

集団意思決定を考慮した歩行者の挙動に関するシミュレーションモデルの構築
 -テーマパークにおいて混雑情報を提供した際の
 マルチエージェントシミュレーション-

Construction of the Simulation Model about the Action of the Pedestrian in
 Consideration of Group Decision Making
 -Multi-Agent Simulation when Information of Congestion is Offered
 in a Theme Park-

藤野 直輝[†] 小島 一晃[‡] 村松 慶一[§] 松居 辰則[§]
 Naoki Fujino Kazuaki Kojima Keiichi Muramatsu Tatsunori Matsui

1. はじめに

近年、計算機やプログラミング・モデリング環境の発展に加え、自己組織化、複雑系、マルチエージェント、マイクロ=マクロ相関といったシステム概念を扱う人工社会パラダイムへの基礎づけが成立することにより、マルチエージェントシミュレーション研究が著しく進展している。現在、マルチエージェントシミュレーション研究の一環である歩行者エージェントシミュレーションは、複雑系科学が成果を挙げってきた群集流の現象解明といった理論面のみならず、群集流事故リスクの評価と防災策の検討、火災など非常時における避難計画の検討、さらには快適で「賑わい」のある歩行空間デザインといった実用面での応用が期待されている[兼田 1996]。

歩行者の挙動のシミュレーションに関する既存の研究を見てみると、歩行者が個々の意思決定のもと、単独で行動するモデルが一般的であり、2人以上の集団での行動を考慮しているモデルは少ない。現実世界においては、すべての歩行者が単独で行動する状況は稀であるため、集団での行動を考慮することがより現実に即した形である。単独行動と集団行動における違いに着目すると、歩行速度や群集密度などの物理的な要素に違いがあるというだけに留まらない。特に、ある情報をもとに集団で意思決定を行う場合においては、単独で下した判断が集団内で採択されるとは限らず、また自らの判断が集団内の他の成員の判断にも大きく影響を受けると考えられる。集団意思決定の特徴的な例としては、社会心理学の分野で耳にする「同調行動」が挙げられる。これは、集団内では多数派の意見が意思決定に大きな影響を与え、少数派の成員はその意見に同調するという現象であり、単独での意思決定と比べて集団の意思決定は極端になりやすい傾向にあることが知られている。このように、ある情報から行動を選択する際に導きだされる決定は、単独と集団とで大きく異なるということが言える。歩行者エージェントシミュレーションを将来の社会や人間行動の「予測」として利用する場合において、そのような違いが生じてしまえば、その予測が現実とはかけ離れたものになってしまう恐れがある。したがって、意思決定の違いに

着目し、集団行動を考慮したモデルを構築することで、より現実的かつ実用的な歩行者シミュレーションを実現することができるのではないか、というのが本研究の大きな関心事である。今後の歩行者エージェントシミュレーション研究が、理論面・実用面ともにより高い精度で応用されていくためには、集団での行動を考慮することは必須であり、本研究ではこの部分に焦点を当てる。

本研究の目的は、集団意思決定を考慮したモデルでの歩行者エージェントシミュレーションを行い、その結果を単独モデルを用いた場合の結果と比較することによって、歩行者全体に与える影響の違いを検証することである。集団内で情報を共有した上で意思決定を行うことの多様性を考慮できるような具体的な状況設定として、本研究ではテーマパークにおいて混雑情報を提供した際の歩行者のアトラクション巡回シミュレーションを取り上げる。このモデルに社会学や心理学で明らかになっている集団意思決定に関する知見を導入することにより、単独で行動する場合とは違った現象が創発される可能性が考えられる。

2. 関連研究

2.1. テーマパークでのアトラクション巡回のマルチエージェントシミュレーション

シミュレーションの題材として用いる、テーマパークでのアトラクション巡回のシミュレーションはいくつかの先行研究が存在する。辺見は、マルチエージェントシミュレーションを用いてテーマパークにおける歩行者の行動をモデル化し、個々の歩行者の何割かが混雑情報を取得した場合に、全体の混雑がどのように緩和するのかを検討している[辺見 2002]。このモデルのシミュレーションにより、テーマパークにおいて混雑情報を提供すると、アトラクションの行列をある程度分散させる効果が期待できること、混雑情報所持者が多い場合、混雑の周期的変動によりその効果が薄れることなどが判明している。鈴木ら[鈴木ら 2003]は、イベント会場における混雑解消のための混雑情報提供を、集団における行動多様性に対する情報共有の影響とその適応性に関する具体的な状況設定と見なし、抽象モデルによるマルチエージェントシミュレーションを通して集団全体の混雑状況について知見を得ることを目的とした研究を行っている。その結果、混雑情報の

[†]早稲田大学 大学院人間科学研究科

[‡]帝京大学 ラーニングテクノロジー開発室

[§]早稲田大学 人間科学学術院

提供は基本的にはアトラクションごとの待機エージェント数の偏りを減少させることや、情報提供の頻度が高すぎると待機エージェント数が大きく振動すること、長期間の情報提供は突発待ち行列が発生するという動的な現象が生じること、などが判明している。これらのモデルにより、テーマパークにおける混雑情報の提供には一定の効果が現れることが判明しているが、両者ともそれぞれのエージェントは個々で意思決定をした上で行動しており、集団による意思決定の観点が見られない。

2.2. 集団意思決定に関する研究

集団意思決定に関する研究は社会学や心理学などで数多く行われている。Sherif[Sherif 1936]は、自動運動現象を利用して、集団内の標準的な考え方や行動様式を指す集団規範の形成を実証している。集団規範は、一度形成されると各成員に対して同調行動を促す斉一性への圧力 (pressure of uniformity) として作用することが知られている [吉田、松原 1999]。また、集団の大きさが、集団の相互作用において意味のある規定要因であることが判明している [Simmel 1950]。A・Paul・Hare[A.Paul Hare 1952]は、集団の大きさが増大するにつれて、生じる意見一致の程度は減少することや、小さな集団の指導者は大きな集団の指導者よりも集団の決定に対して大きな影響を及ぼす傾向があるが、彼らが個人的にもっている指導者としての能力は重要な要因ではないこと、などを明らかにしている。さらに、集団意思決定では、非共有情報にまで議論が及ばない可能性が高いという共有情報バイアスや、決定が極端になる傾向が多いことを指す集団極化 (group polarization)、決定が極端になるだけでなく愚かな結論を導き出す可能性があることを指す集団的浅慮 (groupthink)、などの問題点が指摘されている [釘原 2011]。

集団で行動し、上述の知見に見られるような性質を持つ意思決定を行うマルチエージェントモデルを構築すると、単独で行動するモデルとは異なる傾向が示される可能性がある。本研究では、アトラクション巡回マルチエージェントシミュレーションについて、先行研究と類似した状況を設定した上で、その集団モデルを構築し、両者を比較することで検証する。

3. モデルの設計

本研究で構築したモデルでは、歩行者がテーマパークに集団で来場し、集団での意思決定のもとアトラクションを巡回する。本研究では、(株)構造計画研究所のマルチエージェントシミュレーション用プラットフォームである artisoc を用いてモデルを構築した。

3.1. 基本 (単独) モデル

まず辺見 [辺見 2002]、鈴木ら [鈴木ら 2003] の先行研究に基づいて、エージェントが単独で行動する状況を基本モデルとして構築したテーマパークの敷地は、 $W_x \times W_y$ の2次元格子状平面上で表現する。平面左上端のセルを入口とし、エージェント (e) は入口に配置されることにより、テーマパークに入場する。最初のステップでエージェントは N_f 人配置される。1度のシミュレーションで入場することのできるエージェント数には制

限 (N_m 人) があり、全入場者数が N_m に達するまで1ステップにつき、 k の確率で N_e 人配置される。アトラクションはテーマパーク内に N_a 箇所配置される。エージェントはアトラクション $A_i (i = 1, 2, \dots, N_a)$ の中から次の目標を決定する際、それぞれの総合効用値を評価する。総合効用値は、個人の嗜好 ($P_i (i = 1, 2, \dots, N_a)$)、アトラクションまでの距離 ($D_i (i = 1, 2, \dots, N_a)$)、混雑情報 (R_i) (アトラクション A_i の待ち行列人数) から、次のような式で算出される。

$$\text{総合効用値}(i) = P_i - \alpha D_i - \beta R_i$$

(α, β は 0~1 の任意の係数)

この総合効用値の最も高いアトラクション A_i が次の目標アトラクションとなる。各アトラクションには、収容人数の上限数 (C_i) を設定し、上限を超過した場合には、エージェントは待ち行列を作り、順番待ちをする。順番が回ってくると、 L_i ステップの間観賞する (その場に留まる)。アトラクションから降りたエージェントは、全アトラクションに乗るか、満足度パラメータ (S_t) が一定 (S_{max}) 以上に達するとテーマパークから退場する。そうでなければ、次のアトラクションに移動する。また、混雑情報は一定の割合 (r) でエージェントに所持させており、未所持のエージェントは総合効用値における R_i に 0 が代入される。以上のエージェントの行動手続きは、次の通りである。

1. エージェントは総合効用値に基づいて、乗るアトラクションを決定する。
2. そのアトラクションに向かって移動を開始する。
3. アトラクションに到着するとエージェントはその待ち行列に参加する。
4. 順番が回ってくると、一定ステップ間アトラクションに収容され、その後アトラクションを退出する。
5. 退出したエージェントは、別のアトラクションへ移動するか、テーマパークを退場するかのどちらかを選択する。
6. 次のアトラクションへ移動する場合は、1に戻る。テーマパークからの退場を選択した場合は、入退場ゲートに向い、テーマパークから退場する。

目的物への移動アルゴリズムは、辺見ら [辺見 2002] の研究で採用されたものと同様のものを用いた。各エージェントは、記憶として、「前回いた場所」と「優先方向」を所持する。「前回いた場所」はその後のステップですぐには戻らない設定となっている。「優先方向」は、ある方向に行こうとしたとき、その方向が道ではなかった場合、その方向は優先方向として保持される。この記憶はストックされ、ファーストイン/ラストアウトの法則に従って、最も高いレベルにストックされている方向へ常に優先的に移動する。

3.2. 集団モデル

集団モデルでは、歩行者がテーマパークに集団で来場し、集団での意思決定のもとアトラクションを巡回する。集団意思決定の手続きは、集団内の標準的な考え方や行動様式を指す集団規範とそれに伴って生じる同調行動 [吉田、松原 1999] を再現するようにモデル化した。各集団は配列 $G_j (j = 1, 2, \dots)$ に格納され、集団 G_j の大きさ (人数) B_j は全ての G_j で同一とした。また、集団内には便宜上 1 人リーダーが設定されている (モデルが異なるがリーダーシップを発揮するわけではない)。

同調行動は集団内の多数派の意見が集団の行動決定となるように多数決による方法を採用した。まず集団内の各成員が全アトラクションの総合効用値を算出して最も高いものを選び、各アトラクションを最も評価した人数を産出する。そして、最もカウント数の多いアトラクションを集団の次の目標にするというルールで行動決定を行う。この同調行動を反映した意思決定を行う集団モデルのフローチャートについて、成員のものを図 1、リーダーのものを図 2 に示す。

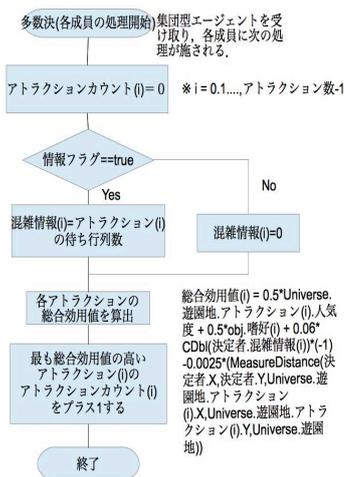


図 1: 同調行動のフローチャート (各成員)

集団規範は、個人の嗜好を表す P_i に着目し、この値の近い歩行者同士を同一集団の成員とする設定にした。具体的には、エージェントが生成されると同時に P_i に乱数値を入力する際に、同一集団内の成員は最大値の $\pm 10\%$ の範囲で設定した。これによって、各集団は互いに近い嗜好をもった成員で構成されることになる。

4. 実験

前説で構築したモデルのシミュレーションにより、単独モデルと集団モデルとで違いが生じるかを実験的に検証する。はじめに、エージェントが単独で意思決定のもと行動する場合のシミュレーションを行う。次に、エージェントが集団で行動する場合のシミュレーションを行うが、その第一段階として、同調行動を再現したモデルのシミュレーションを行う。第二段階として、それに集団規範モデルを導入した場合のシミュレーション

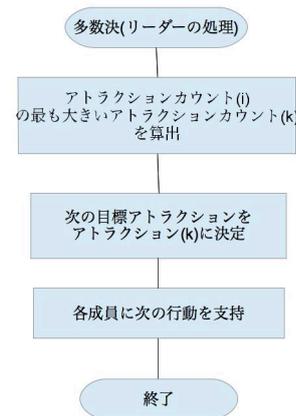


図 2: 同調行動のフローチャート (リーダー)

ンを行い、それぞれの待ち行列人数の時系列グラフを比較することによって、混雑状況の変化について分析・検討を行う

4.1. シミュレーションの手続きと条件

各シミュレーションに共通した設定として、各値を、 $W_x \times W_y = 200 \times 200$, $N_m = 3000$, $N_a = 5$, $C_i = 10$, $L_i = 150$, $S_{max} = 0.5$, $\alpha = 0.0025$, $\beta = 0.06$, P_i は乱数値とした。また、単独モデルでは、 $N_f = 100$, $N_e = 2$, $k = \frac{5}{12}$, 集団モデルでは、 $N_f = \lceil \frac{100}{B_j} \rceil \times B_j$, $N_e = B_j$, $k = (\frac{5}{12}) \times B_j$ と設定した。その上で、まずエージェントが単独で行動するモデルを r が $0 \sim 1.0$ となる範囲でシミュレーションした。次に、同調行動を再現したモデルと、それに集団規範を導入したモデルとを、 r が同じく $0 \sim 1.0$, B_j が $1 \sim 10$ となる範囲でシミュレーションを行った。以下、変数「集団」の水準を「単独、集団・同調行動 (3 人, 5 人, 7 人, 10 人)」、変数「混雑情報所持率」の水準を「0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1」として、個別の水準を「単独・0.2」などと呼ぶ。図 3 は、シミュレーションの実行画面の一例を示したものである。黒い線で正方形に囲まれた部分が会場となっており、数字が表示されている所がアトラクション、小さな丸がエージェントを表している。画面左上隅が入場口であり、そこでエージェントが生成され、テーマパーク (遊園地) 内を回遊しているのがわかる。シミュレーションは 10000 ステップの間行った。また、実験の分析としては各アトラクションの待ち行列人数の時系列変化を用い、それぞれ比較することで検証した。

4.2. 結果

4.2.1. 単独モデル

混雑情報所持率が $r=0.6$ のとき、待ち行列数の分散が最も小さくなり、所持率が中程度のとき混雑情報の効果が最も高くなるという先行研究と同様の結果が得られた。また、今回の設定では微弱ではあったが、混雑情報者の割合が大きくなると、周期的変動により混

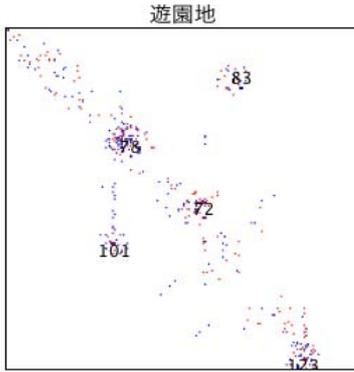


図3: 実行画面

雑情報の効果が薄れるという結果になった。さらに、平均滞在時間の待ち行列グラフを比較すると、必ずしも情報所持の方が小さいわけではなく、むしろ $r=0.2$ のときは、混雑情報をもっていない入場者の方が平均滞在時間が小さくなった。各アトラクションの入場列は、どの所持率の場合でも7500ステップ前後で解消の方向へと向かい、10000ステップに達する前には全て解消されていた。全体として、先行研究と近い結果が得られたといえる。

4.2.2. 集団・同調行動モデル

図4に、集団の大きさが5で、混雑情報所持率が0の時の待ち行列人数の時系列変化を示す。同様に、図5に混雑情報所持率が0.2、図6に混雑情報所持率が1.0それぞれの時の待ち行列人数の時系列変化を示す。

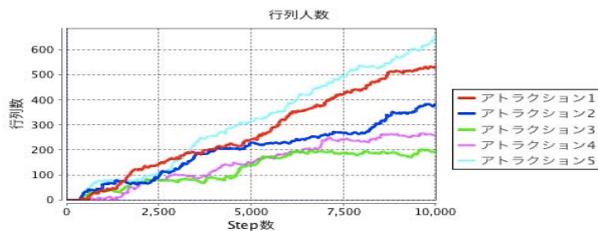


図4: 集団・同調行動(5人)・0の待ち行列人数

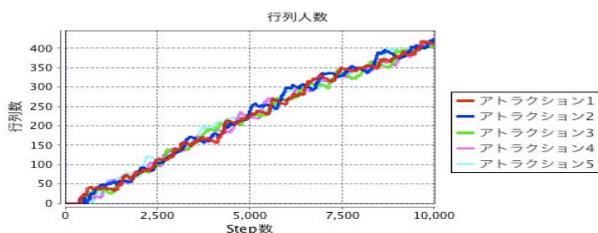


図5: 集団・同調行動(5人)・0.2の待ち行列人数

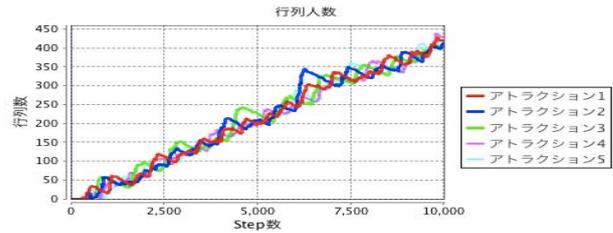


図6: 集団・同調行動(5人)・1.0の待ち行列人数

$r=0$ のとき、単独の場合と比較して、各アトラクションの待ち行列人数には差が見られる結果となった。テーマパーク内でのアトラクションの位置と各エージェントの嗜好を総合的に考慮した各アトラクションの人気度は、人気が高い順に、アトラクション5, 1, 2, 4, 3, であるといえる。混雑情報は所持率が低い段階で全体に強い影響を与え、 $r=0.2$ で既に各アトラクションの行列人数の分散は限りなく小さくなっており、単独の場合と比較すると大きな周期的変動も見られた。その後、混雑情報所持率が高くなるにつれ、その周期的変動の振幅は大きくなり、振動数は小さくなるという結果が得られた。これは、集団の大きさが3, 7, 10のときも同様の傾向が見られた。

図7に、集団の大きさが3で、混雑情報所持率が0.2の時の待ち行列人数の時系列変化を示す。同様に、図8に集団の大きさが7、図9に集団の大きさが10それぞれの時の待ち行列人数の時系列変化を示す。

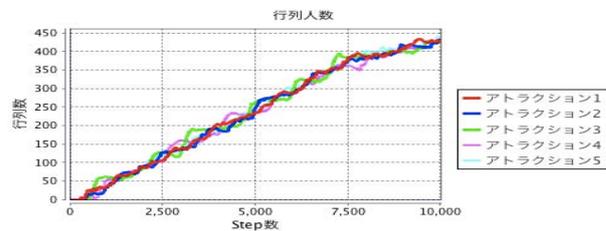


図7: 集団・同調行動(3人)・0.2の待ち行列人数

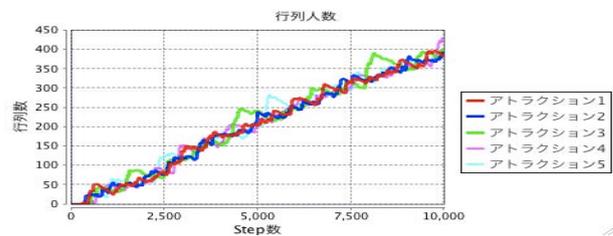


図8: 集団・同調行動(7人)・0.2の待ち行列人数

混雑情報を所持させると、どの集団の大きさにおいても、低い提供率でエージェント全体は大きな影響を受け、所持率 $r=0.2$ で各ステップでの各アトラクションにおける行列人数の分散は非常に小さいものとなっ

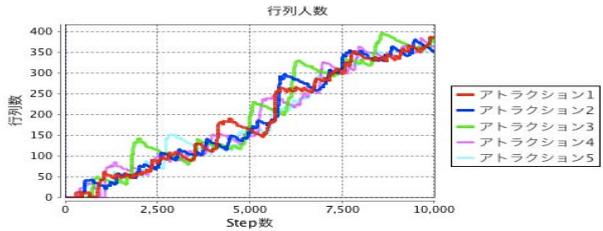


図9: 集団・同調行動 (10人)・0.2の待ち行列人数

た。また、発生した周期的変動の振幅は、集団の大きさに比例して大きくなるという結果が得られた。これは r が 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 のときも同様であった。

4.2.3. 集団・同調行動+集団規範モデル

図10に、集団の大きさが5で、混雑情報所持率が0の時の待ち行列人数の時系列変化を示す。同様に、図11に混雑情報所持率が0.2、図12に混雑情報所持率が1.0それぞれの時の待ち行列人数の時系列変化を示す。また、図13に、集団の大きさが3で、混雑情報所持率が0.2の時の待ち行列人数の時系列変化を示す。同様に、図14に集団の大きさが7、図15に集団の大きさが10それぞれの時の待ち行列人数の時系列変化を示す。

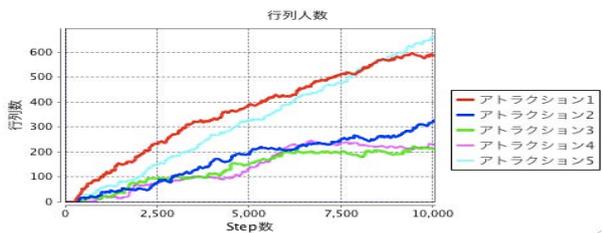


図10: 集団・同調行動+集団規範 (5人)・0の待ち行列人数

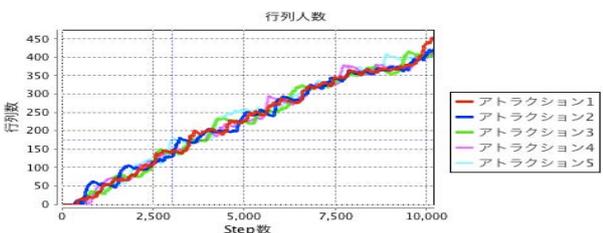


図11: 集団・同調行動+集団規範 (5人)・0.2の待ち行列人数

$r=0$ のとき、単独の場合や同調行動のみを再現した場合と比較して各アトラクションの行列人数の変化の差が顕著に示された。混雑情報は所持率が低い段階で全体に強い影響を与え、 $r=0.2$ で各アトラクションの行列人数の分散は限りなく小さくなるという点は同調行

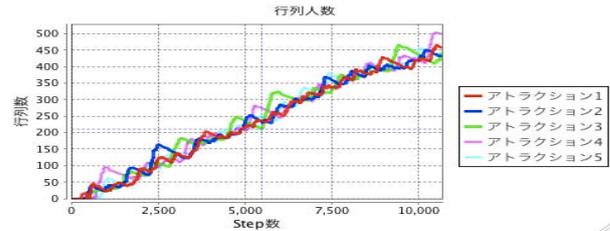


図12: 集団・同調行動+集団規範 (5人)・1.0の待ち行列人数

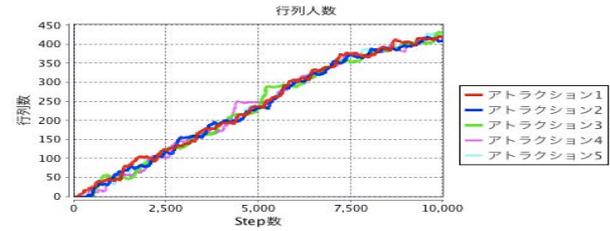


図13: 集団・同調行動+集団規範 (3人)・0.2の待ち行列人数

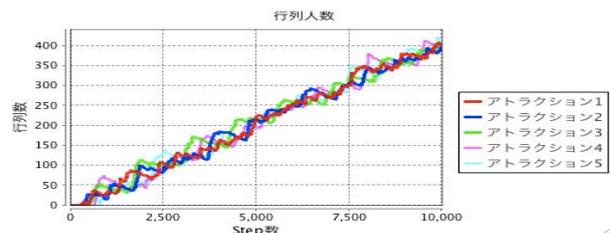


図14: 集団・同調行動+集団規範 (7人)・0.2の待ち行列人数

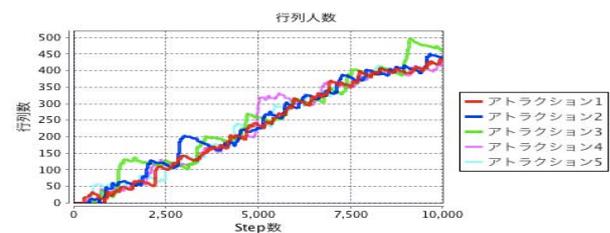


図15: 集団・同調行動+集団規範 (10人)・0.2の待ち行列人数

動のみを再現したモデルと変わらなかった。同様に、単独の場合と比較すると大きな周期的変動も所持率 $r=0.2$ で見られ、それは、混雑情報所持率と集団の大きさに比例して、振幅は大きくなり、振動数は小さくなるという結果が得られた。

また、集団規範を導入するという点以外は同一の条件のシミュレーション結果を比較すると、同調行動のみのモデルよりも集団規範を導入したモデルの方が、発

生じた振動の振幅が大きくなるという傾向が見られた。

5. 考察

5.1. 集団内での混雑情報の共有

集団行動を考慮したシミュレーションでは、単独の場合と比較すると非常に低い所持率で、エージェント全体に影響を与えた。その原因の1つとして、集団の混雑情報所持率が考えられる。本研究では、携帯情報端末を用いた混雑緩和のための情報提供という実世界への適用を前提とした設定にしたため、集団内の成員が1人でも混雑情報を所持していれば集団内の全員にその情報が共有されるというモデルになっている。そのため、携帯情報端末を想定した混雑情報の提供率と実際の混雑情報の所持率には、大きな違いが生じている。混雑情報提供率を r 、集団の大きさを B_j とすると、集団内で少なくとも1人が混雑情報を所持する確率 r' (集団の混雑情報所持率) は、 $r' = 1 - \{1 - (1 - r)^{B_j}\}$ と表せる。図16は横軸に B_j をとり r' の関数をグラフにしたものである。4本の実線のうち黒は $r = 0.2$ 、赤は $r = 0.4$ 、緑は $r = 0.6$ 、青は $r = 0.8$ の場合を表している。この図からもわかる通り、 $B_j = 3$ の場合でも $r = 0.2$ だと5割程度、 $r = 0.4$ では7割程度、 $r = 0.6$ 、 0.8 では8割以上のエージェントが混雑の情報を所持するということがわかる。 B_j の値が大きくなるにつれて、 r' の値はさらに増大していく。これがより低い所持率で混雑情報の影響を受けた要因の1つであると考えられる。

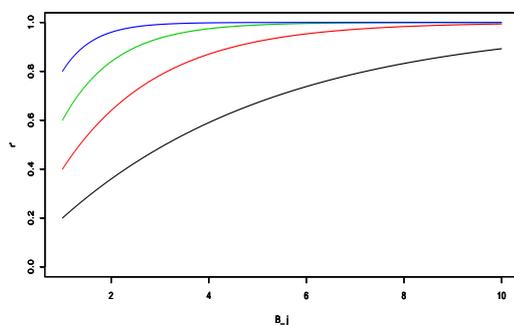


図 16: 集団の混雑情報所持率

5.2. 同調行動と混雑情報提供

5.1 で示した通り、集団行動において混雑情報の影響を強く押し上げた原因の1つは、集団内で情報が共有されるからであるというの明白である。しかしながら、実験結果を観察すると、集団で行動した際の実際の混雑情報所持率 r' と単独で行動する場合の所持率 r がほぼ同一の場合でも、行列人数の時系列グラフの形状は大きく異なり、エージェントが集団で行動する場合には顕著な周期的変動がほとんどの場合で発生している。これは同調行動が、集団内での情報共有による実質的な所持率増加というものの他に、混雑情報の影響を強くする要因となっていることを示唆している。

多くの場合、エージェントは混雑情報を加味した上で総合効用値を算出する。すなわち、混雑情報の強い影響のもと集団内で意思表示を行うことになる。そうすると確率的に混雑の少ないアトラクションを選択するエージェントが、集団内で多数になるだろう。同調行動を再現したモデルのもとでは、集団内での多数者の意見が非常に優位なものとなるので、多くの集団がそのステップの時点で行列の人数の少ないアトラクションを次の目標アトラクションとする。このような状態がエージェント全体の行動多様性を減少させ、多くの場合で行列人数の振動を引き起こさせた考えられる。

また、同じ混雑情報提供率において集団の大きさの大小で比較した場合、集団の大きさに比例して、発生する振動の振幅が大きくなり、振動数が小さくなる傾向があることが判明した。これは行動する単位が大きくなると情報自体の時間遅れの影響を大きくするからであると考えられる。混雑情報は、混み合わない傾向にあるアトラクションへエージェントを分散させることでエージェントの行動に多様性をもたらすが、移動単位が大きくなることで逆に混み合わない傾向にあるアトラクションへの過度の集中化を引き起こしていると考えられる。

5.3. 集団規範と同調行動

同調行動を再現したモデルとそれに集団規範の知見を導入したモデルを比較すると次の2つの特徴的な傾向が表れた。

1つ目は、混雑情報所持率を0%にした場合、集団規範を考慮したモデルでは行列人数が全体として2極化したことである。このモデルにおいては、集団内のエージェントは嗜好の近いものどうしで形成されているため、集団内の意見の一致の程度は増加すると考えられる。各成員の嗜好に基づいた意見がほぼ同一であることは、集団で意思決定をする際にアトラクションまでの距離を考慮する割合を増加させ、行動の多様性を減少させる。そのため、今回の設定では結果に表れたような2極化する傾向が表れたことが考えられる。

2つ目は、集団の大きさに比例する傾向にある振動の振幅の大きさが、集団規範を導入したモデルの方が大きくなっているという点である。この原因も1つ目と同様、集団規範の考慮が行動の多様性を減少させたためであろう。行動多様性の減少が情報の時間遅れの影響を大きくしたものであると考えられる。

5.4. 突発待ち行列

同調行動を再現したモデルの実験、集団規範を導入しモデルの実験ともに突発的に待ち行列の急増が発生するという現象が見られた。この現象は鈴木らの研究での「突発待ち行列」という現象と似通っているものがある。そこで、この現象を鈴木らの突発待ち行列と同様の現象とみなし、この現象を詳細に分析する。

具体的にはこの現象を「初期状態から10000ステップまでの間において、ただ1つのアトラクションの待ち行列人数とそれ以外のアトラクションの待ち行列人数との差が50以上となる状態」を突発待ち行列とみなし、各シミュレーション中でのその発生回数を表1, 2にまとめた。

表 1: 同調行動を再現したモデル

		B_j			
		3	5	7	10
r	0.2	0	0	1	4
	0.4	0	0	0	4
	0.6	0	0	2	0
	0.8	0	1	1	1
	1.0	1	1	2	4

表 2: 集団規範を導入したモデル

		B_j			
		3	5	7	10
r	0.2	0	0	1	4
	0.4	0	0	2	3
	0.6	3	1	1	3
	0.8	0	1	1	4
	1.0	1	1	3	1

突発待ち行列の発生回数は、混雑情報提供率が高く、集団の人数が大きくなるほど多くなった。また、混雑情報よりも集団の大きさの方が、突発待ち行列の発生回数に大きな影響を与えることが判明した。また、同調行動のみを再現したモデルよりも、それに集団規範の知見を導入したモデルの方が全体的に発生回数が多いことがわかる。これらは、行動の多様性を減少させていることと関連があると思われる。これより、高い頻度での混雑情報提供や人数の多い集団、集団内の規範的な様式は行動の多様性を減少させ、画一的な行動をもたらす原因になるということが推測できる。また、表内の数値より、高い提供率の混雑情報よりも集団の人数の方が、そのような行動をもたらす程度が大きいと判断できる。

6. おわりに

本研究では、既存の歩行者の挙動に関するシミュレーション研究は、集団での行動を考慮していないという不足点から、集団意思決定に着目し、同調行動と集団規範をモデル化した。集団のモデルでは、1人でも混雑情報を所持していたら集団内で共有されることに加えて、集団内の多数派の意見に同調しやすいことから、混雑情報を所持している歩行者が少ない状況において、その効果が強く現れたと考えられる。また、集団規範を導入すると、集団内での意見の一致の程度が大きくなるため、行動決定において歩行者の嗜好が要因となる割合が減少することから、混雑情報が歩行者の行動を多様化させる効果を低下させたと考えられる。人が携帯情報端末を持つ現代では混雑情報の提供は極めて容易だが、本研究の結果を踏まえると、情報提供の統制で混雑を緩和するためには混雑情報提供率をかなり低く抑える必要がある。本研究では情報が共有されるのは集団内のみであったが、本来なら集団間で共有さ

れることもあるだろう。それも加味すると、携帯情報端末を用いた混雑情報提供は、実世界への適用という意味では、限界があると言わざるを得ない。

今回の実験において導入した集団意思決定に関する知見は、同調行動や集団規範の形成であった。しかしながら、本来集団の意思決定において考慮されるべき概念は更に多く存在する。その一例として、集団における個人の役割が考えられる。各成員の役割は集団において非常に大きな影響を与えることが予測され、これらを導入することによって、更に実世界への適用を想定した、高精度のシミュレーションモデルを構築することが可能となるだろう。今後、集団行動を考慮するという、より現実的に即した形でシミュレーションが可能になることにより、歩行者エージェントシミュレーション研究が今後より有用になり、本研究において題材にしたテーマパークでの混雑緩和だけに留まらず、駅構内での混雑緩和、建物内からの避難計画など集団での行動が想定されるような多くの場面で問題解決に役立つことが期待される。

参考文献

- [兼田 1996] 兼田 敏之: artisoc で始める歩行者エージェントシミュレーション 原理・方法論から賑わい空間デザイン・マネジメントまで, 構造計画研究所, 2010
- [辺見 2002] 辺見 和晃: コンピュータの中の人工社会, "来場者に優しいテーマパーク混雑緩和問題と情報の共有", pp. 124-139, 共立出版, 2002
- [鈴木ら 2003] 鈴木 麗璽, 有田 隆也: 行動多様性に対する情報共有の影響とその適応性: イベント会場における混雑情報提供に関するマルチエージェントシミュレーション, 電子情報通信学会論文誌. D-I, 情報・システム, I-情報処理, J86-D-I(11), pp. 830-837 (2003)
- [吉田、松原 1999] 吉田 俊和, 松原 俊浩: 社会心理学 個人と集団の理解, ナカニシヤ出版, 1999
- [A.Paul Hare 1952] A.Paul Hare.; A Interaction and Consensus in Different Sizes Groups, The American Sociological Review, 17, 261-267 (1952)
- [Sherif 1936] Sherif, M.; The Psychology of social norm., New York: Harper Row, (1936)
- [Simmel 1950] Simmel; The sociology of ...K.H.Wolff,(Trans.),Glencoe,Ill, The Free Press, (1950)
- [釘原 2011] 釘原 直樹: グループ・ダイナミックスー 集団と群集の心理学, 有斐閣, 2011