



RIETI Discussion Paper Series 18-J-014

日本企業のIT化が何故遅れたのか

乾 友彦

経済産業研究所

金 榮慧

専修大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

日本企業のIT化が何故遅れたのか¹

乾友彦（経済産業研究所）

金榮愨（専修大学経済学部）

要 旨

本研究は、日本企業の大規模なパネルデータ（2006年～2014年）を使用し、企業のIT投資の導入・拡大要因および全要素生産性（TFP）に与える影響を実証的に分析するものである。

外国企業による経営参加が最新の技術、経営手法の導入につながる事が多くの既存研究において指摘されていることから、ITを活用した経営管理手法の導入の代理変数として外資系比率を使用した。他の様々な要因をコントロールしても外資比率が高いことが、ITの導入および拡大とプラスの両者に関係にある結果が得られた。加えてIT導入および拡大の両者において同一産業におけるIT投資がプラスの影響を与えることが判明した。以上のことからITの導入や拡大に関して、外資系企業や同一産業における他企業のIT導入といったITを活用した経営管理手法のスピルオーバー効果がIT投資の拡大に重要な役割を果たすものと推察される。

次にIT投資がTFPおよびTFP上昇率に与える効果を分析した。その結果、TFPに影響を与えると考えられる他の様々な要因を考慮に入れてもIT投資はTFPおよびTFP上昇率の両者にプラスの影響を与えることが判明した。

キーワード：IT投資、組織資本、TFP

JEL classification: L25, O33, F2

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

¹本稿は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「人工知能等が経済に与える影響研究」の成果の一部である。本稿の分析に当たっては、経済産業省（METI）の企業活動基本調査の調査票情報を利用した。また、本稿の原案に対して、経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。

日本企業の IT 化が何故遅れたのか

乾友彦（経済産業研究所）

金榮慤（専修大学経済学部）

1. はじめに

日本経済が直面している労働人口減少問題を乗り越えて、持続的な成長基盤を上げるためには、生産性を上昇させることが不可欠である。アメリカ、ドイツ、日本の労働生産性の推移を経済協力開発機構（OECD）の統計を用いて比較してみた。労働者 1 時間当たり国内総生産（GDP、購買力平価、2012 年基準）は、1990 年にはアメリカ 42.1 ドル、ドイツ 40.7 ドル、日本 28.1 ドルだったのに対し、2015 年にはアメリカ 62.9 ドル、ドイツ 59.0 ドル、日本 41.4 ドルであり、日本の労働生産性は 25 年前のアメリカやドイツの労働生産性の水準に留まっている。労働生産性を向上させるためには、全要素生産性（Total Factor Productivity, 以下 TFP と略記する）と資本装備率を上昇させる必要があるが、日本の産業は 1990 年代と 2000 年代において TFP 上昇率が低迷してきた。

Jorgenson et al. (2008) が 1995 年～2006 年のアメリカ経済において IT 投資²が労働生産性の向上に大きく寄与したことを指摘しているのに対して、Fukao et al. (2016) は、日本における IT 投資がアメリカと比較して経済成長や生産性の上昇に大きく寄与していないことを指摘している。日本とアメリカの産業別 TFP 上昇率を、1980 年～1995 年、1995 年～2001 年、2001 年～2008 年の 3 期間に分割して比較すると、アメリカでは IT 製造産業に加えて、IT 利用産業においても 1995 年以降の期間において TFP 上昇率が加速しているのに対して、日本では IT 製造産業の生産性は加速しているものの、IT 利用産業における TFP 上昇率の加速がみられない。アメリカの流通業（小売、卸売、運送業）の TFP 上昇率が 1995 年～2001 年の期間において大幅に上昇したのに対して、日本の流通業の TFP 上昇率は、むしろ 1995 年～2001 年の期間において 1980 年～1995 年の期間に比べて減速している。流通業における IT 投資の動向をみると、アメリカでは IT 投資・付加価値比率が 1991 年以降急増しているのに対して、日本は 1991 年以降においてもほぼ横這いで推移している。以上の事実から、日本の IT 利用産業で TFP 上昇率が停滞したのは、IT 利用産業で IT の導入が進まず、IT 技術向上の恩恵を受けることが出来なかったことによるものと考察している。

日本の労働生産性の改善や IT 投資の遅れを受けて、近年の日本政府の成長戦略では AI やロボットを駆使した「第 4 次産業革命」を進めることにより「未来投資による生産性革命」の実現を図る政策が検討されている。しかし、AI やロボットの導入が進み、生産性が改善

² IT (Information Technology) と ICT (Information Communication Technology) の意味は厳密には異なり、一般的には IT がより広い概念であるが、本論文では両者を厳密には区別していない。

するかを検討するに当たって、改めて IT 投資の導入の要因や生産性に与える効果を検証することが必要であろう。

本論文の構成は以下の通りである。2 節では日本の IT 導入の遅れに関する既存研究を概観する。3 節は企業レベルのデータを使用した IT 投資の状況及びその決定要因 IT 投資が企業の生産性に与える効果を「企業活動基本調査」を使用して検討する。4 節は結論及び今後の課題について考察する。

2. 日本の IT 化の遅れに関する既存研究

日本の IT 化が他の先進国に比べてなぜ遅れを取ったかに関しては様々な研究があるが、ここでは Fukao et al. (2016) を主に引用しながら議論を進めることにする。彼らは日本が世界的な IT の普及による生産性革命に乗り遅れた原因を検討しており、日本経済で生産性上昇と IT 投資の両面で低迷が目立つのが IT 利用部門の流通産業であることを指摘している。IT 生産部門の生産性上昇率は米国と比べても遜色のないものであるのに対し、IT を利用して生産性を高めることが期待される部門、特に非製造業では生産性の伸びも、IT 投資の進捗も思わしくなかったことを明らかにしている。

では日本企業における IT 化はなぜ遅れたのか。IT の導入を含む新技術の導入メカニズムに関する伝統的な研究では以下の四つの効果が主に取り上げられている³；(1) **Rank effect**：企業規模、年齢など企業固有の特徴が新技術導入からの利益を決定する、(2) **Stock effect**：導入企業における新技術導入からの利益は先行導入企業数の増加とともに減少する、(3) **Order effect**：新技術導入からの利益は導入の順序における自社の位置に依存する、(4) **Epidemic effect**：新技術導入は企業が属している産業や地域、経済圏などの特徴（例えば競争の程度、技術知識の伝播の程度など）に影響される。それぞれの影響に関しては多くの理論及び実証の研究があるが、Battisti and Stoneman (2005), Haller and Siedschlag (2011) などの研究では、イギリスやスイスの企業データを用いた実証分析により、企業固有の特徴を強調する **Rank effect** と産業や地域の影響に注目する **Epidemic effect** が支持される結果を得ている。

Fukao et al. (2016) は、企業固有の特徴のうち、特に企業規模と企業年齢に注目している。Pilat (2004), Dunne (1994), Luque (2000) などの研究も発見しているように、企業規模が大きいほど IT の導入が進む可能性が高いが、日本の企業規模の分布は米国に比べ、中小企業が多い。例えば、1000 人以上を雇用している企業に雇用されている雇用者の割合が 28 パーセントである日本に対して、米国では 45 パーセントである。小売業や運輸・通信業ではこの比率の差がより鮮明であることを指摘している。

企業年齢分布の面でも日本経済には不利な面が観察される。Dunne (1994), Luque (2000) の研究では若い事業所ほど古い事業所に比べ IT 導入の確立が高まることが示されている。

³ 詳しくは Karshenas and Stoneman (1993), Battisti et al. (2007), Haller and Siedschlag (2011) などを参照されたい。

しかし、Fukao et al. (2012) が示しているように、日本のほとんどの産業では、企業年齢が 35 年以上たっている企業が産業産出の半分以上を占めている。これは、参入・退出率が米国の約半分である日本の状況と合わさって、IT 導入を遅れさせた可能性が高いことを指摘している。

IT 導入費用が高いことも IT の普及を阻害する要因の一つとして指摘することができよう。Stoneman (2001) は、投入費用の低下に IT 導入促進効果が認めている。経済産業省が行っている『産業向け財・サービスの内外価格調査』⁴によれば、日本の情報通信サービスの価格は購買力平価でみて米国のそれを大きく上回る。

IT に対する経営者の意識にも大きな課題がある。電子情報技術産業協会が行った「IT を活用した経営に対する日米企業の相違分析」(2013)⁵によれば、IT や情報システム投資が「極めて重要」と答えた企業の割合が米国では 75 パーセントであるのに対し、日本は 16 パーセントの経営者だけがそのように答えている。IT 導入の効果として最も期待できることは、米国では「製品やサービス開発強化」、「ビジネスモデル変革」であるのに対し、日本では「業務効率化」、「コスト削減」がトップとなっている。

Fukao et al. (2016) が指摘しているその他の点としては、IT と補完的な無形資産に対する投資の低迷があげられる。Bresnahan et al. (2002), Basu et al. (2003), Crespi et al. (2007) などが指摘しているように、IT が生産に寄与する際に、他の補完的な無形資産を必要とする。しかし、日本企業は 1990 年代以降、無形資産への投資を減らしてきたと Fukao et al (2009) は指摘している。

元橋 (2010) は、IT が生産性に与える効果に関する実証分析の結果を日米で比較している。本研究同様に企業レベルのマイクロデータを使用して IT と生産性の関係を日米の企業で比較を行った結果を紹介し (Atrostic et al. 2008)、生産性に与える効果が米国企業に比して日本の企業が小さいとしている。ただ、この結果は IT ネットワークの利用と生産性との関係について分析したものであり、本研究ではより包括的に IT 導入 (ハードウェア、ソフトウェア、情報関連費用) と生産性の関係を分析する。

3. 企業レベルの IT 投資

本節では、日本企業の IT 投資の現状とその導入および深化の要因、IT 投資が生産性、雇用量に与える影響を考察する。そこで、経済産業省が製造業、鉱業、電気・ガス業、卸売業・小売業、一部のサービス業企業を対象に毎年行っている「企業活動基本調査」の個票データを用いて分析を行う⁶。

⁴ 経済産業省 (2016)、(<http://www.meti.go.jp/statistics/san/kakaku/index.html>、2017 年 11 月 13 日接続)

⁵ <http://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detAll.cgi?n=608>、2017 年 11 月 13 日接続

⁶ 「企業活動基本調査」は 1995 年調査 (1994 年実績) から毎年調査が実施されているが、情報化投資やソフトウェアなどに関連する主な項目を調査したのは 2007 年 (2006 年実績) 以降である。

3-1. IT投資の現状

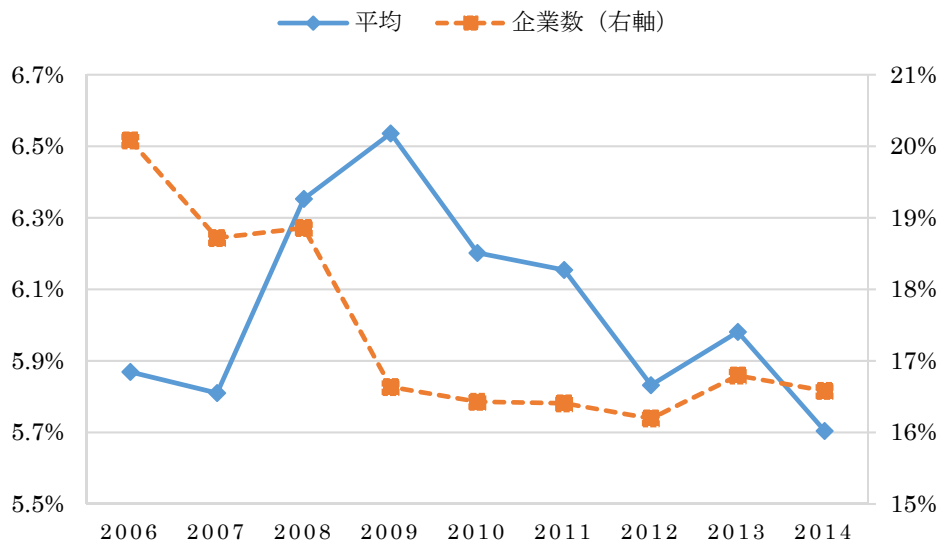
企業レベルでITに関連する費用及び投資は、大きく三つに分けることができる。第一にコンピュータや電算機など、情報処理のためのハードウェアである。二番目はソフトウェアである。ソフトウェアも大きく二つに分けることができ、外部から購入するソフトウェアと、自社内の利用を目的とする自社開発ソフトウェアがある。しかし、自社開発ソフトウェアの場合、「企業活動基本調査」からは把握することができないため、本研究では購入ソフトウェアのみを分析対象とする⁷。最後に、IT関連サービスである。これは情報処理を行うために受けたサービスの対価として支払った購入額として捉える。ここにはインターネット接続のための費用はもちろん、近年、企業で頻繁に採用されるクラウドコンピューティングサービスやIT関連コンサルティングなども含まれる。近年のクラウドコンピューティングのようなオンラインサービスの発達は、コンピュータやストレージのようなハードウェアの需要を減少させる可能性がある。金・権（2015）によると、日本企業におけるハードウェア中心のIT投入はソフトウェアやサービス中心に移行しており、ソフトウェアやITサービスの購入はハードウェアを代替している。

「企業活動基本調査」で把握される企業のIT投入を概観する。以下の図表1は、調査対象企業の固定資本に対する投資におけるIT投資の割合であり、上記のITの概念のうち、ハードウェアに関するIT投資に近いものである。平均値は2009年をピークに減少しており、2012年以降は6パーセントを下回ることがわかる⁸。調査対象企業のうち、情報化投資を行っている企業の割合も2009年以降大きく減少している。2008年までは20パーセント弱の企業が情報化投資をしていたが、リーマンショックを経た2009年以降は17パーセント以下にまで減少し、その後の回復がみられない。これには二つの可能性がある。一つはリーマンショックによる景気後退により企業がIT投資に対して消極的になった可能性で、もう一つは、IT投資がハードウェアからソフトウェアやサービスを中心とする形態に変化した可能性である。

図表1. 有形固定資産投資における情報化投資の割合（全産業）

⁷ 「企業活動基本調査」の情報処理部門に従事する従業員数を用いて自社開発ソフトウェアを推計する方法もある。しかし、本研究の趣旨から離れるため、本研究では扱わないことにする。これに関連しては、宮川他（2013）を参照されたい。

⁸ 固定資本に対する投資自体が大きく変動することによる可能性もあるが、「企業活動基本調査」調査対象企業の投資率は14～18パーセントで安定的に推移し、2009年のショックを除けば異常な動きを示していない。



(資料)「企業活動基本調査」より筆者作成。

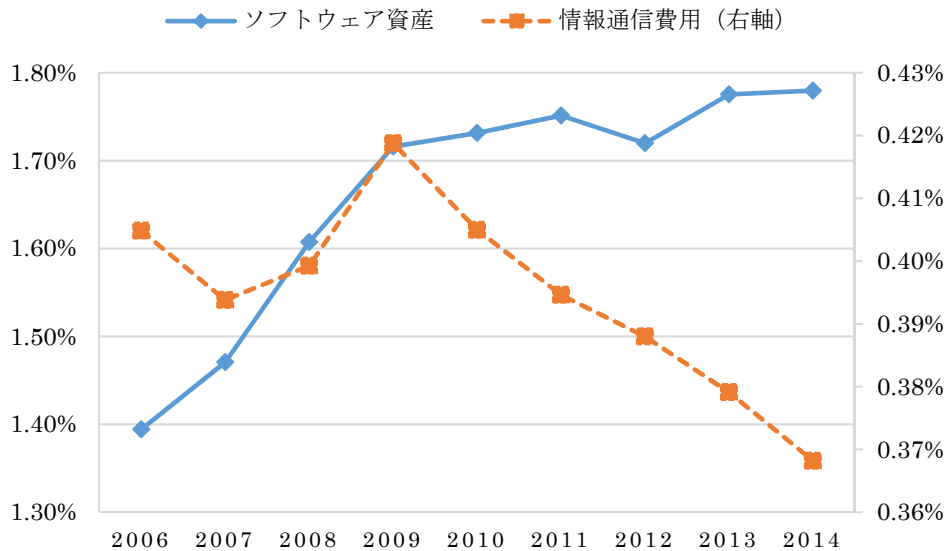
注：1. 有形固定資産投資における情報化投資の割合＝情報化投資 / 有形固定資産の当期取得額。2. 情報化投資企業数の割合＝情報化投資実施企業数 / 全体企業数。

図表 2 は、企業の固定資産全体のうちソフトウェア資産のシェアの平均と、営業費用（＝売上原価＋販売費および一般管理費）に占める情報処理・通信費用の割合の平均の推移を描いたものである⁹。ソフトウェア資産のシェアは全体的に上昇していることが分かる。2009年以降、その割合が高まったことから、ハードウェア投資の減少の一部はソフトウェア資産の増加に起因すると類推される。

営業費用における情報通信費用の割合は全体的に減少傾向にあることが分かる。2009年がピークになっているが、これは情報通信費用の増加に起因するよりも、経済危機による営業費用の急落に基づくものであり、全体的にはハードウェアに対する投資と同様に減少傾向にある。

図表 2. ソフトウェア資産のシェアと情報通信費用のシェア（全産業）

⁹ 分布が上方に偏っている場合、平均値は値の高い観測値に引っ張られ、中央値を大きく上回ることもあり、両値の動きが大きく異なる可能性もある。ソフトウェア資産の割合と情報通信費用の割合も平均値が中央値を大きく上回る。しかし、時系列方向での動きは非常に似ているため、ここでは平均値だけを示している。



(資料)「企業活動基本調査」より筆者作成

注：1. 企業の固定資産全体のうちソフトウェア資産のシェアの平均。2. 営業費用（＝売上原価＋販売費および一般管理費）に占める情報処理・通信費用の割合の平均。

3-2. IT投資の導入と深化の要因

上記の通り日本企業のIT投資は低迷している。この低迷の要因を考察するため、ITの導入および深化に与える企業固有の要因を分析する。企業*j*のIT投資の変数(y_{jt})として、IT投資が全固定資産投資に占める割合（ハードウェア投資、 r_it_inv ）、ソフトウェア資産が全固定資産に占める割合（ソフトウェア投資、 r_soft_ast)を使用して、この2つの変数をそれぞれ被説明変数として、次の(1)式を推計する。

$$y_{jt} = \alpha_0 + \beta_1(TFP_{jt-1}) + \beta_2(RNDi_{jt-1}) + \beta_3(Age_{jt}) + \beta_4(Emp_{jt-1}) + \beta_5(FC_{jt-1}) + \beta_6(EXIM_{jt-1}) + NET_{jt-1} \cdot \beta_7 + SPILL_{jt-1} \cdot \beta_8 + \beta_9 \cdot IND_j + \beta_{10} \cdot Year + \varepsilon_{jt} \quad (1)$$

IT投資に関する二つの変数について、図表3と4は、IT投資（ハードウェア投資、ソフトウェア投資）の実施の有無（IT投資を実施した場合は1、実施していない場合を0）を被説明変数にしたプロビット推計、Panel BはIT投資比率（ハードウェア投資比率、ソフトウェア投資比率）を被説明変数（正の値のみを対象とするため、Tobitによる推計）にする推計であるが、個別企業の観察されない要因をコントロールするため企業固定効果による推計を行った。

Bloom et al. (2012) は、ヨーロッパにおけるIT化の遅れおよびTFP上昇率の停滞がアメリカとヨーロッパの市場規制等の経済環境によるものか、経営管理手法によるものかを検証するため、ヨーロッパに拠点を持つアメリカ資本の多国籍企業と国内企業との間でIT

投資が生産性に与える効果を比較した。その結果、アメリカ資本の多国籍企業あるいはアメリカ資本に買収された企業において IT 投資の生産性に与える効果が大きいことが明らかとなり、IT 投資が効果を発揮するためには経営管理手法が重要な役割を果たす可能性が高いことを指摘している。本研究では IT を活用した経営管理手法の導入の代理指標として外資比率を説明変数とした。これは外国企業による経営参加が最新の技術、経営手法の導入につながるとする既存研究の結果に基づく。Arnold and Javorcik (2011) はインドネシアの企業データ、Grima, Gong, Gorg and Lancheros (2015) は中国の製造業の企業データを使用して、それぞれ外資の参入が当該企業の生産性の向上をもたらしたとする実証結果を得ている。

説明変数は、外資比率 (FC) に加えて、コントロール変数として企業の TFP¹⁰の水準、研究開発集約度 (*RNDi*)、企業年齢 (*Age*)、従業員数による企業規模 (*Emp*) と、国際化の要因をコントロールするため貿易比率 (輸出入額・売上高比率、*EXIM*)、企業グループ間のネットワークの効果 (*NET*) をコントロールするため、企業グループに属しているかどうか、売上と仕入の内、関係会社との取引の割合、国内・海外子会社数などを変数として加えている。産業内のスピルオーバー効果 (*SPILL*) をコントロールするために、1 期前の IT 投資の産業内導入比率 (または、1 期前の同変数の平均) を説明変数として加えた。また産業固定効果 (*IND*)、年固定効果 (*YEAR*) を説明変数に加えている。

分析の結果、外資比率が高いことが、両投資の導入にプラスの関係にある結果が得られた。すなわち、Helpman et al. (2004) が想定するように外資系企業は本国に持つ優れた経営資源を日本の子会社に移転し、その結果 IT を活用し生産性を高めることが可能となったものと推察することができる。他の変数に関しては既存研究と同様、企業の異質性が導入に有意に影響を与えている。生産性、研究開発活動 (*Research & Development*, 以下 *R&D* と略記する) 集約度、企業規模、貿易比率などはハードウェア、ソフトウェアの両者の IT 投資に対して正の影響を持っている。企業年齢はハードウェア投資に対してはプラスであるが、ソフトウェア投資に対してはマイナスの効果を持つ。

企業内の事業所の数、特に国内事業所数は IT 導入に有意な影響を与えない。また海外事業所が多いほどハードウェアの IT 投資には負の影響がある。企業グループに属しているほど IT 導入の可能性が高くなる。また、企業は属している産業内での IT 投資の進化に大きく影響され、プラスの影響を受ける。産業内の IT 投資の推進がプラスの影響があるのも経営資源の重要性を示唆する。すなわち、同じ産業で IT 使用が進めばその使用方法が普及し、IT 未導入企業の IT 利用を促進する。

図表 3. ハードウェア投資の導入 (Probit 分析)

¹⁰ 本研究で使用した TFP の計算方法については、補論 1 を参照。

Probit	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Panel A											
1 if r_it_inv>0											
TFP(t-1)	0.629*** (0.027)	0.616*** (0.027)	0.603*** (0.027)	0.602*** (0.027)	0.613*** (0.027)	0.560*** (0.028)	0.598*** (0.028)	0.599*** (0.027)	0.613*** (0.027)	0.630*** (0.029)	0.639*** (0.029)
R&D支出／売上(t-1)	5.096*** (0.529)	5.014*** (0.530)	4.595*** (0.536)	4.560*** (0.536)	4.801*** (0.536)	4.725*** (0.538)	4.569*** (0.543)	4.316*** (0.542)	4.994*** (0.538)	4.909*** (0.561)	4.937*** (0.560)
企業年齢 (対数)	0.066*** (0.010)	0.069*** (0.010)	0.069*** (0.010)	0.068*** (0.010)	0.070*** (0.010)	0.078*** (0.010)	0.065*** (0.010)	0.058*** (0.010)	0.062*** (0.010)	0.063*** (0.010)	0.063*** (0.010)
固有者数 (対数、t-1)	0.228*** (0.006)	0.225*** (0.006)	0.224*** (0.006)	0.218*** (0.008)	0.223*** (0.008)	0.206*** (0.008)	0.230*** (0.008)	0.205*** (0.008)	0.216*** (0.008)	0.218*** (0.009)	0.218*** (0.009)
外資系比率 (t-1)		0.188*** (0.049)	0.139*** (0.049)	0.140*** (0.049)	0.135*** (0.049)	0.120** (0.049)	0.136*** (0.050)	0.140*** (0.049)	0.129*** (0.049)	0.128** (0.050)	0.127** (0.050)
貿易比率(t-1)			0.178*** (0.039)	0.179*** (0.039)	0.222*** (0.039)	0.200*** (0.039)	0.224*** (0.039)	0.188*** (0.040)	0.281*** (0.040)	0.279*** (0.041)	0.278*** (0.041)
総事業所数(対数、t-1)				0.01 (0.007)							
国内事業所数 (対数、t-1)					0.014* (0.007)	0.014** (0.007)	0.011 (0.007)	0.011 (0.007)	0.011 (0.007)	0.011 (0.007)	0.011 (0.007)
海外事業所数 (対数、t-1)					-0.104*** (0.020)	-0.108*** (0.020)	-0.106*** (0.021)	-0.131*** (0.021)	-0.087*** (0.022)	-0.095*** (0.022)	-0.095*** (0.022)
企業グループ参加ダミー (t-1)						0.151*** (0.013)					
関係会社への売上の割合(t-1)							-0.024 (0.022)				
関係会社からの購入の割合(t-1)							-0.025 (0.023)				
子会社数 (対数、t-1)								0.048*** (0.008)			
国内子会社数 (対数、t-1)									0.060*** (0.010)	0.061*** (0.010)	0.061*** (0.010)
海外子会社数 (対数、t-1)									-0.064*** (0.014)	-0.064*** (0.014)	-0.064*** (0.014)
産業のIT投資企業数／全企業数 (t-1)										1.716*** (0.133)	
IT投資／全固定資産投資の産業メディアン (t-1)											2.536*** (0.223)
Observation	225,046	225,034	225,034	225,034	225,034	221,024	215,574	225,034	225,034	201,687	201,687
R-Squared	0.07	0.07	0.07	0.07	0.071	0.073	0.072	0.071	0.072	0.073	0.073
Log likelihood	-98,609	-98,577	-98,546	-98,543	-98,490	-96,456	-94,085	-98,431	-98,403	-87,133	-87,149

注：1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

図表 4. ソフトウェア投資の導入 (Probit 分析)

Probit	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Panel A											
1 if r_soft_ast>0											
TFP(t-1)	0.779*** (0.029)	0.767*** (0.029)	0.739*** (0.029)	0.735*** (0.029)	0.733*** (0.029)	0.664*** (0.029)	0.723*** (0.029)	0.702*** (0.029)	0.705*** (0.029)	0.705*** (0.030)	0.713*** (0.030)
R&D支出/売上(t-1)	8.836*** (0.743)	8.754*** (0.745)	7.757*** (0.746)	7.696*** (0.746)	7.624*** (0.737)	7.330*** (0.738)	7.368*** (0.744)	6.622*** (0.742)	6.635*** (0.735)	6.487*** (0.759)	6.545*** (0.759)
企業年齢 (対数)	-0.051*** (0.010)	-0.046*** (0.010)	-0.047*** (0.010)	-0.048*** (0.010)	-0.049*** (0.010)	-0.034*** (0.010)	-0.058*** (0.010)	-0.076*** (0.010)	-0.072*** (0.010)	-0.065*** (0.010)	-0.065*** (0.010)
固有者数 (対数、t-1)	0.477*** (0.009)	0.475*** (0.009)	0.474*** (0.009)	0.465*** (0.010)	0.464*** (0.010)	0.438*** (0.010)	0.478*** (0.010)	0.430*** (0.010)	0.432*** (0.010)	0.431*** (0.010)	0.431*** (0.010)
外資比率 (t-1)		0.230*** (0.053)	0.097* (0.054)	0.098* (0.054)	0.101* (0.054)	0.07 (0.054)	0.117** (0.056)	0.124** (0.054)	0.114** (0.054)	0.115** (0.056)	0.114** (0.056)
貿易比率(t-1)			0.484*** (0.047)	0.483*** (0.047)	0.466*** (0.047)	0.417*** (0.047)	0.484*** (0.048)	0.378*** (0.047)	0.398*** (0.049)	0.389*** (0.050)	0.391*** (0.050)
総事業所数(対数、t-1)				0.014* (0.007)							
国内事業所数 (対数、t-1)					0.012 (0.007)	0.013* (0.008)	0.011 (0.008)	0.005 (0.008)	0.007 (0.008)	0.006 (0.008)	0.006 (0.008)
海外事業所数 (対数、t-1)					0.046 (0.036)	0.029 (0.035)	0.039 (0.037)	-0.03 (0.037)	-0.03 (0.037)	-0.035 (0.038)	-0.034 (0.038)
企業グループ参加ダミー (t-1)						0.200*** (0.013)					
関係会社への売上の割合(t-1)							0.041* (0.024)				
関係会社からの購入の割合(t-1)							-0.131*** (0.023)				
子会社数 (対数、t-1)								0.131*** (0.010)			
国内子会社数 (対数、t-1)									0.103*** (0.011)	0.103*** (0.011)	0.103*** (0.011)
海外子会社数 (対数、t-1)									0.078*** (0.019)	0.086*** (0.019)	0.085*** (0.019)
産業のIT投資企業数/全企業数 (t-1)										1.337*** (0.105)	
IT投資/全固定資産投資の産業メディアン (t-1)											5.299*** (0.685)
Observation	223,191	223,179	223,179	223,179	223,179	219,234	214,158	223,179	223,179	199,964	199,964
R-Squared	0.117	0.118	0.119	0.119	0.119	0.123	0.121	0.122	0.122	0.121	0.121
Log likelihood	-131,087	-131,039	-130,815	-130,808	-130,802	-128,081	-125,286	-130,372	-130,467	-116,418	-116,468

注：1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

IT投資の進展に関する Tobit による固定効果推計の結果、ハードウェア投資に関しては、外資比率はプラスの関係がある、ソフトウェア投資には無関係であることが判明した。外国からの経営資源は、導入にはプラスの影響を与えても、ソフトウェア投資の拡大には必ずしもプラスの影響を与えないことがわかる。他の変数に関しては、ITの導入に関する推計で得られた結果と概ね同じ結果が得られた。観察されない企業固有の影響をコントロールしても、外資比率や同一産業のIT導入といったITを活用した経営のノウハウがIT投資の拡大に重要な役割を果たすことが判明した。

図表 5. ハードウェア投資の拡大 (Tobit モデル)

Tobit	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
r_it_inv											
TFP(t-1)	0.319*** (0.015)	0.311*** (0.015)	0.306*** (0.015)	0.306*** (0.015)	0.311*** (0.015)	0.285*** (0.015)	0.282*** (0.014)	0.306*** (0.015)	0.312*** (0.015)	0.326*** (0.016)	0.333*** (0.016)
R&D支出／売上(t-1)	2.116*** (0.227)	2.075*** (0.228)	1.885*** (0.232)	1.893*** (0.232)	1.996*** (0.233)	1.941*** (0.232)	1.791*** (0.223)	1.836*** (0.235)	2.093*** (0.235)	2.111*** (0.251)	2.126*** (0.251)
企業年齢 (対数)	0.018*** (0.005)	0.020*** (0.005)	0.020*** (0.005)	0.020*** (0.005)	0.021*** (0.005)	0.024*** (0.005)	0.017*** (0.005)	0.017*** (0.005)	0.019*** (0.005)	0.020*** (0.005)	0.020*** (0.005)
雇用者数 (対数、t-1)	0.086*** (0.003)	0.084*** (0.003)	0.084*** (0.003)	0.085*** (0.004)	0.087*** (0.004)	0.079*** (0.004)	0.083*** (0.004)	0.081*** (0.004)	0.086*** (0.004)	0.089*** (0.004)	0.089*** (0.004)
外資系比率 (t-1)		0.094*** (0.023)	0.072*** (0.024)	0.072*** (0.024)	0.070*** (0.024)	0.063*** (0.024)	0.070*** (0.022)	0.072*** (0.024)	0.068*** (0.024)	0.066*** (0.025)	0.065*** (0.025)
貿易比率(t-1)			0.081*** (0.017)	0.081*** (0.017)	0.099*** (0.018)	0.087*** (0.018)	0.097*** (0.017)	0.087*** (0.018)	0.120*** (0.018)	0.125*** (0.019)	0.124*** (0.019)
総事業所数(対数、t-1)				-0.002 (0.003)							
国内事業所数 (対数、t-1)					-0.00039 (0.00352)	-0.00017 (0.00354)	0.00018 (0.00351)	-0.00129 (0.00353)	-0.00125 (0.00353)	-0.00117 (0.00375)	-0.00126 (0.00374)
海外事業所数 (対数、t-1)					-0.044*** (0.009)	-0.046*** (0.009)	-0.042*** (0.008)	-0.053*** (0.009)	-0.037*** (0.009)	-0.040*** (0.010)	-0.040*** (0.010)
企業グループ参加ダミー (t-1)						0.073*** (0.007)					
関係会社へのの売上の割合(t-1)							0.007 (0.011)				
関係会社からの購入の割合(t-1)							-0.019* (0.011)				
子会社数 (対数、t-1)								0.016*** (0.004)			
国内子会社数 (対数、t-1)									0.018*** (0.004)	0.018*** (0.005)	0.018*** (0.005)
海外子会社数 (対数、t-1)									-0.023*** (0.006)	-0.024*** (0.006)	-0.024*** (0.006)
産業のIT投資企業数／全企業数 (t-1)										0.988*** (0.074)	
IT投資／全固定資産投資 の産業メディアン (t-1)											1.813*** (0.141)
Observation	225,077	225,065	225,065	225,065	225,065	221,053	215,605	225,065	225,065	201,715	201,715
Log likelihood	-9.1E+04	-9.1E+04	-9.1E+04	-9.1E+04	-9.1E+04	-8.9E+04	-8.5E+04	-9.1E+04	-9.1E+04	-8.1E+04	-8.1E+04
Pseudo R squared	0.094	0.095	0.095	0.095	0.095	0.097	0.098	0.096	0.096	0.097	0.098

注：1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

図表 6. ソフトウェア投資の拡大

Tobit	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
r_soft_ast											
TFP(t-1)	0.042*** (0.001)	0.042*** (0.001)	0.041*** (0.001)	0.042*** (0.001)	0.042*** (0.001)	0.038*** (0.001)	0.039*** (0.001)	0.042*** (0.001)	0.042*** (0.001)	0.043*** (0.002)	0.043*** (0.002)
R&D支出/売上(t-1)	0.198*** (0.020)	0.198*** (0.021)	0.170*** (0.021)	0.172*** (0.021)	0.174*** (0.021)	0.166*** (0.021)	0.169*** (0.021)	0.186*** (0.021)	0.198*** (0.021)	0.190*** (0.022)	0.190*** (0.022)
企業年齢(対数)	-0.013*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.012*** (0.000)	-0.012*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.012*** (0.000)	-0.012*** (0.001)	-0.012*** (0.001)
雇用者数(対数、t-1)	0.011*** (0.000)	0.011*** (0.000)	0.011*** (0.000)	0.012*** (0.000)	0.012*** (0.000)	0.010*** (0.000)	0.010*** (0.000)	0.012*** (0.000)	0.012*** (0.000)	0.012*** (0.000)	0.012*** (0.000)
外資系比率(t-1)		0.001 (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)	0.001 (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)
貿易比率(t-1)			0.012*** (0.002)	0.012*** (0.002)	0.012*** (0.002)	0.010*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.014*** (0.002)
総事業所数(対数、t-1)				-0.001 (0.000)							
国内事業所数(対数、t-1)					-0.00049 (0.00032)	-0.00043 (0.00032)	0.00036 (0.00033)	-0.00043 (0.00032)	-0.00044 (0.00032)	-0.0005 (0.00034)	-0.00047 (0.00034)
海外事業所数(対数、t-1)					-0.00106 (0.00068)	-0.00157** (0.00065)	-0.00110* (0.00066)	-0.00041 (0.00068)	0.00033 (0.00069)	0.00033 (0.00071)	0.00032 (0.00070)
企業グループ参加ダミー(t-1)						0.010*** (0.001)					
関係会社への売上の割合(t-1)							0.009*** (0.001)				
関係会社からの購入の割合(t-1)							-0.005*** (0.001)				
子会社数(対数、t-1)								-0.001*** (0.000)			
国内子会社数(対数、t-1)									-0.001*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.002*** (0.000)
海外子会社数(対数、t-1)									-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)
産業のIT投資企業数/全企業数(t-1)										0.051*** (0.005)	
IT投資/全固定資産投資 の産業メディアン(t-1)											0.755*** (0.045)
Observation	223,211	223,199	223,199	223,199	223,199	219,253	214,178	223,199	223,199	199,982	199,982
Log likelihood	1.5.E+05	1.5.E+05	1.5.E+05	1.5.E+05	1.5.E+05	1.5.E+05	1.6.E+05	1.5.E+05	1.5.E+05	1.4.E+05	1.4.E+05
Pseudo R squared	-0.181	-0.181	-0.182	-0.182	-0.182	-0.185	-0.168	-0.182	-0.182	-0.18	-0.182

注：1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

3-3. IT投資と生産性

次に TFP および TFP 上昇率を被説明変数として、(2)式の推計を行う。

$$y_{jt} = \alpha_0 + \beta_1(TFP_{jt-1}) + \beta_2(RNDi_{jt-1}) + \beta_3(Fixinv_{jt-1}) + \beta_4(HIT_{jt-1}) + \beta_5(SIT_{jt-1}) + \beta_6(COSTIT_{jt-1}) + \beta_9 \cdot IND_j + \beta_{10} \cdot Year + \varepsilon_{jt} \quad (2)$$

y_{jt} は、生産性に関する二つの変数で企業jのTFPのレベル(対数)、TFP上昇率である(対数の差)。説明変数の TFP_{jt-1} は企業jのt-1期のTFPのレベル(対数)、 $RNDi_{jt-1}$ は、企業jのt-1期の研究開発集約度(あるいは研究開発実施ダミー)、 $Fixinv_{jt-1}$ は、企業jのt-1期の固定資本投資率、 HIT_{jt-1} は企業jのt-1期の固定資本に対する投資におけるIT投資の割合、 SIT_{jt-1} は企業jのt-1期の固定資産全体のうちソフトウェア資産のシェア、 $COSTIT_{jt-1}$

は企業 j の $t-1$ 期の営業費用のうち情報通信費用の割合である。

図表 7 は企業レベルの TFP 水準 ($\ln TFP$) を上記の三つの IT 投資関連変数に回帰した結果である。ただし、ここで通常の TFP の計測では考慮されないいくつかの企業固有の要素を検討する必要がある。第一番目は、通常観測されない企業固有の生産性についてである。これを考慮するために Panel A の回帰式には 1 期前の生産性レベルをコントロール変数として入れている。二番目は企業の生産性に大きな影響を与える R&D である。上記の TFP の計測方法では R&D 活動は単に費用の一部としてカウントされているが、「費用」ではなく企業の「生産性」を向上させる可能性があると考えられる。製造業企業はほとんどの企業が R&D 活動を実施しているが、非製造業の場合、R&D 活動をする企業が少数であるため、推計式には R&D 実施ダミー変数を加えている。三番目の要素としては、外部者には観測できない企業ごとの各期の生産性ショックがあげられる。Olley and Pakes (1996) では企業固有の生産性ショックを投資によってとらえているが、ここでも固定資本投資率 (= 固定資本に対する投資 / 固定資産額) によって企業固有の生産性ショックをとらえることにする¹¹。

Panel A のモデル (1) ~ (3) を見ると、上記の要素すべてが企業の TFP と強く相関することがわかる。これらをコントロールしても三つの種類の IT 投入は TFP と強い相関を持っていることがわかる。三つの種類の IT 投入変数をすべて入れたモデル (4) も基本的に同様の結果である。ただ、情報処理費用の係数はその有意性を失う。

Panel B は被説明変数を TFP 上昇率にした推計結果である¹²。ここでも各種 IT 変数は TFP 上昇率とプラスの相関を持つことがわかる。

図表 7. IT と生産性

¹¹ 企業固有の生産性ショックをとらえる投資率の場合、1 期前の値も今期の値も採用可能であるが、どちらを採用するかによる推計結果の差はなかった。ここでは 1 期前の値を採用している。

¹² 図表 7、Panel A の推計式 ($\ln TFP_t = \beta \ln TFP_{t-1} + \dots$) を書き換えると ($\ln TFP_t - \ln TFP_{t-1} = (\beta - 1) \ln TFP_{t-1} + \dots$) となる。 $\ln TFP_{t-1}$ の係数は概ねこの関係を満たしており、他の説明変数もほぼ同じ係数値が推計されている。

期間: 2006~2014	Panel A. 被説明変数: lnTFP (OLS)				Panel B. 被説明変数: Δ lnTFP (OLS)			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
企業の生産性レベル(t-1)	0.672*** (0.006)	0.669*** (0.006)	0.674*** (0.006)	0.670*** (0.006)	-0.131*** (0.002)	-0.132*** (0.002)	-0.128*** (0.002)	-0.132*** (0.002)
R&D支出ダミー(t-1)	0.008*** (0.001)	0.008*** (0.001)	0.008*** (0.001)	0.008*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)
R&D支出/売上(t-1)	0.113*** (0.026)	0.095*** (0.026)	0.112*** (0.025)	0.101*** (0.027)	0.095*** (0.018)	0.088*** (0.018)	0.082*** (0.017)	0.084*** (0.018)
(固定資本の新規取得/ 1期前の固定資本額)(t-1)	0.019*** (0.001)	0.017*** (0.001)	0.020*** (0.001)	0.017*** (0.002)	0.010*** (0.001)	0.009*** (0.001)	0.010*** (0.001)	0.009*** (0.001)
(IT関連固定資産投資/ 固定資産投資)(t-1)	0.016*** (0.002)			0.013*** (0.002)	0.006*** (0.001)			0.005*** (0.002)
(ソフトウェア資産/ 固定資産)(t-1)		0.146*** (0.009)		0.139*** (0.010)		0.058*** (0.006)		0.055*** (0.007)
(情報処理費用/ 総費用)(t-1)			0.287*** (0.084)	0.159** (0.090)			0.126** (0.055)	0.150** (0.061)
サンプル数	140,754	145,939	154,263	130,808	133,263	138,159	145,618	123,826
R-Squared	0.836	0.834	0.828	0.838	0.097	0.097	0.092	0.098

注: 1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

サンプルを製造業と非製造業に分けて同様の推計を行った。図表 8 のように、サンプルを製造業のみに制限した場合、モデル (8) ではハードウェアと情報処理費用が TFP 上昇率に与える影響は観察されなかった。しかし、ソフトウェアに関しては正で有意な係数が推計される。

図表 8. IT と生産性 (製造業)

期間: 2006~2014	Panel C. 被説明変数: lnTFP (OLS)				Panel D. 被説明変数: Δ lnTFP (OLS)			
	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
企業の生産性レベル(t-1)	0.495*** (0.009)	0.490*** (0.009)	0.501*** (0.009)	0.489*** (0.009)	-0.204*** (0.003)	-0.206*** (0.003)	-0.195*** (0.003)	-0.208*** (0.004)
R&D支出ダミー(t-1)	0.013*** (0.001)	0.013*** (0.001)	0.012*** (0.001)	0.012*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.005*** (0.001)
R&D支出/売上(t-1)	0.224*** (0.028)	0.198*** (0.028)	0.236*** (0.028)	0.208*** (0.029)	0.133*** (0.019)	0.124*** (0.019)	0.127*** (0.018)	0.125*** (0.020)
(固定資本の新規取得/ 1期前の固定資本額)(t-1)	0.017*** (0.002)	0.015*** (0.002)	0.019*** (0.002)	0.015*** (0.002)	0.007*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.008*** (0.001)	0.006*** (0.001)
(IT関連固定資産投資/ 固定資産投資)(t-1)	0.009*** (0.004)			0.004 (0.004)	0.001 (0.003)			0 (0.003)
(ソフトウェア資産/ 固定資産)(t-1)		0.260*** (0.019)		0.255*** (0.019)		0.112*** (0.011)		0.109*** (0.011)
(情報処理費用/ 総費用)(t-1)			0.14 (0.126)	0.062 (0.136)			0.017 (0.083)	0.113 (0.092)
サンプル数	71,468	73,336	78,217	67,492	67,248	68,987	73,347	63,509
R-Squared	0.878	0.878	0.873	0.88	0.197	0.197	0.184	0.199

注: 1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

非製造業企業の場合 (図表 9) は、ハードウェアとソフトウェアの両方で TFP を上昇させる効果が確認できる。被説明変数を TFP 上昇率にしたモデルでも、ほぼ同じ結果を得てお

り、IT への投資・投入が多いほど TFP の上昇率が高い。

図表 9. IT と生産性（非製造業）

期間: 2006~2014	Panel E. 被説明変数: lnTFP (OLS)				Panel F. 被説明変数: Δ lnTFP (OLS)			
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
企業の生産性レベル(t-1)	0.738*** (0.007)	0.735*** (0.007)	0.739*** (0.007)	0.739*** (0.007)	-0.109*** (0.002)	-0.111*** (0.002)	-0.108*** (0.002)	-0.109*** (0.003)
R&D支出ダミー(t-1)	0.008*** (0.002)	0.008*** (0.002)	0.007*** (0.002)	0.008*** (0.002)	0.003** (0.001)	0.003** (0.001)	0.002* (0.001)	0.003** (0.001)
R&D支出/売上(t-1)	-0.181* (0.109)	-0.237** (0.112)	-0.225** (0.108)	-0.240** (0.118)	0.043 (0.067)	0.005 (0.067)	-0.011 (0.069)	-0.024 (0.073)
(固定資本の新規取得/ 1期前の固定資本額)(t-1)	0.020*** (0.002)	0.018*** (0.002)	0.020*** (0.002)	0.018*** (0.002)	0.012*** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.012*** (0.001)	0.011*** (0.001)
(IT関連固定資産投資/ 固定資産投資)(t-1)	0.015*** (0.002)			0.012*** (0.002)	0.005*** (0.002)			0.005*** (0.002)
(ソフトウェア資産/ 固定資産)(t-1)		0.115*** (0.010)		0.108*** (0.011)		0.045*** (0.007)		0.042*** (0.008)
(情報処理費用/ 総費用)(t-1)			0.200* (0.104)	0.074 (0.111)			0.111 (0.070)	0.108 (0.077)
サンプル数	69,286	72,603	76,046	63,316	66,015	69,172	72,271	60,317
R-Squared	0.808	0.806	0.799	0.811	0.064	0.064	0.062	0.064

注: 1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

最後に、企業の生産性は企業ネットワークに大きく影響される可能性が高く、とくにビジネスグループに属している企業ほど生産性のレベルが高く、上昇の可能性も高い。そこで上記に加えて、各企業の子会社の数を説明変数として追加した推計も試みた。図表 10 は国内・外の子会社の数が説明変数として追加されている。その結果、海外展開し海外子会社をもっている企業ほど生産性および上昇率において高い結果になっている¹³。しかしこのように海外展開の要因を考慮にいれても、IT 投資は TFP 上昇率に関してプラスの影響を与える。

図表 10. IT と生産性（企業ネットワークの影響を考慮に入れたケース）

¹³ 子会社ではなく、自社の国内外の事業所のネットワークが当該企業の生産性に影響する可能性もあるため、別途国内外事業所数を説明変数として追加した推計を行ったが、有意な係数は推計されなかったため、ここでは報告していない。

期間: 2006~2014	Panel A. 被説明変数: lnTFP (OLS)				Panel B. 被説明変数: Δ lnTFP (OLS)			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
企業の生産性レベル(t-1)	0.670*** (0.006)	0.666*** (0.006)	0.672*** (0.006)	0.667*** (0.006)	-0.132*** (0.002)	-0.133*** (0.002)	-0.130*** (0.002)	-0.133*** (0.002)
R&D支出ダミー(t-1)	0.007*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.002*** (0.001)	0.002*** (0.001)	0.002*** (0.001)
R&D支出/売上(t-1)	0.011 (0.028)	-0.009 (0.028)	0.01 (0.027)	-0.004 (0.029)	0.057*** (0.019)	0.049*** (0.019)	0.038** (0.018)	0.044** (0.020)
(固定資本の新規取得/ 1期前の固定資本額)(t-1)	0.020*** (0.001)	0.017*** (0.001)	0.020*** (0.001)	0.017*** (0.002)	0.010*** (0.001)	0.009*** (0.001)	0.010*** (0.001)	0.009*** (0.001)
(IT関連固定資産投資/ 固定資産投資)(t-1)	0.017*** (0.002)			0.013*** (0.002)	0.006*** (0.001)			0.005*** (0.002)
(ソフトウェア資産/ 固定資産)(t-1)		0.147*** (0.009)		0.142*** (0.010)		0.058*** (0.006)		0.056*** (0.007)
(情報処理費用/ 総費用)(t-1)			0.271*** (0.085)	0.137 (0.090)			0.120** (0.056)	0.142** (0.061)
国内子会社数(対数)	0.001* (0.000)	0.001** (0.000)	0.001 (0.000)	0.001*** (0.001)	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)
海外子会社数(対数)	0.007*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.003*** (0.000)	0.003*** (0.000)	0.003*** (0.000)	0.003*** (0.000)
サンプル数	140,754	145,939	154,263	130,808	133,263	138,159	145,618	123,826
R-Squared	0.836	0.835	0.829	0.839	0.097	0.097	0.093	0.099

注: 1. 推計には年ダミーと産業ダミー変数が含まれる。2. 括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。3. 推計は企業単位でクラスターされている。4. * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。

4. おわりに

日本の労働生産性の向上が遅れている要因として、TFPの上昇率と資本装備率の停滞が指摘される。企業レベルのIT投資の2006年以降の動向を「企業活動基本調査」を使用してみると、投資は伸び止んでおり、2008年のリーマンショック後はハードウェアとITサービスに関しては減少傾向にある。IT利用産業でありアメリカに比してIT導入の遅れが指摘される小売・卸売業においても、他産業に比してIT化が加速していることは確認できなかった。

IT投資の遅れの要因として考えられるのが、経営組織である。近年の研究は経営組織とIT投資が補完的な役割を果たすものと考えられており、ITの導入を生かす経営組織が整備されていなければIT投資は機能しないことから、ITの導入が行われないことが指摘されている。ITに適した経営組織の代理変数として外資比率の影響を検証したところ、外資比率の高い企業ほど、IT投資を行う可能性が高い結果が得られた。また産業内のIT投資の推進がIT導入と拡大に、プラスの影響があるのも経営資源の重要性を示唆する。すなわち、同じ産業でIT使用が進めばその使用方法が普及し、IT未導入企業のIT利用を促進する。

IT投資の生産性に与える効果を検証するとTFPのレベルおよびTFP上昇率に大きくプラスで寄与することが判明した。このことは、IT投資を実施すれば企業の成長に大きく貢献することが期待されるのにも拘わらず、日本企業はIT投資を生かす経営資源が不足しているためにその投資を躊躇しているものと類推される。以上のことから、AIの導入を促進

して生産性の改善を図ることは重要であるが、日本企業はAIの導入と補完的な組織を整備あるいはAIの導入の支援措置を検討する必要があるものと考えられる。特にデータ分析を活用した企業の戦略決定のシステムを構築することは重要であろう。

今後の課題としては、IT投資がどのようなメカニズムで生産性を上昇させるのかを検証することである。すなわち、IT投資が新製品開発（イノベーション）や経営の効率化を通じてTFPを向上させるのか、あるいは他社からのIT投資のスピルオーバー効果によりTFPを向上させるのかを検証する必要がある。加えて、IT技術には様々の特性があり、それぞれの特性に応じた分析が求められる（例えば、金・権、2015はIT技術の最近の潮流であるクラウドコンピュータの導入と生産に与える効果を推計している）。

Reference

- 金榮慤, 権赫旭 (2015) 「日本企業のクラウドサービス導入とその経済効果」、RIETI Discussion Paper Series 15-J-027.
- 経済産業省 (2016) 「産業向け財・サービスの内外価格調査」、
(<http://www.meti.go.jp/statistics/san/kakaku/index.html>) .
- 電子情報技術産業協会 (2013) 「IT を活用した経営に対する日米企業の相違分析」、
(<http://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detAll.cgi?n=608>) .
- 元橋一之 (2010) 「IT と生産性に関する実証分析：マクロ・ミクロ両面からの日米比較」、
RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-008.
- 宮川努, 滝澤美帆, 枝村一磨 (2013) 「企業別無形資産の計測と無形資産が企業価値に与える影響の分析」、NISTEP discussion paper No.88.
- Arnold, J. M. and B. S. Javorcik. (2011) “Gifted Kids or Pushy Parents? Foreign Direct Investment and Plant Productivity in Indonesia”, *Journal of International Economics* 79, 42–53.
- Atrostic, B. K., K. Motohashi, and S. 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.
- Basu, S., J. G. Fernald, N. Oulton, and S. Srinivasan (2003) “The Case of the Missing Productivity Growth: Or, Does information technology explain why productivity accelerated in the United States but not in the United Kingdom?”, *NBER Macroeconomics Annual*, 9–63.
- Battisti, G., and P. Stoneman (2005) “The intra-firm diffusion of new process technologies”, *International Journal of Industrial Organization*, 23(1), 1-22.
- Battisti, G., H. Hollenstein, P. Stoneman, and M. Woerter (2007) “Inter and intra firm diffusion of ICT in the United Kingdom (UK) and Switzerland (CH) an internationally comparative study based on firm-level data”, *Economics of Innovation and New technology*, 16(8), 669-687.
- Bloom, N., R. Sadun, and J. Van Reenen (2012) “Americans Do IT Better: US Multinationals and the Productivity Miracle”, *American Economic Review*, 102(1), 167–201.
- Bresnahan, T., E. Brynjolfsson, and L.M. Hitt (2002) “Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 117, 339–376.
- Crespi, G., C. Criscuolo, and J. Haskel (2007) “Information Technology, Organizational Change and Productivity Growth: Evidence from UK Firms”, *Centre for*

Economic Performance Discussion Paper, No. 783.

- Dunne, T. (1994) “Plant Age and Technology Use in US Manufacturing Industries”, *Rand Journal of Economics*, Vol. 25, No. 3, 488–499.
- Fukao, K., T. Miyagawa, K. Mukai, Y. Shinoda, and K. Tonogi. (2009) “Intangible Investment in Japan: Measurement and Contribution to Economic Growth”, *Review of Income and Wealth*, Vol. 55, 717–736.
- Fukao, K., T. Miyagawa, H. K. Pyo and K. H. Rhee (2012) “Estimates of Total Factor Productivity, the Contribution of ICT, and Resource Reallocation Effect in Japan and Korea”, in M. Mas and R. Stehrer, eds., *Industrial Productivity in Europe: Growth and Crisis*, Edward Elgar, 264–304.
- Fukao, K., K. Ikeuchi, Y. Kim, and H. Kwon (2016) “Why was Japan left behind in the ICT Revolution? “, *Telecommunications Policy*, 40(5), 432-449.
- Good, D. H., M. I. Nadiri and R. C. Sickles (1997) “Index Number and Factor Demand Approaches to the Estimation of Productivity”, in M.H. Pesaran and P. Schmidt (eds.), *Handbook of Applied Econometrics: Vol.2. Microeconomics*, Oxford, England: Basil Blackwell, 14-80.
- Grima, S., Gong, Y. Gorg, H. and Lancheros, S. (2015) “Estimating Direct and Indirect Effects of Foreign Direct investment on Firm Productivity in the Presence of Interactions between Firms”, *Journal of International Economics* 95, 157–169.
- Haller, S. A., and I. Siedschlag (2011) “Determinants of ICT adoption: Evidence from Firm-level data”, *Applied Economics*, 43(26), 3775-3788.
- Helpman, E., Melitz, M., Yeaple, S. (2004) “Exports versus FDI with Heterogeneous Firms”, *American Economic Review*. 94, 300–316.
- Jorgenson, D. W., M. S. Ho, and K. J. Stiroh (2008) “A Retrospective Look at the US Productivity Resurgence”, *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 3-24.
- Karshenas, M., and P. L. Stoneman (1993) “Rank, Stock, Order, and Epidemic Effects in the Diffusion of New Process Technologies: An Empirical Model”, *RAND Journal of Economics*, 503-528.
- Luque, A. (2000) “An Option-Value Approach to Technology Adoption in US Manufacturing: Evidence from Plant-Level Data”, CES WP-00-12, Center for Economic Studies, Washington, DC.
- Olley, G. S., and A. Pakes. (1996) “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry”, *Econometrica*, Vol. 64 (6), 1263-1297.
- Pilat, D. (2004) “The ICT Productivity Paradox: Insights from Micro Data”, *OECD Economic Studies*, No. 38, 37–65.
- Stoneman, P. (2001) “The Economics of Technological Diffusion. Wiley-Blackwell”,

補論 1

企業の TFP の計測

本研究で使用した企業の TFP レベルとは各産業の産業平均に対する各企業の相対的な TFP を算出したものである。Good, Nadiri and Sickles (1997) と同様に、 t 時点における企業 f の TFP 水準対数値を初期時点 ($t=0$ 、本稿では 2000 年) における当該産業の代表的企業の TFP 水準対数値との比較の形で、次のように定義する。

$t=0$ について

$$\ln TFP_{f,t} = (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (S_{i,f,t} + \overline{S_{i,t}}) (\ln X_{i,f,t} - \overline{\ln X_{i,t}}) \quad (1)$$

$t \geq 1$ について

$$\begin{aligned} \ln TFP_{f,t} = & (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (S_{i,f,t} + \overline{S_{i,t}}) (\ln X_{i,f,t} - \overline{\ln X_{i,t}}) \\ & + \sum_{s=1}^t (\overline{\ln Q_s} - \overline{\ln Q_{s-1}}) - \sum_{s=1}^t \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (\overline{S_{i,s}} + \overline{S_{i,s-1}}) (\overline{\ln X_{i,s}} - \overline{\ln X_{i,s-1}}) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $Q_{f,t}$ は t 期における企業 f の産出額、 $S_{i,f,t}$ は企業 f の生産要素 i のコストシェア、 $X_{i,f,t}$ は企業 f の生産要素 i の投入量である。また、各変数の上の線はその変数の産業平均値を表す。生産要素として資本、労働、実質中間投入額を考える。労働時間は各産業の平均値で代用している。この方法で計測された TFP 指数は横断面の生産性分布のみではなく、時間を通じた生産性分布の変化も同時に捉えることが可能となる。

補論 2

IT の導入が企業の生産額に与える効果

IT 導入が企業の生産額に与える効果を検討するため、通常の実業要素（資本、労働、中間投入）に加えて、情報関連費用、ソフトウェア資産を生産要素に加えて生産関数の推計を行った¹⁴。その結果、情報関連費用の 10 パーセント増加は、総生産額を 0.5 パーセントから 0.8 パーセント増加させ、ソフトウェア資産の 10 パーセントの増加は、総生産額を 0.2 パーセントから 0.3 パーセント増加させる結果が得られた。資本ストック 10 パーセントの増加は、総生産額を 0.21 パーセントから 0.32 パーセントと増加させる。これらの結果から、情報関連の費用とソフトウェア資産が生産に与える効果は、既存の資本ストックを上回ることがわかる。製造業と非製造業を比較すると情報関連の費用やソフトウェア資産の両者とも生産額に与える効果は非製造業の方が大きい。

¹⁴ IT 投資が生産に与える効果を包括的に分析するためには、IT のハードウェア資産の効果についても考慮する必要があるが、現状のデータには通常の実業要素の一部として含まれており、IT ハードウェア資産を別途分離して推計することが難しいことから、ここでは説明変数に含んでいない。

補論 図表 1. IT 関連投入と生産関数推計

被説明変数: ln(総生産)	全産業				製造業	非製造業
	(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(8)
ln資本ストック (t-1)	0.036*** (0.001)	0.032*** (0.001)	0.022*** (0.001)	0.021*** (0.001)	0.017*** (0.001)	0.023*** (0.002)
lnマンパワー (t-1)	0.335*** (0.002)	0.293*** (0.002)	0.272*** (0.003)	0.253*** (0.003)	0.191*** (0.004)	0.283*** (0.004)
ln中間投入(t-1)	0.647*** (0.002)	0.604*** (0.003)	0.673*** (0.003)	0.652*** (0.004)	0.761*** (0.004)	0.577*** (0.005)
ln情報通信関連費用 (t-1)		0.084*** (0.001)		0.050*** (0.002)	0.023*** (0.002)	0.072*** (0.003)
lnソフトウェア資産 (t-1)			0.036*** (0.001)	0.027*** (0.001)	0.020*** (0.001)	0.033*** (0.002)
Observation	489,730	436,776	111,380	103,062	48,680	54,382
R-Squared	0.932	0.934	0.946	0.946	0.964	0.928

注：括弧内の数値は頑健標準偏差を表す。* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01。