

# 交通整備水準と生産性分析

小池 淳司<sup>1</sup>・奥村 亮太<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 神戸大学教授 大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:koike@lion.kobe-u.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 神戸大学大学院 工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:161t106t@stu.kobe-u.ac.jp

本稿は、交通整備水準の生産性への影響に関する既存研究を様々な点に着目して分類を行い、今後の研究における測定方法の標準化に向け、まず、既存研究のレビューを実施した。具体的な分類は、(1) 生産性の測定に用いる変数の設定方法、(2) 交通整備水準の定量化の方法、(3) 交通整備水準を考慮した生産関数、(4) 統計的推定方法の4点である。そして、それらの分類に従い、我が国における交通整備水準の生産性への影響に関する実証分析を行った。実証分析を行う際には、交通整備水準に関してはアクセシビリティを定義し、生産性に関しては相対的全要素生産性と生産関数の推定からによる生産性の2種類を用い、我が国で統一的に利用可能な統計データを使用した。これら2種類の関数で計測された生産性を比較する際には、2005年から2009年までのアクセシビリティ変化と生産性変化に着目して分析を行った。その結果、交通整備水準を含む生産関数から生産性を推定した場合、地域特有の影響が十分考慮されていないことや、比較的短い期間であっても、産業集計を行うことで産業移転が観察できなくなり交通整備水準の生産性への影響が小さくなることが示された。

**Key Words :** *transportation network investment, productivity effects, accessibility*

## 1. はじめに

近年、我が国のみならず世界各国において、交通整備が経済成長に大きく影響するとの認識から、交通施設整備水準と経済活動、すなわち、生産性の関係に関する研究が盛んに行われている。この研究は80年代の米国で行われたAschauer (1989)<sup>1)</sup>が契機となり、生産関数に交通整備水準を加え統計的に検証するという方法論が確立したことで、多くの研究実績が蓄積され、我が国でも同様の研究が盛んに行われた。詳しくは江尻ら(2001)<sup>2)</sup>、塚井ら(2002)<sup>3)</sup>や林(2002)<sup>4)</sup>を参照されたい。

しかしながら、それら分析結果から統一的な見解が得られたということではなく、交通整備水準が生産性に与える影響に関しては分析ごとに違った見解が語られるのみである。それは、分析ごとに異なるデータ、関数系、あるいは仮定の下に分析が実施されていることに起因すると言える。

このような問題意識の下、各国の生産性分析においてはOECDがOECD生産性測定マニュアル<sup>5)</sup>を作成し、同じ規範の下で生産性成長の計測方法を示すことで国際比較を可能にしようと試みている。ここでの生産性とは交通社会資本水準を考慮に入れたものではなく、単

に各国の生産性成長の計測に焦点を当てたものである。そこで、交通整備水準が生産性に与える影響を分析する際にも、同様に同じ規範の下でその影響を分析する必要があると考えられる。本研究では、交通整備水準の生産性への影響を分析するに際して、そのデータ、関数系、仮定を網羅的にレビューし、我が国で統一基準で分析する場合の標準的な複数の分析方法を提案するとともに、各方法における問題点を明確にすることで、分析目的に見合った方法を提案することを目的としている。

具体的には、(1) 生産性の測定に用いる変数の設定方法、(2) 交通整備水準の定量化の方法、(3) 交通整備水準を考慮した生産関数、(4) 統計的推定方法、にわけ従来の方法とそのバラエティおよび特徴を網羅的に整理する。その後、我が国で統一的に入手可能なデータセットにより実証分析を行うことで、それぞれの方法の特徴を定量的に分析することを行う。

第2章では、上記で述べた従来の交通整備水準や生産性の計測における方法や種類について、既存研究のレビューを実施する。第3章では、我が国における交通整備水準の生産性への影響に関する実証分析を行う。その際、利用するデータの出典や計測方法を明らかにし、

表-1 生産性の測定方法の分類

	投入要素のタイプ			
産出量測定の種類	労働	資本	労働&資本	労働&資本&中間財 (エネルギー, 材料, サービス)
総産出量	労働生産性	資本生産性	労働 - 資本MFP	③KLEMS-MFP
付加価値	①労働生産性	資本生産性	②労働 - 資本MFP	—
	単要素生産性 (SFP)		多要素生産性 (MFP)	

今後の研究における交通整備水準や生産性の測定方法の標準化へ向けて本研究を発展させていく。

$$S_{VA,t}^j = \frac{P_t^j Q_t^j - P_{M,t}^j M_t^j}{P_t^j Q_t^j} \quad (2)$$

$$S_{M,t}^j = 1 - S_{VA,t}^j \quad (3)$$

## 2. 交通整備水準と生産性計測に関する方法と種類

### (1) 生産性の測定に用いる変数の設定方法

まず生産性とは、一般的に投入量の測定値に対する産出量の測定値の比率であると定義される。しかしその生産性を測定するにあたり、従来の研究では研究目的やデータの利用可能性によって使用する変数が異なっていた。そのためOECDではOECD生産性測定マニュアルが作成され、同じ規範の下で生産性成長を計測し、国際比較を可能にしようと試みている。本節ではそのOECD生産性測定マニュアルをレビューし、各変数の設定方法について説明する。

#### a) 生産性測定方法の分類

まず生産性を測定する方法には多様な種類がある。OECD生産性測定マニュアルでは産出量測定タイプと投入要素のタイプで分類を行うことで、主な生産性の測定方法を表-1のようにまとめている。表中の数字は最もよく用いられる順番を表している。本研究では、付加価値ベースの労働-資本多要素生産性 (MFP) いわゆる全要素生産性 (TFP) に着目して産業の生産性を測定するので、その測定に必要な変数の設定方法を以下に示す。

#### b) 産業別実質付加価値額

OECD生産性測定マニュアルには産業別実質付加価値額を測定する方法が2つ示されている。1つ目の方法は個別産業についての価格指数、名目産業額、名目投入額のデータが利用できる場合であり、年次トロンキスト数量指数を用いて、次式のように産業別の付加価値指数を計算する。

$$\frac{VA_t^j}{VA_{t-1}^j} = \left[ \frac{Q_t^j}{Q_{t-1}^j} \left[ \frac{M_t^j}{M_{t-1}^j} \right]^{-\frac{1}{2}(S_{M,t}^j + S_{M,t-1}^j)} \right]^{-\frac{1}{2}(S_{VA,t}^j + S_{VA,t-1}^j)} \quad (1)$$

$VA_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における付加価値

$Q_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における総産出量

$M_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における中間投入量

$S_{M,t}^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における産出量に対する中間投入のシェア (中間投入率)

$S_{VA,t}^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における名目付加価値率

$P_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における産出価格

$P_{M,t}^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における中間投入価格

このようにして計算される付加価値数量指数は最良指数であるとしている。

2つ目の方法は、産出数量指数を名目付加価値額推計の参照年に外挿し、実質付加価値額を推計する方法である。この方法による数量指数は生産性計算における産出の便利な測定方法として用いられる。しかし、雇用者数などの投入量の外挿に基づく実質付加価値は、生産性分析に用いることができないとしている。

#### c) 労働投入

OECD生産性測定マニュアルには労働投入の計測方法として3つ示されている。1つ目の方法は産業別労働時間データを用いた方法であり、次式から労働投入指数が計測される。

$$\frac{L_t^j}{L_{t-1}^j} = \frac{E_t^j}{E_{t-1}^j} \frac{h_t^j}{h_{t-1}^j} \quad (4)$$

$L_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における実労働時間

$E_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における雇用者数

$h_t^j$  :  $t$ 年の産業 $j$ における平均実労働時間

この計測方法は最善の計測方法であるとしている。また実労働時間の望ましい集計方法は、産業別指数にウェイトをつけて集計する方法であり、次式から計算できる。

$$\frac{L_t}{L_{t-1}} = \prod_j \left( \frac{L_t^j}{L_{t-1}^j} \right)^{\frac{1}{2}(s_{L,t}^j + s_{L,t-1}^j)} \quad (5)$$

$s_{L,t}^j$  :  $t$  年の名目報酬合計に占める産業  $j$  のシェア

このように労働投入として産業別実労働時間データを用いるが、細分類産業におけるこのデータの入手は難しく、就業者一人あたりの平均労働時間データも少なく、国ごとに求める方法が異なる。

2つ目の方法は産業別フルタイム換算就業者数を用いる方法であり、次善の計測方法であるとしている。この地域集計も式(5)と同様に、幾何重平均を行うべきであるとしている。

3つ目の方法は就業者数を用いた方法であるが、この方法は最も望ましくない方法であるとしている。なぜなら、パートとフルタイムの構成変化や、フルタイム雇用の平均労働時間の変化が就業者数の変化には反映されていないからであるとしている。しかし、国際間の生産性成長の比較可能性は他の2つの方法より、良好であるとしている。

#### d) 資本投入

OECD生産性測定マニュアルには資本投入の計測方法として2つ示されている。1つ目の方法が資本サービスデータを用いる方法であり、望ましい方法であるとしている。しかし、資本サービスの時系列データは原則存在しないので推計する必要があり、その際資本サービスは資本ストックに比例すると仮定する。具体的な推計方法は、生産性測定の目的に合わせて別途調整が必要であるため、本論文では割愛し、OECD生産性測定マニュアルを参照されたい。

2つ目の方法は資本の粗及び純ストックの両方、又は片方のみを利用する方法である。この方法は、生産性研究では当たり前のよう利用されてきたが、成長に対する資本の寄与度の測定ではバイアスを生じさせ易いとしている。なぜなら、粗あるいは純資本ストックの指数は、資本サービスの指数に比べてゆっくりと上昇することが実証的に分かっているからであるとしている。

#### e) 要素シェア

OECD生産性測定マニュアルには粗付加価値に対する各要素の投入コストのシェアを要素シェアとしている。よって、生産勘定やV表、U表から総付加価値の構成要素である雇用者報酬、他の税から生産や輸入に関する補助金の控除、総混合所得、総営業余剰を把握する必要がある。これらのデータから各要素シェアを次式から計算する。

$$S_L = \frac{W + I_L + t_L \cdot T}{W + I + T + GOS} \quad (6)$$

$$S_K = \frac{GOS + I_K + (1 - t_L) \cdot T}{W + I + T + GOS} \quad (7)$$

$$I_L = \frac{W}{L} \times SL \quad (8)$$

$$I_K = I - I_L \quad (9)$$

$$t_L = \frac{W + I_L}{W + I + GOS} \quad (10)$$

- $S_L$  : 総付加価値に占める労働シェア
- $S_K$  : 総付加価値に占める資本シェア
- $W$  : 雇用者報酬
- $T$  : 他の税から生産や輸入に関する補助金の控除
- $I$  : 総混合所得
- $GOS$  : 総営業余剰
- $L$  : 雇用者数
- $SL$  : 自営業者数
- $I_L$  : 総混合所得の労働部分
- $I_K$  : 総混合所得の資本部分
- $t_L$  : 純税の労働シェア

上記の要素シェアの測定方法は単純なものであり、二つの方法から改良を行うことができるとしている。一つ目の方法は、混合所得の分配を事後調整による労働分と資本分の二つの推計値から行う方法である。二つ目の方法は、生産に関わる税と補助金をその性質から少なくとも労働と資本に分けて分配する方法である。

#### f) 結合投入の指数

OECD生産性測定マニュアルでは前項までで算出した要素を結合する方法を次式のように示している。

$$\left[ \frac{L_t^j}{L_{t-1}^j} \right]^{\bar{S}_L^j} \left[ \frac{K_t^j}{K_{t-1}^j} \right]^{\bar{S}_K^j} \quad (11)$$

$$\bar{S}_L^j = \frac{1}{2} (s_{L,t}^j + s_{L,t-1}^j) \quad (12)$$

$$\bar{S}_K^j = \frac{1}{2} (s_{K,t}^j + s_{K,t-1}^j) \quad (13)$$

- $S_{L,t}^j$  :  $t$  年の産業  $j$  における粗付加価値に占める労働シェア
- $S_{K,t}^j$  :  $t$  年の産業  $j$  における粗付加価値に占める資本シェア

このように、労働と資本を結合する時にもトロンキスト指数を用いる。

#### g) 付加価値ベース労働－資本多要素生産性 (MFP)

前項までで示した数量指数を用いて、時間変化に伴う付加価値ベース労働－資本多要素生産性 (MFP) の成長を計測する方法を次式で示す。

$$\frac{MFP_t^j}{MFP_{t-1}^j} = \frac{VA_t^j}{VA_{t-1}^j} \left/ \left[ \frac{L_t^j}{L_{t-1}^j} \right]^{\bar{S}_L^j} \left[ \frac{K_t^j}{K_{t-1}^j} \right]^{\bar{S}_K^j} \right. \quad (14)$$

- $MFP_t^j$  :  $t$  年の産業  $j$  における付加価値ベース労働－資本多要素生産性

このようにして、OECD生産性測定マニュアルでは使用する変数の設定方法と計測方法そして、産業別の生産性成長の測定方法を示している。

(2) 交通整備水準の定量化方法

交通整備水準とは交通の利便性を表す指標であるが、既存研究でこの水準の定量化方法に着目して分類を行うと、大きく分けて2つに分けることができる。1つが社会資本ストックを用いる方法である。もう1つはアクセシビリティを用いる方法である。本節ではこの2つの方法について既存研究をレビューしながらまとめる。

a) 社会資本ストックによる定量化

交通整備水準を定量化するにあたり、本項では社会資本ストックを用いた既存研究についてまとめる。

交通整備水準を考慮した統計的実証分析の先駆けである Aschauer(1989)では、非軍事の公共資本データを用いて交通整備水準を定量化している。

塚井ら(2002)では、1987年の旧3公社民営化による統計の断絶を考慮し、国富調査をベースに減価償却を考慮した社会資本ストックを用いていた。

このように、既存研究では社会資本ストックつまり、政府の社会資本への投資額から耐用年数による減耗分を引いた金額が交通整備水準の指標として用いられてきた。しかし、江尻ら(2001)で示されているように社会資本の定義は既存研究によってきわめて多様である。また、林(2002)が示しているように社会資本データが同期の公共投資を含んでいるのかという同時性の問題も存在する。

b) アクセシビリティによる定量化

交通整備水準を定量化するにあたり、本項ではアクセシビリティを用いた既存研究についてまとめる。Kim et al. (2009)<sup>9)</sup>で示されているように、アクセシビリティの定義方法は、大きく分けて重力タイプとエントロピータイプの2タイプがある。その2つのタイプは以下の式で定義される。

重力タイプ：

$$Acc_i = \sum_j Pop_j \cdot d_{ij}^{-\beta} \tag{15}$$

エントロピータイプ：

$$Acc_i = \sum_j Pop_j \cdot \exp(-\beta \cdot d_{ij}) \tag{16}$$

$Acc_i$  : 地域*i*におけるアクセシビリティ

$Pop_j$  : 地域*j*における人口

$d_{ij}$  : 地域*i*から地域*j*までの移動距離

$\beta$  : 移動距離の減衰パラメータ

式中の減衰パラメータ $\beta$ は交通量から求めると記されている。Kim et al. (2009)では、式(15)を採用して、高速道路整備水準をアクセシビリティで表している。

また、重力タイプにおいて $\beta = 1$ としている既存研究もある。山口ら(2003)<sup>7)</sup>では以下のようにアクセシビリティを定義している。

$$ACC_i = \sum_j \frac{X_j}{GV_{ij}} \tag{17}$$

$$GV_{ij} = \sum_h S_h (T_h \times P + P_h) \tag{18}$$

$ACC_i$  : *i*地域におけるアクセシビリティ指標

$X_j$  : *j*地域のGDPや人口

$GV_{ij}$  : *i*地域と*j*地域との間の交通一般化費用

$S_h$  : *h*交通機関のシェア

$T_h$  : *h*交通機関の所要時間

$P$  : 実質化した時間価値

$P_h$  : *h*交通機関の実質化した運賃・料金

山口ら(2003)では、当該都市・地域における財やサービスの多様性が增大することを表現できる指標として、このようにアクセシビリティを定義した。また、GDP基準と人口基準の2種類でアクセシビリティを定義しているが、経済の生産活動に主眼を置いているため、人々の居住地を表す人口指標よりも経済活動地点を表すGDP指標の方が、アクセシビリティとしてはより相応しいと考察している。

同様に、重力タイプにおいて $\beta = 1$ としている樋野ら(2012)<sup>9)</sup>では以下のようにアクセシビリティを定義している。

$$ACC_i \equiv \sum_j POP_j / t_{ij} \tag{19}$$

$ACC_i$  : 生活圏*i*のアクセシビリティ

$POP_j$  : 相手先生活圏*j*の人口

$t_{ij}$  : 生活圏*ij*間の自動車所要時間

樋野ら(2012)では、生活圏の移動のしやすさを表す指標としてアクセシビリティを定義し、道路整備による生活圏間の所要時間短縮効果を捉えている。

このようにアクセシビリティを定義する際には、相手先の人口とその地域までにかかる距離、費用、時間などが用いられることが多い。これらのデータは社会資本ストックよりは明確に定義できるので、比較分析が可能になる。

(3) 交通整備水準を考慮した生産関数

交通整備水準の生産性への影響を分析するためにはその2つについての関係を関数で定義する必要がある。その関数の定義方法は大きく分けて2つ存在する。1つ目は、生産性を推定した後に、その生産性の要因分析から交通整備水準との関係を把握する方法である。これを段階推定型関数と呼ぶ。2つ目は、交通整備水準を

定義した後に、その交通整備水準も含めて関数を定義し、推定することで交通整備水準の生産性への影響を分析する方法である。これを同時推定型関数と呼ぶ。本節ではこの2種類の方法で関数を定義している各既存研究をレビューする。

#### a) 段階推定型関数

段階推定型関数が用いられている研究は、Holl(2016)<sup>9)</sup>である。Holl(2016)で用いられたモデル式を以下に示す。

$$\ln Y_{it} = a_{it} + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} \quad (20)$$

$$a_{it} = y_{it} - \hat{\beta}_1 \ln K_{it} - \hat{\beta}_2 \ln L_{it} \quad (21)$$

$$a_{it} = \delta \ln HWDIS_{it} + u_{it} \quad (22)$$

- $Y_{it}$  :  $t$ 期の企業*i*の付加価値  
 $K_{it}$  :  $t$ 期の企業*i*の資本ストック  
 $L_{it}$  :  $t$ 期の企業*i*の労働投入  
 $HWDIS_{it}$  :  $t$ 期の企業*i*から高速道路までの距離  
 $u_{it}$  :  $t$ 期の企業*i*における交通整備水準以外の特性や地域特性

Holl(2016)では、式(20)のクロス・セクション分析より係数の推定を行った後、その推定係数から企業レベルの全要素生産性(TFP)を算出し、その算出された生産性と交通整備水準を表す高速道路までの距離から成る式(22)をもう一度クロス・セクション分析することで、生産性と交通整備水準との関係を明らかにしている。従って、推定されたTFPが式(22)を推定するために使われる。

#### b) 同時推定型関数

同時推定型関数が用いられている研究は、山口ら(2003)である。交通整備水準を表すアクセシビリティについては、前節で示した式(17)、式(18)から算出する。このアクセシビリティを生産関数の説明変数に含め、以下のように生産関数を定義する。

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 ACC_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \varepsilon_{it} \quad (23)$$

- $Y_{it}$  :  $t$ 期の地域*i*の民間部門の総生産  
 $K_{it}$  :  $t$ 期の地域*i*の民間資本ストック  
 $L_{it}$  :  $t$ 期の地域*i*の労働投入量  
 $ACC_{it}$  :  $t$ 期の地域*i*におけるアクセシビリティ

このように、事前にアクセシビリティを算出し、それを含めた関数を定義し、クロス・セクション分析を行うことで、生産性と交通整備水準の関係を明らかにしている。従って、一度の推定で交通整備水準の生産性への影響を分析しているの、段階推定型関数よりはバイアスが少なくと考えられる。

#### (4) 統計的推定方法

統計的に関数を推定する方法には時系列分析とクロス・セクション分析がある。時系列分析は、その名の通り時間を跨いで関数を推定する方法である。一方、

クロス・セクション分析は地域を跨いで関数を推定する方法である。本節では各推定方法が用いられている既存研究をレビューする。また、推定する際には使用するデータの集計レベルが問題となってくる。具体的な集計レベルとして、産業集計と地域集計があり、本節ではこれについても説明を行う。

#### a) 時系列分析

時系列分析を行っている研究として Aschauer(1989)が挙げられる。Aschauer(1989)が用いたモデル式を以下に示す。

$$y_t - n_t = c_0 - c_1 * n_t + c_2 * k_t + c_3 * kgh_t + c_4 * cu_t \quad (24)$$

- $y_t$  :  $t$ 期の民間部門の生産量の対数  
 $n_t$  :  $t$ 期の民間部門の労働投入量の対数  
 $k_t$  :  $t$ 期の民間部門の資本投入量の対数  
 $kgh_t$  :  $t$ 期の非軍事部門の公共資本の対数  
 $cu_t$  :  $t$ 期の製造業における稼働率の対数

このモデル式から米国の1949年から1985年までの時系列分析を行っている。その他の研究でも同様の時系列分析を行っているが、推定値が乖離した結果になったものもある。詳しくは中野(1999)<sup>10)</sup>を参照してもらいたい。中野(1999)では、社会資本の内生性や時系列データの非定常性の指摘が示されている。また、時系列分析では時間を跨いでパラメータが推定されるので、時間変化でみた各変数における関数の傾きは一定であり、パラメータについては時間変化による影響が考慮されていない。

#### b) クロス・セクション分析

クロス・セクション分析を行っている研究として Kim et al. (2009)が挙げられる。Kim et al. (2009)で用いられているモデル式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \ln VA_i^r &= AD_i^r + \beta_{i1}^r (\ln R^r)^2 + \beta_{i2}^r \ln L_i^r \ln R^r \\ &+ \beta_{i3}^r \ln KAP_i^r \ln R^r + \beta_{i4}^r \ln R^r + \beta_{i5}^r \ln L_i^r \\ &+ \beta_{i6}^r \ln KAP_i^r + \beta_{i7}^r (\ln L_i^r)^2 + \beta_{i8}^r (\ln KAP_i^r)^2 \\ &+ \beta_{i9}^r \ln L_i^r \ln KAP_i^r \end{aligned} \quad (25)$$

- $VA_i^r$  : 地域*r*における産業*i*の付加価値  
 $R^r$  : 地域*r*におけるアクセシビリティ  
 $L_i^r$  : 地域*r*における産業*i*の労働投入量  
 $KAP_i^r$  : 地域*r*における産業*i*の資本ストック

この生産関数の変数としてアクセシビリティが用いられているが、アクセシビリティは式(15)で定義されている。そして、この関数を韓国の237地域でクロス・セクション分析を行っている。このようなクロス・セク

ション分析では、地域を跨いでパラメータが推定されるので、地域間でみた各変数における関数の傾きは一定であり、パラメータについては地域変化による影響が考慮されていない。

c) 産業集計

産業の集計レベルとしては、産業別と産業を集計し一つの産業（産業計）とする方法が存在する。この2つの方法で生産性を推定すると、推定結果に大きな乖離が生じることが知られている。その原因として、産業が集計されると産業移転による生産性の変化が見られなくなるといことが挙げられる。従って、産業別より産業集計した方が推定される生産性は小さくなる傾向があると言える。

d) 地域集計

地域の集計レベルとして、企業別や地域別そして、地域を一つに集計した全国レベルが存在し、集計レベルの変化で分析方法が異なり、計測される生産性にも影響があると言える。Aschauer(1989)では全国レベルで実証分析を行っているが、このような全国レベルの地域集計では、クロス・セクション分析ではなく時系列分析となる。一方、地域別の生産性推定ではクロス・セクション分析が可能となる。また近年では、ビックデータの利用可能性から Holl(2016)のように企業別で生産性を推定している。企業別で生産性が推定されれば、松浦ら(2008)<sup>10)</sup>が行っているように企業の参入・退出を考慮した生産性成長の要因分析が可能となる。しかし、企業別のデータは一般的に公表されていない。

$$\ln TFP_{jt}^r = \ln VA_{jt}^r - S_{Ljt}^r \ln L_{jt}^r - S_{Kjt}^r \ln K_{jt}^r \quad (26)$$

$$S_{Ljt}^r = w_{jt}^r / (w_{jt}^r + c_{jt}^r) \quad (27)$$

$$S_{Kjt}^r = c_{jt}^r / (w_{jt}^r + c_{jt}^r) \quad (28)$$

- $TFP_{jt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の全要素生産性
- $VA_{jt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の付加価値
- $L_{jt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の労働投入量
- $K_{jt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の資本投入量
- $S_{Ljt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の労働のコストシェア
- $S_{Kjt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の資本のコストシェア
- $w_{Ljt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の労働コスト
- $c_{Kjt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の資本コスト

本研究ではこれらの式から、経済産業研究所【都道府県別生産性 (R-JIP) データベース 2014】にあるデータを利用する。このデータは一般に公開されているので、統一的に利用可能である。またこのデータに関しての詳しい情報は徳井ら(2013)<sup>9)</sup>に記載されているので参照されたい。今回はそのデータから 2005 年と 2009 年における沖縄県を除いた 46 都道府県別、23 産業別 (表-2) に全要素生産性を計測する。沖縄県を除いた理由は、

表-2 産業区分

農林水産業	一次金属	電気・ガス・水道業
鉱業	金属製品	卸売・小売業
食料品	一般機械	金融・保険業
繊維	電気機械	不動産業
パルプ・紙	輸送用機械	運輸・通信業
化学	精密機械	サービス業 (民間、非営利)
石油・石炭製品	その他の製造業	サービス業 (政府)
窯業・土石製品	建設業	

3. 交通整備水準の生産性への影響についての 実証分析

(1) 全要素生産性 (TFP) の計測

前章までは多様にある生産性の測定方法について分類を行いながら網羅的に既存研究をレビューした。本章では全要素生産性を産業別地域別に計測した実証分析を行う。本章で示される計測方法が今後の交通整備水準の生産性への分析研究における標準的な測定方法となるようにデータの設定方法や推定方法などを詳細に説明する。また使用するデータも我が国で統一的に入手可能なものを用いる。本研究では 2 つの方法から TFP を計測するが、後者の計測方法を用いて交通整備水準の生産性への影響を分析する。

a) 全要素生産性 (TFP)

まず全要素生産性とは、生産要素 (労働, 資本) の投入量変化では説明できない、技術の進歩 (生産性) を表す指標であり、一般的に次式で計算される。

表-3 各変数についての使用データ

変数	使用データ	単位
$VA_{jt}^r$	実質付加価値	2000年価格, 100万円
$L_{jt}^r$	就業者数	人
$K_{jt}^r$	実質資本ストック	2000年価格, 100万円
$w_{Ljt}^r$	名目労働コスト	100万円
$c_{Kjt}^r$	名目資本コスト	100万円

本研究で対象としている交通整備に関して沖縄県だけ特異であるため、沖縄県を考慮しない方が自然だからである。また産業の種類に関しては、【都道府県別生産性 (R-JIP) データベース 2014】に依拠している。そして本研究で使用する【都道府県別生産性 (R-JIP) データベース 2014】からの各変数についての具体的なデータは表-3 に示す。このデータにおける実質付加価値について、2009 年の高知県の精密機械、同年愛媛県の一次金属が負の値になっているので、本研究ではその 2 つを除外して TFP を計測する。

このデータセットで式(26), (27), (28) から 2005 年と 2009 年における地域別産業別の全要素生産性を計算し、その変化を見ると、ほとんどの地域産業で負の値になった。これは、近年の日本経済の停滞が原因であると考えられる。しかし、交通整備水準を表すアクセシビリティの変化を見ると全ての地域で正の値であった(次節)。従って、この全要素生産性とアクセシビリティとを比較することにはあまり意味がないと考えられる。それを受けて本研究では、次項の相対的全要素生産性 (TFP) を計測し、それをを用いて分析を行う。

**b) 相対的全要素生産性 (RTFP)**

前項で示したように近年の日本の生産性を計測すると減少していることが分かった。それを受けて本項では各地域の平均からの差を考慮した相対的全要素生産性 (RTFP) を計測する。このような計測方法を行っているのが大塚(2005)<sup>12)</sup>や松浦ら(2008)があるので、本研究では大塚(2005)を参考にして以下の式から 2005 年と 2009 年の地域別産業別の相対的全要素生産性を計測する。

$$\ln RTFP_{j2005}^r = (\ln VA_{j2005}^r - \overline{\ln VA_{j2005}}) - \sum_i \frac{1}{2} (S_{ij2005}^r + \overline{S_{ij2005}}) (\ln X_{ij2005}^r - \overline{\ln X_{ij2005}}) \quad (29)$$

$$\ln RTFP_{j2009}^r = (\ln VA_{j2009}^r - \overline{\ln VA_{j2009}}) + (\overline{\ln VA_{j2009}} - \overline{\ln VA_{j2005}}) - \sum_i \frac{1}{2} (S_{ij2009}^r + \overline{S_{ij2009}}) (\ln X_{ij2009}^r - \overline{\ln X_{ij2009}}) \quad (30)$$

$$S_{Ljt}^r = w_{jt}^r / (w_{jt}^r + c_{jt}^r) \quad (31)$$

$$S_{Kjt}^r = c_{jt}^r / (w_{jt}^r + c_{jt}^r) \quad (32)$$

- $RTFP_{jt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の相対的全要素生産性
- $VA_{jt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の実質付加価値
- $X_{ijt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の生産要素  $i$ の投入量 ( $i=L, K$ )
- $S_{ijt}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $j$ の生産要素

$i$ のコストシェア

式中にある添え字  $i$  は生産要素を表し、ここでは労働 ( $L$ ) と資本 ( $K$ ) のことであり、各記号の上付きの傍線は各変数の地域間平均値である。上記の式から分かるように、本研究では日本の平均的な全要素生産性からの相対的な各地域の全要素生産性について 2005 年を基準にして、2009 年の相対的全要素生産性を算出している。用いるデータは前項の経済産業研究所【都道府県別生産性 (R-JIP) データベース 2014】にある同じ変数を使用し、46 都道府県別、23 産業別に 2009 年の高知県の精密機械、同年愛媛県の一次金属を除いて相対的全要素生産性を計測する。また、各地域間の平均値からの差を考慮した相対的全要素生産性では地域集計を扱うことはできないが、産業集計は扱うことができるので、産業を集計した産業計でも地域別の相対的全要素生産性を計測する。このようにして計測された相対的全要素生産性は、次節で算出されるアクセシビリティとの関係を分析する際に使用する。

**(2) アクセシビリティ (ACC) の算出**

**a) アクセシビリティ**

アクセシビリティとは交通整備水準を表す指標である。本研究では、韓国の交通整備について研究を行っている Kim et al. (2009)を参考にしてアクセシビリティを定義する。また、定義するアクセシビリティは重カタイプのみとする。そして地域区分は、アクセシビリティを算出する過程でも、使用するすべてのデータで沖縄県を除外しているので 46 都道府県別である。時系列に関しては、前節で計測した 2005 年と 2009 年の相対的全要素生産性と対応させる必要があるが、使用データの都合上 2005 年度と 2010 年度のアクセシビリティを算出する。以下にアクセシビリティを算出する過程を示す。

**b) 交通所要時間の算出**

アクセシビリティを算出するにあたり、地域間の交通所要時間データが必要である。しかし、国土交通省『全国幹線旅客純流動調査』における OD 別交通サービス水準【代表交通機関別都道府県間】で公表されているデータには、一部地域間のデータが存在しない。そこで本研究ではそのデータには存在しない交通所要時間を算出し、補う必要がある。

まず、本研究では OD 別交通サービス水準【代表交通機関別都道府県間】のデータにおける 2005 年度と 2010 年度の代表交通機関が鉄道であるデータを使用する。このデータは 50 都道府県ゾーンを採用しているので、道北、道東、道南を除き、札幌市がある道央を北海道とする。またこのデータで存在しない交通所要時間は、各年度とも都道府県内々や 3 大都市圏内々の交通所要時

間である。その上 2005 年度のデータには、石川県、長野県、和歌山県の 3 県間の交通所要時間も存在しない。

それを受けて、本研究では都道府県内々以外のデータには存在しない所要時間は、YAHOO! JAPAN の路線情報を利用して算出する。算出する際に、OD 別交通サービス水準【代表交通機関別都道府県間】の所要時間データにおけるゾーン中心は県庁なので、各県庁を出発地点と到着地点にし、最も到着時間が早いルートを採用する。この方法から算出される交通所要時間を表-4a, b, c, d にまとめて示す。また各年度の都道府県内々の交通所要時間は、対象としている都道府県とその他の都道府県間の交通所要時間が最小であるものを半分にした値とする。

$$Time_{ijt} = 0.5 \times \min_j (Time_{ijt}) \quad (33)$$

$Time_{ijt}$  :  $t$  年の地域  $i$  の内々の鉄道所要時間 (分)

$Time_{ijt}$  :  $t$  年の地域  $i$  から地域  $j$  までの鉄道所要時間 (分)

ここで注意しなければならない点がある。それは、YAHOO! JAPAN の路線情報から算出する方法では、2005 年度と 2010 年度に合った時系列に変化したデータ

表-4a 首都圏における交通所要時間 (分)

	埼玉	千葉	東京	神奈川
埼玉		109	56	81
千葉	97		83	102
東京	56	88		61
神奈川	83	103	69	

表-4b 中京圏における交通所要時間 (分)

	岐阜	愛知	三重
岐阜		68	114
愛知	71		82
三重	112	81	

表-4c 関西圏における交通所要時間 (分)

	京都	大阪	兵庫	奈良
京都		81	95	74
大阪	84		63	69
兵庫	81	59		99
奈良	77	63	97	

表-4d 石川県、長野県、和歌山県の 3 県間の交通所要時間 (分)

	石川	長野	和歌山
石川		105	284
長野	113		381
和歌山	282	336	

を算出できていない点である。つまり、2005 年度も 2010 年度も一部データは、現在 (2016 年 1 月 30 日時点) の交通所要時間のデータを利用している。

このようにして、本研究で利用する 2005 年度と 2010 年度の鉄道における交通所要時間を算出する。

c) アクセシビリティのパラメータ推定

アクセシビリティを算出する前に、アクセシビリティのパラメータ推定を行う必要があり、そのアクセシビリティパラメータは以下の式を年度別に重回帰分析することで推定することができる<sup>9)</sup>。

$$\ln OD_{ijt} = \alpha_{1t} \ln O_{it} + \alpha_{2t} \ln D_{jt} - \beta_t \ln Time_{ijt} \quad (34)$$

$OD_{ijt}$  :  $t$  年の地域  $i$  から地域  $j$  への鉄道のトリップ数 (人年)

$O_{it}$  :  $t$  年の地域  $i$  における鉄道の発生トリップ数 (人年)

$D_{jt}$  :  $t$  年の地域  $j$  における鉄道の集中トリップ数 (人年)

$Time_{ijt}$  :  $t$  年の地域  $i$  から地域  $j$  までの鉄道所要時間 (分)

この重回帰分析で使用する鉄道所要時間が前項で算出した交通所要時間であり、鉄道のトリップ数は国土交通省『全国幹線旅客純流動調査』における都道府県間流動表 (出発地から目的地) 【代表交通機関別流動表】の年間推計した 2005 年度と 2010 年度の代表交通機関が鉄道であるデータを利用する。このデータも 50 都道府県ゾーンを採用しているのので、道北、道東、道央、道南の流動 (トリップ数) を合わせて北海道の流動とする。また、このデータにも都道府県内々や 3 大都市圏内々の流動が明記されていないので、本研究ではそれらの流動を考慮せず、アクセシビリティのパラメータを推定している。そして重回帰分析を行った結果、推定される  $\beta_t$  が各年度のアクセシビリティパラメータである。このパラメータを用いてアクセシビリティを算出する。

d) アクセシビリティの算出

本研究では以下のように重力タイプでアクセシビリティを定義する。

$$Acc_{it} = \sum_j Pop_{jt} \cdot Time_{ijt}^{-\beta_t} \quad (35)$$

$Acc_{it}$  :  $t$  年の地域  $i$  におけるアクセシビリティ

$Pop_{jt}$  :  $t$  年の地域  $j$  における人口 (人)

$Time_{ijt}$  :  $t$  年の地域  $i$  から地域  $j$  までの交通所要時間 (分)

$\beta_t$  :  $t$  年のアクセシビリティパラメータ

交通所要時間とアクセシビリティのパラメータについては前項までに示した。人口については総務省統計局『平成 22 年国勢調査』から 2005 年度と 2010 年度のデータを利用する。このようにして、本研究では 46 都道



府県別アクセシビリティを 2005 年度と 2010 年度で算出した。

**(3) 交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性の計測**

本節では、交通整備水準を表しているアクセシビリティを生産関数に含めて、その生産関数を推定することにより生産性を計測する。以下ではその生産関数の前提条件や定義そして、その推定方法を示すとともに、生産性の計測方法についても説明する。

**a) 前提条件**

本研究で用いる生産関数における前提条件について説明する。本研究では、できる限り一般的な生産関数を定義するために、前提条件をできる限り少なくする。

本研究では、各地域各産業で代表的な企業のみを主体者として仮定する。そしてこの主体者は、費用最小化行動の下で、労働と資本を生産要素として生産を行う。つまり、労働の限界生産性価値が労働の賃金率と等しくなる<sup>13)</sup>。また企業の生産関数は、労働と資本の規模に関して収穫不変であると仮定する。これは、すべての生産要素の投入量を同時に増加させ生産規模をすると、産出量は規模に比例して増加することを意味している<sup>13)</sup>。つまり、本における生産関数は一次同次性を有している。

**b) 生産関数の定義**

経済規模を表す生産量についての関数である生産関数を本研究ではトランスログ型で定義し、以下に示す。

$$\ln VA_{it}^r = \alpha 0_{it} + \alpha 1_{it} \ln L_{it}^r + \alpha 2_{it} \ln K_{it}^r + 0.5\alpha 11_{it} (\ln L_{it}^r)^2 + 0.5\alpha 22_{it} (\ln K_{it}^r)^2 + \alpha 12_{it} \ln L_{it}^r \ln K_{it}^r + \beta_{it} \ln Acc_{it}^r \quad (36)$$

- $VA_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $i$ の付加価値
- $L_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $i$ の労働投入量
- $K_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $i$ の資本投入量
- $Acc_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ におけるアクセシビリティ

トランスログ型生産関数は生産要素の代替率が一定ではなく、伸縮性を有するので、山口ら(2003)の生産関数(コブ・ダグラス型)より制約式が少なく、より一般的な形である<sup>14)</sup>。つまり、トランスログ型は現況を再現しやすい形であり、コブ・ダグラス型より正確な実証分析ができる。

また、上記の生産関数の両辺を  $\ln L$  で偏微分して導き出される方程式が、労働のシェア方程式である。この労働のシェア方程式を導き出すことに際して、企業の費用最小化行動を考慮している。その労働のシェア方

程式を以下に示す。

$$\frac{w_{it}^r}{VA_{it}^r} = \alpha 1_{it} + \alpha 11_{it} \ln L_{it}^r + \alpha 12_{it} \ln K_{it}^r \quad (37)$$

$w_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $i$ の労働コスト

そして、前項で述べたように、一次同次性を仮定すると以下の式が制約式となる<sup>15)</sup>。

$$\alpha 1_{it} + \alpha 2_{it} = 1 \quad (38)$$

$$\alpha 11_{it} + \alpha 12_{it} = 0 \quad (39)$$

$$\alpha 22_{it} + \alpha 12_{it} = 0 \quad (40)$$

**c) 生産関数の推定**

各産業における生産関数の推定方法について説明する。本研究では、前項で示した生産関数(38)と生産関数から導出される労働のシェア方程式(39)とを同時推定する。同時推定する際には、SASという計算ソフトを用いて重回帰分析を行うが、本研究の生産関数は一次同次性を有しているの、制約式(40)、(41)、(42)が必要となる。よって、制約式(40)、(41)、(42)の下、式(38)と式(39)の同時推定による重回帰分析から、産業別の生産関数を推定する。そして、全ての産業を一つに集計した産業計についても同様の方法で生産関数を推定する。また使用するデータセットは、前節の相対的全要素生産性(RTFP)と同様のデータセットを用いる。

次に同時推定を行う理由を以下に示す。トランスログ型では変数が  $n$  の時、推定するパラメータ数は  $n^2+2n+3$  となり自由度は小さくなる<sup>16)</sup>。自由度が小さいデータの重回帰分析は、根拠が信用しづらいと判断される。その理由は、 $t$ 分布において自由度が小さいほど頂点は低くなり、その代わり裾野は広く高くなるので、正規分布からずれることになるからである。従って同時推定することで、豊富なデータ情報からパラメータの推定値を得る事ができる。

最後に、上記の方法で推定された生産関数から生産性を計測する際には、次式を用いる。

$$P_{it}^r = \alpha 0_{it} + \beta_{it} \ln Acc_{it}^r \quad (41)$$

- $P_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ における産業  $i$ の生産性
- $Acc_{it}^r$  :  $t$ 年の地域  $r$ におけるアクセシビリティ

このようにして、交通整備水準を含んだ生産関数の推定から生産性を地域別産業別に計測する。

**(4) 分析結果と考察**

本研究の目的である交通整備水準の生産性への影響を分析するため、本章第 1 節 b)の相対的全要素生産性(RTFP)と、同章第 3 節の交通整備水準を含んだ生産

関数の推定による生産性の2種類の生産性を用いて、同章第2節で算出したアクセシビリティ (ACC) との関係の本節で分析する。具体的な分析方法は次式のように、アクセシビリティの変化に対する生産性の変化を地域別産業別に計算する。その際、産業集計した産業計も同様の分析を行う。

$$\left( \ln TFP_{j2009}^r - \ln TFP_{j2005}^r \right) / \left( \ln ACC_{2010}^r - \ln ACC_{2005}^r \right) \quad (42)$$

$$TFP_{jt}^r : \quad t \text{ 年の地域 } r \text{ における産業 } i \text{ の生産性} \\ (= RTFP_{jt}^r \cdot VP_{jt}^r)$$

$$Acc_{jt}^r : \quad t \text{ 年の地域 } r \text{ におけるアクセシビリティ}$$

この式から計算された結果を付録にまとめて示す。そしてその計算結果より、相対的全要素生産性を用いたものと、交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性を用いたものどちらも、産業ごとに正負が統一されている傾向があるが、交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性を用いた場合の方がよりその傾向が強いことが読み取れる。これは、生産関数をクロス・セクション分析によって推定しているため、各産業における生産性の計測に際して、アクセシビリティ以外のパラメータは同一、つまりアクセシビリティ以外は地域変化を考慮していないからである。つまり、クロス・セクション分析では地域の特性よりはむしろ産業の特性の方がより大きな影響を与えるため、交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性を用いると、式(42)の計算結果は産業ごとにより統一的な値となったと考えられる。

次に産業を集計した産業計を見ると、相対的全要素生産性を用いたものは全ての地域で負の値となっているが、交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性を用いたものでは全ての地域で正の値になっていた。しかし、この2つの計算結果の値については単純に比較することはできない。なぜなら、相対的全要素生産性は各地域の平均からの差を考慮して、各地域の相対的な全要素生産性を計測しているので、各地域の絶対的な生産性の水準ではないからである。従って値そのものの大きさを見るときは、相対的全要素生産性を用いた計算結果と交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性を用いた計算結果とを比較するのではなく、各計算結果内で比較する必要がある。つまり、各計算結果内の各地域で産業計と産業別の値を比較しなければならない。そのように比較すると、産業計は産業別より小さな値になることが多いことが分かる。これは、同一地域内で比較しているため、アクセシビリティの変化は同じであるので、産業計は産業別より生産性があまり変化していないことを意味する。産業計における生産性の変化が小さくなった理由は、産業

を集計することで異なる産業間の移転を観察することができなくなったためであると考えられる。この産業移転についての問題は一般的によく知られているが、本研究のように2005年から2009年までの比較的短い期間でも確認されたことは大きな意味があると考えられる。

## 4. 結論

### (1) まとめ

本研究では、交通整備水準の生産性への影響を分析している既存研究をレビューする際に、様々な点に着目して分類を行った。具体的には生産性を測定する際に用いる変数の設定方法、交通整備水準の定量化方法、生産関数の定義方法、そして関数の推定方法に着目し、既存研究を分類した。

その後既存研究の分類を踏まえて、我が国の交通整備水準が産業の生産性にどの程度影響を与えているのかについて実証分析を行った。この実証分析における方法が今後の交通整備水準の生産性への影響についての測定方法の標準化につながるように、測定方法やデータの設定方法を詳細に示した。また実証分析の結果より、交通整備水準を含んだ生産関数の推定から生産性を計測した場合は、地域の特性が十分考慮されていないことや、比較的短い期間でも産業集計をすることで産業移転が観察できなくなり交通整備水準の生産性への影響が小さくなることが示された。

### (2) 今後の課題

講演時には、既存研究を体系的に分類する。また、実証分析に際してはモデル式や使用データを精査し、より広範囲な時系列データを用いることで、今回の実証分析の結果より一般的な知見を得る。今回は鉄道のみしか考慮していないが高速道路も考慮することで、交通整備水準をより正確に把握する。

## 付録

アクセシビリティ (ACC) の変化に対する生産性の変化を計算する式(42)の結果を以下に示す。相対的全要素生産 (RTFP) を用いた計算結果を表-5に、交通整備水準を含んだ生産関数の推定による生産性を用いた計算結果を表-6にまとめて示す。





## 参考文献

- 1) David Alan Aschauer : Is public expenditure productive?, *Journal of Monetary Economics*, 23, pp.177-200, 1989.
- 2) 江尻良, 奥村誠, 小林潔司 : 社会資本の生産性と経済成長 : 研究展望, *土木学会論文集*, No. 688/IV-53, pp75-87, 2001.
- 3) 塚井誠人, 江尻良, 奥村誠, 小林潔司 : 社会資本の生産性とスピルオーバー効果, *土木学会論文集*, No. 716/IV-57, pp53-67, 2002.
- 4) 林正義 : 社会資本の生産性と同時性, *内閣府経済社会総合研究所*, ESRI Discussion Paper Series, No.21, 2002.
- 5) ポール・シュライアー (清水雅彦監訳, 佐藤隆, 木崎徹訳) : OECD 生産性測定マニュアル, pp2-3, 108-129, 慶應義塾大学出版会, 2009.
- 6) Euijune Kim and Geoffrey J. D. Hewings : An application of an integrated transport network - Multiregional CGE model to the calibration of synergy effects of highway investments, *Economic Systems Research*, Vol.21(4), pp.377-397, 2009.
- 7) 山口勝弘, 山縣延文, 押井裕也, 望月隆志 : わが国の都市・国土空間におけるアクセシビリティと経済活動に関する研究, *国土交通政策研究*, 第 19 号, 2003.
- 8) 樋野誠一, 門間俊幸, 小池淳司, 中野剛志, 藤井聡 : インフレ・デフレ状況を内生化したケインズモデルによる公共投資効果の分析, *土木学会論文集 F4 (建設マネジメント)*, Vol. 68, No. 4, pp. 1\_21-1\_32, 2012.
- 9) 徳井丞次, 牧野達治, 深尾京司, 宮川 努, 荒井信幸, 新井園枝, 乾 友彦, 川崎一泰, 児玉直美, 野口尚洋 : 都道府県別産業生産性 (R-JIP) データベースの構築と地域間生産性格差の分析, *独立行政法人経済産業研究所*, RIETI Discussion Paper Series, 13-J-037, 2013.
- 10) 中野英夫 : 公共投資支出の経済分析, *財団法人三菱経済研究所*, pp41-42, 1999.
- 11) 松浦寿幸, 早川和伸, 加藤雅俊 : ミクロ・データによる生産性分析の研究動向 — 参入・退出, 経済のグローバル化・イノベーション・制度改革の影響を中心に, *独立行政法人経済産業研究所*, RIETI Policy Discussion Paper Series, 08-P-007, 2008.
- 12) 大塚章弘 : 地域製造業の全要素生産性に関する計量分析, *電力経済研究*, No.53, 2005.
- 13) 武隈慎一 : ミクロ経済学, 新世社, pp.86-91, pp.324-326, pp.77-78, 2003.
- 14) 浜口登 : フレキシブル関数の理論, *早稲田社会科学総合研究*, 第 3 巻, 第 2 号, 2002.
- 15) Horn Thera, 小幡一詞, 佐久間誠, 滝順次 : The Silent Oil Crisis, *トランスログ型費用関数の推計*, ISFJ 政策フォーラム 2005 発表論文, 2005.
- 16) 鄭岩宇, 杉本義行 : 韓国稲作生産の費用関数分析, *千葉大園学報*, 第 46 号, pp.101-109, 1992.

(?)

## THE SERVICE LEVEL OF THE TRANSPORTATION INVESTMENT AND THE PRODUCTIVITY

Atsushi KOIKE, Ryota OKUMURA

Last decade, there are a lot of studies about productivity related to the transportation investment in not only Japan but also several foreign countries. However, there are no unified format on this issue because of differences of the measuring the service level of the transportation network and the productivity and of the using the data set among the prior researches. So, this study classifies previous studies from 4 points view. The first point is the way of setting the variables related to measuring the productivity, the second point is the way of the quantification method of the service level of the transportation network, the third point is the method of defining the production function and the final point is the estimation method. By classifying the prior researches in these view points, this study can also estimate the productivity of transport investment as an empirical study. From this, several point of this issues were confirmed.