

エージェントシミュレーションを用いた 消費税増税による経済成長への影響の分析

○杉浦翔 村田忠彦 (関西大学)

Agent Simulation for Analyzing Economic Growth under A Consumption Tax Increase in Japan

* Sho Sugiura and Tadahiko Murata (Kansai University)

概要 本研究では消費税増税による経済への影響を分析するため、エージェントベースモデル(ABM)によるシミュレーションを行う。消費税増税による経済への影響を分析するために、先行研究で構築された人工経済モデルに対して「駆け込み需要」や「消費税徴収」を導入し、改良人工経済モデルを構築する。消費税増税による影響を分析した結果、生産と消費の需給量、平均価格、各種 GDP は、いずれも増税後に一時的な減少が見られるものの、増税後 250 期後には、増税しない場合とほぼ同水準にまで回復した。以上のことから、消費税増税による影響は恒久的なものではなく、健全な市場環境であれば短期的もしくは中期的には、増税しない場合と同程度に回復可能であることがわかった。

キーワード: エージェントベースモデル, 経済シミュレーション, 消費税増税

1 はじめに

本研究では消費税増税による経済への影響を分析するため、エージェントベースモデル (ABM) によるシミュレーションを行う。現在、日本では、経済的な問題に対処するため、二段階の消費税の増税が行われている。2014年4月には、5%から8%への増税が実施され、当初は、2015年10月に8%から10%への増税が計画されていた。財務省公表の最近5年間の国債及び借入金並びに政府保証債務現在高の推移によると、2014年9月末までの日本の国債残高は約867兆円となっている。また、2015年度予算政府案によると、社会保障費予算は約31兆円となり過去最高を記録した。社会保障費については2013年10月に社会保障と税の一体改革として3党合意が結ばれ、その財源を確保するため、2014年4月に消費税が5%から8%へ引き上げられた。第二段階の増税として、2015年10月に10%に再増税される予定であったが、2014年12月の衆議院議員選挙の影響により、増税時期が2017年4月へと延期されることとなった。

本研究では消費税増税が日本経済に及ぼす影響を分析するため、ABMを用いて、モデル内市場における受給量、平均価格、名目GDP及び実質GDPの変化について分析を行う。

2 先行研究

2.1 人工経済モデルの概要

荻林らの研究^{1, 2)}では、彼らが構築した人工経済モデルを用いて、平均価格の創発及びGDPの解析を行った。先行研究の中で構築されたモデルをFig.1に示す。

荻林らの人工経済モデルは消費者エージェント (C)、企業エージェント (リテイラーエージェント (R)、ホールセラーエージェント (W)、設備生産者エージェント (E)) 及び銀行エージェント (B) の5種類のエージェントで構成されており、それぞれの相互作用により仮想的な市場を再現している。また、エージェント同士の関係性の違いにより、商品市場、労働市場、金融市場が再現されている。なお、企業エージェントでは貸借対照表、損益計算書を実装している。

2.2 エージェントの属性と機能

(a) 消費者エージェント

本節では、各エージェントの属性と機能を示す。Cは商品市場でRが販売する製品の中から、自身の効用を満たす製品を購入する。RはWから原材料を購入・加工し、商品市場に製品を供給する。Eは受注生産方式によりR、Wに設備を販売する。BはC、R、W、Eからの預金業務を、C、R、Wへの貸出業務を行う。

まず、消費者エージェントの属性を以下に示す。

Cash: 現金,
Deposit: 預金,
Utility_i: 商品カテゴリ*i*に対するエージェントの効用,
wage: 給与所得 (固定給与とボーナスからなる),
producer: 就職先企業,
buy_{i,j}: 第*j*期における製品*i*の購入量。

Cは企業エージェントに就職し、企業エージェントから給与を受け取る。給与と受取前資金と給与を合算したもののの中から、貯蓄率に応じて預金し、その残りを消費に充てる。また、預金の中から引出率に応じて資金を引き出し、消費資金として充当する。消費行動と

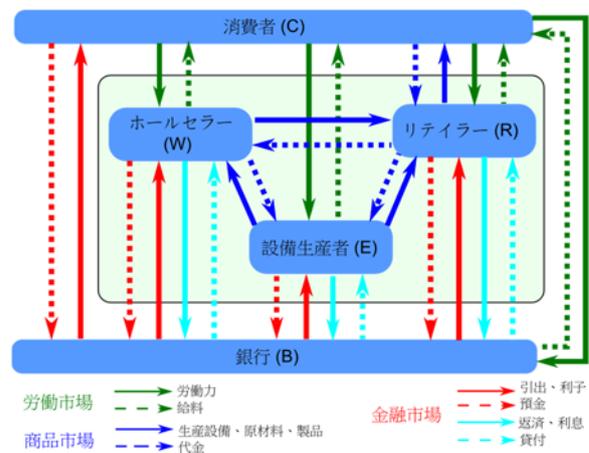


Fig. 1: 先行研究で構築された人工経済モデル

して、所得の範囲内で最も効用の高い商品カテゴリを選択し、商品市場において最も安い商品を消費資金の許す個数だけ、あるいは商品在庫の許す個数だけ購入する。ただし、製品購入後、その期間中は同じ商品カテゴリの製品は購入しない。引き続き消費が可能な場合は、次に効用の高い商品を選択し、商品市場で最も安い商品を購入する。なお、消費者個人のライフイベントについては考慮していない。

(b) 企業エージェント

次に、企業エージェントの属性を以下に示す。

Cash: 現金 (*C*と同様),
Deposit: 預金 (*C*と同様),
CompanyID: 企業ID,
BusinessType: 業種ID,
EquipmentNum: 商品設備保有数,
Kind_i: 商品カテゴリ *i* の生産可否フラグ,
Item_i: 商品 *i* の情報 (期ごとの売価, 目標生産数, 実生産数, 在庫量, 売上数量, 原価からなる)
Worker_t: 労働者 *t* の情報,
ProductUpperLimit: 生産上限数

企業エージェントはシミュレーション開始時に複数の *C* をランダムに雇用し、給与としてシミュレーション開始時に設定した固定給与とボーナスを支払う。ボーナスは、売上から諸経費 (原材料費, 返済金, 利息, 固定給与及び消費税) を差し引いたものにボーナス割当比率を乗じたものをボーナス支払総額とし、残額を全額預金する。個々の労働者のボーナス額は雇用している者の固定給与に応じて決定する。なお、固定給与の支払いの際、手元資金が不足している場合には銀行から短期借入により資金を調達する。短期借入分を返済する際、手元資金が不足している場合は新たに短期借入を行うことで不足分を確保する。預金については、期首に引出率に応じて手元資金として引き出す。

企業エージェントはエージェントの業種ごとに機能が異なり、*R* と *W* は生産量調整ルール、価格調整ルール、設備投資ルール、廃業ルールの4つの機能を有している。*E* は受注生産方式により、*R* と *W* に対して生産設備を供給する。

生産量調整ルールでは、過去10期間の売上高から算出された目標在庫量と前期末在庫 Q_{stock} の状況を基に、定期発注方式 (在庫切れ確率5%) で次期目標生産量 Q_{aim} を決定し、原料を購入・加工する。なお、生産上限数はコブ・ダグラス型生産関数 Y (機械力指数 $\alpha=0.25$, 労働力指数 $\beta=0.75$) に従い、シミュレーション開始時に決定される。次期目標生産計算式 Q_{aim} を式(1)に示す。

$$Q_{aim} = (Q_{average} + 1.65\rho) \times \beta - Q_{stock}, \quad (1)$$

ここで、式中の変数は以下のとおりである。

$Q_{average}$: 過去10期間における売上高平均,
 ρ : 過去10期間における売上高標準偏差,
 Q_{stock} : 前期末在庫量,

$$\beta = \begin{cases} 1.05, & \text{if } Q_{stock} = 0, \\ 0.95, & \text{if } Q_{stock} > 0. \end{cases}$$

また、コブ・ダグラス型生産関数 Y を式(2)に示す。

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \quad (2)$$

ここで、

A: 係数, *K*: 設備数, *L*: 労働力

である。

R は *W* から原材料を購入し、 Q_{aim} に応じて生産を行う。原材料購入資金が不足している場合は、銀行から短期借入により資金を調達する。ただし、1生産者が生産できる製品カテゴリ数を最大3つとしている。なお、 Q_{aim} は生産上限数に応じて制限される。

価格調整ルールでは、価格変更フラグ FLG_{price} が価格変更上限数 $priceFlgLimit$ (本稿では10に設定した) に達したとき、価格の変更を行う。 FLG_{price} は、 Q_{stock} が ≥ 0 の場合には1つ加算する。 Q_{stock} が < 0 ではない場合には、目標在庫量よりも小さい場合には1つ減算、大きい場合には2つ減算する。価格を変更する場合、 FLG_{price} が $priceFlgLimit$ よりも大きい場合には前期末商品価格の1.05倍、小さい場合には前期末商品価格の0.95倍を当期商品価格とする。ただし、価格変更が行われた場合には FLG_{price} を0にする。

設備投資ルールでは、設備投資フラグ FLG_{invest} が設備投資上限数 $investFlgLimit$ (本稿では10に設定する) に達したとき、設備投資を行う。 FLG_{invest} は、当期末在庫量が0であり、なおかつ目標在庫量が生産上限数よりも大きい場合に1つ加算する。当期末在庫量が0ではない場合、1つ減算する。設備投資を行う場合、*E* に対して生産設備を1つ発注する。設備投資のための資金は銀行から長期借入により調達する。設備投資により、生産上限数が現状の1.5倍に向上する。設備投資を行った場合、 FLG_{invest} を0にする。

廃業ルールでは、生産停止フラグ FLG_{stop} が生産停止上限数 $stopFlgLimit$ (本稿では20に設定する) に達したとき、該当する製品カテゴリの生産を停止する。 FLG_{stop} は、当期末売上高が0の場合には1つ加算し、0でない場合には1つ減算する。すべての製品カテゴリの生産が停止した場合、該当企業は廃業し、シミュレーション上から消滅する。廃業した企業に所属する消費者エージェントはランダムに現存企業に割り当てられる。

E は受注生産方式により *R* や *W* から依頼があった場合に生産・販売を行う。

(c) 企業エージェント

最後に、銀行エージェント *B* の属性を以下に示す。

Cash: 現金 (*C*と同様),
Deposit_{Ck}: 消費者 *k* の預金額,
Deposit_{Pi}: 企業 *l* の預金額,
Loan_{Pi}: 企業 *l* への貸付額,
RepayTerm_i: 企業 *l* の長期貸付金残り返済期間,
Interest: 貸付金利または預金金利,

LendUpperLimit: 貸付上限額.

BはCやR, W, Eから資金を預かり, 引出要求に応じて資金を供給する. 預金に対しては預金金利に応じて利子を付加する. また, RやW, Eに対して短期資金や長期資金の貸付を行い, 当該企業から返済金及び貸付金利に応じて利息を受け取る. 短期資金は翌期に全額返済される, また, 長期資金は返済期間に応じて均等額が返済される. 貸出資金については, 準備金比率に応じて預金預かり総額から一定額を確保しておき, その差額を貸出可能総額とする.

3 実験

消費税増税による影響を分析するために, 先行研究で構築された人工経済モデルに対して「駆け込み需要」と「消費税徴収」を導入し, 改良人工経済モデルを構築する. 改良人工経済モデルの概要を Fig. 2 に示す. 消費税を徴収するエージェントとして, 政府エージェントをモデルに導入した.

3.1 パラメータの設定

実験を行うに当たり, 改良人工経済モデルにおけるパラメータを Table 1 のように設定した. ここで, モデル内における1期間とは現実における1か月を想定している. また, 消費税増税は実行期間の2分の1に達した時点で行う.

3.2 新規導入機能の設定

2.で示した人工経済モデルに対して「消費税徴収」および「駆け込み需要」を導入し, 改良人工経済モデルを構築した.

「消費税徴収」は, R と W に対して, 税抜方式によりその期間における売上高に対して課税を行うことにより実現する. 各期末に支払消費税額を決定し, 期首に税を徴収する. 支払消費税額は, 仕入れた原材料に対する課税分を仮払消費税, 販売した製品に対する課税分を仮受消費税とし, 仮払消費税が仮受消費税よりも大きい場合は政府エージェントからその差分が還付され, そうではない場合はその差分を政府エージェントに対して支払う.

「駆け込み需要」は, 増税前の時期に, C は貯蓄をせずに可処分所得の全額を消費に充てると仮定し, 所得の範囲で商品市場の購買を繰り返すことにより実現する. なお, 増税後あるいは増税見送り時には, 駆け込み需要は発生せず, C は貯蓄を行うようになる.

3.3 実行結果

まず「駆け込み需要」による影響を分析するために, Fig. 3 に駆け込み需要による商品の供給量, 商品の購入量, 在庫量, 平均価格の変化を示す. 左の縦軸は, 供給量, 購入量, 在庫量を示し, 右の縦軸は平均価格を示す. また, Fig. 4 に消費税増税による商品の供給量, 商品の購入量, 在庫量, 平均価格の変化を, Fig. 5 に名目 GDP と実質 GDP の変化を示す. なお, Fig. 4 と Fig. 5 で示されている「増税見送り」とは, 増税のタイミングまで「駆け込み需要」がありながら, 増税のタイミングの際に, 増税が見送られた場合の結果である. 各グラフの数値は10試行の平均値である.

まず, 駆け込み需要による影響を分析するために, Fig. 3 について考える. Fig. 3 では駆け込み需要なしの場合, 駆け込み需要ありの場合ともに「消費税徴収」を行っていない. これによると, 平均価格は駆け込み需要ありの場合よりも駆け込み需要なしの場合の方が高い. 時系列で見てみた場合, 駆け込み需要なしの場合ではシミュレーション初期の数値と終期の数値を比べた場合, ほぼ同等であるが, 駆け込み需要ありの場合では, 終期の平均価格が初期よりも小さな値となっている. このことから, 「駆け込み需要」により, 平均価格が押し下げられる影響があることがわかる. なお,

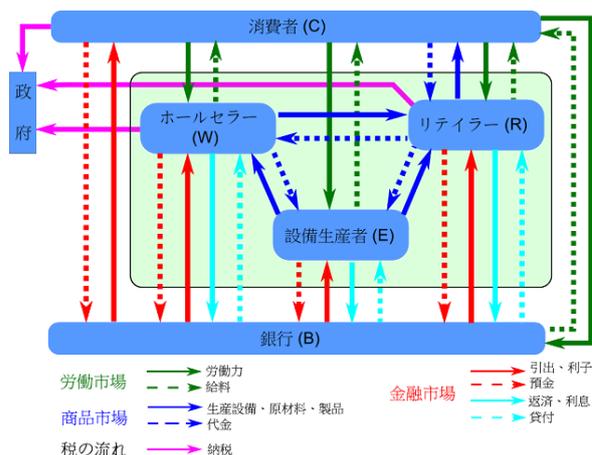


Fig. 2: 改良人工経済モデルの概要図

Table 1: 実験用パラメータ設定値一覧

試行回数	10	
実行期間	500	
消費者数	100	
企業	リテイラー数	20
	ホールセラー数	3
	設備生産者数	1
銀行数	1	
消費者初期資金	30,000 ~ 50,000	
企業初期資金	80,000 ~ 160,000	
銀行初期資金		
消費者固定給	4,000 ~ 8,000	
製品カテゴリ数	10	
1期中生産対象製品数	3	
リテイラー製品単価	1,250 ~ 1,550	
ホールセラー製品単価	130 ~ 160	
設備生産者製品単価	1,000,000	
長期貸付金返済期間	120	
リテイラーA係数	8 ~ 18	
ホールセラーA係数	200 ~ 300	
ボーナス割当比率	0.80 ~ 0.90	
貯蓄率	0.10	
引出率	0.00 ~ 1.00	
預金金利	0.01/年(単利)	
貸出金利	0.01/年(単利)	
準備金比率	0.10	
消費税率	0.08	
消費税増税分	0.02	

その他の指標については大きな変化は見られなかった。

次に、Fig. 4 と Fig. 5 から消費税増税による影響を分析する。Fig. 4 によると、消費税増税により需要量・供給量・平均価格が一時的に減少するものの、約 250 期後（約 250 ヶ月後）には同水準にまで回復している。また、Fig. 5 によると、消費税増税により各種 GDP は一時的に減少するものの、約 250 期後（約 250 ヶ月後）には同水準にまで回復している。

これらの図から、消費税増税により需要量、供給量、平均価格および GDP は一時的に減少するが、最終的には増税見送り時と同水準にまで回復することがわかった。

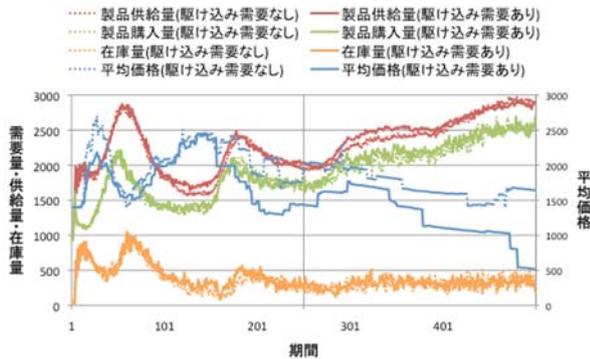


Fig. 3: 駆け込み需要による影響

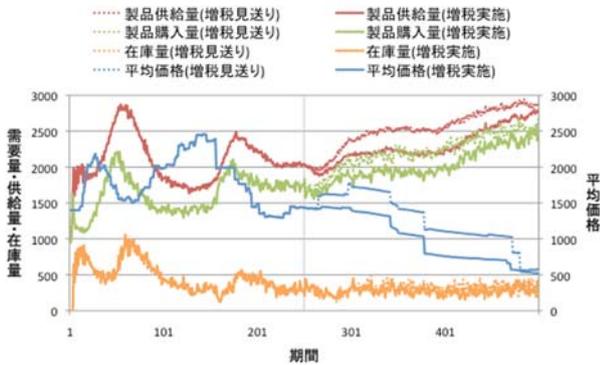


Fig. 4: 増税による受給量・在庫量・平均価格の変化

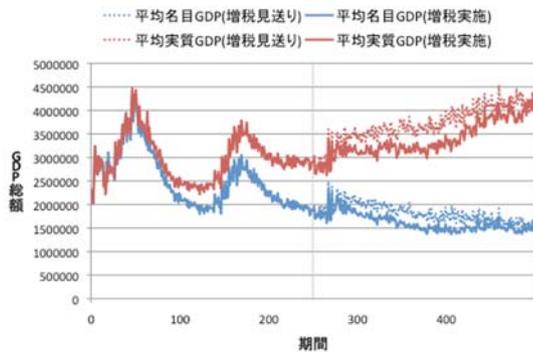


Fig. 5: 増税による名目 GDP と実質 GDP の変化

4 考察

本稿では、ABM を用いて消費税増税による経済成長への影響を分析した。需要と供給のバランスとそれとともに価格の変化をシミュレートし、駆け込み需要による、一時的な需要増による平均価格の低下マクロ面での影響を考察することができた。今後の課題としては、消費税増税に伴う駆け込み需要を擬似的なものではなく、財の種類によって再現できるようにしたい。

参考文献

- 1) 荻林, 高島: 価格・生産・投資調整機能を内包した人工経済システムの資金循環マルチエージェントシミュレーション, 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集 2009 f(0), 44/44 (2009)
- 2) 荻林, 高島: 企業, 消費者, 銀行で構成される人工経済社会のエージェントベースシミュレーションにおける GDP 及び景気循環要因の解析, 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集 2010 f(0), 85/85 (2010)