

エージェントベース人工社会のマクロ経済挙動に及ぼす政府支出政策及び税率の影響

荻林成章 , 高島幸成

Shigeaki Ogibayashi , Kousei Takashima

千葉工業大学社会システム科学研究科

要旨：本研究は消費者、企業、銀行、及び政府エージェントを内包したエージェントベースモデルによる人工経済システムを構築し、GDP等の創発的なマクロ現象に対する政府支出政策の影響について解析した。その結果、資産や製品価格差などに複雑系を示すべき乗分布が出現すること、及び製品の価格がシステム内でGDPの増減に合わせて上下することが確認できた。また、GDPが政府の効率的な支出政策の予算比率の増加に伴い変化し、GDPに対する税率の影響は政府の支出政策に依存することが明らかとなった。これらの結果と現実のデータとの比較から政府支出が非効率的な支出を10%以上含むと仮定した場合、現実とシミュレーション結果の傾向が一致することが分かった。

キーワード：エージェントベースモデリング、人工経済システム、政府支出、税率、GDP

1. 背景

エージェントベースモデリング (ABM) は、実システムと類似のメカニズムで機能するボトムアップ型のモデル構築が可能であることから広く社会シミュレーションに用いられている[1,2]。ABMアプローチにおいてマクロ経済を取り扱った研究は、社会問題を取り扱う上で、経済自体が対象となる社会システムを取り巻く環境として多くの問題の意思決定に影響を与えることが考えられるため重要な課題の一つであると考えられる。ABMアプローチによるマクロ経済システムの研究は主に①マクロ経済現象とそのメカニズムの再現を中心としたBruun等の研究[3]と、②可能な限り詳細な市場経済のモデルの開発に焦点を当てたTeglio等の研究[4]の2種類のタイプに分けられるものと考えられる。これら2種類の研究の方向性のうち、著者らの先行研究である、消費者、3種の企業、銀行を内包した人工市場モデルによる研究[5]はマクロ的な過程を置くことなく、経済現象の創発を目的とした原理追求型の研究であり、前述の①に比較的近い。

一方で、これら様々な側面に焦点を当てた研究は多く存在するが、政府の役割とGDPに対する公共政策の影響に焦点を当てている研究は多くはなされていない。そこで本研究では、著者らの先行研究を基に政府エージェントを新たに追加し、政府を含む人工経済システムのエージェントベースモデルを構築した。本モデルを用いて、GDP等のマクロ経済現象の創発挙動に及ぼす政府支出と税率の影響を分析した。

2. シミュレーションモデル

本モデルは式(1)、及び図1に示すように消費者、生産者、銀行、政府の4種類の大別したエージェントによる人工経済モデルを構築した。また、生産者エージェントは最終消費財の生産者としてリテイラー、原料財の生産者としてホールセラー、両生産者に設備を供給する設備製造の3種類のエージェントを仮定した。

$$Agent = \{C, P, B\}, \quad P = \{R, W, E\} \tag{1}$$

C: 消費者, P: 企業, B: 銀行
R: リテイラー, W: ホールセラー, E: 設備製造

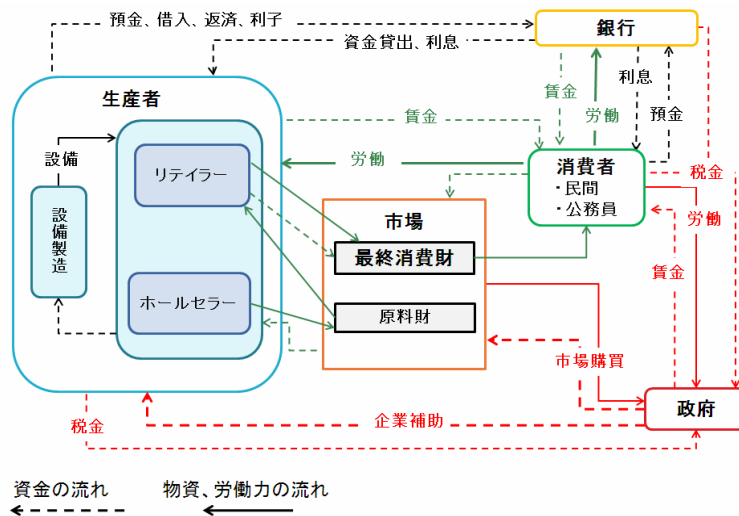


図. 1. モデル概要

これらのエージェントはそれぞれ、同一種のエージェント毎に複数のエージェントが存在し、図1に示すように相互に労働、金銭、財・製品の授受を行うことにより影響を与える。これら全てのエージェントは自身が保有する状態変数、他者の意思決定、及び各エージェントの行動によって変化したシス

テムが保有する状態変数，つまり環境の保有する状態変数に影響を受けて自己の行動を決定する．本研究は上記モデルを用いてエージェントとエージェント，エージェントとシステムが相互影響を与えながらシステム内で活動を行った結果として出力されたGDPや製品価格，或いは景気の循環挙動等の創発現象について解析し，そのメカニズムについて解析を行う．以下，各エージェントの行動について概要を記す．

2.1 消費者エージェント

消費者エージェントは一つの企業エージェントの下で労働し，賃金を得て，所得税を支払い，給与の中から預金と購買を行う．購買はケインズ型の消費関数に従い可処分所得の一次関数として定めた予算と，購買時に乱数で発生させた預金引出率 $r_{withdraw}$ を預金額に掛けた預金引出額の和を購買予算 Consumption budget (2)として製品購買を行う．

$$Consumption\ budget^i = a_0 + bx^{i-1} + MD^i r_{withdraw} \quad (2)$$

$$x_C^i = wage_C^i (1 - iTaxrate) \quad : \text{可処分所得}$$

$$suffix: \text{エージェントタイプ}, \quad iTaxrate : \text{所得税率}$$

$$a_0: \text{基礎消費}, \quad b : \text{限界消費性向}$$

$$MD: \text{期首預金}$$

製品は同一種類の製品毎に生産した生産者によって異なる価格で市場に存在しており，消費者は市場の中から自らの効用が最も高くなる製品種でかつもっとも安い値段のものを購買する行動を購買予算額の上限まで繰り返す．各製品種の効用utilityは式(3)に示す通りに定まり，効用の重みweightはシミュレーション開始時に消費者毎に乱数で定めた値を固定とする．

$$utility = weight \times u(\xi) \quad (3)$$

$$u(\xi) = 0, 1, 1.2, 1.25, 1.25, \dots \text{ if } \xi = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$weight : \text{weight of utility}$$

また以下，式(4)，(5)に消費者の各期首時点における現金及び預金の状態変数の式を示す．

$$MC_C^i = MC_C^{i-1} + MD_C^{i-1} r_{withdraw} - Expenditure^{buy^{i-1}} + bx^{i-1} + a_0 \quad (4)$$

$$MD_C^i = MD_C^{i-1} (1 - r_{withdraw}) + (1 - b)x^{i-1} - a_0 + Interest_C^{i-1} \quad (5)$$

$$Interest: \text{銀行の支払い利息}, \quad Expenditure^{buy^i}: i \text{期の実際購買額}$$

2.2 企業エージェント

企業エージェントは消費者を雇用し、給与を支払い、生産計画を立て、製品を市場に供給して販売し、利益が出た場合に法人税を支払い、利益を含めた残預金を貯金する。支払う給与wageは消費者毎にシミュレーション開始時に乱数で固定給与の上限値と下限値の間から定めた固定給と、企業が利益が出た際に支払うボーナス給から構成される(6)。

$$wage^i = Const\ wage^i + Bonus^i \quad (6)$$

Bonus: ボーナス, *Constwage*: 固定給

また、ボーナス給は利益にボーナス率を掛けた金額とし、一人当たりのボーナス額は雇用している従業員に対して均等に配分する。以下、式(7)に期首の預金の状態変数の式を示す。尚、企業エージェントは本モデルでは期末時点で全ての資金を預金に振り返る為、現金は期首時点で0となる。

$$MD_p^i = MD_p^{i-1} + \{Sales_p^{i-1} + Interest_p^{i-1} - (Cost_p^{i-1} + \sum_{k \in C_j} wage_k^{i-1})\} (1 - cTaxrate) - Repayment_p^{i-1} \quad (7)$$

Sales: 売上, *Cost*: 原料費
cTaxrate: 法人税率, *Repayment*: 借入金利息

2.2.1 リテイラー、ホールセラーエージェント

リテイラーR、及びホールセラーWは複数種の製品を生産し、在庫が増加した場合は価格を低下させ、減少した場合は上昇させる。生産量の決定は直近10期の販売状況から5%の在庫が常に発生するように生産量を決定する。また、生産量の上限値Yはコブダグラス型の生産関数(8)によって上限値を定め、下限値は上限値の70%とした。本研究では機械力の指数 α を0.25、労働力の指数 β を0.75とした。また、係数Aはシミュレーション開始時にエージェント毎に乱数で発生させた。

$$Y = AK^\alpha L^\beta \quad (8)$$

リテイラー及びホールセラーは初期に設備を1単位保有し、生産計画が生産上限に達する状況が一定期間続いた場合に生産能力を向上させるために設備製造業者から設備を1単位購入する形で設備投資を行う。設備投資の際に銀行から長期借入として資金を借り入れ、長期借入金返済期間中は再度の設備投資は行わない。

また、リテイラーは解雇と倒産ルールを保有する。リテイラーが一定期間、損益を出した場合、一人を解雇し、解雇された消費者は利益剰余金が最も高いリテイラーに自動的に雇用される。また、一定期間、製品が1つも売れない場合、当該品種の生産を停止し、すべての製品種の生産を終了した場合にリテイラーは倒産し、システム内から除去される。

2.2.2 設備製造エージェント

設備製造はリテイラー、ホールセラーから設備投資の要求を受けた際に設備を生産する受注生産型の行動をとり、他の生産者エージェントと異なり生産計画を立てる、または在庫を保有することはしない。本研究では設備1単位当たりの価格は固定とし、1期当たりの設備製造が生産できる設備数は4までと仮定した。

2.3 銀行エージェント

銀行エージェントは消費者を雇い、他エージェントの余剰資金を集め、企業に貸出を行い、利子を受け取り、利息を支払う。資金の貸出は企業エージェントの要求に従い、返済期間が長く設備投資を行う際に貸出す長期貸出、返済期間が翌期で運転資金の不足の際に貸出す短期貸出を行い、本研究では利子を3%の固定とする。また、本研究では銀行エージェントの初期資金を大きく設定し、長期借入返済期間時の長期借入を除くすべての借入要求に対して制限を持たず応じる。以下、式(9)に期首の現金の状態変数の式を示す。

$$MC_B^i = MC_B^{i-1} + \sum_{k \in \{P\}} \text{Repayment}^{i-1} - \sum_{k \in \{C\}} \text{Interest}_k^{i-1} - \sum_{k \in \{R\}} \text{Interest}_k^{i-1} - \sum_{k \in \{C\}} \text{wage}_k^{i-1} - \sum_{k \in \{P\}} \text{loan}^{i-1} \quad (9)$$

2.4 政府エージェント

政府エージェントは消費者を雇用し、税金を収集し、給与を支払い、経済政策として公共支出を行う。税金は消費者から所得毎に必ず所得税を徴収し、企業からは利益が発生した場合に法人税を徴収し、各税率は初期に定めた税率のまま一定とした。また、公務員消費者の給与は民間消費者の給与の平均とする。本研究では公共支出予算は税収から公務員給与を差し引いた金額を予算とする。

政府は公共支出として企業補助と市場購買の2種類の行動をとる。市場購買は政府が直接市場で市場価格で製品を購入する行動で、市場内の同一製品の中から最も安い製品を購入する。これは政府の公共発注が市場競争価格で行われる効率的な状況の極端な例として仮定している。また、企業補助は全企業に対して同一金額を用途の制約なく交付する政策で、本来の市場価格よりも高い価格で発注を行うという非効率的な公共支出の極端な例として仮定した。以下、式(10)に期首の現金の状態変数の式を示す。

$$MC_G^i = MC_G^{i-1} + \text{Tax revenue}^{i-1} - \sum_{k \in \{C\}} \text{wage}_k^{i-1} - \text{Expenditure}^{\text{policy}, i-1} \quad (10)$$

$$\text{Expenditure}^{\text{policy}} = \text{Market purchasing} + \text{Firm subsidy}$$

$$Tax\ revenue^i = \sum_{k \in \{C\}} (wage_k^{i-1} iTaxrate) + \sum_{k \in \{P\}} \{Sales_p^{i-1} + Interest_p^{i-1} - (Cost_p^{i-1} + \sum_{k \in \{C\}} wage_k^{i-1})\} cTaxrate$$

cTaxrate: 法人税率, *iTaxrate*: 所得税率.
Consumptionbudget: 消費予算, *Ependiture*: 政府支出
Marketpurchasing: 市場購買, *Firmsubsidy*: 企業補助
Taxrevenue: 税収

3. シミュレーション条件

シミュレーションはC++言語によるプログラミングによって行い、開発環境としてMicrosoft Visual Studio 2008を用いた。全エージェントの一通りの行動期間を1期とし、1期1カ月の想定で行った。また、エージェント数は消費者、リテラー、ホールセラー、設備製造者、銀行、政府それぞれ100,20,3,1,1,1とした。

シミュレーション条件は表1に示す通りとし、政府が存在しない条件を基本条件とし、政府なし条件下において、モデル内の相互作用によって起きる創発現象の解析を行った。また、政府要素の影響を解析するために政府による公共支出、及び税率、また消費者の限界消費性向がGDPや平均価格等の経済のマクロ挙動に及ぼす影響について解析を行った。

表 1. シミュレーション条件

(a) 基本パラメータ		(b) 状態変数の初期数値	
期数	360	消費者初期預金	30000~50000
消費者	100	R及びW初期資本	80000~160000
リテラー	20	E初期資本	200000~220000
ホールセラー	3	銀行初期資本	96000000~104000000
設備製造者	1	W製品初期価格	130~160
銀行	1	R製品初期価格	2850~3150
固定給値域	7000~7500		
ボーナス率	0.95		
製品種数	12		
預金引出率	0~0.5		
貸出金利	3%		
預金金利	0.50%		
長期借入返済期間	120		
設備投資個当たり価格	500000		
設備投資ラグ指数	10		
生産停止ラグ指数	20		
解雇ラグ指数	5		
Wの生産関数の係数	300~200		
Rの生産関数の係数	18~8		
		(c) 実験水準	
		政府なし	政府あり
		0	3
		88	85
		9	9
		2	2
		1	1
			10~40% (10% 間隔)
			10~40% (10% 間隔)
			0%~100%(10% 間隔)
			0%~100%(10% 間隔)
			0.5/0.7

実験水準として、表1の(c)に示す通り、前述の政府なし条件と政府あり条件に大別し、政府あり条件は企業補助予算と市場購買予算の合計が100%となるようにそれぞれ100%~0%で10%ずつの11パターンを設定した。また、11パターンそれぞれ毎に所得税と法人税を10%ずつ10~40%変動させた計176パターンのシミュレーションを行った。

4.シミュレーション結果

4.1 人工経済モデルの基本挙動

4.1.1 システム内の循環挙動について

基本条件として政府なし条件下において、相互作用によって創発する経済のマクロ挙動について解析を行った。図2に示すように120期を周期としてGDP、預金額合計、借入総額において、上下運動を繰り返す周期的な変動が発生することが分かった。これらの周期的な変動は製品価格、消費者給与額の平均なども同様に上下しており、GDPの変動と同期していることが分かった。GDPなどに見られる景気循環と呼べる周期変動は、生産者の設備投資による長期借入を発端とし、連鎖的に設備投資が発生するタイミングでGDPの山のピークが発生し、投資一巡後の返済期間に徐々にGDPが低下していることがわかった。この設備投資によるGDPの上下挙動は長期借入の返済期間と同期しており、返済期間が景気循環に強い影響を与えていることが確認できた。

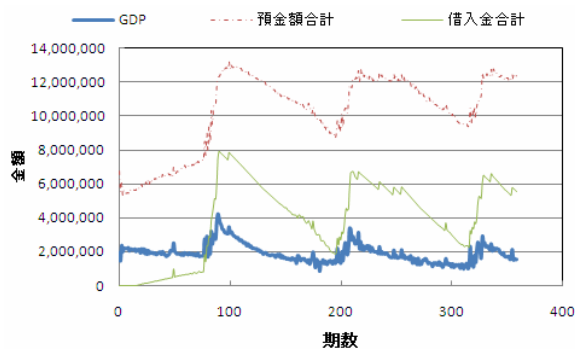


図.2. 基本条件下におけるGDP、預金額合計、借入金額合計の推移

このことから、本モデルにおける好景気の発生メカニズムは投資を発端として銀行から市場への資金流入が資金流出より優勢になり、需要と価格の上昇によって創発することが分かった。また景気の後退の発生メカニズムは借

入金の返済によって銀行を通して市場からの資金流出が資金流入より優勢になり創発することが分かった。

本モデルにおける景気循環のメカニズムは、返済が終了した企業の中で販売の好調な企業が再び投資を行う形で、これら2つのサイクルが交互に発生し、繰り返されることによって発生している。これらの挙動については著者らの先行研究[5]において具体的に述べている。

4.1.2 創発現象の発生について

消費者資産のジニ係数においても図3に示すように周期的な変動が発生していることが分かった。消費者の初期資産は表1の通り、30000~50000の一様乱数で発生させた値であるにもかかわらず、ジニ係数は初期の0.1の値から時間の経過とともに増加し最大で0.7まで変動している。このことから本モデルにおいて単純な行動ルールの相互影響からシミュレーション内の時間経過によって貧富の差が発生していることが分かる。また、このジニ係数のピークはGDPの変動の値のピークと時期が類似していることが分かった。

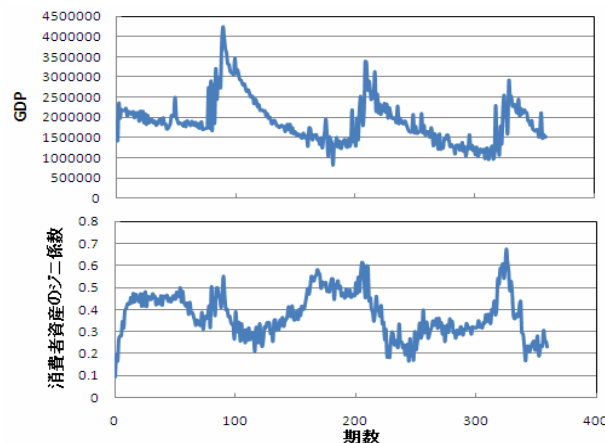


図3.基本条件下におけるGDP（上）及び、消費者資産のジニ係数（下）の推移

この消費者の資産についてシミュレーション初期の1~10期、及びシミュレーション後期の321期~330期の資産分布を図4に示す。図4に示すようにシミュレーションの初期において、一様分布を示しているが期を経るにつれてべき乗分布と考えられる分布に変化することがわかった。

また、市場内製品の同一製品ごとに期毎の最大価格と最小価格の差と累積確率との関係は、同様にべき乗に近い分布を形成していることが分かった。べき乗分布はシステムが複雑系であることを示す根拠の一つ[6]であり、これらのべき乗と考えられる図の傾向から本モデルは複雑系としての特徴を内包したモデルであることを表すものと考えられる。

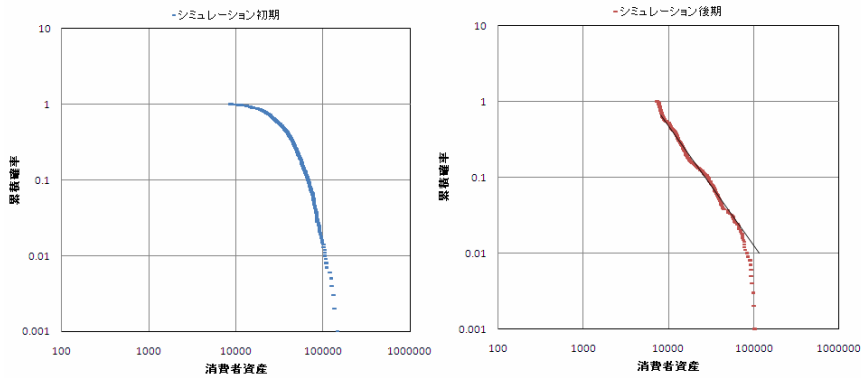


図. 4. 基本条件下における1~10期及び、321~330期の消費者資産分布

4.2 マクロ経済挙動に及ぼす政府の影響

4.2.1 マクロ経済挙動に及ぼす政府支出の影響

政府の公共支出の影響を解析するために、政府なし、及び市場購買予算100%と企業補助予算100%の条件下で360期間のシミュレーションを行い、比較解析を行った。その結果、図5上図に示すように効率的な公共支出の極端な例としての市場購買条件下ではGDPの水準が政府なし条件よりも高く、非効率的な公共支出の極端な例としての企業補助政策下ではGDPの水準が政府なし条件よりも低くなるのが分かった。

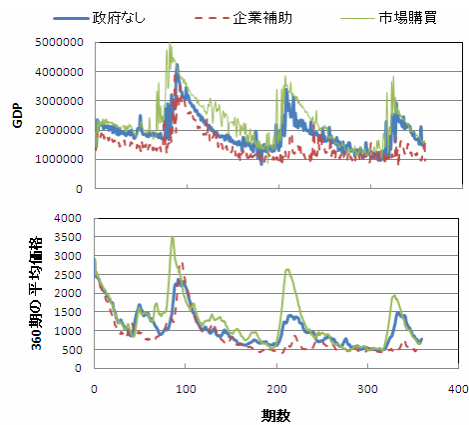


図. 5. GDPと製品の平均価格に及ぼす政府政策の影響

市場購買によるGDP水準上昇の傾向は消費者の預金に回る資金が徴税によって政府に集められ、市場で直接消費されるためであると考えられる。また、企業補助によるGDP水準下降の傾向は消費に回るべき資金が徴税によって集められ企業を経由して企業の銀行預金となり市場で消費されないためであると考えられる。

また、図5下図に示すように製品の価格はGDPの上昇・下落に同調しており、各条件のGDP水準と価格水準の高低の順が一致する結果が得られた。このことから、本モデルはGDPの上昇下落に価格が従っており、インフレ・デフレの創発現象を再現しているものと考えられる。

4.2.2 GDPに及ぼす税率の影響

GDPに税率と政策が与える影響について解析をするために所得税率、法人税率、及び政府の支出割合を10%刻みで変更しシミュレーションを行った。

図6に示すように市場購買が100%の条件下では所得税率の増加に従って360期平均のGDPが増加した。

この傾向は消費者及び企業の収入のうち、預金に回る資金が徴税によって一部徴収され、市場で製品の購買に使用される結果、需要を増加させるために発生していると考えられる。一方で市場購買率が0%つまり、企業補助が100%の条件下では所得税率の増加に従って平均のGDPが低下し、市場購買比率が80%未満の条件下で、所得税率とGDPが図6に示すように負の相関を示している。この傾向は、徴税によって消費者の購買に回る資金の一部が企業に配分されることによって、企業利益となり預金を通して市場から資金が流出するために市場全体の資金循環量を低下させ、需要を低下させるためであると考えられる。これらの結果から政府が集めた税金の支出先は需要の創発に影響を与え、景気状況を変化させる要因になると考えられる。

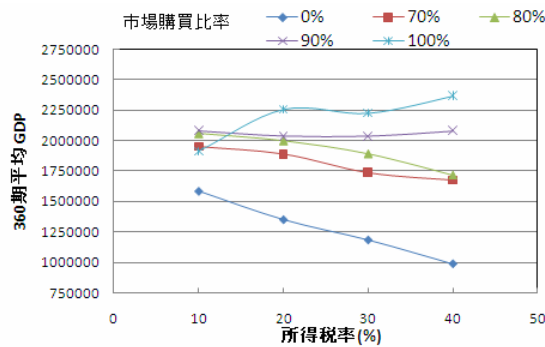


図. 6. GDPに及ぼす所得税率の影響

またGDPに及ぼす法人税率の影響については全ての条件において税率の上昇に伴いGDPが上昇した。この原因については本モデルにおいて、労働市場等の要因が考慮されていないために発生している事象であると考えられる。これらの結果については次章で考察を行う。

4.3 GDPに及ぼす限界消費性向の影響

限界消費性向がGDPに及ぼす影響を解析するため、所得税、法人税を20%で固定し、市場購買比率を0~100%で10%毎に変化させた条件ごとに限界消費性向を0.5と0.7の条件でシミュレーションを行った。その結果、限界消費性向の増加に従ってGDPは増加し、限界消費性向の減少に従ってGDPは減少することが分かった。また、GDPが政府ありの条件下で市場購買比率が70~80%以上の時に政府なしと同水準の結果を示すことが分かった。

5.考察

シミュレーションの結果から、製品の価格はGDPの上昇・下落に同調する結果が得られた。そこで物価の上昇率とGDP成長率の分布をとった結果、物価の上昇率とGDPの成長率の間に正の相関がみられた。この結果に対して、現実システムのGDP成長率と価格の成長率の分布と比較を行った。現実データはIMFのworld economic outlook database[7]からG7の過去30年分の年代別のデータを比較のデータとして利用した。図7に示すようにGDP成長率と物価上昇率は日本の現実データ及びシミュレーション結果共に正の相関を示しており、両者は定性的に一致していることが分かった。これらの正の相関は日本以外のG7の傾向においても同様の傾向を示していることが確認できた。これらのことから、シミュレーションの計算結果はGDP成長率と価格の上昇率において非常によく再現できていると考えられる。

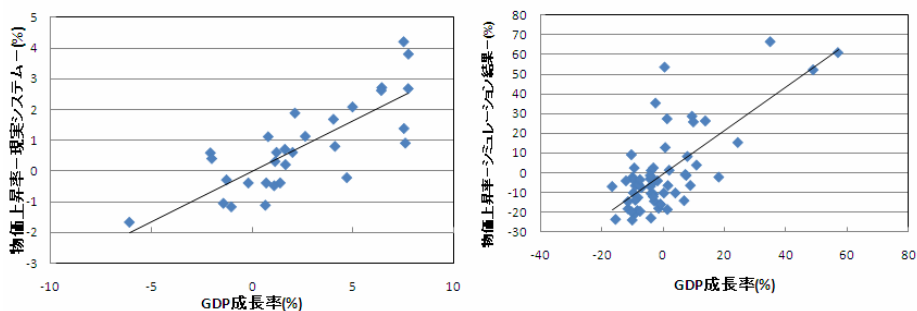


図.7.シミュレーション結果（上）と現実システム（上）の物価上昇率とGDP成長率の散布図

また、市場購買比率が90%未満の場合、所得税率の増加によってGDPが減少し、市場購買比率が小さいほど減少の程度が大きくなる結果が得られた。この結果に対して、現実データとして内閣府計量経済モデルにおける短期のGDP1%相当に当たる所得税減税によるGDPの乗数と税収の乗数[8]をシミュレーション結果と比較した結果を表2に示す。表2からGDP1%相当の所得税の減税による0.2から1.2の乗数効果は計算結果の市場購買比率60%から90%相当で

あることが分かった。以上の結果から本モデルは日本経済のマクロ経済の特徴を再現していると考えられる。また、モデルと実システムとの比較から政府支出に10%以上の非効率が含まれている可能性があることを示唆している結果が得られた。

表 2. GDP1%相当の所得税減税時の乗数

本モデルシミュレーションデータ			計量経済モデル		
市場購買比率	GDP	税収	年	GDP	税収
0%	2.38	-3.22	2005	0.24	-5.71
10%	2.79	-3.29	2006	0.85	-4.28
60%	1.35	-3.77	2007	1.17	-3.89
70%	1.07	-3.86	平均	0.75	-4.63
80%	0.74	-3.95			
90%	0.13	-4.04			
100%	-0.52	-4.12			

一方で、法人税率がGDPに与える影響は計算結果と現実データにおいて非常に大きな違いを示し、現実データでは法人税率の低下に伴ってGDPが上昇するにもかかわらず、シミュレーション結果では法人税率の低下によってGDPが低下する結果が得られた。

このGDP低下の原因は税率の低下により企業のGDPに対する預金率が増加し、市場内を流通する資金が低下して需要が低下するためである。これに対して、内閣の計量経済モデルでは法人税の減税によって完全失業率が低下し、企業・個人の所得が増加していることから、法人税の減税は雇用の増加を促して個人の所得増加を招き、需要を増加させるものと考えられる。このことから本研究と現実データの差異は労働市場が要素として考慮されていないためであると考えられる。また、長期的な観点から法人税率の影響による企業の海外移転、流入などの影響も考えられる。

6. 結論

本研究では、消費者、企業、銀行、及び政府で構成された、価格、生産量、投資行動を自己調整するエージェントベースモデルによるシミュレーションを行い、GDP等のマクロ経済挙動に及ぼす政府支出政策、及び税率の影響について解析した結果、以下のことが明らかとなった

1) 消費者の資産は初期には一様乱数によってランダムに割り当てられているにもかかわらず、貧富の差が発生し、かつジニ係数は0.1から最大で0.7までの範囲内でGDPの変動と類似の変動を示した。また、消費者の資産、製品の平均価格差などの分布にべき乗分布が観察された。このことは本モデルが複雑系としての特徴を内包したモデルとなっていることを示すものと考えられる。

2) 政府支出の効率的な使用方法の極限として政府が市場価格で市場から直接製品を購入する市場購買, および非効率的な政府支出の極限として企業に直接資金を交付する企業補助の2つの政府支出政策, およびそれらの混合支出政策を解析水準として採用し, 政府支出政策, 税率および消費者限界消費性向のGDPに及ぼす影響を解析した. その結果次のことが分かった.

①政府なしに比べて, 市場購買はGDPを増加させ, 企業補助はGDPを低下させる. これはそれぞれ, 消費者及び企業の預金に回る資金が徴税によって政府に集められ市場で直接消費されるため, および消費に回るべき資金が徴税によって集められ企業を経由して企業の銀行預金となり市場で消費されないため, と考えられる.

②市場購買比率が90%未満の場合, 所得税の減税によってGDPは増加する. また増加の程度は市場購買比率が小さいほど大きく, 減税による対GDP乗数の計算値は0~1.2であった. 一方これらの結果を内閣府計量経済モデルの値と比較した結果, 政府支出に10%以上の非効率性が含まれていると仮定した場合に, モデルの結果は実システムと傾向的に一致しているといえることが分かった.

③GDPと市場平均価格は比較的良い対応関係を示し物価上昇率とGDP成長率の間には正の相関がみられた. この傾向を実システムデータと比較した結果, 両者は定性的に良く一致していることが確認された.

④GDPに及ぼす法人税率の影響については実システムと逆の傾向となった. これは本モデルにおいて海外との取引や労働市場を無視しているためと考えられる.

以上のことから, 本モデルは概ね日本のマクロ経済の特徴を再現していると考えられる. また10%以上の非効率性が含まれていると仮定した場合に, モデルの結果は実システムと傾向的に一致していることから現実の政府の政策において10%以上の非効率性が含まれていることを示唆している結果が得られた.

参考文献

1. Terano,T.: "Beyond the KISS Principle for Agent-Based Social Simulation", "Journal of Socio-Informatics", Vol.1, No.1,(2008), 175-187.
2. Tesfation,L., et. al.: "Handbook of computational economics, Volume 2: Agent-based computational economics", North-Holland, (2006).
3. Bruun,C. : "The economics of Keynes in an almost stock-flow consistent agent-based setting" in "Computable, constructive and behavioural economic dynamics - Essays in honour of Kumaraswamy (Vela) Velupillai" ed. by Stefano Zambelli, Routledge Frontiers of Political Economy 2010.
4. Teglio,A., et. al.: "Endogenous Credit Dynamics as Source of Business Cycles in the EURACE Model", "Progress in Artificial Economics", Springer,(2010), 203-214.
5. Ogibayashi,S., et. al.: "Multi-Agent Simulation of Fund Circulation in an Artificial Economic System Involving Self-Adjusting Mechanism of Price, Production and Investment", "ICIC Express Letters", Vol.4, No.3,(2010),877-884.7.

6. Bak,P.: how nature works: "the science of self-organized criticality", Copernicus Books, (1999).
7. IMF : "World Economic and Financial Surveys, World Economic Outlook Database", October , 2010, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/weodata/index.aspx>
8. 佐久間 隆, 増島 稔, 前田 佐恵子, 符川 公平, 岩本 光一郎 : "短期日本経済マクロ計量モデル(2011年版)の構造と乗数分析",内閣府経済社会総合研究所, 内閣府, ESRI Discussion Paper Series No.259 , January.(2011) ,p.p41-44