

# 人工コミュニティ内で創発される エージェント孤立過程の可視化に関する研究

岩井健吾<sup>1</sup>, 松本慎平<sup>1</sup>, 加藤浩介<sup>1</sup>, 前田義信<sup>2</sup>, 山岸秀一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島工業大学 情報学部

<sup>2</sup>新潟大学大学院 自然科学研究科

## 1. はじめに

集団の構成員の相互作用の影響を分析する工学的手法としてマルチエージェントシミュレーションがある。これは実際に実験を行うことが困難な様々な状況を模擬することができ、集団の動的な振舞いを観察することができる。

前田らは、群集化する交友集団における価値をめぐる交友関係の形成過程をエージェントベースでモデル化した[1]。そして、群集化および差異化により他者と価値を共有できない孤立エージェントが生成されることを明らかにし、潜在的ないじめ被害者の可能性を示唆した。現実には起きるいじめは複雑な要因が絡み合っており、単純な形式モデルからいじめ問題の全てを記述することは不可能である。一方で、非単調性のような予測の難しい現象が前田らのモデルで創発された。この点において、前田らのモデルは、いじめ問題の構造やモデル化に向けて貢献でき得るものであると考えられる。特に、中学生の年代では価値をめぐる相互作用により交友関係が形成され、いじめ発生の背景には子供同士の相互作用が強く影響していると考えられている。また、現場教師による早期発見が難しいという問題点がある。よって、価値の相互作用という点から孤立の創発を明らかにした前田らのモデルは、いじめのメカニズム解明に向けて有用であると考えられる。

前田らのモデルを拡張した様々な取り組みがこれまで報告されている [2,3]。しかしながら、どのような過程で価値が交換され、また、どのような因果関係により孤立が生じたのかについては、可

視化の観点からは十分に議論されていない。

そこで本研究では、前田らの基本モデル[1]に着眼し、エージェント個々の組織化過程をアニメーションで可視化することを目的とする。孤立の発生は、学級に留まらず社会の様々な組織の中に見られる現象であると考えられる。そこで、前田らの基本モデルを人工コミュニティとして捉えることで、モデルの拡張を試みる。本論文では、まず、前田らの基本モデルをベースとして、各エージェントに移動や視野といった要素を追加した人工コミュニティモデルを構築する。本論文では、これを基本人工コミュニティモデルと名付ける。次に、基本コミュニティモデルをベースとして、各エージェントが他のコミュニティ構成員に対する相対的な評価を有する人工コミュニティモデルを構築する。本論文は、これをカスタム人工コミュニティモデルと名付ける。最後に、カスタムコミュニティモデルをベースとして、マルチエージェントに基づくロコミモデルの着想を得て拡張した人工コミュニティモデルを構築する。本論文は、これをロコミコミュニティモデルと名付ける。これら3種類のモデルを対象として、本論文では、群集化および差異化により他者と価値を共有できない孤立エージェントが生成される過程をアニメーションで再生すると共に、`artisoc`の機能を分析に活用できるようにする。以上の取り組みにより、エージェントが孤立に至る過程を直感的に把握できるようにし、分析を支援する。加えて、提案モデルの分析例をいくつか紹介し、コミュニティの孤立という観点から考察を与えることを目的とする。

## 2. 前田らの基本モデル

### 2.1 エージェントモデルの基本

ID 番号で識別された $n$ 人のエージェントからなる集合を $N$ 、 $M$ 種類の価値からなる集合を $V$ とする。各エージェントは、価値集合 $V$ の中から、 $m$ 種類 ( $m < M$ )の価値を選択する。例えば、 $i$ 番目のエージェントが $\varphi$ 番目の価値を選択しているときは $v_{i,\varphi}=1$ であり、選択していないときは $v_{i,\varphi}=0$ である。初期状態ではエージェントは一様乱数に従って価値を選択する。また、2人のエージェント $i, j$ の $\varphi$ 番目の価値に対して、 $v_{i,\varphi}=1$ かつ $v_{j,\varphi}=1$ を満たす価値を共有価値と呼び、その集合を $S(i, j)$ とする。また、 $v_{i,\varphi}=1$ かつ $v_{j,\varphi}=0$ を満たす価値を非共有価値と呼び、その集合 $T_i(j)$ とする。ここで、エージェントが相互作用を行う際、エージェント集合 $N$ から2人のエージェントをランダムに選ぶものとし、一方を活動エージェント  $act$ 、もう一方を対象エージェント  $obj$  と呼ぶ。

### 2.1 同調行動

2人のエージェントが近い(共有価値がある程度多い)ならば、活動エージェント  $act$  は、 $[$ 共有価値数 $]/[$ actの選択価値数 $]$ 、 $S(act, obj)/m_{act}$ で計算される確率で同調行動とよばれる行動を起こす。同調行動では、集合 $T_{obj}(act)$ が空でないならば、一つの価値 $\varphi \in T_{obj}(act)$ を任意に選択し、 $v_{act,\varphi}=1(=v_{obj,\varphi})$ に置き換える。すなわち、活動エージェント  $act$  は対象エージェント  $obj$  が選択する価値の一つを選択し、対象エージェント  $obj$  に近づく。逆に、2人のエージェントが近くない(共有価値が少ない)ならば、同調行動は起こさない。

この同調行動のみ行うエージェントで構成された人工学級は、前田らにより群衆化モデルと定義されている。群衆化モデルは、最終的に全エージェントが相互に同調して同じ価値を選択する状態へと収束することが明らかにされている。

### 2.2 排除行動

2人のエージェントの共有価値が少なく同調行

動を起こさない場合において、 $act$ と $obj$ の共有価値数 $S(act, obj)$ が、 $act$ と $obj$ が以前に相互作用した際の共有価値数 $S'(act, obj)$ より少なくとも排除閾値 $d(d$ は自然数)より小さければ、排除行動とよばれる行動を起こす。ここで、通常 $d=1$ が設定される。なお、 $act$ 、 $obj$ が相互作用を一度行い、再び相互作用を行うまでの間に、他のエージェントと相互作用を行うことがある。したがって、 $S'(act, obj)$ と $S(act, obj)$ の値は異なる場合が多い。排除行動では、共有価値集合 $S(act, obj)$ が空でないならば、一つの価値 $\varphi \in S(act, obj)$ を任意に選択し、 $v_{obj,\varphi}=0$ とする。すなわち、活動エージェントは対象エージェントとの共有価値の一つを対象エージェントから捨て去り、対象エージェントを遠ざける。

排除行動は、「活動エージェントが自ら価値を変更することによって共有価値数を減らす」場合と、「活動エージェントが強制的に対象エージェントの価値を減らすことによって共有価値数を減らす」場合の2通りが考えられる。前田らは、前者は各エージェントが自由に価値変更をできる意味で共同体内部に価値の多様性が保障されているとし、後者を排除行動と位置付けた。

## 3. 提案法の概要

本研究では、シミュレーション後最終的に他者と価値を共有できていないエージェントが孤立する過程をアニメーションで直感的に把握できるようにする。この可視化を行うに当たって、先行研究である前田らのモデルをベースとしたモデルを提案する。新たな要因を考慮し、これら情報に基づいた「相互作用」の発生と「行動」の選択は、より現実的な人工コミュニティのひとつのモデルであると考えられる。可視化するにあたり、エージェントの移動や視野など、新たな処理を導入することにより、前田らの基本モデルの同調・排除といった相互作用を制御する。ここで、本論文の目的は、実際のコミュニティにおける物理空間上の移動の様子をシミュレーションすることではな

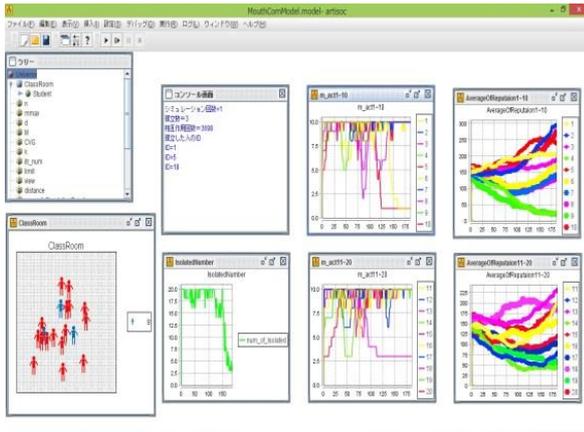


図1 シミュレーション画面一例

い。本論文で取り扱うモデルは、エージェント同士の人間関係といった不可視の情報を直感的に把握できるようにするために、各エージェントを2次元空間上に配置したものである。エージェント同士の人間関係は前田らのモデルでは確認できない情報であったため、エージェント同士の関係把握を容易にすることが本論文の最優先の目的である。図1は、孤立したエージェントの可視化の一例である。図1の形式に基づいて同調・排除の過程をアニメーションで表示し、人工コミュニティ内で最終的に孤立に至るエージェントの相互作用の過程を直感的に把握できるようにしている。相互作用の過程を逐次確認できるため、孤立が創発される組織化過程の分析が容易となる。

前田らは、同調・排除行動を行うエージェントで構成された群衆化・差別化モデルを人工学級と定義していたが、本論文では、学級という枠にとらわれることなく、孤立の過程を多様な人間関係になぞらえて考察したいと考えている。また、口コミモデルの導入により、厳密な意味で人工学級モデルとは異なる。よって、本論文で取り扱うモデルは人工コミュニティと定義される。

本論文では3種類のモデルを提案しており、それらの基本的な処理の流れを図2と図3にそれぞれ示している。

#### 4. 基本人工コミュニティモデル

artisoc に基づき構築された基本人工コミュニティ

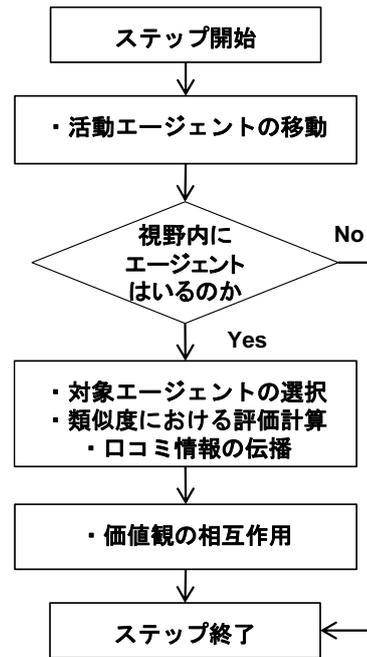


図2 構成員エージェントの行動規則

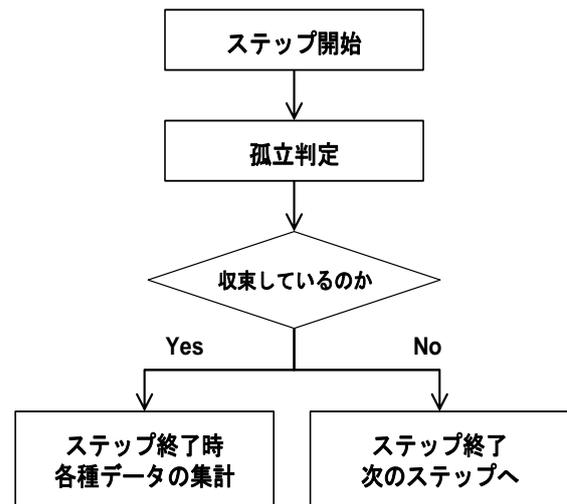


図3 全体(Universe)のルール

イモデルのシミュレーションの構成について述べる。まず、コミュニティの構成員を見立てたエージェントを生成する。なお、エージェントは、学級における生徒やSNSグループのメンバー、企業など組織の構成員などが考えられる。本論文では、エージェントを20人としてシミュレーション結果を掲載している。初期のエージェントの位置、価値集合はランダムに決定される。

構成員エージェントの行動規則は、エージェントの移動、対象エージェントの選択、価値の相互作用の順に行われる。1ステップにおいて、全て

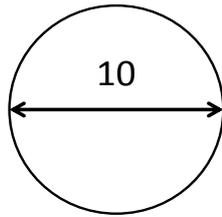


図4 視野の範囲

のエージェントがactとしてランダムな順に1度ずつ選出され、上記行動を行う。そして、全てのエージェントの選出が完了した時点で、1ステップの終了とする。すなわち、前田らの基本モデルでは活動エージェントと対象エージェントは各ステップに1人ずつしか選ばれないが、提案モデルでは、各ステップにおいて全てのエージェントは活動エージェントとして動作するように設計されている。以下に、それぞれの処理について処理の概要を説明する。

**Step 1 エージェントの移動：**エージェントの次ステップでの位置は、現時点で他エージェントが存在する場所を基準に決定される。エージェントは移動方向を決定した後、その方向に10移動し、移動処理を終了させる。ここで、移動量はartisocの単位である。移動方向は他のエージェントを一人任意に選択し決定される。

**Step 2 対象エージェントの選択：**各エージェントの視野内(図4参照)に含まれるエージェントの中から対象エージェントを選択する。視野はパラメータで事前に与えられる。対象エージェントは任意に選出される。

**Step 3 相互作用：**同調・排除行動の決定は前田らの基本モデルに基づく。

以上の相互作用をステップごとに繰り返し実行し、Universeのルールにて、孤立判定と収束判定を行う。収束判定は、前田らの基本モデルと同様のものを採用する。孤立判定は、まず前田らの基本モデルと同様とする。すなわち、全ての共有価値が等しくない時を孤立と見なしている。加えて、相互作用回数に着目し、その平均値が事前に定め

られた割合以下であったエージェントは孤立と判定している。第3章で述べたとおり、コミュニティ構成員エージェントの処理の流れは図2、Universeで行う処理の流れは図3に従う。

## 5. カースト人工コミュニティモデル

### 5.1 行動規則

エージェントから見た他のエージェントの評価値を導入したカースト人工コミュニティのシミュレーションの構成について述べる。4章で述べた提案モデルをベースとしたモデルであるため、同様の処理の説明は省略し、新たに追加・変更した部分のみを説明する。

評価値を用いるにあたり、新たに評価集合が与えられる。評価集合とは、活動エージェントを除いた全てのエージェントの評価を保持する集合を表している。すなわち、各エージェントは自分を除く全エージェントの評価値を持っている。

**Step 1 エージェントの移動：**エージェントの移動方向は、評価値に基づいて決定される。評価値の値に応じて確率を与えるようにすることで、評価の高いエージェントに近付きやすくなるように制御される。

**Step 2 対象エージェントの選択：**各エージェントの視野内に含まれるエージェントの中から対象エージェントを選択する。対象エージェントの選択確率はエージェントの評価値に依存する。すなわち、エージェントの移動と同様に、評価の高さに応じて確率が与えられるため、評価の高いエージェントが選ばれやすくなる。ここで、視野内に含まれるエージェントのみで選択確率を算出する。

**Step 3 類似度における評価計算：**活動エージェントと対象エージェントの価値の相違を計算し、離れていた場合には評価を下げ、近い場合には評価を上げる。評価値の更新は相違の大きさに基づく。

**Step 4 相互作用：**同調・排除行動の決定は前田らの基本モデルに基づく。

## 5.2 処理フロー

各エージェントの移動方向は、各自が有する他エージェントに対する評価値に依存して決定される。すなわち、移動先となるエージェントの移動方向は、エージェント*i*の他エージェント*j*に対する評価の高さ $f_{i,j}$ に応じて選択確率 $P_{i,j}$ が式(1)のとおりルーレット選択方式で与えられ、移動方向は確率的に決定される。

$$P_{i,j} = \frac{f_{i,j}}{\sum_{k=1}^N f_{i,k}}, \forall i, \forall j \in N \quad (1)$$

対象エージェントの選択は、式(1)と同様にルーレット選択方式で決定される。選択される確率 $P_{i,j}$ は次式に従う。

$$P_{i,j} = \frac{f_{i,j}}{\sum_{k=1}^N f_{i,k}}, \forall i \in N, \forall j \in N_{i,s} \quad (2)$$

ここで、 $N_{i,s}$ はエージェント*i*の視野に含まれるエージェントのみを表している。視野については、図4のように以下の範囲を用いている。

カーストモデルでは、類似度における評価計算が行われる。各ステップにおいて類似度を計算し、評価に反映している。類似度は、価値集合のハミング距離により計算している。ハミング距離は、価値観の近さを表現している。ハミング距離は式(3)で求めることができる。

$$HD_{act} = \sum_{i=0}^n |(v_{act,i} - v_{obj,i})| \quad (3)$$

この近さが近いほど、類似度を上げるようにしている。ハミング距離が最大である時、類似度は最小となり、ハミング距離が最小である時、類似度は最大となるようにしている。それを満たすのが式(4)と式(5)で表現されている。式(4)と式(5)の違いは、ハミング距離が一定値以上であれば、評価を下げるために負の値にしていることである。本研究では、その一定値を11としている。

$$RB_{act} = 2 * M - HD_{act}, \quad (0 \leq HD_{act} \leq M) \quad (4)$$

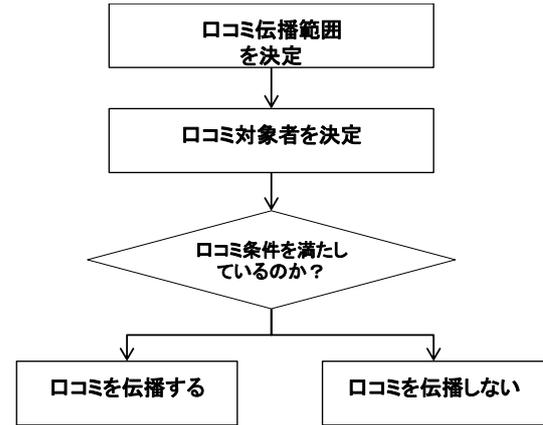


図5 ロコミ情報の評価処理

$$RB_{act} = -HD_{act}, \quad (11 \leq HD_{act} \leq 2 * M) \quad (5)$$

類似度により、エージェントの評価が変動するようになっている。そのために、式(6)のように前回の評価に対して類似度が加算される。

$$RP_{act} = RP_{act}' + RB_{act} \quad (6)$$

## 6. ロコミコミュニティモデル

### 6.1 シミュレーション構成

5章のモデルに対してロコミモデル<sup>(4)</sup>の考え方を導入する。ロコミ情報に基づいた「相互作用」の発生と「行動」の選択は、より現実的な人工コミュニティのひとつのモデルであると考えられる。ロコミ情報の導入により、評価の善し悪しの情報が伝播し、他のエージェントからの評価が組織化に影響を与えるようになる。ロコミ情報の評価処理の流れを図5に示す。5章のモデルから新たに追加した部分のみ説明する。

**Step 1 エージェントの移動**：カーストモデルと同様の手続きで行われる。

**Step 2 対象エージェントの選択**：カーストモデルと同様の手続きで行われる。

**Step 3 類似度における評価計算**：カーストモデルと同様の手続きで行われる。

**Step 4 ロコミ情報の伝播**：各エージェントは、他者の評価を下げるロコミと評価を上げるロコミを

行う。まず、口コミ伝播対象者は、全エージェントの中からランダムで選択される。他者の評価を下げる口コミでは、評価が低い方から対象者を選び、評価を上げる口コミでは、評価の高い方から対象者を選んでいる。

**Step 5 相互作用：**同調・排除行動の決定は前田らの基本モデルに基づく。

## 6.2 処理フロー

口コミ情報の伝播は、評価値を下げる口コミと評価値を上げる口コミの2種類存在する。どちらの場合も伝播対象者はランダムで選択されている。評価を下げる口コミでは、活動エージェントにとって評価が低い方から数えて  $x$  人目までのエージェントを口コミ対象候補とし、その中からいずれかのエージェントをランダムで選択するようにしている。そして、選択されたエージェントの口コミを伝播させる。つまり、そのエージェントの評価値を下げるように働きかける。評価値を上げる口コミでも同様の手続きを行う。評価値が高い方から数えて  $x$  人目までのエージェントを口コミ対象とする。なお、本論文では  $x=3$  を用いている。この場合、評価値を上下させる口コミは、評価の最大・最小から三番目までのエージェントがランダムに選択される。

## 7. シミュレーション結果

まず、基本的なシミュレーションの流れを述べる。シミュレーションの段階は、初期状態、価値相互作用状態、価値収束状態の三つに分類される。一つ目の初期状態では、全員が孤立した状態である。その様子を可視化したのが図6である。ここで、人のアイコンは各エージェントを表しており、青色は孤立の状態、赤色は価値を共有できているか、他者と相互作用を十分に行えている状態を表している。図7は、価値の相互作用を行っている様子を可視化したものである。ここでは青色と赤色のエージェントが存在している。孤立かそうでないか

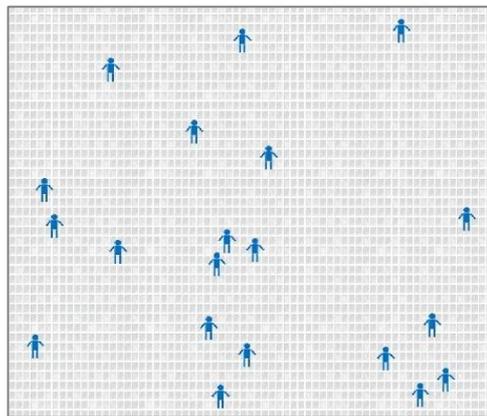


図6 初期状態の可視化

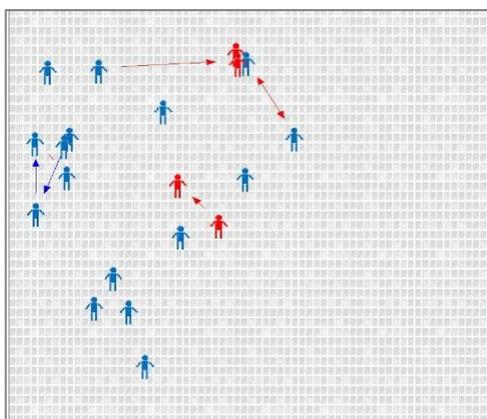


図7 価値の相互作用状態の可視化

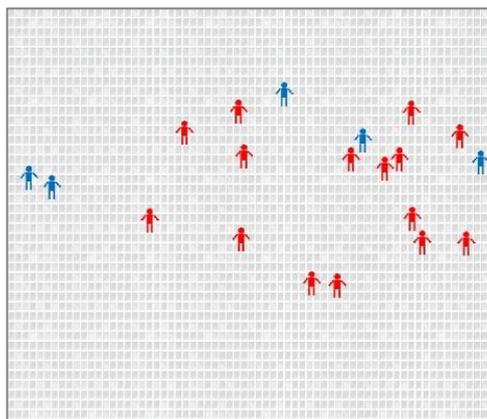


図8 相互作用が収束した状態

は図6と同様に色を付けて表している。図7では、価値の相互作用を可視化するために、同調行動と排除行動を可視化している。赤色の線が同調行動であり、青色の線が排除行動を表している。なお、線についている矢印は、どのエージェントに行動を起こしたかを表している。図8は、相互作用が収束した状態である。ここでは5人のエージェントが

孤立状態であったことを確認できる。さらに、各エージェントの評価値や選択する価値をartisoc上で確認することができる。したがって、各エージェントの位置関係を参考にして、エージェントが孤立した理由を推察することが可能となる。

本論文では、artisocの逆再生機能を用いることで孤立の過程を詳しく分析できるようにし、孤立の原因を探ることができるようにしている。また、価値観の相互作用を可視化しただけでなく様々なデータも出力している。開発したシステムは、以下に示す4種類のデータを表示できる。

- 時系列グラフを用いて、孤立数を表示することができる。この機能により、各ステップ数における孤立数を理解しやすくなっている。
- 時系列グラフを用いて、同調行動と排除行動をされた回数を表示することができる。この機能により、同調行動や排除行動が行われていないエージェントの発見を支援する。
- 棒グラフを用いて、同調行動と排除行動をされた合計の数を表示している。この機能により、各エージェントがどのくらい行動を受けたかを比較できるようにしている。
- 時系列グラフを用いて、選択価値数を表示している。この機能によって、各エージェントの価値の変化を都度確認できる。

次に、シミュレーションを行った結果を具体的に提示していく。まず、基本モデルとカスタモデルの平均孤立数を比較したものを図9に示す。図9は、どちらも100回のシミュレーションを行った平均値を算出したものである。ここで、縦軸は平均孤立数を表している。カスタモデルでは基本モデルと比較して孤立数が減少している。カスタモデルはエージェント個々に対する評価値を有するものであるため、評価値に応じたエージェントの行動は孤立を減少させることに繋がっていることが確認できる。等分散を仮定した2標本のt検定を行ったところ、 $p < 0.001$ となり有意な差が確認

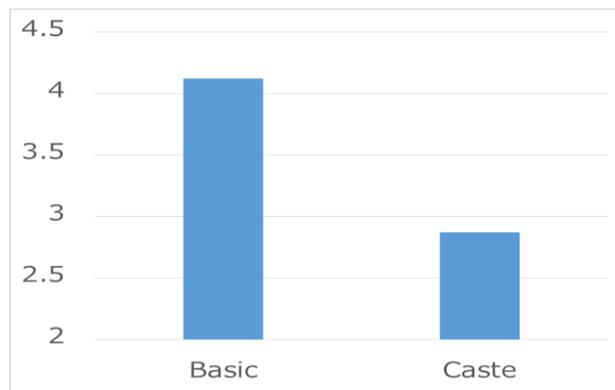


図9 基本モデルとカスタモデルの平均孤立数比較

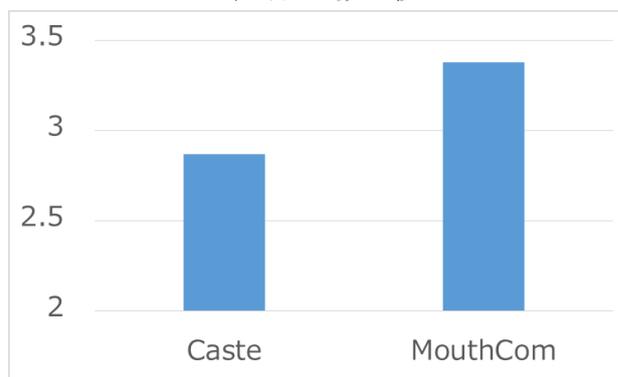


図10 カスタモデルとロコミモデルの平均孤立数比較

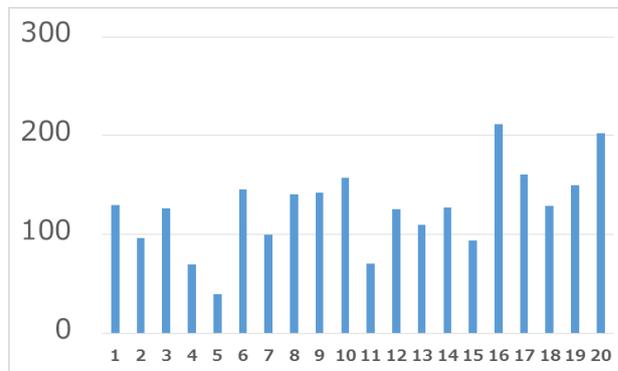


図11 カスタモデルの各エージェントの総評価値の相違

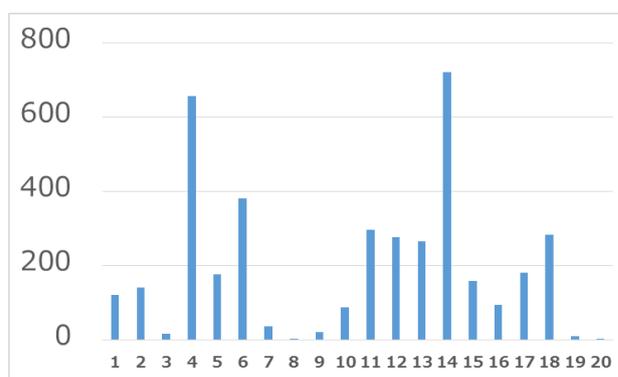


図12 ロコミモデルの各エージェントの総評価値の相違

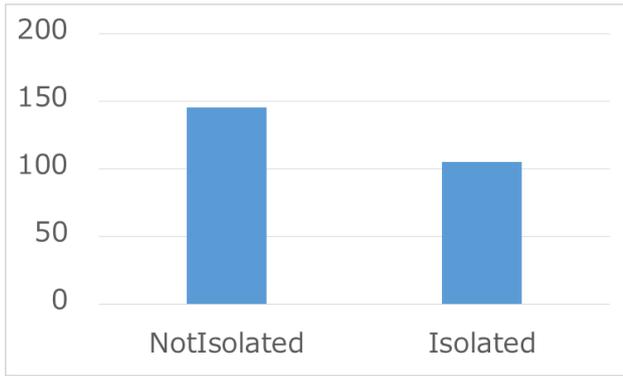


図13 カーストモデルにおける孤立していない人としている人の総評価値の平均比較

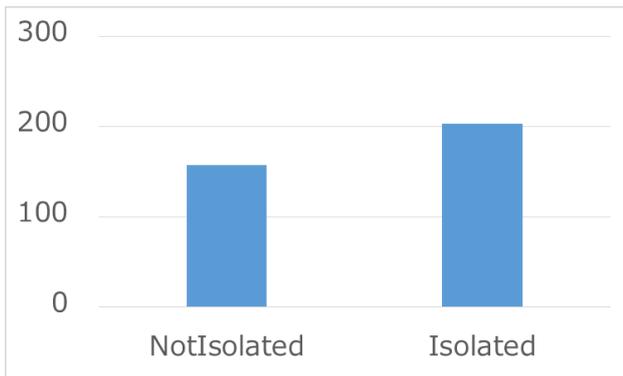


図14 ロコミモデルにおける孤立していない人としている人の総評価値の平均比較

された。カーストモデルとロコミモデルでの平均孤立数を比較したものを図10に示す。図10でも同様に、縦軸は平均孤立数を表している。これより、ロコミの導入、すなわち、自分の他者に対する良し悪しの評価を他者に伝播させることが孤立の増加に繋がっていることを確認できる。等分散を仮定した2標本のt検定を行った結果、 $p=0.021$ となり $p<0.05$ で有意な差が確認された。カーストモデルとロコミモデルにおける最後に得られる各エージェントの評価値を比較したものを図11、図12にそれぞれに示している。図11では、横軸はエージェントの番号を表し、縦軸は評価値を示している。図11、図12より、ロコミモデルでは評価値のバラツキがカーストモデルと比較して大きくなっていることを確認できる。孤立したエージェントとそうでなかったエージェントを総評価値という観点から比較した結果を図13、図14にそれぞれ示す。総評価値とは、他者からの自分に対する相対的な

評価値を総和したものであり、コミュニティ内におけるエージェントの絶対的な評価であると考えることができる。図13はカーストモデルでの結果であり、孤立したエージェントは総評価値が低い傾向にあることを確認できる。一方図14では、孤立したエージェントの総評価値が孤立しなかったエージェントより多い結果となった。

## 8. 考察

シミュレーションの結果や、人工コミュニティの組織化過程を可視化した結果から、本論文は3つの観点から考察を与えることができた。以下にそれぞれについて紹介する。

一点目は、孤立により秩序が安定すると考えられる点である。本論文で提案した3種類のモデルで計100試行のシミュレーションを行ったところ、全てにおいてエージェントの活動が収束し、孤立エージェントが生まれ出されるという結果が得られた。前田らは、相互に多様な価値を有するエージェントで人工学級を構成し、同調・排除の行動を繰り返し行えば、最終的には価値の変動が収束し、秩序が安定した状態に必ず至ることが報告されている。シミュレーションの結果、本論文で提案した3種類のモデルにおいても、前田らのモデルと同様の結果が得られた。このことから、前田らのモデルと本論文の提案モデルは本質的に同様であり、前田らのモデルの本質を失うことなくモデルを的確に拡張できていると考えられる。あるいは、孤立という存在によりコミュニティの秩序が安定することは一般法則であるといった可能性が考えられる。以上を踏まえると、孤立の存在はコミュニティの秩序を安定させるための必要条件であるということが示唆された結果であると考えられる。

二点目は、全員を平等に扱うことは孤立の原因になるという点である。これは、図9の結果に基づく。基本モデルでは、エージェントの移動先の決定や相互作用の相手の決定は、全てランダムに行われるようにしている。よって、価値観の類似に

よって相互作用の相手を決定しておらず、他者を全て平等に扱っていると考えられる。現実的には、相互作用の相手は各自の好き嫌いに依存して決定していると考えerことは妥当である。よって、他者を平等に扱うという場合は、すなわち他者の評価値に応じて自由に相互作用が許されない環境であり、個々の好き嫌いに関わらず相互作用を強いられるコミュニティ環境が考えられる。例えば、平等に交流することが指示されたグループワークや、任意に構成されたチームでの活動が該当すると考えられる。図9のシミュレーション結果の比較では、基本モデルの方がカスタムモデルよりも平均孤立数が有意に多い。以上から、相互作用相手に個人の意思の介入を許さない組織の運営は孤立発生リスクが高まる可能性があり、十分に検討すべきであることが示唆された。

三点目は、共通の敵を作ることで仲間同士の結束力が高まるといった集団心理の傾向が示唆された点である。図10に示したシミュレーション結果の比較では、ロコミモデルはカスタムモデルより平均孤立数が有意に多かった。このため、孤立を減らすという観点では、カスタムモデルに基づいたコミュニティ構成が良いと言えることができる。すなわち、自分にとっての他者の評価を第三者に伝播させる行為は、孤立の増加に影響を与えると言えることができる。評価の伝播とは、一般的に自分が好意を持っている相手を褒める行為(仲良くなる)と、逆に自分が好意を持ってない相手を悪く言う行為(敵と見なす)の2つの行為で構成され、これはロコミモデルで示される処理フローと同様である。図10から、ロコミ活動は孤立数を増加させる傾向にあった。図11、図12から、ロコミモデルでは評価値にバラツキが大きいことが確認された。以上に加えて図14の結果を含めて考察すると、評価値が十分に高いエージェントが孤立していたと考えられる。この結果は、現実世界では、評価が高く通常ではコミュニティの中心になるべき人物を敵として位置付け、一般的な評価値である自分

の立場を保守する活動を行っている結果であると解釈できる。絶対的に他者から高く評価されるコミュニティ構成員は孤立しやすい傾向にあることが実験から示唆されている。よって、コミュニティ管理者は、高く評価されるコミュニティ構成員をコミュニティの中心人物として過度に信頼するばかりではなく、他者から阻害されないよう十分に注意を払わなければならないと考えられる。

## 9. おわりに

本研究では、前田らの基本モデルをベースとして、エージェント個々の組織化過程をアニメーションで可視化する *artisoc* プログラムを開発した。本論文では、まず、前田らの基本モデルをベースとして、各エージェントに移動や視野といった要素を追加した基本人工コミュニティモデルを構築した。次に、基本コミュニティモデルをベースとして、各エージェントが他のコミュニティ構成員に対する相対的な評価を有するカスタム人工コミュニティモデルを構築した。最後に、カスタムコミュニティモデルをベースとして、マルチエージェントに基づくロコミモデルの着想を得て拡張したロコミ人工コミュニティモデルを構築した。以上の取り組みにより、エージェントが孤立に至る過程を直感的に把握できるようにし、その結果から考察を与えることができた。

## 参考文献

- (1) 前田 他, 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).
- (2) 小川 他, マルチエージェントシステムに基づく人工学級シミュレーションにおける生徒指導及び自主性への影響に関する研究, 教育システム情報学会 2013 年度学生研究発表会中国支部講演論文集, ID:B4 (2014).
- (3) 川本 他, マルチエージェントシステムに基づく人工学級シミュレーションにおけるエージェント追加の影響に関する研究, 第 16 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, B-72, In CD-ROM (2014).
- (4) 構造計画研究所, マルチエージェントによるロコミモデル (2001).