

交差点観測による右折車と横断者の錯綜に関する研究*

A Study on Traffic Conflicts Between Right-Turning Vehicles and Pedestrians Based on Traffic Monitoring Information Recorded at the Signalized Intersection*

内堀大輔**・萩原亨***・田畑要輔**・浜岡秀勝*****

By Daisuke UCHIBORI**・Toru HAGIWARA***・Yosuke TABATA**・Hdekatsu HAMOKA*****

1. はじめに

平成 19 年度の全国における事故件数のうち交差点および、交差点付近の事故発生件数は全体の 56%を占める。交差点における四輪自動車と歩行者の事故発生件数のうち右折時は左折時の約 5 倍もの事故が発生している。これは交差点右折時にドライバーは他車両等の交通状況の影響を受けやすく複雑な動作を求められるからである。内田ら¹⁾の研究によるとドライバーは右折時に右折車両右手側の横断歩道入り口付近はほとんど注視していないことを示した。萩原ら²⁾は市街地交差点で夜間にドライバーは右折時に右折車両右手側の歩行者の見落としが多いことを指摘した。交差点内での右折車と横断者の錯綜時、ドライバーの見落としが右折事故につながると考えられる。右折事故防止のための対策を立案するために、錯綜時にドライバーが横断者をどのような運転行動で回避しようとしているかその仕組みを明らかにする必要がある。既存研究では仮想交差点をつくり実験されたものが多く、実在する交差点においてドライバーや横断者の観測をおこなったものは少ない。そこで本研究では、第一に実在交差点を観測することにより右折事故の原因となる錯綜が起こるときの状況を分析した。第二に観測交差点における錯綜時のドライバーの運転行動データと仮想交差点の運転行動データの違いを比較した。第三に、今回観測した交差点は観測後に改良工事が行われた。この改良工事が錯綜の発生、錯綜時のドライバーの運転行動にどのような影響を与えるかを今後比較可能と出来るようにデータを集計した。以上の 3 項目を本研究の目的とした。

*キーワード：交通安全

**学生員、学(工)、北海道大学大学院工学研究科
(北海道札幌市北区北13条西8丁目、
TEL/FAX 011-706-6211)

***正員、博(工)、北海道大学大学院工学研究科
(北海道札幌市北区北13条西8丁目、
TEL/FAX 011-706-6214)

*****正員、博(工)、秋田大学土木環境工学科
(秋田県秋田市手形学園町1-1、
TEL 018-889-2974、FAX 011-889-2975)

2. 観測方法

(1) 観測内容

札幌市南郷 12 丁目北交差点にビデオカメラを設置し、平成 20 年 6 月 26 日～7 月 10 日の間の 12 日間(毎回 20 時～翌 0 時の 4 時間)を撮影した。対象とする車両は道道 89 号線から国道 12 号線の厚別方向、札幌方向の両方向に右折するもの。対象とする横断者は国道 12 号線を横断する両方向の横断する者である。表-1 に観測内容項目を示す。

(2) 横断者の分類

本研究では横断者とは歩行者、自転車を指す。また横断者を 4 つのタイプに分類する。道々 89 号線から国道 12 号線へ右折するドライバーからみて右からやって来る横断者を R 型とする。左からやって来る横断者を L 型とする。また国道 12 号線の厚別方向横断歩道を横断する歩行者を 1、札幌方向を 2 とする。国道 12 号線厚別方向横断歩道をドライバーから見て右から来る横断者は R1 型となる。

(3) 錯綜定義

本研究では「錯綜」とは横断者が交差点を渡り初めてから渡り終わるまでにドライバーが右折行動に入り、そのドライバーの右折車の軌跡が横断者の軌跡と交差することと定義する。ただし L 型横断者の場合、横断歩道の中央を過ぎた時点でドライバーが右折行動に入り錯綜したものは除く。

表-1 観測内容項目

コード	項目
場所	札幌市南郷12丁目北交差点
日時	平成20年6月26日～7月10日の間の12日間分 毎回20時～翌0時の4時間
地形	市街地
道路形状	交差点(四叉路)
観測対象	道々89号線から国道12号線へ右折する車両 国道12号線を横断する横断者 右折車は厚別方向、札幌方向両方向へ右折したもの 横断者は厚別方向、札幌方向両方向の横断歩道を横断しているもの
横断者	歩行者、自転車

3. 右折車と横断者の交通量

平成 20 年 6 月 26 日～7 月 10 日の間の 12 日間分を観測して右折車と横断者の交通量、錯綜件数を求めた。

図-1 は時間帯別に青信号時の右折車と横断者の平均右折、平均横断数を示したものである。折れ線グラフは青信号 1 サイクル中に平均何台が厚別方面、札幌方面へ右折するかを示し、また棒グラフは平均何人の横断者が厚別方面横断歩道、札幌方面横断歩道を横断するのかわを示したものである。図-1 より右折車数、横断者数は時間帯が 24 時に近づくほど値が小さくなっているのがわかる。方面別での右折車の違いを見ると厚別方面への右折車の平均値が札幌方面にくらべて高い。これは札幌中心部から郊外へ帰宅する車が多いからと考えられる。横断者は厚別方面横断歩道、札幌方面の横断歩道でほとんど差異は見られない。

図-2. a は厚別方向への右折車の平均数、厚別方向側の横断歩道の横断者数それと錯綜合計数を表したものである。図-2. b は同様に札幌方向側である。右折車は両方向とも青信号時での右折数、右折青矢印での右折車数で分けて示してある。厚別方向、札幌方向でともに時間帯が 24 時に近づくほど右折青矢印で右折する車が少なくなっている。24 時に近づくほど交通量が減り対向直進車がいなくなる時間帯が出来るからと考えられる。また錯綜件数では両方向とも 21 時台がピークとなっている。21 時台は右折車と錯綜した横断者数の割合が 20 時台と比較して高い。交通量が減り対向直進車が途切れたタイミングで右折をする車が多くなったためと考えられる。

表-2 は右折車と横断者の錯綜件数を示したものである。合計で 103 件の錯綜が観測された。これは右折車の 12 日間での総右折中の 3.4%に当たる。観測期間中に錯綜条件に当てはまったものをもれなく抽出した。

4. 右折車と横断者の錯綜解析

(1) 空間パラメータの算出

交差点内の様子を撮影したビデオ映像の画面に座標軸を設定する。また交差点詳細図に座標軸を設定する。

(単位：両者ともピクセル)。ビデオ映像の画面上と交差点詳細図の既知点の座標より MATLAB を用い空間変換パラメータを算出する。

(2) 対象

観測期間中に右折車と横断者の錯綜は 103 件観測された。ビデオ映像より右折車と横断者の位置関係、右折車が横断者を発見したときの交通挙動を解析した。

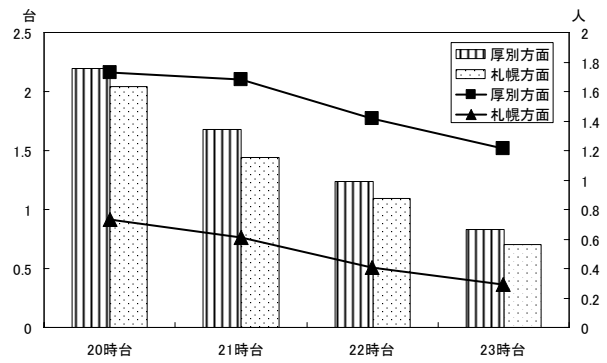


図-1 右折車と横断者の平均数

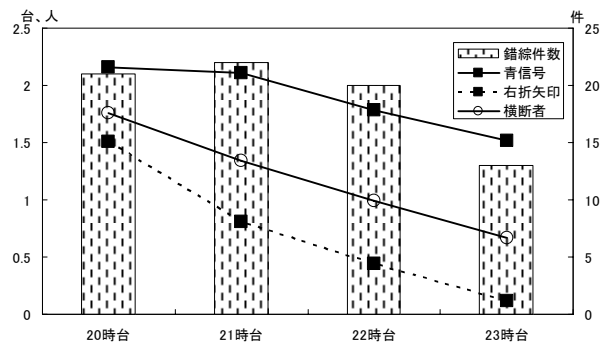


図-2. a 右折車、横断者の平均数と錯綜数 (厚別方向)

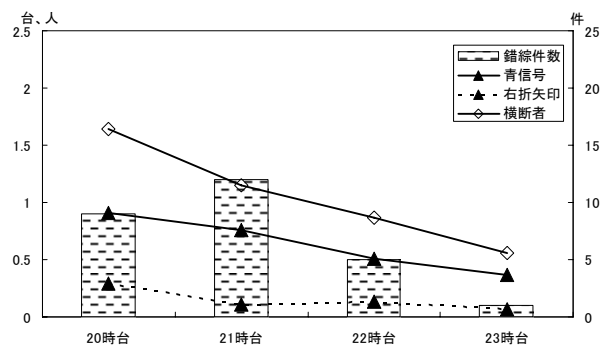


図-2. b 右折車、横断者の平均数と錯綜数 (札幌方向)

表-2 右折車と横断者の錯綜件数

時刻	厚別方向		札幌方向		合計
	L1	R1	L2	R2	
20:00～21:00	11	10	5	4	30
21:00～22:00	4	18	7	5	34
22:00～23:00	4	16	1	4	25
23:00～24:00	4	9	1	0	14
合計	23	53	14	13	103

(3) 変換精度

交差点のビデオ映像から交差点詳細図上に右折車と横断者の座標を求めるときに変換後の誤差が最大で 90cm 以内におさまる精度である。

5. 右折車と横断者の時間距離図

(1) 時間距離図作成

ビデオ映像を 1/3 秒ずつ停止させて右折車と横断者のビデオ映像画面上の座標を読み取った。この座標を空間変換パラメータにより交差点詳細図の座標に変換する。

図-3 のように時間距離図の縦軸は横断者、右折車それぞれの衝突点までの距離。横軸は横断者が衝突点に到達した時間を 0 秒としている。衝突点とは右折車と横断者それぞれの軌跡の交点を衝突点、点 K_i ($i=1\sim 103$) と定める。また右折車は進行方向を正、横断者はR型を正とする。

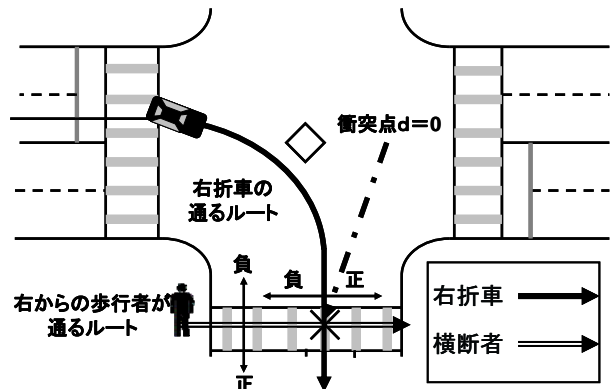


図-3 時間距離図の概念

(2) 時間距離図の分類

作成したグラフを右折車の右折行動別に 3 種類に分類した。右折車回避パターンになるケースは全体の 103 件中 63 件であった。右折車先通過パターンは 7 件、右折車後通過パターンは 33 件であった。

a. 右折車回避パターン (図-4. a)

右折車の右折開始時のタイミングは横断者と衝突する形になってしまう。そのためドライバが意識的に右折行動中に速度を変化させ横断者との衝突を回避している。

b. 右折車先通過パターン (図-4. b)

右折車の右折開始タイミングは横断者の正面つまり衝突点を先に通過する形となっている。

c. 右折車後通過パターン (図-4. c)

右折車の右折開始タイミングは横断者の背後つまり衝突点を後に通過する形となっている

(3) ドライバ衝突回避判断位置

本研究ではドライバが右折行動中に横断者と衝突すると判断したために回避行動に移った地点を求めたい。a. 右折車回避パターンは一度右折行動に入った後にドライバが横断者を発見し衝突回避へ移った位置がドライバ衝突回避判断位置となるためである。グラフの傾きが変わった点とグラフの衝突点までの距離変化が小さくなった点、またビデオ映像よりブレーキランプが点灯した点を参考にして求める。時間距離図 b. c. のパターンは右折開始時のタイミングが横断者と衝突しないためどの位置でドライバが衝突回避判断をしたのか時間距離図の推定が困難である。右折開始時に横断者と衝突しないと判断したか、横断者を見落としていて結果的に衝突にならなかったのか、右折行動中の判断なのかの推定は難しい。よって a. 右折車回避パターンのみを取り上げる。

図-3. a に示すように-2.66 秒から-2.33 秒に時間が経つときに衝突ポイントまで加速しようとした右折車が加

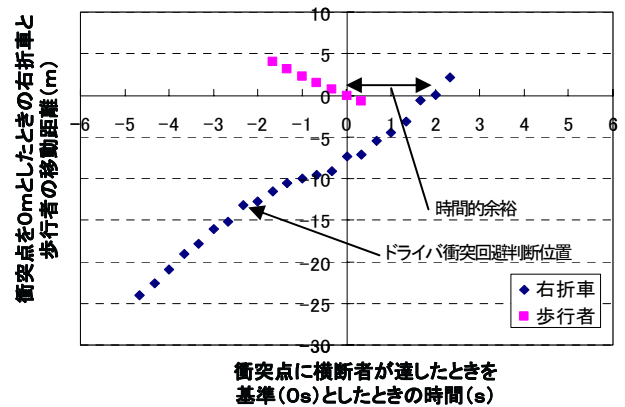


図-4. a 右折車回避パターン

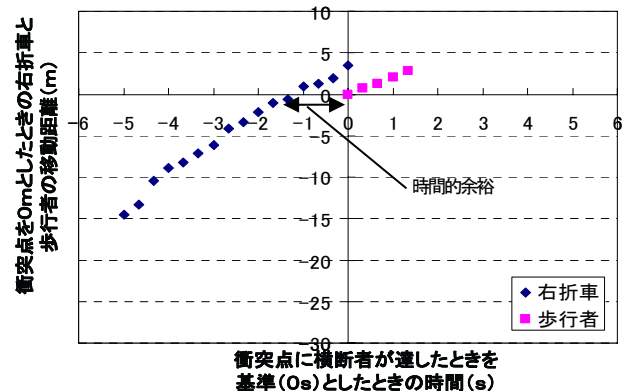


図-4. b 右折車先通過パターン

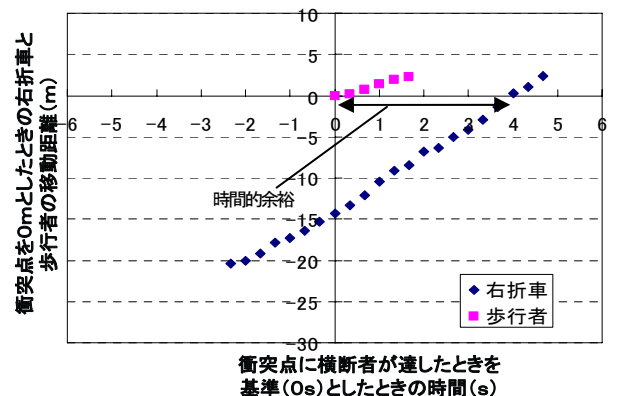


図-4. c 右折車後通過パターン

速を抑えている。これは右折車が歩行者を確認して減速したと考え、この地点-2.66秒をドライバ衝突回避判断位置とする。また判断の参考としてビデオ映像のブレーキランプを用いる。

(4) 時間的余裕

大島ら³⁾の研究によると歩行者と右折車が衝突点を通過する時間の差を時間的余裕と定義している。今回もこの定義を用いて時間的余裕を求める。時間的余裕はすべての錯綜において時間距離図より求める。右折車が衝突点を通過した時間である。図-4参照。

6. 右折車と横断者の錯綜に関するデータ

(1) ドライバ衝突回避判断位置

表-3 は右折車回避パターンからのドライバ衝突回避判断位置の集計結果である。萩原ら⁴⁾の研究によるとR型の歩行者との衝突を回避するためのブレーキ踏み込み位置は11m程度と示している。本研究ではブレーキを踏みこむことによる衝突回避ではないが、ドライバが衝突回避と判断した位置は平均で10.56mと非常に近い値を示した。実在交差点でもドライバが衝突回避判断位置は衝突ポイントから約10m以上手前で行われている。R型とL型を比較すると判断位置がR型のほうが衝突点に近い。R型はL型に横断者と比較してドライバの後方から向かってくるので振り向き確認作業が必要となる。この動作の時間がドライバ衝突回避判断位置の遅れにつながっていると考えられる。またR型は横断者が自転車、歩行者にかかわらず、ドライバが横断者との衝突回避判断位置にあまり違いが見られない。対照的にL型は横断者が歩行者、自転車によってドライバが衝突回避を判断している地点におおきな違いがある。L型は横断者が交差点に進入してから衝突地点までの距離が短いため横断者のタイプで明確な違いが出たと考えられる。L型はドライバにとって対向車方向から横断者が交差点に進入してくるため横断速度が自転車に比べて遅い歩行者は確認が早くなっている。自転車の場合、横断速度が速く衝突点までの距離が短いためドライバの判断が遅れていると考えられる。

(2) 時間的余裕

表-4 は時間距離図からの時間的余裕の集計結果である。大島ら³⁾の研究によるとR型歩行者の場合に右折車は2秒の時間的余裕をとっていると示している。今回観測したR型横断者は歩行者、自転車ともに2秒以下となった。これはこの交差点の特徴である横断歩道手前のスペースでドライバが一時停止をして横断者をやり過ぎし

表-3 ドライバ衝突回避判断位置

タイプ	L型		R型	
	歩行者	自転車	歩行者	自転車
件数	10	12	21	20
発見地点(m)	15.62	10.36	10.56	10.26

表-4 時間的余裕

タイプ	L型		R型	
	歩行者	自転車	歩行者	自転車
件数	17	22	30	34
時間的余裕(秒)	2.95	1.79	1.79	1.57

てから衝突地点を通過するケースがあったため小さくなったと考えられる。歩行者の移動速度が1m/sとすると横断者が歩行者の場合に平均で1.8mの距離をドライバは意識的に空けていることがわかった。

7. まとめ

本研究では、交差点を観測することにより、錯綜がおこる状況、ドライバが横断者との衝突を避けるために行う運転行動、改良された同じ交差点と比較できるためのデータの抽出を目的とした。以下に本研究で得られた結果をまとめる。

- ・今回の観測では右折車と横断者の錯綜件数は21時台が最も多かった。これは交通量かつ横断者の数が減ったために右折待機車が右折しやすくなったからであると考えられる。
- ・ドライバ衝突回避判断位置は萩原ら⁴⁾の既存研究結果と近くR型歩行者の場合、実在交差点でも約11mである。L型と比較するとR型のほうが衝突点に近い。これはドライバが右折行動時に背後から来る横断者への振り返り確認作業が必要となり衝突回避判断が遅れているためであると考えられる。
- ・交差点は観測後に改良工事が行われた。交差点のコンパクト化、横断歩道のカラー化、交差点角に照明の設置。これらの改良がドライバが横断者との衝突を避けるために行う運転行動にどのように影響するのか比較していくことが出来る。

参考文献

- 1) 内田ら：交差点走行時の運転操作および視認行動パターンに関する研究、自治会、No.84-04、2004
- 2) 萩田ら：交通視環境を考慮した右折時の歩行者事故の分析、交通工学、Vol.41、p92-99、2006
- 3) 大島ら：右折時における、ドライバが見込む時間的余裕についての研究、北海道支部論文vol.1.64、2008
- 4) 萩原ら：右からの横断歩行者がドライバの右折挙動に与える影響について、交通工学、p1-4、2007