

# 道路空間構成・車両特性と自転車の通行帯選択挙動との関係に関する研究

## A Study on Relation between Road Space Compositions, Vehicle Characteristic and Bicycle traffic Lane Selection Behavior\*

冷牟田優司\*\*・中川義英\*\*\*  
By Yuji HIYAMUTA\*\*・Yoshihide NAKAGAWA\*\*\*

### 1. 研究の背景と目的

現在の都市内交通において、自転車は近距離移動での有効性や低環境負荷、健康志向の高まりなども重なって、その利用ニーズは増加の一途をたどっている。

一方で、自転車利用環境には安全性・快適性に様々な課題がある。これまでの日本における自転車利用環境整備としては、幅員の広い歩道である自転車歩行者道が中心であったが、近年特に歩行者と自転車の交通事故は著しく増加傾向にある。それに加えて平成19年6月には道路交通法の改正が施行され、自転車の歩道通行の規制が緩和されてきている。このような現状から歩行者や自転車などが安全に通行できる道路空間の確保が急務となっている。

このような歩道内での自転車事故を抑制するためには、歩道上の自転車の割合を低減させる為、自転車の車道内走行を促進する為の通行空間整備が重要である。近年、社会実験等で車道内における自転車道の設置により、その有用性が実証されつつあるが、一方で車道内での自転車専用の走行ネットワーク空間創出に関する課題は残る。したがって今後は、車道内において自転車専用空間を創出するばかりでなく、他車両と共存した、自転車の車道内通行の可能性を探る必要がある。そこで本研究では、自転車の通行帯の選択と道路環境との関係性を明確化することで自転車の車道内通行の可能性を検討することを目的とする。本研究が仮説とすることは、歩道や車道の交通状況、沿道環境、幅員などを含む道路の構造などが、自転車通行者が歩道と車道のどちらを通行するかの判断をする際の要因になっているということである。

よって、本研究では自転車利用者の車道通行と歩道通行の選択の際に関わる道路空間構成・車両特性に着目し、各要因の影響度を算出・分析する。そして、この両側面と自転車の車道内通行を行う挙動傾向との関連性について考察を行う。これは、都市部の自転車通行の歩道及び車道での円滑化につながるものと思われる、必要性は高いと考える。

\*キーワード：交通行動分析

\*\*学生非会員、早稲田大学創造理工学研究所  
(東京都新宿区大久保3-4-1、TEL03-5286-3398)

\*\*\*正員、工博、早稲田大学理工学術院  
(東京都新宿区大久保3-4-1、TEL03-5286-3398)

### 2. 研究の概要

#### (1) 既存研究及び位置付け

実際の自転車利用者は、歩道と車道のどちらかを両者の道路環境で判断して選択している。しかし既存研究では歩道内もしくは車道内に限定した中で自転車の走行性を捉えているため、通行帯の選択挙動に対する考察はあまり行われていない。本研究では車道・歩道の両空間の様々な道路空間構成・車両特性において自転車の通行帯選択実態を調査することで、自転車の通行帯選択挙動を明確にし、今後の車道内での自転車走行の可能性と歩道における自転車通行の円滑化に向けた道路整備の進め方の一助にしたい。

#### (2) 研究の方法

##### a) 調査内容

高所からのビデオ撮影により自転車の通行帯選択地点における挙動を観測する。車道または歩道を走行している自転車が、店舗への車両進入口などの通行帯を選択することが可能な瞬間における道路空間構成を自転車利用者ごとに観測すると共に、各自転車利用者が選択した通行帯を計測する。

##### b) 観測地点

自転車通行可指定歩道のある車道を対象とする。高所からの撮影が可能であることを前提とし、場所によって変わる道路構成形態と通行帯選択との関係性も明確化するために、複数地点で観測を行うことにする。本研究では、車道での自転車の通行スペース確保に影響を及ぼすと考えられる道路構成形態に焦点を合わせ、以下の指標を取り上げる。

##### 【Case(1)：自転車通行幅の確保有無】

自転車通行幅とは車道の左端部において、自転車の通行が可能な余裕幅を示すこととする。この自転車通行幅が、自転車通行帯の設計の際に用いられる一般的な自転車の占有幅員である  $1.0\text{m}^1$  を確保しているか否かを指標とする。各道路での自転車通行幅は、最左車線幅員から、道路構造令で定められている都市部での標準的な車線幅員  $3.25\text{m}^1$  を差し引いた数値を用いる。

## 【Case(2)：バス専用レーンの実施有無】

軽車両である自転車は原則としてバス専用レーンを通行でき、自動車との混在の少ないこのレーンの自転車走行環境は良いと考えられる。バス専用レーンが実施されている時間内か否かを指標として取り扱う。

### c) 集計・分析と考察

自転車一台を1サンプルとし、各サンプルについて得られたデータを集計し、分析する。その分析結果、影響度分析をもとに各道路構成形態別の傾向把握を踏まえた考察を行う。それをもとに自転車の選択傾向と道路環境との関係性を把握し、最終的な道路整備施策の方向性の検討を行う。

## 3. 現況分析

### (1) 杉並区中杉通りでの自転車道設置社会実験概要

平成20年1月に、杉並区中杉通りにおける自転車道設置実験を杉並区が行った。約350mの区間で車道の一部をガードレール等で区切り自転車専用の走行帯とした。実験に伴って杉並区が行った利用者のアンケート結果としては「安全性」・「快適性」に関してはそれぞれ自転車利用者の約8割、歩行者の7割以上が自転車道設置により改善したと回答した。この社会実験によって自転車を分離した走行環境整備の有効性が確認されたが、一方で自転車道内での空間のゆとりや、自転車同士との速度差や交差点部の通行による交錯に対する課題も抽出され、結果として整備方法に関する利用者の声としては約6割が自転車道設置、約4割が他の整備手法を望む回答であった。今後の方向性として自転車歩行者道等や「自転車ルール・マナー向上」対策も併せて検討が必要であると結論付けている。

### (2) ビデオ撮影観測手法

本研究では、自転車の通行帯選択地点における挙動を上部からのビデオ撮影により観測する。走行自転車が、通行帯を選択することが可能な瞬間における道路空間構成を各自転車利用者ごとに観測すると共に、各自転車利用者が選択した通行帯を計測する。対象範囲は、対象自転車が通行帯を選択する地点から前方10m（一般的な通勤、通学利用の自転車通行空間での視距＝7m以上<sup>2)</sup>と設定されている)の歩道、車道とする。

### (3) 歩行者換算存在密度

歩行者と自転車とは歩道の空間占有面積が異なり、自由な走行に必要な1人(1台)あたりの空間(空間モジュール)は歩行者より自転車の方が大きいと考えられる。したがって歩行者と自転車の空間占有面積の違いを考慮するために、歩道内の自転車一台を歩行者に換算し単位面積あたりの歩行者数を算出する「歩行者換算密度」を用いる。

者

塚口ら<sup>3)</sup>の研究では、歩行者が自由な走行に必要な占有面積を $5\text{m}^2$ 、自転車については走行軌跡の分析に基づき求められた安全間隔 $1.7\text{m}$ と、走行速度と車頭間隔の実測値から求められた安全車頭間隔の $7.5\text{m}^2$ を乗じて占有面積 $12.8\text{m}^2$ と設定されている。山中ら<sup>4)</sup>の研究ではこの値を用いて、自転車の換算係数として両者の占有面積の比をとった $2.56$ を自転車一台の換算歩行者数としており、自転車歩行者混合交通の交通状況を表す指標の1つとして用いていることから、本研究において歩行者自転車混在状況下での歩行者密度を算出する際にもこの値 $2.56$ を自転車一台の換算歩行者数として歩行者密度を算出することとする。

## 4. ビデオ調査及び調査結果の分析

### (1) 調査対象地点・ビデオ調査

歩道と車道を上部から撮影することが可能な地点という条件より、調査方法は歩道橋上でのビデオ撮影とした。本研究では自転車の通行帯選択挙動に影響を及ぼすであろう4つの道路構成形態として(1):自転車通行幅非確保区間、(2):自転車通行幅確保区間、(3):バス専用レーン非実施区間、(4):バス専用レーン実施区間を取り上げる。この4つのケースに該当する各地点でビデオ調査を行った。図1にその幅員構成を、表1・図2に調査地点の詳細を示す。

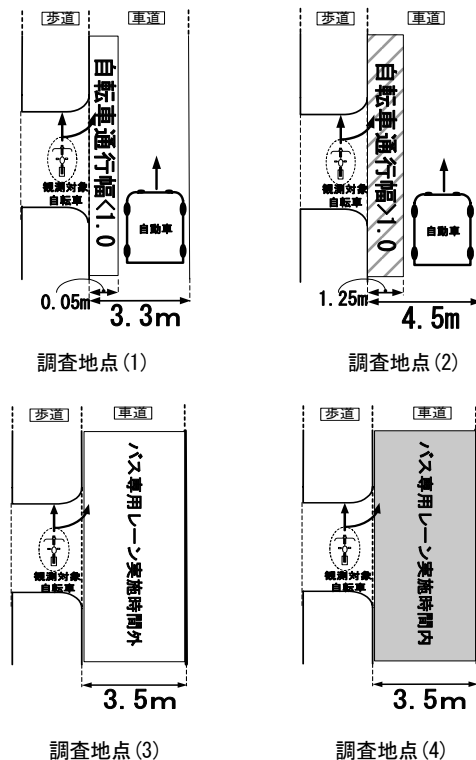


図1 調査地点道路構成形態図

表 1 調査地点詳細 (左)

調査地点	所在地	調査日時	調査時間	道路形態
調査地点①	杉並区梅里 1-15	2007年 12/11	7:30 ~9:00	新設自転車専用通行帯
調査地点②	豊島区南長崎 5-6	2007年 12/12	7:30 ~9:00	確保自転車専用通行帯
調査地点③	杉並区梅里 1-8	2007年 12/10	16:30 ~18:00	非バス専用区間レーン
調査地点④	杉並区梅里 1-8	2007年 12/10	7:30 ~9:00	実バス専用レーン

図 2 調査地点詳細地図 (右)



(2) 調査結果集計

各調査地点の調査時間 90 分のうち 45 分ずつの集計、計 345 サンプル (サンプル数の内訳は、調査地 (1)=66、調査地 (2)=68、調査地 (3)=66、調査地 (4)=145、となっている) を用いて分析を行った。

道路構成形態別の車道走行率について、調査地点 (1) と (2)、調査地点 (3) と (4) を比較した結果、自転車通行幅が確保されている道路、バス専用レーン実施時間内の道路ともに自転車の車道走行率に大きな増加傾向が見られた。自転車通行幅 1.0m の余裕が在る車道幅員、バス専用レーン実施区間内では自転車利用者は車道を選ぶ傾向が強くなり、自転車通行空間が確保されやすい道路構成形態となっていることが読み取れる。図 3、図 4 に両者の通行率変化傾向を示す。

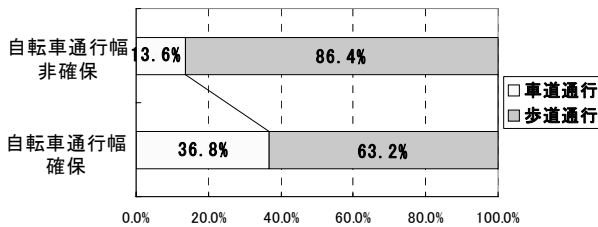


図 3 自転車通行幅の確保有無による通行率の変化

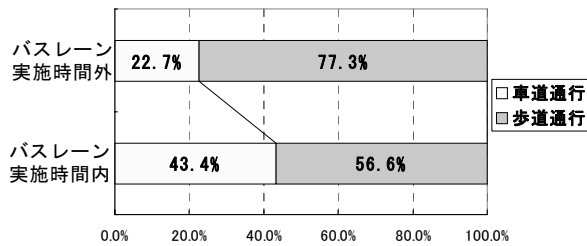


図 4 バス専用レーン実施の有無による通行率の変化

(3) 解析結果

全 345 サンプルについて、自転車利用者の通行帯選択に影響を与えうる要因を基に自転車通行帯選択への影響度の評価を行う。本研究では分析手法として数量化Ⅱ類を用いることとする。

【指標の選定】

解析で使用する指標の詳細を以下に示す。

・歩道における歩行者密度 (人/m<sup>2</sup>)

自転車利用者が通行帯を選択する瞬間における歩道の歩行者密度を算出する。なお、対象範囲内の歩道に別の自転車が存在する場合は、先述した自転車の歩行者換算存在密度を用いて算出することにする。

・通行車両数 (台)

対象自転車が通過する際の車道内の交通状況を示す上で、観測した調査時間内の自動車流を 30 秒ずつで区切り、自転車の通過時刻が含まれる区切りの車両通行量の値を用いる。計測する対象としては自動車・自動二輪・バスとし、バスについては通行台数が少ないため、30 秒間隔ごとの通行の有無を評価する。複数車線ある場合は最も左側の、歩道に沿った車道の通行量を用いることとする。

・対象範囲内での路上駐車の有無

自転車が車道通行する際の最も一般的な障害物として路上駐車自動車が挙げられる。路上駐車の有無における自転車利用者の通行帯選択への影響を明確化するために、対象自転車前方における歩道隣接部での路上駐車の有無を計測する。

・自転車の速度(km/h)

自転車利用者が通行帯を選択する際の速度を計測する。速度と関連のある指標として、利用者の性別、自転車の種類も観測する。本研究では、一般的に業務用・通勤・通学・買い物で用いられる快走車を「一般自転車」、高速走行が可能なロードバイクなどのサイクリング・旅行に用いられやすいタイプを「スポーツ自転車」とする。

次に各変数のカテゴリー区分を表 2 に示す。

表 2 各変数のカテゴリー区分

変数名	カテゴリー区分
目的変数	選択した通行帯 Y 「1」=歩道を通行、「2」=車道を通行
説明変数	30秒間隔での自動車通行量(台) a 「1」=0~1、「2」=2~3、「3」=4~
	30秒間隔での自動二輪通行量(台) b 「1」=0~1、「2」=2~3、「3」=4~
	30秒間隔でのバスの通行有無 c 「1」=通行無し、「2」=通行有り
	歩道内での歩行者密度(人/m <sup>2</sup> ) d 「1」=歩行者無し、「2」=0.08、「3」=0.08~
	自転車速度(km/h) e 「1」=0~10、「2」=10~15、「3」=15~20、「4」=20~
	路上駐車有無 f 「1」=無し、「2」=有り
	性別 g 「1」=男、「2」=女
	自転車種類 h 「1」=一般自転車、「2」=スポーツ自転車

【解析結果】

表 2 で示したカテゴリー区分を基に今回調査を行った 4 調査地の全サンプルに対して、数量化Ⅱ類による影響度解析を行った。その解析結果を表 3、図 5 に示す。

解析の精度としては、レンジと偏相関係数の順位が一致していることから両者に関しては解析はうまくいっていると判断する。また、相関比の値、判別の中率からは、解析の精度は「やや良い」と判断される。以上を踏まえてこの解析結果から各指標の影響度の評価を行う。

表3 解析結果

項目名	カテゴリ名	カテゴリスコア	レンジ	偏相関係数	判別的中率	相関比	判別的中点
30秒間隔 自動車 通行量(台)	a-1	-0.0430	0.2090	3位	0.1604	3位	81.7%
	a-2	-0.0373					
	a-3	0.1660					
30秒間隔 自動二輪 通行量(台)	b-1	-0.0298	0.1479	4位	0.1107	4位	
	b-2	0.1181					
	b-3	0.0147					
30秒間隔 バス通行	c-1	-0.0085	0.0810	6位	0.0692	6位	
	c-2	0.0726					
歩道内歩行者 密度 (人/㎡)	d-1	0.0179	0.0645	7位	0.0561	7位	
	d-2	-0.0467					
	d-3	-0.0338					
自転車速度 (km/h)	e-1	0.1800	0.3669	2位	0.2707	2位	
	e-2	-0.1869					
	e-3	0.0473					
	e-4	-0.1455					
路上駐車 有無	f-1	-0.0011	0.0027	8位	0.0027	8位	
	f-2	0.0016					
性別	g-1	-0.0349	0.1181	5位	0.1016	5位	
	g-2	0.0832					
自転車種類	h-1	0.2409	0.8310	1位	0.5644	1位	
	h-2	-0.5902					

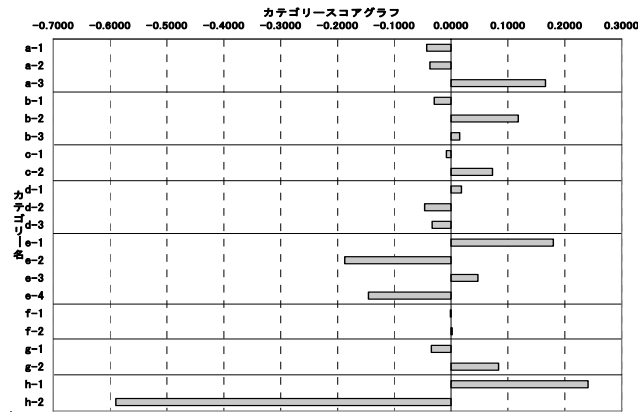


図5 カテゴリースコア

上記の解析結果より、自転車の通行帯選択判断に対する影響要因に多少の傾向が見られる。第一に、最も大きい影響度を示すのは自転車利用者自身の特性であることがわかる。通行帯の選択は自転車の種類や走行速度に表されるような個人の特性によって判断される傾向が強いものとする。第二に、交通量などの流動的な指標に関しては、歩道の歩行者密度よりも車道における交通量の方がより大きく影響を与えていることがわかる。また路上駐車に関しては影響度が非常に小さいとわかる。

(4) 道路構成形態別における結果分析

4-(3)で求められた影響度の大小関係を基に、各交通指標と自転車の車道走行率との関係性を道路構成形態別に詳細に把握する。

まず影響度が最も高い車種については、スポーツ自転車利用者は車道走行の意識が高いと考え、以下では一般自転車のみをサンプルとした分析を行った。解析結果レンジ順位を踏まえ、道路構成形態別に「自転車速度」、「車両交通量」、「自動二輪混入率」の3項目を取り上げる。

なお、「車両交通量」は、車道内の混在交通状況を示すために、自動車、自動二輪、バスの交通量の合計値を用いる。また、自動二輪の交通状況に関する指標として、全交通量のうち自動二輪がどの程度の割合で混入しているかを示す「自動二輪混入率」を用いることにする。「自動二輪混入率」を用いることで、自動二輪という交通主体がどの程度自転車に対して危険

意識を及ぼすかを、全体の交通量と相関無く示すことが可能であるとする。

これらを説明変数、自転車の車道走行率を被説明変数として、回帰分析を行い定量的に分析する。一般的にこれら交通指標の値の増減に伴い、自転車が利用する通行帯も変化していくと考えられる。したがって「車道通行」を車道走行率=100%、「歩道通行」を車道走行率=0%と考えると、各交通指標の増加に伴って、車道走行率は理論上0%、もしくは100%の値に収束すると考えられる。これより本研究では、被説明変数を2値変数として扱うロジスティック回帰分析を用いることにした。道路構成形態別にロジスティック回帰式を算出し次頁の図6、図7にグラフ化した。[回帰式の有意性の検定]

算出した回帰式の有意性を予め示す。本研究では95%信頼度におけるピアソン $\chi^2$ 統計量を用いて回帰式の統計的な確からしさの検証を行った。モデルが正しいという仮説のもとで、基準として $\chi^2$ 統計量の値が5%信頼区間の棄却域の境界値よりも小さい場合、モデルの有意性は棄却出来ないと判断する。

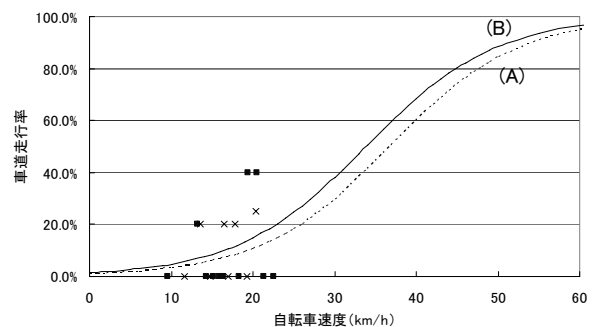
表4 回帰式の $\chi^2$ 統計量及びP値

	自転車通行幅確保有無			バス専用レーン実施有無		
	$\chi^2$ 統計量	5%統計量	P値	$\chi^2$ 統計量	5%統計量	P値
自転車速度 (A)	59.43	77.93	0.46	(C) 67.21	109.77	0.94
×車道走行率 (B)	38.42	54.57	0.41	(D) 63.99	74.47	0.22
車両交通量 (A)	61.00	77.93	0.40	(C) 89.54	107.52	0.35
×車道走行率 (B)	47.23	52.19	0.12	(D) 58.00	74.47	0.40
自動二輪混入率 (A)	59.68	77.93	0.45	(C) 86.51	107.52	0.43
×車道走行率 (B)	39.09	52.19	0.38	(D) 57.29	74.47	0.43

表4より、本研究で算出した全回帰式において $\chi^2$ 統計量が5%境界値を下回っており、従って有意性はあると判断できる。しかしP値に関しては、概して有意水準5%よりは大きい数値自体に十分な大きさを持たず、回帰式が適合性を満たすと断定できるほど精度の高いものではない。従って、本回帰式による分析には一応の妥当性はあるものの、他の地域にも適用できる一般性を持つかは問題がまだ残ると判断する。以上の点を留意した上で、以下に回帰式からの結果分析を示す。

【自転車通行幅確保有無】

自転車速度・車道走行率の関係



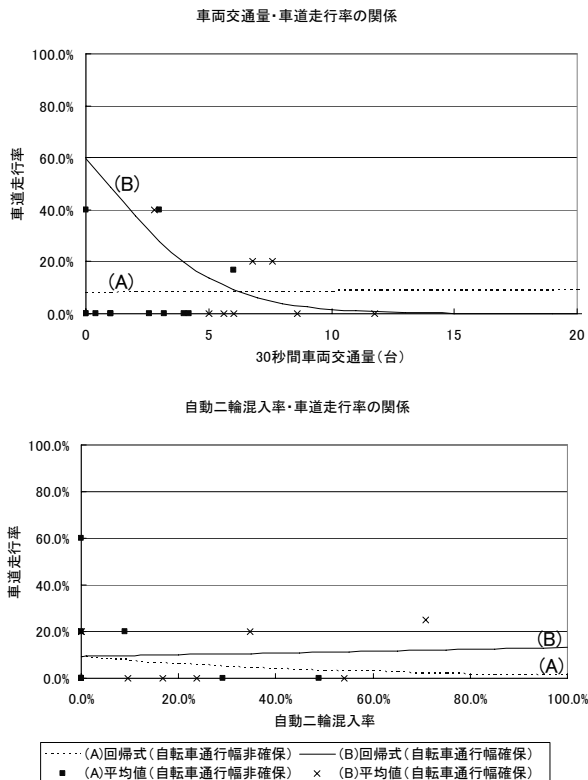


図6 自転車通行幅確保有無における車道走行率の推移

【自転車速度・車道走行率の関係】

自転車速度の増加に対しては(A)と(B)の変化傾向はほぼ近似しており、(A)より(B)の方が全般的に車道走行率が高い。これより自転車通行幅非確保区間と比較すると確保区間では低速でも車道を走行することが可能であると推測でき、全般的に速度の大小に関わらず自転車通行幅確保区間の方が車道走行に対する意識的抵抗が少ないと考えられる。

【車両交通量・車道走行率の関係】

車両交通量の増加に対しては、(A)はほぼ一定値を示しているのに対し、(B)では車道走行率は大きく減少している。(B)の減少は車道内において車両の交通量の増加による危険意識の増大が引き起こされた為と考える。両曲線の交点における車両交通量は約6.2(台/30sec)を示し、交通量が6.2(台/30sec)より少ない場合には自転車通行幅確保区間は非確保区間よりも自転車に対する走行抵抗が少ない空間となると考える。

【自動二輪混入率・車道走行率の関係】

自動二輪混入率の増加に対しては、緩やかな減少傾向を示す(A)に対し、(B)は車道走行率は僅かに増加し、(A)よりも車道走行率の値は高い。これは広い道路幅員を持つ(B)では自動二輪と接近する可能性が減り危険性が減少する事、自動車よりも占有面積が小さい自動二輪の混入率が高くなる事で車道内での自転車以外の交通主体による空間占有率が低下し、それに伴い交通流自体に対する危険意識が小さくなった可能性

があると考えられる。表4に示すように回帰曲線としての精度は高くないが、妥当性は有すると判断する。

【バス専用レーン実施有無】

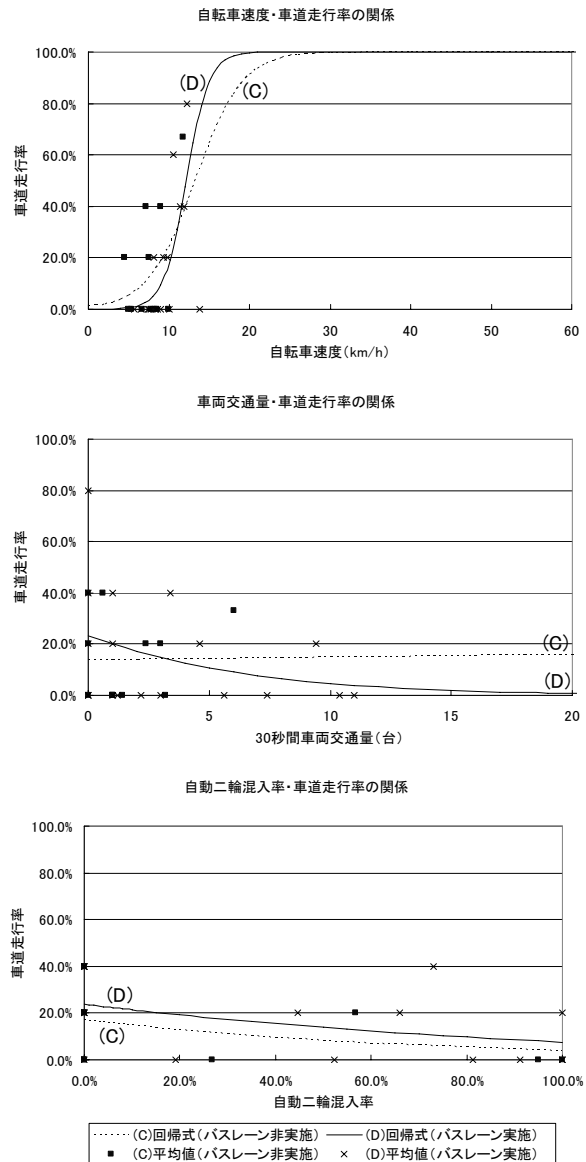


図7 バス専用レーン実施有無における車道走行率の推移

【自転車速度・車道走行率の関係】

自転車速度の増加に対しては、(C)と比較して(D)の方が大きな傾きを持っている事がわかる。このことから、(D)に関しては速度の変化に従い、歩道から車道へと選択意識が変化する境界が明確に生まれていると思われる。このことから、(C)と比較して(D)は車道内と歩道内での自転車速度による走行レベルに差異を生み出しており、バス専用レーンは歩道内とは異なった自転車通行空間としての意味合いを持つと考えられる。(C)と(D)の交点における自転車速度は約11km/hであり、速度が11km/hよりも大きい場合はバスレーンを実施している場合の方が車道走行率が高くなっている。このことから、バスレーン実施時間内で自転車走行を行う場合は11km/h以上の速度で走行している自転車にとっては車道走行に対する抵抗が低くな

ると考えられる。

#### 【車両交通量・車道走行率の関係】

車両交通量の増加に対しては、(C)はほぼ一定値を示し、(D)は車両交通量が大きくなるにつれて低下している。二つの曲線交点における車両交通量は約3.4(台/30sec)であり、この値を下回る場合にはこのバスレーン実施区間は非実施区間に比べて自転車の走行抵抗が少ないと考える。バスレーン実施区間においてはバス、原付以外は原則通行禁止とされているが、現状として自動車等の混入も多く見受けられバスレーン内でも交通量の増加は起こりうる状況であり、それに伴う自転車利用者の危険意識が増大すると考える。

#### 【自動二輪混入率・車道走行率の関係】

自動二輪混入率の増加に対しては、(C)、(D)ともわずかな減少傾向を示す。また、(D)は自動二輪混入率に関係なく常に(C)よりも高い車道走行率となっていることから、車道でのバス専用レーンは、自動二輪混入率に関わりなく自転車利用者の車道通行空間としての価値を持つと捉える。

## 5. 考察

現行の自転車道路整備状況は自転車歩行者道が中心である。それに加え平成19年の道路交通法改正により自転車の歩道走行の緩和が行われ、今後歩道内での自転車対歩行者事故を一層促す結果となる可能性は大きい。従って現行の車道内での自転車通行の有用性を検討し、自転車通行空間としての可能性を探る必要がある。

本調査では道路構成形態として幅員の違い、そしてバスレーンの有無に着目して取り扱った。両特性に関して以下のような知見が得られた。

#### 【広幅員（自転車通行幅が確保出来る幅員）道路に関して】

交通指標と車道走行率との回帰グラフによる結果分析により、以下の結論を導いた。

- ・自転車速度に関わらず広幅員道路は平均車道走行率が一般道路より上回り、幅広い自転車利用者層に有用性を持つ。

- ・車両交通量が一定量（6.2 台/30sec）を上回ると広幅員道路は自転車通行空間としての有用性が低くなる。

- ・自動二輪の混入率が高くなるに伴って、広幅員道路は自転車通行空間としての有用性が高くなる。

広幅員道路では自転車の車道通行が比較的可能であることが明確化した。しかし車道走行率の低減要因である車両交通量を減少する事は整備上困難である。

従って車両交通量が多い区間においては、レーンライティングのような視覚的境界を用いる等の、危険感軽減整備施策の検討が方向性として重要であると考えられる。特に自動二輪交通量の多い区間や時間帯に対してこのような整備施策を適用することは、自転車の車道通行の促進に効果を持つであろう。

#### 【バス専用レーンについて】

広幅員道路と同様に、交通指標と車道走行率との回帰グラフによる結果分析により、以下の結論を導いた。

- ・自転車の速度レベルによって車道走行率は大きく変化し、利用者層によってその有用性に差異がある。

- ・車両交通量が一定量を上回ると自転車通行空間としての有用性は低くなる。

バス専用レーンにおいても、自転車の車道通行は比較的可能であるだろう。しかし、全ての利用者層に有用性を持つことは難しく、自転車歩行者道との併用も検討する必要がある。そして現状に多く見られるバス専用レーン内の違法な自動車通行に対する規制を厳格化し、レーン内交通量を抑制する為の政策を検討する事は、自転車の車道通行の円滑化に対して大いに意義があるだろう。今後、バスのみならず自転車通行空間としてバス専用レーンの価値を検討していく必要は高いと考える。

## 6. 総括

本研究を通して自転車通行帯選択挙動と道路空間構成・車両特性との関係性、そして広幅員道路・バス専用レーン内での自転車通行の有用性に関する考察を行った。日本の自転車通行は、依然自転車歩行者道を中心とした走行環境下にある方向性は否めないが、今後車道走行への規範意識の変化を生じさせるための呼びかけ、道路整備は必要であると考えられる。例えばバス専用レーンに対し、自転車通行可の標識を設置するだけでも自転車利用者の意識に変化が見られるかもしれない。

一方で現状の多様な利用者層、道路状況や交通流が混在する状況下で画一的な対策指針を講じるのは非常に困難であり、本研究の結果も全ての道路環境に対して適合性を持つとは言い難い。対象地域毎に細かな実情の把握・評価を正確に行い、歩道・車道での自転車の適正な配分を促す整備施策を講じる必要がある。

#### <参考文献>

- 1) (社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用
- 2) (社)日本道路協会：自転車道等の設計基準解説
- 3) 塚口博司ほか：歩車のオキュパンシー指標の提案と住区内街路計画への適用，土木学会論文集，p141-p144, 1987.
- 4) 山中英生ほか：自転車走行速度に着目した歩行者・自転車混合交通の評価基準，土木計画学研究・論文集，p471-p476, 2001.