成長経済における技術的進歩と所得分配

高　本　昇

1. はしがき

経済成長理論の進歩は最近著しいものがあるが，ケインズ以来所得分配の問題が比較的等閑視されてきた傾向はいまもなお尾をひき，成長分析の分野でも分配問題は最も後進的な展開より示していない。しかし生産要素の報酬率や労働所得対資本家所得の比率の長期的変化，さらには所得分布の長期的変化は，単に経済成長に随伴して生ずる現象とみることは許されないであろう。それらは逆に国民所得や資本ストックの成長率の決定に大きな影響をもち，そのことが飜ってさらに所得分配の変化をもたらすことになるであろう。要素報酬率や所得の相対的分け前が成長過程においていかなる動きを示し，それらが経済成長に対していかに積極的に貢献するかを究明するのが本稿の 1つの狙い である。

他方，経済成長に対する技術的進歩の役割についても最近優れた研究があいついでいるが，この問題は同時に生産関数論の発展を促し，とりわけソローらの業績はこの分野において1つのエポックを画するものといえる。この点にかんがみ，本稿ではコップ＝ダグラス型とソロー型の2つの生産関数を採択し，技術的進歩と所得分配の関係に特にウェイトをおいて議論が進められるであろう。

2. 仮　　　　定

以下では次のような仮定をおく。

(i) 国民所得 Y の産出と2つの生産要素，資本 K と労働 L の投入との関係は，出発点においてはコップ＝ダグラス型の生産関数

$$Y=A(t)K^{\alpha}L^{\beta} \tag{1}$$

によって与えられる。ここに $A(t)$ は時間 t の関数としての生産技術の水準をあらわす。この投入産出関係は，後半においては，一定の代用の弾力性を明示したソロー型の生産関数によってあらわされる。

(ii) 生産技術は与えられた一定の比率 h で年々進歩するものとする。ただし出発点においては，技術的進歩は中立的と仮定し，後半非中立的な進歩をも取り入れる。

$$A = A_0e^{ht} \tag{2}$$

技術的進歩が必ずしも全面的に与件とはみなされないという見方については，最後の節で論議がなされる。

(iii) 純貯蓄 $S=sY$ と純投資 $dK/dt=I$ は常に等しく（$dK/dt=sY$），資本ストックは純貯蓄を源泉として一定比率 g で年々成長するものとする。

$$K = K_0e^{gt} \tag{3}$$

(iv) 労働人口は総人口と同じ与えられた比率 n で年々成長する。

$$L = L_0e^{nt} \tag{4}$$

(v) 国民所得は資本家所得 R と労働所得 W に分配される。資本家所得は資本利潤率（資本収益率）r と資本利用量の積に等しく，労働所得は賃金率 w と労働雇用量の積に等しい。

$$Y=R+W=rK+wL \tag{5}$$

(vi) 資本の完全利用と労働の完全雇用が常に維持される。

(vii) 生産要素市場にも生産物市場にも，完全競争が支配しているものとする。

3. 成長経済における中立的技術的進歩と利潤率，賃金率，相対的分配率

まず経済成長の決定因がなんであるかをみよう。(1)を時間に関して微分すると，

$$\frac{dY}{dt}=\frac{\partial Y}{\partial A}\,\frac{dA}{dt}+\frac{\partial Y}{\partial K}\,\frac{dK}{dt}+\frac{\partial Y}{\partial L}\,\frac{dL}{dt} \tag{6}$$

この両辺を Y で割って

$$\frac{1}{Y}\cdot\frac{dY}{dt}=\frac{1}{A}\cdot\frac{dA}{dt}+\frac{\partial Y}{\partial K}\cdot\frac{K}{Y}\cdot\frac{1}{K}\cdot\frac{dK}{dt}+\frac{\partial Y}{\partial L}\cdot\frac{L}{Y}\cdot\frac{1}{L}\cdot\frac{dL}{dt} \tag{7}$$

完全競争下の要素市場では，資本利潤率 r と賃金率 w はそれぞれ資本の限界生産力 $\frac{\partial Y}{\partial K}$ と労働の限界生産力 $\frac{\partial Y}{\partial L}$ に等しくなるから，(7)は次のように書き換えられる。

$$\frac{1}{Y}\cdot\frac{dY}{dt}=\frac{1}{A}\,\frac{dA}{dt}+\frac{rK}{Y}\cdot\frac{1}{K}\cdot\frac{dK}{dt}+\frac{wL}{Y}\cdot\frac{1}{L}\cdot\frac{dL}{dt} \tag{8}$$

rK と wL はそれぞれ資本家所得と労働所得であるから，これらの全体としての所得に対する比率，すなわちそれぞれの「相対的分配率」を α と β であらわすと，(8)はさらに

$$\frac{1}{Y}\cdot\frac{dY}{dt}=\frac{1}{A}\,\frac{dA}{dt}+\alpha\cdot\frac{1}{K}\cdot\frac{dK}{dt}+\beta\cdot\frac{1}{L}\cdot\frac{dL}{dt} \tag{9}$$

と書き改められる。ここで $\alpha+\beta=1$ であることはいうまでもない。なお仮定(iii)に従って，$\frac{dK}{dt}=sY$ であるから，(8)は次のようにも書ける。

$$\frac{1}{Y}\cdot\frac{dY}{dt}=\frac{1}{A}\cdot\frac{dA}{dt}+\alpha\cdot s\frac{Y}{K}+\beta\cdot\frac{1}{L}\cdot\frac{dL}{dt} \tag{10}$$

$\frac{1}{x}\cdot\frac{dx}{dt}=G_x$ のように記号法を定めるならば，(9)は簡単に

$$G_Y=G_A+\alpha G_K+\beta G_L \tag{9'}$$

と書いてよいことになる。仮定(ii)によって，ここでは G_A は「中立的」技術

的進歩率を示している。

ところでハロッドによると，中立的技術的進歩とは，一定の利子率において，「資本係数」の値を変化させないような進歩とみなされる[1)]。これは G_A が所得の成長率と資本ストックの成長率を等しからしめるような技術的進歩率であることを意味している。したがって(9′)は次のようになるであろう。

$$G_Y=\frac{1}{\beta}G_A+G_L=G_K \tag{11}$$

(11)は国民所得と資本ストックの恒常的成長率が技術的進歩率や人口成長率のみならず，所得の相対的分配率にも依存していることを示している。(11)はまた「産出労働比率」または「労働の生産性」Y/Lが $\frac{1}{\beta}G_A$ の比率で成長すること，そしてそれは「資本集約度」K/L についても同じであることを物語っている。

次に(1)から利潤率と賃金率の長期的変化率を導き出してみよう。まず(1)をKに関して偏微分すると，次のようになる。

$$\frac{\partial Y}{\partial K}=r=\alpha AK^{-(1-\alpha)}L^{\beta}=\alpha A\left(\frac{L}{K}\right)^{\beta}=\alpha\frac{Y}{K} \tag{12}$$

これから利潤率の成長率は次のようになることがわかる。

$$G_r=G_Y-G_K \tag{13}$$

(13)と(11)から

$$G_r=0 \tag{14}$$

であることが知られる。すなわち中立的技術的進歩の下では，資本利潤率は一定に維持されることになる。

同様にして(1)を L に関して偏微分すると，次のようになる。

$$\frac{\partial Y}{\partial L}=w=\beta AK^{\alpha}L^{-(1-\beta)}=\beta A\left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha}=\beta\frac{Y}{L} \tag{15}$$

これから賃金率の成長率は

$$G_w=G_Y-G_L \tag{16}$$

として得られる。(16)を(11)に代入すると，

$$G_w=\frac{1}{\beta}G_A \tag{17}$$

すなわち賃金率の成長率は技術的進歩率に労働の相対的分配率の逆数を乗じた値に等しい。成長過程においては，利潤率が一定にとどまるのに対し，賃金率が技術的進歩にともなって成長していくのである。これは，(11)から知られるとおり，労働の成長率が資本ストックのそれより小であり，そのことが資本集約度を長期的に引き上げ，同時に産出労働比率を相対的に高めることから結果すると思われる。

しかしここで注意すべきは，資本と労働への所得の相対的分配率が不変と想定されていることである。中立的技術的進歩が所得の相対的分配率の変化をもたらすことがあるとすれば[2]，利潤率と賃金率の成長率は，当然(14)と(17)で与えられるものとは異なったものとなるであろう。利潤率の成長率は，(12)から

$$G_r=G_\alpha+G_Y-G_L \tag{18}$$

となり，この(18)はまた(11)によって

$$G_r=G_\alpha \tag{19}$$

となる。そして賃金率の成長率も，(15)から

$$G_w=G_\beta+G_Y-G_L \tag{20}$$

となり，この(20)と(11)から

$$G_w=G_\beta+\frac{1}{\beta}G_A \tag{21}$$

が得られる。この場合，利潤率は長期的に不変ではなく，資本の相対的分配率の成長率に等しい比率で変化し，賃金率も技術的進歩率と労働の相対的分配率のみでなく，後者の成長率によってもその成長が規定されることになる。ところが，αやβは双方とも長期的に上昇することは不可能である。$\alpha+\beta=1$ であるから，それらはいずれか一方のみが上昇しうるのみで，いずれかが上昇すれば

他方は逆に低下することを余儀なくされる。かくてたとえば G_α が負になれば，利潤率は長期的に低下傾向をたどることさえありうるのである。もちろん賃金率も，G_β が負になれば，$\frac{1}{\beta}G_A$ より低い成長よりなしえないであろう。G_α が正，G_β が負となり，その差が $\frac{1}{\beta}G_A$ に等しくなれば，利潤率と賃金率は同じ比率で成長することになるであろう[3]。

これまでの論議から知られるとおり，中立的技術的進歩の下では，資本係数は一定に維持されるから，産出労働比率は資本集約度と同じ割合で成長しなければならない。しかし資本集約度が長期的に上昇すると，相対的分配率一定の場合については，(14)と(17)から，利潤率は不変に維持されるのに対し，賃金率は正の成長率で上昇することが知られるし，利潤率の賃金率に対する比率が一定に維持される場合には，(19)と(21)から，技術的進歩のある限り，資本の相対的分配率は上昇し，労働のそれは低下することが知られる。これらの変化の相互関係は次のようにして把握されよう。

所得の相対的分配率の割合 α/β は，いうまでもなく，利潤率の賃金率に対する比率 $\pi=\frac{r}{w}$ に資本集約度を乗じた値に等しい。すなわち $\frac{\alpha}{\beta}=\pi\frac{K}{L}$. そこで資本集約度の変化が所得の相対的分配率の割合に与える効果は，上式を $\frac{K}{L}$ に関して微分することによって求められる。すなわち

$$\frac{d\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)}{d\left(\frac{K}{L}\right)}=\pi+\frac{K}{L}\frac{d\pi}{d\left(\frac{K}{L}\right)}=\pi\left(1-\frac{1}{\sigma}\right) \tag{22}$$

ここに σ は生産要素間の「代用の弾力性」

$$\sigma=-\frac{\pi d\left(\frac{K}{L}\right)}{\frac{K}{L}d\pi}=-\frac{G_K-G_L}{G_r-G_w}=\frac{G_K-G_L}{G_w-G_r}=\frac{G_L-G_K}{G_r-G_w} \tag{23}$$

である[4]。(22)からは次のようなことが知られる。(a) σ が1に等しいときに

は，資本集約度の上昇はπを同じ比率で低下させるが，所得の相対的分配率の割合にはなんらの影響も与えない。(b)　σが1より大であるときには，資本集約度の上昇はそれより小なるπの低下をもたらすとともに，所得の相対的分配率の割合をも上昇させる。後者の変化率はσが1に近いほど微小であり，σが無限大に近ければ近いほどπに接近する。(c)　σが1より小であるときには，資本集約度の上昇はそれより大なるπの低下をもたらすとともに，所得の相対的分配率の割合を引き下げる。

ところでこれまでの論議の結果から，中立的技術的進歩がある場合，σの値がどういう大きさになるかを知ることには興味がひかれる。まず通常のように，(1)におけるα，βが不変であるとすると，(23)に(11)，(14)，(17)の各式を代入して

$$\sigma=\frac{\frac{1}{\beta}G_A}{\frac{1}{\beta}G_A-0}=1 \tag{24}$$

が得られる。代用の弾力性はこの場合1に等しいのである[5)]。またα，βが変化する場合には，(23)に(11)，(19)，(21)の各式を代入して

$$\sigma=\frac{\frac{1}{\beta}G_A}{\frac{1}{\beta}G_A+(G_\beta-G_\alpha)} \tag{25}$$

が得られる。G_βとG_αは互いに逆方向に変化するから，G_βが正になると，両者の変化率（の絶対値）が大きいほどσは1より小さくなり，逆にG_βが負になると，αとβのギャップが大きくなるほどσは1より大となる。

こうしてσの値いかんは，資本集約度の上昇にともなって，利潤率，賃金率，分配率にいかなる変化が起こるかを説明する。σの値は国により，産業によって異なるのが通常であるが，同一産業内では可変的であるよりも，むしろ固定的であることが，アロー，チェネリー，ミンハス，ソローらの共同研究の結果明らかにされた[6)]。そしてケンドリックと佐藤によると，アメリカの1919

—60年における σ の値は大体0.58と推定されている[7]。

(1) R. F. Harrod, *Towards a Dynamic Economics*, London, 1948, p. 23.（高橋，鈴木訳『動態経済学序説』29ページ）

(2) これはある意味で不完全競争の問題，すなわち独占度の概念の導入にいとぐちを与える。

(3) これはヒックスの中立的技術的進歩の場合と一致する。 J. R. Hicks, *Theory of Wages*, 2nd ed., London, 1963, pp. 121—2.（内田忠寿訳，『賃金の理論』新版，107ページ）

(4) この形はミードによって使われているものと同じである。 J. E. Meade, *A Neo-classical Theory of Economic Growth*, London, 1961, p. 79.

(5) R. G. D. Allen, *Mathematical Analysis for Economists*, London, 1938, p. 343.（高木秀玄訳『経済研究者のための数学解析』（改訳版）下巻，376ページ）

(6) K. J. Arrow, H. B. Chenery, B. Minhas and R. M. Solow,"Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency", *Review of Economics and Statistics*, August 1961, pp. 225—50.

(7) J. W. Kendrick and R. Sato,"Factor Prices, Productivity and Economic Growth", *American Economic Review*, December 1963. pp. 981, 990—1.

4.　一定の代用の弾力性を明示した生産関数における中立的技術的進歩の効果

代用の弾力性を一定として，これを明示した一次同次の生産関数を次のような形であらわすことにしよう[1]。

$$Y=[(\gamma K)^{-\rho}+(\delta L)^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}} \tag{26}$$

これは(1)に代わるべきものである。ここで係数 γ と δ はそれぞれ資本と労働の「生産効率」をあらわし，したがって γK は効率で測った資本投入量，δL は効率で測った労働投入量である。技術的進歩は，たとえ物理的投入量に変化がなくても，それらの生産効率を引き上げることによって効率投入量を増加させるから，これが産出物の成長を可能にする。ここでは，アロー＝ソローらのそれと異なって，生産効率を資本と労働で別個にあらわしてあるが[2]，これは両者

が必ずしも同じ変化をなすものとは限らないからである。ρ は「代用係数」と呼ばれ，$\frac{1}{\sigma}-1$ に等しい。すなわち $\rho=0$ のときには，$\sigma=1$ となって，この場合には(26)は(1)と同じことになる[3]。$\rho<0$ のときには，σ は1より大となるが，$\rho=-1$ に至って σ は無限大となるから，-1 は ρ の最下限である。$\rho>0$ のときには，σ は 1 より小となり，ρ が大きくなるにつれ，0 に接近する。

所得の成長率を求めるために，まず(26)を時間に関して微分してみる。そうすると，

$$\frac{dY}{dt}=\gamma\frac{dK}{dt}+K\frac{d\gamma}{dt}+\delta\frac{dL}{dt}+L\frac{d\delta}{dt} \tag{27}$$

両辺を Y で割り，整理すると，

$$G_Y=\alpha'(G_K+G_\gamma)+\beta'(G_L+G_\delta) \tag{28}$$

ここに α' と β' はそれぞれ $\frac{\gamma K}{Y}$ と $\frac{\delta L}{Y}$ をあらわすが，それらは生産効率によって加重された資本係数と労働係数（産出労働比率の逆数）にほかならない。γ と δ が r と w に置き換えられるほどに正確に生産効率が要素報酬率に反映されるならば，α' と β' は α と β に置き換えられるであろうが，厳密にはこれらはいずれも同じものではない。

他方利潤率と賃金率を求めるために，(26)を資本と労働に関して偏微分してみると，

$$\begin{aligned}\frac{\partial Y}{\partial K}=r&=-\frac{1}{\rho}[(\gamma K)^{-\rho}+(\delta L)^{-\rho}]^{-\left(\frac{1}{\rho}+1\right)}[-\rho\gamma^{-\rho}K^{-(\rho+1)}]\\&=\gamma^{-\rho}K^{-(\rho+1)}[(\gamma K)^{-\rho}+(\delta L)^{-\rho}]^{-\left(\frac{1}{\rho}+1\right)}\\&=\gamma^{-\rho}\left(\frac{Y}{K}\right)^{\rho+1}Y^{-\rho}[(\gamma K)^{-\rho}+(\delta L)^{-\rho}]^{-1}\\&=\gamma^{-\rho}\left(\frac{Y}{K}\right)^{\rho+1}\end{aligned} \tag{29}$$

および

$$\frac{\partial Y}{\partial L}=w=-\frac{1}{\rho}[(\gamma K)^{-\rho}+(\delta L)^{-\rho}]^{-(\frac{1}{\rho}+1)}[-\rho\delta^{-\rho}L^{-(\rho+1)}]$$

$$=\delta^{-\rho}\left(\frac{Y}{L}\right)^{\rho+1} \tag{30}$$

が得られる。そこで(29)から利潤率の成長率を求めると，

$$G_r=\frac{1}{\sigma}(G_Y-G_K)+\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\gamma \tag{31}$$

同様にして，(30)から賃金率の成長率を求めると，

$$G_w=\frac{1}{\sigma}(G_Y-G_L)+\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\delta \tag{32}$$

が得られる。(31)に(28)を代入すると，

$$G_r=-\frac{1}{\sigma}[(1-\alpha')G_K-\beta' G_L]+\frac{1}{\sigma}(\alpha' G_\gamma+\beta' G_\delta)+\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\gamma \tag{33}$$

同様にして(32)に(28)を代入すると，

$$G_w=\frac{1}{\sigma}[\alpha' G_K-(1-\beta')G_L]+\frac{1}{\sigma}(\alpha' G_\gamma+\beta' G_\delta)+\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\delta \tag{34}$$

ここで(31)〜(34)の解釈を行なうと次のようになる。まず $\sigma=1$ の場合には，(31)は $G_r=G_Y-G_K$ となり，技術的進歩をハロッド中立的と仮定しているから，(31)は(14)に還元され，同様にして(32)も $G_w=G_Y-G_L$ となるから，(16)ないし(17)に還元されてしまう。そこで $\sigma\neq1$ の場合についてみると，$\sigma>1$ の場合には，G_γ，G_δ は利潤率と賃金率に対し正の方向に貢献するが，$\sigma<1$ の場合にはその逆となることがわかる。そして(31)は

$$G_r=\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\gamma \tag{35}$$

となるであろうし，(32)は

$$G_w=\frac{1}{\sigma}(G_K-G_L)+\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\delta \tag{36}$$

となるであろう。したがって(33)と(35)，あるいは(34)と(36)から

$$(1-\alpha')G_K-\beta' G_L=\alpha' G_\gamma+\beta' G_\delta \tag{37}$$

なることが知られる。(35)と(36)は，生産関数(26)を採用した場合の中立的技術的進歩をともなう経済成長の結果としての，利潤率と賃金率の長期的趨勢である。２つの成長率の差は

$$G_w-G_r=\frac{1}{\sigma}(G_Y-G_L)+\frac{\sigma-1}{\sigma}(G_\delta-G_\gamma) \tag{38}$$

または

$$=\frac{1}{\sigma}(G_K-G_L)+\frac{\sigma-1}{\sigma}(G_\delta-G_\gamma) \tag{39}$$

で与えられる[4]。ヒックスの中立的技術的進歩の定義は，労働の限界生産力に対する資本のそれの比率を不変ならしめるものとされているから[5]，(38)から $G_w=G_r$ であるためには，$G_Y=G_L$ もしくは $G_K=G_L$ であるなら，$G_\delta=G_\gamma$ でなければならないことになる。しかし $G_Y=G_K$ であるから，$G_Y=G_L$ が同時に成り立つことは技術的進歩がないことになるため，$G_Y \neq G_L$ でなければならない。もちろん $G_Y>G_L$ が正常の場合成立することであろう。とすると，G_Y と G_L の加重された差は G_δ と G_γ の加重された差によって相殺されねばならないことがわかる。またヒックス的中立的技術的進歩のある場合には，通常 $G_K=G_L$ と考えられているが，これも $G_K=G_Y$ と両立するためには $G_K \neq G_L$ となることが許容されねばならない。

一般に，中立的技術的進歩に関するハロッドの定義とヒックスのそれは相違するが，ヒックスの場合，π を不変にするような資本の「深化」が起こり，資本集約度と所得の相対的分配率の割合 α/β が比例的に上昇することがあるとすれば，その限りにおいて資本係数を不変に維持しつつ産出労働比率が上昇する$(G_Y-G_L=G_K-G_L>0)$ことが認められ，したがって２つの定義は相等しくなるとされている[6]。これが $\sigma=1$ の場合である。しかしその場合には，α/β の長期的上昇が許容されねばならないことになるが，これはソローやクレビスの，それがむしろ逆に長期的に低下しているという証明や[7]，戦後のわが国に

戦後日本の所得の相対的分け前　（単位億円）

年度	A 労働所得	B 個人業主所得	C 賃料利子所得	D 法人所得	E 資本家所得	F AのA+Eに対する比率
昭和 24	11,440	13,355	483	1,461	15,299	% 42.8
25	14,149	15,408	712	3,335	19,455	42.1
26	19,272	19,588	970	4,938	25,496	43.0
27	23,243	21,829	1,285	4,730	27,844	45.5
28	27,391	22,408	1,796	5,973	30,177	47.6
29	30,073	22,936	2,274	5,322	30,532	49.6
30	32,596	26,009	3,004	5,973	34,986	48.2
31	37,214	26,530	3,631	9,390	39,551	48.5
32	41,288	27,317	4,287	9,901	41,505	49.9
33	44,895	26,712	5,099	8,420	40,231	52.7
34	50,911	29,101	6,255	14,041	49,397	50.8
35	59,470	32,731	7,490	19,532	59,753	49.9
36	72,216	37,315	8,861	23,197	68,373	51.4
37	84,030	40,489	10,138	22,908	73,535	53.3
38	97,859	45,207	11,703	27,147	84,057	53.8

おける所得分配の趨勢（別表参照）と矛盾するから，やはり一般的にはハロッドとヒックスの定義を同一視することは無理であろう。

ところが生産効率の概念を利用すると，物理的資本と労働が量的には異なった比率で成長するとしても，それらの生産効率がそれらの数量の比率とは逆に異なった比率で成長するならば，効率で測った資本と労働の単位当たり利潤率と賃金率は同一比率で成長し，しかも労働者一人当たり物理的資本としての資本集約度が上昇しつつ，物理的資本の生産性，したがって資本係数が一定に維持されることが可能となる。もちろん物理的資本単位当たり利潤率は労働者一人当たり賃金率より低い率で成長する。こうしてハロッドの中立的技術的進歩とヒックスのそれを両立せしめることが可能となった。

次に，この場合，資本と労働との間の所得の相対的分配率の長期的変化がいかなるものであるかを検討してみよう。所得の相対的分配率の割合 α/β は

$\frac{rK}{wL}$ に等しいから，α と β の成長率の差は次のように与えられる。

$$G_\alpha - G_\beta = G_r + G_K - G_w - G_L \tag{40}$$

(40)に(35)と(36)を代入して

$$G_\alpha - G_\beta = \frac{\sigma-1}{\sigma}[(G_\gamma + G_K) - (G_\delta + G_L)] \tag{41}$$

他方 $\alpha+\beta=1$ であるから，G_α と G_β の間には次の関係が成立する。

$$\alpha G_\alpha + \beta G_\beta = 0 \tag{42}$$

(41)と(42)を G_α と G_β について解くと，

$$G_\alpha = \beta\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right)[(G_\gamma + G_K) - (G_\delta + G_L)] \tag{43}$$

$$G_\beta = \alpha\left(\frac{1-\sigma}{\sigma}\right)[(G_\gamma + G_K) - (G_\delta + G_L)] \tag{44}$$

(43)と(44)は，$\sigma=1$ または $G_\gamma + G_K = G_\delta + G_L$ のとき，α と β が一定に維持されることを物語っている。$G_K > G_L$ となってもその差に等しい $G_\delta - G_\gamma$ が得られれば，所得の相対的分配率は変化しないのである。$\sigma \neq 1$ の場合には，$G_\gamma + G_K$ と $G_\delta + G_L$ の差に従って，α と β は変化することになる。もし $\sigma < 1$ とすると，$G_\gamma + G_K$ が $G_\delta + G_L$ より大なる限り，α は低下傾向をたどり，$G_\gamma + G_K$ が $G_\delta + G_L$ より小なる場合には，β が低下傾向をたどる。

(1) これは P. A. David and Th. van de Klundert, "Biased Efficiency Growth and Capital-Labor Substitution in th U. S., 1899—1960", *American Economic Review*, June 1965, p. 361. におけるそれと同じものである。またピッチフォードもこれと形式的に同じ生産関数を採用している。 J. D. Pitchford, "Growth and the Elasticity of Factor Substitution," *Economic Record*, December 1960, p. 492.

(2) 彼らの生産関数は次のような形で与えられる。

$$Y = \gamma[\delta K^{-\rho} + (1-\delta)L^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}}$$

ここにγは効率係数，δは分配係数と呼ばれるものである。Arrow, Chenery, Minhas and Solow, op. cit., p. 230. R. M. Solow, "Capital, Labor and Income in Manufacturing", in N.B.E.R., *The Behavior of Income Shares, Selected Theoretical and Empirical Issues*, Princeton, 1964, p. 106 et seq.

(3) Arrow, Chenery, Minhas and Solow, op. cit., p. 231.

(4) (39)はまた次のようにして得られる。(29)で(30)を割って

$$\frac{1}{\pi}=\frac{w}{r}=\left(\frac{\gamma}{\delta}\right)^{\rho}\left(\frac{K}{L}\right)^{\rho+1}$$

これを時間に関して微分すると，結果は次のようになる。

$$G_w-G_r=\frac{1-\sigma}{\sigma}(G_\gamma-G_\delta)+\frac{1}{\sigma}(G_K-G_L)$$

(5) J. R. Hicks, *op. cit.*

(6) 天野明弘「技術進歩と均衡成長」『季刊理論経済学』第14巻 第2号，1964. 2, 27—8ページ。

(7) R. M. Solow, "A Skeptical Note on the Constancy of Relative Shares," *American Economic Review*, September 1958, pp. 618—31. I. B. Kravis, "Relative Income Share in Fact and Theory," *A. E. R.*, December 1959, pp. 917—49. この見解に対して，生産要素間の相対的分配率は長期的に安定していたという論証もある。たとえば S. Lebergott, "Factor Share in the Long-Term; Some Theoretical and Statistical Aspects, in N. B. E. R., *The Behavior of Income Shares*, pp. 53—86 をみよ。この問題はなお議論の余地のあるところであるが，しかしいずれにしても α/β は一定に近いか，もしくは低下するというもので，それが上昇するという証明は見当たらない。

5. 非中立的技術的進歩と所得分配

これまでは中立的技術的進歩をともなう成長経済における利潤率，賃金率，所得の相対的分配率の動きを観察してきたが，ここでは技術的進歩が非中立的である場合に，要素報酬率と所得分配率の動きがどう変化するかを検討することにしよう。非中立的技術的進歩は，中立的なそれと同様，ハロッドとヒックスで規準を異にしている。ハロッドによると，一定の利子率の下で，資本係数を引き上げるような技術的進歩は「労働節約的」(資本使用的)であるといわれ，逆に資本係数を引き下げるような進歩は「資本節約的」であるといわれる[1)]。これに対し，ヒックスによると，労働の限界生産力に対する資本のそれの比率を引き上げるような技術的進歩を労働節約的であるといい，逆にその比率を引き下げるような技術的進歩を資本節約的であるという[2)]。いずれの場合にも，労働節約的技術的進歩は資本集約度の上昇をともなうが，資本節約的技術的進

歩は，ヒックスの条件に従うとき，資本集約度を引き下げるが，ハロッドの条件に従うときには必ずしもそうなるとは限らない。

非中立的技術的進歩の下では，資本集約度の上昇にともなって生産要素の効率の成長率もその割合を変化させるであろう。G_γ の G_δ に対する割合は，中立的進歩の場合を規準として，労働節約的進歩のある場合には低下し，資本節約的進歩のある場合には上昇するであろう。

そこでまずハロッドに従って労働節約的技術的進歩の効果をみよう。この場合(31)は

$$G_r=\frac{\sigma-1}{\sigma}G_\gamma-\frac{1}{\sigma}(G_K-G_Y) \tag{31'}$$

となる。これから $\sigma=1$ の場合には，G_γ のいかんにかかわらず，利潤率の成長率はマイナスとなり，資本係数の上昇率に反比例することがわかる。そこで $\sigma<1$ の場合について考えてみる。この場合には，資本の生産効率の成長が利潤率に与える効果はマイナスであり，資本係数の上昇はその効果をさらに助長する。この場合，σ が 1 より小であればあるほど，資本の生産効率の成長率が高ければ高いほど，そして資本係数の上昇率が大であればあるほど，利潤率の長期的低下傾向は大となる。資本蓄積があまりにも早すぎて，G_γ がゼロもしくはマイナスになると，それだけ利潤率の低下傾向は減殺されるであろう。逆に $\sigma>1$ の場合には，資本の生産効率の成長率が高ければ高いほど，利潤率の成長率は大となるが，資本係数の上昇はその効果を減殺し，後者の効果の方がより大なる場合には，利潤率はやはり長期的に低下する。

次に賃金率については，(32)または(34)から次のようなことが知られる。$\sigma=1$ の場合には，G_δ の効果は全く消滅し，賃金率は産出労働比率に比例して成長する。産出労働比率の上昇が資本係数の上昇より大であることはいうまでもない。$\sigma<1$ の場合には，労働の生産効率の成長が賃金率に与える効果はマイナスであり，それだけ産出労働比率上昇の効果を減殺する。σ が小さいほど

労働の生産効率の減殺効果は大となるが，一方でそれは産出労働比率上昇の効果をより大にするから，労働節約的技術的進歩は両者を相殺しても賃金率を長期的に上昇させるであろう。それは労働所得を長期的に増加させるとともに，後にみるように労働の相対的分配率を長期的に増大させることになるであろう。$\sigma>1$ の場合には，労働の生産効率の成長も賃金率の成長に貢献するが，その効果は小さい。σ が 1 より大であればあるほど，産出労働比率上昇の賃金率増大効果はより小となる。しかし賃金率はやはり長期的に上昇傾向をたどるであろう。

飜ってヒックスの場合を取り上げてみよう。資本集約度の上昇にともなって，資本係数の上昇が利潤率を低下させ，産出労働比率の上昇が賃金率を上昇させる点はハロッドの場合と同様であるが，前者の低下傾向は $\sigma\neq1$ の場合にも資本の生産効率の成長によってわずかより修正されないのに対し，後者の上昇傾向は労働の生産効率の成長によって大きく修正されるであろう。これは労働の生産効率の成長率の方が資本の生産効率のそれより大であろうからである。

物理的資本と労働量に関する限り，ハロッド的中立的技術的進歩は資本係数を一定に維持しつつ資本集約度が上昇することを許容するから，ヒックス的労働節約的進歩はその点でハロッド的中立的進歩と一致するであろう。しかしその点を越えると，ヒックスの労働節約的進歩はハロッドの場合と同じ効果をもつ。このことから逆に，ハロッド的には資本節約的であるとき，ヒックス的には労働節約的であることがある。その場合，$\sigma=1$ であるとすると，生産効率上昇の効果は利潤率にも賃金率にも及ばず，ただ資本係数の低下によって，利潤率はその低下率に等しい上昇を示し，賃金率も産出労働比率の上昇率に等しい比率で成長する。しかし $\sigma<1$ とすると，生産効率の上昇は利潤率と賃金率にマイナスの効果を及ぼし，それだけ資本係数の低下と産出労働比率の上昇が与えるプラスの効果を減殺する。逆に $\sigma>1$ であるとすると，生産効率の上昇は利潤率と賃金率にプラスの小さい効果を及ぼし，それが資本係数の低下と産

出労働比率上昇の（$\sigma<1$ の場合より小さい）効果に加勢する。いずれにしても，賃金率は別として，利潤率は，ヒックス的に労働節約的進歩がある場合にも，ハロッド中立的より資本節約的方向にかたよった進歩がある場合，上昇傾向をたどることがわかる。

次に所得の相対的分配率の変化の趨勢はどうであろうか。まず技術的進歩にハロッド的なかたよりがある場合を考えてみる。この場合一般的には G_K+G_γ は G_L+G_δ より大となるから，(43)から，$\sigma=1$ の場合には，資本の相対的分配率が一定に維持されるが，$\sigma\neq1$ の場合にはそれが長期的に変化することが知られる。すなわち $\sigma<1$ の場合には，資本の相対的分配率は低下傾向をたどり，$\sigma>1$ の場合には，逆に上昇傾向をたどる。しかし G_δ が資本集約度の上昇を相殺するほど十分 G_γ を超過し，したがって G_K+G_γ が G_L+G_δ に等しくなるときには，σ の値いかんにかかわらず，資本の相対的分配率は変化しないであろう。労働の相対的分配率が資本のそれと対照的な傾向をたどることはいうまでもない。

このような所得の相対的分配率の変化の傾向はヒックス的にみても同様であるが，ただ資本集約度を物量的にとらえるか効率的にとらえるかで異なった結果が得られる。それを物量的にとらえるときには，ヒックス的には所得の相対的分配率が不変であるときに，ハロッド的には変化することがありえよう。もちろん G_K-G_L の大きさはこの2つの状態で異なるが，それが同一の状態をとると，その場合はヒックス的には労働節約的進歩があるといえるが，ハロッド的には中立ないし資本節約的進歩がある状態になる。たとえば $\sigma<1$ の場合，ハロッド的には資本の相対的分配率が低下するが，G_K-G_L の差を相殺するほどの $G_\delta-G_\gamma$ の差によって，ヒックス的にはそれが不変に維持されることになる。資本集約度を効率的にとらえるときには，ペースには差があっても，労働節約的技術的進歩が資本の相対的分配率を長期的に低下させることには変わりがない。

技術的進歩が資本節約的なかたよりをもつときには，利潤率と相対的分配率は労働節約的な進歩のある場合とほぼ対称的に変化するであろうことが推知されよう。しかし賃金率については必ずしもそうではないことが知られよう。まずハロッドに従ってその効果をみよう。利潤率は，(31)から，$\sigma=1$ の場合，資本係数の低下にともなって，それと正比例的に上昇するであろう。この場合にはやはり資本の生産効率の成長はなんのかかわりももたない。$\sigma<1$ の場合には，資本の生産効率の成長は利潤率に逆効果を及ぼし，他方資本係数低下の効果は $\sigma=1$ の場合より大きな利潤率上昇効果をもち，これらが相殺されるところに利潤率の長期的趨勢が得られる。この場合，G_γ が異常に大となる特殊な場合を除いて，一般に利潤率は上昇傾向をたどることになるであろう。$\sigma>1$ の場合には，資本係数の低下と資本の生産効率の上昇はいずれも利潤率の上昇に貢献するが，前者の効果は $\sigma<1$ の場合より小である。

賃金率は，$\sigma=1$ の場合，労働の生産効率の変化が与える効果が消失し，産出労働比率の上昇率に等しい比率で成長する。$\sigma<1$ の場合には，労働の生産効率は賃金率に逆に作用し，産出労働比率上昇のプラスの効果を減殺するが，資本蓄積が低率で労働の生産効率がゼロもしくはマイナスの変化をすると，両者はいっしょになって賃金率を上昇させるように作用する。逆に $\sigma>1$ の場合には，賃金率は一般に上昇するが，労働の生産効率の低下はその上昇傾向を鈍化させる傾向を生むであろう。結局賃金率は労働節約的進歩のある場合より上昇率が低いであろうが，必ずしも低下しないことが知られた。

ヒックス的見地からみるとき，資本集約度の低下にともなって，資本係数の低下は利潤率を上昇させ，産出労働比率の上昇も賃金率を上昇させるが，産出労働比率が一定もしくは低下することになると，賃金率は低下することもありえよう。$\sigma=1$ の場合を除いて，資本と労働の生産効率の成長はこの趨勢を若干修正することになるが，$\sigma<1$ の場合には，それらの効果はマイナスとなり，$\sigma>1$ の場合にはプラスとなる。この場合資本の生産効率は労働のそれより高い成長を示すから，それらの修正効果は資本の生産効率の方がより大となるで

あろう。

所得の相対的分配率は $\sigma=1$ の場合を除いて変化するが，資本集約度を効率的にとらえる場合，ハロッド的見地からは，資本節約的技術的進歩があるときに G_K+G_γ が G_L+G_δ を超過し，または両者等しくなることが許容されるから，後者の場合には，σ の値いかんにかかわりなく，相対的分配率が不変になることがある。しかし G_L+G_δ が G_K+G_γ を超過すると，$\sigma<1$ の場合には，資本の相対的分配率は上昇し，$\sigma>1$ の場合には低下する。これはヒックス的規準に従った場合に相当し，ハロッド的にも大体においてこれが資本節約的進歩のある場合の結果である。けれども資本集約度を物量的にとらえる場合，G_Lが G_K を超過しても，G_γ がその差を埋めるに十分なほど G_δ を超過するときには，G_L+G_δ は G_K+G_γより低くなることもありうるから，その場合には資本の相対的分配率は$\sigma<1$ の場合に低下し，$\sigma>1$ の場合に上昇することになるであろう。ハロッド的には G_K が G_L を超過し，または両者が等しくなることもありうるから，その場合にも同様の結果が得られる。

(1) R. F. Harrod, *op. cit.*, pp. 26—8, 96. ハロッドは労働節約的進歩による資本集約度の上昇を資本の深化という表現で示している。
(2) J. R. Hicks, *op. cit.*

6.　技術的進歩の決定因

これまでは技術的進歩率および技術的進歩の性質を与えられたものとして議論を進めてきたが，この点でそれがいかに決定されるかの問題を考えてみることにしよう。

技術的進歩が発明，発見や科学的知識の水準と進歩に依存することはいうまでもないが，しかし全面的にそうであるとみることは当を得ていない。というのは，技術的進歩は，発明，発見その他の生産方法を改良する外生的要因に依存する「自生的」革新 “autonomous” innovation と，生産要素の相対価格の変化や，必要要素量の利用可能要素量に対する割合とその変化に依存する「誘発

的」革新 "induced" innovation とがより合わされた結果にほかならないからである[1)]。これら2種類の革新の綜合としての技術的進歩は次のように定式化することができよう。

ここでは生産技術は資本と労働の生産効率としてあらわされており，技術的進歩はこれらの生産効率の上昇を意味する。いま資本の生産効率が，一方で外生的な生産技術の水準 $C(t)$ に，他方利潤率の賃金率に対する比率 $\pi=\frac{r}{w}$ と，必要資本ストックの現実に利用可能な資本ストックに対する比率に依存するものと仮定すると，それは次のようにあらわされるであろう。

$$\gamma=C(t)\left(\frac{\varepsilon Y}{K}\right)^a\left(\frac{r}{w}\right)^b \tag{45}$$

ここに ε は一定の「必要資本係数」，a と b は定数である。同様にして，労働の生産効率も，一方で外生的な生産技術の水準 $D(t)$ に，他方で賃金率の利潤率に対する比率 $\frac{1}{\pi}=\frac{w}{r}$ と，必要労働量の現実に利用可能な労働量に対する比率に依存するものと仮定すると，それは次のようにあらわされるであろう。

$$\delta=D(t)\left(\frac{\xi Y}{L}\right)^e\left(\frac{w}{r}\right)^d \tag{46}$$

ここに ξ は一定の「必要労働係数」，e と d は定数である。(45)を時間に関して微分し，その結果を変化率としてあらわすと，

$$G_\gamma=G_C+a(G_Y-G_K)+b(G_r-G_w) \tag{47}$$

が得られる。同様にして(46)からも

$$G_\delta=G_D+e(G_Y-G_L)+d(G_w-G_r) \tag{48}$$

が得られる。(47)は資本の生産効率の成長が自生的な技術的進歩と，資本係数の低下，および利潤率の賃金率に比しての相対的な上昇によってひき起こされることを物語っているし，(48)は労働の生産効率の成長が自生的な技術的進歩と，産出労働比率の上昇，および賃金率の相対的上昇によってひき起こされることを物語っている。必要資本の不足と相対的な利潤率の上昇が資本の生産効

率を高めるような技術的進歩を誘発し，必要労働の不足と相対的な賃金率の上昇が労働の生産効率を高めるような技術的進歩を促進するわけである。

ここで $a=e$，$b=d$ と仮定すると，(47)と(48)から

$$G_{\delta}-G_{\gamma}=(G_D-G_C)+a(G_K-G_L)+2b(G_w-G_r) \tag{49}$$

が得られる。G_C と G_D は資本と労働の自生的技術的進歩率であるが，これらは，ヒックスもいうように[2)]，一般に要素中立的，すなわちヒックスの意味で中立的な技術的進歩率であると考えられる。しかし特殊な場合として，それらが要素非中立的になることもありえよう。その場合には，自生的技術的進歩も，G_D-G_C の差に従って，労働もしくは資本の生産効率のいずれかをより急速に成長せしめるように作用するであろう。けれどもその効果を一時捨象するために $G_C=G_D$ とおくと，(49)は次のようになる。

$$G_{\delta}-G_{\gamma}=a(G_K-G_L)+2b(G_w-G_r) \tag{50}$$

ここで　$a=\dfrac{1}{1-\sigma}$，$2b=\dfrac{\sigma}{\sigma-1}$ とすると，(50)は

$$G_{\delta}-G_{\gamma}=\frac{1}{1-\sigma}(G_K-G_L)-\frac{\sigma}{1-\sigma}(G_w-G_r) \tag{51}$$

と書けるが，これは(39)から導き出されるものと結局同一であることが知られる。

G_{δ} と G_{γ} の差は非中立的技術的進歩の指標となる。すなわち前者が後者を超過するときには，労働節約的技術的進歩が支配的であり，逆の場合には資本節約的技術的進歩が支配的であることになる。そして(51)から，$\sigma<1$ の場合には，労働節約的技術的進歩は相対的な労働不足すなわち資本集約度の上昇によって促進されるが，他方賃金率の利潤率に比しての上昇によって抑制されることがわかる。$\sigma>1$ の場合にはその逆となることはいうまでもなかろう。また $\sigma<1$ の場合には，資本節約的技術的進歩は相対的な資本不足によって促進されるが，他方利潤率の賃金率に比しての上昇によって抑制されることも知られる。$\sigma>1$ の場合にはやはりその逆のことが真となるであろう。かくてこの場

合には，誘発的革新の効果は同じσの値の下では同じ方向に作用せず，相対的な労働（資本）不足が労働（資本）節約的技術的進歩を促進するのは $\sigma<1$ の場合においてであり，逆に賃金率の利潤率に比しての上昇（低下）が労働（資本）節約的技術的進歩を促進するのは $\sigma>1$ の場合であることになる。

しかし(50)において $2b=\frac{1}{\rho}=\frac{\sigma}{1-\sigma}$ とすると，(51)は

$$G_\delta-G_\gamma=\frac{1}{1-\sigma}(G_K-G_L)-\frac{\sigma}{\sigma-1}(G_w-G_r) \tag{52}$$

となり，この場合には，相対的な労働不足と賃金率の利潤率に比しての上昇は，ともに $\sigma<1$ の場合に労働の生産効率を相対的に上昇せしめ，$\sigma>1$ の場合には逆にそれを相対的に低下せしめることになる。そして相対的な資本不足と利潤率の賃金率に比しての上昇は，ともに $\sigma<1$ の場合に資本の生産効率を相対的に上昇せしめ，逆に $\sigma>1$ の場合にそれを相対的に低下せしめる。

(1) ヒックスは，誘発的革新の誘因としては，生産要素の相対価格の変化のみに注目している。J. R. Hicks, *op. cit.*, p. 125.（邦訳110ページ）。しかし要素の相対価格の変化に反映されない要素必要量の不足があるとすれば，この誘因も無視しえないであろう。本稿では，要素必要量の不足が要素の相対価格の変化を招くよりも，むしろ相対的に不足する要素の生産効率を上昇させるような技術的進歩を誘発する点を強調する。なおこの点に関しては，W. Fellner, "Does the Market Direct the Relative Factor-Saving Effects of Technological Progress?," in N. B. E. R., *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, 1962, pp. 171—88 : "Two Propositions in the Theory of Induced Innovations," *Economic Journal*, June 1961, pp, 305—8. W. E. G. Salter, *Productivity and Technical Change*, Cambridge 1960, pp. 27—45 をも参照されたい。

(2) J. R. Hicks, *op. cit.*