

## 満足度を考慮した着席位置に関する エージェントベースモデル

### An Agent Based Model on the Seating Position of Satisfactory Degree

小 西 孝 史  
KONISHI Takashi

#### 1. はじめに

2009年，4年制大学への進学率が初めて50%を超えた[1]．1965年には10人に1人，1990年に4人に1人だったのが，いまや2人に1人以上が大卒となる．大学受験に合格するために受験勉強に励むことや耐性があまり要求されなくなったことにより大学生の学力低下が危惧されている．そのことに起因して，小中学校の現場を語る際に使われる授業崩壊ならぬ，講義崩壊が問題視されている．

大学での講義は，学生は指定された講義室にて聴講することになる．履修者数が少ない講義において大きな講義室を用いた場合は，学生の着席位置がまばらとなり，講義資料の配布や学生との質疑応答がしにくくなるといった問題も見受けられる．一方，履修者数が多い講義にもかかわらず小さな講義室を用いた場合は，学生は席をつめて着席する必要がある．その場合は，隣の学生と私語を行いやすくなり，講義の妨げになる傾向にある．より良い講義環境を提供するためには，最適な座席数や着席位置があると考えられる．そこで，本論文では，より良い講義環境を調査するために，マルチエージェント・シミュレーション(以下，MAS)[2-5]

を用いて学生の着席モデルを構築し，行動パラメータを変化させることによって最適な講義室空間を調査することを目的とする．

MASとは，ある与えられた環境の中でエージェントと呼ばれる主体が相互に関係し合っており，全体として社会におけるような秩序を作り出すことをコンピュータの中で実行させようとするものである．MASは，人工社会とも呼ばれる様に，非現実社会でありながら実は，社会と密着しているところがある．したがって，社会現象を分析したり理解したりする方法として，MASは，市場[6-9]や社会[2, 10-15]，経済[16, 17]，生態[2, 18]などで発生する種々の事象を分析するために用いられている．本論文では，講義室での理想の広さを，MASを用いて調べる．2. で提案する学生着席モデルについて説明する．3. で座席位置における学生の満足度を調査したアンケートについて述べる．4. で最適な講義室の広さを調査するためのシミュレーション方法について述べる．5. ではシミュレーション結果について示す．6. でシミュレーション結果が提示する現象を考察する．

## 2. 学生着席モデルの提案

### 2.1 学生着席状況のモデル化

大学における講義において、学生がどの位置に着席して聴講するかは基本自由である。そのため、聴講者数に比べ講義室の面積が大きすぎると、講義室前方に着席する学生と講義室後方に着席する学生に大別される傾向がみられる。学生にとっては、快適な講義となりうるが、教員の立場からすると資料配布や質疑応答で支障を来す。一方聴講者数に比べ講義室の面積が小さい場合は、学生の嗜好とは関係なく空いている座席に座らざるを得なくなる。つまり学生にとっては、快適な講義環境とは言えなくなる。実際の着席状況においては、学生間の交友関係や個性、それぞれの家庭環境、クラブ活動などが要因として影響を与える。しかしながら、モデル形成に際してそれらすべての影響を考慮に入れると、モデルが複雑化し、またどこまで議論すればいいのかが難しくなる。

MASの構築においては、KISS (Keep It Simple, Stupid) であるべきという主張がある [19]。これは、シミュレーションにおいてモデルを構築する際は、「ばかばかしいほどに、単純にせよ」という考えである。明らかにしたいテーマは複雑であっても、モデル自体を単純に作成することによって基本的な現象をとらえることができる。

そこで本論文では、学生の個性や外的要因を排除し、学生の着席したい座席位置とそれによって変化する満足度のみに着目したモデルを構築する。コンピュータ内の人工講義室内に講義履修者である学生エージェントを設定する。学生エージェントには、講義室前方に着席したい学生をモデルとしたエージェント（以下、前方着席型エージェント）と、講義室後方に着席したい学生をモデルとしたエージェント（以

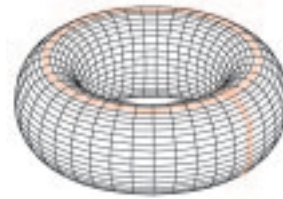


図1 トーラス面

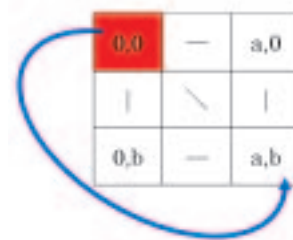


図2 隣接する座標



図3 各エージェントの行動ルール

下、後方着席型エージェント)の2種類を設定する。各エージェントは自分の価値観をもとに、空いている座席に着席する。各エージェントを自律的に相互作用させると、全体としてどのような着席状況の創発が観察されるのかを調べる。

### 2.2 学生着席モデル

構築した学生着席モデルにおけるエージェントの基本行動ルールを述べる。エージェントは、前方着席型エージェントと、後方着席型エージェントの2種類を用いる。

初期状態では、各エージェントは講義室空間にランダムに配置される。講義室空間はドーナツ表面上のようなトーラス面となっている（図1）。つまり講義室空間はループしており、四隅に位置する場合は対角線上の角と隣接し、四辺に位置する場合は、反対側の辺と隣接するものとした。たとえば、座標(0,0)の位置にエージェントが存在した場合、このムーア近傍（周囲8近傍）は、(a,b),(a,0),(0,b),(1,0),(0,1),(1,1),(a,1),(1,b)となる（図2）。

各エージェントは、その位置が通路か、または座席かを判定する。通路の場合は、ムーア近傍にランダムに移動する。座席の場合は、座席の位置を判定する。座席位置から判定される、各エージェントの満足度に対し任意に設定された閾値未満であれば、ムーア近傍にランダムに移動する。満足度が閾値以上であれば、各エージェントはその場に留まる（図3）。

### 3. アンケート調査

学生着席モデルでのエージェントの行動パラメータを設定するために、富山短期大学経営情報学科2年生109名を対象に、A313講義室のどこに座りたいのかを問うアンケート調査を行った。アンケート調査では、82名の有効回答を得た。

アンケート調査の結果、「前方に座りたい人」と「どちらかといえば前方に座りたい人」は、「講義室の前方に座りたい人」として1つのグループにまとめた。また、「後方に座りたい人」と「どちらかといえば後方に座りたい人」を、「講義室の後方に座りたい人」として1つのグループにまとめた。その結果、「講義室の前方に座りたい人」は30名、「講義室の後方に座りたい人」は52名となった（表1）。

前方に座りたい人の場合、講義室の5列目が

表1 学生が座りたい座席位置

座りたい座席位置	人数
前方	8
どちらかといえば前方	22
どちらかといえば後方	25
後方	27
合計	82

表2 座席位置による満足度

列	前方と 感じる 人数	後方と 感じる 人数	前方に 座りたい 学生の満足度	後方に 座りたい 学生の満足度
1	0	0	1	0
2	0	0	1	0
3	12	0	1	0
4	17	0	1	0
5	34	3	1	0.115
6	15	8	0.441	0.308
7	1	11	0.029	0.423
8	2	9	0	0.346
9	0	15	0	0.577
10	1	26	0	1
11	0	8	0	1
12	0	2	0	1
13	0	1	0	1

34名と最大値であるため、大多数の学生が5列目よりも前を講義室の前方であると感じていることがわかる。一方、後方に座りたい人の場合、講義室の10列目が26名と最大値であるため、10列目より後ろを講義室の後方だと感じていることがわかる（表2）。

以上のアンケート調査結果から、学生着席モデルの満足度パラメータを前方・後方とを感じる学生数をもとに設定する。満足度は、前方に着席したい学生の満足度と後方に着席したい学生

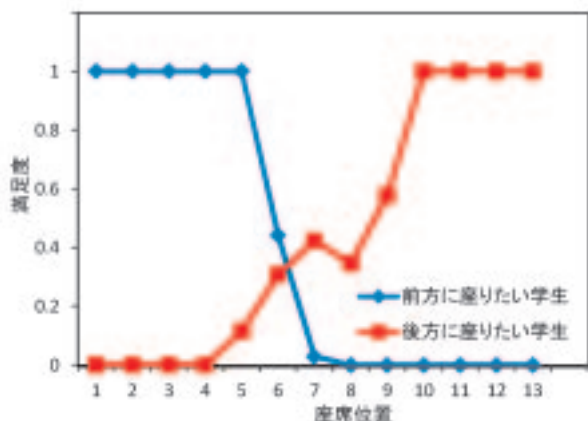


図4 座席位置による満足度の変化

の満足度の2種類を設定する．前方に着席したい学生の満足度は，講義室5列目を最大値1とし正規化を行う．ただし，5列目より前方の座席は，アンケート結果より前方として認識されていることが示されているので，満足度は1に設定する．また後方に着席したい学生の満足度は，講義室10列目を最大値1として正規化を行う．ただし，10列目より後方の座席は，アンケート結果より後方と認識されていることが示されているため，満足度は1に設定する．なお，前方・後方に座りたい学生の満足度は以下の式(1)から求めるものとする．

$$\text{満足度} = \frac{\text{各行の人数}}{\text{全行内での最大人数}} \quad \dots (1)$$

式(1)より求めた満足度のグラフを図4に示す．これらの満足度を提案する学生着席モデルに適応させシミュレーションを行う．

#### 4. シミュレーション方法

提案する学生着席モデルを用い，富山短期大学経営情報学科2年生109名を対象にシミュレーションを行う．シミュレーションで用いる空間は，富山短期大学A313講義室をモデルとした．本講義室は2009年度時点では座席数が156席であったが，机の移動に伴い2010年度に座席数が

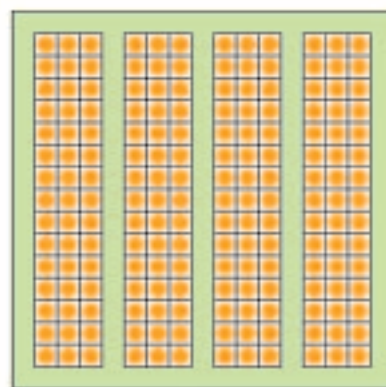


図5 講義室A (座席数: 156)

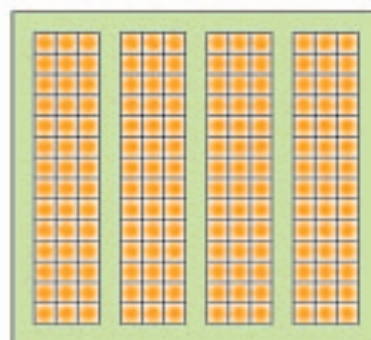


図6 講義室B (座席数: 132)

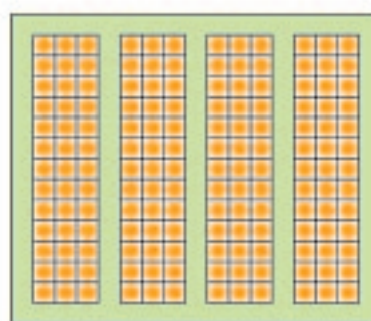


図7 講義室C (座席数: 120)

132席に減少している．本シミュレーションでは，座席数と学生の満足度の関係を明らかにするために，用いる講義室空間を座席数156席の講義室A，座席数132席の講義室B，座席数120席の講義室Cの3つ作成した(図5~7)．

提案する学生着席モデルをもとにプログラムを作成し，満足度の閾値0.1~1.0までを0.1刻みで変化させながらシミュレーションを行う．シ

表3 講義室Aにおける満足度

列	前方着席型 エージェントの満足度	後方着席型 エージェントの満足度
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0
5	1	0.1
6	0.4	0.3
7	0	0.4
8	0	0.3
9	0	0.6
10	0	1
11	0	1
12	0	1
13	0	1

表4 講義室Bにおける満足度

列	前方着席型 エージェントの満足度	後方着席型 エージェントの満足度
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0.1
5	0.4	0.3
6	0	0.4
7	0	0.3
8	0	0.6
9	0	1
10	0	1
11	0	1

シミュレーションは3つの講義室モデルそれぞれに対して、試行回数10万回を1セットとし、各閾値に対して10セット行う。シミュレーションでは3つの講義室モデルに対し、前方着席型エージェントと後方着席型エージェントの閾値

表5 講義室Cにおける満足度

列	前方着席型 エージェントの満足度	後方着席型 エージェントの満足度
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0.1
5	0.4	0.35
6	0	0.3
7	0	0.6
8	0	1
9	0	1
10	0	1

の変化における、それぞれの平均満足度を調べるものとした。なお、各エージェントの平均満足度は以下の式(2)を用いて求めるものとする。

$$\text{平均満足度} = \frac{\text{エージェントの満足度総和}}{\text{エージェントの総数}} \dots (2)$$

3つの講義室モデルにおける満足度を表3～5に示す。これらの満足度はアンケート調査によって得た満足度のデータを基準とし、各講義室空間の大きさに合わせて作成した。

#### 5. シミュレーション結果

前方着席型エージェントと後方着席型エージェントの平均満足度をグラフに示す(図8～10)。グラフの縦軸は平均満足度を示し、横軸は閾値を示している。また、青色は前方着席型エージェントの平均満足度を示し、赤色は後方着席型エージェントの平均満足度を示す。

講義室Aにおけるシミュレーションでは閾値0.4と閾値0.5の間では、前方着席型エージェントの平均満足度が上昇した。また後方着席型エー



ジェントの閾値が0.4以上となる場合、平均満足度が減少した（図8）。

講義室Bにおけるシミュレーションでは、前方着席型エージェントは閾値0.4と閾値0.5の間において平均満足度が上昇した。また後方着席型エージェントの閾値が0.5以上の場合、平均満足度が減少した（図9）。

講義室Cでは、閾値0.4以下では前方着席型エージェントの平均満足度が減少傾向となり、後方着席型エージェントの平均満足度は上昇傾向となった（図10）。

## 6. 3つの教室モデルにおける考察

### 6.1 講義室Aにおけるシミュレーション

前方着席型エージェントは、閾値が0.4以下の場合、1～6列目までに着席しようとする。これは、1～5列目であれば満足度が1となり、6列目の満足度が0.4だからである（表3）。しかし、閾値が0.5以上になると、6列目（満足度0.4）には着席できなくなり、必然的に1～5列目までしか着席できなくなる。これにより、着席できた全ての前方着席型エージェントの満足度は1となるので、閾値0.4から0.5の間で平均満足度が上昇したと考えられる。

一方、後方着席型エージェントは閾値が0.4の場合、着席可能席数は7列目と9～13列の計72席である。後方着席型エージェントは68名いるため、空席は残り4席のみである。なお、本プログラムでは、エージェントは他のエージェントを飛び越えて移動する事はできない。そのため、着席できないために、移動し続ける後方着席型エージェントが発生した。さらに、閾値が0.4以上となる場合、後方着席型エージェントが着席できる座席数が、エージェント数よりも減るため、移動し続けるエージェントが多くみられ、平均満足度が減少傾向にあると考えられる。

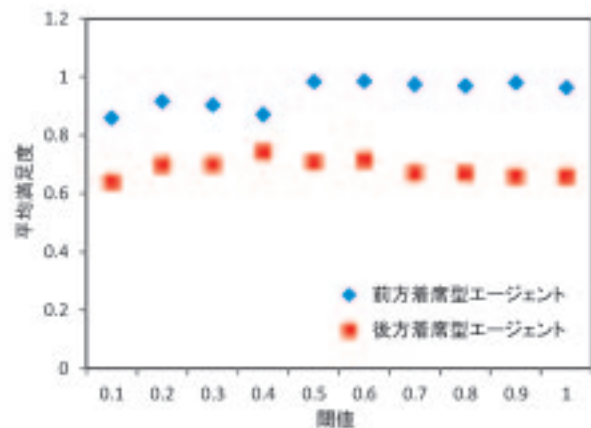


図8 講義室A平均満足度

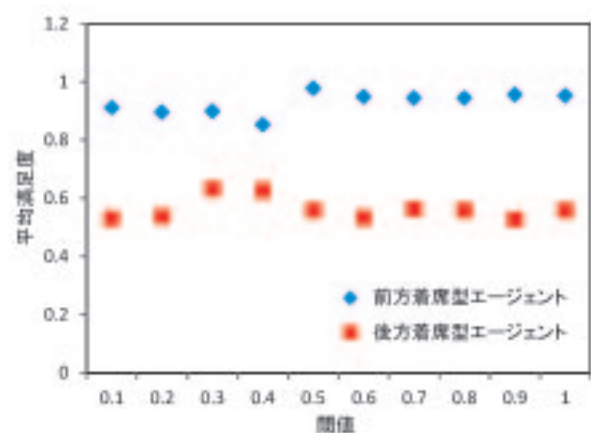


図9 講義室B平均満足度

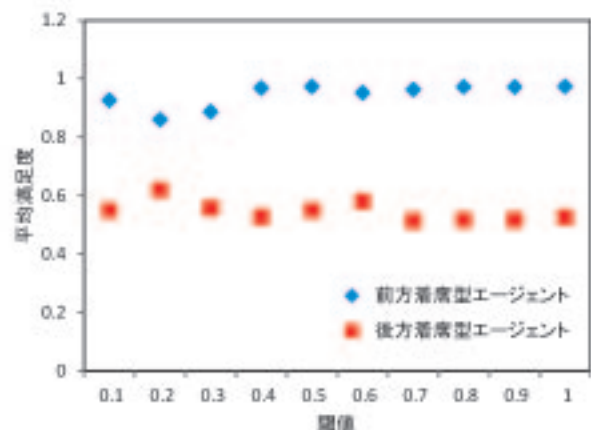


図10 講義室C平均満足

### 6.2 講義室Bにおけるシミュレーション

前方着席型エージェントは、閾値が0.4以下の場合、1～5列目までに着席しようとする。これは、1～4列目であれば満足度が1となり、5列目の満足度が0.4となるからである（表

4) . しかし、閾値が0.5以上となると、5列目(満足度0.4)には着席できなくなり、必然的に1~4列目(満足度1)にしか着席できない。これにより、着席できた全ての前方着席型エージェントの満足度は1となるので、閾値0.4から0.5の間で平均満足度が上昇したと考えられる。

一方後方着席型エージェントは、閾値0.5以上では、着席可能な座席が8~11列目の48席しかなく、後方着席型エージェント数68名に対して、20席少なくなる。そのため、着席せずに移動し続けるエージェントが増えるために、平均満足度が減少したと考えられる。

### 6.3 講義室Cにおけるシミュレーション

閾値が0.4以下の場合、前方着席型エージェントと後方着席型エージェントの両エージェントが4, 5列目で座席を奪い合うことになる(表5)。そのために、エージェント数が多い後方着席型エージェントは座席を奪われる形となり、移動し続けるエージェントが多くなる。よって後方着席型エージェントの平均満足度が低下したと考えられる。

### 6.4 講義室モデルの比較

シミュレーション結果から、3つの講義室モデルにおいてどの講義室モデルが最適な空間なのかを考察する。各講義室モデルの平均満足度は、講義室A:0.781, 講義室B:0.699, 講義室C:0.693である。このことから、講義室Aが最も学生の満足度が高い講義室である。ただし講義室Aはエージェントの総数に対して空席が23席の余裕があるために、学生が前方と後方に偏る二極化が見受けられる。講義室Bと講義室Cの平均満足度の差は0.006と非常に小さい。しかし講義室Bは講義室Aのようなエージェントの極端な二極化は見受けられない。講義室Cはエージェント総数に対して空席が11席と少ない。そのため、講義室内でエージェントが二分

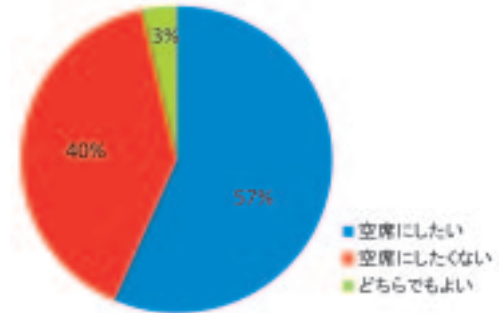


図11 隣の席を空席にしたいかの問い

する状況は発生しない。しかし、3人掛けの座席の内72.5%が埋まらなければ全員が着席できない。

アンケートでは、「隣の席を空席にしたいかどうか」についても調査している(図11)。このグラフから半数以上の57%の学生が隣の席を空席にしたいと考えていることがわかった。そのため、全員が着席するために72.5%が3人掛けを行わなければならない、講義室Cでは、実際の学生の満足度はさらに低くなると考えられる。以上を踏まえ、平均満足度、着席位置の二極化などを考慮した場合、講義室Bが本モデルの中では最適な講義室モデルと考えられる。

## 7. おわりに

本論文では、講義室前方に座る学生と後方に座る学生の満足度を調べ、その結果から理想の講義室の広さを調査した。その際、学生の行動パラメータを決定するため、富山短期大学経営情報学科2年生を対象として、座席位置に関するアンケート調査を行った。アンケート調査の結果により、教室の前後に座りたい学生の比率、前方だと感じる列、後方だと感じる列、隣を空席にしたいと考える人数が示された。これらの調査結果をもとに学生着席モデルの構築を行った。

提案した学生着席モデルでは、エージェント

は講義室モデルの空間上にランダムに配置され、より満足度の高い座席を求めて移動する。エージェントには、講義室の前方への着席を求める前方着席型エージェントと、講義室の後方への着席を求める後方着席型エージェントの2種類をアンケートの結果を基に設定した。

学生着席モデルを用いたシミュレーションでは、3つの講義室モデルを用い比較を行った。シミュレーションを行った結果、座席数が132座席ある講義室モデルが、エージェントの平均満足度や前方・後方に着席するエージェントが講義室内で二分化しないことから、最適な広さであることを示唆した。したがって、本モデルを用いることによって、学生数、座席数から最適な教室空間を示すことができ、より学生が快適に講義を受けることができる、講義室を提案することができると考えられる。

今後の課題として、エージェントに妥協パラメータをつけることや、座席と成績の関係を調べることによって、より効率的な教育ができる講義室モデルの調査などが挙げられる。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、貴重なご意見ご協力を賜りました富山短期大学経営情報学科 油本 希世氏、池田 沙織氏、森田 千晴氏、折田 茜氏に深謝いたします。

#### 参考文献

- [ 1 ] 文部科学省，平成23年度学校基本調査，  
<http://www.mext.go.jp/>
- [ 2 ] 山影 進，服部正太，コンピュータのなかの人工社会 - マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系，構造計画研究所，2002。
- [ 3 ] Thomas Crombie Schelling，河野 勝，

紛争の戦略 - ゲーム理論のエッセンス，勁草書房，2008。

- [ 4 ] 山影 進，人工社会構築指南 artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門，書籍工房早山，2007。
- [ 5 ] 服部正太，木村香代子，人工社会 - 複雑系とマルチエージェント・シミュレーション，構造計画研究，1999。
- [ 6 ] 和泉 潔，人工市場：市場分析への複雑系アプローチ。森北出版，2003。
- [ 7 ] 柴田淳子，奥原浩之，片桐英樹，坂和正敏，“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，”信学論（A），vol.J86-A，no.12，pp.1464-1471，Dec.2003。
- [ 8 ] 寺野隆雄，“U-Mart仮想市場，”計測と制御，vol.43，no.8，pp.606-612，2004。
- [ 9 ] 高橋大志，寺野隆雄，“エージェントモデルによる金融市場のミクロマクロ構造の解析：リスクマネジメントと資産価格変動”，信学論（D-I），vol.J86-D-I，no.8，pp.618-628，Aug.2003。
- [ 10 ] 藤田幸久，仲瀬明彦，中山康子，鳥海不二男，岩井健一朗，“組織社会における知識継承のモデル化，”信学論（D），vol.J90-D，no.1，pp.52-61，Jan.2007。
- [ 11 ] 中井 豊，武藤正義，“友人選択的利他戦略による平和状態の進化シミュレーション，”社会情報学研究，vol9，no.2，pp.59-71，2005。
- [ 12 ] R.Axelrod，“The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global，”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



理モデルとその解析，” 信学論（A），  
vol.J83-A，no.3，pp.284-293，March  
2000．

[ 14 ] 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，” 信学論（A），vol.J88-A，no.6，  
pp.722-729，June 2005．

[ 15 ] 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，” 信  
学論（D），vol.J90-D，No.9，pp.2456-  
2464，June 2007．

[ 16 ] P.Krugman，北村幸伸，妹尾美起（訳），  
自己組織化の経済学，東洋経済新報社，  
1997．

[ 17 ] A.Yasutomi，“ The emergence and col-  
lapse of money ” Physica D: Nonlinear  
Phenomena，Volume 82，Issues1-2，  
pp.180-194，1995．

[ 18 ] 科学シミュレーション研究会，パソコン  
で見る生物進化，講談社，2000．

[ 19 ] R.Axtell，対立と協調の科学，ダイヤモンド  
社，2003．

（平成23年10月31日受付、平成23年11月11日受理）

付録 満足度調査アンケート

教壇

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

後ろ

今座っている席に×をつけてください。

大体座りたい範囲を で囲んでください。

中央の二列（BとC）と両端の二列（AとD）ではどちらに座りたいですか。

以下のどちらかに丸をつけてください。

- 1．中央の二列      2．両端の二列

あなたは何列目から何列目までを前だと感じますか

列目から      列目まで

あなたは何列目から後ろだと感じますか

列目から      列目まで

座りたい席に座れなかったときどう思いますか？

以下のどれかに丸をつけてください。

- 1．すごく不満      2．不満      3．別になんとも思わない

あなたは、どの席に座りたいですか？

以下のどれかに丸をつけてください。

- 1．前の方      2．後ろの方      3．どちらかといえば前の方  
4．どちらかといえば後ろの方

隣の席を空席にしておきたいですか？

以下のどれかに丸をつけてください

- はい      いいえ