

[原著論文]

内集団ひいき行動の適応的基盤：進化シミュレーションを用いた検討

小野田 竜 一 (北海道大学)

高 橋 伸 幸 (北海道大学)

Adaptive foundations of in-group favoring behavior: An examination using evolutionary simulation

Ryoichi ONODA (*Hokkaido University*)Nobuyuki TAKAHASHI (*Hokkaido University*)

When people behave more cooperatively toward in-group members than to out-group members, we call it “in-group favoring behavior.” However, previous studies have not yet provided a satisfactory explanation for why in-group favoritism can be adaptive. In the current study, we conducted a series of simulations to explain such behaviors from an evolutionary perspective. We used the giving game and constructed a society composed of two groups, A and B. In the game, every player was given a fixed amount of resources and decided how much and to whom he gave. The results showed that the in-group favoring strategy is adaptive only when it has a strict criterion for recipients (not giving any resources to players who had helped other players who did not adopt the in-group favoring strategy). Furthermore, they showed that there were other strategies which have a strict criterion for recipients that could be adaptive as well. These findings suggest that strategies which form a circle of exchange only among themselves by excluding other strategies can be adaptive.

Key words : in-group favoritism, generalized exchange, indirect reciprocity, altruism, group heuristic

キーワード : 内集団ひいき、一般交換、間接的互惠性、利他行動、集団協力ヒューリスティック

問 題

自己が所属する集団（内集団）の成員に対して、自己が所属していない集団（外集団）の成員に対するよりも好意的・協力的に振る舞う行動は内集団ひいき行動と呼ばれる。内集団ひいき行動に関する研究は数多く存在し、人々がこのような行動を取るということはさまざまな場面で報告されている（*e.g.*, Bernhard, Fehr, & Fischbacher, 2006; Hewstone, Rubin, & Willis, 2002; Sherif, Harvey, White, Hood, & Sherif, 1961）。最小条件集団状況を設定した実験研究では、資源分配状況において、恣意的な集団ラベルを設けただけで、外集団成員よりも内集団成員に対して人々がより多くの資源を分配することが示されている（*e.g.*, Billig & Tajfel, 1973; Tajfel & Billig, 1974; Tajfel, Billig, Bundy, & Flament, 1971）。最小条件集団状況における集団ラベルは参加者の絵の好みなどに基づいて付けられており、それによる分類は人々の資源分配行動にとって一見効果のないものに思える。なぜ一見意味のないラベルによる集団分類がなされただけで、人々は内集団ひいき行動を取ってしまうのだろうか。本研究の問いはこの点にある。

社会心理学における内集団ひいき行動に関する先行研究

社会心理学では、最小条件集団実験の結果を説明する理論として、社会的アイデンティティ理論 (Billig &

Tajfel, 1973; Tajfel, 1982; Tajfel & Turner, 1979) が主に採用されてきた。社会的アイデンティティ理論とは、人々は自己アイデンティティの一部（社会的アイデンティティ）を集団所属性を通して確立し、それを高く維持することに動機づけられていると主張する理論である。この理論では、人々の社会的アイデンティティは外集団と比較した内集団の価値から導かれるとされており、高い社会的アイデンティティを維持するために、人々は内集団の優位性を確立する行動を取ることに動機づけられると予測する。ここで重要なのは外集団と比較した内集団の相対的な優位性であるため、人々は差を最大化する動機をもつとされ、この動機により内集団ひいき行動が引き起こされるといことになる。したがって、内集団と外集団の関係がゼロサム（一方を上げることはもう一方を下げることに等しい）の場合はもちろん内集団ひいき（とその裏返しとしての外集団を貶める行動）が引き起こされ、内集団の状態を改善できない場合でさえ、外集団の状態を一方向的に改悪する行動が引き起こされることになる。よって、社会的アイデンティティ理論は内集団ひいき行動と外集団を貶める行動の両方を予測する。

この社会的アイデンティティ理論の対案として、山岸らの一連の研究によって提唱された集団協力ヒューリスティック仮説（*e.g.*, Yamagishi, Jin, & Kiyonari, 1999; Yamagishi & Kiyonari, 2000; 清成, 2002）がある。集団

協力ヒューリスティック仮説は、内集団ひいき行動が生起するのは、人々が集団協力ヒューリスティックを備えているためであると主張する理論である。集団協力ヒューリスティックとは、人々が集団状況に直面した際に自動的に発動する期待や行動決定ルールのことを指しており、具体的には集団内に一般交換が生じているという直感的期待である。一般交換とは、資源の流れに双方向性のない三者以上の行為者間での間接的な資源の交換形態を指す (e.g., Ekeh, 1974; Levi-Strauss, 1949)。一般交換では、人々は自分が資源を提供した相手ではない別の個人から返報される。よって集団協力ヒューリスティック仮説は、人々が集団状況に直面した際に「内集団の成員に対して協力すれば、他の内集団成員から資源が返報されるだろう」という集団内一般交換の成立についての直感的期待をデフォルトで抱くことが内集団ひいき行動生起の原因であると主張する。この仮説では、社会的アイデンティティや外集団と比較した内集団の優位性を高める動機は想定しない。内集団ひいき行動が生じる場合も、一般交換の期待により内集団に対してより協力しやすいだけである。この意味では、逆説的ではあるが、集団協力ヒューリスティック仮説は文字どおりの意味での内集団ひいき行動を説明するとは言えないかもしれない。内集団への資源提供が内集団ひいき行動となるのは、比較対象として外集団が存在し、外集団との間には一般交換が成立するという期待は持てないため資源を提供しないためである。すなわち、内集団と外集団の関係がゼロサムである場合に限り、結果として内集団ひいきに見える行動が生じてしまうだけであり、人々は外集団のことも本来は眼中にないと言ってよいだろう。したがって、内集団の状態を改善することができない場合に外集団の状態を一方的に改悪する行動などは、集団協力ヒューリスティック仮説では予測されない (Yamagishi *et al.*, 1999)。

では、どちらの説明がより妥当なのだろうか。近年の実験研究においては、後者の仮説が支持されている (e.g., 神・山岸, 1997; 神・山岸・清成, 1996; Yamagishi *et al.*, 1999; Yamagishi & Kiyonari, 2000)。しかし、適応論的観点に立つと、集団協力ヒューリスティック仮説では検討されていない点が浮かび上がってくる。本研究が採用する適応論的観点とは、人々のもつ行動傾向・心理傾向は、それが行為者自身に利益をもたらすために身についたのだと考える立場である。適応論的観点に立つと、その行動に利益をもたらすメカニズムの解明を目指すことで、「なぜ人々はそもそも内集団ひいき行動を行うのか」という究極因を問うことが可能となる。集団協力ヒューリスティック仮説によると、集団協力ヒューリスティックを備えている個人は相手が内集団成員であれば資源提供することになる。一方、集団協力ヒューリス

ティックを備えていない個人は、集団の境界を無視して外集団成員にも資源提供する個人やそもそも資源提供しない個人ということになるだろう。このような個人が存在すると、集団内で成立している一般交換がくずれてしまう。したがって、集団内一般交換の成立を説明するためには、集団協力ヒューリスティックを備えている個人が備えていない個人よりも高い利益を獲得することを示す必要があるだろう。

一般交換の成立を巡る研究 (e.g., Leimar & Hammerstein, 2001; Nowak & Sigmund, 1998a, b; Ohtsuki & Iwasa, 2004; Takahashi & Mashima, 2006) に基づいて考えると、集団協力ヒューリスティックを備えた個人が備えていない個人よりも大きな利益を得る状態を実現させるひとつの有力な仕組みは、備えた個人が備えていない個人を一般交換の輪から排除することであると考えられる。では、そのような排除はいかにして可能となるのだろうか。本研究の目的は、この問題を検討すること、すなわち内集団ひいき行動の適応的基盤を探ることにある。

本研究では、複雑な社会現象や人間行動から焦点を当てたい要素のみを取り出し、それ以外の要素を捨象することによって、焦点を当てた現象がどのような仕組みで適応的になるのかを探るためのツールとして、進化シミュレーションが有用だと考える。進化シミュレーションでは、コンピュータ上に個体を多数想定し、それぞれの個体が個々の行動規則 (戦略) に従った行動を繰り返しながら相互作用を行う。そして、そこで得た利得の低い戦略を採用する個体数は淘汰により減少し、利得の高い戦略を採用する個体数が増加していくため、設定された条件下で最終的に最も高い利得を得る戦略を突き止めることができる。

本研究では、個体の利得とは直接的には無関係な集団ラベルを設けた進化シミュレーションを行う。それにより、一見無意味な集団ラベルであっても、資源交換状況では各個体は集団ラベルを手掛かりとして内集団ひいき行動を行うようになるのか否かを検討する。

高木 (1995) における進化シミュレーション

本研究にとって重要な先行研究として、高木 (1995) が挙げられる。高木 (1995) は、集団ラベルの存在する進化シミュレーションを行い、内集団ひいき戦略が進化したことを報告している。ここでの集団ラベルとは、社会の中に存在する A と B という 2 つの集団のことを指しており、どちらの集団に属するかはそれ自体としては個体の利得に対して何の影響も与えない。高木 (1995) において想定されたシミュレーション状況は集団協力ヒューリスティック仮説が前提としている状況に近いため、本研究のシミュレーション状況は高木 (1995) に準じることとする。高木 (1995) では、各個体が行う相互作用にギビング・ゲームを採用している。ギビン

小野田・高橋：内集団ひいき行動の適応的基盤

グ・ゲームとは、一般交換の成立可能性を検討するためのパラダイムとして先行研究で多く用いられてきたものであり (e.g., Leimar & Hammerstein, 2001; Nowak & Sigmund, 1998a, b; Ohtsuki & Iwasa, 2004; Takahashi & Mashima, 2006)、相手からの直接の返報が期待できない状況、すなわち直接互惠性が存在しない状況で他者に対して一方的に資源を提供するかどうかを決定するゲームである。高木 (1995) では、各個体は独自の選別基準をもっており、それに基づいて資源提供する相手を限定していた。ここでの選別基準とは過去にどのような個体に資源提供したかという行動履歴を基にした基準であり、他者の過去の行動履歴をあまり気にさせない寛容な選別基準もあれば、限られた行動をとった他者にしか資源提供させない厳しい選別基準など多くの選別基準が想定されていた。さらに、この基準とは独立に、各個体が採用する戦略はA集団員にしか提供しない戦略、B集団員にしか提供しない戦略、両集団を区別しない普遍主義戦略、両集団員に絶対に資源提供する反内集団ひいき戦略の4種類に分類されていた。すなわち、同じA集団員に資源提供する戦略であっても、寛容な選別基準をもつ戦略から厳しい選別基準をもつ戦略までさまざまな戦略が想定されていた。高木 (1995) の結果では、想定された中で最も選別基準が厳しい戦略を投入した場合においてのみ、各集団内では自分の所属集団員のみ資源を提供する戦略が増加し、内集団ひいき行動が適応的な行動となった。この結果は、内集団ひいき行動が進化するためには、資源の提供相手を選ぶ際の選別基準が非常に厳しい個人が社会に存在していることが必要であることを示している。

しかし、高木 (1995) には以下のいくつかの問題点がある。第1に、高木 (1995) では各戦略を採用する個体数に変動を与える突然変異を導入していない。高木 (1995) では内集団ひいき戦略が最終的に社会の中で多数派を占めたが、すべての個体が同一の戦略を採用する状態にまで達したわけではない。高木 (1995) の結果によれば、世代を経てもそれ以上各戦略を採用する個体数が増減しない均衡状態に達したとき、同じ内集団ひいき戦略であっても、比較的寛容な選別基準をもつ戦略と厳しい選別基準をもつ戦略の2種類が存在していた。これは、両戦略の利得が等しいことを意味しており、お互いに相手を積極的に駆逐できないことを示している。高木 (1995) は、この状態を均衡に達したとみなし、シミュレーションを終了させた。しかし、その後もシミュレーションが続行された場合を考えると、たとえ利得の期待値は等しいとしても、ランダムな変動により、寛容な基準をもつ内集団ひいき戦略が偶然集団の中で多数を占める状態もいずれは生じるだろう。このように、戦略間の適応度の違いから各戦略の頻度が増減するのではなく、

偶然生じる変動により各戦略を採用する個体の頻度が増減することを遺伝的浮動と呼ぶ。寛容な選別基準をもつ戦略が集団を占めている場合、外集団ひいき戦略や集団差別を行わない普遍主義戦略などによって内集団ひいき戦略が駆逐されることも高木 (1995) によって示されている。したがって、遺伝的浮動の結果、寛容な選別基準をもつ戦略が偶然集団内で多数を占めた際に、突然変異が生じることで他戦略が侵入すると、内集団ひいき戦略が淘汰されてしまう可能性がある。この可能性は、高木 (1995) のシミュレーション結果の妥当性に疑問を投げかけるものである。

第2に、高木 (1995) では想定可能なすべての戦略が導入されていない。想定可能な戦略であるにもかかわらずシミュレーションに導入されていない戦略が高木 (1995) には複数あり、それらの戦略を導入することで内集団ひいき戦略が淘汰されてしまう可能性があるため、本研究では想定可能なすべての戦略を導入する。

第3に、高木 (1995) では戦略の淘汰方法が先行研究で一般的に使用されている方法ではない。進化生物学およびその原理を用いている社会科学における進化シミュレーションでは、各個体の獲得利益に比例して子孫数が決定されるという方法 (レプリケーターダイナミクス) が標準的な方法として用いられているが、高木 (1995) では淘汰の際にこの方法は用いられていない。淘汰方法を改善することでより信頼性の高い結果が期待される。

第4に、高木 (1995) で用いられた選別基準はこれまでのギビング・ゲームを用いた先行研究 (e.g., Leimar & Hammerstein, 2001; Nowak & Sigmund, 1998a, b; Ohtsuki & Iwasa, 2004; Takahashi & Mashima, 2006) が標準的に採用してきたものとは異なる。高木 (1995) における選別基準とは過去の行動履歴 (資源提供したか否かなど) を基にしていたが、多くの先行研究ではどのような個体を“良い”とするか、すなわち“評判”を基にした選別基準を採用していた。本研究では、このような評判の効果を明らかにするため、すべての戦略は評判を基に行動することを想定する。

本研究では、基本的には高木 (1995) のシミュレーションに準じたうえで、以上4点の問題点を改善したシミュレーションを行った。

シミュレーションの設定

シミュレーションの流れ

個体数 社会全体は n 人で構成されている。

集団 社会はA集団とB集団から成る。各個体には集団ラベルが貼付されており、公共の情報として全員が認識可能である。なお、集団サイズは同数に設定されているため、各集団は $n/2$ 人から成る。

世代と試行 全個体が相互作用して、利得を得るまで

の一連の流れを試行、試行の繰り返しを世代と呼ぶ。t回の試行が繰り返された時点で1世代が終了し、淘汰と突然変異が生じる。g世代目が終了した時点でシミュレーションは終了する。

ギビング・ゲーム 各試行において、各個体は一定の資源(B)を与えられる。各個体はその資源を自由に分割し、「他の個体に資源提供する」か「資源提供しない」かを決定することができる。他の個体に資源提供した資源量(x)は、 r_v 倍にされて相手の資源となる。なお、1回の試行において、各個体はm人までの他の個体に資源提供することができる。複数の他個体に資源提供するときはxを分割して提供するため、m人に資源提供する場合、1人あたりに提供する資源は x/m となり、提供された相手は $x/m \times r_v$ の資源を受け取ることになる。資源提供しない場合、Bはそのまま自分のものになる。

高木(1995)では、煩雑さを避ける目的で、すべての個体がおもつ x はBと同値に設定してあった。これは各個体が「Bを分割して一部を自分のためにキープする」ことはできないことを表しており、よって、提供したい相手が誰もいなかった場合のみ、各個体は「提供しない」行動を取る。高木(1995)に準じ、本研究においても、すべての個体がおもつ x はBと同値に設定する。

淘汰と突然変異 各世代の終了後に戦略淘汰と突然変異が生じる。

戦略淘汰では、その世代で相対的に高い利得を得た戦略の割合が増加し、利得の低かった戦略は減少するという規則に従い、次世代の社会における戦略分布が決定される。本シミュレーションでは、両集団をプールした社会全体における各戦略の平均獲得利益の相対的な大きさに比例して次世代の各戦略の子孫数が決定される、グローバルな淘汰方法を用いた。これは、集団所属が各戦略の子孫数の決定に対して与える影響を極力小さくするためである。なお、各戦略の子孫数が決定される際には、遺伝的浮動が淘汰の結果に与える影響を抑制するため、Baker(1987)が開発しGrefenstette(2000)により遺伝的浮動の影響を低減させる方法として提唱された、確率論的サンプリング法を組み込んだ淘汰モデルを用いた。

突然変異とは、小さな確率で、親とは異なる戦略を備える子が生まれることである。本シミュレーション上では、各個体が採用する戦略が μ の確率でランダムに選ばれた他の戦略に変化する方法を採用した¹⁾。

本研究で検討する戦略

各個体はそれぞれ自分の選別基準に基づいて他のすべての個体に対して主観的なスコア(GoodかBad)を割り振る。全個体は、スコアがGoodである他個体に対し

ては資源を提供するが、スコアがBadである他個体に対しては資源提供しないという行動規則に従う。ただし、どのような相手をGoodとみなしどのような相手をBadとみなすかは、戦略によって異なる。例えば、すべての他者をBadとみなす戦略(NonCoop)は誰にも提供しない戦略で、すべての他者をGoodとみなす戦略は全員に提供する戦略である。

選別基準 すべての戦略は、“行動履歴に基づく選別基準”と“所属集団に基づく選別基準”の2つをもつ²⁾。各戦略は、自分自身がおもつ“行動履歴に基づく選別基準”に基づき他の個体にスコアを割り振る。そして、Goodとみなした個体の中から自分の“所属集団に基づく選別基準”に該当する相手をm人選び出し、資源提供する。

所属集団に基づく選別基準は、以下の3通りである。

I: 自分と同じ集団に所属している

O: 自分と異なる集団に所属している

I or O: どちらの集団に所属していても構わない

以下では、所属集団に基づく選別基準にIをもつ戦略を内集団ひいき戦略、Oをもつ戦略を外集団ひいき戦略、I or Oをもつ戦略を普遍主義戦略(集団を考慮しない戦略)と呼ぶことにする。なお、本シミュレーションにおける内集団・外集団の分類は、スコアを割り振られる側から見たものではなく、スコアを割り振る側から見た所属集団を表している。

行動履歴に基づく選別基準は、以下の7つである。なお、*が付与されている選別基準は評判を再帰的に利用した基準である。これらはどのような他者に資源提供していたのかをより詳細に考慮するため、評判を再帰的に利用していないものに比べ厳しい基準となる。

N: 限定なし

G: 直前の試行において他の個体にすべての資源を提供していた

I: 直前の試行において内集団の個体のみすべての資源を提供していた

O: 直前の試行において外集団の個体のみすべての資源を提供していた

G*: 直前の試行においてGoodな個体のみすべての資源を提供していた

I*: 直前の試行において内集団のGoodな個体のみすべての資源を提供していた

O*: 直前の試行において外集団のGoodな個体のみすべての資源を提供していた

本研究における戦略は、これら2種類の選別基準の組み合わせによって決定される。そのため、これまでで想定可能な戦略は 3×7 で21戦略である(Table 1)。これ

1) シミュレーションにおける乱数発生には、一様乱数を使用した。

2) NonCoopは誰にも資源を提供しない戦略で、選別基準をもたない例外的な戦略である。

小野田・高橋：内集団ひいき行動の適応的基盤

Table 1 想定戦略

所属集団に基づく選別基準	行動履歴に基づく選別基準						
	N	G	I	O	G*	I*	O*
I	S(I, N)	S(I, G)	S(I, I)	S(I, O)	S(I, G*)	S(I, I*)	S(I, O*)
O	S(O, N)	S(O, G)	S(O, I)	S(O, O)	S(O, G*)	S(O, I*)	S(O, O*)
I or O	S(I or O, N)	S(I or O, G)	S(I or O, I)	S(I or O, O)	S(I or O, G*)	S(I or O, I*)	S(I or O, O*)

Table 2 第1シミュレーションの最終世代における戦略分布の平均

	S(I, N)	S(O, N)	S(I, G)	S(O, G)	S(I, I)	S(O, I)	S(I, O)	S(O, O)	その他
A集団	5.87	16.73	5.49	16.56	2.59	16.59	19.47	15.84	0.86
B集団	5.86	16.71	5.51	16.56	2.53	16.50	19.50	15.84	0.99

より各戦略を、S(“所属集団に基づく選別基準”、“行動履歴に基づく選別基準”)と表現する。以下に、いくつかの戦略の例を挙げる。

- S(I or O, N): 行動履歴による選別基準がなく、さらに所属集団による選別も行わない戦略。つまり、誰にでも資源を提供する完全な利他戦略である³⁾。
- S(I or O, G): “直前の試行においてすべての資源を提供していた個体”をGoodとみなし、それらの個体に資源提供する普遍主義戦略⁴⁾。
- S(I, I): “直前の試行において内集団員だけにすべての資源を提供していた個体”をGoodとみなし、その中から内集団員を選び資源提供する内集団ひいき戦略。
- S(I or O, G*): “直前の試行においてGoodだけにすべての資源を提供していた個体”をGoodとみなし、それらの個体に資源提供する利他戦略。
- S(O, O*): “直前の試行において外集団のGoodだけにすべての資源を提供していた個体”をGoodとみなし、その中から外集団員を選び資源提供する外集団ひいき戦略。
- S(I, I*): “直前の試行において内集団のGoodだけにすべての資源を提供していた個体”をGoodとみなし、その中から内集団員を選び資源提供する内集団ひいき戦略。

なお、第1試行におけるそれぞれの戦略の行動は、他者の過去の行動情報が存在しないため、“所属集団に基づく選別基準”のみに基づいて決定される。たとえば、S(O, O*)は、第1試行ではすべての個体をGoodであるとみなし、その中から m 人の外集団員を選んで資源を提供する。次に、第2試行では、第1試行において外集団の成員にすべての資源を提供していた個体を

Goodとみなし、その中から m 人の外集団員に資源を提供する。第3試行では、第2試行におけるGoodな外集団の個体にすべての資源を提供していた個体をGoodとみなし、その中から m 人の外集団員に資源を提供する。その後、S(O, O*)は第3試行目と同様の行動を繰り返すこととなる。

パラメータの説明 基本的なパラメータ設定は高木(1995)に準ずる⁵⁾。具体的には $n=200$, $t=200$, $g=2000$, $B=10$, $r_v=2$, $m=8$, $\mu=0.01$ である。また、各シミュレーションの繰り返し数(レプリケーション数)は100である。

第1シミュレーション

高木(1995)と同様に、本研究のシミュレーション状況においても、寛容な選別基準をもつ戦略のみを想定しては内集団ひいき戦略は繁栄できないのだろうか。最初のシミュレーションではまず、*が付与されていない選別基準をもつ戦略のみを投入する。よって、Table 1の中で所属集団に基づく選別基準は全種類(I, O, I or O)、行動履歴に基づく選別基準は4種類(N, G, I, O)で計12戦略、およびNonCoopを加えた全13戦略を第1シミュレーションでは用いる。各集団における初期戦略分布は、NonCoop, S(I or O, N), S(I or O, G)が10人ずつ、他の戦略が7人ずつである⁶⁾。

第1シミュレーション結果 (Table 2, Figure 1)

第1シミュレーションでは特定の戦略が集団の多数を占めるという結果は得られなかった。さらに、最終世代において、どの戦略の比率が大きいかはレプリケーションによって異なっていた。ただし、Table 2を見ると、

5) 高木(1995)に準じていないパラメータは n, g, μ である。 n に関しては高木(1995)よりも想定戦略数が増加しているため、 g, μ は高木(1995)では想定されていなかったためである。

6) これら初期戦略分布も基本的に高木(1995)における初期戦略分布を基にしている。

3) この戦略は高木(1995)におけるSaintにあたる。

4) この戦略は高木(1995)におけるC_Altにあたる。

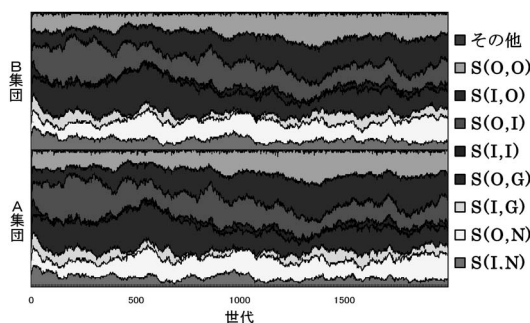


Figure 1 第1シミュレーションにおける各戦略の割合の時間的推移の一例

外集団ひいき戦略の比率が比較的高く、内集団ひいき戦略は繁栄しにくいことがわかる。なぜこのような結果になったのかを探るため、両集団においてS(I, G)が N_{IG} 人、S(O, G)が N_{OG} 人、それぞれ存在している状況を想定し、それぞれの戦略が資源提供した場合のA集団成員のS(I, G)とS(O, G)の獲得利益の期待値を比較してみよう。A集団成員である1人のS(I, G)がA集団成員の他者1人当りに提供する資源量の期待値は $B/(n/2-1)$ である。一方、A集団成員のS(O, G)はA集団成員には資源を提供しない。ここで、B集団成員のS(O, G)はA集団成員の個体に資源を提供するが、A集団成員のS(I, G)とS(O, G)を区別しないため、両者が与えられる利益は期待値としては等しい。よって、S(O, G)から与えられる利益については考えるのを省略することとする。以上から、1人のS(I, G)が得る資源量の期待値は $(N_{IG}-1) \times B/(n/2-1) \times r_v$ であるのに対して、1人のS(O, G)が得る資源量の期待値は $N_{IG} \times B/(n/2-1) \times r_v$ である。後者と前者の差分をとると、 $B/(n/2-1) \times r_v$ となる。 B, n, r_v はすべて正の値であるため、この差は正となり、S(O, G)の利得はS(I, G)の利得よりも常に高くなることからわかる。この結果を生んでいる原因は、S(I, G)に資源を提供する人数のほうが少ないことにあり、それは自分自身には資源を提供できないことに起因している。すなわち、第1シミュレーションの結果は自分自身に資源提供することができないという社会的交換状況の前提が引き起こした意図せざる副作用によるものだと考えられる。ただし、この副作用が存在しなかったとしても、S(I, G)とS(O, G)が得る資源量の期待値は等しくなるだけであり、内集団ひいき戦略のほうが有利になるわけではない。

本研究の第1シミュレーションでは、高木(1995)において想定されていない戦略を新たに導入したが、高木(1995)と同様に、寛容な基準をもつ戦略のみを想定しては内集団ひいき戦略は繁栄できないことが示された。第2シミュレーションでは、評判を再帰的に利用す

Table 3 第2シミュレーションの最終世代における戦略分布の平均

	S(I, I*)	その他
A 集団	92.26	7.74
B 集団	92.30	7.70

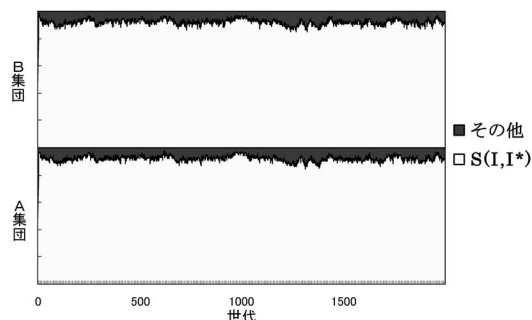


Figure 2 第2シミュレーションにおける各戦略の割合の時間的推移の一例

る、より厳しい選別基準をもつ戦略を導入する。

第2シミュレーション

第2シミュレーションでは、第1シミュレーションで検討した戦略に加えて、行動履歴に基づく選別基準として*が付与されているG*, I*, O*をもつ戦略も用いる。したがって、用いられる戦略はTable 1の戦略すべてである。具体的には、所属集団に基づく選別基準は全種類(I, O, I or O)、行動履歴に基づく選別基準は全種類(N, G, I, O, G*, I*, O*)で計21戦略、さらにNonCoopを加えた全22戦略を用いる。各集団における初期戦略分布は、NonCoop, S(I or O, N), S(I or O, G), S(I or O, G*)は7人ずつ、他の戦略は4人ずつである。

第2シミュレーション結果 (Table 3, Figure 2)

すべてのレプリケーションはほぼ同様の結果となり、S(I, I*)が社会全体を制圧した。Table 3を見ると、第1シミュレーションのように外集団ひいき戦略が多数を占めることはなく、内集団ひいき戦略であるS(I, I*)が繁栄したことがわかる。このような結果になったのは、S(I, I*)が評判を利用した厳しい選別基準をもっていたからだと考えられる。S(I, I*)は、その選別基準によって、所属集団に基づく選別基準にOをもつ外集団ひいき戦略やI or Oをもつ普遍主義戦略、非協力戦略であるNonCoopを資源交換の輪から完全に排除することが可能であった。さらに、S(I, I*)は寛容な内集団ひいき戦略であるS(I, G)などにも資源を提供せず、自分と同じ戦略であるS(I, I*)にのみ資源を提供していた。それに対して、他のすべての戦略は、S(I, I*)に資源提供して

小野田・高橋：内集団ひいき行動の適応的基盤

しまっていた。したがって、自分と同じ戦略を採用する他者との間で資源交換の輪を作り出すことができたことがS(I, I*)の繁栄の原因であったと考えられる。ここで、S(I, I*)と同様に評判を使用するS(O, O*)も集団間で資源交換の輪を作り出すことにより繁栄するかと思われたが、実はS(O, O*)は外集団に存在するS(I, I*)に資源を提供してしまうため、適応的とはならなかった。

第1シミュレーションの結果と第2シミュレーションの結果を比較することにより、内集団ひいき行動が適応的となるためには、厳しい選別基準が必要だということが明らかとなった。この点において、本研究は評判を用いた戦略を新たに導入したとしてもなお、高木(1995)の結果を質的に再現したと言えるだろう。ただし、寛容な内集団ひいき戦略も厳しい内集団ひいき戦略の社会には侵入できなかったという点では高木(1995)とは異なる。この点については考察でもう一度触れることにする。

では、厳しい内集団ひいきであるS(I, I*)は他のどのような戦略よりも適応的なのだろうか。そうではないはずである。実際、高木(1995)では、厳しい選別基準をもった内集団ひいき戦略は他のどのような戦略にも侵入されないというわけではなく、それに対抗できる戦略が考案されていた。そこで本研究においても、S(I, I*)に対抗可能と思われる戦略を導入する。第2シミュレーションにおいて、普遍主義戦略は生き残ることができなかった。ここでの普遍主義戦略とは集団を考慮しない戦略であり、内集団ひいきをしている個体にも外集団ひいきをしている個体にも資源を提供する戦略である。例えば、S(I or O, G*)は両集団のS(I, I*)とS(O, O*)に資源を提供する。このように他の戦略に資源を提供してしまうことが普遍主義戦略の敗因であった。しかし、本当に集団差別を嫌う行動は生き残れないのだろうか。集団差別を嫌う戦略を採用する個体の間でのみ資源交換をするような戦略も考えられるのではないだろうか。そのような戦略は、集団差別を嫌う戦略であったとしても、自分と同じ集団差別を嫌う戦略を採用する個体だけに資源を提供するような戦略であるため、S(I, I*)に対抗できる可能性がある。第3シミュレーションでは、そのような厳しい選別基準をもつ戦略を導入する。

第3シミュレーション

厳しい選別基準をもつ反差別戦略として、反内集団ひいき戦略を本研究では想定する。反内集団ひいき戦略と

は、“両集団の成員に必ず資源を提供する戦略”である。反内集団ひいき戦略導入に際し、これまで用いてきた選別基準に新たな基準を追加する。

所属集団に基づく選別基準にはI & Oという新基準を加える。これはGoodとみなす他者の中から資源提供する相手をm人選ぶ際に、AとBの両集団の成員を少なくとも1人ずつ含むということを要請する基準であり、所属集団に基づく選別基準にI & Oをもっている戦略は必ず両集団成員に資源を提供する戦略ということになる。

行動履歴に基づく選別基準にはI & OとI & O*の2つの新基準を加える。これはそれぞれ“直前の試行においてAとBの両集団成員にすべての資源を提供していた”、および“直前の試行においてAとBの両集団のGoodな個体にすべての資源を提供していた”という基準である。以下に新しい基準をもった戦略の具体例を示す。

S(I, I & O): “直前の試行において両集団の個体にすべての資源を提供していた個体”をGoodとし、その中から内集団成員を選び資源提供する戦略。

S(I & O, I & O*): “直前の試行において両集団のGoodにすべての資源を提供していた個体”をGoodとし、その中から必ず両集団成員を選び資源提供する戦略。

これらの新基準を追加したため、第3シミュレーションで登場する戦略がもつ選別基準は、所属集団に基づく選別基準が4種類、行動履歴に基づく選別基準が9種類となる。よって、第3シミュレーションで導入する戦略は $4 \times 9 = 36$ 戦略とNonCoopで、計37戦略である。各集団における初期戦略分布は、NonCoopとS(I or O, N)は9人ずつ、S(I or O, G)とS(I or O, G*)は8人ずつ、他の戦略は2人ずつである。

第3シミュレーション結果 (Table 4, Figure 3)

すべてのレプリケーションはほぼ同様の結果となり、S(I, I*)とS(I & O, I & O*)の2戦略が社会の大多数を占めた。Table 4を見ると、第3シミュレーションでは予想どおり、内集団ひいき戦略と反内集団ひいき戦略が共存する結果となった。厳しい選別基準をもつS(I, I*)に対抗できたのは、同レベルの厳しい選別基準をもつS(I & O, I & O*)のみであった。第3シミュレーションの結果も、高木(1995)と質的に同じ結果になったといえる。このような結果になった原因は、S(I & O, I & O*)もS(I, I*)と同様、自分自身と同じ戦略にのみ資源を提供していたことにあると考えられる。S(I, I*)とS(I & O, I & O*)は、両者共に、自分たちと同じ戦略のみ

Table 4 第3シミュレーションの最終世代における戦略分布の平均

	S(I, I*)	S(I & O, I & O*)	その他
A 集団	50.70	39.90	9.40
B 集団	50.72	39.99	9.29

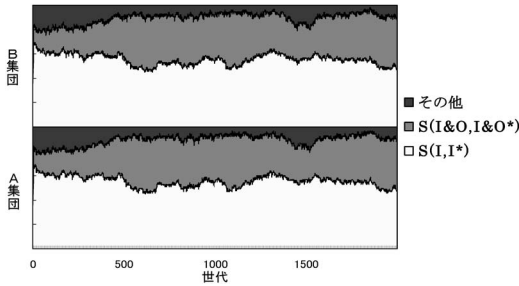


Figure 3 第3シミュレーションにおける各戦略の割合の時間的推移の一例

で資源を提供し合っており、これら以外の戦略はS(I & O, I & O*) もS(I, I*) のどちらかに資源を提供してしまっていた。

総合考察

本研究では内集団ひいき行動の適応的基盤を明らかにする目的で、一連の進化的シミュレーションを行った。第1シミュレーションでは、比較的寛容な選別基準をもつ戦略のみを導入した。その結果、特定の戦略が安定して進化するという結果は得られなかった。第2シミュレーションでは第1シミュレーションの戦略に加え、評判を再帰的に利用した厳しい選別基準をもつ戦略を導入した。その結果、評判を利用した選別基準をもつ内集団ひいき戦略であるS(I, I*) が社会の大多数を占めた。この結果は、厳しい内集団ひいき行動が適応的であったことを示している。第3シミュレーションではさらに、両集団の成員に必ず資源を提供する戦略である反内集団ひいき戦略を加えた。その結果、第3シミュレーションでは反内集団ひいき戦略であるS(I & O, I & O*) とS(I, I*) が共存する均衡状態が出現した。

第2シミュレーションにおいて、突然変異によって内集団ひいき以外の戦略が侵入してきてもS(I, I*) により駆逐されるため、他戦略の侵入可能性は内集団ひいき戦略の繁栄にとって、障害とならないことがわかった。高木(1995)に基づけば、厳しい内集団ひいき戦略は寛容な内集団ひいき戦略の侵入を許し、それがひいては普遍主義戦略やNonCoopの侵入を招くと予測されたのだが、なぜ本研究ではそれが起こらなかったのだろうか。その理由は、本研究で用いた選別基準が高木(1995)とは異なり、評判を再帰的に利用した選別基準であったことにあると考えられる。そのような選別基準によって、S(I, I*) は寛容な内集団ひいき戦略を採用する個体には資源提供せず、自分と同じ戦略を採用する個体間で資源交換の輪を作り出すことで、懸念された侵入を防ぐことができたと思われる。

これに対し、第3シミュレーションの結果は基本的に

高木(1995)を再現するものであった。第3シミュレーションにおいて繁栄した2つの戦略の選別基準は同程度に厳しいものであった。両戦略とも資源提供をする相手を選ぶ際に、非常に厳しく相手を選定し、結果的には自分と同じ戦略を採用する個体間で資源交換の輪を作り出していた。すなわちこれらは共に自分と同類個体のみ資源を提供する「仲間ひいき」戦略であり、両戦略はその意味において同じタイプであるとも言えるだろう。

内集団ひいき行動の成立要件に関する新たな知見

本研究の主目的は、内集団ひいき行動の適応的基盤を示すことにあったが、それはS(I, I*) が繁栄したことにより達成された。S(I, I*) は内集団成員のみに資源提供する内集団ひいき戦略であるが、内集団成員だからと言って誰にでも無条件に提供するわけではない。「内集団ひいき行動を取っている内集団成員にのみ資源を提供する」戦略である。しかし、S(I, I*) のもつ選別基準は非常に厳しく、それだけにとどまらない。S(I, I*) は「内集団ひいき行動を取っている個体に対して資源提供している内集団成員に対してのみ資源提供する」という要素をもっている戦略である。このことから、内集団ひいき行動が適応的となるためには、「内集団ひいきを行っていない戦略を排除すること」、「内集団ひいきをしていない人を許容する戦略を排除すること」の2点が必要であることが示されたと言える。この成立要件は、内集団ひいき行動が成立するためには、かなり厳しい行動制約を他者に強いる必要があることを示している。

社会心理学における一連の先行研究に対するインプリケーション

本研究は、過去の行動履歴が評判に結びつくことを前提とすれば、任意の集団ラベルが存在しただけで、集団の内部に限定された一般交換が自生する可能性があることを示している。さらに、いったん集団内一般交換が成立すると、外集団成員にも資源提供する個人やそもそも資源提供しない個人は、資源提供の輪から排除されてしまうことも、同時に明らかになった。よって、人々は自己の評判を高め集団内の相互作用から排除されないために内集団ひいき行動を行っていると考えられる。以上のように、本研究の結果は、集団協力ヒューリスティック仮説では解かれていない問題に対し、適応的視点からの解答を与えることができる。集団協力ヒューリスティックを備えていない個人は排除され、それを備えた個人は適応的となることが示唆されたからである。しかし同時に、集団協力ヒューリスティックを備えることが適応的となるためには、評判システムが必要なこと、さらに、集団協力ヒューリスティックを備えた個人が評判を利用して厳しく資源提供の相手を選別する必要があることも示唆された。

また本研究では、集団間の関係を考慮しなくても、内

小野田・高橋：内集団ひいき行動の適応的基盤

集団ひいき行動が生起しうることも示された。本シミュレーションでは、外集団と比較した内集団の優位性を高める行動は個人の利得に対して何の意味ももたない。それにもかかわらず、人々は集団内の相互作用に適応するため内集団ひいき行動を行った。このことは、社会的アイデンティティ理論がおく前提が内集団ひいき行動の生起に必ずしも必要ではないことを示している。

社会心理学以外の内集団ひいき行動の研究との関係

社会心理学以外の分野における内集団ひいき行動の適応的基盤を探った研究では集団淘汰 (group selection) を導入したもの (e.g., Bowles & Choi, 2004; Choi & Bowles, 2007; García & van den Bergh, 2011; Lehmann & Feldman, 2008) が主流である。集団淘汰とは、平均適応度が高い集団が繁栄し、低い集団が淘汰されていくことである。例えば、Bowles & Choi (Bowles & Choi, 2004; Choi & Bowles, 2007) は、外集団攻撃行動と共進化するかたちで内集団の公共財に対する貢献行動が進化する結果をシミュレーションで示している。García & van den Bergh (2011) においても、外集団攻撃行動と内集団ひいき行動が共進化するという、Bowles & Choi と同様の結果を示している。

これらの研究結果に共通しているのは、集団淘汰がなければ内集団ひいき行動は繁栄しない点である。集団淘汰を導入した場合、内集団の利益が外集団の利益よりも高いことが個人の利得に直接影響することになる。そのため、外集団と比較した内集団の優位性を広げるような行動、すなわち外集団攻撃行動と内集団ひいき行動の両方に人々は駆られることになるため、内集団ひいき行動が適応的となったのである。以上のように集団間関係から内集団ひいき行動の適応的基盤を説明するこれらの研究の理論的枠組みは、同様に集団間関係から内集団ひいき行動の生起を説明する社会的アイデンティティ理論と基本的に同質であると考えられる。よって本研究は、これらの研究の理論的枠組みに対して別の選択肢を提供することができる。

集団淘汰を導入した研究や社会的アイデンティティ理論が示す命題は、非常に悲観的なものである。これらの研究の立場に立つと、人々は外集団と比較した内集団の優位性を確立する動機づけを生得的にもつため、人種や民族など何らかの集団ラベルが存在する限り、人は内集団ひいき行動ばかりではなく外集団を貶める行動も行うと予測されるからである。すなわち、これらの差別行動は人類の宿命であることになる。本研究では、内集団の優位性に対する人々の動機やその根源となる集団淘汰は仮定せずに、相互作用への適応の観点から内集団ひいき行動が生起する可能性を示した。ここから上記のものは異なる命題を導き出すことができる。それは、内集団ひいき行動は集団ラベルが存在する状況で人々が相互作

用する際の副産物であり⁷⁾、人々の生得的な動機づけで差別行動が行われているわけではないということである。

本研究の問題点と後の展望

本研究が採用したギビング・ゲームは、一般交換を扱う多くの先行研究 (e.g., Nowak & Sigmund, 1998a, b; Ohtsuki & Iwasa, 2004; Takahashi & Mashima, 2006) が採用するギビング・ゲームとは異なっており、それは本研究の問題点のひとつといえる。本研究で使用されたギビング・ゲームの特徴としては、1 試行に複数人に資源提供できるという点、また自分が資源提供したい相手を選んで資源提供するという選択的プレイ状況 (Yamagishi & Hayashi, 1996) を想定している点が挙げられる。これに対し、多くの先行研究で使用されてきたギビング・ゲームでは、各試行1人の相手にしか資源提供の機会が与えられず、さらにその相手は社会の中からランダムに選ばれるというランダムマッチングプレイ状況を想定している。このランダムマッチングプレイと選択的プレイという想定状況の相違は理論的に重要な違いであると指摘されている (真島, 2010)。この問題は、本研究と先行研究との間の比較を困難にするとともに、どのような相互作用状況を想定した理論モデルを構築すべきなのかという根本的な問題に直結する。今後、この設定状況の違いが何を意味するのかについて、より詳細に検討する必要があるだろう。

引用文献

- Baker, J. (1987). Reducing bias and inefficiency in the selection algorithm. In J. Grefenstette (Ed.), *Proceedings of the 2nd international conference on genetic algorithms*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates Inc. pp. 14-21.
- Bernhard, H., Fehr, E., & Fischbacher, U. (2006). Group affiliation and altruistic norm enforcement. *The American Economic Review*, **96**, 217-221.
- Billig, M. & Tajfel, H. (1973). Social categorization and similarity in intergroup behaviour. *European Journal of Social Psychology*, **3**, 27-55.
- Bowles, S. & Choi, J. (2004). The co-evolution of love and hate. In P. Van Parijs (Ed.), *Cultural diversity versus economic solidarity: Is there a tension?: How must it be resolved*. De Boeck Université. pp. 81-97.
- Choi, J. & Bowles, S. (2007). The coevolution of

7) これを確かめるため、シミュレーション設定はそのままにした状態で、2つの集団ではなく、単一集団状況を想定したシミュレーションを行った。その場合においても、S(I, I*) と同様の要件をもつ戦略が集団内で一般交換を成立させることがわかっている。

- parochial altruism and war. *Science*, **318**, 636–640.
- Ekeh, P. (1974). *Social exchange theory: The two traditions*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- García, J. & van den Bergh, J. C. J. M. (2011). Evolution of parochial altruism by multilevel selection. *Evolution and Human Behavior*, **32**, 277–287.
- Grefenstette, J. (2000). Proportional selection and sampling algorithms. In T. Back, D. Fogel, & T. Michalewicz (Eds.), *Evolutionary computation 1: Basic algorithms and operators*. Institute of Physics Publishing, Bristol. pp. 172–180.
- Hewstone, M., Rubin, M., & Willis, H. (2002). Intergroup bias. *Annual Review of Psychology*, **53**, 575–605.
- 神 信人・山岸俊男 (1997). 社会的ジレンマにおける集団協力ヒューリスティクスの効果 社会心理学研究, **12**, 190–198.
- 神 信人・山岸俊男・清成透子 (1996). 双方向依存性と“最小条件集団パラダイム” 心理学研究, **67**, 77–83.
- 清成透子 (2002). 一般交換システムに対する期待と内集団ひいき—閉ざされた互酬性の期待に関する実験研究— 心理学研究, **73**, 1–9.
- Lehmann, L. & Feldman, M. (2008). War and the evolution of belligerence and bravery. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **275**, 2877–2885.
- Leimar, O. & Hammerstein, P. (2001). Evolution of cooperation through indirect reciprocity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **268**, 745–753.
- Levi-Strauss, C. (1949). *Les structures élémentaires de la parenté*. Paris: Presses Universitaires de France.
- 真島理恵 (2010). 利他行動を支えるしくみ—「情けは人のためならず」はいかにして成り立つか— ミネルヴァ書房
- Nowak, M. A. & Sigmund, K. (1998a). Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature*, **393**, 573–577.
- Nowak, M. A. & Sigmund, K. (1998b). The dynamics of indirect reciprocity. *Journal of Theoretical Biology*, **194**, 561–574.
- Ohtsuki, H. & Iwasa, Y. (2004). How should we define goodness?: reputation dynamics in indirect reciprocity. *Journal of Theoretical Biology*, **231**, 107–120.
- Sherif, M., Harvey, O. J., White, B. J., Hood, W. R., & Sherif, C. W. (1961). *Intergroup conflict and cooperation: The robbers cave experiment*. Norman, OK: University of Oklahoma Book Exchange.
- Tajfel, H. (1982). Social psychology of intergroup relations. *Annual Review of psychology*, **33**, 1–39.
- Tajfel, H. & Billig, M. (1974). Familiarity and categorization in intergroup behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, **10**, 159–170.
- Tajfel, H., Billig, M., Bundy, R., & Flament, C. (1971). Social categorization in intergroup behavior. *European Journal of Social Psychology*, **1**, 149–178.
- Tajfel, H. & Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. In W. G. Austin & S. Worchel (Eds.), *The psychology of intergroup relations*. Monterey: Nelson-Hall. pp. 33–47.
- 高木英至 (1995). 集団中心主義というパズル 埼玉大学紀要, **31**, 17–40.
- Takahashi, N. & Mashima, R. (2006). The importance of subjectivity in perceptual errors on the emergence of indirect reciprocity. *Journal of Theoretical Biology*, **243**, 418–436.
- Yamagishi, T. & Hayashi, N. (1996). Selective play: Social embeddedness of social dilemmas. In W. B. G. Liebrand & D. M. Messic (Eds.), *Frontiers in social dilemmas research*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 363–384.
- Yamagishi, T., Jin, N., & Kiyonari, T. (1999). Bounded generalized reciprocity: Ingroup boasting and ingroup favoritism. *Advances in Group Processes*, **16**, 161–197.
- Yamagishi, T. & Kiyonari, T. (2000). The group as the container of generalized reciprocity. *Social Psychology Quarterly*, **63**, 116–132.

(2012年12月12日受稿, 2013年4月26日受理)