

マルチエージェントシミュレーションを用いた 歩車分離式信号の導入評価

信州大学大学院 学生員 ○山田健太
信州大学工学部 正会員 小山 茂
信州大学工学部 正会員 大上俊之
信州大学工学部 正会員 高瀬達夫

1. はじめに

歩車分離式信号交差点は、車両と歩行者の通行権が完全あるいは一部分離され、各々が信号を守って通行すれば両者が交差点内で錯綜することはないため、通常の信号交差点と比較すると安全性が高い。このことは、2002年に警視庁が実施した歩車分離信号の試験運用の結果¹⁾から明らかになっている。しかし、2010年度末時点での歩車分離式信号機の整備率は2.74%に過ぎず、信号交差点における歩行者事故のうち歩行者に違反のない交通事故が約9割を占めている。このことから、2011年4月、警視庁は過去4年間の2倍以上のペース(314基/年→650基/年)で2014年度末までに合計2,600基以上整備する計画を策定²⁾しているが、歩車分離式信号を整備するにあたり、明確な導入基準はない。

そこで、本研究では、通常の信号交差点に歩車分離式信号を導入する場合を想定し、時間短縮効果とCO₂排出量削減効果をマルチエージェントシミュレーションを用いて求める。そして、費用便益分析を行うことで、交通量や歩行者数などを仮定した条件下における歩車分離式信号の導入の是非を評価する。また、歩車分離式信号にはいくつかの方式があるため、どの方式が最も適切なのかの検討も行う。

2. 概要

(1) 歩車分離式信号の方式

前述の通り、歩車分離式信号にはいくつかの方式があるが、本研究では、歩行者専用現示方式(定周式の場合、押しボタン式の場合)、スクランブル方式(定周式の場合、押しボタン式の場合)、タスキ方式(押しボタン式)、右左折分離方式の計6種類を導入する方式の候補とする。これらは、

歩車分離式信号機の整備率が高い長野県で採用されている方式³⁾の中から、導入箇所が多いものを中心に決定した。なお、それぞれの方式において、歩行者が横断する際の交通流は図1に示す。

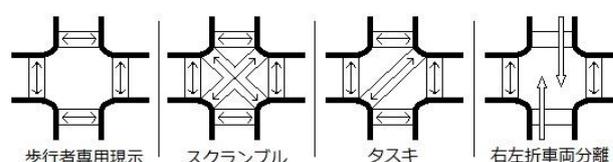


図1 歩行者横断時の交通流

(2) マルチエージェントシミュレーション

マルチエージェントモデルとは、独自の意思決定メカニズムに基づき、自立的に行動するエージェント間の相互作用によって現れる複雑な社会現象を解析するためのツールである。このモデルを用い、車や歩行者をエージェントとしてシミュレーションを行うことにより、数値的な結果が分かるだけでなく、車の動きや位置関係が視覚的に判断出来るという利点がある。本研究では、構造計画研究所が開発したartisocを用いてシミュレーションを行った。

(3) 研究の流れ

まず、シミュレーションを行うために必要なパラメータとして、交通量、歩行者数、車線数、最高速度、信号サイクル長、右左折車割合などを仮定する。シミュレーションを実行すると、交差点を通る全ての車と歩行者に対し、出発地から目的地までにかかる旅行時間を求めることが出来る。また、車のCO₂排出量についても同様に求めることが可能である。そして、パラメータの値を変化させながら繰り返しシミュレーションを実行し、ここで得られた結果と歩車分離式信号を導入することによる交通事故減少のデータを基に費用便益分析を行う。

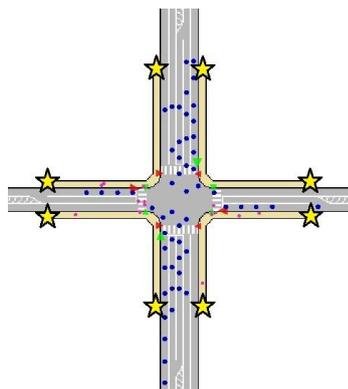


図2 シミュレーションの一例

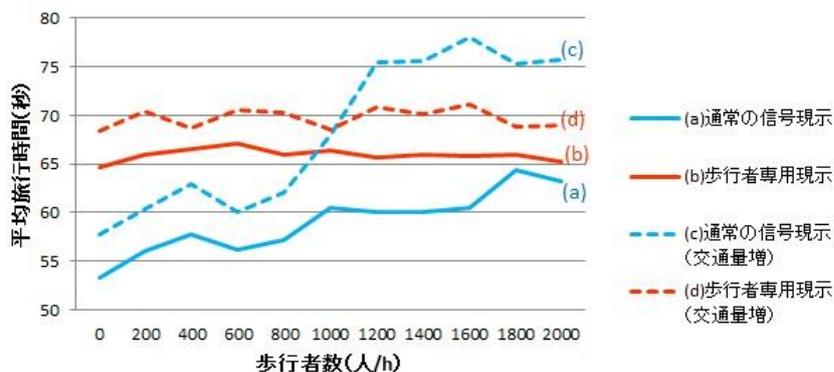


図3 車の平均旅行時間の変化

3. シミュレーション

図2に、シミュレーションの一例（交差点付近を拡大したもの）を示す。ここでは、歩行者数の変化に伴う旅行時間への影響を調べることを目的とする。

3.1 今回仮定した設定条件

流入交通量は、1方向あたり600台/h（南北方向）と200台/h（東西方向）、最高速度は、60km/h（南北方向）と50km/h（東西方向）、信号サイクル長は90秒、交差点における直進車、左折車、右折車の割合は5:3:2と仮定する。また、歩行者は、図2に示す8ヶ所の☆印の位置が出発地となっており、この8ヶ所から流入する歩行者の合計数を0人/hから2,000人/hまで200人/h間隔で値を変える。

3.2 結果と考察

通常の信号現示の場合と歩行者専用現示（定周式）の場合のシミュレーションを行い、設定した歩行者数と車の平均旅行時間との関係を図3に実線で示す。また、車の流入交通量を各方向それぞれ200台/hずつ増やし、1方向あたり800台/h（南北方向）と400台/h（東西方向）として、それ以外は同様の条件でシミュレーションを行った場合の結果を同図に点線で示す。

図3について、通常の信号現示（図中の(a)）の場合、歩行者の増加に伴って、右左折時に横断する歩行者の影響を受けやすくなり、旅行時間が長くなるが、歩行者専用現示（図中の(b)）の場合は、横断する歩行者の影響は受けないため、ほぼ一定の値となった。また、歩行者専用現示（図中の(b)）

は、通常の信号現示（図中の(a)）よりも赤時間が長いいため旅行時間は長くなる。しかし、車の交通量が多く、歩行者が1,000人/hを超える状況での車の旅行時間は、通常の信号現示（図中の(c)）の場合が歩行者専用現示（図中の(d)）の場合を上回る結果となった。以上のことから、車と歩行者の錯綜が多い場合には、安全面だけではなく、車の旅行時間の観点からも、歩行者専用現示の方が有効的であると考えられる。

また、歩行者の平均旅行時間については、紙面の都合上、図は省略するが、いずれの場合も歩行者の増加に伴って、若干の増加が見られた。これは歩行者同士がお互いを避け合いながら動いていたためだと考えられる。

4. おわりに

今回のシミュレーション結果から、歩車分離式信号を導入することによって、車の旅行時間が必ずしも長くなるとは限らないことが示された。今後は、様々な条件下でのシミュレーションを行い、CO2排出量削減効果、費用便益分析、他の歩車分離方式との比較について検討する。これらの結果については当日報告する。

参考文献

- 1) 命と安全を守る歩車分離信号普及全国連絡会、<http://bunri.org/>
- 2) 警視庁交通局交通規制課：歩車分離式信号の整備推進について、<http://www.npa.go.jp/pdc/notification/koutuu/kisei/kisei20110420.pdf>
- 3) 長野県警察本部交通部交通規制課：歩車分離式信号機一覧表、2012。