

# 建設業の生産性変動要因に関する試行的分析

森本 恵美<sup>1</sup>・荒井 弘毅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 徳島大学助教 大学院理工学研究部 (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail:memi@tokushima-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 秀明大学教授 総合経営学部 (〒276-0003 千葉県八千代大学町1-1)

E-mail:koki.arai@nifty.ne.jp

本稿は、土木業と建築業の産業別総要素生産性 (Total Factor Productivity : TFP) について、日本産業生産性データベース2015を用い、①技術革新効果、②天候効果、③建設投資の効率向上誘発効果、及び④参入・退出効果に分解して検討を行った。結果としては、総要素生産性には、特許出願件数や気温と降水量で示す天候は有意な効果を有していなかった。また、新規参入と退出に関しては、建築業においては、参入と退出が、それぞれ負と正の効果を有しており、建設投資の生産性向上誘発効果に関しては、政府投資と民間投資とも正で有意となっていた。また、土木業においては、参入が正、退出が負でそれぞれ有意となっていた。

**Key Words :** Total Factor Productivity(TFP), Interactural Propaty, Weather Condition, Entry and Exit, Innovation

## 1. はじめに

建設業では生産性向上が大きな課題として認識されている。例えば、国土交通省では、我が国における生産年齢人口の減少が予想される中、建設分野での生産性向上は避けられない課題であるとの認識の下、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みとしてi-Constructionが開かれることとなった(2015/12/15国土交通省)。日本建設業連合会では、生産性を更に高めるために『生産性向上推進本部』を設置することとされた(2015/12/24建設業新聞)。

本稿は、建設業の生産性の動きを様々な要素に分解して検討し、その効果計測を試みたものである。

いわゆる「生産性」については、様々な捉え方がある。建設業を対象としたさまざまな記事において、一つは建設現場における一人一人の能率向上からの見方であり、また建設業全体の付加価値で図った産出量の時間的な変動から資本投入量と労働投入量との変動によるものを減じた後のいわゆる総要素生産性での見方である。本稿では、後者の総要素生産性 (Total Factor Productivity : TFP) の動きを見た後、前者の建設現場の生産性の動向を検討する。

## 2. 総要素生産性の解説

総要素生産性を用いた建設業の分析においては、他産

業との比較を行い、建設業での総要素生産性の減少傾向を指摘し、その要因として、労働投入の減少率より産出の減少率が大きいことから労働の調整が十分なされていないなどとするものがある(小池・和田, 2013)<sup>1)</sup>。

産出量をY、資本ストックをK、労働投入量Lとして、式(1)の通常のコブ・ダグラス型の生産関数を想定する。日本の建設業においては、コブ・ダグラス型生産関数における規模に関して収穫一定であることを森本・荒井(2015)<sup>2)</sup>で示されている。

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (1)$$

ここで、添字の*t*は時間を表すものとし、*A*は Hicks 中立の生産性<sup>(注)</sup>を表す項である。この両辺の対数値を取って、*t*で微分する。Δをそれぞれの要素を時間で微分したものを表すものとする。

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L} \quad (2)$$

式(2)では、産出量Yの成長が、資本Kと労働Lの成長の加重平均にAの成長率を加えたものとなることを示している。ここでAは総要素生産性：TFPと呼ばれ、実際には、成長率全体から資本と労働の成長率を差し引いた残差として求められる。このため、総要素生産性の減少傾向が、通常は、各要素の動向相互間の比重の動きから説明することは多くない。労働の調整が十分なされていないのならば、労働投入が増減することになり労働投入の動きを説明する大きな部分となるはずである。それを

除いた部分でTFPは説明されるものであり、技術の動向、参入・退出の要素、政策的動向などが、このTFPの主たる説明要因となる。

生産性水準の分解については、経済全体の集計レベルのTFPを企業の付加価値シェアによって加重集計したものであり、式(3)に示すように年におけるTFP水準を考えることによって、産業のTFPの動きを分析している。

$$\ln TFP_t = \sum_i^n \theta_{it} \ln TFP_{it} \quad (3)$$

ここで、 $i$ は企業を表すインデックス、 $\ln TFP_{it}$ は各企業のTFPレベル、ウェイト $\theta_{it}$ は企業が属している産業における市場シェアである。産業全体をこの例のように企業内/事業所内の変化や再配分効果、参入・退出効果等に要因分解する研究は様々になされている(西村ほか; 2003, 深尾・権; 2004)<sup>3) 4)</sup>。

### 3. 建設業のTFP推移に与える影響

これら既存研究を参考に、土木業と建築業のTFPを次の要因に分解して考える。

① 技術革新効果 (Innovation) : 産業全体に影響を及

ぼす技術革新の効果。本研究では、建設業における特許出願件数によってこれを代理した。

② 天候効果: 建設業は天候に左右される面があるとされてきており、生産性に影響を及ぼす効果として年平均気温 (Temperature) と降水量 (Precipitation) との推移を代理変数とした。

③ 効率向上誘発投資効果: 公共調達による建設投資と民間による建設需要とが効率向上を誘発し、生産性上昇を刺激する効果。公共投資のうちの建設投資額 (Publicinvest) と民間需要 (Privateinvest) の代理変数として日経平均株価を用いた。

④ 参入・退出効果: 参入企業 (Entry) ・退出企業 (Exit) の生産性と産業平均生産性の差に参入企業の市場シェアを乗じた効果。建設業許可登録事業者の数の推移によってこれを代理した。

データは次のものを用いている。

産業別のTFPの値は日本産業生産性データベース2015の値を活用している (RIETI, 2015; 深尾, 2010)<sup>5) 6)</sup>。参入と退出に関しては、「建設業許可業者数の調査結果」(国土交通省資料)における「新規業者数」「廃棄等業者数」の数字を用いている (国土交通省, 2015)。

表-1 建築業・土木業及び産業の経済的背景に関する記述統計量

	Architecture			CivilEngineering			Common				
	TFP	Publicinvest	Privateinvest	TFP	Publicinvest	Privateinvest	Innovation	Entry	Exit	Temperature	Precipitation
Mean	-0.0036	31413.78	229310.8	-0.001952	151375.8	45063.04	10830.78	24227.63	25998.83	15.23	1301.27
Median	-0.0070	31174	243059	-0.008	157120	47020.5	9458.5	22367.5	26520	15.25	1288.95
Maximum	0.0660	66965	476309	0.098	295314	89248	19207	37042	42659	16.18	1637.3
Minimum	-0.0570	2489	17907	-0.107	9055	3803	5004	15738	8553	14.41	864.7
Std. Dev.	0.0281	17640.07	119750.7	0.042727	86286.28	24718.18	4612.552	6813.585	10450.65	0.500852	172.4699
Skewness	0.3581	0.0768	-0.1186	-0.1572	-0.1576	-0.1166	0.5272	0.5714	-0.0508	0.1067	-0.2600
Kurtosis	2.8557	2.1052	2.4184	3.1250	2.0132	2.2861	1.9568	1.9569	1.8032	2.0775	2.8324
Observations	42	54	54	42	54	54	40	24	24	54	54

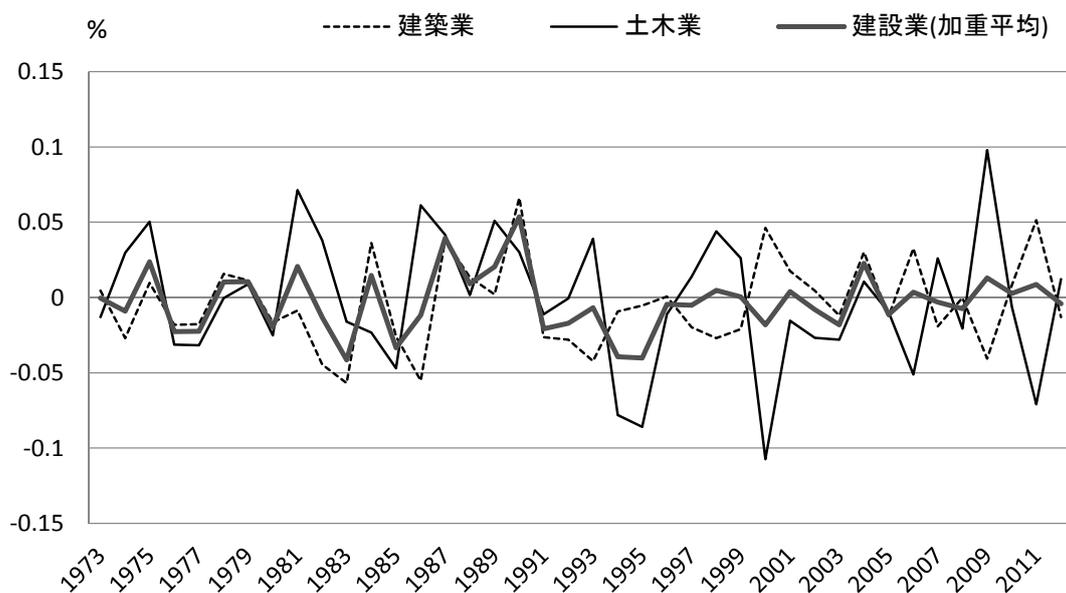


図-1 建設業のTFP (総要素生産性) の推移 (1973~2011年度)

技術革新効果としては、特許に関する分類別統計表のうち、特許（出願）の7つの項目、土木・建設関係（E01（道路、鉄道又は橋りょうの建設）、E02（水工；基礎；土砂の移送）、E03（上水；下水）、E04（建築物）、E05（錠；鍵；窓又は戸の付属品；金庫）、E06（戸、窓、シャッター又はローラブラインド一般；はしご）、並びに、E21（地中若しくは岩石の削孔；採鉱）の数字を合計したものをを用いている。天候効果としては、日本の平均気温と降水量に対して東京の初期値を利用して推移を表している。効率向上誘発投資効果としては、「建設投資の推移」の建設投資推計における建築・土木別の数値を、参入と退出は該当年度の、建設業許可件数に記された新規業者数と廃棄等業者数を用いた。

図-1は、日本産業生産性データベースに示された土木業、建築業のTFPの動きである。これによると1990年代以降のTFPの伸び悩みがグラフでも確認できるように見える。そこで、TFP推移の影響要素を式(4)のように定式化する。

ここで、添字の*i*は年度を表すインデックスとする。TFPは建築業と土木業のそれぞれの産業の総要素生産性、Entryは新規業者数、Exitは廃棄等業者数、Innovationは特許（出願）の合計数、Publicinvestは建設投資（名目値）、Privateinvestは年間日経平均高値と安値の単純平均値、Temperatureは日本の平均気温を東京の初期値を利用した推移、Precipitationは日本の平均降水量を東京の初期値を

利用した推移を、いずれも対数値を取ったもので定式化している。 $\alpha_4$ 、 $\beta_{4,1} \sim \beta_{4,7}$ が求める係数である。 $\varepsilon_4$ は誤差項である。

$$\begin{aligned} TFP_i = & \alpha_4 + \beta_{4,1} Innovation_i + \beta_{4,2} PublicInvest_i \\ & + \beta_{4,3} PrivateInvest_i \\ & + \beta_{4,4} Temperature_i \\ & + \beta_{4,5} Precipitation_i (+\beta_{4,6} Entry_i \\ & + \beta_{4,7} Exit_i) + \varepsilon_4 \end{aligned} \quad (4)$$

この推計の結果は次の表-2のとおりである。

この結果によると、総要素生産性の分解において、参入と退出を考えに入れないと、自由度修正済み決定係数の値は非常に小さくなっており、適切な要因分解となっていると考えることは難しい。また、新規参入と退出を加えた分析では、建築で58%、土木では19%程度の影響を説明するものであると考えられる。しかしながら、その中でも、特許や天候（気温と降水量）は有意な効果を有していないことが見て取れる。建築業においては、参入と退出の項の係数が、それぞれ負と正で有意となっている。加えて、建設投資の生産性向上誘発効果に関しては、政府と民間の項の係数が正で有意となっている。また、土木業においては、参入と退出の項の係数が、それぞれ正と負で有意となっている。ただし、建築と土木とでは、参入と退出に関し、それぞれ生じる効果が正と負で逆転していることには留意が必要である。

表-2 建築業・土木業の総要素生産性（TFP）に対する影響の推計

Dependent Variable:	Architecture	CivilEngineering	Architecture	CivilEngineering
Method: Least Squares	n=39	n=39	n=22	n=22
	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient
	(Std. Error)	(Std. Error)	(Std. Error)	(Std. Error)
C	-0.5062 (0.4945)	-0.3886 (0.7219)	-0.5765 (0.7726)	1.0610 (1.8175)
Innovation	-0.0129 (0.0148)	-0.0361 (0.0373)	0.0215 (0.0207)	0.0059 (0.0791)
PublicInvest	-0.0243 (0.0177)	-0.0093 (0.0717)	0.0795 ** (0.0336)	-0.0920 (0.1251)
Privateinvest	0.0331 (0.0260)	0.0301 (0.0579)	0.1150 ** (0.0435)	-0.2361 (0.1516)
Temperature	0.2364 (0.1806)	0.0889 (0.2630)	0.1222 (0.1840)	-0.1110 (0.4671)
Precipitation	-0.0255 (0.0316)	0.0366 (0.0500)	0.0239 (0.0283)	0.0609 (0.0784)
Entry			-0.2800 *** (0.0737)	0.3056 *** (0.1580)
Exit			0.0403 *** (0.0100)	-0.0610 *** (0.0244)
R-squared	0.1661	0.1036	0.7191	0.4577
Adjusted R-squared	0.0398	-0.0322	0.5786	0.1866
S.E. of regression	0.0285	0.0450	0.0169	0.0427
Akaike info criterion	-4.1368	-3.2249	-5.0526	-3.1948

表の上段は係数、下段の括弧内は標準誤差。\*：10%有意、\*\*：5%有意、\*\*\*：1%有意。

R-squared：決定係数、Adjusted R-squared：自由度修正済み決定係数、S.E.of regression：回帰式の標準誤差（誤差項の標準誤差）  
Akaike info criterion：赤池情報量規準、AIC。AICが小さいほどモデルの当てはまりが良いとされる。

## 4. 考察

総要素生産性の分解において、特許や天候（気温と降水量）は有意な効果を有していなかった。また、新規参入と退出に関しては、建築業においては、参入と退出の項の係数が、それぞれ負と正で有意となっていた。加えて、建設投資の生産性向上誘発効果に関しては、政府と民間の項の係数が正で有意となっていた。また、土木業においては、参入と退出の項の係数が、それぞれ正と負で有意となっていた。このそれぞれの要素について更なる詳細を検討したところである。

本研究のインプリケーションとしては、第一に、特許の生産性への効果は直接的・即時的なものとは考えにくいことから、研究開発を促進することが生産性を改善する即効薬とはならないこと、むしろ中長期的なものとして考える方がよいかもしれないこと、第二に、天候の要素は建設業の生産性にはそれほど影響がないことから、建設業が天候に左右されるものであるとする思い込みは避けた方がよいかもしれないこと、第三に、建設投資や新規参入のそれぞれの価格に及ぼす効果が生産性に影響を与えている可能性についてそのメカニズムを認識した上で対策を考えていく方がよいかもしれないことが考えられる。本稿の研究は、いずれも厳密な因果関係を明らかにするものではなく、関連を調べたものであることには留意が必要であるが、関係の小ささが明らかになったことには少なからぬ意義があると考えられる。

謝辞：本稿は科学研究費補助金 基盤（C）16K03649（代表：荒井弘毅）の支援を受けている。

### 注釈

注1) 生産方法の改善を、生産関数に上方へのシフトとして捉え、技術進歩のタイプを分類するとき、中立性という概念をキ

ーワードにして分類するのが普通である。中立性は、変化前と変化後に何らかの対象を不変に保つという意味を持つ。総所得における賃金所得と利潤所得の割合が、技術進歩前と技術進歩後で不変になるのは、生産関数のどのような上方シフトの下で可能か、という考え方で技術進歩を分類する。ヒックスの中立性を満たす生産関数の上方シフトは、産出量増大的な技術進歩とまとめることができる。生産関数の等量曲線を考えれば、原点から引いた直線上では、2要素間の限界代替率が技術進歩前と技術進歩後で変わらないということになる。

また解析的には、技術水準を  $A_H$  と記すとき、

$$Y = A_H F(K, L)$$

であるとき、またそのときに限ってヒックスの中立性が満たされることがわかっている。

### 参考文献

- 1) 小池淳司・和田成夫 (2013) : わが国の建設産業と技術進歩—全要素生産性を用いて—, 土木学会論文集 F4 (建設マネジメント) Vol. 69 (2013) No. 4 p. I\_265-I\_272
- 2) 森本恵美・荒井弘毅 (2015) : 建設業新規参入者の経営実態：経営事項審査の経済分析, 日本建築学会建設生産シンポジウム論文集, Vol.31, pp.65-70, 2015
- 3) 西村清彦・中島隆信・清田耕造 (2003) : 失われた1990年代、日本産業に何が起こったのか?—企業の参入退出と全要素生産性—, RIETI Discussion Paper Series 03-J-002, <http://svr3001.rieti.go.jp/jp/publications/dp/03j002.pdf>
- 4) 深尾京司・権赫旭 (2004) : 日本の生産性と経済成長：産業レベル・企業レベルデータによる実証分析, Discussion Paper Series No.33, <http://hi-stat.ier.hit-u.ac.jp/research/discussion/2004/pdf/D04-33.pdf>
- 5) RIETI (2015) : JIP データベース 2015, <http://www.rieti.go.jp/jp/database/JIP2015/index.html>
- 6) 深尾京司 (2010) : 日本の産業レベルでの TFP 上昇率：JIP データベースによる分析, RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-012, <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/pdp/10p012.pdf>  
(2016.10.21受付)

## TRIAL STUDY ON PRODUCTIVITY OF CONSTRUCTION INDUSTRY IN JAPAN

Emi MORIMOTO and Koki ARAI

This paper, using the total factor productivity (TFP) data for the civil engineering industry and the architecture industry of the Japanese Industry Productivity Database 2015, analyzes industry TFP trend by decomposing (i) innovation effect, (ii) weather effect, (iii) efficiency improvement-induced investment effect and (iv) firm entry and exit effect. As a result, in the total factor productivity, patents and weather (temperature and precipitation) had no significant effect on the TFP. With regard to the firm entry and exit, in the architecture industry, the firm entry has a negative effect and the exit has a positive effect. With regard to the efficiency improvement-induced investment effect, both investments of the government and of the private sector have a positive effect. Further, in the civil engineering industry, the firm entry has a positive effect and the exit has a negative.