

サイクリストによる多様な車道内自転車通行空間の安全感評価 Evaluation of Cyclists' Safety Sense for the Various Type of Bicycle Space on Carriageway

山中 英生¹, 原澤 拓也², 西本 拓弥³

Hideo YAMANAKA¹, Takuya HARASAWA², and Takuya NISHIMOTO³

国・警察による「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」では、自転車専用通行帯や車道混在を中心とした自転車ネットワーク形成方針を示している。一方、自転車利用者の多くは車道通行に不安を感じており、車道部の自転車通行空間の普及には“安全感”確保のための街路交通条件を明らかにすることが肝要と言える。本研究は、自転車の車道走行時の安全感に影響を与える要因を明らかにすることを目的としている。そのため、東京都内の街路交通特性の異なる街路 22 区間についてビデオクリップ・アンケートを用いて、サイクリストの安全感とその要因への意識を調査し、安全感に影響を与える要因及び街路交通特性との関係を分析した。その結果、「追い越され」の要因が高く、レーン設置、通行帯幅確保が安全感向上に寄与することが明らかになった。

"Guideline for creation of safety and comfort bicycle environment" published by The Ministry of Land Infrastructure and Transport and The National Police Agency appears the policy that bicycle network plan should be formed mainly by bicycle lanes and shared lanes on carriageway. Because, most of cyclists, however, are afraid of running on the carriageway in Japan, improvement of safety sense towards carriageway is needed to promote cycling on carriageway. The aim of this study is to make clear the relationship between cyclists' safety sense and the conditions of streets and traffic characteristics along bicycle space. WEB questionnaire survey showing the video from bicycles was carried out in order to search cyclists' safety sense for 22 streets of various type of bicycle infrastructure selected in Tokyo Metropolitan area. As results, factors related to overtaking behaviors are significant, and existence of bicycle lanes or shared space on roadway has effects on the safety sense.

Keywords: 自転車通行空間, 安全感, WEB 調査, 東京都

Streets space for bicycles, Safety sense, WEB questionnaire survey, Tokyo Metropolitan Area

1. はじめに

国土交通省、警察庁は、平成 24 年 11 月に、「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」¹⁾を公表し、自転車ネットワーク整備の計画方法とともに、自転車専用通行帯や、矢羽根型サインによる車道混在による通行空間を中心としてネットワークを形成する方針を示している。車道部を自動車と同じ方向で走行させることで、自転車本来の性能を発揮でき、しかも自動車から視認されやすくなる。また、交差点の安全性の面でも、双方向通行を認める従来の形式よりも、自動車との衝突危険性が低下することが期待されている。一方で、多くの自転車利用者は、車道部を通行することに不安を感じており、

車道部自転車通行空間の普及には、“安全感”を確保する街路空間条件を明らかにすることが肝要と言える。特に、車道部における自転車通行空間として、自転車専用通行帯、カラー舗装、矢羽根、ピクトグラムなど多様な施策が実施されており、こうした街路空間特性が安全感に与える影響を明らかにすることが必要と考えられる。

以上の視点から、本研究では、自転車の車道走行における安全感への街路交通特性の影響を明らかにすることを目的とした。そのため、東京都内の街路交通特性の異なる街路 22 区間について走行時のビデオクリップを視聴するアンケートを用いて、多数のサイクリストの安全感とその要因に対する意識を調査した。

-
- 1 正会員, 工学博士, 徳島大学大学院理工学研究部
Member, Dr. Eng. Tokushima University, Graduate School of Science and Technology
〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 e-mail: yamanaka@ce.tokushima-u.ac.jp Phone: 088-656-7350
 - 2 非会員, さいたま市役所
Non-member, Saitama City
 - 3 非会員, 西松建設(株)
Non-member, Nishimatsu Construction Co., Ltd.

2. 既往研究と本研究のアプローチ

自転車にとっての道路環境評価を目指した海外の既往研究では、車道部の交通量、速度、道路構造などの街路空間特性から評価する研究が多く見られる。例えば、古くは Epperson²⁾は道路の交通量および路面、道路構造の指標から評価するモデルを開発している。アメリカの Antonakos³⁾は 552 人の自転車使用者にサイクリングルートを選択実態を調査し、交通量や路面状態、自転車レーンやカーブ幅、風景の影響が関係することを明らかにしている。Landis⁴⁾は自転車使用者の多様な道路区間での体感を計測し、区間の代表値としての交通量、スピード制限、交通構成比、舗装表面の状態、カーブ、レーン幅員がサービスレベルを決定する要因として定量化している。米国では、路側撮影ビデオをみたサイクリストが危険感を評価する研究をもとに、連邦道路局(FHWA)⁵⁾が自転車走行空間のサービスレベルを評価する指標 BCI(Bicycle Compatibility Index)を提案している。また英国の自転車環境評価(Cycle Review)⁶⁾では、サービスレベルのチェックリストが提案されている。このリストのスコアは研究分析成果に加えて、経験的・試行的な数値が設定されている。これらの成果をもとに、自転車走行空間の形態選定の基準に自動車交通量と速度の2要因が多く用いられている(諸田ら⁷⁾。

日本での研究では、田宮ら⁸⁾は、実験走行路での大型車(散水車)による自転車追抜時の体感実験から、右側方間隔(自転車右端から車両端)で 1.00m 以上を自転車安全走行のための空間として提案している。また、亀井ら⁹⁾は、自転車ユーザーへの車道部走行時の危険を感じる場面について WEB 意識調査から、性別、年齢、スポーツサイクル、シティサイクル利用者に共通して「車が間隔を狭めて追い越す」、「車がスピードを出して追い越す」の項目が高い指摘となっていることを示している。金ら¹⁰⁾は、Cycle Review のチェックリストと同様の BCC 法(Bicycle Compatibility Checklist)を提案して、道路構造、路面等の総合的な要素で自転車道や自転車レーンの事例を評価して、自転車レーンの幅は 1.0m 以上が有用で、安心感や追い越しを考慮して幅 1.5m 以上が必要と考察している。さらに、鈴木ら¹¹⁾は金沢市で 20~50 歳代の被験者 20 名に実道路の車道を走行させ、区間の規制速度、路肩幅員と危険感との関係を調べて、自動車速度に応じた必要通行空間幅を提案している。

一般に自転車安全評価では、走行時体感や沿道から撮影したビデオを視聴させて評価ランクを計測し、街路区間に集計された体感と街路区間の物理指標と関連を分析する手法が多く用いられている。これに対して、即時的な現象での体感と交通状況の関連を扱う方法として、亀井ら¹²⁾は、追い越された自動車の速度と自転車との離隔幅が計測できるプローブバイシクルを開発して、

自転車走行環境の安全感の評価モデルを提案している。ただし、自転車通行空間の整備施策が導入されている区間での調査が少なく、多様な整備手法の効果計測はできていないこと、被験者が少なくサイクリストの多様性による評価の変動の考慮もできていない。

そこで本研究では、東京都内の街路交通条件の異なる街路 22 区間について実際に自転車で走行した時のビデオクリップを視聴するアンケートを用いて、多数のサイクリストの安全感とその要因に対する意識を調査して関連性を分析するとともに、自転車専用通行帯、カラー舗装、矢羽根、ピクトグラムなどの自転車通行空間の違いが安全感に与える影響をモデルを用いて分析した。

3. 調査の概要

3.1 調査対象路線の選定

本研究では、歩道付 2 車線以上の道路での自転車通行空間について、車線数、通行空間の種類、第一通行帯幅員に着目して表 1 に示す 10 タイプに分類した。

すなわち、車線数については両側 4 車線および 2 車線の道路を対象としている。また、通行空間の種類としては、1)自転車専用通行帯および、自転車専用通行帯規制は適用されていないが同様の形態となっている带状通行空間を合わせて「自転車専用/带状空間」とし、2)車道左端にナビマーク等のマークが表示されたものを「マーク」、3)これらの施策が実施されていないものを「一般路」として区分している。第一通行帯幅員については、車道混在型となる 2)マーク、3)一般路の場合について、4m 以上、4m 未満に分けて区分している。

原澤ら¹³⁾は車道部を走行するサイクリストが比較的多いと考えられる東京都内を対象に、プローブバイシクルによって、15 地区(船堀、小岩、新小岩、スカイツリー、西巢鴨、千石、駒込、池上、田町、東京タワー、お台場、幡ヶ谷、三軒茶屋、恵比寿、西葛西)でこのタイプの街路 55 路線を走行調査している。なお、両側 4 車線で第一通行帯幅 4m 以上で、ナビマークなどが設置されている路線は存在しなかった。

本研究では 9 タイプ 55 路線について、交通量、駐車密度の大小をプローブ走行時に前方を撮影したビデオから表注の基準で判断して、なるべくバリエーションが生じるよう表 1 の 22 区間を抽出した。なお、該当区間が複数ある場合はプローブ調査で車に追越された回数が多い区間、知名度が高いと思われる区間を抽出した。

3.2 WEB 調査の概要

東京都内のサイクリストを対象に 22 路線の安全感を問う WEB 上のアンケートを行った。この調査では、街路の所在地を示す地図と Google earth から抽出した街路風景、プローブ調査での自転車走行時に前方を撮影した

表1 調査対象路線の選定結果⁽¹⁾

車線数(両側)	通行空間	第一通行帯幅員	走行調査区間数	WEB調査対象区間数	交通量/駐車密度	
4	自転車専用/帯状通行空間	—	4	2	●▲	
		4m以上	—	—		
	マーク	4m未満	2	2	●●	
		一般路	4m以上	5	2	●▲
			4m未満	6	3	●▲△
2	自転車専用/帯状通行空間	—	7	3	●○△	
		4m以上	8	3	▲○△	
	マーク	4m未満	6	2	▲△	
		一般路	4m以上	9	3	●▲△
			4m未満	8	2	▲△
計			55	22		

●交通量多・駐車密度大 ▲交通量多・駐車密度小
○交通量少・駐車密度大 △交通量少・駐車密度小

注) 交通量 自転車走行時, 自動車の追い抜きの時間間隔
2分間隔未満=多, 2分間隔以上: 少=で判断
駐車密度 自転車走行時, 通過した駐車車両の時間間隔
2分間隔未満=大, 2分間隔以上: 小=で判断



図1 ビデオクリップ例

表2 安全感ランク

ランク	説明
1	快適で何も気にせず走れる道
2	
3	自転車に乗るのに気をつける道
4	
5	車に不安を感じる道
6	
7	二度と走りたくない道

ビデオクリップ(図1)を見せて、走行経験、安全感、要因別の評価を問うた。ビデオクリップはプローブサイクリカル調査で車道を走行した際にサイクリストが回答している安全感をもとに、平均的な安全感の車の追い抜きと一番危険を感じた追い抜きが入るように15秒程度を抽出した。

なお、走行経験がある人には走行時の時間帯も質問して、実際に走行したときのことを想起して回答させた。街路の安全感を表2に示す7件法で回答させ、要因となる街路交通特性について後述の12項目の意識を5件法(1:強く思う, 2:思う, 3:どちらかといえば思う, 4:思わない, 5:全く思わない)で質問した。なお、本研究では表2に示すように、安全感はランク値で質問しているため、安全感ランクの値が小さいほど、安全感は高いことを示す。

性別、年代、利用頻度、利用目的、自転車利用時の一日の最大走行距離を質問している。調査は、Google フォ

年代別サンプル数(人)

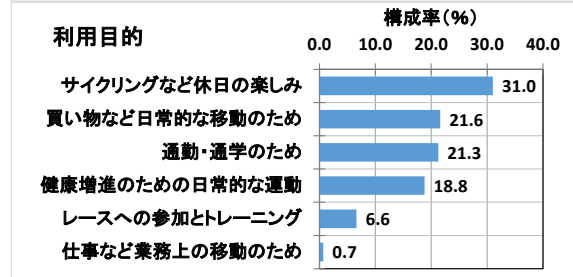
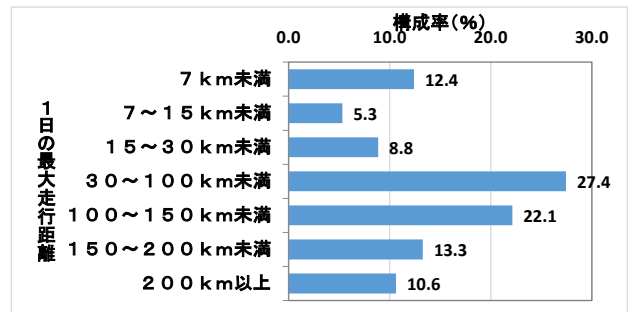
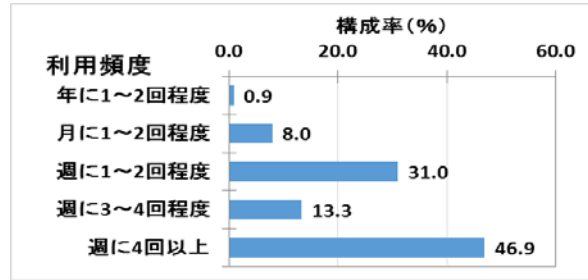
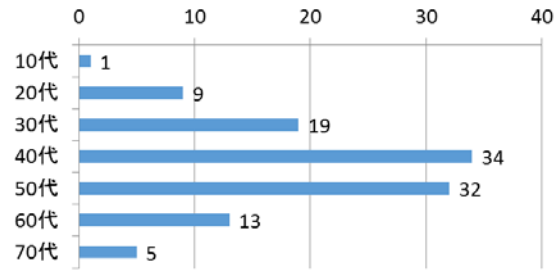


図2 WEB調査回答者の属性分布

ームで作成したWEBアンケートのURLを添えたメール送信する方法で、東京都内を通行しているサイクリストを中心とするため、自転車活用推進研究会、Facebookの自転車愛好家グループ、大学サイクリングサークル等に依頼した。

3.3 WEB調査回答者の概要

WEB調査は113名から回答を得た。内103名は男性で、集計結果を図2に示す。この集計によると、年代別では40-50代が多く、利用頻度で週4回以上、1日の最大走行距離も30km以上が多くなっている。ただし、利用目的は比較的ばらついている。偏りは見られるが、本研究は、これらの回答者を東京で車道走行するユーザー層と見なした。

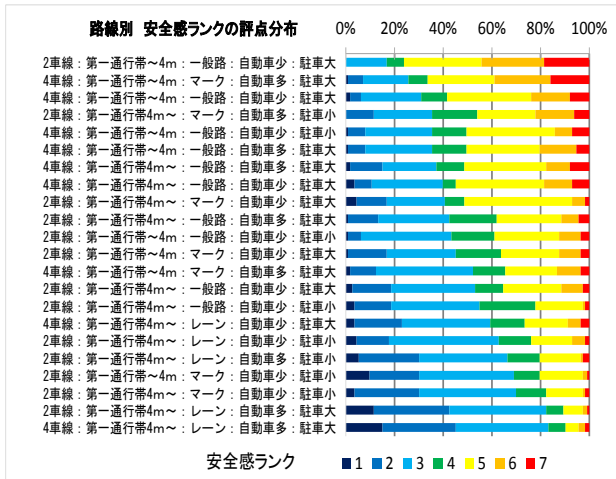


図3 街路区間別安全感ランクの分布と街路タイプ

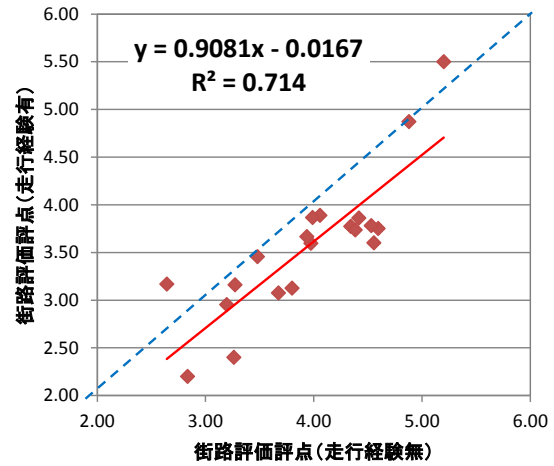


図4 走行経験有無による街路安全感評価の関連

4. 安全感の要因分析

4.1 街路別の安全感の分布

図3は街路区間別の安全感ランキングとその街路タイプを示している。1~3のランクの比率⁽¹⁾の小さい順に並べて表示している。安全感は高い路線から低い路線まで幅広く分布しており、レーン(自転車専用通行帯もしくは帯状空間)の場合、あるいはピクトマークによる混在型でも自動車交通量、駐車が少ない路線で安全感が高くなっていることがわかる。

次に走行体験の有、無の間での街路評価の関連を確認した。走行経験のあったサンプルは全部で412区間・人で、区間別では最小2人、最大44人であった。図4は、街路の安全感の区間別評点平均を走行経験有と無で比較している。なお、走行経験者が5人未満の2区間を除いている。両者にはR²値で0.7程度と相関が見られる。ただし、全体として走行経験が有るサイクリストの安全感が高くなっている、それとは逆に経験者の安全感が低い1区間は4車線道路で自転車レーンが設置されているが、交通量・駐車とも多い区間である。

4.2 意識指標との関連分析

図5は街路区間別の安全感について1~3のランクの比率が低い区間(9区間)、中程度(5区間)、高い区間(8区間)の3グループ(図3参照)に分けて、安全感の要因に関する意識を比較した結果である。図では低と高グループの指摘率の差の大きさの順に表示している。これで見ると、自転車通行幅、追い越し間隔、交通量、大型車、自動車速度の要因の影響が大きく、駐車の高さ、駐車障害は街路安全感に関わらず指摘率が高く、歩行者のみ出し、逆走自転車などはむしろ街路安全感とは逆の傾向を示している。

また、図6は街路区間別の安全感と評価要因の意識の関係を区間別評点平均の相関で示した結果である。車の追い越し間隔、追尾・クラクション、自転車通行幅の相

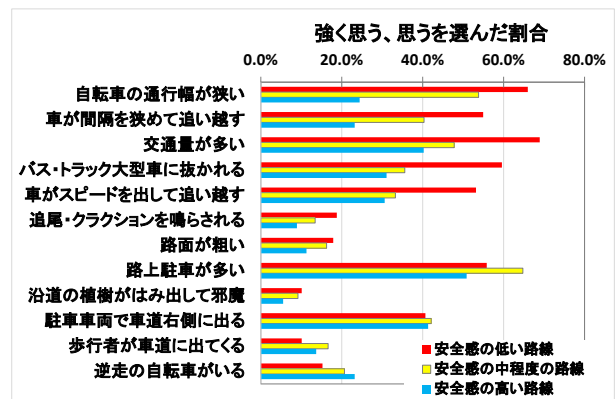


図5 安全感高中低グループの評価要因意識

関が高く、駐車障害、逆走自転車、歩行者のみだしには、街路の安全感との相関は見られない。

次に走行体験の有無で評価要因が異なるかを確認した。図7は安全感と評価要因意識の関係を順位相関係数(Kendallのτ)で評価し、走行体験の有るサンプルでの係数と無いサンプルでの係数を比較した結果である。主要要因の自転車通行幅、車の追い越し間隔、速度、追尾・クラクション、大型車の影響度は、経験の有無に関係なく、安全感と高く関連していることがわかる。また、走行経験があるサンプルの方が全体として、安全感との各要因の相関が高くなっていることから、経験によって要因の影響が明確になっていることが指摘できる。

図8は、サイクリストのレベルとして、一日の最大走行距離に着目して、30km未満(30人)、100km以上(52人)、中間(31人)の3区分ごとに、図7と同様に街路安全感と要因別意識の順位相関係数を比較した結果である。この結果でも、サイクリストのレベルに関わらず自転車通行幅、車の追い越し間隔、速度、追尾・クラクション、大型車といった要因の安全感への影響が高くなっている。30km未満のサイクリストで「交通量が多い」といった概念的な要因の影響が高レベルのユーザーになく上位となっているのも特徴的である。また、多くの指標でレベル

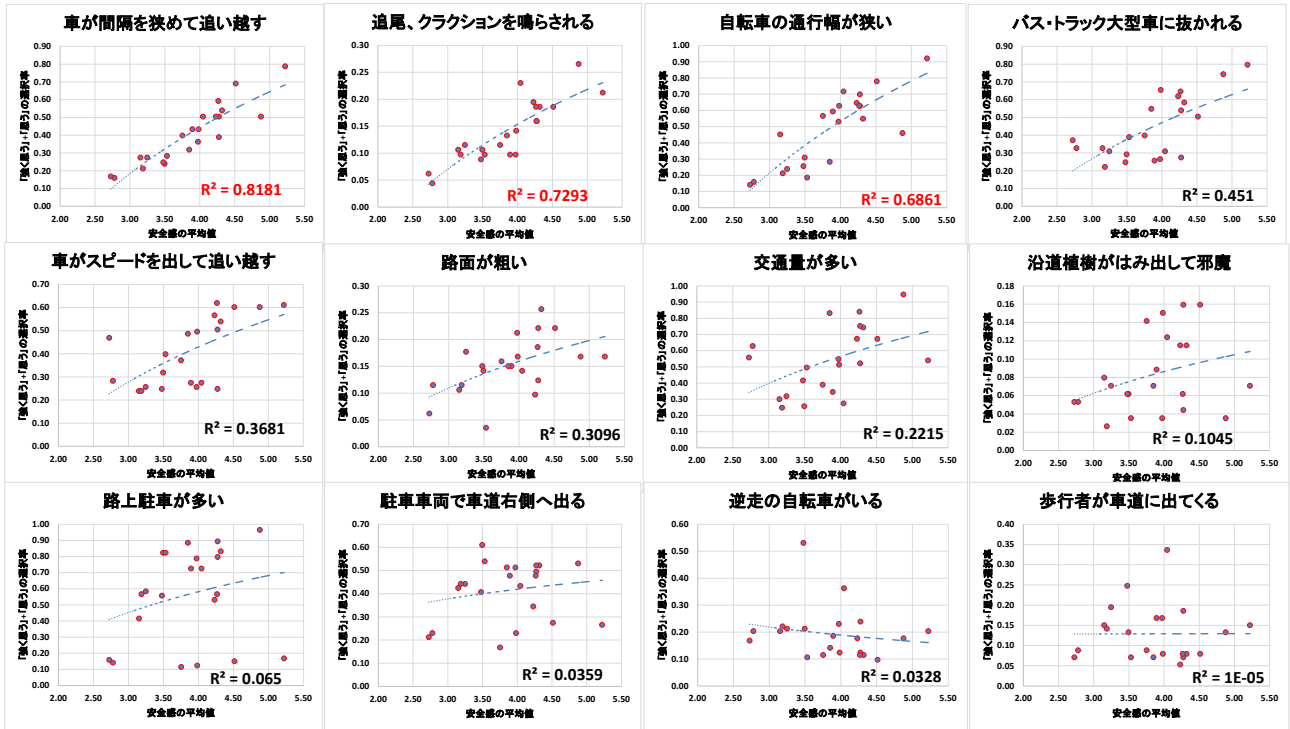


図6 街路区間安全感と評価要因意識との相関

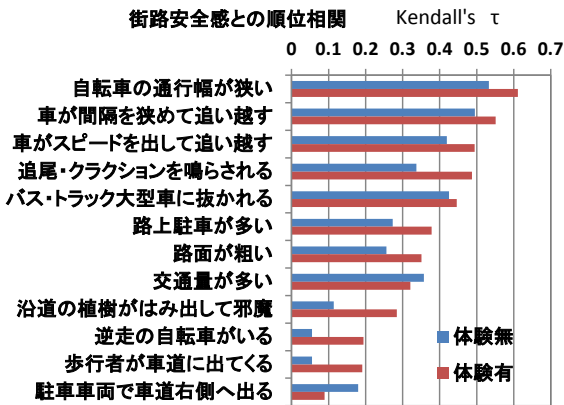


図7 走行体験有無別の安全感・要因順位相関

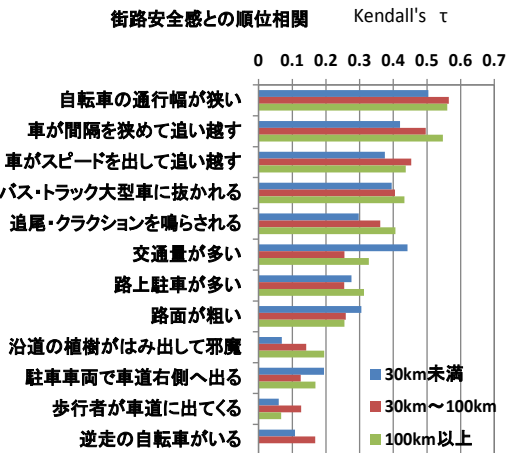


図8 一日最大走行距離別の安全感・要因順位相関

の高いサイクリストの方が街路安全感との相関が高い傾向を示している。経験と同様に走行距離レベルが高くなるにつれて、要因との関係が明確になっていることが指摘できる。

4.3 安全感と街路空間特性との関連

次に、安全感と街路空間特性との関係を以下のオーダーロジットモデルで分析した。

なお、サイクリストの安全感は既往研究および上述の分析からわかるように、車両に追い抜かれた時の自動車速度、自動車との離隔、車両種別、さらには追い越しイベントの頻度を左右する自動車交通量といった交通特性に影響を受けることが想定されるが、ここではまず、こうした交通特性に影響を及ぼすと想定される街路空間特性と安全感の関係に着目することとした。

$$P_{ik} = \frac{\exp(\theta_k - V_i)}{1 + \exp(\theta_k - V_i)} = \frac{1}{1 + \exp(V_i - \theta_k)} \quad (1)$$

$$V_i = \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \dots + \beta_n Z_n \quad (2)$$

P_{ik} : 街路 i の安全感がランク k 以下となる確率

V_i : 街路 i の安全感を説明する関数値

θ_k : ランク k のしきい値

Z_k : 説明変数(街路空間特性)

β_k : パラメータ

表2 安全感的街路空間特性によるモデル分析結果

		全数		走行体験無		走行体験有	
		n	%	n	%	n	%
サンプル数	[安全感 = 1]	88	3.5%	63	3.0%	25	6.1%
	[安全感 = 2]	350	14.1%	281	13.5%	69	16.7%
	[安全感 = 3]	784	31.5%	644	31.1%	140	34.0%
	[安全感 = 4]	315	12.7%	277	13.4%	38	9.2%
	[安全感 = 5]	607	24.4%	516	24.9%	91	22.1%
	[安全感 = 6]	217	8.7%	183	8.8%	34	8.3%
	[安全感 = 7]	125	5.0%	110	5.3%	15	3.6%
	合計	2486	100.0%	2074	100.0%	412	100.0%
モデル推定値		推定値	p	推定値	p	推定値	p
しきい値	[安全感 = 1]	-3.537	0.000	-3.740	0.000	-2.543	0.000
	[安全感 = 2]	-1.723	0.000	-1.835	0.000	-0.984	0.000
	[安全感 = 3]	-0.111	0.132	-0.196	0.014	0.583	0.006
	[安全感 = 4]	0.442	0.000	0.391	0.000	0.992	0.000
	[安全感 = 5]	1.864	0.000	1.832	0.000	2.369	0.000
	[安全感 = 6]	2.989	0.000	2.937	0.000	3.651	0.000
第一通行帯4m未満	0.511	0.000	0.490	0.000	0.649	0.001	
4車線	0.190	0.013	0.257	0.003	0.300	0.119	
レーン帯状	-0.916	0.000	-1.015	0.000	-0.379	0.060	
マーク	-0.201	0.047	-0.140	0.205	-0.326	0.204	
初期尤度	734.261		672.114		296.544		
最終尤度	495.597		438.482		271.653		
尤度比	.325		.348		.084		
尤度比有意水準	.000		.000		.000		
McFadden	.028		.033		.018		

街路空間特性を表す説明変数としては、様々な指標を試行した結果、「第一通行帯幅員 4m 未満」、「4 車線道路」、自転車専用通行帯および帯状カラー舗装（幅 1m 以上、マーク路線中 2 路線の）の「レーン帯状」、ナビマークおよび矢羽根マークのみの「マーク」、のダミー変数を用いた場合が、t 値による検定、符号条件などで良好な結果が得られた。表 2 は全数での推計結果および走行体験の有無別にモデルを推計した結果を示している。

しきい値によると、安全感が高いほど関数値 V が負値となる。係数の符号から見て、街路空間特性による安全感への効果は、第一通行帯幅員が 4m 未満では 4m 以上より危険側に、4 車線道路は 2 車線より危険側、自転車専用通行帯および帯状カラー舗装（幅 1m 以上）のレーン帯状タイプは、ない場合より安全に、ナビマークおよび矢羽根マークのマークも、ない場合より安全に影響することがわかる。係数の絶対値で見ると、全数の指定結果では、レーン帯状、第一通行帯幅の順で影響が大きく、マークと車線数の影響が同程度となる。

走行体験の有無で比較すると、レーン帯状の効果を低く評価しており、むしろ通行帯幅の効果や、マークの効果を未経験者より高く評価する傾向が見られる。ただし、マークの効果については、t 値の検定上は有意とは言えない点は留意すべきである。

5. おわりに

実際の走行自転車から撮影したビデオクリップを視聴する WEB 調査によって、サイクリストの感じる自転車通行空間の安全感を評価した。この結果、従来から指摘されているように、自転車の通行幅が狭い、車が

速度を速めて追い越す、間隔を狭めて追い越す大型車の恐怖など、といった「追い越され」の要因の影響が大きいことが確認できた。また、走行経験のないサイクリストによるビデオクリップを用いた安全感評価値は、走行体験のあるサイクリストの評価値の間に一定の相関が見られることから、街路区間の安全感の順位等を判断する上で、ビデオクリップ評価を用いることは可能と言える。ただし、走行体験のないサイクリストでは、経験有りの評価より全体に安全感が低くなる傾向があること、追い抜かれ時の交通特性に対する評価よりも街路空間条件の要因が大きくなる傾向があることから、ビデオクリップの作成時には、追い抜かれ時の状況を理解しやすくすることが重要と言える。また、サイクリストがよく指摘している駐車障害については、不満として指摘されているが、意外なことに、街路走行時の安全感とは関連が低いことが示唆された。

自転車通行空間の要素の安全感への影響をオーダーロジットモデルで分析した結果、自転車専用通行帯や帯状のカラー舗装などのレーン形態が安全感向上に与える影響が大きく、さらに、第一通行帯幅員の確保が高いことがわかった。ナビマークや矢羽根などのマーク設置については、安全感向上の効果については上記より低くなっている。なお、第二通行帯への回避が可能な 4 車線道路は、回避できない 2 車線道路より安全感が高まるのでは？ と考えたが、本研究の結果からはむしろ 4 車線道路の安全感が低くなる傾向となった。自動車交通量や自動車の速度、大型車の混入など交通条件の相違がこの結果をもたらしているとも考えられるので、追加分析が必要と言える。

本調査では、本文中で述べているように、追い越された時の車両速度、離隔幅を計測できるプローブバイシクルでの走行調査を同時に実施しており、また、走行車両からの対向車両数等を用いて交通量の概数を推計が可能と考えている。また、追い越しイベントごとの安全感への離隔、速度、車種の影響を把握するモデルについても既に提案している¹²⁾。これらの成果をもとに、街路区間別の評価モデルを構成するには、追い越しイベントごとの評価とイベント頻度を考慮した評価フレームを開発する必要がある。今後、こうした検討を進めて、街路区間ごとの空間特性、交通特性および複数の追い越しイベント時の交通特性、さらにはそれらの相互評価を考慮できる安全感評価モデルの開発を進める計画である。

補注

(1) この2区分の比率を用いて分析を行ったのは，図3に示すように区間別の比率値のレンジが広く，区間の相違を最もよく表していることからである。

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究(B) 25289166 にて調査・分析を行い，引き続き基盤研究(A) 16H02369 にて分析を進めている。

参考文献

- 1) 国土交通省，警察庁：安全で快適な自転車利用環境の創出に向けたガイドライン，2012
- 2) Bruce Epperson: Evaluating Suitability of Roadways for Bicycle Use, Toward a Cycling Level-of-Service Standard, Transportation Research Record No.1438, pp.9-6, 1994
- 3) Antonakos, C L : Environmental and Travel Preferences of Cyclists, Transportation Research Record No.1438, pp.25-33, 1994
- 4) Landis, B. W., Vattikuti, V. R., Brannick, M. T. : Real-Time Human Perceptions: Toward a Bicycle Level of Service, Transportation Research Record No.1578, pp.119-126, 1997
- 5) FHWA: The Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept, Final Report 1998
- 6) IHT: Guidelines for Cycle Audit and Cycle Review, 1998, UK
- 7) 諸田恵士，大脇鉄也，上坂克巳：自転車道及び自転車レーンの適用範囲に関する一考察，土木計画学研究・講演集，Vol.39，2009.
- 8) 田宮佳代子，山中英生，山川仁，濱田俊一：車道端走行を想定した自転車通行空間の幅員に関する実験，土木計画学研究・講演集，Vol.23，2000
- 9) 亀井壤史，山中英生，中嶋悠人：自転車の車道走行時における危険感の要因分析，土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，pp.265-266，2013
- 10) 金利昭：自転車利用者の満足度を用いた自転車レーンの評価とサービス水準の設定，日本都市計画学会学術研究論文集，Vol.44-3，pp.91-96，2009
- 11) 鈴木邦夫，森本励，高山純一，片岸将広，松矢裕一郎：利用者評価からみた自転車通行空間の幅員と自動車走行速度の関係に関する考察～金沢市内における自転車走行調査結果より～，土木計画学研究・講演集，No.45，2012
- 12) 山中英生，亀井壤史：プローブバイクを用いた車道走行自転車の安全感評価モデルの開発，土木計画学・講演集，No.47，2013
- 13) 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，土木計画学・講演集，No.51，2015