利他的エージェントが生みだす持続可能社会

正 員 菊地 登志子*

Sustainable Society Formed by Unselfish Agents

Toshiko Kikuchi*, Member

It has been pointed out that if the social configuration of the three relations (market, communal and obligatory relations) is not balanced, a market based society as a total system fails. Using multi-agent simulations, this paper shows that a sustainable society is formed when all three relations are integrated and function respectively.

When agent trades are based on the market mechanism (i.e., agents act in their own interest and thus only market relations exist), weak agents who cannot perform transactions die. If a compulsory tax is imposed to enable all weak agents to survive (i.e., obligatory relations exist), then the fiscal deficit increases.

On the other hand, if agents who have excess income undertake the unselfish action of distributing their surplus to the weak agents (i.e., communal relations exist), then trade volume increases. It is shown that the existence of unselfish agents is necessary for the realization of a sustainable society.

However, the survival of all agents is difficult in a communal society. In an artificial society, for all agents survive and fiscal balance to be maintained, all three social relations need to be fully integrated. These results show that adjusting the balance of the three social relations well lead to the realization of a sustainable society.

キーワード：マルチエージェント，シミュレーション，利他的，持続可能社会，社会編成原理，分配

Keywords: multi-agent, simulation, unselfish, sustainable society, social configuration, sharing

1. まえがき

市場原理の活用が経済活動を活発化させるという経済思想のもとに、あらゆる分野で規制を緩和する政策がとられている。しかし、現実には「規制を緩和するたびに市場は不安定化し」⁽¹⁾、それを支えるためにかえって多くの公的な介入が必要となっている。ところが、市場を維持するために必要な公的介入の増大は社会全体の負担であり、負担の増大、即ち課税の強化は経済活動の収縮につながりかねない⁽²⁾。このような「モグラたたきの様相」⁽¹⁾のなかで、社会が崩壊の道を辿らないための一つの方策として、ここでは市場原理のもとで繰り広げられる利他的な行動を取りあげる。

「社会の再生産が成り立ってきたのは、共同体的な人間関係（中略）、権力的な人間関係（中略）、商品経済の人間関係」それらに対応する「社会編成の三原理」の「組合せが

存在したからである」とされている⁽³⁾。また「市場的人間関係」「共同体的人間関係」「強制的人間関係」の3つが統合されなければ「トータル・システムとしての市場社会が破綻してしまう」⁽⁴⁾ことから、これら3つの社会編成原理の組合せが持続可能社会を構築するために重要な役割を果たすと考えられる。

本論文では「共同体的な人間関係」を利他的な行動をとる社会ととらえ、この「社会編成の三原理」がいずれにも偏り過ぎずそれぞれ機能しあう社会を実現することが、破綻しない持続可能な社会を生みだす方策になりうることを、エージェント・シミュレーションを用いて示す。

2. 人工社会モデル

シミュレーションに用いる人工社会モデルを、ここでは以下のように定義する。

2・1 社会編成の三原理 財を生産し消費するエージェントがいる人工社会における「社会編成の三原理」は、以下のような行動、制度に対応するものとする。

(i) エージェントは蓄積した財をもとに、自らの効用関数に基づいて相対取引を行う。

* 東北学院大学経済学部

〒980-8511 仙台市青葉区土樋 1-3-1

Faculty of Economics, Tohoku Gakuin University

1-3-1 Tsuchitai, Aoba-ku, Sendai-shi, 980-8511 Japan

商品経済的な人間関係

- (ii) 弱者を救済するため、社会保障制度を取り入れる。所得に対する課税と取引に対する課税を行い、税収により弱者を救済する。

権力的な人間関係

- (iii) エージェントは、多くの所得が得られた場合だけ弱者への分配を行うという利他的な行動をとる。

共同体的な人間関係

ここでは (i) を「市場経済の社会」、(ii) を「社会保障の社会」、(iii) を「利他的な社会」と呼び、これら 3 つの編成原理がともに機能しあう社会を「3 つの編成原理の社会」と呼ぶ。

2.2 エージェントと環境 M 個のセルからなる 1 次元セル空間にランダムに配置された N 人のエージェントは、生産量、消費量、財産、視野の 4 つの内部状態をもつ。ただし、1 次元セル空間は一方の終端がもう一方の終端に接続されたループ状になっており、各セルに複数のエージェントが配置されることはないものとする。エージェントは 2 種類の財（財 1、財 2）のいずれか一方だけを生産し、生存するために 2 財をともに消費する。各エージェントは財 1、財 2 の財産をもち、生産した財 1 または財 2 を財産に加える。これらの財産をもとにして、2.3 の取引ルールに従い視野内のエージェントと取引を行う。視野とはエージェントがいるセルの左右、すなわち - 視野から + 視野の範囲のセルを指し、視野の広いエージェントほど多くのエージェントと取引できる可能性が高くなる。取引によって得た財も財産に加えた後、各エージェントの消費量に従って 2 財をともに消費する。その際、エージェントの財 1、財 2 いずれかの財産が消費量より少ない場合、生存するための必要量がまかなえなかったことになり、エージェントはその時点で死亡する。

生産量、消費量、財産、視野にはそれぞれ下限値、上限値を設定し、その範囲内に一様分布する値が各エージェントの初期値として与えられる。ただし、生産量だけは生産のつど平均 0、分散 σ^2 の正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従う変動量を加え、余剰、不足が毎回一定の値にならないよう設定する。従って、各期の生産量は変動するが総量として増加や減少の傾向は示さず、この人工社会モデルはいわゆるゼロ成長モデルと解釈することができる。

2.3 取引ルール 取引のルールは、J. Epstein らによる人工社会モデル *sugarscape* で用いられているルールを採用する⁽⁵⁾。エージェント A の視野を s_A とすると、取引はエージェント A の両側、 $-s_A$ と s_A の範囲内のセルにいるエージェント B と以下のルールに従って行われる。

- (i) エージェント A, B が保有する財産の内部評価を、(1) 式の限界代替率 (MRS) に基づいて計算する。

$$MRS \equiv (w_2/m_2) / (w_1/m_1) \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 w_1, w_2 は財 1、財 2 の保有財産、 m_1, m_2

は財 1、財 2 の消費量を表す。 MRS は 2 財の相対的な内部欠乏の度合いを表している。例えば、 $MRS > 1$ のエージェントは (1) 式の分子の値より分母の値のほうが小さいため相対的に財 1 が乏しいとみなされる。従って、取引をするエージェント A, B の MRS を MRS_A, MRS_B とした場合、 $MRS_A > MRS_B$ のときは A は B よりも相対的に財 1 を必要としている。

- (ii) それぞれの MRS が等しければ取引は終了する。等しくなければ (iii) へ進む。

- (iii) 取引は MRS の低いエージェントから高いエージェントへ財 1 が移動し、逆の方向へ財 2 が移動することで行われる。交換する量は (2) 式で計算される価格 p に基づいて決定される[†]。

$$p = \sqrt{MRS_A \cdot MRS_B} \dots \dots \dots (2)$$

$p \geq 1$ の場合は財 1 の 1 単位と財 2 の p 単位、 $p < 1$ の場合は財 1 の $1/p$ 単位と財 2 の 1 単位を交換する。 $m_T = m_1 + m_2$ とすると、エージェントの効用関数は (3) 式で表される。

$$U(w_1, w_2) = w_1^{m_1/m_T} \cdot w_2^{m_2/m_T} \dots \dots \dots (3)$$

A, B それぞれの効用関数の値が大きくなり、かつ交換によって MRS の大小関係が反転しないならば取引を行い (i) に戻る。そうでなければ終了する。

各エージェントの取引の相手が常に同じエージェントにならないよう、全エージェントが視野内のエージェントと取引を行うのを 1 期とし、各期ごとに 1 次元セル空間へのエージェントの配置をランダムに変更する。

2.4 課税と救済 課税は所得に対する課税（所得税）と、2.3 の取引に対する課税（消費税）を行う。

課税の対象となる所得は、包括的所得概念に基づいて、各期の期首と期末間の保有財産の変化量とし、最低生活費の免税と累進税率を取り入れる⁽⁴⁾。各エージェントの消費量は設定された下限値以上のため、所得が消費量下限値未満の場合この所得だけではどのエージェントも生存することはできない。そこで、この消費量下限値を 1 期間の最低生活費とし、これ以下の所得を非課税とする。課税は 12 期ごとに行い、12 期間の所得から消費量下限値の 12 倍を差し引いた所得に対して課税する。適用される税率を表 1 に示す^{††}。

消費税は、2.3 の取引が行われる際に、そのつど課税する。取引の税率を f_{tax} 、価格を p とすると、 $MRS_A > MRS_B$ 、 $p \geq 1$ では、エージェント A は 1 単位の財 1 をエージェン

[†] 価格の計算方法の根拠は文献⁽⁶⁾による。価格を MRS_A, MRS_B が示す範囲内の乱数で決定しても、結果の質的特性はあまり変わらないという指摘もされている（文献⁽⁵⁾参照）

^{††} 文献⁽⁷⁾によると、給与所得に対する所得税率は、課税される所得金額に応じて 10 % から 37 % までの 4 段階となっている。この人工社会では、これと整合性を保つよう課税される所得金額を設定しているが、税率は 3 段階としている。

表 1 人工社会の所得税税率

Table 1. Tax rates of income tax.

	tax rate
Income $L \times 12$	0 %
$L \times 12 < \text{Income}$ $L \times 24$	10 %
$L \times 24 < \text{Income}$ $L \times 48$	20 %
$L \times 48 < \text{Income}$	30 %

L = The lower limit of consumption

ト B から受け取り, $p(1 + f_{tax})$ 単位の財 2 を放出する。この中の p 単位の財 2 はエージェント B が受け取り, 残りの $p \cdot f_{tax}$ 単位の財 2 は税として徴収される。税率 f_{tax} は可変とし, シミュレーション時に設定する。

救済は, 弱者 (消費量に満たない財産しかもたず, このままでは今期で死亡するエージェント) に対し, そのエージェントの消費量にあたる財を徴収された税 (所得税 + 消費税) から給付することで行われる。ただし, 財源となる税が枯渇した場合は, 財政は赤字としてエージェントの救済を優先する。また, 給付の財源となる税の残額は赤字でない限り 12 期ごとに各エージェントに均等に再分配され, 次期への繰越はしないものとする。

2.5 エージェントの利他的な行動ルール 人工社会モデルに, 自らの消費量を超える所得が得られた場合に弱者への分配を行うというエージェントの利他的な行動を取り入れる。市場原理に基づいて行動するエージェントが多く, 所得を得た場合, 自分が生きていくために必要な消費量の分だけを財産として蓄え, その残りを人工社会全体の弱者へ均等に分配する。しかしこの場合, 1 エージェントに分配される財は弱者が多数になればなるほど少なくなり, 結果的にどのエージェントも救済できない状況が起こりうる。そこで, 分配する領域を社会全体だけではなく, 利他的な行動をとるエージェントの近傍 (視野の整数倍) に限定して, 近傍の弱者に集中的に分配する人工社会もあわせて構築する。

余力のあるエージェントが周りの弱者を救済するという利他的な行動は, 例えば農村社会に見られるような共同体の相互扶助ととらえることができる。しかし, このモデルではセル空間に配置されるエージェントは各期ごとにランダムに変更されているため, 限られた領域内に分配しても分配の対象となるエージェントは各期ごとに異なっている。従来の共同体というよりも, そのつどメンバが入れ替わるネットワーク型の共同体ととらえるほうが妥当であり, そのような共同体におけるエージェントの利他的な行動が持続可能社会の構築に大きな意味を持つことをエージェント・シミュレーションを用いて示す。

3. シミュレーション結果と考察

2 章で示した人工社会モデルを用いて「市場経済の社会」, 「社会保障の社会」, 「利他的な社会」, 「3 つの編成原理の社会」における総取引数, 生存エージェント数を比較するこ

表 2 シミュレーションの初期値

Table 2. Initial conditions for simulations.

Cellular space	M	10000
Number of agents	N	2000
Production		1 ~ 6
Consumption		1 ~ 3
Wealth		6
Vision		1 ~ 8

とにより, 持続可能社会を構築するための方策を考察する。

2.3 の取引では, 2 財の交換量はいずれか一方が 1 単位に固定されているため, ここでは取引の規模を取引の回数でとらえる。総取引数はすべての生存するエージェントが全期間で行った取引の合計回数である。

3.1 シミュレーションの条件 エージェントの生産量, 消費量, 視野には, 表 2 に示した数値の範囲内に一様分布する値が与えられる。

生産量には, 各期ごとに平均 0.0, 分散 1.5 の正規分布に従う変動量が与えられる。消費税は, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % の 4 通りとする。課税を行う場合は, 消費税のみを導入した人工社会, 所得税のみを導入した人工社会, 消費税と所得税の両方を導入した人工社会の 3 つについてシミュレーションを行う。利他的な行動は, 1 期間の取引により消費量の n 倍 ($n = 2, 3, 4, 5$) を超える財を得たエージェントが, 自らの消費量を差し引いた残りの財を分配することにより行われる。分配は, 人工社会全体と, 視野の 25 倍から 500 倍までを 25 倍ずつ拡大した領域で行う。各期ごとに 1 次元セル空間へのエージェントの配置をランダムに変更し, 「市場経済の社会」では生産, 取引, 消費を, 「社会保障の社会」では生産, 取引と消費税課税, 消費, 税による救済, 12 期ごとの税収残額の再分配と所得税課税を, 「利他的な社会」では生産, 取引, 利他的エージェントによる分配, 消費を, それぞれ 600 期繰り返す。

3.2 「市場経済の社会」と「社会保障の社会」 「市場経済の社会」, 「社会保障の社会」の総取引数を図 1 に示す。図 1 の (A) は消費税のみを導入した人工社会で, 消費税率 0 % が「市場経済の社会」に該当する。図 1 の (B) は消費税と所得税の両方を導入した人工社会で, 消費税率 0 % は所得税のみを導入した人工社会となっている。「市場経済の社会」を除外すれば, 総取引数は税率の増加とともに減少し, 同じ税率における (A) (B) の比較では (B) の所得税と消費税の両方を導入した人工社会のほうが総取引数は少なくなっている。

「市場経済の社会」の総取引数は 740,508 で, 生存するエージェント数は 806 となり大半のエージェントが死亡している。「社会保障の社会」では, 財源が枯渇しても弱者を救済するため全エージェントが生存し続けることになり, すべての税率における生存エージェント数は 2,000 となる。全エージェントが同じルールに基づいて取引を行っているにもかかわらず, 税率の増加とともに総取引数が減少して

図1 「市場経済の社会」と「社会保障の社会」の総取引数

Fig. 1. Trade volume in market based society and social welfare society.

図2 「社会保障の社会」における財政赤字

Fig. 2. Fiscal balance in social welfare society.

図3 「利他的な社会」の総取引数と生存エージェント数

Fig. 3. Trade volume and living agents in unselfish society.

いることから、課税による負担の増大が経済活動を縮小させていることがわかる。総取引数が最も多くなるのは所得税のみを導入した人工社会で1,157,772となり、「市場経済の社会」の総取引数よりもはるかに多い。市場原理の活用が経済活動を活発化させるとされているが、この「市場経済の社会」では生存エージェントが少ないため、消費税率の低い(5%, 10%)人工社会よりもさらに総取引数は少なくなっている。

「社会保障の社会」の活発な取引は、すべての弱者を無条件に救済することで支えられている。しかし、その一方で社会保障の財源は枯渇し、財政は雪だるま式に赤字が膨らんでいる。税率ごとの財政赤字を図2に示す。図2の(A)は消費税のみを導入した場合、(B)は所得税と消費税の両方を導入した場合の赤字で、どちらも税率を上げると赤字は減少していくが、累積赤字が増大する傾向は改善されない。「社会保障の社会」では、全エージェントの救済は可能だが財政は完全に破綻していることがわかる。

3.3 「利他的な社会」 「利他的な社会」における総取引数を図3の(A)に、生存エージェント数を(B)に示す。両グラフとも財を分配する領域の大きさを横軸の値とし、各エージェントの視野の25倍から500倍までを25倍ずつ拡大した領域に分配した際の総取引数、生存エージェント数をグラフにしている。なお、グラフの右端(図中のwhole)に人工社会全体に分配した場合の結果を付け加えている。

「利他的な社会」では課税は行われないため、全エージェントが生存できる保障はない。図3の(B)に示すように、生存エージェント数はすべてにおいて2,000に達していない。

利他的行動は、消費量の n 倍($n = 2, 3, 4, 5$)を超える財を得たエージェントが弱者へ余剰を分配することで行われる。この n の値ごとに、総取引数が最大になる分配領域の大きさを見てみると、 $n = 2$ では視野の175倍、 $n = 3$ では400倍、 $n = 4$ では全領域、 $n = 5$ では450倍となっている。総取引数、生存エージェント数は、分配領域を拡大するにつれて急激に増加し、視野の100倍から200倍あたりを境に横ばい状態となる。ところが、全領域へ分配すると、 $n = 4$ を除いて総取引数、生存エージェント数は逆に減少し、最大値は上記のように中間の大きさの分配領域で得られている。生産量、消費量、視野に異なる初期値を与えてもこの傾向は変わらず、必ずしも全領域へ分配することが経済活動の活発化や弱者の救済に効果があるとは言えないことがわかる。

すべての n で総取引数が最大になるのは、消費量の2倍を超える財を得たエージェントが視野の175倍の領域の弱者に余剰を均等に分配する場合で、総取引数は1,166,431、生存エージェント数は1,807となる。この生存エージェント数は、図3(B)の最大値でもある。「利他的な社会」の総取引数の最大値は、「市場経済の社会」および「社会保障の社会」における総取引数の最大値1,157,772よりも多く、「利他的な社会」の生存エージェント数の最大値は「市場経

済の社会」の806を大幅に上回っている。利他的な行動により「市場経済の社会」、「社会保障の社会」よりも取引数が増大し、その結果として多くのエージェントの生存を可能にしていることがわかる。

3.4 「3つの編成原理の社会」 利他的な行動が取引数と生存エージェント数の増大に大きく貢献することが明らかになったが、利他的な行動だけではやはり全エージェントを救済することはできない。一方、「社会保障の社会」

図4 「3つの編成原理の社会」の総取引数
Fig. 4. Trade volume in the three social relations.

表 3 総取引数と生存エージェント数

Table 3. Trade volume and living agents.

	Trade volume	Number of living agents	Tax rate of consumption tax	Unselfish action(n)	Distribution area(s)	Fiscal balance
Market economy	740,508	806				
Social welfare society						
Income tax	1,157,772	2000				Deficit
Consumption tax	874,928	2000	5 %			Deficit
Income tax + Consumption tax	871,728	2000	5 %			Deficit
Unselfish society	1,166,431	1807		2	175	
Three social relations						
Income tax	1,212,121	2000		3	25	Surplus
Consumption tax	1,061,203	2000	5 %	3	75	Surplus
Income tax + Consumption tax	1,036,838	2000	5 %	3	50	Surplus

は全エージェントの救済は可能だが、図 2 に示すように膨大な財政赤字を抱えることになる。

そこで、「市場経済の社会」に、課税と社会保障の制度、さらに利他的な行動も取り入れた「3つの編成原理の社会」を構築し、所得税のみを導入した場合、消費税のみを導入した場合、消費税と所得税の両方を導入した場合についてシミュレーションを行う。消費税の税率は5%、10%、15%、20%、消費量の n 倍($n=2,3,4,5$)を超える財を得たエージェントが弱者へ余剰を分配し、分配領域の大きさは視野の25倍から500倍までを25倍ずつ拡大した領域とする。これらの人工社会では、利他的な行動により弱者を救済し、それでも救済できないエージェントを財政が赤字になっても税収から救済する。従って、これらすべての人工社会で全エージェントの生存が可能であるが、一方で財政が赤字になり破綻する人工社会も存在する。シミュレーション結果から、財政赤字に陥らずに全エージェントが生存できる人工社会は、消費税のみを導入した場合は全体の約42%、所得税のみを導入した場合は全体の約74%、消費税と所得税の両方を導入した場合は全体の約99%で得られている。

破綻しない「3つの編成原理の社会」のなかでもっとも取引数が多いのは、所得税のみを導入した人工社会で消費量の3倍を超える財を得たエージェントが自らの消費量を差し引いた残りの財を視野の25倍の領域に分配する人工社会で、総取引数は1,212,121である(表3)。これは「市場経済の社会」、「社会保障の社会」、「利他的な社会」における総取引数の最大値であった「利他的な社会」の1,166,431を超えて、全シミュレーション中最大となっている。また、消費税のみを導入した人工社会で総取引数が最も多いのは、消費量の3倍を超える財を得たエージェントが視野の75倍の領域に分配し、それでも救済できない弱者を消費税率5%とした税収から救済する場合で、総取引数は1,061,203である。さらに、消費税と所得税の両方を導入した人工社会では、消費量の3倍を超える財を得たエージェントが視

野の50倍の領域に分配し、消費税率5%の税収から救済する場合で、総取引数は1,036,838である。

「利他的な社会」では消費量の2倍を超える財を得た場合に分配する人工社会がもっとも総取引数が多かったが、「3つの編成原理の社会」では3倍を超える場合に分配したほうが総取引数は多くなる。分配領域も「3つの編成原理の社会」のほうが「利他的な社会」より狭くなっている。「利他的な社会」では自らが必要とする財以外はすべて分配し、それもあり広い領域の弱者へ分配するほうが社会全体の取引規模は大きくなるが、「3つの編成原理の社会」では中間的な所得層のエージェントが近辺の弱者へ分配するほうが取引規模を大きくしている。

「市場経済の社会」と「利他的な社会」、および「3つの編成原理の社会」のなかで財政赤字に陥らない社会についてのみ、生存エージェント数と総取引数の関係を図4に示す。(A) 所得税のみを導入した人工社会、(B) 消費税のみを導入した人工社会、(C) 消費税と所得税の両方を導入した人工社会の3つをグラフに表している。ただし、「市場経済の社会」と「利他的な社会」では課税制度が導入されていないため、(A)、(B)、(C)すべてで同じ結果となっている。また、「社会保障の社会」はすべて財政赤字となるが、比較のために図中に表示している。図4からも利他的な行動による経済効果は非常に大きいことがわかる。消費量の5倍で分配する社会がもっとも市場経済に近く、消費量の2倍、3倍で分配する社会がグラフの最右上にあり、消費量を超える財はできるだけ利他的な行動によって弱者へ分配するほうが経済活動を活発にする効果が高い。「3つの編成原理の社会」では、消費税のみを導入した場合と所得税と消費税の両方を導入した場合の総取引数は「利他的な社会」には及ばないものの、所得税のみではそれを上回る取引が行われている。利他的な行動による経済効果を残しつつ、社会保障により全エージェントの生存を可能にし、財政赤字で破綻をする「社会保障の社会」よりも多くの取引が行われる「3つの編成原理の社会」は、社会編成の三原

理の組み合わせが持続可能社会の構築に重要な役割を果たしていることを示している。

4. おわりに

本論文で構築した人工社会モデルのエージェントは、市場原理に基づいて行動する。「社会保障の社会」では所得税、消費税が強制的に課税され、各エージェントは消費税の負担も含めて効用を最大化するように行動する。このような人工社会では税率が高くなるに連れて経済活動が縮小し、そこから生じる弱者をすべて救済すると財政赤字が雪だるま式に拡大していく。これに対して、市場原理に基づいて行動するエージェントに多くの所得が得られた場合にだけ弱者へ分配するという利他的な行動をとらせる「利他的な社会」では、取引数が増大し大きな経済効果が得られることが示された。さらに、この利他的な行動による分配は、社会全体に行うより限定された領域内へ分配するほうが取引数が増加することがわかった。

しかし、全エージェントが生存し、かつ財政が破綻しない人工社会は「3つの編成原理の社会」からしか得られず、市場経済に課税と社会保障制度を取り入れた場合は、利他的エージェントの存在が持続可能社会の実現に重要な役割を果たすことがわかる。さらに、「3つの編成原理の社会」で総取引数が最大になる場合を見てみると、消費量の3倍を超える所得を得たエージェントが利他的な行動をとっており、2倍を超える「利他的な社会」の場合より多くなっている。消費量の2倍を超える所得が得られた場合に分配するということは、自らの消費量を差し引いた余剰は1倍しかなく、必要以上の所得はできるだけ分配するという徹底した「利他的な社会」である。「3つの編成原理の社会」では、そこまで利他的な行動をエージェントにとらせないほうが総取引数を多くすることができると言える。また、課税も消費税率5%で総取引数が最大となることから、利他的な行動と低負担の税制を組み合わせることが取引規模を大きくすることがわかる。このように取引規模の大きい「3つの編成原理の社会」は、「市場原理の社会」、「社会保障の社会」、「利他的な社会」のいずれにも偏り過ぎずそれぞれ機能しあう社会であり、シミュレーションの結果は3つの編成原理のバランスをうまく調整することが持続可能社会を実現する一つの方策であることを示している。

本論文のシミュレーション結果が示すものは、経済政策に対する1つの提言である。もちろん、このような提言はいわば総論次元のものであり、具体的な各論次元の議論を行うには、例えば税制に即して言うならば、直間比率（直接税と間接税の配分問題）やそれぞれの税率の設定などについて、当モデルと現実との整合性を綿密に検討する必要がある。このようなシミュレーションは今後の課題と考えている。

（平成16年10月27日受付，平成17年3月5日再受付）

文 献

- (1) M. Kaneko: Counter Economics, Shinshokan (1999) (in Japanese)
金子 勝：反経済学——市場主義のリベラリズムの限界，新書館（1999）
- (2) T. Kikuchi: "Comparison of "high-cost, high-welfare" society and "low-cost, low-welfare" society using agent-based simulations", P. IEE Japan, GS19-2, pp.1121-1125 (2003) (in Japanese)
菊地登志子：「エージェントモデルを用いた高負担・高福祉社会と低負担・低福祉社会の比較」，平15電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集，GS19-2，pp.1121-1125（2003）
- (3) M. Handa: "Historical perspective of informatizing capitalism", Associé No.13, pp.35-48, Ochanomizu shobo (2004) (in Japanese)
半田正樹：情報化する資本主義の歴史的文脈，アソシエ No.13，pp.35-48，お茶の水書房（2004）
- (4) N. Jinno: Public Finance, Yuhikaku (2002) (in Japanese)
神野直彦：財政学，有斐閣（2002）
- (5) J. Epstein and R. Axtell: Growing Artificial Societies Social Science from the Bottom Up, Brookings Institution Press (1996)
J. Epstein and R. Axtell: 人工社会—複雑系とマルチエージェント・シミュレーション—，共立出版（1999）
- (6) P. Albin and D. K. Foley: "Decentralized, Dispersed Exchange without an Auctioneer: A Simulation Study.", Journal of Economic Behavior and Organization 18(1): pp.27-54 (1990)
- (7) National Tax Agency Japan: <http://www.nta.go.jp/>
国税庁： <http://www.nta.go.jp/>

菊地 登志子（正員）1972年3月立命館大学理工学部卒業。

1997年3月宇都宮大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年より東北学院大学経済学部講師を経て、2000年同大助教授。博士（工学）。主に、社会・経済を対象としたエージェント・シミュレーションとニューラルネットワークの学習アルゴリズムの研究に従事。電子情報通信学会，日本神経回路学会，進化経済学会などの会員。