

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560619

研究課題名(和文)交通安全に着目した自転車空間の構成方法に関する研究

研究課題名(英文) A study on the method to reallocate the space for bicycle from the viewpoint of safety

研究代表者

濱岡 秀勝 (Hamaoka, Hidekatsu)

秋田大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：70262269

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：近年、自転車は環境に優しいモードとして再認識され、その環境創出のため様々な視点で研究されている。しかし、交通安全の視点からみた自転車空間のあり方に関する研究は十分でない。交通安全に着目した研究も、そのほとんどが歩道内での自転車と歩行者の錯綜が対象であり、この状況では自転車空間のあり方を十分に議論できない。

こうした現状を踏まえ、自転車事故に関する危険性分析をもとに、現在、多くの自転車にみられる歩道走行の危険性を定量的に評価する。また、その結果をもとに自転車利用者へ車道走行を誘導する方策として、車道走行する自転車の台数が、自転車の車道走行を促すインセンティブ効果を明らかにする。

研究成果の概要(英文)：Recently, bicycle is evaluated as eco-friendly transport. Therefore, there are many researches that analyses the method to establish a better traffic environment for bicycle. However, there are few researches to consider the desirable space in road for bicycle from the viewpoint of safety. Based on this background, this study conducts the risk analysis of bicycle traffic moving on the roadway or the pedestrian road. Results of this analysis could evaluate the safety of bicycle that is moving on the roadway. By utilizing this result, some approach is tried in order to change the moving paths from the pedestrian road to the roadway. If there are many bicycles on the roadway, it could be thought that new bicycle would not choose the pedestrian road but choose the roadway. Effect of this incentive was clarified through the experiment that changes the number of bicycle on the roadway.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学 土木計画学・交通工学

キーワード：自転車 安全性 走行空間 交通事故 自動車 錯綜 波及効果

1. 研究開始当初の背景

これまで自転車を対象とした交通安全研究は、ほとんどが自転車と歩行者の錯綜を対象としている。多くの自転車が歩道走行し、近年、自転車と歩行者の事故が急増する現状を考慮すると、歩行者と自転車の事故は重要な視点である。しかし、本研究では、自転車が被害者となる交通事故(自転車対自動車事故)に着目して考えてみたい。歩道を走行する自転車の事故状況をみると、交差する細街路から流入する自動車との事故が非常に多く発生している(自転車対自動車事故の半数)。さらに、自転車事故の件数でみると、対歩行者事故よりも対自動車事故の件数が比べるまでもなく明らかに多い。したがって、自転車の安全性について検討するならば、自転車対自動車事故の分析が必須である。しかしながら、現在まで自転車対自動車事故を対象にした研究はほとんどみられない。

2. 研究の目的

自転車の交通事故への危険性は自転車の歩道内での走行位置に影響をうけ、自転車が歩道の車道側を走行すると危険性が低くなると考えている。本研究では、こうした自転車の各種走行空間における危険性について、実事故事象の発生プロセスをもとにした交通安全分析から評価する。これまでの分析結果から、総合的な評価においても自転車は車道走行した方が安全と考えている。

この分析結果から自転車の車道走行が安全であることを明示できても、すぐに自転車が車道走行するとは考えづらい。なぜなら、自転車利用者の立場で車道走行と歩道走行のどちらが安全と評価するか考えると、車道走行時は運動エネルギーの大きい自動車との共存、また歩道走行時は運動エネルギーの小さい歩行者との共存になるため、歩道走行が安全と結論づけていると推察される。ゆえに、自転車利用者に車道走行を促すには、真の安全性の提示に加え、危険感の減少が必要である。路側帯をブルーに着色するなどして自転車の走行空間を明示した区間では、当該区間が歩道走行も可能であるにも関わらず、多くの自転車は車道走行することを確認している。これは、路側帯の着色から走行空間の明示による効果、およびその結果として多くの自転車の車道走行による安心感の増加によるものと考えている。

そこで、本研究は後者の効果に着目する。自転車が車道走行する環境において、自転車と自動車は、それぞれの交通量や速度・速度差などの因子により相互に影響を受け、走行速度や走行位置など決定するものである。したがって、これら因子を変更させた条件下での走行実態分析、および自転車利用者への危険意識調査の実施により、自転車利用者にとって危険意識を高めることなく車道走行可能となるための道路空間の具備すべき条件を、自転車交通量の視点から提示する。

3. 研究の方法

(1)自転車の車道走行の危険性を評価できるモデル構築

これまで、同一車線上を走行する2台の自動車相互の衝突危険性については、これまでにTTCやPETなど多くの指標が提案されている。しかし、ここで対象とするのは自転車と自動車であるため、自転車と自動車は走行動線が異なる、車両の操舵特性や減速特性など車両性能が異なる、車両サイズの違いから相互確認に非対称性がみられる、衝突パターンにより事故発生時の被害が大きく異なるなどの点から、従来の危険性評価方法をそのまま利用できない。

そこで本研究では、上述した要素を内包する危険性評価モデルを構築し、自転車の車道走行の危険性を走行環境に応じて定量的に提示できるようにする。

(2)車道における自転車・自動車並走に対する危険意識の分析

現状で自転車が車道走行しない要因を、道路環境面および交通環境面から明らかにするため、車道走行に関する危険意識分析を行う。その際の調査内容として、自転車乗車時に感じる意識調査のみならず、実際に自転車に乗車する状況で、自動車との相対速度・相対距離がどの程度になると危険を感じるか、自動車が自転車を追い抜く環境を再現し、それら状況下における追い抜き状況をもとに危険意識を把握する。

(3)自転車の車道走行を促すための交通環境要因に関する分析

これまでの分析結果を受け、自転車の車道走行を促進するための方策について分析する。具体的には、自転車が車道走行を行うための要素として、現在の道路空間において自転車が多く車道走行していると、それにつられて自転車が車道走行をしやすくなると考えている。したがって、自転車交通量がどの程度になると自転車の車道走行が拡大するか、その臨界交通量を自動車・自転車交通量相互の関係から提示する。

4. 研究成果

(1)自転車の車道走行の危険性を評価できるモデル構築

自転車と自動車とが接触する確率を危険率とし、異なる2地点(a地点およびb地点)において危険性を評価した。ここでの危険率とは自転車と自動車とがそれぞれ互いに気づきブレーキをかけても停止できず、衝突する割合を示すものである。したがって、危険率(D)は、自転車が図-1の衝突領域に停止できない割合 P_b と自動車がそこで停止できない割合 P_c をかけあわせることで求められる。

なお、本研究では自転車の走行位置に合わせ、衝突領域を3分類(民地側、中央部、車道側)している。

$$D = P_b \times P_c \quad (\text{式 1})$$

D : 危険率

P_b : 自転車停止できない割合

P_c : 自動車停止できない割合

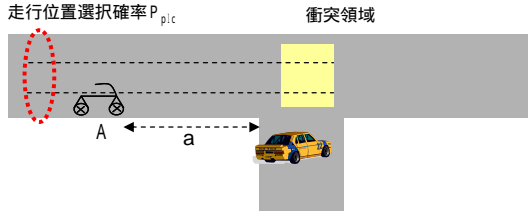


図-5 危険率の考え方

各衝突地点における P_b は歩道の各走行位置の選択確率 (P_{plc}) と各走行位置における走行速度分布により求められる停止不可能確率 (P_{ns}) により、各走行位置の交差点手前から 1m 区間ごとに算出する (図-2、3)。

$$P_b = P_{plc} \times P_{ns} \quad (\text{式 2})$$

P_{plc} : 自転車の走行位置選択確率

P_{ns} : 停止不可能確率

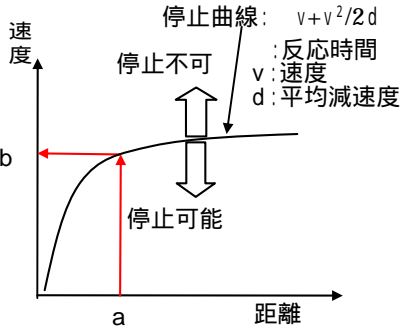


図-2 停止可能性の判定

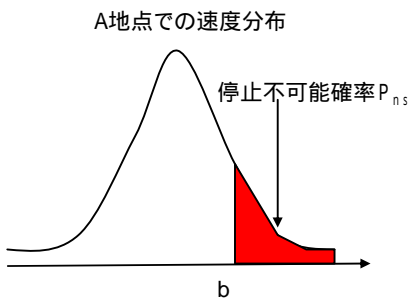


図-3 停止不可能確率

P_c は P_b と同様の考えのもと、自動車の速度分布および自動車の停止位置分布により求める。

a 地点と b 地点での走行位置別の危険率を図-4、5 に示す。ここで、危険率は接触域からの距離別に求めている。

図-4 に示す a 地点の危険率は民地側において高く、車道側は低いことがわかる。また、衝突領域から 5m の地点まで衝突の危険性があり、車道側を走行した場合には、ほとんど衝突の危険性はないことがわかる。

図-5 に示す b 地点では中央部、車道側にお

いて危険性は少ないことが確認できる。a 地点、b 地点ともに民地側の危険率が他の走行位置に比べて高く、両者を比較すると a 地点の危険率が b 地点に比べ、非常に高いことが明らかになった。その理由として、a 地点での車両の停止位置が衝突地点にまで進み停止する割合が高いこと、自転車の走行速度が速いことがあげられる。a 地点では交差点形状の問題から、車両が停止する位置が自転車と接触する位置になることが事故の大きな要因といえる。

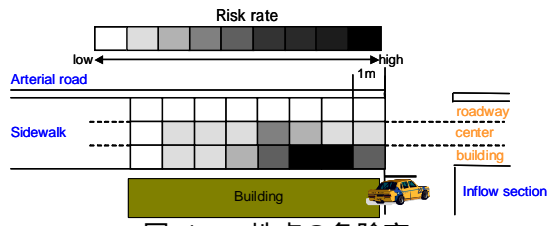


図-4 a地点の危険率

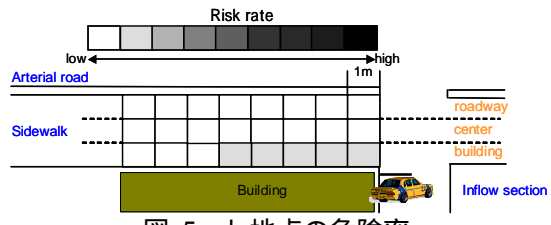


図-5 b地点の危険率

(2) 車道における自転車・自動車並走に対する危険意識の分析

自転車が車道走行中に、自動車に追い抜かれる状況での危険意識を定量化するために、走行実験を用いた意識調査を実施した。意識調査から得られた危険意識は、「危険に感じる」を「+2点」、「どちらでもない」を「0点」、「危険に感じない」を「-2点」とし、危険意識の5段階評価に対し、「+2点」~「-2点」と点数づけることにした。すなわち、危険意識を持っているほど得点が高く、危険意識が低いほど得点も低いことになる。

得点化された危険意識の平均点を要因ごとに示す (図-6)。自動車速度は速くなるほど得点が高くなる傾向がみられた。また、自動車と自転車との距離では、距離が短くなるほど得点が高くなる傾向がみられた。すべての要因の中で、距離の「0.8m」のみが正の値となっている。自動車速度と距離において傾向がみられた一方で、自転車速度による傾向はみられなかった。

自動車の速度および自動車と自転車との距離において傾向がみられたことから、自動車速度と距離のそれぞれの場合において、危険意識の得点の分析を行う。自動車と自転車との距離における得点の平均値を、自動車速度別に示す (図-7)。「50km/h」「40km/h」「30km/h」いずれにおいても、自転車との距離が短くなるにつれて得点が高くなる。「1.3m」においては自動車の速度が速くなる

につれて得点が高くなっているが、「0.8m」や「1.8m」では「50km/h」と「40km/h」の得点が変わらない。「0.8m」や「1.8m」では、「50km/h」と「40km/h」による危険意識の違いは認識できていないのではないかと考えられる。グラフの形をみると、自動車速度が50km/hの場合は距離0.8mから1.8mにかけて凸形であるが、40km/hおよび30km/hの場合は凹形である。危険意識は、自動車速度が遅い(40km/hおよび30km/h)場合は近い距離(0.8mから1.3m)で急激に減少するが、速度が速い(50km/h)場合は、ある程度(1.3m)距離が離れるまで減少率は低く、その後急激に減少する。今後、自動車と自転車との距離が1.0mや1.5mでの実験を行うことで、その傾向がより明確に把握できると考えられる。

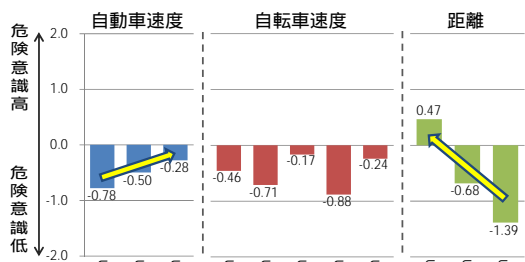


図-6 各要因での得点

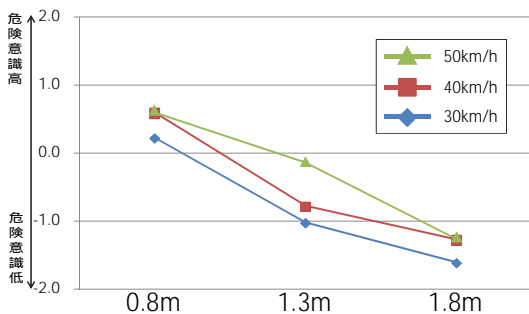


図-7 自動車と自転車の距離による得点

これまでの分析結果を受け、重回帰分析により、自動車の自転車追越時における自転車利用者の危険意識と自動車速度、自転車走行速度、自動車と自転車との距離の関係を明らかにする。目的変数を危険意識の平均点、説明変数を自動車速度、自転車走行速度、自動車と自転車との距離として重回帰分析を行った。重回帰分析による各説明変数の係数を表-1に示す。t値は自動車速度、距離、切片において5%有意である。また寄与率R²が高いことから、回帰の適合度も高いといえる。係数を見ると、自動車速度は正、自転車速度および距離は負となっている。また、t値の大きさをみると「距離>自動車速度>自転車速度」の順で危険意識への影響が大きいことがわかる。自転車速度の係数が負であることから、自転車走行速度が速いほど危険意識を感じなくなることを意味する。自転車の走行速度が上がると、自動車との相対速度が下がることや、自転車の走行に集中するようになり

危険意識を感じなくなるものと予想される。

表-1 重回帰分析による結果(被験者全体)

	係数	t 値
自動車速度	0.0302	4.08
自転車走行速度	-0.0180	-1.86
距離	-1.84	-14.30
切片	0.930	2.77
寄与率 R ²	0.948	

(3)自転車の車道走行を促すための交通環境要因に関する分析

自転車の車道走行を促すための方策として、自転車の車道走行量に着目する。利用者の車道走行意識を獲得するため、対象地域にて自転車の走行台数・位置、歩行者交通量などを变化させたビデオ映像を視聴し、その状況下にて、車道と歩道のどちらを走行したいと感じるか意識調査を実施した。

意識調査で質問した、自転車で車道走行する際に自動車に危険を感じるかどうか、車道走行をしやすいと感じるかどうか、への回答について得点化し分析を行う。それぞれの評価は「感じる」「やや感じる」「どちらでもない」「あまり感じない」「感じない」の5段階で行っている。「感じる」を+2、「感じない」を-2として、各評価に点数を付けた。各要素での評価の平均点の分析を行う。

まずは、自転車で車道を走行する際に、自動車に対して危険を感じるかどうかについて分析を行う。要素ごとの自動車への危険の感じ方を図-8に示す。

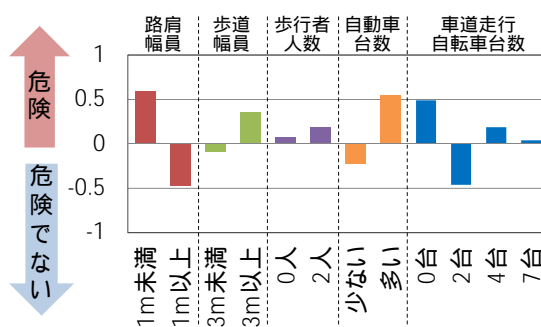


図-8 要素ごとの自動車への危険の感じ方

各要素において得点が高いほど危険に感じていることを示す。得点は「路肩幅員」では「1m未満」で高い。また、「歩道幅員」では「3m以上」、「自動車台数」では「多い」で得点が高くなっている。これらの要素で危険に感じていることがわかる。「歩行者人数」では「0人」と比べて「2人」の方が得点が高いものの、両方で大きな得点差はみられない。「歩行者人数」は車道走行の際に危険と感じる要素になっていないことがわかる。「車道走行自転車台数」でみると「2台」のときに得点が低くなり、この要素内では唯一負の値となっている。これは、車道走行の際

に自動車に危険を感じる「路肩幅員:1m未満」および「自転車台数:多い」が、実験の中で「車道走行自転車台数」の「2台」と組み合わせられなかったことが原因と考えられる。次に、自転車走行する際の車道の走行のしやすさについての分析を行う。得点が高いほど、車道の走行がしやすいことを示す。要素ごとの車道走行のしやすさを図-9に示す。図-9の自転車の車道走行のしやすさで得点が高い要素は、図-8の自動車での危険の感じ方では得点が低くなっている。つまり、自転車で車道走行しやすいと感じている要素では、自転車の車道走行に危険を感じていない傾向にある。

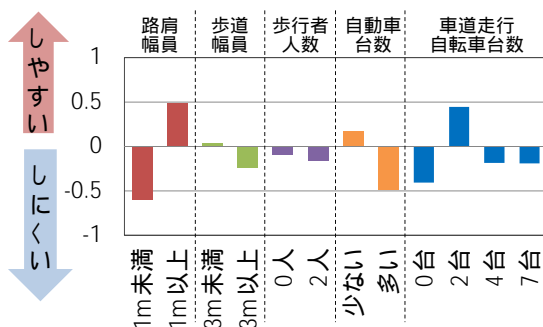


図-9 要素ごとの車道の走行のしやすさ

自転車の車道走行率に影響する要素を分析するため、数量化理論 類による分析を行った。分析では、外的基準を車道走行率、アイテムを各要素としている。数量化理論 類の分析によって得られたカテゴリ数量およびレンジ値を表-2に示す。レンジ値をみると「路肩幅員」で1.433となっており、要素の中でもっとも高い値となっている。次いで「歩道幅員」のレンジ値が1.031と高くなっている。これらの要因が、自転車の車道走行率に影響している。

次に「車道走行自転車台数」に着目する。レンジ値をみると、「路肩幅員」や「歩道幅員」ほど大きな値ではないものの、自転車の車道走行率へ影響を与えていることがわかる。レンジ値の大きさから、自転車の車道走行への影響は、「路肩幅員>歩道幅員 歩行者人数>車道走行自転車台数>自転車台数」となっている。

カテゴリ数量に着目する。カテゴリ数量は負の値が、自転車走行率が上がる方向に作用している。「車道走行自転車台数」に着目する。車道を走行する自転車が「2台」の時にカテゴリ数量は-0.427となり、負の値で大きくなっている。つまり、車道走行自転車台数が「2台」の時は、自転車の車道走行の促進に大きく影響する。一方、車道を走行する自転車が「0台」の時は、カテゴリ数量は0.285となり、正の値である。車道走行自転車台数が「4台」の時にカテゴリ数量は0.164で、正の値となっているものの、全体的に車道走行自転車が存在する方が、自転車の車道走行が促進されることが示されている。

「歩道幅員」の「3m以上」のカテゴリ数量は0.460である。また「歩行者人数」の「0人」のカテゴリ数量は0.458である。「車道走行自転車台数」の「2台」のカテゴリ数量が-0.427であることから、車道に2台の自転車が走行していることで、歩道幅員が3m以上であること、または歩行者人数が0人であることを補う可能性がある。

表-2 数量化理論 類によるレンジ値

アイテム	カテゴリ	カテゴリ数量	レンジ
路肩幅員	1m未満	0.638	1.433
	1m以上	-0.794	
歩道幅員	3m未満	-0.572	1.023
	3m以上	0.460	
歩行者人数	0人	0.458	1.031
	2人	-0.572	
自転車台数	少ない	-0.029	0.066
	多い	0.037	
車道走行自転車台数	0台	0.285	0.713
	2台	-0.427	
	4台	0.164	
	7台	-0.268	

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

鈴木雄、戸田智司、浜岡秀勝：自動車の自転車追越時における自転車利用者の意識に関する研究、交通工学研究会発表論文集、査読有、33巻、2013、pp.507-512

鈴木雄、松橋龍平、浜岡秀勝：自転車の車道走行台数に着目した自転車利用者の車道走行意識に関する研究、交通工学研究会発表論文集、査読有、2014

〔学会発表〕(計4件)

佐藤恵太、浜岡秀勝：単路部における自転車と自動車の錯綜モデルの構築、土木学会東北支部、2012、CDROM

HAMAOKA, Hidekatsu, SASAKI, Masahiro: DESIGN OF SHARED-USE SIDEWALKS TO AVOID CROSSING CONFLICTS BETWEEN BICYCLES AND MOTOR VEHICLES AT SMALL INTERSECTION, 1st European Symposium of Quantitative Methods in Transportation Systems, Lausanne, Switzerland, 2012

戸田智司、浜岡秀勝：自動車の自転車追越時における自転車利用者の意識に関する研究、土木学会東北支部、2013、CDROM

松橋龍平、浜岡秀勝：自転車の車道走行台数に着目した車道走行意識に関する研究、土木学会東北支部、2014、CDROM

6 . 研究組織

(1)研究代表者

浜岡 秀勝 (HAMAOKA, Hidekatsu)

秋田大学・大学院工学資源学研究科・教授

研究者番号：70262269