

報告

自転車走行空間に係わる三つの評価手法の適用性比較 —BCC・満足度評価・ストレス計測手法—

Applicability of Three Evaluation Methods for the Bicycle Run Space —BCC・Satisfaction Measurement・Stress Measurement—

金 利 昭*

本報告は自転車走行空間の評価手法として筆者がこれまで開発してきた三つの評価手法、すなわち BCC (Bicycle Compatibility Checklist)、満足度評価手法、ストレス計測手法を概説した上で、この三つの評価手法を自転車レーン評価に適用して比較検討した結果を紹介する。BCC は物理的整備水準や共存性を客観的に評価することが可能であるが総合評価では必ずしも利用者の志向に合致する自転車走行空間を示さない場合があること、利用者の意識を用いた満足度評価は全区間の評価が一部特定のマイナス要因に強く影響を受ける可能性があることを指摘している。またストレス計測手法は簡便に全区間のおよび局所的評価を行える可能性があるが、現段階では適用方法が未確立であるため他の評価手法と合わせた補完的な適用可能性が有効である。また自転車レーンの事例分析によって、交差点での自転車通行処理方法が利用者の全区間満足度に大きな影響を及ぼすことを指摘した。

キーワード 自転車通行帯 評価手法 BCC 満足度評価 ストレス計測手法

1. はじめに

2008 年から警察庁と国土交通省は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し、鋭意整備を進めてきた。そこで、これらの先行事例を適切に評価し、以降の自転車走行空間を効率的に整備していくことが必要である。

自転車走行空間を評価する代表的な手法としては錯綜状況といった交通挙動や安心感・危険感といった利用者の意識を指標とするものがある。筆者はこれまでチェックリスト方式の評価手法である BCC (Bicycle Compatibility Checklist)¹⁾を開発し、現在は心拍変動を用いたストレス計測手法²⁾を開発中である。また利用者の満足度を用いて自

転車レーン进行评估しサービス水準を検討してきた³⁾。そこで本報告では、筆者がこれまで実際に適用してきた三つの評価手法、すなわち BCC、満足度評価手法、ストレス計測手法を取り上げてその特徴を整理した上で、これら三つの評価手法をモデル地区の一つである宇都宮市の自転車レーン評価に適用して比較検討した事例を紹介する。

2. 三つの評価手法の概要

2.1 BCC

BCC (Bicycle Compatibility Checklist) は主として専門家の利用を想定した客観的評価であり、自転車走行環境の物理的整備状況と自転車・歩行者・自動車の共存性 (コンフリクト) を評価

* [正会員] 茨城大学工学部都市システム工学科教授 (TEL: 0294-38-5171, e-mail: tkin@mx.ibaraki.ac.jp)

自転車走行空間に係わる三つの評価手法の適用性比較

調査項目	通勤 時間帯	通学 時間帯	買い物 時間帯	問題点	備考
	自転車利用の目的毎に評価をする。 それぞれ、以下のように記入する。 (-)の項目は評価を行わない。				
	評価	評価	評価		
	満足(O)	満足(O)	満足(O)	問題点があれば記入。	メモとして使用。
	どちらでもない(△)	どちらでもない(△)	どちらでもない(△)		
	不満足(x)	不満足(x)	不満足(x)		
	該当なし(-)	該当なし(-)	該当なし(-)		

道路構造に関する項目					
1	自転車通行帯が確保されているか?	○			
2	通行帯の内側を走行できるか?	△			
3	スピード変化を与えない縦断勾配か?	○			
4	快適に走行できる横断勾配か?	×			
5	歩道との往来がスムーズか?	-	-	-	

%	ランク	コメント
81~100	A	とてもよい自転車道です。
61~80	B	なかなかよい自転車道です。
41~60	C	多くの改善が必要です。
21~40	D	自転車利用には乏しい状態です。
0~20	E	とてもひどい環境です。

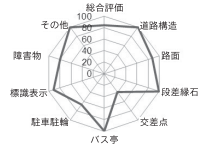


図-1 BCCの概要

満足度評価	10点満点	1回目	2回目	サービスレベル	満足度指標	コメント
道路構造	10	8		A	9以上	とてもよい
路面	9	7		B	8.00~8.99	よい
段差・緑石	8	8		C	6.00~7.99	多くの改善が必要
交差点・横断	10	9		D	4.00~5.99	自転車利用には乏しい
バス停	.	.		E	4未満	とてもひどい
駐車・駐輪	.	.				
標識・表示	.	.				
障害物						
その他						
総合評価						

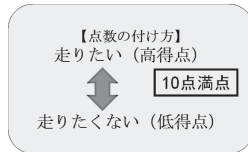


図-2 満足度評価手法の概要

するためのチェックリストである(図-1)。チェック項目は9分類45項目と多項目なため詳細な状況をチェックすることが可能であり問題発見に優れている。各項目を「満足○」=2点、「どちらでもない△」=1点、「不満足×」=0点と得点化することにより「全項目×2点」に対する得点の割合(100点満点)で総合評価も可能となっている。

2.2 満足度評価手法

満足度評価手法は利用者に実際に自転車通行帯を走行してもらい、アンケート調査を用いて走行空間に対する満足度を把握する手法である。筆者は「走りたいと思う程度=満足度」と捉え、安全性と走行性の観点から各項目(道路構造, 路面の状態, 段差, 総合評価等)ごとに利用者が考える理想的な道路条件を10点満点として評価してもらう方法を開発している(図-2)。したがって満

$$\text{ストレス量 } S = \frac{\sum (RRI_B - RRI)}{T}$$

ここで、 S は1分あたりのストレス量、 RRI_B は安静時の RRI 、 T は走行時間(秒)を表す。

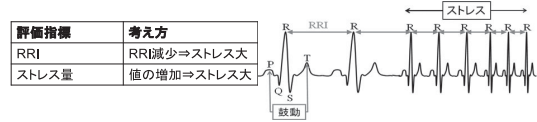


図-3 ストレス計測手法の概要

足度が高いほど理想的な自転車走行空間であることを示し、利用者の意識が直接反映できる主観的の評価となっている。

2.3 ストレス計測手法

ストレス計測による評価手法は心拍変動を計測することで得られた心拍データからストレスを計測し、このストレスの大きさを用いて自転車走行空間を評価する。心拍間隔は心臓が拍動する際に観測される微弱な電流R波の間隔を用いて表され[RRI]とも呼ばれる(図-3)。心拍はストレスを感じると不安や緊張を司る交感神経によって間隔が短くなる。したがってRRI値が小さいほどストレスが大きくなり好ましくない自転車走行空間となる。また「ストレス量」は一定時間内のストレスの総量を表したものであり、値が大きくなるほどストレスが大きいことになる。

3. ケーススタディの概要

3.1 調査対象区間

ケーススタディの調査地は栃木県宇都宮市にある「宇農前通り」の自転車レーンとした。対象区間は「白揚高校東側交差点」～「元今泉交差点」までの約600mであり、周辺には高等学校、商店、飲食店が立地している。「宇農前通り」の概要を表-1と写真-1に示す。「宇農前通り」の整備タイプは自転車レーンと自歩道の併用であり、自転車レーンは交差点付近で自歩道と合流する構造になっている。

自転車レーンの幅員は1.5mで道路勾配はなくブルーに塗色が施されており、自転車専用という標示もある。車道は片側1車線で、自動車制限速

表-1 宇農前通りの交通状況

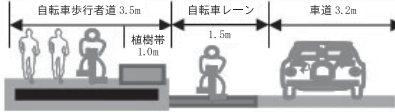
道路構造				
沿道状況	商店、飲食店、高等学校			
道路勾配	なし	区間長	600m	
交通量	歩行者	10人/5分	自動車	41台/5分
	自転車	14台/5分	大型車混入率	8%
	計測時刻	7:40	自動車平均速度	43km/h



写真-1 宇農前通り (2011年11月撮影)

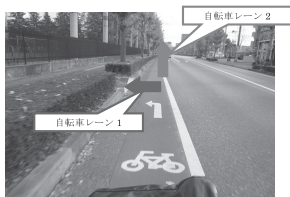


図-4 宇農前通りの交差点処理

度は 40 km/h である。自歩道の有効幅員は約 2.5 m であり、中央部に点字ブロックが設置されているが明確な分離標示はない。調査時点では植樹帯からの落葉が確認され自歩道の路面は滑りやすくなっているように思われた。交差点部では自転車通行帯は確保されておらず停車スペースも狭い。自転車レーンは交差点付近では自歩道と合流するが、自歩道と自転車レーンの合流部には大きな段差が存在する。このため自転車レーンを走行する自転車は、自転車レーンと自歩道の間の段差を乗り越えて行ったり来たりして走行することになる。バス停は自歩道内に設置されている。

この状況下で自転車利用者はほとんどが自歩道を走行していることが確認できた。自歩道内は朝の通勤・通学時は自転車利用者が多くみられ、歩行者や自転車同士の錯綜が起きていた。

以上の交通状況を踏まえて、本調査では自転車

通行帯として三つの選択肢, [自歩道], [自転車レーン 1 (交差点付近自歩道)], [自転車レーン 2 (交差点付近路側)] を評価することとした(図-4)。

3.2 調査方法

評価者は男子大学生 3 名, 女子大学生 1 名の計 4 名で、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。調査日時は 2011 年 11~12 月で、天候は晴れの日で統一している。計測は朝の通勤・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 分間の動画撮影を行った。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 15 km/h で走行し、走行中の RRI を計測し、走行終了後に満足度評価を行った。同じ方法で他の通行帯を走行して評価を行った。全走行終了後に BCC を用いて各整備タイプを評価した。

なお、RRI を計測する機器は精密な AC-301A アクティブレーザと簡便な POLARRS800CX の二種を使用した。この二つの機器で計測されるデータは整合することを確認している。

4. 自転車レーンの評価結果

4.1 BCC による評価

ここでは評価者 4 人の評価を算術平均した値を BCC 評価結果として示す。

[自歩道] では路面と標識表示、交差点の項目で評価が低い。観察調査では路面が波打っている箇所を確認するなど路面は悪い状態にあった。また [自歩道] の標識は設置されているが路面等に表示はなく、明確な分離はされていない。これらを踏まえて「標識表示」の評価が低くなっていると考えられる。但し、本来歩行者優先の自歩道には明確な分離は必要ないという考え方もあることを付言しておく。写真-2 に示すように交差点付近は停止位置の明示がなく、停車スペースも狭いことから各交通主体間の錯綜が起きやすい。したがって [自歩道] を総合的に見た場合の BCC 総合評価は 51 点と低く、「多くの改善が必要な自転車通行帯」に分類される。

通勤時の [自転車レーン 1 (交差点付近自歩道)] では路面、標識表示の評価が上がっている。自転

自転車走行空間に係わる三つの評価手法の適用性比較

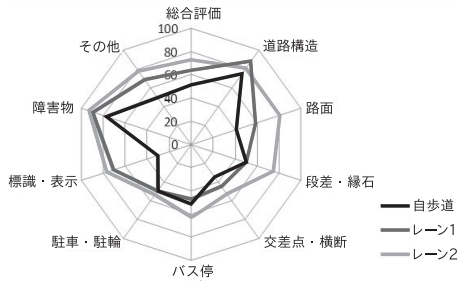


図-5 BCCを用いた評価結果

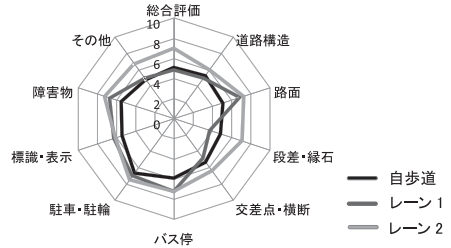


図-6 満足度を用いた評価結果



写真-2 左：交差点の状況 右：合流部の段差

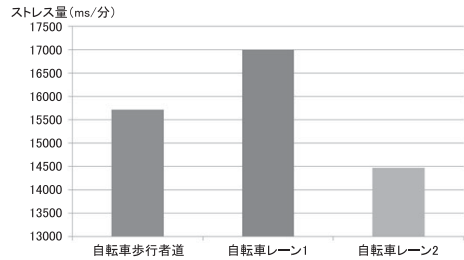


図-7 ストレス計測手法を用いた評価結果

車レーンは路面が非常に滑らかであり、またレーン内は青で塗色されており自転車通行帯として明確に示されているため、これらの項目の評価が向上したと考えられる。これに伴いBCC総合評価も64点に上昇し、「なかなかよい自転車通行帯」に分類される。

〔自転車レーン2(交差点付近路側)〕における評価結果は段差・緑石の項目で評価が向上している。これは自歩道と自転車レーンの合流部にある大きな段差(写真-2右)を走行しないためこの段差の影響を受けず、段差の項目評価が上がったためと考えられる。BCC総合評価は73点となり、「なかなかよい自転車通行帯」に分類される。

4.2 満足度を用いた評価

利用者が走りたいと意識する自転車走行空間は、全区間満足度評価で見ると〔自転車レーン2(交差点付近路側)〕,〔自歩道〕,〔自転車レーン1(交差点付近自歩道)〕の順である(図-6)。これを評価項目別に見てみると,〔自歩道〕では路面と段差・緑石,その他の項目で評価が低くなっている。〔自転車レーン1(交差点付近自歩道)〕では段差・緑石の項目で非常に低い評価になっており,満足度総合評価も低い。〔自転車レーン2(交差点付近路側)〕では全項目において比較的高い

値をとっており,〔自転車レーン1(交差点付近自歩道)〕で評価が低い項目も高い評価となっている。

4.3 ストレス計測を用いた評価

ストレス計測データには個人差があるため、ここでは比較的安定した値を示した評価者Sと評価者Nの値を用いて算術平均した値を示す。

〔宇農前通り〕の単位ストレス量(ms/分)を用いて全区間のストレス総合評価を見てみると〔自転車レーン2(交差点付近路側)〕が最も低く、次いで〔自歩道〕であり,〔自転車レーン1(交差点付近自歩道)〕が最もストレスが高くなっている(図-7)。

次に、評価者Sのデータを用いて詳細なRRI変動を考察する。〔自歩道〕走行時のRRIは650~700ms前後の値で推移しているが、交差点の段差や歩行者・自転車との錯綜あるいは落ち葉などのストレス要因に反応してRRI値が低下することがわかる。自転車レーンと自歩道を行ったり来たりして走行する〔自転車レーン1(交差点付近自歩道)〕のRRIは600~750ms前後の値で推移し、段差の影響を受けた場合にはRRI値が650ms以下に低下している。また自転車レーン走行中の自動車に反応してRRI値は低下してい

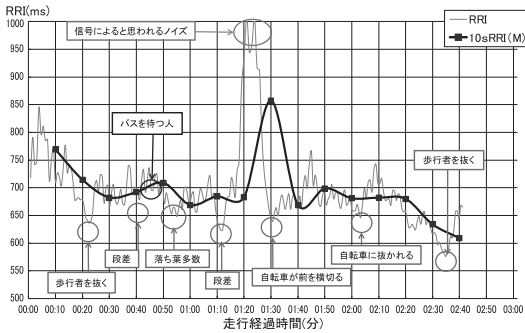


図-8 自歩道走行時の RRI 変動

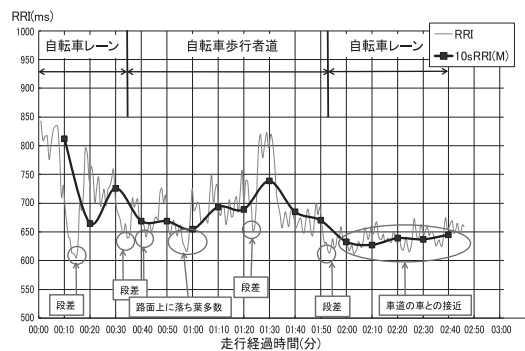


図-9 自転車レーン 1 (交差点付近自歩道) 走行時の RRI 変動

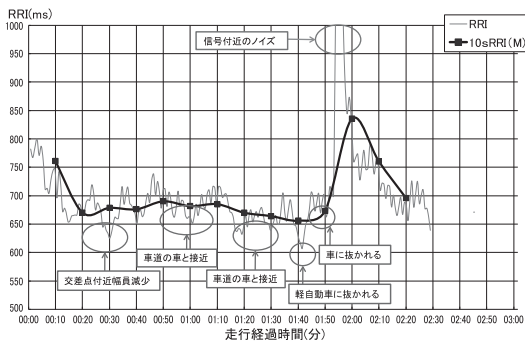


図-10 自転車レーン 2 (交差点付近路側) 走行時の RRI 変動

ることがわかる。[自転車レーン 2 (交差点付近路側)] の RRI は 650~700 ms 前後で推移しているが、比較的安定しているように見える。自動車の接近やレーン幅員の減少をストレスとして RRI 値が低下していることがわかる。これらの図を比較すると、RRI 値の平均的な値には大きな差は認められないが、[自転車レーン 2 (交差点付近路側)] の変動幅は [自転車レーン 1 (交差点付近自歩道)] や [自歩道] の変動幅よりも小さく安定的に推移しているように認められる。

5. 三手法を用いた比較検討

総合評価から得られる全区間・全项目的な全体的な自転車走行空間評価による比較と、項目別の評価から得られる局所的な自転車走行空間評価による比較の二つの視点で考察する。

5.1 全区間の総合評価

評価手法別の総合評価結果を表-2 に示す。BCC 総合評価は [自転車レーン 2 (交差点付近路側)], [自転車レーン 1 (交差点付近自歩道)], [自歩道] の順に整備水準が高いことを示している。

一方、満足度総合評価とストレス総合評価では両者の評価は一致しており [自転車レーン 2 (交差点付近路側)], [自歩道], [自転車レーン 1 (交差点付近自歩道)] の順になっている。この結果は、交差点をスムーズに直進できる [自転車レーン 2 (交差点付近路側)] を高く評価しているが、交差点の手前で自歩道にあがることになる [自転車レーン 1 (交差点付近自歩道)] の評価は低く、このような自転車レーンを走行するよりは当初から自歩道を走行することを評価していることになり、この評価結果は自転車利用者の自歩道走行が多いという現状の通行帯選択状況を見事に表していると言える。すなわち、交差点での自転車通行処理方法が利用者の全区間満足度に大きな影響を及ぼしている。

また、利用者の心理を反映している満足度評価とストレス計測評価の結果は一致しているが、客観的な指標に基づく物理的整備水準を評価している BCC とは乖離があることになる。BCC 総合評価は現段階では評価項目間のウェイトが無視され

表-2 全区間の総合評価結果の比較

	BCC による 総合評価 (100 点)	満足度による 総合評価 (10 点)	1 分あたりの ストレス量 (ms/分)
自転車歩行者道	51	5.1	15700
自転車レーン 1	64	4.9	17000
自転車レーン 2	73	7	13200

ているため利用者の通行帯選択構造は反映されにくく、全区間的な物理的整備水準は高いと評価されても、利用者の一部局所的なマイナス意識によってその通行帯は必ずしも利用者が走りたいと意識する通行帯を示すものではないことに留意する必要がある。

5.2 局所的な項目評価

図-5と図-6を用いてBCC評価と満足度評価の局所的な項目評価を比較する。[自転車レーン1(交差点付近自歩道)]と[自転車レーン2(交差点付近路側)]を比較するとBCC評価と満足度評価はともに[自転車レーン2(交差点付近路側)]の評価が高い。

BCC評価では[自転車レーン2(交差点付近路側)]の方が段差・緑石の項目で評価が高くなっている。満足度評価でもBCC評価と同様の傾向が見られるが、段差・緑石の項目で[自転車レーン1(交差点付近自歩道)]の評価が非常に低くなっている。[自転車レーン2(交差点付近路側)]は[自転車レーン1(交差点付近自歩道)]と比較して段差・緑石以外の項目の評価も高くなっており、特に総合評価の値が高くなっている。したがって意識データを用いて評価を行う満足度評価は全区間の評価が一部特定のマイナス要因に強く影響を受ける可能性があると考えられる。

ストレス計測手法によって得られたRRI変動を詳細に見てみると、BCC評価や満足度評価で捉えた個別のストレス要因をRRI変動で捉えていると考えてよいと思われる。しかしRRI変動は多くのストレス要因に同時に反応していると考えられることから、ストレス要因を特定することは必ずしも簡単ではないと思われる。

6. まとめ

三つの手法(BCC, 満足度評価手法, ストレス計測手法)の特徴と適用上の留意点を整理するとともに、事例分析を通じて得られた自転車レーン整備について知見を述べる。

- ① BCCは専門家の利用を想定した客観的評価であり、物理的整備水準と共存性(コンフリクト)の評価が可能で多項目かつ詳細な項目

設定により自転車走行空間の問題発見に優れている。しかし項目間の重みづけがないために要因の影響力を定量的に計測することは困難で、総合評価の信頼性は十分とは言えない。このためBCC総合評価では利用者が志向する自転車通行空間と一致しない場合が起こる。

- ② 満足度評価は利用者の視点からの主観的評価であるために、実際の通行帯選択行動と関連づけることができる。しかし走行経験や交通教育などにより利用者の意識が変化した場合には、当然満足度評価も変化することになる。また一部の特定要因に総合評価が左右される可能性があるため、改善可能な一部の問題点であるにもかかわらず区間全体が低く評価される危険性があると言える。
- ③ ストレス計測手法は利用者の生体反応を用いた評価であり、満足度調査では捉えられない無意識のストレス反応を捉える可能性を有している。簡便に全区間および局所的评价を行える可能性があるが、現段階では適用方法が未確立であるため他の評価手法と合わせた補完的な適用可能性が有効と考えられる。
- ④ 「宇農前通り」をケーススタディとした自転車レーンの評価では、交差点をスムーズに直進できる自転車レーンの評価は自歩道よりも高くなり、交差点前で自歩道へ誘導する自転車レーンの評価は自歩道よりも低くなること判明した。すなわち、交差点での円滑な自転車通行処理方法は自転車利用者の心理的満足度と生理的ストレスに大きな影響を及ぼし、交差点処理が不適切な自転車レーンは利用者の評価を得られないことに留意すべきである。

参考文献

- 1) 金利昭, 今松亮; “改良型BCC(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・講演集 43, CD-ROM, 4 P, 2011
- 2) 渋谷大地, 金利昭; “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—”, 土木計画学研究・講演集 45, CD-ROM, 4 P, 2012
- 3) 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, pp. 91~96, 2009