

卒業研究Ⅱ

マルチエージェントシミュレーションを用いた
いじめ発生メカニズムの解析

東京大学教養学部広域科学科広域システム分科

学籍番号 氏名

08-110401 猪鼻 真裕

08-110408 関 和紀

08-110409 手谷 紗季

08-110411 森下 洋子

指導教員 増原 英彦

2013年3月8日

目次

1	序論	3
1.1	背景	3
1.2	関連研究	3
1.2.1	事例研究	4
1.2.2	マルチエージェントシミュレーション	4
1.3	本研究の目的	4
2	マルチエージェントシステムを用いたシミュレーション	6
2.1	マルチエージェントシミュレーションの設計	6
2.2	ハイダーのバランス理論	7
2.3	鳥海らによるシミュレーション実験 [18]	9
2.3.1	初期化	9
2.3.2	コミュニケーションの実行	10
2.3.3	友人関係の更新	11
2.3.4	コミュニティの評価	12
3	コミュニケーション形態の変化といじめ問題に関する社会調査	13
3.1	比較対象とする統計データ	13
3.2	「いじめの追跡調査」の調査概要	14
3.2.1	調査の対象	14
3.2.2	調査の時期	14
3.2.3	調査手法	14
3.2.4	調査項目	14
3.3	シミュレーションと比較するいじめの形態	15
3.4	ネット利用率の推移	16
3.5	生徒のコミュニケーション形態	17
3.5.1	友達の数	17
3.5.2	ネット掲示板によるコミュニケーション	17
4	本研究によるコミュニケーションモデルの改良	18
4.1	情報伝播モデル	18

4.2	不確定的擾乱モデル	19
5	実験結果	21
5.1	パラメータ決定のための予備実験	21
5.1.1	基準となる実験設定	21
5.1.2	好感度行列の平均値のシフト	23
5.1.3	いじめ被害者の推移	25
5.2	情報伝播モデルへの拡張	26
5.3	不確定的擾乱モデルへの拡張	27
5.3.1	擾乱パラメータ依存性	27
5.3.2	周期依存性	27
6	考察	30
6.1	定性的な評価	30
6.2	定量的な評価	31
6.2.1	1998年～2004年	31
6.2.2	2005年～2009年	32
7	結論	34

1 序論

1.1 背景

学校教育の現場における問題として古くから考えられてきたものの1つに、いじめが挙げられる。最近では、2011年に大津市中2いじめ自殺事件が全国的に報道され、社会問題となった。いじめ問題の解決に向けては、その発生メカニズムの解析が一手法として注目されている。

いじめに関する研究が進展するとともに、いじめの捉え方も変遷している。ヨーロッパで1980年代に研究が始まった頃は、いじめ問題の原因は個人の攻撃的な特性にあるという考え方が主流であった。日本でも、80年代には、いじめの加害者や被害者のパーソナリティを調べる研究が盛んであった[11]。

その後1986年に、森田はいじめの4層構造を提案し、いじめ問題を単に個人の問題に帰着させるのではなく、いじめは人間関係の構造による問題を含んでいることを指摘している[22]。また、赤坂もいじめ問題を共同体内部の差異の消失と再生の構造として捉え、いじめを「共同体内部の差異化のための排除行動」として考察している。すなわち、集団が均質化してくると、差異化のための排除行動を行うようになる、という構造的な問題を指摘している[8]。

現在でも、いじめを個人の問題に帰着するのではなく、集団の構造に何らかの要因があるとする見方が主流である。1996年には、文部大臣[当時]が緊急アピール「かけがえない子どもの命を守るために」で「深刻ないじめは、どの学校にも、どのクラスにも、どの子どもにも起こりうる」と発表した。また、2010年に国立教育政策研究所によって出された「いじめの追跡調査」では、いじめの被害者と加害者は流動的に入れ替わることを指摘している[10]。

1.2 関連研究

いじめに関する研究の方法は、大きく2つに分けられる。1つ目は事例分析で、アンケート調査などを行って、具体的ないじめの事例を分析する方法である。2つ目は工学的な手法で、マルチエージェントシミュレーションを用いて実験する方法である。

1.2.1 事例研究

事例分析としては、松村らによるソシオメトリックテストを用いて学級集団構造を調べた研究などが挙げられる [21].

ソシオメトリックテストは、1930年代のJ・L・モレノが提案した手法に起源を持つ、集団内部の人間関係を評価するためのテストである。このテストでは、集団の成員全員に「一緒に作業したい人」と「一緒に作業したくない人」を答えさせ、その結果をグラフで表したり（ソシオグラム）、行列で表現したり（ソシオマトリックス）、数量的に分析したりして考察を行う。

松村らは、ソシオマトリックスと担任教師の報告を合わせて考察し、集団構造が変化していく様子を明らかにしたが、そこに規則性を見出せてはいない [21]。このように、事例分析においては、個々の事象に結果が大きく左右され、統一的な見解を見出すことは難しい。

1.2.2 マルチエージェントシミュレーション

そこで本研究では、2つ目のマルチエージェントシミュレーションを用いた解析を行う。マルチエージェントシミュレーションを用いた研究は、大きく2通りに分けられる。1つ目は、各エージェントに何らかの価値観を持たせ、共有価値観の多寡に基づいて同調・排除行動を行うモデルである [5][23]。2つ目は、各エージェントに対象への好感度を持たせ、ハイダーのバランス理論に基づいて好感度とネットワークを更新していくモデルである [18][6]。それぞれのモデルにおいて、エージェントに影響度を持たせたり [6][7]、教師の介入を組み込んだりするなど [18][6]、様々な拡張が行われている。

1.3 本研究の目的

しかし、モデルが複雑になるにつれて、何がいじめ発生の要因なのかが同定しづらいという問題がある。また、既存研究はどれも一対一の対面のコミュニケーションを仮定しており、近年のインターネットが普及した環境におけるコミュニケーションを適切に反映できていないと考えられる。コミュニケーションの形態は、いじめの発生に大きく影響しているのではないだろうか。

そこで本研究の目的を2つ設定する。1つ目は、できるだけ単純なモデルを用いていじめの状況を再現することで、いじめ発生のメカニズムを解析することである。すなわち、先行研究の枠組みを用いて、そのパラメータ依存性について詳細に解析することで、いじ

めが発生する条件を調べる。2つ目は、インターネットを介した新たなコミュニケーションモデルを提案し、そのモデルを採用した場合のいじめの発生状況の変化を解析することである。実験結果の解釈においては、実際の社会調査による統計データとの比較を行って、シミュレーションの妥当性を検討する。現実のデータとの比較検証は、既存研究においてほとんど行われていないといつてよい。

本論文は、以下の通りに構成される。2章でマルチエージェントシミュレーションを用いた先行研究について説明する。3章では、シミュレーション結果の妥当性を検証するため、比較対象とする現実の統計データについて、調べた結果をまとめる。4章では、インターネットを介したコミュニケーションモデルについて説明する。これは、本研究による新たな提案である。5章では、実験結果を示し、6章で実験結果と現実の統計データの比較検証を行う。7章に、本研究の結論をまとめる。

2 マルチエージェントシステムを用いたシミュレーション

2.1 マルチエージェントシミュレーションの設計

いじめに関するマルチエージェントシミュレーションの設計は、すでに様々なものが考えられている。これらのシミュレーションにおいては、各エージェントにある特性を与え、コミュニケーションによって各エージェントの特性やエージェント間の関係を変化させていき、関係から孤立したエージェントが出現するかを観察する。孤立したエージェントはいじめの対象になりやすいと考えられるため、そのようなエージェントを減らすための方法を、シミュレーション結果から考察することが一般的である。

各エージェントが持つ特性としては、他のエージェントへの好感度、特定の価値観への好感度、集団内秩序（影響度）、集団の共有価値観などが挙げられる。各エージェントが持つ特性について、先行研究ごとの差異をまとめたものが表 1 である。

表 1 先行研究と本研究のエージェントが持つ特性

先行研究	他のエージェントへの好感度	特定の価値観への好感度	集団内秩序（影響度）	集団の共有価値観
鳥海ら [18]		×	×	×
田中ら [6]				×
前田ら [5]	×		×	×
姉崎ら [23]			×	×
宮田 [7]				
本研究		×	×	×

エージェント間のコミュニケーションは、ハイダーのバランス理論 [3] をもとにモデル化した研究 [18][6]、同調行動・排除行動をもとにモデル化した研究 [5][23]、およびそれらを複合した研究 [7] が存在する。ハイダーのバランス理論については、2.2 節で説明する。先行研究ごとの差異をまとめたものが表 2 である。

エージェントの持つ特性やコミュニケーションモデルが最もシンプルなのは、鳥海ら [18] によるシミュレーションである。ここでは各生徒が持つ特性として 2 生徒間の好感度のみが定義され、コミュニケーションの実行とハイダーのバランス理論による好感度の更新を繰り返すことによって友人関係が変化させていく。

マルチエージェントシミュレーションにおいては、「ばかばかしいほど、簡単にせよ

表 2 先行研究と本研究のコミュニケーションモデル：表中の「ハイダー」は、ハイダーのバランス理論に従って好感度を変化させ、友人関係を更新していくモデルを採用した研究、「同調・排除」は、共有価値観に基づく一定の確率で同調行動か排除行動を行い、友人関係を更新していくモデルを採用した研究を表す。

先行研究	友人関係の変化法	コミュニケーション形態
鳥海ら [18]	ハイダー	一対一
田中ら [6]	ハイダー	一対一
前田ら [5]	同調・排除	一対一
姉崎ら [23]	同調・排除	一対一
宮田 [7]	ハイダー + 同調・排除	一対一
本研究	ハイダー	一対多

(Keep it simple, stupid)」の原則に従うことが重要だと言われている [1]。シミュレーションを複雑にしすぎると、シミュレーション結果にどのパラメータがどの程度影響しているのかが見えにくくなってしまいうためである。そこで本研究では、上に挙げた先行研究のうち、もっとも単純な鳥海らのものをシミュレーションの枠組みとして採用し、そこにネットいじめ特有の性質である「一対多のコミュニケーション」を加えることによってネットいじめの状況を再現する。

この章の以下の節では、ハイダーのバランス理論を概説した後、鳥海らによる先行研究 [18] を説明する。

2.2 ハイダーのバランス理論

1946年に心理学者のフリッツ・ハイダーが提唱したバランス理論は、3者間の人間関係の均衡と不均衡について論じた理論である [3]。

主体 P (Person), 他者 O (Other person), 対象 X の3者が関係を持っており、P から O への好感度、P から X への好感度、O から X への好感度がそれぞれ l_{po} , l_{px} , l_{ox} と表されているとする (図 2.1)。ただし好感度は正負の値を持ち、P が O に良い印象を持っているれば $l_{po} > 0$, 悪い印象を持っているれば $l_{po} < 0$ であるとする。バランス理論によれば、3者の関係が均衡するのは

- (i) 3つの好感度の値がすべて正の場合 (3人ともなかよし)
- (ii) 3つのうち1つが正で残りの2つが負である場合 (敵の敵が味方になっている)

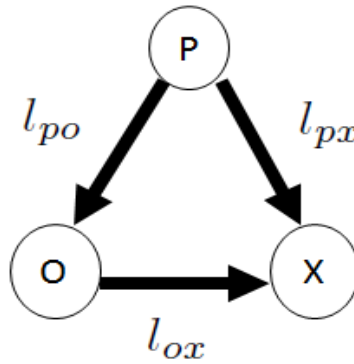
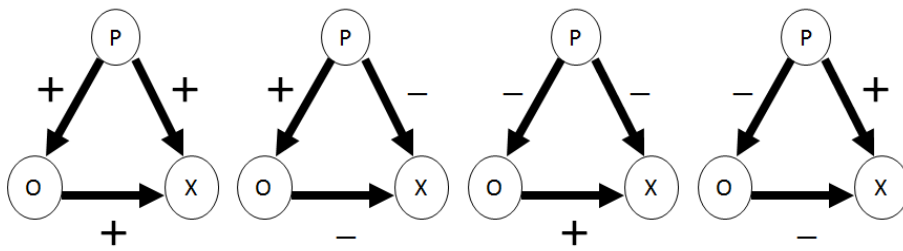


図 2.1 P, O, X 間の好感度

の 2 つの場合に限られ、それ以外の場合には不均衡となる (図 2.2) .

均衡状態



不均衡状態

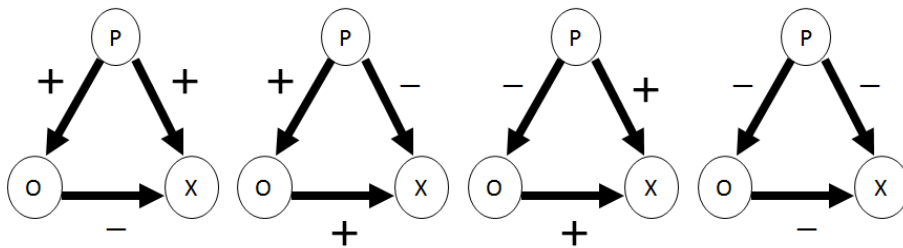


図 2.2 均衡状態と不均衡状態

同じことを数式を使って表すと、

- $l_{po} \times l_{px} \times l_{ox} > 0$ ならば関係は均衡
- $l_{po} \times l_{px} \times l_{ox} < 0$ ならば関係は不均衡

となる。関係が不均衡になっている場合には、3つの好感度の値のうちいずれかの符号を変えることによって不均衡を解消し、人間関係を安定させるよう動機づけられる。

2.3 鳥海らによるシミュレーション実験 [18]

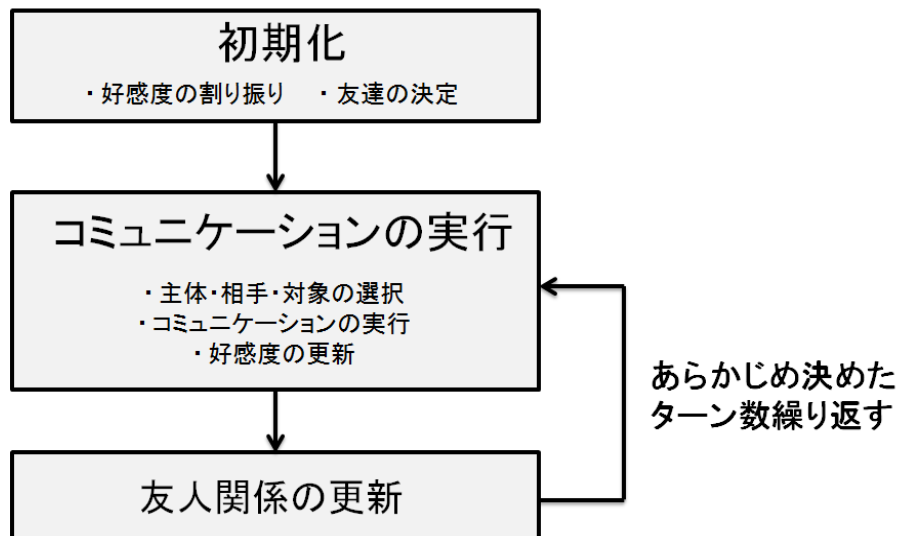


図 2.3 シミュレーションの流れ

先行研究 [18] のシミュレーションの流れは図 2.3 のように図式化させる。まず初期化の際に、各エージェントへの好感度の割り振りと、その好感度に基づく友人の決定を行う。初期化が完了したら、生徒間で一対一のコミュニケーションを行う。コミュニケーションの結果、お互いの好感度が増減する。条件を満たす全生徒が一度ずつコミュニケーションを行ったら、変化した好感度をもとに友人関係を更新する。これをあらかじめ決めたターン数だけ繰り返す。

以下、各ステップについて詳しく説明する。

2.3.1 初期化

好感度の割り振りと友人関係の決定を行う。

(I) 好感度の割り振り

生徒 A から生徒 B への好感度を l_{ab} と書く。ただし $-1.0 \leq l_{ab} \leq 1.0$ とし、+1 に近いほど良い印象を、-1 に近いほど悪い印象を持っているとみなす。N 人の生徒がそれぞれ自分以外の生徒に対する好感度の値を持っているとすれば、そ

れらをまとめて $N \times N$ の行列で表現することができる。すなわち、

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \cdots & l_{1N} \\ l_{21} & l_{22} & \cdots & l_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{N1} & l_{N2} & \cdots & l_{NN} \end{bmatrix}$$

となる。これを好感度行列と呼ぶ。この行列の各要素に好感度を割り振っていく。ただし自分から自分への好感度 l_{ii} は 0 とする。

(II) 友人関係の決定

好感度の割り振りが完了したら、得られた好感度行列から各生徒の友人を決定する。以下の 2 つの条件をともに満たす生徒 i を、生徒 A の友達とする。

- (i) l_{Ai} が、あるしきい値を超えている
- (ii) l_{Ai} が、生徒 A からほかの生徒への好感度のうち上位 5 位までに入っている。

1 つ目の条件は、ある一定の好感度を持つ生徒としか友人関係を持たないことを表している。2 つ目の条件は友人選択数の最大値を定めているが、これは、ソシオメトリックテストにおいては友人選択数をある一定の値 (1 人から 5 人、多くの場合 3 人) に制限することが一般的であるということを踏まえている [2]。

2.3.2 コミュニケーションの実行

教室内の生徒のうち 2 人 (コミュニケーション主体とコミュニケーション相手) が選択され、一対一の会話を行う。その結果、お互いの好感度が変化する。

(I) コミュニケーション主体の選択

コミュニケーション主体 (P) は、当該ターンでまだ会話をしていない生徒からランダムで選ばれる。

(II) コミュニケーション相手の選択

教室内においては、親しい友人の間ほど多くのコミュニケーションが行われると言われている [13]。そこでコミュニケーション相手 (O) は、当該ターンにコミュニケーションを行っていないエージェントのうち、コミュニケーション主

体の「友達」か「友達の友達」の中からランダムに選ぶこととする（図 2.4）。ただし、条件を満たす生徒が存在しない場合にはコミュニケーションは行われない。

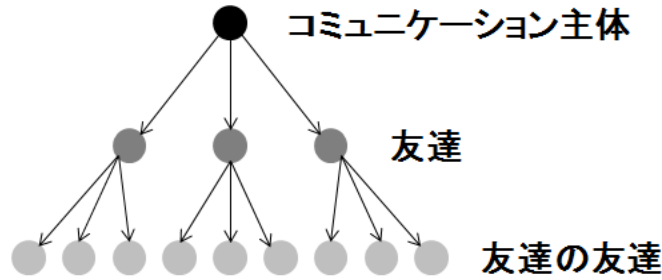


図 2.4 「友達」と「友達の友達」（鳥海ら [18] の図を再描画）

(III) 会話対象の選択

P と O は、教室内の他の生徒からランダムに選んだ会話対象 X に関する噂話と行う。このとき主体 (P)、相手 (O)、会話対象 (X) の 3 者の関係を考えることになるので、2.2 節のバランス理論を適用できる。ただしここでは、好感度は一度の会話で急激に変化するのではなく、徐々に変化していくものと仮定し、バランス理論に基づく好感度変化を以下の式によって表現する。

$$\frac{dl_{px}}{dt} = w \cdot l_{po}l_{ox}$$

$$\frac{dl_{po}}{dt} = w \cdot l_{px}l_{ox}$$

ただし w は好感度変化の重みである。

以上の (I)、(II)、(III) を、教室内の全生徒が一度ずつ会話を行うか、会話を行う条件を満たす生徒が残らなくなるまで繰り返す。ただし、(II) の条件を満たすエージェントが存在しない場合は、そこでコミュニケーションを終了とする。

2.3.3 友人関係の更新

コミュニケーションが完了したら、それによって変化した好感度行列をもとに、友人関係を更新する。更新の方法は、2.3.1 節の初期化の際と同じ方法を用いる。

2.3.4 コミュニティの評価

2.3.2 節, 2.3.3 節で説明したコミュニケーションの実行と友人関係の更新を, あらかじめ決めたターン数だけ繰り返し, シミュレーション途中や最終状態での友人関係を調べる. 友人関係の評価には次の 2 つの指標を用いる.

- 孤立エージェント数
他のどの生徒からも友人だと思われていない生徒の人数.
- 周辺エージェント数
孤立エージェントではないが, 両思いの生徒はいない生徒の人数.

概念図を図 2.5 に示す. これらの値はそれぞれ, ソシオメトリックテストにおける孤立児, 周辺児の人数に対応するものである [2]. 孤立・周辺エージェントが多数発生するコミュニティは, 潜在的にいじめが発生する確率が高く, 危険な状態にあるといえる.

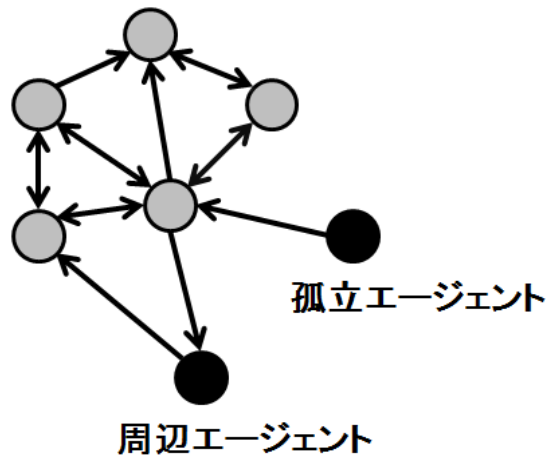


図 2.5 周辺エージェントと孤立エージェント: 矢印は友人関係を示す.

3 コミュニケーション形態の変化といじめ問題に関する社会調査

本章では、シミュレーション実験と対応させる、現実のいじめ問題に関する統計データなどをまとめる。

3.1 比較対象とする統計データ

国によるいじめ問題に関する統計的な調査は、1985年から行われている [20]。調査結果は、文部科学省から毎年公表されている「児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」[20] や、国立教育政策研究所生徒指導研究センターから公表された「いじめ追跡調査」[9][10] などから参照することができる。

しかし、文部科学省の調査方法では、「学校側が認知したいじめの件数」がカウントされており、メディア報道でいじめ問題が大きく取り上げられたり、いじめの定義が変わったりするたびに、認知件数が大きく変動する [20]。実際、大津市中学2年生自殺事件が大きく報道された平成24年度の調査では、前年度の平成23年度1年間におけるいじめの総認知件数が7万件であったのに対し、平成24年度4月からの半年間だけで、総認知件数は14.4万件と倍以上の件数が計上されている [12]。

一方、「いじめの追跡調査」内での発表によると、いじめが発生しやすい年、しない年があるのではなく、毎年同程度のいじめが発生している、とのことである [9][10]。文部科学省との結果の違いは、その調査方法に由来する。調査結果をまとめた国立教育政策研究所生徒指導・進路指導研究センター総括研究官の滝によると、

お断りしておかなければいけないのは、文部科学省の調査は、学校ごとに発生件数を調べていく。つまり、起きた学校数を調べるという感じになります。それに対して、これ^{*1}は一人ひとりの子どもに対して、「いやなことがあったの？」という格好で聞いている話なので、数値的にはもちろん、計算の仕方も調査の仕方も違います。

とのことである [11]。

すなわち、「いじめの追跡調査」で得られた統計量の方が、より生徒の実態をつかめて

*1 注：「いじめの追跡調査」の調査結果のこと。

いると考えられる。そこで本研究では、シミュレーションと比較する統計データには、「いじめの追跡調査」内で公表されているデータを用いることとする。

3.2 「いじめの追跡調査」の調査概要

3.2.1 調査の対象

「いじめの追跡調査」では、匿名性を維持しつつ、個人を特定できる形で、数年間（小学校から中学校まで）追跡調査することを目的としている。そのため、調査単位は中学校区（区内の小中学校全て）とする。

また、全数調査を行うのは困難であるため、日本全体の状況を推測できる際の根拠となりうる地点、すなわち、(i) 大都市近郊にあり、(ii) 住宅地や商業地のみならず、農地等も域内に抱える地方都市、を選び、その市内にある全ての小学校（13校）と中学校（6校）を対象校とする。

対象生徒は、小学校4年生から中学校3年生までの全児童生徒とする。1学年当たりの児童生徒数は、学年や年度によって異なるが、概ね800名前後で大きな変動はない。

3.2.2 調査の時期

1998年から、毎年6月末と11月末の年に2回、新学期が始まってから3ヶ月弱の時期に揃えて調査を実施する。ただし、同一日を指定しているのではなく、学校間で若干の幅がある。

3.2.3 調査手法

調査対象の児童生徒に対して、アンケート調査を行う。調査は、個々の児童生徒の変容を追跡できるように記名式で行う。ただし、調査票の配布時にシール付きの封筒を配布し、回答後は各自で速やかに封入できるような配慮を行い、回答の精度を上げるように配慮する。

3.2.4 調査項目

2005年から、新たな形態のいじめについても対応していく関係で項目の修正が行われたが、本研究で利用予定の項目については変更はなされていない。2005年度以降の調査項目を、以下に示す。

- 仲間はずれ・無視・陰口
- からかう・悪口

- 軽くぶつかる・叩く・蹴る
- ひどくぶつかる・叩く・蹴る
- 金銭強要・器物破損
- パソコン・携帯によるいじめ

3.3 シミュレーションと比較するいじめの形態

前節で「いじめの追跡調査」で調べられた、複数のいじめの形態について述べたが、本研究のシミュレーションでは孤立・周辺エージェントをコミュニティの評価に用いるため、対応するいじめの形態は「仲間はずれ・無視・陰口」だと考えられる。また、「仲間はずれ・無視・陰口」はいじめ全体に占める割合も高く、国際的に見ても、日本ではこの形態のいじめが多いことが、特徴として報告されている [11]。

図 3.1 に、「仲間はずれ・無視・陰口」による被害を週に 1 回以上経験している生徒の割合の、経年変化を示す。

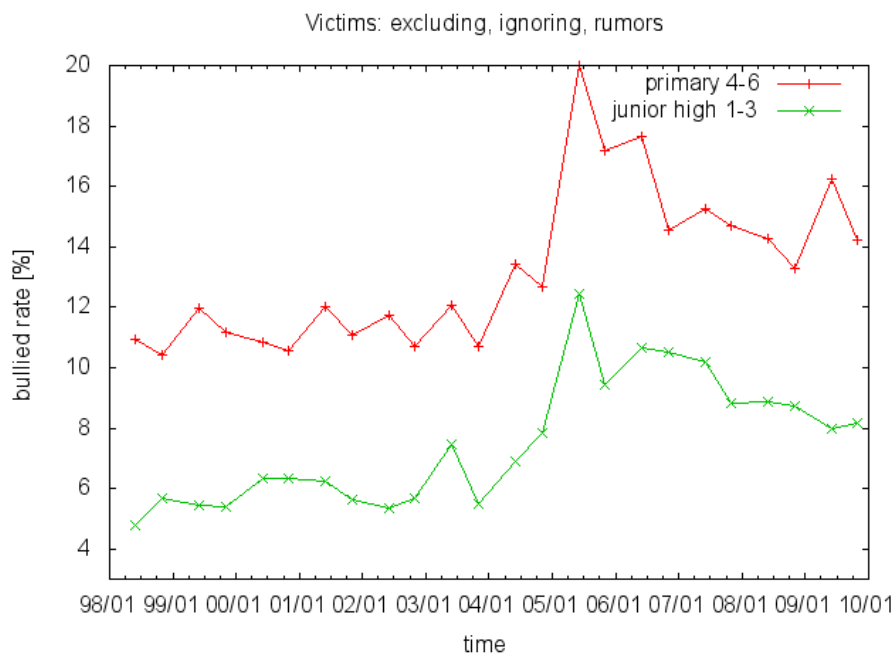


図 3.1 週 1 回以上のいじめ被害（仲間はずれ・無視・陰口）の経験率の推移 [年度/月][9][10][11]

図 3.1 をみると、全体の傾向に大きな変動はないといっても、2005 年を境にいじめの被害率が増加していることが分かる。以降の考察では、このいじめ被害経験率とシミュレー

ションによる孤立エージェント数の対応を考えていくこととする。

3.4 ネット利用率の推移

インターネットの普及率に関して、平成 13 年度の内閣府による第 4 回情報化社会と青少年に関する調査では、「これまでに自宅・インターネットを利用したことがありますか（携帯電話・PHS での利用も含む）」という問いに対し、インターネットの利用経験があると回答した人は、12-14 歳では約 45 パーセント、15-17 歳では約 50 パーセントにとどまった [16]。その 7 年後、平成 20 年度から 23 年度にかけて総務省によって行われた通信利用動向調査によると、この 4 年間で 6-12 歳の子どものインターネット利用率は軒並み 60 パーセント以上、13-19 歳に関しては 80 パーセント以上となっており、青少年の間でインターネットがより身近な存在になってきたといえる [15]。これより、2001 年から 2008 年頃にかけて、インターネット環境が児童生徒に普及していったと考えられる。

また、平成 22 年の情報通信白書によると、10 代におけるインターネット (WWW) の使用目的は以下の表のようになっている [14]。ソーシャル・ネットワーキング・サービス (Social Networking Service; SNS) や掲示板、他人の開設している個人ページの閲覧を主な利用目的としていることがわかる。

表 3 10 代のインターネットの利用機能・サービス (平成 22 年)

機能	携帯	PC
SNS を見る	43.5 %	17.3 %
掲示板を読む	35.9 %	24.7 %
他人のブログ・HP を見る	43.5 %	39.5 %
twitter などを読む	14.3 %	19.8 %
SNS に書き込む	34.8 %	12.5 %
掲示板に書き込む	19.8 %	12.3 %
自分のブログ・HP を更新する	21.7 %	11.1 %
twitter などに書き込む	7.6 %	7.5 %

3.5 生徒のコミュニケーション形態

3.5.1 友達の数

藤本は、公立中学校 2 年生 33 人に対して、学級内の人間関係についての調査を行った [4]。学級内で発生する仲間集団のソシオメトリック構造を把握するため、クラスメイト一人ひとりについて、親密である 5～親密でない 1 の 5 件法で評価を求めた。調査時期は 12 月でクラス内の人間関係は成熟しており、かつプライバシー保護には十分に留意して調査が行われた。その結果、クラス 33 人のうちの 28 人が 3 人～9 人の友人集団を形成しており、残りの 5 人は仲間集団に属さない、または極端にある仲間集団に対して閉鎖的な関係を築いている、ということが分かった。

3.5.2 ネット掲示板によるコミュニケーション

ネット掲示板による情報交換では、個人の発言を不特定多数の人間に公開されること、発言者が特定されづらいことなどが特徴として挙げられる。また、掲示板への投稿の中には個人についての情報を晒すものも存在し、誹謗中傷も多々存在する。

青少年が利用する匿名掲示板の中には、ある特定の学校内の話題について投稿する、学校非公式のサイトが存在する。文部科学省による平成 19 年度の調査では、学校非公式サイトが全国で 38260 件発見されており、その中で最も多いのが匿名掲示板型のサイトであった [19]。匿名掲示板型のサイト 894 件についてその内容を詳細に調査した結果、生徒に対する誹謗中傷が確認できたサイトは 544 件にのぼった。

4 本研究によるコミュニケーションモデルの改良

本研究では、2章に述べた先行研究 [18] の拡張を行う。特に、インターネット環境が児童生徒に普及した社会的状況を踏まえ、2種類のモデルを考案し、2.3.2節のコミュニケーションの実行方式に変更を加える。

4.1 情報伝播モデル

1つ目に考えられることは、インターネット環境によって、情報が広がりやすくなっているということである。特に中学生では、インターネットの利用目的として「友人の掲示板を見る」が2番目に多いという結果が、2006年に出ている [17]。

そこで、エージェントのコミュニケーション結果が、他のエージェントにも伝播するモデルを考える。これは、自分が好意を持つエージェントが、ブログやプロフ、SNSなどの、個人が特定できるインターネットサイトで情報を発信する場合に対応する。概念図を図4.1に示す。

コミュニケーションの際に、エージェント P に好意を持つエージェント i に関する、好感度の変化を付け加える。ただし、ネット上の情報は1対1の場合よりも影響度が低いと考えられるため、2次的な重みをかけることで、影響度を下げて伝播させる。

$$\frac{dl_{ix}}{dt} = w \cdot w' \cdot l_{pox}$$

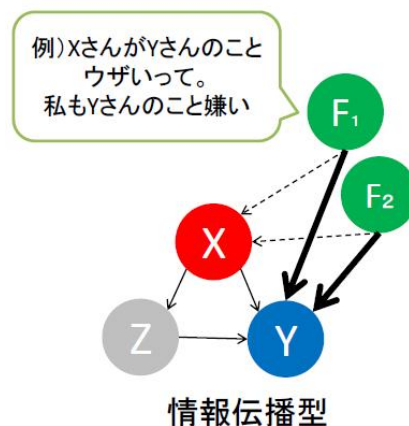


図 4.1 情報伝播モデル - 概念図

w' は, $0.0 \leq w' \leq 1.0$ を満たす, 好感度変化の 2 次的な重みである.

この好感度変化を, P に好意を持つ全てのエージェント i に対して行うモデルを, 情報伝播モデルと呼ぶ.

4.2 不確実的擾乱モデル

2 つ目に考えられることは, インターネット環境特有の, 情報の匿名性である. 匿名であるがゆえに誹謗・中傷を行うことへの心理的抵抗が小さくなり, 従来と比べて他者誹謗への・中傷が増加していることが予想される. 特に, 「学校裏サイト」と呼ばれるネット掲示板での誹謗・中傷は問題視されており, 2007 年の滝川高校いじめ自殺事件で大きく報道され, 社会問題となった.

そこで, あるターンに, ランダムに選ばれたエージェント X の好感度が突然下がる状況を考える. これは, 学校裏サイトや 2 ちゃんねるなどの匿名掲示板でエージェント X への悪口が書かれ, それを他のエージェントが閲覧する場合に対応する. 概念図を図 4.2 に示す.

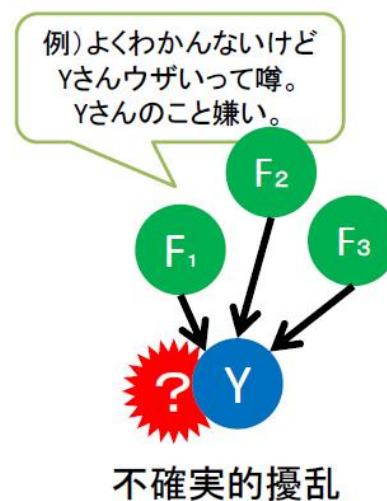


図 4.2 不確実的擾乱モデル - 概念図

ある周期を定め, その周期において, ランダムに選ばれたエージェント X への好感度に, 以下の式で表される変化を加える.

$$\frac{dl_{iX}}{dt} = -J \quad (\text{for all } i \neq X)$$

J は、前もって定めておく擾乱パラメータである。

この好感度変化を一定の周期で行うモデルを、不確実的擾乱モデルと呼ぶ。

5 実験結果

5.1 パラメータ決定のための予備実験

5.1.1 基準となる実験設定

表 4 に、本研究において基準とする実験設定をまとめる。基準としては、最もシンプルだと考えられる実験設定を選んだ。

好感度変化の重み W 以外の値は、先行研究 [18] の設定をそのまま用いる。好感度変化の重み W に関しては、先行研究 [18] に設定値が記されていないため、シミュレーションの挙動が 5000 ターンのうちに安定するような値を、実験的に求めて用いることとする。

もう一つのパラメータに、友人選択数 F が挙げられる。先行研究 [18] では、友人選択数 $F = 5$ に設定していたが、このパラメータ依存性について実験した結果を、図 5.1 に示す。

図 5.1 をみると、まず、友人選択数 F が増えるにしたがって、孤立・周辺エージェント数が減少することが分かる。また、先行研究 [18] の設定である $F = 5$ の場合には、孤立エージェント数は 0.13 となっており、いじめはほとんど発生しないことが分かった。すなわち、好感度行列などに特に工夫をしないシンプルなモデルでは、先行研究 [18] とは異なる結果が得られた。

次に、コミュニケーション相手の候補数の、 F 依存性を求める実験を行った。普段話す間柄の友達は、10 人程度であることが知られている [4]。これは、本シミュレーションにおける、友達と友達の友達を合わせた数に相当する。この値は F によって変わるため、実際にどの程度のコミュニケーション相手候補からエージェントを選んでいるのかを調べた。結果を、図 5.2 に示す。

表 4 基準となる実験設定

エージェント数	30
好感度変化の重み W	0.05
友人選択のしきい値	0.0
好感度行列の初期化の値選択範囲	[-1.0, 1.0]
シミュレーションターン	5000
実験回数	100 回

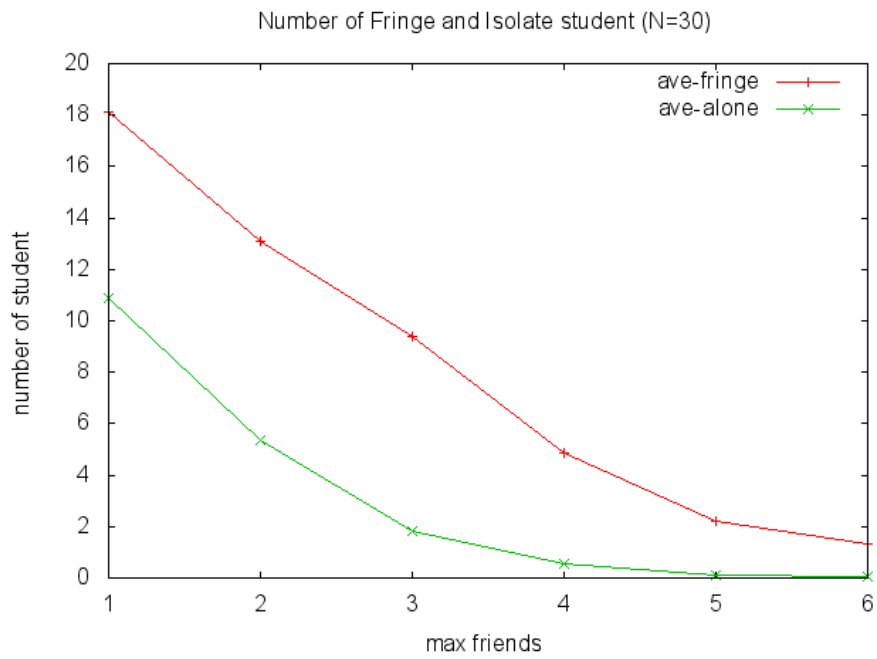


図 5.1 孤立・周辺エージェント数の友人選択数 F 依存性

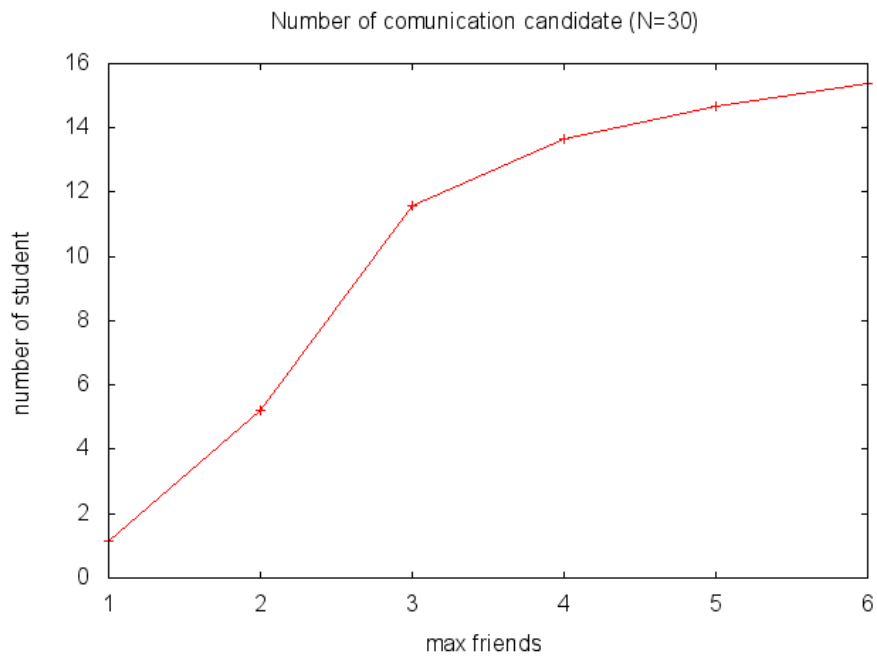


図 5.2 コミュニケーション相手の候補数の友人選択数 F 依存性

図 5.2 を見ると、まず、友人選択数 F の値が増えるにしたがって、コミュニケーション相手の候補数も増加していくことが分かる。特に $F = 5$ の場合は、14.6 人程度、すなわち、クラスの半数程度が候補者となっている。会話相手が 10 人程度となる設定を探すと、 $F = 3$ のときに 11.5 となり、一番近い値となっている。

5.1.2 好感度行列の平均値のシフト

松村らによる、ソシオメトリックテストを用いて学級集団構造を調査した研究では、1 人が選択できる友人数を 5 人としているが [21]、その状況でもいじめを受けている生徒は孤立する、という結果が得られている。しかし、前節の結果によると、基準の設定では $F = 5$ のときにほとんどいじめは発生しない。そこで本研究では工夫を行って、 $F = 5$ の場合でも孤立エージェントが発生し得るように、実験設定を変更する。

$F = 5$ では、より多くのエージェントを友人として選択できるため、各エージェントがリンクを受ける確率が上がっている。このとき、好感度を全体的に低くすれば、好感度がしきい値を超える確率が下がるため、孤立エージェントが発生しやすくなると考えられる。そこで、好感度行列の初期化の際に、好感度行列の平均値をマイナスにすることを考える。好感度行列の平均値 \bar{L} は、以下の式で定義される。

$$\bar{L} = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N l_{ij}$$

具体的には、好感度行列を初期化する際に、 $[-1.0, 1.0]$ の範囲からランダム選択するのではなく、 $[-0.5, 0.5]$ の範囲からランダムに選択し、ある一定の値を減算して、初期値とする。この操作によって、減算するある一定の値だけ、 \bar{L} がマイナスの値にシフトする。

この初期化を行った場合の実験結果を、図 5.3 に示す。

図 5.3 は、横軸に \bar{L} をマイナスにシフトする値、縦軸にその場合の孤立・周辺エージェント数をとったものである。図 5.3 をみると、 \bar{L} をマイナスにシフトさせるにしたがって、孤立・周辺エージェント数ともに増加していくことが分かる。

この実験により、 $F = 5$ の場合でも、いじめが発生する状況をシミュレートできることが分かった。初期化の際に \bar{L} がマイナスの値を取るということは、初対面の状況で、他人に対して好感度を持たない、すなわち、人見知りの人が多い状況に対応していると考えられる。

また、 \bar{L} がシミュレーションを通じてどのように変化していくかを調べた結果を、図 5.4(a) に示す。シフトの値には、0.42 を用いた。

図 5.4(a) をみると、コミュニケーション数が増えるにつれ、 \bar{L} の値は増加していくこと

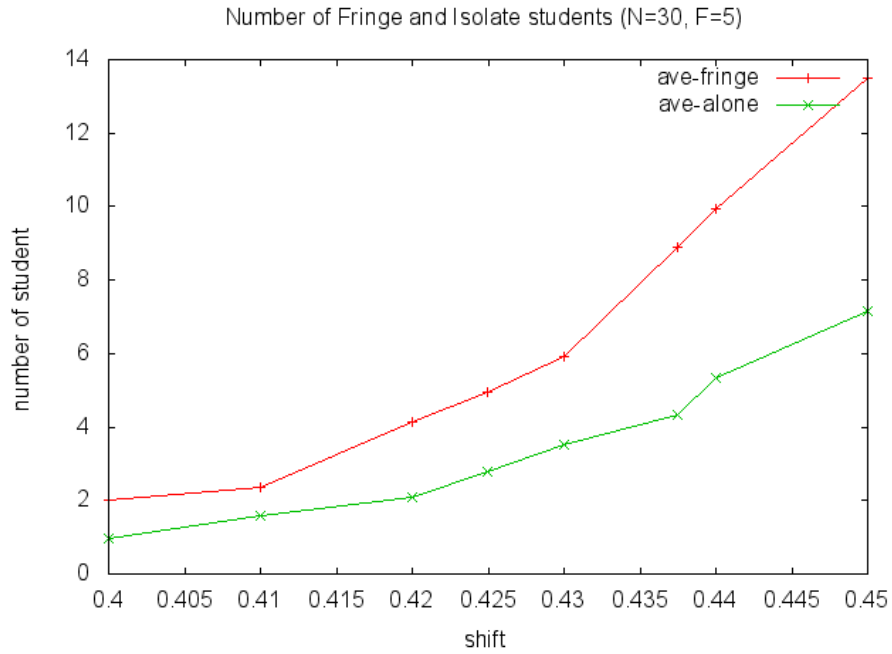
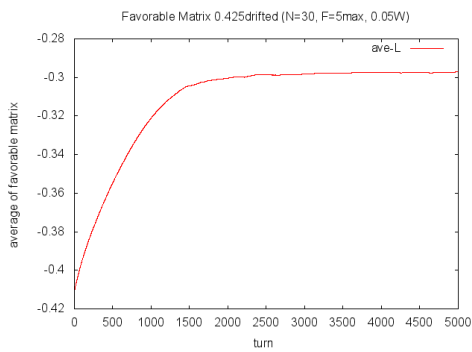
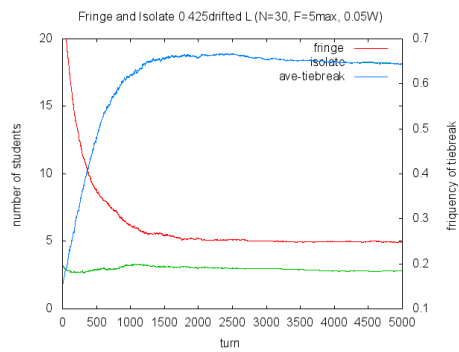


図 5.3 好感度行列の初期化の平均値を下げた場合の孤立・周辺エージェント数



(a) \bar{L} の推移



(b) 孤立・周辺エージェント数と好感度 +1 を多数持つエージェント数の推移

図 5.4 \bar{L} の推移とシミュレーションの収束の様子

が分かる。すなわち、各エージェントは最初は低い好感度しか他者に対して持っていないが、コミュニケーションを経るにつれ、プラスの好感度を持つ割合が増えていく。最終的には、ある一定のマイナスの値に落ち着くことが分かる。比較のために、図 5.4(b) に孤立・周辺エージェント数と、好感度 +1 を多数持つエージェントの割合を示す。図 5.4(b) をみても、1500 ターン目程度には系全体の挙動が収束していることが分かる。

5.1.3 いじめ被害者の推移

「いじめ追跡調査」の結果における主張は、「深刻ないじめは、どの学校にも、どのクラスにも、どの子どもにも起こりうる」というものである [9]。すなわち、誰か特定のいじめられやすい児童がいるのではなく、いじめの被害者・加害者となる生徒は頻繁に入れ替わっているということである。

本研究のシミュレーションでその状況が再現できているか、確かめる実験を行った。結果を、図 5.5, 5.6 に示す。

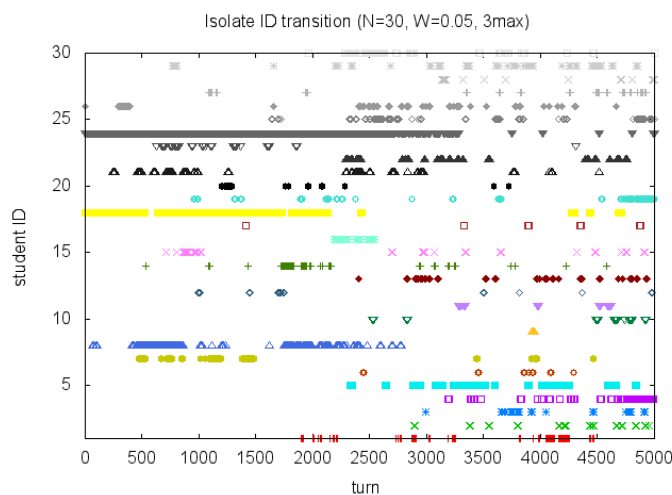


図 5.5 孤立エージェント ID の推移 ($F = 3$): 横軸はターン数, 縦軸はエージェント ID を表し, 当該ターンに孤立エージェントであった場合にはプロットされる。

図 5.5, 5.6 は、100 回の実験のうち 1 回だけが無作為に取り出して、各ターンで孤立エージェントとなっているエージェント ID を記録したのものである。結果を見ると、見た目



図 5.6 孤立エージェント ID の推移 ($F = 5$, $shift = 0.42$): 横軸はターン数, 縦軸はエージェント ID を表し, 当該ターンに孤立エージェントであった場合にはプロットされる。

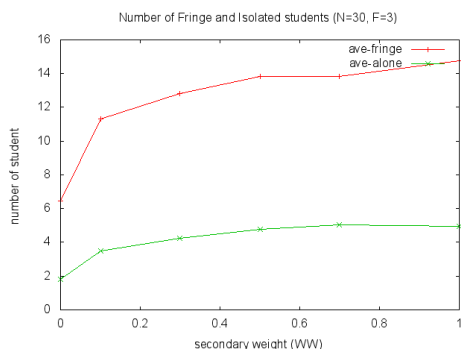
若干の差はあるものの, どちらも孤立エージェントとなるエージェントが, ターン毎に異なる様子が観察できる. 特に $F = 3$ の場合に顕著であるが, 孤立エージェントとなるエージェントが, 頻繁に入れ替わっている. これらのグラフより, $F = 3$, $F = 5$, $shift = 0.42$ のいずれの場合にも, 実際のいじめの状況が再現できたと考えられる.

以上の結果より, $F = 3$, 5 のパラメータ設定は, いずれも妥当な可能性があるとして, 以降の実験では (i) $F = 3$ かつ好感度行列のシフトなし, (ii) $F = 5$ かつ好感度行列のシフト 0.42 , の 2 つの設定を用いて, モデルを拡張する. 以降では, 後者の設定を $F = 5$ と略記する.

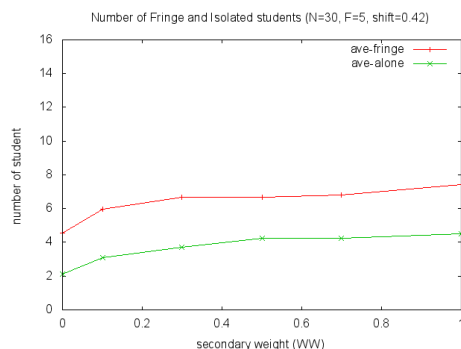
5.2 情報伝播モデルへの拡張

$F = 3$, 5 それぞれの場合に, 4.1 節で述べた拡張を行って, 好感度変化の 2 次的な重み w_{ww} のパラメータ依存性を調べる実験を行った. 結果を, 図 5.7 に示す.

結果を見ると, 周辺エージェント数に関しては $F = 3$ の場合の方が多結果となっている. 一方, 孤立エージェント数に関しては, どちらも同じような傾向を示している. 特に,



(a) $F = 3$



(b) $F = 5$

図 5.7 情報伝播モデルにおける孤立・周辺エージェント数の推移

情報伝播が少しでもあれば ($ww \sim 0.1$), 孤立エージェント数は増えることがわかる。そして, ww が増すにつれ, 緩やかに増えていく様子が観察された。

5.3 不確実的擾乱モデルへの拡張

$F = 3, 5$ それぞれの場合に, 4.2 節で述べた拡張を行って, 擾乱を与える周期と, 擾乱のパラメータ J のパラメータ依存性を調べる実験を行った。

5.3.1 擾乱パラメータ依存性

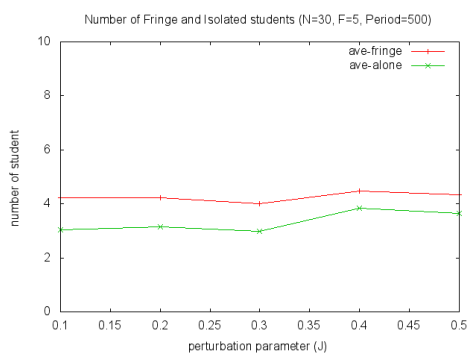
まず, 4.2 節で述べた擾乱パラメータ J の依存性を調べる実験を行った。 $F = 5$ の設定において, 擾乱を起こす周期を 500, 1000 として実験した結果を, 図 5.8 に示す。

結果を見ると, 擾乱パラメータ J に変更を加えても, ほとんど変動がない様子が分かる。同様に, $F = 3$, 周期を 1000 として実験を行った結果を, 図 5.9 に示す。

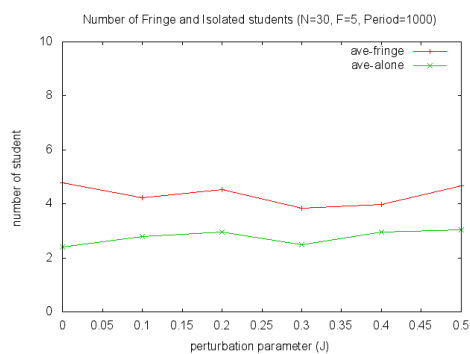
これらの結果を見ても, 擾乱パラメータ J を変化させても, 大きな変動はない様子が観察された。

5.3.2 周期依存性

次に, 擾乱パラメータ J を 0.1 に固定し, 擾乱を加える周期を変えて, 実験を行った。匿名掲示板の情報は, あまり強く伝わらないであろうという仮定から, $J = 0.1$ という, 最小限の影響を仮定した。



(a) 周期 : 500



(b) 周期 : 1000

図 5.8 不確実的擾乱モデルにおける孤立・周辺エージェント数の J 依存性 ($F = 5$)

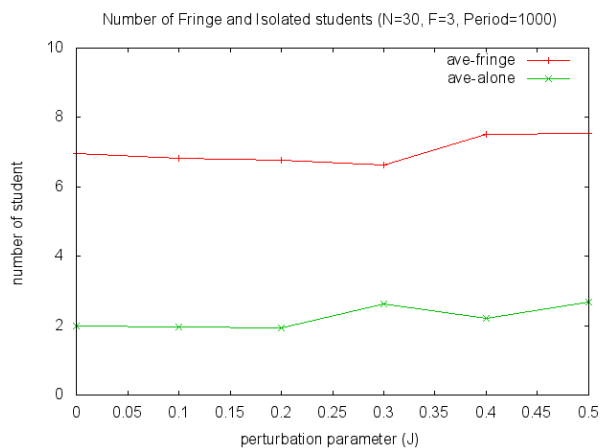


図 5.9 不確実的擾乱モデルにおいて周期を 1000 としたときの孤立・周辺エージェント数の J 依存性 ($F = 3$)

$F = 3, 5$ の場合の結果をそれぞれ, 図 5.10 に示す.

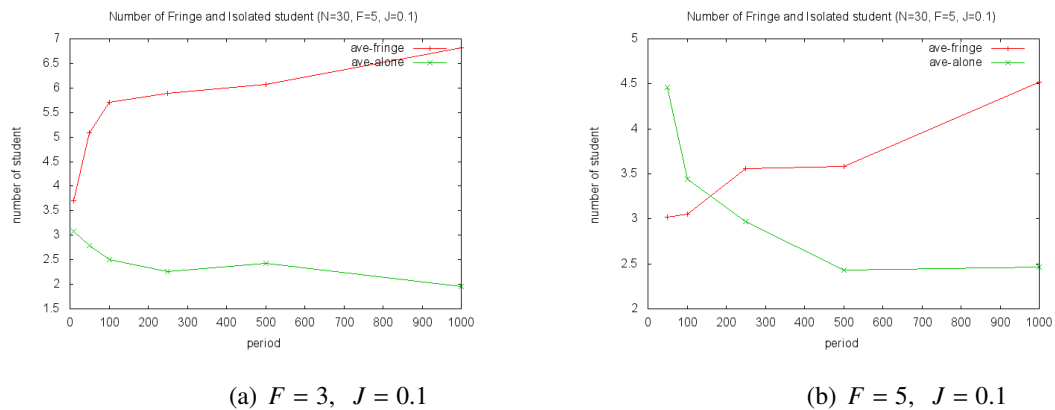


図 5.10 不確実的擾乱モデルにおける孤立・周辺エージェント数の周期依存性

結果を見ると, 孤立エージェントについては, 周期が短いほど発生数が高くなっている. 一方, 周辺エージェントについては, 周期が長くなるほど増加する傾向にある. この結果は, 不確実的擾乱によって, 擾乱がなければ周辺エージェントであったはずのエージェントが, 擾乱の影響によって孤立してしまったことを示唆している.

また, $F = 5$ の場合の方が, 上に述べた傾向がより強い.

5.2, 5.3 節ではインターネット環境をモデル化して拡張実験を行ったが, どちらの実験も, インターネット環境がいじめを促進する可能性があることを示唆する結果となった.

6 考察

本章では、今までの結果を踏まえ、現実に行き起きているいじめとシミュレーション結果の比較検証を行う。

6.1 定性的な評価

現実のデータからいえる、いじめ問題の重要な性質は、「いじめは、どの子どもにも起こりうる」というものである [9][10]。5.1.3 節では、基準設定の際に、その状況が再現できているかを確認した。

本節では、インターネットを想定したコミュニケーションモデルの拡張を行った場合でも、その状況が確認できるかを検証する。 $F = 3, 5$ のそれぞれについて、情報伝播モデルでは、 $w_w = 0.1$ の設定、不確実的擾乱モデルでは、 $J = 0.1$ 、擾乱周期 50 の設定を用いた場合の、5.1.3 節と同様の実験結果を、図 6.1, 6.2 に示す。

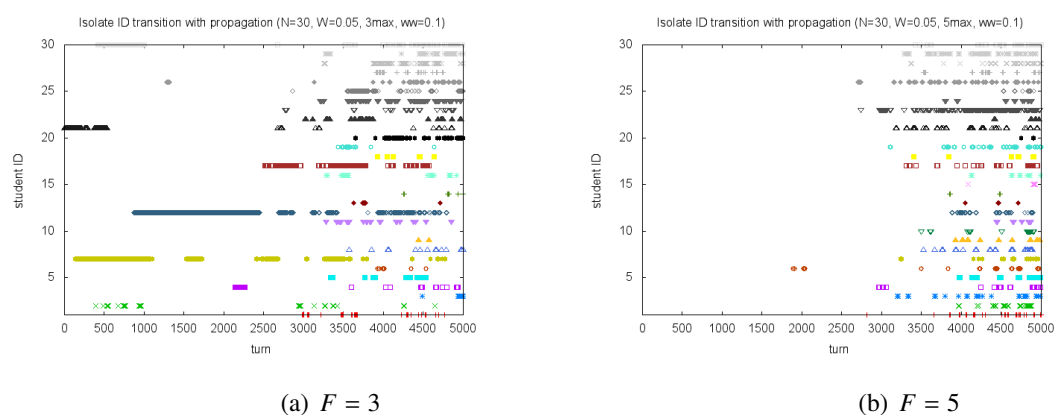


図 6.1 情報伝播モデルにおける孤立エージェント ID の推移 ($w_w = 0.1$)

結果を見ると、多少の程度の差はあるが、最終的にはどの実験設定においても「特定の生徒がいじめを受け続ける」という状況にはなっていないことが観察できる。

以上の結果より、基準の設定を用いた場合も、一対多のコミュニケーションモデルに拡張した場合も、「いじめ被害者が流動的に変化する」という定性的ないじめの性質を、再現できたと考えられる。

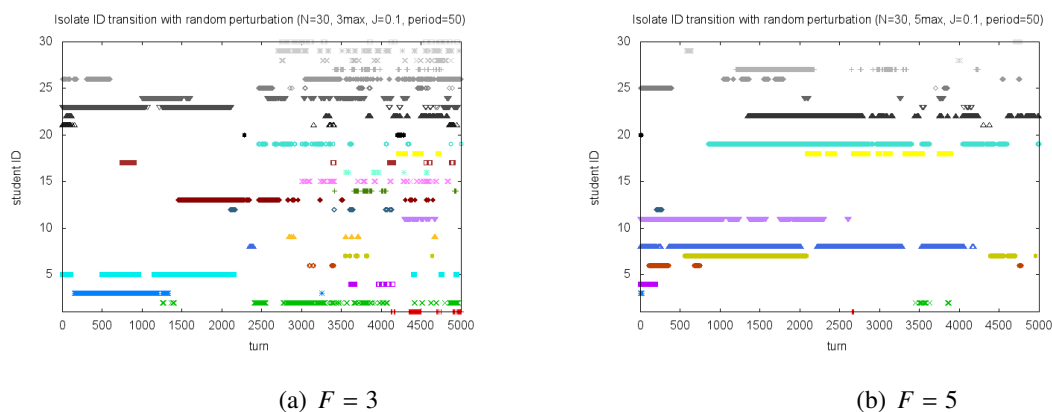


図 6.2 不確実的擾乱モデルにおける孤立エージェント ID の推移 ($J = 0.1$, 周期: 50)

6.2 定量的な評価

近年では、インターネットの影響は小学生にも及んでいるとする見方が一般的であるが、2000年代の初めまでは、主に中学生以上の年齢の生徒への影響を考えるのが一般的であった。実際、2001年に行われた第4回情報化社会と青少年に関する調査では、調査対象は12~30歳の男女となっている [16]。

本研究で比較対象とする現実の統計データは、3.1節で述べた1998年~2009年のデータであるため、本研究において定量的な評価に用いるのは、中学生の統計データとする。

6.2.1 1998年~2004年

3.3節より、2005年以前と以降で定量的な値に相違が見られる。まず、2004年までのデータについて考察する。少なくとも2001年の調査では、中学生がネットの影響を強く受けている、という結果は見られないため、この時期のいじめにもあまりネットの影響が出ていないものと考えられる。本研究のシミュレーション実験とは、5.1節の内容と対応する。

また、いじめ被害者として換算するのは孤立エージェントのみとする。これは、「仲間はずれ・無視・陰口」と対応させる目的である。

得られたデータを、表5にまとめ、比較する。ただし、表5中の統計データのいじめ被害者の割合は、7年分のデータを平均して算出した。

結果を見ると、 $F = 3$ 、 $F = 5$ のどちらの場合も、統計データにかなり近い値が出ていることが分かる。本シミュレーションの枠組みにおいて、「10人程度の話す友人がいる」場合 ($F = 3$) には、ハイダーのバランス理論に従って均衡化の力が常に働く場合でも、いじめが発生し得ることを示している。

また、友人が5人いる場合、すなわち、「教室の半数程度と話す」場合 ($F = 5$) でも、好感度行列の初期値が低いといじめが発生し得ることを示している。これは、初対面の場合に人見知りのエージェントが多数存在する場合に相当する。

以上の結果より、エージェントに複数の特性を付与し、複雑なシミュレーションを行わずとも、ハイダーのバランス理論のみを用いた単純なシミュレーションで、いじめ発生状況を再現することができたといえる。この結果は、KISS[1]の観点からも、今後の研究において環境の価値観などの新しい要素を導入する際にも、有効な結果であると思われる。

6.2.2 2005年～2009年

2005年以降は、全体的にいじめ被害者の割合が増えている傾向にある。特に、2005年は被害者の割合が最も高く、中学生において約12%の生徒がいじめを受けている。

ここでは、3.4節の結果を踏まえ、ネット型の拡張モデルと、現実の統計データを比較する。

まず、情報伝播モデルから得られたデータを表6にまとめ、比較を行う。

結果を見ると、1/5程度の重みでの伝播を仮定したモデルで、現実の統計データに近い値が再現できているといえる。

表5 1998年～2004年の統計データと実験データの比較

	統計データ [11][10]	実験値 ($F = 3$)	実験値 ($F = 5$)
孤立エージェント数 [人]	-	1.82	2.1
いじめ被害者の割合 [%]	6.42	6.07	7.00

表6 2005年の統計データと情報伝播モデルの実験結果との比較

	統計データ [10]	実験値 ($F = 3, ww = 0.2$)	実験値 ($F = 5, ww = 0.2$)
孤立エージェント数 [人]	-	3.92	3.39
いじめ被害者の割合 [%]	12.42	13.07	11.3

次に、不確実的擾乱モデルから得られたデータを表 7 にまとめ、比較を行う。

表 7 2005 年の統計データと不確実的擾乱モデルの実験結果との比較

統計データ [10]	実験値 ($F = 3, J = 0.1, \text{周期} : 10$)		実験値 ($F = 5, J = 0.1, \text{周期} : 100$)	
孤立エージェント数 [人]	-	3.08	3.44	
いじめ被害者の割合 [%]	12.42	10.23	11.47	

結果を見ると、シミュレーション結果の方が若干割合が低い。特に $F = 3$ の場合は、擾乱の周期を 10 に設定し、高頻度で擾乱を起こした場合でも、そこまで孤立エージェントは増加しなかった。擾乱パラメータ J をより大きい値にすれば、より近い値になると考えられる。

$F = 5$ の結果は周期を 100 とした場合の値なので、不確実的擾乱モデルに関しては、 $F = 3$ と 5 で異なる挙動を示す結果となった。

2005 年以降はいじめ被害者の割合は減少するが、これは 2005 年にいじめの定義が変わり、ネットいじめに関しても全国的に報道された時期で、以降は IT リテラシーに関する教育効果が功を奏した可能性がある。情報伝播モデルにおいては w_{ww} の値をより小さくしたり、不確実的擾乱モデルにおいては周期をより長くしたり、擾乱パラメータ J をより小さくしたりすることで、定量的にもいじめ被害者の発生状況をシミュレート可能である。

結局、パラメータを調節することで定量的にいじめ被害者の発生状況は再現可能であるのだが、(i) ハイダーのバランス理論と他のエージェントへの好感度のみを用いた単純なモデルでいじめ発生の状況を再現できたこと、(ii) ネット型のコミュニケーションモデルを採用することで、いじめ被害者の増加を再現できたこと、の 2 点は、本研究の重要な結果だと考えられる。

7 結論

本研究では、マルチエージェントシミュレーションによるいじめ発生メカニズムの解析を行った。まず、先行研究 [18] の枠組みを用いて、パラメータ依存性に関する詳細な実験を行った。その結果、友人選択数が小さい場合には、エージェントは初期状態としてランダムな好感度を持ち、ハイダーのバランス理論に基づくコミュニケーションを行う、というシンプルな仮定の下でも、いじめの状況が再現されることを実証した。また、友人選択数が大きい場合にも、好感度行列の平均値を下げることで、いじめの状況が再現されることを示した。ここでいういじめの状況とは、5.1.3 節で述べた、「いじめ被害者が流動的に入れ替わる」状態のことである。

次に、インターネットの普及を考慮した、新たなコミュニケーションモデルを提案し、実験を行った。既存研究では一対一のコミュニケーションしか扱っていなかったのに対し、本研究の提案では、一対多のコミュニケーションを想定している。一対多のコミュニケーションには様々なものが考えられるが、本研究では、情報伝播モデルと不確実的擾乱モデルを提案した。結果として、どちらのモデルを用いても、孤立エージェントが増加することを観測した。これは、インターネットを介したコミュニケーションモデルでは、いじめが発生する可能性が増すことを示唆している。

さらに、現実のいじめ被害者の統計データとの比較検証を行い、得られた結果が定量的・定性的に妥当だと思われることを示した。定性的には、先行研究 [18] の枠組みにおいても、本研究の提案モデルにおいても、いじめ被害者が固定されない状況を再現することができた。定量的な評価には、中学生のいじめ被害者に関する統計データを採用した。実験の結果、2000 年前半までのいじめ被害者の割合 (6~7%) は、先行研究 [18] の枠組みの結果が対応した。一方、2005 年以降のいじめ被害者の割合 (10~12%) は、インターネットを介したコミュニケーションを行う、提案モデルの結果が対応した。これらの結果より、2005 年頃にインターネット環境が普及したことによって、いじめの発生率が増加したという仮説が考えられる。この仮説の更なる検証は、今後の課題である。しかし、少なくとも (i) シンプルな仮定の下でも、いじめ発生に対応すると考えられる指標である孤立エージェント数の増加が再現されること、(ii) 1 対多のコミュニケーションモデルでは、孤立エージェント数は増加すること、の 2 点は、本研究によって得られた重要な結果だと考えられる。

本研究の結果を踏まえると、Twitter や Facebook などの SNS の利用が広まっている現在、いじめ被害者が増加することが予想される。こちらの仮説検証も、今後の課題である。

参考文献

- [1] Robert M. Axelrod, 隆雄寺野. 対立と協調の科学：エージェント・ベース・モデルによる複雑系の解明. ダイヤモンド社, 2003.
- [2] Gardner Lindzey, Edgar F. Borgatta, 大塩俊介. ソシオメトリーによる測定. 社会心理学講座, 4. 実験と観察 ; 2. みすず書房, 1958.
- [3] フリッツ・ハイダー. 対人関係の心理学. 誠信書房, 3 1978.
- [4] 藤本学. 学級集団の人間関係の認知における教師と生徒の差異-class の実践的活用に向けたケーススタディ. 久留米大学心理学研究, Vol. 10, pp. 5–15, 2011.
- [5] 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. 88, No. 6, pp. 722–729, 2005.
- [6] 田中恵海, 高橋謙輔, 鳥海不二夫, 菅原俊治. 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. 情報処理学会論文誌. 数理モデル化と応用, Vol. 3, No. 1, pp. 98–108, 2010.
- [7] 宮田健. 学級のいじめ問題に関するマルチエージェントシミュレーション. Master's thesis, 九州工業大学 情報システム専攻 電子情報工学分野, 2011.
- [8] 赤坂憲雄. 排除の現象学. 洋泉社, 1986.
- [9] 国立教育政策研究所生徒指導研究センター. いじめ追跡調査 2004-2006, 4 2009.
- [10] 国立教育政策研究所生徒指導研究センター. いじめ追跡調査 2007-2009, 6 2010.
- [11] 国立教育政策研究所生徒指導研究センター/文部科学省編. 『平成 17 年度教育改革国際シンポジウム「子どもを問際行動に向かわせないために –いじめに関する追跡調査と国際比較を踏まえて–」(報告書)』, 2006.
- [12] 文部科学省児童生徒課. いじめの問題に関する児童生徒の実態把握並びに教育委員会及び学校の取組状況に係る緊急調査結果について, 11 2012.
- [13] 滝充. ”いじめ”行為の発生要因に関する実証的研究. 教育社会学研究, Vol. 50, pp. 366–388, 8 1992.
- [14] 総務省. 情報通信白書平成 22 年版, 2010.
- [15] 総務省. 平成 23 年通信利用動向調査の結果, 5 2012.
- [16] 内閣府政策統括官. 第 4 回情報化社会と青少年に関する調査, 7 2002.
- [17] 内閣府政策統括官. 第 5 回情報化社会と青少年に関する調査, 12 2008.
- [18] 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. 90, No. 9, pp. 2456–2464, 2007.

- [19] 文部科学省. 青少年が利用する学校非公式サイト（匿名掲示板）等に関する調査について, 4 2008.
- [20] 文部科学省. 平成 23 年度「児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」結果について, 9 2012.
- [21] 松村茂治, 高橋良太. ソシオメトリックテストによるある学級集団構造の 2 年間の追跡研究. 東京学芸大学紀要, 第 43 巻, pp. 105–121, 1992.
- [22] 森田洋司. 新訂版いじめ教室の病. 金子書房, 1986.
- [23] 姉崎和也, 前田義信, 牧野秀夫. 集団の群集化が引き起こすいじめ問題のシミュレーション分析. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 105, No. 186, pp. 61–66, 2005.