

運転疲労に関する基礎的研究 A Fundamental Study of Driver Fatigue

小松 滉佑¹, 三塚 達矢², 中山 晴幸³Kousuke Komatsu¹, Tatsuya Mitsuzuka², Haruyuki Nakayama³

Abstract: The aim of this study is to clarify of fundamental driver fatigue under the condition of long drive. Biometric data and the weight shift of the unconscious driver movement are measured at the condition of a continuous operation of 12 hours. It is closely related to the driver fatigue that the DFI which is analyzed unconscious body movement of the drivers was confirmed.

1. はじめに

我が国における交通事故死者数は 13 年連続して減少傾向ではあるものの、平成 25 年度においても 4,373 人¹⁾の方が交通事故で亡くなっている。そのため、さらなる交通安全対策が必要である。

本研究は自動車の連続運転に起因するドライバーの運転疲労発現に注目し、それを知るため運転疲労の検知結果、自覚的疲労度、ビデオ映像による客観的疲労度、各種生体データ、睡眠時間により被験者個人の運転疲労特性の比較および検討を行い、運転疲労発現の傾向と検知結果との関係を検討した。

2. 実験結果の解析

(1) DFI について

これまでの一連の研究²⁾により、ドライバーは運転疲労を感じると無意識に首や肩、体を動かすことが明らかになっている。そこで本研究では座席に座圧センサを設置し、運転姿勢の変化を座圧として計測して解析したものを、ドライバー疲労指数 (Driver Fatigue Index: 以下 DFI) と定義し評価している。ドライバーの運転疲労の症状は眠気、注意力低下、身体的および精神的な疲労感の増加などを挙げることができる。これらの傾向は DFI によって把握することが可能であることを確認している。

DFI の検知傾向は、1~2 時間周期で繰り返されることがこれまで研究から明らかになっている。しかし疲労が蓄積されてドライバーが眠気を感じ、体を動かすことも億劫になると DFI が全く検知されないこともある。DFI の検知が非周期的、あるいは検知されていない箇所を被験者の運転疲労の現れとし、その点に注目して分析を行った。

(2) 実験概要

普通小型車を用いて 50 分運転し、その後 10 分間アンケートや生体データ計測を行う作業を 1 セットとし、

それを 12 セット、計 12 時間を連続で行なう。走行ルートは日本大学船橋校舎を出発し、内房から海岸沿いに千葉県銚子市まで行き大学へ戻る約 400 km のルートを利用した。今回実験を行なう上で、「実験当日の水分補給は水のみ」「車内での音楽再生」「カーステレオ類使用禁止」「実験に必要な会話以外は避ける」「実験中の喫煙禁止」以上の様な走行拘束条件があるパターン①と、上記の条件等を全て無視するパターン②の条件 2 つの実験パターンを実施した。

機材は DFI を検知する座圧センサ、位置情報や速度と高度を測位する GPS、自覚的疲労度を調査するアンケートボタン、サーバとデータのやりとりを行うデータロガー、心拍数を計測する心拍計、急ブレーキや急発進等を計測する加速度計で構成される。被験者は 20 代男性 3 人である。

(3) 解析結果

解析結果の例として被験者 B のデータを以下に示す。図-1 は被験者 B の DFI と心拍数 (heart rate: HR) を表した『拘束条件の有るパターン①(以下:パターン①)』のグラフである。図-1 をみると、心拍数が 7~8 時間にかけて現れていないがこれは心拍計の不良によるものである。図-1 の DFI 周期をパワースペクトル解析で確認すると図-2 のように卓越周期は長い周期で約 0.5 時間となった。この周期で図-1 の DFI を確認すると、4~6 時間付近までと 8~10 時間付近までにかけて周期が乱れていることがわかる。

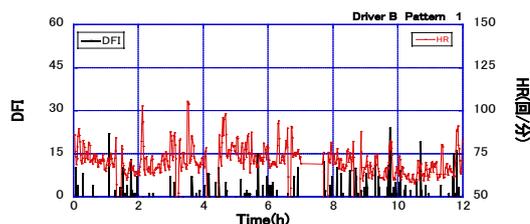


Figure 1 DFI and HR① of Subject B

1 : 理工・学部・交通, 2 : ネクスコメンテナンス関東, 3 : 日大理工・教員・交通

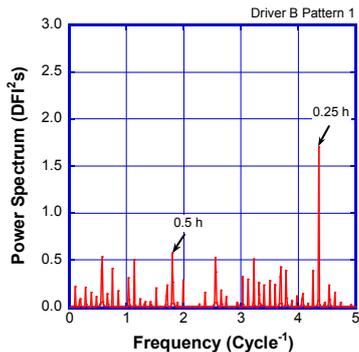


Figure 2 DFI detection power spectrum ① of B

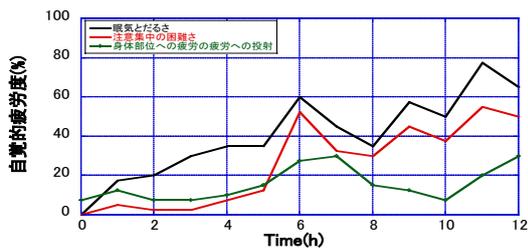


Figure 3 Subjective fatigue ① of subject B

このような状態の時間帯は、心拍数も減少傾向で、医学的に眠気が生じていることがわかる。

図-3は被験者Bのパターン①実験中の自覚的疲労度を表したものである。自覚的疲労度の評価方法は、眠気とだるさ、注意集中の困難、身体部位の疲労や精神的疲労等から被験者本人が実験中の10分休憩時にアンケート30項目を用いて5段階で評価したものをパーセンテージに表したものである。

図-1でDFI周期に乱れが生じていた6時間と11時間の計2箇所に特徴がみられ、身体部位の疲労や精神的疲労のみ類似していないグラフとなった。

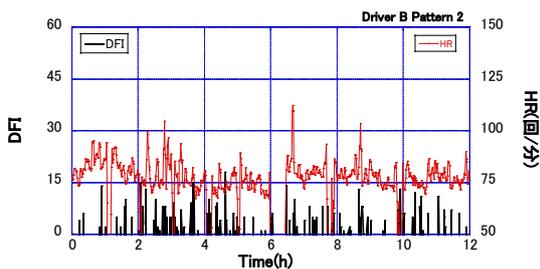


Figure 4 DFI ② of Subject B

図-3は被験者BのDFIと心拍数(heart rate: HR)を表した『拘束条件の無いパターン②(以下:パターン②)』グラフである。図2のDFI周期をパターン①同様にパワースペクトル解析で確認すると図-5のように卓越周期は長い周期で約0.5時間となった。この周期で図-4のDFIを確認すると、2~5時間付近までと10時間付近にかけて周期が乱れていることがわかる。しかし卓越周期の0.5時間と短い周期0.25時間で安定した周期でDFIが検知されている傾向にある。

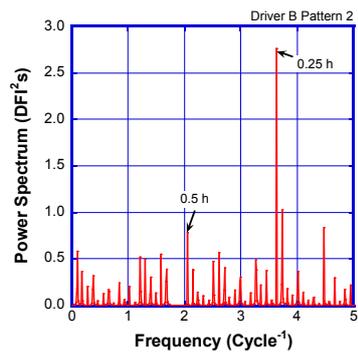


Figure 5 DFI detection power spectrum ② of B

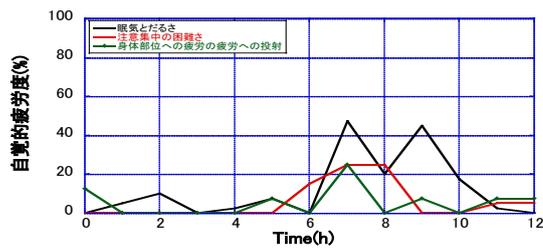


Figure 3 Subjective fatigue ② of subject B

図-4はパターン②の自覚的疲労度を表したグラフである。こちらも同様に他と比べてとびぬけている部分を抽出すると6~10時間に上昇している。しかし12時間を通して大きな疲労感は見られず、安定していることがわかる。

3.考察

1) パターン①

時間の経過とともに疲労が増加していく傾向にあった。また自覚的疲労度が高い値を示しているとき、DFIは周期や大きさの乱れ、検出頻度減少などがみられ、同様に心拍数が低下していることから、疲労が現れていることがわかった。

2) パターン②

自覚的疲労度が高い値を示しているときにDFIの周期、心拍数が大きく乱れる影響がパターン①より少なかった。またDFI周期はパターン①よりも乱れない傾向にあり、パワースペクトル解析の周期と類似して検知された。このことから、パターン②は拘束条件がないため、運転者個人の嗜好物や喫煙、飲食などで一時的に回復されていたことが考えられる。

参考文献

- 1) 全日本交通安全協会, 平成25年度中の交通事故死者数: <http://www.jtsa.or.jp/topics/T-239.html>, 2014年9月
- 2) 坂本寛: 運転疲労に関する基礎的研究, 日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文, 2013年