

マルチエージェントモデルを用いた都市内混合交通流解析手法の研究

Analysis of Mixed Traffic Flow in Urban District Using Multi-Agent Model*

高根健一**・兵藤哲朗***・荒木裕也****

By Kenichi TAKANE**・Tetsuro HYODO***・Yuya ARAKI****

1. はじめに

日常我々が利用している歩道は、一般歩行者・車椅子・自転車・高齢者・台車・乳母車などの多様なモードが混在している。そのため歩道は混乱し、各モードとも快適に歩道の利用がされていない。特に人口が集中している都市内の歩道は交通量も多いことから、さらに混乱が増していると考えられる。また高齢化や健康意識、環境問題など社会的背景や、更なるモビリティの追求などから電動車椅子・セグウェイなど今後さらに多様な交通モードが誕生する可能性があり、更なる歩道の混乱が予想される。そのため、多様なモードが混在する歩道において、各モードが快適に利用するための施策が必要とされる。

本研究では施策の有効性を判断するツールとして、マルチエージェントモデルを用いた混合交通シミュレーション手法を使い、多様なモードが混在する歩道内において様々な状況を設定し、その状況の下で各モードが受ける影響を分析することを目的とする。

2. マルチエージェントモデル

施策が各モードに与える影響を分析するため、本研究ではマルチエージェントモデルを用いた混合交通シミュレーションを使った。マルチエージェントモデルとは、自らの価値基準に従って自分の行為を自由に選択できるような自立的なエージェントの行動が、相互作用することで全体的な振舞いを理解しようとする方法である¹⁾。本研究では歩道における各モードをエージェントとし、この手法を用いて各モードが周囲の情報と自らの機能から行動することで、複雑な交通流を再現する。

*キーワード：交通計画評価、歩行者・自転車交通計画、

**学生員、東京海洋大学大学院、海運ロジスティクス専攻
(東京都江東区越中島2-1-6、TEL03-5245-7386)

***正員、工博、東京海洋大学

****学生員、東京海洋大学大学院、海運ロジスティクス専攻

3. シミュレーションモデルの構築

(1) artisoc について

本研究では(株)構造計画研究所が開発したマルチエージェントシミュレータ artisoc を用いてモデルを構築した。artisoc はマルチエージェントシミュレーションに特化したシミュレータであり、エージェントの生成・配置・移動など操作が容易であり、visual basic に沿った文法が使われていて複雑なモデルを簡単に組むことができ、GUI 設定画面による出力が可能など様々な特徴を持つ。このような特徴から本研究では artisoc を使用してモデルを構築した。

(2) シミュレーションのアルゴリズム²⁾

本研究で使用したアルゴリズムは以下の通りである。

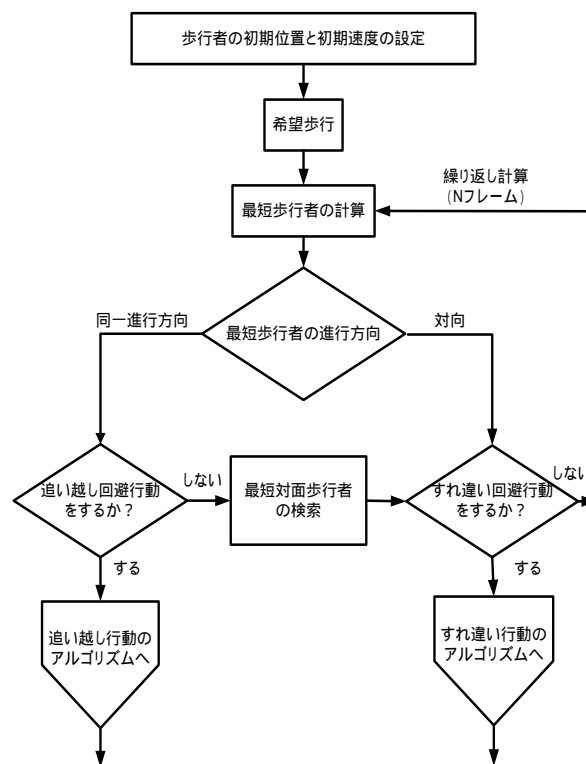


図 - 1 シミュレーションの基本アルゴリズム

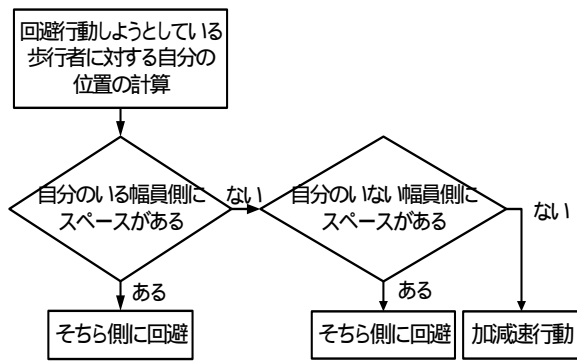


図 - 2 すれ違い・追い越し判断のアルゴリズム

(3) シミュレーションのパラメータ

本研究で使用したモードのパラメータ例を以下に示す。各モードのパラメータは、学内の通路で行われた歩行実験の様子を上から撮影し、そのビデオ映像に画像処理を行い算出した²⁾。また本研究では、歩行者・自転車・高齢者・車椅子の4種類のモードについて分析する。

表 - 1 パラメータ例 (歩行者)

希望速度	1.55(m/s)
	標準偏差 0.198
減速率	60%
	標準偏差 0.167
回避速度(左右への移動速度)	0.3(m/s)
追い越し判断	(x,y) = (0.6[m],2[m])
すれ違い判断 (対自転車)	(x,y) = (0.54[m],8.9[m])
すれ違い判断 (対高齢者)	(x,y) = (0.54[m],3.48[m])
すれ違い判断 (対車椅子)	(x,y) = (0.22[m],6.2[m])
すれ違い判断 (対歩行者)	(x,y) = (0.54[m],8.9[m])

各判断パラメータxはモードの左右、yはモードの前方距離を表す。

(4) シミュレーションの設定

a) 基本設定

本研究では、シミュレーションの実行時間を30秒とし、シミュレーション実行の1ステップを1/10秒と設定した。またartiscocの仕様上、各モードの大きさを変えることができないので、artiscoc上の1セルを0.4[m] × 0.4[m]と設定し、各モードの大きさはすべてartiscoc上の1セルとし、シミュレーション上の歩道の長さを30mに設定した。

b) 評価項目の設定

本研究では、各モードの快適性を評価する指標として以下の3つの評価項目を設定した。これらの評価項目の数値によりモードが感じる不快感を計測する。これら評価項目は1ステップ(1/10秒)ごとにカウントされグラフで表示される。

評価項目

- 減速回数
- 衝突回数
- PS(パーソナルスペース)進入回数

PS(パーソナルスペース)とは、親しい人間以外が入ると不快に感じる空間のことである。本研究では、モードの周囲40cm以内をPSに設定した。

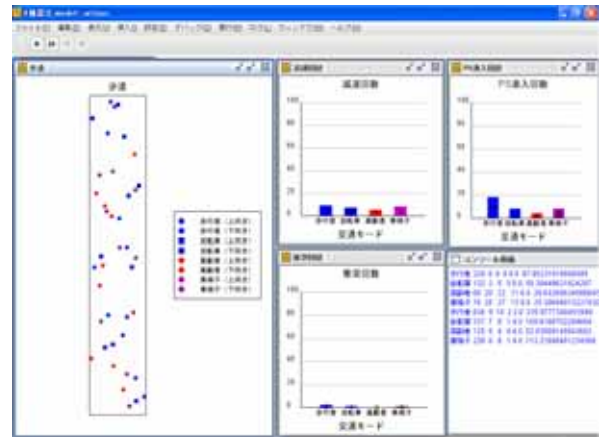


図 - 3 シミュレーション画面1

4. シミュレーションによる施策の影響分析

artiscocで構築したシミュレーションを用いて、施策が各モードに与える影響を分析する。各シミュレーションの実行結果は、同じ設定で初期位置のみを変えて100回実行し、その平均値を算出した。

(1) 特性の似たモードを類型化し配分

各モードが歩道を快適に利用するための施策として、特性の似たモードを類型化し、異なる通行帯に配分する方法が考えられる。

a) モードの類型化

はじめに特性の似たモードを類型化するため、歩道に異なる2つのモードを流し、2つのモードが互いに受ける影響を分析した。歩道の大きさは幅員5mとし、各モードを15台流した。

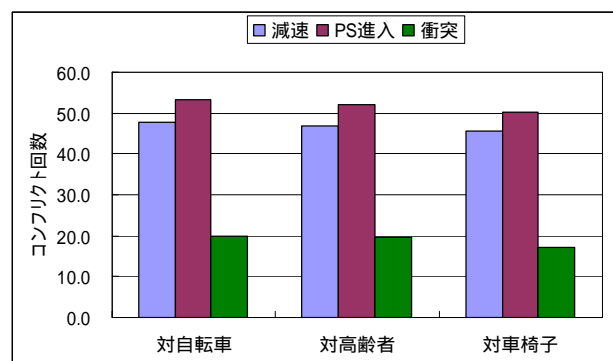


図 - 4 歩行者が受けた影響

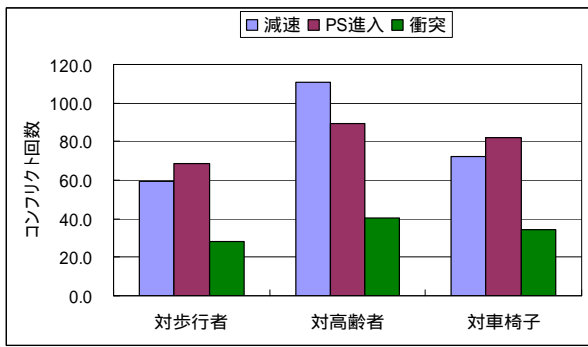


図-5 自転車を受けた影響

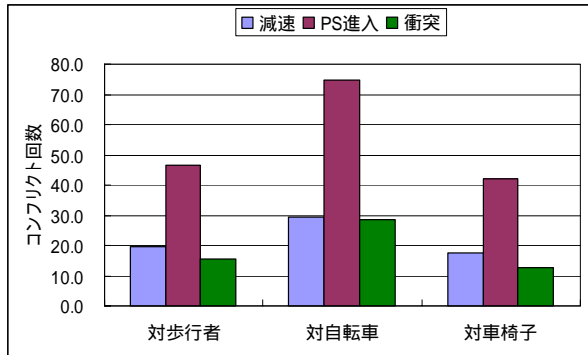


図-6 高齢者が受けた影響

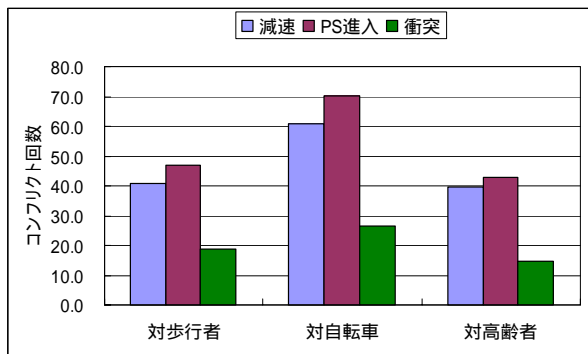


図-7 車椅子が受けた影響

シミュレーションの結果を見ると、歩行者は他の3つのモードから受ける影響に大きな差が見られなかった。自転車は高齢者・車椅子から受ける影響が歩行者から受ける影響に比べて大きく、高齢者・車椅子は他のモードに比べて自転車から受ける影響が大きかった。よってシミュレーションの結果から、この4つのモードは、「歩行者・高齢者・車椅子」と「自転車」に二分できると考えられる。

b) 異なる通行帯に配分

a) で類型化したモードを、異なる通行帯に配分したときの影響を分析する。幅員5mの歩道にブロックを設置することで通行帯を分離し、「歩行者・高齢者・車椅子」は幅員3mの歩道に、「自転車」は幅員2mの歩道に各10台配分したときの影響を分析した。また初期条件として、幅員5mの歩道に4つのモードを流したシミュレーションも実行した。

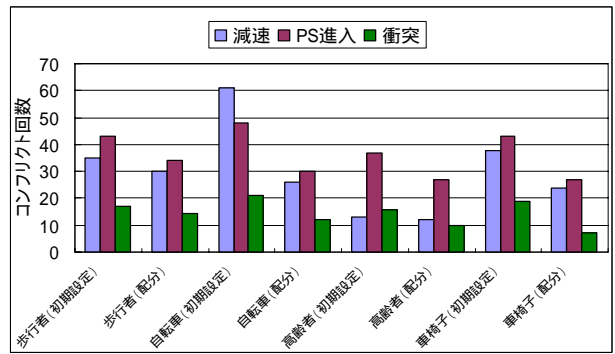


図-8 配分による影響

シミュレーションの結果から、各モードとも各評価項目の数値が減少した。特に自転車に関しては他のモードに比べ評価項目の数値が大きく減少した。よって類型化した各モードを、異なる通行帯に配分する施策は有効であるといえる。またこの配分は自転車道の設置と同様なので、自転車道の設置が有効であるともいえる。

(2) 通行帯を横断する際の配慮

前節の特性の似たモードを類型化し配分する施策から、自転車道設置の有効性が示されたが、設置することによって自転車の店舗側への進入が発生すると考えられる。この場合自転車は歩道を横断する際、「歩行者・高齢者・車椅子」に配慮する必要がある。

幅員5mの歩道の右側2mを自転車道とし、自転車が歩道を横断する際、進行方向にモードがいたら停止し、モードが通過したら横断するように設定し、各モードが浮ける影響を分析した。また初期条件として進行方向にモードがいても停止しないシミュレーションも実行した。歩道と自転車道はブロックを設置しに分離し、横断可能な箇所を2つ設けた。「歩行者・高齢者・車椅子」は各10台ずつ、自転車は15台中8台が歩道に侵入するように設定した。

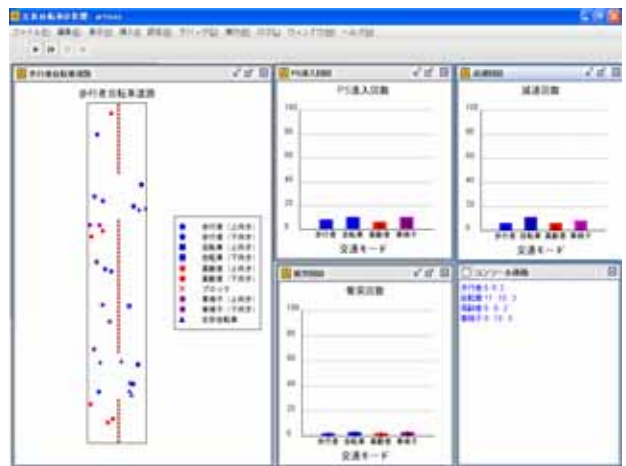


図-9 シミュレーション画面2

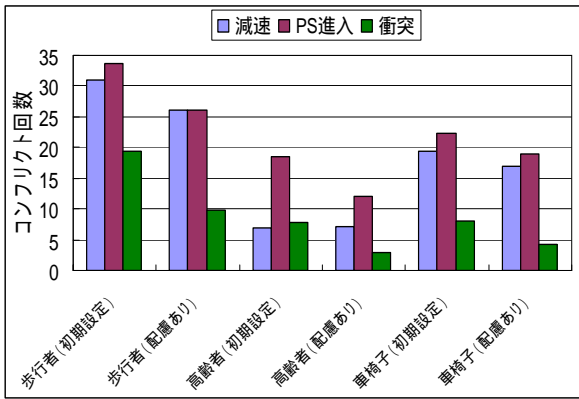


図 - 10 横断時の配慮による影響 1

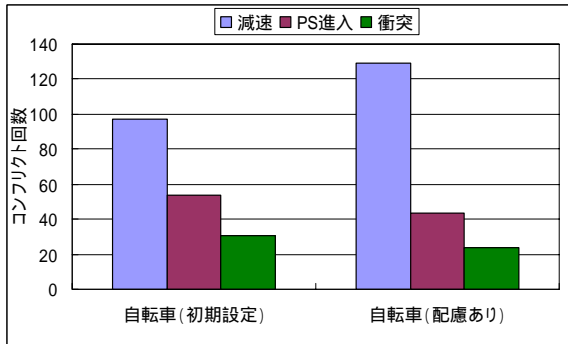


図 - 11 横断時の配慮による影響 2

シミュレーションの結果から、歩道のモードはそれぞれ、評価項目に減少がみられた。自転車に関しては、一時停止を行うことで、減速回数に増加が見られたが、PS 進入回数・衝突回数は減少した。自転車が歩道のモードに配慮することで、歩道のモードの快適性が向上したので、この施策は有効的であるといえる。

(3) すれ違い・追い越しの優先付け

幅員の狭い歩道では、自転車道など新たに通行帯を設置するのが困難である。このような場合、高齢者・車椅子など交通弱者とされるモードに対し、他のモードが優先的に回避することで高齢者・車椅子の快適性が増すと考えられる。幅員 3 m の歩道において、自転車の高齢者・車椅子に対する回避基準を 1.5 倍に拡大することで、自転車が優先的に回避するように設定し、各モード 8 台ずつ流したときの影響を分析した。

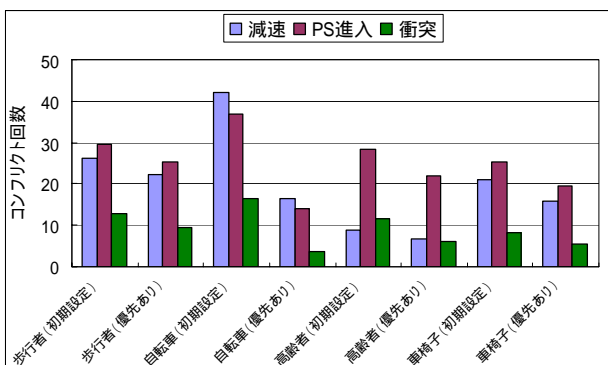


図 - 12 優先付けによる影響

シミュレーション結果を見ると、優先付けした自転車・高齢者・車椅子の評価項目が減少した。特に回避基準を拡大した自転車の評価項目の数値が大きく減少した。また、優先付けをしていない歩行者についても評価項目の減少が見られた。これは自転車が余裕をもって高齢者・車椅子を回避することで次に回避するモードに対しても、余裕を持って回避できるからだと考えられる。このことから、幅員の狭い歩道において、モード間のすれ違い・追い越しの優先付けは有効であるといえる。

5. おわりに

本研究では、マルチエージェントモデルを用いた混合交通シミュレーションを使い、歩道の混乱を改善する施策が各モードに与える影響を定量的に評価し、施策の有効性を判断することができた。この結果から自転車道設置やセグウェイ導入、また新たな施策の検討などにおいて各モードにどのような影響を与えるのか分析することで導入・検討を判断するためのツールになると考えられる。

しかし、今回各モードに使用したパラメータは学内の歩行実験により得られたパラメータなので、このパラメータを他の歩道にそのまま使用するには、問題があると考えられる。歩道の幅員や交通量の多さなどによって、各モードのパラメータが変化すると考えられる。よってこれらを考慮したパラメータの算出方法を考える必要がある。さらに本研究では、マルチエージェントシミュレータ artisoc の仕様から、各モードはすべて同一の大きさとして扱ったのでこの点も改良する必要があると考えられる。また各モードの PS の形についても円ではなくモード前方が広く、側面は狭くすることで、よりリアルな不快感を定量的に評価することができると考えられる。

今後の課題としてモードの各パラメータを改良し、より現実の動きに近づけ、実際に自転車道の設置など施策の検討をしている歩道を対象に、施策の有効性を判断したい。また新たなモードが歩道に侵入した場合、各モードが受ける影響を分析し、各モードが快適に歩道を利用できるような施策の検討をしたい。

参考文献

- 1) 山影進、服部正太：コンピュータのなかの人口社会 マルチエージェントモデルと複雑系、共立出版、2002年、pp1-25
- 2) 荒木裕也、兵藤哲朗、高橋洋二：商業地区における混合交通シミュレーションモデルの検討、第26回交通工学研究発表会論文報告集、2006年、pp213-216