

# 歩行者・自転車双方の心理を考慮した歩道空間の安全性評価に関する基礎的研究\*

## A Fundamental Study on Safety Evaluation Considering Danger Felt by Pedestrians and Cyclists\*

吉村正浩\*\*・足達健夫\*\*\*・萩原亨\*\*\*\*・内田賢悦\*\*\*\*・加賀屋誠一\*\*\*\*\*

By YOSHIMURA Masahiro\*\*・ADACHI Takeo\*\*\*・HAGIWARA Toru\*\*\*\*・UCHIDA Ken'etsu\*\*\*\*・KAGAYA Seiichi\*\*\*\*\*

### 1. 研究の背景と目的

現在自転車交通は北欧を中心に交通手段として重視され、わが国においても保有台数は増加傾向にある。しかし、わが国では自転車の走行空間は十分には整備されていない状況にある。現在自転車利用の中心を占めるのは、空間確保の難しさから自転車歩行者道を中心とした歩行者との混在空間である。そこでは自転車と歩行者の共存が望まれているが、歩行中自転車の走行に危険を感じる事がしばしばある。このひとつの要因として自転車と歩行者との間で、接近時の危険の感じ方にギャップがあるため、歩行者に危険を感じさせることにつながっているのではないかと考えられる。

そこで、本研究では歩行者と自転車の接近時の危険感に影響を与える要因として、両者の位置関係と相対速度に着目する。それらの要因が変化したときの自転車と歩行者、双方が感じる危険の感じ方とその変化、また両者の相違を明らかにする。これらの結果から自転車・歩行者混在空間のあり方を検討し、施策へと発展させることを目的とする。

### 2. 危険感知距離の計測

#### (1) 実験の目的

歩行者と自転車が互いに危険と感じる要因は両者の相対速度と相対位置によるものであると

\*キーワード：歩行者交通行動、自転車交通行動

\*\*学生員、北海道大学大学院北方圏環境政策工学専攻

(札幌市北区北13条西8丁目、TEL/FAX 011-706-6211)

\*\*\*正員、工博、専修大学北海道短期大学

(美唄市字美唄1610-1、TEL0126-63-0245、FAX0126-63-3097)

\*\*\*\*正員、工博、北海道大学大学院北方圏環境政策工学専攻

\*\*\*\*\*フェロー、学博、北海道大学大学院北方圏環境政策工学専攻

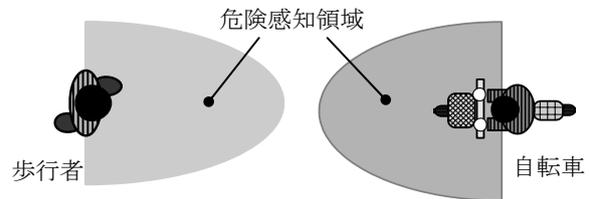


図-1 危険感知領域

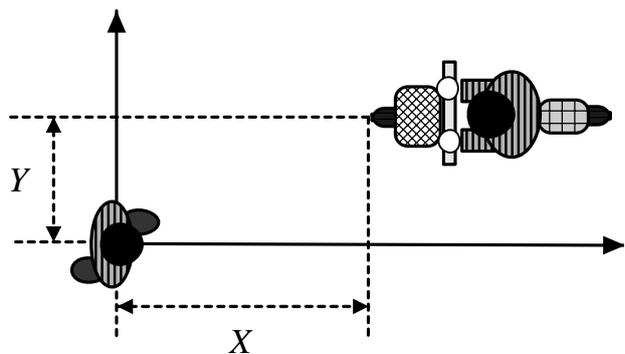


図-2 交通主体の位置関係と危険感知距離

考え、これらを変化させたときの回避行動を観測する。

#### (2) 危険感知領域

自転車と歩行者が対置したとき、ある速度において、図-1のように歩行者または自転車が対向する相手を危険であると感じる領域があると仮定する。この領域に他の交通主体が入ったとき危険であると認識し、回避行動をとると仮定する。これを危険感知領域と呼ぶことにする。実際の歩道空間においては、自転車の持っている危険感知領域に歩行者が入ったとき、自転車が先に回避行動を取り、逆の場合は歩行者が先に回避行動をとることで危険を回避していると考えられる。

#### (3) 実験の概要

実験は2004年12月23日、札幌市東区にあるコミュニティドーム『つどーむ』にて、被験者は成人男性6名で行った。床に延長15mのラ

インを表示しその前後にスペースをとり総延長40mの通路を用意した(図-3)。

実験は、歩行者が回避する場合、自転車が回避する場合に分け、回避者はライト点灯のボタンを押してから回避するようにすることで、回避位置をビデオ撮影により読み取る。この際自転車の速度はあらかじめ自転車に取り付けておいたサイクロメーターを使い指示速度 10km/h、17km/h、24km/h が出せるよう学習してもらい指示速度でまっすぐに走行する。歩行者については実際に歩行しているか否かの影響は少ないものと考え、相対速度と絶対位置をより正確に出すため、接近してくる自転車に向かって静止させた。また回避空間が十分ある場合とない場合を想定し、ない場合として、幅員 3m の壁を設置した。以上の要因・水準を表-1に示す。これらの組み合わせを変えて、複数回走行実験を行った。

#### (4) 実験の結果

実験結果例を図-5に示す。格子1辺の長さは50cmである。自転車は1回毎に走行位置すなわちYを変え直進する。図-5上は歩行者が、下は自転車が回避者の場合であり、図中の記号の地点に自転車がさしかかったとき、歩行者もしくは自転車が回避したことを示している。おおむねYが小さく、また速度が大きいほど早く回避していることがわかる。さらに、自転車よりも歩行者のほうが、また壁あり時よりも壁なし時のほうが早く回避している。加えて、Y=1mの走行時では、歩行者は回避行動をとらず、自転車は回避するという特徴がある。他の被験者にも同様の傾向が見られる。

立場が自転車か歩行者か、壁があるかないか、それぞれのケースにおいて被験者ごとに速度の分散を求め、平均をとったものを表-2に示す。この結果から、同じ速度あるいは全体でそれぞれの立場を比較すると、自転車より歩行者、壁なし時よりも壁あり時のほうが分散は大きい。Yの大きさから危険の大きさを判断し、それに応じたXの地点で回避したと考えると、この距離が大きいことはYの大きさを考慮にいれたと

表-1 実験のケース

要因	水準			
	0m	0.5m	1.0m	1.5m
走行位置	0m	0.5m	1.0m	1.5m
自転車の速度	10km/h	17km/h	24km/h	
壁	なし	あり		
回避者	歩行者	自転車		

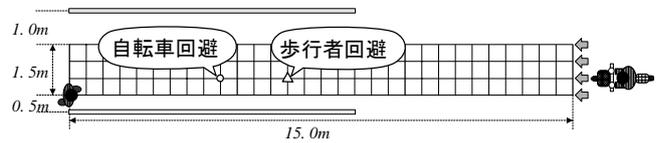
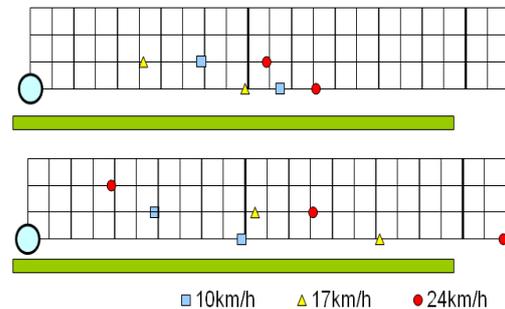


図-3 回避距離測定の実験概要



図-4 実験の様子

歩行者が回避する場合



自転車が回避する場合

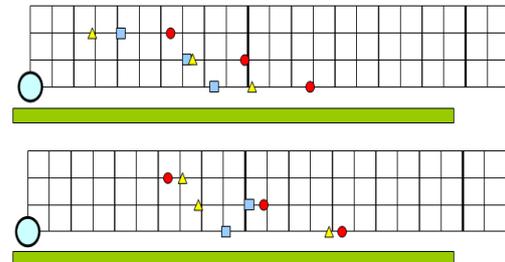


図-5 実験結果例：自転車位置

いえる。したがって自転車よりも歩行者、壁なしよりも壁ありのほうがより相対位置を2次元として意識し、逆に自転車、壁なしのほうが、

一定以下の Y において対向距離のみから位置関係を判断していると考えられる。

### 3. モデルの推定

#### (1) モデル式

危険感知領域は、正面の回避位置(X)と、横方向(Y)の限界幅で決定され、正面(Y=0m)付近ではYの変動によるXの変化は小さく、Yが大きくなるにつれXの変化は大きくなると実験結果から考えられるため、領域の形状を楕円と仮定した。また被験者属性や街路条件、速度については線形関数を仮定し、危険感知領域を推定するために以下の式のようなロジットモデルを構築した。

$$P(X, Y, V) = \frac{1}{1 + e^{-\Delta U}} \quad (1)$$

$$\Delta U = aX^2 + bY^2 + cV + d_1Z_1 + \dots + d_nZ_n$$

ここで、a、b、c、dはパラメータ、Zは被験者属性、道路空間の状況等のダミー変数である。

#### (2) パラメータ推定

歩行者と自転車では説明変数間の交互作用が大きくなると考えダミー変数とはせず、歩行者の立場、自転車の立場それぞれについてモデル化した。なお今回、被験者属性は考慮せず  $X^2$ 、 $Y^2$ 、速度(V)、壁ダミー変数を説明変数とした。

ここで、被説明変数を0または1とするため、危険を感知した地点以遠では危険感知なし、危険を感知した地点より近くではYと速度をその地点のままとして、交差するまで接近を続けた場合 0.5m 毎に危険感知ありとするサンプルを作成した。このデータを用いて推定したパラメータを表-3に示す。パラメータ推定結果を見れば、 $R^2$  値は0.8以上という結果を得ている。

#### (3) 危険感知領域の比較

速度 10km/h、壁なし時における、歩行者・自転車の危険感知確率分布を z 軸方向に表したモデルをそれぞれ図-7、8に示す。つぎに安全側に 85 パーセントをとり、ある人が 15 パーセント以上の確率で危険を感知すると考えられる領

表-2 立場・速度別分散

壁	歩行者		自転車	
	なし	あり	なし	あり
10km/h	1.25	2.54	0.67	0.73
17km/h	1.83	3.29	2.45	1.75
24km/h	3.07	7.00	1.31	2.20
全体	2.39	5.33	1.30	1.87

表-3 パラメータ推定結果

変数		歩行者		自転車	
		係数	t 値	係数	t 値
変数	$X^2$	-0.088	-22.000	-0.110	-22.000
	$Y^2$	-7.742	-19.650	-4.144	-19.828
	V	0.219	19.909	0.162	18.000
	壁ダミー	0.500	3.497	0.508	3.820
	$R^2$	0.878		0.851	

probability

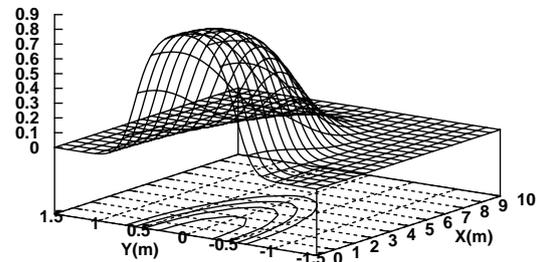


図-7 歩行者の危険感知確率

probability

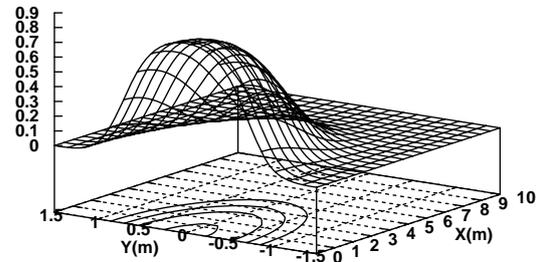


図-8 自転車の危険感知確率

域を求めると X、Y、V の一次式となる。図-9に 10km/h、20km/h 時におけるそれぞれの交通主体の危険感知領域を示す。同じ速度でも、自転車と歩行者での危険感知領域の範囲は逆転している部分が見られる。すなわち X 方向では自転車よりも歩行者のほうが危険感知領域は広く、接近時には歩行者の方が先に危険を感知しているのに対し、正面から離れたとき(Yが大)は自転車のほうが危険感知領域は広がっている。これは2.(4)で見られた特徴と一致する。正面の対向時(Yが小)においてはより危険な立

場にある歩行者の方が早く危険を意識すると考えられる。また、正面から離れた位置では突然の進路変更等、突発的な状況に対しての反応が、自転車よりも歩行者の方が早く、これが両者の感じる安全な幅の違いにつながっていると考えられる。壁があった場合についてはそれぞれ危険感知領域が広がる。

#### 4. 歩道空間に関する考察

実験結果から考えられる自転車と歩行者の危険感知における違いは、

- a) 正面付近での対向時、自転車よりも歩行者の方が先に危険を感じる傾向にある
- b) 正面から離れると歩行者よりも自転車の方がより早く、危険を回避する行動をとる傾向にある

である。側方距離の違いによる危険感知の違いを図-10に示す。以上から自転車と歩行者との共存を考察すると、自転車と歩行者の走行空間の分離は、つぎの理由から有効である。まず、分離により両者が正面から対向することがなくなる。側方に関しては自転車の方が慎重であることから、気づかないうちに自転車が歩行者に危険を感じさせることが、これによりなくなる。加えて、自転車にとっても回避は減速ですませることができ、双方の快適性が高まることを期待される。そのためには自転車の走行空間を設置するだけではなく、利用に際し、歩行者の進入を禁止しなければ効果はないと考えられる。完全に分離することで、となりあっても快適な利用が可能となると考えられる。危険感知がない限界の側方距離を表-4に示す。自転車走行空間設計の際には相互の占有幅<sup>2)</sup>だけでなく、自転車・歩行者双方が危険感知のない自転車走行空間の設置を考えると、このような危険感知の起こらない距離を考慮することも必要と考えられる。実験の結果と占有幅(歩行者 0.75m、自転車 1.0m)を比較すると相対速度がおおよそ20km/hを超えると占有幅以上に余裕が必要と考えられる。

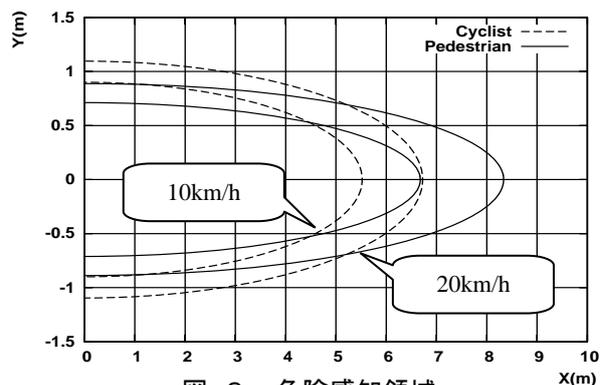


図-9 危険感知領域

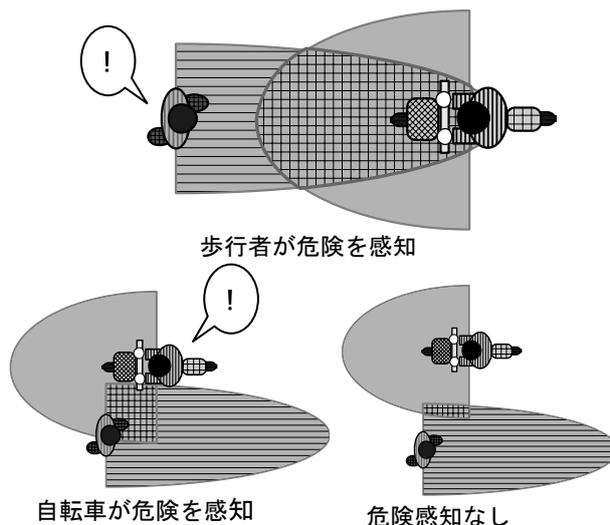


図-10 走行位置による危険感知の比較

表-4 危険感知のない側方の限界距離

相対速度 (km/h)	15	20	25
歩行者考慮幅 (m)	0.80	0.89	0.96
自転車考慮幅 (m)	1.03	1.11	1.19

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、自転車・歩行者間にある、危険の感じ方のギャップを危険感知領域から明らかにし、自転車と歩行者の走行区分の必要性とその際の幅員について考察した。今後は、歩道空間のシミュレーションを可能にするため、被験者属性や空間状況あるいは3者以上の錯綜状態の影響を考慮する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 山中英生ほか: 歩行者・運転者心理を考慮した自動車占有面積の計測と住区内街路安全性評価モデルの提案, 日本都市計画学会学術研究論文集, pp121-126, 1993
- 2) 日本道路協会: 道路構造例の解説と運用, 2004