

## 人口減少と経済変動<sup>(1)</sup>

内 上 誠

### 抄録

本稿では人口減少が経済成長と景気循環にどのような影響を及ぼすかを考察する。経済成長論では人口成長率がプラスであることが安定均衡の存在に結び付き、景気循環論では景気が回復過程へと進むための条件となっている。もし人口成長率がマイナスとなった場合、安定均衡は消滅し、不安定均衡のみが存在する。一方、景気循環では収縮過程へ入った経済は景気回復過程に入ることなく、衰退を続ける。

### キーワード

人口減少、不安定均衡、景気回復、生産性上昇

## Decreasing in Population and Economic Fluctuation

Uchigami, Makoto

### *Abstract*

In this paper, I consider the effect on economy given by decreasing in population. To begin with Solow model, the model is assumed growing population. But If growth rate of population decreases, then the economy loses the stable equilibrium and only an unstable equilibrium comes out. While in Hicks' business cycle model, increase in population is a required condition. An increase in population brings about the recovery process. If population is decreased, then the recovery does not emerge. To keep off these accidents, I insist on necessity of increasing productivity.

### *Key words*

decreasing population, unstable equilibrium, recovery process, productivity

### 目 次

#### 0. はじめに

#### 1. ソローモデルと人口変動

##### 1-1. 人口減少とソローモデル

---

近畿大学短期大学部教授（学部長）

2023年9月22日受理

## 2. 景気循環モデル

2-1. 収縮過程・・・加速度原理が作用しないケース

2-2. 下方転換点について

2-3.  $g \leq 0$  の場合

## 3. 結語

## 0. はじめに

現存の主要な経済成長モデルや景気循環モデルでは人口成長率がプラスであることが前提とされている。しかし近年日本をはじめ人口成長率がマイナスへと転じる国が多く現れ始めている。本稿では、既成の経済変動モデルにマイナスの人口成長率を取り入れた場合、どのような結果となるかを考察する。

## 1. ソローモデルと人口変動

ソローモデルは通常次式で表せられる。

$$\dot{k} = sf(k) - (n + \delta)k \quad (1)$$

ここで、 $k$ ：一人当たり資本、 $f(k)$ ：一人当たり生産関数、ただし稲田条件が満たされているため、次の性質を持つことが仮定されている。

$$f(0) = 0, f'(k) > 0, f''(k) < 0, f'(\infty) = 0$$

$s$ ：貯蓄率( $> 0$ )、 $n$ ：人口成長率、 $\delta$ ：生産性上昇率とする。それぞれ  $n > 0$  と  $\delta > 0$  を仮定しておく。横軸を  $k$ 、縦軸を  $f(k)$  とした場合、(1)式第2項  $(\delta + n)k$  を図示すると原点から右上がりの直線となるが、もし人口成長率が増加すると  $(\delta + n)k$  線は、原点を中心として上方へと時計回りと逆方向へシフトする。逆に減少する場合は時計回りに下方へとシフトする。

1-1. 人口減少とソローモデル<sup>(2)</sup>

いま経済が図-1のa点に在るものと仮定する。このとき均衡点は原点とa点の2か所存在する。原点の均衡点は不安定であるため、経済  $k$  は増加し、原点より乖離して行く。

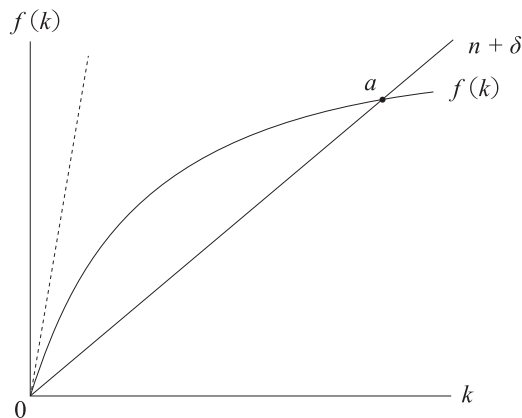
一方、 $a$  点は安定均衡であるため、 $k$  は  $a$  点へと収束して行く。その後経済は  $a$  点に対応する  $k^*$  に止まる。これが通常のソローモデルである。

ここで人口成長率が増加し続けたとすると、図－1 における  $(n + \delta)$  の線は時計回りと反対方向へと回転し始める。すると当初均衡点は 2 点存在していたが、やがて均衡点は原点のみとなる。これは(1)式を  $k$  で微分し、ゼロに等しいとおくと、

$$sf'(0) = n + \delta \quad (2)$$

となるため、 $k \rightarrow 0$  のところで両者は傾きが等しくなることを意味する。したがって均衡点は図－1 における原点のみとなる。このように  $a$  点から人口成長率が増加し始めると、当初の均衡点 2 か所から 1 か所へと減少することとなり、その 1 か所の均衡点つまり原点は  $k = 0$  であり、不安定均衡点である。

一方、人口成長率が減少を続けると、原点を中心として  $(n + \delta)$  の線は時計回りに回転をはじめ、均衡点は原点ともう一つの均衡点を形成する。原点以外のこれらの均衡点は  $a$  点と同じ性質を持つ安定均衡点である。人口成長率がゼロ ( $n = 0$ ) となった場合も  $\delta > 0$  である限り、同様の 2 つの均衡点が存在する。さらに、益々人口成長率が減少に転じ、人口成長率がマイナスとなった場合には、人口の減少率と生産性上昇率が同率 ( $n + \delta = 0$ ) となる直前まで 2 つの均衡点が共存し、原点以外のもう一方の均衡点は無限に右方向へと移動を続ける。けれども生産関数に関する稲田条件 ( $f'(\infty) = 0$ ) より、 $n + \delta = 0$  となったとき、 $(n + \delta)$  の線と生産関数は平行となり、均衡点は原点のみとなる。原点は不安定均衡であるため、経済  $k$  は原点へと収束せず、逆に急速に発散して行くことにな



図－1

る。その後、人口成長率がさらに低下して行くとしても均衡点は原点のみとなり、新たな均衡点が生まれることはない。

以上より、人口成長率が増加し、 $(sf(k) < \delta + n)$  となると原点は安定均衡点となり、経済  $k$  は原点へと収束するが、マイナスの人口成長率が生産性上昇率の絶対値を上回って減少する場合には、原点は不安定均衡点となり、経済  $k$  は無限に成長し続けることになる。したがって人口減少が続く経済において、ソローが主張したような安定的な経済  $k^*$  を達成するためには、つまり  $k$  が  $k > 0$  のある水準に止まるためには、 $k > 0$  の領域に安定均衡点が作られる必要がある。そのためには生産性の上昇率  $\delta$  をいかに高めて行くかが最も重要な課題となり、安定した経済の実現と存続のためにも生産性の上昇は必要な条件となる。

## 2. 景気循環モデル

一般的に景気循環モデルは需要側の要因によって構成される。例えば代表的なヒックスモデルは次式によって作られる。ここで、 $y$  : GDP、 $c$  : 消費、 $I$  : 投資、 $v$  : 加速度因子。

$$\begin{aligned} y &= c + I \\ c &= cy_{t-1} \\ I &= v(y_{t-1} - y_{t-2}) \end{aligned}$$

なお、すべての変数は動的均衡経路からの乖離を表すため、絶対水準ではない。動的均衡経路は長期独立投資と誘発投資によって形成される。上式より、

$$y_t = (1 - s + v)y_{t-1} - vy_{t-2} \quad (3)$$

を得る。 $x_t = y_{t-1}$  とおくと、次の1階連立差分方程式にすることができる。

$$\begin{aligned} x_t &= y_{t-1} \\ y_t &= (1 - s + v)y_{t-1} - vx_{t-1} \end{aligned}$$

これより特性方程式は、

$$\begin{vmatrix} -\lambda & 1 \\ -v & (1-s+v)-\lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 - (1-s+v)\lambda + v = 0$$

となる。ただし  $\lambda$  は根である。  $\text{Tr} = (1-s+v) > 0$ ,  $\text{Det} = v > 0$ ,  $\Delta = (1-s-v)^2 = ?$  となる。均衡は不安定であることが分かるが、位相図は node 形あるいは focus 形となる。図-2 では focus を描いている。

ここで、

$$\Delta x = x_t - x_{t-1}, \quad \Delta y = y_t - y_{t-1}$$

とすると、(3)式は次式と置くことができる。

$$\begin{aligned} \Delta x &= y_{t-1} - x_{t-1} \\ \Delta y &= (c+v-1)y_{t-1} - vx_{t-1} \end{aligned}$$

これより、図-2 を得る。

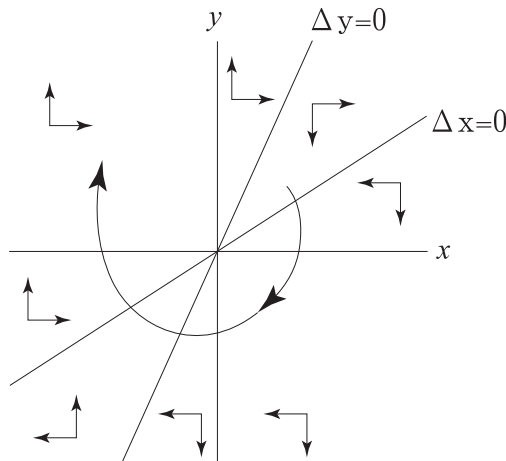


図-2

## 2-1. 収縮過程・・・加速度原理が作用しないケース

(3)式では加速度原理が収縮過程でも作用する、つまりマイナスの設備投資が発生するこ

とが想定されている。しかしヒックスはマイナスの設備投資は資本減耗であることから、通常の加速度原理は拡張過程では作用するが、収縮過程では作用しないと想定している。そこで収縮過程に注目し、収縮過程では加速度因子  $v$  がゼロであるとする、収縮過程の式は、

$$y_t = (1 - s)y_{t-1}$$

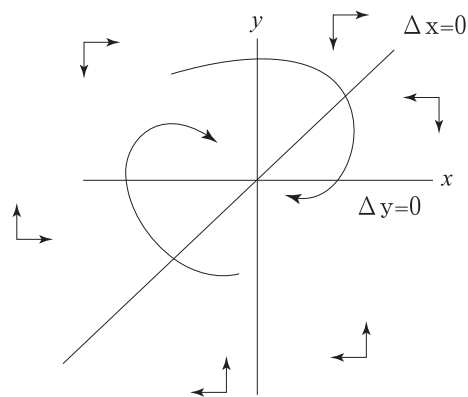
となる。これより、

$$\begin{aligned} x_t &= y_{t-1} \\ y_t &= (1 - s)y_{t-1} \end{aligned}$$

となり、

$$\begin{vmatrix} -1 - \lambda & 1 \\ 0 & -s - \lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 + (1 + s)\lambda + s = 0$$

より、node 形で、均衡は安定となる。ここで注意すべきは、このケースでは誘発投資は存在しないため、経済が収束する均衡は長期独立投資×乗数から形成される。これをヒックスは「床」と呼んでいる。つまり景気の谷である。つまり収縮過程は床、景気の谷へと収束することになる。図－3 参照。



図－3

## 2-2. 下方転換点について

床つまり下方転換点に到達した経済が再び景気回復へと向かう際に重要な役目を果たすのが長期独立投資である。ヒックスにしろハロッドにせよ、成長経済の下で景気循環論を考察する場合は長期独立投資がプラスの率で成長することが前提となっている。

この点を考察するために、経済体系を GDP の水準で考察することにする。誘発投資は発生しないため需要側は消費と長期独立投資から派生する需要のみである。Y：GDP 水準、C：消費、I：長期独立投資とすると、

$$Y_t = C_t + I_t$$

である。消費関数を  $C_t = cY_{t-1}$  とし、長期独立投資 I が外生的に  $g (> 0)$  の率で成長すると仮定すると  $E(1 + g)$  となる。これより、

$$Y_t = cY_{t-1} + E(1 + g)$$

が収縮過程の式となる。

消費部分だけを取り出し、それを便宜上  $D^C$  とすると、 $D_t^C \equiv Y_t = cY_{t-1}$  であるから、初期条件を  $A (> 0$ 、任意の定数) とすると、解は、

$$D_t^C = c^t A$$

となるため、時間の経過とともにゼロへと近づいて行く。ただし、ここでは  $A > E$  を仮定している。よって図示をした場合、初期値は消費の方が長期独立投資よりも上位に位置することを前提としている。

一方、長期独立投資（ここでは  $D^I$  とする。）は、 $D_t^I \equiv E(1 + g)$  なので、時間の経過とともに無限に増加をする。消費部分と長期独立投資部分の差を  $d (= D^C - D^I)$  で表すすると、以上の関係は図-4 のようになる。ここで  $D = D^C + D^I$  である。

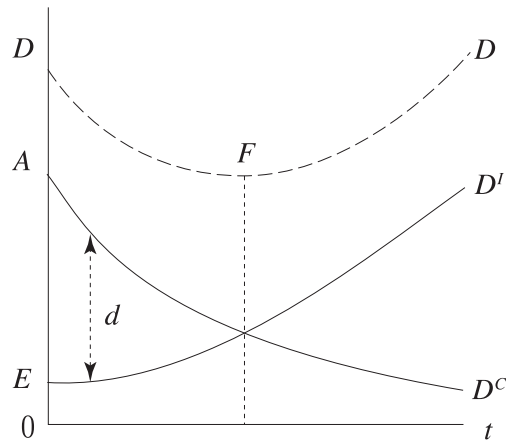


図-4

消費は時間の経過とともにゼロへと近づき、長期独立投資は増加を続けるため、両者の差を表す  $d$  は縮小し、やがて  $d$  はゼロとなる。このゼロとなった時点で経済  $Y$  はヒックスの「床」つまり下方転換点へ到達したことになる。この点を図中で  $F$  点として表すことにする。この「床」から経済が回復過程に入るためには長期独立投資がプラスの成長率で増加していることが重要となる。

収縮過程では需要減少が続いていたため、誘発投資が発生しなかったが、 $F$  点では長期独立投資の増加が消費の減少を上回るため、需要が反転して増加しはじめる。これこそが景気回復のきっかけとなる。経済が  $F$  点を超えるや否や、加速度原理が再び作用しはじめ、誘発投資が復活する。そして景気回復過程が形成されることになる。

### 2-3. $g \leq 0$ の場合

長期独立投資が非正の場合には上記のような回復過程は発生しない。図-5と図-6にあるように全体としての需要は常に右下がり続ける。したがって加速度原理が作用することはなく、誘発投資は発生しない。よって景気回復が現れることは無く、経済は収縮過程を持続することとなり、経済は衰退を続ける。



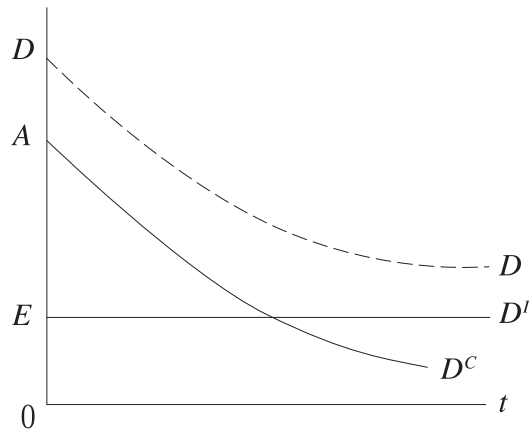


図-5  $g = 0$

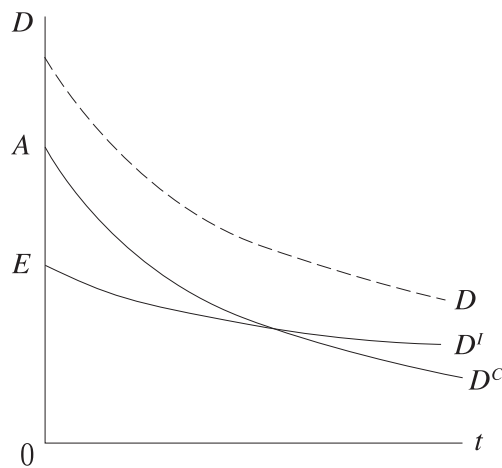


図-6  $g < 0$

### 3. 結 語

ソローモデルとヒックスモデルを例として、現存経済変動モデルにおいて人口成長率がマイナスとなる場合を考察した。前者の場合には安定した経済成長は達成出来ず、後者の場合には景気回復が不可能となることが分かる。このような状況を打開するためには生産性（技術進歩）の上昇率が高まることが不可欠である。ソローモデルでは当然に必要なが、景気回復に対しても生産性の上昇は新たな長期独立投資の増加の契機を与えるものである。長期独立投資にはインフラ整備投資、新製品開発投資、技術開発用設備投資などが含まれているが、人口の増加以外の理由で長期独立投資が増加するためには、生産性（技術進歩）の上昇がそれらの投資の増加の契機になることは明らかである。経済成長にとっても、また景気回復にとっても生産性（技術進歩）の向上は必須の事項である。そ

れらが増加するための研究開発支援、法整備、経済政策が行われれば経済成長や景気回復過程に好影響を与えることになろう。

(注)

- (1) 経済変動は経済成長と景気循環である。
- (2) このセクションは Lorenz [1989] pp.69-72を参考にしている。ただ本稿とは異なり、ローレンツは生産関数のシフトによる均衡の安定性の変化をTranscritical Bifurcationを用いて分析している。

参考文献

- Harrod, R. F., *Towards a Dynamic Economics*, Macmillan & Co.1949. (高橋長太郎、鈴木鯨一訳『動態経済学序説』有斐閣、1954.)
- Hicks, J. R., *A Contribution to the Theory of the Trade Cycle*, The Clarendon Press in the University of Oxford, 1950. (古谷弘訳『景気循環論』岩波現代叢書, 1965.)
- Gandolfo, Giancarlo, *Economic Dynamics*, Study Edition, Springer, 1997.
- Lorenz, H. W., *Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion*, Springer-Verlag, 1989.
- 和田貞夫『動態的経済分析の方法』中央経済社、1991.