



ESRI Discussion Paper Series No.384

女性の労働供給と人口構造の変化が経済・財政に及ぼす影響
: 一般均衡型世代重複モデルによる分析

北尾早霧, 中国奏人, 御子柴みなも

September 2023



内閣府経済社会総合研究所
Economic and Social Research Institute
Cabinet Office
Tokyo, Japan

論文は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません（問い合わせ先：<https://form.cao.go.jp/esri/opinion-0002.html>）。

ESRI ディスカッション・ペーパー・シリーズは、内閣府経済社会総合研究所の研究者および外部研究者によって行われた研究成果をとりまとめたものです。学界、研究機関等の関係する方々から幅広くコメントを頂き、今後の研究に役立てることを意図して発表しております。

論文は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません。

女性の労働供給と人口構造の変化が経済・財政に及ぼす影響 ：一般均衡型世代重複モデルによる分析*

Female Labor Supply and Demographic Aging and Their Impacts on the Aggregate Economy
and Fiscal Sustainability: A General Equilibrium-OLG Approach

北尾早霧 中国奏人 御子柴みなも**

要旨

本研究では、日本における高齢化がマクロ経済と財政に与える影響を、世代重複型の一般均衡モデルを用いて数量分析する。同枠組みに個人の性別や婚姻状態などの要素を組み込むことで、異質な個人の経済状態がマクロ経済や財政指標に与える影響を考慮する。さらに、人口構成の変化に加えて年金・医療・介護給付を織りこむなど、政府部門における制度の詳細な分析も取り入れる。

2023年の国立社会保障・人口問題研究所の長期人口推計を基にしたベースラインモデルによれば、総労働供給は2020年から2050年にかけて約35%減少すると見込まれる。また、寿命の延伸により総貯蓄は一時的に増加するが、その後減少に転じる。年金・医療・介護保険支出が増加し続けることで、現行制度を維持するために必要な税負担が増加し、2060年代には一人当たり60万円超の追加的税負担が必要となる。労働市場に目を向けると、女性の就業率と年収は男性より低く、特に既婚女性の平均年収が顕著に低いことがわかる。もし既婚女性が単身女性と同等の収入を得る場合、2050年の総労働供給はベースラインと比較して約8%増加し、税負担も一人当たり6万円程度抑制されるとの試算結果が得られた。女性の所得が男性の水準に近づくと、さらに大きな効果が期待できる。男女ともに50代半ば以降は就業率・年収ともに大きく減少するが、この減少を抑制することで同様の効果が期待できる。出生率の上昇や低下によるマクロ経済や財政への影響は短期的に見ると小さいが、高齢者比率がピークに達する2060年代以降には大きな効果をもたらすことが示唆された。

キーワード：少子高齢化、日本経済、女性の労働供給、世代重複モデル

* 本稿の作成に当たっては、明治大学山田知明氏より有益なアドバイスをいただくとともに、内閣府経済社会総合研究所におけるセミナー参加者より有益なコメントをいただいた。ここに謝意を表したい。なお、本稿における誤りは著者の責任である。

**北尾早霧：経済社会総合研究所客員主任研究官、東京大学大学院経済学研究科、中国奏人：東京大学大学院経済学研究科、御子柴みなも：名古屋大学大学院経済学研究科

Abstract

In this study, we quantitatively analyze the impact of demographic aging on the macroeconomy and fiscal sustainability in Japan using a general equilibrium overlapping generation model. We introduce model elements such as individuals' heterogeneity in gender and marital status to quantify the effects of changes in individual economic conditions on macroeconomic and fiscal conditions. Furthermore, we incorporate details of the public social insurance system, including public pension, healthcare, and long-term care insurance programs and associated government expenditures that evolve with changing demographics.

Based on the baseline model that uses the National Institute of Population and Social Security Research's population projections of 2023, total labor supply is projected to decrease by approximately 35% from 2020 to 2050. Although overall savings will temporarily increase due to extended life expectancy, they are expected to decline thereafter. Public pension, healthcare, and long-term care insurance expenditures will continue to rise, and in order to sustain the current fiscal system, the additional tax burden of over 600,000 yen per capita will be required in the 2060s.

Turning attention to the labor market, the employment rate and annual income of women are lower than those of men. In particular, annual income is significantly lower among married women. If married women were to earn equivalent income to single women, our analysis suggests that the total labor supply in 2050 would increase by about 8% compared to the baseline, with an approximate reduction of 60,000 yen in the tax burden per capita. More substantial effects can be expected if women's income level approaches that of men. Both men and women experience a significant decrease in employment rates and income after their mid-50s, and the decline in aggregate labor supply can be mitigated if they continue to remain in the labor force.

Although the short-run effects of changes in birth rates on the macroeconomy and public finances are small, we show that they would have significant impacts in the post-2060 period when the proportion of elderly individuals and tax burdens reach their peaks.

Keyword : Aging, Demographic Trends, Japanese Economy, Female Labor Supply, Overlapping Generation Model

1 はじめに

本研究の目的は、日本において今後数十年続く人口構造の高齢化が、マクロ経済と財政にどのような影響を与えるかを数量的に分析することである。生産年齢人口の減少、高齢者比率の上昇と財政負担の増加は、想定外のショックや政策の大転換がない限り避けがたい現実であるが、労働市場や人口構造にどのような変化が起きれば高齢化の影響をどの程度緩和できるだろうか。

このような観点から、本研究では、標準的な一般均衡型の世代重複モデルに性別と婚姻形態の異質性を組み込んだ分析を行うほか、高齢化の影響を受けやすい年金・医療や介護などの給付のあり方を精緻にとらえる工夫がなされている。モデルにおいては、様々なタイプの経済主体がライフサイクルを通じて異なる所得経路をたどり、税・社会保障制度や人口構造などの社会経済環境を考慮しつつ、貯蓄と消費の意思決定を行う。こうしたアプローチをとることで、データで観察される年齢・性別・婚姻状態によって異なる労働参加や所得のパターンを捉えることが可能となる。代表的な個人を仮定したモデルや、性別や婚姻状態の異質性を考慮しないシンプルな世代重複モデルではこのような分析を行うことは難しい。異質性を組み込んだモデルを用いることで、例えば女性の雇用促進や結婚によって生じる所得低下を軽減するような変化が、中長期的なマクロ経済や財政にどのような影響を与えるか示唆を得ることができる。

また、本モデルの政府部門においては、税や社会保障制度を通じて経済主体と関わりをもつ。一般均衡における政府の予算制約を課すことで、財政収支の変化による経済主体への影響を考慮する。高齢化に伴う政府支出の変化を考慮するには、公的年金・医療保険・介護保険の三大社会保障制度の支出動向を捉えることが鍵となるが、年齢別の医療・介護費用をモデルに組み込み、政府側の支出だけでなく、医療・介護保険の自己負担分や保険料の支払いがライフサイクルにおける行動に与える影響も考慮する。人口構造の変化については、2023年に公表された国立社会保障・人口問題研究所（IPSS）の将来人口推計に基づいて移行過程の分析を行う。

労働市場におけるデータに目をむけると、男女間で就業率や年収に大きな違いのあることが確認できる。とりわけ既婚女性の平均年収はライフサイクルを通じて単身女性のそれを大幅に下回り、結婚を機に就労パターンが大きく変化することがわかる。仮にこのようなパターンが変化し、既婚女性が単身女性と同水準の労働を供給して所得を得るようになった場合、マクロ経済や財政にどのような影響がもたらされるだろうか。

ベースラインのシミュレーションにおいては、2020年から2050年にかけて総労働供給は約35%減少し、現行の税・社会保障制度を維持するための一人当たりの追加的税負担は2050年には約50万円、ピーク時には60万円を超える水準となる。既婚女性の働き方の変化によって、2050年時点での総労働供給はベースラインと比較して約8%増加する。所得増は課税基盤の拡大につながり、政府予算制約を満たす税負担は一人当たり6万円程度抑制される。女性の所得が男性の水準に近づく場合はさらに大きな効果が期待できる。さらに、女性の労働供給に関するシナリオに加え、高齢者の労働参加に関するシナリオも分析し、中高年層の労働参加の増加によっても同

様の変化が期待できることを示した。

人口推移に関する仮定がベースラインとは異なるシナリオについても分析を行う。出生率の変動がマクロ経済や財政に与える影響は、短期的にはわずかである一方で中長期的には重大である。特に高齢者比率や税負担がピークに達する 2060 年代以降に大きな効果をもたらすことが示唆され、中長期的な経済成長と財政の持続性には現在の出生動向が重要な要素となることが確認された。

本論文の構成は以下の通りである。第 2 章で関連先行研究を概観し、第 3 章でマクロ数量モデルについて解説する。第 4 章ではモデルのカリブレーションについて説明し、第 5 章では数値計算結果を解説する。第 6 章にて結論を述べる。

2 先行研究

本稿は、人口高齢化によるマクロ経済及び財政的影響に関する、動学的一般均衡モデルを用いた先行研究と密接に関係している。過去数十年を通じ、わが国では他国に類を見ない規模と速度で高齢化が進行してきたことから、高齢化が経済成長や財政的持続可能性へ与える影響、及びそれらを踏まえた政策的対応について、日本経済を対象とした分析が数多く行われてきた。それらの多くは、Auerbach and Kotlikoff (1987) に端を発する、一般均衡型世代重複モデルを用いた定量分析の枠組みに依拠する。人口構造の変化を所与としてマクロ経済変数がどのように推移するか、そして税・社会保障制度改革をはじめとする諸政策がどのような効果をもたらすかを分析してきた。

Braun et al. (2009) は、1990 年から 2000 年までの日本における約 9% の貯蓄率低下のうち 2~3 ポイント分は、出生率低下や平均余命の伸びなどの人口構造の変化によることを示した。Yamada (2011) は、基礎年金部分と所得比例部分で構成される「2 階建て」年金制度体系を考慮したモデルを構築し、財政健全化に資する年金制度改革（所得比例部分の撤廃、基礎年金部分の資本課税による調達など）が各世代の経済厚生に与える影響を分析した。Braun and Joines (2015) は、財政改革が行われない場合には、2039 年頃にソブリン危機が生じる可能性があるとして論じた。Kitao (2015) は、年金や医療・介護保険の給付体系を一定とすると、高齢化によって 2070 年代後半には総消費の 48% に相当する税負担が必要となることを示し、年金支給額の減額や退職年齢の引上げなどが、高齢化に伴う財政支出増をどれだけ抑制しうるかを計算した。Hsu and Yamada (2019) は、公的医療保険制度改革（自己負担率の引上げ、自己負担率を一定とした増税）は将来世代の厚生を高める一方で現在世代の厚生を悪化させることを示し、改革に伴う現役世代の負担を抑制しうる方法（改革初期の国債発行による財源確保など）の効果を分析した。Kitao and Mikoshiba (2020) は多くの先行研究と異なり、性別の差異をモデルに組み込んだうえで、男女それぞれの労働参加・雇用形態・生産性の変化がマクロ経済・財政変数に与える影響を分析した。国民所得の向上や財政の持続可能性の観点から、女性と高齢者の就労促進、女性の雇用形態の構成変化や生

産性上昇の重要性が強調された¹。

これらの先行研究は、既婚・未婚という婚姻状態に代表される家族構成の異質性を明示的に考慮していない。それに対し本分析は、家計の婚姻状態とその遷移をモデルに外生的に組み込んで分析を行う点に特色がある²。中長期的な日本経済の見通しにおいて、少子高齢化による労働力の減少は考慮すべき重要なファクターの一つである。これに関連し、女性の労働参加や生産性がどのように変化・推移するかという点は、特に肝要な論点となろう。女性の働き方や収入は男性に比べて生涯を通じた変化が大きく、とりわけわが国においてその変化は婚姻状態に大きく依存することがデータから観察されている。年齢・性別に加えて婚姻状態の異質性を考慮したシナリオ分析を行うことは、今後の日本経済の見通しをより正確に捉えるために重要であるだけでなく、それを踏まえて具体的な数量的分析結果に基づく政策的含意を導出するための一つの鍵となるだろう。

加えて、マクロ経済的分析を行う際、経済を構成する家計の婚姻状態や子どもの数といった家族構成の差異を明示的にモデルに組み込むことの重要性が、近年数多くの研究によって示唆されている³。例えば Kitao and Mikoshiba (2023) は、婚姻状態や子どもの有無といった家族構成の異質性をモデルに組み込んだうえで、配偶者控除、第三号被保険者制度による社会保険料免除、遺族年金といった税・社会保障制度が女性の労働参加・雇用形態・人的資本蓄積の意思決定に与える影響を考慮し、当該制度のマクロ経済的影響を検証した。それらの制度を撤廃した場合、女性の労働参加率・正規労働者割合が大幅に上昇し、結果として女性の収入も上昇すること、それらの効果を説明するうえで既婚女性の行動変容がとりわけ重要な役割を果たすことが示唆された。本研究は、こうした分野の発展を踏まえ婚姻状態の差異を考慮した分析を行うことで、上述の高齢化に関連するマクロ経済分析の分野に新たな知見をもたらす試みとも位置付けられよう。

¹ 上記以外にも、日本経済を分析の対象として高齢化のマクロ経済及び財政的含意を検証した研究として、例えば Ithori et al. (2006)、Chen et al. (2007)、Doi et al. (2011)、İmrohoroglu and Sudo (2011)、Okamoto (2013)、Hoshi and Ito (2014)、Hansen and İmrohoroglu (2016)、İmrohoroglu et al. (2016)、İmrohoroglu et al. (2017)、İmrohoroglu et al. (2019)、Bonfatti et al. (2022) などがある。日本以外を対象とした研究としては、Attanasio et al. (2007)、Kitao (2014)、Auclert et al. (2021) などを参照されたい。

² 当該分野以外で、日本を対象とした世代重複モデルに婚姻状態の異質性を外生的に組み込んだ研究の例として Fukai et al. (2021) や Kitao and Mikoshiba (2023) があり、これらの分析手法を活用する。ただし、これらの論文は部分均衡を仮定した定常状態の分析であり、本分析において重要な要素となる一般均衡の効果や中長期的な移行過程の分析はしていないため、論文の目的と計算手法は異なる。

³ 家族構成の異質性や家庭内での資源配分問題を考慮した分析の動向については、Doepke and Tertilt (2016) や Doepke et al. (2023) などのサーベイを参照されたい。日本経済を念頭に置いた分析として、小塩・安岡(2010)、Oguro et al. (2011)、Oguro et al. (2013)、Yamaguchi (2019)、Okamoto (2020)、萩原(2021)、Kitao and Mikoshiba (2023)、Kitao and Nakakuni (2023)、Mikoshiba (2023)、Nakakuni (2023) などがある。

3 マクロ数量モデル

本章では、分析に用いるマクロ数量モデルについて解説する。人口構造、家計・企業・政府部門のモデル要素について説明した後、家計の最適化問題について論じ、最後に競争均衡を定義する。本モデルにおいて経済主体である個人は年齢・性別・婚姻状況・資産の4つの面での異質性を有し、これらが個人の状態変数を構成する。年齢を $j = \{1, \dots, J\}$ 、性別を $g = \{m, f\}$ 、婚姻状態を $q = \{S, M\}$ (単身・既婚)、資産を a で示す。単身者には、未婚者および配偶者に先立たれた死別者の両方が含まれる。また、 t は時期(年)を表す。状態変数のベクトルを $x = (j, g, q, a)$ と定義し、 t 期において状態 x にある個人の数 $\mu_{x,t}$ で表す。また、 t 期に特定の状態(例えば、 g, q)にある個人の総数を $\mu_{g,q,t}$ で表す。

3.1 人口構造

個人は年齢 $j = 1$ で経済活動を開始し、最大で J 歳まで生存する。寿命は不確実で、 $t - 1$ 期に生存する年齢 $j - 1$ 、性別 g の個人が、翌年まで生存する条件付き生存確率を $\phi_{j,g,t}$ で示す。生まれてからから j 歳まで生存する確率 $\Phi_{j,g,t}$ は、以下の式で与えられる。

$$\Phi_{j,g,t} = \prod_{k=1}^j \phi_{k,g,t+(k-j)} \quad (1)$$

なお、 $\Phi_{1,g,t} = \phi_{1,g,t} = 1$ かつ $\Phi_{J+1,g,t} = \phi_{J+1,g,t} = 0$ となる。新規コホートサイズの成長率は $n_{g,t}$ と表す。個人が $j = 1$ 歳で経済活動を開始する際に、その一定割合が単身(未婚)であり、残りは既婚であるとする。 t 期において、年齢 j の単身者は $\xi_{j,t}$ の確率で結婚する。本モデルにおいては、夫婦は同年齢であると仮定する。

3.2 家計の選好と労働生産性

家計は各年齢における消費から効用を得る。年齢 j の単身の個人が t 期の消費 $c_{j,t}$ から得る効用は以下の関数で与えられるとする。

$$u^S(c_{j,t}/\eta) = \frac{(c_{j,t}/\eta)^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

η は世帯人数によって決まる等価尺度 (equivalence scale、単身者の場合は1)、 σ はリスク選好度合いを示すパラメータである。年齢 j の夫婦が t 期の世帯消費 $c_{j,t}$ から得る効用は以下の関数で与えられるとする。

$$u^M(c_{j,t}/\eta) = 2 \frac{(c_{j,t}/\eta)^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

t 期に経済活動をする個人が生涯の消費から得られる効用は以下のとおりである。

$$U_{g,t} = \mathbb{E} \sum_{j=1}^J \Phi_{j,g,t+j-1} \beta^{j-1} u^q \left(\frac{c_{j,t}}{\eta} \right) \quad (2)$$

β は主観的な割引因子を示す。E は結婚の不確実性に関する期待値を示す。各個人が $j = 1$ 歳で経済に参入する際には資産を持たないものとする ($a_{1,g,t} = 0$)。個人は借入制約に直面し、資産は非負の値であるとする。 t 期において年齢 j 、性別 g 、婚姻状態 q の個人は $\varepsilon_{j,g,q,t}$ 単位の効率労働を供給し、一単位あたり市場賃金 w_t を受け取る。よって、個人の労働からの粗収入は $\varepsilon_{j,g,q,t} w_t$ で与えられる。

3.3 医療・介護費用

t 期において、年齢 j 、性別 g の個人一人につき、医療費 $med_{j,g,t}$ および介護費用 $ltc_{j,g,t}$ が発生する。各個人は各費用と年齢ごとに異なる自己負担率 $\lambda_{j,t}^{med}$ および $\lambda_{j,t}^{ltc}$ に基づき自己負担分の支払いを行い、残りは公的な医療保険および介護保険によってカバーされる。よって、 t 期において年齢 j 、性別 g の個人が支払う医療・介護費用の自己負担 (out-of-pocket) 総額は

$$o_{j,g,t} = \lambda_{j,t}^{med} med_{j,g,t} + \lambda_{j,t}^{ltc} ltc_{j,g,t}$$

で与えられる。 t 期における国民医療費・介護費用の総額は以下の通りである。

$$\begin{aligned} MED_t &= \sum_{j,g} med_{j,g,t} \mu_{j,g,t} \\ LTC_t &= \sum_{j,g} ltc_{j,g,t} \mu_{j,g,t} \end{aligned}$$

3.4 資産市場と遺産

資産市場においては、個人は市場金利 r_t で貯蓄を行う。個人が死亡時に保有する資産は偶発的遺産として回収され、生存者に一律の遺産 b_t として給付される。よって、均衡においては以下の式が満たされる。

$$b_t = \frac{\sum_x a_t(x) (1 - \phi_{j,g,t}) \mu_{x,t-1}}{\sum_x \mu_{x,t}} \quad (3)$$

3.5 企業と生産技術

企業部門は競争的で、企業は総資本 K_t と総労働 L_t を生産要素として、コブ・ダグラス型の生産関数 $Y_t = F(Z_t, K_t, L_t) = Z_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$ に基づき生産を行う。 Z_t は全要素生産性で、年率 γ_t で成長する。 K_t は企業が個人から借り入れた資本の総和、 L_t は総労働供給である。 α および $(1 - \alpha)$

はそれぞれ資本・労働シェアとなる。市場における要素価格 r_t^k および w_t のもとで、競争的な企業の利潤最大化条件は以下の通り与えられる。

$$r_t^k = F_{K_t}(Z_t, K_t, L_t) - \delta = \alpha Z_t (K_t/L_t)^{\alpha-1} - \delta \quad (4)$$

$$w_t = F_{L_t}(Z_t, K_t, L_t) = (1 - \alpha) Z_t (K_t/L_t)^\alpha \quad (5)$$

δ は資本減耗率である。

3.6 政府部門

本モデルにおける政府の歳入は、税・社会保険料の徴収および債務の発行から成り、歳出は公的年金・医療保険・介護保険支出および政府移転、その他の政府消費支出、国債費とで構成される。

期初の政府債務を B_t 、上記の項目以外のその他の政府消費支出を G_t で表す。政府は債務に対して国債金利 r_t^b を支払うものとする。消費・資本所得・労働所得・国債金利所得に対して、それぞれ定率の税 $\tau_t^c, \tau_t^k, \tau_t^l, \tau_t^b$ を課す。なお、年金・医療・介護保険料は、労働所得に対して課される税 τ_t^l に含まれるものとする。

家計の貯蓄は政府および企業への貸出に向けられ、後者は生産における資本として活用される。貯蓄一単位あたりの税引き後の粗金利は $R_t = 1 + p_t^b(1 - \tau_t^b)r_t^b + (1 - p_t^b)(1 - \tau_t^k)r_t^k$ 、税引き後の純金利は $r_t = p_t^b(1 - \tau_t^b)r_t^b + (1 - p_t^b)(1 - \tau_t^k)r_t^k$ となる。 p_t^b は家計の総貯蓄に占める国債購入のシェアを表す。なお、家計はポートフォリオ選択を行わず、貯蓄は一定の割合 p_t^b で外生的に国債に配分され、残りの割合 $(1 - p_t^b)$ は企業貸出に向けられ、総貯蓄額に対して定率 r_t の純金利を得るものとする。年金受給開始年齢 j^R に達した個人には、每期公的年金が支給される。年齢 $j \geq j^R$ 、性別 g の個人が受け取る年金額 $p_{j,g,t}$ は、各コホートの性別ごとの年金受給開始年齢までの平均収入に基づき以下の式で与えられる。

$$p_{j,g,t} = \rho \frac{W_{j^R,g,t-(j-j^R)}}{j^R - 1}$$

ここで ρ は過去の平均年収に対する年金の代替率を示し、累積年収 $W_{j,g,t}$ は各年齢における性別ごとの平均年収 $y_{j,g,t}$ に基づいて以下のように再帰的に求められる。

$$W_{j,g,t} = \begin{cases} y_{j,g,t} & \text{if } j = 1 \\ y_{j,g,t} + W_{j-1,g,t-1} & \text{if } 1 < j < j^R \\ W_{j-1,g,t-1} & \text{if } j \geq j^R \end{cases}$$

医療・介護保険については、上述のように家計の自己負担率 $\lambda_{j,t}^{med}$ および $\lambda_{j,t}^{ltc}$ に基づき、保険制度（政府）の負担分が決定される。モデルにおいては、保険制度の収支は政府予算に統合する。

医療・介護保険に関する政府の支払い総額は、それぞれ以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} MED_t^g &= \sum_{j,g} (1 - \lambda_{j,t}^{med}) med_{j,g,t} \mu_{j,g,t} \\ LTC_t^g &= \sum_{j,g} (1 - \lambda_{j,t}^{ltc}) ltc_{j,g,t} \mu_{j,g,t} \end{aligned}$$

政府は、最低限の消費 c_q を保証するための移転 tr_t を給付すると仮定する。この条件付き政府移転は、モデルにおいて医療・介護費用支出などで消費がゼロ・マイナスとなることを回避するためにも必要な変数となる。 c_q は婚姻状態によって異なり、単身・既婚のいずれかを示す添字 q を伴う。移転給付額は以下の式によって与えられる。

$$tr_t = \max \left\{ 0, (1 + \tau_t^c) c_q - a_{q,t} \right\}$$

$a_{q,t}$ は婚姻状態別の可処分資産を示し、単身・夫婦世帯それぞれについて以下の式で定義される。

$$a_{S,t}(x) = R_t(a_t + b_t) + (1 - \tau_t^l) \varepsilon_{j,g,q,t} w_t + p_{j,g,t} - o_{j,g,t} - \tau_t^{ls} \quad (6)$$

$$a_{M,t}(x) = R_t(a_t + 2b_t) + \sum_g [(1 - \tau_t^l) \varepsilon_{j,g,q,t} w_t + p_{j,g,t} - o_{j,g,t}] - 2\tau_t^{ls} \quad (7)$$

各期の政府予算制約式は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} &G_t + (1 + r_t^b) B_t + \sum_{j=j^R} J \sum_g p_{j,g,t} \mu_{j,g,t} + MED_t^g + LTC_t^g + \sum_x tr_t(x) \mu_{x,t} \\ &= \tau_t^l w_t \sum_{j,g,q} \varepsilon_{j,g,q,t} \mu_{j,g,q,t} + [p^b \tau_t^b r_t^b + (1 - p^b) \tau_t^k r_t^k] \sum_a (a_t + b_t) \mu_{a,t} \\ &+ \tau_t^c \sum_x c_t(x) \mu_{x,t} + \tau_t^{ls} \sum_x \mu_{x,t} + B_{t+1} \end{aligned} \quad (8)$$

なお、 $c_t(x)$ および $tr_t(x)$ は状態 $x = (j, g, q, a)$ にある個人の t 期における消費および政府移転を示す。また、 τ_t^{ls} は一人あたりの一括税（負の値であれば一括移転）を示す。一括税 τ_t^{ls} は、実際の税制度を捉える目的で導入しているのではなく、移行過程の均衡計算において、每期政府予算制約式を満たすための調整項目として用いられる（競争均衡の定義を参照）。

3.7 家計の最適化問題

家計は（2）で定義された効用を最大化するように、消費と貯蓄の経路を選択する。モデルにおいては65歳未満の若年層（ y ）と65歳以上の高齢層（ o ）、また単身者と既婚夫婦とで、目的関数の形状や予算制約が異なるため、4つのグループに分類し、価値関数を用いた動的計画法（Dynamic Programming）の手法を使って再帰的に最適化問題を解く。若年・単身者（未婚）、若年・既婚夫婦、老年・単身者（未婚・死別）、老年既婚夫婦の価値関数をそれぞれ $S^y(j, g, a)$ 、 $M^y(j, a)$ 、 $S^o(j, g, a)$ 、 $M^o(j, a)$ で表す。なお、既婚夫婦における男女各個人の効用に基づく価値

関数を $\widehat{M}^y(j, g, a)$ および $\widehat{M}^o(j, g, a)$ で表す。また、表記は省略するが、若年最終期 64 歳時における次期の価値関数は老年期の価値関数となる。

家計が選択する貯蓄 a_t のうち、 $p_t^b a_t$ は国債購入に向けられる。上述のように家計はポートフォリオ選択を行わず、この割合 p_t^b は各期の国債の発行残高に応じて外生的に与えられる。

若年・単身： 年齢 j 、性別 g の若年・単身の個人の価値関数は以下のように定義される。

$$S^y(j, g, a_t) = \max_{c_t, a_{t+1}} \left\{ u^S(c_t/\eta) + \beta[(1 - \zeta_{j+1, g, t+1})S^y(j+1, g, a_{t+1}) + \zeta_{j+1, g, t+1}\widehat{M}^y(j+1, g, a_{t+1} + \tilde{a}_{t+1})] \right\}$$

subject to

$$(1 + \tau_t^c)c_t + a_{t+1} + o_{j, g, t} = R_t(a_t + b_t) + (1 - \tau_t^l)\varepsilon_{j, g, S, t}w_t + tr_{S, t} - \tau_t^{ls}$$

$$a_{t+1} \geq 0$$

\tilde{a}_{t+1} は次期に結婚する場合の結婚相手の資産を表す。

若年・既婚夫婦： 若年・既婚夫婦の価値関数は以下のように定義される。

$$M^y(j, a_t) = \max_{c_t, a_{t+1}} \left\{ u^M(c_t/\eta) + \beta M^y(j+1, a_{t+1}) \right\}$$

subject to

$$(1 + \tau_t^c)c_t + a_{t+1} + \sum_g o_{j, g, t} = R_t(a_t + 2b_t) + (1 - \tau_t^l)\sum_g \varepsilon_{j, g, M, t}w_t + tr_{M, t} - 2\tau_t^{ls}$$

$$a_{t+1} \geq 0$$

老年・単身： 老年・単身の個人は、自身の生存リスクに直面する。なお、単身者には（生涯）未婚者および死別者の両方が含まれる。生存率 $\phi_{j+1, g, t+1}$ の確率で来期まで生存し続け、 $1 - \phi_{j+1, g, t+1}$ の確率で死亡する。老年・単身の個人の価値関数は以下のように定義される。

$$S^o(j, g, a_t) = \max_{c_t, a_{t+1}} \left\{ u^S(c_t/\eta) + \beta\phi_{j+1, g, t+1}S^o(j+1, g, a_{t+1}) \right\}$$

subject to

$$(1 + \tau_t^c)c_t + a_{t+1} + o_{j, g, t} = R_t(a_t + b_t) + (1 - \tau_t^l)\varepsilon_{j, g, S, t}w_t + p_{j, g, t} + tr_{S, t} - \tau_t^{ls}$$

$$a_{t+1} \geq 0$$

老年・既婚夫婦： 老年・既婚者の場合、夫婦それぞれが死亡リスクに直面していることから、次期の価値関数は S^o あるいは M^o となる。老年・既婚夫婦の価値関数は以下のように定義される。

$$M^o(j, a_t) = \max_{c_t, a_{t+1}} \left\{ u^M(c_t/\eta) + \beta[\phi_{j+1,m,t+1}\phi_{j+1,f,t+1}M^o(j+1, a_{t+1}) + \phi_{j+1,m,t+1}(1 - \phi_{j+1,f,t+1})S^o(j+1, m, a_{t+1}) + \phi_{j+1,f,t+1}(1 - \phi_{j+1,m,t+1})S^o(j+1, f, a_{t+1})] \right\}$$

subject to

$$(1 + \tau_t^c)c_t + a_{t+1} + \sum_g o_{j,g,t} = R_t(a_t + 2b_t) + (1 - \tau_t^l) \sum_g \varepsilon_{j,g,M,t} w_t + \sum_g p_{j,g,t} + tr_{M,t} - 2\tau_t^{ls}$$

$$a_{t+1} \geq 0$$

既婚夫婦における個人の価値関数： 既婚夫婦の意思決定に基づき決定された最適な消費および貯蓄をそれぞれ \hat{c}_t 、 \hat{a}_{t+1} と表すと、既婚の個人の価値関数 $\hat{M}^y(j, g, a)$ および $\hat{M}^o(j, g, a)$ は以下のように与えられる。

$$\hat{M}^y(j, g, a_t) = u^S(\hat{c}_t/\eta) + \beta\hat{M}^y(j+1, g, \hat{a}_{t+1})$$

$$\hat{M}^o(j, g, a_t) = u^S(\hat{c}_t/\eta) + \beta \left[\phi_{j+1,g,t+1}\phi_{j+1,g',t+1}\hat{M}^o(j+1, g, \hat{a}_{t+1}) + \phi_{j+1,g,t+1}(1 - \phi_{j+1,g',t+1})S^o(j+1, m, \hat{a}_{t+1}) \right]$$

なお、 $\phi_{j+1,g',t+1}$ は配偶者（性別 $g' \neq g$ ）の生存確率を示す。

3.8 競争均衡の定義

本モデルにおける競争均衡は以下の条件を満たす各家計の貯蓄 a_{t+1} と消費 c_t 、家計の分布 $\mu_{x,t}$ 、総資本 K_t 、総労働 L_t 、生産要素価格 r_t^k および w_t 、および一括税 τ_t^{ls} によって定義される。ただし、人口構造（出生率・結婚確率・死亡率）、全要素生産性、各労働者の生産性、政府関連パラメータの流列を所与とする。

1. 家計の貯蓄 a_{t+1} および消費 c_t は、上で定義された家計の動学的最適化問題の解である。
2. 生産要素価格は競争的に決定され、均衡においては（4）式および（5）式が成立する。
3. 企業の総資本需要と家計の総貯蓄から国債保有分を控除した総資本供給は一致する。また、総労働需要と総労働供給も一致する。
4. 一括税 τ_t^{ls} は各期の政府予算制約を示す（8）式を満たす。

5. 個人の受け取る遺産は総遺産額を生存者の数で割った値に等しく、(3) 式を満たす。
6. 家計の分布 $\mu_{x,t}$ は人口構造の変化と、家計の最適化問題の解として導出された貯蓄関数によって与えられる。
7. 最終財の配分は実現可能である。すなわち、每期以下の資源制約が満たされる。

$$F(Z_t, K_t, L_t) + (1 - \delta)K_t = C_t + K_{t+1} + G_t + MED_t + LTC_t$$

なお、 $C_t = \sum_x c_t(x)\mu_{x,t}$ は総消費を示す。

4 カリブレーション

本章においては、前章で示したモデルのカリブレーションについて解説する。モデル期間は年次である。

4.1 人口構造・結婚確率

人口統計については2023年に公表された国立社会保障・人口問題研究所（IPSS）による日本の将来人口推計（令和5年推計）⁴と2020年国勢調査を用いる。移行過程の分析においては2020年をシミュレーションの開始年度とし、IPSS推計に基づいて計算を行う。また、起点となる2020年の人口分布には2020年国勢調査を利用する。図1に示すように、2020年の人口の「山」は第一次・第二次ベビーブーム世代の70代前半および40代後半にある⁵。この2020年の初期経済における人口分布を所与として、IPSSによる各年・年齢・性別ごとの生存確率および新コホートの成長率予測に基づいて、総人口および年齢分布を変化させる。

⁴ https://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/j/zenkoku2023/pp_zenkoku2023.asp

⁵ ここでは、5歳刻みの年齢グループごとの人口を計算し、これを平滑化している。

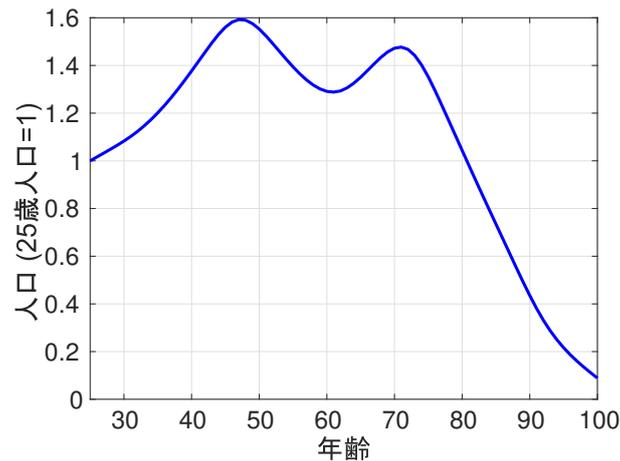


図 1: 2020 年の人口分布（出所：国勢調査）

シミュレーションにおいては、経済活動の開始を 25 歳とし、65 歳で年金の受け取りを開始、最長で 100 歳まで生存するとする。新規コホートの成長率については、IPSS 推計の各年における 25 歳人口の変化率を用いる。なお、シミュレーションにおいては、計算の簡素化を目的として、25 - 64 歳までの死亡率を 0 と仮定する。65 歳以上の各年・年齢における生存率は IPSS の長期推計に準ずる。

年齢別の結婚確率を図 2 に示している。結婚確率の計算にあたっては、2020 年国勢調査の年齢別婚姻状況の情報を利用する。モデルでは男女の結婚確率は同じと仮定しているため、国勢調査に基づく年齢別既婚者割合の男女平均値を用い、その年齢間の差をもってモデル上の男女共通の結婚確率とする。なお、モデルでは離婚・再婚を想定しておらず、各年齢の生涯未婚者および既婚者の数をもとに既婚者の割合を計算している⁶。

⁶ また、本モデルでは計算上の複雑化を避けるために結婚確率は 2020 年以降も一定と仮定している。離婚・再婚行動を反映したより精緻なモデルや、コホート効果を考慮した初婚確率の変化は検討すべき課題である。

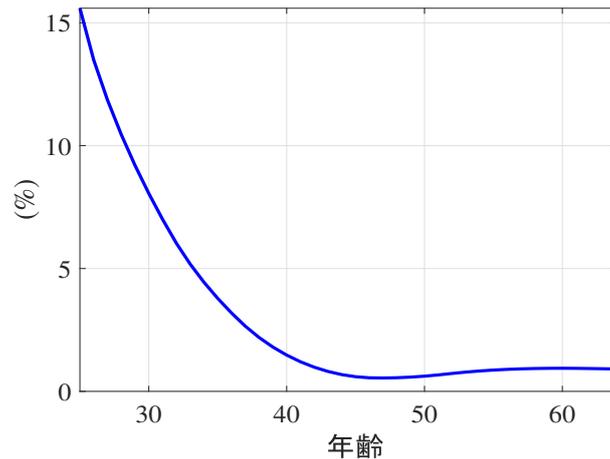


図 2: 年齢別結婚確率（国勢調査に基づいて計算）

4.2 家計の選好と労働生産性

消費の等価尺度 η については、OECD の修正等価尺度（modified equivalence scale）に基づき、単身者の場合は 1、既婚夫婦は 1.5 とする。リスク回避度を示すパラメータ σ の値は先行研究に基づき 2~3 とされることが多いが、Kitao and Mikoshiba (2023) と同様に 3 と設定する。主観的割引率 β は、2020 年時点での金利水準が、同時点の総資本対 GDP 比率が 2.7 となるよう 1.023 と定める⁷。

個人の労働生産性については、「就業構造基本調査（ESS）」2017 年のデータ（オーダーメイド集計）を用いて、性別・年齢・婚姻状態別の平均年間所得を計算する。図 3 は就業率および就業者の年収プロファイルを示しており、同じ年齢であっても性別・婚姻状況によって就労状況や年収に大きな違いがあることが観察できる。シミュレーションにおいては、この二つの数字を掛け合わせて算出した年齢ごとの平均年収を用いる。

⁷ Hansen and İmrohoroglu (2016) は総資本対 GDP 比率を 2.3-2.8 と計算している。

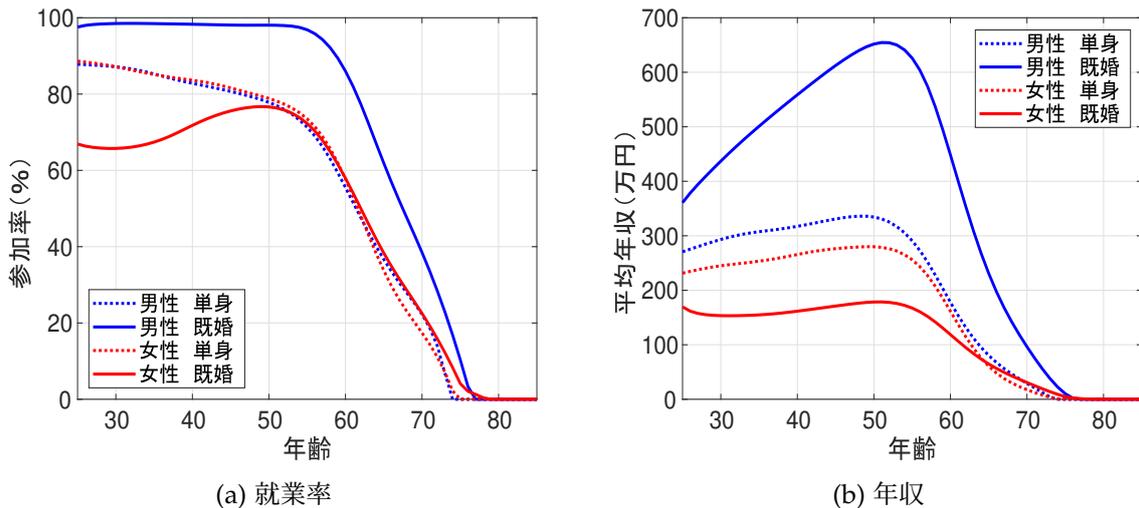


図 3: 年齢・性別・婚姻状態別就業率および就業者平均年収（出所：就業構造基本調査）

4.3 医療・介護費用

年齢・性別ごとの医療費については、厚生労働省の国民医療費統計である国民医療費・構成割合・人口一人あたり国民医療費の年次統計を用いる。介護費用については、「介護給付費等実態統計」（旧：介護給付費等実態調査）のデータを用いて、各年齢・性別ごとの平均費用を計算する⁸。図4および図5は年齢・性別ごとの医療費・介護費を示している。ここで示す費用は保険支払い前のグロスの数字で、以下に説明するように、医療・介護保険制度の自己負担率に基づいて個人および政府に総費用の支払い負担を配分する。

医療費に関しては、20代から40代前半においては出産等で女性の平均的な医療費が男性を上回るが、それ以降は逆転している。介護費用については各年齢における平均的な支出は女性が男性を上回っている。女性の方が平均寿命が長いことから、男性の方が家庭内におけるインフォーマルケアを利用する確率が高いことなどが一つの要因と考えられる。

⁸ 具体的には、医療費に関しては2019年の年齢階級ごとのデータを使い、スプライン補間により年齢ごとの医療費を求め、消費者物価指数を用いて2020年の物価水準に調整する。介護費用については2018年度のデータを用いて医療費と同様の計算を行う。

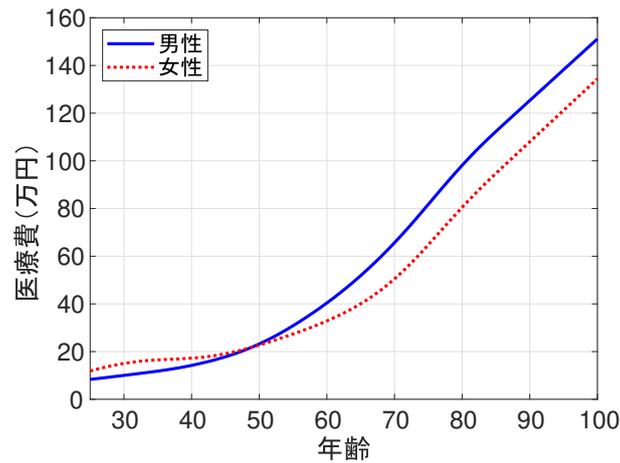


図 4: 年間平均医療費（出所：国民医療費統計）

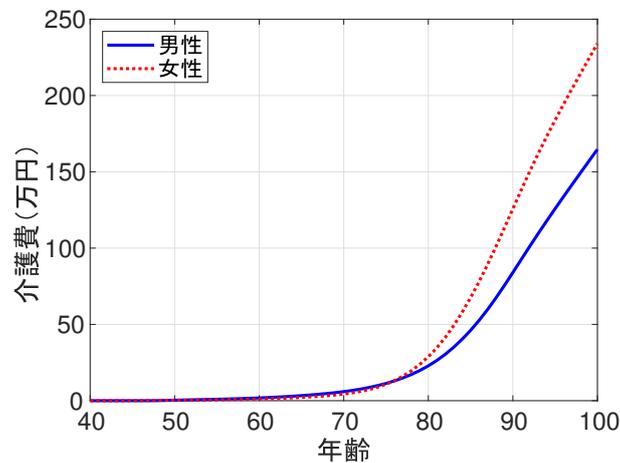


図 5: 年間平均介護費用（出所：介護給付費等実態統計）

4.4 企業と生産技術

生産関数はコブ・ダグラス生産関数を仮定し、資本シェア $\alpha = 0.36$ 、資本減耗率 $\delta = 0.089$ とする (Kitao (2015))。全要素生産性の水準に関しては、2020年の初期状態において賃金が1.0となるよう Z_0 の値を0.932に設定し、成長率については年率0.7%とする。この値は2019年度財政検証におけるベースラインケース（経済成長と労働参加が一定程度進むケース）で仮定された全要素生産性成長率0.6~0.8%の中央値に相当する。

4.5 政府部門

2020年の医療・介護支出を含む政府支出はGDP比21%、また政府純債務額は同162%であることから、初期経済における政府消費支出 G_t および純債務残高 B_t をこれらの値と整合的になるよう設定する⁹。その結果、 G_t は対GDP比7.9%となる。移行過程において政府消費支出および純債務残高の対GDP比率は一定とする。

消費税率 τ_t^c は10%、資本所得税率 τ_t^a は、Hansen and Imrohoroglu (2016)による実効税率の推計に基づき35%とする。国債金利に対する税率 τ_t^b は20%とする。労働所得に対する税 τ_t^l は社会保険料も含むものとして定義しており、Gunji and Miyazaki (2011)に基づき35%とする。一括税 τ_t^s は政府予算制約式を満たすように均衡において内生的に決定する。公的年金の受給開始年齢は65歳とし、代替率を決定するパラメータ ρ は、2020年の総年金給付額の対GDP比がデータと同じ10%となるよう設定し、0.332とする。医療保険における医療費の自己負担率は70歳未満で30%、70 - 74歳は20%、75歳以上は10%とし、介護保険の自己負担率は10%とする。移転給付によって保障される消費の下限 c_q はKitao and Mikoshiba (2023)と同様に、単身者の場合870,000円、既婚夫婦の場合1,320,000円とする¹⁰。

5 数値計算結果

本章では、上述のモデルおよびカリブレーションに基づいた数値計算の結果について解説する。はじめにベースラインモデルについて、2020年の初期経済および移行過程の概要に関して説明し、次にベースラインとは異なるシナリオのもとでの移行過程の計算結果について解説する。

5.1 ベースラインモデル

シミュレーションでは2020年を起点に、IPSSによる長期人口推計に沿って人口構造を変化させる。年齢・性別ごとの死亡確率については2120年までのIPSS人口推計に基づいた確率を用い、以降は一定と仮定する。新規コホートサイズの変動についてはマイナスの成長率である2100年以降、30年かけて0%に収束すると仮定する。すなわち、超長期的には人口成長はゼロとなり、人口構造が一定になるとの仮定のもとで計算を行う。

図6は年齢別人口分布の推移を示す。2020年における25歳の人口が1となるように水準を標準化している。2020年には40歳代後半の第二次ベビーブーム世代の山が時間の経過とともに右方にシフトし、定常状態の人口分布に収束すると同時に、人口置換水準を下回る出生率が続くこ

⁹2020年はコロナ対策等により政府支出が上昇したが、2015-2019年の政府支出はGDP比20%と大きくは変わらない。また、2021-2022年においても22%の水準となっている。

¹⁰本モデルにおいては、結婚および配偶者の死亡が個人の直面するリスクとなり、コホート内での世帯所得や資産の異質性を形成する。移転給付に関して受給者数などの具体的な数値をターゲットとして設定していないが、ベースラインモデルにおいては高齢の単身女性など少数の個人が消費水準の下限にバインドし、給付の対象となる。

とから総人口も低下していくことが観察できる。また、図7で示すように、65歳以上対25 - 64歳の人口比率は2020年から2060年にかけて急速に上昇し、2060年代後半以降は徐々に低下していく。

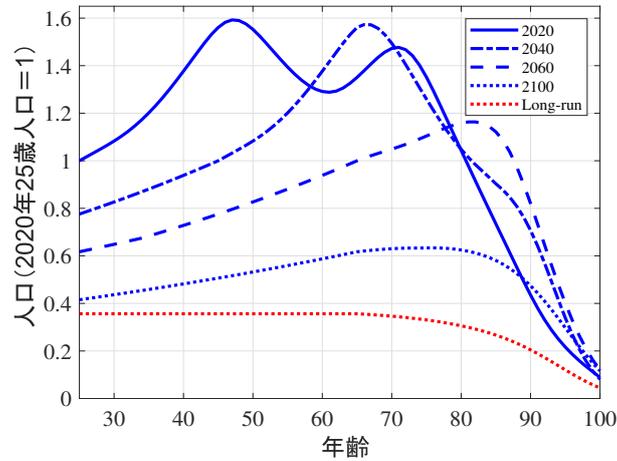


図 6: 人口分布の推移 (IPSS 推計およびモデル)

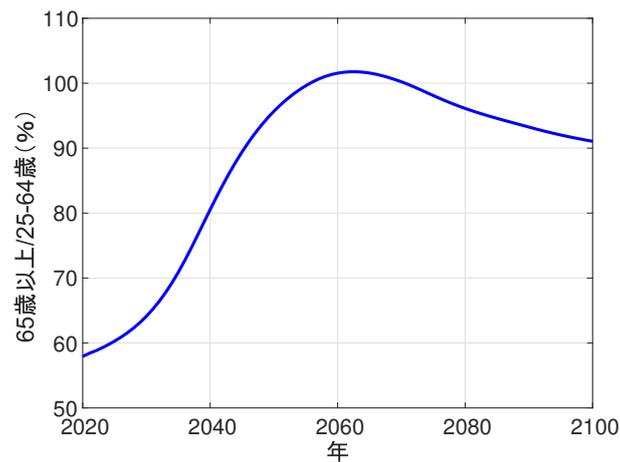


図 7: 高齢者比率 (65歳以上/25-64歳) の推移 (IPSS 推計およびモデル)

初期経済： モデルで計算された2020年の初期経済における属性別の年収を図8(a)に示している。平均年収は、カリブレーションの章で解説したように各年齢・性別ごとの労働参加率および就業者の平均年収をかけ合わせるにより計算している。男性に関しては既婚者の平均年収が単身者のそれを大きく上回るが、女性に関してはその逆のパターンとなる。Kitao and Mikoshiba (2023)で詳しく議論されているように、多くの女性が結婚と同時に正規雇用から非正規雇用あるいは非就業へと移行するのが一因である。

図8(b)および(c)は、初期経済のモデルにおける年齢・性別・婚姻状態別の資産および消費のプロファイルを示している。資産に関しては、図が示すように既婚男性の高年収を反映して、既婚夫婦の平均資産が単身者のそれを大きく上回る結果となっている。単身男性・女性の平均年収には既婚男性・女性ほどの大きな違いはないが、女性の方が平均寿命が長いこともあり単身女性の貯蓄は単身男性のそれをやや上回る結果となっている。65歳以降も単身女性の資産が単身男性の資産を上回っておりその差が広がる傾向を示しているが、ここでは未婚者だけでなく配偶者に先立たれた死別者が含まれる。長く生きることによる貯蓄インセンティブに加え、配偶者の死後、夫婦の資産を単身者として引き継ぐ確率が高いことも単身女性の資産が一貫して単身男性よりも多い結果につながっている。

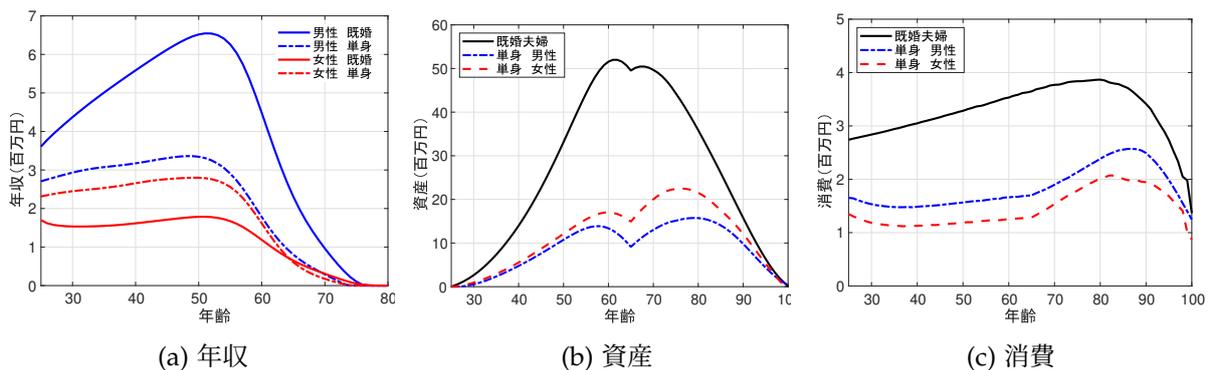


図 8: 年齢・婚姻状態・性別ごとの年収・資産・消費：ベースラインモデル

既婚夫婦の資産のピークは60歳代前半で、約5,000万円となっている。総務省の「全国消費実態調査」によると、二人以上の世帯の資産のピークは60歳代で約4,800万円と報告されており、これに近い数字となっている¹¹。

なお、モデルにおいて資産水準が65歳にかけて低下し、M字型の形状となっているのは、図8(a)で示したように50歳代半ば以降、所得水準が急速に低下するなかで、65歳になって年金支給が開始されるまで消費水準を維持するために資産を切り崩す行動が生じているためである。

消費水準については、既婚者のプロファイルが80代前後までは単調に増加しているのに対し、単身者のプロファイルは30代前半まで若干低下したのち緩やかに上昇し、65歳を超えた時点でさらに上昇している。単身者のプロファイルは各年齢における単身者(未婚者・死別者)の消費の平均値であり、単身者は若年期においては未婚者、老年期においては未婚者と死別者から構成される。20代後半において未婚者は高い確率での結婚を見込んだ消費行動をとるのに対し、30代以降は結婚確率が低下し、生涯未婚確率も高まることから消費はやや低下する。また、65歳以降は年金受給が開始すること、また生涯未婚者に比べて資産・消費水準の高い死別者が加わることから消費の成長率が上昇している。

¹¹<https://www.stat.go.jp/data/zensho/2014/pdf/gaiyo4.pdf> (図II-1)

移行過程： 次に、ベンチマークモデルの移行過程におけるマクロ変数の推。移をみる。移行過程の計算においては、2020年の初期状態および2300年に相当するロングランでの定常状態での均衡をそれぞれ計算し、その2点をつなぐ経路を計算する。グラフではこの移行過程における2020年から2100年までの数値を示している¹²。

図9(a)に示すように、人口、特に生産年齢人口の急減に伴い、総労働供給は減少の一途をたどる。図9(b)に示す総資本は2030年代半ばにかけて上昇した後低下する。寿命の延伸はライフサイクルにおける貯蓄インセンティブを高める一方、貯蓄を行う年齢層が縮小するため、総貯蓄・資本の増減は自明ではない。本モデルにおいては、当初は前者の効果が後者の効果を上回ることによって総資本は上昇するが、2030年半ばには減少に転じ、その後は2100年まで単調に低下する¹³。資本の相対的な希少性を示す資本労働比率は、図9(c)に示すように2040年代半ばにかけて上昇した後、資本の低下が加速するのに伴い減少する。

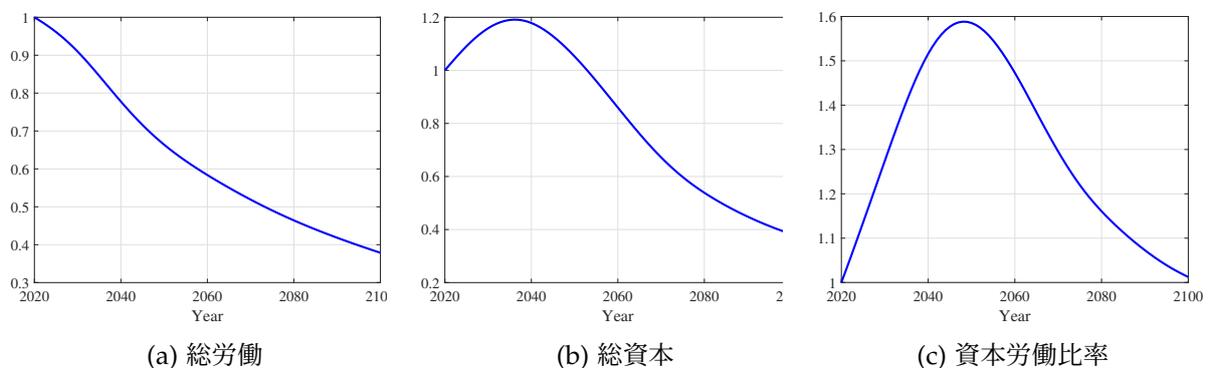


図9: 資本・労働・資本労働比率の推移：ベースラインモデル（いずれも2020年の値を1とする）

図10に示すように、資本や労働の動きと同様に、総消費および総生産についても2020年代以降低下が続く。

¹²資本や消費など定常状態において全要素生産性ととも成長する変数については、全要素生産性成長率の効果を除外して定常化した水準を示している。

¹³また、税負担も上昇するため、可処分所得が減少し、貯蓄および総資本を下押しする効果が生じるが、仮に税負担に変化がなく一括税が2020年の水準で固定されていたとしても、総資本は一旦上昇したのちに低下するというパターンは変わらないことを確認している。

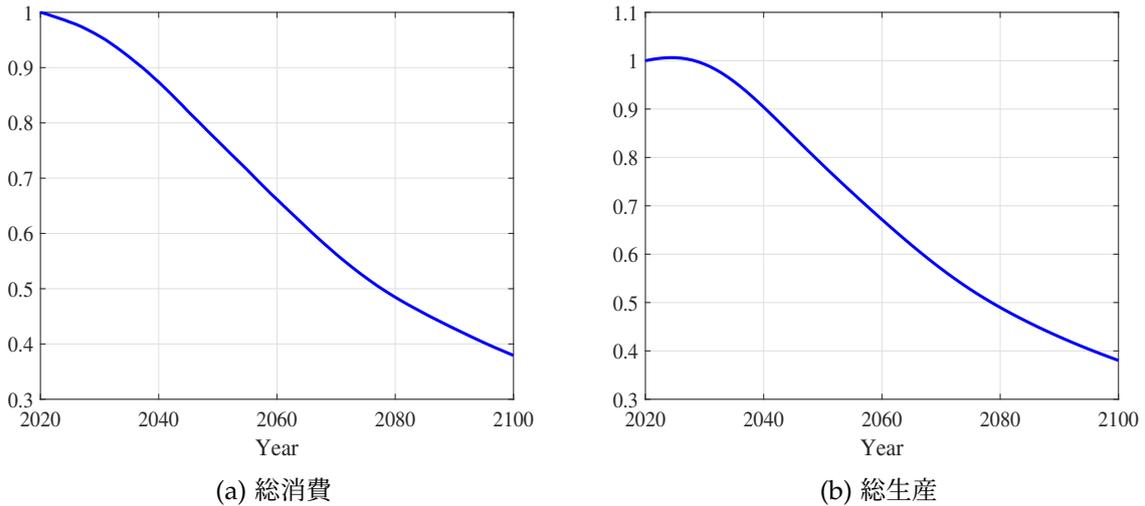


図 10: 消費・生産の推移：ベースラインモデル（いずれも 2020 年の値を 1 とする）

均衡において、金利および賃金は式 (4)・(5) によって決定され、資本と労働の相対的な希少性の動きは要素価格の動きと相関する。図 11 に示すように資本の限界生産性を示す金利（賃金）は 2040 年代後半にかけて低下（上昇）し、その後上昇（低下）する。資本の労働に対する相対的な希少性が低下する、すなわち資本労働比率が上昇すると金利は低下する。今後 20 年ほどは生産年齢人口の減少に伴う労働力の需給ひっ迫が見込まれることに加え、高齢化に伴う貯蓄インセンティブが総資本の増加に寄与することで、資本労働比率が上昇する。それによって金利が低下すると同時に賃金に上昇圧力がかかり続けると考えられる。

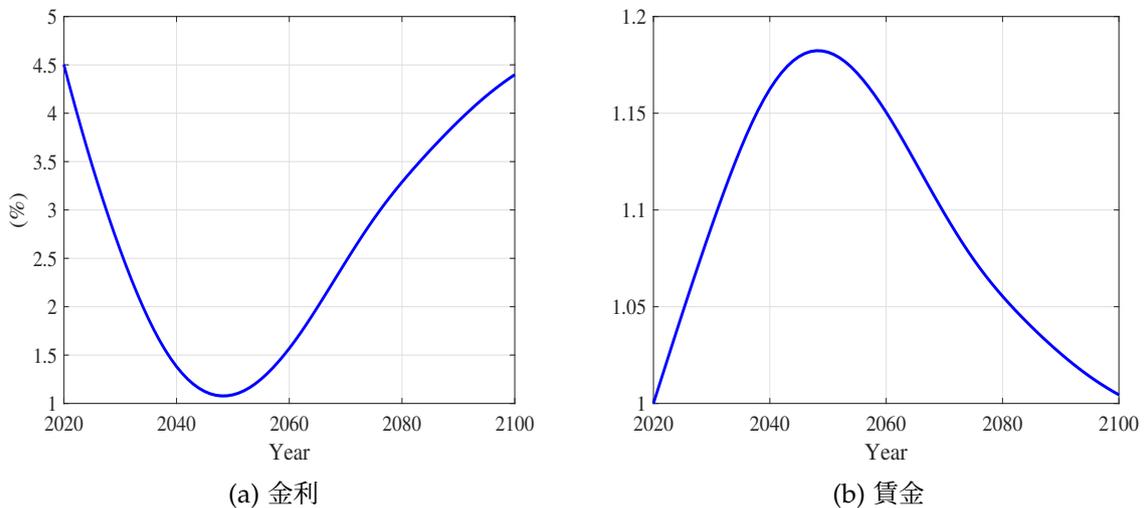


図 11: 金利・賃金の推移：ベースラインモデル（賃金は 2020 年の値を 1 とする）

財政の観点からは、少子高齢化の進行とともに年金および医療・介護保険支出が増える一方、支出を支える財源となる税ベースは縮小する。図 12 は毎期の政府予算制約を満たすのに必要と

なる、均衡における一括税の推移を示している。2070 年前後まで単調に財政負担が増加する結果となっている¹⁴。

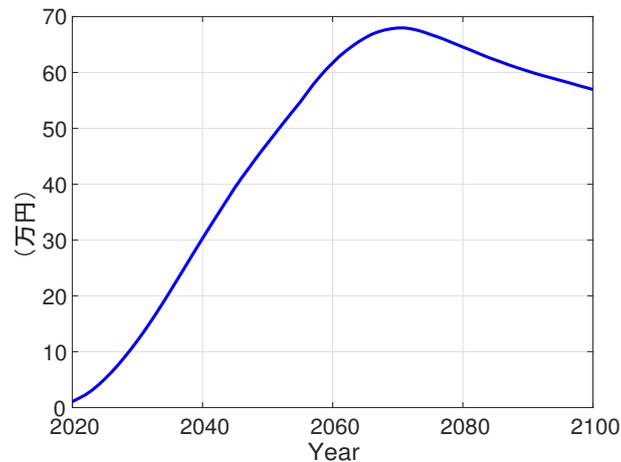


図 12: 政府財政均衡に必要な一括税の推移：ベースラインモデル

図 13 は負担増の背景となる財政支出の変化を要因ごとに分解して示している。年金・医療・介護の三大社会保険制度への支出がそれぞれ税負担の上昇につながっている。ただし、本分析においては GDP 比債務残高を一定と仮定し、国債金利についても外生的に固定化しているため、今後の国債発行残高や市場動向により金利支出は変動しうることに留意したい。

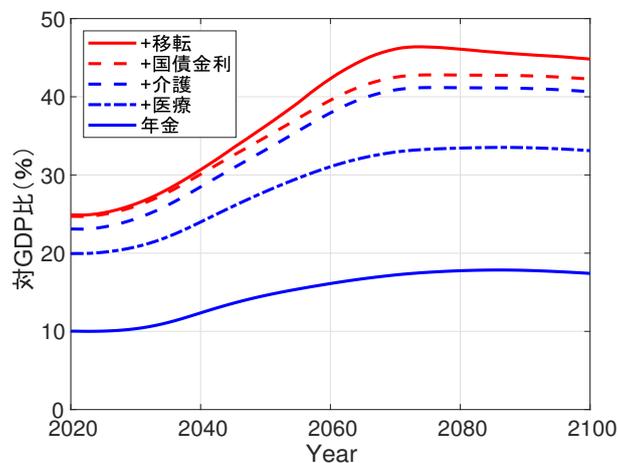


図 13: 政府支出の内訳：ベースラインモデル

¹⁴均衡における一括税は、一人当たりの消費に対して 2050 年、2070 年にはそれぞれ約 34 %、52 %の水準となる。最終的な定常状態において一括税がどの水準になるかは、超長期における人口構造や全要素生産性などの諸仮定に依存するが、本モデルにおいては最終定常状態の均衡における一括税は約 17 万円となっている。

5.2 シナリオ分析

ベースラインのシミュレーションから、今世紀を通じて労働力の低下が続くことで、経済の規模は縮小し、高齢者比率の上昇によって2070年前後まで税負担の増加が予想されることが明らかとなった。ベースラインにおいては現在の労働市場において観察されるデータに基づき、年齢・性別ごとの労働参加や生産性について一定の仮定をおいていた。また、人口推計についてはIPSSの中位仮定（出生率・死亡率）に基づき計算を行った。本分析においてはこれらのモデル要素は外生的な仮定に基づいて設定しているが、実際に今後どのように推移していくかについては少なからぬ不確実性が存在する。また、政策の動向によっても労働市場や人口構造に関する動向は変化しうるだろう。本章では、これらのモデル要素に関して、代替的なシナリオを想定してシミュレーションを行い、ベースラインで確認されたマクロ経済および財政の見通しがどのように変化するかを分析する。

始めに労働市場に関連する仮定について、女性や高齢者の労働参加・生産性に関するシナリオ、賃金変化に対し労働が弾力的に反応するシナリオを検討する。次に、人口構造の変化について、出生率および死亡率が低位・高位で推移するシナリオについて分析を行う。

5.2.1 労働市場に関するシナリオ

図3でみたように、女性の平均労働参加率および就業者の平均年収は男性よりも低い。特に、既婚女性の平均年収は単身の女性より低く、結婚に伴い就業や雇用形態が大きく変化することを示唆している。ここでは、仮に既婚女性の労働供給が単身女性と同水準である場合、シミュレーション結果がどのように変化するかを分析する（シナリオ1）。また、極端なもう一つのシナリオとして、女性の既婚者・単身者それぞれの労働供給が男性のそれと同水準となるケースについても分析する（シナリオ2）¹⁵。

これらのシナリオにおいては、効率労働単位でみた女性の労働供給（labor efficiency units）が上昇するが、一般均衡効果を通じて賃金も変化する。そのため、労働供給の上昇分に比例して労働所得が増加するわけではなく、家計の所得がどのように変化するかは自明でない。両シナリオにおいて、2020年以降20年かけて労働供給が上昇し、2040年には新しい水準に収束すると仮定する。

また、図3が示すように、男女ともに50歳以降は労働参加率が低下し、平均年収が低下している。今後は、健康寿命の延伸や高齢労働者の雇用促進等によって労働参加率の低下幅が減少することも考えうるため、こうした場合のシナリオとして、55歳以降の労働供給が10%ないし20%上昇するケースを分析する（シナリオ3、4）。女性の労働供給に関するシナリオと同様、2020年以降20年かけて労働供給が上昇し、2040年に新たな水準に収束すると仮定して計算を行う。

¹⁵労働供給の変化については、労働参加率あるいは雇用形態・生産性いずれかの変化によっても説明しうる。Kitao and Mikoshiba (2020)において、これらを分解したシミュレーションを行っている。

最後に、本モデルでは労働供給は外生と仮定しているが、賃金の変化に対して一定の労働弾力性に基づき労働供給が変化するシナリオを考える（シナリオ5）。このシナリオにおいては、Kuroda and Yamamoto (2008)の労働弾力性に関する推定結果のレンジに基づき、弾力性の値を0.7と仮定する。以上、労働市場に関する5つのシナリオの概要を以下に示す。

シナリオ 1. 女性の労働供給 (1) 既婚女性の労働供給が単身女性の水準と同等になる。2020年以降20年かけて収束すると仮定。

シナリオ 2. 女性の労働供給 (2) 単身・既婚女性それぞれの労働供給が単身・既婚男性の水準と同等になる。2020年以降20年かけて収束すると仮定。

シナリオ 3. 高齢者の労働供給 (1) 55歳以上の労働供給が10%上昇。2020年以降20年かけて上昇すると仮定。

シナリオ 4. 高齢者の労働供給 (2) シナリオ3と同じだが、上昇率が20%。

シナリオ 5. 弾力的な労働供給 賃金変化に対して、一定の労働弾力性(0.7)で労働供給が変化すると仮定。

各シナリオにおけるマクロ変数の変化を表1に示す。各セルの数字は、特定年(2030、2040、2050の各年)における数値が、ベースラインにおける同じ年の数字と比べてどの程度増減するかを示している。図14は、総労働・賃金・一括税について2100年までの推移をグラフで示している。

既婚女性の労働供給が単身女性の水準まで増加した場合(シナリオ1)、総労働供給はベースラインを上回る水準で推移し、2030年に+4.1%、2050年に+8.2%の変化となる。シナリオ2の極端なケースでは2050年前後まで労働供給は現行水準を上回る規模となる。労働供給の増加に伴い、労働市場における均衡賃金はベースラインに比べて低下する。しかし、いずれのシナリオにおいても2050年代以降この傾向は逆転する。賃金がベースラインよりも高い水準になるのは、所得増に伴って貯蓄が増加し、資本/労働比率が上昇に転じるためである。

図14(c)に示すように、所得増による税収増から政府予算制約を満たすのに必要な一括税の水準はベースラインに比べて低くなり、シナリオ1・2それぞれにおいて2030年には3.2万円あるいは16.7万円、2050年には5.6万円あるいは29.8万円の負担減となる。

高齢者の労働供給増を仮定したシナリオ3、4および賃金変動に伴い労働供給が変化するシナリオ5においても、労働供給が増え、賃金は低下し、一括税負担が減少する。第二次ベビーブーム世代が引退し、若年層が減少を続ける中、2060年前後に65歳以上の高齢者比率および財政負担はピークとなるが、こうした期間に女性や高齢者の労働参加の増加が進めば、移行過程の財政負担を軽減しうることを示している。

表 1: 労働市場に関するシナリオ：移行過程の変化

シナリオ	ベースライン	1 女性（1）	2 女性（2）	3 高齢者（1）	4 高齢者（2）	5 弾力性
総労働						
2030	—	+4.1%	+22.3%	+2.3%	+4.6%	+4.9%
2040	—	+7.9%	+44.4%	+4.6%	+9.1%	+9.5%
2050	—	+8.2%	+44.8%	+4.4%	+8.8%	+12.0%
総資本						
2030	—	-0.8%	-9.5%	-1.5%	-3.1%	-1.9%
2040	—	+2.6%	+3.2%	-0.3%	-0.9%	+1.4%
2050	—	+8.1%	+28.0%	+1.9%	+3.4%	+8.2%
総消費						
2030	—	+3.1%	+20.2%	+2.5%	+4.9%	+4.3%
2040	—	+5.1%	+31.3%	+3.5%	+7.0%	+6.7%
2050	—	+7.4%	+43.5%	+4.7%	+9.5%	+9.6%
賃金						
2030	—	-1.7%	-10.3%	-1.4%	-2.7%	-2.4%
2040	—	-1.8%	-11.4%	-1.7%	-3.4%	-2.7%
2050	—	+0.0%	-4.4%	-0.9%	-1.8%	-1.2%
金利						
2030	2.59%	+0.36ppt	+2.43ppt	+0.28ppt	+0.57ppt	+0.50ppt
2040	1.38%	+0.33ppt	+2.46ppt	+0.32ppt	+0.65ppt	+0.51ppt
2050	1.09%	+0.00ppt	+0.82ppt	+0.16ppt	+0.32ppt	+0.22ppt
一括税						
2030	12.0 万円	-3.2 万円	-16.7 万円	-1.8 万円	-3.5 万円	-3.7 万円
2040	30.3 万円	-5.5 万円	-29.7 万円	-3.1 万円	-6.2 万円	-6.9 万円
2050	47.3 万円	-5.6 万円	-29.8 万円	-3.0 万円	-6.2 万円	-9.2 万円

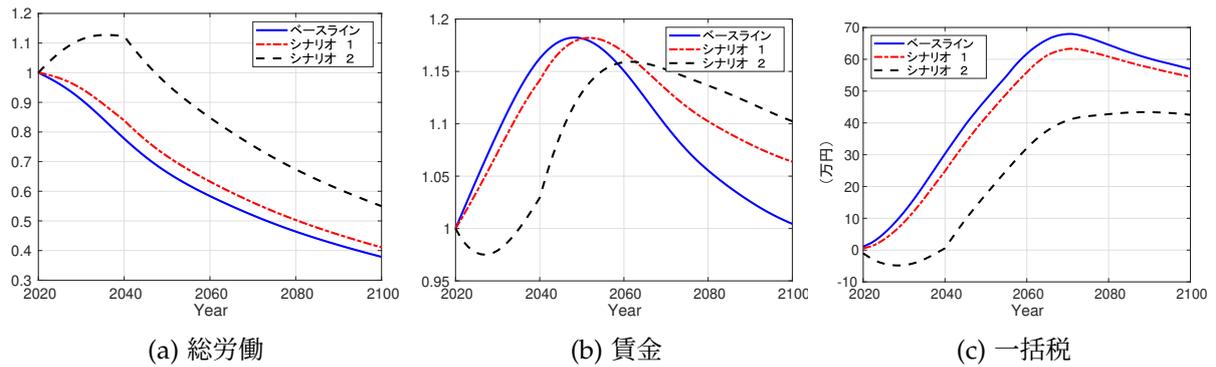


図 14: 労働市場に関するシナリオ：女性の労働供給増（総労働・賃金は2020年の値を1とする）

5.2.2 人口構造・高齢化に関するシナリオ

IPSSによる人口推計には複数のシナリオが提示されており、ベースラインのモデルにおいては、出生率中位・死亡率中位のケースを用いている。ここでは出生率および死亡率に関し、それぞれIPSSが公表している低位・高位の仮定を用いてシミュレーションを行う。移行過程における対ベースラインモデルの変化は表2にまとめている。

表 2: 人口構造に関するシナリオ：移行過程の変化

シナリオ	ベースライン	出生率	出生率	死亡率	死亡率
		低位	高位	低位	高位
総労働					
2030	—	-0.3%	+0.3%	+0.0%	-0.0%
2040	—	-1.5%	+1.5%	+0.0%	-0.0%
2050	—	-3.7%	+3.8%	+0.0%	-0.0%
総資本					
2030	—	+0.6%	-0.8%	+3.6%	-3.5%
2040	—	+1.2%	-1.6%	+3.7%	-3.8%
2050	—	+1.4%	-2.1%	+3.5%	-3.9%
総消費					
2030	—	-0.9%	+1.0%	-1.5%	+1.6%
2040	—	-2.0%	+2.1%	-1.5%	+1.5%
2050	—	-3.8%	+4.0%	-1.9%	+1.8%
賃金					
2030	—	+0.3%	-0.4%	+1.3%	-1.3%
2040	—	+1.0%	-1.1%	+1.3%	-1.4%
2050	—	+1.9%	-2.1%	+1.2%	-1.4%
金利					
2030	2.59%	-0.07ppt	+0.08ppt	-0.25ppt	+0.26ppt
2040	1.38%	-0.17ppt	+0.20ppt	-0.23ppt	+0.26ppt
2050	1.09%	-0.32ppt	+0.38ppt	-0.22ppt	+0.25ppt
一括税					
2030	12.0 万円	+0.4 万円	-0.4 万円	+2.7 万円	-2.8 万円
2040	30.3 万円	+1.4 万円	-1.5 万円	+4.2 万円	-4.2 万円
2050	47.3 万円	+3.8 万円	-3.8 万円	+5.1 万円	-5.1 万円

図 15 は、出生率の推移に関する仮定の差異が、総労働供給および税負担の推移に与える影響を示している。出生率の変化が労働市場の変化に反映されるには時間がかかることから、今後 20 年ほどは目立った影響がみられないが、中長期的に総労働供給に与える影響が一定の規模となることが確認できる（図 15(a)）。労働者の数が変化するために総所得が大幅に増減することから、長期的には税負担も大きく変化する（図 16(c)）。

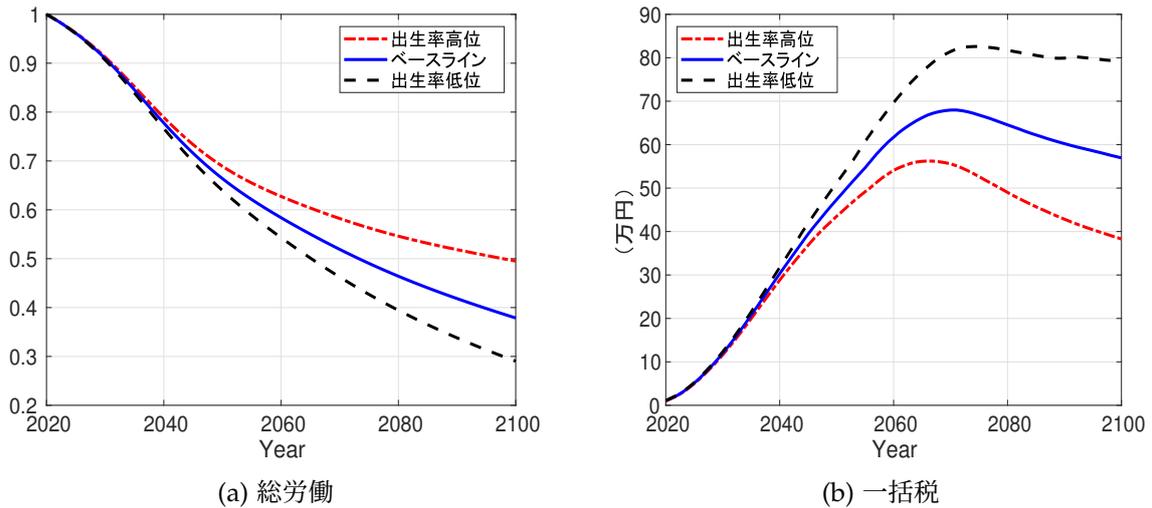


図 15: 人口構造に関するシナリオ：出生率低位・高位シナリオ（総労働は2020年の値を1とする）

図 16 は、死亡率の違いが総資本、人口の高齢者比率および税負担に及ぼす影響を示している。死亡率の違いは主に高齢層の数に影響を与えるため、表 2 にも示すように、総労働供給に対しての影響はほとんど見られない。死亡率が低下した場合、平均寿命が延びることでライフサイクルにおける貯蓄インセンティブが増し、図 16(a) で示すように総資本は若干上昇する。しかし同時に、高齢者人口が増加することで（図 16(b)）、社会保障支出が増加し、政府予算制約を満たすのに必要な一括税は上昇する（図 16(c)）。そのため若年層の可処分所得は減少し、貯蓄への影響も限定的となっている。

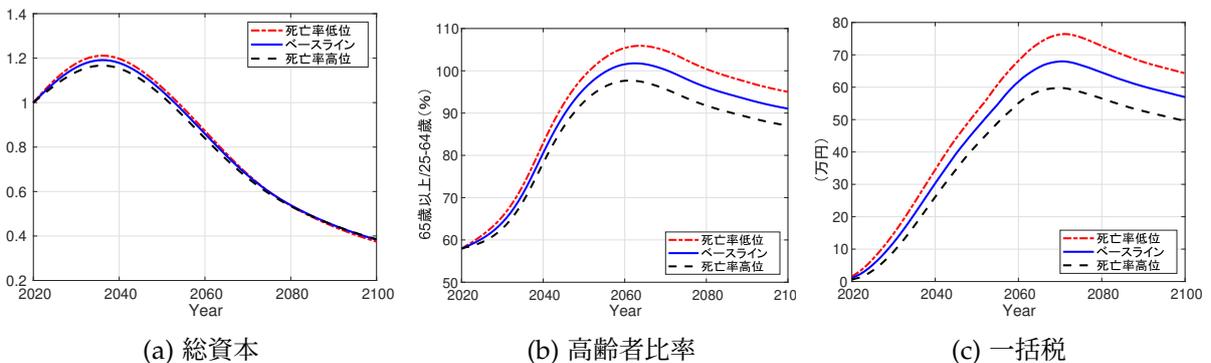


図 16: 人口構造に関するシナリオ：死亡率低位・高位シナリオ（総資本は2020年の値を1とする）

なお、本分析において出生率は外生的に与えられているが、結婚確率の変動、晩婚化等による結婚のタイミングの変化や、第一子を出産する年齢の上下などによっても出生率は変化すると考えられる。本モデルにおいてはこれらのシナリオは明示的に検討していないが、婚姻状態

の分布が変化するのに伴って想定される影響について一定の示唆を持つと考えられる。結婚や出産のタイミングについて構造的なモデルを構築して分析を行った研究としては、Doepke and Kindermann (2019)、Santos and Weiss (2016) などがある。

また、本分析では移民や外国人労働者の増減による影響は考慮していない。IPSS の条件付推計には、外国人入国超過数に関する複数のシナリオも提示されている。どういった年齢構成の外国人労働者が入国し、どの程度の期間日本に滞在して労働を供給するか、また長期に滞在する場合は結婚・出産行動が分析にどのような影響を与えるかを検討することは重要であり、将来的な分析課題である。外国人労働者によるマクロ経済・財政等への影響を明示的に扱った関連研究としては、Shimasawa and Oguro (2010)、İmrohoroglu et al. (2017)、Kitao and Yamada (2021) を参照されたい。

6 むすび

本稿では、一般均衡型の世代重複モデルに性別や家族形態の異質性、年齢別の医療・介護支出および医療保険・介護保険制度を組み込み、高齢化が進む日本経済において多様な家計の行動がマクロ経済動向に与える影響を数量的に分析した。

ミクロデータを精査すると、単身者と既婚者の行動は大きく異なることが観察される。とりわけ労働市場において、既婚女性の労働所得は単身女性や男性の所得を大幅に下回る。既婚女性の労働供給が未婚女性のそれと同程度の水準まで高まった場合、2030年、2040年の各年において総労働供給はベースラインモデルをそれぞれ約4%、8%上回る水準となった。さらに、所得増は課税基盤の拡大につながり、政府予算制約を満たす税負担の軽減につながることも明らかになった（それぞれ一括税で一人当たり年間3.2万円、5.5万円の負担減）。また、全般的な女性の所得水準が男性のそれに近づく場合には、さらに大きな効果が期待できることも示した。労働市場における需給バランスの変化による賃金の低下を考慮しても、こうした経済活動の活発化が、高齢化に伴う税負担の増加を抑制しうるということが明らかになった。

女性の労働供給に関するシナリオに加え、高齢者の労働参加に関するシナリオ、出生率・死亡率がベースラインとは異なる仮定のもとで推移するシナリオについても分析を行った。出生率が上昇に転じるか、あるいはさらに低下してゆくかは短期的なマクロ経済動向や財政状況に影響を与えるものではないが、高齢者比率がピークに達する2060年代以降には大きな効果をもたらすことが示唆された。また、将来の財政支出構造の変化を捉えるには、人口構造の変容に伴って年金・医療・介護支出がそれぞれどのように増減するかを組み込むことが不可欠であり、またそれは家計の税負担への影響を数量的に考慮するうえでも重要であることが示された。

今後数十年の日本経済において、少子化による生産年齢人口減少と高齢化による財政負担増は最大の課題ともいえるが、これらの分析によってどのような側面を重視した取り組みがより大きな効果を発揮しうるかが示唆される。単一の取り組みが万能な処方薬として期待できるわけでは

ないが、労働供給に関して成長余地のある女性（とりわけ既婚女性）や高齢者の労働参加と賃金増を促進する政策は短・中期的な効果が期待できることが示された。長期的には、労働参加の上昇が頭打ちとなる中で、出生率の上昇を促す政策が重要であることも確認された。

最後に、今後拡張的な研究を進めるにあたり重要になると考えられるいくつかの点について言及する。第一に、本研究では外生的に与えられている結婚・出産や子供への教育投資など、家族形成のダイナミクスと家庭内での意思決定はマクロ経済の動向を分析するうえで重要な要素となる。どのような政策や社会経済環境の変化が、家族形態の分布や家庭内での時間配分や消費と投資の意思決定に影響を与えるかを考慮することが鍵となる。

第二に、限られた労働力の生産性を高めるには人的資本投資が不可欠であり、どのような環境下で効果的なスキルの蓄積が可能となるかを検討する必要がある。また、教育制度やリスクリングに関わる政策の効果やスキルの動的な変化を分析するには、人的資本を内生化し、マクロ経済成長との相互作用を組み込んだモデルの構築が求められる。

第三に、労働力と人的資本を生産と成長に結びつける企業部門の構造を精緻化し、一般均衡型モデルに組み込むことで、必要とされるスキル分布の変化や、労働市場における均衡の精緻化（産業やスキルの違いによる賃金構造の解明）、学歴や性別等による所得格差など多岐にわたる課題へのアプローチが可能となるだろう。これらについては将来の研究課題としたい。

参考文献

- Attanasio, Orazio P., Sagiri Kitao, and Giovanni L. Violante (2007) "Global Demographics Trends and Social Security Reform," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 54, No. 1, pp. 144-198.
- Auclert, Adrien, Hannes Malmberg, Frédéric Martenet, and Matthew Rognlie (2021) "Demographics, wealth, and global imbalances in the twenty-first century," Becker Friedman Institute, Working Paper No. 2021-98.
- Auerbach, Alan J and Laurence J Kotlikoff (1987) "Evaluating fiscal policy with a dynamic simulation model," *The American Economic Review*, Vol. 77, No. 2, pp. 49-55.
- Bonfatti, Andrea, Selahattin Imrohoroglu, and Sagiri Kitao (2022) "Japan and the Allocation Puzzle in an Aging World," *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 145, No. 104544.
- Braun, Anton R. and Douglas H. Joines (2015) "The Implications of a Graying Japan for Government Policy," *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 57, pp. 1-23.
- Braun, R Anton, Daisuke Ikeda, and Douglas H Joines (2009) "The saving rate in Japan: Why it has fallen and why it will remain low," *International Economic Review*, Vol. 50, No. 1, pp. 291-321.
- Chen, Kaiji, Ayşe İmrohoroğlu, and Selahattin İmrohoroğlu (2007) "The Japanese saving rate between 1960 and 2000: productivity, policy changes, and demographics," *Economic Theory*, Vol. 32, pp. 87-104.
- Doepke, Matthias, Anne Hannusch, Fabian Kindermann, and Michèle Tertilt (2023) "The economics of fertility: a new era," in Lundberg, Shelly and Alessandra Voena eds. *Handbook of the Economics of the Family*, Vol. 1, Amsterdam: Elsevier, Chapter 4.
- Doepke, Matthias and Fabian Kindermann (2019) "Bargaining over babies: Theory, evidence, and policy implications," *American Economic Review*, Vol. 109, No. 9, pp. 3264-3306.
- Doepke, Matthias and Michele Tertilt (2016) "Families in Macroeconomics," in Taylor, John B. and Harald Uhlig eds. *Handbook of Macroeconomics*, Vol. 2B, Amsterdam: Elsevier, Chapter 23.
- Doi, Takero, Takeo Hoshi, and Tatsuyoshi Okimoto (2011) "Japanese government debt and sustainability of fiscal policy," *Journal of the Japanese and international economies*, Vol. 25, No. 4, pp. 414-433.

- Fukai, Taiyo, Hidehiko Ichimura, Sagiri Kitao, and Minamo Mikoshiba (2021) “Medical Expenditures over the Life-cycle: Persistent Risks and Insurance,” Working Paper.
- Gunji, Hiroshi and Kenji Miyazaki (2011) “Estimates of Average Marginal Tax Rates on Factor Incomes in Japan,” *Journal of The Japanese and International Economies*, Vol. 25, No. 2, pp. 81-106.
- Hansen, Gary D and Selahattin İmrohoroğlu (2016) “Fiscal reform and government debt in Japan: A neoclassical perspective,” *Review of economic dynamics*, Vol. 21, pp. 201–224.
- Hoshi, Takeo and Takatoshi Ito (2014) “Defying gravity: can Japanese sovereign debt continue to increase without a crisis?” *Economic Policy*, Vol. 29, No. 77, pp. 5–44.
- Hsu, Minchung and Tomoaki Yamada (2019) “Population aging, health care, and fiscal policy reform: The challenges for Japan,” *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 121, No. 2, pp. 547–577.
- Ihori, Toshihiro, Ryuta Ray Kato, Masumi Kawade, and Shun-ichiro Bessho (2006) “Public debt and economic growth in an aging Japan.”
- İmrohoroğlu, Selahattin, Sagiri Kitao, and Tomoaki Yamada (2016) “Achieving fiscal balance in Japan,” *International Economic Review*, Vol. 57, No. 1, pp. 117–154.
- (2017) “Can guest workers solve Japan’s fiscal problems?” *Economic Inquiry*, Vol. 55, No. 3, pp. 1287–1307.
- (2019) “Fiscal sustainability in Japan: What to tackle?” *The Journal of the Economics of Ageing*, Vol. 14, p. 100205.
- Imrohoroglu, Selahattin and Nao Sudo (2011) “Productivity and fiscal policy in Japan: Short-term forecasts from the standard growth model,” *Monetary and Economic Studies*, Vol. 29, pp. 73–106.
- Kitao, Sagiri (2014) “Sustainable social security: Four options,” *Review of Economic Dynamics*, Vol. 17, No. 4, pp. 756–779.
- (2015) “Fiscal Cost of Demographic Transition in Japan,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 54, pp. 37-58.
- Kitao, Sagiri and Minamo Mikoshiba (2020) “Females, the Elderly and Also Males: Demographic Aging and Macroeconomy in Japan,” *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 56, pp. 1-16, Article 101064.

- (2023) “Why Women Work the Way They Do in Japan: Roles of Fiscal Policies,” Working Paper.
- Kitao, Sagiri and Kanato Nakakuni (2023) “On the Trends of Technology, Family Formation, and Women’s Time Allocations,” Working Paper.
- Kitao, Sagiri and Tomoaki Yamada (2021) “Foreign Workers, Skill Premium and Fiscal Sustainability in Japan,” *Economic Analysis*, Vol. 202, pp. 220-243.
- Kuroda, Sachiko and Isamu Yamamoto (2008) “Estimating Frisch Labor Supply Elasticity in Japan,” *Journal of The Japanese and International Economies*, Vol. 22, No. 4, pp. 566-585.
- Mikoshiya, Minamo (2023) “Universal Insurance with In-Kind Transfers: The Welfare Effects of Long-Term Care Insurance in Japan,” Working Paper.
- Nakakuni, Kanato (2023) “Macroeconomic Analysis of the Child Benefit: Fertility, Demographic Structure, and Welfare,” Working Paper.
- Oguro, Kazumasa, Junichiro Takahata, Manabu Shimasawa et al. (2011) “Child benefit and fiscal burden: OLG model with endogenous fertility,” *Modern Economy*, Vol. 2, No. 04, p. 602.
- Oguro, Kazumasa, Manabu Shimasawa, and Junichiro Takahata (2013) “Child Benefits and Welfare for Current and Future Generations: Simulation Analyses in an Overlapping-Generations Model With Endogenous Fertility,” *Asian Economic and Financial Review*, Vol. 3, No. 4, p. 490.
- Okamoto, Akira (2013) “Welfare analysis of pension reforms in an ageing Japan,” *The Japanese Economic Review*, Vol. 64, pp. 452–483.
- (2020) “Childcare allowances and public pensions: Welfare and demographic effects in an aging Japan,” *The BE Journal of Economic Analysis & Policy*, Vol. 20, No. 2, p. 20190067.
- Santos, C. and David D. Weiss (2016) “Why not settle down already?” A quantitative analysis of the delay in marriage,,” *International Economic Review*, Vol. 57, No. 2, pp. 425-452.
- Shimasawa, Manabu and Kazumasa Oguro (2010) “Impact of immigration on the Japanese economy: A multi-country simulation model,” *Journal of The Japanese and International Economies*, Vol. 24, pp. 586-602.
- Yamada, Tomoaki (2011) “A politically feasible social security reform with a two-tier structure,” *Journal of the Japanese and international economies*, Vol. 25, No. 3, pp. 199–224.

Yamaguchi, Shintaro (2019) “Effects of parental leave policies on female career and fertility choices,” *Quantitative Economics*, Vol. 10, No. 3, pp. 1195–1232.

小塩隆士・安岡匡也 (2010) 「公的年金と子育て支援」, 『経済研究』, 第 61 巻, 第 2 号.

萩原玲於奈 (2021) 「子育て支援が出生率、女性労働、厚生に与える影響」, *mimeo*.

Appendix. 数値計算アルゴリズム

ここでは、上で解説した一般均衡型世代重複モデルの均衡の計算手法を解説する。はじめに、マクロ変数および個人の分布が每期一定となる定常状態の計算、次に、初期経済から最終定常状態にいたるまでの移行過程の計算について解説する。

定常状態の計算アルゴリズム： ベースラインで仮定したいくつかのモデル要素に関して、代替的なシナリオを想定してシミュレーションを行う。初めに労働市場に関連する仮定について、女性や高齢者の労働参加・生産性に関するシナリオ、賃金変化に対して労働が弾力的に反応するシナリオを検討する。次に、人口構造の変化に関して、出生率および死亡率がベースラインに比べてが低位・高位それぞれの場合についての分析結果をまとめる。

- 1. 初期セットアップ** パラメータを設定する。このモデルでは労働供給は外生のため、総労働供給 L を計算する。
- 2. グリッド生成** 家計の資産について、状態空間の評価点をグリッドで仕切る。
- 3. 収束の基準** 一般均衡において定まる変数の収束の基準となるパラメータを定める。
- 4. 一般均衡で決定される変数の初期値設定** 資本、一括税、偶発的遺産、各年齢・性別の単身者の資産を当て推量する。それぞれ K_0 、 τ_0^s 、 b_0 、 $a_{j,g,0}$ とする。 K_0 に基づく金利および賃金を計算する。
- 5. 個人の政策関数（最適な貯蓄の意思決定）の導出** 前のステップで計算した金利、賃金および偶発的遺産を所与として、個人の最適化問題を解く。最終期 $j = J$ から、後ろ向き帰納法を使って価値関数を求め、各年齢の単身者（男性・女性）および既婚夫婦それぞれの状態変数における政策関数 $a_{t+1} = g^S(j, g, a_t)$ （単身者）および $a_{t+1} = g^M(j, a_t)$ （既婚者）を求める。
- 6. 定常分布の導出** 第一期、年齢 $j = 1$ における状態変数の分布を所与として、前ステップで求めた政策関数に基づき、各年齢における状態変数の分布を求める。状態空間での分布に基づき、総資本供給 (i.e. $A_0 - B$)、政策関数に基づく遺産額 b_1 、各年齢・性別の単身者の資産 $a_{j,g,1}$ および政府歳出・歳入を計算する。
- 7. 均衡条件の確認** 総資本需要 K_0 と総資本供給 A_0 、遺産の当て推量 b_0 と計算結果 b_1 、単身者資産の当て推量 $a_{j,g,0}$ と計算結果 $a_{j,g,1}$ の距離、政府歳出と歳入の距離をそれぞれ測る。これらすべての距離が収束の基準以下であればストップ。そうでなければ初期値の値を調整して、ステップ 4、5、6 を繰り返す。

なお、初期経済の計算においては、2020年時点での人口分布を仮定するため、ステップ6の分布の導出においては国勢調査データに基づく年齢分布を用いる。そのため初期定常状態ではなく「初期経済」と呼んでいる。

移行過程の計算アルゴリズム： 上記の定常状態を計算するアルゴリズムに従って初期経済および最終定常状態を計算した後に、その2時点をつなぐ移行過程を以下のアルゴリズムに従って計算する。移行過程の計算において最終定常状態にいたるまでの必要な期間に定則はないが、十分な期間をとり、すべての変数がスムーズに収束することを確認する必要がある。本モデルの計算においては、2020年から2300年までの計算を行い、 $T = 280$ 年の移行期間を設定している。

1. **初期経済および最終定常状態の計算・必要データの保存** 初期経済および最終定常状態を求める。最終定常状態の価値関数、初期定常状態の分布、それぞれの定常状態における一般均衡変数（総資本・偶発的遺産・一括税・単身者の資産）を保存する。
2. **収束の基準** 移行過程の計算における収束の基準となるパラメータを定める。
3. **一般均衡で決定される変数の初期値設定** 移行過程における各期の総資本 $\{K_t\}_{t=1}^T$ 、偶発的遺産 $\{b_t\}_{t=1}^T$ 、一括税 $\{\tau_t^s\}_{t=1}^T$ 、単身者の資産 $\{a_{j,g,t}\}_{t=1}^T$ を当て推量する。ただし、 K_1 は初期経済における均衡資本、 K_T は最終定常状態における均衡資本の値とする。 $\{K_t\}_{t=1}^T$ に基づき、企業の利潤最大化条件から移行過程における要素価格 $\{r_t, w_t\}_{t=1}^T$ を計算する。
4. **個人の政策関数の導出** 最終 T 期における各年齢 $j = 1, \dots, J$ の個人の最適化問題を解く。最終定常状態の価値関数を T 期における次期 ($t = T + 1$) の価値関数として、政策関数 $a_{T+1} = g^S(j, g, a_T)$ (単身者) および $a_{T+1} = g^M(j, a_T)$ (既婚者) を導出、保存する。
次に、この計算で得られた T 期の価値関数を次期の価値関数として $t = T - 1$ 期の最適化問題を解き、政策関数 $a_T = g^S(j, g, a_{T-1})$ (単身者) および $a_T = g^M(j, a_{T-1})$ (既婚者) および $T - 1$ 期の価値関数を導出し、保存する。続いて $t = T - 2, T - 3, \dots, 3, 2, 1$ と順に計算を行い、一連の政策関数を保存する。
5. **分布の計算** 初期定常状態における分布を $t = 1$ 期の分布とし、ステップ4で計算された政策関数をもとに $t = 2$ 期から T 期までの一連の状態変数の分布を計算する。
6. **均衡条件の確認** ステップ5で計算した分布をもとに、各期における家計の総資本供給 $\{A_t - B_t\}_{t=1}^T$ 、偶発的遺産 $\{b_t\}_{t=1}^T$ 、政府の歳出・歳入、単身者の資産 $\{a_{j,g,t}\}_{t=1}^T$ を計算する。ステップ3において当て推量した値と一致するか、政府予算制約が満たされるか確認する。すべての距離が収束の基準以下であればストップ。そうでなければ初期値の値を調整して、ステップ3~6を繰り返す。