

自転車走行空間に係わる三つの評価手法の 適用性に関する研究 -BCC・満足度評価・ストレス計測手法の比較-

渋谷 大地¹・金 利昭²

¹学生会員 茨城大学大学院 理工学研究科都市システム工学専攻

(〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1)

E-mail: 12nm813s@hcs.ibaraki.ac.jp

²正会員 茨城大学 工学部都市システム工学科 (〒316-8511茨城県日立市中成沢町四丁目12-1)

E-mail: tkin@mx.ibaraki.ac.jp.

本研究は自転車走行空間の代表的な評価手法を比較検討し、各評価手法の位置づけを明確化した上で、評価手法について明確にすることを目的とした。そこで、Bicycle Compatibility Checklist、満足度を用いた自転車走行空間評価、ストレス計測手法に着目し、実データを用いて比較を行った。その結果、BCCにおいては、物理的整備水準の把握が可能だが利用者の志向に合致する自転車走行空間を示していないことが分かった。満足度評価は一つの要因に評価が左右される可能性が確認された。ストレス計測手法は簡便に全体的および局所的評価を行える可能性があるが、適用方法が未確立で信頼性に乏しいため本格的な調査の前の導入調査等への適用が示唆された。またこれら三つの評価手法を併用することにより、自転車走行空間をより多面的に把握することが可能であることが分かった。

Key Words : *Bicycle Compatibility Checklist, satisfaction, stress, evaluation, comparison, bicycle*

1. はじめに

近年、自転車は環境負荷がない点や、健康志向の高まり、加えて災害時の移動手段としての優位性等の特徴から利用者が増加している。利用者の増加に伴い、自転車による事故は増加し、特に対歩行者との接触事故の増加が顕著にみられる。こうした状況に対応するため、警察庁は2011年10月25日、「自転車総合対策」と題した通達を出している。この通達では自転車の原則車道走行の徹底を掲げているが、例外的に認められている自転車の歩道走行が人々の慣例であることや、安全性を求める自動車ドライバーの理解を得ることが困難である等を背景として混乱を招いている。このように、自転車交通が他の交通に与える影響が社会的に問題視されていることから自転車走行空間整備の必要性が高まっている。

2008年1月、国土交通省が先進的に自転車走行空間の整備を行うモデル地区を指定¹⁾し、整備を進めている。しかし、実際に自転車走行空間を整備するにあたっては、現時点において明確な指針はなく、効果的な自転車走行空間の整備は模索段階にある。このような背景には自転

車走行空間の評価方法が確立されていないことが一つの理由として挙げられる。既存研究においては様々な指標を用いた評価手法が提案されている。しかしながら、それぞれの評価手法における妥当性は明確にはされておらず、各評価手法の自転車走行空間評価への効果的な適用方法や各評価手法の自転車走行空間評価における位置づけは明確化されていない。従って、効果的な整備の提案までには至っていないと考える。

そこで本研究では、自転車走行空間の代表的な評価手法を比較検討し、各評価手法の位置づけを明確化した上で、評価手法の適用方法について明確にすることを目的とする。

2. 自転車走行空間評価と比較対象

自転車走行空間評価手法については様々な評価要因を用いた研究が行われている。金²⁾はアンケートを用いて自転車利用者の意識調査を行い、走行空間に対する満足感を評価指標とする手法(以下、満足度評価とする)を提案している。また、金³⁾はBicycle Compatibility Checklist

表-1 対象とする評価手法の概要

評価手法	BCC	満足度評価	ストレス計測手法
評価者	専門家	利用者	利用者
利用データ	専門的知見	利用者意識	生体反応(RRI)
基本概念	評価値が高い ↓ 整備水準が高い	高得点 ↓ 走りたい空間	RRIが低い ↓ ストレス大
評価方法	各項目について「満足=2点、どちらでもない=1点、不満=0点」とし、点数の合計で評価を行う。	理想的な走行空間を10点と設定し走りたい度合いを点数化を行うことで走行空間の評価を行う。	心拍計を装着し評価区間を走行する。心拍間隔が変動するような行動に留意する。
原理的特徴	物理的整備水準の把握が可能。多項目で具体的な設問であり問題発見に優れる。	利用者の心理を反映した評価。利用者意識を用いるため説明力が比較的高い。	利用者が被るストレスを数値で表す。全体的な評価や局所的な評価が可能。

表-2 調査概要

調査地	調査日	評価者	調査時間	評価対象
鬼怒通り	2011/11/17	男子大学生3名(S,O,W) 女子大学生1名(N)	7:45~8:50 14:00~15:00	自転車歩行者道 路側帯
宇農前通り	2011/11/18		7:30~8:45 14:00~15:10	自転車レーン 自転車歩行者道
かえで通り	2011/12/12		7:50~8:50 14:00~14:40	自転車道 自転車歩行者道

(以下、BCCとする)を作成し、専門的な知見から自転車走行空間の物理的な整備水準の把握も試みている。渡辺ら⁴⁾は生体反応一つである心拍間隔(以下、RRIとする)を計測し、RRIの変動からストレスを抽出して、ストレスの大きさで自転車走行空間の評価を行っている。横田ら⁵⁾は、実走調査による自転車運転の挙動を速度変化率やハンドル操舵量を用いて把握し、走行空間評価への応用を試みている。山中ら⁶⁾は自転車歩行者道における自転車と歩行者の錯綜を指標とする評価を行っている。

このように様々な手法を用いて自転車走行空間が評価されているが、既存研究を整理した結果、意識調査とBCC、ストレスを用いた評価に関する研究が特に盛んに行われており、有用性が高いと判断した。しかし、各手法の比較を主目的とした研究は行われておらず、評価手法の関連性や位置づけ、適用性は明確ではない。そこで本研究では、評価手法の比較対象をBCC、ストレス計測手法、そして意識調査のなかでも理想的な走行空間の整備水準を明確にしている満足度評価の三手法とした。表-1に示した対象手法の特徴を踏まえた上で実走データを用いて評価結果の比較検討を行い、得られた知見を用いて対象手法の特徴を再整理し、評価手法の適用性について考察を行う。

3. 三つの評価手法の比較方法

本研究においては、各評価手法の特性を維持したまま比較可能な様式へ統一した。BCCは既存研究に沿った形

で用いたが、満足度評価においてはBCCを基準とし、総合評価と項目別での評価を可能にした。ストレス計測手法に関しても同様に、評価影響要因を個別に把握可能なRRIデータと、走行空間を全体的に把握するための(i)式によって算出されるストレス量という二つの指標を用いた。ストレス量は値が大きいほどストレスとされる。

$$S = \frac{\sum (RRI_B - RRI)}{T} \times 60 \quad \dots(i)$$

ここでT: 走行秒数 RRI_B: 10分間安静時RRI中央値

4. 三つの評価手法を用いた先行事例の調査

(1)調査地の選定

全国98か所指定されているモデル地区の中から表-2に示す3か所を調査地とした。この3か所は整備タイプが異なっており、タイプ別による評価の相違を確認できると判断し設定した。また、ストレス計測は身体的負荷によっても影響を及ぼす⁴⁾とされているため縦断勾配がない区間を設定した。

(2)調査方法

本研究においては、評価者を男子大学生3名、女子大学生1名の計4名とした。調査時の天候は晴れの日で統一している。ここでRRIを計測する機器はAC-301A アクテ

イブトレーサー、POLAR RS800CXを使用した。なお、この二つの機器で計測されるデータは整合することが確認されている。走行に使用した自転車は一般的なシティサイクル車である。調査は朝の通勤・通学時と午後の2回行った。調査方法は、まず交通実態を把握するため5分間動画撮影を行った。その後対象地を1回試走行し、評価対象区間の把握を行った。次に対象区間を時速約

15km/hで走行し、走行中のRRIを計測、走行終了後、満足度評価を行った。同じ方法で他の整備タイプ空間を走行、同様にして評価を行った。全走行終了後、各整備タイプおよび未整備区間をBCCを用いて整備水準評価した。

5. 先行事例の調査結果と比較検討

調査を行った3か所の先行事例のうち、三つの評価手法の違いが顕著に表れている宇農前通り通勤・通学時の調査結果と考察を示す。宇農前通りは宇都宮市の中心部に位置し、自転車歩行者道と自転車レーンが整備されている空間である。宇農前通りの基本項目は表-3に示す。この道路を600m走行し、評価を行った。宇農前通りにおいては、交差点付近において自転車レーンが整備されておらず、自転車歩行者道と合流する整備となっていたため、交差点付近は自転車歩行者道を通行する場合(以下、自転車レーン1とする)と、そのまま路側帯を進む場合(以下、自転車レーン2とする)の2パターン走行して評価した。評価比較は総合評価から得られる空間全体的な視点と、項目別結果から得られる局所的な視点からの比較を行った。また、BCCと満足度評価は表-4に示す評価水準が設定されており、この整備水準を使用して全体的な視点からの評価を行った。評価者4人による評価の平均を表-5に示し、結果から得られた知見を以下に示す。

①原理的特徴を考慮し、BCCと満足度評価の比較を行った結果から、物理的な整備水準が高くてもその空間は利用者が望む空間とは限らないことが示唆された。

②自転車レーン1と自転車レーン2について比較を行うと、BCCは同水準であるが、自転車レーン2において満足度の評価が向上していることが分かる。ストレス量も減少しており、満足度評価とストレス計測手法の整合性の高さが窺える。続いて、局所的な視点からの評価より得られた知見を以下に示す。

①図-2に示すようにBCCによる項目別評価では自転車レーン1は自転車レーン2と比較し段差や路面の項目で評価が低くなっており、これらの項目が問題点であることが考えられる。

②図-3に示す満足度評価による結果においても自転車レーン1では自転車レーン2と比較し、段差縁石の項目で評価が低くなっている。しかし、BCCによる評価と満足度評価を比較すると、自転車レーン2は満足度評価において段差縁石以外の項目



図-1 宇農前通りの様子

表-3 宇農前通り基本項目

道路構造				
	沿道状況	商店、飲食店、高等学校		
道路勾配	なし	区間長	600m	
交通量	歩行者	10人/5分	自動車	41台/5分
	自転車	14台/5分	大型車混入率	8%
	計測時刻	7:40	自動車平均速度	43km/h

表-4 評価水準表

ランク	BCC	満足度	コメント
A	81~100	9以上	とても良い空間
B	61~80	8~8.9	なかなか良い空間
C	41~60	6~7.9	多くの改善が必要である
D	21~40	4~5.9	自転車利用には乏しい
E	0~20	4未満	とてもひどい空間

表-5 宇農前通り総合評価結果

	BCC (%)	満足度評価 (点)	1分あたり ストレス量 (ms/分)
自転車歩行者道	51 (C)	5.1 (D)	15710
自転車レーン1	64 (B)	4.9 (D)	17000
自転車レーン2	73 (B)	7.0 (C)	14470

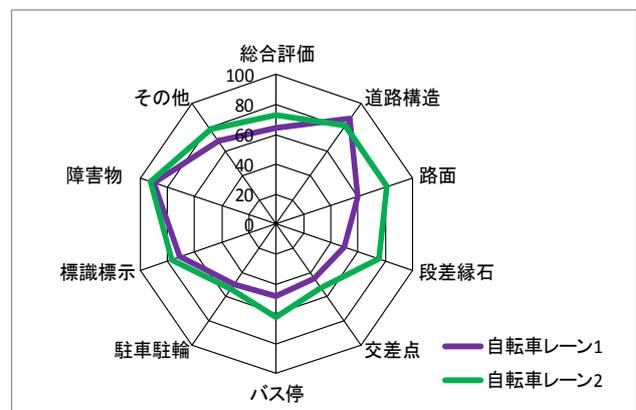


図-2 BCCによる評価結果

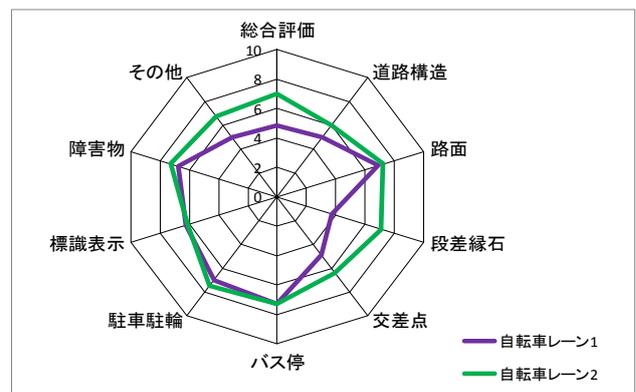


図-3 満足度評価による結果

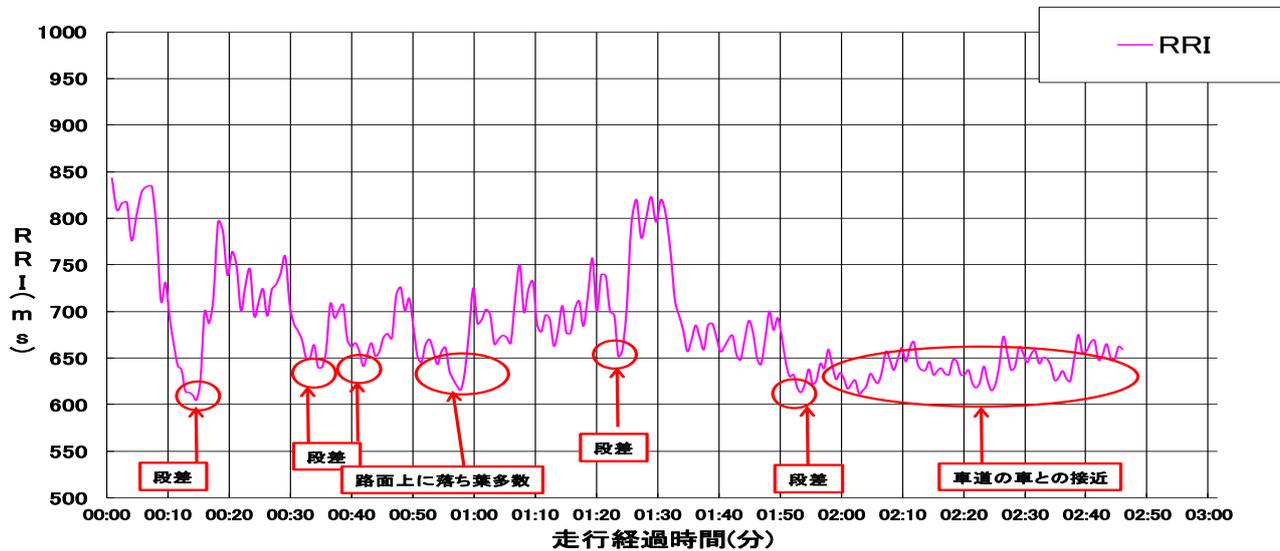


図4 RRI変動

表-6 各評価手法の留意点

も値が良くなっていることが分かる。特に総合評価においては変動が顕著に見られる。これより満足度評価は影響の大きな要因によって、全体的な評価や他の要因の評価も歪む可能性が考えられる。したがって、大きな要因に影響されるため、問題点の発見には適さないといえる。③BCC、満足度評価とストレス計測手法を比較するため、突発的事象とRRI変動の対応関係を図-4に示す評価者SのRRIデータを用いて確認した。ここで三手法の比較を行った結果、BCCや満足度評価において、評価の低い要因でRRIも変動していることが見られた。また、RRIデータが下降後、再び上昇傾向を見せていることから、問題点に大きな影響を受けない可能性が示唆される。しかしながら、RRI変動要因の明確な特定はRRIが多様な情報を含んでいるため現段階では困難であり、RRIによる評価は可能性でしか示されない。

他の先行事例においても比較検討を行ったが、宇農前通りで得られた知見を追認するような結果が得られた。

6. 三手法の再整理と手法適用についての検討

実データを用いた三つの評価手法による結果比較から得られた知見を踏まえ、三つの手法の特徴に関して再整理したものを表-6に示した。BCCにおいては、物理的整備水準の把握が可能だが利用者が望む自転車走行空間は示していないことが分かった。しかし、問題発見に優れるため、自転車走行空間の整備水準の向上に適用可能であるといえる。満足度評価は、一つの要因に評価が左右される可能性があるため満足度評価のみを用いて整備を行うと整備に不備が出てしまう可能性や、一つの問題で空間全体が自転車走行に適さない空間であると判断される可能性が考えられるが、利用者のニーズ把握への適用は可能である。ストレス計測手法は簡便に全体的および局

評価手法	BCC	満足度評価	ストレス計測手法
適用上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> 物理的な整備水準の把握が可能。 理想的な走行空間の提案には至らない。 	<ul style="list-style-type: none"> ある要因に大きく影響される可能性が高い。 そのため、問題点の抽出には不適。 	<ul style="list-style-type: none"> 変動要因が明確でない。 事象を捉えている傾向はある。 他の評価との整合で説明力が上がる。

所的評価を行える可能性があるが、信頼性に乏しいため本格的な調査の前の導入調査等への適用が示唆される。またこれら三つの評価手法を併用することにより、自転車走行空間をより多面的に把握することが可能である。

7. 結論

- ①自転車走行空間評価に係わるBCC、満足度評価、ストレス計測手法を実データを用いて比較検討することにより、各手法の適用上の留意点を明らかにした。
- ②BCCは設計上の留意点や問題点発見への適用が可能であること、満足度評価は利用者のニーズ調査への利用が可能であること、ストレス計測手法は多面的な自転車走行空間評価としての可能性があることを示した。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局地方道・環境課 警察庁交通局交通規制課：「自転車利用環境整備ガイドブック,2010,6/8.
- 2) 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」都市計画論文集No.44-3 2009年10月.
- 3) 金利昭、今松亮：「改善型B.C.C.(Bicycle Compatibility Checklist)を用いた自転車通行帯モデル地区の評価」土木計画学研究発表会・講演集vol.43,(383),2011.
- 4) 渡辺和憲、金利昭：「心拍間隔指標を用いた自転車走行空間のストレス計測手法に関する考察」土木計画学研究発表会・講演集,Vol.44(213),2011.
- 5) 横田周典、山中英生、柿原健祐、亀谷友紀：「プローブバイクを用いた日仏中の自転車走行空間の特性比較」土木計画学研究発表会・講演集,Vol.39(368),2009.
- 6) 山中英生：「自転車走行環境評価について-混在交通に着目して-」交通工学Vol.40,No5,pp.20-26,2005.