

人口減少・高齢化社会における失敗の計画

瀬木俊輔¹・小林潔司²

¹学生会員 京都大学大学院工学研究科都市社会学専攻博士後期課程 (〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂)

E-mail: segi.shunsuke.33m@st.kyoto-u.ac.jp

²フェロー会員 京都大学経営管理大学院 (〒 606-8501 京都市左京区吉田本町)

E-mail: kobayashi.kiyoshi.6n@kyoto-u.ac.jp

自治体が長期的な計画を作る際に、地域内の人口・高齢化率が現在のまま一定に保たれると想定し、かつ、その想定が外れた場合には、その計画は変更を迫られることになる。人口減少・高齢化社会においては、このような事態の増加が予想される。本研究では、人口減少・高齢化社会において、人口・高齢化率一定の想定の下に作られる計画が、地域の経済活動や住民の厚生にいかなる帰結をもたらすのかを、動学的な経済モデルを用いて分析する。分析の結果、このような計画を作ることは、社会的割引率を下げ、正確な人口動態の予測の下に計画を作ることに近い結果をもたらすことがわかった。

Key Words : *depopulation, aging society, long-term planning, social discount rate*

1. はじめに

日本では、平均寿命の増加と出生数の低下により、高齢化率（総人口に占める 65 歳以上の人口の割合）が増加し続けている。また、総人口が 2004 年をピークに減少に転じている。高齢化率の増加と総人口の減少は、今後の 40 年間も続くことが予想されている¹⁾。このことから、日本は人口減少・高齢化社会を迎えていると言える。

人口減少・高齢化社会において生じる問題については、多くの分野で議論がなされ、それらの問題に対する対策が検討されている。しかし、自治体で土木計画や都市計画の策定に当たる計画者の立場に立って考えると、人口の減少や高齢化の進行を想定して計画を作ることが、必ずしも地域のためにならないという状況も考えられる。具体的に、人口の減少と高齢化が進行しているある自治体を考えよう。この自治体の計画者は、今後も人口の減少と高齢化が進行し、地域の経済活動が縮小していくという想定の下に計画を作るよりは、むしろ、自治体の打ち出す施策によって、地域外から勤労世代の住民を呼び込んで人口の減少と高齢化を食い止め、経済活動の縮小を防ぐという想定の下に計画を作ることを望むのではないだろうか。このように考えると、人口の減少と高齢化が進行している状況においても、今後は人口や高齢化率が不変に保たれて推移していくという想定の下に計画を作ることには、一定の合理性があると言えるのではないだろうか。

とは言え、日本全体では人口の減少と高齢化の進行が続いている以上、ある自治体が人口一定・高齢化率

一定の想定の下に計画を作ったとしても、結局、その地域では人口の減少と高齢化が進行し、計画を見直さねばならなくなるということが起こりうる。もし、多くの自治体の計画者が、地域のために人口一定・高齢化率一定の想定の下に計画を作ることを望むとすれば、今後、日本ではこのような計画の変更が増加すると予想される。

このような計画が変更を余儀なくされることは、計画の失敗と言うことはできないだろう。なぜなら、この「失敗」は、計画者の怠慢によってもたらされたものではなく、計画者が地域のために最善を尽くそうとした結果もたらされたものだからである。したがって、このような計画の変更は「計画の失敗」ではなく、むしろ、「失敗の計画」がもたらすものであると言えるのではないだろうか。

今後、日本ではこのような「失敗の計画」が増える可能性があることを考えると、失敗の計画が地域の経済活動や住民の厚生に与える影響について明らかにし、もし、何か問題があるのであればその改善策や代替案を考えることが必要であると言える。そこで、本研究は、人口減少・高齢化が進行している地域において、人口・高齢化率一定の想定の下に作られた失敗の計画が、地域の経済活動や住民の厚生にいかなる帰結をもたらすのかを、動学的な経済モデルを用いて分析する。分析は、人口・高齢化率一定の想定の下に計画が作られるケースを、正確な人口動態の予測の下に計画が作られるケースと比較することによって行う。

本研究は、人口減少と高齢化を異なる減少として捉え、両者を区別して分析を行う。具体的には、人口減少

社会は、高齢化率が一定のまま人口が減少していく社会として、高齢化社会は、人口が一定のまま高齢化率が増加していく社会として、それぞれ定式化して分析を行う。このように人口減少と高齢化を分けて考える理由は、現実においても両者が完全に同期して進行するわけではなく、「人口はあまり変化しないが、高齢化率が大きく上昇する状況」や「人口も高齢化率も低下する状況」など、様々な状況が考えられるためである。したがって、両者を区別し、単体の場合における失敗の計画の影響を分析することが必要であると考えられる。

本研究の分析によって得られる主要な結論は、社会的割引率を下げ、正確な人口動態の予測の下に計画を作ることが、失敗の計画を作ることに近い結果をもたらすということである。以下、2章では、分析に用いる動学的な経済モデルを定式化する。3章では、人口減少社会における失敗の計画の影響を分析する。4章では、高齢化社会における失敗の計画の影響を分析する。5章では、3章と4章の分析結果から得られる政策的示唆を述べる。6章では、本研究の結論を述べる。

(1) 既存の研究と本研究の関係

経済学の分野には、計画の変更を研究対象として含む「時間不整合 (Time Inconsistency)」を扱うものがある。時間不整合とは、立案時点では最適であった計画が、後の時点で再評価されると最適ではなくなるという問題である。経済学の分野では、この問題を起こす仕組みが二つ提示されている。一つ目は、Storz²⁾が提示したものであり、計画者の選好が時間とともに変化することである。二つ目は、Kydland ら³⁾が提示したものであり、国民が政府の発表する計画を所与として行動することである。本研究で扱う失敗の計画も、「立案時点では最適であった計画が、後の時点で再評価されると最適ではなくなる」という性質を持つため、時間不整合の問題を抱えている。ただし、時間不整合の原因は、²⁾が提示したものと、³⁾が提示したものと異なっている。失敗の計画が時間不整合となる原因は、計画者が人口の減少や高齢化を想定した計画を作れないことである。このような原因を考慮した経済学の研究は、著者らの知る限りでは存在していない。また、土木計画学や都市計画学の分野においても、人口減少・高齢化社会において、人口・高齢化率一定の想定の下に策定された計画が、いかなる帰結をもたらすのかを分析した研究は、著者らの知る限り存在していない。このように、本研究は、全く新しい着眼点から、人口減少・高齢化社会における国土計画や都市計画の問題を分析することを試みるものである。

2. モデル

本章では、ある地域の経済活動の推移を表現する動学的な経済モデルを定式化する。まずはじめに、このモデルが表現する地域経済の前提について明らかにしておく。

この地域の人口動態は外生的に与えられ、自治体の政策や地域の経済活動の影響は受けない。この仮定を置く理由は、本研究の分析の主眼が、自治体による地域外の住民の呼び込みの戦略にあるのではなく、人口減少・高齢化社会において、人口一定・高齢化率一定の想定の下に作られる計画の影響にあるためである。

地域内で活動する全ての個人は2期間生存する。各個人の1期目は若年期を表し、2期目は老年期を表す。若年期の個人は労働力を持つが、老年期の個人は労働力を持たない。このような世代構造の表現は、人口の高齢化を分析できる最も単純なものであるが、分析の結果が見やすい形で得られるため、理論的な分析には有用なものである。

生産物は一種類の合成財のみであり、消費財としても投資財としても利用できる。この生産物を価値基準財とする。経済活動の推移を見る際には、このように産業を区別せず、生産活動を集計的に表すことで、分析の結果を見やすい形で得ることができる。

地域経済は閉鎖経済とし、他の地域との交易や資金の貸借は考えない。交易を考えない理由は、生産物が一種類の合成財としてまとめられているためである。このときには、交易を表現しても、同じ財を交換するだけとなるため、結果に違いが生じない。資金の貸借を考えないのは強い仮定であるが、長期的には資金の貸借はバランスしなければいけないことを考えると、失敗の計画の長期的な影響を分析する際には、現実の近似的な仮定として有用であると考えられる。

社会資本は、民間の生産性を高める生産要素として表現し、自治体が投資(整備)を行うものとする。自治体の計画者は、定額税と定額補助金を利用することによって、地域の社会厚生を最大化するように社会資本への投資を行い、かつ、民間の投資と消費を操作する。本研究の関心は、歪みのある税しか利用できない状況における最適な課税政策にはないため、分析を簡単にするために、自治体は定額税と定額補助金を利用できるという仮定を置く。

地域の経済活動には外部性は存在しない。このような経済においては、自治体が定額税と定額補助金を利用して地域の社会厚生を最大化するように政策を実行する限り、分権的な経済活動の推移は、計画者の社会厚生最大化問題(First Best 問題)の解と一般的に一致する。ただし、そのためには、「将来の人口動態について、

全ての個人が計画者と同じ期待を形成している」という条件が満たされることが必要となる。本研究は、この条件が満たされているものとする。その理由は、本研究の問題意識に関連している。もし、計画者が人口一定・高齢化率一定の想定の下に作った計画を公表しても、住民が計画者の人口動態の予測を信じずに、人口の減少や高齢化が進行すると予測するのであれば、人口一定・高齢化率一定の想定の下に計画を作る必要性がなくなってしまう。したがって、本研究の問題意識に関する分析を行うためには、この条件が満たされると考える必要がある。

(1) 人口動態

本研究が分析に用いる経済モデルは、確実に2期間生存する個人によって構成される世代重複モデルである。各個人の1期目は若年期を表し、2期目は老年期を表す。

ただし、高齢化率が一定のまま人口が減少していく状況や、人口が一定のまま高齢化率が増加していく状況を表現するため、若年期は地域内で生活し、老年期は地域外で生活する個人と、逆に、若年期は地域外で生活し、老年期は地域内で生活する個人を定式化する。以下では、若年期のみ地域内で生活する個人をタイプE (Emigrant) の個人、老年期のみ地域内で生活する個人をタイプI (Imigrant) の個人と呼ぶ。また、若年期も老年期も地域内で生活する個人をタイプL (Lifelong) の個人と呼ぶ。同じタイプ、かつ、同じ世代に属する個人は、全ての点で同質であり、全く同じ経済活動を行うものとする。

t 期におけるタイプX (X=L, E, I) の若年層と老年層の人口をそれぞれ、 N_t^{xy} , N_t^{xo} で表す。 $\{N_t^{ly}, N_t^{ey}, N_t^{iy}\}_{t=-\infty}^{\infty}$ は外生的に与えられる。全ての個人は確実に2期間生存するため、 $t+1$ 期におけるタイプXの老年層の人口は、 t 期におけるタイプXの若年層の人口に一致する。

$$N_{t+1}^{xo} = N_t^{xy} \quad (x = l, e, i) \quad (1)$$

(2) 経済活動

経済活動によって生産される財は一種類の合成財のみであり、消費財としても投資財としても利用可能である。この財の生産技術は、民間資本ストック K 、社会資本ストック G 、労働力 L についての一次同次のコブ=ダグラス型の生産関数で表される。この生産関数を次のように定式化する。

$$K^{\alpha_k} G^{\alpha_g} L^{1-\alpha_k-\alpha_g} \quad (2)$$

ここで、 α_k , α_g はパラメータであり、 $\alpha_k > 0$, $\alpha_g > 0$, $\alpha_k + \alpha_g < 1$ を満たす。

労働供給は、地域内の若年層の人口に一致する。このとき、 t 期の地域内総生産 Y_t は、次の式で表される。

$$Y_t = K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1-\alpha_k-\alpha_g} \quad (3)$$

ここで、 K_t と G_t はそれぞれ、 t 期の民間資本ストックと社会資本ストックを表す。

次に、地域全体の予算制約式を定式化するが、分析を簡単にするために、以下の仮定の下に定式化を行う。

- (a) 民間資本と社会資本は共に、1期間で完全に減耗する。
- (b) タイプEの個人は、資産も負債も残さずに地域外に出て行く。タイプIの個人は、資産も負債も持たずに地域内に入って来る。

本研究が、若年期と老年期で住む地域を変える個人を定式化した目的は、人口や高齢化率を調整することによって、人口減少と高齢化の二つの現象を切り離すことである。本研究は、資産を持った個人の移住の影響は関心の外にあるため、分析を簡単にするために二つ目の仮定を置いた。

このモデルが定式化する経済は閉鎖経済である。閉鎖経済では、地域外との資金の貸借は行われず、地域内の投資活動と消費活動は、全て地域内の資金により行われる。よって、地域全体の予算制約式は次のように定式化される。

$$Y_t = C_t + K_{t+1} + G_{t+1} \quad (4)$$

ここで、 K_{t+1} と G_{t+1} は $t+1$ 期の民間資本ストックと社会資本ストックであるが、資本の減耗率が1であるため、これらは t 期の民間資本への投資と社会資本への投資も表している。また、 C_t は t 期における地域全体の集計的消費であり、次の式で表される。

$$C_t = N_t^{lo} c_t^{lo} + N_t^{io} c_t^{io} + N_t^{ly} c_t^{ly} + N_t^{ey} c_t^{ey} \quad (5)$$

ここで、 c_t^{xy} と c_t^{xo} はそれぞれ、 t 期におけるタイプXの若年層の個人の消費と、老年層の個人の消費を表す。

(3) 個人の効用と社会厚生関数

全ての個人は、次の効用関数で表される同一の選好を持つものとする。

$$\ln(c^y) + d \ln(c^o) \quad (6)$$

ここで、 c^y , c^o はそれぞれ、個人の若年期の消費と老年期の消費を表す。定数 d ($0 < d < 1$) は個人の効用の割引因子である。 $1/d - 1$ は、個人の効用の割引率となる。

式(6)の効用関数を所与とし、Calvoら⁴⁾を参考にし、ベンサム型の社会厚生関数を定式化する。まず、 t 期に生まれたタイプXの個人の生涯効用を μ_t^x で表す。 μ_t^x は、次の式で定義される。

$$\mu_t^x = \ln(c_t^{xy}) + d \ln(c_{t+1}^{xo}) \quad (x = l, e, i) \quad (7)$$

地域外で行われる消費活動 $\{c_t^{eo}, c_t^{iy}\}_{t=-1}^{\infty}$ は外生的に与えられ、この地域の経済活動の影響は一切受けないものとする。なお、 c_t^{eo} と c_t^{iy} は、個人によって異なると考えても構わない。なぜなら、後で見るように、ベンサム型の社会厚生関数の場合には、これらの数値を無視することができるためである。

$\{\mu_t^l, \mu_t^e, \mu_t^i\}_{t=-1}^{\infty}$ を用いて、0期の計画者の倫理的選好を表す社会厚生関数 \hat{W}_0 を次のように定式化する。

$$\hat{W}_0 = \sum_{t=-1}^{\infty} \beta^t \left(N_t^{ly} \mu_t^l + N_t^{ey} \mu_t^e + N_t^{iy} \mu_t^i \right) \quad (8)$$

ここで、定数 $\beta (0 < \beta < 1)$ は、計画者が将来世代の厚生を割り引くのに用いる割引因子である。 $1/\beta - 1$ は、計画者の用いる厚生の割引率である。

式(8)はベンサム型の社会厚生関数であり、 t 期に生まれる個人の厚生に対する重み付けは、 β^t となっている。政府の用いる厚生の割引因子 β は、個人の効用の割引因子 d と一致する必要は無い。 β の値は、計画者の倫理的な選好に基づいて決められるためである。

式(8)に式(7)を代入して整理すると、 \hat{W}_0 は次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \hat{W}_0 &= \sum_{t=-1}^{\infty} \beta^t \left[N_t^{ly} \left\{ \ln(c_t^{ly}) + d \ln(c_{t+1}^{lo}) \right\} \right. \\ &\quad \left. + N_t^{ey} \left\{ \ln(c_t^{ey}) + d \ln(c_{t+1}^{eo}) \right\} \right. \\ &\quad \left. + N_t^{iy} \left\{ \ln(c_t^{iy}) + d \ln(c_{t+1}^{io}) \right\} \right] \\ &= \beta^{-1} \left\{ N_{-1}^{ly} \ln(c_{-1}^{ly}) + N_{-1}^{ey} \ln(c_{-1}^{ey}) \right. \\ &\quad \left. + N_{-1}^{iy} \ln(c_{-1}^{iy}) \right\} \\ &\quad + \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{d}{\beta} \left\{ N_{t-1}^{ly} \ln(c_t^{lo}) + N_{t-1}^{ey} \ln(c_t^{eo}) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + N_{t-1}^{iy} \ln(c_t^{io}) \right\} + N_t^{ly} \ln(c_t^{ly}) \right. \\ &\quad \left. + N_t^{ey} \ln(c_t^{ey}) + N_t^{iy} \ln(c_t^{iy}) \right] \quad (9) \end{aligned}$$

この式には、計画者が操作することができない変数が含まれている。まず、 c_{-1}^{ly} と c_{-1}^{ey} は過去の変数であるため、操作できない。次に、 $\{c_t^{eo}, c_t^{iy}\}_{t=-1}^{\infty}$ は外生的に与えられるため、この地域の計画者が影響を及ぼすことはできない。よって、これらの変数を含む項を式(9)から消去しても、 \hat{W}_0 と実質的に同じ社会厚生関数が得られる。このようにして得られる社会厚生関数を W_0 と定義する。式(1)を用いると、 W_0 は次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} W_0 &= \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{d}{\beta} \left\{ N_t^{lo} \ln(c_t^{lo}) + N_t^{io} \ln(c_t^{io}) \right\} \right. \\ &\quad \left. + N_t^{ly} \ln(c_t^{ly}) + N_t^{ey} \ln(c_t^{ey}) \right] \quad (10) \end{aligned}$$

本研究は、式(10)で表される W_0 を、計画者の倫理的

選好を表す社会厚生関数として定義する。計画者の倫理的選好は、0期以降も変化することなく受け継がれていくものとする。

式(10)の[]内で、老年層の効用に掛けられている d/β について補足しておく。直感的には、この d/β を1に置き換えた、次のような社会厚生関数を採用することもできるように思われる。

$$\begin{aligned} &\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[N_t^{lo} \ln(c_t^{lo}) + N_t^{io} \ln(c_t^{io}) \right. \\ &\quad \left. + N_t^{ly} \ln(c_t^{ly}) + N_t^{ey} \ln(c_t^{ey}) \right] \quad (11) \end{aligned}$$

しかしながら、一般的に、式(11)の形の社会厚生関数を採用することはできない。なぜなら、式(11)の社会厚生関数を最大化する資源配分は、 $\beta = d$ でない限り、パレート最適にならないためである。具体的には、 $d < \beta$ の場合、あるタイプLの個人の老年期の消費を、その個人の若年期の消費に回すことによって、また、 $d > \beta$ の場合、逆を行うことによって、資源配分をパレート改善することができる。

(4) 最適資源配分条件

本節では、ある人口動態の想定 $\{N_t^{lo}, N_t^{io}, N_t^{ly}, N_t^{ey}\}_{t=0}^{\infty}$ を所与として、社会厚生関数 W_0 を最大化する First Best の資源配分の必要条件を求める。計画者が定額税と定額補助金を利用して、 W_0 を最大化するように政策を実行する限り、この資源配分が分権的に実現されることになる。

K_0, G_0 を所与として、予算制約式(5)の下で W_0 を最大化する問題を考える。この問題のラグランジアン \mathcal{L}_0 を次のように定式化する。

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_0 &= \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{d}{\beta} \left\{ N_t^{lo} \ln(c_t^{lo}) + N_t^{io} \ln(c_t^{io}) \right\} \right. \\ &\quad \left. + N_t^{ly} \ln(c_t^{ly}) + N_t^{ey} \ln(c_t^{ey}) \right. \\ &\quad \left. + \Lambda_t \left\{ K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right)^{1-\alpha_k-\alpha_g} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - N_t^{lo} c_t^{lo} - N_t^{io} c_t^{io} - N_t^{ly} c_t^{ly} - N_t^{ey} c_t^{ey} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - K_{t+1} - G_{t+1} \right\} \right] \quad (12) \end{aligned}$$

ここで、 Λ_t はラグランジュ乗数である。 \mathcal{L}_0 を $c_t^{eo}, c_t^{iy}, K_{t+1}, G_{t+1}$ について偏微分すると、最適資源配分の必要条件の一部を導くことができる。

$$\Lambda_t = \frac{d}{\beta} \frac{1}{c_t^{eo}} \quad (x = l, i) \quad (13)$$

$$\Lambda_t = \frac{1}{c_t^{iy}} \quad (x = l, e) \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \Lambda_t &= \beta \Lambda_{t+1} \alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k-1} G_{t+1}^{\alpha_g} \\ &\quad \cdot \left(N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey} \right)^{1-\alpha_k-\alpha_g} \quad (15) \end{aligned}$$

$$\Lambda_t = \beta \Lambda_{t+1} \alpha_g K_{t+1}^{\alpha_k} G_{t+1}^{\alpha_g - 1} \cdot \left(N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey} \right)^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (16)$$

式(3) - 式(5), 式(13) - 式(16)に, 次の横断性条件を加えたものが最適資源配分の必要条件である.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta^t \Lambda_t (K_{t+1} + G_{t+1}) = 0 \quad (17)$$

以下では, 以上の必要条件から, いくつかの式を導いておく. まず, 式(15)と式(16)より, 次の式が成立する.

$$\frac{K_{t+1}}{\alpha_k} = \frac{G_{t+1}}{\alpha_g} \quad (18)$$

すなわち, 1期以降の社会資本ストックは, 常に民間資本ストックの α_g/α_k 倍となる. これは, 民間資本ストックに対する投資の限界収益率 $(\alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k - 1} G_{t+1}^{\alpha_g} (N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} - 1)$ と, 社会資本ストックに対する投資の限界収益率 $(\alpha_g K_{t+1}^{\alpha_k} G_{t+1}^{\alpha_g - 1} (N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} - 1)$ が等しくなるための必要十分条件である. 両者が一致しない場合には, 収益率の低い投資の資金を, 収益率の高い投資の資金に回すことで, 将来世代が利用できる資源を増やすことができる. よって, パレート最適な資源配分の下では, 両者は一致しなければいけないのである. 式(18), 式(3), 式(4)より, 次の式が成立する.

$$K_{t+1} = \frac{\alpha_k}{\alpha_k + \alpha_g} \left\{ K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \cdot \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right)^{1 - \alpha_k - \alpha_g} - C_t \right\} \quad (19)$$

次に, 式(5), 式(13), 式(14)より, 次の式が成立する.

$$C_t = \left\{ \frac{d}{\beta} \left(N_t^{lo} + N_t^{io} \right) + N_t^{ly} + N_t^{ey} \right\} c_t^{ly} \quad (20)$$

この式と式(14)より, 次の式が成立する.

$$\Lambda_t = \frac{\frac{d}{\beta} \left(N_t^{lo} + N_t^{io} \right) + N_t^{ly} + N_t^{ey}}{C_t} \quad (21)$$

(5) 最適資源配分条件と社会的割引率

本研究の動学的な資源配分問題の解において, 鍵となる役割を果たすのが, 式(15)と式(16)である. これらの式と社会的割引率は密接な関係にある. 本節では, この点について簡潔に述べる.

t 期における, 投資の限界収益率を r_t で表す. すなわち, t 期に1円の投資を行うとき, $t+1$ 期に得られる収益を $1+r_t$ 円とする. このとき, 式(15)と式(16)は, 次の形で統一的に表すことができる.

$$\frac{\Lambda_t}{\beta \Lambda_{t+1}} = 1 + r_t \quad (22)$$

この式の左辺は, 社会厚生関数の単位で評価した, $t+1$ 期の1円に対する t 期の1円の価値を表している. 言い換えれば, この式の左辺は, t 期の社会的割引率に

1を加えた値を表しているのである. なぜなら, t 期の個人の消費を限界的に1円増やすことによる社会厚生改善値は $\beta^t \Lambda_t$ であり, また, $t+1$ 期の個人の消費を限界的に1円増やすことによる社会厚生改善値は $\beta^{t+1} \Lambda_{t+1}$ だからである. これ以上の詳しい説明については, Heal⁵⁾, Dasguptaら⁶⁾, Arrowら⁷⁾を参照されたい. また, この式の左辺は, 計画者にとっての, $t+1$ 期の財に対する t 期の財の限界代替率も表している.

一方, この式の右辺は, t 期の投資の限界収益率に1を加えたものであるが, これは同時に, $t+1$ 期の財に対する t 期の財の限界変形率でもある. よって, この式はよく知られた, 「限界代替率と限界変形率が等しくなることが, 最適な資源配分の必要条件である」ことを述べているに過ぎないのだが, 時間の概念を入れることで, この式を異なる形で解釈することが可能になる. それは, 「社会的割引率と, 投資の限界収益率が等しくなることが, 最適な資源配分の必要条件である」というものである. この条件は, 最初に導出した Ramsey⁸⁾にちなみ, Ramsey Ruleと呼ばれている. Ramsey Ruleの意味は, 「社会的割引率よりも低い収益率の事業は全て棄却し, 社会的割引率よりも高い収益率の事業は全て実行せよ」ということである. これは, 「費用便益分析でB/Cが1よりも小さい事業は全て棄却し, B/Cが1よりも大きい事業は全て実行せよ」ということと全く同じ意味を持つ. このように, Ramsey Ruleは費用便益分析とも関連しているのである.

式(22)の右辺である投資の限界収益率は一般的に一定ではないから, 社会的割引率も投資収益率とともに内生的に変化していくことになる.

3. 人口減少社会における失敗の計画

(1) 人口動態

本章が分析する地域の人口動態を特定化する. 高齢化率が一定のまま, 人口が一定の割合で減少していく人口動態を考える.

各時刻における老年層の人口は, 常に若年層の人口の $p(p > 0)$ 倍であるものとする.

$$N_t^{lo} + N_t^{io} = p \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right) \quad (23)$$

総人口は, $1/n - 1 (n < 1)$ の割合で減少していくものとする.

$$\begin{aligned} & N_t^{lo} + N_t^{io} + N_t^{ly} + N_t^{ey} \\ &= n^t \left(N_0^{lo} + N_0^{io} + N_0^{ly} + N_0^{ey} \right) \end{aligned} \quad (24)$$

式(23)と式(24)から, 次の式を導くことができる.

$$N_t^{ly} + N_t^{ey} = n^t \left(N_0^{ly} + N_0^{ey} \right) \quad (25)$$

$$N_t^{lo} + N_t^{io} = n^t \left(N_0^{lo} + N_0^{io} \right)$$

$$= n^t p (N_0^{ly} + N_0^{ey}) \quad (26)$$

すなわち、若年層の人口と老年層の人口も、 $1/n - 1$ の割合で減少していく。

式(23)と式(24)を満たす $\{N_t^{lo}, N_t^{io}, N_t^{ly}, N_t^{ey}\}_{t=0}^{\infty}$ は無数に存在する。そのうちの一例として、次のようなものを考えることができる。

$$N_t^{ly} = n^t N_0^{ly} \quad (27)$$

$$N_t^{lo} = n^{t-1} N_0^{ly} \quad (28)$$

$$\begin{cases} N_t^{io} = n^t (p - \frac{1}{n}) N_0^{ly}, N_0^{ey} = 0 & (p \geq \frac{1}{n}) \\ N_t^{io} = 0, N_0^{ey} = n^t (\frac{1}{np} - 1) N_0^{ly} & (p < \frac{1}{n}) \end{cases} \quad (29)$$

(2) 人口減少の想定下の計画

まずは、正確な人口動態の予測の下に計画が作られるときの経済活動の推移を分析する。すなわち、前節で特定化した人口動態を所与とするときの最適資源配分を求める。

式(25)、式(26)を式(21)に代入すると、次の式が得られる。

$$\Lambda_t = \frac{\left(1 + \frac{d}{\beta p}\right) n^t (N_0^{ly} + N_0^{ey})}{C_t} \quad (30)$$

この式を式(15)の Λ_t と Λ_{t+1} に代入して整理すると、次の式が得られる。

$$\frac{1}{C_t} = \frac{\beta n}{C_{t+1}} \alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k - 1} G_{t+1}^{\alpha_g} \cdot (N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (31)$$

ここで、集計的消費のPolicy Function C_t^* (K_t , G_t を所与とするときの t 期の最適な集計的消費を表す関数)を、次のように仮定する。

$$C_t^* = p_c K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (32)$$

すなわち、最適資源配分の下では、毎期の地域内総生産のうち、 p_c の割合が消費に支出されるものとする。この p_c を、最適資源配分の必要条件から求める。

式(32)を式(19)に代入すると、民間資本への投資のPolicy Function K_{t+1}^* が得られる。

$$K_{t+1}^* = \frac{\alpha_k}{\alpha_k + \alpha_g} (1 - p_c) K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \cdot (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (33)$$

式(32)を式(31)の C_t と C_{t+1} に代入して整理すると、次の式が得られる。

$$\frac{1}{K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g}} = \beta n \alpha_k \frac{1}{K_{t+1}} \quad (34)$$

式(33)をこの式の K_{t+1} に代入して整理すると、 p_c を求められる。

$$p_c = 1 - \beta n (\alpha_k + \alpha_g) \quad (35)$$

式(35)を式(32)、式(33)に代入すると、集計的消費と民間資本への投資のPolicy Functionが求められる。

$$C_t^* = \{1 - \beta n (\alpha_k + \alpha_g)\} \cdot K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (36)$$

$$K_{t+1}^* = \beta n \alpha_k K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (37)$$

社会資本への投資のPolicy Functionも、民間資本への投資のPolicy Functionと同様にして、次のように求められる。

$$G_{t+1}^* = \beta n \alpha_g K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly} + N_t^{ey})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (38)$$

式(36) - 式(38)より、最適資源配分の下では、毎期の地域内総生産のうち、 $\beta n \alpha_k$ の割合が民間資本への投資に、 $\beta n \alpha_g$ の割合が社会資本への投資に、残りが消費に支出される。消費は、式(13)、式(14)、式(21)にしたがって、若年層と高齢層に配分される。この資源配分は全ての必要条件を満たし、この資源配分問題の唯一の解となる。

式(37)、式(38)を用いると、 t 期の社会的割引率と投資収益率(これらは等しくなる)を、 k_t と g_t を用いて表すことができる。 t 期の投資収益率である、 $\alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k - 1} G_{t+1}^{\alpha_g} \{n(N_t^{ly} + N_t^{ey})\}^{1 - \alpha_k - \alpha_g} - 1$ の K_{t+1} と G_{t+1} に、式(37)と式(38)を代入して整理すると、 t 期の社会的割引率と投資収益率は、次のように表される。

$$\alpha_k^{\alpha_k} \alpha_g^{\alpha_g} (\beta k_t^{\alpha_k} g_t^{\alpha_g})^{\alpha_k + \alpha_g - 1} - 1 \quad (39)$$

この式より、 k_t と g_t を所与としたときの、 t 期の社会的割引率は、人口減少率(n)の想定に依存しないことがわかる。この結果と式(22)を用いると、最適な投資水準(式(37)、式(38))が n に比例することを、次のように説明することができる。所与の k_t , g_t の下で投資計画を作る、 t 期の計画者を考えよう。この計画者が使う社会的割引率は、式(39)で表される。当初、計画者は、人口一定($n = 1$)の想定の下に投資計画(K_{t+1} , G_{t+1})を作ったが、計画を実行する前になって、今後は人口の減少が進む($n < 1$)ことに気が付いたとしよう。投資の限界収益率($\alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k - 1} G_{t+1}^{\alpha_g} \{n(N_t^{ly} + N_t^{ey})\}^{1 - \alpha_k - \alpha_g} - 1$)は、 $t + 1$ 期の人口に依存するため、当初の投資計画をそのまま実行すれば、投資の限界収益率は、社会的割引率よりも低くなる。すなわち、社会的割引率よりも低い収益率の事業に投資が行われることになる。よって、Ramsey Ruleを満たすためには、投資の限界収益率を社会的割引率に一致させるために、当初の計画よりも投資を減らさなければいけない。ここで、投資を当初の計画の n 倍にすれば、投資収益率が社会的割引率に一致するようになることを確認できる。そのため、最適な投資水準(式(37)、式(38))は n に比例するのである。

ここからは、最適資源配分の下での民間資本ストックと社会資本ストックの推移を分析する。式(18)より、1期以降の社会資本ストックは、常に民間資本ストックの α_g/α_k 倍となる。これと式(25)、式(37)より、 $t \geq 1$ においては、次の式が成立する。

$$\begin{aligned} K_{t+1} &= \beta n \alpha_k K_t^{\alpha_k} \left(\frac{\alpha_g}{\alpha_k} K_t \right)^{\alpha_g} \\ &\quad \cdot \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right)^{1-\alpha_k-\alpha_g} \\ &= \beta n \alpha_k^{1-\alpha_g} \alpha_g^{\alpha_g} K_t^{\alpha_k+\alpha_g} \\ &\quad \cdot \left\{ n^t \left(N_0^{ly} + N_0^{ey} \right) \right\}^{1-\alpha_k-\alpha_g} \end{aligned} \quad (40)$$

この式の両辺を $n^{t+1}(N_0^{ly} + N_0^{ey})$ で割り、整理すると次の式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{K_{t+1}}{n^{t+1}(N_0^{ly} + N_0^{ey})} &= \beta \alpha_k^{1-\alpha_g} \alpha_g^{\alpha_g} \left(\frac{K_t}{n^t(N_0^{ly} + N_0^{ey})} \right)^{\alpha_k+\alpha_g} \\ \Leftrightarrow k_{t+1} &= \beta \alpha_k^{1-\alpha_g} \alpha_g^{\alpha_g} k_t^{\alpha_k+\alpha_g} \end{aligned} \quad (41)$$

k_t の推移は、この式によって表される。1期以降の g_t の推移を表す式も、同様にして得られる。

$$g_{t+1} = \beta \alpha_k^{\alpha_k} \alpha_g^{1-\alpha_k} g_t^{\alpha_k+\alpha_g} \quad (42)$$

式(41)と式(42)より、 k_t と g_t は、一つだけ存在する不動点に大域的に収束することがわかる。その不動点における労働人口一人当たりの民間資本ストック \bar{k} と社会資本ストック \bar{g} は、次の式で与えられる。

$$\bar{k} = \left(\beta \alpha_k^{1-\alpha_g} \alpha_g^{\alpha_g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_k-\alpha_g}} \quad (43)$$

$$\bar{g} = \left(\beta \alpha_k^{\alpha_k} \alpha_g^{1-\alpha_k} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_k-\alpha_g}} \quad (44)$$

$k_1 < \bar{k}$ であれば、1期以降の k_t と g_t は、不動点に向かって単調に増加しながら収束していく。

(3) 人口一定の想定下の計画

次に、人口が現在のまま一定で推移するという予測の下に計画が作られるケースを考える。実際の人口動態は1節で定式化された通りであるため、計画者は毎期、前期の計画者の予測が間違っていたことに気が付き、将来の人口の予測を変更して計画を作る。この際も、人口が減少していくという予測は行われず、その時点の人口がずっと維持されるという予測の下に計画が作られるものとする。なお、本研究は全ての分析において、計画の変更には費用は必要とされないという仮定を置く。

K_0, G_0 を所与とし、上記のように計画が作られるときの経済活動の推移を分析する。まず、0期における計画を考える。この計画は、前節で解いた資源配分問題において、 $n = 1$ とした場合の計画に等しい。よって、

0期の集計的消費、民間資本への投資、社会資本への投資は、式(36) - 式(38)の右辺に、 $n = 1, K_t = K_0, G_t = G_0, N_t^{ly} = N_0^{ly}, N_t^{ey} = N_0^{ey}$ を代入したものとなる。

次に、1期における計画を考える。計画者は、1期の人口が0期の計画者が予測したものとは異なることに気が付き、将来の人口の予測を変更して計画を立て直す。その際の人口の予測は、 $t \geq 1$ について、常に $N_t^{lo} = N_1^{lo}, N_t^{io} = N_1^{io}, N_t^{ly} = N_1^{ly}, N_t^{ey} = N_1^{ey}$ が成立するというものである。この予測の下に作られる計画は、 K_1, G_1 および1期の人口構成が所与であり、かつ、 $n = 1$ である場合における、前節の資源配分問題の解に等しい。したがって、1期の集計的消費、民間資本への投資、社会資本への投資は、式(36) - 式(38)の右辺に、 $n = 1, K_t = K_1, G_t = G_1, N_t^{ly} = N_1^{ly}, N_t^{ey} = N_1^{ey}$ を代入したものとなる。

同様に考えれば、本項のケースにおける、 t 期の集計的消費 C_t^{**} 、民間資本への投資 K_{t+1}^{**} 、社会資本への投資 G_{t+1}^{**} は、それぞれ次のように表されることがわかる。

$$\begin{aligned} C_t^{**} &= \{1 - \beta(\alpha_k + \alpha_g)\} \\ &\quad \cdot K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right)^{1-\alpha_k-\alpha_g} \end{aligned} \quad (45)$$

$$K_{t+1}^{**} = \beta \alpha_k K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right)^{1-\alpha_k-\alpha_g} \quad (46)$$

$$G_{t+1}^{**} = \beta \alpha_g K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \left(N_t^{ly} + N_t^{ey} \right)^{1-\alpha_k-\alpha_g} \quad (47)$$

これらの式と式(36) - 式(38)を比較すると、本項のケースにおける集計的消費と投資の活動の推移は、計画者の厚生への割引因子が β/n である場合の、前節のケースのそれに一致することがわかる。すなわち、人口減少社会の閉鎖経済において、計画者が人口一定の想定の下に計画を作ることは、計画者が人口の減少を受け入れたうえで、厚生への割引率を人口減少率だけ低くして計画を作ることに近い結果をもたらすことがわかる。厚生への割引率を人口減少率だけ低くすることは、社会的割引率を人口減少率だけ低くすることも意味している。

ただし、二つのケースは完全に等しい結果をもたらすわけではない。なぜなら、若年層と高齢層に対する消費の配分が異なるためである。集計的消費 C_t は、式(13)、式(14)、式(30)に従って、若年層と高齢層に配分される。計画者が厚生への割引因子として β/n を用いる場合には、式(13)と式(30)の β に β/n を代入した式が、消費の配分に用いられる。しかし、計画者が厚生への割引因子として β を用いる場合には、式(13)と式(30)がそのまま消費の配分に用いられる。したがって、前者のケースでは、ある時点における高齢層の個人の消費は、若年層の個人の消費の nd/β 倍となるが、後者のケースでは d/β 倍となる。

このため、本項のケースはパレート最適な資源配分を実現しない。このことを以下で示す。式 (13)、式 (14)、式 (30) より、後者のケースにおける c_t^{ly} と c_{t+1}^{lo} は、次のように表される。

$$\begin{aligned} c_t^{ly} &= \{1 - \beta(\alpha_k + \alpha_g)\} \\ &\cdot K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} \left\{ (N_t^{ly} + N_t^{ey}) \right\}^{1-\alpha_k-\alpha_g} \\ &\cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{\beta p}\right) n^t (N_0^{ly} + N_0^{ey})} \\ &= \{1 - \beta(\alpha_k + \alpha_g)\} \frac{K_{t+1}}{\beta \alpha_k} \\ &\cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{\beta p}\right) n^t (N_0^{ly} + N_0^{ey})} \end{aligned} \quad (48)$$

$$\begin{aligned} c_{t+1}^{lo} &= \{1 - \beta(\alpha_k + \alpha_g)\} \\ &\cdot K_{t+1}^{\alpha_k} G_{t+1}^{\alpha_g} \left\{ (N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey}) \right\}^{1-\alpha_k-\alpha_g} \\ &\cdot \frac{d}{\beta} \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{\beta p}\right) n^{t+1} (N_0^{ly} + N_0^{ey})} \end{aligned} \quad (49)$$

式 (48) の式変形には、式 (46) を用いている。式 (48) と式 (49) より、次の式が成立する。

$$\begin{aligned} n \frac{c_{t+1}^{lo}}{dc_t^{ly}} \\ = \alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k-1} G_{t+1}^{\alpha_g} \left\{ (N_{t+1}^{ly} + N_{t+1}^{ey}) \right\}^{1-\alpha_k-\alpha_g} \end{aligned} \quad (50)$$

この式の左辺は、 t 期に生まれたタイプ L の個人の、 $t+1$ 期の財に対する t 期の財の限界代替率に n を掛けたものである。また、この式の右辺は、 $t+1$ 期の財に対する t 期の財の限界変形率である。パレート最適な資源配分の下では、 $t+1$ 期の財に対する t 期の財の限界代替率と限界変形率は一致する。しかし、式 (50) からわかるように、このケースにおいては両者は一致せず、限界代替率の方が限界変形率よりも大きくなる。よって、タイプ L の個人の老年期の消費を若年期の消費に回すことによって、資源配分をパレート改善することができる。よって、このケースにおける資源配分は、パレート最適とはならないのである。

(4) 失敗の計画の各世代の厚生への影響

本説では、2 節のケースと 3 節のケースの消費の流列を比較することによって、失敗の計画が各世代の厚生に及ぼす長期的な影響を分析する。どちらのケースにおいても、計画者は式 (10) で表される同一の社会厚生関数を用い、かつ、初期状態の K_0 と G_0 は等しいものとする。以下では、2 節のケースにおける変数には * を、3 節のケースにおける変数には ** を着ける。

式 (37) と式 (38)、および、式 (46) と式 (47) より、 K_t^* 、 G_t^* と K_t^{**} 、 G_t^{**} の間には、次の関係が成立する

ことを確認できる。

$$K_t^* = n \sum_{\tau=0}^{t-1} (\alpha_k + \alpha_g)^\tau K_t^{**} = n \frac{1 - (\alpha_k + \alpha_g)^t}{1 - \alpha_k - \alpha_g} K_t^{**} \quad (51)$$

$$G_t^* = n \frac{1 - (\alpha_k + \alpha_g)^t}{1 - \alpha_k - \alpha_g} G_t^{**} \quad (52)$$

これらの式と式 (36)、式 (45) より、 C_t^* と C_t^{**} の間には、次の関係が成立する。

$$C_t^* = \frac{1 - \beta n (\alpha_k + \alpha_g)}{1 - \beta (\alpha_k + \alpha_g)} n \frac{1 - (\alpha_k + \alpha_g)^t}{1 - \alpha_k - \alpha_g} (\alpha_k + \alpha_g) C_t^{**} \quad (53)$$

右辺の C_t^{**} に掛けられている値に着目する。この値は常に正の値を取り、 t の増加とともに単調に減少する。 $t=0$ のとき、この値は 1 よりも大きい。そして、 $t \rightarrow \infty$ のとき、この値は次の値に収束する。

$$\begin{aligned} &\frac{1 - \beta n (\alpha_k + \alpha_g)}{1 - \beta (\alpha_k + \alpha_g)} n \frac{\alpha_k + \alpha_g}{1 - \alpha_k - \alpha_g} \\ &= \frac{n \frac{\alpha_k + \alpha_g}{1 - \alpha_k - \alpha_g} - \beta n \frac{1}{1 - \alpha_k - \alpha_g} (\alpha_k + \alpha_g)}{1 - \beta (\alpha_k + \alpha_g)} \end{aligned} \quad (54)$$

この値が 1 よりも小さければ、ある時刻 $\hat{t} \geq 1$ が存在して、 $t < \hat{t}$ ならば $C_t^* > C_t^{**}$ となり、 $t < \hat{t}$ ならば $C_t^* < C_t^{**}$ となる。以下では、式 (54) の値が 1 よりも小さくなることを示す。

式 (54) の分子に着目する。式 (54) の分子は、 $n=1$ のときに分母と等しくなる。また、式 (54) の分子を n について微分すると、次の式が得られる。

$$\frac{\alpha_k + \alpha_g}{1 - \alpha_k - \alpha_g} n \frac{\alpha_k + \alpha_g}{1 - \alpha_k - \alpha_g}^{-1} (1 - \beta n) > 0 \quad (55)$$

この結果より、 $0 < n < 1$ のときには、式 (54) の分子は分母よりも小さくなるため、式 (54) の値は 1 よりも小さい。

以上の分析結果より、2 節のケースと 3 節のケースの集計的消費の流列を比較すると、ある時刻までは前者の方が高いが、その時刻から後では後者の方が高くなることがわかる。集計的消費の個人への配分は、どちらのケースでも式 (13)、式 (14)、式 (30) を用いて行われるため、個人の消費の流列についても、同じ結果が成立する。したがって、人口減少社会の開鎖経済において、計画者が人口一定の想定の下に計画を作ることには、現世代および近い将来の世代の厚生を犠牲にして、遠い将来の世代の厚生を改善するという結果をもたらすことがわかる。これは、前節の分析結果を踏まえれば、自然な帰結である。

4. 高齢化社会における失敗の計画

本章の分析においては、個人の効用の割引因子 d と、計画者の厚生割引因子 β は等しいものとする。このような特殊な条件を仮定する理由は、この条件が成立しない限り、資源配分問題の解析解が得られないためである。

(1) 人口動態

本章が分析する地域の人口動態を特定化する。人口が一定のまま、若年層の人口が一定の割合で減少していく人口動態を考える。この人口動態を定式化するうえで、タイプ E の個人は不要である。よって、本章の分析においては、常に $N_t^{ey} = 0$ が成立するものとする。

各時刻における人口は、常に 1 であるものとする。

$$N_t^{lo} + N_t^{io} + N_t^{ly} = 1 \quad (56)$$

若年層の人口は、 $1/\pi - 1$ ($\pi < 1$) の割合で減少していくものとする。

$$N_t^{ly} = \pi^t N_0^{ly} \quad (57)$$

ただし、 $N_0^{ly}(1 + 1/\pi) \leq 1$ とする。

式 (56) と式 (57) より、 N_t^{lo} と N_t^{io} は自動的に決まる。

$$N_t^{lo} = \pi^{t-1} N_0^{ly} \quad (58)$$

$$N_t^{io} = 1 - \pi^{t-1}(1 + \pi)N_0^{ly} \quad (59)$$

(2) 高齢化進行の想定下の計画

まずは、正確な人口動態の予測の下に計画が作られるケースを考える。

式 (56) を式 (21) に代入すると、次の式が得られる。

$$\Lambda_t = \frac{1}{C_t} \quad (60)$$

この式を式 (15) の Λ_t と Λ_{t+1} に代入して整理すると、次の式が得られる。

$$\frac{1}{C_t} = \frac{\beta}{C_{t+1}} \alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k - 1} G_{t+1}^{\alpha_g} (N_{t+1}^{ly})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (61)$$

この結果を用い、前章と同様の手順を踏むことによって、集計的消費と民間資本への投資と社会資本への投資の Policy Function が求められる。

$$C_t^* = \{1 - \beta(\alpha_k + \alpha_g)\} K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (62)$$

$$K_{t+1}^* = \beta \alpha_k K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (63)$$

$$G_{t+1}^* = \beta \alpha_g K_t^{\alpha_k} G_t^{\alpha_g} (N_t^{ly})^{1 - \alpha_k - \alpha_g} \quad (64)$$

式 (62) - 式 (64) より、最適資源配分の下では、毎期の地域内総生産のうち、 $\beta \alpha_k$ の割合が民間資本への投資に、 $\beta \alpha_g$ の割合が社会資本への投資に、残りが消費に支出される。消費は、式 (13)、式 (14)、式 (21) にしたがって、若年層と高齢層に配分される。この資源配分は全ての必要条件を満たし、この資源配分問題の唯一の解となる。

式 (62) - 式 (64) は、 π を含まない。すなわち、 K_t と G_t を所与とすれば、 t 期の最適な投資は、将来の高齢化の進行速度の想定に依存しない。この結果を、社会的割引率と投資収益率の関係から考察する。前章と同

様の手順を踏むことで、 t 期の社会的割引率と投資収益率を、 k_t と g_t を用いて表すことができる。

$$\alpha_k^{\alpha_k} \alpha_g^{\alpha_g} (\beta k_t^{\alpha_k} g_t^{\alpha_g})^{\alpha_k + \alpha_g - 1} \pi^{1 - \alpha_k - \alpha_g} - 1 \quad (65)$$

この式より、 k_t と g_t を所与としたときの、 t 期の社会的割引率は、 π の単調減少関数となることがわかる。すなわち、高齢化が速く進行すると予想されるほど、社会的割引率が低下するのである。ここで、前章と同様に、所与の k_t 、 g_t の下で投資計画を作る、 t 期の計画者を考えよう。この計画者が使う社会的割引率は、式 (65) で表される。当初、計画者は、高齢化が進行しない ($\pi = 1$) という想定の下に投資計画 (K_{t+1} , G_{t+1}) を作ったが、計画を実行する前になって、今後は高齢化が進行する ($\pi < 1$) ことに気が付いたとしよう。このとき、当初の投資計画をそのまま実行した場合の投資の限界収益率は、当初の計画で想定されていたものよりも低くなる。しかし、高齢化進行の想定を置くことは、想定される投資収益率だけでなく、社会的割引率も同時に低下させる。本節のモデルのように、個人の異時点間の代替の弾力性が 1 であり（個人の 1 期間の効用関数が対数関数であり）、かつ、個人の効用の割引因子と計画者の厚生割引因子が等しい場合には、社会的割引率の低下と投資収益率の低下が釣り合うため、投資の決定は高齢化の進行速度の想定に依存しなくなる。

社会的割引率が低下する理由は、式 (22) と式 (60) から理解できる。式 (60) より、 Λ_t は C_t の逆数に一致する。高齢化進行の想定を置くと、 $t+1$ 期の労働力が減少するため、 $t+1$ 期の地域内総生産と集計的消費 C_t が低下する。これにより、 $\beta \Lambda_{t+1}$ 、すなわち、 $t+1$ 期の 1 円の価値が増加することにより、社会的割引率が低下するのである。この結果を現実的に解釈すれば、高齢化が進行して生産性が低下し、地域の消費水準（生活水準）が低下することが見込まれるときには、将来の生活水準の低下を抑えるため、収益率の低い事業にも投資を行い、将来の生産性を高めなければいけないということになる。

なお、個人の異時点間の代替の弾力性が 1 ではないケースや、個人の効用の割引因子と計画者の厚生割引因子が等しくない場合には、高齢化の進行速度の想定に依存して、資源配分が変化ようになる。しかし、この場合にも、社会的割引率と投資収益率が同時に低下することによる、投資減少の打ち消し効果は同様に働く。

ここからは、最適資源配分の下での民間資本ストックと社会資本ストックの推移を分析する。前章と同様の手順を踏むことによって、 k_t と g_t の推移を表す式が得られる。

$$k_{t+1} = \frac{\beta}{d} \alpha_k^{1 - \alpha_g} \alpha_g^{\alpha_g} k_t^{\alpha_k + \alpha_g} \quad (66)$$

$$g_{t+1} = \frac{\beta}{d} \alpha_k^{\alpha_k} \alpha_g^{1-\alpha_k} g_t^{\alpha_k + \alpha_g} \quad (67)$$

式(66)と式(67)より、 k_t と g_t は、一つだけ存在する不動点に大域的に収束することがわかる。その不動点における労働人口一人当たりの民間資本ストック \bar{k} と社会資本ストック \bar{g} は、次の式で与えられる。

$$\bar{k} = \left(\frac{\beta}{d} \alpha_k^{1-\alpha_g} \alpha_g^{\alpha_g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_k-\alpha_g}} \quad (68)$$

$$\bar{g} = \left(\frac{\beta}{d} \alpha_k^{\alpha_k} \alpha_g^{1-\alpha_k} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_k-\alpha_g}} \quad (69)$$

$k_1 < \bar{k}$ であれば、 k_t と g_t は、不動点に向かって単調に増加しながら収束していく。

(3) 高齢化率一定の想定下の計画

次に、高齢化率が現在のまま一定で推移するという予測の下に計画が作られるケースを考える。前章と同様に考えると、このケースにおける資源配分は、前節のケースにおける資源配分と全く同じになることがわかる。この理由は、前節で考察したように、 K_t と G_t を所与とするときの t 期の最適な投資の決定が、高齢化の進行速度の想定に依存しないことである。したがって、高齢化社会において、高齢化率一定の想定の下に計画を作るとは、正確な人口動態の予測の下に計画を作ることに近い結果をもたらすと言うことができる。ただし、この結果が成立するためには、高齢化進行の想定を置く際に、社会的割引率が低下しなければいけないことに注意する必要がある。

本節のケースにおける資源配分は、前節のケースのそれに一致するため、パレート非効率性の問題は生じない。

5. 政策的示唆

(1) 失敗の計画の問題点とその緩和手段

本節では、失敗の計画の問題点について考察する。

まず、モデルによる分析で明らかとなった問題点として、資源配分のパレート非効率性を挙げることができる。人口減少社会における失敗の計画の下では、個人が老年期の消費を若年期の消費に回すことによって、その個人の生涯効用を改善することができるというパレート非効率性が発生する。この問題は、人口減少社会において失敗の計画を作る限り、避けられないものであるが、それほど重大な問題ではないと考えられる。なぜなら、パレート非効率性が発生したことが明らかになるのは、個人が老年期を迎えたときであり、そのときには、個人は若年期の消費から効用を得られない状態となっているためである。

3章と4章の分析は、First Bestの資源配分問題の解を分析する形で行った。First Best問題の代わりに、分権的な経済活動を考えると、もう一つの問題点を見つけることができる。それは、経済主体が想定する投資収益率が、実際に実現する投資収益率よりも高くなるという問題である。これがなぜ問題となるのかを見るために、人口減少社会において、地域内から資金を借り入れて投資を行う企業を考えよう。この企業は、計画者の公表した計画を信じ、地域内の人口が一定で推移すると想定するものとする。 t 期において、この企業が予測する投資の収益率は、 $\alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k-1} G_{t+1}^{\alpha_g} \{n^t (N_0^{ly} + N_0^{ey})\}^{1-\alpha_k-\alpha_g}$ となる。しかし、 $t+1$ 期に確定する実際の投資収益率は、 $\alpha_k K_{t+1}^{\alpha_k-1} G_{t+1}^{\alpha_g} \{n^{t+1} (N_0^{ly} + N_0^{ey})\}^{1-\alpha_k-\alpha_g}$ となり、予測されていたものよりも低くなる。よって、この企業は借り入れ資金の返済を行えず、破産してしまう可能性がある。この問題は高齢化社会においても生じる。この問題を緩和するためには、人口動態の予測が外れたときに、地域内の債権者から債務者に所得移転を行うことが必要になると考えられる。

本研究では分析しなかったが、計画の変更に伴う費用の問題も、現実においては大きな問題であると言える。この費用が大きい場合には、資源配分に大きな歪みをもたらされる可能性があるためである。この問題を緩和するためには、計画を設計する際に、その変更になるべく費用がかからないようにしておく必要があると言える。

(2) 失敗の計画の帰結とその代替案

失敗の計画が経済活動や国民の厚生にもたらす帰結は、人口減少社会の場合も高齢化社会の場合も、同じ形でまとめられる。失敗の計画を作るとは、社会的割引率を下げ、正確な人口動態の予測の下に計画を作ることに近い結果をもたらすのである。したがって、社会的割引率を下げ、正確な人口動態の予測の下に計画を作るとは、失敗の計画を作ることの一つの代替案と見なすことができる。この代替案を採用した場合には、失敗の計画が抱える問題点を解消しつつ、失敗の計画と同様の結果をもたらすことができる。もちろん、社会的割引率が下げられるとしても、人口の減少と高齢化が進行するという想定を置くことは、自治体の計画者にとって受け入れ難いものであるかもしれない。しかし、失敗の計画には前節で考察したような問題点があることも確かであるため、その問題点が看過できないほど大きなものとなることが予想されるのであれば、この代替案はその問題に対する一つの緩和策として考えられるのではないだろうか。

この代替案については、一つ注意しなければいけないことがある。それは、4章で考察したように、高齢化

社会においてはそもそも、失敗の計画とは関係無く、社会的割引率を下げなければいけないということである。なぜなら、高齢化が進行して生産性が低下し、地域の生活水準が低下することが見込まれるときには、将来の生活水準の低下を抑えるために、収益率の低い事業にも投資を行い、将来の生産性を高めなければいけないからである。高齢化が進行しているにもかかわらず、社会的割引率を下げる事が許されていない地域においては、高齢化率一定の想定を置いて計画を作ることにより、社会厚生を改善することができるのだから、計画者には失敗の計画を積極的に採用する誘引が働くことになる。したがって、高齢化の進行している地域の自治体が社会的割引率を下げることを認めることは、その地域の社会厚生観点からはもちろんのこと、問題点のある失敗の計画の策定を防ぐという観点からも重要であると言える。

6. おわりに

本研究は、人口減少・高齢化が進行する地域において、人口一定・高齢化率一定の想定の下に作られる失敗の計画が、地域の経済活動や住民の厚生にいかなる影響をもたらすのかを、動学的な経済モデルを用いて分析した。

分析の結果、いくつかの知見を得ることができた。第一に、失敗の計画には、パレート非効率性の問題や、地域内で資金を借り入れて投資を行う経済主体を破産させてしまう可能性がある等の問題がある。第二に、失敗の計画を作るとは、社会的割引率を下げ、正確な人口動態の予測の下に計画を作ることに近い結果をもたらす。第三に、高齢化の進行が予期される地域では、失敗の計画とは関係なく、地域の社会厚生改善のために社会的割引率を下げる必要がある。また、これらの知見を基に、失敗の計画の弊害が大きくなることが予想されるときには、社会的割引率を下げたうえで、正確な人口動態の予測の下に計画を作るという代替案が考えられることを提示した。

本研究の延長上には、いくつかの課題が残されている。まず、本研究は、長期的には資金の貸借はバランスするという前提の下に、閉鎖経済を仮定して分析を行ったが、地域外との資金の貸借が可能な開放経済を想定した場合には、本研究の分析結果が変化する可能性がある。次に、本研究のモデルでは、人口動態の推移を外生的に与えたが、失敗の計画の策定される理由が、自治体の企業や住民の誘致戦略と深く関係している可能性があることを考えると、このような自治体の誘致戦略や、住民や企業がそれらの誘致戦略にどのように反応するかを明示的にモデル化することが、より

示唆に富んだ分析のために必要かもしれない。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 23 年版 高齢社会白書，2011.
- 2) Storz, R. H. : Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization, *Review of Economic Studies*, Vol.23, No.3, 1956.
- 3) Kydland, F. E. and Prescott, E. C. : Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans, *Journal of Political Economy*, Vol.85, No.3, 1977.
- 4) Calvo, G. A. and Obstfeld, M. : Optimal Time-Consistent Fiscal Policy with Finite Lifetimes, *Econometrica*, Vol.56, No.2, 1988.
- 5) Heal, G. : Intertemporal Welfare Economics and the Environment, *Handbook of Environmental Economics, Volume 3: Economywide and International Environmental Issues* edited by Mäler, K.-G. and Vincent, J. R., pp.1105-1145, North Holland, 2005.
- 6) Dasgupta, P. S., Mäler, K.-G. and Barrett, S. : Intergenerational Equity, Social Discount Rates, and Global Warming, *Discounting and Intergenerational Equity (Resources for the Future)* edited by Portney, P. R. and Weyant, J. P., pp.51-78, RFF Press, 1999.
- 7) Arrow, K. J., Cline, W. R., Mäler, K.-G., Munasinghe, M., Squitieri, R. and Stiglitz, J. E. : Intertemporal Equity, Discounting, and Economic Efficiency, *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* edited by Bruce, J. P., Lee, H. and Haites, E. F., pp.125-144, Cambridge University Press, 1996.
- 8) Ramsey F. P. : A Mathematical Theory of Saving, *The Economic Journal*, Vol.38, 1928.

(2012. 5. 7 受付)