

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究状況報告書（FS研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	なかむら ひでき 中村 英樹		名古屋大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻		教授
②研究 テーマ	名称	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			
	政策 領域	[主領域] 【領域6】 交通事故対策	公募 タイプ	Ⅱ	
		[副領域]			
③研究経費（単位：万円） ※受託金額を記入。	平成24年度 1,026 万円				
④研究者氏名	（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）				
氏名		所属・役職			
浅野 美帆		名古屋大学大学院・助教			
鈴木 弘司		名古屋工業大学大学院・准教授			
浜岡 秀勝		秋田大学・准教授			
⑤研究の目的・目標（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。） 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。					

⑥ F S 研究の結果

(必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入。)

本年度は、FS研究として、交差点における左折時の挙動に焦点を絞って分析を進めるとともに、利用者挙動のばらつきを表すパラメータと安全性評価指標(SSM; Surrogate Safety Measure)、さらにはこれらと交通事故データとの関連性について明確にすることが、本格採択に向けての条件として審査委員会から提示されていた。そこでまず、左折車と横断歩行者の交錯に着目し、各種挙動の実態分析とモデルの構築を行った。これにより、交差点の幾何構造や信号制御などの影響下での左折車両や横断歩行者の確率的挙動をシミュレータ上で実装可能となり、Post-Encroachment Time (PET)や交差点通過速度などの安全性評価指標(SSM)を演算可能となった。さらに、SSMと実際の事故データとの関係がポアソン回帰モデルによって示されたことで、交差点の幾何構造や信号制御といったパラメータから、利用者挙動のばらつき、安全性評価指標、事故データに至るまでの一連の関係(図1)を示すことができた。以下に、本FS研究の成果と知見を述べる。

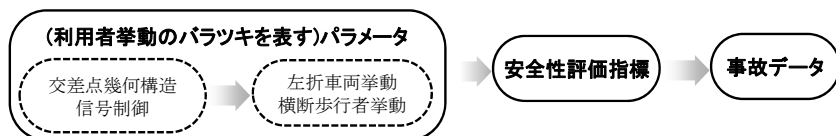


図1. 交差点における利用者挙動特性～安全性評価指標～交通事故の関係

a. 利用者挙動とそのばらつきのモデル化

(1)左折車両挙動：交差点に接近する左折車両を対象とし、交差点接近速度、隅角部半径、左折終了時の歩車道境界線からの走行位置などに応じた左折時の車両軌跡、速度の変化を確率的にモデル化した。また、横断歩行者の接近タイミングに応じた左折車両の速度調整アルゴリズムを構築するとともに、横断歩行者の接近方向を考慮したギャップ選択挙動の確率的モデル化を行った。その結果、交差点規模

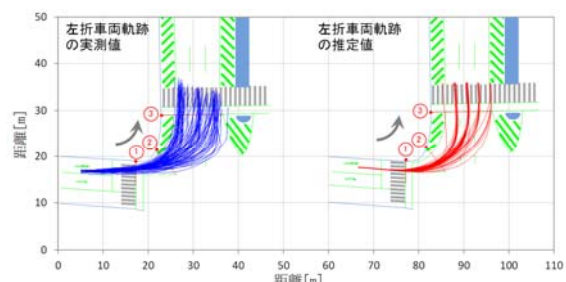


図2. 左折車両軌跡の実測値と推定値の比較例

が大きいほど、ショートカット走行となること、また左折最小速度が大きくなることが示されたとともに、左折挙動のばらつきが時間的にも空間的にも増大することを確認した。図2は左折車両の観測軌跡と走行軌跡モデルによる推定軌跡の例であるが、断面①～③における通過位置分布において95%信頼区間で有意な差がなく、良好な再現性が得られている。

(2)横断歩行者挙動：横断歩道の構造や歩行者信号現示、交通条件などに応じた横断歩行者の横断軌跡、横断速度を確率的にモデル化した。また、青点滅開始時の歩行者の横断開始/停止判断について、横断歩道周辺の幾何構造や横断方向などを考慮してモデル化を行った。その結果、横断歩道長が長いほど、横断速度が高くなる傾向が示された。また、青点滅開始時に横断する歩行者の速度が青時間内の横断歩行者よりも速く、ばらつきも大きい傾向が明らかとなった。図3は、N2→F2の横断方向についての観測軌跡と推定軌跡、および各断面における通過位置分布の比較例を示している。各断面通過位置分布が良好に再現されている。

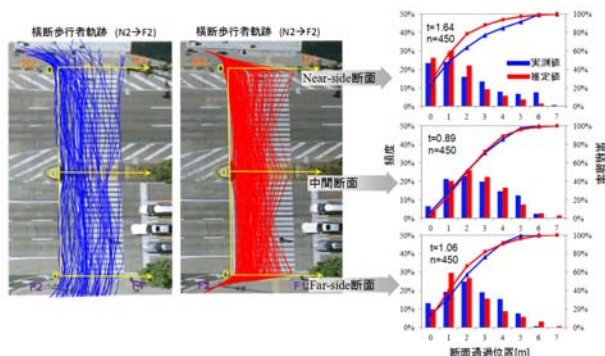


図3. 歩行者横断軌跡の実測値と推定値の比較例

b. 利用者挙動のばらつきを表すパラメータと安全性評価指標(SSM)との関連性

左折車両と歩行者の横断歩道上での交錯に関する安全性評価指標(SSM)の特徴を整理し、対象横断歩道で観測しうるSSMのうち、平均PET、短時間PET数、交錯点通過平均速度の3つと、交差点構造条件、交通運用状況との関係について分析を行った。その結果、横断歩道が長く、歩行者交通量が多い場合に平均PET、短時間PET数はより高い値を示すことが明らかとなった。一方、横断歩道のセットバック距離や左折交通量については、平均PETや短時間PET数との関連が希薄であることが示された。

c. 安全性評価指標と交通事故の関連性

対象横断歩道における、上記3つのSSMと事故発生件数の関連性を検証した。その結果、これらのSSMが事故発生件数を説明することに有意であり、SSMの増加が事故発生頻度の増加につながる傾向があることを確認した。また、短時間PETと交錯点通過平均速度を組み合わせることで、より精度の高い事故発生件数推計モデルが構築された。このモデルを用い、調査対象となった全横断歩道について2007～2010年の4年間に於ける事故発生件数の推定を行い、実際の事故発生件数との比較を示したものが図4である。本来、交通事故は稀少事象であり、また本研究でモデル化していない他の要因にも依存するため、その正確な予測が極めて困難であることを考えれば、図4の結果は想定以上に十分に良好であると考えられる。これらより、横断歩道上で起こり得る横断歩行者と左折車両の交錯危険性の水準を、SSMにより判別できることが示された。

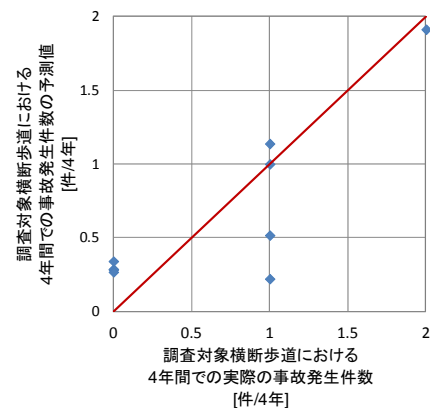


図4. 事故件数推計モデルの検証

d. シミュレータ実装による交差点改良ケーススタディ

最後に、交差点幾何構造が利用者挙動、さらにはSSMに及ぼす一連の影響を再現し、交差点改良対策評価のデモンストレーションを行うため、開発したモデルをシミュレータに実装してケーススタディを行った(図5)。これにより、隅角部半径や横断歩道のセットバック距離は、PETへの影響は少ないが、これらが大きい場合にはカーブが緩やかになるため、左折車両速度が上昇し、交錯点通過速度も高くなる傾向がみられた。また、隅角部半径とセットバック距離が同じ場合には、X字型(交差角度 120° など)のような変形交差点の場合に、十字型交差点に比べてPETが短くなり、さらに交錯点通過速度が上がるということがわかった。これらのSSMを用いて事故発生件数の予測を行った結果、隅角部半径やセットバック距離が大きい場合、またX字型のような変形交差点の場合に、事故発生件数は高くなることがわかった。このことから、隅角部半径が小さく、セットバック距離が短い交差点で、交差角が直角に近いコンパクトな幾何構造において、横断歩道に左折車両との交錯に関する安全性が高いことが定量的に示された。

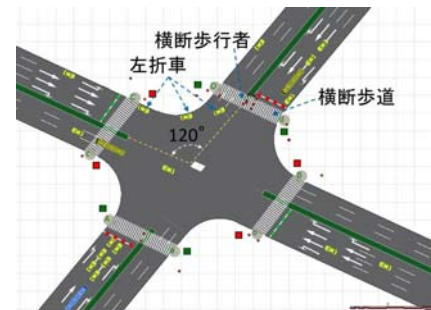


図5 シミュレーションによるケーススタディ

以上のように、今年度のFS研究の実施に際して審査委員会から提示されていた、本格採択に向けての条件は、いずれも満足することができたと考えられる。

⑦本格研究の見通し

(FS研究の結果を踏まえた本格研究における研究成果の見通し、研究目標の達成見込み、成果の活用方法、手段、今後の展開等を記入。この際、提案書(当初計画)からの変更点分かるように工夫すること。)

当初計画においては、H24年度は、交差点における車両の左折挙動に加えて右折挙動についても分析とモデル化を行う予定であった。しかしながら、FS研究としては⑥でも述べた通り、交差点における車両の左折挙動とこれと交錯する横断歩行者挙動の分析とモデル化に焦点を絞るとともに、利用者挙動のばらつきを表すパラメータと安全性評価指標(SSM; Surrogate Safety Measure)、さらにはこれらと交通事故データとの関連性について明確に示すことを目標として検討を行った。その結果、これらの目標はいずれも達成することができた。すなわち、本研究により構築した各種挙動モデルによって、またこれらをシミュレータ上で実装することによって、交差点の幾何構造や信号制御が、交差点利用者の挙動や相互干渉に及ぼす影響の定量的な事前評価を可能とするためのプラットフォームが整ったとともに、本シミュレータで推定されるSSMを用いることにより、信号交差点における安全性評価を行う画期的な手法に関する基礎的知見を得ることができた。

FS研究での検討を通じて、本シミュレータの今後のさらなる開発、およびそれによる安全性事前評価の可能性に対して、一層確信を強めることとなった。また、今後改良すべき点や追加分析、モデル化の必要な点についても明確となり、研究目標の達成見込みも一層明確となったと考えている。

次年度以降は、左折車対横断歩行者の交錯の精緻化、右折車対直進車など交差点内で発生する各種挙動についてモデル化を行い、シミュレータに実装する。他の挙動の評価に際しては、安全性評価指標(SSM)の妥当性の検討を引き続き行うとともに、シミュレーション結果を用いた交差点内の危険性の空間的ばらつきの可視化手法として、コンフリクト・ハザード・マッピング手法を開発する予定である。

⑧特記事項

(本FS研究から得られた知見、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。)

H24年度に本研究をFSとして実施し、本格採択のための条件として初年度においてクリアすべき課題を提示されたことで、より確実に成果を得ることができた。また、当初計画していた右折挙動の分析をFS研究では取りやめ、替わって左折挙動のみに集中したことで、対象とする交錯を左折車両対横断歩行者に限定することができ、分析の視点、および成果を明確にすることができた。これにより、今後は右折など他の挙動分析に力点を置くことができる。

このように、分析項目の年度の入れ替えは生じたものの、全体としての研究の進捗は、これまでのところ当初の予定通りであり、順調に進んでいる。