

自動車運転時における疲労感の計測と評価 Measurement and evaluation of driver's fatigue

○寺崎弘幸¹, 松田礼², 町田信夫²*Hiroyuki Terasaki¹, Hiroshi Matsuda², Nobuo Machida²

Abstract: Today, car accident has decreased. However, when driving, the driver feels the psychological load. Psychological load is a factor of driver fatigue. In the previous research, the relationship between physiological and psychological response and physical quantity during a car driving is not clarified. Measurement and evaluation of driver's subjective fatigue is very important for car accident. In this study, the influences of the physiological and psychological response on the physical quantity with vibration such as acceleration effective value were examined.

1. はじめに

近年, 自動車運転による事故は減少傾向にある^[1]. しかしながら, 運転手が感じる快適感や疲労感と生理反応, または自動車から受ける振動などの物理刺激との関係は未だ明らかになっていない. 運転手の心理・生理反応と物理刺激の関係を明らかにし, 定量的に評価することは, 安全かつ快適な運転を実現させる為に必要なことである. 通常, 運転手は「だるさ」や「ゆううつさ」といった様々な疲労感を感じながら運転していると考えられるが, 複数の心理的感覚を考慮した自動車運転時の評価に関する研究例は少ない.

そこで, 本報告では自動車運転時の種々の感覚と生理反応を測定し, 複数の心理反応と生理反応, 物理刺激との関係性について検討した結果について報告する.

2. 実験方法

2-1. 実験条件

本研究では, 被験者に高速自動車道における長時間運転を行わせ, 同時に生理心理反応を測定した. 運転時における渋滞による影響を排除するため実験は昼間の渋滞のない常磐自動車道(谷和原 IC~日立南太田 IC の約 86km)における片道約 1 時間の往復運転とした. 被験者は健康で運転技術に習熟した 22 歳~23 歳の男子大学生 3 名 (A,B,C) で, 1 人 2 回の実験を行った. 運転は原則キープレフト, 速度は 90km/h の一定速度走行を指示し, 追い越しは指示速度を保てない時のみ許可した. また, 走行 1 時間前からの喫煙, 食事は禁止とし前日には十分な睡眠をとらせた.

2-2. 計測及び解析方法

心理反応測定には自覚症状しらべ(日本産業衛生学会産業疲労研究会, 2002 年版)を用い, 走行前, 折返

し時(往路終了後), 走行後(復路終了後)に測定した.

自覚症状しらべは 25 個の質問項目 (Table1) を「1.全くあてはまらない」~「5.非常に良くあてはまる」までの 5 段階で評価させ, それぞれ 1 点から 5 点の得点をつける. そして, 質問事項を I 群(ねむけ感), II 群(不安定感), III 群(不快感), IV 群(だるさ感), V 群(ぼやけ感)の 5 つに分類し, 同一群の平均値を求める. 本研究では, 走行前の群別平均値を基準として折返し時と走行後についてそれぞれの比率を求め, 自覚症状の変化を評価した.

生理反応は, 心電図測定を全ての走行中に実施した. 心電図の R 波と R 波の間隔時間(RRI)を求め, 1 分間毎の心拍数[bpm]と, RRI の変動を周波数分析し, LF(0.04~0.15[Hz]), HF(0.15~0.4[Hz])のパワースペクトルの比である LF/HF を求めた. LF/HF は交感神経の指標とされ, この値の上昇は交感神経優位を表す. 本実験では心拍数, LH/HF 共に往路, 復路毎に平均値を求めた.

物理刺激は座面の 3 方向(前後: x 軸, 左右: y 軸, 上下: z 軸)の振動加速度を測定し, 1 秒ごとの加速度実効値を算出した. また, 生理反応測定と同様に往路, 復路毎に平均値を求めた.

Table1. Questionnaire for items

	質問項目	
I 群(ねむけ感)	ねむい	やる気がとぼしい
	横になりたい	全身がだるい
	あくびがでる	
II 群(不安定感)	不安な感じがする	いらいらする
	ゆううつな気分だ	考えがまとまりにくい
	おちつかない気分だ	
III 群(不快感)	頭がいたい	頭がぼんやりする
	頭がおもい	めまいがする
	気分がわるい	
IV 群(だるさ感)	腕がだるい	足がだるい
	腰がいたい	肩がこる
	手や指がいたい	
V 群(ぼやけ感)	目がしょぼつく	目がかわく
	目がつかれる	ものがぼやける
	目がいたい	

3. 実験結果

3-1. 心理反応結果

Figure1 は、自覚症状しらべにおける得点の群別平均値を求め、被験者毎に走行前を基準とし走行後の比率を求めた結果である。1.0 は走行前と走行後で変化がなかったことを表している。I ~ V 群別の増加傾向は同じではなく、大きく増加した群とあまり増加しなかった群があった。ここで、1 回の実験で得られた上位 2 つの群を数えたところ、I 群（ねむけ感）、IV 群（だるさ感）、V 群（ぼやけ感）が多かったことから、長時間運転時の心理的負担はねむけの他、目のぼやけや腕や足に対する疲労感の影響が大きいと考える。

3-2. 自覚症状と生体反応量の関係

Figure2 に、自覚症状しらべの結果の中で特に大きく感じていた I 群（ねむけ感）、IV 群（だるさ感）、V 群（ぼやけ感）と心電図から得られた心拍数の平均値との関係を示す。縦軸は自覚症状しらべの走行前を基準に折返し時（往路終了時）、走行後（復路終了後）との比率、横軸は心拍数の往路、復路毎の平均値を示している。ここで相関係数（ R^2 値）に着目すると往路復路共に I 群（ねむけ感）と心拍数の間の相関（往路： $R^2=0.55$ 、復路： $R^2=0.79$ ）がみられ、心拍数が低下すると運転時のねむけ感を強く感じる傾向がみられた。

LF/HF の往路、復路毎の平均値と自覚症状しらべの結果では、V 群（ぼやけ感）との間に相関関係（往路： $R^2=0.22$ 、復路： $R^2=0.96$ ）があり、LF/HF の上昇と共にぼやけ感が上昇する傾向がみられた。

以上の結果から、自動車運転時の心電図測定により、ねむけや目のぼやけを評価できる可能性が示唆された。

3-3. 座面振動加速度と心理反応

Figure3 に座面の振動加速度実効値 $[m/s^2]$ の y 軸（左右）方向と自覚症状しらべの結果を示す。縦軸は Figure2 と同様で、横軸に往路、復路毎の振動加速度実効値の平均値を示した。

Figure3 によると、IV 群（だるさ感）と振動加速度実効値の y 軸（左右）方向との間に往路復路共に相関（往路： $R^2=0.58$ 、復路： $R^2=0.55$ ）があることが分かる。左右方向の座面振動加速度を測定することによって、腕や足のだるさ感を評価できる可能性があるが、今後更に検討を加えたい。

4. おわりに

本報告では運転手の疲労感について自覚症状しらべ

を用いて 5 つの群に分け、生理反応との関係について検討した。その結果、長時間運転時には、ねむけの他、目のぼやけや腕などの身体の部分的な疲労感も感じている可能性があり、それらに対応する生理反応や物理刺激がある可能性を示した。

今後は自覚症状しらべ以外の疲労感についても調査し運転手の心理反応をモニタリング出来る指標を検討する予定である。

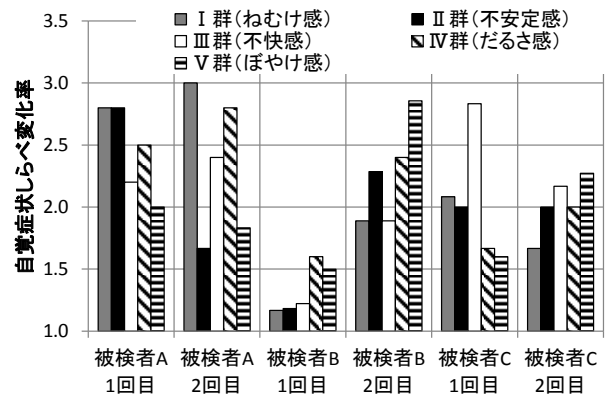


Figure1. Result of Questionnaire

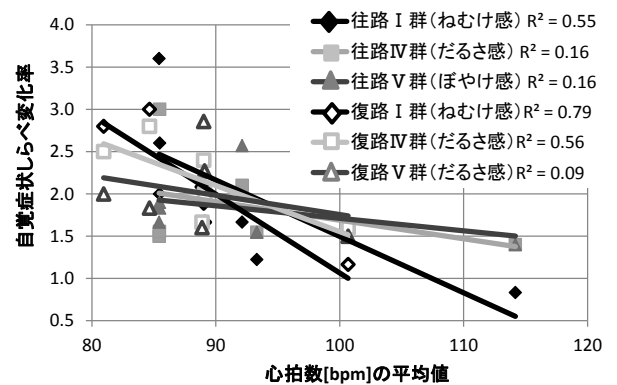


Figure2. Questionnaire – Heart rate

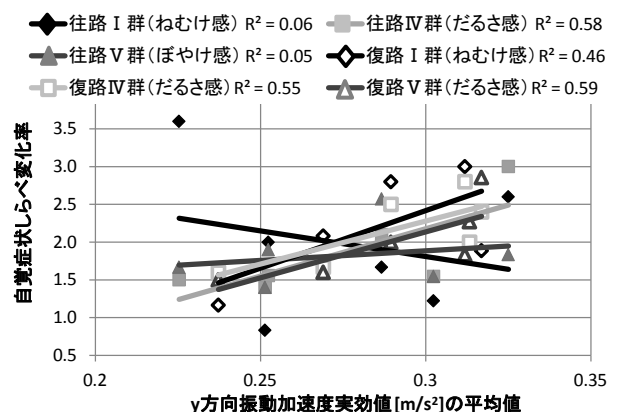


Figure3. Questionnaire – Vibration acceleration

5. 参考文献

[1] 「平成23年中の交通事故の発生状況」, 警察庁統計データ