

# エージェントの戦略行動が集団の排除現象に与える影響について

竹内 優美†, 前田 義信‡, 牧野秀夫\*

†新潟大学大学院自然科学研究科, ‡新潟大学工学部福祉人間工学科

\*新潟大学工学部情報工学科

Email: keke@gis.ie.niigata-u.ac.jp

## 要旨

いじめは教育現場で生徒間に起こる“全員一致の排除のための暴力”である。本研究では、生徒と生徒の相互作用の観点からいじめが浮上するという仮定に基づき、マルチエージェントシミュレーションの手法を用いていじめ問題を調べる。現在までに、いじめ問題の背景に存在する“集団の群集化(同質化)”と“異質性の排除(差異の再編)”をモデル化(初期モデル)し、シミュレーションを行ってきた。初期モデルではエージェントの行動は一律であり、エージェント間に個人差を設定しなかった。今回のモデルでは、相互作用の結果が次の行動にフィードバックする形で影響を与えるモデルとする。すなわち、実際はいじめ現象により近いモデルを作成するため、エージェントの相互作用に対する戦略を導入することでモデルの改善を図る。

## 1 はじめに

文部科学省「教育白書」平成12年度版によると、学校でのいじめの件数は1999年には約19,000件が主に中学校で起こっている。赤坂[1, 2]によると、いじめは“全員一致の排除のための暴力”としてとらえられる。いじめの被害者は最悪の場合には自殺に至ることもあるため、いじめ問題は早急に解決しなければならない。この観点から、国際的[3, 4]な調査や現場調査[5, 6, 7]で、いじめ防止のための具体的な取り組みがなされている。これらはすべて、いじめの本質や原因を集団の構成員に還元することでいじめ問題の解決、理解を促すものであるが、集団がどのような状態にあると“いじめ”なのか、その社会心理学的分野[8]においては、集団の構成員間における相互作用[9]に注目していじめ問題を調べることも必要である。

赤坂[1]によると、共同体の構成員が互いに模倣的に群集化をするとき、構成員間に生じていた差異[10]が消失し、構成員は皆似たような特性を有するようになる。差異が消失した共同体は不安定であり、共同体内部に偶然小さな差異をもつ構成員が出現すると、その構成員を排除すること(スケープゴート)によって共同体に差異が生まれ、秩序が安定に保たれるとされる。赤坂は、これこそがいじめであるとし、いじめ問題を差異の消失・再生の構造として捕らえた(図1)。このモデルは、いじめ問題を考える上で大変有効であるが、モデルが静的に記述されるため、群集化から特定の構成員のみを排除する差異化に至る過程のメカニズムは明らかでない。

相互作用を調べる工学的方法(複雑系の手法)にマル

チエージェントシミュレーション(以下、MAS)がある。MASは経済[11]、文化の流布[12]、流行現象[13]、市場[14, 15]の動特性を可視化できる点で有効であり、モデルのパラメータを恣意的に変化させることができるため、全体的な理解や予測にも使える。

本研究ではいじめの中でも特に群集化した集団において「他者との間で価値を共有できない、あるいは集団の中で共有の価値を見出すことができない孤立した存在」が集団からいじめを受ける候補になるとして、そのような孤立した存在がなぜ出現するのかをMASにより調べる。具体的には、赤坂のモデルを動的に構成するモデルを提案し、群集化から差異化に至る過程を明らかにする。

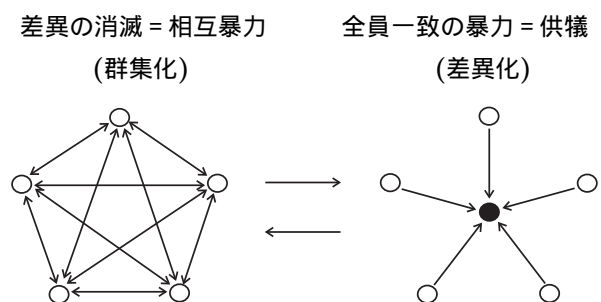


図1 赤坂のモデル[1]『いじめの場の生成・更新のプロセス』。○印: 構成員, ●印: いじめられる構成員

## 2 提案モデルの概要

本研究では赤坂の唱える「いじめの場の生成・更新」を動的に構成するモデルを提案し、群集化から差異化に至る過程を明らかにすることが目的である。このため、

共同体の構成員（以下，エージェント）に価値属性 [9] を考慮したMASを設計し，これを通していじめ生成のメカニズムを可視化する．

以下に述べる提案モデルはすべてにおいて形式モデルであり，各エージェントの特技，趣味，嗜好といった価値の特定の内容を考慮しない．さらに，提案モデルでは共同体の環境を変化させることで，共同体の振る舞いにどのような変化があるのかを観察する．つまり，エージェントの構成は変えずに共同体内に存在する価値の数を変化させることで，排除現象がどのように変化するかを観察する．

現在までに，いじめ問題の背景に存在する“集団の群集化（同質化）”と“異質性の排除（差異の再編）”をモデル化し，シミュレーションを行ってきた（初期モデル）．現実の共同体において，交友集団の構成員として各人がとりうる行動は無数にあるが，提案モデルでは大きく「同調行動」と「非同調行動」の2種類に分類した．

初期モデルにおいてエージェントは「同調行動」を代表し「模倣（相手を真似る行動）」と「会話（好意的に接する行動）」を，「非同調行動」を代表し「排除（相手を攻撃することで遠ざける行動）」と「譲歩（自分が別分野に価値を見出すことで相手から遠ざかる行動）」を行うものとした．3で初期モデルの構成について説明する．

今回提案するエージェントが戦略行動をとる改良モデルでは，自分以外のエージェントに対して警戒心を持って行動するというエージェントを加えた．すなわち，異なる戦略行動をとるエージェントが同じ共同体に同居した場合，エージェントの戦略の違いによって共同体の排除現象がどのように変化するか比較，検討した．改良モデルは4で説明する．

### 3 初期モデルの構成

#### 3.1 エージェントの設定

共同体内部にはID番号で識別された  $N$  人のエージェントが存在し， $V$  種類の価値の中から  $\nu$  種類 ( $\nu < V$ ) の価値をランダムに選択しているものとする．各エージェントが持ちうる最大選択価値数を  $\nu_{max}$  とし， $\nu_{max}$  以上の価値は所持できない．たとえば，エージェント  $i$  の  $\varphi$  番目の価値は  $v_{i,\varphi}$  と表す（以後，エージェントに対してはラテン文字  $i, j$  等，価値に対してはギリシャ文字  $\varphi, \psi$  等を用いる）．価値を選択しているとき，エージェント  $i$  が価値  $\varphi$  に対してどのくらい関心，執着があるか（以下，関心の強さ）を， $v_{i,\varphi}$  ( $1 \leq v_{i,\varphi} \leq 10$ ) とし，選択していないときは0とする．

$$v_{i,\varphi} = \begin{cases} k & (1 \leq k \leq 10, \text{選択しているとき}) \\ 0 & (\text{選択していないとき}) \end{cases} \quad (1)$$

ここで， $k$  は整数とする．

初期状態ではエージェントは一様乱数に従って価値を  $\nu_a$  種類選択しており，一様乱数に従って各価値に対する関心の強さを付与する．また，エージェントは相互作用を行う際，相手が「模倣」「会話」「排除」「譲歩」のうち，どのような手段で接してきたかを記憶し，自分が行動する際の参考とする．つまり，エージェントは他エージェントの行動をフィードバックとして自分が行動する際に用いる．詳しくは後述する．

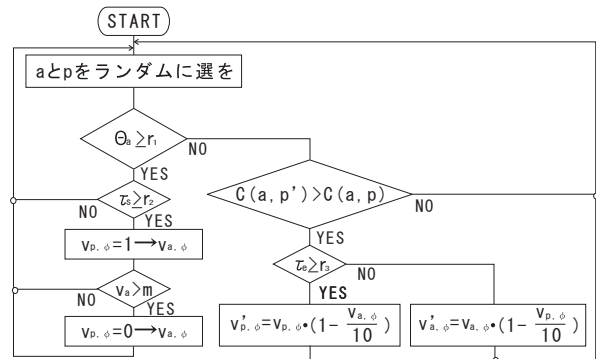


図2 初期モデルのフローチャート

#### 3.2 エージェントの行動ルール

$N$  人のエージェントから2人をランダムに選択し，一方を活動エージェント（IDを  $a$  で表す），もう一方を対象エージェント（IDを  $p$  で表す）とする．活動エージェント  $a$  は自分の持つ価値を対象エージェント  $p$  の持つ価値と比べ，同じ価値（以下，共有価値）を探す．共有価値が多いほど  $a$  と  $p$  は似ている．

活動エージェント  $a$  と対象エージェント  $p$  の共有価値数  $C(a, p)$  は，

$$U(y) = \begin{cases} 1 & (1 \leq y \leq 10) \\ 0 & (y < 1) \end{cases} \quad (2)$$

としたとき，

$$C(a, p) = C(p, a) = \sum_{\varphi=1}^V U(v_{a,\varphi}) \cdot U(v_{p,\varphi}) \quad (3)$$

で求められる．共有価値観数  $C(a, p)$  を活動エージェント  $a$  の選択価値数  $\nu_a$  で除したもの

$$\Theta_a = C(a, p) / \nu_a \quad (4)$$

を  $a$  の  $p$  に対する作用確率とする．

$[0, 1)$  の乱数  $r_1$ （擬似乱数）を発生させ， $\Theta_a \geq r_1$  を満たすとき，以下に示すように活動エージェント  $a$  は対象エージェント  $p$  に対して同調行動を行う．同調行動には「模倣」と「会話」があるが，ここで活動エージェント  $a$  は対象エージェント  $p$  がこれまで  $a$  に対して行って

きた「排除」の頻度  $f_e(p, a)$  と影響  $I_e(p, a)$  をフィードバックとし、閾値  $\tau_s$  によってどちらの行動をとるかを選択する。

$$\tau_s = \frac{I_e(a, p)}{f_e(a, p) \cdot \nu_{max}} \quad (5)$$

ここで、頻度  $f_e(p, a)$  とは  $p$  が  $a$  に行った排除行動の回数である。影響  $I_e(p, a)$  は、 $p$  が以前  $v_{a,\varphi}$  に対して排除行動を行ったとすると、“ $a$  の  $\varphi$  番目の価値に対する関心の強さが  $a$  の持つ価値の中で何番目に高いのか”に關係しており、排除行動 1 回につき  $I_e(p, a) \leq \nu_{max}$  をみたく。

逆に、 $\Theta_a \geq r_1$  を満たさない場合、活動エージェント  $a$  は対象エージェント  $p$  が自分とは異質であると判断する。同時に、 $a$  は  $p$  が「自分が属する共同体と異質であるか」を判断する。 $p$  との共有価値  $C(a, p)$  が、 $a$  が前回相互作用した  $p'$  との共有価値  $C(a, p')$  より少なければ  $a$  は  $p$  を異質であると判断し、 $p$  に対して非同調行動を行う。非同調行動には「排除」と「譲歩」があるが、ここで活動エージェント  $a$  は対象エージェント  $p$  がこれまで  $a$  に対して行ってきた「模倣」の頻度  $f_s(p, a)$  と影響  $I_s(p, a)$  をフィードバックとし、閾値  $\tau_e$  によってどちらの行動をとるかを選択する。

$$\tau_e = \frac{I_s(p, a)}{f_s(p, a) \cdot \nu_{max}} \quad (6)$$

ここで、頻度  $f_s(p, a)$  とは  $p$  が  $a$  に行った模倣行動の回数である。影響  $I_s(p, a)$  は、 $p$  が以前  $v_{a,\varphi}$  に対して模倣行動を行ったとすると、“ $a$  の  $\varphi$  番目の価値に対する関心の強さが  $a$  の持つ価値の中で何番目に高いのか”に關係しており、模倣行動 1 回につき  $I_s(p, a) \leq \nu_{max}$  をみたく。

初期モデルのフローチャートを図 2 に示す。

### 3.2.1 同調行動

〔模倣行動〕  $[0, 1)$  の乱数  $r_2$  (擬似乱数) を発生させ、 $\tau_s \geq r_2$  を満たすとき、模倣行動を行う。 $p$  だけが持つ価値がある場合、 $a$  は一つの価値  $\varphi$  をランダムに選択し、 $v_{a,\varphi} = k (1 \leq k \leq 10)$  に置き換える。この操作によって  $a$  が所持する価値数  $\nu_a$  が  $\nu_a > \nu_{max}$  を満たすとき、 $a$  だけが持つ価値が存在するならば、一つの価値  $\psi$  をランダムに選択し ( $\psi \neq \varphi$ )、 $v_{a,\psi} = 0$  に置き換える。すなわち、活動エージェント  $a$  は対象エージェント  $p$  が所持する価値の一つを選択し、対象エージェント  $p$  が所持していない価値の一つ捨てることによって、活動エージェントの選択価値数  $\nu_a$  が  $\nu_{max}$  を超えないようにする。

このとき、対象エージェント  $p$  は活動エージェント  $a$  が行った模倣行動の頻度  $f_s(a, p)$  と影響  $I_s(a, p)$  を記憶する。影響は、 $p$  が所持する価値に対する関心の強さ

$v_{p,\varphi}$  に依存し、関心の強い価値を  $a$  が模倣すると、それだけ  $p$  に与える影響が大きい。

〔会話行動〕  $[0, 1)$  の乱数  $r_2$  (擬似乱数) を発生させ、 $\tau_e < r_2$  を満たすとき、会話行動を行う。対象エージェント  $p$  は活動エージェント  $a$  が自分に接触してきたということだけを記憶する。すなわち、双方の価値に変化はないが  $a$  が相互作用をしたことを  $p$  が記憶する。

### 3.2.2 非同調行動

〔排除行動〕  $[0, 1)$  の乱数  $r_3$  (擬似乱数) を発生させ、 $\tau_e \geq r_3$  を満たすとき、排除行動を行う。 $a$  と  $p$  の共有価値がある場合、 $a$  は共有価値の中で  $a$  の関心の強さが一番大きい価値  $\varphi$  を選択し、 $p$  の価値  $v_{p,\varphi}$  を強制的に削除しようとする。このとき、 $p$  は関心の強さ  $v_{p,\varphi}$  の値の大きさによって削除されないように抵抗し、変化後の価値  $v'_{p,\varphi}$  は

$$v'_{p,\varphi} = v_{p,\varphi} \cdot \left(1 - \frac{v_{a,\varphi}}{10}\right) \quad (7)$$

と表す。ここで、 $v'_{p,\varphi}$  は整数とし、少数以下は切捨て、 $v'_{p,\varphi} < 1$  のときは 0 とする。

このとき、対象エージェント  $p$  は活動エージェント  $a$  が行った排除行動の頻度と影響を記憶する。影響は、 $p$  が所持する価値に対する関心の強さ  $v_{p,\varphi}$  に依存し、関心の強い価値を  $a$  が削除すると、それだけ  $p$  に与える影響が大きい。

削除された  $p$  の価値は、価値そのものが剥奪されるのではなく、 $p$  が  $\varphi$  番目の価値による連帯感を集団の中で持つことが許されなくなったことを意味する。よって、同調行動で再び価値  $\varphi$  を選択することが可能である。

〔譲歩行動〕  $[0, 1)$  の乱数  $r_3$  (擬似乱数) を発生させ、 $\tau_e < r_3$  を満たすとき、譲歩行動を行う。 $a$  と  $p$  の共有価値がある場合、 $a$  は共有価値の中で  $p$  の関心の強さが一番大きい価値  $\varphi$  を選択し、 $a$  の価値  $v_{a,\varphi}$  を削除し、別の価値  $\psi$  を増やそうとする。このとき、 $a$  は関心の強さ  $v_{a,\varphi}$  の値の大きさによって極力減らないように抵抗し、変化後の価値  $v'_{a,\varphi}$  は

$$v'_{a,\varphi} = v_{a,\varphi} \cdot \left(1 - \frac{v_{p,\varphi}}{10}\right) \quad (8)$$

と表す。ここで、 $v'_{a,\varphi}$  は整数とし、少数以下は切捨て、 $v'_{a,\varphi} < 1$  のときは 0 とする。 $v'_{a,\varphi} = 0$  となった場合は、別の価値  $\psi$  を選択し、関心の強さは  $1 \leq v_{a,\psi} \leq 5$  からランダムに設定する。

### 3.3 シミュレーション結果

シミュレーションは選ばれた活動エージェント  $a$  と対象エージェント  $p$  が相互作用を終えるまでを 1 ステップとし、すべてのエージェントがこれ以上相互作用を行う余地がなくなった場合を収束とする。

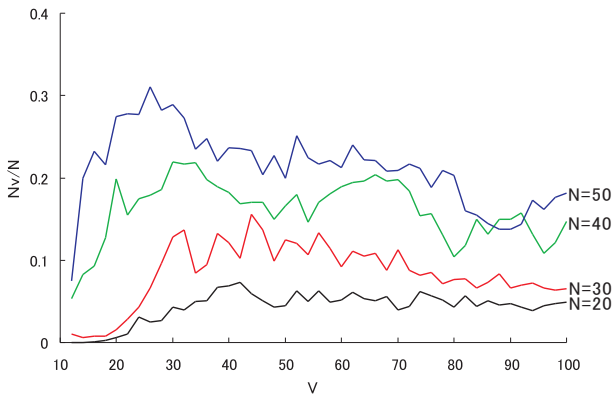


図3 潜在的被害者数の割合  $N_v/N$

収束後に価値を完全に共有するエージェントの集団を一つのグループとし、他の誰とも価値を共有しないエージェントを潜在的被害者 (potential victim) [4] と呼ぶ。潜在的被害者とは、表面的にはいじめとはわからないような行為 (無視をされるなど) を受けているものから、直接的な暴力を受けたり自殺にいたるなど深刻なものですべて含め、「現在いじめを受けている、または次にいじめられる可能性が非常に高い者」を指すものとする。シミュレーションは各  $V$  に対して 50 回行い、潜在的被害者数の平均  $N_v$  を調査した。各エージェントが選択可能な最大選択価値数  $\nu_{max} = 10$  に固定し、全価値数  $V$  を 12 から 100 まで 2 ずつ、エージェント数  $N$  を 20 から 50 まで 10 ずつ変化させた。

結果を図 3 に示す。横軸  $V$  の値が大きいつきは各エージェントが多様な価値を選択できることを意味し、逆に小さいときは価値の選択肢が限られていることを表す。潜在的被害者の割合は横軸に対して非単調に変化した。  $N$  の値が大きいつきには特に  $20 < V < 30$  の範囲で最大値が出現した (図 3,  $N = 50$ )。このとき約 3 割のエージェントが潜在的被害者となっている。

#### 4 改良モデルの構成

改良モデルでは、行動を起こす際に過去の経験をもとに対象エージェント  $p$  を選ぶ戦略をとる「警戒心の強いエージェント」を導入する。以下、初期モデルと同じ設定のエージェントを「通常エージェント ( $i$  で表す)」、警戒心の強いエージェントを「警戒エージェント ( $i^*$  で表す)」とする。

初期モデルでは、 $N$  人のエージェントから活動エージェント  $a$  と対象エージェント  $p$  をランダムに選択し、 $a$  は選ばれた  $p$  に対して必ず「同調または非同調行動」を起こすように設定していた (条件を満たさず “何もしない” 場合は除く)。しかし、警戒エージェントが活動

エージェント  $a^*$  として選択された場合、同時に選ばれた対象エージェント  $p$  に対して行動を起こすかどうかの判定を行う。

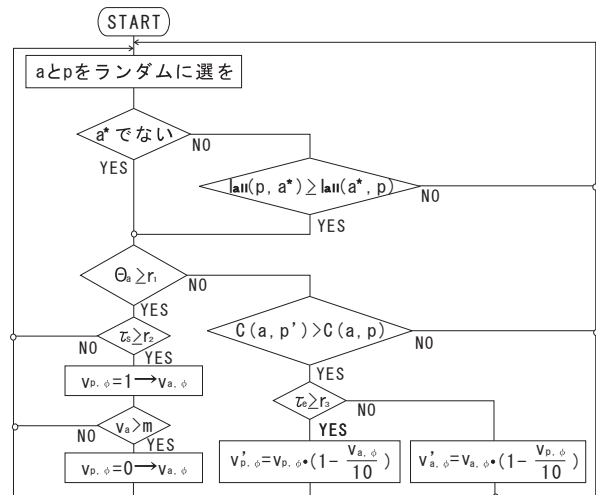


図4 改良モデルのフローチャート

#### 4.1 警戒エージェントの行動ルール

活動エージェント  $a^*$  は対象エージェント  $p$  がこれまで自分に対して行ってきた「模倣」「会話」「排除」「譲歩」すべての回数  $I_{all}(p, a^*)$  (以下、相互作用の回数) が、 $a^*$  が  $p$  に対して行った相互作用の回数より多い場合のみ、この  $p$  に対して行動を起こす。

$$\text{If } I_{all}(p, a^*) \geq I_{all}(a^*, p) \text{ then Action (9)}$$

つまりこの場合、 $a^*$  は「 $p$  は自分にあまり接触してこない」、すなわち「 $p$  は自分を警戒しているかもしれない、または  $p$  は自分と親しくない」と判断し、別の対象エージェント  $p$  をランダムに選択しなおす。共同体における警戒エージェントの人数を  $N_S$ 、対象エージェントを選択しなおせる回数は  $S^*$  とする。図 4 にフローチャートを示す。

警戒エージェントは相互作用する相手がある程度選ぶことができるため、共有価値数の多い相手と優先的に作用する確率が高いと予想できる。そのため、警戒エージェントは潜在的被害者になる可能性が低くると予想される。

#### 4.2 シミュレーション結果

シミュレーションは各  $V$  に対して 50 回行い、潜在的被害者数の平均  $N_v$  を調査した。各エージェントが選択可能な最大選択価値数  $\nu_{max}$  を 10 に、エージェント数  $N$  を 20 に固定し、全価値数  $V$  を 12 から 100 まで 2 ずつ変化させた。警戒エージェントの人数  $N_S$  が全エージェント数  $N$  に占める割合を  $R_S$  とした。

図 5 は  $S^* = 1$  のとき、共同体における警戒エージェントの割合  $R_S$  を変化させたものである。 $R_S = 0.4$  (通

常エージェント 12, 警戒エージェント 8) の場合, 潜在的被害者数をもっとも多くなった. これは初期モデルでの結果の約 15 倍である.

また, 表 1 より潜在的被害者のほとんどを警戒エージェントが占める結果となった.

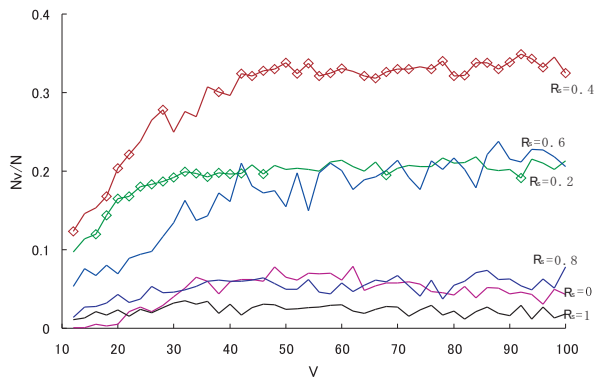


図 5 潜在的被害者数の割合  $N_v/N$

表 1 潜在的被害者の中に占める警戒エージェントの割合

$R_S$	割合
0.2	0.95
0.4	0.99
0.6	0.99
0.8	1

## 5 考察

図 5 より,  $R_S = 0.4$  のとき, 潜在的被害者数が最も多いことがわかった. ここから, 警戒エージェントが適度な人数のとき, 共同体の排除現象が顕著に現れるといえる. また, 通常エージェントと警戒エージェントを同じ共同体に同居させることで, 排除の可能性が高まるといえる.

さらに表 1 から, 当初の予想に反し潜在的被害者はほとんどが警戒エージェントであった. ここから, 個々のエージェントが行う「排除行動」は, シミュレーションが収束するまで分散して行われるのではなく, 開始直後に集中して行われているのではないかと考えられる. なぜなら, 警戒エージェントは過去の相互作用の回数をもとに対象エージェント  $p$  を選びなおしているため, 開始直後だと通常エージェントに比べ極端に相互作用する可能性が低いと考えられるからである. 行動を起こさない間に通常エージェントが模倣を行い, 警戒エージェントが行動を起こし始めるころにはすでに共有価値が減少した状態であると考えられる. これらのことから, 潜在的

被害者になりうる条件として, 「その共同体で弱い立場になりやすい戦略を持つ」ということがあげられる. 今回提案した改良モデルの共同体では「警戒心が強い=相手を選ぶ」という戦略が結果的にエージェントを弱い立場に追いやってしまったと言える.

しかし, 「警戒エージェントであるから排除される」というわけではない. 図 6 より警戒エージェントの中で潜在的被害者になったエージェントの割合は, 警戒エージェントが増えるにつれて減少している. すなわち, 警戒エージェントがすべて排除されるわけではなく, 排除されない警戒エージェントも存在する. また, 排除されやすいと思われる警戒エージェントが共同体に存在し, まだ排除されていない警戒エージェントが残っているにもかかわらず, 排除され潜在的被害者に陥った通常エージェントも存在していることが, 表 1 からわかる. 具体的には図 5 の 印部で上記の現象が起こった. 共同体全体で潜在的被害者が増える  $R_S = 0.4$  のときには, 排除されるエージェントに通常エージェントが含まれる場合が多く見られる. よって, 戦略の違い以外にも潜在的被害者になりうる条件があると考えられる.

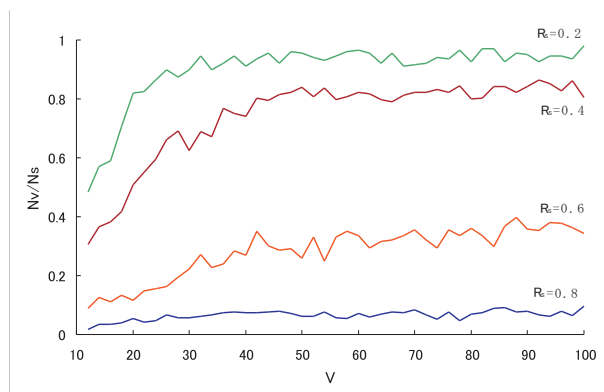


図 6 警戒エージェントのうち潜在的被害者になったものの割合

## 6 まとめ

本研究では赤坂 [1] のモデル (図 1) を動的に構成するモデルを提案し, エージェントが戦略行動をとることで全体の排除現象にどのような変化が見られるかを観察した. 集団に警戒エージェントを加えることで, 潜在的被害者となる者に偏りがみられ, 警戒エージェントの占める割合によって潜在的被害者数にも変化が観察された.

## 参考文献

- [1] 赤坂憲雄, “排除の現象学,” pp.19-79, 筑摩書房, 1995

- [2] 赤坂憲雄, “異人論序説,” 筑摩書房, 1992
- [3] 森田洋司, “いじめの国際比較研究 – 日本・イギリス・オランダ・ノルウェーの調査分析,” 金子書房, 2001
- [4] P. K. Smith and Y. Morita, “The nature of school bullying – A cross-national perspective,” Routledge, 1999
- [5] 楠 凡之, “いじめと児童虐待の臨床教育学,” pp.4-80, ミネルヴァ書房, 2002
- [6] 宮川俊彦, “このままじゃ生きジゴク – 子どもたちはなぜ死を選ぶのか,” 角川書店, 1996
- [7] 高岡 健, “学校の崩壊 – 学校という<異空間>の病理,” 批評社, 2002
- [8] 内藤朝雄, “いじめの社会理論–その生態学的秩序の生成と解体,” 柏書房, 2001
- [9] 前田義信, 今井博英, “群集化交友集団のいじめに関するエージェントベースモデル,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J88-A, no.6, pp.722-729, 2005
- [10] 石井洋二郎, “差異と欲望 – プルデュー『ディスタンクシオン』を読む,” pp.181-239, 藤原書店, 1993
- [11] A. Yasutomi, “The emergence and collapse of money,” Physica D 82, pp.180-194, 1995
- [12] R. Axelrod, “The dissemination of culture: A model with local convergence and global polarization,” J. Conflict Resolution, vol.41, pp.203-226, 1997
- [13] 河根拓文, 村重淳, 合原一幸, “2次元しきい値分布を利用した流行現象の数値モデルとその解析,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J83-A, no.3, pp.284-293, 2000
- [14] 陳 暁栄, 時永祥三, “共振化GPを用いたマルチエージェントシステムの構成とその人工市場分析への応用,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J86-A, no.10, pp.1038-1048, 2003
- [15] 柴田淳子, 奥原浩之, 片桐英樹, 坂和正和, “人工株式市場における取引者が利用する情報の不確かさの相違が取引に与える影響,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J86-A, no.12, pp.1464-1471, 2003