

高速道路走行時の漫然運転が脳波に与える影響の分析

秋田大学 学生会員 ○安養寺 巧人

秋田大学大学院 正 会 員 浜岡 秀勝

1. 研究背景と目的

高速道路では単調な走行が続き、ドライバーの覚醒度の低下により漫然運転を誘発してしまう。漫然運転は死亡事故につながる恐れがある。覚醒度の評価方法として脳波の分析があるが、高速道路走行中の脳波の最適な分析方法は確立されていない。

本研究では主観の眠気との相関から指標を作成するために動画視聴実験を行った。取得した脳波データは、測定精度を上げるため 30 秒の区間に分け、ノイズを低減させるため窓関数をかけて周波数分析を行った。それをを用いてドライバーの覚醒度低下が脳波に与える影響や特徴を明らかにした。また高速道路走行時のドライバーの脳波から漫然状態を推定するための最適な分析方法を検討した。

2. 実験概要

覚醒度低下時の脳波の特徴を明らかにするために、高速道路走行動画視聴実験を行った。実験概要を表-1 に示す。被験者に室内で脳波計を装着してもらい、夜間の高速道路走行動画を再生したディスプレイを見てもらった。また、本実験では脳波の乱れを考慮し、飲食や私語禁止での実験とした。動画視聴中、より覚醒度の低下を促すため、被験者にはリラックス音楽を聞かせることで漫然状態に近い環境を再現した。さらに被験者には 1 分おきに現在の眠気を主観で紙に記入してもらった。眠気は 1～10 の 10 段階とした。主観の眠気は値が大きいほど覚醒度が低下していることを表している。実験風景を図-1 に示す。

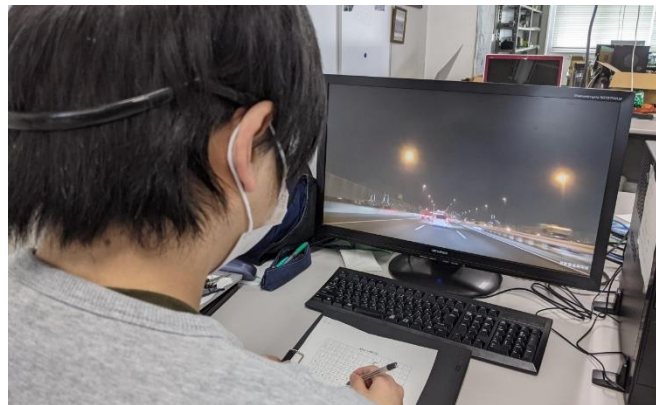


図-1 実験風景

表-1 動画視聴実験概要

実験場所	秋田大学 総合研究棟 5 階
実験日時	2020 年 10 月 12 日～10 月 14 日
被験者	3 人(20 歳代 3 人)
実験回数	3 回
実験時間	約 120 分

測定した脳波データと被験者に記入してもらった 1 分毎の主観の眠気から、覚醒状態と眠気が強まった状態の脳波の違いを明らかにする。

3. 分析方法

本研究では、脳波を用いて覚醒度の評価を行うため、頭部に脳波計を装着した状態の被験者に実験を行い、脳波の α 波が優位に現れる後頭部で脳波を計測した。脳波計はサンプリング周波数が 128Hz であるもの(Emotiv 社製、Emotiv Insight)を使用した。脳波は目視でノイズ部分を除去し、30 秒の区間に分け高速フーリエ変換(FFT)を行い、1～64Hz のパワースペクトルを算出した。さらにパワースペクトルは 0～64Hz のパワーの合計が 1 になるように正規化を行った。算出したパワースペクトルは θ 波帯域(4～8Hz)、 α 波帯域(8～13Hz)、 β 波帯域(13～20Hz)に分けた。帯域毎で周波数の幅が異なるため合計値で分析を行うのは適切ではないと考え、帯域毎にパワーの平均値を求め、これを代表値として用いた。FFT を行う際は窓関数の 1 つであるハミング窓を適用した。これらを用いて動画視聴実験より覚醒状態や漫然状態、睡眠状態の脳波の特徴を明らかにする。

4. 実験結果

実験 3 回に対して、ノイズが多かった 1 つのデータを除外し、それ以外の 2 つのデータを解析対象とした。実験 1 において、被験者は途中で睡眠していることが確認された。まず、動画視聴実験の脳波データにおける覚醒時と眠気が増加している状態の各周波数のパワースペクトルの変化

キーワード： 1. 高速道路 2. 漫然運転 3. 脳波 4. 覚醒度

連絡先：〒010 - 8502 秋田県秋田市手形学園町 1 - 1 TEL(018) - 889 - 2379 FAX(018) - 889 - 2975

を確認し、それらを基に 45 個の指標を作成した。30 秒毎に作成された指標と 1 分毎に記入した主観の眠気との相関は、眠気を記入するために覚醒度が上がる可能性を考えた。そこで、記入直後の前半 30 秒ではなく後半 30 秒の脳波データから作成した指標の値と主観の眠気の値との相関で求めた。その中で主観の眠気との相関が 0.5 未満のものが 35 個あった。これらは覚醒度の低下への寄与率が低く、その指標の増減が眠気の増加、つまり漫然状態に近づいていることを表す可能性が低い。このことから、走行中の眠気を推定する指標には適さないと考える。そのため、動画視聴実験において相関が比較的高かった 5 個の指標に注目した。その中で、実験 2 において主観の眠気が増加した時に指標の値も増加する傾向を示した指標は $\alpha / (\alpha + \theta)$ の平均値（以下、指標 1）であった（図-2）。これを基に眠気が増加し、漫然運転が起こりやすい状態の推定を行った。動画視聴実験 2 の脳波データにおいて、指標 1 では図-2 のような推移を示した。

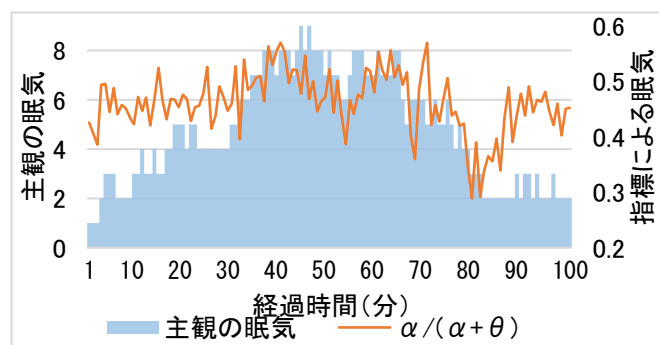


図-2 動画視聴実験2における指標 1 の推移

図-2 より、主観の眠気が 6 を超える部分では指標 1 による眠気が 0.5 を超える部分が多くなっているように見える。そこで、眠気が少ない(1~5)、眠気が多い(6~9)と仮定し、指標の値が 0.5 を超える割合を見ると、眠気が少ない範囲では 0.056 であるが、眠気が多い範囲では 0.543 であった。主観の眠気 1 段階ずつの指標 1 の値が 0.5 を超える割合を図-3 に示す。

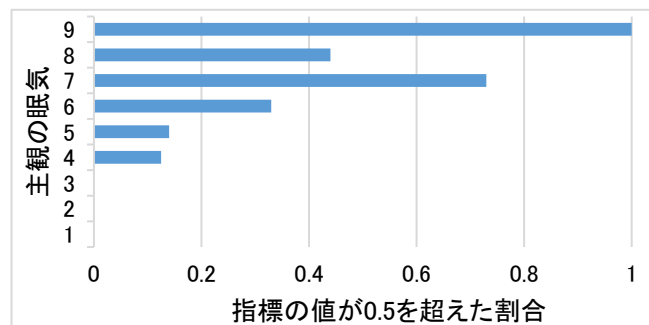


図-3 主観の眠気と指標 1 の値が 0.5 を超えた割合

図-3 より、眠気が 1~3 の範囲では指標の値が 0.5 を超える部分が無いのに対し、4~9 の範囲では徐々に増加している。主観の眠気が増加すると、指標 1 が 0.5 を超える割合が高くなる傾向にあることが分かった。このことから、走行中の脳波を測定し、指標 1 が 0.5 を超える割合が高くなれば眠気が増加し漫然運転を起こしやすい状態になっていると考えられる。

5. おわりに

本研究では、高速道路走行時の脳波の解析に最も適している指標の確立を目的とし高速道路走行動画視聴実験を行った。その結果、最適な指標は $\alpha / (\alpha + \theta)$ の平均値となった。そして主観の眠気が 6 以上の時に指標の値が 0.5 を超える割合が大きくなることから、走行中の脳波を測定し、指標 1 が 0.5 を超える割合が多い場合に漫然状態になりやすいと推定した。

今後の課題として、主観による眠気は個人差があるため、表情やまばたきなどの客観的に覚醒度を評価できる方法の検討を行わなければならない。さらに、実際に高速道路走行実験を行う際には、眠気が増加している時の脳波データを測定するために眠い状態での長時間運転を行うことが求められる。そのような実験では事故の危険性があるため、実験条件の変更やドライブシミュレータによる実験が有効であると考えられる。さらに自動車の振動や体動などによる脳波データのノイズを極力防ぐために、室内での利用を想定した簡易的な脳波計でなく、体動が多い場合でも正確に脳波を測定できる脳波計の使用を検討する必要がある。また、実際の走行時は 30 秒毎に漫然状態の推定を行っても遅すぎる。そのため、より短い区間への分割や、1 秒ずつオーバーラップさせるなど、分析方法を変えることでより早く正確に判定できると考えられる。

参考文献

- 1) 郭 鐘声・小竹 元基・鎌田 実：車内温度の変化がドライバの覚醒度と熱的快適感に及ぼす影響，自動車技術会論文集，第 49 巻，第 2 号，pp. 365-371，2018
- 2) 阿部 晃大・古谷 涼・伊東 敏夫：自動運転時のドライバ覚醒維持を目的とした各種タスク効果の脳波解析による比較，自動車技術会論文集，第 49 巻，第 2 号，pp. 422-427，2018