

機関番号：34315  
 研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20760351  
 研究課題名（和文） 交通錯綜現象の分析に基づく自転車・歩行者交通の安全性評価指標に関する研究  
 研究課題名（英文） A STUDY ON THE SAFETY EVALUATION INDICES OF BICYCLE TRAFFIC BASED ON THE ANALYSIS OF TRAFFIC CONFLICT PHENOMENON  
 研究代表者  
 小川 圭一（OGAWA KEIICHI）  
 立命館大学・理工学部・准教授  
 研究者番号：50303508

## 研究成果の概要（和文）：

自転車通行空間の整備方法を検討するには、自転車交通、自転車・歩行者交通における危険性を、交通現象にもとづき定量的に評価できる指標を作成する必要がある。本研究では、自転車交通、自転車・歩行者交通の錯綜現象を分析し、これらに対する交通錯綜指標の適用可能性について検討をおこなう。これにより、自転車交通、および自転車・歩行者交通の錯綜現象に対する定量的な評価指標の作成のための指針を得ることが目的である。

## 研究成果の概要（英文）：

It is necessary to develop safety evaluation indices of bicycle traffic, in order to determine the appropriate road space required for bicycle traffic responding to road and traffic conditions. In this study, the traffic conflict phenomenon of bicycle traffic is analyzed. Throughout the analysis, the applicability of the traffic conflict indices to the phenomenon of bicycle traffic is examined.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009 年度	700,000	210,000	910,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：交通工学

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：交通工学・国土計画，交通事故，自転車，自転車・歩行者混合交通，交通錯綜

## 1. 研究開始当初の背景

近年では、都市交通手段として環境負荷の小さい自転車を活用しようという動きが大きくなっている。しかしながら、現状では多くの道路において十分な自転車通行空間が整備されておらず、自転車は歩道上や車道端部など、他の交通主体のための道路空間の一部を利用して通行している。多くの道路では自転車の歩道上の通行が許可されているが、

自転車交通量が多い道路において、歩道上における自転車・歩行者混在交通は自転車・歩行者の両者にとって危険な状況を生じさせている。

このような問題を抜本的に解決するためには自転車専用の通行空間を整備することが必要であるが、現実的にすべての道路に自転車専用の通行空間を整備することは困難である。このため、自転車交通、自転車・歩行者交通における危険性を定量的に明らか

にし、自転車・歩行者の交通需要と利用可能な道路空間の大きさに応じた適切な自転車通行空間の整備方法を検討する必要がある。このためには、自転車交通、自転車・歩行者交通における危険性を、交通現象にもとづき定量的に評価できる指標を作成する必要があると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では、歩道上における自転車交通、自転車・歩行者交通の錯綜現象を分析し、これらの現象に対する交通錯綜指標の適用可能性について検討をおこなう。これにより、自転車交通、および自転車・歩行者交通の錯綜現象に対する定量的な評価指標の作成のための指針を得ることが目的である。

## 3. 研究の方法

自動車交通の錯綜現象の分析に用いられている代表的な指標である TTC (Time to Collision) 指標と、自転車・歩行者の占有空間を用いた錯綜指標との2種の指標について、自転車交通、自転車・歩行者交通の錯綜現象に対して適用をおこない、両者の適用可能性や課題点について比較する。

## 4. 研究成果

### (1) 交通錯綜現象の調査

自転車交通量の多い道路を対象に分析をおこなうため、滋賀県草津市内の市道を調査地点とし、歩道上および自転車道上の自転車交通を歩道橋上からビデオカメラにより撮影した。調査地点は JR 琵琶湖線（東海道本線）南草津駅と立命館大学びわこ・くさつキャンパスとを結ぶ主要経路の途中にあり、大学の始業・終業時間帯を中心に多数の通学の自転車が通行する地点である。

調査地点付近においては、自転車道・歩行者道の整備がおこなわれ、自転車・歩行者交通の分離がおこなわれている。本研究では、自転車道・歩行者道の整備前および整備後の各々に調査をおこない、道路条件の異なる自転車交通、自転車・歩行者交通における錯綜現象を把握することにした。

### (2) TTC 指標の適用可能性

自動車交通の錯綜現象を対象に用いられている TTC 指標を、自転車相互の錯綜現象、および自転車・歩行者の錯綜現象に対して適用し、その適用可能性と課題点を示すことにする。なお、ここでは自転車・歩行者の混在交通を対象に分析をおこなうため、前述の交通錯綜現象の調査のうち、自転車道整備前の調査結果を用いることとする。

まず、交差点付近で合流する自転車交通を

撮影した2日間（各30分間）のビデオ映像において、TTC 指標が有限値として算定できる状況は30件であった。一方、ビデオ映像上では危険と考えられるのにもかかわらず TTC 指標の値が無限大となる状況は11件であった。

このうち TTC 指標が有限値として算定できる状況について、TTC 指標の値と、そのときに観測された自転車の回避行動との関係を表-1に示す。これをみると、TTC 指標の値が0.2秒以下と算定される場合には、対象となる自転車は大きなハンドル操作や減速・停止などの大きな回避行動をおこなっていることがわかる。これらの多くは、前方の自転車が急に進行方向を変えるなど、突発的に錯綜現象が発生した場合に相当する。一方、TTC 指標の値が0.4秒以上と算定される場合には、対象となる自転車は小さなハンドル操作や減速など、比較的余裕のある回避行動で衝突を回避できる状況であることがわかる。これより、TTC 指標の値によって自転車相互の錯綜現象の危険性を判断する場合には、おおむね0.4~0.5秒以下の場合を危険な状況と判断できると考えられる。

表-1 TTC 指標の値と回避行動との関係

TTC 指標	観測件数	回避行動	
		ハンドル操作	減速・停止
0.2 秒以下	3	大	大
0.2 ~ 0.3 秒	9	大・中	-
0.3 ~ 0.4 秒	9	中	小
0.4 ~ 0.5 秒	4	小	小
0.5 秒以上	5	小	-

つぎに、バス停付近の単路部での自転車・歩行者交通を撮影した2日間（各30分間）のビデオ映像において、TTC 指標が有限値として算定できる状況は30件であった。一方、ビデオ映像上では危険と考えられるのにもかかわらず TTC 指標の値が無限大となる状況は23件であった。

このうち TTC 指標が有限値として算定できる状況についてみると、TTC 指標の値はほとんどが1.0秒以上であった。これは歩行者の速度が自転車と比較して小さいことから、自転車相互の場合に比較して突発的に錯綜現象が発生することが少ないこと、多くの自転車は歩行者を回避するために、比較的早くからハンドル操作などの回避行動をおこなうことによると考えられる。しかしながら、TTC 指標の値が1.0秒以下となる場合も6件存在しており、これらは自転車相互の場合と同様に、大きなハンドル操作や減速・停止などの回避行動によって衝突が回避されている。一方、TTC 指標の値が1.5~2.0秒以上であれば小さなハンドル操作や減速など、比

較的余裕のある回避行動で衝突を回避できる状況である。これより、TTC 指標の値によって自転車・歩行者の錯綜現象の危険性を判断する場合には、おおむね 1.0～1.5 秒以下の場合を危険な状況と判断できると考えられる。

また、ビデオ映像上では危険と考えられるのにもかかわらず TTC 指標が有限値として算定できない状況についてみると、多くは 2 台の自転車、あるいは自転車・歩行者が平行またはそれに近い状態で接近して通行している場合であった。この点は自動車交通の場合における TTC 指標の問題点と一致していると考えられる。

(3) 占有空間を用いた錯綜指標の適用可能性  
 自転車交通、自転車・歩行者交通は自動車交通とは異なり、定められた車線や進行方向にもとづいて通行しているわけではないため、比較的無秩序な交通状況が発生しやすい。そこで、既存研究において自転車・歩行者が安全、快適に通行するために確保しようとする空間的範囲として提案されている占有空間を用いて、自転車交通、自転車・歩行者交通の錯綜現象を分析することとした。

既存研究において、自転車の占有空間の面積は、車頭間隔 7.5m と通行幅 1.7m を乗じて 12.8m<sup>2</sup> とされている。また同様に、歩行者の占有空間の面積は 5.0m<sup>2</sup> とされている。

自転車にとって、自車両の占有空間の中に他の自転車・歩行者が侵入した場合には、危険感や不快感をもったり、占有空間を確保するために何らかの回避行動（ハンドル操作や減速・停止など）をおこなったりすると考えられる。このため、本研究ではこの空間的範囲に他の自転車・歩行者が侵入した場合を錯綜現象とみなすこととする。これにより、ある空間内、時間内における錯綜現象の発生件数を計測することにより、その空間内、時間内の自転車交通、自転車・歩行者交通に対する危険性を定量的に示すことができると考えられる。

はじめに、整備前の歩道における自転車交通の錯綜現象の分析をおこなう。ここでは、自転車が道路上のある断面を通過した時点におけるその自転車の占有空間を設定し、その空間的範囲に他の自転車・歩行者が存在した場合に錯綜現象とみなすことにした。このため、観測されたビデオ映像を 5 秒間ごとに区分し、5 秒間ごとの錯綜現象の発生件数を計測することとした。なお、交通密度の算定においては、自転車・歩行者の占有空間の面積が異なる（自転車：12.8m<sup>2</sup>、歩行者：5.0m<sup>2</sup>）ことから、歩行者の交通密度を自転車の交通密度に換算（換算係数：0.39 = 5.0/12.8）し、自転車・歩行者をあわせて自転車換算交通密度として用いることとした。

図-3 に、5 秒間ごとの自転車換算交通密度と、錯綜現象の発生件数との関係を示す。これを見ると、交通密度が大きい場合には錯綜現象の発生件数も大きくなっており、交通密度と錯綜現象の発生件数との間には正の相関関係が認められることがわかる。すなわち、占有空間を用いた錯綜指標によって求められる錯綜現象の発生件数に対して、交通密度が大きな要因となることがいえる。これより、錯綜現象の発生件数を減少させるためには何らかの方法によって交通密度を減少させることが有効であるものと考えられる。

つぎに、整備後の自転車道における自転車交通の錯綜現象の分析をおこない、整備前後の比較、および朝夕の走行速度の違いによる比較をおこなう。

図-4、図-5 に、朝夕の各々の時間帯について、5 秒間ごとの自転車換算交通密度と、錯綜現象の発生件数との関係を示す。ここで、朝夕の時間帯の交通状況の違いとしては、前述のように調査地点付近の道路が南草津駅から立命館大学へ向かう方向に緩い上り勾配となっていることから、夕方の時間帯の自転車交通の方が下り勾配となり、走行速度が大きくなっていることが挙げられる。具体的な走行速度の違いをみると、朝の時間帯の自転車の平均速度は約 15km/h であるのに対して、夕方の時間帯の自転車の平均速度は約 25km/h であった。すなわち、朝夕の時間帯で自転車の平均速度に約 10km/h の違いがあることになる。

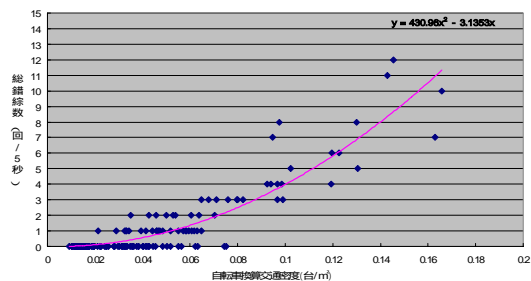


図-3 交通密度と錯綜現象との関係（整備前）

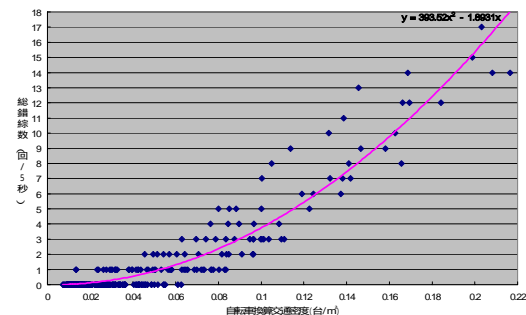


図-4 交通密度と錯綜現象との関係（整備後・朝）

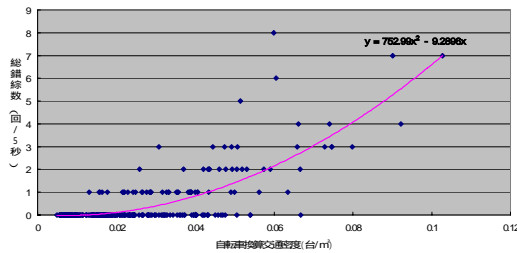


図-5 交通密度と錯綜現象との関係(整備後・夕)

ここで、自転車道の整備前後で同じ朝の時間帯を比較した図-3、図-4をみると、大きな差異はないが、整備後の方が同じ交通密度に対してやや錯綜現象の発生件数が減少している様子がわかる。整備前の歩道、整備後の自転車道とも幅員は約3.5mであることから、この違いは自転車・歩行者交通を分離したことによるものと考えられる。すなわち、自転車・歩行者交通の分離をおこなうことにより、錯綜現象の発生件数を減少できる可能性があるものと考えられる。

一方、朝夕の時間帯の走行速度による違いを比較した図-4、図-5をみると、走行速度の大きい夕方時間帯の方が同じ交通密度に対して錯綜現象の発生件数が多くなっている様子がわかる。すなわち、同一の道路条件であっても走行速度が大きい方が錯綜現象の発生件数が多くなることがわかる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

著者名: 小川圭一, 論文標題: 歩道設置道路における自転車の通行位置選択行動に関する分析, 雑誌名: 交通科学, 査読: 有, 巻: 40-2, 発行年: 2010, ページ: 63-68

著者名: 小川圭一, 論文標題: 幹線道路における自動二輪車の走行挙動と路肩幅員・車線数との関連分析, 査読: 有, 雑誌名: 第29回交通工学研究発表会論文集, 発行年: 2009, ページ: 21

著者名: 小川圭一, 論文標題: 往復2車線道路における自動二輪車の路肩走行挙動に関する分析, 雑誌名: 土木計画学研究・論文集, 査読: 有, 巻: 25-4, 発行年: 2008, ページ: 955-962

[学会発表](計7件)

発表者名: K. Ogawa, 発表標題: An Analysis of Traffic Conflict Phenomenon of Bicycles Using Space Occupancy Index, 学会名等: Seminar on Theory and Application of Pedestrian Travel Culture, 発表年月日: 2010年12月3日, 発表場所:

釜山国立大学(大韓民国・釜山市)

発表者名: 小川圭一, 発表標題: 自転車通行可の歩道上における自転車・歩行者の通行位置に関する分析, 学会名等: 土木学会第65回年次学術講演会, 発表年月日: 2010年9月1日~3日, 発表場所: 北海道大学(北海道)

発表者名: 小川圭一, 宮本厚, 発表標題: 南草津地区における通勤・通学時の歩行者・自転車の安全環境整備のための社会実験, 学会名等: 平成22年度近畿地方整備局研究発表会, 発表年月日: 2010年7月16日, 発表場所: 国土交通省近畿地方整備局(大阪府)

発表者名: 杉山宏祐, 小川圭一, 発表標題: ICタグによる計測データを用いた自転車利用者の経路選択行動分析, 学会名等: 第41回土木計画学研究発表会, 発表年月日: 2010年6月5日~6日, 発表場所: 名古屋工業大学(愛知県)

発表者名: 杉山宏祐, 小川圭一, 発表標題: 南草津地区での社会実験に基づく自転車利用者の経路選択行動の分析, 学会名等: 平成22年度土木学会関西支部年次学術講演会, 発表年月日: 2010年5月22日, 発表場所: 京都大学(京都府)

発表者名: 小川圭一, 発表標題: 自転車・歩行者交通の錯綜評価, 学会名等: 土木学会土木計画学研究委員会 ワンディセミナー No.53 自転車から中速グリーンモードへ - 利用空間整備の方向とその評価 -, 発表年月日: 2009年3月6日, 発表場所: 野口英世会館(東京都)

発表者名: 小川圭一, 発表標題: 幹線道路の渋滞時における自動二輪車の走行挙動と路肩幅員・車線数との関連分析, 学会名等: 第38回土木計画学研究発表会, 発表年月日: 2008年11月1日~3日, 発表場所: 和歌山大学(和歌山県)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

小川 圭一 (OGAWA KEIICHI)  
立命館大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 50303508