



RIETI Discussion Paper Series 19-J-068

ICT投資が雇用と生産性に与える因果効果： 税制ショックを用いた実証分析

滝澤 美帆
学習院大学

宮川 大介
一橋大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

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

ICT投資が雇用と生産性に与える因果効果： 税制ショックを用いた実証分析*

滝澤 美帆（学習院大学）

宮川 大介（一橋大学）

要 旨

本研究は、情報通信技術（ICT）投資が企業の雇用と生産性に与える短期的な影響を、因果関係の識別に配慮しながら実証的に検討したものである。具体的には、「2003年と2008年に日本で実施されたICT投資関連税制の変更がICT投資に与えた影響」を明示的に調査した結果を利用して、税制の変更に起因する外生的なICT投資の増加を計測し、このICT投資の増加が企業レベルの従業員数、IT人材の雇用数シェア、社内のIT人材と外部からの派遣IT人材の雇用数、労働生産性に与えた影響を推定した。最大で二千社程度に関する情報処理実態調査及び経済産業省企業活動基本調査の調査票情報を用いた推定結果は以下の通りである。第一に、当該税制変更ショックに起因する外生的なICT投資の増加は企業レベルの従業員数に影響しなかった。第二に、当該ICT投資の増加は社内IT人材の雇用を増加させた。第三に、当該ICT投資の増加が労働生産性に与える短期の影響は限定的であった。これらの結果は、税制ショックに起因する外生的なICT投資の増加によって、社内人材がICT資本と補完的なタスクへ短期間に再配分されたことを示唆している。

キーワード：ICT投資、税制ショック、雇用、IT利用者、情報処理要員

JEL Classification: J23, J24, M42, C53, C14

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。

*本稿は、（独）経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「生産性向上投資研究」の成果である。本稿の分析に当たっては、経済産業省（METI）の情報処理実態調査及び経済産業省企業活動基本調査の調査票情報を利用した。当該政府統計の調査票情報利用に当たって RIETI から多大なサポートを受けたことに感謝の意を表したい。本稿の原案に対して、宮川努（学習院大学）、乾友彦（学習院大学）、Ahmed Bounfour（Université Paris-Sud）、Yoonsoo Lee（Sogang University）、中島厚志（経済産業研究所）、矢野誠（経済産業研究所）、森川正之（経済産業研究所）、ならびに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。なお、滝澤と宮川はそれぞれ JSPS 科研費 17K03716、16K03736 の助成を受けている。

1. はじめに

情報通信技術 (ICT) の急速な普及による生産性の上昇が多く既存研究で報告されている (例 : Jorgenson and Stiroh 2000; O'Mahony and Vecchi 2005; Spiezia 2012)。インターネットを中心とする情報通信網の拡大によるコミュニケーションコストの低下、膨大なデータと高速演算の結果を活用した事務処理コストの低下、更には近年の機械学習手法を用いた高精度の予測タスクの実施は、様々な局面における企業の意思決定と業務の実施を効率化している (Agrawal et al. 2018)。

ICT の普及が企業経営にもたらすこうした「便益」の一方で、主として労働者の立場から見た「脅威」についても、近年活発な議論が展開されている。例えば、Autor et al. (2003) は、ICT によって代替されるタスクと補完されるタスクの存在について議論している。事務処理の大部分をハードウェアとソフトウェアが人間より効率的に実施できるのであれば、それらの事務処理を担当していた従業員のタスクは ICT によって代替されることが想像される。一例として、多くの企業が急速に研究開発を進めている自動運転技術は、現段階では鉄道交通網の一部を除いて未だ広範囲に亘る実用化は行われていないものの、将来的には職業ドライバーの雇用に大きな影響を与えるだろう。

こうした ICT による雇用の寡奪 (replacement effect) が一般的には大きな注目を浴びると同時に、ICT の普及によって補完されるタスクの存在も指摘されている (Acemoglu and Autor 2011)。例えば、研究・開発業務に従事する労働者に関して典型的にみられるように、ICT の発展によって業務がより効率的に実施されるケースがあるだけでなく、更に新しい業務が産みだされる可能性もある (reinstatement effect)。雇用に対するこうした直接的効果の他にも、ICT の導入がより高い付加価値の創出に繋がる可能性、機械設備などの有形資本と ICT との間の代替・補完の可能性、それらの総合的な結果として生産性への影響など、ICT 投資が多岐に亘るチャンネルを通じて雇用に対して影響を及ぼし得ることが理論的に整理されている。

ICT 投資が雇用に与える影響について、このように精緻な理論的整理が進んでいる一方で、これまでの多くの実証研究は、集計レベルのデータに基づいて、ICT 投資と生産活動との正の相関関係を報告しているものが中心であり、ICT 投資が雇用に与える因果効果について十分な合意が確立しているとは言えない。こうした実証研究に際しての最大の難題は、ICT の導入が労働供給や生産性の変動といった様々な要因と同時に決定されている点にある。例えば、ICT の導入が進んだ企業とそうでない企業が観察されたとして、前者が後者に比して雇用を減少させていたとしよう。残念ながら、このデータを根拠として ICT の導入が雇用の減少を生み出したと主張することは出来ない。これは、何らかの事情 (例 : 少子高齢化や労働者の移動による労働供給の低下) による賃金上昇に伴って、企業が雇用を抑制せざるを得なくなり、結果として省力化を実現するための方法として ICT を導入した可能性など、ICT の導入と雇用の間に様々なメカニズムが介在し得るためである。一般

的に、ICT 投資と雇用に関する観察データのみでは、ICT 投資が雇用に与える影響に関する理論的整理を統計的に検証することは出来ない。

個々の企業による ICT 投資の実施が、雇用や生産性に対してどのような因果効果を有しているかを実証的に検討するためには、実証分析上の何らかの工夫が必要となる。Akerman et al. (2015)や DeStefano (2018)における、ブロードバンドの普及に関するタイミングや地理的異質性に着目した自然実験アプローチや、Gaggle and Wright (2017)における、中小企業のみを対象とした ICT 投資優遇税制に着目した Regression Discontinuity Design (RDD) などはこうした工夫の例として挙げられるだろう。こうした近年の研究は、豊富な企業属性に関するコントロール変数の下で ICT 投資によるアウトカムへの conditional correlation を確認するに留まっていた既存研究を踏まえて、因果効果の明示的な識別に取り組んでいる。

本研究では、同様の問題意識から、本邦企業における ICT 投資の実施が雇用と生産性に与える短期的な影響を、因果関係の識別に可能な限り配慮しながら実証的に検討する。既述の通り、Gaggle and Wright (2017)では、英国における ICT 投資優遇税制が中小企業のみを対象としていた点に注目して、中小企業か否かの境目をを用いた RDD を行い、優遇税制による ICT 投資の外生的な増加が雇用や企業パフォーマンスに与えた影響を推定している。これに対して本研究では、日本において 2003 年の税制改正で導入された「IT 投資促進税制」と 2006 年に創設され 2008 年に延長・拡充された「情報基盤強化税制」に着目することで、税制の変更ショックに起因する ICT 投資の外生的な変化（増加）を計測し、ICT 投資の実施が雇用と生産性に与える因果効果の識別に用いる。

日本において導入されたこれらの制度は、企業が ICT 投資を行った場合に、その一定割合を法人税額から控除する税額控除や、この税額控除の一部を翌年度に繰り越すことを認める税額繰越、更に ICT 投資の対象となる設備について一定割合を普通償却に加算して償却することを認める特別償却を内容としており、何れも、企業が支払うべき税額の減免を通じて ICT 投資の誘因付けを行うものである。注意すべきは、Gaggle and Wright (2017)の例とは異なり、これらの制度の対象が必ずしも特定の属性を有する企業（例：中小企業）には限定されていない点である。日本においては、ICT 投資促進税制の対象が拡大される形で制度が整備されてきた経緯にあり、その適用範囲に関する分かりやすい断層が無いため、Gaggle and Wright (2017)が用いた RDD を用いることは出来ない。そこで、本研究では分析の第一段階として、上記の ICT 投資促進税制が「企業の ICT 投資に与えた影響」を明示的に調査した結果を操作変数として利用することで、税制変更ショックに起因する ICT 投資の外生的な変動を推定する。その上で、分析の第二段階として、こうして推定された外生的な ICT 投資の変動が、企業の雇用や生産性とどの様に相関しているかを推定することで、ICT 投資の実施が雇用と生産性に与える因果効果を識別する。本研究は、近年の幾つかの研究が試みている ICT 投資が企業の雇用とパフォーマンスに対する因果効果の厳密な識別について、追加的な実証結果を提供することを意図している。特に、既存研究が用いてきた自然実験アプローチを補完する形で、企業による主観的な評価を計測した調査結

果を用いた因果推論を行っている点が特徴である。現在の所、ICT 投資の因果効果について明示的な因果推論を試みた研究は限られており、本研究の分析は当該分野の実証結果の蓄積に寄与するものと考えられる。

本稿で用いる情報処理実態調査の調査票情報には、ICT 投資の詳細と税制の利用実績、また、ICT 投資の効果に関する企業の主観的評価に加えて、従業員数やその内訳としての IT 利用者及び情報処理要員（IT 人材）の人員数、またそれらの更なる内訳としての社内の IT 人材と外部からの派遣 IT 人材の雇用数に関する調査結果が記録されている。また、経済産業省企業活動基本調査には、労働生産性を計測するために必要となる財務データが格納されている。本研究では、これらのデータのうち分析目的に照らして十分な情報が記録されている二千社程度を対象として、税制の変更後 1 年程度の短期間を対象とした推定を行った。

推定結果は以下の通り要約される。第一に、税制変更ショックに起因する外生的な ICT 投資の増加は企業レベルの総従業員数には影響しておらず、理論的な研究で可能性が指摘されている replacement effect が、総従業員数の純減をもたらしているという結果は確認されなかった。一方で、第二の結果として、当該 ICT 投資の増加は、IT 人材の雇用増をもたらした。この結果は、労働者のタイプ（IT 人材、非 IT 人材）に関する composition が、税制変更ショックに起因する外生的な ICT 投資の増加に反応して変化したことを意味している。なお、アウトカムとして、社内の IT 人材に関する雇用と社外から派遣された IT 人材の雇用とを個別に取り扱った推定の結果から、こうした変化が、社内 IT 人材の雇用数増を主因としており、社外から派遣された外部 IT 人材の増加によるものではないことも確認された。第三に、ICT 投資の増加が労働生産性に与える影響については、2003 年の税制変更を対象としたベースライン推定からは正の効果が確認されたものの、2008 年の税制変更を対象とした分析や、頑健性のチェックを目的とした追加的な分析では確認されず、ICT 投資の実施が労働生産性に与える短期の影響は限定的であった。これらの結果は、ICT 投資の促進を目的として導入された税制変更のショックが外生的な ICT 投資の実施に繋がり、その結果、社内の雇用数全体は変化することなく、社内の非 IT 人材を ICT 資本と補完的な IT 人材として短期間で再配分したこと、また、少なくとも短期における生産性の上昇については限定的な水準に留まっていたことを示唆している。

本稿の構成は以下の通りである。第 2 節では、本研究の前提となる既存研究を概観する。第 3 節では、本稿での分析の前提となる税制改正の制度的背景を説明する。第 4 節、第 5 節では、各々本稿における実証戦略と分析用データについて説明した上で、第 6 節で実証分析の結果をまとめる。第 7 節では、本稿での分析を踏まえたディスカッションとまとめを示す。

2. 先行研究

ICT 投資が雇用に及ぼす影響を分析した既存研究の多くは、豊富なコントロール変数を用いた推定を行うことで、ICT 投資と企業レベルの属性変数との間の **conditional correlation** を推定している。Draca et al. (2006) や Acemoglu and Autor (2011) が詳細にサーベイしているこれらの既存研究では、ICT 投資と企業パフォーマンスに関する関係性を様々なデータに基づいて描写し、可能な範囲で因果関係としての解釈を試みているが、必ずしも ICT 投資から企業レベルの属性への直接的な因果効果を識別しているものではない。

こうした観察データに基づく **conditional correlation** の推定から一歩進んで、ICT 投資が雇用や生産性といった企業属性に与える因果効果を明示的に分析した先行研究が、近年複数報告されている。本研究に最も関連する先行研究は、2000 年から 2004 年にかけて英国において実施された ICT 投資に関する 100%の税額控除措置を自然実験として用いた Gaggle and Wright (2017)である。彼らは、当該税制措置が中小企業に対してのみ提供されたことに着目して、規模の上で同程度ではあるものの中小企業ステータスを有する企業とそうでない企業とを比較することで、まず、当該税制措置が中小企業における実際の ICT 投資増加をもたらしたことを示した。その上で、彼らは、この ICT 投資増が、雇用や労働生産性の増加をもたらしたほか、そうした雇用増や賃金増が非定型業務に携わる **cognitive-intensive employment** において顕著に確認されることを、企業レベル及び従業員レベルのデータを用いて実証的に示した。彼らの実証結果は、Autor et al. (2003)などで理論的に提案されているタスクベースの理論モデルが示唆するメカニズムと整合的である。

本研究が対象とする日本企業については、本研究でも使用する 2003 年の情報処理実態調査調査票情報を用いた幾つかの既存研究が存在する。例えば、黒川 (2006) は、IT 関連の生産要素として、ハードウェア、ソフトウェア、IT 労働力を計測し、これらを含む生産関数推定によって、IT 関連生産要素に紐づく超過リターンが存在するかをテストした結果、IT 投資が必ずしも生産に寄与していないと評価している。一方で、峰滝 (2005) は、日本企業の IT 化の進展そのものが生産性に対して正の効果をもたらしているほか、組織や人的資本の蓄積が同時に進んでいる場合により高い効果が発現する可能性があることを報告している。これらの研究と同じデータに基づいて、同様に、篠崎 (2006) でも、企業内の組織や業務体制の構築と人的資本の蓄積が、情報化の効果をより高める可能性があるとしている。

これらの先行研究を踏まえた本研究の貢献は以下の二点である。第一に、ICT 投資が雇用や生産性に与える因果効果に関しては現状において既存研究の蓄積が進んでいる段階であり、既存研究とは異なるアプローチを用いて因果推論に取り組んだ点に本研究の貢献が認められる。第二に、特に日本企業を対象とした実証分析ではこうした因果推論の試みは皆無であり、英国などのデータで確認された実証結果にどの程度の外的妥当性が存在するかを確認する点にも本稿の貢献が認められる。

3. 本研究が対象とする ICT 投資関連税制変更のバックグラウンド

本節では、本研究において ICT 投資関連税制として参照する二つの税制変更の具体的な内容を概観する。第一の税制変更は、2003 年の税制改正に際して導入された「IT 投資促進税制」である。この制度は、ソフト・ハード双方の ICT 投資を促進することで、企画・開発・生産・販売等の各段階における企業経営の効率化と新たなビジネス・モデルの創出を加速し、我が国産業の競争力を強化することを目的としており、以下の五つの特徴がある。第一に、大企業を含めてすべての企業・業種が対象となっている。第二に、それまでも税制優遇の対象であったハードウェアの対象機器が拡大されたほか、ソフトウェア投資が初めて対象となっている。第三に、従前の減税措置に比べて、減税の措置内容が大きく拡大されている。第四に、中小・中堅企業（資本金 3 億円以下）については、リース投資も税額控除の対象となっている。第五に、税額控除と特別償却について企業の自社の状況に応じて自由に選択可能となった。これらの特徴の中で特に重要な点は、ソフトウェアが初めて対象になった点と、現在の措置内容が大きく拡大されている点である。このことは、2003 年の税制改正によって、ICT 投資の中でも特にソフトウェア投資の実質的な価格が大幅に低下したことを意味しており、税制変更に由来する ICT 投資の外生的な変動が生じた可能性がある。

第二の税制変更は、2006 年に創設され 2008 年に延長・拡充された「情報基盤強化税制」である。この制度は、高度な情報セキュリティが確保された情報システム投資を促進することで、日本企業の情報基盤を強化することを目的としており、サーバー用オペレーティングシステム及び当該システムがインストールされたサーバー、データベース管理ソフトウェア、当該ソフトウェアの機能を利用するアプリケーションソフトウェア、ファイアウォールの取得・製作・賃借に関して、特別償却または税額控除を認めるものである。具体的には、基準取得価額の 50%相当額の特別償却と 10%相当額の特別税額控除との選択適用ができるほか、当期の法人税額の 20%相当額を限度とし、控除限度超過額については 1 年間の繰越しが可能となっている。本研究で参照する 2008 年の延長・拡充は、この制度について、対象設備等に、部門間・企業間で分断されている情報システムを連携するソフトウェアとして一定の要件を満たすものが追加されたほか、相対的に小規模な事業者について、取得価額の合計額の最低限度が引き下げられている。一方で、比較的大規模の事業者については、対象設備等の取得価額の合計額のうち本税制の対象となる金額に一定の制限が設けられている。第一の制度変更とは異なり、本研究が参照するこの第二の制度変更は既存制度の延長・拡充であり、かつそもそも制度の対象となる設備が限定的なものである。しかし、制度が対象とする範囲が拡充された上に、特に相対的に規模の小さな事業者にとっては税制上の優遇範囲が拡充されているという点に着目すれば、定性的には第一の制度改正を同様の意味を持っていると考えられる。

本研究が特にこれら二つの制度変更を分析対象として取り扱う理由は、これらの制度変更後に、既述の情報処理実態調査において「税制が ICT 投資に与えた影響」に関する明示的な調査が行われている点にある。後述する通り、情報処理実態調査は 1969 年に調査が開始され、以降 2017 年まで継続的に調査が実施されてきたが、税制が企業の ICT 投資に与えた影響について明示的に調査を行ったのはこれら二度の税制変更に際してのみである¹。

4. 実証戦略

本節では、本研究における実証戦略を概観する。本研究における分析の対象は、ICT 投資が企業の雇用と生産性に対して与えた影響である。本研究では、実施された ICT 投資のうち税制変更に対応した金額を推定した上で、その推定値と雇用および生産性との間の関係を推定することで、ICT 投資が企業の雇用と生産性に対して与えた因果効果を計測する。

分析の第一段階として、政府統計の一つである情報処理実態調査において、上記の ICT 投資関連税制が「ICT 投資に対して与えた影響」が計測されていることに注目し、この情報を ICT 投資に対する操作変数として用いる。この調査結果は、回答企業が主観的な評価として「税制がどの程度自社の ICT 投資を増加させたか」を評価したものであり、本研究では、この主観的な評価が、設問の意図通り、税制に起因する自社 ICT 投資の反応を計測していると仮定する。こうした仮定の下では、この主観的な評価へ雇用や生産性を単純に回帰することで、税制由来の ICT 投資が雇用や生産性へ与えた因果効果を推定することも可能であるが、本研究では、まずデータから観察可能な実際の ICT 投資額を併せて参照することで、実施された ICT 投資のうち税制変更に対応した金額を推定する。具体的には、分析の第一段階として、税制変更の投資誘因効果に関する産業*i*に属する企業*f*の調査結果 (IV_{fi}) を、各企業の従業員一人当たり ICT 投資実施額 (IT_{fit}) に関する操作変数として用いることで、税制ショックに由来する ICT 投資の水準を推定する。

$$IT_{fit} = \beta_0 + \beta_1 IV_{fi} + \varepsilon_{fit} \text{ where } t = 2003, 2008$$

この分析の直観的な意味合いは以下の通りである。いま従業員一人当たり 100 単位の ICT 投資を税制変更後に行った企業 A から、この税制変更が「ICT 投資の実施に対して影響を与えた」との回答が得られたとする。一方で、従業員一人当たり 50 単位の ICT 投資を税制変更後に行った企業 B からは、税制変更が「ICT 投資の実施に対して影響を与えていない」との回答が得られたとする。両社に関する他の条件をコントロールした上であれば、こうした差異は税制変更が ICT 投資に与える影響を検討する上で参考になるであろう。ここで、更に、税制変更が「ICT 投資の実施に対して影響を与えていない」と回答した企業

¹ 具体的には、2003 年・2004 年、2008 年・2009 年・2010 年に調査が行われている

Cが従業員一人当たり100単位のICT投資を税制変更後に行っていたとしよう。これらの情報から、企業Aの実施した従業員一人当たり100単位のICT投資には、企業Cの実施した従業員一人当たり100単位のICT投資に比して、税制に起因するICT投資が多く含まれると考えられる。このように、税制ショックの効果の有無に関する主観的な評価を参照しながら、税制変更に由来する税制変更後のICT投資額を取り出すことが本稿における実証分析の第一段階である。

ここで注意すべきは、上記の「両社に関する他の条件をコントロールした上であれば」という仮定である。こうした仮定が必要となる理由は、税制変更がICT投資の実施に対して極めて効果的であった、と回答した企業が、そもそも優れたパフォーマンスを有する企業であり、従前から多くのICT投資を行っていたという可能性を排除する必要があるためである。本研究では、この仮定を満たす状況を整えるために、まず、ICT投資の実施時期における時変の企業属性（ラグ付き売上高の変化 $\Delta Sales_{fit-1}$ ）と産業レベルの要因（ η_j ）をコントロールしつつ、税制変更に由来する税制改正後の従業員一人当たりICT投資実施額の「水準」（ IT_{fit} ）に関する外生的な変動を推定した分析をベースラインとして採用する。これらのコントロール変数のうち前者によって、企業レベルの **confounding factor** が一定程度コントロールされるほか、後者によって、パフォーマンスの変化を計測している期間中の産業固有のショックをコントロールすることが出来る。推定式は（1）の通りである。

$$IT_{fit} = \beta_0 + \beta_1 IV_{fi} + \beta_2 \Delta Sales_{fit-1} + \eta_j + \varepsilon_{fit} \quad \text{where } t = 2003, 2008 \quad (1)$$

次に、結果の頑健性を確認する趣旨から、（1）式で被説明変数とした税制改正後の従業員一人当たりICT投資実施額ではなく、税制改正前後の従業員一人当たりICT投資の「変化」を対象として、この従業員一人当たりICT投資の変動の中で税制に起因する部分を推定したモデルも採用する。このモデルでは、上記のコントロール変数が、制度変更後の従業員一人当たりICT投資の水準（ IT_{fit} ）ではなく変化分（ ΔIT_{fit} ）と相関しているという仮定に加えて、企業レベルの時不変の固定効果もコントロールされていることになる点に注意されたい。推定式は（2）の通りである。

$$\Delta IT_{fit} = \beta_0 + \beta_1 IV_{fi} + \beta_2 \Delta Sales_{fit-1} + \eta_j + \varepsilon_{fit} \quad \text{where } t = 2003, 2008 \quad (2)$$

これらの第一段階の推定結果から予測された $\widehat{IT_{fit}}$ 及び $\widehat{\Delta IT_{fit}}$ は、税制変更に由来する税制変更後の従業員一人当たりICT投資額（ $\widehat{IT_{fit}}$ ）及び税制変更に由来する税制変更前後の従業員一人当たりICT投資額の増分（ $\widehat{\Delta IT_{fit}}$ ）として解釈できる。本研究では、 IV_{fi} が IT_{fit} および ΔIT_{fit} とは相関しているが、企業の雇用及び生産性を対象とした第二段階目の推定式における誤差項とは相関していないという識別上の仮定を置いたうえで、企業レベルの従業

員数、従業員に占める IT 利用者及び情報処理要員（IT 人材）の雇用シェア、社内の IT 人材と外部からの派遣 IT 人材の雇用、労働生産性に与える短期の影響を各々推定する。この識別上の仮定は、「税制がどの程度自社の ICT 投資を増加させたか」という調査結果が、設問の意図通り、税制に起因する自社 ICT 投資の反応を計測しているのであれば満たされる。つまり、 IV_{fit} は ICT 投資との相関を通じてのみ雇用や生産性と相関することとなる。なお、ここで短期の影響に注目する理由は、Gaggle and Wright (2017) に倣って、外部環境が大きく変化していない期間に分析対象を絞ったためである。

この第二段階での分析に当たって注意すべきは、ICT を有効活用出来る内部組織を有しているなどの意味で優れた企業が、従前から継続して高いパフォーマンスを示しており、結果として高い水準のパフォーマンスが ICT 投資前後において観察されていたに過ぎないという可能性である。この場合、税制の投資誘因効果に関する主観的評価を参照しながら計測した外生的な ICT 投資の実施が、事後的な企業パフォーマンス（の水準）と正の相関を有していたとしても、その相関をもって因果関係を主張することが出来ないであろう。そこで、本稿では、税制導入前から税制導入後に亘る企業属性の「変化」を計測した上で、その変化と税制ショック由来の ICT 投資との間の関係を推定することで、ICT 投資が雇用や生産性からなる企業属性に対してどのような因果効果を有していたかを推定する。税制変更前後の雇用変数の差分 (ΔEMP_{fit}) を分析対象のアウトカムとする場合の推定式は以下の (3-1) および (3-2) である。

$$\Delta EMP_{fit} = \delta_0 + \delta_1 \widehat{IT}_{fit} + \delta_2 \Delta Sales_{fit-1} + v_j + \epsilon_{fit} \text{ where } t = 2003, 2008 \quad (3-1)$$

$$\Delta EMP_{fit} = \delta_0 + \delta_1 \Delta \widehat{IT}_{fit} + \delta_2 \Delta Sales_{fit-1} + v_j + \epsilon_{fit} \text{ where } t = 2003, 2008 \quad (3-2)$$

税制変更前後の生産性の差分 (ΔLP_{fit}) を分析対象のアウトカムとする場合の推定式は以下の (4-1) および (4-2) である。

$$\Delta LP_{fit} = \delta_0 + \delta_1 \widehat{IT}_{fit} + \delta_2 \Delta Sales_{fit-1} + v_j + \epsilon_{fit} \text{ where } t = 2003, 2008 \quad (4-1)$$

$$\Delta LP_{fit} = \delta_0 + \delta_1 \Delta \widehat{IT}_{fit} + \delta_2 \Delta Sales_{fit-1} + v_j + \epsilon_{fit} \text{ where } t = 2003, 2008 \quad (4-2)$$

以上の実証戦略をまとめると、第一段階において、調査結果を参照しながら税制の変更に起因して生じた外生的な ICT 投資の変動を水準と変化分に関して計測した上で、第二段階として、その ICT 投資の変動が雇用や生産性の変化分とどの様に関係しているかを推定することで、ICT 投資が企業の雇用と生産性に対して与えた影響を識別する。

5. データ

本節では、分析用データセットについて概観する。本研究では、政府統計である情報処理実態調査と経済産業省企業活動基本調査の企業レベル調査票情報を用いる。

5.1 情報処理実態調査

情報処理実態調査は、本邦民間企業における情報処理の実態を把握し、情報政策の基礎資料とすることを目的として、1969年に調査が開始され、2015年に実施されなかった以外は、2017年に調査が終了するまで毎年実施されていた政府統計の一つである。IT産業の競争力強化とITの戦略的活用による経済・産業・社会の再生に向けた政策調査という調査の目的を反映して、全国の企業のうち、外国公務、国家公務、地方公務、郵便局、政治・経済・文化団体、宗教及び分類不能の産業を除く全産業の企業又は団体で、資本金3,000万円以上かつ総従業員50人以上の企業又は団体を対象としている。標本調査で行われた各年の調査回収数は4,000社から9,000社程度である。

情報処理実態調査では、ICT関係の支出を、ハードウェア、ソフトウェアに分けて調査しているほか、社内のIT人材についてもその概数を把握している。また、2003年に「IT投資促進税制」が導入された際と、2008年に「情報基盤強化税制」が延長・拡充された際には、税制変更によって各社のICT投資がどのような影響を受けたかについても調査している。具体的には、2003年及び2004年の調査において、「IT投資税制は貴社のIT投資に影響を与えますか」という設問があり、これに対して「1. 既に影響を与えていると思う」、「2. 現段階では影響を与えていないが、本税制の適用期間内（2006年3月）迄には影響を与えるものと思われる」、「3. 影響を与えていないと思う」から回答企業が選択する形となっている。また、2008年、2009年、及び2010年の調査において、「情報基盤強化税制は、貴社のIT投資をどの程度増加させた（または今後増加させる）と思いますか」という設問があり、これに対して「1. 0%～1%未満」から「6. 20%以上」までの六段階を選択肢として回答企業が選択する形となっている。

5.2 経済産業省企業活動基本調査

経済産業省企業活動基本調査は、企業活動の実態を明らかにし、企業に関する施策の基礎資料を得ることを目的に、1992年から全国の企業のうち該当業種の事業所を持つ企業のうち従業員50人以上かつ資本金又は出資金3,000万円以上の会社全て対象として実施されている政府統計の一つである。各年の回答企業数は30,000社程度である。

同調査では、本邦企業の企業活動を把握する目的から、様々な企業属性を計測しており、その中には経常利益、人件費、減価償却費なども含まれる。本研究では、この企業レベルの変数を用いて労働生産性を計測する。

5.3 変数

本稿の分析で用いる変数は以下のとおりである。第一に、ICT 投資額 (IT_{fit}) として、情報処理実態調査で計測された総 ICT 投資額 (支出額)、ICT ハードウェア投資額、ICT ソフトウェア投資額の従業員一人当たり金額を用いる。これらの変数に関する留意点として、2003 年・2004 年調査では当期に発生した ICT 費用 (例: 固定資産未計上分の買取額、減価償却費) のみを計上しているのに対して、2008 年・2009 年・2010 年調査では、固定資産への計上の有無を問わず買取額が全て計上されている (減価償却費は含まず)。このため、後者が規模としては相当程度大きなものとなっている。

第二に、税制改正後の ICT 投資額の水準 (IT_{fit}) および税制改正前後の ICT 投資額の差分 (ΔIT_{fit}) に対する操作変数 (IV_{fi}) として、前節で概観した「税制変更によって各社の ICT 投資がどのような影響を受けたか」という問いに対する調査結果を用いる。具体的には、2003 年及び 2004 年の調査については、「1. 既に影響を与えていると思う」という場合に 1 を取り、それ以外の場合に 0 を取るダミー変数 ($\mathbf{1}(Tax\ is\ effective_{fi})$) を用い、2008 年、2009 年、及び 2010 年の調査については、各選択肢に対応したダミー変数 ($\mathbf{1}(Tax\ impact = 1_{fi})$ 、 \dots 、 $\mathbf{1}(Tax\ impact = 6_{fi})$) を用いる。

第三に、雇用関連変数 (EMP_{fit}) としては、企業レベルの従業員数の対数値 ($\ln(\#EMP_{fit})$)、従業員に占める IT 利用者及び情報処理要員 (IT 人材) の雇用数シェア ($\#Total\ IT\ EMP_{fit}/\#EMP_{fit}$)、社内の IT 人材と外部からの派遣 IT 人材の雇用数シェア ($\#Inhouse\ IT\ EMP_{fit}/\#EMP_{fit}$ 、 $\#Outsourced\ IT\ EMP_{fit}/\#EMP_{fit}$) を用いる。この雇用関連変数に関しては以下の注意点がある。まず、 $\#Total\ IT\ EMP_{fit}/\#EMP_{fit}$ には、社内 IT 人材と外部からの派遣 IT 人材が含まれるため、 $\#Total\ IT\ EMP_{fit}/\#EMP_{fit}$ が 1 を超える企業が存在する。次に、2003 年・2004 年調査を用いた分析では、 $\#Total\ IT\ EMP_{fit}$ の中に、単なる ICT 利用者と ICT に関する企画や運営などを担当する情報処理要員が含まれているのに対して、2008 年・2009 年・2010 年調査では後者のみが含まれている²。最後に、生産性関連変数として、労働生産性 (LP_{fit}) を用いる。

表 1 および表 2 は、これらの変数に関する要約統計を整理したものである。本研究の分析では、情報処理実態調査のデータのみを用いたサンプル (表 1) での分析を中心としつつ、経済産業省企業活動基本調査のデータが必要となる労働生産性の分析のみは、両データを接続できる範囲のサンプル (表 2) を対象とした分析を行う。表 3 は、2009 年、及び 2010 年の調査における $Tax\ impact = 1_{fi}$ 、 \dots 、 $Tax\ impact = 6_{fi}$ の分布を示したものである。

6. 推定結果

本節では、推定結果を示す。第一に、2003 年・2004 年データを用いた分析結果のうち、

² 2003 年・2004 年調査についても、情報処理要員のみを取り出すことは可能である。

雇用関連変数を対象とした ICT 投資の因果効果を示す。第二に、同様の推定結果を 2008 年・2009 年・2010 年データについて示す。その上で、第三に、労働生産性を対象とした ICT 投資の因果効果を示す。最後に、頑健性の確認を目的とした分析結果を示す。

6.1 推定結果

表 4 は、三種類の ICT 投資変数を内生変数として取り扱ったうえで、総従業員数の変化に対して ICT 投資が与える因果効果を推定した結果である。第一段階の推定から、予想通り企業の主観的な評価が税制変更後の ICT 投資水準と正の相関を有していることが確認される一方で、二段階目の推定から、この税制変更に起因する ICT 投資実施額が雇用の伸び率に影響を与えていないことが分かる。

表 5 は、三種類の ICT 投資変数を内生変数として取り扱ったうえで、従業員に占める IT 利用者及び情報処理要員 (IT 人材) の雇用数シェアに対して ICT 投資が与える因果効果を推定した結果である。雇用の伸び率をアウトカムとして設定した場合とは異なり、税制変更に起因する ICT 投資実施額が IT 人材の雇用数シェアに対して正の影響を与えていることが分かる。

表 6 は、表 5 の結果について、雇用数シェアの分子として社内の IT 人材数と社外から派遣された ICT 人材を用いた場合を個別に推定した結果である。この推定結果から、表 5 で示した ICT 投資実施額が IT 人材の雇用数シェアに対して与える正の影響が、「社内の」IT 人材の雇用数シェアに対しての影響を主因としていることが分かる。

表 7 から表 9 は、同様の分析を 2008 年・2009 年・2010 年サンプルを用いて行った結果であり、何れも表 4 から表 6 の結果と整合的である。

表 10 は、アウトカムとして労働生産性を用いた結果を示している。2003 年・2004 年サンプルにおいてのみ、税制変更に起因する ICT 投資実施額が労働生産性の変化に対しての正の影響を与えていることが分かる。2008 年・2009 年・2010 年サンプルを用いた分析については、リーマンショックなどの影響を受けている可能性もあるが、これらの結果は、ICT 投資の実施が生産性に与える正の影響を確認するものではない。

ここまでの結果は、ICT 投資額 (IT_{fit}) として税制変更後の水準を用いてきたが、前節で議論した通り、ICT 投資額の水準には企業レベルの観察不可能な固定効果が含まれている可能性がある。例えば、企業に優れた管理部門が存在し、そうした企業においては従前から高い水準の ICT 投資が行われており、かつ IT 人材の雇用シェアや労働生産性についての上昇トレンドを有している可能性などである。こうしたケースにおいては、仮に ICT 投資の実施が直接的に IT 人材の雇用シェア上昇や生産性上昇を生み出していなかったとしても、先に示した結果が推定されてしまう。

この点を踏まえて、表 11 及び表 12 では、第一段階目の被説明変数を税制変更前後の ICT 投資の伸び率とした分析を行った結果を示している。まず表 11 では、一段階の推定をスキップして、税制変更前後の ICT 投資の変化が税制に起因した外生的なものであると

仮定した上で、単純な OLS 推定を行っている。興味深いことに、この（誤った定式化に基づく）推定からは、税制変更前後にかけての ICT 投資の増加が、雇用の減少、ICT 人材の雇用数シェア上昇、労働生産性の上昇を生み出しているとの結果になっている。しかし既述の通り、税制変更前後の ICT 投資の変化を instrument していない推定では、ICT 投資の因果効果を厳密に推定することは出来ない。表 1 2 は、この点を踏まえて、第一段階目で ICT 投資の税制変更前後の伸び率を情報処理実態調査から把握した企業の主観的評価に回帰することで、「ICT 投資の伸び率のうち、税制変更起因した部分」を推定した上で、その推定値が各アウトカムとどの様に相関しているかを確認することで、税制変更由来の ICT 投資額の伸び率が各アウトカムに与える因果効果を推定している。この推定結果から、これまでに示した結果のうち、ICT 投資が IT 人材の雇用数シェアに与える正の影響と、特に社内の IT 人材の雇用数シェアに与える正の影響が確認される。

7. まとめ

本研究は、企業による情報通信技術 (ICT) 投資が雇用と生産性に与える短期的な影響を、因果関係に配慮しながら実証的に検討したものである。具体的には、「税制の変更が ICT 投資に与えた影響」を明示的に調査した結果を利用して、税制変更起因する ICT 投資の実施が、企業レベルの従業員数、従業員に占める IT 利用者及び情報処理要員 (IT 人材) の雇用数シェア、社内の IT 人材と外部からの派遣 IT 人材の雇用数シェア、労働生産性に与えた影響を推定した。最大で二千社程度に関する情報処理実態調査と経済産業省企業活動基本調査の調査票情報を用いた推定結果は以下の通りである。第一に、当該税制導入に伴う ICT 投資の増加は企業レベルの従業員数に影響していない。第二に、同 ICT 投資の実施は社内 IT 人材の雇用を増加させた。第三に、ICT 投資の実施が労働生産性に与える短期の影響は限定的であった。これらの結果は、税制ショックに起因する ICT 投資の結果として、社内の人材が ICT 資本と補完的なタスクへ短期間に再配分されたことを示唆している

残された課題は以下のとおりである。第一に、ICT 投資の結果として新しいタスクが生まれだされたか否かを別途のデータ構築を含めて確認することが有益である。第二に、長期に亘る生産性や雇用への影響を、他の指標 (例: TFP) や他の政策ショック (例: 労働政策) の利用、追加的な属性変数 (例: 企業規模、輸出ステータス) との交互効果を含めて確認するほか、設備投資などの他の企業行動との関係を確認することも重要である。第三に、どのような企業においてよりスムーズな職種変換が行われたのかを検討する必要がある。特にこの分析に当たっては、単なる IT 利用者と情報処理要員の区別が重要になるだろう。

参考文献

- 黒川太 (2006) 「日本企業における IT 関連生産要素の生産性：IT 資本, IT 労働力の超過リターンの計測」 ESRI Discussion Paper Series No.166/
- 篠崎 彰彦 (2006) 「企業改革と情報化の効果に関する実証研究—全国 9500 社に対するアンケート結果に基づくロジット・モデル分析—」 ESRI Discussion Paper Series No.164.
- 峰滝和典 (2005) 「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—」 ESRI Discussion Paper Series NO. 144.
- Acemoglu, D. and D. Autor. 2011. *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*. In *Handbook of Labor Economics Vol. 4B* edited by by Card D. and O. Ashenfelter, 1043–1171. Amsterdam: North-Holland.
- Agrawal, A., J. Gans, and A. Goldfarb. 2018. *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press.
- Autor, D., F. Levy, and R. J. Murnane. 2003. The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *Quarterly Journal of Economics* 118(4): 1279-1333.
- Akerman, A., I. Gaarder, and M. Mogstad. 2015. The Skill Complementarity of Broadband Internet. *Quarterly Journal of Economics* 130 (4): 1781-1824.
- DeStefano, T., R. Kneller, J. Timmis. 2018. Broadband Infrastructure, ICT Use and Firm Performance: Evidence for UK Firms. *Journal of Economic Behavior & Organization* 155: 110-139.
- Draca, M., R. Sadun, and J. Van Reenen. 2006. Productivity and ICT: A Review of the Evidence. Centre for Economic Performance (CEP) Discussion Paper 749.
- Gaggl, P. and G. C. Wright. 2017. A Short-Run View of What Computers Do: Evidence from a UK Tax Incentive. *American Economic Journal: Applied Economics* 9(3): 262-294.
- Jorgenson, D. W. and K. J. Stiroh. 2000. Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age. *Brookings Papers on Economic Activity* 31(1): 125-236.
- O'Mahony, M. and M. Vecchi. 2005. Quantifying the Impact of ICT on Output Growth: A Heterogeneous Dynamic Panel Approach. *Economica* 72(288): 615-633.
- Spiezia, V. 2012. ICT investments and productivity: Measuring the Contribution of ICTS to Growth. *OECD Journal: Economic Studies*, Vol. 2012/1.

図表

表 1

Variable	Unit	2004 sample					2008 sample					
		Obs	Mean	SD	Min	Max	Obs	Mean	SD	Min	Max	
(Treatment variable)												
1(Tax is effective)	Dummy variable	4,472	0.20	0.40	0	1						
Tax impact	Scale from 0 to 6						4,553	0.17	0.94	0	6	
(IT investment measures)												
Total IT Investment / #EMP	('03)	4,472	3.14	1.77	0	8.63	4,552	0.25	0.42	0	4.19	
Hard IT Investment / #EMP	10 thousand JPY ('07)	4,472	1.90	1.34	0	7.53	4,552	0.11	0.20	0	3.56	
Soft IT Investment / #EMP	1 million JPY	4,472	1.43	1.46	0	7.83	4,552	0.10	0.23	0	3.05	
(Employment measures)												
#EMP	Number	4,472	837	2,993	1	74,789	4,552	1,120	4,055	10	131,200	
#In-house IT EMP	Number	4,472	452	1,974	0	74,000	4,382	11	39	0	982	
#Outsourced IT EMP	Number	4,472	25	207	0	6,760	3,591	14	93	0	2,084	
#IT_EMP/#EMP	Share	4,472	0.59	0.48	0	14.73	3,555	0.03	0.10	0	3.97	
#In-house IT_EMP/#EMP	Share	4,472	0.56	0.39	0	1.00	4,381	0.02	0.04	0	0.94	
#Outsourced IT_EMP/#EMP	Share	4,472	0.03	0.25	0	14.52	3,590	0.01	0.08	0	3.95	
Δ LN(#EMP)	Growth rate	2,910	-0.01	0.34	-4.02	5.87	2,876	0.00	0.23	-2.16	2.53	
Δ #IT_EMP/#EMP	Δ Share	2,910	-0.02	0.49	-10.18	14.52	1,945	-0.02	0.18	-2.08	3.97	
Δ #In-house IT_EMP/#EMP	Δ Share	2,910	-0.02	0.37	-10.18	1.00	2,718	-0.02	0.12	-0.99	0.10	
Δ #Outsourced IT_EMP/#EMP	Δ Share	2,910	0.00	0.32	-7.27	14.52	1,972	0.00	0.11	-1.17	3.95	
(Control variable)												
LN(Sales)	Log(million JPY)	4,186	9.02	1.80	3.00	16.06	4,391	9.29	1.83	0.00	16.32	
Δ LN(Sales)	Growth rate	2,737	0.00	0.32	-4.37	3.98	2,735	0.03	0.41	-4.18	6.21	

表 2

Variable	Unit	2004 sample with BSJBSA					2008 sample with BSJBSA				
		Obs	Mean	SD	Min	Max	Obs	Mean	SD	Min	Max
(Treatment variable)											
I(Tax is effective)	Dummy variable	2,506	0.24	0.43	0	1					
Tax impact	Scale from 0 to 6						2,440	0.14	0.85	0	6
(IT investment measures)											
Total IT Investment / #EMP	('03)	2,506	3.09	1.71	0	8.63	2,440	0.22	0.40	0	4.19
Hard IT Investment / #EMP	10 thousand JPY ('07)	2,506	1.82	1.25	0	7.36	2,440	0.09	0.19	0	3.56
Soft IT Investment / #EMP	1 million JPY	2,506	1.43	1.43	0	7.83	2,440	0.09	0.23	0	3.05
(Employment measures)											
#EMP	Number	2,506	893	3,088	1	74,789	2,440	974	3,041	10	69,478
#In-house IT EMP	Number	2,506	459	1,839	0	36,568	2,360	11	42	0	982
#Outsourced IT EMP	Number	2,506	23	186	0	5,965	1,906	12	79	0	2,084
#IT_EMP/#EMP	Share	2,506	0.57	0.42	0	3.89	1,887	0.02	0.07	0	2.45
#In-house IT_EMP/#EMP	Share	2,506	0.55	0.38	0	1.00	2,360	0.02	0.04	0	0.94
#Outsourced IT_EMP/#EMP	Share	2,506	0.03	0.12	0	2.89	1,906	0.01	0.04	0	1.57
$\Delta \text{LN}(\#EMP)$	Growth rate	1,626	-0.01	0.31	-4.02	3.22	1,501	0.00	0.24	-2.16	2.53
$\Delta \#IT_EMP/\#EMP$	Δ Share	1,626	-0.03	0.40	-7.27	1.22	997	-0.03	0.17	-1.65	1.09
$\Delta \#In\text{-house } IT_EMP/\#EMP$	Δ Share	1,626	-0.02	0.32	-1.70	1.00	1,428	-0.03	0.13	-0.99	0.10
$\Delta \#Outsourced\ IT_EMP/\#EMP$	Δ Share	1,626	-0.01	0.21	-7.27	0.81	1,012	0.00	0.06	-0.98	1.15
(Productivity measure)											
LN(Labor productivity)	Log(Million JPY)	2,402	9.22	1.73	4.69	16.06	2,387	9.31	1.78	0.00	16.32
$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$	Growth rate	1,554	0.00	0.25	-2.89	3.98	1,462	0.02	0.40	-3.85	6.21
(Control variable)											
LN(Sales)	Log(million JPY)	2,473	1.99	0.66	0.00	6.69	2,183	1.89	0.74	0.00	5.58
$\Delta \text{LN}(\text{Sales})$	Growth rate	1,604	0.01	0.28	-3.26	2.00	1,314	-0.02	0.34	-2.93	2.23

表 3

Variable	Definition	Frequency	Percent
Tax impact= IT tax system...			
0	does not increase IT investment	4,386	96.33
1	increases by 0%= \leq and $<1\%$	10	0.22
2	increases by 1%= \leq and $<5\%$	15	0.33
3	increases by 5%= \leq and $<10\%$	25	0.55
4	increases by 10%= \leq and $<15\%$	4	0.09
5	increases by 15%= \leq and $<20\%$	22	0.48
6	increases by 20%= \leq	91	2.00
Total		4553	100

表 4

Panel (a1)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
Dependent Var	IT Investment (2004)		Δ employment (2003-2004)		IT Investment (2004)		Δ employment (2002-2004)	
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.
I(Tax is effective) (2004)	0.42	0.08 ***			0.41	0.10 ***		
IT Investment (2004) predicted			0.02	0.03			0.04	0.04
Δ LN_SALES (Lagged)	0.24	0.09 ***	-0.03	0.03	0.14	0.09	0.02	0.02
constant					yes			
Industry fixed-effect					yes			
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)							
Employment Type	LN(#EMP)							
No. Obs	1,914		1,914		1,279		1,279	
Prob > F	0.000		0.043		0.000		0.001	
R-squared	0.29		.		0.28		.	
Panel (a2)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax is effective) (2004)	0.25	0.07 ***			0.22	0.09 **		
IT Investment (2004) predicted			0.02	0.05			0.07	0.08
Δ LN_SALES (Lagged)	0.19	0.08 **	-0.03	0.03	0.16	0.08 **	0.01	0.02
constant					yes			
Industry fixed-effect					yes			
Investment Type	(Hardware IT investment / #EMP)							
Employment Type	LN(#EMP)							
No. Obs	1,914		1,914		1,279		1,279	
Prob > F	0.000		0.058		0.000		0.010	
R-squared	0.16		.		0.18		.	
Panel (a3)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax is effective) (2004)	0.51	0.08 ***			0.53	0.10 ***		
IT Investment (2004) predicted			0.01	0.02			0.03	0.03
Δ LN_SALES (Lagged)	0.23	0.09 ***	-0.03	0.03	0.13	0.09	0.02	0.02
constant					yes			
Industry fixed-effect					yes			
Investment Type	(Software IT investment / #EMP)							
Employment Type	LN(#EMP)							
No. Obs	1,914		1,914		1,279		1,279	
Prob > F	0.000		0.035		0.000		0.000	
R-squared	0.11		0.00		0.12		.	

表 5

Panel (b1)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
Dependent Var	IT Investment (2004)		Δ employment (2003-2004)		IT Investment (2004)		Δ employment (2002-2004)	
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.
I(Tax is effective) (2004)	0.42	0.08 ***			0.41	0.10 ***		
IT Investment (2004) predicted			0.11	0.05 **			0.12	0.06 *
Δ LN_SALES (Lagged)	0.24	0.09 ***	-0.05	0.03	0.14	0.09	0.02	0.02
constant						yes		
Industry fixed-effect						yes		
Investment Type			(Total IT investment / #EMP)					
Employment Type			(#Total IT EMP / #EMP)					
No. Obs	1,914		1,914		1,279		1,279	
Prob > F	0.000		0.041		0.000		0.027	
R-squared	0.29		0.01		0.28		0.03	
Panel (b2)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax is effective) (2004)	0.25	0.07 ***			0.22	0.09 **		
IT Investment (2004) predicted			0.18	0.09 **			0.23	0.14
Δ LN_SALES (Lagged)	0.19	0.08 **	-0.05	0.04	0.16	0.08 **	0.00	0.03
constant						yes		
Industry fixed-effect						yes		
Investment Type			(Hardware IT investment / #EMP)					
Employment Type			(#Total IT EMP / #EMP)					
No. Obs	1,914		1,914		1,279		1,279	
Prob > F	0.000		0.145		0.000		0.157	
R-squared	0.16		.		0.18		.	
Panel (b3)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax is effective) (2004)	0.51	0.08 ***			0.53	0.10 ***		
IT Investment (2004) predicted			0.09	0.04 **			0.09	0.05 *
Δ LN_SALES (Lagged)	0.23	0.09 ***	-0.04	0.03	0.13	0.09	0.03	0.03
constant						yes		
Industry fixed-effect						yes		
Investment Type			(Software IT investment / #EMP)					
Employment Type			(#Total IT EMP / #EMP)					
No. Obs	1,914		1,914		1,279		1,279	
Prob > F	0.000		0.152		0.000		0.096	
R-squared	0.11		.		0.12		.	

表 6

Panel (c1)		Second stage				Second stage			
Dependent Var	Δ employment (2003-2004)		Δ employment (2002-2004)		Δ employment (2003-2004)		Δ employment (2002-2004)		
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	
IT Investment (2004) predicted	0.11	0.04 **	0.10	0.06 *	0.01	0.02	0.02	0.01	
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.04	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	
constant	yes				yes				
Industry fixed-effect	yes				yes				
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)				(Total IT investment / #EMP)				
Employment Type	(#In-house IT EMP / #EMP)				(#Outsourced IT EMP / #EMP)				
No. Obs	1,914		1,279		1,914		1,279		
Prob > F	0.003		0.011		0.906		0.967		
R-squared	.		0.05		0.01		.		
Panel (c2)		Second stage				Second stage			
IT Investment (2004) predicted	0.17	0.08 **	0.19	0.13	0.01	0.03	0.03	0.03	
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.05	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	
constant	yes				yes				
Industry fixed-effect	yes				yes				
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)				(Total IT investment / #EMP)				
Employment Type	(#In-house IT EMP / #EMP)				(#Outsourced IT EMP / #EMP)				
No. Obs	1,914		1,279		1,914		1,279		
Prob > F	0.078		0.094		0.930		0.998		
R-squared	.		.		0.01		.		
Panel (c3)		Second stage				Second stage			
IT Investment (2004) predicted	0.09	0.04 **	0.08	0.05 *	0.00	0.01	0.01	0.01	
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.04	0.03	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	
constant	yes				yes				
Industry fixed-effect	yes				yes				
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)				(Total IT investment / #EMP)				
Employment Type	(#In-house IT EMP / #EMP)				(#Outsourced IT EMP / #EMP)				
No. Obs	1,914		1,279		1,914		1,279		
Prob > F	0.037		0.046		0.892		0.950		
R-squared	.		.		0.0098		.		

表 7

Panel (d1)		First stage		Second stage		First stage		Second stage	
Dependent Var		IT Investment (2008)		Δ employment (2007-2008)		IT Investment (2008)		Δ employment (2006-2008)	
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	p-value
I(Tax impact 1) (2008)	0.14	0.18			0.14	0.19			
I(Tax impact 2) (2008)	0.14	0.15			0.23	0.17			
I(Tax impact 3) (2008)	0.05	0.10			-0.01	0.12			
I(Tax impact 4) (2008)	0.09	0.23			0.09	0.25			
I(Tax impact 5) (2008)	0.35	0.12 ***			0.36	0.13 ***			
I(Tax impact 6) (2008)	0.22	0.07 ***			0.23	0.08 ***			
IT Investment (2008) predicted			0.09	0.09			0.19	0.17	0.26
Δ LN_SALES (Lagged) constant	-0.02	0.03	0.03	0.01 ***	-0.02	0.04	0.07	0.03	0.01 **
Industry fixed-effect									
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)								
Employment Type	LN(#EMP)								
No. Obs	1,674		1,674		1,376		1,376		
Prob > F	0.000		0.005		0.000		0.088		
R-squared	0.24		.		0.23		.		
Panel (d2)		First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax impact 1) (2008)	-0.01	0.08			-0.02	0.09			
I(Tax impact 2) (2008)	0.05	0.07			0.10	0.08			
I(Tax impact 3) (2008)	0.06	0.05			0.03	0.06			
I(Tax impact 4) (2008)	0.14	0.11			0.14	0.11			
I(Tax impact 5) (2008)	0.13	0.06 **			0.13	0.06 **			
I(Tax impact 6) (2008)	0.09	0.03 ***			0.09	0.04 **			
IT Investment (2008) predicted			0.15	0.23			0.39	0.40	0.33
Δ LN_SALES (Lagged) constant	0.00	0.01	0.03	0.01 ***	0.00	0.02	0.07	0.03	0.01 **
Industry fixed-effect									
Investment Type	(Hardware IT investment / #EMP)								
Employment Type	LN(#EMP)								
No. Obs	1,674		1,674		1,376		1,376		
Prob > F	0.000		0.003		0.000		0.064		
R-squared	0.21		.		0.20		.		
Panel (d3)		First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax impact 1) (2008)	0.16	0.10			0.16	0.11			
I(Tax impact 2) (2008)	0.04	0.09			0.07	0.10			
I(Tax impact 3) (2008)	0.03	0.06			-0.01	0.07			
I(Tax impact 4) (2008)	-0.04	0.13			-0.04	0.14			
I(Tax impact 5) (2008)	0.18	0.07 **			0.18	0.08 **			
I(Tax impact 6) (2008)	0.14	0.04 ***			0.15	0.04 ***			
IT Investment (2008) predicted			0.18	0.16			0.32	0.31	0.30
Δ LN_SALES (Lagged) constant	-0.01	0.02	0.03	0.01 ***	0.00	0.02	0.06	0.03	0.01 **
Industry fixed-effect									
Investment Type	(Software IT investment / #EMP)								
Employment Type	LN(#EMP)								
No. Obs	1,674		1,674		1,376		1,376		
Prob > F	0.000		0.006		0.000		0.105		
R-squared	0.11		.		0.10		.		

表 8

Panel (e1)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
Dependent Var	IT Investment (2008)		Δ employment (2007-2008)		IT Investment (2008)		Δ employment (2006-2008)	
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.
I(Tax impact 1) (2008)	0.07	0.20			0.07	0.24		
I(Tax impact 2) (2008)	0.11	0.16			0.20	0.19		
I(Tax impact 3) (2008)	0.06	0.14			-0.02	0.16		
I(Tax impact 4) (2008)	0.08	0.30			0.08	0.32		
I(Tax impact 5) (2008)	0.28	0.14 **			0.27	0.15 *		
I(Tax impact 6) (2008)	0.18	0.07 **			0.20	0.09 **		
IT Investment (2008) predicted			0.09	0.10			0.38	0.23 *
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.06	0.01	0.04
constant					yes			
Industry fixed-effect					yes			
Investment Type			(Total IT investment / #EMP)					
Employment Type			(#Total IT EMP / #EMP)					
No. Obs		1,156		1,156		884		884
Prob > F		0.000		0.043		0.000		0.026
R-squared		0.26		0.08		0.25		.
Panel (e2)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax impact 1) (2008)	-0.04	0.09			-0.06	0.11		
I(Tax impact 2) (2008)	0.04	0.07			0.09	0.09		
I(Tax impact 3) (2008)	0.06	0.07			0.02	0.08		
I(Tax impact 4) (2008)	0.20	0.14			0.19	0.15		
I(Tax impact 5) (2008)	0.12	0.06 *			0.12	0.07 *		
I(Tax impact 6) (2008)	0.07	0.03 *			0.08	0.04 *		
IT Investment (2008) predicted			0.37	0.25			0.76	0.43 *
Δ LN_SALES (Lagged)	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.04
constant					yes			
Industry fixed-effect					yes			
Investment Type			(Hardware IT investment / #EMP)					
Employment Type			(#Total IT EMP / #EMP)					
No. Obs		1,156		1,156		884		884
Prob > F		0.000		0.303		0.000		0.022
R-squared		0.22		.		0.22		.
Panel (e3)	First stage		Second stage		First stage		Second stage	
I(Tax impact 1) (2008)	0.13	0.11			0.16	0.14		
I(Tax impact 2) (2008)	0.03	0.09			0.06	0.11		
I(Tax impact 3) (2008)	0.05	0.08			0.02	0.09		
I(Tax impact 4) (2008)	-0.06	0.18			-0.07	0.19		
I(Tax impact 5) (2008)	0.11	0.08			0.10	0.09		
I(Tax impact 6) (2008)	0.14	0.04 ***			0.15	0.05 ***		
IT Investment (2008) predicted			-0.01	0.21			0.54	0.31 *
Δ LN_SALES (Lagged)	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.03
constant					yes			
Industry fixed-effect					yes			
Investment Type			(Software IT investment / #EMP)					
Employment Type			(#Total IT EMP / #EMP)					
No. Obs		1,156		1,156		884		884
Prob > F		0.000		0.009		0.000		0.000
R-squared		0.11		0.10		0.10		.

表 9

Panel (f1)		Second stage				Second stage			
Dependent Var	Δ employment (2007-2008)		Δ employment (2006-2008)		Δ employment (2007-2008)		Δ employment (2006-2008)		
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	
IT Investment (2008) predicted	0.01	0.07	0.24	0.13 *	0.01	0.02	0.07	0.05	
Δ LN_SALES (Lagged)	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	
constant			yes				yes		
Industry fixed-effect			yes				yes		
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)				(Total IT investment / #EMP)				
Employment Type	(#In-house IT EMP / #EMP)				(#Outsourced IT EMP / #EMP)				
No. Obs	1,595		1,290		1,169		895		
Prob > F	0.000		0.000		0.114		0.923		
R-squared	0.11		.		0.04		.		
Panel (f2)		Second stage				Second stage			
IT Investment (2008) predicted	0.10	0.15	0.55	0.29 *	0.05	0.05	0.14	0.10	
Δ LN_SALES (Lagged)	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	
constant			yes				yes		
Industry fixed-effect			yes				yes		
Investment Type	(Hardware IT investment / #EMP)				(Hardware IT investment / #EMP)				
Employment Type	(#In-house IT EMP / #EMP)				(#Outsourced IT EMP / #EMP)				
No. Obs	1,595		1,290		1,169		895		
Prob > F	0.002		0.000		0.142		0.860		
R-squared	0.09		.		0.00		.		
Panel (f3)		Second stage				Second stage			
IT Investment (2008) predicted	-0.05	0.16	0.37	0.19 *	-0.01	0.04	0.10	0.07	
Δ LN_SALES (Lagged)	0.00	0.00	-0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	
constant			yes				yes		
Industry fixed-effect			yes				yes		
Investment Type	(Software IT investment / #EMP)				(Software IT investment / #EMP)				
Employment Type	(#In-house IT EMP / #EMP)				(#Outsourced IT EMP / #EMP)				
No. Obs	1,595		1,290		1,169		895		
Prob > F	0.000		0.000		0.094		0.795		
R-squared	0.08		0.02		0.00		0.02		

表 10

Panel (g1)	Second stage				Second stage			
Dependent Var	$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$ (2003-2004)		$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$ (2002-2004)		$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$ (2007-2008)		$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$ (2006-2008)	
Independent Var	Coef.	Robust S.E.						
IT Investment (2004 or 2008) predicted	0.08	0.05 *	0.14	0.07 **	-0.05	0.18	0.09	0.21
$\Delta \text{LN_SALES}$ (Lagged)	0.08	0.05	-0.02	0.05	0.03	0.04	0.06	0.04
constant			yes				yes	
Industry fixed-effect			yes				yes	
Investment Type IV	(Total IT investment / #EMP) 1(Tax is effective) (2004)				(Total IT investment / #EMP) 1(Tax impact 1~6) (2008)			
No. Obs	1,069		702		766		690	
Prob > F	0.000		0.000		0.039		0.000	
R-squared	.		.		0.02		0.03	
Panel (g2)	Second stage				Second stage			
IT Investment (2004 or 2008) predicted	0.11	0.07	0.20	0.10 *	-0.15	0.39	0.23	0.43
$\Delta \text{LN_SALES}$ (Lagged)	0.08	0.06	-0.03	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04
constant			yes				yes	
Industry fixed-effect			yes				yes	
Investment Type IV	(Total IT investment / #EMP) 1(Tax is effective) (2004)				(Total IT investment / #EMP) 1(Tax impact 1~6) (2008)			
No. Obs	1,069		702		766		690	
Prob > F	0.000		0.000		0.070		0.000	
R-squared	.		.		0.02		0.02	
Panel (g3)	Second stage				Second stage			
IT Investment (2004 or 2008) predicted	0.07	0.04 *	0.12	0.06 **	0.00	0.21	0.06	0.21
$\Delta \text{LN_SALES}$ (Lagged)	0.09	0.06	-0.01	0.04	0.03	0.04	0.06	0.04
constant			yes				yes	
Industry fixed-effect			yes				yes	
Investment Type IV	(Total IT investment / #EMP) 1(Tax is effective) (2004)				(Total IT investment / #EMP) 1(Tax impact 1~6) (2008)			
No. Obs	1,069		702		766		690	
Prob > F	0.000		0.000		0.015		0.000	
R-squared	.		.		0.0275		0.0384	

表 11

Panel (h1)		OLS				OLS				OLS			
Dependent Var	ΔLN(#EMP) (2003-2004)		ΔLN(#EMP) (2002-2004)		Δ(#Total IT EMP / #EMP) (2003-2004)		(#Total IT EMP / #EMP) (2002-2004)		ΔLN(Labor productivity) (2003-2004)		ΔLN(Labor productivity) (2002-2004)		
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	
Δ IT Investment	-0.03	0.01 ***	-0.03	0.01 ***	0.08	0.01 ***	0.10	0.01 ***	0.02	0.01 ***	0.02	0.01 **	
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.03	0.02	0.25	0.02 ***	-0.01	0.02	0.04	0.02	0.09	0.06	0.05	0.04	
constant			yes				yes				yes		
Industry fixed-effect			yes				yes				yes		
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)				(Total IT investment / #EMP)				(Total IT investment / #EMP)				
No. Obs	1,914		1,279		1,914		1,279		1,069		1,065		
Prob > F	0.000		0.000		0.000		0.000		.		.		
R-squared	0.04		0.01		0.06		0.13		0.04		0.03		
Panel (h2)		OLS				OLS				OLS			
Δ IT Investment	-0.02	0.01 ***	-0.03	0.01 ***	0.09	0.01 ***	0.07	0.01 ***	0.02	0.01 **	0.01	0.01	
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.03	0.02	0.03	0.02	-0.02	0.02	0.03	0.02	0.09	0.06	0.05	0.04	
constant			yes				yes				yes		
Industry fixed-effect			yes				yes				yes		
Investment Type	(Hardware IT investment / #EMP)				(Hardware IT investment / #EMP)				(Hardware IT investment / #EMP)				
No. Obs	1,914		1,279		1,914		1,279		1,069		1,065		
Prob > F	0.000		0.000		0.000		0.000		.		.		
R-squared	0.03		0.05		0.05		0.07		0.04		0.03		
Panel (h3)		OLS				OLS				OLS			
Δ IT Investment	-0.03	0.01 ***	-0.03	0.01 ***	0.06	0.01 ***	0.05	0.01 ***	0.01	0.01	0.03	0.01 ***	
Δ LN_SALES (Lagged)	-0.03	0.02	0.02	0.02	-0.02	0.02	0.04	0.02 *	0.09	0.06	0.05	0.04	
constant			yes				yes				yes		
Industry fixed-effect			yes				yes				yes		
Investment Type	(Software IT investment / #EMP)				(Software IT investment / #EMP)				(Software IT investment / #EMP)				
No. Obs	1,914		1,279		1,914		1,279		1,069		1,065		
Prob > F	0.000		0.000		0.003		0.003		.		.		
R-squared	0.04		0.05		0.03		0.05		0.03		0.04		

表 12

Panel (1)		Second stage		Second stage		Second stage		Second stage				
Dependent Var	$\Delta \text{LN}(\# \text{EMP})$ (2003-2004)	$\Delta \text{LN}(\# \text{EMP})$ (2002-2004)	$\Delta(\# \text{Total IT EMP} / \# \text{EMP})$ (2003-2004)	$\Delta(\# \text{Total IT EMP} / \# \text{EMP})$ (2002-2004)	$\Delta(\# \text{in-house IT EMP} / \# \text{EMP})$ (2003-2004)	$\Delta(\# \text{in-house IT EMP} / \# \text{EMP})$ (2002-2004)	$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$ (2003-2004)	$\Delta \text{LN}(\text{Labor productivity})$ (2002-2004)				
Independent Var	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.	Coef.	Robust S.E.				
$\Delta \text{IT Investment predicted}$	0.04	0.08	0.07	0.07	0.29	0.15 *	0.19	0.11 *	0.30	0.29	0.17	0.18
$\Delta \text{LN_SALES (Lagged)}$	-0.03	0.03	0.02	0.02	-0.01	0.04	0.03	0.02	0.07	0.08	0.04	0.04
constant			yes	yes			yes	yes			yes	yes
Industry fixed-effect			yes	yes			yes	yes			yes	yes
Investment Type	(Total IT investment / #EMP)											
IV	I(Tax is effective) (2004)											
No. Obs	1,914	1,279	1,914	1,279	1,914	1,279	1,069	1,065	(Total IT investment / #EMP)			
Prob > F	0.254	0.008	0.652	0.075	0.426	0.034	0.000	0.000	I(Tax is effective) (2004)			
R-squared						0.04						
Panel (2)		Second stage		Second stage		Second stage		Second stage				
$\Delta \text{IT Investment predicted}$	0.14	0.32	0.16	0.19	0.98	1.20	0.42	0.35	1.53	5.05	0.24	0.27
$\Delta \text{LN_SALES (Lagged)}$	-0.03	0.02	0.01	0.03	-0.03	0.06	-0.01	0.02	0.05	0.23	0.06	0.05
constant			yes	yes			yes	yes			yes	yes
Industry fixed-effect			yes	yes			yes	yes			yes	yes
Investment Type	(Hardware IT investment / #EMP)											
IV	I(Tax is effective) (2004)											
No. Obs	1,914	1,279	1,914	1,279	1,914	1,279	1,069	1,065	(Hardware IT investment / #EMP)			
Prob > F	0.826	0.116	1.000	0.934	1.000	0.803	0.000	0.000	I(Tax is effective) (2004)			
R-squared												
Panel (3)		Second stage		Second stage		Second stage		Second stage				
$\Delta \text{IT Investment predicted}$	0.05	0.10	0.07	0.07	0.36	0.22 *	0.19	0.12	0.32	0.31	0.13	0.13
$\Delta \text{LN_SALES (Lagged)}$	-0.03	0.03	0.02	0.02	-0.05	0.04	0.03	0.02	0.06	0.07	0.04	0.04
constant			yes	yes			yes	yes			yes	yes
Industry fixed-effect			yes	yes			yes	yes			yes	yes
Investment Type	(Software IT investment / #EMP)											
IV	I(Tax is effective) (2004)											
No. Obs	1,914	1,279	1,914	1,279	1,914	1,279	1,069	1,065	(Software IT investment / #EMP)			
Prob > F	0.276	0.017	0.453	0.187	0.233	0.102	0.000	0.000	I(Tax is effective) (2004)			
R-squared												