

情報通信と地域の生産性に関する研究

総務省情報通信政策研究所特別研究員 峰滝 和典*

総務省情報通信政策研究所研究官 大森 審士*

情報通信技術利活用の進展が地域の生産性向上にもたらす効果について実証研究を行った。各都道府県の生産性の指標としては、できる限り多くの要因を考慮する観点から、すべての生産要素の組み合わせ一単位当たりの生産性を測定する尺度であり、効率性や技術進歩といった質的な変化に関わる指標である TFP(Total Factor Productivity)を用いた。各都道府県の TFP は、都道府県間で比較するとともに、時系列でも比較できるようにするため、Caves-Christensen-Diewert の手法により算出した。情報通信技術利活用の進展を表す情報化に関する変数としては、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、企業における CIO の存在、テレワークの利用、地域公共ネットワーク整備率及び LAN 接続教室比率を用いた。これらの変数と各都道府県の TFP との相関関係をみると、以下のとおりの結果となった。

- (1) 地域公共ネットワーク整備率と LAN 接続教室比率といった地域における情報化への取組を示す変数は、企業の FTTH 利用と正の相関がみられる。
- (2) パネル操作変数法による TFP の推計結果、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、CIO の存在、テレワークの利用といった変数は TFP と正の相関がみられる。操作変数には、地域公共ネットワーク整備率、LAN 接続教室比率といった、地域における情報化への取組を示す変数を用いている。
- (3) ダイナミックパネル分析(two step system GMM)を用いた TFP の推計の結果、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、テレワークの利用が統計的に有意であるという結果が得られた。操作変数に LAN 接続教室比率を加えた場合には更に CIO の存在も有意水準 5%で有意な結果が得られた。

情報通信と地域の生産性に関する研究

総務省情報通信政策研究所特別研究員 峰滝 和典*
総務省情報通信政策研究所研究官 大森 審士*

1. はじめに

本稿では、情報通信技術利活用の進展が地域の生産性向上にもたらす効果について実証研究を行う。

財務総合政策研究所(2002)では、社会資本ストックが都道府県別の TFP(Total Factor Productivity)にもたらした効果を検証している。貞廣・島澤(2002)は、内生的成長モデルのフレームワークを用いて、情報通信技術の進展が、大都市圏(東京、千葉、埼玉、神奈川、愛知、大阪)において、生産性に与えた効果を検証している。貞廣・島澤(2002)のいう情報通信技術の進展は、情報通信技術の供給サイドに着目しており、「情報通信産業において研究に従事する一事業者あたりの労働者が多ければ多いほど、情報通信技術における新たな知識ストックが生まれやすくなるものと想定している」(貞廣・島澤(2002))。これに対し、本稿では、都道府県別の TFP を被説明変数とし、都道府県単位の各種の情報化指数を説明変数とした実証分析を行った。情報化指数としては、当該地域にある企業の情報化への取組や情報通信ネットワークの利用を表す変数を用いるほか、当該地域において情報通信技術がどの程度積極的に取り入れられ、利活用されているかを示す変数を用いた。また、生産性については財務総合政策研究所(2002)、中島(2001)、西村・峰滝(2004)、深尾・宮川(2008)と同様に、TFP を指標とした。

以下、都道府県単位の TFP の計測方法について説明した後、情報化に関する変数の分類を行い、それを踏まえ、都道府県別 TFP とこれら情報化変数との関係について実証分析を行った結果について述べる。

2. 都道府県単位の TFP

各都道府県の生産性の指標としては、できる限り多くの要因を考慮する観点から、すべての生産要素の組み合わせ一単位当たりの生産性を測定する尺度である TFP を用いることにした。生産性の指標として、労働生産性について考えると、労働生産性の向上には資本装備率の上昇と TFP の上昇とが関係するが、資本装備率は労働一単位当たりの資本量という、いわば量的な変化を表している。これに対し、TFP は効率性や技術進歩といった質的な変化に関わる指標である。このような観点からも、生産性の尺度として TFP を用いることとした。

都道府県間、更に時系列で比較可能な TFP インデックスは、Caves-Christensen-Diewert(1982)の手法により求めた。生産性を比較する都道府県数は 47 ある。財務総合政策研究所(2002)や中島(2001)に従い、代表的な県 a のインプット指数をすべての都道府県との間で作成されたインプット指数(対数値)の算術平均とし、以下のとおり定義した。

$$\ln(X^a) = \frac{1}{47} \sum_{l=1}^{47} \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (s_i^a + s_i^l) \ln \left(\frac{x_i^a}{x_i^l} \right) \right] = \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{2} (s_i^a + \bar{s}_i) \ln \left(\frac{x_i^a}{\hat{x}_i} \right) + \frac{1}{2} \bar{s}_i \ln \bar{x}_i - \frac{1}{2} \bar{s}_i \ln x_i \right] \dots (1)$$

ここで、 s_i は第 i インプット ($i=1, \dots, n$) のコストシェア、変数の上のバーは l (都道府県) についての算術平均、ハットは幾何平均を表す。

次に、 a 県とは別の b 県についても同様のインデックスを作成し、 a 県と b 県のインデックスの差を計

算した。ただし、 \hat{x}_i は l についての x_i の幾何平均である。

$$\ln\left(\frac{x^a}{x^b}\right) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2}(s_i^a + \bar{s}_i) \ln\left(\frac{x_i^a}{\hat{x}_i}\right) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2}(s_i^b + \bar{s}_i) \ln\left(\frac{x_i^b}{\hat{x}_i}\right) \quad \dots(2)$$

これを用いて、 a 県と b 県の TFP の格差を計算すると次のようになる。

$$\ln\left(\frac{TFP_a}{TFP_b}\right) = \ln\left(\frac{Y_a}{Y_b}\right) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2}(s_i^a + \bar{s}_i) \ln\left(\frac{x_i^a}{\hat{x}_i}\right) + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2}(s_i^b + \bar{s}_i) \ln\left(\frac{x_i^b}{\hat{x}_i}\right) \quad \dots(3)$$

Y は都道府県ごとのアウトプット(GDP)である。このようにして横断面データで計算した TFP が算出される。本稿では、各都道府県の TFP レベルを用いてパネル分析を行うことから、横断面データで計算した TFP 指数を時系列でつなぐ必要がある。このため、代表的な都道府県の TFP の変化を時系列で計測し、横断面データで計算した TFP に接続する。 $t-1$ 時点から t 時点にかけて、代表的な都道府県の TFP の変化率を計算すると次のようになる。

$$\ln\left(\frac{TFP_t}{TFP_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{\hat{Y}_t}{\hat{Y}_{t-1}}\right) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2}(\bar{s}_{i,t} + \bar{s}_{i,t-1}) \ln\left(\frac{\hat{x}_i}{\hat{x}_{t-1}}\right) \quad \dots(4)$$

このようにして計算された隣接時点における連鎖指数を時系列で連結し、基準時点を 1 とする代表的な都道府県の TFP 指数の系列を計算した。そして、既に計算されている各時点における各都道府県の TFP 指数について、代表的な都道府県の TFP 指数が基準時点から変位した分だけシフトさせた。このようにして、比較可能な TFP 指数を都道府県別に時系列で作成することができる。

TFP の計測に当たり使用したデータについて、生産量は付加価値ベースとした。内閣府『県民経済計算年報』の「経済活動別県内総生産」(実質値)を用いた。労働投入は、就業者数と労働時間を乗ずることによって労働投入量とした。労働時間は『毎月勤労統計調査年報 地方調査』の「1人平均月間総実労働時間」を用いた。資本ストックは、『国民経済計算年報』にある「純固定資産」(実質値)の「住宅以外の建物」と「その他の構築物」を建物・構築物資本ストックとした。また、「純固定資産」(実質値)の「その他の機械・設備」を ICT 資本(通信・ハードウェア)と非 ICT 資本に分解した。その際、ICT 資本(通信・ハードウェア)と非 ICT 資本のシェアの計算を都道府県別に行うに当たり、『情報処理実態調査』の個票データに遡り、財ごとにシェアを求めた。そのシェアを『国民経済計算年報』にある「純固定資産」(実質値)の「その他の機械・設備」に乗じて都道府県別の ICT 資本(通信・ハードウェア)と非 ICT 資本を求めた。ICT 資本(ソフトウェア)についても『情報処理実態調査』の個票データを用いて都道府県別に再集計して都道府県別のシェアを計算し、それに『国民経済計算年報』にある「純固定資産」(実質値)のコンピュータ・ソフトウェアを乗じて ICT 資本(ソフトウェア)とした。このようにして求めた ICT 資本(通信・ハードウェア)と、ICT 資本(ソフトウェア)を合わせて、ICT 資本を定義した。

3. 情報化に関する変数の分類

都道府県単位の TFP に対して、情報通信技術利活用の進展が影響を与えるという仮説を検証するために用いた情報化に関する変数を列記すると図表 1 のとおりとなる。このうち、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、CIO の存在(なし、兼任、専任)は企業ごとのデータであり、当該企業が存在する都道府県ごとに再集計を行い都道府県ごとの平均値をとった。また、テレワークの利用は事業所単位のデータ

であり、同様に都道府県ごとに再集計を行い都道府県ごとの平均値をとった。

図表 1 情報化変数

変数名	出 所	年
企業の FTTH 利用	情報処理実態調査	2001-2005
企業間ネットワークの利用	情報処理実態調査	2001-2005
CIO の存在(なし、兼任、専任)	情報処理実態調査	2002-2005
テレワークの利用	通信利用動向調査	2002-2005
地域公共ネットワーク整備率	地域公共ネットワーク整備状況	2001-2005
LAN 接続教室比率	学校における情報教育の実態に関する調査	2000-2005
PC で授業をできる先生の比率	学校における情報教育の実態に関する調査	2000-2005

以上の情報化に関する変数について因子分析を行い、共通因子の存在に関して検証した¹。その結果が図表 2 である。

図表 2 情報化変数に関する因子分析の結果

変数	Factor1	Factor2	Factor3
企業の FTTH 利用	0.1282	0.9859	0.1075
企業間ネットワークの利用	0.1818	0.2993	0.6832
CIO の存在(なし、兼任、専任)	-0.1173	0.0427	0.4719
テレワークの利用	-0.1531	0.0233	0.247
地域公共ネットワーク整備率	0.5124	0.2032	0.0514
LAN 接続教室比率	0.8046	0.0918	-0.0149
PC で授業をできる先生の比率	0.6656	0.3135	0.2359

第 1 因子は、企業や事業所のデータとは相関が低く、LAN 接続教室比率や PC で授業をできる先生の比率、地域公共ネットワーク整備率と相関が高い。これより、地域における情報化への取組みを示す因子と考えることができる。また、第 2 因子は、企業の FTTH 利用と相関が高く、企業による情報通信ネットワークの利用を表す因子と考えることができる。第 3 因子は、企業間ネットワークの利用や企業における CIO の存在と相関が高く、企業による情報化への取組を表す因子と考えることができよう。

以上の因子分析の結果を踏まえて、都道府県別 TFP と情報化との関係についての実証分析を行うことにする。

4. 実証分析

(1) 地域による情報化の取組みを示す変数と企業 FTTH 利用及び企業間ネットワーク

¹最尤法を用いて推定し、軸の回転にはバリマックス法を用いた。

因子分析の結果から推察されるように、企業による情報通信ネットワークの利用や情報化への取組を表す変数と、地域における情報化への取組を示す変数は別のグループに分ける必要があると思われる。そこで、企業の FTTH 利用と企業間ネットワークの利用に対してそれぞれ、地域における情報化への取組を示す変数が影響をもたらしていないかどうかを検証した。企業の FTTH 利用を被説明変数として、地域公共ネットワーク整備率と LAN 接続教室比率を説明変数としたパネル分析を行ったところ、図表 3 のようになった。ハウスマン検定の結果、固定効果モデルが選択され、有意水準 1%で、地域公共ネットワーク整備率と LAN 接続教室比率は共に企業の FTTH 利用に対してプラスの効果があることが分かった。被説明変数を企業間ネットワークの利用にした場合にも同様の結果が得られた²。

図表 3 企業の FTTH 利用の推計結果

被説明変数：企業の FTTH 利用
推計方法

	パネル固定効果モデル			パネル変量効果モデル		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
地域公共ネットワーク整備率	0.2706	0.0637	***	0.2349	0.0540	***
LAN 接続教室比率	0.6334	0.0639	***	0.2728	0.0521	***
定数項	-0.2567	0.0322	***	-0.0845	0.0322	
サンプル数	235			235		
グループ数	47			47		
決定係数	within	0.6164		0.6031		
	between	0.0405		0.0308		
	overall	0.1766		0.1879		
ハウスマン検定						
カイ二乗	2024.12					
p 値	0.000					

(注)***：有意水準 1%

(2) 情報化変数と TFP に関する実証分析

次に、都道府県別 TFP を被説明変数とし、情報化に関するそれぞれの変数を説明変数としたモデルを推計した。先述のように、情報化に関する変数は、いくつかのグループに分かれることが分かっている。また、企業による情報通信ネットワークの利用や情報化への取組を表す変数と、地域における情報化への取組を示す変数と正の相関を持つことが確認されている。そこで、ここでは、パネル操作変数分析を試み、操作変数に地域における情報化への取組を示す変数である、地域公共ネットワーク整備率、LAN 接続教室比率を用いた。説明変数には企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、CIO の存在、テレワークの利用を用いた。この中で、内生性が問題となるのは企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用である。そこで、企業の FTTH 利用を内生性のある変数とした³。推計結果は、図表 4 のとおりである。ハウスマン検定により変量効果モデルが選択された。

² 紙面の制約上、掲載していない。

³ 企業間ネットワークの利用を内生性のある変数とした場合、有意な結果は得られなかった。

図表 4 TFP 推計結果(パネル操作変数法)

被説明変数：TFP

推計方法

パネル操作変数固定効果モデル

パネル操作変数変量効果モデル

	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
企業の FTTH 利用	0.1836	0.0265	***	0.1839	0.0240	***
企業間ネットワークの利用	0.0570	0.0228	**	0.0584	0.0206	***
CIO の存在(なし、兼任、専任)	0.0444	0.0206	**	0.0452	0.0186	**
テレワークの利用	0.0218	0.0154		0.0240	0.0139	*
定数項	-0.0095	0.0482		-0.0049	0.0487	
サンプル数		188			188	
グループ数		47			47	
決定係数 within		0.3322			0.4474	
between		0.2654			0.2705	
overall		0.1749			0.1788	
ハウスマン検定						
カイ二乗			0.15			
p 値			0.997			
過剰識別テスト						
カイ二乗		1.737				
p 値		0.1875				
操作変数	地域公共ネットワーク整備率、LAN 接続教室比率					

(注)***：有意水準 1%、**：有意水準 5%、*：有意水準 10%

次に、システム GMM を試みた。システム GMM では被説明変数の時間系列的相関の問題も考慮することができる。また逆因果関係による誤差項と説明変数の相関、すなわち内生性による推計の偏りは修正されていると考えられる。操作変数には TFP の 1 期ラグ値、説明変数の 1 期ラグ値のそれぞれの水準と差分を用い、さらに、2003 年から 2005 年の年次ダミーの水準も用いた。また、地域公共ネットワーク整備率又は LAN 接続教室比率を操作変数に加えたケースも試みた。説明変数と被説明変数のラグを考慮に入れることは、地域の情報通信技術利活用の進展を考える上で有効と思われる。また、TFP と企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、CIO の存在及びテレワークの利用といった説明変数の間に時系列的な因果関係があるか否かを検証することができる。図表 5 にあるようにシステム GMM による推計結果は、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用及びテレワークの利用はすべて 10% 未満で有意である。CIO の存在については、操作変数に LAN 接続教室比率を加えた場合にのみ有効な結果が得られた。また、Hansen の過剰識別性テストより、操作変数が適切に用いられていることも確認できた。

図表 5 TFP 推計結果(システム GMM)

被説明変数：企業の FTTH 利用

推計方法

システム GMM

	係数	標準誤差		係数	標準誤差		係数	標準誤差
企業の FTTH 利用	0.0824	0.0316 ***		0.0829	0.0304 ***		0.0878374	0.0341893 **
企業間ネットワークの利用	0.1685	0.0632 ***		0.1699	0.0605 ***		0.1725435	0.0658131 ***
CIO の存在(なし、兼任、専任)	0.1000	0.0768		0.1007	0.0736		0.1505725	0.0655095 **
テレワークの利用	0.0776	0.0460 *		0.0791	0.0423 *		0.1166224	0.0706413 ***
定数項	0.0457	0.1700		0.0486	0.1658		0.0839621	0.2313222
サンプル数	188			188			188	
グループ数	47			47			47	
Wald 統計量	47.17			48.37			59.08	
p 値	0.000			0.000			0.000	
Arellano-Bond AR(1)	-2.440			-2.500			-2.290	
p 値	0.014			0.013			0.022	
Arellano-Bond AR(2)	-0.420			-0.420			-0.500	
p 値	0.677			0.673			0.620	
Hansen 過剰識別検定	24.08			24.39			21.03	
p 値	0.343			0.383			0.579	
操作変数 レベル： Standard： GMM type： 階差：	定数項、2003-2005 年次ダミー			定数項、2003-2005 年次ダミー 地域公共ネットワーク整備率			定数項、2003-2005 年次ダミー、 LAN 接続教室比率	
	TFP1 期ラグ、説明変数 1 期ラグ			TFP1 期ラグ、説明変数 1 期ラグ			TFP1 期ラグ、説明変数 1 期ラグ	
	TFP1 期ラグ、説明変数 1 期ラグ			TFP1 期ラグ、説明変数 1 期ラグ			TFP1 期ラグ、説明変数 1 期ラグ	

(注)***：有意水準 1%、**：有意水準 5%、*：有意水準 10%

5. まとめ

本稿の実証分析の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) 地域公共ネットワーク整備率と LAN 接続教室比率といった地域における情報化への取組を示す変数は、企業の FTTH 利用と正の相関がみられる。
- (2) パネル操作変数法による TFP の推計結果、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、CIO の存在、テレワークの利用といった変数は TFP と正の相関がみられる。操作変数には、地域公共ネットワーク整備率、LAN 接続教室比率といった、地域における情報化への取組を示す変数を用いている。
- (3) ダイナミックパネル分析(two step system GMM)を用いた TFP の推計の結果、企業の FTTH 利用、企業間ネットワークの利用、テレワークの利用が統計的に有意であるという結果が得られた。操作変数に LAN 接続教室比率を加えた場合には更に CIO の存在も有意水準 5% で有意な結果が得られた。

(参考文献)

貞廣彰、島澤諭(2002)「情報通信技術の進展がわが国経済の生産性へ与えた影響—都道府県別パネルデータによる分析—」『RCSS ディスカッションペーパーシリーズ』第 2 号、関西大学ソシオネットワーク戦略研究センター、pp.1-16。

財務省財務総合政策研究所(2002)『都道府県の経済活性化における政府の役割—生産効率・雇用創出からの考察』、財務省財務総合政策研究所報告書。

中島隆信(2001)、『日本経済の生産性分析』、日本経済新聞社。

西村清彦・峰滝和典(2004)『情報技術革新と日本経済：「ニュー・エコノミー」の幻を超えて』有斐閣。

深尾京司・宮川努編(2008)、『生産性と日本の経済成長—JIP データベースによる産業・企業レベルの実証分析』東京大学出版会。

Caves, D., L. Christensen and W. Diewert(1982), “Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers”, Economic Journal, Vol. 92, pp.73-96.