

仮想経済における階級形成

: J. Roemer モデルのコンピュータ・シミュレーション

Class Formation in a Virtual Economy
A Computer Simulation of John Roemer's Analysis

高増 明

Akira Takamasu

1. はじめに

経済における様々な制度の進化をコンピュータ・シミュレーションによって解明しようとするアプローチは、現在、経済学の大きな潮流になってきている。すでに、進化ゲームを使った経済的な戦略の進化の分析など多くの分析が行われている¹。

分析対象となる経済制度のなかでも、最も重要なもののひとつは、現在の資本主義という制度、とりわけマルクスが分析しようとした労働者や資本家という階級であろう。Roemer(1980) (1982) (1986)²は、一般均衡モデルを使って、初期に資本を豊富に所有する経済主体が資本家になり、そうではない経済主体が労働者になること、資本家は搾取し、労働者は搾取されることを証明した。しかしながら、Roemer のモデルでは、初期の資本の配分は所与とされていた。またモデルは静学的なもので、階級が時間的にどのように生まれるのか、生まれた階級が固定されるのか、それとも変化していくのかなどの問題は分析の対象外であった。

この論文では、Roemer の分析を拡張し、階級の生成をダイナミックなコンピュータ・シミュレーションによって分析する。初期においては、まったく同一の資本を所有し、独立自営の生産者として生産していた経済主体が、生産における不確実性を導入することによって、資本家、労働者という階級に分解していくこと、その分解が、不確実性などのパラメータによって、どのように影響を受けるのかが分析される。

この論文の構成を簡単に紹介しておこう。まず、第2節では、Roemer のモデルとそのモデルから導かれる基本定理である「富・階級対応原理」「富・搾取対応原理」が説明される。つぎに、第3節で、Roemer モデルを動学化したモデルが提示され、第4節で、パラメータやセッティング

¹ Santa Fe Institute Studies による人工生命や複雑系に関する一連の研究はその代表的なものである。たとえば、Anderson-Arrow-Pines(1988)や Langton(1995)所収の論文を参照してもらいたい。また高増(1999)は、繰り返し囚人のディレンマ・ゲームで戦略がどのように進化するのかを分析している。

² Roemer の階級形成の一般均衡モデルは、Roemer(1980)ではじめて提示された。Roemer(1982)では、このモデルがさらに拡張されている。また Roemer(1986)は、このモデルのわかりやすい解説になっていて、この論文の第2節の論述は、Roemer(1986)を多少、変更したものになっている。Roemer モデルの最もやさしい解説としては、高増(1999)の第4章、高増(2000)がある。

を変化させたときに、どのような結果が得られるのかについて、コンピュータ・シミュレーションを行う。最後に、コンピュータ・シミュレーションから得られた結果が、再び検討される。

2. J. Roemer のモデル

この節では、Roemer のモデルを簡単に紹介する³。

経済には、 n 種類の財が存在するとしよう。生産技術は、レオンチェフ型で、 A を財の投入係数行列、 l を労働投入係数ベクトルとする。経済には、 N 人の経済主体が存在し、各経済主体 γ は、初期に ω^γ という資本ベクトルを所有し、供給可能な労働時間は 1 であると仮定する。各経済主体は、予算制約、労働制約の下で、自分の収入を最大にするために、自分の所有する資本を使用して自分で働いてどれだけ生産するのか、自分の所有する資本を使用して、どれだけ他人を労働者として雇用して生産するのか、どれだけ労働を他人に販売するか、を決定すると仮定する。それぞれの生産量ベクトルを以下のように定義する。

- x^γ : 経済主体 γ が自分の所有する資本を用いて自分が働いて生産する生産量ベクトル
- y^γ : 経済主体 γ が自分の所有する資本を用いて他者を雇用して生産する生産量ベクトル
- z^γ : 経済主体 γ が他者に対して販売する労働量

このとき、経済主体の直面する最大化問題はつぎのようになる。

$$\begin{aligned}
 & \text{choose } x^\gamma, y^\gamma, z^\gamma \text{ to max. } M^\gamma \\
 \text{s.t. } & M^\gamma = p(I - A)x^\gamma + (p - (pA + wl))y^\gamma + wz^\gamma \\
 & pAx^\gamma + pAy^\gamma \leq p\omega^\gamma \\
 & lx^\gamma + z^\gamma \leq L^\gamma
 \end{aligned} \tag{1}$$

この式で、 p は価格ベクトル、 w は賃金率である。制約条件の 1 番目は収入の定義式、2 番目は原材料の購入が初期に所有する資産額に制約されるという制約条件式、3 番目は経済主体 γ の総労働時間が L^γ を超えないという労働制約条件を表している。

各経済主体は、収入 M^γ を最大にするように、 $(x^\gamma, y^\gamma, z^\gamma)$ を選択するが、そのときに、つぎの五つのうちのひとつの解のパターンを必ずもつことが証明できる。Roemer は、それぞれの解パターンを「階級」と呼ぶ。したがって、各経済主体は、その解パターンあるいは階級に所属すると考えることができる。

- $(0, +, 0)$: ブルジョアジー (bourgeoisie)
- $(+, +, 0)$: 小ブルジョアジー (small bourgeoisie)

- (+, 0, 0) : 独立自営 (self-employed)
- (+, 0, +) : 混合プロレタリア (mixed proletarian)
- (0, 0, +) : プロレタリア (proletariat)⁴

(0, +, 0)のパターンの解をもつ経済主体がブルジョアジーと呼ばれるのは、このパターンでは、経済主体は、自分では働かず、自分の所有する資本を利用して他人を雇用して生産を行うからである。同様に、小ブルジョアジーは、自分でも働くが、他人も雇用して生産を行う。独立自営は、他人を雇用することはなく自分だけで働く。混合プロレタリアは自分の資本を利用して生産を行うが、他人のためにも労働を供給する。最後にプロレタリアは、他人のために労働力を提供するだけである。

この五つの階級について、つぎの補助定理 1 を証明することができる。

補助定理 1 (1) 正の資産をもっているすべての経済主体は、(0, +, +)となる最適解をもつ。資産を持たない経済主体は、(0, 0, +)という解しかもたない。(2) 最適解においては、 $M^\gamma = \pi p \omega^\gamma + w L^\gamma$ となる。

証明 $(x^\gamma, y^\gamma, z^\gamma)$ を経済主体 γ にとっての最大化問題の解だとする。このとき、つぎの $(\bar{x}^\gamma, \bar{y}^\gamma, \bar{z}^\gamma)$ も同様に解であることがわかる。

$$\bar{x}^\gamma = 0, \quad \bar{y}^\gamma = x^\gamma + y^\gamma, \quad \bar{z}^\gamma = z^\gamma + l x^\gamma$$

したがって、(0, +, +)という最適解をもつことがわかる。資産をもたない経済主体は、2番目の制約式から $x^\gamma = y^\gamma = 0$ となることが容易にわかる。

この結果から、すべての経済主体は $\bar{x}^\gamma = 0$ で、収入が $(p - (pA + wl))\bar{y}^\gamma + w\bar{z}^\gamma$ となる解をもつことがいえる。すべての経済主体は、利潤率 π が正なら初期に保有する資産をすべて原材料の購入にあてる。したがって、 $pA\bar{y}^\gamma = p\omega^\gamma$ となり、収入の利潤部分は、

$$(p - (pA + wl))\bar{y}^\gamma = \pi p A \bar{y}^\gamma = \pi p \omega^\gamma$$

となる。また、すべての労働を他者に販売する。したがって、収入は、 $M^\gamma = \pi p \omega^\gamma + w L^\gamma$ である。

この補助定理 1 から、 W^γ (ただし、 $W^\gamma = p\omega^\gamma$ は経済主体の資産額) によって、経済主体が五つの階級に所属するようになることを導き出すことができる。たとえば(+, 0, 0)という解をもつ経済主体は、

$$\left(\frac{pA}{l}\right)_{\min} \leq \frac{W^\gamma}{L^\gamma} \leq \left(\frac{pA}{l}\right)_{\max} \quad (2)$$

となっていることがわかる。なぜなら、上の式が成立するためには、

³ 第 2 節の内容は、Roemer(1986, pp.45-63)を基礎として、そのモデルを多少簡略化したものである。

⁴ すべての経済主体は、(0, +, +) あるいは(+, +, +)というパターンの解をもつので、このパターンは分類にいれていない。また労働供給が正なら、(0, +, 0)という解をもつブルジョア階級は存在しない。

$$\begin{aligned} pAx^\gamma &= W^\gamma \\ lx^\gamma &= L^\gamma \end{aligned} \tag{3}$$

となる非負の x^γ が存在することが必要十分条件だからである。またつぎの補助定理 2 が成立することも容易に確認できる。

補助定理 2

$\pi > 0$ とする。このとき以下の関係が成立する。

$$\gamma \in (+, +, 0), \gamma \notin (+, 0, 0) \Leftrightarrow \infty > \frac{W^\gamma}{L^\gamma} > \left(\frac{pA}{l} \right)_{\max}$$

$$\gamma \in (+, 0, 0) \Leftrightarrow \left(\frac{pA}{l} \right)_{\min} \leq \frac{W^\gamma}{L^\gamma} \leq \left(\frac{pA}{l} \right)_{\max}$$

$$\gamma \in (+, 0, +), \gamma \notin (+, 0, 0) \Leftrightarrow 0 \leq \frac{W^\gamma}{L^\gamma} \leq \left(\frac{pA}{l} \right)_{\min}$$

$$\gamma \in (0, 0, +) \Leftrightarrow W^\gamma = 0$$

この結果から、つぎの「階級・富対応原理」が証明できる。

階級・富対応原理

富を何も持たない経済主体がプロレタリア階級に所属し、富を最も多額に所有する者がブルジョア階級に所属するというように、階級は、富と単調に対応している

つぎに、Roemer は、階級が搾取とどのように対応しているのかを明らかにする。まず搾取される人と搾取する人を定義しておこう。

搾取される人

その経済主体が得た収入から、どのように商品を購入しても、その経済主体の労働時間よりも購入した商品の生産に直接・間接に必要な労働時間が小さいとき。

$$\left(\frac{\Lambda}{p} \right)_{\max} (\pi W^\gamma + wL^\gamma) < L^\gamma \tag{4}$$

搾取する人

その経済主体が得た収入から、どのように商品を購入しても、その経済主体の労働時間よりも購入した商品の生産に直接・間接に必要な労働時間が大きいとき。

$$\left(\frac{\Lambda}{p} \right)_{\min} (\pi W^\gamma + wL^\gamma) > L^\gamma \tag{5}$$

この搾取される人と搾取する人について、階級・搾取対応原理が成立する。

階級・搾取対応原理 (Class Exploitation Correspondence Principle)

利潤率を正とする。このとき、労働を雇用することによって最適化する経済主体は、搾取者であり、労働を売ることによって最適化する経済主体は搾取される。

証明

補助定理 2 と「搾取される人」、「搾取する人」の定義から、以下の二つの不等式が証明されれば十分である。

$$\begin{aligned} \left(\frac{pA}{l}\right)_{\max} &\geq \frac{1 - \left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min}}{\pi\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min}} \\ \left(\frac{pA}{l}\right)_{\min} &\geq \frac{1 - \left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\max}}{\pi\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\max}} \end{aligned} \quad (6)$$

ここでは、前者だけを証明しておこう。前者の不等式が成立しないと仮定する。このとき、

$$\forall j \frac{pA \cdot j}{l_j} < \frac{1 - \left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min}}{\pi\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min}} \quad (7)$$

となり、つぎのベクトル不等式が成立する。

$$\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min} \pi pA < l - \left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min} l \quad (8)$$

価格方程式を使うと

$$\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min} [p(I - A) - l] < l - \left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min} l \quad (9)$$

が得られ、さらに変形すると

$$\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min} p(I - A) < l \quad (10)$$

となる。この式に後ろから $(I - A)^{-1}$ をかけると

$$\left(\frac{\Lambda}{p}\right)_{\min} p < l(I - A)^{-1} = \Lambda \quad (11)$$

となるが、この式は矛盾している。

これが Roemer のモデルとそれから得られる定理である。すなわち、資本を豊富に所有する経済主体は、資本家になって搾取し、逆に資本をあまり所有しない経済主体は、労働者になって搾

取されるということである。

3. Roemer モデルの再構成

Roemer のモデルでは、初期に保有する資産によって所属する階級が決定される。しかしながら、Roemer モデルは静学的な一般均衡モデルであるため、初期に保有する資産の違いがどのようにして生じるのかについては説明がない。また資産の違いが、将来にどのように影響するのかはモデル化されていない。したがって、ここでは、Roemer モデルを動学化して、資産の違いがどのように生じ、それによって、どのようにして階級が形成されていくのかを動学的に考察していこう。ただし、多部門モデルによる分析は、複雑になるため、ここでは、1 部門モデルによって分析を行いたい⁵。

経済にはただ 1 種類の財、「コメ」が存在する。コメ 1kg の生産に必要なコメの量を a 、労働時間を l 時間とする。経済には、 N 人の経済主体が存在し、各経済主体は、初期にまったく同一の数量 ω だけコメを所有している。コメの価格 p 、賃金率 w は時間的に一定であると仮定する。各経済主体は、収入を最大にするように、 (x^j, y^j, z^j) を選択する。このとき、各経済主体の直面する最大化問題はつぎのようになる。

$$\begin{aligned}
 & \text{choose } x^j(t), y^j(t), z^j(t) \text{ to max. } E[M^j(t)] \\
 & \text{s.t. } E[M^j(t)] = p E[q^j(t)] - wly^j(t) + wz^j(t) \\
 & \quad pax^j(t) + pay^j(t) + pc^j(t) \leq M^j(t-1) \\
 & \quad M^j(t-1) = pq^j(t-1) - wly^j(t-1) + wz^j(t-1) \\
 & \quad lx^j(t) + z^j(t) \leq L^j
 \end{aligned} \tag{12}$$

ここで、1 番目の制約式は、次期の収入の期待値である。次期の収入は、生産量 $q^j(t)$ の期待値に価格を乗じたものから、雇用した労働者に対する賃金を差し引き、他人のために働いたときの賃金を加えたものになる。2 番目の制約式は、次期の投資額と消費額の合計は今期の所得を超えないという制約式である。ただし、 $c^j(t)$ は、財の消費量である。3 番目の式は、今期の所得の定義式である。最後の式は、労働制約条件である。

この最大化問題にしたがって、各経済主体は、 (x^j, y^j, z^j) を選択するわけであるが、解が複数個存在すると、動学過程が決定できないため、各経済主体は、まず消費量を決定し、残りの所得のうち、自分の資本と労働で生産できる最大の $x^j(t)$ を選択すると仮定する。そして、まだ資本に余裕があれば、他人を雇用して生産し、逆に労働に余裕があれば他人のために労働すると仮定する。また消費量については、すべての経済主体について一定とし、所得が一定量を購入するのに足りないときには、所得すべてを消費のためのコメの購入に充てるとする。

最後に労働と財の需給が均衡しないときには、数量調整が働くと仮定する。つまり、需要と供

給のうち少ないものによって取引が決定し、各経済主体は、需要が超過しているなら、それぞれの需要のうち一定の比率が充足されないように取引が行われ、逆に供給が超過しているなら、それぞれの供給のうち一定の比率が充足されないように取引が行われるとする。すなわち、

$$\sum_{\gamma=1}^N l y^{\gamma}(t) > \sum_{\gamma=1}^N z^{\gamma}(t) \quad (13)$$

のときには、労働需要は労働供給によって制約されるから、各経済主体の実現された労働需要量は、

$$\bar{y}^{\gamma}(t) = y^{\gamma}(t) \cdot \frac{\sum_{\gamma=1}^N z^{\gamma}(t)}{\sum_{\gamma=1}^N l y^{\gamma}(t)} \quad (14)$$

となる。労働供給が労働需要によって制約される場合も同様である。

このようにして、Roemer モデルを動学化することができた。つぎの節では、このモデルについてコンピュータ・シミュレーションを行い、消費量、価格、賃金率、生産技術、不確実性などのパラメータの変化が階級分化にどのような影響を及ぼすのかを分析する。

4. コンピュータ・シミュレーション

この節では、前節のモデルに具体的な数値を与えてやってシミュレーションを行う。

- ・モデル 1：各経済主体の初期資本額が同一で、生産に不確実性が存在しないケース

はじめに、価格変化が存在せず、労働は完全雇用され、生産量は、常に需要量に等しいケースについて考察しよう。

仮定

- ・コメ 1kg は、コメ 0.5kg (a) と労働 0.5 時間 (l) によって、1 期間かけて生産されるとする。
- ・コメの価格は 1kg、500 円 (p)、賃金率は、400 円/時間 (w) で固定されている。
- ・経済主体は、20 人存在し、各経済主体の労働供給量は固定されていて、1 期間に 50 時間だけ労働する。
- ・各経済主体は、初期に 100kg ずつコメを所有している。
- ・各経済主体は、各期間に 50kg のコメを消費する。ただし、所得のすべてを売却して購入できるコメの量が 50kg に満たないときには、所得のすべてを消費のためのコメの購入にあてる。

⁵ 1 部門モデルにしても、Roemer モデルの分析の本質的な部分については影響を受けない。

- ・各経済主体の期首の資産額から、コメの消費額 $pc^y(t)$ を差し引いた金額が、その経済主体の資本額となる。経済主体は、まず自分の所有する資本と労働によって生産を行う。その生産量を $x^y(t)$ とする。50 時間の労働によって生産を行うのに必要な資本を超えて所有しているときには、他人を雇用して生産を行う。その生産量を $y^y(t)$ とする。自分の資本で行う生産に必要な労働時間が 50 時間より少ないときには、経済主体は他人のために労働を行う。その労働時間を $z^y(t)$ とする。

このケースでは、各経済主体は、初期に 100kg のコメを所有し、50 時間の労働を供給できる。100kg のコメのうち 50kg を消費すると残りは 50kg だから、経済主体の選択する生産の組み合わせは、 $(x^y(t), y^y(t), z^y(t)) = (100, 0, 0)$ となり、すべての経済主体は独立自営生産者となる。次期においては、100kg のコメが生産されるから、そのうち 50kg を同じように消費し、残った 50kg で生産を行うと、同様に $(x^y(t), y^y(t), z^y(t)) = (100, 0, 0)$ となる。したがって、このケースでは階級は生まれない。

- ・モデル 2 : 各経済主体の初期の資本額を不均等にしたケース

つぎに、各経済主体の初期の資本量を以下の表 1 のように、不均等にしてやろう。

表 1 各経済主体の初期の資本量 (コメで測った所得: 単位 kg)

経済主体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
初期資本量	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145

このケースでは、10、11 の経済主体は独立自営の生産者のままであるが、それより初期資本量の大きい経済主体は、小ブルジョアジーに、それより生産量の小さい経済主体は混合プロレタリアになる。しかし、混合プロレタリアになった経済主体は、その階級に留まることはできない。なぜなら、 $x^y(t)$ 、 $z^y(t)$ を一定にするための所得は、このモデルでは、

$$p\bar{c}^y + pa\bar{x}^y = p\bar{x}^y + w(L^y - l\bar{x}^y) \quad (15)$$

から、

$$\bar{x}^y = \frac{p\bar{c}^y - wL^y}{p(1-a) - wl} \quad (16)$$

と計算され、生産量が 100kg より小さい経済主体は、次第に $x^y(t)$ が小さくなっていき、やがては、資本をまったくもたない状態、すなわち、プロレタリアに転落するからである。このときの各経済主体のコメで測った所得額の変化は、つぎの表 2 のようになる。この表で、所得がコメで測って 40kg の経済主体は、所得をすべて消費に充ててもコメを 40kg しか消費できない。したがって、期末には、資本としてのコメを購入することはできないから、すべての労働時間を提供して、他人のために働くプロレタリアになる。

コンピュータ・シミュレーションの結果は、表 2 と表 3 に示されている。表 2 は、各経済主体のコメで測った所得の変化を示したものである。100kg より小さい初期の資本額からスタートした経済主体は、すべて混合プロレタリアから最終的には、プロレタリアに転落していく。

表 2 各経済主体の所得の変化（初期の資本額が異なるケース）

経済主体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
第 0 期	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
第 1 期	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154
第 2 期	40	42	50	57	64	71	78	86	93	100	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154
第 3 期	40	40	40	48	57	65	74	83	91	100	100	109	117	126	134	143	151	160	168	177
第 4 期	40	40	40	40	48	59	69	79	90	100	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
第 5 期	40	40	40	40	40	50	63	75	88	100	100	112	123	135	145	158	169	181	192	204
第 6 期	40	40	40	40	40	40	55	70	85	100	100	113	126	140	153	166	179	193	206	219
第 7 期	40	40	40	40	40	40	46	64	82	100	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
第 8 期	40	40	40	40	40	40	40	57	79	100	100	117	133	150	167	184	200	217	234	251
第 9 期	40	40	40	40	40	40	40	48	74	100	100	119	137	156	174	193	212	230	249	267
第 10 期	40	40	40	40	40	40	40	40	69	100	100	120	141	161	182	202	223	243	264	284

コメで測った所得：単位 kg

表 3 は、各階級の経済主体の数が時間の経過とともに、どのように変化していくかを見たものである。この表では第 10 期までしか示していないが、最終的には、プロレタリア 9、混合プロレタリア 0、独立自営 2、小ブルジョア 9 で安定する。

表 3 各階級の経済主体数の変化

経済主体	プロレタリア	混合プロレタリア	独立自営	小ブルジョア
第 0 期	0	9	2	9
第 1 期	1	8	2	9
第 2 期	3	6	2	9
第 3 期	4	5	2	9
第 4 期	5	4	2	9
第 5 期	5	4	2	9
第 6 期	6	3	2	9
第 7 期	7	2	2	9
第 8 期	7	2	2	9
第 9 期	8	1	2	9
第 10 期	8	1	2	9

・モデル3：生産に不確実性が存在するケース

つぎに、生産量に以下のような不確実性を導入してみよう。

生産についての不確実性の仮定

- ・生産量は、確率的に変動する。0.5kg のコメと 0.5 時間の労働によって、1/2 の確率でコメ 1.05kg が、また 1/2 の確率でコメ 0.95kg が生産されるとする。
- ・需給の不均衡は数量調整される。

このとき、階級は生じるだろうか。コンピュータ・シミュレーションの結果は、表4のとおりになった。

表4 各経済主体のコメで測った所得の変化（不確実性が存在するとき）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	105	95	105	105	105	105	95	95	95	105	105	105	105	105	95	95	105	105	105	95
3	111	90	111	111	111	100	99	99	99	111	100	111	111	100	99	90	111	100	100	90
4	106	83	106	117	106	105	93	93	93	117	105	106	106	95	93	91	106	95	95	83
5	113	77	113	114	102	112	96	88	96	114	101	113	102	99	96	94	102	90	99	83
6	122	75	122	110	107	108	100	81	91	123	106	122	97	104	100	88	107	92	94	84
7	132	72	119	106	114	104	105	75	93	120	112	119	92	99	95	90	103	86	97	77
8	130	65	129	102	123	99	101	67	96	130	109	129	94	94	90	91	109	80	101	75
9	128	56	142	107	134	94	106	59	100	143	116	126	89	97	84	86	116	72	96	72
10	125	47	158	114	133	97	102	50	105	160	125	124	83	91	84	86	113	65	100	65
11	137	40	178	123	130	92	97	40	112	181	137	121	82	94	77	80	121	59	105	59
12	134	40	179	119	142	86	91	40	107	205	135	117	76	97	76	79	118	50	100	50
13	148	40	181	116	158	79	86	40	114	235	133	127	68	92	73	72	114	40	105	40
14	164	40	204	112	176	78	79	40	110	272	145	138	64	86	65	64	110	40	101	40
15	163	40	231	108	197	77	78	40	118	278	143	136	58	87	60	58	117	40	96	40
16	163	40	234	114	198	75	76	40	126	285	141	148	49	80	53	51	114	40	99	40
17	180	40	266	110	200	67	69	40	123	327	139	146	40	73	43	41	121	40	104	40
18	200	40	272	106	201	59	64	40	119	374	136	159	40	70	40	40	118	40	99	40
19	222	40	306	112	223	50	59	40	115	385	133	174	40	67	40	40	114	40	104	40
20	247	40	345	119	248	40	51	40	123	395	144	191	40	62	40	40	109	40	99	40

このケースでは、はじめに、不運にも生産量が少なくなった経済主体は、混合プロレタリアになり、やがて、資産をもたないプロレタリアに転落していった。しかも、一度プロレタリアに転落した場合には、このような生産の不確実性では、二度とブルジョアジーに上昇していくことはあり得ないことがわかる。20 期間経過した後は、プロレタリア 8、混合プロレタリア 3、小ブルジョア 9 という階級構成が生まれることになった。

・モデル4：不確実性を大きくした場合

この不確実性を大きくしたときに、どのような影響が生じるのだろうか。つぎに、不確実性をより大きくして、1/2の確率でコメ 1.1kg が生産され、1/2の確率でコメ 0.9kg が生産されるとした。その結果は、表 5 に示されている。

表 5 各経済主体のコメで測った所得の変化（大きな不確実性のケース）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	110	90	110	110	110	110	90	90	90	110	110	110	110	110	90	90	110	110	110	90
3	122	80	122	122	122	100	96	96	96	122	100	122	122	100	96	80	122	100	100	80
4	112	70	112	136	112	110	86	86	86	136	110	112	112	90	86	82	112	90	90	70
5	127	60	127	126	102	124	90	76	90	126	100	127	102	96	90	85	102	80	96	68
6	148	53	148	116	113	114	96	65	80	146	110	148	92	104	96	74	113	82	86	64
7	173	44	138	106	127	104	105	55	82	136	123	138	82	94	86	74	103	72	90	54
8	163	39	163	96	148	94	95	45	85	161	113	163	85	84	76	74	114	61	96	46
9	153	40	196	104	176	84	103	40	89	194	128	153	75	88	66	64	130	51	86	40
10	143	40	237	116	166	88	93	40	94	233	147	143	65	78	63	59	120	41	91	40
11	166	40	287	130	156	78	83	40	102	283	171	133	61	79	53	49	135	40	97	40
12	156	40	277	120	180	68	73	40	92	337	161	123	51	81	44	40	125	40	87	40
13	181	40	267	110	211	58	63	40	99	409	151	139	41	71	40	40	115	40	92	40
14	210	40	317	100	247	51	53	40	89	493	173	158	40	61	40	40	105	40	82	40
15	200	40	372	90	287	41	44	40	94	483	163	148	40	55	40	40	116	40	72	40
16	190	40	362	96	277	40	40	40	102	473	153	168	40	45	40	40	106	40	71	40
17	219	40	426	86	267	40	40	40	92	560	143	158	40	40	40	40	118	40	69	40
18	251	40	416	76	257	40	40	40	82	656	133	179	40	40	40	40	108	40	59	40
19	288	40	483	77	296	40	40	40	72	646	123	203	40	40	40	40	98	40	52	40
20	329	40	557	78	338	40	40	40	71	636	137	230	40	40	40	40	88	40	42	40

このケースでは、20 期間が経過した時点で、プロレタリア 10、混合プロレタリア 4、小ブルジョア 6 となって、プロレタリアの数が増加し、小ブルジョアの数が増えている。また 636、557 という大きな所得をもつ経済主体が出現し、所得格差は拡大したことがわかる。

5. おわりに

この論文では、Roemer の分析を動学化し、階級がどのようにして出現するのか、それが、時間の経過とともに、どのように変化していくのかをコンピュータ・シミュレーションによって分析した。

その結果として、以下のようなことが明らかになった。

- (1) 各経済主体が初期に同一の資産額るときには、すべての経済主体は独立自営の生産者になった。しかし、このモデルに生産の不確実性を導入することによって、まったく同一の資産額から出発して、階級の形成が生じた。

- (2) 混合プロレタリアからプロレタリアになっていったのは、初期において、生産が偶然に小さくなった経済主体であった。逆に小ブルジョアジーになったのは、初期において、偶然に生産が大きくなった経済主体であった。その意味で、「運が悪い」経済主体がプロレタリアになり、「運がいい」経済主体が小ブルジョアになったと考えることもできる。
- (3) 一度、プロレタリアになった経済主体は、自分で生産を行わないために、二度と混合プロレタリア、独立自営、小ブルジョアジーになることはできない。
- (4) 不確実性を大きくするとき、プロレタリアが増加し、小ブルジョアジーは減少した。また所得格差もより大きなものになった。

以上のような結論は、モデルのセッティングに依存していることは確かである。このシミュレーションでは、価格、賃金率、財の投入係数、労働投入係数、経済主体の消費水準、労働供給量については、変化させなかった。その理由としては、パラメータを自由に变化させてやると自明な結果しか得られなくなるからである。たとえば、財の投入係数、経済主体の消費水準を下げると、すべての経済主体は、独立自営の生産者になってしまう。同様の問題は、他のパラメータについても言える。

もうひとつの大きな問題点は、このモデルが数量調整モデルであるということである。しかしながら、価格調整モデルは、解析的に分析することがむずかしく、価格が弾力的に変化するとき、どのような変更が生じるのかを検討することが、今後の課題であろう。

参考文献

- Anderson P. W., K. J. Arrow and D. Pines eds., *The Economy as an Evolving Complex System*, Addison-Wesley, 1988.
- Langton, C. G. ed., *Artificial Life: An Overview*, The MIT Press, 1996.
- Roemer, J. E., "A General Equilibrium Approach to Marxian Economics," *Econometrica* 48, pp.505-530, 1980.
- Roemer, J. E., *A General Theory of Exploitation and Class*, Harvard University Press, 1982.
- Roemer, J. E., *Value, Exploitation and Class*, harwood academic publishers, 1986.
- 高増 明「マルクス経済学のマクロ経済学」『経済セミナー』、2000年3月号、pp.31-35。
- 高増 明・松井 暁編『アナリティカル・マルキシズム』ナカニシヤ出版、1999年。
- 高増 明「戦略の進化：繰り返し囚人のディレンマのコンピュータ・シミュレーション」『経済論叢』1999年11月、pp.100-120。