

鉄道駅周辺道路における自転車走行空間の安全性に関する基礎的研究

A FUNDAMENTAL STUDY OF TRAFFIC SAFETY FOR ON-STREET BICYCLE LANES AROUND URBAN RAILWAY STATIONS

屋井研究室 04M30200 鈴木 美緒 (SUZUKI, Mio)

keywords : 自転車交通, 自動車交通, 交通安全, 自転車レーン, ドライビングシミュレータ
BICYCLE TRAFFIC, CAR TRAFFIC, TRAFFIC SAFETY, BICYCLE LANES, DRIVING SIMULATOR

1. 本研究の背景と目的

自転車は日常に溶け込んだ手軽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”である自転車は、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¹⁾。死亡事故にはつながりにくいいため、自転車と歩行者の錯綜は軽視されがちだが、超高齢化社会を迎えるにあたり、現状のままでは錯綜事故が増加し、被害も大きくなることが予想され、錯綜事故がより深刻な社会問題となることは想像に難くない。しかし我が国の車道整備の現状のまま自転車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る。一方、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自転車が車道に走行場所を確保しており、このことは車道整備の方法によっては自転車の車道走行が可能であることを示していると言える。そこで本研究では、欧米に倣って日本の大都市部において自転車を車道上で走行させることにより、歩行者の安全を確保することを前提とし、自転車の安全性の観点からその可能性を検討することを目的とする。具体的には、大都市部の中小鉄道駅周辺道路での通勤時間帯を対象とし、自転車利用者にはCGを用いたアンケート調査、自動車利用者にはドライビングシミュレータを用いた走行安全性実験を行なうことで、車道上の自転車通行帯設置の可能性を、自転車利用者と自動車利用者の両方の立場から考察する。

Fig. 1 歩道上の自転車レーン²⁾



2. 自転車走行空間の現況とその問題点

2.1 日本での自転車走行空間

日本では、自転車の走行空間として、道路交通法に車道、自転車道、歩道の3つが挙げられているおり、道路構造令には「交通量の多い場合」とだけ示されており、具体的な数値は定めていない。一方、歩道上における自転車と歩行者の錯綜が問題となってきたことから整備されつつあるのが、歩道上に白線や着色で設けられた自転車レーンである。この種のレーンを用いても、自転車と歩行者の通行帯の分離がある程度実現できることは既往研究³⁾でも示されており、分離のない場合に比べて自転車もより速い速度で通行できる一方、歩道上であるために歩行者の侵入を許し、速度を上げて走行している自転車との衝突の危険性も指摘されている。また、自転車は双方通行であるため、自転車同士が衝突するという潜在的な危険性も有している。さらに、我が国の場合、自転車走行空間が実際に整備されているのは、歩道幅員に余裕のある場所だけであり、都市部の鉄道駅周辺のような、土地の余裕のない場所での設定は困難である。

2.2 海外での自転車走行空間

海外の自転車走行空間は、歩行者と共有することもあるが日本のサイクリングロードに近い off-road path、車道の路肩部分を白線で仕切った bicycle lane、標識を掲げた上で自動車と自転車が車道を共有する signed route の3つに大別される。交通量や速度に基づいて、種類や幅員を、一方通行路において自転車だけ双方通行を認めたり、バスと自転車の共有レーンを設けたりする等、交通の特性に応じた柔軟な方策によって自転車走行空間を

Table 1 欧米での自転車の走行空間と整備基準となる項目

項目	off-road path	bicycle lane	signed route
幅員	<ul style="list-style-type: none"> ★ 利用者； 自転車のみか，歩行者と共用か. ★ 通行方向；相互/一方 ★ 交通量； ピーク時歩行者，自転車交通量. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ 縁石や溝の有無 ★ 駐車レーンの有無 時間帯によって駐車可能な ことがあるかも含む. ★ 自動車の種類と速度 ★ 傾斜の有無 	<ul style="list-style-type: none"> ★ 自動車； 種類と速度，交通量. ★ 駐車の有無. ★ 見通し.
境界	<ul style="list-style-type: none"> ★ 緩衝領域； 自転車道の脇が樹・ 壁・フェンスか，車道かで幅を 変える. ★ フェンス； 自転車道の隣が車道の場合，その 場合は高さも設定. ★ 視界の制限； 視界を遮るものがあるとはなら ない高さの制限を設ける. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ カラー分離もあるが，基本的 には白線分離. 白線の幅も設定. ★ 緩衝領域； 駐車レーンがある場合 (New York) ★ 交差点との関係； 交差点に入る手前で 境界線を変える. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ 車道を共有しているので， 車道の規定に準ずる.
その他 の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ★ 速度制限； bicycle/Moped の速度制限 (40km/h). (San Francisco) ★ 道路の傾斜； AASHTO では， 500feet までの距離なら 10%の傾 斜を認めている. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ 通行方向； 自転車が自動車に対して逆走 するような道路も認められて いる. ★ 共有のしかた； 自転車・バス共有レーンの場合 もある. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ 基本的には共有では なく，自転車専用レーンを作る ことが望ましいとしていると ころが多い. ★ 自動車，歩行者と共有するよ うな細街路を含めることもあ る. (bicycle priority street)

つくっており，日本より積極的な方策が採られていると言える。

本研究では，歩道上での自転車走行には限界があると考え，歩行者の安全が確保され，なおかつ自転車がその機能を活かせるのは車道であるという認識に基づき，車道上の自転車走行空間を創出する可能性を検討する。特に，近年の日本において整備事例が存在しない“自転車レーン”の導入可能性について考察する。



Fig. 3 車道上の自転車レーン

3. 自転車利用者から見た車道上レーン創出の可能性

自転車レーンの幅員・隣接する車道の幅員・レーンと車道との境界の設定方法を組み合わせ，CG を用いて自転車レーンの走行パターンを複数個作成し，自転車利用者者に比較させることにより，その選好を問うアンケート調査を行なった。対象は大学生 54 名（平均年齢 23.13

歳，男女比 78:22）である。

3.1 自転車レーン走行 CG の概要

CG の作成に際しては，被験者が自転車レーンそのものの比較を容易に行なえるよう，自転車レーン上に他の自転車は存在しないこととした。また，映像に違和感がないよう，実測値を基に，自転車に乗っている目線として地上からの高さ 150cm の映像とした。さらに観測結果に基づき，隣接する車道の自動車交通量は 450 台/h，バス混入率を 10% とし，自転車は 12km/h，自動車は 45-50km/h とした。

今回の CG で表現した道路は，相互 1 車線，総幅員 15.0m の幹線街路である。自転車レーン，車道，歩道の内訳は Table 1 に示す 4 種類であり，自転車レーンと車道を分離する方法については，Table 2 に示す 3 種類の方法を設定した。

3.2 実験方法

CG はプロジェクターで写し，作成された映像の特性上，違和感なく見られるよう，視野角 60° 程度の位置に被験者を座らせた。設問は 2 つの画像を比較してひとつ

を選ばせる形式とした。

Table 2 CGでの道路幅員構成（片側：単位 [m]）

	自転車通行帯	車道	歩道
[1]	1.0	4.0	2.5
[2]	1.5	3.5	2.5
[3]	1.0	3.0	3.5
[4]	なし	4.0	3.5

※ [4]では、現状で見られるように車道の路肩を自転車が走行する。

Table 3 CGでの自転車通行帯・車道の分離方法

	分離方法
[a]	レーンライティング；白色 LED を道路に埋め込み、点灯しているときのみ白線として機能する。リバーシブルレーンなどに用いられる。
[b]	ラバーポスト
[c]	着色；今回は欧米で見られる青色を用いた。



写真[a]^[4]

写真[b]

写真[c]

3.3 結果

3.3-1 二項ロジットモデルによるコンジョイント分析

幅員構成[1]-[3]，分離方法[a],[b]の組み合わせについての調査結果を用いて，二項ロジットモデルによるコンジョイント分析を行なった（Table 4，的中率 71.16%）。この結果より，全体的な傾向としては，自転車レーン・車道の幅員が広い状況，境界に関してはラバーポストよりレーンライティングを選ぶ傾向が大きいことが示された。

3.3-2 一対比較の結果から見られる傾向

一対比較アンケートの結果（Table 5）より，自転車通行帯の幅員が 1.5m のときには分離方法によって回答に統計的に有意な差が見られ，1.0m のときはそうでなかった。また，自転車レーン+車道の幅員が 5.0m のときにはレーンライティングを選択し，4.0m のときにはラバーポストを選択する傾向があることが確認される。また，幅員の和が 5.0m のときと自転車通行帯が 1.5m のときにはレーンライティングを選択する傾向が強いに対し，

Table 4 自転車レーンの選好に関する二項ロジットモデル（コンジョイント分析）の結果

	係数	t 値
自転車道幅員	4.4204	5.65
車道幅員	0.78704	3.872
ラバーポストダミー	-0.38052	-2.981

初期尤度=-262.0096，対数尤度=-203.3136
 サンプル数=378，自由度調整済尤度比=0.21781
 ※ラバーポストダミーは，ラバーポスト：1，
 レーンライティング：0

自動車との距離が約 2.0m のときと自転車通行帯が 1.0m のときにはラバーポストを選択する傾向も出て，選好のばらつきが大きくなる結果となった。

Table 5 一対比較アンケートの結果と二項検定

比較	選択数	有意確率	比較	選択数	有意確率
[1]*[a]	22	0.221	[2]*[a]	50	0.000
[1]*[b]	32		[3]*[b]	4	
[2]*[b]	14	0.001	[3]*[b]	35	0.041
[2]*[a]	40		[3]*[d]	19	
[3]*[a]	32	0.221	[1]*[a]	43	0.000
[3]*[b]	22		[3]*[b]	11	
[4]	9	0.000	[1]*[b]	4	0.000
[3]*[c]	45		[2]*[a]	50	
[3]*[a]	22	0.221			
[1]*[b]	32				

4. 自動車利用者から見た車道上レーン創出の可能性

車道に自転車レーンを設けるためには，自動車のドライバーが自転車を気にせず走行できることも条件となる。そこで，ドライビングシミュレータを用いて自転車レーン幅員・走行する車道幅員・レーンと車道との境界の種類を組み合わせた様々な走行パターンでの実験を行ない，自転車レーンの存在が自動車のドライバーに及ぼす影響について検討した。

4.1 ドライビングシミュレータの概要

実験における道路幅員の構成と分離方法は Table 1 および Table 2 で示したものと同様とした。駅に直結する法定速度 40km/h の相互 1 車線の幹線街路（延長約 1.5km，直線）を想定する。最初の約 600m には自転車レーンを

設けず、その後実験対象となる道路約 900m が続いている。通勤時間帯を考え、駐車車両は存在しないものとした。自転車レーン内を走行する自転車は、現況分析を基に、速度と蛇行幅が異なる 3 通りの設定を行った。また、簡単のため、これらの自転車が自転車レーンをはみ出ることなく走行する状況を設定した。また、対向車の速度を 50km/h に設定し、約 900m の実験対象道路の前半部と後半部では、対向車と自転車の交通量の大小を変化させている。

ドライビングシミュレータの装置は、屋井研究室で開発された MOVIC-T4 (Fig.3.) を用いた。

4.2 実験方法

被験者には、法定速度 40km/h の道路であることを説明し、自由な速度で、1 種類の道路について交通量を変えて 2 回走行させ、走行速度、走行位置、実験対象部分の通過時間などを記録した。同時に、その道路の走りやすさなどの印象を 5 段階尺度で評価させた。対象は男性の大学生 10 名である (平均年齢 22.75 歳)。

Fig. 4

走行安全性実験
(MOVIC-T4)



4.3 結果

実験対象道路を通過する時間の平均と分散、各道路に対する走りやすさ (評価) の平均値を Table 6 に示す。自転車レーンが無いよりも有った場合の方が、また、分離方法としてはレーンライティングの方が、それぞれ通過時間が短くなるという傾向が確認された。被験者数こそ少ないものの、自動車ドライバーにとって“自転車に場所を取られる”ことの負担は必ずしも増大せず、自動車と自転車の歩行空間の分離が明確に示されることにより、かえって走りやすい環境と認識する可能性があることを示唆していると考えられる。

5. 結論と今後の課題

本研究により、車道上の自転車レーンの創出に関する以下のような示唆が得られた。

- ❖ 自転車利用者の意識と自動車利用者の走行データより、自転車利用者・自動車ドライバーいずれも自転車レーンが無いよりも有る場合の方を望み、中でも、物理的分離よりも、レーンライティングのような境界方式を好む傾向があることが明らかになった。
 - ❖ 自動車利用者の走りやすさに関する意識と走行特性が一致しないことが分かったが、これは、自動車利用者が思うほど自転車レーンが邪魔になっているわけではないことの暗示する結果であると推察される。
 - ❖ 所要時間より、自動車ドライバーには、自転車レーンが存在する場合に車道幅員が広すぎると対向車などが気になり若干ではあるが走行しづらくなる傾向があることが確認された。これより、ある程度幅員を狭くしてそれを自転車レーンに充てることで、かえって車道の交通容量が拡大する可能性もあると推察される。
- 今後の課題としては、被験者の属性を学生のみでなく一般人へと拡大すること、自動車利用者を対象とした実験の被験者数を増やすこと、シミュレーションにおいて自転車の車線へのはみ出しも考慮すること、通勤時間帯に限らず買物時間帯なども対象とすること、などが挙げられる。

Table 6 所要時間の平均・分散と評価の平均
(n=10, 所要時間は単位 [sec])

	平均	標準偏差	評価平均
[1]*[a]	144.85	7.9405	4.00
[1]*[b]	147.06	5.8434	4.25
[2]*[a]	141.45	12.944	3.92
[2]*[b]	146.66	12.408	3.42
[3]*[a]	147.37	7.575	2.67
[3]*[b]	150.97	16.17	2.00
[4]	156.61	13.17	3.00

評価：5=非常に走りやすい…1=非常に走りづらい

6. 参考文献

- [1] 国土交通省道路局：21 世紀の自転車利用環境の実現を目指して、2002.
- [2] たとえば小柳純也，木戸伴雄，高田邦道：自転車の歩道通行に関する走行実態，第 20 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.149-152，2000.
- [3] 国土交通省：自転車活用のまちづくり
<http://www.mlitt.go.jp/road/road/bicycle/index.html>
- [4] 鹿島プレスリリース
<http://www.kajima.co.jp/news/press/200410/13c1fo-j.htm>

