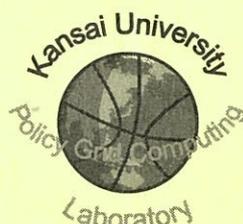


# 世代別積立方式に基づく公的年金制度を検証するための MAS ツールの開発

陳 志斌, 村田忠彦



文部科学大臣認定 共同利用・共同研究拠点  
関西大学ソシオネットワーク戦略研究機構  
関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター  
(文部科学省私立大学社会連携研究推進拠点)

Policy Grid Computing Laboratory,  
The Research Institute for Socionetwork Strategies,  
Joint Usage / Research Center, MEXT, Japan  
Kansai University  
Suita, Osaka 564-8680, Japan  
URL: <https://www.pglab.kansai-u.ac.jp/>  
<http://www.kansai-u.ac.jp/riss/>  
e-mail: [pglab@jm.kansai-u.ac.jp](mailto:pglab@jm.kansai-u.ac.jp)  
tel. 06-6368-1228  
fax. 06-6330-3304

## **関西大学政策グリッドコンピューティング実験センターからのお願い**

本ディスカッションペーパーシリーズを転載、引用、参照されたい場合には、ご面倒ですが、弊センター（[pglab@jm.kansai-u.ac.jp](mailto:pglab@jm.kansai-u.ac.jp)）宛にご連絡いただきますようお願い申し上げます。

## **Attention from Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University**

Please reprint, cite or quote WITH consulting Kansai University Policy Grid Computing Laboratory ([pglab@jm.kansai-u.ac.jp](mailto:pglab@jm.kansai-u.ac.jp)).

# 世代別積立方式に基づく公的年金制度を検証するための MAS ツールの開発

陳 志斌<sup>1</sup>, 村田忠彦<sup>1,2,3</sup>

## Development of Multi-Agent Simulation Tool for Examining Public Pension System Based on Generation-Based Funding Scheme

Zhibin Chen<sup>1</sup>, Tadahiko Murata<sup>1,2,3</sup>

### 概要

本稿では、世代別積立方式に基づく公的年金制度のマルチエージェントシミュレーションモデルを構築した。従来のマクロモデルでは得ることのできないマイクロなシミュレーションデータを得ることを目的とする。このようなマイクロなデータは政策あるいは制度が特定個人に与える影響を分析・検証するのに有効で、政策意思決定者の意思決定の支援になると考える。本稿では、モデルの詳細とシミュレーション結果の一部を示し、本モデルの有用性を明らかにする。

### Abstract

In this paper, we develop a multi-agent simulation model (MAS) for the pension system based on generation-based funding scheme. Using MAS, we are able to obtain micro data that we can not obtain from existing macro models. We consider that the micro data are effective to analyze the influence on specified individual caused by changes of policy or institution, and it is applicable to aid policy makers to make their decisions.

キーワード：世代別積立方式，年金制度，マルチエージェントモデル

Keywords: generation-based funding scheme, pension system, multi-agent model

---

1 関西大学総合情報学部 Faculty of Informatics, Kansai University

2 関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University

3 関西大学ソシオネットワーク戦略研究機構 Institute of Socionetwork Strategies, Kansai University

## 1. はじめに

現在、日本の公的年金制度は賦課方式では運営されている。賦課方式では、勤労世代の支払った保険料を退職世代の年金給付に充てるため、人口構造の変動とともに、現行制度を維持するためには、現在の勤労世代の負担を増やさざるを得なくなり、このことが世代間格差の原因となっている。また、近年の急激な少子高齢化に伴い、年金の財政収支が悪化しており、財政持続可能性にも大きな課題がある。そこで、少子高齢社会においても、世代間公平性を確保し、財政持続可能性の高い手法として、世代別積立方式[1]が提案されている。世代別積立方式は、被保険者の支払った保険料を世代別積立金として各世代ごとに積み立て、各世代の被保険者が給付開始年齢になると、その積立金を取り崩して年金給付を行う方式である。年金の収支を世代内に完結させるため、人口構造の変化に頑強な方式である。また、世代間の所得転用が不要なため、世代内公平性が確保される。

従来研究[1,2]では、世代別積立方式に現行制度の厚生年金のような納付回数比例年金と納付金額比例年金の二階建て方式を導入することで、ほぼ現在の国庫負担で世代間公平性、財政持続可能性、世代内公平性を実現できることを、マクロなシミュレーションモデルで検証した。しかし、従来モデルはマクロな視点に立っており、年金制度の中心である個人を考慮していない。そのため、年金制度、あるいは政策が特定個人にもたらす影響を分析、検証することがなされていなかった。このような大きな制度転換が行われる場合、移行制度のもとでどのような人がどのくらい影響を受けるかを事前にシミュレーションで検証できることが政策意思決定者にとって極めて重要であり、またその意思決定の支援になると考える。そこで、本稿では、世代別積立方式のもとで、年金制度の被保険者一人ひとりを自律的に行動するエージェントとして扱う MAS (multi-agent simulation) モデルを構築した。そのことによって、シミュレーションを通して、ミクロな個人のデータを観察することを可能にした。本モデルでは、全エージェントのデータを観察することができるので、そのデータを分析することで年金制度や政策が特定個人に与える影響を定量的に明らかにすることが可能である。本稿では、世代別積立方式の概要とモデルの詳細について述べたあと、シミュレーション結果の一部を示し、本モデルの有用性を明らかにする。

## 2. 世代別積立方式

本稿では、文献[1]で提案されている世代別積立方式の年金制度をもとに、シミュレーションモデルを構築する。以下に世代別積立方式の概要について述べる。現行制度が持つ人口構造の変化に対する脆弱性を改善するため、世代別積立方式では、世代ごとに年金の積立を行う方式を採用する。世代別に年金を積み立てるということは、年金の財政収支を世代内で完結させることを意味し、世代間の所得再配分が行われないため、人口構造の変動

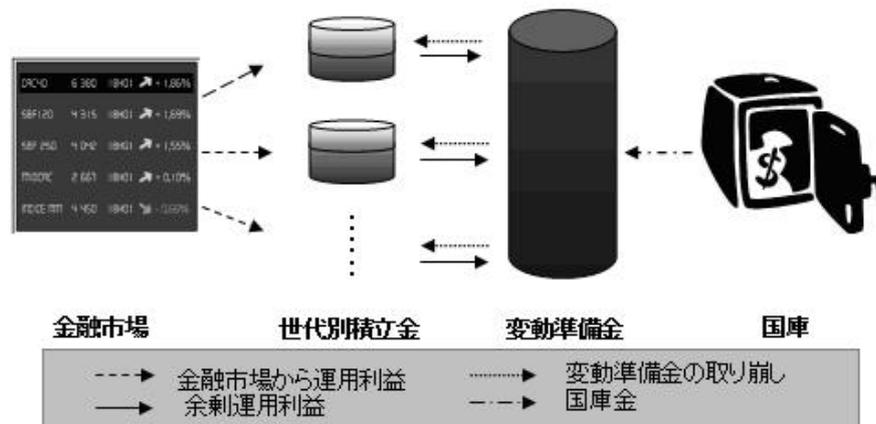


図1 世代別積立方式の概要

に頑強である。しかし、積立時と給付時に時間的間隔があるため、貨幣価値の変動により積立金の実質価値が変化する可能性がある。特に公的年金制度の運営のような数十年にもわたる財政運営の場合、積立金の実質価値の変化を無視することができない。そのため、世代別積立金を金融市場で運用し、その運用利益で実質価値変化分を補填する必要がある。運用利益をそのまま積立金に積み立てると、運用利回りのいい世代とそうでない世代の間に納付給付比率の差が生じるので、ここでは積立金の実質価値変化分のみを補填し、余った運用利益を変動準備金として蓄えておく。また、運用利益が不足する場合には変動準備金を取り崩して補填を行う。このように、変動準備金を設けることで運用利率の不確実性に対応することが可能となる。また、変動準備金が底をついた場合は、その不足分を国庫負担で補填する。概要を図1に示す。

また、公的年金の場合は所得の世代内再配分の考慮する必要がある。そこで、現行制度の厚生年金を做って、世代別積立方式に納付金額比例年金と納付回数比例年金の二種類の年金を導入することとする。年金支出に一定比率（以下、所得格差調整係数）を乗じた金額を納付金額比例年金とし、残りを納付回数比例年金として年金受給者に分配する。納付金額比例年金を算定する場合の負担は就業期間中に納付した保険料の総額である。それに対して納付回数比例年金を算定する場合の負担は加入期間、つまり納付回数である。現行の厚生年金のように所得に比例して保険料が決まるので、納付回数と納付金額が必ずしも比例することはない。たとえば、二人の被保険者がともに満期まで一度も未納することなく保険料を納付すると納付回数比例年金の金額は等しくなるが、生涯の収入が異なれば保険料の納付総額が異なり、納付金額比例年金の金額に違いが生じる。このような負担に対する考え方の違いは両年金の目的の違いに起因している。納付回数年金の目的は高額所得者から低額所得者への所得再配分であり、納付金額比例年金の目的は過度な所得再配分の

防止である。所得格差調整係数で両年金の割合を調整することで所得格差をコントロールできる制度を構築できる。所得格差調整係数は大きくなるほど所得再配分の機能が低下するという性質を持っている。

### 3. モデルの詳細

#### 3.1 人口構造の変動

本稿では、先行研究[1,2]と同様に人口構造の変動を各年の出生数と年齢別生存率によってモデル化する。年齢別生存率とは、各年齢において次の年まで生き残ることのできる確率であり、修正リー・カーター法[3,4]に基づく予測値をそのまま用いる。エージェントは各年において、年齢に応じた生存率で生存・死亡を確率的に決定する。また、将来の出生数は国立社会保障・人口問題研究所が実施している将来推計[5] (2006年出生中位, 死亡中位推計) を用いる。ただし、将来推計は2100年までしか行われていないため、2101年以降は2100年の値をそのまま用いる。図2に2005年から2120年の人口の推移, 図3に2005年における年齢別生存率を示す。

#### 3.2 平均賃金と個人賃金

本稿では、先行研究[1]と同様に、平均賃金の初期値、時間別の賃金上昇率を所与として平均賃金の変動をモデル化する。 $t+1$ 年における平均賃金 $W(t+1)$ は次の式に従って変動する。

$$W(t+1) = (1 + \omega(t))W(t) \quad (1)$$

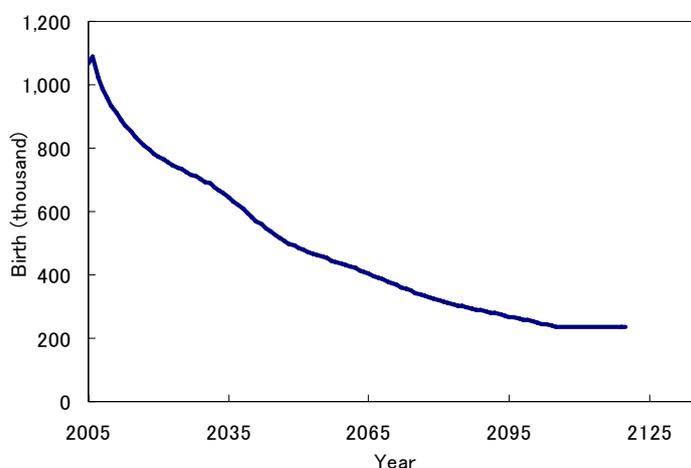


図2 将来予測出生数

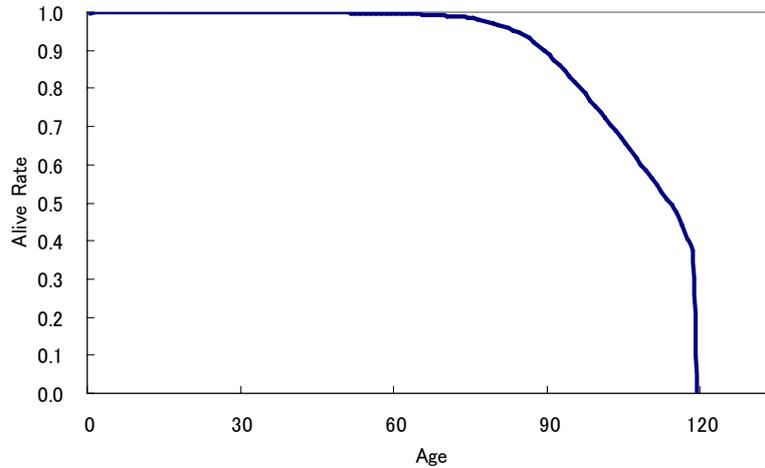


図3 年齢別生存率

ただし、 $\omega(t)$  は  $t$  年における賃金上昇率である。なお、賃金上昇率の時系列データは、厚生労働省が実施している賃金構造基本統計調査[6] (1990–2000 年調査) から求めた賃金上昇率の平均値と標準偏差に従う正規分布の乱数を用いて作成する。日本のような年功序列社会では、個人賃金は年齢に依存する傾向が大きく、賃金構造基本統計調査の結果 (2005 年) から全就業者の平均賃金に対する  $t$  年において  $a$  歳である世代の平均賃金の比率 (以下、年齢別賃金構造率)  $C(t, a)$  を求め、式 (2) に従い  $t$  年において  $a$  歳である世代の年齢別平均賃金  $\mu(t, a)$  をモデル化する。

$$\mu(t, a) = C(t, a)W(t) \quad (2)$$

ただし、賃金構造基本統計調査の結果は 5 歳ごとのデータしかないため、15 から 64 歳までを 2 次関数で補完し、65 歳以上を指数関数で補完する。それは先行研究[1]と同じ方法である。図 4 に年齢別賃金構造率を示す。

また、年齢別賃金の標準偏差  $\sigma(t, a)$  は式 (3) のようになる。

$$\sigma(t, a) = \Gamma(t, a)C(t, a)W(t) \quad (3)$$

ここで、 $\Gamma(t, a)$  は変動係数である。変動係数  $\Gamma(t, a)$  は時間や世代によって異なるが、本稿では簡略化のため、全期間および全世代を通して 1.0 で一定とする。個人賃金は常に正の値で、正規分布の確率密度関数のように一つの極大値を持つことが多いなどの特徴から、平均  $\mu(t, a)$  と標準偏差  $\sigma(t, a)$  に従う対数正規乱数を用いて生成する。 $t$  年において  $a$  歳である就業者のうち、 $t+1$  年で引き続き就業状態にある  $i$  番目の就業者の賃金  $w(t, a, i)$  は前

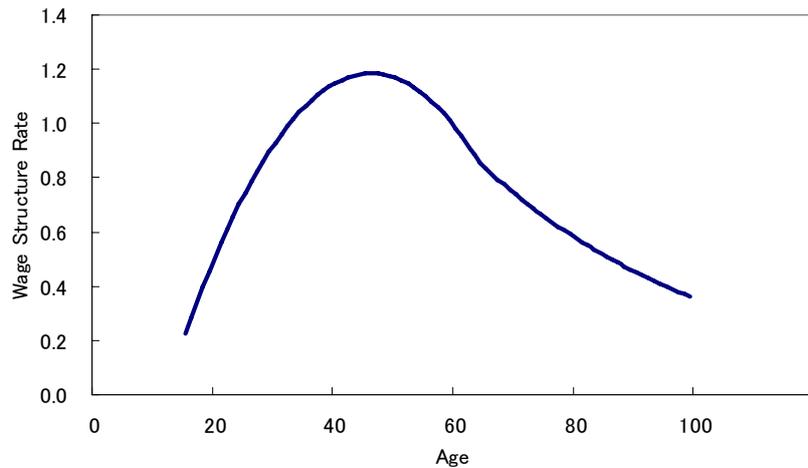


図4 年齢別賃金構造率

年の賃金に依存すると考えられるので、式 (4) に基づいて個人賃金を変動させ、 $t+1$ 年において失業状態に遷移する就業者の賃金をゼロに変動させる。

$$w(t+1, a+1, i) = \frac{w(t, a, i) - \mu(t, a)}{\sigma(t, a)} \times \sigma(t+1, a+1) + \mu(t+1, a+1) \quad (4)$$

なお、 $t$ 年において就業状態にいないで、 $t+1$ 年において就業状態に遷移する者の賃金は $t+1$ 年の賃金の平均と標準に従う対数正規乱数を用いて生成する。

### 3.3 就業率と納付率

本稿では先行研究[1]と同様に、総務省が公開している国勢調査 (2005 年) [7]の結果から年齢別就業率を推定し、個人の就業状況をモデル化する。 $t$ 年において $a$ 歳の就業可能年齢に達した個人は年齢別就業率 $H(t, a)$ に従って、就業状況を決定する。図5に年齢別就業率を示す。就業状態に遷移した者は3.2節で述べた方法に基づき個人賃金を割り当てる。

先行研究[1]では、各年に年齢別就業率に従って個人の就業状態を確率的に決定していたが、個人が頻繁に就業・未就業の状態を繰り返すことは現実的でないため、本稿では次のように個人に就業状態を割り当てることとする。

$t$ 年の総人口を $P(t)$ とすると、人口が十分大きいとき $t$ 年の就業人口を $P(t) \times H(t, a)$ 、 $t+1$ 年の就業人口を $P(t+1) \times H(t+1, a+1)$ と表すことができる。 $t+1$ 年において、 $t$ 年と比べて就業人口が増加した場合は $t$ 年の就業者をそのままとした上、未就業者からランダムにその差分だけの人数の個人を就業状態にし、 $t$ 年と比べて就業人口が減少場合は $t$ 年の就業者からその差分だけの人数の個人をランダムに選択し、未就業状態にする。保険料の

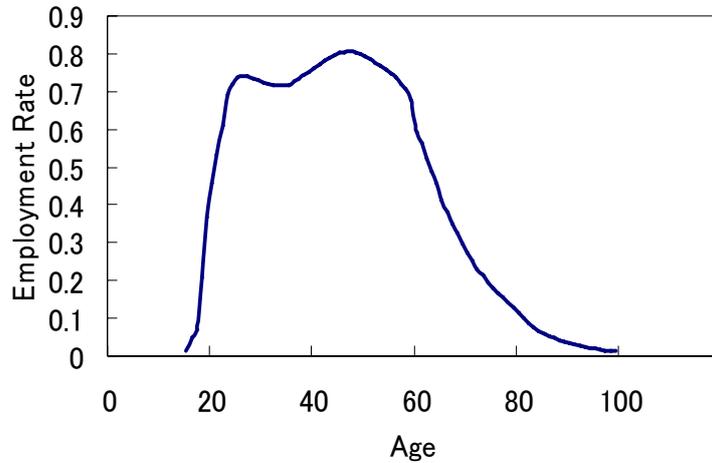


図5 年齢別就業率

納付については、本来なら年齢別の納付率を与えるのが好ましいが、本稿では簡略化のため、先行研究[1]と同様に年金は就業者だけが納付するものとし、その納付率を全期間を通して60%とした。つまり、全期間を通して就業者は各期ごと60%の確率で納付行動を起こす。

### 3.4 世代別積立金の計算

ある世代の世代別積立金の収支を三つの期間に分けて考えることができる。一つ目は、出生から納付開始年齢までの期間である。その期間中は積立金の収支が発生しない。二つ目は、納付開始年齢から給付開始年齢までの納付期間である。その期間中は実質価値補填収入  $\Delta S_1^+$  と保険料収入  $\Delta S_2^+$  の二種類の収入が発生する。三つ目は、給付開始年齢から死亡までの給付期間である。その期間中は実質価値補填収入  $\Delta S_1^+$  と年金給付  $\Delta S^-$  の収支が発生する。したがって、ある世代の  $t$  年における積立金の収支  $\Delta S(t, a)$  を式 (5) で表すことができる。

$$\Delta S(t, a) = \begin{cases} 0, & 0 \leq a < \lambda(t, a) \\ \Delta S_1^+(t, a) + \Delta S_2^+(t, a), & \lambda(t, a) \leq a < v(t, a) \\ \Delta S_1^+(t, a) - \Delta S^-(t, a), & v(t, a) \leq a \leq \zeta \end{cases} \quad (5)$$

ただし、 $\lambda(t, a)$  は保険料の納付開始年齢、 $v(t, a)$  は年金の給付開始年齢、 $\zeta$  は最長寿命である。

### 3.4.1 積立金実質価値の補填

積立方式は人口構造の変化に頑強であるが、積立時と給付時に時間の開きがあるため、貨幣価値の変動により実質価値が減少する可能性がある。その実質価値の減少分を積立金を金融市場で運用し、得られた運用利益で補填する必要がある。運用利率の時系列データは厚生年金の運用実績（1990–2000年）から運用利率の平均値と標準偏差を求め、正規分布に従う乱数をもって生成する。本稿では貨幣価値の変動の指標として、平均賃金上昇率を用いる。平均賃金が1%上昇すると積立金の実質価値が1%減少すると考える。つまりある年の積立金の実質価値を維持するには、該当年の賃金上昇率分の価値減少を補填する必要がある。したがって、 $t$ 年において $a$ 歳である世代の実質価値補填収入 $\Delta S_1^+(t, a)$ は次のようになる。

$$\Delta S_1^+(t, a) = \omega(t)\Delta S(t, a) \quad (6)$$

ただし、 $\omega(t)$ は $t$ 年における賃金上昇率である。なお、補填して余った運用利益を変動準備金に蓄えておき、不足する場合は変動準備金から不足分を補填する。

### 3.4.2 保険料収入と年金給付額

ここで、本稿での保険料収入と年金給付額の算定方法と先行研究のその算定方法の違いについて説明する。先行研究[1,2]では、 $t$ 年における $a$ 歳である世代の保険料収入 $\Delta S_2^+(t, a)$ を、保険料率 $\alpha(t, a)$ と就業者数 $H(t, a)P(t, a)$ 、さらに平均賃金 $C(t, a)W(t)$ に比例するとし、式(7)のように保険料収入を計算していた。

$$\Delta S_2^+(t, a) = \alpha(t, a)C(t, a)W(t)N(t, a)H(t, a)P(t, a) \quad (7)$$

また、 $t$ 年における $a$ 歳である世代の年金給付額 $\Delta S^-(t, a)$ を給付水準 $\beta(t, a)$ 、平均納付率 $\rho(t, a)$ 、人口数 $P(t, a)$ 、さらに全就業者の平均賃金 $W(t)$ に比例し、(8)式のように年金給付額を計算していた。

$$\Delta S^-(t, a) = \beta(t, a)\rho(t, a)P(t, a)W(t) \quad (8)$$

式(7)、(8)からわかるとおり、先行研究では保険料収入や年金給付額を計算する際、どの人がどのくらい納付し、どのくらい給付を受けたかを考慮することなく、マクロな視点に立って保険料収入と年金給付を集団として計算していた。本稿では、式(9)のとおり $t$ 年において $a$ 歳である世代の保険料収入 $\Delta S_2^+(t, a)$ を全ての個人の支払った保険料の総額として計算する。

$$\Delta S_2^+(t, a) = \sum_i^{P(t, a)} \Delta S_2^+(t, a, i) \quad (9)$$

ただし、 $i$ は個人の番号である。 $i$ 番目の個人の保険料額は該当年の収入に保険料率 $\alpha$ を乗じたものである。年金給付額については、保険料収入と同様に、すべての個人に支払う納付回数比例年金と納付金額比例年金の合計からボトムアップに計算する。以下にその計算方法について述べる。 $t$ 年において $a$ 歳の世代に所属する $i$ 番目の個人が納付開始年齢に達すると、過去の納付履歴に基づき納付金額比例年金の負担率（金額負担率） $R_a(i)$ との納付回数比例年金の負担率（回数負担率） $R_f(i)$ を算出する。 $R_a(i)$ は該当個人が納付期間を通して平均賃金と同じ賃金水準で納付した場合の納付金額に対する実際に納付した金額の比率であり、 $R_f(i)$ は最大納付回数に対する該当個人が納付期間を通して実際に納付した回数の比率である。 $r$ を所得格差調整係数、 $\beta(t, a)$ を $t$ 年において $a$ 歳である世代の給付水準としたとき、 $t$ 年において $a$ 歳である世代の平均的な個人の納付金額比例年金額は $rW(t)\beta(t, a)$ となり、それに個人の金額負担率を乗じることで該当個人の納付金額比例年金額 $\Delta S_a^-(t, a, i)$ を求めることとする。定式化すると式 (10) のとおりになる。また、個人の所得回数比例年金額の場合は、平均的な個人の納付回数比例年金額は $(1-r)W(t)\beta(t, a)$ となり、それに個人の回数負担率を乗じることで該当個人の納付回数比例年金額 $\Delta S_f^-(t, a, i)$ を求めることとする。定式化すると式 (11) のとおりになる。

$$\Delta S_a^-(t, a, i) = rW(t)\beta(t, a)R_a(i) \quad (10)$$

$$\Delta S_f^-(t, a, i) = (1-r)W(t)\beta(t, a)R_f(i) \quad (11)$$

さらに、 $t$ 年において $a$ 歳である世代の総年金給付額 $\Delta S^-(t, a)$ は該当世代の全ての個人の納付金額比例年金と納付回数比例年金を合計となり、次のとおりになる。

$$\Delta S^-(t, a) = \sum_i^{P(t, a)} (\Delta S_a^-(t, a, i) + \Delta S_f^-(t, a, i)) \quad (12)$$

このように、個人の納付額と給付額を考慮することで、制度のもとで各被保険者がどのような影響を受けるかを分析することが可能となる。

### 3.4.3 保険料率と給付水準の決定

$t$ 年において  $a$  歳の世代の保険料率  $\alpha(t, a)$  と給付水準  $\beta(t, a)$  を考える。年金制度の世代間公平性を確保するため、各世代の保険料収入の実質負担額と受け取る年金給付額の比率が等しくなければならない。各世代の人口がゼロになった時点の各世代の世代別積立金が全てゼロになるように年金財政を運営すれば、保険料の実質負担額と受け取る年金給付額の実質価値が各世代において均衡し、世代間公平性が確保される。そこで各年において人口がゼロになるまでの積立金の推移を予測しながら、最終的に世代別積立金がゼロになるように各年の保険料率と給付水準を決定しなければならない。ただし、将来の保険料率と給付水準が一定であると仮定して予測を行う。予測においては、最終的な積立金だけを予測すればよく、細部までシミュレートする必要がないので、先行研究[1,2]のマクロモデルを用い、式 (5), (7), (8) に基づき各年予測を行い、最適な保険料率と給付水準を求める。本稿では、保険料率と給付水準の上限と下限の間の数値を 0.01% ずつに区切り、その全ての組合せの中から、最終的な積立金をもっともゼロに近くなる組合せを該当年の保険料率と給付水準とする。

## 4. シミュレーション

本稿では、2005 年から 2120 年までの期間をシミュレーションし、マクロなシミュレーションモデルでは観測できない個人のデータを分析することで、年金制度あるいは所得格差調整係数の変更などの政策が特定個人に与える影響を定量的に明らかにする。

### 4.1 アルゴリズム

シミュレーションアルゴリズムは下記のとおりである。

(1) 初期化

年齢別生存率、賃金上昇率、運用利率の時系列データを作成する。

(2) 保険料率と給付水準を算出

その年の予測結果に基づき、最適な保険料率と給付水準を算出する。納付期間は保険料率と給付水準、給付期間は給付水準のみを算出する。

(3) 納付あるいは給付、およびその履歴の記録

仮定した納付率に従って確率的に個人に納付させる。該当世代が納付期間中であれば保険料の納付履歴を記録し、給付期間中であれば年金の給付履歴を記録する。

(4) 世代別積立金の計算

世代別積立金を計算する。該当世代が納付期間中であれば、運用収入と保険料収入を加える。給付期間中であれば、運用収入を加え、年金支出を引く。

(5) 世代の更新

- (2) から (4) の対象となる世代を更新する。全ての世代の計算が済めば次のステップに進み、さもなければ (2) に戻る。
- (6) 変動準備金と国庫負担の計算  
該時点における変動準備金と国庫負担を計算する。
- (7) 個人を次の年の状態に更新する  
生存率に基づき個人の生存・死亡を決定し、生存しているものは就業率により就業状態を更新し、状態に相応な賃金を割り当てる。
- (8) 時間の更新  
時間を更新し、シミュレーション終了時点で達すれば終了し、さもなければ (2) に戻る。

## 4.2 パラメータ

本稿で使用するパラメータは表 1 のとおりである。保険料率（個人分+企業分）の上限を 18.3%とすることが 2004 年度の年金制度改正で定められており、その上限に合うよう国庫分も合わせた保険料率（個人分+企業分+国庫分）の上限を 21.35%に設定した。給付水準は、2004 年度の年金制度改正で定められた値とした。

## 5. 実験結果

### 5.1 カテゴリ別シミュレーション結果

2005 年生まれの世代の人口規模を 1000 人に縮小し、所得格差調整係数を 0.3 としたときのシミュレーション結果を以下に示す。本シミュレーションでは、全エージェントのデータを観測することができるが、今回はカテゴリ化したものを示す。平均生涯賃金と納付期間に関する 4 つのカテゴリを比較対象とした。給付負担率とは支払った保険料額に対して受け取る年金給付額の比率である。

- |          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| カテゴリ 1 : | 生涯賃金が全人口の平均生涯賃金より上+納付期間が 25 年より上 |
| カテゴリ 2 : | 生涯賃金が全人口の平均生涯賃金より上+納付期間が 25 年より下 |
| カテゴリ 3 : | 生涯賃金が全人口の平均生涯賃金より下+納付期間が 25 年より上 |
| カテゴリ 4 : | 生涯賃金が全人口の平均生涯賃金より下+納付期間が 25 年より下 |

表 2 からわかるとおり、各カテゴリに所属する人数、平均生涯賃金、平均納付額、平均給付額、および負担給付比率など、ミクロなシミュレーション結果を得ることができた。また、負担給付比率に注目すると、カテゴリ 3、つまり生涯賃金が全人口の平均生涯賃金より下でなおかつ納付期間が 25 年以上の個人が所属するカテゴリの負担給付比率が 361%

表1 パラメータ

パラメータ	値
平均賃金上昇率の平均	1.68%
運用利率の平均	4.99%
平均賃金上昇率の標準偏差	1.65%
運用利率の標準偏差	1.06%
保険料率の下限	0.00%
保険料率の上限	21.35%
給付水準の下限	50.00%
給付水準の上限	100.00%
保険料の個人負担率	3/7
保険料の企業負担率	3/7
保険料の国庫負担率	1/7
所得格差調整係数	0.00—1.00
最長寿命	119歳
最小就業年齢	15歳
最大就業年齢	99歳
給付開始年齢	65歳
納付率	60%

表2 カテゴリ別シミュレーション結果

カテゴリ	人数[人]	平均生涯賃金	平均納付総額	平均給付総額	負担給付比率[%]
カテゴリ1	192	376,085	26,243	47,088	211
カテゴリ2	154	371,538	22,661	35,972	191
カテゴリ3	199	96,617	6,991	32,423	361
カテゴリ4	273	83,332	5,417	20,230	296
制度未加入	182	0	0	0	0

金額単位：千円

と最も高いことがわかる。それは所得格差調整係数を 0.3 に設定し、所得の再配分を重視して結果である。さらに、同じ所得層のカテゴリ 1, 2 とカテゴリ 3, 4 でも納付期間が長いカテゴリ 1 とカテゴリ 3 のほうが給付負担比率が高いことがわかった。つまり、賃金水準に関わらず、納付期間が長い個人がより該当制度の恩恵を受けることを示している。マクロなシミュレーションモデルでは、所得再配分を重視することがわかっているにもかかわらず、実際どのように再配分されていることを分析できない。本モデルを通して、異なる所得階級、あるいは納付期間の長さが異なる集団の人が制度のもとでどのぐらい納付し、その納付額に対してどのような給付を受けていることを定量的に明らかにできたと言える。なお、今回のカテゴリ化は一つの例であって、全個人のデータを観測することができるので、目的に合った多様なエージェントデータを取り出すことができる。

## 5.2 階級別シミュレーション結果

2005 年生まれの世代の人口規模を 1000 人に縮小し、所得格差調整係数を 0.0, 0.5, 1.0 と引き上げた時の各階級に所属する人数の変化を図 6 に示す。ただし、給付開始年齢から死亡するまでの間に毎年給付を受けた平均金額に関して階級を作成した。また、0 円の階級は年金制度に未加入で、年金給付を受けていないことを意味している。なお、シミュレーションの便宜上、人口規模を縮小しているが、現在日本の人口規模に拡大すれば、現在の日本社会を反映することもできる。

図 6 のとおり、所得格差調整係数（政策パラメータ）を変更させたとき、各階級に所属する人数が変化する様子を観察することができた。所得格差調整係数が 0.0 つまり、給付する年金のすべてが納付回数比例年金のとき、世代内の所得再配分効果が最大になり、その結果、中間の階級の人数が多いことがわかる。所得格差調整係数を引き上げるにつれ、中間階級の人数が減少し、両端の階級の人数が増加していく様子が見られる。このように、政策パラメータの値が、どの階級にどのぐらい影響を与えたかをシミュレーションで検証することにより、政策意思決定者の意思決定の支援が可能となる。

## 6. おわりに

本稿では、先行研究[1,2]で提案された世代別積立方式の MAS モデルを構築し、年金の収支をボトムアップに計算することで、マクロなシミュレーションモデルでは観測できない、政策や制度が個人に与える影響を定量的に明らかにできることを報告した。MAS モデルでは、エージェントの属性を増やすことで多様なシミュレーションが可能であり、より現実に則したシミュレーションを行うことができる。

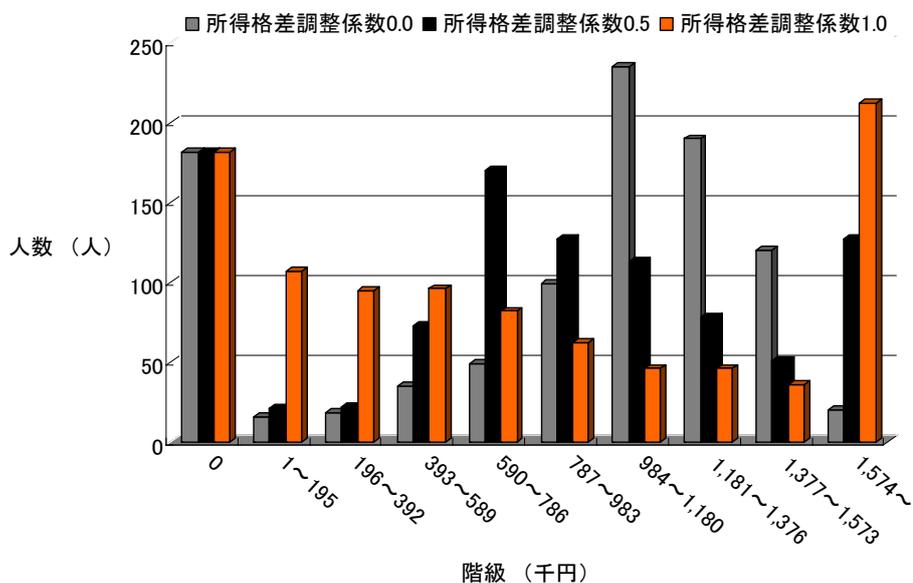


図6 階級別シミュレーション結果

## 参考文献

- [1] 番匠大輔, 田村坦之, 村田忠彦, 世代間公平性と財政的持続可能性を実現するための不確実性下における公的年金の最適計画, システム制御情報学会論文誌, Vol.20, No.10, pp. 396-403, 2007.
- [2] 番匠大輔, 田村坦之, 村田忠彦, 世代別積立方式に基づく公的年金制度における個人の負担給付比率の評価, システム制御情報学会, 第52回システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI'08), pp. 749-750 (CD-ROM 講演論文集), 京都, 2008.
- [3] R. D. Lee and L. R. Carter, Modeling and forecasting U. S. mortality, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 87, pp. 659-671, 1992.
- [4] 小松隆一, リレーショナル・モデルによる日本の将来生命表作成の試み, 人口問題研究, Vol. 58, No. 3, pp. 3-14, 2002.
- [5] 国立社会保障・人口問題研究, <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/suikei07/suikei.html>.
- [6] 厚生労働省, 賃金構造基本統計調査, <http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/indexk-roudou.html>.
- [7] 総務省, 国勢調査, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001005214&cycode=0>.