世代重複（ＯＬＧ）モデルによる
マクロ経済予測についての共同研究業務報告書

平成 31 年 3 月

東京大学大学院経済学研究科　北尾早霧

年金積立金管理運用独立行政法人　竹内光

東京大学大学院経済学研究科　御子柴みなも

年金積立金管理運用独立行政法人　木村玄蔵

内容

I. はじめに 4

II. 先行研究と本研究の位置付け 5

III. モデル 6

1. 世代重複（OLG）モデルの概要 6

2. モデルを構成する経済主体と相互の関係 7

3. 人口設定 8

4. 個人の選好および予算制約 8

5. 個人の可処分所得 9

6. 男女別労働生産性の導出 10

7. 年金代替率について 13

8. 企業の活動と生産要素価格 13

9. 政府の活動 14

IV. 一般均衡の定義・数値計算によるシミュレーション 15

1. モデルの解と一般均衡の定義 15

2. カリブレーションと数値計算のステップ 16

V. 定量分析の結果 18

1. ベースラインモデルの分析 18

2. シナリオ分析：労働供給 24

3. シナリオ分析：人口推計 28

4. シナリオ分析：年金制度 29

5. シナリオ分析：TFP 成長率 32

VI. まとめ 33

参考文献 34

付録 36
1. JILPT 労働力需給の推計 36
① 推計手法 36
② 推計シナリオの概要と使用データ 38

I. はじめに

本報告書は、東京大学と年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）の共同研究「世代重複（OLG)モデルによるマクロ経済予測についての共同研究業務」（2016 年 10 月―2018 年 3 月 30 日及び 2018 年 9 月―2019 年 2 月）の研究報告書である。

公的年金積立金の運用は、将来にわたる公的年金制度の安定性に資するために、長期的な観点から行われる。積立金の効率的な運用のためには、中長期的な運用利回りと様々な不確実性がもたらしうる影響の評価が必要であり、マクロ経済予測の果たす役割は大きい。他方で、年金制度が実施する「公的年金制度における財政の現況及び見通し」（財政検証）における経済前提の設定に用いられるマクロ経済モデルは、人口構成や成長率等のダイナミクスを内包しているものではない。前例のない規模とスピードで高齢化が進む日本においては、出生率や寿命の変化に伴って人口構造が変化すると同時に、年齢や性別に依存する消費・貯蓄・労働の分布が変わることでマクロ変数も変化し、将来推計に大幅な影響を及ぼす可能性があるため、積立金運用の立場からは、こうした要素を考慮しないモデルを用いて生産要素価格等の推計を行うことには課題があった。

本研究において我々が構築する世代重複（OLG)モデルは、出生・勤労・引退・死亡といった人生の様々な段階に直面する個人が共存し、効用最大化を目的としたミクロレベルの個人の意思決定に基づいてマクロの経済変数が内生的に決定される動学的マクロ経済モデルである。このため、人口構造の動学的な変化による影響を、他の様々な内生・外生変数と整合的な形で織り込みつつ、マクロ経済変数を推計することが可能な分析のフレームワークとなっている。

研究者及び GPIF は、始めにマクロ経済予測の枠組み・手法について研究を行い、分析の基礎となる OLG モデルのプロトタイプを開発した。続いて、本マクロ経済モデルを男女別の労働環境の違いを捕捉できるよう発展させた上で、様々なシナリオの下でシミュレーションを行うことで、各種パラメータの変化がマクロ経済へ与える影響について定量的な分析を行った。具体的には、①男女の就業率・就業形態別人口構成割合・就業形態別収入などの労働市場に係るパラメータ、②出生率や死亡率などの人口動態に係るパラメータ、③公的年金制度の政策上のパラメータ、④全要素生産性（TFP）成長率などマクロ経済に関するパラメータについて網羅的かつ段階的にシナリオを設定し、結果の比較を行った。

結論としては、今後の女性の労働参加の進展、特に非正規雇用などの就業形態の改善がマクロ経済に与える影響が大きいことが明らかになった。これは、足元（2015 年）では女性の労働生産性は男性の三割未満であり、今後大幅な変化の余地があることに起因する。また、全要素生産性（TFP）や出生率の変化などによって、経済活動が活性化されることで、財政状況や賃金水準、その他マクロ変数に影響が与えられることが示された。本研究において構築した理論モデルをカリブ

レーションによって定量化することで、さまざまな変数の詳細な変化率についても数値計算によって明らかにしている。

本報告書の構成は以下のとおりである。続く第 II 章では、先行研究について紹介を行い、本研究との関連を述べる。第 III 章では、研究の柱となる世代重複型モデル（Overlapping Generations Model）と一般均衡概念について説明する。第 IV 章では、第 III 章で解説した理論モデルの解を定義する均衡概念について述べ、実際にコンピュータ上でシミュレーション計算を行う方法について説明する。第 V 章においては、定量分析の結果について解説し、第 VI 章では結論とまとめを述べる。

II. 先行研究と本研究の位置付け

1960 年代に Diamond (1965)らによって開発された世代重複モデルを使った分析は、当時は革新的ではあったものの、さまざまな仮定による制約があった。特に、人生を若年期と老齢期の 2 期間に限定していることで解析的な解を用いた説明が可能であるものの、世代間および世代内格差等のミクロデータに即した分析を行ったり、定量的な政策インプリケーションを導き出したりすることには限界があった。

1980 年代以降、理論的なモデル手法が発展し、それに伴ってコンピュータを使った計算能力が大幅に向上したことで、分析の範囲は大きく拡大した。Auerbach and Kotlikoff (1987)は 55 の異なる年齢層からなる大規模な世代重複モデルを開発し、年金制度など世代間の再分配を伴う政策についての定量分析を行った。1990 年代以降、さまざまな家計や個人の異質性を取り込んだモデルが次々と開発され、個人行動の変化をベースとしたマクロ経済の分析や、政策の変化が経済変数の分布に与える影響などの理解が進んだ。モデルの分析・開発は主に米国の経済を分析対象として発展した。米国のコンテクストで世代間の移転を伴うマクロ経済分析の研究として、De Nardi, French and Jones (1999)、Conesa and Krueger (1999)、Nishiyama and Smetters (2007)、Kitao (2014)などがあげられる。近年は、急速に進行する高齢化の影響への関心から、日本を対象とした研究も活発に行われている（Hansen and Imrohoroglu (2016)、Braun and Joines (2015)、Kitao (2015)、Hoshi and Ito (2004)、Doi, Hoshi and Okimoto (2011), Okamoto（2013）等を参照）。

これらのモデルにおいては、年齢別の詳細な経済行動の分析や、生涯を通じての賃金や資産の異質性について説明することに成功している。本研究ではこうした先行研究の成果に立脚すると同時に、これらの論文には含まれていない要素である、性別による賃金・就業率・雇用形態・生存率

などの違いを取り込んでいる[1]。後節に示すように、男女の間で労働参加率や雇用形態・労働所得に大きな違いがあり、これらの異質性をとらえることは、労働供給をはじめとするマクロ変数や要素価格の変化を精緻に推計するうえで重要な要素となる。また、現状における男女間の異質性のみならず、今後中長期にわたり労働参加や賃金水準がどのように変化するかによって推計にも大きな違いが生じる。マクロ変数の推移をより正確に理解するのに、これらの要素を組み込んだモデルを構築し、安定した年金制度の維持やより良い政策の策定を目指す環境において利用することには意義があると考えられる。

本研究で構築したような世代重複型一般均衡マクロモデルを利用した分析手法は、学術論文とアカデミアにとどまることなく、主要な政策機関、例えば米国の連邦準備銀行や議会予算局（CBO）等の研究部門においても活用され、政策議論に活かされている。長期にわたり進行する人口構造の変化や社会保障制度の在り方は、労働供給や総資本等の変化を通じて金利やマクロ経済変数にも少なからぬ影響を与え、データに即した財政・金融政策の議論には欠かせない要素となっている。本研究ではマクロ経済分析とその将来推計をより精緻に行うためのモデルを、日本におけるミクロデータやマクロ統計に即した形で構築して定量分析を行う。政策にかかわる機関において、これらのモデルが分析手法の一つとして活用されることが期待される。

III. モデル

1. 世代重複（OLG）モデルの概要

マクロ経済を記述する初歩的なモデルであるソロー・モデルでは、企業の生産量が資本、労働及びそれ以外の要素（全要素生産性）の関数（生産関数）として表現される。ここで資本・労働・全要素生産性の成長率は外生的に与えられることになっている。ソロー・モデルを発展させ、資本が内生的に決まるメカニズムを組み込んだモデルに、ラムゼー・モデルや Diamond（1965）に始まる世代重複（OLG）モデルがある。これらのモデルでは、競争的な市場の下で期待効用を最大化させようとする家計を構成する個人と企業の相互作用によって、資本市場における均衡が導かれ資本量とその価格が決定する。

ラムゼー・モデルと世代重複（OLG）モデルの違いは、ラムゼー・モデルが家計を無限期間存続するものと仮定している一方で、世代重複（OLG）モデルでは新しい家計が継続的に生まれ、年老い

[1] Imrohoroglu, Kitao and Yamada (2016)では男女の違いも考慮しているが、一般均衡を伴わない世代会計モデルであり、本研究とは異なる。Kitao, Mikoshiba and Takeuchi (2019)は本研究の分析を発展させた関連論文である。

た家計が最終的に死亡して退出する世代交代を前提としている点である。前者ではすべての家計が、同じ年齢、すなわち無限の残存生存期間を持つのに対し、後者ではある時点において年齢の異なる家計が共存する。本研究で用いるモデル（以下「本モデル」と呼ぶ）は世代重複（OLG）モデルに分類されるとともに、ミクロ変数を積み上げたものがマクロ変数との一貫性を持つ「一般均衡性」という性質を有している。

本モデルにおいてマクロ経済は、個人、企業、政府の三つの経済主体から構成されており、各々の経済主体の経済・財務活動を表す関係式によって記述される。男女別・就業形態別の収入や生存リスクの違い等の要素を組み込むことでモデルの精緻化が図られており、より実態に近い形でマクロ経済見通しが推計可能なモデルとなっている。さらに、一定の年齢で（例えば 65 歳）労働世代から引退世代へと移行するといった仮定をすることなく、労働市場のミクロデータと推計に基づいて労働供給や生涯所得を算出するようにモデルを改善し、より精緻な個人行動の変化がマクロ経済に与える影響を分析することが可能になっている。本研究の目的は、このような新たなモデルを用いて、人口動態や労働市場あるいは財政政策等の様々な社会経済環境の変化がマクロ経済の推計に及ぼす影響を定量的に分析することである。

2. モデルを構成する経済主体と相互の関係

本モデルには個人、企業、政府の三者の経済主体が登場し、各々の活動や相互関係が組み込まれている。家計を構成する個人は世代重複（OLG）モデルで中心的な役割を担っており、生涯にわたる期待効用の最大化を目的として消費と貯蓄の配分を決定する。個人の労働生産性と貯蓄は企業に対して貸し出され、生産要素として用いられる。個人が満たす予算上の関係式（個人の予算制約式）は、時刻tから時刻$t+1$の一期間に、労働収入や年金受給及び貯蓄に対する利子を受け取り、消費及び各種の納税を行うことを示す。死亡した個人の残余資産は生存する個人に均等に再分配されると仮定する。

企業は資本市場において個人から貸与される資本と、労働市場において各個人から提供される労働力とを使って生産活動を行う。そしてこれらの生産要素を使用する対価として、個人に対して資本の借入金利及び賃金を支払う。企業の生産した生産物は、個人の消費、企業の設備投資、政府のその他支出として使われる。

政府は負債の発行及び各種税収入によって必要資金を確保し、負債の償還、年金給付及びその他政府支出を行う。このような、政府が満たすべき関係式、すなわち「政府の予算制約式」は各期において満たされるように数値計算が行われる。

3. 人口設定

本モデルでは、性別・年齢・保有資産（貯蓄）・労働生産性などにおいて様々な状態にある個人が共存する。個人の総数は人口に一致する。モデルのシミュレーションにおいては、1990 年から超長期の 2500 年までを移行経路として計算を行う。人口の設定は、1990～2014 年については「国勢調査人口（総務省）」及び国勢調査人口から推計される「10 月 1 日推計人口（総務省）」を使用し、2015～2115 年については「将来推計人口（IPSS）（社会保障・人口問題研究所）」の性・年齢別人口を使用した。また推計のない 2116 年以降については、生存率が 2115 年以降は不変、かつモデル上経済活動を開始する 20 歳における成人人口が一定率の成長率で推移するとの仮定を置いて算出した。

各個人は年齢$i = 1$（20 歳に相当）で経済活動を始め、最長で$i = I$まで生存するものとする。 g は性別を指し、$\{m, f\}$（男性・女性）いずれかの値をとるものとする。$s_{i,g,t}$は、$t-1$期において性別 g、年齢$i-1$の個人がt期までの一期間生存し続ける確率を表す。これを用いると、個人が経済活動開始以来、 t期で年齢i を迎える確率$S_{i,g,t}$は

$$S_{i,g,t} = \prod_{k=1}^{i} s_{k,g,t+(k-i)}$$

と表される。ここで$S_{1,j,t} = s_{1,g,t} = 1$、$S_{I+1,g,t} = s_{I+1,g,t} = 0$とする。

$\mu_{i,g,t}$によってt期における年齢i、性別gの人口（個人の総数）を表す。将来推計人口（IPSS） データの末端である 2115 年以降では、新しいコーホートのサイズ$\mu_{1,g,t}$は成長率$n_{g,t}$で推移すると仮定している。

4. 個人の選好および予算制約

各個人のt期における効用は、この期における年齢i、性別gの個人消費$c_{i,g,t}$を用いて以下によって表される。

$$u(c_{i,g,t}) = \frac{c_{i,g,t}^{1-\theta}}{1-\theta}$$

個人は、一生涯にわたる期待効用Uを最大化するように行動し、可処分所得を貯蓄と消費へ配分する。一生涯の期待効用Uとは、各時点における効用uの割引現在価値の総和であり、t期に経済活動を開始する（すなわち年齢$i = 1$の）個人においては

$$U = \sum_{i=1}^{I} \beta^{i-1} S_{i,j,t+i-1} \frac{c_{i,j,t+i-1}^{1-\theta}}{1-\theta}$$

と表される。ここで割引率βは個人が現在あるいは将来の消費に抱く主観的な重要度（主観的割引率、subjective discount factor）を表している。

各期における個人の収入・支出については以下の関係が成り立つ。これを個人の予算制約式という。

$$(1+\tau_{c,t})c_t + a_{t+1} = y_{i,g,t} + [1+(1-\tau_{a,t})r_t](a_t + b_t)$$

t期の資産a_tに、死亡者からの偶発的な遺産の分配 b_t、労働と年金による収入$y_{i,g,t}$、金利収入$r_t(a_t+b_t)$を加え、消費支出c_t及び各種税を支払った後に残るものが$t+1$期の資産a_{t+1}となる。

消費税率$\tau_{c,t}$は2020年より10%に引き上げられるものとし、資産所得税率$\tau_{a,t}$は一定率35%と設定している。$\tau_{w,t}$は後述するように、モデルの均衡において政府予算制約を満たすように決定される。

5. 個人の可処分所得

個人の収入$y_{i,g,t}$は労働による収入と年金受給開始年齢（NRA、Normal Retirement Age）以後に受け取る年金給付から税の支払いを除いた分となる。

労働による収入について

モデルにおいて経済活動に従事する各個人は、市場に対して毎期労働生産性$\varepsilon_{i,g,t}$（労働の効率単位、efficiency unit と呼ばれる）に相当する労働力を提供する。本モデルにおいて賃金$\mathrm{w_t}$はこの労働生産性1単位当たりの賃金を表す。そのため、t期に年齢i、性別gの個人が受け取る労働による税引き前収入は$\tilde{y}_{i,g,t} = w_t \times \varepsilon_{i,g,t}$と表される。労働による収入には税率$\tau_{w,t}$の税負担が生じる。この中には社会保険料など、労働所得に対して課される負担がすべて含まれているとする。

年金給付について

年金受給開始年齢I^R以降は年金受給が発生する。なお、本モデルには確定的な引退定年があるわけではなく、個人は年金受給開始後も労働を行うこともあると想定している。年金受給額を$p_{i,g,t}$で表し、以下のように算出する。

$$p_{i,g,t} = \kappa_t \frac{W_{i,g,t}}{I^R - 1}$$

ここで$W_{i,g,t}$は個人の現役時代（年齢$i=1$から年齢$i=I^R-1$）を通しての平均的な労働所得を表しており、

$$W_{i,g,t} = \begin{cases} \tilde{y}_{i,g,t} & (\mathrm{i} = 1 \text{ の場合}) \\ \tilde{y}_{i,g,t} + W_{i-1,g,t-1} & (1 < i < I^R \text{の場合}) \\ W_{i-1,g,t-1} & (i \geq I^R \text{の場合}) \end{cases}$$

と再帰的に算出される。κ_tは現役時代を通しての平均所得と年金受給額の比率を示す係数で、本モデルにおける年金の代替率として考えることができる。 個人の収入は年齢に応じて以下のように与えられる。なお、労働供給を一切行わない場合は、$\tilde{y}_{i,g,t} = 0$ となる。

$$y_{i,g,t} = \begin{cases} (1-\tau_{w,t})\tilde{y}_{i,g,t} & (1 \leq i < I^R \text{の場合}) \\ (1-\tau_{w,t})\tilde{y}_{i,g,t} + p_{i,j,t} & (i \geq I^R \text{の場合}) \end{cases}$$

6. 男女別労働生産性の導出

t期における、年齢i、性別gの個人が労働市場に提供する労働力が労働生産性$\varepsilon_{i,g,t}$である。実際のデータを用いてモデルにおいて使用する生産性を推計するが、当然のことながら同じ年齢・性別の個人の間にも雇用形態や収入の違いが存在し、モデルで用いる労働生産性$\varepsilon_{i,g,t}$はこれらの平均値として考えられる。

本モデルにおいては、複数のミクロデータを用いて、年齢・性別ごとの就業率、雇用形態（正規・非正規・自営業）の分布および収入を計算したうえで労働生産性を算出している。具体的には全人口を男女別、正規雇用（R）、非正規雇用（C）、自営業（S）、非就業（N）の 4 つの就業形態に分解し、各区分の人口分布及び労働収入分布を加重平均することで設定している。すなわち、就業形態別の人口分布を$\mu^R_{i,j,t}$、$\mu^C_{i,j,t}$、$\mu^S_{i,j,t}$、就業形態別の収入（税引き前）を$\tilde{y}^R_{i,j,t}$、$\tilde{y}^C_{i,j,t}$、$\tilde{y}^S_{i,j,t}$とすると、

$$\varepsilon_{i,\mathrm{j},t} = \left(\tilde{y}^R_{i,j,t}\mu^R_{i,j,t} + \tilde{y}^C_{i,j,t}\mu^C_{i,j,t} + \tilde{y}^S_{i,j,t}\mu^S_{i,j,t}\right)/\mu_{i,j,t}$$

によって労働生産性を計算している。

使用データ

性別・就業形態別の就業者数は「労働力調査（総務省）」を用いて設定している。性別・就業形態別の収入分布は、正規・非正規雇用者については「賃金構造基本統計調査（厚生労働省）」の給与データを用いて、自営業者については「就業構造基本調査（総務省）」の所得データを用いて計算している。

図 1 は労働力調査（2015 年）に基づき計算された労働参加率を男女別にプロットしている。本研究においては、モデルの定義と一貫性のある方法で労働参加率を定義している。具体的には、各年齢・性別における正規・非正規・自営業者の合計数と人口との比率である。完全失業者および

労働収入の発生しない家族従業者については本研究における労働参加率の定義に含めていない。以下、労働参加率の将来推計についてのシミュレーションを行う際にも同様の定義で計算を行う。

図 1 で示されるように 20 代前半を除いて、女性の労働参加率は男性の水準を大きく下回っており、結婚や出産・育児を理由として労働市場から女性が退出することに伴って生じる、いわゆる“M 字カーブ”といわれる参加率の低下が 20 代後半から 30 代にかけて生じている。

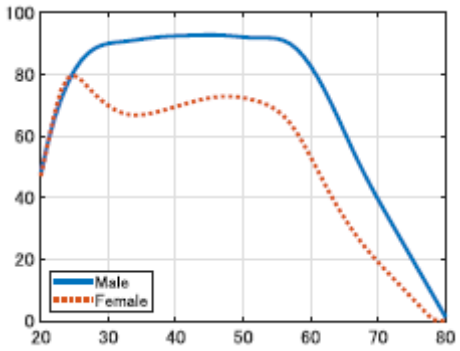

図 1　男女別の各年齢における労働参加率

図 2 は、労働力調査に基づき、図 1 で示した労働参加率を雇用形態ごとに分解している。青の実線で示す正規雇用者（Regular worker）割合の推移は、男性については全体の労働参加率と似た形状となっているが、女性に関しては、M 字カーブの参加率低下局面において低下したのち、上昇することはなく逆 V 字の形状を示している。代わりに赤点線で示す非正規雇用者（Contingent worker）の割合が 40 代後半から 50 代にかけて増加している。

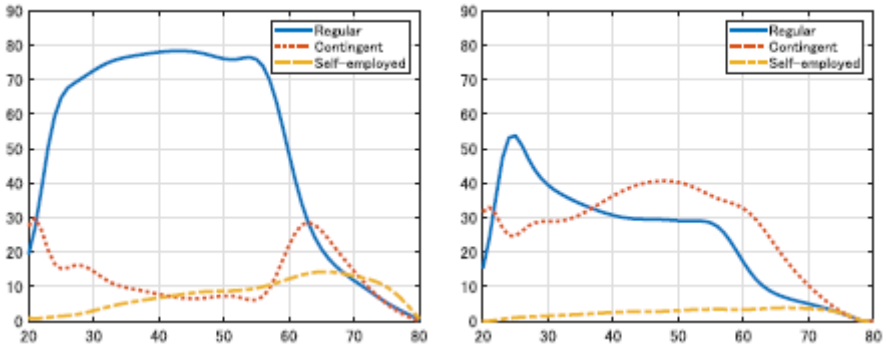

図 2　雇用形態分布（左：男性、右：女性）

（青実線：正規雇用、赤点線：非正規雇用、黄点実線：自営業）

図 3 は雇用形態別の平均賃金を各年齢・性別ごとに計算したものである。同じ雇用形態内においても男性と女性の労働収入は異なり、また同じ性別内においても雇用形態・年齢によって水準が大きく異なることがわかる。

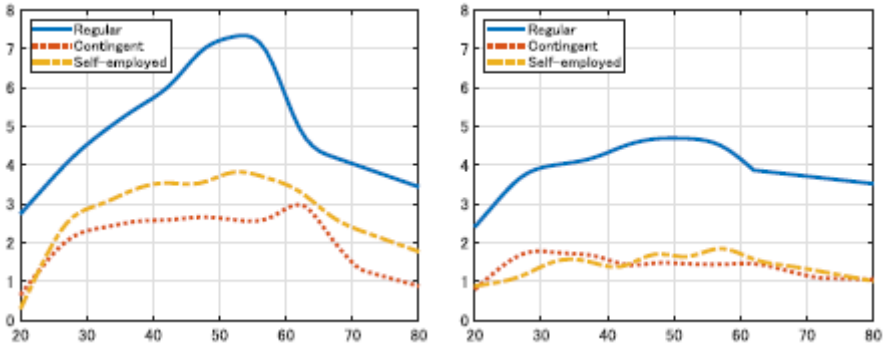

図 3　雇用形態別平均労働収入（左：男性、右：女性）

これらの分布データをもとに計算された平均労働生産性は図 4 に示す通りである。2015 年の統計データを基に計算された数値であるが、後述するようにシミューレーションにおいてはこれらの雇用形態分布や賃金が今後数十年にわたって変化する場合の影響についても分析を行う。

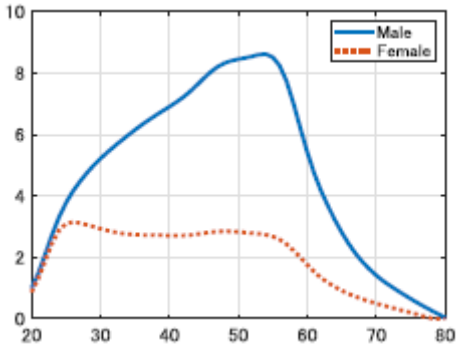

図 4　年齢・性別ごとの平均労働生産性

7. 年金代替率について

年金代替率を示すパラメータκ_tは、モデルにおける現役時代を通しての平均的な収入に対する年金受給額の割合であった。「公的年金制度における現況及び見通し」（いわゆる財政検証）においては所得代替率という指標が重要であるが、所得代替率はいわゆる「モデル世帯」（夫は 40 年間厚生年金に所属し、妻は専業主婦）を想定した給付水準を表しており、厚生年金保険男子被保険者の平均的な収入に対するモデル世帯の年金額の割合である。本モデルで定義する代替率と類似の指標であるが、内容・定義が異なることに留意が必要である。

平成 26 年財政検証の結果（ケース E）では、2043 年にマクロ経済スライドが終了する見通しとなっており、所得代替率は足元の 62.7%から 50.6%まで約 20%減少する。分析の基準となるシミュレーション（以下、「ベースラインモデル」あるいは「ベースラインのシミュレーション」などと呼ぶ。）においては、代替率を一定と仮定しているが、年金給付水準の低下を想定したシナリオにおいては、この財政検証の結果を参考にして、将来的には代替率が 20%減少し、その後一定で推移するものと仮定している。

足元（2015 年）における年金代替率κ_0は後述のカリブレーションと呼ばれる計算過程を通して設定する。具体的には、モデル内で計算される年金給付総額が GDP に占める割合（2015 年）が同時点での実績値（9.5%）と合致するように代替率をκ_0 を調整することで値を決定する。

8. 企業の活動と生産要素価格

企業は、個人から提供される資本及び労働力の供給・貸出を受けて生産活動を行う。企業自体は資本及び労働力を保有しないものと仮定している。企業の生産はコブ＝ダグラス型生産関数に従うとしており、t期においてA_tを全要素生産性、K_tを総資本、L_tを総労働供給とすると生産量は$F_t = A_t K_t^a L_t^{1-a}$で表される。資本分配率である$\alpha$は 0.4 とする。また資本は一定率 $\delta = 0.07$で減耗するものとしている。全要素生産性A_tは外生的な割合λ_tで増加すると仮定する。ベースラインのシミュレーションにおいては、λ_tの値を 1.0%とするが、より悲観的および楽観的なシナリオについても検討し、0.5%および 1.5%を仮定したシミュレーションも行う。

企業は資本及び労働力の対価として個人に対して資本の貸借料（金利r_t）及び給与（賃金w_t）を支払う。競争的な市場環境を想定しているので、金利及び賃金はそれぞれ資本及び労働を追加的に一単位追加した際の生産物、すなわち生産要素の限界生産性に等しく、$r_t = \frac{\partial F_t}{\partial K_t} - \delta$、$w_t = \frac{\partial F_t}{\partial L_t}$と表される。

モデルの構築にあたっては、コアとなる変数の説明や推計に必要となる要素を組み込むことを条件として、現実の世界を数値計算による分析が可能な状態に単純化する。本モデルでの企業の最適化行動については、利潤最大化を求める競争的な企業行動を想定し、要素価格が限界生産性に等しい水準まで資本および労働の各要素が生産に投入されると仮定している。そのため企業レベルにおいては課税対象となる利潤は発生せず、生産による資本および労働の対価支払いは個人のレベルで所得として認識されたうえで課税が行われる。個人と企業の間の資本の貸し借りは現実的には直接的な資本市場のみならず金融機関を通じて間接的に行われるが、ここでは仲介に携わる金融機関の存在は明示的にモデル化されていない。また、個人の貯蓄は、価格調整を通じて資本として投資され生産に使われるものとするという仮定がおかれている。

9. 政府の活動

政府は、負債の発行、民間セクターからの税収入を資金源として、国債の償還と金利支払い、年金給付、その他政府支出を行う。このような政府の財務活動は以下の関係式、「政府の予算制約式」に集約される。

$$G_t + (1 + r_t)B_t + \sum_{i=I^R}^{I} \sum_{g} p_{i,g,t}\mu_{i,j,t}$$

$$= \tau_{w,t} w_t \sum_{i,g} \mu_{i,g,t}\varepsilon_{i,g,t} + \tau_{a,t} r_t \sum_{i,g} \mu_{i,g,t}(a_{i,g,t} + b_t) + \tau_{c,t} \sum_{i,g} \mu_{i,j,t} c_{i,j,t} + B_{t+1}$$

ここでB_{t+1}はt期の負債発行額、G_tはt期のその他政府支出である。この予算制約を満たし、等式を成立させるためには何らかのパラメータが調整される必要がある。本モデルにおいては、政府は労働所得に係る税率$\tau_{w,t}$を調整して税収入を得るものと仮定する。税率の変化をモデルの中で計算することによって、人口構造の変化やそれに伴うミクロ・マクロ変数によって税負担がどのように変化するかをとらえている。また、労働参加率の変化や、年金制度シナリオ、全要素生産性の成長率についての分析を行う際にも同様に、税率$\tau_{w,t}$を調整することで予算制約を満たすことを均衡条件の一つとしている。

政府の負債B_tは、2015 年の政府債務比率の実績を参考に、総生産量(GDP)の 156%と設定した。また政府支出G_tについては、2015 年の政府最終消費支出の対 GDP 比率の実績を参考に、総生産量(GDP)の 20%と設定した。

IV. 一般均衡の定義・数値計算によるシミュレーション

1. モデルの解と一般均衡の定義

本モデルは一般均衡に基づいた世代重複型（OLG）モデルであり、ミクロ変数（個人に関する変数）を積み上げたものが均衡においてマクロ変数（マクロ経済変数）との一貫性を保つことが特徴である。モデルの解が成立する均衡においては以下の条件が満たされる。

- 個人は前章で解説したように、選好に基づきライフサイクルにおいて可処分所得を最適に配分している。その結果、最適な消費・貯蓄行動が決定される。

- そのように決定された個人の保有資産と受け取り遺産の合計$\sum_{i=1}^{I}\sum_{g}(a_{i,g,t}+b_t)\times\mu_{i,g,t}$は企業の総資本及び政府の借入として使われる。よって、均衡においては以下の条件が満たされる。

$$\mathrm{K_t}+\mathrm{B_t}=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j}(a_{i,j,t}+b_t)\times\mu_{i,j,t}$$

- 同様に、個人の供給する労働生産性の総和が企業の総労働投入量となる。

$$L_t=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j}\varepsilon_{i,j,t}\times\mu_{i,j,t}$$

- 企業が資本の借入と労働の対価として支払う金利および賃金は、それぞれの限界生産物の価値と一致する。

$$r_t=\frac{\partial F_t}{\partial K_t}-\delta$$

$$w_t=\frac{\partial F_t}{\partial L_t}$$

- 企業の生産物F_tは、個人の総消費、政府支出、企業の設備投資（総資本の変化）に使われる。

$$F(A_t,K_t,N_t)+(1-\delta)K_t=\sum_{i=1}^{I}\sum_{g}c_{i,g,t}\times\mu_{i,g,t}+G_t+K_{t+1}$$

- また、政府の各種税収入は個人の税支出の総和、政府の年金給付総額は個人の年金受給額の総和に一致する。ベースラインモデルにおいては労働所得に課される税率$\tau_{w,t}$の調整によって政府の予算制約が満たされるとする。

$$政府の消費税収入= \tau_{c,t} \sum_{i=1}^{I} \sum_{g} c_{i,g,t} \times \mu_{i,g,t}$$

$$政府の資産所得税収入= \tau_{a,t} \sum_{i=1}^{I} \sum_{g} r_t \left(a_{i,g,t} + b_t\right) \mu_{i,g,t}$$

$$政府の労働所得税収入= \tau_{w,t} \sum_{i=1}^{I} \sum_{g} \varepsilon_{i,g,t} \times w_t \times \mu_{i,g,t}$$

$$政府の年金給付支出= \sum_{i=I^R}^{I} \sum_{g} p_{i,g,t} \times \mu_{i,g,t}$$

- 各個人が受け取る偶発的な遺産の受取額は、遺産総額を生存する人の数で除したものに等しい。

$$b_t = \frac{\sum_{i=1}^{I-1} \sum_{g} a_{i+1,g,t} (1 - s_{i+1,g,t}) \mu_{i,g,t-1}}{\sum_{i=1}^{I} \sum_{g} \mu_{i,g,t}}$$

2. カリブレーションと数値計算のステップ

本モデルにおいては様々なパラメータの設定が必要であり、この設定作業をカリブレーションという。パラメータの設定には、労働生産性や TFP 成長率、資本減耗率のようにデータに基づいて設定する場合と、モデルの内部で計算される数値がデータと一致するように設定される場合の 2 種類の方法がある。後者の、モデル内部で行われるカリブレーションは、以下の 1～4 の一連のプロセスを通じて遂行される。

1. カリブレーション・ターゲットの設定:モデル上で足元の経済状態をデータに合致させるために、ターゲットと呼ばれる目標対象とその目標値を設定する。本モデルでは、2015 年における総資本・GDP 比率、および年金総給付額・GDP 比率をターゲットとし、その目標値をそれぞれ実績である 320%、9.5%と設定している。

2. カリブレーション・パラメータの仮置き:モデルにおいて算出されるターゲットが目標値に一致するよう調整を行うために動かすことができるパラメータをカリブレーション・パラメータと呼ぶ。本モデルでは主観的割引率β、および足元の年金代替率κ_0が該当する。適当なβ及びκ_0を探索するために、はじめにこれらの値を仮置きする。

3. 仮置きされたカリブレーション・パラメータの下で、モデルの均衡を求め、全ての変数を計算する。このプロセスにおける実際の計算については以下を参照。

4. 計算されたモデル上の諸変数を用いてモデルにおいて導出されるターゲットの値を計算し、これが目標値に一致すれば終了。不一致であれば、カリブレーション・パラメータを調整して再度プロセス 3 を行う。

次に、上記のプロセス 3 において行われる均衡の導出について説明したものが、以下の4ステップである。シミュレーションにおいては、1990 年を「初期定常状態」という最初の期として、「最終定常状態」という最終年までの各期における均衡の計算を行う。コンピュータ上では最終定常状態へスムーズに経済変数が収斂するよう非常に長い期間での計算（～2500 年まで）を行っている。計算においては、初めに移行過程の最初と最後の点である、初期定常状態および最終定常状態の均衡を求め、次にその 2 時点間の移行経路を導出する。

1. 均衡における解となるマクロ変数（総資本、税率、偶発的な遺産の額）の値を仮置きする。

2. これらの仮置きされたマクロ変数を所与として、各期における生産要素価格（金利・賃金）、個人の最適化問題から導かれる消費と貯蓄のプロファイルを計算する。

3. 各期におけるマクロ変数と、ステップ 2 において計算された個人の貯蓄・労働供給を基にモデルの解が示唆するマクロ変数（総資本および偶発的な遺産の額）を計算する。さらに個人の税支払いと政府が支払う歳出額を基に、政府の財政均衡条件が満たされているかをチェックする。

4. マクロ変数の値が仮置きした値と一致し、かつ政府の財政均衡条件が満たされていれば計算は終了、そうでなければ仮置きするマクロ変数の値を調整したうえでステップ 2 に戻り再度計算を行う。

本モデルにおけるような複数の個人の最適化問題が伴う計算においては、解析的な解が存在しないため、Matlab や Fortran といった数値計算用のソフトウェアを使って計算が行われるのが一般的である。本モデルの計算においても Fortran を用いている[i]。

V. 定量分析の結果

1. ベースラインモデルの分析

はじめに、ベースラインモデルにおけるマクロ経済変数の推移について定量分析結果を解説する。上述のように、最終定常状態への収斂をスムーズなものにするというテクニカルな理由から、シミュレーションの計算自体は 1990 年から 2500 年までの超長期に渡って行っているが、以下の説明においては 2015 年～2070 年までの中長期の推計に焦点を当てる。

総労働供給

図 5 は 2015 年以降の総労働供給の推移を示している。総労働供給L_tは個人が労働市場に提供する労働生産性の総和であり、人口分布と性別・雇用形態属性の分布に依存する。2030 年頃から総労働供給の急落が始まることが見て取れるが、これは労働生産性の高い 50 歳付近の年齢帯を団塊ジュニア世代が通過することにも対応している。2040 年頃には団塊ジュニア世代が定年を迎えて労働市場から急速に退出し、総労働供給の急落局面は終わり緩やかな減少傾向に移る。2060 年以降は、足元時点で 20 歳であった人口が定年を迎えて人口分布自体が安定するため、総労働供給の低下速度は減少するものの、出生率の大幅な改善がない限り労働人口の減少は続く。

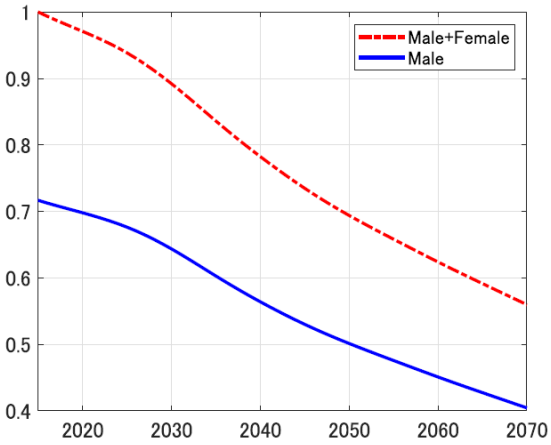

図 5　労働供給の推移（青：男性、赤：男性＋女性）（2015 年の合計値を 1 として標準化）

図 5 で示されるように、2015 年時点で総生産性からみた女性の労働供給はマクロ全体の 30%を下回る水準であり、拡大の余地があることがうかがえる。ベースラインモデルにおいては、2015 年以降も労働参加率・雇用形態・属性ごとの生産性などが変化しないことを仮定しているため、男女比

率に大きな変化は見られない。次節で分析するように、女性や高齢者の労働供給に変化が生じれば、総労働供給も変動し、マクロ変数にも大きな影響が及ぶ。

総資本ストックの推移

図 6 はベースラインモデルにおける総資本の推移を示している。ここで示すグラフは、全要素生産性（TFP）の外生的な成長による部分とそれ以外の部分を明確にするため、前者による効果を除いて定常化して表した総資本水準の推移である（換言すると、TFP 以外の変化が存在しない場合、定常化した総資本の値は一定で不変となる）。

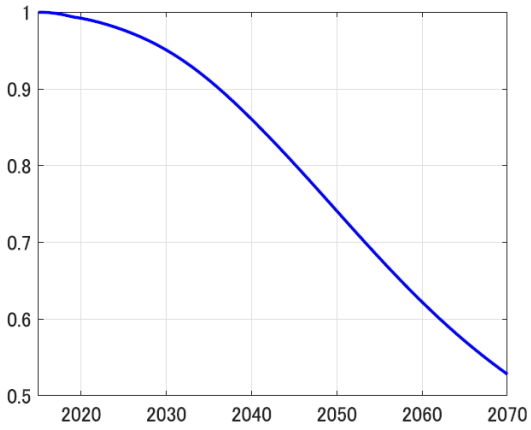

図 7　総資本の推移（2015 年の値を 1 として標準化）

前節において均衡の定義で述べたように、本モデルにおいて総資本ストックK_tは個人の保有する資産の総和から政府債務残高を引いた値に一致する。個人は現役時に引退に向けて貯蓄を行い、引退後に年金を受給しつつ貯蓄を切り崩して生活する。寿命が延びて高齢化が進むことで、引退後の平均生存年数が延びるため、貯蓄インセンティブは増加する。一方、貯蓄を切り崩し、消費に向ける高齢者の絶対数が増えると同時に、高齢者が全人口に占める割合が増えること、また人口が低下することで貯蓄者の数が減少することは総資本の減少要因となる。どちらの効果が強いかは自明ではないが、シミュレーション結果によると定常化した総資本の値は低下を続け、2070 年には 2015 年の 50%強の水準にまで低下する。

総生産量の推移

総生産量(GDP)Y_tの推移は、総労働供給L_tと総資本ストックK_t、及び一定率で増加する全要素生産性(TFP)の動向によって説明され、図 8のように示される。総資本と同様、TFP上昇の影響を取り除いて定常化した水準が示されていることに注意が必要である。

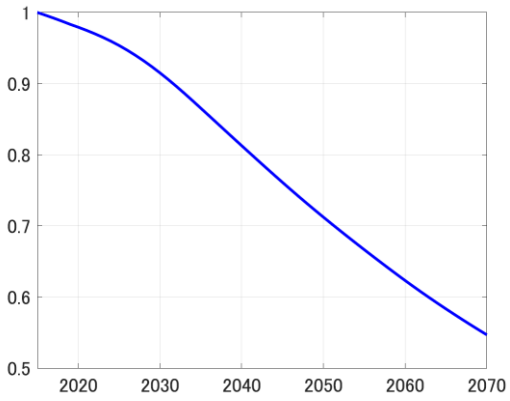

図 8　総生産（GDP）の推移（2015年の値を1として標準化）

総資本ストックの総生産量(GDP)に占める割合は 2015 年の時点でターゲットとしている実績の320%に一致している(図 9参照)。2040年初頭にかけて単調に増加し、それ以降は資本が減少する影響が相対的に強くなることから減少に転じる。図 10 で示す総資本と労働供給の比率も同様の形状となっている。

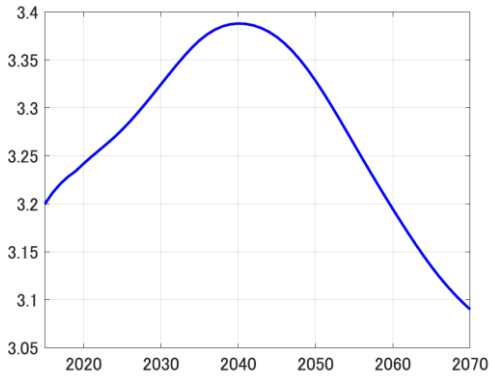

図 9　資本／GDP比率

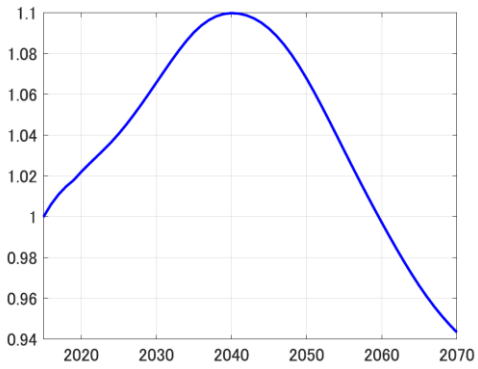

図 10　資本／労働比率（2015 年の値を 1 として標準化）

利回り及び利潤率の推移

本モデルにおける金利水準は資本の限界生産性から資本減耗率を引いた水準に等しく、$r_t = \frac{\partial F_t}{\partial K_t} - \delta = \alpha \frac{Y_t}{K_t} - \delta$ なので、その動きは上で示した総資本ストックの総生産量（GDP）に対する割合の逆となる。賃金は労働の限界生産性として与えられ、資本／労働比率と同じ方向に動く。図 11 に賃金と金利の推移を示す。資本の労働に対する比率が上昇する際には、生産要素としての労働の価値が資本に対して相対的に上昇する。その結果、賃金には上昇圧力が生じ、相対的に安価となる資本の価格である金利水準には下落圧力となる。

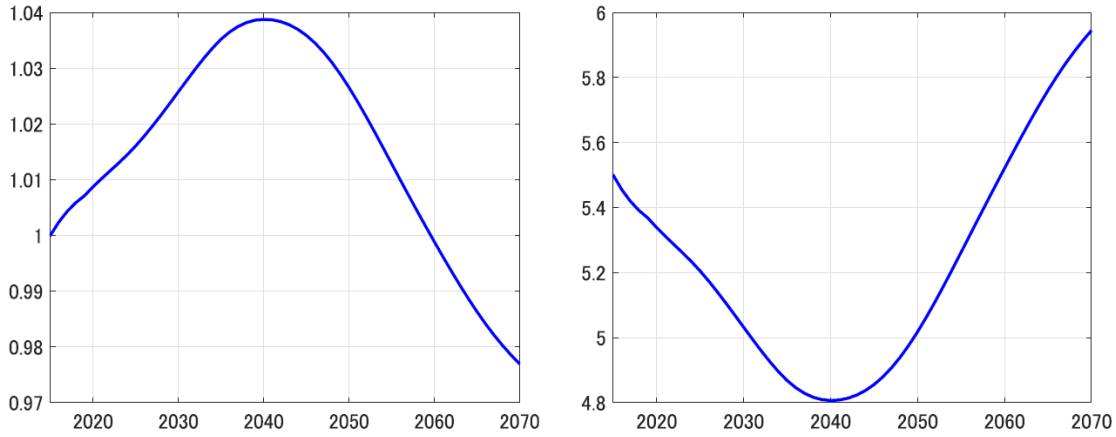

図 11　賃金（左）および金利（右）水準の推移（賃金は 2015 年の値を 1 として標準化）

賃金上昇率の推移

日本の公的年金制度は(修正)賦課方式であり、現役世代の保険料納付および国庫負担を基に高齢者の年金受給を賄っている。現役世代(第二号被保険者)の保険料は給与所得の一定割合として納付されるため、賃金に連動している。一方、高齢者の年金受給についても、平成 16 年の制度改正によって毎年度賃金による年金額改定が行われる枠組みが作られた。そのため、収入・支出ともに賃金に連動する日本の公的年金制度においては、賃金の成長率は特別な意味を持っている。

図 12 はモデルが示唆する 2070 年までの賃金上昇率を示している。ここでは、一般的に用いられる賃金成長率との一貫性のため、全要素生産性(TFP)の成長による効果も加味した(実質)成長率をプロットしている。

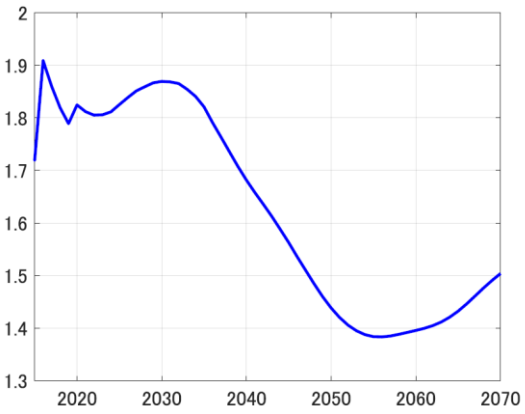

図 12　賃金上昇率（%）

モデルから導き出される賃金は労働の限界生産性に等しく、$w_t = \frac{\partial F_t}{\partial L_t} = (1-\alpha)A_t\left(\frac{K_t}{L_t}\right)^{\alpha}$であった。

そのため、賃金上昇率は総資本ストック成長率、総労働供給成長率そして全要素生産性成長率の寄与に分解できる。総労働供給が 2030 年代に急減し、2040 年代以降はより緩やかに低下していくことから、賃金上昇率は 2030 年代半ばにピークとなっている。総資本ストックが 2040 年までは急増しその後は低下を続けることから、賃金上昇率は 2050 年代にかけて低下し、以後は緩やかに増加する結果となった。

年率 1/(1−α)の全要素生産性による成長効果の影響を除いて定常化した賃金の成長率は、2040 年以降はマイナスとなることも指摘する。

年金給付の推移

年金給付の総生産量(GDP)に対する割合は前述のように、カリブレーションのターゲットとしている量であり、**図 13** に示すように足元では実績の 9.5%に一致している。将来的に高齢者割合が上昇するのに伴い年金給付も増加してゆくが、特に団塊ジュニア世代が引退を迎え始める2030年半ば以降の増加が大きい。ベースラインモデルにおいては、マクロ経済スライドによる年金給付額調整による給付水準の低下は織り込んでおらず、現在の代替率に変化がない場合、2070 年には年金給付総額はGDPの約18%程度にまで上昇する結果となった。後節において、代替率が20%程度減少するシナリオでの分析結果についても論じる。

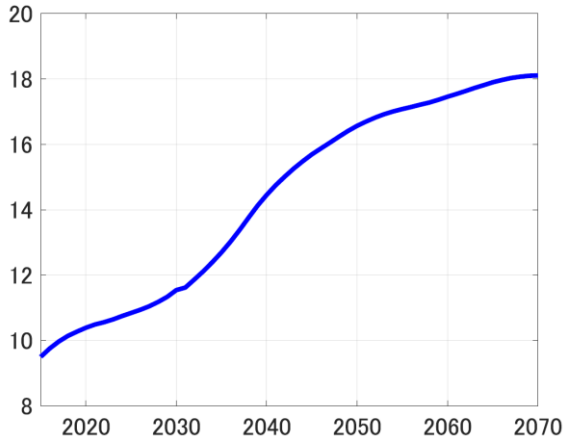

図 13　年金総給付額／GDP 比率（%）

労働所得に係る税率の推移

本モデルの解説の際にも述べたように、政府は必要資金を調達し予算制約式を満たすために、労働所得に係る税率$\tau_{w,t}$を調節すると仮定して計算を行っている。図 14 は予算制約式を満たすために必要な税率(均衡税率)の推移を示している。

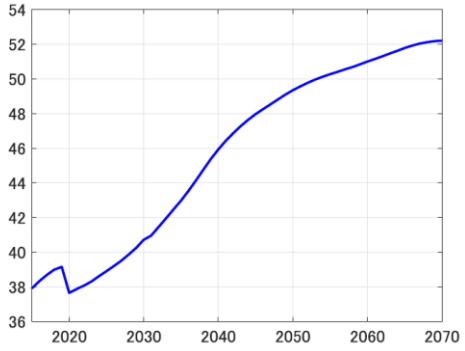

図 14　政府予算制約を満たすのに必要な労働所得均衡税率（%）

2020 年に谷があるが、これは消費税の引き上げ(8%→10%)が組み込まれているため、政府は労働所得に係る税率を下げても予算制約を満たすことが可能になるためである。高齢化が進み、年金給付が増大すると同時に勤労世帯の数が減り課税ベースが縮小するのに従って、労働所得に係る均衡税率が上昇する結果となっている。現状維持のために必要となる税の規模は大幅に拡大するが、Kitao (2015)や Braun and Joines (2015)等の先行研究においても同様の結果が示されている。

2. シナリオ分析：労働供給

ベースラインモデルにおいては、男女それぞれの労働参加率・雇用形態・生産性に関して 2015 年時点でのデータに基づいてカリブレーションを行い、これらの水準が移行過程において変わらないと仮定している。本節においては、これらの仮定を緩め、労働供給が将来変化した場合、ベースラインモデルで観察された推計結果がどのように変化するかを分析する。

労働参加率の将来シナリオとして、独立行政法人労働政策研究・研修機構（JILPT）による労働需給の推計を使用する。推計の手法・使用されたデータ等については本報告書の付録ページを参照されたい。

図 15 は、JILPT による労働参加率の推計（2025 年および 2040 年）を示している。過去のトレンドを示す数値として、労働力調査に基づく 2002 年および 2015 年の実績データも同じ図にプロットしている。

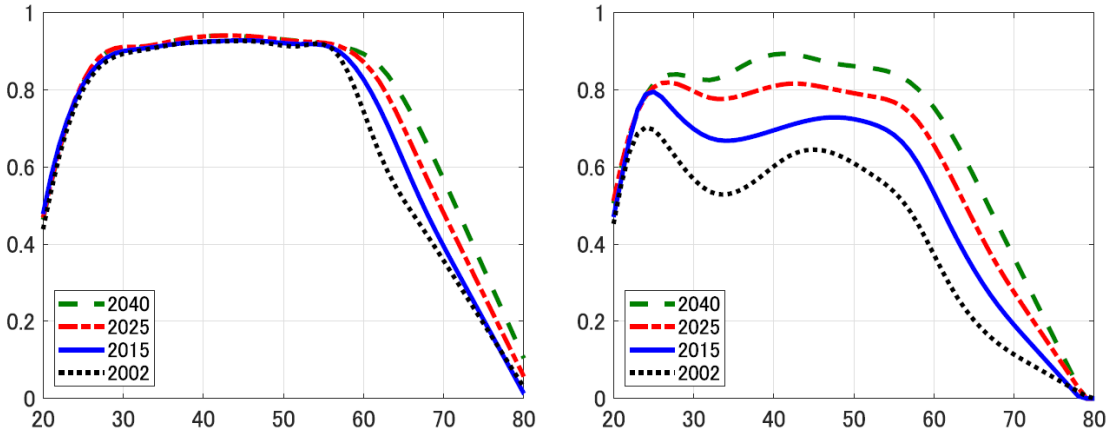

図 15　労働参加率（労働力調査　2002 年・2015 年、JILPT 推計 2025 年・2040 年）

過去約 15 年の間、男性については 20 代から 50 代半ばまでの年齢層の参加率には大きな変化はないが、50 代後半以降の参加率は 2000 年代から上昇している。JILPT の推計によれは、今後 20 年にわたりトレンドに沿った上昇を続けることが見込まれる。

女性についてはさらに大きな変化が生じており、これまで 20 年代前半を除くほぼすべての年齢層で参加率が上昇している。とりわけ 30 代のいわゆる“M 字カーブ”の落ち込み部分の回復が大きい。将来推計においてもこのトレンドが継続するとされており、2040 年には M 字カーブの落ち込みはほぼなくなり、ピーク年齢における参加率も男性のそれとほぼ変わりない水準にまで上昇するとの推計が示されている。

本研究においては、女性の労働参加率の変化がマクロ経済に与える影響に着目して 3 つの異なるシミュレーションを行う。第一に、上述の JILPT 推計に基づき、2015 年から 2040 年にかけて年齢別の参加率が上昇すると仮定する。労働市場においては、労働参加率に加えて雇用形態ならびに各雇用形態における生産性についても男女の間で大きな違いがあることは説明した。この第一のシナリオでは、後者すなわち雇用形態と生産性の分布は変わらず、参加率のみが上昇すると仮定する。

第二のシナリオとして、女性の労働参加率に加え、雇用形態分布についても変化が生じると仮定した。具体的には、2015 年の分布が 2040 年にかけてゆるやかに 2015 年の男性の雇用形態分布に収斂するとした。第三のシナリオでは、労働参加・雇用形態に加え、雇用形態ごとの生産性も 2040 年までに男性の水準に達するとした。第一のシナリオと第二のシナリオ、第二のシナリオと第三のシナリオの結果をそれぞれ比較することで、参加率のみならず雇用形態と生産性の変化がそれぞれマクロ経済にどのような影響を与えるかが分析できる。

図 16 はベースラインのシミュレーションと、第一、第二、第三のケース(それぞれ LFP-1、LFP-2、LFP-3 と呼ぶ)において総労働供給が時系列的にどのように変化するかを示したグラフである。労働参加率の上昇(LFP-1)によって、2030 年時点でベースラインモデルに比べて 5.6%、2045 年で 7.8%総労働供給は増加する。これだけでも大幅な増加ではあるものの、雇用形態や生産性も上昇した場合(LFP-2、LFP-3)、労働供給はさらに増加する。雇用形態が男性の分布と同様になる LFP-2 のケースでは、2030 年にはベースラインモデルの 12.1%、2045 年には 18.8%の増加となる。また、生産性も男性水準に収斂する LFP-3 のケースでは 2030 年には 22.4%、2045 年には 37.7%増となる。

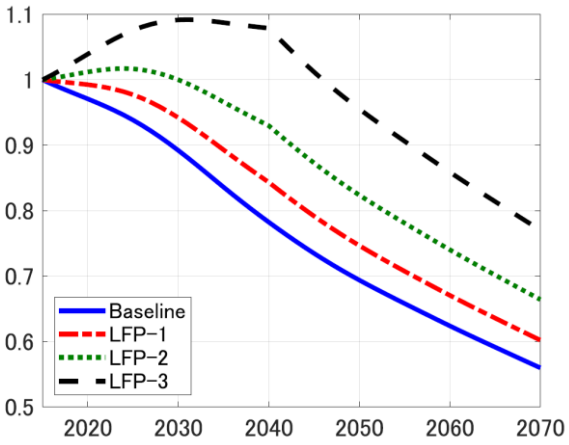

図 16　労働供給：女性の労働供給シナリオ

これらの労働生産性の上昇は、JILPT の推計に基づいた変化であるが、こうした変化が実際に起きた場合、マクロ変数はどのように変化するであろうか。図 17 は、労働供給の三つのシナリオの元での総資本と総生産の移行経路を示している。

労働供給が徐々に増加することで、労働所得の成長率が上昇すると同時に、生涯所得が上昇する。現時点の所得が将来所得に比較して相対的に低下することから、貯蓄を減らして消費を増やす効果が生じる。またそれと同時に、生涯所得の上昇により貯蓄水準が上昇する効果も起きる。初期の段階においては前者の効果が強い結果、2030 年代半ばまではいずれのシナリオにおいてもベースラインモデルに比べて総資本が低下している。ただし、その後は貯蓄水準が上昇するとともに総資本も増え、総生産においてもプラスの効果が生じている。

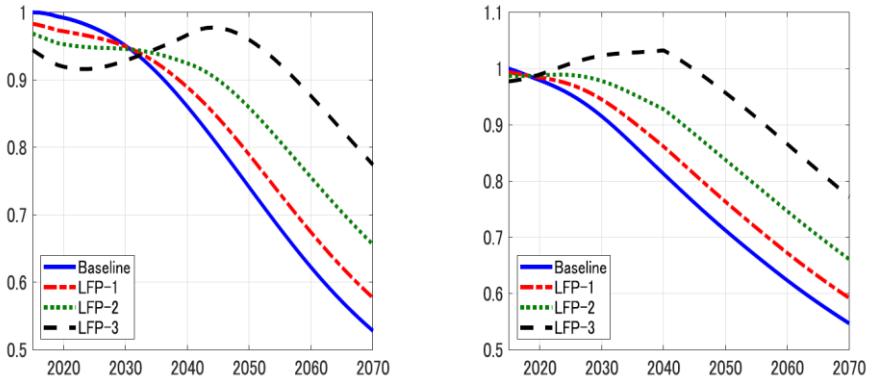

図 17　総資本（左）と総生産（右）：女性の労働供給シナリオ

図 18 は賃金の変化と政府予算制約を満たす税率を示す。労働供給の増加によって、資本・労働比率が低下し、ベースラインモデルに比べて賃金は低下する。しかし、供給量の増加によって税収源となる労働所得総額が上昇することから、歳出を賄うのに必要な税率は低下し、所得単位あたりの税負担は減少することが明らかとなった。賃金については、2050 年代後半以降は資本水準の十分な上昇から、資本・労働比率が高くなり、労働の相対的な価値が高まることで、賃金はベースラインモデルを上回る結果となっている。

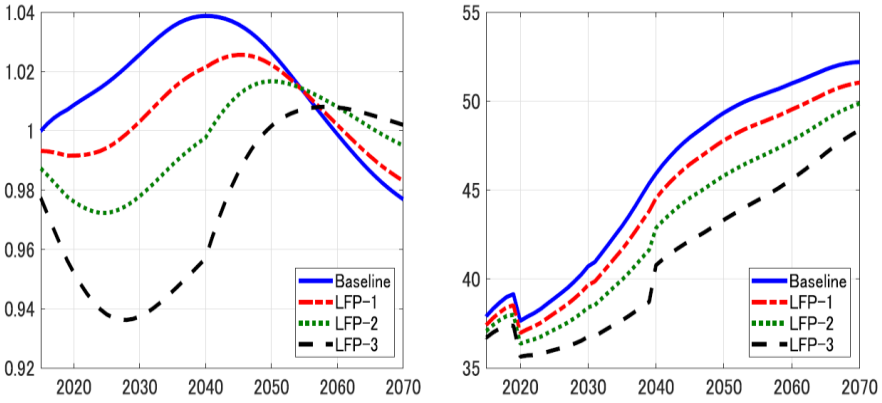

図 18　賃金（左）と均衡税率（%、右）：女性の労働供給シナリオ

図 19 は、総消費の変化を示したもので、労働生産性の上昇や税負担の低下が、賃金の低下を相殺するだけの効果をもたらす結果、シミュレーション期間を通じてベースラインモデルに比べて総消費が上回っていることがわかる。

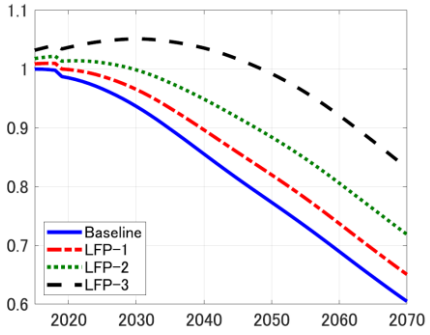

図 19　総消費：女性の労働供給シナリオ

女性の労働供給には大きな変化の余地があり、参加率や生産性の上昇トレンドが続くとする推計の方向性に大きな違和感はない。こうした傾向が続いた場合、労働の資本に対する相対的な希少性が減少することで賃金には下方圧力が生じるものの、高齢化による総生産の低下や財政負担が大幅に軽減されることが明らかとなった。賃金や金利水準の動向を予想する上で、女性の労働参加率がどう変化するか、また女性の正規・非正規の雇用形態分布と賃金格差がどのように推移するかは定量的に重要な要素であることが示された。[2]

3. シナリオ分析：人口推計

ベースラインモデルにおいては、国立社会保障・人口問題研究所（IPSS）の人口中位推計を用いてシミュレーションを行った。マクロ経済変数の推計が人口推計の変化によってどのような影響を受けるかを理解するために、出生率に関する高位・低位それぞれのシナリオを使ってシミュレーションを行った。図 20 には高位・中位（ベースラインモデル）・低位の三シナリオにおける総労働供給の推移が示されている。

[2] Kitao, Mikoshiba and Takeuchi (2019)においては、男性の雇用形態分布の変化に関するシナリオ分析も行っている。過去 10 数年の間に男性雇用者に占める非正規労働者の割合が若年層を中心に増加しており、このトレンドが今後も継続した場合、今世紀半ばには総労働供給が 3～5%程度減少するとの結果を示している。

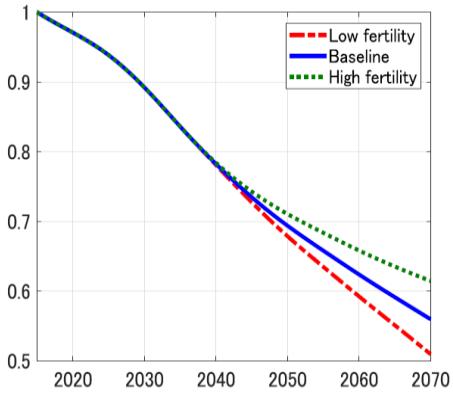

図 20　労働供給：出生率シナリオ

現時点で出生率が上昇したとしても労働力に影響が出始めるのはその約 20 年後以降である。長期的には少なからぬ労働供給の変化が生じるものの、短期・中期的に目に見える変化は生じない。図 21 は賃金および均衡税率の推移を示すが、労働供給の変化と同様、明確な影響が生じるのは 2040 年代以降となる。出生率の上昇は労働供給の増加によって賃金の低下につながる。その一方で生産の増加と課税ベースの拡大により、均衡税率は低下する結果となった。

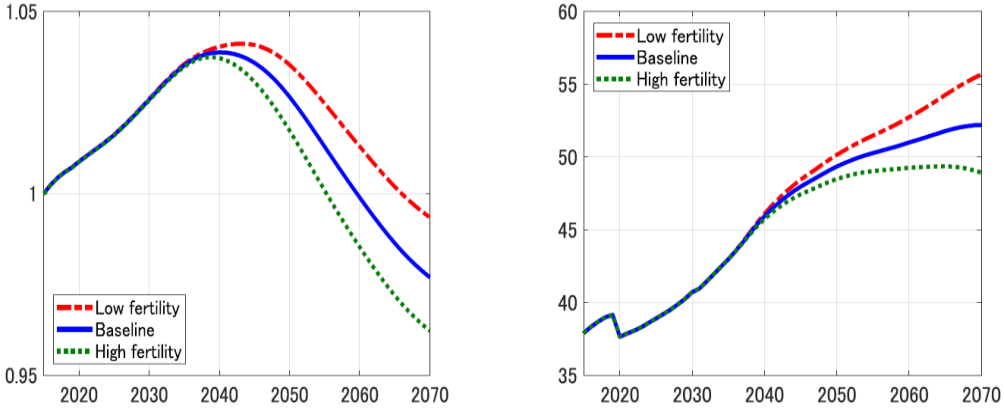

図 21 賃金（左）と均衡税率（%、右）：出生率シナリオ

4. シナリオ分析：年金制度

本節では、年金制度に関してベースラインモデルと異なるシナリオを仮定してシミュレーションを行い、年金制度に関するパラメータの違いが個人行動の変化とマクロ経済に与える影響を分析する。第一に年金代替率の違いに着目したシナリオの分析を行い、第二に年金受給開始年齢（NRA、Normal Retirement Age）の引き上げによる影響について論じる。

本モデルにおいて年金支給額の計算に用いられる代替率κ_t は、2015 年の時点で年金総支給額の GDP 比が実績値と同じになるようにカリブレーションしたのち、ベースラインモデルにおいては一定であると仮定していた。また、年金の受給開始年齢についてもベースラインモデルでは 65 歳で不変としていた。ここでは、はじめに、代替率κ_t が徐々に低下し、30 年かけて 2015 年水準から 20%低下すると仮定してシミュレーションを行う。次に、年金受給開始年齢が現行の 65 歳から時間をかけて上昇し、5 年に 1 歳ずつ、67 歳あるいは 70 歳まで引き上げられるシナリオを分析した。

図 22 は年金代替率がベースラインモデルを 20%下回る水準にまで低下する場合の年金給付総額について、支給総額と対 GDP の比率の推移を示したものである。支給総額についてはベースラインモデルにおける 2015 年の支出額を1として標準化し、TFP 成長率による影響を取り除いて定常化している。代替率低下シナリオにおいては、年金受給者の数は増え続けるものの、一人当たりの支出額が減少することから、ベースラインモデルにおけるような急激な支出増はみられず、2050 年以降は現在の水準を下回る支出規模となる。対GDP比でも、ベースラインモデルでは2070年には 18%程度であったものが約 14%にまで低下する。

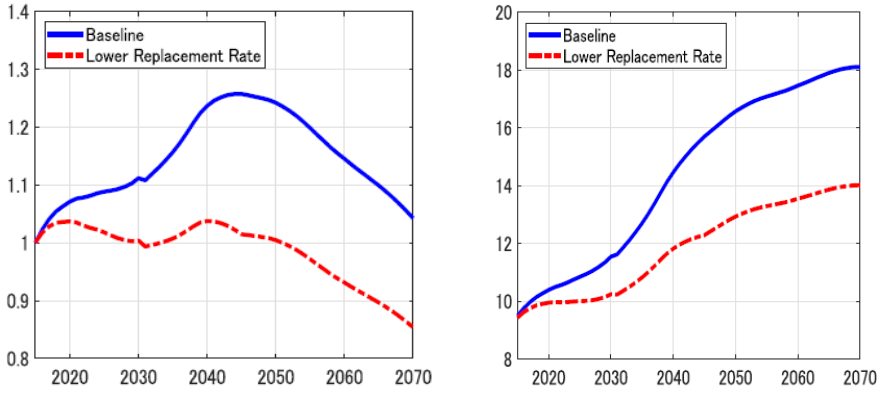

図 22　年金総給付額：年金代替率 20%低下ケース（左：支給総額、右：支給総額・GDP 比（%））

図 23 は総資本、金利および均衡税率の推移を示す。将来受け取りが期待される年金額が減ることで、引退後の消費を支えるための貯蓄インセンティブが増加し、総資本が上昇・金利が低下する結果となっている。年金支出の低下という直接的な理由に加え、資本増による経済活動の活性化によって課税ベースが拡大することで、均衡税率は長期的に大幅に下落する結果となっている。図 24 に示すように、賃金はベースラインに比べて上昇する。

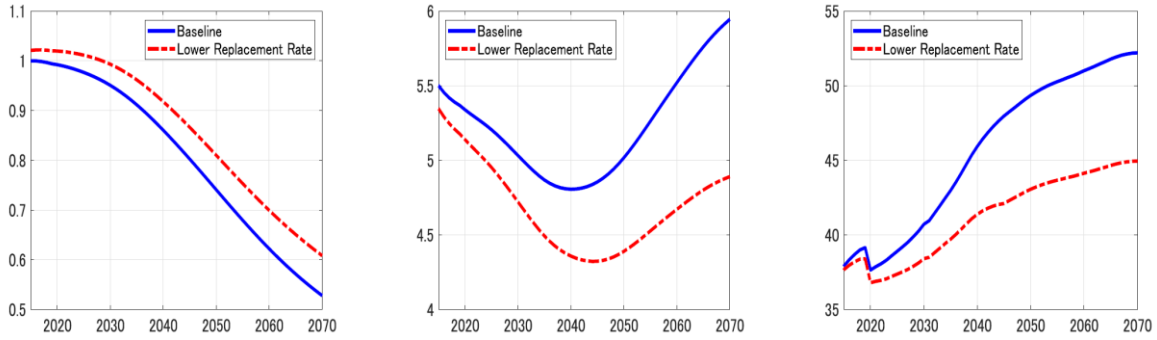

図 23　総資本（左）、金利（中）、均衡税率（右）：年金代替率 20%低下ケース

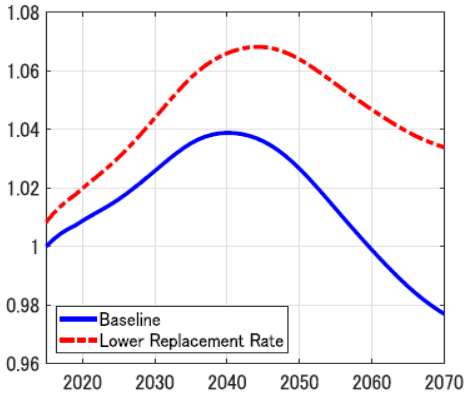

図 24　賃金：年金代替率 20%低下ケース

受給開始年齢の引き上げを行った場合の資本、金利、均衡税率の推移は図 25 に示されている。定性的な結果は、代替率引き下げのシナリオと同様である。年金の平均受給年数が減ることで、期待される受給総額が減少し、引退に向けての貯蓄インセンティブの増加が資本・金利の動きを促している。

支出減と税ベースの拡大により、均衡税率も大幅に減少する結果となっている。ただし、この租税負担効果の減少幅は保守的な推計であるとも考えられる。本モデルにおいて各個人の労働供給はデータに基づき一定と仮定している。受給開始年齢の引き上げにより、より長期にわたり労働市場にとどまる、あるいは若いうちに労働参加を増やして年金受給開始までの貯蓄を増やそうとするインセンティブが働けば、一人当たりの労働供給が増加し、労働所得の増加によって必要な税率はさらに低下しうる。

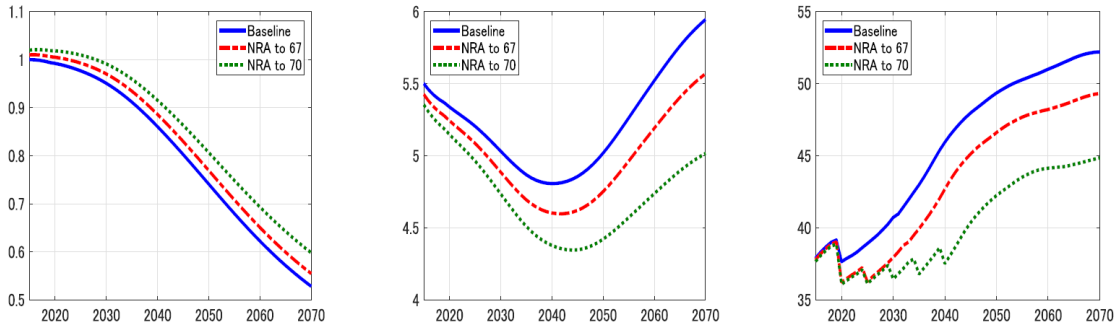

図 25　総資本（左）・金利（中）・均衡税率：年金受給開始年齢引き上げケース

5. シナリオ分析：TFP 成長率

ベースラインモデルにおいては、全要素生産性（TFP）が 1%で成長を続けると仮定していた。1990 年から 2015 年の平均成長率は 1.0%（2010 年から 2015 年では 0.9%）と、中期的な平均とは乖離しないものの、毎年の TFP 成長率を正確に予測し、長期的な推計を行うことは容易ではない。例えば 1980 年代、1990 年代の平均はそれぞれ 2.1%、1.2%である一方、直近 3 年 2016－2018 年の成長率は 0.3%にとどまる。図 26 は、成長率が低位（0.5%）、中位（1.0%、ベースラインモデル）、高位（1.5%）のそれぞれの値で推移する場合の計算結果を示す。

所得の成長率が上昇する場合、貯蓄にどのような影響が生じるか。消費を平準化するために貯蓄を減らす効果と、所得水準が上がることで貯蓄額が上昇する効果の両方がある。図 26 で示すように、本モデルにおいては後者の効果が上回ることで資本は大幅に増加する。また、課税ベースの拡大により政府予算制約を満たす均衡税率も大幅に縮小する結果となった。

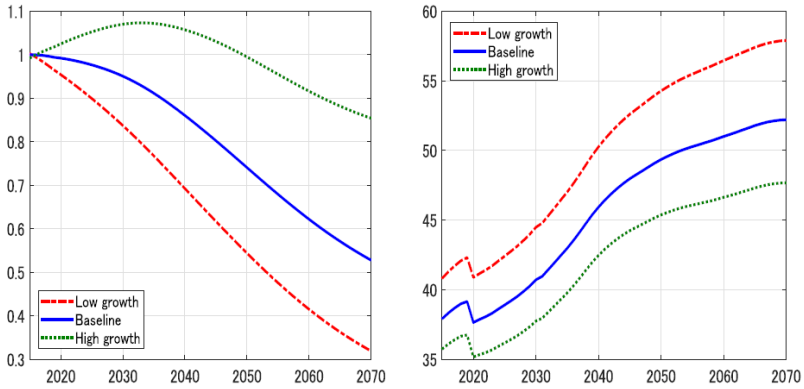

図 26　総資本（左）と均衡税率（右）：TFP 成長率シナリオ

VI. まとめ

本研究では、世代重複型モデルを男女別の労働環境の違いを織り込む形に発展させ、中長期にわたるマクロ経済推計を行う方法を構築した。そして、ベースラインモデルを拡張させ、労働市場や人口動態・公的年金制度・マクロ経済に関する様々なパラメータについてシナリオを設定し、シミュレーション結果を比較することで、各種パラメータの変化がマクロ経済に与える影響について定量的な分析を行った。比較分析の基準となるベースラインモデルについては、実績データに基づいたカリブレーションを行うことで、可能な限り精緻に現状のマクロ経済をとらえたものとなっている。

分析に際しては、人口構造や労働参加率、社会保障制度などの社会経済環境が変化することによって、どのような経路を通じてマクロ経済変数が影響を受けるかを定量的に明らかにした。本モデルはミクロレベルの個人の最適化行動や企業行動をベースとしていることに加え、個人の経済活動に関する変数の総和がマクロ経済変数と一貫性を保っているため、本モデルを使うことで社会経済環境の変化がマクロ経済に与える影響を直感的に理解することが可能となっている。すなわち、現在進行形で起きている人口構造・労働環境・年金制度などの変化は個人の行動に影響を及ぼし、個人行動の変化は、企業の生産活動において利用可能な生産資源の量と価格を左右するため、マクロ経済変数の動きを個人行動の変化によって説明することができる。「V. 定量分析の結果」において、様々なシナリオの下でマクロ経済の動向についてその要因を考察した。

前例のない規模とスピードで少子高齢化が進む日本において、中長期的な視野に立ってマクロ経済変数の行く末を推計しようとする場合、人口構造の変化のみならず労働参加の進展や雇用形態分布の変化、年金給付額の調整や税制度といった社会経済変数の変化がマクロ経済変数に与える影響は大きく、これらは将来を見通す上で鍵となる要素であることが明らかとなった。中でも、女

性の労働参加の進展について、想定されうる様々なレベルにおいてマクロ経済の姿を描画することで、示唆に富む結果が得られた。

参考文献

Auerbach, A. J. and L. J. Kotlikoff (1987). Dynamic Fiscal Policy. Cambridge: Cambridge University Press.

Braun, R. A. and D. Joines (2015). The implications of a greying Japan for public policy. Journal of Economic Dynamics and Control 57, 1-23.

Conesa, J. C. and D. Krueger (1999). Social security with heterogeneous agents. Review of Economic Dynamics 2 (4), 757-795.

De Nardi, M., S. Imrohoroglu, and T. J. Sargent (1999). Projected U.S. demographics and social security. Review of Economic Dynamics 2 (3), 575-615.

Diamond, P (1965). National Debt in a Neoclassical Growth Model, American Economic Review, 55(5), 1126-1150

Doi, T., T. Hoshi, and T. Okimoto (2011). Japanese government debt and sustainability of fiscal policy. Journal of the Japanese and International Economies 25 (4), 414-433.

Gunji, H. and K. Miyazaki (2011). Estimates of average marginal tax rates on factor incomes in Japan. Journal of The Japanese and International Economies 25 (2), 81-106.

Hansen, G. D. and S. Imrohoroglu (2016). Fiscal reform and government debt in Japan: A neoclassical perspective. Review of Economic Dynamics 21, 201-224.

Hoshi, T. and T. Ito (2014). Defying gravity: Can the Japanese sovereign debt continue to increase without a crisis? Economic Policy 29 (77), 5-44.

Imrohoroglu, S., S. Kitao, and T. Yamada (2016). Achieving fiscal balance in Japan. International Economic Review 57 (1), 117-154.

Kitao, S. (2014). Sustainable social security: Four options. Review of Economic Dynamics 17 (4), 756-779.

Kitao, S. (2015). Fiscal cost of demographic transition in Japan. Journal of Economic Dynamics and Control 54, 37-58.

Kitao, S., M. Mikoshiba and H. Takeuchi (2019). Female, the Elderly and Also Males: Demographic Aging and Macroeconomy in Japan, working paper, University of Tokyo.

Nishiyama, S. and K. Smetters (2007). Does social security privatization produce efficiency gains? Quarterly Journal of Economics 122 (4), 1677-1719.

Okamoto, A. (2013). Welfare analysis of pension reforms in an ageing Japan. Japanese Economic Review 64 (4), 452-483.

付録

1. JILPT 労働力需給の推計

本節では、シナリオ分析で用いる独立行政法人労働政策研究・研修機構（JILPT）による労働力需給の推計手法および推計で用いられているデータについての概略を述べる。本研究で用いているのは JILPT の「労働力需給モデル（2018 年度版）による将来推計」である[3]。

① 推計手法

「労働力需要」、「労働力供給」、「労働力需給調整」の３つのブロックから構成される。労働需要ブロックおよび供給ブロックにおいて算出される労働需要および労働力人口から、労働力需給調整ブロックにおいて賃金変化率が算出される。その変化率が需要・供給ブロックに適用され、新たな賃金水準で労働力需要および労働力人口が計算される。賃金上昇率が収束するまで繰り返し、収束時点における完全失業率および労働力人口から就業者数を性・年齢階級別に算出。

(ア) 労働力需要ブロック

各産業（19 部門）で労働力需要を推定する。労働力需要関数をコブダグラス型生産関数に基づく誤差修正モデルより、被説明変数を就業者数・説明変数を生産額・生産額デフレータ・賃金水準・労働時間として推計する。労働力需要関数に名目生産額・時間あたり賃金および労働時間を与えて労働力需要を推計する。

(イ) 労働力供給ブロック

性・年齢階級別に、労働力率関数を推計し、労働力率および労働力人口を推計する。労働力率関数は、被説明変数を労働力率、説明変数を行動要因・政策要因として最小二乗法（OLS）による推計を行う。労働力率に将来推計人口（国立社会保障・人口問題研究所）を乗じることで、労働力人口を算出する。

- 男性の労働力率は、説明変数を行動要因・政策要因（高校進学率、大学・短大進学率、前期失業率、短時間雇用者比率、当該年齢賃金/年齢計賃金、希望者全員が 65

[3] 更なる詳細については JILPT のサイトを参照。
https://www.jil.go.jp/kokunai/statistics/rouju.html

歳 以上まで雇用確保される企業割合、年金支給開始年齢、健康寿命、コーホート要因など）として OLS から推計する。

- 女性については、配偶関係（有配偶、無配偶・その他）ごとに労働力を推計する。女性（有配偶者）の労働力率は、説明変数を行動要因・政策要因（前期失業率、保育所・幼稚園在籍児童比率、有配偶出生率（5 期前）、短時間雇用者比率、実質賃金、健康寿命、希望者全員が 65 歳以上まで雇用確保される企業割合、コーホート要因など）として OLS で推計する。女性（無配偶者・その他）の労働力率は、被説明変数を行動要因・政策要因（大学短大進学率、前期失業率、実質賃金、世帯主の将来期待賃金比率、希望者全員が 65 歳以上まで雇用確保される企業割合、年金支給開始年齢、コーホート要因など）として OLS で推計する。

- データ : 労働力人口は「労働力調査（総務省）」（1973-2017、有配偶は 2000-2017）を用いる。15 歳以上人口のうち実績値について労働力調査、将来値については国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成 29 年推計、出生・死亡中位）」を使用。就業者数・労働力率・就業率については「労働力調査（総務省）」（1980-2017）を使用。またコーホート要因として、5 年前の 1 年齢階級若い労働力率を使用。性・年齢階級別賃金は「賃金構造基本統計調査（厚生労働省）」（1975-2017）を使用。

(ウ) 労働力需給調整ブロック

賃金上昇率および完全失業率を推計する。

- 賃金上昇率については、有効求人倍率と労働力需給との関係を捉えるために、賃金上昇率（産業計）を被説明関数、有効求人倍率（年齢計）・消費者物価変化率および交易条件（輸出物価指数／輸入物価指数）を説明変数として、OLS で推計する。有効求人倍率関数については、被説明変数を有効求人倍率、説明変数を労働力需給倍率（労働力需要（産業計、実績値が就業者数）／労働力人口（性・年齢階級計））として OLS で推計。消費者物価指数および交易条件については外生的に与えた。

- 完全失業率については、性・年齢別失業率を被説明変数、年齢階級別有効求人倍率を説明変数として OLS で推計。また、年齢階級別有効求人倍率は、年齢階級別有効求人倍率を被説明変数、有効求人倍率（年齢計）を説明変数として OLS で推計する。

② 推計シナリオの概要と使用データ

(ア) 成長実現・労働参加進展シナリオ（使用データ）

各種の経済・雇用政策より経済成長および若者・女性・高齢者などの労働参加が上昇。

- 経済成長については、年率 2%程度の経済成長（経済財政諮問会議「中長期の経済財政に関する試算」2018 年 7 月 9 日の成長実現ケース）を仮定。需要増加に課しては、「日本再興戦略」、「日本再興戦略 2016」、「未来投資戦略 2017」および「未来投資戦略 2018」等における成長分野の成果目標に基づいた仮定を置く。社会保障改革後の成長実現ケースにおける医療・介護費用（「2040 年を見据えた社会保障の将来見通し（議論の素材）－概要－（内閣官房・内閣府・財務省・厚生労働省 2018 年 5 月 21 日）」）を仮定。
- 雇用政策については、保育所・幼稚園在籍児童比率の上昇、健康寿命延伸、希望者全員の 65 歳までの雇用が 100%確保、正社員を含む短時間雇用者比率の上昇＆平均労働時間の短縮を仮定。

(イ) ベースライン・労働参加漸進シナリオ

各種の経済成長・雇用政策が一定程度進展するシナリオ。

- 経済成長については、年率 1%程度の経済成長（経済財政諮問会議「中長期の経済財政に関する試算」2018 年 7 月 9 日のベースラインケース）を仮定。成果目標の半分程度の需要増加（「日本再興戦略」、「日本再興戦略 2016」、「未来投資戦略 2017」および「未来投資戦略 2018」等における成長分野の成果目標に基づく）を想定する。社会保障改革後のベースラインケースにおける医療・介護費用（「2040 年を見据えた社会保障の将来見通し（議論の素材）―概要―（内閣官房・内閣府・財務省・厚生労働省 2018 年 5 月 21 日）」）を使用する。
- 雇用政策については成長実現・労働参加進展シナリオに比べて半分程度の保育所・幼稚園在籍児童比率の上昇、健康寿命の伸びを仮定する。
  - 希望者全員の 65 歳までの雇用が 100%確保
  - 正社員を含む短時間雇用者比率の上昇＆平均労働時間の短縮

(ウ) ゼロ成長・労働参加現状シナリオ

ゼロ成長に近い経済成長＆性・年齢階級別の労働力率が 2017 年と同じ水準で推移

- 経済成長については、2020 年までは年率実質 0.1%程度の経済成長率で、それ以降は 2020 年の値で一定とする。成果目標に基づく追加需要考慮せず（「日本再興戦略」、「日本再興戦略 2016」、「未来投資戦略 2017」および「未来投資戦略 2018」等における成長分野の成果目標に基づく）。社会保障改革後のベースラインケースにおける医療・介護費用（「2040 年を見据えた社会保障の将来見通し（議論の素材）―概要―（内閣官房・内閣府・財務省・厚生労働省 2018 年 5 月 21 日）」）を使用。
- 雇用政策については、2017 年の性・年齢階級別の労働力率が変化しないと仮定して計算。

---

[i] 本モデルの計算に用いられた Fortran Code は以下のサイトにアップロードする。
https://sites.google.com/site/sagirikitao/codes