人口と経済成長

高木尚文

一

現代経済成長理論においては各時点における労働は経済体制外の諸力によって決定される外生変数とし、単に資本のみを内生変数とみなしている。しかるにリカードオ経済学においては、経済成長は、土地、労働および資本の動態的相互作用の結果であって、この三つの生産要素のうち土地のみが外生変数と考えられていた。したがって労働と資本は本来内生変数であった。そしてこの理論はマルサス人口理論より導かれたものであった。しかるにマルサス理論はその後における西欧諸国の歴史的現実に背反的であることが指摘され、マルサス理論の妥当性について疑義がもたれた結果、経済学者達は彼の人口理論を放棄するにいたり、それとともに経済発展に関する古典経済理論の全体をも放テキしてしまった。しかし古典経済発展理論の放棄はそれに代るべき新らしい経済発展理論の体系を生みだす方向にはむかわしめなかった。しばらくの間近代経済学ではこのような意味での発展

の理論は忘却されてしまい、人口はせいぜい与件としてとり扱われ、人びとの関心は短期経済均衡の条件分析におかれ、静学的均衡理論が中心的部分をしめるに到った。シュンペーターの「経済発展理論」でさえ人口を「発展」の外においた。彼が人口の変化を外部的要因に数える理由は、人口の増加に示されるごとき単なる経済成長はここで発展の過程として考えることはできないとした。というのは、この場合喚起されるものは質的には新たな現象ではなく、ただ自然的与件の変化と同じ種類の適応過程とみるからである。真の発展は質的変化を必要とすると彼は考えていたのである。

近代経済学が再び経済成長の長期的問題の分析に目をむけはじめたのは、資本主義経済の現実的傾向を直視するようになったことに帰因するが、その端緒はケインズであった。しかしケインズ理論は、本来的に短期分析であり、形式的には静学的であった。そしてハロッドに始まるこの理論の長期化動学化への試みが今日の近代成長理論の出発点となったことは疑問の余地がない。しかもケインズ自身において経済発展における人口要因のもつ重要性が再認識されるにいたったにしても、それはマルサス人口理論が古典派理論にもっていたような地位の回復としてではなかった。彼は先駆者としてのマルサスを彼の人口理論においてではなく、有効需要の原理において著目したのであった。しかるに現在の後進地域における爆発的な人口増加に帰因する経済停滞もしくは後退の様相は必然的に人口を単なる与件としてではなく経済の内生変数としてとり扱う経済発展理論の体系を強く要請しているように思われる。

この拙論においてとりあげるJ・ニーハンスの論文[(1)]は、彼自身が論文の冒頭において叙述しているように、まさに現代成長理論と〃労働を内生変数としてとり扱う〃リカードオの伝統との理論的橋わたしを確立するにあ

る。たまたま期を一にしてS・エンケ[2]も過剰人口が現代アジア諸国において一人当り国民所得にたいして明らかな脅威となっている事実をいわゆるテーク・オフの問題としてとりあげているが、その研究方法の骨組はほぼ前者と軌を一にしているとみてよいであろう。そして想定される三つのケースの一つとしてネオ・マルサシアンモデルを最後に示している。筆者は昨年[3]これら二つの論文をとりあげ、J・ニーハンスの分析方法をより統一した形において展開することを試みた。それはコブ・ダグラス型生産関数の規模による収益逓増（increasing returns to scale）もしくは収益逓減（decreasing returns to scale）を資本に重みをつけて収益一定の場合に規準化するという考え方の上にたっていた。なお同論文においてS・エンケのモデルとJ・ニーハンスのそれを対比するとともにS・エンケのモデルの前提について経済学的解釈を行なった。

この拙論の目的は上述の考え方に沿うて規模による収益逓増、一定および逓減の概念を解析的に確立し、一般の生産関数の基礎の上にJ・ニーハンスのモデルを構築することによって彼のモデルを普遍化することにある。その結果S・エンケのモデルの包摂も可能となる。

ニーハンスはまず(1)　労働力を実際の目的から人口総体と同一視した概念としている。その趣旨は、勿論すべての人口が労働力人口とは限らないことは明らかな事柄であり、かつ実際両者の比率は時により変化するが、これを一定と仮定し適当な単位の選択を行なってこの事柄を処理する。(2)　技術一定として技術進歩を対象外としている。(3)　モデルの基礎にコブ・ダグラス生産関数をおく。本論ではこの(3)を一般の生産関数に置きかえるわけである。

二

Xを付加価値額、Lを雇用労働量、Kを資本量とするとき、もし労働と生産物の各市場が競争的であるとすれば、ある生産関数

$$X=H(L,\ K)$$

による利潤極大の原理に則った行動は賃金率wとX/Lの間のある関係式に導き、そのとき

$$X=H(L,\ K)=F(L,\ \Phi(K)) \tag{1}$$

が成立する。ここにFはLとΦについての一次同次式であり、ΦはKのある増加関数である。(4)

われわれは完全競争市場におけるこの生産関数の性質を利用して規模による収益逓減、一定および逓増の場合をつぎのように

$$\left.\begin{array}{ll} 1^\circ & \lim\limits_{K\to\infty}\dfrac{1}{K}\ \dfrac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}>1 \\ 2^\circ & \lim\limits_{K\to\infty}\dfrac{1}{K}\ \dfrac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}=1 \\ 3^\circ & \lim\limits_{K\to\infty}\dfrac{1}{K}\ \dfrac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}<1 \end{array}\right\}\text{のとき規模による収益}\left\{\begin{array}{l}\text{逓減}\\ \text{一定}\\ \text{逓増}\end{array}\right.$$

と定義しよう。

仮定により労働市場は完全競争的であるから賃金率 w は労働の限界生産力に等しく

$$w=\frac{\partial F}{\partial L}$$

である。ゆえに雇用労働量に支払われるべき賃金総額は $L\dfrac{\partial F}{\partial L}$ である。他方資本の受取総額は $\Phi\dfrac{\partial F}{\partial \Phi}$ となる。したがって資本一単位当りの取得額は

$$\frac{\Phi(K)}{K}\ \frac{\partial F}{\partial \Phi}$$

である。

さて

(2) $$F(L,\ \Phi)=LF(1,\ x),\quad x=\Phi/L$$

であるから

$$w=\frac{\partial F}{\partial L}=F(1,\ x)+LF_x{}'(1,\ x)\left(-\frac{K}{L^2}\right)=F(1,\ x)-xF_x{}'(1,\ x).$$

したがって w は x の関数 (Ψ) である。すなわち

$$w=\Psi(x).$$

ゆえに

$$d\log w = d\log \Psi(x) = \frac{\Psi'(x)}{\Psi(x)}dx.$$

しかるに

$$dx = d(\Phi/L) = \frac{Ld\Phi - \Phi dL}{L^2} = \frac{\Phi}{L}(d\log\Phi - d\log L).$$

したがって

$$d\log w = [x\Psi_x'(x)/\Psi(x)](d\log\Phi - d\log L).$$

ゆえに労働賃金の等高線は図[1]にみるように，$\log L$，$\log\Phi(K)$-平面で$\log L$-軸と45°の傾きをもつ平行な直線群で表わされ，$\log L$-軸上を右から左へ進むにしたがって賃金水準は増大する。

つぎに資本一単位当りの収益は

$$r = \frac{\Phi}{K}\ \frac{\partial F}{\partial\Phi} = \frac{\Phi}{K}L\cdot F_x'(1,x)\frac{1}{L} = \frac{\Phi}{K}F_x'(1,\ x).$$

ゆえに

$$\log r = \log\frac{\Phi}{K} + \log F_x'(1,\ x).$$

$$d\log r = d\log\frac{\Phi}{K} + [F_x''(1,\ x)/F_x'(1,\ x)]dx.$$

$$=(d\log\Phi)\left(1-\frac{d\log K}{d\log\Phi}\right)+\frac{xF_x''(1,\ x)}{F_x'(1,\ x)}(d\log\Phi-d\log L),$$

$$=\left(1-\frac{\Phi}{K\Phi'}+\frac{xF_x''(1,\ x)}{F_x'(1,\ x)}\right)d\log\Phi-\frac{xF_x''(1,\ x)}{F_x'(1,\ x)}d\log L.$$

ゆえに資本の収益率に関する等高線の方向は

$$\frac{d\log\Phi}{d\log L}=\frac{xF_x''(1,\ x)}{F_x'(1,\ x)}\bigg/\left(1-\frac{\Phi}{K\Phi'}+\frac{xF_x''(1,\ x)}{F_x'(1,\ x)}\right). \tag{3}$$

ここで $F(1,\ x)$ は労働の平均生産性が労働の資本装備率の関数として表わされているから、一般的に

$F_x'(1,\ x)>0$，$F_x''(1,\ x)<0$ （収益逓減法則により）

と仮定することは当をえている。したがってこの仮定が成立しているとすれば、$\alpha(x)>0$ とするとき

$$\frac{xF_x''(1,\ x)}{F_x(1,\ x)}=-\alpha(x)$$

とかくことができる。

以上を前おきとしまずニーハンスの後進型経済モデルから始めよう。

三

ニーハンスの後進型モデルは範をイギリスの産業革命当時の社会状態—大多数をしめる労働階級は彼等の家計

収支の上でほとんど貯蓄をもちえなかったこと、これに反して上層階級を構成する土地所有者や資本家達は彼等のサープラスを含む地代、利潤からそれぞれ資本蓄積を行なっていた―にとり、全人口を2グループにわけ、一つは人口の増殖のみを担当し蓄積はおこなわないグループ、これを文字通り〃プロレタリアート〃とよべば、他は資本蓄積を担当し、人口は単にそれを維持するにとどまる資本家階級である。したがって彼の後進型モデルは二階級モデルであって社会を一つは人口の繁殖のみを、他は資本蓄積のみを担当する2グループにわけるのである。そこで人口と資本の増加率に関してつぎの前提を設ける。

㈠　単位時間当り人口の増加率はそのときの賃金率水準とその社会に個有のある一定の生命維持的最低賃金率(w_m)との差に比例する。この場合賃金率は労働の限界生産力に等しいから、この前提は次式

$$\frac{1}{L}\frac{dL}{dt}=\frac{\dot{L}}{L}=p\left(\frac{\partial X}{\partial L}-w_m\right)$$

によって表わされる。ここにpは正で人口の限界増加率である。

㈡　単位時間当り資本蓄積率はそのときの単位当り資本収益率とその社会に個有のある一定の最低収益率(r_m)との差に比例する。これはまた次式

$$\frac{1}{K}\frac{dK}{dt}=\frac{\dot{K}}{K}=s\left(\frac{\Phi}{K}\frac{\partial X}{\partial \Phi}-r_m\right)$$

によって表わされる。ここにsは正で限界貯蓄性向である。

われわれはこれら二つの前提の下に二階級モデルをニーハンスの接近方法に即して考察を進めてゆこう。

まず一般の生産関数(1)についてwの等高線は $\mathrm{Log}\,L,\ \log\Phi(K)$-平面上において規模による収益型の如何にかかわりなく $\log L$ 軸に $\pi/4$ の傾きをもつ平行な直線群であって $\log L$ 軸を右から左へ移るにしたがって高位の等高線となっていることはすでに前節でこれを示した。

しかし r の等高線は規模による収益型によってこれら w 等高線にたいして相対的に異なる位置をとる。これらの w 等高線に対してとる相対的位置の差異を中心としてそれぞれの経済の発展経路を検討してゆくのである。

(1)　収益逓減の場合

この場合は定義により

$$\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\ \frac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}>1$$

であるから、ある K_0 より大なるすべての K にたいして

$$\frac{1}{K}\ \frac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}>1+\beta>1$$

が成立するような正の β が存在する。

したがって式(3)によって

$$0<\frac{d\log\Phi}{d\log L}<\frac{-\alpha(x)}{-\beta-\alpha(x)}=\frac{\alpha(x)}{\beta+\alpha(x)}<1,\ K>K_0.$$

となり、資本収益の等高線は $\log L$ 軸上もしくは $\log\Phi$ 軸上の点を起点とし、$\log L$ に関して時計の針と逆の

図　1

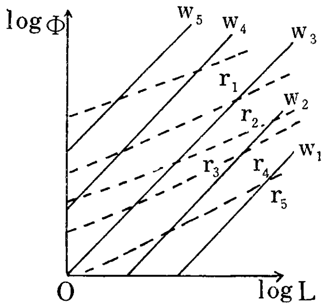
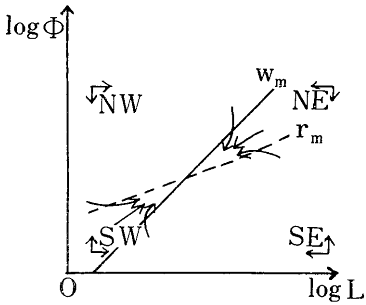


図　2



方向に単調に上昇する曲線を描きつつ進み最終的には log L 軸にたいして $\frac{\pi}{4}$ より小さい傾きをもつ曲線である。したがって図[1]に示すごとく賃金の等高線を左から右へ一つの等高線については唯一点において截る。しかも資本収益の等高線群は賃金のそれらとは逆に log L 軸を左から右へ移行するとき高位となる。

さてこれら w、r 等高線群のなかからそれぞれの最低限界水準に該当する等高線を選びだして示したのが図[2]である。もしその二つの最低線が図示したように第一象限内において交点をもつならば、第一象限は4つのセクターに分けられる。そして各セクターでは図中に示されているような異なる成長経路をもつ。例えば NW-セクターでは最低限界賃金より高い w と限界より低い r をもっているから労働量は増加するが、資本量は減少し図示したような経路をとって w_m もしくは r_m 等高線に到達し、さらに w_m 等高線の場合にはその等高線を垂直方向をとってよぎり NE-セクターに突入する。r_m-等高線の場合にはその等高線を水平方向をとってよぎり SE-セクターに突入する。つぎに SE-セクターに初期の経済状態が位置している場合には、w は限界賃金 w_m より小さく r は限界値 r_m より大であるから労働量は減少するが資本量は増加するから経済の初期の位置によって r_m 等高線もしくは w_m 等高線に到達し、それぞれ水平もしくは垂直方向をとってその等高線をよぎり、NE-もしくは SE-セク

ターへ突入する。

つぎにNE-セクターではwはw_mより小さく、rもr_mより低いから労働量も資本量もともに減少し、成長経路はw_m、r_m等高線の交点を指向し最終的に経済はその交点が表示する定常状態になる。一方SW-セクターにおいてはwはw_mより大きく、rもr_mより大であるから労働量も資本量もともに増大をつづけ、同じくw_m、r_m等高線の交点に向って経済は成長し最終的にその交点が表示する定常状態となる。これを要するにw_m、r_m等高線が第一象限内に交点をもつ場合は経済の初期条件の如何を問わず、その交点が表示する経済状態においてその経済は定常化する。そして窮極の定常状態にある経済の規模は両者の最低限界値が小さければ小さい程大である。

もしw_m-、r_m-等高線が第一象限内において交わらない場合には、w_m-線がr_m-線の上方に位置するから経済は必然的に衰退の途をたどることになる。

(2) 収益逓増の場合

この場合は定義により

$$\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\,\frac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}<1$$

であるから、あるK_0より大なるすべてのKにたいして

$$0<\frac{1}{K}\,\frac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}<1-\beta<1$$

が成立するような正のβが存在する。

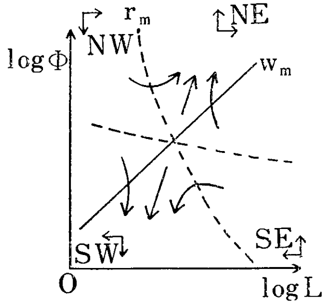
したがって次式

$$\frac{d\log\Phi}{d\log L}=\frac{\alpha(x)}{\alpha(x)-\left(1-\frac{\Phi}{K\Phi'}\right)}>\frac{\alpha(x)}{\alpha(x)-\beta}\qquad(\alpha(x)>\beta)$$

は資本収益の等高線が窮極的に $\frac{\pi}{4}$ より大なる傾きをもつことを含意する。

図[3]には w-、r-等高線群のなかから前と同様に w_m-、r_m-等高線を選びだし、同じ論法によって w_m-、r_m-等高線の相対的位置が規定する各セクターのもつ性質によって方向づけられる成長経路が記入されている。その結果の前と異なる点を指摘すれば、

図　3



NE セクターでは経済は無限に成長をつづける。一方SWセクターでは経済は衰退をたどる。NW-、SE- セクターにおいては図中点線で示した曲線を境界線として北側は永遠に繁栄の領域を、南側は衰退の領域を示している。したがってある経済が衰退の運命から離脱するためには w_m-、r_m- 等高線の交点の位置を下方に押し下げるすなわち、賃金、資本の限界値を低める努力をして、その経済の地位がそのままの形態ではロングサイドにある状態をかくすることによって繁栄の領域にまで相対的に高めること、そしてその困難が一たび克服されれば以後収益逓増の経済体制はそれ自身のうちに永遠の繁栄の道を内包していることを示している。またこの事柄が、そのままでは衰退の領域にある経済をこの分岐線をこえるようあらゆる手段を用いて外部からプッシュしてテーク・オフの領域に入りこませることの可能性を主張する〃ビッグ・プッシュ〃論者に充分の論拠を提供している。

図4の2

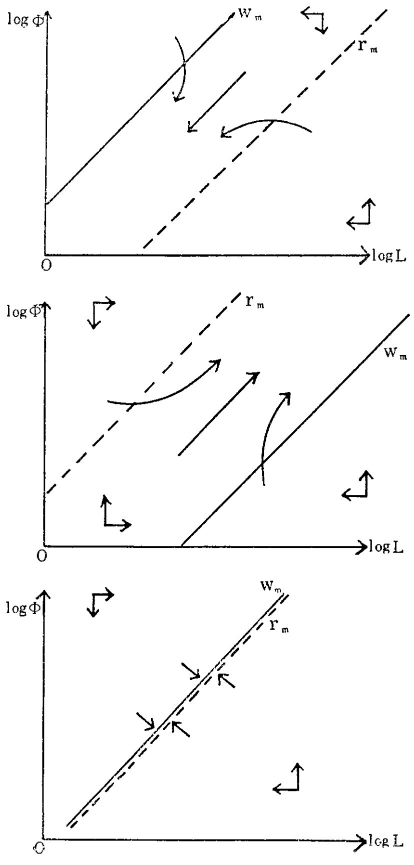
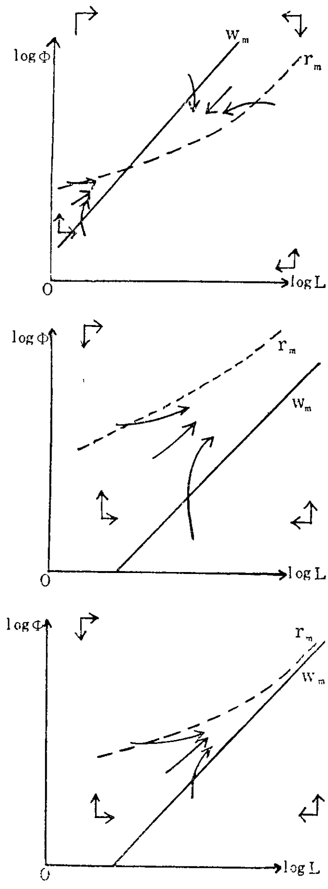


図4の1



(3) 収益一定の場合

この場合は定義により

$$\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\frac{\Phi(K)}{\Phi'(K)}=1$$

であるから窮極的にr-等高線はw-等高線と平行な傾きをとる。しかし同じく収益一定といっても極限にいたるまでの経済の行動が収益逓増型であるか、逓減型であるか、終始収益一定の型であるかによって一応3つにわけられるが前二者は同形となり、結局図[4]には2つにわけて図示してある。全部をとおしていえることはw_m等高線の位置がr_m等高線にたいして低いほど経済の永遠の繁栄が約束されているといえる。

四

ニーハンスの一階級モデルは現代のU・S・Aの経済社会を背景として、もはや唯一つの生産要素にのみ奉仕する社会階級の存在は否定され、資本蓄積も人口の増殖も二つながら社会の全階級が等しく担当し、これらは一人当り所得水準

$$y=\frac{X}{L}$$

に依存すると想定される。それゆえに前の二階級モデルが後進型とよばれるのにたいしてこのモデルを先進型モデルとよぼう。

再び人口に関してはあるマルサス的生命維持的最低限界生活水準m_Lを導入する。そのときその水準以上では人口は増加し、以下では人口は減少する。かくして単位時間当り労働力（或いは人口）の増加率は次式

$$\frac{dL}{dt}=\dot{L}=p(y-m_L)L \qquad (p>0)$$

によって決定されるものとする。

また一人当り資本蓄積もそのときの一人当り所得とあるその経済に個有のクリティカルな水準m_Kとの差に依存するものとし、単位時間当り資本蓄積率は次式

$$(4) \qquad \frac{dK}{dt}=\dot{K}=s(y-m_K)L$$

によって決定されるものとする。ここにsは限界貯蓄性向であり、式(4)はケインズの貯蓄関数そのものである。

以上が一階級モデルの前提条件である。この前提条件の下に経済がその収益の類型によってそれぞれいかなる成長経路を示すかを研究しよう。

生産関数(1)は一次同次式であるから式(2)により

$$(5) \qquad y=\frac{X}{L}=F(1,\ x).$$

したがって一人当り所得の等高線はL, $\Phi(K)$-平面で原点をよぎる直線束である。そして時計の針と反対の方向に所得水準は増大する。この等高線群のなかから2つの限界水準m_L、m_Kに該当する等高線をマークする。

m_L、m_Kの大小によってつぎの３つの場合

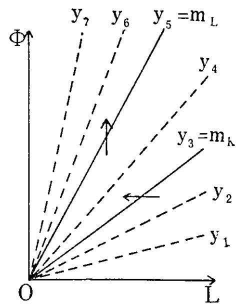
1°　$m_L > m_K$,

2°　$m_L = m_K$,

3°　$m_L < m_K$

に区別される。

図　5



つぎに前提から

$$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{d\Phi}{dK}\ \frac{dK}{dt}\Big/\frac{dL}{dt}.$$

ゆえに

$$(6)\qquad \frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)\frac{y-m_K}{y-m_L}.$$

われわれは前述の前提から誘導された式(6)を用いるのであるが、その右辺の因数Φ'が収益型の特性を荷っているのである。Φ'についてつぎの性質が証明される。

定理　一次同次の生産関数

$$X=F(L,\ \Phi(K))$$

において

収益逓減型：$\lim\limits_{K\to\infty}\frac{1}{K}\ \frac{\Phi}{\Phi'}>1$ ならば　$\lim\limits_{K\to\infty}\Phi'(K)=0$,

収益逓増型：$\lim\limits_{K\to\infty}\frac{1}{K}\ \frac{\Phi}{\Phi'}<1$ ならば　$\lim\limits_{K\to\infty}\Phi'(K)=\infty$,

収益一定型：$\mathop{\mathrm{iim}}\limits_{K\to\infty}\frac{1}{K}\ \frac{\Phi}{\Phi'}=1$ ならば　$\lim\limits_{K\to\infty}\Phi'(K)=\begin{cases}0\\ c & (\text{有限}\neq 0)\\ \infty\end{cases}$

証明　収益逓増の場合

$K>K_1$ なるすべてのKにたいして仮定から

$$\frac{1}{K}<\frac{\Phi'}{\Phi}.$$

つぎに $K_2>K_1$ にたいして積分すれば,

$$\int_{K_1}^{K_2}\frac{dK}{K}<\int_{K_1}^{K_2}\frac{\Phi'}{\Phi}dK,$$

$$\log K_2<\log\Phi(K_2)-\log\Phi(K_1)+\log K_1.$$

ゆえに$K\to\infty$のとき

$$\Phi(K)\uparrow\infty.$$

$K_2>K_1$ にたいして

$$\frac{1}{K}\frac{\Phi}{\Phi'}<1-\delta \qquad \delta<0$$

とすると

$$\int_{K_1}^{K_2}\frac{dK}{K}<(1-\delta)\int_{K_1}^{K_2}\frac{\Phi'}{\Phi}dK.$$

ゆえに

$$\log K_2<(1-\delta)[\log\Phi(K_2)-\log\Phi(K_1)]+\log K_1.$$

したがってK_1にたいしてK_2を充分大にとればある正のδ'にたいして

$$\log K_2<(1-\delta')\log\Phi(K_2)$$

とかくことができる。すなわち

$$K_2^{\frac{1}{1-\delta'}}<\Phi(K_2).$$

しかるに

$$\frac{\Phi}{K}<\Phi'(K).$$

したがって $K>K_2$ にたいして

$$K^{\frac{1}{1-\delta'}-1}<\Phi'(K).$$

ゆえに

$$K\to\infty \text{ のとき } \Phi'(K)\to\infty.$$

同様にして収益逓減の場合

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=0$$

も証明できる。

収益一定の場合は

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=\begin{cases}0\\ c\ (\text{有限}\neq 0)\\ \infty\end{cases}$$

となる例を挙げればよい。

$$\Phi(K)=K(\log K)^{-1}$$

とすれば

$$\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\frac{\Phi}{\Phi'}=\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\frac{K(\log K)^{-1}}{(\log K)^{-1}-(\log K)^{-2}}=1.$$

ゆえに定義によって収益一定の場合であり、

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=\lim_{K\to\infty}[(\log K)^{-1}-(\log K)^{-2}]=0$$

つぎに $\Phi(K)=CK$ とすれば確かに収益一定の場合である。しかも

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=C.$$

最後に　$\Phi(K)=K\log K$　とすれば

$$\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\ \frac{\Phi}{\Phi'}=\lim_{K\to\infty}\frac{1}{K}\ \frac{K\log K}{\log K+1}=1.$$

したがってこの場合も収益一定であるが、

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=\lim_{K\to\infty}[\log K+1]=\infty.$$

（証明終）

以後のアプローチをみれば明らかなように、式(6)を中心に議論を展開するのであるが、そのことはΦ'の∞におけるビヘビアが経済成長経路に決定的な影響を与えるのである。この観点からすれば、このモデルでは収益の型をΦ'の∞における行動によって類別化する方がより適切であるということになる。

そこでニーハンスの一階級モデルをとり扱う場合にはつぎのように定義しよう、

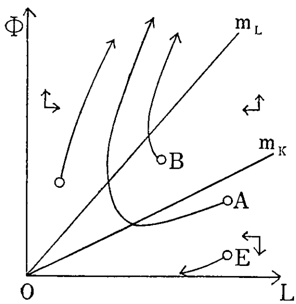
$$\left.\begin{array}{ll}1 & \lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=0\\ 2 & \lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=c\ (\text{有限}\neq 0)\\ 3 & \lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=\infty\end{array}\right\}\text{のとき準収益}\left\{\begin{array}{l}\text{逓減。}\\ \text{一定。}\\ \text{逓増。}\end{array}\right.$$

以上を前おきとして $m_L > m_K$ の場合から順次経済成長のプロセスを論じてゆこう。

(1)　$m_L > m_K$　の場合

図[6]はこの場合における経済成長の経路がえがかれている。このグラフをもとに成長の経路の一般的方向を誘導することはいまや容易である。まず図に示したAの点に最初の経済状態がある場合について考察してみよう。この状態では所得が m_L, m_K の両方より低い位置にあるから成長経路は下方へそして左方へ進む。しかもこのときはm_K-等高線にであうが、Eのような位置にあるときはOL-軸にであい経済は衰退に向かう。このようにゾーン m_KOL 内にデッドゾーンの部分が存在することがわかる。いまAからの成長経路が m_K-等高線を（水平方向に）よぎれば、ゾーン m_KOm_L では資本ストックは増大するが、人口は依然減少をつづけるから必ず m_L-等高線上に達し、これを垂直方向にきりゾーン m_LOK に突入する。経済状態がこのゾーンに位置するときは、資本ストックも人口もともに成長をつづけ、経済は右上方向すなわちNE方向をもつ経路をとるが、その窮極のビヘヴィアについて論ずる段階でその経済の規模にたいする収益の型が関係してくる。

図　6



(a)　準収益逓増の場合

この場合は定義により

$$\lim_{K\to\infty} \Phi'(K) = \infty$$

であるから

(6) $$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)\frac{y-m_K}{y-m_L}$$

により、もし経路がm_L-等高線をよぎることがないことが明らかとなれば、資本も人口もともに無限に増大をつづけ、経路の方向$\frac{d\Phi}{dL}$は式(6)によって窮極的に縦軸に平行となるから、

$$\lim_{t\to\infty} y_t=\infty$$

となり、一人当り国民所得は無限に大となる。そして経路がm_L-等高線をよぎることがないということは、この経済状態では時間の経過にともなって資本と人口とがともに増大をつづけること、m_L-等高線が原点を通る直線であること、それでもし経済がその線上のある一点に達するとつぎの瞬間∞の方向をとらなければならないという事柄から明白である。したがってこの場合は、人口、資本および一人当り所得がすべて無限に増大する結果がもたらされる。

(b) 準収益一定の場合

この場合は定義から

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=c\ (\text{有限}\neq 0)$$

であるから式(6)は(6)′となる。すなわち

(6)′ $$\frac{d\Phi}{dL}\sim\frac{cs}{p}\ \frac{y-m_K}{y-m_L}.$$

また一人当り所得の等高線の方向は式(5)における $F(1,\ x)$ の逆関数を $\Psi(y)$ とするとき

$$\frac{d\Phi}{dL}=\Psi(y)$$

とかけるから両者が一致する $\bar{y}$ が必ず存在する。すなわち

$$(7)\qquad \Psi(\bar{y})=\frac{cs}{p}\ \frac{\bar{y}-m_K}{\bar{y}-m_L}.$$

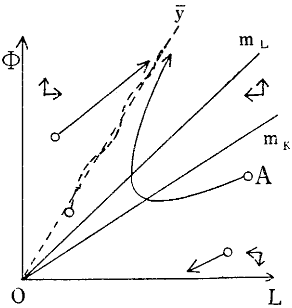


図 7

この式(7)で与えられる $\bar{y}$ が均衡所得であり、経済はその均衡所得に達するまで常に所得を増大しつづけ、極限においてその均衡所得に到達する。すなわちその経済は $\bar{y}$- 等高線を漸近線としてもつ。また均衡所得経路より上のゾーンに経済の初期状態があるときは上からこの均衡所得に近接し、その経済は結局初期条件よりは低い所得水準に向って下降する。最初均衡所得線上に位置している経済は均衡所得ライン上を方向を一にして上方へ移行しつづけるか、その均衡所得等高線から離脱することはあっても、極端な場合には $\bar{y}$ 等高線にまつわりつきながら、しかし結局は $\bar{y}$ なる均衡所得に向う。

(C) 準収益逓減の場合

定義から

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=0$$

の下に

$$\text{(6)}'' \qquad \frac{d\Phi}{dL}=\Phi'(K)\frac{y-m_K}{y-m_L}$$

であるが、この場合も成長経路は m_L- 等高線をこえてゾーン m_LOm_K に突入することは許されない。したがって必然的に人口、特に資本が増大せざるをえない。したがってもし

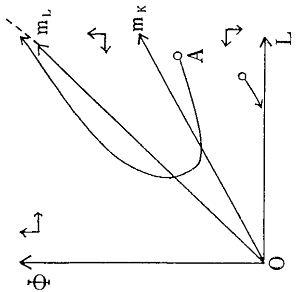
$$\lim_{t\to\infty} y_t=m_L$$

が起らないとすれば成長経路は式(6)″から窮極において方向が0に向かい、したがって m_L-ラインをこえることになり矛盾する。したがって準収益逓減の場合は生命維持的最低限度の所得水準に近づくことになる。

(2) $m_L=m_K$ の場合

式(6)は

図 8



$$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)$$

となる。再び前式をもとにして考察をすすめよう。

(a) 準収益逓増の場合

$$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)\to\infty \qquad (K\to\infty).$$

$(m_L=m_K)$-等高線より上の部分に経済の初期状態があるときは、一般には成長をつづけ所得は限りなく増大する。ただ成長経路が最低等高線にであう場合に限りその点において経済は定常状態におちる。また$(m_L=m_K)$-等高線の下の部分に経済の初期状態がある場合にはこの最低水準線にであった点において定常状態になるか、衰退に向う。

(b)　準収益一定の場合

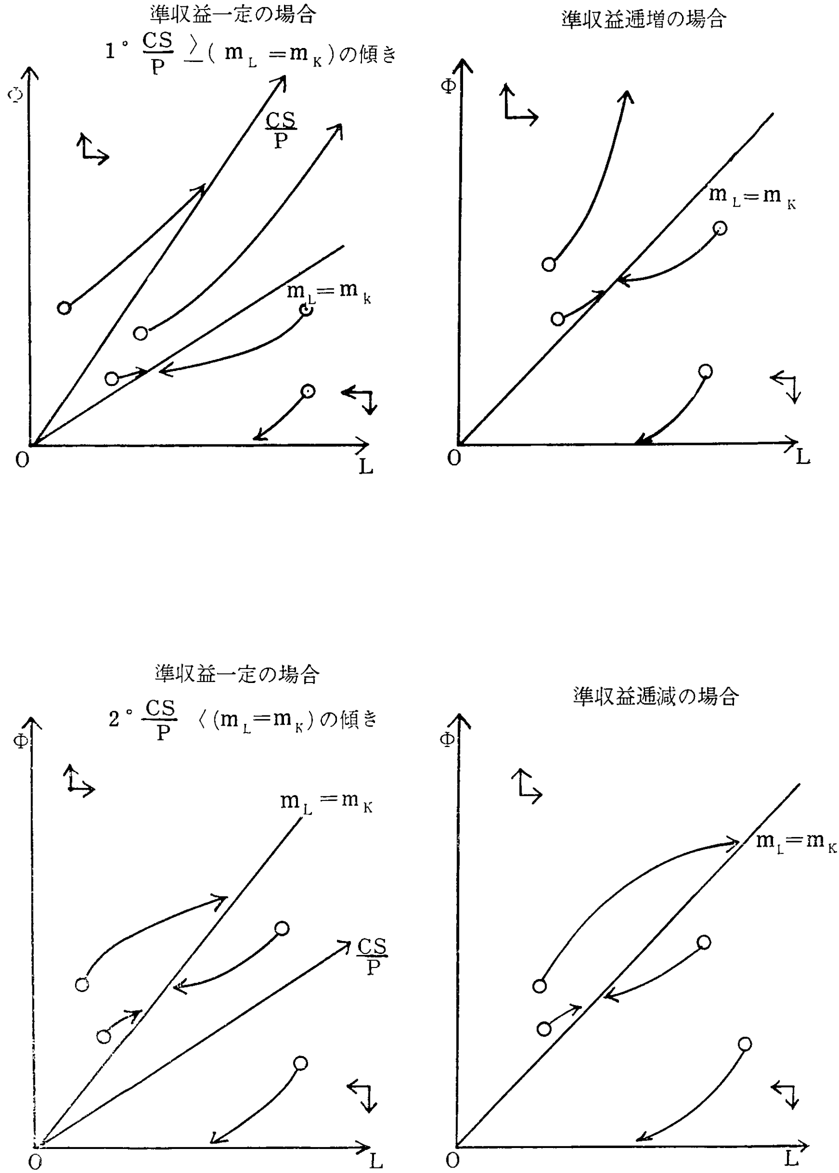
$$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)\to\frac{cs}{p} \qquad (K\to\infty).$$

$(m_L=m_K)$-等高線の傾きが$\frac{cs}{p}$より大である場合は経済の初期状態がその最低線の上の部分にあっても必ず有限の範囲でその最低線にであい、その点において定常状態になる。最低線の下の部分に経済の初期状態があるときは前の場合と同様、$(m_L=m_K)$-等高線にであって定常状態になるか衰退にむかう。

つぎに$(m_L=m_K)$-等高線の傾きが$\frac{cs}{p}$に等しいか小であるならば、経済の初期状態がその最低線の上の部分にある場合は、窮極的に傾きが$\frac{cs}{p}$である等高線の所得水準に近づく、しかし有限の範囲において最低線にであえば、その点において定常状態になる。最低線の下の部分にあるときは前と同じで最低線にあえば定常状態、そうでなければ0になる。

(c)　準収益逓減の場合

図　9


準収益一定の場合
1° $\frac{CS}{P} \geqq (m_L = m_K)$の傾き
Φ
$\frac{CS}{P}$
$m_L = m_k$
O
L
準収益逓増の場合
Φ
$m_L = m_K$
O
L
準収益一定の場合
2° $\frac{CS}{P} < (m_L = m_K)$の傾き
Φ
$m_L = m_K$
$\frac{CS}{P}$
O
L
準収益逓減の場合
Φ
$m_L = m_K$
O
L

$$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)\to 0 \qquad (K\to\infty).$$

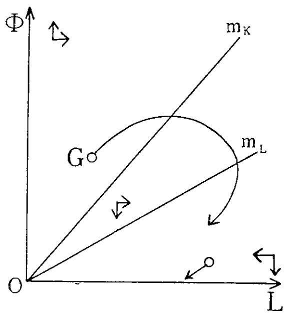
経済の初期状態が（$m_L=m_K$）- 等高線の上のゾーンにあるときは必然的にこの最低線にであいその点において経済は定常状態におちいる。（$m_L=m_K$）- 等高線の下の部分に初期状態が位置しているときはすべての場合同じ結果（$m_L=m_K$）- 等高線にであえばその点において定常状態に、そうでなければ衰退して0の状態になる。

$m_L=m_K$ の場合についての以上の結果をまとめて図[9]に示してある。

(3)　$m_L<m_K$ の場合

この場合は先進型経済ではほとんど予想されないケースであって、収益逓増の場合を除けば他のケースではすべてその経済は衰退する。その証明方法としては収益一定の場合は

図　10



$$\frac{dL}{dK}=\frac{L}{K}=\Phi(y)$$

と

$$\frac{dK}{dL}\to\frac{cs}{p}\;\frac{y-m_K}{y-m_L}$$

とを比較することにより、yの上限が画され、以後yが減少方向をとるから図[10]に示したごとくm_K-ラインを水平方向に過ぎり、さらにゾーン m_KOm_L を通過し m_L-ラインを垂直にきってゾーンm_LOLに突入して衰退し0となる。このことは収益逓減の場合も

から明らかに成立する。

$$\frac{d\Phi}{dL}=\frac{s}{p}\Phi'(K)\frac{y-m_K}{y-m_L}\to 0 \qquad (K\to\infty)$$

ただ経済発展の機会がその経済が収益逓増型であり、初期条件がゾーン $m_K O\Phi$ にあるときにのみ

$$\lim_{K\to\infty}\Phi'(K)=\infty$$

の効果によって残されているにすぎない。その条件については主としてΦ'の無限大になる強度にかかっていることは明らかである。

以上によってあらゆる場合についてJ・ニーハンスの二階級もしくは一階級モデルについての検討を、一般の生産関数の土台の上に行なった。しかもその接近方法は規模による収益一定の型を規準において収益逓増、収益逓減の型を新たな観点から類別化する方法をとった。これがモデルの基礎にある生産関数を一般化するのに大いに役立っていることはみてきたとおりである。

つぎにわれわれはこれらモデルがもつ経済学的な意味の考察に移りたいと思う。さきに引用した拙論においてこれらのモデルの前提について人口学的見地から種々の検討を行なっているので[(6)]、この点の議論はそれに譲って本論においては特に後進型経済を型どっている二階級モデルによって技術進歩がテーク・オフに与える効果という点について少しくふれてみたい。

五

さてこの節において技術進歩をとりあげるのであるが、以下の分析において技術進歩を含む生産関数を一般に

(7) $X=F(L,\ \Phi(K),\ t)$

で示すことにしよう。[6] ここに t＝時間であり、X、LおよびKはすべて同一時点における経済諸量である。生産関数にtを陽表的に導入することはこれによって、技術進歩を時間の推移過程における生産能率の向上とみなす意味をもつ。ここで生産関数(7)にたいするつぎの仮定

(8) $$\frac{\partial X}{\partial t}>0$$

は、LおよびΦを一定にしておいても、単に時間の経過にともなって生産高が増大するという意味において「具体化されざる技術進歩」(Disembodies Technical Progress) が存在していることを意味している。

さらに新古典学派における生産分析の通常の仮定にしたがい、資本および労働の限界生産力に関して

$$\frac{\partial X}{\partial L}>0,\qquad \frac{\partial X}{\partial \Phi}>0,\qquad 0<L,\ \Phi<\infty.$$

資本の限界生産力については、さらに

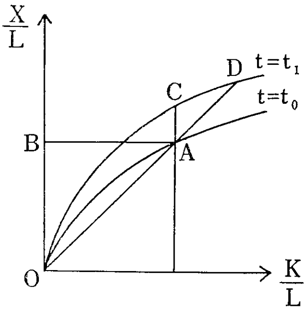
$$F_\Phi(L,\ \infty,\ t)=0,\qquad 0<L<\infty,$$

$$F_\Phi(\infty,\ \Phi,\ t)=\infty,\qquad 0<\Phi<\infty$$

が仮定される。

最後に同じく新古典学派では動態均衡の動学的安定性を基礎づける条件として、収益逓減の法則が仮定されている。

図　11



以上の仮定からわれわれはうえの図のごとき曲線群をもつことができる。いま $t=t_0$ なる時点に経済が A の状態にあったとしよう。時間の経過とともに曲線が $t=t_0$ の状態から $t=t_1$ の状態にシフトした場合、A の状態と比較するための規準として伝統的に、技術進歩の「中立性」という規準がとられてきた。このときわれわれは第[11]図に関して基本的に3つのケースを区別することができる。第一は同一の労働生産性のもとにある B 点との比較である。すなわち「ソロー的中立性」である。第二は資本集約度が同一である C 点との比較である。すなわち「ヒックス的中立性」である。最后に資本の平均生産性 X/Φ か同一である D 点との比較である。すなわち「ハロッド的中立性」である。

以上のような定義にしたがえば

(1)　技術進歩がヒックスの意味で中立的であるならば、生産関数が「純粋に産出量増大的となり

$$X=A(t)F(L,\ \Phi)$$

とかかれる。

(2)　技術進歩がソローの意味で中立的であるならば、生産関数が「純粋に資本増大的」となり

$$X=F(L,\ A(t)\Phi)$$

とかかれる。最后に

(3) 技術進歩がハロッドの意味で中立的であるならば、生産関数が「純粋に労働増大的」となり、

$$X=F(A(t)L,\ \Phi)$$

とかかれる。

以上の事柄をもとにしてうえの3つの意味における技術進歩がその経済の成長経路にいかなる効果を及ぼすかの検討に入ろう。

(一) ヒックス的技術進歩の場合

この場合生産関数は

$$X=A(t)F(L,\ \Phi)$$

とかけるから、もし対象としている期間中に w_m、r_m に何等の変化がないと仮定するならば、二階級モデルにおける等高線は w、r 等高線もともに向上するわけであるから相対的に w_m-、r_m-等高線の位置は低下をきたすことになる。したがって第[1]図を参照すれば明らかなように、w_m- 等高線は図[2]、[3]および[4]において時の経過とともに、w_m-等高線は下方の位置へ、r_m-等高線は上方の位置へと漸次シフトし、図[2]、[3]については均衡点、もしくは交点のシフトを現出するが、その効果が顕著にあらわれるのは、特に図[4]の2の場合であって従来 r_m-、w_m-等高線の相対的位置によって衰退の運命にあった経済が、その過程において最低等高線の相対的推移によって均衡経済から上昇経済へと変容する可能性がキャッチできる。

また一階級モデルでは m_L-、m_K-等高線が時計の針と同方向にそのままの関係においてL軸の方向へ回転するため、経済の上昇の機会を生ずることは明らかであろう。

(二) ソロー的技術進歩の場合

生産関数は

$$X=F(L,\ A(t)\Phi)$$

とかけるから、(一)の場合のように二階級モデルにおいて w_m、r_m の水準がその間不変と仮定すれば r_m の相対的水準の下落を結果するから特に図[2]において均衡的は w_m-等高線にそうて上昇をつづける。図[3]については w_m-等高線に沿うて交点の下降がおこなわれ、衰退の領域が下方に押し下げられ、テーク・オフの機会が増大する効果は顕著である。図[4]については、(一)の場合と同じ結論がひきだせよう。

つぎに二階級モデルについては同じく m_L、m_K の水準が不変とすれば、m_L-、m_K-等高線の相対的位置の低下を意味するから前と同様の効果を生ずる。

(三) ハロッド的技術進歩の場合

生産関数は

$$X=F(A(t)L,\ \Phi)$$

とかけるから、二階級モデルの場合同じく w_m、r_m の水準が不変とすれば、労働の限界生産力の増大は、r-等高線の不変の下に w-等高線の図形的位置が図[2]においては右方へシフトするから、均衡点は r_m-等高線にそうて上昇をつづけ、図[3]では r_m-等高線にそうて交点が下降をつづけ、テーク・オフの機会は とみに増大する。図[4]に

ついては同じくw_mの右方への移行は衰退の運命を均衡もしくは発展経済へと変化させる効果をもつ。

つぎに一階級モデルについてふれれば、このモデルについては以上二つの型の技術進歩の効果を各場合に分けて識別することは不可能で単にm_L、m_K-等高線をL-軸の方向へ回転させる効果としてしか受けとれないようである。以上技術進歩の概念を通して間接的にニーハンスのモデルの、特に二階級モデルの経済学的な意義を後進型経済のテーク・オフ問題によって探ぐった。この場合二階級モデルが特に強力なモデルであることが明らかにされたものと思う。

なお一言つけくわえるならば、技術進歩を定義する場合、新古典学派では前述のように一次同次の生産関数をベースにおいているが、KをΦに変換することによって実質的に収益逓増、収益逓減の場合におけるその効果をr、wの等高線のシフトに移して究明することが可能とされた。

(1) Niehans, J., Economic Growth with Two Endogeneous Factors, The Quarterly Journ. of Economics, vol. 77, 1963.

(2) Enke, S., Population and Development, A General Model, The Quarterly Journ. of Economics, vol. 77, 1963.

(3) 高木尚文、経済成長モデル、明治学院論叢研究年報（経済学特輯）一、一九六五。

(4) Arrow, K., Chenery, H., Minhas, B. and Solow, R., Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency, The Review of Economics and Statistics, vol. 63, 1961.

(5) 高木尚文、同上論文。

(6) 荒憲治郎、技術進歩の中立性、一橋論叢第五十五巻第一号、一九六六。