

## 自己評価報告書

平成23年 3月31日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20560406

研究課題名（和文） 多次元生体信号計測による視覚パターンが覚醒状態に及ぼす影響の客観的評価

研究課題名（英文） Objective study of the effect of visual stimuli in wakefulness maintenance state against sleepiness by using multi-channel bio-signal processing

研究代表者

吉田 久 (YOSHIDA HISASHI)

近畿大学・生物理工学部・准教授

研究者番号：50278735

研究分野：統計的生体信号処理

科研費の分科・細目：電気電子工学・計測工学

キーワード：生体信号、覚醒維持状態、自律神経系、スペクトル解析、自己回帰モデル、時間一周波数解析、独立成分分析、視覚パターン

## 1. 研究計画の概要

「眠気に抗した覚醒維持状態」における生体の生理反応はあまり知られていない。しかし、運転中のドライバーなどは言うに及ばず、単調作業を強いられる職場や受験勉強などの様々な場面において、こうした状態における生理反応を定量的に評価することは有意義であり、安全や作業・学習効率の向上に繋がるであろう。我々はこうした考えを推し進め、どのような視覚パターンが眠気を誘発につながるのか、逆に眠気を誘発させないための視覚パターンは何かを知ることで、例えば運転中のドライバーにヘッドアップディスプレイを介して、覚醒を維持させるような視覚刺激を与えることなどが将来可能になるのではないかと考えている。上記の目標を達成するために、本研究では「眠気に抗した覚醒維持状態」を中心に、その生理反応を定量的に評価、解析すること、ならびに解析法に関する研究を主な目的とする。具体的には、(1)心拍変動、血圧変動、瞳孔径、眼球運動、そして脳波という多次元生体信号を同時計測し、視覚パターンが覚醒状態に及ぼす影響を定量的に、評価、解析することが主テーマである。これに付随する副テーマとして(2)脳波に混入する眼球運動および瞬目を原因とするアーチファクトの除去法に関する研究と(3) 確率過程の時間-周波数表現における時間および周波数周辺分布推定法に関する研究がある。

## 2. 研究の進捗状況

主テーマである「眠気に抗して覚醒維持を課した状態」における生理反応を検討するた

めに、視覚ターゲットを左右に一定時間間隔で動かす実験と読書による眠気を誘発させる実験を行った。このとき、脳波、心拍変動、血圧変動、脈波容積変動（末梢血管抵抗）、ならびに眼球運動（EOG）を同時に測定した。心拍変動、血圧変動、NPVのスペクトル解析を詳細に行った結果、覚醒維持状態および自然入眠状態のいずれの場合でも、心拍変動と収縮期血圧変動には呼吸性変動成分が存在し、特に覚醒維持状態の心拍変動の呼吸性変動成分が大きいことが示された。また、覚醒維持状態においてはメイヤー波に相当する0.1Hzのパワーが心拍変動、収縮期血圧ならびに拡張期血圧変動において顕在化している一方で、自然入眠状態においては、心拍変動、血圧、NPV共にメイヤー波に対応するパワーが消失することが明らかになった。さらに、心拍-血圧、血圧-脈波容積変動、脈波容積変動-心拍変動という2変量の自己回帰モデルを導入し同定した結果、通常の傾眠時との違いがシステムインパルス応答の違いとして捉えられることを示した。

次に覚醒の維持に寄与しうる視覚パターンの性質を検討することを目的として、視覚パターンへの注意の集中が眼球運動にもたらす影響の定量的評価を試みた。注視が注視位置に集中している場合と、周辺視野に分散されている場合の眼球運動を計測し、統計モデルを用いた揺らぎの特性の解析を行った。

その結果、注意が分散している場合は、不随意性の微小な視線のジャンプとして観測されるマイクロサッカードの発生直後に、比較的大きな揺らぎが生じていることが示された。

副テーマである脳波に混入する眼球運動や瞬目によるアーチファクトを除去するための方法として、加算平均法、独立成分分析、およびEOG信号を参照信号とする適応フィルタによる除去法を試み、これらを比較している。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

主テーマである「眠気に抗して覚醒維持を課した状態」における生理反応の基礎的な検討が行われ、その特徴的な反応を見出すための解析法(周波数領域ならびに時間領域の解析法)が明らかになりつつあること、また視覚パターンの特徴による生理応答の違いも明らかになってきており、概ね順調に進展していると考えている。主テーマに付随する副テーマに関しても、脳波に混入するアーチファクトの除去の比較から、本研究課題における脳波解析に適切な方法が見出されることが期待できる。

### 4. 今後の研究の推進方策

今後も引き続き、「眠気に抗した覚醒維持状態」を中心に、その生理反応を定量的に評価、解析すること、ならびに解析法に関する研究を推進するために、多次元自己回帰モデルの推定法について検討する。また、視覚パターンが覚醒状態に与える影響を調べるために、自然映像を用いながら、パン、チルト、ロール、ズームなどの画素の動きを人工的にコントロールする実験を検討する。アーチファクト除去法に関しては、加算平均法と独立成分分析法、EOG信号を参照信号とする適応フィルタ法を詳細に検討する。そして、アーチファクト除去後の脳波に対して、我々の提案するCopulaに基づく時間一周波数解析法を適用し、視覚パターンが覚醒維持状態に与える影響について、生体信号を用いて客観的に評価する。

### 5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計12件)

- ① 吉田久, 吉川 昭, “Copulaに基づく時間一周波数表現とその応用,” 数理解析研究所講義録, 査読無し, Vol. 1684, pp. 1-12, 2010.
- ② 小濱剛, 竹中 悠, 吉田久, 戸田 尚宏, “視覚的注意がドリフト眼球運動に及ぼす影響の統計解析,” 映像情報メディア学会誌, 査読有り, Vol. 64, No. 12, pp. 1892-1898, 2010.
- ③ T. Kohama, H. Yoshida, N. Toda, “A

Statistical Model Analysis of Attentional Effects on Fixational Drift Eye Movements,” Proceedings of the Fourth International Workshop on Image Media Quality and Its Applications,” 査読有り, pp. 96-99, 2010.

- ④ H. Yoshida, T. Higuhi, K. Shirasawa and S. Kikkawa, “Analysis of Desynchronized Brain Activity in Wakefulness Maintenance State against Sleepiness by Instantaneous Equivalent Bandwidth,” Proceedings of the 6th International Workshop on Biosignal Interpretation, 査読有り, pp. 388-389, 2009.
- ⑤ 白澤香苗, 矢野朋史, 吉田久, 吉川昭, “自然入眠状態と眠気に抗した覚醒維持状態の脳波解析とその比較,” 生体医工学, 査読有, Vol. 46, suppl., pp. 214-215, 2008.

他7件

〔学会発表〕(計33件)

- ① T. Tanaka, T. Kohama, H. Yoshida, “Microsaccade rate varies with arousal level,” 日本生体医工学第49回日本生体医工学会大会, 2010年6月26日, 大阪国際交流センター.
- ② K. Nakagawa, T. Kohama, H. Yoshida, “Effects of motion sickness on fixation eye movements,” 日本生体医工学第49回日本生体医工学会大会, 2010年6月26日, 大阪国際交流センター.
- ③ 松山 祐貴, 樋口 拓哉, 吉田久, “眠気に抗した覚醒維持状態における脳波および自律神経系の解析,” 第24回生体・生理工学シンポジウム, 2009年9月26日, 東北大学
- ④ 松山 祐貴, 吉田久, 野村 健太, 樋口 拓哉, “眠気に抗した覚醒維持状態における脳波-血圧解析,” 第48回日本生体医工学会全国大会, 2009年4月25日, タワーホール船堀.
- ⑤ 吉田久, 白澤 香苗, 野村 健太, 樋口 拓哉, “眠気に抗した覚醒維持状態の脳波解析: ガンマ帯域における筋電図の影響について,” 第23回生体・生理シンポジウム, 2008年9月30日, 名古屋大学

他28件