

車道部自転車通行空間の 安全感評価モデルの開発

原澤 拓也¹・山中 英生²・西本 拓弥³

¹学生会員 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 (〒770-0814 徳島市南常三島2-1)
E-mail:unisawa@gmail.com

²正会員 徳島大学ソシオテクノサイエンス研究部 教授 (〒770-0814 徳島市南常三島2-1)
E-mail: yamanaka@ce.tokushima-u.ac.jp

³非会員 徳島大学 工学部 (〒770-0814 徳島市南常三島2-1)
E-mail:c501201078@tokushima-u.ac.jp

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は、自転車専用通行帯や、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す一方で、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いるのが現実と思われる。車道部の自転車通行空間の普及には、こうした“安全感”を確保するという面からも、空間整備の交通条件や備えるべき空間形式を明らかにすることが肝要と言える。本研究では、自転車が自動車に追い越される現象に着目して、その特性と安全感を調査するとともに、追い越し頻度を加味した路線別の安全感評価モデルを開発することを目的とした。

Key Words : *bicycle lane, bicycle probe system, cyclists' evaluation, 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の創出に向けたガイドライン¹⁾を発表して、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、交差点の安全性を確保する上でも、双方通行を認める従来の形式よりも安全性が高まることが期待されている。

一方で、多くの自転車利用者は、“歩道通行が安全と感じる”としており、車道部を通行することに不安を感じているのが現実と思われる。車道部の自転車通行空間の普及には、こうした“安全感”を確保するという面からも、空間整備の交通条件や備えるべき空間形式を明らかにすることが肝要と言える。

こうした視点から、本研究では、自転車の車道走行における危険を感じる要因として、自転車が自動車に追い越される現象に着目して、その特性と安全感を調査するとともに、追い越し頻度を加味した路線別の安全感評価モデルを開発することを目的とした。

2. 従来の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、道路空間属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。これらの成果とともに、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要因が多くで用いられている(諸田ら⁷⁾)。

このように車道部での自転車安全性については、ビデオなどの刺激、走行時の自転車ユーザーの体感を計測し、街路区間別に集計された体感と街路区間別物理的指標との関連分析から評価モデルを提案する手法が多く用いられており、追い抜かれ時などの即時的な現象について、体感と交通状況との関連を把握した例は少ない。

日本での研究例は少ないが、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。

我が国では車道部の自転車環境への関心が低かったことから研究は少なく、自転車走行中の即時的な現象での体感と交通状況の関連を扱っているものは見られなかった。そこで、亀井ら¹²⁾は、車道部における自転車走行環境の安全感の評価方法を、プローブバイク走行時に得られるデータから分析し提案している。ただし、この研究では、安全感の被験者は若年者1名のみであったことや、追い越しのイベントの安全感を評価するモデルで有り、自動車による追い越されの頻度が考慮されていないため、路線別の評価モデルとしては利用できないものとなっている。

そこで本研究では、路線別評価のモデルを開発するため、多数の利用者の安全感を調査し、自動車による自転車追い越し時の特性と頻度との関係を分析する方法を試みるとこととしている。

3. 調査方法

本研究では、図-1に示す手順で研究を進めている。以下では、それぞれの研究内容を説明する。

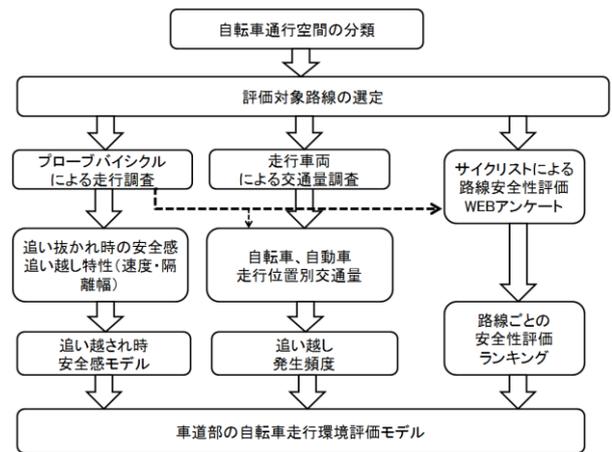


図-1 本研究の進め方

(1) 調査対象区間の設定

まず、自転車通行空間を分類し、調査対象とする空間タイプを設定して、路線を抽出する。具体的には、東京23区内での自転車通行空間の整備状況について調査した結果から、車道部での整備事例に着目して、自転車通行空間の路線について、歩道有無、車線数、第一通行帯の幅員、自転車通行空間幅員を用いてタイプを分類するとともに、自転車通行空間が未整備の道路についても、歩道の有無、車線数、第一通行帯の幅員でタイプを分類した。これについては詳細を後述する。

(2) プローブバイクによる走行調査

抽出した対象路線において、自転車の速度、および側方距離を逐次計測できるプローブバイクを用いた走行調査を行う。この調査より、自転車を追い抜く自動車ごとに、自転車との離隔幅、自転車と自動車の速度、路上駐車を避ける際の左側速報余裕などのデータを計測する。また、追い抜かれるたびに、自転車運転者が感じた安全感を1(安全)～7(危険)の7段階で評価し、記録する。

(3) 追いつかれ時安全感モデルの開発

プローブバイク走行調査より得られた走行データと、自転車運転者が走行時に感じる安全感との関係をモデルにより分析する。これによって、路線別の追いつきイベントにおける安全感ランクを推計できるようになる。

(4) 走行車両による交通量調査と追いつき頻度の推計

プローブバイクで走行した際に得られる、ビデオデータから、その区間における自動車の交通量を調査する。この調査では走行車線の自動車交通量が推計可能となる。また、自転車交通量を推計するために、自動車にビデオカメラを装着し、プローブバイクと同じ区間を走行して録画する調査も実施する。

これらから、路線ごとの車線別の自動車交通量、自転

車交通量から追い越しの発生頻度を推計する。

(5) サイクリストに対するアンケート調査

各区間の自転車走行空間における走行経験のある人に対して、WEBアンケート調査を行い、各区間における自転車通行空間の安全性の体感評価を得る。

(6) 車道部の自転車走行環境評価モデル

以上の計測データを総合して、路線タイプ別の追い越され時の特性と安全感、追い越され頻度を考慮した路線別の自転車走行環境評価のモデルを開発する。

4. 追い越し特性計測用プローブバイクの開発

自動車が自転車を追い越す時の特性および左方の余裕空間を計測するため、亀井らが使用したプローブバイクを基本に、改良モデルを開発した。写真-1に外観を示す。



写真-1 プローブバイク

この自転車により、以下の特性が計測できる。

(1) 自動車速度

プローブバイク右側の前後に取り付けられた2つの側方距離センサーより、追い越した自動車の2センサーを通過する時間を求め、相対速度を推計し、プローブバイクの走行速度より、自動車速度を計測する。

(2) 離隔幅

プローブバイク右側の前後に取り付けられた2つの側方距離センサーより、自動車の離隔幅を計測する。

(3) 車種・車長

(1)で推計した自動車との相対速度とプローブバイク右側の1箇所のセンサーを車が通り過ぎる時間をもとに追い越した自動車の車長を推計できる。また、自転車に取り付けたビデオから、追い抜きした自動車の車種を目視で確認する。

(4) 左側側方余裕

プローブバイク左側にも距離センサーを取り付け、路上駐車との離隔幅についても計測できるように改良している。

(5) 追い越し時走行音圧

プローブバイク後方に設置した騒音計より、1秒ごとの最大音圧を計測する。

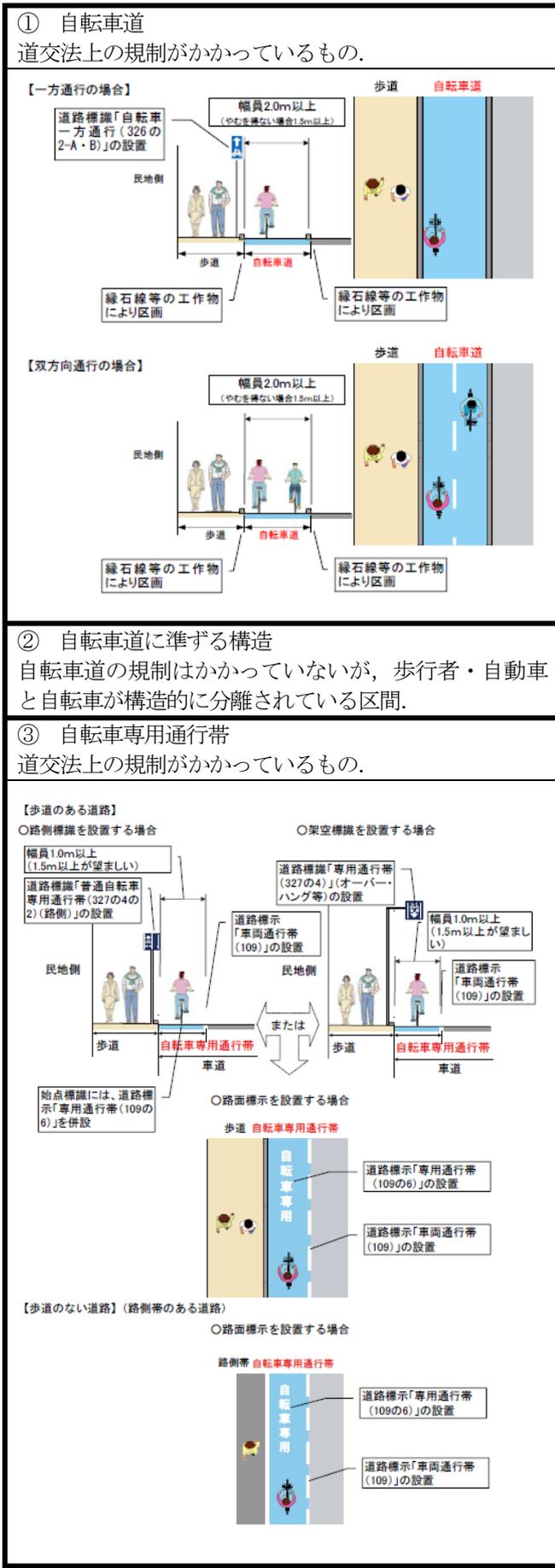
5. 調査対象自転車通行空間の選定

本研究では、東京23区内で対象区間を選定した。数多くの自転車通行空間が設置され、整備形態が多様であること、車道部を走行するサイクリストが多く、安全性評価のWEB調査の対象者が得られやすいことが選定理由である。

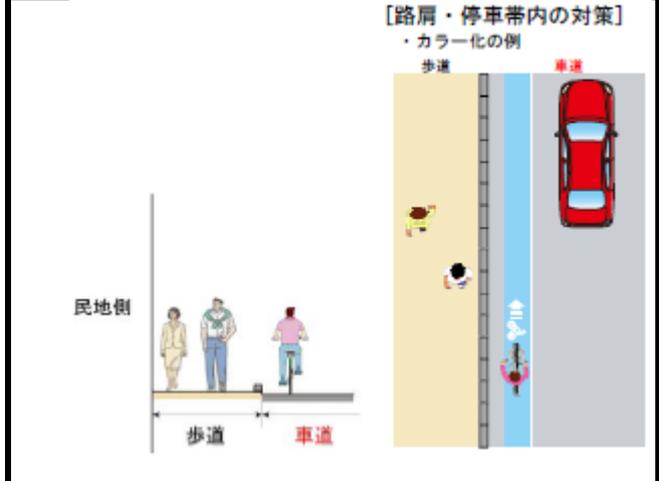
(1) 自転車通行空間の整備状況調査

国道を管轄する国交省、都道を管轄する東京都、区道を管轄する東京23区の自転車通行空間の設置に関わる各課に対して、東京23区内における自転車通行空間の設置状況についてヒアリングを行った。このうち、国交省、東京都、20区から解答を得た。ヒアリングでは、表-1に示す7つの自転車通行空間の整備箇所を地図に示すよう依頼している。表-2はこの結果得られた、整備箇所の分類別の路線数、延長を示している。全区の調査ではないが、東京都では自転車レーン、車道混在の自転車通行空間の整備が進んでいることがわかる。

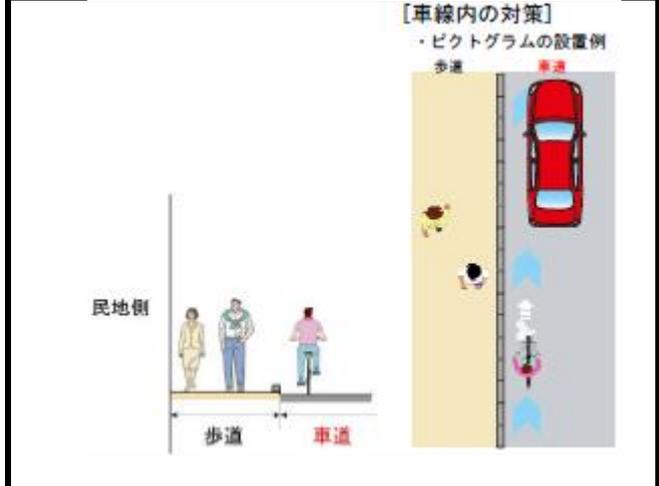
表-1 ヒアリングにもちいた自転車通行空間の分類



④ 歩道付き道路での車道混在帯状型
自動車と自転車の車道混在で帯状のカラー舗装、青ラインなどで区分されている。道交法上の自転車専用通行帯ではない。



⑤ 歩道付き道路での車道混在マーク型
警視庁のナビマーク、矢羽根サイン(ナビライン)などで自転車の通行位置・方向が明示されているもの。



⑥ 歩道なし道路での車道混在帯状型
歩道無し道路で、帯状のカラー舗装、青ラインなどで区分されている。路側帯のみのカラー化事例は含みません。



⑦ 歩道なし道路での車道混在マーク型
歩道無し道路で、警視庁のナビマーク、矢羽根サイン(ナビライン)などで自転車の通行位置・方向が明示されているもの

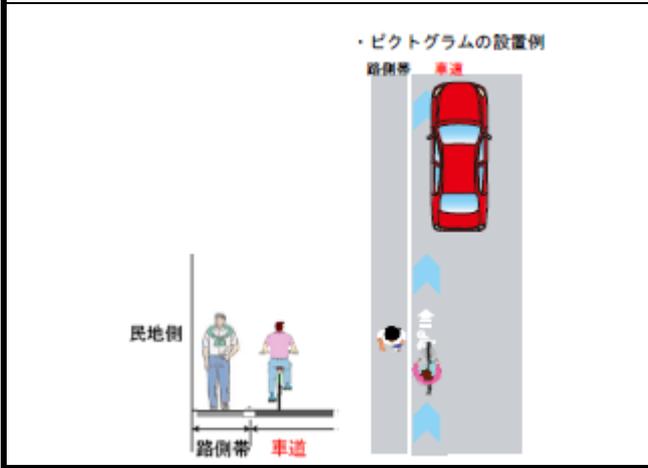


表-2 自転車通行空間別路線数・延長の集計結果

自転車通行環境整備形態	路線数	総延長
① 自転車道	1	290
② 自転車道に準ずる構造	1	390
③ 自転車専用通行帯	20	15200
④ 歩道付き道路での車道混在帯状型	28	10580
⑤ 歩道付き道路での車道混在マーク型	16	7800
⑥ 歩道なし道路での車道混在帯状型	6	1450
⑦ 歩道なし道路での車道混在マーク型	7	3460

(回答の得られなかった墨田, 千代田, 品川区を除く)

(2) 調査対象路線の選定

本研究では、上記の7タイプのうち、分離型の①、歩道部での整備の②を除いたタイプを対象とした。まず、自転車通行空間の幅員が1.0m以上連続して確保されている場合を自転車レーン、確保されていない場合を車道混在とし、さらに自転車通行空間の未整備路線を加えた。通行空間の幅はGoogleMapから目測で判断している。

さらに、歩道の有無、車線数、第一通行帯幅員、自転車通行空間の幅員から分類し、車線数として、両側1車線(中央線無)、2車線(中央線有)、4車線以上の3区分とし、第一通行帯の幅員は2車線以上では4.0m以上・未満、1車線道路では7.0m以上・未満の区分でGoogleMapから目測で判断した。また、自転車通行空間が未整備の道路についても、歩道の有無、車線数、第一通行帯の幅員でタイプを分類した結果、調査対象の路線は表-3に示す22タイプとなっている。

1.0m以上の自転車通行空間が確保されている箇所については、自転車が通行するのに十分な幅員が確保されているので、第一通行帯幅員は考慮しなかった。また、歩道がない箇所において、1.0m以上の自転車通行空間が確保されている地点は、調査対象区内には、存在しなかつ

た。また、自転車通行空間が1.0m以上確保されていない箇所において、歩道がなく、両側4車線以上の箇所も調査対象区内には、存在しなかった。

これらの調査対象路線を地図上に記入し、まとまった地区として8地区を抽出し、プローブ調査を行うルートを選定した。この結果、そのルートを巡回することで、上記の22タイプの路線を調査できることとなった。

表-3 調査対象とする自転車通行空間のタイプ

自転車通行空間整備形態	歩道有無	両側車線数	第1通行帯幅員	タイプ	路線数	総延長
レーン (1.0m以上)	有	1	7m以上	①	5	2290
		2		②	22	13920
		4		③	3	1970
車道混在 (1.0m以下)	有	1	7m以下	④	1	160
				⑤	7	2390
		2	4m以下	⑥	3	1490
				⑦	23	10920
		4	4m以下	⑧	2	2270
				⑨	2	1200
	無	1	7m以下	⑩	6	2040
				⑪	1	580
		2	4m以下	⑫	3	1090
未整備	有	1	7m以上	A	/	/
				B		
		2	4m以上	C		
				D		
		4	4m以下	E		
				F		
	無	1	7m以上	G		
				I		
		2	4m以上	J		
				K		

6. おわりに

プローブバイクを用いる走行調査の実施準備中である。実施結果を講演時に発表する。

参考文献

- 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
- 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
- Antonakos, C L : Environmental and Travel Preferences of Cyclists, Transportation Research Record No.1438, pp.25-33, 1994
- 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
- FHWA: The Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept, Final Report 1998
- IHT: Guidelines for Cycle Audit and Cycle Review, 1998, UK
- 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
- (2015. 7. 31 受付)