

生理心理計測に基づく走行路面の安全性および快適性評価の可能性

北見工業大学工学部	正会員	○富山 和也
北見工業大学工学部	正会員	川村 彰
University of Padova	Non-member	Riccardo Rossi
University of Padova	Non-member	Massimiliano Gastaldi
University of Padova	Non-member	Claudio Mulatti

1. はじめに

道路と車両の接点となる走行路面の状態は、利用者評価に直結することから、質的満足度の高い社会基盤整備を行う上で欠かすことのできない要素である。特に、職業ドライバーや高齢者の交通事故が社会問題となる中で、路面に起因する車両走行時の安全性および快適性の確保は重要な課題である。しかし、平坦性と利用者評価の関係は非常に複雑であり、ヒトの情報に基づく定量的な検討は未だ不十分であると考えられる。そこで、本研究は、ドライビングシミュレータ（以下、「DS」）を用いた走行試験により、安全性および快適性の観点から、ヒトの認知処理に関わる心理的な注意資源と、精神的ストレスに関わる生理的な自律神経系の活動に着目することで、生理心理計測に基づく平坦性評価の可能性について検討する。

2. 検討方法

2.1 生理心理計測

(a) **心理反応の計測**：複数の作業や情報の認知的処理に対し、同時に向けられる注意は分割されて配分され、その処理に必要な心的エネルギーが注意資源であり、その量には限界があることが知られている¹⁾。この注意資源が影響する認知過程の把握には、与えられた課題刺激に対する反応時間（Reaction Time）の計測が有効である。本研究では、異なる路面状況を体験中に、音程の異なる音刺激（高音・中音・低音）を提示し、刺激を認知後直ちに音程を回答する音識別課題を設定し、刺激提示から回答までの選択反応時間および回答の正確さを計測した。

(b) **生理反応の計測**：本研究では、ヒトの生理反応として、簡便かつ非拘束・非侵襲での計測が可能な指尖センサによる脈波計測から、心拍変動データを得た。心拍変動とは、心拍数の揺らぎであり、精神的ストレスなどによって変化する自律神経系の活動を表す重要な生体情報の一つである。

2.2 DSによる走行試験

走行試験は、路面に起因する車両振動以外の環境変動要因を極力排除するため、路面性状に関する実データの利用および再現が可能な、路面評価型DSを用いて実施した。試験には、参加者として、健常な男女24名（女性12名、平均年齢21.6歳）の協力を得た。また、本試験は、北見工業大学の人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を受け、全ての被験者から自由意志による試験参加への同意を得た上で実施した。図-1にDSによる走行試験状況を示す。なお、女性被験者1名については、心理・生理反応とも計測エラーによる欠測のため、以下の解析では23名のデータを用いた。

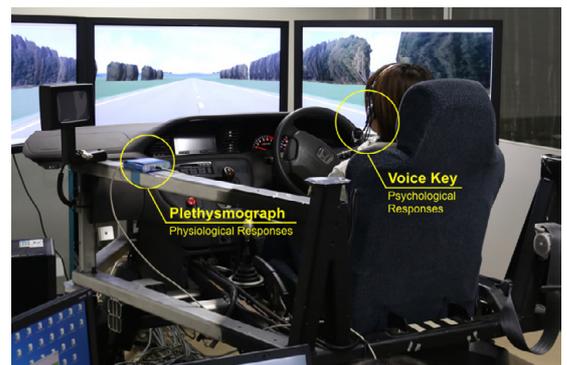


図-1 路面評価型DSによる試験状況

2.3 試験シナリオ

走行試験における路面条件は、一般道路の新設、供用中および供用後の破損が生じた状態を想定し、IRI（国際ラフネス指数）が(a)0.9、(b)5.3および(c)10.5mm/mの3水準とした。走行条件は、運転操作を課さない助手席状態とし、走行速度60km/h、走行時間20秒である。試行回数は、各路面条件で15回の計45回であり、各試行段階で生理心理計測を行った。

キーワード 路面平坦性、生理心理計測、反応時間、心拍変動、注意資源、ストレス、ドライビングシミュレータ

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165 北見工業大学 工学部 地域未来デザイン工学科 TEL 0157-26-9496

3. 結果と考察

3.1 心理反応

各路面水準における平均反応時間を図-2に示す。図より、反応時間はIRIに比例し長くなる傾向にあるが、IRIを被験者内要因とする一元配置分散分析の結果、有意な差はみられなかった($p=.904$)。ここで、反応時間における速度と正確さはトレードオフの関係にあることから²⁾、IRIおよび回答の正確さを被験者内要因とする二元配置分散分析を行った。その結果、IRIの主効果に有意差はみられず($p=.232$)、正確さの主効果($p=.002$)およびIRIと正確さの交互作用に有意差($p=.046$)が見られた。交互作用に関する単純主効果検定の結果を図-3に示す。図より、IRI=1および6 mm/mでは、有意に正確さとのトレードオフとならず、IRIが高くなるにつれ、反応時間と正確さがトレードオフとなるよう交差する傾向を示した。これは、IRIが低い場合、参加者は、音刺激に対する反応速度を優先し、IRIが高くなるにつれ、正確さを優先するようになり、反応時間が伸びたものと考えられる。

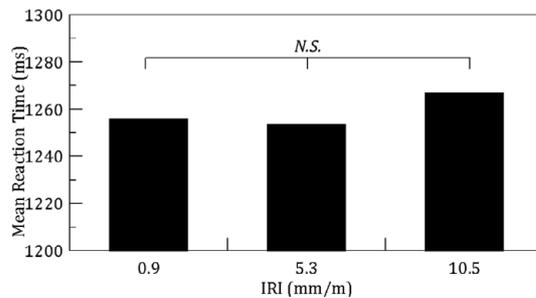


図-2 路面状況ごとの反応時間

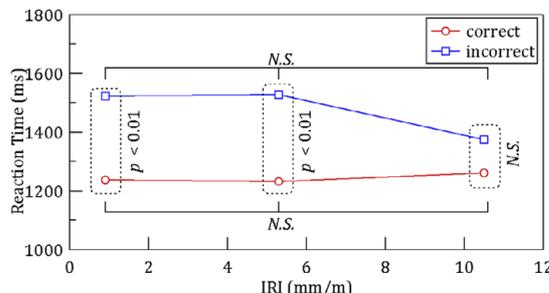


図-3 反応速度と正確さの交互作用

3.2 生理反応

心拍変動は、周波数領域において、副交感神経系の活動を反映する高周波成分(HF:0.15-0.4Hz)と交感神経系の活動を反映する高周波低周波成分比(LF/HF;LF:0.04-0.15Hz)を指標とした。一般的に、精神的ストレスに伴い、HFは低下し、LF/HFは上昇する。なお、心拍変動指標は、IRI=1 mm/mを走行した際の値で正規化を行なった。図-4に、IRIと心拍変動指標の関係を示す。図より、LF/HFは、IRIの上昇に伴いストレスの増加傾向を示した。一方、HFは、IRIが上昇するに従いストレスが低下する傾向を示した。ここで、図-5に示す正規化した反応時間と心拍変動指標の関係より、反応時間とLF/HFの間に相関関係がみられないのに対し、HFは高い比例関係となった。これは、HFがリラックスした状態を反映し、注意力の低下による反応時間の増加を表したものと考えられる。この結果は、安全性に関わる注意資源と、快適性に関わる精神的ストレスが相反するものであることを示唆している。そのため、走行路面の評価には、生理心理計測に基づく、ヒトに関する情報の把握が重要な役割を果たすものといえる。

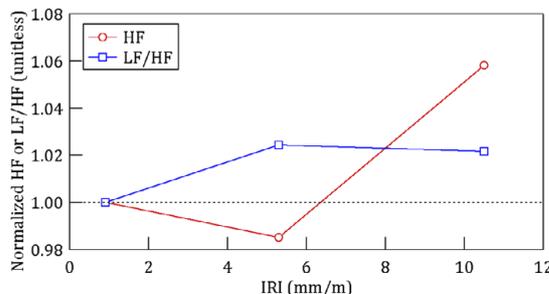


図-4 IRIと正規化した心拍変動指標の関係

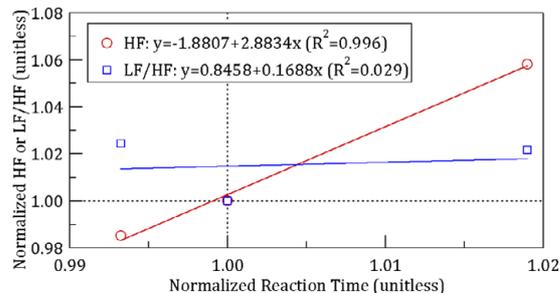


図-5 正規化した反応時間と心拍変動指標の関係

4. まとめ

本研究は、生理心理計測に基づき、走行路面の平坦性が利用者の注意資源および精神的ストレスに及ぼす影響について検討したものである。その結果、道路交通環境下における安全性と快適性は相反関係にあることが示唆され、走行路面評価における生理心理計測の重要性が明らかとなった。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費(若手研究(B) 15K20843)の助成を受け実施したものであり、ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本認知心理学会編：認知心理学ハンドブック，有斐閣，2013。
- 2) 菊地 正 編：朝倉心理学講座(6) 感覚知覚心理学，朝倉書店，2008。