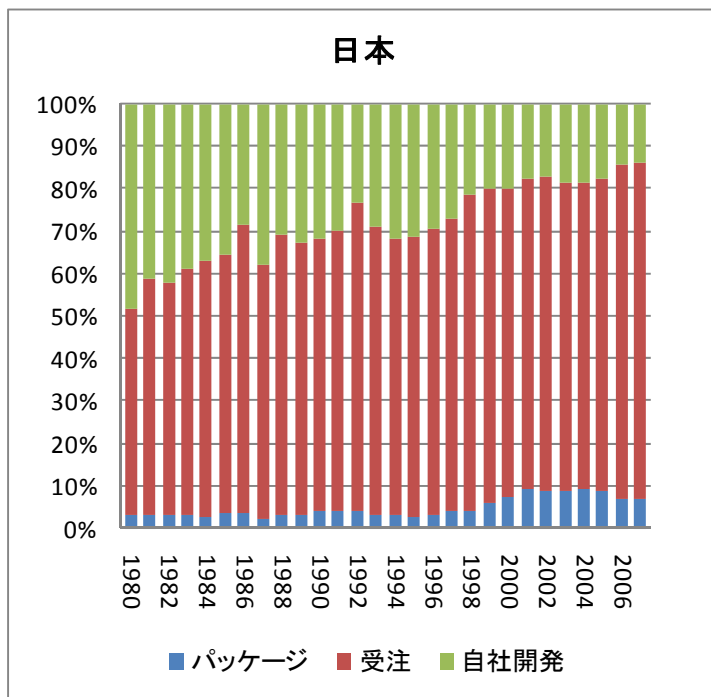


図5：米国のソフトウェアタイプ別投資額構成

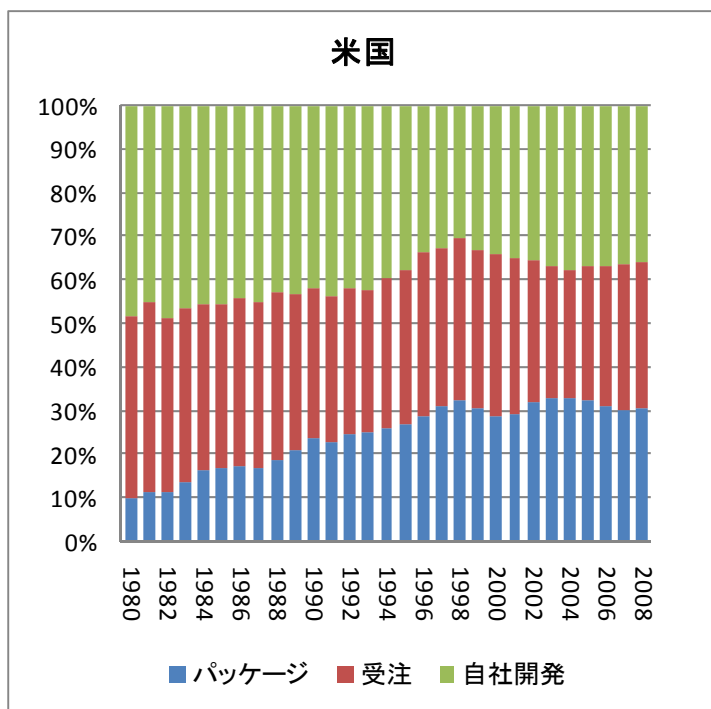
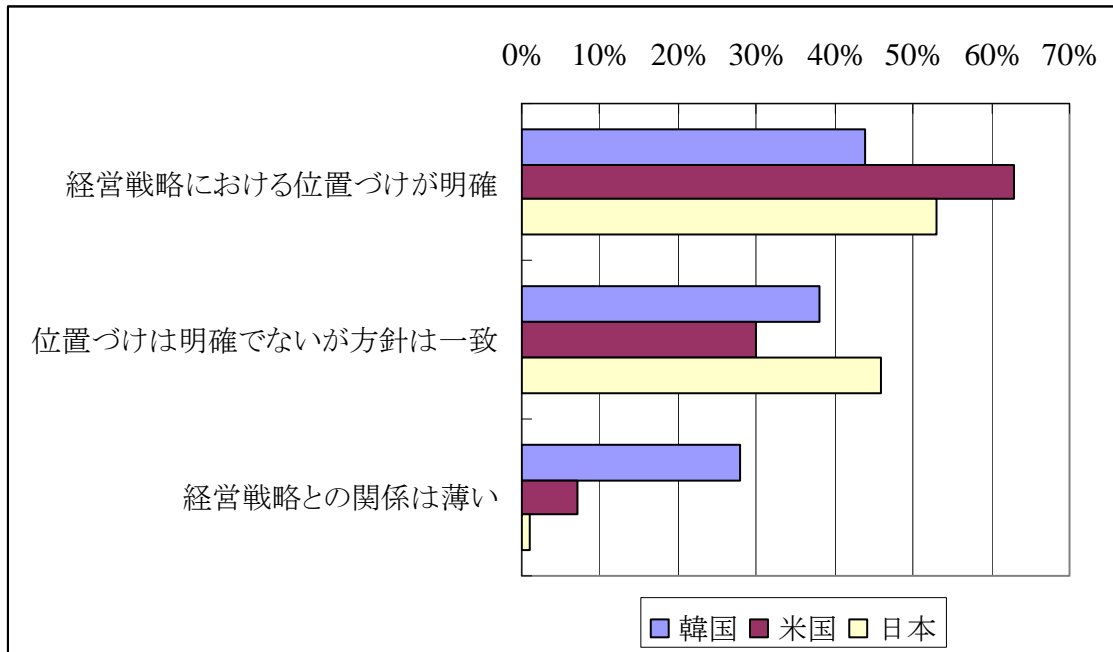
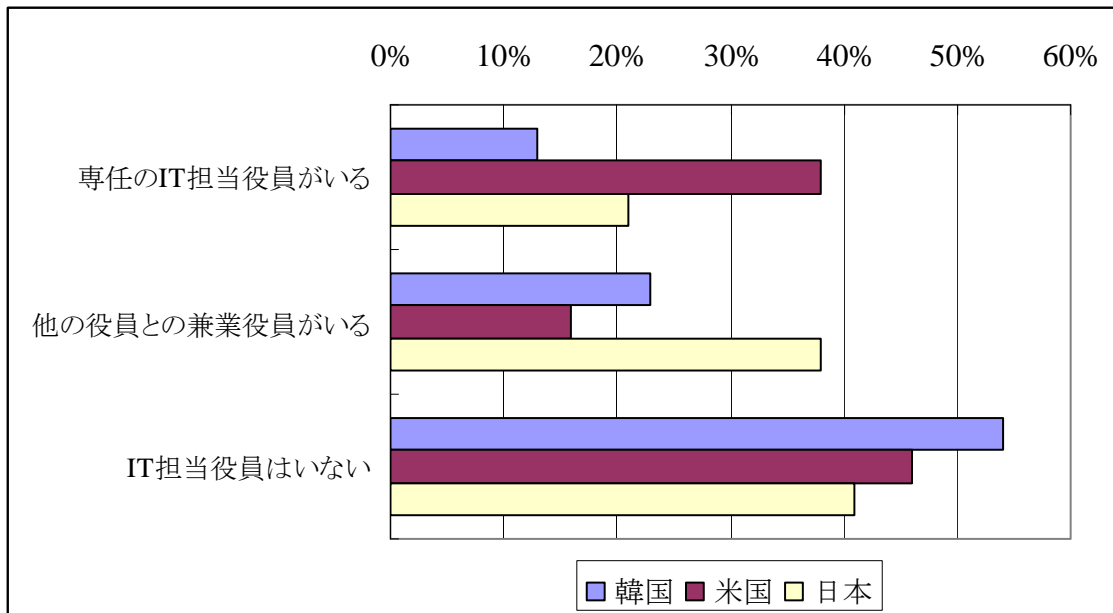


図6：IT戦略の経営戦略における位置づけ



(出典)「日米韓企業のIT経営に関する比較分析」(経済産業研究所)

図7：CIOの設置状況



(出典)「日米韓企業のIT経営に関する比較分析」(経済産業研究所)



表 6 : IT 利活用、IT 戦略と生産性に関する回帰分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Component1 (Overall IT Use)	0.026 (1.74)+	0.043 (1.84)+		0.027 (1.78)+	0.023 (1.44)
Component2 (Informational System)	0.061 (2.38)*	0.048 (1.08)		0.057 (2.19)*	0.045 (1.61)
Component3 (Mission Critical Back Office)	0.038 (1.38)	0.111 (2.34)*		0.041 (1.46)	0.025 (0.87)
Japan Dummy		-0.022 (0.35)	0.025 (0.38)	0.032 (0.47)	0.032 (0.47)
Japan* Component1		-0.030 (1.09)			
Japan* Component2		0.020 (0.37)			
Japan* Component3		-0.111 (1.93)+			
ITStrategy (Clearly Defined)			0.222 (1.85)+	0.219 (1.83)+	0.236 (1.83)+
ITStrategy1*Component1					0.032 (0.82)
ITStrategy1*Component2					0.073 (0.90)
IT Strategy1*Component3					0.147 (1.54)
Japan* ITStrategy			-0.167 (0.99)	-0.211 (1.24)	-0.262 (1.44)
Year Dummy	0.050 (0.76)	0.045 (0.69)	-0.018 (0.31)	0.052 (0.80)	0.059 (0.90)
Constant	-0.067 (1.53)	-0.039 (0.65)	-0.067 (1.09)	-0.105 (1.67)	-0.109 (1.72)
Observations	790	790	790	790	790
R-squared	0.01	0.02	0	0.02	0.02

Absolute value of t statistics in parentheses

+ significant at 10%, \* significant at 5%; \*\* significant at 1%