

自転車走行空間を考慮した大都市部における車道空間の利用法に関する研究*

A Study on the Designing including Rule and Reallocation for the Driveway with Bicycle Lane in the Urban District in Japan*

鈴木 美緒**・屋井 鉄雄***

By Mio SUZUKI**・Tetsuo YAI***

1. はじめに

自転車は日常に溶け込んだ手軽で便利な交通手段であるばかりでなく、近年、環境にやさしい交通手段として期待されている。しかし、“軽車両”である自転車が我が国の都市部では日常的に歩道空間を走行しており、自転車と歩行者の錯綜事故の増加が問題視されている。超高齢化社会を迎えるにあたり、現状のままでは事故が増加し、被害も大きくなることが予想される。しかし現状のまま自転車の車道走行を強要すると、自転車と自動車の交錯の問題が生じ、自転車にとって危険である。これに対し、欧米では車道の一部を自転車レーンにしたり、車道上でも自転車優先を徹底したりすることで、都市部で自転車が車道に走行場所を確保している。このことは、方法によっては自転車の車道走行が実現可能であることを示している¹⁾。

一方、我が国でも最近、車道上に白線を引いて自転車レーンとする事例や社会実験が地方都市を中心に見られ始めているものの、そこに明確なルールを定めているものが少ないのが現状である。

本研究は、欧米の事例に倣った自転車の車道走行を想定して、利用方法まで考慮した我が国での自転車レーン導入の可能性について、自動車の走行特性から検討するものである。

2. 海外における自転車走行空間と本研究の位置付け

(1) 海外での車道上の自転車走行空間

海外では、原則として自転車の歩道走行は禁止されており、その走行空間は車道に確保されている。

表-1に示す通り、海外では、車道に自転車走行空間

*キーワード：歩行者・自転車交通計画、道路計画、交通安全、ドライビングシミュレータ

**学生員，修(工)，東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻

(横浜市緑区長津田町4259，TEL&FAX；045-924-5675)

***正会員，工博，東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻(横浜市緑区長津田町4259，

TEL；045-924-5615，FAX；045-924-5675

を創出するために、空間上の設計方法を設定しているばかりでなく、主に自動車に制限を与えるなど、ソフト面でも考慮されている。

走行空間の設定に関しては、空間的な余裕が少しでもあれば優先的に歩道や自転車道を設置することとなっているが、それが叶わない場合には、総幅員や自動車交通量、速度によって自転車レーンとの分離方法を決めたり、自転車の併走や通行方向、制限速度によって幅員構成を決めたりしている。また、空間配分だけでなく、バスやタクシーと道路を共有して空間を有効に利用したり、交差点での優先権やレーンの位置に工夫をして交差点での自転車の巻き込みに配慮したりしている。

一方で、交差点部で自転車レーンが消えるKamloopsの事例もあり、国や地域による設計の多様さが窺える。また、自転車レーンに係る施策には、自動車に対して速度制限などもなされているが、その中でも自転車レーンを視覚的に明確化したり、ドイツのように幅員が狭いところで自転車レーンへの進入を許可したり、自動車への犠牲をなるべく少なくし、他の交通手段と道路を共有する姿勢をとっていることが見て取れる。

(2) 車道上の自転車走行空間に関わる既往研究

日本においては、自転車の走行空間を歩道に確保する施策をとっているため、研究においても、歩道上に白線やカラー塗装によって自転車空間を創出することを念頭に置いたものは多数存在する。その一方で、自転車と自動車に係る研究は、主に交差点での自動車との錯綜を扱ったものか、あるいは歩行者・自転車・自動車の3者が混在するような狭幅員道路を対象にしたものが多く、車道を自転車と自動車で共有することを念頭においたものは非常に少ない¹⁾。一方、海外では、白線分離による車道上自転車レーンや、自転車と自動車で共有する道路を対象とした研究が存在する。例えば、自転車レーンを設置する規定(交通量や制限速度)を国・地域ごとに比較したもの²⁾、走行空間と事故を調査したもの³⁾⁴⁾、白線を引くことによって自転車と隣のレーンの駐車車両との距離がとられ、安全性が高くなることをビデオ観測による事前事後評価で確認したもの⁵⁾や、自転車レーンなどの自転車走行空間の魅力度を走行しているビデオ映像

表 - 1 車道上自転車走行空間に関する事例²⁾⁻¹²⁾

設計	境界と幅員	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートの敷居とパイロンで区切られた自転車レーン(モントリオール) ・白線を境界とした 1.0-1.5m のレーン(デンマーク) ・コンクリートの島で完全分離, 半円形の緑線で分離, ゴム製ブロック + 白線で分離, 白線のみで分離の 4 種類の自転車レーン(パリ) ・交通量と速度で自転車レーンの作り方を決めている(オーストラリア, デンマーク, ドイツ, オランダ, イギリス, US など) ・自転車レーンの幅員は自転車の利用法(併走を許可するか, 制限速度など)で決めている(オランダ) ・市内でも, 車道と歩道間に段差をつけて自転車道を設けることもある(デンマーク) ・空間的に余裕があれば自転車専用道をつくる(デンマーク) ・スペースに余裕があれば自転車道と歩道を設ける(デビス) 	
	レーンの位置	単路部	交差点
		<ul style="list-style-type: none"> ・路肩部分以外に自転車レーンがある(オタワ) ・バスレーンの中に自転車レーンを設けてよい(1997 年以降, ドイツ) ・車道を一方通行規制して, 自転車の走行空間を創出(オランダ) ・自転車のみ双方向を認める道路, その標識の整備(ノルトライン・ウェストファーレン, オーフス) 	<ul style="list-style-type: none"> ・途中で車線間にレーンが入る; 左折(US 全般) ・自転車用の信号には赤が無く, 停まらずに通行できる(デフルト) ・交差点での自転車の進入・方向転換のライン, 待機ゾーン(ノルトライン・ウェストファーレン) ・交差点での優先停止帯(ロンドン)
ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・バス停 ・バス停付近で自転車レーンが消える(シカゴ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・幹線自転車道と支線で途切れないネットワークを形成(ハウテン) ・サイクリング用の幹線道路を整備(デンバー) ・交差点の前でレーンが消える(カムループ) 	
施策	自動車への規制	<ul style="list-style-type: none"> ・クルドサックによる自動車のスピード制限(デビス) ・市街地の全ての道路で自転車の速度を 30km/h に抑える(EU 全般) ・自転車レーンの明確化(ノルトライン・ウェストファーレン) ・市内の道路は 4 車線以上には増やさない(デビス) 	
	レーン利用のルール	<ul style="list-style-type: none"> ・単路部 ・自動車進入を許可するレーンと禁止するレーンがある(ドイツ) ・自転車レーンに停めている駐車車両から罰金が取れる(サンフランシスコ) ・自転車幹線道路はモベットも通行可(デフルト) 	<ul style="list-style-type: none"> ・交差点 ・交差点の優先権を自転車に与えている(ハウテン, パロアルト) ・自転車専用道は自動車道とぶつかることがない(エアランゲン)
	ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・バスや電車への持ち込み(フェニックス, ピーストラジット, パロアルト, ポートランド) ・7 時以降は地下鉄に自転車に乗せられる(フィラデルフィア) 	
	利用促進	<ul style="list-style-type: none"> ・自転車道路地図の配布, 自転車通勤日の設定(ポルダー) ・会社にシャワールームの設置を義務付け(デビス, サンフランシスコなど) 	
	利用者属性	<ul style="list-style-type: none"> ・FHWA は, 利用者属性を 3 つ(エキスパート, 成人, 子供)に分類している(US) ・自転車が多すぎて, 自転車道が無視されている(フェッラー) ・しかしフェッラーは自転車利用率が非常に高いが, 自動車との事故を恐れ子供は自転車に乗せない ・ヘルメットの着用を義務付ける年齢制限がある(アメリカ, 州ごとにその年齢が異なる) ・子供を同乗させた自転車でも車道を走る(パリ) 	

を用いてアンケートしたもの¹⁶⁾など, さまざまである。さらに, 白線分離による自転車レーンとトレイル(歩行者やスケーターと共有する自転車歩行者専用道)を比較して, その選好度を家からの距離や利用者属性ごとに分析したものなどもある¹⁷⁾¹⁸⁾。

(3) 本研究の位置付け

前節で述べたように, 日本において自転車の車道走行を扱う研究, その自転車走行空間の安全性を, 道路を共有する自動車の立場から検討する研究がほとんど存在していないばかりでなく, 自転車走行空間に関する研究ではビデオ調査などの手法が主で, 実存しない道路を対象に, 自転車走行空間に関してルールまで視野に入れた研究はほとんどなされていない。

そこで本研究では, 空間的余裕のない日本の都心部に

において, ドイツのような自動車の進入を許可するルールの自転車レーンを導入する可能性を, 自動車側からみた安全性の観点から, ドライビングシミュレータを用いて検討した。

3. 実験方法

本実験では, 相互2車線, 制限速度40km/h, 総幅員 15.0m で車道, 車道上の自転車通行帯(自動車の通行帯とはレーンライティングで分離), 歩道の幅員構成の異なる道路¹⁾をドライビングシミュレータ上に出現させ, 被験者の車両の走行軌跡, 速度, アクセルやブレーキ等の挙動を測定した。幅員構成は, 表 - 2の6種類である。今回の実験では, 自転車レーンのルールに因らず, レーン内に進入することなく走行できるだけの自動車通行部

表 - 2 本実験での道路の片道幅員構成 (単位: m)

	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]
車道	3.5	3.0	4.5	3.5	3.0	4.0
自転車	1.0	1.5	-	1.5	1.0	-
歩道	3.0	3.0	3.0	2.5	3.5	3.5

「車道」の幅員は、自転車レーンを含まない。
 「自転車」は、車道上の自転車レーンを指す。
 [c]と[f]は、路肩0.5mを含む車道で自転車通行帯がない状態。

分の幅員は確保されている。

実験では、被験者ごとに「いかなるときも自転車レーンの境界を越えてはならない」、あるいは「自転車がレーン内にいないときはレーン内に進入可能」のいずれかのルールを説明し、そのルールに従い走行させた。道路は全長約600mの直線道路の後に信号交差点があるもので、実験ではそのうち約500mの走行を測定、さらにその後の信号交差点を左折させ、その挙動を観測した(Fig. 1.)。また、実験対象区間に駐車車両やバス停を設け、自転車と同じタイミングでそれらに近づいた時の被験者の挙動も併せて観測した。

シミュレータで登場する自転車は現況分析に基づき、時速12km、蛇行幅12cmで走行している¹⁾。なお、シミュレータはMOVIC-T4¹⁹⁾を用いた。

この実験の対象は、高齢者37名(平均年齢68.6歳、男女比73:27)と学生20名(平均年齢23.4歳、男女比90:10)である。レーンの進入を許可するルールで実験した被験者は、高齢者19名、学生10名で、残りの被験者にはレーンの進入を禁止するルールで実験を行なった。

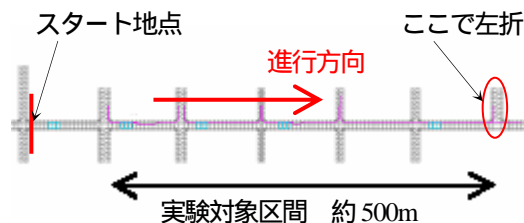


Fig.1. ドライビングシミュレータ実験で用いた道路

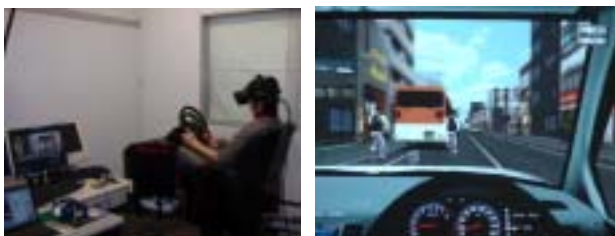


Fig.2. ドライビングシミュレータの概観とバス追い越し時の映像

4. 実験結果

紙面の都合上、ここでは学生被験者による結果のみ載せることとし、高齢者の走行特性の違いや、駐車車両に

対する挙動などの詳細については発表時に述べることにする。

(1) ルールによる走行特性の違い

ここでは、学生被験者が実験対象区間を走行中に、自転車を追い越すときと対向車とすれ違うときの走行位置、速度を比較した結果を示す。

片道車道幅員4.0mの車道において、路肩側1.0mに自転車レーンを設置するとき、被験者が自転車を追い越す瞬間の路肩からの位置と速度をFig.3.に示す。位置に関しては、レーンライティングを用いて自転車レーンを作ることによっていずれのルールの下でも自転車との距離がとれることが確認できた。それに対し、速度に関しては、自転車レーンへの進入を許可するルールを取ったとき、他のケースと比較して速度が低い傾向が見られた。自転車レーンを設置した場合、自転車側は自動車の進入の可否に因らずこのレーン内を走行することが前提となる。被験者に対してのヒアリング調査では、自転車自身に注意を払う被験者と、自転車レーンに進入しないことに注意を払う被験者に分かれ、自動車の進入を許可した自転車レーンを設置する場合、進入を禁止したレーンを設置する場合よりも自転車自身に対して注意が働き、結果として速度が下がり安全性が高まる可能性が見出せる。

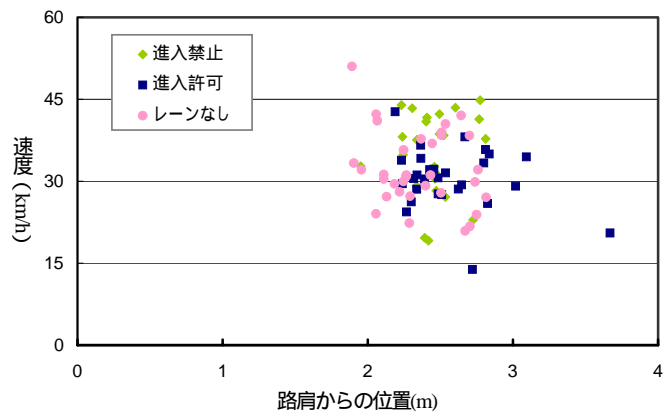


Fig.3. 片道幅員4.0m道路で自転車を追い越す時の位置・速度

(2) 幅員構成による走行特性の違い

学生被験者が片道車道幅員4.5mの道路を走行したときの自転車を追い越すときと対向車とすれ違うときの走行位置と速度を、レーンを1.0mとるか1.5mとるかの違いで比較した。この結果、対向車とのすれ違い時には、いずれのルールの下でも走行位置がレーン幅員によって異なり、速度については差異が認められなかった。そして、自転車追い越し時には、いずれのルールの下でも、走行位置・速度ともにレーン幅員による差異は認められない結果となった。(一例として、自転車の進入を

許可するルールでの自転車追い越し時の走行位置・速度をFig.4.に示す。)このことから,4.5mの車道に自転車レーンを設置したとき,被験者が自転車に対してとろうとする距離はレーン幅員に因らず,自転車がいないときのみ位置を調節して走行する傾向があるといえる。

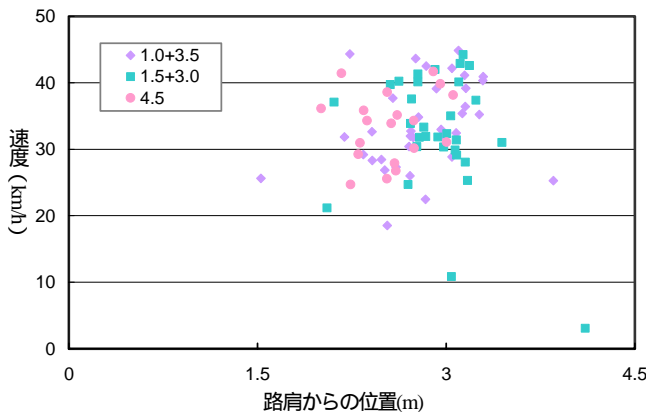


Fig.4. 片道幅員4.5m道路に自動車進入可の自転車レーンを設置する場合での位置・速度 (自転車追い越し時)

(2) 左折時の挙動

左折については,左折時に交差点に差し掛かる自転車を見つけたかどうか,それに対しどのような行動をとったか,を観測した。ここでも学生被験者での結果を示すと,車道の自転車についてはサイドミラーで見つけられる確率(発見率82.5%,サンプル数40)が高く,その自転車を先に行かせてから左折する被験者が多かった。ただし,車道の自転車がサイドミラーに写ってから実際に横を通るまでには時間がかかり,サイドミラーに移らない,いわば死角の時間がある。交差点進入時にちょうどこの状態で自転車を見つけることのできない被験者が少数ながら存在した。一方で,歩道の自転車はタイミングよく先のほうを走っている場合には先に行かせることができるケースがほとんどだったが,左折に入ってぶつかる直前に自転車の存在に気づいて急ブレーキをかける被験者や,車道の自転車に気を取られ,前方から来る自転車に気づかない被験者も存在した(歩道の自転車の発見率38.4%,サンプル数26)。

車道にはバイクや原付もいて,交差点付近では路肩を走行することも多いことを考えると,現況では車道の自転車やバイクに気をとられて歩道の自転車を見つけづらい恐れがあり,それは歩道の自転車の通行方向には因らないといえる。また,車道上に自転車の走行空間をとることを想定すると,交差点での安全に対して自動車の死角の問題が挙げられ,それをクリアすれば歩道よりも自転車を対処できる可能性が高いことが示唆される結果となった。

5. おわりに

本稿では,まず海外での車道上自転車レーンの設計時に考慮される事例を整理し,自転車レーンの実現のためにハード面での設計のみならず,自動車への施策やルールの設定等,ソフト面での配慮もなされていることを示した。その上で,空間的余裕のない我が国の都市部に自転車レーンを導入する可能性を検討するために,ドイツに見られる車両進入可の自転車レーンを想定し,ドライビングシミュレータを用いて実験を行なった。その結果,いずれのルール,車道幅員においても,自転車レーンを導入することで走行する自転車と車両との距離が確保されること,レーンを含む車道幅員が4.0mと狭いときには進入を許可したレーンを設置する方が自転車に対する注意が払われる可能性があること,レーンを含む車道幅員が4.5mある場合には速度ではなく位置を調節して走行する傾向があり,このときに自転車に対してとろうとする距離はレーンの幅員には因らない傾向があること,さらに交差点では,死角の問題があるものの,歩道より車道にいる自転車の方が発見しやすく,対処しやすい傾向にあることが示唆される結果となった。

参考文献

- 1) 鈴木美緒, 屋井鉄雄: 大都市部における自転車の車道上走行空間の安全性に関する研究. 都市計画学会論文集41-2, CD-ROM, 2006.
- 2) 横島庄治: 「サイクルパワー 自転車もたらす快適な都市と生活」, ぎょうせい, 2001.
- 3) 渡辺千賀恵: 「自転車とまちづくり」, 学芸出版社, 1999.
- 4) AASHTO; Guide for the Development of Bicycle Facilities, 1999.
- 5) City of Kamloops Bicycle Master Plan, 2002.
- 6) Chicago BIKE LANE DESIGN GUIDE, 2002.
- 7) Paul Schimek: A Guide to Improving U.S. Traffic Laws Pertaining to Bicycling
- 8) Centre for research and Contract Standardization in Civil and Traffic Engineering: "Sign up for the bike -Design manual for a cycle-friendly infrastructure-.", 1993.
- 9) 自転車文化センター
- 10) EICネット
- 11) エルファディング・ズザンネラ: ドイツにおける道路空間の再構成による都市内自転車道ネットワークの整備に関する考察, 都市計画学会論文集, 41-3, CD-ROM, 2006.
- 12) Michael King; Urban Bicycle Facility Selection Guide, TRB Annual Meeting CD-ROM, 2003.
- 13) Lisa Aultman-Hall et al; Toronto Bicycle Commuter Safety Rates, Acci. Anal. and Prev., Vol.31, pp.675-686, 1999.
- 14) Lisa Aultman-Hall and Fred L. Hall; Ottawa-Carleton Commuter Cyclist on- and off-road Incident Rates, Acci. Anal. and Prev., Vol.30, No.1, pp.29-43, 1998.
- 15) Ron Van Houten and Cara Seiderman; How Pavement Markings Influence Bicycle and Motor Vehicle Positioning: A Case Study in Cambridge, MA, TRB Annual Meeting CD-ROM, 2005.
- 16) Nebiyou Y. Tilahun, David M. Levinson and Kevin J. Krizek; Trails, Lanes, or Traffic: The Value of Different Bicycle Facilities Using an Adaptive Stated Preference Survey, TRB Annual Meeting CD-ROM, 2005.
- 17) Kevin J. Krizek et al; Gender Differences in Bicycling Behavior and Facility Preferences, TRB Annual Meeting CD-ROM, 2005.
- 18) Kevin J. Krizek and Pamela Jo Johnson; The Effect of Facility Access on Bicycling Behavior, TRB Annual Meeting CD-ROM, 2005.
- 19) 平田輝満ら: 小型可動式ドライビングシミュレーションシステム MOVIC-T4の開発, 第30回土木計画学研究発表会・講演集, 2004.