

# 夜間における自動車の自転車追越し挙動 に関する特性分析

櫻井淳<sup>1</sup>・川島光樹<sup>2</sup>・石綿昭裕<sup>2</sup>・松本修一<sup>3</sup>・川合康央<sup>4</sup>

1正会員 文教大学専任講師 情報学部 情報システム学科 (〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷1100)  
E-mail: sakuraij@bunkyo.ac.jp

2非会員 文教大学 情報学部 情報社会学科 (〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷1100)

3正会員 文教大学准教授 情報学部 情報社会学科 (〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷1100)  
E-mail: shuichi@bunkyo.ac.jp

4非会員 文教大学教授 情報学部 情報システム学科 (〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷1100)  
E-mail: kawai@bunkyo.ac.jp

単路部等において、自転車が進行中に後ろから自動車に追突される死亡事故の割合は5.3%と突出して高く、その約7割は夜間に発生している。そうしたことから、自転車側による尾灯の設置、服装の工夫や、道路照明や反射材の設置などの視認性向上の手法が推奨されるなど、夜間も含めた安全で快適な自転車通行空間の計画立案および整備が喫緊の課題といえる。しかし、これまで自転車の視認性に関する研究は多く実施されているが、夜間において自転車に対する自動車の追越し挙動の危険性に言及した研究はほとんどなされていない。そこで、本研究では昼間と夜間において自転車に対する自動車の追越し挙動の特性を分析した。その結果、自動車の走行速度と離隔距離のそれぞれで時間要因の主効果に有意差が確認された。

**Key Words :** Probe Bicycle, Passing Distance, Traffic Safety, Overtaking maneuvers

## 1. はじめに

現在、自転車は、通勤や買い物などの日常生活、サイクリングなどのレジャーのほか、コンパクトシティに向けたまちづくりを支える移動手段などとして重要な役割を担っている。国土交通省の調査<sup>1)</sup>によると、日本における自転車保有台数は増加傾向にあり、2013年時点で約7,200台と自動車保有台数と同程度である。また、人口1人あたりの保有台数も欧米諸国と比較して高水準である。

近年、全体の交通事故死者数は減少傾向にある一方で、全交通事故に占める自転車関連事故の構成比は約20%前後で横ばい傾向が続いている<sup>2)</sup>。また、国土交通省が取り纏めた調査<sup>3)</sup>によると、自転車利用者の事故類型別致死率は、単路部等において自転車が進行中に後ろから追突される事故が5.3%と突出して高く、その約7割は夜間に発生している。こうした実態を踏まえ、国土交通省と警察庁では、自転車通行空間の整備に関するガイドライン<sup>4)</sup>を作成するなど、各自治体への自転車ネットワーク計画の策定を推進している。そこでは、夜間において自動車による自転車への追突の危険性が高まることから、自転車側による尾灯の設置、服装の工夫や、道路照明や

反射材の設置などの視認性向上の手法を提案するなど、夜間も含めた安全で快適な自転車通行空間の計画立案および整備を推進している。

こうした状況下で、夜間における自転車の視認性を評価するための研究は複数実施されてきた。たとえば、Wood et al. (2013)<sup>5)</sup>は、25人の自転車乗用者を対象とした走行実験により、反射材やライトの装着有無による自転車と自動車の運転者の間に視認性の差異があることを示している。また、Wood et al. (2010)<sup>6)</sup>の別の研究では、夜間の若年者と高齢者の自動車運転を比較し、高齢者のほうが自転車運転者の視認性が低下することを示している。このように、自転車の視認性に関する研究は多くなされているが、夜間において自転車に対する自動車の追越し挙動の危険性に言及した研究はほとんどなされていない。

そこで、本研究では、夜間における自転車に対する自動車の追越し挙動の特性を分析し、単路部における自転車走行の危険性を明らかにすることを目的とする。まず、2章にて関連研究を調査した上で、本研究の位置づけを述べる。次に、3章にて追越し実験の概要、4章にてその結果を整理する。そして、5章にて本研究を総括する。

## 2. 既存研究と本研究の位置づけ

本章では、本研究の遂行に先立ち、自転車に対する自動車の追越し挙動に関する既存研究を整理する。また、その結果を踏まえて本研究の位置づけを明確にする。

### (1) 自転車に対する自動車の追越し挙動の既存研究

自転車に対する自動車の追い越し挙動に関する既存研究として、超音波センサや LiDAR とよばれるレーザー光のセンサなどを搭載したプローブ自転車を用いる方法、道路標識などに設置したビデオカメラで観測する方法やシミュレータを用いる方法が一般的に採用されており、追越し時の自動車速度や、自転車と自動車との離隔距離を測定して走行特性を分析する研究が多くなされている。

国内において、山中ら<sup>7)</sup>は、離隔距離、自動車速度や7件法で発話した安全感などのデータを用いて、車道走行する自転車の安全感評価モデルの構築を試みている。また、原澤ら<sup>8)</sup>は、自転車走行空間を20種類に類型化し、プローブ自転車による走行実験により、1m以上のカラー舗装と矢羽根が安全感の向上に影響を与えることを示している。さらに、水尻ら<sup>9)</sup>の研究では、ドライビングシミュレータ（以下、DS）の仮想空間における走行実験とプローブ自転車を用いた実走実験を比較し、自動車の走行速度や離隔距離の再現性が高いことを示した上で、DS上の実験により対向車の存在が離隔距離に大きく影響を及ぼすことを示している。

こうした研究は、海外においても数多く実施されている。表-1は、各国で実施された追越し時の離隔距離に関する研究<sup>10)29)</sup>を対象に、収集データの時間帯、測定サンプル数、離隔距離の平均値、1m未満の割合（3フィートまたは1.5mの場合は括弧書きで注釈）などをまとめたものである。これらの中で、たとえば、Parkin and Meyers<sup>10)</sup>は、自転車レーンの有無に着目し、制限速度が時速40マイルと50マイルの道路において、自転車レーン無しのほうが有意に大きな離隔距離となった一方で、時速30マイルの道路では有意差がないことが示された。また、Walker et al.<sup>13)</sup>は、自転車乗用者の外見に着目し、7種類の服装による離隔距離への影響をプローブ自転車で行った。その結果、離隔距離1m未満の割合において、上着の後ろに「POLICE（警察）」とラベル付けした服装では24.5%であるのに対し、「POLITE - 速度を落としてください」と付けた服装では43.1%となり、外見に影響を与える可能性を示した。

一方、夜間の研究事例として、Debnath et al.<sup>29)</sup>は、自転車乗用者の特徴、道路構造や交通特性などが離隔距離に与える影響を総合的に調査するために、標識などに設置した赤外線機能付きのビデオカメラを用いて全時間帯の走行データを収集した。その結果、全データである

1,846サンプルの離隔距離の平均値が1.86mであるのに対し、夜間帯（17:00～4:59）の131サンプルの平均値は1.67mであり、夜間帯のほうが小さくなる傾向にあることを示している。また、Black et al.<sup>29)</sup>は、自転車用の補助灯と反射板の効果を検証するために、夜間において14人の自動車乗用者を対象に、自転車追越し時の自動車と自転車の離隔距離を超音波センサで測定した。その結果、自転車後方に設置した補助灯が一つの場合と比較して、脚への反射板や、ヘルメットや自転車ハンドルへの補助灯を追加で装着することで離隔距離が大きくなり、安全性が高まっている可能性を示している。

### (2) 本研究の位置づけ

前述のとおり、追越し挙動の特性の把握を試みた既存事例は多く存在するが、夜間に着目した事例に限ると、以下の観点で課題があると考えられる。

- 日本の道路において、夜間における追越し挙動の特性の違いが明らかになっていないこと
- 海外において、夜間の追越し挙動を比較した研究は存在するが、自転車乗用者が感じる追越し時の主観評価に着目した分析はなされていないこと

そこで、本研究では、1点目に対して、複数の単路部の道路において時間帯別の走行実験を行い、自動車の速度および離隔距離に着目した追越し挙動を比較する。また、2点目に対して、自転車乗用者に対して追越し時の危険感の集計を行い、昼間と夜間の自動車に対する意識の違いを分析することを目的とする。

表-1 既存研究の整理

国	文献	発行年	時間帯	測定数	離隔距離	
					平均(m)	1m未満(%)
GBR	10)	2010	昼間	1819	1.13-1.69	-
NZL	11)	2016	不明	6,268	2.05	1.40%
USA	12)	2012	昼間	586	-	16%(3ft)
GBR	13)	2014	昼間	5,690	-	24.5-43.1%
TWN	14)	2013	昼間	1,380	1.68	-
USA	15)	2012	不明	1,151	1.92-1.95	9.3%(3ft)
ESP	16)	2017	不明	2,928	-	36%(1.5m)
AUS	17)	2019	不明	18,527	1.73	5.9%
AUS	18)	2021	不明	16,476	-	0.4-3.2%
CAN	19)	2022	昼間	3,591	1.76	3.1%
USA	20)	2021	昼間	2,838	1.81	-
AUS	21)	2021	不明	18,527	-	5.9%
GBR	22)	2014	昼間	500	1.60-1.70	-
USA	23)	2020	昼間	120	1.89	-
ITA	24)	2021	昼間	134	1.41-1.42	-
JPN	25)	2018	昼間	252	1.27-1.46	-
FRA	26)	2020	昼間	1,296	0.80-1.54	-
AUS	27)	2018	昼間	1,113	1.41-1.69	-
AUS	28)	2018	全て	1,846	1.86	-
AUS	29)	2020	夜間	224	1.49	17.8%

### 3. 自転車追越し挙動の測定実験

本研究では、国内外において研究事例の少ない夜間の自転車走行安全性の検証に着目し、プローブ自転車を用いて、自動車またはバイクの車道走行時の自転車追越し挙動の測定実験を実施した。以下にその概要を述べる。

#### (1) 実験環境

##### a) プローブ自転車

実験機材として、図-1に示すように、研究者らが作成した超音波センサやアクションカメラなどを備えたプローブ自転車<sup>30)</sup>を使用した。

##### b) 実験場所

実験場所は、図-2に示すように、神奈川県藤沢市の県道 43 号藤沢厚木線と亀井野二本松線が交差する道路周辺における周回コースとした。対象とした道路 (A, B, C1, C2, D) の道路構造を表-2に示す。なお、C1 と C2 は



図-1 プローブ自転車



図-2 実験場所 (背景地図: Google Map)

同じ直線上にあるが、中間の交差点を境目にセンターラインの有無が変わるため、それぞれ別の道路として分類した。

##### c) 被験者

被験者は、表-3に示すように、20代前半の男性3名、女性4名の7名 (平均 20.9 歳、標準偏差 0.8 歳) を対象とした。各被験者に対しては、実験開始前のインフォームドコンセントにおいて、1) 実験により生じる被験者への不利益、2) プライバシーへの配慮、3) 実験に参加しない自由の確保に関して十分な説明を行い、実験に参加することの同意を得た。

#### (2) 実験方法

本実験では、被験者がプローブ自転車に乗り、道路の車道外側線上をなるべく走行するように指示した。また、自動車やバイクが自転車を追い越した際の自転車乗用者が感じる危険感を収集するために、4段階 (0: 安全, 1: やや危険, 2: 危険, 3: 非常に危険) の危険感を示した紙を自転車の前カゴに貼り付け、追越し時に被験者が「やや危険」以上の危険を感じた際に、危険感の番号を発声することとした。これらの教示の上、各被験者には、昼間と夜間のそれぞれで実験場所を3周 (約30分) してデータを収集した。なお、本実験は、2022年11月25日~12月23日の間において、昼間は11時~15時30分、夜間は日没後の17時~18時の時間帯に実施した。

#### (3) 追越し挙動の測定方法

追越し挙動として、図-3に示すように、自動車またはバイクの走行速度と、それらと自転車との離隔距離を測定した。走行速度に関しては、自転車に搭載したカメラ

表-2 実験場所の道路構造

No.	片側車線数	センターライン	距離	制限速度	車線幅員
A	1車線	橙実線	約 573m	40km/h	約 3.7m
B	2車線	白破線	約 435m	60km/h	約 2.8m
C1	1車線	白破線	約 326m	30km/h	約 3.4m
C2	1車線	無し	約 225m	30km/h	約 2.6m
D	1車線	白破線	約 406m	40km/h	約 3.7m

表-3 被験者属性

No.	年齢	性別	視力	運転頻度
1	21	男	右:0.7 左:0.7	月に1回程度乗車
2	20	男	右:1.1 左:1.1	週に3-4回程度乗車
3	22	男	右:0.4 左:0.4	月に1回程度乗車
4	21	女	右:1.0 左:1.0	月に1回程度乗車
5	20	女	右:1.0 左:1.1	週に3-4回程度乗車
6	20	女	右:1.1 左:0.8	週に3-4回程度乗車
7	22	女	右:0.7 左:0.7	月に1回程度乗車

を用いて、後カメラの後方 3m から計測を開始し、後カメラから前カメラまでの距離 0.91m を通過した後、前カメラの 3m 前方で計測を終了した。そして、その距離を通過する時間を計測し、時間差をもとに式(1)により計算した。

$$v_{fol} = \frac{0.91}{t_{front} - t_{rear}} \times 3.6 + v_{cyc} \quad (1)$$

ここで、 $v_{fol}$  を自動車・バイク速度、 $v_{qc}$  を自転車速度、 $t_{front}$  を前カメラ計測時刻、 $t_{rear}$  を後カメラ計測時刻とする。また、離隔距離に関しては、自転車の後ろカゴに横向

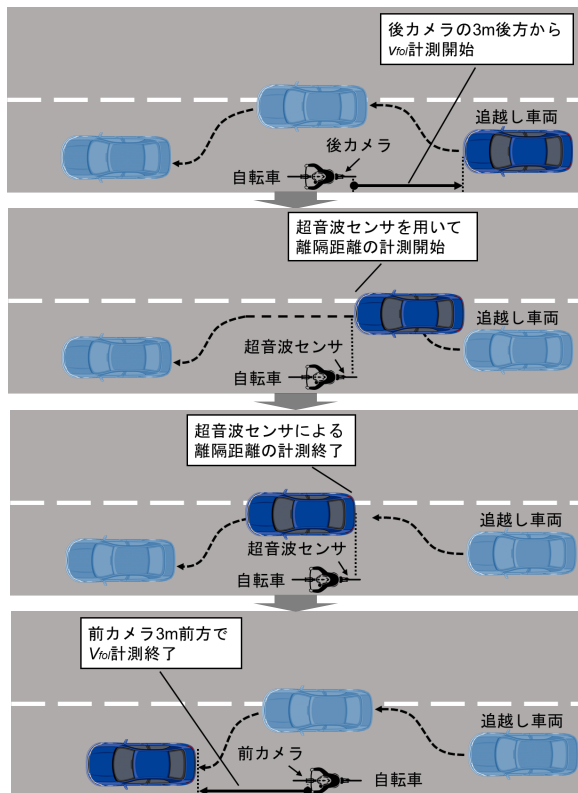


図-3 追越し時のデータ収集の概要

表-4 サンプルの内訳および追越し挙動の測定結果

分類項目	サンプル	$V_{qc}$		$V_{fol}$		離隔距離		
		平均	SD	平均	SD	平均	SD	
時間	昼	460	11.9	2.0	45.7	11.9	136.9	31.6
	夜	441	11.8	2.2	38.8	10.7	131.5	34.5
対象道路	A	378	11.4	1.7	41.3	12.4	141.7	24.7
	B	286	12.6	2.0	46.4	10.9	113.7	29.4
	C1	104	12.0	1.3	40.5	9.6	144.1	31.7
	C2	76	11.2	3.1	35.3	8.7	134.6	37.7
	D	57	11.8	3.1	41.5	12.5	169.7	36.0
車種	普通	751	11.8	2.1	41.9	12.1	134.5	32.9
	大型	108	12.1	1.9	44.7	9.9	126.1	33.5
	二輪	42	12.0	2.0	43.4	11.1	151.0	29.7
合計	901	11.9	2.1	42.3	11.8	134.3	33.1	

きに設置した超音波センサを用いて、自転車から対象物までの距離を約 7Hz で常時記録し、追越し時に測定された複数の値の中で最短となる値を離隔距離とした。

なお、研究者らの研究<sup>30)</sup>の精度検証にて、速度が誤差 5.5%、離隔距離が誤差 6.6%であったため、追越し挙動を比較分析するための一定の精度を要していると考えられる。

#### 4. 実験結果および考察

本実験で収集した追越し挙動のデータ数は計 901 サンプルであった。その内訳として時間、対象道路、車種による分類結果を表-4 に示す。ここで車種は、道路交通法<sup>31)</sup>における大型・中型・準中型の自動車を大型、普通自動車を普通、大型・小型の自動二輪車を二輪と定義した。

実験結果の整理方法として、まず、走行速度 ( $v_{fol}$ ) と離隔距離は、Tukey 法による箱ひげ図を作成した。また、道路要因 (5 路線) および時間要因 (昼間・夜間) で構成される 2 要因 10 条件の二元配置分散分析を行い、Bonferroni 法による多重比較で検証した。次に、危険感、時間帯別による発生割合と、カーネル密度推定による離隔距離と危険感の関係性を比較した。さらに、危険な追越し挙動の要因を分析するために、二項ロジスティック回帰分析を行った。以下にこれらの結果を述べる。

##### (1) 走行速度 ( $v_{fol}$ )

自転車追越し時の  $v_{fol}$  に関する結果を図-4 に示す。これらの二元配置分散分析の結果、道路要因 ( $F(4, 900)=18.9, p<0.001$ ) と時間要因 ( $F(1, 900)=41.9, p<0.001$ ) の主効果に有意差が得られた一方、交互作用 ( $F(4, 900)=1.6, p=0.17$ ) に有意差は認められなかった。また、多重比較の結果、道路要因に着目すると、制限速度が最も大きい道路 B において、昼間では道路 A・C1・C2・D、夜間では道路 A・C2 よりも  $v_{fol}$  が有意に大きかった ( $p<0.01$ )。一方、時間要因に着目すると、制限速度が 40km/h 以上の道路 A・B・D において、昼間のほうが夜間よりも  $v_{fol}$  が有意に大きい結果を示した ( $p<0.01$ ) が、制限速度 30km/h の道路 C1・C2 において有意差は確認されなかった。以上より、全体的に昼間のほうが  $v_{fol}$  は大きくなり、その傾向は道路の制限速度が大きいほうが顕著であることがわかった。

##### (2) 離隔距離

自転車追越し時の離隔距離に関する結果を図-5 に示す。これらの二元配置分散分析の結果、走行速度の場合と同様に、道路要因 ( $F(4, 900)=65.7, p<0.05$ ) と時間要因 ( $F(1, 900)=3.9, p<0.001$ ) に有意差があり、交互作用 ( $F(4, 900)=1.4, p=0.24$ ) に有意差は確認されなかった。また、多重比較の結果、時間要因に着目すると、道路 B におい

て、昼間のほうが夜間よりも離隔距離が大きい結果 ( $p < 0.01$ ) が確認された。この傾向は、オーストラリアで実施された既存研究<sup>28)</sup>と一致するものであり、夜間では自動車が自転車の近くを追越すために危険性が高まっている可能性が示された。

### (3) 危険感

追越し時の危険感の発生割合に関して、昼間と夜間の時間別に集計を行った結果を図-6に示す。この結果より、

安全の割合が昼間では 78%であるのに対し、夜間では 67%となっており、夜間のほうが 10%程度危険に感じる割合が高いことがわかった。

また、昼間と夜間の危険感と離隔距離の関係性を比較するため、図-7に示すように、危険感を「やや危険以上」と発声した割合に関して、離隔距離をもとにカーネル密度推定グラフで表した。この結果から、夜間のほうが距離の小さい場合に危険を感じる割合が高い傾向にある。これらのことから、夜間においては、昼間よりも離隔距離の小さい危険な追越し挙動の割合が高く、それによって自転車乗用者自身も危険に感じている可能性を示唆している。

### (4) 危険な追越し挙動の要因分析

これらの実験結果より、夜間における走行速度、離隔距離、危険感の各指標における追越し挙動への影響が確認された。しかし、追越し挙動に影響を与える要因には、時間帯以外にも、道路構造や交通状況などの様々な要因が考えられる。そこで、本研究では、複数の道路を対象

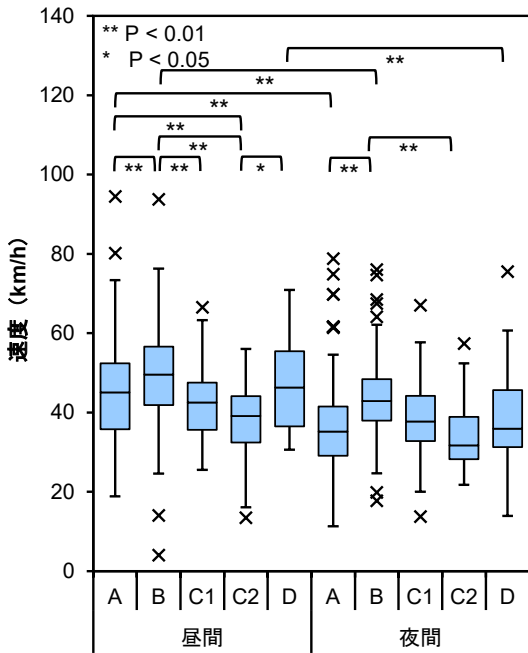


図-4 走行速度の結果 (時間・道路別)

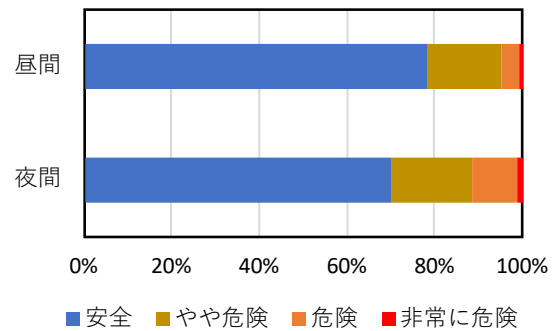


図-6 時間別による危険感の発生割合

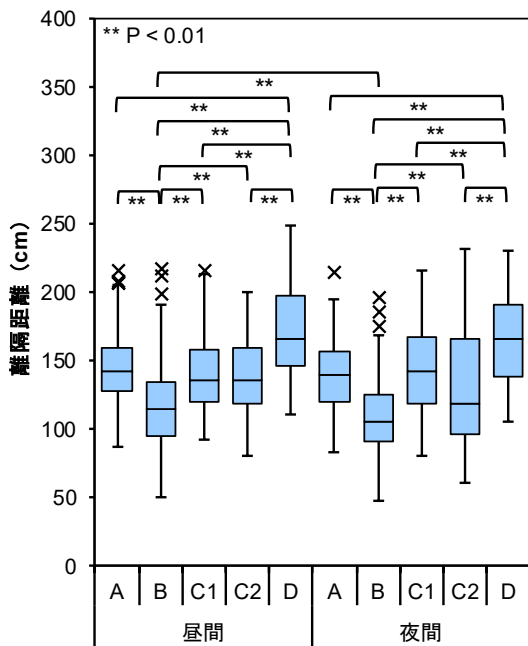


図-5 離隔距離の結果 (時間・道路別)

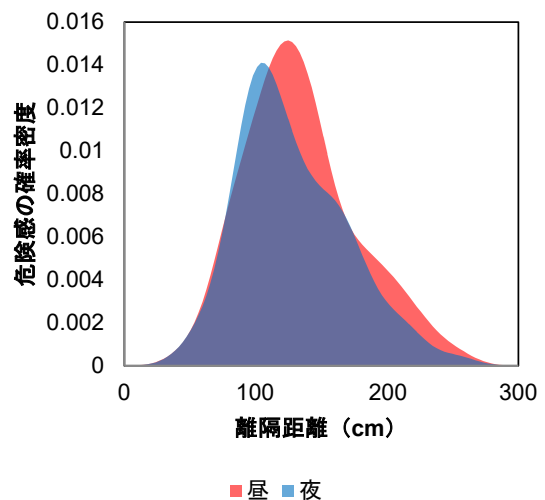


図-7 危険感と離隔距離の関係 (カーネル密度推定)

表-5 危険な追越し挙動の分析に用いた変数

変数	説明
$v_M$	自動車・バイクの速度 (km/h)
$v_G$	自転車の速度 (km/h)
センターラインダミー	0: ライン無し 1: ライン有り
2車線ダミー	0: 片側1車線 1: 片側2車線
大型車ダミー	0: 大型車以外 1: 大型車
バイクダミー	0: バイク以外 1: バイク
対向車ダミー	0: 5秒未満に対向車無し 1: 5秒未満に対向車有り
夜間ダミー	0: 昼間 1: 夜間

表-6 危険な追越し挙動の回帰分析結果

		偏回帰 係数	オッ ズ比	P 値	判 定
説 明 変 数	$v_M$	-0.02	0.98	0.11	
	$v_G$	-0.06	0.95	0.25	
	センターライ ンダミー	-1.62	0.20	<0.001	**
	2車線ダミー	2.72	15.18	<0.001	**
	大型車ダミー	0.22	1.25	0.45	
	バイクダミー	-1.66	0.19	0.03	*
	対向車ダミー	-0.17	0.84	0.48	
	夜間ダミー	0.65	1.91	<0.01	**
定数項		-0.46	0.63	0.47	
決定係数		Cox-Snell $R^2$		Nagelkerke $R^2$	
		0.17		0.29	
回帰式の有意性		P<0.001			
判別の中率		84.86%			

に実験を行ったため、道路構造と時間帯の要因に着目し、危険な追越し挙動の要因分析を行った。

危険な追越し挙動に関しては、前述の表-1に示すように、多くの既存研究において、1m または 3 フィート (約 0.91m) 未満の離隔距離を基準として危険な追越し挙動と定義し、その割合を算出している。そこで、本研究では、離隔距離が 1m 未満の場合に 0、1m 以上の場合に 1 とした目的変数と、表-5に示す説明変数を用いて、強制投入法による二項ロジスティック回帰分析を行った。

その回帰分析結果を表-6に示す。この結果より、モデルの決定係数が Cox-Snell  $R^2$ では 0.17、Nagelkerke  $R^2$ では 0.29 とやや低くなった点は留意すべきであるが、尤度比検定により回帰式の有意性が認められた ( $p<0.001$ ) ため、統計的に意味があることを確認した。また、各変数に着目すると、センターラインダミー ( $p<0.001$ )、2車線ダミー ( $p<0.001$ )、バイクダミー ( $p<0.05$ )、夜間ダミー ( $p<0.01$ ) において有意差が確認された。つまり、センターラインが存在しないこと、片側1車線ではなく片側2車線であること、バイクよりも自動車であること、昼間よりも夜間であることによって、離隔距離 1m 未満の追越しが増加する傾向にあることがわかった。また、

オッズ比に着目すると、2車線ダミーの 15.18 に続いて、夜間ダミーの 1.91 が 2 番目に大きいことから、夜間における影響は相対的に比較的大きい可能性がある。

ただし、本実験の結果は、前述の表-4に示すように、道路によってサンプル数が異なることや、限定的な道路を対象としているため、サンプル数を増やすことで異なる傾向を示す可能性があることに留意が必要である。

## 5. おわりに

本研究では、昼間と夜間を対象に、自転車に対する自動車の追越し挙動を比較した研究が少ない点や、その際に自転車乗用者が感じる危険感の分析がなされていない点に着目し、昼間と夜間のそれぞれで追越し挙動の測定実験を行い、それらの特性把握を試みた。その結果、以下の知見が得られた。

- 自動車の走行速度に関して、全体的に昼間のほうが大きく、その傾向は道路の制限速度が大きいほうが顕著であること
- 離隔距離に関して、制限速度 60km/h かつ片側 2 車線の道路においては、夜間のほうが有意に小さい値となったこと
- 危険感に関して、昼間よりも夜間のほうが危険と感じる割合が高く、その際の離隔距離は昼間よりも小さい傾向にあること
- 二項ロジスティック回帰分析により、離隔距離が 1m 未満の危険な追越し挙動の要因の一つとして、夜間であることが有意に影響を示したこと

これらの結果より、夜間において離隔距離が小さくなり、自転車乗用者が危険に感じる割合が高くなっている可能性が示された。よって、夜間では、自動車運転者が意図せずに危険な追越しを行っている可能性があり、自転車乗用車との間に危険感に対する意識の齟齬が生じている可能性が示唆される。

今後、さらに様々な道路を対象とした追加実験を行うことで、道路構造、自動車の交通状況や自転車の人物属性など、他の要因の影響をより詳細に把握できる可能性がある。また、自動車側と自転車側のそれぞれで危険感を収集し、昼間と夜間で両者に差が生じていることを評価することで、交通安全対策に対する啓発の一助となる可能性がある。さらに、既存研究<sup>29)</sup>を参考に、日本においても自転車用の補助灯や反射板などの効果を検証することで、夜間の走行安全性を向上させるための手段を追究していきたい。

謝辞：本研究は、国土交通省道路局が設置する新道路技

術会議の技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「車道基本の自転車通行環境整備による交通事故特性と新たな道路交通安全改善策に関する研究開発」および文教大学共同研究費で行われた。また、本研究の遂行にあたり、徳島大学大学院山中英生教授、大阪市立大学吉田長裕准教授より貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：平成26年度政策レビュー結果（評価書）自転車交通，<https://www.mlit.go.jp/common/001259529.pdf>（2023年2月27日アクセス）。
- 2) 警察庁：交通事故発生状況，[https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/index\\_jiko.html](https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/index_jiko.html)（2023年2月27日アクセス）。
- 3) 国土交通省：交通事故のない社会を目指した今後の車両の安全対策のあり方について，<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001411236.pdf>（2023年2月27日アクセス）。
- 4) 国土交通省道路局，警察庁交通局：安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン，2016。
- 5) Wood, M. J., Tyrrell, A. R., Marszalek, R., Lacherez, P. and Carberry, T.: Bicyclists overestimate their own night-time conspicuity and underestimate the benefits of retroreflective markers on the moveable joints, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 55, pp. 48-53, 2013.
- 6) Wood, M. J., Tyrrell, A. R., Marszalek, R., Lacherez, P., Carberry, T., Chu, B. and King, M.: Cyclist visibility at night: Perceptions of visibility do not necessarily match reality, *Journal of the Australasian College of Road Safety*, Vol. 23, No. 3, pp. 56-60, 2010.
- 7) 山中英生，亀井壤史：プローブバイシクルを用いた車道走行自転車の安全感評価モデルの開発，土木学会論文集D3（土木計画学），Vol. 71, No. 5, pp. I\_623-I\_628, 2015.
- 8) 原澤拓也，山中英生，西本拓弥：追越挙動に基づく車道部自転車通行空間の安全感評価モデルの開発，土木学会論文集D3（土木計画学），Vol. 72, No. 5, pp. I\_845-I\_852, 2016.
- 9) 水尻翼，辰巳浩，吉城秀治，堤香代子，向井康裕：車道走行する自転車が自動車の走行挙動に及ぼす影響に関する研究，交通工学論文集，Vol. 5, No. 2, pp. A\_64-A\_72, 2019.
- 10) Parkin, J. and Meyers, C.: The effect of cycle lanes on the proximity between motor traffic and cycle traffic, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, pp. 159-165, 2010.
- 11) Balanovic, J., Davison, A., Thomas, J., Bowie, C., Frith, B., Lusby, M., Kean, R., Schmitt, L., Beetham, J., Rovertson, C., Trotter, M., Kortegast, P. and Burton, J.: Investigating the feasibility of trialling a Minimum Overtaking Gap law for motorists overtaking cyclists in New Zealand, *NZ Transport Agency Internal Report*, 2016.
- 12) Love, C. D., Breaud, A., Bums, S., Margulies, J., Romano, M. and Lawrence, R.: Is the three-foot bicycle passing law working in Baltimore, Maryland?, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 48, pp. 451-456, 2012.
- 13) Walker, I., Garrard, I. and Jowitt, F.: The influence of a bicycle commuter's appearance on drivers' overtaking proximities: An on-road test of cyclist stereotypes, high-visibility clothing and safety aids in the United Kingdom, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 64, pp. 69-77, 2014.
- 14) Chuang, K.-H., Hsu, C.-C., Lai, C.-H., Doong, J.-L. and Jeng, M.-C.: The use of a quasi-naturalistic riding method to investigate bicyclists' behaviors when motorists pass, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 56, pp. 32-41, 2013.
- 15) Chapman, R. J. and Noyce, A. D.: Observations of Driver Behavior during Overtaking of Bicycles on Rural Roads, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2321, No. 1, pp. 38-45, 2012.
- 16) Llorca, C., Angel-Domenech, A., Agustin-Gomez, F. and Garcia, A.: Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads: Analysis on speed and lateral clearance, *Safety Science*, Vol. 92, pp. 302-310, 2017.
- 17) Beck, B., Chong, D., Olivier, J., Perkins, M., Tsay, A., Rushford, A., Li, L., Cameron, P., Fry, R. and Johnson, M.: How much space do drivers provide when passing cyclists? Understanding the impact of motor vehicle and infrastructure characteristics on passing distance, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 128, pp. 253-260, 2019.
- 18) Mackenzie, J.R.R., Dutschke, J.K. and Ponte, G.: An investigation of cyclist passing distances in the Australian Capital Territory, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 154, 2021.
- 19) Henao, A. and Apparicio, P.: Dangerous Overtaking of Cyclists in Montréal, *safety*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-14, 2022.
- 20) Feizi, A., Mastali, M., Houten, V. R., Kwigizile, V., Oh, J.-S.: Effects of bicycle passing distance law on drivers' behavior, *Transportation Research Part A*, Vol. 145, pp. 1-16, 2021.
- 21) Beck, B., Perkins, M., Olivier, J., Chong, D. and Johnson, M.: Subjective experiences of bicyclists being passed by motor vehicles: The relationship to motor vehicle passing distance, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 155, 2021.
- 22) Shackel, C. S. and Parkin, J.: Influence of road markings lane widths and driver behaviour on proximity and speed of vehicles overtaking cyclists, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 73, pp. 100-108, 2014.
- 23) Herrera, N., Parr, A. S. and Wolshon, B.: Driver compliance and safety effects of three-foot bicycle passing laws, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 6, 2020.
- 24) Rossi, R., Orsini, F., Tagliabue, M., Di-Stasi L. L., Cet. D. G. and Gastaldi, M.: Evaluating the impact of real-time coaching programs on drivers overtaking cyclists, *Transportation Research Part F*, Vol. 78, pp. 74-80, 2021.
- 25) Bianchi-Piccinini, F. G., Moretto, C., Zhou, H., Itoh, M.: Influence of oncoming traffic on drivers' overtaking of cyclists, *Transportation Research Part F*, Vol. 59, pp. 378-388, 2018.

- 26) Mecheri, S., Rosey, F. and Lobjois, R.: Manipulating constraints on driver-cyclist interactions in a fixed travel space: Effects of road configuration on drivers' overtaking behavior, *Safety Science*, Vol. 123, 2020.
- 27) Haworth, N., Heesch, C. K., Schramm, A. and Debnath, K. A.: Do Australian drivers give female cyclists more room when passing?, *Journal of Transport & Health*, Vol. 9, pp. 203-211, 2018.
- 28) Debnath, K. A., Haworth, N., Schramm, A., Heesch, C. K. and Somoray, K.: Factors influencing noncompliance with bicycle passing distance laws, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 115, pp. 137-142, 2018.
- 29) Black, A. A., Duff, R., Hutchinson, M., Ng, I., Phillips, K., Rose, K., Usher, A. and Wood, M. J.: Effects of night-time bicycling visibility aids on vehicle passing distance, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 144, 2020.
- 30) 松本修一, 上田正史, 櫻井淳, 米沢海斗, 川合康央, 山中英央: 高齢者に対する自転車追越し挙動と危険感に関する分析, 第65回土木計画学研究発表会, 2022.
- 31) e-Gov法令検索: 道路交通法, <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=335AC000000105> (2023年2月27日アクセス) .