

シミュレータ酔いと脳血流ヘモグロビン相対濃度変化の相関分析

情報科学科 山内 将弥

指導教員：河中 治樹

1 はじめに

ドライビングシミュレータ (DS) を用いて計測を行う場合の問題点の 1 つとしてシミュレータ酔いが挙げられる。シミュレータ酔いが発生した場合、被験者の運転行動に影響が現れ、目的の情報を得ることが困難となる。シミュレータ酔いの先行研究として、三品らは ECG の基線変動や HRV などの生理的指標と、シミュレータ酔いの主観的評価の相関関係について分析している[1]。しかし、生理的指標として使用された信号は自律神経系のものであり、脳などの中枢神経に関連する計測信号は使用されていない。

そこで本研究は、シミュレータ酔いが誘発された状態における生理的指標と主観評価の相関関係について、中枢神経系の変動を同時に見ることを目的とする。そのために、脳血流のヘモグロビン相対濃度変化と主観的評価の相関を分析する。

2 シミュレータ酔い主観評価と生理的指標の相関

DS 使用時の被験者の酔いを評価するために、シミュレータ酔い主観評価指標 (SSQ : Simulator Sickness Questionnaire) を用いる。SSQ とは、Kennedy らが提唱した、多数のシミュレータ体験者から得た主観評価結果を因子分析することで、シミュレータ酔いに有効と考えられる 16 の主観評価項目を抽出したものである。16 種類の症状について 0, 1, 2 及び 3 の 4 段階で回答する[2]。症状にはそれぞれ吐き気、眼球運動及び方向感覚の 3 つの指標が割り振られている。指標ごとに症状のスコアを足し合わせ、各指標に付けられた重みを積算すると各指標の値と総合値が得られる。得られた値は発症した酔いの程度に基づいた評価値であり、各値が高い程強い酔いを示している。

本研究では、生理的指標を算出するために、三品らが分析した心電、呼吸変動に加え、脳血流ヘモグロビン相対濃度変化を近赤外分光法 (Near-Infrared Spectroscopy : NIRS) により取得する。NIRS で計測された脳血流ヘモグロビン相対濃度変化波形から統計量を算出し、主観評価との相関を分析する。算出する統計量は、脳血流ヘモグロビン相対濃度変化の最大値、最小値、平均値、中央値、最頻値及び標準偏差の 6 つである。

3 ドライビングシミュレータ走行実験

本実験は、運転免許を持つ被験者 1 名 (22 歳) で実施し、DS 上のコースを走行した。使用する DS のモニタは表示画面数横 3×縦 2 の計 6 画面、表示分解能は 1 チャンネルあたり水平 1030 mm×垂直 530 mm である。1 回あたり 10 分のコースを 3 回走行した。各走行では走行条件が異なり、1 回目は通常のコースを計測した。2 回目は酔いの低減に効果があると言われている、図 1 のような縞状格子をモニタに貼り付けて計測を行った。この縞状格子は、透明なアクリル板の代替品として透明なフィルムに自動車用遮光フィルム (幅 80 mm, 可視光線透過率 15%) を縦長に等間隔で、縦 2 画面を 1 面として、1 面あたり 4 枚貼付して構成した。3 回目の計測は酔いに効果があるというショウガの粉末を服用し、走行した。各走行終了後には SSQ を得るためのアンケートを行った。DS 走行時には

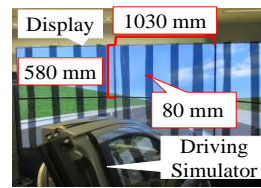


図 1 縞状格子

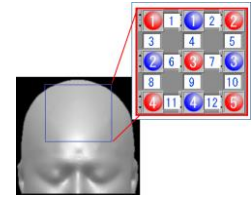


図 2 NIRS の計測箇所

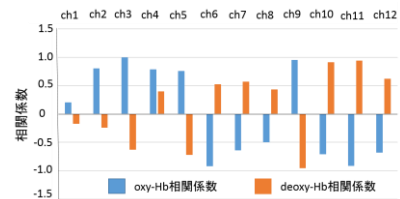


図 2 脳血流ヘモグロビン相対濃度変化の最大値と

SSQ 総合値の相関係数

NIRS により信号を計測した。計測箇所は図 2 に示すとおり、前頭野を 12 チャンネルで計測した。

SSQ の 4 つの項目全てにおいて、1 回目走行時と 2 回目走行時で総合値が同じ値となった。3 回目走行時は総合値に減少が見られていることから、3 回目の条件であるショウガの服用はこの被験者に対して酔いを低減させる効果があったと考えられる。

各基本統計量を算出した結果、脳血流ヘモグロビン相対濃度変化の最大値において、走行回数別の大小関係が oxy-Hb と deoxy-Hb で逆転している。最小、平均値及び中央値においても大小関係の逆転が見られた。しかし、最頻値と標準偏差においては当てはまらないため、oxy-Hb と deoxy-Hb は完全に対称な存在とはいえないと推察出来る。NIRS の oxy-Hb の最大値と総合値との相関を算出したグラフを図 2 に示す。色分けは青が oxy-Hb、橙が deoxy-Hb の値を表す。横軸が NIRS のチャンネル、縦軸が oxy-Hb, deoxy-Hb の最大値と SSQ 総合値の相関係数である。計測したチャンネルのうち 2, 3 及び 9 が強い正の相関を、6 及び 11 が強い負の相関を示した。

4 おわりに

本研究では、シミュレータ酔いに関して脳血流のヘモグロビン相対濃度変化を用いて分析を行った。結果、統計値との相関において強い相関を示すチャンネルが見られた。

三品らの先行研究によって酔いは性別により差が表れるとされているので、被験者の性別によって NIRS との相関分析に差が表れるかについて検討することが今後の課題である。

参考文献

- [1] 三品誠ら, 人間工学, 44, No.5, pp.279-289, 2008.
- [2] R.S.Kennedy *et al.*, The International Journal of Aviation Psychology, 3, No.3, pp.203-220, 1993.