

# 歩道走行する自転車運転者の歩行者認識

川口寿裕<sup>1</sup>, 世良司冴<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 関西大学 社会安全学部 安全マネジメント学科

## 概要

近年、自転車の危険運転が社会問題となっている。特にコロナ禍でデリバリーサービスの需要が高まり、自転車での宅配が増えてきた。自転車は車道を走行するのが原則であるが、歩道を走行することによる歩行者との接触事故も多い。本研究では歩道走行する自転車運転者に対して、歩行者の認識および回避に関して実地調査ならびにアイトラッカーを用いた実験を行い、データ収集した。得られたデータをもとに、仮想バネモデルを組み込んだ力学ベースモデルの数値シミュレーションを作成した。

## Pedestrian Recognition of Cyclists on Sidewalk

Toshihiro Kawaguchi<sup>1</sup>, Tsukasa Sera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Safety Management, Faculty of Societal Safety Sciences, Kansai University

## Abstract

In recent years, dangerous bicycle driving becomes a social problem. In particular, the number of delivery services using bicycles increase under COVID-19. Though cyclists in principle should drive their bicycles on the roadway, they often drive on the sidewalk, which causes collision accidents with pedestrians. In this study, a field work and an experiment using an eye-tracker on pedestrian recognition and avoidance of cyclists are conducted. A dynamics-based numerical simulation with a virtual spring model was also performed.

## 1 はじめに

自転車は車道を走行することが原則である(道路交通法第17条1項)が、歩道を走行している自転車は多い。このため、歩道における自転車と歩行者の接触事故が少なくない。

長谷川ら[1]は歩道上における歩行者と自転車運転者がそれぞれ危険と感じる距離に関して実験および実地調査を行った。その結果、自転車運転者は歩行者と6 m以下に接近すれば避け始めるべきであるとの結論を得た。

本研究では、歩道上の自転車運転者が歩行者を回避し始める距離に関する実地調査を行った。また、歩道上を走行する自転車運転者の歩行者認識について、アイトラッカーを用いた実験を行った。さらに、離散要素法[2]を用いた力学ベースの歩行者シミュレーションに仮想バネを組み込んだモデル[3]により、歩道上において自転車と歩行者が混在した流れを再現することを試みた。

## 2 歩行者回避の実地調査

歩道走行する自転車運転者が歩行者を回避する挙動について実地調査を行った。大阪府高槻市のアル・ブラザ高槻の2階から歩道を撮影し、その映像から自転車速度および自転車運転者が歩行者を回避し始めるときの歩行者までの距離を求めた。歩道に敷かれている一辺30 cmのタイルを目安として距離を求め、ストップウォッチによって計測した時間により速度を計算した。

自転車速度と回避開始距離の関係を図1に示す。ばらつきは大きいものの、自転車速度が速くなるにつれて回避開始距離が長くなる傾向があることがわかる。このことは直感的に妥当な結果であるとともに、長谷部ら[1]の計測結果とも定性的に一致している。

また、回避開始距離6 m未満のデータはすべて自転車と同方向の歩行者を追い越す際のものであり、対向する歩行者とすれ違う際には6 m以上の距離から回避行動を開始していた。対向者とすれ違うときの方が自

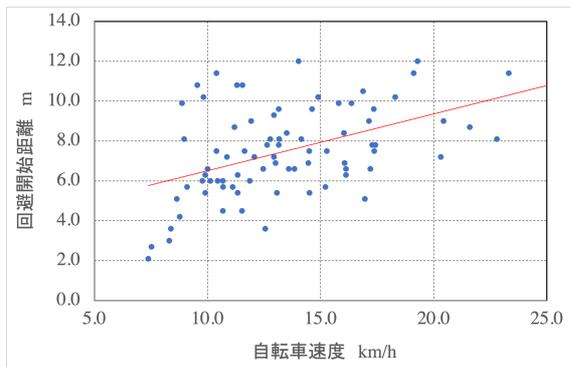


図 1: 自転車速度と回避開始距離の関係

転車との相対速度が大きくなるのが 1 つの要因であると考えられるが、相対速度だけでは統一的に整理できず、他の心理的要因があると考えられる。

### 3 アイトラッカーによる実験

アイトラッカー (トビー・テクノロジー製 Tobii Pro Glasses 2) を用いて、自転車運転者の歩行者認識に関する実験を行った。アイトラッカーを装着して歩道を自転車で実際に走行するのは安全上の問題があるので、あらかじめ撮影した映像を使って室内で計測を行った。歩道幅 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 10 m の 6 種類の歩道に対して、それぞれ 12 km/h, 18 km/h の 2 種類の自転車速度で走行する映像を用意した。どの映像においても 100 m の距離を走行する間に 10 名程度の歩行者が存在する。

関西大学社会安全学部の学部生 20 名の被験者に対して、歩行者の認識開始距離を求め、歩道幅に対してプロットしたものが図 2 である。歩道幅が広くなるにつれて遠くから歩行者を認識できるようになることがわかる。見通しが良い方が遠くの歩行者を認識できるのは妥当な結果であると言える。一方、自転車速度が違っても結果にほとんど差がないことがわかる。

2 節の実地調査で用いた歩道幅は 4 m であったことから、図 2 よりこの歩道では自転車運転者は 10 m 程度の距離から歩行者を認識すると考えられる。一方、図 1 より 12 km/h, 18 km/h の速度では回避開始距離がそれぞれ 7 m, 9 m 程度である。つまり、歩行者を認識してから自転車運転者が回避行動を取るまでにそれぞれ 3 m, 1 m の余裕しかない。自転車速度から時間を求めると、それぞれ 0.9 秒, 0.2 秒であり、進路変更に際して十分な安全確認を行えない可能性があると考えられる。

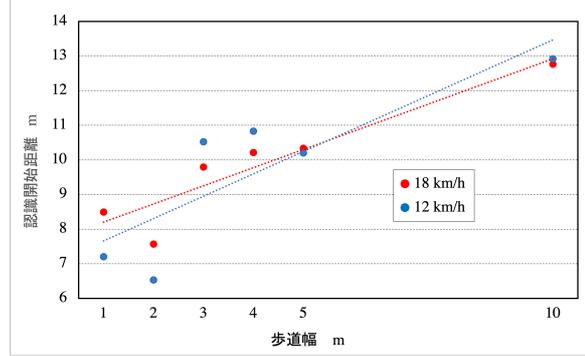


図 2: 歩道幅と歩行者認識距離の関係

## 4 数値シミュレーション

離散要素法[2]に仮想バネを導入したモデル[3]を用いて自転車と歩行者が混在する流れに対する数値シミュレーションを行った。計算領域は幅 4 m、長さ 100 m の歩道を想定した。領域内に 1 台の自転車 (赤色粒子) と 10 人の歩行者 (青色粒子) を配置した。自転車速度を 12 km/h とし、歩行者には  $\pm 0.5 \sim 1.0$  m/s のランダムな速度を与えた。長さ方向には周期境界条件を適用した。

仮想バネの適用範囲を 6 m としたときの自転車と歩行者の初期配置を図 3 に示す。緑色の点は自転車の軌跡を表す。歩行者を避けながら歩道上を走行している様子が表現されている。

## 5 まとめ

歩道上の自転車運転者の歩行者回避開始距離を実地調査したところ、対向者とのすれ違い時には 6 m 以上の距離を保っていたが、追い越し時にはより近い距離まで回避行動を開始しなかった。また、アイトラッカーによる実験を行った結果、自転車運転者の歩行者認識開始距離は自転車速度の影響を受けなかった。

## 参考文献

- [1] 長谷部知行, 島崎敏一, 下原祥平, 土木計画学研究論文集, 26-4 (2009) 791.
- [2] P.A.Cundall, O.D.L.Strack, Geotechnique 29-1 (1979) 47.
- [3] 川口寿裕, 第 20 回交通流のシミュレーションシンポジウム論文集 (2014) 83.



図 3: 計算結果例