

## 学級のいじめ問題を題材とする 工学的シミュレーションとその考察

田中 恵海<sup>†1</sup> 高橋 謙輔<sup>†1</sup>  
鳥海 不二夫<sup>†2</sup> 菅原 俊治<sup>†1</sup>

本研究では、日本の中学校の一学級を対象とし、教師のいじめ対策行動の効果を検討するためのエージェントシミュレーションモデルを、ソシオン理論とハイダーの認知的均衡理論に基づいて作成し、教師のいじめ対策行動の効果を検討した。いじめは昨今の学級形成の重要な問題となっているが、その対策は十分確立できていない。教師による学級内のいじめ対策方法を確立するためにはその効果を確認する必要があるが、そのためには長期にわたる観測を行う必要があるため、難しい。本研究では、教師および生徒をエージェントとし、エージェント間の対人関係形成の変異をコンピュータによるエージェントシミュレーションで再現し、その効果を推定する。本研究では対策行動として「班行動、出席停止、予防活動」の3つをモデル化し、それぞれに対していじめ被害者および加害者の割合、全生徒間の好感度平均、教師に対する全生徒の好感度平均から各いじめ対策行動の効果と影響を検討した。本実験から、学級におけるいじめ対策行動として最も適切である学級運営手法は「予防活動」であるとの示唆を得た。

### Technological Simulation for the Interpersonal Relationships in a Classroom and Its Consideration

MEGUMI TANAKA,<sup>†1</sup> KENSUKE TAKAHASHI,<sup>†1</sup>  
FUJIO TORIUMI<sup>†2</sup> and TOSHIHARU SUGAWARA<sup>†1</sup>

We investigated the effect of a number of anti-bullying methods by teachers using the multi-agent simulation. Although bullying is a serious problem in school nowadays, the effective anti-bullying method is not established well. In addition, it requires the long-term observation to evaluate the effect of anti-bullying measures, so this is hardly possible. In this paper, we assumed a teacher and a student as agents and their inter-personal relationships are modelled according to the socion theory and Heider's balance theory. Then we observed the effects of a number of anti-bullying methods on the inter-personal

relationships using our multi-agent simulation. We implemented three anti-bullying methods: group activities, suspension from school, prevention activity, and examined their influences on the relationships with each anti-bullying method. Our experiment suggested that prevention activity is the most effective method to avoid bullying at school.

#### 1. はじめに

昨今の学級形成における大きな問題の1つとして、「いじめ」による学級崩壊があげられる。いじめ問題は昔から存在しており、文部科学省の発表によると平成15年では全国の公立中学校10,358校のうち、38%の3,934校でいじめの発生が確認されている<sup>1)</sup>。今日までいじめによる自殺は後を絶たず、2006年11月6日には文部科学大臣のもとに自殺予告の手紙が届いて社会問題になったことから、今やいじめ問題は学級形成における深刻な問題であるといえる。いじめ問題への対策方法として様々な教育的手法が考案されているが、絶対的な解決方法はいまだに確立できておらず、学級からいじめはなくなっていない。教師による学級内のいじめ対策方法を確立するためには、そのいじめ対策行動がいじめ問題に与える影響を確認する必要がある。しかし、実際の教育現場にてあるいじめ対策方法の有効性を確認するには長期にわたる観測を行う必要があるため、そのいじめ対策方法の効果を検証することは難しい。

そこで本研究では、ソシオン理論とハイダーの認知的均衡理論を用いて学級内の対人間の心理変化を表現したマルチエージェントシミュレーションを構築し、教室内の対人関係の推移を考察した。なぜなら、本研究では扱う子供の人数が多いため現象が複雑になっている。そのため、前述の2つの理論を適用した際の全体の傾向を数学的に簡単に判断し、教師による学級のコントロールを表現するためにマルチエージェントモデルを用いて、学級内の対人間の心理変化を表現した。ソシオン理論とハイダーの認知的均衡理論を用いた本マルチエージェントモデルによって、複数のエージェントに対して「班行動、出席停止、予防活動」の3種類の対策行動が及ぼす効果の傾向を探ることが本研究の目的である。これらの対策は学

<sup>†1</sup> 早稲田大学大学院基幹理工学研究科情報理工専攻

Computer Science and Engineering, Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

<sup>†2</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Science, Nagoya University

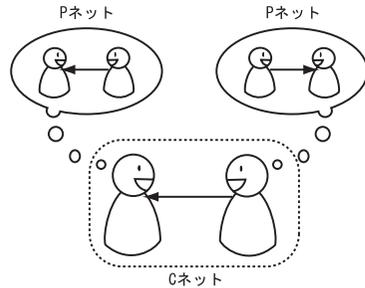


図1 C ネットと P ネットの概念  
Fig.1 Concept of Cnet and Pnet.

級運営で推奨されているものや、文部科学省や教育再生会議からの指針に基づいたものである。

学級形成におけるいじめ問題をマルチエージェントシステムで再現した研究は、赤坂憲雄氏による静的な「いじめの場の生成・更新」の理論<sup>7)</sup>を動的にモデル化したマルチエージェントシミュレーションモデル<sup>8)</sup>が存在する。また、ハイダーの認知的均衡理論を用いてモデル化した研究<sup>9)</sup>や、ハイダーの認知的均衡理論およびソシオン理論を用いてモデル化した研究<sup>10)</sup>が存在する。本研究では文献 9), 10) を拡張し、エージェントの影響力を変動させ、エージェント間の好感度変化量の算出方法を変更することによって、モデルをよりきめ細かく分類した。また、最近の指針に基づく 3 種類の教師対策行動をモデル化し、同一環境下における各対策行動が学級内の人間関係の形成に及ぼす効果の傾向を探れるようにした。

## 2. ソシオン理論と影響力

### 2.1 ソシオン理論の概念

ソシオン理論とは、人物間の他人に対する感情の変化を社会心理学的視点から表現した理論である。ソシオン理論では「人間は対人関係において、実際の間人関係を別に頭の中に独自の人間関係のネットワークを構築して他者間の人間関係を想像する」と表現している。この実際の間人関係を C ネットと呼び、各自が頭の中で独自に想像した人間関係を P ネットと呼ぶ(図 1)。本研究では C ネットは 1 つだけ存在し、すべてのエージェントは互いに独立した P ネットを 1 つずつ所持する。

### 2.2 好感度

好感度とは、すべてのエージェントが自分以外のすべてのエージェントおよび「イシュー」

に対して持つパラメータであり、各エージェントが対象に対していただいている好感の度合いを数値化したものである。「イシュー」とは、スポーツやテレビ番組等の非エージェントである話題対象候補の 1 つのことと定義する。C ネットおよび P ネットのノードはエージェントまたはイシューであり、それぞれの好感度を重み付きの有向グラフとして表す。なお、有向グラフの起点はつねにエージェントであり、好感度の範囲は  $-1$  以上  $1$  以下とする。好感度の変化方法の詳細は 3.2 節で述べる。

### 2.3 対人関係ネットワーク

提案モデルでは学級内の対人関係を「友人」と「排斥」の 2 つに着目し、エージェント間の友人リンクと排斥リンクから構成された「対人関係ネットワーク」で対人関係を表現する。

エージェントの集合を  $A = \{a_0, \dots, a_m\}$  とする。あるエージェント  $a_i$  はあるエージェント  $a_j$  ( $j \neq i$ ) に対して、C ネットの好感度  $l_{ij}$  の値が以下の条件を満たすとき、友人リンクまたは排斥リンクのどちらかのリンクを張る。

- $a_i$  が  $a_j$  に対する好感度  $l_{ij}$  の値が友人閾値より大きいとき、 $a_i$  は  $a_j$  に対して友人リンクを張る。
- $a_i$  が  $a_j$  に対する好感度  $l_{ij}$  の値が排斥閾値より小さいとき、 $a_i$  は  $a_j$  に対して排斥リンクを張る。

友人リンクおよび排斥リンクは一方的に張られるものであり、 $a_i$  から  $a_j$  に対する友人リンクと  $a_j$  から  $a_i$  に対する友人リンクは独立している。

また、対人関係ネットワークにおいて、後述するいじめ発生の条件を満たしているとき、エージェント  $a_i$  は条件を満たした相手であるエージェント  $a_u$  にいじめリンクを張る。このとき、いじめリンクによって構成されるネットワークを「いじめ関係ネットワーク」とし、 $a_i$  をいじめ加害者、 $a_u$  をいじめ被害者とする。いじめの判定に用いる条件は 4.1 節で論じる。

現実世界の学級において、教師は生徒間のいじめによる対人関係を正確に把握しているとは限らない。そこで、提案モデルでは教師は自分の P ネットをもとに独自の対人関係ネットワークおよびいじめ関係ネットワークを構成し、いじめ対策行動に用いる(図 2)。なお、 $a_i$  の P ネットにおける  $a_j$  から  $a_k$  への好感度を  $l_{jk}^{P_i}$  と表す。 $\forall k \neq i$  に対して、 $l_{ik}^{P_i} = l_{ik}$  である。

### 2.4 影響力

実世界の対人関係において、人間間の影響力の違いは対人関係の形成やコミュニケーションに影響を与えると考えられる。本研究では、先行研究<sup>10)</sup>と同様に、すべてのエージェン

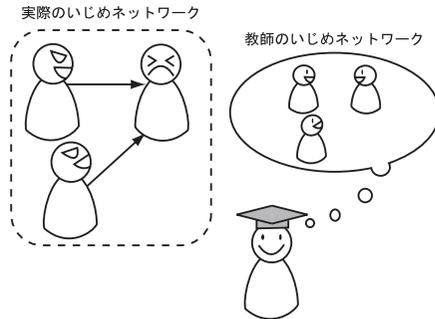


図 2 教師の対人関係ネットワークおよびいじめ関係ネットワーク  
Fig. 2 Inter-personal relationship and bullying relationship.

トに影響力のパラメータを持たせる．あるエージェント  $a_i$  の影響力の強さを  $F_i$  とし，範囲を

$$0 \leq F_i \leq 1 \quad (1)$$

とし，コミュニケーションや好感度の変化に用いる．

影響力の変化 人間関係を社会科学的に測定する社会測定法であるソシオメトリでは，子どもの社会的対立指数やその他人間関係を表す数値は，変動することが真実であるとしている<sup>5)</sup>．そのため，本研究ではエージェント間の社会的地位を影響力で表現し，既存の研究<sup>9)</sup>では変化していなかった影響力をシミュレーションの過程で変動させた．

ソシオメトリでは，生徒間の社会的地位を選択，排斥の関係から表現している<sup>5)</sup>．そこで，提案モデルではいじめ関係に着目し，生徒の影響力を，その生徒のいじめリンク数と被いじめリンク数の差の変化量から判断する．

あるエージェント  $a_i$  ( $i \neq 0$ ) が張るいじめリンクの総数を  $R_i$ ，張られているいじめリンクの総数を  $RD_i$  とすると， $a_i$  の影響力変化量  $\Delta F_i$  を次式によって算出する．

$$\Delta F_i = \lambda(S - S') \quad (2)$$

$$S = R_i - RD_i \quad (3)$$

ここで， $S'$  は前回算出した  $S$  の値であり， $\lambda$  は重みを表す定数である．なお，提案モデルでは教師はいじめに加担しないと仮定する．そのため，教師の影響力は実際の対人関係ネットワークにおける，被友人リンク数と被排斥リンク数の差の変化量によって算出する．

### 3. コミュニケーション

#### 3.1 会話相手，話題対象の選択方法

##### 3.1.1 概要

学級内の対人関係は，会話によるコミュニケーションによって構成されると考えられる．提案モデルでは，コミュニケーションを「エージェント同士の会話による情報の相互伝達」と定義する．あるエージェントから見て，コミュニケーションの対象となるエージェントを「会話相手」と呼ぶ．また，エージェント間のコミュニケーションによって伝達される情報を「話題」と呼び，伝達される話題を「話題対象」と呼ぶ．以下では  $a_0$  は教師を， $a_i$  ( $1 \leq i \leq m$ ) は生徒を意味する．

##### 3.1.2 会話相手の選択方法

実世界の学級における対人関係において，生徒は自分と親しい人間を会話相手として選択する傾向があり，また，自分と比較して相対的に影響力が低い人間を会話相手に選択する傾向もあると推測される<sup>10)</sup>．したがって，提案モデルでは各エージェントは自分以外のすべてのエージェント  $m$  人に対して，自分の P ネット内の好感度と影響力の値からルーレット選択で 1 人のエージェントを選択して会話相手とする．つまり， $a_i$  が  $a_j$  ( $j \neq i$ ) を選択する確率  $q_i(j)$  を次式で求める．

$$q_i(j) = \frac{h'(i, j)}{\sum_{k=0}^m h'(i, k)} \quad (k \neq i) \quad (4)$$

$$h(i, j) = \alpha l_{ij}^{p_i} + \beta l_{ij}^{p_i} (1 - (F_i - F_j)) + \gamma (F_i - F_j) \quad (5)$$

ここで， $h'(i, j)$  は  $h(i, j)$  を合計が 1 になるように正規化した値である．また， $\alpha, \beta, \gamma$  は重みを表す定数であり，範囲は  $[0, 1]$  である．この式は， $a_i$  が会話相手を選択するにあたり，上記の 2 つの傾向のほかに， $a_i$  より影響力の高い  $a_j$  において， $a_j$  の影響力が高いほど， $a_j$  から  $a_i$  に対する好感度  $l_{ji}^{p_i}$  の影響を受ける，という特徴を持っている．

##### 3.1.3 話題対象の選択

人間は会話の際，対象物の好き嫌いにかかわらず興味の強い物事を話題にする傾向があると考えられる．したがって，提案モデルではすべてのエージェントは自分と会話相手以外のすべてのエージェント  $m - 1$  人および  $n$  個の 이슈ーに対して，好感度の絶対値の総和に対する割合のルーレット選択で 1 つの話題対象を選択する．ここで，話題対象の集合を

$\{S_x: 0 \leq x \leq m+n\} (\exists S_i = a_i (0 \leq i \leq m))$  とする. エージェント  $a_i$  がエージェント  $a_j$  ( $j \neq i$ ) とコミュニケーションを行う際にある対象  $s_x$  ( $x \neq i, j$ ) を選択する確率  $r_i(x)$  は, 式 (6) で求める.

$$r_i(x) = \frac{|l_{ix}^{p_i}|}{m+n} \quad (k \neq i, j) \quad (6)$$

$$\sum_{k=0} |l_{ik}^{p_i}|$$

ただし,  $l_{ik}^{p_i}$  ( $k \geq m+1$ ) は,  $k = m+l$  のときの  $a_i$  の  $l$  番目の 이슈ーの好感度とする.

### 3.2 好感度の変化

#### 3.2.1 好感度の変化の概要

エージェント  $a_i$  から会話相手のエージェント  $a_u$  と話題対象  $s_x$  に対する好感度の変化量  $\frac{dl_{iu}}{dt}$  および  $\frac{dl_{ix}}{dt}$  は, ハイダーの認知的均衡定理を拡張した「間接変化」と「直接変化」の2種類の方法によって式 (7), (8) で算出する<sup>10)</sup>.

$$\frac{dl_{iu}}{dt} = \Delta l_{iu,1}^{p_i} + \Delta l_{iu,2}^{p_i} \quad (7)$$

$$\frac{dl_{ix}}{dt} = \Delta l_{ix,1}^{p_i} \quad (8)$$

なお  $\Delta l_{iu,1}^{p_i}$ ,  $\Delta l_{ix,1}^{p_i}$  は間接変化で算出されたそれぞれの好感度変化量であり,  $\Delta l_{iu,2}^{p_i}$  は直接変化で選択された好感度変化量である. 間接変化は, 実世界の対人間の会話で, 自分と会話相手から話題に対する印象の差異によって会話相手への印象を変化させる現象を表す. 直接変化は, 実世界の対人間の会話で, 自分と会話相手の, 互いに対する好感度の違いから生じる会話相手への印象の変化を表す.

#### 3.2.2 間接変化

提案モデルでは, 自分から話題対象に対する好感度  $IX$ , 会話相手から話題対象に対する好感度  $UX$ , 自分から会話相手に対する好感度  $IU$  の3つの心情関係によるハイダーの認知的均衡定理によって間接変化の好感度変化量を算出する.

ハイダーの認知的均衡定理 ハイダーの認知的均衡定理では, 三者間の対人関係を正負の符号によるバランスで表現している. 本研究ではハイダーの認知的均衡定理を拡張し, 2人のエージェントと1つの話題対象における関係の変化に用いる. コミュニケーションを行うエージェント  $a_i$  を  $I$ ,  $a_i$  の会話相手となるエージェント  $a_u$  を  $U$ , 話題対象  $s_x$  を  $X$  と記し,  $I$  から  $U$  に対する好感度を  $IU$  などと記す. このとき,  $IU, UX, IX$  の好感度の積の

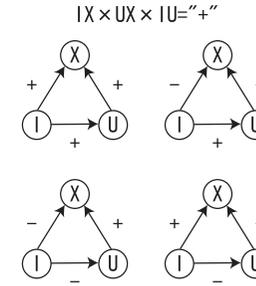


図3 均衡状態の例  
Fig. 3 Examples of balanced condition.

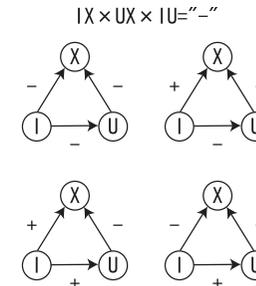


図4 不均衡状態の例  
Fig. 4 Examples of imbalanced condition.

符号が正であれば均衡状態, 負であれば不均衡状態という. 3つの心情関係の組合せは図3と図4の計8パターンに分けられる.

本研究では3つの心情関係の組合せが均衡状態である場合はエージェントは現在の関係を維持しようし, 不均衡状態の場合は均衡状態に近づけようとする.

話題対象が 이슈ーである場合 エージェント  $a_i$  が会話相手であるエージェント  $a_u$  ( $u \neq i$ ) と, 話題対象の 이슈ー  $s_x$  ( $x \neq i, u$ ) についてコミュニケーションを行う際の間接変化の好感度変化量  $\Delta l_{iu,1}^{p_i}$ ,  $\Delta l_{ix,1}^{p_i}$  の算出方法を, 式 (9), (10) を用いて以下の (I) と (II) の2種類に分けて論じる.

$$g_{ij}(l_1^{p_i}, l_2^{p_i}) = \nu_1(\text{sign}(l_1^{p_i} l_2^{p_i}) \sqrt{|l_1^{p_i} l_2^{p_i}|} - l_{ij}^{p_i}) \quad (9)$$

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1 & (x > 0) \\ -1 & (x < 0) \\ 0 & (x = 0) \end{cases} \quad (10)$$

(I) 心情関係の組合せが均衡状態である場合

$$\Delta l_{iu,1}^{p_i} = g_{iu}(l_{ix}^{p_i}, l_{ux}^{p_i}) \quad (11)$$

$$\Delta l_{ix,1}^{p_i} = g_{ix}(l_{iu}^{p_i}, l_{ux}^{p_i}) \quad (12)$$

(II) 心情関係の組み合わせが不均衡状態である場合

$$\Delta l_{iA,1}^{p_i} = g_0(l_{iB}^{p_i}, l_{AB}^{p_i}) \quad (13)$$

$$\Delta l_{iB,1}^{p_i} = 0 \quad (14)$$

ここで、(II) では A および B は  $a_u$  および  $s_x$  からランダムで決定する．現在の好感度を尊重する対象を A とし，好感度を現在の好感度とは逆方向に変化させる対象を B とする． $\nu_1$  は重みを表す範囲  $[0,1]$  の定数であり， $g_0$  は式 (9) で  $l_{ij}^{p_i}$  の値を 0 とすることを意味する．

(I) は I, U, X 間の心情関係が均衡状態である場合，均衡状態をさらに保とうとする性質を表している．しかし，不均衡状態である場合に (I) を採用すると，3つの心情関係の値によっては不均衡状態を進展させてしまうことがある．そのため，(II) によって3つの心情関係が不均衡状態である場合に  $a_u$  および  $s_x$  のどちらか一方に対する好感度を保存し，他方の対象に対する好感度を逆の符号へと近づけて，均衡状態になろうとする性質を表している．

話題対象がエージェントである場合 話題対象  $s_x$  がエージェントである場合も，ハイダーの認知的均衡定理に基づいて好感度を変化させる．しかし，話題対象  $s_x$  がエージェントである場合，どのエージェントからの好感度をもとに考慮するかを決定しなければならない．提案モデルでは，考慮すべき好感度の組合せを図5の2つからランダムに選択し，話題対象がイシューである場合と同様に (I) と (II) から好感度変化量  $\Delta l_{iu,1}^{p_i}$ ,  $\Delta l_{ix,1}^{p_i}$  を算出する．

### 3.2.3 直接変化

実世界における人物間の会話において，会話相手に対する好感度の高さは，会話相手から自分に対する好感度の高さに影響を受けると考えられる．そこで提案モデルでは，あるエージェント  $a_i$  から会話相手であるエージェント  $a_u$  ( $u \neq i$ ) に対する直接変化の好感度変化量  $\Delta l_{iu,2}^{p_i}$  を，以下に述べる自己中心的な振舞いの差分最小化方略と調和的な振舞いの符号同調化方略の2つの方略の一方から算出する．

方略の決定方法 エージェント  $a_i$  が会話相手のエージェント  $a_u$  ( $u \neq i$ ) とのコミュニケー

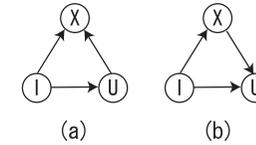


図5 話題対象がエージェントである場合の好感度の組合せ  
Fig. 5 Combinations of favorability.

ションによる直接変化の際に，自己中心的に振る舞う確率  $r'$  は，式 (15) によって算出された値  $r$  を 1 で正規化した値とする<sup>10)</sup>．

$$r = \omega_1 l_{iu}^{p_i} + \omega_2 l_{ui}^{p_i} (1 - (F_i - F_j)) + \omega_3 (F_i - F_j) \quad (15)$$

ここで， $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  は重みを表す範囲  $[0,1]$  の定数である．式 (15) は以下の特徴をモデル化している．

- 両者の，互いに対する好感度が高ければ  $a_i$  は  $a_u$  に対して気を許し，自己中心的に振る舞う確率が高くなる．
- $a_i$  の影響力が  $a_u$  よりも高いほど自己中心的に振る舞う確率が高くなり，低いほど自己中心的に振る舞う確率も低くなる．
- $a_u$  の影響力が  $a_i$  よりも相対的に大きいほど， $a_u$  から  $a_i$  に対する好感度  $l_{ui}^{p_i}$  の影響を受ける．

差分最小化方略 差分最小化方略は，会話相手に対して自己中心的に振る舞う現象をモデル化した方略である．提案モデルでは，式 (16) によって算出された好感度変化量  $\Delta l_{iu,2}^{p_i}$  により，会話相手に対する好感度を会話相手から自分に対する好感度に近づける．

$$\Delta l_{iu,2}^{p_i} = \nu_2 (l_{ui}^{p_i} - l_{iu}^{p_i}) \quad (16)$$

ここで， $\nu_2$  は重みを表す，範囲  $[0,1]$  の定数である．式 (16) による差分最小化方略の状況が適用される例として，以下のケースなどが考えられる．

- 「彼は私のことをたいして好いてないのなら，私も彼をたいして好きである必要はないな」( $l_{iu}^{p_i} > l_{ui}^{p_i}$ ,  $l_{ui}^{p_i}, l_{iu}^{p_i} > 0$ :  $\Delta l_{iu,2}^{p_i} < 0$ )
- 「彼は私のことをそんなに嫌いでないのなら，彼のことは好きではないけど少し見直そう」( $l_{iu}^{p_i} < l_{ui}^{p_i}$ ,  $l_{ui}^{p_i}, l_{iu}^{p_i} < 0$ :  $\Delta l_{iu,2}^{p_i} > 0$ )

符号同調化方略 エージェントが会話相手に対して自己中心的に振る舞わない際，符号同調化方略によって直接変化の好感度変化量を算出する．

符号同調化方略は，会話相手への興味を会話相手から自分に対する好感度の高さに合わせる

現象をモデル化した方略である。提案モデルでは、エージェントは自己中心的に振る舞わないとき、式 (17) によって算出される好感度変化量  $\Delta l_{iu,2}^{p_i}$  により、会話相手に対する好感度を会話相手から自分に対する好感度と同じ符号に近づける。

$$\Delta l_{iu,2}^{p_i} = \nu_3 \text{sign}(l_{ui}^{p_i}) |l_{ui}^{p_i} + l_{iu}^{p_i}| \quad (17)$$

ここで、 $\nu_3$  は重みを表す、範囲  $[0,1]$  の定数である。

符号同調化方略の状況が適用された例として、以下のケースなどが考えられる。

- 「彼は私のことを好きらしいから、私も彼に興味を持とう ( $l_{ui}^{p_i} > 0 : \Delta l_{iu,2}^{p_i} > 0$ )」
- 「彼は私のことを嫌いらしいから、私も彼には冷たくしよう ( $l_{ui}^{p_i} < 0 : \Delta l_{iu,2}^{p_i} < 0$ )」

### 3.3 P ネットの更新

実世界において、人はコミュニケーションを通して除々に周囲の対人関係を把握すると考えられる。そこで提案モデルでは、すべてのエージェントはコミュニケーションを行うたびに、コミュニケーションに参加した自分以外エージェントからその会話相手と話題対象に対する好感度の変化量を推測し、自身のP ネットに反映させ、独自の対人関係を構成する。

エージェント  $a_i$  のP ネットにおける、エージェント  $a_j$  ( $j \neq i$ ) から対象  $s_k$  ( $k \neq i, k$ ) に対する好感度の変化量は以下の式 (18) で算出する。

$$\frac{dl_{jk}^{p_i}}{dt} = \alpha_p (l_{jk} - l_{jk}^{p_i}) + \epsilon \quad (18)$$

ここで、 $\alpha_p$  は重みを表す定数であり、 $\epsilon$  は定数  $\delta$  を用いた  $[-\delta, \delta]$  の範囲の一様乱数とする。 $\epsilon$  は心の揺らぎを表現したものであり、他者の会話を傍から眺めてその人物の好感度を読み取る際の誤差を表現している。

## 4. いじめ対策行動

### 4.1 いじめの定義

文部科学省は2007年1月19日に、日本の学級におけるいじめの定義を「一定の人間関係のある者から、心理的・物理的攻撃を受けたことにより、精神的な苦痛を感じているもの」と定めた<sup>6)</sup>。

本研究では、実世界の学級におけるいじめは集団から個人に対して行われる傾向があることに着目する。また、いじめを受けている被害者は、学級において排斥されている割合が高い傾向があることに着目し、排斥リンクによる対人関係を判断基準に用いていじめの定義にある「一定の人間関係のある者」をモデル化した。以上より、提案モデルは次の条件を満たすエージェントをいじめによる被害者であると定義し、いじめをしているエージェントを加

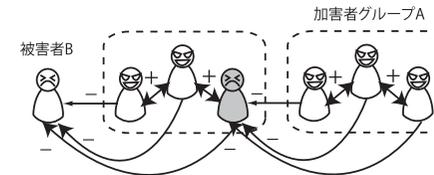


図6 被害者と加害者の重複の例

Fig. 6 Example of the repetition of the victims and the assailants.

害者エージェント、いじめを受けているエージェントを被害者エージェントと呼ぶ。

- 加害者グループに属するエージェント全員から排斥リンクを張られている。
- 学級の半数 ( $\frac{m}{2}$ ) 以上のエージェントから排斥リンクを張られている。

ここで、 $a_i$  と、それに対して排斥リンクを張っている  $a_u$  に対し、 $a_i$  に排斥リンクを張り、かつ  $a_u$  と相互に友人リンクを張っているエージェントが  $a_u$  を含め3人以上いるとき、 $a_i$  を被害者エージェントとし、 $a_u$  をとりまく集団を加害者グループとする。なお、現実世界における学級内の生徒間の対人関係で、ある加害者グループAからいじめを受け、かつある被害者Bをいじめている、という状態が考えられる。そのため、図6の着色されたエージェントのように、提案モデルにおいてすべての生徒エージェントは加害者と被害者の2つの属性を同時に有することを許可する。

### 4.2 教師のいじめ対策行動

学級におけるいじめ問題を解決する方法は、心理学や教育学の面から様々な手法が考えられるが、本研究では教師による学級内の活動による対策行動として、「班行動」「出席停止」「予防活動」の3種類の行動が生徒間の対人関係の形成に与える影響と効果を分析、検討する。

**班行動** 日本の教育現場において、班は学級内の基礎的な単位として構成される。班制度の導入による生徒間の会話の増加から、リーダーシップの成長、友人関係の促進、新しい友人関係の成立の効果が期待できるため、学級運営において班を作ることが推奨されている<sup>12)</sup>。

そこで、提案モデルでは「班行動」の増加によるいじめの抑制をいじめ対策行動の1つとしてモデル化した。教師による班行動が行われたとき、生徒は通常のコミュニケーションとは別に、ランダムな6人ずつのグループに分かれ、そのグループの中から会話相手を選んでコミュニケーションを行う。この行動は、班行動によるコミュニケーションの増加によって新しい友人関係の成立を促進しようとする振舞いを表現する。

出席停止 2007年2月5日, 文部科学省初等中等教育局長により, 指導をしても改善が見られず, いじめや暴力行為など問題行動を繰り返す児童生徒に対し, 「市町村教育委員会は, 出席停止制度の措置を採ることをためらわずに検討する」と発表された<sup>11)</sup>.

そこで, 第2のいじめ対策行動として「出席停止」をモデル化した. 本行動は, いじめの原因となる加害者を定数  $\zeta$  回の間すべてのコミュニケーションから除外することにより被害者の敵が一時的に減り, 被害者の友人関係の構成を促進し, さらに加害者グループの解消による加害者の減少を促すことを表現している.

予防活動 2007年1月24日に行われた教育再生会議で, 文部科学省は「学校においては, 日常的な指導の中で, 児童生徒一人一人を把握し, 性向等についての理解を深め, 教師と児童生徒との信頼関係を築き, すべての教育活動を通じてきめ細かな指導を行う」と発表している<sup>3)</sup>.

そこで, 第3のいじめ対策行動として「予防活動」をモデル化した. 予防活動とはいじめの有無にかかわらず, 日常的に生徒間の対人関係を把握し, 生徒間の好感度を高め合い, いじめが発生しにくい学級を形成しようと試みることに相当する.

いじめ対策行動確率  $p$  を満たす場合, 教師は自分の P ネット  $p_0$  における, 排斥リンクを一番多く張っているエージェント  $a_j$  をコミュニケーションの会話相手とし,  $p_0$  内で  $a_j$  に排斥リンクを張られているエージェントからランダムに選択したエージェント  $a_k$  を話題対象として, 教師から  $a_j$  および  $a_k$  に対する好感度  $l_{0j}^{p_0}, l_{0k}^{p_0}$  および好感度  $l_{0j}, l_{0k}$  を最大の 1 であるように振る舞ってコミュニケーションを行う.

## 5. シミュレーション条件

文部科学省の「平成 16 年度学校基本調査」によると, 平成 16 年度の日本の公立中学校における平均生徒数は 30.6 人とある<sup>13)</sup>. そこで, 本研究では 1 学級の平均生徒数  $m$  を 31 人とする.

本研究では, 教師によるいじめ対策行動確率  $p$  を 0 から 1 まで 0.05 ずつ変化させてシミュレーションを行い, 結果を観測する.  $p = 0$  のとき, 教師はいじめ対策行動をいっさい行わず, 生徒と同じように振る舞う. 一方,  $p = 1$  のとき, 教師はコミュニケーションのたびにいじめ対策行動を行う. 1 回のシミュレーションのターン数はリンクの変化率が収束する 4000 ターンとし, 各いじめ対策行動確率  $p$  の値ごとに 100 回ずつシミュレーションを行い, 出力された値の平均を結果とする.

すべてのエージェントはシミュレーション開始時に, 自分以外のすべての対象に対して

表 1 シミュレーション条件  
Table 1 Simulation condition.

生徒の数 $m$	31
イシューの数 $n$	10
友人閾値	0.12
排斥閾値	-0.04
好感度の間接変化の重み $\nu_1$	0.3
好感度の直接変化の重み $\nu_2$	0.3
好感度の直接変化の重み $\nu_3$	0.6
P ネットが C ネットに近づく重み $\alpha_p$	0.3
ゆらぎの範囲 $\delta$	0.3
影響力の変化の重み $\lambda$	0.25
直接変化の好感度重み $\omega_1$	0.2
直接変化の好感度重み $\omega_2$	0.2
直接変化における影響力の差の重み $\omega_3$	0.6
相手選択の好感度重み $\alpha$	0.4
相手選択の好感度重み $\beta$	0.4
出席停止期間 $\zeta$	20
相手選択における影響力の差の重み $\gamma$	0.2
シミュレーション回数	100
シミュレーションターン	4000

$[-0.1, 0.1]$  の範囲の一樣乱数で好感度を所持する. 同様に, シミュレーション開始時のあるすべてのエージェントの影響力  $F_i$  は  $[0, 0.1]$  の範囲の一樣乱数で与えられ, シミュレーションターンを重ねるごとに 2.4 節で論じた手法に従って変化させる. なお, 本研究ではいじめ対策行動確率  $p$  が 0 のときの, いじめによる被害者および加害者の割合を先行研究の結果と合わせることによって友人閾値と排斥閾値を決定した.

以上の条件で 3 種類のいじめ対策行動をそれぞれシミュレーションで再現し, いじめによる被害者と加害者の割合, 全生徒間の好感度平均, 教師に対する全生徒の好感度平均の 3 つの値から結果を分析する.

表 1 に本研究のシミュレーション条件を記す. 各パラメータの値は, いじめ対策行動確率が 0% である際の, いじめによる加害者および被害者の割合が文献 9), 10) に示された結果と合致するように定めた.

## 6. 実験結果

3 種類のいじめ対策行動を行った際の

- いじめ対策行動確率  $p$  と被害者および加害者の割合

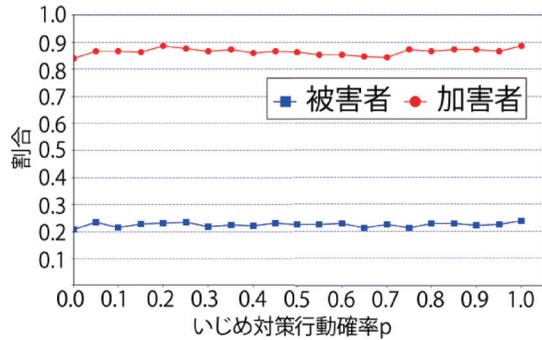


図 7 班行動のいじめ対策行動確率  $p$  と被害者, 加害者の割合  
Fig. 7 Effect on anti-bullying action probability  $p$  by group activity.

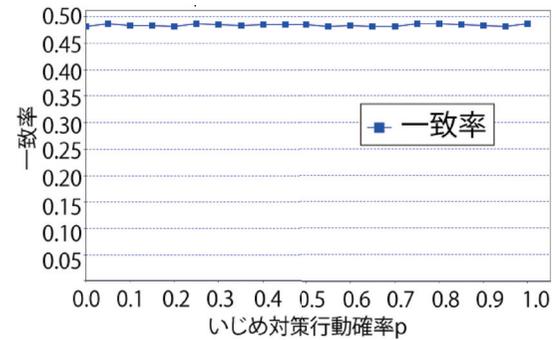


図 9 班行動のいじめ対策行動確率  $p$  と教師および現実の友人関係ネットワークの関係  
Fig. 9 Concordance rate of friendship network by group activity.

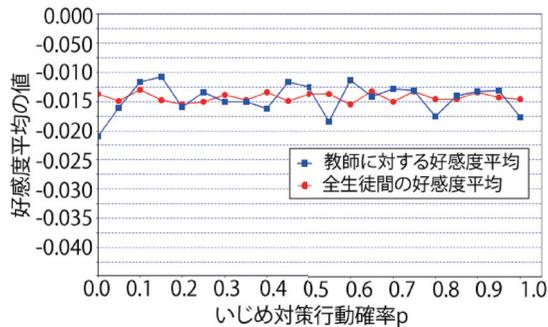


図 8 班行動のいじめ対策行動確率  $p$  と生徒の好感度平均  
Fig. 8 Average of favorability of students by group activity.

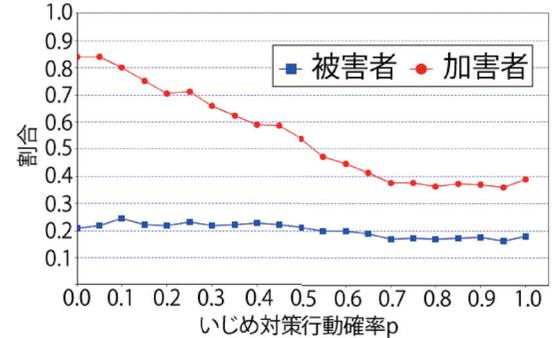


図 10 出席停止のいじめ対策行動確率  $p$  と被害者, 加害者の割合  
Fig. 10 Effect on anti-bullying action probability  $p$  by suspension from school.

- いじめ対策行動確率  $p$  と教師に対する好感度平均と全生徒間の好感度平均
- いじめ対策行動確率  $p$  における, 教師の P ネットと C ネットにおける現実の友人関係ネットワークの一致率

の結果のグラフを以下に示す.

班行動 図 7, 図 8, 図 9 に班行動に対する実験結果を示す. 班行動ではいじめ対策行動確率  $p$  の値の変化にかかわらず, 被害者および加害者の割合に変化が見られない. 同様に, 図 8 および図 9 より, いじめ対策行動確率  $p$  の増加による生徒間の好感度平均や教師に対

する好感度平均, 教師の友人関係ネットワークの一致率に大きな変化は見られなかった. 出席停止 図 10, 図 11, 図 12 に出席停止に対する実験結果を示す. 出席停止ではいじめ対策行動確率  $p$  の値が 0.7 付近までは  $p$  の増加にともない被害者, 加害者のどちらも減少しており, それ以降は収束している. しかし, 加害者の割合の減少量に対して被害者の割合の減少量は少ない. また, 図 11 および図 12 より, いじめ対策行動確率  $p$  の増加にともない, 生徒間の好感度平均および教師に対する好感度平均, 教師の友人関係ネットワークの一致率は減少する傾向にあることが分かる.

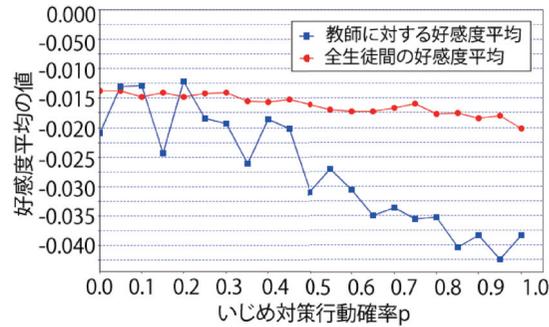


図 11 出席停止のいじめ対策行動確率  $p$  と生徒の好感度平均  
Fig. 11 Average of favorability of students by suspension from school.

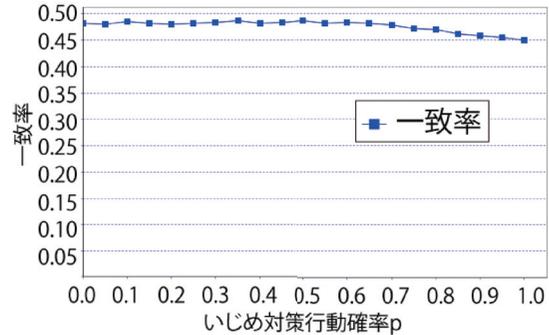


図 12 出席停止のいじめ対策行動確率  $p$  と教師および現実の友人関係ネットワークの関係  
Fig. 12 Concordance rate of friendship network by suspension from school.

予防活動 図 13, 図 14, 図 15 に予防活動に対する実験結果を示す. 図 13 より, いじめ対策行動確率  $p$  の値の増加にともない被害者, 加害者の割合はいじめ対策行動確率  $p$  の増加にほぼ反比例して減少している. また図 14 より, いじめ対策行動確率  $p$  の増加にともない, 生徒間の好感度平均と教師に対する好感度平均はどちらも上昇している. 特に, 教師に対する全生徒の好感度平均はいじめ対策行動確率  $p$  とほぼ正比例に増加する傾向がある. 一方, 図 14 および図 15 から, 生徒間の好感度平均および教師の友人関係ネットワークの一致率は, いじめ対策行動確率  $p$  が高くなる ( $p > 0.5$ ) と急激に上昇し,  $p < 0.8$  を上回ると再び緩やかに上昇している.

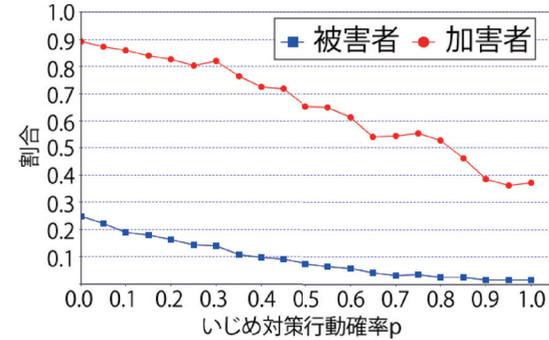


図 13 予防活動のいじめ対策行動確率  $p$  と被害者, 加害者の割合  
Fig. 13 Effect on anti-bullying action probability  $p$  by prevention activity.

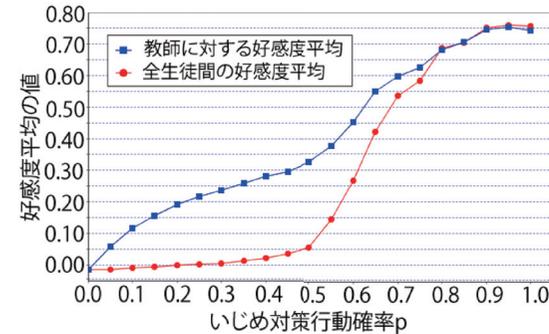


図 14 予防活動のいじめ対策行動確率  $p$  と生徒の好感度平均  
Fig. 14 Average of favorability of students by prevention activity.

なお, いずれのいじめ対策行動も, いじめ対策行動確率を最大である 1 にしても被害者および加害者の割合は 0 になっていないことから, 本研究で提案したいじめ対策行動はまだ改良の余地がある.

## 7. 考 察

本研究では<sup>9),10)</sup>の研究を拡張し, エージェントの影響力を変動させ, エージェント間の好感度変化量の算出方法を変更することによって, モデルをよりきめ細かく分類した. これ

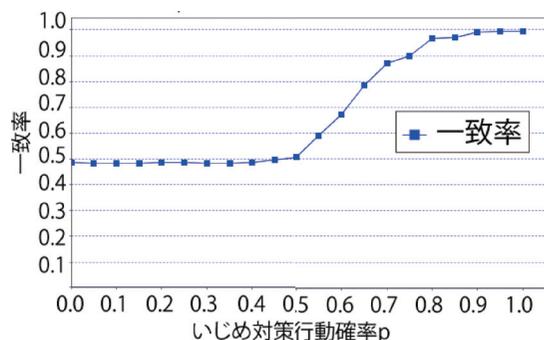


図 15 予防活動のいじめ対策行動確率  $p$  と教師および現実の友人関係ネットワークの関係  
Fig. 15 Concordance rate of friendship network by prevention activity.

らの変更により、いじめ対策行動確率  $p$  の増加によるいじめの被害者、および加害者の割合の減少量が増加することが確認できた。

次に、前節の実験結果から、各いじめ対策行動がいじめの発生に与えた影響および効果について考察する。

まず「班行動」の結果について考察する。班行動では、ランダムな組み合わせによる班の中でのコミュニケーションを増やしたが、いじめに対する影響は観測されなかった。そのため、ランダムに班を作り、コミュニケーションの量を増やすだけではいじめの発生に影響を与えることは難しいと推測できる。

一方、「出席停止」では被害者と加害者の割合はどちらも減少したが、頻繁に出席停止を行わなければ被害者の割合は減少しない傾向が観測された。そのため、出席停止処分のみによっていじめの被害者を減少させるためにはつねに学級内の対人関係に気を配り、頻繁に、あるいはある程度まとめた人数に対して出席停止を行う必要があるといえる。また、出席停止を行う頻度の上昇に反比例して、生徒間の好感度平均および教師に対する好感度平均が減少する傾向や、加害者の割合の減少量に対する被害者の割合の減少量が少ないという傾向が観測された。これらの傾向から、出席停止によって加害者同士のコミュニケーションが減少し、加害者グループ内の友人関係が崩壊することによって加害者が減り、いじめの定義を満たさなくなるため、結果的にいじめの減少につながると考察できる。

出席停止と同様に、予防活動でも被害者と加害者の割合が減少した。しかし、予防活動では教師が予防活動を行う頻度の上昇に比例して、生徒間の好感度平均および教師に対する好

感度平均が上昇する傾向や、加害者と被害者の割合がいじめ対策行動確率  $p$  と反比例して減少する傾向が観測された。このことから、予防活動によって教師を中心とした友人グループの形成により、間接的に生徒間の友人関係の構成を促すことによって生徒同士の対人関係が友好的に発展しやすくなり、いじめの減少につながったと推測できる。

これら 3 つの対策行動のうち、最後の 2 つの対策は「いじめの減少」という観点では効果的である。しかし、全生徒間の好感度平均および教師に対する全生徒の好感度平均の値からいじめの減少に至る過程を分析した結果、2 つのいじめ対策行動によるいじめの減少の理由は大きく異なった。学級とは勉学以外に人間関係や集団による社会性を学ぶ場でもあることを考慮すると、「出席停止」によって加害者グループの崩壊を導くよりも、「予防活動」によっていじめの発生を未然に抑制し、生徒同士が互いに尊重し合うことによる友好的な対人関係の構成を促す手法の方が、学級運営手法として適していると考えている。

なお、文部科学省のデータによると、出席停止制度を教育に導入した平成 19 年度のいじめの認知件数は約 10 万 1 千件と、前年度の約 12 万 5 千件より約 2 万 4 千件減少している<sup>14)</sup>。この現象が、一部でも出席停止あるいはそれを導入したことによる自制によるものなのか、あるいは他の要因なのか、その原因を調査した結果も調査したが該当する結果を見付けることはできなかった。このような要因の調査は容易ではなく、マルチエージェントシミュレーションによる解析と考察が必要な理由の 1 つと考えている。

## 8. おわりに

本研究では、ソシオン理論とハイダーの認知的均衡定理に基づいた学級のマルチエージェントシミュレーションモデルを作成し、教師のいじめ対策行動として「班行動、出席停止、予防活動」の 3 つをモデル化し、それぞれに対していじめの発生に与える影響を観測、考察した。提案モデルによるマルチエージェントシミュレーションの結果、3 つのいじめ対策行動のうち「班行動」ではいじめ対策行動確率  $p$  の増加による対人関係変化は観測できなかった。「出席停止」では、加害者同士のコミュニケーションの機会の減少により、加害者が減少したと推測できる。一方、「予防活動」では生徒同士がお互いを尊重し合える学級を構成するように教師が率先的に導くことにより、被害者の減少につながったと考えられる。

なお、各いじめ対策行動において、いじめ対策行動確率  $p$  の変化に対する全生徒間の好感度平均の値と教師のいじめ関係ネットワークの一致率には同じ傾向が観測された。そのため、これらの値に何らかの相関関係があると推測される。今後はこの相関関係について調査していく。

謝辞 有益な助言をいただきました査読者の方々に、感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 文部科学省：いじめの発生学校数・発生件数 (2004).  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/16/08/04082302/005.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/08/04082302/005.htm)
- 2) Heider, F.: 対人関係の心理学, 誠信書房 (1958).
- 3) 教育再生会議：社会総がかりで教育再生—公教育再生への第一歩, 第一次報告 (2007).  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku/houkoku/honbun0124.pdf>
- 4) 藤澤 等：ソシオン理論入門：心と社会の基礎科学, 北大路書房 (2006).
- 5) 河井芳文：ソシオメトリー入門—学級の子どもたちを理解するために, みずうみ書房 (1985).
- 6) 文部科学省：「生徒指導上の諸問題に関する調査」の見直しについて (案) (2007).  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/19/01/07012303.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/19/01/07012303.htm)
- 7) 赤坂憲雄：排除の現象学, 筑摩書房 (1995).
- 8) 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 A, Vol.J88-A, No.6, pp.722-729 (2005).
- 9) 鳥海不二夫, 石井健一郎：学級集団形成における教師による介入の効果, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.9, pp.2456-2464 (2007).
- 10) 小泉康治, 鳥海不二夫, 石井健一郎：学級における教師のいじめ対策行動のマルチエージェントシミュレーション, 人工知能学会研究会資料, Vol.77, pp.99-107 (2007).
- 11) 文部科学省：問題行動を起こす児童生徒に対する指導について (通知) (2007).  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/seitoshidou/07020609.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/07020609.htm)
- 12) 全生研常任委員会：子ども集団づくり入門—学級・学校が変わる, 明治図書出版 (2005).
- 13) 文部科学省：基本統計等 (2005).  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/029/shiryo/05101101/004/013.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/029/shiryo/05101101/004/013.pdf)
- 14) 文部科学省：いじめの認知学校数・認知件数.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/20/11/08111707/002.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/11/08111707/002.pdf)  
(平成 21 年 2 月 27 日受付)  
(平成 21 年 9 月 2 日再受付)  
(平成 21 年 10 月 1 日再受付 (2))  
(平成 21 年 10 月 28 日採録)



田中 恵海

2008 年早稲田大学理工学部コンピュータ・ネットワーク工学科卒業。現在、早稲田大学大学院基幹理工学研究科情報理工専攻菅原研究室修士課程在学中。



高橋 謙輔

2008 年早稲田大学理工学部コンピュータ・ネットワーク工学科卒業。現在、早稲田大学大学院基幹理工学研究科情報理工専攻菅原研究室修士課程在学中。



鳥海不二夫

2004 年東京工業大学大学院理工学研究科機械制御システム工学専攻修士課程修了, 同年名古屋大学情報科学研究科助手, 2007 年同助教, 現在に至る。感性工学, 人工社会, 人工市場等の研究に従事。電子情報通信学会, 計測自動制御学会, 人工知能学会各会員。博士 (工学)。



菅原 俊治 (正会員)

1982 年早稲田大学大学院理工学研究科数学専攻修士課程修了。同年日本電信電話公社入社 (武蔵野電気通信研究所基礎研究部)。以来, 知識表現, 学習, 分散人工知能, マルチエージェントシステム, インターネット等の研究に従事。1992~1993 年マサチューセッツ大学アマースト校客員研究員。現在, 早稲田大学基幹理工学部情報理工学科教授。博士 (工学)。日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, 人工知能学会, AAAI, ISOC, IEEE, ACM 各会員。