全要素生産性と全労働生産性についての比較分析

――産業連関フレームワークによる生産性測定――

橋　本　貴　彦

目次

1．問題の所在

生産性成長率を測定するための代表的な指標として全要素生産性（Total Factor Productivity（TFP））と全労働生産性（Total Labor Productivity（TLP））を挙げることができる。これまでこの指標を用いた多くの実証研究が存在し，経済政策や国際貿易，産業別の競争力の実証等の幅広い分野での検証のために用いられてきた。一方で，従来の研究では全要素生産性と全労働生産性とは，まったく比較できない指標と考えられてきた側面がある。この原因の一つに 2 つの生産性指標が異なるフレームワークにより構築されてきたことが挙げられる。実際に，置塩（1958）や中谷（1977）らにより定義された全労働生産性は産業連関フレームワークにより構築され，その一方で，Solow（1957）次いで Jorgenson and Griliches（1967）により開発された全要素生産性は産業連関フレームワークに基づいて構築されていない。そのことにより，全要素生産性を用いた研究と全労働生産性の研究との比較は，これまでほぼなされてこなかった。では，両者は相互関連のないまったく無関係な指標なのであろうか。本稿ではこの課題を検討し，産業連関フレームワークの下では全要素生産性成長率と全労働生産性は比較のできない指標ではなく，むしろ相互に関連する指標であることを示す。この検討により二つの生産性指標を用いた実証研究の解釈も容易になるはずである。

産業連関フレームワークの下で全要素生産性と全労働生産性とを比較検討した研究に Wolff

（1985, 1994）がある。Wolff は，資本減耗考慮しない場合の全要素生産性と資本減耗考慮しない場合の全労働生産性についての比較を行っている。この比較は Wolff による垂直統合の概念を用いた全要素生産性を導入することにより可能となる。しかし，Wolff の研究に全く課題がないわけではない。Wolff の研究では後に検討するように，二つの課題が存在する。第一に，Wolff の全要素生産性には投入要素として資本減耗を取り上げていない点である。もし資本ストックを取り上げるならば，資本減耗も取り上げることが自然であろう。第二に，仮に資本減耗を取り上げる場合でも通常の産業連関フレームワークでは，資本減耗を中間投入のように商品別に分割せず，部門（産業）別に集約し定義している点である。このような課題に対応して再定義をおこなうことは重要である。以上二点の課題について Juan and Febrero（2000）の研究を参考に検討を行う予定である。結局のところ，全要素生産性に資本減耗投入係数を導入するよう提案することとなる。以上の二点を整理すると，全要素生産性と全労働生産性との関連が明確になる。

以下では，全要素生産性と全労働生産性を比較するために，第 2 節では，置塩（1958），中谷（1977）らの研究に基づき全労働生産性の定義とその性質について確認する。第 3 節では，もう一方の生産性指標である全要素生産性について，Peterson（1979）が行った産業連関フレームワークに基づいた展開を紹介する。産業連関フレームワークを用いることにより全労働生産性との比較が可能となる。さらに，Wolff（1985, 1994）で行われた資本減耗のない全要素生産性と全労働生産性との比較を紹介する。Wolff の手法は，資本減耗を考慮に入れていないことに限界があるが，その点については，第 4 節において，Juan and Febrero（2000）の議論を参考に，商品別に定義した商品別の資本減耗投入係数を導入した場合の全要素生産性を紹介する。最後に，全要素生産性と全労働生産性とを比較可能な形に変換し，両者の相互関連性と各々の相違点について検討を行う。さらに，米国の産業連関表を用いて全要素生産性成長率と全労働生産性成長率についての実証を行う。

2．全労働生産性

一般に，生産力を測定する際には，物理的な技術水準の発展を測るための指標であることが好ましいといわれている。よって，実質賃金率や均等利潤率などの分配関係の変化や商品間の相対価格の推移が入り込む指標は好ましくない。このような視点から TLP 成長率は定義される。ところで，TLP 成長率を定式化するためには投下労働量の計測式を定義する必要がある。この投下労働量を置塩（1958），松田（1964），中谷（1977），泉（1984, 1992），山田（1991）では，以下のように定義した。

記号

$\mathbf{t}=[t_j]$：第 j 部門の生産物 1 貨幣単位の生産に直接・間接に必要な労働量（行ベクトル）。

$\mathbf{A}=[a_{ij}]$：第 j 生産物 1 貨幣単位の生産に投入される第 i 中間投入の量（行列）。

$\tilde{\mathbf{k}}=[\tilde{k}_{ij}]$：第 j 生産物 1 貨幣単位の生産に投入される第 i 資本減耗量（行列）。

$\mathbf{l}=[l_j]$：第 j 生産物 1 貨幣単位の生産に直接必要な労働量（行ベクトル）。

E：単位行列。

まず，第 j 商品 1 貨幣単位毎の投下労働量は

$$t_j \equiv \sum_i a_{ij} + \sum_i \tilde{k}_{ij} t_i + l_j \qquad (j=1,\ 2,\ \cdots,\ n) \qquad (1)$$

と定義されている。この t_j について解き，行列表示すると

$$\mathbf{t} = \mathbf{l}[\mathbf{E} - \mathbf{A} - \tilde{\mathbf{k}}]^{-1} \qquad (2)$$

となる。(2)の両辺を微分すると部門別の投下労働量の変化は

$$[dt_1 \ dt_2 \ \cdots \ dt_n] = d\mathbf{l}[[\mathbf{E} - \mathbf{A} - \tilde{\mathbf{k}}]^{-1}] + \mathbf{l}d[[\mathbf{E} - \mathbf{A} - \tilde{\mathbf{k}}]^{-1}]$$

と展開できる。ところで，現在利用可能な価値的産業連関表から作成できる 1 貨幣単位毎の投下労働量は，物理的な技術水準以外に商品間の相対価格の変化に依存してしまうために，1 生産物単位毎の投下労働量とは通常の場合には異なる。しかし，価格の推移を除去した 1 貨幣単位毎の投下労働量の成長率と 1 生産物単位毎の投下労働量の成長率は一致する。そこで，以後の議論では，投下労働量の成長率（その逆数である TLP 成長率）に焦点をあわせることとする。この投下労働量の変化の逆数は，TLP の変化となる。よって，部門別の TLP は

$$\left[\frac{1}{t_1}\ \frac{1}{t_2} \cdots \frac{1}{t_n}\right] \qquad (3)$$

となる。ここで，各項に自然対数を取り，微分すると

$$-d\ln\mathbf{t} = \left[-\frac{dt_1}{t_1} - \frac{dt_2}{t_2} \cdots - \frac{dt_n}{t_n}\right] \qquad (4)$$

と部門別の TLP 成長率の定義式となる。(4)式の TLP 成長率は以下の 2 点の特徴を持っている。第一に，TLP 成長率は直接的に投入される労働投入のみだけでなく中間材料や資本減耗を通じた投入される間接の労働量の変化を測定する指標である。つまり，各商品を生産するために直接間接に必要な労働量の減少率をみるわけである。または，各部門で直接間接に投入される一定の量の労働量により生産された実質生産額の成長率をみると言い換えることもできる。ここでは労働のみを本源的生産要素として考えていることになる。第二に，冒頭でも述べたが，TLP 成長率は(4)式からも明らかなように分配率の変化とは無関係に決定される指標である。後にみるように以上の二点は全要素生産性成長率の特徴と異なる。ここで残された課題は，部門別の TLP 成長率を集計する方法である。実際に部門別実質生産額を加重値として集計する方法や部門別投下労働量を加重値に使う方法もある。しかし，後にみるように TLP 成長率と全要素生産性成長率との間に関連性がある以上は，それに適した別の集計方法があるのではないだろうか。ここでは集計方法については提案せず，第 4 節にて紹介することとする。第 3 節では，もう一つの生産性指標である全要素生産性について検討する。

3．産業連関フレームワークに基づいた全要素生産性の展開

Wolff（1985, 1994）は，Peterson（1979）の議論を参考に産業連関フレームワークに基づく全要素生産性を展開した。3.1ではこの議論について参照する。さらに，3.2では，Wolff（1985, 1994）が垂直統合という概念を用いて提案した新しい全要素生産性を検討する。

Peterson（1979）は，産業連関フレームワークの下での部門別 TFP 成長率と集計 TFP 成長率を以下のように定義した。集計 TFP 成長率とは，部門別の TFP 成長率をすべての産業について集計した指標である。

記号

$\mathbf{p}=[p_i]$：第 i 部門の価格（行ベクトル）。

w：貨幣賃金率。全産業同一（スカラー）。

r：均等利潤率。全産業同一（スカラー）。

$\mathbf{k}=[k_j]$：第 j 部門の資本ストック/第 j 部門の粗生産量（行ベクトル）。

$\mathbf{X}=[X_i]$：第 i 部門の粗生産量（列ベクトル）。

$\mathbf{Y}=[Y_i]$：第 i 部門の最終需要量（列ベクトル）。

$L=[\mathbf{lX}]$：総雇用（スカラー）。

$K=[\mathbf{kX}]$：総資本ストック（スカラー）。

まず，以下では集計 TFP 成長率を導出する。通常，集計 TFP 成長率は，社会会計方式[1]により

$$\rho\equiv[\mathbf{p}d\mathbf{Y}-wdL-rdK]/\mathbf{pY} \qquad (5)$$

と定義できる[2]。ここで，$\mathbf{pY}$ は GDP（Gross Domestic Product, スカラー）である。一般に $dx/x=d\ln x$（ただし ln は自然対数）であることに留意して(5)式を変形すると，

$$\rho\equiv\left[\frac{\mathbf{p}\hat{\mathbf{Y}}d\ln\mathbf{Y}}{\mathbf{pY}}-\frac{wL}{\mathbf{pY}}d\ln L-\frac{rK}{\mathbf{pY}}d\ln K\right] \qquad (6)$$

となる。ただし，“＾”は対角行列を示す記号である。すなわち経済全体の TFP 成長率は，経済全体の生産成長率は各部門のそれを名目生産額シェアをウェイトにアグリゲートして求め，それから労働と資本ストックの成長率をそれぞれの名目分配率で加重平均した要素投入の成長率を差し引くことによってもとめているわけである。また(6)式に戻ってこの式の意味を考えると，(6)式は産出物と各生産要素という互いに異質なものを Current Value Share[3]によって加減算が可能な形に変換して，産出と投入の変化の差を求めていると読むことが出来よう。(6)式の労働投入量成長率や資本ストック成長率にかかる Current Value Share は，分配率を示す指標と読み取ることもできる。分配率を含む生産性指標という特徴は，TLP 成長率とは異なる点である。

ところで，(6)式の ρ は産業連関フレームワークを用いることにより書き換え可能である。こ

の書き換えを以下では行う。産業連関の需給一致条件から

$$\mathbf{Y}=[\mathbf{E}-\mathbf{A}]\mathbf{X} \qquad (7)$$

を得る。(7)式を全微分すると

$$d\mathbf{Y}=[\mathbf{E}-\mathbf{A}]d\mathbf{X}-d\mathbf{A}\mathbf{X} \qquad (8)$$

を得る。労働と資本についても微分をおこなうと

$$dL=\mathbf{l}d\mathbf{X}+d\mathbf{l}\mathbf{X} \qquad (9)$$
$$dK=\mathbf{k}d\mathbf{X}+d\mathbf{k}\mathbf{X} \qquad (10)$$

となる。(8)式，(9)式，(10)式を(5)式へ代入すると，

$$\rho=[\mathbf{p}[\mathbf{E}-\mathbf{A}]d\mathbf{X}-\mathbf{p}d\mathbf{A}\mathbf{X}-w\mathbf{l}d\mathbf{X}-wd\mathbf{l}\mathbf{X}-r\mathbf{k}d\mathbf{X}-rd\mathbf{k}\mathbf{X}]/\mathbf{p}\mathbf{Y} \qquad (11)$$

を得る。レオンチェフ型価格方程式の定義より

$$\mathbf{p}=\mathbf{p}\mathbf{A}+w\mathbf{l}+r\mathbf{k} \qquad (12)$$

を得るが，これを変形すると

$$\mathbf{p}[\mathbf{E}-\mathbf{A}]=w\mathbf{l}+r\mathbf{k} \qquad (13)$$

となる。この(13)式を(11)式へ代入すると，産業連関フレームワークにより書き換えた集計 TFP 成長率は

$$\rho=-[\mathbf{p}d\mathbf{A}+wd\mathbf{l}+rd\mathbf{k}]\mathbf{X}/\mathbf{p}\mathbf{Y} \qquad (14)$$

となる。さらに，部門別の TFP 成長率は以下のように定義できる[4]。

$$\pi_j\equiv-(\sum_{j=1}p_i da_{ij}+wdl_j+rdk_j)/p_j \qquad (j=1,\ 2,\ \cdots,\ \mathrm{n}) \qquad (15)$$

ところで，(14)式および(15)式から

$$\rho=\pi\hat{\mathbf{p}}\mathbf{X}/\mathbf{p}\mathbf{Y} \qquad (16)$$

を導くことができる（π は π_j を要素とするベクトル）のであるが，この式は経済全体の TFP 成長率を各部門 TFP 成長率の加重平均として求める際のウェイトの合計が1よりも大となることを意味しており，加重平均としては違和感が残る定式化となっている。しかしこの点は，Wolff（1985）が「垂直統合型」の TFP 成長率として提示した以下の定式化とあわせて考えるとわかりやすい。ここでいう垂直統合とは，レオンチェフ逆行列を用い，本源的生産要素（この場合，労働と資本）に帰着させるというものである。まず，$\boldsymbol{\lambda}$ と $\boldsymbol{\gamma}$（各々行ベクトル）を以下のように定義する。

$$\boldsymbol{\lambda}=\mathbf{l}\mathbf{q} \qquad (17)$$

$\boldsymbol{\gamma}=\mathbf{kq}$　⒅

ここで，$\mathbf{q}\equiv[\mathbf{E}-\mathbf{A}]^{-1}$（レオンチェフ逆行列）である。本稿の定義からいえば，$\boldsymbol{\lambda}$（$\boldsymbol{\gamma}$）は，各産業の商品１単位を生産するために直接間接に必要な労働量（資本ストック），つまり資本減耗を考慮しない場合の投下労働量（投下資本量）と呼ぶべき指標である[5)]。このとき，⒄式と⒅式は

$L=\boldsymbol{\lambda}\mathbf{Y}$　⒆
$K=\boldsymbol{\gamma}\mathbf{Y}$　⒇

が成立している。さらにレオンチェフ型価格方程式は⒆式と⒇式を用いると

$\mathbf{p}=w\mathbf{l}[\mathbf{E}-\mathbf{A}]^{-1}+r\mathbf{k}[\mathbf{E}-\mathbf{A}]^{-1}$

と変形可能であるから，⒆式と⒇式を代入すると

$\mathbf{p}=w\boldsymbol{\lambda}+r\boldsymbol{\gamma}$　㉑

となる。さらに，⑸式に⒆式と⒇式を代入すると

$\rho=[\mathbf{p}d\mathbf{Y}-wd\boldsymbol{\lambda}\mathbf{Y}-w\boldsymbol{\lambda}d\mathbf{Y}-rd\boldsymbol{\gamma}\mathbf{Y}-r\boldsymbol{\gamma}d\mathbf{Y}]/\mathbf{pY}$　㉒

㉑式を㉒式に代入し整理すると，集計 TFP 成長率は，以下のように定義できる。

$\rho=-[wd\boldsymbol{\lambda}+rd\boldsymbol{\gamma}]\mathbf{Y}/\mathbf{pY}$　㉓

また，部門別 TFP 成長率は，

$\pi^*_j=-[wd\lambda_j+rd\gamma_j]/p_j$　$(\mathrm{j}=1,\ 2,\ \cdots,\ \mathrm{n})$　㉔

と定義できる[6)]。ただし，添字 j は行ベクトル λ の第 j 列を示す。以下では㉓式及び㉔式のようにレオンチェフ行列を用いて展開した TFP 成長率を垂直統合型 TFP 成長率と呼ぶ。すると，㉓式および㉔式から，

$\rho=\boldsymbol{\pi}^*\hat{\mathbf{p}}\mathbf{Y}/\mathbf{pY}$　㉕

となるから（π^* は π^*_j を要素とするベクトル），集計 TFP 成長率 ρ は垂直統合型部門別 TFP 成長率を名目最終需要額シェアで加重平均した指標（ウェイトの合計は１）ともなっていることがわかる。ところで，さきほど定義した標準的な TFP 成長率⒁式と垂直統合型 TFP ㉓式とが等しいことは，同じ⑸式から出発し展開されているので自明である。しかし，標準的な部門別 TFP 成長率と垂直統合型 TFP 成長率との間にはどのような関係があるかについては検討の余地がある。以下ではその関連性についてみてみる。まず，標準的な部門別 TFP 成長率⒃式は，レオンチェフ逆行列 $\mathbf{q}$ と $\mathbf{qY}=\mathbf{X}$ を用いると以下のように書き換えることが可能である。

$\rho=\boldsymbol{\pi}\hat{\mathbf{p}}\mathbf{qY}/\mathbf{pY}$　㉖

この㉖式と㉕式を比較すると

$$\pi^{*}=\pi(\hat{\mathbf{p}}\mathbf{q}\hat{\mathbf{p}}^{-1}) \qquad (27)$$

を導くことが可能となる。この関係式の意味は重要である。まず，いままで標準的な部門別TFP成長率と呼んだ⒂式または㉖式右辺の一部である π の意味は，当該部門の技術係数（a_{ij}，l_j，k_j）のみが変化した場合の生産性成長率の変化であったことがわかる。ついで㉗式の右辺の $(\hat{\mathbf{p}}\mathbf{q}\hat{\mathbf{p}}^{-1})$ はInter Industry行列と呼ばれているが，ここではレオンチェフ逆行列を通じた他部門との連関を意味する。言い換えると㉗式は，⒂式のように当該部門のみの技術変化だけでなく，全部門が同時に技術変化した場合に，各部門の技術変化が $(\hat{\mathbf{p}}\mathbf{q}\hat{\mathbf{p}}^{-1})$ を通じて投入関係のある各部門に影響を与え合う効果をももつ指標ともいえる。このことからこれまで一部でいわれたように標準的部門別TFP成長率を当該部門のみの技術変化を捉える指標とは限定できないことがわかる。

ここまでWolffの展開したTFP成長率について概観してきた。しかしこれまでのTFP成長率の展開では資本減耗を取り上げておらず，われわれの分析目的であるTLP成長率との比較ができない。そこで次節では，資本減耗の変化を捉えた全要素生産性成長率について検討し，さらにTLP成長率との比較を試みることとする。

4．全要素生産性と全労働生産性の比較

4.1　生産価格方程式の再定義

第3節で明らかとなったようにWolffの提示したTFP成長率は，資本減耗を取り扱っていない点に難点があった。そこで4.1では正確な技術変化を測定するために，商品別の資本減耗投入係数について生産価格方程式の再定義を行う。4.2では，この新しい生産価格方程式を用いた全要素生産性を再定義し，さらにこのTFP成長率と1節で定義したTLP成長率とを比較する。次いで，4.3では，米国の産業連関表を用いて垂直統合型TFP成長率とTLP成長率について実証を行う。

Wolff（1985, 1994）の用いているTFP成長率の定義による価格方程式は，以下の課題を抱えている。一点目は，資本減耗項目がないため，資本減耗を通じた技術変化を捉えていない点である。二点目は，通常の産業連関フレームワークの下では資本減耗投入係数を取り上げても産業別に集計した値となっており商品別でないため，より正確な数量の変化をとらえることができないという点である。この欠点を克服するためにJuan and Febrero（2000）は資本減耗量を産業別に1項目ではなく以下のような商品別の資本減耗投入係数とすることを提案している[7)]。4.2でみるようにこの資本減耗投入係数を導入することによりTFP成長率とTLP成長率との比較が可能となる。

記号

$\tilde{\mathbf{k}}=[\tilde{k}_{ij}]$：第j生産物1貨幣単位の生産に消費される第i資本ストックの量（行列）。

$$\tilde{\mathbf{k}}=\begin{bmatrix}\tilde{k}_1 & \cdots & \tilde{k}_{1n}\\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{k}_{n1} & \cdots & \tilde{k}_{nn}\end{bmatrix} \tag{28}$$

(28)式の資本減耗投入係数は，商品別の数量の変化を把握できることがわかる。このことで，資本減耗を通じた技術変化も捉えることが可能となる[8)]。この改善を基に Juan and Febrero（2000）は，以下の 3 種類の生産価格方程式を提案している[9)]。これらの生産価格方程式は，TFP 成長率を導出する際に用いられる。

$$\mathbf{p}=\mathbf{pA}+\mathbf{p}\tilde{\mathbf{k}}+w\mathbf{l}+r\mathbf{k} \tag{29a}$$
$$\mathbf{p}=w\mathbf{l}[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}]^{-1}+r\mathbf{k}[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}]^{-1} \tag{29b}$$
$$\mathbf{p}=r\mathbf{k}[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}-\mathbf{A}^c]^{-1} \tag{29c}$$

（29a）式は通常型の生産価格方程式であり，それぞれ（29b）式は本源的生産要素である労働と資本ストックに対して，（29c）式は資本ストックに帰着させた垂直統合型の生産価格方程式である。ただし $\mathbf{A}^c$ は粗生産額 1 単位毎の労働者の消費額を表す行列である。言うまでもなく（29a）式，（29b）式，（29c）式は等式である。4.2では，Juan and Febrero（2000）の議論を参考に，この（29a）式と（29b）式の生産価格方程式を用いて TFP を再定義する。

4.2　TFP と TLP の比較

ここでは，まず Juan and Febrero（2000）が展開した資本減耗投入係数を用いた新たな TFP の定義を概観する。最後に，新しい垂直統合型 TFP と本源的生産要素である労働に帰着させた新しい TFP の二つを提案する。この 2 つの式によって TLP 成長率と TFP 成長率の関係が明らかとなる。

新しい生産価格方程式の下での集計 TFP 成長率は，以下のように書き換えることができる。まず，新たに資本減耗投入係数を考慮した場合の数量方程式と新しい集計 TFP 成長率は，

$$\tilde{\mathbf{Y}}=[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}]\mathbf{X} \tag{30}$$

$$\tilde{\rho}=[\mathbf{p}d\tilde{\mathbf{Y}}-wd\mathrm{L}-rd\mathrm{K}]/\mathbf{p}\tilde{\mathbf{Y}} \tag{5′}$$

である。(30)式を全微分すると

$$d\tilde{\mathbf{Y}}=[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}]d\mathbf{X}+[-d\mathbf{A}-d\tilde{\mathbf{k}}]\mathbf{X} \tag{31}$$

となる。さらに，新たに定義した資本ストック量を数量について微分しこの(9)式と(10)式，(31)式を（5′）式へ代入すると，

$$\tilde{\rho}=[\mathbf{p}[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}]d\mathbf{X}-\mathbf{p}d\mathbf{A}\mathbf{X}-\mathbf{p}d\tilde{\mathbf{k}}\mathbf{X}-w\mathbf{l}d\mathbf{X}-wd\mathbf{l}\mathbf{X}-r\mathbf{k}d\mathbf{X}-rd\mathbf{k}\mathbf{X}]/\mathbf{p}\tilde{\mathbf{Y}} \tag{32}$$

を得る。ここで，Juan and Febrero（2000）の提示した価格方程式（29a）式を変形すると

$$\mathbf{p}[\mathbf{E}-\mathbf{A}-\tilde{\mathbf{k}}]=w\mathbf{l}+r\mathbf{k} \tag{33}$$

となる。この(33)式を(32)式へ代入すると，新しい集計 TFP 成長率は

$$\tilde{\rho} \equiv -[\mathbf{p}d\mathbf{A} + \mathbf{p}d\tilde{\mathbf{k}} + wd\mathbf{l} + rd\mathbf{k}]\mathbf{X}/\mathbf{p}\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (34)$$

となる。さらに，新しい部門別 TFP 成長率は以下のように再定義できる。[10)]

$$\tilde{\pi} \equiv -[\mathbf{p}d\mathbf{A} + \mathbf{p}d\tilde{\mathbf{k}} + wd\mathbf{l} + rd\mathbf{k}]\hat{\mathbf{p}}^{-1} \qquad (35)$$

以上の(34)式と(35)式は Wolff の展開した TFP 成長率(14)式と(15)式に資本減耗投入係数を追加した形となっている。

さらに，Wolff（1985, 1994）の議論を参考に垂直統合の定義を用いて資本投入減耗係数を新たに導入した TFP 成長率の展開を行う。まず，集計 TFP 成長率を導出する。ここで

$$L = \mathbf{t}\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (36)$$
$$K = \boldsymbol{\kappa}\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (37)$$

を定義する。さらに，$\mathbf{t} = \mathbf{l}\tilde{\mathbf{q}}$，$\boldsymbol{\kappa} = \mathbf{k}\tilde{\mathbf{q}}$，$\tilde{\mathbf{q}} = [\mathbf{E} - \mathbf{A} - \tilde{\mathbf{k}}]^{-1}$ である。(36)式と(37)式の両辺を微分すると

$$dL = d\mathbf{t}\tilde{\mathbf{Y}} + \mathbf{t}d\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (38)$$
$$dK = d\boldsymbol{\kappa}\tilde{\mathbf{Y}} + \boldsymbol{\kappa}d\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (39)$$

となる。この(38)式と(39)式を(5)式に代入し整理すると，

$$\tilde{\rho} = [\mathbf{p}d\tilde{\mathbf{Y}} - wd\mathbf{t}\tilde{\mathbf{Y}} - w\mathbf{t}d\tilde{\mathbf{Y}} - rd\boldsymbol{\kappa}\tilde{\mathbf{Y}} - r\boldsymbol{\kappa}d\tilde{\mathbf{Y}}]/\mathbf{p}\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (40)$$

となる。(29b)式の生産価格方程式は

$$\mathbf{p} = w\mathbf{t} + r\boldsymbol{\kappa} \qquad (41)$$

と変換可能であるから，(41)式を(40)式へ代入すると最終的に以下の集計 TFP 成長率を得る。

$$\tilde{\rho} = -[wd\mathbf{t} + rd\boldsymbol{\kappa}]\tilde{\mathbf{Y}}/\mathbf{p}\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (42)$$

改めて部門別の TFP 成長率を

$$\tilde{\pi} = -[wd\mathbf{t} + rd\boldsymbol{\kappa}]\hat{\mathbf{p}}^{-1} \qquad (43)$$

と定義する。ここで第1節の(2)式より $\mathbf{t}$ は投下労働量であることがわかる，そして $\boldsymbol{\kappa}$ は各投入物を本源的生産要素である資本ストックに帰着させた投下資本量と呼ぶことができる。さらに展開すると以下を得る。

$$\tilde{\pi} = -[w\mathbf{t}d\ln\mathbf{t} + r\boldsymbol{\kappa}d\ln\boldsymbol{\kappa}]\hat{\mathbf{p}}^{-1} \qquad (44)$$

次いで(42)式と(43)式から

$$\tilde{\rho} = \tilde{\pi}\hat{\mathbf{p}}\tilde{\mathbf{Y}}/\mathbf{p}\tilde{\mathbf{Y}} \qquad (45)$$

を得る。ここでも第3節でおこなったように垂直統合型 TFP 成長率(42)式と通常型 TFP 成長率

⒃式を比較すると

$$\tilde{\pi}=\hat{\pi}(\hat{\mathbf{p}}\tilde{\mathbf{q}}\hat{\mathbf{p}}^{-1}) \qquad (46)$$

を得る。結局，第3節でみたように⒆式から垂直統合型 TFP 成長率は通常型の TFP 成長率と $(\hat{\mathbf{p}}\mathbf{q}\hat{\mathbf{p}}^{-1})$ は Inter Industry 行列に分割できることがわかる。さらに，⒁式の右辺第1項に含まれる $\boldsymbol{w}\mathbf{t}\hat{\mathbf{p}}^{-1}$ は各商品1単位に含まれる直接間接の賃金であり，かつ「直接間接の賃金の Current Value Share」でもある。また⒁式の右辺第2項に含まれる $\boldsymbol{r\kappa}\hat{\mathbf{p}}^{-1}$ は各商品1単位に含まれる直接間接の利潤で，かつ「直接間接の利潤についての Current Value Share」とも呼ぶことができる。改めて⒁式右辺第1項の一部である $-d\ln\mathbf{t}$ を TLP 成長率と呼ぶことができることは，第1節の⑷式から明らかである。この TLP 成長率に倣い，⒁式右辺第2項の一部 $-d\ln\boldsymbol{\kappa}$ を全資本生産性（Total Capital Productivity（TCP））成長率と呼ぶこととする。これまでみてきた TFP 成長率と TLP 成長率の展開から明らかになった諸点は以下の通りである。

⑴　本源的生産要素の定義

そもそも TLP 成長率は，労働のみを本源的生産要素として定義する指標である。一方で，TFP 成長率では労働のみでなく資本ストックをも本源的生産要素と定義する指標である。以下ではまず TLP 成長率での本源的生産要素の取り扱いについて述べ，次に TFP 成長率についての取り扱いについて検討する。さらに，TFP 成長率と TLP 成長率の本源的生産要素の取り扱いを論じる際には，歴史貫通的な意義と資本制特有の意義に分けて論じた方が整理しやすい。そこでさらに，歴史貫通的一般法則に沿った特徴と資本制固有の生産性成長率の特徴とを区別し検討をおこなう。

まず TLP 成長率では労働のみを本源的生産要素としてみているが，このことには以下の意味がある。歴史的にどの社会でも，各社会構成員が分業・協業し，自然や人間そのものに働きかけることにより，その成果（労働生産物）を得てきた。つまり，労働そのものを本源的生産要素とすることは，各社会構成員が現存する技術を所与とし，ある時点の総直接労働を投下した下で，どの程度の生産力を持つかを測定しているのである。TLP 成長率の場合は社会構成員が保有する生産力の成長のテンポを測定していると考えればよい。

この特徴を資本制経済の下では，以下のように言い換えることができる。先に述べた総直接労働を投下し生産活動を行うこと自体は，商品経済である資本制経済の下でも変わらない。つまり資本制の下での TLP 成長率は，労働の担い手たる労働者階級の労働支出に焦点を当てた生産性指標ということもできる。

一方の TFP では，労働のみでなく資本ストックも本源的生産要素と定義している。労働投入が生産性に影響を与えることはもはや自明であるが，資本ストックと生産性についても疑問の余地はない。しかし，資本ストックをどのように取り扱うことかについてはさまざまな意見もあろう。

そもそも資本ストックは，労働との特定の組み合わせの下で，ある特定の生産量が産出されるわけであるから，社会全体の生産力の水準は現時点で設置されている資本ストック量や資本ストックの効率性[11)]，さらにはどの産業に資本ストックをどのように配置するかにより決定される。さきほど取り上げた TLP 成長率の推移も資本ストックの推移と技術的には無関係ではないだろう。

機械制大工業以後に形成された資本制以降の経済システムでは，資本ストックの生産性水準がとりわけ重要となってきている。[12)] 我々の分析視角に引き寄せ言い換えると，資本ストックの生産性を総合生産性指数へどのように組み込むかが重要となってきているといえよう。ところで，実証研究でよく設定される1年間や5年間という短い生産期間に焦点を合わせる場合には，資本減耗と資本ストックとの関係について注意を必要とする。例えば毎期に設備投資され懐妊期間を経て積みあがる資本ストックの推移を無視して，資本減耗の推移のみを取り上げるだけでは，生産性の推移を捉えるには不十分であることは明らかである。設備投資成長率が上昇する部面では，一般に資本減耗の推移と資本ストック量の推移は異なるはずだからである。TFP 成長率において資本ストックを取り上げる理由の一つはこのことにもある。この点で泉・李（2005）のように資本減耗を資本ストックの代理指標として取り扱うことには問題があるといえよう。

一方で，資本制という特殊な社会形態の下では，資本ストックは資本家により所有されており，利潤率を計算する際の構成要素として用いられるという特徴をもつ。その意味では，TLP 成長率の場合とは対照的に TFP は資本家階級にとっての費用に焦点を当てた指標であるということできる。したがってこの TFP 成長率は資本家階級にとり重要度の高い生産性指標ともいえる。

⑵ 集計方法

単一の本源的生産要素たる労働に諸要素投入を帰着させる TLP とは異なり，労働と資本ストックという複数の本源的生産要素にそれぞれ帰着させる TFP においては，それらをアグリゲートして単一の生産性指標とするメカニズムがなければならない。周知のように TFP では標準的には，労働と資本ストックの限界生産力および利潤極大を理論的根拠とする Current Value Share で加重平均するという方法をとる。他により優れた方法があるかもしれぬが，これが一定の根拠にもとづく一つのアグリゲートの方法であることは否定できない。また，この方法の前提に生産関数や完全競争市場の想定があるとしてその現実妥当性を問題にする考えもあり得るが，前述のように，むしろこれらを前提としない社会会計的解釈も可能なのである。ともあれ垂直統合型 TFP 成長率の(42)式及び(43)式から明らかなように，TFP 成長率は，TLP 成長率及び TCP 成長率の水準とその大小関係と労働及び資本の Current Value Share に依存して決まる指標なのである。

⑶ TFP 成長率と TLP 成長率との関係

上記のような相違のある TLP と TFP であるが，これまでいわれてきたようにまったく無関係であるわけでない。(42)式と(44)式から TFP 成長率は TLP 成長率及び TCP 成長率の Current Value Share による加重平均と表すことが出来る。その意味で両者は無関係な指標ではないことがわかる。

4.3 TFP と TLP の実証

4.1でみたように TLP の定義式である⑷式と垂直統合型 TFP の定義式である(42)式と(44)式からの関係から明らかなように，TFP 成長率が，TLP 成長率及び TCP 成長率の水準とその大小関係と，労働及び資本の Current Value Share に依存して決まる指標であることがわかった。そこで次に，TFP 成長率と TLP 成長率の推移について実証し，実際にどのように推移しているかについて検討を行う。ここでいう TFP 成長率と TLP 成長率，TCP 成長率は，定義式でみたよう

表１　TFP 成長率と TLP 成長率及び各構成要素

単位：年率%

計　測　期　間	87-92年	92-98年	98-04年
集計 TFP 成長率　(2)+(4)	2.22	1.08	1.76
(1)集計 TLP 成長率	2.56	1.46	3.19
(2)集計 TLP 成長率×Current Value Share	1.70	0.99	1.94
(3)集計 TCP 成長率	1.68	0.27	−0.40
(4)集計 TCP 成長率×Current Value Share	0.52	0.10	−0.17

出所）米国産業連関表より筆者が作成。
注１）基準年2000年で実質化したデータを利用している。

に１単位の商品の生産に必要な労働量の減少率にマイナス記号をつけているわけであるから，値が正でかつ大であれば，生産性は上昇していることになる。さらにここでいう成長率はすべて年率計算を行っている。計測にあたっては，(42)式と(44)式を使用した。[13)]

表１からわかる特徴は以下の通りである。米国の集計 TFP 成長率の推移は，2.22%（87―92年），1.08%（92―98年），1.76%（98―04年）となっている。このうち集計 TLP 成長率の推移は，2.56%（87―92年），1.46%（92―98年），3.19%（98―04年）となっている。さらに集計 TLP 成長率に Current Value Share を乗じた推移は，(42)式から集計 TFP 成長率の一部を構成していることがわかるが，この推移は，1.70%（87―92年），0.99%（92―98年），1.94%（98―04年）となっている。この結果から TFP 成長率に対してプラスの貢献をしていることがわかる。一方で，集計 TCP 成長率は1.68%（87―92年），0.27%（92―98年），−0.40%（98―04年）と推移している。さらに(42)式の集計 TFP 成長率の一部を構成する集計 TCP 成長率に Current Value Share を乗じた推移は，0.52%（87―92年），0.10%（92―98年），−0.17%（98―04年）と推移している。

この実証結果から，今回の計測期間では TLP 成長率の上昇が TCP 成長率よりも TFP 成長率上昇に貢献していることがわかる。一方で TCP 成長率は全ての計測期間を通じて低下しており，その結果 TFP 成長率への貢献度は低下していることがわかった。TFP 成長率と TLP 成長率の推移の比較で言えば，常に TLP 成長率が TFP 成長率を上回る傾向にあるといえる。

５．結　　論

第４節では TFP 成長率と TLP 成長率について理論的側面と実証的側面から比較検討をおこなった。まず TFP 成長率と TLP 成長率についての理論的側面については以下の結論を得る。

(1)　TFP 成長率は，TLP 成長率および TCP 成長率とそれぞれの加重値である Current Value Share から構成される指標である。部門別でも集計した場合でも同様である。

(2)　TLP 成長率は，技術的変化のみに依存する生産性指標であるのに対し，TFP 成長率は，技術的な変化以外に Current Value Share の変化にも依存する指標である。部門別でも集計した場合でも同様である。

(3)　TLP 成長率では，中間投入係数と資本減耗投入係数を通じた労働支出の推移を測定する指標であるのに対し，TFP 成長率では中間投入係数や資本減耗投入係数を通じた資本スト

ックと労働支出の推移をみる指標であるという相違点がある。

以上から，TFP 成長率と TLP 成長率とが，比較可能な指標であることが明らかとなった。一方で，TCP 成長率と Current Value Share の値によっては，TFP 成長率と TLP 成長率の推移は逆行する可能性もあることがわかる。

次いで，第4節の最後に米国の産業連関データを用いることにより，TFP 成長率と TLP 成長率についての推移を実証した。そこでは以下の特徴を得ることができた。

⑴　計測期間中に TFP 成長率の推移は一貫して TLP 成長率より低位であった。

⑵　⑴の原因として計測期間中に TLP 成長率は一貫して正の値であった一方で TCP 成長率は TLP 成長率に比して低位な値か，又は負の値となっており，TFP 成長率への貢献度は低下していた点を挙げることができる。

本稿では，TFP 成長率と TLP 成長率との相互関連性と相違点について理論的側面と実証的側面から検討を行ってきた。しかし，実証期間は1987年から2004年までに限定している。今後は，実証期間をできるだけ延長し，趨勢的な傾向について検討を行うことを課題としたい。

補論1　部門別の全要素生産性成長率の導出

以下では Peterson（1979）の議論に基づき，産業連関フレームワークの下での部門別の全要素生産性成長率の導出を行う。記号の定義は第3節で用いたものをそのまま使用する。まず，第 k 部門の価額方程式は定義から以下のようになる。

$$p_kX_k=\sum_i p_iX_{ik}+wl_kX_k+rk_kX_k \qquad (1\text{-}1)$$

ただし X_{ik} は第 k 部門に第 i 部門から投入された中間財の量である。この式を対数微分の法則を用いて全微分すると

$$\begin{aligned}&p_kX_k(d\ln p_k+d\ln X_k)\\&=[\sum_i p_iX_{ik}(d\ln p_i+d\ln X_{ik})]+[wl_kX_k(d\ln w+d\ln l_kX_k)]+[rk_kX_k(d\ln r+d\ln k_kX_k)] \qquad (1\text{-}2)\end{aligned}$$

となる。これを整理すると

$$\begin{aligned}(d\ln p_k+d\ln X_k)=\frac{1}{p_kX_k}\{&[\sum_i p_iX_{ik}(d\ln p_i+d\ln X_{ik})]\\&+[wl_kX_k(d\ln w+d\ln l_kX_k)]+[rk_kX_k(d\ln r+d\ln k_kX_k)]\} \qquad (1\text{-}3)\end{aligned}$$

となる。さらに，価格と数量の変化に分離し，数量の変化についてまとめると，第 k 部門の全要素生産性成長率は以下のように定義できる。

$$d\ln\check{\pi}_k=d\ln X_k-\frac{1}{p_kX_k}\{[\sum_i p_iX_{ik}(d\ln X_{ik})]+[wl_kX_k(d\ln l_kX_k)]+[rk_kX_k(d\ln k_kX_k)]\} \qquad (1\text{-}4)$$

技術的投入係数を以下のように定義し

$$d\ln X_{ik}=d\ln a_{ik}+d\ln X_k \qquad (1\text{-}5)$$

この（1-5）式を（1-4）式へ代入すると

$$d\ln\check{\pi}_k = d\ln X_k - \frac{1}{p_k X_k}\{[\sum_i p_i X_{ik}(d\ln a_{ik} + d\ln X_k)] + [wl_k X_k(d\ln l_k + d\ln X_k)] + [rk_k X_k(d\ln k_k + d\ln X_k)]\} \quad (1\text{-}6)$$

となる。これを整理すると

$$d\ln\check{\pi}_k = -\frac{1}{p_k}\{\sum_i p_i a_{ik}(d\ln a_{ik}) + wl_k(d\ln l_k) + rk_k(d\ln k_k)\} + d\ln X_k - \frac{1}{p_k X_k}\{[\sum_i p_i a_{ik} X_k(d\ln X_k)] + [wl_k X_k(d\ln X_k)] + [rk_k X_k(d\ln X_k)]\} \quad (1\text{-}7)$$

となる。ここで，右辺の第２項と第３項とを加えると定義より０であるから，結局，第 k 部門の全要素生産性成長率は,

$$d\ln\check{\pi}_k = -\frac{1}{p_k}\{\sum_i p_i a_{ik}(d\ln a_{ik}) + wl_k(d\ln l_k) + rk_k(d\ln k_k)\} \quad (1\text{-}8)$$

となる。この式は Peterson（1979）の定義した式である。上式を書き直すと

$$d\pi_k = -\frac{1}{p_k}\{\sum_i p_i(da_{ik}) + w(dl_k) + r(dk_k)\} \quad (1\text{-}9)$$

となる。上式は，Wolff（1985）で定義された部門別 TFP 成長率である。

補論２　部門別の全要素生産性成長率の導出Ⅱ

補論１の議論を参考に，ここでは，資本減耗投入係数を新たに導入した場合の部門別全要素生産性成長率の導出を行う。記号の定義は第３節と第４節で用いたものをそのまま使用する。まず，新しい第 k 部門の価額方程式は定義から以下のようになる。

$$p_k X_k = \sum_i p_i a_{ik} X_k + \sum_i p_i \tilde{k}_{ik} X_k + wl_k X_k + rk_k X_k \quad (2\text{-}1)$$

この式を対数微分の法則を用いて全微分すると

$$p_k X_k(d\ln p_k + d\ln X_k) = [\sum_i p_i a_{ik} X_k(d\ln p_i + d\ln a_{ik} X_k)] + [\sum_i p_i \tilde{k}_{ik} X_k(d\ln p_i + d\ln \tilde{k}_{ik} X_k)] + [wl_k X_k(d\ln w + d\ln l_k X_k)] + [rk_k X_k(d\ln r + d\ln k_k X_k)] \quad (2\text{-}2)$$

となる。これを整理すると

$$(d\ln p_k + d\ln X_k) = \frac{1}{p_k X_k}\{[\sum_i p_i a_{ik} X_k(d\ln p_i + d\ln a_{ik} X_k)] + [\sum_i p_i \tilde{k}_{ik} X_k(d\ln p_i + d\ln \tilde{k}_{ik} X_k)] + [wl_k X_k(d\ln w + d\ln l_k X_k)] + [rk_k X_k(d\ln r + d\ln k_k X_k)]\} \quad (2\text{-}3)$$

となる。さらに，価格と数量の変化に分離し，数量の変化についてまとめると，第 k 部門の全要素生産性成長率は以下のように定義できる。

$$d\ln\bar{\pi}_k = d\ln X_k - \frac{1}{p_k X_k}\{[\sum_i p_i a_{ik} X_k (d\ln a_{ik} X_k)] + [\sum_i p_i \tilde{k}_{ik} X_k (d\ln\tilde{k}_{ik} X_k)] + [wl_k X_k (d\ln l_k X_k)] + [rk_k X_k (d\ln k_k X_k)]\} \quad (2\text{-}4)$$

これを整理すると

$$d\ln\bar{\pi}_k = -\frac{1}{p_k}\{\sum_i p_i a_{ik}(d\ln a_{ik}) + \sum_i p_i \tilde{k}_{ik}(d\ln\tilde{k}_{ik}) + wl_k(d\ln l_k) + rk_k(d\ln k_k)\} + d\ln X_k - \frac{1}{p_k X_k}\{[\sum_i p_i a_{ik} X_k (d\ln X_k)] + [\sum_i p_i \tilde{k}_{ik} X_k (d\ln X_k)] + [wl_k X_k (d\ln X_k)] + [rk_k X_k (d\ln X_k)]\} \quad (2\text{-}5)$$

となる。ここで，右辺の第 2 項と第 3 項とを加えると定義より 0 であるから，結局，第 k 部門の全要素生産性成長率は，

$$d\ln\bar{\pi}_k = -\frac{1}{p_k}\{\sum_i p_i a_{ik}(d\ln a_{ik}) + \sum_i p_i \tilde{k}_{ik}(d\ln\tilde{k}_{ik}) + wl_k(d\ln l_k) + rk_k(d\ln k_k)\} \quad (2\text{-}6)$$

となる。この式は補論 1 の（1-8）式に対応する。上式を書き直すと

$$d\tilde{\pi}_k = -\frac{1}{p_k}\{\sum_i p_i(da_{ik}) + \sum_i p_i(d\tilde{k}_{ik}) + w(dl_k) + r(dk_k)\} \quad (2\text{-}7)$$

となる。上式は，補論 1 の（1-9）式に対応する部門別 TFP 成長率である。

補論 3　データ

以下では，今回使用したデータについて確認する。本稿では産業部門を27部門に分割している。ここでいう部門とは商品ベースの分類を指す。今回のデータは商務省が公表している産業連関表を主に利用している。ところで，日本の産業連関表は商品ベースの表となっているが，米国の産業連関表はいわゆる Use 表（U 表）と Make 表（V 表）により構成される。両表は産業分類と商品分類を明確に区別しているが，本稿では商品技術仮定を用いて商品ベースに修正した産業連関表を用いている。

ところで，米国の産業連関表の部門分類は，1998年延長表まで Standard Industrial Classification（SIC）に準拠していた。さらに，1997年ベンチマーク表以降に作成された産業連関表より部門分類は SIC から North American Industry Classification System（NAICS）に移行している。詳細は割愛するが，この 2 種類の部門分類を接続する作業を行うことは困難となっている。このため，本稿では SIC で作成された1987年ベンチマーク表および1992年ベンチマーク表と1998年延長表を用いる一方で，NAICS で作成された1998年延長表と2004年延長表を使用している。この SIC と NAICS による部門分類を用いた表を 2 種類使い分けることにより，各年の部門分類の整合性を保つようにしている。なお，NAICS の1998年及び2004年延長表については，米国商

務省から紙媒体では公表されていないため，電子データ『Annual_IOMakeUse98-04NAICS』（http://www.bea.gov/bea/dn2/i-o_annual.htm）のみの公開となっている。

A $=[a_{ji}]=\mathbf{U}[\mathbf{V}']^{-1}$：国産品投入係数。U 表及び V 表を利用し商品技術仮定を用いて投入係数を作成している。さらに産業連関表の最終需要項目から得られる輸入率と先の投入係数を用いて国産品投入係数を導出している。

$\tilde{\mathbf{k}}=[\tilde{k}_{ji}]$：第 i 生産物 1 貨幣単位の生産に投入される第 j 資本の減耗量は，中谷（1976）や山田（1991）を参考に以下の式で算出している。

$$\tilde{k}_{ji}=\frac{z_i}{X_i}\frac{I_{ji}\cdot p_j}{\sum_j I_{ji}\cdot p_j}$$

I_{ji}：今期の第 i 部門の設備投資のうちの第 j 財，z_i：第 i 部門減価償却額，X_i：今期の第 i 部門の国内生産額，である。I_{ji} のデータは，産業連関表の投資形成マトリックスによって計算することができる。また減価償却 z_i は，日本の産業連関表では，表内の付加価値欄に掲載されている。しかし，米国の産業連関表には掲載されていないので，米国商務省が公開する電子データ『GDPbyInd_VA_SIC』及び『GDPbyInd_VA_NAICS』（http://www.bea.gov/bea/dn2/gdpbyind_data.htm）を参考に産業別資本消費額を求め，さらに V 表を用いて商品別資本消費額を試算した。右辺第 1 項の右側は第 i 部門の資本ストックの限界資本構成であるが，これが平均資本ストック構成と同一と仮定し，商品別構成比を表すとみなしている[14)]。

$\mathbf{l}=\bar{\mathbf{l}}[\mathbf{V}']^{-1}$：商品別の労働量は，米国商務省の『National Income and Product Accounts（NIPA）』（http://www.bea.gov/bea/dn1.htm）と電子データ『GDPbyInd_VA_SIC』及び『GDPbyInd_VA_NAICS』に掲載されている各年の部門別就業者数 $\bar{\mathbf{l}}$ に対しての部門別総実労働時間より求めた部門別の年間就業時間を乗じて，部門毎の雇用係数 $\bar{l}_j$（人×時間/100万ドル）を算出している。さらに V 表を用いることにより産業ベースの雇用係数から商品ベースの雇用係数を求めている。

価格変化率：各部門の価格変化率は，米国商務省の電子データ『GDPbyInd_VA_SIC』及び『GDPbyInd_VA_NAICS』に掲載されている部門別実質粗生産額と部門別名目粗生産額から求め，さらに V 表を用いることにより商品別に変換している。

k：各部門の資本ストックは，米国商務省の *Survey of Current Business* に掲載されている。この産業別の資本ストックを V 表により商品別に変換している。さらに部門別価格変化率を用いて2000年基準に直したものを使用している。

Y：各産業の名目の最終需要額。産業連関表の最終需要項目から得ることができる。

注

1）社会会計（Social Accounting）方式による集計 TFP 成長率の導出方法については Jorgenson and Griliches（1967），pp. 251-252 参照のこと。さらに，Peterson（1979）の研究は，中間財を導入し産業連関フレームワークの下で部門別の TFP 成長率を導出している。また，社会会計方式の他に Solow（1957）のように生産関数による方式もある。

2）(5)式や(6)式は以下のように考えるとその意味や成立の条件がわかりやすい。いま第 i 部門の生産関

数を $Y_i=f_i(L_i, K_i, T_i)$ としよう。ただし Y_i，L_i，K_i，T_i はそれぞれ i 部門の実質生産額，労働投入，資本ストック，技術水準である。両辺を全微分して，労働および資本の限界生産力をそれぞれ実質賃金率と実質利潤率に等しいとおけば，

$$dY_i=\frac{w}{p_i}dL_i+\frac{r}{p_i}dK_i+\frac{\partial f_i}{\partial T_i}dT_i$$

すなわち

$$p_i\frac{\partial f_i}{\partial T_i}dT_i=p_idY_i-wdL_i-rdK_i$$

これを全部門について合計すると，

$$\sum p_i\frac{\partial f_i}{\partial T_i}dT_i=\sum p_idY_i-wdL-rdK$$

となる。この式の左辺は技術進歩による名目生産額の増分に他ならず，この両辺を GDP(**pY**) で除すれば⑸式を得ることが出来る。したがって，⑸式の背後には利潤極大下での限界生産力に基づく各生産要素への配分という条件があると考えられる。このような解釈の下では，⑸式及び⑹式の背後には，必ず利潤極大化での限界生産力に基づく生産要素への配分という，条件があるかのようでみえるが，社会会計的導出からわかる通り，必ずしもそうではない。この点例えば，黒田（1984），第11章参照のこと。

3） Current Value Share については Wolff（1985），p. 269 参照のこと。また Current Value Share は Tornqvist-Divisia Index ともよばれている。

4） 導出方法については，補論1を参照のこと。

5） λ と γ は，それぞれ総必要労働（Total Labor Requirement）と総必要資本（Total Capital Requirement）と呼ばれている（Wolff（1994），p. 86）。

6） Wolff（1985），p. 270，⒅式及び⒆式。両式を Wolff は Pasinetti（1977）の ‘Vertically Integrated Sectors’ の導出方法を参考に考案したようである。

7） Juan and Febrero（2000），p. 70。この資本減耗投入係数は第1節で定義したものと同じであるが，その特徴について改めて確認するために再掲した。

8） Juan and Febrero（2000），p. 81。厳密にいえば，彼らの定義した生産価格方程式とは資本ストック投入係数を商品別にしていない点で異なる。

9） Juan and Febrero（2000），p. 70。

10） 部門別 TFP 成長率の導出については，補論2を参照のこと。

11） 資本ストックの効率性又は資本ストックの生産性をここでは単に産出量の推移と投下した資本ストックの推移との比率とする。この指標は，第4節で定義した全資本生産性成長率とは異なる。

12） 中央政府により生産管理が一元化されていた旧ソビエトでは，利子率を無視し生産管理を行ったため，資本ストックの生産性に関心を寄せない技術選択を各国営企業がおこなうこととなった。その帰結として経済全体の生産力発展を妨げることになった。このことについては岡・宮鍋・山内・竹浪（1976），pp. 103-111 を参照されたい。

13） TLP 成長率及び TFP 成長率，TCP 成長率の計測に使用したデータについては補論3データを参照されたい。

14） 山田（1991），p. 64。

参考文献

泉弘志（1984），「産業連関表による労働生産性・剰余価値率の国際比較―日本・アメリカ・韓国に関する試算」，坂寄俊雄他編『現代の階級構成と所得分配』，有斐閣。

泉弘志（1992），『剰余価値率の実証研究』，法律文化社。

泉弘志・任文（2005），「労働生産性（全労働生産性）による中国の部門別生産性上昇率の計測」，『産業連

関』第13巻３号。
泉弘志・李潔（2005),「全要素生産性と全労働生産性」,『統計学』第89号。
岡稔・宮鍋幟・山内一男・竹浪祥一郎（1976),『社会主義経済論—第二版—』，筑摩書房。
置塩信雄（1958),「不等価交換の実証」,『商学論集（福島大学)』第97巻第２号,（置塩信雄（1977）所収)。
置塩信雄（1977),『マルクス経済学』，筑摩書房。
置塩信雄・中谷武（1975),「利潤と剰余労働—固定資本を考慮して」,『理論経済学』第26巻第２号,（置塩信雄（1977）所収)。
黒田昌裕（1984),『実証経済学入門』，日本評論社。
中谷武（1976),「投下労働量と価格—戦後日本の場合—」,『理論経済学』第27巻第１号,（置塩信雄（1977）所収)。
橋本貴彦（2005),「医療部門における労働生産性測定とその政策含意：産業連関フレームワークによる研究」,『統計学』第88号。
松田和久（1964),『労働生産性測定論』，有斐閣。
山田彌（1991),「投下労働量，労働生産性，労働交換率の測定」,『立命館経済学』第40巻第１号。
Aulin-Ahmavaara, P. (1999), “Effective Rates of Sectoral Productivity Change,” *Economic System Research*, Vol. 11, No. 4.
Jorgenson, D. W. and Griliches, Z. (1967), “The Explanation of Productivity Change,” *Review of Economics Studies*, Vol. 34, No. 99.
Juan, D. O. and Febrero, E. (2000), “Measuring Productivity from Vertically Integrated Sectors,” *Economic System Research*, Vol. 12, No. 1.
Pasinetti, L. L. (1977), *Lecture on the Theory of Production*, Columbia University Press.
Peterson, W. (1979), “Total Factor Productivity in the UK : A Disaggregated Analysis,” in Patterson, K. D. and Schott, K., *The Measurements of Capital*, London, Macmillan.
Solow, R. M. (1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3.
Wolff, E. N. (1979), “The Rate of Surplus Value, the Organic Composition, and the General Rate of Profit in the U. S. Economy, 1947-1967,” *American Economic Review*, Vol. 69, No. 3.
Wolff. E. N. (1985), “Industrial Composition, Interindustry Effects, and the U. S. Productivity Slowdown,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 67, No. 2.
Wolff, E. N. (1994), “Productivity Measurement within an Input-output Framework,” *Regional Science & Urban Economics*, Vol. 24, No. 1.

データソース

U. S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration Bureau of Economics Analysis, (1993), *National Income and Product Accounts of the United States Volume 2, 1959-88.*
U. S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, (1994), “Benchmark Input-Output Accounts for the U. S. Economy, 1987,” *Survey of Current Business*, Vol. 74, No. 4.
Lawson, A. M. (1997), “Benchmark Input-Output Accounts for the U. S. Economy, 1992,” *Survey of Current Business*, Vol. 77, No. 11.
Planting, A. M. and Kuhbach, P. D. (2001), “Annual Input-Output Accounts of the U. S. Economy, 1998,” *Survey of Current Business*, Vol. 81, No. 12.
Katz, A. J. and Hetman, S. W. (1997), “Improved Estimates of Fixed Reproducible Tangible Wealth, 1925-95,” *Survey of Current Business*, Vol. 77, No. 5.
Hetman, S. W. (2000), “Fixed Assets and Consumer Durable Goods,” *Survey of Current Business*, Vol.

80, No. 4.

Wasshausen, D. B.（2005）, “Fixed Assets and Consumer Durable Goods For 1994-2004,” *Survey of Current Business*, Vol. 85, No. 9.

U. S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics,（1993）, *“Employment and Earnings,”* Vol. 40, No. 3.

U. S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics,（1998）, *“Employment and Earnings,”* Vol. 45, No. 3.

U. S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics,（1991）, *Employment, Hours, and Earnings United States Volume I, 1909-90.*

U. S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics,（1991）, *Employment, Hours, and Earnings United States Volume II, 1909-90.*

Comparative Analysis of Total Factor Productivity and Total Labor Productivity

――Measurement of Productivity Growth within Input-Output Framework――

Takahiko Hashimoto

Abstract

In this paper we focus on two important productivity growth indexes that are provided by the Input-Output（I-O）model. The indexes are Total Factor Productivity（TFP）and Total Labor Productivity（TLP）. We examine the relationship between TFP growth and TLP growth. First, TFP growth is shown to be equal to the sum of TLP growth and Total Capital Productivity（TCP）growth weighted by their respective “Current Value Share”. Second, TFP and TLP treat their primary input in different ways. Finally, we measure TFP growth rate and TLP growth rate using Input-Output tables for the United States. The data from 1987 to 2004 are used in this study. We can obtain the result that, in the United States, the TLP growth rate is uniformly greater than that of TFP growth.

KEYWORDS : *Productivity, Input-output framework, total labor productivity, total factor productivity*