

脳波と脈波のゆらぎ解析による 覚醒度の簡易評価方法の開発

○西浦武史 佐々木篤樹(TD ラボラトリー(株)) 藤田悦則 藤川一彦(株デルタツーリング)

Development of simplified appraisal method of awakening degree by fluctuation analysis via brain wave and finger plethysmogram

○Takeshi Nishiura Atsuki Sasaki(TDLaboratory co.,ltd.)
Etsunori Fujita Kazuhiko Fujikawa(Delta Tooling co.,ltd.)

1. はじめに

不注意な運転や居眠り運転は疲労やストレスから生じることが多く、覚醒度も低い。覚醒度が低くなるのは疲労やストレスを原因とするものが多い。そこで、疲労の進行を緩和し、高い覚醒状態を長時間維持する技術が求められる。

本報告では脳波と脈波のゆらぎ解析による簡易的な覚醒状態の評価法と、高い覚醒状態を長時間維持するためのシート特性について報告する。

2. 実験方法

被験者の覚醒度と疲労度を評価するために、指尖容積脈波と脳波を計測する。指尖容積脈波の計測器は赤外線発光ダイオードとフォトランジスタで構成されている。計測データはA/D変換を行った後PCにて処理を行う。サンプリング周波数は200Hzで分解能は12ビットである。

脳波計測は簡易脳波計測器(ヒューテックエレクトロニクス製FM-515A)を用いる。この計測器は θ 波(4~6Hz), α 1波(7~8Hz), α 2波(9~11Hz), α 3波(12~13Hz), β 波(17~26Hz)をそれぞれ1秒毎に計測することができる。

図1は実験に使用したシートの体圧分布を示す。シートAは、バックが肩甲骨から腸骨稜までの腰腸筋筋を支持する体側支持型シートである。シートBもシートAと同様の体側支持型のシートである。シートCはシートBに腰椎支持を付加したものである。シートDは体圧分散型のシートである。シートEはシートDに腰椎支持を付加したものである。シートFは腰椎部の支持圧力が高い立位の脊柱形状を維持する姿勢維持型のシートである。被験者は脳波計測の際にアーチファクトの少ない43歳の成人健常男性1名で行った。本実験は、支持特性の異なるシートで同一の被験者において本研究で提案する簡易評価方法で覚醒度に有意な差が生じるかを検証した。

2-1. 覚醒状態検出実験

全身振動環境下でシートに着座した被験者の

脈波と脳波を計測し、覚醒状態検出実験を行った。

励振条件は大型セダンで高速道路を走行した際の実車波形データで、加振台のプラットフォーム上でランダムに発生する加速度のP-P値が約0.016~0.058Gの上下方向の励振波である。

生体信号の採取は覚醒状態と眠気状態で行い、それぞれ脳波と脈波を30分間計測した。

2-2. 着座疲労回復効果の確認実験

実験時間帯は11時~13時の間で1時間の覚醒状態検出実験を行い、開始から30分経過時に被験者の腰部へ30分間の圧力刺激を付加した。

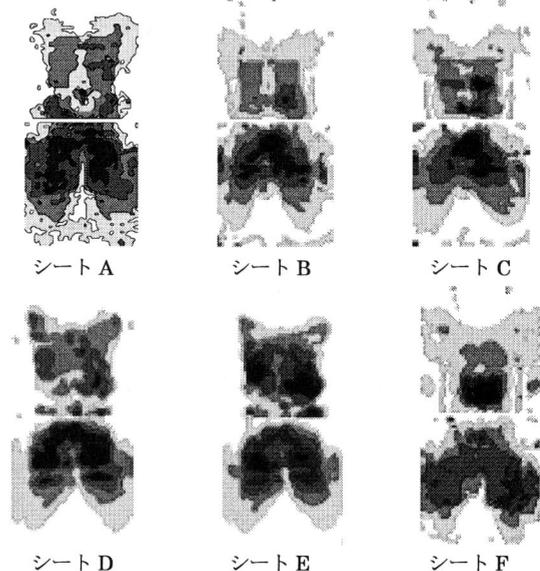


図1 実験に使用したシートの体圧分布比較

3. 分析方法

3-1. ゆらぎ算出方法

脳波の β 波のゆらぎの時系列波形の算出方法を以下に説明する。簡易脳波計で計測したデータから1秒毎の分布率を算出し、その β 波の分布率の時系列波形から180秒の時間幅で最小二乗法を用いて傾きを求める。そして162秒をオーバーラップさせ次の時間幅180秒で同様に計算し、結果を18秒毎にプロットする。この計算を順次繰り返す。

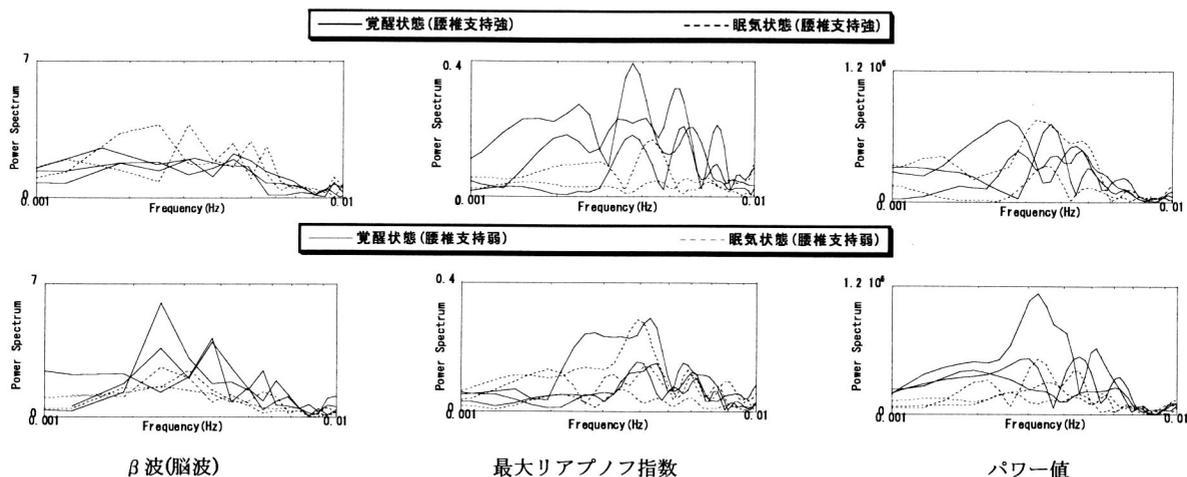


図2 覚醒状態と眠気状態のパワースペクトル比較

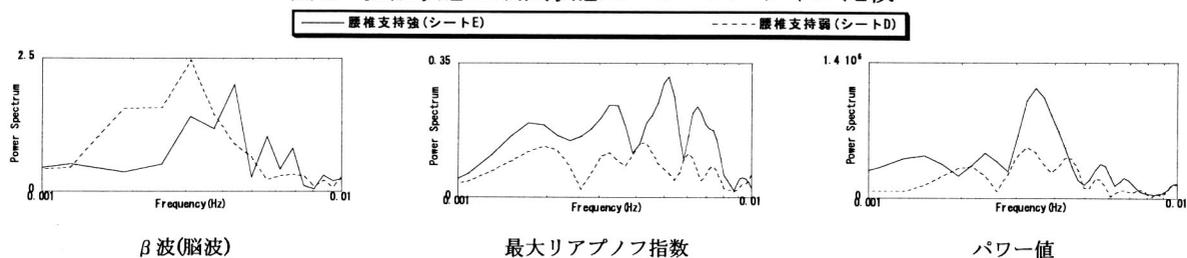


図3 腰椎支持圧の違いによるパワースペクトル比較

返しβ波の傾き時系列波形を作り、これをβ波のゆらぎ時系列波形とした。一方、脈波のパワー値及び最大リアプノフ指数の傾き時系列波形からのゆらぎ算出方法は藤田らの手法¹⁾を用いた。

4. 結果と考察

4-1. 着座疲労検出実験結果

図2は各シートでの覚醒状態および眠気状態でのβ波(脳波)と、脈波の最大リアプノフ指数およびパワー値の各傾き時系列波形の周波数分析結果を示す。

眠気状態は覚醒状態に比べて、脳波のβ波の振幅スペクトルが低周波側へ移行した。また、眠気状態の脈波は、覚醒状態に比べて最大リアプノフ指数の傾き時系列波形の振幅スペクトルのピーク値が低下した。パワー値の傾き時系列波形の周波数分析結果も同様の傾向を示す。

一方、腰椎の支持圧の強いシート上では被験者のβ波(脳波)のゆらぎ時系列波形のパワースペクトルは高周波側に移行した。

4-2. 着座疲労回復効果の確認実験結果

疲労状態で腰椎部に圧力刺激を付加すると、眠気状態にあった被験者が覚醒した。図3に示すようにβ波(脳波)は圧力刺激を与えることで振幅スペクトルが高周波側へ移行した。これは覚醒度の上昇を示す²⁾。一方、脈波のパワー値と最大リアプノフ指数の傾き時系列波形の振幅スペクトル

は増加した。以上の結果より腰部への圧力刺激は被験者の中枢神経および上位中枢に変化を生じさせ、覚醒度の上昇をもたらしたと考えられる。

5. おわりに

脳波のβ波と脈波の傾き時系列波形により覚醒度を評価し、腰椎部の支持圧の強いシートは、覚醒度は高くなるが疲労度も高くなり、高い覚醒度が維持しにくい傾向にある。疲労状態での腰椎部への圧力刺激の付加は、覚醒度の一時的な上昇に効果がある。

今後は被験者数を増やしての統計処理と腰椎部支持の強弱の組合せ事例を増やして、高覚醒状態を維持する最適な支持方法を確認する予定である。

参考文献

- 1) 藤田悦則: 指尖容積脈波を用いた長時間着座疲労の簡易評価法の開発, 人間工学, vol.40, No.5, p.254-263(2004)
- 2) 大熊輝雄: 臨床脳波学, 医学書院(1963 初版)

研究代表者の氏名及び連絡先

研究代表者氏名: 西浦武史

連絡先住所: 愛知県豊田市西中山町又吉洞 5-8

連絡先電話番号: 0565-76-5184

E-mail: takeshi_nishiura@toyota-boshoku.co.jp