

選好ならびに選好「変動」の、 ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

桜井 芳 生

sakurai.yoshio@nifty.com

<http://homepage3.nifty.com/sakuraiyoshio/>

【はじめに】

新古典派経済学ならびにゲーム論など、現代社会科学で大きな支持を受けているアプローチにとって、各プレイヤーのもつ「選好」概念が基本的な位置をもつものであることはいうまでもないだろう。

しかし、その選好がどのように形成されるのかについては、これら主流派の社会科学はほとんどなにも教えてくれない。これらのアプローチのほとんどにとって、選好は、与件であって、それがいかに形成されるのかは問われない。これは、パラダイム内在的にはなにも問題はないのかもしれないが、こと、これらのアプローチを、現実社会の理解への道具として使用しようとするならば、選好がいかに形成されるかを問いたくなる場合もすくなくないだろう。

選好の形成とならんで、選好の変動にかんしても、同様な問題を感じる事ができるだろう。もし、社会が、 n 人非協力ゲームとして記述できるならば、そして、その場合の社会状態（社会のおちつく先）が、ナッシュ均衡（のどれか）として記述できるならば、社会状態の変化は、そのゲームの定義の変化から予測することができる。ゲームの定義にはいくつかの要素があるが、各プレイヤーの選好はその一つである。したがって、各プレイヤーの選好の変動がなんらかの程度みとおすことができるならば、社会状態の変動もみとおすことが可能になる。

2 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

しかし、どのような条件のもとでどのように選好が変化するのかについても、主流派の社会科学はほとんどおしえてくれない。

【ダーウィニズムの視点と、計算機実験】

このような問題意識を、計算機実験でもって、解明していきたい。といっても、なんらかのランドセオリーの背景がなければ、なにもモデルはつくれない。わたしのランドセオリーは、ダーウィニズム生物学である（桜井2003）。ダーウィニズム生物学の視点から思弁すると、各生物において、どのような選好が形成されるかは、ほぼ、自明ではないだろうか？（Sober, Wilson 1998）。

すなわち、与えられた環境のもとで、自分と同種のレプリケーター（生物の場合は、実体的には遺伝子）の生存の蓋然性を最大化するような「選好」を、各レプリケーターはもつようになる、と。そのようなレプリケーターたちが生き残る、と（予測1）。

もし環境の変動の速さが、そのレプリケーターの自己複製の大きさ（多産性）と突然変異の頻度の高さに比して、「十分遅ければ」、この「選好」は一代の個体の生涯の時間内で、変動する必要はない。「ロンドンのスモッグの悪化を追うように、生得的な羽の色が黒くなっていった蛾」のように、この遺伝子にプログラムされた選好は、環境の変化を追尾していっただろう。（「生得的選好」の変化）。

しかし、もし、環境変動の速さが十分速い場合には、一世代の個体の生存時間内で、選好が変化することが有利になりうる。この場合には、一個体が、環境の変化に応じて自らの選好の変化をもたらすような「選好変動関数（環境を入力・選好を出力とするような）」をもつことなるだろう。（選好「変動」関数の形成・獲得）（予測2）。

はたして、以上思弁したようになるだろうか？。それを、計算機実験でたしかめてみよう、というのが、本研究の趣旨である。

【方法】

[アプリケーション・ソフト]

コンピューターシミュレーション（計算機実験）をおこなう。アプリケーションソフトは、（株）構造計画研究所が開発した「KK-MAS」（マルチエージェント・シミュレーター）を使用した。

[世界：50×50二次元格子状セル]

シミュレーションをおこなう「世界」（舞台）は、 $50 \times 50 = 2500$ マスの二次元格子状セルである。

[エージェント]

エージェント（プレイヤー）は、プログラム上は、「赤アリ」の一種類である。とくに断らない限り、101匹の条件で試行した。

[財：えさ（食料財），と，威信財]

「選好」を論ずる以上、財は二種類以上存在しなければならない。本実験では、最単純モデルを目指したので、二財で議論する。第一財は「えさ」であり、それを摂取した個体の寿命を左右する。

問題は、第二財の性格づけである。本実験は、ダーウィニズム生物学の発想に倣さしているので、ここでもダーウィニズムのとくに「セクシャルセレクション（性淘汰）」の議論を援用してみた（Miller 2000=2002）。

すなわち、ヒトその他多くの生物では、なんの腹の足しにもならないような行動が散見される。通常「文化的」と呼ばれる行動の多くがこれにあたるのではないだろうか。この原因も、当然さまざまありうるが、大きな原因として、ダーウィニストのセクシャルセレクション学派は、「適応度指標の顕示（行動）」と考えるのである。すなわち、日常の利用にはじゃますぎるほど大きすぎる「はさみ」とか、同様な「ヘラジカの角」、きれいで捕食者にまで目立ってしま

4 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

うようなディスプレイとか、捕食される危険性をももっているような「水面上へのジャンプ」とか、捕食者にみずからの存在を知らしめてしまうような「きれいな声での歌声」、同様の「発光」、なんの役にもたない「たてがみ」、「レースクイーン」の目の前で「死ぬ直前までスピードをあげて、金属資源と石油を浪費する」カーレース、「貴婦人」の目の前でときには死に至るような危険を賭した「中世騎士のトーナメント」など、など……。これらは、みな、(少なくとも)「ボクはこれほどのコストと危険をかけてまでも、あまりあるほどの、生命力・健康度を保持しているのだよ。そうでないようなオスにはできないようなマネだよ(非対称情報ゲーム論におけるシグナリングのロジック)。こんなボクといっしょに、子孫づくりすれば、子孫は繁栄するよ!」とでもいったような、異性への顕示(行動)と考えられるのである。

というわけで、第二財は、このような異性への顕示に資するような財とした。便宜上「威信財」とよぶ。本研究では、最単純モデルの構築をまずはめざすので、明示的には異性エージェントは登場せず、威信財の蓄積することで、再生産が可能となるようなルールとした。

[二財の成長]

この「えさ」と「威信財」が上記の「50×50」の世界のなかで発芽成長していく。各エージェントが、どちらの財をもとめているのかをみやすくするため、セルをチェスボード状に二分し、えさのみが成長するセルと威信財のみが成長するセルとがたがいが違いになりあわせになるようにした。また、同じ理由から、世界の左上ではえさの成長の限界点が高く、世界の右下では威信財の成長の限界点が高いようにした。こうすることで、餌を相対的に希求しているエージェントは左上に、威信財を希求しているエージェントは、右下に移動するという観察上の便宜が得られる。

双方の財は、そのセルに来た赤アリによって「食べ尽くされる」が、赤アリがいなるときには、1ターンごとにそのセルに決められた限界量まで、一単位づつ成長する。

[赤アリ]

今回の実験では、明示的に登場するエージェントは、赤アリ約101匹だけである。

それぞれの赤アリは、「個性」をもっている。

まず、財を探索するさいの「視野」：1以上5未満の「視野」をおのおの持っている。

財産：これは、ため込んだ「えさ」の量である。初期値10以上50未満。

食欲：これは、1ステップごとにえさを消費する量である。本実験では、全員1とした。

威信財産：威信財をため込んでいる量である。初期値は10以上50未満。

威信消尽：1ステップごとに、威信財が減少していく度合いである。本実験では、全員1とした。

寿命：10ステップ以上40ステップ未満とした。

[選好係数]

各赤アリは、乱数により、0以上1未満の選好係数をもつ。第一実験では、これは生涯変化しない。

各アリは、平均値0，最小-1，最大+1，の、選好係数を一生涯ずつともちつづける

はじめ101匹の赤アリが、世界の各セルに無作為にばらまかれる。各赤アリは、自分の視野内のもっとも、えさの値の高いセルと、威信財の高いセルを、まず観測する。

そのもっとも高いえさの値と「選好係数 \times 0.5+0.5」を乗じ、もっとも高い威信財の値と「1-(選好係数 \times 0.5+0.5)」を乗ずる。前者の値のほうが大きい場合に、その最大えさのあるセルに移動し、そのえさをたべつくす（そのセルのえさの値はゼロになる）。そうでない場合には、その最大威信財のあるセルに移動し、その威信財をたべつくす（そのセルの威信財の値はゼロになる）。

すなわち、選好係数の符号は、えさと威信財のどちらを比較的好むか、その

6 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

絶対値は、その好みの強さを示している。

[死]

全体の人口が初期人口より多い場合、平均財産値を下回る財産（えさの蓄積値）の赤アリは、その低さに比例した確率で死滅する。

各エージェントは各自の寿命を越えた場合死滅する。ただし、以下の子アリ出産条件にある場合は出産してから死滅する。

[誕生]

全人口が初期人口より少ない場合、自分の威信財産が平均威信財産を上回る赤アリは、その上回っている度合いに比例した確率で、となりのセルに子アリを出産する。その場合、親の威信財産は、威信財産の標準偏差分、減少する。

子アリの選好係数は、親アリのそれをほとんどの場合継承する。ごくわずかの場合、突然変異係数の確率で、親アリのそれを中心値として、弱い変異をする。この選好係数を子アリは、生涯変化させずに保持する。

子アリの威信財産は誕生時は、1とする。

子アリの年齢は、誕生時は、0とする。

他の値は、親アリのそれを継承する。

ここでの威信財の含意は、異性から選好される度合いをイメージしている。すなわち、かっこよさを示せる財を多くもっている者ほど、高い確率で、子孫をうみだすことができる、というメカニズムである。

当初は、モデルに明示的に「異性アリ」をいれて、威信財の高さにおうじて、「赤アリ」を選ばせるルールを試みた。が、表示が煩雑になるので、第一橋頭堡としての本「最単純モデル」としては、ルール上は異性アリを削除した。

もちろん、本モデルが作動したのちにあっては、つぎの目標として、「異性」アリがルール上も存在するモデルを目指している。それが、本モデルとどのような挙動上の「同異」をしめすのか非常に興味深い。これをみるうえでの「ベースライン」として、本「最単純モデル」は存在意義があると考えられる。

[えさ威信財成長比]

さらに、本実験の重要なパラメータとして、「えさ威信財成長比」を設定した。これは、0以上1以下の値をとる係数で、シミュレーションの各ステップごとに0以上1未満の乱数を振り、この係数がこの乱数以上である場合に、えさのみを成長させ、この乱数未満の場合には、威信財のみを成長させた。すなわち、この係数が0.5以上のときは、相対的にえさが繁茂しやすく、0.5未満の時は威信財が繁茂しやすい。

【結果】（第一実験）

[第一実験]

実験は、上記のとおり、「生得的」な選好係数が生涯不変である条件の下での第一実験と、それをかえた第二実験とを、おこなった。まず、第一実験の結果を述べる。

えさ威信財成長比を、0.1から0.9まで、0.1ずつ増加させ各条件で3回試行、計27回試行したものが以下の結果である。

8 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

実行 No.	終了 ステップ数	えさ威信財 成長比：1	平均選好係数 e：End	突然変異係数： 1
1	5000	0.1	0.843	0.05
2	5000	0.1	0.823	0.05
3	5000	0.1	0.874	0.05
4	5000	0.2	0.58	0.05
5	5000	0.2	0.578	0.05
6	5000	0.2	0.481	0.05
7	5000	0.3	0.233	0.05
8	5000	0.3	0.241	0.05
9	5000	0.3	0.252	0.05
10	5000	0.4	0.067	0.05
11	5000	0.4	-0.025	0.05
12	5000	0.4	-0.012	0.05
13	5000	0.5	-0.048	0.05
14	5000	0.5	-0.171	0.05
15	5000	0.5	-0.141	0.05
16	5000	0.6	-0.359	0.05
17	5000	0.6	-0.317	0.05
18	5000	0.6	-0.332	0.05
19	5000	0.7	-0.514	0.05
20	5000	0.7	-0.547	0.05
21	5000	0.7	-0.635	0.05
22	5000	0.8	-0.798	0.05
23	5000	0.8	-0.811	0.05
24	5000	0.8	-0.848	0.05
25	5000	0.9	-0.964	0.05
26	5000	0.9	-0.971	0.05
27	5000	0.9	-0.991	0.05

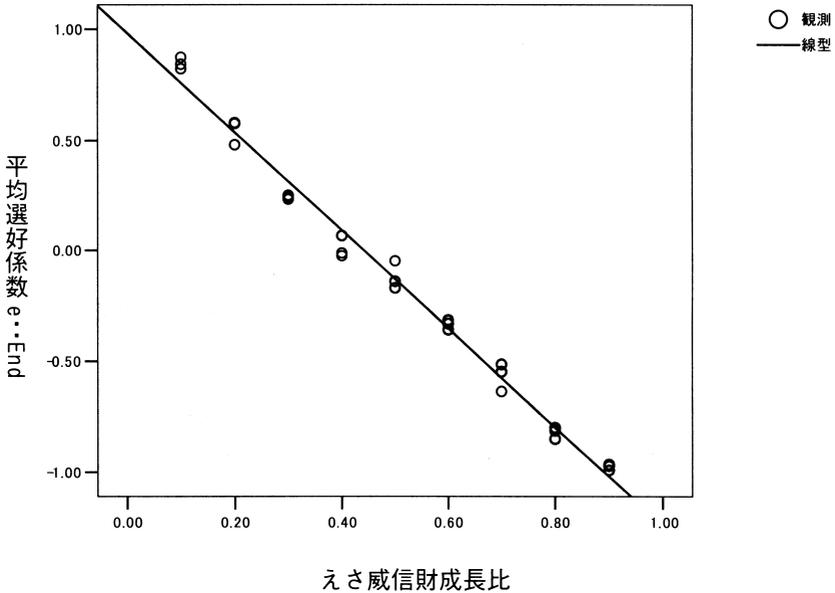
この結果に線形回帰をかけてみたのが以下である。

モデルの要約とパラメータ推定値

従属変数：平均選好係数 e：End

方程式 (等式)	モデルの要約					パラメータ推定値	
	R2乗 (決定係数)	F	df1	df2	有意確率	定数	b1
線型 (1次)	.989	2237.155	1	25	.000	.982	-2.224

独立変数は えさ威信財成長比：1 です。



以上のように、前述の「予測1」、すなわち、与えられた環境のもとで、自分と同種のレプリケーター（生物の場合は、実体的には遺伝子）の生存の蓋然性を最大化するような「選好」を、各レプリケーターはもつようになる。そのようなレプリケーターたちが生き残る。を、導出できたように見える。

【方法（その2）】（第二実験）

以上、第一実験が、首尾良くできたようなので、前述の「予測2」の導出をめざして、「第二実験」をおこなった。

[環境変動]

第一実験の舞台装置に加えて、「環境変動」の性質を世界に実装した。すなわち、上記の「えさ威信財成長比」をある一定の速さで、変動させた。変動は、サインカーブを用いた。サインカーブの周波数の大きさとして、「周波数倍数」

10 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出というパラメータを設定した。この倍数が大きいほど、環境変動は、「速く」なる。

[選好変動]

これにたいして、エージェントには、選好変動の性能をあたえた。「選好変動係数」というパラメータを措定し、

選好係数=一期まえの選好係数+選好変動係数×(環境の増分(変化))

という関係をあたえた。すなわち、「選好変動関数」の絶対値が大きいエージェントほど「敏感に」環境の変化を追尾することになる。ただし、環境の増分に対する変化だから、符号はマイナスになることが予想される(より豊かになった財への選好は小さくなる)。

上記の「周波数倍数」を、0から30までの範囲で、乱数で生成し、1200試行おこなってみた。

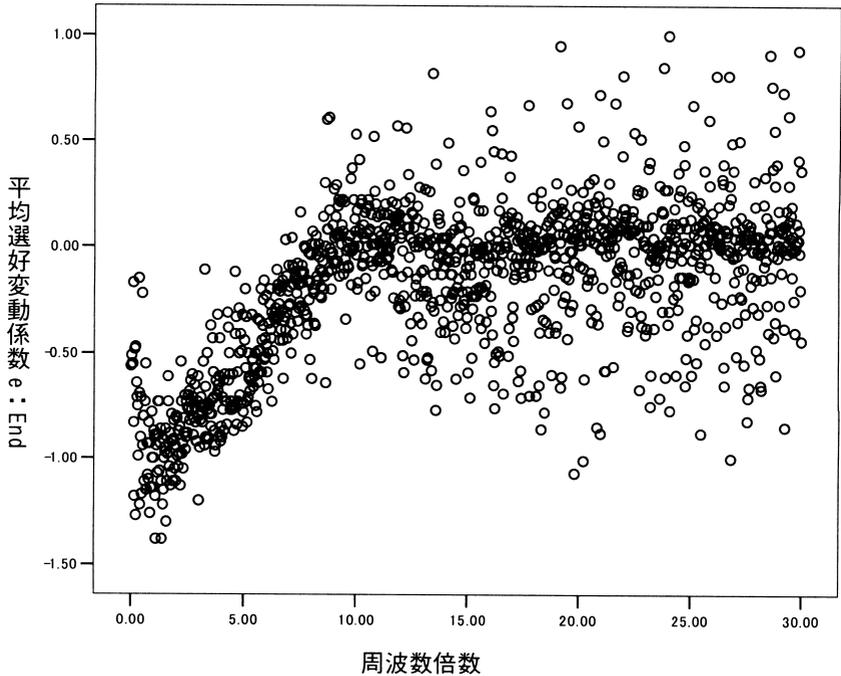
【結果】(第二実験)

2000ステップ後の101個体の平均の選好変動係数を「平均選好変動係数(end)」として、標記する。結果は以下の通りである。

実行 No.	終了 ステップ数	周波数倍数 : 1	平均選好変動係数 e : End	突然変異 係数 : 1	赤アリの 数 : 1
1	2000	0	-0.56	0.01	101
2	2000	0.03	-0.51	0.01	101
3	2000	0.05	-0.55	0.01	101
4	2000	0.08	-0.55	0.01	101
5	2000	0.1	-0.17	0.01	101
6	2000	0.13	-0.83	0.01	101
7	2000	0.15	-1.18	0.01	101
8	2000	0.17	-0.48	0.01	101
9	2000	0.2	-0.47	0.01	101
10	2000	0.22	-1.27	0.01	101
11	2000	0.25	-0.64	0.01	101
12	2000	0.27	-0.71	0.01	101
13	2000	0.3	-0.75	0.01	101
14	2000	0.33	-0.99	0.01	101
15	2000	0.35	-0.15	0.01	101
16	2000	0.38	-0.69	0.01	101
17	2000	0.4	-1.22	0.01	101
中略					
1175	2000	29.35	0.06	0.01	101
1176	2000	29.37	-0.03	0.01	101
1177	2000	29.4	0.62	0.01	101
1178	2000	29.42	0.29	0.01	101
1179	2000	29.45	0.12	0.01	101
1180	2000	29.47	-0.01	0.01	101
1181	2000	29.5	0.04	0.01	101
1182	2000	29.52	0.15	0.01	101
1183	2000	29.55	0.19	0.01	101
1184	2000	29.57	-0.14	0.01	101
1185	2000	29.6	-0.02	0.01	101
1186	2000	29.62	0.05	0.01	101
1187	2000	29.65	-0.25	0.01	101
1188	2000	29.67	-0.01	0.01	101
1189	2000	29.7	-0.4	0.01	101
1190	2000	29.72	-0.01	0.01	101
1191	2000	29.75	0.01	0.01	101
1192	2000	29.77	0.11	0.01	101
1193	2000	29.8	0.03	0.01	101
1194	2000	29.82	0.93	0.01	101
1195	2000	29.85	0.41	0.01	101
1196	2000	29.87	0.03	0.01	101
1197	2000	29.9	0.08	0.01	101
1198	2000	29.92	-0.03	0.01	101
1199	2000	29.95	-0.2	0.01	101
1200	2000	29.97	0.36	0.01	101
1201	2000	30	-0.44	0.01	101

12 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

以上を散布図にしたのが、以下である。



【議論（その2）】

本シミュレーションにおける選好変動係数の定義より、環境変動の「はやさ」が「遅ければ遅いほど」、環境変動に「敏感に」反応するエージェント血統が生き残る（周波数倍数が1以上10以下のあたり）ことが見て取れる。

ただし、環境変動の「遅さ」がほとんどゼロにちかくなってしまうと、一世代のなかで、選好を変動さえるうまみが減じてしまう。すなわち、周波数倍数がゼロ近辺になると、いきのこった血統の選好変動係数の平均はゼロにちかづく。

その結果、分布は一種のU字カーブを描く。

それにたいして、（周期的な）環境変動のスピードがある程度早くなる（周波数倍数が10以上）と、いちいち環境変動に敏感に反応する有利さがうしなわ

れてしまう。選好変動係数がゼロ付近であるエージェント血統が生き残りやすくなる。

左部分でのU字カーブとあわせて、分布はいわば、 $\sqrt{\quad}$ （ルート）型をえがくことになる。

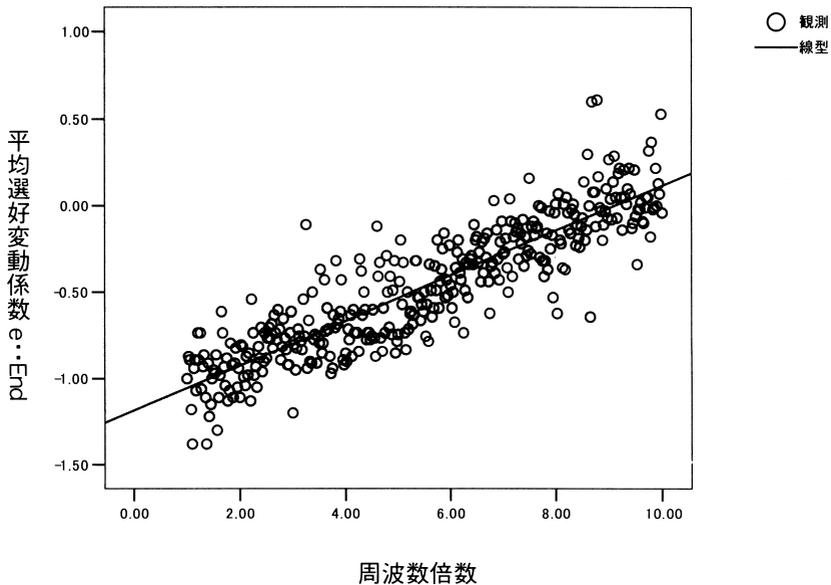
ちなみに、周波数倍数が1以上10以下の部分のみ線形回帰にかけてみると、以下のようになった。

モデルの要約とパラメータ推定値

従属変数：平均選好係数 $e \cdot \text{End}$

方程式 (等式)	モデルの要約					パラメータ推定値	
	R2乗 (決定係数)	F	df1	df2	有意確率	定数	b1
線型(1次)	.792	1365.915	1	359	.000	-1.185	.130

独立変数は . 周波数倍数：1 です。



14 選好ならびに選好「変動」の、ダーウィニアン視点からの計算機実験による導出

以上のようになる。

このようにして、上述の「予測2」、すなわち、もし環境の変動の速さが、そのレプリケーターの自己複製の大きさ（多産性）と突然変異の頻度の高さに比して、「十分遅ければ」、この「選好」は一代の個体の生涯の時間内で、変動する必要はなく（「生得的選好」の変化）、もし、環境変動の速さが十分速い場合には、一個体が、環境の変化に応じて自らの選好の変化をもたらすような「選好変動関数（環境を入力・選好を出力とするような）」をもつこととなる。を、導出できたように思われる。

[今後の課題]

以上、本稿当初で設定した課題は達成できたように思われる。もちろん、これは、最単純化モデルにおける「最初的一步」にすぎない。今後の課題としては、以下のようなことが望まれるだろう。

まず第一に、複数の「環境変動モデル」ならびに「選好変動モデル」のコンペディション、である。本稿における環境変動ならびに、選好変動のモデルはなんら排除性をもたない。論理的には他のパターンも可能である。さまざまな環境変動の可能性にたいして、どのような選好変動のパタンが有利であるかをたしかめることが望まれるだろう。

第二は、モデルへの「異性」の明示的入れ込み、である。本稿では、第二財として「威信財」を措定した。これは、セクシャルセレクションを想定したものであった。しかし、第一歩モデルとしての本稿のモデルでは、異性エージェントは明示的には実装されていなかった。そもそも、直接の生存上の有利性に結びつくかどうか分からない威信をもっている個体を、他の性個体が選好するかどうか、その選好が後者の個体に載る戦略複製子の複製にとって有利なことであるかどうかは、それ自体問題にしうる点である。この疑義に因應するためにも、第二「性」エージェントを実装し、それが第一「性」個体の威信性を選好する事自体が、第二「性」エージェントの自己複製に資することを示したい。

【文献】

Miller, Geoffrey 2000 *The mating mind* = 長谷川真理子 訳 2002 『恋人選びの心：性淘汰と人間性の進化』（1）（2）岩波書店

桜井芳生 2003 「ダーウィニアン社会学へのイントロダクションーそれは、「何でない」のか?」『人文学科論集』巻号(57), ページ57~73 鹿児島大学法文学部

Sober, Elliott . Wilson, David Sloan 1998 *Unto others: the evolution and psychology of unselfish behavior* Harvard University Press

【謝辞】

本研究の実施においては、(株)構造計画研究所から、「KK-MAS」(マルチエージェント・シミュレーター)について、教育目的の無償提供を受けた。ここに記して、深く感謝します。

英題目) Production of “preferences” and “changes” of preferences by computer simulations from a Darwinian view point