

信号交差点における右折車接近時の歩行者行動と警告音の影響について

Effects of warning sound on pedestrian behavior in case of right-turning vehicle approaching at Signal intersection

北海道大学大学院工学研究科	○学生員	内堀 大輔 (Daisuke Uchibori)
北海道大学公共政策大学院連携研究部	フェロー	萩原 亨 (Toru Hagiwara)
秋田大学土木環境工学科	正 員	浜岡 秀勝 (Hidekatsu Hamaoka)
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所	正 員	宗広 一徳 (Kazunori Munehiro)
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所	正 員	武本 東 (Azuma Takemoto)

1. はじめに

市街地交差点内の歩行者に対する有効な安全対策の必要性から車両、横断者の交通行動に関する研究が行われてきた。萩田らは夜間交差点において、右折車両ドライバは右手側からの横断者の見落としが多いことを指摘した。¹⁾ 内田らは、ドライバは交差点右折時に右手側の横断歩道の入り口を注視していないことを示した。²⁾ Hagiwara らは実験交差点における走行実験を通じて歩行者認知の時間は約3秒前であることを示した。³⁾ これらの交差点内での右折車ドライバの運転行動の結果により、右折時には横断者の認知が他の運転時よりも困難であることが示されている。他方、それらの事故対策のための研究も行われてきた。浜岡らは右折車両の右折待機位置に着目し、それを交差点の後方に後退させた時のドライバへの影響を把握し、停止位置での変化による安全評価を行った。⁴⁾ 以上のように、右折車と横断者の関係を右折車ドライバに着目することによって研究、対策なされている。

本研究では、市街地交差点内で右折車と横断者が錯綜する状況下での横断者の横断行動に着目した。被験者による実験用交差点内での横断実験を行い、横断歩道上で右折車の接近を被験者が認知する行動について分析した。また、実験では警告音を用いて交錯する右折車を被験者に知らせた。警告音タイミングが接近してくる右折車を認知する行動に与える影響を分析した。

2. 実験方法

2.1 実験場所と日時

実験は、独立行政法人土木研究所・寒地土木研究所の苫小牧寒地試験道路（北海道苫小牧市）で行った。図-1に示すような車道幅員が3.0mの片側2車線のT型交差点を作成した。2010年8月24日と25日、2010年10月5日から8日の合計6日間の日没後の夜間に行った。被験者は20歳代の男性10名と女性7名の計17名で行った。

2.2 横断状況の再現

図-1に3台の実験車の配置と役割、被験者の歩行開始位置を示す。右折車はミニバン、対向車1、2はコンパクトカーを用いた。2台の対向車の走行速度は時速40kmとした。1台目と2台目の対向車の車間時間はおよそ10秒とした。右折車は交差中央で一時停止を行い、対向車1と対向車2の車間時間10秒の間で右折する。被験者の歩行開始位置は図-1のR1、R2、L1、L2の4箇所うちの1箇所から歩行を開始して、歩行者用信号機の付い

た横断歩道Aを横断する。被験者の横断中に右折車が被験者に衝突するタイミングで右折を行うように、歩行開始位置を設定した。

2.3 被験者への警告

被験者は横断中に交錯する右折車がいることを警告する装置を携帯する。装置により被験者に対して交錯する右折車がいることを音を用いて警告した。装置は株式会社東京信友「シルウォッチ type2」を用いた。

2.4 警告音のタイミング

図-2に被験者への警告音のタイミングを示す。右折車が交差点内に進入した位置により被験者の警告音のタイミングを4つに設けた。具体的には「①なし：警告音なし、②横断歩道通過後：右折車の運転席が横断歩道中央を通過した後、③アクセル時：一時停止していた右折車両が右折のためにアクセルを踏んだ後、④10m通過後：右折車が交錯地点までの距離10mを通過した後」の4つである。

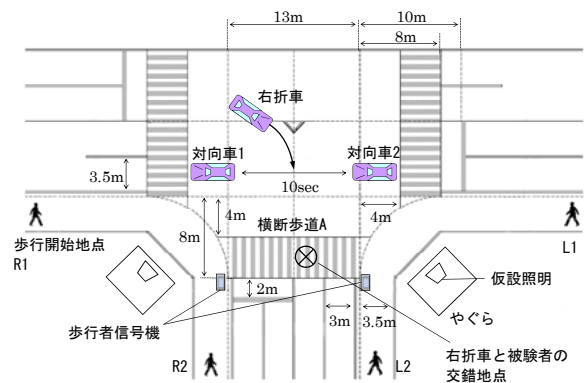


図-1 実験交差点図と実験環境

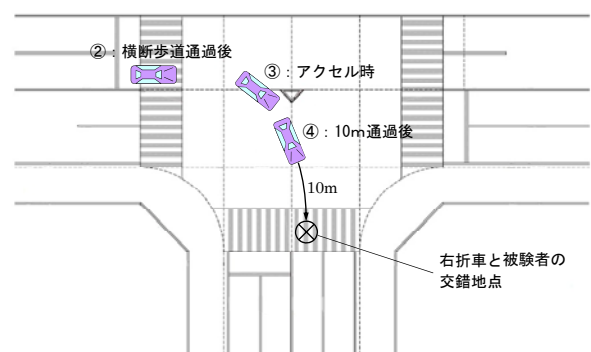


図-2 警告音のタイミング

2.5 実験条件設定

実験条件は被験者の歩行開始位置「4水準：①R1、②R2、③L1、④L2」、警告タイミング「4水準」の組み合わせとした。

実験条件の歩行開始位置 4 通りと警告タイミング「①なし」の組み合わせによる 4 回の実験を行い、その後歩行開始位置 4 通りと警告音タイミング「②横断歩道通過後、③アクセル時、④10m 通過後」の 3 通りの 12 回の後半実験を行った。実験の順序は警告音なし内、警告音あり内でランダムとした。1 名の被験者につき合計で 16 回の実験を行った。

2.6 聞き取り調査

被験者には1回の実験後につき聞き取り調査を行った。表-1に聞き取り調査項目を示す。警告音なしでは2項目、警告音ありでは5項目、全体終了後に3項目について聞き取り調査を行った。図-3は聞き取り調査の問1、問2における被験者が選択する交差点内の位置を示す。問1において右折車が見えなかった時、問2において右折車に注意を払わなかったときはe：右折車を確認しなかったを選択する。

2.7 実験手順

被験者は実験者に指定された歩行開始位置で待機する。右折車は交差点中央から 70m 手前で待機する。対向車 1 は交差点中央から右折車と反対方向の 200m で待機する。実験者の合図によって、被験者は横断歩道 A へ向かって歩行を開始し、右折車と対向車 1、2 は交差点中央に向かう。右折車は交差点中央で必ず一時停止を行い、対向車 1 と 2 の車間時間で右折車を行う。右折車の右折開始タイミングは横断歩道上で被験者と衝突するタイミングである。被験者は歩行中に携帯している装置から警告音になる場合がある。被験者が横断歩道 A を渡りきったら実験が終了となる。横断終了後、被験者は指定された場所に移動して聞き取り調査項目に回答した。1 名の被験者に 16 回繰り返した。

3. 実験結果

3.1 横断行動について

表-2 は警告音なしにおける歩行開始位置別のクロス集計表である。聞き取り調査項目が有意 (χ^2 検定) であったかどうかの結果を示している。「問 1: 右折車が見えた地点」の結果では歩行開始位置 R1 が R2、L1、L2 に対して有意であった。「問 2: 右折車に注意をはらった地点」では歩行開始位置の違いでは有意差が見られなかった。また歩行開始位置が同じ場所で問 1 と問 2 の間に全歩行開始位置で有意であった。右折車が見えた地点と右折車に注意を払った地点では全歩行開始位置で違うことが示された。

3.2 被験者への警告について

表-3 は警告音ありの時に警告音なしと比較して有意(χ^2 検定)であったクロス集計の結果を示している。警告音タイミングが横断歩道通過後の時、歩行開始位置L1のみで有意となった。また問2において警告音タイミングが「③アクセル時、④10m 通過後」の時に、警告音なしと比較して有意となる歩行開始位置はなかった。

表-1 聞き取り調査項目

問	聞き取り調査項目	警告音なし	警告音あり
1	右折車が見えた(視界に入った)地点を選択してください。	○	○
2	右折車の動きに注意を払った(意識した)地点を選んでください。	○	○
3	警告音のタイミングはどう感じましたか。		○
4	警告音を聞いて右折車への注意は変化しましたか。		○
5	警告音が聞こえた時、あなたの歩行行動に影響がありましたか。		○
歩行実験終了後			
6	歩行開始位置R1,R2,L1,L2のどこから歩行したときに、警告音が最も有効であると感じましたか。		
7	あなたが信号付交差点を渡るときに気にしていることをお書きください。		
8	本日の実験に関するご意見、ご感想をお書きください。		

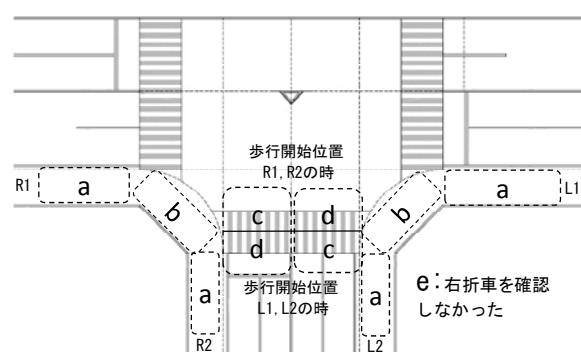


図-3 聞き取り調査項目（問1、問2）の選択地点図

表-2 警告音なしの歩行開始位置別クロス集計表

警告音なし		問1:右折車が見えた地点				
歩行開始位置	a	b	c	d	e	合計
R1	1	9	7	0	0	17
* R2	12	5	0	0	0	17
* L1	10	6	1	0	0	17
* L2	12	5	0	0	0	17

*有意確率5%未満

警告音なし		問2:右折車の動きに注意を払った地点				
歩行開始位置	a	b	c	d	e	合計
R1 *	1	1	12	3	0	17
R2 *	2	4	10	1	0	17
L1 *	1	4	11	0	1	17
L2 *	1	7	9	0	0	17

*有意確率5%未満

表-3 警告音ありの歩行開始位置別クロス集計表

警告音なし	問2:右折車の動きに注意を払った地点						
歩行開始位置	a	b	c	d	e		合計
R1		1	1	12	3	0	17
R2		2	4	10	1	0	17
L1		1	4	11	0	1	17
L2		1	7	9	0	0	17

*有意確率5%未満

横断歩道通過後	問2:右折車の動きに注意を払った地点					
歩行開始位置	a	b	c	d	e	合計
R1	0	3	13	1	0	17
R2	2	8	6	1	0	17
L1*	0	12	0	5	0	17
L2	3	8	6	0	0	17

3.3 警告音タイミングについて

図-4は聞き取り調査項目問3より警告音タイミングを歩行開始位置別に示したものである。横断歩道通過後はL2以外の位置でちょうど良いを回答した被験者が最も多かった。警告音タイミングがアクセル時、10m通過時になるにつれて、回答が遅いに動いていき10m通過時には全ての歩行開始位置においてやや遅いを回答した被験者が最も多い結果となった。

3.4 警告音による右折車への対応の変化

表-4は警告音タイミングが問4、問5の聞き取り調査項目を歩行開始位置別にしたときに与えた影響が有意（分散分析）であったかどうかの結果を示している。質問項目に対して「1：なかった」、「7：あった」までの得点を付与して警告音タイミングを数値化した。問5の歩行開始位置R1のときのみ有意になった。図-5は3水準の警告音タイミングで有意になったタイミングを示している。横断歩道通過後が10m通過後に対して有意になった。歩行開始位置がR1の時、横断歩道通過後の警告が10m通過後に比べて被験者の歩行行動に影響を与えた。

3.5 警告音が有効な歩行開始位置

全ての実験終了後に被験者に対して最も警告音が有効だと思う歩行開始位置を聞いた。17名中16名が歩行位置R1を選択した。

4. まとめ

衝突する可能性のある右折車がいる際の歩行者の右折車認知行動と歩行者に右折車がいることを知らせる警告音のタイミングについて分析した。実験用交差点での横断実験から歩行者は歩行開始位置R1から歩行してくる場合、右折車が視界に入る地点がその他の歩行開始位置より横断歩道進入に近いことが示された。歩行開始位置R1は右折車が歩行者の背後から来るため視界に入りにくいと考えられる。また右折車が視界に入った地点と右折車を意識した地点が同地点でないことが示された。警告音タイミングは横断歩道通過時がちょうど良いと回答した被験者が多かった。右折車がいることを警告する効果はR1方向からの歩行時に必要性が最も高いことが示された。またR1方向からの歩行時において警告音タイミングは早目の警告の方が歩行者の歩行行動に影響を与えることが示された。警告音タイミング「横断歩道通過後」時に、被験者の歩行位置は17名中7名が歩行中（図-3のa）、10名が横断開始直前（図-3のb）であった。横断歩道進入前での警告が歩行者の横断行動に影響すると推測される。

今後は被験者のカメラ映像、首ふり動作からの歩行開始位置別、警告音タイミング別の歩行者の横断行動の違いを検討していきたい。

＜参考文献＞

- 1) 萩田賢司, 他: 交通視環境を考慮した右折時の歩行者事故の分析, 交通工学第41巻5号, 2006, pp.92-99.
- 2) 内田信行: 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, 自技会, No.84-04, 2004.

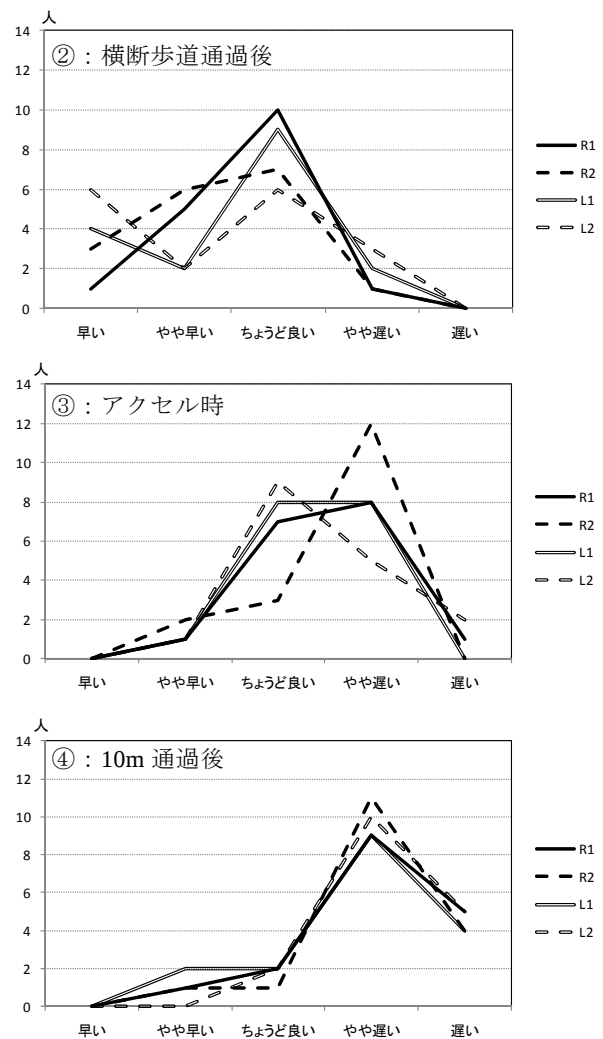


図-4 歩行開始位置別による警告タイミングの感じ方
表-4 警告音タイミングが影響を与えた調査項目

	歩行開始位置			
警告音タイミング	R1	R2	L1	L2
問4				
問5	*			

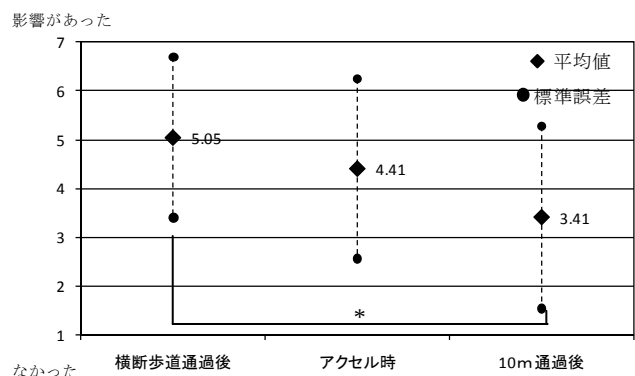


図-5 警告音タイミングによる歩行行動への影響

- 3) T. Hagiwara et al.: Estimation of Time Lag Between Right-Turning Vehicles and Pedestrians Approaching from the Right Side, No.2069, pp.65-76, 2009
- 4) 浜岡秀勝, 他: 右折停止位置の後退による交差点右折時の安全性の評価, 第27回交通安全工学研究発表会論文報告集, pp.101-104