

ICT 活用の発展段階と企業の生産性

宮崎 悟 井戸田 博樹 三好 博昭

Stage in the development of ICT and firms' productivity

Satoru Miyazaki / Hiroki Idota / Hiroaki Miyoshi

ITEC Working Paper Series

10-03

March 2010

ICT 活用の発展段階と企業の生産性

同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター
ワーキングペーパー10-03

宮崎 悟

同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター (ITEC) 特別研究員

602-8580 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入

Tel : 075-251-3183

Fax : 075-251-3139

E-mail: smiyazak@mail.doshisha.ac.jp

井戸田 博樹

追手門学院大学 経営学部 准教授

567-8502 大阪府茨木市西安威 2-1-15

Tel : 072-641-7595

Fax : 072-643-9432

E-mail: idota@res.otemon.ac.jp

三好 博昭

同志社大学大学院 総合政策科学研究科 教授

同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター (ITEC) ディレクター

602-8580 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入

Tel : 075-251-3837

Fax : 075-251-3139

E-mail: hmiyoshi@mail.doshisha.ac.jp

キーワード： ICT、生産性、TFP、生産関数

本文内容の専門領域： 生産性分析、ICT 投資

著者の専門領域：

宮崎 悟 : 人的資源政策、企業分析、地域経済分析

井戸田博樹 : 経営情報論

三好博昭 : 公共経済学

要旨：

ICT の生産性効果については、企業の組織構造や業務プロセスとの関連性を含め、これまで数多くの研究が行われてきた。しかし、ICT 活用の範囲という側面から見た発展段階と生産性との関連性については、発展段階の概念的なフレームワークが提示されているだけで、これまで実証研究は行われていない。そこで、本稿は、経済産業省「平成 18 年度情報処理実態調査」の個票データを用いて、ICT の発展段階に応じて生産性がどのように変化するかを、生産関数を推計することで検証した。

ICT 活用の発展段階を、部門内システム活用が進んだステージ、全社レベルのシステム活用が進んだステージ、企業間システムの活用が進んだステージに分類して推計した結果、ステージの上昇に応じて生産性への効果も拡大していることが明らかになった。例えば、発展段階の違いが TFP の水準に影響を与えることを想定した生産関数を用いた場合、全社レベルのシステム活用が進んだ企業は、部門内システムの活用に残る企業の 1.065 倍の付加価値生産力があり、企業間システムの活用が進んだ企業は、全社レベルのシステム活用に残る企業の 1.105 倍の付加価値生産力があるという結果を得た。

謝辞：

本稿は文部科学省の私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「持続的イノベーションを可能とする人と組織の研究」プロジェクト内「持続的イノベーションを可能とする組織の研究」チームにおける研究成果の一部である。また、科学技術研究費補助金「ICT ケイパビリティに基づくローカルイノベーションシステムの構築戦略」課題番号 (21530372) の研究成果の一部である。

本稿は、経済産業省から提供を受けた「平成 18 年度情報処理実態調査」の個票データによる分析の成果を利用しました。ここに記して感謝いたします。

ICT 活用の発展段階と企業の生産性

宮崎 悟 / 井戸田博樹 / 三好博昭

1. はじめに

長引く不況や市場の成熟化を受け、企業を取り巻く経営環境はますます厳しさを増している。これに対応するため企業は、生き残りをかけ、製品・サービスを開発して自ら市場を開発したり、企業内のビジネスプロセスの効率化を図るなどの経営革新に取り組んだりする必要がある。さらに、企業間連携により、ビジネスプロセスを取引先や顧客にまで外延的に拡大するような競争戦略を展開する企業も現れている。

これらのビジネスプロセスの構築には、ICT (Information Communication and Technology) が重要な技術基盤となる。ICT は、経営革新を可能にするツールとして、注目されてきた。ICT が、企業経営に利用されはじめて半世紀が経過したが、その間、急速に技術が進歩し、何度もそれが経営革新の特効薬かのように取り上げられブームとなった。

しかし、ICT を導入したすべての企業で生産性が高くなるわけではない。生産性を高めるためには、ICT を如何に活用するかが重要である。ICT の生産性効果については、企業の組織構造や業務プロセスとの関連性を含め、これまで数多くの研究が行われてきた。しかし、ICT 活用の発展段階と生産性との関連性については、発展段階の概念的なフレームワークが提示されているだけで、これまで実証研究は行われていない。本稿は、経済産業省「平成 18 年度情報処理実態調査」の個票データを用いて、ICT の発展段階に応じて生産性がどのように変化するかを、生産関数の推計を通じて定量化する。

本稿では、以下、第 2 節で、ICT と企業の生産性に関する先行研究をサーベイし、第 3 節で、ICT 活用の発展段階の考え方を紹介する。次に、第 4 節で、実証分析のモデルとデータを説明し、第 5 節で、実証分析結果を示す。

2. ICT と企業の生産性に関する先行研究サーベイ

Solow(1987)が、"You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics"と指摘したことに端を発する「生産性パラドクス」以来、ICT と企業の生産性との関連性に関して様々な分析がなされてきた。

例えば、ゼロックス社の CIO であった Strassman (1990) は、企業データの分析を通じて、企業の ICT 投資額の大きさと企業の業績には何の相関関係もな

いことを実証した。これに対して、Brynjolfsson and Hitt(1996)や Lehr and Lichtenberg(1999)などは企業データの分析を通じて、ICT 投資が企業の生産性の向上に寄与していることを実証している。このうち、Brynjolfsson and Hitt(1996)は、1987-1993 年の米国企業 367 社を分析対象としたものであり、非 ICT 資本の資本利益率が 6.26%であるのに対して、ICT 投資の資本利益率が 81%と遥かに高く、また、1991 年段階で「生産性パラドクス」が消滅しているとした。Lehr and Lichtenberg(1999)も、ICT 資本は労働生産性の向上に貢献しており、ICT 資本の収益構造は他の資本と比べて収益逡増型であると結論付けている。

同一産業で類似の資本構成をもち、類似の生産技術を保有している企業同士が、同様の ICT 構成を持っているにもかかわらず、全く異なる業績を残している。Strassman (1990) は、この差は ICT に関するノウハウではなく、「マネジメント付加価値」によるものであるとし、ICT 投資効果の指標として、間接業務の効率化の度合いを示す「マネジメント利益率」を提案した。Brynjolfsson and Hitt(1998)や Brynjolfsson, Hitt and Yang(2002)では、企業データ分析により、分権化された組織の方が、集権化している企業に比べて、ICT 投資の生産性が高いことを確認している。Brynjolfsson らの一連の研究では、ICT 投資を行ったすべての企業で生産性が向上しているのではなく、人的資本のレベルが高く、意思決定を分権化するなどの組織改革やマネジメント改革を伴った企業の生産性が高いことを明らかにしている。以上のような先行研究の成果から ICT 投資効果に関する研究では、ICT のみならず、人的資本や企業の組織構造、マネジメントに注力した研究がなされるようになった。

日本でも、ICT と人的資本、企業組織の関連性に着目した調査がなされている。例えば、経済企画庁調査局 (2000) は、ICT 化が生産性に与える効果について調査するために、日本企業 482 社に対してアンケート調査を実施している。これによると、企業は、サービス向上、社内情報の共有化、業務の合理化・効率化、企画力等の向上という質的方向での効果を確認している反面、売上高や顧客拡大、新サービスの開始という量的側面ではあまり効果を感じていない、としている。同調査では、Bresnahan et al. (1999) と Brynjolfsson and Hitt(1996)の手法を参考に ICT 化と企業の業務形態との関連性について検証している。それによれば、ICT 化が進展している企業ほど人的資本のレベルは高く、組織の分権化も進んでいる。また ICT 化、人的資本、組織と労働生産性の関係において、ICT 化が進むと同時に人的資本のレベルが高くかつ組織のフラット化が進展した企業ほど相対的に高い労働生産性を享受している。そして、米国における研究結果と同様、ICT それ自体の導入のみでは十分に効果が発揮されず、人的資本の質や組織の在り方をはじめとした周辺要因が重要であると結論している。

内閣府政策統括官室 (2004) は、企業の ICT 化と生産性との関連性に関し、

同様の調査を、日本企業 1,423 社に対して再度実施している。これによれば、企業では、業務効率化、コスト削減、コミュニケーションの円滑化、情報共有などの質的側面での効果を認識しているものの、顧客満足、売上拡大、付加価値向上などの量的な効果はあまり感じていない。しかし、計量分析によれば、ICT化が進んでいる企業では、ICT化が進んでいない企業に比べれば全要素生産性（TFP: Total Factor Productivity）が 15%程度高く、さらに、ICT化と同時に、企業組織改革、人的資本面での対応、ICT化の効果の事後的検証に取り組んでいる企業は、単に ICT を導入した企業よりも生産性が高いことが確認された。さらに、売上拡大、顧客満足度の向上、商品・サービスの質の向上、付加価値の向上、社内コミュニケーションの円滑化・情報共有などの面でも、企業組織改革、人的資本面での対応、ICT化の効果の事後検証などに取り組んでいる企業は、単に ICT を導入した企業よりも生産性が高いとしている。

生産関数を利用して、日本企業の ICT 導入効果を測定している研究はさらに増えつつあり、元橋(2003)、篠崎(2003)、西村・峰滝(2004)、篠崎(2005)、峰滝(2005)、黒川(2006)、黒川・峰滝(2006)、廣松・小林(2007)、竹村(2008)、小豆川他(2009)などがある。

以上を整理すると、企業は ICT 導入によって生産性を向上させることができるが、それは単に ICT を導入して得られるものではなく、戦略を持って ICT を導入し、それを活用する人的資本の充実や組織改革を同時に行うことで得られる効果であるといえる。

3. 分析課題の設定： ICT 活用の発展段階

ICT と企業組織、人的資本との関連性については、上述した通り多くの研究が実施されているが、本稿では、ICT 活用の発展段階に注目して分析を試みる。Gibson and Nolan(1974)は、企業の EDP 活用の成長段階を、初期、拡張期、形式期、成熟期の 4 つに分類した。初期にはコスト削減を目的とした会計ソフトが導入され、拡張期にはすべての職能分野で部分最適なソフトが激増する。形式期には、全社的な立場から情報化投資が調整される。そして、成熟期には、データベースなどの技術により企業の意思決定に資する ICT 投資が行われる。その後、Nolan(1979)は、EDP 活用の成長段階を 6 段階に改めた。そして、前半の初期、成長期、統制期の 3 段階と、後半の統合期、データ管理期、成熟期の 3 段階の間には EDP 管理の転換ポイントがあることを明らかにした。すなわち、前半の 3 段階は、コンピュータ自体の管理が中心であるが、後半の 3 段階では、データ資源活用が管理の中心となるというような転換が起こるのである。言い換えれば、成長段階をステップアップすることで、当該企業の EDP 管理の関心の中心が、当初の定型業務の電子化から、意思決定支援のためにデータを

活用することによって移っていくのである。

Nolan らのモデルが提唱された 1970~1980 年代には、このモデルを用いた実証研究がなされた。しかし、ほとんどの研究において統計的な検証ができなかった (e.g. King and Kraemer, 1984; Benbasat et al., 1984)。そのため、このモデルは企業の ICT の発展段階の概念モデルに留まるとされている。

一方、経済産業省は、IT 活用度合いを測る尺度として、IT 経営力指標を公開している (経済産業省, 2006)。そして、企業を IT 活用段階により「IT 不良資産化企業群」、「部門内最適化企業群」、「組織全体最適化企業群」、「企業・産業横断的企業群」の 4 グループに分類している。企業の業種業態・規模・創業年数・経営方針などにより、ICT 活用のステージは異なると考えられるが、ICT 活用が進んだ企業ほどより高度なステージに発展し、発展段階が上がるほど、当該企業の生産性が増すと仮定できる。ところで、経済産業省は、1969 年以来、ICT 産業の競争力強化に加え、ICT の戦略的活用による経済・産業・社会の再生に向けた政策を適切に進めていくことを目的に、情報処理の実態や影響等を正確に把握・分析するために情報処理に関する統計調査として情報処理実態調査を行っている (経済産業省, 2010)。諸環境の変化を受けて、毎年、質問項目は変更されているが、企業属性、情報処理関係支出、ICT 投資効果に関する項目などについては継続的に調査されている。このうち、平成 18 年度の調査では、ICT 活用の発展段階を想定した質問項目がある。ICT 活用を、部門内・全社・企業間のステージに分け、さらにこれらのステージ毎に具体的な施策を設定して調査している。例えば、部門内での ICT 活用状況では、(1)業務の利便性・生産性向上の実現、(2)情報共有の仕組みの構築、(3)迅速な意思決定や業務改善の実現の 3 項目がある。本稿は、情報処理実態調査の個票データを利用することを念頭に、表 1 のような企業の ICT 活用の発展段階を仮定する。

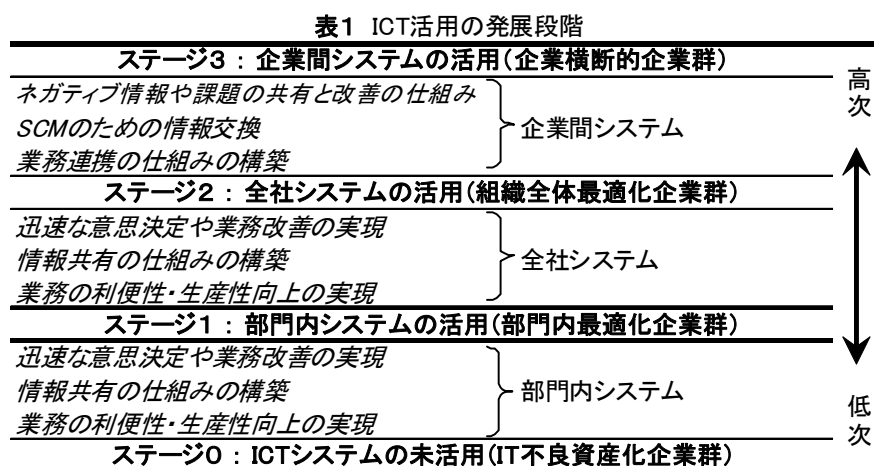


表 1 は、IT 経営力指標 (経済産業省, 2006) を参考に平成 18 年度情報処理実態調査による設問項目を整理して、企業の ICT 活用の発展段階を、部門内システム活用も十分に進んでいないステージ 0、部門内システムの活用が進んだステージ 1、全社レベルのシステム活用が進んだステージ 2、企業間システムの活用

が進んだステージ 3 という 4 つのステージとして捉えている。同調査書を参考にして解説すると、ステージ 1（部門内システムの活用）とステージ 2（全社システムの活用）では、ICT はまず、業務の利便性を向上させるために利用される。さらに組織構成員間での情報共有の仕組みが構築され、その共有の結果、迅速な意思決定や業務の改善が実現できるという 3 つのステップが想定されている。一方、第 3 ステージ（企業間システムの活用）では、異なる企業間で業務提携を行って ICT を利用するために、業務連携の仕組みとして電子商取引システムや SCM（Supply Chain Management）が構築され、それらのシステムの最適化に向けた情報交換がなされる。さらに、自社や提携企業が互いのネガティブ情報や課題を共有し、全体最適のために改善・高度化する仕組みが構築されるというように、やはり 3 つのステップが想定されている。

4. 実証分析のモデルとデータ

本稿は、ICT の発展段階に応じて生産性がどのように変化するかを、生産関数を推計することで定量化する。ここでは、推計モデルとデータについて解説する。

4.1. 推計モデル

本稿では、黒川(2006)、竹村(2008)、宮崎・三好(2009)のような先行研究を参考に、基本型として、次の(1)式のようなコブ・ダグラス型の生産関数を用いる。

$$Y_i = A \cdot KO_i^{\beta_1} \cdot KS_i^{\beta_2} \cdot L_i^{\beta_3} \quad (1)$$

ただし、 Y : 付加価値、 A : 技術水準（資本・労働以外による貢献部分）、

KO : 一般資本（有形固定資産）、 KS : ソフトウェア資本、

L : 総従業者数、 u : 誤差項、 i : 企業 ID とする。（以下同じ）

そして、(1)式に、企業の ICT 活用の発展段階を組み込む必要があるが、この際、ICT 活用の発展がどのようなプロセスで付加価値の上昇に寄与するのかを考える必要がある。ここでは、

①先行研究と同様に、ICT 活用の発展に伴って全体的な生産効率性が上昇して、付加価値の上昇に寄与するプロセス

②ICT 施策により直接関係するソフトウェア資本の効率性が上昇して、付加価値の上昇に寄与するプロセス

の 2 通りを想定する。

この 2 つのプロセスの可能性を考慮して、次の(2)式および(3)式の形で設定し、ICT 活用の発展段階に応じて生産性がどのように変化するかを推計する。

$$Y_i = A \exp(Z + \sum_n \gamma_n D_{ni}) \cdot KO_i^{\beta_1} \cdot KS_i^{\beta_2} \cdot L_i^{\beta_3} \quad (2)$$

$$Y_i = A \cdot KO_i^{\beta_1} \cdot KS_i^{\left(\beta_2 + \sum_n \gamma_n D_{ni}\right)} \cdot L_i^{\beta_3} \quad (3)$$

ただし、Z：定数項、D：ICT活用の発展段階に関する変数（所属ステージ番号またはダミー変数）である。また、nについては、Dが段階を表す数値であればn=1となり、Dがダミー変数であれば後述のステージ1~3を意味する。（後で詳述）

(2)式は、ICT活用の発展にともなう全要素生産性 TFP（Total Factor Productivity）の上昇を想定した生産関数であり、(3)式はICT活用の発展にともなうソフトウェア資本の生産弾力性の上昇を想定した生産関数である。

なお、実際の回帰分析は、(1)~(3)式のそれぞれの式の両辺の自然対数を取った(4)~(6)式によって、 α 、 β および γ で表した係数を推計する。便宜上、以下では、(4)~(6)式を、それぞれ基本モデル・モデル1・モデル2と呼ぶ。

$$\text{基本モデル} \quad \log Y_i = \alpha + \beta_1 \log KO_i + \beta_2 \log KS_i + \beta_3 \log L_i + u_i \quad (4)$$

$$\text{モデル1} \quad \log Y_i = \alpha + \beta_1 \log KO_i + \beta_2 \log KS_i + \beta_3 \log L_i + \sum_n \gamma_n D_{ni} + u_i \quad (5)$$

$$\text{モデル2} \quad \log Y_i = \alpha + \beta_1 \log KO_i + \beta_2 \log KS_i + \beta_3 \log L_i + \sum_n \gamma_n D_{ni} \cdot \log KS_i + u_i \quad (6)$$

なお、推計では不均一分散が懸念されるため、ホワイト修正付最小二乗法を用いる。

4.2. 利用データ

本稿では、「平成18年度情報処理実態調査」（以下では年号を省略して記載する）と日経NEEDSによる企業財務情報を、企業名称等をキーにしてマッチングし統合したデータを用いて分析を行う。「情報処理実態調査」は調査年の前年度の実態を調査しているため、本稿で利用するデータは、2005年度のデータである。サンプル企業数は307社である。以下、各変数について解説する。

まず、被説明変数である付加価値は、日経NEEDSの2005年度決算データを日銀方式により集計して名目値を計算し、経済活動別国内総生産の産業別デフレーターによって実質化した¹。なお、この際の各企業の産業分類は情報処理実態調査の産業分類を用いた。

次に、説明変数であるが、一般資本は日経NEEDSの2005年度決算データの「有形固定資産合計」をGDPデフレターの「民間企業設備デフレーター」で実質化した。このとき、廣松・小林(2007)と同様に平均10年かけて償却されると仮定し、過去10年間（1996~2005年度）の平均デフレーターを用いた。

また、ソフトウェア資本は、「情報処理実態調査」のソフトウェア前期末残高

に、ソフトウェアのレンタル・リース料を資本化還元したものを加えて名目値とした。資本化還元は、多くの先行研究と同様に、レンタル・リース料を資本コストで割って求めている。ここでの資本コストは日銀統計の長期国債（10年）新発債流通利回りの2005年度各月末データの平均値とソフトウェアの償却率²の合計を用いている。さらに、以上の方法で求められたソフトウェア資本の名目値を、「企業向けサービス物価指数」（日本銀行）における「情報サービス」の中の「ソフト開発」の過去4ヵ年分³（2002～2005年度）の平均価格指数で実質化した。

総従業者数は「情報処理実態調査」の総従業者数データを用いた。なお、ここには非正規労働者も含まれる。以上の方法で作成した各変数の基本統計量は表2の通りである。

表2 基本統計量

変数	(単位)	度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
付加価値	(百万円)	307	57743.17	191249.72	110.88	2773371.28
一般資本	(百万円)	307	89908.03	556642.94	35.58	9546977.74
ソフトウェア資本	(百万円)	307	2727.83	8741.26	1.08	84184.41
総従業者数	(人)	307	3303.31	9714.68	47	144786

(注)金額はすべて実質化している。

なお、ICT活用の発展段階に関する変数については、次節で、分析結果と併せて紹介する。

5. 分析結果

5.1. 基本モデルでの分析結果

ICT活用の発展による生産性向上の効果を見る前に、まずは(1)式ないし(4)式で定義される基本モデルの推計結果を表3に示した。本稿のモデルは1次同次（収穫一定）の仮定をおいていないが、3つの生産要素の係数はすべて有意であり、かつこれら係数の合計が約0.97となっている。このため、ほぼ収穫一定であると考えられる。

表3 基本モデルの推計結果

	係数	t値	p値
定数項	2.3431	9.10	0.000 ***
総従業者数(対数)	0.5767	10.40	0.000 ***
一般資本(対数)	0.2519	6.46	0.000 ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1483	6.77	0.000 ***
決定係数	0.8303		
調整済み決定係数	0.8287		
ダービンワトソン比	1.7849		
F値	494.3		0.000 ***
サンプル数	307		

(注)***は1%水準で有意であることを意味する。

5.2.情報システムの活用状況と生産性

既に述べたように、「情報処理実態調査」では情報システム活用について、部門内・全社・企業間の3段階でのシステム構築を想定して調査している。ここでは、上述した通り、これを表1の4つのステージとして捉え直し、ICT活用の発展に応じて生産性がどのように変化するかを、生産関数を推計することで定量化する。

まず、企業のICT活用の発展段階の設定方法について解説する。「情報処理実態調査」では、表1に示したICT活用の各ステージの各ステップについて、「十分に実現できている」、「やや実現できている」、「ほとんど実現できていない」、「実現できていない」という4つの選択肢から選択させる形式で調査している。本分析では、このうち「十分に実現」「やや実現」と回答した企業を、該当するステップを達成できているとみなす、そして、各ステージ内の3つのステップの内、2つ以上のステップを達成している企業は、当該ステージに到達しているとみなす。具体的には、図1の手法で、各企業のICT活用のステージを設定した。

図1 サンプル企業のICT活用ステージの設定方法

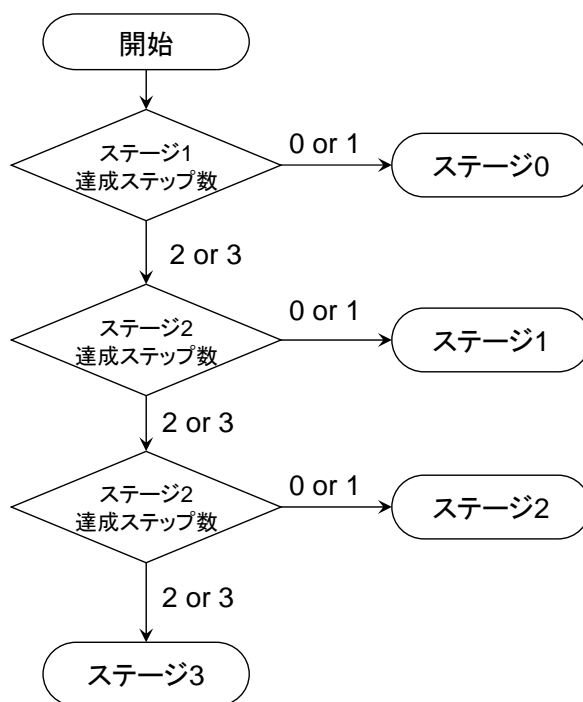


図1の方法によるICT活用の発展段階の分布は表4の通りである。なお、ステージ1内で達成しているステップが2個に満たないにも関わらず、ステージ2以降で2個以上のステップを達成しているようなジャンプ現象が示す企業は、回答があった304社のうち3社に過ぎなかった。このため、ICT活用の発展段階は、概ね、表1に示したように段階的なステージに従うと言えるであろう。

表4 ICT活用の発展ステージの分布

範囲	ステージ0	ステージ1	ステージ2	ステージ3	対象企業数	平均値	標準偏差
全体	9 2.96%	37 12.17%	149 49.01%	109 35.86%	304 100%	2.178	0.754
産業分野							
製造業	4 2.52%	17 10.69%	79 49.69%	59 37.11%	159 100%	2.214	0.732
非製造業	5 3.45%	20 13.79%	70 48.28%	50 34.48%	145 100%	2.138	0.778
総従業者規模(人)							
～499	5 7.14%	16 22.86%	38 54.29%	11 15.71%	70 100%	1.786	0.797
500～999	2 2.99%	9 13.43%	44 65.67%	12 17.91%	67 100%	1.985	0.663
1000～4999	2 1.57%	10 7.87%	55 43.31%	60 47.24%	127 100%	2.362	0.698
5000～	0 0.00%	2 5.00%	12 30.00%	26 65.00%	40 100%	2.600	0.591

(出典)「情報処理実態調査」(経済産業省・2006年)

分布を見ると、ステージ0やステージ1のようにICT活用が部門内レベルにとどまる企業は少ない。最も多かったのは企業内レベルのステージ2であるが、近年の急速なICTやBtoBの普及によりステージ3まで到達した企業も3分の1以上にのぼる。

また、図に示した製造業と非製造業とで分けて分布を見ると、それほど大きな違いはなさそうである。一方、総従業者規模別に分けて分布を見ると、規模が大きいほどより上位ステージまで到達する企業割合が多くなる傾向が見受けられる。

さて、このICT活用のステージが高くなるほど、生産性を向上させるような効果が実際にあるのだろうか。モデル1・2による回帰結果は表5の通りである。

表5 ICT活用の発展ステージに関する推計結果(1)

	モデル1(TFP効果)			モデル2(ソフト資本弾力性効果)		
	係数	t値	p値	係数	t値	p値
定数項	2.1981	8.71	0.000 ***	2.4180	8.99	0.000 ***
総従業者数(対数)	0.5607	10.19	0.000 ***	0.5621	10.15	0.000 ***
一般資本(対数)	0.2644	6.80	0.000 ***	0.2630	6.76	0.000 ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1346	5.99	0.000 ***	0.0986	2.98	0.003 ***
発展ステージ	0.1012	2.38	0.018 **	0.0161	2.13	0.034 **
決定係数	0.8365			0.8360		
調整済み決定係数	0.8343			0.8338		
ダービンワトソン比	1.7812			1.7830		
F値	382.4		0.000 ***	381.1		0.000 ***
サンプル数	304			304		

(注)***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で有意であることを意味する。

また、「発展ステージ」は属するステージに応じた0から3までの数値である。

特に注目すべき結果は、発展ステージに対する係数である。両モデルともにプラスで有意な係数となっている。このことは、ステージが上がるほど生産性を上昇させる効果があるということの意味する。すなわち、ICTのより広範囲での活用に成功している企業ほど、生産性は高くなる傾向が示唆された。ただ、

ここで示されたのは大まかに見た全体的な傾向であり、途中段階で足踏みやわずかな下降があったとしても、全体的に上昇傾向が観測される可能性は十分にある。そこで、次に、ステージ別の生産性の違いをみる。計測にあたり、ステージ1に属する企業を1、それ以外の企業を0とする「ステージ1ダミー」とする。同様に、ステージ2に属する企業のみを1とする「ステージ2ダミー」、ステージ3に属する企業のみを1とする「ステージ3ダミー」も作成する。これらステージに関するダミー変数を3つ同時にモデル1・2の説明変数として入れる事によって、ステージ1～3に属する企業はステージ0の企業と比較してどれだけ生産性を高めているかが推計できる。この推計結果を示したのが表6である。

表6 ICT活用の発展ステージに関する推計結果(2)

	モデル1(TFP効果)			モデル2(ソフト資本弾力性効果)		
	係数	t値	p値	係数	t値	p値
定数項	2.0963	8.11	0.000 ***	2.4119	8.94	0.000 ***
総従業者数(対数)	0.5610	10.39	0.000 ***	0.5626	10.25	0.000 ***
一般資本(対数)	0.2658	6.83	0.000 ***	0.2637	6.75	0.000 ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1338	5.95	0.000 ***	0.0789	1.92	0.056 *
ステージ1ダミー	0.2293	1.68	0.093 *	0.0368	1.12	0.264
ステージ2ダミー	0.2919	2.36	0.019 **	0.0520	1.71	0.087 *
ステージ3ダミー	0.3920	2.96	0.003 ***	0.0666	2.13	0.034 **
決定係数	0.8367			0.8361		
調整済み決定係数	0.8334			0.8328		
ダービンワトソン比	1.7759			1.7792		
F値	253.6		0.000 ***	252.6		0.000 ***
サンプル数	304			304		

(注)***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で有意であることを意味する。

ここでのステージ1～3のダミー変数に対する係数は、各ステージに属する企業のステージ0の企業との生産性の差を意味する。TFPの上昇を通じた生産性効果を考えるモデル1では3つのステージのすべてがプラスかつ有意となっているだけでなく、ステージが上がるごとに係数値も上昇している。この推計結果によれば、ステージ1の企業は、総従業者数、一般資本、ソフトウェア資本が同じレベルにあるステージ0の企業の $\exp(0.2293)=1.258$ 倍の付加価値生産力があり、また、ステージ2の企業は、総従業者数、一般資本、ソフトウェア資本が同じステージ1の企業の $\exp(0.2919-0.2293)=1.065$ 倍の付加価値生産力がある。同様に、ステージ3の企業はステージ2の企業の $\exp(0.3920-0.2919)=1.105$ 倍の付加価値生産力がある。

一方、ソフトウェア資本の生産弾力性の上昇を通じた生産性効果を考えるモデル2では、ステージ1では有意とならず、ステージ2・3ではプラスで有意となっているが、ここでもステージが上がるにつれて係数値も上昇している。この推計結果によれば、ステージ2の企業のソフトウェア資本の生産弾力性は、総従業者数、一般資本、ソフトウェア資本が同じステージ1の企業よりも生産弾力性が $(0.0666-0.0520)=0.014576$ だけ高いことになる。

6. おわりに

以上、本稿は、経済産業省「平成 18 年度情報処理実態調査」の個票データを用いて、ICT の発展段階に応じて生産性がどのように変化するかを、生産関数を推計することで定量化した。

ICT 活用の発展段階を部門内・全社（企業内）・企業間という段階で捉えた場合、TFP 上昇を通じた生産性上昇を想定した生産関数と、ソフトウェア資本の生産弾力性の上昇を想定した生産関数の両方で、ICT 活用の発展が生産性を高める効果が確認され、かつステージの上昇に応じて生産性への効果も拡大していることを明らかにした。

以上のことから、ICT の活用をより大きな生産性の向上につなげるためには、企業部門内や全社的な投資・活用はもちろん、取引先等との企業間ネットワークのような ICT への投資・活用をより進めることが必要となる。

ICT は、今後、企業間システムの拡大に留まらず、複数の人たちがネットワーク上でコラボレーションしながら、新しい価値や方向性を見出していくコミュニティ基盤としての役割も果たしていくことになるだろう。そこでは、ICT は、従来のように特定の技術者や担当者だけで新製品やサービスを開発するのではなく、取引先や一般消費者と協力して開発するオープンイノベーションの重要なコミュニティ基盤となる。ICT 活用による生産性向上には、個別企業だけではなく、複数企業や顧客との連携を不可欠な問題として考えなければならないのである。

注

- 1 なお、産業別でなく GDP デフレーターによって産業横断的に実質化しても、分析結果にそれほど重大な影響を与えないことを確認している。
- 2 篠崎(2003)に準拠して、ソフトウェア償却率は 20%としている。
- 3 法定償却期間が販売用・研究開発用ソフトで 3 年、その他の一般ソフトが 5 年であることから、全体的には 4 年で償却されると想定した。

参考文献

<英文>

- Benbasat, I., Dexter, A.S., Drury, D. H. and Goldstein, R. C.(1984)"A Critique of the Stage Hypothesis: Theory and Empirical Evidence," *Communication of the ACM*, Vol.27, No.5, pp.476-485.
- Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E. and Hitt, L. (1999) "Information Technology, workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence" *NBER Working Paper*, No.7136.
- Brynjolfsson, E. and Hitt, L. (1996) "Paradox Lost?" *Management Science*, Vol.42, No.4, pp.541-558.
- Brynjolfsson, E. and Hitt, L. (1998) "Beyond the Productivity Paradox," *Communication of the ACM*, Vol.41, No.8, pp.49-55.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. and Yang, S.(2002)"Inangible Assets: Computers and Organizational Capital," *Brookings Papers on Economic Activity: Macroeconomics*(1), pp.137-199.
- Gibson C. F. and Nolan, R. L.(1974)Managing the four stages of EDP growth, *HBR*, Vol.52 No.1, p.76-88.
- King, J. L. and Kraemer, K. L.(1984)"Evolution and Organizational Information Systems: An Assessment of Nolan's Stage Model," *Communication of the ACM*, Vol.27, No.5, pp.466-475.
- Lehr, B. and F. Lichtenverg(1999)"Information Technology and Its Impact on Productivity: Firm-level Evidence from Government and Private Data Sourced, 1977-1993 " *Canadian Journal of Economics*, Vol.32, No.2. pp.335-362.
- Nolan, R. L.(1979)Managing the Crises in Data Processing, *HBR*, Vol.57 No.2, p.115-126.
- Strassman, P. A.(1990)*The Business Value of Computers*, The Information Economics Press.
- Solow, R. M.(1987),"We'd Better Watch Out," *New York times*, Sunday, July 12th, SEC.7, p.36.

<和文>

- 黒川太(2006)「日本企業における ICT 関連生産要素の生産性 : ICT 資本、ICT 労働力の超過リターンの計測」『ESRI Discussion Paper Series』 No.166
- 黒川太・峰滝和典(2006)「日本企業の ICT 化の進展が生産性にもたらす効果に関する実証分析—企業組織の変革と人的資本面の対応の役割—」『経済分析』 第 178 号

- 経済企画庁調査局(2000)「IT 化が生産性に与える効果について—日本版ニューエコノミーの可能性を探る—」『政策効果分析レポート』 No.4.
- 経済産業省 (2006)「IT 経営力指標 | 経済産業省 IT 経営ポータル」
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/it_keiei/about/idea/management.html
- 経済産業省(2010)「情報処理実態調査」
<http://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/index.html>
- 篠崎彰彦(2003)『情報技術革新の経済効果—日米経済の明暗と逆転』日本評論社
- 篠崎彰彦(2005)「企業の組織的・人的業務見直しが情報化の効果に及ぼす影響—企業規模別・地域別・業種別多重比較—」『ESRI Discussion Paper Series』 No.127
- 小豆川裕子・宮崎悟・山田祐介・三好博昭「知識資産経営は生産性への効果を持つのか：企業調査データによる分析」小豆川裕子・三好博昭編著『知識資産経営と組織パフォーマンス』第2章所収、pp.27-53、白桃書房
- 竹村敏彦(2008)『情報通信技術の経済分析：企業レベルデータを用いた実証分析』多賀出版
- 内閣府政策統括官室(2004)「企業の IT 化と生産性」『政策効果分析レポート』 No.19
- 西村清彦・峰滝和典(2004)『情報技術革新と日本経済 「ニューエコノミーの幻」を超えて』有斐閣
- 廣松毅・小林稔(2007)「情報装備の経済効果に関する分析—2003年(平成15年)「情報処理実態調査」と企業財務データベースによる分析—」『ESRI Discussion Paper Series』 No.175
- 峰滝和典(2005)「日本企業の ICT 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観点」『ESRI Discussion Paper Series』 No.144
- 宮崎悟・三好博昭(2009)「日本企業の IT ストック水準の評価」小豆川裕子・三好博昭編著『知識資産経営と組織パフォーマンス』第7章所収、pp.181-195、白桃書房
- 元橋一之(2003)『ICT イノベーションの実証分析—日本経済のパフォーマンスはどう変化したか』東洋経済新報社