

総合研究
「いじめ」に対する数理科学的解析
Mathematical Analysis of "Bullying"

指導教員 赤木 剛朗

平成 20 年 2 月 7 日

Q04049
塚田 勇人

概要

いじめ問題の解決には、いじめへの理解が必要である。現在いじめを理解するために行われている社会学的方法では一般性を見出すことは困難であり、調査にも多くの時間が必要となる。本研究では困難を承知で、いじめ問題のモデルを作成し、マルチエージェントシステム（以下 **MAS**）と呼ばれる手法を用いて解析することを目指す。その際に、いくつかのモデルを作成し、より良いモデルにしていく。**MAS** のシミュレーションソフトは `artisoc`[1]を用いる。

目次

第1章 概要

- 1.1 はじめに
- 1.2 各章の概要

第2章 準備

- 2.1 マルチエージェントシステム（以下 MAS）について
- 2.2 artisoc（アーティソック）について
- 3.2 いじめの4層構造の簡略化

第3章 いじめについて

- 3.1 いじめの4層構造
- 3.2 いじめの4層構造の簡略化

第4章 いじめる可能性を比較するモデル

- 4.1 いじめる可能性を比較するモデルにおける傍観者について
- 4.2 いじめる可能性を比較するモデルの設定
- 4.3 いじめる可能性比較モデルのフローチャート
- 4.4 いじめる可能性比較モデルのシミュレーション結果
- 4.5 いじめる可能性比較モデルの反省，改善点

第5章 友達マップを用いたモデル

- 5.1 いじめる可能性比較モデルの反省，改善点を踏まえて
- 5.2 友達マップについて
- 5.3 友達マップ不動 - クラスルームモデルにおける傍観者について
- 5.4 友達マップ不動 - クラスルームモデルの設定
- 5.5 友達マップ不動 - クラスルームモデルのフローチャート
- 5.6 友達マップ不動 - クラスルームモデルのシミュレーション結果

第6章 まとめ

第1章

序論

1.1 はじめに

今日学校では、教師や保護者のモラルの低下、不登校や学級崩壊、学校における子供の安全など様々な教育問題が噴出し、学校教育のあり方の議論が活発に行われているが、その具体的な解決は困難を極めている。このような教育問題の中でも子供の安全を直接脅かすいじめは大きな問題のひとつに挙げられる。

このようないじめ問題の解決には、いじめへの理解が必要である。現在いじめを理解するために行われている社会学的方法として、類型化すると次の三つの方法が挙げられる。事例研究法による調査研究、解釈的研究、質問紙法による調査研究の三つである。事例研究法による調査研究は、いじめの加害者、被害者という当事者を中心としていじめの実態を調査し、明らかにするものである。解釈的研究は、どのような論理でいじめが正当化され、容認されるかを明らかにするものである。質問紙法による調査研究は、いじめの数量的な状況把握や、統計解析による関連要因の特定を目指すものである。これら社会学的方法から一般性を見出すことは困難であり、調査にも多くの時間が必要となる。

一方近年、社会学においてマルチエージェントシステム（以下 MAS）と呼ばれる手法による研究が注目され始めており、MAS を用いた社会システムをはじめとする複雑系の研究が盛んに行われている。MAS が注目される理由として、実際には行い難い社会システムや経済システム、生物システムなどの実験を MAS としてコンピュータ上で短時間の内に行えることが挙げられる。しかし、MAS を用いたいじめの研究は多く行われていないのが現状である。その理由は、いじめ問題が数式で定義可能な物理現象や、外部から観測可能な情報によって記述出来る現象とは異なり、人の心の動きという把握することが困難なもの同士が複雑に絡み合ったものがいじめ問題だからである。

そこで本研究では困難を承知で、いじめ問題のモデルを作成し、MAS を用いて解析することを目指す。また、本研究でのシミュレーションは現実の問題との比較が難しい。そのため、シミュレーション結果を定量的よりも定性的に考察することとし、その結果から作成したモデルの比較、検討を行うものとする。また、最終的な課題としていじめのシミュレーションを用いて、現実のいじめ問題に対して応用出来るものが本研究における理想的なモデルであるといえる。

1.2 各章の概要

第2章では、いじめのシミュレーションを行う上での必要な知識として、MAS についての説明と、本研究で使用した MAS のシミュレーションソフトである artisoc の説明を行う。

第3章では、いじめを分類する方法の内、本研究で基とした傍観者の分類に主眼を置きたいじめの4層構造について述べ、その後本研究で利用する簡略化したいじめの3層構造について述べる。

第4章では、傍観者をいじめる可能性と、いじめを抑止する可能性とを比較することにより分類する。それによりいじめの拡大をシミュレーションしたいじめる可能性を比較するモデルについて説明する。

第5章では、第4章で反省点として挙げた、現実に関測可能な情報を用いたモデルとして、友達マップを基に作成した友達マップ不動・クラスルームモデルについて述べる。

第6章では、本研究でのまとめを述べる。

第2章

準備

2.1 マルチエージェントシステム（以下 MAS）について

従来の集中管理型システムとはトップダウン的なシステム設計法をとり、トップが情報を統合し、その上で各部位へと指令を下すシステムのことである。一方 MAS とはボトムアップ的なシステム設計法をとり、全てを一括管理するものではなく自律した個々の主体が多数集まって相互に依存し合っているシステムのことである。MAS は、集中管理型にはない重要な性質として、頑強性と柔軟性を併せ持つなど、系の構成要素間の相互作用の結果として、系全体では思いがけない複雑な様相が現れることが知られている。また、頑強性とはシステムとしての安定性のことであり、柔軟性とは拡張・削除の容易さである。

MAS の例としてインターネットでの情報伝送が挙げられる。インターネットの情報伝送では、局所的に複数台のホストの情報を管理するコンピュータが分散して存在し、そのホストが相互に接続され、大規模なネットワークを形成している。それにもかかわらず、任意のホスト間での情報伝送が瞬時に行えること、ネットワーク全体の形状の変更が容易であること、あるホストが故障してもネットワークの停止にはつながらないことなどの特徴が挙げられる。

具体的に MAS とは、自律した個々の主体が多数集まって相互に依存し合っているシステムのことであり、系の構成要素としてエージェントと環境がある。エージェントとは「環境の状態を知覚し、行動を行うことによって、環境に対して影響を与えることのできる自律的主体」のことである。また、環境とは「エージェントの外部にあって、エージェントの意思によって変更できないものすべて」のことをいい、環境は、過去の環境の履歴とエージェントの行動によって決まる。

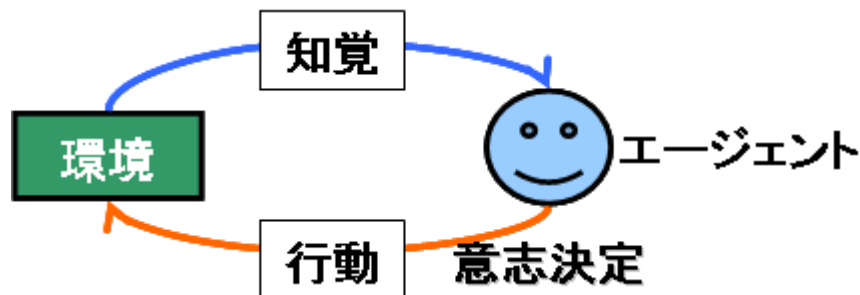


図 2.1 マルチエージェントシステムのイメージ

また、MAS にはアクセス可能・アクセス不可能、決定的・非決定的、エピソード的・非エピソード的、静的・動的、離散的・連続的といった分類があり、以下に説明する。

- ・アクセス可能・アクセス不可能

エージェントが環境の状態を完全、正確に知覚できるとき、その環境はエージェントにとってアクセス可能であり、逆に知覚できる情報が限られていたり不正確であったりする場合をアクセス不可能と呼び、アクセス不可能な場合が一般的である。

- ・決定的・非決定的

エージェントが行動を起こす時、その行動が同じである限り環境の変化が一定に

定まる場合、その環境を決定的と呼ぶ。一方、ある行動に対して次の環境の状態が確率的に定まる場合を環境が非決定的であると呼ぶ。また、エージェントが複数の場合は、各エージェントがそれぞれに環境を与えるため、この時もあるエージェントには環境が非決定的であると呼ぶ。

- ・エピソード的・非エピソード的

エピソード的な環境とは、エージェントの経験がエピソードと呼ばれる単位に分割可能な場合をいい、反対にエピソードに分解できない環境を非エピソード的と呼ぶ。エピソードとはエージェントの知覚と行動の列からなり、それぞれ独立なものである。

- ・静的・動的

静的とは、エージェントの行動の結果のみでしか環境が変化しないものであり、動的とは、エージェントの行動以外でも環境が変化するものである。静的な環境では、時間経過を考慮しなくていいため単純になる。

- ・離散的・連続的

離散的とは、エージェントの知覚と行動を明確に有限個に区別できる環境のことであり、連続的とは、知覚と行動を有限個に区別できない環境のことである。離散的である例としては将棋やチェスなどがあり、連続的なものとしては運転などがある。

本研究では数ある MAS のシミュレーションソフトの中から、習得の難易度、汎用性の高さから `artisoc[1]` を用いて解析を行う。

2.2 `artisoc` (アーティソック) について

`artisoc[1]` とは、MAS で構成されたモデルをシミュレーションするためのソフトである。`artisoc` 独自のプログラミング言語を用いて記述し、汎用性が高い。特徴として 1 ステップ内にエージェントの人数分の命令が個々に繰り返し実行されること、エージェントそのものを格納する変数があることなどが挙げられる。

`artisoc` で用いられる主な変数には、整数型変数、実数型変数、文字列型変数、エージェント型変数、エージェント集合型変数、などがあり、他にもブール型変数、長整数型変数などがあるが、本研究では使わなかったため省略する。また `artisoc` では日本語フォーマットの環境では変数名として日本語を指定できることも特徴として挙げられる。

- ・整数型(Integer)

整数の値をとり、実数型などの変数が代入された場合、小数点以下が切り捨てられた整数値として代入される。

- ・実数型(Double)

大きな桁数でも扱える変数型だが、実際の実数ではないため擬似的な実数として記憶されている。

- ・文字列型(String)

ローマ字や日本語などの文字が代入可能な変数で、仮に文字列型変数に数字が代入されたとしてもその数字は文字として扱われる。

- ・エージェント型(Agt)

`artisoc` における特徴的な変数型の一つで、空間内に配置された個々のエージェントをその値として取り、エージェントの内部状態などを取り出す時や、利用する時などに使用する。

- ・エージェント集合型(Agtset)

これも `artisoc` における特徴的な変数型の一つで、エージェントの集合をその値と

してとり，後述する For each 文等を利用して目的のエージェントを取り出す時等に使用する．

artisoc で用いられるプログラミング言語の文法例として主なものを以下に挙げる．

- For each 文

artisoc の特徴の一つでもある，For each 文の例を以下に挙げる．

```
For each one in students
  one.color=color_cyan
next one
```

この例では，エージェント集合型変数 **students** からエージェントを一つずつエージェント型変数 **one** として取り出し，**one** が持つ **color** 変数を **color_cyan** へ書き換え，**students** 内に代入されているエージェントを残らず **one** に置き換えるまで繰り返すものである．

この For each 文を利用して，任意のエージェントから目的の情報を取り出す．

- If 文

If 文の例として以下の文を挙げる．

```
If one.ID==My.ID Then
  DelAgtSet2(neighbor,one)
End If
```

この例では，エージェント型変数 **one** の ID 値が，今現在行動しているエージェントの ID 値と等しい時に，エージェント集合型変数 **neighbor** からエージェント **one** を取り除くことを表している．

- For 文

For 文の例として以下の例を挙げる．

```
For i = 0 To GetWidthSpace(Universe.classroom)
  one = CreateAgt(Universe.classroom.classmate)
  one.X = i
  one.Y = 1
Next i
```

この例では，整数型変数 **i** を 0 から空間 **classroom** の横幅の広さ分以下のことを繰り返す．空間 **classroom** 内にエージェント **classmate** として座標(**i**,1)に配置する．**artisoc** では For 文でインクリメントする値は 1 で固定されている．

具体的なプログラムの流れとして

- Universe と呼ばれる，独自のルールを記述できる架空の空間が存在している．
- Universe の内部に，ある領域（図 2.2 ではMAP 1）を定義する．
- その領域（MAP 1）内にエージェント（Agt）を配置する．
- Universe と各エージェントは決められた実行順序に従って，記述されたルールを実行する．

以上のように実行され，以下に **artisoc** で実行される各手順の名称と説明を記す．

Univ_Init	: シミュレーションの最初に実行されるルール
Agt_Init	: Univ_Init の次にエージェントの人数分実行されるルール
Univ_Step_Begin	: 各ステップの最初に実行されるルール
Agt_Step	: 各ステップにエージェントの人数分実行されるルール
Univ_Step_End	: 各ステップの最後に実行されるルール
Univ_Finish	: シミュレーションの最後に実行されるルール

artisoc プログラムの実行の流れを図 2.3 に示す.

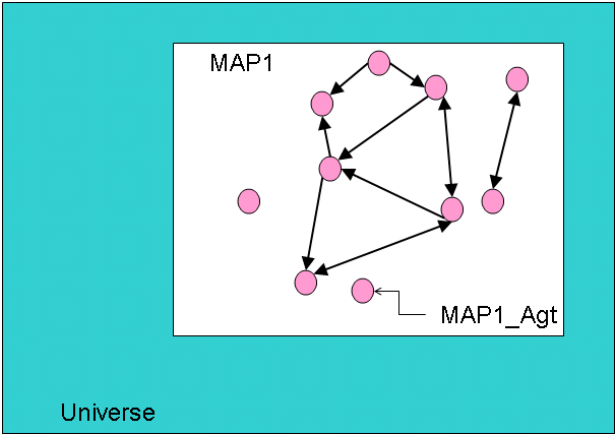


図 2.2 artisoc 実行環境のイメージ

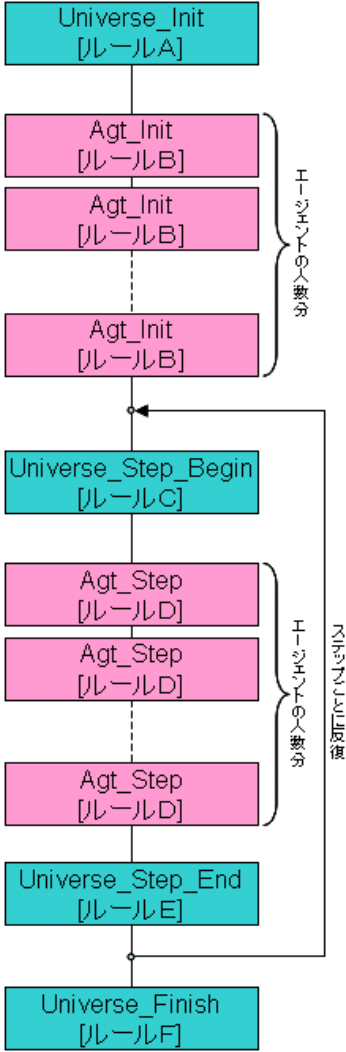


図 2.3 artisoc のプログラム実行順序

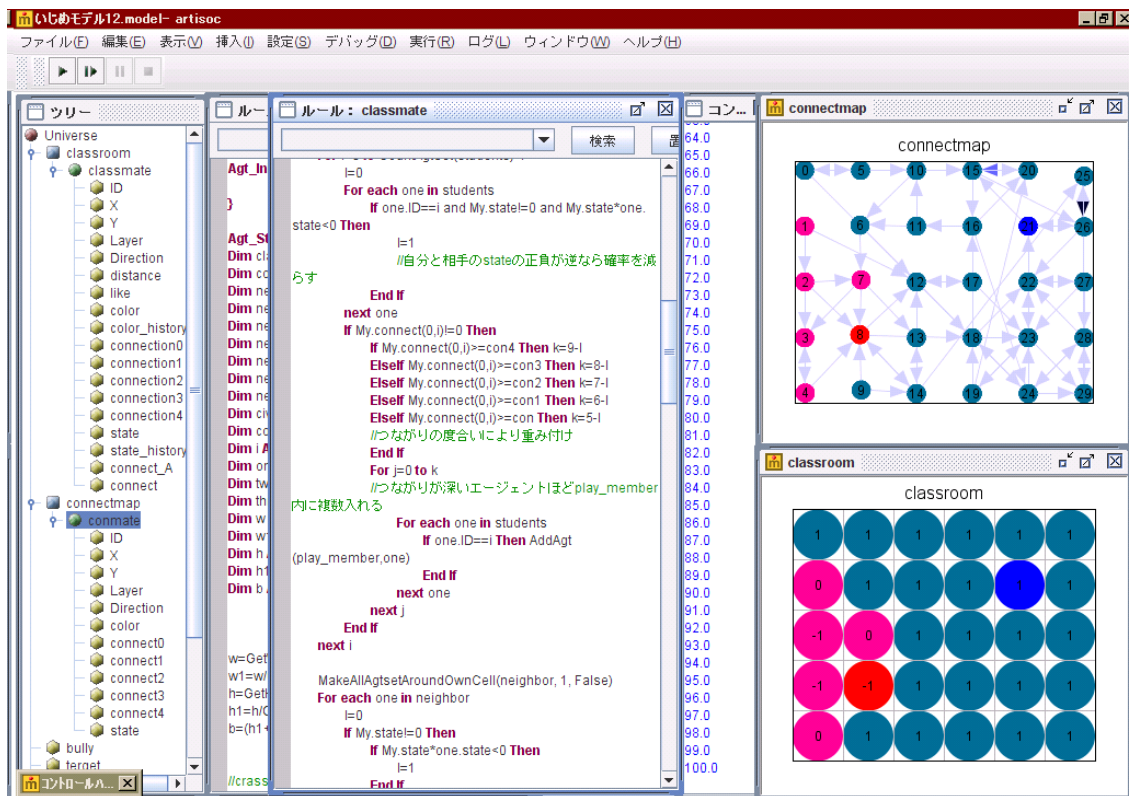


図 2.4 artisoc のプログラム実行画面例

第3章

いじめについて

3.1 いじめの4層構造

いじめを分類する方法には様々なものがあるが、ここでは[2]で提案された分類に従うこととする。いじめは基本的に被害者、加害者、観衆、傍観者の4層構造をとることが知られている。観衆はいじめを積極的に是認する存在で、傍観者はいじめを見て見ぬふりをしている存在である。この傍観者の中には仲裁者という存在もあるが極端に数が少ない場合が多い。

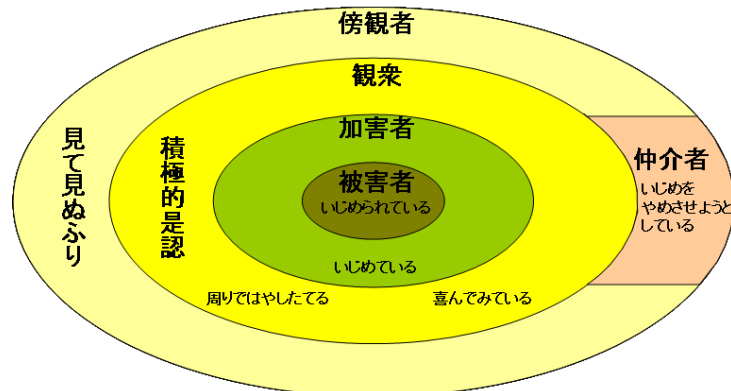


図 3.1 いじめの4層構造

観衆と傍観者は集団の中で最も人数の多い存在である。そのため、もし観衆・傍観者がいじめに否定的な反応を示すと加害者はクラスから浮くことになり、いじめへの抑止力になる。逆に観衆、傍観者がいじめに肯定的であればいじめは助長される。すなわち観衆、傍観者の動向によっていじめの規模が大きく変化する。これより観衆、傍観者がいじめに対して否定的なのか肯定的なのかに注目することが、いじめ問題の規模を考える上で重要となる。

[2]によると集団のほとんどが傍観者に含まれることを考えると、傍観者のとる立場や状況によって、主に以下のようないじめ集団の構造が見られるという。

- A) 傍観者がいじめ行為に加担する
- B) 傍観者がいじめの仲裁に入ろうとする
- C) 傍観者がいじめの被害者になりうる
- D) 傍観者がいじめ行為を見ようとししない
- E) 傍観者からいじめ行為が見えにくい

しかし、いじめの全てがこれらのタイプに分類できるわけではなく、これらのタイプが単独もしくは、同時に発生する。また、A・B・Cは小学校で発生する傾向が強く、D・Eは中学校以降で発生する傾向が強い。

これらのいじめの構造のタイプについて、いじめの目的・いじめの被害者・いじめの加害者・観衆・傍観者・いじめの傾向・いじめの特徴を以下に示す。

A) 傍観者がいじめ行為に加担する

【目的】：被害者以外の子どもの欲求不満の発散を目的とする場合が多い。

【被害者】：孤立した存在である。同情する児童生徒は殆どいない。

【加害者】：観衆の間には依頼と代行の関係がある。集団の意向の代弁者として存在する。

【観衆】：いじめ行動を促進する存在である。

【傍観者】：観衆と同じ立場になる。

【傾向】：加害者が観衆の依頼を代行することにより、加害者集団の結束が強まる。

【特徴】

- ・ 加害者側の好き嫌いや被害者の反応の弱さを起因としてちょっかいを出す行動から始まる。
- ・ いじめ行為がエスカレートする可能性が大きい。
- ・ スケープゴート(生け贄)的な構図ができあがる。
- ・ 昼食時や休み時間の行動観察でいじめを発見することが可能である。
- ・ 小学校低学年から中学年にかけて多い。

B) 傍観者がいじめの仲裁に入ろうとする

【目的】：異質な者への排除や制裁が目的である。

【被害者】：少数の友人がいる。友人は保身から傍観し、仲裁者とはならない。

【観衆】：加害者に同調し、被害者に批判意識を持つ。

【傍観者】：被害者に同情し、普段は黙認しているが、状況によっては仲裁する。

【傾向】：加害者に対して傍観者層が批判や抑止を行うことにより、状況の深化を抑制する。

【特徴】

- ・ トラブルの中で一方に同調した児童生徒が観衆となり加害者層を形成することにより発生する。いじめ行為がエスカレートする可能性が大きい。
- ・ トラブルに関係していない児童生徒は傍観者となる。
- ・ 傍観者の中に状況の深刻化を防ぐため加害者側に忠告する児童生徒が存在する。
- ・ いじめの深刻化はある程度抑止される。
- ・ 傍観者からの情報で、いじめ集団の実態を把握することは可能である。
- ・ 小学校中学年以降に多い。

C) 傍観者がいじめの被害者になりうる

【目的】：グループ内やグループ間の力関係の誇示が目的である。

【被害者】：固定されない。傍観者との区別が曖昧である。

【観衆】：加害者層の中に含まれる。

【傍観者】：いつでも被害者となりうる。保身しようとする。

【傾向】：いじめ行動の影響が異性に波及することはない。女子で顕著に見られる。

【特徴】

- ・ 加害者が弱い立場に対して自分たちの優位性を見せる目的で攻撃行動をとることによる発生する。
- ・ 傍観者は常に被害者になる危険性がある。
- ・ 女子の場合、同一グループ内で発生するケースが多く、被害者一人を選出し、他グループ員に同調行為を強要する。
- ・ いじめ行動は無視等のいじめ行為が多い。
- ・ 異性の子どもや教師にはいじめの実態の把握が難しいが、被害者の言動等から発見可能である。
- ・ 小学校高学年以降に多い。

D) 傍観者がいじめ行為を見ようとししない

【目的】：周囲へのデモンストレーションが目的である。

- ・ 加害者が周囲への力の誇示を見せる目的で攻撃行動をとることにより発生する。
- ・ いじめ行為がエスカレートするほど傍観者は加害者の行為に異質性を感じたり、違和感を示したりする。
- ・ 被害者に同情する傍観者が存在するためいじめの実態を把握することは可能である。
- ・ 中学校以降に多い。

【傾向】：学級外、学校外でのいじめ行為が多発し、深刻ないじめに発展する危険性が高い。

- ・ 加害者側の拘束力のある仲間集団の中での力関係が起因としていじめが行われている。
- ・ 加害者のリーダーは規範意識の欠如が大きい。
- ・ 仲間を隷属させ集団から離そうとしない。
- ・ 傍観者はいじめの行為が見えない。
- ・ いじめ行為がより陰湿になる。
- ・ 中学校以降に多い。

図 3.2 本研究で対象とするいじめの 3 層構造

第4章

いじめる可能性を比較するモデル

4.1 いじめる可能性を比較するモデルにおける傍観者について

このモデルでは、クラス内の傍観者がいじめる事に対して、肯定的な気持ちと否定的な気持ちとを比較して、その結果により傍観者を分類することとする。そして、いじめる事に対して肯定的な場合はいじめる状態、いじめる事に対して否定的な場合はいじめを抑止する状態に遷移するものとする。

4.2 いじめる可能性を比較するモデルの設定

このモデルは傍観者エージェントの内部状態に、いじめる可能性といじめを抑止する可能性を設定する。その可能性を比較して傍観者エージェントがいじめるか、いじめを抑止するかを決定するモデルである。このモデルを作成する上で必要な情報であると考えたものを以下に示す。

- ・エージェントを、いじめるエージェント(B)、いじめられるエージェント(T)、傍観者エージェント(A)の3種類に分ける。
- ・いじめるエージェント(B)といじめられるエージェント(T)はそれぞれ一人で、傍観者エージェント(A)や環境の影響を受けないものとする。
- ・クラス内の人数は N 人。すなわち傍観者エージェント(A)は $N-2$ 人である。
- ・傍観者エージェント $A=A(S_A, M_A, C_A, x_A)$ は内部状態 S_A 、群集心理 M_A 、良心 C_A 、エージェントの人間関係の位置 x_A の4つのパラメータを持つ。
- ・ $S_A \in \{b, n, d\}$ は内部状態を表し、 b はいじめる状態、 n は傍観する状態、 d はいじめを抑止する状態をそれぞれ表す。
- ・ $A_i (i=1, 2, \dots, N)$ と B, T の人間関係を距離空間 (X, d) で表す。 B と T の X 上の位置をそれぞれ x_B, x_T とする。
- ・ $C_A \geq 0$ は良心を表し、大きければ d に遷移しやすい。
- ・ $M_A \in [0, 1]$ は群集心理、すなわち他人との同調のしやすさを表しており、大きければ多勢の影響を受けやすい。

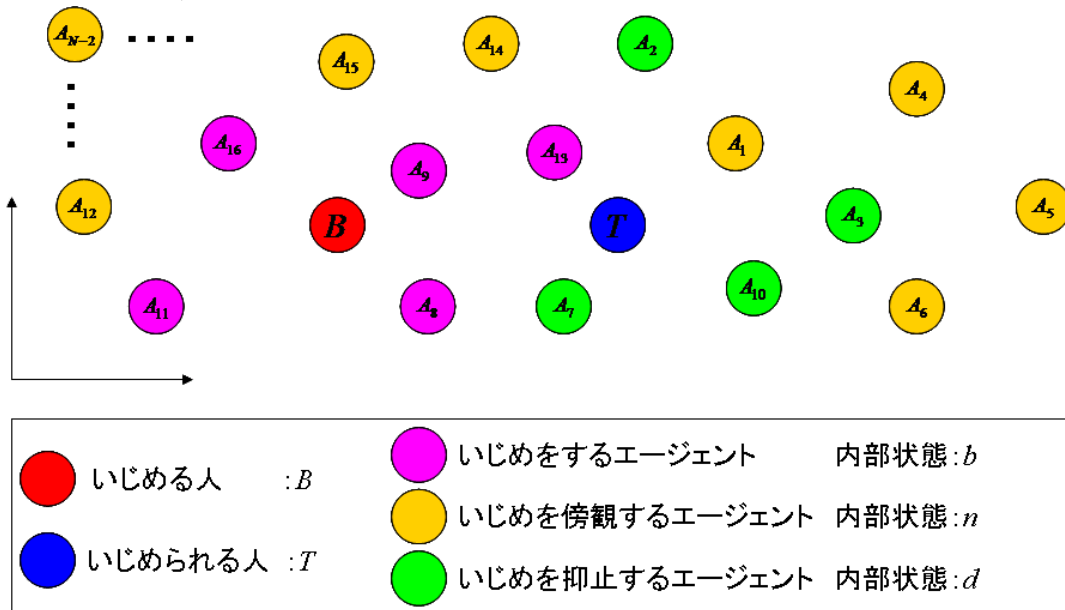


図 4.1 いじめる可能性を比較するモデルのイメージ

また、このいじめモデルは、以下に示す点を考慮した評価関数を用いることとする。

- ・傍観エージェント(A)は、いじめられるエージェント(T)との距離 $d(x_A, x_T)$ が近いほど b または d に遷移しやすい。

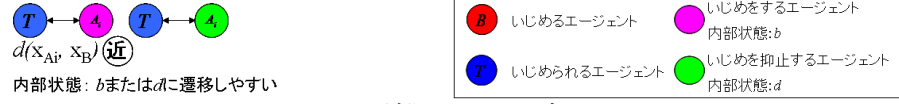


図 4.2 A と T との距離による設定

- ・傍観エージェント(A)は、いじめめるエージェント(B)との距離 $d(x_A, x_B)$ が近いほど b に遷移しやすく、遠いほど d に遷移しやすい。

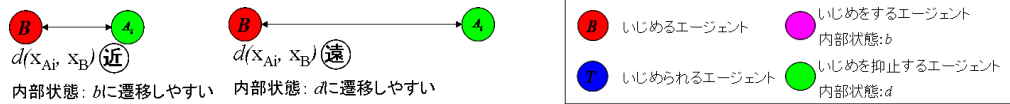


図 4.3 A と B との距離による設定

以上の点を考慮に入れた上で、このモデルに用いたいじめめる可能性 P_A^B といじめを抑止する可能性 P_A^D の式を以下に記す。この式では定性的な性質と数学的取り扱いやすさのみに注目している。

$$P_A^B = \frac{N_b}{N} \cdot M_A + \frac{1}{d(x_A, x_B) + 1} + \frac{1}{d(x_A, x_D) + 1}$$

$$P_A^D = \frac{N_d}{N} \cdot M_A + \alpha(d(x_A, x_B)) + \frac{C_A}{d(x_A, x_D) + 1}$$

なお、いじめめる人数を N_b 、傍観する人数を N_n 、いじめを抑止する人数を N_d とし、いじめめるエージェント(B)はいじめめる人数 N_b に、いじめられるエージェント(T)は N_d の人数に含まれるものとする。すなわち $N = N_b + N_n + N_d$ である。

また α は $[0, 1]$ への非減少関数を表す。

評価関数 F_A は、いじめめる可能性 P_A^B 、いじめを抑止する可能性 P_A^D を用いて以下のように与える。

$$F_A = P_A^B - P_A^D$$

そして、傍観者エージェント(A)は、評価関数 F_A の値とある閾値 c によって、内部状態 b , n , d のいずれかに遷移する。

$$\begin{aligned} F_A > c & : \text{内部状態は } b \\ F_A \in [-c, c] & : \text{内部状態は } n \\ F_A < -c & : \text{内部状態は } d \end{aligned}$$

なお、このモデルはアクセス不可能であり、非決定的で、エピソード的で、静的で、離散的なモデルである。

4.3 いじめる可能性比較モデルのフローチャート

いじめる可能性比較モデルのフローチャートを以下に示す.

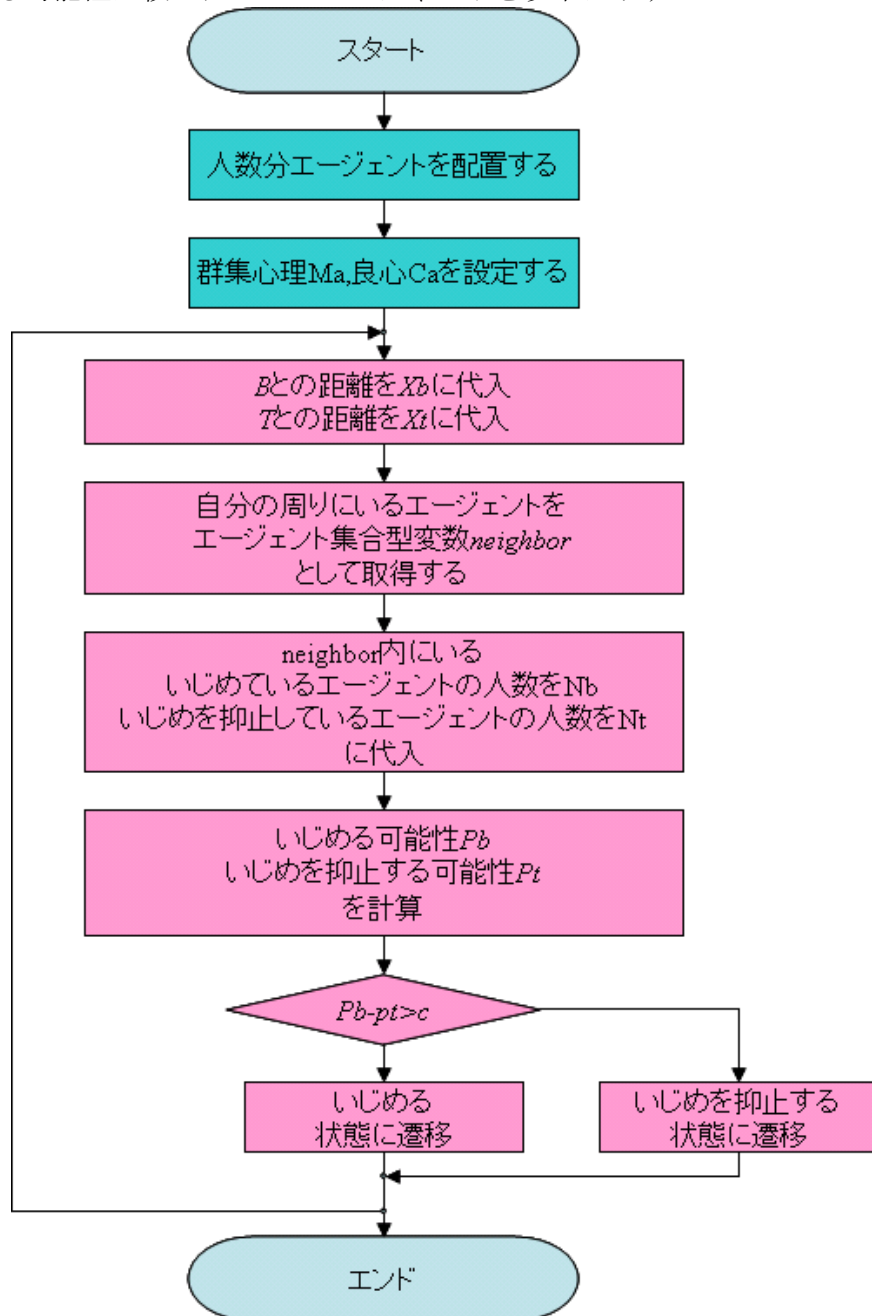


図 4.4 いじめる可能性比較モデルのフローチャート

4.4 いじめる可能性比較モデルのシミュレーション結果

いじめる可能性比較モデルのシミュレーション例は以下のようなものである。

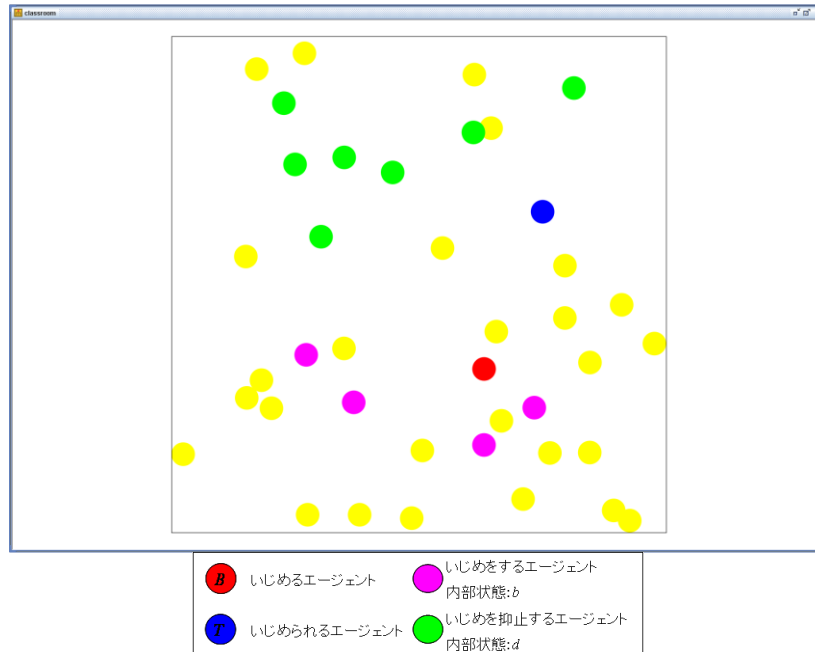


図 4.5 いじめる可能性比較モデルシミュレーション結果例

ここで、いじめられるエージェントが青、傍観者エージェントがいじめを抑止する状態に遷移した状態は緑、いじめるエージェントが赤、傍観者エージェントがいじめる状態に遷移した状態はピンク、黄色は傍観者エージェントがいじめに無関心な状態である。

一度内部状態が変化したエージェントが出現すると、群集心理 M_A の値にもよるが、多人数の状態へ変化するエージェントが急速に増加する。これはこのモデルにおいて、時間的に変化する可能性のあるものが、いじめるエージェント、いじめを抑止するエージェントの人数しかないからであろう。

4.5 いじめる可能性比較モデルの反省、改善点

いじめる可能性比較モデルの反省点を以下に示す。

- いじめる可能性といじめを抑止する可能性を比較することで、自分の状態を決定するということは確からしいと感ぜられるが、いじめる可能性といじめを抑止する可能性のパラメータを、十分に把握することが出来ないものとしてしまっていた。これは MAS の手法を過信しすぎたために、不必要にパラメータを多く作りすぎてしまったことが原因だと考えられる。
- モデルに用いた、内部状態を決定する変数が客観性のあるデータを用いておらず、想像の域を出ることがなかった。そのため信頼の得られる結果を得ることが難しかった。
- 現実の世界で観測可能なデータを用いていないため、現実の問題と比較することが困難である。

以上の反省点を踏まえて、次章で改善すべき課題を述べる。

- パラメータを多くしすぎることにより信頼性の薄いデータとなってしまうため、出来る限りモデルをシンプルに仕上げ、パラメータは必要最低限のものだけにする。
- 内部状態を決定する変数を客観性のあるものに変更する。
- 現実の世界で観測可能なデータを用いる。

第5章

友達マップを用いたモデル

5.1 いじめる可能性比較モデルの反省，改善点を踏まえて

前章のモデルの改善点を踏まえ，より確からしいシミュレーションを行うために，現実に観測可能な情報を利用したモデルを作成することが必要であることがわかった。しかし，いじめ問題の根底にある人間関係やいじめの状況を観測し，認知することは非常に難しい。そのため本研究では毛利康秀氏(日大文理・学術フロンティア)が提案している友達マップという手法を用いてクラス内の人間関係を表現し，この情報を用いてモデルを作成することとする。

5.2 友達マップについて

現在研究されている友達マップとは，生徒に「自分が友達だと思うクラスメイトは誰か？」というアンケートをとり，そのアンケート結果から友達だと思う人に対して矢印を引き，視覚的に配置したものである。

友達マップを用いることで，実際に観測可能な情報を基に定性的な人間関係を模式的に示すことが可能となる。この方法で観測した友達マップを本研究では定性的な友達マップと名づける。

定性的な友達マップからは

- ・誰が孤立しているか
- ・誰がグループを作っているか
- ・クラス内のリーダー格となりうる人は誰なのか

といったことが予測出来る。

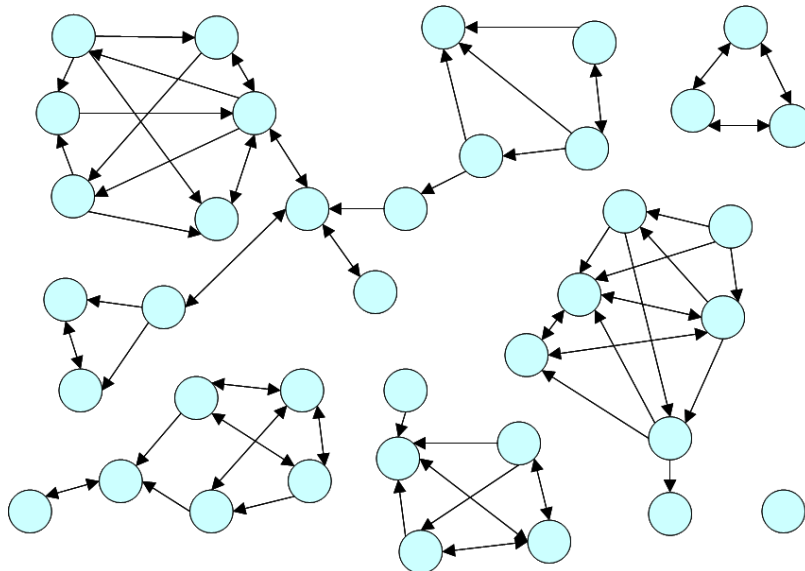


図 5.1 友達マップの例

しかし，定性的な友達マップから得られる情報が，現実の状況を完全に反映しているとは限らない。定性的な友達マップで観測するものは個々人の主観であり，絶対的なものではない。

例えば，外交的で誰とでもよく会話をする子供と，内向的であまり人と会話をしない子供がいたときに，外交的な子供が，1日に一言二言しか会話を交わさない子供のこ

を、友達と感ぜない場合であっても、一方の内向的な子供にとっては、1日に一言二言会話をする子供のことを、友達だと感ぜることがあるということである。このように相手が友達だと感ぜることは個人の主観によるものであるが、この定性的な友達マップからは誰と誰が友達であるといった定性的なデータを観測することは可能である。

さらに、友達マップの観測の仕方として、例えば一緒に遊んだり、会話をしたりする時間の長さを絶えず観測し、その時間が長ければ長いほど友達である、とすれば外部からの絶対的なデータの観測は可能となる。これにより定量的なデータを観測することができる。

この方法により観測した友達マップを本研究では定量的な友達マップと名づける。しかし、この方法による友達マップの作成は手間がかかるため現在まだやられていない。そのため本研究では、定量的な友達マップからわかることは、定性的な友達マップでわかることに加え、友達との絶対的な関係の深さもわかるものと仮定する。

5.3 友達マップ変動 - クラスルームモデルにおける傍観者について

このモデルでは 3.2 における仲介者は存在せず、クラス内の傍観者をいじめる人に対して同調的か、いじめられている人に対して同調的か、いじめに無関心もしくはいじめの発生に無知か、によって分類することとする。このいじめに関する関心は、友達マップにおける繋がり方に依存し、矢印の向いている相手の内部状態の影響を受けて自身の内部状態を決定する。

5.4 友達マップ変動 - クラスルームモデルの設定

ここで作成するモデルは、定量的な友達マップを基にして作成する。友達としての繋がり方を矢印の種類を変化させ、重み付けを行うことによって定量的な友達マップを表現する。またエージェントの振る舞いや、いじめの状況によって友達マップがステップごとに変化し、その結果がいじめに対する共感度へも影響を及ぼすものとする。このモデルを作成する上で必要な情報であると考えたものを以下に示す。

- エージェントを、いじめるエージェント(B), いじめられるエージェント(T), 傍観者エージェント(A)の3種類に分ける。
- いじめるエージェント(B)といじめられるエージェント(T)はそれぞれ一人で、傍観者エージェント(A)や環境の影響を受けないものとする。
- クラス内の人数は N 人。すなわち傍観者エージェント(A)は $N-2$ 人である。
- 傍観者エージェント $A = A(\bar{L}_A, F_A)$ は各エージェントとの矢印のレベル
 $\bar{L}_A = (L_A^0, L_A^1, \dots, L_A^{N-2}, L_A^B, L_A^T)$, 評価関数 F_A で定義される。
- $\bar{L}_A \in [0, 5]^N$ は各エージェントとの矢印のレベルを表し、クラス内のエージェントそれぞれとの繋がり方の深さを表す。

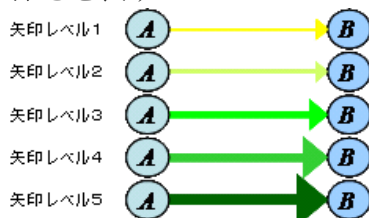


図 5.2 友達マップにおける矢印の種類と重み付けのイメージ

また、このいじめモデルは、以下に示す点を考慮したものとする。

- エージェントは他のエージェントと遊ぶことにより、相手のエージェントとの矢

印のレベルが上がる.

- エージェントはクラス内の席の配置と, 矢印のレベルにより, 遊ぶ相手が変わり, 矢印のレベルが上がるほど遊ぶ確率が高くなる.
- 傍観者エージェントの評価関数 F_A は, 矢印の先にいるエージェントの評価関数 F_A の影響を受けるものとし, 矢印のレベルが上がるほどその影響力は大きくなる.
- 遊ばない期間が続いた時, 矢印のレベルが下がる.
- 席替えによる影響を調べるため, 席替えが出来るものとする.

以上の点を考慮に入れた上で, 作成したエージェントのルールを以下に示す.

I. 矢印のレベルのルール

クラス内のエージェント全てを *classmate* とし, 一緒に遊ぶ友達のリストを *play_member* としたとき

(1)

For each $A' \in \{classmate\}$
If $L_A^{A'} \neq 0$
Then add A' to $\{play_member\}$ $L_A^{A'}$ -times

(2)

If $\{play_member\} \neq \emptyset$ Then
For each $A' \in \{play_member\}$
If $F_A \times F_{A'} < 0$
Then remove A' from $\{play_member\}$

(3) 毎ステップランダムに *play_member* から選んだエージェントと遊ぶ.

(4)

遊んだ時 $L_A^{A'} \leftarrow \min\{L_A^{A'} + 1, 5\}$
2日間遊ばなかった時 $L_A^{A'} \leftarrow \max\{L_A^{A'} - 1, 0\}$

II. 状態遷移のルール

評価関数 $F_A \in [-10, 10]$ の値は

$F_A > 0$: いじめているエージェントに共感

$F_A = 0$: いじめの発生を知らない状態

$F_A < 0$: いじめられているエージェントに共感

している状態を表しており, いじめるエージェント, いじめられるエージェントの評価関数 F_A の値はそれぞれ $-10, 10$ で固定とし, 傍観者エージェントの評価関数の初期値は 0 とする.

- 評価関数 F_A は減衰値 ε を用いて

$$F_A \leftarrow F_A + \frac{\varepsilon \left(\sum_{A' \in \{classmate\}}^N F_{A'} \times L_A^{A'} \right)}{\sum_{A' \in \{classmate\}}^N L_A^{A'}}$$

で表すものとする. 今回は $\varepsilon = 0.04$ とした.

なお, このモデルはアクセス不可能であり, 非決定的で, エピソード的で, 静的で, 離散的なモデルである.

5.5 友達マップ変動 - クラスルームモデルのフローチャート

友達マップ変動 - クラスルームモデル内の Crass_room Agt_Step 内の I, II のルールは前項の I, II に示す.

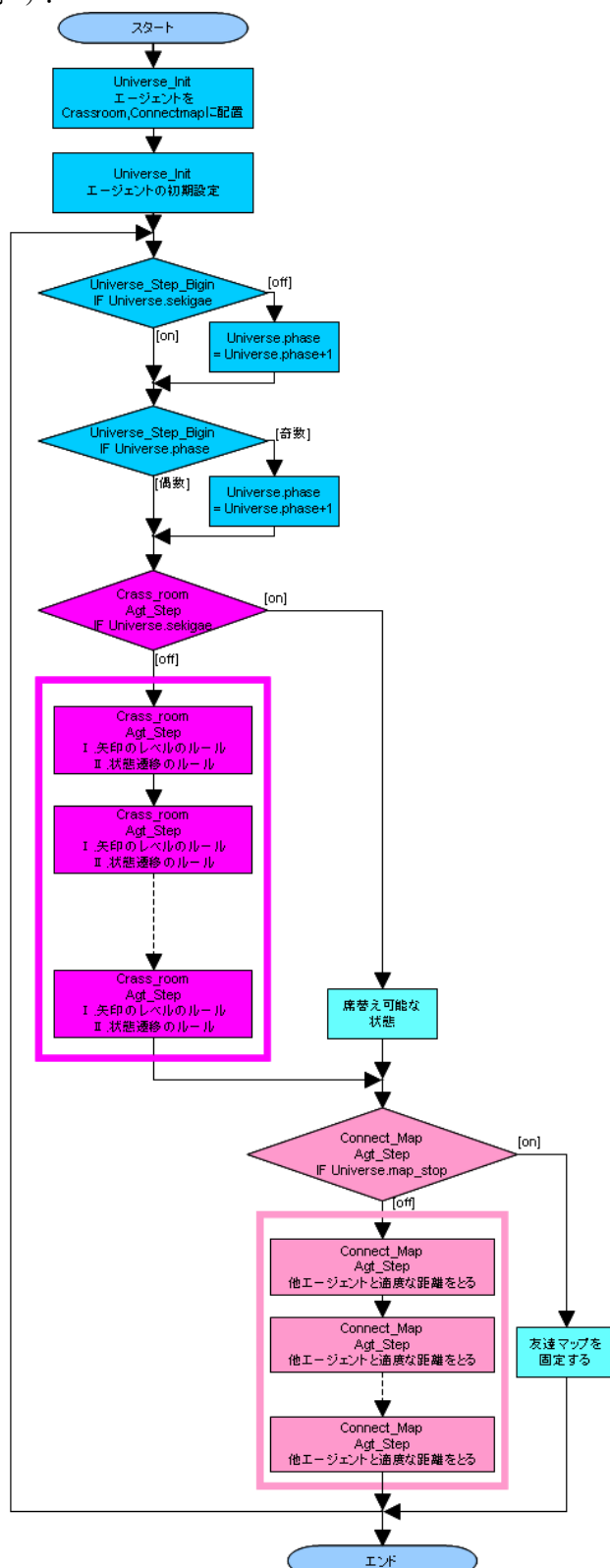


図 5.3 友達マップ変動 - クラスルームモデルのフローチャート

5.6 友達マップ変動 - クラスルームモデルのシミュレーション結果

以下に友達マップ不動 - クラスルームモデルのシミュレーション結果を示す。

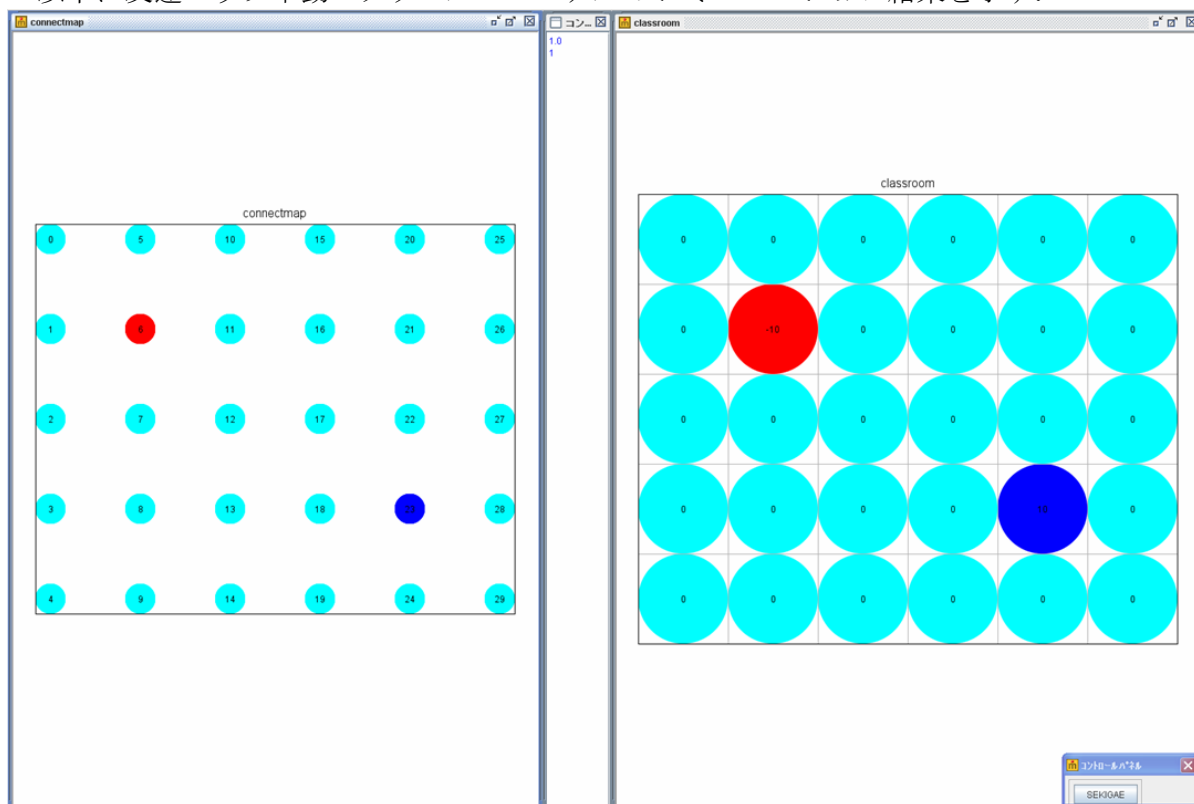


図 5.4.1 シミュレーション実行例開始 1 ステップ目

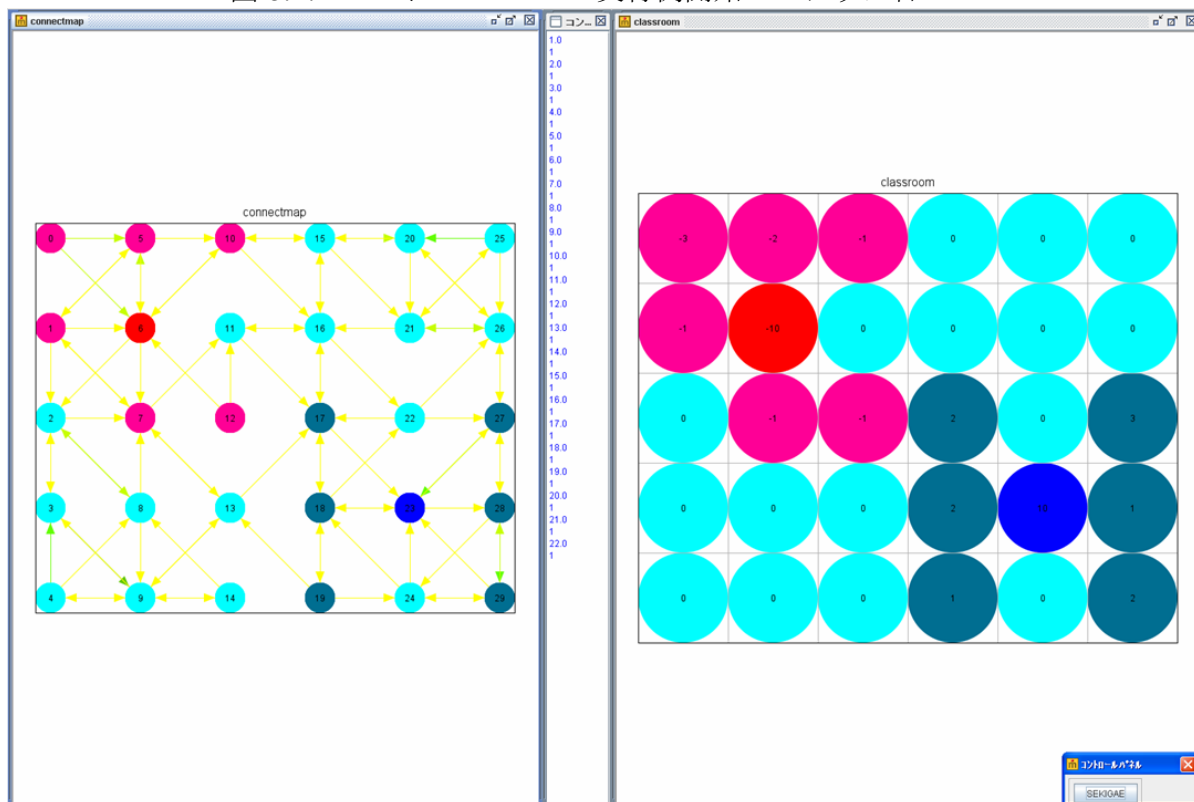


図 5.4.2 シミュレーション実行例開始 22 ステップ目

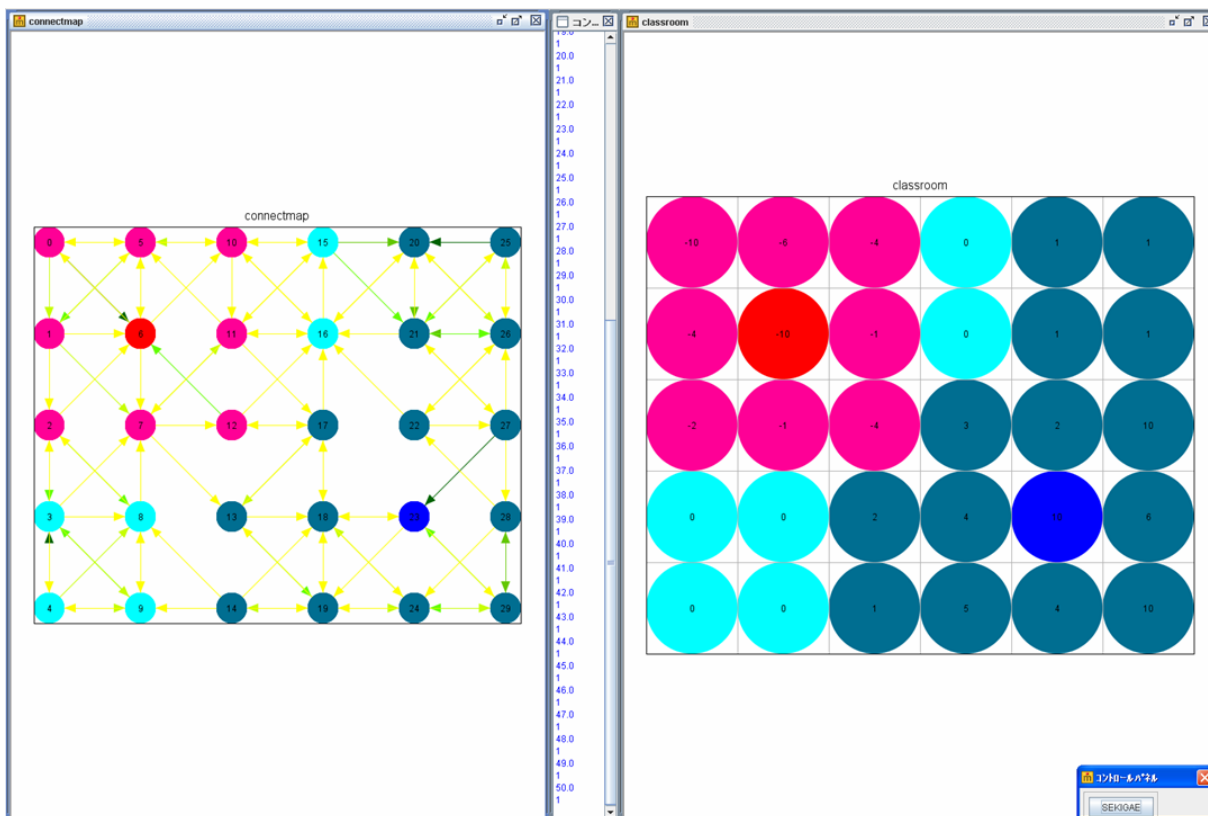


図 5.4.3 シミュレーション実行例開始 50 ステップ目

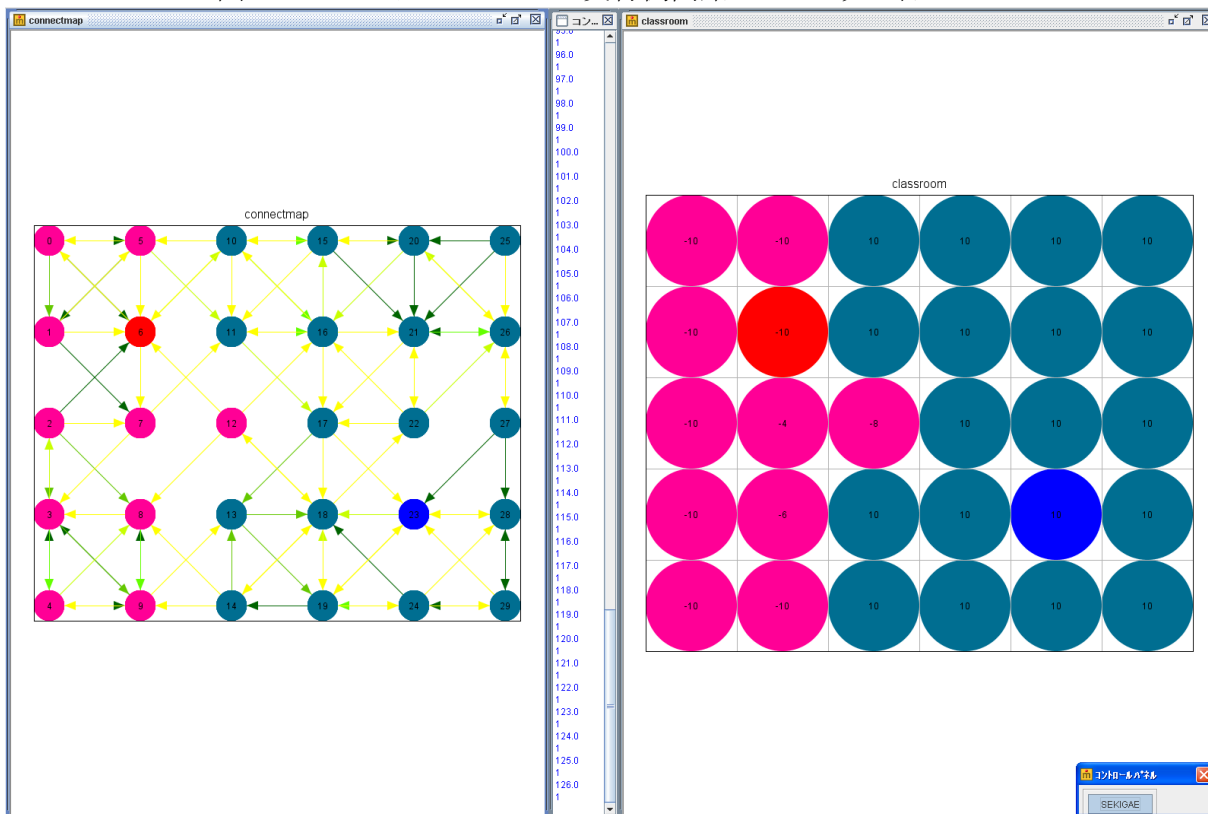


図 5.4.1 シミュレーション実行例開始 126 ステップ目

このモデルから分かることは、

- ・エージェントが他のエージェントを慕い、特に矢印のレベルが 3 以上である時は、近隣の影響はほとんど受けず慕った相手と同様の状態となることが多かった。
- ・矢印のレベルが高い時、特に 4 以上となった時、遊ぶ相手として新たなエージェントを選択することが極端に少なかった。
- ・同調する相手が、違う境界部では矢印のレベルが 2 以上となることはほとんど無かった。

5.7 友達マップ変動 - クラスルームモデルの反省、改善点

友達マップ変動 - クラスルームモデルによるシミュレーションの反省点を以下に示す。

- ・遊ぶ相手を選択するとき自己本位でのみ選択し、相手の情報は考慮に入れなかったこと。
- ・遊ぶ時に遊ぶ相手に対して情報が反映されないこと。
- ・毎ステップすることは、クラスメイトと遊ぶことであり、実際にいじめが行われること自体を再現していなかったこと。
- ・友達マップ作成のルールにウェイトがかかってしまっていたこと。

以上の反省点を踏まえて、改善すべき課題を述べる。

- ・他人と接点が発生した場合、自分のパラメータのみが変化するのではなく、相手のパラメータにも影響が及ぶものとする。
- ・モデル内でいじめを発生させ、それに応じた状況の変化をシミュレーションする。
- ・友達マップの初期値を設定し、友達マップが変動しないものとする。

第6章

まとめ

いじめのシミュレーションを用いて、現実のいじめ問題に対して応用出来ることが最終的な課題となる。すなわち、現実を観測可能な値を用いて、その時のいじめの状況に応じたいじめの様子をシミュレーションでき、その結果によりいじめ問題に対する解決策を考えることが出来るものが本研究における理想的なモデルといえる。

そういう意味でも観測可能である友達マップという概念を、モデルに取り入れたことで一歩いじめ問題に対して踏み込めたものとなった。

しかし、本研究では遊ぶ相手を選択するとき、遊ぶという相互に関係しあう行為であるにもかかわらず、自己本位でのみ遊ぶ相手を決定し、遊んだ場合一方的に友達として、相手の情報に影響が与えられていなかったことや、いじめのモデルであるにも関わらず、毎ステップ実行することは、クラスメイトと遊ぶこととなっており、実際にいじめが行われること自体を再現していなかったことなどの友達マップにウェイトがかかったモデルとなってしまったといえる。

そのため、今後いじめ問題のモデルを作成する上で留意しなければならない課題は、いじめの発生の様子を主体とした、いじめモデルを作成すること、現在観測可能な値が友達マップだけであるが、友達マップで理解できることは定性的・定量的な人間関係であり、いじめに直結したパラメータとはいわずに、いじめに直結したパラメータを新たに探し出すことが挙げられる。

参考文献

- [1]山影 進, 人口社会構築指南 **artisoc** によるマルチエージェント・シミュレーション入門 (人工社会の可能性 1) , 書籍工房早山(2007)
- [2]福岡県教育センター研修資料: いじめのメカニズムとその対応,
<http://www.educ.pref.fukuoka.jp/etclink/ijimetaiou/ijimenomekanizumu.pdf>
- [3]毛利 康秀, ディスカッション
- [4]大内 東・山本 雅人・川村 秀憲, マルチエージェントシステムの基礎と応用(複雑系工学の計算パラダイム), コロナ社(2002)