1508 ドライバの眠気に関する基礎研究

Fundamental Study on Driver's Drowsiness

正 奥本泰久(近畿大学) ○平松大明(近畿大学)

Yasuhisa OKUMOTO and Hiroaki HIRAMATU: Kinki University, 1 Takayaumenobe, Higashihiroshima 739-2116

1. 緒言

近年の法令違反別の事故統計によれば、自動車の居眠り運転を含む漫然運転が全体の約15%を占め、最も発生件数が多い¹⁾。このため、居眠り運転の防止システムが重要視され、企業や大学で鋭意研究されている。本研究では、皮膚伝導、瞬きの回数、脳波、筋電、サーモグラフィーを使い眠気の原理を実験的に解析し、居眠り防止システムの構築を目指す。

2. 眠りについて

眠りとは、幅広い動物にみられる行動で、移動や外界への注視など様々な活動の低下を特徴とする。

睡眠中は、交感神経系活動が抑制され、副交感神経系活動が亢進する。眠くなり、眠りはじめると副交感神経系活動が亢進するため、末梢の血管が拡張する。一般に緊張や興奮時に交感神経系の活動が亢進し、リラックス時に副交感神経系の活動が亢進する²⁾。

3. 眠りの評価、解析方法

3.1 脳波による入眠時評価

脳が発生する電位変動である脳波は複雑な波形をしているが、それに含まれる主な周波数成分で整理すると、以下のようになる。

- ・1~3Hz: δ 波…熟睡・無意識状態に多く発生。
- ・4~7Hz: θ 波…眠気が強い場合に目を閉じた時に出現。
- ・8~13Hz: α 波…目を閉じて安静にしているときに出現。閉眼時に眠気を感じると減少。眠気が強い場合には閉眼時でも出現。

脳波とは、脳が活動する限り発生する微弱な信号であり、閉眼時に眠気を感じると α 波の割合が減少し、 θ 波の割合が増加することが知られている。脳波は眠気の測定に最も有効で確実な指標と言われており、他の指標の医学的整合性を検証するために使用することが多い³⁾。今回の実験では θ 波の含有率から眠気を評価する。

3.2 瞬きによる入眠時評価

瞬きによる眠りの評価方法は、目じりに電極を固定し眼電位から眼球運動や瞬きの回数を測定する方法の他、非接触のビデオ画像を用いた画像認識により測定する方法も研究されている³⁾。しかし、未だ微細な眼球運動を検知することは難しいため、眼球運動と関係があり、画像認識がより容易な瞬きの回数を眠りの指標にする研究がなされている。瞬きは眠気の増加と共に回数が増えるという傾向がある。今回の実験では瞬きの回数をカメラで撮影し、眠気との関係性を解析した。

3.3 皮膚伝導による入眠時評価

汗腺活動に伴って生じる電気的変化を測定したものが皮膚

電気活動である。汗腺活動は交感神経の影響を受けている。皮膚電気活動は、入眠期の覚醒水準の低下に伴って皮膚電位水準も低下する。これは緊張すれば交感神経が働き、覚醒が高いこと分かる。また、リラックスすれば副交感神経が働き、意識が低下し、眠りに近づいている。本研究では皮膚伝導センサSC (Skin Conduction) を用いる。SCも同様に人の交感神経の変化を表す。人の緊張状態、リラックス状態によってSCはそれに比例するように増減する。したがって、意識の高さもその増減から読み取ることができる。また、単位としては「シーメンス(Siemens)」を用いる。これはコンダクタンスの単位である。コンダクタンスとは、回路における電流の流れやすさのことである。

3.4 体温による入眠時評価

精神的負荷を感じると鼻部温度が低下することや、眠りにつく直前に体温が低下することが報告されている。皮膚温はサーモグラフィーで測定することができるため、ドライバを拘束することなく計測することができる。しかし、気温の変化を受けやすいため正確な体温を評価することが難しい。また変動が緩慢なため、鋭敏にとらえる指標になりにくいといわれる³⁾。今回の実験ではサーモグラフィーを使用して、表面皮膚温度を計測し、眠りの評価に適しているか解析した。

4. 脳波による入眠時の評価実験

本研究では、脳波計を使用し姿勢による脳波 (EEG) の違いを調べた。被験者がソファに座った状態をFig. 1の姿勢(1)とし、寝た状態をFig. 1の姿勢(2)とした。(1)は常に意識があり、背筋を伸ばして緊張した状態である。(2)はリラックスした状態で意識がない状態である。また、実験環境は静かな室内で室内温度26℃、室内湿度53%であった。

θ 波含有率の時間別変化のグラフをFig. 2に示す。

Fig. 1 Posture of EEG tests

Fig. 2 Content of θ wave

今回の実験から眠気が起きた時に θ 波の割合が増えることと姿勢によって眠気の起き方が変化することを数値的に確認することができた。しかし、計測のためには被験者が安静状態であることや、脳波形の装着を要求するため車の居眠り探知機として利用することは難しい。その結果、様々な行動が要求されるドライバの状態推定をする指標にはなりにくいといえる。

5. 瞬き・皮膚伝導による入眠時の評価実験

Fig. 3に実験の様子を示す。(1)は椅子に背筋を伸ばして緊張して座った状態、(2)はリラックスして座った状態である。共に、開眼状態で(3)の風景写真を約15分間ずつ眺め、その時の瞬きの回数をカメラで撮影した。また、皮膚伝導を皮膚伝導センサで計測した。実験環境は静かな室内で室内温度25℃、室内湿度53%であった。

Fig. 3 Blink tests

Posture 1, 2の時の瞬きの回数をFig. 4に示す。また、皮膚伝導の変化をFig. 5に示す。

Fig. 4 Number of blinks

Fig. 5 Skin conduction

Fig. 4.5 から Posture 1 のリラックスした状態では5分を過ぎた時から急激に瞬きの回数が増え、皮膚伝導も低い数値を記録した。また、カメラの映像からも客観的に眠りかけている様子が確認できた。その結果、5分過ぎから眠気が起きていることが分かる。Fig. 4.5 から Posture 2 の緊張した状態では、瞬きの回数は少なく、皮膚伝導の数値は高い。被験者の発言からも眠気を全く感じていなかったということである。したがって、瞬きの回数の少なさ、皮膚伝導の数値の高さが意識の高さを表すことが確認できた。

6. サーモグラフィーによる入眠時の評価実験

前述の 5. の実験内容と同じようにリラックスして座った Posture 1 (眠りやすい状態) と、背筋を伸ばして緊張した Posture 2 (眠りにくい) の2種類の姿勢で(3)の写真を見つめた。その時の鼻頭の皮膚温の変化をサーモグラフィーを使って調べた。また、それと同時に皮膚伝導、瞬きの回数を調べた。

鼻頭の皮膚温を Fig. 6 に示す。皮膚伝導を Fig. 7 に示す。

Fig. 6 Temperature of nose surface

Fig. 7 Skin conduction

皮膚伝導では Posture 1, 2 によって意識の違いをみることはできた。サーモグラフィーの皮膚温では鼻頭に皮膚温の差はあるものの眠りとの明確な関連性を見つけることはできなかった。その結果、眠りを探知する機器として利用することは困難と考えられる。

7. 結言

今回の3つの実験で脳波、瞬きの回数、皮膚伝導、皮膚温を用いて眠気を解析した。その結果、脳波、皮膚温度はドライバの眠気を探知するには困難であることが分かった。瞬きの回数、皮膚伝導においては実験から高い実用可能性が期待できる。

参考文献

- 1) 警察庁、交通事故統計
<http://www.npa.go.jp/toukei/koutuu48/Month.pdf>
- 2) 堀 忠雄:睡眠心理学、北大路書房、(2008)、pp.55-71
- 3) 永作浩:体動情報に基づくドライバの漫然運転検出
<http://www.risk.tsukuba.ac.jp/thesis/master/h17/200430148.pdf>