

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22360200

研究課題名（和文） ドライバの予見時間領域を用いた歩行者事故対策に関する研究

研究課題名（英文） A study on Countermeasures based on Driver Preview Time to Avoid Pedestrian Accidents at the Intersection

研究代表者

萩原 亨 (HAGIWARA TORU)

北海道大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：60172839

研究成果の概要（和文）：本研究では、ドライバーの予見時間に着目し、交差点右折時における横断歩行者と右折車との事故回避のための効果的な情報提供の在り方を明らかにした。具体的には、被験者を用いた模擬交差点における右折実験を実施し、ドライバーが歩行者を認知する時間領域（予見時間領域と呼ぶ）があることを明らかにし、通信技術を用いて予見時間帯で歩行者を認知できるようにする歩行者回避支援方策を提案した。

研究成果の概要（英文）：Large number of fatal accidents between right-turning vehicles and pedestrians in crosswalk are occurred every year in Japan, where vehicles travel on the left side of the road. Driver's detection failure of pedestrians was often a primary collision cause. There is a need to assist the drivers to risk associated with crossing pedestrians during the right turn. This study investigates the communication capability of a dedicated short-range communications (DSRC) system (5.8GHz) between right-turning vehicles and pedestrians in the crosswalk.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2011 年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2012 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
総計	12,100,000	3,630,000	15,730,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学、土木計画学・交通工学

キーワード：歩行者、交通事故、予見時間、ドライバー、通信工学

1. 研究開始当初の背景

日本で最も急ぐべき交通事故対策は、歩行者と自動車との事故である。ドライバーの注意に頼った手法による歩行者事故減少は困難であり、具体的なドライバーへの情報支援と歩行者への事故回避支援が必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、ドライバーの予見時間に着目し、交差点右折時における横断歩行者と右折車との事故回避のための効果的な情報提供の在り方を明らかにする。具体的には、被験者を用いた模擬交差点における右折実験を実施し、ドライバーが歩行者を認知する時間領域

(予見時間領域と呼ぶ)があることを明らかにし、通信技術を用いて予見時間帯で歩行者を認知できるようにする歩行者回避支援方を提案する。具体的には、横断歩行者-右折車間の通信を可能とする DSRC (5.8GHz) による歩行者端末技術を応用し、右折車および横断者が行動している中で、横断歩行者のリスク認知が高いエリアでの通信性能を検証する。

3. 研究の方法

(1) ドライバの予見時間に関するレビュー

運転時においてドライバーは外界情報の約90%を視覚によって獲得している。そのうちの多くが前方からの視覚情報である。ドライバーは自車の位置より前方の地点に視線を向け、視覚情報を得ている。前方の視覚情報からドライバーは、自分がそこに到達したときの状況を予測する。少し先で起きるであろうことを頭の中に描き、それを見てドライバーは運転する。このため、ドライバーが前方の視覚情報を獲得する情報処理過程を表すとき、日本語では予見、英語では preview という言葉を使うことが多い。ドライバーが運転時に自車よりどのくらい前方の状況を頭に描いて車両を制御しているのか、予測したいとドライバーが感じる将来と現在との時間差をいかに見積もればよいか重要となる。そこで、本研究では、これら予見に係る指標について言及している既存研究や報告書を過去から年代を追ってレビューし、ドライバーを道路交通システムに取り込むときの重要な入力値であるドライバーの予見行動の具体的な姿を明らかにした。

(2) 歩行者横断行動実験

歩行者(高齢者・若年者)を被験者とし、歩行中に接近車両との位置関係によるいくつかのパターンに基づいた警告をする環境のもと、交差点遠方から横断歩道を横断する実歩行実験を行う。横断歩行者と右折車との事故の実態を分析し、事故発生時の状況を踏まえた図1の実験環境を用意した。この実験により、歩行中の確認行動、歩行特性といった実行データや、確認タイミングの評価等に関する意識データを取得する。歩行者がいつ・どこで・どこで右折車両を確認しているかを求めた。実験は、寒地土木研究所苦小牧試験路に簡易交差点を作成し、右折状況を再現し、右折車と横断歩行者との錯綜を模擬した条件で実施した。

(3) 右折ドライバーの横断者確認行動観測
実際の市街地信号交差点における右折ドライバーが行っている横断者(歩行者/自転車)との衝突回避行動の分析を試みた。左右から横断してくる歩行者/自転車と右折車の行動とを実交差点で長期間(夜間)に渡って実際の市街地信号交差点でビデオ観測した。ビデオ

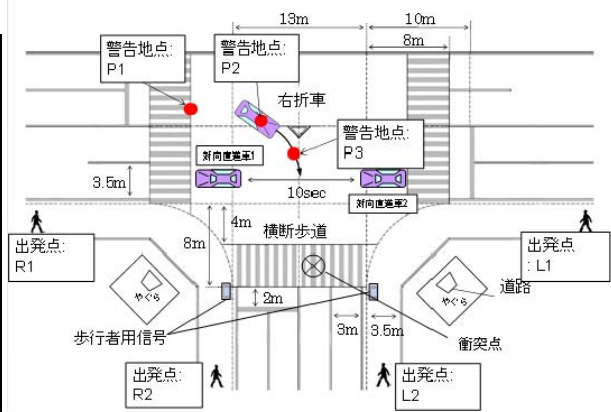


図1 苦小牧試験道路に作成した模擬交差点

観測から横断者と右折車とが衝突する危険性が高い場面を抽出し、右折ドライバーが行っている横断者との衝突回避行動を求めた。横断者との錯綜を回避するためドライバーが選択した行動と横断者との衝突時間差、錯綜を回避するために選択した行動を開始する地点とそのときの速度などを求め、ドライバーが回避を判断するタイミングを定量的に明らかにした。

(4) 自動車と歩行者間通信の性能計測

DSRC (5.8GHz) による横断歩行者-右折車間の通信性能を1)と同様の実験交差点と実際の交差点で検証した。図1に示す実験交差点をもいいて、横断歩行者-右折車間の通信を可能とする DSRC (5.8GHz) による歩行者端末技術を応用し、右折車および横断者が行動している中で、横断歩行者のリスク認知が高いエリアでの通信性能の検証を試みた。歩行者及び右折車は ASV フォーマットに従い GPS 情報等をデータに埋め込み、一定周期でパケット送信する。歩行者は送受信パケット内のデータを歩行者端末装置で保存する。図2に示す車載側(受信側)の通信装置として、5.8GHz を用いた車々間通信システムの実験用ガイドライン: ITS FORUM RC-005 1.0 版の無線設備の技術的条件、レイヤ1 規格、レイヤ2 規格を満足した 5.8 GHz 通信機を実験に用いた。歩行者端末装置は、超小型 DSRC 無線モジュールにより実現する DSRC 車々間通信機能を有する。

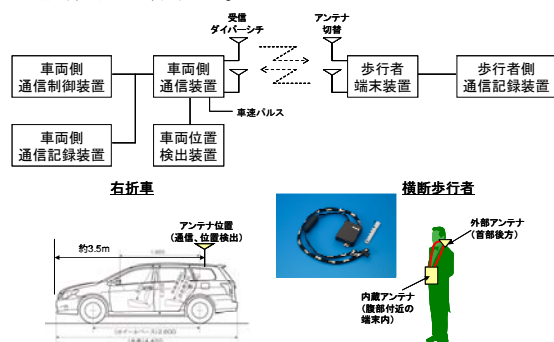


図2 DSRC 通信装置を用いた歩行者-右折車間の通信性能測定システム

4. 研究成果

(1) ドライバの予見時間に関するレビューの成果

本研究のレビュー結果より、ドライバが前方のどこの情報を見て運転しているかを考えたとき、その指標として予見時間を使う研究が多くみられ、その最低限の数値として3秒程度となることを明らかにできた。予見時間は長い方が車両や操舵は安定すると言え、5秒がドライバにとって快適で安全な運転が可能な予見時間であることが多くの研究で示唆された。それ以上長くなることはそれほど運転にプラス効果はなく、ドライバもそのような遠方を見ないと言えた。なお、予見時間はドライバの見たいところを示す適切な指標となるが、運転場面やドライバ特性によってバラツクと考えられる。また、予見時間は停止できない危険な時間領域となる場合もあるなど、利用する場合にはよく理解することが必要な概念であり、注意が必要な概念と言えた。

(2) 歩行者横断行動の実験結果

本研究では、模擬信号交差点において、横断歩行者がいつ・どこで、右折してくる車両を確認しているのかを明らかにした。4つの出発点を与えて歩行者の右折車確認エリアと右折車に注意エリアを計測し、右折車と交錯する地点の5m前後のエリアとなった。また、R1のみであるが、首振りによる右折車確認行動を計測したところ、横断歩道に入る2.2m前であった。さらに、適切な右折車に対する警告位置として横断歩道に入る手前であることがわかった。

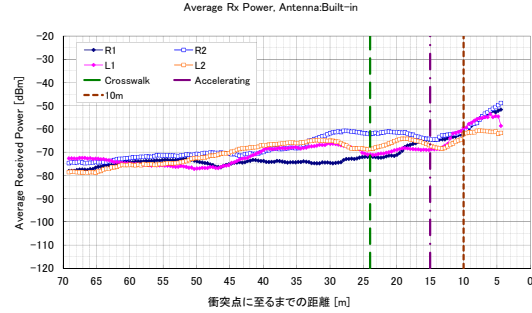
(3) 右折ドライバの横断者確認行動観測

本研究では、夜間における市街地信号交差点での長期ビデオ観測から、右折車と横断者との錯綜事象を観測した。衝突点での横断者との予測時間差(PTL)の結果から右折ドライバが減速した地点は、衝突点に至る3secから4sec前であった。このようなタイミングで右からの横断者を認知するには、右折ドライバは首を振って横断者を認知しないといけないが、夜間においてヘッドライトはこの位置を照らしてない。右側のAピラーに横断者が隠れてしまう可能性もある。さらに、雨天時であれば水滴が運転席のドアの窓について、見たくても見えない可能性がある。右折車にとって横断者の存在を支援する装置は必要となる場面が多いことを示唆される結果となった。

(4) 自動車と歩行者間通信の性能計測結果

具体的な支援策として、DSRC(5.8GHz)による横断歩行者-右折車間の通信性能の検証を試みた。横断歩行者-右折車間の通信を可能とするDSRC(5.8GHz)による歩行者端末技術を応用し、右折車および横断者が行動して

(A) 平均受信電力特性 (内蔵アンテナ)



(B) パケット到達率特性 (内蔵アンテナ、横断歩行者受信)

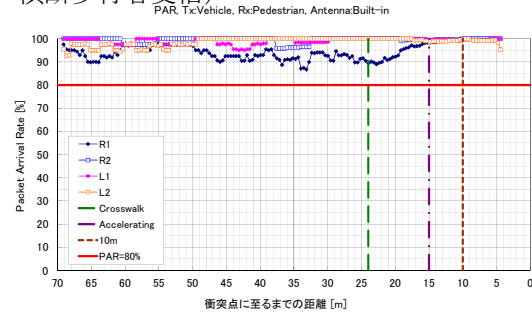


図3 横断歩行者受信の平均受信電力とパケット到達率

いる中で、横断歩行者のリスク認知が高いエリアでの十分な通信性能を有していた。

(5) 成果のまとめ

本研究では、右折時の歩行者事故との状況において、右折車両と歩行者のコミュニケーションによる支援を念頭におき、現地実験によるその通信性能を評価した。その結果は、歩行者およびドライバの両者にとって相手の情報をほしいとするタイミングが類似していた。警告位置の結果から、歩行者が右折車の存在を知りたいとしたタイミングは横断歩道に入る直前である。このとき右折車は右折待機あるいは右折のアクセルを踏む少し前のタイミングである。このタイミングで情報交換できれば、右折ドライバ側と歩行者側の支援となり、両者の相乗効果を期待でき、安全性がさらに向上すると考えられる。

今後、通信システムの向上と普及がこのようなシステムを実現する上で最も重要なキーとなる。本研究で検討している被験者への警告音タイミングで安定して警告を伝えるには、位置検出誤差は少なくとも数m以下に抑えることが望ましい。また、複数の通信装置が存在しているときの通信方法は、まだ研究が始まったばかりである。さらに、現在様々なIT装置が車載およびスマートフォンなどが接続できる協調プラットフォームが普及のために必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Hagiwara Toru, Hamaoka Hidekatsu, Hamaguchi Masaharu, Nakabayashi Shoichi, Munehiro Kazunori, Sakakima Ryo, Dedicated Short-Range Communication System for Pedestrians and Vehicles During Right Turns, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 査読有, No. 2299, 2012, pp 157-165.
- ② 萩原亨, 浜岡秀勝, ドライバの予見行動に関する研究のレビュー、自動車技術会論文集、Vol. 43, No. 5, 査読有, 2012, pp. 1123-1129.
- ③ 萩原亨, 浜岡秀勝, 交差点右折時におけるドライバの横断歩行者認知と錯綜回避挙動に関する基礎的研究, 自動車技術会論文集、Vol. 43, No. 2, 査読有, 2012, pp. 579-585.

[学会発表] (計 8 件)

- ① Hamaoka Hidekatsu, Hagiwara Toru, Tada Masahiro, Munehiro Kazunori, Kono Takashi, Haga Kentaro, A Study on the Confirmation of Pedestrians to Approaching Right/Left Turning Vehicle While Crossing the Crosswalk, TRB 92nd Annual Meeting Compendium of Papers, 13-2793, 2013, the Washington Marriott Wardman Park hotel, United States of America.
- ② Toru Hagiwara, Hidekatsu Hamaoka, Capability of Assisting Safe Crossing by Pedestrians at Crosswalks Through Dedicated Short-Range Communications Between Right-Turning Vehicles and Pedestrians, Paper number 12-1963, Annual meeting of the 91th TRB, 2012, the Washington Marriott Wardman Park hotel, United States of America.
- ③ Hidekatsu Hamaoka, Toru Hagiwara, Analysis of Pedestrian Behavior Change with Warning of Approaching Right-turning Vehicle at the Intersection", Paper number 12-4050, Annual meeting of the 91th TRB, 2012, the Washington Marriott Wardman Park hotel, United States of America.
- ④ 萩原亨, 浜岡秀勝, 横断歩行者一右折車間の DSRC 通信性能評価に関する研究 (その 2), 第 10 回 ITS シンポジウム, pp. 2011-2025, 2011, 東京大学生産技術

研究所

- ⑤ Toru Hagiwara, Hidekatsu Hamaoka, Data Transmission Performance of DSRC (5.8GHz) typed Pedestrian-Vehicle Communication to Avoid Conflict between Right-turn Vehicles and Pedestrians, Part 2, 18th ITS World Congress Orlando 2011, Orange County Convention Center, United States of America.
- ⑥ 浜岡秀勝, 萩原亨, 横断歩行者の右折車に対する確認行動に関する研究, 論文番号 240-20115612, 自動車技術会秋季大会, 2011, 札幌コンベンションセンター.
- ⑦ Hidekatsu Hamaoka, Assessment of Driver Behaviors for Avoidance of Conflict with Pedestrians Approaching from the Right Paper number 11-1320, Annual meeting of the 90th TRB, 2011, the Washington Marriott Wardman Park hotel, United States of America.
- ⑧ Toru Hagiwara, Hidekatsu Hamaoka, Data Transmission Performance of DSRC (5.8GHz) Typed Pedestrian-Vehicle Communication to Avoid Conflict Between Right-turn Vehicles and Pedestrians, 17th ITS World Congress, 2010, Busan Exhibition & Convention Center, Korea.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萩原 亨 (HAGIWARA TORU)
北海道大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号: 60172839

(2) 研究分担者

浜岡 秀勝 (HAMAOKA HIDEKATSU)
秋田大学・工学資源学部・准教授
研究者番号: 1140141127

宗広 一徳 (MUNEHIRO KAZUNORI)
(独) 土木研究所・寒地土木研究所・寒地
交通チーム・主任研究員
研究者番号: 8211499924

武本 東 (TAKEMOTO AZUMA)

(独) 土木研究所・寒地土木研究所・寒地
交通チーム・研究員

研究者番号：821149924

(H22-H23)

(3) 連携研究者

浜口 雅春 (HAMAGUCHI MASAHARU)

沖電気工業株式会社・交通防災官公システ
ム事業部・無線技術研究開発部・部長

研究者番号：60536829