# 脳波にもとづく漫然状態の評価方法に関する研究

秋田大学　正会員　○浜岡 秀勝
東京建設コンサルタント　正会員　大濱 駿輔

## 1. 研究の背景と目的

高速道路は一般道路と比べて良い線形であり、信号による停止や歩行者等の影響を受けないため、ドライバーの覚醒度が低下し漫然運転を誘発する恐れがある。漫然運転は、自動車事故の要因の 8%を占め、死亡事故へとつながる可能性もある。したがって、漫然運転を解消する道路環境の構築は必須と考えられる。

ところで、覚醒度の評価には脳波が用いられることがある。関連する研究のレビューから、さまざまな解析方法が示されているものの、高速道路走行中を対象とした脳波の解析方法は明示されていない。

そこで、本研究では高速道路走行動画を視聴中の脳波を取得し、覚醒度低下時の脳波の特徴を明らかにした。そして、最適な脳波の解析方法を検討した。

## 2. データの概要

脳波とは、脳の電気活動を記録したものであり周波数帯域によって**表-1** のように分類されている。

**表-1　脳波の分類**

| 名称 | 周波数帯域 | 脳の状態 |
|---|---|---|
| δ 波 | 4Hz 未満 | 深い睡眠 |
| θ 波 | 4～8Hz 未満 | うとうと |
| α 波 | 8～13Hz 未満 | リラックス |
| β 波 | 13～30Hz 未満 | 覚醒状態 |
| γ 波 | 30Hz 以上 | 興奮状態 |

脳の活動状態が低下すると、脳波の周波数は低下する。既往の文献などから、覚醒度が低下、すなわち漫然状態になるとα波が優位に現れることがわかっている。

そこで、室内実験により脳波を計測し、脳波の時間変化と覚醒度の関係を明らかにする。実験では、被験者は頭部に脳波計を装着することになるが、脳波の計測位置は重要な決定事項である。本研究では、ノイズの少ないα波を獲得しやすい位置として後頭部での脳波を計測した。実験では、サンプリング周波数が 128Hz の脳波計を使用した。分析においては、脳波を 1 秒ごとにフーリエ変換を行い、1～64Hz のパワースペクトルを算出した。この数値をもとに覚醒度を分析した。

## 3. 実験の概要

覚醒度の変化を適切に表現できる指標を提示するため、室内実験によるデータ取得を行った。実験概要を**表-2** に示す。実際の高速道路運転によるデータ取得も考えられるが、生理計測に及ぼす要因は様々あるため、まずは道路環境や交通環境の影響を排除する意味で、室内実験とした。ただ、高速道路走行をイメージするために、実験では高速道路走行動画を視聴している。なお、実験中は飲食を禁止しており、飲食によるノイズは発生しない。

本実験では、覚醒度の推移を確認するため、実験中に被験者は漫然状態となる必要がある。そこで、動画視聴中にお経を流し、覚醒度が低下しやすい環境を構築した。被験者は、1 分ごとに主観で覚醒度を 10 段階評価にて記録した。

**表-2　動画視聴実験の概要**

| | |
|---|---|
| 実験場所 | 秋田大学　総合研究棟 7 階 |
| 日時 | 2020 年 1 月 14 日～17 日 |
| 被験者 | 3 人 |
| 実験回数 | 5 回 |
| 実験時間 | 60 分 |

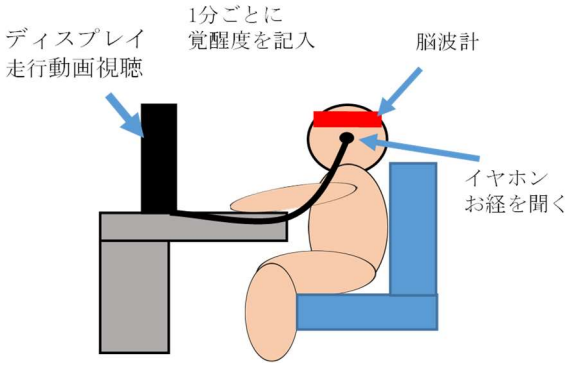


**図-1　実験環境**

パワースペクトルは1秒ごとに得られるため、覚醒度指標も 1 秒ごとに算出できる。主観評価値は1分ごとに記録されているため、両者を整合させるため、1秒ごとに得られる指標を、1 分間の平均値とする場合と、1 分間の最大値と

キーワード：脳波、漫然状態、フーリエ変換
連　絡　先：〒010-8502　秋田市手形学園町 1-1　TEL（018）889-2974　FAX（018）889-2975

© Japan Society of Civil Engineers

する場合で分けて考えた。これら指標間の相関を求め、相関が強いものを適切な指標と考えた。

## 4. 分析結果

ここでは、最も強い相関傾向を得られた結果について示す。**図-2** に取得脳波の一部、**図-3** にはある1秒のフーリエ変換後のパワースペクトルを示す。

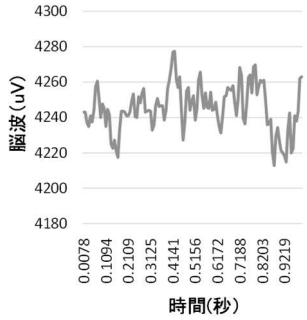


**図-2　取得脳波の一部**

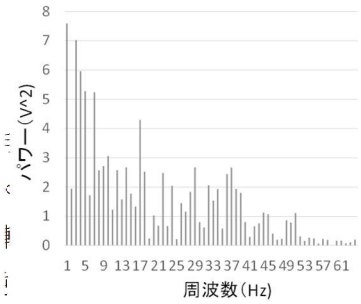


**図-3　脳波フーリエ変換後**

被験者の主観評価値と覚醒度指標を比較したところ、提案した 33 種類の指標のなかで、α波パワースペクトル合計値/全体のパワースペクトル合計(α/全体)と、α+θパワースペクトル合計値の相関/全体のパワースペクトル合計((α+θ)/全体)が良好な傾向を示していた。時間変化による覚醒度の推移を**図-4** に、主観評価値と覚醒度指標の散布図を**図-5** に示す。どちらも値が大きいほど覚醒度が低下する状態を表現している。

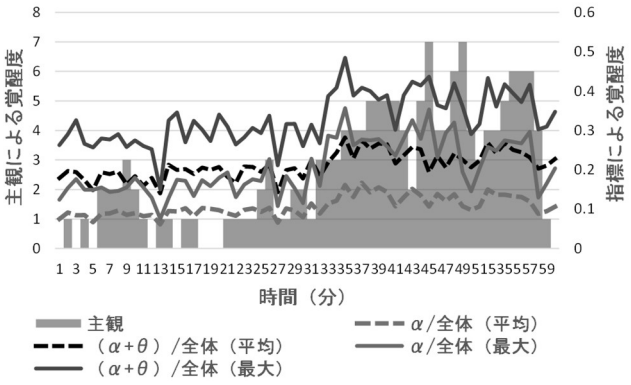


**図-4　時間変化による覚醒度の推移**

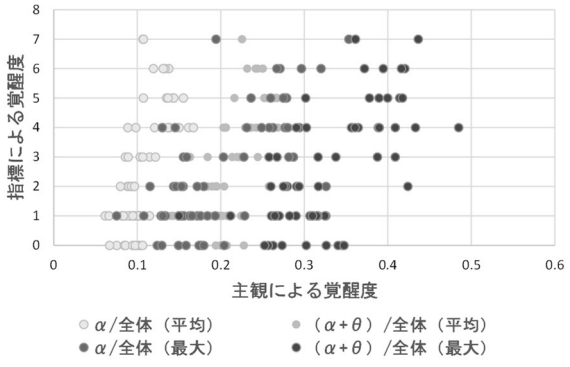


**図-5　主観と指標の各制度の散布図**

良好な傾向を示す指標について、代表値を 1 分間平均値にすると、相関はα/全体で0.64、(α+θ)/全体で0.60であった。一方で、代表値を 1 分間最大値にすると、相関はα/全体で0.70、(α+θ)/全体で0.65であった。これらより、α/全体と(α+θ)/全体を比べるとα/全体の方が覚醒度を良好に表現できたと考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、高速道路走行時の漫然運転による状態を表現するために脳波を利用することとし、その基礎的な分析として脳波解析を実施した。被験者による室内実験の結果、覚醒度を表現するに最も良好な指標は、α/全体であることがわかった。しかし、指標間の相関をみると、決して十分とは言えないため、さらにデータ分析方法を高めていく必要がある。

本研究において確認できたものとして、脳波測定においては様々なノイズを拾いやすく、目的とした脳波を正確に得られない可能性が挙げられる。実際に、予備実験においては、多種なノイズによって望ましい脳波を取得できなかった。そのため、実車実験ではなく室内実験に変更する、など様々な変更を余儀なくされた。室内実験においても、脳波の波形をみると、ノイズによる波形の乱れが生じていた。今回は、その目視によりノイズ除去を行ったが、今後、多くのデータ解析の実施を考えると、目視によるノイズ除去は望ましくない。ゆえに、ノイズの除去方法についても確立する必要がある。

また、指標の検討においては、理論値として被験者の主観評価値を用いた。これについても、評価値の正確性や個人差、評価行動による覚醒度の上昇など、様々な課題を抱えている。予備実験として、他の生理指標の取得も行っており、これら指標との相関を分析することも課題である。

本研究により、数多くの課題を明らかにできた。今後はこれらの課題を一つづつ解決し、最適な指標を提案したい。

## 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

© Japan Society of Civil Engineers