

覚醒水準の計測機器の精度検証と覚醒度向上策の検討

愛媛大学 学生会員 ○上甲舞花 愛媛大学 正会員 倉内慎也
愛媛大学 正会員 白柳洋俊 愛媛大学 非会員 下森 咲

1. はじめに

眠気や覚醒度の低下によって生ずる居眠り等の漫然運転は、交通事故の原因として常に上位に位置しており、令和元年の死亡事故のうち漫然運転によるものは全体の 16.4%と最も高い割合を占めている¹⁾。ゆえに、これまでも生体活動をモニタリングしながら、運転中の覚醒度の向上策を検討した研究がさかんに行われている²⁾。ただし、生体データを精度よく測定しようとするあまり多数のデバイスや端子が用いられ、被験者にかかる負担が大きくなると共に、運転環境も実走行時と異なってしまうという問題が指摘されている。一方、最近では、被験者の負担が少なく、測定がたやすい機器の開発・実用化が進んでいる。そこで本稿では、ドライビングシミュレータを用いた走行実験に先駆けて、簡易な覚醒水準の計測機器の精度の検証と、同機器を用いて覚醒度向上策を検討した結果を報告する。

2. 計測機器の精度検証

2. 1 覚醒度の計測機器

本研究では、覚醒度の計測機器として、應義塾大学満倉教授監修の簡易脳波計³⁾を用いた。同機器は、頭皮に複数の電極を取り付ける必要がある標準的な脳波計と異なり、ヘアバンドのような機器を前頭部に巻きつけ、左前頭葉部の単電極のみで脳波の測定を行うと共に、左耳朶から脈波を読み取るものであり、装着者の負担が小さいという利点がある。なお、同機器は、測定データから独自のアルゴリズムを用いて、1秒ごとに眠気度を0～100%の値で出力するものである。

2. 2 簡易脳波計の精度検証

(1) 実験概要

被験者にはPC作業を継続的に行うことを依頼し、作業中に簡易脳波計を用いて眠気度を計測した。また、実験中およそ10分ごとに、主観的な眠気度を、日本語版カロリンスカの眠気尺度（以降KSS）に即して「1）非常にはっきり目覚めている～9）とても眠い（眠気と戦っている）」の9段階で被験者に示してもらい、それを簡易脳波計と時刻を同期させたビデオカメラにて撮影し、眠気度の真値とした。被験者は、21±1歳の成人女性4名であり、令和2年12月30日～令和3年1月26日にかけて延べ139.6時間の計測を行った。

(2) 精度検証結果

簡易脳波計で計測された眠気度を横軸に、KSSによって示された主観的な眠気度を縦軸にとり、データをプロットしたものを図1に示す。相関係数は0.68となり、やや低めの結果が得られた。この原因として、簡易脳波計が0と100%に近い数値を示す一方、被験者は「眠気を感じない」あるいは「少し眠気を感じる」というように、KSSにおいて極端な値を表明することを避ける傾向にあったことが一因として考えられる。加えて、主観的な眠気度を記す行為自体が覚醒を促してしまい、結果として眠気度がやや低い領域にデータが偏ってしまった可能性も考えられる。しかしながら、覚醒度が平均的な領域では比較的精度は良好であると言えるため、以降の実験では、この簡易脳波計を覚醒度の計測機器として引き続き用いることとした。

3. 覚醒度向上策の実施実験

3. 1 検討対象とした覚醒度向上策

本研究では、運転中の覚醒度向上策として、会話で頭を使

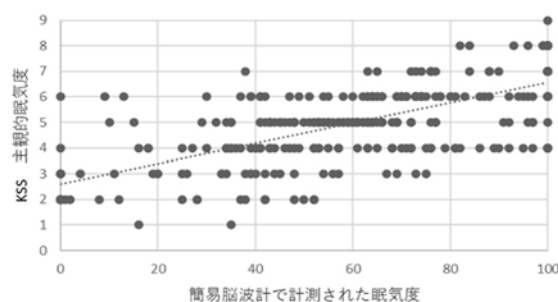


図1 簡易脳波計の眠気度と主観的な眠気度の相関

うことやストレッチによって体を動かすことを想定し、前者に対応する課題として N-back 課題、後者に対応する課題としてストレッチ課題、の二種類を試行した。

(1) N-back 課題

N-back 課題とは、脳機能イメージングなどの分野で実験参加者の脳活動を調べる際や心理実験などでよく用いられる持続処理課題のことである。1~9 の数字をランダムに並べた数列を用意し、それを実験者が順に読み上げ、被験者は N 番前の数字を返答するという課題である。N が大きくなるほど課題の難易度は高くなり、本実験では、0-back、1-back、2-back の 3 課題を行った。

(2) ストレッチ課題

覚醒度の向上には簡単な運動が効果的であるとの既存研究を踏まえ、運転時にも動かすことが可能である頭と肩を動かすこととする。具体的には肩のみを動かす（頭部及び視線は正面固定）、肩＋視線を動かす（頭部は固定し、視線は肩と同方向に動かす）、肩＋頭＋視線を動かす（頭部と視線も肩と同方向に動かす）の 3 課題を実施した。

3. 2 実験方法

簡易脳波計を着用した上で、高速道路を走る車載動画の視聴を依頼し、上記の覚醒度の向上策を実施した。被験者は大学生 10 名（男性 4 名、女性 6 名）で、実験の所要時間は 1 人あたり約 70 分であった。実験は、まず 30 秒の閉眼安静ののち、30 秒間動画を視聴する。次いで向上策を実施し、課題終了後、効果のモニタリング時間として 2 分間の動画視聴時間を設けた。その後、次の課題への移行期間として 30 秒の動画視聴を依頼し、次の向上策を実施した。以上の手順を全ての課題について実施し、それを 3 セット実施した。なお、課題については、疲労や馴化の影響を考慮し、被験者ごとにランダムに提示した。

3. 3 覚醒度向上策の効果検証

本研究では、覚醒度向上策の効果として、各課題の実施前後において簡易脳波計で計測される眠気度の変化量を用いた。ただし、計測される眠気度は 1 秒ごとに変動するため、向上策実施前後でそれぞれ 2 分間のデータを抽出し、その移動平均の差を変化量とした。各向上策について、30 セット（10 名×3 セット）の変化量が得られたため、その平均値や標準偏差を求め、向上策の効果を検証した。

図 2 は変化量の平均値を示しており、本実験では、1-back 課題、肩と目線を動かす課題、2-back 課題の順で覚醒度の上昇に影響を与える結果となった。なお、このうち、「何もしない」ときと変化量の平均値が統計的に有意に異なったのは 1-back 課題のみであった。この結果から、2-back 課題のように難易度が高すぎると覚醒度の向上効果が弱まる可能性があるため、適度に頭を使うことが望ましいこと、ストレッチ課題の結果から、視線全体を動かすより、眼球のみの動きによる視界の変化が覚醒を促す可能性があることが明らかとなった。また 1-back 課題が最も効果的であったのは、頭を使うことに加え、発声による応答の効果とも捉えることができるものと考えられる。

謝辞

本研究を実施するにあたり、公益財団法人高速道路調査会の「居眠り運転防止対策委員会」の方々より様々な支援やアドバイスを頂戴した。ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 警察庁 HP：交通事故統計<<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html>>.
- 2) 例えば、北島ら：自動車運転時の眠気の予測手法についての研究、日本機械学会論文集 C 編、第 63 巻、613 号、pp.3059-3066、1997.
- 3) 満倉靖恵：脳波によるリアルタイム感性計測とその応用—実社会における感情・感性を用いる試みの広がり—、電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ fundamentals Review, Vol.13, No.3, pp.180-186, 2020.

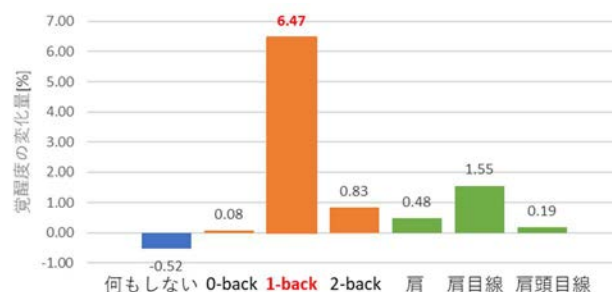


図 2 各課題の平均変化量