

歩道上を走行する自転車の危険度評価*

Risk Assessment of Running Bicycle on Sidewalk*

小島洋平**・森野増王***・島崎敏一****・下原祥平*****・長谷部知行*****

By Youhei KOJIMA**・Masuo MORINO***・Toshikazu SHIMAZAKI****

Shohei SHIMOHARA*****・Tomoyuki HASEBE*****

1. はじめに

近年、自転車の利用が大きく見直されてきている。自転車を利用する人は増加しており、今後も自転車の利用は増えていくと予想できる。

自転車の利用が増えることによって起こる問題もある。自転車と歩行者の事故のうち約5割は歩道上で起きている。平成8年、平成18年の自転車の事故件数を見ると、全事故件数の増加率に対して、自転車対歩行者の事故件数の増加率が大きいことがわかる(表-1)。今後、自転車の利用が増えることが予測されるなかで、歩行者対自転車の事故は顕著に増えていくと考えられる。

歩行者を含めた自転車の危険度評価の先行事例としては、吉村ら¹⁾は、自転車、歩行者双方の認識のズレを考慮し危険感知領域を明らかにしている。清田ら²⁾は歩行者の危険度を評価している。小川³⁾は、錯綜状態により危険度を評価している。しかし、自転車の適切な回避距離を提案したものはない。

そこで本研究では、歩行者対自転車の事故の原因に“自転車と歩行者がすれ違う際に、危険と感じる距離に認識のズレがあり、このズレにより事故が発生しているのではないか”という仮説をたて、それを検証することで自転車と歩行者の現状を把握し、歩行者と自転車の共存が

危険な状態でないか調査し、自転車利用者が歩行者を避け始める適切な距離を提案する。

表-1 全国の自転車の事故件数と増加率¹⁾

	平成8年	平成18年	増加率
自転車の全事故件数	139,725件	174,262件	1.25倍
自転車対歩行者の事故件数	582件	2,767件	4.75倍

2. 研究方法

歩行者が自転車を危険と感じる距離と、自転車が歩行者を危険と感じ避けようとする距離の認識のズレを調べるために、初めに実験により歩行者側からの危険と感じる距離を調べる。

次に、自転車と歩行者が共存している道路を調査箇所を選定し、ビデオ撮影により自転車が歩行者をよけ始めた距離を危険と感じた距離とし、これらを集計、整理、グラフ化し、各路線の特徴を見出す。それら2つの集計したデータを、比較することで歩行者、自転車の認識のズレを把握し、これらの差から歩行者が自転車により危険な状態にあるかどうかを判断し、歩行者が危険と感じることなく、通行できるような自転車が歩行者を避け始める距離(以下、回避開始距離とする)を統計的に算出する。

3. 歩行者が自転車を危険と感じる距離の実験

本研究では歩行者が自転車を危険と感じる距離を、実験で測定するので実験値とよぶことにする。実験値を知るために被験者を男女5人、学生の中から選定し、距離の目盛りを引いた実験地に配置する。そこに自転車(マウンテンバイク、シティーサイクル)を速度別にマウンテンバイク5回、シティーサイクル5回の計10回ずつ分けて

*キーワード: 歩行者・自転車交通計画, 交通行動分析

**非会員, さいたま市役所

***非会員, 武蔵野市役所

****フェロー, 工博, 日本大学理工学部土木工学科

*****正会員, 工修, 日本大学理工学部土木工学科

*****学生員, 日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻

近づかせ、危険と感じる距離で合図してもらう。今回は年齢による歩行者の危険な距離の違いは考慮しないため、学生からのみの選定にした。

その際、被験者が続けて実験を行うことで目の慣れにより、危険と感じる距離に影響が出ないように考慮し、連続で実験を行わないよう注意する。

ここで自転車にマウンテンバイクを取り入れたのは、最近購入される自転車としてマウンテンバイクタイプの自転車がシティーサイクルより多く、今後の自転車と歩行者の危険性について調べる際に重要であると考えられるためである⁵⁾。

4. 実験結果

(1) 人が危険と感じた距離

得られたデータをグラフ化したところ、図-1のような結果になった。自転車の速度が増すごとに、被験者（歩行者）の危険と感じる距離は長くなることわかる。

(2) 男女比較による人が危険と感じた距離

実験値を男女別に比較すると図-2のようになった。同じ速度で自転車が近づいてきた場合、女性の方が男性よりも危険と感じる距離は短くなった。

(3) 車種比較による人が危険と感じた距離

実験値を自転車の種類で分けると、図-3のようになる。図-4からわかるように、シティーサイクルの方がマウンテンバイクより危険と感じる距離が長い。これは、被験者からの意見でも多くあった、“シティーサイクルの方が怖く感じる”や、“マウンテンバイクの方が走行音が静かで、乗っている人の運転もうまそうなので怖くない”という感想が現れたものだと考えられる。

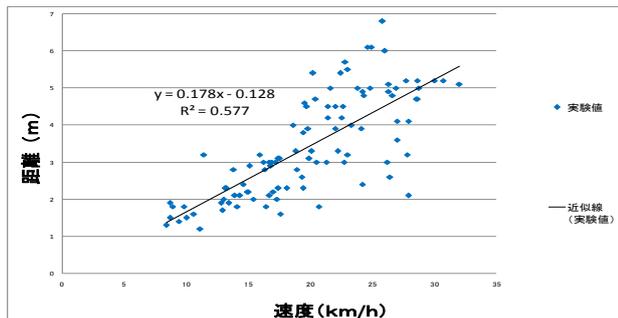


図-1 人が危険と感じた距離

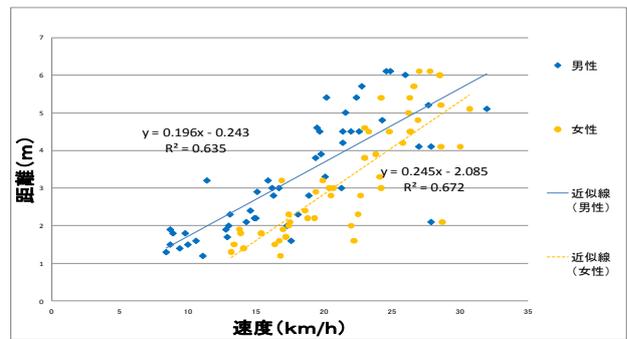


図-2 人が危険と感じた距離（男女比較）

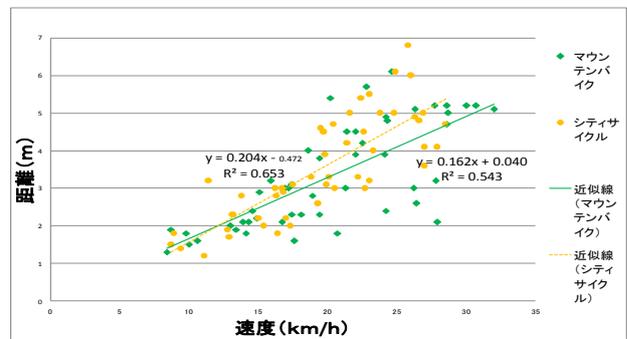


図-3 人が危険と感じた距離（自転車比較）

5. 自転車が歩行者を危険と感じる距離の測定

本研究では自転車が歩行者を危険と感じる距離を、現地で測定により得るので測定値と呼ぶことにする。

自転車の回避開始距離を知るために、自転車と歩行者が存在する場所を選定し、ビデオカメラで現地を撮影する。その映像を解析し、路線による特徴や相関関係を求める。

研究対象は交通量の多い路線として「新小岩たつみ交差点」、視覚的分離が行われている路線として「水道橋外堀り後楽園付近」とした。調査地点の幅員はそれぞれ 5.6m, 3.7mである。

視覚的分離とは、自転車と歩行者が同じ空間を利用している場合に、舗装の彩色や材質でそれぞれの移動スペースを分離するシステムである。

6. 測定結果

新小岩、水道橋とも交通量の多い朝 7 時から撮影を始め、新小岩は正午、水道橋は午前 9 時まで撮影を行った。撮影日は、新小岩は平成 19 年 10 月 30 日、水道橋は 11 月 16 日である。

それぞれの調査地点のデータと実験値の比較をしたものが図-4、図-5 である。新小岩、水道橋

の両方で歩行者が危険と感じる距離よりも長い距離で自転車が避け始めていることがわかる。これは自転車の運転者が歩行者とすれ違う際の危険を把握できていることである。

また、近似線の傾きを見ると、実験値での近似線の傾きと近い値になった。このことから、歩行者も自転車利用者も、速度の増加による、危険と感じる距離の増加の仕方の関係はほぼ同じであることがわかる。

新小岩では、通行量の多い横断歩道ということもあり、自転車と歩行者のすれ違いがおこなわれる際に、第三者の影響が出てしまう事例が生じた。よって、自転車と歩行者がすれ違う際に他人の影響を受けてしまったものと、スムーズにすれ違いが行えたものに分けてデータを集計した。今回の調査では自転車と歩行者の危険と感じる距離の差を知りたいので、他者の影響を受けることなくすれ違いが行えたものを対象にすることにした。

水道橋では都市部ということもあり、マウンテンバイクを運転している人が2割ほどいた。この路線では、歩行者同士の間隔が空いていることが多かったため、運転者が一人目の歩行者を避けたあとの二人目の歩行者を避けたときのデータも含めることにした。

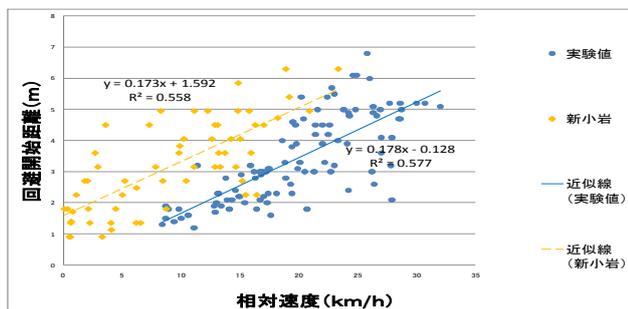


図-4 新小岩の回避開始距離と実験値との比較

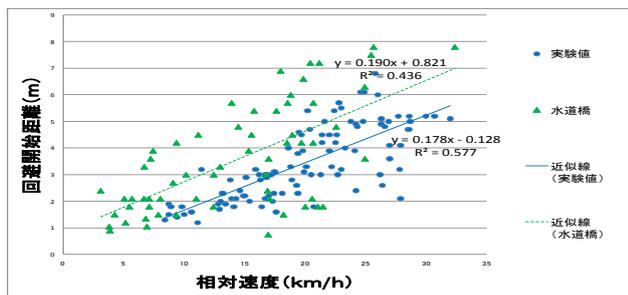


図-5 水道橋の回避開始距離と実験値との比較

7. 安全な回避開始距離の提案

測定により得られたデータから相対速度を x 、回避開始距離を y として次の 2 変量正規分布の

(1) 式から 2 変数関数のグラフを描くと等高線状のグラフが描ける。

$$f = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp \left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)} \left\{ \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right)^2 - 2\rho \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right) \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \right) + \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \right)^2 \right\} \right] \quad (1)$$

σ_x, σ_y : 各標準偏差 μ_x, μ_y : 各平均

ρ : 相関係数

また、(1) 式を y について近似線から無限まで、 x について 0 から有限の値まで積分することにより、(2) 式になる。ここでは相対速度の上限を時速 100km/h とした。(2) 式は近似線の切片と傾きにのみ依存し、切片 b の値を変えることで、安全と感じる人の割合を変化させられる。

$$p = \int_0^{100} \int_{ax+b}^{\infty} \left[\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp \left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)} \left\{ \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right)^2 - 2\rho \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right) \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \right) + \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \right)^2 \right\} \right] \right] dy dx \quad (2)$$

清田ら³⁾により、歩行者と自転車がすれ違う際に距離を離しても少なくとも 17% の人は危険と感じるので、本研究では少なくとも 90% の人が安全だと感じる距離を安全な回避開始距離とした。実際に切片を変化させ、90% の人が安全と感じる距離を求めたものが図-6 の安全線①である。安全線とはその割合の人は安全だと感じる回避開始距離の境界線である。しかし、本研究では一般的な歩道上を対象としているため、速度に関係なく安全な回避開始距離を提案する。そのため、近似線の傾きを 0 にし、速度との関係を考慮せずに表したグラフが図-6 の安全線②である。

ここで図-10 を見ると、時速 20km/h 付近の値では約 50% の人しか安全と感じない値になる。つまり、ある相対速度からは速度の変化を無視できなくなる。ここで、図-6 の 90% 安全線①、②を組

み合わせると図-7 のようになる。また、同じく水道橋での90%安全線を組み合わせたものが、図-8 である。

安全な回避開始距離について、今回得られたすべての測定値から90%の人が安全だと感じる回避開始距離を求めると5.42mとなった。つまり、今回の研究から自転車は少なくとも、より安全を考慮し6m以内に歩行者に近づいたら避け始めた方がよい。そして、相対速度が把握できる場合は、速度を無視せずに速度に比例した回避開始距離にする必要がある。

また、調査した2つの路線では、歩行者の危険と感ずる距離よりも、自転車の危険と感ずる距離の方が長く、先に述べた仮説からすると安全な状態だと把握できた。しかし、本研究の仮説からは安全という結果になったが、実際の路上では認識のズレ以外の要因も影響している。

