

交差点における横断歩行者の右左折車両認知挙動計測に関する研究

野坂 泰宏¹・萩原 亨²

¹正会員 北海道大学大学院工学院 北方圏環境政策専攻

(〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail:lions@ec.hokudai.ac.jp

²フェロー 北海道大教工学研究院 北方圏環境政策工学

(〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail:hagiwara@eng.hokudai.ac.jp

近年、さまざまな交通事故の対策がたてられており、交通事故による死者数は減少し続けている。しかし、交通事故による負傷者数に目を向けると、年間で80万人以上が被害を受けていることから、交通事故対策はいまだに課題が残されている。その対策として、ドライバーの運転挙動に関する研究が多くされてきたが、歩行者の歩行挙動に関する研究は少ない。このことから、歩行者の挙動に着目する必要があるが、現在歩行者の挙動を計測する方法はまだ確立されていない。そこで本研究では、歩行者の歩行挙動を明らかにすることで、横断歩行中の事故の原因を明らかにすることができると考え、歩行者の交差点における右左折車両認知挙動の計測方法を提案することを検討する。

Key Words : *Pedestrian, Behavior to Recognize, Razer range scanar, PDA, intersection*

1. はじめに

警察庁による交通事故死者数の推移¹⁾を見てみると、平成24年の全国における交通事故による死者数は4,412人となり、平成12年から12年連続で減少している。これは、過去最多の死者数となった昭和45年(16,357人)の約4分の1にあたる。しかし、交通事故による負傷者数を見てみると、いまだに、年間80万人以上が被害を受けている。このことから交通事故発生状況はまだまだ厳しい現状がある。

また、その中でも歩行中や自転車乗車中などの事故死者数をあらかず状態別死者数は平成20年以降、歩行者の事故死者数が最多となっている。またそれと同時に、その他の状態別死者数は大幅に減少しているにも関わらず、歩行者の死者数のみがここ最近ほとんど減少していない。また、道路形状別の交通事故件数をみると、交差点及び交差点付近での事故件数が5割以上を占めている。

このようなことから、交差点及び交差点付近における歩行者に対する有効な安全対策が求められてきた。これまでドライバーの運転行動に関する研究は多く行われてきたが、横断歩行者の歩行挙動に焦点を当てた研究は少ない。歩行者の既存研究には古野らの研究が挙げられる。

古野らは、歩行者と横断歩道進入車両の進行方向の関係と歩行者の環境、属性、道路環境など計5つの要素を取り上げ、その各要素が歩行者の右左折車両へのリスク認知行動に与える影響を分析し、評価した。聞き取り調査などの結果から右左折車両への歩行者のリスク認知行動への影響要因として車両と歩行者の進行方向に関係している状況パターンが最も大きいという結果が得られた。しかし、この研究において危険な要因を明らかにしたもの、歩行者の右左折車両をどのように認知しているかは明らかにしていない。

そこで本研究では、模擬交差点を用いて歩行者と横断歩道侵入車両の関係や歩行者環境などの様々な条件のもと実験を行うことで、横断歩行者がどのように右左折車両を認知しているのかを明らかにする。しかし、現在それを計測する方法が存在しないため、横断歩行車両が右左折車両を認知するために行う首振りという認知挙動を計測することを目的とした。

2. 実験内容

2.1. 実験概要

本研究では試験路内に設置した模擬交差点で実車両を

用いた交差点横断実験を行った。実験は平成24年8月19日～8月23日と9月29日～10月4日の計11日間にかけて、(独)寒地土木研究所苫小牧寒地試験道路にて行った。本実験では、高齢者は65歳以上を対象とし、若年者は65歳未満を対象とした。図-1に歩行開始位置、車両の動きを示す。車両の動きは、右直車両①と右直車両②は直進か右折を行い、左直車両は直進か左折を行い、直進車両は直進のみを行う。本実験では歩行速度の確認とテスト歩行を含めて1人あたり12～13回の試行が行われた。被験者には1回の試行ごとにRとLの2か所のうちのどちらかから横断歩道を渡ってもらう。その際、被験者により歩行速度が異なることを考慮し、被験者を右左折車両と交錯地点で衝突させるタイミングにするためにRとLそれぞれに歩行開始位置を3箇所用意した。また試行によっては警告音を鳴らしたり、携帯電話を操作させたまま横断してもらった。この警告音は被験者と衝突する右左折車両が接近していることを知らせるものである。警告音を鳴らす位置は、歩行開始位置R側、L側ともに3mごとに5地点を設定した。また、被験者の耳には警告音と電話番号のアナウンスが流れるようヘッドセットをつけた。被験者には、試行によってはヘッドセットから流れる電話番号を聞いて電話番号を打ち込む作業をしてもらうために携帯電話を持ってもらった。実際の道路において、歩行者がまわりを走っている車両に注意を払うような場合、事故は起こらない。そこで本実験では、このようなタスクをかけることで被験者が車両に注意を払いきにくい環境を作り上げた。また、これらの警告音や電話番号のアナウンスを流すために被験者の後ろを実験スタッフが

歩いた。

2.2. 実験使用機器

歩行者や車両の移動軌跡、首振り角度などのデータを得るために様々な機器を使用した。歩行者や車両などの移動軌跡のデータを記録するレーザーレンジスキャナやWAA-010モデルのハイブリッドセンサから得られたx軸、y軸、z軸それぞれの角速度と加速度のデータを記録するPDA、歩行者の視野映像を記録する小型カメラ、車両の速度や位置情報などを記録する(株)バイオシステムのRTK GVSなどである。本実験では、レーザーレンジスキャナを図-1の場所に設置し、被験者には図-2のように帽子に取り付けた小型カメラとセンサーとPDAが入ったリュックを装着してもらった。

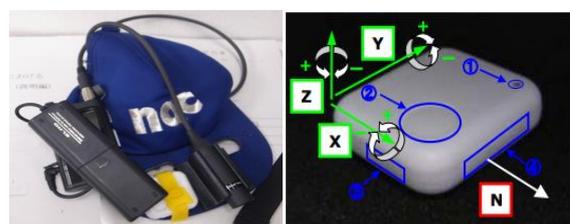


図-2 被験者の帽子に取り付けられた小型カメラとハイブリッドセンサ

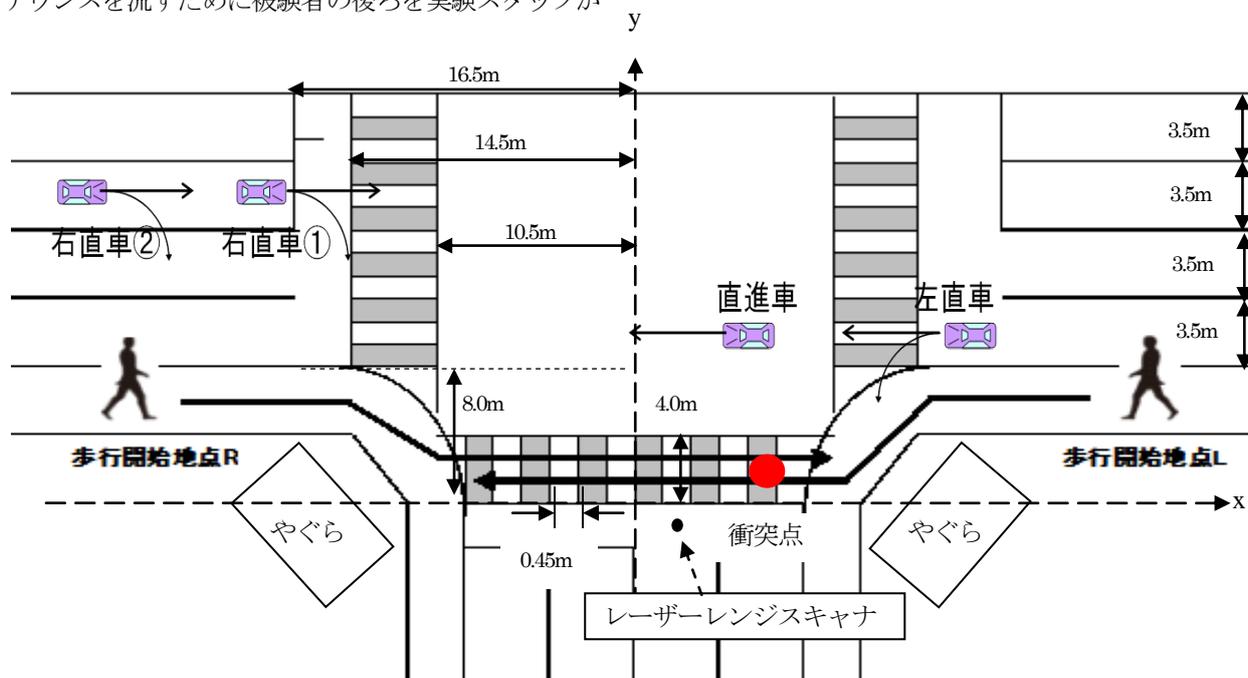


図-1 実験に用いた交差点

3. 右左折車両認知挙動計測方法

3.1. レーザーレンジスキャナから得られる歩行軌跡

本研究での右左折車両認知挙動計測とは、歩行者が首振り挙動を用いてどのような状況でどのように右左折車両を認知しているのかを計測することである。そのため、本実験から歩行軌跡と首振り挙動を求めることにした。

レーザーレンジスキャナはある範囲に存在する物体をレーザー光の伝搬時間により距離と角度を測定するものである。本研究では、実験から得られたレーザーレンジスキャナのデータを用いて、歩行者の歩行軌跡を取得しようとした。また、歩行軌跡をx座標とy座標としてあらわすために原点を横断歩道の中央部分に設定した。それを図-1に示す。x座標、y座標は矢印の向っている方向を正とする。レーザーレンジスキャナは先述したようにある範囲に存在する車両や歩行者などの物体をすべて測定するため、そこから歩行者の移動軌跡のみのデータを抽出する必要がある。そこで、まず車両の移動軌跡を取り除くためにデータの取り出す範囲を歩道と横断歩道にしぼった。そして次に、本実験において、被験者の後ろを警告音などを鳴らす実験スタッフも歩くため、この実験スタッフの移動軌跡を取り除こうとした。そこで、歩行開始地点がRのときはx座標の最大値、歩行開始地点がLのときはx座標の最小値のデータを取り出すことで、被験者のみのデータが得られると考えた。しかし、このようにすると横断歩道部分において、右左折車両の移動軌跡も入ってきてしまうため、うまく歩行者の移動軌跡のみがでなかった。その改善策として考えたものが、歩行者の先頭の1点を先ほどの方法で割り出し、そこから0.1秒ごと500mm以内にある点を順にたどることである。それをあらわしたものが図-3となる。これにより歩行者の軌跡のみを得ることができた。それを横軸を時間(秒)、縦軸をx、yの座標値(m)とした時間距離図であらわしたものが図-4となる。

3.2. ハイブリッドセンサから得られる首振り角度

本実験において、首振り角度を得るために被験者のかぶっている帽子につけられたハイブリッドセンサを用いた。ハイブリッドセンサからは0.02秒ごとのx、y、z軸それぞれの加速度と角速度のデータが得られる。この中でも、被験者の首振り角度を明らかにするためz軸の角速度を用いた。このハイブリッドセンサから得られたデータから歩行者の首振り角度を求める。首振り角度は角速度から求められる。進行方向に対して左を向いた場合、角速度の値が負から正になったある時間から正から負になったある時間までの正の部分の面積

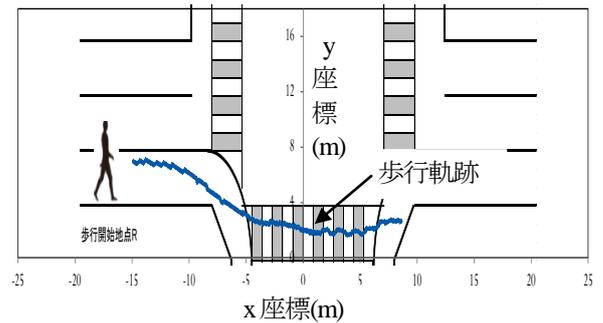


図-3 歩行軌跡

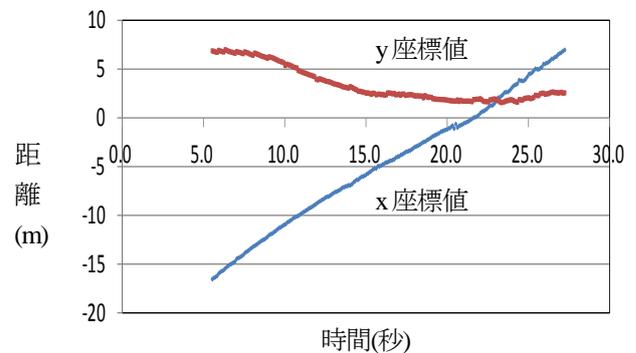


図-4 時間距離図

を求める。それに対して、進行方向の右を向いた場合、角速度の値が正から負になったある時間から負から正になったある時間までの負の部分の面積を求める。しかし、角速度の単位は0.1(deg/sec)となっており、角速度は0.02秒ごとの値が記録されているため、面積の値を500で割った値が角度をあらわしている。これを利用することで、歩行者の首振り挙動を計測することが可能になると考えた。

3.3. 歩行軌跡と首振り角度の時刻同期

歩行者の認知挙動を見るために、レーザーレンジスキャナから得られた歩行軌跡の時刻とハイブリッドセンサから得られた首振り角度の時刻を同期させる必要がある。そのため、この2つの機器の異なる時間軸を合わせなければならない。ハイブリッドセンサの時刻はGPSから得られた時刻データを用いており、レーザーレンジスキャナの時刻はパソコンの時刻を用いている。時刻を正確に合わせるために、レーザーレンジスキャナの時刻をハイブリッドセンサの時刻に合わせることで時刻同期がうまくいったと考えられる。それを示したものが図-5となっており、その二つから得られたデータをグラフ化したものが図-6になる。

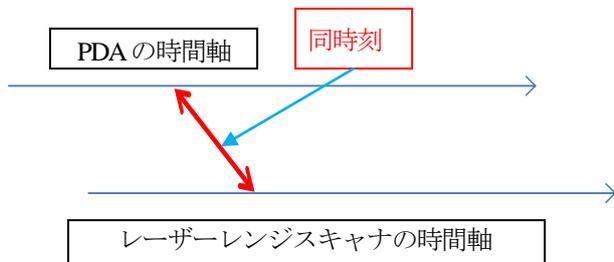


図-5 2つの機器の時間軸

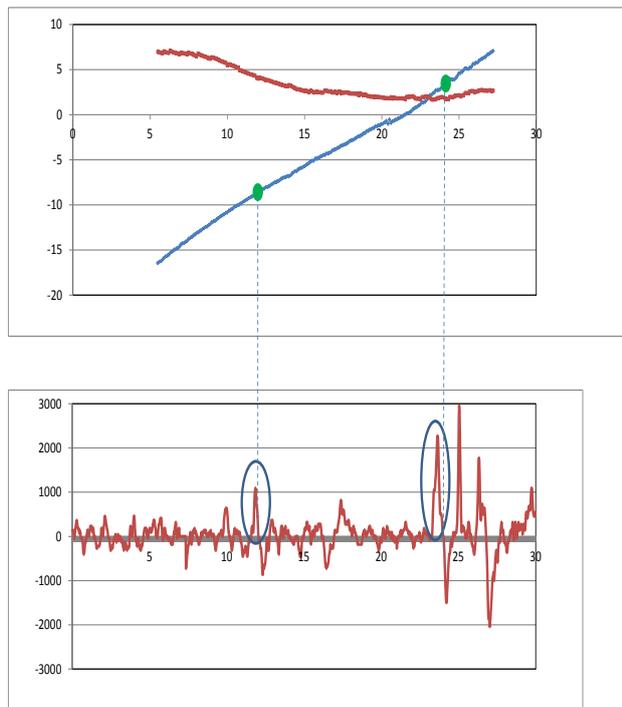


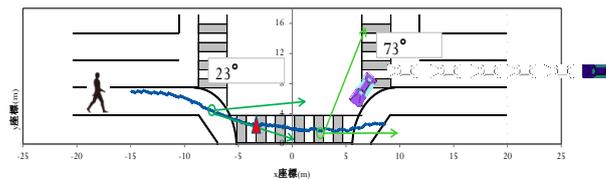
図-6 時刻同期

3.4. 結果

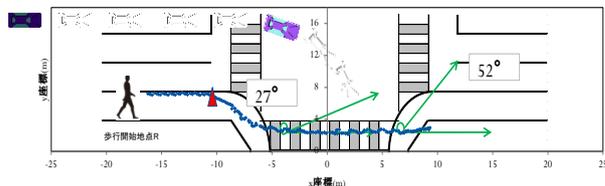
実際に、この計測方法を用いて右左折車両への認知挙動を計測できているか数人の被験者を用いて行った。以下は、ある1人の高齢者の夜の試行である。車両に丸をつけているのがウインカーの出たときの車両の位置で、少し濃くなっているものが歩行者の首振りが行われたときの車両の位置、赤い三角マークがウインカーが出始めたときの歩行者の位置にあたる。

この被験者は事前あまり首を振っておらず、車両が曲がってきて近づいてくるときにほとんど首を振っているということが見てとれる。

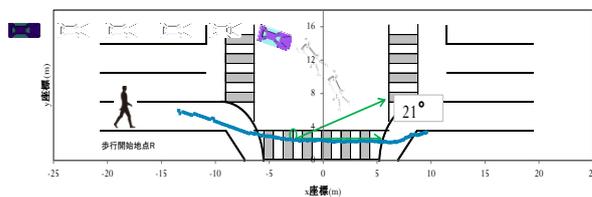
(a)歩行開始位置R、車両：左折、携帯電話：有



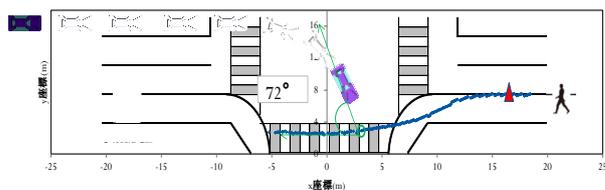
(b)歩行開始位置R、車両：右折、携帯電話：無



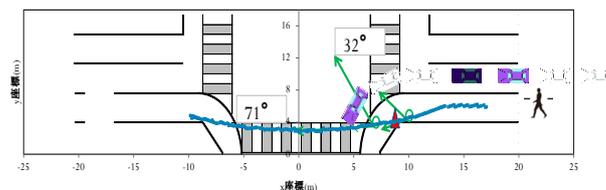
(c)歩行開始位置R、車両：右折、携帯電話：無



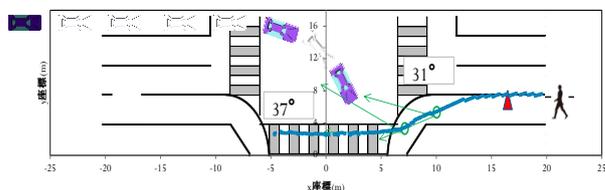
(d)歩行開始地点L、車両：右折、携帯電話：有



(e)歩行開始地点L、車両：左折、携帯電話：有



(f)歩行開始地点L、車両：左折、携帯電話：有



-  : 被験者が首振りを行ったときの車両の位置。
-  : 車両がウインカーを出し始めた位置。
-  : ウインカーが出始めた歩行者の位置。

図-7 歩行軌跡と首振り挙動 I

次に、条件がほぼ同じ試行についてみてみた。昼夜、高齢者・若年者の条件のもと携帯電話ありで歩行開始地点がRで歩行者に対して背後から車両がきている試行である。(a)、(b)、(e)の高齢者は、ほぼ首を振っていないことがわかる。特に(a)の高齢者は、(b)、(e)の高齢者と異なり、車両が近づいてきても、全く首を振っていないことがわかる。(c)、(d)、(f)の若年者は横断歩道手前付近で首を振っていることがわかる。

このように、この図を用いることで歩行者がどこで首を振ったかどうかということをも明らかにすることができた。

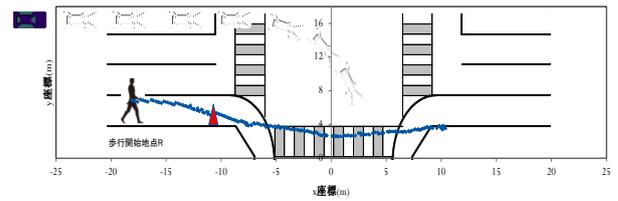
4.まとめ

これまで、歩行軌跡を得るためには、ビデオを用いるなど自分の目で見るしか方法がなかったが、本実験では道路に設置したレーザーレンジスキャナを用いることで、被験者がある時間にどこにいるかが詳細にわかるようになった。また、被験者のかぶる帽子に装着したハイブリッドセンサを用いることで、どのような状況でどの程度首を振ったのかを明らかにすることができた。これにより、横断歩行者が右左折車両の認知挙動を計測する方法を提案することを可能にしたと考えられる。今後は、この実験で用いた(株)バイオシステムのRTK GVSを用いることで、車両と歩行者の位置情報を明確にし、歩行者の首振りにより車両を見にいつているのかどうかを明らかにする。

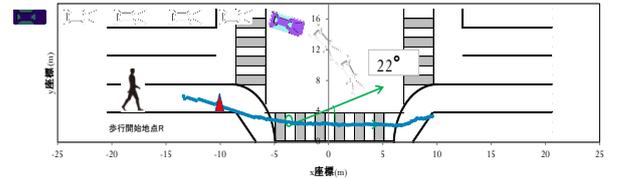
<参考文献>

1) 警察庁交通局：「平成23年中の交通事故の発生状況」，平成24年2月，「平成23年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について」，平成24年1月

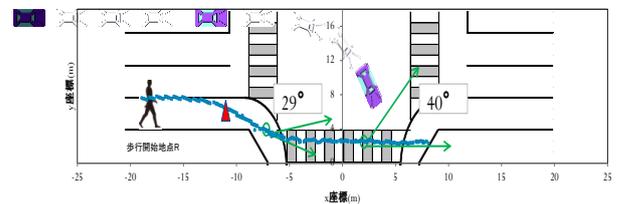
(a)高齢者、時間：夜



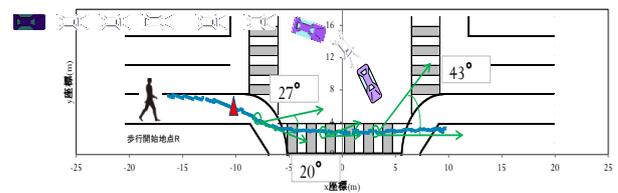
(b)高齢者、時間：夜



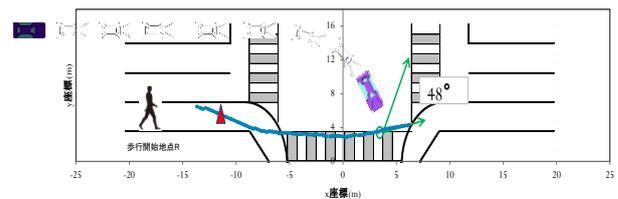
(c)若年者、時間：夜



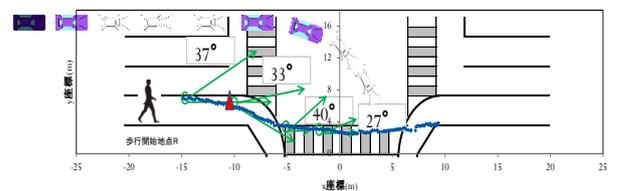
(d)若年者、時間：夜



(e)高齢者、時間：昼



(f)若年者、時間：昼



：被験者が首振りを行った時の車両の位置。

：車両がウインカーを出し始めた位置。

：ウインカーが出始めた歩行者の位置。

図-8 歩行軌跡と首振り挙動II

A Study on Methods for Pedestrian Behavior to Recognize Right and Left Turning Vehicle at the intersection

Yasuhiro Nosaka, Toru Hagiwara

Countermeasures against various traffic accidents are worked in recent years, so the number of deaths of traffic accident is continuing decreasing. However, attention should be paid to the persons injured by a traffic accident, since 800,000 or more people have suffered damage from every year, problems of the countermeasure against traffic accidents are still piling up. Although research on the driving behavior of a driver has been increased as its countermeasures, there is small number of research on pedestrian behavior. Thereby, although it is necessary to pay attention to pedestrian behavior, the method of measuring pedestrian behavior now has not been established yet. So, by this research, it thinks that the cause of the accident at the intersection can be clarified by clarifying a pedestrian behavior, it is examined to propose methods for pedestrian behavior to recognize right and left turning vehicle at the intersection.