

# 自転車走行空間に関する近年の研究動向 - 欧米を中心に - \*

Research trend of bicycling space in Europe and the United States\*

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の活躍が期待されている。しかし、我が国の都市部では“軽車両”である自転車の歩道走行が常態化しており、自転車と歩行者の錯綜事故の急増が問題視されている。そこで近年、自転車の車道走行の原則を強化する気運が急速に高まっているわが国であるが、これまでそのような施策をとってこなかったため、自転車の車道上走行空間の事例が多少先行しているものの、研究はほとんどなされていないのが現状である。これに対し、欧米では都市部での自転車走行場所が確保されており、その整備や評価が研究対象として扱われている。そこで本稿では、自転車の車道走行を实践してきた欧米での自転車交通研究、特に自転車走行空間に関わる研究をレビューし、その動向を整理することで、特に車道上における他の交通主体との共存のあり方について考察すると共に、わが国の自転車配慮型道路研究への示唆を行なうことを目的とする。

## 2. 走行空間の整備に関する研究

### (1) 整備基準と評価

海外における自転車の走行空間として、車道で自動車と自転車が道路を共用するShared Use (Wide Curb Lane: 自動車と自転車が車道を共有する道路)、白線や点線によって分離されているBicycle Lane、自転車専用のBicycle Track、自転車と歩行者・スケーターが共存するTrail (Bicycle Path: 自転車歩行者専用道) に分類される。自転車走行空間の整備に関しては、幅員の最低値や最適値が示されている。Wide Curb Laneの幅員は、FHWAによれば4.17-5.18m程度が適している<sup>[1]</sup>とされており、

\*キーワード: 歩行者・自転車交通計画, 交通安全, 自転車配慮型道路, 自転車走行空間

\*\*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)

AASHTOのガイドラインではそれより厳しめの最低4.57mと記されている<sup>[2]</sup>。また、自転車レーンに関しては、走行特性より幅員は0.92mあれば安全性の面で問題なく、さらに自転車レーンの整備による自動車の走行特性(速度の低下)も考慮に入れると、幅員は1.22m程度が最適であるとしている<sup>[3]</sup>。自転車走行空間の評価方法としては、安全性と快適性の両方を表現できるBCIがあるが、アメリカ、オランダなど16の地域での自転車走行空間整備基準(自動車の速度×自動車交通量のマトリクス)を紹介し、それをBCIによる評価と比較したものの<sup>[4]</sup>によれば、Wide Curb LaneはLOSランクD、Bicycle Laneおよび路肩走行はLOSランクC、Bicycle TrackでようやくLOSランクBとの判定となった。ただし、自転車施策は地域によってさまざまで、BCIだけでは一概に評価できないとしている<sup>[4][5]</sup>。また、自転車レーンの連続性が保たれない場所は欧米にも多数存在するが、利用者にとって利用しづらい「中断」をアンケート調査したものもある。

また、評価方法のBCIについてもさまざまな提案がなされており、近年では整備そのものより評価方法の研究が主流になっているように見受けられる。アメリカでの1000サンプルにも及ぶデータを基に、自動車交通量、総幅員、交差点の横断距離を評価指標とした交差点部のLOSを設定したものの<sup>[6]</sup>、アメリカ全土でのデータを基に、他の交通主体とのすれ違いや追い越しからShared Use PathのLOSを提案したものの<sup>[7][8]</sup>などがある。さらに、郊外に適用できるBCIを、ビデオ画像を用いたWeb調査により提案したり<sup>[9]</sup>、GISデータや走行空間の走りやすさや連続性の評価を用いて提案したり<sup>[10]</sup>したものがある。

走行空間に関しては、わが国では自転車に対してほぼ検討されていない対象もあり、具体的には路肩のRumble StripやRoundaboutが挙げられる。Rumble Stripは自動車の眠気防止効果が期待されるが自転車にとっては危険要因になるため、自転車の走行に支障をきたさない形状が検討されており<sup>[6][65]</sup>、Roundaboutでの自転車と自動車の走行特性が観測されている<sup>[66]</sup>。

### (2) 事前事後評価

数年前に盛んに行なわれ、現在でも走行空間研究の主流になっているといえるのが、実際に自転車走行空間が整備された道路を対象に行なわれる事前事後評価であり、

その評価指標に走行特性、事故件数、交通量などが挙げられる。いずれの評価にせよ、ある対象道路の実際の変化を研究対象としているため、走行空間整備に対して概ね効果的な結論が導いていることは意義深い。

#### 1) 走行特性や事故件数による評価

実際に整備されたことによる効果をみるため、走行特性（位置や速度）をビデオ調査により、事故件数を統計データにより取得し、比較するのが一般的な方法であり、この評価方法が圧倒的に多い。

自転車専用道や自転車レーンを対象にしたものでは、衝突、ケガ、走行距離について事前事後評価を行なったところ、事故件数が減って走行距離は伸びることが示されている<sup>[11]</sup>。自転車レーンの設置に限ると、具体的な走行特性の変化を観測した研究が多く見られ、走行位置を測定したものでは自動車が自転車の空間に進入することが少なくなって自動車も自転車も走行が安定することが示され<sup>[12][13]</sup>、走行速度を測定したものでは自動車のスピードが35-40%減少、それに対して自転車のスピードが10-15%増し、事故は10%減少したという事例がある<sup>[14]</sup>。また、自転車レーンの設置により、自動車が自転車を追い越すときに、車線を脱線したり自転車に接近したりすることが少なくなり安全性が増すこと<sup>[15]</sup>や、自転車レーンに隣接する駐車レーンにある駐車車両と、レーンを走行する自転車との距離が広まって、駐車車両のドアが急に開いて自転車にぶつかる危険性が減少すること<sup>[16]</sup>など、車道上で起こりうる現象についても個々に取り上げられている。一方、自転車と自動車がスペースを共有するWide Curb Laneにおいて、“Shared Use”の看板を設置するだけでも、自転車や自動車が走行位置を守ったり、自転車の走行態度が良くなったりして、結果として錯綜が減る<sup>[17]</sup>ことが観測されている。しかしその一方で、もともと走行空間が整備されていた所では事故件数が増加していく傾向がみられたり<sup>[11]</sup>、特に自転車レーンにおける事故件数について、整備前と比較して10%程度事故件数が増えたとの指摘がされたり<sup>[18][20]</sup>している。

また、交差点を対象としたものでは、特にヨーロッパでは交差点に青く舗装されたレーンを設置する事例が見かけられ、近年アメリカにも適用され始めているが、これ（あるいはさらに自転車優先の看板も設置すること）により自動車が自転車を優先する行動を取ったり、自動車が走行場所を守るようになったりして、事故が減ること<sup>[19][21]</sup>も示されている。その反面、安全性が高まったためか、手信号などの合図を怠る自転車の出現が指摘した<sup>[23]</sup>もの、青いレーンの整備により事故率が30%程度減少したが、実際には自転車交通量が増加しているために事故件数は増加していることを明らかにした<sup>[13][24]</sup>ものなども存在している。

このように、車道に自転車の走行空間を設けることに

より、自転車にも自動車にも走行特性に影響を及ぼし、共存しやすい環境になっていることが実証されているといえ、自転車走行空間の整備が概ね効果的であるとの結論が導かれているが、その一方で、走行環境の向上による自転車側の走行マナーの悪化やそれに伴う事故の増加も指摘され、安全性に関しては意見が分かれているのが現状である。

#### 2) その他の指標による評価

走行空間整備の効果を検証する際、ビデオや統計データ以外にも、さまざまな手法が用いられている。

車道での走行空間についてアンケートにより調査したものの<sup>[16]</sup>によると、自転車利用者は自転車レーンが整備される前後で「自転車レーンが設置されているのが良い」と考える傾向が一貫しているのに対し、自動車利用者の場合は、レーン整備前には否定的な意見が多いのが、実際に整備されてみると肯定的な意見が多くなる。

また、走行空間の安心感などのアンケート調査や走行空間整備前後の交通量の増加が走行空間整備の経済効果を算出し、評価指標に用いる研究もみられ<sup>[25][26]</sup>、通勤から観光まで幅広い対象において成功している。

### 3. 走行空間が自転車交通に及ぼす影響に関する研究

#### (1) 安全性の検証

ある道路を対象とした事前事後評価のみでなく、より一般的な検証を行なっている研究も多数存在する。本節以降は、その対象別に研究の傾向を示す。

まず、安全性に関しては、事故件数そのものから、事故の起こりやすいシチュエーションを事故発生率モデルとして表現する傾向が見られる。

自動車と自転車の事故に関しては統計データや通院データによって収集されるが、わが国同様、自転車と歩行者の事故は被害が小さく事故の全容が把握できないのが現状であり、サイクリストクラブやウェブに呼びかけて事故被害を申告してもらうことでデータを集める<sup>[27][78]</sup>試みがなされている。このようにして収集されたデータで事故発生率（あるいは安全性）モデルが構築され、車道上走行空間ではレーン幅員や交通量、自動車速度<sup>[29][30]</sup>、歩行者と共存するような自転車歩行者専用道では幅員のほかに交通主体の交通量の割合、すれ違い・追い越しの数、センターラインの有無など<sup>[30][32]</sup>が事故発生率に影響を及ぼすことが示されている。自転車歩行者専用道での安全性を評価する要素は、わが国の自転車歩行者道におけるLOS評価とほぼ同じと言える。また、事故の発生率の表現方法について、時間当たりの件数のみでなく、距離あたりの件数を用いる<sup>[33]</sup>などの工夫もなされている。

また、車道走行を前提として、Bicycle LaneとWide Curb Laneでの走行特性を比較し、Wide Curb Laneのと

きには自転車の間違っただけの走行や歩道走行が多く見られ、Bicycle Laneのときのほうが標識や走行位置を遵守する傾向が指摘されている<sup>[34]</sup>。

## (2) 走行空間の選好意識・利用率の検証

自転車の走行空間の整備効果は、自転車利用者に受け入れられるか、実際に利用されるかに現れると考えられる。

### 1) 選好意識の検証

自動車と共存するか否かでBicycle LaneとTrailを比較するものが主流である。

この選択のポイントとして、安全性と旅行時間のトレードオフがある。Bicycle Laneは自動車の横を走るが所要時間は短く、Trailは自転車専用であるが所要時間がかかる。異なる走行空間の経路を複数提示してその選好を問う<sup>[35][46]</sup>と、Trailや交通量の少ない道路が好まれるという、容易に想像される傾向がみられたが、実際の利用者でないことから教育により植え付けられたイメージが先行している可能性も指摘している。現に、各走行空間の魅力を「その道路で何分までなら走りたいと思えるか」に換算して、ウェブによって選好意識をアンケート調査したものの<sup>[36]</sup>によると、利用時間20分を境に選好が変わり、20分以内ならBicycle Laneを利用したいとの結果が得られている。また、自転車の経験度・技量別<sup>[37][38]</sup>に、Bicycle LaneとWide Curb Laneの選好を分析した結果、経験者ではこれらの好みに差がないことがわかり、実際の自転車利用者にとっては自動車との共存やそのレベル（レーンによって区切られているか）が及ぼす心理的な影響は、走行特性の変化のように明確には現れず、思いのほか小さいことが示唆されている。

### 2) 利用状況の検証

まず、自転車走行空間の整備率別に自転車利用率を都市間比較したものの<sup>[39][41]</sup>によると、1平方mileあたりの自転車走行空間の延長が長い都市では自転車通勤率が高い傾向が見られ、自転車走行空間が自転車利用に影響を及ぼし、特に都市部でその傾向が強いことが示されている。

また、自転車利用者がどの走行空間を利用するかに関しては、センサスやGISデータと、属性（性別）、家からの距離などの影響を分析したものの<sup>[42][44][53]</sup>があり、安全性の高い自転車専用道なら家からの距離が長くても利用したい反面、車道上走行空間は距離が近いほうが利用される傾向にあること、技量の差のせい、女性のほうが専用道を好み、長距離利用する傾向があることが示されている。この傾向から、車道上走行空間にはその利便性が求められており、なるべく多くの道路に設置してネットワーク化することの重要性が示唆される。

なお、道路空間の他、橋での自転車走行空間が利用促進に及ぼす影響についても同様に考察がなされ<sup>[45]</sup>、ここ

からもネットワークの重要性が伺える。

## (3) 経路選択の検証

上述の走行空間に関する選好意識をネットワーク化したものとして、経路選択の検証が位置づけられる。

複数の道路が組み合わされる経路選択においては、Link-Level（走行空間の種類、駐車スペースの有無、舗装の状態、勾配など）だけでなく、Route-Level（旅行時間、走行空間の連続性、信号や停止線の個数など）が評価指標に加わる<sup>[47]</sup>が、Route-Levelで重要視されるのは旅行時間であり、所要時間と走行空間の有無、安全性・快適性や自動車交通量、舗装の状態といった個々の道路の評価とのトレードオフが経路選択に影響している<sup>[48][50]</sup>ことが伺える。また、利用者の自転車利用経験が浅い場合には安全性が経路選択に及ぼす影響が強くなること<sup>[51]</sup>、それでも個人属性が経路選択に及ぼす影響は他の要因と比較して小さいこと<sup>[52]</sup>なども指摘されている。

その反面、自転車利用者が最短経路だと考えて選択している経路は実は最短ではなく、利用者は大通りを中心に移動する傾向があることを指摘した研究<sup>[54]</sup>や、経路選択への影響は走行空間そのもののみでなく、走行空間の存在や自転車優先のルールが利用者にきちんと認識されているかどうか重要であるとの指摘<sup>[55][56]</sup>もなされ、心理的な面が経路選択に及ぼす影響が示唆されている。

## (4) 需要予測の検証

わが国では駐輪場整備以外ではほとんど行なわれていないと言って良い自転車の需要予測であるが、欧米では研究対象として扱われている。

需要予測には、人口、通勤人口、土地利用、走行空間（特に車道上の自転車走行空間）などが用いられており<sup>[57][61]</sup>、2つのアプローチがある。ひとつめは、新しい走行空間の需要予測をネットワーク、さらには渋滞や大気汚染に対して自転車がどれくらいの影響を及ぼせるかといった全体的な影響まで拡張するもの<sup>[62]</sup>、ふたつめは、ある地域、あるいはある走行空間における全体の自転車交通量を予測することから始めて、整備不十分な箇所を改善することにより潜在需要が見込める場所を特定していくもの<sup>[22]</sup>である。

## 4. おわりに

本稿では、欧米における自転車走行空間に関する近年の研究をレビューした。主に自転車の安全性がさまざまな研究対象から検証されている。特に車道上の走行空間に関して、走行特性の改善や利用者の選好度の上昇が全体的な傾向として現れていることがわかったが、走行空間の快適性の向上により事故の危険性が指摘されている

側面も伺えた。また、自転車走行空間には利便性やネットワークの充実度が求められることがわかった。しかしその一方で、自転車の走行特性（特に走行速度）の分散の大きさがカバーされるような研究がほとんど存在していないこと、実在している走行空間に対しての評価がほとんどで実務先行型の研究が多いこと、また、事故の危険性に言及する論文が存在してもその対策はほとんど講じられていないことが傾向として挙げられる。

## 参考文献

[1] AASHTO: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1984.  
 [2] McHenry S.R. et al.: Evaluation of Wide Curb Lane as Shared Lane Bicycle Facilities, FHWA-MD-85-06, 1985.  
 [3] Harkey D.L. et al.: Evaluation of Shared-Use Facilities for Bicycles and Motor Vehicles, Transportation Research Record 1578, pp.111-118, 1997.  
 [4] Michael King: Urban Bicycle Facility Selection Guides, Transportation Research Board Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [5] Reid Ewing: OVERCOMING IMPEDIMENTS TO CONTEXT-SENSITIVE MAIN STREET DESIGN, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [6] Bruce W. Landis et al.: Intersection Level of Service -The Bicycle Through Movement, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [7] Operational Analysis of Shared Use Path Part I: Model Development, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [8] Operational Analysis of Shared Use Path Part II: Data Collection and Model Validation, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [9] Elizabeth G. Jones et al.: Development of a Bicycle Compatibility Index for Rural Roads in Nebraska, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [10] William J. Davis, et al.: Evaluation of the South Carolina East Coast Greenway Route Using a Modified Bicycle Compatibility Index Procedure, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [11] Søren Underlien Jensen et al.: Bicycle Tracks and Lanes: a Before-After Study, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2008.  
 [12] McHenry S.R. et al.: Evaluation of Wide Curb Lane as Shared Lane Bicycle Facilities, FHWA, 1985.  
 [13] Wide Curb Lane Conversion: Effect on Bicycle and Motor Vehicle Interactions, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [14] Leden L.: Has the City of Gothenburg Found the Concept to Encourage Bicycling by Improving Safety for Bicyclists?, VeloCity '97, 1997.  
 [15] Kroll B. et al.: Effects of Bike Lanes on Driver and Bicyclists Behavior, Journal of Transportation Engineering, Vol.103, 1977.  
 [16] Ron Van Houten, et al.: How Pavement Marking Influence Bicycle and Motor Vehicle Positioning: A Case Study in Cambridge, MA, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [17] Alta Planning & Design San Francisco's Shared Lane Pavement Marking: Improving Bicycle Safety, 2004.  
 [18] Smith R. et al.: Safety Impacts of Bicycle Lanes, Transportation Research Record 1168, pp. 49-56, 1998.  
 [19] Jensen S. U. et al.: Junctions and Cyclists, Velo-City '97, 1997.  
 [20] Coates N.: The Safety Benefits of Cycle Lanes, Velo-City '99, 1999.  
 [21] Pronovost J. et al.: Pro Bike/ Pro Walk '96 Resource Book, Bicycle Federation of American and Pedestrian Federation of America, 1996.  
 [22] Landis B.: Using the Latent Demand Score Model to Estimate Use, Pro Bike/ Pro Walk '96 Resource Book, pp.320-325, 1996.  
 [23] William W. Hunter et al.: Evaluation of Blue Bike-Lane Treatment in Portland, Oregon, Transportation Research Record 1705, 2000.  
 [24] Robert B. Noland et al.: An Analyses of Pedestrian and Bicycle Casualties Using Regional Panel Data, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2004.  
 [25] Mary Meletiou et al.: The Economic Impact of Investments in Bicycle Facilities: A Case Study of the North Carolina Northern Outer Banks, Transportation Research Board Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [26] Wardman M. et al.: Cycling and Urban Mode Choice, Proceedings of the World Conference on Transportation Research, CD-ROM, 2001.  
 [27] Non-motor Vehicle Bicycle Crash Causal Factors Using Self-Reported Data, Transportation Research Board Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [28] Lisa Aultman-Hall: Evaluating the Safety of Shared-Use Paths: Result from Three Corridors in Connecticut, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [29] Cheryl Allen-Munley et al.: URBAN BICYCLE ROUTE SAFETY RATING LOGISTIC MODEL, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2004.  
 [30] Sidepath Safety Model -Bicycle Sidepath Design Factors Affecting Crash Rates, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [31] Joseph E. Hummer et al.: User Perceptions of the Quality of Service

on Shared Use Path, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [32] Robert S. P. et al.: Shared Use Path Bicycle Level of Service Procedure, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [33] Safety Performance Functions at the Mid-Blocks for Bicycle Facilities, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [34] Hunter W.W. et al.: Study of Bicycle Lanes Versus Wide Curb Lanes, Transportation Research Record 1674, pp.70-77, 1999.  
 [35] Abraham J. et al.: Investigation of Cycling Sensitivities, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2004.  
 [36] Nebiyou Y. Tilahun et al.: Trails, Lanes, and Traffic: The Value of Different Bicycle Facilities Using an Adaptive Stated Preference Survey, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [37] Taylor D. et al.: Analysis of Stated Preference for Intermodal Bicycle-Transit Interfaces, Transportation Research Record 1556, pp.86-95, 1996.  
 [38] Environmental Preference and Satisfaction of Recreational Cyclists in a Technopolis, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [39] Dominique Lord: Synthesis on the Safety of Right Turn on Red in the United States and Canada, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [40] A Longitudinal Analysis of the Effect of Bicycle Facilities on Commute Mode Share, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [41] Nelson A.C. et al.: If You Build Them, Commuters Will Use Them, Transportation Research Record 1578, pp.79-83, 1997.  
 [42] Kevin J. Krizek et al.: The Effect of Facility Access on Bicycling Behavior, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [43] Kevin J. Krizek et al.: Gender Differences in Bicycling Behavior and Facility Preferences, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [44] McHenry S.R. et al.: Evaluation of Wide Curb Lane as Shared Lane Bicycle Facilities, FHWA, 1985.  
 [45] Bridging the Gaps: How the Quality and Quantity of Connected Bikeway Network Correlates with Increase Bicycle Use, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [46] Hopkinson P. et al.: Evaluating the Demand for New Cycle Facilities, Transport Policy, Vol.3, pp.241-249, 1996.  
 [47] Stinson M.A. et al.: An Analysis of Commuter Bicyclist Route Choice Using a Stated Preference Survey, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [48] Allen D. et al.: Operational Analysis of Uninterrupted Bicycle Facilities, Transportation Research Record 1636, pp.29-36, 1998.  
 [49] Moritz W.: Survey of North American Bicycle Commuters: Design and Aggregate Results, Transportation Research Record 1578, pp.91-101, 1997.  
 [50] Howard C. et al.: Cycling to Work in Phoenix: Travel Behavior, Travel Behavior, and Commuter Characteristics, Transportation Research Record 1773, pp.39-46, 2001.  
 [51] Monique A. Stinson et al.: A Comparison of the Route Preferences of Experienced and Inexperienced Bicycle Commuters, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [52] Stinson M. et al.: Commuter Bicyclist Route Choice: Analysis Using a Stated Preference Survey, Transportation Research Record 1828, pp.107-115.  
 [53] Shafizadeh K. et al.: Bicycle Journey-To-Work: Travel Behavior Characteristics And Spatial Attributes, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [54] Alta Planning & Design San Francisco's Shared Lane Pavement Marking: Improving Bicycle Safety, 2004.  
 [55] Landis B. et al.: Real-Time Human Perception: Towards a Bicycle Level of Service, Transportation Research Record 1578, 1997.  
 [56] Noël N. et al.: CRC INDEX: Compatibility of Roads for Cyclists in Rural and Urban Fringe Areas, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.  
 [57] Gary Barnes et al.: Estimating Bicycling Demand, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.  
 [58] Turner S. et al.: Bicycle and Pedestrian Travel Demand Forecasting Literature Review, Texas Transportation Institute, 1997.  
 [59] Dill J. et al.: Bicycle Commuting and Facilities in Major U.S. Cities: If You Build Them, Commuters Will Use Them, Transportation Research Record 1828, pp.116-123, 2003.  
 [60] Epperson B.: Demographic and Economic Characteristics of Bicyclists Involved in Bicycle-Motor Vehicle Accident, Transportation Research Record 1502, pp.58-64, 1996.  
 [61] Estimating Cycling Demand for the Journey to Work or Study in West Edinburgh, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2006.  
 [62] Porter C. et al.: Forecasting Bicycle and Pedestrian Travel: State of the Practice and Research Needs, Transportation Research Record 1674, pp.94-100, 1999.  
 [63] Meurs H. et al.: Spatial Structure and Mobility, Transportation Research Part D, vol.6, pp.429-446, 2001.  
 [64] Rod E. Turochy: SHOULDER RUMBLE STRIPS -EVOLUTION, CURRENT PRACTICE, AND RESEARCH NEEDS, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2004.  
 [65] Darren Torbic et al.: Methodology for Evaluating Impacts of Rumble Strips on Bicyclists, TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003 .