

## 利他行動の進化的安定性に対する社会の経済状態の効果

井上 聡、鄭 美紅、樫森 与志喜、神原 武志  
電気通信大学 情報システム学研究所

本モデルの主要目的は、不特定多数の他人との間に成立する利他行動が進化的に安定になる条件を探ることである。Nowak と Sigmund は、つきあう相手の評判を知ることにより、利他行動が進化的に安定であることを示した。

しかし、彼等の社会モデルは、あまりにも簡単すぎる。我々はモデル社会をより現実に近づけるために、つきあいとして食料の売買を考えた。各人は、金、食料、評判を持ち、行動は、それらの現在量によって決まる。食料は原料店から安く買えるので、他人から高く買うことが利他行動になる。つきあい方は、社会の経済状態によって変わる。このモデルから、豊かな社会では相手の評判を全然気にしないで、利他行動をとる人々は存続できるが、貧しい社会では評判を調べてから買うようにしないと、生き残れないことがわかった。

### Effect of economic state of the society on the evolutionary stability of altruism

Satoru Inoue, MeiHong Zheng, Yoshiki Kashimori and Takeshi Kambara  
Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications

In the model society, each member gains food buying food from other members and earns money selling his own food to the other member. Every member can buy food cheap at a whole sale store. It is essentially important for many members to live stably in the society, that many members buy food from other members at an expensive price. In the society, the ability of members to pay attention to the image score of other members selling food is changed adaptively. The ability evolved is changed depending on the economic state of the society. The more poor the society is, the higher the ability becomes.

#### 1. はじめに

人間社会において、不特定の他人との間に成立する利他行動は、進化生物学において興味のある研究対象である。直接的にお返しを期待できない未知の他人に対して奉仕をするということは、自己の出費だけで終わる可能性が高い。にもかかわらず、人間社会においては利他行為をする人々が大半いるということは、それらの行為をする人々が社会に適応しているからと考えられる。

問題は、利他行動が進化的に安定になるのはどうしてなのか、また安定になる条件は何かということである。二度とつきあうこともないような他人から親切にされても、その人にお返しをする必要はないので、親切を請けるだけで自分からは損失を伴う利他行為は一切しないという「ただ乗り」戦略の人々がどんどん増えていき、利他行動をする人々は絶滅してしまうと考えられる。

Nowak と Sigmund(1998)は、利他行為を受けた人が他の人に利他行為をするという利他行動者のネットワークを通じて、間接的にお返しを受けるといった間接的互惠主義によって、利他行動が進化的に安定になることを示した。彼等のモデルでは、利他行動をすると親切な人という評判が高くなる。利他行動を評判の高い人に対してのみ行うようにしていけば、利他行動者のネットワークが形成され、評判が最低の「ただ乗り」びとは、つきあいをしてもらえなくなる。

しかし、Nowak と Sigmund(1998)のモデルは、非常に簡単であり、現実の人間社会において間接互惠主義の有効性を調べるためには、モデルを少しずつ現実的にしていく必要がある。本モデルでは、人間が生きていくために最低限必要な行動として、食料とお金を得る行動を考えて、利他行動者が安定に存在する条件を調べた。

## 2. モデル社会の概要

モデル社会の各人は、原料店で食料を購入し、自分で消費する以外に、それを加工して他人に高く売る。その商売でもうけたお金で、他人や原料店から食料を買う。食料と金が基準以上にたまった人は子どもをつくって自分の生き方を後生に伝えられる。食料がなくなった人は餓死する。このモデルでつきあいとは、2人が出会ったときに、各人が「売る」、「買う」、「何もしない」のどれかの行動をすることである。片方が「売り」、もう片方が「買い」の行動をしたときにのみ商売は成立する。

各人の行動タイプは、上の3つの行動をどのような条件で行うのかによって、いろいろに分かれる。食料重視タイプは、手持ちの食料が平均より多ければ売るし、少なければ買う。金重視タイプは、金が平均より多ければ買うし、少なければ売る。

本モデルの利他行為は、食料は原料店で安く買えるのに、他人から高い値段で買うことである。がめついタイプは、食料は原料店でのみ買い、他人とのつきあいでは、「売る」行動のみをする。これが本モデルでの「ただ乗りびと」である。社会の経済状態は、その社会への食料供給率と、マネーサプライ率、および異なる行動タイプの人たちとのつきあいから得られるメリットの大きさ、の3要素によって与えられる。これらのタイプの一種または二種で構成される定住社会に、様々な行動タイプの人たちが移住してきて、つきあいをはじめた場合に、定住者のつきあい方がどのように変化するかをシミュレーションで調べる。

世代交代が進むにつれて変化できる要素として、「排他性」、「調査癖」という量を考える。「排他性」は、自分と違うタイプの人たちとつきあう割合によって表す。「調査癖」はつきあいの時、自分の状態だけでなく、相手の評判を調べて行動を決める割合を表す。これらの量は遺伝するので、時間が経つにつれて、定住社会の人々の移住者に対する適応したつきあい方がわかる。

## 3. 本モデルの特徴

本モデルは、主に次の4つの事項で、これまでのモデルと異なる。

### ( ) 行動選択の基準

直接的互惠主義により利他行動の安定を説明する、囚人のジレンマモデルや間接的互惠主義の Nowak や Sigmund のモデルでは、つきあいにおいてどのような行動をとるか決めるのに、自分の状態はまったく考慮されていない。自分の持ち点が高くて低くても行動選択になんの影響も与えない。

本モデルでは、つきあいにおける行動選択において、文化として身につけた行動タイプに基づいて時武運の現在の状態から必要とする行動を選ぶ。その代わりに、つきあう相手の文化を選ぶことにより、だまされないようにする(排他性)。また、相手を選んだ後でも相手の評判値を調べてだまされないようにする。(調査癖)

### ( ) 利他行動

本モデルの利他行動は、単に自分は損して相手に得をさせるというものではなく、相手から高く食料を買うことにより、金を社会に巡回させる効果がある。それによって、社会が安定に存続するという重要な働きがある。全員が原料店からしか買わなくなると、誰も金を稼げないので、やがては原料店に払う金がなくなって食料も買えなくなり餓死することになる。

### ( ) 個人間のつきあいへの社会経済状態の影響

本モデルでは、行動を選択する基準として、社会の食料と金の平均値を用いている。つまり、行動選択に、社会の経済状態が考慮される。このような社会全体の状態の適応行動への効果は、これまでのモデルでは考慮されていない。

### ( ) 適応関数

これまでの多くのモデルでは自分の得点のみを大きくすることが適応の尺度になるとしている。本モデルの適応では、食料と金をバランスよく増やせる戦略をとるものが適応し生き残れることになる。すなわち、複数種の基準を同時に満たすという、より現実社会に近づいたモデルとなっている。

#### 4. シミュレーションの結果

##### ( ) 同じ行動タイプの人だけの社会

各人の中で一定回数のつきあいをし、全員一回原料店に行くことを1ラウンドとし、5ラウンドの活動をしてから、各人について(手持ちの食料/社会平均)および(手持ちの金/社会平均)の値によって順位をつける。下位10%を間引き、上位10%の人と同じ性質(調査癖、排他性の値で表す)をもつ人々を10%増やす。その時、調査癖を排他性は低い確率でランダムに変わることがある。

これをくりかえしながら、調査癖の社会平均値がどのように変化していくのか調べた結果を図1(a)に示す。この社会は食料重視タイプが100人おり、食料供給率とマネーサプライ率が高く、豊かな経済状態にある。人口は100人で安定しており、調査癖は高くなっている。他人から食料を買う場合に、その人の評判値を調べて平均より高くないと買わない、という性質の人が増えている。図1(b)には、食料供給率とマネーサプライ率が低い、貧しい社会における調査癖の変化を示した。調査癖はどんどん低下して0に近くなる。貧しい社会では餓死者も結構るので、人口は100人以下にときたまなることがある。

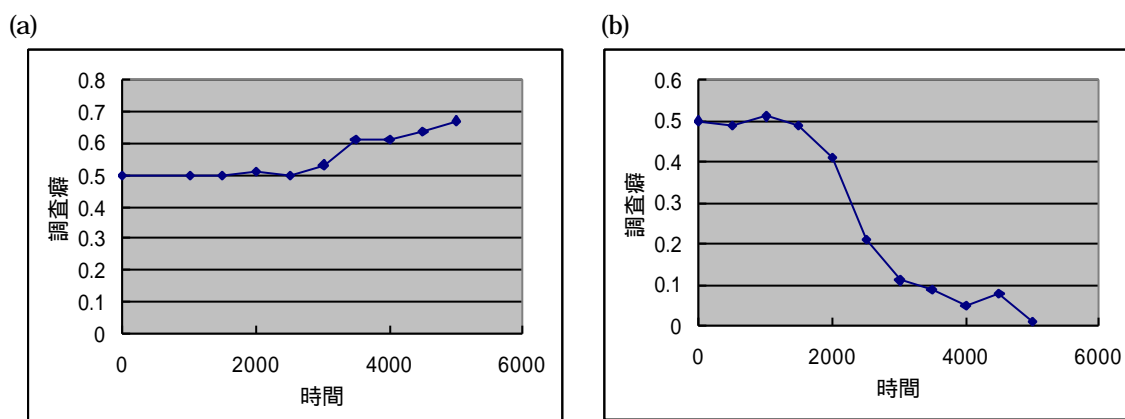


図1 食料重視タイプのみでの定住社会における調査癖の変化(豊かな社会:a 貧しい社会:b)

##### ( ) 単一行動タイプ社会へ他タイプの人々が移住してきた場合

図2に、食料重視タイプ100人の豊かな社会にがめついタイプが20人移住してきたときの、各タイプごとの人数、平均調査癖および平均排他率の時間的变化を示した。両タイプは共存しているが、食料重視タイプの平均調査癖と平均排他率は、移住により増加していく。それによって、食料重視タイプの人々は、自分からがめつい人々を避けるし、相手から近づいてきたときは、評判値を調べて、がめつい人々からは買わなくなる。他方、がめつい人々は、排他性を下げて食料重視の人々とのつきあいを増やそうとする。同じ設定で社会の経済状態を貧しくすると、がめついタイプの人々は移住してまもなく絶滅する。異文化メリット率を大きくして、食料重視タイプの人々ががめつい人々とつきあうと得するようにすると、両タイプの人々がほぼ同時に絶滅してしまう。

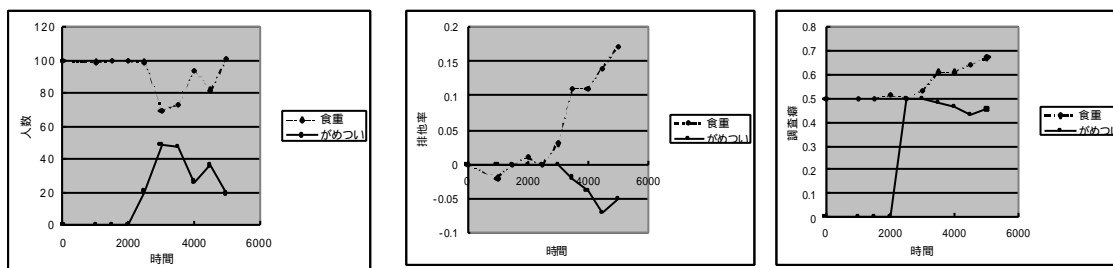


図2: 食料重視タイプとがめついタイプが共存している際の人数、排他率、調査癖の変化

( ) 2つの行動タイプが共存している社会に他タイプが移住してきた場合

食料重視タイプ 50人と、金重視タイプ 50人からなる豊かな社会では、両タイプの排他率と調査癖はどんどん低下していき小さな値で落ち着く。そこにがめついタイプを移住させる。がめついタイプの人数がどんどん減少し、まもなく絶滅する。したがって定住民の排他性と調査癖はほとんど影響を受けない。食料重視タイプとでたらめタイプのかなり豊かな共存社会にすると、がめついタイプは共存可能になる。図 3(a),(b),(c)に各タイプの人数、排他性、調査癖の時間変化を示す。がめついタイプの移住前では、でたらめタイプの人数は食料重視タイプの約半数になっている(食料重視とでたらめの共存社会では、ほぼ等しい人数になっている)。排他性と調査癖は、食料重視タイプは少し高め、でたらめタイプは低めである。がめついタイプが移住してくると、食料重視タイプはの排他性も調査癖も少しずつ増加して安定する。それによってがめついタイプのただ乗り行動をふせごうとしているのがわかる。

食料供給率とマネーサプライ率を少しずつ小さくして、社会を徐々に貧しくしていくと、がめついタイプの移住によって 3 タイプが共存する確率が低下してくる。その時によって、でたらめタイプが絶滅したり、がめついタイプが絶滅したりする。でたらめタイプがいなくなれば、その後の食料重視タイプの対応は図 2 に示されているように排他性と調査癖が着実に増加していく。でたらめタイプが共存しているほうが対応はゆるやかである。

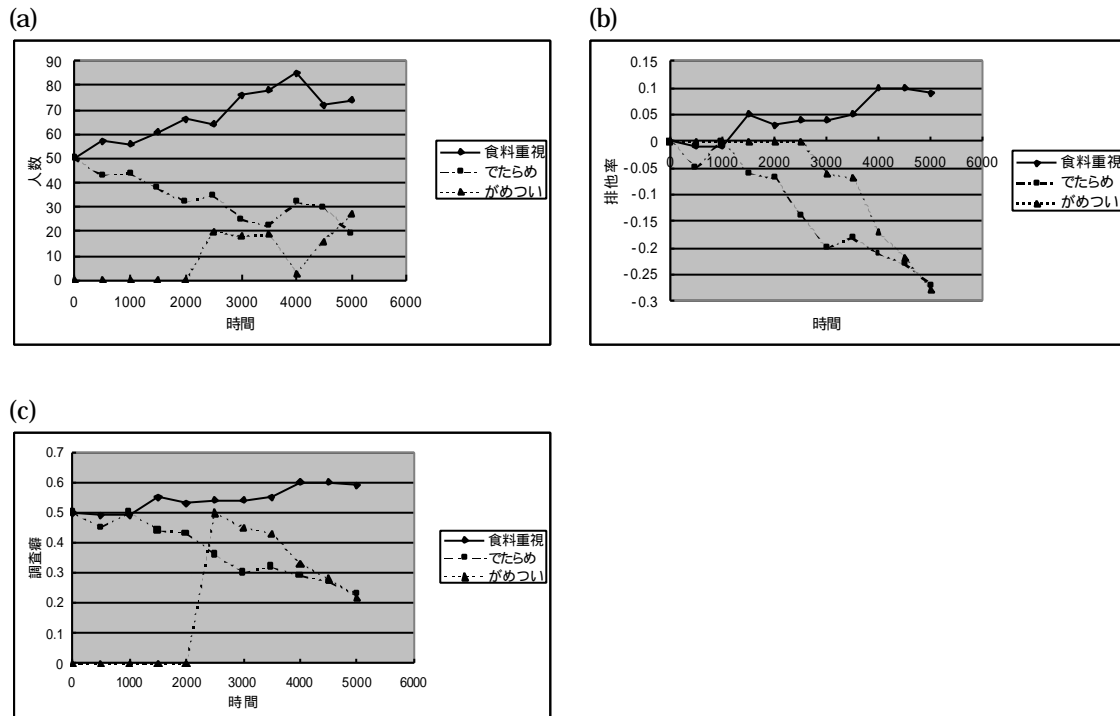


図 3 2タイプ共存社会に他タイプが移住してきた場合の(a)人数 (b)排他率 (c)調査癖 の変化