

# ABM 人工経済を用いた、マクロ経済挙動に及ぼす

## 公共支出、税率、及び経済主体の貯蓄性向解析

高島幸成(千葉工業大学大学院), 荻林成章(千葉工業大学)

### 1. 背景

著者らは消費者、生産者、銀行、及び政府で構成される単純なエージェントベースモデル (ABM) による人工経済モデルを構築しモデルによって法人税減税による GDP 増加を再現するためには、政府支出の非効率性、経営者報酬の存在、及び設備投資に対する自己資金利用の仮定が必須であることを明らかにした [1]。しかしながら、その理由については必ずしも明確とはなっていない。本研究では上記モデルにおける減税による GDP 増加現象を統計的に確認するための追加シミュレーション行くと共に、森島の経済連関表[2]を拡張した改良版経済連関表を作成し、それに基づき減税乗数を表す式を導出しシミュレーションの結果と比較し、上記メカニズムについて考察した。

### 2. シミュレーションモデル

本研究におけるモデルは消費者、生産者、銀行、政府の各異質意思決定主体エージェントで構成される。表 1 にエージェントとエージェントの行動ルールについての概要を示す。また各エージェント数は消費者 150、リテイラー30、原料生産者 6、設備製造者、銀行及び政府は 1 で構成される。各エージェントは 1 期を 1 か月と想定した期単位で、図 1 に示す 7 つのシーケンスステップに従って行動し相互作用する。

表 1. エージェントとエージェントの行動概要

エージェント	タイプ	出力	購買品種	行動概要
消費者	労働者	企業への労働力	消費財	消費者は企業、政府の下で労働し、賃金を得て、税金を支払い、消費財を購入する。消費者はケインズの消費関数に基づき預金と消費の予算を定め、消費の際に一定額の預金を取り崩す。また、市場には生産者によって同一種類でも価格の異なる製品があるため最も安い製品から自己の効用関数が最大になるように製品を購入する。
	経営者	企業への労働力		
	公務員	政府への労働力		
企業	リテイラー	消費財	消費財、原料財、設備	生産者は消費者を雇用し、製品を生産・販売し、賃金と税金を支払う。 リテイラーと原料生産者は自社の製品在庫と販売状況によって市場の需要を認知し、生産可能な製品種の製品価格と生産量をそれぞれ決定する。
	原料生産者	原料財	消費財、設備	
	設備製造者	生産設備	-	
銀行	銀行	生産者への資金	-	設備生産者はリテイラーと原料生産者の要求に従って生産設備を生産し販売する。 銀行は各エージェントから余剰資金を集め、生産者の投資或いは運転資金等の資金需要に際して資金の貸し出しを行う。
政府	政府	富の再分配	消費財	政府は各エージェントから税金を徴収し、賃金を支払い、残った資金を政府支出として使用する。

- 1.各エージェントは期首に未払い税を支払い、納税後に消費、給与支払い、公共支出等の支出予算の予算計画を立てる。
- 2.原料生産者は価格と生産量を意思決定し、複数種類の原料財を生産し、原料財市場に供給する。
- 3.リテイラーは格と生産量を意思決定し、原料財市場において原料を購入し、複数種類の消費財を生産し、消費財市場に製品を供給する
- 4.消費者、リテイラー、原料生産者、及び政府は予算に従って消費財市場から製品を購入する。
- 5.リテイラー及び原料生産者は前期の販売量を尺度として市場の需要状態を認知し、必要に応じて設備製造者から設備を購入し生産設備の投資を行う
- 6.各企業は雇用している労働者(消費者)に賃金を支払い、経営者に経営者報酬を支払う。また政府は公務員労働者に賃金を支払う。
- 7.各エージェントは会計決算を行い、所得から今期に発生し翌期に支払う所得税或いは法人税を計算する。また、リテイラーは今期と過去の販売実績を尺度として必要に応じて人員を解雇の、また販売実績から製品の生産停止の意思決定を行う。

図 1 シーケンスステップ

### 3. シミュレーション結果

所得税減税による GDP 増加率は、政府支出の効率度が低いほど、また消費者預金引出率（限界消費性向の尺度）が高いほど大となる(図 2)。また、法人税減税による GDP 増加率は政府の効率度が低く、経営者報酬率(企業の限界消費性向の尺度)が高いほど大となる(図 3)。ここで、GDP 増加率は税率が 30%から 10%に低下した際の GDP 増加率であり、各プロットは当該条件のシミュレーションの乱数初期値を 10 パターン変更して実行した際の GDP 増加率の最大値、最小値、第 1 四分位、第 3 四分位を示している。

また、法人税率が低いほど設備投資回数の総数が増加していることが確認された。これは、設備投資に対する自己資金利用ルールでは、減税による自己資金量の増加が設備投資の増加をもたらすためである。

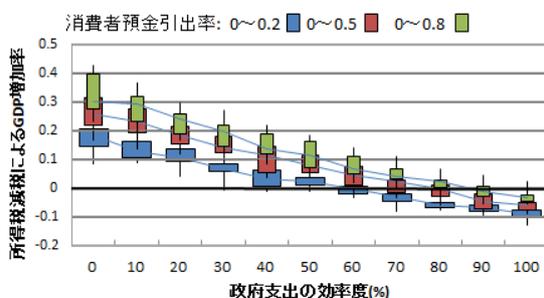


図 2 所得税減税による GDP 増加率に及ぼす政府支出の効率度及び消費者預金引出率の影響

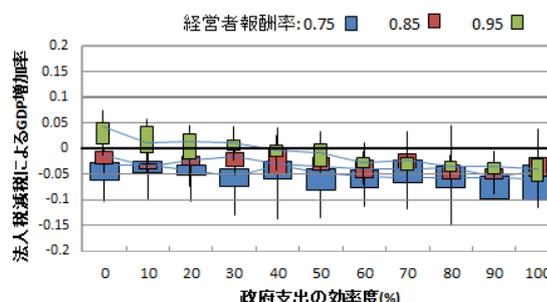


図 3 法人税減税による GDP 増加率に及ぼす政府支出の効率度及び経営者報酬率の影響

### 4. 考察

著者の先行研究において政府支出の非効率性、役員報酬および投資のための内部資金利用が法人税減税による GDP 増加をモデルによって再現するための必須要因であることを示したが[1]、本解析によってこのことが統計的にも確認され且つ所得税減税に及ぼす消費者限界消費性向の影響が明らかとなった。そこでこれらの要因が減税乗数に影響を与える理由について検討するため、森島の経済連関表における法人税を支払うアントレプレナーを所得税を支払う経営者に変更し、さらに法人税を支払う企業マネジメントセクターを追加した改良経済連関表(表 2)を作成し、減税乗数式の導出を試みた。さらに、政府支出の非効率性を考慮するために、政府支出総額  $G$  を財の購買  $(1-\eta)G$  と企業の利益を増加させる企業補助  $\eta G$  に分割した。この時、 $\eta$  は政府支出の非効率度を示す。

表 2 拡張型経済連関表

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	消費財 生産	資本財 生産	政府 支出	企業 生産	労働者 生産	マネー ストック 増減	銀行 貸付	海外取 引	政府 支出	銀行 貸付	中央銀 行	外国為 替 準備
1 消費財	$-p_1 X_1$		$p_1 D_1$	$p_1 D_1$	$p_1 D_1$			$p_1 E_1$	$(1-\eta)G_1$			
2 資本財		$-p_2 X_2$					$p_2 I_2$	$p_2 E_2$	$(1-\eta)G_2$			
3 賃金	$w a_{31} X_1$	$w a_{32} X_2$	$-W$						$w N^*$	$w N^*$		
4 減価償却	$p_4 a_{41} X_1$	$p_4 a_{42} X_2$					$-H$					
5 輸入	$p_1 a_{51} X_1$	$p_2 a_{52} X_2$						$-p_1 F$				
6 税金	$t_1(1+m)c_1 X_1$	$t_2(1+m)c_2 X_2$	$t_1 W$	$t_1 \alpha(1-t_e) \Pi$	$t_1 G_1 + r B_1$	$t_1 \Pi$	$-\gamma$		$-T$			
7 利益	$m c_1 X_1$	$m c_2 X_2$		$-\alpha(1-t_e) \Pi$		$\alpha(1-t_e) \Pi + \gamma - \Pi$			$\eta(G_1 + G_2)$			
8 利息					$-\bar{I}^*$		$-\bar{B}^*$	$-\bar{B}^*$	$-\bar{B}^*$	$-\bar{A}^*$	$-\bar{A}^*$	
9 債券					$p_1 \delta B_1$		$p_1 \delta B_1$	$p_1 \delta B_1$	$p_1 \delta B_1$	$p_1 \delta B_1$	$p_1 \delta B_1$	
10 定期預金					$\delta Q^*$					$\delta Q^*$	$\delta Q^*$	
11 外国為替					$r(D_1^* - B_1^*)$			$r(D_1^* - S_1^*)$				$r D_1^*$
12 資金			$L^* - M^*$	$L^* - M^*$	$L^* - M^*$	$L^* - M^*$	$L^* - M^*$			$L^* - M^*$	$- \delta M^*$	$- \delta M^*$

今、政府支出は消費財購入と企業への補助金で構成され、財政均衡条件での所得税減税による GDP 増加率(減税乗数)を導出すると所得税減税の乗数式として(1)式が得られた。ここで、 $C_{we}$  は平均限界消費性向、 $\Delta G$  は減税の総額である。

$$\frac{\Delta Y}{\Delta G} = (1 - \mu_1) \frac{1}{1 - b_1} (c_{we} - b_3) \tag{8}$$

$$b_1 = c_w(1 - t_w) w a_{31} / p_1 + c_e(1 - t_e)(1 - t_m) \alpha m c_1 / p_1, \quad b_3 = c_e(1 - t_e)(1 - t_m) \alpha \eta + (1 - \eta)$$

$$c_{we} = \{c_w(-\Delta t_w W) + c_e(-\Delta t_e(1 - t_m) \alpha \Pi)\} / \Delta G, \quad \Delta G = (-\Delta t_w W) + (-\Delta t_e(1 - t_m) \alpha \Pi)$$

$$\Delta Y = p_1 \Delta X_1 + p_2 \Delta X_2 - \mu_1 p_1 \Delta X_1 - \mu_2 p_2 \Delta X_2 = (1 - \mu_1) p_1 \Delta X_1 + (1 - \mu_2) p_2 \Delta X_2$$

$$\mu_1 = r(p_3^* / p_1) a_{31}: \text{消費財の価格における輸入品の比率} \quad \mu_2 = r(p_5^* / p_2) a_{52}: \text{資本財の価格における輸入品の比率}$$

式(1)において、 $b_3$  は政府支出の非効率度に応じて 0~1 の値を取り政府の限界消費性向を示す。また、 $C_w$  は労働者と経営者の平均限界消費性向である。したがって、式(1)は所得税減税の乗数が消費者の平均限界消費性向と政府の限界消費性向(政府支出の効率度)の差によって定まることを示している。式(1)に代表的な値を仮定して所得税減税の乗数を計算した結果、図 2 の結果と同様、所得税減税の乗数は政府支出の効率度が低いほど、また限界消費性向が大であるほど大となる結果が得られた(図 4)。

同様に法人税減税による乗数式は(2)式で表せることが分かった。(2)式において、 $\beta$  は政府からの補助金から設備投資に用いられる割合を表す。また、 $b_4$  は企業利益に占める経営者の報酬支出割合を表す。

$$\frac{\Delta Y}{\Delta G} = (1 - \mu_1)(b_2' \beta + b_4 - b_3) / (1 - b_1) + (1 - \mu_2) \beta = A \beta + (b_4 - b_3)(1 - \mu_1) / (1 - b_1) \tag{11}$$

$$A: \text{企業の投資乗数}, \quad \beta: \text{減税による設備投資利用率}$$

$$b_1 = c_w(1 - t_w) a_{31} w / p_1 + c_e(1 - t_e)(1 - t_m) \alpha m c_1 / p_1$$

$$b_2' = c_w(1 - t_w) a_{32} w / p_1 + c_e(1 - t_e)(1 - t_m) \alpha m c_2 / p_2$$

$$b_4 = c_e(1 - t_e) \alpha, \quad \alpha: \text{経営者報酬率}$$

従って  $\beta$  及び  $b_4$  を含む項の合計は法人税減税による民間消費支出の割合を示している。したがって、式(2)は法人税減税の乗数が民間消費支出の効率度と政府支出の効率度の差によ

って表されることを示している。式(2)に代表的な値を仮定して法人税減税の乗数を計算した結果、図 3 の結果と同様に乗数は経営者報酬率が大であるほど、また政府支出の効率度が小さいほど増加する傾向を示した(図 5)。

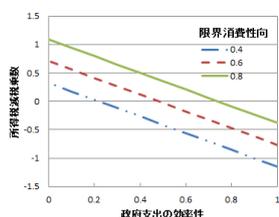


図 4 所得税減税乗数に及ぼす政府支出の効率性と限界消費性向の影響

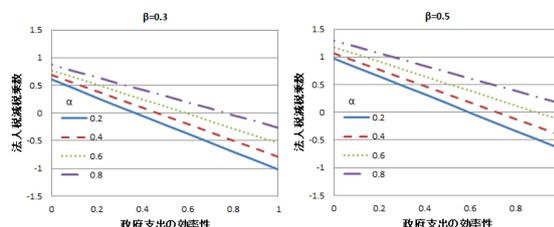


図 5 法人税減税乗数に及ぼす政府支出の効率性、経営者報酬率、及び投資消費率の影響

## 5. 結論

減税による GDP 増加率に及ぼす影響因子及びそのメカニズムについて、ABM、及び経済連関表に基づく減税乗数式導出の両面から解析し、以下のことが明らかとなった。

- 1) ABM を用いた解析において、法人税減税による GDP 増加現象は政府支出の非効率性、経営者報酬の存在、投資に対する自己資金利用の仮定がモデル要件として必須であり、この条件の下で所得税減税乗数は政府支出の非効率性及び消費者消費性向が大ほど大となり、法人税減税乗数は政府支出の非効率性及び経営者報酬率が大となること、及び税率が低いほど設備投資が増加していることが分かった。
- 2) 改良経済連関表によって減税乗数式を導出した結果、所得税、法人税の各減税乗数に及ぼす諸要因の影響は ABM の結果と同一傾向を示した。また、均衡財政条件の下での減税乗数は、民間消費支出（所得税減税の場合は労働者及び経営者の民間支出の、また法人税減税の場合は経営者及び企業投資の支出割合）の効率性と、政府支出の効率性（市場価格に基づく支出割合）の差によって表されることが分かった。このことは、実際の経済システムにおいて減税が GDP を増加させる傾向がある場合には政府消費より民間消費の方が効率的であること、即ち小さな政府を指向すべきであることを示している。

## 参考文献

1. Ogiyashi, S., and Takashima, K. (2012). Influence of Corporation Tax Rate on GDP in an Agent-Based Artificial Economic System. 4th World Congress on Social Simulation, September 4-7, 2012.
2. Morishima, M. (1984). The Economics of Industrial Society. Cambridge University Press.