

マルチエージェント・シミュレーションによる歩行者と自転車の挙動分析

東京大学大学院 学生会員 ○杉谷芳宏
 東京大学大学院 正会員 大森宣暁
 東京大学大学院 正会員 円山琢也
 東京大学大学院 正会員 原田 昇

1. 研究の背景と目的

自転車利用の促進施策の一つとして、歩道上で歩行者と自転車の通行帯を分離する手法が存在し、これは「カラー舗装による視覚的分離」と「植樹帯による物理的分離」に分類される。しかし、通行帯が明示されるにもかかわらず、実際は適切に利用されていない。本研究は、歩行者と自転車が分離された通行帯を適切に利用した場合の快適性・安全性の効果の評価のために、マルチエージェント・シミュレーションモデルを作成し、実際の歩行者自転車道の観測結果に基づいたシミュレーションを行うことを目的とする。また、図1に示した行動を回避行動と定義し、安全性・快適性の指標として、回避行動の回数をを用いた分析を行う。

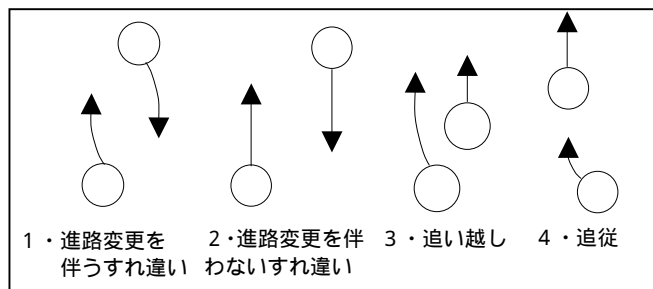


図1 回避行動の種類

2. シミュレーションモデルの作成

シミュレーションモデルの作成においては、「マルチエージェント・シミュレーション」と「歩行者・自転車の占有領域」に関する既存研究の知見を活用した。マルチエージェント・シミュレーションとは、複数の対象物の挙動を個別にモデル化し、その集合体として、現象を再現するミクロモデルの一つであり、「歩行者が横断歩道を通行する」既存のシミュレーションモデル¹⁾を発展させ、歩行者と自転車の2つのエージェントをモデル化した。

モデル化に際しては、以下のような行動を仮定している。まず、歩行者・自転車はある速度分布に応じて

「自由歩行・自由走行」を行う。そして、「認知空間」内に他の歩行者・自転車が進入した場合に、「回避行動」モードへ移行する。回避行動とは「追い越し・すれ違い・追従」のことであり、回避行動が終了すると再び「自由歩行・自由走行」モードへと移行する。認知空間とは、「認識する可能性がある範囲」のことで、歩行者・自転車それぞれについて個別の値を設定した。例えば、歩行者同士が認識する距離は4mとした。自転車については既存研究における自転車の走行状態別の前方余裕距離を利用した（表1）。また、自由歩行・走行時、特に追い越し後などは、歩行者・自転車は元々通行していた横断面位置まで戻るとの3章の観測結果に基づいて行動ルールを設定した。また、0.2秒ごとに全ての歩行者・自転車の位置を更新する。

表1 自転車走行状態別の前方余裕距離（単位:m）²⁾

走行状態	追い越し	すれ違い
高速度走行（15km/h-）	6.3	9.6
中速度走行（12km/h-15km/h）	2.8	5.7
低速度走行（12km/h）	1.6	3.9

3. 歩行者自転車道の観測調査

平成17年1月に、板橋区高島平の高島通りの歩道において観測調査を行った。平日の朝の通勤時間帯に、約80mの歩道区間を対象に80分間ビデオ撮影を行った。80分間の交通量は歩行者43人、自転車393台、平均速度は、歩行者4.43km/h（分散0.67）、自転車14.00km/h（分散7.01）であった。

続いて、歩行者・自転車の、観測区間への横断面進入位置を測定した。図2に示すように、歩行者・自転車の約9割が左側通行をしていたことがわかった。また、観測された回避回数を種類別に表2に示す。歩行者と自転車では「進路変更を伴わないすれ違い」と「追い越し」が多く観測され、さらに自転車同士では「進路変更を伴わないすれ違い」、「進路変更を伴うすれ違

キーワード 自転車, 歩行者, シミュレーション

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 TEL 03-5841-6254

い」が非常に多く観測された。

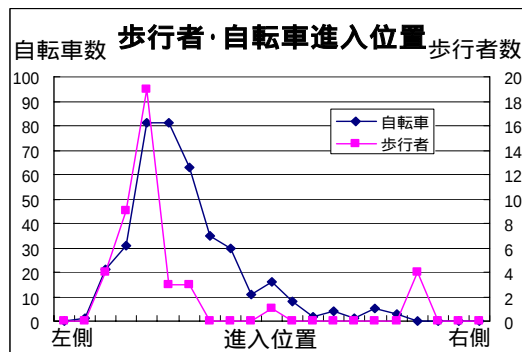


図2 観測された歩行者・自転車の進入位置

表2 観測された回避回数

	進路変更を伴うすれ違い	進路変更を伴わないすれ違い	追い越し	追従
歩行者と歩行者	8	34	0	0
歩行者と自転車	39	104	71	2
自転車と自転車	253	454	34	55

4. 歩道条件変更時のシミュレーション

3章で観測した歩道を対象に、現状、カラー舗装分離、植樹帯分離、全員左側通行、の計4ケースについてシミュレーションを行った。観測交通量に基づいて、それぞれ10分間のシミュレーションを実行した。カラー舗装分離、植樹帯分離の場合は理想的な条件として、全員が通行帯を守り、左側通行を行うと設定した。表3に歩行者と自転車、表4に自転車と自転車について、それぞれの種類の回避行動回数を示す。

表3 歩行者と自転車の回避回数

回避行動の種類	進路変更を伴うすれ違い	進路変更を伴わないすれ違い	追い越し	追従
現状	4	11	5	2
カラー舗装	10	8	7	0
植樹帯	0	0	0	0
左側通行	3	14	7	3

表4 自転車と自転車の回避回数

回避行動の種類	進路変更を伴うすれ違い	進路変更を伴わないすれ違い	追い越し	追従
現状	27	46	3	5
カラー舗装	47	26	2	6
植樹帯	32	22	1	8
左側通行	15	54	4	4

カラー舗装による分離を行った場合、一時的に通行帯をはみ出して走行できるため自転車同士の追い越しが比較的スムーズであるが、通行帯の分離線付近を通行している歩行者・自転車は図3のようにすれ違い時に進路変更を伴う必要があり、結果として現状よりも

進路変更を伴うすれ違いが増加してしまった。

植樹帯による分離を行った場合、歩行者と自転車は完全に分離されるためお互いを意識する必要がないが、図4のように自転車通行帯が狭くなることで自転車同士の追い越しが困難になり、結果として速い自転車が遅い自転車に追従しなければならないという現象が多く見られた。そのため平均速度が最も遅くなった。

全員が左側通行を守った場合、自転車通行帯の幅員が減らないため、進路変更を伴うすれ違いが減少し、また自転車の追い越しもスムーズに行うことができる。また、歩行者と自転車が同じ空間を通行するため、歩行者の危険性があまり減らないが、対向してくる自転車と回避を伴う回数は減るために、視野情報から得られる不安感は減少する。

5. まとめ

歩道における歩行者・自転車の挙動を再現するシミュレーションモデルを用いた一連の分析から、現在実施されている歩道の整備は、整備後の理想の利用状態になったとしても、回避行動の回数から判断する自転車の快適性の向上にはつながらず、むしろ一部悪化することがわかった。また、左側通行を守るといったハード面以外の対策を行うことでも、自転車道の快適性は向上し得ることが明らかになった。

謝辞

本研究で開発したシミュレーションモデルは、東京大学大学院新領域創成科学研究科の吉村研究室で開発されたモデルを発展させたものである。吉村忍教授および修士課程の藤井秀樹氏に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 藤井秀樹：知的マルチエージェント交通流シミュレータ MATES への、路面電車・歩行者の実装と仮想社会実験 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻修士論文, 2005.
- 2) 留守洋平：歩道における自転車の挙動と占有領域に関する研究, 東京大学工学部都市工学科卒業論文, 2003.

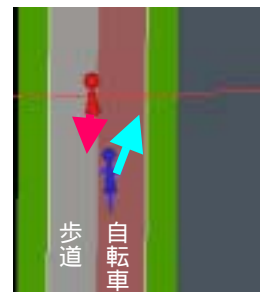


図3

カラー舗装分離の歩行者と自転車のすれ違い

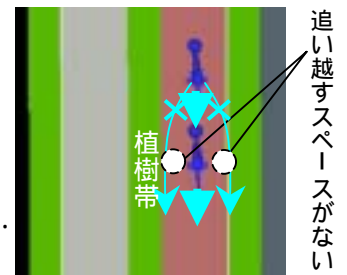


図4

植樹帯分離の自転車同士の追い越し