生産性測定と技術進歩の型

大　川　一　司

このノートの目的は生産性測定に関するケンドリック方式を拡張解釈して，技術進歩の型の測定へのひとつの接近法を示すことにある。はじめにアイディヤを述べ，次に戦後の日本経済についての計測例を示し，最後にこの方法の性質に関する吟味をすることにしよう。

I

ケンドリックにしたがって，全生産性 Total productivity を基準時(0)にたいし比較時(1)について次のように定義する[1]。

(1)　$T_1=(L_1w_1+K_1r_1)/(L_1w_0+K_1r_0)$.

L は労働投入量，K は資本投入量，w は賃金率，r は資本収益率 rate of capital return で T は全生産性をあらわす。この式は次の2つの定義式が国民所得勘定において，名目価格についてはもちろん，リアルタームに関しても成立することを根拠として定義される。

$$Y_0=L_0w_0+K_0r_0,\ Y_1=L_1w_1+K_1r_1.$$

Y は要素価格表示の国民所得で，それが純国内生産に等しい関係がつねに前提される。(1)式の右辺における L_1w_0 は比較的における労働投入量を基準的の賃金率で評価したもの，K_1r_0 は比較時における資本投入量を基準時の資本収益率で評価したものである。労働と資本の種類は現実には多数であるから，Σ形式で表すべきであるが，単純化のためここではともに1種類であるかの如く取り扱う。$I_1=L_1w_0+K_1r_0$ とすれば I_1 は全投入量の変化をあらわす。

$T_1=Y_1/I_1$ に明かなように全生産性は産出の全投入にたいする比であり，$T_0=1$，つまり $Y_0=I_0$ と定義すれば，T_1 は全生産性の変化を便利に表す。この方法の骨子は労働と資本という異質な投入量を基準時での要素価格で評価，加算する点にあり，このことは後に再び論ずる。

さて産出，投入の変化を成長率タームであらわして一般化すれば

$$G(Y)=\frac{L_1w_1+K_1r_1}{L_0w_0+K_0r_0}-1,\ G(I)=\frac{L_1w_0+K_1r_0}{L_0w_0+K_0r_0}-1$$

となる(但し $G(Y)$, $G(I)$ は産出，投入の成長率)。全生産性の成長率 $G(T)$ は $G(T)=G(Y)-G(I)$ で近似的に与えられる。単純化のためこれを等式とみれば次の関係をうる。

$$G(T)=\frac{L_1(w_1-w_0)+K_1(r_1-r_0)}{L_0w_0+K_0r_0}$$
$$=\frac{L_1(w_1-w_0)}{Y_0}+\frac{K_1(r_1-r_0)}{Y_0}.$$

前式の右端の2つのタームはそれぞれ労働と資本に関するものである。これらを更に次のように変形する。

$$\frac{L_1(w_1-w_0)}{Y_0}=\frac{L_1w_0}{Y_0}\left(\frac{w_1}{w_0}-1\right)=\frac{L_0w_0}{Y_0}\cdot\frac{L_1}{L_0}\cdot G(w)$$
$$=\beta_0\{1+G(L)\}G(w),$$
$$\frac{K_1(r_1-r_0)}{Y_0}=\frac{K_1r_0}{Y_0}\left(\frac{r_1}{r_0}-1\right)=\frac{K_0r_0}{Y_0}\cdot\frac{K_1}{K_0}\cdot G(r)$$
$$=\alpha_0\{1+G(K)\}G(r).$$

前式において $\beta_0=\frac{L_0w_0}{Y_0}$, $\alpha_0=\frac{K_0r_0}{Y_0}$ であって，β_0 と α_0 は基準時における労働と資本の所得分配率である。かくて全生産性の成長率 $G(T)$ は次のように分解される.

(2)　$G(T)=\alpha_0G(r)\{1+G(K)\}+\beta_0G(w)\{1+G(L)\}$.

この(2)式は重要である。それは2つのことを意味している。第1に全生産性の成長率は2つの相互に独立したタームの和からなっている。これらを資本ターム，労働タームと呼ぶことにする。第2にそれぞれのタームは3つの項，すなわち，基準時の分配率，要素価格の成長率および投入量の変化率(成長率に1を加えたもの)の積から成っている。

その含意は次のように理解することができよう。まず $G(r)$ と $G(w)$ であるが，これらは生産要素価格の変化をあらわすもので，投入要素の市場が十分に競争的であれば，資本収益率と賃金率とはそれぞれ資本の限界生産力と労働の限界生産力に等しく動くと仮定することができる。この仮定のもとで，資本の限界生産力の変化が資

1)　John W. Kendrick, *Productivity Trends in the United States*, National Bureau of Economic Research, 1961.

本タームの中心的な内容を，そして労働の限界生産力の変化が労働タームの中心的な内容をなしている。もう1度(1)式をみて(2)式と比較してみよう。(1)式でももちろん同じように競争的市場が仮定されている。そこでは w_1 と w_0, r_1 と r_0 がそれぞれ直接に比較できない形ではいっているけれでも，全生産性の上昇が w_0にたいする w_1 の増大と r_0 にたいする r_1 の増大の2つから構成されていることは一見明瞭である。(2)式はこのことを陽表的に表すように変形したもので，いうまでもなくその性質は変らない。

次に α_0, β_0 であるが定義によって $\alpha_0+\beta_0=1$, つまり基準時において全産出は資本と労働に分配しつくされるとされている。これを前述の限界生産力が要素の報酬率に等しくなるという前提と結びつければ，周知のように基準時において規模に関して収穫不変の生産函数が仮定されていることになる。その意味で α_0 と β_0 が資本タームと労働タームを綜合するウェイトとして使用されることが是認されよう。(2)式においても同様にそれらは $G(r)$ と $G(w)$の加算のウェイトと認められるが，ここでの特長はそのおのおのに $\{1+G(K)\}$ と $\{1+G(L)\}$ がかかっている点である。$\alpha_0\{1+G(K)\}=K_1r_0/Y_0$, $\beta_0\{1+G(L)\}=L_1w_0/Y_0$ であるから，これらはモディファイされた分配率と考えることができよう。すなわち，資本については基準時の分配率を比較時への資本の成長率だけ引き上げ，労働については基準時の分配率を比較時への労働の増加率だけ同様に引き上げて修正したものである。この修正は(2)式の誘導の過程に明かなように $L_1w_0+K_1r_0=I_1$ という全投入量作製の定義から必然に生ずる。その実体的意味は比較時における生産要素の投入量を基準時の産出量(それは投入量に等しい)にたいする変化率として計測することにある。いまこれらを $\alpha'=\alpha_0\{1+G(K)\}$, $\beta'=\beta_0\{1+G(L)\}$ として表せば，$G(T)=\alpha'G(r)+\beta'G(w)$ となりその量的ウェイトの意味が明かであろう。もし $G(K), G(L)$がきわめて小ならば $G(T)\fallingdotseq\alpha_0G(r)+\beta_0G(w)$ となる。実際のところ資本タームと労働タームは基準時の分配率が与えられれば，主として G(r) と $G(w)$によって動かされる場合が多い。

さて以上述べたことを技術進歩の計測という立場から考えてみよう。まず全生産性の増大率，$G(T)$ はいわゆる「技術進歩率」の1つの指標とみることができる。それは要素の限界生産力が変らなかったと仮定した場合の産出・投入比率を表わす，という意味においてである。その実体的内容についてわれわれが知るところ少いのは周知のところだが，計測的には確定した意味をもっている。さらに進んで $G(T)$ が資本タームと労働タームに分解されるから，いわゆる技術進歩率は何れのタームにどれだけ依存して起ったかがわかる。このことを技術進歩の型の分類に応用することは便利であるとおもう。資本タームを $G(T_c)$, 労働タームを $G(T_1)$ であらわし

$$\sigma=\{G(Tc)-G(T_1)\}/G(T)$$

なる σ を考える。σ はそれぞれのタームの相対的貢献度をあらわそう。

i)　$\sigma=0$ なら　　中立的
ii)　$\sigma>0$ なら　　資本に有利
iii)　$\sigma>0$ なら　　労働に有利

という分類によっていわゆる技術進歩の型を定義する。また σ は $G(T)$ にたいする相対値になっているから，異る期間或は異る産業間について異った値の全生産性が計測された場合にも資本或は労働へのバイヤスの程度を比較することができよう。この分類の標準となる $\sigma=0$ の中立的な技術進歩の含意は次のように理解される。資本タームと労働タームのオリジナルな形から次式をうる。

$$K_1(r_1-r_0)=L_1(w_1-w_0)$$

いうまでもなく (r_1-r_0) は基準時から比較時への資本の収益率の上昇分，(w_1-w_0) は同様に賃金率の上昇分である。したがって $K_1(r_1-r_0)$ は比較時についての資本の総収益率上昇量，$L_1(w_1-w_0)$ は同じく労働の総賃金率上昇量である。この両者が等しいという特定な内容をそれはもっている。他方においてこれを(2)式から導けば容易に次の関係をうることができる。

$$\frac{G(w)}{G(r)}=\frac{\alpha_0\{1+G(K)\}}{\beta_0\{1+G(L)\}}=\frac{\alpha'}{\beta'}.$$

これはもちろん，前式と等値であるが，競争的市場における労働と資本と限界生産力の増加率の比が，前述の修正された資本分配率と労働分配率の比に等しいという別の表現となっている。したがってこの中立性の定義は $G(w)=G(r)$ を条件とせず，その率が特定の関係をもっていることを意味する。前式を

$$\frac{\alpha_0}{\beta_0}=\frac{G(w)}{G(r)}\cdot\frac{\{1+G(L)\}}{\{1+G(K)\}}$$

と変形する。資本タームと労働タームの等しい生産性の増大は $G(w), G(r), G(L), G(K)$ の4つの変数の間に基準年の所得分配率によって与えられる特定の関係を要求されていることが明かである。

II

実際の計測例を示すに当って，日本の関連データが弱く，十分でないことをまず承知しなければならない。現

在のところ，国民所得資本勘定の公表データからは前述のような計算はできない。次善の策として経済企画庁の中期経済計画作製に当って，計量小委員会の作業のために一応整えた 25 産業部門別のデータ(範囲は一般政府を除いた国内生産と規定される)の 1 部(農業等)を除きこれを 10 部門に組み換えたものをここでは使用する。このデータはなお将来改善の要があるが，現在のところ，ここでの目的のためには最適なものと判断される。詳しいコメントは 1 点を除いてすべて省略する。1 点とはネットのタームが得られず，産出，資本量ともにグロスタームのまま使用したことである。前節での展開は産出に関し資本消費についてネットであるのが通常の理論的解釈であるし，資本量については論争のあるところだから，少くともネットとグロスの両系列についての計測が可能であることが望ましいからである。この点については後にもう 1 度触れる。

まず関連タームの計測値を平均年成長率(%)(1955–1961 の期間)で示す。すべてリアル・ターム(1960 年価格)，賃金率 (w) は部門ごとの産出物価格でデフレートしてある。1955 年基準である。

	$G(r)$	$G(K)$	$G(w)$	$G(L)$	$G(Y)$	α_0	α_1
合　　計	9.5	8.9	4.7	4.9	13.9	38.6	50.8
重化学工業	15.0	15.8	5.5	10.1	24.7	41.8	62.1
(化学工業)	15.3	14.5	6.5	4.7	24.2	51.5	74.2
(その他)	14.8	16.5	5.1	11.8	24.9	37.9	57.2
軽工業	−0.01	8.2	7.4	3.9	8.8	65.5	59.7
鉱　　業	3.9	8.0	7.2	−0.5	7.2	35.6	42.8
建　　設	1.6	21.7	1.6	7.9	15.6	31.7	50.1
商　　業	12.8	3.5	4.2	5.3	15.8	29.0	40.8
サーヴィス	15.6	2.9	4.2	2.8	10.4	23.0	36.0
公益事業	9.4	8.7	4.7	4.9	13.6	43.4	56.9

備考：部門分類について特に次の点に留意されたい。化学工業には紙，パルプ・ゴムを含み，公益事業は facilitating industries の意味に用い，電気，水道，ガスの他運輸，通信を含む。

1955 年–1961 年を設定したのはそれが戦後の日本経済で技術革新が最も盛んであったと通常考えられている期間だから，設例として最も興味があると思われたからである。事実として重化学工業を中心とする資本蓄積率 $G(K)$ がきわめて大きい部門と商業，サーヴィスのようにそれがきわめて小さい部門があり，他は(建設を例外として)その間に分布している。資本収益率は $(Y-Lw)/K$ によって算出され，それによって $G(r)$ が計算されているが重化学工業，商業，サーヴィスの諸部門できわめて大きく，鉱業，建設できわめて小さく，とくに軽工業ではゼロに近い。労働力の増大率は重化学工業のうち化学工業を除いた機械，金属の部門で最も大きく軽工業，サーヴィス等では小さく鉱業ではここで除外した農業とともに負で減小している。しかし賃金は建設を除けば諸部門の間にその増加率について大きな相違は認められない。これらの一見マチマチに見える諸現象が組合さって産出高の成長率 $G(Y)$ の著しい産業間相違をもたらしたと考えらる。それは重化学工業においてきわだって高く，軽工業，鉱業においてきわめて低く他はその間に分布している。そうして合計では産出の 13.9% の成長率が，8.9% の資本成長率と 4.9% の労働成長率によって，9.5% の資本収益率の伸びと 4.7% の賃金率の上昇をもたらした。資本の分配率はその結果多くの産業で 1955 年 (α_0) から 1961 年 (α_1) へかけて上昇し，労働の分配率 ($\beta=1-\alpha$) は逆に低下した(前述のようにグロスタームであから，通常のネットタームでの分配率の値と比較できないことにとくに留意されたい)。

さて以上の諸数値を用い，前述の(2)式によって全生産性の増加率，その資本タームと労働タームへの分解を試みると次のようになる(すべて年率%)。技術進歩の型の指標として前述の σ の値および資本集約度の増大率 $G(k)=G(K)-G(L)$ も付記する。

	$G(T)$	$G(Tc)$	$G(T_l)$	差	σ	$G(k)$
合　　計	7.0	4.0	3.0	1.0	14	4.0
重化学工業	10.9	7.3	3.6	3.7	34	5.7
(化学工業)	12.3	9.0	3.3	5.7	46	9.8
(其の他)	10.0	6.5	3.5	3.0	30	4.7
軽工業	2.0	−0.7	2.7	−3.4	−170	4.3
鉱　　業	5.9	1.5	4.4	−2.9	−49	8.5
建　　設	1.8	0.6	1.2	−0.6	−33	13.8
商　　業	6.9	3.8	3.1	0.7	10	−1.8
サーヴィス	7.0	3.7	3.3	0.4	6	0.1
公益事業	6.9	4.0	2.9	1.1	16	3.8

まず $G(T)$ をみるに，合計で 7.0%，すなわち，産出成長率の約半分が全生産性の増加率と計測される。産業別には，重化学工業の 10.9%，そのうち別して化学工業の 12.3% が最高である。これに対し軽工業，建設が約 2% で最低で，その他の産業の値はこの間に分布している。それらの著しい相違に着目するとともに，それらが産出高成長率の産業間相違とは必ずしも相関しないことにも注目したい。

次に資本・労働タームへの分解だが，一般的特長として労働タームの産業間相違よりも資本タームのそれの方が著しい点にまず注目したい。そして資本タームはやはり重化学工業の 7.3，わけて化学工業の 9.0 が最高である。両者の差と σ の値に示されているように，これらの産業における技術進歩の型は次のようであったと解される。

(i)　ほぼ中立的な型……商業，サーヴィス

(ii)　資本に有利な型……重化学工業，公益事業

(iii)　労働に有利な型……軽工業，鉱業，建設

全体としては，これらの加重集計の結果，資本にやや有

利なバイアスをもった型を示すことになっている。付記された資本集約度の上昇率は産業間に著しいひらきを示している。これは資本と労働の結合比率の変化率であり投入側からの技術進歩の指標を与えるものとして古くから利用されてきた。もしこの値と $G(T)$ ないし $G(Tc)$ の値の間に正の関係が見られるならば，技術進歩の性質について，われわれはもう1歩立ち入った論議をすることができよう。しかしここにかかげた例ではそのような関係を見出すことはできないようである。けれども，以上の観察は前節で提案した考方が実際に応用できるという事実を示すには十分であろうとおもわれる。

III

吟味を加えるに当って言及すべき事柄は多いのであるが，ここでは以上の所論に直接に関係する重要なことだけに限りたい。すなわち，ケンドリック方式が理論的ないし勘定体系的に必要とする諸仮定について反省しよう。

1) それは競争的市場において要素の報酬率の変化率が近似的に限界生産力の変化率をあらわすことを大きい前提としている。前節の適用例ではこのことは無条件には妥当しない。基準年(1955 年)についてはおそらく著しい不都合はないとしても，その後は投資スパートの期間であり本来不均衡的発展の過程に属する。とりわけ，重化学工業部門においてしかり。おそらく賃金の上昇率は労働の限界生産力の上昇におくれたであろう。そのギャップを斟酌しなければ，生産性そのもの，ひいては技術進歩の計測は十分たりえない。しかしこのことはこの方式のみに限らず，所得分配率を利用する生産関数アプローチにもまた同じく妥当する。

この点に関して，しかしながら，もう1つの問題をこの方式はもつている。それは投入要素の報酬率による評価を資本・労働間のみならず，資本財の質的相違，労働の質的相違についても貫くことである。I節での展開は K, L ともにこの点を無視し，II節ではこれに対応して産業別の平均値を単純に使用してある。しかし投入要素の質的構成は異っている筈だから，これはかなりラフな計測でしかない。これによる「誤差」は $G(T)$ の過大評価となっていると推定される。

2) 産出高をグロスタームで取扱うことは通常の勘定体系でも均衡理論でもふつうではない。もしネットタームでII節の計測を行えば，趣はかなり違ってこよう。とくにケンドリックが基礎とする体系もネットタームで形成されているから，グロスタームの場合の含意，とくに資本収益率(r)の意味について1言しなければならない。これは困難な問題だが，グロスもまたそれなりの意味をもつ，と私は思う。技術的側面からみれば純収益と資本消費への引当分が分離して生産されるわけではなく，その分離は企業家の行動によって行われる。所得分配の視点からみても，労働者はその分離に行動的に無関与であるという意味で，グロスの分配率を考えることができる。

しかしこの問題をつきつめれば，ネットにしろグロスにしろ rate of capital return を賃金率に対応して用いることの基本的妥当性の問題に行きつく。ケンドリック方式は資本財と消費財についての相対価格の時間的変動を考慮せず，資本収益率が競争市場で資本財コストに一致するという前提にたっている。それは貨幣資本について利子率を考えるにも近い。だからより現実的接近を行うためには，資本財価格アプローチによってこれを拡充する必要があろう。

3) 最後に生産関数アプローチとの関係について述べる。周知のように中立的技術進歩と規模に関する収益不変の仮定のもとで $Y=T(t)f(K, L)$ としグロースタームで

$$G(T)=G(Y)-\alpha_0 G(K)-\beta_0 G(L) \tag{3}$$

を導くとする。$G(T)$ はI節における $G(T)$ と等値であることを念のため述べる。右辺の2項を分解すれば

$$\alpha_0 G(K)=\frac{K_0 r_0}{Y_0}\cdot\frac{K_1-K_0}{K_0}=\frac{r_0(K_1-K_0)}{Y_0}$$

$$\beta_0 G(L)=\frac{L_0 w_0}{Y_0}\cdot\frac{L_1-L_0}{L_0}=\frac{w_0(L_1-L_0)}{Y_0},$$

したがって

$$\alpha_0 \mathrm{G}(K)+\beta_0 G(L)=\frac{L_1 w_0+K_1 r_0}{L_0 w_0+K_0 r_0}-1=G(I)$$

であることが容易にわかる。

この場合(3)式は中立的な技術進歩の仮定で導かれている。中立的とはこの場合，技術進歩が所得分配率に影響しないという単純な定義である。それは $G(I)$ に関する前式に明かなように，資本と労働の投入の評価を不変とするという含意に他ならない。国民所得勘定体系に基き指数論的にこれを考えるならば，それは基準時価格をウェイトとするラスパイレス数量指数の経済的意味づけという問題に他ならない。この種の理論的意味づけはたしかに望ましいが，しかしそれが唯一の経済的意味づけであるとはかぎらない。これに類似のことをわれわれは長い物価・数量指数論争で経験した。したがって便宜性が強いが，計測可能な方式で技術進歩の型を追求することは，したがって意味があると私は思う。