

氏名	HASINA IASMIN
博士の専攻分野の名称	博士（学術）
学位記号番号	博理工甲第 1048 号
学位授与年月日	平成 28 年 9 月 23 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	YIELDING BEHAVIOR OF TURNING VEHICLE DRIVER ON CROSSWALK AT SIGNALIZED INTERSECTION (信号交差点の横断歩道における右左折車両ドライバーの譲り合い行動に関する研究)
論文審査委員	委員長 教授 久保田 尚 委員 准教授 深堀 清隆 委員 准教授 小嶋 文 委員 教授 齊藤 正人

## 論文の内容の要旨

To investigate the effect of different factors on yielding behavior of left and right turning vehicles towards pedestrian this study was conducted in three phase.

In First phase pavement design is considered as a factor influencing turning driver's yielding behavior. In this phase, a comparative safety analysis with three pavement design scenarios was conducted on the basis of the gap acceptance of left-right turning cars and the traffic conflict analysis method. This study aims to analyze the non-yielding risky behavior of left turn and right turn driver towards pedestrians and cyclists considering different pavement design treatment on crosswalk or near the crosswalk. Results show that brick pavement is more effective to increase driver's yielding behavior. Driver show modest behavior towards pedestrian on the crosswalk where brick pavement is provided.

In Second phase pavement design is considered as a factor influencing turning driver's speed behavior. For this analysis free flow turning car was considered as a factor. Vehicle speed at three situations are selected to study the speed behavior of turning vehicle. Three situations are following: At free flow condition on green signal time, at free flow conditions on yellow onset of traffic signal, Accepting gap with pedestrian. Regression analysis shows that for left turn car speed brick pavement and red colored pavement is equally positive for reducing driver's speed. But for right turning vehicle brick pavement shows more effective on reducing car speed on the crosswalk at signalized intersection when they interact with pedestrian, without pedestrian. From field it has been found that red colored intersection is very compact at corner. This is a reason why driver reduce his speed at red colored intersection.

For first two phase it was not possible to analyze the effect of traffic situation on turning drivers yielding behavior due to small interaction data set. Due to this reason the third phase was Performed. This phase aims to analyze the non-yielding, risky behavior of turning driver towards pedestrians and cyclist at signalized intersection considering the traffic situation around him at the moment when he make the turn. According to priority rule, a driver has to show yielding behavior by making a stop with mild speed towards pedestrian or cyclist when they are on a collision course. A field

observation was conducted for nine hours daily (3 weekdays) to observe turning vehicles and pedestrian interaction on crosswalk at signalized intersection in Japan. Each direction was a two-lane, two-way road. Major road has a left turn lane waiting area. At this intersection, left turn vehicle, right turn vehicle, pedestrian, cyclist use the same traffic signal phase. For right turn vehicle separate right turn signal is provided, but right turn can make a turn with the main signal also. Four decision tree model were developed, two for the left turning vehicle decision towards pedestrian, cyclist and the other two for right turning vehicle decision towards pedestrian, cyclist. The dependent variable for each model are driver's yielding or non-yielding decision. Eleven independent variable for left turning vehicle and nine variables for right turning vehicle were initially considered for model formulation. Results show that left turn driver's decision towards pedestrian is mainly influenced by car's speed, pedestrian distance from conflict area, pedestrian speed. And left turn driver's decision towards cyclist is mainly influenced by car's speed, pedestrian distance from conflict area, signal time, car position on platoon, presence of car front and back side of target car. Results also showed that right turn driver's decision model is mainly influenced by pedestrian distance from conflict area, car's speed and pedestrian speed. For cyclist, right turn driver's decision mainly influenced by the presence of opposite though vehicle. From these studies it has been clear that brick pavement and some traffic situation has influence on left and right turning vehicle's yielding behavior. For ensuring pedestrian safety at signalized intersection this factor can be considered for proposing any countermeasure.

## 論文の審査結果の要旨

信号交差点において、歩行者や自転車と右左折する自動車の間では、歩車分離の制御がなされていない場合、多くの交錯が生じている。このような交錯は交通事故の危険性を増すものである。交差点は歩行者が道路を安全に渡るための場所であり、交差点を右左折する自動車の運転行動は次の優先ルールに基づいている。すなわち、右左折する自動車と歩行者が同時に存在するときは、歩行者の横断が優先されなければならない。しかしながら、交通事故にかかる統計データは、多くの事故が交差点で右左折する自動車と歩行者の間で発生していることを明らかにしている。これは、右左折する自動車が交差点において歩行者への優先行動を適切に行っていないことを示している。歩行者と自転車は自動車と比べて道路上の弱者であり、道路上の安全性においては高いリスクがある。これらのことから、交差点において自動車の譲り行動を促進することは重要な問題であり、この論文の主眼はそこにある。

この研究は、右左折する自動車が歩行者に譲り合いの行動をする要因を検討しており、その中で大きく分けて2つのポイントに着目している。1つ目は道路のデザインという静的な要因、主に道路の舗装の違いであり、2つ目は刻々と変わる道路状況の中の動的な要因である。これらの点に着目し、右左折する自動車が交差点で横断する歩行者、自転車に出会ったときに、譲る、あるいは譲らないという行動をとる判断に影響する要因について検討している。

1点目のテーマである静的な要因に関する検討では、交差点内のレンガ舗装、ベンガラ色塗装が、通常のアスファルト舗装と比較して、右左折する自動車取る行動にどのような影響を及ぼすかについて検討された。埼玉県川口市内において、舗装の異なる3つの交差点において観測調査を実施している。これらの交差点は同一の大通りに隣接しており、いずれも住宅地への入り口となる生活道路との交差点で、舗装以外の面ではほぼ同じ性質を有している。観測調査で得られたビデオデータから、モーションキャプチャソフトウェアを用いて道路利用者の軌跡のデータを作成し、ギャップ・アクセプタンスに関する解析、及びコンフリクト解析により、3つの舗装の違う交差点の安全性について比較した結果、レンガ舗装の交差点は、ドライバーの譲り行動を促す効果が見られている。さらに舗装の効果について検討するため、走行速度に関して、他の道路状況の要因を考慮するため、重回帰分析を行った結果、右折車に対しては、レンガ舗装がその他の舗装と比べて有意に速度を低下させている効果が見られた。

2点目のテーマである動的な要因に関する検討では、信号交差点で右左折自動車と歩行者・自転車のコンフリクトが起こった場合の自動車の譲り行動の有無について、そのような事象が発生した場合の交通状況に着目した検討を行い、譲り行動の有無に関係する要因を見出している。埼玉県さいたま市内の、比較的交通量が多く自動車と歩行者・自転車のコンフリクトが多く発生している交差点を対象にしている。交差点に隣接した建物からビデオ観測調査を行い、交通状況に関するデータ、及びモーションキャプチャソフトウェアを用いて、右左折自動車と歩行者、自転車の間で交錯が発生した場合の各々の軌跡データを取得している。

以上のデータから、決定木モデル、及びロジスティック回帰モデルを用いて、交差点を曲がる自動車が、交差点を横断する歩行者、自転車に譲り行動を見せるか否かに影響する要因について検討している。それぞれのモデルの被説明変数は全て、自動車が相手の道路利用者に譲る・譲らない、という行動である。説明変数として考慮されたのは、自動車の走行速度、前後の自動車の存在、信号のタイミング、歩行者・自転車の位置及び距離といった状況である。分析の結果、左折自動車の譲り行動の判断には、自動車の速度、歩行者との距離、歩行者の距離が関係すること、また自転車との間では、さらに信号のタイミング、他の自動車との位置関係が関係していることが示された。決定木モデルでは、それぞれの変数について、譲り合い行動の

有無が大きく分かれる閾値を示している。

信号交差点においては、歩車分離を行い歩行者と自動車の交錯をなくすことが、歩行者の安全のために考えられることであるが、交通量の円滑化の面からは全ての交差点でそのような制御をすることは難しいと考えられる。そのような問題意識から、信号交差点で交錯せざるを得ない自動車と歩行者に焦点をあてた研究である。現実の交差点の状況を観測調査した上で、個々の交錯の事象とその事象が起こった際の交通状況をつぶさにデータ化し、多変量解析によって理論的に譲り行動に影響する要因を見出している。特殊な道路舗装の譲り行動や走行速度への効果を見出したこと、及び交通状況に関わる要因とその一定の閾値を示したことは、ルールがありながら守られていない状況の中、自動車が適正に歩行者に譲り行動を示すような方策を検討していく上でも、今後の交通工学、交通計画の分野に大きく貢献する研究であると期待される。

これらの研究成果について、これまでに下記の研究業績が発表されている。

#### Peer Reviewed Journal Papers

- (1) Iasmin H., Kojima, A., Kubota, H., Yielding behavior of left turning driver towards pedestrian/cyclist: Impact of intersection angle, Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies. Vol.11, pp.2146-2158, 2015.
- (2) Iasmin, H., Kojima, A., Kubota, H., Safety effectiveness of pavement design treatment at intersections: Left turning vehicles and pedestrians on crosswalks, IATSS Research, Volume 40, Issue 1, Pages 47-55, 2016.
- (3) Iasmin H., Kojima, A., Kubota, H., Turning Gap Acceptance on Crosswalk: Impact of Difference on Pavement, 土木学会論文集 D3, (accepted)

#### Reviewed Proceedings

- (A) Iasmin H., Kojima, A., Kubota, H., Yielding behavior of left turning driver towards pedestrian/cyclist: Impact of intersection angle, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, CD-ROM, 2015.
- (B) Iasmin H., Kojima A., Kubota H., Examining the effect of intersection angle on the safety behaviour of left turning vehicle driver at signalized intersection. Proceedings of 2nd International Conference on Advances in Civil Engineering, Bangladesh, 2014.

#### Conferences

- (i) Iasmin, H., Kojima, A., Kubota, H., Pedestrian safety analysis at a modification of skewed intersection by using conflict study, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, CD-ROM, 2014.
- (ii) Iasmin, H., Kojima, A., Taniguchi, A., Iryo, M., Miyakawa, A., Kubota, H., Effects of Different Pavement Design and Phase of Green Signal Time on Left Turn Driver, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, CD-ROM, 2015.
- (iii) Iasmin, H., Kojima, A., Kubota, H., Gap Acceptance Behavior of Turning Vehicle at Crosswalk Considering Pavement Design Type, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, CD-ROM, 2016.

これらの結果から、学位論文審査委員会は、本論文が博士（学術）の学位論文としてふさわしいものであると判断した。