

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(平成24年度採択)
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
24-6	改良対策立案のための 交差点安全性評価シミュレータの研究開発	名古屋大学 大学院 教授 中村 英樹

交差点改良対策の安全性に関する定量的評価のため、実測データに基づき、車両や歩行者の軌跡・速度の変化、各種判断挙動、及びそれらのばらつきを、交差点構造や制御条件に応じて確率的にモデル化し、危険性を空間的に出力可能とする交差点安全性評価シミュレータの研究開発。

1. 研究の背景・目的

本研究開発では、信号交差点において事故発生と関連性の高い信号切り替わり時の車両や歩行者の駆け込み進入などの危険挙動、速度変化、軌跡変化などに着目し、それらの挙動のばらつきを利用者の心理的要因をはじめ、交差点の道路構造、信号制御などの環境要因から解明する。そして、これら車両や歩行者の動態を詳細に再現可能な交差点安全性評価シミュレータを開発することで、交差点構造および信号制御を変更したときの利用者挙動の変化を時空間的に再現することにより、交差点改良代替案の安全性能を事前かつ定量的に評価する手法を開発することを目的とする。

2. 研究内容

- (1) 交差点実態観測調査の実施
- (2) 左折車両挙動(走行速度、走行軌跡、横断歩行者との衝突回避判断)の分析とモデル化
- (3) 右折車両挙動(走行速度/軌跡、通過/停止判断、発進反応挙動、ギャップアクセプタンス挙動)の分析とモデル化
- (4) 横断歩行者挙動(横断軌跡と横断速度、青点滅開始時の横断開始/停止判断、横断歩道上での衝突回避挙動や信号現示に対する反応等)の分析とモデル化
- (5) 交差点安全性評価シミュレータの開発および安全性評価に関する視覚的表現手法の検討
- (6) 安全性代替評価指標の検討と、シミュレータを用いたケーススタディ分析の実施

3. 研究成果

- (1) 12箇所の信号交差点で交通実態観測調査を実施し、得られたビデオ動画から各交差点利用者主体の挙動分析のために必要なデータを取得した。
- (2) 左折車挙動について、流入速度や交差角から推定する速度プロファイル推定モデル、交差点構造や車両進入条件から推定する軌跡線形要素推定モデル、ギャップ形成状況別の横断者衝突回避判断挙動モデル、をそれぞれ構築した。
- (3) 右折車挙動を対象として、走行速度および走行軌跡のモデル化(図-1)、黄現示開始時の停止線までの所要時間と停止線セットバック量から説明する右折矢現示終了時における停止判断確率モデル、車両条件や空間/時間要因の影響を受けて推定される右折車の発進反応時間推定モデル、ギャップ時間や交差点内での累積待ち時間を説明変数とした右折時のギャップアクセプタンス判断挙動モデル、等を構築した。
- (4) 横断歩行者挙動について、横断開始時・横断歩道の中点通過時・横断終了時の各断面にて進行方向を変更して断面間を最短経路で移動するという仮定条件下での横断軌跡/横断速度推定モデル、青点滅開始時の横断歩道までの距離と歩行速度から推定する横断停止判断モデル、横断歩道上での衝突回避挙動や信号現示に対する反応等を Social Force モデルの援用により表現したマイクロ挙動モデル(図-2)、を考案した。
- (5) 構築した交差点利用者の各挙動モデルを実装した、安全性評価のための2次元マイクロシミュレータを開発(図-3)して再現性の検証を行ったほか、シミュレータでの出力値を活用した安全性評価の視覚的表現手法についても検討した。
- (6) 交差点での安全性評価に適したSSMについて検討し、事故発生頻度との関連性を分析した。

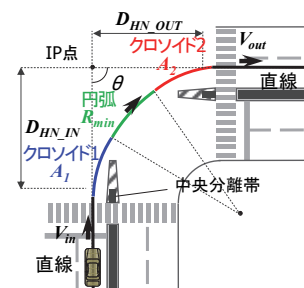


図-1 右折走行軌跡モデル

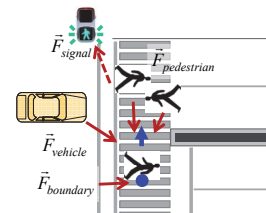


図-2 ミクロ歩行者挙動モデルの概念図

(7)開発したシミュレータを用いて、交差点構造が変化した場合の安全性評価に関するケーススタディ分析を実施した。

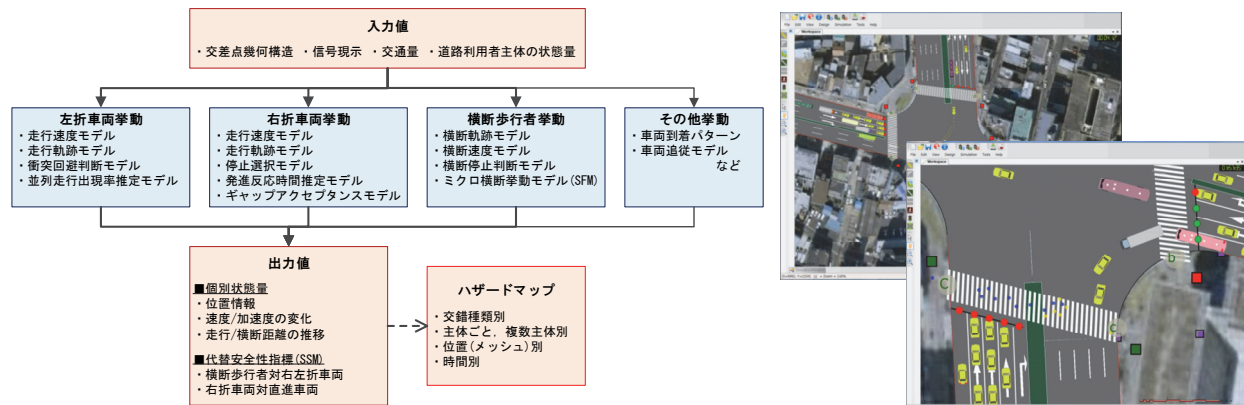


図-3 開発したマイクロシミュレータの全体概要(左)と実行中画面(右)

4. 主な発表論文

- 1) Chen, P., Nakamura, H., Asano, M. and Zeng, W.: A Microscopic Traffic Simulation Model for Safety Assessment of Left-turning Vehicle versus Pedestrian Conflict at Signalized Intersections, Proceedings of Infrastructure Planning, No.47, 8 pages, 2013.
- 2) 伊藤大貴・鈴木弘司：歩行者と左折車の危険交錯事象と交差点構造の関連性分析，土木計画学研究・講演集，No.47，6ページ，2013.
- 3) Zhang, X., Chen, P., Nakamura, H. and Asano, M.: Modeling Pedestrian Walking Speed at Signalized Crosswalks Considering Crosswalk Length and Signal Timing, Proceedings of the 10th International Conference of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 15 pages, Taipei, Taiwan, 2013.
- 4) Chen, P., Nakamura, H. and Asano, M.: Application of surrogate safety measures for assessment of pedestrian versus left-turning vehicle conflict at signalized crosswalks, Advances in Transportation Studies, Vol. 1, Special Issue, pp.37-50, 2014.
- 5) Zeng, W., Chen, P., Nakamura, H. and Asano, M.: Application of social force model to pedestrian behavior analysis at signalized crosswalk, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol.40, pp.143-159, 2014.
- 6) 渡部数樹・中村英樹・井料(浅野)美帆：信号交差点改良対策立案のための右直分離制御時の車両挙動分析，土木学会論文集D3(土木計画学)，Vol.70，No.5(土木計画学研究・論文集第31巻)，I_1013-I_1022，2014.
- 7) 張馨・中村英樹・井料(浅野)美帆・陳鵬：横断歩道長と歩行者信号現示を考慮した横断歩行速度のモデル化，土木学会論文集D3(土木計画学)，Vol.70，No.5(土木計画学研究・論文集第31巻)，I_1031-I_1040，2014.

5. 今後の展望

研究成果の活用や発展性

- ・安全性向上のための交差点構造や信号制御条件等について，具体的かつ定量的検討が可能となる
- ・事故対策検討業務等において本シミュレータを試験的に活用し，対策案実施工後の挙動変化に関する事前事後比較分析を実施することで，シミュレータの適用性確認や課題抽出が可能となる

今後の課題

- ・安全性評価のための各種指標値の選定に関する継続研究と，その成果に応じたソフトウェアとしての出力機能の拡充
- ・自動車と歩行者以外の交差点利用者主体に関する表現の検討（二輪自動車や軽車両(自転車)などの他の利用者主体，高齢歩行者などの特殊条件を有する利用者 など）
- ・4枝信号交差点以外の交差点方式への拡充(3枝交差点，無信号交差点，ラウンドアバウト 等)

6. 道路政策の質の向上への寄与

- ・本研究は，当初より交通安全対策業務等の実務への適用を念頭においており，モデル分析により得られた知見やシミュレータによる評価結果は，安全性向上のための施策実施に十分に寄与するものである。
- ・マイクロ交通安全シミュレータの活用によって，希少事象であるが故に情報収集に長期間を要する事故データに頼らない評価が可能となり，安全対策案評価の効率化が可能となる。
- ・シミュレータ上で再現された交通状況動画の活用により，道路管理者や交通管理者の理解促進と施策実施説明責任の向上，改良対策実施工時における地域住民への合意形成ツールとしての使用も可能となる。

7. ホームページ等

- ・名古屋大学 中村英樹研究室 HP <http://www.genv.nagoya-u.ac.jp/ge1/nakamura/research/signal/>