

DP/22-1

経済財政分析ディスカッション・ペーパー

人への投資が
企業のデジタル化に及ぼす効果

鈴木 源一郎・久保 達郎

Economic Research Bureau

CABINET OFFICE

内閣府政策統括官（経済財政分析担当）付

本稿は、政策統括官（経済財政分析担当）のスタッフ及び外部研究者による研究成果を取りまとめたもので、学界、研究機関等、関連する方々から幅広くコメントを頂くことを意図している。ただし、本稿の内容や意見は、執筆者個人に属するものである。

内容

1. はじめに	1
2. 関連研究	5
3. データと分析方法	7
4. 分析結果	10
5. まとめ	13
参考文献	14
参考図表	16

人への投資が企業のデジタル化に及ぼす効果*

鈴木 源一郎[†]・久保 達郎[‡]

【要旨】

本稿は、2009～2019年度の「企業活動基本調査」の調査票情報を用いて、人材への教育訓練投資が、企業のソフトウェア投資の補完的な役割を果たすことを確認した。主な結果は以下の通りである。第一に、教育訓練ストックを説明変数に加えたソフトウェア投資関数からは、教育訓練ストックの増加がソフトウェア投資を押し上げることが確認された。第二に、ソフトウェア投資が企業の生産性を押し上げる効果は、教育訓練投資を積極的に行っている企業群で大きい傾向が確認された。第三に、ソフトウェア投資が一人当たり賃金に与える影響についても、教育訓練投資を積極的に行っている企業群で大きい傾向が確認された。これらの結果は、人的資本の制約が、デジタル化の足かせとなっていると指摘する企業の声と整合的であり、IT投資と同時に、人材への教育訓練投資を同時に実行していくことが、企業の成長と雇用者の労働生産性・賃金上昇の両面から重要である可能性を示唆している。

* 本稿の作成において、内閣府の村山裕氏、松多秀一氏、水田豊氏、細田和希氏から有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝を申し上げる。ただし、本稿に残された誤りはいうまでもなく筆者の責に帰すものである。また、本論文で示された見解は筆者の個人的なものであり、必ずしも内閣府の見解を示すものではない。

[†] 内閣府参事官補佐

[‡] 内閣府政策調査員

1. はじめに

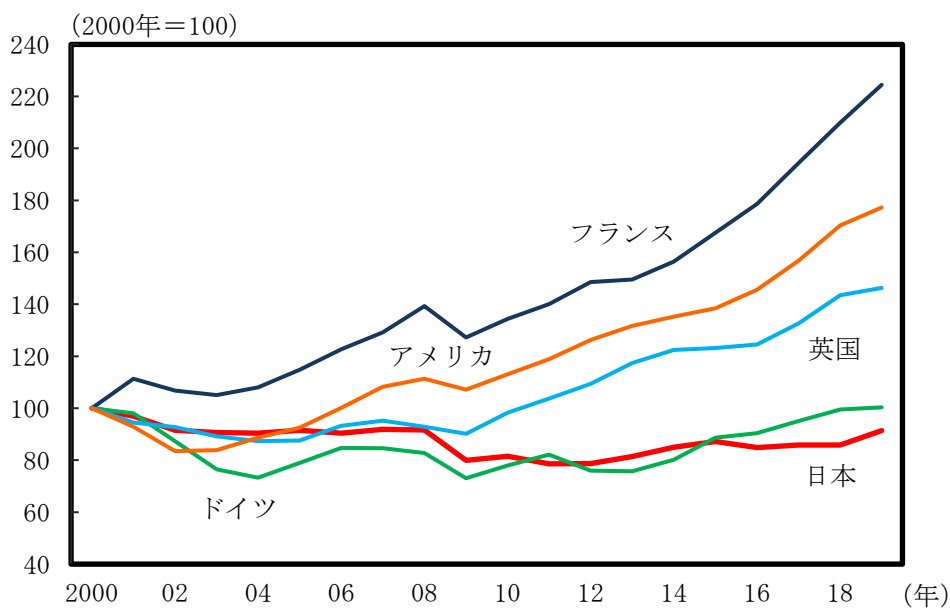
新型コロナウイルス感染症による社会変革に対応しつつ、中長期的に、少子高齢化の人口動態による逆風が続く我が国経済の活力を維持・向上させていくための手段として、デジタル化の加速が重要課題となっている。

もっとも、我が国のデジタル化の歩みは、諸外国に劣後してきたという評価が多い。Fukao et al. (2015) は、1990年代以降の我が国のIT投資は米国対比で遅れをとってきた点を指摘しているほか、宮川・金(2010) は、1990年代中盤の日本経済の低迷の原因を、我が国のIT技術の役割に求めている。実際、OECDのデータを用いて、2000年以降のIT投資額の伸び率を国際比較すると、諸外国ではIT投資が増加傾向にあるのに対し、我が国は横ばい圏内の動きとなっている(図表1)。特に、リーマンショック以降は、相対的な伸び悩みが顕著になっており、同様の傾向はIT投資を就業者一人当たりでみた場合にも確認される(図表2)。また、IT資本の生産性(=GDP/IT資本ストック)をみると、諸外国対比で低い水準にとどまっており、IT投資を付加価値向上に十分結び付けられていない(図表3)。図表3は、分子のGDPが非IT資産や労働投入などの様々な要因により変動するため、これだけをもって我が国のIT資産の付加価値創出効果が低いと判断することはできないが、経済産業研究所(2007)は、日米韓の企業を対象に実施されたアンケート調査の結果をもとに、日本では「新製品・サービスの開発、新規事業の開拓」「主要事業の競争力強化」などの調査対象となっている経営課題の全てにおいて、IT投資の貢献度が低い傾向にあることを報告している¹。このように、我が国のIT投資は、「量」と「質」の両面で課題があると考えられる。こうした認識は、感染症の拡大以前から存在しており、Society5.0²の実装に向けた取組が進められてきたところであるが、感染症の拡大以降の環境変化——例えば、テレワークや非対面型サービスの広がり——を受けて、企業のデジタル化の実装の必要性はより一層高まっている。

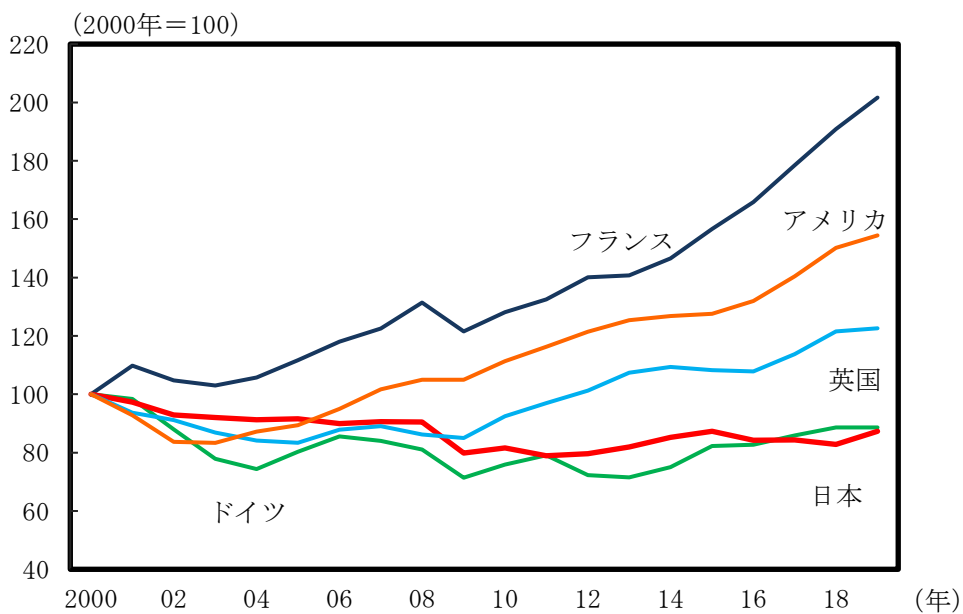
¹ そのほかにも、元橋(2010)、Atrostic et.al(2008)は、日本企業が米国企業対比でIT技術を有効活用できていない可能性を指摘している。

² Society5.0は、「第5期科学技術基本計画(平成28年度～32年度(令和2年度))」において、我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱され、狩猟社会(Society1.0)、農耕社会(Society2.0)、工業社会(Society3.0)、情報社会(Society4.0)に続く、新たな社会を指す。より具体的には、IoTで全ての人とモノが繋がることで、新たな価値の創造が可能になるほか、AI(人工知能)やロボット・自動走行といった新たな技術により、少子高齢化をはじめとする様々な課題の克服を目指すものである。

図表 1. 諸外国の I T 投資額の推移

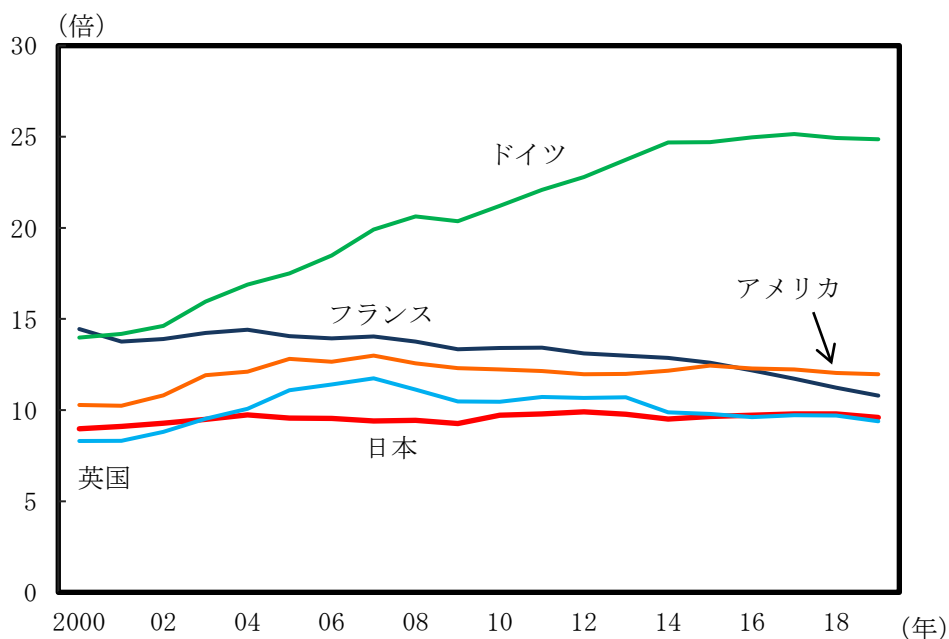


図表 2. 諸外国の I T 投資額の推移 (就業者一人当たり)



(備考) 1. OECD.Stat により作成。I T 資産は有形資産と無形資産の合計。
 2. 自国通貨ベースの名目値。

図表 3. 諸外国の I T 資本の生産性



(備考) 1. OECD.Stat により作成。I T 資産は有形資産と無形資産の合計。

2. I T 資本生産性=名目 GDP / 名目 I T 資本ストック。

また、デジタル化と並んで、カーボンニュートラルに向けた社会の脱炭素化も国際的な課題として重要度が高まっている。電源構成に占める再生可能エネルギー比率の引き上げや、機器の省エネ化に向けて、デジタル技術が大きな役割を果たすとみられており（所謂、「グリーン by デジタル」）、脱炭素化の達成に向けても、デジタル技術の有効活用に期待が高まっている。

我が国のデジタル化の遅れについては、様々な要因が複合的に作用した結果と考えられるが、人的資本の蓄積の不足が原因として指摘されることも多い。例えば、金・権（2013）は、I T を十分活用するために組織改編や労働者の訓練のような補完的な投資や資産が必要であることを指摘した Bresnahan et al.（2002）を引用しつつ、日本では I T 技術を活用するために必要な組織改編への支出や労働者に対する O f f - J T が格段に少ないことを挙げ、このことが日本における I T 投資不足の第一の原因であると指摘している。実際に、独立行政法人情報処理推進機構（2021）において日米企業を対象に実施されたアンケートを見ると、デジタルトランスフォーメーション戦略を担う人材の量の不足を感じる企業の割合は、米国の 43.1% に対して日本では 76% に達している。総務省（2021）は、我が国がデジタル化で遅れを取った理由について、（1）ウォーターフォール型のシステム開発が中心であり変化を前提としたアジャイル開発の導入が遅れている、（2）外部委託の形で実施されることが多くユーザー企業でノウハウが蓄積されにくい、（3）I T 人材がユーザー企業

を中心に不足している、(4) 過去の成功体験により抜本的な変革が行われにくい、(5) プライバシー漏洩への不安から抵抗感を示す人が一定数存在してきた、(6) デジタルリテラシーが十分でないとの認識からデジタル化の推進に対し消極的になりやすい、という6つを列挙している。このうち、(4) と (5) を除けば、いずれもユーザー企業におけるIT関連の人的資本の不足が根本的な問題であると考えられる³。

こうした問題意識から、本稿では、企業の人的資本の蓄積に大きな影響を与えると考えられる教育訓練投資がIT投資の「量」に及ぼす影響の計測(分析方法①)と、教育訓練投資がIT投資の「質」に及ぼす影響の計測(分析方法②)という2つのアプローチにより、人への投資がデジタル化の進展にあたってどの程度重要な意味を持つのか検証している(図表4)。なお、ここではIT投資の「質」は、IT投資の増加が、労働生産性と賃金の増加に結び付くのかという観点で計測している。また、IT投資の代理変数としてソフトウェア投資を用いているほか、教育訓練投資は、IT分野に限定されないOff-JTを対象としている。

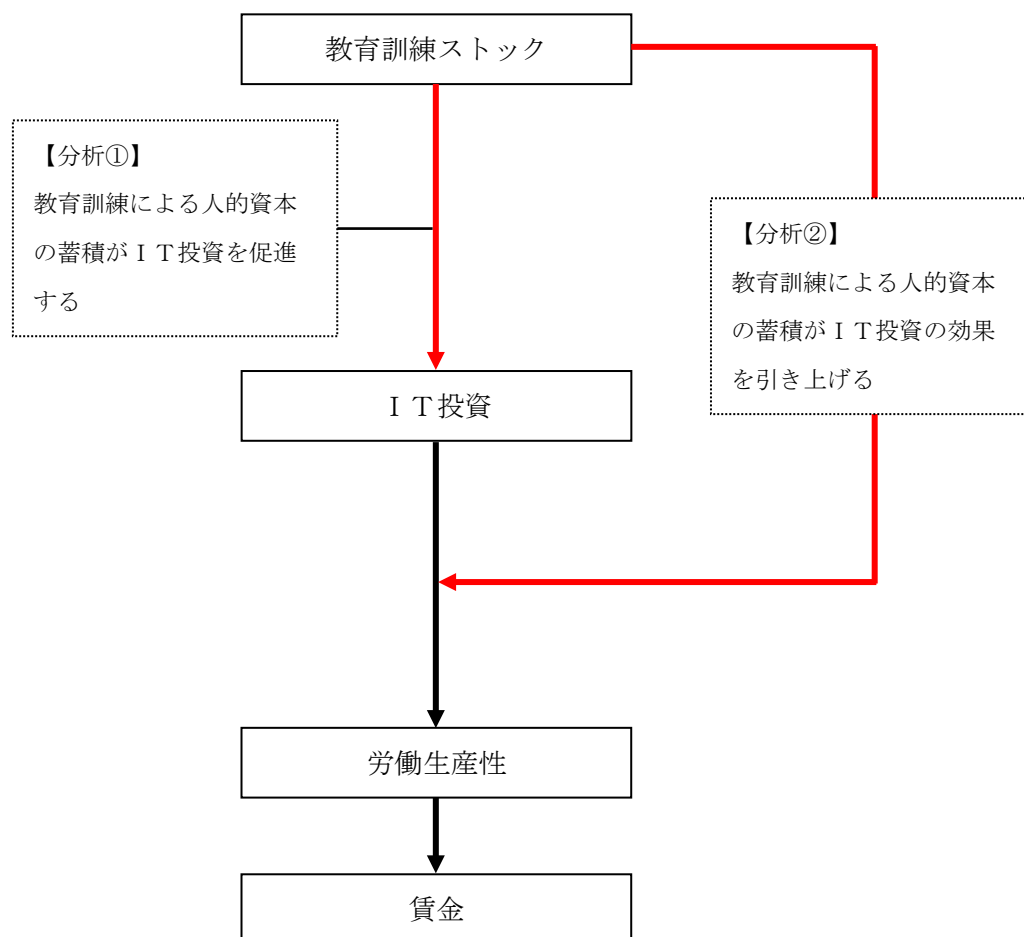
主な結果は以下の通りである⁴。第一に、教育訓練ストックを説明変数に加えたソフトウェア投資関数からは、教育訓練ストックの増加がソフトウェア投資を押し上げることが確認された(分析結果①)。第二に、ソフトウェア投資が企業の生産性を押し上げる効果は、教育訓練投資を積極的に行っている企業群で大きい傾向が確認された(分析結果②)。第三にソフトウェア投資が一人当たり賃金に与える影響についても、教育訓練投資を積極的に行っている企業群で大きい傾向が確認された(分析結果②)。これらの結果は、人的資本の制約が、デジタル化の足かせとなっていると指摘する企業の声と整合的であり、デジタル投資と同時に、人材への教育訓練投資を同時に実行していくことが、企業の成長と雇用者の労働生産性・賃金の引上げの両面から重要である可能性を示唆している。

本稿の構成は下記の通りである。2節で関連研究について紹介する。3節では使用しているデータと分析手法について解説する。4節で推計結果について考察している。5節はまとめである。

³ 間接的ではあるが、ITリテラシーの不足によって、デジタル技術の活用に伴う費用と便益の比較検討が適切に行われず、従来の経営手法と決別する決断を難しくしている可能性があるほか、漠然としたデータ利活用に対するプライバシーへの懸念に繋がっている可能性もある。そのため、ITに関する人的資本の蓄積が進むことで、(4) と (5) も幾分緩和すると考えることもできる。

⁴ このうち分析結果②の一部は、内閣府政策統括官(2022)で先行して紹介している。

図表 4. 分析の目的



2. 関連研究

我が国において、企業のIT投資額の決定要因を分析した宮川・浜潟（2004）は、投資関数の説明変数としてキャッシュフローの係数が有意な正の値であり、IT投資は、現在の資金制約の影響を大きく受ける可能性を指摘している。また、森川（2015）は、加速度原理型の投資関数を用いて、無形資産投資関数を推計している。その結果、無形資産全体についてもキャッシュフローに大きく依存して投資決定がなされていると結論づけられている。もっとも、これらの先行研究では、デジタル化に影響する要因として定性的に聞かれることの多い人的資本を投資関数に組み込んでいない。海外の先行研究をみると、中国企業を対象としたYang et al.（2018）や、イタリア企業を対象としたArrighetti et al.（2014）は、人的資本の蓄積が進んでいる企業ほどIT投資を含む無形資産投資を実行する確率が上がることを指摘している。また、国内においても、金・権（2013）は、情報関連費用の対売上高比率が、ITに関する教育・研修を実行している企業ほど増える傾向を報告している。この

背景について、Yang et al. (2018)では、人的資本が十分に蓄積された企業では、導入された新技術をより有効に活用できるほか、導入に必要なコストも削減する工夫が生まれやすいことから、費用対効果の側面から、無形資産投資が実行されやすいとしている。また、企業ではなく国際パネルデータを用いた分析ではあるが、Thum-Thyssen et al. (2017)は、各国の無形資産投資関数を推計し、投資の決定要因として大学教育の水準が極めて重要であると指摘している。こうした先行研究を踏まえ、本稿の分析方法①では、森川 (2015) で用いられている一般的な投資関数に依拠しつつ、企業の教育訓練ストックを明示的に組み込んだ形に拡張したソフトウェア投資関数を推計している。

以上はIT投資の主として「量」に関する関連研究の紹介であるが、IT投資の「質」についても、人的資本との関係から分析した例として、内閣府 (2018) がある。この先行研究では、独自に実施したアンケート調査の結果を用いたパネルデータを構築し、IoTやAIといった新規技術の導入に際して、教育訓練を同時に実行した企業は、そうでない企業よりも、新規技術の導入による生産性上昇効果が大きいことを示している。また、日本生産性本部 (2020) においても、アンケート結果を集計し、IT技術に関する社内教育を充実させている企業は、そうでない企業よりもIT技術導入後の生産性が高い傾向を報告している。Thum-Thyssen et al. (2017) は、人的資本や研究開発資本などの無形資産には、他の無形資産の価値を高める補完的な特性があり、その中でも人的資本は補完効果が特に大きいと整理している。すなわち、働き手である人材が、その企業の保有するIT技術などの資産を活用して、付加価値を生み出すことを踏まえると、人材への投資を伴ってこそ、他の投資の効果も最大化される可能性がある (図表5)。無形資産投資の効果の測定については、森川 (2018) が、本稿と同様に経済産業省「企業活動基本調査」を用いて、企業の労働生産性や賃金を被説明変数とした推計を行っており、定式化にあたっては本研究に依拠している。

図表5. 無形資産投と他の投資項目がもつシナジー・補完性の強さ

情報化資産		革新的資産			経済的競争力			
ソフトウェア	データベース	研究開発	著作権	デザイン	ブランド	人的資本	組織資本	マーケット情報
潜在的に高い	潜在的に高い	高い	潜在的に高い	潜在的に高い	潜在的に高い	非常に高い	潜在的に高い	高い

(備考) Thum-Thyssen et al. (2017)を参考に作成。

3. データと分析方法

3-1. データ

分析に用いるデータは、経済産業省「企業活動基本調査」の調査票情報である。本調査の対象は従業員 50 人以上かつ資本金額又は出資金額 3,000 万円以上の国内企業であり、毎年のサンプル企業は約 3 万社である。調査は 1992 年に開始されているが、2007 年調査（2006 年度実績）から無形固定資産の内訳としてソフトウェアのストックデータ⁵が調査対象に加わっているほか、2010 年調査（2009 年度実績）から能力開発費⁶が加わっている点が特徴として挙げられる。本稿では、これらの情報も用いることで、IT 投資（ソフトウェア投資）の「量」及び「質」と教育訓練投資（能力開発費）との関係について分析する。

3-2. 分析方法①：IT 投資の量と教育訓練投資の関係

一つ目の分析として、人材への教育訓練投資と IT 投資の量の関係を見る。具体的には、無形資産投資のキャッシュフロー感応度を推計した森川（2015）の定式化を参考に、説明変数の中に教育訓練ストックを組み込んだソフトウェア投資関数を推計した。実際に推計する式は以下の通りである。

$$\frac{I_{i,t}}{K_{i,t-1}} = \alpha + \beta_1 \frac{CF_{i,t}}{K_{i,t-1}} + \beta_2 \Delta S_{i,t} + \beta_3 \frac{Training_{i,t}}{K_{i,t-1}} + \lambda_{j,t} + \eta_i + \varepsilon_{i,t}$$

ただし、 $I_{i,t}$ はソフトウェア投資⁷、 $K_{i,t-1}$ は期首（前期末）の総固定資産、 $CF_{i,t}$ はキャッシュフロー、 $\Delta S_{i,t}$ は売上高伸び率⁸、 $Training_{i,t}$ は教育訓練ストック、 $\lambda_{j,t}$ は産業×年次ダミー、 η_i は企業固定効果、 $\varepsilon_{i,t}$ は攪乱項である。

投資関数の先行研究では、投資機会の代理変数としての「トービンの q」を主たる説明変数とした例が多いが、企業活動基本調査のサンプル企業の多くは非上場企業であり、「トービンの q」の計算に必要な株式市場価値が利用できない。そこで、本稿と同様に企業活動基

⁵ フローデータである「ソフトウェア投資」は調査対象となっていない。

⁶ 講師・指導員経費、教材費、外部施設使用料、研修参加費及び研修委託費、大学への派遣・留学関連費用、大学・大学院等への自費留学にあたっての授業料の助成等。なお、企業による教育訓練の費用は、普段の仕事をしながら企業内訓練を行う OJT にかかる費用と、普段の仕事から離れた訓練のための Off-JT 費用に大別されるが、企業活動基本調査における能力開発費は定義上後者のみを含む。

⁷ ソフトウェア投資額は調査対象となっていないため、 t 期のソフトウェアストックから $t-1$ 期のソフトウェアストックの値を差し引いた純投資額とした。

⁸ 森川（2015）同様、2年間の平均を採用している。

本調査の調査票データを用いて投資関数を推計した森川（2015）にならい、「トービンの q」に代わる説明変数として、売上高伸び率を使用した加速度原理型の投資関数を用いた。また、森川（2015）のほか、投資関数の推計を行ったその他の複数の先行研究（Blundell et al.（1992）、深尾ほか（2021）など）で、資金制約をコントロールする変数として採用されているキャッシュフローも説明変数に加えている。そのほか、産業×年次ダミーにより、各産業に固有の経済環境の時系列変化をコントロールしているほか、企業固定効果により、個別企業の事業内容などの差に起因する投資水準の差もコントロールしている。

さらに、本稿では、この標準的な投資関数を拡張し、企業による人材への教育訓練投資が I T 投資に与える影響について計測するため、設備投資関数の推計で一般的に用いられている上記の変数に加え、教育訓練ストックを説明変数として採用している。フローの能力開発費ではなく、ストック額を用いるのは、先行研究で示された人的資本の蓄積が I T 投資に与える影響をみることに加え、ソフトウェア投資と能力開発費が同時決定である場合のバイアス（ソフトウェア投資の変動による能力開発費への影響）を軽減するためである。ただし、企業活動基本調査で調査されている能力開発費は、年間のフロー額である。そのため、森川（2018）では、無形資産投資の代表的な先行研究（Corrado et al.（2009）、Fukao et al.（2009））で使用されている減耗率を用いて、能力開発費の 5 年間累積値から教育訓練ストック額を推計しており、本稿もこれにならうこととする。そのため、推計データの開始期は 2013 年度（2009 年度～2013 年度のフロー額から計算）となる⁹。

推計は森川（2015）同様、固定効果により行う。対象データは、推計期間が 2013 年度～2019 年度、企業数が 31,003 社（製造業が 13,261 社、非製造業が 17,742 社）のアンバランスなパネルデータである。また、森川（2015）にならい、ソフトウェア投資とキャッシュフローについて、総固定資産の±10 倍を超えるサンプルは異常値として除外する¹⁰。

3-3. 分析方法②：I T 投資の質と教育訓練投資の関係

二つ目の分析として、人材への教育訓練投資と I T 投資の効果の関係をみる。具体的には、企業の無形資産投資が労働生産性や賃金に与える効果を検証した森川（2018）の定式化を参考に、企業の教育訓練投資の積極度に応じて、ソフトウェア投資が労働生産性や賃金を押し上げる効果が異なるのかを推計した。

まず、定式化の基本的な考え方を説明する。ソフトウェア投資を含む無形資産投資が労働生産性に与える効果を推計するために、被説明変数を労働生産性、説明変数を各投資項目とする固定効果モデルを推計することが出発点となる。ただし、被説明変数である労働生産性の変動が、各投資項目に影響を与える逆の因果（内生性）を軽減するために、説明変数の各

⁹ 各変数の具体的な計算方法は参考図表 1 を参照のこと。

¹⁰ 基礎統計量については参考図表 2 を参照のこと。

投資項目は、投資フロー額ではなく投資ストック額を用いる。能力開発費同様、企業活動基本調査で調査されている無形資産投資の多くは年間投資フロー額である。そのため、上記同様に Corrado et al. (2009)、Fukao et al. (2009) で使用されている減耗率を用いて、投資フロー額の 5 年間累積値から投資ストック額を推計する。そのため、推計データの開始期は 2013 年度 (2009 年度～2013 年度のフロー額から計算) となる¹¹。

さらに、先行研究にはない本稿での新たな試みとして、教育訓練投資の積極度に応じて、企業を 3 グループに分ける (上位グループ、中位グループ、下位グループ)。そして、このダミー変数とソフトウェアストック額の交差項の係数を推計することで、3 グループの間で、ソフトウェア投資が労働生産性に及ぼす効果が異なるのかを計測する。実際に推計する式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \ln(LP_{i,t}) = & \alpha + \beta \ln(Training_{i,t}) + \gamma_1 Dum1_i \times \ln(Software_{i,t}) \\ & + \gamma_2 Dum2_i \times \ln(Software_{i,t}) + \gamma_3 Dum3_i \times \ln(Software_{i,t}) \\ & + \delta \ln(Tangible_{i,t}) + \theta \ln(RD_{i,t}) + \mu \ln(Adv_{i,t}) + \rho Part_{i,t} + \lambda_{j,t} \\ & + \eta_i + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

ただし、 $LP_{i,t}$ は労働生産性、 $Training_{i,t}$ は従業者一人当たり教育訓練ストック、 $Dum1_i \sim Dum3_i$ はそれぞれ上位～下位グループに属する場合に 1 をとるダミー変数、 $Software_{i,t}$ は従業者一人当たりソフトウェアストック、 $Tangible_{i,t}$ は従業者一人当たり有形固定資産ストック、 $RD_{i,t}$ は従業者一人当たり研究開発ストック、 $Adv_{i,t}$ は従業者一人当たり広告宣伝ストック、 $Part_{i,t}$ はパート比率、 $\lambda_{j,t}$ は産業×年ダミー、 η_i は企業固定効果、 $\varepsilon_{i,t}$ は攪乱項である。なお、ソフトウェア以外の有形・無形固定資産ストックは資本装備率、パート比率は労働者の労働時間と質の違いによる影響をそれぞれコントロールするための変数である。

次に、上位～下位グループの具体的な分類方法を説明する。今回は、2013 年度から 2019 年度にかけての従業者一人当たり教育訓練ストック伸び率によって、企業を 3 グループに分ける方法を採用した。具体的には、2013 年度から 2019 年度にかけての従業者一人当たり教育訓練ストックの伸び率が 66 パーセント超の企業を「上位グループ (年平均増加率の中央値: +18.2%)」、33 パーセント超～66 パーセント以下の企業を「中位グループ (同: +2.4%)」、33 パーセント以下の企業を「下位グループ (同: ▲12.4%)」に分類した。

推計は森川 (2018) 同様、固定効果により行う。対象データは、推計期間が 2013 年度～2019 年度、企業数が 2,824 社 (製造業が 1,906 社、非製造業が 918 社) のアンバランスなパネルデータである。また、IT 投資の「質」の高まりの評価軸として、労働生産性だけでなく賃金を採用した場合についても検証するため、被説明変数を従業者一人当たり賃金と

¹¹ 各変数の具体的な計算方法は参考図表 1 を参照のこと。

したモデルについても推計を行う。なお、2013年度又は2019年度の従業員一人当たり教育訓練ストックが0（又は未回答）の企業は、この間の伸び率が計算できず、3グループへの分類ができないことから、分析対象から除外している¹²。

4. 分析結果

4-1. 分析結果①：IT投資の量と教育訓練投資の関係

教育訓練投資がIT投資の「量」に与える影響について検証した結果を図表6に示した。キャッシュフローと教育訓練ストックの係数はプラスかつ1%水準で有意となっており、教育訓練ストック（期首の総固定資産比）が1%ポイント上昇すると、ソフトウェア投資（期首の総固定資産比）が0.059%ポイント程度上昇する結果となっている¹³。

この結果は、教育訓練投資による人的資本の蓄積の程度が、企業の内部資金同様に、設備投資量の決定要因となっている可能性を示唆しており、IT投資を実行できる人材の不足が、デジタル化の遅れの一因であると指摘する先行研究と整合的である。

図表6. IT投資の量と教育訓練投資の関係

説明変数	
キャッシュフロー	0.016*** (0.002)
売上高増加率（2年平均）	-0.0001 (0.003)
教育訓練ストック	0.059*** (0.020)
観測数	124,692
Within R ²	0.011

- (備考) 1. 被説明変数はソフトウェア投資（期首の総固定資産比）。
 2. キャッシュフロー、教育訓練ストックは期首の総固定資産比。
 3. *は10%水準、**は5%水準、***は1%水準で有意であることを示す。
 4. 括弧内の数値はクラスター頑健標準誤差を表す。

¹² 基礎統計量については参考図表2を参照のこと。

¹³ 売上高増加率の係数は有意とならなかったが、教育訓練ストックを除いたモデルを推計しても同様であった（参考図表3）。この点、被説明変数を無形資産投資にして同様の推計を行ったところ、売上高増加率の係数は森川（2015）同様に有意となった（参考図表4）。これらの結果を踏まえると、無形資産投資全体と異なり、ソフトウェア投資は、加速度原理型の投資関数が想定するような需要が投資を喚起するメカニズム（売上高増加率要因）よりも、資金制約（キャッシュフロー要因）や人的資本の蓄積（教育訓練ストック）による影響がより重要である可能性が考えられる。

4-2. 分析結果②：IT投資の質と教育訓練投資の関係

教育訓練投資がIT投資の「質」に与える影響について検証した結果を図表7、8に示した。このうち、被説明変数を労働生産性とした場合（図表7）についてみると、上位グループダミーとソフトウェアストックの交差項の回帰係数はプラスかつ有意になっており、ソフトウェアストックの伸びが企業の生産性を押し上げることが確認された。具体的には、従業者一人当たりソフトウェアストックが1%増加すると、労働生産性は0.02%程度押し上げられる。他方、中位グループ・下位グループでは、ソフトウェアストックと労働生産性の間に統計的に有意な関係はみられない。なお、本推計では、教育訓練ストック自体も説明変数に加えているが、これも生産性を有意に押し上げる結果となっている。すなわち、人材への教育訓練投資は、それ自体が生産性を引き上げると同時に、積極的な支出がソフトウェア投資の効果を補完して、生産性を押し上げる可能性も確認される。

図表7. IT投資の質と教育訓練投資の関係（労働生産性への影響）

説明変数	
教育訓練ストック	0.0112*** (0.0040)
ソフトウェアストック ×上位グループダミー	0.0201*** (0.0070)
ソフトウェアストック ×中位グループダミー	0.0037 (0.0052)
ソフトウェアストック ×下位グループダミー	0.0083 (0.0052)
有形固定資産ストック	0.0949*** (0.0131)
研究開発ストック	0.0064 (0.0050)
広告宣伝ストック	0.0197*** (0.0046)
パート比率	-0.1023** (0.0456)
観測数	15,949
Within R ²	0.02105

- (備考)
1. 被説明変数は労働生産性（対数値）。
 2. パート比率以外の説明変数は全て従業者一人当たり（対数値）。
 3. 教育訓練投資の積極度による企業のグループ分けは、データ開始期（2013年度）からデータ終期（2019年度）にかけての教育訓練ストックの伸び率により3分割した。「上位グループ」の教育訓練ストックの伸び率の中央値は年率+18.2%、「中位グループ」は同+2.4%、「下位グループ」は同▲12.4%。
 4. *は10%水準、**は5%水準、***は1%水準で有意であることを示す。
 5. 括弧内の数値はクラスター頑健標準誤差を表す。

また、被説明変数を従業員一人当たり賃金とした場合（図表8）についてみても、上位グループダミーとソフトウェアストックの交差項の回帰係数はプラスかつ有意になっており、ソフトウェアストックの伸びが賃金を押し上げることが確認された。具体的には、従業員一人当たりソフトウェアストックが1%増加すると、従業員一人当たり賃金は0.01%程度押し上げられる。その他のグループについてみると、中位グループではソフトウェアストックと労働生産性の間に統計的に有意な関係はみられず、下位グループでは、係数はプラスかつ有意となっているものの、その大きさは上位グループを下回る。なお、教育訓練ストックそれ自体も従業員一人当たり賃金を有意に押し上げる結果となっており、人材への教育訓練投資は、それ自体が賃金の引き上げにつながると同時に、積極的な支出がソフトウェア投資の効果を補完して、賃金の押し上げにつながる可能性も確認される。

図表8. IT投資の質と教育訓練投資の関係（賃金への影響）

説明変数	
教育訓練ストック	0.0190*** (0.0035)
ソフトウェアストック ×上位グループダミー	0.0146*** (0.0046)
ソフトウェアストック ×中位グループダミー	-0.0030 (0.0029)
ソフトウェアストック ×下位グループダミー	0.0100** (0.0041)
有形固定資産ストック	0.0494*** (0.0112)
研究開発ストック	0.0180*** (0.0040)
広告宣伝ストック	0.0206*** (0.0047)
パート比率	-0.1808*** (0.0353)
観測数	15,980
Within R ²	0.02663

- (備考)
1. 被説明変数は従業員一人当たり賃金（対数値）。
 2. パート比率以外の説明変数は全て従業員一人当たり（対数値）。
 3. 教育訓練投資の積極度による企業のグループ分けは、データ開始期（2013年度）からデータ終期（2019年度）にかけての教育訓練ストックの伸び率により3分割した。「上位グループ」の教育訓練ストックの伸び率の中央値は年率+18.2%、「中位グループ」は同+2.4%、「下位グループ」は同▲12.4%。
 4. *は10%水準、**は5%水準、***は1%水準で有意であることを示す。
 5. 括弧内の数値はクラスター頑健標準誤差を表す。

以上の結果は、企業の教育訓練投資は、それ自体が生産性や賃金を押し上げるだけでなく、ソフトウェア投資による生産性や賃金の押し上げ効果を高める可能性を示唆しており、人的資本が他の無形資産に対して大きな補完的効果を持つと指摘する先行研究と整合的である。

5. まとめ

我が国の企業部門におけるデジタル投資は「量」と「質」の両面で、諸外国対比で見劣りしてきた。先行研究や企業の声を踏まえると、我が国ではIT人材の不足が深刻であり、IT資産を利用する従業員の質が、企業間の投資規模や投資の効果の差を生んでいる可能性が考えられる。こうした問題意識から、本稿では、経済産業省「企業活動基本調査」の調査票情報を活用し、森川（2015）と森川（2018）の推計方法に依拠しながら、教育訓練投資が企業のソフトウェア投資の量やその効果に及ぼす影響を実証分析した。その結果、第一に、人材への教育訓練投資が、企業のソフトウェア投資規模に影響を及ぼすこと、第二に、教育訓練投資に積極的な企業ほど、ソフトウェア投資による労働生産性の押し上げ効果が大きいこと、第三に、教育訓練投資に積極的な企業ほど、ソフトウェア投資による賃金の押し上げ効果が大きいことが確認された。これらの結果は、冒頭に記した通り、デジタル化と並行して人材教育を進めていくことが、企業の成長と雇用者の労働生産性・賃金上昇の両面から重要である可能性を示唆している。

ただし、内閣府政策統括官（2022）で指摘されているように、我が国企業による人材投資もまた諸外国に見劣りしているのが実情である。デジタル化の実装に向けた人材教育は、企業だけではなく、大学等の教育機関や、自ら学び直しを行う必要がある働き手側のそれぞれに課題が指摘されており、国全体として多面的な施策を講じていく必要がある。今後は、国全体として人材教育に注力していく中で、企業部門においても、人材戦略の見直しが進んでいくことが期待される。

参考文献

- 金榮愨・権赫旭 (2013) 「日本企業における I T 投資の効果：マイクロデータに基づく実証分析」RIETI Discussion Paper Series 13-J-018 経済産業研究所
- 金榮愨・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 経済産業研究所
- 経済産業研究所 (2007) 『I T 戦略と企業パフォーマンスに関する日米韓の国際比較：アンケート調査集計結果概要』2007 年 3 月
- 総務省 (2021) 『令和 3 年版 情報通信白書』
- 独立行政法人情報処理推進機構 (2021) 『DX 白書 2021』
- 内閣府 (2018) 『平成 30 年度 年次経済財政報告』
- 内閣府政策統括官 (経済財政分析担当) (2022) 『日本経済 2021-2022』
- 長澤克重 (2009) 「全労働生産性と全要素生産性からみた I T 化の経済効果」立命館産業社会論集 第 45 巻第 3 号
- 日本生産性本部 (2020) 『生産性白書 経済社会のパラダイムシフト 生産性運動の新展開～コロナ危機を超えて』
- 深尾京司・金榮愨・権赫旭・池内健太 (2021) 「設備投資の決定要因に関する「経済産業省企業活動基本調査」調査票情報による実証分析」SSPJ Discussion Paper Series No. DP20-009
- 宮川努・枝村一磨・尾崎雅彦・金榮愨・滝澤美帆・外木好美・原田信行 (2015) 「無形資産投資と日本の生産性」RIETI Policy Discussion Paper Series 15-P-010 経済産業研究所
- 宮川努・金榮愨 (2010) 「無形資産の計測と経済効果 —マクロ・産業・企業レベルでの分析—」RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-014
- 宮川努・浜瀧純大 (2004) 「我が国 I T 投資の活性化要因 —J I P データベースを利用した国際比較と実証分析—」『経済研究』第 55 巻、pp. 245-260.
- 元橋一之 (2010) 「I T と生産性に関する日米比較：マクロ・マイクロ両面からの計量分析」日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No. 10-J-2
- 森川正之 (2014) 「サービス産業の生産性分析 —マイクロデータによる実証—」経済産業研究所
- 森川正之 (2015) 「無形資産投資のファイナンス」『組織化学』Vol. 49 No. 1 45-52.
- 森川正之 (2018) 「企業の教育訓練投資と生産性」RIETI Discussion Paper Series 18-J-021 経済産業研究所
- Abramovitz, M., P.A. David (2000), “American macroeconomic growth in the era of knowledge-based progress: The long-run perspective,” in Engerman, S. & Gallman, R. (Eds.), *The Cambridge Economic History of the United States*, pp. 1-92. Cambridge: Cambridge University Press.

- Arrighetti, A., F. Landini, and A. Lasagni (2014), “Intangible assets and firms’ heterogeneity: evidence from Italy” , *Research Policy*, vol. 43, n. 1:202-213.
- 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, 2008/9
- Blundell, R., S. Bond, M. Devereux, and F. Schiantarelli (1992), “Investment and Tobin’s Q: Evidence from company panel data,” *Journal of Econometrics* 51: 233-257.
- 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*, 117, pp.339-376.
- Corrado, C., C. Hulten, and D. Sichel (2009), “Intangible Capital and U.S. Economic growth,” *Review of Income and Wealth*, Vol. 55, No. 3, pp. 661-685.
- Fukao, K., K. Ikeuchi, Y. Kim, and H. U. Kwon (2015), “Why Was Japan Left Behind in the ICT Revolution?” *RIETI Discussion Paper Series* 18-J-021.
- Fukao, Kyoji, 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, No. 3, pp. 717-736.
- Galor, O., M. Omer (2004), “From physical to human capital accumulation: Inequality and the process of development,” *The Review of Economic Studies*, Vol.71, pp. 1001-1026.
- Thum-Thysen, A., P. Voigt, B. Bilbao-Osorio, C. Maier, and D. Ognyanova (2017) “Unlocking Investment inIntangible Assets,” *European Economy*, Discussion Papers No. 2015-047, European Commission.
- Yang, S., Y. Zhou, and L. Song (2018), “Determinants of Intangible Investment and Its Impacts on Firms’ Productivity: Evidence from Chinese Private Manufacturing Firms” *China & World Economy* 26: 1-26.

参考図表 1. 推計に用いた主な変数の算出方法

変数	算出式
ソフトウェア投資	当期のソフトウェアストック－前期のソフトウェアストック
キャッシュフロー	当期純利益＋減価償却費
総固定資産	有形固定資産＋無形固定資産
労働生産性	(営業利益＋賃借料＋給与総額＋減価償却費＋租税公課) ÷ 従業者数合計
従業者一人当たり賃金	給与総額 ÷ 従業者数合計
従業者一人当たり教育訓練ストック	恒久棚卸法により作成した能力開発費のストック系列（5年間の累積値。減耗率は森川（2018）にならい40%とした） ÷ 従業者数合計
従業者一人当たりソフトウェアストック	ソフトウェアストック ÷ 従業者数合計
従業者一人当たり有形固定資産ストック	有形固定資産ストック ÷ 従業者数合計
従業者一人当たり研究開発ストック	恒久棚卸法により作成した自社研究開発費のストック系列（5年間の累積値。減耗率は森川（2018）にならい20%とした） ÷ 従業者数合計
従業者一人当たり広告宣伝ストック	恒久棚卸法により作成した広告宣伝費のストック系列（5年間の累積値。減耗率は森川（2018）にならい60%とした） ÷ 従業者数合計
パート比率	正社員正職員以外従業者数 ÷ 従業者数合計

参考図表 2. 主な変数の記述統計量

I T投資の量と教育訓練投資の関係

変数	平均値	標準偏差	観測数
ソフトウェア投資	0.01	0.14	149,023
キャッシュフロー	0.54	1.23	149,023
売上高増加率（2年平均）	1.03	0.19	140,474
教育訓練ストック	0.02	0.18	124,692

（備考）売上高増加率以外の変数は全て期首の総固定資産比。

I T投資の質と教育訓練投資の関係

変数	平均値	標準偏差	観測数
労働生産性	2.14	0.53	15,949
賃金	1.63	0.35	15,949
教育訓練ストック	-3.32	1.21	15,949
有形固定資産ストック	1.87	1.37	15,949
ソフトウェアストック	-2.28	1.58	15,949
研究開発ストック	-0.45	2.09	15,949
広告宣伝ストック	-2.51	1.86	15,949
パート比率	0.11	0.16	15,949

（備考）労働生産性とパート比率以外の変数は全て従業者一人当たり（対数値）。

参考図表 3. IT投資とキャッシュフロー・売上高増加率の関係

説明変数	
キャッシュフロー	0.017*** (0.002)
売上高増加率 (2年平均)	0.019 (0.012)
観測数	140,474
Within R ²	0.010

- (備考) 1. 被説明変数はソフトウェア投資 (期首の総固定資産比)。
 2. キャッシュフローは期首の総固定資産比。
 3. *は10%水準、**は5%水準、***は1%水準で有意であることを示す。
 4. 括弧内の数値はクラスター頑健標準誤差を表す。

参考図表 4. 無形資産投資とキャッシュフロー・売上高増加率の関係

説明変数	
キャッシュフロー	0.0253*** (0.0033)
売上高増加率 (2年平均)	0.0186* (0.0096)
観測数	107,755
Within R ²	0.011

- (備考) 1. 被説明変数は無形資産投資 (期首の総固定資産比)。
 2. キャッシュフローは期首の総固定資産比。
 3. *は10%水準、**は5%水準、***は1%水準で有意であることを示す。
 4. 括弧内の数値はクラスター頑健標準誤差を表す。