

# 共同体的編成原理と社会の規模

菊 地 登志子

## 1. はじめに

社会的再生産が可能な持続可能社会について、社会編成原理をもとにした議論が多くの論者によってなされてきた。K.ポラニーが「西ヨーロッパで封建制が終焉を迎えるまでの、既知の経済システムは、すべて互惠、再分配、家政、ないしは、この三つの原理の何らかの組合せにもとづいて組織されていた」<sup>1)</sup>と論じたことを始めとし、G.エスピン-アンデルセンの市場・福祉国家・家族、A.ギデンズの市場経済、政府、市民社会にもとづく議論などである<sup>2)</sup>。

また、社会編成の三原理について、半田は以下のようにまとめている。

人間社会の歴史を辿ってみると、その時々での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とそれに基づく社会編成、権力的な人間関係（支配—被支配の階層関係）とそれに基づいた社会編成、および商品経済の人間関係とそれに対応する社会編成、という社会編成の三原理のその時々での組み合わせが存したからであることがわかる。<sup>3)</sup>

このような議論を具体的なシミュレーションで示し、現代社会に対するオルタナティブの提起を試みたのが『交響する社会』<sup>4)</sup>であった。シミュレーションでは、社会における三つの編成原理を、市場的編成原理、強制的編成原理、共同体的編成原理ととらえ、三つの編成原理を組み合わせつつ、それぞれのバランスを保つことが社会的再生産、すなわち持続可能社会の実現につながることを示した。しかも、三つの編成原理のなかでも、共同体的編成原理が持続可能性の要となることも明らかにした。

さらに、半田はオルタナティブの構想に際して、「資本主義経済システムにおいてはメイン・システムをなす商品経済（市場経済）をサブ・システムの一つに転化させること」、そして「共同体（的編成原理）を社会構成体の主軸にすえる方向」を示唆する。そこでは、共同体的編成原理に対応するものとして、「農村共同体」を起点とした「地域社会」と、「自立した個人」が財やアイデアを交換することで生み出される都市的＜共＞（コモン）＝「都市共同体」に言及している。この「都市共同体」に共同体的編成原理をどのように組み込むのかについて、半田は不特定多数の人々の紐帯を担保するために「入会制度」にヒントを得た共同的自治活動をあげている。<sup>5)</sup>

1) Polanyi, 1957=1975, p.72

2) 詳細は半田（2011）を参照。

3) 半田, 2004, p.36

4) 井手, 菊地, 半田, 2011

5) 半田, 2013, p.10, p.16

しかし、このような共同的自治活動は「不特定多数の人々の紐帯を担保する」とされているが、この「不特定多数の人々」には規模の臨界点のようなものが存在するのではないかという問題があり得る。なぜなら、「入会制度」に手がかりを得た共同的自治活動は、小さな「都市共同体」でも、巨大な「都市共同体」でも、持続的に機能するのは難しいと考えられるからである。やや観点は異なるが、E. F. Schumacher は、時には大規模な組織の統一・整合という秩序も必要だが、今日の問題を解決するには、無数の小規模な自治組織のもつ自由が必要であり、その組織には個人、家族、小集団との緊密なつながりを保証する政治的・組織的な構造が求められると主張している<sup>6)</sup>。また、規模には臨界点があるとするL. Kohr は、社会が安定性を保つためには「政治や経済システムを変えるのではなく、社会の規模を人間の身丈けと釣り合う程度に縮小すること」とし、「社会規模を臨界状態から臨界“以下”のものに縮小すること」を説いている<sup>7)</sup>。これらは、社会の安定性の維持には緊密なつながりをもった小規模な自治組織が必要であり、その組織には適正な社会規模が存在するという議論である。グローバリゼーションがさまざまな問題を引き起こしている現在、さらなる拡大では問題は解決せず、適正な規模へ縮小することが重要という指摘は十分検討に値する議論と考えられる。

先の「地域社会」、「都市共同体」にも、同様のことが言える。半田は、例えば「特定の用途に供しない空地、いわゆるオープンスペースとして共同利用する仕組み」によって人々の紐帯を担保するとしている。このオープンスペースという限られた環境のなかでは、「入会」して共同利用可能な人数には自ずと限界が生まれる。L. Kohrが指摘するように、ビルが高層になればなるほど多くのエレベーターにスペースが奪われてしまうように<sup>8)</sup>、人数が増えれば自由なスペースが縮小し自由な活動も損なわれていく。また、人数が少なくなればなるほど、その活動も縮小され、自由に活動することがこれも難しくなる。そこに、規模の臨界点<sup>9)</sup>が存在する。

本稿では、共同体的編成原理が持続可能性の要となるとした三つの編成原理の人工社会モデルを用いて、共同体的編成原理と社会の規模について検討する。ただし、L. Kohrも述べているように、「規模の問題すべてについていえるように、その答えは、あるものが果たすはずの機能次第で違ってくる」<sup>10)</sup>。人工社会においても、共同体的編成原理を含めた人工社会モデルをどのように構築するかで適正規模はさまざまと考えられる。ここでは、臨界点に着目し、一定の条件のもと、規模を拡大しても、縮小しても社会の持続可能性が悪化することを示すこととする。

6) Schumacher, 1973=1986, pp.82-98

7) Kohr, 1977=1980, pp.9-11

8) Kohr, 1977=1980, pp.52-53

9) 規模の臨界点については、E. F. Schumacherも『スモール・イズ・ビューティフル再論』で触れており、「どんな組織にもそれが効力を失ってしまう直前の「臨界規模」がある」(p.90)と述べている。ここでは、この効力を失ってしまう直前の点を臨界点と表している。

10) Kohr, 1977=1980, p.24

## 2. 人工社会モデル

人工社会とは、コンピュータ上に構築された社会モデルである。そこにはさまざまな初期状態と行動ルールをもったエージェントが存在し、エージェント同士が相互作用しながら活動している。この人工社会に社会編成の三原理を組み込み、それを社会の規模を検討する人工社会モデルに拡張する。

### 2.1 社会編成の三原理

この人工社会では、社会編成の三原理を次のように具体化している。

(i) 市場的編成原理（市場的人間関係）

財を生産し消費するエージェントが、蓄えた財をもとに自らの効用を最大化するために相対取引を行う。

(ii) 強制的編成原理（権力的人間関係）

エージェントの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。これは再分配にあたる。

(iii) 共同体的編成原理（共同体的人間関係）

ここでの共同体は、協同組合、コミュニティ、家族など、やや広い意味でとらえ、そこで行われる無償の行為を共同体の人間関係とする。具体的には、多くの所得が得られたエージェントが弱者への分配を行うという利他的な行動をさす。

これら3つの編成原理を組み合わせた人工社会を「3つの編成原理の社会」とし、そこでは多くの持続可能社会がもたらされることをすでに示した<sup>11)</sup>。次節では、この「3つの編成原理の社会」の概要を述べる。

### 2.2 「3つの編成原理の社会」の人工社会モデル

「3つの編成原理の社会」は、市場的編成原理、強制的編成原理、共同体的編成原理の3つが組み合わされた人工社会モデルである。コンピュータ上に、エージェントを配置するセル空間を設定し、そこに個性をもった、すなわちそれぞれ初期値の異なるエージェントを配置し、さらに社会編成の三原理を組み込んでいく。ここではMセルからなるループ状の1次元セル空間を設定し、そこに4つの内部状態（生産量、消費量、財産、視野）をもつNエージェントをランダムに配置する。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て財産に加え、生存するために財産から2財をとともに消費する。エージェントの内部状態には、それぞれ予め設定された下限値、上限値の範囲内の一様乱数が初期値として与えられる。ただし、生産量には生産のつど平均0、分散 $\sigma^2$ の正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従う変動量を加え、消費量に対する余剰、不足が毎回一定の値にならないよう設定する。

11) 菊地, 2011, pp.17-48

さらに、2.1の社会編成の三原理を以下のように具体化する。

### 2.2.1 市場的編成原理

エージェントは保有する財産をもとに、取引ルールに従い視野内のエージェントと取引を行い、自らの効用の最大化をはかる。視野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）の範囲のセルを指す。

取引ルールとして、J. Epstein らが提案したSugarscape<sup>12)</sup>の取引ルールを用いる。取引するエージェントA、Bは、それぞれ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。

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

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。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。

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

具体的には、 $p \geq 1$ 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 $1$ 単位が交換される。さらに、エージェントの効用関数は(3)式で表される。

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

ただし、 $m_T = m_1 + m_2$ とする。価格 $p$ に基づく交換によって双方の効用関数の値が大きくなり、かつMRSの大小関係が反転しないならば取引を行う。大小関係が反転すればその時点で取引を終了し、そうでなければ取引後のMRSを再度計算し取引を継続する。取引によって得た財を財産に加え、それぞれの消費量に従って2財をともに消費する。

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、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。

### 2.2.2 強制的編成原理

エージェントに課税と再分配を行う。弱者（財1、財2いずれかの財産が消費量より少ないエージェント）はそのままでは死亡するため、再分配によりこれらの弱者をすべて救済する。救済の

12) Epstein, 1996=1999, pp.95-109

表1 人工社会の所得税率

|                                   | 税率(%) |
|-----------------------------------|-------|
| 所得 $\leq 12 * L$                  | 0     |
| $12 * L < \text{所得} \leq 19 * L$  | 5     |
| $19 * L < \text{所得} \leq 24 * L$  | 10    |
| $24 * L < \text{所得} \leq 38 * L$  | 20    |
| $38 * L < \text{所得} \leq 45 * L$  | 23    |
| $45 * L < \text{所得} \leq 77 * L$  | 33    |
| $77 * L < \text{所得} \leq 156 * L$ | 40    |
| $156 * L < \text{所得}$             | 45    |

( $L$ : 2財の消費量下限値の合計)

原資は、エージェントの所得に課税する所得税と、取引に課税する消費税である。

所得税は、各期の所得を12期ごとに集計し、表1の税率にしたがって課税する。所得は生産と取引によって得た財の合計である。消費税は、取引が行われるごとに課税される。税率を $\text{tax}$ 、価格を $p$ とすると、 $p \geq 1$ では1単位の財1と、 $p$ 単位の財2が交換されるが、財を提供する側は $(1 + \text{tax})$ 単位の財1と $p(1 + \text{tax})$ 単位の財2を提供し、財を取得する側は1単位の財1と $p$ 単位の財2を取得する。そして、 $\text{tax}$ 単位の財1と、 $p \cdot \text{tax}$ 単位の財2は税として徴収される。同様に、 $p < 1$ では、 $1/p$ 単位の財1と1単位の財2が交換されるが、 $1/p \cdot \text{tax}$ 単位の財1と $\text{tax}$ 単位の財2が税として徴収される。

これらの税収から弱者への再分配が行われるが、財源となる税が枯渇した場合、財政は赤字としてエージェントの救済を優先する。また、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。

## 2.2.3 共同体的編成原理

取引によって多大な所得を得たエージェントが、所得の一部をまわりの弱者に分配するという利他的行動をとる。具体的には、エージェントが自らの消費量の $n$ 倍を超える所得を得た場合、所得から消費量を差し引いた残りの財を、視野の $r$ 倍の領域にいる弱者へ均等に分配する。 $n$ はどの程度の所得を得たエージェントが利他的行動をとるのかを決定し、 $n$ が大きな値の場合はごく一部の富裕なエージェントのみが利他的行動をとり、 $n$ が小さな値の場合は少しでも余剰ができれば利他的行動をとる社会となる。 $r$ は救済するエージェントを抽出する領域の大きさを決定し、 $r$ が小さい場合ごく身近な領域の弱者を、 $r$ が大きい場合は広く社会全体の弱者を救済の対象とする。

なお、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ていることから、各エージェントが救済する弱者は毎回異なっている。2.1で、共同体は協同組合、コミュニティ、家族など、やや広い意味でとらえるとしたが、救済する弱者が毎回異なることと、救済の範囲を

決定する $r$ によってこれを実現している。

#### 2.2.4 「3つの編成原理の社会」

上記の社会編成の三原理を組み合わせた「3つの編成原理の社会」では、市場的編成原理に基づいた取引の後、強制的編成原理に基づいた課税、共同体的編成原理に基づいた利他的行動による弱者救済、それでも救済されない弱者には、徴収された税から消費量にあたる財が給付される。

「3つの編成原理の社会」では、再分配により全エージェントの生存が保障されている代わりに、弱者救済のための税収が不足すると財政が赤字に陥る。よって、「3つの編成原理の社会」における社会的再生産可能な社会、すなわち持続可能な社会とは、財政黒字が維持可能な社会となる。

### 2.3 規模を検討するための人工社会モデル

社会の規模を検討するために、「3つの編成原理の社会」を1つの地域とし、複数の地域をもつ人工社会モデル「規模の人工社会」を構築する。エージェントはいずれかの地域に属し、それぞれの地域内、すなわち「3つの編成原理の社会」内で2.2に示した取引、課税、利他的行動、再分配を行う。エージェントの移動も地域内に限られ、取引を行う範囲も、利他的な救済の範囲も地域内のみが対象となる。

この「規模の人工社会」には、1つの中央政府エージェントと、地域となる「3つの編成原理の社会」ごとに地方政府エージェントが存在する。地方政府エージェントは、地域内で発生した取引に消費税を課し、地域内のエージェントの所得に所得税を課す。さらに、税収をもとに地域内の弱者を救済するための再分配を行う。ただし、税収の2/3は地方政府に、1/3は中央政府の歳入とする。地方政府が再分配により財政赤字に陥ると、中央政府は赤字補てんのために地方へ財を交付する。従って、地方政府の財政は赤字になることはないが、中央政府は地方の財政が悪化すれば財源が不足し赤字に陥る。よって、「規模の人工社会」における社会的再生産可能な社会、すなわち持続可能な社会とは、中央政府が財政黒字を維持できる社会となる。

「規模の人工社会」の大きさ $M$ は120,000セル、エージェント数 $N$ は40,000とする。地域となる「3つの編成原理の社会」は、9000, 15000, 21000, 30000, 45000セル（合計120,000セル）の5つの領域とし、各領域に3000, 5000, 7000, 10000, 15000エージェント（合計40,000エージェント）をランダムに配置する。

規模の臨界点を検討するために、先ず「規模の人工社会」の持続可能性を検証する。そして、この財政黒字となる持続可能な「規模の人工社会」を対象に、5つの地域を財政収支、経済活力、格差の3つの観点から比較する。この比較から、社会の規模に臨界点が存在するのかを検討する。

### 2.4 経済活力と格差

人工社会における経済活力と格差は、これまでもシミュレーション期間中の取引数と、シミュレーション終了時のジニ係数で測ってきた。モノの交換が活発に行われる社会は経済活力の高い

社会と解釈できることから、エージェント間で発生した取引数<sup>13)</sup>を経済活力としている。格差は、所得が累積された財産をもとに測る。人工社会では、消費や利他的分配に当てた財を除いた所得が財産に累積されている。従って、制度やエージェントの行動が生み出す格差をとらえるには、所得格差よりも財産をもとにした資産格差を見るほうが適している。そこで、シミュレーション終了時にエージェントが保有している財産をもとに、(4)式で表されるジニ係数により資産格差を求める。

$$g = \frac{1}{2N(N-1)\bar{x}} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N |x_i - x_j| \quad (4)$$

ただし、Nはエージェント数、 $x_i$ は*i*人目のエージェントの財産、 $\bar{x}$ は財産の平均である。

### 3. シミュレーションの条件

各エージェントの内部状態には、表2に示した範囲内の一様乱数を初期値として設定する。2.2で示したようにエージェントは財1、財2のいずれか一方だけを生産するため、各エージェントの2財の生産量には、1.0からprの範囲内の一様乱数と、0.0がそれぞれ設定される。さらに、0.0ではない生産量には生産のつど平均0.0、分散0.5の正規分布に従う変動量を加える。消費は2財をもとに消費することから、消費量は財1、財2のいずれにも表2の範囲内の一様乱数が設定される。

消費税の税率taxは、0%、5%、10%、15%、20%の5通りとする。また、利他的行動は、自らの消費量のn倍（n=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8）を超える所得を得たエージェントが、所得から自らの消費量を除いた余剰を、視野のr倍（r=10, 50, 100, 300, 500, 地域全体）の領域にいる弱者へ分配する。この分配領域は、エージェントの左右のセルそれぞれに設定される。

「規模の人工社会」を構成する地域、すなわち「3つの編成原理の社会」では、生産、取引と消費税課税、利他的行動による弱者救済、税収による弱者救済、消費、12期ごとの税収残額の再分配と所得税課税が、それぞれ600期繰り返される。

表2 エージェントの内部状態の初期値

|     | 下限値 | 上限値 |
|-----|-----|-----|
| 生産量 | 1.0 | pr  |
| 消費量 | 1.0 | 3.0 |
| 財産  | 6.0 | 6.0 |
| 視野  | 1   | 8   |

13) この人工社会では、1回の取引で交換される財の量は、財1、財2のいずれか一方が1単位に固定されているため、取引数は取引量とほぼ同じとみなされている。

## 4. シミュレーション結果

「規模の人工社会」では、生産量上限値 $pr$ の値ごとに、消費税率、 $n$ 、 $r$ 、の異なる210通りの人工社会が構築される。消費税率（0%, 5%, 10%, 15%, 20%）の5通り、利他的行動の $n$ 倍（ $n=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ ）の7通り、利他的な分配をする視野の $r$ 倍（ $r=10, 50, 100, 300, 500$ , 地域全体）の6通り、合計210通りである。この「規模の人工社会」を用いて、異なる乱数列による5回のシミュレーションを行った。最初に、210通りの人工社会ごとに、財政収支、経済活力、格差について5回のシミュレーションの平均値による分析を行う。

### 4.1 平均値でみた財政収支、経済活力、格差

初期値の異なる5回のシミュレーション結果から、210通りの人工社会ごとに、財政収支、経済活動を表す取引数、格差を表すジニ係数の平均値を求めた。財政収支は生産量に対する比率で表し、その値をGDP比と表記している。また、生産量上限値 $pr$ の値は、7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 8.0と変化させ、生産量と固定された消費量の差、すなわち余剰が次第に増加するシミュレーションを行った。

当然、「規模の人工社会」における中央政府の財政収支は、生産量上限値 $pr$ の増加とともに改善される。生産量上限値 $pr$ ごとにみた中央政府の210通りの財政収支は、表3に示すように財政黒字の人工社会が $pr$ に比例して増加している。

財政黒字の「規模の人工社会」から得られる財政収支（GDP比）、取引数の最大値、およびジニ係数の最小値を、5つの地域ごとに示したのが図1である。ただし、取引数はエージェント数に応じて増大するため、1エージェント当りに換算している。

生産量上限値 $pr=7.6, 7.7, 7.8$ とした余剰（＝総生産量－総消費量）が少ない社会では、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で財政収支（GDP比）の最大値が得られている。ただ、余剰が増大すると、規模の大きい10000または15000エージェントの「3つの編成原理の社会」の方が、財政収支の面からは優位になる。経済が成長し、余剰の多い社会では、規模の拡大が財政を豊かにすると言える。

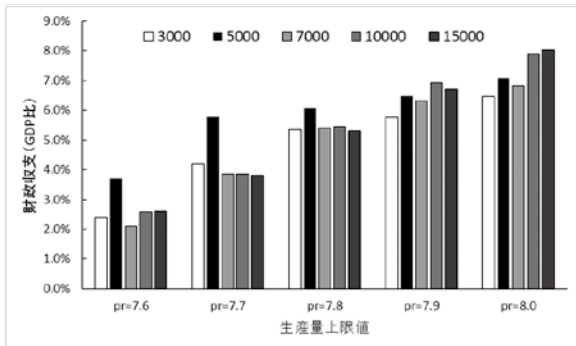
経済活動を表す取引数をみると、 $pr$ の増加とともに取引数が増大し、余剰の多い人工社会では活発な取引が行われていることがわかる。 $pr$ ごとにみると、財政収支と同様、 $pr=7.6, 7.7, 7.8$ とした余剰が少ない社会では、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で取引数の最大値が得られている。やはり、余剰が増大すると、10000または15000エージェントの「3つの編成原理の社会」の方が優位になる。

格差は $pr$ の増加とともにジニ係数が減少し、余剰の増大が格差縮小につながる事がわかる。

表3 財政収支が黒字になる「規模の人工社会」

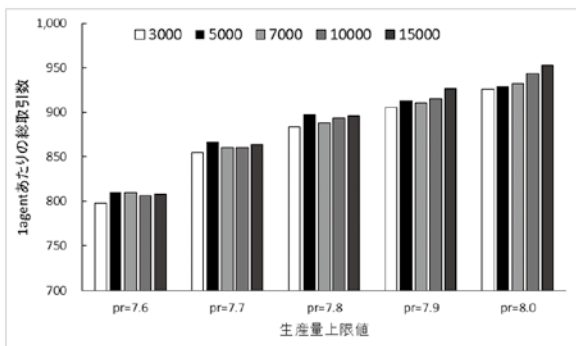
|             | $pr = 7.6$ | $pr = 7.7$ | $pr = 7.8$ | $pr = 7.9$ | $pr = 8.0$ |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 財政黒字の人工社会の数 | 6          | 54         | 93         | 123        | 144        |
| 割合          | 2.9%       | 25.7%      | 44.3%      | 58.6%      | 68.6%      |

### 財政収支（平均値）の最大値



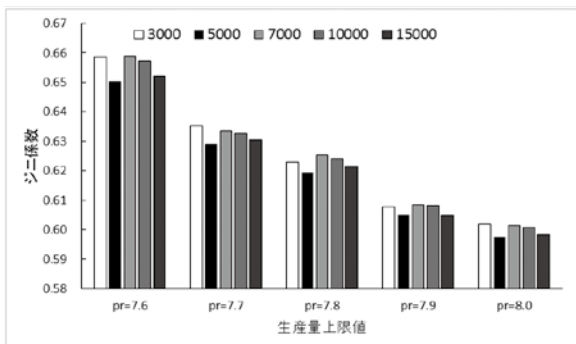
|       | pr = 7.6 | pr = 7.7 | pr = 7.8 | pr = 7.9 | pr = 8.0 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 3000  | 2.39%    | 4.20%    | 5.35%    | 5.77%    | 6.46%    |
| 5000  | 3.71%    | 5.77%    | 6.07%    | 6.49%    | 7.09%    |
| 7000  | 2.09%    | 3.85%    | 5.41%    | 6.32%    | 6.82%    |
| 10000 | 2.57%    | 3.85%    | 5.44%    | 6.93%    | 7.88%    |
| 15000 | 2.61%    | 3.80%    | 5.32%    | 6.71%    | 8.04%    |

### 取引数（1Agent あたりの平均値）の最大値



|       | pr = 7.6 | pr = 7.7 | pr = 7.8 | pr = 7.9 | pr = 8.0 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 3000  | 797.98   | 854.83   | 884.10   | 905.41   | 925.87   |
| 5000  | 810.37   | 866.61   | 897.83   | 913.21   | 929.67   |
| 7000  | 810.11   | 860.25   | 887.78   | 910.61   | 932.43   |
| 10000 | 806.58   | 860.27   | 893.14   | 914.97   | 943.18   |
| 15000 | 808.32   | 863.65   | 895.85   | 926.24   | 953.40   |

### ジニ係数（平均値）の最小値



|       | pr = 7.6 | pr = 7.7 | pr = 7.8 | pr = 7.9 | pr = 8.0 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 3000  | 0.6586   | 0.6352   | 0.6230   | 0.6078   | 0.6020   |
| 5000  | 0.6504   | 0.6291   | 0.6194   | 0.6050   | 0.5975   |
| 7000  | 0.6588   | 0.6335   | 0.6253   | 0.6085   | 0.6014   |
| 10000 | 0.6572   | 0.6326   | 0.6242   | 0.6083   | 0.6008   |
| 15000 | 0.6521   | 0.6305   | 0.6215   | 0.6048   | 0.5983   |

図1 規模の異なる地域ごとにみた財政収支，取引数，ジニ係数

ただ，財政や経済活動とは異なり，pr=7.9以外はすべて5000エージェントの「3つの編成原理の社会」がジニ係数最小となっている。

5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では，活発な経済活動と格差の縮小が両立しており，これが財政収支（GDP比）の値を上昇させていることがわかる。

余剰の少ない（pr=7.6, 7.7, 7.8）5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では，財政収支

も取引数も最大で、ジニ係数も最小となった。5000エージェントという規模を拡大しても、縮小しても、それらは悪化する。すなわち、余剰の少ない ( $pr=7.6, 7.7, 7.8$ ) 「規模の人工社会」では、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」を規模の臨界点とみなすことができる。一方、余剰が増大すると、規模の大きい「3つの編成原理の社会」が財政の面からも、経済活動の面からも最善となる。これは豊かな余剰による取引が、財政収支、経済活動を活発にし、格差縮小につながることを示している。このような「規模の人工社会」では、規模の拡大が優位と考えられる。しかし、適正な規模が問題となるのは余剰が豊富な社会ではなく、むしろ少ないなかでいかにして持続可能な豊かな社会を生み出していくかにあると考えられる。そこでは、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」が規模の臨界点となっている。

## 4.2 規模の臨界点における三つの編成原理のバランス

すでに『交響する社会』において、市場的編成原理、強制的編成原理、共同体的編成原理の三つの編成原理を組み合わせつつ、それぞれのバランスを保つことが持続可能社会の実現につながることを示した<sup>14)</sup>。ここでは、消費税率や利他的行動が、財政収支、経済活動、格差にどのような影響を与えているかをみることで、規模の臨界点における三つの編成原理のバランスについて検討する。

財政収支が黒字となる「規模の人工社会」を対象として、財政収支 (GDP比) と、消費税率および利他的行動をとるエージェントを決定する  $n$  の値の関係を、生産量上限値  $pr$  ごとに示したのが図2である。同様に、取引数と、消費税率および  $n$  の値の関係を示したのが図3、ジニ係数と、消費税率および  $n$  の値の関係を示したのが図4である。グラフは5つの地域別に表示し、臨界点とした5000エージェントの「3つの編成原理の社会」は▲で表示している。

図1では、財政収支、取引数は最大値のみ、ジニ係数は最小値のみを示したが、図2から図4は中央政府の財政収支が黒字となる「規模の人工社会」の5つの地域すべての数値をグラフに表示している。ただし、紙面の都合上、グラフは  $pr=7.7$  のみを掲載し、最大値または最小値の値と、それが得られた「3つの編成原理の社会」の消費税率、 $n$ 、 $r$  の値を図中の表に示している。

図2の財政収支 (GDP比) は消費税率が高くなればなるほど増加し、財政黒字の豊かな「3つの編成原理の社会」となっている。一方、利他的な行動をとるエージェントを決定する  $n$  の値別にみると、 $n=4$  で財政収支 (GDP比) の最大値が得られ、 $n$  が4より大きくても小さくても財政収支は悪化している。この傾向は、他の  $pr$  の値でもみられる。図2の表をみると、 $pr=7.6$  では、6つの「規模の人工社会」しか財政黒字とならないため、 $pr=7.7$  以上とは異なる結果になっているが、 $pr=7.6$  以外はすべて消費税率20%、 $n=4$  で財政収支が最大になっている。消費税率を高めることが財政収支の改善につながることは当然だが、利他的行動をとるエージェントを決定する  $n$  の値にも臨界点が存在することがわかる。

次に、1エージェントごとにみた取引数についてみる (図3)。エージェントは消費税を負

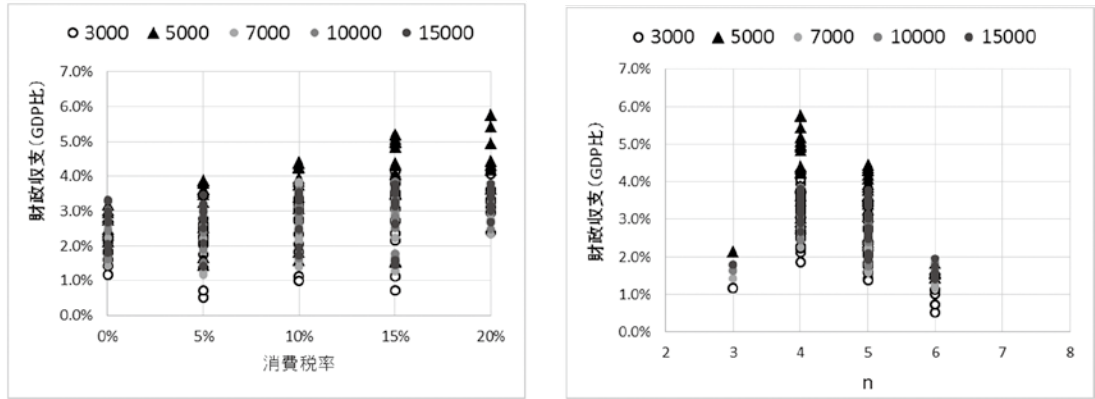
14) 菊地, 2011, pp.32-39

担しても効用関数が改善される取引しか行わないため、消費税率の上昇とともに取引数が減少する。よって、いずれのprの値においても、消費税率0%から取引数の最大値が得られている。nの値ごとにみた取引数も、消費税率によってグループ化されており、財政収支のような明確な傾向は見られないが、図3の表をみるとやはりn=3, 4で取引数の最大値が得られている。

図4のジニ係数は、消費税率の低いところ（0%, 5%）で最小値が得られ、税率が10%以上では税率の上昇とともに、税率ごとにみたジニ係数最小値が増大していく。また、図4の表をみると、pr=7.6以外はいずれもn=6で最小値が得られ、それより大きな値、小さな値ではジニ係数が増加し格差が拡大する。

余剰の少ない「規模の人工社会」では、財政黒字が6つしか得られなかったpr=7.6を除くと、財政収支最大値が消費税率20%, n=4, 取引数最大値が所得税のみ（消費税率0%）, n=3,4, ジニ係数最小値が消費税率5%, n=6とした5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で得られている。n=2のように、消費量の2倍を超える所得が得られたエージェントが利他的行動をとるという利他的な社会でもなく、また、n=8のように、消費量の8倍を超えるような所得が得られたエージェントだけが利他的行動をとる社会でもないところで最善の「3つの編成原理の社会」が得られ、nの値がそれより大きくても、小さくても、財政収支、経済活動、格差は悪化する。規模の臨界点である5000エージェントの「3つの編成原理の社会」においても、共同体的編成原理が市場的

pr=7.7 : 54（財政黒字の人工社会数）×5（地域数）=270 の「3つの編成原理の社会」

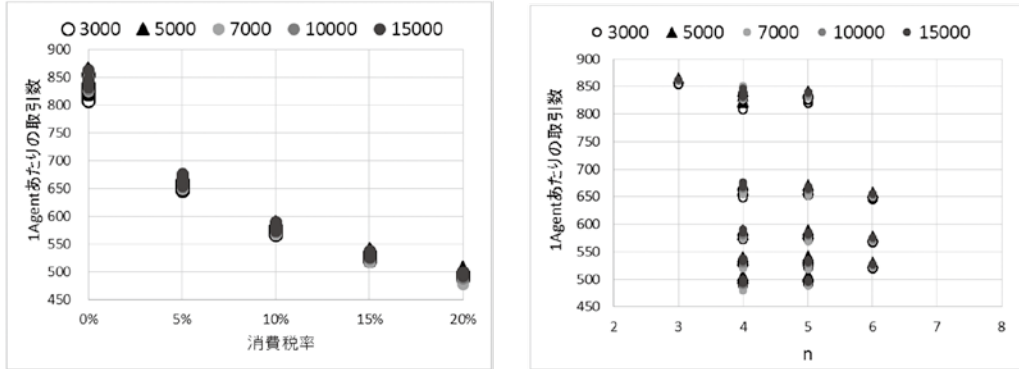


pr ごとにみた財政収支（平均値）の最大値

|          | 財政収支  | Agent 数 | tax | n | r   |
|----------|-------|---------|-----|---|-----|
| pr = 7.6 | 3.71% | 5000    | 10% | 5 | 300 |
| pr = 7.7 | 5.77% | 5000    | 20% | 4 | 100 |
| pr = 7.8 | 6.07% | 5000    | 20% | 4 | 300 |
| pr = 7.9 | 6.93% | 10000   | 20% | 4 | 300 |
| pr = 8.0 | 8.04% | 15000   | 20% | 4 | 300 |

図2 地域、消費税率、nの値ごとにみた財政収支（平均値）

pr=7.7

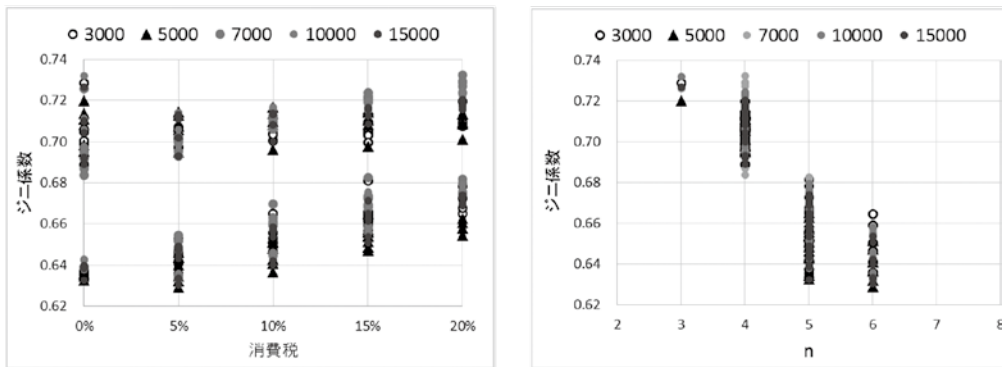


pr ごとにみた 1 エージェントあたりの取引数 (平均値) の最大値

|          | 取引数    | Agent 数 | tax | n | r   |
|----------|--------|---------|-----|---|-----|
| pr = 7.6 | 810.37 | 5000    | 0%  | 4 | 300 |
| pr = 7.7 | 866.61 | 5000    | 0%  | 3 | 10  |
| pr = 7.8 | 897.83 | 5000    | 0%  | 4 | 10  |
| pr = 7.9 | 926.24 | 15000   | 0%  | 3 | 10  |
| pr = 8.0 | 953.40 | 15000   | 0%  | 3 | 10  |

図3 地域, 消費税率, nの値ごとにみた取引数 (平均値)

pr=7.7



pr ごとにみたジニ係数 (平均値) の最小値

|          | ジニ係数    | Agent 数 | tax | n | r    |
|----------|---------|---------|-----|---|------|
| pr = 7.6 | 0.65038 | 5000    | 5%  | 5 | 地域全体 |
| pr = 7.7 | 0.62910 | 5000    | 5%  | 6 | 300  |
| pr = 7.8 | 0.61941 | 5000    | 5%  | 6 | 100  |
| pr = 7.9 | 0.60478 | 15000   | 0%  | 6 | 300  |
| pr = 8.0 | 0.59753 | 5000    | 0%  | 6 | 100  |

図4 地域, 消費税率, nの値ごとにみたジニ係数 (平均値)

編成原理、強制的編成原理を調和させ、結果として三原理のバランスを保つ役割を果たしていることがわかる。

### 4.3 規模の臨界点における共同体的編成原理の作用

4.1で示したように、生産量上限値 $pr$ が7.6, 7.7, 7.8では、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」が規模の臨界点となった。さらに、4.2では、この規模の臨界点では、共同体的編成原理が市場的編成原理、強制的編成原理を調和させ、結果として三原理のバランスを保つ役割を果たしていることを示した。ここでは、この共同体的編成原理に基づく利他的行動に着目し、規模の臨界点である5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では、どのような利他的行動が行われているのかについて検討する。ただし、 $pr=7.6$ では財政黒字の「3つの編成原理の社会」は6つしか得られないこと、また余剰が少ない方が違いが顕著になるため、ここでは $pr=7.7$ の結果を示す。また、ここまでは、財政収支、経済活動、格差を初期値の異なる5回のシミュレーションの平均値でみてきたが、各エージェントの利他的行動を検証するため、以降では個々のシミュレーション結果について検討する。

#### 4.3.1 規模の臨界点における財政収支最大となる「3つの編成原理の社会」

$pr=7.7$ とした規模の臨界点である5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で、初期値の異なる5回のシミュレーション中、財政収支（GDP比）が最大となるのは消費税率20%,  $n=4$ ,  $r=300$ の9.40%であった。この消費税率20%,  $n=4$ ,  $r=300$ とした「3つの編成原理の社会」で、どのような利他的行動が行われたのかをみるために、各地域における弱者の救済についてみてみる（図5）。図5の各項目名は、以下の内容を表している。

|    |      |   |                                 |
|----|------|---|---------------------------------|
| 税  | 救済回数 | ： | 各エージェントが税金による救済を受けた回数の平均値       |
| 利他 | 救済回数 | ： | 各エージェントが利他的行動による救済を受けた回数の平均値    |
| 利他 | 行動回数 | ： | 各エージェントが利他的行動を行った回数の平均値         |
| 税  | 救済量  | ： | 各エージェントが税金による救済で受け取った救済量の平均値    |
| 利他 | 救済量  | ： | 各エージェントが利他的行動による救済で受け取った救済量の平均値 |

図5をみると、規模の臨界点とされた5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では、税金による救済量がもっとも少なく、利他的行動による救済量が最大となっている。3000エージェントから15000エージェントの「3つの編成原理の社会」の財政収支、取引数、ジニ係数を比較すると、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では財政収支のみならず取引数も最大で、ジニ係数も最小となっている（表4）。

これらの地域で、各エージェントが受けた利他的行動による救済量を、救済量の昇順に並べて

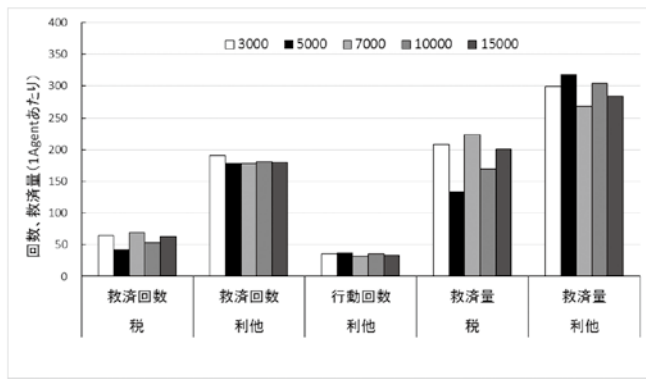


図5 規模の臨界点における利他的行動の比較（財政収支最大）

表4 規模の臨界点で財政収支が最大となる「3つの編成原理の社会」の地域の比較

|      | 3000    | 5000    | 7000    | 10000   | 15000   |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 財政収支 | 2.64%   | 9.40%   | 2.58%   | 3.65%   | 3.45%   |
| 取引数  | 485.28  | 524.24  | 475.28  | 507.80  | 487.78  |
| ジニ係数 | 0.72253 | 0.70057 | 0.73085 | 0.70715 | 0.72531 |

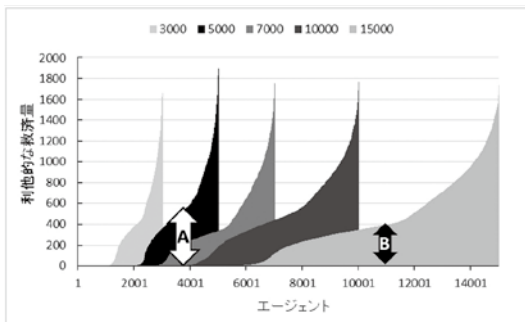


図6 各エージェントが利他的行動による救済で受け取った救済量の分布（財政収支最大）

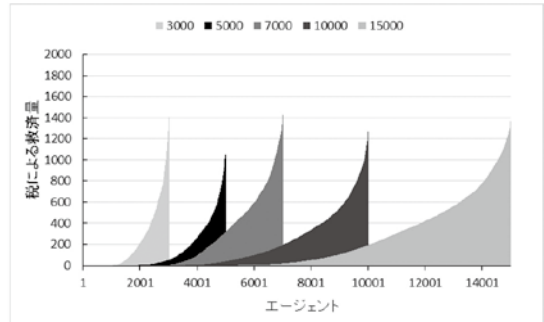


図7 各エージェントが税金による救済で受け取った救済量の分布（財政収支最大）

グラフにしたのが図6である。いずれの地域もまったく救済を受けていないエージェントが35%程度存在しているが、それ以降の救済量の増加の傾向が地域によってやや異なっている。15000エージェントの「3つの編成原理の社会」では、多くの弱者も存在するが、同時に多くのエージェントが利他的行動をとる。しかし、救済量は図6の矢印Bに示すように弱者へ薄く配分され、その分税金による救済が増加している（図7）。一方、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では、図6の矢印Aに示すように他地域より手厚い救済が行われており、かつ救済量の最大値も得られている。税金による救済も最小になっており（図7）、共同体的編成原理に基づく利他的行

動が5000エージェントの「3つの編成原理の社会」でもっともよく機能しているのがわかる。

ここでは、規模の臨界点である5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で、財政収支が最大となる消費税率20%、 $n=4$ 、 $r=300$ の「3つの編成原理の社会」をみてきた。この規模より小さくても、また大きくても、財政、経済活動、格差が悪化することと、ここでは共同体的編成原理に基づく利他的行動がもっともよく機能していることが明らかになった。

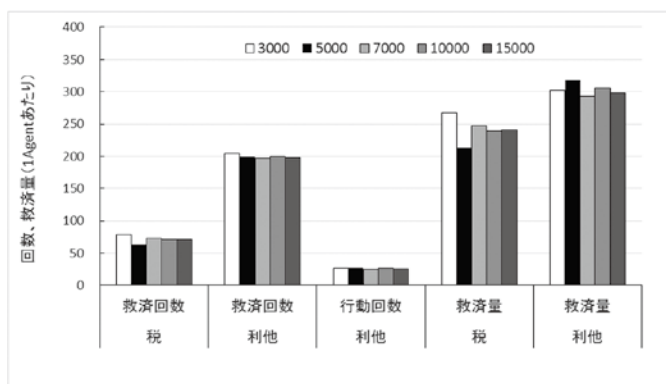


図8 規模の臨界点における利他的行動の比較（ジニ係数最小）

表5 規模の臨界点でジニ係数が最小となる「3つの編成原理の社会」の地域の比較

|      | 3000    | 5000    | 7000    | 10000   | 15000   |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 財政収支 | -0.53%  | 2.48%   | 0.40%   | 1.49%   | 1.06%   |
| 取引数  | 642.18  | 676.83  | 641.86  | 660.17  | 649.71  |
| ジニ係数 | 0.63417 | 0.61904 | 0.63396 | 0.62731 | 0.63167 |

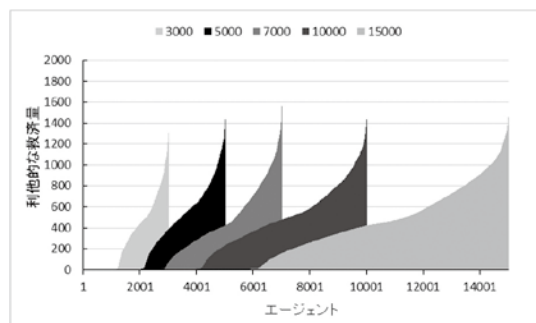


図9 各エージェントが利他的行動による救済で受け取った救済量の分布（ジニ係数最小）

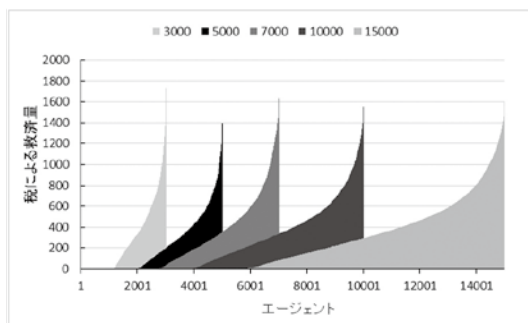


図10 各エージェントが税金による救済で受け取った救済量の分布（ジニ係数最小）

#### 4.3.2 規模の臨界点におけるジニ係数最小となる「3つの編成原理の社会」

『交響する社会』では、ジニ係数が最小となる「3つの編成原理の社会」が、財政収支、取引数の最大値が得られる「3つの編成原理の社会」と遜色ない人工社会であることを示した<sup>15)</sup>。そこで、ここでも、ジニ係数が最小となる「規模の人工社会」において、規模の臨界点となる5000エージェントの「3つの編成原理の社会」の共同体的編成原理の作用について検討し、財政収支が最大となる4.3.1の結果と比較する。

$pr=7.7$ とした5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で、初期値の異なる5回のシミュレーション中、ジニ係数が最小となるのは消費税率5%,  $n=6$ ,  $r=300$ の0.61904であった。図8に、各地域における弱者の救済について示す。4.3.1の財政収支最大と同様、規模の臨界点とされた5000エージェントの「3つの編成原理の社会」では、税金による救済量が最小で、利他的行動による救済量が最大となっている。3000エージェントから15000エージェントの「3つの編成原理の社会」の財政収支、取引数、ジニ係数を比較すると、これも4.3.1と同様、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」で財政収支、取引数が最大となり、ジニ係数も最小となっている(表5)。

また、各エージェントが受けた利他的行動による救済量を、救済量の昇順に並べてグラフにしたのが図9である。いずれの地域も、まったく救済を受けていないエージェントが40%程度存在し、財政収支最大の4.3.1の結果より多い。また、救済量の最大値は7000エージェントの「3つの編成原理の社会」から得られており、5000エージェントは2番目となっている。ただ、図6の矢印Aと同様に、他地域より手厚い救済が行われている傾向はみられ、共同体的編成原理に基づく利他的行動がやはりかなりよく機能していると言える。その結果、税金による救済も最小となっている(図10)。

規模の臨界点である5000エージェントの「3つの編成原理の社会」の財政収支最大、ジニ係数最小の「3つの編成原理の社会」を比較すると、財政収支最大は利他的行動による救済への依存度が高く、ジニ係数最小は税金による救済への依存度がやや高い。財政収支の値はそれを反映していると言える。しかし、取引数をみるとジニ係数最小の方が多く、ここでは活発な経済活動が行われ、経済の活性化と格差縮小が両立している。財政収支は赤字に陥らなければ問題はなく、黒字を最大にすることは目的ではない。それより、経済の活性化と格差縮小が両立するジニ係数最小となる「3つの編成原理の社会」の方が望ましい社会と考えられる。いずれにしても、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」の利他的行動のこのような他地域との違いが、財政収支、経済活動、格差を最善に導くことにつながっている。すなわち、5000エージェントという規模の臨界点は、共同体的編成原理に基づく利他的行動によってもたらされていると言える。

## 5. むすび

エージェント間の相互作用を取り入れた人工社会モデルは、エージェントの初期値に対する依存性がかかなり強い。誰と取引をするか、誰を救済するかによって、取引数や財政収支の結果がか

15) 菊地, 2011, pp.37-39

なり異なってくる。そこで、本稿では、異なる乱数列による5回のシミュレーションの平均値から、財政収支、経済活動、格差を分析した。その結果、規模を拡大しても、縮小しても人工社会の財政収支、経済活動、格差が悪化する、規模の臨界点が存在することを示した。

結果として、生産量上限値を7.6, 7.7, 7.8とした余剰の少ない「規模の人工社会」では、5000エージェントの「3つの編成原理の社会」が規模の臨界点となり、共同体的編成原理が、市場的編成原理、強制的編成原理とのバランスを保つ役割を果たしていること、共同体的編成原理に基づく利他的行動がもっともよく機能していることも明らかにした。

最初に指摘したように、共同体的編成原理を含めた人工社会モデルをどのように構築するかで臨界点とされる規模はさまざまと考えられる。本稿の5000エージェントという規模はあくまでこのモデルでの臨界点であり、5000エージェントという規模が普遍性をもつものでは決していない。言えることは、規模をこれ以上拡大しても、縮小しても財政収支、経済活動、格差が悪化する臨界点が存在するということだけである。人口減少に見舞われる地方は合併による拡大ばかりに目を向けがちだが、必ずしもそうではない可能性もある、そういう視点で規模をととらえることも重要なのではないだろうか。L. Kohrの「身の丈と釣り合う程度に縮小する」という発想は、極めて含蓄するところ大であると考えられる。

半田の「地域社会」、「都市共同体」における共同体的編成原理は、不特定多数の人々の共同的自治活動とされている。固定されたメンバではなく、その都度メンバが入れ替わるなかで行われる本稿の利他的行動は、その点では一致している。ただ、半田は「不特定多数の人々の紐帯」に着目しており、これが共同的自治活動の根底にある。利他的な行動が人々のつながりを強固にする可能性は高く、つながりによって行動が変化するのが現実の社会とも言える。この人工社会モデルにエージェント間の紐帯を導入し、紐帯を担保しつつ不特定多数の人々を対象とした共同体的編成原理に基づく利他的行動をとるモデルは検討に値すると考える。ここから、規模の臨界点が内生的に創出される可能性もある。今後の課題としたい。

## 文献

- 半田正樹（2004）「情報化する〈資本主義〉の歴史的文脈」、『アソシエ』No.13, pp.35-48, 御茶の水書房
- 井手英策, 菊地登志子, 半田正樹編著（2011）『交響する社会—「自律と調和」の政治経済学』, ナカニシヤ出版
- 半田正樹（2011）「第2章 社会構成体の機制」, 『交響する社会—「自律と調和」の政治経済学』, pp.49-73, ナカニシヤ出版
- 菊地登志子（2011）「第1章 社会編成の三原理—エージェント・シミュレーションによる接近」, 『交響する社会—「自律と調和」の政治経済学』, pp.17-48, ナカニシヤ出版
- 半田正樹（2013）「共同体的編成原理の射程」『季刊経済理論』, 第50巻, 第3号, pp.7-19, 桜井書店
- Polanyi, K. (1957) *The Great Transformation : The Political and Economic Origins of Our Time*, Beacon Press.

- 吉沢英成, 野口建彦, 長尾史郎, 杉村芳美訳 (1975) 『大転換—市場社会の形成と崩壊』 東洋経済新報社
- E. F. Schumacher (1973) *Small is Beautiful A Study of Economics as if People Mattered*, Blond & Briggs.
- 小島慶三, 酒井懋訳 (1986) 『スモール・イズ・ビューティフル: 人間中心の経済学』 講談社
- L. Kohr (1997) *The Overdeveloped Nations —The Diseconomies of Scale—*, Christopher Davies Ltd.
- 藤原新一郎訳 (1980) 『居酒屋社会の経済学: スモール・イズ・ビューティフルの実現をめざして』, ダイアモンド社
- J. Epstein and R. Axtell (1996) *Growing Artificial Societies Social Science from the Bottom Up*, Brookings Institution Press.
- 服部正太, 木村香代子訳 (1999) 『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