

# 人口減少化における超長期社会資本整備費用の負担問題\*

## The Century-Long Infrastructure Cost Burden Problems under the Reduction Society\*

小池淳司\*\*・広瀬研一郎\*\*\*

By Atsushi KOIKE\*\*・Kenichiro HIROSE\*\*\*

### 1. はじめに

2008年5月、日本政府は道路特定財源制度を2008年度から10年間延長し、2018年度から道路特定財源を継続する道路財政特別措置法を成立させた。一方で、通常、多くの社会資本整備は、建設国債の発行によりその財源を賄われている。その理由は、道路や港湾など超長期社会資本整備の効果（便益）は、その耐用年数の長さから世代を超えて長期的な経済成長に影響を及ぼすことが知られている。そのため、建設国債を発行することで超長期社会資本整備の便益を享受する世代間で費用負担を分割し、世代を超えてその負債を返済することは、受益者負担の原則の観点から望ましいと考えられている。しかしながら、これらの費用負担の構造は、日本の総人口が将来にわたって一定あるいは増加の社会を想定している。近年、わが国では少子高齢化が急速に進行しており、現行の社会制度の下で様々なひずみが生じてきている。図-1（データ出典：人口問題研究所出生中位推計）で示すように、現在のところ横ばいの総人口も、将来的には減少し経済成長も鈍化する人口減少社会の到来が予想されており、2050年までには総人口が約9000万人まで減少していることが分かる。また、図-1より、課税によって社会資本整備費用の負担（負債の返済）を行う勤労世代の人口（15～64歳）の減少が著しいことも分かる。勤労世代の人口減少が進行すると当該世代の一人当たりの負担する負債返済額が大きくなり、世代間の費用負担に関する公平性に問題が生じると考えられる。そこで本研究では、我が国の人口減少社会の超長期社会資本整備において、現状の道路特定財源を基にした費用負担の場合と、道路特定財源を全額一般財源化した場合の費用負担の違いが、経済成長にどのような影響を及ぼすか分析することを目的としている。本研究では、これまでの年金制度の費用負担方式（積立方式と賦課方式）の違いが、同様のフレームで超長期社会資本整備の費用負担方式（道路特定財源方式の前後）の違いを表現可能である

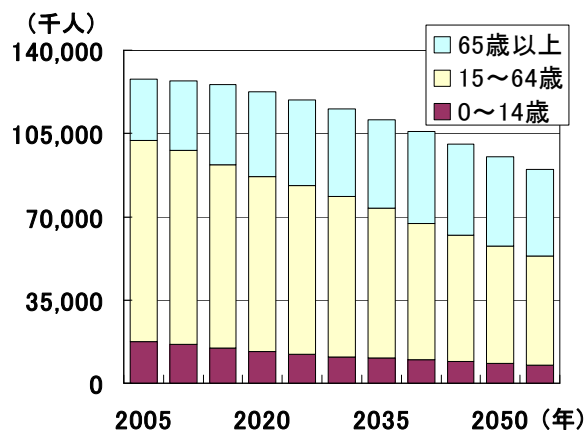


図-1 人口問題研究所による将来人口予測

同様のフレームで超長期社会資本整備の費用負担方式（道路特定財源方式の前後）の違いを表現可能であるという点である。これらの年金制度の費用負担問題を取り上げた先行研究は、Diamond (1965)<sup>1)</sup>を基にした川崎・島澤 (2003)<sup>2)</sup>の一般均衡型世代重複 (Overlapping Generations) モデル (以下OLGモデル) を用いた分析がある。本研究では、まず、川崎・島澤 (2003) を基に、家計と企業部門、政府部門、年金部門を考慮した2世代OLGモデルを提示する。さらには、モデルの家計部門における年金保険料負担部分を社会資本整備費用負担に変更し、人口の増減によって経済にどのような影響を与えるか比較静学 (comparative statics) を行う。また、最終的には、超長期社会資本整備効果の水準 (便益) をモデルにおける企業部門の生産関数と家計部門の効用関数に導入したモデルを構築する。これによって、社会資本整備による便益と費用負担のバランスを明示することができる。さらには、それぞれの場合で比較静学を行い、人口の増減によって費用負担制度が経済成長にどのような影響を及ぼすか比較・分析を行うことを目的としている。今回は、超長期社会資本整備による費用負担についての比較静学・分析まで掲載し、整備の便益を考慮したモデルの提示および分析に関しては、講演時に発表する予定である。

\*キーワード: 人口減少社会、世代重複型一般均衡モデル

\*\*正員、工博、鳥取大学工学部社会開発システム工学科

\*\*\*学生会員、鳥取大学大学院工学研究科

(〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101、

email:koike@sse.tottori-u.ac.jp)

## 2. 世代重複型一般均衡モデル

ここでは、川崎・島澤 (2003) に従いながら、OLGモデルの中でも最も基本的なモデルを提示する。まずは、家計と企業、政府部門からなる経済を想定したモデルを示し、続いて年金部門を導入する。この年金部門は、年金方式によって積立方式と賦課方式に分けられる。

### (1) 家計・企業・政府部門

ここでは、簡単化のため、図-2のように家計は勤労世代と引退世代の2世代のみ生存し、労働供給は常に非弾力的に行うものと仮定する。さらに、寿命についての不確実性なく、期待形成は完全予見により前向きに行われると仮定する。また、政府は、勤労世代に一活固定式の定額税を課すことで収入を得、また常にGDPの一定割合だけの支出を行うものとする。

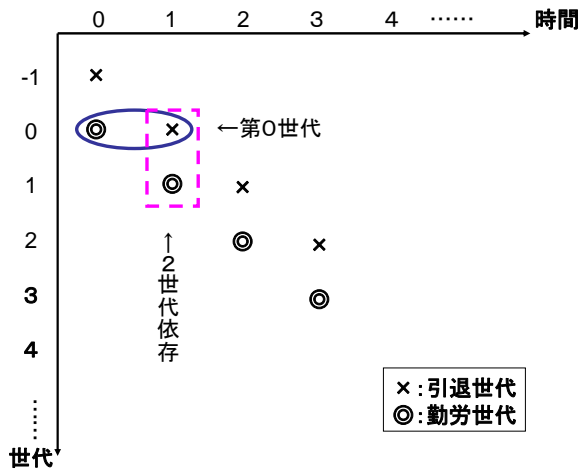


図-2 世代の概念

#### a) 家計部門

家計部門の勤労世代は非弾力的に労働供給を行い賃金所得 ( $w$ ) を得てその一部を消費 ( $cy$ ) し、残りを貯蓄 ( $s$ ) とする。引退世代は勤労世代の時期に貯蓄したものを取り崩して全て消費 ( $co$ ) する。したがって、 $t$  期に生まれた家計  $i$  が直面する効用最大化問題は以下のように定式化される。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_t^i = U(cy_t^i) + \beta U(co_{t+1}^i) \\ \text{s.t.} \quad & cy_t^i = w_t^i - s_t^i - \tau \\ & co_{t+1}^i = R_{t+1}^i s_t^i \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 $U_t$  : 効用水準、 $s_t$  : 貯蓄、 $\beta$  : 時間選好率、 $R_t$  :  $r_t$  を利子率として  $R_t \equiv (1 + r_t)$

以下では、世代を表す添字  $i$  は省略する。上記の問題を解くと、勤労期の消費と引退期の消費の関係式および貯蓄関数が得られる。

$$U'(cy_t) = \beta U(co_{t+1}) R_{t+1} \quad (2)$$

$$s_t = s(R_{t+1}, w_t; \tau) \quad (3)$$

#### b) 企業部門

企業は、収穫一定の生産技術を用い、資本レンタルコスト ( $r$ ) 及び賃金率 ( $w$ ) を所与として、家計から労働サービス ( $L$ )、資本 ( $K$ ) を雇用し、消費財にも資本財にもなる生産物 ( $Y$ ) を産出し利潤 ( $\Pi$ ) を最大化する。このとき、企業は以下の利潤最大化問題に直面する。

$$\max. \quad \Pi = F(K_t, L_t) - r_t K_t - w_t L_t \quad (4)$$

一人当たり表示にし、利潤最大化問題を解くと資本レントと賃金率が得られる。

$$r_t = f'(k_t) - d \quad (5)$$

$$w_t = f(k_t) - k_t f'(k_t) \quad (6)$$

ただし、 $k_t$  : 労働者一人当たりの資本ストック、 $d$  : 資本減耗率

#### c) 政府部門

政府は勤労世代から税を徴収する一方、GDPの一定割合の支出を行い、その差額だけ公債を発行する。したがって、税金 :  $T = \tau L_t$ 、政府支出 :  $G_t = g Y_t$ 、政府の予算制約式 :  $D_{t+1} = R_t D_t + (G_t - T_t)$  となる。(ただし、 $Y_t$  :  $t$  期のGDP、 $D_t$  :  $t$  期の公債)

#### d) 均衡条件

財市場の均衡は、各時点において投資と貯蓄が一致する点で決定され、以下のように表される。

$$K_{t+1} + D_{t+1} = L_t s(w_t, R_{t+1}; \tau) \quad (7)$$

#### e) 動学特性と定常状態

(5)(6)(7)式は、この経済システムの動学体系は、一人当たり表示にすると以下ようになる。

$$\begin{aligned} k_{t+1} &= \frac{s(w_t, R_{t+1}; \tau)}{1+n} - d_{t+1} \\ &= \frac{s(f(k_t) - k_t f'(k_t), 1 + f'(k_{t+1}); \tau)}{1+n} - d_{t+1} \end{aligned} \quad (8)$$

ここで、(8)式を  $k_t$  および  $k_{t+1}$  で全微分すると、以下の式が得られる。

$$\frac{dk_{t+1}}{dk_t} = \frac{-s_w(k_t) k_t f''(k_t)}{1+n - s_R(k_{t+1}) f''(k_{t+1})} \quad (9)$$

安定的で一意的定常解が存在する条件は、(9)式の絶対値が1以下となることである。

### (3) 年金部門の導入

今度は、上で提示した経済システムに公的年金部門を導入する。年金制度は財方式の違いにより、積立方式と賦課方式に区分される。

#### a) 積立方式

積立方式の場合は、勤労期に**b**だけ年金保険料を徴収され、引退期に**p**だけ年金を受給することとなる。勤労世代から**t**期に徴収された保険料は貯蓄と同じく資本市場において運用された後、**t+1**期に年金として支給されるので、 $p_{t+1} = R_{t+1}b_t$ と表すことができる。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_t^i = U(cy_t^i) + \beta U(co_{t+1}^i) \\ \text{s.t.} \quad & cy_t^i = w_t^i - s_t^i - \tau - b_t \\ & co_{t+1}^i = R_{t+1}^i s_t^i + p_t \\ & p_t = R_{t+1}^i b_t \end{aligned} \quad (1')$$

このとき、家計の生涯にわたる予算制約式は、政府部門を導入した経済システムと等しくなり、積立方式による公的年金制度導入前後では家計の資源は全く影響を受けない。

#### b) 賦課方式

賦課方式とは、**t**期において勤労世代から年金保険料**b**を徴収し、それをそのまま引退世代支給する方式である。また、マクロ的な関係を見てみると、 $B_t = bL_t$ 、 $P_t = pL_{t+1}$ 、 $B_t = P_t$ であるから、 $p_t = (1+n)b_t$ となる。すなわち、賦課方式の場合には、勤労世代から得られた年金保険料は資本市場へ回らずに直ちに引退世代へ支給されることとなるため、年金利回りは、積立方式が市場利子率に一致するのに対して、賦課方式の場合には人口成長率に一致することが確認できる。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_t^i = U(cy_t^i) + \beta U(co_{t+1}^i) \\ \text{s.t.} \quad & cy_t^i = w_t^i - s_t^i - \tau - b_t \\ & co_{t+1}^i = R_{t+1}^i s_t^i + p_t \\ & p_t = (1+n)b_t \end{aligned} \quad (1'')$$

(2)式をよび貯蓄関数は以下ようになる。

$$U'(w_t - s_t - \tau - b_t) = \beta U(R_{t+1}s_t + (1+n)b_t)R_{t+1} \quad (2')$$

$$s_t = s(R_{t+1}, w_t; \tau, b_t) \quad (3')$$

### (4) 比較静学

ここでは、賦課方式的な年金制度の導入が社会経済に与える影響を調べるため、これまで構築した年金制度のOLGモデルの比較静学を行う。具体的には、(2')式を貯蓄と年金保険料で全微分を行う。さらに、貯蓄関数(3')式を次期の資本ストックと年金保険料で全微分することで、

社会資本ストックに与える影響を分析する。図-3では、(12)式より、積立方式における人口一定 ( $r = n$  : 利子率が人口成長に等しい) の場合を基準として、それぞれの年金制度のもと人口の増減が資本ストックにどのような影響を与えるかを示している。

	(人口増加) $r < n$	(人口一定) $r = n$	(人口減少) $r > n$
積立方式	$\frac{ds_t}{db} = -1$ 変化なし	$\frac{ds_t}{db} = -1$ 基準	$\frac{ds_t}{db} = -1$ 変化なし
賦課方式	$\frac{ds_t}{db} < -1$ 減少	$\frac{ds_t}{db} = -1$ 変化なし	$\frac{ds_t}{db} > -1$ 増加

図-3 年金制度導入が資本ストックに与える影響

図-3より、賦課方式的な年金制度の導入によって、人口が一定の社会では資本ストックに変化はない。また、人口増加の社会では資本ストックが減少し、一方人口減少の社会では資本ストックが増加するという結果になった、このように、比較静学を行うことによってパラメータ(外生変数)の変化が、モデルに及ぼす影響を調べることが可能である。

### 3. 超長期社会資本整備の便益と費用負担

ここでは、上で提示した年金制度に関するOLGモデルに超長期社会資本整備の費用負担を導入する。図-4は、本研究における分析方法を一覧にまとめたものである。超長期社会資本整備の費用負担の方法は、道路特定財源方式と、建設国債発行方式の2つのケースを考える。また、整備効果は、考慮しない、生産関数あるいは効用関数に便益を組み込む3ケースを考え、CASE0-1からCASE2-2の計6ケースの分析を行う。今回は、整備効果を「考慮しない」ケースを取り上げる。

		費用負担の方法	
		道路特定財源方式	建設国債発行方式
整備効果	考慮しない	CASE 0-1	CASE 0-2
	生産関数	CASE 1-1	CASE 1-2
	効用関数	CASE 2-1	CASE 2-2

図-4 分析のケース設定

#### (1) 道路特定財源方式

現状の社会資本整備費用の負担は、道路特定財源によって賄われており、道路整備が行われた期の勤労世代の

消費から整備費用（ $q$ ）を引いて考える。よって、家計の効用最大化問題は、以下のように変更される。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_t^i = U(cy_t^i) + \beta U(co_{t+1}^i) \\ \text{s.t.} \quad & cy_t^i = w_t^i - s_t^i - \tau - q_t \\ & co_{t+1}^i = R_{t+1}^i s_t^i \end{aligned} \quad (13)$$

ただし、 $q_t$  :  $t$  期における一人あたりの社会資本整備費用負担

## (2) 建設国債発行方式

建設国債を発行した場合の費用負担（ $q$ ）は、道路整備が行われた次の期の勤労世代が負担（返済）すると考える。発行された国債には利子が付き、人口の変動によって一人当たりの返済額が変化することも考慮した。よって、(13)式を以下のように変更する。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_t^i = U(cy_t^i) + \beta U(co_{t+1}^i) \\ \text{s.t.} \quad & cy_t^i = w_t^i - s_t^i - \tau + q_t^i \\ & co_{t+1}^i = R_{t+1}^i s_t^i - \frac{1}{1+n} q_t^i \end{aligned} \quad (14)$$

## (3) 比較静学

ここでは、建設国債発行方式における比較静学を行う。社会資本整備費用の負担の導入により(2)式および貯蓄関数は以下ようになる。

$$\begin{aligned} U'(w_t - s_t - \tau - q_t) &= \beta U\left(R_{t+1} s_t + \frac{1}{n+1} q_t\right) R_{t+1} \quad (2'') \\ s_t &= s(R_{t+1}, w_t; \tau, q_t) \quad (3'') \end{aligned}$$

(2'')式を社会資本整備費用  $q_t$  および貯蓄  $s_t$  で全微分すると以下ようになる。

$$\frac{\partial s_t}{\partial q_t} = - \frac{U'_c + \beta \frac{R_{t+1}}{1+n} U'_d}{U'_c + \beta R_{t+1}^2 U'_d} < 0 \quad (15)$$

(15)式より、社会資本整備費用負担の導入により、貯蓄は減少することが確認できる。また、資本市場においては、 $K_{t+1} + D_{t+1} = L_t s(w_t, R_{t+1}; \tau, q_t)$  が成立し、1人当たりになると以下ようになる。

$$\begin{aligned} k_{t+1} &= \frac{s(w_t, R_{t+1}; \tau, q_t)}{1+n} - d_{t+1} \\ &= \frac{s(f(k_t) - k_t f'(k_t), 1 + f'(k_{t+1}); \tau, q_t)}{1+n} - d_{t+1} \end{aligned} \quad (16)$$

この経済の動学システムは(3'')、(5)、(6)、(16)式により決定される。また、(16)式を  $q_t$  と  $k_{t+1}$  で全微分すると以下ようになる。

$$\frac{\partial k_{t+1}}{\partial q_t} = - \frac{\frac{\partial s_t}{\partial q_t}}{1+n - s_R(k_{t+1}) f''(k_{t+1})} < 0 \quad (17)$$

したがって、(17)式より社会資本整備による費用負担は資本ストックを減少させることが分かる。図-5では、図-3と同様に、道路特定財源方式の人口一定の場合を基準として、費用負担方式の違いが人口の増減によってどのような影響があるか一覧にしたものである。

	(人口増加) $1+n > \frac{1}{R}$	(人口一定) $1+n = \frac{1}{R}$	(人口減少) $1+n < \frac{1}{R}$
道路特定財源方式	$\frac{ds_t}{dq_t} = -1$ 変化なし	$\frac{ds_t}{dq_t} = -1$ 基準	$\frac{ds_t}{dq_t} = -1$ 変化なし
建設国債発行方式	$\frac{ds_t}{dq_t} < -1$ 減少	$\frac{ds_t}{dq_t} = -1$ 変化なし	$\frac{ds_t}{dq_t} > -1$ 増加

図-5 費用負担が資本ストックに与える影響

図-5より、道路特定財源方式では、人口の増減による資本ストックの変化は無いことが分かる。一方で、建設国債方式では、賦課方式の年金制度と同様に人口が減少すると、資本ストックも減少することが分かる。

## 4. おわりに

本研究では、超長期社会資本整備の費用を道路特定財源方式あるいは建設国債発行方式という2つの費用負担方式を組み込んだOLGモデルを示すことができた。さらには、人口減少社会において、それぞれの費用負担方式導入が経済成長にどのような影響を及ぼすか把握した。今後の課題は、まず、図-4で示したように超長期社会資本整備の便益を組み込んだモデルを開発することである。また、最終的には、構築したOLGモデルを用いて数値シミュレーションによる実証分析を行い、人口減少社会における費用負担の違いが経済厚生にどの程度影響を与えるか定量的に把握することを目標としている。

## 参考文献

- 1) Peter A. Diamond: National Debt In A Neoclassical Growth Model, The American Economic Review Vol. 5, Number 5, Part1, pp. 1125-1150, 1965.
- 2) 川崎研一, 島澤諭: 一般均衡型世代重複シミュレーションモデルの開発 -これまでの研究事例と展望-, ESRI Discussion Paper Series, No. 73, 2003.