

最後通牒ゲームにおける不満の影響に関する進化シミュレーション

*一ノ瀬 元喜 有田 隆也

名古屋大学 大学院情報科学研究科 (学生参加)

〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

genki@alife.cs.is.nagoya-u.ac.jp

<http://www.alife.cs.is.nagoya-u.ac.jp/~genki/>

Abstract: 最後通牒ゲームを用いた心理実験において、人間は互いに公平な振舞いをみせることが明らかになっている。本研究は進化的なアプローチを最後通牒ゲームに適用し、どのようなメカニズムで公平さが進化するかを明らかにすることが目的である。協力の進化と同様、空間的な局所性などのグループ構造が公平さを促進させることが示唆されてきたが、本研究ではグループ構造が存在してマルチレベル選択が働くような状況において最後通牒ゲームでの各個体の戦略が進化するモデルを構築した。その結果、ゲームでの提供側と受け取り側の取り分に差がある時にグループを移り変わることが個体の提供額を増加させ、公平な振舞いを促進することがわかった。

1 はじめに

人間はときおり非合理的な行動をみせる。最後通牒ゲームはこのような行動を研究する場合によく用いられる。これは提案者と受け手が存在して金銭の分配を行うゲームである。提案者は与えられた金銭をどれくらい受け手に提供するか示す。受け手はその提案を受け入れるか拒否するかを決める。受け手が受け入れる場合、提案者は提示した残りの金銭が自分の手元に残り、受け手は提案された額が手に入る。受け手が拒否する場合、どちらも一銭ももらえない。このような状況において、合理的に考えれば受け手は拒否すると一銭ももらえないのでどんな最低の提示額でも受け取るべきであり、これにより提案者は最低の額を提示してほとんど全ての金銭を自分の手元に残すことが合理的である。しかしながら、実際の心理実験では受け手は提案額が低い場合、拒否すると一銭ももらえないにも関わらずその提示を拒否し、一方で提案者は少ない提示額の方が自分のメリットが高いにも関わらず、総金額の半分近くを提案するという極めて公平さが保たれる結果になるという報告がなされている。人間がどうしてこのように振舞うか、つまりなぜ公平さが進化したかという疑問に対して、心理学や行動経済学の立場から人間は不公平回避や負の互惠性を好む性向があるからであるという説明が与えられているが、実際にはよくわかっていない。

この最後通牒ゲームを用いた進化シミュレーションや数理解析の研究によって公平さが空間的な局所性によって進化することが報告されている [1]。このメカニズムは協調行動の進化でも重要であることが示されてきたものである。協調行動の進化ではグループ間に利他個体と利己個体の偏りがある場合、利他個体はグループ内では常に不利 (グループ内選択) だが、利他的な個体が多いグループに属する個体はそうでないグループよりも有利である (グループ間選択) ことによって協調行動が進化する。これは複数のレベルに選択が同時に働くのでマルチレベル選択 [2] と呼ばれる。本研究でも最後通牒ゲームに対してマルチレベル選択が働くようなグループ構造を仮定する。さらにグループ間の選択を生むメカニズムとして個体がゲームでの得点に基づいて格差のような不満を感じ、グループを移り変わることができるものとする。これによってマルチレベル選択が公平な個体を創発させるかを調べることを目的とする。

2 モデルと実験結果の概要

進化的アプローチを最後通牒ゲームに適用して公平さが進化するかどうかを考えるために、以下のようなモデルを構築した。まず本研究で提案するモデルと比較するためにグループ構造がない場合のモデルを構築した。 N 人のプレーヤーが存在し、各プレーヤーは最後通牒ゲームでの戦略を持つ。各プレーヤーの

表 1: 200 万世代までの \bar{p}, \bar{q}

ϵ	\bar{p}	\bar{q}
0.001	0.078	0.061
0.01	0.115	0.055
0.1	0.263	0.101

戦略は $S(p, q)$ で表される ($p, q \in [0, 1]$) . p は個体が提案者になった時の提供額で (よって $1-p$ が提案者の手元に残る) , q は個体が受け手になった時の最低の受け取るレベルを示す (相手が q 以上の提案をしてくれば受け取る) . ここで何が公平で何が合理的な戦略かを説明しておく . $S(0.5, 0.5)$ に近づくほど公平な戦略と言える . これは提案者側の場合半分を提供し , 受け手側の場合半分以下の提案を拒否することから納得できる . また $S(0, 0)$ に近づくほど合理的な戦略と言える . この場合は , 提案側だとほとんどを手元に残し , 受け手側だと相手のかなり低い提案でも受け入れる (さらに原理的には $S(1, 1)$ に近づく戦略もありうるがこのようなプレイヤーはほとんどゲームでの利得を得られないため , 進化しない .) 各世代でプレイヤーは総当たりで最後通牒ゲームを行い , 利得 (適応度) が合計される . プレイヤーは適応度に比例した確率で子供を残す . 子供は親プレイヤーの戦略を少し突然変異させたものを受け継ぐ . 突然変異の幅は ϵ である . これは Page ら [1] のランダム対戦と同様なモデルであり , 進化シミュレーションの結果彼らと同様な結果を得た . $N = 100$ の時の 200 万世代までの p, q の平均 (\bar{p}, \bar{q}) を表 1 , 典型的な結果を図 1 に示す . この場合 , q が低い方が取引が成立しやすいのでまず q が低い方に進化し , そのような状況では p が低い方が自分の手元に残る額が多いのでそれも低くなって , 合理的な戦略 $S(0, 0)$ に近づいていく .

次に , マルチレベル選択が働くようなグループ構造が存在するモデルに拡張する . 戦略 $S(p, q)$ は同様だが , N 人が n 個のパッチに分かれるとし , 各グループ内で総当たりでゲームを行い , そこでの平均の利得 (適応度) が計算される . 次に各個体は自分が成功した取引のうちで , 自分が提案側だった時の手元に残した平均値 (毎回提供額は同じなので結局 $1-p$) と自分が受け手だった時の受取額の平均値の差の絶対値が我慢する閾値 T よりも大きい場合個体は格差があると判断してグループを抜け出し他のグループにランダムに移動する . これを全個体に適用する . 以上を繰り返していくが , 新たなゲームに入る前に全個体に対して一斉に P_{sel} の確率で選択が起こって適応度に比例した確率で子供を残し , 子供は親の戦略を少し突然変異させたものを受け継ぐ . 突然変異の幅は ϵ である . 時間に伴って戦略が進化する様子を示したのが図 2 である . N は 500 , n

は 5 , P_{sel} は 0.1 , ϵ は 0.1 , T は 0.3 である . 比較として個体は確率 1 で格差などに関係なくグループを抜け出してランダムに移動するものと移動をしないもの (確率 0) の 2 つを載せた (それぞれ緑線と青線) . それらがグループ構造がない場合と同様に 100 万世代の平均の \bar{p} が 0.26 付近 , \bar{q} が 0.10 付近になるのに対して , 本研究の提案モデルは \bar{p} が 0.34 付近になっている . この場合 , p と q の両方が低い , あるいは p と q の両方が高いプレイヤーがグループから出ていきやすいが , このようなプレイヤーが格差が少なく公平な取引を行っているグループにたまたま入ったとすると , p が低すぎると彼の提案は受け入れられない , また q が高すぎると彼は相手の提案を拒否するので , なかなか得点を得ることができない . したがって , 自分の手元に残しすぎたり , 相手に要求しすぎるプレイヤーはそのような状況で不利になってしまうので \bar{p} がある程度維持される . 公平さの進化は協力の進化と異なり , 合理的な個体ばかりのグループが公平な個体ばかりのグループよりも不利であるということはない . しかし , 本モデルでは格差を感じてグループをでて

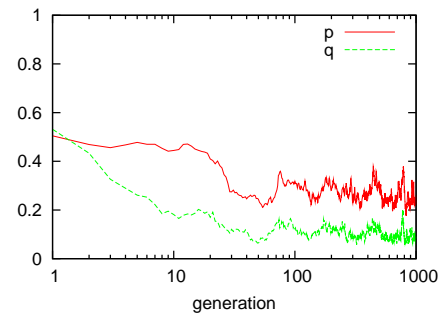


図 1: 最後通牒ゲームでの戦略の進化 , \bar{p}, \bar{q} . $N = 100, \epsilon = 0.1$.

いく合理的な個体を公平な個体で構成されたグループは排除できるので有利になる．この意味で格差に基づく不満のメカニズムが存在する場合，間接的にグループ間選択が働くといつてよからう．公平なグループによる合理的個体の拒否は Page ら [1] にも当てはまる特徴である．

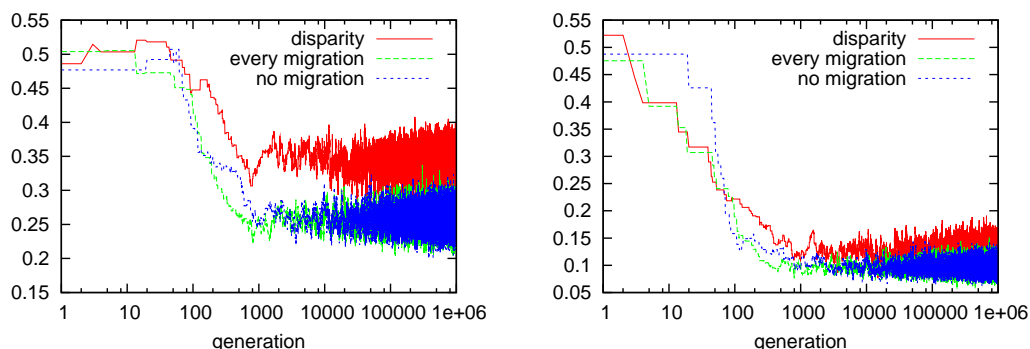


図 2: 格差に基づく移住 (赤), 毎回移住 (緑), 移住なし (青) の \bar{p} (左), \bar{q} (右) . $N = 500, \epsilon = 0.1$.

次に閾値 T を 0.1 刻みで変化させる実験を行った (図 3) . 他のパラメータは上と同様である . T が中間の値でピークになることがわかる . これは T が高すぎると移住が起きずに結局 1 つのグループだけになってしまうこと, 逆に低すぎると確率 1 で移住する状況に近くなってしまふためであると考えられる .

3 おわりに

進化的なアプローチを最後通牒ゲームに適用し, グループ構造によって公平さが進化するかどうかを調べた . 特にマルチレベル選択が働くためのグループ間の選択がグループ内の格差に基づく移住によって生じること注目した . このようなシンプルなメカニズムによって公平な戦略が進化したことは注目すべき点である . 今後の展開として移住が生じるメカニズムの変更や繰り返し最後通牒ゲームとの比較などがある .

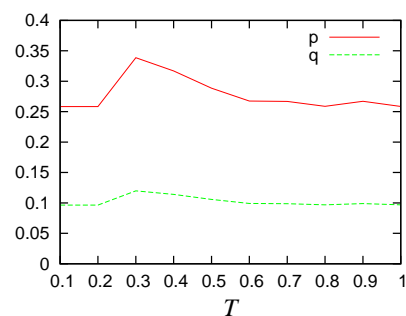


図 3: 閾値 T を変化させた時の \bar{p}, \bar{q} . 100 万世代の平均値 .

参考文献

- [1] K. M. Page M. A. Nowak and K. Sigmund. The spatial ultimatum game. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 2000.
- [2] E. Sober and D. S. Wilson. *Unto Others, The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Harvard University Press, 1998.