

# 少子化による年齢別人口構成の変化と経済成長率に関する シミュレーション分析

水 野 伸 宏  
内 海 幸 久

## 1 序

少子化が進む日本では、年々出生率が低下しており、この傾向は今後も続くことが予想されている。2010年には人口1000人に対する出生率は8.5であったが、2060年までに出生率は5.6に低下するとされている（出生数も2010年には100万人を超えていたが2060年には48万人まで減少する）。このような少子化の進行は社会全体の人口構成にも大きな影響を与え、生産年齢人口（15～64歳）は2010年のおよそ8103万人から2060年にはおよそ4418万人にまで減少するとされている（内閣府 2012）。

少子高齢化は生産年齢人口を減少させると同時に貯蓄率を低下させる点で、サハラ砂漠以南のアフリカ諸国で問題となっているエイズの流行と共通している。エイズは出生時の感染と性交渉を通じた感染により、生産年齢人口および年少人口（0～14歳）を減少させるとともに、医療関連支出の増加を通じて国内貯蓄も減少させる。Cuddington (1993) はソローモデル (Solow 1956) に基づいて、エイズの流行の効果を分析するマクロモデルを構築し、タンザニアにおけるエイズの流行がマクロ経済に与える効果をシミュレーションによって定量的に明らかにした。

本論文はCuddington (1993) の枠組みを日本経済に応用し、今後も続く出生率の低下がマクロ経済に与える効果をシミュレーションに基づいて分析する。<sup>1</sup>Cuddington (1993) の枠組みを用いる利点は以下の2点である。一つは、少子化による年齢別の人口構成の変化が生産性に与える効果を簡易にモデル化できる点である。労働者の生産性は年齢によって異なり、若年期には経験・知識の蓄積のため年齢とともに生産性は上昇し、ある年齢を過ぎるとその後は年齢とともに生産性は下がってゆく。したがって、年齢別の人口構成の変化は社会全体の生産性に影響を与える。2つ目の利点は、少子高齢化にともなう貯蓄率の低下を簡易にモデル化できる点である。生産に従事しない高齢者は貯蓄を取り崩して生活し、また、年少者には教育を施す費用がかかる。したがって、高齢人口の増加や年少人口の減少は国内貯蓄に影響を与える。こうした少子高齢化がマクロ経済に与える効果を簡易にモデル化しシミュレーション分析する枠組みを提供することが本論文の目的である。

本論文の構成は以下の通りである。第2節では、Cuddington (1993) のモデルを修正し、少子高齢化と経済成長の関係进行分析する理論的枠組みを提示する。第3節では、第2節に構築したモデルを用いてシミュレーションにより、出生率の低下が今後の経済成長率に与える効果を定量的に明らかにする。第4節は結論である。

<sup>1</sup>したがって、本論文の理論的枠組みはソローモデルに基づいており、Auerbach and Kotlikoff (1987) を代表とする世代重複モデルに基づいた人口変化とマクロ動学のシミュレーション分析とは異なっている。

## 2 モデル

### 2.1 設定

本節では、Cuddington(1993)に基づいて、閉鎖経済における標準的なソローモデルに世代別人口構成の変化とそのマクロ経済効果を取り入れる。生産関数はコブ=ダグラス型であり、

$$Y_t = \alpha \gamma^t E_t^\beta K_t^{1-\beta} \quad (1)$$

であるとする。パラメータ  $\alpha$  は初期の実質 GDP の水準に合わせて調整する。 $\gamma$  は技術進歩率を表す。 $E_t$  は  $t$  期の効率労働を表し、 $K_t$  は  $t$  期の資本ストックである。

生産年齢は 18 歳から 64 歳とし、効率労働は

$$E_t = \sum_{i=18}^{64} \rho_i L_{it} \quad (2)$$

で与えられる。変数  $L_{it}$  は  $t$  期の  $i$  歳人口を表し、パラメータ  $\rho_i$  は世代  $i$  の生産性である。各世代の生産性と年齢の間には逆 U 字型の関係があると仮定し、

$$\rho_i = a_1 + a_2(i - 18) - a_3(i - 18)^2 \quad (3)$$

であるとする ( $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、は正の定数である)。出生数は一定率で減少すると仮定し

$$(L_{0t+1} - L_{0t})/L_{0t} = -n \quad (4)$$

であるとする。また、各年齢の生存率を  $\theta_i$  とし、 $L_{i,t} = \theta_{i-1} L_{i-1,t-1}$  であるとする。

各個人は 90 歳まで生存し、65 歳以上の個人は引退し、1 人あたり  $x$  の消費を每期行う。17 歳以下の個人は每期  $z$  の教育・養育資金を必要とする。したがって、すべての個人が生産に従事する標準的なソローモデルの貯蓄率を  $s$  とすると  $t$  期の総貯蓄は

$$S_t = sY_t - x \sum_{i=65}^{90} L_{it} - z \sum_{i=0}^{17} L_{it} \quad (5)$$

で表される。

資本蓄積方程式は、資本減耗率を  $\delta > 0$  として、

$$K_{t+1} - K_t = S_t - \delta K_t \quad (6)$$

となる。本モデルでは、世代別人口構成の変化は、効率労働の変化と老後資金と教育資金の変化の 2 つの経路を通じて貯蓄と資本蓄積に影響を与える。

### 2.2 均衡動学

以上の設定を踏まえ、均衡における資本と人口の動学を表す方程式を導出する。 $t$  期の投資は、

$$I_t = K_{t+1} - K_t + \delta K_t$$

であり、(5) 式と  $I_t = S_t$  より、上記の式は

$$K_{t+1} = sY_t + (1 - \delta)K_t - Z_t$$

となる。ここで、

$$Z_t = x \sum_{i=65}^{90} L_{i,t} + z \sum_{i=0}^{17} L_{i,t}$$

であるとする。第一項の  $x \sum_{i=65}^{90} L_{i,t}$  は老後に必要な生活資金の総計を第二項の  $z \sum_{i=0}^{17} L_{i,t}$  は若年層を支える生活費や教育費の総計を表す。

したがって、本モデルにおける資本と人口の動学は

$$K_{t+1} = s\alpha\gamma^t \left\{ \sum_{i=18}^{64} \rho_i L_{i,t} \right\}^\beta K_t^{1-\beta} + (1 - \delta)K_t - \left\{ x \sum_{i=65}^{90} L_{i,t} + z \sum_{i=0}^{17} L_{i,t} \right\} \quad (7)$$

$$L_{i+1,t+1} = \theta_i L_{i,t} \quad (8)$$

$$L_{0,t+1} = (1 - n)L_{0,t} \quad (9)$$

という連立方程式系により記述される。

### 3 シミュレーション

#### 3.1 データ

最初に、本シミュレーションで用いる主要なデータについて解説する。出生数の減少率は平成 22 年 (2010 年) の出生数 105 万人<sup>2</sup>と平成 72 年 (2060 年) の出生数推計 48 万人<sup>3</sup>をもとに、この間の出生数の平均減少率を計算し  $n = 0.0157$  とした。年齢別人口は、平成 24 年度の人口データを利用した。<sup>4</sup>年齢別の生存率データは、平成 22 年の年齢別死亡数及び死亡率データから作成し、男女の人口が等しいと仮定して、男性死亡率と女性死亡率の平均を用いている。<sup>5</sup>初期資本ストックは、平成 24 年度の実質期末資産残高を用いて 1450 兆円とした。<sup>6</sup>

$i$  世代の労働生産性を表す  $\rho_i$  は

$$\rho_i = 0.8 + 0.02(i - 18) - 0.0003(i - 18)^2$$

で決定されるように設定した。この場合、労働生産性は、18 歳から徐々に上昇し、50 台前半でピークを迎え、その後徐々に低下していく。<sup>7</sup>

<sup>2</sup>出典：「人口推計 (平成 22 年 10 月 1 日現在)」(総務省統計局)

<sup>3</sup>出典：「日本の将来推計人口 (平成 24 年 1 月推計)」(国立社会保障・人口問題研究所)

(<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401smm.html>) (2015 年 12 月 17 日に利用)

<sup>4</sup>出典：「人口推計 (平成 24 年 10 月 1 日現在)」(総務省統計局)

<sup>5</sup>「第 65 回日本統計年鑑」(総務省統計局) (<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/02.htm>) (2015 年 12 月 16 日に利用) を基に作成。

<sup>6</sup>出典：「国民経済計算 (GDP 統計) (平成 17 年基準名目・実質固定資産残高 (1980 年～2013 年))」(内閣府)

(<http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data.html>) (2015 年 12 月 29 日に利用)

<sup>7</sup>厚生労働省 (2013) によると、男性の賃金カーブは 50 台前半でピークを迎えている。

その他のパラメータについては、限界貯蓄性向に  $s = 0.4$ 、経済の規模に  $\alpha = 0.45$ 、労働分配率に  $\beta = 0.4$  技術進歩率に  $\gamma = 1.001$ 、資本減耗率に  $\delta = 0.05$  を利用する。

最後に、引退した老齢世代の一人当たり消費  $x$  を 0.00005、17 歳以下の個人の一人当たりの養育・教育資金  $z$  を 0.00001 とする。ここで重要な点は、 $x$  が  $z$  より大きい点である。つまり、老齢世代を維持する費用の方が、若年世代を維持するよりも費用がかかると仮定されている。

## 3.2 シミュレーション結果

### 3.2.1 主要変数の動き

本モデルでは一定の割合で出生数が減少するため、 $t$  を無限にすると総人口は 0 に収束する。つまり、生産不可能な状況に陥る。そこで、本稿では経済が破綻しない有限期間内における成長経路の性質を議論する。

初めに上述したベンチマークのパラメータの下での主要変数の動きについて述べる。図 1 が示すように、総人口は、徐々に減少して行き 50 期後には、初期人口のおよそ 6 割程度まで減少する。世代比率を見ると、40 期あたりまでは、未就業世代の割合が増加し、同時に就業世代の割合が低下する。その後、減少した若年層が世代を重ねるに連れて、その割合は一定に向かい、52.7% の就業世代が 47.3% の未就業世代を支える構図に落ち着く。

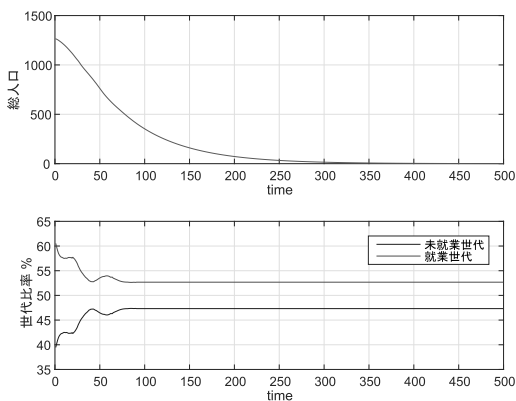


図 1: 総人口と世代比率

図 2 は実質 GDP、資本ストック、貯蓄、一人当たり実質 GDP の動きを表している。当初は貯蓄が資本減耗を上回り、資本蓄積が進むが、人口減少により 73 期目以降、資本ストックは減少してゆく。実質 GDP も資本蓄積とともに 51 期目まで増加するが、その後人口減少の影響により減少してゆく。一方で、一人当たり実質 GDP は増加してゆく。

実質 GDP 成長率は初期の段階で 5% 近い成長率を示すが、15 期後には、初期成長率のおよそ半分になる。成長率は図 3 ように時間を通じて急激に減少する。表 1 は 50 期までの成長率、資本ストック、総人口、実質 GDP の変化を示している。

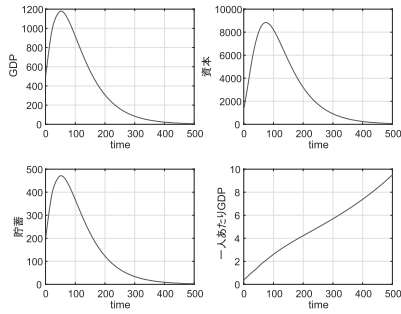


図 2: 変数の経路

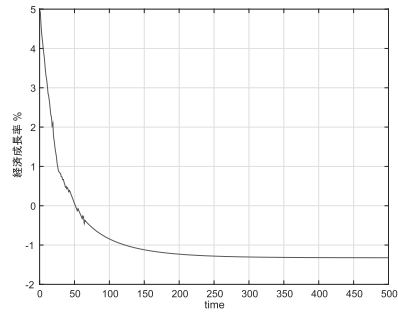


図 3: 経済成長率

	成長率 (%)	資本	総人口	GDP
0 期	-	1450.000	1264.000	516.759
1 期	4.931	1584.187	1260.018	542.243
10 期	3.221	2920.693	1197.615	763.281
25 期	1.091	5329.098	1040.778	1038.866
50 期	0.059	8068.165	750.186	1179.310

表 1: 基本シミュレーションの帰結

### 3.3 比較経路

本節では、出生数の減少率の変化が経済成長率に与える効果について、シミュレーション結果を提示する。

表 2 は出生数の減少率が 0、0.002、0.005、0.01、0.02、0.05 である場合の実質 GDP 成長率を比較したものである。10 期における成長率は  $n$  が変化してもほとんど影響を受けていない一方、100 期においては  $n$  が 0.02 から 0.05 に上昇すると成長率はおよそ 2% も減少することになる。出生数減少率が 0.02 と 0 のケースを比較した場合、25 期で約 0.1%、50 期先で約 0.7%、100 期先で約 1.6% の成長率の差が生じている。このモデルのシミュレーション結果から、少子化が経済成長率に与える効果は遠い将来ほど大きい一方、直近ではそれほどの効果がないことがわかる。

出生数減少率 $n$	0	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05
10 期	3.221	3.221	3.221	3.221	3.221	3.221
25 期	1.160	1.151	1.138	1.116	1.073	0.958
50 期	0.618	0.541	0.429	0.250	-0.078	-0.852
100 期	0.401	0.238	-0.005	-0.403	-1.170	-3.261

表 2: 出生数減少率と経済成長率 (単位 %) の関係

## 4 帰結

本論文は Cuddington (1993) の枠組みを日本経済に応用し、今後も続くと予想される出生率の低下が経済成長率に与える効果をシミュレーションにより分析する枠組みを提示した。本モデルの利点は、少子化に伴う年齢別の人口構成の変化が生産性の変化を通じて経済成長率に与える効果を簡易にモデル化できる点である。本シミュレーションにより、今後 100 年間の経済成長率が少子化の程度の違いによってどの程度影響を受けるかを分析することができた。モデルの精緻化を通じて、より現実的なシミュレーションを実現することが今後の課題である。

## 謝辞

本研究は平成 26 年度千葉商科大学学術助成金による研究成果である。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] Auerbach, Alan J., Kotlikoff, Laurence J., 1987. *Dynamic Fiscal Policy*. Cambridge University Press.
- [2] Cuddington, John T., 1993. Modeling the Macroeconomic Effects of AIDS, with an Application to Tanzania. *World Bank Economic Review* 7(2), 173-189.
- [3] Solow, Robert M., 1956. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- [4] 内閣府 2012 『高齢社会白書（平成 24 年版）』 印刷通販株式会社
- [5] 厚生労働省 2013 『平成 24 年賃金構造基本統計調査』  
URL: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/chingin/kouzou/z2012/> (2016 年 1 月 15 日に利用)

(2016.1.20 受稿, 2016.2.18 受理)

## 〔抄 録〕

本論文はCuddington (1993) の枠組みを日本経済に応用し、今後も続くと予想される出生数の低下が経済成長率に与える効果をシミュレーションにより分析する枠組みを提示する。