

自転車走行時の心理的負担に着目した 自転車走行空間の快適性評価

只信 紗也佳

四国地方整備局 香川河川国道事務所 道路調査課 (〒761-0104 香川県高松市高松町2422-1)

近年、自転車走行空間の整備を行っているが、従来の走行快適性の評価はアンケートを中心とした主観的なものが多かった。そこで、自転車走行空間の走行快適性を数値で評価するため、走行中に感じる心理的負担を把握する指標、調査機器及び評価手法について、高松市内で実測したデータをもとに分析、検討を行った。

キーワード 自転車、走行空間、自転車交通計画、サービスレベル評価手法

1. はじめに

現在、CO₂の削減や健康志向の高まりから、自転車の利用ニーズが高まっている。一方、自転車交通量が多い都心部では自転車走行空間が不足しているため、道路管理者は安全で快適な自転車走行空間の評価指標を構築し、整備を進めていかなければならない。

高松市では、2007年に「自転車を利用した香川の新しい都市づくりを進める協議会 高松地区委員会」を発足し(図-1)、2008年に「高松地区における自転車を利用した都市づくり計画」を策定した。委員会の安全空間確保部会では、「高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針」に基づき、重要路線を設定し、中央通りの自転車・歩行者の分離等、関係機関との連携を図りながら整備を進めているところである。

整備を進めるにあたり、自転車は人がペダルをこぐという直接の原動力となっているため、整備効果を評価するには、安全性に加えて走行快適性も重要となる。走行快適性を評価する手法は、従来アンケートを中心としたものが多く主観的なものだった。

そこで、本研究では、自転車の走行快適性を数値で評価するため、自転車走行中に感じる瞬時の心理的負担を把握する指標、指標を計測する調査機器、及び指標を用いた心理的負担の評価手法について、実測したデータをもとに分析・検討を行った。調査は、歩行者と自転車の分離柵を設置した中央通りをメインに、「高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針」の対象路線等で行った。

2. 心理的負担の評価指標および計測方法の検討

(1) 評価指標の検討

心理的負担を把握するには、一般的に心拍変動を表すRR間隔(心電図の波形で、一番大きい山のR波と次のR波までの間)(図-2)を計測し解析する手法が用いられる。

心理的負担の評価に関する既往の研究では、斉藤・清田¹⁾がRR間隔からLF(0.04~0.15Hzの低周波成分)、HF(0.15~0.4Hzの高周波成分)を求め、その

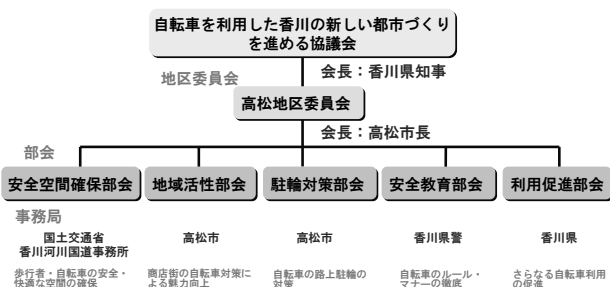


図-1 協議会体制図

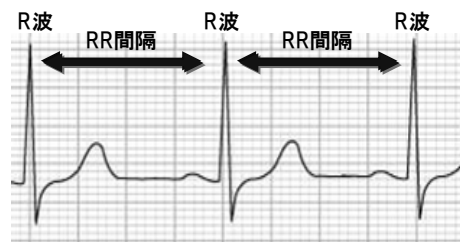


図-2 心電図波形

成分比「LF/HF」により歩行者の自動車や自転車とのすれ違いの評価を行っている。この手法は、歩行者の心理的負担を計測するには有効であるが、自転車走行時は分単位で環境が変化するため、この手法で評価するのは難しい。そこで、可能な限り瞬時の心理的負担を評価することができると考え、RR間隔のLP (Lorenz Plot) により解析する手法を考えた。

RR間隔のLPとは、横軸にn番目のRR間隔、縦軸にn+1番目のRR間隔をプロットしたもので、これによってできる面積をLP面積という。LP面積が小さい場合は、その時の心理的負担が小さく、反対にLP面積が大きい場合は、その時の心理的負担が大きいことを示している(図-3)。本研究では、このLP面積から、自転車走行時の心理的負担の把握を行うこととした。

(2) 計測方法の検討

自転車走行時の心拍変動は、持ち運びや取り付けが容易で、リアルタイムの心拍変動の確認が可能な「心電図トランスミッタ(図-4)」を用いて計測することとした。

心電図トランスミッタを被験者に装着し、自転車走行時の心理的負担状況を把握する。心理的負担要因を特定するために、自転車にはビデオカメラを搭載し、さらに、

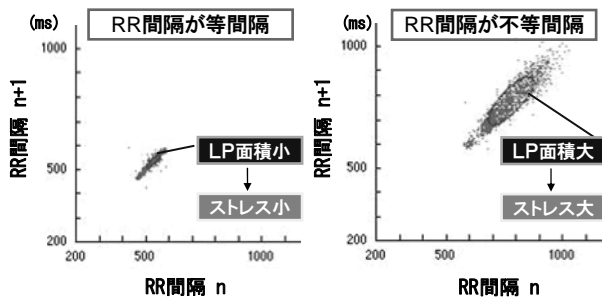


図-3 LP面積

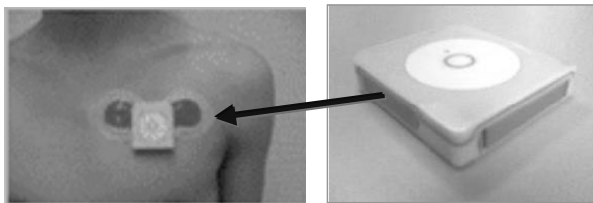


図-4 心電図トランスミッタ

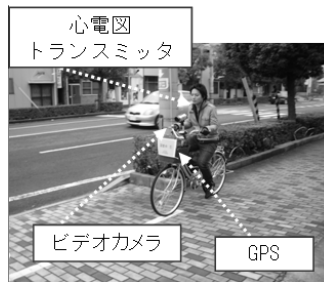


図-5 調査状況

走行位置を把握するため、GPSも搭載することとした(図-5)。計測方法の実施可能性を把握するため、表-1に示すとおり試験調査を行った。

(3) 試験調査の結果

試験調査の結果からLP面積を算出し、1分ごとにまとめたものを図-6に示しているが、LP面積が他の時分帯に比べて大きい時分帯があることが分かる。ビデオカメラで撮影した走行状況を確認すると、14:58では自動車の飛び出し、15:03では歩行者の飛び出しが確認できた。しかし、15:13では突発事象が確認できなかったため、これは、不整脈によるものであると考えた。

不整脈とは人間誰も起こるものであって、その判断には瞬時心拍数が用いられる。瞬時心拍数の変化割合が1分間平均の15%以上か否かで不整脈を判断することができる。この考え方に基づくと、15:03では最小瞬時心拍数の増加率が23%と15%を上回っているため、不整脈であると判断した。

LP面積による解析は不整脈の影響を受けやすいことから、計測には不整脈発生頻度の低い若年層を被験者とするとともに、若年層においても、不整脈データを除去することが適切な評価を行うためには必要となる。

表-1 試験調査概要

項目	内容
被験者	6人(性別・年齢(3区分)別に1名ずつ)
調査方法	被験者は、心電図トランスミッタとGPSを、追走する記録要員の自転車には、ビデオカメラを装着。
対象路線	高松市内にあるメインストリートである中央通り(自転車走行空間は構造分離)、商店街、海岸沿いの道路

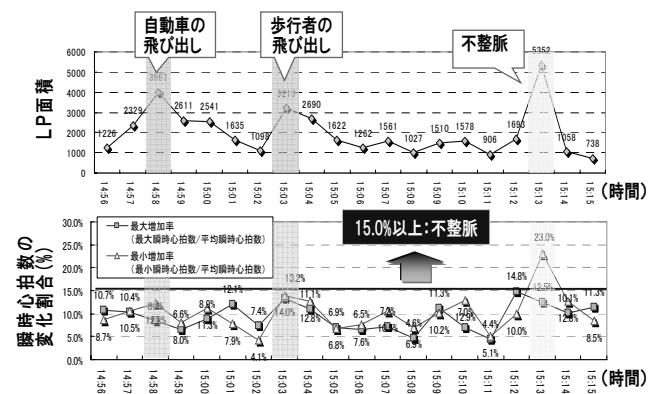


図-6 試験調査の結果

3. 自転車走行空間構成要素の違いによる自転車走行時の心理的負担状況比較のための調査

試験調査の結果をふまえて、自転車走行空間の構造及び駐輪・駐車状況の違いによる心理的負担の比較調査を行った。

(1) 本調査概要

本調査の概要を表-2に示す。試験調査から、不整脈を取り除くことが重要であると確認されたため、本調査の被験者は若年層を対象とした。心電図トランスミッタは図-7のように装着した。また、高松市内で自転車走行空間の構造及び駐輪・駐車状況の異なる10路線を選定し、走行調査を行った。

本調査を行った10路線の断面構成を図-8に示す。対象路線は、自転車と歩行者を分離柵、ラインやカラー舗装で分離した路線(3路線)、幅員の異なる路線(3路線)、駐輪・駐車状況の異なる路線(3路線)を抽出している。

なお、「路線1：自転車道」は最も走行快適性が高い路線と仮定し、全被験者が走行して基準値とした。

表-2 本調査概要

項目	内容
被験者	若年層延べ36人
調査項目	LP面積：心電図トランスミッタ 突発事象の発生状況：ビデオカメラ 自転車走行位置：GPS
調査方法	各被験者に心電図トランスミッタを装着し、自転車にはビデオカメラ、GPSを取り付け対象路線を普通自転車で走行。

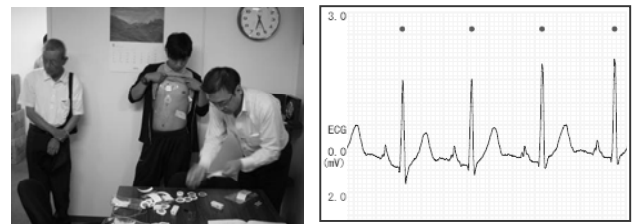


図-7 心電図トランスミッタ装着状況

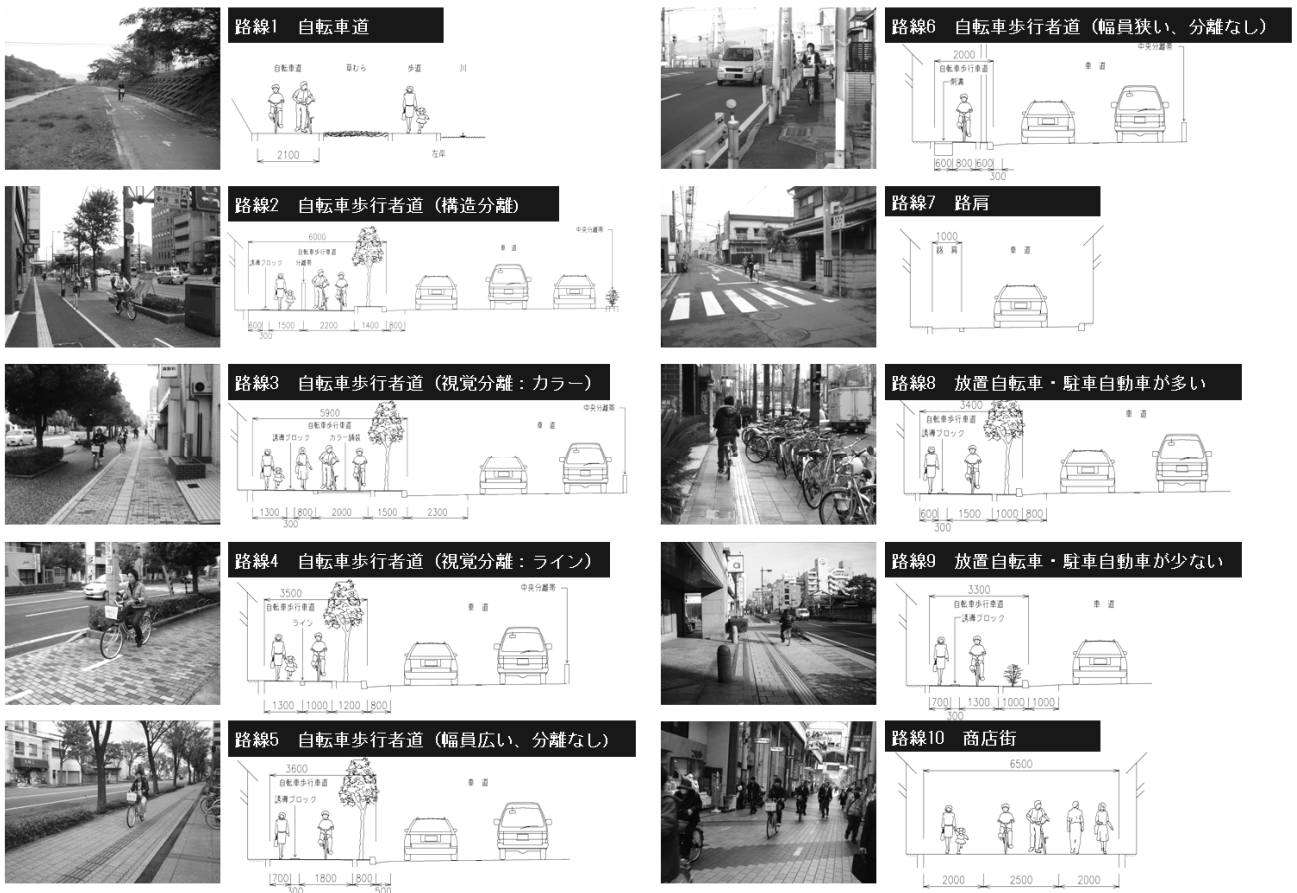


図-8 調査対象路線

(2) 計測データのクリーニング

前述したように、自転車走行空間の心理的負担を評価する際、不整脈データの除去が必要となる。また、本研究では走行空間の構成要素の違いによる走行快適性について着目しているため、突発事象による影響を除去したデータとする必要がある。

これらのデータを除去するデータクリーニングの流れを図-9のフロー図に示す。

a) 不整脈多発被験者の除去

被験者は、不整脈発生頻度の低い若年層としているが、その中でも不整脈を多発する被験者は、不整脈データの除去によりデータの欠損が多くなるため、連続したデータとしての分析が困難になる。そのため、各々の被験者の不整脈の発生割合を算出し、不整脈データが1割以上ある被験者については、分析対象から除外することとした。

被験者別の不整脈発生割合を図-10に示す。被験者15については、不整脈発生割合が12.6%と1割以上となるため、今回の分析対象から除外することとした。

b) 瞬時心拍数による不整脈の除去

試験調査時に示した瞬時心拍数による不整脈の判断手法により、サンプルごとの不整脈を除去した(図-11)。

参考として、不整脈を除去しない場合のLP面積と比較した結果、LP面積が不整脈除去前には7,000であったものが、不整脈除去後には3,000と大幅に補正された被験者のサンプルデータも確認できた。

c) 突発事象データの除去

本調査では、自転車に搭載したビデオとGPSの各々のデータから自転車走行時に偶発した突発事象を抽出した。突発事象を除去する際は、突発事象の起こった瞬間のデータだけを取り除くのではなく、突発事象を認知し、心理的負担が高くなり、それ以前の標準値に戻るまでのデータを除去することとした(図-12)。

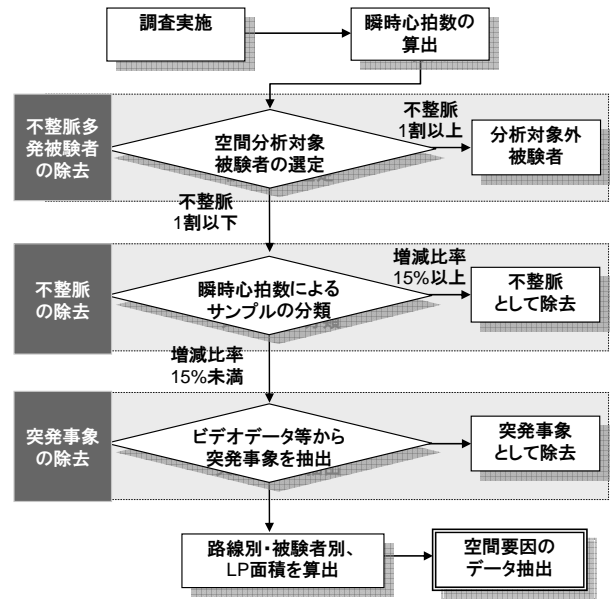


図-9 データクリーニングのフロー

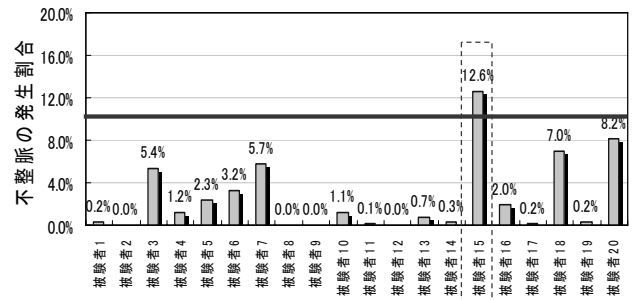


図-10 被験者別の不整脈発生割合

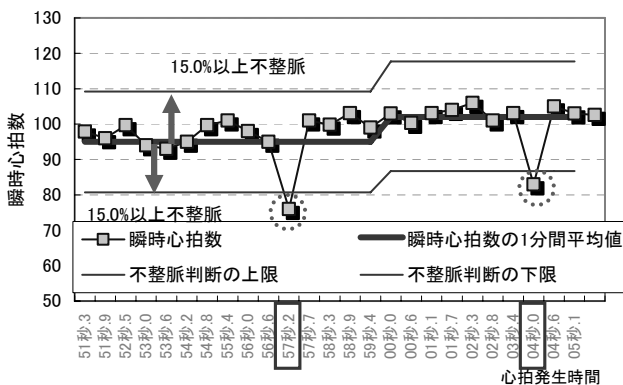


図-11 不整脈データの除去

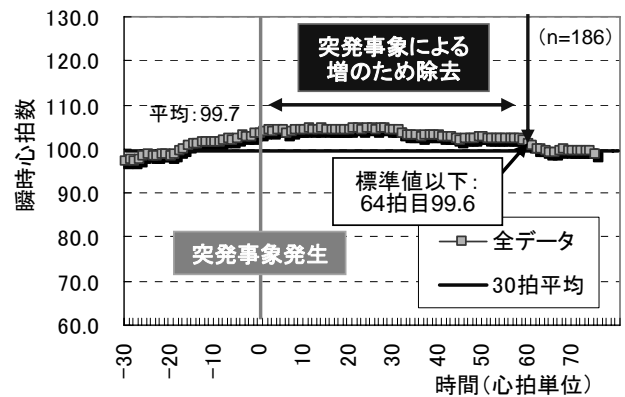


図-12 突発事象データの除去

4. 自転車走行空間別心理的負担状況の調査結果

本調査から得られたデータをデータクリーニングし、自転車走行位置及び駐輪駐車状況の違いによる比較を行った。

(1) 自転車走行位置別の心理的負担結果 (図-13)

自転車走行位置別のLP面積は、最も走行快適性が高い路線と仮定した「路線1：自転車道」が、他の路線に比べLP面積の値は低く、仮定通り走行快適性が高いことを示している。「路線7：路肩」や「路線6：幅員の狭い自歩道」はLP面積が高く、走行快適性が低いことがわかる。

また、自転車歩行者道(路線2～路線4)を比較すると「路線4：ライン」、「路線3：カラー」、「路線2：構造分離」と、自転車と歩行者の分離を明確にしていくに連れて、走行快適性が低くなった。この要因は、「路線2：構造分離」を行っている、自転車と歩行者の間の分離柵が、自転車走行者にとっては障害物とみなされているためであると推測される。

(2) 駐輪・駐車状況別の心理的負担結果 (図-14)

「路線8：駐輪駐車がが多い」と「路線9：駐輪駐車が少ない」を比較すると、やはり、駐輪駐車は走行快適性を低くする原因であると言える。

また、商店街は歩行者や他の自転車が障害物が多いため、他に比べLP面積が高い値を示し、走行快適性が低いことを示している。

5. まとめ

本研究では、瞬時の心理的負担を把握するため心電図トランスミッタを用いて、心理的負担状況を計測する手法を構築することができた。

また、得られたデータの精度を上げるため不整脈の除去等の工夫を行うことにより、LP面積は対象路線別に差があり評価指標として適用性が確認され、構成要因を抽出することができた。

今後もさらに、既往のアンケート調査との比較・検討や、自転車走行空間の整備効果の把握などを行ってデータを蓄積し、定量的な評価手法として本評価手法の精度・信頼性を向上させたい。

また、今回の調査で、自転車と歩行者の分離を明確に

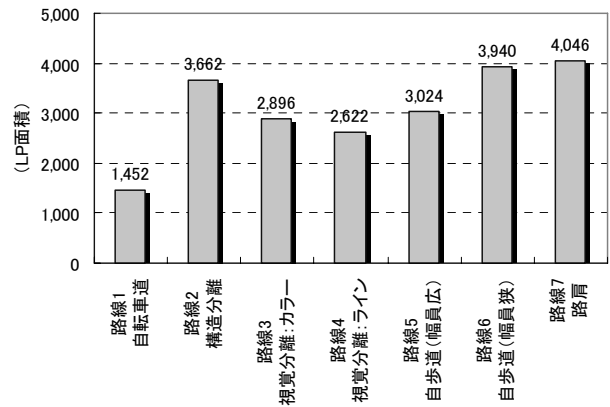


図-13 自転車走行位置別の心理的負担結果

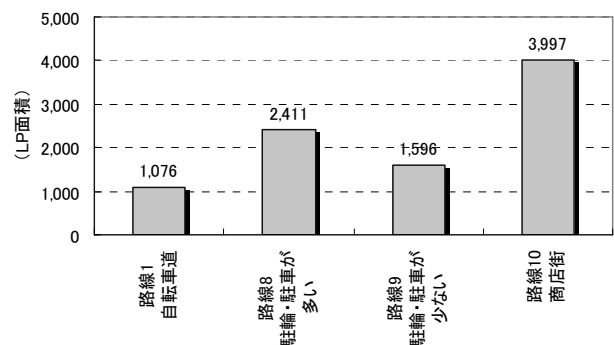


図-14 駐輪・駐車状況別の心理的負担結果

していくに連れて、走行快適性が低いという結果になった。しかし、自転車走行空間の評価は、安全性も含めて総合的に評価していかなければならない。本研究では、自転車の走行快適性に着目して調査を行ったが、今後は歩行者の立場や安全性も含めた評価も必要と考える。

本指標は、市街地などの面的に広がる自転車走行空間ネットワークのサービスレベル向上に向けたマネジメント指標として、実務的に有効に活用できると考えられる。このため、本計測手法を体系的にマニュアル化するなど、汎用化できるようにしていきたい。

参考文献

- 1) 斉藤健治, 清田勝: 自動車, 自転車とのすれ違いにおける歩行者のストレスに関する心拍変動による評価, 佐賀大学理工学部集報 34(2), pp.1-7, 2005年12月